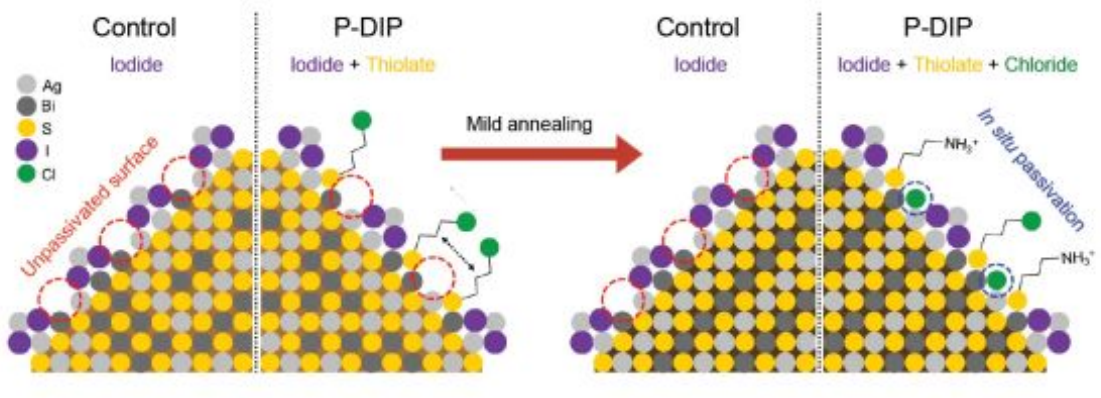


Nuevo record en el rendimiento de celdas solares de nanocristales ecologicas

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

October 23, 2024

En la era del cambio climatico, las energias renovables han ganado popularidad con rapidez, siendo las celdas solares un ejemplo destacado de esta transicion. Por ejemplo, en 2023, la energia solar fotovoltaica instalada aumento un 28% en Espana en comparacion con el ano anterior, representando el 20,3% del total de la generacion de energia del pais, una tendencia que se refleja de manera similar en la mayoria de los paises occidentales. A pesar

de su comercializacion 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 recoleccion solar, mas alla de las granjas solares, se considera una via con gran potencial para alimentar edificios, infraestructuras, sistemas IoT e incluso vehiculos. Esto requeriria una tecnologia de celdas solares ligera, de bajo costo, flexible y ecologica. Por ello, la comunidad cientifica esta enfocando sus esfuerzos en encontrar alternativas sostenibles que mantengan (o incluso mejoren) la eficiencia de generacion de electricidad, reduzcan costos y simplifiquen los esfuerzos de fabricacion de las celdas solares actuales.

Un material prometedor que ha surgido como una alternativa ecologica es el sulfuro de bismuto y plata coloidal (AgBiS2) en forma de nanocristales, un material que se caracteriza por tener un coeficiente de absorcion extremadamente alto y que, por lo tanto, da lugar a laminas ultradelgadas para celdas solares muy absorbentes. A traves de un proceso de fabricacion de capa-por-capa, ya se han reportado celdas solares con un rendimiento notable. Sin embargo, para minimizar la perdida de material, reducir costos y mejorar la escalabilidad de la fabricacion, el metodo de deposicion en multiples etapas debe ser reemplazado por un enfoque que involucre un solo paso.

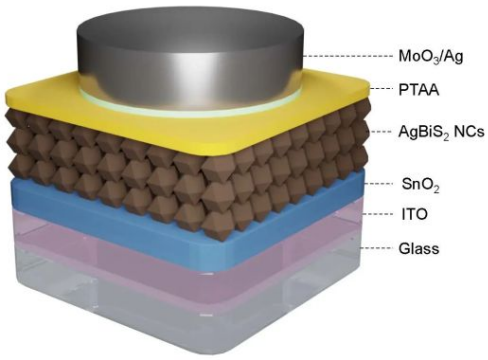
Esto se puede lograr desarrollando tintas de nanocristales de AgBiS2. Desde 2020, se han realizado varias investigaciones en este sentido. Con todo, los nanocristales de AgBiS2 resultantes aun presentaban defectos superficiales significativos, los cuales siempre vienen acompanados de una baja eficiencia de conversion de energia en la celda solar. Esto significa que las tecnicas destinadas a eliminarlos, denominadas pasivacion de la superficie, no eran lo suficientemente efectivas. Los defectos superficiales restantes atrapaban los portadores de carga electrica generados por la luz solar y provocaban su recombinacion, reduciendo la eficiencia del dispositivo a niveles inferiores a los alcanzados con un procedimiento de fabricacion capa-por-capa.

Por lo tanto, se necesita una metodologia de pasivacion mas sencilla, pero tambien mas efectiva, para la tinta de nanocristales de AgBiS2, con el fin de acercar la eficiencia de las celdas solares ecologicas a niveles competitivos. Recientemente, los investigadores del ICFO, el **Dr. Jae Taek Oh**, el **Dr. Yongjie Wang**, la **Dra. Carmelita Roda**, el **Dr. Debranjan Mandal**, el **Dr. Gaurav Kumar**, el **Dr. Guy Luke Whitworth**, dirigidos por el **profesor ICREA Gerasimos Konstantatos**, han dado un paso importante en esta direccion. En un articulo de Energy & Environmental Science, han informado sobre **una estrategia** de pasivacion in situ posterior a la deposicion (P-DIP, por sus siglas en ingles) **que mejora la pasivacion de la superficie**, produciendo peliculas de tinta de nanocristales con propiedades optoelectronicas mejoradas. Las celdas solares ultradelgadas resultantes mostraron una mayor eficiencia de conversion de energia que sus homologas fabricadas a partir de una deposicion en multiples etapas, estableciendo un **nuevo record de rendimiento para celdas solares de nanocristales ecologicas**.

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. i¿½Imaginen una carretera llena de bach s que ralentiza los coches. La pasivacion de superficie es como repavimentar la carreter , haciendola mas suave para que los coches puedan moverse sin quedarse atascados. n nuestro caso, la eliminacion de los defectos superficiales es muy importante para facilitar l transporte de portadores de carga creados a partir de la absorcion de luz en las peliculas e nanocristalesi¿½, explica el Dr. Jae Taek Oh, primer autor del articulo. i¿½Con nuestro etodo P-DIP, los portadores de carga pudieron moverse sin 'tropezar con tantos obstaculos' entro de la pelicula delgada de nanocristales de AgBiS2, lo cual es
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 alargo 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 i¿½Severo ochoai¿½ Center of Excellence CEX2019-000910-S - Fu ded by the Spanish State Research Agency.



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