



Utilitzen cavitats de plasmons de grafe per obtenir fotodetectors de terahertz avançats i escalables

Investigadors de l'ICFO han desenvolupat una nova plataforma basada en monocapes de grafe que produeix una resposta elèctrica eficient quan s'exposa a llum de terahertz.

La fotodetecció es potencia mitjançant una cavitat amb plasmons acústics de grafe, una configuració que supera un important coll d'ampolla en la fabricació alhora que millora el rendiment del dispositiu. Aquests resultats, publicats a *ACS Photonics*, aplanen el camí cap a fotodetectors de THz pràctics i altament sensibles, amb aplicacions potencials en camps com la biomedicina i les telecomunicacions.

June 22, 2026

Com podríem distingir de manera no invasiva entre teixit sa i canceros? I com podríem augmentar la velocitat de les comunicacions sense fils? Aquestes dues preguntes, sense

aparent relació, podrien compartir la mateixa resposta: la **llum de terahertz (THz)**. Amb freqüències que oscil·len entre 0,3 i 20 THz, aquesta llum interactua amb la matèria sense malmetre-la i permet una transferència de dades més ràpida que les ones de ràdio. És, per tant, ideal per impulsar nombroses aplicacions en biomedicina i telecomunicacions, per a les quals calen detectors que siguin senzills i alhora sensibles i ràpids.

El repte, però, és enorme. Actualment, quan els detectors són prou ràpids i operen a temperatura ambient, pateixen nivells elevats de soroll; i quan es minimitza el soroll, alguns només funcionen en un rang de freqüències molt reduït i sota refredament criogènic, mentre que d'altres ofereixen operació de banda ampla però amb temps de resposta molt més lents. Lluny de rendir-se, els investigadors continuen buscant maneres de desenvolupar el detector de THz (gairebé) ideal, aquell que podria fer realitat el diagnòstic no invasiu del melanoma o les comunicacions sense fils d'alta velocitat.

t. Investigadors de l'ICFO, **Dr. Domenico De Fazio**, el **Dr. Sebastian Castilla**, el **Dr.**

Karuppasamy P. Soundarapandian, el **Dr. Simone Marconi**, el **Riccardo Bertini**, el **Dr. Roshan K. Kumar**, dirigits pel **Prof. ICREA Frank Koppens**, juntament amb l'Institut de Nanociència i Materials de Aragó (INMA), la Universitat de Saragossa, la Universitat de Ioanina, la Queen Mary University of London, la Universitat de Manchester, i l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), han fet ara un pas endavant en aquesta direcció. L'equip ha dissenyat **un nou dispositiu basat en una monocapa de grafe** que, quan li arriba radiació de THz i es refreda amb nitrogen líquid, **emet un senyal elèctric intens**. Els resultats, publicats a ACS Photonics, **obren una via per construir detectors de THz pràctics, ajustables i selectius**.

Una cavitat de terahertz amb plasmons acústics de grafe

La innovació clau de l'estudi va ser la creació d'una cavitat de terahertz basada en els anomenats **plasmons acústics de grafe (AGP)**, per les seves sigles en anglès, oscil·lació d'electrons que es mouen conjuntament sobre la superfície del grafe. El dispositiu utilitza una antena de THz que concentra la radiació entrant i "activa" els AGPs dins del grafe, on queden atrapats i formen ressonàncies d'ona estacionària, de manera similar a com el so ressona dins d'un instrument musical.

Aquests plasmons acústics en concret comprimeixen la llum en espais molt més petits que la seva longitud d'ona (a nanoescala), la qual cosa potencia dràsticament la interacció de la llum amb el grafe i la consegüent absorció. Aquesta absorció provoca un escalfament localitzat en dues regions diferents del grafe, elevant les seves temperatures en diferents mesures. Aquesta diferència de temperatura es converteix llavors en un senyal elèctric mesurable, el qual indica que, efectivament, la llum ha estat detectada.

El grafe ja s'havia emprat anteriorment per a la detecció de llum de THz, principalment degut a la seva capacitat per interactuar amb un ampli rang de freqüències, la seva ràpida i eficient generació de corrent en exposar-se a radiació de THz i la seva alta capacitat per ajustar-se a unes condicions o unes altres. No obstant això, aquest material, en tenir tan sols un àtom

de gruix, absorbeix poca radiació de THz tret que la interacció entre llum i matèria es pot fer-hi considerablement. Com a resultat, els plasmons de grafè anteriors eren o bé massa febles, la qual cosa comportava respostes a la llum de THz insuficients, o bé requerien encapsulació amb nitrur de bor hexagonal (hBN), afegint una complexitat i un cost significatiu tant al procés de fabricació com a la producció a gran escala.

a. Mitjançant una cavitat plasmonica, en canvi obtenim una fotoresposta millorada que supera en un 30% la màxima resposta convencional, fins i tot sense encapsulació amb hBN

explica el Prof. ICREA Frank Koppens, investigador principal de l'estudi. La plataforma podria, per tant, aprofitar-se per construir sensors compactes i eficients per a la identificació de materials, ja que molts compostos químics absorbeixen i emeten llum en el règim de THz. La clau, comparteix el Dr. Sebastian Castilla, qui també va participar en l'estudi, va ser produir monocristalls de grafè mitjançant un mètode de creixement específic anomenat deposició química en fase vapor, així com aprofitar les ressonàncies de la cavitat d'AGPs per concentrar el camp de THz incident. Segons l'equip, la seva proposta podria inspirar nous mètodes de creixement que redueixin encara més les pèrdues en els plasmons, mantenint la seva intensitat també a temperatura ambient. Aquesta fita, si s'assolís, marcaria definitivament un punt d'inflexió per a la detecció en el rang

Referencia:

Domenico De Fazio, Sebastian Castilla, Karuppasamy P. Soundarapandian, Tetiana Slipchenko, Ioannis Vangelidis, Simone Marconi, Riccardo Bertini, Vlad Petrica, Yang Hao, Alessandro Principi, Eleftherios Lidorikis, Roshan K. Kumar, Luis Martin-Moreno, and Frank H. L. Koppens, Enhanced Terahertz Photoresponse via Acoustic Plasmon Cavity Resonances in Scalable Graphene, ACS Photonics Article ASAP
DOI: 10.1021/acsp Photonics.6c00272

Agraiments:

This work has been funded by the PRIN PNRR 2022 project *Continuous Thermal monitoring with wearable mid-Infrared sensors (THERmIR)* (code P2022AHXE5, CUP 53D23007320001), by the INTERREG VI-A Italy-Croatia 2021-2027 project titled *Civil Protection Plan Digitalization through Internet of Things Decision Support System based Platform (DIGITAL PLAN)* (code ITHR020043, CUP H75E23000200005), and by the PRIMA 2023 project *Food value chain intelligence and integrative design for the development and implementation of innovative food packaging according to bioeconomic sustainability criteria (QuiPack)* (CUP H73C23001270005). TS and LMM acknowledge projects PID2023-148359NB-C21 and CEX2023-001286 S financed by MICIU/AEI/10.13039/501100011033) and the Government of Aragon through Pr

ject Q-MAD. A.P. acknowledges support from the Leverhulme Trust under the grant agreement RPG-2023-253. Furthermore, the research leading to these results has received funding from the European Union Seventh Framework Programme under grant agreement number 785219 and no. 881603 Graphene Flagship for Core2 and Core3. S.C., S.M., K.P.S., and F.H.L.K. acknowledge PDC2022-133844-I00, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by the European Union NextGenerationEU/PRTR. S.C., K.P.S., and F.H.L.K. acknowledge funding for the ERC PoC project TERACOMM, grant no. 101113529.