

Ones tèrmiques observades en materials semiconductors

- Un estudi publicat a *Science Advances* informa, per primera vegada, de la inesperada observació d'ones tèrmiques en germani, un material semiconductor.
- Aquest descobriment podria permetre una millora significativa del rendiment dels nostres dispositius electrònics en un futur no gaire llunyà.
- L'estudi està liderat per investigadors de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB, CSIC) en col·laboració amb investigadors de la Universitat Autònoma de Barcelona, i la Universitat de Cagliari.

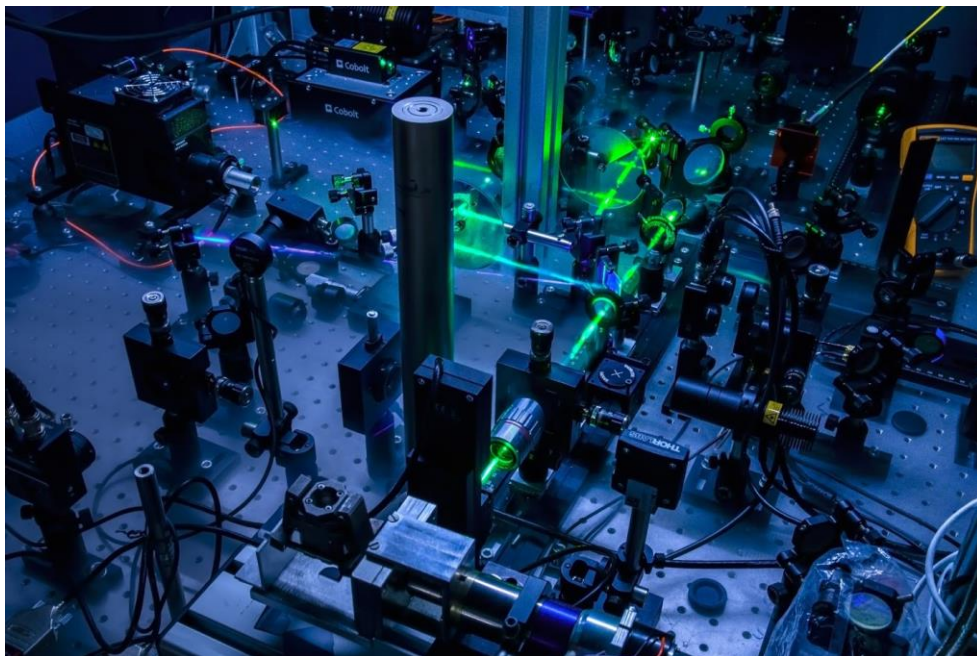


Figura: Muntatge de termorreflexió en el domini de la freqüència utilitzat per a estudiar l'existència del segon so en el germani. S'enfoquen dos làsers diferents sobre la superfície de les mostres utilitzant un objectiu de microscopi. Una combinació de bastants elements òptics permet controlar i modificar la grandària i la forma del punt de contacte, així com la potència i la modulació harmònica dels làsers. S'utilitza gas nitrogen fred per a una millor visualització del recorregut òptic dels làsers. | ICMAB, CSIC

La calor, tal com la coneixem, s'origina quan els àtoms vibren, i es transfereix per difusió, a temperatura ambient. Per desgràcia, la calor és bastant difícil de controlar, i les estratègies per a manipular-la resulten bastant ineficaces. Per exemple, és per això que s'acumulen grans quantitats de calor residual en els nostres ordinadors, telèfons mòbils i, en general, a la majoria dels dispositius electrònics.

Ara bé, si la calor es transportés a través d'ones, com la llum, oferiria noves alternatives per a poder-la controlar, especialment gràcies a les propietats úniques i intrínseques de les ones.

Fins ara, les ones tèrmiques només s'havien observat en molt pocs materials, com a l'heli sòlid o, més recentment, al grafit. Ara, l'estudi publicat a *Science Advances* per investigadors de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB, CSIC) en col·laboració amb investigadors de la Universitat Autònoma de Barcelona, i de la Universitat de Cagliari, presenta l'observació d'ones tèrmiques en germani sòlid, un material semiconductor utilitzat habitualment en electrònica, similar al silici, i a temperatura ambient. "No esperàvem trobar aquests efectes ondulatoris, coneguts com a segon so, en aquest tipus de material, ni en aquestes condicions", afirma Sebastián Reparaz, investigador de l'ICMAB al Grup de Materials Nanoestructurats per a l'Optoelectrònica i la Captació d'Energia (NANOPTO) i líder d'aquest estudi.

El descobriment es va produir en estudiar la resposta tèrmica d'una mostra de germani sota l'efecte d'un làser, el qual va produir una ona tèrmica oscil·lant d'alta freqüència a la seva superfície. Els experiments van demostrar que, contràriament al que es creia fins ara, la calor no es va dissipar per difusió, sinó que es va propagar en el material a través d'ones tèrmiques.

A part de l'observació en si, a l'estudi es revela l'enfocament per a aconseguir observar ones tèrmiques, possiblement en qualsevol sistema material.

Què és el segon so i com pot observar-se en qualsevol material

Observat per primera vegada a la dècada de 1960 en heli sòlid, el transport tèrmic a través d'ones, conegut com a segon so, ha estat un tema recurrent en la comunitat científica, que ha intentat demostrar repetidament la seva existència en altres materials. Les recents demostracions exitoses d'aquest fenomen en el grafit han revitalitzat el seu estudi experimental.

"El segon so és el règim tèrmic en el qual la calor pot propagar-se en forma d'ones tèrmiques, en comptes del règim difusiu observat amb freqüència. Aquest tipus de transport tèrmic en forma d'ona té molts dels avantatges que ofereixen les ones, com la interferència i la difracció", afirma l'investigador de l'ICMAB Sebastián Reparaz.

"Aquests efectes ondulatoris es poden desbloquejar introduint el sistema en un camp de temperatura que varia ràpidament. En altres paraules, un camp de temperatura que varia ràpidament força la propagació de la calor en un règim ondulatori", explica Reparaz, i afegeix: "La interessant conclusió del nostre treball és que aquests efectes ondulatoris podrien ser potencialment observats en la majoria dels materials a una freqüència de modulació del camp de temperatura prou gran. La seva observació no es limita a alguns materials específics, la qual cosa és molt interessant".

Aplicacions del segon so en un futur proper

"Les possibles aplicacions del segon so són il·limitades", afirma Sebastián Reparaz. No obstant, serà necessari conèixer a fons les maneres de controlar aquest règim de propagació tèrmica en qualsevol material per a aconseguir aplicar-les. Poder controlar la propagació de la calor a través de les propietats de les ones obre noves vies per a dissenyar les pròximes generacions de dispositius tèrmics, de manera similar a aquells ja desenvolupats i establerts per a la llum. "En concret, el règim d'ones tèrmiques podria utilitzar-se per a replantejar com tractem la calor residual", afegeix.

Des del punt de vista teòric, "aquests descobriments permeten unificar el model teòric actual, que fins ara considerava que els materials en els quals s'observava aquest tipus de comportament ondulatori (com el grafit) eren molt diferents dels materials semiconductors que s'utilitzen actualment en la fabricació de xips electrònics (com el silici i el germani)", afirma F. Xavier Álvarez, investigador de la UAB. "Ara tots aquests materials poden descriure's utilitzant les mateixes equacions. Aquesta observació estableix un nou marc teòric que ens permetrà, en un futur no gaire llunyà, una millora significativa en el rendiment dels nostres dispositius electrònics", afegeix Álvarez.

Article de referència

Observation of second sound in a rapidly varying temperature field in Ge

Albert Beardo, Miquel López-Suárez, Luis Alberto Pérez, Lluc Sendra, Maria Isabel Alonso, Claudio Melis, Javier Bafaluy, Juan Camacho, Luciano Colombo, Riccardo Rurali, F. X. Alvarez, Juan Sebastián Reparaz

Science Advances 2021