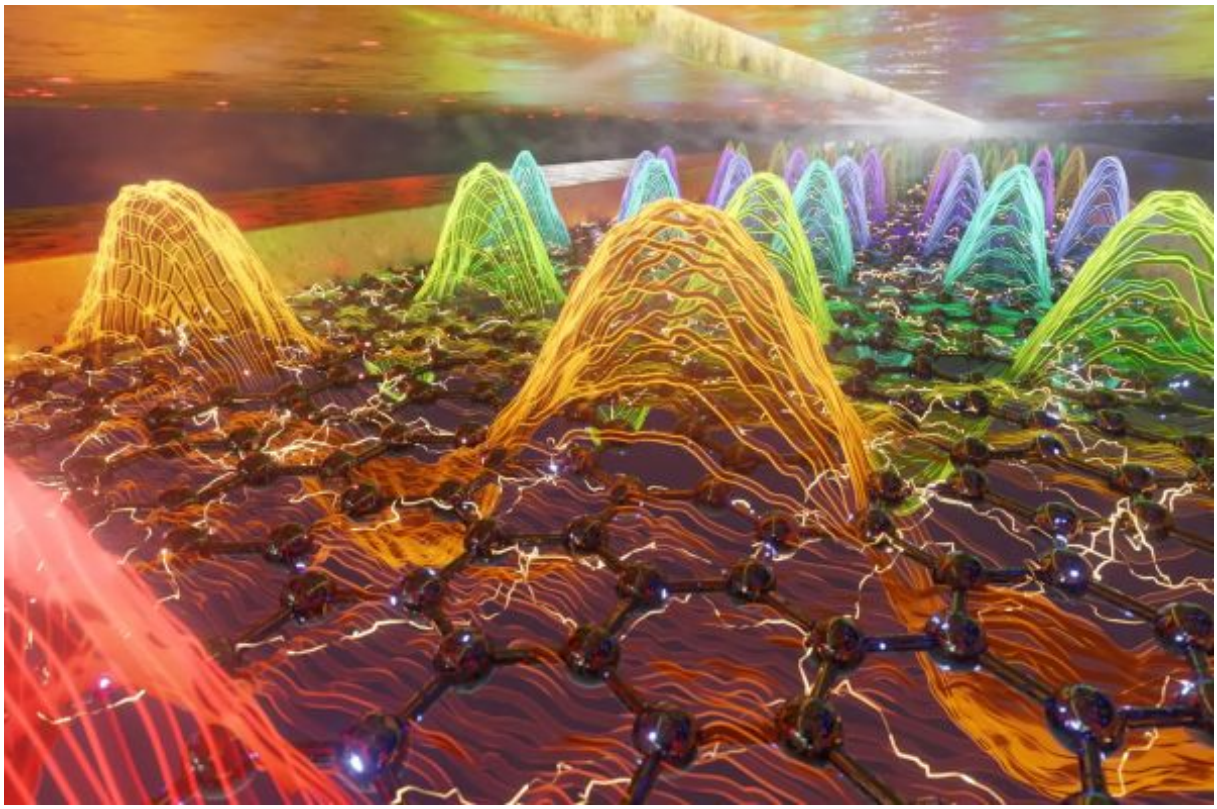

Usan cavidades de plasmones de grafeno para obtener fotodetectores de terahercios avanzados y escalables

Investigadores del ICFO han desarrollado una plataforma novedosa basada en monocapas de grafeno que produce una respuesta electrica eficiente cuando se expone a luz de terahercios.

La fotodeteccion se potencia mediante el uso de una cavidad con plasmones acusticos de grafeno, una configuracion que supera un importante cuello de botella en la fabricacion a la vez que mejora el rendimiento del dispositivo. Estos resultados, publicados en ACS Photonics, allanan el camino hacia fotodetectores de THz practicos y altamente sensibles, con aplicaciones potenciales en campos como la biomedicina y las telecomunicaciones.

June 22, 2026

¿Como podriamos distinguir de forma no invasiva entre tejido sano y canceroso? ¿Y co

o podriamos aumentar la velocidad de las comunicaciones inalambricas? Estas dos pregunta , sin aparente relacion, podrian compartir la misma respuesta**la luz de terahercios (THz)**. Con frecuencias que oscilan entre 0,3 y 20 THz, esta luz interactua con la materia sin causar dano y permite una transferencia de datos mas rapida que las ondas de radio. Es, por tanto, ideal para impulsar numerosas aplicaciones en biomedicina y telecomunicaciones, para las que se necesitan detectores sencillos a la par que sensibles y rapidos.

El reto, sin embargo, es enorme. Actualmente, cuando los detectores son suficientemente rapidos y operan a temperatura ambiente, sufren elevados niveles de ruido; y cuando se minimiza el ruido, algunos solo funcionan en un rango de frecuencias muy reducido y bajo enfriamiento criogenico, mientras que otros ofrecen operacion de banda ancha pero con tiempos de respuesta mucho mas lentos. Lejos de rendirse, los investigadores siguen buscando maneras de desarrollar el detector de THz (casi) ideal, aquel que podria hacer realidad el diagnostico no invasivo del melanoma o las comunicaciones inalambricas de alta velocidad.

Investigadores del ICFO, el **Dr. Domenico De Fazio**, el **Dr. Sebastian Castilla**, el **Dr. Karuppasamy P. Soundarapandian**, el **Dr. Simone Marconi**, **Riccardo Bertini**, el **Dr. Roshan K. Kumar**, dirigidos por el **Prof. ICREA Frank Koppens**, junto con el Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragon (INMA), la Universidad de Zaragoza, la Universidad de Ioanina, la Queen Mary University of London, la Universidad de Manchester, y el Institut Catala de Nanociencia i Nanotecnologia (ICN2), han dado ahora un paso adelante en esa direccion. El equipo ha disenado **un dispositivo novedoso basado en una monocapa de grafeno** que, bajo enfriamiento con nitrogeno liquido, **emite una senal electrica intensa cuando es alcanzado por radiacion de THz**. Los resultados, publicados en ACS Photonics, abren **una via para construir detectores THz practicos, ajustables y selectivos**.

Una cavidad de terahercios con plasmones acusticos de grafeno

La innovacion clave del estudio fue la creacion de una cavidad de terahercios basada en los denominados **plasmones acusticos de grafeno** (**AGP**, por sus siglas en ingles), oscilaciones de electrones que se mueven conjuntamente sobre la superficie del grafeno. El dispositivo utiliza una antena de THz que concentra la radiacion entrante y i¿½activai¿½ los AGPs de tro del grafeno, donde quedan atrapados y forman resonancias de onda estacionaria, de ma era similar a como el sonido resuena dentro de un instrumento musi al. Estos plasmones acusticos en concreto comprimen la luz en espacios mucho menores que su propia longitud de onda (a nanoescala), lo que potencia drasticamente la interaccion d la luz con el grafeno y su consiguiente absorcion. Dicha absorcion provoca un calentami nto localizado en dos regiones diferentes del grafeno, elevando sus temperaturas en dist nta medida. Esta diferencia de temperatura luego se convierte en una senal electrica medible la cual indica que, efectivamente, la luz fue detect da. El grafeno ya se habia empleado anteriormente para la deteccion de luz de

Hz, principalmente por su capacidad para interactuar con un amplio rango de frecuencias
su rapida y eficiente generacion de corriente al exponerse a radiacion de THz y su
lta capacidad de ajuste. Sin embargo, este material, al tener tan solo un atomo de gro
or, absorbe poca radiacion de THz a menos que la interaccion entre luz y materia se pote
cie considerablemente. Como resultado, los plasmones de grafeno anteriores eran o
ien demasiado debiles, lo que llevaba a respuestas a la luz de THz insuficientes, o bien reque
ian encapsulacion con nitruro de boro hexagonal (hBN), anadiendo una complejidad y un c
sto significativos tanto al proceso de fabricacion como a la produccion a gran esc
la. i¿½Mediante una cavidad plasmonica, por el contrario, obtenemos **una fotorrespuesta mejorada que supera en un 30% la maxima respuesta convencional, incluso sin encapsulacion con hBN**i¿½, explica el Prof. ICREA Frank Koppens, investigador principal d
l estudio. La plataforma podria, por tanto, aprovecharse para construir sensores compactos
y eficientes para la identificacion de materiales, ya que muchos compuestos quimic
s absorben y emiten luz en el regimen de los THz. i¿½La clavei¿½, comparte el Dr. Seb
stian Castilla, quien tambien participo en el estudio, i¿½fue producir monocristales de
grafeno mediante un metodo de crecimiento especifico denominado deposicion quimica
en fase vapor, asi como aprovechar las resonancias de la cavidad de AGPs para concentrar
l campo de THz incid
ntei¿½. Segun el equipo, su propuesta podria inspirar nuevos enfoques de crecimiento qu
reduzcan todavia mas las perdidas en los plasmones, manteniendo su intensidad
tambien a temperatura ambiente. Este hito, de conseguirse, marcaria definitivamente u
punto de inflexion para la deteccion en el rango d

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

Agradecimientos:
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.