

Nou record en el rendiment de cel·lules solars de nanocristalls ecològiques

Investigadors de l'ICFO presenten una estratègia de passivació in situ posterior a la deposició per a reduir defectes superficials en cel·lules solars ultraprimes fetes de nanocristalls, processades e solució i respectuoses amb el medi ambient. El procediment ha conduït a la major eficiència de conversió d'energia registrada fins ara per a aquest tipus de cel·lules solars.

October 23, 2024

En l'era del canvi climàtic, les energies renovables han guanyat popularitat amb rapidesa, essent les cel·lules solars un exemple destacat d'aquesta transició. Per exemple, [l'any 2023, l'energia solar fotovoltaica instal·lada va augmentar un 28% a Espanya en comparació amb l'any anterior, representant el 20,3% del total de la generació d'energia del país](#) una tendència que es reflecteix de manera similar en la majoria de països occidentals. Tot i la seva comercialització i els seus innegables beneficis ambientals, les cel·lules solars encara

tenen marge de millora, ja que sovint es basen en materials que no son completament sostenibles. Estendre la captació solar, més enllà de les plantes solars, es considera una via amb gran potencial per alimentar edificis, infraestructures, sistemes IoT i fins i tot vehicles. Això requeriria una tecnologia de cel·lules solars lleugera, de baix cost, flexible i ecològica. Per aquest motiu, la comunitat científica està enfocant els seus esforços a trobar alternatives sostenibles que mantinguin (o fins i tot millorin) l'eficiència de generació d'electricitat, redueixin costos i simplifiquin els esforços de fabricació de les cel·lules solars actuals. Un material prometedori que ha sorgit com una alternativa ecològica és el sulfur de bismut i plata col·loidal (AgBiS_2) en forma de nanocristalls, un material que es caracteritza per tenir un coeficient d'absorció extremadament alt i que, per tant, dona lloc a làmines ultraprimes per a cel·lules solars molt absorbents. A través d'un procés de fabricació capa-a-cap, s'han reportat cel·lules solars amb un rendiment notable. No obstant això, per minimitzar la pèrdua de material, reduir costos i millorar l'escalabilitat de la fabricació, el mètode de deposició en múltiples etapes ha de ser reemplaçat per un enfocament que impliqui un sol pas.

Això es pot aconseguir desenvolupant tintes de nanocristalls de AgBiS_2 . Des del 2020, s'han dut a terme diverses investigacions en aquest sentit. Tanmateix, els nanocristalls de AgBiS_2 resultants encara presentaven defectes superficials significatius, els quals sempre venen acompanyats d'una baixa eficiència de conversió d'energia en la cel·lula solar. Això significa que les tècniques destinades a eliminar-los, denominades passivació de la superfície, no eren prou efectives. Els defectes superficials restants atrapaven els portadors de càrrega elèctric generats per la llum solar i provocaven la seva recombinació, reduint l'eficiència del dispositiu a nivells inferiors als assolits amb un procediment de fabricació capa-a-cap. Per tant, es necessita una metodologia de passivació més senzilla, però també més efectiva per a la tinta de nanocristalls de AgBiS_2 , amb l'objectiu d'apropar l'eficiència de les cel·lules solars ecològiques a nivells competitius. Recentment, els investigadors de l'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**, dirigits pel **professor ICREA Gerasimos Konstantatos**, han fet un pas important en aquesta direcció. En un article d'*Energy & Environmental Science*, han informat sobre **una estratègia** de passivació in situ posterior a la deposició (P-DIP, per les seves sigles en anglès) **que millora la passivació de la superfície**, produint pel·lícules de tinta de nanocristalls amb propietats optoelectròniques millorades. Les cel·lules solars ultraprimes resultants van mostrar una major eficiència de conversió d'energia que les seves homologues fabricades a partir d'una deposició en múltiples etapes, establint **un nou rècord de rendiment per a cel·lules solars de nanocristalls ecològiques**.

Passivació in situ posterior a la deposició per millorar la passivació de la superfície

Els investigadors de l'ICFO van aconseguir passivar de manera efectiva els defectes superficials presents en la seva pel·lícula de tinta de nanocristalls. "Imaginem una carretera

plena de sots que alenteix els cotxes. La passivació de la superfície es com tornar pavimentar la carretera, fent-la més suau per a que els cotxes es puguin moure sense quedar atrapats. En el nostre cas, l'eliminació dels defectes superficials és molt important per tal de facilitar el transport de portadors de càrrega creats a partir de l'absorció de llum en les pel·lícules de nanocristalls", explica el Dr. Jae Taek Oh, primer autor de l'article. "Amb el nostre mètode P-DIP, els portadors de càrrega van poder moure's sense 'ensopegar a tots els obstacles' dins de la pel·lícula prima de nanocristalls de AgBiS₂, afegeix.

La mitigació de defectes mitjançant una estratègia de passivació adequada es va traduir en un augment en la qualitat de la pel·lícula i, per tant, en cel·lules solars de major rendiment. La seva eficiència, d'aproximadament el 10%, va superar la de les cel·lules solars anterior basades en nanocristalls de AgBiS₂, tant les que utilitzaven mètodes de deposició d'una sola etapa com de capa-a-cap.

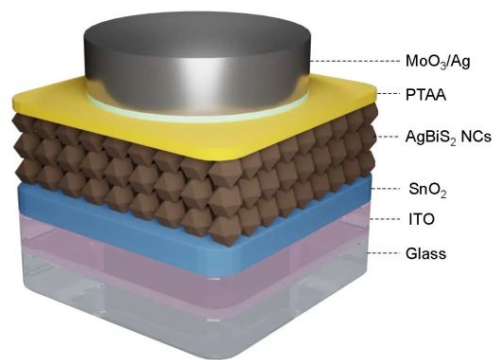
Per obtenir aquests resultats excepcionals, l'equip va sintetitzar la tinta de nanocristalls de AgBiS₂ mitjançant la introducció d'un agent molecular multifuncional que contenia clor. La seva estructura molecular va ajudar a **estabilitzar els nanocristalls i a dispersar-los de manera uniforme en la solució**, dos factors crucials per assegurar recobriments suaus. Després de depositar la pel·lícula, van realitzar una passivació addicional a les superfícies dels nanocristalls de AgBiS₂. Aquesta estratègia concreta, de passivació in situ, **va equilibrar el transport dels portadors de càrrega en la pel·lícula i va allargar la seva vida útil**, uns aspectes que també són crítics a l'hora de millorar l'eficiència de les cel·lules solars. **La combinació d'aquests efectes va constituir la recepta perfecta per aconseguir el rendiment sense precedents per a cel·lules solars sostenibles** que els investigadors de l'ICFO han demostrat en aquest estudi.

Referència:

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>

Agraïments:

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 Fundació Joan Ribas Araquistain (FJRA), the Fundació Privada Cellex, the program CERCA, EQC2019-005797-P (AEI/FEDER UE), and iSevero ochoaiCenter of Excellence CEX2019-000910-S - Funded by the Spanish State Research Agency.



Esquema de la cel·la solar de tinta de nanocristalls d'AgBiS₂. Font: EES.