



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00351**

(22) Data de depozit: **11/06/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/12/2020 BOPI nr. **12/2020**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA MATERIALELOR,
STR. ATOMIȘTILOR NR. 405A,
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **BĂDICĂ PETRE, BD. DINICU GOLESCU
NR. 37, SC. B, ET. 3, AP. 48, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **IONESCU ALINA- MARINELA,
STR. MĂRĂȘEȘTI NR. 11, AP. 6, MG. 7,
MĂGURELE, IF, RO;**
• **GRIGOROȘCUȚĂ MIHAI ALEXANDRU,
STR. VALEA OLTULUI NR. 24, BL. D31, SC. B,
ET. 1, AP. 20, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **BURDUȘEL MIHAIL, BD. UNIRII NR. 64,
BL. K4, SC. 2, AP. 39, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ALDICA GHEORGHE VIRGIL,
ALEEA RĂMNICEL NR. 2, BL. M6, SC. B,
AP. 66, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **METODĂ DE PROCESARE ÎN MEDIU ACTIV DE
SINTERIZARE ȘI BANDĂ/FIR SUPRACONDUCTOARE ÎN
TEACA METALICĂ UȘOARĂ CU MIEZ PE BAZĂ DE MgB_2**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de procesare în mediu activ de sinterizare și la o bandă/fir supraconductoare în teacă metalică ușoară cu miez pe bază de MgB_2 , care pot fi utilizate pentru transportul electric, limitatoare de curent, la fabricarea bobinelor magnetice folosite în tomografele cu rezonanță nucleară, mașini, echipamente și motoare electrice de putere, stocare sau generare de energie, aplicații medicale, instrumente științifice și alte domenii asemenea. Metoda conform invenției de realizare a unei benzi pe bază de MgB_2 , pur sau aditivat cu diferite adaosuri ușoare, în teacă metalică ușoară de Ti constă în combinarea deformării plastice cu metoda sinterizării asistate în câmp electric intens, folosind ca mediu de sinterizare o pulbere realizată dintr-un amestec de nitru de bor hexagonală h-BN și MgB_2 , care previne descompunerea în exces a MgB_2 , în care sunt imersate firele/benzile - semifabricat într-o atmosferă vidată, la o temperatură maximă de $1150^{\circ}C$ la care se ajunge gradat cu o viteză de încălzire de $100^{\circ}C/min$, sub o presiune maximă aplicată de 95 MPa, cu menținere timp de 3 ore. Firele și benzile supraconductoare conform invenției sunt constituite dintr-un miez conductor din MgB_2 , pur sau amestecat cu aditivi ușori, plasat într-un tub - manta de Ti pre-lucrabilă mecanic prin deformare plastică sub formă de fire și benzi.

Revendicări: 2
Figuri: 4

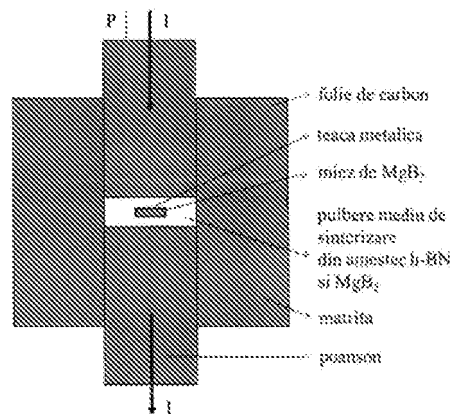


Fig. 2

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).

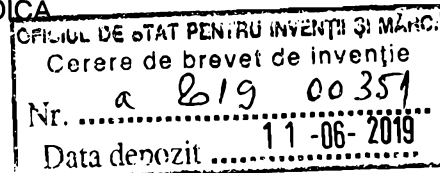


Descrierea brevetului de inventie

Metoda de procesare in mediu activ de sinterizare si banda/fir supraconductoare in teaca metalica usoara cu miez pe baza de MgB₂

elaborata de

Mihai Alexandru GRIGOROSCUȚĂ, Mihail BURDUȘEL, Alina-Marinela IONESCU
Gheorghe Virgil ALDICA, Petre BĂDICĂ



1. Stadiul tehnicii

Prezenta inventie se referă la

- o metoda de procesare a unei benzi pe baza de MgB₂ pur sau aditivat cu diferite adaosuri in teaca metalica;
- obtinerea de esantioane supraconductoare de banda cu teaca usoara in pulbere mediu de sinterizare din amestec de nitrura de bor hexagonala (h-BN) si MgB₂.

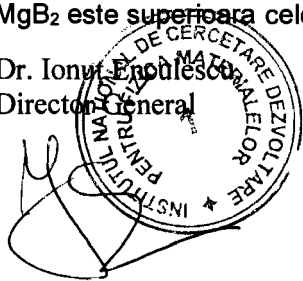
Banda supraconductoare pot fi utilizata pentru transportul electric, limitatoarele de curent si la fabricarea bobinelor magnetice folosite in tomografele cu rezonanta nucleara, masini, echipamente si motoare electrice de putere, stocare sau generare de energie, separare/purificare magnetica, aplicatii medicale, transport, spatiale, instrumente stiintifice, etc [M. Tomsic si colab., International Journal of Applied Ceramic Technology 4 3 (2007)].

Benzile/firele de MgB₂ se produc prin diferite metode. Industrial metoda *pulberilor in tub metalic* este cea mai utilizata si dezvoltata. Aceasta consta in: 1. intr-un lingou metalic se incarca pulberea/pulberile precursora; 2. se efectueaza operatii de deformare plastica pentru a obtine firul/banda; 3. se realizeaza tratamentul termic pentru sinteza/sinterizarea miezului de MgB₂. MgB₂ sub forma de fire/benzi/cabluri este produs prin diferite tehnologii, cu diferite arhitecturi si cu diferite materiale (teci, bariere, adaosuri, materii prime, etc).

Utilizarea materialului supraconductor de MgB₂ ca fire/benzi/cabluri in aplicatiile implicand transportul curentului electric a fost studiata intens in domeniul de temperatura sub 35 K. Domeniul de aplicabilitate al MgB₂ este apreciat a fi in zona temperaturilor ~10-30 K si in campuri magnetice pana la 10-20 T [C. Buzea si colab., Supercond. Sci. Technol. 14(11) R115-R146 (2001)]. Acesta se datoreaza faptului ca pentru conditiile indicate, valorile densitatii critice de curent sunt superioare celor obtinute in supraconductori clasici – LTS (low temperature superconductors). Pe de alta parte, MgB₂ nu depaseste valorile densitatilor critice de curent ale supraconductoarelor de tip cuprati de temperatura critica inalta (HTS, high temperature superconductors). Cu toate acestea, MgB₂ prezinta potential aplicativ semnificativ datorita:

- (i) densitatii sale foarte scazute (2,6 g/cm³) comparativ cu LTS sau HTS (densitati > 6 g/cm³), fiind, astfel, foarte util in aplicatiile portabile;
- (ii) cand este complet densificat, rezistenta mecanica la intindere, incovoiere sau compresiune a MgB₂ este superioara celor ale HTS.

Dr. Ionyi Enulescu
Director General



1 Drd. Mihai Alexandru Grigoroscuță,
Inventator

(iii) MgB_2 in benzi este folosit in stare policristalina, deoarece curentii persistenti nu depind de orientarea cristalina la granite [D.C. Larbalestier si colab., Nature **410** 6825 (2001)], asa cum este cazul HTS. Aceasta limitare impune ca miezul supraconductor HTS sa fie similar unui strat subtire monocristalin, ceea ce necesita tehnici sofisticate si scumpe de depunere.

(iv) MgB_2 nu contine elemente scumpe, cum ar fi Nb, in cazul LTS si pamanturi rare, cum ar fi Y, Sm, Gd, in cazul HTS.

2. Problema tehnica rezolvata de inventie

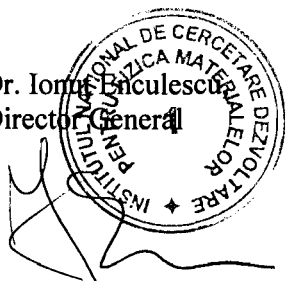
Inventia rezolva problema specifica metodelor de procesare utilizate in prezent [H. Kumakura si colab., Physica C: Superconductivity, Volume **382** 93-97 (2002); P. Kovac si colab., Supercond. Sci. Technol. **17** L41-L46 (2004); W. Goldacker si colab., Supercond. Sci. Technol. **14** 787-793 (2001); J. M. Hur si colab., Supercond. Sci. Technol. **21** 032001 (2008)], respectiv a limitarilor in obtinerea densitatilor masice mari a le miezului dat orate reactiilor chimice intre materiile prime pe baza de Mg si B (metodele "in-situ") si datorita volatilitatii mari a Mg. Utilizarea ca materie prima a compusului MgB_2 (metoda "ex-situ") este avantajoasa daca se depasesc problemele legate de necesitatea unor temperaturi mai ridicate de procesare pentru sinterizarea MgB_2 care pot duce la interdifuzii puternice nedorite intre miez si teaca metalica. La nivel mondial, benzile/firele performante produse in diferite firme sau laboratoare folosesc in general metoda 'in-situ' si tecile sunt de fier [S. Soltanian si colab., Physica C **361**(2) 84-90 (2001)], aliaje fier-nichel [H. L. Suo si colab., Appl. Phys. Lett., vol. **79** 3116-3118 (2001)], monel (aliaje de Cu-Ni cu minim 63 wt% Cu) [<http://www.hypertechresearch.com>], GlidCop® (Cu aditivat cu 0.3 wt% Al_2O_3) [<http://www.hoganas.com>] si titan [M. Alessandrini si colab., Supercond Sci. Technol. **19**(1) 129-132 (2006)].

Prin documentul: US 2009156410 A1, este cunoscut un produs tip banda supraconductoare din MgB_2 obtinut prin umplerea unui tub metalic, in particular de aluminiu, cu o pulbere supraconductoare din MgB_2 . De asemenea, documentul WO 02069353 A1 prezinta un material supraconductor cu formula chimica $Mg_{1-x}A_xB_2$, unde $0 < x < 0,5$ si A este Ca, Be, Al, Li, Zn, Cu, Ni, Cr, Ti, Zr, Gd sau orice combinatie a acestora, realizat din pulberi de precursor introduse intr-un tub metalic si supuse la o serie de tratamente mecanice si termice pentru densificare si reactiune, precursorul de borura fiind separat de metalul tubului utilizand un material distantier inert, cum ar fi nitrura de bor.

Alegerea metodei de procesare (in situ sau ex-situ), teaca si tratamentul termic (metoda si parametrii tehnologici) sunt esentiali in controlul/imbunatatirea parametrilor functionali al benzii supraconductoare.

Inventia propune o banda supraconductoare monofilamentara de MgB_2 cu teaca usoara si procesarea acesteia. Procesarea este de tip *ex-situ a pulberilor in tub metalic* si consta din etapele 1-3 prezentate in Stadiul Tehnicii (paragraful 2) avand specific faptul ca inventia aplica in etapa 3 - tratamentul termic final pentru obtinerea (sinterizarea) miezului- metoda de *sinterizare*

Dr. Ionuț Enculescu
Director General



2 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator

asistata de camp electric intens (cunoscuta international sub denumirea Spark Plasma Sintering (SPS) sau Field Assisted Sintering (FAST)).

3. Avantajele inventiei in raport cu stadiul tehnicii

A. Alegerea unei teci usoare si convenabile in procesele si etapele de procesare pentru producerea benzii supraconductoare este critica. Alegerea Ti ca material usor ($4,5 \text{ g/cm}^3$) avantajos in special pentru aplicatii portabile, deformabil si procesabil termic prin SPS (in componenta benzii de MgB_2) permite obtinerea supraconductibilitatii cu caracteristici functionale optimizate/imbunatatite. Metoda de obtinere a miezului supraconductor foarte dens si cu proprietatile supraconductoare optimizate din acest brevet este metoda ex situ, care presupune folosirea compusului MgB_2 sub forma de pulbere. Pentru obtinerea in forma masiva (cu sau fara adaosuri) cu caracteristici functionale optime/imbunatatite, temperatura optima de procesare SPS este de $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ [G. Aldica si colab., Physica C 477 43-50 (2012); P. Badica si colab., Correlated Functional Oxides: Composites and Heterostructures, Eds. H. Nishikawa, N. Iwata, T. Endo, Y. Takamura, G-H Lee, P. Mele, Springer, 75-116 (2017)]. Titanul raspunde excelent conditiilor optime de procesare a miezului de MgB_2 . Pentru prevenirea in exces a descompunerii MgB_2 se va folosi o pulbere mediu de sinterizare din amestec de nitrura de bor (h-BN) si MgB_2 . Pentru scaderea in continuare a densitatii masice se pot utiliza aditivi cu densitati scazute.

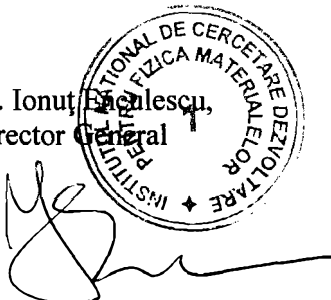
B. Procesul de procesare propus in aceasta inventie beneficiaza de avantajele impuse de specificul/unicitatea SPS. Aceasta tehnica de procesare termica sub presiune si in camp electric a materialelor este recunoscuta pentru flexibilitate sa si efectele de activare a proceselor fizico-chimice [S. Grasso si colab., Sci. Technol. Adv. Mater. 10 053001 (2009); Z. A. Munir, J. Mater. Sci. 41(3) 763-777 (2006)]. Consecintele acestor aspecte constau in faptul ca metoda produce miezuri de MgB_2 pur sau cu diferite adaosuri cu densitati mari si uniforme, apropiate de valorile teoretice si permite obtinerea unor microstructuri unice. Ambele aspecte, densitatea si microstructura duc la maximizarea proprietatilor supraconductoare si a celor mecanice. Aceste rezultate nu se regasesc in cazul multor altor metode de procesare a benzilor in teaca metalica cu miez de MgB_2 pur sau cu adaosuri.

4. Prezentarea pe scurt a figurilor

Se prezinta in continuare un exemplu de ilustrare a inventiei pe baza figurilor 1-4 in care:
- Fig. 1 reprezinta fotografiile semifabricatelor si ale produsului finit sub forma de banda cu teaca metalica si cu miez de MgB_2 pur sau aditivat:

(a) – A- semifabricat 1: tub metallic de Ti ($\phi_{\text{ext}} = 6 \text{ mm}/\phi_{\text{int}} = 4 \text{ mm}$), umplut cu amestec de pulberi de MgB_2 si aditivi, cu capace cu filet de Ti sau Cu; – B-semifabricat 2: fir $2 \times 2 \text{ mm}^2$ C-E- benzi

Dr. Ionuț Esculescu,
Director General



3 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator



cu grosimea de 1 mm, 0,5 mm si, respectiv, 0,25 mm obtinute din semifabricatul 2 prin deformare plastica cu treceri succesive.

(b) – produs finit: banda supraconductoare dupa procesarea termica finala si sub presiune prin metoda SPS.

- Fig. 2a reprezinta desenul schematic ce ilustreaza montajul (matrita de grafit cu poansoare si folii de grafit, mediul de procesare - pulbere mediu de sinterizare din amestec de nitrura de bor hexagonala (h-BN) si MgB_2 , benzile supuse procesarii SPS) pentru realizarea etapei finale de procesare termica si sub presiune prin metoda SPS. P=presiune, I=curentul aplicat. Fig. 2b prezinta montajul benzilor pentru aplicarea metodei SPS.

- Fig. 3 reprezinta difractograma de raze X pe miezul supraconductor extras din banda din Fig. 1b; notatiile fazelor cristaline sunt urmatoarele : 1- MgB_2 , 2- MgO , 3- MgB_4 , si 4-faze reziduale ce depind de aditivii folositi.

- in Fig. 4a se prezinta curbele densitatii critice de curent la diverse temperaturi (5 K – 35 K) in functie de campul magnetic aplicat masurate pe miezul supraconductor din banda de tip produs finit; Fig. 4b arata variatia magnetizarii in functie de temperatura (5 - 42 K) pentru un camp static aplicat de 0,01 T; in Fig. 4c se observa zona tranzitiei supraconductoare din variatia rezistentei electrice in functie de temperatura la diverse campuri magnetice aplicate (0 – 7 T) pe un esantion de banda de tip produs finit (dimensiuni 20 x 4 x 0,4 mm³).

5. Prezentarea in detaliu a cel puțin a unui mod de realizare a inventiei cu referire la figuri

Potrivit inventiei de fata, se prepara un amestec format din pulbere de borura de magneziu si diverse pulberi aditive in proportii cuprinse intre 100 – 90 % si, respectiv, 0 - 10 % in greutate, de exemplu B_4C . Pulberile se amesteca mecanic timp de 20 de ore, folosind un recipient de plastic cilindric, avand ca elementele de amestecare bile de carbura de wolfram in raport volumic pulbere:bile = 2:1. O cantitate din amestecul mojarat, de 0,5 g, se incarca intr-un tub (manta) metalic(a) de Ti cu diametrul exterior de 6 mm si cel interior de 4,5 mm intr-o incinta cu atmosfera controlata (suprapresiune de argon puritate 5N, umiditate 0,1 ppm, oxigen 1 ppm). Initial, tubul a fost degazat in vid de 10^{-6} mbar, la temperatura de 580 °C, timp de 12 ore. Tubul este inchis la ambele capete prin doua variante: inchidere folosind un surub la capatul deschis (Fig. 1a) sau inchidere prin presare ale capetelor tubului incarcat cu pulbere. Prin metode cunoscute de prelucrarea mecanica prin deformare plastica (extrudare, trefilare, laminare, etc.) se obtine un semifabricat sub forma de fir rotund (0,5 mm diametru) sau patrat (2 mm latura) (Fig. 1a-B). In etapa urmatoare, prin laminare repetata sau/si presare statica la 80-150 kN se realizeaza o banda – semifabricat (Fig. 1a-C-E) avand grosimea cuprinsa intre 0,25 si 1,0 mm si cu latimea pana la 3-5 mm.

Esantioanele (2, 3 buc.) de banda - semifabricat de cca 2-3 cm lungime sunt plasate intr-o matrita de grafit intr-o doua straturi (~1mm grosime) realizate din pulbere mediu de sinterizare

Dr. Ionuț Enculescu,
Director General



4 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator



ce consta dintr-un amestec de nitrura de bor hexagonala (h-BN) si MgB_2 (Fig. 2). Matrita cu pulbere se etaseizeaza cu doua poansoane din grafit. In jurul incarcaturii (benzile si straturile de pulbere mediu de sinterizare) sunt amplasate folii de grafit separatoare fata de elementele de grafit ale matritei si a poansoanelor. În etapa următoare se introduce matrita într-o presa hidraulica si se preseaza la 5 kN, cateva zeci de secunde. Dupa depresare se plaseaza ansamblul într-o instalatie de sinterizare asistata de camp electric (SPS) produsa de FCT Systeme GmbH, Germania. Esantioanele de banda – produs final se obtin urmand un ciclu de incalzire-racire dupa cum urmeaza: viteza de incalzire este de $100\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$, durata de sinterizare pe palierul de $1150\text{ }^\circ\text{C}$ este de 3 minute, iar racirea se face exponential prin oprirea brusca a curentului, I (Fig. 2a). In timpul incalzirii se aplica asupra poansoanelor matritei o presiune uniaxiala crescatoare ce atinge o valoare maxima de 95 MPa la inceputul palierului de la temperatura maxima de procesare. La racire presiunea este scazuta treptat in 5 minute pana la $\sim 15\text{ MPa}$. Atmosfera de sinterizare este de vid (ce variaza in timpul procesului intre 35 si 60 Pa) care este realizat dintr-o atmosfera de argon. Incalzirea se obtine folosind curenti electrici intensi (peste 1300 A), ce au o componenta continua peste care se suprapune o componenta pulsata, formata din trenuri de 12 pulsuri de 40 ms cu o pauza de 2 ms intre ele. Intensitatea trenurilor pulsate este comparabila cu intensitatea componentei continue. Regimul de lucru poate fi selectat si adaptat in functie de tipul de banda (arhitectura, materiale, deformarea plastica, etc.).

Extragerea esantioanelor este precedata de scoaterea prin depresare a incarcaturii din matrita de grafit. Resturile foliilor de grafit aderate pe suprafata probei (banda inglobata in mediul de sinterizare) se elimina prin operatiuni mecanice de raziuire si slefuire. Se separa banda de mediul de sinterizare.

Banda este pregatita pentru masurari structurale si magnetice. Pentru aceasta se extrage miezul supraconductor din teaca metalica de titan prin operatiuni mecanice (jupuire, slefuire).

Miezul supraconductor a fost caracterizat structural prin difractie de raze X (Bruker-AXS D8 ADVANCE, radiatia $\text{CuK}\alpha_1$, $\lambda = 1,5406\text{ \AA}$). Conform Fig. 3, materialul este compus din faza principala MgB_2 (supraconductoare), si fazele secundare (MgO , MgB_4 , plus alte faze reziduale, depinzand de aditivii folositi).

Masuratorile magnetice (Fig. 4a, 4b) pentru caracterizarea benzilor din Fig. 1b au fost efectuate intre 0 – 7 T si 5 – 42 K, folosind un sistem de masura MPMS (Quantum Design, SUA). Masuratorile electrice (Fig. 4c) pentru caracterizarea benzilor din Fig. 1b au fost efectuate intre 0 – 7 T si 5 – 45 K, folosind un sistem de masura PPMS (Quantum Design, SUA).

(i) In cazul masuratorilor magnetice pentru determinarea densitatii critice de current, J_c , s-a decupat o portiune de banda de cca. $1,5\text{-}4,0 \times 1\text{-}3 \times 0,15\text{-}0,4\text{ mm}^3$. Proba a fost fixata in capul de masura al instalatiei pe un suport nemagnetic din plexiglas. Campul magnetic a fost aplicat perpendicular pe suprafata cea mai mare a esantionului. Viteza de variatie a campului magnetic aplicat a fost de $0,0018\text{ T/s}$ in domeniul de masura corespunzator.

Pentru fiecare curba $M(B)$, temperatura a fost fixata cu eroarea de 0,01 K. In Fig. 4a este

Dr. Ionuț Enculescu
Director General

5 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator

reprezentata densitatea critica de curent functie de campul aplicat la diverse temperaturi. Aceasta este o marime derivata a magnetizarii $M(B)$, folosind modelul Bean [C. P. Bean, Phys. Rev. Lett. 8 250 (1962)].

(ii) In cazul masurarii magnetice pentru determinarea temperaturii critice, T_c , s-a montat proba in MPMS si s-a coborat temperatura la 5 K, in camp magnetic nul. S-a aplicat un camp magnetic de 0,01 T si s-a masurat magnetizarea pentru o crestere a temperaturii pana la 42 K.

(III) In cazul masurarii rezistentei electrice s-a folosit un cap de masura avand 4 contacte. Proba banda – produs finit a fost prinsa cu adeziv de temperature joase cu sectiunea cea mai mare pe partea centrala a formei discoidale a capului de masura (puc). Contactele de curent (2) si tensiune (2) pe esantion au fost facute cu pasta de argint, folosind fire de aur de 0,05 mm diametru. Apoi, firele au fost lipite cu aliaj comercial de Sn-Pb de contactele capului de masura. Dupa montarea in PPMS, proba a fost racita la 5 K, in camp magnetic nul. S-a masurat rezistenta electrica pentru un curent de masura de 0,01 A ridicand temperatura pana la 45 K. Procedura a fost repetata aplicand si un camp diferit de 0 T (1, 3, 5, 7, 9 T).

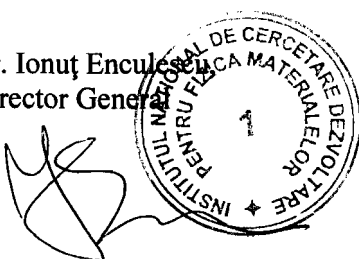
Folosirea benzii se face prin alegerea temperaturii ($T < T_c$), campului magnetic ($B < B_{ir}(T)$), unde $B_{ir}(T)$ este campul de ireversibilitate pentru care densitatea critica de curent are o valoare de 100 A/cm^2 , si a unui curent electric ($J < J_c(H, T)$). T_c , B_{ir} si J_c sunt determinate experimental si depind de tipul de banda.

Modificarea campului magnetic sau a curentului se va realiza cu o viteza optima deoarece miscarea liniilor de camp magnetic (salturi) depinde de dinamica acestora in supraconductorul aflat in stare mixta (stare supraconductoare in care liniile de camp penetreaza supraconductorul prin zone normale cuantificate). Miscarea liniilor de camp magnetic produce disipare si deci nu este de dorit in aplicatii. Regimul stabil de functionare al benzii depinde de banda si cerintele de functionare ale aplicatiei si trebuie determinat experimental.

6. Modul in care inventia este susceptibila a fi aplicata industrial

Exemplele de utilizare a benzilor de MgB_2 in teaca metalica sunt multiple [M. Tomsic si colab., International Journal of Applied Ceramic Technology 4 3 (2007)]. Inventia poate fi aplicata industrial pentru a produce continuu benzi lungi prin adaptarea si modificarea acestei metode [P. Badica si colab., Sci Technol Adv. Mater. 12 013001 (2011)].

Dr. Ionuț Enculescu
Director General



6 Drd. Mihai Alexandru Grigoroscuță,
Inventator

Revendicarile inventiei

1. Metoda de procesare a unei benzi pe baza de MgB_2 pur sau aditivat cu diferite adaosuri usoare si in teaca metalica usoara de Ti combinand deformarea plastica si metoda sinterizarii asistate de camp electric intens (SPS/FAST). SPS este realizata (i) utilizand un montaj folosind o pulbere mediu de sinterizare din amestec de nitrura de bor hexagonala (h-BN) si MgB_2 (care previne descompunerea in exces a MgB_2) in care sunt imersate firele/benzile-semifabricat, (ii) in vid, (iii) cu viteza de incalzire de 100 °C/min, (iv) sub o presiune maxima aplicata de 95 MPa, (v) la o temperatura maxima de 1150 °C (vi) mentinuta timp de 3 min.

2. Fir si banda supraconductoare obtinute prin metoda enuntata la punctul 1 si caracterizate prin aceea ca sunt alcatuite din:

- miez supraconductor din MgB_2 pur sau amestecat cu aditivi usori, plasat in
- tub-manta de Ti prelucrabila mecanic prin deformare plastica in forme de fire si benzi.

Bucuresti-Magurele, iunie 2019

Dr. Ionuț Enchilescu,
Director General



7 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator



Figuri explicative pentru inventie

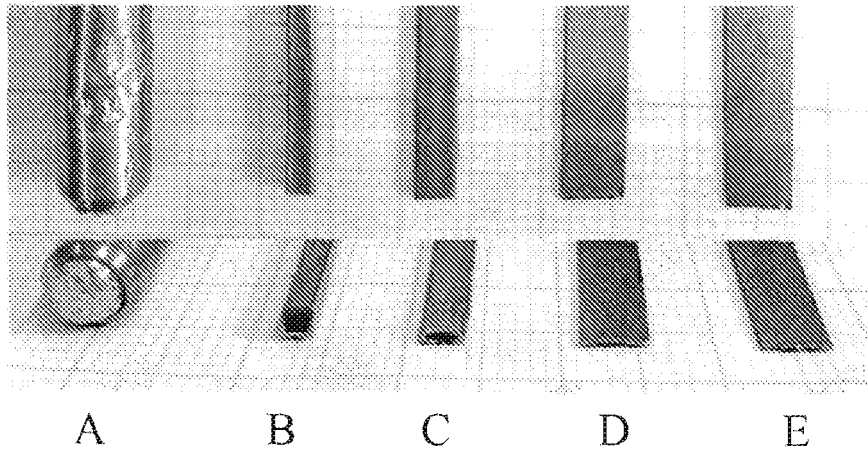


Fig. 1a.

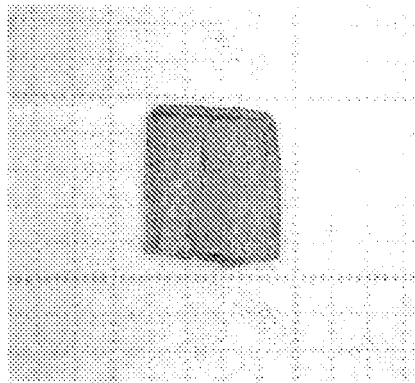
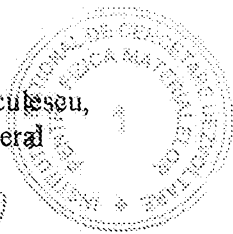


Fig. 1b

Dr. Ionuț Enculescu,
Director General



8 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator

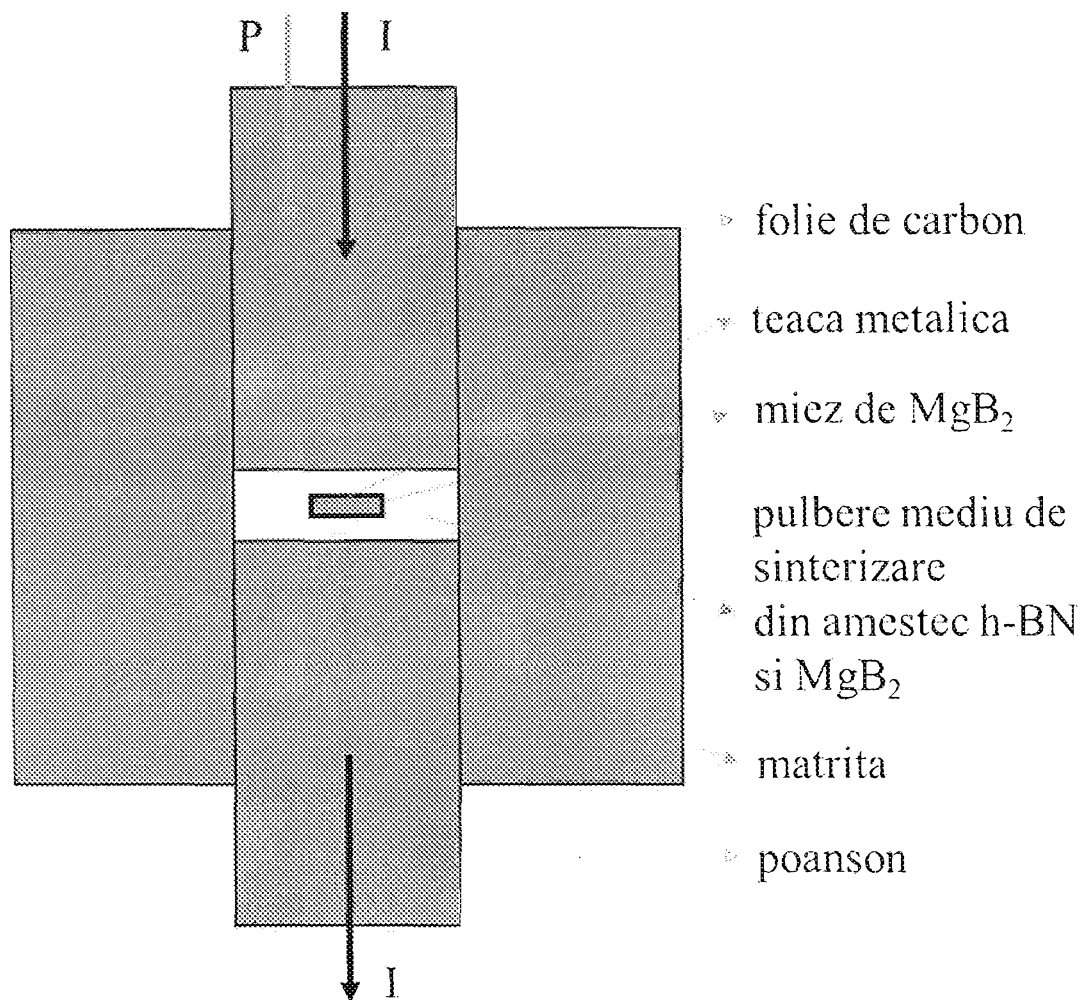


Fig. 2a

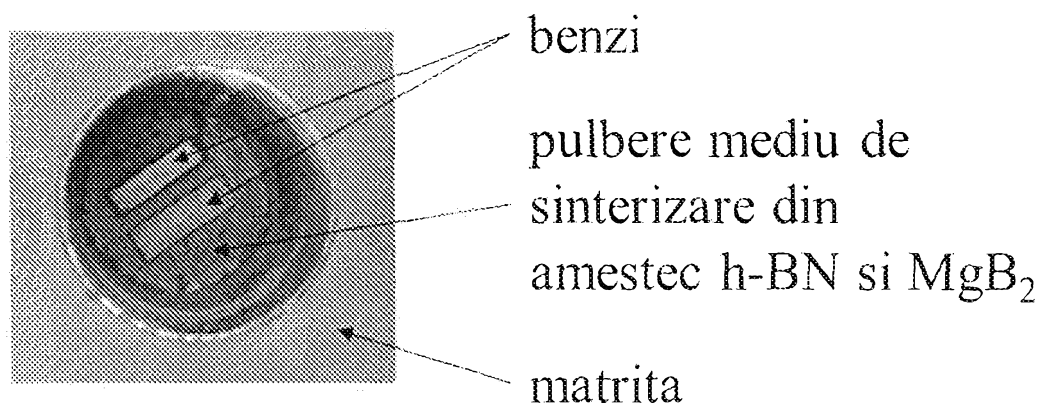
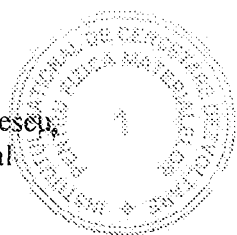


Fig. 2b

Dr. Ionuț Enculescu,
Director General



9 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator

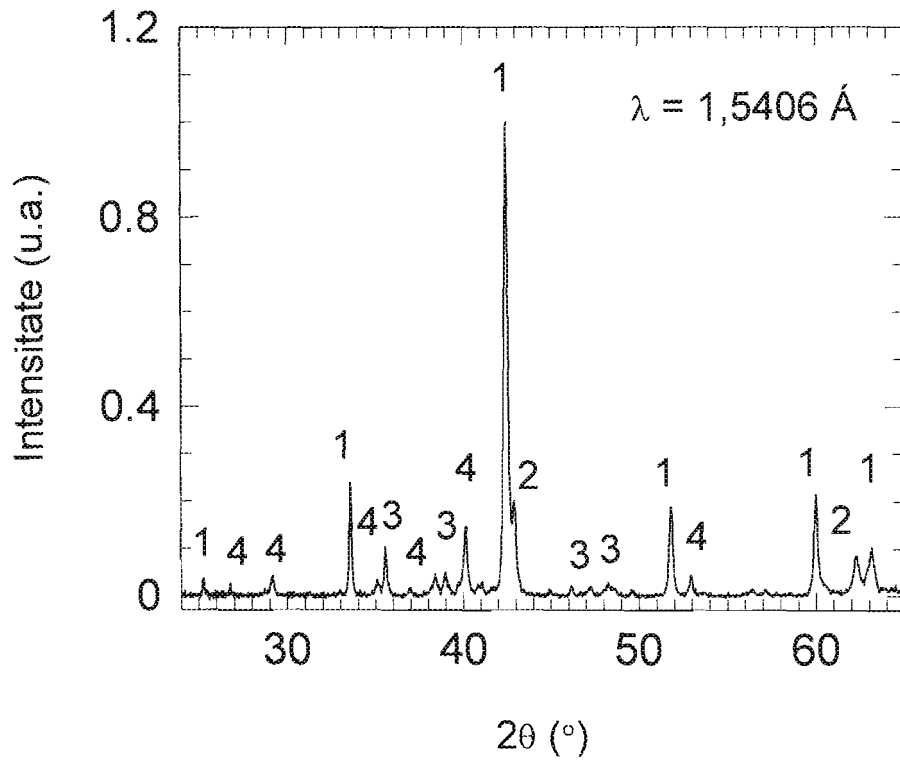
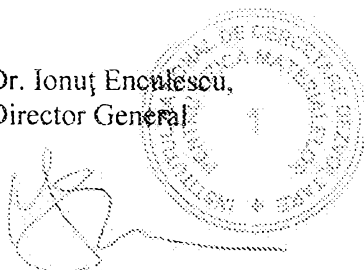


Fig. 3.

Dr. Ionuț Enculescu,
Director General



10 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator

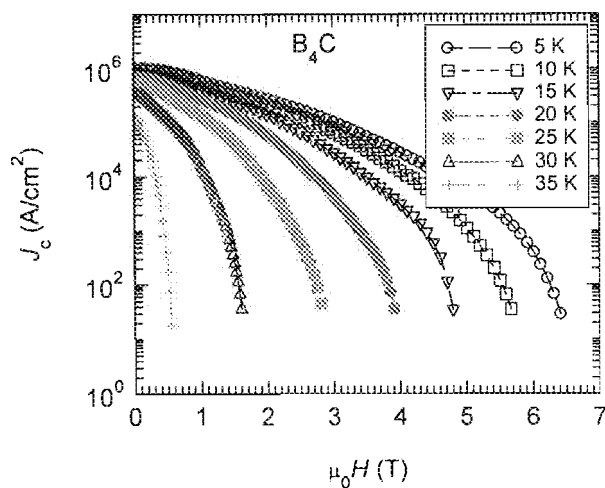


Fig. 4a

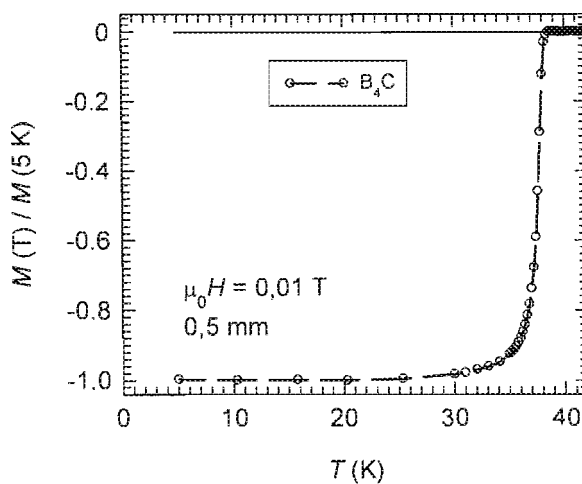


Fig. 4b

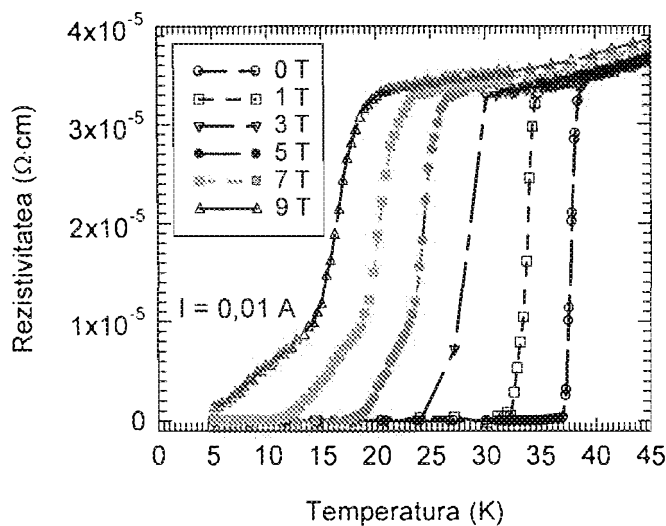
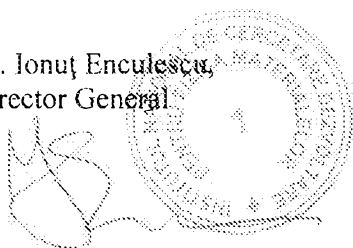


Fig. 4c.

Dr. Ionuț Enculescu,
Director General



11 Drd. Mihai Alexandru Grigorescuță,
Inventator