

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00255**

(22) Data de depozit: **13/05/2020**

(41) Data publicării cererii:
29/11/2021 BOPI nr. **11/2021**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
TEXTILE ȘI PIELĂRIE,
STR. LUCREȚIU PĂTRĂȘCANU NR. 16,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **AILENI RALUCA MARIA,
PIAȚA VOIEVOZILOR NR.25, BL.A12, ET.4,
AP.18, IAȘI, IS, RO;**

• **CHIRIAC LAURA, ȘOS. PANTELIMON
NR.291, BL.9, SC.A, ET.9, AP.35,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **TOMA DOINA, STR. AUREL BOTEA,
NR. 9, BL. B5, SC.1, AP. 15, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO**

*Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35 alin.
(20) din HG nr. 547/2008*

(54) **COMPOZIT 3D PE BAZĂ DE CUPRU ȘI FILAMENTE
DE GRAFEN CU PROPRIETĂȚI ELECTROCONDUCTIVE
PENTRU ELECTROZI TEXTILI ȘI SENZORI FLEXIBILI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un material compozit 3D cu proprietăți electroconductive și destinat realizării electrozilor pentru senzori, pentru aplicații tehnice în electronică și electrotehnică, în domeniul medical sau pentru textile inteligente. Materialul conform invenției este format din trei straturi:

a) primul strat (**A1**) este reprezentat de un suport textil țesut din fire filate din 100% fibre de bumbac, cu densitatea de lungime 50 x 2 tex în urzeală, respectiv din fire filate din 100% fibre de bumbac cu densitatea de lungime 50 x 3 tex în bătătură, raportul desimilor celor două sisteme de fire fiind cuprins între 3,22...3,85 iar masa pe unitatea de suprafață a țesăturii este cuprinsă între 410...420 g/m²,

b) al doilea strat (**A2**) este reprezentat de o peliculă polimerică obținută prin amestecarea cu ajutorul unui agitator mecanic, timp de 5...8 min., a 15...20% masice de microparticule de Cu cu 80...85% soluție de alcool polivinilic pe bază de apă distilată de concentrație 99%, amestecată magnetic timp de 30...40 min. la o temperatură de 80...90°C, depunerea peliculară a stratului (**A2**) polimeric realizându-se prin raclare sau peliculizare pe fața 1 a țesăturii stratului (**A1**), urmată de reticulare la o temperatură cuprinsă între 150...170°C timp de 2...5 minute, și

c) al treilea strat (**A3**) este reprezentat de o peliculă depusă prin printare 3D din filament pe bază de grafen direct pe țesătura stratului (**A1**) pe care a fost depusă pelicula polimerică a stratului (**A2**) pe bază de Cu.

Revendicări inițiale: 6
Revendicări amendate: 4
Figuri: 3

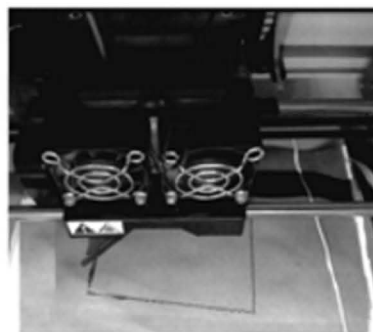


Fig. 3

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).



DESCRIEREA

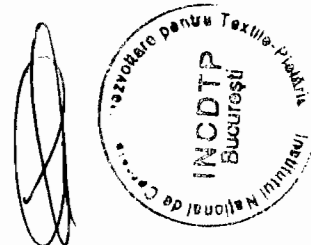
**Compozit 3D pe bază de cupru și filamente de grafen cu proprietăți electroconductive
pentru electrozi textili și senzori flexibili**

Invenția se referă la un procedeu de realizare și compoziția chimică a unei paste polimerice electroconductive pe bază de microparticule de Cu destinate realizării electrozilor textili și senzorilor flexibili pentru aplicații tehnice pentru electronică, domeniul medical sau pentru textile inteligente. Materialul compozit este obținut pe baza a 2 pelicule polimerice A2 (pe bază de microparticule de Cu) și A3 (pe bază de filamente de grafen) care sunt depuse pe fața unei țesături din bumbac 100% prin procedeul peliculizării prin raclare, respectiv prin procedeul printării digitale 3D. Astfel, pe fața 1 a țesăturii se depune prin raclare o pastă polimerică A2 conținând un produs polimeric aderent peliculogen (alcool polivinilic) și microparticule de cupru cu dimensiuni mai mici de 45 μm, urmată de reticulare la temperatura de 150...170 °C, ulterior pregătirii, constând în fierbere-albire și clătiri successive. Tot pe fața 1 a țesăturii se depune prin printare 3D la 230...240°C o peliculă polimerică pe bază de filament de grafen.

La nivel mondial există brevetele **WO2017066937A1**, **US20140299475A1**, **WO2017220979A1**, **CN105088749A** care prezintă invenții de materiale compozite pe bază de grafen sau oxid de grafen, depunerea oxidului de grafen realizându-se prin imersare sau imprimare directă pe materialul textil, respectiv metode de obținere a nanocompozitelor pe bază de fibre de poliester, bumbac și grafen. În cadrul cererilor de brevet **EP2397577B1**, **US Patent 10448680/2019** sunt prezentate modalități de metalizare a textilelor prin electroplacare, respectiv de interconectare a dispozitivelor electronice cu textilele. În cererea de brevet **US4803096A** sunt prezentate metode de realizare a textilelor conductive pe bază de polianilina sau polipirol.

Suportul textil A1 se realizează prin țesere pe mașini de țesut convenționale și are în urzeală fire cu densitatea de lungime 50x2 tex din 100% fibre de bumbac și în batatura fire cu densitatea de lungime 50x3 tex, din 100% fibre de bumbac, cu desimea în urzeală 270...290 fire/10 cm, iar în batatură 70...90 fire/10 cm, cu legătura pânză. Masa pe unitatea de suprafață a țesăturii A1 este cuprinsă între 410 și 420g/m².

Procedeul de realizare a materialului compozit, conform invenției, se compune din operațiile de pregătire a suportului țesut constând în curățare alcalină și albire, operația de depunere a pastei polimerice electroconductive A2 prin procedeul peliculizării prin raclare directă pe



șesătura A1 și operația de reticulare la temperatură de 150...170 °C, respectiv din operația de depunere a peliculei de grafen A3 prin printare digitală 3D pe bază de filamente de grafen, utilizând tehnologia de extrudare termoplastică.

Operația de pregătire a țesăturii prin procedeul de epuizare, se realizează la un raport de flotă de 1:5...1:10, constând în curățare alcalină cu o soluție care conține 8...10 g/L hidroxid de sodiu 50%, 2...4 g/L carbonat de sodiu, 1...2 g/L agent tensioactiv de udare – spălare neionic, la temperatura de 95...98°C, timp de 60...90 minute, clătiri succesive cu apă fierbinte și caldă, albire cu 10...20 mL/L apă oxigenată 30% p.a., 2...4 g/l hidroxid de sodiu 50%, 1...2 g/L agent tensioactiv de udare – spălare neionic, 0,5...1 g/l agent de stabilizare a apei oxigenate, la temperatura de 95...98°C, timp de 60 minute, clătiri succesive cu apă fierbinte și caldă, neutralizare cu 0,5...1 ml/l acid acetic 60%, uscarea prin convecție sau prin activare termică controlată timp de 30...60 secunde în câmp de microunde generat de un generator de înaltă tensiune la frecvența de 2,4 GHz și puterea de 700W.

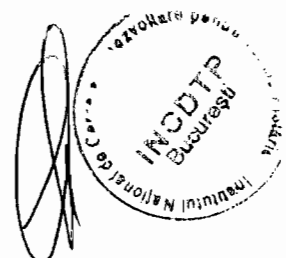
Operațiile de pregătire a suportului țesut A1 constând în curățare alcalină și albire au ca scop stabilizarea dimensională, îndepărtarea însoțitorilor naturali și tehnologici ai fibrelor și țesăturii, îmbunătățirea hidrofiliei și capacității de absorbție a substanțelor polimerice, astfel încât suportul textil să devină o suprafață de contact stabilă și curățată în profunzime, la care pasta electroconductivă (A2), conținând substanțe polimerice pelicologene (de exemplu: alcool polivinilic), micro particule de cupru, respectiv pasta polimerică pe bază de filamente 3D grafen (A3) să adere mai bine, în strat continuu și uniform la suprafața țesăturii și care să asigure un nivel al rezistenței de suprafață cuprinse între $10^2...10^3 \Omega$ pe fața 1 la depunerea peliculei A1, respectiv de $10^3 - 10^5$ pe fața pe care s-a depus pelicula pe bază de grafen.

Operația de realizare a materialului compozit constă în:

-depunerea pastei polimerice electroconductive A2 pe bază de microparticule metalice de cupru (A2), cu dimensiuni mai mici de 45 μm și soluție de alcool polivinilic (PVA) prin procedeul raclării pe fața 1 a țesăturii A1, urmată de reticulare controlată utilizând un sistem de încălzire pe bază de rezistențe electrice, la o temperatură de 150...170 °C, timp de 2...5 minute.

-depunerea pastei polimerice pe bază de filamente de grafen (A3) pe fața 1 a țesăturii A1 prin printare 3D la 230...240° C.

Obținerea peliculei electroconductive din pasta polimerică A2 cu conținut de microparticule de cupru (figura 1), deci formarea structurii tridimensionale pe suprafața textilă, se realizează prin reticulare la temperaturi de 150...170 °C, timp de 2...5 minute, prin



6

convecție, de preferință utilizând un sistem de încălzire cu aer cald pe bază de rezistențe electrice.

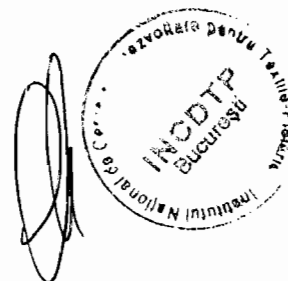
Obținerea peliculei electroconductive din filamente 3D grafen (A3, figura 2) se realizează prin printare digitală 3D, utilizând tehnologia extruderii termoplastice la temperatura de 230...240 °C (figura 3).

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- prin procedeele de peliculizare prin raclare directă și printare digitală 3D utilizate se pot obține electrozi flexibili de suprafață pentru senzori flexibili sau ecrane electromagnetice;
- datorită reticulării termice, suprafața electroconductivă realizată se fixează pe țesătura și permite obținerea de electrozi textili cu rezistența de suprafață având valori cuprinse între 10^2 ... $10^3 \Omega$.
- datorită peliculei polimerice A2 pe bază de alcool polivinilic cu conținut de microparticule de cupru (Cu), suprafața textilă devine electroconductivă după reticularea la temperatura de 150...170 °C timp de 2..5 minute.
- datorită dopării cu microparticule de cupru cu dimensiuni $< 45 \mu\text{m}$, materialul compozit poate fi utilizat la realizarea unor electrozi de suprafață pentru senzori flexibili sau a unor ecrane pentru atenuare electromagnetică.
- datorită peliculei polimerice A2 pe bază de Cu cu rezistența electrică de suprafață între 1×10^3 - $1,1 \times 10^3 \Omega$ depusă prin raclare pe fața 1 a țesăturii A1 și a peliculei polimerice depuse prin printare digitală 3D pe bază de filamente grafen cu rezistența electrică de suprafață între 10^3 ... $10^4 \Omega$, se obține un compozit stratificat cu variații ale rezistenței de suprafață.

Caracterul de noutate al invenției constă în aceea că, pelicula polimerică A2 obținută în principal din alcool polivinilic și microparticule de Cu este uniformă, hidrofilă, aderentă la suprafața țesăturii și reticulează la 150-170 °C după 2...5 minute, prezentând valori ale rezistenței electrice de suprafață reduse ($10^3 \Omega$), caracteristice conductorilor electrici.

De asemenea, caracterul de noutate constă și în utilizarea pentru realizarea materialului compozit a peliculizării prin raclare directă pe suprafața țesăturii A1 și a tehnicii de printare digitală 3D prin extruderea termoplastică a filamentelor de grafen țesătura A1, după depunerea peliculei A2.



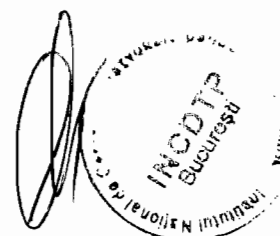
Bibliografie

1. Method for preparing graphene-polyester nanocomposite fiber , WO2017066937A1, 2015
2. Lee, J. H., Lee, C. S., Kim, Y. S., & Song, H. J. (2015). U.S. Patent No. 9,214,559. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office, US20140299475A1.
3. Graphene-based sensor, WO2017220979A1, 2016.
4. Graphene/cotton cloth flexible conducting fabric and preparing method of graphene/cotton cloth flexible conducting fabric, CN105088749A, 2015.
5. Electrically conductive textile materials and method for making same, US4803096A, 1987.
6. Metallization of textile structures, EP2397577B1, 2010.
7. Method for forming interconnections between electronic devices embedded in textile fibers, Howland, C. A. (2019). U.S. Patent No. 10,448,680. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
8. Electrically conductive textile materials and method for making same, US4803096A, 1987.
9. Smith, W. C. (2010). *Overview of textile coating and lamination*. In Smart textile coatings and laminates (pp. 3-9). Woodhead Publishing.
10. Wang, L., Wang, X., & Lin, T. (2010). Conductive coatings for textiles. In *Smart textile coatings and laminates* (pp. 155-188). Woodhead Publishing.
11. Shim, E. (2019). Coating and laminating processes and techniques for textiles. In Smart textile coatings and laminates (pp. 11-45). Woodhead Publishing.
12. Smith, W. C. (Ed.). (2010). *Smart textile coatings and laminates*. Elsevier.
13. Foo CY, Lim HN, Mahdi MA, Wahid MH, Huang NM. *Three-Dimensional Printed Electrode and Its Novel Applications in Electronic Devices*. Sci Rep. 2018;8(1):7399. Published 2018 May 9. doi:10.1038/s41598-018-25861-3
14. Chang, P., Mei, H., Zhou, S., Dassios, K. G., & Cheng, L. (2019). *3D printed electrochemical energy storage devices*. Journal of materials chemistry A, 7(9), 4230-4258.
15. Wang, F., & Xu, Z. (2020). *Graphene and graphene oxide-reinforced 3D and 4D printable composites*. In 3D and 4D Printing of Polymer Nanocomposite Materials (pp. 259-296). Elsevier.
16. Weis, J. E., Charpentier, S., & Kempinska, A. (2019). *Graphene Research and Advances Report* December 2019.
17. Shathi, M. A., Minzhi, C., Khoso, N. A., Rahman, T., & Bidhan, B. (2020). *Graphene coated textile based highly flexible and washable sports bra for human health monitoring*. Materials & Design, 108792.



REVENDICĂRI

1. Compoziția pastei polimerice A2 **se caracterizează prin aceea că** este obținută dintr-o soluție de acool polivinilic de concentrație 10...18%, 20...15% microparticule metalice de Cu.
2. Procedul de obținere a pastei electroconductive A2 cu conținut de microparticule metalice (cupru) **conform revendicării 1**, constă în aceea că pasta este obținută prin amestecarea cu ajutorul unui agitator mecanic timp de 3...5 minute a următoarelor componente: microparticule de cupru, soluție de alcool polivinilic pe bază de apă distilată, amestecată magnetic timp de 30...40 minute la temperatura de 80...90° C.
3. Compozitul textil funcționalizat prin depuneri polimerice electroconductive cu proprietăți conductive **se caracterizează prin aceea că** este funcționalizat prin aplicarea pastei polimerice electroconductive A2 pe o față a țesăturii A1, având compoziția **conform revendicării 1** și fiind obținută **conform revendicării 2**, prin procedeul peliculizării prin raclare pe una din suprafețe și reticulare controlată, utilizând un sistem de încălzire pe bază de rezistențe electrice, la temperatura de 150...170 °C, timp de 2...5 minute, ulterior pregătirii, constând în fierbere-albire, clătiri successive.
4. Compoziția peliculei de grafen (A3) conține filamente 3D printate digital 3D la temperatura de 230...240 °C.
5. Compozitul textil funcționalizat prin depuneri polimerice electroconductive cu proprietăți electroconductive **se caracterizează prin aceea că** este funcționalizat prin aplicarea pe fața 1 a țesăturii A1 a peliculei polimerice A3 **conform revendicării 4**.
6. Compozitul textil funcționalizat **conform revendicărilor 3 și 5**, prin depuneri de pelicule polimerice electroconductive cu proprietăți electroconductive, **conform revendicărilor 1, 2 și 3**, și prin depuneri de pelicule conductive pe bază de filamente 3D de grafen, **conform revendicărilor 4 și 5**, **se caracterizează prin aceea că** procedeele de funcționalizare conduc la obținerea unei suprafețe conductive având rezistența electrică de suprafață pe fața 1 de $10^3 \Omega$, respectiv de $10^3 - 10^4 \Omega$ în zona depunerii peliculei polimerice A3, fiind destinat realizării electrozilor pentru senzori flexibili, ecranelor pentru atenuarea electromagnetică, și altor aplicații tehnice pentru electronică, electrotehnică, domeniul medical sau pentru textile inteligente.



FIGURI

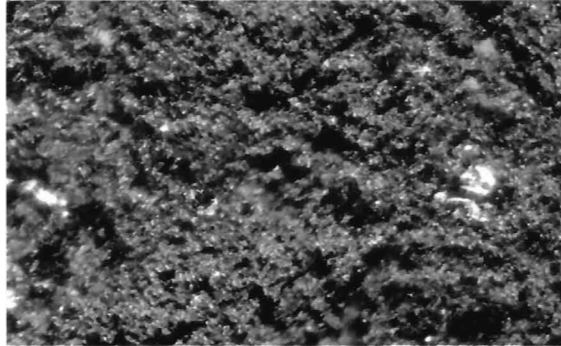


Figura 1. Compozit funcționalizat prin depunere de pastă polimerică A2, pe bază de cupru, pe suportul textil A1. Analiza suprafeței prin microscopie optică

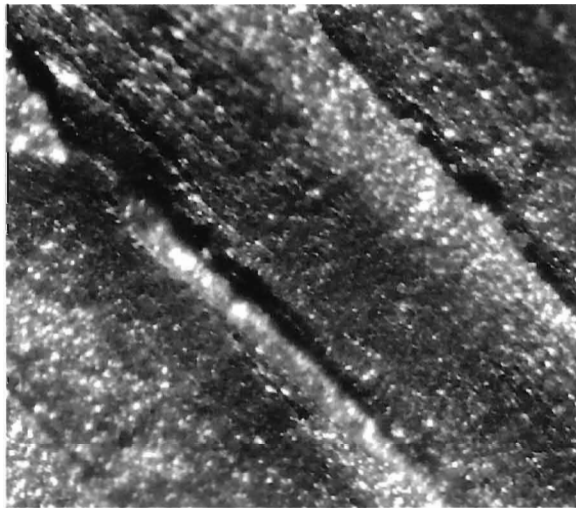


Figura 2. Compozit funcționalizat prin depunere de pelicula polimerică 3D pe bază de filamente de grafen A3. Analiza suprafeței prin microscopie optică

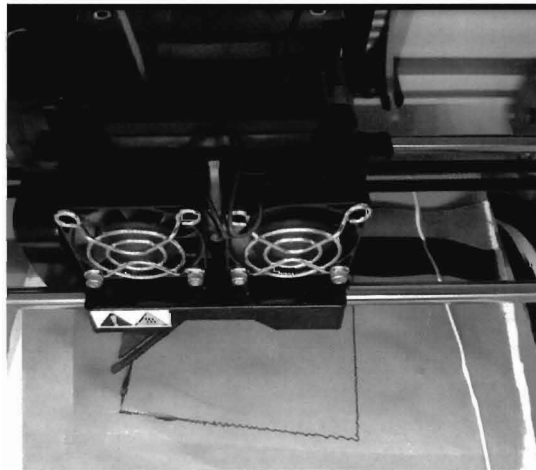


Figura 3. Funcționalizarea suprafeței textile A1 prin printare digitală 3D cu filamente de grafen A2

DESCRIEREA

Material compozit 3D cu suport textil pe bază de Cu și filamente de grafen cu proprietăți electroconductive și procedeul de obținere a acestuia

Invenția se referă la un material compozit 3D cu suport textil, procedeul de realizare și compoziția chimică a unei paste polimerice electroconductive pe bază de microparticule de Cu depusă pe suportul textil. Materialul compozit 3D este utilizat pentru realizarea electrozilor textili și senzorilor flexibili pentru aplicații tehnice pentru electronică, domeniul medical sau pentru textile inteligente. Materialul compozit este obținut pe baza a 2 pelicule polimerice A2 (pe bază de microparticule de Cu) și A3 (pe bază de filamente de grafen) care sunt depuse pe fața unei țesături din bumbac 100% prin procedeul peliculării prin raclare, respectiv prin procedeul printării digitale 3D. Astfel, pe fața 1 a țesăturii se depune prin raclare o pastă polimerică A2 conținând un produs polimeric aderent pelicologen (alcool polivinilic) și microparticule de cupru cu dimensiuni mai mici de 45 μm, urmată de reticulare la temperatura de 150...170 °C, ulterior pregătirii, constând în fierbere-albire și clătiri successive. Tot pe fața 1 a țesăturii se depune prin printare 3D la 230...240°C o peliculă polimerică pe bază de filament de grafen.

La nivel mondial există brevetele **WO2017066937A1**, **US20140299475A1**, **WO2017220979A1**, **CN105088749A** care prezintă invenții de materiale compozite pe bază de grafen sau oxid de grafen, depunerea oxidului de grafen realizându-se prin imersare sau imprimare directă pe materialul textil, respectiv metode de obținere a nanocompozitelor pe bază de fibre de poliester, bumbac și grafen. În cadrul cererilor de brevet **EP2397577B1**, **US Patent 10448680/2019** sunt prezentate modalități de metalizare a textilelor prin electroplacare, respectiv de interconectare a dispozitivelor electronice cu textilele. În cererea de brevet **US4803096A** sunt prezentate metode de realizare a textilelor conductive pe bază de polianilina sau polipirol.

Suportul textil A1 se realizează prin țesere pe mașini de țesut convenționale și are în urzeală fire cu densitatea de lungime 50x2 tex din 100% fibre de bumbac și în batatura fire cu densitatea de lungime 50x3 tex, din 100% fibre de bumbac, cu desimea în urzeală 270...290 fire/10 cm, iar în batatură 70...90 fire/10 cm, cu legătura pânză. Masa pe unitatea de suprafață a țesăturii A1 este cuprinsă între 410 și 420g/m².

Procedeul de realizare a materialului compozit, conform invenției, se compune din operațiile de pregătire a suportului țesut constând în curățare alcalină și albire, operația de depunere a

pastei polimerice electroconductive A2 prin procedeul peliculizării prin raclare directă pe țesătura A1 și operația de reticulare la temperatură de 150...170 °C, respectiv din operația de depunere a peliculei de grafen A3 prin printare digitală 3D pe bază de filamente de grafen, utilizând tehnologia de extrudare termoplastică.

Operația de pregătire a țesăturii prin procedeul de epuizare, se realizează la un raport de flotă de 1:5...1:10, constând în curățare alcalină cu o soluție care conține 8...10 g/L hidroxid de sodiu 50%, 2...4 g/L carbonat de sodiu, 1...2 g/L agent tensioactiv de udare – spălare neionic, la temperatura de 95...98°C, timp de 60...90 minute, clătiri succesive cu apă fierbinte și caldă, albire cu 10...20 mL/L apă oxigenată 30% p.a., 2...4 g/l hidroxid de sodiu 50%, 1...2 g/L agent tensioactiv de udare – spălare neionic, 0,5...1 g/l agent de stabilizare a apei oxigenate, la temperatura de 95...98°C, timp de 60 minute, clătiri succesive cu apă fierbinte și caldă, neutralizare cu 0,5...1 ml/l acid acetic 60%, uscare prin convecție sau prin activare termică controlată timp de 30...60 secunde în câmp de microunde generat de un generator de înaltă tensiune la frecvența de 2,4 GHz și puterea de 700W.

Operațiile de pregătire a suportului țesut A1 constând în curățare alcalină și albire au ca scop stabilizarea dimensională, îndepărtarea însoțitorilor naturali și tehnologici ai fibrelor și țesăturii, îmbunătățirea hidrofiliei și capacității de absorbție a substanțelor polimerice, astfel încât suportul textil să devină o suprafață de contact stabilă și curățată în profunzime, la care pasta electroconductivă (A2), conținând substanțe polimere peliculogene (de exemplu: alcool polivinilic), micro particule de cupru, respectiv pasta polimerică pe bază de filamente 3D grafen (A3) să adere mai bine, în strat continuu și uniform la suprafața țesăturii și care să asigure un nivel al rezistenței de suprafață cuprinse între $10^2...10^3 \Omega$ pe fața 1 la depunerea peliculei A1, respectiv de $10^3 - 10^5$ pe fața pe care s-a depus pelicula pe bază de grafen.

Operația de realizare a materialului compozit constă în:

-depunerea pastei polimerice electroconductive A2 pe bază de microparticule metalice de cupru (A2), cu dimensiuni mai mici de 45 μm și soluție de alcool polivinilic (PVA) prin procedeul raclării pe fața 1 a țesăturii A1, urmată de reticulare controlată utilizând un sistem de încălzire pe bază de rezistențe electrice, la o temperatură de 150...170 °C, timp de 2...5 minute.

-depunerea pastei polimerice pe bază de filamente de grafen (A3) pe fața 1 a țesăturii A1 prin printare 3D la 230...240° C.

Obținerea peliculei electroconductive din pasta polimerică A2 cu conținut de microparticule de cupru prezentată în figura 1, deci formarea structurii tridimensionale pe suprafața textilă, se realizează prin reticulare la temperaturi de 150...170 °C, timp de 2...5

minute, prin convecție, de preferință utilizând un sistem de încălzire cu aer cald pe bază de rezistențe electrice.

Obținerea peliculei electroconductive din filamente 3D grafen (A3) prezentată în figura 2 se realizează prin printare digitală 3D, utilizând tehnologia extruderii termoplastice la temperatura de 230...240 °C conform figurii 3.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- prin procedeele de peliculizare prin raclare directă și printare digitală 3D utilizate se pot obține electrozi flexibili de suprafață pentru senzori flexibili sau ecrane electromagnetice;
- datorită reticulării termice, suprafața electroconectivă realizată se fixează pe țesătură și permite obținerea de electrozi textili cu rezistența de suprafață având valori cuprinse între 10^2 ... $10^3 \Omega$.
- datorită peliculei polimerice A2 pe bază de alcool polivinilic cu conținut de microparticule de cupru (Cu), suprafața textilă devine electroconectivă după reticularea la temperatura de 150...170 °C timp de 2..5 minute.
- datorită dopării cu microparticule de cupru cu dimensiuni $< 45 \mu\text{m}$, materialul compozit poate fi utilizat la realizarea unor electrozi de suprafață pentru senzori flexibili sau a unor ecrane pentru atenuare electromagnetică.
- datorită peliculei polimerice A2 pe bază de Cu cu rezistența electrică de suprafață între 1×10^3 - $1,1 \times 10^3 \Omega$ depusă prin raclare pe fața 1 a țesăturii A1 și a peliculei polimerice depuse prin printare digitală 3D pe bază de filamente grafen cu rezistența electrică de suprafață între 10^3 ... $10^4 \Omega$, se obține un compozit stratificat cu variații ale rezistenței de suprafață.

Caracterul de noutate al invenției constă în aceea că, pelicula polimerică A2 obținută în principal din alcool polivinilic și microparticule de Cu este uniformă, hidrofilă, aderentă la suprafața țesăturii și reticuleaza la 150-170 °C după 2...5 minute, prezentând valori ale rezistenței electrice de suprafață reduse ($10^3 \Omega$), caracteristice conductorilor electrici.

De asemenea, caracterul de noutate constă și în utilizarea pentru realizarea materialului compozit a peliculizării prin raclare directă pe suprafața țesăturii A1 și a tehnicii de printare digitală 3D prin extruderea termoplastică a filamentelor de grafen țesătura A1, după depunerea peliculei A2.

REVEDICĂRI

1. Material compozit 3D cu suport textil pe bază de Cu și filamente de grafen, **caracterizat prin aceea că**, este constituit dintr-un suport (A1) textil realizat 100% din bumbac, o peliculă (A2) polimerică aderentă de alcool polivinilic pe bază de microparticule de Cu cu dimensiuni $< 45 \mu\text{m}$ și o peliculă (A3) polimerică pe bază de filamente de grafen.
2. Compoziția pastei polimerice A2, **conform revedindicării 1, se caracterizează prin aceea că** este obținută dintr-o soluție de alcool polivinilic de concentrație 10...18%, 20...15% microparticule metalice de Cu.
3. Compoziția peliculei de grafen (A3), **conform revendicării 1, se caracterizează prin aceea că** are în compoziție filamente 3D printate digital 3D la temperatura de 230...240 °C.
4. Procedul de obținere a materialului compozit cu suport textil, **caracterizat prin aceea că**, are următoarele etape: a) se realizează suportul (A1) textil prin țesere pe mașini de țesut convenționale și are în urzeală fire cu densitatea de lungime 50x2 tex din 100% fibre de bumbac și în bătătură fire cu densitatea de lungime 50x3 tex, din 100% fibre de bumbac, cu desimea în urzeală 270...290 fire/10 cm, iar în batură 70...90 fire/10 cm, cu legătura pânză. Masa pe unitatea de suprafață a țesăturii A1 este cuprinsă între 410 și 420g/m², b) se prepară o pastă polimerică prin amestecarea cu un agitator mecanic timp de timp de 3...5 minute a următoarelor componente: microparticule de cupru, soluție de alcool polivinilic pe bază de apă distilată, amestecată magnetic timp de 30...40 minute la temperatura de 80...90° C, c) compozitul textil este funcționalizat prin aplicarea pastei polimerice electroconductive A2 pe o față a țesăturii A1, având compoziția **conform revendicării 2**, prin procedeul peliculizării prin raclare pe una din suprafețe și reticulare controlată, utilizând un sistem de încălzire pe bază de rezistențe electrice, la temperatura de 150...170 °C, timp de 2...5 minute, ulterior pregătirii, constând în fierbere-albire, clătiri successive, d) compozitul textil este funcționalizat prin aplicarea pe față 1 a țesăturii A1 a peliculei polimerice A3 **conform revendicării 3**.

FIGURI

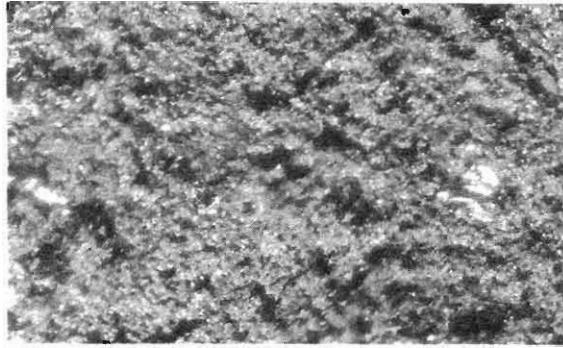


Figura 1. Compozit funcționalizat prin depunere de pastă polimerică A2, pe bază de cupru, pe suportul textil A1. Analiza suprafeței prin microscopie optică

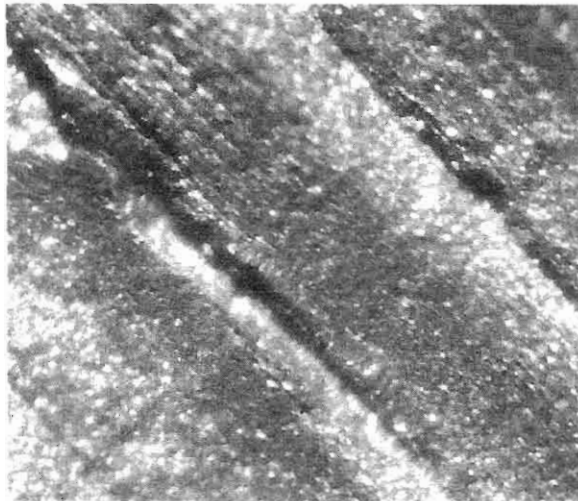


Figura 2. Compozit funcționalizat prin depunere de pelicula polimerică 3D pe bază de filamente de grafen A3. Analiza suprafeței prin microscopie optică

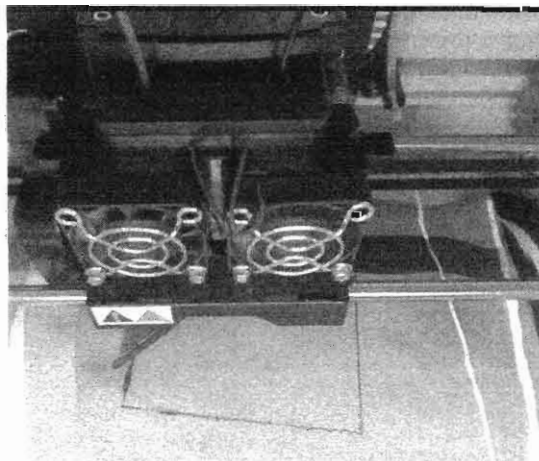


Figura 3. Funcționalizarea suprafeței textile A1 prin printare digitală 3D cu filamente de grafen A2