

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00127

(22) Data de depozit: 26/02/2018

(41) Data publicării cererii:  
29/06/2018 BOPI nr. 6/2018

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL DE CHIMIE  
MACROMOLECULARĂ "PETRU PONI"  
DIN IAȘI, ALEEA GRIGORE GHICA VODĂ  
NR.41 A, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:  
• BELE ADRIAN, STR.PROF.ION INCULEȚ  
NR.9, BL.678, SC.A, AP.13, IAȘI, IS, RO;

• CAZACU MARIA, STR.SĂRĂRIE NR.6,  
BL.6, SC.B, ET.II, AP.6, IAȘI, IS, RO;  
• NEAGU MARIAN, STR.TĂBĂCARI NR.24,  
SAT TÂRGU OCNA, BC, RO;  
• POPESCU MIRCEA, STR. CIURCHI  
NR. 123, BL. E3, SC. C, ET. 1, AP. 2, IAȘI,  
IS, RO;  
• RACLEȘ CARMENUȘ, STR.MOLIDULUI  
NR.15B, SAT REDIU, COMUNA REDIU, IS,  
RO;  
• IOANID GHIOCEL EMIL, STR. SĂRĂRIEI  
NR. 43, IAȘI, IS, RO

(54) **INSTALAȚIE MODULARĂ ȘI PROCEDEU  
PENTRU OBTINEREA GENERATOARELOR  
POLIMERICE STRATIFICATE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație modulară automatizată, care asigură obținerea generatoarelor de curent continuu, realizate din materiale polimerice siliconice, fotoreticulabile, destinate convertirii energiei mecanice, provenită din alungirea elastică, direct în energie electrică, și la un procedeu de obținere a acestora. Instalația conform invenției este constituită dintr-un suport (A) pe care sunt dispuse mai multe blocuri (B, C, D, E și F) funcționale interconectate, două module (G și H) tehnologice, blocul (B) fiind utilizat pentru ridicare/coborâre, blocul (C) - pentru depunerea electrodului și tratamentul de suprafață al acestuia, blocul (D) - pentru fotoreticularea straturilor depuse, blocul (E) care cuprinde dozatorul (29) - pentru pomparea soluției (30) de polimer pe un disc (40), și blocul (F), care se poate deplasa în plan orizontal cu ajutorul unor glisieri (7) metalice acționate de un motor (8) electric pas cu pas, fiind utilizat pentru depuneri, și cuprinde un disc (40) rotativ cu diametrul de 12 cm, rotit cu o turație care variază în intervalul 10...1200 rot/min. Procedeu conform invenției, utilizând instalația integral automatizată, constă în turnarea filmelor siliconice succesive, de dimensiuni variabile și controlate, stabilizarea acestora prin fotoreticulare, și obținerea generatoarelor polimerice stratificate, cu diametre cuprinse în intervalul 7...10 cm, prin alternarea de filme dielectrice și de electrod flexibile, având la bază aceeași matrice polimerică ce prezintă compliantă ridicată prin corectularea filmelor (3) dielectrice active, și filmelor (4 și 5) de electrod, astfel încât să reziste la cicluri repetate de întindere de până la 200% fără să se desprindă.

Revendicări: 6  
Figuri: 3

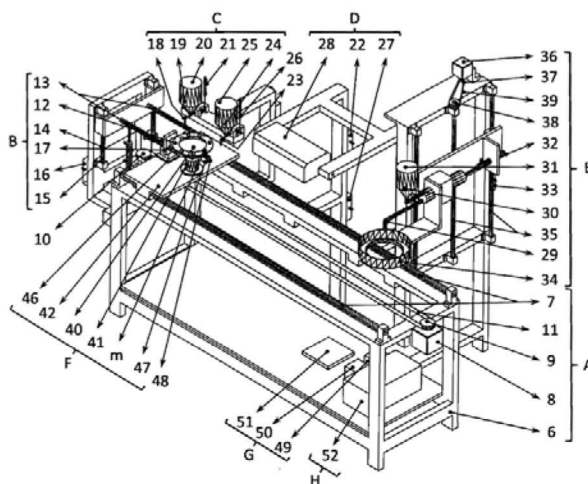
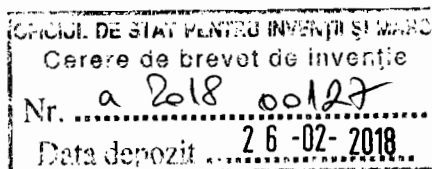


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, 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).



12



### Instalație modulară și procedeu pentru obținerea generatoarelor polimerice stratificate

Invenția se referă la o instalație automatizată care asigură obținerea generatoarelor de curent continuu realizate din materiale polimerice siliconice fotoreticulabile destinate convertirii energiei mecanice, provenite din alungirea elastică, direct în energie electrică.

Cauciucurile siliconice pot fi utilizate ca strat activ dielectric atât în fabricarea actuatorilor, convertind energia electrică în lucru mecanic, cât și în recoltare de energie, convertind energia mecanică din mediul ambiant (vânt, val sau mișcarea umană) direct în energie electrică, datorită comportării capacitive a sistemului [1]. Un astfel de generator sau actuator este format, în general din niște straturi de polimer protectoare și un strat activ dielectric care are pe ambele părți electrozi complianți, constituind un capacitor variabil [2].

Instalația deja cunoscută [3] este special concepută pentru obținerea actuatorilor de dimensiuni mici. Procesul de fabricație este automatizat și permite obținerea de până la 200 de straturi active dielectrice de cauciuc siliconic, un singur strat fiind obținut în 5 minute cu o grosime de 25 μm. Instalația descrisă în literatură cuprinde, în principal, trei etape care se pot repeta pentru a obține mai multe straturi active dielectrice de cauciuc siliconic.

În prima etapă are loc dozarea a două componente lichide, ce constituie sistemul de reticulare pentru obținerea straturilor active dielectrice de cauciuc siliconic, amestecarea lor și centrifugarea amestecului final cu ajutorul unui disc rotativ.

În etapa a doua are loc reticularea stratului subțire de amestec lichid, printr-o reacție de hidrosililare catalizată de un component pe bază de platină, obținut în etapa precedentă prin încălzirea acestuia la peste 100 °C timp de câteva minute. Utilizarea catalizatorului pe bază de platină constituie un adaos la costul final al produsului.

În etapa a treia are loc pulverizarea electrodului de grafit peste o mască, rezultând un strat uniform și fără aglomerate cu o grosime de 5 μm. Particulele conductive, precum cele pe bază de carbon, se pot folosi cu succes în cazul fabricării actuatorilor. La generatoarele polimerice sunt necesare alungiri mari, deci electrozii flexibili trebuie să-și mențină conductivitatea la peste 200 % alungire [4].

*Amare*



*Handwritten signature and notes, including 'Lico' and 'Lico'.*

Instalația descrisă în literatură prezintă dezavatajul unei amestecări neomogene a componentelor lichide.

Un alt dezavantaj al instalației îl reprezintă încălzirea excesivă cu consum mare de energie și timp îndelungat de execuție.

Utilizarea particulelor conductoare de grafit ca electrozi reprezintă un alt dezavantaj datorită pierderii conductivității la alungiri mari.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție este aceea ca elimină dezavantajele prezentate anterior oferind posibilitatea obținerii generatorilor dielectrici cu straturi active care reticulează la temperatura camerei utilizând un sistem monocomponent, fără catalizatori pe bază de platină, rezultând un proces tehnologic economic și rapid, oferind o complianță ridicată între stratul activ dielectric și cele două straturi de electrozi.

Instalația de obținere a generatoarelor polimerice stratificate conform invenției menționate, este alcătuită dintr-un suport metalic pe care sunt poziționate patru blocuri fixe și unul mobil interconectate cu două module tehnologice, blocul mobil efectuând o mișcare succesivă în plan orizontal cu oprire pre-stabilită în dreptul blocurilor fixe pentru depunerea stratului activ din cauciuc siliconic, a electrozilor de pe ambele fețe ale stratului activ cât și a straturilor de protecție a ansamblului rezultat, toate elementele generatorului fiind fotoreticulate după depunere cu ajutorul unei lămpi UV.

Instalația modulară și procedeul pentru obținerea generatoarelor polimerice stratificate prezintă următoarele avantaje:

- Realizarea generatoarelor polimerice cu unul sau mai multe straturi active de diferite grosimi;
- Obținerea generatoarelor polimerice cu diverse diametre;
- Permite variația grosimii electrozilor;
- Se pot alterna conexiunile electrozilor;
- Instalația este fiabilă, are o construcție simplă și robustă;
- Nu necesita personal calificat;
- Permite programarea și automatizarea funcționării;
- Instalația se poate controla de la distanță.

În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției cu referire la figurile 1 - 3, care reprezintă:



*[Handwritten signature and notes]*

*[Handwritten signature]*

- **fig. 1**, reprezentarea în perspectivă cu secționarea elementelor de interes a unui generator polimeric;
- **fig. 2**, schema în perspectivă a instalației modulare pentru obținerea generatoarelor polimerice;
- **fig. 3**, vedere în perspectivă a unor elemente de interes aparținând instalației;

Un generator polimeric este alcătuit din niște straturi protectoare **1, 2** din polimer siliconic, care acoperă un strat activ **3** din cauciuc siliconic, prevăzut pe ambele părți cu niște electrozi **4, 5** din cauciuc conductor pe bază de silicon și pulbere conductoare. Electrozii au conexiuni  $\alpha$  și  $\beta$ , diametral opuse.

Instalația modulară pentru obținerea generatoarelor polimerice stratificate este compusă dintr-un **suport A** realizat din profile **6** metalice pe care sunt dispuse mai multe blocuri funcționale **B, C, D, E, F** și niște module tehnologice **G și H** interconectate. Niște glisiere **7** metalice permit culisarea unui **bloc F** pentru depuneri acționat în plan orizontal, într-o mișcare stânga-dreapta, de un motor electric pas cu pas **8** care antrenează niște roți dințate **9, 10** și o curea de transmisie **11**. Acționarea motorului pas cu pas **8** se face de un driver **49** dintr-un **bloc G** de comandă.

Un **bloc B** de ridicare/coborâre permite unei maști circulare **12** din inox prevăzută cu niște magneți permanenți **m**, poziționată pe niște tije **13** metalice, ridicarea sau coborârea acesteia cu ajutorul unor glisiere **14** acționate de un piston pneumatic **15** comandat de o electrovalvă **16**. Poziționarea măștii circulare **12** în procesul tehnologic se realizează cu un senzor fotoelectric de poziție **17** fixat pe tija **13** metalică.

Depunerea electrozilor **4, 5** și tratamentul de suprafață al acestora se face cu un **bloc C** alcătuit dintr-un pistol **18** metalic pentru pulverizarea unei soluții de electrod **19**, dintr-un recipient **20** care este acționat de un piston pneumatic **21** comandat de o electrovalvă **22** și un alt pistol **23** metalic pentru pulverizarea unei soluții de agent de acoperire **24** dintr-un recipient **25** care este acționat de un piston pneumatic **26** comandat de o electrovalvă **27**.

Fotoreticularea straturilor depuse **1 - 5** se realizează cu un **bloc D** ce cuprinde o lampă UV-A **28** cu lungimi de undă în domeniul 320 - 400 nm și o putere electrică de 400 W. Lampa UV-A **28** este utilizată atât pentru reticularea soluției de electrod **19** cât și a unei soluții de polimer **30** necesară obținerii straturilor active dielectrice **3** cât și a straturilor de protecție **1 și 2**.



Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature at the top and several smaller initials below it.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Mucel".

Dozarea cantității de polimer necesară obținerii straturilor de protecție 1, 2, cât și cea necesară stratului activ 3, se face de către elementele unui **bloc E** de dozare ce cuprinde un dozator 29 pentru pomparea unei soluții de polimer 30 dintr-un recipient 31 cu ajutorul unui piston pneumatic 32 alimentat de o electrovalvă 33. În timpul procesului tehnologic elementele de dozare 29, 30, 31, 32 și un recuperator 34 pentru soluția de polimer 30 sunt urcate sau coborâte pe niște glisiere 35 metalice cu ajutorul unui motor electric pas cu pas 36 care acționează niște roți dințate 37, 38 și o curea de transmisie 39, fiind comandat de un driver 50 situat în **blocul G**.

**Blocul F**, care fixat pe glisierele 7 metalice, permite obținerea generatoarelor polimerice pe un disc rotativ 40 fixat de o madrină 41 pe o placă suport 42. Madrina 41 învârte discul rotativ 40 cu ajutorul unei curele de transmisie 43 acționată de niște roți dințate 44, 45 și un motor electric pas cu pas 46 comandat de un driver 49. În procesul tehnologic, cu ajutorul unor senzori fotoelectrici de poziție 47 și 48 se alternează poziția discului rotativ 40 în două poziții diametral opuse,  $\alpha$  și  $\beta$ , pentru obținerea contactelor electrozilor 4 și 5.

Instalația are în componență niște module tehnologice, **G** și **H**, ce asigură alimentarea cu tensiune electrică a unei plăci soft 51, a driverelor 49, 50, a electrovalvelor 16, 22, 27, 33 cât și a lămpii UV-A 28. **Modulul H** cuprinde un compresor 52 care asigură o presiune constantă în instalație de 4 bari necesară funcționării pistoanelor pneumatice 15, 21, 26, 32.

În continuare se prezintă un exemplu de obținere a unui generator cu unul sau mai multe straturi active dielectrice 3.

Pentru **prima etapă** a procesului tehnologic, depunerea și reticularea stratului protector 1 al generatorului, se poziționează **blocul F** în dreptul **blocului C**, unde are loc depunerea soluției de agent de acoperire 24 pe discul rotativ 40 prin spreierea acestuia cu ajutorul pistolului 23 concomitent cu rotirea acestuia la o turație de 30 rot/min timp de 5 secunde. În pasul următor, **blocul F** trece în dreptul **blocului E** unde are loc coborârea elementelor de dozare 29, 30, 31, 32, 34, și pomparea unei cantități de 5 g de soluție de polimer fotoreticulabil 30 prin dozatorul 29, și centrifugarea acesteia prin rotirea discului rotativ 40, la o turație de 1200 rot/min timp de 10 secunde, în scopul obținerii unui strat de soluție de polimer fotoreticulabil 30. După centrifugare se ridică elementele de dozare, **blocul F** trecând în dreptul **blocului D** unde are loc rotirea discului rotativ 40, la o turație de 30 rot/min timp de 5 secunde, concomitent cu iradierea stratului



subțire de soluție de polimer fotoreticulabil **30** de pe discul rotativ **40** de către lampa UV-A **28** cu scopul reticulării acesteia.

A doua etapă a procesului tehnologic constă în depunerea și reticularea electrodului **4**. Astfel, **blocul F** este adus în dreptul **blocului B** concomitent cu ridicarea măștii circulare **12** cu ajutorul tijelor metalice **13**. După oprirea discului **40** în poziția  $\alpha$ , are loc coborârea măștii circulare **12** urmând ca soluția de electrod **19** să fie pulverizată prin spreiere cu pistolul **18** timp de 5 secunde la o presiune de 3 bari, în timp ce discul **40** se rotește cu 200 rot/min timp de 5 secunde. În timpul rotirii, masca **12** este fixată pe discul **40** cu ajutorul magneți permanenților **m**. După pulverizarea soluției de electrod **19** are loc poziționarea discului rotativ **40** și a măștii circulare **12** în poziția  $\alpha$ . Oprirea și poziționarea menționată se realizează cu ajutorul unui senzor de pozitie **17**. După poziționare, masca circulară **12** este ridicată. După depunerea soluției de electrod **19**, **blocul F** trece în dreptul **blocului D** unde are loc rotirea discului rotativ **40**, la o turație de 30 rot/min timp de 5 secunde, concomitent cu iradierea stratului subțire de soluție de electrod **19** de pe discul rotativ **40** de către lampa UV-A **28**, rezultând electrodul **4**.

În etapa a treia a procesului tehnologic, care constă în depunerea și reticularea stratului activ dielectric **3**, **blocul F** trece în dreptul **blocului C** unde are loc acoperirea cu un agent de acoperire **24** prin spreierea acestuia cu ajutorul pistolului **23** concomitent cu rotirea discului rotativ **40**, la o turație de 30 rot/min timp de 5 secunde. După acoperire, are loc deplasarea **blocului F** în dreptul **blocului E** unde are loc dozarea a 5 g de soluție de polimer fotoreticulabil **30** și centrifugarea acestei cantități prin învârtirea discului rotativ **40** la o turație de 1200 rot/min timp de 10 secunde pentru obținerea unui strat de soluție de polimer fotoreticulabil **30**. Ulterior, **blocul F** trece în dreptul **blocului D** unde are loc rotirea discului rotativ **40**, la o turație de 30 rot/min timp de 5 secunde, concomitent cu iradierea stratului de soluție de polimer fotoreticulabil **30** de pe discul rotativ **40** de către lampa UV-A **28** cu scopul de a reticula soluția de polimer, rezultând stratul activ dielectric **3**.

Etapa a patra se constituie prin repetarea etapei a doua pentru obținerea electrodului **5** și diferă prin aceea că poziționarea discului **40** și a măștii circulare **12** are loc în poziția  $\beta$ .

Etapele a doua, a treia și a patra se pot repeta în procesul tehnologic pentru obținerea alternantă a straturilor active dielectrice **3** cu cele de electrod **4** și **5**.

În etapa finală a procesului tehnologic, se repetă etapa întâi pentru obținerea stratului protector **2** al generatorului.



1

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

- [1] S. Chiba, M. Waki, T. Wada, Y. Hirakawa, K. Masuda, T. Ikoma, Consistent ocean wave energy harvesting using electroactive polymer (dielectric elastomer) artificial muscle generators, *Appl. Energy*. 104 (2013) 497–502. doi:10.1016/j.apenergy.2012.10.052.
- [2] J. Biggs, K. Danielmeier, J. Hitzbleck, J. Krause, T. Kridl, S. Nowak, E. Orselli, X. Quan, D. Schapeler, W. Sutherland, J. Wagner, Electroactive polymers: Developments of and perspectives for dielectric elastomers, *Angew. Chemie - Int. Ed.* 52 (2013) 9409–9421. doi:10.1002/anie.201301918.
- [3] P. Lotz, M. Matysek, H.F. Schlaak, Fabrication and application of miniaturized dielectric elastomer stack actuators, *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*. 16 (2011) 58–66. doi:10.1109/TMECH.2010.2090164.
- [4] S. Rosset, H.R. Shea, Flexible and stretchable electrodes for dielectric elastomer actuators, *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.* 110 (2013) 281–307. doi:10.1007/s00339-012-7402-8.



## REVENDICĂRI

1. Instalație modulară și procedeu pentru obținerea generatoarelor polimerice stratificate compusă dintr-un suport (A) metalic pe care sunt fixate blocurile funcționale (B - F), două module tehnologice (G) (H), glisierile (7) metalice ce permit deplasarea blocului (F) în plan orizontal, acționat de motorul electric pas cu pas (8) care antrenează cureaua de transmisie (11) prin intermediul roților dințate (9, 10), blocul (B) pentru ridicare/coborâre care cuprinde masca circulară (12) din inox poziționată în procesul tehnologic cu un senzor fotoelectric de poziție (17), un bloc (C) pentru depunerea electrodului și tratamentul de suprafață al acestuia pe care sunt fixate două pistoale (18) (23) metalice utilizate pentru pulverizarea soluției de electrod (19) și a agentului de acoperire (24), un bloc (D) pentru fotoreticularea straturilor depuse alcătuit din lampa UV-A (28), un bloc (E) ce cuprinde dozatorul (29) pentru pomparea soluției de polimer (30) pe discul (40), **caracterizată prin aceea că**, în scopul obținerii automatizate a generatoarelor polimerice de curent electric continuu, cu diametrul cuprins între 7 - 10 cm, se utilizează blocul (F) pentru depuneri, alcătuit dintr-un disc rotativ (40) cu diametru de 12 cm rotit cu o turație variabilă de 10 - 1200 rot/min cu ajutorul unei madrine (41) fixată pe o placă suport (42) acționată de cureaua de transmisie (43), roțile dințate (44) (45) și motorul electric pas cu pas (46) comandat de modulul tehnologic (G), care se deplasează succesiv în plan orizontal în dreptul blocurilor funcționale (B - E) pe glisierile (7) metalice cu ajutorul curelei de transmisie (11) și roților dințate (9) (10) acționate de un motor pas cu pas (8), și permite obținerea alternantă a unui număr variabil de straturi active (3) cuprins între 1 și 100, cu grosimi între 50 - 1000  $\mu\text{m}$ , a electrozilor (4) (5) și a contactelor acestora în două poziții diametral opuse ( $\alpha$ ) ( $\beta$ ) cu ajutorul unor senzori fotoelectronici de poziție (47) (48) astfel încât după un ciclu complet de cinci etape se obține un generator polimeric cu un strat activ (3) prevăzut cu electrozi (4) (5) pe ambele fețe și două straturi de protecție (1) (2) care acoperă ansamblul strat activ - electrozi;
2. Instalația ca în revendicarea 1 **caracterizată prin aceea că**, pentru obținerea alternantă a electrozilor (4) (5), cu grosimi cuprinse între 10 și 100  $\mu\text{m}$ , se folosește o mască circulară (12)





metalică, cu diametru de 12 cm, prevăzută cu decupaj central și șase magneți permanenți (m) dispuși pe partea superioară cu rolul de a o fixa pe discul (40), care culisează în plan vertical pe glisierile (14) cu ajutorul unui piston pneumatic (15) comandat de electrovalva (16), poziționată după obținerea contactelor electrozilor (4) (5) diametral opus ( $\alpha$ ) ( $\beta$ ) cu ajutorul unui senzor fotoelectric (17) fixat pe tija (13) metalică;

3. Procedeu de obținere a generatoarelor polimerice ca în revendicările 1 și 2 **caracterizat prin aceea că**, pentru a obține un generator polimeric cu un singur strat activ (3), blocul (F) pentru depuneri efectuează o deplasare orizontală în cinci etape astfel încât se obține succesiv primul strat de protecție (1), electrodul (4), stratul activ dielectric (3), electrodul (5) și stratul de protecție (2).
4. Procedeu de obținere a straturilor de protecție (1) (2) ca în revendicările 1, 2 și 3 **caracterizat prin aceea că** blocul (F) se poziționează în dreptul blocului (C) unde are loc acoperirea discului (40) cu o soluție de agent de acoperire (24), după care este deplasat în dreptul blocului (E) unde o cantitate de soluție de polimer (30) de 1 - 25 g, compusă din polimerul siloxanic fotoreticulabil, cu mase moleculare cuprinse între 50000 - 450000 g/mol și cu un procent de grupe vinil cuprins între 1 - 100 %, agentul de reticulare care conține un procent de grupe tiol cuprins între 3 - 100 % și un fotoinițiator, trece prin dozatorul (29) și este centrifugată de discul (40) rezultând o peliculă de 50 până la 1000  $\mu\text{m}$  care este reticulată în dreptul blocului (D) pentru fotoreticulare de către lampa UV (28).
5. Procedeu de obținere a electrozilor (4) (5) ca în revendicările 1, 2, 3 și 4 **caracterizat prin aceea că** blocul (F) pentru depuneri se repositionează în dreptul blocului (C) unde se depune o soluție de electrod (19), care constă dintr-o soluție de polimer (30) cu un procent de particule conductoare cuprins între 1 - 100 % cu grosimi cuprinse între 10 și 100  $\mu\text{m}$ , prin pulverizarea acesteia de către pistolul (18) concomitent cu coborârea măștii (12) din blocul (B), rotirea discului (40) și reticularea acesteia în dreptul blocului (D) de către lampa UV (28), urmată de depunerea soluției de agent de acoperire (24) în dreptul blocului (C) prin acționarea pistolului (23).
6. Procedeu de obținere a stratului dielectric activ (3) ca în revendicările 1, 2, 3, 4 și 5 **caracterizat prin aceea că** blocul mobil (F) este deplasat în dreptul blocului (E) unde o cantitate de soluție de polimer (30) trece prin dozatorul (29), este centrifugată de discul (40) și reticulată în dreptul blocului (D) de lampa UV (28).



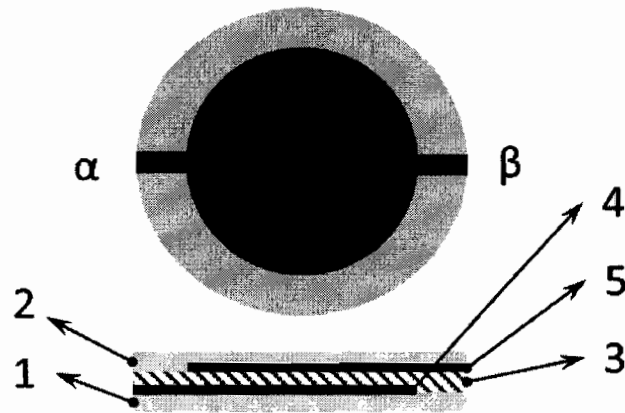


Fig 1.

*Handwritten signature*



*Handwritten signature and notes*

6

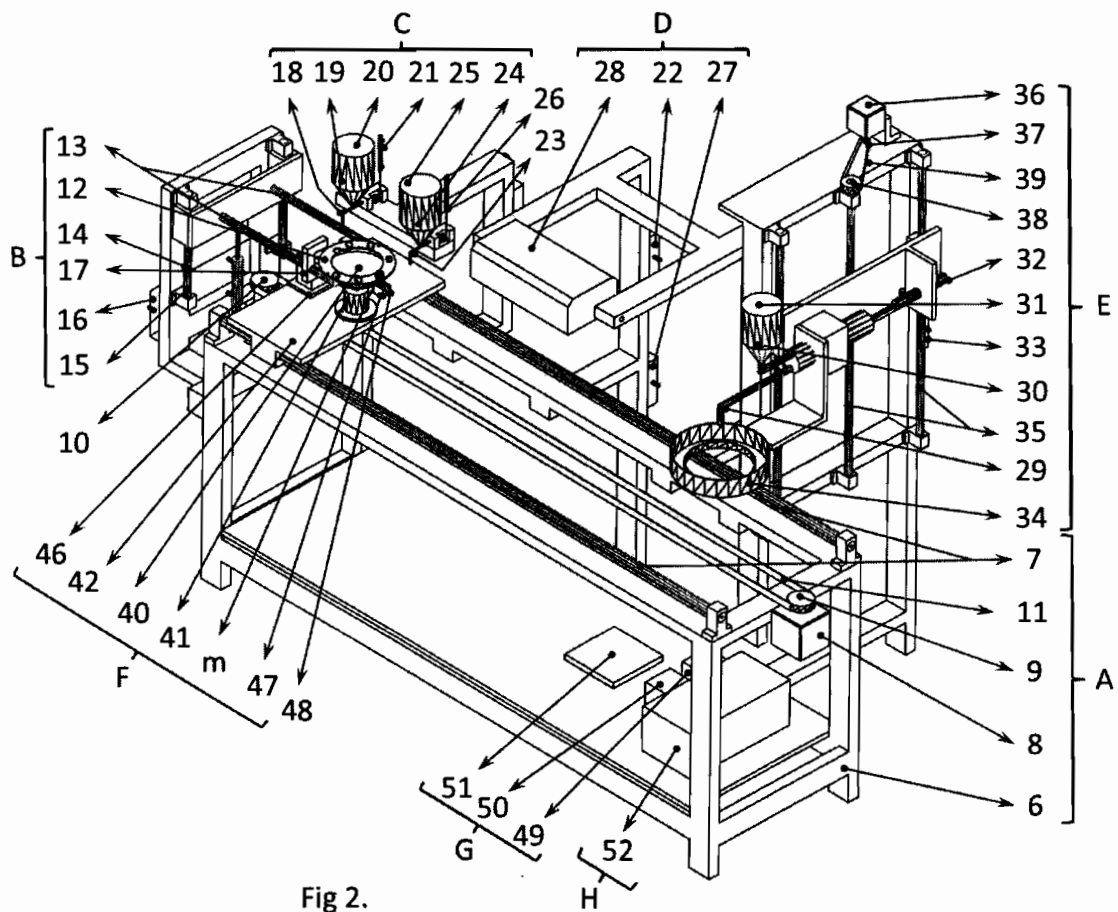


Fig 2.

*Handwritten signature*



*Handwritten signature and notes*

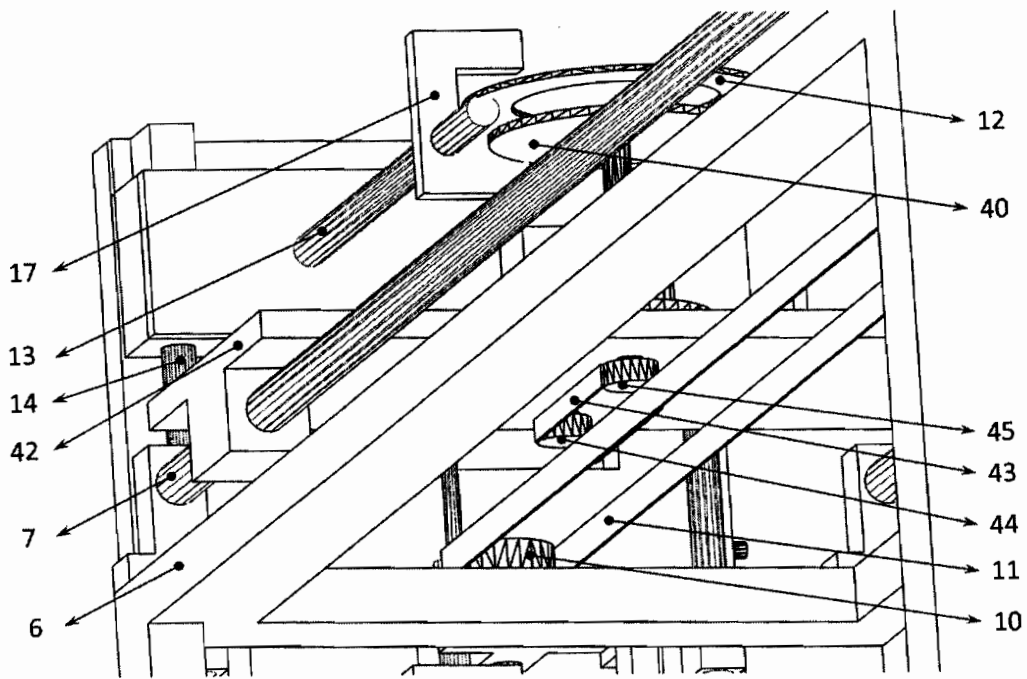


Fig 3.

*Signature*



*Signature*  
10/02/2018  
10/02/2018  
10/02/2018