

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00471

(22) Data de depozit: 25.06.2012

(41) Data publicării cererii:  
30.01.2014 BOPI nr. 1/2014

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "VALAHIA" DIN  
TÂRGOVIȘTE, BD. REGELE CAROL I, NR. 2,  
TÂRGOVIȘTE, DB, RO

(72) Inventatori:  
• IVAN IOAN ALEXANDRU,  
STR. INDEPENDENȚEI NR. 22, BL. 4,  
SC. B, AP. 38, TÂRGOVIȘTE, DB, RO;  
• ARDELEANU MIHĂIȚĂ NICOLAE,  
STR. MIHAI EMINESCU, BL. 9, SC. A,  
AP. 18, TÂRGOVIȘTE, DB, RO;  
• DESPA VERONICA, BD. UNIRII NR. 9,  
BL. 44, SC. D, AP. 51, TÂRGOVIȘTE, DB,  
RO

(54) DISPOZITIV DE ACȚIONARE MAGNETO-PIEZOELECTRIC  
PENTRU MICROMANIPULARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv tehnic hibrid mageto-piezoelectric de tip micropensă, capabil să manipuleze obiecte mecanice și/sau biologice cu dimensiuni cuprinse în intervalul 1...100 μm, cu control al forței de prehensiune în domeniul multiplilor și submultiplilor de mN. Dispozitivul conform invenției cuprinde minimum două brațe active, capabile, fiecare, de acționare bidimensională independentă, acționarea în planul micropensei fiind realizată cu ajutorul unor mijloace de tip magnetic, electromagnetic sau electrostrictiv, prin intermediul unei articulații monolitice, în timp ce al doilea grad de libertate se realizează prin intermediul unui element piezoelectric capabil să efectueze o mișcare de flexiune pe direcția perpendiculară planului micropensei. Dispozitivul conform unui exemplu de realizare este alcătuit dintr-o carcasă (1) metalică, pe care sunt amplasate niște elemente generatoare de câmp magnetic, constând din două perechi de bobine (2) și magneți (3) permanenți, care transmit o forță electromagnetică de prehensiune în niște brațe (4), prin intermediul unei articulații (4'), în timp ce niște brațe (5) piezoelectrice, cu structură bilamelară, oferă posibilitatea acționării pe direcție perpendiculară pe planul dispozitivului, iar niște elemente (6) pasive preiau contactul cu un obiect de manipulat. Opțional, pe o

carcasă (1) se pot amplasa senzori (7) de câmp magnetic care, asociați cu niște elemente (8) magnetice, transformă semnalele de deplasare mecanică în semnale electrice.

Revendicări: 6  
Figuri: 4

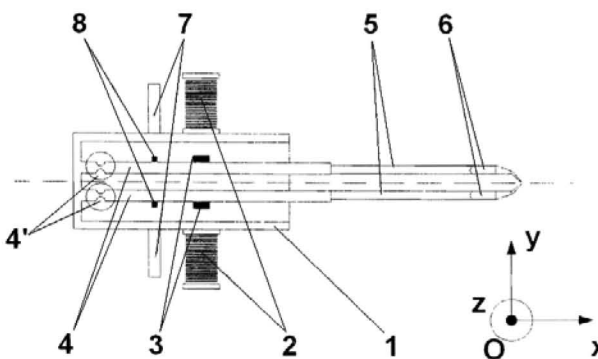
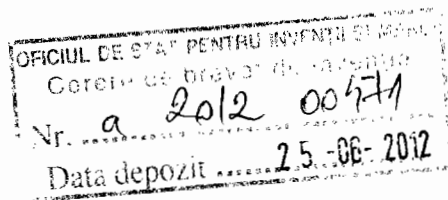


Fig. 1





## DISPOZITIV DE ACȚIONARE MAGNETO-PIEZOELECTRIC PENTRU MICROMANIPULARE

Invenția se referă la un dispozitiv tehnic magneto-piezoelectric de tip micropensă, capabil să manipuleze obiecte pentru aplicații tehnice în microrobotică, încadrate dimensional în intervalul  $[1 \div 100]$   $\mu\text{m}$ . cu control al forței de prehensiune în domeniul multiplilor și submultiplilor de mN.

Literatura de specialitate raportează o multitudine de principii de acționare pentru microrobotică (termic, piezoelectric, electrostrictiv, electromagnetic, electrostatic, cu memoria formei etc.). Dintre acestea, soluțiile tehnice comerciale uzuale pentru micropense sunt bazate pe microactuatoare electrostatice integrate (MEMS) ușor de fabricat în masă, dar care sunt însă, fragile din punct de vedere mecanic. Alte soluții constructive mai puțin comune se referă la actuatoare piezoelectrice tip multielectrod (mai multe perechi de electrozi), care însă prezintă o complexitate ridicată în etapa de asamblare a dispozitivului.

Invenția abordează un nou principiu hibrid de acționare pentru o micropensă cu minim două brațe a câte două grade de libertate fiecare, folosind efectele magnetice și piezoelectrice. Astfel, acționarea în planul micropensetei (direcția de strângere) se realizează cu ajutorul unui principiu magnetic, electromagnetic sau electrostrictiv, prin intermediul unei articulații compliante. În continuare, al doilea grad de libertate se realizează prin intermediul unui element piezoelectric capabil să efectueze o mișcare de flexiune pe direcția perpendiculară planului elementului și a direcției de strângere. Avantajul structurii propuse constă în simplitatea constructivă (număr redus de componente, structură integrată, fiabilitate), precizie micrometrică de poziționare, domeniu de lucru milimetric, posibilitatea montării unui senzor de deplasare al deschiderii micropensetei.

Dispozitivul tehnic, conform invenției, se compune dintr-o carcasă metalică, realizată prin depunere de straturi de pulberi metalice sinterizate sau prin orice altă tehnologie de prelucrare mecanică. Această carcasă poziționează relativ elementele generatoare de câmp magnetic față de elementele solidare (braț compliant – magnet permanent). Electromagnetul, solenoidul, sau elementul generator de câmp magnetic, are asigurată construcția prin bobinarea pe un suport mosor a unui conductor de cupru dimensionat special pentru cazul de față.

Magnetul permanent sau, după caz. elementul electrostrictiv, interacționează la variația câmpului magnetic generat, transmițând forța exercitată în brațul compliant, producând astfel o deformare mecanică în articulația compliantă. Brațul compliant produce deplasarea micrometrică a vârfului în planul  $xOy$  (planul micropensei), în intervalul de lucru proiectat.

Actuatorul piezoelectric este de tip bilamelar (cel puțin un strat piezoelectric) care, supus unui câmp electrostatic, produce în structura de tip bilamelar o deformare în acord cu legile efectului piezoelectric, aceasta traducându-se printr-o flexiune după direcția  $Oz$ , perpendiculară pe planul micropensei. Rolul principal al actatoarelor piezoelectrice constă în alinierea precisă a vârfurilor în planul  $xOy$  (compensarea greutatei proprii, a solicitărilor statice, a toleranțelor de fabricație) precum și în posibilitatea micropoziționării/micromanipulării obiectelor prin translație pe direcția  $Oz$  și/sau prin rotație în planul  $yOz$ . Elementele piezoelectrice servesc, de asemenea, în mod secundar, la amplificarea deplasării mecanice pe direcția  $Oy$ .

În continuare, un element terminal cu vârf micrometric are rolul de prehensiune efectivă a obiectului de manipulat. Dimensiunile vârfurilor sunt de ordinul a câțiva micrometri și se obțin prin microtehnologii speciale (fotolitogravură, gravură sub fascicul de ioni etc.).

Ideea inovatoare este reprezentată, pe lângă soluția tehnică propusă de acționare hibridă magneto-piezoelectrică, de capacitatea tehnică a sistemului de a alinia precis vârfurile în planul  $xOy$  (compensarea greutatei proprii, a solicitărilor statice, a toleranțelor de fabricație) precum și de posibilitatea micropoziționării/micromanipulării obiectelor nu numai prin deschiderea brațelor pe direcția  $Oy$ , dar și prin translație pe direcția  $Oz$  și/sau rotație în planul  $yOz$ .

Figurile 1-4 se referă, cu titlu de exemplificare, la un posibil model experimental de micropensă cu două brațe, realizată pe baza principiilor mai sus enunțate, alte soluții constructive fiind, de asemenea, posibile. Figurile anexate ilustrează, după cum urmează:

- figura 1 – o secțiune a dispozitivului magneto-piezoelectric tip pensă pentru micromanipulare;
- figura 2 – procedura de aliniere în planul  $yOz$ ;
- figura 3 – sistemul de comandă și control;
- figura 4 – operația de rotire a micro-obiectului.

În figura 1 este reprezentat exemplul de dispozitiv magneto-piezoelectric pentru micromanipulare, care se compune dintr-o carcasă metalică (1) ce poziționează elementele

generatoare de câmp magnetic reprezentate de două bobine (2) care interacționează cu cei doi magneți permanenți (3) transmițând o forță rezultată în brațele compliante (4) prin articulația compliantă (4'). Brațele piezoelectrice (5) au structură bilamelară și oferă posibilitatea acționării în direcția perpendiculară pe planul figurii. Elementele pasive (6) preiau contactul cu obiectul de manipulat. Opțional, pe structura monolitică a carcasei (1) se pot asambla senzori de câmp magnetic (7) care, asociați cu elementele magnetice (8), convertesc semnalele de deplasare mecanică în semnale electrice.

Prin efectul piezoelectric se aliniază brațele în plan orizontal, anulând eroarea  $\Delta z$  (figura 2). De asemenea, deplasarea generată piezoelectric, combinată cu cea electromagnetică, va conduce la o mișcare de rotire a obiectului prehensat între terminalele (6), ca în figura 4.

În mod opțional, se poate atașa un ansamblu magnet – senzor magnetic, prin intermediul căruia se va putea măsura și controla deplasarea brațului compliant.

Mișcările brațelor sunt individuale și presupun o consolă echipată cu manipuloare de tip joystick, prin care operatorul pilotează semnalele de comandă, dozate algoritmic prin intermediul blocului de comandă și control (figura 3).

## REVENDICĂRI

1. Dispozitiv de acționare magneto-piezoelectric pentru micromanipulare, alcătuit dintr-o carcasă numită bază (1) ce poziționează minim două brațe active, fiecare având câte două grade de libertate în planul perpendicular direcției longitudinale a acestora, capabile fiecare de acționare independentă. Primul grad de libertate se realizează pe baza unui sistem de acționare de tip electromagnetic și al unei articulații monolitice compliante. Al doilea grad de libertate se realizează prin intermediul unui element piezoelectric capabil să efectueze o mișcare de flexiune.

2. Dispozitiv de acționare magneto-piezoelectric pentru micromanipulare, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că pe ansamblul bază-brațe (1, 4) sunt poziționate elemente generatoare de câmp magnetic (2), care interacționează cu elemente magnetice/feromagnetice (3), ce transmit fiecare forța electromagnetică rezultantă în direcția perpendiculară pe brațele (4) prin intermediul câte unei articulații compliante (4').

3. Dispozitiv de acționare magneto-piezoelectric pentru micromanipulare, conform revendicărilor 1 și 2, caracterizat prin aceea că pe brațele (4) sunt montate elemente piezoelectrice de tip lamelar (5) cu acționare în direcția perpendiculară atât pe axa longitudinală a brațelor, cât și pe direcția de acționare a elementelor electromagnetice.

4. Dispozitiv de acționare magneto-piezoelectric pentru micromanipulare, conform revendicărilor 1-3, caracterizat prin aceea că pe elementele piezoelectrice (5) pot fi amplasate elemente pasive (6), microuzinate pentru a prelua contactul cu obiectul de manipulat.

5. Dispozitiv de acționare magneto-piezoelectric pentru micromanipulare, conform revendicărilor 1-4, caracterizat prin aceea că, pe ansamblul bază-brațe (1, 4) se pot asambla senzori de câmp magnetic (7) care, asociați cu elementele magnetice (8), convertesc semnalele de deplasare mecanică în semnale electrice.

6. Sistem de micromanipulare a dispozitivului de acționare conform revendicărilor 1-5, caracterizat prin aceea că include o consolă de tip joystick, conectată la un circuit electronic de conversie, prelucrare și control al semnalelor (figura 3).

FIGURI:

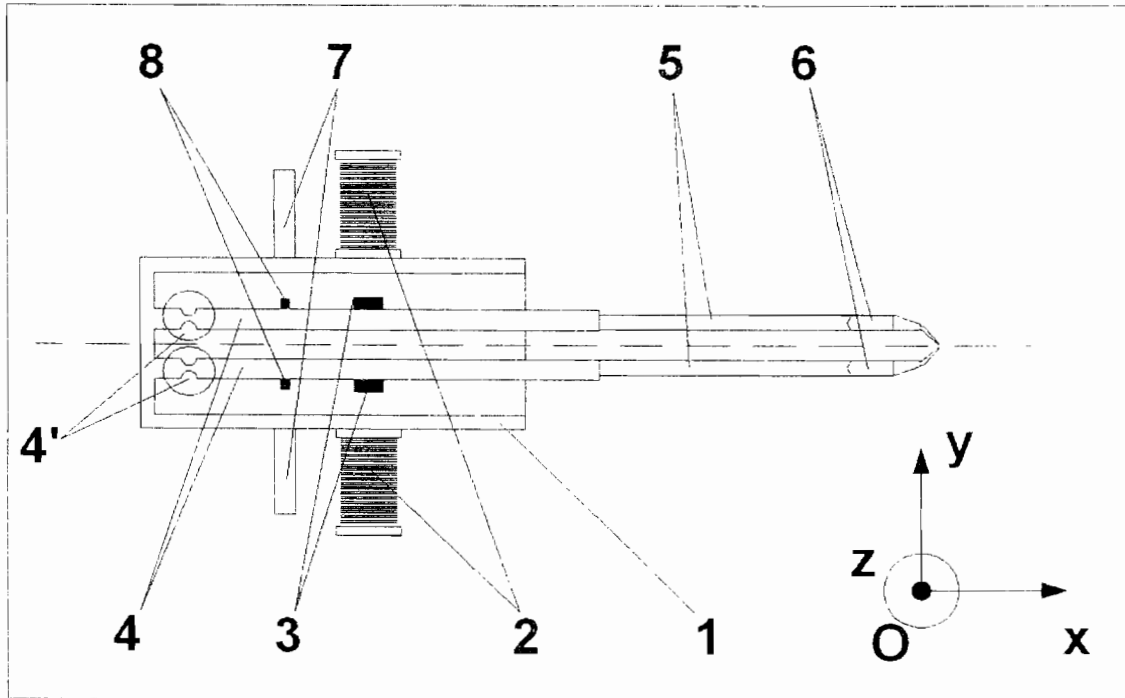


Fig.1

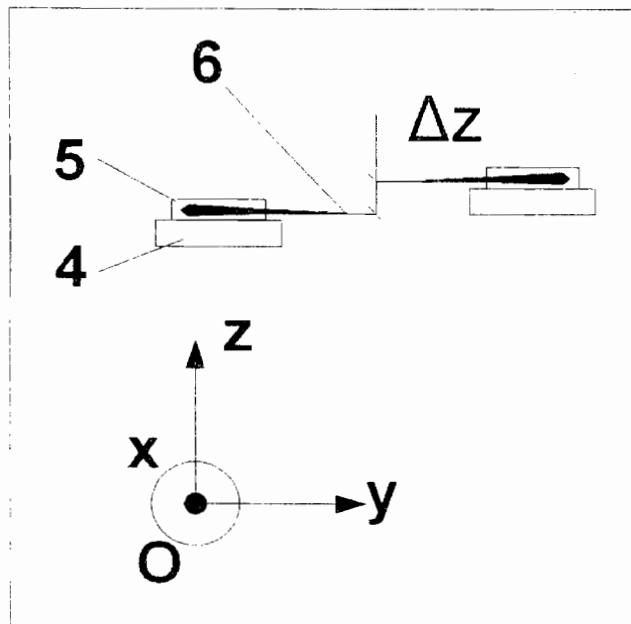


Fig. 2

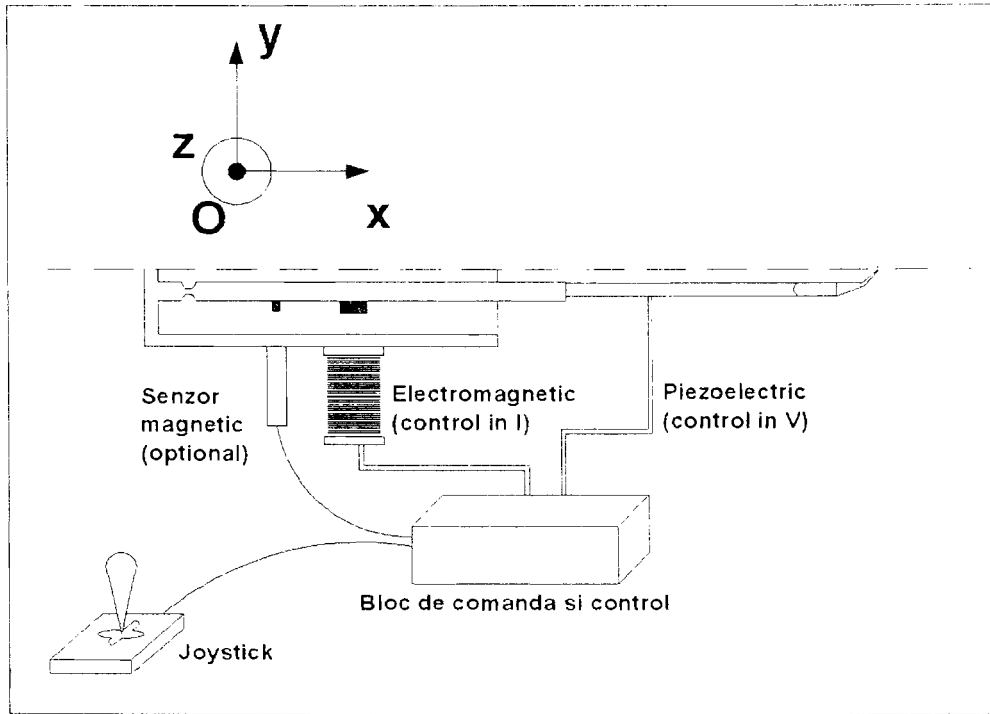


Fig. 3

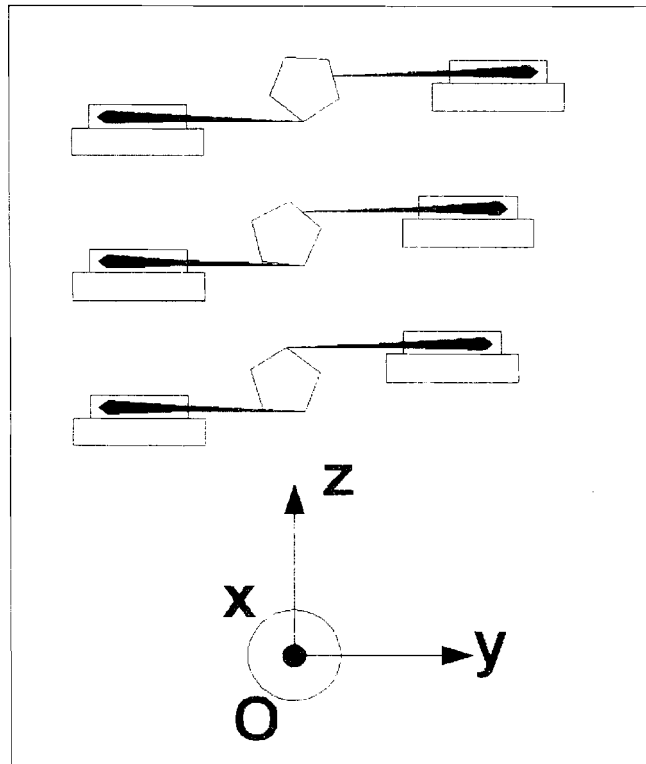


Fig. 4