



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00932**

(22) Data de depozit: **26.11.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2015** BOPI nr. **10/2015**

(41) Data publicării cererii:
30.09.2010 BOPI nr. **9/2010**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,**
*BD.PROF.D.MANGERON NR.67, IAȘI, IS,
RO*

(72) Inventatori:
• **OLARU RADU,** *STR.SF.LAZĂR NR.49,
BL.A 3, ET.1, AP.1, IAȘI, IS, RO;*

• **HERȚANU RADU MIHAI,** *STR. CARPAȚI
NR.6, BL.908 A, SC.B, ET.6, AP.21, IAȘI, IS,
RO;*
• **ASTRATINI ENACHE CIPRIAN,**
*STR.CĂLUGĂRENI, BL.22, SC.A, ET.6,
VASLUI, VS, RO*

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 5005639 A; US 20010017158 A1

(54) **MICROPOMPĂ ACȚIONATĂ ELECTROMAGNETIC**



1 Invenția se referă la o micropompă acționată electromagnetic, destinată transportului și manipulării controlate a microvolumelor de gaze și lichide.

3 Pompele miniaturizate sunt utilizate pentru pomparea, controlul și manipularea unor mici volume de fluide, de ordinul mililitrilor, în numeroase sisteme tehnice din domenii ca
5 biologia, medicina sau explorarea spațiului. Pentru volume de fluide mai mici, de ordinul micro- sau chiar nanolitrilor, precum în cazul sistemelor miniaturizate pentru analize chimice
7 și biologice, au fost concepute și realizate o mare varietate de micropompe. De exemplu, micro sistemele de analiză totală (μ TAS) și așa numitele laboratoare pe un cip (Lab-on-a-
9 chip), care se bucură de o mare atenție din partea unei categorii largi de cercetători, necesită astfel de micropompe (D. J. Laser and J. G. Santiago, *A review of micropumps*, J. Micromech, Microeng. 14 (2004), pp. 35-64).

11 Micropompele se pot grupa în mecanice și nemecanice. În micropompele mecanice, mișcarea mecanică este convertită într-o acțiune de pompare. Cele mai cunoscute sunt cele
13 de rotație, cu membrane vibratoare și micropompele peristaltice. Forțele de acționare ale părților în mișcare pot fi generate utilizând efecte piezoelectrice, electrostatice, termopneum
15 matice, pneumatice sau electromagnetice.

17 În pompele nemecanice, acțiunea de pompare se obține prin efecte electrohidrodinamice, electro-osmotice, magnetohidrodinamice și altele.

19 Cerințele foarte diverse ale aplicațiilor explică și marea varietate de micropompe. În funcție de grupul de cerințe principale, cum ar fi debitul maxim de pompare, căderea maximă
21 de presiune, volumul minim de dozare (pipetare), caracteristicile lichidului pompat (majoritatea micropompelor sunt pentru lichide) și altele, se poate alege un tip de micropompă.

23 Majoritatea micropompelor mecanice funcționează cu mișcarea alternativă a unor elemente separatoare, care produc o presiune periodică asupra fluidului de lucru. Pistoanele,
25 care sunt elementele mobile separatoare în multe pompe mecanice tradiționale, realizate la scară dimensională obișnuită, nu pot fi utilizate în micropompe aplicând aceeași structură
27 la nivel microdimensional. În multe micropompe mecanice, se folosește în schimb o membrană plată, fixată pe margine. Totuși, după o funcționare îndelungată, membranele pot
29 pierde unele caracteristici și pot căpăta deformări permanente, fiind astfel afectate performanțele de pompare.

31 În căutarea unor mecanisme de pompare cu pistoane în cadrul microfluidicii, în general, și al micropompelor, în particular, s-a apelat la folosirea dopurilor de ferrofluid în
33 canale foarte înguste, deplasabile sub efectul câmpurilor magnetice furnizate din exterior de către magneți permanenți sau electromagneți.

35 Astfel, se cunosc câteva brevete de invenție, care descriu mai multe structuri de manipulare a fluidelor prin microcanale prin acțiunea magnetică asupra dopurilor sau
37 segmentelor de ferrofluid situate în canale liniare sau circulare (**US 6318970**, **US 6408884**, **US 6415821**, **WO 2008/067585**).

39 În toate aceste cazuri, deplasarea ferrofluidului pentru obținerea efectului de pompare se obține prin deplasarea unui magnet aflat în exteriorul micropompei, acționat de un
41 actuador sau micromotor, liniar sau rotativ. Atașarea la micropompă a unui astfel de dispozitiv de acționare complică construcția sistemului și ridică mai multe probleme privind modul și
43 precizia de fixare sigură și precisă pentru a forma în final un ansamblu de lucru.

45 Cel mai aproape de conținutul prezentei invenții se află un brevet de invenție care descrie o pompă cu piston magnetic pentru pompe de căldură (**US 5005639**). Sistemul de pompare este constituit în principal din patru sau două ventile pasive unidirecționale și un
47 sistem electromagnetic de acționare, ultimul conținând o bobină generatoare de câmp magnetic alternativ, un magnet inelar și un piston magnetic confecționat dintr-o tijă tubulară

în care sunt dispuși la intervale spațiale mai mulți magneți permanenți cilindrici, etanșarea și alunecarea pistonului fiind asigurate de mai multe inele de ferrofluid, reținute în niște caneluri prevăzute în tija tubulară în apropierea capetelor magneților. Dezavantajul unei astfel de structuri de dispozitiv de acționare a pompei este construcția destul de complicată și voluminoasă, ceea ce o face inadecvată pentru destinații microfluidice.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este obținerea unei oscilații suplimentare a pistonului.

Micropompa acționată electromagnetic cuprinzând un canal principal în comunicație de fluid cu niște ventile de intrare și ieșire prin intermediul unor canale de legătură, în interiorul canalului principal fiind dispus un piston magnetic format dintr-un magnet permanent și două inele de ferrofluid, iar la capetele sale fiind dispuși doi magneți permanenți, pistonul magnetic fiind înconjurat de o bobină dispusă în exteriorul canalului principal, astfel încât la aplicarea unei tensiuni alternative bobinei sunt produse oscilații pistonului magnetic și acțiunea de pompare a unui fluid, este caracterizată prin aceea că bobina este constituită din două secțiuni identice, legate în serie și opoziție de fază.

Dispozitivul electromagnetic este simplu, miniaturizabil și integrat în construcția micropompei.

Se dau în continuare două exemple de realizare a micropompei, în legătură cu fig. 1...3, care reprezintă:

- fig. 1, schema micropompei cu dublu efect;
- fig. 2, dispozitivul electromagnetic al micropompei conform invenției;
- fig. 3, schema micropompei cu simplu efect.

Micropompa cu dublu efect (fig. 1) are în alcătuire un canal principal 1, care conține un piston magnetic 2, în zona sa centrală și doi magneți permanenți 3 și 4, la capetele sale, o bobină 5, care înconjoară pistonul magnetic 2, patru ventile unidirecționale identice, dintre care două de intrare 6 și două de ieșire 6' 4, canale de legătură dintre ventile și canalul principal, două de intrare 7 și două de ieșire 7', un canal de legătură a ventilelor de intrare 8, un canal de legătură a ventilelor de ieșire 9, canalul de intrare a fluidului 10 și canalul de ieșire a fluidului din micropompa 11. Pistonul magnetic 2 este alcătuit dintr-un magnet cilindric 12 și două inele de ferrofluid 13, dispuse la capetele magnetului. Bobina 5 este alcătuită din două secțiuni identice 5' și 5".

În lipsa tensiunii de comandă, pistonul magnetic 2 ocupă o poziție mijlocie în canalul principal 1 față de capetele bobinei 5, datorită forțelor magnetice de repulsie dezvoltate între magnetul 12 al pistonului și cei doi magneți 3 și 4 de la capetele canalului.

Prin aplicarea unei tensiuni alternative bobinei 5, pistonul magnetic 2 capătă o mișcare oscilatorie în interiorul bobinei cu frecvența tensiunii de comandă, producând variații periodice de presiune în cele două volume, camerele pompei, formate fiecare între un magnet permanent fix, cele două ventile apropiate și piston (volumul mărginit de 3, 6, 6' și 5, în partea de sus a schemei din fig. 1, respectiv, de 4, 6, 6' și 5, în partea de jos). De exemplu, la deplasarea pistonului spre magnetul 3, se deschid concomitent ventilul de intrare 6 jos și ventilul de ieșire 6' sus. Alternarea deschiderilor perechilor de ventile situate pe diagonala structurii figurate produce efectul de pompare a fluidului; fluidul este absorbit în pompă prin canalul 10 și este refulat din pompă prin canalul 11.

Pentru funcționarea eficientă a dispozitivului electromagnetic de acționare a pompei format din pistonul magnetic 2, bobina 5 și magneții 3 și 4, bobina 5 este constituită din două secțiuni identice 5' și 5", legate în serie și opoziție de fază. În orice alternanță a tensiunii de comandă, aplicată bobinei, curenții prin cele două secțiuni creează câmpuri magnetice în

1 interiorul bobinei, astfel încât la capetele acesteia polii magnetici sunt de același nume, ca
în fig. 2. Forța magnetică de acționare a pistonului într-un sens sau în celălalt este rezultanta
3 însumării forței de atracție în interiorul unei secțiuni de bobină cu forța de respingere a
celeilalte secțiuni.

5 Inelele de ferrofluid 13 împiedică atingerea de peretele interior al canalului 1 a magne-
tului 12 din pistonul 2, asigurând astfel etanșeitatea pistonului și totodată alunecarea sa cu
7 frecare redusă în interiorul canalului 1. Ferrofluidul se alege astfel încât să fie nemiscibil cu
lichidul de lucru și să nu interacționeze chimic cu acesta.

9 Cei doi magneți ficși, 3 și 4, prin forțele magnetice de repulsie dezvoltate față de mag-
netul pistonului, ce dau o rezultantă de forma unei forțe elastice caracterizată de o constantă
11 k , asigură mișcarea oscilatorie limitată a pistonului în interiorul bobinei 5.

13 Dispozitivul prezentat poate fi puternic compactizat și miniaturizat. Cu excepția
canalului principal 1, care are diametrul cel mai mare, celelalte canale pot fi de dimensiuni
micrometrice (10...100 μm), existând tehnologii și pentru miniaturizarea extremă a ventilelor
15 unidirecționale, care în caz particular pot fi cu microbule. Diametrul canalului principal poate
varia în mod uzual de la câțiva milimetri până la valori de sub 1 mm, în corelație mai ales cu
17 diametrul magnetului disponibil ce intră în constituirea pistonului.

19 Micropompa cu simplu efect, reprezentată în fig. 3, este alcătuită dintr-un canal
principal 1, având în interior un piston magnetic 2 și doi magneți permanenți ficși 3 și 4, iar
pe peretele exterior o bobină 5, un ventil de intrare 6 și un ventil de ieșire 6', conectate la
21 canalul principal prin canalul de intrare 7 și, respectiv, canalul de ieșire 7'. Canalul principal
1 poate fi prevăzut cu un orificiu 14, de legătură cu atmosfera.

23 Oscilațiile pistonului, produse în același mod ca în cazul micropompei cu dublu efect,
produc deschiderea și închiderea succesivă a celor două ventile 6 și 6', rezultând efectul de
25 pompare a unui fluid în sensul indicat de săgeți. Orificiul 14 poate fi aplicat atunci când se
dorește eliminarea efectului elastic al aerului și/sau influențarea acestui efect de către factori
27 de mediu (temperatura, de exemplu). Față de varianta cu dublu efect, micropompa cu simplu
efect pompează fluid numai într-o alternanță a tensiunii de comandă, furnizând un debit de
29 circa două ori mai mic, dar în schimb are o construcție mai simplă.

1 Micropompă acționată electromagnetic, cuprinzând un canal principal (1) în comuni- 3
cație de fluid cu niște ventile de intrare și ieșire (6, 6') prin intermediul unor canale de legă-
tură (7, 7', 8, 9), în interiorul canalului principal (1) fiind dispus un piston magnetic (2), format 5
dintr-un magnet permanent (12) și două inele de ferrofluid (13), iar la capetele sale fiind
dispuși doi magneti permanenți (3, 4), pistonul magnetic (2) fiind înconjurat de o bobină (5) 7
dispusă în exteriorul canalului principal (1), astfel încât la aplicarea unei tensiuni alternative
bobinei (5), sunt produse oscilații pistonului magnetic (2) și acțiunea de pompare a unui fluid, 9
caracterizată prin aceea că bobina (5) este constituită din două secțiuni identice (5', 5''),
legate în serie și opoziție de fază. 11

(51) Int.Cl.

F04B 35/04 (2006.01).

F04B 17/04 (2006.01)

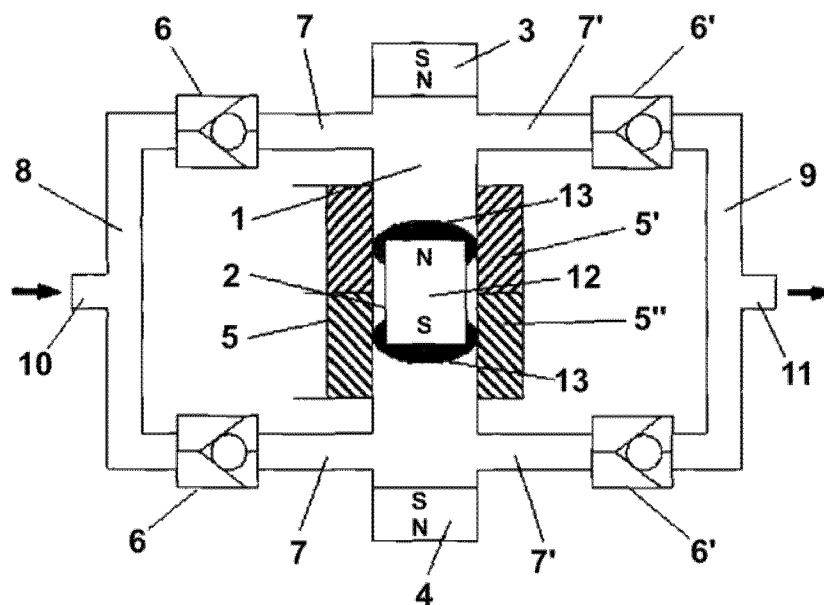


Fig. 1

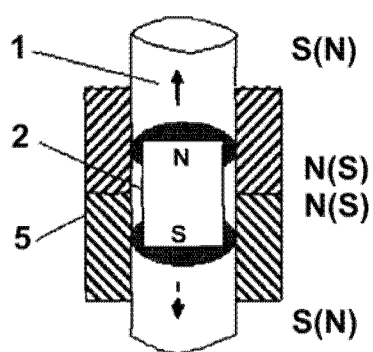


Fig. 2

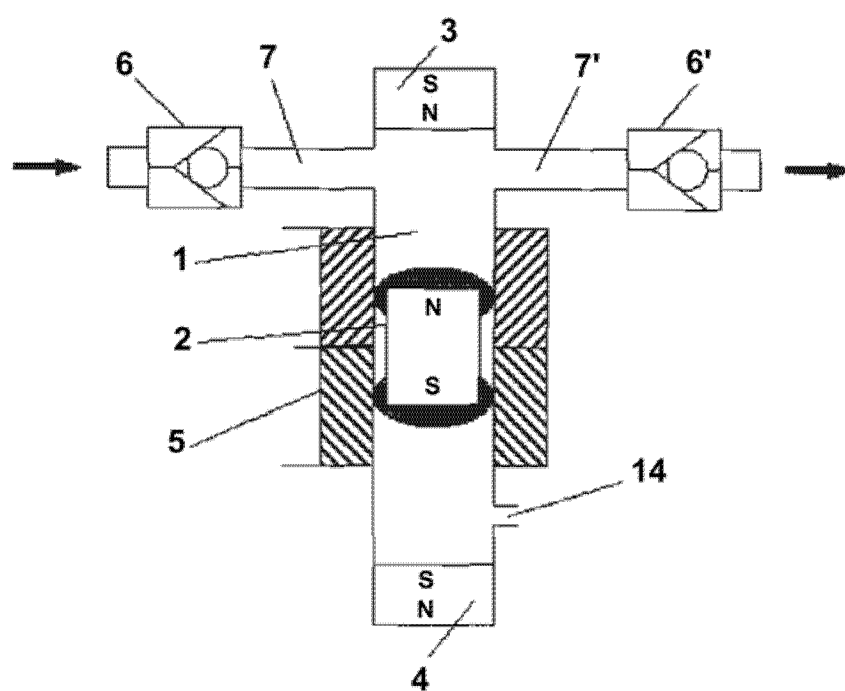


Fig. 3