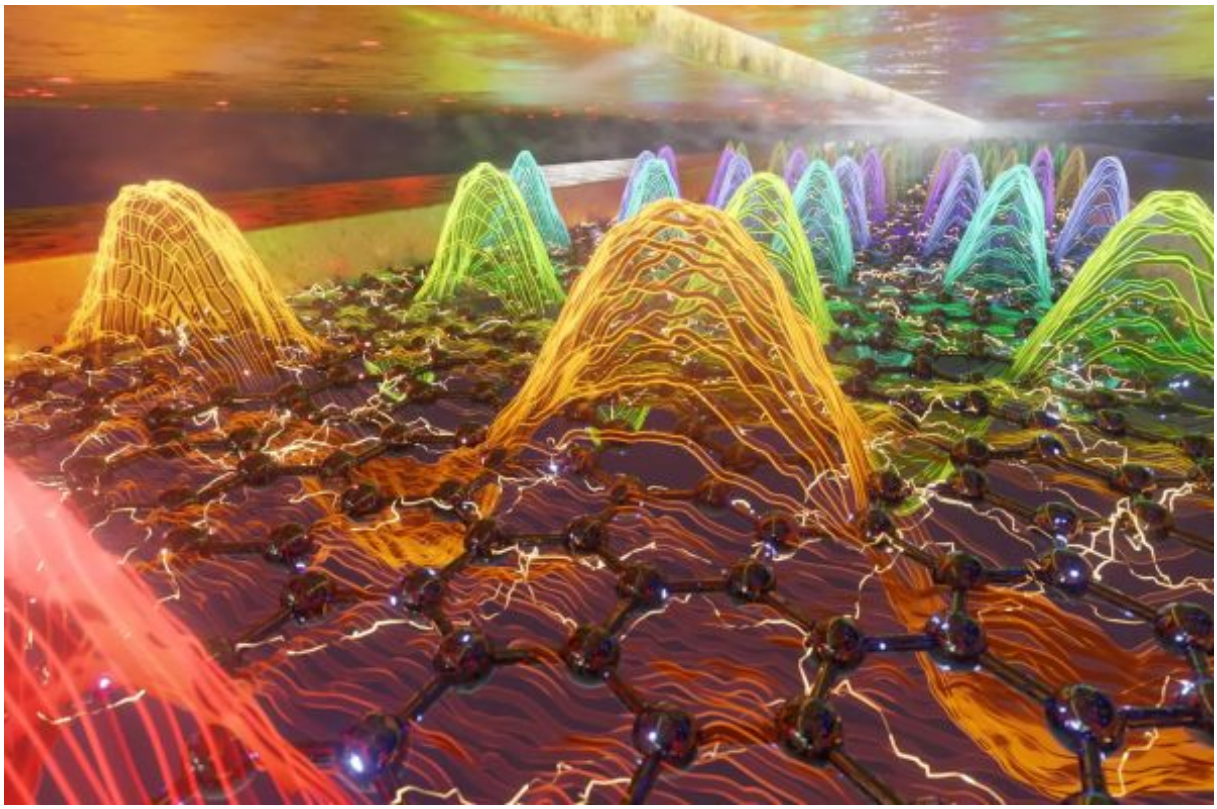

Utilitzen cavitats de plasmons de grafe per obtenir fotodetectors de terahertzs avancats i escalables

Investigadors de l'ICFO han desenvolupat una nova plataforma basada en monocapes de grafe que produeix una resposta electrica eficient quan s'exposa a llum de terahertzs. La fotodeteccio es potencia mitjancant una cavitat amb plasmons acustics de grafe, una configuracio que supera un important coll d'ampolla en la fabricacio alhora que millora el rendiment del dispositiu. Aquests resultats, publicats a ACS Photonics, aplanen el cami cap a fotodetectors de THz practics i altament sensibles, amb aplicacions potencials en camps com la biomedicina i les telecomunicacions.

June 22, 2026

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

aparent relacio, podrien compartir la mateixa resposta: la **llum de terahertzs (THz)**. Amb freqüencies que oscil·len entre 0,3 i 20 THz, aquesta llum interactua amb la materia sen e malmetre-la i permet una transferencia de dades mes rapida que les ones de radio. Es, p r tant, ideal per impulsar nombroses aplicacions en biomedicina i telecomunicacions, per a l s quals calen detectors que siguin senzills i alhora sensibles i rapid
. El repte, pero, es enorme. Actualment, quan els detectors son prou rapids i operen a temperatura ambient, pateixen nivells elevats de soroll; i quan es minimitza el soroll, algu s nomes funcionen en un rang de freqüencies molt reduit i sota refredament criogenic, men re que d'altres ofereixen operacio de banda ampla pero amb temps de resposta molt mes len s. Lluny de rendir-se, els investigadors continuen buscant maneres de desenvolupar el detec or de THz (gairebe) ideal, aquell que podria fer realitat el diagnostic no invasiu del melanom o les comunicacions sense fils d'alta velocit
t. Investigadors de l'ICFO, el **Dr. Domenico De Fazio**, el **Dr. Sebastian Castilla**, el **Dr. Karuppasamy P. Soundarapandian**, el **Dr. Simone Marconi**, en **Riccardo Bertini**, el **Dr. Roshan K. Kumar**, dirigits pel **Prof. ICREA Frank Koppens**, juntament amb l'Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragon (INMA), la Universitat de Saragossa, la Universitat de Ioanina, la Queen Mary University of London, la Universitat de Manchester, i l'Institut Catala de Nanociencia i Nanotecnologia (ICN2), han fet ara un pas endavant en aquesta direccio. L'equip ha dissenyat **un nou dispositiu basat en una monocapa de grafe** que, **quan li arriba radiacio de THz** i es refreda amb nitrogen liquid, **emet un senyal electric intens**. Els resultats, publicats a ACS Photonics, **obren una via per construir detectors de THz practics, ajustables i selectius**.

Una cavitat de terahertzs amb plasmons acustics de grafe

La innovacio clau de l'estudi va ser la creacio d'una cavitat de terahertzs basada en els anomenats **plasmons acustics de grafe** (**AGP**, per les seves sigles en angles), oscil·lacion d'electrons que es mouen conjuntament sobre la superficie del grafe. El dispositiu utilitza un antena de THz que concentra la radiacio entrant i "activa" els AGPs dins del grafe, on quede atrapats i formen ressonancies d'ona estacionaria, de manera similar a com el so ressona din d'un instrument musical
Aquests plasmons acustics en concret comprimeixen la llum en espais molt mes petits que l seva longitud d'ona (a nanoescala), la qual cosa potencia drasticament la interaccio de l llum amb el grafe i la consegüent absorcio. Aquesta absorcio provoca un escalfame t localitzat en dues regions diferents del grafe, elevant les seves temperatures en difere t mesura. Aquesta diferencia de temperatura es converteix llavors en un senyal electr c mesurable, el qual indica que, efectivament, la llum ha estat detectad
. El grafe ja s'havia emprat anteriorment per a la deteccio de llum de THz, principalment deg t a la seva capacitat per interactuar amb un ampli rang de freqüencies, la seva rapida i efici nt generacio de corrent en exposar-se a radiacio de THz i la seva alta capacitat per ajustar-s a unes condicions o unes altres. No obstant aixo, aquest material, en tenir tan sols un atom

de gruix, absorbeix poca radiacio de THz tret que la interaccio entre llum i materia es poten
ii considerablement. Com a resultat, els plasmons de grafe anteriors eren o be massa febles,
la qual cosa comportava respostes a la llum de THz insuficients, o be requerien encapsula
io amb nitrur de bor hexagonal (hBN), afegint una complexitat i un cost significatius tant
al proces de fabricacio com a la produccio a gran esca
a. i¿½Mitjancant una cavitat plasmonica, en canvi, **obtenim una fotoresposta millorada que supera en un 30% la maxima resposta convencional, fins i tot sense encapsulacio amb hBN** i¿½, explica el Prof. ICREA Frank Koppens, investigador principal de l'estudi. La platafor
a podria, per tant, aprofitar-se per construir sensors compactes i eficients per a la identificac
o de materials, ja que molts compostos quimics absorbeixen i emeten llum en el regim de
s THz. i¿½La clau¿½, comparteix el Dr. Sebastian Castilla, qui tambe va participar en l'e
tudi, i¿½va ser produir monocristalls de grafe mitjancant un metode de creixement e
pecific anomenat deposicio quimica en fase vapor, aixi com aprofitar les ressonancies de la
cavitat d'AGPs per concentrar el camp de THz inci
enti¿½. Segons l'equip, la seva proposta podria inspirar nous metodes de creixement que
redueixin encara mes les perdues en els plasmons, mantenint la seva intensitat tambe a t
mperatura ambient. Aquesta fita, si s'assolis, marcaria definitivament un punt d'inflexio per a l
deteccio 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, Elefterios 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/acsphotonics.6c00272

Agraiments:
This work has been funded by the PRIN PNRR 2022 project i¿½Continuous THERm
l monitoring with wearable mid-InfraRed sensors (THERmIR)i¿½ (code P2022AHXE5,
CUP 53D23007320001), by the INTERREG VI-A Italy-Croatia 2021-2027 project titled i¿?
Civil Protection Plan Digitalization through Internet of Things Decision Support System
based Platform (DIGITAL PLAN)i¿½ (code ITHR020043, CUP H75E23000200005), and by t
e PRIMA 2023 project i¿½Food value chain intelligence and integrative design for the d
velopment and implementation of innovative food packaging according to bioeconomic sust
inability criteria (QuiPack)i¿½ (CUP H73C23001270005). TS and LMM acknowle
ge 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 gra
t agreement RPG-2023-253. Furthermore, the research leading to these results has received
unding from the European Union Seventh Framework Programme under grant agreement n
.785219 and no. 881603 Graphene Flagship for Core2 and Core3. S.C., S.M., K.P.S.,
nd F.H.L.K. acknowledge PDC2022-133844-I00, funded by MCIN/AEI/10.13039/50110001103
and by the i¿½European Union NextGenerationEU/PRTRi¿½. S.C., K.P.S., and F.H.
.K. acknowledge funding for the ERC PoC project TERACOMM, grant no. 101113529.