



(12)

BREVET DE INVENȚIE

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

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2018** BOPI nr. **11/2018**

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

(73) Titular:
• **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**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
JPH 04103341 (A); GB 2451796 (A)

(54) **MATERIAL COMPOZIT PE BAZĂ DE RĂȘINI EPOXIDICE
CU CONȚINUT DE METALE GRELE, PENTRU ELEMENTE
DE STRUCTURĂ LA VEHICULE SPAȚIALE**



RO 131958 B1

1 Invenția se referă la un material compozit pe bază de rășini epoxidice cu conținut de
2 metale grele pentru elemente de structură la vehicule spațiale cu proprietăți ecranante față
3 de radiațiile ionizante și electromagnetice.

4 Se cunosc materiale compozite destinate fabricației de elemente de structură pentru
5 vehicule spațiale, destinate să înlocuiască aliajele de aluminiu utilizate la scară largă în
6 prezent. Aceste materiale sunt alcătuite din structuri epoxidice, poliesterice (PEEK) sau
7 policondensate (izocianați) armate cu fibră de carbon, și, în funcție de tehnologia de lucru,
8 se împart în două categorii:

9 1. Materiale de tip prepreg fie cu conținut de rășini epoxidice cu întăritor activat
10 termic, fie cu materiale policondesate, fie cu materiale termoplaste, destinate fabricării prin
11 tehnologia tragerii pe mul cu folie, sub vid, la care structura finală se obține fie utilizând
12 prepreguri de același tip, fie mai multe feluri de prepreg, în vederea obținerii unor
13 performanțe cât mai bune (raport masă/rigiditate); ecranarea la radiații ionizante se obține
14 prin intercalarea unor folii foarte subțiri din metale cu masa atomică mare (wolfram, terbiu,
15 niobiu). Această tehnologie, deși utilizată la scară largă de unele firme care construiesc cutii
16 pentru dispozitive electronice destinate fabricației de vehicule spațiale, prezintă dezavantajul
17 limitării în ceea ce privește geometria, deoarece foliile metalice, chiar foarte subțiri (20 μm),
18 nu se pot plia pe structuri complicate.

19 De asemenea, aceste materiale sunt electroizolante la suprafață, ceea ce nu permite
20 închiderea și etanșarea din punct de vedere electromagnetic, având astfel caracteristici
21 scăzute de ecranare electromagnetică.

22 2. Materiale care se prezintă sub formă de semifabricate (plăci sau profile), realizate
23 prin tehnologii cum ar fi presarea la cald sau matrițarea caldă (pentru compozitele cu suport
24 termoplastic). Aceste materiale prezintă aceeași structură ca cele realizate din prepreguri,
25 și sunt utilizate în cazul uncatelor, deoarece nu necesită muluri sau matrițe, care au prețuri
26 mari. De asemenea, aceste materiale sunt electroizolante la suprafață, având aceleași
27 dezavantaje din punct de vedere al ecranării electromagnetice ca cele de tip (1).

28 Se cunoaște, din documentul de brevet **JPH 04103341 (A)**, un material de tip prepreg
29 în care un compus organic de plumb este dizolvat într-o rășină, și care formează un strat
30 dintr-un material compozit. Rășinile pot fi epoxidice termorezistente și rășini poliimidice
31 termoplastice. Drept compuși organici ai plumbului se utilizează acetat de plumb, octanat de
32 plumb, propionat de plumb, izobutirat de plumb, metacrilat de plumb, acrilat de plumb, etc.
33 Grosimea fiecărui strat de fibră este determinată pe baza datelor obținute prin observarea
34 secțiunii straturilor cu microscopul și astfel se determină și pozițiile rășinii care conține acetat
35 de plumb.

36 Se mai cunoaște, din cererea de brevet **GB 2451796 (A)**, o structură laminată, care
37 cuprinde un prim strat legat la un al doilea strat printr-un strat intermediar, stratul intermediar
38 fiind compus din fibre de materiale întretăiate. Legarea straturilor poate fi realizată cu adezivi
39 diferiți sau poate fi o lipire adezivă, termică sau prin comprimare. Fibrele primului material
40 pot fi aceleași ca materialul de la primul strat sau pot fi impregnate cu același material ca
41 primul strat de material, caz în care fibrele primului material pot fi identice cu cele ale celui
42 de-al doilea material. Primul material poate fi un aliaj metalic care poate include plumb sau
43 o rășină termoplastică, iar al doilea material poate conține fibre de carbon sau fibre de sticlă.

44 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui material
45 compozit cu proprietăți mecanice, proprietăți de ecranare electromagnetică și proprietăți de
46 absorbție față de radiațiile ionizante superioare.

RO 131958 B1

Materialul compozit destinat fabricației de elemente de structură pentru vehicule spațiale cu proprietăți ecranante față de radiațiile ionizante și electromagnetice, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus, prin aceea că este alcătuit dintr-o matrice polimerică pe bază de rășină epoxidică, în care este dispersată o pulbere din metale grele care constă din particule micronice de plumb cu dimensiuni de 2...5 μm , armată cu țesătură din fibre de carbon, și placat pe ambele fețe cu o folie de aluminiu cu o grosime de 45 μm , are o densitate de 1,75...2,1 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, un modul Young 150...200, o rezistență la rupere 1200...1500 Mpa, o ecranare electromagnetică 95...110 dB în intervalul de frecvență $10^6\text{...}4\cdot 10^{10}$ Hz la o grosime de 3 mm și o ecranare la radiații ionizate de până la 3 ori mai mare decât în cazul aliajelor de aluminiu.

De aceea, acest tip de material se pretează foarte bine realizării de geometrii complexe prin tehnica prepregurilor sau prin laminare la cald, în vederea obținerii de semifabricate.

Avantajele materialului compozit conform invenției sunt următoarele:

- proprietăți mecanice superioare față de materialele similare bazate pe aliaje de aluminiu (modul Young 150...200 GPa față de 65...70 GPa pentru aliaje de aluminiu, rezistența la rupere 1200...1500 MPa, față de circa 300 MPa pentru aliaje de aluminiu).

Densitate mai mică decât cea a aliajelor de aluminiu (densitate cuprinsă între 1,75...2,1 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, față de 2,7...2,8 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ pentru aliaje de aluminiu);

- ambele fețe ale materialului sunt conductoare din punct de vedere electric, ceea ce permite realizarea de configurații de ecranare de tip cușca Faraday; așa cum s-a menționat mai sus, materiale compozite similare utilizate în prezent prezintă suprafețe electroizolante, ceea ce înrăutățește considerabil proprietățile de ecranare electromagnetică;

- ecranare electromagnetică similară cu cea a aliajelor de aluminiu la aceeași grosime de material (95...110 dB, în intervalul de frecvență $10^6\text{...}4\cdot 10^{10}$ Hz, la o grosime de 3 mm);

- ecranare la radiații ionizante pentru nivelul de iradiere corespunzător LEO de până la 3 ori mai bună decât a materialelor pe bază de aliaje de aluminiu și similară cu materiale compozite care prezintă folii intercalate din metale grele, la aceeași densitate echivalentă.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare, în legătura cu figura.

Materialul compozit este alcătuit dintr-o matrice polimerică pe bază de rășină epoxidică de tip EPOLAM 110SX, în care este dispersată o pulbere de metale grele constând dintr-un amestec de particule micronice de dimensiuni de 2...5 μm , din plumb și wolfram în proporție de 5% procente de masă, armată cu 10 straturi de armătură din țesătură din fibre de carbon, având greutatea specifică de 90 g/m^2 , și mărginit de două folii din aluminiu cu grosimea de 45 μm , atacate chimic cu soluție de NaOH 3M timp de 2 min, pe fața care se învecinează cu matricea polimerică pentru îmbunătățirea aderenței și umectabilității față de rășina lichidă la elaborare.

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

Proprietățile materialului conform invenției, astfel obținut, sunt următoarele:

- 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 frecvența $10^6\text{...}4\cdot 10^{10}$ Hz, circa 95 dB;

- atenuarea radiațiilor ionizante, echivalentă domeniului LEO, măsurată prin comparație cu o placă de aluminiu având aceeași grosime, de circa trei ori mai mare;

- interval de stabilitate termică: -80...+120°C.

RO 131958 B1

1 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
3 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
5 pentru această aplicație ($10^6 \dots 4 \cdot 10^{10}$ Hz).

7 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 mul la vid, presare în matriță, sau presare liberă la cald.
9 Elaborarea matricei polimerice constă din dispersarea pulberilor de metale grele fie într-unul
dintre constituenții aflați în faza lichidă, în cazul matricelor polimerice termorigide sau
11 termoplaste, fie prin dispersarea pulberilor de metale grele în topitură sau prin amestecare
cu pulberi din polimeri termoplasici. Folia de aluminiu care mărginește materialul se adaugă
13 în ultima etapa a procesului de fabricație, indiferent de metoda de elaborare. Folia este
prelucrată pe partea care se învecinează cu matricea polimerică pentru îmbunătățirea
15 adeziunii, prin atac chimic cu soluție de NaOH 3M. Deoarece folia de aluminiu este
maleabilă, ea nu limitează în niciun fel geometria produselor obținute din acest material.

RO 131958 B1

Revendicări

- | | |
|--|----|
| | 1 |
| 1. Material compozit pe bază de rășini epoxidice cu conținut de metale grele pentru | 3 |
| elemente de structură la vehicule spațiale, caracterizat prin aceea că este alcătuit dintr-o | 5 |
| matrice polimerică pe bază de rășină epoxidică, în care este dispersată o pulbere din metale | 7 |
| grele care constă din particule micronice de plumb cu dimensiuni de 2...5 μm, armată cu | |
| țesătură din fibre de carbon, și placat pe ambele fețe cu o folie de aluminiu cu o grosime de | |
| 45 μm. | |
| 2. Material compozit conform cu revendicarea 1, caracterizat prin aceea că are o | 9 |
| densitate de 1,75...2,1 g·cm ⁻³ , un modul Young 150...200, o rezistență la rupere | 11 |
| 1200...1500 Mpa, o ecranare electromagnetică 95...110 dB în intervalul de frecvență | |
| 10 ⁶ ...4·10 ¹⁰ Hz la o grosime de 3 mm, și o ecranare la radiații ionizate de până la 3 ori mai | |
| mare decât în cazul aliajelor de aluminiu. | 13 |

