



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01125**

(22) Data de depozit: **09/11/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/09/2017** BOPI nr. **9/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/07/2013 BOPI nr. **7/2013**

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

(72) Inventatori:
• **DOROFTEI IOAN, STR. AMURGULUI
NR. 8, BL. 258A, SC. B, ET. 1, AP. 5, IAȘI,**
IS, RO;
• **ȘTIRBU BOGDAN, STR. CEFERIȘTILOR
BL. B 29, SC. A, AP. 29, PAȘCANI, IS, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 127815 A2

(54) **MICROROBOT PĂȘITOR BIOMIMETIC**



1 Invenția se referă la un microrobot pășitor biomimetic, acționat cu fire din aliaj cu
memoria formei, ale căror mase și dimensiuni permit miniaturizarea sistemului și asigurarea
3 unei complianțe acestuia, în vederea apropierii de sistemele biologice.

 Microrobotul poate fi utilizat pentru inspectarea unor spații foarte înguste, inaccesibile
5 omului sau altor vehicule, cât și pentru aplicații speciale, deoarece deplasarea acestuia se
face fără zgomot.

 Sunt cunoscute vehiculele pășitoare cu acționare electrică, convențională, dar care
7 prezintă dezavantajul că dimensiunile motoarelor limitează posibilitatea miniaturizării
9 acestora. De asemenea, se cunosc o serie de microroboți pășitori acționați cu fire din
material cu memoria formei, a căror construcție este foarte simplă, folosind sârmă din oțel
11 arc sau benzi elastice din diverse materiale, pentru realizarea picioarelor, ceea ce face ca
deplasarea acestora după o anumită traiectorie să nu poată fi controlată cu precizie.

 Din documentul **RO 127815 A2** este cunoscut un robot pășitor hexapod, de mici
13 dimensiuni, constituit dintr-un corp central, ce are montate șase picioare, fiecare alcătuit
15 dintr-un element cinematic, pentru mișcarea de ridicare-coborâre, și un alt element cinema-
tic, pentru mișcarea de rotație în plan orizontal, mișcarea de ridicare-coborâre a fiecărui
17 picior fiind realizată de un fir din aliaj cu memoria formei, iar rotația în plan orizontal a picio-
rului fiind asigurată de un alt fir din aliaj cu memoria formei, fire ce sunt tensionate prin alte
19 fire elastice.

 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în realizarea unui micro-
21 robot pășitor biomimetic, cu șase picioare acționate cu fire din aliaje cu memoria formei,
fiecare picior fiind un mecanism cu structură mixtă (conține o buclă închisă), cu două grade
23 de mobilitate active și unul pasiv, folosind elemente rigide și cuple cinematice clasice, și
având înglobate elemente elastice, pentru asigurarea complianței.

 Microrobotul pășitor biomimetic, conform invenției, este prevăzut cu un corp central,
25 pe care sunt montate șase mecanisme cu rol de picioare, ce asigură locomoția microrobo-
tului. Mecanismul fiecărui picior este format dintr-un lanț cinematic cu structură mixtă, având
27 două cuple cinematice de rotație active, una necesară ridicării-coborârii piciorului, rotindu-l
cu un unghi θ_1 în jurul unei axe orizontale, cealaltă pentru rotația acestui picior, cu unghiul
29 θ_2 , în jurul axei verticale a cuplei pe care piciorul o face cu șasiul, rotație necesară efectuării
pasului pentru deplasarea efectivă a microrobotului. Pentru acționarea acestor cuple cine-
31 matice se utilizează fire din aliaj cu memoria formei, având diametrul de 100 μm . Pe lângă
cele două grade de mobilitate active, mecanismul piciorului mai are un al treilea grad de
33 mobilitate pasiv, θ_5 , asigurat de o cuplă cinematică de rotație, acționată de două elemente
35 elastice antagonice, care asigură complianța specifică sistemelor biologice, în scopul adap-
tării la mediul în care se deplasează microrobotul, precum și al evitării distrugerii firelor din
37 aliaj cu memoria formei, la coliziunea picioarelor cu obstacolele din acest mediu. Tot pentru
asigurarea acestei complianțe, la deplasarea piciorului în plan orizontal, firele din aliaje cu
39 memoria formei, ce acționează cupla cinematică aferentă acestei mișcări, sunt inseriate cu
două elemente elastice. Firele din aliaje cu memoria formei au proprietatea că, atunci când
41 sunt încălzite, se scurtează cu până la 8% din lungimea lor inițială. Încălzirea firelor mențio-
nate se face folosind metoda alimentării acestora cu un curent electric. Pentru ca procesul
43 intern al firelor, acela de modificare a cristalelor, să aibă loc, astfel încât acestea să se
scurteze la încălzire, și să revină la lungimea inițială la răcire, este necesar ca ele să fie ten-
45 sionate mecanic. În acest sens se folosesc elemente elastice sub forma unor arcuri
elicoideale, acestea având și rolul de a aduce elementele cinematice ale piciorului în pozițiile
47 inițiale, atunci când firele de aliaj cu memoria formei nu mai sunt încălzite. Deoarece valo-
rea scurtării unui fir depinde de lungimea sa, și fiindcă se dorește o construcție cât mai

compactă a microrobotului, dar cu rotații cât mai ample ale elementelor cinematice, se utilizează o serie de fulii pe care se înfășoară acest fir. Pentru comanda robotului se folosește un micro-controler din familia PIC. Microrobotul poate merge înainte/înapoi și poate vira stânga/dreapta, utilizând un mers de tip tripod (cu trei picioare simultan pe sol) sau în unde (cu patru sau cinci picioare simultan pe sol). Dimensiunile microrobotului sunt: lungime 130 [mm], lățime 126 [mm], înălțime 70 [mm]. De asemenea, acesta are o masă totală de 35 [g].	1
Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	7
- microrobotul se poate deplasa cu ușurință în spații înguste;	
- acesta poate fi utilizat pentru aplicații speciale de inspectare;	9
- dimensiunile mici și masa redusă a actuatorilor cu memoria formei permit miniaturizarea;	11
- includerea unor elemente compliante în construcția microrobotului permite adaptarea acestuia la neregularitățile suprafeței pe care se deplasează, precum și evitarea ruperii firelor din aliaj cu memoria formei, la coliziunea cu obstacole;	13
- o cursă de ridicare a extremității piciorului mult mai mare decât cea obținută cu un picior cu structură serială, având aceleași dimensiuni de ansamblu; acest lucru permite utilizarea unor fire mai scurte, cu efect în reducerea consumului energetic, aspect foarte important în cazul acestui tip de acționare.	15
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...3, ce reprezintă:	19
- fig. 1, schema cinematică echivalentă a unui picior, cu includerea actuatorilor;	21
- fig. 2, vedere 3D a piciorului;	
- fig. 3, vedere 3D a microrobotului.	23
Microrobotul pășitor biomimetic, conform invenției, este alcătuit dintr-un corp central 1 , pe care sunt montate cele șase mecanisme ce constituie picioarele robotului. Fiecare picior este alcătuit din: elementul cinematic 2 , solidar cu fulia 15 de rază R_1 și legat, prin cupla cinematică activă A , la corpul central; elementul cinematic 3 , solidar cu fulia 16 de rază R_2 și conectat la elementul 2 prin intermediul cuplei cinematice active B ; elementul 4 , ce este legat la elementul 3 prin cupla cinematică pasivă E și vine în contact cu elementul 2 printr-o cuplă cinematică superioară C ; elementul cinematic 5 , legat la elementul 4 prin cupla cinematică E , acționată de elementele elastice 13 și 14 , care asigură complianța piciorului pe direcție verticală. Acționarea, în ambele sensuri, a cuplei cinematice A este asigurată de firele 6 și 7 cu memoria formei, fire tensionate de elementele elastice 8 și 9 , care asigură și complianța piciorului pe direcție orizontală. Cupla B este acționată, în sensul coborârii piciorului, de firul 10 , iar în sens invers, de elementul elastic 11 . Menținerea în contact a elementelor cinematice 4 și 2 o asigură elementul elastic 12 . În scopul reducerii masei totale a robotului, componentele electronice necesare pentru comanda acestuia se montează direct pe corpul său, fără a utiliza un cablaj suplimentar.	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39

Revendicări

1

3

5

7

9

11

13

15

17

19

21

1. Microrobot pășitor biomimetic, constituit dintr-un corp central (1), pe care sunt montate șase mecanisme ce constituie picioarele robotului, fiecare picior fiind alcătuit dintr-un prim element cinematic (2), ce asigură mișcarea de rotație în plan orizontal a piciorului, și un al doilea element cinematic (3), pentru mișcarea de ridicare-coborâre a piciorului, **caracterizat prin aceea că** primul element cinematic (2) este legat printr-o cuplă cinematică activă (A) la corpul central (1), și printr-o cuplă cinematică activă (B) de al doilea element cinematic (3), care, la rândul său, este legat printr-o cuplă cinematică pasivă (D) de un al treilea element cinematic (4), ce vine în contact cu elementul (2) printr-o cuplă cinematică superioară (C), de al treilea element cinematic (4) este legat un al patrulea element cinematic (5), prin cupla cinematică pasivă (E) acționată prin niște elemente elastice (13, 14) care asigură complianța piciorului pe direcție verticală, menținerea în contact a primului element cinematic (2) cu al treilea element cinematic (4) fiind asigurată de un alt element elastic (12).

2. Microrobot pășitor biomimetic, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru acționarea cuplei cinematice active (B) de rotație, necesară ridicării-coborârii picioarelor, se folosesc actuatori unidirecționali, formați dintr-un fir (10) din aliaj cu memoria formei, și un element elastic (11), iar pentru acționarea cuplei cinematice active (A) de rotație necesară deplasării înainte-înapoi a picioarelor, se folosesc niște fire (6, 7) din aliaj cu memoria formei, și niște elemente elastice (8, 9) care asigură și complianța piciorului la coliziuni pe direcție orizontală.

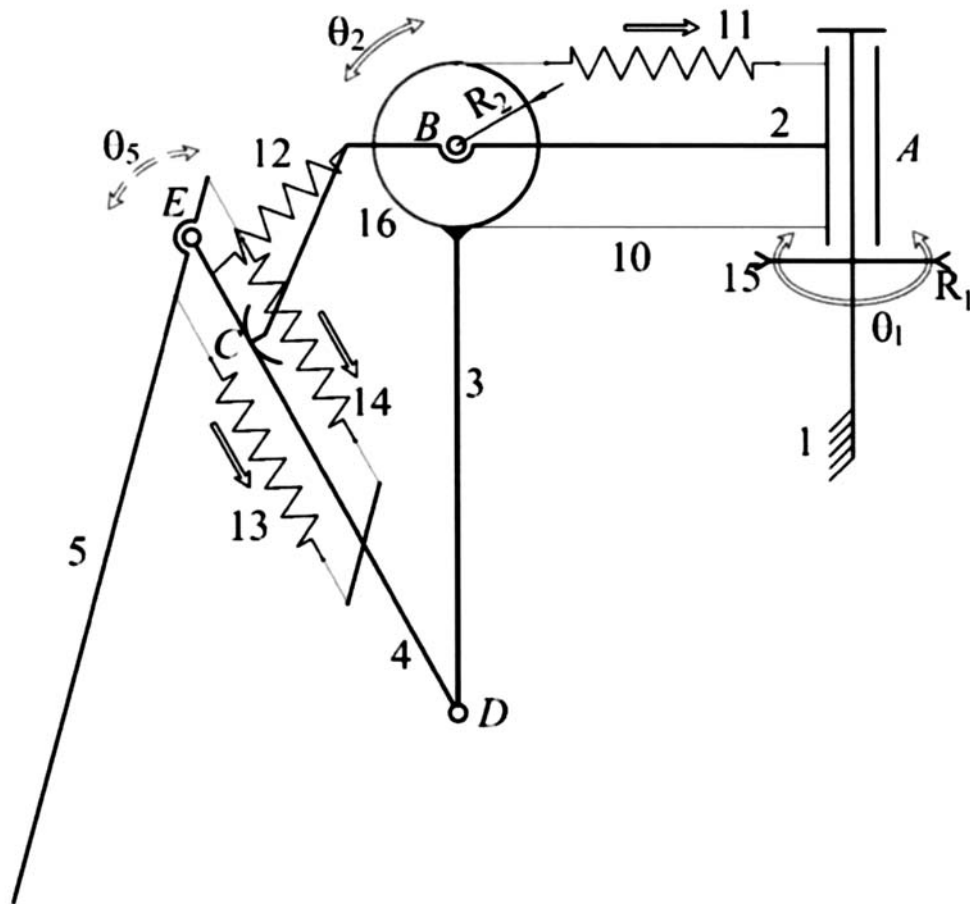


Fig. 1

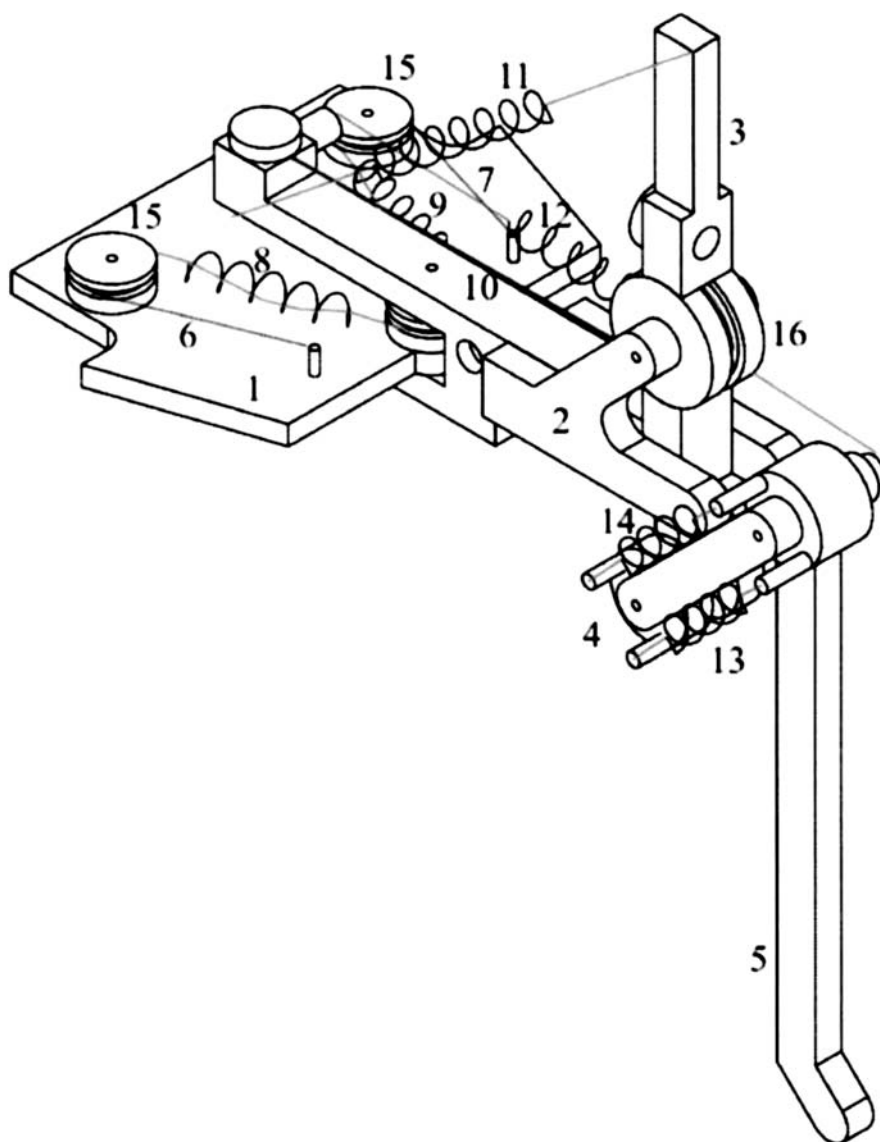


Fig. 2

(51) Int.Cl.

B25J 3/00 (2006.01),

B62D 57/02 (2006.01)

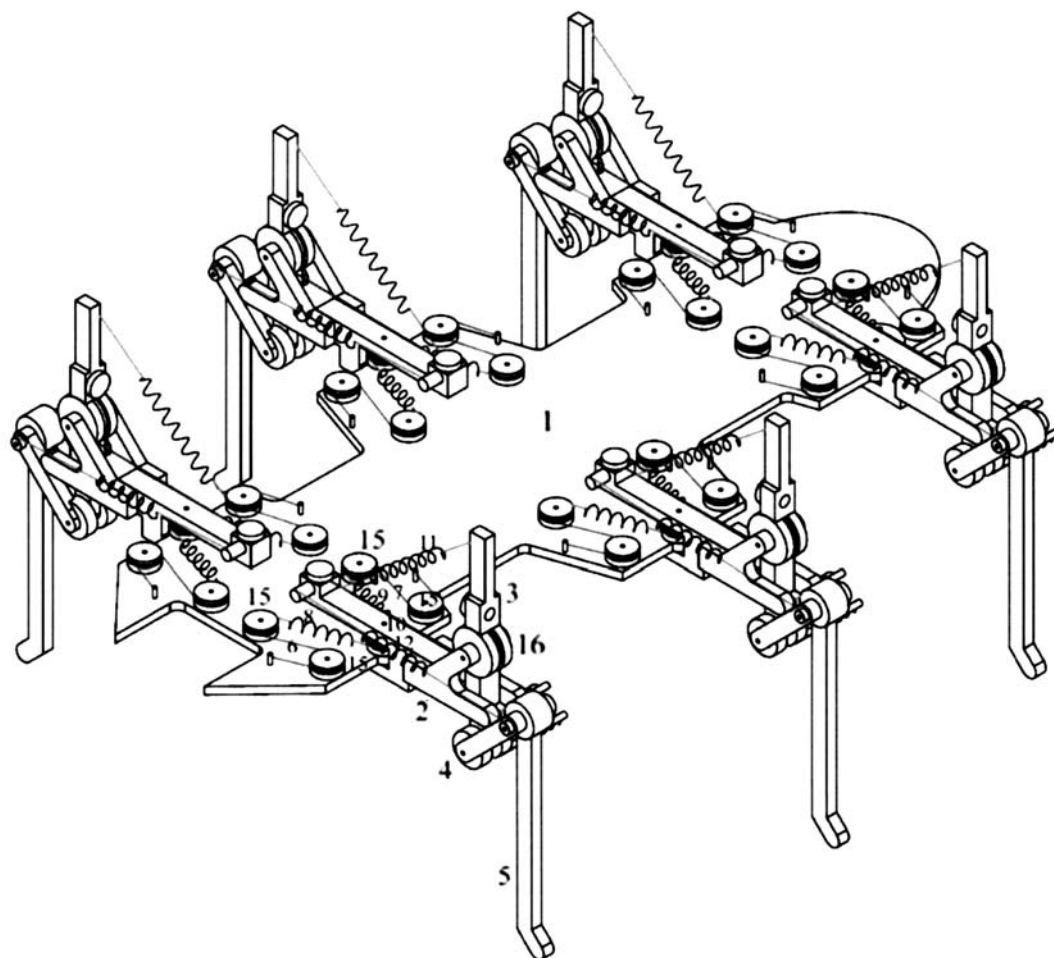


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 431/2017