

Nuevo record en el rendimiento de celdas solares de nanocristales ecológicas

Investigadores del ICFO presentan una estrategia de pasivación in situ posterior a la deposición para reducir defectos superficiales en celdas solares ultradelgadas hechas de nanocristales, procesadas en solución y respetuosas con el medio ambiente. El procedimiento ha conducido a la mayor eficiencia de conversión de energía registrada hasta la fecha para este tipo de celdas solares.

October 23, 2024

En la era del cambio climático, las energías renovables han ganado popularidad con rapidez, siendo las celdas solares un ejemplo destacado de esta transición. Por ejemplo, [en 2023, la energía solar fotovoltaica instalada aumentó un 28% en España en comparación con el año anterior, representando el 20,3% del total de la generación de energía del país](#), una tendencia que se refleja de manera similar en la mayoría de los países occidentales. A pesar

de su comercialización y sus innegables beneficios ambientales, las celdas solares aun tienen margen de mejora, ya que suelen estar basadas en materiales que no son completamente sostenibles. Extender la recolección solar, más allá de las granjas solares, se considera una vía con gran potencial para alimentar edificios, infraestructuras, sistemas IoT e incluso vehículos. Esto requeriría una tecnología de celdas solares ligera, de bajo costo, flexible y ecológica. Por ello, la comunidad científica está enfocando sus esfuerzos en encontrar alternativas sostenibles que mantengan (o incluso mejoren) la eficiencia de generación de electricidad, reduzcan costos y simplifiquen los esfuerzos de fabricación de las celdas solares actuales.

Un material prometedor que ha surgido como una alternativa ecológica es el sulfuro de bismuto y plata coloidal (AgBiS_2) en forma de nanocristales, un material que se caracteriza por tener un coeficiente de absorción extremadamente alto y que, por lo tanto, da lugar a láminas ultradelgadas para celdas solares muy absorbentes. A través de un proceso de fabricación de capa-por-capa, ya se han reportado celdas solares con un rendimiento notable. Sin embargo, para minimizar la pérdida de material, reducir costos y mejorar la escalabilidad de la fabricación, el método de deposición en múltiples etapas debe ser reemplazado por un enfoque que involucre un solo paso.

Esto se puede lograr desarrollando tintas de nanocristales de AgBiS_2 . Desde 2020, se han realizado varias investigaciones en este sentido. Con todo, los nanocristales de AgBiS_2 resultantes aun presentaban defectos superficiales significativos, los cuales siempre vienen acompañados de una baja eficiencia de conversión de energía en la celda solar. Esto significa que las técnicas destinadas a eliminarlos, denominadas pasivación de la superficie, no eran lo suficientemente efectivas. Los defectos superficiales restantes atrapaban los portadores de carga eléctrica generados por la luz solar y provocaban su recombinación, reduciendo la eficiencia del dispositivo a niveles inferiores a los alcanzados con un procedimiento de fabricación capa-por-capa.

Por lo tanto, se necesita una metodología de pasivación más sencilla, pero también más efectiva, para la tinta de nanocristales de AgBiS_2 , con el fin de acercar la eficiencia de las celdas solares ecológicas a niveles competitivos. Recientemente, los investigadores del ICFO, el **Dr. Jae Taek Oh**, el **Dr. Yongjie Wang**, la **Dra. Carmelita Roda**, el **Dr. Debranj Mandal**, el **Dr. Gaurav Kumar**, el **Dr. Guy Luke Whitworth**, dirigidos por el **profesor ICREA Gerasimos Konstantatos**, han dado un paso importante en esta dirección. En un artículo de *Energy & Environmental Science*, han informado sobre **una estrategia** de pasivación in situ posterior a la deposición (P-DIP, por sus siglas en inglés) **que mejora la pasivación de la superficie**, produciendo películas de tinta de nanocristales con propiedades optoelectrónicas mejoradas. Las celdas solares ultradelgadas resultantes mostraron una mayor eficiencia de conversión de energía que sus homólogas fabricadas a partir de una deposición en múltiples etapas, estableciendo un **nuevo record de rendimiento para celdas solares de nanocristales ecológicas**.

Pasivacion in situ posterior a la deposicion para mejorar la pasivacion de la superficie

Los investigadores del ICFO lograron pasivar de manera efectiva los defectos superficiales presentes en su pelicula de tinta de nanocristales. *¿½*Imaginen una carretera llena de baches que ralentiza los coches. La pasivacion de superficie es como repavimentar la carretera, haciendola mas suave para que los coches puedan moverse sin quedarse atascados. En nuestro caso, la eliminacion de los defectos superficiales es muy importante para facilitar el transporte de portadores de carga creados a partir de la absorcion de luz en las peliculas de nanocristales *¿½*, explica el Dr. Jae Taek Oh, primer autor del articulo. *¿½*Con nuestro metodo P-DIP, los portadores de carga pudieron moverse sin 'tropezar con tantos obstaculos' dentro de la pelicula delgada de nanocristales de **AgBiS₂**

La mitigacion de defectos mediante una estrategia de pasivacion adecuada se tradujo en un aumento en la calidad de la pelicula y, por lo tanto, en celdas solares de mayor rendimiento.

Su eficiencia de alrededor del 10% supero la de las celdas solares anteriores basadas en nanocristales de AgBiS₂, tanto las que utilizaban metodos de deposicion de una sola etapa como las de capa-por-capa.

Para obtener estos resultados sobresalientes, el equipo sintetizo la tinta de nanocristales de AgBiS₂ mediante la introduccion de un agente molecular multifuncional que contenia cloro. Su estructura molecular **ayudo a estabilizar los nanocristales y a dispersarlos de manera uniforme en la solucion**, dos factores cruciales para asegurar recubrimientos suaves.

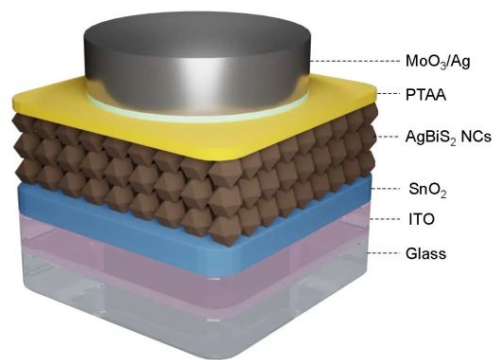
Despues de depositar la pelicula, llevaron a cabo una pasivacion adicional en las superficies de los nanocristales de AgBiS₂. Esta estrategia concreta, de pasivacion in situ, **equilibro el transporte de los portadores de carga en la pelicula y alargó su vida util**, unos aspectos que tambien son criticos a la hora de mejorar la eficiencia de las celdas solares. **La combinacion de estos efectos constituyo la receta perfecta para lograr el rendimiento sin precedentes para celdas solares sostenibles** que los investigadores del ICFO demostraron en este estudio.

Referencia:

J. T. Oh, Y. Wang, C. Roda, D. Mandal, G. Kumar, G. L. Whitworth, G. Konstantatos. Energy Environ. Sci. (2024). DOI: <https://doi.org/10.1039/D4EE03266G>

Agradecimientos:

Results incorporated in this work have received funding from the European Research Council (ERC) under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme (grant agreement No 101002306). We also acknowledge support from the Fundacio Joan Ribas Araquistain (FJRA), the Fundacio Privada Cellex, the program CERCA, EQC2019-005797-P (AEI/FEDER UE), and *¿½*Severo Ochoa*¿½* Center of Excellence CEX2019-000910-S - Funded by the Spanish State Research Agency.



Esquema de la celda solar de tinta de nanocristales de AgBiS₂. Fuente: EES.