



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00858**

(22) Data de depozit: **04/12/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/06/2021 BOPI nr. **6/2021**

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

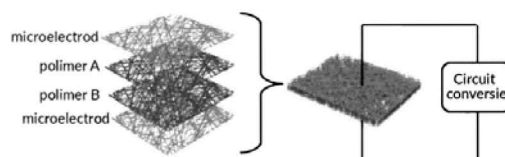
(72) Inventatori:
• **EVANGHELIDIS ALEXANDRU,
CALEA VITAN NR.211, BL.30, AP.22, ET.1,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ENCULESCU IONUȚ MARIUS,
STR. DESPINA DOAMNA, NR.20,
CURTEA DE ARGEȘ, AG, RO;**
• **MATEI ELENA, STR.FIZICIENILOR NR.21,
BL.M 1, AP.1, MĂGURELE, IF, RO;**
• **DOBRESCU GABRIEL,
STR.FIZICIENILOR NR.5, BL.6, SC.2,
AP.20, MĂGURELE, IF, RO**

(54) **DISPOZITIV TRIBOELECTRIC BAZAT PE MATERIALE
FIBRILARE MULTI-STRAT ȘI ELECTROZI FLEXIBILI
OBȚINUȚI PRIN ELECTROFILARE, PENTRU GENERAREA
DE ENERGIE ELECTRICĂ DIN FLUXURI DE AER**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv triboelectric pentru generarea de energie din fluxuri de aer, precum și la un procedeu de realizare a acestuia. Dispozitivul, conform invenției, este alcătuit din unul sau mai multe elemente triboelectrice având microelectrozi conectați electric în serie sau în paralel la un circuit electronic de conversie a semnalului electric generat în energie electrică sau semnal digital, în care elementul triboelectric este format din două structuri bi-strat fixate la o distanță la care nu au contact fizic într-un suport rigid deschis, permițând circulația unui flux de aer, fiecare structură bi-strat incluzând un microelectrod creat prin electrofilare și acoperire cu un strat metalic de minim 100 nm și un strat de fibre polimerice electrofilate direct pe acest microelectrod.

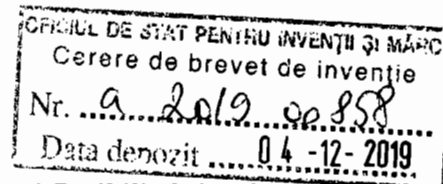
Revendicări: 4
Figuri: 1



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).



DESCRIEREA BREVETULUI DE INVENTIE



Titlu:

Dispozitiv triboelectric bazat pe materiale fibrilare multi-strat și electrozi flexibili obținuți prin electrofilare, pentru generarea de energie electrică din fluxuri de aer

Elaborat de:

Evangelidis Alexandru, Enculescu Ionut Marius, Matei Elena, Dobrescu Gabriel

Prezenta invenție descrie un dispozitiv triboelectric bazat pe materiale fibrilare multi-strat și electrozi flexibili obținuți prin electrofilare, și procedeul de obținere al acestuia.

Efectul triboelectric este fenomenul prin care două materiale diferite capătă o încărcare electrostatică superficială datorită separării sarcinilor în urma contactului mecanic dintre ele. Deși în multe aplicații este un efect nedorit care trebuie suprimat, acesta a căpătat noi utilități în contextul istoric global al renunțării la sursele de energie neregenerabile și poluante. Paradigma dispozitivelor "energy harvesting" presupune colectarea energiei pierdute în mediul ambiental în urma proceselor naturale sau tehnologice utile, și reutilizarea acestuia în procese mai puțin consumatoare. Deoarece triboelectricizarea presupune un contact mecanic, dispozitivele triboelectrice generatoare sunt de obicei folosite pentru a recupera o parte din energia mecanică a proceselor de mișcare, ale corpului uman sau întâlnite în natură [Wang, Z. L. Triboelectric nanogenerators as new energy technology for self-powered systems and as active mechanical and chemical sensors. ACS Nano 7, 9533–9557 (2013)]. Fiind un proces preponderent de suprafață, este necesară microstructurarea materialelor care generează sarcinile, astfel încât să se obțină o suprafață activă foarte mare și un randament utilizabil în aplicații practice.

Una dintre metodele prin care a fost realizată microstructurarea din generatoarele triboelectrice menționate în literatură este electrofilarea, o tehnică de fabricare a straturilor de fibre polimerice cu diametre micrometrice și submicrometrice [Yu, B., Yu, H., Wang, H., Zhang, Q. & Zhu, M. High-power triboelectric nanogenerator prepared from electrospun mats with spongy parenchyma-like structure. Nano Energy 34, 69–75 (2017); Li, Z., Zhu, M., Qiu, Q., Yu, J. & Ding, B. Multilayered fiber-based triboelectric nanogenerator with high performance for biomechanical energy harvesting. Nano Energy 53, 726–733 (2018)]. Astfel de straturi de fibre oferă un raport suprafață-volum foarte mare, dar și flexibilitatea necesară funcționării unui generator triboelectric, în timp ce eficiența metodei electrofilării indică un potențial crescut pentru implementare la scară industrială. În momentul redactării acestei cereri nu au fost identificate în literatură dispozitive create



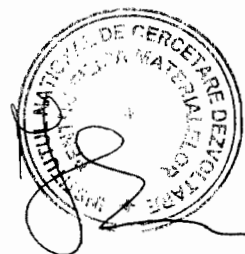
strict din materiale fibroase submicrometrice sau care folosesc microelectrozi fibrilari, în general electrozii utilizați fiind folii metalice. De asemenea, în ce privește colectarea energiei generate prin triboelectricarea cauzată de fluxuri de aer, dispozitivele găsite în literatură fie folosesc fluxuri de particule de apă încărcate electrostatic [Djairam, D., Hubacz, A. N., Morshuis, P. H. F., Marijnisen, J. C. M. & Smit, J. J. The development of an electrostatic wind energy converter (EWICON) in 2005 International Conference on Future Power Systems 4 pp.-4 (2005)] doi:10.1109/FPS.2005.204208], fie transformă mai întâi energia vântului în energie mecanică, care apoi este folosită pentru triboelectricare [Chen, B., Yang, Y. & Wang, Z. L. Scavenging Wind Energy by Triboelectric Nanogenerators. Adv. Energy Mater. 8, 1–13, 2018].

Soluția descrisă în prezenta cerere reprezintă un dispozitiv generator triboelectric care poate fi utilizat ca sursă de energie sau senzor de mișcare, împreună cu procedeul de fabricare al acestuia. Dispozitivul este alcătuit din două sau mai multe sub-ansambluri create dintr-un microelectrod realizat prin electrofilare și metalizare și un strat de fibre polimerice electrofilate pe acel microelectrod. Două astfel de sub-ansambluri, folosind fibre polimerice din aceleași material sau din materiale diferite, alcătuiesc un element triboelectric când sunt poziționate la o distanță mică unul de celălalt. Unul sau mai multe astfel de elemente triboelectrice sunt fixate într-un suport rigid iar microelectrozii sunt conectați la un circuit de conversie. În funcție de aplicația vizată, generare de energie sau senzor, circuitul de conversie are rolul de a transforma semnalul electric primit de la dispozitiv în curent continuu sau în date digitale. Un avantaj al acestei soluții este că, spre deosebire de stadiul actual al tehnicii, poate genera un semnal electric doar din fluxul de aer, fără a implica o mișcare mecanică sau materiale suplimentare (e.g. apă pulverizată) pentru acumularea de sarcini electrice pe suprafață. Un alt avantaj este oferit de electrofilarea materialului polimeric direct pe microelectrozii fibrilari, ceea ce asigură un contact foarte bun și o colectare eficientă a sarcinilor generate. De asemenea, utilizarea materialelor sub forma electrofilată asigură un raport cât mai mare între suprafață și volum, ceea ce înseamnă că un număr mare de elemente triboelectrice pot fi integrate într-un dispozitiv cu dimensiuni reduse, crescându-i randamentul. Nu în ultimul rând, tehnicile folosite în fabricarea dispozitivului au costuri reduse și permit o scalare facilă la nivel industrial.

În continuare se prezintă un exemplu ilustrativ al invenției. Procedeul de obținere începe cu electrofilarea substratului polimeric al microelectrozilor fibrilari, dintr-o soluție de poli(metacrilat de metil) (PMMA) în dimetilformamidă (DMF), cu concentrația de 10% masă/volum, folosind ca parametri de proces o tensiune de 15 kV, distanța spinareță-colector de 20 cm, debit de alimentare de 0.5 ml/hr și o durată de colectare de 10 minute. Electrofilarea se face pe un cadru pătrat cu latura de 3 cm realizat din fir de cupru cu diametrul de 1.5 mm. După colectarea fibrelor, acestea sunt acoperite printr-un proces de depunere fizică a straturilor subțiri, precum pulverizarea catodică cu magnetron sau evaporarea termică în vid, cu un strat de minim 100 nm de metal, astfel obținându-se



microelectrozii. Aceștia sunt apoi folosiți pentru colectarea fibrelor din materialul polimeric ales pentru triboelectricare, e.g. polistiren electrofilat din soluție tetrahidrofuran (THF)/DMF 4:1, cu concentrația de 25%, cu parametrii de proces 20 kV, 15 cm, 0.25 ml/hr și durată de colectare 60 minute. Acest material este ales ținând cont de poziția sa pe scara triboelectricării relativ la aer, care are tendința să se încarce cu sarcini pozitive. Procesul este repetat pentru a obține cel puțin încă un astfel de element triboelectric (Figura 1), care apoi este fixat la o distanță de 2 mm de celălalt element, cu fețele acoperite de polimer paralele, folosind un suport rigid realizat dintr-un material izolator. Microelectrozii celor două elemente sunt apoi conectați adecvat la circuitul de conversie, e.g. la bornele de alternanțe ale unei punți de rectificare, care mai departe este conectată la un condensator pentru acumularea energiei colectate. În cazul în care este folosit un singur tip de material pentru triboelectricare, una din alternanțe este conectată la pământ. Circularea unui flux de aer între cele două elemente triboelectrice va duce la încărcarea electrostatică diferențiată a acestora, ceea ce va crea o diferență de potențial între cei doi microelectrozi. Conectarea a mai multor elemente triboelectrice în serie sau paralel va crește suprafața și implicit puterea totală generată de dispozitiv.



Revendicări

1. Structură bi-strat caracterizată prin aceea că este alcătuită dintr-un microelectrod creat prin electrofilare și acoperire cu un strat metalic de minimum 100 nm și un strat de fibre polimerice electrofilate direct peste acest microelectrod.
2. Element triboelectric caracterizată prin aceea că este alcătuit din două structuri bi-strat descrise în Revendicarea 1, fixate la o distanță la care nu au contact fizic într-un suport rigid deschis care permite circularea unui flux de aer.
3. Dispozitiv triboelectric utilizabil pentru generarea de energie electrică sau ca senzor în flux de aer caracterizat prin aceea că este alcătuit din unul sau mai multe elemente triboelectrice descrise în Revendicarea 2, ale căror microelectrozi sunt conectați electric în serie sau în paralel la un circuit electronic de conversie a semnalului electric generat în energie electrică sau semnal digital.
4. Procedeu de obținere al dispozitivului triboelectric descris în Revendicarea 3 prin electrofilarea unui strat polimeric pe un cadru conductor, metalizarea aceluși strat, utilizarea microelectrodului creat pentru a colecta un strat de fibre polimerice electrofilate și a crea o structură bi-strat, realizarea unui element triboelectric folosind două astfel de structuri bi-strat, fixarea unuia sau a mai multe astfel de elemente într-un suport rigid deschis și conectarea microelectrozilor la un circuit de conversie, procedeu caracterizat prin aceea că materialul polimeric supus triboelectricării este electrofilat direct pe microelectrodul de colecție, ceea ce îmbunătățește eficiența colectării sarcinilor generate.



FIGURI EXPLICATIVE PENTRU INVENTIE:

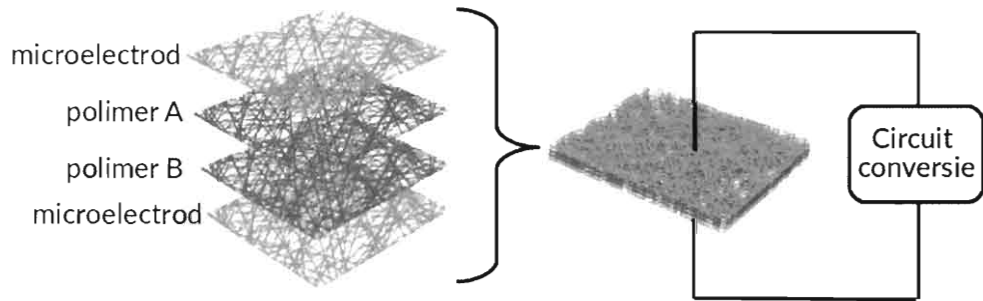


Figura 1: Schemă explicativă a structurii funcționale a unui element triboelectric.

