



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2017 00721**

(22) Data de depozit: **26/09/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/10/2022** BOPI nr. **10/2022**

(41) Data publicării cererii:  
**29/03/2019** BOPI nr. **3/2019**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
ELECTROCHIMIE ȘI MATERIE  
CONDENSATĂ - INCEMC TIMIȘOARA,  
STR.DR.AUREL PĂUNESCU PODEANU  
NR.144, TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:  
• **MICLAU MARINELA NICOLETA,  
ALEEA STUDENȚILOR NR.25, BL.G,  
AP.309, TIMIȘOARA, TM, RO;**  
• **URSU DANIEL HORAȚIU,  
STR. LEV TOLSTOI NR. 13, AP. 19,  
TIMIȘOARA, TM, RO;**  
• **VAJDA MELINDA,  
SAT COLONIA FABRICII, BL.5, ET.3, AP.15,  
COMUNA TOMEȘTI, TM, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**D. XIONG, Q. ZHANG, S. K. VERMA, H. LI,  
W. CHEN, "USE OF DELAFOSSITE  
OXIDES  $CuCr_{1-x}Ga_xO_2$  NANOCRYSTALS IN  
p-TYPE DYE-SENSITIZED SOLAR CELL",  
JOURNAL OF ALLOYS AND  
COMPOUNDS, VOL. 662, PP. 374-380,  
2016; MASATOSHI YANAGIDA, NOBUKO  
ONOZAWA-KOMATSUZAKI, MITSUHIKO  
KURASHIGE, KAZUHIRO SAYAMA, HIDEKI  
SUGIHARA, "OPTIMIZATION OF  
TANDEM-STRUCTURED DYE-SENSITIZED  
SOLAR CELL", SOLAR ENERGY  
MATERIALS AND SOLAR CELLS, ISSUE 2,  
VOL. 94, PP. 297-302, 2010; DEHUA  
XIONG, ZHEN XU, XIANWEI ZENG,  
WENJUN ZHANG, WEI CHEN, XIAOBAO  
XU, MINGKUI WANG AND YI-BING  
CHENG, "HYDROTHERMAL SYNTHESIS  
OF ULTRASMALL  $CuCrO_2$  NANOCRYSTAL  
ALTERNATIVES TO  $NiO$  NANOPARTICLES  
IN EFFICIENT p-TYPE DYE-SENSITIZED  
SOLAR CELLS", JOURNAL OF  
MATERIALS CHEMISTRY, VOL. 22, 2012**

(54) **CELULĂ SOLARĂ SENSIBILIZATĂ CU COLORANT DE TIP  
TANDEM PE BAZĂ DE STRUCTURI DELAFOSSITICE**



1           Invenția se referă la o celulă solară sensibilizată cu colorant de tip tandem pe bază  
de materiale nanocristaline de tipul  $3R-CuCrO_2$  (structura delafossitică) și nanobare de tipul  
3  $TiO_2$ , precum și la procedeul de obținere a acesteia.

          Sunt cunoscute din articolul "**Use of delafossite oxides  $CuCr_{1-x}Ga_xO_2$  nanocrystals  
5 in p-type dye-sensitized solar cell**", D. Xiong, Q. Zhang, S.K. Verma, H. Li, W. Chen,  
**Journal of Alloys and Compounds, Volume 662, 25 March 2016, Pages 374-380**,  
7 nanocristale cu dimensiunea cristalului variind de la 15 nm la 50 nm, în fază pură  
 $CuCr_{1-x}Ga_xO_2$  ( $x = 0,10, 0,20, 0,30, 0,40, 0,50$ ) care au fost sintetizate prin metoda hidrotermală,  
9 structura cristalului, morfologia, informațiile despre compoziția elementului, proprietățile  
optice și poziția energetică a benzii de valența ale acestor delafossite au fost analizate prin  
11 măsuratori XRD, SEM/EDS, TEM/EDS, XPS/UPS și Uv-vis.

          De asemenea, este cunoscută din articolul "**Optimization of tandem-structured  
13 dye-sensitized solar cell**" - Masatoshi Yanagida, Nobuko Onozawa-Komatsuzaki,  
**Mitsuhiko Kurashige, Kazuhiro Sayama, Hideki Sugihara, Solar Energy Materials and  
15 Solar Cells, Volume 94, Issue 2, February 2010, Pages 297-302**, optimizarea unor celule  
solare cu structură în tandem sensibilizate cu colorant (T-DSSC) care constau dintr-o celulă  
17 superioară sensibilă la UV sensibilizată la N719 și o celulă inferioară sensibilă la colorant  
neagră, sensibilă la infraroșu apropiat, iar relația dintre grosimea filmului de  $TiO_2$  din celula  
19 superioară și performanța T-DSSC a fost examinată atât pentru T-DSSC-uri paralele, cât și  
în serie.

          Este cunoscută din articolul "**Hydrothermal synthesis of ultrasmall  $CuCrO_2$   
21 nanocrystal alternatives to NiO nanoparticles in efficient p-type dye-sensitized solar  
cells**"- Dehua Xiong, Zhen Xu, Xianwei Zeng, Wenjun Zhang, Wei Chen, Xiaobao  
23 Xu, Mingkui Wang and Yi-Bing Cheng, October 2012, Journal of Materials Chemistry,  
o sinteză hidrotermală a nanocristalelor ultramice de delafossite  $CuCrO_2$ , cu o dimensiune  
25 tipică de  $15\text{ nm} \times 5\text{ nm}$  și o suprafață mare de  $87,86\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$ , stabilă termic până la  $400^\circ\text{C}$ ,  
27 filmele serigrafiate de  $CuCrO_2$  sinterizate la diferite temperaturi și în diferite atmosfere prezintă  
diferite suprafețe BET reglabile, cantități de adsorbție a colorantului, ceea ce permite  
29 optimizarea performanței colorantului de tip p, celule solare sensibilizate (DSSC) bazate pe  
fotocatozi  $CuCrO_2$ .

          Ca alternativă la celulele convenționale pe bază de siliciu, celulele solare  
sensibilizate cu colorant (DSSCs) au atras un interes major de cercetare, datorită costurilor  
33 de producție scăzute și caracterului ecologic. Recent, Grätzel și colaboratorii au atins un  
randament record mondial al celulelor de "tip n-DSSC" și anume, 12,3%, utilizându-se porfirina  
35 ca și colorant sensibilizat și fotoanodul pe bază de  $TiO_2$ . Cu toate acestea, comercializarea  
de DSSCs este încă la început, datorită eficienței lor relativ scăzute, îmbunătățirea eficienței  
37 de conversie a energiei DSSC-urilor până la 15% este de o importanță critică în aplicarea  
la scară industrială a acestor tipuri de celule fotovoltaice, care sunt ieftine și nu afectează  
39 mediul înconjurător. Recent, ideea creării unor DSSC-uri tandem cu o conversie teoretică  
a eficienței energetice (PCE) de peste 40%, a atras atenția comunității științifice și a mediului  
41 economic, utilizarea DSSC-urilor fiind încă în perioada de „pionierat”.

          Celula solară de tip tandem-DSSC constă dintr-un fotoanod, un fotocathod, un  
43 electrolit și două tipuri de coloranți care absorb în regiunile complementare ale spectrului  
solar (vizibil și IR apropiat) care sunt integrați separat pe suprafața celor două materiale  
45 semiconductoare. Construirea unei celulele solare sensibilizate cu colorant de tip tandem-  
DSSC necesită crearea unei celulele solare de tip p-DSSC cu o performanță comparabilă cu  
47 celulele de tip n-DSSC. Cercetarea celulelor solare de tip p-DSSC este un domeniu relativ

tânăr, iar eficiența lor mai are încă mult loc pentru a fi îmbunătățită: cea mai mare valoare a PCE, pentru celulele de tip <i>p</i> -DSSC baza NiO până în prezent este de 1,30%. NiO este materialul cel mai intens cercetat ca și fotocatot în celulele de tip <i>p</i> -DSSC.	1
Celula solară sensibilizată cu colorant de tip tandem conform invenției este constituită din două bucăți de sticlă FTO (1), un fotocatot pe bază de nanoplăchete hexagonale de tipul 3R-CuCrO <sub>2</sub> (2) un fotoanod pe bază de nanobare de tipul TiO <sub>2</sub> (7), un electrolit (5) și două tipuri de coloranți (3 și 6). Celula solară este sigilată cu ajutorul unei polimer (4) (fig. 1).	3
Informațiile găsite în literatură referitoare la celulele solare sensibilizate cu colorant de tip tandem se referă la fotoanodi pe bază de TiO <sub>2</sub> și fotocatozi de NiO.	5
Sub formă de filme subțiri, NiO prezintă mai multe dezavantaje, cum ar fi: imposibilitatea de a ajunge la o absorbantă semnificativă a colorantului, absorbție semnificativă a luminii în domeniul vizibil și conductivitate scăzută, acestea limitând drastic atât curentul de scurt circuit ( $I_{sc}$ ), cât și tensiunea în gol ( $V_{oc}$ ).	7
Problema tehnică constă în asigurarea unui material nanocristalin pentru fotocatot pe bază de structură delafossitică, care să permită realizarea unei celule solare sensibilizate cu colorant de tip tandem cu valoarea tensiunii în gol $V_{oc}$ îmbunătățit.	9
Materialul nanocristalin cu structura delafossitică elimină dezavantajele materialului NiO, prin aceea că asigură o transparență optică mai bună, banda interzisă mare, nivelul energetic superior al benzii de valența mică, suprafața mare, afinitate chimică mare de suprafață și mobilitate mare a golurilor.	11
Soluția propusă este construirea unei celulele solare sensibilizate cu colorant de tip tandem-DSSC pentru îmbunătățirea $V_{oc}$ și utilizarea materialului nanocristalin de tipul 3R-CuCrO <sub>2</sub> cu morfologie plăchete hexagonale, pentru realizarea fotocatotului, material obținut prin metoda hidrotermală la temperatura de 250°C și timpul de reacție de 60 h.	13
O altă soluție propusă este construirea fotoanodului pe bază de nanobare de TiO <sub>2</sub> crescute direct pe suport de FTO, de asemenea prin metoda hidrotermală la temperatura de 150°C și timpul de reacție de 3 h.	15
Celula solară sensibilizată cu colorant de tip tandem-DSSC conform invenției prezintă avantajul că va obține un $V_{oc}$ îmbunătățit, suma $V_{oc}$ -urilor celulelor solare sensibilizate cu colorant de tip <i>p</i> și de tip <i>n</i> . Metoda hidrotermală de obținere a materialelor semiconductoare utilizate în construcția celulei solare de tip tandem-DSSC prezintă avantajul controlului dimensiunii și a morfologiei particulelor, asigurând reproductibilitatea acestor caracteristici structurale. Un alt avantaj este creșterea absorbției de colorant pe suprafața fotoelectrozilor datorită dimensiunilor nanometrice și a morfologiilor specifice, cu efect direct asupra proprietăților fotovoltaice ale celulei solare.	17
Astfel, soluția propusă de invenție rezolvă principalele probleme tehnologice ridicate de performanțele celulei solare sensibilizate cu colorant de tip tandem-DSSC, și anume:	19
a. Îmbunătățirea $V_{oc}$ -ului, prin însumarea $V_{oc}$ -urilor celulelor solare sensibilizate cu colorant de tip <i>p</i> și de tip <i>n</i> .	21
b. Utilizarea materialului nanocristalin de tipul 3R-CuCrO <sub>2</sub> cu morfologie plăchete hexagonale, pentru realizarea fotocatotului.	23
c. Utilizarea de nanobare de TiO <sub>2</sub> crescute direct pe suport de FTO pentru realizarea fotoanodului.	25
d. Sinteza hidrotermală a materialelor nanocristaline semiconductoare, ce asigură un mediul perfect ermetic, puritate a materialului obținut de 100%, controlul dimensiunii și a morfologiei particulelor, dar și eliminarea cu desăvârșire posibilității emanării în atmosferă/mediul înconjurător a substanțelor potențial toxice, cât și reducerea costurilor de producție a materialului, consumurile energetice fiind doar o fracțiune din consumurile în incintele deschise.	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47
	49

# RO 133229 B1

1 Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției referitor la construirea  
2 unei celule solare sensibilizate cu colorant de tip tandem-DSSC pe bază de materiale  
3 nanocristaline de tipul  $3R-CuCrO_2$  (structura delafossitică) și nanobare de tipul  $TiO_2$ .

## 1. Construirea fotocatodului

### 1.1. Sinteza materialului nanocristalin de tipul $3R-CuCrO_2$

4 a. S-au calculat și cântărit cantitățile de  $Cu_2O$  și  $Cr(OH)_3$  necesare obținerii unei  
5 concentrații de 1:2 mmol.

6 b. Amestecul celor două materiale precursore a fost mojarat bine pentru obținerea  
7 unei omogenizări de calitate.

8 c. Amestecul omogenizat este introdus în autoclava de teflon.

9 d. Se prepară o soluție bazică 2 M NaOH din 4 g NaOH și 40 ml  $H_2O$ , care se adaugă  
10 în autoclava de teflon a cărei volum total este de 60 ml.

11 e. Se închide sistemul de autoclavare și se setează temperatura sistemului de  
12 încălzire astfel: crește până la valoarea de  $250^\circ C$  cu viteza de  $50^\circ C/h$  și apoi rămâne în acest  
13 regim 60 h.

14 f. Răcirea se face cu aceeași viteză de  $50^\circ C/h$ ;

15 g. La sfârșitul procesului de sinteză, materialul  $3R-CuCrO_2$  se spală cu apă distilată  
16 și se usucă la temperatura de  $80^\circ C$  timp de 4 h.

17 Pentru confirmarea unicității fazei cristaline, a simetriei corespunzătoare grupului  
18 spațial  $R3m$  și a gradului de cristalinitate am utilizat difracția de raze X la temperatura  
19 ambiantă, microscopia electronică de baleiaj a permis determinarea dimensiunii particulelor  
20 (aproximativ 20 nm), a uniformității distribuției dimensionale a acestora și a morfologiei de  
21 tip plachete hexagonale, iar analizele EDAX au pus în evidență compoziția chimică stoichio-  
22 metrică și puritatea materialului de tip  $CuCrO_2$ .

### 1.2. Prepararea pastei de $3R-CuCrO_2$

23 a. 0,1 g de material nanocristalin semiconductor se mojareaza într-un mojar de agat  
24 până la obținerea unei pudre fine.

25 b. Se adaugă 0,2 mL acid acetic pentru a împiedica agregarea particulelor și se  
26 amesteca (2-3 min).

27 c. Se adaugă 0,3 mL apă distilată continuând mojararea (2-3 min).

28 d. Se prepară o soluție de 0,15 g etil celuloză în 2 mL etanol, având rolul de reglare  
29 al vâscozității pastei, se adaugă treptat în mojar peste materialul semiconductor, amestecând  
30 continuu timp de 2-3 min.

31 e. Se adaugă 2 mL  $\alpha$ terpineol pentru o mai buna dispersare a particulelor.

32 f. Se transferă amestecul într-un pahar Berzelius de 50 mL și se ultrasonează într-o  
33 baie cu ultrasunete timp de 30 min pentru omogenizarea particulelor, apoi se agită pe o plită  
34 cu agitare magnetică la temperatura de  $50^\circ C$  și viteza de 350 rpm pentru evaporarea  
35 solventului până la obținerea unei paste cu vâscozitatea dorită.

### 1.3. Prepararea filmului de $3R-CuCrO_2$ prin metoda Doctor Blade

36 a. Se depune pasta cu ajutorul unei forme rotunde pe o sticlă de FTO având  
37 dimensiunea de  $1\text{ cm}^2$ .

38 b. Filmul se lasă la uscat timp de 10 min la temperatura ambiantă.

39 c. Filmul se calcinează la temperatura de  $340^\circ C$ , timp de 60 min.

### 1.4. Prepararea fotocatodului pe bază de $3R-CuCrO_2$ , prin încărcarea cu colorant

40 a. Filmul obținut în etapa 1.3. este încălzit la temperatura de  $100^\circ C$ , timp de 25 min.

41 b. Se introduce într-o soluție 0,4 mM de colorant P1 în acetonitril pentru 24 h.

# RO 133229 B1

2. <i>Construirea fotoanodului</i>	1
2.1. <i>Sinteza nanobarelor de tipul TiO<sub>2</sub> direct pe suport de FTO</i>	
a. S-au calculat și măsurat cu ajutorul unui cilindru gradat cantitățile de 15 mL acid clorhidric (HCl 36,5%), 12,5 mL de apă deionizată și 2,5 mL soluție de NaCl (70%) necesare obținerii unui volum total de 30 mL soluție.	3
b. Amestecul a fost agitat pe un agitator magnetic la temperatura ambiantă timp de 10 min înainte de a adăuga 1 ml de butoxid de titan (97% Aldrich).	5
c. Plăcuța de FTO (SnO <sub>2</sub> :F) este spălată cu etanol și acetonă timp de 10 min pentru fiecare etapă, după care este spălată cu apă deionizată și introdusă la temperatura de 80°C pentru uscare.	7
d. Plăcuța de FTO este introdusă în autoclava de teflon, peste care se adaugă soluția preparată.	9
e. Se închide sistemul de autoclavare și se setează temperatura sistemului de încălzire astfel: crește până la valoarea de 150°C cu viteza de 50°C/h și apoi rămâne în acest regim 3 h.	11
f. Răcirea se face cu viteza de 50°C/h.	13
g. La sfârșitul procesului de sinteză, materialul de TiO <sub>2</sub> depus pe FTO se spală cu apa distilată și se usucă la temperatura de 80°C timp de 4 h.	15
Pentru confirmarea unicității fazei cristaline, a simetriei corespunzătoare grupului spațial P42/mnm și a gradului de cristalinitate am utilizat difracția de raze X la temperatura ambiantă, microscopia electronică de baleiaj a permis determinarea dimensiunii particulelor (aproximativ 20 nm), a uniformității distribuției dimensionale a acestora și a morfologiei de tip nanobară, iar analizele EDAX au pus în evidență compoziția chimică stoichiometrică și puritatea materialului de tip HO <sub>2</sub> .	17
2.2. <i>Prepararea fotoanodului pe bază de TiO<sub>2</sub>, prin încărcarea cu colorant</i>	19
a. Filmul obținut în etapa 2.1. este încălzit la temperatura de 100°C, timp de 20 min.	21
b. Se introduce într-o soluție 0,4 mM de colorant pe bază de ruteniu (N749) în etanol pentru 24 h.	23
3. <i>Prepararea electrolitului</i>	25
a. Pe o balanța analitică, într-un pahar Berzelius (5 mL) se cântăresc 0,27 g (1 M) 1-Butyl-3-methylimidazolium iodide-BMII;	27
b. Se cântăresc 0,05 g (0,2 M) I <sub>2</sub> și se adaugă în paharul Berzelius;	29
c. Se adaugă 0,04284 g (0,6 M) 4-tert-Butylpyridine-TBP;	31
d. Se adaugă 0,134 g (0,5 M) Lil.	33
e. Se adaugă 1 mL acetonitril - AN.	35
f. Amestecul se ultrasonoează într-o baie cu ultrasunete timp de 5 min și se agită pe o plită cu agitare magnetică pentru alte 5 min pentru omogenizare.	37
4. <i>Construirea celulei solare sensibilizate cu colorant de tip tandem-DSSC</i>	
a. Fotoanodul pe bază de TiO <sub>2</sub> și fotocatodul pe bază de 3R-CuCrO <sub>2</sub> au fost spălate cu acetonitril pentru a îndepărta surplusul de colorant.	39
b. Se realizează o gaură cu diametrul de 1 mm în fotocatod pentru introducerea electrolitului.	41
c. Se decupează un polimer (Meltonix 1170-60) având o suprafață de 1cm <sup>2</sup> și o grosime de 60 um cu rol de separator între fotocatod și fotoanod.	43
d. Polimerul introdus între fotocatod și fotoanod se încălzește la temperatura de 100°C pentru a se realiza etanșeitatea ansamblului.	45
e. Se introduce electrolitul în spațiul lăsat liber dintre fotocatod și fotoanod în vacuum.	47

# RO 133229 B1

- 1 f. Gaura realizată în fotocatod este sigilată cu un polimer care este de asemenea  
încălzit la de  $100^{\circ}\text{C}$  pentru a se realiza etanșeitatea.
- 3 g. Celula solară sensibilizată cu colorant de tip tandem-DSSC (fig. 2).  
Pentru a pune în evidență avantajele celulei solare sensibilizate cu colorant de tip  
5 tandem-DSSC conform invenției, au fost construite 2 celule solare sensibilizate cu colorant  
astfel:
- 7 a. DSSC de tip  $p$  ce constă dintr-un fotocatod pe bază de material nanocristalin de  
tipul  $3\text{R-CuCrO}_2$  (preparat ca la 1), contraelectrod de platină și electrolit (preparat ca la 3).
- 9 b. DSSC de tip  $n$  ce constă dintr-un fotoanod pe bază de nanobare de  $\text{TiO}_2$  (preparat  
ca la 2), contraelectrod de platină și electrolit (preparat ca la 3).
- 11 Testarea celulei solare sensibilizate cu colorant de tip tandem-DSSC comparativ  
celula solară sensibilizată cu colorant de tip  $p$  și de tip  $n$ , a demonstrat îmbunătățirea  $V_{\text{OC}}$ ,  
13 în conformitate cu curbele I-V din fig. 3.

# RO 133229 B1

## Revendicări

1. Celulă solară sensibilizată cu colorant de tip tandem, **caracterizată prin aceea că**, este constituită din două bucăți de sticlă FTO (1), un fotocatod pe bază de nanoplăchete hexagonale de tipul 3R-CuCrO<sub>2</sub> (2), un fotoanod pe bază de nanobare de tipul TiO<sub>2</sub> (7), un electrolit (5) și două tipuri de coloranți (3 și 6) din două bucăți de sticlă, celula solară fiind sigilată cu ajutorul unei polimer. 3 5 7
2. Procedeu de obținere a celulei solare conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, cuprinde următoarele etape: 9
- I. Construirea fotocatodului: 11
- sinteza materialului nanocristalin de tipul 3R-CuCrO<sub>2</sub>, utilizând Cu<sub>2</sub>O și Cr(OH)<sub>3</sub> ca și material precursor și o soluție bazică 2 M NaOH; 13
  - prepararea pastei de 3R-CuCrO<sub>2</sub>, utilizând etil celuloza, α-terpineol și acid acetic pentru reglarea vâscozității pastei; 15
  - prepararea filmului de 3R-CuCrO<sub>2</sub> urmată de calcinarea la temperatura de 340°C, timp de 60 min; 17
  - prepararea fotocatodului pe bază de 3R-CuCrO<sub>2</sub>, prin încărcarea cu colorant într-o soluție 0,4 mM de colorant P1 în acetonitril pentru 24 h. 19
- II. Construirea fotoanodului: 21
- sinteza nanobarelor de tipul TiO<sub>2</sub> direct pe suport de FTO prin metoda hidrotermală, utilizând butoxid de titan în soluție de acid clorhidric (HCl 36,5%), apa deionizată și NaCl (70%), la temperatura de 150°C și timpul de reacție de 3 h; 23
  - prepararea fotoanodului pe bază de TiO<sub>2</sub>, prin încărcarea cu colorant într-o soluție 0,4 mM de colorant pe bază de ruteniu în etanol pentru 24 h. 25
- III. Prepararea electrolitului, utilizând 1-Butyl-3-methylimidazolium iodide (1M), I2 (0,2 M), 4-tert-Butylpyridine (0,6M), Lil (0,5M) și 1 mL acetonitril. 27
- IV. Construirea celulei solare sensibilizate cu colorant de tip tandem-DSSC, etanșeitatea celulei realizându-se prin aplicarea unui polimer (Meltonix 1170-60) având o suprafață de 1 cm<sup>2</sup> și o grosime de 60 μm între fotocatod și fotoanod, apoi ansamblul fiind încălzit la temperatura de 100°C, electrolitul este introdus în spațiul lăsat liber între fotocatod și fotoanod în vacuum, spațiul fiind sigilat cu un polimer care este de asemenea încălzit la 100°C. 29 31
3. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, nanomaterialul de tipul 3R-CuCrO<sub>2</sub> cu morfologie plăchete hexagonale s-a obținut prin metoda hidrotermală la temperatura de 250°C și timpul de reacție de 60 h. 33 35
4. Procedeu conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, nanobarele de TiO<sub>2</sub> au fost depuse direct pe suport de FTO prin metoda hidrotermală la temperatura de 150°C și timpul de reacție de 3 h. 37

(51) Int.Cl.

H01L 31/042 (2006.01);

H01L 21/44 (2006.01);

C25B 11/10 (2006.01)

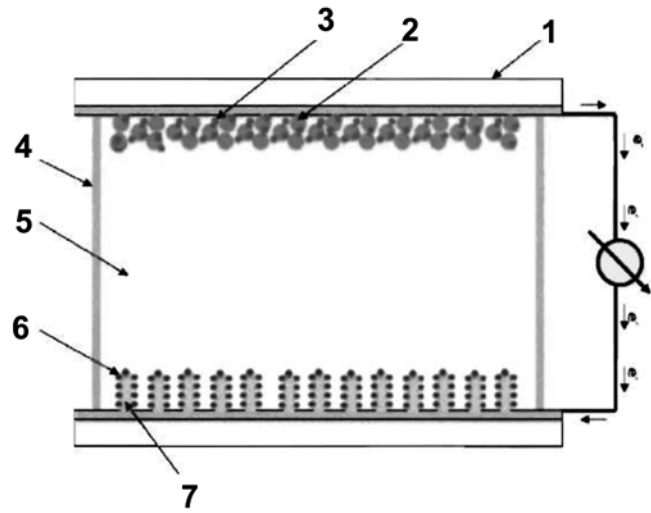


Fig. 1

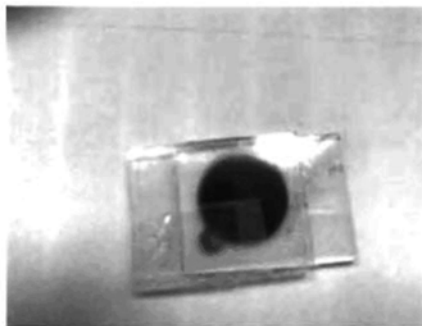


Fig. 2



(51) Int.Cl.

**H01L 31/042** (2006.01);

**H01L 21/44** (2006.01);

**C25B 11/10** (2006.01)

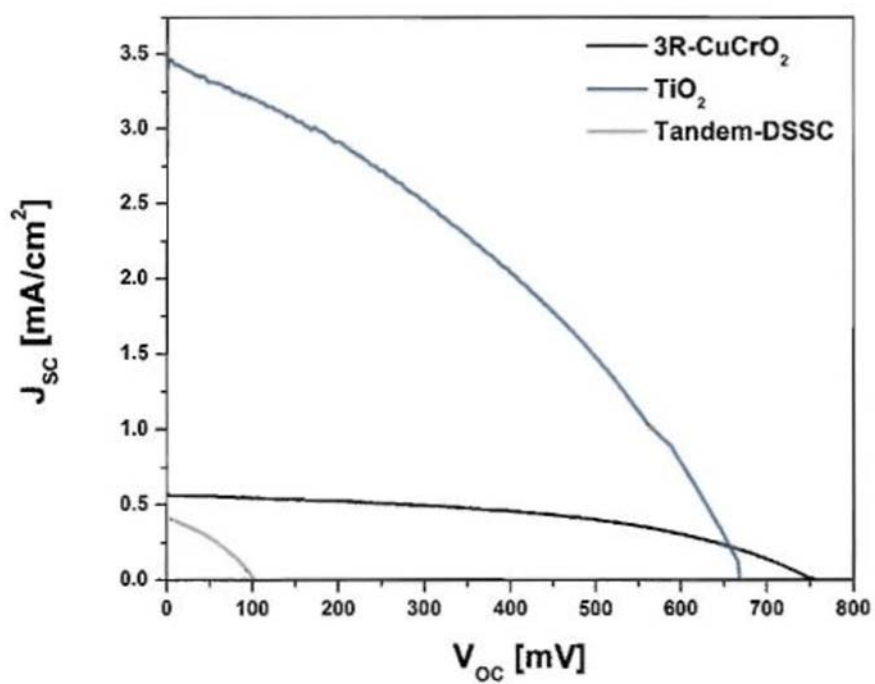


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 470/2022