

Image not found

Aconsegueixen detectors sensibles i ràpids mitjancant punts quàntics infrarojos lliures de metalls pesants per a aplicacions LIDAR sense risc ocular

Investigadors de l'ICFO presenten una nova estratègia que millora significativament el rendiment dels punts quàntics col·loïdals de tel·luri de plata per a la fotodetecció en l'infraroig d'ona curta (SWIR, per les seves sigles en anglès). Així, aplanen el camí per a l'adopció generalitzada de detectors SWIR en l'electrònica de consum i en aplicacions automobilístiques.

April 01, 2025

El règim de freqüència en l'infraroig d'ona curta (SWIR) té propietats úniques que el fan ideal per a diverses aplicacions, ja que, per exemple, es veu menys afectat per la dispersió atmosfèrica que la llum visible i és segur per als ulls. Aquestes aplicacions inclouen la detecció i mesura de distàncies mitjancant laser (LIDAR), la localització i el mapatge espacial, la captura d'imatges en condicions meteorològiques adverses per a vigilància i seguretat automobilística, el monitoratge ambiental, entre altres.

No obstant això, la llum SWIR continua confinada a àrees de nínxol, com la instrumentació científica i l'ús militar, principalment perquè fabricar fotodetectors SWIR és un procés complex que, a més, requereix materials costosos. En els darrers anys, els [punts quàntics col·loïdals](#) (nanocristalls semiconductors processats en solució) han aparegut com una alternativa per a l'electrònica de consum. Tradicionalment, aquests punts quàntics s'han fet partir de metalls pesants tòxics com el plom o el mercuri, però també es poden fabricar amb materials ecològics com el tel·luri de plata (Ag₂Te). De fet, els punts quàntics col·loïdals de tel·luri de plata mostren un rendiment comparable al dels seus homòlegs tòxics. No obstant això, el seu desenvolupament encara es troba en una fase inicial i cal superar diversos reptes abans que es puguin utilitzar en aplicacions pràctiques.

Ara, investigadors de l'ICFO **Del Yongjie Wang**, en **Hao Wu**, la **Dra. Carmelita Roda**, el **Dr. Lucheng Peng**, el **Dr. Nima Taghipour** i en **Miguel Dosil**, dirigits pel **Prof. ICREA Gerasimos Konstantatos**, han demostrat un nou mètode per fabricar punts quàntics col·loïdals de tel·luri de plata que aborda aquests desafiaments. A més, **l'equip ha desenvolupat la primera prova**

de concepte d'un LIDAR amb llum SWIR utilitzant punts quantics col·loïdals fets amb materials no tòxics mesurant distàncies de més de 10 metres amb una resolució de decímetres. Aquest estudi, publicat a *Advanced Materials*, representa un pas clau cap a sistemes LIDAR pràctics, rendibles i ecològics per als mercats de l'electrònica de consum i l'automoció.

Superant desafiaments en punts quantics col·loïdals no tòxics per a la fotodetecció SWIR

Els punts quantics col·loïdals de tel·luri de plata han enfrontat tradicionalment tres desafiaments: corrent fosc elevat, rang dinàmic lineal limitat i velocitat de resposta reduïda. El corrent fosc és el petit corrent elèctric que flueix a través d'un fotodetector fins i tot en absència de llum. Un corrent fosc elevat augmenta el soroll i limita la sensibilitat a senyals febles. En aplicacions LIDAR, això restringeix la capacitat de detectar objectes distants, ja que grans distàncies o la interferència atmosfèrica afebleixen el senyal. D'altra banda, el rang dinàmic lineal es refereix a l'interval entre la intensitat mínima i màxima de llum detectable: com més gran sigui aquest rang, millor serà el contrast de l'escena que el detector SWIR podrà captar. Finalment, la velocitat de resposta d'un fotodetector mesura la rapidesa amb la qual aquest pot reaccionar als canvis en la intensitat de la llum incident. Una resposta ràpida és essencial per a una mesura precisa de la distància i per a telecomunicacions òptiques, entre altres aplicacions.

Els investigadors de l'ICFO han aconseguit millorar dràsticament aquestes tres característiques en comparació amb el rècord anterior, el qual [ells mateixos havien presentat a *Nature Photonics* fa poc més d'un any](#). Concretament, han aconseguit una densitat de corrent fosc inferior a 500 nA/cm², una eficiència quàntica externa del 30 % a 140 nanòmetres, un rang dinàmic lineal superior a 150 decibels i un temps de resposta de tan sols 25 nanosegons. Aquests resultats van animar l'equip a construir un LIDAR SWIR de prova d'concepte utilitzant, per primera vegada, punts quantics col·loïdals fabricats amb materials compatibles amb la directiva de [Restricció de Substàncies Perilloses \(RoHS\)](#). **El dispositiu va aconseguir mesurar distàncies de més de 10 metres amb una resolució de decímetres, demostrant el gran potencial dels punts quantics col·loïdals de tel·luri de plata per a aplicacions LIDAR.**

"Al començament del projecte, no esperàvem un avenç tan significatiu en el rendiment final del dispositiu", recorda el Dr. Yongjie Wang, primer coautor de l'article. L'equip va començar optimitzant la síntesi dels punts quantics per eliminar defectes superficials que reduïen la seva eficiència. Aquesta estratègia per si sola, però, no va ser suficient. "Inicialment, el rendiment del dispositiu no era gaire satisfactori. No va ser fins que vam aplicar un tractament posterior amb nitrat de plata a la nostra pel·lícula prima de punts quantics que vam observar millores significatives, fet que ens va suggerir que aquesta estratègia d'optimització era prometedora", afegeix l'investigador

L'estratègia d'enginyeria proposada impulsa el desenvolupament de dispositius

optoelectronics SWIR aprofitant els avantatges de cost i fabricació dels punts quàntics col·loïdals, alhora que millora considerablement el seu rendiment com a alternativa ecològica. Les futures investigacions se centraran a aconseguir temps de resposta encara més ràpids, una eficiència quàntica més elevada i un funcionament més fiable en condicions realistes de temperatura i humitat. Tots aquests avenços, així com l'estudi actual, ens acostaran un pas més cap a l'objectiu final: l'adopció generalitzada de la llum SWIR en l'electrònica de consum.

Referència:

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>

Agraïments:

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 Fundació 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 Innovación y Universidades)/AEI(Agencia Estatal de Investigación)/10.13039/501100011033 and European Union Horizon NextGenerationEU/PRTR under the Juan de La Cierva fellowship JDC2022-049722-I.

Image not found

Hao Wu treballant en el laboratori a ICFO. Credit: Jordi Cortes, ICFO.