

(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2006 00952**

(22) Data de depozit: **24.01.2007**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.09.2013** BOPI nr. **9/2013**

(41) Data publicării cererii:  
**30.07.2008** BOPI nr. **7/2008**

(73) Titular:  
• **TEODORESCU HORIA-MIHAIL,**  
**STR.NICOLAE BĂLCESCU NR.30, IAȘI, IS,**  
**RO**

(72) Inventatori:  
• **TEODORESCU HORIA-MIHAIL,**  
**STR.NICOLAE BĂLCESCU NR.30, IAȘI, IS,**  
**RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 6920203 B2; US 4638166;**  
**US 6571852 B2**

### (54) **SCUT ANTIRADIAȚIE, ADAPTIV**

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un scut pentru reducerea fluxului de radiație, în principal a radiației nucleare care pătrunde într-o incintă. Scutul conform invenției este constituit din niște plăci (1) plan paralele, absorbante de radiație, care atenuază o radiație incidentă (3), pentru a o reduce la un nivel acceptabil, o radiație internă (4), pentru a asigura o protecție într-o incintă (5) delimitată de plăcile (1) plan paralele, poziția acestora din urmă fiind controlată de un sistem care monitorizează radiația incidentă (3) cu ajutorul unor senzori (7) de radiație, la exterior, plăcile și, eventual, radiația incidentă (3) din incintă (5), cu ajutorul unor alți senzori (8) de radiație, și comandă deplasarea plăcilor (1), semnalele de la senzorii (7 și 8) de radiație externă și interni fiind transmise la un sistem (9) de control digital și, în final, la un sistem (10) de acționare a plăcilor (1) plan paralele.

Revendicări: 3

Figuri: 12

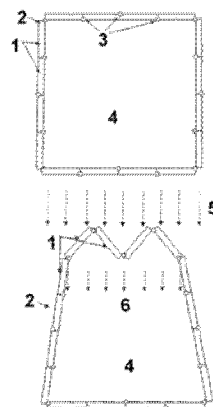


Fig. 1



# RO 123562 B1

1 Inventția se referă la un sistem de protecție antiradiație, care poate fi folosit în aplicații  
2 terestre medicale sau industriale, precum și în aplicații spațiale, în scopul reducerii dozei de  
3 radiație de tip nuclear, anume radiații X, gamma, alfa și beta, precum și nuclee ejectate de  
4 corpuri cerești, radiații la care sunt supuși personalul sau echipamentele în aplicațiile  
5 amintite.

6 Sunt cunoscute scuturi antiradiație fixe, mobile sau portabile, destinate protejării  
7 personalului sau echipamentelor. Astfel de scuturi, uneori numite în literatură ecrane, sunt  
8 folosite în diverse aplicații și exemple de asemenea scuturi sunt prezentate în documentele  
9 de brevet "Radiation protection shield for electronic devices", inventator Katz Joseph M.  
10 (US 2002074142 publicat la 20.06.2002), "Radiation protection concrete and radiation  
11 protection shield", inventator Vanvor Dieter (TW 464878, publicat la 21.11.2001),  
12 "Radiological shield for protection against neutrons and gamma-radiation" (GB 1145042,  
13 publicat la 12.03.1969), "Shield for protection of a sleeping person against harmful radiation",  
14 inventator Jacobs Robert (US 4801807, publicat la 31.01.1989), "Shield device for the rear  
15 protection of an infrared radiation emitter apparatus, tubes and shields for implementing it",  
16 inventator Lumpp Christian (FR 2554556, publicat la 10.05.1985), "Shield for protection  
17 against electromagnetic radiation of electrostatic field", inventatori și titulari Sokolov Dmitrij  
18 Yu.; Kornakov Nikolaj N. (SU 1823164, publicat la 23.06.1993), "Shaped lead shield for  
19 protection against X-radiation", inventatori Hou Jun; Yunsheng Shi (CN 2141925Y, publicat  
20 la 08.09.1993), "Filtru pentru radiații X", inventator Petcu Stelian (brevet RO 111228 B1,  
21 acordat la 30.07.1996).

22 Aceste scuturi au mai multe dezavantaje. Un dezavantaj constă în aceea că sunt în  
23 general masive și că nu asigură o protecție adecvată în cazul schimbării direcției sursei de  
24 radiație și/sau a intensității radiației, decât dacă au o masă mare, corespunzător unei grosimi  
25 mari a stratului protector, absorbant de radiație. Astfel de scuturi sunt costisitoare și, datorită  
26 greutatei lor, sunt greu de înglobat în sisteme spațiale sau în sisteme terestre mobile.  
27 Scuturile cunoscute mai prezintă dezavantajul lipsei totale de adaptivitate la variațiile posibile  
28 ale surselor externe de radiație, fie că sursele variază în intensitate, fie că variază în direcție,  
29 ca în cazul radiației cosmice. Deoarece evenimente de tip explozii solare sau de tip variații  
30 mari ale activității galactice sunt rare și imprevizibile, protecția prin scuturi masive este prea  
31 costisitoare. Costul scutului antiradiație este un factor decisiv în toate situațiile care necesită  
32 radioprotecție.

33 Sunt cunoscute diverse sisteme de protecție antiradiație la bordul navelor și stațiilor  
34 spațiale. Soluția utilizată în prezent la bordul sistemelor spațiale este de a se asigura un  
35 spațiu restrâns, protejat la radiații în mod suplimentar față de restul spațiului de lucru și de  
36 viață pentru personal, spațiu în care personalul se retrage în caz de creștere importantă a  
37 radiației externe (*Crew Habitable Element Space Radiation Shielding for Exploration  
38 Missions*. Lockheed Engineering and Sciences Company, Contract NAS9-17900, Job Order  
39 K4-H13, Prepared by: P. D. Campbell, Flight Crew Support Department -  
40 <http://ares.jsc.nasa.gov/HumanExplore/Exploration/EXLibrary/DOCS/EIC008.html>, publicat  
41 în decembrie 1992). Este cunoscut că sistemele spațiale pot fi supuse, pe durate scurte, la  
42 fluxuri de mare intensitate, care, suplimentar, provin din direcții bine precizate ale spațiului  
43 cosmic, de exemplu de la Soare sau de la o anumită galaxie. Astfel de evenimente se produc  
44 în timpul exploziilor solare, sau în timpul unei activități nucleare puternice extrasolare  
45 (galactice sau extragalactice, precum explozii de supernove). În aceste condiții, personalul  
46 și echipamentele critice de la bordul sistemelor spațiale sunt în pericol major. Pericolul  
47 (probabilitatea de iradiere peste o doză maximă acceptabilă) crește în cazul călătoriilor

# RO 123562 B1

spațiale îndelungate. De asemenea, apariția și dezvoltarea activităților industriale și de turism spațial impun reconsiderarea problemei riscurilor de iradiere și a construcției de scuturi antiradiație care să permită protecția pasagerilor în condiții de variabilitate a radiației cosmice. Probleme similare se pun și în domeniul instalațiilor terestre. Se cunoaște că în afara spațiului protejat de câmpul magnetic al Pământului (în afara magnetosferei), radiația poate deveni, accidental, de nivel foarte ridicat. De exemplu, se cunoaște că între misiunile Apollo 16 și 17, s-a produs o radiație solară protonică foarte intensă care, dacă atunci s-ar fi aflat astronautii în drum spre Lună, i-ar fi iradiat cu o doză letală în mai puțin de 10 ore. De asemenea, se cunoaște că, în timpul exploziilor solare, radiația X (în banda 1.0 - 8.0 Angstrom) poate atinge  $10^{-3}$  W/m<sup>2</sup>, în timp ce în lipsa exploziilor, valoarea este în jur de  $10^{-7}$  W/m<sup>2</sup> (NASA, [http://science.nasa.gov/headlines/y2000/astl4jul\\_2m.htm](http://science.nasa.gov/headlines/y2000/astl4jul_2m.htm)). Asemenea creșteri, de până la patru ordine de mărime, pe timp scurt, de ordinul minutelor sau orelor, poate pune în pericol sănătatea și viața pasagerilor unei stații sau vehicul spațial.

Pentru realizarea de scuturi antiradiație, sunt cunoscute numeroase materiale și elemente constructive de tip plăci, pereți, ecrane, ferestre transparente, șorturi. Asemenea elemente și materiale sunt cunoscute inclusiv ca produse comerciale, precum plăcile-ecran confecționate de firmă (*X-ray Protection Screen, Data Sheet, Apreco Limited, The Bruff Business Centre, Suckley, Worcestershire, WR6 5DR, UK, www.apreco.co.uk*). Se cunosc inclusiv plăci transparente, precum sticle sau sticle sintetice (acrilice) cu conținut ridicat de metale grele, de exemplu (Premier Technology Inc., 170 E. Siphon Rd., Pocatello, ID 83202, USA, Shielding Windows & Glass — Information & Tutorials, RD 50 X-Ray Protection Glass <http://www.premiertechology.cc/premier/RD50.cfm>). De asemenea, sunt cunoscute diverse materiale elastice cu proprietăți absorbante, precum cele de tip cauciuc cu umplutură dispersă de metale grele (**RO 120513B1**).

În cazul scuturilor folosite pe mijloace de transport spațial sau pentru scuturile portabile (de exemplu, haine și șorturi de protecție antiradiație), masa este un factor esențial. De aceea, se impune folosirea unor scuturi cu masă redusă, care să asigure protecția după necesități, adaptiv.

În special pentru vehicule, pentru care volumul ocupat de echipamente și masa transportată sunt factori importanți, în plus, pentru care direcția și amplitudinea surselor de radiație sunt variabile și adesea necunoscute, un sistem de protecție adaptiv este util. Asemenea situații sunt întâlnite la laboratoarele mobile de radiografiere (montate pe vehicule), la vehiculele utilizate în decontaminare sau la vehiculele de uz spațial. Un caz deosebit îl constituie vehiculele spațiale. În aceste situații, este de conceput ca, de exemplu, atunci când nivelul radiației crește, scutul antiradiație care protejează personalul să își restrângă volumul protejat în beneficiul asigurării unei protecții mai bune, în timp ce, în situații de iradiere mai scăzută, scutul să protejeze un spațiu mai mare, pentru a asigura condiții mai comode de lucru. Și în cazul sistemelor imobile, utilizarea unui scut adaptiv cu dimensiuni variabile poate fi de interes, deoarece asigură o mai bună protecție într-un spațiu minimal de lucru, având în același timp flexibilitate în extinderea spațiului de lucru în condiții de iradiere scăzută. Fie și numai pentru condiția psihică "de siguranță" a celor ce lucrează în condiții de iradiere, un asemenea scut adaptiv poate fi dezirabil și util.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este asigurarea unei protecții sporite antiradiație, în special în cazul în care direcția din care sosește radiația sau intensitatea ei sau ambele sunt variabile.

Scutul antiradiație adaptativ, conform invenției, rezolvă problema tehnică enunțată și înlătură dezavantajele menționate, prin aceea că este prevăzut cu un sistem de control digital al mișcării elementelor scutului și un sistem de acționare a elementelor scutului, astfel

# RO 123562 B1

1 încât să fie modificate poziția și orientarea elementelor componente, forma sau compoziția  
locală a scutului, în funcție de intensitatea și direcția unei surse variabile de radiație externă,  
3 pentru a se adapta spațiului protejat.

Scutul antiradiație adaptiv are următoarele avantaje:

5 - asigură o protecție mult mai mare, la aceeași masă, față de un scut neadaptiv;  
- funcționează automat și implicit asigură și avertizarea celor ce ocupă spațiul  
7 protejat;

- permite restrângerea momentană a spațiului protejat, atunci când nivelurile mari de  
9 radiație o impun;

- nu își modifică semnificativ momentul de inerție, și deci nu modifică semnificativ  
11 parametrii dinamici ai vehiculului în care este amplasat, față de un scut format din elemente  
mobile deconectate.

13 Invenția este prezentată în legătură cu următoarele figuri, care reprezintă:

- fig. 1, un exemplu principal de scut format din plăci îmbinate și care delimitează o  
15 incintă protejată cu secțiune pătrată, în două variante: a) în lipsa unei radiații incidente și b)  
în cazul unei radiații incidente dintr-o singură direcție;

17 - fig. 2, drumul radiației primare, la nivel de principiu, într-un scut format din plăci, a)  
atunci când suprafața plăcilor este normală la direcția radiației și b) atunci când suprafața  
19 plăcilor este înclinată față de direcția radiației;

- fig. 3, schema bloc a sistemului de măsură și reglaj pentru scutul adaptiv;

21 - fig. 4, schema unui exemplu de realizare a scutului propriu-zis, format din plăci și  
dotat cu sistem de acționare a plăcilor prin pistoane pneumatice sau hidraulice poziționate  
23 extern, schema ilustrând poziția plăcilor în lipsa, respectiv, în prezența unei radiații externe;

- fig. 5, schema unui exemplu de realizare a scutului dotat cu sistem de acționare a  
25 plăcilor prin pistoane poziționate intern;

- fig. 6, schema unui exemplu de realizare a scutului propriu-zis, în cazul în care se  
27 utilizează un cadru extern de susținere a sistemului de acționare a plăcilor prin pistoane;

- fig. 7, schema bloc a sistemului de măsură și reglaj pentru scutul adaptiv, cu detalii  
29 privind circuitul de măsură aferent unui senzor și detalii privind comanda sistemului de  
acționare pneumatică sau hidraulică;

31 - fig. 8, schema unui exemplu de realizare a scutului propriu-zis, format din plăci și  
dotat cu sistem de acționare a plăcilor prin motoare electrice și mecanism cu roți dințate;

33 - fig. 9, o schiță ajutătoare pentru calculul geometriei scutului adaptat, cu înclinarea  
plăcilor unei fețe (a unui perete, a unei zone a scutului - după cazul constructiv) a scutului  
35 la unghi dat, calcul necesar în determinarea procedurii de control al geometriei scutului;

- fig. 10, schema unui exemplu de montare a scutului pentru protecția unei incinte  
37 paralelipipedice, având partea scutului de pe fața superioară în poziție de protecție pentru  
radiație intensă incidentă normal la acea față, iar partea scutului de pe fața inferioară în  
39 poziție relaxată, corespunzătoare unei radiații scăzute incidentă normal la acea față;

- fig. 11, schema unui exemplu de adaptare a scutului, în cazul unei radiații incidente  
41 la un unghi semnificativ diferit de normală;

- fig. 12, schema unui exemplu de realizare a scutului adaptiv, bazat pe ferofluide cu  
43 plachete metalice suspendate.

Principiul fizic pe care se bazează funcționarea scutului adaptiv este simplu și constă  
45 în aceea că, la modificarea poziției unui corp de formă alungită față de direcția de incidență  
a radiației, drumul parcurs de radiație prin corp se modifică și, ca urmare, se modifică și  
47 atenuarea radiației. Prin urmare, prin modificarea poziției unui corp cu rol de scut antiradiație,

# RO 123562 B1

se poate adapta eficiența scutului, în funcție de direcția din care vine radiația și de intensitatea radiației și, similar, prin modificarea poziției relative a elementelor și particulelor suspendate într-un material, se poate modifica anizotropia de absorbție a radiației pentru acel material. 1  
3

Deoarece atenuarea urmează o lege exponențială, iar variația la înclinare a suprafeței protejate (suprafața proiecției scutului pe planul normal la radiației) este dată de o lege trigonometrică, există un unghi care să asigure un compromis optim între suprafața protejată și nivelul de radiație. 5  
7

Sporul de protecție este obținut prin realizarea unui scut adaptiv, bazat pe elemente macroscopice sau microscopice mobile, orientarea elementelor mobile fiind astfel realizată încât să producă absorbție maximă. 9  
11

Obiectul acestei invenții îl constituie un scut antiradiație adaptiv, capabil să realizeze, cu masă relativ mică, o atenuare ridicată a radiației, într-o zonă redusă, atunci când nivelul de radiație externă se modifică fie ca intensitate, fie ca direcție a sursei de radiație, fie prin apariția unor surse multiple, fie ca natură a radiației. Spațiul protejat va avea dimensiuni variabile, corelate cu intensitatea radiației externe, astfel ca, la un nivel dat de radiație externă și la o doză maximă admisă la interior, spațiul protejat să fie cât mai mare. Scutul asigură protecție în direcții bine precizate, anume direcțiile de incidență a radiației provenind de la surse variabile puternice, aflate la distanță mare, precum Soarele sau corpuri cerești care emit spontan doze mari de radiație. 13  
15  
17  
19

După cum s-a precizat, prezenta invenție descrie un sistem adaptiv de protecție antiradiații, care poate fi utilizat împotriva diverselor tipuri de radiație nucleară, pentru sisteme aerospațiale, pentru vehicule terestre de decontaminare și pentru aplicații medicale în care apar fluxuri de radiații cu intensități variabile din direcții variabile. 21  
23

Soluțiile tehnice de realizare a scutului în variantele cu plăci îmbinate, cu materiale elastice sau cu materiale textile, folosesc materiale, dispozitive și componente mecanice, pneumatice, hidraulice și electrice uzuale, existente în comerț. Soluția constructivă se poate determina folosind metode de proiectare asistată de calculator (CAD) pentru sisteme mecanice, hidraulice, pneumatice, electrice și robotice. Soluțiile tehnice de realizare a scutului în varianta cu materiale ferofluidice sunt bazate pe stadiul actual al tehnicii în domeniul ferofluidelor. 25  
27  
29  
31

Într-un exemplu nelimitativ de realizare, scutul de protecție antiradiație este format dintr-un sistem de plăci (lame) absorbante mobile, ale căror poziții relative pot fi modificate controlat, precum și un sistem de măsură a radiației și un sistem de reglaj al pozițiilor relative ale plăcilor, eventual un sistem de reglaj al poziției globale a scutului în raport cu cadrul de referință dat. Într-un exemplu nerrestrictiv de realizare, plăcile pot avea formă plan-paralelă (paralelipiped subțire), iar ansamblul plăcilor poate închide o incintă de formă oarecare, de exemplu paralelipipedică sau cilindrică. Spațiul protejat poate fi delimitat de scuturi antiradiație de diverse forme. 33  
35  
37  
39

În alt exemplu de realizare, plăcile pot fi de dimensiuni microscopice, înglobate în structura unui material, precum un ferofluid și pot fi orientate prin acțiunea directă sau indirectă a unor câmpuri externe. Indiferent de forma sau de dimensiunea plăcilor, sau de modul în care sunt puse în mișcare pentru a ocupa anumite poziții, scutul îndeplinește același scop și se bazează pe același principiu de adaptare și de atenuare a radiației nucleare. 41  
43  
45

Baza teoretică principală care fundamentează funcționarea scutului adaptiv este descrisă în continuare. Prin modificarea poziției unui corp ce se află în calea unui flux de radiație, de exemplu, prin modificarea înclinării planului unei plăci absorbante față de direcția 47

# RO 123562 B1

1 de incidență a radiațiilor, grosimea aparentă a corpului, de exemplu, a plăcii, văzută de  
2 radiație, adică distanța parcursă de radiație prin placă se modifică. Anume, dacă grosimea  
3 plăcii este  $d$ , atunci prin înclinarea plăcii cu un unghi  $\theta$ , distanța parcursă de radiație prin  
4 placă devine  $\delta(\theta) = d / |\cos\theta|$ . La unghiuri mari de înclinare, creșterea grosimii de absorbție  
5 efectivă poate fi de un ordin de mărime mai mare decât față de poziția neînclinată. Ca  
6 urmare, și atenuarea radiației primare (se face abstracție aici de radiația secundară) crește  
7 corespunzător, conform relației cunoscute:

$$9 \quad \Phi(\Theta) = \Phi_0 \cdot e^{-k\delta(\theta)},$$

11 unde:

- 12 -  $k$  este coeficientul de atenuare a radiației, dependent de natura radiației, de
- 13 compoziția ei spectrală și de natura materialului absorbant din care este făcută placa,
- 14 -  $\Phi_0$  este fluxul de radiație incidentă, iar
- 15 -  $\Phi(\theta)$  este fluxul de radiație care trece de placă, la o înclinare a plăcii cu unghiul  $\theta$   
16 față de direcția de incidență a radiației.

17 De exemplu, pentru o înclinare de  $60^\circ$  a plăcii față de direcția radiației, avem  $\delta(\theta) =$   
18  $2d$ , deci o atenuare a radiației de  $e^{-kd} / e^{-2kd} = e^{kd}$  ori mai mare decât pentru aceeași placă  
19 neînclinată. Pentru o înclinare mare, de  $80^\circ$ , deci un unghi de  $20^\circ$  între două plăci succesive,  
20 se obține  $\delta(\theta) = d / |\cos\theta| \approx 5,75 \cdot d$ , deci o reducere a radiației cu un factor de ordinul  $e^{4,75d}$   
21 față de radiația incidentă.

22 Plăcile propriu-zise se pot realiza din orice material absorbant de radiații, inclusiv  
23 plăci transparente, asemenea materiale nefăcând obiectul acestei invenții.

24 Plăcile (lamele) absorbante pot fi realizate din materiale absorbante cu compoziție  
25 uniformă sau din materiale compozite, sau din straturi de materiale diferite, astfel încât să  
26 absoarbă eficient atât radiația primară, cât și eventuala radiație secundară, de energie mai  
27 redusă. Pentru atenuarea eficientă atât a radiației primare, cât și a radiației secundare,  
28 plăcile pot fi realizate din două sau mai multe straturi de materiale diferite, astfel ca primul  
29 strat să absoarbă eficient radiația primară, iar al doilea strat sau straturile ulterioare să  
30 absoarbă eficient radiația secundară generată în primul strat. Realizarea unor asemenea  
31 elemente absorbante, din straturi de materiale diferite, primul strat din metale cu număr  
32 atomic mare, de exemplu, Pb sau Sn, iar straturile ulterioare din materiale conținând atomi  
33 cu masă atomică scăzută precum atomi de hidrogen, sau din metale ușoare, sunt bine  
34 cunoscute în literatură (vezi, de exemplu, brevetul **RO 118913B**, inventatoare Tamara  
35 Moiseev, "Ecran multistrat împotriva radiațiilor X și gamma", cu data de depozit 01.11.2000,  
36 data publicării 30.12.2003 sau lucrarea autorilor Emilia Tifrea, Alexandru Dumitrescu,  
37 Georgeta Maris, *Universul în radiație X*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1987)  
38 și nu fac obiectul acestei descrieri.

39 În cele ce urmează, se prezintă un exemplu nelimitativ de realizare a scutului  
40 antiradiație adaptiv și se descrie modul lui de funcționare. În fig. 1, se prezintă un exemplu  
41 nelimitativ de scut antiradiație, format din plăci plan-paralele **1**, absorbante de radiație,  
42 ansamblul de plăci formând un scut antiradiație **2**, plăcile fiind conectate mobil prin îmbinări  
43 **3**, astfel încât să se poată roti în jurul axelor de îmbinare, ansamblul de plăci delimitând un  
44 spațiu protejat **4**. Fig. 1 reprezintă un scut care inițial delimitează o secțiune transversală  
45 pătrată și care, în urma apariției unei radiații incidente **5**, după direcția figurată, își modifică  
46 forma, pentru a reduce efectul acelei radiații în spațiul protejat. Plăcile atenuază radiația  
47 incidentă **5**, pentru a o reduce la un nivel acceptabil de radiație internă **6**, în scopul de a

# RO 123562 B1

asigura protecție în spațiul **4**, delimitat de scut. Distanța **7** parcursă de radiație prin plăci reprezintă grosimea efectivă (negeometrică, aparentă) a scutului, ca în fig. 2. Această grosime se modifică la înclinarea plăcilor față de direcția de incidență a radiației cu un factor  $1/|\cos \theta|$ . În acest fel, radiația care pătrunde în incinta protejată este redusă.

Ansamblul scutului format de plăcile articulate poate lua forma de zig-zag spațial, cu un unghi oarecare între plăcile îmbinate prin balamale, sau prin alte îmbinări care permit rotirea plăcilor una față de alta. Poziția relativă a plăcilor și, în consecință, forma scutului este modificată, într-un exemplu nelimitativ de realizare, printr-un set de pistoane hidraulice sau pneumatice, de tipurile cunoscute și existente comercial, ca în fig. 4. Pistoanele sunt controlate individual, fiecare, de către o pompă acționată de un motor electric, conform soluțiilor cunoscute, inclusiv comerciale (de exemplu, soluția prezentată în [http://modernpump.en.alibaba.com/product/50224080/51208800/Hydraulic\\_Pumps/Hydraulic\\_Pump.html](http://modernpump.en.alibaba.com/product/50224080/51208800/Hydraulic_Pumps/Hydraulic_Pump.html)). Motoarele sunt controlate de un sistem de control bazat pe un sistem de calcul, eventual sisteme bazate pe microcontrolere, conform soluțiilor cunoscute în literatură.

Modalitățile de cuplare între plăci și de acționare a acestora sunt cunoscute în literatură, de exemplu ([http://www.roymech.co.uk/Useful\\_Tables/Cams\\_Springs/Mechanism.html](http://www.roymech.co.uk/Useful_Tables/Cams_Springs/Mechanism.html)), iar proiectarea lor de către specialiști se constituie în prezent într-un capitol cunoscut, fiind realizată cu ajutorul sistemelor de proiectare mecanică bazate pe calculator (CAD) (vezi de exemplu [http://www.mscsoftware.com/support/library/conf/adams/euro/1999/Wednesday\\_papers/Parallel%20Papers/Design%20and%20Development%20of%20a%20Hydraulic%20Manipulator.pdf](http://www.mscsoftware.com/support/library/conf/adams/euro/1999/Wednesday_papers/Parallel%20Papers/Design%20and%20Development%20of%20a%20Hydraulic%20Manipulator.pdf)).

Poziția ansamblului de plăci **1**, care formează scutul antiradiație **2**, este controlată automat de un sistem care monitorizează (măsoară) radiația incidentă la exteriorul scutului, eventual radiația pătrunsă în interiorul scutului. În conformitate cu aceste mărimi, sistemul de control ajustează poziția plăcilor scutului, în scopul reducerii până sub o limită acceptabilă a radiației care pătrunde în incinta protejată. Sistemul de control include, în acest scop, senzori de radiație **8**, plasați extern față de zona protejată, precum și senzori **9** plasați în zona protejată **4**. Senzorii determină și direcția din care sosește fluxul de radiație dominant, astfel încât protecția să se producă preferențial în acea direcție.

În fig. 3 este prezentată o schiță cu unele detalii privind sistemul de control. Sistemul de control este format, în afară de senzorii de radiație direcționali externi **8** și interni **9**, ai spațiului **4**, dintr-un sistem de măsură aferent senzorilor, un sistem de control digital **10**, precum și un sistem **11** de acționare a elementelor scutului. Sistemul de acționare **11** poate fi mecanic, pneumatic, magnetic, electrodinamic, sau poate folosi acționări de altă natură. Unele dintre aceste elemente vor fi detaliate în cadrul exemplelor de realizare.

Într-o variantă nelimitativă de realizare, scutul antiradiație este format dintr-un scut primar, neadaptiv, suplimentat cu un sistem de tip scut direcțional, adaptiv, care asigură protecție numai după o anumită direcție, scutul adaptiv putând fi deplasat temporar în direcția din care vine fluxul de radiație de mare intensitate. Astfel, ansamblul scutului, format dintr-un scut primar fix și un scut parțial și adaptiv, include, în componența lui, elemente mobile care permit deplasarea unor piese de ecranare ce formează scutul adaptiv înspre direcția din care apar temporar radiații intense.

Într-o altă variantă nelimitativă de realizare, scutul este realizat dintr-un material a cărui compoziție poate fi modificată controlat, precum material ferofluidic cu particule magnetice cu conținut de material absorbant, astfel încât compoziția scutului să fie adaptată, neomogen, conform cerințelor de atenuare optimă, direcțională.

# RO 123562 B1

1           **Exemplul 1.** Într-un exemplu nelimitativ de realizare, scutul adaptiv utilizează  
2           pistoane **12** pneumatice sau hidraulice de acționare a elementelor scutului, pistoanele având  
3           o conexiune **13** adecvată la sistemul de creare de presiune. Pistoanele **12** sunt dispuse, în  
4           acest exemplu, între două îmbinări, ca în fig. 4 și în fig. 5. Pistoanele **12** pot fi dispuse fie  
5           extern scutului, ca în fig. 4, fie intern scutului, ca în fig. 5. Astfel, la două plăci consecutive  
6           ale scutului, le corespunde câte un piston conectat la capetele acestora, asigurând  
7           modificarea controlată a unghiului dintre plăcile succesive.

8           Într-un alt exemplu nelimitativ de realizare, se utilizează un cadru extern **15** pentru  
9           prinderea pistoanelor și susținerea scutului, iar scutul adaptiv este format dintr-un sistem de  
10          plăci acționat cu ajutorul pistoanelor **12**, pneumatice sau hidraulice, conectate prin  
11          intermediul unor piese de prindere ce asigură posibilitatea de rotație față de sistemul de  
12          balamale, sau prinse direct de plăci, pistoanele și prin intermediul lor scutul fiind susținute  
13          de cadrul exterior **15**, care poate fi corpul vehiculului, sau un cadru independent fixat în  
14          corpul vehiculului, ca în fig. 6. În varianta de realizare cu cadru extern de susținere, se  
15          folosesc de două ori mai multe pistoane și pompe decât în cazul descris în fig. 4 și 5.

16          În fig. 7, sunt prezentate unele detalii privind sistemul de măsură aferent senzorilor  
17          și privind sistemul de acționare. Sistemul de măsură este format, în afară de senzorii de radia-  
18          ție direcționali externi **8** și interni **9**, ai spațiului **4**, din circuite **16** anexe senzorilor propriu-ziși,  
19          precum și un amplificator **17**, și circuite de filtrare și condiționare **18** ale semnalului.

20          În fig. 7, sistemul de acționare **11** este detaliat pentru cazul în care este bazat pe  
21          acționări pneumatice sau hidraulice. Pistoanele sunt comandate de blocul de control digital  
22          **10** prin intermediul unor motoare electrice **19** care acționează niște pompe **20**, conectate în  
23          sistemul de conducte pneumatice sau hidraulice **21**, care comandă propriu-zis pistoanele **12**.  
24          Pentru controlul eficient și precis, pe pistoane sau pe plăci, se montează, după caz,  
25          traductori de poziție (deplasare liniară) sau de rotație, nefigurați în desene, semnalele de la  
26          acești traductori fiind transmise către sistemul de control ca semnale de reacție, pentru a se  
27          asigura poziționarea corectă. Realizarea și proiectarea unor asemenea sisteme este  
28          cunoscută în literatura tehnică de specialitate (vezi Microchip Inc., AN 894, J. Lepkowski,  
29          *Motor Control Sensor Feedback Circuits*, Microchip™ 2003).

30          În cazul unui exemplu nelimitativ de realizare a sistemului de acționare, acesta  
31          include un set de pompe **20** hidraulice sau pneumatice, acționate printr-un număr egal de  
32          motoare **19**, fiecare motor fiind comandat independent, prin circuitele de curenți mari  
33          corespunzătoare, de sistemul de control numeric. Pompele sunt conectate prin tuburi flexibile  
34          **21** la pistoanele corespunzătoare, pe care le comandă, astfel încât fiecărui piston îi  
35          corespunde o singură pompă, prin intermediul căreia este comandat independent de către  
36          sistemul numeric de control. Deoarece fiecare piston este conectat fie la îmbinările unui  
37          cuplu de plăci, ca în fig. 4 și fig. 5, fie la o singură îmbinare între plăcile scutului, ca în fig. 6,  
38          se asigură mișcarea plăcilor conform comenzii date de sistemul de control.

39          Într-un alt exemplu nelimitativ de realizare, ilustrat în fig. 8, unghiul dintre plăcile  
40          scutului este reglat cu ajutorul unor motoare electrice **19**, prinse chiar pe plăcile scutului,  
41          unghiul fiind reglat cu ajutorul unor mecanisme cu roți dințate **22**, **23**, ca în fig. 8, sau cu  
42          mecanisme cu roată dințată și melc, conform soluțiilor cunoscute în literatură. În cazul  
43          realizării cu mecanisme cu roată dințată acționată de un motor electric **19**, motorul este prins  
44          pe una dintre plăcile **1**, iar pe a doua placă, este sudat un ax **24** al îmbinării **3**, astfel încât  
45          să fie controlată de motor rotirea simultană a ambelor plăci.

46          Sistemul de control automat al scutului antiradiație calculează unghiul de înclinare  
47          optim al fiecăreia dintre plăci, ținând cont de nivelul de radiație din exteriorul și din interiorul  
48          incintei, precum și de constrângerile geometrice ale ansamblului de plăci.



# RO 123562 B1

De exemplu, dacă intensitatea radiației externe este  $\Phi_0$ , iar nivelul de radiație maxim admis, calculat pentru profesia respectivă, sau pe alte criterii, precum durata unui zbor spațial este  $\Phi_{\max}$ , atunci pentru o placă de grosime reală  $d$  unghiul de înclinare a plăcii trebuie să fie:

$$d / \delta(\theta) = |\cos \theta| , \quad 5$$

unde

$$-k\delta(\theta) = \ln \frac{\Phi_{\max}}{\Phi_0} \quad 7$$

și  $k$  este coeficientul de absorbție a radiației în materialul respectiv. Deci,

$$\delta(\theta) = \frac{1}{k} [\ln \Phi_0 - \ln \Phi_{\max}] \quad 11$$

și în final

$$|\cos(\theta)| = \frac{d}{k} [\ln \Phi_0 - \ln \Phi_{\max}] , \quad 15$$

respectiv (dacă se consideră modulul)

$$\theta = \arccos \left[ \frac{d}{k} [\ln \Phi_0 - \ln \Phi_{\max}] \right] \text{ sau } \theta = \pi - \arccos \left[ \frac{d}{k} [\ln \Phi_0 - \ln \Phi_{\max}] \right] \quad 19$$

După determinarea valorii unghiului optim, această valoare devine mărime de control pentru comanda motoarelor, în cazul utilizării configurației din fig. 10. În cazul altor configurații, este necesară calcularea și a altor elemente ajutătoare. De exemplu, pentru configurațiile din fig. 4 sau din fig. 5, se calculează elementele geometrice ale noii configurații de scut, pentru varianta constructivă efectivă aleasă, în funcție de dimensiunile plăcilor. De exemplu, pentru varianta din fig. 1, cu notațiile din fig. 9 ajutătoare, ținând cont și de relația  $4a = l$ , se calculează  $b = a \sin \theta$  și deci unghiul  $\varphi$  este dat de

$$2l \sin \varphi + 4a \sin \theta = l \quad 31$$

de unde

$$\varphi = \arcsin \left[ \frac{l}{2l} (l - 4a \sin \theta) \right] \quad 35$$

Cunoscând valoarea  $b$  rezultă că, pentru varianta cu pistoane plasate peste două plăci paralele, deplasarea pistoanelor trebuie să fie de  $2a - 2b$ . Unghiul  $\varphi$  este necesar pentru a se calcula atenuarea de către pereții laterali ai scutului, care, în configurația activă din fig. 1 și, respectiv, în fig. 9, sunt înclinați.

După determinarea configurației geometrice optime a sistemului de plăci, sistemul de control comandă în mod corespunzător sistemul de acționare a plăcilor.

Într-o altă variantă de control, care este și cea mai simplă, poziția plăcilor este predeterminată, pentru fiecare interval de intensitate a radiației, astfel încât comenzile sunt prestabilite (memorate, sau conform unei tabele "look-up table"); în aceste cazuri, controlul numeric revine la aplicarea unui set de instrucțiuni de forma: "CAZ (condiție logică privind

# RO 123562 B1

1 unghiul de incidență a radiației) **ȘI** (condiție logică intensitate radiație) **atunci** (unghi între  
plăci are valoarea memorată corespunzătoare)". De exemplu:

3 "CASE (direcția radiației este normală la perete în zona plăcilor P1 și P2) **ȘI**  
5 (intensitatea radiației este între valorile V1 și V2), **atunci** unghiul între plăcile P1 și P2 egal  
cu U1;

.....

7  
9 CASE (direcția radiației este normală la perete în zona plăcilor P[n] și P[n+1]) **ȘI**  
(intensitatea radiației este între valorile V1 și V2), **atunci** unghiul între plăcile P[n] și P[n+1]  
egal cu U1;

11 .....

13 CASE (direcția radiației este normală la perete în zona plăcilor P1 și P2) **ȘI**  
15 (intensitatea radiației este între valorile V2 și V3), **atunci** unghiul între plăcile P1 și P2 egal  
cu U2;

..... "

17  
19 Valorile unghiurilor de înclinare dintre plăci prescrise de sistemul de control pot fi  
diferite în regiuni diferite ale scutului, în funcție de direcția din care vine radiația. De exemplu,  
21 în cazul unei incinte paralelipipedice și al unei radiații normale la una dintre fețe, numai zona  
scutului aferentă acelei fețe este modificată, după cum se exemplifică în fig. 10. De  
23 asemenea, unghiurile de înclinare între plăci succesive pot diferi, în funcție de unghiul de  
incidență al radiației. În fig. 11, se exemplifică o poziție preferată între plăci, pentru cazul în  
care radiația cade oblic, la un unghi semnificativ diferit de normală, caz în care poziționarea  
25 plăcilor este diferită față de cazul incidenței normale din fig. 10.

27 Scutul antiradiație se comportă adaptiv și în cazul a două (sau mai multe) surse  
directionale de radiație externă, caz în care unghiul format de plăci succesive sau forma  
scutului elastic în cazul realizării din material elastic se reglează în funcție de direcțiile și  
29 intensitățile celor două surse de radiație, în scopul maximizării absorbției totale a radiației  
venite de la cele două surse.

31 Într-o variantă nelimitativă de realizare, cel puțin unii dintre senzorii de radiație din  
interiorul spațiului protejat sunt purtați chiar de către personalul protejat, astfel încât  
33 informația de control a radiației să permită controlul, astfel încât să se asigure protecție  
maximă în zonele importante ale incintei. Într-adevăr, se cunoaște că la scuturi antiradiație  
35 de forme oarecare, nivelul de protecție asigurat nu este același în toate punctele din interiorul  
spațiului protejat (H. M. Teodorescu, Al Globus, *Radiation Passive Shield Analysis and*  
37 *Design for Space Applications*, International Conference on Environmental Systems, SAE  
International, Rome, Italy, July 11-15, 2005. SAE 2005 Transactions Journal of Aerospace,  
39 2005-01-2835, March 2006, pages 179-188). Ca urmare, în special în cazul în care  
personalul protejat își modifică poziția în spațiul protejat, adaptarea optimă se obține în  
41 funcție de pozițiile persoanelor protejate. Transmiterea de informație de la senzorii purtați de  
personal la sistemul de control se poate realiza prin comunicație radio, comunicație în  
43 infraroșu sau prin orice alt mijloc.

45 În altă variantă nelimitativă de realizare, sistemul de control folosește fie numai  
senzori externi, caz în care sistemul determină prin calcul nivelul de radiație din interiorul  
zonei protejate, fie numai senzori interni, în acest caz, adaptarea fiind realizată numai pe  
47 baza informației asupra nivelului de radiație din interiorul zonei protejate.



# RO 123562 B1

1 nanoplachete acoperite cu materiale magnetice, pe baza cărora se pot realiza ferrofluide (v.  
Jason R. Dorvee, Austin M. Derfus, Sangeeta N. Bhatia, Michael J. Sailor, *Manipulation of*  
3 *liquid droplets using amphiphilic, magnetic one-dimensional photonic crystal chaperones*,  
publicat online: 7.11.2004. Nature Materials, Advance Online Publication,  
5 www.nature.com/naturematerials).

De asemenea, se cunoaște (v. **US 4076387**, *Magnetic display*, publicat la:  
7 28.02.1978, inventator Haas Werner E. L., Dir Gary A., solicitant XEROX Corp.) că pot exista  
ferofluide în care se află suspendate microplachete metalice și că aceste microplachete sunt  
9 orientate sub influența unui câmp magnetic extern prin intermediul acțiunii acestui câmp  
asupra ferrofluidului. Se cunosc de asemenea un număr mare de tipuri de materiale  
11 ferrofluidice și mai multe compoziții de ferrofluide cu microplachete suspendate (**US,4076387**),  
multe materiale ferrofluidice fiind disponibile comercial, vezi de exemplu Ferrotec (USA)  
13 Corporation, 33 Constitution Drive, Bedford, NH 03110, <http://www.ferrotec.com/contact/>,  
Liquids Research Limited, Mentec. Deiniol Road, Bangor, Gwynedd, Wales, LL57 2UP, UK  
15 <http://www.liquidsresearch.com/default.htm>).

Utilizând asemenea materiale ferrofluidice închise într-o structură paralelipipedică **25**  
17 de tip placă absorbantă, așa cum se schițează în secțiune în fig. 12, ferrofluidul fiind  
preferabil bazat pe microparticule sau nanoparticule de formă alungită sau lamelară și  
19 incluzând preferabil suspensii de plachete metalice microscopice absorbante de radiație,  
precum și un sistem de electromagneți **26**, plasați ca în fig. 12, se poate controla poziția  
21 plachetelor absorbante și a particulelor magnetice din ferrofluidul **27** astfel încât direcția  
filamentelor de particule feromagnetice și a plachetelor metalice să fie înclinată la unghiul  
23 dorit față de direcția radiației incidente, așa cum s-a explicat anterior și cum se prezintă în  
lucrările citate. Controlul electromagneților se face similar ca în exemplele 1 și 2, prezentate  
25 anterior. Prin controlul poziției filamentelor magnetice și al poziției plachetelor absorbante  
incluse în ferrofluid, se modifică controlat direcția de maximă absorbție a radiației și deci se  
27 asigură adaptarea scutului.

Cazurile și particularitățile menționate mai sus, pentru diverse exemple de realizare,  
29 se referă la un grup de invenții legate, astfel încât formează un singur concept inventiv  
general, toate variantele având o destinație identică, anume asigurarea protecției antiradiație,  
31 cu minimizarea masei și grosimii scutului, în condițiile în care sursele de radiație pot să își  
modifice intensitatea sau direcția; de asemenea, toate variantele au un principiu de bază  
33 identic, anume creșterea absorbției prin creșterea grosimii aparente a unor elemente mobile,  
atunci când acestea își modifică poziția față de direcția radiației incidente.

35 Exemplele de realizare prezentate mai sus și în fig. 4 - 7, care reprezintă schițe  
constructive, demonstrează aplicabilitatea industrială a scutului în domeniile indicate.

# RO 123562 B1

## Revendicări

1. Scut antiradiație, adaptiv, destinat utilizării în aplicații terestre medicale sau industriale, ca și în aplicații spațiale, în scopul reducerii dozei de radiație de tip nuclear dintr-un spațiu protejat, scut alcătuit dintr-un sistem flexibil de elemente mobile rigide, care se pot roti sau translata, sau dintr-un material deformabil, elastic sau textil sau cu o compoziție neomogenă cu microelemente sau nanoelemente mobile sau o combinație a acestora, comandat de un sistem de control, care include traductori de radiație și un bloc de măsură al radiației, **caracterizat prin aceea că**, mai este prevăzut cu un sistem de control digital (10) al mișcării elementelor scutului și un sistem de acționare (11) a elementelor scutului, astfel încât să fie modificate poziția și orientarea elementelor componente, forma sau compoziția locală a scutului, în funcție de intensitatea și direcția unei surse variabile de radiație externă, pentru a se adapta spațiului protejat. 13
2. Scut antiradiație, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** este dotat cu un sistem de senzori de poziție (8 și 9), pentru determinarea automată a poziției unei persoane sau unor persoane protejate, astfel încât să se realizeze automat calculul poziției și formei scutului, pentru o atenuare optimă a radiației înspre corpul sau corpurile umane. 17
3. Scut antiradiație, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, într-un exemplu de realizare, este sub formă de haină din țesături care înglobează materiale absorbante și pentru care forma se poate modifica și controla, prin încrețire controlată în părțile care trebuie să asigure protecție maximă și prin destindere în zonele înspre care nu vine radiație de nivel ridicat, iar controlul automat se efectuează astfel că, prin deformare în zonele dinspre sursa de radiație, crește grosimea echivalentă, aparentă, a stratului absorbant. 23

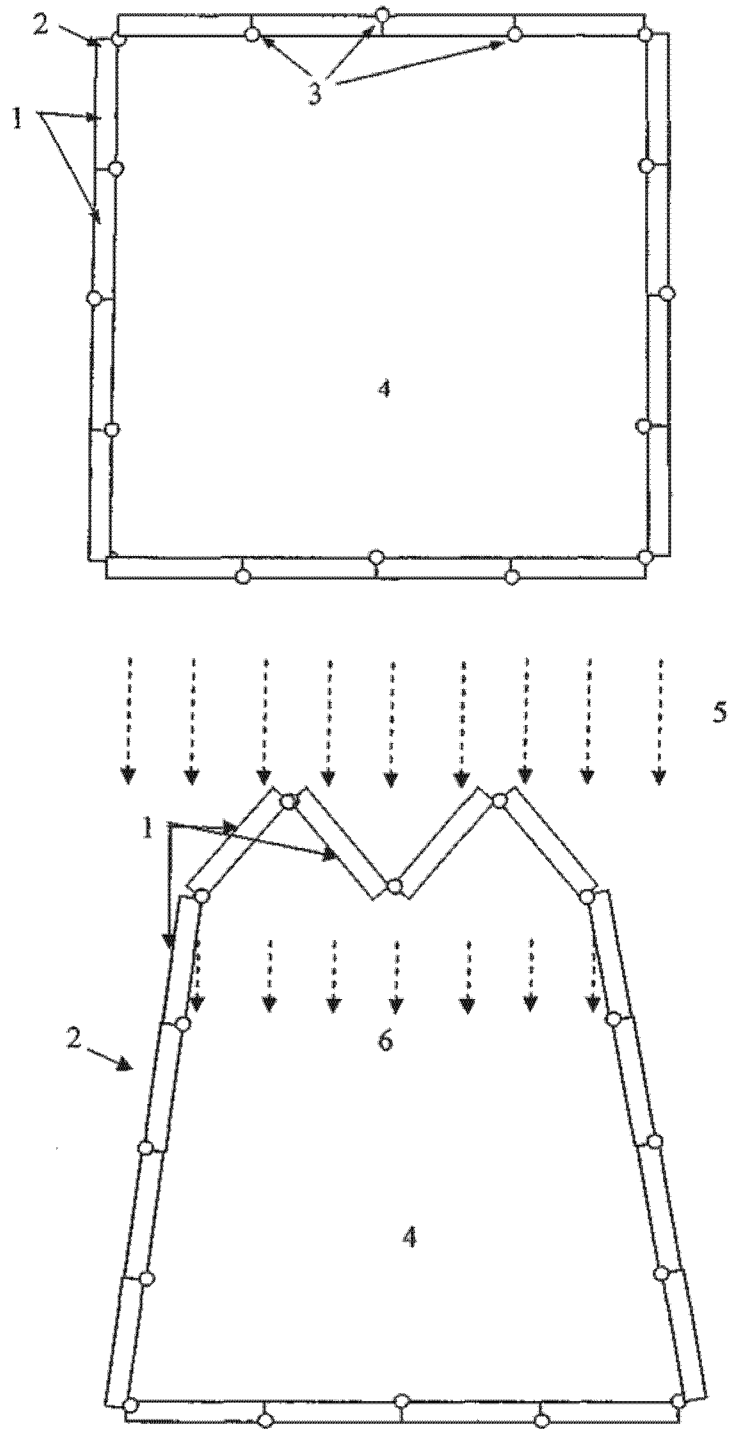


Fig. 1

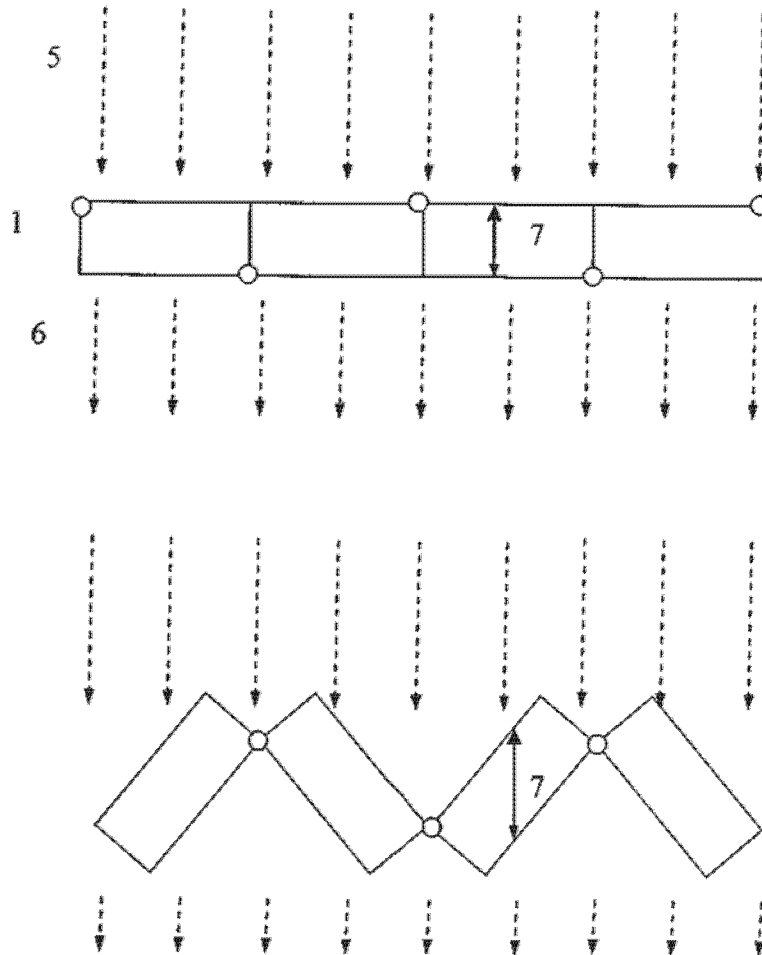


Fig. 2

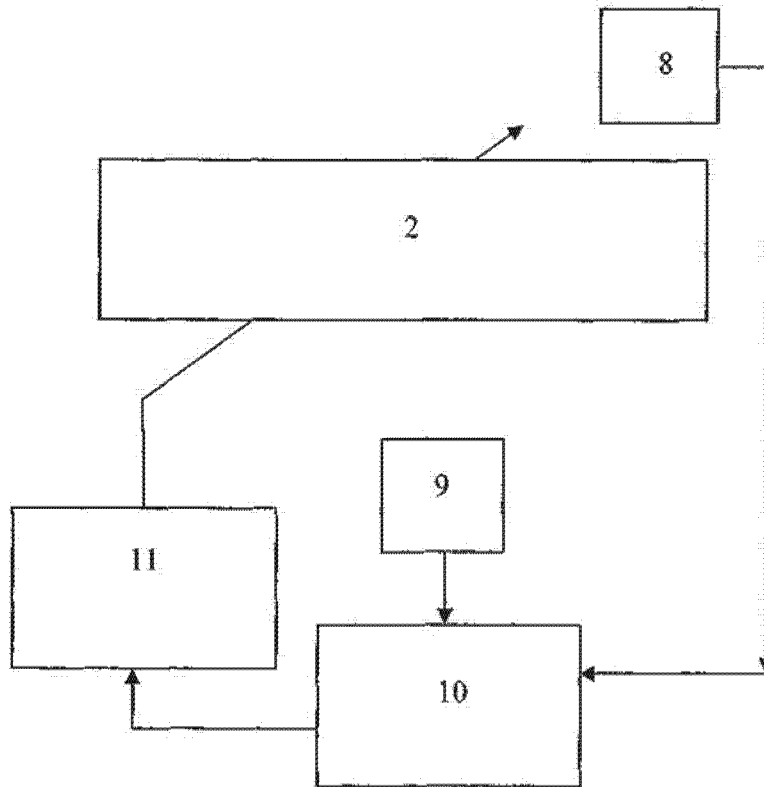


Fig. 3



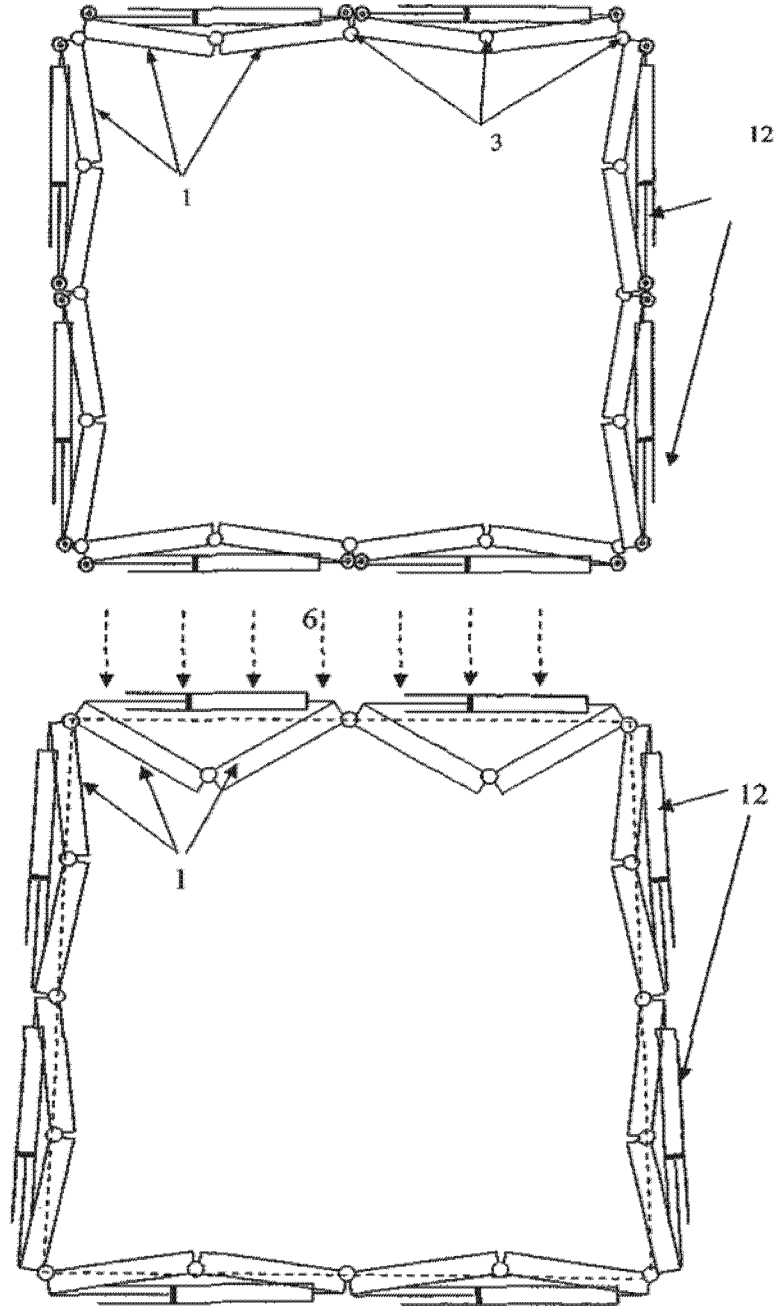


Fig. 4

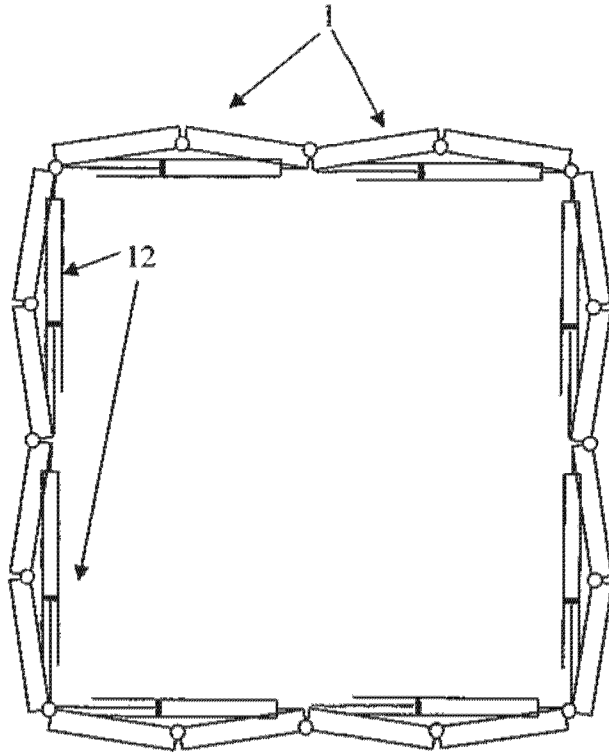


Fig. 5

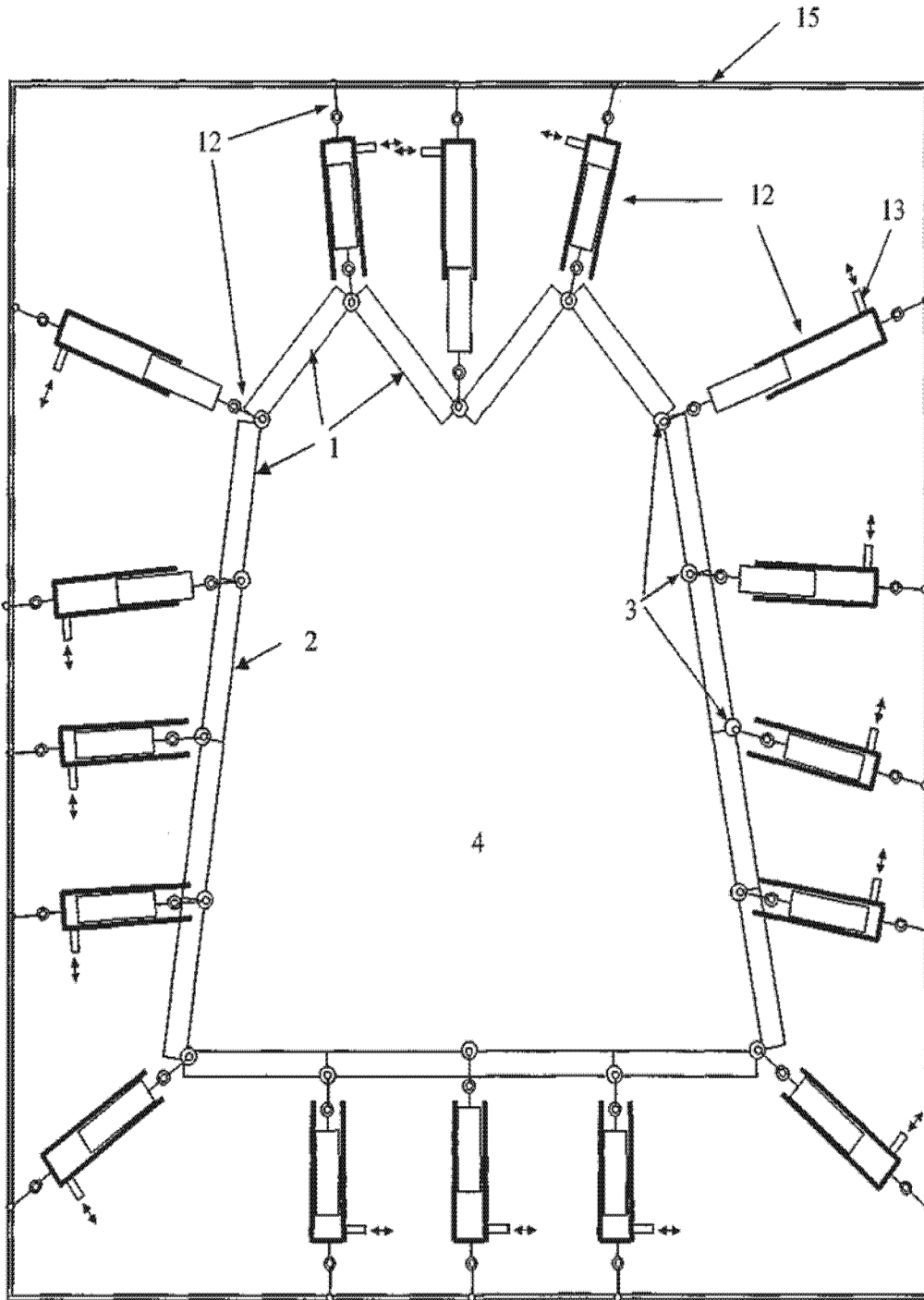


Fig. 6

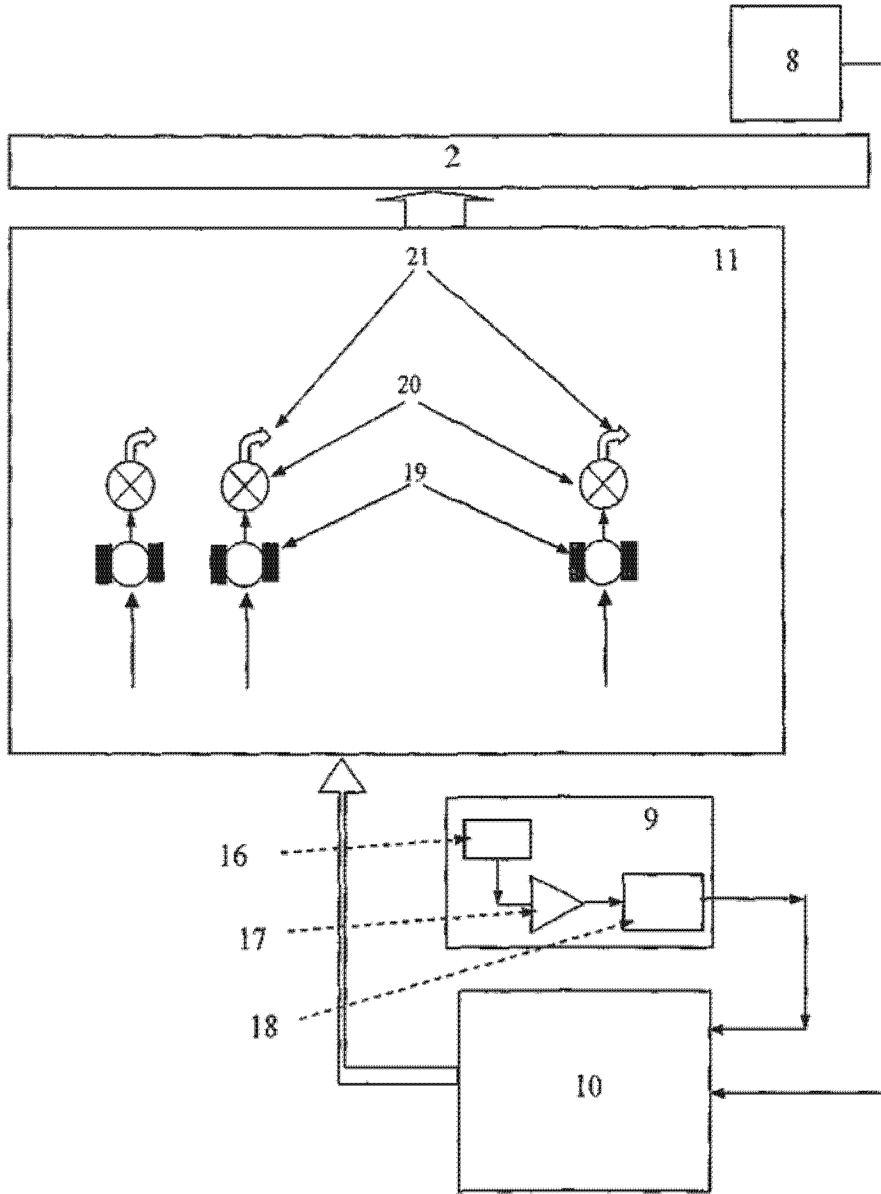


Fig. 7

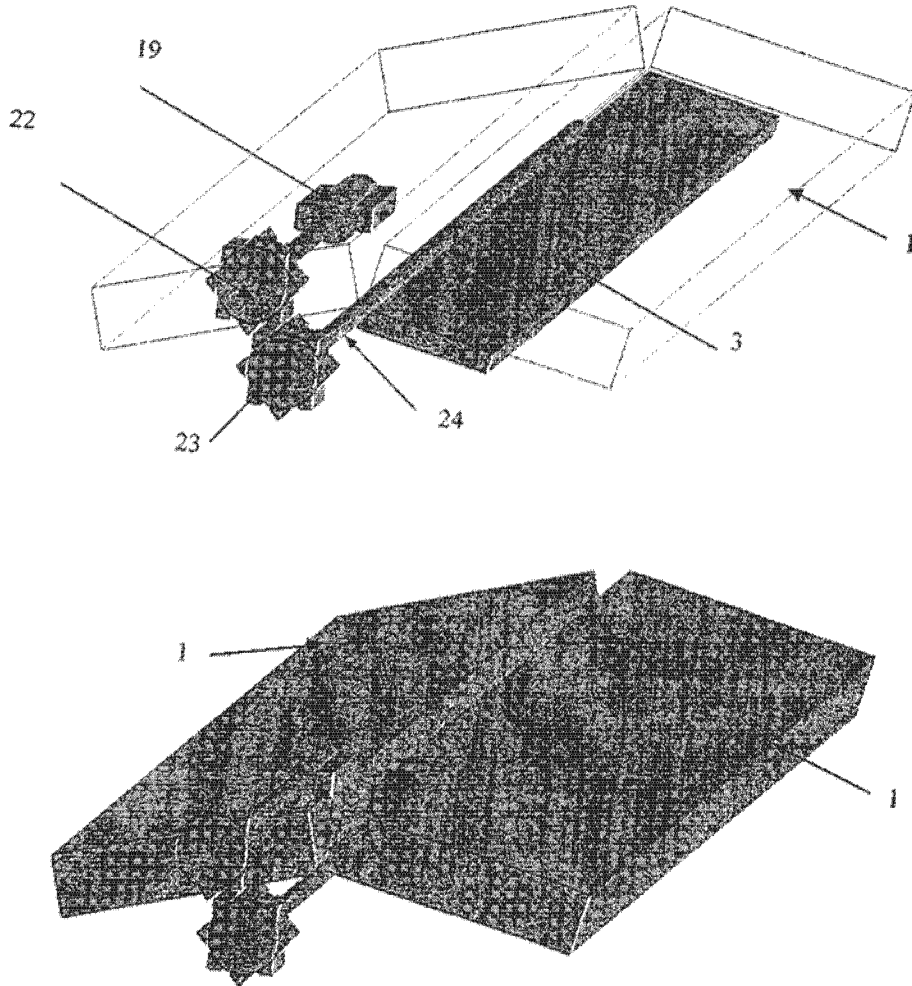


Fig. 8

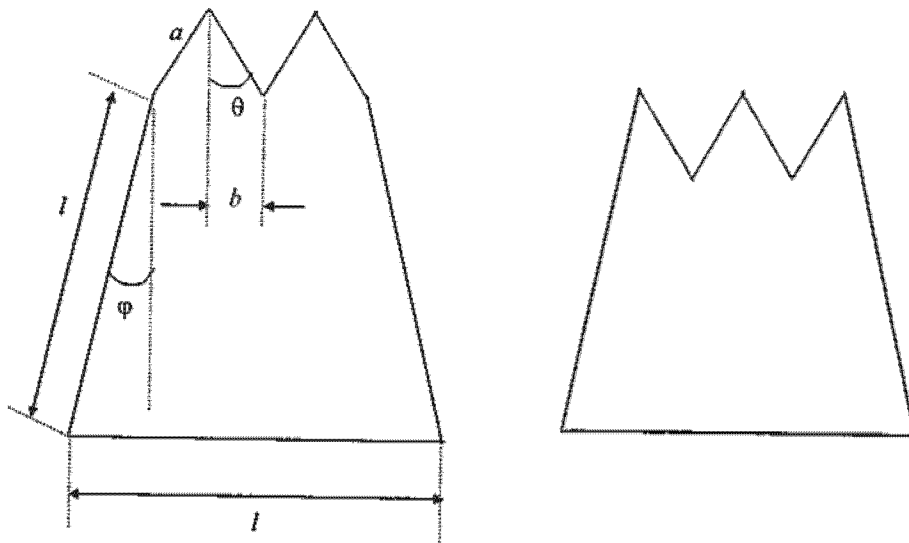


Fig. 9

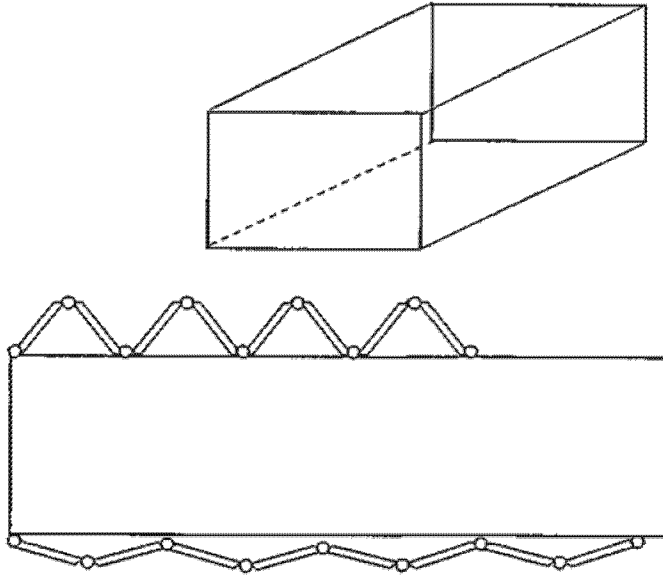


Fig. 10

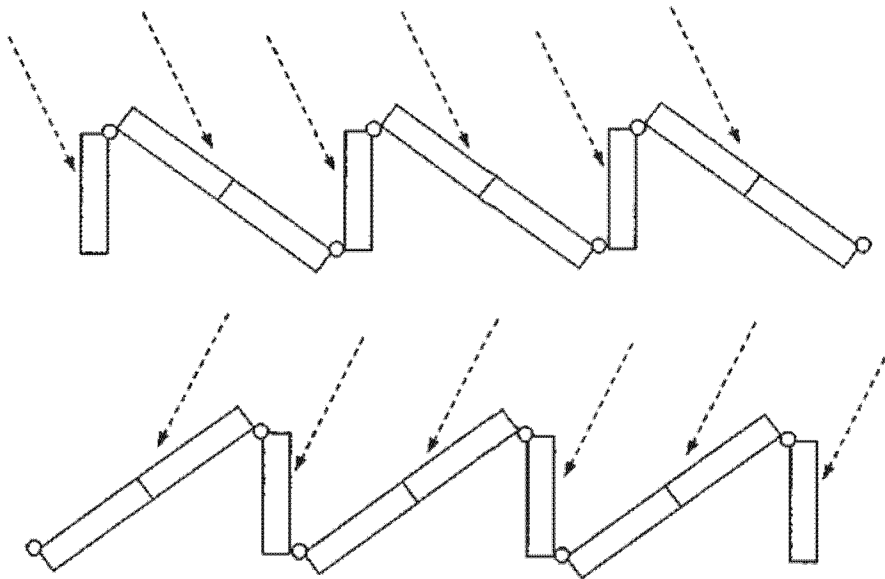


Fig. 11

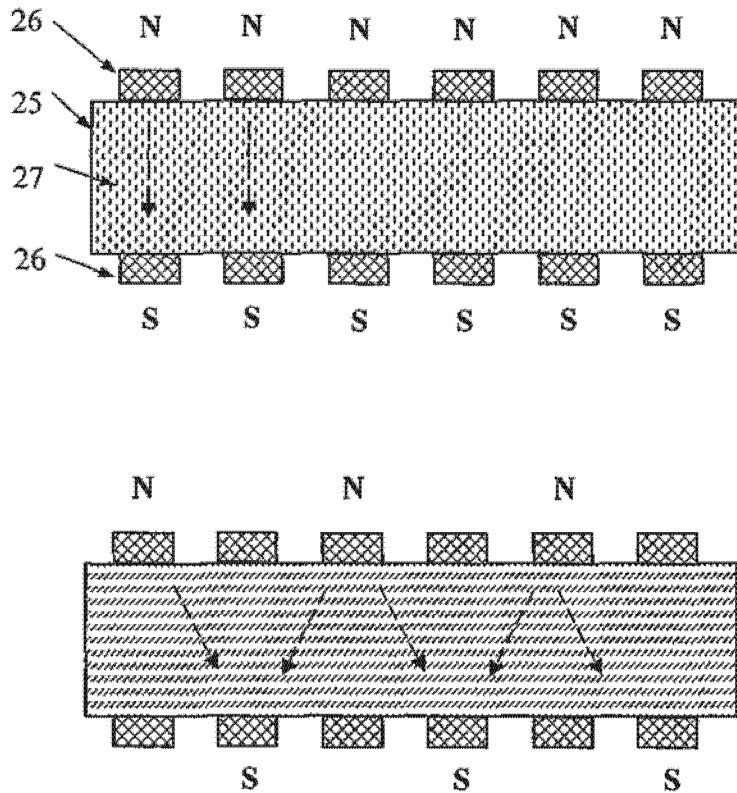


Fig. 12

