



(11) **RO 134892 B1**

(51) **Int.Cl.**
B29B 17/00 (2006.01);
C04B 18/04 (2006.01);
E01C 5/22 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00670**

(22) Data de depozit: **27/10/2020**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/06/2024** BOPI nr. **6/2024**

(41) Data publicării cererii:
29/04/2021 BOPI nr. **4/2021**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD. EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO**

(72) Inventatori:
• **COȘNIȚĂ MIHAELA, STR.NUCULUI
NR.40, ET.1, AP.6, BRAȘOV, BV, RO;**
• **VIȘA MARIA, STR. CLOȘCA NR.48,
BRAȘOV, BV, RO;**
• **CAZAN CRISTINA, STR.NISIPULUI DE
JOS NR.17A, BRAȘOV, BV, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**M. COSNITA, I. MANCIULEA, C. CAZAN,
"ALL-WASTE HYBRID COMPOSITES WITH
WASTE SILICON PHOTOVOLTAIC
MODULE", MDPI, POLYMERS, 2019; M.
COSNITA, A. DUTA, C. CAZAN, "EFFECT
OF WASTE POLYETHYLENE
TEREPHTALATE CONTENT ON THE
DURABILITY AND MECHANICAL
PROPERTIES OF COMPOSITES WITH
TIRE RUBBER MATRIX", JOURNAL OF
COMPOSITE MATERIALS, 2016**

(54) **MATERIALE COMPOZITE HIBRIDE REALIZATE PRIN
RECICLAREA SIMULTANĂ A DEȘEURILOR DE MODULE
FOTOVOLTAICE CU SILICIU, CAUCIUC ȘI POLIETILENĂ
ȘI PROCEDEU DE OBTINERE A ACESTORA**

Examinator: ing. MODREANU LUIZA EMANUELA



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 134892 B1

1 Invenția se referă la materiale compozite hibride realizate prin reciclarea simultană
2 deșeurilor de module fotovoltaice cu siliciu cristalin și de cauciuc, și la procedeul de obținere
3 al acestora.

4 Materialele compozite hibride sunt utilizate pentru dale de pavaj în spațiile de joacă,
5 pe terenurile de sport, traverse pe căile feroviare la intersecția cu rutele auto, ca produse de
6 protecție la solicitări de impact în spațiile de parcare auto și pe autostrăzi

7 În contextul actual de producere a energiei din surse regenerabile, numărul de
8 module PV instalate este într-o continuă creștere, ceea ce va conduce la cantități foarte mari
9 de deșeuri de module PV (peste 70 milioane de tone în 2050 estimat de IREA-International
10 Renewable Energy Agency, 2016). Se cunoaște că piața fotovoltaicelor este dominată de
11 modulele PV cu siliciu cristalin de peste 80%, în consecință ponderea dominantă a deșeurilor
12 PV va fi formată din deșeuri de Si-PV.

13 Din literatura de specialitate se cunosc două companii dominante de reciclare a
14 modulelor fotovoltaice ajunse la finalul ciclului de viață, (Deutsche Solar și First Solar), care
15 abordează separarea mecanică, tratamente chimice și mecanice și chiar incinerarea
16 deșeurilor (Tao, L., Yu, S., **Review on feasible recycling pathways and technologies of
17 solar photovoltaic modules. Solar Energy and Materials & Solar Cells, 141, 2015, 108-
18 1240; Rong Deng, Nathan L. Chang, Zi Ouyang, Chee Mun Chong, A techno-economic
19 review of silicon photovoltaic module recycling, Renewable and Sustainable Energy
20 Reviews, Volume 109, 2019, Pages 532-550).**

21 Un exemplu de proces chimic utilizat în recuperarea wafer-ilor de Si, constă în
22 separarea sticlei solare de celulele de siliciu prin imersarea modulului PV în soluție de acid
23 azotic pentru 24 h. Dezavantajul acestui proces este legat de utilizarea acidului azotic, care
24 este deosebit de toxic și foarte coroziv și poate provoca arsuri grave. Un alt dezavantaj al
25 acestui proces este dat de durata mare a imersării.

26 EVA - copolimer etilen-vinil acetat, materialul utilizat pentru protejarea suprafeței
27 active a modulelor PV de umiditate și impurități, prezintă proprietăți foarte bune de adeziune,
28 dielectrice, termice și transmisie optică foarte bună de peste 90%, dar ridică dificultăți în
29 reciclarea modulelor PV. Aceste dificultăți sunt legate de metodele de separare ale straturilor
30 ce compun modulul PV, care pot deteriora wafer-ul de Si care se dorește a fi recuperat
31 (Latunussa, CEL., Ardente, F., Blengini, G.A., Lucia Mancini, L., **Life Cycle Assessment
32 of an innovative recycling process for crystalline silicon photovoltaic panels, Solar
33 Energy Materials & Solar Cells 156, 2016, 101-111).**

34 Se cunoaște utilizarea unei microemulsii pentru îndepărtarea foliei de EVA, dar fără
35 informații cu privire la impactul asupra mediului, (Kernbaum, S., **PV Module Recycling, 3rd
36 International Conference on PV Module Recycling, "End-of-life solutions for PV
37 Modules, Rome, Italy, 2013).**

38 Se cunoaște, de asemenea, o metodă de îndepărtare a stratului EVA prin imersarea
39 modulului PV în tricloroetilenă la temperatura de 80°C pentru o durată de 10 zile, (Takuya
40 Doi, Izumi Tsuda, Hiroaki Unagida, Akinobu Murata, Koichi Sakuta, Kosuke Kurokawa,
41 **Experimental study on PV module recycling with organic solvent method, Solar
42 Energy Materials and Solar Cells, Volume 67, Issues 1-4, 2001, Pages 397-403).** Proce-
43 deul de dizolvare al EVA în tricloroetilenă prezintă principalul dezavantaj legat de durata de
44 imersare a modulului PV timp de 10 zile, la care se adaugă și energia consumată în cele
45 10 zile (procesul de dizolvare desfășurându-se la temperatura de 80°C).

46 Este cunoscut procedeul de reciclare a modulelor fotovoltaice cu siliciu cristalin prin
47 tratament termic la temperatura de 540°C în atmosferă inertă, pentru o durată de până la 4
48 h din documentul de brevet **US 6063995**. Dezavantajul acestui procedeu este legat de
49 temperaturile ridicate la care se lucrează, făcând procesul energointensiv.

RO 134892 B1

Se cunoaște din literatura de specialitate utilizarea deșeurilor de module fotovoltaice în matrice de ciment, cu impact negativ asupra proprietăților mecanice ale materialului compozit rezultat, (Fernandez, L., Ferrer, R., Aponte, D.F., Fernandez. P., Recycling silicon solar cell waste in cement based systems, Solar Energy Materials & Solar Cell, 95, 2011, 1701-1706).	1 3 5
Este cunoscut faptul că începând cu 2005 grosimea wafer-elor modulelor PV s-a redus considerabil ajungând la 180...200 micrometri, (Kang et al., 2012, Fraunhofer Institute, 2016), ceea ce va face dificilă separarea suprafeței active de sticlă modulului PV, ducând chiar la distrugerea wafer-elor modulelor PV, respectiv la imposibilitatea recuperării lor. Deșeurile de cauciuc, de asemenea ridică probleme mari ținând cont de cantitățile uriașe depozitate anual, care au impact negativ asupra mediului.	7 9 11
Este cunoscută utilizarea deșeurilor de cauciuc în fabricile de ciment ca și combustibil, recuperându-se doar energia înglobată inițial, (Maciej Sienkiewicz, Justyna Kucinska-Lipka, Helena Janik, Adolf Balaș, Progress in used tyres management in the European Union: A review, Waste Management, Volume 32, Issue 10, 2012, Pages 1742-1751). Este cunoscută reciclarea deșeurilor de cauciuc în fabricarea de produse stratificate sub formă de dale, RO 122269 B1 . Dezavantajul acestei invenții, precum și în cazul multor rapoarte privind reciclarea cauciucului prin dezvoltarea de noi produse, este utilizarea de compuși toxici, ca izocianatii, (RO 122269 B1, Beatriz Marques, Julieta António, João Almeida, António Tadeu, Jorge de Brito, Sara Dias, Filipe Pedro, João Dinis Sena, Vibro-acoustic behaviour of polymer-based composite materials produced with rice husk and recycled rubber granules, Construction and Building Materials, Volume 264, 2020, 120221, ISSN 0950-0618).	13 15 17 19 21 23
Principalele dezavantaje ale soluțiilor de recuperare/reciclare a modulelor PV prezentate mai sus sunt legate de impactul negativ asupra mediului (prin compușii toxici utilizați, compuși cu izocianati) și costurile ridicate ale proceselor de reciclare/recuperare datorită proceselor energofage implicate, făcând produsele rezultate neatractive din punct de vedere economic.	25 27
Invenția de față înlătură toate aceste dezavantaje prezentate mai sus, prin realizarea de materiale compozite hibride cu conținut ridicat de deșeurii de module Si-PV recuperând atât materialele cât și energia înglobată în producerea lor. Prin invenția de față se reciclează simultan două categorii de deșeurii problemă - de module Si-PV și de cauciuc provenit de la anvelope uzate.	29 31 33
Scopul invenției este de a obține un material compozit hibrid cu proprietăți mecanice superioare, prin reciclarea simultană a deșeurilor de module fotovoltaice cu siliciu cristalin și a deșeurilor de cauciuc cu un agent de compatibilizare deșeu de polietilenă de înaltă densitate (HDPE) fără adaos de compuși toxici.	35 37
Un alt obiectiv al invenției este de a stabili un procedeu de realizare a materialului compozit hibrid compus din deșeurii reciclabile de module fotovoltaice, deșeurii din cauciuc și deșeurii din HDPE fără adaos de compuși toxici și cu un consum energetic redus.	39
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, o reprezintă obținerea unui material compozit hibrid cu proprietăți mecanice superioare, prin reciclarea simultană de module fotovoltaice cu siliciu cristalin și a deșeurilor de cauciuc fără adaos de compuși toxici. O altă problemă tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stabilirea etapelor și a condițiilor tehnice care trebuie să fie realizate în procesul de comprimare la o anumită presiune și la o anumită temperatură într-un interval de timp stabilit, pentru obținerea materialului compozit în scopul atingerii performanțelor impuse.	41 43 45 47

RO 134892 B1

1 Materialele compozite hibride din deșeuri reciclabile de module fotovoltaice, deșeuri
din cauciuc și deșeuri din HDPE , înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că sunt
3 constituite din 35...40% deșeuri de module fotovoltaice cu siliciu cristalin, 40...50% deșeuri
din cauciuc și ca agent de compatibilizare și 15...20 % polietilenă de înaltă densitate.

5 Procedeul de obținere a materialelor compozite hibride are următoarele etape:
obținerea pulberii din modulul fotovoltaic prin măcinarea deșeurilor rămase după îndepăr-
7 tarea cadrului de aluminiu și a cutiei de conexiuni; obținerea granulelor de deșeuri de
cauciuc și de HDPE cu dimensiuni mai mici de 1 mm; dozarea și omogenizarea componen-
9 telor materialului compozit , urmând sinterizarea în matrită prin aplicarea de presiuni de
15...20 bari și prin aplicarea de temperaturi cuprinse între 190...210°C pentru 30 min, iar în
11 ultima fază are loc răcirea epruvetelor obținute cu 10°C/h

Avantajele invenției sunt:

13 - reciclarea acestor deșeuri conduce la reducerea volumului de deșeuri cu impact
negativ asupra mediului, simultan cu realizarea de produse cu valoare adăugată atractivă
15 din punct de vedere economic.

17 - la realizarea materialului nu sunt folosiți compuși/aditivi suplimentari de adaos ca
în alte procedee cunoscute, care pot fi toxici atât în procesul de fabricație cât și la utilizarea
ulterioară.

19 - se folosesc materiale reciclabile compatibile astfel încât datorită stabilității ridicate
a interfețelor dezvoltate între componentele materialului compozit se pot obține performanțe
21 fizico-mecanice predefinite cum ar fi rezistența la solicitări mecanice, termice și la diferiți
agenți chimici.

23 - este aplicat printr-un procedeu simplu cu consum redus de energie, ceea ce asigură
astfel sustenabilitatea produsului.

25 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu tabelele
1...6, și fig. 1 și fig. 2 care reprezintă:

27 - tabelul 1, codificarea materialelor compozite cu conținut ridicat deșeuri Si-PV;

29 - tabelul 2, proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de
Si-PV;

31 - tabelul 3, proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de Si-
PV după imersarea în apă, timp de 240 h;

33 - tabelul 4, proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de Si-
PV după expunerea epruvetelor la radiații UV, timp de 120 h;

35 - tabelul 5, proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de Si-
PV după expunerea epruvetelor la variații de temperatură și umiditate;

37 - tabelul 6, compozițiile materialelor compozite cu caracteristici mecanice
recomandate pentru produse;

39 - fig. 1, etapele dezmembrării modulului Si-PV (la finalul ciclului de viață) și obținerea
pulberii;

41 - fig. 2, fazele procedurii tehnologice de realizare a materialului compozit.

43 Pentru realizarea materialelor compozite hibride cu conținut ridicat de deșeuri de Si-
PV, în primă fază se obține pulberea din deșeuri de module Si-PV, granulele de cauciuc și
de polietilenă de înaltă densitate urmând etapele prezentate mai jos:

a) Obținerea pulberii de Si-PV

45 - dezmembrarea de module fotovoltaice cu siliciu cristalin (Si-PV) aflate la finalul
ciclului de viață se realizează manual urmând etapele:

47 - îndepărtarea cadrului de aluminiu și a cutiei de joncțiune, care ulterior vor fi trimise
companiilor specializate în reciclare;

RO 134892 B1

- după îndepărtarea cadrului de aluminiu și a cutiei de joncțiune, rămâne practic placa dreptunghiulară formată din glazing (sticlă), wafer-ul de siliciu cristalin cu foliile laminate de EVA și alte componente polimerice și metalice (exemplu: aluminiu);	1
- placa respectivă cu toate componentele menționate mai sus se taie cu ajutorul unei foarfece de table în bucăți mici;	3
- bucățile rezultate de modul Si-PV sunt măcinate cu ajutorul unei mori de măcinare - Moara de măcinat Tetsch ZM 200, obținându-se pulberea ce urmează a fi dozată și încorporată în matricea de cauciuc pentru obținerea materialelor compozite hibride.	5
Pulberea obținută va conține sticlă, Si wafer, EVA, contactele metalice și materiale polimerice. Etapele parcurse pentru obținerea pulberii de deșeurii de module Si-PV sunt prezentate în fig. 1.	7
b) Obținere granulelor de cauciuc:	9
- prima etapă - tăierea grosieră a deșeurilor de cauciuc, urmată de spălare și uscare;	11
- a doua etapă - măcinarea bucăților de deșeurii de cauciuc tăiate, spălate și uscate;	13
- a treia etapă - îndepărtarea inserțiilor textile; a patra etapă - îndepărtarea inserțiilor metalice;	15
- a cincea etapă - măcinarea fină pentru obținerea granulelor cu dimensiuni mai mici de 1 mm.	17
c) Obținere granulelor de polietilenă de înaltă densitate:	19
- prima etapă - tăierea grosieră a deșeurilor de HDPE, urmată de îndepărtarea etichetelor;	21
- a doua etapă - spălarea bucăților de deșeurii de HDPE;	23
- uscarea bucăților de deșeurii de HDPE;	25
- măcinarea fină a bucăților de deșeurii de polietilenă de înaltă densitate, pentru obținerea granulelor cu dimensiuni mai mici de 1 mm.	27
În a doua fază, cele 3 componente pulberea de Si-PV, cauciucul și HDPE-ul granulate au fost dozate și amestecate pentru a obține o distribuție omogenă a granulelor de cauciuc, polietilenă și a pulberii de Si-PV, astfel:	29
- în prima etapă se cântăresc deșeurile de cauciuc, polietilenă și de pulberi de Si-PV conform compozițiilor din tabelul 1;	31
- în a doua etapă se amestecă componentele dozate în prima etapă.	33
În a treia fază, are loc sinterizarea componentelor astfel:	35
- în prima etapă se dispun în matriță componentele compozitului dozate și amestecate în faza a doua;	37
- în a doua etapă se sinterizează în matriță deșeurile granulate de cauciuc, polietilenă de înaltă densitate și pulberile de Si-PV, prin aplicare de presiunii de 15...20 bar și tratament termic la temperatură de 190...210°C, timp de 30 min.	39
În faza a patra are loc condiționarea termică a compozitelor:	41
- în prima etapă, după tratamentul termic, urmează condiționarea termică, prin răcire controlată cu 10°C/h;	43
- în etapa a doua are loc îndepărtarea epruvetelor din matrițe, precum și menținerea acestora pentru cel puțin o zi la temperatura ambientală din laborator, înainte de testarea proprietăților aplicative.	45
Compozițiile materialelor compozite și codificările acestora sunt prezentate în tabelul 1.	

RO 134892 B1

Codificarea materialelor compozite cu conținut ridicat deșeuri Si-PV

Tabelul 1

Cauciuc [% masice]	HDPE [% masice]	Si-PV [% masice]	Cod
T = 190°C			
45	20	35	D2
40		40	D3
T = 200°C			
50	15	35	B2
40		40	E3
T = 210°C			
50	15	35	C2
45	20	35	F2
40		40	F3

Caracteristicile mecanice ale materialelor compozite cu conținut ridicat de deșeuri Si-PV, și anume rezistența la tracțiune (R_T), rezistența la compresiune (R_C) și rezistența la solicitări de impact (R_I), au fost măsurate ca atare și după expunerea compozitelor la factori de mediu simulați (radiații UV, imersare în apă, expunere la variații de temperatură și umiditate), tabelele 2-5.

Proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de Si-PV

Tabelul 2

Cod	R_T [MPa]	E [MPa]	R_C [MPa]	R_I [kJ/m ²]
B2	2,26	20,91	167,57	58,48
C2	2,40	14,12	204,72	50,51
D2	2,65	24,77	210,40	44,70
D3	2,48	30,23	193,03	36,10
E3	2,86	33,94	198,55	36,05
F2	2,76	28,98	206,30	41,86
F3	2,82	25,65	211,29	51,28

Proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de Si-PV după imersarea în apă, timp de 240 h

Tabelul 3

Cod	R_T [MPa]	E [MPa]	R_C [MPa]	R_I [kJ/m ²]
B2	2,44	13,13	159,94	56,71
C2	2,40	16,49	200,46	48,60
D2	2,85	24,92	208,17	42,97
D3	2,76	12,15	189,88	41,50
E3	2,89	18,88	196,18	48,98
F2	2,76	19,03	206,43	40,30
F3	2,70	16,59	214,39	49,90

RO 134892 B1

*Proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de Si-P V după
expunerea epruvetelor la radiații UV, timp de 120 h*

Tabelul 4

Cod	R _T [MPa]	E [MPa]	R _C [MPa]	R _I [kJ/m ²]
B2	2,34	8,97	159,09	55,85
C2	2,03	7,88	200,24	49,30
D2	2,61	9,25	203,68	47,09
D3	2,75	13,42	195,53	35,33
E3	2,82	14,70	194,69	38,60
F2	2,72	12,10	205,56	42,60
F3	2,82	17,95	209,07	44,09

*Proprietăți mecanice ale materialelor compozite hibride cu deșeuri de Si-PV după
expunerea epruvetelor la variații de temperatură și umiditate*

Tabelul 5

Cod	R _T [MPa]	E [MPa]	R _C [MPa]	R _I [kJ/m ²]
B2	2,20	18,58	159,68	53,50
C2	2,35	18,05	200,64	51,70
D2	2,72	25,13	207,20	44,60
D3	2,80	35,16	198,80	40,50
E3	2,84	32,06	197,30	39,30
F2	2,85	40,03	204,20	42,60
F3	2,77	31,10	210,15	48,21

Materialele compozite cu caracteristici bune de rezistență la impact, tabelele 2-5, sunt cele cu compozițiile B2, C2 și D2 și F3, pretabile ca produse de protecție la solicitări de impact în spațiile de parcare auto, borduri, panouri separatoare de sens pe autostrăzi etc. Iar cele cu rezistență bună la compresiune sunt D2, F2 și F3, pretabile pentru produse ca dale de pavaj în spațiile de joacă, pe terenurile de sport, traverse pe căile feroviare la intersecția cu rutele auto; epruvetele cu rezistență bună la solicitări de tracțiune, compresiune și impact corespund compozițiilor E3, D3, F2 și F3 și sunt recomandate în aplicații unde sunt solicitate toate cele trei caracteristici de rezistență mecanică, de exemplu ca produse rutiere pentru reducerea vitezei în proximitatea zonelor pietonale. Acestea sunt sumarizate și prezentate în tabelul 6.

RO 134892 B1

Compozițiile materialelor compozite cu caracteristici mecanice
recomandate pentru produse

Tabelul 6

Cauciuc [% masice]	HDPE [% masice]	Si-PV [% masice]	Cod	R _T [MPa]	R _C [MPa]	R _I [kJ/m ²]
T = 190 °C						
45	20	35	D2		✓	✓
40		40	D3	✓	✓	✓
T = 200 °C						
50	15	35	B2			
40		40	E3	✓	✓	✓
T = 210 °C						
50	15	35	C2			✓
45	20	35	F2	✓	✓	✓
40		40	F3	✓	✓	✓

RO 134892 B1

Revendicări

1. Materiale compozite hibride obținute prin reciclarea simultană deșeurilor de module fotovoltaice cu siliciu cristalin și de cauciuc, destinate utilizării ca dale de pavaj în spațiile de joacă, pe terenurile de sport, traverse pe căile feroviare la intersecția cu rutele auto, ca produse de protecție la solicitări de impact în spațiile de parcare auto, pe autostrăzi, **caracterizate prin aceea că**, sunt constituite din 35...40% deșeuri de module fotovoltaice cu siliciu cristalin, 40...50% deșeuri din cauciuc și ca agent de compatibilizare 15...20 % polietilenă de înaltă densitate, procente masice. 3 5 7 9
2. Materiale compozite conform revendicării 1, destinate utilizării în aplicații de exterior ca produse de protecție la solicitări de impact în spațiile de parcare auto, borduri, panouri separatoare de sens pe autostrăzi, **caracterizate prin aceea că**, sunt constituite din 35% Si-PV, 15% HDPE și 50% cauciuc obținute la temperatura de 200°C conform compoziției B2, sau din 35% Si-PV, 15% HDPE și 50% cauciuc obținute la o temperatură de 210°C conform compoziției C2 sau din 35% Si-PV, 20% HDPE și 45% cauciuc obținute la temperatura de 190°C conform compoziției D2 sau din 40% Si-PV, 20% HDPE și 40% cauciuc obținute la o temperatură de 210°C conform compoziției F3, procente masice. 11 13 15 17
3. Materiale compozite conform revendicării 1, destinate utilizării în aplicații de exterior ca dale de pavaj în spațiile de joacă, pe terenurile de sport, traverse pe căile feroviare la intersecția cu rutele auto, **caracterizate prin aceea că**, sunt constituite din 35% Si-PV, 20% HDPE și 45% cauciuc obținute la o temperatură de 190°C conform compoziției D2 sau din 35% Si-PV, 20% HDPE și 45% cauciuc obținute la temperatura de 210°C conform compoziției F2 sau din 40% Si-PV, 20% HDPE și 40% cauciuc obținute la o temperatură de 210°C conform compoziției F3, procente masice. 19 21 23
4. Materiale compozite conform revendicării 1, **caracterizate prin aceea că** se compun din 40% Si-PV, 20% HDPE și 40% cauciuc obținute la o temperatură de 200°C conform compoziției E3 sau din 40% Si-PV, 20% HDPE și 40% cauciuc obținute la la temperatura de 190°C conform compoziției D3 sau din 35% Si-PV, 20% HDPE și 45% cauciuc obținute la o temperatură de 210°C conform compoziției F2 sau din 40% Si-PV, 20% HDPE și 40% cauciuc obținute la o temperatură de 210°C conform compoziției F3, procente masice. 25 27 29 31
5. Procedeu de obținere a materialelor compozite definite în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că**, are următoarele etape: obținerea pulberii din modulul fotovoltaic prin măcinarea deșeurilor rămase după îndepărtarea cadrului de aluminiu și a cutiei de conexiuni; obținerea granulelor de deșeuri de cauciuc și de HDPE cu dimensiuni mai mici de 1 mm; dozarea și omogenizarea componentelor materialului compozit, urmând sinterizarea în matriță prin aplicarea de presiuni de 15...20 bari și prin aplicarea de temperaturi cuprinse între 190...210°C pentru 30 min, iar în ultima fază are loc răcirea epruvetelor obținute cu 10°C/h. 33 35 37 39

(51) Int.Cl.

B29B 17/00 (2006.01);

C04B 18/04 (2006.01);

E01C 5/22 (2006.01)

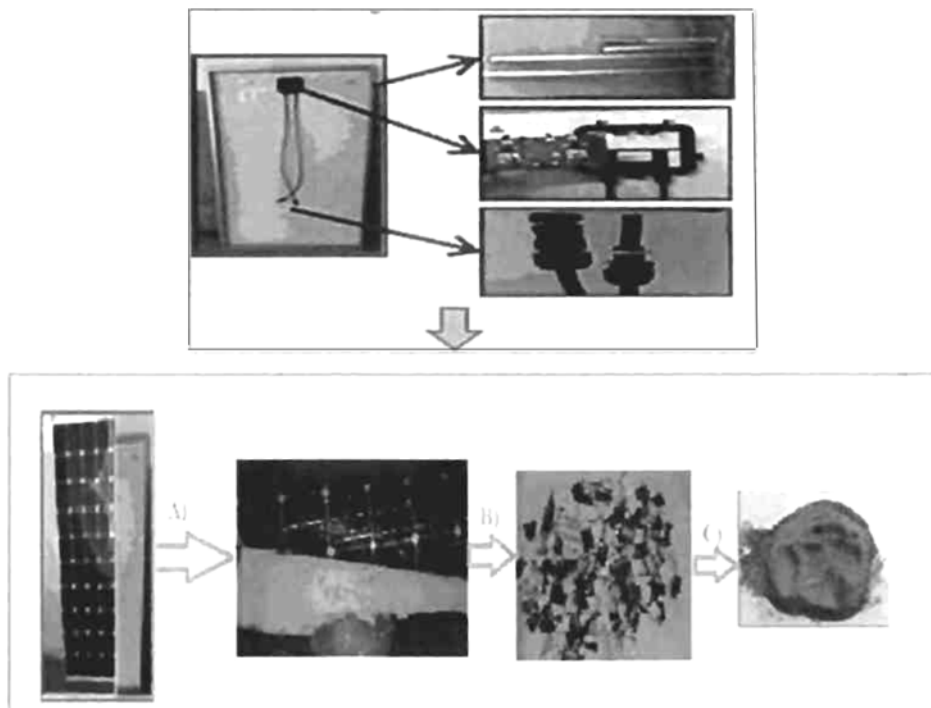


Fig. 1

(51) Int.Cl.

B29B 17/00 (2006.01);

C04B 18/04 (2006.01);

E01C 5/22 (2006.01)

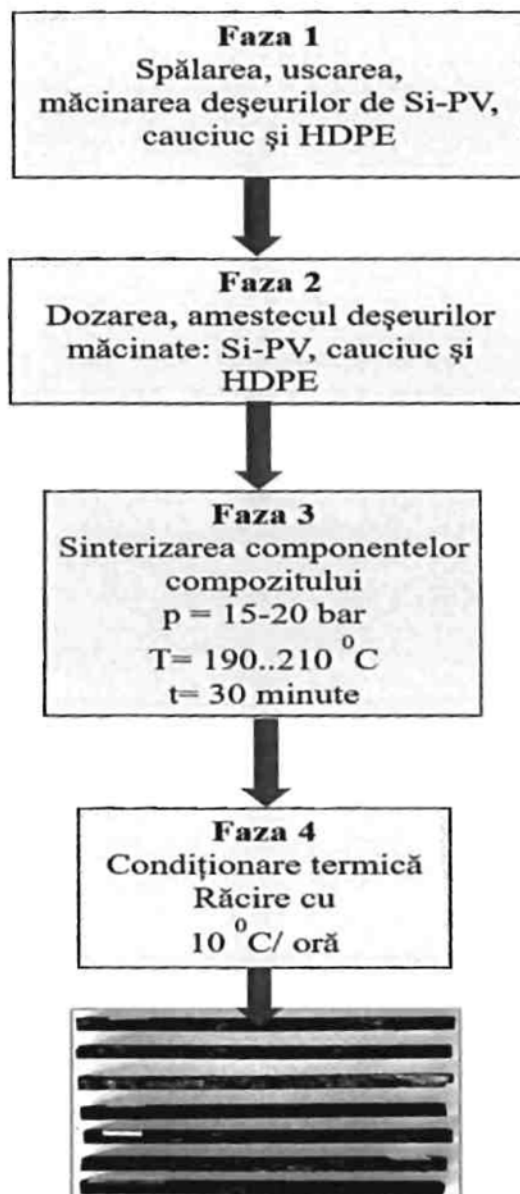


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 267/2024