

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2021 00774**

(22) Data de depozit: **10/12/2021**

(41) Data publicării cererii:  
**30/06/2023** BOPI nr. **6/2023**

(71) Solicitant:  
• **NANOM MEMS S.R.L.**,  
*STR. GEORGE COȘBUC NR.9, RĂȘNOV,  
BV, RO;*  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN  
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI  
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **GHEORGHE MARIN, STR.FLORILOR  
NR.26, RĂȘNOV, BV, RO;**

• **FICAI ANTON, STR.PLEVNEI, NR.17,  
VILA 2, BRAGADIRU, IF, RO;**  
• **ANDRONESCU ECATERINA,  
CALEA PLEVNEI NR. 141B, BL. 4, ET. 1,  
AP. 1, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **FICAI DENISA, STR.PLEVNEI, NR.17,  
VILA 2, BRAGADIRU, IF, RO;**  
• **DOLETE GEORGIANA, BD.BUCUREȘTI,  
NR.4, BL.5, SC.E, AP.11, PLOIEȘTI, PH,  
RO;**  
• **MIHAILESCU BOGDAN, STR.GARLEI,  
NR.11, BL.C45, AP.30, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO**

## (54) MICROPOMPĂ ELECTROMAGNETICĂ ȘI PROCEDEU DE REALIZARE A ACESTEIA

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la o micropompă electromagnetică și procedeul de realizare a acesteia, cu ajutorul căreia pot fi transportate cantități mici de lichide diverse. Micropompa, conform invenției, constă dintr-un microrezervor (1), un microcanal (2), două microvalve (7 și 8) și o microcameră (5) de pompare, realizate, parțial sau total, dintr-un material elastic, acționate cu ajutorul a trei depuneri (3, 4 și 6) fero-magnetice, două dintre ele fiind situate deasupra celor două microvalve (7 și 8) de pompare pe o membrană, iar prin acționarea secvențială a celor trei depuneri (3, 4 și 6) feromagnetice cu ajutorul a trei electromagneți (9, 10 și 11), se obține efectul de pompare.

Revendicări: 7  
Figuri: 3

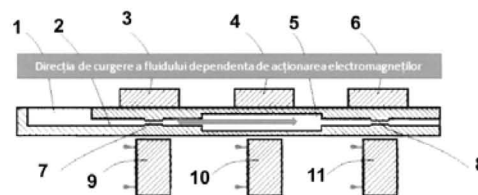


Fig. 1

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).



## Micropompa electromagnetica si procedeu de realizare a acesteia

### DESCRIERE

Inventia se refera la o micropompa actionata electromagnetica constand din doua parti, una fixa care este compusa din trei electromagneti fixati pe un suport si alta care se poate schimba si care consta din imbinarea prin lipirea a trei straturi, dupa cum urmeaza:

Primul strat consta dintr-o membrana elastica prevazuta cu trei paduri feromagnetice; Al doilea strat, confectionat tot dintr-un material elastic, contine un rezervor, un canal microfluidic longitudinal cilindric prevazut cu doua ingustari care pot fi obturate prin aplicarea unei mici presiuni aplicate perpendicular pe directia de curgere care au rol de microvalve si o camera de pompare. Al treilea strat consta dintr-o membrana rigida sau flexibila. Cele trei straturi sunt lipite intre ele.

Fiecare electromagnet din cei 3 actioneaza cate un pad feromagnetic, doua dintre ele fiind pentru actionarea celor doua microvalve identice si unul pentru actionarea microcamerei de pompare. Principiul de functionare consta din miscarea oscilatorie a membranei camerei de pompare generata de atractia padului feromagnetic pozitionat pe membrana de catre electromagnetul situat in dreptul camerei de pompare, sub membrana rigida sau flexibila (al treilea strat), in tandem cu actionarea celor doua microvalve care au rol obturator defazat adica atunci cand unul este inchis celalt este deschis astfel incat sa se poata asigura transportul de fluide. Aceasta miscare oscilatorie genereaza secvente de pompare in doua faze (suctiune si, respectiv, pompare) prin modificarea volumului camerei micropompei si implicit a presiunii din interiorul acesteia.

Concomitent cu progresul inregistrat in stiinta si tehnologia contemporana exista o cerere din ce in ce in ce mai mare pentru dispozitive care transporta cantitati mici de fluide, cu multiple aplicatii cum ar fi cele necesare in masuratorile clinice si de laborator, microsinteza chimica, tehnica de calcul (pentru imprimare, racirea microprocesoarelor etc.), in activitatea de cercetare stiintifica etc.

Analiza bazelor de date scoate in evidenta peste 1200 brevete sau cereri de brevete ceea ce denota potentialul si nevoia de a dezvolta astfel de dispozitive. Pentru descrierea mai detaliata a functionarii acestei micropompe si pentru a evidenta proprietatea intelectuala dezvoltata in acest domeniu vom prezenta in continuare patente specifice acestor dispozitive, dupa cum urmeaza. Diversitatea principiilor de actionare si aplicatiile potentiale ale micropompelor este insemnata. Micropompele sunt utilizate atat in aplicatii medicale, de mediu, industrie high-tech, cat si in aplicatii casnice.

Micropompa actionata electromagnetica revendicata in WO118494/2021 este destinata pentru sistemele microfluidice caracterizate prin aceea ca micropompa se poate adapta la portul de admisie al sistemului microfluidic, are o geometrie cilindrica, rezervorul de lichid si doua membrane circulare actionate electromagnetice.

Cererea de brevet WO2021150508/29.07.2021 prezinta o aplicare directa a unei micropompe in livrarea de medicamente dintr-un rezervor la pacienti prin deplasarea lichidului de interes dintr-un rezervor prin intermediul unui ac. O alta cerere de brevet WO2017085624/26.05.2017 avand tot destinatii medicale prezinta o alta configuratie de micropompa capabila, conform revendicarilor, sa lucreze in domeniul de 1nl/min - 10 ml/min si in special in domeniul 10nl/min - 300µl/min, domeniu de mare interes in medicina. Mai mult, sistemul poate fi aplicat ca un plastru pe suprafata pielii astfel asigurand o aplicare facila.

In patentul SUA nr. 8210830 B2/2012 este descrisa o micropompa care utilizeaza un element piezoelectric. Aceasta micropompa se caracterizeaza printr-un raspuns mecanic rapid, eficienta energetica buna in ceea ce priveste conversia energiei electrice in energie mecanica. Ele au dezavantajul ca utilizeaza tensiuni de lucru relativ mari (de ordinul zecilor sau sutelor de volti), iar montarea discurilor de PZT in componenta micropompei este laborioasa.

Alte micropompe opereaza termopneumatic, avand in constructia lor un element de incalzire. O astfel de micropompa este descrisa in brevetul SUA nr. 7572109 B2/2009. Dezavantajul major al acestei solutii rezida in faptul ca dispozitivele din aceasta categorie au constante termice de timp mari datorita atat vitezei reduse de transfer termic de la elementul rezistiv la camera de pompare cat si al procesului lent de racire al acesteia, cu repercursiuni in marirea dificultatii pentru a realiza comanda electronica de functionare a sa. Datorita acestui impediment, in general, aceste micropompe nu pot functiona la frecvente de lucru mai mari de 50 Hz.

De asemenea, cererea de brevet CA3121299/04.06.2020 prezintă un sistem adaptat pentru livrarea de aerosoli printr-o abordare ce implică o micropompa care sa livreze precursorul necesar spre un element de incalzire care are rolul de a volatiliza substanta de interes in vederea generarii de aerosoli.

Prezenta inventie inlatura aceste dezavantaje prin aceea ca micropompa este actionata cu ajutorul a 3 electromagnetii care pot opera la tensiuni mai mici de 10 V. Electromagnetii au timpi de raspuns mici (micropompa poate astfel functiona la frecvente de ordinul sutelor de Hz). Imprimarea padului feromagnetic se poate realiza utilizand tehnici de mare productivitate, de ex. imprimarea serigrafica, prin ink-jet etc.

În Fig. 1 se prezintă o sectiune axiala printr-un plan vertical care trece prin centrul canalului micropompei.

In Fig. 2 se prezinta cele trei straturi componente ale micropompei, (a, b si c), inainte de lipirea acestora.

In Fig. 3 se prezinta un sablon peste care se toarna polidimetilsiloxan pentru a obtine stratul intermediar al micropompei. El consta dintr-un cilindru din teflon (14) traversat axial de un fir confectionat din metal sau polimer (12) care prezinta doua gatui (13 si 15, necesare pentru configurarea celor doua microvalve). Firul poate fi extras prin tragere de la un capat din cilindrul de teflon.

Micropompa care face obiectul acestei inventii prezinta urmatoarele avantaje:

- Necesita o tensiune de lucru mica (mai mica de 10 V);
- Are un consum energetic redus;
- Are o constructie simpla, cu un numar redus de parti componente, fapt care conduce la costuri mici de fabricatie;
- Micropompa poate fi construita in diferite configuratii, poate avea o configuratie planara si are o fiabilitate ridicata;
- Sistemul poate fi usor adaptat pentru a se putea aplica, sub forma unui plasture autoadeziv pe suprafata pielii;
- Micropompa poate fi actionata astfel incat lichidul sa fie eliminat din rezervor sau sa fie transportat spre rezervor. Daca in primul caz in timpul actionarii electromagnetului 10 microvalva 7 este blocata astfel incat lichidul sa parareasca sistemul prin microvalva 8 urmat apoi de inchiderea microvalvei 8 si relaxarea electromagnetilor 9 si 10 pentru umplerea camerei de pompare 5. In acest mod se poate administra, controlat, la intervale de timp predefinite cantitati de substante active

intramuscular sau intravenos pacientilor prin intermediul unor ace adecvate sau fluidul se poate trimite catre un pansament sau rana pentru a asigura activitate regenerativa, antimicrobiana etc. In al doilea caz, ca sa se asigure prelevare de fluide si stocarea in rezervor, sistemul poate functiona similar prin actionare pur mecanica dar de sens opus sau, exista posibilitatea ca in compartimentul rezervor sa se foloseasca fiole prevadate care sa asigure suctia fluidului atunci cand microvalvele 7 si 8 sunt in relaxare.

- Este compatibila si poate fi integrata in sisteme microfluidice complexe cu larga aplicabilitate, putand fi aplicata la transportul unei game largi de fluide. Natura fluidelor transportate este dependenta de natura materialelor utilizate ale celor 3 straturi si, respectiv, de natura adezivului utilizat.
- Permite controlul riguros al cantitatii de lichid transportata și a directiei de curgere a lichidului cu ajutorul software-ului de acționare al micropompei (al celor 2 electromagnetici (9,11) cu rol de obturare a microvalvelor (7,8) respectiv al electromagnetului 10 cu rol de compresiune sau relaxare al camerei de pompare 5;
- Poate fi de unica sau multipla utilizare, in functie de aplicatia concreta.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei, conform Figurii 1, 2 si 3.

Se cantaresc 10 g elastomer siliconic Sylgard 184 sau echivalent si 1 g intaritor si se amesteca cele doua componente. Pentru a confectiona primul strat al micropompei se toarna o membrana din acest material avand grosime variabila, uzual 50 - 250 microni si se supune operatiei de degazare la un vid moderat (1....500 mmHg), dupa care se trateaza termic la 125°C timp de 20 min si se decupeaza un cerc corespunzator microrezervorului (1a din Figura 2). Peste aceasta membrana se imprima trei paduri feromagnetice realizate dintr-un amestec de elastomer siliconic si pulbere feromagnetica ( Fe, Co, Ni, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), în general într-un raport masic 1:1, dupa care se repeta tratamentul termic.

Pentru confectionarea celui de-al doilea strat al micropompei, se toarna elastomerul siliconic peste sablonul prezentat in Fig. 3 si se supune operatiei de degazare si tratament termic. Dupa polimerizarea polidimetilsiloxanului se extrage firul din elastomer, ramanand astfel configurat microcanalul si cele doua microvalve, apoi se extrage cilindrul de teflon, eliberandu-se astfel camera micropompei. Se decupeaza un cerc corespunzator microrezervorului (1b). Grosimea stratului rezultat este, uzual, de max. 2,5 mm.

Se procedează similar pentru confectionarea celui de-al treilea strat ca pentru confectionarea unei membrane din elastomer siliconic avand grosime situata, de obicei in domeniul 50 - 250 μm. Toate cele 3 straturi se trateaza in plasma de oxigen timp de 15 min. Prin acest tratament in plasma se genereaza centri reactivi la suprafata elastomerului siliconic, permitand lipirea intre ele ale celor trei straturi asezate vertical unul peste celalalt. Cele trei straturi lipite intre ele se aseaza centrat deasupra celor trei electromagnetici. Se umple microrezervorul cu solutia care trebuie pompata, astfel ca micropompa poate fi utilizata.

## Bibliografie

1. Smeys Peter; Papou Andrei; Lew James; "Device for delivering medication with integrated interposer and micropump"; WO2021150508/ 29.07.2021
2. Barraud Antoine; Kuenzi Simon; Rysman Rémy; "Micropump"; WO2017085624/ 26.05.2017
3. Sur Rajesh; "Micropump for an aerosol delivery device"; CA3121299/ 04.06.2020
4. Hatipoglu Utku; Oskay Yigit; Cetin Barbaros; Yildirim Ender; Topuz Alper; Atay Atakan; Kocak Eyup; "Micropump for microfluidic systems and operation method thereof"; WO118494/2021
5. Miyazaki Koji; Tanaka Seiichi; Shimooka Hiroyuki; Tsukamoto Hiroshi; "Valveless Micropump"; Patent SUA nr. 8210830 B2/ 2012
6. YANG Sang Sik; "Thermopneumatic capillary micropump and manufacturing method thereof"; Patent SUA nr. 7572109 B2/ 2009



## REVEDICARI

1. Micropompa actionata electromagnetica construita, in principal din doua parti, una fixa care este constituita din 3 electromagneti si una care se poate schimba constituita din doua microvalve identice si o camera de pompare situata intre cele doua microvalve.
2. Micropompa conform revendicarii 1 in care cele trei paduri sunt confectionate din materiale feromagnetice pe baza de Fe, Co, Ni, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> etc.
3. Micropompa, conform revendicarii 1 in care partea care se poate schimba este constituita prin lipirea unor straturi succesive, in care cel putin stratul de deasupra este unul elastic.
4. Micropompa, conform revendicarii descrise la pct. 1, in care stratul intermediar al acesteia este confectionat dintr-un material rigid cum ar fi sticla, ceramica, etc
5. Micropompa conform revendicarii descrise la pct. 1, in care stratul de jos al acesteia este confectionat dintr-un material elastic cum ar fi cauciucul siliconic, cauciuc natural etc.
6. Micropompa, conform revendicarii descrise la pct. 1, poate fi actionat astfel in functie de modul de actionare a celor doua microvalve (7 sau 8) prin intermediul electromagnetilor (9 sau 11) directia de curgere se poate inversa sistemul fiind capabil sa livreze sau sa stocheze din/in rezervorul 1 fluide.
7. Micropompa, conform revendicarii descrise la pct 1, poate fi incastrat intr-un sistem de tip plasture autoadeziv astfel incat sistemul sa poata fi aplicat pentru dozarea de medicamente iv sau im (prin intermediul unui ac) sau dozarea acestora pe plagi, pansamente etc., sau pentru prelevarea periodica de fluide biologice.

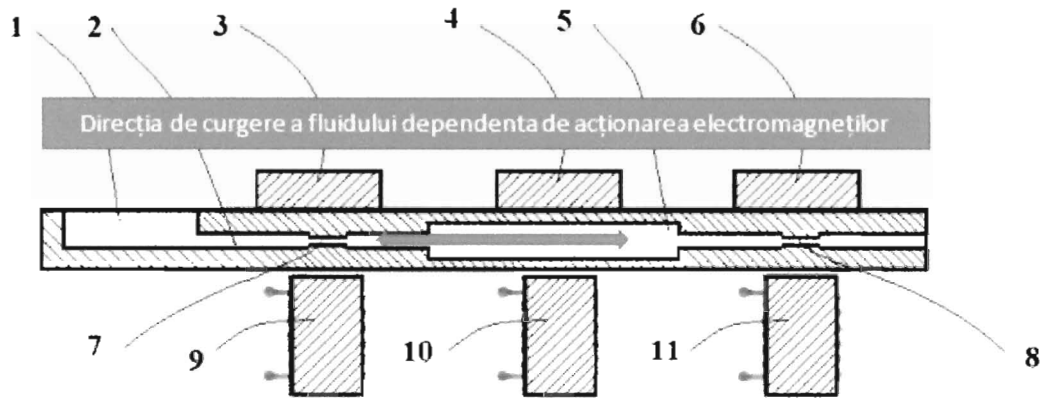
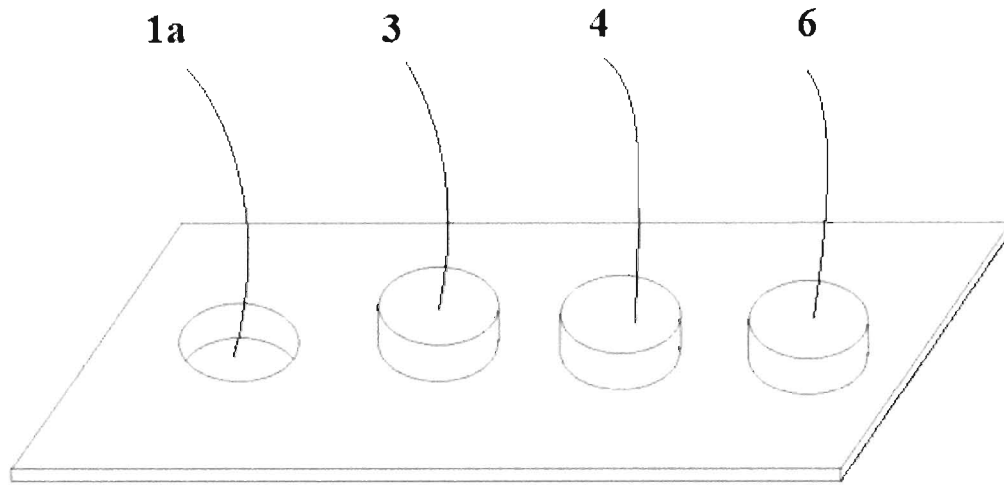
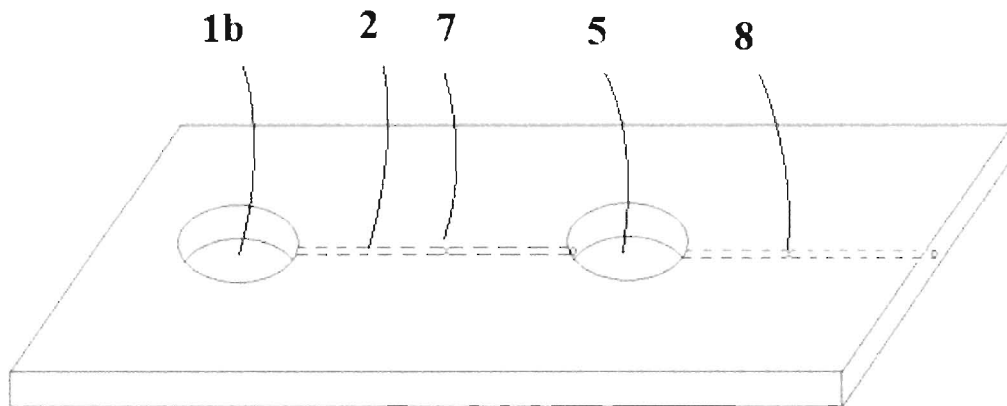


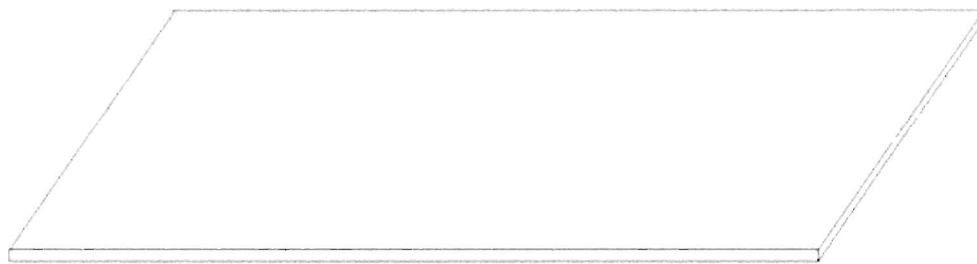
Figura 1



a) stratul de deasupra



b) stratul din mijloc.



c) stratul de jos

Figura 2



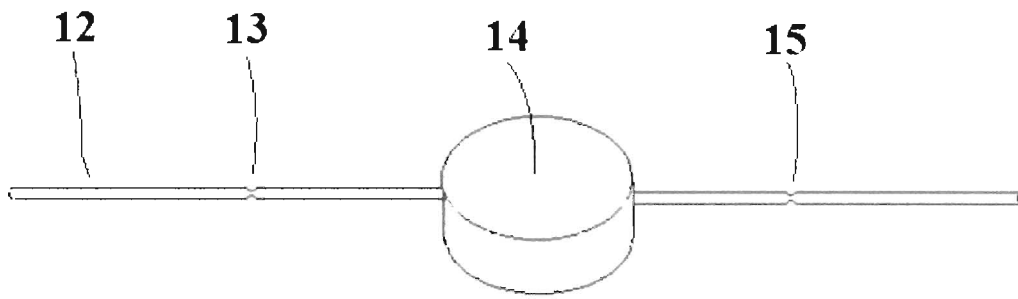


Figura 3