

(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00509**

(22) Data de depozit: **30.06.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.04.2011** BOPI nr. **4/2011**

(41) Data publicării cererii:  
**30.03.2009** BOPI nr. **3/2009**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ DIN BUCUREȘTI - CENTRUL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU MECATRONICĂ, SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **ALEXANDRESCU NICOLAE, STR.NATAȘIEI NR.23, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **UDREA CONSTANTIN, STR.VULCAN JUDEȚU NR.37, BL.B1C, SC.1, ET.2, AP.10, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **COMEAGA CONSTANTIN DANIEL, STR.ANTIAERIANĂ NR.115, BL.A1, SC.1, ET.4, AP.145, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **OVEZEA DRAGOȘ, CALEA CRÂNGAȘI NR.4, BL.16A, SC.A, AP.5, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **APOSTOLESCU TUDOR CĂTĂLIN, STR.VULCAN JUDEȚU NR.37, BL.B1C, SC.1, ET.2, AP.10, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 5136201 (A); US 2006000137 (A1);**  
**KR 100802354 (B1); US 6408710 (B1);**  
**US 2006177295 (A1); RO 111430 B1**

## (54) **MINIROBOT XYZ CU ACȚIONARE PIEZOELECTRICĂ DE PRECIZIE NANOMETRICĂ**

### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un minirobot cu acționare piezoelectrică, ce realizează deplasări liniare cu poziție nanometrică, pe axele de coordonate X, Y și Z, destinat a manipula sarcini relativ mari în spații de operare cu volum mic. Minirobotul conform invenției este constituit din două subansambluri (**a** și **b**) asamblate și ghidate unul față de celălalt prin două arcuri (**1** și **2**) lamelare, fixate, la un capăt, de un corp (**3**) de bază al primului subansamblu (**a**) amintit, și, la celălalt capăt, de o piesă cadru (**6**) a celui alt subansamblu (**b**), deplasarea pe axa Z realizându-se prin intermediul unui actuator (**7**) piezoelectric liniar, iar măsurarea deplasărilor pe axă fiind făcută de un traductor capacitiv având două armături (**8** și **10**), una fixă și cealaltă mobilă, deplasarea pe celelalte axe X și Y realizându-se prin intermediul altor două actuatoare (**11** și **12**) piezoelectrice liniare, iar măsurarea deplasărilor pe axele X, Y și Z fiind făcută de alte două traductoare capacitiv, având, fiecare, câte două armături (**16**, **14** și **17**, **15**), una fixă și cealaltă mobilă.

Revendicări: 3  
Figuri: 3

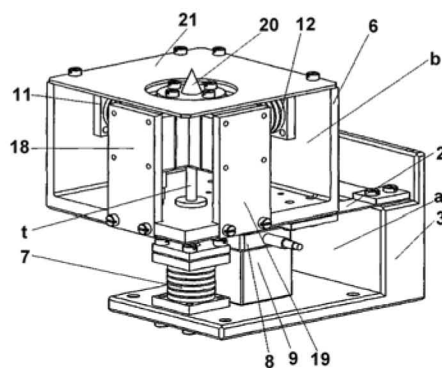


Fig. 1

Examinator: ing. ENDES ANA MARIA



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

# RO 123247 B1

1 Inventția se referă la un minirobot cu acționare piezoelectrică, ce realizează deplasări  
liniare cu poziționări de precizie nanometrică pe trei axe de coordonate X, Y și Z, capabil de  
3 a manipula sarcini relativ mari (1...6 N) în spații de operare de mic volum ( $10^3...10^5 \mu\text{m}^3$ ).

5 Sunt cunoscute structuri de miniroboți cu deplasări pe două sau trei axe cu acționare  
piezoelectrică, la care deplasările sunt realizate prin impulsuri, cu șocuri, ceea ce conduce  
la o mișcare discontinuă, precizie de poziționare scăzută și forțe de acționare reduse.

7 Sunt de asemenea cunoscute structuri mecanice acționate piezoelectric sub forma  
unor mese care cu deplasări pe două sau trei axe de coordonate poziționează cu precizie  
9 submicrometrică obiectele de foarte mică greutate, așezate pe ele.

11 Un alt document relevant din stadiul tehnicii, identificat în urma cercetării documen-  
tare, este cererea de brevet **US 5136201**, care prezintă o articulație robotică piezoelectrică.  
Actuatoarele confecționate din materiale piezoceramice, ce devin active în câmpuri electrice,  
13 pot acționa o articulație pentru un membru al unui robot. Actuatoarele piezoelectrice, spre  
exemplu, pot fi folosite în construcții robotice diferite, pentru a roti elementul mobil într-o  
15 articulație cilindrică sau sferică, sau pentru a efectua o mișcare de translație. O pereche de  
actuatoare sunt implicate în realizarea mișcării de deplasare a unui robot printr-un control  
17 permanent asupra membrelor acestuia.

19 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui minirobot cu  
deplasări pe trei axe de coordonate și capabil de manipulări cu precizii nanometrice a unor  
obiecte.

21 Soluția tehnică constă în realizarea unui minirobot cu deplasări pe trei axe liniare de  
coordonate, cu mișcare continuă, capabil să poziționeze cu precizie nanometrică dispozitive  
23 de lucru care necesită forțe de operare mari sau obiecte cu greutate relativ ridicată.

25 Minirobotul XYZ cu acționare piezoelectrică, conform invenției, este alcătuit din două  
subansambluri de bază, unul ce realizează mișcarea pe axa Z prin intermediul unui actuator  
piezoelectric liniar cu element piezoelectric primar sub formă de stivă de straturi și al doilea,  
27 deplasat pe verticală de actuatorul de pe axa Z, ce realizează mișcările pe axele X și Y prin  
intermediul altor două actuatoare piezoelectrice liniare, care fixate la  $90^\circ$  în structura lui  
29 deplasează pe două direcții un cub prin împingere pe două dintre fețele sale laterale,  
deformând în același timp și o tijă cilindrică, solidară cu cubul, care îndeplinește rolul unui  
31 arc. Deplasările de pe fiecare axă sunt măsurate de trei seturi de traductoare capacitive cu  
rezoluție subnanometrică. Cele două subansambluri sunt cuplate prin intermediul a două  
33 arcuri lamelare ce ghidază mișcarea de pe axa Z și simultan creează o forță de apăsare pe  
actuatorul de pe această axă.

35 Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

37 - deplasările pe axele X, Y și Z se fac într-un regim de mișcare continuă, fără șocuri,  
pe întreaga cursă de lucru a actuatorilor piezoelectrice liniare, a căror caracteristică  
tensiune de alimentare-deformație-forță materializează funcția de acționare a minirobotului;

39 - produce precizii nanometrice, datorită posibilității de realizare a unor deplasări cu  
rezoluție subnanometrică și ghidării acestor deplasări prin intermediul unor elemente elastice  
41 care elimină jocul specific ghidajelor clasice de alunecare sau de rostogolire;

43 - în funcție de mărimea și modul de instalare a tensiunilor de alimentare/de comandă  
a actuatorilor piezoelectrice, se realizează ușor programarea deplasărilor/ poziționărilor și  
regimurilor de mișcare secvențială sau simultană;

45 - minirobotul are o utilizare universală, deoarece pe suprafața superioară a cubului,  
care conține punctul terminal - de origine a minirobotului, se pot amplasa și asambla fie  
47 dispozitive de lucru/efectuare, fie mese pentru poziționări de obiecte de greutate dintre cele  
mai mari în raport cu specificul acestei categorii de miniroboți, ce vor căpăta deplasări liniare,  
49 în plan sau în spațiu, cu precizie nanometrică;

# RO 123247 B1

- este cea mai fezabilă structură precisă de minirobot cu trei grade de mobilitate, deplasarea în plan prin acționarea pe două suprafețe perpendiculare ale unei piese sub formă de cub, conferindu-i un înalt grad de simplitate. 1 3

Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1, 2 și 3, care reprezintă: 5

- fig. 1, o vedere tridimensională a minirobotului cu acționare piezoelectrică, cu principalele sale subansambluri; 7
- fig. 2, o vedere de sus a structurii minirobotului, cu unele componente eliminate; 9
- fig. 3, o vedere tridimensională a structurii interne a robotului, cu unele componente eliminate. 9

Minirobotul XYZ cu acționare piezoelectrică este compus din două subansambluri principale: un subansamblu **a** care materializează deplasarea pe axa Z și un subansamblu **b** care materializează deplasările de pe axele X și Y, fig. 1, asamblate și ghidate unul față de celălalt prin niște arcuri lamelare **1** și **2**, fixate la un capăt pe un corp de bază **3** al subansamblului **a** prin niște șuruburi care strâng și niște plăcuțe **4** și **5**, iar la celălalt capăt, într-un mod asemănător, pe o piesă cadru **6**, cu 3 suprafețe perpendiculare, a unui subansamblu **b**, fig. 2. 11 13 15 17

Deplasarea pe axa Z a minirobotului este realizată de un actuator piezoelectric liniar **7**, fixat prin niște șuruburi de un corp **3**, a cărui tijă de acționare cu cap sferic **s** împinge pe verticală subansamblul **b** cu o cursă corespunzătoare tensiunii de alimentare a cărei reglabilitate în domeniul 0...100 V poate produce, în funcție de înălțimea stivei de straturi piezoelectrice din actuator, deplasări începând de la 1 nanometru până la 1‰ din înălțimea stivei - pentru o stivă cu înălțimea de 10 mm la 0,01 V se obține 1 nm, iar la 100 V - 10 μm. Prin intermediul unor arcuri lamelare **1** și **2**, care din construcție produc o anumită forță de apăsare pe tija de acționare a unui actuator **7**, subansamblul **b** este și rămâne permanent în contact cu un cap sferic **s** al acestei tije, asigurându-se astfel poziționări pe axa Z în sensul invers de deplasare în jos a acestui subansamblu. Măsurarea deplasărilor de pe axa Z este făcută de un traductor capacitiv cu o rezoluție subnanometrică, având o armătură fixă **8**, care este prinsă de un suport **9**, rigidizat pe corpul de bază **3**, iar o parte mobilă **10**, fig. 3, pe suprafața inferioară a unei piese **6**, din subansamblul **b**. Deplasările pe axele X și Y se produc în subansamblul **b** prin intermediul unor actuatore piezoelectrice liniare **11** și **12**, așezate perpendicular prin fixare rigidă pe cele două fețe perpendiculare ale unei piese **6**, care acționează pe două suprafețe laterale ale unei piese **13** cu o formă cubică, care în partea de jos continuă cu o tijă **t** de secțiune cilindrică, fixată pe placa inferioară a unei piese cadru **6**, al cărei rol, similar unui arc, este de a crea forțe de apăsare pe niște actuatore **11** și **12** și de a menține permanent contactul între cele două suprafețe laterale ale cubului cu capetele sferice **s** ale tijelor actuoarelor. Măsurarea deplasărilor, ca și pe axa Z, este făcută de niște traductori capacitivi cu niște armături mobile **14** și **15**, fixate pe cele două suprafețe ale unui cub **13**, și niște armături fixe **16** și **17**, rigidizate pe niște plăci laterale **18** și **19**, asamblate rigid prin niște șuruburi de o piesă cadru **6**, fig. 1 și 2. Pe suprafața superioară a cubului este practicat un alezaj **m** și sunt executate patru găuri filetate în care se pot monta precis obiecte ce se pot manipula spațial: dispozitive de lucru, efectoare, dispozitive de apucare, mese pentru poziționat diverse elemente etc., în cazul de față, o piesă specială **20**, fig. 3, al cărei vârf conic materializează punctul de origine-terminal al minirobotului ale cărui poziții spațiale se pot măsura în etapa experimentărilor. O placă superioară **21**, fig. 1, asamblată pe piesa cadru **6**, închide partea superioară a subansamblului **b**. Programarea deplasărilor robotului se face prin nivelurile de tensiune care alimentează/comandă cele trei actuatore piezoelectrice **7**, **11** și **12**, iar modul de execuție a deplasărilor secvențial sau simultan este implicit determinat de modul în care sunt furnizate aceste tensiuni. 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 49

# RO 123247 B1

## Revendicări

1

3

1. Minirobot XYZ cu acționare piezoelectrică de precizie nanometrică, **caracterizat prin aceea că** este acționat de trei actuatore piezoelectrice ce realizează o mișcare programabilă continuă, fără șocuri, pe întreaga cursă de deplasare de pe fiecare axă X, Y și Z, proporțională cu tensiunea de alimentare a actuatorelor, deplasarea pe axa Z fiind produsă și măsurată ultraprecis într-un subansamblu (a) de un actuator piezoelectric liniar (7), respectiv de un traductor capacitiv, având niște armături (8) constituind o parte fixă și niște armături (10) constituind o parte mobilă, care este apoi preluată și transmisă printr-un sistem alcătuit din niște arcuri lamelare paralele (1 și 2), iar un subansamblu (b) în care se realizează deplasările pe axele X și Y de către niște actuatore piezoelectrice liniare (11 și 12), dispuse la un unghi de 90°, măsurate ultraprecis de niște traductorii capacitivi având niște armături mobile (14 și 15), fixate pe alte două fețe laterale ale unei piese de formă cubică (13) și având niște armături fixe (16, respectiv 17), fixate prin niște plăci (18 și 19) de o piesă cadru (6) a subansamblului (b).

5

7

9

11

13

15

17

2. Minirobot XYZ cu acționare piezoelectrică de precizie nanometrică, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** realizează o precizie de poziționare de nivel nanometric, prin prelucrarea cu mare exactitate a deplasărilor produse de niște actuatore piezoelectrice liniare (7, 11 și 12), datorită forțelor de apăsare produse de niște elemente elastice (1 și 2) pentru un actuator (7) de pe axa Z și o tijă cilindrică (t) a unei piese (13) pentru actuatorele (11 și 12) de pe axele X și Y, elemente care îndeplinesc și condițiile de ghidare a mișcărilor fără jocuri, în subansamblul (b) cele două actuatore (11 și 12) având simultan funcțiile de acționare și de ghidare, acționarea pe axa X produsă de un actuator (11) fiind ghidată de un actuator (12), iar cea pe axa Y produsă de un actuator (12) de către un actuator (11), așezarea exactă sub unghi de 90° a actuatorelor (11 și 12) și execuția precisă a unor fețe laterale (13) cu o duritate și rugozitate adecvate garantând preluarea și transmiterea precisă a mișcărilor.

19

21

23

25

27

29

3. Minirobot XYZ cu acționare piezoelectrică de precizie nanometrică, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este un minirobot universal, pe suprafața de capăt a unei piese (13), în alezajul special executat, se pot fixa orice obiecte, dispozitive de lucru, efectoare, dispozitive de apucare, mese pentru poziționare, care au greutate și/sau necesită forțe de acționare dintre cele mai mari, comparativ cu cele asigurate de toți ceilalți miniroboti cu destinație similară.

31

33

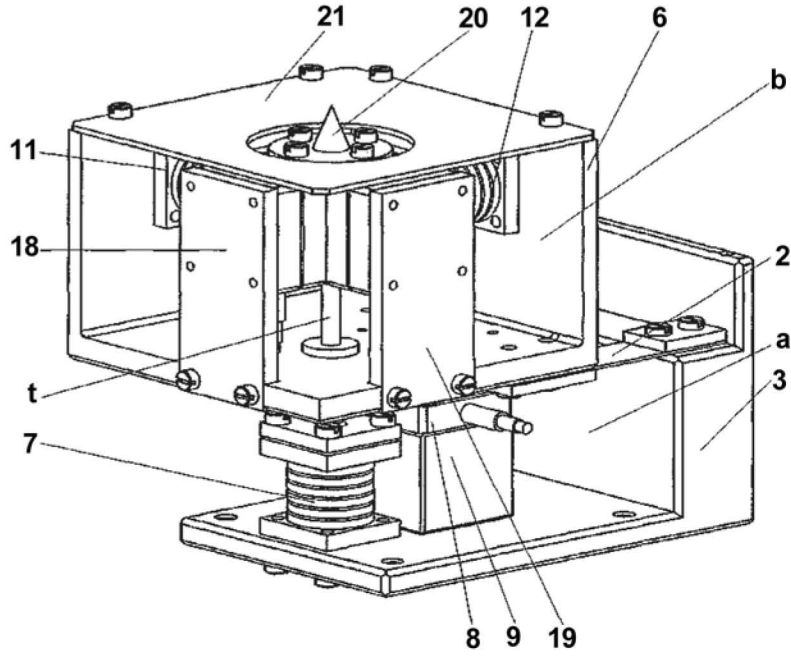


Fig. 1

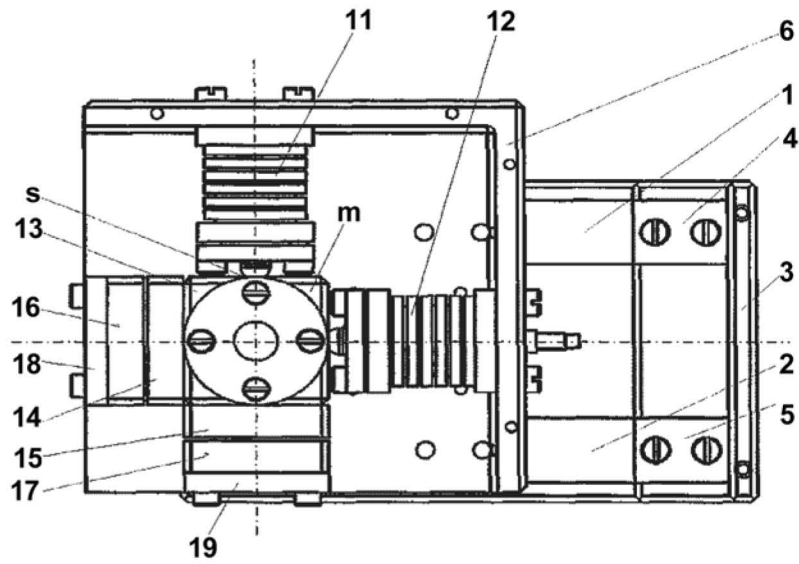


Fig. 2

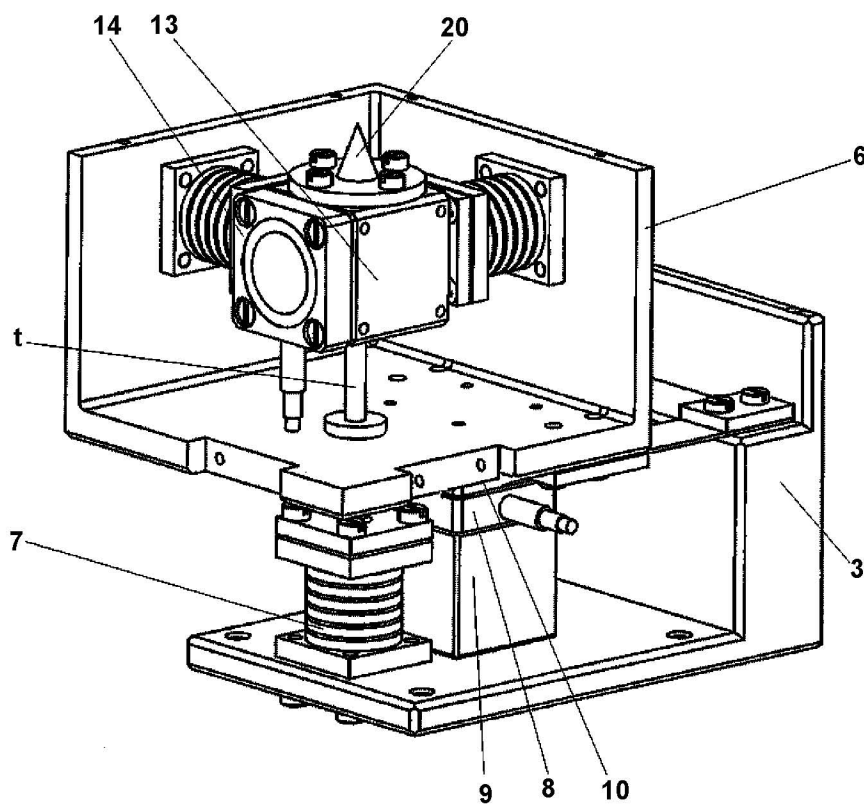


Fig. 3

