



Un nueva cel·lula solar organica tandem de cuatro terminales consigue una eficiencia de conversion de energia del 16,94%

Investigadores del ICFO han fabricado una nueva celula solar organica de cuatro terminales con una configuracion en tandem que ha alcanzado una eficiencia de conversion de energia (PCE) del 16,94%. El nuevo dispositivo esta compuesto por una subcelda frontal muy transparente que incorpora un electrodo de plata de tan solo 7 nm de grossor que garantiza su eficacia.

April 08, 2024

Las celulas solares organicas tandem de dos terminales son una de las soluciones ma prometedoras para abordar las perdidas por transmision y por termalizacion en las celula solares de una sola union. Estas celulas solares organicas se componen de una subceld frontal y una posterior con bandas prohibidas variables, lo que permite una mejor absorcio y un aprovechamiento mas eficiente del espectro solar. Sin embargo, lograr un rendimient

optimo en tales configuraciones exige un equilibrio de corriente suficiente entre las dos subceldas. Además, fabricar este tipo de células solares representa un desafío debido a la necesidad de integrar una capa de interconexión robusta que facilite la recombinación eficiente de la carga manteniendo al mismo tiempo una alta transparencia.

La configuración tandem de cuatro terminales ha surgido como una solución alternativa muy eficiente en el diseño de células solares. A diferencia de la solución basada en dos terminales, esta configuración cuenta con conexiones eléctricas separadas y diferentes para la celda frontal transparente y la celda posterior más opaca. De esta manera, la necesidad de igualar la corriente eléctrica deja de ser un factor limitante. Esta disposición permite una mayor flexibilidad en la selección de las bandas prohibidas de cada celda del tandem, optimizando así la absorción de fotones y mejorando la eficiencia general de producción de energía solar.

Ahora, en un nuevo estudio publicado en la revista **Solar RRL**, los investigadores del ICFO y miembros del proyecto europeo SOREC2, **Francisco Bernal-Texca** y el profesor **Jordi Martorell**, han descrito la fabricación de una célula solar orgánica tandem de cuatro terminales que ha logrado una eficiencia de conversión de energía (PCE, por sus siglas en inglés) del 16,94%. Un elemento clave del trabajo ha sido el desarrollo de un electrodo de plata transparente ultradelgado, un componente que ha desempeñado un papel fundamental en la optimización del rendimiento de la célula solar construida.

Para fabricar la célula solar, los investigadores exploraron primero los materiales orgánicos destinados a formar la capa fotoactiva de las subceldas frontal y trasera. A continuación, examinaron la efectividad de tres mezclas de componentes distintas para la celda frontal diseñada para captar los fotones de alta energía. Finalmente, se eligió para esta celda frontal la mezcla con mejor rendimiento, denominada PM6:L8-BO. Para la celda posterior, más opaca, los investigadores decidieron utilizar la mezcla PTB7-Th:O6T-4F, con una banda prohibida más estrecha, siendo así capaz de absorber los fotones de baja energía que conforman la parte infrarroja del espectro solar.

Tras seleccionar los componentes, los investigadores diseñaron la estructura final del dispositivo aplicando un enfoque numérico. Para ello, combinaron el formalismo matricial con la metodología convencional de resolución inversa de problemas para identificar el rendimiento óptimo y la configuración final del dispositivo.

El diseño y la fabricación de un electrodo de plata transparente ultradelgado de tan solo 7 nm de grosor fue un paso clave en la presente investigación. Este electrodo se colocó en la parte posterior de la subcelda frontal. Los autores del Trabajo recuerdan que los electrodos de plata convencionales utilizados para aplicaciones de células solares transparentes tienen generalmente un grosor de entre 9 y 15 nm.

La fabricación de este electrodo requirió un control meticuloso de las condiciones de laboratorio. El electrodo se integró una vez fabricado en la célula solar junto a tres ca

as dieléctricas de trióxido de tungsteno (WO₃) y de fluoruro de litio (LiF). Esta estructura fónica multicapa juega un papel crucial, ya que está situada entre las dos subceldas facilitando una distribución de luz eficiente y uniforme. "Esta estructura exhibe una alta transmisión en el rango de los 750-1000 nm y una alta reflectividad en el rango de los 500-700 nm", escribieron los investigadores.

"El desarrollo de un electrodo intermedio de plata transparente es crucial para el funcionamiento eficiente de la célula solar", explicó **Francisco Bernal**, investigador del ICFO y primer autor del estudio. "Debe presentar un equilibrio delicado, siendo lo suficientemente transparente para permitir que la luz llegue a la subcelda posterior y, al mismo tiempo, mantener una alta conductividad eléctrica para garantizar el rendimiento óptimo de la subcelda frontal", añade Bernal. "Poder fabricar un electrodo de tan solo 7 nm sin observar pérdidas en las celdas transparentes frontales es un avance significativo en el campo de las células transparentes".

Los investigadores probaron el rendimiento fotovoltaico del dispositivo mediante un simulador solar bajo una iluminación de 1 sol y midieron su eficiencia cuántica. El dispositivo alcanzó una eficiencia de conversión de energía del 16,94%, que, según indican los investigadores, sería la más alta alcanzada hasta ahora por una célula solar orgánica tandem de cuatro terminales. Los autores del trabajo recuerdan que el récord actual de eficiencia para dispositivos orgánicos tandem está situado en 14,2% y que la mayor eficiencia de conversión de energía para tandems orgánicos de cuatro terminales registrada hasta ahora es del 6,5

"Nuestra investigación puede ser aplicada al desarrollo de células fotoelectroquímicas (PEC), abordando requisitos eléctricos cruciales como proporcionar el voltaje necesario para impulsar la separación de las moléculas de agua o la reducción de CO₂ como en el proyecto SOREC2", explica el profesor **Jordi Martorell**, investigador del ICFO y coordinador del proyecto SOREC2. "La metodología para el diseño e implementación de la estructura tandem de cuatro terminales podría aplicarse en el diseño de nuevos sistemas donde una distribución adecuada de la luz en los distintos componentes es crucial para el rendimiento de un dispositivo determinado

Los investigadores actualmente trabajan en la mejora de la metodología y el diseño estructural adaptados para aplicaciones como los combustibles solares, donde los dispositivos tandem tienen una amplia aplicabilidad. Al optimizar la metodología y las estrategias de diseño, los investigadores intentan liberar el potencial de estos dispositivos para aprovechar la energía solar en diferentes procesos de conversión de energía sostenibles, entre ellos la conversión y valorización del CO₂

El proyecto SOREC2 es un proyecto financiado por la Unión Europea que busca desarrollar una nueva tecnología para transformar directamente la luz solar y el CO₂ en productos químicos de valor añadido, permitiendo un almacenamiento de energía seguro y eficiente. El consorcio desarrollará una nueva célula fotoelectroquímica compacta alimentada por luz

solar y un nuevo sistema catalizador híbrido para mejorar la selectividad hacia los productos derivados (C2).

Artículo original

Bernal-TeXca, F; Martorell, J. (2024) [Four-Terminal Tandem Based on a PM6:L8-BO Transparent Solar Cell and a 7nm Ag Layer Intermediate Electrode](#). Solar RRL. DOI:

10.1002/solr.202300728

