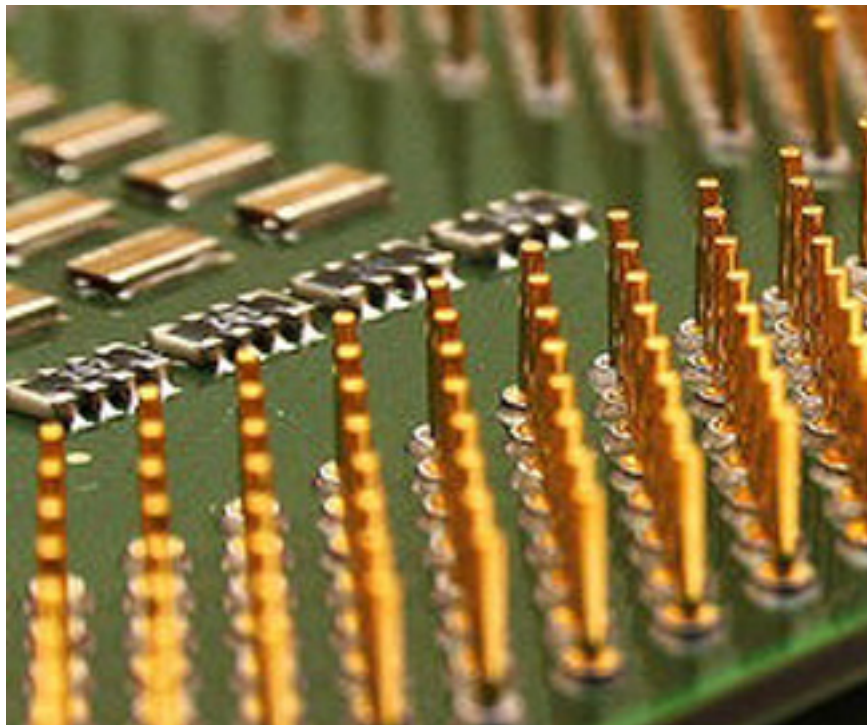


Dispositius termoelèctrics més eficients

09/2008 - **Física.** Una investigació conjunta del Grup de Nanomaterials i Microsistemes i del Grup de Física Estadística del Departament de Física, així com del Laboratori de Molecular Beam Epitaxy de l'ICMAB-CSIC ha aconseguit desenvolupar un material basat en nanoestructures de germani que presenta una forta reducció de la conductivitat tèrmica i, per tant, es presenta com un candidat potencial per a desenvolupar sistemes termoelèctrics compatibles amb el silici.



El disseny i la fabricació de circuits d'escala nanoscòpica en dispositius integrats ha esdevingut en els darrers anys una de les fronteres de la ciència i la tecnologia de nous materials. La gran reducció que s'ha aconseguit en aquests dispositius ha anat sovint acompanyada de noves descobertes pel que fa al comportament que aquests tenen precisament quan les dimensions del sistema són molt reduïdes. La comprensió d'aquesta nova física a escala nanoscòpica ha desembocat alhora en la possibilitat de dissenyar nous materials amb característiques mai obtingudes fins ara.

Una d'aquestes propietats molt important pel que fa al disseny de xips és la conductivitat tèrmica que els dispositius que integren un xip tenen, és a dir, la capacitat per dissipar o retenir l'energia. Aquesta propietat és clau pel control de l'escalfament dels circuits molt miniaturitzats, i suposa un dels límits físics actuals a la potència de computació. En combinar calor i electricitat sorgeixen efectes termoelèctrics que permetrien refredar els circuits i augmentar la potència de computació. Fins ara però no existeix cap material amb les propietats adequades per ser prou eficient en el seu comportament termoelèctric, i és per això, que la obtenció de materials en la escala nanomètrica pot oferir una via per la millora de les propietats termoelèctriques, ja que en aquest materials es pot aconseguir una reducció important de la conductivitat tèrmica alhora que és manté una conductivitat elèctrica prou alta, aspecte clau per obtenir una eficiència termoelèctrica elevada.

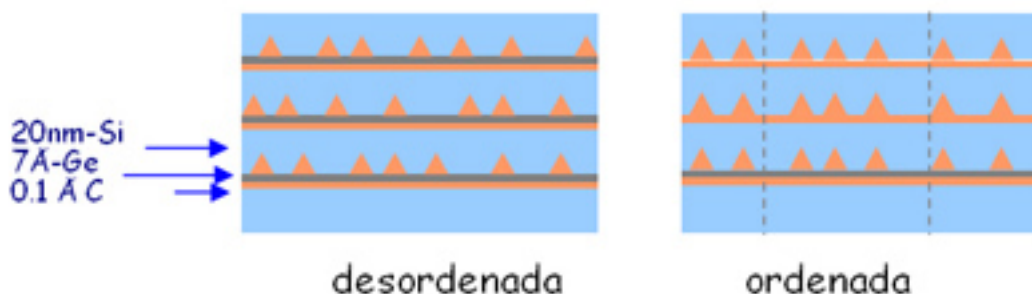


Figura 1. Representació esquemàtica de les mostres que contenen estructures de nanocristalls ordenades i desordenades. Els materials representats són silici (blau), germani (taronja) i carboni (negre).

En aquest treball l'equip d'investigadors del Departament de Física i de l'Institut de Ciència de Materials han col·laborat per desenvolupar un nou material basat en superxarxes formades a partir de l'alternança de dues capes, una de silici i una de nanocristalls (punts quàntics) de germani. La millora proposada en aquest treball respecte els anteriors és el desordenament d'aquests punts entre capes consecutives, és a dir, que els punts quàntics en una capa no se situïn just a sobre dels de la capa inferior adjacent sinó que ocupin llocs diferents. Això s'ha aconseguit mitjançant la inclusió d'una petita subcapa de carboni entre cada parell de capes Silici-nanopunts de Ge que fa la funció d'amagar la informació dels punts quàntics de nivells inferiors. La conseqüència principal d'aquesta decorrelació entre capes consecutives és la disminució de la conductivitat tèrmica en dificultar el transport de la calor en la direcció perpendicular a les multicapes. En aquest treball s'ha comprovat que aquesta reducció respecte estructures ordenades és superior a un factor 2. Aquest fet podria tenir conseqüències notables de cara al disseny de nous materials amb característiques termoelèctriques millorades i obre les portes a la realització de possibles nanorefrigeradors que es podrien integrar en els dispositius semiconductors més habituals en ser una tecnologia compatible amb la tecnologia del Si. Les estructures en base Ge també són candidates per aplicacions d'alta temperatura com la recuperació de calor que es genera en processos de combustió i la seva conversió en energia elèctrica.

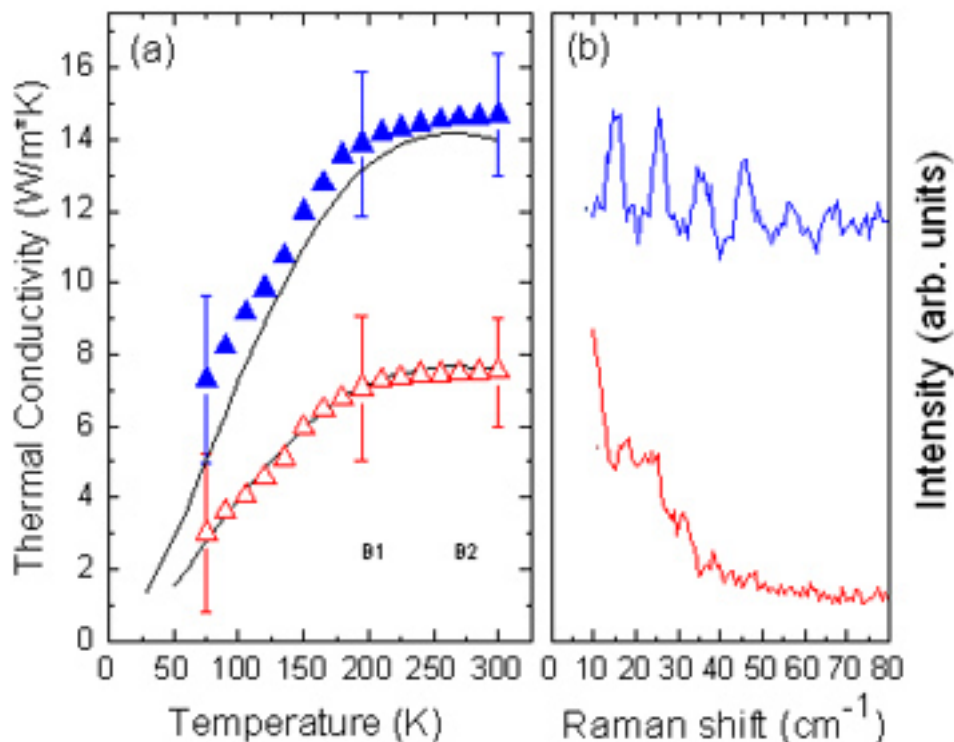


Figura 2. Conductivitat tèrmica per a la mostra ordenada (en blau) i desordenada (en vermell). La línia contínua correspon al càlcul mitjançant el model teòric. La gràfica de la dreta correspon a l'espectre Raman de fonons acústics, que intervenen en el transport de la calor, mesurats a les mateixes mostres.

Un segon aspecte important en el treball publicat és l'estudi teòric de les propietats tèrmiques que aquest nou material presenta a través d'un model senzill basat en una modificació de la equació de Fourier de la calor, que aconsegueix predir el seu comportament a partir de les seves dimensions característiques. Així, doncs, fruit dels estudis previs sobre el tema, els presents investigadors han aconseguit entendre el fonament teòric sobre el qual es basa el comportament tèrmic d'aquest material nanoestructurat.

La investigació està coordinada per Javier Rodríguez, professor del Departament de Física, i hi participen Jaime Álvarez, Xavier Álvarez y el professor David Jou, també del Dep. de Física, així com els investigadors del CSIC Paul Lacharmoise, Alessandro Bernardi, Isabel Alonso, i l'investigador ICREA Alejandro Goñi. Aquesta recerca ha estat recentment publicada a Applied Physics Letters i el grup d'investigadors continua treballant en desenvolupar un material que a més tingui una bona conductivitat elèctrica mitjançant el dopatge controlat de l'estructura.

Xavier Álvarez

Departament de Física

Universitat Autònoma de Barcelona

Article: J. Alvarez-Quintana, X. Alvarez, J. Rodriguez-Viejo, D. Jou, P. D. Lacharaise, A. Bernardi, A. R. Goñi, M. I. Alonso, "Cross-plane thermal conductivity reduction of vertically uncorrelated Ge/Si quantum dot superlattices", APPLIED PHYSICS LETTERS, July 2008.