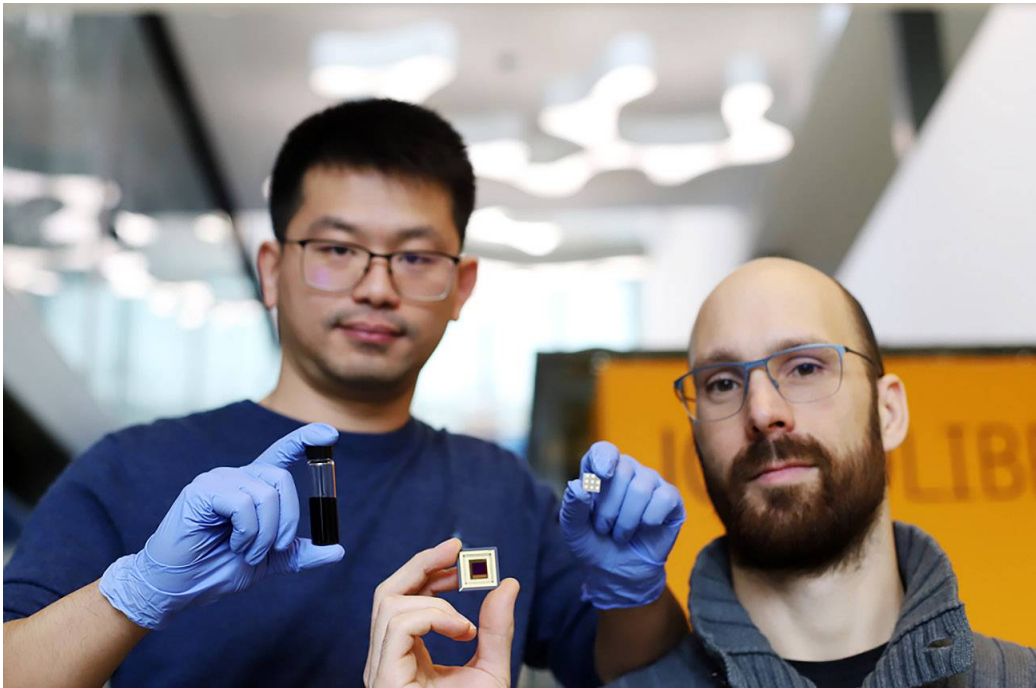


## Puntos cuánticos no tóxicos abren el camino hacia nuevos sensores CMOS

Investigadores del Instituto de Ciencias Fotónicas y una empresa derivada presentan un método para sintetizar puntos cuánticos de telururo de plata respetuoso con el medio ambiente. Se puede aplicar en fotodetectores de luz infrarroja de onda corta y semiconductores CMOS, de uso común en electrónica de consumo.

SINC

3/1/2024 11:32 CEST



Los investigadores Yongjie Wang (ICFO) y Julien Schreier (Qurv) sosteniendo una muestra de una solución de puntos cuánticos, el fotodetector SWIR y el sensor de imagen. / ICFO

Aunque es invisible a nuestros ojos, la luz **infrarroja de onda corta (o SWIR**, por sus siglas en inglés) puede permitir una viabilidad, funcionalidad y rendimiento sin precedentes de las aplicaciones de visión por computador de alto volumen en los campos de la robótica, la automoción, y la electrónica de consumo.

Los sensores de imagen con sensibilidad en el espectro SWIR pueden operar bajo condiciones adversas, como situaciones con luz del sol muy brillante, niebla, bruma o incluso humo. Además, este rango proporciona

fuentes de iluminación segura para el ojo humano y permite detectar las propiedades de los materiales a través de la imagen molecular.

---

El nuevo método de síntesis de puntos cuánticos de telururo de plata se aplica en fotodetectores de la luz infrarroja de onda corta (SWIR) de alto rendimiento

Por su parte, la tecnología basada en los **puntos cuánticos coloidales (CQD)** por sus siglas en inglés) ofrece una vía tecnológica prometedora para el desarrollo de los sensores de imagen SWIR. Estos puntos son cristales semiconductores de tamaño nanométrico, una plataforma que permite el acceso a este espectro de luz infrarroja de onda corta y ser integrada en la tecnología **CMOS (semiconductor complementario de óxido metálico)**, de uso común en muchos ordenadores y dispositivos electrónicos.

Sin embargo, llevar el uso de los puntos cuánticos sensibles al SWIR a una tecnología válida para aplicaciones orientadas al mercado tiene sus obstáculos, ya que a menudo estos CQD contienen metales pesados, como el plomo o el mercurio (semiconductores de calcogenuros IV-VI Pb, Hg). Estos de materiales están sujetos a la **Directiva Europea de Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS)**, una normativa que regula su uso en aplicaciones comerciales de productos electrónicos de consumo.

En un nuevo estudio publicado en la revista *Nature Photonics*, investigadores del Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) en colaboración con otros de Querv, una *spinoff* de este instituto, han desarrollado unos **fotodetectores infrarrojos de altas prestaciones** y un sensor de imagen de luz infrarroja de onda corta (SWIR) que opera a temperatura ambiente y están basados en el uso de los puntos cuánticos coloidales no tóxicos.

El trabajo describe un nuevo método para poder sintetizar estos puntos cuánticos libres de fosfina y de tamaño modulable, que preservan las propiedades de los puntos que si contienen metales pesados. De esta forma, se abre el camino a la introducción de la tecnología basada en los puntos cuánticos capaz de operar en el rango del SWIR en los mercados de gran volumen.

## **Puntos de telururo de plata ( $\text{Ag}_2\text{Te}$ )**

Mientras estaban investigando como sintetizar nanocristales de telururo de bismuto y plata para mejorar el comportamiento de los dispositivos fotovoltaicos, los investigadores obtuvieron un subproducto: el **telururo de plata ( $\text{Ag}_2\text{Te}$ )**.

Este material mostró una absorción de confinamiento cuántico fuerte y modulable, similar a la de los puntos cuánticos. Los investigadores se dieron cuenta de su potencial para desarrollar fotodetectores y sensores de imagen SWIR, y centraron entonces sus esfuerzos en obtener un nuevo método para sintetizar una versión sin fosfina de puntos cuánticos de telururo de plata, ya que se ha visto que la fosfina tiene un impacto negativo sobre las propiedades optoelectrónicas de los puntos cuánticos relevante para la fotodetección.

Como parte de su nuevo método de síntesis, el equipo utilizó diferentes compuestos **libres de fosfina** como precursores de la plata y el telurio.

Obtuvieron puntos cuánticos con una buena distribución por tamaño y unos picos de excitación a lo largo de un rango muy amplio del espectro de luz.

---

Se usan compuestos libres de fosfina como precursores de la plata y el telurio, ya que esta tiene un impacto negativo sobre las propiedades optoelectrónicas de los puntos cuánticos

Después de sintetizarlos y caracterizarlos, los puntos cuánticos mostraron un rendimiento notable, con picos excitónicos distintivos por encima de los 1500 nanómetros, un logro sin precedentes en comparación con técnicas anteriores para la síntesis de puntos cuánticos basadas en la fosfina.

Los investigadores decidieron entonces implementar estos nuevos puntos cuánticos para fabricar un fotodetector (fotodiodo), a escala de laboratorio, sobre un **substrato de vidrio** con una fina capa de ITO (óxido de indio y estaño) para caracterizar el dispositivo construido y medir sus propiedades.

“Estos dispositivos de laboratorio se operan mediante luz que incide desde la parte inferior. Para los CMOS formados por capas apiladas de puntos cuánticos, la luz se aplica de forma cenital, al ubicarse la parte electrónica del CMOS en la zona inferior”, comenta **Yongjie Wang**, investigador postdoctoral y primer autor del estudio, que añade: “Así que el primer reto que tuvimos que superar fue revertir la configuración de la entrada de luz del fotosensor, algo que en teoría parece simple pero que resultó ser una tarea compleja”.

Inicialmente, el fotodiodo mostró un rendimiento bajo de detección de luz SWIR. Esto obligó a llevar a cabo un rediseño que incluyó la incorporación de una capa intermedia (*buffer*) en el corazón del dispositivo. Este ajuste mejoró significativamente el rendimiento del fotodetector (en rangos espectral y dinámico, ancho de banda y

capacidad de detección a temperatura ambiente).

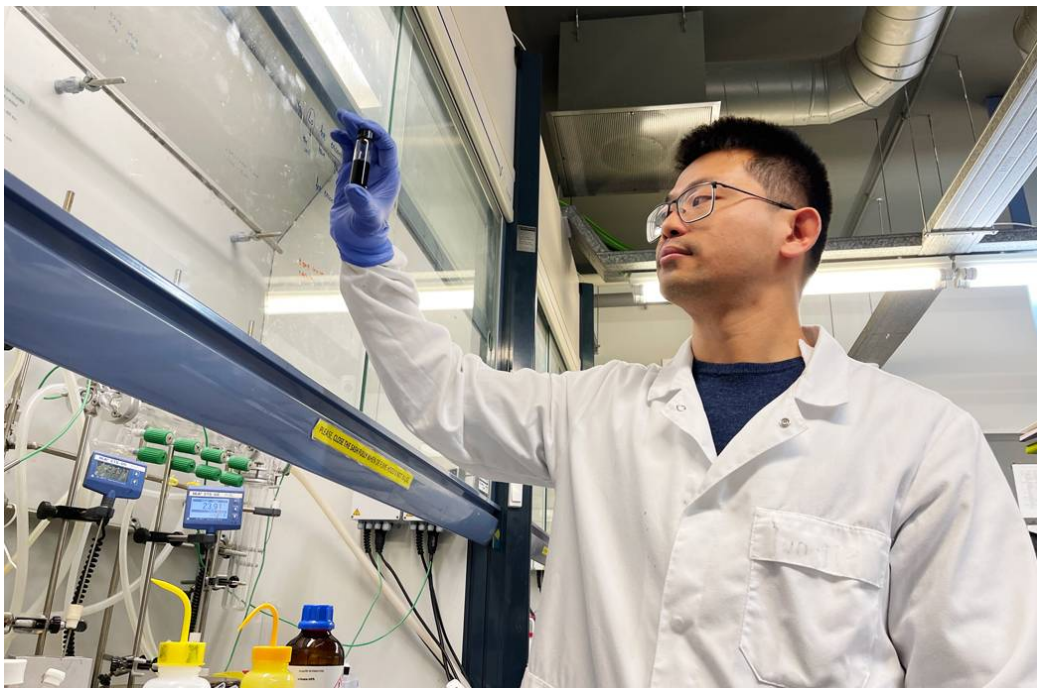
“Hasta donde nosotros sabemos, los fotodiodos descritos en este trabajo representan por primera vez una solución procesada y no tóxica de fotodiodos SWIR que exhiben unos factores de mérito similares a las versiones desarrolladas con puntos cuánticos que contienen metales pesados”, explica **Gerasimos Konstantatos**, profesor ICREA del ICFO y coautor del estudio.

“Estos resultados muestran que los puntos cuánticos de  $\text{Ag}_2\text{Te}$  que hemos sintetizado son un material prometedor –subraya– que cumple con la directiva RoHS para desarrollar aplicaciones de fotodetección de luz SWIR de alto rendimiento y bajo coste”.

---

“ *Los puntos cuánticos que hemos sintetizado son un material prometedor para desarrollar aplicaciones de fotodetección de luz SWIR de alto rendimiento y bajo coste* ”

Gerasimos Konstantatos (ICFO)



Yongjie Wang manipulando una muestra de una solución de puntos cuánticos en el laboratorio del Instituto de Ciencias Fotónicas. / ICFO

Con el desarrollo exitoso de este fotodetector basado en puntos

cuánticos libres de metales pesados, los investigadores dieron un paso más en su trabajo. Iniciaron la colaboración con la empresa Qurv para demostrar su potencial y se embarcaron en la **construcción de una prueba de concepto** de un sensor de imagen SWIR construido con puntos cuánticos no tóxicos y capaz de operar a temperatura ambiente.

El equipo integró el fotodiodo construido con un CMOS sobre un circuito integrado de lectura digital (ROIC) y un conjunto de plano focal (FPA, detector térmico en cámaras de infrarrojos), construyendo por primera vez la prueba de concepto de un sensor de imagen SWIR basado en puntos cuánticos no tóxicos capaces de operar a temperatura ambiente.

---

Se presenta por primera vez la prueba de concepto de un sensor de imagen SWIR basado en puntos cuánticos no tóxicos capaces de operar a temperatura ambiente

Los autores probaron la capacidad del sensor de imagen de poder operar en el espectro SWIR tomando diferentes imágenes. En concreto, fueron capaces de obtener imágenes del contenido de una botella de plástico que era opaca bajo la luz visible, como uno de los posibles ejemplos realizados.

"Acceder al SWIR con una tecnología de bajo coste para la electrónica de consumo significa utilizar el potencial de este rango del espectro para numerosas aplicaciones, incluyendo sistemas de visión mejorada para la industria de la automoción que permitan la conducción bajo condiciones climatológicas severas", apunta Konstantatos.

---

Sistemas de visión mejorada para la industria de la automoción y otros aplicaciones podrían beneficiarse del acceso al espectro SWIR con una tecnología de bajo coste

“La banda del SWIR entre las 1.35  $\mu\text{m}$  y las 1.40  $\mu\text{m}$  proporciona una ventana de seguridad para nuestros ojos, libre de luz de fondo en condiciones diurnas y nocturnas, permitiendo la detección y alcance de luz de largo alcance (LiDAR), imágenes tridimensionales para aplicaciones en el sector del automóvil, de la realidad aumentada y realidad virtual”, añade.

Ahora los investigadores desean **aumentar el rendimiento de los fotodiodos** mediante el diseño y la modificación del conjunto de capas que componen el dispositivo fotodetector. También quieren explorar nuevas superficies químicas para los puntos cuánticos  $\text{Ag}_2\text{Te}$  que permitan mejorar el rendimiento y la estabilidad térmica y ambiental del material en su camino hacia el mercado.

#### Referencia:

Wang, Y., Lucheng, P. Schreier, J., Bi, Y. Black, A., Malla, A. Goossens, S., Konstantatos, G. “Silver telluride colloidal quantum dot infrared photodetectors and image sensors”. *Nature Photonics*, 2023

Derechos: **Creative Commons**.

TAGS

PUNTOS CUÁNTICOS | SEMICONDUCTOR | ELECTRÓNICA | SENSORES

#### Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

