



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2015 01019**

(22) Data de depozit: **17/12/2015**

(41) Data publicării cererii:  
**30/06/2017** BOPI nr. **6/2017**

(71) Solicitant:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,  
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **TEISANU ARISTOFAN ALEXANDRU,  
STR. PĂDURIOIU NR. 3, BL. B25, SC. 1,  
AP. 1, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **BĂRA ADELA, BD. TIMIȘOARA NR. 17A,  
BL. 106A, SC. A, ET. 6, AP. 23, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **IORDOC MIHAI NICOLAE,  
ALEEA TERASEI NR.4, BL.E 2, SC.2, ET.1,  
AP.28, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **BARBU IONELA PAULA,  
ȘOS. PANTELIMON NR. 291, BL. 9, SC. C,  
AP. 109, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **CARAMITU ALINA RUXANDRA,  
ALEEA AVIATOR STĂLPEANU NR. 5, BL. 5,  
SC. 4, ET. 4, AP. 40, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **MITREA SORINA ADRIANA,  
STR. CÂMPIA LIBERTĂȚII NR. 5,  
BL. PM 56, SC. 1, ET. 8, AP.30, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **BANCIU CRISTINA ANTONELA,  
STR. BALTAGULUI NR. 7E, ET. 1, AP. 3,  
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **MATERIAL COMPOZIT PENTRU ELEMENTE DE  
STRUCTURĂ LA VEHICULE SPAȚIALE,  
CU PROPRIETĂȚI ECRANANTE FAȚĂ DE RADIAȚIILE  
IONIZANTE ȘI ELECTROMAGNETICE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un material compozit cu proprietăți absorbante față de radiațiile ionizante, utilizat pentru fabricarea de elemente de structură la vehicule spațiale. Materialul conform invenției este alcătuit dintr-o matrice polimerică de tip termoplastice sau termorigid în care este dispersată o pulbere micrometrică din materiale grele, cu proprietăți ecranante față de radiațiile ionizante, armată cu țesături și/sau păsle din fibre de carbon, placat pe ambele fețe cu o folie de aluminiu cu o

grosime de 45 μm, având o ecranare electromagnetică de 95...11 dB, în intervalul de frecvență 10<sup>6</sup>...4x10<sup>10</sup> Hz, la o grosime de 3 mm și ecranare la radiații ionizante de până la trei ori mai mare comparativ cu aliajele de aluminiu.

Revendicări: 1  
Figuri: 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## Material compozit pentru elemente de structura la vehicule spatiale cu proprietati ecranante fata de radiatiile ionizante si electromagnetice

Inventia se refera la un material compozit pe baza de rasini epoxidice cu continut de metale grele cu proprietati absorbante fata de radiatiile ionizante, armat cu fibre de carbon si acoperit pe ambele fete cu folie de aluminiu, pentru ecranarea fata de radiatiile ionizate, destinat fabricarii elementelor de structura pentru vehicule spatiale.

Se cunosc materiale compozite destinate fabricatiei de elemente de structura pentru vehicule spatiale, destinate sa inlocuiasca aliajele de aluminiu utilizate pe scara larga in prezent. Aceste materiale sunt alcatuite din structuri epoxidice, poliesterice (PEEK) sau policondensate (izocianati) armate cu fibra de carbon, si in functie de tehnologia de lucru, se impart in doua categorii:

1. Materiale de tip prepreg fie cu continut de rasini epoxidice cu intaritor activat termic, fie cu materiale policondesate, fie cu materiale termoplaste, destinate fabricarii prin tehnologia trageri pe mul cu folie, sub vid, la care structura finala se obtine fie utilizand prepreguri de acelasi tip, fie mai multe feluri de prepreg, in vederea obtinerii unor performante cat mai bune (raport masa/rigiditate); ecranarea la radiatii ionizante se obtine prin intercalarea unor folii foarte subtiri din metale cu masa atomica mare (wolfram, terbiu, niobiu). Aceasta tehnologie, desi utilizata pe scara larga de unele firme care construiesc cutii pentru dispozitive electronice destinate fabricatiei de vehicule spatiale, prezinta dezavantajul limitarii in ceea ce priveste geometria, deoarece foliile metalice, chiar foarte subtirii (tipic 20  $\mu\text{m}$ ), nu se pot plia pe structuri complicate.

De asemenea, aceste materiale sunt electroizolante la suprafata, ceea ce nu permite inchiderea si etansarea din punct de vedere electromagnetic, avand astfel caracteristici scazute de ecranare electromagnetica.

2. Materiale ce se prezinta sub forma de semifabricate (placi sau profile), realizate prin tehnologii cum ar fi presarea la cald sau matritarea calda (pentru compozitele cu suport termoplastic). Aceste materiale prezinta aceeasi structura ca si cele realizate din prepreguri, si sunt utilizate in cazul unicateilor, deoarece nu necesita muluri sau matrite, care au preturi mari. De asemenea, aceste materiale sunt electroizolante la suprafata, avand aceleasi dezavantaje din punct de vedere al ecranarii electromagnetice ca cele de tip (1).

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui material compozit care sa imbine proprietatile mecanice superioare ale compozitelor pe baza de fibre de carbon (densitate cuprinsa intre 1,75 pana 2,1  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , fata de 2,7-2,8  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), modul Young si rezistenta la rupere superioare aliajelor de aluminiu (modul Young 150-200 GPa fata de 65-70 GPa pentru aliaje de aluminiu, rezistenta la rupere 1200-1500 MPa, fata de cca 300 MPa pentru aliaje de aluminiu), cu proprietati de ecranare electromagnetica foarte buna (95-110 dB), suprafete conductoare din punct de vedere electric si proprietati de ecranare la radiatii ionizate, fara sa contina insa folii din metale grele in structura sa. De aceea, acest tip de material se preteaza foarte bine realizarii de geometrii complexe prin tehnica prepregurilor sau prin laminare la cald in vederea obtinerii de semifabricate.

Materialul compozit destinat fabricatiei de elemente de structura pentru vehicule spatiale cu proprietati ecranante fata de radiatiile ionizante si electromagnetice, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate mai sus, prin aceea ca este alcatuit dintr-o structura de armare pe baza de tesatura din fibre de carbon si/sau pasla de carbon, plasat intr-o matrice polimerica de tip termorigid sau termoplast, in functie de tehnologia de fabricatie si destinatia produsului sau semifabricatului, care contine particule micrometrice (2-5  $\mu\text{m}$ ) dispersate uniform, din metale grele (wolfram, terbiu, plumb), cu proprietati ecranante fata de radiatiile ionizante, si este placat pe ambele fete cu folie de aluminiu cu grosimea de 45  $\mu\text{m}$ .

Avantajele materialului conform inventiei sunt urmatoarele:

- Proprietati mecanice superioare fata de materialele similare bazate pe aliaje de aluminiu (modul Young 150-200 GPa fata de 65-70 GPa pentru aliaje de aluminiu, rezistenta la rupere 1200-1500 MPa, fata de cca 300 MPa pentru aliaje de aluminiu).
- Densitate mai mica decat cea a aliajelor de aluminiu (densitate cuprinsa intre 1,75 pana 2,1  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , fata de 2,7-2,8  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$  pentru aliaje de aluminiu).
- Ambele fete ale materialului sunt conductoare din punct de vedere electric, ceea ce permite realizarea de cofiguratii de ecranare de tip cutia Faraday; asa cum s-a mentionat mai sus, materiale compozite similare utilizate in prezent prezinta suprafete electroizolante, ceea ce inrautateste considerabil proprietatile de ecranare electromagnetica.
- Ecranare electromagnetica similara cu cea a aliajelor de aluminiu la aceeasi grosime de material (95-110 dB, in intervalul de frecventa  $10^6$ - $4\cdot 10^{10}$  Hz, la o grosime de 3 mm).
- Ecranare la radiatii ionizante pentru nivelul de iradiere corespunzator LEO de pana la 3 mai buna decat a materialelor pe baza de aliaje de aluminiu si similara cu materiale compozite care prezinta folii intercalate din metale grele, la aceeasi densitate echivalenta.

Se da in continuare un exemplu de realizare in legatura cu Fig. 1, care reprezinta materialul conform inventiei.

Materialul compozit pentru elemente de structura la vehicule spatiale cu proprietati ecranante fata de radiatiile ionizante si electromagnetice, conform inventiei, este alcatuit dintr-o matrice polimerica pe baza de rasina epoxidica de tip EPOLAM 110SX, in care este dispersata o pulbere de metale grele constand dintr-un amestec de particule micronice (2-5  $\mu\text{m}$ ) din plumb si wolfram in proportie de 5% procente de masa fata rasina si intaritor, armata cu 10 straturi de armatura din tesatura din fibre de carbon, avand greutatea specifica de 90  $\text{g}/\text{m}^2$ , si marginit de doua folii din aluminiu cu grosimea de 45  $\mu\text{m}$ , atacate chimic cu solutie de NaOH 3M timp de 2 minute, pe fata care se invecineaza cu matricea polimerica pentru imbunatatirea aderenței si umectabilitatii fata de rasina lichida la elaborare.

Materialul este realizat sub forma unei placi cu grosimea de 1,8 mm, prin presare libera la cald (120°C timp de 2 h, la o presiune de 3,5 MPa).

Proprietatile materialului conform inventiei, astfel obtinut, sunt urmatoarele:

- Densitatea: 1,83  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ;

- Rezistența la rupere pe direcția fibrelor: 1500 MPa;
- Modulul de elasticitate: 150 GPa;
- Ecranarea electromagnetică, în domeniul de frecvență de  $10^6$ - $4 \cdot 10^{10}$  Hz, cca 95 dB;
- Atenuarea radiațiilor ionizante, echivalenta domeniului LEO, măsurată prin comparație cu o placă de aluminiu având aceeași grosime, de cca trei ori mai mare.
- Interval de stabilitate termică:  $-80 \div 120^\circ\text{C}$ .

Măsurătorile efectuate privind ecranarea la radiații ionizante, la o intensitate echivalentă zonei LEO au demonstrat o capacitate de atenuare de până la 3 ori mai mare față de aliajele de aluminiu (tip 2014, 2024, 2090, 2095), și o ecranare electromagnetică similară cu aceea a aliajelor mai sus amintite (95-110 dB, în intervalul de frecvență cerut pentru această aplicație ( $10^6$ - $4 \cdot 10^{10}$  Hz)).

Tehnologia de fabricație a acestui material este comună cu cea a materialelor compozite realizate din prepreguri bazate pe rășini termoplaste, policondensate sau termorigide, constând în tragere pe mullă la vid, presare în matrită, sau presare liberă la cald. Elaborarea matricei polimerice constă din dispersarea pulberilor de metale grele fie într-unul dintre constituenții aflați în fază lichidă, în cazul matricelor polimerice termorigide sau termoplaste, fie prin dispersarea pulberilor de metale grele în topitura sau prin amestecare cu pulberi din polimeri termoplasici. Folia de aluminiu care margineste materialul se adaugă în ultima etapă a procesului de fabricație, indiferent de metoda de elaborare. Folia este prelucrată pe partea care se învecinează cu matricea polimerică pentru îmbunătățirea adeziunii, prin atac chimic cu soluție de NaOH 3M. Deoarece folia de aluminiu este maleabilă, ea nu limitează în nici un fel geometria produselor obținute din acest material.

## REVENDICARE

Material compozit pentru elemente de structura la vehicule spatiale cu proprietati ecranante fata de radiatiile ionizante si electromagnetice, este caracterizat prin aceea ca este alcatuit dintr-o matrice polimerica de tip termoplastic sau termorigid, in care este dispersata o pulbere micrometrica din metale grele cu proprietati ecranante fata de radiatiile ionizante, armata cu tesaturi si/sau pasle din fibre de carbon, placat pe ambele fete cu o folie de aluminiu cu o grosime de 45  $\mu\text{m}$ , care prezinta caracteristici mecanice superioare aliajelor de aluminiu astfel: densitate cuprinsa intre 1,75 pana 2,1  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , modul Young 150-200, rezistenta la rupere 1200-1500 MPa, ecranarea electromagnetica 95-110 dB, in intervalul de frecventa  $10^6$ - $4\cdot 10^{10}$  Hz, la o grosime de 3 mm, si ecranare la radiatii ionizante de pana la trei ori mai mare decat in cazul aliajelor de aluminiu.

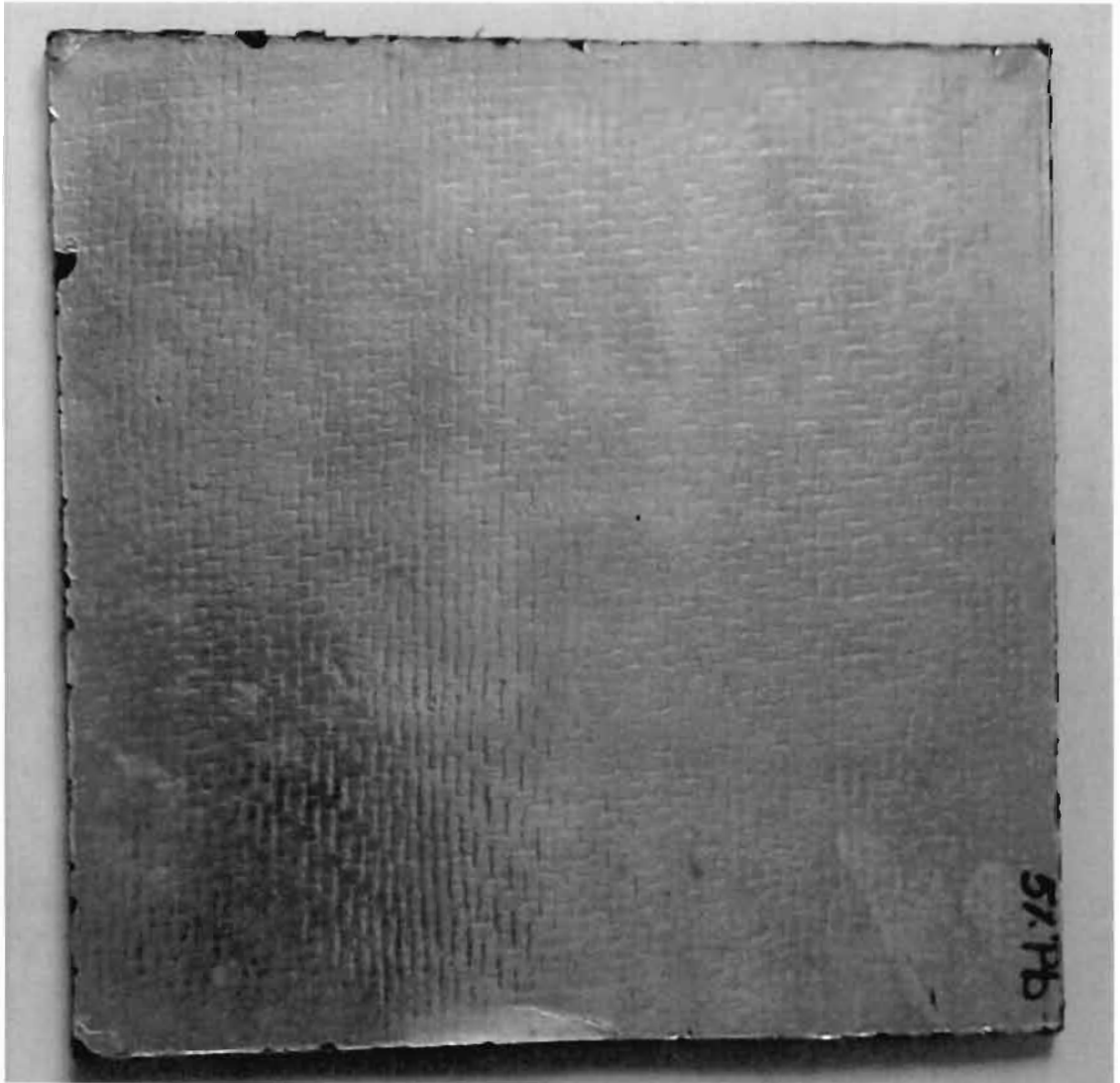


Fig1