

Consiguen detectores sensibles y rapidos mediante puntos cuanticos infrarrojos libres de metales pesados para aplicaciones LIDAR sin riesgo ocular

Investigadores del ICFO presentan una nueva estrategia que mejora significativamente el rendimiento de los puntos cuanticos coloidales de telurio de plata para la fotodeteccion en el infrarrojo de onda corta (SWIR, por sus siglas en ingles). Con ello, allanan el camino para la adopcion generalizada de detectores SWIR en la electronica de consumo y aplicaciones automovilisticas.

April 01, 2025

El regimen de frecuencia en el infrarrojo de onda corta (SWIR) posee propiedades unicas que lo hacen ideal para diversas aplicaciones, ya que, por ejemplo, se ve menos afectado por la dispersion atmosferica que la luz visible y es seguro para los ojos. Estas aplicaciones incluyen

la deteccion y medicion de distancias mediante laser (LIDAR), la localizacion y el mapeo espacial, la obtencion de imagenes en condiciones meteorologicas adversas para vigilancia y seguridad automovilistica, el monitoreo ambiental, entre otras.
Sin embargo, la luz SWIR sigue confinada a areas nicho, como la instrumentacion cientifica y el uso militar, principalmente debido a que fabricar fotodetectores SWIR es un proceso complejo que, ademas, requiere materiales costosos. En los ultimos anos, los puntos cuanticos coloidales (nanocristales semiconductores procesados en solucion) han surgido como una alternativa para la electronica de consumo. Tradicionalmente, estos puntos cuanticos han utilizado metales pesados toxicos como plomo o mercurio, pero tambien pueden fabricarse con materiales ecologicos como el telurio de plata (Ag?Te). De hecho, los puntos cuanticos coloidales de telurio de plata muestran un rendimiento comparable al de sus homologos toxicos. No obstante, su desarrollo aun esta en sus primeras etapas y deben superarse varios desafios antes de que dichos puntos se puedan usar en aplicaciones practicas.
Ahora, investigadores del ICFO, el **Dr. Yongjie Wang**, **Hao Wu**, la **Dra. Carmelita Roda**, el **Dr. Lucheng Peng**, el **Dr. Nima Taghipour**, y **Miguel Dosil**, dirigidos por el **Prof. ICREA Gerasimos Konstantatos**, han demostrado un nuevo metodo para fabricar puntos cuanticos coloidales de telurio de plata que aborda estos desafios. Ademas, **el equipo ha desarrollado la primera prueba de concepto de un LIDAR con luz SWIR utilizando puntos cuanticos coloidales hechos de materiales no toxicos**, logrando medir distancias de mas de 10 metros con una resolucion de decimetros. Este estudio, publicado en Advanced Materials, representa un paso clave hacia sistemas LIDAR practicos, rentables y ecologicos para los mercados de electronica de consumo y automovilistico.

Superando desafios en puntos cuanticos coloidales no toxicos para la fotodeteccion SWIR
Los puntos cuanticos coloidales de telurio de plata han enfrentado tradicionalmente tres desafios: corriente oscura alta, rango dinamico lineal limitado y velocidad de respuesta reducida.
La corriente oscura es la pequena corriente electrica que fluye a traves de un fotodetector incluso en ausencia de luz. Una corriente oscura alta aumenta el ruido y limita la sensibilidad a senales debiles. En aplicaciones LIDAR, esto restringe la capacidad de detectar objetos distantes, ya que las grandes distancias o la interferencia atmosferica atenuan la senal. Por otro lado, el rango dinamico lineal se refiere al intervalo entre la intensidad minima y maxima de luz detectable: cuanto mayor sea este rango, mejor sera el contraste de la escena que el detector SWIR pueda captar. Finalmente, la velocidad de respuesta de un fotodetector mide la rapidez con la que este puede reaccionar a cambios en la intensidad de la luz incidente. Una respuesta rapida es esencial para una medicion de distancia precisa y para telecomunicaciones opticas, entre otras aplicaciones.
Los investigadores del ICFO han logrado mejorar drasticamente estas tres caracteristicas en

comparacion con el record anterior, que ellos mismos habian reportado en Nature Photonics hace poco mas de un ano. Especificamente, alcanzaron una densidad de corriente oscura inferior a 500 nA/cm², una eficiencia cuantica externa del 30 % a 1400 nanometros, un rang dinamico lineal superior a 150 decibelios y un tiempo de respuesta de tan solo 2 nanosegundos. Estos resultados alentaron al equipo a construir un LIDAR SWIR de prueba d concepto utilizando, por primera vez, puntos cuanticos coloidales fabricados con materiale compatibles con la directiva deRestriccion de Sustancias Peligrosas (RoHS). **El dispositivo logro medir distancias de mas de 10 metros con una resolucion de decimetros, demostrando el prometedor potencial de los puntos cuanticos coloidales de telurio de plata para aplicaciones LIDAR**.

"Al comienzo del proyecto, no esperabamos un avance tan significativo en el rendimiento final del dispositivo", recuerda el Dr. Yongjie Wang, primer coautor del articulo. El equipo comenzo optimizando la sintesis de los puntos cuanticos para eliminar defectos superficiales que reducen su eficiencia. Sin embargo, esta estrategia por si sola no fue suficiente.

"Inicialmente, el rendimiento del dispositivo no era muy satisfactorio. No fue hasta que aplicamos un tratamiento posterior con nitrato de plata a nuestra pelicula delgada de puntos cuanticos que observamos mejoras significativas, lo que nos sugirio que esta estrategia de optimizacion era prometedora", anade el investigador.

La estrategia de ingenieria propuesta impulsa el desarrollo de dispositivos optoelectronicos SWIR al aprovechar las ventajas en costos y fabricacion de los puntos cuanticos coloidales, al tiempo que mejora considerablemente su rendimiento como alternativa ecologica. Las futuras investigaciones se centraran en lograr tiempos de respuesta aun mas rapidos, una mayor eficiencia cuantica y una operacion mas confiable en condiciones realistas de temperatura y humedad. Todos estos avances, asi como el estudio actual, sirven para acercarnos un paso mas al objetivo final: la adopcion generalizada de la luz SWIR en la electronica de consumo.

Referencia:

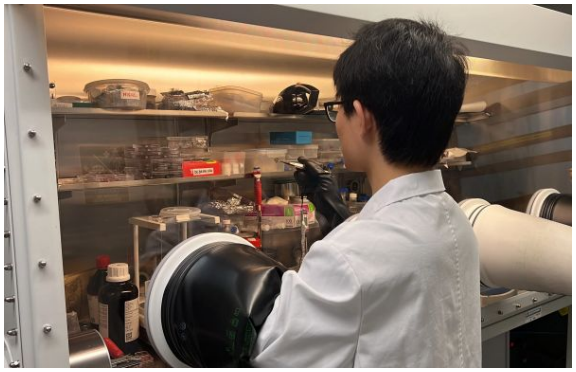
Wang, H. Wu, C. Roda, L. Peng, N. Taghipour, M. Dosil, G. Konstantatos, Shortwave Infrared Light Detection and Ranging Using Silver Telluride Quantum Dots. Adv. Mater. 2025, 2500977.

DOI: https://doi.org/10.1002/adma.202500977

Agradecimientos:

G.K. acknowledges financial support from the European Research Council (ERC) under the

European Union's Horizon 2020 research and innovation programme (grant agreement no. 101002306), the Fundacio Privada Cellex, the program CERCA and ?Severo Ochoa' Centre of Excellence CEX2019-000910-S funded by the Spanish State Research Agency. This project has also received funding from the European Union under grant agreement No 101119489. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them. C.R. acknowledges MCIU (Ministerio de Ciencia Innovacion y Universidades)/AEI(Agencia Estatal de Investigacion)/10.13039/501100011033 and European Union ¡¿½NextGenerationEUi¿½/PRTR under the Juan de La Cierva fellow hip JDC2022-049722-I.



Hao Wu trabajando en el laboratorio en el ICFO. Credito: Jordi Cortes, ICFO.