



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00556**

(22) Data de depozit: **03/08/2016**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/09/2021** BOPI nr. **9/2021**

(41) Data publicării cererii:
28/02/2018 BOPI nr. **2/2018**

(73) Titular:

- **GEANTĂ VICTOR, STR. IANI BUZOIANI NR. 1, BL. 16 A, AP. 32, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **VOICULESCU IONELIA, STR. VINTILĂ MIHĂILESCU NR. 8, BL. 78, ET. 7, AP. 44, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **CHERECHESŢ TUDOR, STR. MIHAIL SEBASTIAN NR. 136, BL. V 90, SC. 5, AP. 144, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **LIXANDRU PAUL, CALEA 13 SEPTEMBRIE NR. 117, BL. 123, ET. 3, AP. 8, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **DRAGNEA DANIEL, ALEEA JIENEASCĂ NR. 5, BL. 34, SC. 3, ET. 3, AP. 41, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **ZECHERU TEODORA, STR. SĂVINEȘTI NR. 5, BL. B, ET. 1, AP. 62, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **MATACHE LIVIU CRISTIAN, STR. ANTIAERIANĂ NR. 6 A 27, BL. C4, ET. 1, AP. 5, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:

- **GEANTĂ VICTOR, STR. IANI BUZOIANI NR. 1, BL. 16 A, AP. 32, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**

- **VOICULESCU IONELIA, STR. VINTILĂ MIHĂILESCU NR. 8, BL. 78, ET. 7, AP. 44, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **CHERECHESŢ TUDOR, STR. MIHAIL SEBASTIAN NR. 136, BL. V 90, SC. 5, AP. 144, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **LIXANDRU PAUL, CALEA 13 SEPTEMBRIE NR. 117, BL. 123, ET. 3, AP. 8, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **DRAGNEA DANIEL, ALEEA JIENEASCĂ NR. 5, BL. 34, SC. 3, ET. 3, AP. 41, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **ZECHERU TEODORA, STR. SĂVINEȘTI NR. 5, BL. B, ET. 1, AP. 62, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **MATACHE LIVIU CRISTIAN, STR. ANTIAERIANĂ NR. 6 A 27, BL. C4, ET. 1, AP. 5, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

- YIPING LU, YONG DONG, SHENG GUO ET.AL., "A PROMISING NEW CLASS OF HIGH-TEMPERATURE ALLOYS: EUTECTIC HIGH ENTROPY ALLOYS", SCI. REP., 4:6200, 2014; CN 104911379 A**

(54)

ALIAJ METALIC TIP AlCrFeCoNi CU ENTROPIE RIDICATĂ ȘI REZISTENȚĂ LA SOLICITĂRI DINAMICE ȘI PROCEDEU DE OBTINERE



RO 132387 B1

1 Invenția se referă la un aliaj metalic tip multielement din sistemul AlCrFeCoNi (aliaj
2 cu entropie ridicată - HEA) care prezintă o foarte bună rezistență la solicitări dinamice cu
3 viteze mari de deformare și care, după tratamente termice adecvate, poate fi utilizat singur
4 sau ca element component în structuri compozite gen HEA-OȚEL, HEA - MC (MC-Material
5 Ceramic), HEA-PM (PM - polimer) în domeniul protecției individuale și/sau colective precum
6 și la un procedeu duplex de obținere a acestuia, în cuptor electric cu inducție și/sau și
7 instalație de retopire cu arc în vid.

8 Specificațiile privind securitatea echipamentelor și structurilor de protecție colectivă
9 din domeniul militar au impus cerințe sporite de rezistență la impact dinamic (pătrunderea
10 diferitelor tipuri de proiectile, schije rezultate din explozii) a panourilor/ podelelor/ scuturilor/
11 armurilor/elementelor de protecție ca urmare a diversificării tipurilor de intervenții și activitățile
12 militare.

13 Principalele caracteristici pe care trebuie să le îndeplinească materialele destinate
14 fabricării sistemelor armate de protecție sunt: valori ale limitelor de rupere și de curgere cât
15 mai ridicate, duritate și rezistență la impact cât mai mari, alungire la rupere mare și energie
16 de impact la solicitarea de rupere prin șoc cât mai mari la temperaturi până la -40°C.
17 Specificațiile militare curente recomandă următoarele valori ale caracteristicilor mecanice:
18 duritate de minim 540-600 BHN sau 55-60 HRC; limita de curgere peste 1500 MPa; limita
19 de rupere peste 1700 MPa; energia de rupere prin șoc în jur de 13 J la -40°C; alungire la
20 rupere de minim 6%, (**K. Maweja, W.E. Strumpf, Mater.Sci. Eng A 432 , 2006 p.158-169**).

21 Astfel de cerințe au fost parțial satisfăcute prin proiectarea compoziției chimice a unor
22 aliaje metalice cu baza fier, foarte mult utilizate fiind oțelurile de mare rezistență microaliate,
23 din care se realizează elementele de armare având grosimi între 8,5 și 30 mm. Lucrări de
24 cercetare în domeniu (**6. P.S. Follensbee. Part I, Experimental investigation, Int. J.**
25 **Plasticity 15 (1999), p. 241-262**) au arătat ca duritatea materialului de placare nu este un
26 factor suficient pentru asigurarea unei rezistențe maxime față de penetrarea proiectilelor,
27 considerând că valorile caracteristicilor de rezistență mecanică (limitele de curgere și de
28 rupere) sunt mult mai importante în procesul de comportare la solicitări în regim dinamic.

29 La viteze foarte mari de solicitare, în domeniul 1,5-4 km/s, s-a constatat că oțelurile
30 înalt aliate austenitice, deși nu prezintă valori ale durității foarte mari, au tenacitate
31 remarcabilă până la temperaturi apropiate de zero absolut, au o comportare la impact foarte
32 bună, comparabilă cu cea a oțelurilor de mare rezistență. S-a constatat că, în plăci groase
33 supuse la solicitări cu viteze mai scăzute decât cele considerate a fi de nivel balistic, zona
34 afectată de impact este mult mai localizată decât în plăcile subțiri. De aceea, abilitatea de
35 a rezista la solicitări balistice de perforare depinde de valoarea durității în cazul plăcilor
36 groase, în timp ce capacitatea de deformare plastică într-un volum cât mai mare în jurul
37 zonei solicitate este mai importantă și cazul plăcilor subțiri.

38 Oțelurile slab aliate de mare rezistență sunt frecvent utilizate pentru realizarea unor
39 elemente de blindaj, atât pentru aplicații militare cât și civile, datorită caracteristicilor
40 mecanice, de duritate și tenacitate foarte mari. Se consideră că o examinare a microstructurii
41 poate oferi informații deosebit de utile pentru aprecierea comportării materialelor în timpul
42 deformării dinamice, pentru studierea modului în care acesta este capabil să atenueze sau
43 să oprească penetrarea blindajului de către proiectile.

44 Un alt tip de oțeluri care au fost supuse încercărilor dinamice sunt cele cu microstruc-
45 tură compozită, alcătuite din ferită (50%), bainită (40%) și austenită reziduală metastabilă
46 (10%), cunoscute în literatura de specialitate drept oțeluri TRIP, (**P. Verleysen, J. Van**
47 **Slycken, J. Degriech, B.C. De Cooman, L. Samek. Impact-Dynamic Behaviour of**
48 **AL-TRIP Steel.**). S-a constatat că, în timpul deformării plastice, austenita reziduală din

aceste oțeluri se transformă în martensita (α'), ceea ce determină obținerea unor caracteristici deosebite de rezistență (limita de curgere și de rupere), combinate cu o ductilitate excelentă. Aceste caracteristici permit disiparea energiei de impact și comportarea foarte bună la solicitări dinamice. Stabilitatea microstructurală depinde de compoziția chimică, dimensiunea grăuntelui, temperatura și viteza de încercare.

Un alt tip de material analizat de către cercetătorii din domeniul încercărilor dinamice este spuma ultradensă, celulară, a cărei capacitate de absorbție a energiei de impact s-a dovedit a fi foarte mare. Acest material are capacitate de încetinire a vitezei de deplasare a proiectilului dinamic, datorită microstructurii complexe care îi permite un larg domeniu de deformare plastică. La valori mari ale energiei de impact spuma se densifică atât de mult încât devine comparabilă cu un material solid.

Alte materiale testate au fost matricile metalice compozite de cupru ranforsate cu fibre din oțel, care au caracteristici deosebite la compresiunea prin impact dinamic (**E. EI-Magd, Simulation of the material behaviour under impact loading. Computational Materials Science, Vol. 1, Issue 3, 1993, p. 333-342**).

În cazul materialelor termoplastice de tip polipropilenă, îmbunătățirea rezistenței la impact presupune adăugarea unui polimer secundar, cu scopul scăderii temperaturii de deplasare moleculară. În acest fel, se asigură absorbția și disiparea energiei de impact, cu prevenirea ruperii prin fragmentare.

O altă idee privind materialele de protecție împotriva proiectilelor a fost aceea de a realiza un compozit având zona centrală din ceramică, securizat pe suprafețele laterale cu două plăci metalice (**US 4987033/1991**). Miezul ceramic a fost realizat din pulberi sinterizate de Al_2O_3 , B_4C sau TiB_2 iar plăcile laterale pot fi realizate din aliaj Ti_6Al_4V sau aliaj de aluminiu 6061 depus pe plăci ceramice din Al_2O_3 .

Scuturile anti-proiectil tradiționale sunt realizate din materiale cu volum mare (din oțel), dar pentru armuri corporale sunt necesare materiale ușoare, cum este Kevlar-ul. La astfel de aplicații grosimea și greutatea armurii trebuie să fie cât mai mici, dar să asigure totodată și absorbția energiei de impact. S-a demonstrat că și aliajele metalice ușoare (aliaje de aluminiu, magneziu sau titan) precum și anumiți polimeri, sunt capabile de a asigura un nivel de protecție la fel de eficient.

La nivel internațional sunt cunoscute și alte soluții pentru fabricarea panourilor pentru protecția împotriva proiectilelor perforante, a țintelor și a infrastructurii. Astfel de soluții se găsesc prezente în panouri multistrat realizate din combinații de oțel structurat cu fibră de sticlă și Kevlar, pentru a atenua explozia minelor, compozite care conțin fibre și matrice de polimer poliiolefinic, aliaje de aluminiu ranforsate cu nano-particule de SiC, Kevlar ACV, armuri din ceramică ușoară pentru a oferi protecție vehiculelor militare împotriva unei largi game de atac balistic (Ceradyne - 2010) etc., (**US 4987033/1991**).

Un material capabil să îndeplinească asemenea performanțe este și cel reprezentat de sistemul AlFeCrCoNi, care prezintă proprietăți mecanice deosebite și care combină valori ridicate ale durității și rezistenței la compresiune cu valori mari ale tenacității și alungirii la rupere.

Un astfel de material este prezentat și în documentul: **Yiping Lu, Yong Dong, Sheng Guo et al., "A promising New Class of High-Temperature Alloys: Eutectic High Entropy Alloys", Sci. Rep. 2014; 4: 6200**, care prezintă un aliaj de înaltă entropie tip AlCoCrFeNi_{2,1} obținut prin topire și turnare în formă, prin amestecarea în cuptor cu inducție cu vid protector de 6×10^{-2} Pa a unor materiale metalice de înaltă puritate (peste 99%) și anume: Al, Cr, Fe, Co, Ni, topirea lor în atmosferă protectoare de argon și turnarea în forme cu răcire cu $10^\circ/\text{minut}$.

RO 132387 B1

1 De asemenea, documentul **CN 104911379 A/2015** prezintă un aliaj compozit de
întărită entropie tip AlFeCrCoNi obținut dintr-un amestec pulverulent care cuprinde: 10,7% Al,
3 22,1% Fe, 20,6% Cr, 23% Co, 23,2% Ni cu puritatea metalului de peste 99%, care după
omogenizare este aliat mecanic în moară cu bile în atmosferă protectoare de argon, timp de
5 60 de ore, pulberea aliată obținută fiind sinterizată la 800°C.

Structurile propuse prin prezentul brevet de invenție pentru aplicații cu destinație
7 specială, de tipul materialelor compozite tip sandwich au în compoziție noi tipuri de materiale
metalice, denumite generic aliaje cu entropie ridicată (HEA).

9 Prezenta invenție prezintă elemente de progres tehnic prin aceea că rezolvă eficient
o modalitate de obținere în sistem duplex a unor noi aliaje metalice multielement din metale
11 pure adăugate în proporții bine stabilite, aliaje din care pot fi confecționate plăci care pot fi
ulterior utilizate, după tratamente termice adecvate, la realizarea unor structuri de tip
13 panou/sandwich pentru protecția individuală sau colectivă rezistente la solicitări cu viteze
mari de deformare.

15 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în determinarea conținutului
procentual al elementelor metalice componente ale unui aliaj cu entropie ridicată, tip
17 AlCrFeCoNi astfel încât aliajul obținut în sistem duplex să aibă după tratament termic specific
o duritate ridicată asociată cu o tenacitate ridicată.

19 Aliaj metallic tip AlCrFeCoNi cu entropie ridicată și rezistență la solicitări dinamice,
conform invenției, rezolvă această problemă tehnică prin aceea că este alcătuit din elemente
21 metalice de puritate avansată, de peste 99%, este obținut prin topire protejată și turnare în
forme, rezistent la solicitări cu viteze mari de deformare și prezintă concomitent duritate și
23 tenacitate ridicate, cu minim 23% Co, minim 23% Ni și minim 22% Fe, proprietăți obținute
prin faptul că elementele din compoziția chimică sunt conținute în următoarele intervale de
25 valori procentuale: Al = 6,50-8,80%, Cr = 21-22%, Fe = 22-23,50%, Co = 23-25%,
Ni = 23-25%, materialul rezultat având densitatea de 7,4-7,6 kg/dm³, temperatura lichidus
27 de 1350-1400°C și valori medii ale durezzații de 400- 535 HV_{0,1} înainte de tratamentul termic
și de 700-950 HV_{0,1} după aplicarea unor tratamente termice specifice, asociată cu o tenaci-
29 tate exprimată prin valori ale energiei de rupere prin șoc de 55-70 J la temperatura de 20°C.

Procedeul de obținere a acestui aliaj metallic tip AlCrFeCoNi cu entropie ridicată și
31 rezistență la solicitări dinamice, constă în: topirea în cuptor cu inducție a unor materiale
metalice de puritate înaltă, de peste 99%: Al, Cr, Fe ARMCO, Co, Ni, minim 23% Co, minim
33 23% Ni și minim 22% Fe, topirea succesivă a lor în atmosferă protectoare obținută prin vid
sau argon și turnarea în forme cu răcire lentă, elementele de obținere a aliajului fiind adău-
35 gate în cuptorul de topire în următoarele intervale de valori procentuale: Al = 6,50-8,80%,
Cr = 21-22%, Fe = 22-23,50%, Co = 23-25%, Ni = 23-25%, în ordinea: fier tip ARMCO,
37 nichel, crom, cobalt, iar la sfârșitul elaborării- aluminiul.

Materialul și procedeul conform invenției înlătură o parte a dezavantajelor pe care le
39 au alte materiale similare prezentate anterior, adăugând elemente și avantaje importante
pentru domenii de solicitare complexă în condiții de solicitări cu viteze mari de deformare și
41 impact, cum ar fi:

- materialul metallic realizat deține proprietăți concomitente de duritate și tenacitate
43 ridicate, datorită compoziției chimice adecvate alcătuite din fracții cvasiatomice ale elemen-
telor componente, ajustate prin varietatea proporțiilor acestora și prin procedurile de obținere;

45 - materialul metallic rezultat permite obținerea în structura metalică a unor durezzații
ridicate prin aplicarea unor tratamente termice, ajungând la valori de 750-950 HV_{0,1};

RO 132387 B1

- compoziția chimică poate fi foarte riguros controlată în cadrul procesului tehnologic de obținere a plăcilor din aliaj cu entropie ridicată, prin utilizarea unor materiale metalice de puritate avansată, prin tehnologie duplex în cuptoare cu inducție în vid sau în cuptoare cu atmosferă inertă de argon, urmata de rafinarea în instalații de retopire cu arc în vid;	1
- obținerea plăcilor de diferite dimensiuni se poate realiza prin turnare directă în forme metalice, cu posibilitatea debitării ulterioare la dimensiunile dorite, fără a fi necesare prelucrări suplimentare.	3
Invenția este prezentată pe larg în continuare.	5
Aliajul metalic multielement care face obiectul invenției prezintă concomitent valori de duritate și tenacitate ridicate, fiind alcătuit din cinci elemente metalice de puritate avansată, având compoziția chimică situată în următoarele domenii de valori: Al = 6,50-8,80%, Cr = 21-22%, Fe = 22-23,50%, Co = 23-25%, Ni = 23-25%, cu densitatea de 7,4-7,6 kg/dm ³ și temperatura lichidus între 1350-1400°C.	7
Înainte de aplicarea unor tratamente termice acest aliaj prezintă valori medii ale durtății între 400-535 HV _{0,1} , iar după aplicarea unor tratamente termice specifice prezintă o duritate asociată între 700-950 HV _{0,1} , iar tenacitatea exprimată prin energia de rupere prin șoc este de 55-70 J la temperatura de 20°C.	9
Aliajul este obținut prin procedeu duplex de topire și omogenizare a elementelor într-un cuptor cu inducție în vid sau sub atmosferă protectoare de argon, combinat cu retopirea cu arc în vid pentru omogenizarea compoziției chimice și a microstructurii, urmat de tratamente termice pentru obținerea unor valori ale durtății ridicate, combinate cu tenacitate maximă.	11
Procedeu de obținere a aliajului metalic multielement rezistent la solicitări dinamice cu viteze mari de deformare este caracterizat prin aceea că materialele metalice utilizate pentru obținere: Al, Cr, Fe, Co, Ni sunt de puritate cât mai avansată (peste 99%), selectate și pregătite adecvat introducerii în cuptorul cu inducție în vid sau în cuptorul cu inducție cu atmosferă controlată de argon, pentru care calculul de încărcătură ține cont de pierderile masice ale elementelor chimice în timpul elaborării, pierderi dependente de caracteristicile tehnice ale cuptorului, de natura căptușelii refractare și de procedura de lucru. Ordinea de introducere în cuptorul cu inducție în vid este următoarea: fier tip ARMCO, nichel, crom, cobalt, iar la sfârșitul elaborării, pentru diminuarea puternică a pierderilor prin oxidare, aluminiu în proporție de 0,1-0,2%. În timpul elaborării baia metalică poate fi protejată de oxidare atât prin regimul de lucru cu nivel de presiuni redus (vid tehnic de 10 ⁻² -10 ⁻³ mbar), cât și prin utilizarea unei atmosfere inerte de argon, procedeu în urma căruia se obține un aliaj cu temperatura lichidus de 1350-1400°C și temperatura de turnare de 1550-1600°C, care se poate turna direct în forme metalice pentru obținerea de plăci cu dimensiuni variabile, în funcție de necesități (fig. 1). După obținerea plăcilor la dimensiunea dorită, acestea se supun unui al doilea procedeu de purificare prin retopire cu arc în vid, în vederea omogenizării compoziției chimice și finisării granulației, (fig. 2).	13
Tratamentele termice aplicate acestor materiale constau într-o menținere în cuptor cu rezistență electrică la temperatura de 720-800°C, timp de 48-72 ore, urmată de răcire rapidă în apă.	15
Un exemplu de realizare a invenției în cadrul Laboratorului de Elaborarea și Rafinarea Aliajelor Metalice - ERAMET al facultății de Știința și Ingineria Materialelor a Universității Politehnica din București este prezentat în cele ce urmează.	17
Materialele metalice utilizate (Al, Cr, Fe, Co, Ni) având puritate ridicată (peste 99%) au fost selectate și pregătite mecanic adecvat introducerii în cuptorul cu inducție în vid sau în cuptorul cu inducție cu atmosferă controlată de argon. Calculul de încărcătură a ținut cont	19

RO 132387 B1

1 de pierderile masice prin oxidare ale elementelor chimice în timpul elaborării, care sunt
dependente, în principal, de caracteristicile tehnice ale cuptorului, calitatea căptușelii refrac-
3 tare și de tehnologia de lucru. Introducerea materialelor metalice în cuptor s-a realizat în
ordinea: fier tip ARMCO, nichel, crom, cobalt, aluminiul fiind introdus la sfârșitul procesului
5 de elaborare, pentru diminuarea puternică a pierderilor prin oxidare. În timpul procesului de
elaborare, baia metalică a fost protejată împotriva oxidării atât prin regimul de lucru cu nivel
7 de presiuni redus (vid tehnic de 10^{-2} - 10^{-3} mbar), cât și prin utilizarea unei atmosfere inerte
controlate cu argon. Temperatura lichidus a aliajului este de circa 1350°C și necesită o
9 temperatură de turnare de circa 1550 - 1600°C , deoarece vâscozitatea este relativ mare.

Turnarea se realizează în forme metalice, obținându-se plăci (fig. 3) care pot fi debi-
11 tate în funcție de necesități. Urmează retopirea cu arc în vid pentru omogenizarea chimică
și finisarea granulației și a microstructurii, după care se aplică tratamente termice ulterioare
13 de omogenizare și îmbătrânire timp de 48-72 ore la temperaturi de 720 - 800°C și răcire în
apă, pentru obținerea unor valori ale durtății între 750 - $950 \text{ HV}_{0.1}$, concomitent cu o tenacitate
15 ridicată (energie de rupere peste 55J la 20°C). Microstructura de turnare a acestor tipuri de
aliaje metalice este prezentată în fig. 4 și constă în dendrite fine cu precipitări de compuși
17 intermetalici în spațiul interdendritic, fără discontinuități de tip fisuri, incluziuni sau pori.

În urma aplicării tratamentelor termice la nivel microstructural se manifestă o
19 omogenizare și o finisare a grăunților (fig. 5), cu apariția a două faze de tip soluție solidă
(cubică cu fețe centrate și cubică cu volum centrat), cu afinitatea chimică reciprocă foarte
21 bună și fără imperfecțiuni decelabile prin microscopia optică sau electronică (la puteri de
mărire de până la $5000 \times$).

RO 132387 B1

Revendicări

1. Aliaj metalic tip AlCrFeCoNi cu entropie ridicată și rezistență la solicitări dinamice, alcătuit din elemente metalice de puritate avansată, de peste 99%, obținut prin topire protejată și turnare în forme, rezistent la solicitări cu viteze mari de deformare, care prezintă concomitent duritate și tenacitate ridicate, cu minim 23% Co, minim 23% Ni și minim 22% Fe, **caracterizat prin aceea că**, are elementele din compoziția chimică conținute în următoarele intervale de valori procentuale: Al = 6,50- 8,80%, Cr = 21-22%, Fe = 22-23,50%, Co = 23-25%, Ni = 23-25%, are densitatea de 7,4-7,6 kg/dm³, temperatura lichidus de 1350-1400°C și valori medii ale durității de 400- 535 HV_{0,1} înainte de tratamentul termic și de 700-950 HV_{0,1} după aplicarea unor tratamente termice specifice, asociată cu o tenacitate exprimată prin valori ale energiei de rupere prin șoc de 55-70 J la temperatura de 20°C. 3 5 7 9 11
2. Procedeu de obținere a unui aliaj metalic tip AlCrFeCoNi cu entropie ridicată și rezistență la solicitări dinamice, constând în: topirea în cuptor cu inducție a unor materiale metalice de puritate înaltă, de peste 99%: Al, Cr, Fe ARMCO, Co, Ni, minim 23% Co, minim 23% Ni și minim 22% Fe, topirea succesivă a lor în atmosferă protectoare obținută prin vid sau argon și turnarea în forme cu răcire lentă, **caracterizat prin aceea că**, elementele de obținere a aliajului sunt adăugate în cuptorul de topire în următoarele intervale de valori procentuale: Al = 6,50-8,80 %, Cr = 21-22%, Fe = 22-23,50%, Co = 23-25%, Ni = 23-25%, în ordinea: fier tip ARMCO, nichel, crom, cobalt, iar la sfârșitul elaborării-aluminiul. 13 15 17 19

(51) Int.Cl.

C22C 33/04 (2006.01);

C22C 19/05 (2006.01);

C22C 21/00 (2006.01)

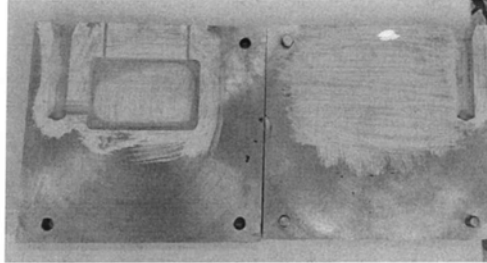


Fig. 1



Fig. 2

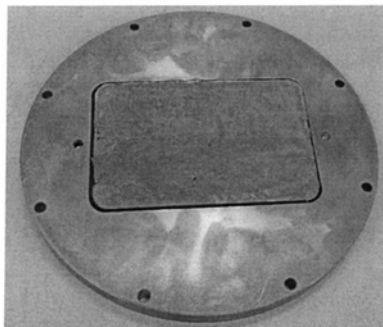


Fig. 3

(51) Int.Cl.

C22C 33/04 ^(2006.01);

C22C 19/05 ^(2006.01);

C22C 21/00 ^(2006.01)

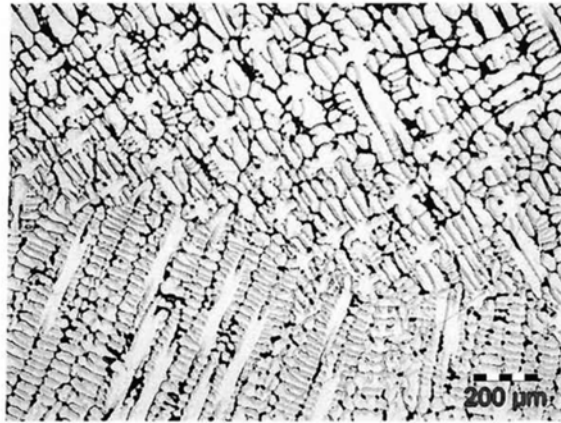


Fig. 4



Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 406/2021