



## Un nova cel·lula solar organica tandem de quatre terminals aconsegueix una eficiència de conversio d'energia del 16,94%

Investigadors de l'ICFO han fabricat una nova cel·lula sola organica de quatre terminals amb una configuracio en tandem que ha aconseguit una eficiència de conversio d'energia (PCE) de 16,94%. El nou dispositiu esta format per una cel·la frontal molt transparent que incorpora un electrode de plata de tan sols 7 nm de gruix que en garanteix la seva eficacia.

April 08, 2024

Les cel·lules solars organiques tandem de dues terminals son una de les solucions més prometedores per tal d'abordar les perdues per transmissio i per termalitzacio en les cel·lules solars d'una sola unio. Aquestes cel·les solars organiques es componen d'una subcel·la frontal i una de posterior amb bandes prohibides variables, la qual cosa permet una major absorccio i un aprofitament més eficient de l'espectre solar. No obstant això, aconseguir

un rendiment òptim en aquest tipus de configuracions exigeix un equilibri de corrent suficient entre les dues subcel·les. A més, fabricar aquest tipus de cel·lules solars orgàniques tandem es tot repte degut a que es necessari integrar una capa d'interconnexió robusta que faciliti la recombinació eficient de la càrrega mantenint al mateix temps una alta transparència. La configuració tandem de quatre terminals ha aparegut com una solució alternativa molt eficient en el disseny de cel·lules solars. A diferència de la solució basada en dues terminals, aquesta configuració compta amb connexions elèctriques separades i diferents per a la cel·la frontal transparent i la cel·la posterior més opaca. D'aquesta manera, la necessitat d'igualar el corrent elèctric deixa de ser un factor limitant. Aquesta disposició permet una major flexibilitat en la selecció de les bandes prohibides de cada cel·la del tandem, optimitzant així l'absorció de fotons i millorant l'eficiència general de producció d'energia solar. Ara, en un nou estudi publicat en la revista **Solar RRL**, els investigadors de l'ICFO i membres de l'equip del projecte europeu SOREC2, **Francisco Bernal-Texca** i el professor **Jordi Martorell**, han descrit la fabricació d'una cel·lula solar orgànica tandem de quatre terminals que ha aconseguit una eficiència de conversió d'energia (PCE, per les seves sigles en anglès) del 16,94%. Un element clau del treball ha estat la fabricació d'un electrode de plata transparent extremadament prim, un component que ha jugat un paper fonamental en l'optimització del rendiment de la cel·lula solar construïda.

Per a fabricar la cel·lula solar, els investigadors van explorar primer els materials orgànics destinats a formar la capa fotoactiva de la cel·la frontal i la posterior. A continuació, van examinar l'efectivitat de tres mesclades de components diferents per a la cel·la frontal, dissenyada per a captar els fotons d'alta energia. Finalment, es va triar per a aquesta cel·la frontal la mescla amb millor rendiment, denominada PM6:L8-BO. Per a la cel·la posterior, més opaca, els investigadors van decidir utilitzar la mescla PTB7-Th:O6T-4F, amb una banda prohibida més estreta, amb la capacitat d'absorbir els fotons de baixa energia que conformen la part infraroja de l'espectre solar. Després de seleccionar els components, els investigadors van dissenyar l'estructura final del dispositiu aplicant un enfocament numèric. Per a això, van combinar el formalisme matemàtic amb la metodologia convencional de resolució inversa de problemes per tal d'identificar el rendiment òptim i la configuració final del dispositiu.

El disseny i la fabricació d'un electrode de plata transparent només 7nm de gruix va ser un pas clau d'aquesta investigació. L'electrode es va col·locar en la part posterior de la subcel·la frontal. Els autors de l'estudi recorden que els electrodes de plata convencionals utilitzats per a aplicacions de cel·lules solars transparents tenen generalment un gruix d'entre 9 i 15nm. La fabricació d'aquest electrode va requerir un control meticulós de les condicions de laboratori. L'electrode es va integrar dins de la cel·lula solar al costat de tres capes dielèctriques de triòxid de tungstè (WO<sub>3</sub>) i de fluorur de liti (LiF). Aquesta estructura fònica multicapa juga un paper crucial, ja que està situada entre les dues subcel·les i facilita una distribució de llum eficient i uniforme. "Aquesta estructura exhibeix una alta transmissió

io en el rang dels 750-1000 nm i una alta reflectivitat en el rang dels 500-700 nm", destquen els investigadors en l'estudi. "El desenvolupament d'un electrode intermedi de plata transparent es crucial per al funcionament eficient de la cel·lula solar", explica **Francisco Bernal**, investigador de l'ICFO i primer autor de l'estudi. "Ha de presentar un equilibri delicat, sent prou transparent per a permetre que la llum arribi a la subcel·la posterior i, al mateix temps, mantenir una alta conductivitat elèctrica per a garantir el rendiment òptim de la de la cel·la frontal", afegeix Bernal. "Poder fabricar un electrode de només 7 nm sense detectar pèrdues en les cel·les transparents frontals és un avenç significatiu en el camp de les cel·lules transparents". Els investigadors van provar el rendiment fotovoltaic del dispositiu mitjançant un simulador solar sotmetent-lo a una il·luminació d'1 sol i van mesurar la seva eficiència quàntica. El dispositiu va aconseguir una eficiència de conversió d'energia del 16,94%, que, segons expliquen els investigadors seria la més alta aconseguida fins ara per a una cel·lula solar orgànica tandem de quatre terminals. Els autors del treball recorden que el rècord actual oficial d'eficiència per a dispositius orgànics tandem està situat en el 14,2% i l'eficiència de conversió d'energia per a tandems orgànics de quatre terminals registrada és del 15,5%. "La nostra recerca pot ser aplicada al desenvolupament de cel·lules fotoelectroquímiques (PEC), abordant requisits elèctrics crucials com ara proporcionar el voltatge necessari per a impulsar la separació de les molècules d'aigua o la reducció de CO<sub>2</sub>, que és el que estem explorant en el projecte SOREC2", explica el **professor Jordi Martorell**, investigador de l'ICFO i coordinador del projecte SOREC2. "La metodologia per al disseny i implementació de l'estructura tandem de quatre terminals podria aplicar-se en el disseny de nous sistemes on una distribució adequada de la llum en els elements és crucial per al rendiment d'un dispositiu determinat".

Els investigadors actualment treballen en la millora de la metodologia i el disseny estructural adaptats per a determinades aplicacions, com ara els combustibles solars, on els dispositius tandem tenen una àmplia aplicabilitat. En optimitzar la metodologia i les estratègies de disseny, els investigadors intenten alliberar el potencial d'aquests tipus de dispositius per a aprofitar l'energia solar en diferents processos de conversió d'energia sostenibles, com ara la conversió i valorització del CO<sub>2</sub>.

El projecte SOREC2 és un projecte finançat per la Unió Europea que busca desenvolupar una nova tecnologia per a transformar directament la llum solar i el CO<sub>2</sub> en productes químics de valor afegit, permetent un emmagatzematge d'energia segur i eficient. El consorci desenvolupa una nova cel·lula fotoelectroquímica compacta alimentada per llum solar i un nou sistema catalitzador híbrid per a millorar la selectivitat cap als productes derivats (C<sub>2</sub>).

#### **Article 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

