

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00817

(22) Data de depozit: 07.11.2013

(41) Data publicării cererii:  
29.05.2015 BOPI nr. 5/2015

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
MICROTEHNOLOGIE,  
STR. EROU IANCU NICOLAE NR.126 A,  
BUCUREȘTI, B, RO

• POLADIAN-MOAGAR GABRIEL,  
ALEEA FUIORULUI NR. 6, BL. Y3A, SC. 1,  
ET. 6, AP. 27, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• POLADIAN-MOAGAR VICTOR,  
ALEEA STĂNILĂ NR. 6, BL. H10, SC. C,  
ET. 2, AP. 51, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,  
RO

(72) Inventatori:

(54) ELEMENT PENTRU PROTECȚIA NAVELOR COSMICE LA  
IMPACTUL CU MICROMETEORIȚI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un element pentru protecția navelor cosmice la impactul cu micrometeorizi. Elementul conform invenției conține un material (1) în interiorul căruia se află mai multe celule conținând un gaz (2), celulele putând fi distribuite, după necesități, de o manieră regulată, aleatoare sau conform unei anumite legi matematice, celulele putând avea orice formă geometrică, convexă, concavă sau concav-convexă, dimensiunile celulelor fiind între 0,1  $\mu$ m și 10 cm, pereții despărțitori ai celulelor putând avea orice formă geometrică și grosime, cuprinse între 0,1  $\mu$ m și 10 cm, iar aceste celule conțin un material de tip pulbere (3) și, în anumite situații, fire de material (1), elementul, putând avea, fără a restrânge generalitatea, formă de paralelipiped, de cilindru, de coajă cilindrică, de sector de coajă cilindrică, în anumite situații elementul putând avea în componența sa un număr de materiale (1) diferite, număr care este mai mare decât 1.

Revendicări: 10  
Figuri: 6

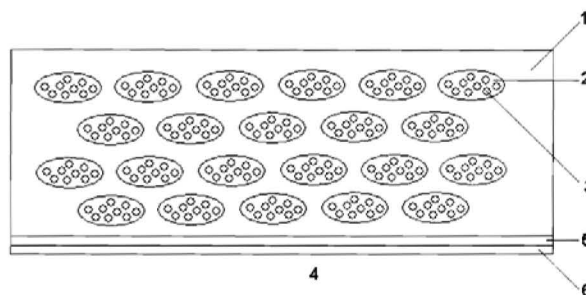


Fig. 1



## ELEMENT PENTRU PROTECȚIA NAVELOR COSMICE LA IMPACTUL CU MICROMETEORIȚI

Invenția se referă la un element pentru protecția navelor cosmice la impactul acestora cu micrometeorizi.

Este cunoscut un element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeorizi, element care este format dintr-un material dur și rezistent mecanic.

Dezavantajele elementului de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeorizi, element care este format dintr-un material dur și rezistent mecanic sunt:

- elementul de protecție poate suferi crăpări sau chiar ruperi, expunând în acest fel impactului zonele pe care acest element nu le mai acoperă

- în alte situații, micrometeoritul ricoșează cuasi-elastic ca urmare a impactului cu elementul de protecție, în acest fel nava cosmică primind un impuls mecanic egal cu dublul valorii proiecției impulsului micrometeoritului pe direcția perpendiculară pe suprafața elementului de protecție

- de asemenea, atunci când micrometeoritul penetrează elementul de protecție, acesta poate parcurge în interiorul elementului de protecție un parcurs destul de lung, asemănător cu cel al unui glonț, putând trece complet de acesta și ajunge la zona sensibilă a navei cosmice

Problema pe care o rezolvă invenția constă în aceea că elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeorizi nu mai permite transferarea către nava cosmică a unui impuls mai mare decât cel al micrometeoritului și în faptul că, datorită structurii interne a elementului de protecție, drumul parcurs de micrometeorit în elementul de protecție este semnificativ mai redus.

Soluția propusă, conform invenției, elimină dezavantajele de mai sus prin aceea că, datorită structurii interne a elementului de protecție, micrometeoritul își disipă întreaga energie cinetică în interiorul acestuia, având un parcurs redus în interiorul elementului de protecție și, totodată, având o probabilitate foarte mică de ricoșare.

Avantajele elementului de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeorizi sunt:

- reducerea parcursului micrometeoritului în interiorul elementului de protecție
- doar componenta normală pe suprafața elementului de protecție a impulsului micrometeoritului este transferată navei cosmice

Re

- micrometeoritul rămâne prins în interiorul elementului de protecție, putând astfel fi recuperat ulterior în vederea studierii sale

- o gamă largă de materiale, cu proprietăți mecanice și termice conforme necesităților, pot fi folosite la construcția elementului de protecție

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1..6, care reprezintă:

- figura 1: schița structurii elementului de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti

- figura 2: schița structurii elementului de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti care are suprafața neregulată și celulele umplute cu fire și pulbere

- figura 3: schița elementului de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti obținut prin îmbinarea prin lipire a două sub-elemente

- figura 4: fotografia unui element de protecție care conține o singură celulă închisă care conține pulbere de polimer

- figura 5: fotografia unui element de protecție care conține fire dispuse pe partea exterioară

- figura 6: fotografia unui element de protecție care conține fire și pulbere de polimer, neîncapsulat într-o celulă

Elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti, conform invenției, are o structură celulară în care atât forma și dimensiunile celulelor, respectiv ale pereților despărțitori, cât și modul de dispunere al celulelor este foarte bine controlat și este dictat de către necesitățile specifice de protecție.

Elementul constă dintr-un material 1 solid în interiorul căruia se află un număr de celule umplute cu gaz 2, în interiorul celulelor aflându-se pulbere 3 având aceeași compoziție cu a materialului 1. Celulele pot fi închise sau pot comunica, cel puțin o parte dintre ele, una cu alta. Materialul 1 poate fi poros sau compact.

Celulele din interiorul materialului 1 pot avea orice formă geometrică tridimensională, concavă, convexă sau concav-convexă, dimensiunile acestora fiind cuprinse între 1 micron și 10 cm.

Celulele pot fi dispuse în interiorul materialului 1 în mod regulat, în mod aleator sau după o lege matematică prestabilită de utilizator, astfel încât să se obțină parametrii doriți de atenuare a impactului.

Grosimea pereților separatori ai celulelor este cuprinsă între 0,1 microni și 10 cm.

Mecanismele prin care are loc disiparea energiei cinetice a micrometeoritului sunt reprezentate de cel puțin unul dintre următoarele, și anume ciocniri elastice cu particule-țintă din masa de pulbere 3 cu dimensiuni apropiate de cele ale micrometeoritului, frecarea cu particulele-țintă 3 și, respectiv, între particulele-țintă 3, deformările permanente ale particulelor-țintă 3 și ale structurilor-țintă ca urmare a impactului, topirea locală a particulelor-țintă 3 și a materialului 1, frecarea la mișcarea micrometeoritului într-un mediu vâscos rezultat din înmuierea și/sau topirea materialului 1 și a grăunților de pulbere 3 conținuți în celulele respective. De asemenea, impactul repetat cu grăunții 3 de pulbere și cu pereții celulelor din materialul 1 reduce semnificativ parcursul micrometeoritului prin elementul de protecție.

La suprafața de contact cu mediul 4 exterior, elementul de protecție poate avea suprafețe netede sau suprafețe neregulate, după necesități. Trebuie ținut cont de faptul că, în timp, proprietățile materialului 1 pot varia datorită ruperii legăturilor moleculare, datorită creării de defecte / dislocații și, respectiv, datorită reacțiilor de transmutație nucleară produse de către radiațiile nucleare de tip protoni, alfa, neutroni, ioni. De aceea, pe suprafața elementului se poate depune un strat 5 aderent pe materialul 1 având rolul de protecție a materialului 1 în raport cu radiația electromagnetică de energii mari – UV, X și gamma, dar și de redistribuire a sarcinii electrice rezultate ca urmare a bombardamentului elementului de protecție de către radiațiile cosmice corpusculare. De

asemenea, stratul 5 poate fi suport pentru un strat 6 depus peste stratul 5, stratul 6 putând fi un strat de vopsea, un strat de protecție la radiație UV sau un strat sau succesiune de straturi care să aibă orice altă utilizare dorită de beneficiar.

Într-unul din cazuri, suprafața exterioară a elementului de protecție poate avea niște protuberanțe de forma unor fire de mărimi, forme și orientări diverse, astfel încât să se deformeze și chiar să se rupă la impactul cu micrometeoritul, disipând în acest fel atât energia cinetică a acestuia cât și o parte din impulsul său. Aceste protuberanțe pot fi ca atare sau unite între ele prin intermediul unor tije sau fire din același material 1. De asemenea, astfel de fire pot exista și în interiorul celulelor cu pulbere.

Elementul de protecție poate avea diferite forme geometrice. Astfel, fără a restrânge generalitatea, elementul poate avea formă de paralelipiped, de cilindru, de coajă cilindrică, de sector de coajă cilindrică.

Elementele se pot îmbina între ele în mai multe moduri. Câteva dintre aceste moduri, fără a restrânge generalitatea, sunt:

- prin îmbinare de tip puzzle dacă elementele de protecție au forma exterioară specifică acestui scop

- prin lipire cu un strat de adeziv 7

- prin îmbinare ca în cazul elementelor jocului de LEGO

- cu șuruburi, în acest caz elementele având prevăzute orificii pentru acest scop, orificii care sunt deschise dacă fixarea se face cu șurub și piuliță, respectiv închise dacă orificiile au prevăzute filet interior în care se fixează șuruburile respective, partea de prindere a elementelor fiind situată în așa fel încât să nu compromită proprietățile de atenuare a impactului micrometeoritilor.

Aceste moduri de îmbinare pot fi utilizate separat sau împreună, după necesități.

Materialul 1 poate fi polimer, metal, nisip, sticlă, ceramică, compozit de tip metal-polimer, sticlă-polimer, ceramică-metal, ceramic-polimer. De asemenea, materialul 1 poate avea proprietăți de întârziere de flacără (flame-retardant).

Gazul 2 aflat în celule poate fi aer, azot, argon, bioxid de carbon sau orice alt gaz socotit necesar, a cărui presiune poate varia în limitele 0 atm – 1 atm.

Ca mod de obținere, elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti poate fi obținut folosind tehnici și procedee în sine cunoscute. În continuare vom prezenta trei cazuri, fără a restrânge însă generalitatea asupra procedeelelor de obținere.

Astfel, în primul caz, elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti este realizat prin sinterizarea selectivă laser a pulberii de material 1 în atmosferă controlată formată din gazul 2.

În al doilea caz, elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti este realizat prin topire selectivă laser a pulberii de material 1 în atmosferă controlată formată din gazul 2.

În aceste două cazuri, elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti este format dintr-un singur material 1 iar în interiorul celulelor se află gaz 2 și pulbere de material 1.

În al treilea caz, elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti este asamblat din bucăți mai mici, fiecare bucată corespunzând unei anumite părți a elementului. Fiecare parte se poate realiza printr-una dintre tehnicile în sine cunoscute cum ar fi, dar fără a restrânge generalitatea, sinterizare selectivă laser, topire selectivă laser, turnare, presare la cald a unei pulberi, matrițare, găurire, orice tip de tehnologie subtractivă. După realizare, aceste părți sunt umplute cu pulbere 3, de aceeași compoziție cu materialul 1 sau de compoziție diferită, și sunt puse împreună toate sau doar unele dintre acestea și lipite între ele, lipirea realizându-se fie prin

metode termice cum ar fi înmuierea, topirea locală, inter-difuzia, fie prin metode ultraacustice, fie prin utilizarea unor adezivi destinați acestui scop. Ulterior se îmbină / lipesc toate sub-elementele realizate în prima fază, prin tehnici și procedee în sine cunoscute. Îmbinarea / lipirea părților componente ale elementului izolator se efectuează, după caz, în atmosferă controlată conținând gaz 2. În acest al treilea caz, celulele conțin numai gaz 2 iar elementul poate avea în componența sa unul sau mai multe materiale 1.

După obținerea elementului de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti prin oricare dintre tehnologiile folosite, se poate face un tratament termic post-producție care să confere elementului de protecție calitățile de material și de suprafață dorite.

În funcție de materialul din care este realizat, elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti poate fi folosit într-o gamă de temperaturi cuprinsă între  $-200^{\circ}\text{C}$  și  $+2.500^{\circ}\text{C}$ .

Dăm în continuare un exemplu de realizare a invenției.

Astfel, elementul de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti este realizat din materialul 1 care este PA2200, care este o poliamidă / un nylon modificat, folosind sinterizarea selectivă laser. Gazul 2 de lucru este azotul. Elementul conține în interior celule de formă cilindrică având raza de 250 micrometri și înălțimea de 250 micrometri, în interiorul celulelor aflându-se și pulbere de poliamidă. Distanța între exteriorul cilindrilor, în planul X-Y, este de 200 micrometri. Cilindrii sunt așezați, în planul X-Y, după o rețea de pătrate. Pe direcția verticală Z, aceste rețele sunt decalate alternativ, în sensul în care cilindrul dintr-un strat corespunzând unui plan X-Y este așezat, pe verticală, între doi pereți despărțitori ai cilindrilor din planele respective. Distanța între două plane X-Y consecutive este de 200 micrometri. Suprafața exterioară este acoperită cu un strat 5 din foiță de Aur cu o grosime de 5 micrometri.

Într-o altă variantă, structura de bază este realizată din polimer PEEK prin sinterizare selectivă laser, dar fără a avea alveole conținute în masa de polimer. La suprafață, însă, sunt create adâncituri în care se introduce un amestec de pulberi de tip polimer și, respectiv, de tip sticlă. Elementul final de protecție se obține apoi prin lipirea mai multor astfel de structuri de bază astfel încât adânciturile care conțin pulbere să fie complet acoperite, lipire efectuată sau cu adezivi corespunzători sau prin presare ușoară la cald.



## Revendicări

1. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform invenției, caracterizat prin aceea că are o structură celulară controlată conform necesităților utilizatorului, în componența fiind un material (1) în care se află celule care conțin gaz (2) și pulbere (3) din cu o compoziție similară cu a materialului (1) sau, într-o altă situație, cu o compoziție diferită de a materialului (1), celulele putând fi distribuite după necesități de o manieră regulată, aleatoare sau conform unei anumite legi matematice, celulele putând avea orice formă geometrică convexă, concavă sau concav-convexă, dimensiunile celulelor fiind între 0,1 microni și 10 cm, pereții despărțitori ai celulelor putând avea orice formă geometrică și grosime cuprinse între 0,1 microni și 10 cm, elementul putând avea diferite forme geometrice cum ar fi, fără a restrânge generalitatea, elementul poate avea formă de paralelipiped, de cilindru, de coajă cilindrică, de sector de coajă cilindrică, în anumite situații elementul putând avea în componența sa un număr de materiale (1) diferite, număr care este mai mare decât 1.

2. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că la suprafața de contact cu mediul (4) exterior, elementul de protecție poate avea, după necesități, suprafețe netede sau suprafețe neregulate, pe suprafața exterioară a elementului de protecție putând exista, după caz, niște protuberanțe de forma unor fire de mărimi, forme și orientări diverse, astfel încât să se deformeze și chiar să se rupă la impactul cu micrometeoritul, disipând în acest fel atât energia cinetică a acestuia cât și o parte din impulsul său, aceste protuberanțe putând fi ca atare sau unite între ele prin intermediul unor tije sau fire din același material (1), astfel de fire putând exista și în interiorul celulelor cu pulbere, pe suprafața elementului putându-se depune un strat (5) aderent pe materialul (1) având rolul de protecție a materialului (1) împotriva radiațiilor ionizante și/sau rolul de suport pentru un

J

strat (6) de peste stratul (5), stratul (6) putând fi un strat de vopsea, un strat de protecție la radiație electromagnetică și corpusculară sau un strat sau succesiune de straturi care să aibă orice altă utilizare dorită de beneficiar.

3. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că materialul (1) și, respectiv, pulbere (3) pot fi polimer, metal, nisip, sticlă, ceramică, compozit de tip metal-polimer, sticlă-polimer, ceramică-metal, ceramic-polimer, de asemenea, materialul (1) poate avea proprietăți de întârziere de flacără (flame-retardant), materialul (1) având, într-o situație, aceeași compoziție cu pulberea (3), respectiv într-o altă situație, o compoziție diferită de cea a pulberii (3), atât materialul (1) cât și grăunții de pulbere (3) putând avea o structură poroasă sau, după caz, compactă, materialul (1) și pulberea (3) putând fi alcătuite dintr-o singură substanță sau dintr-un amestec, respectiv aliaj, de mai multe substanțe.

4. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că gazul (2) poate fi, în funcție de dorința utilizatorului și de tehnologia utilizată pentru producerea elementului, aer, azot, argon, bioxid de carbon sau orice alt gaz sau amestec de gaze socotit necesar, presiunea acestui gaz fiind cuprinsă între 0 atm și 1 atm.

5. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că îmbinarea a mai multe astfel de elemente se poate face prin tehnici în sine cunoscute cum ar fi prin îmbinare de tip puzzle dacă elementele de izolare au forma exterioară specifică acestui scop, prin lipire cu un strat de adeziv (7), prin îmbinare ca în cazul elementelor jocului de LEGO dacă elementele au forma corespunzătoare cu protuberanțe și goluri de îmbinare specifice, cu șuruburi dacă elementele au prevăzute orificii pentru acest scop, orificii care sunt deschise dacă fixarea se face cu șurub și piuliță, respectiv închise dacă orificiile au prevăzute filete interior în care se fixează șuruburile respective, partea de prindere a elementelor fiind

Re.

situată în așa fel încât să nu compromită proprietățile de izolare termic și acustică ale elementului.

6. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că poate fi folosit, în funcție de materialul (1) din care sunt alcătuite, pe o gamă de temperaturi de la  $-200^{\circ}\text{C}$  și  $+2.500^{\circ}\text{C}$ ,

7. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, într-una dintre variante, este produs prin sinterizare selectivă laser, după obținerea elementului putându-se face, după caz, un tratament termic post-producție care să confere elementului de protecție calitățile de material și de suprafață dorite.

8. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, într-una dintre variante, este produs prin topire selectivă laser, după obținerea elementului putându-se face, după caz, un tratament termic post-producție care să confere elementului de izolare calitățile de material și de suprafață dorite.

9. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că, într-una dintre variante, este asamblat din bucăți mai mici, fiecare bucată corespunzând unei anumite părți a elementului, fiecare dintre aceste bucăți putându-se realiza printr-una dintre tehnicile în sine cunoscute cum ar fi, dar fără a restrânge generalitatea, sinterizare selectivă laser, topire selectivă laser, turnare, presare la cald a unei pulberi, matrițare, găurire, orice tip de tehnologie substractivă, după realizare aceste părți fiind umplute cu pulbere (3) și puse împreună toate sau doar unele dintre acestea și lipite între ele, lipirea realizându-se fie prin metode termice cum ar fi înmuierea, topirea locală, inter-difuzia, fie prin metode ultraacustice, fie prin utilizarea unor adezivi destinați acestui scop, ulterior se îmbinându-se / lipindu-se toate sub-elementele realizate în prima fază, prin tehnici și

procedee in sine cunoscute, îmbinarea / lipirea părților componente ale elementului de protecție efectuându-se, după caz, în atmosferă controlată conținând gaz (2), în acest caz celulele conținând numai gaz (2) iar elementul putând avea în componența sa unul sau mai multe materiale (1), după obținerea elementului putându-se face, după caz, un tratament termic post-producție care să confere elementului de protecție calitățile de material și de suprafață dorite.

10. Element de protecție a navelor cosmice la impactul cu micrometeoriti conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că mecanismele de disipare a energiei cinetice a micrometeoritului pot fi cel puțin una dintre cele menționate în continuare, și anume ciocniri elastice cu particule-țintă din masa de pulbere (3) care au dimensiuni apropiate de ale micrometeoritului, frecarea cu particulele-țintă (3) și, respectiv, între particulele-țintă (3), deformările permanente ale particulelor-țintă (3) și ale structurilor-țintă ca urmare a impactului, topirea locală a particulelor-țintă (3) și a materialului (1), frecarea la mișcarea micrometeoritului într-un mediu vâscos rezultat din înmuierea și/sau topirea materialului (1) și a grăunților de pulbere (3) conținuți în celulele respective, respectiv impactul repetat al micrometeoritului cu particulele de pulbere (3) și cu pereții celulelor din structura materialului (1).

Figura 1

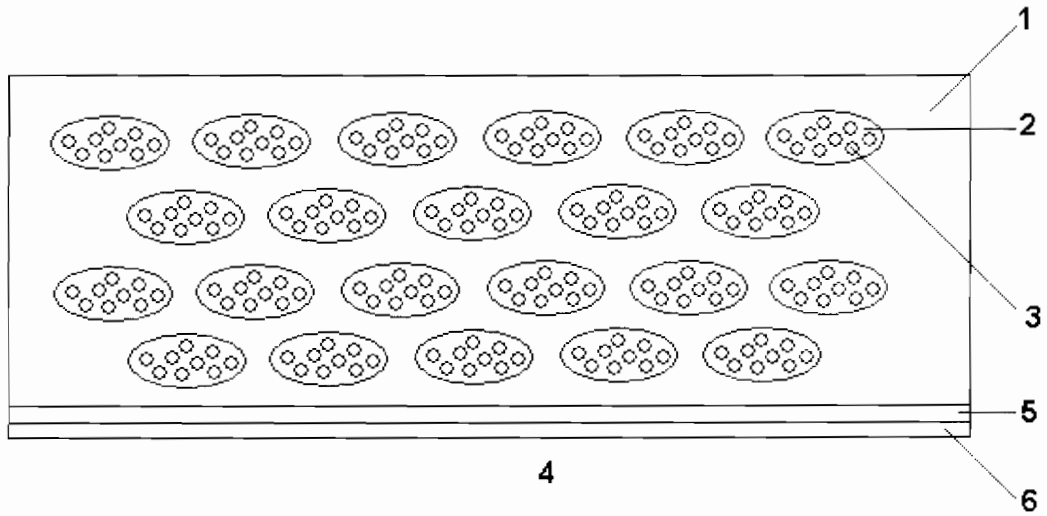


Figura 2

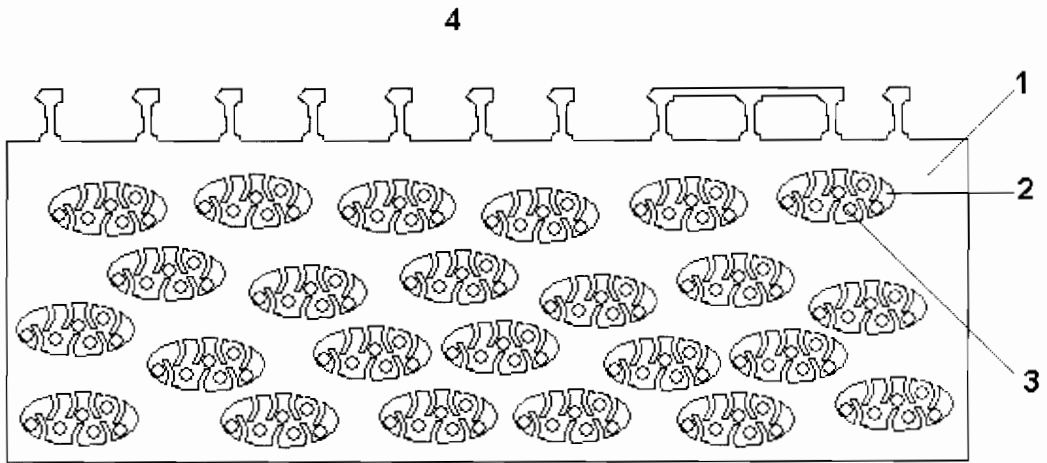


Figura 3

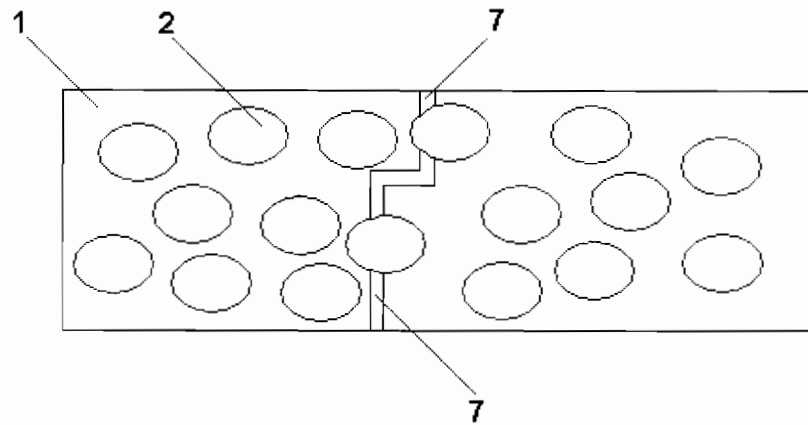


Figura 4



Figura 5

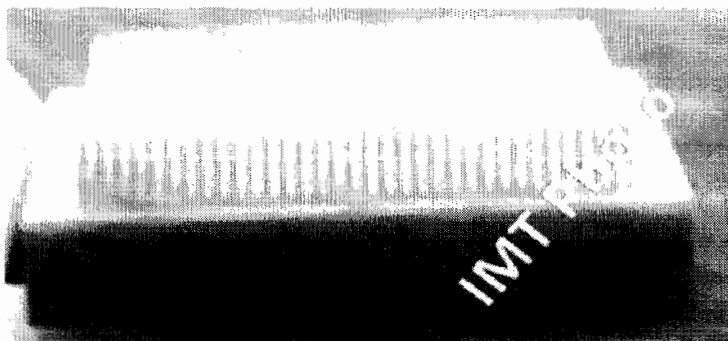


Figura 6

