

## 15. La passió pels semiconductors i superconductors

«Sempre m'he dedicat fonamentalment als semiconductors i als superconductors. Ja a la RCA vaig començar amb superconductors. A la Universitat de Brown, també vaig fer treballs conjunts sobre semiconductors i superconductors. Però quan me'n vaig anar a Alemanya vaig deixar els superconductors i em vaig concentrar en els semiconductors. Després, darrerament, quan han sortit els superconductors d'altres temperatures, he tornat a treballar en superconductors.»

Amb aquestes paraules resumeix el professor Cardona tota una trajectòria professional que li ha reportat les màximes consideracions de la comunitat científica internacional. Crec que ha arribat el moment d'explicar, fins on sigui possible amb termes planers, què són els semiconductors, els superconductors i l'espectroscòpia, i per què poden absorbir la vida de persones tan intel·ligents i inquietes com Manuel Cardona.

L'investigador, al laboratori espectroscòpic, utilitza una font de llum o de radiació electromagnètica de característiques conegudes. La fa interaccionar amb un material i comprova quines característiques té després de la interacció. Les diferències que hi ha entre la llum que entra i la que surt permet deduir molta informació sobre les propietats del material. Ara bé, extreure aquesta informació pot ser, a la pràctica, molt complicat. S'han de desenvolupar mètodes i paradigmes adequats.

Tota una part de l'electrònica actual està basada en les propietats de materials, com el silici, el germani i d'altres semblants, que s'anomenen semiconductors.<sup>38</sup> Les propietats d'aquests materials –per dir-ho d'alguna manera– han permès el desenvolupament bàsic de la microelectrònica: ordinadors, minicadenes de música, robots i un llarguíssim etcètera. És la revolució del microxip.

El professor Cardona va començar a treballar el tema quan les propietats essencials dels semiconductors ja havien estat descobertes. L'aplicació fonamental es va descobrir l'any 1948 amb el transistor. Per aquesta descoberta, John Bardeen, Walter H. Brattain i William B. Shockley reberen el premi Nobel de física l'any 1956. El làser del semiconductor el va descobrir el 1963 al laboratori d'IBM el professor Marshall Nathan, company de doctorat d'en Cardona a Harvard i encara bon amic seu. Aquest làser és la base del reproductor del CD (compact disc) Però hi havia un camp d'investigació inexplorat per entendre els mecanismes, els estats electrònics i totes les altres propietats. Entenent quines eren aquestes propietats, es podia proposar altres tipus de semiconductors amb altres propietats que poguessin derivar en aplicacions d'altra mena. El professor Cardona ha tingut un pes molt important en aquesta investigació perquè va ser una de les persones que va consolidar la comprensió de les propietats, sobretot òptiques, dels materials: primer pel que fa als electrons i després pel que fa als fonons, que són les vibracions de la xarxa atòmica.

Els àtoms, quan vibren a la xarxa cristal·lina, també tenen tota una sèrie de propietats interessants. Però estudiar-les era difícil. No-

---

<sup>38</sup> Dec en part l'explicació dels semiconductors al doctor Jordi Pascual i Gainza, professor de la Universitat Autònoma de Barcelona. Conversa mantinguda el 16 de juliol de 1993.

més hi havia alguns treballs disseminats. El professor Cardona va agafar dues o tres tècniques, en particular la tècnica Raman, nom del científic hindú que descobrí aquest efecte l'any 1928 a l'Índia i rebé el premi Nobel de física el 1930. Les va sistematitzar i va fer el primer estudi complet dels semiconductors. Era un esplèndid treball de síntesi que ha donat lloc a diversos llibres que avui són clàssics en la física dels sòlids referida a l'espectroscòpia Raman.

Un semiconductor és un material que condueix electricitat, però no gaire bé. En canvi un metall la condueix molt bé. Comparat amb un metall, un semiconductor es pot considerar més aviat un aïllant. El silici pur, per exemple, condueix poca electricitat a temperatura ambient. Si baixem la temperatura, no en condueix gens. Però si al silici li posem uns àtoms d'altres materials, encara que siguin pocs, augmenta la seva conducció en molts ordres de magnitud. Aquests àtoms d'altres materials s'anomenen impureses o dopants. Amb una proporció molt minsa d'impureses (entre 1/1000 i 1/1000000), canvia dràsticament la propietat de la conducció. Es tracta de jugar amb quins tipus d'impureses s'hi posaran per determinar la propietat que adquirirà el semiconductor. El fet de poder controlar el tipus de conducció d'aquests materials ofereix una quantitat impressionant d'aplicacions. Això no es pot fer amb els metalls. La conducció també es pot controlar amb un camp elèctric, fet que dóna lloc a l'efecte transistor.

Els experts distingeixen els semiconductors naturals dels artificials. Per fer els primers s'aprofita el material que es troba a la naturalesa. En els segons, el material es fabrica d'acord amb un disseny previ. El silici, element molt abundant en la naturalesa, és la base del material artificial més important per a la semiconducció. Les impureses es poden ficar en el mateix laboratori, entre altres mètodes, mitjançant uns instruments que s'anomenen implantadors d'ions.

La indústria del silici ja és establerta des de fa molts anys. També s'ha fet ús del germani. Ara s'estudien semiconductors compostos, com és el cas de l'arseniür de gal·li.

Les coses es compliquen per diverses raons. Una, perquè la conducció depèn de si els electrons es mouen més o menys de pressa. Per fer dispositius de commutació, és a dir, fer que un corrent vagi en un sentit i després en el sentit contrari, necessitem que els electrons responguin molt ràpidament. En comptes del silici, s'han trobat altres materials que fan que el moviment dels electrons sigui més ràpid. I aquí neixen les estructures semiconductoras artificials. L'investigador escull l'estructura semiconductoras sintètica d'acord amb les propietats que vol que tingui el dispositiu de commutació o el làser. Actualment s'empra la tecnologia anomenada dels pous quàntics, que permet controlar la conducció mitjançant capes molt primes. Augmentant o disminuint el gruix d'aquestes capes, varien les propietats del dispositiu; aquestes propietats poden ser dissenyades abans de fabricar el material. Aquest camp d'investigació, malgrat la quantitat de gent que hi treballa, no s'ha esgotat ni de bon tros. Permet fer, diguem-ne, cristalls a mida. El coneixement profund d'aquests materials i del comportament dels estats electrònics i de vibració dels àtoms obre el camp a noves aplicacions.

El professor Cardona va introduir una tècnica espectroscòpica molt important: l'electromodulació electrolítica. Si tenim una sèrie d'estructures espectrals difícil de desxifrar, en fem la derivada respecte a algun paràmetre per tal de tenir millor resolució d'espectres. Això permet separar tota una sèrie de pics que directament costa molt d'interpretar. Les tècniques de modulació no diuen res a una persona no especialitzada. Però permeten als experts, entre altres coses, simplificar les estructures i analitzar millor la informació que porten sobre les propietats dels materials.

Si a un semiconductor el sotmetem a radiacions de llum per sota del nivell visible, per exemple raigs infrarojos, és transparent i deixa passar la llum sense problemes. Però, en augmentar la freqüència de la llum, és a dir, anant del vermell al blau, arriba un moment en què el material comença a absorbir. Això vol dir que hi ha uns electrons que, en rebre llum, tenen capacitat d'agafar la seva energia, però només l'agafen si els donem una energia mínima, que s'anomena gap d'energia. A partir d'aquesta freqüència, els electrons responen, agafen l'energia, s'alliberen una mica més del lligam on estaven i condueixen més. Els electrons que s'han alliberat poden tornar a lligar-se i ocupar el forat d'abans. Quan ho fan, emeten llum, és a dir, fotons de diferent energia i, en conseqüència, de diferent color. Segons l'energia del gap, la llum serà verda, groga, vermella o infraroja. Per això val la pena poder disposar de diferents tipus de semiconductors, perquè irradiant amb una mateixa energia, per exemple, es poden obtenir diferents colors de llum. Si això ho ampliem a altres propietats dels semiconductors, comprendrem la importància que adquireix aquest fascinant camp de recerca.

El professor Cardona ha tingut un relleu importantíssim en la investigació dels fonons, que, com hem dit abans, són les vibracions dels àtoms. Si els àtoms estiguessin a la temperatura de zero graus Kelvin (0K), és a dir, al zero absolut, que equival a 270 graus centígrads sota zero (-270°C), estarien pràcticament quiets (si bé no exactament quiets). En augmentar la temperatura, per l'energia tèrmica, els àtoms es mouen respecte a la seva posició d'equilibri. Si el poguéssim veure, aquest moviment semblaria caòtic, un àtom es mou per aquí, l'altre per allà. Però aquest moviment que sembla caòtic es pot considerar com una suma de moviments determinats. Cada moviment determinat té una freqüència, és a dir, una energia associada, d'acord amb la llei de Planck esmentada abans. Això vol dir que,

quan els àtoms es mouen d'una determinada manera, el moviment té una energia; si es mouen d'una altra manera, té una energia diferent. El moviment dels àtoms es pot descompondre en moviments d'energies diferents. La selecció i determinació d'aquestes energies ha estat precisament un dels estudis principals del professor Cardona.

Ell també va reeixir en un camp molt difícil, que és la ja esmentada espectroscòpia Raman. El moviment dels àtoms pot interaccionar amb els electrons esmentats abans. Posem el cas d'un àtom lligat al semiconductor. Li donem llum i un electró puja a conduir. Segons com estigui aquest electró, pot agafar una vibració i augmentar la seva energia. També pot emetre un fonó i reduir la seva energia. Quan torna a baixar, ja no ho fa amb la mateixa energia amb la qual abans pujava. Llavors, la diferència que hi ha entre la freqüència de pujada i la de tornar a l'estat inicial dóna la freqüència del moviment dels àtoms. Això constitueix l'efecte Raman. És complicat perquè hi intervé tot: els electrons, els moviments dels àtoms i llur interacció. Però és una manera efectiva d'esbrinar moltes propietats relacionades amb aquestes vibracions.

Passem ara a l'altre tema actualment preferit del professor Cardona: els superconductors.<sup>39</sup>

Un superconductor és un metall capaç de conduir corrent sense pèrdues, sense gastar energia, és a dir, sense escalfar-se gens. Quan els metalls es refreden a temperatures molt baixes, de l'ordre de 4K (quatre graus per sobre del zero absolut,  $-273^{\circ}\text{C}$ ), pot aparèixer i apareix en molts d'ells el fenomen de la superconductivitat.

---

<sup>39</sup> Dec l'explicació sobre els superconductors als físics del CSIC, Isabel Alonso i Miquel Garriga, en conversa mantinguda el dia 16 de juliol de 1993. Ambdós investigadors van fer la tesi doctoral amb el professor Cardona al Max Planck Institut de Stuttgart.

Normalment per refredar materials superconductors s'ha de fer servir l'heli líquid, que es troba a aquesta temperatura del voltant de 4 kelvins. Seria interessant poder-ho fer amb el nitrogen líquid, que és més econòmic i més fàcil de liquar perquè ho fa a una temperatura més alta: a 77K, que equival a  $-200^{\circ}\text{C}$ .

Recordem que el zero Kelvin (0K), el dit zero absolut, són 273 graus centígrads sota zero ( $-273^{\circ}\text{C}$ ). Quan fent el batxillerat en Cardona ho va saber, li va fer molta gràcia. Ell havia nascut a l'edifici número 273 del carrer del Rosselló. Ja no ho va oblidar mai.

L'any 1986, l'alemany Georg Bednorz i el suís Karl Alexander Müller, dos científics que treballaven al laboratori d'IBM a Zuric, van descobrir uns òxids de coure que presenten superconductivitat a temperatures superiors a la de liquació del nitrogen. Per això es diuen superconductors d'alta temperatura, perquè la superconducció es presenta a una temperatura més alta que en els altres superconductors convencionals. Aquests materials, aplicats a la indústria, representen una revolució. De manera que el seu descobriment va revolucionar la física de materials. Per això els dos científics van rebre *ex aequo* el premi Nobel de 1987, l'any després de la seva descoberta.

Per entendre el fenomen de la superconductivitat a la temperatura de l'heli líquid, els científics Leon N. Cooper, J. Robert Schrieffer i John Bardeen (el premi Nobel que descobrí els transistors) idearen una teoria que fou premiada amb el Nobel l'any 1972. En els nous superconductors d'alta temperatura no es pot aplicar aquesta teoria, ja que no explica perquè apareix el fenomen de la superconductivitat a temperatura tan alta ni altres detalls. De manera que una teoria que expliqui el comportament dels superconductors d'òxid de coure encara no es coneix. Per això és molt important qualsevol aportació científica que pugui donar una pista sobre el

que passa dins aquests materials per produir-se el fenomen de la superconductivitat a una temperatura tan elevada respecte a la superconductivitat convencional. El professor Cardona, després de d'haver participat el juliol de 1994 a la Conferència Internacional de Superconductivitat, celebrada a Grenoble (França), em va expressar el parer que la situació, en el camp de la teoria del fenomen, és completament caòtica... malgrat uns cinquanta mil treballs publicats!

Un metall que condueix corrent, per exemple el coure, normalment té pèrdues. Això vol dir que la quantitat d'energia aportada és superior a la quantitat d'energia transportada. La diferència es transforma en calor i es perd. En un superconductor, un cop s'ha aconseguit que condueixi ja no s'ha de gastar energia per tal que el transport de corrent sigui sense pèrdues.

Però en l'estat actual de les aplicacions dels superconductors, gran part de l'energia que s'estalvia es gasta per refredar el metall a la temperatura de l'heli. Si els superconductors poguessin treballar a la temperatura del nitrogen o més alta, ja s'hauria guanyat molt. Per això les línies d'investigació es dirigeixen en diferents fronts: d'una banda cercar materials superconductors a la temperatura del nitrogen i d'altra banda estudiar les propietats d'aquests materials i esbrinar les bases del fenomen. Al Max Planck Institut de Stuttgart, hi ha diferents grups que fan recerca sintetitzant materials nous en el camp dels òxids superconductors.

Generalment s'agafa òxid d'itri, de bari i de coure. Es barregen en les proporcions adequades i s'escalfen dins un forn a uns 1.000°C. S'obté una espècie de pols, que és premsada com si es fessin pastilles. Després s'escalfa durant un cert temps. Quan es treu, es torna a moldre ben fi, de manera que la pols quedi ben barrejada. Aleshores es fa la darrera cuita amb l'adequada quantitat d'oxigen, perquè, si no, part de l'oxigen desapareix amb la calor i només que-



da un material que no és superconductor. Per tant, s'hi ha d'afegir oxigen perquè en quedi la quantitat que cal que tingui l'òxid. La pastilla resultant no és superconductora a temperatura ambient. Cal refredar-la per sota de 95K en un dipòsit de nitrogen líquid. Aleshores esdevé superconductora, però si s'escalfa per damunt de 95K perd la superconductivitat. És necessari mantenir-la sempre refredada per poder-la usar com a superconductor. Això requereix tot un sistema de refrigeració, amb heli (més car) o amb nitrogen (més barat), que dificulta moltes aplicacions industrials dels superconductors. Malgrat tot, existeix un mercat de productes superconductors amb vendes d'uns vint milions de dòlars anuals.

Una de les aplicacions seria el tren de flotació magnètica, que els alemanys ja han provat en unes vies experimentals de dos o tres quilòmetres. Aquest tren requereix una despesa tal d'energia, que resulta igual de car que els trens elèctrics convencionals. Amb superconductors d'alta temperatura, es necessitaria molta menys energia per tal de mantenir la flotació del tren. Una altra aplicació seria el transport o emmagatzematge de corrent, ja que la xarxa actual, amb cables de coure convencionals, perd gran quantitat d'energia, que es converteix en calor amb conseqüències no solament econòmiques sinó també ecològiques. La necessitat de construir més centrals nuclears o d'altre tipus per fer front a la creixent demanda es reduiria mitigant les pèrdues. L'emmagatzematge de corrent a les centrals hidroelèctriques es fa mitjançant bateries, que també tenen pèrdues, o bombejant l'aigua cap amunt amb bombes mecàniques. Per això als laboratoris s'estudia la possibilitat d'emmagatzemar corrent en superconductors. Un cop posat el corrent a una bobina superconductora no hi ha cap pèrdua i l'energia que ha costat l'establiment del corrent es conserva.

Quan Bednorz i Müller van descobrir els superconductors

d'alta temperatura, que ara són refrigerats amb nitrogen, només se'n van assabentar immediatament, com sempre succeeix, aquells científics que estaven treballant en el mateix assumpte. Algú ho va comentar a la reunió que cada setmana fan els investigadors amb el professor Cardona a l'Institut Max Planck de Stuttgart. La reacció del professor Cardona va ser fulminant. Recorda el físic Miquel Garriga, que feia la tesi doctoral amb ell:

«De seguida va considerar que era una qüestió molt important i que s'hi havia de treballar intensament. Va convocar una reunió de tots el científics de l'Institut que estiguessin interessats en el tema. Es va formar un equip i va promoure un seminari cada setmana que encara continua. La combinació d'òxids d'itri, de bari i de coure refrigerats amb nitrogen constituí una revolució dins els laboratoris perquè permetia fer experiments no gaire costosos. A mesura que avancen les investigacions, apareixen materials que en l'argot del laboratori s'anomenen USOS (*Unidentified Superconducting Objects*), és a dir, "objectes superconductors no identificats" (OSNIS). Aquests materials a vegades fins i tot semblen esdevenir superconductors a la temperatura ambient o més alta que la del nitrogen. Però després es veu que els resultats no es poden reproduir: no hi ha confirmació a altres laboratoris, que és un requeriment indispensable del mètode científic.»

Els superconductors de més alta temperatura que s'havien trobat eren els de tal·li (Tl), que presenten superconducció a 125 kelvins. Són compostos de tal·li, coure i bari. Però equips d'investigadors al Japó, a Suïssa, a França i a Texas han trobat recentment un compost de mercuri que presenta superconducció a 153K (-120°C). D'acord amb l'article publicat a la revista *Nature* pel professor Paul C.W. Chu, de la Universitat de Houston, aquest resultat l'havia obtingut Chu sotmetent el material a una pressió enorme,

semblant a la que hom emprà per crear diamants a partir del carbó. Just una setmana després, un equip d'investigadors a França i a Rússia informaren a la revista *Science* que ho havien aconseguit a 157K (-116°C) mitjançant un compost similar. Després Chu va declarar al setmanari *Time* haver col·locat el llistó a 164K (-109°C), però encara no havia publicat els resultats.<sup>40</sup>

El millor que té el compost de mercuri, segons Chu, és que teòricament pot exercir la seva funció amb l'ajut de refrigerants normals, com el freó, que s'empra en les neveres i en els aparells domèstics d'aire condicionat. Però podria resultar perillós comercialitzar un superconductor d'aquesta mena perquè el mercuri és extremadament tòxic i el freó té els seus problemes ecològics. Però això no resta importància a la descoberta. En els treballs de laboratori els científics poden aprendre molt més sobre la manera com els àtoms de mercuri esdevenen superconductors. La investigació acaba de començar i un infinit nombre de compostos esperen ser comprovats.

La passió de Manuel Cardona pels experiments de física no ha minvat gens des de la seva infància, en què deixava bocabadat al seu amic Enric Lience. En un congrés internacional organitzat pel CSIC a Madrid l'estiu de 1989, va sorprendre els col·legues amb una demostració sobre les aplicacions magnètiques dels superconductors. Entre nerviós i excitat, va introduir el material en una cubeta de nitrogen líquid per fer-lo superconductor. Després amb una pinça va col·locar l'aleació superconductora al costat d'un imant per tal de fer-la surar. La crònica periodística diu que al principi la demostració no resultava molt convincent, perquè el material es des-

---

<sup>40</sup> Cf. l'article de Madeleine Nash sobre el físic Paul C.W. Chu, de la Universitat de Houston, *Time*, núm. 42, 18 oct. 1993, pàg. 55.

viava i queia. Però després el superconductor va quedar uns segons flotant en l'aire i les rialles del públic es van convertir en aplaudiments. Cardona havia fet surar un superconductor sobre una cinta magnètica per tal de demostrar com floten els trens magnètics esmentats abans.<sup>41</sup>

El professor Cardona volia fer aquest mateix experiment davant Felip, l'hereu de la Corona d'Espanya, quan el 1988 va rebre el premi Príncep d'Astúries. Però els responsables de la seguretat, en veure el nitrogen líquid que feia aquell fum blanc, es van esverar. Si s'omplia la sala de fum, no es veuria res i qualsevol podria aprofitar per atemptar contra el príncep Felip, segurament pensaren. I no li ho deixaren fer. Durant una temporada aquest experiment era un dels preferits de Manuel Cardona, que el va fer també a Barcelona en el transcurs d'una conferència pronunciada a la seu del Círculo de lectores.

---

<sup>41</sup> Cf. TASIO CAMIÑAS: «Los superconductores levitaron de la mano del físico Manuel Cardona, premio Príncipe de Asturias», *El País*, 5 de juliol de 1989, pàg. 30.

## 16. Darrers treballs

A més de continuar en la investigació dels superconductors, Manuel Cardona s'ha dedicat darrerament a l'estudi de la variació de les propietats òptiques quan es pressiona o s'estira un material: els anomenats efectes mòrfics. En prémer un material, es canvia la posició relativa dels seus àtoms i això fa que les seves propietats òptiques siguin diferents. Apareixen fenòmens nous i es fan estudis d'aquests fenòmens. L'estudi de les propietats òptiques sota pressió té conseqüències per a altres comportaments del material. Les propietats que s'extreuen en aquest estudi són importants per a conèixer altres manifestacions del material.

Cardona estudia també les super-xarxes isotòpiques i els cristalls isotòpicament purs. Les super-xarxes són capes de materials diferents posades una després de l'altra. Dins els semiconductors hi ha compostos normals, com són el silici, el germani, etc., i el que en diuen super-xarxes, que són, per exemple, capes primes de silici, alternades amb capes de germani. Aquestes capes juntes tenen propietats que no són ni les del silici ni les del germani. Les xarxes més conegudes són les d'arseniür de gal·li alternant amb l'arseniür d'alumini. Cardona estudia igualment els materials isotòpicament purs en si mateixos, en concret el germani, així com les super-xarxes formades per capes compostes d'isòtops diferents d'un mateix element. Hi ha propietats, entre elles l'espectre Raman, que depenen de qui-

na massa té l'àtom en concret. Cada isòtop de germani es diferencia en el nombre de neutrons que hi ha en el nucli, la qual cosa fa que l'espectre Raman sigui diferent. Com que el germani natural és una barreja d'aquests isòtops, l'espectre Raman del germani natural és, en el fons, una barreja d'aquests diferents espectres Raman. El que ha estudiat Cardona és quina relació hi ha entre els espectres dels àtoms isotòpicament purs i els espectres amb àtoms barrejats.

És difícil fabricar cristalls amb composició isotòpica feta a mida perquè per obtenir el material de partida, s'han de separar els isòtops i això és un procés lent i molt car. Però per tal d'acabar-se les tensions est-oest, es poden comprar isòtops estables de molts elements a preus raonables, que depenen de l'abundància natural. Aparells que s'utilitzaven per separar isòtops de l'urani amb fins bèl·lics s'utilitzen ara per separar isòtops de qualsevol element que calgui. Si abunda un cert isòtop en un 30% o més, el cost per gram fluctua entre 1.000 i 2.000 \$ USA. Si abunda menys, els preus poden ser deu o cent vegades més alts. Per exemple, el  $^{29}\text{Si}$  i el  $^{30}\text{Si}$ , amb abundàncies de l'ordre del 5%, es cotitzen al voltant dels 15.000 \$ USA per gram. Cardona ha aprofitat l'avinentesa per fer cristalls interessants amb composició isotòpica variable. Amb aquests cristalls, el seu equip ha pogut fer molts estudis de caire fonamental, dels quals parla en un article publicat recentment als *Annals* de la Reial Acadèmia de Ciències. La separació d'isòtops estables ha trobat aplicacions pacífiques, sobretot en el camp del diagnòstic i de la terapèutica mèdica.

A l'esmentat article, Cardona tracta de la preparació de monocristalls semiconductors amb composició isotòpica diferent de les abundàncies naturals. Aquests cristalls permeten estudiar la dependència de les propietats físiques bàsiques –tal com els paràmetres de la xarxa cristal·lina, els fonons, la conductivitat tèrmica, els

estats electrònics, etc.— en funció de la massa dels àtoms constituents. Hom distingeix dos tipus d'efectes: l'efecte de la massa isotòpica mitjana i l'efecte de les fluctuacions d'aquestes masses. L'article esmenta algunes aplicacions possibles de cristalls amb composicions isotòpiques modificades, com l'augment de la conductivitat tèrmica, super-xarxes *n-p* i altres.

En el camp de l'electrònica hi ha molt d'interès a trobar materials que s'emportin el calor que es genera dins el circuit electrònic. Cal allunyar el més ràpidament possible el calor de la zona on es genera per tal que no s'escalfi massa el material, li canviïn les propietats o es faci malbé. Per endur-se la calor es fa servir diamant, una estructura composta només que de carboni i que condueix molt bé la calor. El diamant (és a dir, el carboni) natural també té dos isòtops estables, un majoritari (99%), que és el carboni 12 ( $^{12}\text{C}$ ), i un de minoritari del qual no hi ha més que l'1% (el carboni 13 o  $^{13}\text{C}$ ). Malgrat que el diamant natural condueix molt bé la calor, encara hi ha una manera perquè el condueixi millor que és fer-lo isotòpicament pur, és a dir, eliminar l'1% del  $^{13}\text{C}$ . El carboni isotòpicament pur perd el calor per conducció tèrmica més ràpidament que el carboni sintètic natural.

La dependència dels paràmetres físics de cristalls en funció de la massa isotòpica és un tema fonamental de la física dels sòlids. El professor Cardona considera que s'hauria de tractar als llibres de text elementals. Això fins ara no s'ha fet per manca de cristalls i dades experimentals. Però Cardona preveu que els autors de la propera generació de llibres de text sobre sòlids segur que ho inclouran.

El 1996 Cardona va publicar a través de l'editorial Springer d'Alemanya un llibre de text avançat sobre semiconductors juntament amb un exdoctorand seu, Peter Y. Yu, natural de Honk Kong.

Yu és actualment catedràtic a la famosa Universitat de Berkeley, Califòrnia. Tres excel·laboradors japonesos traduïren el llibre de 600 pàgines al japonès i ja se n'han venut més de sis mils exemplars. Cardona va posar al pròleg uns versos d'en David Jou, professor de Física a la Universitat Autònoma de Barcelona i també autor de Springer. El mateix Cardona, que considera Jou un dels poetes catalans contemporanis més prominents, va traduir el poema a l'anglès. La versió catalana diu:

Jo que vaig ser sorra i sóc avui  
cristall  
per obra d'un gran foc,  
jo que m'he sotmès  
a l'exigent rigor de l'abrasiva talla,  
tinc avui poder  
de convocar la flama.

Així  
el poeta i el neguit i la paraula:  
sorra, foc, cristall, estrofa, ritme  
-ai d'aquell poema que no inflama!



## 17. Idees sobre política científica

Una de les vessants poc coneguda de Manuel Cardona, però lògica atenent al seu càrrec de director a l'Institut Max Planck de Física de Sòlids i de membre de la junta directiva de la Societat Alemanya de Física (1982-89), és la d'expert en política científica. El professor Cardona té idees clares de com es poden optimitzar les inversions en el camp de la ciència.

Considera primordial la inversió en investigació bàsica, o «pura», on hi ha criteris i objectius clars pel que fa al control de la qualitat. Encara que sigui feta modestament a pocs centres i amb un instrumental no gaire car, la ciència bàsica dóna fruit immediat en la formació i millora dels científics. Permet, a més, elevar la qualitat de l'activitat docent. El professor Cardona recorda que a la seva època d'estudiant aquesta investigació bàsica no existia a Espanya. Pensa que és important que n'hi hagi perquè, a part del que representa com a aventura del pensament humà, sense ciència bàsica no hi ha ciència aplicada.

El problema de la ciència aplicada és pitjor de resoldre, ja que no és fàcil establir criteris clars per fixar un programa i determinar la seva qualitat. D'una banda, està el secretisme que envolta aquest camp a causa de la importància econòmica de les patents. D'altra banda, encara que hom inventi un aparell molt enginyós, de gran qualitat, potser que no es vengui per manca de «màrqueting» ade-

quat o perquè no pot competir en el preu amb un producte similar d'una altra tecnologia. En tal cas, per bo que sigui l'aparell, no serveix per a res. Segons el professor Cardona, això passa a països com Espanya, pel fet que les indústries o el «màrqueting» són a mans d'empreses estrangeres que dificulten l'aplicació, valgui la redundància, de la ciència aplicada espanyola. Prefereixen aplicar la seva pròpia. És un problema conflictiu causat per la situació de colonialisme industrial, que, d'altra banda, és natural i difícil de resoldre.

«Al llarg de la meua vida professional —explica el professor Cardona—, he vist moltes mostres de bona ciència aplicada que no s'ha pogut aplicar mai. Recordo, quan jo era estudiant a Madrid, haver vist al famós Instituto Torres Quevedo nombrosos instruments fabricats allà, bombes, espectòmetres, oscil·lògrafs, etc., dels quals només en feien un prototip, ja que no es distribuïen ni venien mai. Allò representava una pèrdua d'energies i d'esforços, perquè era una ciència i una tecnologia de segona, tercera o quarta categoria, en la qual s'invertia gran part dels diners destinats a la investigació. Ara ja es fa ciència bàsica a moltes universitats catalanes i espanyoles. Això és important perquè els estudiants necessiten saber i sentir que viuen a un país que té una posició respectable en la ciència internacional<sup>42</sup> i ha decidit, a la fi, que això de fer ciència no s'ha de deixar per als estrangers, com implicava Miguel de Unamuno amb la seva exclamació *¡Qué inventen ellos!*»

Segons Cardona, la *investigació pura o bàsica* eixampla la base dels nostres coneixements *per se*. Això no vol dir que no pugui estar condicionada per la circumstància que la patrocina, per exemple, in-

---

<sup>42</sup> Cf. ANTONIO FERNÁNDEZ-RAÑADA. «Entrevista con Manuel Cardona», *Revista Española de Física*, 2, 3, (1988) 7:13.

vestigació bàsica sobre semiconductors en la indústria microelectrònica i sobre superconductors en la de l'energia elèctrica.

La *investigació aplicada* s'ocupa de coneixements orientats a resoldre problemes concrets, com la fusió nuclear, per exemple. La seva línia divisòria amb la investigació pura no està ni hauria d'estar ben definida, ja que és precisament en aquesta regió indefinida on es produeixen els resultats més interessants.

El *desenvolupament* transforma els resultats de la investigació aplicada en productes que contribueixen a satisfer les necessitats i els interessos humans. També aquí la frontera amb la investigació aplicada és difosa. Tots els països industrialitzats o en vies de ser-ho coincideixen amb la necessitat de la investigació bàsica. Els més puristes la defensen com una aventura del pensament humà que contribueix al nivell cultural d'un poble. N'hi ha que fins i tot compten premis Nobel per país, cosa que no deixa de ser una aberració! Tot-hom està d'acord en la necessitat de la investigació pura. Però cal posar-li límits i establir prioritats, segons Cardona.

En els països avançats és normal dedicar-hi l'1% del PNB. El professor Cardona adverteix que el creixement anual en més d'un 15% d'aquest pressupost suposa malbaratar els diners. És més important usar amb competència i eficàcia les despeses, siguin moltes o poques. La corrupció, afortunadament, no està gaire arrelada en l'activitat científica. Però la incompetència, la ineficàcia i de vegades el balafiament i el règim funcionarial vitalici impedeixen ajudar a científics més competents però menys afavorits. A diferència d'altres activitats, hi ha criteris clars i ben establerts per controlar la qualitat de la investigació pura: publicacions en revistes especialitzades de prestigi, cites en altres treballs (bibliometria), reputació entre els col·legues de la comunitat científica internacional, invitacions a donar conferències.

El professor Cardona és un convençut defensor de l'anomenat *Peer Review* per a controlar els projectes que han de ser subvencionats. Consisteix a sotmetre el projecte al veredict de tres o quatre especialistes, generalment secrets, entre ells alguns estrangers per tal d'evitar interessos creats. Molts científics de primera línia fan aquesta feina gratuïtament. Si l'informe resulta favorable, es fa la despesa econòmica en el projecte. En cas contrari, s'arxiva. Ell va suggerir fa anys a la Fundació March l'aplicació del *Peer Review* amb jutges estrangers. Pretenia objectivar els ajuts i evitar l'hispanic nepotisme o amiguisme. La resposta fou taxativa: «La ciencia en España tiene su idiosincrasia propia y los españoles son los más calificados para juzgarla.»

Afortunadament això ha canviat. Però no ha canviat gaire el sistema de formació de científics. El professor Cardona considera que la universitat europea, i per tant l'espanyola, està en crisi pel xoc entre l'elitisme selectiu de la universitat tradicional, i la forta demanda democràtica d'ensenyament igualitari. Les aules es massifiquen. El contacte íntim de professor-alumne desapareix. El professor no té temps sinó de recitar la mateixa parrafada cada any perquè sovint es veu obligat a completar el sou fora de la universitat.

A més, els professors arriben a ser funcionaris de molt joves, sense haver demostrat si són capaços d'investigar productivament tota una vida. Això bloqueja les places als joves més competents de generacions posteriors. La universitat espanyola, a més, pateix d'endogàmia i burocratització: papers, reconeixement de títols, segells, pòlisses, instàncies i habilitacions són més importants que el valor i el treball intel·lectual de les persones. Per ser catedràtic cal ser ciutadà espanyol. En canvi, Estats Units, Holanda, Anglaterra o Alemanya, països més avançats, obren les seves càtedres als estrangers. El cas més extrem d'endogàmia es dona a Mèxic, on per ocupar càr-

recs administratius universitaris no n'hi ha prou amb ser ciutadà mexicà, cal també *haver nascut* a Mèxic. La Universitat Autònoma de Mèxic té un eslògan que resumeix aquest provincianisme intel·lectual: «Por mi raza hablará el espíritu.»

La crisi de la universitat europea com a centre alhora d'investigació i d'ensenyament superior ja es veia venir. Per això alguns països van crear instituts públics dedicats a la investigació pura i aplicada, on la feina docent era reduïda al mínim. És el cas de l'Institut Pasteur de França, l'Osvaldo Cruz del Brasil o la Kaiser Wilhelm Gesellschaft (avui Institut Max Planck) d'Alemanya. Més tard nasqueren el CNRS (Conseil National de Recherche Scientifique) a França i el CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) a Espanya. Però després de la Segona Guerra Mundial va sorgir també en aquestes institucions la dicotomia entre les necessitats de la investigació, que exigeix elitisme i nivell màxim, i els saludables principis democràtics d'igualtat i seguretat social. Cal recalcar que l'alt nivell científic necessita la llibertat i el diàleg obert que la democràcia garanteix. Però això no vol dir que tothom que tingui un títol de doctor o de llicenciat hagi de posseir el dret a ocupar una plaça d'investigador vitalici.

El professor Cardona diu que les places vitalícies ocupades des de jove condueixen a l'anquilosament i a la mort de les institucions. El problema rau en compaginar el dret a la seguretat social amb la necessitat d'un rendiment punta. A l'Institut Max Planck ho han aconseguit mantenint la meitat del personal científic amb un contracte renovable fins a sis anys. Després, la majoria han de marxar, encara que siguin molt bons. Aquest sistema només funciona si hi ha llocs de treball per qui marxa. Això exigeix una mobilitat laboral entre instituts, oficines governamentals, universitat, indústria i entre les diferents comunitats autònomes, que a Espanya no existeix. A la

Universitat, aquells que deixen de fer investigació punta es poden dedicar a la docència, sempre que no siguin gaires. El professor Cardona es pregunta si és «social» el fet que un senyor incompetent ocupi una plaça vitalícia i un altre més jove, molt més competent, que tal volta té més obligacions familiars, estigui desocupat. No sap donar una resposta taxativa. Però diu que s'ha suggerit, per exemple, la jubilació dels investigadors a una edat més jove, com a l'exèrcit.

La indústria ho té més fàcil per col·locar els excedents. L'investigador pot passar a àrees de desenvolupament, de producció, d'assessorament tècnic o, en el pitjor dels casos, esdevenir el que els alemanys irònicament anomenen *Frühstücksdirektor* (director d'esmorzars).

Segons el professor Cardona, cal que la indústria faci també investigació, inclosa la investigació pura en el cas que l'empresa tingui un horitzó i una grandària crítica suficient. Ell dóna tres raons que justifiquen la investigació pura a la indústria:

1. Estar al dia del desenvolupament científic. Això no s'aconsegueix amb un simple «seguiment». Cal que l'investigador sigui rebut com a col·lega. Un exemple seria la investigació sobre superconductors en la indústria energètica.

2. L'assessorament científic a alt nivell als departaments de desenvolupament i producció.

3. El contacte amb centres universitaris i centres d'investigació pura, entrenament d'investigadors aplicats i d'altre personal, al qual la investigació pura ensenya a resoldre problemes que sorgeixen espontàniament de la forma més diversa.

A més, la investigació bàsica en molts casos porta a resultats capitalitzables. Per exemple: el làser d'arseniür de gal·li i la revolució que ha provocat a l'àmbit de la telefonia per fibres òptiques i a la gravació del so en el disc compacte.

Una intel·ligent política del govern pot estimular i regular l'interès de la indústria en la recerca. Es poden concedir ajuts o desgravacions fiscals a les indústries que col·laborin eficientment amb les universitats i altres institucions, encara que sovint les empreses tendeixen a creure que tot el que es fa en investigació ha de ser secret per la qüestió de les patents. També cal una política fiscal que permeti desgravar les inversions que es facin en investigació. El professor Cardona al·ludeix al mètode que seguia Estats Units a través de la borsa: els guanys del capital es dividien per dos abans de calcular els impostos, mentre que les pèrdues eren totalment desgravables. D'això resultava que si hom invertia de manera diversificada i no obtenia benefici net, la quota dels altres beneficis imposables li quedava considerablement reduïda. Una legislació posterior va eliminar aquesta possibilitat que afavoria el *venture capital* o capital de risc, però el 1997 la llei fiscal introduïda pel president Clinton ha reestablert la desgravació parcial de les ganàncies en borsa.

El professor Cardona és del parer que en recerca hom pot invertir-hi poc o molt, però cal invertir bé. Per controlar la recerca bàsica hi ha l'esmentat *Peer Review* confidencial. Jutjar la investigació aplicada ja és més difícil, sobretot quan cal protegir-la, tal volta legítimament, amb el secret o les patents. La legislació sobre patents hauria de permetre patentar fins i tot després d'haver publicat el descobriment o d'haver-ne parlat en públic. Estats Units i Japó ho permeten. Europa, no. El professor Cardona es refereix a casos tràgics de científics que han perdut el dret d'autoria sobre un descobriment important perquè la companyia ho mantingué en secret i prohibí publicar-lo durant més d'un any. Els advocats de patents estaven ocupats en altres assumptes! El secret pot encobrir també incompetència i manca de qualitat.

El professor Cardona té l'obsessió de la qualitat, que és el fona-

ment del progrés científic i tècnic. Diu que si hagués d'assessorar els polítics en qüestions científiques, els diria que creessin centres on la gent millor fos tractada més bé que la gent no tan bona. Cal ajudar les persones que fan ciència, però als qui la fan dolenta se'ls ha d'aconsellar que es dediquin a una altra cosa. És necessari promocionar la dedicació, la qualitat, el treball, la genialitat, l'originalitat<sup>43</sup> i, no ho oblidem, també la honestedat.

Des del seu observatori privilegiat de l'Institut Max Planck, el professor Cardona pogué seguir els efectes que ha tingut per a la ciència la desfeta del comunisme a la Unió Soviètica i als seus països satèl·lits de l'est d'Europa. Molts científics txecs i russos recalaren a l'Institut Max Planck de Stuttgart. Estant a la Universitat de Brown, el professor Cardona ja havia tingut una relació molt positiva amb els científics de Txecoslovàquia. Però l'any 1968, per la caiguda d'Alexander Dubček i a l'esclafada de la «primavera de Praga» pels tancs soviètics, la col·laboració es va trencar. Els científics txecs que pogueren van emigrar a l'estranger. Els altres foren depurats. Els prohibiren treballar intel·lectualment i els obligaren a guanyar-se la vida amb feines manuals. Manuel Cardona va intentar que alguns físics coneguts anessin a treballar una temporada amb ell, però les noves autoritats pro-soviètiques no els permetien sortir del país. Quan el règim es va liberalitzar, a partir de l'any 1987, alguns físics txecs van poder anar regularment al laboratori de Stuttgart. El professor Cardona destaca els excel·lents resultats d'aquesta col·laboració que encara continua.

El cas dels científics russos és distint. La caiguda del comunisme va provocar una greu desorganització dins la societat russa. Els mi-

---

<sup>43</sup> Cf. MANUEL CARDONA. Conferència pronunciada l'any 1989 al Círculo de Lectores de Barcelona dins el cicle *Horizonte científico de España*.



llors físics teòrics, entre els quals n'hi havia de genials, emigraren als Estats Units, on foren rebuts amb els braços oberts. Altres intentaren fer-se un lloc a Europa occidental, encara que només fos de temporada. S'estaven sis mesos a una universitat europea i sis mesos a Rússia, on procuraven mantenir en marxa els seus instituts de recerca. Però malauradament la vella Europa no fou tan acollidora com els Estats Units.

Durant l'època comunista, s'havia establert un sistema en el qual el director d'un grup d'investigadors, com a «mascaró de proa», havia de negociar amb les autoritats comunistes. Com més prestigi internacional i fidelitat al sistema tingués, millor per a obtenir un pressupost gras. Aquests cap-pares de la ciència soviètica volien que els instituts de recerca continuessin, però si es quedaven a Rússia havien de fer les llesques primes. El sou d'un científic de nivell mitjà era d'uns 20 dòlars mensuals. Una família de quatre persones en necessitava 100 només per menjar. Molts d'aquests científics s'haurien quedat a Europa, però la Comunitat Europea no va saber reaccionar. Es va deixar perdre lluminàries de la ciència mundial per qüestions burocràtiques. Per exemple, als països mediterranis, com Espanya, Itàlia i Grècia, hom encara no pot ser catedràtic d'universitat si no és ciutadà del país. Itàlia té en aquest sentit una legislació pintoresca: un estranger pot ser professor a Itàlia sempre que un italià pugui ser professor al país d'origen de l'estranger.

Per això els caps visibles i la millor gent que tenia el món científic rus s'ha establert als Estats Units. Hi ha hagut algun problema, perquè la jubilació nord-americana és contributiva i els savis de 50 i 60 anys que arribaven no havien contribuït. Però els nord-americans són molt flexibles i d'alguna manera ho arreglaren. Els instituts russos s'han quedat sense director de prestigi. Llavors la gent jove està intentant anar-se'n a qualsevol banda: a Europa, a Amèrica Lla-

tina, a l'Índia. La majoria d'ells té un problema personal existencial greu que no ajuda a la creativitat ni a la productivitat científica. Primer haurien de resoldre el seu problema vital. El professor Cardona ho explica així:

«És una síndrome que visc molt freqüentment i amb la qual m'hi veig confrontat contínuament: quan tenen una idea científica que podria ser interessant estan tan obsessionats per la possibilitat que els resolgui la seva vida, que ja no poden rumiar amb l'equanimitat i la tranquil·litat necessàries si la idea és correcta o no. I llavors es queden eixuts. M'he passat moltes hores lluitant amb gent així. Però no hi ha manera. Això és un problema molt seriós. A més, la gent jove no ha conreat mai la docència. Això els impedeix dur a terme la tasca científica que podrien fer a qualsevol país d'Amèrica Llatina, com per exemple a Equador, on és més necessari ensenyar als universitaris abans que fer investigació directa. Després hi ha el problema de l'idioma. He tret força partit d'alguns d'ells. Hi ha gent bona i hi tinc força contacte. Però em pren molt de temps i molta paciència per poder extreure alguna cosa del que saben i de les seves qualitats que sens dubte molts d'ells tenen. És un problema delicat.»

## 18. Reconeixement internacional

El professor Cardona ha esdevingut un «clàssic» de la ciència física i com a «clàssica» és citada una de les seves publicacions. Des de 1964 és *fellow* (membre distingit) de l'American Physical Society, que el 1984 li atorgà el premi Frank Isakson. També és membre de la National Academy of Sciences dels Estats Units (1986), de l'Acadèmia Europea (1991) i corresponent de l'Acadèmia de Ciències de Barcelona (1984), així com de la Real Academia de Ciencias d'Espanya (1995). Des del 1993 és president del Consell Científic al Paul Drude Institut de Berlín.

Els físics de més anomenada mundial han expressat el seu reconeixement. Nicolaas Bloembergen, de la Universitat de Harvard, qui coneix Cardona des de l'època d'estudiant, es mostra impressionat per la qualitat i la quantitat de la seva àmplia recerca en el camp dels semiconductors. «És clarament una figura de fama internacional en les investigacions espectroscòpiques de l'estructura dels semiconductors», diu el professor Bloembergen, premi Nobel de física (1981). Afegeix que Cardona sap combinar el coneixement experimental amb una remarcable reflexió teòrica.

El professor G. Franco Bassani, de la Scuola Normale Superiore de Pisa (Itàlia), considera Cardona «entre els deu millors físics de sòlids actualment vius de tot el món i entre els tres millors d'Europa».

Amb semblants termes s'expressa el professor Sir Nevill Mott, de la Universitat de Cambridge, qui el 1977 va compartir el premi Nobel de Física amb els nord-americans Anderson i Van Vleck per la recerca sobre les propietats magnètiques i elèctriques dels sòlids no cristal·lins, materials semiconductors que són àmpliament usats en la indústria electrònica.

El professor M. L. Cohen, de la Universitat de Califòrnia, a Berkeley, té a Cardona per «la màxima autoritat en el camp de la física experimental dels semiconductors», perquè «ha contribuït notablement al nostre coneixement de l'estructura electrònica dels sòlids, especialment dels semiconductors». També lloa Cohen els treballs espectroscòpics de Cardona, que han ajudat a entendre les propietats vibratòries, les interaccions electrons-fonons i un extens nombre d'altres propietats dels sòlids. Assenyala igualment que, mercès al seu treball docent a nivell postdoctoral, el professor Cardona ha creat una escola de física experimental molt important en el desenvolupament de la ciència de materials.

M. Balkanski, de la Universitat Pierre et Marie Curie, a París, destaca la producció científica continuada i altament qualificada de Cardona, el qual és admirat per la comunitat científica per l'entusiasme i l'energia que desplega. El professor J. Friedel, de la Universitat de París-Sud, diu que coneix Cardona des de fa anys i està en condicions de remarcar i valorar el seu paper decisiu en la creació i desenvolupament de l'Institut Max Planck de Física de Sòlids a Stuttgart.

El professor Kun Huang, director de l'Institut de Semiconductors de l'Acadèmia Xinesa de Ciències, recorda que Manuel Cardona va ser pioner en l'aplicació de l'espectroscòpia Raman per investigar les estructures dels semiconductors i subratlla que el seu treball experimental ha anat sempre unit a una anàlisi teòrica efectiva,

que ha permès un notable progrés en aquest camp científic. Amb semblants termes s'expressa el professor Hajimu Kawamura, del Japó. El professor Leonid V. Keldysh, de l'Institut de Física P.N. Lebedev de l'Acadèmia de Ciències de l'ex-URSS, també destaca els treballs de Cardona en el desenvolupament dels mètodes de modulació espectroscòpica i, sobretot, l'aplicació de les radiacions del sincrotró en l'espectroscòpia de l'estat sòlid.

Els treballs del professor Cardona en el camp de les propietats òptiques dels sòlids, que ell ha investigat com a pioner en l'ús de tècniques experimentals i amb una excepcional intuïció de la física, estan entre els més citats d'aquesta literatura científica, afirma el professor J. T. Devreese, de la Universitat d'Anvers i directiu de la Societat Europea de Física. Rodney Loudon, cap del Departament de física de la Universitat d'Essex, diu que fa temps que està familiaritzat amb els treballs de Cardona, al qual considera una autoritat internacional en l'estudi de les propietats dels semiconductors mitjançant tècniques espectroscòpiques.

El professor Cardona és «un dels científics més extraordinaris i distingits en el camp de la física de sòlids». Així el qualificà el professor polonès L. Sosnowski, quan era president de la Unió Internacional de Física Pura i Aplicada, el qual va destacar l'activa participació de Cardona en la vida científica internacional, en discussions, simposis i conferències.

Semblant elogi del treball i de la personalitat de Manuel Cardona fan els professors Sánchez del Río, de la Real Sociedad Española de Física; Álvarez Rivas, de la Junta d'Energia Nuclear (Madrid), i nombrosos catedràtics de física de les diverses universitats espanyoles.

Aquestes opinions foren recollides quan el 1985 les universitats autònomes de Madrid i de Barcelona li concediren el títol de doctor *honoris causa*.

Manuel Cardona és professor honorari de les universitats alemanyes de Stuttgart (1973) i de Constança (1990). Fou professor il·lustre convidat a moltes institucions, com per exemple, *Orvin E. Foster Distinguished Lecturer* a la State University of New York (Buffalo, Nova York, EUA) i a la Victoria University, Nova Zelanda. També és doctor *honoris causa* de les universitats de Sherbrooke, Canadà (1994); Regensburg, Alemanya (1994), i Roma (1995).

L'any 1993 li van atorgar el premi de la companyia italiana del gas Italgas per la ciència i la tecnologia, que és un dels guardons econòmicament més ben dotats. També ha rebut, entre altres distincions, el premi del Congrés Mundial de Superconducció (Munic 1992), el Príncep d'Astúries de l'Estat espanyol (1988), el de la Fundació Catalana per a la Recerca (1990), el Max Planck de Recerca (1994, amb E. E. Haller i U.C. Berkeley) i el John Wheatley Prize de l'American Physical Society (1997).

El físic nord-americà John Weathley, professor a La Jolla, Califòrnia, va crear el laboratori de Baixes Temperatures de Bariloche, Argentina, i poc després va morir d'un atac de cor essent encara molt jove. L'American Physical Society va establir el 1991 el premi que porta el seu nom amb el suport del Forum on International Physics. El premi és atorgat cada tres anys per a guardonar la contribució al desenvolupament de la física als països del tercer món. El primer guardonat, també espanyol, fou l'enginyer Ismael Escobar, qui, fugint de la Guerra Civil, es va establir a Bolívia. Allà va construir el laboratori de Raigs Còsmics, probablement el més important del món, del qual va ser director durant 25 anys.

Em permeto reproduir textualment els motius que al·lega l'American Physical Society per justificar el lliurament del premi John Wheatly a Manuel Cardona: «Per ser un mestre i guia dedicat a tota una generació de físics llatinoamericans i jugar un paper de-

cisiu en el desenvolupament de la física a Amèrica Llatina. Amb el seu exemple, entusiasme i un nivell molt alt i acurat, ha inspirat un respecte per la superació i la tasca universitària que motiva actualment molts grups arreu d'Amèrica Llatina.» Juntament amb el Frank Isakson, és el segon premi que rep Cardona de l'American Physical Society. En canvi no n'ha rebut cap, encara, de la Deutsche Physikalische Gesellschaft (Societat Alemanya de Física), tot i haver creat a Stuttgart, pràcticament del no-res, l'Institut Max Planck per a la Física de l'Estat Sòlid.

El maig de 1994, els seus deixebles i col·laboradors de l'Estat espanyol li van retre un homenatge a la sala d'actes de l'Institut de Ciències de Materials, a Bellaterra. L'homenatge consistí a exposar el treball fet dins les línies d'investigació encetades o continuades amb el professor Cardona, qui també hi va intervenir amb un estudi sobre «Isòtops estables en la física de la matèria condensada».

Aquest mateix any 1994, va rebre l'honor de ser l'únic estranger que formà part del *Board of Electors of the Cavendish Chair*, la comissió que atorga la càtedra Cavendish de la Universitat de Cambridge. Aquesta càtedra de Física és la més antiga i prestigiosa de Gran Bretanya i una de les més importants del món. N'han estat titulars alguns premis Nobel de Física, com J. J. Thomson, que fa cent anys va descobrir l'electró, i Nevill Mott, per la seva recerca sobre les propietats magnètiques i elèctriques de sòlids no cristal·lins, és a dir, els semiconductors. Aquests materials actualment són d'ús corrent a la microelectrònica i per a l'aprofitament de l'energia solar.

L'alt prestigi assolit per Manuel Cardona entre els col·legues, tant en la seva vessant d'investigador com de gestor eficaç, féu que el 1996 fos elegit, per un període de quatre anys, president de la comissió de Semiconductors de la International Union of Pure Applied Physics (IUPAP), la Unió Internacional de la Física Pura Aplicada.

Abans de ser elegit, la IUPAP havia decidit fer la conferència internacional de 1998 a Israel. Era el cim de l'eufòria produïda pels tractats de pau d'Israel amb els palestins. Això li dóna a Cardona molts mal de caps, perquè a causa del terrorisme de l'integrisme islàmic hi ha possibles participants que tenen por d'anar-hi. Les converses mantingudes entre el primer ministre israelià, Benjamin Netanyahu, i el cap de l'Autoritat Nacional Palestina, Yassir Arafat, l'octubre de 1997, permeten augurar que la conferència organitzada durant el mandat de Cardona sigui un èxit.

A part de la seva vàlua científica, Manuel Cardona és un paradigma de persona cordial, senzilla, atenta i amable, sempre disposada a fer un favor. Pensa tothora com pot fer agradable o interessant la vida dels qui l'envolten. Si científicament ha assolit el cim (suposant que en ciència es pugui assolir cap cim), la seva cultura humanística és aclaparadora. Melòman, lector encuriós, visitant assidu de museus i teatres, Manuel Cardona no solament posseeix la informació dels principals esdeveniments artístics i culturals del seu temps, sinó la rara capacitat d'interioritzar-los, enriquir-se'n i parlar-ne com a experiència vital pròpia, que sap compartir amb els altres. Dit d'una altra manera: Manuel Cardona és un savi en el sentit més profund de la paraula, tot i que, embolcallat de modèstia, ell rebutjaria que el definissin amb aquest mot.



## Resum del *curriculum vitae* del doctor Manuel Cardona

Nascut el 7 de setembre de 1934 a Barcelona, Espanya. Casat amb Inge Hecht i té tres fills.

1950-55: Estudiant a la Universitat de Barcelona, al Departament de Física. Llicenciat en Ciències Físiques (juny 1955).

1955-58: Universidad de Madrid, Departament de Física. Doctor en Ciències (juny de 1958).

1956-58: Doctor opositor a la Harvard University. Doctor en Física Aplicada (1959).

1955-56: Professor auxiliar d'Electrònica en la Universidad de Madrid.

1956-59: Investigador adjunt a la Harvard University.

1959-61: Membre del personal tècnic de RCA Laboratories Ltd. (Zuric, Suïssa).

1961-64: Membre del personal tècnic de RCA Laboratories (Princeton, New Jersey, EUA).

Primavera 1963: Professor visitant en la University of Pennsylvania (EUA).

1964-66: Professor associat de Física en la Brown University (Providence, Rhode Island, EUA).

1966-71: Professor de Física en la Brown University.

Des de 1971: Membre científic i director del Max-Planck-Institute for Solid State Research (Stuttgart, República Federal Alemanya).

1973-74: Director gerent del Max-Planck-Institute for Solid State Research (Stuttgart, República Federal Alemanya).

1972-76: Membre de la Junta Consultiva del High Magnetic Fields Laboratory (Braunschweig, República Federal Alemanya).

1975-78: Membre del Consell Científic de DESY (Hamburg, República Federal Alemanya).

1977-83: Membre de la Junta Consultiva de l'Institute of Surface Physics Research (Jülich, República Federal Alemanya).

1980: Membre electe del Committee for Condensed Matter de la German National Science Foundation.

1979-83: Membre de la Comissió de Semiconductors de la International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP).

1982: Membre de la Junta de la Condensed Matter Division en l'European Physical Society.

1982-88: Membre del Consell de la German Physical Society.

Des de 1984: Membre de l'Steering Committee en la Int. Conf. on Raman Spectroscopy.

1988-93: President del Consell Científic de l'Institut de Ciències Materials en el Consell Nacional de Recerca espanyol.

1993: President del Consell Científic del Paul Drude Institut (Berlin).

1994: Membre de la Comissió d'electors de la Càtedra Cavendish.

1996-2000: President de la Comissió de Semiconductors de la International Union of Pure Physics (IUPAP).

#### PREMIS I DISTINCIONS

1956-57: Beca Smith-Mundt

1956: Premi Nacional de Ciències Naturals espanyol

1957-58: Beca d'investigació Juan March als Estats Units

1958-59: Beca d'investigació Bell Telephone Laboratories

1962: Premi RCA Laboratories

Octubre 1964: Membre de l'American Physical Society

Estiu 1965: Professor convidat de la Ford Foundation en la Universidad de Buenos Aires (Argentina)

1965-68: Beca A. D. Sloan d'investigació

1969-70: Beca Guggenheim d'investigació en DESY (Hamburg, República Federal Alemanya)

1973: Professor honorari per la Univesitat de Stuttgart

1982: Medalla Narcís Monturiol de la Generalitat de Catalunya

1983: Membre de la Yamada Foundation

- 1984: Premi Frank Isakson de l'American Physical Society
- 1984: Membre de la Japanese Society of Promotion of Sciences
- 1984: Corresponent de l'Acadèmia de Ciències de Barcelona
- 1985: Doctor *Honoris Causa* per la Universidad Autónoma de Madrid
- 1985: Doctor *Honoris Causa* per la Universitat Autònoma de Barcelona
- 1987: Membre de la National Academy of Sciences dels EUA
- 1987: Gran Creu d'Alfons X el Savi (Espanya)
- 1988: Professor visitant de la càtedra Miller per la University of California (Berkeley)
- 1988: Premi Príncep d'Astúries (Espanya)
- 1988: Medalla Joannes Marcus Marci von Kronland de la Czech. Spectroscopy of Society de Praga
- 1989: Professor il·lustre convidat de la càtedra Orvin E. Foster per la State University of New York a Bufalo
- 1990: Premi Fundació Catalana per a la Recerca (Barcelona)
- 1990: Professor honorari per la University of Konstanz
- 1991: Professor del Ian Spain Memorial (Colorado State University), el mes de setembre de 1991
- 1991: Membre de l'Academia Europaea
- 1992: Medalla Teresiana de la Universitat de Pavia (Itàlia)
- 1992: Premi Extraordinari de Superconductivitat del World Congress on Superconductivity (Munic)
- 1993: Premi Italgas de Recerca de la Ciència dels Materials i Tecnologia (Torí)
- 1994: Doctor *Honoris Causa* per la Sherbrooke University (Canadà)
- 1994: Doctor *Honoris Causa* per la University of Regensburg
- 1994: Professor de l'A.W. Scott Memorial a Cambridge (Anglaterra)
- 1994: Premi Max Planck (amb E. E. Haller de la UC Berkeley)
- 1995: Doctor *Honoris Causa* per la Universitat de Roma (Itàlia)
- 1995: Corresponent de l'Acadèmia Reial de Ciències (Espanya)
- 1997: Premi John Wheatly de l'American Physical Society

**MEMBRE DEL CONSELL DE REDACCIÓ DE LES REVISTES SEGÜENTS:**

Des de 1972: *Physica Status Solidi*

Des de 1972: *Solid State Communications*

Des de 1989: *Solid State Communications*, redactor adjunt en cap

1974-78: *Journal of Physics C*

1988-1992: *Journal of Physics, Condensed Matter*

1989-1992: *Physical Review Letters*, redactor adjunt divisionari

Des de 1992: *Solid State Communications*, redactor en cap

Autor de més de mil articles científics en revistes internacionals, nou monografies sobre la física de l'estat sòlid i un llibre sobre els semiconductors.

#### TASCA DOCENT

Professor de pràctiques d'Electrònica a la Universitat de Madrid, 1955-1956.

*Visiting Professor* a la Universitat de Pennsylvania, EUA, primavera de 1963.

*Associate Professor of Physics* a la Universitat de Brown Providence, Rhode Island, EUA, 1964-1966.

*Professor of Physics* a la Universitat de Brown, EUA, 1966-1971.

*Scott Memorial Lecturer* a la Universitat de Cambridge, Anglaterra, 1974.

Professor convidat, entre d'altres, a les universitats següents: Autònoma de Madrid, Central i Autònoma de Barcelona, València, Saragossa, Santiago de Compostela, La Laguna (Tenerife), Santiago de Xile (1967), Puerto Rico, Estadual de Campinas (São Paulo, Brasil), Recife (Brasil), UNAM (Mèxic), Politècnico de Mèjico (Mèxic), Victoria University of Wellington (Nova Zelanda), La Trobe (Austràlia), Seoul (Corea), Aarhus (Dinamarca), així com a les japoneses de Tokyo, Osaka, Hokkaido, Kanazawa i Fuknoka.

#### PUBLICACIONS CIENTÍFIQUES

1. M. Cardona; W. Paul. «A Quadratic PEM Effect in Germanium». *J. Phys. Chem. Solids* **7**, 127 (1958).

2. M. Cardona; W. Paul; H. Brooks. «Dielectric Constant of Germanium and Silicon as a Function of Volume». *J. Phys. Chem. Solids* **8**, 204 (1959).

3. M. Cardona. «Temperature Dependence of the Refractive Index and the Po-

larizability of Some III-V Semiconductors». *Proceedings International Semiconductors Conference, Prague, 1960*. Prague: Publishing House of Prague Academy of Sciences, 1961, p. 888.

4. M. Cardona; W. Paul. «Pressure Dependence of the Direct Energy Gap in Germanium». *J. Phys. Chem. Solids* **17**, 138 (1960).

5. M. Cardona; W. Paul; H. Brooks. «Dielectric Constant Measurements in Germanium and Silicon as a Function of Temperature and Pressure». *A: Solid State Physics in Electronics and Telecommunications*, vol. I (New York: Academic Press, 1960), p. 206.

6. M. Cardona; W. Paul; H. Brooks. «The Temperature and Doping Dependence of the Free Carrier Polarizability in Germanium and Silicon». *Helv. Phys. Acta.* **33**, 329 (1960).

7. M. Cardona; W. Ruppel. «Oscillations in Germanium with an Applied Pulsed Electric Field». *J. Appl. Phys.* **33**, (1960).

8. M. Cardona. «Optical Investigation of the Band Structure of GaSb». *Z. Physik* **161**, 99 (1961).

9. M. Cardona. «Optical Determination of the Conduction Band Structure of GaSb». *J. Phys. Chem. Solids* **17**, 336 (1961).

10. M. Cardona. «Optical Studies of the Band Structure in InP». *J. Appl. Phys.* **32**, 958 (1961).

11. M. Cardona. «Electron Effective Masses of InAs and GaAs as a Function of Temperature and Doping». *Phys. Rev.* **121**, 752 (1961).

12. M. Cardona. «Fundamental Reflectivity Spectrum of Semiconductors with Zincblende Structure». *J. Appl. Phys.* **32**, Suppl., 2151 (1961).

13. M. Cardona. «Voigt Effect in Semiconductors». *Helv. Phys. Acta.* **34**, 796 (1961).

14. M. Cardona; H. S. Sommers, Jr. «Effect of Temperature and Doping on the Fundamental Reflectivity of Ge». *Phys. Rev.* **122**, 1392 (1961).

15. M. Cardona; D. L. Greenaway. «Reflectivity of Gray Tin in the Fundamental Absorption Region». *Phys. Rev.* **125**, 1291 (1962).

16. M. Cardona; D. L. Greenaway. «Reflectivity Measurements in InSb-In<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> and InAs-In<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> Alloys». *Proceedings Exeter Conference on the Physics of Semiconductors*, 1962. London: The Institute of Physics, 1962, p. 666.

17. M. Cardona; G. Harbeke. «Excitons at the L Absorption Edge in Zincblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. Lett.* **8**, 512 (1962).

18. M. Cardona. «Faraday Rotation in Semiconductors». A: *Festkörperprobleme* (F. Vieweg and Sons, 1962).
19. M. Cardona. «Optical Properties of the Silver and Cuprous Halides». *Phys. Rev.* **129**, 69 (1963).
20. M. Cardona. «Reflectivity of Semiconductors with Wurtzite Structure». *Phys. Rev.* **129**, 1068 (1963).
21. M. Cardona. «Band Parameters of Semiconductors with Zincblende, Wurtzite and Germanium Structure». *J. Phys. Chem. Solids* **24**, 1543 (1963).
22. M. Cardona; D. L. Greenaway. «Fundamental Reflectivity and Band Structure of ZnTe, CdTe, and HgTe». *Phys. Rev.* **131**, 98 (1963).
23. M. Cardona; G. Harbeke. «Absorption Spectrum of Germanium and Zincblende-Type Materials at Energies Higher Than the Fundamental Absorption Edge». *Appl. Phys.* **34** 813 (1963).
24. M. Cardona; B. Rosenblum. «Resonance of a Small Plasma Sphere in a Magnetic Field». *Phys. Rev.* **129** 991 (1963).
25. M. Cardona. «Polarization Effects in the UV-Reflection of Crystals with Wurtzite Structure». *Solid State Commun.* **5**, 109 (1963).
26. M. Cardona; D. L. Greenaway. «Optical Properties and Band Structure of Group IV-VI and Group V Materials». *Phys. Rev.* **133**, A1685 (1964).
27. M. Cardona; G. Harbeke. «Optical Properties of Wurtzite-Type Crystals in the Fundamental Absorption Region». *Proceedings of the 1964 Paris Semiconductors Conference. The Physics of Semiconductors*. Paris: Dunod, 1964, p. 217.
28. M. Cardona; B. Rosenblum. «Microwave Observation of Surface Superconductivity in Type II Superconductors». *Phys. Letters* **8**, 308 (1964).
29. M. Cardona; B. Rosenblum. «Surface Superconductivity and Supercooling Hg-Cd Alloys». *Phys. Letters* **11**, 112 (1964).
30. M. Cardona; B. Rosenblum. «Surface Superconductivity, Supercooling, in Weak and Strong Coupling in Type I Superconductors». *Proceedings of the 9th Conference on Low Temperature Physics*, 1964.
31. M. Cardona; B. Rosenblum. «Surface Superconductivity in Type I Superconductors». *Phys. Letters* **9**, 220 (1964).
32. M. Cardona; B. Rosenblum. «Evidence for Normal Regions at Low Temperature in the Superconducting Mixed States». *Phys. Rev. Lett.* **12**, 530 (1964).

33. M. Cardona; B. Rosenblum. «Temperature Dependence of the Ginzburg-Landau Parameter  $k$  in Weak and Strong Coupling Superconductors». *Phys. Letters* **13**, 33 (1964).
34. M. Cardona; G. Fischer; B. Rosenblum. «Microwave Surface Impedance of Hard Superconductors: In-Bi Alloy». *Phys. Rev. Lett.* **12**, 101 (1964).
35. M. Cardona; G. Fischer; B. Rosenblum. «Microwave Surface Impedance of Hard Superconductors: Nb<sub>3</sub>Sn». *RCA Review* **25**, 491 (1964).
36. M. Cardona. «Optical Properties of Semiconductors at Energies above the Fundamental Absorption Edge». *Proceedings of International Conference on Semiconductor Physics*. Paris: Dunod Editeur, 1964, p. 181.
37. M. Cardona; C. C. Wang; A. G. Fischer. «Preparation and Optical Properties of Boron Monophosphide». *RCA Review* **25**, 159 (1964).
38. M. Cardona. «Infrared Dielectric Constant and Ultraviolet Optical Properties of Solids with Diamond, Zinblende, Wurtzite, and Rock Salt Structure». *J. Appl. Phys.* **36**, 2181 (1965).
39. M. Cardona. «Optical Properties and Band Structure of SrTiO<sub>3</sub> and BaTiO<sub>3</sub>». *Phys. Rev.* **140**, A651 (1965).
40. M. Cardona; F. Pollak; J. G. Broerman. «Band Structure of Gallium Arsenide: Spin-Orbit Splitting». *Phys. Letters* **19**, 276 (1965).
41. M. Cardona; J. Gittleman; B. Rosenblum. «An Intrinsic Hysteresis in Type II Superconductors». *Phys. Letters* **17**, 92 (1965).
42. M. Cardona; M. Weinstein; G. Wolff. «Ultraviolet Reflection Spectrum of Cubic CdS». *Phys. Rev.* **140**, A633 (1965).
43. K. L. Shaklee; M. Cardona; F. H. Pollak. «Electroreflectance at a Semiconductor-Electrolyte Interface». *Phys. Rev. Lett.* **15**, 883 (1965).
44. M. Cardona; F. H. Pollak. «Energy Band Structure of Germanium and Silicon: the  $k \cdot p$  Method». *Phys. Rev.* **142**, 530 (1966).
45. M. Cardona; F. H. Pollak. «Energy Band Structure of Germanium and Gallium-Arsenide: the  $k \cdot p$  Method». *J. Phys. Chem. Solids* **27**, 423 (1966).
46. M. Cardona; K. L. Shaklee; F. H. Pollak. «Electroreflectance and Spin-Orbit Splitting in III-V Semiconductors». *Phys. Rev. Lett.* **16**, 48 (1966).
47. M. Cardona. «Absorption Spectrum of III-V Compounds at High Energies». A: *The properties of the III-V Compounds*, ed. by Willardson and Beer. New York: Academic Press, 1967, p. 125.

48. M. Cardona; K. L. Shaklee; F. H. Pollak. «Electroreflectance in AlSb». *Phys. Rev. Lett.* **16**, 644 (1966).
49. M. Cardona; A. Thompson; K. L. Shaklee; F. H. Pollak. «Electroreflectance in GaAs-GaP Alloys». *Phys. Rev.* **146**, 601 (1966).
50. M. Cardona; F. H. Pollak; K. L. Shaklee. «Piezo-Electro reflectance in GaAs». *Phys. Rev. Lett.* **16** 942 (1966).
51. M. Cardona; P. McElroy; F. H. Pollak; K. L. Shaklee. «Electroreflectance and Band Structure of Gray Tin». *Solid State Commun.* **4**, 319 (1966).
52. M. Cardona; C. M. Chaves; N. Majlis. «Electronic Surface State in Germanium and Silicon». *Solid State Commun.* **4**, 271 (1966).
53. M. Cardona; C. M. Chaves; N. Majlis. «Electronic Energy Bands in GaAs for Imaginary Crystal Momentum». *Solid State Commun.* **4**, 631 (1966).
54. M. Cardona; C. W. Higginbotham; F. H. Pollak. «Band Structure of AlSb, GaAs, GaP, and InP: the  $k \cdot p$  Method». *Proceedings of the International Conference on the Physics of Semiconductors, Kyoto 1966; J. Phys. Soc. Japan* **215**, 70 (1966).
55. M. Cardona; K. L. Shaklee; F. H. Pollak. «Electroreflectance at a Semiconductor-Electrolyte Interface: Infrared Measurements». *Phys. Lett.* **23**, 37 (1966).
56. M. Cardona; F. H. Pollak; K. L. Shaklee. «Electroreflectance at a Semiconductor-Electrolyte Interface». *Phys. Rev.* **154**, 696 (1967).
57. M. Cardona; F. H. Pollak; K. L. Shaklee. «Electroreflectance in Semiconductors». *Proceedings of the International Conference on the Physics of Semiconductors, 1966; J. Phys. Soc. Japan* **215**, 89 (1966).
58. M. Cardona. «Optical Properties of Insulators: Dispersion Relations». *Proceedings of the NATO Summer Institute on Optical Properties of Solids, Freiburg, 1966*. Plenum Press, 1969, p. 137.
59. F. W. Smith; M. Cardona. «Supercooling and Superheating in Type I Superconductors, Tin». *Phys. Lett. A* **24**, 247 (1967).
60. M. Cardona; F. W. Smith. «Superheating and Supercooling in Normal-Metal-Plated Superconductors». *Solid State Commun.* **5**, 345 (1967).
61. M. Cardona. «Band Structure of Gray Tin under Uniaxial Stress». *Solid State Commun.* **5**, 233 (1967).
62. M. Cardona; C. W. Higginbotham; F. H. Pollak. «Optical Constants of Germanium and Gray Tin: the  $k \cdot p$  Method». *Solid State Commun.* **5**, 513 (1967).
63. R. A. Forman; M. Cardona. «Exciton Electroreflectance in II-VI Com-



pounds». *Proceedings of the International Conference on the II-VI Compounds, Sept. 6-9, 1967, Brown University*. New York: Benjamin, 1967, p. 123.

64. F. W. Smith; M. Cardona. «Evidence for Metastable Superconducting Surface Sheets below the Bulk Critical Field». *Phys. Lett. A* **25**, 671 (1967).

65. M. Cardona. «Optical Absorption above the Fundamental Edge». A: *Semiconductors and Semimetals*, vol. 3. New York: Academic Press Inc, 1967, p.125.

66. D. A. Aspnes; M. Cardona. «Electro-optic Measurements of PbS, PbSe, PbTe». *Phys. Rev.* **173**, 714 (1968).

67. M. Cardona. «Optical Spectroscopy of Semiconductors: Modulation Techniques». *Proceedings of the International Conference on the Physics of Semiconductors, Moscow, July 1968*, p. 365.

68. E. Matatagui; M. Cardona. «Thermoreflectance in the Alkali Metals». *Solid State Commun.* **6**, 313 (1968).

69. M. Cardona. «Band Structure and Optical Constants of InSb, InAs, and GaSb». *Proceedings of the International Conference on the Physics of Semiconductors, Moscow, July 1968*, p. 57.

70. M. Cardona; F. W. Smith. «Surface Superconductivity, Supercooling, and Superheating of Strong-Coupling Superconductors: Lead and Mercury». *Solid State Commun.* **6**, 37 (1968).

71. F. H. Pollak; M. Cardona. «Piezo-electroreflectance in Ge, GaAs, and Si». *Phys. Rev.* **172**, 816 (1968).

72. M. Cardona. *Problems in Optical Properties of Solids*. Ed. by J. Goldsmid, Pion Press, 1968.

73. A. A. Gavini; M. Cardona. «Reflectivity Spectrum of CsBr and CsI in the Rock Salt Structure». *Phys. Lett. A* **27**, 112 (1968).

74. J. E. Rowe; M. Cardona; F. H. Pollak. «Deformation Potentials of ZnO». *Solid State Commun.* **6**, 239 (1968).

75. M. Cardona. «Modulation Spectroscopy of Solids». A: *Solid State Physics*, Suppl., ed. by Seitz, Turnbull, and Ehrenreich. New York: Academic Press Inc., 1969.

76. K. L. Shaklee; J. E. Rowe; M. Cardona. «New Evidence for the Existence of Exciton Effects in Hyperbolic Critical Points». *Phys. Rev.* **174**, 878 (1968).

77. J. S. Kline; M. Cardona; F. H. Pollak. «Electroreflectance in the Ge-Si Alloys». *Helv. Phys. Acta.* **41**, 968 (1968).

78. M. Cardona. «Optical Properties of Solids». Lecture series given at the Latin-

American School of Physics, Santiago de Chile, July 1967. A: *Solid State Physics, Nuclear Physics, and Particle Physics*. New York: Benjamin, 1968.

79. E. Matatagui; A. G. Thompson; M. Cardona. «Thermoreflectance in Semiconductors». *Phys. Rev.* **176**, 950 (1968).

80. F. Vázquez; R. A. Forman; M. Cardona. «Electroreflectance Measurements on  $Mg_2Si$ ,  $Mg_2Ge$ ,  $Mg_2Sn$ ». *Phys. Rev.* **176**, 905 (1968).

81. S. Brahms; M. Cardona. «Electric Field Effects in Optical Transitions to the  $n = 1$  in  $Cu_2O$  Exciton». *Solid State Commun.* **6**, 733 (1968).

82. J. E. Rowe; M. Cardona; F. H. Pollak. «Deformation potentials in CdS». *Proceedings of the International Conference on the II-VI Compounds, September 6-9, 1967, Brown University*. New York: Benjamin, 1967.

83. A. Yu Shileika; M. Cardona; F. H. Pollak. «Intrinsic Piezobirefringence of AlSb». *Solid State Commun.* **7**, 1113 (1969).

84. L. Laude; M. Cardona; F. H. Pollak. «Deformation Potentials of the Indirect and Direct Absorption Edges of AlSb». *Phys. Rev. B* **1**, 143 (1970).

85. E. Anastassakis; A. Pinczuk; E. Burstein; F. H. Pollak; M. Cardona. «Effect of Static Uniaxial Stress on the Raman Spectrum of Silicon». *Solid State Commun.* **8**, 133 (1970).

86. F. H. Pollak; M. Cardona; C. W. Higginbotham; F. Herman; J. P. van Dyke. «Energy Band Structure and Optical Spectrum of Grey Tin». *Phys. Rev. B* **2**, 352 (1970).

87. M. Cardona; A. Gavini. «Modulated Piezoreflectance in Semiconductors». *Phys. Rev. B* **1**, 672 (1970).

88. M. Cardona; C. W. Higginbotham; F. H. Pollak. «Intrinsic Piezobirefringence of Ge, Si, and GaAs». *Phys. Rev.* **184**, 821 (1969).

89. R. A. Forman; D. E. Aspnes; M. Cardona. «Transverse Electroreflectance in Semiinsulating Silicon and Gallium Arsenide». *J. Phys. Chem. Solids* **31**, 227 (1970).

90. J. E. Rowe; F. H. Pollak; M. Cardona. «Stress-induced Exchange Splitting of Hyperbolic Excitons in GaAs». *Phys. Rev. Lett.* **22**, 933 (1969).

91. A. Gavini; M. Cardona. «Piezobirefringence and Deformation Potentials of the Alkali Halides». *Phys. Rev.* **177**, 1351 (1969).

92. J. E. Rowe; K. L. Shaklee; M. Cardona. «Derivative Spectrum of Indirect Excitons in AlSb». *Solid State Commun.* **7**, 441 (1969).

93. T. Tuomi; M. Cardona; F. H. Pollak. «Stress Dependence of the  $E_1$ ,  $E_1 + \Delta_1$  Transitions in InSb and GaS». *Phys. Stat. Sol.* **40**, 227 (1970).

94. M. Cardona; L. D. Laude; F. H. Pollak. «Effects of Uniaxial Stress on the Indirect Spectrum of Silicon». *Phys. Rev. B* **3**, 2623 (1971).
95. M. Cardona; R. Haensel; D. W. Lynch; B. Sonntag. «Optical Properties of the Rubidium and Cesium Halides in the Extreme UV». *Phys. Rev. B* **2**, 1117 (1970).
96. M. Cardona. «Optical Properties of Some Compound Semiconductors in the 36-150 eV Region». *Phys. Rev. B* **1**, 2605 (1970).
97. M. Cardona; W. Gudat; E. E. Koch; M. Skibowski; B. Sonntag; P. Y. Yu. «Core Transitions and Density of Conduction States in the III-V Semiconductors». *Phys. Rev. Lett.* **25**, 659 (1970).
98. M. Cardona. «Modulation Spectroscopy of Semiconductors». A: *Festkörperprobleme*. Braunschweig: Vieweg, 1970, p. 125.
99. «Optical Properties and Electronic Density of States». *J. of Res. of the NBS* **A74**, 253 (1970).
100. P. Y. Yu; M. Cardona. «Temperature Coefficient of the Refractive Index of Diamond and Zinblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **2**, 3193 (1970).
101. M. D. Maloney; F. de la Cruz; M. Cardona. «Anomalous Behavior of  $H_{c3}/H_{c2}$  near the  $T_c$  for Sn-In and In-Bi Alloy Systems». *Phys. Rev. B* **2** 2512 (1970).
102. F. de la Cruz; M. D. Maloney; M. Cardona. «Variation of the Ratio  $H_{c3}/H_{c2}$  in the Immediate Vicinity of  $T_c$ ». *Phys. Rev.* **187**, 766 (1969).
103. F. de la Cruz; M. D. Maloney; M. Cardona. «Supercooling and Superheating in Zn and Al». *Proceedings of the International Conference on Superconductivity, Stanford, 1969; Physica* **55**, 749 (1971).
104. F. W. Smith; A. Baratoff; M. Cardona. «Non-local Superheating in Type I Superconductors». *Proceedings of the Superconductivity Conference, St. Andrews, 1968*.
105. F. de la Cruz; M. D. Maloney; M. Cardona. «Superconductive Supercooling and Superheating of Small Cadmium Spheres: Size Effects». *Phys. Rev. B* **3**, 3802 (1971).
106. P. Y. Yu; F. H. Pollak; M. Cardona. «Intrinsic Piezobirefringence in GaSb, InAs, and InSb». *Phys. Rev. B* **3**, 340 (1971).
107. C. J. Buchenauer; M. Cardona. «Raman Scattering in  $Mg_2Si$ ,  $Mg_2Ge$ , and  $Mg_2Sn$ ». *Phys. Rev.* **3**, 2504 (1971).
108. C. J. Buchenauer; M. Cardona; F. H. Pollak. «Raman Scattering in Grey Tin». *Phys. Rev. B* **3**, 1243 (1971).

109. M. Cardona; F. H. Pollak. «Optical Properties and Model Density of States». A: *The Physics of Optoelectronic Materials* ed. by W.A. Allers, Jr. Plenum Pub. Co, 1972.
110. M. Cardona. «Raman Tensor of Germanium and Zincblende-Type Semiconductors». *Solid State Commun.* **9**, 819 (1971).
111. M. Cardona. «Fresnel Reflection and Surface Plasmons». *Am. J. Phys.* **39**, 1277 (1971).
112. F. W. Smith; A. Baratoff; M. Cardona. «Superheating and Supercooling, and Superconductivity and Ginzburg-Landau Parameters of Pure Type-I Superconductors and Their Alloys». *Phys. Kondens. Materie* **12**, 145 (1970).
113. F. Cerdeira; J. S. DeWitt; U. Rössler; M. Cardona. «Hydrostatic Pressure Coefficients and Deformation-Potentials for II-VI Compounds». *Phys. Stat. Sol. (b)* **41**, 735 (1970).
114. P. Y. Yu; M. Cardona. «Dispersion and Relaxation in the Stress-Induced Birefringence of Amorphous Selenium». *Phys. Stat. Sol.* **47**, 251 (1971).
115. M. Wihl; M. Cardona; J. Tauc. «Raman Scattering in Amorphous Ge and III-V Compounds». *J. Non-Cryst. Solids* **8-10**, 172 (1972).
116. J. B. Renucci; M. A. Renucci; M. Cardona. «Volume Dependence of the Raman Frequencies of Ge-Si Alloys». *Solid State Commun.* **9**, 1651 (1971).
117. M. Cardona; W. Gudat; B. Sonntag; P. Y. Yu. «Optical Absorption of Semiconductors from 15-150 eV». *Proceedings of the Tenth International Conference on the Physics of Semiconductors, Aug. 17-21, 1970, Cambridge, Massachusetts*. Ed. by S. P. Keller, J. C. Hensel and F. Stern. Springfield: NVS, VA, 1970, p. 209.
118. M. Cardona. «Optical Properties and Band Structure of Germanium and Type Semiconductors». *Proceedings of the Enrico Fermi School, Varenna, 1971*. A: *Atomic Structure and Properties of Solids*, ed. by E. Burstein. New York: Academic Press, 1972.
119. P. Y. Yu; M. Cardona. «Spatial Dispersion in the Dielectric Constant of GaAs». *Solid State Commun.* **9**, 1421 (1971).
120. J. B. Renucci; M. A. Renucci; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Ge and Zincblende-Type Semiconductors Temperature Dependence». *Solid State Commun.* **9**, 1235 (1971).
121. M. Cardona. «Kovalente Bindung, Dielektrische und Optische Eigenschaften der Festkörper». A: *Physik 1971*, ed. by B.G. Teubiner, p. 213.

122. M. Cardona. «Spatial Dispersion Induced Birefringence in Cubic Semiconductors». *A: Computational Solid State Physics*. Plenum Press, 1972.
123. M. A. Renucci; J. B. Renucci; M. Cardona. «Raman Scattering in Ge-Si Alloys». *Proceedings of the Second International Conference on Light Scattering in Solids, Paris, July 19-23, 1971*, ed. by M. Balkanski. Paris: Flammarion Sciences, 1971, p. 326.
124. M. A. Renucci; J.B. Renucci; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in III-V Semiconductors and their Alloys». *Phys. Stat. Sol. (b)* **49**, 625 (1972).
125. B. Weinstein; M. Cardona. «Effect of Uniaxial Stress on the Reststrahlen Spectrum of GaAs». *Phys. Rev. B* **5**, 3120 (1972).
126. C. J. Buchenauer; F. Cerdeira; M. Cardona. «Influence of Hydrostatic Pressure on the Raman Frequencies of Opaque Semiconductors». *Proceedings of the Second International Conference on Light Scattering in Solids, Paris, July 19-23, 1971*, ed. by M. Balkanski. Paris: Flammarion Sciences, 1971.
127. D. A. Maloney; F. de la Cruz; M. Cardona. «Superconducting Parameters and Size Effects in Al Films and Foils». *Phys. Rev. B* **5**, 3558 (1972).
128. C. Sánchez; M. Cardona. «Piezobirefringence in the Vacuum Ultraviolet: Alkali Halides and Alkaline Earth Fluorides». *Phys. Stat. Sol. (b)* **50**, 293 (1972).
129. F. Cerdeira; W. Dreybrodt; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Germanium». *Solid State Commun.* **10**, 591 (1972).
130. F. Cerdeira; C. J. Buchenauer; F. H. Pollak; M. Cardona. «Stress Induced Shifts of First Order Raman Frequencies of Diamond and Zincblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **5**, 580 (1972).
131. P. Y. Yu; M. Cardona. «Intrinsic Piezobirefringence of Several Semiconducting Chalcogenides». *J. Phys. Chem. Solids* **34**, 29 (1973).
132. W. Gudat; E. E. Koch; P. Y. Yu; M. Cardona; C. M. Penchina. «Core Levels of III-V Semiconductors». *Phys. Stat. Sol. (b)* **52**, 505 (1972).
133. M. Cardona; C. M. Penchina; E. E. Koch; P. Y. Yu. «Optical and Photoelectric Properties of the Lead Chalcogenides». *Phys. Stat. Sol. (b)* **53**, 327 (1972).
134. M. Bettini; M. Cardona. «Spatial-Dispersion-Induced Birefringence in Cubic Semiconductors». *Proceedings of Warsaw Semiconductors Conference, 1972*. Warsaw: Polish Scientific Publ., 1972, p. 1072.
135. F. Cerdeira; W. Dreybrodt; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Zincblende and Diamond Semiconductors». *Proceedings of Warsaw Semiconductors Conference, 1972*. Warsaw: Polish Scientific Publ., 1972, p. 1142.

136. W. Dreybrodt; W. Richter; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in the  $E_1$ ,  $E_1 + \Delta_1$  Region of InSb». *Solid State Commun.* **11**, 1127 (1972).
137. B. Weinstein; M. Cardona. «The Second Order Raman Spectrum of Germanium». *Phys. Rev. B* **7**, 2545 (1973).
138. M. Cardona; C. M. Penchina; N. Shevchik; J. Tejada. «Photoemission of GaAs and InSb Core Levels». *Solid State Commun.* **11**, 1655 (1973).
139. M. Cardona. «Optische Eigenschaften der Festkörper». *Applied Physics* **2**, 103 (1973).
140. N. J. Shevchik; J. Tejada; C. M. Penchina; M. Cardona. «X-ray and Far UV Photoemission of AlSb». *Solid State Commun.* **11**, 1619 (1972).
141. F. Cerdeira; M. Cardona. «Effect of Carrier Concentration on the Raman Frequencies of Si and Ge». *Phys. Rev. B* **5**, 1440 (1972).
142. B. A. Weinstein; M. Cardona. «Two-Phonon Raman Spectra of Si and GaP». *Solid State Commun.* **10**, 961 (1972).
143. T. A. Fjedly; F. Cerdeira; M. Cardona. «Elastic Constants and Raman Frequencies of Heavily Doped Si under Uniaxial Stress». *Solid State Commun.* **12**, 553 (1973).
144. M. Cardona. «Light Scattering as a Form of Modulation Spectroscopy». *Proceedings of the Conference on Modulation Spectroscopy, Tucson 1972; Surface Science* **37**, 100 (1973).
145. J. Tejada; N. J. Shevchik; D. W. Langer; M. Cardona. «Valence Band of  $Mg_2Sn$  Determined by Auger and Photoemission Spectroscopy». *Phys. Rev. Lett.* **30**, 370 (1973).
146. B. A. Weinstein; J. B. Renucci; M. Cardona. «Effect of Hydrostatic Pressure on the Second Order Raman Spectrum of GaP». *Solid State Commun.* **12**, 473 (1973).
147. N. J. Shevchik; J. Tejada; D. W. Langer; M. Cardona. «Similarities in the Valence Bands of Amorphous and Crystalline GeTe Determined by X-ray Photoemission». *Phys. Rev. Lett.* **30**, 659 (1973).
148. M. Cardona; D. W. Langer; N. J. Shevchik; J. Tejada. «Photoelectric Properties of the Lead Chalcogenides». *Phys. Stat. Sol. (b)* **58**, 127 (1973).
149. W. Richter; J. B. Renucci; M. Cardona. «Hydrostatic Pressure Dependence of First Order Raman Frequencies in Se and Te». *Phys. Stat. Sol. (b)* **56**, 223 (1973).

150. K. H. Rieder; B. A. Weinstein; M. Cardona; H. Bilz. «Measurements and Comparative Analysis of the Second Order Raman Spectra of the Alkaline Earth Oxides with NaCl Structure». *Phys. Rev. B* **8**, 4780 (1973).
151. N. J. Shevchik; J. Tejada; M. Cardona; D. W. Langer. «Valence Band Density of States of Amorphous and Trigonal Selenium Determined by X-ray and UV Photoemission». *Solid State Commun.* **12**, 1285 (1973).
152. N. J. Shevchik; D. W. Langer; M. Cardona. «Valence Bands of Amorphous and Crystalline GeTe Determined by X-ray and UV Photoemission». *Phys. Stat. Sol. (b)* **57**, 245 (1973).
153. F. Cerdeira; T. A. Fjeldly; M. Cardona. «Interaction between Electronic and Vibronic Raman Scattering in Heavily Doped Silicon». *Solid State Commun.* **13**, 325 (1973).
154. B. A. Weinstein; M. Cardona. «Resonant First and Second Order Raman Scattering in GaP». *Phys. Rev. B* **8**, 2795 (1973).
155. N. J. Shevchik; M. Cardona; J. Tejada. «X-ray and Far-UV Photoemission from Amorphous and Crystalline Films of Se and Te». *Phys. Rev. B* **8**, 2833 (1973).
156. N. J. Shevchik; J. Tejada; M. Cardona; D. W. Langer. «Photoemission and Density of Valence States of the II-VI compounds: I. ZnTe, CdSe, CdTe, HgSe, and HgTe». *Phys. Stat. Sol. (b)* **59**, 87 (1973).
157. M. Cardona; J. Tejada; N. J. Shevchik; D. W. Langer. «Photoelectric Properties of Mg<sub>2</sub>Si, Mg<sub>2</sub>Ge, and Mg<sub>2</sub>Sn. II. W-Excitation». *Phys. Stat. Sol. (b)* **58**, 483 (1973).
158. J. Tejada; M. Cardona; N. J. Shevchik; D. W. Langer; E. Schönherr. «Photoelectric Properties of Mg<sub>2</sub>Si, Mg<sub>2</sub>Ge, and Mg<sub>2</sub>Sn: (I) X-ray Excitation». *Phys. Stat. Sol. (b)* **58**, 189 (1973).
159. W. Prettl; N. J. Shevchik; M. Cardona. «Far Infrared Absorption in Amorphous III-V Compound Semiconductors». *Phys. Stat. Sol. (b)* **59**, 241 (1973).
160. B. A. Weinstein; M. Cardona. «Resonant First- and Second-Order Raman Scattering in GaP». *Phys. Rev. B* **8**, 2795 (1973).
161. M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Semiconductors». *Proceedings of the Antwerp Conference on Excitations in Solids*. Plenum Press, 1974, p. 269.
162. T. A. Fjeldly; F. Cerdeira; M. Cardona. «Effects of Free Carriers on

Zone Center Vibrational Modes in Heavily Doped p-type Si. I: Acoustical Modes». *Phys. Rev. B* **8**, 4723 (1973).

163. F. Cerdeira; T. A. Fjeldly; M. Cardona. «Effects of Free Carriers on Zone Center Vibrational Modes in Heavily Doped p-type Si. II: Optical Modes». *Phys. Rev. B* **8**, 4734 (1973).

164. N. J. Shevchik; J. Tejeda; M. Cardona; D.W. Langer. «Determination of Densities of Valence States by the Combined Use of UV and X-ray Photoemission». *Journal de Physique* C6, Suppl.11, **34**, C6-45 (1973).

165. N. J. Shevchik; J. Tejeda; D. W. Langer; M. Cardona. «Photoemission and Density of States of Valence States of the II-VI Compounds II - ZnSe, CdS, and HgS». *Phys. Stat. Sol. (b)* **60**, 345 (1973).

166. N. J. Shevchik; J. Tejeda; M. Cardona. «Densities of Valence States of Amorphous and Crystalline Semiconductors». *Proceedings of the Vth International Conference on Amorphous and Liquid Semiconductors in Garmisch-Partenkirchen*. London: Taylor and Francis, 1979, p. 609.

167. W. Dreybrodt; W. Richter; F. Cerdeira; M. Cardona. «Orientation-Dependent Resonant Raman Scattering in InSb and GaSb at the  $E_1E_1+\Delta_1$  Region». *Phys. Stat. Sol. (b)* **60**, 145 (1973).

168. J. B. Renucci; W. Richter; M. Cardona; E. Schönherr. «Resonance Raman Scattering in Group V-Semimetals, As, Sb, and Bi». *Phys. Stat. Sol. (b)* **60**, 299 (1973).

169. N. J. Shevchik; J. Tejeda; M. Cardona. «Density of Valence States of Amorphous and Crystalline III-V and II-VI Semiconductors». *Phys. Rev. B* **9**, 2627 (1974).

170. M. I. Bell; R. N. Tyte; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in GaP in the  $E_0-E_0+\Delta_0$  Region». *Solid State Commun.* **13**, 1833 (1973).

171. J. Tejeda; N. Shevchik; M. Cardona. «Density of Valence States in Amorphous C and SiC». *Proceedings of the Vth International Conference on Amorphous and Liquid Semiconductors in Garmisch-Partenkirchen, 1973*. London: Taylor and Francis, 1974, p. 557.

172. F. Cerdeira; T. A. Fjeldly; M. Cardona. «Raman Study of the Interaction Between Localized Vibrations and Electronic Excitations in Boron Doped Silicon». *Phys. Rev. B* **9**, 4344 (1974).

173. A. Goldmann; J. Tejeda; N. J. Shevchik; M. Cardona. «Partial p and d



Densities of States in CuI Determined by Ultraviolet Photoemission». *Solid State Commun.* **15**, 1093 (1974).

174. D. Auvergne; J. Camassel; H. Mathieu; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Band Structure of Germanium- and Zincblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **9**, 5168 (1974).

175. M. A. Renucci; J. B. Renucci; M. Cardona. «Second Order Resonant Raman Scattering at the  $E_1$ ,  $E_1 + \Delta_1$  Edges of Germanium». *Solid State Commun.* **14**, 1299 (1974).

176. A. Goldmann; J. Tejada; N. J. Shevchik; M. Cardona. «Density of Valence States of CaCl, CuBr, CuI, and AgI». *Phys. Rev. B* **10**, 4388 (1974).

177. M. Bettini; W. Bauhofer; M. Cardona; R. Nitsche. «Optical Phonons in  $\text{CdSiP}_2$ ». *Phys. Stat. Sol. (b)* **63**, 641 (1974).

178. J. Tejada; W. Braun; A. Goldmann; M. Cardona. «Valence Bands of Ag Halides Determined by X-ray and UV-Photoemission». *International Conference Electron Spectroscopy, Namur, Belgium, 1974. Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena* **5**, 583 (1974).

179. M. Cardona; F. Cerdeira; T. A. Fjeldly. «On the Sign of the Raman Tensor of Diamond and Zincblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **10**, 3433 (1974).

180. A. M. Joullie; C. Alibert; R. Ranvaud; M. Cardona. «First Observation of Landau Levels by Electroreflectance at the  $E_1$  and  $E_1 + \Delta_1$  Edges of InSb». *Phys. Stat. Sol. (b)* **64**, 599 (1974).

181. M. A. Renucci; J. B. Renucci; R. Zeyher; M. Cardona. «Second Order Raman Scattering in Germanium in the Vicinity of the  $E_1$  and  $E_1 + \Delta_1$  Edges». *Phys. Rev. B* **10**, 4309 (1974).

182. W. Braun; A. Goldmann; J. Tejada; N. J. Shevchik; M. Cardona. «The Application of Far UV Sources for Determining the Valence Band Structure of Solids». *IV International Conference on Vacuum-Ultraviolet Radiation Physics, Hamburg, 1974*, p. 408.

183. B. D. McCombe; M. A. Renucci; J. B. Renucci; R. L. Schmidt; R. N. Tyte; M. Cardona. «Resonant Second Order Raman Scattering in Tetrahedral Semiconductors». *12th International Conference on the Physics of Semiconductors, Stuttgart, 1974*, p. 501.

184. S. G. Bishop; N. J. Shevchik; M. Cardona. «Monochromatized X-ray

and Far-UV Photoemission Studies of  $II_3-V_2$  Semiconductors». A: *Vacuum Ultraviolet Radiation Physics*, ed. by Kodi, Haensel, and Kunz. Braunschweig: Pergamon-Vieweg, 1974, p. 497.

185. W. Braun; A. Goldmann; M. Cardona. «Partial Density of Valence States of Amorphous and Crystalline  $AgInTe_2$  and  $CuInS_2$ ». *Phys. Rev. B* **10**, 5069 (1974).

186. M. Cardona. «International Conference on the Physics of Semiconductors, Stuttgart, 1974 - Concluding Remarks». *Proceedings of the 12th International Conference on the Physics of Semiconductors, Stuttgart, 1974*, ed. by M. Pilkuhn. Stuttgart: Teubner, 1974, p. 1339.

187. R. Ranvaud; C. Alibert; A. M. Joullie; M. Cardona. «Electroreflectance Studies of Interband Transitions in Ge, InSb, and GaAs in High Magnetic Fields». *Proceedings of the 12th International Conference on the Physics of Semiconductors, Stuttgart, 1974*, ed. by M. Pilkuhn. Stuttgart: Teubner, 1974, p. 536.

188. R. L. Schmidt; D. B. McCombe; M. Cardona. «Resonant First and Second Order Raman Scattering in ZnTe». *Phys. Rev. B* **11**, 746 (1975).

189. J. B. Renucci; R. N. Tyte; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Silicon». *Phys. Rev. B* **11**, 3885 (1975).

190. W. Richter; J. B. Renucci; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Zone Edge TA-Phonons in Silicon». *Solid State Commun.* **16**, 131 (1975).

191. J. Tejada; N. J. Shevchik; W. Braun; A. Goldmann; M. Cardona. «Valence Bands of AgCl and AgBr: UV Photoemission and Theory». *Phys. Rev. B* **12**, 1557 (1975).

192. S. Go; H. Bilz; M. Cardona. «Bond Charge, Bond Polarizability, and Photon Spectra in Semiconductors». *Phys. Rev. Lett.* **34**, 580 (1975).

193. J. S. Lannin; J. M. Calleja; M. Cardona. «Second Order Raman Scattering in the Group  $V_b$  Semimetals: Bi, Sb, and As». *Phys. Rev. B* **12**, 585 (1975).

194. W. Kiefer; W. Richter; M. Cardona. «Second Order Raman Scattering in InSb». *Phys. Rev. B* **12**, 2346 (1975).

195. M. Cardona (Editor, Chapter 1). *Light Scattering in Solids. Springer Topics in Applied Physics*, vol. 8. New York, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1975 (Second Edition: 1982).

196. B. Welber; C. K. Kim; M. Cardona; S. Rodríguez. «Dependence of the

Indirect Energy Gap of Silicon on Hydrostatic Pressure». *Solid State Commun.* 17, 1021 (1975).

197. M. Cardona; J. Jerphagnon. «Concluding Remarks». *Proceedings of the International Conference on Ternary Semiconductors, Strasbourg. Journal de Physique* 36, C3-189 (1975).

198. B. Welber; M. Cardona; C. K. Kim; S. Rodríguez. «Dependence of the Direct Energy Gap of GaAs on Hydrostatic Pressure». *Phys. Rev. B* 12, 5729 (1975).

199. S. Onari; E. Anastassakis; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in  $Mg_2Si$  and  $Mg_2Ge$ ». *Proceedings of the International Conference of Light Scattering in Solids, Campinas, Brazil, 1975*. Paris: Flammarion, 1975, p. 54.

200. W. Kiefer; W. Richter; R. L. Schmidt; M. Cardona. «Resonant Second Order Raman Scattering in Zincblende-type Semiconductors». *Proceedings of the International Conference of Light Scattering in Solids, Campinas, Brazil, 1975*. Paris: Flammarion, 1975, p. 98.

201. W. Richter; R. Zeyher; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering under Uniaxial Stress:  $E_1 - E_1 + \Delta_1$  Gaps». *Proceedings of the International Conference of Light Scattering in Solids, Campinas, Brazil, 1975*. Paris: Flammarion, 1975, p. 63.

202. E. Anastassakis; H. Bilz; M. Cardona. «Acoustic and Optical One-Phonon Density of States in Antiferromagnetic GdS». *Proceedings of the International Conference of Light Scattering in Solids, Campinas, Brazil, 1975*. Paris: Flammarion, 1975, p. 367.

203. R. Trommer; E. Anastassakis; M. Cardona. «Raman Investigations on GaAs at  $E_1$  and under High Hydrostatic Pressure near  $E_0$ ». *Proceedings of the International Conference of Light Scattering in Solids, Campinas, Brazil, 1975*. Paris: Flammarion, 1975, p. 396.

204. C. K. Kim; M. Cardona; S. Rodríguez. «The Effect of the Free Carriers on the Elastic Constants of p-Type Silicon and Germanium». *Phys. Rev. B* 13, 5429 (1976).

205. S. Go; H. Bilz; M. Cardona. «Bond Polarizations and Energy Bands of Covalent Semiconductors». *Proceedings of the International Conference of Light Scattering in Solids, Campinas, Brazil, 1975*. Paris: Flammarion, 1975, p. 337.

206. R. Zeyher; H. Bilz; M. Cardona. «On the  $Lcu^4$  Law in Microscopic Theories of Inelastic Light Scattering». *Solid State Commun.* 19, 57 (1976).

207. J. Tejada; M. Cardona. «The valence bands of the  $Mg_2$  ( $X = Si, Ge, Sn$ ) semiconducting compounds». *Phys. Rev. B* **14**, 2550 (1976).
208. M. Cardona. «Photoelektronenspektroskopie an Halbleitern». *Wiss. Z. Karl-Marx-Universität Leipzig. Math. Naturwissenschaften R*, 25 Jg. 204 (1976).
209. P. C. Kemeny; M. Cardona. «Photoemission Study of the Density of Valence States and d-Core Levels in SnTe». *J. Phys. C: Solid State Phys.* **9**, 1361 (1976).
210. W. Braun; M. Cardona. «Electronic Density of States of Amorphous  $CuGaS_2$  and  $ZnGeAs_2$ ». *Phys. Stat. Sol. (b)* **76**, 251 (1976).
211. S. Onari; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering III-IV semiconductors  $Mg_2Si$ ,  $Mg_2Ge$ , and  $Mg_2Sn$ ». *Phys. Rev. B* **14**, 3520 (1976).
212. S. Onari; R. Trommer; M. Cardona. «Relative Raman Cross Section and Deformation Potentials of Several Semiconductors at the  $E_1$  Resonance». *Solid State Commun.* **19**, 1145 (1976).
213. M. Cardona. «The Transverse Reduced Mass of the  $E_1$  and  $E_1 + \Delta_1$  Transitions in Silicon». *Phys. Rev. B* **15**, 5999 (1977).
214. M. Cardona. «Synchrotron Radiation». *A: Encyclopedia of Physics*, ed. by R. G. Lerner and G. L. Trigg. Reading, Mass.: Addison Wesley, 1981.
215. R. Schmidt; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in the Zinc-Chalcogenides». *Proceedings of the XIII. International Conference on the Physics of Semiconductors, Rome, Italy*, ed. by F.G. Fumi. Rome: Tip. Marves, 1976, p. 239.
216. M. Chandrasekhar; J. B. Renucci; M. Cardona; E. O. Kane. «Inter- and Intraband Raman Scattering by Free Electrons in Heavily Doped Si (P)». *Proceedings of the XIII. International Conference on the Physics of Semiconductors, Rome, Italy*, ed. by F. G. Fumi. Rome: Tip. Marves, 1976, p. 255.
217. R. Trommer; A. Pinczuk; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in GaAs». *Proceedings of the XIII. International Conference on the Physics of Semiconductors, Rome, Italy*, ed. by F.G. Fumi. Rome: Tip. Marves, 1976, p. 231.
218. B. Welber; M. Cardona. «Effect of Hydrostatic Pressure on the Direct Absorption Edge on Germanium». *Phys. Rev. B* **15**, 875 (1977).
219. O. Brafman; M. Cardona. «Raman Scattering Study of Pressure Induced Phase Transitions in CuI». *Phys. Rev. B* **15**, 1081 (1977).
220. H. R. Chandrasekhar; R. G. Humphreys; U. Zwick; M. Cardona. «Infrared and Raman Spectra of the IV-VI Compounds SnS and SnSe». *Phys. Rev. B* **15**, 2177 (1977).

221. S. Onari; M. Cardona; E. Schönherr; W. Stetter. «Effect of Stress on the Raman Spectra of  $Mg_2Si$  and  $Mg_2Sn$ ». *Phys. Stat. Sol. (b)* **79**, 269 (1977).
222. P. C. Kemeny; J. Azoulay; M. Cardona; L. Ley. «Photoelectron spectra of GeS, GeSe, SnS, and SnSe and their Relation to Structural Trends and Phase Transitions within the Average Valence- <5> Compounds». *Nuovo Cim* **39 B**, 709 (1977).
223. R. Trommer; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering by 2TO Phonons and the Ordering of Conduction Band Minima in GaAs». *Solid State Commun.* **21**, 153 (1977).
224. T. P. Martin; R. Merlin; D. F. Huffman; M. Cardona. «Resonant Two-Magnon Raman Scattering in  $\alpha-Fe_2O_3$ ». *Solid State Commun.* **22**, 565 (1977).
225. T. Grandke; L. Ley; M. Cardona. «Valence Band Structure of PbS from Angle-Resolved Photoemission». *Phys. Rev. Lett.* **38**, 1033 (1977).
226. A. Pinczuk; G. Abstreiter; R. Trommer; M. Cardona. «Raman Scattering by Wavevector Dependent Coupled Plasmon - LO Phonons of n-GaAs». *Solid State Commun.* **21**, 959 (1977).
227. G. Güntherodt; P. Grünberg; E. Anastassakis; H. Bilz; M. Cardona; H. Hackford; W. Zinn. «Phonons in GdS - Raman Scattering of an fcc Metal». *Phys. Rev. B* **16**, 3504 (1977).
228. D. E. Aspnes; M. Cardona. «Strain Dependence of Effective Masses in Tetrahedral Semiconductors». *Phys. Rev. B* **16**, 726 (1978).
229. M. H. Brodsky; M. Cardona; J. J. Cuomo. «Infrared and Raman Spectra of the Silicon-Hydrogen Bonds in Amorphous Silicon Prepared by Glow Discharge and Sputtering». *Phys. Rev. B* **16**, 3556 (1977).
230. M. Chandrasekhar; M. Cardona; E. Kane. «Intraband Raman Scattering by Free Carriers in Heavily Doped n-Si». *Phys. Rev. B* **16**, 3579 (1977).
231. A. Otto; L. Ley; J. Azoulay; T. Grandke; R. Eymard; W. Braun; M. Cardona. «Electron-Hole Interaction in the d-Electron Excitations of GeS, GeSe, SnS, and SnSe». *Phys. Rev. B* **16**, 4429 (1977).
232. J. M. Calleja; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in ZnO». *Phys. Rev. B* **16**, 3753 (1977).
233. W. Eberhardt; G. Kalkoffen; C. Kunz; D. Aspnes; M. Cardona. «Surface Band Bending, EDC and Yield Spectroscopy from 2p Core Levels in Heavily Doped Silicon». *Report on Synchrotron Radiation*, p. 255.

234. H. R. Chandrasekhar; R. G. Humphreys; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Raman Spectra of IV-VI Layer Compounds GeS and GeSe». *Phys. Rev. B* **16**, 2981 (1977).
235. J. M. Calleja; J. Kuhl; M. Cardona. «Resonant Brillouin and Raman Scattering in Diamond».
236. D. Bermejo; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Amorphous Silicon». *Amorphous and Liquid Semiconductors* (University of Edinburgh, 1977), p. 343.
237. D. E. Aspnes; M. Cardona. «Piezoresistance and the Conduction Band Minima of GaAs». *Phys. Rev. B* **17**, 741 (1978).
238. T. Grandke; L. Ley; M. Cardona. «Valence Band Structure of PbS from Angle-Resolved Photoemission». *Phys. Rev. Lett.* **38**, 832 (1977). (repeated 221).
239. H. R. Trebin; M. Cardona; R. Ranvaud; U. Rössler. «Stress Induced k-linear Terms in the Band Structure of InSb». *Proc. of Int. Conf. on the Physics of Narrow Gap Semiconductors, Warsaw, Sept. 12-15, 1977*, ed. by Rauluskiewicz, Gorska, and Kaczmarek. Warsaw: Polish Sci. Pub., 1978, p. 227.
240. T. Grandke; L. Ley; M. Cardona. «Angular Resolved Photoemission from PbS (100) for 16.85 eV and 21.22 eV of Exciton Energy». *Solid State Commun.* **23**, 897 (1977).
241. M. Iliev; M. Sinyukov; M. Cardona. «Resonant First and Second Order Raman Scattering in Gray Tin». *Phys. Rev. B* **16**, 5350 (1977).
242. B. von Roedern; L. Ley; M. Cardona. «Photoelectron Spectra of Hydrogenated Amorphous Silicon». *Phys. Rev. Lett.* **39**, 1576 (1977).
243. T. Grandke, L. Ley, and M. Cardona. «Spin-Orbit Splitting in the Valence Bands of PbSe from Angle-Resolved UV Photoemission». *Solid State Commun.* **24**, 287 (1977).
244. W. Richter, T. Fjeldly, J.B. Renucci, and M. Cardona. «Hydrostatic Pressure Dependence of the Zone-Center Phonons in Group Vb Materials: As, Sb, Bi». *Lattice Dynamics*. Paris: Flammarion, 1977, p. 103.
245. T. Grandke; L. Ley; M. Cardona; H. Preier. «Spin-Orbit Splitting in the Valence Bands of PbSe from Angle-resolved UV Photoemission». *Solid State Commun.* **24**, 287 (1977).
246. M. Chandrasekhar; M. Cardona. «Self Energy of Phonons Interacting with Free Electron in Silicon». *Solid State Commun.* (1977).

247. R. Trommer; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in GaAs». *Phys. Rev. B* **17**, 1865 (1978).
248. M. Chandrasekhar; M. H. Grimsditch; M. Cardona. «A New Method to Measure Stress Induced Birefringence in an Opaque Material: Stress Induced Raman Scattering». *J. Opt. Soc. America* **68**, 523 (1978).
249. M. Chandrasekhar; J. B. Renucci; M. Cardona. «Effects of Interband Excitations on Raman Phonons in Heavily Doped n-Si». *Phys. Rev. B* **17**, 1623 (1978).
250. J. M. Calleja; J. Kuhl; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Diamond». *Phys. Rev. B* **17**, 876 (1978).
251. G. Winterling; E. S. Koteles; M. Cardona. «Observation of Forbidden Brillouin Scattering Near an Exciton Resonance». *Phys. Rev. Lett.* **39**, 1286 (1977).
252. M. Sinyukov; R. Trommer; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in InP». *Phys. Stat. Sol. (b)* **86**, 5631 (1978).
253. M. Chandrasekhar; M. H. Grimsditch; M. Cardona. «Piezobirefringence above the Fundamental Edge in Si». *Phys. Rev. B* **18**, 4301 (1978).
254. W. Richter; R. Zeyher; M. Cardona. «Resonance Raman Scattering in Semiconductors under Uniaxial Stress:  $E_1$ ,  $(E_1 + \Delta_1)$ -gaps». *Phys. Rev. B* **18**, 4312 (1978).
255. D. E. Aspnes; M. Cardona. «k-Linear Coupling and  $E_1$  Transitions in GaAs». *Solid State Commun.* **27**, 397 (1978).
256. R. G. Humphreys; U. Rössler; M. Cardona. «Indirect Exciton Fine Structure in GaP and the effect of Uniaxial Stress». *Phys. Rev. B* **18**, 5590 (1978).
257. M. H. Brodsky; M. Cardona. «Local Order as Determined by Electronic and Vibrational Spectroscopy: Amorphous Semiconductors». *J. of Non-Cryst. Solids* **31**, 81 (1978).
258. G. Güntherodt; R. Merlin; A. Frey; M. Cardona. «Optic Phonon Anomalies and f-d Hybridization in SmS and SmB<sub>6</sub>». *Solid State Commun.* (1978).
259. W. Eberhardt; G. Kalkoffen; C. Kunz; D. Aspnes; M. Cardona. «Photoemission Studies of 2p Core Levels of Pure and Heavily Doped Silicon». *Phys. Stat. Sol. (b)* **88**, 135 (1978).
260. T. Grandke; L. Ley; M. Cardona. «Angle-Resolved UV Photoemission and Electronic Band Structure of the Lead Chalcogenides». *Phys. Rev. B* **18**, 3847 (1978).

261. M. Cardona; L. Ley. «Photoemission in Solids I - General Principles». A: *Topic of Applied Physics*, vol. 26. Heidelberg: Springer Verlag, 1978.
262. M. H. Grimsditch; E. Anastassakis; M. Cardona. «Effect of Uniaxial Stress in the Zone-Center Optical Phonon of Diamond». *Phys. Rev. B* **18**, 901 (1978).
263. R. Merlin; G. Güntherodt; R. Humphreys; M. Cardona; R. Suryanarayanan; F. Holtzberg. «Multiphonon Processes in YbS». *Phys. Rev. B* **17**, 4951 (1978).
264. D. Bermejo; M. Cardona. «Infrared Absorption in Hydrogenated Amorphous and Crystallized Germanium». *J. of Non-Cryst. Solids* **32** 421 (1979).
265. D. Bermejo; M. Cardona. «Raman Scattering in Pure and Hydrogenated Amorphous Germanium and Silicon». *J. of Non-Cryst. Solids* **32**, 405 (1979).
266. D. Olego; H. R. Chandrasekhar; M. Cardona. «Self Energy of Phonons in Heavily Doped p-type Ge and GaAs». *Inst. Phys. Conf. Ser. No. 43*, 1313 (1979).
267. M. Chandrasekhar; U. Rössler; M. Cardona. «Intra- and Interband Raman Scattering in Heavily Doped p-Si». *Proceedings 14th Int. Conf. Physics Semiconductors, Edinburgh 1978*, p. 961.
268. T. Grandke; L. Ley. «Interpretation of Angle-Resolved Photoemission from the Lead Salts». *Proceedings 14th Int. Conf. Physics Semiconductors, Edinburgh 1978*, p. 1085.
269. M. Grimsditch and M. Cardona. «Absolute Cross Sections of Raman Scattering in Silicon». *Proceedings 14th Int. Conf. Physics Semiconductors, Edinburgh 1978*, p. 639.
270. V. Lemos; F. Cerdeira; M. Cardona. «Atomic Motions Corresponding to Zone Center Phonons in Paratellurite». *Phys. Stat. Sol. (b)* **88**, 199 (1978).
271. M. H. Grimsditch; E. Anastassakis; M. Cardona. «Piezobirefringence in Diamond». *Phys. Rev. B* **19**, 3240 (1979).
272. H. Wieder; M. Cardona; C. R. Guarnieri. «Vibrational Spectrum of Hydrogenated Amorphous Si-C Films». *Phys. Stat. Sol. (b)* **92**, 99 (1979).
273. R. Merlin; T. P. Martin; A. Polian; M. Cardona; B. Andlauer; D. Tannhauser. «Two Magnon Resonant Raman Scattering in Transition Metal Oxides». *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **9**, 83 (1978).
274. F. Canal; M. Grimsditch; M. Cardona. «Piezorefringence in GaP and InP». *Solid State Commun.* **29**, 523 (1979).



275. D. E. Aspnes; M. Cardona; V. Saile; M. Skibowski; G. Sprüssel. «Fine Structure in Optical Transitions from 3d and 4d Core levels to the Lower Conduction Band in Ga-V and In-V Compounds». *Solid State Commun.* **31**, 99 (1979).
276. B. von Roedern; L. Ley; M. Cardona; F. W. Smith. «Photoemission Studies on in situ Prepared Hydrogenated Amorphous Silicon Films». *Phil. Mag B* **40**, 433 (1979).
277. Y. Oka; M. Cardona. «Resonance Raman Scattering of Excitonic Polaritons by LO and Acoustic Phonons in ZnTe». *Solid State Commun.* **30**, 447 (1979).
278. A. Pinczuk; G. Abstreiter; R. Trommer; M. Cardona. «Resonance Enhancement of Raman Scattering by Electron-Gas Excitations of n-GaAs». *Solid State Commun.* **30**, 29 (1979).
279. M. H. Grimsditch; D. Olego; M. Cardona. «Absolute Cross Section of First-Order Raman Scattering in GaAs». *Phys. Rev. B* **20**, 1758 (1979).
280. R. L. Schmidt; K. Kunc; M. Cardona; H. Bilz. «Second Order Raman Scattering in II-VI Semiconductors: Relative Intensities and Trends». *Phys. Rev. B* **20**, 3345 (1979).
281. L. Ley; M. Cardona. «Photoemission in Solids II. Case Studies». A: *Topics in Applied Physics*, vol. 27. Heidelberg: Springer Verlag, 1979.
282. T. Grandke; M. Cardona; L. Ley. «Temperature Effects on Valence Bands in Semiconducting Lead Chalcogenides». *Solid State Commun.* **32**, 353 (1979).
283. G. Abstreiter; R. Trommer; M. Cardona; A. Pinczuk. «Coupled Plasmon-LO-Phonon and Lindhard-Mermin Dielectric Constant of n-GaAs». *Solid State Commun.* **30**, 703 (1979).
284. M. Cardona, M. H. Grimsditch, and D. Olego. «Theoretical and Experimental Determinations of Raman Scattering Cross Sections in Simple Solids». A: *Light Scattering in Solids*, ed. by J. L. Birman, H. Z. Cumma. New York: Plenum Publ. Co., 1979.
285. T. Grandke; M. Cardona. «Electronic Properties of Clean and Oxygen Covered (100) Cleaved Surfaces of PbS». *Surf. Science* **92**, 385 (1980).
286. H. Müller; R. Trommer; M. Cardona; P. Vogl. «The Pressure Dependence of the Direct Absorption Edge on InP». *Phys. Rev. B* **21**, 4879 (1980).
287. R. Trommer; H. Müller; M. Cardona; P. Vogl. «Dependence of the Phonon Spectrum of InP on Hydrostatic Pressure». *Phys. Rev. B* **21**, 4869 (1980).

288. D. Olego; M. Cardona. «Raman Scattering by LO-Phonon-Plasmon Coupled Modes in p-type GaAs: Wave Vector Non Conservation». *Solid State Commun.* **32**, 375 (1979).

289. K. J. Gruntz; L. Ley; M. Cardona; R. Johnson; G. Harbeke; B. von Roedern. «Photoemission Spectroscopy of Amorphous Hydrogenated Germanium». *J. Non-Cryst. Solids* **35 & 36**, 453 (1980).

290. C. J. Fang; K. J. Gruntz; M. Cardona; F. J. Demond; G. Müller; S. Kalbitzer. «The Hydrogen Content of a-Ge:H and a-Si:H as Determined by IR Spectroscopy, Gas Evolution and Nuclear Reaction Techniques». *J. Non-Cryst. Solids* **35 & 36**, 255 (1980).

291. D. Olego; M. Cardona. «Luminescence above the Gap in Heavily Zn-Doped GaAs». *Solid State Commun.* **32**, 1027 (1979).

292. M. Chandrasekhar; U. Rössler; M. Cardona. «Intra- and Interband Raman Scattering by Free Carriers in Heavily Doped p-Si». *Phys. Rev. B* **22**, 761 (1980).

293. M. H. Grimsditch; E. Kisela; M. Cardona. «Real and Imaginary Elasto-Optic Constants of Silicon». *Phys. Stat. Sol. (b)* **60**, 135 (1980).

294. D. Olego; M. Cardona. «Photoluminescence in Heavily Doped GaAs - I: Temperature and Hole Concentration Dependence». *Phys. Rev. B* **22**, 886 (1980).

295. D. Olego; M. Cardona; H. Müller. «Photoluminescence in Heavily Doped GaAs - II. Hydrostatic Pressure Dependence». *Phys. Rev. B* **22**, 894 (1980).

296. H. Müller; S. Ves; H. D. Hochheimer; A. Jayaraman; M. Cardona. «Pressure-Induced Phase Transitions and Shifts in the Absorption Edge of CuCl». *Phys. Rev. B* **22**, 1052 (1980).

297. D. Olego; M. Cardona; U. Rössler. «Intra- and Inter-Valence-Band Electronic Raman Scattering in Heavily Doped p-GaAs». *Phys. Rev. B* **22**, 1905 (1980).

298. M. Chandrasekhar; U. Rössler; M. Cardona. «Intra- and Interband Raman Scattering by Free Carriers in Heavily Doped p-Si». *Phys. Rev. B* **22**, 761 (1980).

299. M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Tetrahedral Semiconductors». A: *Raman Spectroscopy*, ed. by W. F. Murphy. Amsterdam: North Holland, 1980, p. 14.

300. H. Shanks; C. J. Fang; L. Ley; M. Cardona; F. J. Demond; S. Kalbitzer. «Infrared Spectrum and Structure of Hydrogenated Amorphous Silicon». *Phys. Stat. Sol. (b)* **100**, 43 (1980).
301. M. Chandrasekhar; H. R. Chandrasekhar; M. Grimsditch; M. Cardona. «A Study of the Localized Vibrations of Boron in Heavily Doped Si (B)». *Phys. Rev. B* **22**, 4825 (1980).
302. S. C. Shen; C. J. Fang; M. Cardona; L. Genzel. «Far Infrared Absorption of Pure and Hydrogenated a-Ge and a-Si». *Phys. Rev. B* **22**, 2913 (1980).
303. M. Grimsditch; M. Cardona; J. M. Calleja; F. Meseguer. «Resonance in the Raman Scattering of  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SrF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$  and Diamond». *J. of Raman Spectroscopy* **1**, 77 (1981).
304. C. J. Fang; L. Ley; H. R. Shanks; K. J. Gruntz; M. Cardona. «The Bonding of Fluorine in Amorphous Hydrogenated Si». *Phys. Rev. B* **22**, 2913 (1980).
305. C. Carlone; D. Olego; A. Jayaraman; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Raman Modes and Pressure-Induced Phase Changes in  $\text{CuGaS}_2$  and  $\text{AgGaS}_2$ ». *Phys. Rev. B* **22**, 3877 (1980).
306. P. B. Allen; M. Cardona. «Theory of the Temperature Dependence of the Direct Gap of Germanium». *Phys. Rev. B* **23**, 1495 (1981). *Erratum: Phys. Rev. B* **24**, 7479 (1981).
307. M. Grimsditch; M. Cardona. «Absolute Cross-Section for Raman Scattering by Phonons in Silicon». *Phys. Stat. Sol. (b)* **102**, 1155 (1980).
308. M. Cardona. «Some Properties of Si, Ge, and III-V Compounds for the *Landolt-Börnstein Tables* New Series, Group III», vol. 17, *Semiconductors*, ed. by O. Madelung. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1982.
309. E. Anastassakis; M. Grimsditch; M. Cardona. «Laser Modulated Absorption in Diamond». *J. Phys. C* **13**, 6421 (1980).
310. H. Höchst; L. Ley; M. Cardona. «Angular Resolved UV Photoemission of the  $\text{PbTe}(111)$  Surface». *J. Phys. Soc. Japan* **49**, Suppl. A (1980).
311. L. Ley; H. R. Shanks; C. J. Fang; K. J. Gruntz; M. Cardona. «Infrared and Photoemission Spectra of Amorphous Fluorinated Silicon». *J. Phys. Soc. Japan* **49**, Suppl. A (1980).
312. M. Cardona. «Light Scattering by Free Electrons and Electron-Phonon Coupled Modes in Semiconductors». *J. Phys. Soc. Japan* **49**, Suppl. A (1980), p. 23.
313. D. Olego; M. Cardona; H. Müller. «Hydrostatic Pressure Dependence

of the Photoluminescence in Heavily Doped GaAs». *J. Phys. Soc. Japan* **49**, Suppl. A (1980), p. 129.

314. S. C. Shen; M. Cardona. «Local and Quasi-Local Vibrational Modes in Si in Ge». *Solid State Commun.* **36**, 327 (1980).

315. Y. Oka; M. Cardona. «Resonant Spin-Flip Raman Scattering on Donor and Acceptor States in ZnTe». *Phys. Rev. B* **23**, 4129 (1981).

316. M. Chandrasekhar; H. R. Chandrasekhar; M. Grimsditch; M. Cardona. «Study of the Localized Vibrations of Boron in Heavily Doped Si». *Phys. Rev. B* **22**, 4825 (1980).

317. D. Olego; M. Cardona. «Self Energy Effects of the Optical Phonons in Heavily Doped p-GaAs and p-Ge». *Phys. Rev. B* **23**, 6592 (1981).

318. M. Cardona; S. C. Shen; S. P. Varma. «Infrared Absorption and Raman Spectra of Li-Compensated B-Doped Si». *Phys. Rev. B* **23**, 5329 (1981).

319. S. C. Shen; M. Cardona. «Infrared and Far Infrared Absorption of B- and P-Doped Amorphous Si». *Phys. Rev. B* **23**, 5322 (1981).

320. D. P. Vu; Y. Oka; M. Cardona. «Resonant Brillouin Scattering in CuBr». *Phys. Rev. B* **24**, 765 (1981).

321. E. Anastassakis; M. Cardona. «Internal Strains and Raman-Active Optical Phonons». *Phys. Stat. Sol. (b)* **104**, 589 (1981).

322. S. C. Shen; C. J. Fang; M. Cardona. «The "Acoustic Local" Mode of H, D, and F in Amorphous Germanium and Silicon». *Phys. Stat. Sol. (b)* **101**, 451 (1980).

323. S. Ves; D. Götzl; M. Cardona; H. Overhof. «Pressure Dependence of the Optical Properties and the Band Structure of the Copper and Silver Halides». *Phys. Rev. B* **24**, 3073 (1981).

324. S. Ves; M. Cardona. «A New Application of the Diamond Anvil Cell: Measurements under Uniaxial Stress». *Solid State Commun.* **38**, 1109 (1981).

325. J. M. Calleja; H. Vogt; M. Cardona. «Absolute Raman Scattering Efficiencies of Some Zinc-blende and Fluorite-Type Materials». *Phil. Mag. A* **45**, 239 (1982).

326. M. Cardona. «La radiación del sincrotrón y sus aplicaciones». *Anales Real Sociedad Física y Química* (1982), p. 121

327. D. Olego; M. Cardona. «Raman Scattering by Two LO-Phonons near  $\Gamma$  in GaAs». *Solid State Commun.* **39**, 1071 (1981).

328. D. Olego; M. Cardona. «Raman Scattering by Coupled LO-Phonon-Plasmon Modes and Forbidden TO-Phonon Raman Scattering in Heavily Doped p-Type GaAs». *Phys. Rev.* **24**, 7217 (1981).
329. H. d'Amour; W. Denner; H. Schulz; M. Cardona. «A Uniaxial Stress Apparatus for Single Crystal X-ray Diffraction on a Four Circle Diffractometer: Application to Silicon and Diamond». *J. Appl. Cryst.* **15**, 148 (1982).
330. D. Olego; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Optical Phonons and Transverse Effective Charge in 3C-SiC». *Phys. Rev. B* **25**, 3889 (1982).
331. D. Olego; M. Cardona; P. Vogl. «Pressure Dependence of the Optical Phonons and Transverse Effective Charge in 3C-SiC». *Phys. Rev. B* **25**, 3878 (1982).
332. E. M. Anastassakis; M. Cardona. «Simulation of Long-Wavelength Optical Phonons by Generalized Internal Strains». *Journal de Physique C* **6**, 537 (1982).
333. S. Ves; A. Blacha; M. Cardona. «Uniaxial Stress Measurements with the Diamond Anvil Cell: Copper Halides». A: *High Pressure in Research and Industry*, ed. by C.M. Backman, T. Johansson, and L. Tegnér, p. 560 (1982).
334. D. Olego; M. Cardona. «Pressure Dependence of Raman Phonons of Ge and 3C-SiC». *Phys. Rev. B* **25**, 1151 (1982).
335. D. Olego; M. Cardona; P. Vogl. «Volume and Temperature Dependence of the Transverse Charge and the Ionicity of Tetrahedral Semiconductors». *Journal de Physique, Colloque C6*, supplément au n° 12, 42 (1981).
336. L. Pintschovius; J. A. Vergés; M. Cardona. «Self-Energy of Phonons Interacting with Free Carriers in Silicon». *J. Physique C* **6**, 634 (1981).
337. D. Bermejo; S. Montero; M. Cardona; A. Muramatsu. «Transferability of the Bond Polarizabilities: From Saturated Hydrocarbons to Diamond». *Solid State Commun.* **42**, 153 (1982).
338. Z. P. Wang; L. Ley; M. Cardona. «Infrared Spectroscopy of Amorphous Hydrogenated GaAs: Evidence for H-Bridges». *Phys. Rev. B* **26**, 3249 (1982).
339. S. C. Shen; Q. L. Jue; M. Cardona. «Infrared Absorption Spectra B- and P-Doped a-Si: Effects of Annealing». *Appl. Phys. A* **28**, 215 (1982).
340. A. Blacha; M. Cardona; N. E. Christensen; S. Ves; H. Overhof. «Spin-Orbit Splitting of the Copper Halides and its Volume Dependence». *Solid State Commun.* **43**, 183 (1982).

341. S. C. Shen; M. Cardona; L. Genzel. «Double-beam Optically Compensated Fourier Transform Spectrometer (FTS) and its Application to the Vibrational Spectra of Amorphous and Crystalline Si and Ge». SPIE vol. **289**, 17 (1981), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*.
342. F. Meseguer; J. C. Merle; M. Cardona. «Optical Deformation Potentials of the Copper Halides». *Solid State Commun.* **43**, 511 (1982).
343. J. A. Vergés; D. Glötzel; M. Cardona; O.K. Andersen. «Absolute Hydrostatic Deformation Potentials of Tetrahedral Semiconductors». *Phys. Stat. Sol. (b)* **113**, 519 (1982).
344. L. Pintschovius; J. A. Vergés; M. Cardona. «Self-Energies of Phonons in Heavily Doped n- and p-Type Silicon». *Phys. Rev. B* **26**, 5658 (1982).
345. M. Cardona; K. Kunc; R.M. Martin. «Internal Strain Parameter of Silicon and GaAs and Planar Force Constants». *Solid State Commun.* **44**, 1205 (1982).
346. A. Werner; J. A. Sanjurjo; M. Cardona. «X-Rays Investigations of the  $\alpha \rightarrow \beta$  Phase Transition in the  $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$  Solid Solutions at High Pressure». *Solid State Commun.* **44**, 155 (1982).
347. F. Meseguer; J. C. Merle; M. Cardona. «Resonance-Raman Scattering and Electron-Phonon Coupling in the Cuprous Halides». *Proceedings of the XVIth International Conference on Physics of Semiconductors, Montpellier, Sept. 6-10, 1982. Physica* **117B & 118B**, 374 (1983).
348. A. Blacha; M. Cardona; N. E. Christensen; S. Ves; M. Cardona. «Volume Dependence of the Spin-Orbit Splitting in the Copper Halides». *Proceedings of the XVIth International Conference on Physics of Semiconductors, Montpellier, Sept. 6-10, 1982. Physica* **117B & 118B**, 63 (1983).
349. L. Viña; M. Cardona. «Optical Constants of Pure and Heavily Doped Silicon and Germanium: Electronic Interband Transitions». *Proceedings of the XVIth International Conference on Physics of Semiconductors, Montpellier, Sept. 6-10, 1982. Physica* **117B & 118B**, 356 (1983).
350. Z. P. Wang; L. Ley; M. Cardona. «Infrared Spectroscopy of Amorphous Hydrogenated GaAs, GaP, GaSb: Evidence for Ga-H-Ga Bridges». *Proceedings of the XVIth International Conference on Physics of Semiconductors, Montpellier, Sept. 6-10, 1982. Physica* **117B & 118B**, 968 (1983).
351. P. B. Allen; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Direct Gap of Si and Ge». *Phys. Rev. B* **27**, 4760 (1983).

352. M. Cardona. «Vibrational Spectra of Hydrogen in Silicon and Germanium». *Phys. Stat. Sol. (b)* **118**, 463 (1983).
353. M. Cardona; G. Güntherodt. *Light Scattering in Solids II: Basic Concepts and Instrumentation*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1982.
354. M. Cardona; G. Güntherodt. *Light Scattering in Solids III: Recent Results*. Berlin, Heidelberg, New York, Springer Verlag, 1982.
355. E. López-Cruz; M. Cardona. «Raman Spectra of Two New Modifications of Germanium: Allo-Germanium and 4H-Ge». *Solid State Commun.* **45**, 787 (1983).
356. E. Martínez; M. Cardona. «Vibrational Spectra of a-Si:H, a-Si:F, and a-Ge:F: Bethe Lattice Calculations». *Phys. Rev. B* **28**, 880 (1983).
357. A. Blacha; S. Ves; M. Cardona. «Effects of Uniaxial Strain on the Exciton Spectra of CuCl, CuBr, and CuI». *Phys. Rev. B* **27**, 6346 (1983).
358. K. Strössner; W. Henkel; H. D. Hochheimer; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Elastic Constants in CsCN Measured by Brillouin Scattering». *Solid State Commun.* **47**, 567 (1983).
359. L. Viña; C. Umbach; A. Compaan; M. Cardona; A. Axmann. «The Electronic Structure of Heavily Doped Ion Implanted Laser Annealed Silicon: Ellipsometric Measurements». *Materials Research Society Conference, Strasbourg, May, 1983. J. de Physique, Colloque C5-197* (1983).
360. A. Compaan; G. Contréras; M. Cardona; A. Axmann. «Raman Scattering in Ultra Heavily Doped Si and Ge: The Dependence on Free Carrier and Substitutional Dopant Densities». *Materials Research Society Conference, Strasbourg, May, 1983. J. de Physique, Colloque C5-197* (1983).
361. G. Contreras; A. Compaan; J. Wagner; M. Cardona; A. Axmann. «The  $E_1 - E_1 + \Delta_1$  Transitions in Bulk Grown and in Implanted Laser Annealed Heavily Doped Germanium: Luminescence». *Materials Research Society Conference, Strasbourg, May, 1983. J. de Physique, Colloque C5-55* (1983).
362. G. Contreras; A. Compaan; A. Axmann. «Raman Studies of the P Local Mode Vibration in P Implanted, Laser Annealed Ge». *Materials Research Society Conference, Strasbourg, May, 1983*.
363. J. A. Sanjurjo; E. López-Cruz; P. Vogl; M. Cardona. «Dependence on Volume of the Phonon Frequencies and the IR Effective Charges of Several III-V Semiconductors». *Phys. Rev. B* **28**, 4579 (1983).

364. J. Menéndez; M. Cardona. «Temperature Dependence of the First Order Raman Scattering by Phonons in Si, Ge, and  $\alpha$ -Sn: Anharmonic Effects». *Phys. Rev. B* **29**, 2051 (1984).
365. J. Wagner; M. Cardona. «Absolute Efficiency and Dispersion of Raman Scattering by Phonons in Silicon». *Solid State Commun.* **48**, 301 (1983).
366. J. Menéndez; M. Cardona. «Interference between Allowed and Forbidden Raman Scattering by LO-Phonons in GaAs». *Phys. Rev. Lett.* **51**, 1297 (1983).
367. H. Richter; J. Trodahl; M. Cardona. «The Stretching Modes of the Si-H and Ge-H Bonds in Amorphous and Crystalline Ge and Si». *Proc. 10th Intl. Conf. on Amorphous and Liquid Semiconductors, Tokyo, Japan, 1983. J. of Non-Crystl. Solids* **59 & 60**, 181 (1983).
368. R. Sooryakumar; M. Cardona; J. C. Merle. «Resonant Brillouin Scattering in Cadmium Telluride». *Solid State Commun.* **48**, 581 (1983).
369. L. Viña; C. Umbach; M. Cardona; A. Compaan; A. Axmann. «Absorption Edge of Ultraheavily Doped Si». *Solid State Commun.* **48**, 457 (1983).
370. M. Cardona; P. Vogl. «Electron-Phonon Interaction and Phonon Softening in Ferroelectrics and Semiconductors». *Ferroelectrics* **53**, 49 (1984).
371. E. Lopéz-Cruz; M. Cardona; E. Martínez. «Raman Spectrum and Lattice Dynamics of GaGeTe». *Phys. Rev. B* **29**, 5774 (1984).
372. L. Viña; M. Cardona. «Effect of Heavy Doping on the Optical Properties and the Band Structure of Silicon». *Phys. Rev. B* **29**, 6739 (1984).
373. G. Contreras; A. K. Sood; M. Cardona; A. Compaan. «Effect of Free Carriers on the Raman Frequency of Ultraheavily Doped n-Si». *Solid State Commun.* **49**, 303 (1984).
374. A. K. Sood; M. Cardona. «Brillouin Study of Acoustic Phonon Softening and Optical Absorption Coefficients of Ultraheavily Doped n-Si». *Solid State Commun.* **49**, 299 (1984).
375. F. Cerdeira; V. Lemos; F. E. A. Melo; M. Cardona. «Effective Charges and their Pressure Dependence in  $\alpha$ LiIO<sub>3</sub>». *Phys. Stat. Sol. (b)* **122**, 53 (1984).
376. F. Cerdeira; N. Mestres; M. Cardona. «Light Scattering by Plasmons in Germanium». *Phys. Rev. B* **29**, 3737 (1984).
377. J. Wagner; C. Contreras; A. Compaan; M. Cardona; A. Axmann. «Germanium Extremely Heavily Doped by Ion-Implantation and Laser Annealing: A Photoluminescence Study». *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.* **23**, 147 (1984).



378. N. Mestres; F. Cerdeira; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering by Plasmons in n-Type Ge». *Solid State Commun.* **49**, 1103 (1984).
379. A. Blacha; H. Presting; M. Cardona. «Deformation Potentials of  $\vec{k} = 0$  States of Tetrahedral Semiconductors». *Phys. Stat. Sol. (b)* **126**, 11 (1984).
380. K. Aoki; E. Anastassakis; M. Cardona. «Dependence of Raman Frequencies and Scattering Intensities on Pressure in GaSb, InAs, and InSb Semiconductors». *Phys. Rev. B* **30**, 681 (1984).
381. K. Aoki; M. Cardona. «Effect of Pressure on Raman Scattering Efficiency of GaP». *Phys. Stat. Sol. (b)* **122**, 441 (1984).
382. K. Aoki; A. K. Sood; H. Presting; M. Cardona. «Pressure Dependence of the  $E_1$  Gap in GaSb - Resonant Raman Technique». *Solid State Commun.* **5**, 287 (1984).
383. F. Meseguer; M. Cardona; A. Cintas. «Birefringence Induced by Spatial Dispersion in KI». *Solid State Commun.* **50**, 371 (1984).
384. R. Sooryakumar; M. Cardona; J. C. Merle. «Resonant Brillouin Scattering in Cadmium Telluride». *Phys. Rev. B* **30**, 3261 (1984).
385. F. Meseguer; J. C. Merle; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in CuCl in the Region of the Edge Excitations». *Solid State Commun.* **50**, 709 (1984).
386. L. Viña; C. Umbach; M. Cardona; L. Vodopyanov. «Ellipsometric Studies of Electronic Interband Transitions in  $Cd_xHg_{1-x}Te$ ». *Phys. Rev. B* **29**, 6752 (1984).
387. M. Cardona; V. A. Maruschak; A. N. Titkov. «Stress-Induced Splitting of the Conduction Bands of GaAs and GaSb». *Solid State Commun.* **50**, 701 (1984).
388. K. Aoki; E. Anastassakis; M. Cardona. «Dependence of Raman Frequencies and Scattering Intensities on Pressure in Small-Band-Gap Semiconductors». *Proc. of the Int. Conf. on Solids under High Pressure, Izu-Nagaoka, Jan. 1984*.
389. N. E. Christensen; M. Cardona. «Splitting on the Conduction Band of GaAs for  $\vec{k}$  along [110]». *Solid State Commun.* **51**, 491 (1984).
390. L. Viña; S. Logothetidis; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Dielectric Function of Germanium». *Phys. Rev. B* **30**, 1979 (1984).
391. *Light Scattering in Solids IV: Electronic Scattering, Spin Effects, SERS, and Morphic Effects*. Ed. by M. Cardona and G. Güntherodt. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1984.

392. M. Cardona; J. Menéndez. «Allowed and Forbidden Scattering by LO-Phonons in Tetrahedral Semiconductors». *Proc. IXth Int. Conf. on Raman Spectroscopy, Tokyo, Japan, 1984*.
393. G. Fasol; M. Cardona; W. Hönl; H. G. von Schnering. «Lattice Dynamics of Hittorf's Phosphorus and Identification of Structural Groups and Defects in Amorphous Red Phosphorus». *Solid State Commun.* **52**, 307 (1984).
394. S. Logothetidis; L. Viña; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and the Interband Critical Points of InSb». *Phys. Rev. B* **31**, 947 (1985).
395. L. Viña; H. Höchst; M. Cardona. «Dielectric Function of  $\alpha$ -Sn and its Temperature Dependence». *Phys. Rev. B* **31** 958 (1985).
396. J. C. Merle, F. Meseguer, and M. Cardona. «Light Scattering in CuCl - Intrinsic and Extrinsic Effects». *Proc. of Int. Conf. on the Physics of Semiconductors*, ed. by J. D. Chadi and W. A. Harrison. New York: Springer, 1985, p. 1193.
397. G. Contreras; A. K. Sood; M. Cardona. «Light Scattering Due to Intervalley Electron Density Fluctuations in n-Si». *Proceedings, ICPS*, ed. by J. D. Chadi and W. A. Harrison. New York: Springer, 1985, p. 1129.
398. R. L. Johnson; J. H. Fock; L. Ley; M. Cardona. «Al 2p Core Exciton in AlSb». *Proceedings, ICPS*, ed. by J. D. Chadi and W. A. Harrison. New York: Springer, 1985), p. 817.
399. N. Mestres; F. Cerdeira; M. Cardona. «Light Scattering by Plasmons in Heavily Doped n-Type Ge and Si». *Proceedings, ICPS*, ed. by J. D. Chadi and W. A. Harrison. New York: Springer, 1985, p. 1113.
400. M. Cardona; P. B. Allen. «Theory of the Resonant Raman Scattering by Two Phonons in Germanium and Silicon». *Helv. Phys. Acta* **58**, 307 (1985).
401. J. Menéndez; M. Cardona. «Allowed and Forbidden Scattering by LO Phonons: Interference Effects». *Pure and Applied Chemistry* **57**, 2 (1985).
402. M. Cardona. «Electron and Phonon Self-Energies in Heavily Doped Germanium and Silicon». *Int. Conf. on Heavy Doping and the Metal-Insulator Transition in Semiconductors, Santa Cruz, USA. Solid State Electronics* **28**, 31 (1985).
403. M. Cardona; K. L. Shaklee; F. H. Pollak. «This Week's Citation Classic-Electroreflectance at a Semiconductor-Electrolyte Interface». *Current Contents* **24**, 14 (1984).

404. M. Cardona. «Pressure Dependence of Dynamical Charges and Ionicity of Semiconductors». *Proceedings, Physics and Physicochemistry of Highly Condensed Matter, Sept. 11-14, 1986. J. Physique C* **8**, 29 (1984).
405. P. Lautenschlager; P. B. Allen; M. Cardona. «Temperature Dependence of Band Gaps in Si and Ge». *Phys. Rev. B* **31**, 2163 (1985).
406. S. Logothetidis; L. Viña; M. Cardona. «Ellipsometric Study of Interband Transitions in Orthorhombic GeS». *Phys. Rev. B* **31**, 2180 (1985).
407. J. Menéndez; M. Cardona. «Interference Effects: A Key to Understanding Forbidden Raman Scattering by LO-Phonons in GaAs». *Phys. Rev. B* **31**, 3696 (1985).
408. J. Menéndez; M. Cardona; L. K. Vodopyanov. «Resonance Raman Scattering by LO-Phonons in  $Cd_xHg_{1-x}Te$  at the  $E_0 + \Delta_0$  Gap». *Phys. Rev. B* **31**, 3705 (1985).
409. A. K. Sood; G. Contreras; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Heavily Bulk Doped and Ion Implanted Laser Annealed n-Type Germanium». *Phys. Rev. B* **31**, 3760 (1985).
410. J. Wagner and M. Cardona. «First-Order Raman Scattering in Germanium Resonant with the  $E_0$  Gap». *Solid State Commun.* **53**, 845 (1985).
411. G. Contreras; M. Cardona; A. Compaan. «Vibrational Local Mode of Al-Implanted and Laser Annealed Ge». *Solid State Commun.* **53**, 857 (1985).
412. G. Contreras; M. Cardona; A. Axmann. «Raman Scattering Studied in Phosphorus Implanted and Laser Annealed Boron Doped Si». *Solid State Commun.* **53**, 861 (1985).
413. M. Cardona. «Raman Spectroscopy as applied to the Physics and Technology of Semiconductors». *Proceedings of 1984 Seoul Int. Symp. on the Physics of Semiconductors and Applications*. Korean Physical Society, 1984, p. 43.
414. M. Cardona. «Dielectric Function and Interband Transitions in Semiconductors». A: *Basic Properties of Optical Materials, Topical Conference on Basic Properties of Optical Materials, Gaithersburg, Maryland, USA, May 7-9, 1985*. NBS, Special Publications 697, 1985, p. 188.
415. A. K. Sood; J. Menéndez; M. Cardona; K. Ploog. «Resonance Raman Scattering by Confined LO- and TO-Phonons in GaAs-AlAs Superlattices». *Phys. Rev. Lett.* **54**, 2111 (1985).

416. A. K. Sood; J. Menéndez; M. Cardona; K. Ploog. «Interface Vibrational Modes in GaAs-AlAs Superlattices». *Phys. Rev. Lett.* **54**, 2115 (1985).
417. E. Anastassakis; M. Cardona. «Effects of Strains on the Dynamic Effective Charge of III-V Semiconductors». *Phys. Stat. Sol. (b)* **129**, 101 (1985).
418. A. K. Sood; E. Anastassakis; M. Cardona. «Raman Piezospectroscopy in GaAs Revisited». *Phys. Stat. Sol. (b)* **129**, 505 (1985).
419. G. Contreras; A. K. Sood; M. Cardona. «Raman Scattering by Intervalley Carrier Density Fluctuations in n-Si: Intervalley and Intravalley Mechanisms». *Phys. Rev. B* **32**, 924 (1985).
420. G. Contreras; A. K. Sood; M. Cardona. «Raman Scattering by Intervalley Carrier Density Fluctuations in n-Ge: Uniaxial Stress and Resonance Effects». *Phys. Rev. B* **32**, 930 (1985).
421. J. Menéndez; L. Viña; M. Cardona; E. Anastassakis. «Resonance Raman Scattering in InSb Revisited: Deformation Potentials and Interference Effects at the  $E_1$  Gap». *Phys. Rev. B* **32**, 3966 (1985).
422. A. K. Sood; J. Menéndez; M. Cardona; K. Ploog. «Second Order Raman Scattering by Confined Optical Phonons and Interface Vibrational Modes in GaAs-AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **32**, 1412 (1985).
423. J. Bartolomé; F. Palacio; J. M. Calleja; F. Agullo Rueda; M. Cardona; R. Migoni. «Spectroscopic Study of  $\text{NH}_4\text{ZnF}_3$  and  $\text{NH}_4\text{MnF}_3$  Perovskites». *J. Phys. C* **18**, 6083 (1985).
424. S. Ves; K. Strössner; C. K. Kim; M. Cardona. «Dependence of the Direct Energy Gap of GaP on Hydrogenated Pressure». *Solid State Commun.* **55**, 327 (1985).
425. P. Lautenschlager; S. Logothetidis; L. Viña; M. Cardona. «Ellipsometric Studies of the Dielectric Function of  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  Alloys». *Phys. Rev. B* **32**, 3811 (1985).
426. A. K. Sood; J. Menéndez; M. Cardona; K. Ploog. «Resonance Raman Scattering in GaAs/AlAs Superlattices». A: *Semiconductors Quantum Wells and Superlattices*, ed. by K. Ploog and N. T. Linh. Les Ulis: Ed. de Physique, 1986, p. 141.
427. G. Contreras; L. Tapfer; A. K. Sood; M. Cardona. «Physical Properties of Ion Implanted Laser Annealed n-Type Germanium». *Phys. Stat. Sol. (b)* **131**, 475 (1985).

428. K. Strössner; S. Ves; M. Cardona. «The Refractive Index of GaP and its Pressure Dependence». *Phys. Rev. B* **32**, 5514 (1985).
429. J. Wagner; M. Cardona. «Electronic Raman Scattering in Heavily Doped p-Type Germanium». *Phys. Rev. B* **32**, 8071 (1985).
430. N. Mestres; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering by Spin-Density Fluctuations in n-Type Germanium». *Phys. Rev. Lett.* **55**, 1132 (1985).
431. S. Logothetidis; P. Lautenschlager; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and the Interband Critical Points in Orthorhombic GeS». *Phys. Rev.* **33**, 1110 (1986).
432. A. Blacha; N. E. Christensen; M. Cardona. «Electronic Structure of the High Pressure Modifications of CuCl, CuBr, and CuI». *Phys. Rev. B* **33**, 2413 (1986).
433. S. Ves; K. Strössner; N. E. Christensen; C. K. Kim; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Lowest Direct Absorption Edge of ZnSe». *Solid State Commun.* **56**, 479 (1985).
434. M. Taniguchi; L. Ley; R. L. Johnson; J. Ghijsen; M. Cardona. «A Synchrotron Radiation Study of  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  ( $0 \leq x \leq 0.65$ )». *Phys. Rev. B* **33**, 1206 (1986).
435. M. Cardona. «Vibrational Spectra of a-Si». *Proc. of the 2nd Int. Conf. on Phonon Physics. Budapest*, ed. by J. Kollár, N. Króó, N. Menyárd, and T. Siklós. Singapore: World Scientific Pub. Co., 1985, p. 2.
436. M. Cardona. «Vibrations in Amorphous Silicon and its Alloys». *J. of Molecular Structure* **141**, 93 (1986).
437. K. Strössner; S. Ves; W. Dietrich; W. Gebhard; M. Cardona. «High Pressure X-Ray Investigations of Phase Transitions in  $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ ». *Solid State Commun.* **56**, 563 (1985).
438. P. Lautenschlager; P. B. Allen; M. Cardona. «Phonon-Induced Lifetime Broadenings of Electronic States and Critical Points in Si and Ge». *Phys. Rev. B* **33**, 5501 (1986).
439. S. Ves; K. Strössner; W. Gebhardt; M. Cardona. «Absorption Edge of  $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$  under Hydrostatic Pressure». *Phys. Rev. B* **33**, 4077 (1986).
440. S. Ves; K. Strössner; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Optical Phonon Frequencies and the Transverse Effective Charge in AlSb». *Solid State Commun.* **57**, 483 (1986).
441. N. Mestres and M. Cardona. «Light Emission at the  $E_1$  and  $E_1 + \Delta_1$

Gaps in Heavily Doped p-Type Ge and GaAs». *Solid State Commun.* **56**, 549 (1985).

442. K. Sood; M. Cardona. «Optical and Elastic Properties of Ultraheavily Doped Silicon». *Solid State Electr.* **28**, 210 (1985).

443. S. Ves; K. Strössner; W. Gebhardt; M. Cardona. «Optical Absorption in Cubic  $Zn_{1-x}Mn_xSe$  under Hydrostatic Pressure». *Solid State Commun.* **57**, 335 (1986).

444. W. Kauschke; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering and Interference Effects of LO-Phonons at the  $E_0 + \Delta_0$  Gap of InP». *Phys. Rev. B* **33**, 5473 (1986).

445. K. Strössner; S. Ves; C. K. Kim; M. Cardona. «Dependence of the Direct and Indirect Gap of AlSb on Hydrostatic Pressure». *Phys. Rev. B* **33**, 4044 (1986).

446. L. Viña; M. Cardona. «Optical Properties of Pure and Ultra-Heavily Doped Germanium: Theory and Experiment». *Phys. Rev. B* **34**, 2586 (1986).

447. M. Cardona; N. E. Christensen. «Deformation Potentials of the Direct Gap of Diamond». *Solid State Commun.* **58**, 421 (1986).

448. S. Logothetidis; M. Cardona; P. Lautenschlager; M. Garriga. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and the Interband Critical Points of CdSe». *Phys. Rev. B* **34**, 2458 (1986).

449. M. Cardona. «Comment to the article: g-Factor Anisotropy of Conduction Electrons in InSb» (by Y. F. Chen, M. Dombrowska, and J. K. Furdyna, *Phys. Rev. B* **31**, 7989 (1986)). *Phys. Rev. B* **34**, 7402 (1986).

450. M. Cardona; N. E. Christensen; G. Fasol. «The Terms Linear in  $\vec{k}$  in the Band Structures of Zincblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. Lett.* **56**, 2831 (1986).

451. M. Cardona. «Física del Estado Sólido». *Enzyklopedie Larousse* (Spanish Edition).

452. C. K. Kim; P. Lautenschlager; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Fundamental Energy Gap in AlAs». *Solid State Commun.* **59**, 797 (1986).

453. M. Cardona; N. E. Christensen; M. Dobrowolka; J. K. Furdyna; S. Rodriguez. «Spin Splitting of the Conduction Band of InSb along [110]». *Solid State Commun.* **60**, 17 (1986).

454. K. Winer; M. Cardona. «Theory of Infrared Absorption in Amorphous Silicon». *Solid State Commun.* **60**, 207 (1986).

455. W. Kauschke; N. Mestres; M. Cardona. «Spin Orientation by Optical

Pumping and Relaxation of Holes near the  $E_0 + \Delta_0$  Gap of InP and GaSb». *Proceedings of the Eighteenth International Conference on the Physics of Semiconductors, Stockholm, 1986*, ed. by O. Engström. Singapore: World Scientific, 1987, p. 1473.

456. M. Cardona; N. E. Christensen; G. Fasol. «Inversion Asymmetry Effects on the Spin-Orbit Coupling of Zincblende-Type Semiconductors». *Proceedings of the Eighteenth International Conference on the Physics of Semiconductors, Stockholm, 1986*, ed. by O. Engström. Singapore: World Scientific, 1987, p. 1133.

457. N. Mestres; W. Kauschke; M. Cardona; T. Suemoto. «Dipole-Allowed Scattering by Plasmons and its Interference with Forbidden Scattering GaSb». *Proceedings of the Eighteenth International Conference on the Physics of Semiconductors, Stockholm, 1986*, ed. by O. Engström. Singapore: World Scientific, 1987, p. 1705.

458. M. Cardona. «Folded, Confined, Interface, and Surface Vibrational Modes in Semiconductors Superlattices». *Lectures in Surface Science*, ed. by G. R. Castro and M. Cardona. Heidelberg: Springer Verlag 1987, p. 2.

459. P. Wickboldt; E. Anastassakis; R. Sauer; M. Cardona. «Raman Phonon Piezospectroscopy in GaAs: Infrared Measurements». *Phys. Rev. B* **35**, 1362 (1987).

460. K. Strössner; S. Ves; W. Hönle; W. Gebhardt; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Absorption in  $Zn_{1-x}Mn_xTe$  and  $Zn_{1-x}Mn_xSe$  and Pressure Induced Phase Transitions in  $Zn_{1-x}Mn_xTe$ ». *Proceedings of the Eighteenth International Conference on the Physics of Semiconductors, Stockholm, 1986*, ed. by O. Engström. Singapore: World Scientific, 1987, p. 1717.

461. A. K. Sood; W. Kauschke; J. Menéndez; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering by Optical Phonons in GaAs near the  $E_0$  Band-Gap». *Phys. Rev. B* **35**, 2886 (1987).

462. A. K. Sood; M. Cardona. «Rayleigh Surface Waves in Ultraheavily Doped n-Si». *Solid State Commun.* **60**, 629 (1986).

463. W. Kauschke; N. Mestres; M. Cardona. «Spin Relaxation of Holes in the Split-Hole Band of InP and GaSb». *Phys. Rev. B* **37**, 3843 (1987).

464. F. Cerdeira; E. Anastassakis; W. Kauschke; M. Cardona. «Stress-Induced Doubly Resonant Raman-Scattering in GaAs». *Phys. Rev. Lett.* **57**, 3209 (1986).

465. P. Lautenschlager; M. Garriga; S. Logothetidis; and M. Cardona. «Inter-

band Critical Points of GaAs and Their Temperature Dependence». *Phys. Rev. B* **35**, 9174 (1987).

466. M. Cardona; N. E. Christensen. «Acoustic Deformation Potentials and Heterostructure Band Offsets in Semiconductors». *Phys. Rev. B* **35**, 6182 (1987).

467. M. Garriga; P. Lautenschlager; M. Cardona; K. Ploog. «Optical Properties of AlAs». *Solid State Commun.* **61**, 157 (1987).

468. K. Strössner; S. Ves; C. K. Kim; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Lowest Direct Absorption Edge of ZnTe». *Solid State Commun.* **61**, 275 (1987).

469. W. Kauschke; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering by LO-Phonons near the  $E_0 + \Delta_0$ -Gap of GaSb». *Phys. Rev. B* **35**, 9619 (1987).

470. W. Kauschke; A. K. Sood; M. Cardona; K. Ploog. «Resonant Raman Scattering in GaAs-AlGaAs Superlattices: Impurity-Induced Fröhlich Interaction Scattering». *Phys. Rev. B* **36**, 1612 (1987).

471. S. Gopalan; P. Lautenschlager; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Shifts and Broadenings of the Critical Points in GaAs». *Phys. Rev. B* **35**, 5577 (1987).

472. K. Winer; M. Cardona. «Theory of Infrared Absorption in Silicon». *Phys. Rev. B* **35**, 8189 (1987).

473. W. Kauschke; V. Vorlíček; M. Cardona; L. Viña; W. I. Wang. «Interference Effects of Raman Scattering by LO-Phonons near the  $E_0 + \Delta_0$ -Gap Studied on (113), (111), and (111) Faces of GaAs». *Solid State Commun.* **61**, 487 (1987).

474. M. Cardona; T. Suemoto; N. E. Christensen; T. Isu; K. Ploog. «Electronic and Vibronic Structure of the  $(\text{GaAs})_1(\text{AlAs})_1$  Superlattices». *Phys. Rev. B* **36**, 5906 (1987).

475. M. Garriga; M. Cardona; N.E. Christensen; P. Lautenschlager; T. Isu; K. Ploog. «Interband Transitions of Thin layer GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **36**, 3254 (1987).

476. W. Kauschke; M. Cardona; E. Bauser. «Resonant Raman Scattering by LO-Phonons in  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  ( $x < 0.1$ ): Alloying and Interference Effects». *Phys. Rev. B* **35**, 8030 (1987).

477. L. Brey; N.E. Christensen; M. Cardona. «Deformation Potentials at the Valence Band Top in Semiconductors». *Phys. Rev. B* **36**, 2638 (1987).



478. E. Anastassakis; M. Cardona. «Raman Piezospectroscopic Study of Indium-Hardened GaAs». *Solid State Commun.* **64**, 543 (1987).
479. J. Tatarkiewicz; A. Król; A. Breitschwerdt; M. Cardona. «Localized Vibrations of Hydrogen and Deuterium in GaAs - A Comparison with Ge and Si». *Phys. Stat. Sol. (b)* **140**, 369 (1987).
480. G. Burns; F. H. Dacol; C. R. Wie; E. Burstein; M. Cardona. «Phonon Shifts in Ion Bombarded GaAs: Raman Measurements». *Solid State Commun.* **62**, 449 (1987).
481. J. Barth; R. L. Johnson; S. Logothetidis; M. Cardona; D. Fuchs; A. M. Bradshaw. «Spectroscopic Ellipsometry with Synchrotron Radiation: Latest Developments». *Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng.* **733**, 265 (1987).
482. R. Goñi; K. Strössner; K. Syassen; M. Cardona. «Pressure Dependence of Direct and Indirect Optical Absorption in GaAs». *Phys. Rev. B* **36**, 1581 (1987).
483. K. Strössner; M. Cardona; W. J. Choyke. «High Pressure X-ray Investigations on 3C-SiC». *Solid State Commun.* **63**, 113 (1987).
484. P. Lautenschlager; M. Garriga; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Interband Critical Point Parameter of InP». *Phys. Rev. B* **36**, 4813 (1987).
485. P. Lautenschlager; M. Garriga; L. Viña; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and Interband Critical Points in Silicon». *Phys. Rev. B* **36**, 4821 (1987).
486. W. Kauschke; N. Mestres; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering by Plasmons and LO-Phonons near  $E_1$  and  $E_1 + \Delta_1$  Gaps of GaSb». *Phys. Rev. B* **36**, 7469 (1987).
487. C. Tejedor; J. M. Calleja; L. Brey; L. Viña; E. E. Méndez; W. I. Wang; M. Staines; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in GaAs-Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>As Quantum Wells in an Electric Field». *Phys. Rev. B* **36**, 6054 (1987).
488. M. Cardona; N. E. Christensen. «Comment on Spectroscopy of Excited States in In<sub>0.53</sub>Ga<sub>0.47</sub>As-InP Single Quantum Wells Grown by Chemical Beam Epitaxy». *Phys. Rev. B* **37**, 1011 (1988).
489. G. Ambrazevičius; M. Cardona; R. Merlin. «Resonant Raman Scattering by Phonons in a Strong Magnetic Field: GaAs». *Phys. Rev. Lett.* **59**, 700 (1987).
490. Liu Ran; R. Merlin; M. Cardona; H. J. Mattausch; W. Bauhofer; F. Gar-

cía-Alvarado; E. Morán; M. Vallet; J. M. González-Calbet; M. A. Alario. «Raman Scattering in the High  $T_c$  Superconductor  $\text{MBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ». *Solid State Commun.* **63**, 837 (1987).

491. E. Anastassakis; M. Cardona. «Piezo-Raman Studies of Phonons in AlSb». *Solid State Commun.* **63**, 893 (1987).

492. M. Cardona. «Raman Spectroscopy Applied to the Characterization of Semiconductors and Semiconductor Microstructures». *Proc. of SPIE, Vol. 822, Int. Conf. on Raman and Luminescence Spectroscopy in Technology, San Diego, 1987.* Bellingham: SPIE, 1987 p. 2.

493. W. Kauschke; V. Vorlíček; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in GaP: Excitonic and Interference Effects near the  $E_0$  and  $E_0 + \Delta_0$  Gaps». *Phys. Rev. B* **36**, 9129 (1987).

494. S. Gopalan; M. Cardona. «Self-energy Terms in the Temperature Dependent Shifts and Broadenings of Electronic States». *EPS Proceedings 1987.*

495. A. Wittlin; R. Liu; M. Cardona; L. Genzel; W. König; W. Bauhofer; Hj. Mattausch; A. Simon; F. García-Alvarado. «Temperature Dependence of the Raman and Infrared Phonons in  $\text{MBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -type Superconductors». *Solid State Commun.* **64**, 477 (1987).

496. K. Winer; M. Cardona. «Two-Phonon Frequency Difference Absorption in Si and Ge». *Solid State Commun.* **64**, 1461 (1987).

497. M. Cardona; L. Genzel; R. Liu; Hj. Mattausch; F. García-Alvarado; E. García-González. «Infrared and Raman Spectra of the  $\text{MBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -Type High- $T_c$  Superconductors». *Solid State Commun.* **64**, 727 (1987).

498. P. V. Santos; A. K. Sood; M. Cardona; K. Ploog; Y. Ohmori; H. Okamoto. «Raman Scattering from GaSb/AlSb Superlattices: Acoustic, Optical, and Interface Vibrational Modes». *Phys. Rev. B* **37**, 6381 (1988).

499. A. Alexandrou; M. Cardona. «Triply Resonant Second-Order Raman Scattering in GaAs». *Solid State Commun.* **64**, 1029 (1987).

500. A. Wittlin; L. Genzel; M. Cardona; M. Bauer; W. König; E. García; M. Barahona; M. V. Cabañas. «Superconducting Energy Gap in  $\text{MBa}_2\text{Cu}_3$ -Type Materials». *Phys. Rev. B* **37**, 652 (1988).

501. G. Burns; F. H. Dacol; J. E. E. Baglin; C. R. Wie; E. Burstein; M. Cardona. «Annealing Effects in Ion Bombarded GaAs: Raman Measurements». *Mat. Res. Soc. Proc.* **82**, 121 (1987).

502. J. Prade; A. D. Kulkarni; F. W. de Wette; W. Kress; M. Cardona; R. Reiger; U. Schröder. «Lattice Dynamics of the High- $T_c$  Superconductor  $L_{2-x}M_xCuO_4$ ». *Solid State Commun.* **64**, 1267 (1987).
503. C. Thomsen; R. Liu; M. Bauer; A. Wittlin; L. Genzel; M. Cardona; E. Schönherr; W. Bauhofer; W. König. «Systematic Raman and Infrared Studies of the Superconductor  $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  as a Function of Oxygen Concentration ( $0 \leq x \leq 1$ )». *Solid State Commun.* **65**, 55 (1988).
504. G. Ambrazevičius; M. Cardona; R. Merlin; K. Ploog. «Suppression of Raman Scattering by Interface Phonons in Quantum Wells under High Photoexcitation». *Solid State Commun.* **65**, 1035 (1988).
505. M. Cardona; R. Liu; C. Thomsen; M. Bauer; L. Genzel; W. König; A. Wittlin; U. Amador; M. Barahona; F. Fernández; C. Otero; R. Sáez. «Infrared and Raman Spectra of the New Superconducting Cuprate Perovskites  $MBa_2Cu_3O_7$ ,  $M = Nd, Dy, Er, Tm$ ». *Solid State Commun.* **65**, 71 (1988).
506. R. Liu; C. Thomsen; M. Cardona; Hj. Mattausch. «Presence of  $Cu_2O$  in  $MBa_2Cu_3O_6$  ( $M = Sm, Ho$ ), Semiconducting Modification of High Temperature Superconductors». *Solid State Commun.* **65**, 67 (1988).
507. C. Thomsen; R. Liu; A. Wittlin; L. Genzel; M. Cardona; W. König; M. V. Cabañas; E. García. «High  $T_c$  Superconductors  $MBa_2Cu_3O_{7-x}$  with  $M =$  Mixed Rare Earths and Y: Low Frequency Phonon Peak Engineering». *Solid State Commun.* **65**, 219 (1988).
508. M. Cardona; N. E. Christensen; G. Fasol. «Relativistic Band Structure and Spin-Orbit Splitting of Zincblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **38**, 1806 (1988).
509. M. I. Alonso; M. Cardona. «Resonance Raman Scattering in pure and ultraheavily doped p-type germanium». *Phys. Rev. B* **37**, 10107 (1988-I).
510. C. Thomsen; M. Cardona; W. Kress; R. Liu; L. Genzel; M. Bauer; E. Schönherr; U. Schröder. «Raman and Infrared Studies of the Oxygen Deficient Semiconducting Phase of the Superconducting Cuprate Perovskites». *Solid State Commun.* **65**, 1139 (1988).
511. R. Liu; C. Thomsen; W. Kress; M. Cardona; B. Gegenheimer; F. W. de Wette; J. Prade; A. D. Kulkarni; U. Schröder. «Frequencies, Eigenvectors, and Single Crystal Selection rules of  $\vec{k} = 0$  phonons in  $YBa_2Cu_3O_{7\delta}$ : Theory and Experiment». *Phys. Rev. B* **37**, 7971 (1988).

512. M. Cardona; N. E. Christensen. «Band Offsets in Tetragonal Semiconductors». *Journal of Vacuum Science and Technology B* **6**, 1285 (1988).
513. Z. V. Popović; C. Thomsen; M. Cardona; R. Liu; G. Stanisić; W. König. «Optical Phonons in  $\text{Y}_2\text{BaCuO}_3$ ». *Solid State Commun.* **66**, 43 (1988).
514. A. Alexandrou; M. Cardona; K. Ploog. «Doubly and Triply Resonant Raman Scattering by LO Phonons in GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **38**, 2196 (1988).
515. C. Thomsen; M. Cardona; B. Gegenheimer; R. Liu. «Raman Scattering in Single Crystal  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Proc. of the Int. Conf. on High-Temperature Superconductors and Materials and Mechanisms of Superconductivity, Interlaken, Switzerland*, ed. by J. Müller and J. L. Olsen; *Physica C* **153-155**, 262 (1988).
516. C. Thomsen; M. Cardona; R. Liu; B. Gegenheimer; A. Simon. «Raman Scattering in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Untwinned Single Crystals». *Proc. of the Int. Conf. on High-Temperature Superconductors and Materials and Mechanisms of Superconductivity, Interlaken, Switzerland*, ed. by J. Müller and J.L. Olsen; *Physica C* **153-155**, 1756 (1988).
517. C. Thomsen; M. Cardona; R. Liu; B. Gegenheimer; A. Simon. «Untwinned Single Crystals of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ : An Optical Investigation of the a-b Anisotropy». *Phys. Rev. B* **37**, 9860 (1988).
518. K. Syassen; M. Hanfland; K. Strössner; M. Holtz; W. Kress; M. Cardona; U. Schröder; J. Prade; A. D. Kulkarni; F. W. de Wette. «Effect of Pressure on Raman Modes in  $\text{MBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ -Type Materials». *Proc. of the Int. Conf. on High-Temperature Superconductors and Materials and Mechanisms of Superconductivity, Interlaken, Switzerland*, ed. by J. Müller and J. L. Olsen; *Physica C* **153-155**, 264 (1988).
519. S. Gopalan; M. Cardona; N. E. Christensen. «Hybridization of Valence States and Effective Masses of Electrons and Holes in Short Period  $(\text{GaAs})_m(\text{AlAs})_m$  Superlattices». *Solid State Commun.* **66**, 471 (1988).
520. M. Garriga; U. Venkateswaran; K. Syassen; J. Humlíček; M. Cardona; H. Mattausch; E. Schönherr. «Optical Response of  $\text{MBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ -Type Materials». *Proc. of the Int. Conf. on High-Temperature Superconductors and Materials and Mechanisms of Superconductivity, Interlaken, Switzerland*, ed. by J. Müller and J. L. Olsen; *Physica C* **153-155**, 643 (1988).
521. A. Alexandrou; Y. Pusep; M. Cardona. «Triply Resonant Second-Order

Raman Scattering in Superlattices and Bulk Semiconductors». *Proc. of the XIth Int. Conf. on Raman Spectroscopy, Sept. 5-9, 1988, London*, ed. by R. J. H. Clark and D. A. Long., p. 391.

522. M. Cardona, R. Liu, C. Thomsen, M. Hartweg, L. Popp, and H.G. von Schnering. «Raman Scattering in High  $T_c$  Superconductors:  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  and  $\text{Bi}_2\text{Sr-CaCuO}_8$ ». *Proc. of the XIth Int. Conf. on Raman Spectroscopy, Sept. 5-9, 1988, London*, ed. by R. J. H. Clark and D.A. Long., p. 403.

523. C. Trallero-Giner; V. I. Gavrilenko; M. Cardona. «Deformation Potential Raman Scattering near the  $E_0$ -Gap in AlGaAs-Alloys». *Proc. of the XIth Int. Conf. on Raman Spectroscopy, Sept. 5-9, 1988, London*, ed. by R.J.H. Clark and D.A. Long. Chichester: John Wiley & Sons, p. 329.

524. W. Kauschke; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Semiconductors». *Physica Scripta* T25, 201 (1989).

525. J. Humlíček; M. Garriga; M. Cardona; B. Gegenheimer; E. Schönherr. «Ellipsometric Spectra of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  in the 1.7 - 5.3 eV range». *Solid State Commun.* 66, 1071 (1988).

526. Z. V. Popović; C. Thomsen; M. Cardona; L. Liu; G. Stanisić; R. Kremer; W. König. «Phonon characterization of  $\text{Bi}_2(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)_2\text{CuO}_{6+\delta}$  by Infrared and Raman Spectroscopy». *Solid State Commun.* 66, 965 (1988).

527. E. Anastassakis; Y. S. Raptis; M. Hünemann; W. Richter; M. Cardona. «Raman and Infrared Phonon Piezospectroscopy in InP». *Phys. Rev. B* 38, 7702 (1988).

528. M. Cardona; C. Thomsen; R. Liu; H. G. von Schnering; M. Hartweg; Y. F. Yan; Z. X. Zhao. «Raman Scattering on Superconducting Crystals of  $\text{Bi}_2(\text{Sr}_{1-x}\text{Ca}_x)_{n+2}\text{Cu}_{n+1}\text{O}_{(6+2n)+\delta}$  ( $n = 0,1$ )». *Solid State Commun.* 66, 1225 (1988).

529. M. Garriga; J. Humlíček; M. Cardona; E. Schönherr. «Effects of Oxygen Deficiency on the Optical Spectra of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ». *Solid State Commun.* 66, 1231 (1988).

530. Z. V. Popović; C. Thomsen; M. Cardona; R. Liu; G. Stanisić; W. König. «Infrared and Raman Spectra of  $\text{M}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$  ( $M = \text{Y, Ho}$ )». *Z. Phys. B* 72, 13 (1988).

531. C. Trallero-Giner; A. Alexandrou; M. Cardona. «Exciton Effects in Stress-induced Doubly Resonant Raman Scattering». *Phys. Rev. B* 38, 10744 (1988).

532. C. Thomsen; R. Liu; M. Cardona; U. Amador; E. Morán. « $\text{CuO}_2$ -Plane

Vibrational Modes in Single Crystals of  $\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Solid State Commun.* **67**, 271 (1988).

533. F. U. Hillebrecht; L. Ley; R. L. Johnson; R. Liu; C. Thomsen; M. Cardona; H. J. Mattausch; W. Bauhofer; A. Simon. «Electronic Structure and Superconductivity of Co-Substituted  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Solid State Commun.* **67**, 379 (1988).

534. V. I. Gavrilenko; C. Trallero-Giner; M. Cardona; E. Bauser. «Deformation potential LO-phonon Raman scattering near the  $E_0$ -gap in  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ -alloy. Excitonic effects». *Solid State Commun.* **67**, 459 (1988).

535. M. Cardona; R. Liu; C. Thomsen; W. Kress; E. Schönherr; M. Bauer; L. Genzel; W. König. «Effect of Isotropic Substitution of Oxygen on  $T_c$  and the Phonon Frequencies of High  $T_c$  Superconductors». *Solid State Commun.* **67**, 789 (1988).

536. J. Humlíček; M. Garriga; M. Cardona. «Temperature Dependence of Optical Excitations in  $\text{MBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$  ( $M = \text{Y}, \text{Sm}$ )». *Solid State Commun.* **67**, 589 (1988).

537. T. Ruf; C. Thomsen; R. Liu; M. Cardona. «Raman Study of the Phonon Anomaly in Single-Crystal  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  in the Presence of a Magnetic Field». *Phys. Rev. B* **38**, 11985 (1988).

538. A. Alexandrou; M. Cardona; K. Ploog. «Doubly and Triply Resonant Raman Scattering by LO Phonons in GaAs/AlAs Superlattices». *Proceedings of the 19th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors, Warsaw, Poland, August 15 - 19, 1988*, ed. by W. Zawadzki (Inst. of Physics, Polish Academy of Sciences, 1988), p. 811.

539. T. Ruf; A. Cantarero; M. Cardona; J. Schmitz; U. Rössler. «Resonant Raman Scattering by LO Phonons in a Magnetic Field: InP (100)». *Proceedings of the 19th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors, Warsaw, Poland, August 15 - 19, 1988*, ed. by W. Zawadzki (Inst. of Physics, Polish Academy of Sciences, 1988), p. 1473.

540. C. Trallero-Giner; A. Alexandrou; M. Cardona. «Exciton Effects in Stress-Induced Doubly Resonant Raman Scattering», p. 1327.

541. S. Gopalan; N. E. Christensen; M. Cardona. «Character of Electron and Hole States in Short-Period GaAs/AlAs Superlattices», p. 369.

542. Y. Pusep; A. Alexandrou; M. Cardona. «Stress Induced Triply Resonant Second-Order Raman Scattering at the  $E_0$  and  $E_0 + \Delta_0$  Gap of GaP», p. 889.

543. S. Zollner; S. Gopalan; M. Garriga; J. Humlíček; M. Cardona. «Influence of Deformation Potential Electron-Phonon Interaction on the Optical Transitions and Intervalley Scattering in III-V-Semiconductors», p. 1513.

544. Renata M. Wentzcovitch; Manuel Cardona; Marvin L. Cohen; Niels E. Christensen. « $X_1$  and  $X_3$  States of Electrons and Phonons in Zincblende-Type Semiconductors». *Solid State Commun.* **67**, 927 (1988).

545. J. Barth; R. L. Johnson; M. Cardona; D. Fuchs; A. M. Bradshaw. «The Dielectric Function of Zincblende-Type Semiconductors Determined Ellipsometrically Between 3 and 30 eV». *Proceedings of the 19th Int. Conf. on the Physics of Semiconductors, Warsaw, Poland, August 15 - 19, 1988*, ed. by W. Zawadzki (Inst. of Physics, Polish Academy of Sciences, 1988), p. 885.

546. S. Gopalan; N. E. Christensen; M. Cardona. «Band Edge States in Short-Period  $(\text{GaAs})_m(\text{AlAs})_n$  Superlattices». *Phys. Rev. B* **39**, 5165 (1989).

547. C. Thomsen; Hj. Mattausch; M. Bauer; W. Bauhofer; R. Liu; L. Genzel; M. Cardona. «Raman and Far Infrared Studies of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Prepared Exclusively with  $^{18}\text{O}$ ». *Solid State Commun.* **67**, 1069 (1988).

548. K. Kumazaki; L. Viña; C. Umbach; M. Cardona. «Interband Critical Point Parameters Determined by Ellipsometry in  $\text{Zn}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Se}$ ». *Solid State Commun.* **68**, 591 (1988).

549. M. Cardona. «Folded, Confined, Interface, Surface, and Slab Vibrational Modes in Semiconductor Superlattices». *Superlattices and Microstructures* **5**, 27 (1989).

550. A. R. Goñi; K. Syassen; K. Strössner; M. Cardona. «Pressure Dependence of the Direct Optical Gap and Refractive Index of Ge and GaAs». *Semicond. Sci. Technol.* **4**, 246 (1989).

551. A. Alexandrou; Y. Pusep; M. Cardona. «Triply Resonant Second-Order Raman Scattering at the  $E_0$  and  $E_0 + \Delta_0$  Gap of GaP under Uniaxial Stress». *Phys. Rev. B* **39**, 8308 (1989).

552. A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Excitons in One Phonon Resonant Raman Scattering: GaP». *Solid State Commun.* **69**, 1183 (1989).

553. A. R. Goñi; K. Syassen; K. Strössner; M. Cardona «Effect of Pressure on the Optical Absorption in GaP and  $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{P}$  ( $x = 0.36$  and  $0.5$ )». *Phys. Rev. B* **39**, 3178 (1989).

554. R. L. Johnson; J. Barth; M. Cardona; D. Fuchs; A. M. Bradshaw. «Spec-

troscopic Ellipsometry with Synchrotron Radiation». *Proc. 3rd Int. Conf. on Instrumentation, Tsukuba, Japan, Sept. 1988. Rev. Sci. Instr.* **60**, 2209 (1989).

555. M. Garriga; J. Humlíček; J. Barth; R. L. Johnson; M. Cardona. «Ellipsometric Measurements on High  $T_c$  Compounds». *J. Opt. Soc. Am. B* **6**, 470 (1989).

556. J. Humlíček; M. Garriga; M. I. Alonso; M. Cardona. «Optical Spectra of  $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$  Alloys». *J. Appl. Phys.* **65**, 2827 (1989).

557. Stefan Zollner; Sudha Gopalan; Manuel Cardona. «Intervalley Deformation Potentials and Scattering Rates in Zincblende Semiconductors». *Appl. Phys. Lett.* **54**, 614 (1989).

558. C. Thomsen; M. Cardona; R. Liu. «Raman Scattering as an Analytic Tool for High- $T_c$  Superconductors». *Journal of the Less Common Metals* **150**, 33 (1989).

559. M. Cardona. «Energy Band Offsets in Semiconductor Interfaces». *Proc. of the Fifth Latin American Symposium on Surface Physics, Thin Films and Small Particles*, CIF Series 11, Bogota, Columbia, July 11-15, 1988, ed. by M. Cardona and J. Giraldo. Singapore: World Scientific Publ., 1989, p. 20.

560. C. Thomsen; M. Cardona. «Raman Scattering in High- $T_c$  Superconductors». A: *Physical Properties of High Temperature Superconductors I*, ed. by D.M. Ginsberg. Singapore: World Scientific Publ., 1989, p. 409.

561. A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Excitons in One-Phonon Resonant Raman Scattering: Deformation Potential Interaction». *Phys. Rev. B* **39**, 8388 (1989).

562. Z.V. Popović; M. Cardona; L. Tapfer; K. Ploog; E. Richter; D. Strauch. «Confined Phonons in  $(\text{GaAs})_{n_1}(\text{AlAs})_{n_2}$  Superlattices Grown along the [012] Direction». *Appl. Phys. Lett.* **54**, 846 (1989).

563. M. I. Alonso; M. Cardona; G. Kanellis. «Space Groups and Lattice Dynamics of Ge/Si Superlattices Grown in the [001] Direction». *Solid State Commun.* **69**, 479 (1989); *Corrigendum; Solid State Commun.* **70**, i (1989).

564. M. Cardona; C. Thomsen. «Vibrational Modes in the  $\text{CuO}_2$  Planes of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Proceedings of International Symposium on the Electronic Structure of High  $T_c$  Superconductors, Rome, October 5-7, 1988*, ed. by A. Bianconi and A. Marcelli. New York: Pergamon Press, Oxford, 1988, p. 79.

565. M. Cardona; S. Gopalan. «Temperature Dependence of the Band Struc-



ture of Semiconductors: Electron-Phonon Interaction». A: *Progress in Electron Properties of Solids, Festschrift in honor of Franco Bassani*, ed. by E. Doni, R. Girlanda, G. Pastori Parravicini, A. Quattropani. Amsterdam: Kluwer Academic Publ., p. 51.

566. S. Zollner; C. Lin; E. Schönerr; A. Böhringer; M. Cardona. «The Dielectric Function of AlSb from 1.4 to 5.8 eV Determined by Spectroscopic Ellipsometry». *J. Appl. Phys.* **66**, 383 (1989).

567. C. Thomsen; M. Cardona; R. Liu; H. J. Mattausch; W. König; F. García-Alvarado; B. Suárez; E. Morán; M. Alario-Franco. «Pb<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>R<sub>1-x</sub>Ca<sub>x</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>8+δ</sub>: Raman and Far Infrared Investigation». *Solid State Commun.* **69**, 857 (1989).

568. A. Alexandrou; C. Trallero-Giner; A. Cantarero; M. Cardona. «Theoretical Model of Stress-Induced Triply Resonant Raman Scattering». *Phys. Rev. B* **40**, 1603 (1989).

569. A. Alexandrou; C. Trallero-Giner; G. Kanellis; M. Cardona. «Doubly and Triply Resonant Raman Scattering Via Electron-Two-Phonon and Impurity-Induced Fröhlich Interaction in Uniaxial Stressed GaAs». *Phys. Rev. B* **40**, 1013 (1989).

570. L. Genzel; A. Wittlin; M. Bauer; M. Cardona; E. Schönerr; A. Simon. «Phonon Anomalies and Range of Superconducting Energy Gaps from Infrared Studies of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>». *Phys. Rev. B* **40**, 2170 (1989).

571. Z. V. Popović; H. J. Trodahl; M. Cardona; E. Richter; D. Strauch; K. Ploog. «Folded phonons in (GaAs)<sub>n1</sub>(AlAs)<sub>n2</sub> superlattices grown along the [012] direction». *Phys. Rev. B* **40**, 1202 (1989).

572. Z. V. Popović; M. Cardona; E. Richter; D. Strauch; L. Tapfer; K. Ploog. «Raman scattering of (GaAs)<sub>n1</sub>(AlAs)<sub>n2</sub> superlattices grown along the [012] direction». *Phys. Rev. B* **40**, 1207 (1989).

573. C. Trallero-Giner; V. I. Gavrilenko; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering by LO-Phonon in Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As (0.2 < x < 0.7): Broadening and Alloying Effects». *Phys. Rev. B* **40**, 1238 (1989).

574. T. Ruf; R. T. Phillips; A. Cantarero; G. Ambrazevičius; M. Cardona; J. Schmitz; U. Rössler. «Resonant Raman Scattering and Piezomodulated Reflectivity of InP in High Magnetic Fields». *Phys. Rev. B* **39**, 13 378 (1989).

575. A. R. Goñi; K. Syassen; M. Cardona. «Direct Band Gap Absorption in Germanium under Pressure». *Phys. Rev. B* **39**, 12921 (1989).

576. S. Ves; Yu; A. Pusep; K. Syassen; M. Cardona. «Raman Study of High Pressure Phase Transitions in PbTe». *Solid State Commun.* **70**, 257 (1989).
577. S. Logothetidis; M. Cardona; L. Tapfer; E. Bauser. «Effect of Biaxial Strain on Exciton Transitions of  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  Epitaxial Layers on (001) GaAs Substrates». *J. Appl. Phys.* **66**, 2108 (1989).
578. F. Cerdeira; M. I. Alonso; D. Niles; M. Garriga; M. Cardona; E. Kasper; H. Kibbel. «Resonant Raman Scattering in Short-Period  $\text{Si}_n\text{Ge}_m$  Superlattices». *Phys. Rev. B* **40**, 1361 (1989).
579. C. Trallero-Giner; A. Cantarero; M. Cardona. «One-Phonon Resonant Raman Scattering: Fröhlich Exciton-Phonon Interaction». *Phys. Rev. B* **40**, 4030 (1989).
580. Ran Liu; M. Cardona; B. Gegenheimer; E. T. Heyen; C. Thomsen. «Raman Scattering Spectra of a Superconducting  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2\text{Y}_{0.75}\text{Ca}_{0.25}\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Single Crystal». *Phys. Rev. B* **40**, 2654 (1989).
581. M. I. Alonso; F. Cerdeira; D. Niles; M. Cardona; E. Kasper; H. Kibbel. «Raman Spectra of  $\text{Si}_n\text{Ge}_m$  Superlattices: Theory and Experiment». *J. Appl. Phys.* **66**, 5645 (1989).
582. Z. V. Popović; M. Cardona; E. Richter; D. Strauch; L. Tapfer; K. Ploog. «Phonon Properties of GaAs/AlAs Superlattices Grown Along [110] Direction». *Phys. Rev. B* **40**, 3040 (1989).
583. A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Exciton in One-Phonon Resonant Raman Scattering: Fröhlich and Interference Effects». *Phys. Rev. B* **40**, 12290 (1989).
584. J. Kircher; M. Alouani; M. Garriga; P. Murugaraj; J. Maier; C. Thomsen; M. Cardona; O. K. Andersen; O. Jepsen. «Anisotropy of the dielectric function in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$ ». *Phys. Rev. B* **40**, 7368 (1989).
585. J. Tatarkiewicz; M. Cardona; A. Breitschwerdt; C.-T. Lin; R. Grötzschel; W. Witthuhn. «In Search of Hydrogen Local Vibrational Modes in CuCl, CuBr, CuI, ZnS, and AlSb». *Phys. Stat. Sol. (b)* **155**, 77 (1989).
586. S. Zollner; J. Kircher; M. Cardona; S. Gopalan. «Are Transverse Phonons Important for  $\Gamma - X$  Intervalley Scattering?». *Solid-State Electronics* **32**, 1585 (1989).
587. S. Logothetidis; M. Alouani; M. Garriga; M. Cardona. « $E_2$  Interband Transitions in  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  Alloys». *Phys. Rev. B* **41**, 2959 (1990).
588. T. Ruf; C. Trallero-Giner; R. T. Phillips; M. Cardona. «Magnetic-Field-

Induced Doubly Resonant LO-Phonon Raman Scattering in GaAs». *Solid State Commun.* **72**, 67 (1989).

589. T. Ruf; R. T. Phillips; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Resonant Magneto-Raman Scattering in GaAs». *Phys. Rev. B* **41**, 3039 (1990).

590. C. Trallero-Giner; T. Ruf; M. Cardona. «Theory of One Phonon Resonant Raman Scattering in a Magnetic Field». *Phys. Rev. B* **41**, 3028 (1990).

591. E. T. Heyen; R. Liu; M. Garriga; B. Gegenheimer; C. Thomsen; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in the  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2(\text{Y,Ca})\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Superconductor». *Phys. Rev. B* **41**, 830 (1990).

592. M. Cardona. «Phonons in Superlattices». A: *Spectroscopy of Semiconductor Microstructures*, ed. by G. Fasol, A. Fasolino, and P. Lugi, Proceedings of the NATO ARW in Venice, 9 - 13 May 1989, Plenum Press, p. 143.

593. M. Cardona. «Introduction to High  $T_c$  Superconductors: The Role of Phonons». Ultrasonics International 89 Conference Proceedings 89, 2 (1989), (Butterworth and Co., 1989), p.2

594. T. Ruf; M. Cardona. «Magnetic-Field Induced Multiphonon Resonant Raman Scattering in GaAs». *Phys. Rev. Lett.* **63**, 2288 (1989).

595. C. Thomsen; M. Cardona; R. Liu; T. Ruf, B. Gegenheimer; E. T. Heyen. «A Light Scattering Study of Electron-Phonon Interaction in the Oxide Superconductors  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  and  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$ ». *Proceedings of Int'l. Conference on High-Temperature Superconductors and Materials and Mechanisms of Superconductivity*, Stanford, 1989, ed. by R.N. Shelton, W. A. Harrison, and N. E. Phillips. *Physica C* **162 - 164**, 1079 (1989).

596. A. R. Goñi; A. Cantarero; K. Syassen; M. Cardona. «High-Pressure Low-Temperature Study of the Exciton Absorption in GaAs». *High Pressure Research*, **3**, 81 (1990).

597. S. Logothetidis; M. Cardona; C. Trallero-Giner. «On the Lifetime Broadening of the  $E_0^{v1}$  and  $E_0^{v2}$  Excitons in the  $\text{GaAs}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  Alloy System». *J. Appl. Phys.* **67**, 4133 (1990).

598. Z. V. Popović; G. Kliche; M. Cardona; R. Liu. «Vibrational Properties of  $\text{Bi}_2\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B* **41**, 3824 (1990).

599. Stefan Zollner; Sudha Gopalan; Manuel Cardona. «Microscopic Theory of Intervalley Scattering in GaAs:  $\vec{k}$ -Dependence of Intervalley Deformation Potentials». PHONONS 89, *Proceedings of the Third International Conference on*

*Phonon Physics and the Sixth International Conference on Phonon Scattering in Condensed Matter*, vol. 2, eds. S. Hunklinger, W. Ludwig, G. Weiss. Singapore: World Scientific, 1990, p. 787.

600. E. T. Heyen, R. Liu, B. Gegenheimer, C. Thomsen, and M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in High  $T_c$  Superconductors». *PHONONS 89 Proceedings of the Third International Conference on Phonon Physics and the Sixth International Conference on Phonon Scattering in Condensed Matter*, vol. 2, eds. S. Hunklinger, W. Ludwig, G. Weiss. Singapore: World Scientific, 1990, p. 346.

601. A. K. Sood; M. Cardona; A. Fischer; K. Ploog. «Raman Scattering from Plasmons in Doped GaAs-AlAs Multiple Quantum Wells». *A: Recent Trends in Raman Spectroscopy*, 2-6 November 1988, Calcutta, India, ed. by S. B. Banerjee and S. S. Jha. Singapore: World Scientific Publishers, 1989, p. 289.

602. E. Anastassakis; A. Cantarero; M. Cardona. «Piezo-Raman Measurements and Anharmonic Parameters in Silicon and Diamond». *Phys. Rev. B* **41**, 7529 (1990).

603. R. L. Johnson; M. Cardona. «Synchrotron Radiation». *A: Encyclopedia of Physics*, second edition, ed. by Rita G. Lerner and Georg Trigg.

604. Z. V. Popović; M. Cardona; E. Richter; D. Strauch; L. Tapfer; K. Ploog. «Phonons in GaAs/AlAs Superlattices Grown along the [111] Direction». *Phys. Rev. B* **41**, 5904 (1990).

605. U. Schmid; N. E. Christensen; M. Cardona. «Relativistic Band Structure of Si, Ge, and GeSi: Inversion Asymmetry Effects». *Phys. Rev. B* **41**, 5919 (1990).

606. F. Calle; M. Cardona; E. Richter; D. Strauch. «Frequency Gaps For Folded Acoustic Phonons In Superlattices». *Solid State Commun.* **72**, 1153 (1989).

607. K. Kumazaki; L. Viña; C. Umbach; M. Cardona. «Interband Critical Point Parameters Determined by Ellipsometry in  $Cd_xHg_{1-x}Se$ ». *Phys. Stat. Sol. (b)* **156**, 371 (1990).

608. J. Fraxedas; J. Trodahl; S. Gopalan; L. Ley; M. Cardona. «Analysis of the Temperature Dependence of Direct Transitions in Angle Resolved Photoemission and its Application to InSb». *Phys. Rev. B* **41**, 10068 (1990).

609. J. Humlíček, E. Schmidt, L. Bočánek, M. Garriga, and M. Cardona. «Optical Response of  $Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$  Superconductors». *Solid State Commun.* **73**, 127 (1990).

610. M. Bauer; I. B. Ferreira; L. Genzel; M. Cardona; P. Murugaraj; J. Maier. «Far-Infrared Study of Optical Phonons in an  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$  Crystal». *Solid State Commun.* **72**, p. 551 (1989).
611. M. Cardona; N. E. Christensen. «Comment on: Ab Initio Pseudopotential Calculations of Optical-Phonon Deformation Potentials In Zinc-Blende Semiconductors». *Phys. Rev. B* **41**, 5407 (1990).
612. R. L. Johnson; J. Barth; M. Cardona; D. Fuchs; A. M. Bradshaw. «Design and Performance of a VUV-Ellipsometer». *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* **290**, 606 (1990).
613. A. R. Goñi; A. Cantarero; K. Syassen; M. Cardona. «Effect of Pressure on the Low-Temperature Exciton Absorption in GaAs». *Phys. Rev. B* **41**, 10111 (1990).
614. S. Zollner; S. Gopalan; M. Cardona. «Microscopic Theory of Intervalley Scattering in GaAs:  $\mathbf{k}$ -Dependence of Deformation Potentials and Scattering Rates». *J. Appl. Phys.* **68**, 1682 (1990).
615. T. Ruf; M. Cardona. «Nonparabolicity of the Conduction Band in GaAs». *Phys. Rev. B* **41**, 10747 (1990).
616. E. T. Heyen; R. Liu; C. Thomsen; R. Kremer; M. Cardona; J. Karpinski; E. Kaldis; S. Rusiecki. «Optical Phonons in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$  and  $\text{Y}_2\text{Ba}_4\text{Cu}_7\text{O}_{15-8}$ ». *Phys. Rev. B* **41**, 11058 (1991).
617. M. Cardona. «High  $T_c$  Superconductors: an Introduction and Raman Spectroscopy». Proceedings XIIth Intern. Conf. on Raman Spectroscopy, August 1990, Columbia, South Carolina, ed. by J. R. Durig and J. F. Sullivan. Chichester: John Wiley & Sons, 1990, p. 27.
618. M. Cardona. «Raman Spectroscopy of High  $T_c$  Superconductors». A: *Superconductivity-ICSC*. Singapore: World Scientific, 1990, p. 208.
619. C. Thomsen; E. Schönherr; B. Friedl; M. Cardona. «Identification of the  $1250\text{ cm}^{-1}$  Raman Feature in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ ». *Phys. Rev. B* **42**, 943 (1990).
620. P. Molinàs i Mata; M. I. Alonso; M. Cardona. «Space Groups of Ge/Si Superlattices Grown along the [110], [111], [112], [120], and [114] Directions». *Solid State Commun.* **74**, 347 (1990).
621. G. C. La Rocca; T. Ruf; M. Cardona. «Inter Landau Level Scattering in the Valence Band of Zincblende Semiconductors Induced by the Fröhlich Interaction». *Phys. Rev. B* **41**, 12672 (1990).

622. A. R. Goñi; K. Syassen; M. Cardona. «Effect of Pressure on the Refractive Index of Ge and GaAs». *Phys. Rev. B* **41**, 10104 (1990).
623. M. Cardona and S. Zollner. «Intra- and Intervalley Deformation Potentials for Electrons in GaAs». A: *Properties of GaAs*. London-NY: INSPEC, 1990, p. 126.
624. M. Cardona. «Lattice Vibrations in Semiconductor Superlattices». *Superlattices and Microstructures* **7**, 183 (1990).
625. S. Zollner; S. Gopalan; M. Cardona. «Intervalley Scattering times from the Rigid-Pseudion Method». A: *Ultrafast Laser Probe Phenomena in Bulk and Microstructure Semiconductors III*, edited by R. R. Alfano, Proc. SPIE 1282, p. 78-85, (1990).
626. M. Cardona. «Acoustic, Optic and Interface Phonons: Low Symmetry Superlattices». A: *Light Scattering in Semiconductor Structures and Superlattices*, ed. by D. J. Lockwood and J. F. Young. New York: Plenum Press, 1991.
627. C. Thomsen; M. Cardona; B. Friedl; I. I. Mazin; C. O. Rodriguez; O. K. Andersen. «Phonon Self-Energies and the Gap of High-Temperature Superconductors». *Solid State Commun.* **75**, 219 (1990).
628. E. T. Heyen; R. Liu; C. Thomsen, and M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ,  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$ , and  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ ». *Electronic Properties of High-Temperature Superconductors*, eds. H. Kuzmany, M. Mehring and J. Fink. Solid State Sciences **99** (Springer, Heidelberg, 1990), p-324.
629. P. Knoll; C. Thomsen; M. Cardona; P. Murugaraj. «Temperature-dependent lifetime of spin excitations in  $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$  (RE = Eu, Y)». *Phys. Rev. B* **42**, 4842 (1990).
630. L. Viña; M. Garriga; M. Cardona. «Spectral Ellipsometry of Semiconductors and Semiconductor Structures». *SPIE Conference*, Anaheim, 1990.
631. D. Fuchs; R. Schlögl; A. M. Bradshaw; J. Barth; R. L. Johnson; M. Cardona. «Ellipsometry of Graphite and the  $\text{C}_8$  Intercalation Compound between 5 and 30 eV». *Synthetic Metals* **34**, 417 (1989).
632. J. Barth; R. L. Johnson; M. Cardona; D. Fuchs; A. M. Bradshaw. «Dielectric function of  $\text{CaF}_2$  between 10 and 35 eV». *Phys. Rev. B* **41**, 3291 (1990).
633. E. T. Heyen; G. Kliche; W. Kress; W. König; M. Cardona; E. Rampf; J. Prade; U. Schröder; A. D. Kulkarni; F. W. de Wette; S. Piñol; D. McK. Paul; E. Morán; M. A. Alario-Franco. «Phonons in  $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ ». *Solid State Commun.* **74**, 1299 (1990).

634. A. Zawadowski; M. Cardona. «Theory of Raman Scattering on Normal Metals with Impurities». *Phys. Rev. B* **42**, 10732 (1990).
635. U. Schmid; N. E. Christensen; M. Cardona. «Calculated Deformation Potentials in Si, Ge, and GeSi». *Solid State Commun.* **75**, 39 (1990).
636. V. Vorlíček; I. Gregora; W. Kauschke; J. Menéndez; M. Cardona. «Raman Scattering by the Coupled Plasmon-LO-Phonon Modes Near the  $E_0 + \Delta_0$  Gap of n-GaAs: Resonance and Interference Effects». *Phys. Rev. B* **42**, 5802 (1990).
637. B. Friedl; C. Thomsen; M. Cardona. «Determination of the Superconducting Gap in  $\text{RBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Phys. Rev. Lett.* **65**, 915 (1990).
638. Uwe Schmid; N. E. Christensen; M. Cardona. «Direct Transition Energies in Strained 10-Monolayer Ge/Si Superlattices». *Phys. Rev. Lett.* **65**, 2610 (1990).
639. S. Ves; U. Schwarz; N. E. Christensen; K. Syassen; M. Cardona. «Cubic ZnS under Pressure: Optical Absorption Edge, Phase Transition, and Calculated Equation of State». *Phys. Rev. B* **42**, 9113 (1990).
640. M. Cardona. «High  $T_c$  Superconductors: An Introduction and Raman Spectroscopy». *Proceedings of Symposium A on High  $T_c$  Superconductor Materials of the E-MRS Spring Meeting 1990, Strasbourg, France, May 29 - June 1, 1990*, eds. H.-U. Habermeier and E. Kaldis. *J. of the Less-Common Metals.* **164 & 165**, 989 (1990).
641. Z. V. Popović; M. Cardona; E. Richter; D. Strauch; L. Tapfer; K. Ploog. «Angular Dispersion and Polarization Mixing in GaAs/AlAs Superlattices grown along the [012] Direction». *Phys. Rev. B* **43**, 4925 (1991).
642. S. Zollner; U. Schmid; N. E. Christensen; C. H. Grein; M. Cardona; L. Ley. «LMTO and EPM Calculations of Strained Valence Bands in GaAs and InAs». *Proc., Thessaloniki 1990*.
643. T. S. Zollner; M. Garriga; J. Humlíček; S. Gopalan; M. Cardona. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and the Interband Critical-Point Parameters of GaSb». *Phys. Rev. B* **43**, 4349 (1991).
644. G. Scamarcio; O. Brandt; L. Tapfer; D. J. Mowbray; M. Cardona; K. Ploog. «Structural and Vibrational Properties of  $(\text{InAs})_m(\text{GaAs})_n$  Strained Superlattices Grown by Molecular Beam Epitaxy». *J. of Appl. Phys.* **69**, 786 (1991).
645. N. E. Christensen; I. Gorczyca; O. B. Christensen; U. Schmid; M. Cardona. «Band Structure and Heterojunctions of II-VI Materials». *J. of Crystal Growth* **101**, 318 (1990).

646. V. I. Gavrilenko; D. Martínez; A. Cantarero; M. Cardona; C. Trallero-Giner. «Resonant First- and Second-Order Raman Scattering in AlSb». *Phys. Rev. B* **42**, 11718 (1990).
647. S. Zollner; U. Schmid; N. E. Christensen; M. Cardona. «Conduction Band Minima of InP: Ordering and Absolute Energies». *Appl. Phys. Lett.* **57**, 2339 (1990).
648. S. I. Gubarev; T. Ruf; M. Cardona. «Doubly Resonant Raman Scattering in the Semimagnetic Semiconductor  $\text{Cd}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{Te}$ ». *Phys. Rev. B* **43**, 1551 (1991).
649. Yu. A. Pusep; M. P. Cinyukov; A. B. Talochkin; M. Cardona; B. A. Markov; O. P. Pcheliakov. «Phonons in Strained Superlattices: Ge/Ge:Si [111]». (in Russian).
650. U. Schmid; F. Lukeš; N. E. Christensen; M. Alouani; M. Cardona; E. Kasper; H. Kibbel; H. Presting. «Interband Transitions in Strain-Symmetrized  $\text{Ge}_4\text{Si}_6$  Superlattices». *Phys. Rev. Lett.* **65**, 1933 (1990).
651. U. Schmid; N. E. Christensen; M. Cardona; M. Alouani. «Electronic and Optical Properties of  $\text{Ge}_n\text{Si}_m$  Superlattices». ICPS, Thessaloniki.
652. J. Fraxedas; M. K. Kelly; M. Cardona. «ARPES Study of Phonon Coupling to Surface States of III-V Semiconductors». ICPS, Thessaloniki
653. D. J. Mowbray; H. Fuchs; D. W. Niles; M. Cardona; C. Thomsen; B. Friedl. «Raman Study of the Ge Phonon Side». ICPS, Thessaloniki
654. E. T. Heyen; R. Liu; M. Cardona; S. Piñol; D. McK. Paul; E. Morán; M. A. Alario-Franco. «Phonon Anomalies and Structural Stability in the  $\text{R}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$  System (R = Gd, Sm, Nd, Pr)». *Phys. Rev. B* **43**, 2857 (1991).
655. J. Fraxedas; M. K. Kelly; M. Cardona. «Temperature-Dependent Angle-Resolved Photoemission Study of the Linewidth of Surface States of III-V Semiconductors». *Phys. Rev. B* **43**, 2159 (1991).
656. E. T. Heyen; S. N. Rashkeev; I. I. Mazin; O. K. Andersen; R. Liu; M. Cardona; O. Jepsen. «Resonant Raman Scattering in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ : Band-theory and Experiment». *Phys. Rev. Lett.* **65**, 3048 (1990).
657. C. Trallero-Giner; A. Cantarero; M. Cardona; V. I. Gavrilenko. «One-Phonon Resonant Raman Scattering in  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  ( $0.5 < x < 0.7$ ): Dipole-Forbidden Fröhlich Interaction and Interference Effects». *Phys. Rev. B* **42**, 11975 (1990).
658. F. Iikawa; T. Ruf; M. Cardona. «Hot Luminescence and Landau Level Fine Structure in Bulk GaAs». *Phys. Rev. B* **43**, 4849 (1991).



659. S. Zollner; S. Gopalan; M. Garriga; J. Humlíček; L. Viña; M. Cardona. «Ultrafast Initial Relaxation of Hot Electrons and Holes in Tetrahedral Semiconductors via Deformation Potential Interaction: Theory and Experiment». *Appl. Phys. Lett.* **57**, 2838 (1990).
660. M. Cardona; C. Trallero-Giner. «Comment on Microscopy Theory of Optic-Phonon Raman Scattering in Quantum-Well System». *Phys. Rev. B* **43**, 9959 (1991).
661. S. Zollner; S. Gopalan; M. Cardona. «Effective Intervalley Deformation Potentials in the Description of Time-Resolved and Hot-Electron Luminescence». *Solid State Commun.* **76**, 877 (1990).
662. P. Molinás-Mata and M. Cardona. «Planar Force Constant Models and Internal Strain Parameter of Ge and Si». *Phys. Rev. B* **43**, 9799 (1991).
663. D. J. Mowbray; M. Cardona; K. Ploog. «Confined LO Phonons in GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **43**, 1598 (1991).
664. T. Ruf; R. T. Phillips; F. Iikawa; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in High Magnetic Fields». A: *High Magnetic Fields of Semiconductor Physics III*, vol. 101 of *Springer-Serie in Solid-State Sciences*, ed. by G. Landwehr. Heidelberg: Springer Verlag, 1992, p. 541.
665. C. H. Grein; S. Zollner; M. Cardona. «Microscopic Theory and Second-Order Raman Scattering in Silicon under Uniaxial Stress». *Phys. Rev. B* **43**, 6633 (1991).
666. H. D. Fuchs; C. H. Grein; C. Thomsen; M. Cardona; W. L. Hansen; E. E. Haller. «A Comparison of the Phonon Spectra of  $^{70}\text{Ge}$  and Natural Ge Crystals: Effects of Isotope Disorder». *Phys. Rev. B* **43**, 4835 (1991).
667. M. Taniguchi; R. L. Johnson; J. Ghijsen; M. Cardona. «Core Excitons and Conduction-Band Structures in Orthorhombic GeS, GeSe, SnS, and SnSe Single Crystal». *Phys. Rev. B* **42**, 3634 (1990).
668. J. Barth, R.L. Johnson, and M. Cardona. «Spectroscopic Ellipsometry in the 6 — 35 eV Region». A: *Handbook of Optical Constants of Solids II*, ed. by E.D. Palik. New York: Academic Press Inc., 1991, p. 213.
669. B. Friedl; C. Thomsen; E. Schönherr; M. Cardona. «Electron-Phonon Coupling of Apex Oxygen in  $\text{RBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Solid State Commun.* **76**, 1107 (1990).
670. J. Kircher; M. K. Kelly; S. Rashkeev; M. Alouani; D. Fuchs; M. Cardona. «Anisotropy and Oxygen Stoichiometry Dependence of the Dielectric Tensor of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  ( $0 \leq \delta \leq 1$ )». *Phys. Rev. B* **44**, 217 (1991).

671. J. Kircher; M. Cardona; M. Garriga; B. Nick; M. Dürbler; A. Zibold; H. P. Gieseler. «Optical Anisotropy in the  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2(\text{Y,Ca})\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Superconductor». *Physica C* **174**, 377 (1991).

672. S. Logothetidis; M. Cardona; M. Garriga. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and the Interband Critical Point Parameters of  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ». *Phys. Rev. B* **43**, 11950 (1991).

673. F. Calle; D. J. Mowbray; D. W. Niles; M. Cardona; J. M. Calleja; K. Ploog. «Resonant Raman Scattering in [111] GaAs/AlAs Short Period Superlattices». *Phys. Rev. B* **43**, 9152 (1991).

674. T. S. Zollner; S. Gopalan; M. Cardona. «The Temperature Dependence of the Band Gaps in InP, InAs, InSb, and GaSb». *Solid State Commun.* **77**, 485 (1991).

675. C. H. Grein; S. Zollner; M. Cardona. «Calculation of Intervalley Scattering Rates in  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ : Effects of Alloy and Phonon Scattering». *Phys. Rev. B* **44**, 12761 (1991).

676. G. C. La Rocca; M. Cardona. «Light-hole Non-parabolicity in the Single Band Approximation». *Phys. Stat. Sol. (b)* **167**, 115 (1991).

677. P. Molinàs-Mata; M. Cardona. «Phonon Dispersion Relations for Ge/Si Superlattices grown along the [100] and [111] Directions». *Superlattices and Microstructures* **10**, 39 (1991).

678. S. I. Gubarev; T. Ruf; M. Cardona. «Resonant Spin Flip Raman Scattering on Photoexcited Carriers in p-Type  $\text{Cd}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{Te}$  Crystals». *Phys. Rev. B* **43**, 14564 (1991).

679. U. Schmid; F. Lukeš; N. E. Christensen; M. Alouani; M. Cardona; E. Kasper; H. Kibbel; H. Presting. «Dielectric Response of Strained Ge/Si Superlattices: Theory and Experiment». *Materials Science and Engineering* **B9**, 233 (1991).

680. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; P. Murugaraj; M. Cardona. «Far-Infrared Spectroscopy of the Superconductor  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ ». *Z. Phys. B* **86**, 329 (1992)

681. D. J. Mowbray; M. Cardona; K. Ploog. «Multiphonon Resonant Raman Scattering in Short Period GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **43**, 11815 (1991).

682. U. Schmid; N. E. Christensen; M. Alouani; M. Cardona. «Electronic and Optical Properties of Strained Ge/Si Superlattices». *Phys. Rev. B* **43**, 14597 (1991).

683. E. T. Heyen; M. Cardona; J. Karpinski; E. Kaldis; S. Rusiecki. «Two Su-

perconducting Gaps and Electron-Phonon Coupling in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ ». *Phys. Rev. B* **43**, 12953 (1991).

684. M. L. Bansal; A. K. Sood; M. Cardona. «Strongly Dispersive Low Frequency Raman Modes in Germanium». *Solid State Commun.* **78**, 579 (1991).

685. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; P. Murugaraj; E. T. Heyen; M. Cardona. «Optical phonons in the  $T^*$ -structure:  $\text{Nd}_{2-x-y}\text{Ce}_x\text{Sr}_y\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B* **43**, 13060 (1991).

686. M. Cardona. «Phonons in Semiconductor Superlattices». *Lectures in Surface Sciences*. Heidelberg: Springer Verlag, Heidelberg.

687. G. C. La Rocca; U. Schmid; M. Cardona. «Symmetry and Strain-induced Effects at the  $W$ -point of the Brillouin Zone of Face-centered Cubic Crystals». *Phys. Rev. B* **44** 2979 (1991).

688. Stefan Zollner; Sudha Gopalan; M. Cardona. «Microscopic Theory of Intervalley Scattering in InP». *Phys. Rev. B* **44**, 13446 (1992).

689. Stefan Zollner; Sudha Gopalan; M. Cardona. «Intensity Anomalies of Raman-Active Phonons in the Superconducting State of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$ ». *Solid State Commun.* **78**, 291 (1991).

690. F. Iikawa; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Optical Emission of Exciton-phonon Quasiparticle in InP». *Solid State Commun.* **79**, 131 (1991).

691. D. Fuchs; R. L. Johnson; J. Kircher; M. K. Kelly; M. Cardona; Ph. Hofmann; Ch. Maierhofer; K. Horn; A. M. Bradshaw. «Spectroscopic Ellipsometry of Cubic and Hexagonal CdS». BESSY, Annual Report, 1991.

692. J. Humlíček; J. Kircher; H.-U. Habermeier; M. Cardona; Y. Fang; U. Welp; K. Vanderwoort; D. Crabtree. «Free-carrier optical response of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ». *Solid State Commun.* **79**, 673 (1991).

693. H. D. Fuchs; D. J. Mowbray; M. Cardona; S. A. Chalmers; A. C. Gosard. «Interface Phonons in Short-period GaAs/AlAs Superlattices: Wavevector-selective and Defect-activated». *Solid State Commun.* **79**, 223 (1991).

694. J. Kircher, M. Cardona, S. Gopalan, H.-U. Habermeier, and D. Fuchs. «An Optical Investigation of the Valency of Pr in  $\text{Y}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$ ». *Phys. Rev. B* **44**, 2410 (1991).

695. C. Thomsen, B. Friedl, M. Cieplak, and M. Cardona. «Effect of Substitutional Impurities on the Superconducting gap of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$ ». *Solid State Commun.* **78**, 727 (1991).

696. M. Cardona. «Concluding Remarks». *Light Scattering in Semiconductor Structures and Superlattices*, ed. by D. J. Lockwood and J. F. Young. New York: Plenum Press, 1991.

697. M. Cardona; C. H. Grein; H. D. Fuchs; S. Zollner. «Isotope Effects on the Electronic Excitations and Phonons in Semiconductors». *J. Non-Cryst. Solids* **141**, 257 (1992).

698. E. T. Heyen; R. Wegerer; M. Cardona. «Coupling of Phonons to Crystal Field Excitations in  $\text{NdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Phys. Rev. Lett.* **67**, 144 (1991).

699. E. Burstein; M. Cardona; D. J. Lockwood; A. Pinczuk; J. F. Young. «Inelastic Light Scattering from Semiconductors». A: *Light Scattering in Semiconductor Structures and Superlattices*, ed. by D. J. Lockwood and J. F. Young. New York: Plenum Press, 1991 p. 1

700. J. Humlíček; J. Kircher; H.-U. Habermeier; M. Cardona; A. Röseler. «Infrared Optical Response of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  and  $\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ : an Ellipsometric Study». *Physica C* **190**, 383 (1992).

701. H. D. Fuchs; C. H. Grein; R. I. Devlen; J. Kuhl; M. Cardona. «Anharmonic Decay-time, Isotopic Scattering-time, and Inhomogeneous Line-broadening of Optical Phonons in  $^{70}\text{Ge}$ ,  $^{76}\text{Ge}$ , and natural Ge Crystals». *Phys. Rev. B* **44**, 8633 (1991).

702. D. W. Snoke; D. Braun; M. Cardona. «Carrier Thermalization in  $\text{Cu}_2\text{O}$ : Phonon Emission by Excitons». *Phys. Rev. B* **44**, 2991 (1991).

703. E. T. Heyen; R. Wegerer; E. Schönherr; M. Cardona. «Raman Study of the Coupling of Crystal Field Excitations to Phonons in  $\text{NdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Phys. Rev. B* **44**, 10195 (1991).

704. M. Cardona. «Raman Scattering in Semiconductors and High- $T_c$  Superconductors». *Proc. SPIE*, vol. 1599, 139 (1992).

705. S. Zollner; M. Cardona; Sudha Gopalan. «Isotope and Temperature Shifts of Direct and Indirect Band Gaps in Diamond-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **45**, 3376 (1992)

706. J. Kircher; J. Humlíček; D. Fuchs; H.-U. Habermeier; M. Cardona. «An Optical Investigation of the Valency of Pr in  $\text{Y}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ». *Physica C* **185-189**, 956 (1991).

707. E. T. Heyen; M. Cardona; R. Wegerer; M. Cardona. «Coupling of Phonons to Crystal Excitations in  $\text{NdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Physica C* **185-189**, 1043 (1991).

708. E. T. Heyen; M. Cardona; J. Karpinski; E. Kaldis; S. Rusiecki. «Two Superconducting Gaps and Electron-Phonon Coupling in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ ». *Physica C* **185-189**, 1749 (1991).
709. S. Gopalan; J. Kircher; O. K. Andersen; O. Jepsen; M. Alouani; M. Cardona. «Investigation of the Dielectric Tensor in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ». *Physica C* **185-189**, 1473 (1991).
710. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona; P. Stastny; D. M. Mateev. «Infrared-Active Phonons in  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CaCu}_2\text{O}_6$ ». *Phys. Rev. B* **44**, 9723 (1991).
711. V. F. Sapega; M. Cardona; K. Ploog; E. L. Ivchenko; D. N. Mirlin. «Spin Flip Raman Scattering in GaAs/AlGaAs Multiple Quantum Wells». *Phys. Rev. B* **45**, 4320 (1992).
712. C. Trallero-Giner; F. Iikawa; M. Cardona. «Multiphonon Resonant Raman Scattering in a Strong Magnetic Field». *Phys. Rev. B* **44**, 12815 (1991).
713. E. T. Heyen; J. Kircher; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Insulating  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_6$  as a Probe of its Electronic Structure». *Phys. Rev. B* **45**, 3037 (1992).
714. M. Cardona. «Raman Scattering in High- $T_c$  Superconductors». *Physica C* **185-189**, 65 (1991).
715. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona. «Infrared Reflectivity of  $\text{RbBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Superconductors: Phonon Self-Energy Effects». *Physica C* **185-189**, 987 (1991).
716. C. Thomsen; B. Friedl; M. Cieplak; M. Cardona. «The Influence of Au and Pr on the Superconductivity-Related Gap in  $\text{RbBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Physica C* **185-189**, 745 (1991).
717. U. Schmid; J. Humlíšek; F. Lukes; M. Cardona; H. Presting; H. Kibbel; E. Kasper; K. Eberl, W. Wegscheider; G. Abstreiter. «Optical Transition in Strained Ge/Si Superlattices». *Phys. Rev. B* **45**, 6793 (1992).
718. U. Schmid; J. Humlíšek; F. Lukeš; M. Cardona; H. Presting; H. Kibbel; E. Kasper; K. Eberl, W. Wegscheider; G. Abstreiter. «Optical Transition in Strained Ge/Si Superlattices». *Thin Solid Films* **222**, 246 (1992).
719. C. H. Grein; M. Cardona. «Local Vibrational Modes of Ge-rich c-Si $_{1-x}$ Ge $_x$  Alloys». *Phys. Rev. B* **45**, 8328 (1992).
720. H. D. Fuchs; C. H. Grein; M. I. Alonso; M. Cardona. «High-Resolution Raman Spectroscopy of Ge-rich c-Ge $_{1-x}$ Si $_x$  Alloys: Novel Phenomena of the Ge-Ge Vibrational Modes». *Phys. Rev. B* **44**, 13120 (1991).

721. H. D. Fuchs; C. H. Grein; M. Bauer; M. Cardona. «Infrared Absorption in  $^{76}\text{Ge}$  and Natural Ge Crystals: Effects of Isotopic Disorder on  $\vec{q} \neq 0$ -Phonons». *Phys. Rev. B* **45**, 4065 (1992).

722. A. Cros; A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Quantum Wells under High Magnetic Fields: Deformation Potential Interaction». *Phys. Rev. B* **45**, 6106 (1992).

723. U. Schmid; N. E. Christensen; M. Cardona; F. Lukeš; K. Ploog. «Optical Anisotropy in GaAs/AlAs (110) Superlattices». *Phys. Rev. B* **45**, 3546 (1992).

724. C. Thomsen; A. P. Litvinchuk; E. Schönherr; M. Cardona. «Chain-Oxygen Vibrations in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  and  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ ». *Phys. Rev. B* **45**, 8154 (1992).

725. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona. «Far-Infrared Study of Phonon Anomalies in  $\text{RBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  and  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$  Superconductors». *Sixteenth International Conference on Infrared and Millimeter Waves*, M. R. Siegrist, M. Q. Tran, T. M. Tran, Eds., SPIE, vol. 1576, p. 22 (1991).

726. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona. «Self-Energies of Infrared-Active Phonons in  $\text{RBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Solid State Commun.* **80**, 257 (1991).

727. S. Zollner, S. Gopalan, and M. Cardona. «Short-Range Deformation-Potential Interaction and its Application to Ultrafast Processes in Semiconductors». *Semicond. Sci. Technol.* **7**, B137 (1992).

728. B. Friedl; C. Thomsen; H.-U. Habermeier; M. Cardona. «Effects of Landau-Damping on the Raman-active Phonons of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Solid State Commun.* **81**, 989 (1992).

729. D. W. Snoke; A. J. Shields; M. Cardona. «Phonon Absorption Recombination Luminescence of Room Temperature Excitons in  $\text{Cu}_2\text{O}$ ». *Phys. Rev. B* **45**, 11693 (1992).

730. V. G. Hadjiev; C. Thomsen; A. Erb; G. Müller-Vogt; M. R. Koblischka; M. Cardona. «Effect of Oxygen Disorder on Superconductivity-Induced Self-Energy Effects in Impurity-Free  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Solid State Commun.* **80**, 643 (1991).

731. C. Trallero-Giner; F. García-Moliner; V. R. Velasco; M. Cardona. «Analysis of the Phenomenological Models for Long Wave Polar Optical Modes in Semiconductor Layered Systems». *Phys. Rev. B* **45**, 11944 (1992).

732. Manuel Cardona. «Problems in Optical Properties of Semiconductors and their Solution». *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fer-*

mi", ed. by A. Stella and L. Miglio, *Semiconductor Superlattices and Interfaces*. Amsterdam: North-Holland, 1993, p. 435.

733. C. Trallero-Giner; A. Cantarero; M. Cardona; M. Mora. «Impurity Induced Resonant Raman Scattering». *Phys. Rev. B* **45**, 6601 (1992).

734. M. Cardona. «Raman Scattering in Bulk Semiconductors and Semiconductor Microstructures». *Inst. Phys. Conf. Ser.* **123**, 219 (1992).

735. J. Kircher; J. Humlíček; M. Garriga; M. Cardona; D. Fuchs; H.-U. Habermeier; O. Jepsen; S. Gopalan; O. K. Andersen; Y. Fang; U. Welp; K. Vandervoort; G. Crabtree. «Interband Transitions in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ». *Physica C* **192**, 473 (1992).

736. W. Limmer; S. Bauer; H. Leiderer; W. Gebhardt; A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «One-LO-Phonon Resonant Raman Scattering in Wide-Gap Diluted Magnetic Semiconductors». *Phys. Rev. B* **45**, 11709 (1992).

737. P. Etchegoin; J. Kircher; M. Cardona; C. Grein. «The Piezo-Optical Response of Ge in the Visible-UV Range». *Phys. Rev. B* **45**, 11721 (1992).

738. J. Kircher; W. Böhringer; W. Dietrich; H. Hirt; P. Etchegoin; M. Cardona. «Design of a Compact Uniaxial Stress Apparatus for Optical Measurements». *Rev. Sci. Instr.* **63**, 3733 (1992).

739. M. S. Brandt; H. D. Fuchs; M. Stutzmann; J. Weber; M. Cardona. «The Origin of Visible Luminescence from "Porous Silicon" a New Interpretation». *Solid State Commun.* **81**, 307 (1992).

740. M. Cardona and I.P. Ipatova. «Effect of Electronic Excitations on Light Scattering and on Phonon Self-Energies in Metals and Doped Semiconductors». A: *Elementary Excitations in Solids*, ed. by J.L. Birman, C. Sébenne and R.F. Wallis. Amsterdam: Elsevier Science Publ., 1992, p. 237.

741. A. J. Shields; R. Nötzel; M. Cardona; L. Däweritz; K. Ploog. «Confined LO Phonons in GaAs/AlAs Superlattices with Periodically Corrugated Interfaces». *Appl. Phys. Lett.* **60**, 2537 (1992).

742. C. Trallero-Giner, M. Cardona, and F. Iikawa. «Multiphonon Resonant Raman Scattering in a Magnetic Field». *Proc. of XIIIth International Conference on Raman Spectroscopy*, ed. by W. Kiefer, M. Cardona, G. Schaack, F.W. Schneider, H.W. Schrötter. Chichester: John Wiley & Sons, 1992, p. 864.

743. R. Wegerer; C. Thomsen; M. Cardona; M. Reedyk; J. S. Xue; J. E. Greedan. «Observation of the Coupling between a Crystal-Field Excitation of  $\text{Nd}^{3+}$  and a Raman-Active Phonon in  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2\text{NdCu}_3\text{O}_8$ ». *Proc. of XIIIth International*

*Conference on Raman Spectroscopy* ed. by W. Kiefer, M. Cardona, G. Schaack, F.W. Schneider, H.W. Schrötter. Chichester: John Wiley & Sons, 1992, p. 896.

744. V. G. Hadjiev; C. Thomsen; M. Cardona. «Raman-Scattering Test for Local Orthorhombic Strains in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ ». *Proc. of XIIIth International Conference on Raman Spectroscopy*, ed. by W. Kiefer, M. Cardona, G. Schaack, F. W. Schneider, H. W. Schrötter. Chichester: John Wiley & Sons, 1992, p. 878.

745. A. P. Litvinchuk; D. Leach; C. Thomsen; I. Trofimov; H.-U. Habermeyer; M. Cardona. «Optical Phonons in (Y/Pr) $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  Superlattices». *Proc. of XIIIth International Conference on Raman Spectroscopy*, ed. by W. Kiefer, M. Cardona, G. Schaack, F. W. Schneider, H. W. Schrötter. Chichester: John Wiley & Sons, 1992, p. 888.

746. A. Cros; A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Magneto-Raman Scattering in Quantum Wells: Fröhlich Interaction». *Phys. Rev. B* **42**, 12 627 (1992).

747. H. D. Fuchs; C. H. Grein; M. Cardona; W. L. Hansen; K. Itoh; E. E. Haller. «Isotopic Disorder-Effects on the Phonons in Germanium». *Solid State Commun.* **82**, 225 (1992).

748. J. Kircher; E. Brücher; E. Schönherr; R. K. Kremer; M. Cardona. «Room Temperature Annealing of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Observed by Optical Measurements». *Phys. Rev. B* **46**, 588 (1992).

749. C. Thomsen; M. Cardona. «Comment on Axial Oxygen-Centered Lattice Instabilities in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ : an Application of the Analysis of Extended X-ray Absorption Fine Structure in Anharmonic Systems». *Phys. Rev. B* **47**, 12 320 (1993).

750. S. Zollner; C. H. Grein; M. Cardona. «Alloy Versus Phonon Contributions to Intervalley Scattering in  $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}$ ». A: *Ultrafast Lasers Probe Phenomena in Semiconductors and Superconductors*, ed. by R. R. Alfano, Proc. SPIE **1677**, p. 75–84 (1992).

751. J. Kircher; M. Cardona; M. Alouani; S. Gopalan; O. Jepsen; O. K. Andersen; E. Kaldis; J. Karpinski; S. Rusiecki. «Theoretical and Experimental Investigation of the Linear Optical Response of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ : The Relevance of LDA Calculations». *Phys. Rev. B*

752. P. Etchegoin; M. Cardona. «Stress-Induced Optical Activity in the Zincblende-Type Semiconductors». *Solid State Commun.* **82**, 655 (1992).



753. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona. «Chain-Oxygen Vibrations and Phonon Anomalies above  $T_c$  in  $\text{RBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  and  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ ». A: *Electronic Properties of High-Temperature Superconductors*, ed. by H. Kuzmany. Heidelberg: Springer Verlag, 1992), p. 306.

754. V. G. Hadjiev; C. Thomsen; M. Cardona. «Phonon Self-Energy Effects in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$  Below  $T_c$ : The Role of Oxygen Disorder». A: *Electronic Properties of High-Temperature Superconductors*, ed. by H. Kuzmany. Heidelberg: Springer Verlag, Heidelberg, 1992, p. 220.

755. A. J. Shields; C. Trallero-Giner; M. Cardona; V. A. Haisler; D. A. Tenne; N. T. Moshegov; A. I. Toropov. «Electric Field Effects on Resonant Raman Spectroscopy of Quantum Wells». *Proc. of XIIIth International Conference on Raman Spectroscopy*, ed. by W. Kiefer, M. Cardona, G. Schaack, F.W. Schneider, H.W. Schrötter. Chichester: John Wiley & Sons, 1992, p. 858.

756. J. Spitzer; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog; F. Briones; M. I. Alonso. «Optical Phonons in Ultrashort Period GaAs/AlAs Superlattices». *Proc. of XIIIth International Conference on Raman Spectroscopy*, ed. by W. Kiefer, M. Cardona, G. Schaack, F. W. Schneider, H. W. Schrötter. Chichester: John Wiley & Sons, Chichester, 1992, p. 860.

757. V. F. Sapega; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog; E. L. Ivchenko; D. N. Mirlin. «Spin-Flip Raman Scattering in GaAs/ $\text{Al}_{0.33}\text{Ga}_{0.67}\text{As}$  Quantum Wells». *Proc. of XIIIth International Conference on Raman Spectroscopy*, ed. by W. Kiefer, M. Cardona, G. Schaack, F. W. Schneider, H. W. Schrötter. Chichester: John Wiley & Sons, 1992, p. 856.

758. V. F. Sapega; V. I. Belitsky; T. Ruf; H. D. Fuchs; M. Cardona; K. Ploog. «Secondary Emission and Acoustic Phonon Scattering Induced by Strong Magnetic Fields in Multiple Quantum Wells». *Phys. Rev. B* **46**, 16005 (1992).

759. P. Etchegoin; J. Kircher; M. Cardona; C. Grein; E. Bustarret. «Piezo-Optics of GaAs». *Phys. Rev. B* **46**, 15139 (1992).

760. A. J. Shields; C. Trallero-Giner; M. Cardona; H. T. Grahn; K. Ploog; V. A. Haisler; D. A. Tenne; N. T. Moshegov; A. I. Toropov. «Resonant Raman Scattering in GaAs/AlAs Superlattices under Electric Fields». *Phys. Rev. B* **46**, 6990 (1992).

761. P. Molinàs-Mata; A. J. Shields; M. Cardona. «Phonons and Internal Stresses in IV-IV and III-V Semiconductors: The Planar Bond-Charge Model». *Phys. Rev. B* **47**, 1866 (1993).

762. V. I. Belitsky; M. Cardona; A. Cantarero. «Magnetic-Field-Induced Resonant Behavior of Two-Phonon Raman Scattering in Semiconductors with Equal Effective Masses for Electrons and Holes». *Phys. Rev. B* **47**, 3626 (1993).

763. C. Thomsen; R. Wegerer; H.-U. Habermeier; M. Cardona. «Determination of the Degree of Epitaxy in High- $T_c$  Thin Films by Raman Spectroscopy». *Solid State Commun.* **83**, 199 (1992).

764. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona. «Phonon Anomalies Above  $T_c$  in  $\text{YBa}_m\text{Cu}_4\text{O}_8$  and  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$  Superconductors: an Effect of Coupling to Spin Excitations». *Solid State Commun.* **83**, 343 (1992).

765. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; I. E. Trofimov; H.-U. Habermeier; M. Cardona. «A Raman Study of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}/\text{PrBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$  Superlattices». *Phys. Rev. B* **46**, 14017 (1992).

766. V. F. Sapega; V. I. Belitsky; A. J. Shields; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog. «Resonant One-Acoustic-Phonon Scattering in Multiple Quantum Wells». *Solid State Commun.* **84**, 1039 (1992).

767. F. Lukeš; S. Gopalan; M. Cardona. «Effect of Heavy Doping on the Optical Properties and Band Structure of GaAs». *Phys. Rev. B* **47**, 7071 (1993).

768. T. Ruf; E. T. Heyen; M. Cardona; J. Mesot; A. Furrer. «Raman Study of Crystal-Field Phonon Coupling in  $\text{NdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$  in a Magnetic Field». *Phys. Rev. B* **46**, 11 792 (1992).

769. D. Snoke; D. Braun; M. Cardona. «Nonequilibrium Exciton Kinetics in  $\text{CuO}_2$ ». *Journal of Luminescence* **53**, 415 (1992).

770. P. Etchegoin; J. Weber; M. Cardona; W. L. Hansen; K. Itoh; E. E. Haller. «Isotope Effect in Ge: A Photoluminescence Study». *Solid State Commun.* **83**, 843 (1992).

771. A. J. Shields; M. Cardona; R. Nötzel; K. Ploog. «Influence of the Excitation Lifetime on Resonant Raman Scattering in Quantum Wells». *Phys. Rev. B* **46**, 10 490 (1992).

772. V. I. Belitsky; M. Cardona; I. G. Lang; S. T. Pavlov. «Spatial Correlation of Electrons and Holes in Multi-Phonon Resonant Raman Scattering in a High Magnetic Field». *Phys. Rev. B* **46**, 15767 (1992).

773. M. Cardona. «Linear Optical Response of Semiconductors». *Journal of Electronic Materials* **22**, 27 (1993).

774. J. Spitzer; I. Gregora; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog; F. Briones; M. I.

Alonso. «Difference Frequency Raman Scattering and Confined Optical Phonons in Ultrashort-Period (GaAs)<sub>n</sub>/(AlAs)<sub>n</sub> Superlattices». *Solid State Commun.* **84**, 275 (1992).

775. P. Knoll; S. Lo; P. Murugaraj; E. Schönherr; M. Cardona. «Damping of Spin Excitations in the HT<sub>c</sub>-Cuprates: Undoped and Lightly Doped Material». Kirchberg 1992.

776. A. Cros; A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering in Quantum Wells under High Magnetic Fields». *Helvetica Physica Acta* **65**, 343 (1992).

777. M. Cardona. «Phonons and Electron-Phonon Interaction in High T<sub>c</sub> Superconductors». *Proceedings of the XXI, European Congress on Molecular Spectroscopy Vienna, Austria. Journal of Molecular Structure* **292**, 255 (1993), ed. by A. J. Barnes, W. J. Orville-Thomas, R. Kellner, K. Taga, and W. Landvoigt.

778. T. Ruf; V. F. Sapega; J. Spitzer; V. I. Belitsky; M. Cardona; K. Ploog. «Resonant Magneto-Raman Scattering by Acoustic Phonons in Quantum Wells and Superlattices NATO ASI Series». A: *Phonons in Semiconductors Nanostructures* ed. by J. P. Leburton, J. Pascual, and S. Sotomajor Torres, p. 83-92 (1993).

779. T. Ruf; R. Wegerer; E. T. Heyen; M. Cardona; A. Furrer. «Crystal-Field Phonon Interaction and In-Plane Charge Transfer in NdBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>». *Solid State Commun.* **85**, 297 (1993).

780. A. J. Shields; V. A. Haisler; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Fröhlich Exciton-Phonon Interaction in Quantum Wells: Resonant Raman Spectroscopy under Electric Fields NATO ASI Series». A: *Phonons in Semiconductors Nanostructures* ed. by J. P. Leburton, J. Pascual, and S. Sotomajor Torres.

781. M. K. Kelly; S. Zollner; M. Cardona. «Modelling the Optical Response of Surfaces Measured by Spectroscopic Ellipsometry: Application to Si and Ge». *Surface Science* **282**, 282 (1993).

782. H. D. Fuchs; M. Stutzmann; M. S. Brandt; M. Rosenbauer; J. Weber; M. Cardona. «Visible Luminescence from Porous Silicon and Siloxene». *Physica Scripta* **T45**, 309 (1992).

783. M. S. Brandt; H. D. Fuchs; A. Höpner; M. Rosenbauer; M. Stutzmann; J. Weber; M. Cardona; H.-J. Queisser. «Visible Luminescence from Silicon: Quantum Confinement or Siloxene». *MRS Symp. Proc.* vol. **262**.

784. J. Spitzer; H. D. Fuchs; P. Etchegoin; M. Ilg; M. Cardona; B. Brar; H. Kroemer. «Quality of AlAs-like and InSb-like Interfaces in InAs/AlSb Superlattices: An Optical Study». *Appl. Phys. Lett.* **62**, 2274 (1993).
785. P. Etchegoin; J. Kircher; M. Cardona. «Elastooptical Constant of Si». *Phys. Rev. B* **47**, 10292 (1993).
786. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona; J. Karpinski; E. Kaldis; S. Rusiecki. Above- $T_c$  Anomalies of the Infrared-Active Phonons in  $\text{R}\text{Ba}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$  ( $\text{R} = \text{Dy}, \text{Ho}$ ) and  $\text{Y}_{2\text{Ba}_4}\text{Cu}_7\text{O}_{15-\delta}$  Superconductors». *Z. Phys. B* **92**, 9 (1993).
787. C. Thomsen; M. Cardona. «A Comment on the Superconductivity-Induced Broadening of the  $340\text{ cm}^{-1}$  Raman-active Phonon in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ ». *Physica C* **206**, 137 (1993).
788. H. D. Fuchs; P. Etchegoin; M. Cardona; K. Itoh; E. E. Haller. «Vibrational Band Modes in Germanium: Isotopic Disorder-Induced Raman Scattering». *Phys. Rev. Lett.* **70**, 1715 (1993).
789. J. Humlíček; A. P. Litvinchuk; W. Kress; B. Lederle; C. Thomsen; M. Cardona; H.-U. Habermeier; I. E. Trofimov; W. König. «Lattice Vibrations of  $\text{Y}_{1-x}\text{Pr}_x\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ : Theory and Experiment». *Physica C* **206**, 345 (1993).
790. P. Etchegoin; M. Cardona. «Circular Birefringence in Zincblende-type Semiconductors». *Thin Solid Films* **233**, 137 (1993).
791. P. Etchegoin; J. Kircher; M. Cardona. «Piezo-optical Response of Semiconductors». *Thin Solid Films* **223**, 141 (1993).
792. S. Jandl; M. Iliev; C. Thomsen; T. Ruf; M. Cardona; B. M. Wanklyn; C. Chengkang. «Crystal Field Raman Scattering in  $\text{Nd}_2\text{CuO}_4$ ». *Solid State Commun.* **87**, 609 (1993).
793. S. I. Gubarev; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog. «Resonant Magneto-Luminescence of High Quality GaAs». *Solid State Commun.* **85**, 853 (1993).
794. D. W. Snoke; M. Cardona. «A Bond Polarizability Model for the  $\text{C}_{60}$  Raman Spectrum». *Solid State Commun.* **87**, 121 (1993).
795. A. J. Shields; M. Cardona. «Tunneling Effects upon Resonant Raman Scattering Intensities in GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B*
796. V. G. Hadjiev; C. Thomsen; J. Kircher; M. Cardona. «Raman Scattering Probe of Oxygen Ordering during Room Temperature Annealing of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Phys. Rev. B* **47**, 9148 (1993).
797. Ph. Hofmann; K. Horn; A. M. Bradshaw; R. L. Johnson; D. Fuchs; M.

Cardona. «Dielectric Function of Cubic and Hexagonal CdS in the Vacuum Ultraviolet Region». *Phys. Rev. B* **47**, 1639 (1993).

798. S. Krishnamurthy; M. Cardona. «*Ab-initio* Calculation of Intervalley Deformation Potentials in GaAs and Ge». *Appl. Phys. Lett.* **74**, 2117 (1993).

799. V. I. Belitsky; M. Cardona. «Polaron Effect in Resonant Raman Scattering from Quantum Wells in a High Magnetic Field: Decomposition of Electron and Hole Contributions». *Phys. Rev. B* **47**, 13003 (1993).

800. S. I. Gubarev; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog. «Magneto-Luminescence of GaAs in the Quasiclassical Limit». *Phys. Rev. B* **48**, 1647 (1993).

801. S. Zollner; M. Garriga; J. Kircher; J. Humlíček; M. Cardona; G. Neuhold. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and the Interband Critical-Point Parameters of GaP». *Phys. Rev. B* **48**, 7915 (1993).

802. H. D. Fuchs; M. Stutzmann; M. S. Brandt; M. Rosenbauer; J. Weber; A. Breitschwerdt; M. Cardona. «Porous Silicon and Siloxene: Vibrational and Structural Properties». *Phys. Rev. B* **48**, 8172 (1993).

803. M. Cardona; P. Etchegoin; H. D. Fuchs; P. Molinàs-Mata. «Effect of Isotopic Disorder and Mass on the Electronic and Vibronic Properties of Three, Two, and One-Dimensional Solids». *J. of Phys.: Condensed Matter*, vol. 5, Suppl. 33A, A61 (1993).

804. C. Trallero-Giner; M. Cardona; F. Iikawa. «Phonon Side-Bands in the Optical Emission of Zincblende-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **48**, 5187 (1993).

805. P. A. M. Rodrigues; F. Cerdeira; M. Cardona; E. Kasper; H. Kibbel. «Electroreflectance Study of the  $E_1$  and  $E_0$  Optical Transitions in Thin Ge/Si Superlattices». *Solid State Commun.* **86**, 637 (1993).

806. Z. V. Popović; J. Spitzer; T. Ruf; M. Cardona; R. Nötzel; K. Ploog. «Folded Acoustic Phonons in GaAs/AlAs Corrugated Superlattices Grown along the [311] Direction». *Phys. Rev. B* **48**, 1659 (1993).

807. M. Iliev; C. Thomsen; V. Hadjiev; M. Cardona. «Resonant Raman Scattering of Oxygen-Deficient  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ : Evidence for the Coexistence of  $O_I$ ,  $O_{II}$ , and  $T$  Microstructures». *Phys. Rev. B* **47**, 12341 (1993).

808. A. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona; L. Börjesson; M. Käll, P. Berastegui; L.-G. Johansson. «Evidence for a Scaling of the Superconducting Gap with  $T_c$  in  $\text{Pr}_x\text{Y}_{1-x}\text{Ba}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ ». *Solid State Commun.* **87**, 907 (1993).

809. M. Cardona. «Recent Results in Raman Spectroscopy of High- $T_c$  Superconductors». *J. Phys. Chem. Solids* **54**, 1287 (1993).
810. R. Wegerer; C. Thomsen; T. Ruf; E. Schönherr; M. Cardona; M. Reedyk; J. S. Xue; J. E. Greedan; A. Furrer. «Crystal-Field Excitation Phonon Coupling in  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2\text{NdCu}_3\text{O}_{8+\delta}$ ». *Phys. Rev. B* **48**, 6413 (1993).
811. P. Etchegoin; H. D. Fuchs; J. Weber; M. Cardona; L. Pintschovius; N. Pyka; K. Itoh; E. E. Haller. «Phonons in Isotopically Disordered Ge». *Phys. Rev. B* **48**, 12661 (1993).
812. T. Brudevoll; D. S. Citrin; M. Cardona; N. E. Christensen. «Electronic Structure of  $\alpha$ -Sn and its Dependence on Hydrostatic Strain». *Phys. Rev. B* **48**, 8629 (1993).
813. M. P. Chamberlain; M. Cardona; B. K. Ridley. «Optical Modes in GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **48**, 14356 (1993).
814. Min Jiang; Hailin Wang; R. Merlin; M. Cardona; D. G. Steel. «Nonlinear Optical Spectroscopy in GaAs: Magnetic Freeze Out of Excitons». *Phys. Rev. B* **48**, 13456 (1993).
815. T. Ruf; V. I. Belitsky; J. Spitzer; V. F. Sapega; M. Cardona; K. Ploog. «Raman Scattering from Folded Phonon Dispersion Gaps». *Phys. Rev. Lett.* **71**, 3035 (1993).
816. H. D. Fuchs; P. Molinàs-Mata; M. Cardona. «Isotopic Ge Superlattices: Vibrational Properties». *Superlattices and Microstructures* **13**, 447 (1993).
817. D. H. Leach; C. Thomsen; M. Cardona; L. Mihaly; C. Kendziora. «Self-Energy Effects of the  $B_{1g}$  Phonon in  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ ». *Solid State Commun.* **88**, 457 (1993).
818. T. Ruf; V. I. Belitsky; J. Spitzer; V. F. Sapega; M. Cardona; K. Ploog. «Disorder-Induced Raman Scattering of Folded Phonons in Quantum Wells and Superlattices». *Solid State Electronics*.
819. M. P. Chamberlain; M. Cardona. «Optical Modes in GaAs/AlAs Superlattices». *Semiconductor Science and Technology, Hot Carriers Semiconductors 8 Conference*.
820. C. Thomsen; M. Cardona. «Comment on Renormalization of Phonons in a (Y/Pr) $\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  Superlattice Investigated by Raman Spectroscopy». *Phys. Rev. Lett.* **71**, 2163 (1993).
821. S. Zollner; M. Garriga; J. Kircher; J. Humlíček; M. Cardona; G.

Neuhold. «Temperature Dependence of the Dielectric Function and the Interband Critical-Point Parameters of GaP». *Thin Solid Films* **233**, 185 (1993).

822. J. Kircher; M. Cardona; A. Zibold; H. P. Geserich; E. Kaldis; J. Karpinski; S. Rusiecki.

823. «Dielectric Tensor of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ : Experiment and Theory». *Phys. Rev. B* **48**, 3993 (1993).

824. J. Kircher; S. Gopalan; M. Cardona. «Optical Properties of the Y-Ba Cuprates: Mainly a Band Structure Point of View». *Thin Solid Films*

825. J. Kircher; M. Cardona; A. Zibold; K. Widder; H. P. Geserich. «Optical Investigations of Room Temperature Chain Ordering in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Phys. Rev. B* **48**, 9684 (1993).

826. T. Brudevoll; D. S. Citrin; N. E. Christensen; M. Cardona. «Calculated Band Structure of Zincblende-Type SnGe». *Phys. Rev. B* **48**, 17 128 (1993).

827. A. J. Shields; G. O. Smith; E. J. Mayer; R. Eccleston; J. Kuhl; M. Cardona; K. Ploog. «Homogeneous-Linewidth-Dependence of Resonant Raman Scattering in GaAs Quantum Wells». *Phys. Rev. B* **48**, 17 128 (1993).

828. V. I. Belitsky; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Magneto-Polaron Effect in One-Phonon Resonant Raman Scattering from Bulk Semiconductors: Deformation Potential». *Phys. Rev. B* **48**, 17861 (1993).

829. F. Comas; R. Pérez-Álvarez; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Polar Optical Oscillation Modes in GaAs-Based Double Heterostructures: Long Wavelength Limit». *Superlattices and Microstructures* **14**, 95 (1993).

830. A. J. Shields; Z. V. Popović; M. Cardona; J. Spitzer; R. Nötzel; K. Ploog. «Resonant Interference Effects in the Phonon Raman Spectra of (311) GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **49**, 7548 (1994).

831. Z.V. Popović; E. Richter; J. Spitzer; M. Cardona; A. J. Shields; R. Nötzel; K. Ploog. «Phonon Properties of (311) GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **49**, 7577 (1994).

832. S. Ernst; M. Rosenbauer; U. Schwarz; P. Deák; K. Syassen; M. Stutzmann; M. Cardona. «Effects of Pressure on the Optical Absorption and Photoluminescence of Wöhler Siloxene». *Phys. Rev. B* **49**, 5362 (1994).

833. J. Spitzer; Z. V. Popović; T. Ruf; M. Cardona; R. Nötzel; K. Ploog. «Folded Acoustic Phonons in GaAs/AlAs Superlattices Grown on Non-(100)-Oriented Surfaces». *Solid State Electronics* **37**, 753 (1994).

834. D. N. Mirlin; V. F. Sapega; A. A. Sirenko; M. Cardona; K. Ploog. «Energy Dependence of the Polarization of Hot Photoluminescence in MQW Structures». *Physics and Technics of Semiconductors* **27**, 990 (1993).
835. K. L. Barth; D. Böhme; K. Kamarás; F. Keilmann; M. Cardona. «Far-IR Spectroscopic Ellipsometer». *Thin Solid Films* **234**, 314 (1993).
836. J. Spitzer; P. Etchegoin; M. Cardona; T. R. Anthony; W. F. Banholzer. «Isotopic-Disorder Induced Raman Scattering in Diamond». *Solid State Commun.* **88**, 509 (1993).
837. V. Santos; M. Cardona. «Comment on: Observation of Spin Precession in GaAs Inversion Layers Using Antilocationizations», by P. D. Dresselhaus, C. M. A. Papavassiliou, and R. G. Wheeler. *Phys. Rev. Lett.* **72**, 432 (1994).
838. V. I. Belitsky; T. Ruf; J. Spitzer; M. Cardona. «Theory of Disorder-Induced Acoustic Phonon Raman Scattering in Quantum Wells and Superlattices». *Phys. Rev. B* **49**, 8263 (1994).
839. V. I. Belitsky; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Magneto-Polaron Effect in One-Phonon Resonant Raman Scattering from Bulk Semiconductors: Fröhlich Interaction». *Phys. Rev. B* **49**, 11016 (1994).
840. A. J. Shields; M. Cardona; K. Eberl. «Resonant Raman Lineshape of Optical Phonons in GaAs/AlAs Multiple Quantum Wells». *Phys. Rev. Lett.* **72**, 412 (1994).
841. P. Litvinchuk; C. Thomsen; M. Cardona. «Infrared-Active Vibrations of High-Temperature Superconductors: Experiment and Theory». *Physical Properties of High Temperature Superconductors IV* ed. by D.M. Ginsberg. Singapore: World Scientific, 1994.
842. A. García-Cristóbal; A. Cantarero; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Excitonic Model for Second-Order Resonant Raman Scattering». *Phys. Rev. B* **49**, 13430 (1994).
843. A. J. Shields; M. Cardona. «Study of Exciton Dephasing in Superlattices Using Resonant Raman Spectroscopy». *Proc. of NATO ARW Coherent optical processes in semiconductors*, Cambridge, August 1993.
844. J. Humlíček; C. Thomsen; M. Cardona; K. Kamarás; M. Reedyk; M. K. Kelly; P. Berberich. «Far-infrared Response of Free Carriers in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  from Ellipsometric Measurements». *Physica C* **222**, 166 (1994).
845. J. Spitzer; T. Ruf; M. Cardona; W. Dondl; R. Schorer; G. Abstreiter; E.



E. Haller. «Raman Scattering by Optical Phonons in Isotopic  $^{76}\text{(Ge)}_n$ / $^{74}\text{(Ge)}_n$  Superlattices». *Phys. Rev. Lett.* **72**, 1565 (1994).

846. E. Roca, C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Polar Optical Vibrational Modes in Quantum Dots». *Phys. Rev. B* **49**, 13704 (1994).

847. T. Ruf; J. Spitzer; V. F. Sapega; V. I. Belitsky; M. Cardona; K. Ploog. «Interface Roughness and Homogeneous Linewidths in Quantum Wells and Superlattices Studied by Resonant Acoustic Phonon Raman Scattering». *Phys. Rev. B* **50**, 1792 (1994).

848. M. P. Chamberlain; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Anisotropy Effects on Optical Phonon Modes in GaAs/AlAs Quantum Wells». *Phys. Rev. B* **50**, 1611 (1994).

849. T. Ruf; J. Spitzer; M. Cardona; K. Ploog. «Homogeneous Linewidths in Superlattices Studied by Resonant Acoustic Phonon Raman Scattering Polar Optical Vibrational Modes in Quantum Dots». *Proceedings of the 14th International Conference on Raman Scattering, Hong Kong, 1994*, p. 364.

850. C. Krantz; M. Cardona; A. Shilling; H. R. Ott. «Raman Observation of  $A_{1g}$  and  $B_{1g}$  Symmetry Phonons in  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$ ». *Proceedings of the 14th International Conference on Raman Scattering, Hong Kong, 1994*, p. 758.

851. M. Cardona. «Isotopic Effects in the Raman Scattering of Diamond and Germanium». *Proceedings of the 14th International Conference on Raman Scattering, Hong Kong, 1994*, p. 19.

852. M. C. Krantz; C. Thomsen; H. J. Mattausch; M. Cardona. «Raman Active Phonons and Mode Softening in Superconducting  $\text{HgBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{4+\delta}$ ». *Phys. Rev. B* **50**, 1165 (1994).

853. A. Cros; T. Ruf, J. Spitzer; M. Cardona; A. Cantarero. «Magneto-Raman Scattering in GaAs/AlAs Multiple Quantum Wells». *Phys. Rev. B* **50**, 2325 (1994)

854. Z. V. Popović; E. Richter; J. Spitzer; M. Cardona; R. Nötzel; K. Ploog. «Phonon Properties of (211) Oriented  $(\text{GaAs})_m/(\text{AlAs})_n$  Superlattices». *Superlattices and Microstructures* **14**, 173 (1994).

855. C. Janowitz; O. Günther; G. Jungk; R. L. Johnson; P. V. Santos; M. Cardona; W. Faschinger; H. Sitter. «Dielectric Function and Critical Points of Cubic and Hexagonal CdSe». *Phys. Rev. B* **50**, 2181 (1994).

856. H. Li; A. R. Goñi; K. Syassen; M. Cardona. «Intervalley Scattering Po-

tentials of Ge from Direct Exciton Absorption under Pressure». *Phys. Rev. B* **49**, 8017 (1994).

857. M. Kuball; M. K. Kelly; M. Cardona; K. Köhler; J. Wagner. «Doping Dependence of the  $E_1$  and  $E_1 + \Delta_1$  Critical Points in Highly Doped n- and p-type GaAs: Importance of Surface Band Bending and Depletion». *Phys. Rev. B* **49**, 16569 (1994).

858. M. C. Krantz; M. Cardona. «Comment on Electronic Raman Scattering in High- $T_c$  Superconductors: A Probe of  $d_{x^2-y^2}$ ». *Phys. Rev. Lett.* **72**, 3290 (1994).

859. V. I. Belitsky; A. Cantarero; T. Ruf; M. Cardona. «Two-Phonon Resonant Magneto-Raman Scattering from Direct Gap Semiconductors». *Phys. Rev. B* **50**, 7413 (1994).

860. J. Humíček; K. Kamarás; J. Kircher; H.-U. Habermeier; M. Cardona; A. Röseler; J. L. Stehlé. «Mid- and Near-IR Ellipsometry of  $Y_{1-x}Pr_xBa_2O_7$  Epitaxial Films». *Thin Solid Films* **234**, 518 (1993).

861. P.V. Santos; P. Etchegoin; M. Cardona; B. Brar; H. Kroemer. «Optical Anisotropy in InAs/AlSb Superlattices». *Phys. Rev. B* **50**, 8746 (1994).

862. V. F. Sapega; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog; E. L. Ivchenko; D. N. Mirlin. «Resonant Raman Scattering due to Bound-Carrier Spin-Flip in GaAs/ $Al_xGa_{1-x}$ As Quantum Well». *Phys. Rev. B* **50**, 2510 (1994).

863. T. Ruf; J. Spitzer; V. F. Sapega; V. I. Belitsky; M. Cardona; K. Ploog. «Raman Studies of Interface Properties in Semiconductor Quantum Wells and Superlattices». *Physica Scripta T* **55**, 45 (1994).

864. J. Spitzer; A. Höpner; M. Kuball; M. Cardona; B. Jenichen; H. Neuroth; B. Brar; H. Kroemer. «Influence of the Interface Composition of InAs/AlSb Superlattices on their Optical and Structural Properties». *J. Appl. Phys.* **77**, 811 (1995).

865. T. Ruf; J. Spitzer; V. F. Sapega; V. I. Belitsky; M. Cardona; K. Ploog. «Raman Scattering by Acoustic Phonons in Semiconductor Superlattices». *Festkörperprobleme/Advances in Solid State Physics*, **34**, ed. by R. Helbig. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg 1994, p. 237.

866. A. P. Litvinchuk; M. Käll; L. Börjesson; C. Thomsen; M. Cardona; P. Berastegui; L.-G. Johansson. «Symmetry-Dependent Electron-Phonon Interaction in the Double-Chain  $YBa_2Cu_4O_8$  Superconductor». *Physica C* **235-240**, 1091 (1994).

867. M. C. Krantz; I. I. Mazin; M. Cardona. «Electronic Raman Scattering in Single Domain  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ,  $k$ -Space Anisotropy and Comparison to LDA Fermi Surface Masses». *Physica C* 235-240, 1101 (1994).

868. M. Cardona. «Semiconductor Crystals with Tailor-Made Isotopic Compositions». *Festkörperprobleme/Advances in Solid State Physics* 34, ed. by R. Helbig. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg, 1994, p. 35.

869. M. Kuball; M. K. Kelly; P. V. Santos; M. Cardona. «Hydrogen Adsorption on GaAs(110) - A study of the Surface Optical Properties». *Phys. Rev. B* 50, 13762 (1994).

870. M. Reedyk, C. Thomsen; M. Cardona; J. S. Xue; J. E. Greedan. «Forbidden Fröhlich-Interaction-Induced 2-LO Raman Scattering in  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2\text{RCu}_3\text{O}_8$  (R= Rare Earth Element)». *Physica C* 235-240, 1165 (1994)

871. M. Reedyk, C. Thomsen; M. Cardona; J. S. Xue; J. E. Greedan. «Observation of the Effects of Phonon Dispersion on the Fröhlich-Interaction Induced Second-Order Raman Scattering in  $\text{Pb}_2\text{Sr}_2\text{RCu}_3\text{O}_8$ ». *Phys. Rev. B* 51, 5949 (1995).

872. P. Etchegoin; A. Fainstein; P. V. Santos; L. C. Lew Yan Voon; M. Cardona. «Linear Terms in  $\vec{q}$  in the Macroscopic Optical Properties of Zincblende-Type Materials: Theory and Experiment». *Solid State Commun.* 92, 505 (1994).

873. M. C. Krantz; I. I. Mazin; D. H. Leahc; W. Y. Lee; M. Cardona. «Normal State Electronic Raman Scattering Efficiencies of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ,  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_8$  and  $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$ , Effects of LDA Fermi Surface Mass Fluctuations». *Phys. Rev. B* 51, 5949 (1995).

874. R. Ruf; A. Cros; J. Spitzer; G. Goldoni; M. Cardona. «Magneto-Raman Scattering by Optic and Acoustic Phonons in Quantum Wells». *Proc. of the Int. Conf. on High Magn. Fields in Semic. Phys., Boston, Aug. 94.*

875. F. Iikawa; T. Ruf; M. Cardona. «Resonant Magneto-Polarons in InP». *Proc. of the Int. Conf. on High Magn. Fields in Semic. Phys., Boston, Aug. 94.*

876. A. P. Litvinchuk; M. Käll; L. Börjesson; C. Thomsen; M. Cardona; P. Berastegui; L.-G. Johansson. «Symmetry-Dependent Phonon Interactions in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$  Superconductors: A Raman and Infrared Spectroscopic Study». *Physica C* 235-240, 1091 (1994).

877. R. Henn; J. Kircher; M. Cardona; A. M. Garrits; A. Wittlin; A.V. H. M. Dujin; A. A. Menovsky. «Far-Infrared Ellipsometry of Electrons and Phonons in  $\text{La}_{1.87}\text{Sr}_{0.13}\text{CuO}_4$ ». *Physica C* 235-240, 1195 (1994).

878. M. Willatzen; M. Cardona; N. E. Christensen. «LMTO and  $\vec{k} \cdot \vec{p}$  Calculations of Effective Masses and Band Structures of Semiconducting». *Phys. Rev. B* **50**, 18054 (1994).

879. M. Cardona. «Comment on Upper-Conduction-Band Effects in Heavily Strained Low-Dimensional Zinc-Blende Semiconductor Systems». *Phys. Rev. B* **51**, 7928 (1995).

880. Fainstein; P. Etchegoin; P. V. Santos; M. Cardona; K. Töttemeyer; K. Eberl. «In-Plane Birefringence of GaAs/AlAs Waveguided Multiple Quantum Wells». *Phys. Rev. B* **50**, 11850 (1994).

881. V. I. Belitsky; T. Ruf; J. Spitzer; M. Cardona. «Geminate Recombination in Multiple Quantum Wells». *J. of Luminescence* **60 & 61**, 340 (1994).

882. M. P. Chamberlain; M. Cardona; A. J. Shields. «New Interpretation of Raman Scattering Experiments from Phonons in Ga/As Superlattices». *ICPS'22, Vancouver, Aug. 1994, The Physics of Semiconductors*: Singapore, World Scientific, 1995, p. 927.

883. J. Spitzer; T. Ruf; M. Cardona; C. Grein; W. Dondl; R. Schorer; G. Abstreiter; E. E. Haller. «Vibrational Properties of Isotopic  $^{70}\text{Ge}_n$   $^{74}\text{Ge}_n$  Superlattices». *ICPS'22, Vancouver, Aug. 1994, The Physics of Semiconductors*. Singapore: World Scientific, 1995, p. 923.

884. M. Kuball, M. K. Kelly, P. V. Santos; M. Cardona; K. Köhler; J. Wagner. «Surface Influence on the Doping Dependence of the  $E_1$  and  $E_1 + \Delta_1$  Critical Points of GaAs: Electric Field and Impurity Unscreening Effect». *ICPS'22, Vancouver, Aug. 1994, The Physics of Semiconductors*. Singapore: World Scientific, 1995, p. 153.

885. P. Dufour; S. Jandl; C. Thomsen; M. Cardona; B. M. Wanklyn; C. Changkang. «Raman Study of Kramers Doublets in  $\text{Nd}_2\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B* **51**, 1053 (1995).

886. M. Cardona. «Raman Scattering by Phonons in Structured Semiconductors». *ICPS'22, Vancouver, Aug. 1994, The Physics of Semiconductors*. Singapore: World Scientific, 1995, p. 3.

887. P. V. Santos; P. Etchegoin; M. Cardona; B. Brar; H. Kroemer. «Reflection Anisotropies in InAs/AlSb Superlattices». *ICPS'22, Vancouver, Aug. 1994, The Physics of Semiconductors*. Singapore: World Scientific, 1995, p. 1225.

888. P. V. Santos; M. Willatzen; M. Cardona; A. Cantarero. «Tight-Binding

Calculation of Spin-Splittings in Semiconductors Superlattices». *Phys. Rev. B* 51, 5121 (1995).

889. T. Strach; T. Ruf; E. Schönherr; M. Cardona. «Raman Study of the Cooper Isotope Effect in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ». *Phys. Rev. B* 51, 16460 (1995).

890. M. Kuball; M. Cardona; A. Mazuelas; K. H. Ploog; J. J. Pérez-Camacho; J. P. Silveira; F. Briones. «SnTe-Doping of GaAs Grown by Atomic Layer Molecular Beam Epitaxy». *J. Appl. Phys.* 77, 4339 (1995).

891. M. P. Chamberlain; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Theory of One-Phonon Raman Scattering in Semiconductor Microcrystallites». *Phys. Rev. B* 51, 1680 (1995).

892. M. Arens; M. Kuball; N. Esser; W. Richter; M. Cardona; B. O. Fimland. «Influence of Hydrogen Adsorption on the Optical Properties of the GaAs(100)-c(4x4) Surface». *Phys. Rev. B* 51, 10923 (1995).

893. M. Krantz; M. Cardona. «Raman Scattering by Electronic Excitations in Semiconductors and in High  $T_c$  Superconductors». *J. of Low Temp. Physics* 99, 205 (1995).

894. A. Fainstein; T. Ruf; M. Cardona; V. I. Belitsky; A. Cantarero. «Electronic and Acoustic-Phonon Inter-Landau-Level Raman Scattering in GaAs/ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  Multiple Quantum Wells». *Phys. Rev. B* 51, 7064 (1995).

895. A. J. Shields; M. P. Chamberlain; M. Cardona; K. Eberl. «Raman Scattering due to Interface Optical Phonons in GaAs/AlAs Multiple Quantum Wells». *Phys. Rev. B* 51, 17728 (1995).

896. M. Cardona. «Raman Scattering in Semiconductors with Reduced Translational Invariance». A: *Quantum Theory of Real Materials*, ed. by J. R. Chelikowsky and S. G. Louis. Boston: Kluwer Acad. Publ., 1996, p. 141.

897. L. C. Lew Yan Voon; A. Fainstein; P. Etchegoin; P. Santos; M. Cardona. «Comment to Observation of Time-Nonreversible Optical Interaction with Zinc-Blende Semiconductors». *Phys. Rev. B* 52, 2201 (1995).

898. G. Goldoni; T. Ruf; V. F. Sapega; A. Fainstein; M. Cardona. «Magneto-Optical Study of Quantum Well Electronic Structure Using Disorder-Induced Resonant Acoustic-Phonon Raman Scattering». *Phys. Rev. B* 51, 14542 (1995).

899. M. Kuball; N. Esser; T. Ruf; C. Ulrich; M. Cardona; K. Eberl; A. Garcia-Cristobal; A. Cantarero. «Electric-Field Induced Raman Scattering in GaAs: Franz-Keldysh Oscillations». *Phys. Rev. B* 51, 7353 (1995).

900. V. I. Belitsky; A. Cantarero; S. T. Pavlov; M. Cardona; L. I. Korovin; I. G. Lang. «Spatial Correlation of Laser-Generated Electrons and Holes in Quantum Wells». *Phys. Stat. Sol. (b)* **188**, 863 (1995).
901. S. Donovan; J. Kircher; J. Karpinski; E. Kaldis; M. Cardona. «Electronic Raman Scattering in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ ». *J. Supercond.* **8**, 417 (1995).
902. A. Fainstein; P. Etchegoin; M. P. Chamberlain; M. Cardona; K. Töttemeyer; K. Eberl. «Selection Rules and Dispersion of GaAs/AlAs Multiple Quantum Well Optical Phonons Studied by Raman Scattering in Right Angle, Forward and Backscattering In-Plane Geometries». *Phys. Rev. B* **51**, 14448 (1995).
903. M. Willatzen; M. Cardona; N. E. Christensen. «Relativistic Electronic Structure, Effective Masses, and Inversion-Asymmetry Effects of Cubic Silicon Carbide (3C-SiC)». *Phys. Rev. B* **51**, 13150 (1995).
904. M. Kuball; D. T. Wang; N. Esser; M. Cardona; J. Zegenhagen; B. O. Fimland. «Microscopic Structure of the GaAs(100)-(6x6) Surface Derived from Scanning-Tunneling-Microscopy». *Phys. Rev. B* **51**, 17992 (1995).
905. L. C. Lew Yan Voon; M. Willatzen; M. Cardona; L. R. Ram-Mohan. «Comment on Multiband Coupling Effects on Electron Quantum Well Intersubband Transition». *J. Appl. Phys.* **80**, 600 (1996).
906. S. Ernst; A. R. Goñi; K. Syassen; M. Cardona. «LO-Phonon-Plasmon Modes in n-GaAs and n-InP under Pressure». *J. Phys. Chem. Solids* **56**, 567 (1995).
907. P. V. Santos; A. Cantarero; M. Cardona; R. Nötzel; K. Ploog. «Optical Properties of (311)-Oriented GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B* **52**, 1970 (1995).
908. K. Kamarás; K.-L. Barth; F. Keilmann; R. Henn; M. Reedyk; C. Thomsen; M. Cardona; J. Kircher; P. L. Richards; J.-L. Stehlé. «The Low-Temperature Infrared Optical Functions of  $\text{SrTiO}_3$  Determined by Reflectance Spectroscopy and Spectroscopic Ellipsometry». *J. of Appl. Phys* **78**, 1235 (1995).
909. M. Willatzen; L. C. Lew Yan Voon; P. V. Santos; M. Cardona; N. E. Christensen. «Theoretical Study of Band-Edge States in  $\text{Sn}_1\text{Ge}_n$  Strained-Layer Superlattices». *Phys. Rev. B* **52**, 5070 (1995).
910. N. Esser; P. V. Santos; M. Kuball; M. Cardona; M. Arens; D. Pahlke; W. Richter; F. Stietz; J. A. Schäffer; B. O. Fimland. «Hydrogen-Induced Modification of the Optical Properties of the GaAs (100) Surface». *J. Vac. Sci. Technol. B* **13(4)** 1666 (1995).

911. J. Kircher; R. Henn; M. Cardona; P. L. Richards; G. P. Williams. «Far Infrared Ellipsometry Using Synchrotron Radiation». *J. of Opt. Soc.*

912. R. Wegerer; C. Thomsen; M. Cardona; H. J. Bornemann; D. E. Morris. «Raman Investigation of  $\text{YBa}_{2-x}\text{La}_x\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ -Ceramics». *Phys. Rev. B* **53**, 3561 (1996).

913. L. C. Lew Yan Voon; M. Willatzen; P. V. Santos; M. Cardona; D. Munzar; N. E. Christensen. «Investigation of Inversion-Asymmetry Effects on the Band Structure of  $\text{Sn}_1\text{Ge}_n$  Superlattices». *Solid State Electron.* **40**, 191 (1996).

914. S. Jandl; P. Dufour; T. Strach; T. Ruf; M. Cardona; V. Nekvasil; C. Changkang; B. M. Wanklyn. «Raman Study of Crystal-Field Excitations in Reduced  $\text{Nd}_2\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B* **52**, 15558 (1995).

915. P. V. Santos; N. Esser; M. Cardona; W. G. Schmidt; F. Bechstedt. «Optical Properties of Sb-terminated GaAs and InP (110) Surfaces». *Phys. Rev. B* **52**, 12158 (1995).

916. U. Resch-Esser; N. Esser; C. Springer; J. Zegenhagen; W. Richter; M. Cardona; B. O. Fimland. «Surface Ordering on GaAs(100) by Indium-Termination». *J. Vac. Sci. Technol. B* **13**(4), 1672 (1995).

917. M. Kuball; D. T. Wang; N. Esser; M. Cardona; J. Zegenhagen; B. O. Fimland. «Hydrogen Adsorption on the GaAs(001)-(2x4) Surface: a Scanning Tunneling Microscopic Study». *Phys. Rev. B* **52**, 16337 (1995).

918. V. F. Sapega; M. P. Chamberlain; T. Ruf; M. Cardona; D. N. Mirlin; K. Töttemayer; A. Fischer; K. Eberl. «Optical Phonon Emission in GaAs/AlAs MQW's Determined by Hot-Electron Luminescence». *Phys. Rev. B* **52**, 14144 (1995).

919. R. Henn; J. Kircher; M. Cardona; A. Wittlin; V. H. M. Duijn; A. A. Menovsky. «Far-Infrared c-Axis Response of  $\text{La}_{1.8}\text{Sr}_{0.13}\text{CuO}_4$  Determined by Ellipsometry». *Phys. Rev. B* **53**, 9353 (1996).

920. P. V. Santos; N. Esser; J. Groenen; M. Cardona; W. G. Schmidt; F. Bechstedt. «Hydrogen Interaction with Sb-terminated GaAs and InP (110) Surfaces». *Phys. Rev. B* **53**, 9353 (1996).

921. Q. D. Jiang; D.-M. Smilgies; R. Feidenhans'l; M. Cardona; J. Zegenhagen. «Surface Morphology and In-plane-epitaxy of  $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Films on  $\text{SrTiO}_3(001)$  Substrates Studied by STM and Grazing Incidence X-ray Diffraction». *Solid State Commun.* **98**, 157 (1996).

922. Q. D. Jiang; D.-M. Smilgies; R. Feidenhans'l; M. Cardona; J. Zegenha-

gen. «*In situ* Preparation of Atomically Flat SrTiO<sub>3</sub> (001) Surface for High T<sub>c</sub> Thin Film Epitaxy». 2nd. European Conference on Applied Superconductivity (3-7 July 1995, Edingburgh), *Inst. Phys. Conf. Ser.* **148**, 939 (1995).

923. L. C. Lew Yan Voon; M. Willatzen; M. Cardona; N. E. Christensen. «Terms Linear in **k** in the Band Structure of Wurtzite-Type Semiconductors». *Phys. Rev. B* **53**, 10703 (1996):

924. M. Cardona; E. Anastassakis. «On the Strain-Induced Shifts of the Infrared-Active Phonon of Cubic Boron Nitride». *Phys. Rev. B* **54**, 14888 (1996).

925. T. Ruf; V. F. Sapega; M. Cardona. «Resonant Acoustic-Phonon Raman Scattering in Magnetic and Electric Fields». *J. of Raman Spectroscopy* **27**, 272 (1996).

926. B. Koopmans; P. Etchegoin; P. Santos; M. Cardona. «A Quantitative Study of the Piezooptical Activity in GaAs». *Solid State Commun.* **97**, 261 (1996).

927. P. Etchegoin; A. Fainstein; A. A. Sirenko; B. Koopmans; B. Richards; P. V. Santos; M. Cardona; K. Töttemeyer; K. Eberl. «Optics of MQW's Uniaxially Stressed Along the Growth Axis». *Phys. Rev. B* **53**, 13662 (1996).

928. B. Koopmans; P. Santos; M. Cardona. «Piezogyrotropy in Zincblende Semiconductors». A: *Highlights of Light Spectroscopy on Semiconductors, HOLOS 95*, ed. by A. D'Adrea, L. G. Quagliano and S. Selci. Singapore: World Scientific Publisher, 1996, p. 25.

929. M. Cardona. «Inversion Asymmetry Splitting of the Electronic Bands on Optical Properties of Semiconductors». A: *Highlights of Light Spectroscopy on Semiconductors, HOLOS 95*, ed. by A. D'Adrea, L. G. Quagliano and S. Selci. Singapore: World Scientific Publisher, 1996, p. 3.

930. A. Göbel; T. Ruf; M. Cardona; C. T. Lin. «Isotope Effects on the Raman Spectra of CuCl». *Proc. of PHONONS'95; Physica B* **219 & 220**, 511 (1996).

931. T. Haage; Q. D. Jiang; M. Cardona; H.-U. Habermeier; J. Zegenhagen. «Direct Scanning Tunneling Microscopy Observation of Non-Unit-Cell Growth of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> Thin Films». *Appl. Phys. Lett.* **68**, 2427 (1996).

932. S. Jandl; P. Dufour; T. Strach; T. Ruf; M. Cardona; V. Nekvasil; C. Chen; B. M. Wanklyn. «Raman Study of Intermultiplet Crystal-Field Excitations in Nd<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>». *Phys. Rev. B* **52**, 15558 (1995).

933. A. García-Cristóbal; M. Kuball; M. Cardona; A. Cantarero. «First-Or-



der Resonant Raman Scattering under an Electric Field». *Phys. Rev. B* **54** 11942 (1996):

934. S. Jandl; P. Dufour; T. Strach; T. Ruf; M. Cardona; V. Nekvasil; C. Chen; B. M. Wanklyn; S. Piñol. «Raman Study of Crystal-Field Excitations in  $\text{Nd}_{1.85}\text{Ce}_{0.15}\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B* **53**, 8632 (1996).

935. T. Haage; J. Q. Li; B. Leibold; M. Cardona; J. Zegenhagen; H.-U. Habermeier; A. Forkl. «Substrate-Mediated Anisotropy of Transport Properties in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.8}$ ». *Thin Films. Solid State Commun.* **99**, 553 (1996).

936. T. Strach; T. Ruf; M. Cardona; C. T. Lin; S. Jandl; V. Nekvasil; D. I. Zhigunov; S. N. Barilo; S.V. Shiryayev. «Raman Study of Intermultiplet Crystal-Field Transitions in  $\text{Sm}_2\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B* **54**, 4276 (1996).

937. N. Garro; A. Cantarero; M. Cardona; T. Ruf; A. Göbel; C. Lin; K. Reimann; S. Rübenacke; M. Steube. «Electron-Phonon Interaction at the Direct Gap of the Copper Halides». *Solid State Commun.* **98**, 27 (1996).

938. L. Wang; L. Hsu; E. E. Haller; J. W. Erickson; A. Fischer; K. Eberl; M. Cardona. «Ga Self-Diffusion in GaAs Isotope Heterostructures». *Phys. Rev. Lett.* **76**, 2342 (1996).

939. M. N. Iliev; H.-U. Habermeier; M. Cardona; V. G. Hadjiev; R. Gajic. «Transformations of the Local Structure of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7.5}$  due to Laser-Annealing-Induced Changes in the Oxygen Content». *Physica C*

940. X. J. Zhou; M. Cardona; C. W. Chu; Q. M. Lin; S. M. Loureiro; M. Marezio. «Raman Spectra of Hg-Based Superconductors: Effect of Oxygen Defect». *Phys. Rev. B* **54**, 6137 (1996).

941. M. Cardona; T. Strohm; J. Kircher. «Raman Scattering in High  $T_c$  Superconductors: Electronic Excitations». A: *Spectroscopic Studies of Superconductors*, edited by I. Bozovic and D. van der Marel. *Proc. SPIE* **2696**, 182 (1996).

942. M. Cardona; X. J. Zhou; T. Strach. «Raman Spectroscopy: Phonons».

943. Peter Y. Yu; Manuel Cardona. «Fundamentals of Semiconductors, Physics and Materials Properties». Heidelberg: Springer Verlag, 1996).

944. D. W. Snoke; M. Cardona; S. Sanguinetti; G. Benedek. «Comparison of Bond Character in Hydrocarbons and Fullerenes». *Phys. Rev. B* **53**, 12641 (1996).

945. Raman Spectra of Ultra-Thin  $\text{YBaCuO}_{7.8}$  Films. P. Zhang, T. Haage, H.-U. Habermeier, T. Ruf and M. Cardona. *Appl. Phys. Lett.*

946. B. Koopmans; B. Richards; P. Santos; K. Eberl; M. Cardona. «In-Plane

Optical Anisotropy of GaAs/AlAs Multiple Quantum Wells Probed by Microscopic Reflectance Difference Spectroscopy». *Appl. Phys. Lett.* **69**, 782 (1996).

947. N. Garro; A. Cantarero; M. Cardona; A. Göbel; T. Ruf; K. Eberl. «Dependence of the Lattice Parameters and the Energy Gap of Zincblende-Type Semiconductors on Isotopic Masses». *Phys. Rev. B* **54**, 4732 (1996).

948. S. Ernst; A. R. Goñi; K. Syassen; M. Cardona. «Plasmon Raman Scattering and Photoluminescence of Heavily Doped n-Type InP near the  $\Gamma$ -X Crossover». *Phys. Rev. B* **53**, 1287 (1996).

949. T. Ruf; H. D. Fuchs; M. Cardona. «Von Federn und Massen: Physik isotope-reiner Halbleiter». *Physikalische Blätter* **52**, 1115 (1996).

950. A. Debernardi; M. Cardona. «Isotopic Effects on the Lattice Constant in Compound Semiconductors by Perturbation Theory: An *ab initio* Calculation». *Phys. Rev. B* **54**, 11305 (1996).

951. A. Göbel; T. Ruf; M. Cardona; C. T. Lin; J. C. Merle. «Comment on Ground State Structural Anomalies in Cuprous Halides: Cu Cl». *Phys. Rev. Lett.* **77**, 2591 (1996).

952. J. Kircher; R. Henn; M. Cardona. «Interplane Optical Conductivity of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  I: Normal State - a Luttinger Liquid?».

953. R. Henn; J. Kircher; M. Cardona. «*c*-Polarized Vibrational Modes in  $\text{La}_2\text{CuO}_4$  and  $\text{La}_{1.87}\text{Sr}_{0.13}\text{CuO}_4$  Determined by Ellipsometry». *Physica C* **269**, 99 (1996).

954. Xingjiang Zhou; M. Cardona; C. W. Chu; Q. M. Lin; S. M. Loureiro; M. Marezio. «Raman Study of  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{O}_{2n+2+\delta}$  ( $n=1,2,3,4$  and 5) Superconductors». *Physica C* **270**, 193 (1996).

955. V. López; F. Comas; C. Trallero-Giner; T. Ruf; M. Cardona. «Resonant Electron-Phonon Coupling: Magneto-Polarons in InP». *Phys. Rev. B* **54**, 10502 (1996).

956. C. T. Lin; E. Schönherr; A. Schmeding; T. Ruf; A. Göbel; M. Cardona. «Growth of CuCl Single Crystals Composed of Pure Isotopes». *J. Crystal Growth* **167**, 612 (1996).

957. V. I. Belitsky; A. Cantarero; S. T. Pavlov; M. Cardona; I. G. Lang; A.V. Prokhorov. «Outgoing Excitonic Resonance in Multiphonon Raman Scattering from Polar Semiconductors». *Phys. Rev. B* **52**, 11920 (1995).

958. J. Humlíček; R. Henn; M. Cardona. «Far-Infrared Ellipsometry of De-

pleted Surface Layer in Heavily Doped n-type GaAs». *Appl. Phys. Lett.* **69**, 2581 (1996).

959. I. G. Lang; V. I. Belitsky; A. Cantarero; L. I. Korovin; S. T. Pavlov; M. Cardona «Magnetopolaron-Induced Increase of the Efficiency in Two-LO-Phonon Raman Scattering from Quantum Wells». *Phys. Rev. B*

960. V. Nekvasil; T. Strach; T. Ruf; M. Cardona; S. Jandl; C. Chen; B. Wanklyn. «Zeeman Study of Electronic Raman Transitions in  $\text{Nd}_2\text{CuO}_4$ ».

961. S. Jandl; T. Strach; T. Ruf; M. Cardona; V. Nekvasil; M. Iliev; D. I. Zhigunov; S. N. Barilo; S. V. Shiryayev. «Raman Study of Crystals-Field Excitations in  $\text{Pr}_2\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B*

962. V. P. Sapega; V. I. Perel; A. Yu. Dobin; D. N. Mirlin; I. A. Akimov; T. Ruf; M. Cardona; K. Eberl. «Polarization of Hot Photoluminescence in Superlattices of GaAs/AlAs». *Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz* **63**, 285 (1996).

963. A. A. Sirenko; T. Ruf; K. Eberl; M. Cardona; A. A. Kiselev; E. K. Ivchenko; K. Ploog «Spin-Flip Raman Scattering in GaAs/AlAs Multiple Quantum Wells». *23th ICPS*, 1996 (Berlin).

964. T. Ruf; A. Göbel; M. Cardona; C. T. Lin; J. Wrzesinski; M. Steube; K. Reimann; N. Garro; A. Cantarero; J.-C. Merle; M. Joucla. «Isotope Effects in CuCl: Phonons and Electronic Structure». *23rd ICPS*, 1996 (Berlin).

965. B. Koopmans; B. Richards; P. V. Santos; M. Cardona «Anisotropic Dielectric Response of GaAs/AlAs Quantum Wells Studied by Microscopic Reflectance Difference Spectroscopy». *23rd ICPS*, 1996 (Berlin).

966. D. T. Wang; A. Göbel; J. Zegenhagen; M. Cardona. «Raman Scattering on Isotopic (-Sn Alloys». *23rd ICPS*, 1996 (Berlin).

967. M. Reedyk; D. A. Crandles; M. Cardona; J. D. Garrett; J. E. Greedan. «Raman Scattering in the  $\text{RTiO}_3$  Family of Mott-Hubbard Insulators». *Phys. Rev. B*

968. J. M. Zhang; T. Ruf; A. Göbel; A. Debernardi; R. Lauck; M. Cardona. «Isotope Effects on Phonons in CdS: Determination of  $E_2$ -Eigenvectors». *23rd ICPS*, 1996 (Berlin).

969. C. Trallero-Giner; M. Cardona; F. Comas. «Phonon Polaritons in Semiconductor Nanostructures». *23rd ICPS*, 1996 (Berlin).

970. Yu. S. Ponosov; G. A. Bolotin; C. Thomsen; M. Cardona. «Spatial Dispersion of the Dielectric Response in Transition Metals: Manifestation in Raman Spectra».

971. T. Strach; T. Ruf; S. Jandl; V. Nekvasil; C. Chen; B. M. Wanklyn; D. I. Zhigunov; S. N. Barilo; S.V. Shiryayev. «Zeeman Study of Raman-Active Crystal-Field Transitions in  $\text{Nd}_2\text{CuO}_4$  and  $\text{Sm}_2\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B*
972. T. Strach; T. Ruf; M. Cardona; S. Jandl; V. Nekvasil. «Crystal-Field Transitions in  $(\text{RE})_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ : Raman vs. Inelastic Neutron Scattering». *Physica B*
973. V. I. Belitsky; A. Cantarero; C. Trallero-Giner; S. T. Pavlov; M. Cardona. «Diagrammatic Approach to the Fano Interference in Light Scattering from Doped Semiconductors». *23rd ICPS*, 1996 (Berlin).
974. M. Cardona. «Semiconductors under Uniaxial Strain». *Phys. Stat. Sol. (b)* **198**, 5 (1996).
975. R. Henn; T. Strach; E. Schönherr; M. Cardona. «Isotope Effects in the Optical Phonons of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ : Eigenvector and Infrared Charge Determination». *Phys. Rev. B*
976. F. Comas; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Continuum Treatment of Phonon Polaritons in Semiconductor Heterogeneous Structures». *Phys. Rev. B*
977. V. I. Belitsky; M. Cardona. «Final-State-Interactions in the Infrared Absorption of Doped Semiconductors». *Solid State Commun.* **100**, 837 (1996).
978. J. T. Birmingham; S. M. Grannan; P. L. Richards; R. Henn; J. Kircher; M. Cardona; A. Wittlin; V. H. M. Duij; A. A. Menovsky. «Measurement of *c*-Axis Optical Absorptivity of  $\text{La}_{1.87}\text{Sr}_{0.13}\text{CuO}_4$ ». A: *Spectroscopic Studies of Superconductors*, edited by I. Bozovic and D. van der Marel. *Proc. SPIE* 2696, 56 (1996).
979. T. Zhou; K. Syassen; M. Cardona; J. Karpinski; E. Kaldis. «Electronic Raman Scattering in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$  at High Pressure». *Solid State Commun.* **99**, 669 (1996).
980. E. Menéndez; C. Trallero-Giner; M. Cardona. «Vibrational Resonant Raman Scattering in Spherical Quantum Dots: Exciton Effects». *Phys. Stat. Sol. (b)* **199**, 81 (1997).
981. V. F. Sapega; T. Ruf; M. Cardona; H. T. Grahn; K. Ploog. «Raman Study of Stark Localization in GaAs/AlAs Superlattices». A: *Proceedings of the 23rd International Conference on the Physics of Semiconductors*, edited by M. Scheffler and R. Zimmermann. Singapore: World Scientific, 1996 (to be published).
982. V. F. Sapega; V. I. Perel; A.Yu. Dobin; D. N. Mirlin; I. A. Akimov; T. Ruf; M. Cardona; K. Eberl. «Hot luminescence polarization in GaAs/AlAs superlattices». A: *Proceedings of the 23rd International Conference on the Physics of Se-*

*micconductors*, edited by M. Scheffler and R. Zimmermann. Singapore: World Scientific, 1996 (to be published).

983. V. F. Sapega; T. Ruf; M. Cardona; H. T. Grahn; K. Ploog. «Acoustic-Phonon Raman Scattering from Wannier-Stark Levels in GaAs/AlAs Superlattices». *Phys. Rev. B*

984. T. Strohm; M. Cardona. «Electronic Raman Scattering in YBCO and Other Superconducting Cuprates». *Phys. Rev. B*

985. M. Giehler; T. Ruf; M. Cardona; K. Ploog. «Interference Effects in Acoustic-Phonon Raman Scattering from GaAs/AlAs Mirror Plane Superlattices».

986. Lei Wang; L. Hsu; E. E. Haller; J. W. Erickson; A. Fischer; K. Eberl; M. Cardona «Gallium Self-Diffusion in Gallium Arsenide: a Study using Isotope Heterostructures». *A: Proceedings of the 23rd International Conference on the Physics of Semiconductors*, edited by M. Scheffler and R. Zimmermann. Singapore: World Scientific, 1996 (to be published).

987. C. Ulrich; E. Anastassakis; K. Syassen; A. Debernardi; M. Cardona. «Lifetime of Phonons in Semiconductors under Pressure». *Phys. Rev. Lett.*

988. V. F. Sapega; V. I. Perel'; A. Yu. Dobin; D. N. Mirlin; I. A. Akimov; T. Ruf; M. Cardona; K. Eberl. «Study of the Two-Dimensional to Quasi-Three Dimensional Transition in GaAs/AlAs Superlattices by Polarized Hot Electron Photoluminescence». *Phys. Rev. B*

989. I. G. Lang; A.V. Prokhorov; M. Cardona; V. I. Belitsky; A. Cantarero; S. T. Pavlov. «Magnetic-Field-Enhanced Outgoing Excitonic Resonance in Multi-Phonon Raman Scattering from Polar Semiconductors». *J. Phys.: Condens. Matter* 8, 6769 (1996).

990. M. N. Iliev; P. X. Zhang; H.-U. Habermeier; M. Cardona. «Raman Spectroscopy as Analytical Tool for the Local Structure of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub> Thin Films». *J. of Alloys and Compounds*

991. A. Debernardi; N. M. Pyka; A. Göbel; R. Lauck; S. Kramp; M. Cardona. «Lattice Dynamics of Wurtzite CdS: Neutron Scattering and Ab-Initio Calculations». *Phys. Rev. Lett.*

992. I. G. Lang; V. I. Belitsky; A. Cantarero; L. I. Korovin; S. T. Pavlov; M. Cardona. «Triple Magnetopolarons in Quantum Wells». *Phys. Rev. B*

993. T. Zhou; K. Syassen; M. Cardona; J. Karpinski; E. Kaldis. «Electronic Raman Scattering in YBa<sub>2</sub>Cu<sub>4</sub>O<sub>8</sub> at High Pressure». *Phys. Rev. B*

994. V. I. Belitskii; A. Cantarero; M. Cardona; I. G. Lang; A.V. Prokhorov; S. T. Pavlov. «Outgoing Excitonic Resonance in Resonant Raman Scattering in a Magnetic Field». *Zh. Eksp. Teor. Fiz* 110, 981 (1996) [JETP] 83, 542 (1996).
995. J. Brunen; T. Strach; J. Zegenhagen; M. Cardona. «Growth of (110) Oriented Epitaxial  $R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Thin Films and Characterization with Raman Spectroscopy».
996. Xingjiang Zhou; M. Cardona; D. Colson; V. Viallet. «Plane Oxygen Vibrations and their Temperature Dependence in  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Single Crystal». *Phys. Rev. B*
997. M. Cardona. «Efectos de la composición isotópica en las propiedades de los cristales semiconductores».
998. Xingjiang Zhou; M. Cardona; D. Colson; V. Viallet. «Multiple Features in Electronic Raman Spectra of  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Superconductor». *Phys. Stat. Sol. Rapid Research Note*
999. A. Göbel; T. Ruf; Cheng-Tian Lin; M. Cardona; J.-C. Merle; M. Joucla. «Effects of Isotopic Composition on the Lattice Dynamics of  $\text{CuCl}$ ». *Phys. Rev. B*
1000. V. I. Belitsky; A. Cantarero; M. Cardona; C. Trallero-Giner; S. T. Pavlov. «Feynman Diagrams and Fano Interference in Light Scattering from Doped Semiconductors». *Phys. Rev. B*
1001. J. Brunen; T. Strach; J. Zegenhagen; M. Cardona. «Growth of (110) and (103)/(013) Oriented Epitaxial  $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Thin Films on  $\text{SrTiO}_3$  and Characterization with Raman Spectroscopy». *Proceedings of the M2S-HTSC Conference*, Beijing, P.R. China, 1997
1002. Lei Wang; J. A. Wolk; L. Hsu; E. E. Haller; J. W. Erickson; M. Cardona; T. Ruf; J. P. Silveira; F. Briones. «Gallium Self-Diffusion in Gallium Phosphide». *Appl. Phys. Lett.*
1003. V. I. Belitskii; A. Cantarero; M. Cardona; I. G. Lang; A. V. Prokhorov; S. T. Pavlov; Zh. Eksp. «Outgoing Excitonic Resonance in Resonant Raman Scattering in a Magnetic Field». *Teor. Fiz* 110, 981 (1996) [JETP] 83, 542 (1996)
1004. J. Brunen; T. Strach; J. Zegenhagen; M. Cardona. «Growth of (110) Oriented Epitaxial  $R\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Thin Films and Characterization with Raman Spectroscopy.»
1005. Xingjiang Zhou; M. Cardona; D. Colson; V. Viallet. «Plane Oxygen

Vibrations and Their Temperature Dependence in  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Single Crystal». *Phys. Rev. B* **55**, 12770 (1997).

1006. M. Cardona. «Efectos de la Composición isotópica en las propiedades físicas de los cristales semiconductores».

1007. Xingjiang Zhou; M. Cardona; D. Colson; V. Viallet. «Multiple Features in Electronic Raman Spectra of  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Superconductor». *Phys. Stat. Sol. (b)* **199**, R7 (1997).

1008. A. Göbel; T. Ruf; Cheng-Tian Lin; M. Cardona; J.-C. Merle; M. Joucla. «Effects of Isotopic Composition on the Lattice Dynamics of  $\text{CuCl}$ ». *Phys. Rev. B* **56**, 210 (1997).

1009. V. I. Belitsky; A. Cantarero; M. Cardona; C. Trallero-Giner; S. T. Pavlov. «Feynman Diagrams and Fano Interference in Light Scattering from Doped Semiconductors». *J. Phys. Condens. Matter* **9**, 5965 (1997).

1010. J. Brunen; T. Strach; J. Zegenhagen; M. Cardona. «Growth of (110) and (103)/(013) Oriented Epitaxial  $\text{SmBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Thin Films on  $\text{SrTiO}_3$  and Characterization with Raman Spectroscopy». *Proceedings of the M<sup>2</sup>S-HTSC Conference, Beijing, P. R. China, 1997*.

1011. Lei Wang; J. A. Wolk; L. Hsu; E. E. Haller; J. W. Erickson; M. Cardona; T. Ruf; J. P. Silveira; F. Briones. «Gallium Self-Diffusion in Gallium Phosphide». *Appl. Phys. Lett.* **70**, 1831 (1997).

1012. Xingjiang Zhou; M. Cardona; W. König; J. Zegenhagen; Z. X. Zhao. «Far-Infrared Reflectance and Raman Scattering Study of Infinite-Layer  $\text{SrCuO}_2$ ». *Proceedings of the M<sup>2</sup>S-HTSC Conference, Beijing, P. R. China, 1997. Physica C*.

1013. M. Cardona; T. Strohm; X. J. Zhou. «Raman Scattering by Electronic Excitations in High  $T_c$  Superconductors». *Proceedings of the M<sup>2</sup>S-HTSC Conference, Beijing, P. R. China, 1997. Physica C*

1014. A. A. Sirenko; T. Ruf; M. Cardona; D. R. Yakovlev; W. Ossau; A. Waag; G. Landwehr. «Electron and Hole  $g$  Factors Measured by Spin-Flip Raman Scattering in  $\text{CdTe}/\text{Cd}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Te}$ ». *Phys. Rev. B*

1015. Xingjiang Zhou; M. Cardona; D. Colson; V. Viallet. «Vibrational and Electronic Raman Scattering of  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+\delta}$  Superconductor». *Proceedings of the M<sup>2</sup>S-HTSC Conference, Beijing, P. R. China, 1997. Physica C*

1016. R. Henn; A. Wittlin; M. Cardona; S. Uchida. «Dynamics of the c-Polarized Infrared Active Modes in  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ ». *Phys. Rev. B*

1017. P. X. Zhang; T. Sekinger; U. Sticher; B. Leibold; H.-U. Habermeier; M. Cardona. «Raman Characterization of  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Thin Films». *Proceedings of the M<sup>2</sup>S-HTSC Conference, Beijing, P. R. China, 1997. Physica C*
1018. R. Henn; C. Bernhard; A. Wittlin; M. Cardona; S. Uchida. «Far Infra-red Ellipsometry Using Synchrotron Radiation: The Out-of-Plane Response of  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ ». *Thin Solid Films*
1019. T. Strohm; M. Cardona. «Determination of the s-Wave/d-Wave Gap Ratio in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  from Electronic Raman Scattering and the LMT0 Band Structure». *Solid State Commun.*
1020. T. Haage; J. Zegenhagen; J. Q. Li; H.-U. Habermaier; M. Cardona; Ch. Joss; R. Warthmann; A. Forkl; H. Kronmüller. «Exceptional Transport Properties and Flux Pinning by Self-Organization in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  Films on Vicinal  $\text{SrTiO}_3$  (001)». *Phys. Rev. B*
1021. X. J. Zhou; V. G. Hadjiev; M. Cardona; Q. M. Lin; C. W. Chu. «Strong Electron-Phonon Interactions in  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_3\text{CuO}_{10+\delta}$  Superconductor». *Phys. Stat. Sol. (a)* **202**, R7 (1997).
1022. M. Cardona; D. Rönnow; P. V. Santos. «Ellipsometric Investigations of Piezooptical Effects».
1023. A. Debernardi; M. Bernasconi; M. Cardona; M. Parrinello. «Infrared Absorption in Amorphous Silicon from Ab Initio Molecular Dynamics». *Appl. Phys. Lett.*
1024. B. Koopmans; P.V. Santos; M. Cardona. «Optical Activity in Semiconductors: Stress and Confinement Effects». *Phys. Stat. Sol. (b)*.
1025. J. M. Zhang; M. Cardona; Z. L. Peng; Y. Horikoshi. «Raman Scattering Studies on Si-doped GaAs Grown by Hydrogen-assisted MBE». *Appl. Phys. Lett.*
1026. T. Zhou; U. Schawarz; M. Hanfland; Z. X. Liu; K. Syassen; M. Cardona. «Effect of Pressure on the Crystal Structure, Vibrational Modes, and Electronic Excitations of  $\text{HgO}$ ». *Phys. Rev. B*
1027. M. Asen-Palmer; K. Bartkowski; E. Gmelin; M. Cardona; A. P. Zhernov; V. I. Ozhogin; A. V. Inyushkin; A. Taldenkov; K. Iton; E. J. E. Haller. «Thermal Conductivity of Germanium Crystals with Different Isotopic Compositions». *Phys. Rev. B*
1028. W. S. Capinski; H. J. Maris; E. Bauser; I. Silier; M. Asen-Palmer; T.



Ruf; M. Cardona; E. Gmelin. «Thermal Conductivity of Isotopically Enriched Si». *Appl. Phys. Lett.*

1029. D. T. Wang; A. Göbel; J. Zegenhagen; M. Cardona. «Raman Scattering on  $\alpha$ -Sn: Dependence on Isotopic Composition». *Phys. Rev. B*

1030. T. Strach; J. Brunen; B. Lederle; J. Zegenhagen; M. Cardona. «Determination of the Phase Difference between the Raman Tensor Elements of the A<sub>1g</sub> like Phonons in SmBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7- $\delta$</sub> ». *Phys. Rev. B*













## Col·lecció de Biografies de la Fundació Catalana per la Recerca

### Títols publicats

- Ramon Margalef
- Fèlix Serratosa i Palet
- Jordi Sabater Pi
- Joan Oró
- Antoni M. Badia i Margarit
- Manuel Cardona i Castro

**Pere Bonnin**, periodista i escriptor, ha estat director de les delegacions de l'Agència EFE a Alemanya, a Viena i a l'ONU. Entre els seus llibres destaquen *Así hablan los nazis* (Barcelona 1973), *Los pobres jueces de la democracia* (Barcelona 1985), *L'ou com balla* (Frankfurt 1989), *Los últimos días de Hitler* (Barcelona 1995) i *Sangre judía. Españoles de ascendencia hebrea i antisemitismo cristiano* (Barcelona 1998). Ha traduït diverses obres literàries de l'alemany i de l'anglès.



## MANUEL CARDONA I CASTRO

Manuel Cardona i Castro, premi de la Fundació Catalana per a la Recerca 1990, ocupa amb 11.465 citacions el vuitè lloc en el rànquing de físics més citats del món entre 1981 i 1997, a més de les 26.000 citacions anteriors. Juntament amb Shakley i Pollak, va inventar un mètode espectroscòpic que encara s'utilitza per estudiar i caracteritzar estructures de semiconductors. Els seus treballs sobre l'espectroscòpia Raman aplicada a l'estudi del silici amorf i als superconductors d'altres temperatures també són capdavanters i decisius en l'evolució de la tecnologia electrònica.

Director de l'Institut Max Planck per a Física de Sòlids i membre de l'Acadèmia Nacional de Ciències dels Estats Units, Cardona ha destacat en la promoció de la Física a l'Amèrica Llatina per la qual cosa li fou concedit el premi Wheatley. El seu llibre de text *Fundamentals of Semiconductors* (1966), escrit juntament amb el seu exdeixeble Peter Yu, ha esdevingut un *best seller* de necessària consulta.

Manuel Cardona uneix, a la seva extraordinària producció científica i a la seva gran capacitat per a estimular i dirigir nous talents, una sòlida formació humanística, un tracte afable i una modèstia a prova de tots els elogis, premis i distincions que en justícia ha rebut.



FUNDACIÓ  
CATALANA  
PER A LA  
RECERCA

ISBN 84-89570-18-3



9 788489 570184