



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00629**

(22) Data de depozit: **29/08/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/04/2020** BOPI nr. **4/2020**

(41) Data publicării cererii:  
**28/02/2014** BOPI nr. **2/2014**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA,  
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **ILIE CRSITINEL IOAN,  
STR. DRUMUL BELȘUGULUI NR. 70E,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **POPA MARIUS, ALEEA LEORDA NR.3,  
BL.MP1A, SC.D, AP.36, ET.2, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **IORDACHE IULIAN, STR. BUJORILOR  
NR.3, BL.B 20, SC.2, ET.2, AP.8,  
MĂGURELE, IF, RO;**  
• **CHIRIȚĂ IONEL,  
STR.IZVORUL TROTUȘULUI NR.2, BL.D 8,  
SC.D, ET.3, AP.37, SECTOR 4,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **TĂNASE NICOLAE, STR. CUCULUI NR. 1,  
COMUNA ADUNAȚII COPĂCENI, GR, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 20010014286 A1; JP 2004353493 A**

(54) **MICROPOMPĂ CU MEMBRANE ELASTICE CU DECUPĂRI  
INTERIOARE**



1           Invenția se referă la o micropompă cu membrane elastice cu decupări interioare, care  
este folosită în domeniul medical, farmaceutic, aerospațial și al biotehnologiilor, precum și  
3           în industriile chimică, a vopselelor, cernelurilor și cosmeticelor, pentru circulația, dozarea,  
măsurarea și transportul volumelor foarte mici de fluide.

5           Sunt cunoscute soluții pentru micropompe bazate pe microfabricația în tehnologia  
siliciului monocristalin, tehnologie costisitoare datorită gradului înalt de complexitate.  
7           Din această cauză, realizarea micropompelor cunoscute, care permit transportul cu precizie  
a fluidelor, a fost limitată.

9           Din documentul **US 20010014286 A1** se cunoaște o micropompă piezoelectrică  
destinată pomparei fluidului dintr-un recipient la un punct de livrare în condiții de volum scăzut  
11          și la debite controlate. Acțiunea de pompare este creată prin deplasarea a două sau trei  
diafragme. Mișcarea fiecărei diafragme este cauzată de expansiunea și contracția unui  
13          actuador piezoelectric atașat micropompei. Coordonarea mișcării diaframelor creează un  
flux unidirecțional al fluidului. Actuatorele piezoelectrice sunt situate între corpul pompei și  
15          diafragmei pentru a asigura o mai mare deforcare a diaframelor. Actuatorele  
piezoelectrice sunt de preferință bimorfe piezoelectrice, astfel încât diafragmele să poată  
17          funcționa atât ca garnituri, cât și ca pompe.

Documentul **JP 2004353493 A** face referire la o pompă cu diafragmă piezoelectrică  
19          capabilă să transmită eficient vibrațiile unei diafragme de acționare la o diafragmă acționată  
printr-un mediu de transmisie sigilat într-un spațiu închis. Pompa cu diafragmă piezoelectrică  
21          cuprinde trei părți ale unei unități de acționare, o unitate acționată care nu este obligatorie  
și o carcasă de fixare. Unitatea de acționare poate fi, spre exemplu, o placă metalică  
23          circulară și un disc dintr-un material piezoelectric atașat concentric porțiunii centrale a plăcii  
metalice. Pompa cuprinde o diafragmă de acționare formată dintr-o placă, dintr-o carcasă  
25          suport în formă de disc în care este practică o gaură în centru pentru dispunerea  
diafragmei.

27          Dezavantajele soluțiilor cunoscute se datorează tehnologiei de fabricație a siliciului  
bazată pe direcțiile preferențiale de cristalizare după care se face corodarea acestuia, ceea  
29          ce implică o proiectare și execuție complicată, având la bază corodarea în straturi multiple.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unei micropompe  
31          cu membrane elastice cu decupări interioare care realizează transportul precis al volumelor  
foarte mici de fluide, putând asigura un debit cuprins între 100 nl/min și 2 ml/min. Prin  
33          constucția micropompei conform invenției există posibilitatea obținerii unei configurații a  
membranei elastice realizate prin decupările c pentru orice formă geometrică, putându-se  
35          configura detalii submicronice care să asigure caracteristici forță-deplasare conforme cu  
aplicația, respectând debitele cerute.

37          Micropompa cu membrane elastice cu decupări interioare conform invenției înlătură  
dezavantajele menționate, prin aceea că este alcătuită dintr-o placă superioară care fixează  
39          o diafragmă piezoelectrică cu rol de actuație, dintr-o placă mediană cu rol de limitare a  
deplasării unei supape de închidere-deschidere, o placă inferioară care limitează deplasarea  
41          unei alte supape de închidere-deschidere, o membrană biocompatibilă cu rol de separare  
între fluid și diafragma piezoelectrică, și patru șuruburi cu piulițe care asigură strângerea  
43          elementelor micropompei la care, între placa mediană și placa inferioară, sunt prevăzute  
două discuri identice, așezate unul peste altul, dar rotite cu 180°, care asigură funcția de  
45          admisie și refulare a fluidului, realizate dintr-o membrană subțire de fotorezist și care au  
configurate fiecare câte un orificiu și o zonă cu decupări interioare, alcătuită dintr-o supapă  
47          și din niște decupări, orificiul și supapa fiind poziționate diametral simetric față de centrul  
discurilor. Într-un alt exemplu de realizare, între placa mediană și placa inferioară este  
49          prevăzut un disc cu două supape și care are grosimea egală cu grosimile cumulate ale

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| discurilor, cele două supape care permit deplasarea supapelor în direcție perpendiculară pe disc, iar pentru a permite curgerea lichidului este realizată, în dreptul fiecărei supape, o degajare circulară pe adâncime, egală cu jumătate din grosimea discului; cele două degajări sunt realizate pe fețele opuse ale discului pentru a permite funcționarea supapelor alternativ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1  |
| Avantajele invenției sunt:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5  |
| - realizarea micropompei din materiale plastice uzuale sau/și biocompatibile, cu excepția elementului activ care este piezoelectric, ceea ce asigură absența coroziunii;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7  |
| - posibilitatea modificării rapide a micropompei, pentru obținerea altor caracteristici tehnice dorite;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 9  |
| - geometria discului cu supape nu este limitată de complexitatea profilului decupării, putându-se configura detalii submicronice care să asigure caracteristici forță-deplasare conforme cu aplicația concretă;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 11 |
| - pe același suport se pot executa mai multe discuri cu supape în același timp, uzual dimensiunile plăcuțelor suport fiind de 8 inch. Dacă se utilizează întreaga suprafață a suportului, se pot realiza simultan mai multe discuri, costul individual al acestora rezultând foarte mic;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 13 |
| - posibilitatea realizării conexiunilor de intrare și ieșire standardizate în scopul integrării în sisteme microfluidice complexe;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15 |
| - posibilitatea producerii în serie;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 17 |
| - simplitate tehnologică și costuri de fabricație reduse.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 19 |
| Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...3, care reprezintă:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 21 |
| - fig. 1, ansamblu micropompă conform invenției, vedere explodată;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 23 |
| - fig. 2, vedere disc cu supapă <b>b</b> , reper <b>4.1</b> sau <b>4.2</b> rotit la 180°;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 25 |
| - fig. 3, secțiune diametrală a discului cu supapă <b>b</b> , reper <b>4</b> în varianta cu un singur disc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 27 |
| Micropompa, conform invenției, fig. 1, este alcătuită dintr-o placă I, reper <b>1</b> , care fixează diafragma piezoelectrică <b>2</b> cu rol de actuație, o placă II, reper <b>3</b> , cu rol de limitare a deplasării supapei de închidere-deschidere, superioare <b>b</b> , două discuri cu supape, inferior și superior <b>4.1</b> și <b>4.2</b> care asigură funcția de admisie și refulare a fluidului, o placă III, reper <b>5</b> , care limitează deplasarea supapei de închidere-deschidere, inferioare <b>b</b> , o membrană biocompatibilă <b>6</b> cu rol de separare între fluid și diafragma piezoelectrică <b>2</b> și un număr de patru șuruburi <b>7</b> cu piulițe <b>8</b> care asigură strângerea elementelor micropompei. | 29 |
| Micropompa este realizată, conform invenției, folosind tehnica microprelucrării pe mașini cu comanda numerică de înaltă precizie, pentru reperele componente, placa I, reper <b>1</b> , placa II, reper <b>3</b> , și placa III, reper <b>5</b> , și prin fotolitografie pentru discurile cu supape, disc cu supape superior, reper <b>4.1</b> și disc cu supape inferior, reper <b>4.2</b> , conform fig.1. În cazul în care se impune, pentru aplicații în domeniul medical, este folosită și membrana biocompatibilă <b>6</b> , care are rolul de a izola fluidul de lucru de suportul metalic al diafragmei piezoelectrice <b>2</b> .                                                                                                       | 31 |
| Micropompa conform invenției funcționează în modul următor:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 33 |
| Funcția de admisie se realizează prin racordul de admisie <b>A</b> și funcția de refulare se realizează prin racordul de refulare <b>R</b> a fluidului, care se efectuează cu ajutorul celor două discuri cu supape inferior și superior <b>4.1</b> și <b>4.2</b> , identice și așezate unul peste altul, dar rotite cu 180°. Discurile cu supape <b>4.1</b> și <b>4.2</b> sunt de formă circulară și sunt prezentate în fig. 2. Discurile cu supape, inferior și superior, <b>4.1</b> și <b>4.2</b> constituie membranele elastice cu decupături interioare ale pompei, conform invenției.                                                                                                                                                     | 35 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 37 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 39 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 41 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 43 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 45 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 47 |

1 Discul inferior și superior cu supapa **4.1** și **4.2** este realizat dintr-o membrană subțire  
de fotorezist și are configurate, pe suprafața sa, un orificiu **a** și o zonă cu decupări interioare,  
3 alcătuită din supapa de închidere-deschidere **b** și decupările **c**. Orificiul **a** și supapa **b** sunt  
poziționate diametral, simetric față de centrul discului cu supapa **4.1** sau **4.2**.

5 Principiul de funcționare al micropompei se bazează pe funcționarea diafragmei  
piezoelectrice **2** în concordanță cu supapele pasive aflate pe discurile **4.1** și **4.2**. Diafragma  
7 piezoelectrică **2**, cunoscută, este alcătuită dintr-o pastilă piezoceramică liptă pe un disc de  
alamă, care se deformează atunci când pe suprafața sa este aplicată o tensiune electrică  
9 variabilă. Când deplasarea este în sensul micșorării volumului camerei pompei (conform fig. 1  
în jos), se creează o suprapresiune care deschide supapa **b** de pe discul cu supapă superior  
11 **4.1** și închide supapa similară **b** aflată pe discul inferior **4.2**. Fluidul aflat în camera pompei  
va fi evacuat prin racordul de refulare **R**.

13 Când deplasarea este în sensul măririi volumului camerei pompei, (conform fig. 1 în  
sus) se creează o depresiune care deschide supapa **b** de pe discul cu supapa inferior **4.2**  
15 și închide supapa similară **b** aflată pe discul superior **4.1**. Fluidul aflat în rezervorul din care  
se pompează fluid, va fi împins în camera pompei prin racordul de admisie **A**.

17 Caracteristicile de pompare sunt influențate prin reglarea amplitudinii, frecvenței și  
forme de undă a semnalului electric, pompa executând în fiecare secundă până la  
19 1000 de cicluri.

21 Micropompa este realizată, conform invenției, și în varianta cu un singur disc cu două  
supape **4**, fig. 3, care conține ambele supape **b**, adică discul cu supape **4** înlocuiește  
discurile cu supape **4.1** și **4.2** din fig. 1. Discul cu supape **4** este prezentat în fig. 3, secționat  
23 diametral pentru a permite vizualizarea completă a orificiilor cu supape.

25 Discul cu supape **4** are grosimea egală cu grosimile cumulate ale discurilor cu  
supape **4.1** și **4.2**. Cele două supape de închidere-deschidere **b** sunt obținute tot prin  
realizarea de decupări interioare (ca și la discurile cu supape **4.1** și **4.2**), care permit  
27 deplasarea supapelor în direcție perpendiculară pe discul cu supape **4**. Pentru a permite  
curgerea lichidului se realizează, în dreptul fiecărei supape **b**, o degajare circulară, pe  
29 adâncime egală cu jumătate din grosimea discului cu supape **4**. Cele două degajări se  
realizează pe fețele opuse ale discului cu supape **4**, în conformitate cu fig. 3, pentru a  
31 permite funcționarea supapelor **b**, alternativ (când una închide, cealaltă deschide și reciproc).

33 Construcția discului cu supape **4** se realizează prin tehnici de microprelucrare, iar  
folosirea sa are avantajul reducerii numărului de piese ale micropompei și eliminarea  
problemelor de etanșare dintre discurile cu supapă **4.1** și **4.2**.

35 Prin construcția micropompei conform invenției se realizează transportul precis al  
volumelor foarte mici de fluide, putând asigura un debit cuprins între 100 nl/min și 2 ml/min.  
37 Există posibilitatea obținerii unei configurații a membranei elastice realizată prin decupările  
**c** pentru orice formă geometrică, putându-se configura detalii submicronice care să asigure  
39 caracteristici forță-deplasare conforme cu aplicația, respectând debitele cerute.

1. Micropompă cu membrane elastice cu decupări interioare, alcătuită dintr-o placă (1) superioară care fixează o diafragmă piezoelectrică (2) cu rol de actuație, dintr-o placă (3) mediană cu rol de limitare a deplasării unei supape (b) de închidere-deschidere, dintr-o placă (5) inferioară care limitează deplasarea unei alte supape (b) de închidere-deschidere, o membrană biocompatibilă (6) cu rol de separare între fluid și diafragma piezoelectrică (2), și patru șuruburi (7) cu piulițe (8) care asigură strângerea elementelor micropompei, **caracterizată prin aceea că**, între placa (3) mediană și placa (5) inferioară, sunt prevăzute două discuri (4.1, 4.2) identice, așezate unul peste altul, dar rotite cu 180°, care asigură funcția de admisie și refulare a fluidului, realizate dintr-o membrană subțire de fotorezist și care au configurate fiecare câte un orificiu (a) și o zonă cu decupări interioare alcătuită dintr-o supapă (b) și din niște decupări (c), orificiul (a) și supapa (b) fiind poziționate diametral simetric față de centrul discurilor (4.1, 4.2).
2. Micropompă conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, între placa (3) mediană și placa (5) inferioară, este prevăzut un disc (4) cu două supape (b), care are grosimea egală cu grosimile cumulate ale discurilor (4.1 și 4.2), cele două supape (b) sunt obținute prin realizarea de decupări interioare, la fel ca discurile (4.1 și 4.2), care permit deplasarea supapelor (b) în direcție perpendiculară pe discul (4), iar pentru a permite curgerea lichidului este realizată în dreptul fiecărei supape (b) o degajare circulară pe adâncime, egală cu jumătate din grosimea discului (4), cele două degajări sunt realizate pe fețele opuse ale discului (4) pentru a permite funcționarea supapelor (b), alternativ.

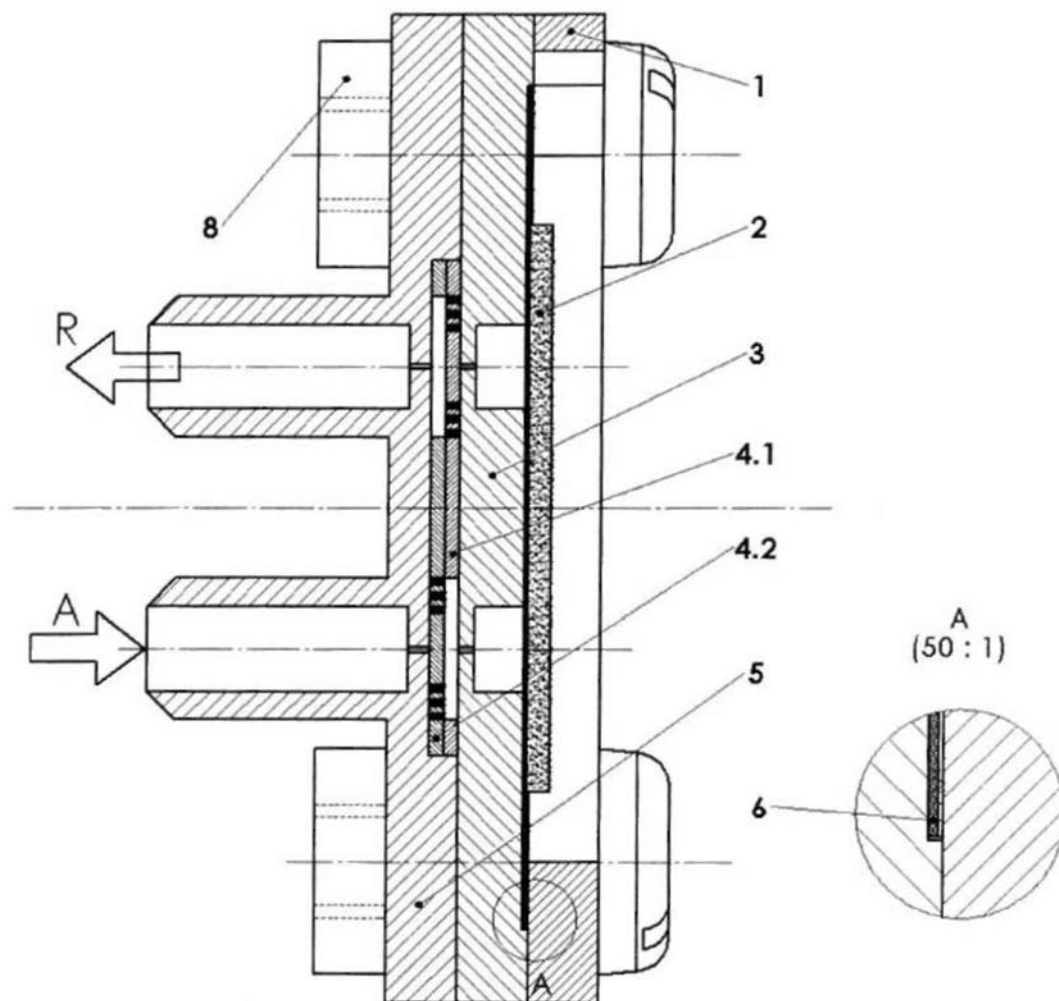


Fig. 1

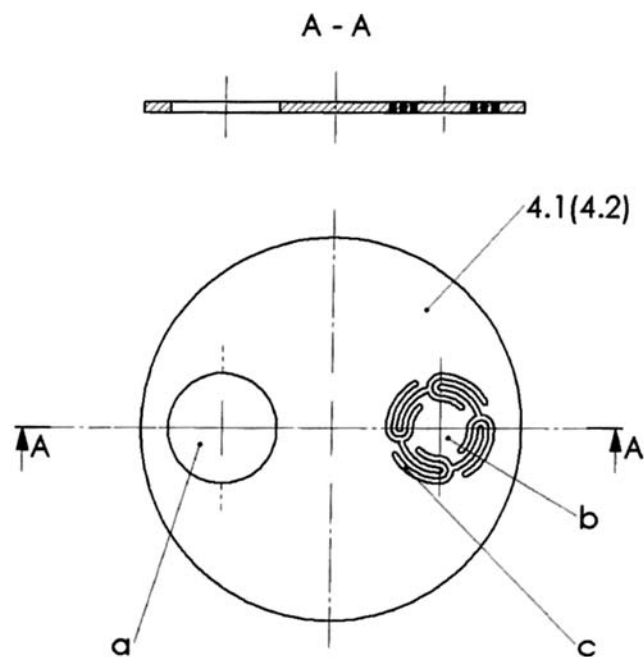


Fig. 2

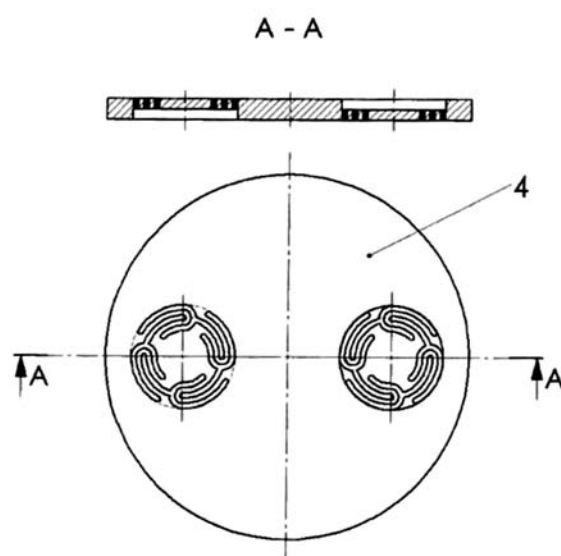


Fig. 3