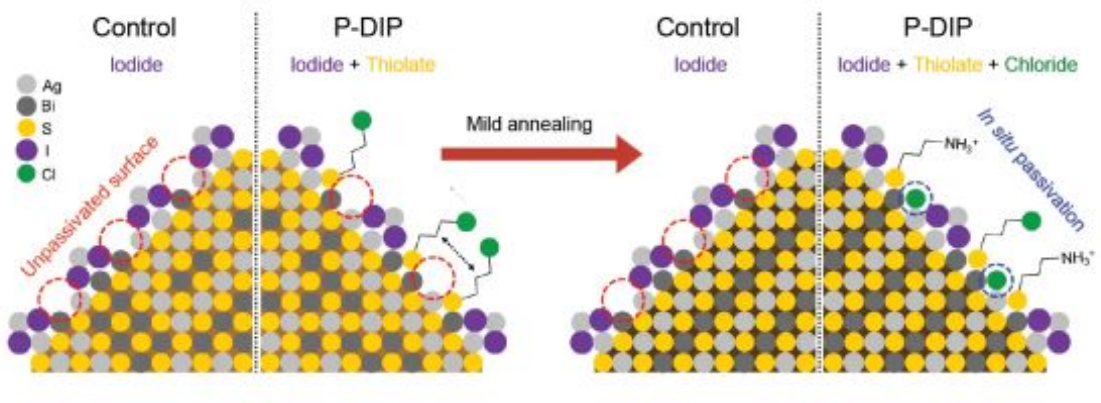


Nou record en el rendiment de cel·lules solars de nanocristalls ecologiques

Investigadors de l'ICFO presenten una estrategia de passivacio in situ posterior a la deposicio per a reduir defectes superficials en cel·lules solars ultraprimes fetes de nanocristalls, processades e solucio i respectuoses amb el medi ambient. El procediment h conduit a la major eficiencia de conversio d'energia registrada fin ara per a aquest tipus de cel·lules solars.

October 23, 2024

En l'era del canvi climatic, les energies renovables han guanyat popularitat amb rapidesa, essent les cel·lules solars un exemple destacat d'aquesta transicio. Per exemple, l'any 2023, l'energia solar fotovoltaica instal·lada va augmentar un 28% a Espanya en comparacio am l'any anterior, representant el 20,3% del total de la generacio d'energia del pais una tendencia que es reflecteix de manera similar en la majoria de paisos occidentals. Tot i la seva comercialitzacio i els seus innegables beneficis ambientals, les cel·lules solars encar

tenen marge de millora, ja que sovint es basen en materials que no son completamen sostenibles. Estendre la captacio solar, mes enlla de les plantes solars, es considera una vi amb gran potencial per alimentar edificis, infraestructures, sistemes IoT i fins i tot vehicles Aixo requeriria una tecnologia de cel·lules solars lleugera, de baix cost, flexible i ecologic . Per aquest motiu, la comunitat cientifica esta enfocant els seus esforcos a trobar alternativ s sostenibles que mantinguin (o fins i tot millorin) l'eficiencia de generacio d'electricita , redueixin costos i simplifiquin els esforcos de fabricacio de les cel·lules solars actua s. Un material prometedor que ha sorgit com una alternativa ecologica es el sulfur de bismu i plata col·loidal ($AgBi_2S_3$) en forma de nanocristalls, un material que es caracteritza per tenir un coeficient d'absorcio extremadament alt i que, per tant, dona lloc a lamines ultraprimes per a cel·lules solars molt absorbents. A traves d'un proces de fabricacio capa-a-capa, j s'han reportat cel·lules solars amb un rendiment notable. No obstant aixo, per minimitzar a perdua de material, reduir costos i millorar l'escalabilitat de la fabricacio, el metode e deposicio en multiples etapes ha de ser reemplacat per un enfocament que impliqui un s l pa
. Aixo es pot aconseguir desenvolupant tintes de nanocristalls de $AgBi_2S_3$. Des del 2020, s'han dut a terme diverses investigacions en aquest sentit. Tanmateix, els nanocristalls de AgBiS2 resultants encara presentaven defectes superficials significatius, els quals sempre venen acompanyats d'una baixa eficiencia de conversio d'energia en la cel·lula solar. Aixo signific que les tecniques destinades a eliminar-los, denominades passivacio de la superficie, no ere prou efectives. Els defectes superficials restants atrapaven els portadors de carrega electric generats per la llum solar i provocaven la seva recombinacio, reduint l'eficiencia de dispositiu a nivells inferiors als assolits amb un procediment de fabricacio capa-a-capa Per tant, es necessita una metodologia de passivacio mes senzilla, pero tambe mes efectiva per a la tinta de nanocristalls de $AgBiS_2$, amb l'objectiu d'apropar l'eficiencia de les cel·lule solars ecologiques a nivells competitius. Recentment, els investigadors de l'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**, dirigits pel **professor ICREA Gerasimos Konstantatos**, han fet un pas important en aquesta direccio. En un article d'Energy & Environmental Science, han informat sobre **una estrategia** de passivacio in situ posterior a la deposicio (P-DIP, per les seves sigles en angles) **que millora la passivacio de la superficie**, produint pel·licules de tint de nanocristalls amb propietats optoelectroniques millorades. Les cel·lules solars ultraprim s resultants van mostrar una major eficiencia de conversio d'energia que les seves homologu s fabricades a partir d'una deposicio en multiples etapes, establint u**nou record de rendiment per a cel·lules solars de nanocristalls ecologiques**.

Passivacio in situ posterior a la deposicio per millorar la passivacio de la superficie

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

plena de sots que alenteix els cotxes. La passivacio de la superficie es com tornar pavimentar la carretera, fent-la mes suau per a que els cotxes es puguin moure sense queda atrapats. En el nostre cas, l'eliminacio dels defectes superficials es molt important per tal d facilitar el transport de portadors de carrega creats a partir de l'absorcio de llum en le pel·licules de nanocristalls", explica el Dr. Jae Taek Oh, primer autor de l'article. "Amb l nostre metode P-DIP, els portadors de carrega van poder moure's sense 'ensopegar a b tants obstacles' dins de la pel·licula prima de nanocristalls de $AgBi_2S_3$, afegeix.

La mitigacio de defectes mitjancant una estrategia de passivacio adequada es va traduir en un augment en la qualitat de la pel·licula i, per tant, en cel·lules solars de major rendiment. La seva eficiencia, d'aproximadament el 10%, va superar la de les cel·lules solars anterior basades en nanocristalls de $AgBiS_2$, tant les que utilitzaven metodes de deposicio d'una sola etapa com de capa-a-capa.

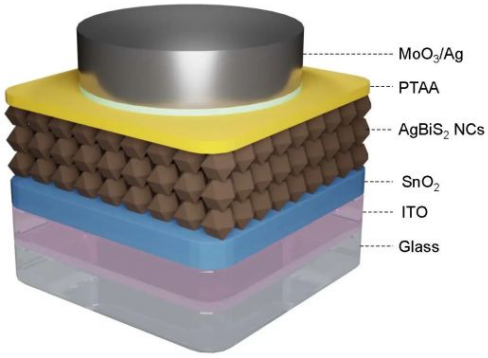
Per obtenir aquests resultats excepcionals, l'equip va sintetitzar la tinta de nanocristalls de AgBiS2 mitjancant la introduccio d'un agent molecular multifuncional que contenia clor. La seva estructura molecular va ajudar a **estabilitzar els nanocristalls i a dispersar-los de manera uniforme en la solucio**, dos factors crucials per assegurar recobriments suaus. Despres de depositar la pel·licula, van realitzar una passivacio addicional a les superficies del nanocristalls de $AgBiS_2$. Aquesta estrategia concreta, de passivacio in situ, **va equilibrar el transport dels portadors de carrega en la pel·licula i va allargar la seva vida util**, uns aspectes que tambe son critics a l'hora de millorar l'eficiencia de les cel·lules solars. **La combinacio 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.

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

Agraiments:

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