



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00734

(22) Data de depozit: 16/11/2020

(41) Data publicării cererii:
30/05/2022 BÖPI nr. 5/2022

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

(72) Inventatori:
• TOLEA FELICIA, BD.GENERAL VASILE
MILEA NR.6, BL.A4, SC.B, ET.3, AP.36,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;

• PALADE PETRU, STR.CONSTANTIN
MĂNESCU NR.2, BL.6, SC.1, AP.4,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• POPESCU VASILICĂ BOGDAN,
PRELUNGIREA GHENCEA NR.45, BL.C3,
SC.A, ET.5, AP.33, BRAGADIRU, IF, RO;
• KUNCSEI ANDREI CRISTIAN,
STR.CHILIA-VECHE NR.7, BL.710, SC.A,
ET.5, AP.18, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;
• SOFRONIE MIHAELA, STR.SOLDAT ENE
MODORAN NR.3, BL.M93B, SC.1, ET.3,
AP.17, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(54) MATERIAL MAGNETIC PE BAZĂ DE BENZI METALICE
SOLIDIFICATE ULTRARAPID DIN TOPITURĂ PE TAMBUR
ROTITOR CE CONȚINE COBALT, ZIRCONIU, CROM,
CARBON, MOLIBDEN, BOR ȘI PROCEDEU DE OBTINERE
A LUI

(57) Rezumat:

Invenția de referă la trei materiale magnetice pe bază de benzi metalice solidificate ultrarapid din topitură pe tambur rotitor, cu conținut de Co, Zr, Cr, C, Mo și B, utilizate pentru producerea magneților permanenți și la un procedeu de obținere a acestora. Materialele conform invenției au următoarea compoziție exprimată în procente atomice $Zr_{18}Co_{77}Cr_3C_2$, primele două materiale magnetice prezentând o magnetizare la saturație de 35 emu/g iar al treilea material de 43,7 emu/g, au o remanență - magnetizarea la saturație/magnetizarea remanentă - de 52%, 62% și respectiv de 50% și o coercitivitate de 3407 Oe, 2675 Oe și respectiv 3120 Oe măsurate la temperatura ambiantă de 20°C. Procedeu de obținere conform invenției constă în topirea, într-un cuptor electric cu arc, a metalelor constitutive de puritate 99,99% conform compozițiilor stoichiometrice dorite, în atmosferă de Ar de puritate 99,999%,

operația de topire repetându-se de 5 ori pentru a se asigura omogenitatea materialului, urmată de solidificarea ultrarapidă pe tambur rotitor de Cu cu diametrul de 20 cm răcit cu apă, care se rotește cu 2500 rot/min, aliajele topite în radiofrecvență au fost ejectate printr-un orificiu cu diametrul de 0,6 mm al tubului de cuarț aflat între spirele inductorului în care circulă curentul de radiofrecvență direct pe tamburul rotitor de Cu răcit cu apă prin aplicarea unei suprapresiuni de Ar de 0,4 atm, primele două aliaje fiind obținute direct prin solidificare ultrarapidă iar al treilea aliaj a fost obținut prin solidificare ultrarapidă urmată de tratament termic în vid de 10^{-6} mbar timp de două ore la o temperatură de 500°C.

Revendicări: 4
Figuri: 3



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI Cerere de brevet de invenție Nr. a 222.00734 Data depozit16.11.2020..
--

DESCRIERE:

Titlu: MATERIAL MAGNETIC PE BAZĂ DE BENZI METALICE SOLIDIFICATE ULTRARAPID DIN TOPITURĂ PE TAMBUR ROTITOR CE CONȚINE COBALT, ZIRCONIU, CROM, CARBON, MOLIBDEN, BOR ȘI PROCEDEU DE OBTINERE A LUI

Prezenta invenție se referă la benzi solidificate ultrarapid din topitură pe tambur rotitor obținute prin procedeul descris conform invenției și la descrierea acestui procedeu. Aceste benzi metalice solidificate ultrarapid prezintă proprietăți magnetice caracteristice magnetilor “duri” (valori ridicate ale remanenței și coercitivității și valori semnificative ale magnetizării la saturație). În ultimii ani s-a intensificat căutarea de noi materiale magnetice “dure” pentru producerea de magneți permanenți. Această căutare a fost generată de faptul că magneții permanenți cei mai puternici folosiți în industrie pentru motoare sau actuatori utilizați pentru diverse aplicații conțin pământuri rare (samariu, neodim) care prezintă anizotropie magnetocristalină ridicată, dar aceste metale sunt prohibitive datorită resurselor limitate. Pe de altă parte magneții permanenți “duri” folosiți în tehnologia informației (pentru hardisk-uri) dar și pentru aplicații ce necesită temperaturi înalte și condiții dure de coroziune conțin elemente tranzitionale scumpe (platina). Până în prezent, magneții permanenți cu produsul energetic $(BH)_{\max}$ cel mai ridicat sunt de tip SmCo_5 , $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ și $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$. Magneții pe bază de $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ au reprezentat mai mult de două decenii cea mai bună combinație în ceea ce privește raportul calitate/preț. Cererea de magneți permanenți de tip $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ este estimată pentru anul 2021 la o cantitate de 8 ori mai mare decât în anul 2000. Prețul neodimului a crescut foarte mult în ultimii ani datorită limitării cantității de neodim exportată de țările care dețin cea mai mare rezervă de minereu (China deține 95% din rezervele mondiale). Având în vedere aceste tendințe, obținerea de noi tipuri de materiale magnetice “dure” utilizabile pentru magneți permanenți, care nu conțin pământuri rare (neodim, samariu) sau elemente scumpe precum platina este imperios necesară. Prețul acestor materiale trebuie să fie mic atât datorită utilizării unor metale ieftine, cât și datorită prețului redus al procesului de fabricație. Magneții permanenți pe bază de ferită de bariu sau ferită de stronțiu au coercitivitate, magnetizare la saturație și remanență suficient de mari pentru o gamă largă de aplicații, dar rezistența mecanică este redusă. Un material posibil de utilizat pentru realizarea de magneți permanenți fără pământuri rare îl reprezintă compușii intermetalici de tip Zr-Co (zirconiu-cobalt) obținuți prin solidificare ultrapidă pe tambur rotitor sau prin aliere mecanică în moara cu bile. Prin procesarea specială a acestui material, adică prin optimizarea parametrilor de obținere a benzilor solidificate ultrarapid și/sau prin utilizarea de substituții cu alte metale tranzitionale decât cobalt și zirconiu se pot îmbunătăți magnetizarea la saturație, coercitivitatea și remanența. În literatura de specialitate s-a acordat în ultimii ani o atenție deosebită studierii proprietăților magnetice ale compușilor intermetalici de tip Zr-Co. Într-un articol din 2015 (M. Palit, J. Arout Chelvane, H. Basumatary, D. Aravindha Babu, S. V. Kamat, “Microstructure and magnetic properties in as-cast and melt spun Co-Zr alloys”, J. of Alloys and Compounds 644 (2015) 7-12) este descrisă producerea prin solidificare ultrarapidă pe tambur rotitor a aliajelor $\text{Co}_{13}\text{Zr}_{87}$, $\text{Co}_{16}\text{Zr}_{84}$, $\text{Co}_{18}\text{Zr}_{82}$. La temperatura ambiantă, aliajul mai sărac în cobalt, $\text{Co}_{13}\text{Zr}_{87}$, prezintă o valoare a magnetizării la saturație de 88 emu/g dar remanența este de 27% și coercitivitatea de 500 Oe, iar aliajul mai bogat în cobalt, $\text{Co}_{18}\text{Zr}_{82}$ prezintă magnetizarea la saturație mai mică, de 63 emu/g dar remanența este de 48% și coercitivitatea de 1100 Oe.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu

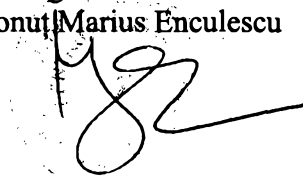


Într-un alt articol din 2016 (B. Neelima, N. V. Rama Rao, V. Rangadhara Chary, S. Pandian, "Influence of mechanical milling on structure, particle size, morphology and magnetic properties of rare earth free permanent magnetic Zr_2Co_{11} alloy", J. of Alloys and Compounds 661 (2016) 72-76) este descrisă prepararea prin topire în arc electric urmată de macinarea în moara cu bile a aliajului Zr_2Co_{11} . În urma măcinării s-a obținut pulbere cu magnetizarea la saturație de 65 emu/g, coercitivitatea de 290 Oe și remanența foarte mică (5%). Într-un articol recent din 2017 (M. D. Imtyaz, N. V. Rama Rao, D. Aravindh Babu, B. Ramesh Chandra, S. Pandian, "Effect of Cu substitution on structural and hard magnetic properties of rapidly solidified $Zr_{18}Co_{82-x}Cu_x$ melt spun ribbon" J. of Alloys and Compounds 699 (2017) 657-661) este descrisă producerea prin solidificare ultrarapidă a benzilor metalice Zr-Co cu substituție de cupru $Zr_{18}Co_{82-x}Cu_x$ ($x=0-3$). Pentru benzile solidificate ultrarapid $Zr_{18}Co_{82}$ s-a obținut o valoare a magnetizării la saturație de 56 emu/g și o valoare a coercitivității de 2200 Oe iar pentru benzile solidificate ultrarapid $Zr_{18}Co_{79}Cu_3$ s-a obținut o comportare de magnet mai moale, adică o magnetizare la saturație de 101 emu/g, dar o valoare semnificativ mai mică a coercitivității, de 1500 Oe. Benzile metalice solidificate ultrarapid descrise în articolele menționate mai sus au valori reduse ale coercitivității și remanenței ceea ce le face nepotrivite pentru obținerea de magneti permanenți, chiar dacă în anumite cazuri magnetizare la saturație are valori semnificative. Parametrii tehnici folosiți pentru procedeul de solidificare ultrarapidă utilizați în articolele menționate, efectuarea substituției cu cupru a cobaltului în benzile $Zr_{18}Co_{82}$ și măcinarea mecanică în moara cu bile nu permit obținerea de benzi metalice Zr-Co cu proprietăți de material magnetic dur utilizabil pentru producerea de magneti permanenți.

Problema tehnică obiectivă pe care urmărește să o rezolve invenția constă în elaborarea unor benzi metalice solidificate ultrarapid din topitură de tip Co-Zr, cu conținut ridicat de fază magnetică dură $ZrCo_{5,1}$ care prezintă structură cristalină romboedrală astfel încât magnetizarea la saturație să aibă valori apropiate de cele raportate în literatură, dar remanența și coercitivitatea să fie semnificativ îmbunătățite.

Soluția la această problemă tehnică o reprezintă materialalele realizate conform revendicărilor 1, 2, 3 ale invenției care sunt alcătuite din benzi metalice solidificate ultrarapid din topitură pe tambur rotitor cu compozițiile respectiv: 1. $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ care prezintă magnetizare la saturație de 35 emu/g, remanență de 52% și coercitivitate de 3407 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C), 2. $Zr_{18}Co_{77}Cr_3C_2$ care prezintă magnetizare la saturație de 35 emu/g, remanență de 62% și coercitivitate de 2675 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C), 3. $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ care prezintă magnetizare la saturație de 43.7 emu/g, remanență de 50% și coercitivitate de 3120 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C), realizate conform procedurii descris în revendicarea 4 a invenției care constă în primă etapă în topirea metalelor constitutive de puritate 99.99% conform compozițiilor stoichiometrice dorite în atmosferă de argon de puritate 99.9999% în cuptor cu arc electric urmată de solidificare ultrarapidă pe tambur rotitor de cupru cu diametru de 20 cm racit cu apă care se rotește cu 2500 rotații/minut. Aliajele topite în radiofrecvență au fost ejectate printr-un orificiu de 0.6 mm al tubului de cuarț aflat între spirele inductorului în care circulă curentul de radiofrecvență direct pe tamburul rotitor de cupru răcit cu apă prin aplicarea unei suprapresiuni de argon (puritate 99.9999%) de 0.4 atm. Aliajele descrise în revendicarea 1 ($Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$) și revendicarea 2 ($Zr_{18}Co_{77}Cr_3C_2$) au fost obținute direct prin solidificare ultrarapidă, iar materialul din revendicarea 3 ($Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$) a fost obținut prin solidificare ultrarapidă urmată de tratament termic in vid (10^{-6} mbar) timp de 2 ore la 500 °C.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



Materialele realizate conform invenției au valori superioare ale coercitivității și remanenței (caracteristici de material magnetic dur utilizabil pentru producerea de magneti permanenți) în comparație cu cele descrise în articolele mai sus menționate datorită parametrilor tehnici specifici utilizați pentru procesul de solidificare ultrarapidă pe tambur rotitor, a evitării procedurii de măcinare mecanică și a utilizării substituției cobaltului cu crom, molibden, carbon și bor în aliajele $Zr_{18}Co_{82}$. Astfel se obțin coercitivități de până la 3407 Oe la temperatura ambiantă ($20^{\circ}C$), în timp ce în articolele menționate mai sus valoarea maximă a coercitivității a fost 2200 Oe. De asemenea, și valorile remanenței măsurate la temperatura ambiantă sunt ridicate (de până la 62 %). Alte calități ale materialelor realizate conform invenției sunt temperatura Curie ridicată (peste $400^{\circ}C$) și duritatea semnificativă (peste 650 unități Vickers), care le conferă avantaje semnificative față de feritele hexagonale.

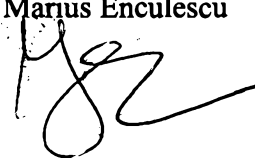
Deci materialele realizate conform revendicărilor 1, 2 și 3 ale invenției ce conțin benzi metalice solidificate ultrarapid $Zr_{18}Co_{82}$ cu substituții de Cr, Mo, C, B și care sunt sintetizate conform procedurii descris în revendicarea 4 a invenției prezintă avantaje evidente față de materialele prezentate anterior în literatură și rezolvă problemele tehnice obiective propuse în prezenta descriere a invenției deoarece:

- (i) Materialele ce fac obiectul revendicărilor invenției au valori mult îmbunătățite ale coercitivității și remanenței față de materialele Zr-Co similare din literatură, deci sunt materiale magnetice dure utilizabile pentru magneti permanenți
 - (ii) Materialele ce fac obiectul revendicărilor invenției au temperatura Curie de peste $400^{\circ}C$ și duritate de peste 650 unități Vickers superioară feritelor hexagonale, ceea ce le face potrivite pentru aplicații unde solicitările termice și mecanice sunt semnificative
 - (iii) Procedul ce face obiectul revendicării invenției este simplu, rapid și ieftin (spre deosebire de măcinarea mecanică în moara cu bile, depunerea în vid sau metodele electrochimice)
 - (iv) Procedul ce face obiectul revendicării invenției permite obținerea unei cantități semnificative de material (spre deosebire de depunerea în vid și metodele electrochimice)
 - (v) Materialele ce fac obiectul revendicărilor invenției au rezistență la coroziune ridicată
- Se dau, mai jos, 3 exemple de realizare a materialelor magnetice ce conțin benzile solidificate ultrarapid din topitură, conform invenției, în legătură și cu fig. 1 ... 3 care reprezintă:

-fig. 1, imagini SEM pentru: (A) – benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ solidificate ultrarapid conform procedurii descris în exemplul 1 și în revendicarea 4 a invenției și care reprezintă materialul descris în revendicarea 1 a invenției, (B) - benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ solidificate ultrarapid și tratate termic la $500^{\circ}C$ conform procedurii descris în exemplul 3 și în revendicarea 4 a invenției și care reprezintă materialul descris în revendicarea 3 a invenției

-fig. 2, spectre de difracție de raze X pentru: (A) – benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ solidificate ultrarapid conform procedurii descris în exemplul 1 și în revendicarea 4 a invenției și care reprezintă materialul descris în revendicarea 1 a invenției, (B) - benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ solidificate ultrarapid și tratate termic la $500^{\circ}C$ conform procedurii descris în exemplul 3 și în revendicarea 4 a invenției și care reprezintă materialul descris în revendicarea 3 a invenției

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



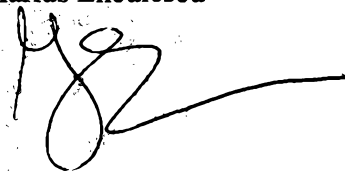
-fig. 3, curbe de histerezis măsurate la temperatura ambianta pentru: (A) – benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ solidificate ultrarapid conform procedului descris în exemplul 1 și în revendicarea 4 a invenției și care reprezintă materialul descris în revendicarea 1 a invenției, (B) – benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3C_2$ solidificate ultrarapid conform procedului descris în exemplul 2 și în revendicarea 4 a invenției și care reprezintă materialul descris în revendicarea 2 a invenției, (C) benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ solidificate ultrarapid și tratate termic la 500 °C conform procedului descris în exemplul 3 și în revendicarea 4 a invenției și care reprezintă materialul descrise în revendicarea 3 a invenției

Exemplu 1

În primă etapă s-au topit metalele constituate de puritate 99.99% conform compoziției stoichiometrice $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ în atmosferă de argon de puritate 99.9999% în cuptor cu arc electric. Pentru a se asigura omogenitatea materialului probele s-au topit de 5 ori. Aliajul cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ obținut prin topire în arc electric a fost ulterior solidificat ultrarapid pe tambur rotitor de cupru cu diametru de 20 cm răcit cu apă care se rotește cu 2500 rotații/minut. Aliajele topite în radiofrecvență au fost ejectate printr-un orificiu de 0.6 mm al tubului de cuarț aflat între spirele inductorului în care circula curentul de radiofrecvență cu o suprapresiune de argon (puritate 99.9999%) de 0.4 atm direct pe tamburul rotitor de cupru răcit cu apă. Pentru benzile metalice obținute imediat după solidificare ultrarapidă au fost efectuate măsurători de difracție de raze X utilizând un difractometru Bruker D8 Advance și au fost obținute imagini SEM utilizând un microscop electronic cu scanare Tescan Lyra. Imaginile SEM pentru benzile $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ solidificate ultrarapid (fig. 1 A) obținute în secțiune transversală arată o granulație foarte fină și o distribuție foarte omogenă. Măsurătorile de difracție de raze X pentru benzile $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ solidificate ultrarapid (fig. 2A) au arătat prezența majoritară a fazei magnetice dură $Co_{5.1}Zr$ cu coercitivitate și remanență ridicată cu structură cristalină romboedrală și o cantitate mică de fază $Co_{5.1}Zr$ cu structură cristalină ortorombică ce prezintă coercitivitate și remanență mai redusă. Măsurătorile magnetice de histerezis magnetic la temperatura ambiantă (fig. 3A) au fost efectuate cu un aparat MPMS Quantum Design și au arătat: magnetizare la saturație de 35 emu/g, remanență de 52% și coercitivitate de 3407 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C)

Exemplu 2 S-au preparat benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3C_2$ solidificate ultrarapid prin procedeul descris în Exemplul 1. Măsurătorile magnetice (fig. 3B) au arătat: magnetizare la saturație de 35 emu/g, remanență de 62% și coercitivitate de 2675 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C).

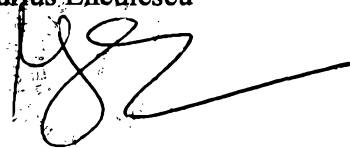
Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



Exemplu 3 S-au preparat benzi metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ solidificate ultrarapid prin procedeul descris în Exemplu 1. Ulterior, benzile solidificate ultrarapid au fost tratate termic în vid (10^{-6} mbar) timp de 2 ore la $500^{\circ}C$. Imaginile SEM (**fig. 1B**) pentru benzile metalice cu compoziția $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ solidificate ultrarapid și tratate termic la $500^{\circ}C$ au arătat o granulație mai mare comparativ cu benzile netratate termic, dar distribuția graunților rămâne omogenă. Măsurătorile de difracție de raze X pentru benzile $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ solidificate ultrarapid și ulterior tratate termic la $500^{\circ}C$ (**fig. 2B**) au arătat prezența majoritară a fazei magnetice dură $Co_{5,1}Zr$ cu coercitivitate și remanență ridicată cu structură cristalină romboedrală și o cantitate mică de fază $Co_{5,1}Zr$ cu structură cristalină ortorombică ce prezintă coercitivitate și remanență mai redusă. Măsurătorile magnetice de histerezis magnetic la temperatura ambiantă (**fig. 3C**) au arătat: magnetizare la saturație de 43.7 emu/g, remanență de 50% și coercitivitate de 3120 Oe măsurate la temperatura ambiantă ($20^{\circ}C$)

Toate aceste rezultate indică proprietăți magnetice dure mai bune ale materialelor realizate conform invenției decât cele descrise în articolele din literatură menționate mai sus. Aceasta comportare apare datorită prezenței metalelor de substituție și a parametrilor specifici de preparare prin solidificare ultrarapidă care favorizează apariția unei cantități majoritare de fază magnetică dură $Co_{5,1}Zr$ cu structură romboedrală. Aceste materiale au temperatura Curie de peste $400^{\circ}C$ și duritate semnificativă (peste 650 unități Vickers) precum și o rezistență ridicată la coroziune. Toate aceste calități dovedesc potențialul de utilizare al materialelor realizate conform invenției în domeniul magneților permanenți care nu conțin pamânturi rare sau metale tranziționale scumpe precum platina.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



REVENDICĂRI:

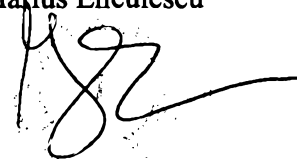
1. Material magnetic, **caracterizat prin aceea că** are compoziția (în procente atomice) $Zr_{18}Co_{77}Cr_3Mo_2$ și prezintă magnetizare la saturație de 35 emu/g, remanență (raport între magnetizarea la saturație și magnetizarea remanentă) de 52% și coercitivitate de 3407 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C), realizat conform procedului de la revendicarea 4

2. Material magnetic, **caracterizat prin aceea că** are compoziția (în procente atomice) $Zr_{18}Co_{77}Cr_3C_2$ și prezintă magnetizare la saturație de 35 emu/g, remanență (raport între magnetizarea la saturație și magnetizarea remanentă) de 62% și coercitivitate de 2675 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C), realizat conform procedului de la revendicarea 4

3. Material magnetic, **caracterizat prin aceea că** are compoziția (în procente atomice) $Zr_{18}Co_{77}Cr_3B_2$ și prezintă magnetizare la saturație de 43.7 emu/g, remanență (raport între magnetizarea la saturație și magnetizarea remanentă) de 50% și coercitivitate de 3120 Oe măsurate la temperatura ambiantă (20 °C), realizat conform procedului de la revendicarea 4

4. Procedeu de obținere de material magnetic, definit în revendicarea 1 , revendicarea 2, și revendicarea 3, **caracterizat prin aceea că** constă în primă etapă în topirea metalelor constituate de puritate 99.99% conform compozițiilor stoichiometrice dorite în atmosferă de argon de puritate 99.9999% în cuptor cu arc electric. Pentru a se asigura omogenitatea materialului probele se topesc de 5 ori. Aliajele obținute prin topire în arc electric au fost ulterior solidificate ultrarapid pe tambur rotitor de cupru cu diametru de 20 cm racit cu apă care se rotește cu 2500 rotații/minut. Aliajele topite în radiofrecvență au fost ejectate printr-un orificiu de 0.6 mm al tubului de cuarț aflat între spirele inductorului în care circula curentul de radiofrecvență direct pe tamburul rotitor de cupru răcit cu apă prin aplicarea unei suprapresiuni de argon (puritate 99.9999%) de 0.4 atm. Aliajele descrise în revendicarea 1 și revendicarea 2 au fost obținute direct prin solidificare ultrarapidă, iar materialul din revendicarea 3 a fost obținut prin solidificare ultrarapidă urmată de tratament termic in vid (10^{-6} mbar) timp de 2 ore la 500 °C.

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



FIGURI:

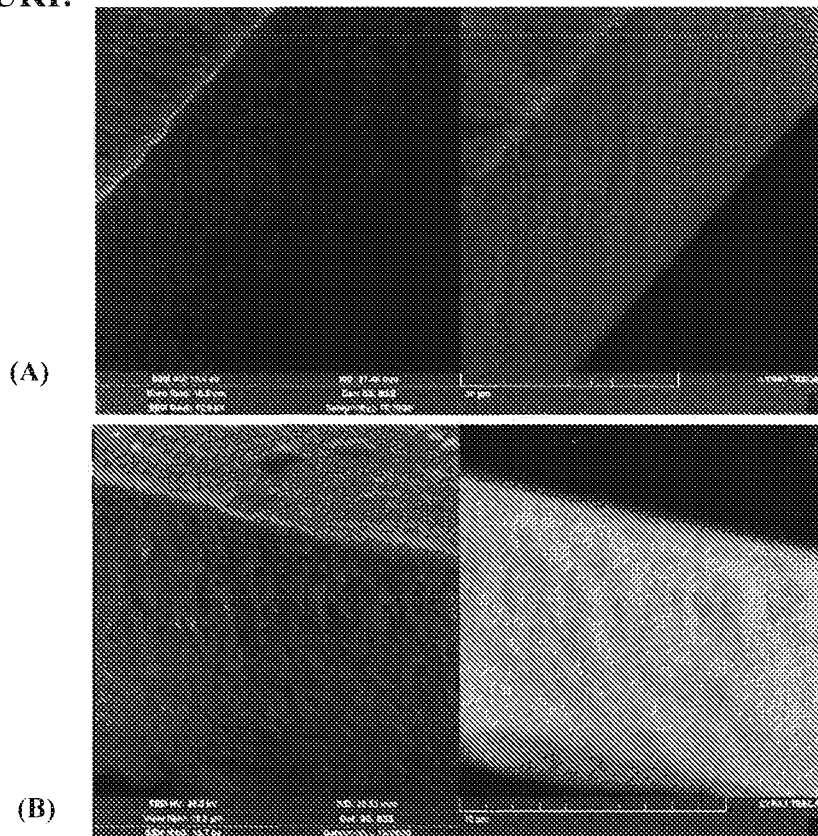


Fig. 1

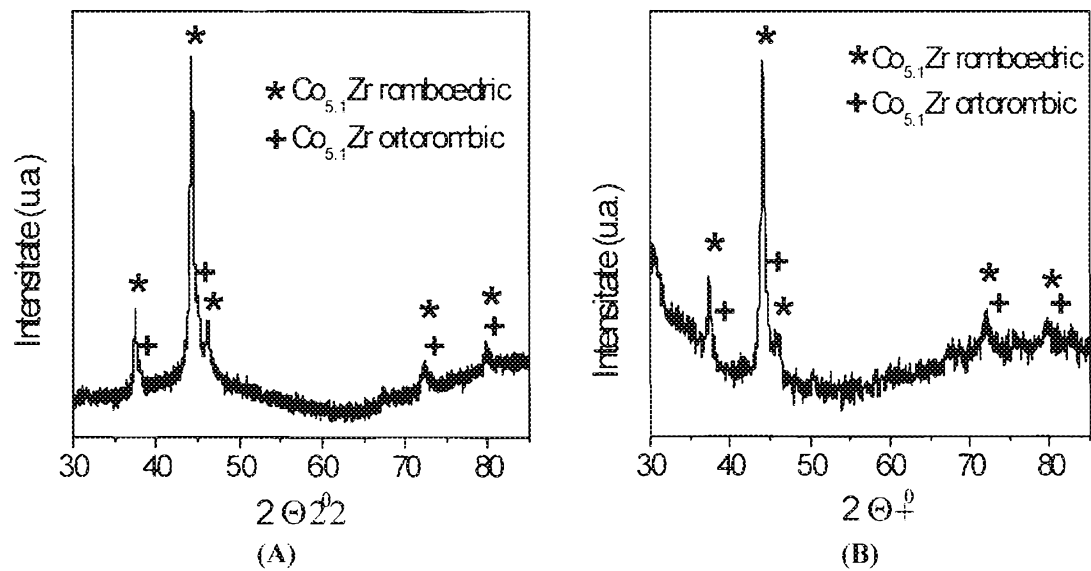
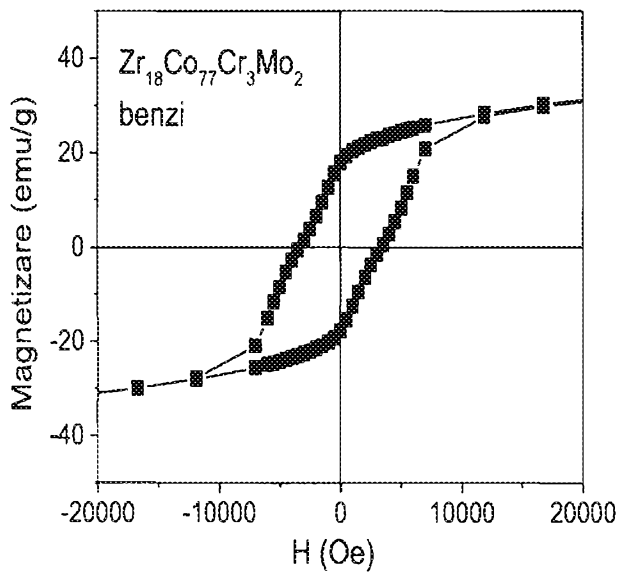
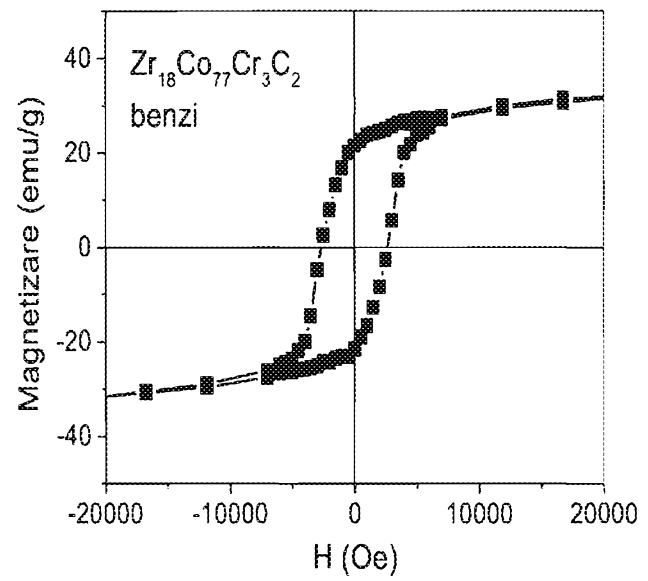


Fig. 2

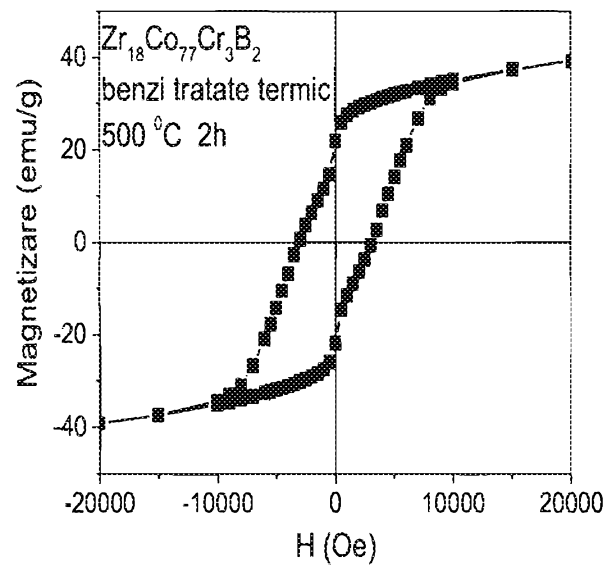
Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu



(A)



(B)



(C)

Fig. 3

Director general INCDFM
Dr. Ionuț Marius Enculescu