



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 eléctrica eficiente cuando se expone a luz de terahercios.

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

June 22, 2026

¿Cómo podríamos distinguir de forma no invasiva entre tejido sano y canceroso? ¿Y co

o podríamos aumentar la velocidad de las comunicaciones inalámbricas? Estas dos preguntas, sin aparente relación, podrían compartir la misma respuesta: **la luz de terahercios (THz)**. Con frecuencias que oscilan entre 0,3 y 20 THz, esta luz interactúa con la materia sin causar daño y permite una transferencia de datos más rápida 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 rápidos.

El reto, sin embargo, es enorme. Actualmente, cuando los detectores son suficientemente rápidos 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 criogénico, mientras que otros ofrecen operación de banda ancha pero con tiempos de respuesta mucho más lentos. Lejos de rendirse, los investigadores siguen buscando maneras de desarrollar el detector de THz (casi) ideal, aquel que podría hacer realidad el diagnóstico no invasivo del melanoma o las comunicaciones inalámbricas 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 Aragón (INMA), la Universidad de Zaragoza, la Universidad de Ioanina, la Queen Mary University of London, la Universidad de Manchester, y el Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), han dado ahora un paso adelante en esa dirección. El equipo ha diseñado **un dispositivo novedoso basado en una monocapa de grafeno** que, bajo enfriamiento con nitrógeno líquido, **emite una señal eléctrica intensa cuando es alcanzado por radiación de THz**. Los resultados, publicados en ACS Photonics, abren **una vía para construir detectores THz prácticos, ajustables y selectivos**.

Una cavidad de terahercios con plasmones acústicos de grafeno

La innovación clave del estudio fue la creación de una cavidad de terahercios basada en los denominados **plasmones acústicos de grafeno (AGP, por sus siglas en inglés)**, oscilaciones de electrones que se mueven conjuntamente sobre la superficie del grafeno. El dispositivo utiliza una antena de THz que concentra la radiación entrante y **activa** los AGPs dentro del grafeno, donde quedan atrapados y forman resonancias de onda estacionaria, de manera similar a como el sonido resuena dentro de un instrumento musical. Estos plasmones acústicos en concreto comprimen la luz en espacios mucho menores que su propia longitud de onda (a nanoescala), lo que potencia drásticamente la interacción de la luz con el grafeno y su consiguiente absorción. Dicha absorción provoca un calentamiento localizado en dos regiones diferentes del grafeno, elevando sus temperaturas en distinta medida. Esta diferencia de temperatura luego se convierte en una señal eléctrica medible la cual indica que, efectivamente, la luz fue detectada. El grafeno ya se había empleado anteriormente para la detección de luz de

Hz, principalmente por su capacidad para interactuar con un amplio rango de frecuencias su rápida y eficiente generación de corriente al exponerse a radiación de THz y su alta capacidad de ajuste. Sin embargo, este material, al tener tan solo un átomo de grosor, absorbe poca radiación de THz a menos que la interacción entre luz y materia se potencie considerablemente. Como resultado, los plasmones de grafeno anteriores eran o bien demasiado débiles, lo que llevaba a respuestas a la luz de THz insuficientes, o bien requerían encapsulación con nitruro de boro hexagonal (hBN), añadiendo una complejidad y un costo significativos tanto al proceso de fabricación como a la producción a gran escala. **Mediante una cavidad plasmonica, por el contrario, obtenemos una fotorrespuesta mejorada que supera en un 30% la máxima respuesta convencional, incluso sin encapsulación con hBN**, explica el Prof. ICREA Frank Koppens, investigador principal del estudio. La plataforma podría, por tanto, aprovecharse para construir sensores compactos y eficientes para la identificación de materiales, ya que muchos compuestos químicos absorben y emiten luz en el régimen de los THz. La clave, comparte el Dr. Sebastian Castilla, quien también participó en el estudio, fue producir monocristales de grafeno mediante un método de crecimiento específico denominado deposición química en fase vapor, así como aprovechar las resonancias de la cavidad de AGPs para concentrar el campo de THz incidente. Según el equipo, su propuesta podría inspirar nuevos enfoques de crecimiento que reduzcan todavía más las pérdidas en los plasmones, manteniendo su intensidad también a temperatura ambiente. Este hito, de conseguirse, marcaría definitivamente un punto de inflexión para la detección en el rango de

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/acsphotonics.6c00272

Agradecimientos:

This work has been funded by the PRIN PNRR 2022 project **Continuous THERm** (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 ITHRO20043, CUP H75E23000200005), and by the PRIMA 2023 project **Food value chain intelligence and integrative design for the d**

velopment 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 Project 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.