



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00127

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: 30/03/2020 BOPI nr. 3/2020

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

(73) Titular:  
• 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, ET.3, 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

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
PETER LOTZ, MARC MATYSEK, AND  
HELMUT F. SCHLAAK, "FABRICATION  
AND APPLICATION OF MINIATURIZED  
DIELECTRIC ELASTOMER STACK  
ACTUATORS", IEEE/ASME  
TRANSACTIONS ON MECHATRONICS,  
NO. 1, VOL. 16, 2011; SAMUEL ROSSET,  
OLUWASEUN A. ARAROMI, SAMUEL  
SCHLATTER, HERBERT R. SHEA,  
"FABRICATION PROCESS OF  
SILICONE-BASED DIELECTRIC  
ELASTOMER ACTUATORS, VOL. 2, VIDEO  
ARTICLE, <https://www.jove.com/>, 2016

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



1           Invenția se referă la o instalație modulară și la un procedeu care asigură obținerea  
2 generatoarelor de curent continuu realizate din materiale polimerice siliconice fotoreticula-  
3 bile, destinate convertirii energiei mecanice, provenite din alungirea elastică, direct în energie  
4 electrică.

5           Cauciucurile siliconice pot fi utilizate ca strat activ dielectric atât în fabricarea  
6 actuatorilor, convertind energia electrică în lucru mecanic, cât și în recoltare de energie, con-  
7 vertind energia mecanică din mediul ambiant (vânt, val sau mișcarea umană) direct în ener-  
8 gie electrică, datorită comportării capacitive a sistemului [S. Chiba, M. Waki, T. Wada, Y.  
9 Hirakawa, K. Masuda, T. Ikoma, **Consistent ocean wave energy harvesting using  
10 electroactive polymer (dielectric elastomer) artificial muscle generators, Appl. Energy.**  
11 **104 (2013) 497-502. doi:10.1016/j.apenergy.2012.10.052**]. Un astfel de generator sau  
12 actuator este format, în general, din niște straturi de polimer protectoare și un strat activ  
13 dielectric care are pe ambele părți electrozi complianți, constituind un capacitor variabil [J.  
14 Biggs, K. Danielmeier, J. Hitzbleck, J. Krause, T. Kridl, S. Nowak, E. Orselli, X. Quan,  
15 D. Schapeler, W. Sutherland, J. Wagner, **Electroactive polymers: Developments of and  
16 perspectives for dielectric elastomers, Angew. Chemie - Int. Ed. 52 (2013) 9409-9421.**  
17 **doi:10.1002/anie.201301918**].

18           Instalația deja cunoscută [P. Lotz, M. Matysek, H.F. Schiaak, **Fabrication and  
19 application of miniaturized dielectric elastomer stack actuators, IEEE/ASME Trans.**  
20 **Mechatronics. 16 (2011) 58-66. doi: 10.1109/TMECH.2010.2090164**] este special con-  
21 cepută pentru obținerea actuatorilor de dimensiuni mici. Procesul de fabricație este automati-  
22 zat și permite obținerea de până la 200 de straturi active dielectrice de cauciuc siliconic, un  
23 singur strat fiind obținut în 5 min cu o grosime de 25 μm. Instalația descrisă în literatură  
24 cuprinde, în principal, trei etape care se pot repeta pentru a obține mai multe straturi active  
25 dielectrice de cauciuc siliconic.

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

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

33           În etapa a treia are loc pulverizarea electrodului de grafit peste o mască, rezultând  
34 un strat uniform și fără aglomerate cu o grosime de 5 μm. Particulele conductive, precum  
35 cele pe bază de carbon, se pot folosi cu succes în cazul fabricării actuatorilor. La genera-  
36 toarele polimerice sunt necesare alungiri mari, deci electrozii flexibili trebuie să-și mențină con-  
37 ductivitatea la peste 200% alungire [S. Rosset, H.R. Shea, **Flexible and stretchable  
38 electrodes for dielectric elastomer actuators, Appl. Phys. A Mater. Sci. Process. 110  
39 (2013) 281-307. doi:10.1007/s00339-012-7402-8**].

40           Instalația descrisă în literatură prezintă dezavantajul unei amestecări neomogene a  
41 componentelor lichide.

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

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

46           Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, așa cum este prezentată în descriere,  
47 constă în obținerea generatoarelor polimerice cu straturi active destinate convertirii energiei  
48 mecanice provenite din alungirea elastică direct în energie electrică.

# RO 132642 B1

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.	1 3 5 7
Procedeul de obținere a generatoarelor polimerice, conform invenției, constă în faptul că: pentru a obține un generator polimeric cu un singur strat activ un bloc mobil care susține un disc rotativ pentru depuneri, efectuează o deplasare orizontală în cinci etape, astfel încât se obțin succesiv primul strat de protecție, primul electrod, un strat activ dielectric, al doilea electrod și ultimul strat de protecție.	9 11
Instalația modulară și procedeul pentru obținerea generatoarelor polimerice stratificate prezintă următoarele avantaje:	13
- realizarea generatoarelor polimerice cu unul sau mai multe straturi active de diferite grosimi;	15
- obținerea generatoarelor polimerice cu diverse diametre;	17
- permite variația grosimii electrozilor;	
- se pot alterna conexiunile electrozilor;	19
- instalația este fiabilă, are o construcție simplă și robustă;	
- nu necesită personal calificat;	21
- permite programarea și automatizarea funcționării;	
- instalația se poate controla de la distanță.	23
Prezenta invenție prezintă 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.	25 27
În continuare, se dă un exemplu de realizare a invenției, cu referire la fig. 1...3, care reprezintă:	29
- fig. 1, reprezentarea în perspectivă cu secționarea elementelor de interes a unui generator polimeric;	31
- fig. 2, schema în perspectivă a instalației modulare pentru obținerea generatoarelor polimerice;	33
- fig. 3, vedere în perspectivă a unor elemente de interes aparținând instalației.	
Un generator polimeric este alcătuit din niște straturi protectoare <b>1</b> , <b>2</b> din polimer siliconic, care acoperă un strat activ <b>3</b> din cauciuc siliconic, prevăzut pe ambele părți cu niște electrozi <b>4</b> , <b>5</b> din cauciuc conductor pe bază de silicon și pulbere conductoare. Electrozii au conexiuni $\alpha$ și $\beta$ , diametral opuse.	35 37
Instalația modulară pentru obținerea generatoarelor polimerice stratificate este compusă dintr-un suport <b>A</b> realizat din profile <b>6</b> metalice pe care sunt dispuse mai multe blocuri funcționale <b>B</b> , <b>C</b> , <b>D</b> , <b>E</b> , <b>F</b> și niște module tehnologice <b>G</b> și <b>H</b> interconectate. Niște glisiere <b>7</b> metalice permit culisarea unui bloc <b>F</b> pentru depuneri acționat în plan orizontal, într-o mișcare stânga-dreapta, de un motor electric pas cu pas <b>8</b> care antrenează niște roți dințate <b>9</b> , <b>10</b> și o curea de transmisie <b>11</b> . Acționarea motorului pas cu pas <b>8</b> este făcută de un driver <b>49</b> dintr-un bloc <b>G</b> de comandă.	39 41 43 45
Un bloc <b>B</b> de ridicare/coborâre permite unei măști circulare <b>12</b> din inox, prevăzută cu niște magneți permanenți <b>m</b> , poziționată pe niște tije <b>13</b> metalice, ridicarea sau coborârea acesteia cu ajutorul unor glisiere <b>14</b> acționate de un piston pneumatic <b>15</b> comandat de o electrovalvă <b>16</b> . Poziționarea măștii circulare <b>12</b> în procesul tehnologic se realizează cu un senzor fotoelectric de poziție <b>17</b> fixat pe tija <b>13</b> metalică.	47 49

# RO 132642 B1

1 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  
3 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 reci-  
5 pient **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  
7 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**, a unei soluții de  
9 polimer **30** necesare obținerii straturilor active dielectrice **3**, cât și a straturilor de protecție  
**1** și **2**.

11 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  
13 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,  
15 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  
17 **36** care acționează niște roți dințate **37, 38** și o curea de transmisie **39**, fiind comandat de  
un driver **50** situat în blocul **G**.

19 Blocul **F**, care este 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**  
21 învâрте 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,  
23 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**.

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

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

31 Pentru prima etapă a procesului tehnologic, depunerea și reticularea stratului pro-  
tector **1** al generatorului, se poziționează blocul **F** în dreptul blocului **C**, unde are loc depune-  
33 rea 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 s. În pasul  
35 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**  
37 prin dozatorul **29**, și centrifugarea acesteia prin rotirea discului rotativ **40**, la o turație de  
1200 rot/min timp de 10 s, în scopul obținerii unui strat de soluție de polimer fotoreticulabil  
39 **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 s, concomitent  
41 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.

43 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  
45 **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 pis-  
47 tolul **18** timp de 5 s de la o presiune de 3 bar, în timp ce discul **40** se rotește cu 200 rot/min

# RO 132642 B1

timp de 5 s. În timpul rotirii, masca <b>12</b> este fixată pe discul <b>40</b> cu ajutorul magneților permanenților <b>m</b> . După pulverizarea soluției de electrod <b>19</b> are loc poziționarea discului rotativ <b>40</b> și a măștii circulare <b>12</b> în poziția $\alpha$ . Oprirea și poziționarea menționată se realizează cu ajutorul unui senzor de poziție <b>17</b> . După poziționare, masca circulară <b>12</b> este ridicată. După depunerea soluției de electrod <b>19</b> , blocul <b>F</b> trece în dreptul blocului <b>D</b> unde are loc rotirea discului rotativ <b>40</b> , la o turație de 30 rot/min timp de 5 s, concomitent cu iradierea stratului subțire de soluție de electrod <b>19</b> de pe discul rotativ <b>40</b> de către lampa UV-A <b>28</b> , rezultând electrodul <b>4</b> .	1 3 5 7
În etapa a treia a procesului tehnologic, care constă în depunerea și reticularea stratului activ dielectric <b>3</b> , blocul <b>F</b> trece în dreptul blocului <b>C</b> , unde are loc acoperirea cu un agent de acoperire <b>24</b> prin spreierea acestuia cu ajutorul pistolului <b>23</b> , concomitent cu rotirea discului rotativ <b>40</b> , la o turație de 30 rot/min timp de 5 s. După acoperire, are loc deplasarea blocului <b>F</b> în dreptul blocului <b>E</b> , unde are loc dozarea a 5 g de soluție de polimer fotoreticulabil <b>30</b> și centrifugarea acestei cantități prin învârtirea discului rotativ <b>40</b> la o turație de 1200 rot/min timp de 10 s pentru obținerea unui strat de soluție de polimer fotoreticulabil <b>30</b> . Ulterior, blocul <b>F</b> trece în dreptul blocului <b>D</b> , unde are loc rotirea discului rotativ <b>40</b> , la o turație de 30 rot/min timp de 5 s, concomitent cu iradierea stratului de soluție de polimer fotoreticulabil <b>30</b> de pe discul rotativ <b>40</b> de către lampa UV-A <b>28</b> cu scopul de a reticula soluția de polimer, rezultând stratul activ dielectric <b>3</b> .	9 11 13 15 17 19
Etapa a patra se constituie prin repetarea etapei a doua pentru obținerea electrodului <b>5</b> și diferă prin aceea că poziționarea discului <b>40</b> și a măștii circulare <b>12</b> are loc în poziția $\beta$ .	21
Etapele a doua, a treia și a patra se pot repeta în procesul tehnologic pentru obținerea alternantă a straturilor active dielectrice <b>3</b> cu cele de electrod <b>4</b> și <b>5</b> .	23
În etapa finală a procesului tehnologic, se repetă etapa întâi pentru obținerea stratului protector <b>2</b> al generatorului.	25

# RO 132642 B1

## Revendicări

1  
3  
5  
7  
9  
11  
13  
15  
17  
19  
21  
23  
25  
27  
29  
31  
33  
35  
37  
39  
41  
43  
45  
47

1. Instalație modulară 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 electrozului 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 mandrine (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 fotoelectrici 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. Instalație conform revendicării 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 electrovalvă (16), poziționată după obținerea contactelor electrozilor (4, 5) diametral opuse ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) cu ajutorul unui senzor fotoelectric (17) fixat pe tija (13) metalică.

3. Procedeu de obținere a generatoarelor polimerice cu instalația definită în revendicările 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, pentru a obține un generator polimeric cu un singur strat activ, un bloc mobil care susține un disc rotativ pentru depuneri efectuează o deplasare orizontală în cinci etape, astfel încât se obțin succesiv primul strat de protecție, primul electrod, un strat activ dielectric, al doilea electrod și ultimul strat de protecție.

4. Procedeu conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că**, pentru obținerea primului strat de protecție, pe discul rotativ se pulverizează o soluție de agent de acoperire, după care are loc dozarea unei cantități de soluție de polimer de 1 până la 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, centrifugarea și reticularea acesteia prin iradiere UV, rezultând o membrană de cauciuc siloxanic de 50 până la 1000  $\mu\text{m}$ , etapă care se repetă la sfârșitul procedurii pentru obținerea ultimului strat de protecție.

# RO 132642 B1

5. Procedeu conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că**, pentru obținerea primului electrod, o soluție de electrod, care constă dintr-o soluție de polimer cu un procent de particule conductoare cuprins între 1...100%, cu grosimi cuprinse între 10 și 100 μm, este pulverizată de către un pistol metalic peste o mască circulară fixată pe disc ce se rotește sincron cu acesta, urmând reticularea acesteia prin iradiere UV și depunerea ulterioară a soluției de agent de acoperire peste aceasta, etapă care se repetă pentru a obține al doilea electrod peste stratul activ. 1  
3  
5  
7
6. Procedeu conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că**, pentru obținerea stratului dielectric activ, pe discul rotativ se dozează o cantitate de soluție de polimer de 1 până la 25 g, compusă din polimerul siloxanic fotoreticulabil, cu mase moleculare cuprinse între 50000...450000 g/mol și cu un procent de grupe vinii cuprins între 1...100%, agentul de reticulare care conține un procent de grupe tiol cuprins între 3...100% și un fotoinițiator, urmând centrifugarea și reticularea acesteia prin iradiere UV, rezultând o membrană de cauciuc siloxanic de 50 până la 1000 μm. 9  
11  
13

(51) Int.Cl.

**B32B 25/20** (2006.01),

**H01G 9/04** (2006.01)

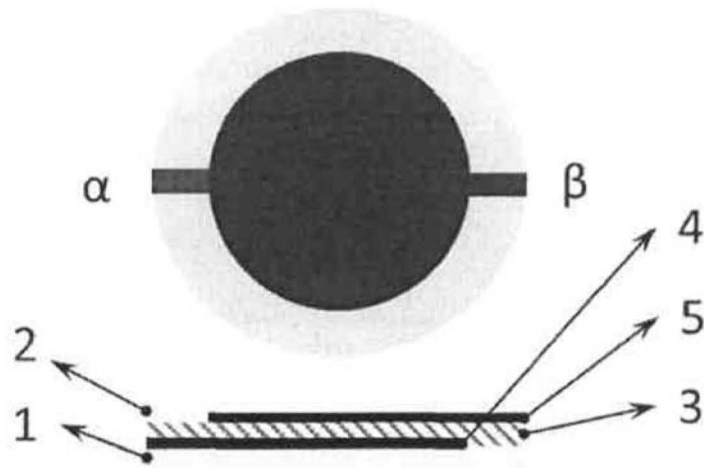


Fig. 1



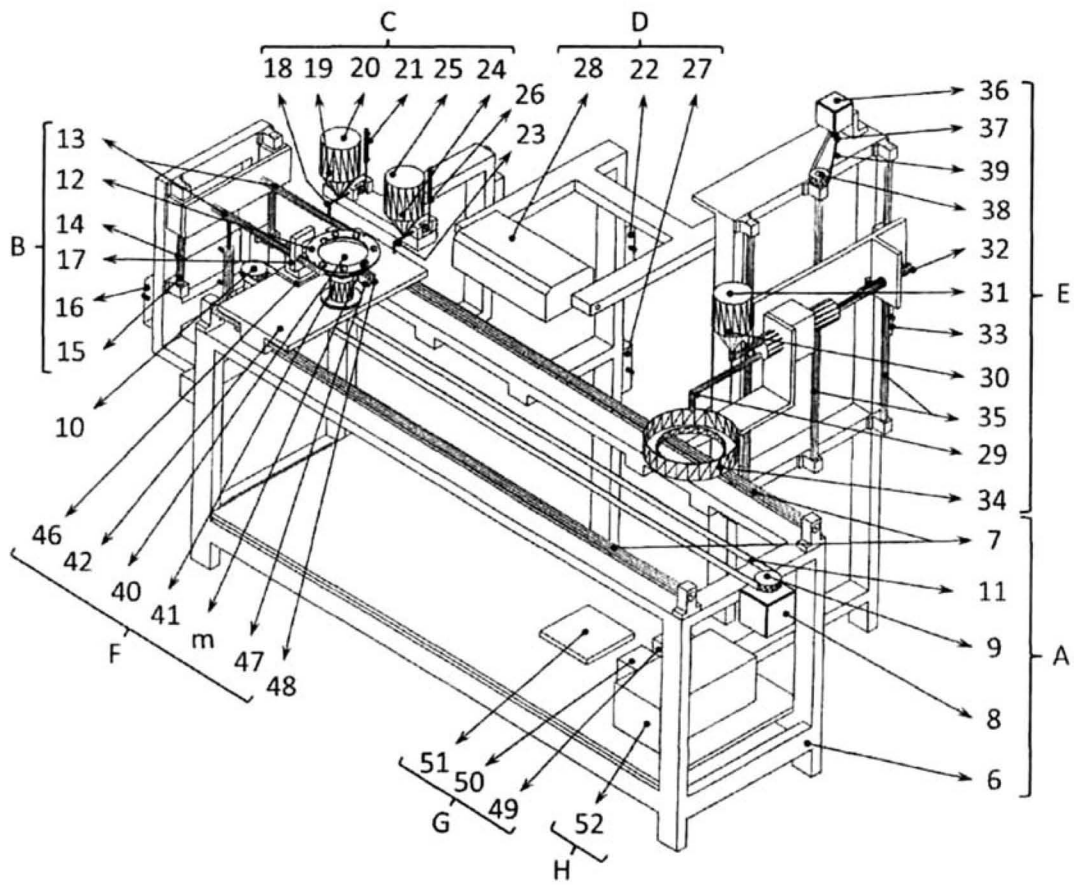


Fig. 2

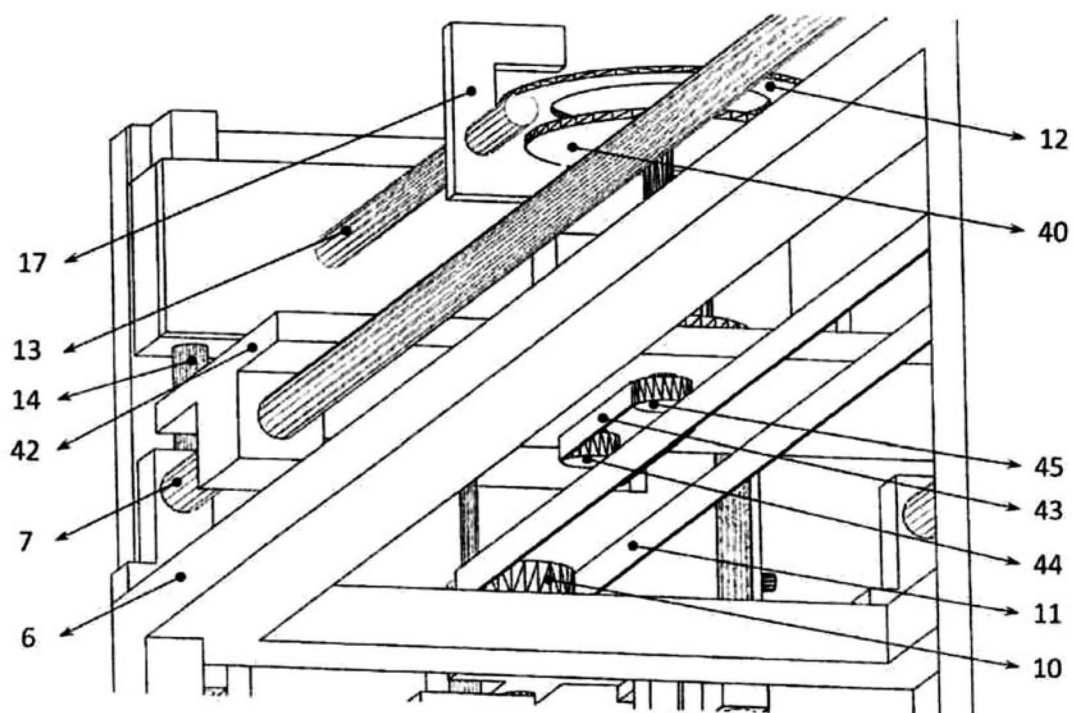


Fig. 3

