



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00625

(22) Data de depozit: 12/10/2022

(41) Data publicării cererii:  
30/04/2024 BOPI nr. 4/2024

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
DEZVOLTARE PENTRU FIZICA  
MATERIALELOR, STR.ATOMIȘTILOR,  
NR.405A, CP.MG-7, MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:  
• LEONAT LUCIA NICOLETA,  
STR.POȘTALIONULUI, NR.14, ET.2, AP.21,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• TOMULESCU ANDREI GABRIEL,  
STR.VLĂDEASA, NR.3, BL.C68, SC.1,  
PARTER, AP.2, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;

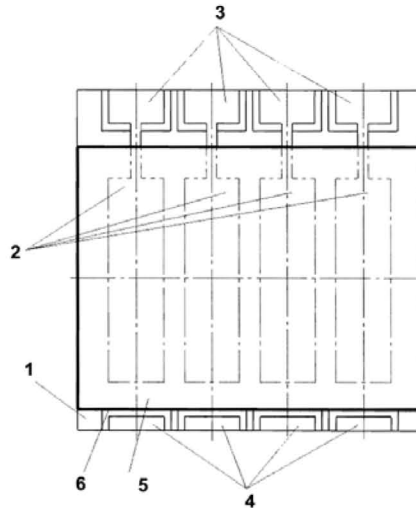
• DOBRESCU GABRIEL,  
STR.FIZICIENILOR NR.5, BL.6, SC.2,  
AP.20, MĂGURELE, IF, RO;  
• IGHIGEANU ADELINA MARIA,  
STR.BATIȘTE NR.37, ET.5, AP.22,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;  
• LAZĂR MARIAN, STR.SERGEANT NIȚU  
VASILE, NR.60, BL.11, SC.2, ET.2, AP.30,  
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• STANCU VIORICA, STR. VLĂDEASCA,  
NR.3, BL.C68, SC.1, AP.2, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• TOMA VASILICA, STR.ALBASTRELELOR  
NR.1, BL.10, SC.1, ET.3, AP.11,  
MĂGURELE, IF, RO

### (54) MINI MODUL SOLAR PE BAZĂ DE PEROVSKIT HIBRID ȘI METODĂ DE ÎNCAPSULARE

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un mini modul solar și la o metodă de încapsulare a acestuia. Modulul solar, conform invenției, este alcătuit din mai multe celule solare realizate pe bază de filme subțiri de perovskit hibrid, în care fiecare celulă solară are o geometrie dreptunghiulară cu particularitatea că latura mare este de aproximativ patru ori mai lungă decât latura mică, celulele solare fiind dispuse paralel una față de cealaltă pe același substrat (1) și astfel încât toate celulele solare au electrozii (3 și 4) expuși în afara ariei active, iar prin folosirea unor insule de strat (4) oxidic conductiv electric și transparent optic (TCO) peste care se suprapune capătul electrozilor metalici, se îmbunătățește contactul electric individual al fiecărei celule solare și se permite, totodată, încapsularea ariei active. Metoda de încapsulare, conform invenției, constă în depunerea de rășină pe exteriorul chenarului descris de sticla (5) de încapsulare, în afara ariei active a celulelor, folosind o barieră de bandă dublu-adezivă.

Revendicări: 4  
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. .... a 2022 oc 625
Data depozit ..... 12-10-2022

## Mini modul solar pe bază de perovskit hibrid și metoda de încapsulare

*Autori: Lucia Nicoleta Leonat, Andrei-Gabriel Tomulescu, Gabriel Dobrescu, Adelina Ighigeanu, Marian Lazăr, Viorica Stancu, Vasilica Toma*

**Titular:** Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Fizica Materialelor, Str. Atomiștilor, Nr. 405A, 077125, Măgurele, România

### Descrierea invenției

Celulele solare cu perovskiti hibridi au devenit intens studiate datorită eficienței ridicate de conversie a energiei și a costurilor relativ reduse de fabricare. Totuși, instabilitatea materialelor perovskite este impedimentul major în calea utilizării lor comerciale. Perovskiti hibridi se descompun din cauza umidității și a oxigenului atunci când sunt în mediu ambiental. Prin urmare, este necesară încapsularea lor pentru a împiedica contactul cu factorii de mediu.

Invenția se referă la un aranjament specific al electrozilor metalici superiori care la rândul lor determină un anumit aranjament de celule solare pe același substrat. Fiecare celulă solară are forma ariei geometrice dreptunghiulară, cu latura mare de aproximativ 4 ori mai lungă decât latura mică. Celulele sunt aliniate paralel una față de cealaltă și fabricate simultan pe un singur substrat din sticlă, așa cum este prezentat schematic în figura 1. Această configurație folosește la maximum suprafața substratului dar în același timp permite spațiu suficient pe toate laturile pentru evitarea neuniformităților de margine apărute în timpul depunerii straturilor componente ale celulelor solare și mai ales a electrozilor metalici superiori. În plus, această configurație permite protejarea ariei active a dispozitivelor de pe un singur substrat prin încapsulare și contactarea electrică directă a fiecărei celule în afara zonei încapsulate.

Suprafața activă a unei celule solare pe bază de filme subțiri, fabricată pe substrat de sticlă este definită de cei doi electrozi, cel inferior transparent și cel superior metalic care se suprapun unul peste celălalt și între care se află straturile funcționale active ale celulei solare. Astfel, structura „pe verticală” sau secvența de filme subțiri ce formează o celulă solară este prezentată schematic în figura 1 și este descrisă prin secvența: substrat din sticlă (1) acoperit cu un film oxidic conductiv transparent (4), peste care se depun în structură de tip sandwich următoarele filme strat



selectiv de sarcini de tip n, strat fotoactiv (semiconductor), strat selectiv de sarcini de tip p, electrod metalic superior (2). De subliniat este că unul dintre electrozi trebuie neapărat să fie transparent optic pentru a permite pătrunderea luminii către stratul fotoactiv. Straturile selective de sarcini pot fi inversate ca ordine, astfel încât se pot crea structuri de tip *n-i-p* atunci când pe electrodul inferior se află un strat selectiv de electroni și de tip *p-i-n* atunci când pe electrodul inferior se află un strat selectiv de goluri. Pentru structura de tip *n-i-p*, electronii se vor colecta prin electrodul transparent inferior, pe când la structura *p-i-n* electronii se colectează prin electrodul metalic superior.

Celulele solare pe bază de filme subțiri folosesc substraturile de sticlă deja acoperite cu un strat oxidic conductiv electric și transparent optic (TCO), disponibile comercial. Pentru a evita scurt-circuitele accidentale între celulele solare adiacente de pe același substrat, stratul de TCO se corodează chimic, conform unor șabloane specifice.

Electrodul superior metalic se depune printr-o metodă fizică precum evaporarea termică în vid sau pulverizare catodică în vid folosind o mască. Practic, aria descrisă de electrodul metalic superior reprezintă aria activă a dispozitivului. În general, celulele solare sunt fabricate pe substraturi mai mari decât aria activă a uneia singure, astfel încât pe un singur substrat pot fi fabricate mai multe celule solare simultan. Structura poate fi adaptată pentru a varia numărul de dispozitive pe substrat între 1 și 6 prin schimbarea lățimii fâșiilor, menținând toleranțele specificate. Un exemplu de 4 celule solare cu perovskit hibrid fabricate simultan pe un substrat de sticlă este prezentat în figura 1.

Pentru optimizarea colectării de sarcini generate de fiecare celulă solară dar și pentru utilizarea la maximum a suprafeței substratului, geometria electrozilor superiori a mai multor celule solare aflate pe același substrat este foarte importantă.

Între cei doi electrozi, cel superior și cel inferior, se află straturile selective de sarcini și stratul semiconductor fotoactiv care generează perechile electron-gol în urma absorpției luminii. Acestea pot fi din materiale oxidice, organice sau hibride și pot fi depuse prin mai multe metode atât din soluție, precum centrifugarea (spincoating), folosind o lamă (slot-die sau dr. blade), printare, etc, cât și prin metode fizice din ținte solide sau pulbere, precum pulverizare catodică (sputtering), evaporare termică în vid, ablație laser, etc. Acest lucru este posibil pentru că cele trei tipuri de filme funcționale dintre electrozi se pot depune pe toată suprafața substratului, pentru că



sarcinile electrice generate în semiconductor se colectează la interfața cu filmele adiacente, astfel încât nu e nevoie să fie folosite șabloane așa cum se întâmplă în cazul electrozilor.

### **Problema tehnică pe care o rezolvă invenția**

Electrozii superiori sunt fabricați astfel încât să iasă înafara ariei active încât dispozitivul să poată fi contactat electric fără a deteriora electrodul celulei și pentru a permite o eventuală încapsulare a dispozitivelor. În acest fel, fiecare celulă solară poate fi contactată separat la cei doi electrozi (3) și (4). Cel mai dificil de contactat este electrodul superior, care se depune ca film extrem de subțire, de regulă cuprins în intervalul 50 - 1000 nanometri, care poate fi deteriorat mecanic de pini de contact electric. În acest sens, atunci când se corodează TCO se păstrează câteva insule izolate electric (3) peste care se va depune electrodul superior și care vor servi ca puncte de contact electric al electrodului superior.

Pentru protejarea ariei active a dispozitivelor față de condițiile atmosferice, în special față de umiditate, care duce la degradarea rapidă a materialelor organice și hibride, este necesară încapsularea. Aceasta constă în aplicarea unei plachete de sticlă pe toată zona de arie activă și care este fixată folosind o rășină epoxidică ce este polimerizată folosind un tratament UV. Pentru dispozitivele cu perovskiți hibridi, această rășină descompune filmul de perovskit ducând la degradarea permanentă a celulelor. Astfel, deși rășina este cel mai bun mijloc de etanșare la umezeală, o barieră este necesară pentru a împiedica pătrunderea sa pe zona activă, și în special pentru a evita contactul cu filmul de perovskit, mai ales în zona unde electrodul metalic este prelungit pentru contactare electrică, pe care de asemenea îl deteriorează.

**Avantajul** principal al folosirii acestei configurații spre deosebire de [CNI12713245A *Perovskite solar cell packaging method*] sau [RO83435 (A2) - *Modul Fotovoltaic Solar și Procedeu de Realizare*] este acela că rășina nu intră în contact cu filmele organice sau hibride de perovskit din aria activă. Astfel, pentru încapsulare se folosesc, întâi o bandă dublu adezivă sub formă de chenar împrejurul sticlei de încapsulare (5) care va funcționa ca barieră pentru rășina epoxidică aplicată pe exteriorul benzii adezive, de-a lungul muchiei sticlei de încapsulare (6). După fixarea sticlei, se aplică un scurt tratament de câteva minute la UV pentru reticularea rășinii. În plus, aceasta este o metodă simplă și eficientă, fără a necesita alte tratamente și procedee.



**Revendicări:**

1. Modul solar format din mai multe celule solare pe bază de filme subțiri, caracterizat prin aceea că fiecare celulă solară are geometrie dreptunghiulară, cu particularitatea că latura mare este de aproximativ 4 ori mai lungă decât latura mică și aranjarea celulelor solare paralel una față de cealaltă, fabricate pe același substrat;

2. Modul solar format din mai multe celule solare pe bază de filme subțiri, caracterizat prin aceea că toate celulele solare au electrozii expuși în afara ariei active și folosind insule de TCO peste care se suprapune capătul electrozilor metalici pentru îmbunătățirea contactului electric individual al fiecărei celule solare dar astfel încât să permită încapsularea ariei active, conform figurii 1;

3. Modul solar format din mai multe celule solare pe bază de filme subțiri, caracterizat prin aceea că dimensionarea tuturor straturilor celulelor astfel încât raportul dintre aria activă a celulelor solare și suprafața substratului să fie maxim;

4. Metodă de încapsulare, caracterizată prin aceea că rășina nu intră în contact cu filmele organice sau hibride de perovskit din componența celulelor solare, ci este depusă pe exteriorul chenarului descris de sticla de încapsulare, înafara ariei active a celulelor, folosind o barieră de bandă dublu adezivă, în exteriorul careia se depune rășina.



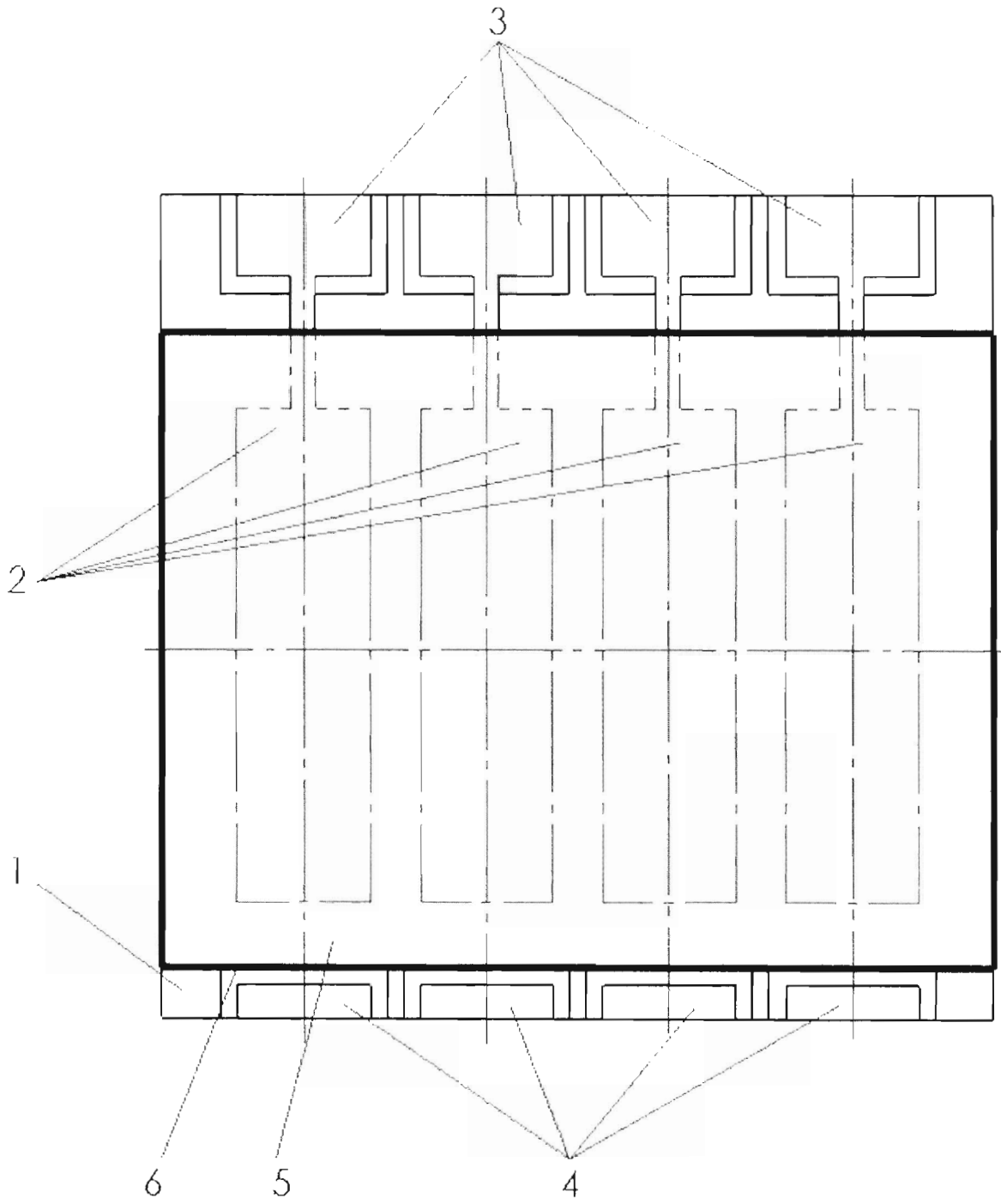


Fig. 1.

