

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2003 00391**

(22) Data de depozit: **09.05.2003**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.02.2011** BOPI nr. **2/2011**

(41) Data publicării cererii:
30.03.2007 BOPI nr. **3/2007**

(73) Titular:
• **NICOLAE PAUL, STR. PITAR MOȘ,**
NR. 27, AP. 9, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• **PORDEA VIOREL, DRUMUL TABEREI,**
NR. 82, BL. C16, SC. D, ET. 3, AP. 179,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• **NICOLAE PAUL, STR. PITAR MOȘ,**
NR. 27, AP. 9, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• **PORDEA VIOREL, DRUMUL TABEREI,**
NR. 82, BL. C16, SC. D, ET. 3, AP. 179,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 112483 B; RO 115339 B; JP 8120308 A

(54) **MATERIAL COMPOZIT, PROCEDEU DE OBTINERE ȘI
PRODUS**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un material compozit format din straturi succesive de aliaj dur sinterizat, pe bază de carburi metalice, la un procedeu de obținere a acestuia și la un produs cu proprietăți antiuzură. Materialul conform invenției este format din straturi succesive de aliaje dure sinterizate, pe bază de carburi metalice și de materiale carbonice, total sau parțial grafitizate între 1% și 100%. Procedeu pentru realizarea materialului conform invenției constă în presarea, la temperatura mediului ambiant, a unor pulberi, în straturi succesive: pulberi pe bază de carburi metalice, care conțin minimum 60% WC, până la 30% metal liant conținând Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în greutate putând fi și alte carburi metalice și pulberi din grafit sau parțial grafitizate, care conțin carbon minimum 99%, forța de presare aplicându-se crescător, astfel încât presiunea specifică să nu depășească 400 MPa, după care se aplică un tratament termic de eliminare a liantului organic de presare, la temperaturi de până la 400°C, în atmosferă protectoare, urmat de un tratament termic de presinterizare și sinterizare în intervalul 1300...1450°C, durata de menținere la această temperatură fiind

cuprinsă între 30...60 min. Produsul conform invenției, obținut din materialul asupra căruia este aplicat procedeu, are o greutate cu până la 60% mai mică decât cea a unui produs monobloc, din aliaj dur sinterizat, pe bază de WC.

Revendicări: 11
Figuri: 6

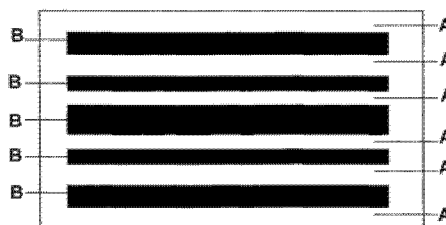


Fig. 1

Examinator: ing. SPĂTARU MAGDALENA



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 123190 B1

1 Invenția se referă la un material compozit, format din straturi succesive de aliaj dur
sinterizat, pe bază de carburi metalice, în special, carbură de wolfram și din material
3 carbonic, total sau parțial grafitizat, la un procedeu de obținere a acestuia și la un produs cu
proprietăți antiuzură.

5 Sunt cunoscute materiale sinterizate, pe bază de carburi metalice, denumite și aliaje
dure sinterizate, cu o structură omogenă și faze uniform distribuite în volum, ale căror
7 proprietăți fizico-mecanice depind, în principal, de conținuturile de metal liant (cobalt, nichel,
fier, molibden), de carburi metalice, cum sunt carbura de titan, carbura de crom, carbura de
9 tantal sau niobiu, carbura de molibden, restul de până la 100% fiind carbură de wolfram.

11 Sunt cunoscute, de asemenea, materiale sinterizate din sistemul carbură de wolfram
- cobalt, cu o dispunere gradată în structură a cobaltului (RO 115339), în care se regăsesc
faze similare cu cele întâlnite la materialele sinterizate, arătate mai sus.

13 Sunt cunoscute, de asemenea, materiale sinterizate pe bază de carbură de wolfram,
care au, pe suprafața exterioară, straturi extradure de carbură sau nitru de titan, alumină
15 sau altele, a căror grosime totală nu depășește câteva zeci de microni, matricea având faze
similare cu cele ale materialelor sinterizate omogene.

17 Sunt cunoscute procedee de obținere a materialelor sinterizate pe bază de carburi
metalice, în care un amestec de pulberi este presat în matrițe metalice, la temperatura
19 mediului ambiant, după care piesele formate sunt supuse unui tratament termic de
sinterizare la temperaturi de peste 1200°C.

21 Sunt cunoscute, de asemenea, procedee de obținere a materialelor sinterizate pe
bază de carburi metalice, în care un amestec de pulberi este presat în matriță de grafit
23 încălzită la temperaturi de peste 1200°C.

25 Sunt cunoscute produse monobloc din aliaje dure sinterizate, în structura cărora sunt
disipate componentele din materia primă - amestecul de pulberi pe bază de carbură de
27 wolfram (RO 112483). În urma procesului de sinterizare, acestea se regăsesc într-o structură
omogenă, sub formă de faze metalografice cu legături stabile între ele, cum sunt α (WC), β
(metal liant-Co, Ni, Fe, Mo, singure sau în amestec) și γ (soluții solide precum WC - TiC, sau
29 WC -TiC -Ta (Nb)C sau TiC-Mo₂C sau WC-Mo₂C-Cr₂C₃ sau altele).

31 Caracteristica principală a acestor produse este rezistența la uzură dată de structura
materialului sinterizat: faze dure (α și γ) "cimentate" într-o matrice metalică β .

33 Duritatea și densitatea materialului sinterizat pe bază de carburi metalice depind de
proporția acestor faze.

35 Exprimată ca duritate Vickers, produsele au limita superioară la circa 2000 unități HV
50 și limita inferioară la circa 700 unități HV 50, cele cu duritate ridicată corespunzând unor
aliaje dure, având conținut ridicat de carbură de titan și carbură de wolfram, conținutul de
37 metal liant (Co, Ni) fiind sub 6%, iar cele cu duritatea scăzută corespunzând unor conținuturi
ridicate de metal liant: 20...30%, restul fiind carbură de wolfram.

39 Densitatea produselor este cuprinsă între 9 și 15 g/cm³, densitățile ridicate,
corespunzând unor aliaje dure, având un conținut de peste 93% WC și sub 7% metal liant,
41 densitățile scăzute, corespunzând aliajelor dure, având un conținut de până la 30% TiC,
până la 12% metal liant, restul fiind carbură de wolfram.

43 Materialele sinterizate pe bază de carburi metalice cu structură monobloc au o
utilizare limitată, întrucât, de multe ori, deși produsul realizat din acestea are proprietăți
45 fizico-chimice adecvate, greutatea produsului este supradimensionată, datorită greutății
specifice a materialului, producând distorsiuni în funcționare și având costuri ridicate, prin
47 cantitatea de materii prime înglobată.

RO 123190 B1

În prezent, se produc cantități mari de piese sinterizate pe bază de carburi metalice, cu greutatea de la câteva grame la câteva zeci de kilograme.	1
Materiile prime utilizate fac parte din grupa materialelor strategice, au rezerve limitate și prețuri ridicate: de la circa 20 \$/kg pulberile de carbură de wolfram, carbură de titan, nichel, la peste 150 \$/kg pulberile de carbură de tantal, carbură de niobiu, pulberea de cobalt rareori coborând sub 40 \$/kg.	3 5
Problema tehnică, pe care o rezolvă invenția, constă în realizarea unui material compozit, format din straturi succesive de aliaj dur sinterizat, pe bază de carburi metalice și de material carbonic, total sau parțial grafitizat, având densitatea prestabilită sub 9,0 g/cm ³ .	7 9
Materialul compozit, conform invenției, rezolvă problema menționată, prin aceea că este format din straturi succesive de aliaje dure sinterizate, pe bază de carburi metalice și de materiale carbonice, total sau parțial grafitizate între 1 și 100%, iar volumele ocupate de aliajele dure sinterizate și de materialul carbonic sunt prestabilite astfel încât densitatea materialului compozit este între 4,0 și 10,0 g/cm ³ .	11 13
Procedeul pentru realizarea materialului conform invenției constă în presarea la temperatura mediului ambiant, într-o matriță metalică, a unor pulberi, în straturi succesive: pulberi pe bază de carburi metalice ce conțin minimum 60% WC, până la 30% metal liant conținând Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în greutate putând fi și alte carburi metalice, cum ar fi: TiC, TaC, NbC, Cr ₂ C ₃ , Mo ₂ C și pulberi din grafit sau parțial grafitizate, ce conțin carbon minimum 99%, forța de presare aplicându-se crescător, astfel încât presiunea specifică să nu depășească 400 MPa, după care produsul în stare presată se supune unui tratament termic de eliminare a liantului organic de presare, conținut inițial în pulberi, la temperaturi de până la 400°C, în atmosferă protectoare, formată din H ₂ , N ₂ , Ar sau vid (presiune remanentă sub 10 torri), urmat de un tratament termic de presinterizare și sinterizare în atmosferă protectoare, de preferat vid (presiune remanentă sub 1 torr), temperatura maximă de sinterizare fiind aleasă în funcție de conținutul de metal liant al pulberii pe bază de carburi metalice ce formează stratul exterior, în intervalul 1300...1450°C, durata de menținere la temperatura de sinterizare fiind cuprinsă între 30 și 60 min.	15 17 19 21 23 25 27 29
Produsul obținut din materialul asupra căruia este aplicat procedeul conform invenției are volumul ocupat de materialul carbonic astfel determinat, încât greutatea totală a produsului este cu până la 60% mai mică decât a unui produs monobloc din aliaj dur sinterizat, pe bază de carbură de wolfram.	31 33
Materialul, procedeul și produsul conform invenției prezintă următoarele avantaje:	35
- permit realizarea unor materiale sinterizate, compozite, cu aceleași calități funcționale cu materialele sinterizate, monobloc, pe bază de carburi metalice;	35
- permit realizarea unor produse sinterizate, cu greutatea substanțial mai redusă decât ale unor piese monobloc din aliaj dur sinterizat, datorită volumului ocupat de materialul carbonic;	37 39
- permit realizarea unor piese sinterizate, rezistente la uzură, cu densități prestabilite, prin alegerea corespunzătoare a volumelor: cele ocupate de aliajele dure sinterizate și cele ocupate de materialul carbonic, total sau parțial grafitizat;	41
- permit realizarea unor piese sinterizate, în care apariția unor faze defectuoase, fragile, de tip MeC, în cazul aliajelor pe bază de carbură de wolfram, de tip W ₃ CO ₃ C, (faza η), are o probabilitate minimă, datorită unui potențial de carbon ridicat, pe care piesa îl are în timpul operației de sinterizare;	43 45
- permit obținerea unor piese sinterizate la prețuri de cost reduse, precum și utilizarea mai eficientă a unor componente deficitare: pulberi de carbură de wolfram, carbură de titan, carbură de tantal (niobiu), pulberi de cobalt, nichel, molibden etc.;	47 49

RO 123190 B1

- 1 - piesele din aliaj dur sinterizat-material carbonic sunt reciclabile prin tehnologii
identice cu cele pentru aliajele dure sinterizate, întrucât formează un sistem compatibil.
- 3 Se prezintă, în continuare, patru exemple de realizare a materialului compozit, a
procedului de obținere și produsului conform invenției, în legătură cu fig. 1...6, care
5 reprezintă:
- 7 - fig. 1, secțiuni prin materialul compozit, conform invenției;
 - 7 - fig. 2, secțiuni prin materialul compozit, parțial sau total modulată, cu stratul de aliaj
dur A și stratul de material carbonic B;
 - 9 - fig. 3, secțiuni prin materialul compozit, parțial sau total modulată, cu straturile de
aliaj dur A_1 și A_2 , și straturile de material carbonic B;
 - 11 - fig. 4, secțiuni succesive în realizarea unui produs din material compozit similar cu
cel prezentat în fig. 2;
 - 13 - fig. 5, secțiuni succesive în realizarea unui produs din material compozit similar cu
cel din fig. 3;
 - 15 - fig. 6, secțiuni printr-o piesă sferică din material compozit.
- 17 Materialul compozit, conform invenției, are straturile de aliaj dur sinterizat, pe bază
de carburi metalice, de grosimi egale $A_1 = A_2 = A_3 \dots A_n$ sau diferite $A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq \dots A_n$ (fig. 1),
celelalte dimensiuni (lungime, lățime) fiind în concordanță cu dimensiunile finale ale pro-
19 dusului din material compozit, compoziția chimică a aliajului dur sinterizat fiind identică,
pentru toate straturile $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$, sau diferită, prin conținutul de carburi metalice (WC,
21 TiC, TaC, NbC, Cr_2C_3 , MO_2C) și de metal liant, constând din Co, Ni, Fe, Mo sau din
amestecuri ale acestora, de obicei, stratul exterior A_1 având un conținut de metal liant de
23 până la 12%, celelalte straturi $A_2, A_3, \dots A_n$ putând să aibă și conținuturi de metal liant cuprinse
între 12 și 30% procente în greutate.
- 25 Materialul compozit, conform invenției, are straturile de material carbonic, total sau
parțial grafitizat, cu un conținut de minimum 1% grafit, de grosimi egale $B_1 = B_2 = B_3 = B_n$ sau
27 diferite $B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq \dots B_n$, (fig. 1), celelalte dimensiuni (lungime, lățime) fiind în concordanță
cu dimensiunile finale ale produsului din material compozit, compoziția materialului carbonic
29 fiind identică pentru toate straturile $B_1, B_2, B_3, \dots B_n$, prin conținutul de grafit cu densitatea de
1,8...2,0 g/cm³, sau diferită, prin conținuturile de grafit cu densități de 1,0...2,0 g/cm³,
31 întotdeauna conținutul de cenușă fiind de maximum 0,3% în greutate.
- 33 Procedul de obținere a materialului compozit, conform invenției, permite realizarea
unui produs de o anumită formă geometrică, prin presarea, la temperatura mediului ambiant,
într-o matriță metalică, a unor pulberi în straturi succesive de pulberi pe bază de carburi
35 metalice, ce conțin minimum 60% carbură de wolfram, până la 30% metal liant, conținând
cobalt, nichel, fier, molibden sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în
37 greutate putând fi alte carburi metalice, și de pulberi din grafit sau parțial grafitizate, ce conțin
carbon minimum 99,0%, forța de presare aplicându-se crescător, astfel încât presiunea
39 specifică să nu depășească 400 MPa, primul strat, dar și ultimul, fiind pe bază de carburi
metalice, cu un conținut de metal liant constând din Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale
41 acestora de până la 12%, după care produsul în stare presată se supune unui tratament
termic de eliminare a liantului organic de presare, conținut inițial în pulberi, la temperaturi de
43 până la 400°C, în atmosferă protectoare, formată din H₂, N₂, Ar sau vid (presiune remanentă
sub 10 torri), urmat de un tratament termic de presinterizare și sinterizare în atmosferă
45 protectoare, de preferat vid (presiune remanentă sub 1 torr), temperatura maximă de
sinterizare fiind aleasă în funcție de conținutul de metal liant al pulberii pe bază de carburi
47 metalice ce formează stratul exterior, în intervalul 1300...1450°C, durata de menținere la
temperatura de sinterizare fiind cuprinsă între 30 și 60 min.

RO 123190 B1

Procedeul de obținere a materialului compozit, conform invenției, permite realizarea unui produs de o anumită formă geometrică, prin presare la temperaturi cuprinse între 100 și 150°C, într-o matriță metalică, a unor pulberi în straturi succesive: pulberi pe bază de carburi metalice ce conțin minimum 60% carbură de wolfram, până la 30% metal liant, constând din Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în greutate putând fi alte carburi metalice, și pulberi din grafit sau parțial grafitizate ce conțin carbon minimum 99,0%, forța de presare aplicându-se crescător, astfel încât presiunea specifică să nu depășească 250 MPa, primul strat, dar și ultimul, fiind pe bază de carburi metalice, cu un conținut de metal liant constând din Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale acestora de până la 12%, după care produsul în stare presată se supune unui tratament termic de eliminare a liantului organic de presare, conținut inițial în pulberi, la temperaturi de până la 400°C, în atmosferă protectoare, formată din H₂, N₂, Ar sau vid (presiune remanentă sub 10 torri), urmat de un tratament termic de presinterizare și sinterizare în atmosferă protectoare, de preferat vid (presiune remanentă sub 1 torr), temperatura maximă de sinterizare fiind aleasă în funcție de conținutul de metal liant al pulberii pe bază de carburi metalice ce formează stratul exterior, în intervalul 1300...1450°C, durata de menținere la temperatura de sinterizare fiind cuprinsă între 30 și 60 min.

Procedeul de obținere a materialului compozit, conform invenției, permite realizarea unui produs de o anumită formă geometrică, prin presarea la temperaturi de 1260...1450°C, într-o matriță de grafit, a unor pulberi în straturi succesive: pulberi pe bază de carburi metalice ce conțin minimum 60% carbură de wolfram, până la 30% metal liant, constând din Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în greutate putând fi alte carburi metalice și pulberi din grafit sau parțial grafitizate ce conțin carbon minimum 99,0%, forța de presare aplicându-se concomitent cu încălzirea matriței de grafit, astfel încât presiunea specifică să nu depășească 50 MPa, la atingerea temperaturii de sinterizare de 1260...1450°C.

Procedeul de obținere a materialului compozit, conform invenției, permite realizarea unui produs de o anumită formă geometrică, prin presare la temperatura mediului ambiant sau presare la cald, la temperaturi cuprinse între 100 și 150°C, sau presare-sinterizare, la temperaturi de 1260...1450°C, a unor pulberi pe bază de carburi metalice, în straturi succesive, despărțite de niște inserții carbonice, având forme geometrice simple, cum ar fi: paralelipiped, cilindru, sferă, cu un conținut de minimum 10,0% grafit, ce conțin carbon minimum 99,0 %, obținute anterior, astfel încât, după tratamentul de sinterizare, să rezulte materialul compozit prezentat în fig. 1, 2 și 3.

Procedeul de obținere a materialului compozit, conform invenției, permite realizarea unui produs de o anumită formă geometrică, prin presare la temperatura mediului ambiant sau presare la cald, la temperaturi cuprinse între 100 și 150°C, sau presare-sinterizare la temperaturi de 1300...1450°C, a unor module pe bază de carburi metalice, obținute anterior prin presare la rece (temperatura mediului ambiant) sau la cald (temperaturi de 100...150°C), așa cum se arată în fig. 2 și 3, despărțite de inserții carbonice, de asemenea, obținute anterior, astfel încât, după tratamentul de sinterizare final, să rezulte materialul compozit prezentat în fig. 1, 2 și 3.

Procedeul de obținere a materialului compozit, conform invenției, permite realizarea unui produs de o anumită formă geometrică, prin asamblarea prin lipire la temperaturi ridicate, cu aliaje pe bază de cupru sau argint, sau lipire caldă prin polimerizare cu rășini organice sau lipire rece cu rășini organice, a unor module prefabricate pe bază de carburi metalice, obținute anterior prin presare și sinterizare, așa cum se arată în fig. 2 și 3, separate prin inserții carbonice, de asemenea, obținute anterior, astfel încât, după tratamentul de lipire, să rezulte materialul compozit prezentat în fig. 1, 2 și 3.

RO 123190 B1

1 Produsul din material compozit, conform invenției, este realizat într-o formă
geometrică bine definită, prin unul din procedeele enunțate și are greutatea mai mică cu
3 până la 60% decât a unui produs monobloc din aliaj dur sinterizat, pe bază de carbură de
wolfram, densitatea prestabilită prin dimensionarea straturilor și implicit volumelor ocupate
5 de aliajele dure sinterizate, respectiv, material carbonic, și utilizări similare cu a pieselor
monobloc din aliaje dure sinterizate (ghidaje, bile de etanșare sau rulare, insertii pentru
7 industria minieră sau petrolieră, scule de formare, scule de calibrare, scule de așchiere etc.).

Exemplul 1. Produsul prezentat în fig. 4.4 reprezintă o piesă cilindrică din material
9 compozit, ce poate fi utilizată ca insertie de ranforsare pentru suprafețe supuse uzării (sape
de foraj, ghidaje etc.) sau ca rolă pentru rulmenți sau ca dop de calibrare și are dimensiunile
11 D și H cuprinse între 10 și 30 mm și o valoare a raportului $d/D = h/H$, cuprinsă între 0,75 și
0,77. Raportul dintre volumul ocupat de materialul carbonic V_d și volumul întregii piese V_D ,
13 adică V_d/V_D , are valoarea cuprinsă între 0,421 și 0,456.

15 Modul de realizare a produsului din material compozit aliaj dur-material carbonic se
prezintă secvențial în fig. 4.

17 În prima fază, prin presarea bilaterală, la o presiune de 150 MPa, a unui amestec de
pulberi ce conține 91% carbură de wolfram și 9% cobalt (metal liant), se obține un
semifabricat de formă pahar, așa cum se arată în fig. 4.1. Fără să se scoată piesa din matrița
19 metalică, după extragerea poansonului superior, în interiorul paharului, se introduce pulbere
de material carbonic, grafitat sau parțial grafitat, și se presează cu un alt poanson superior,
21 la o presiune de 100 MPa, obținându-se semifabricatul prezentat în fig. 4.2. Se extrage
poansonul superior, se adaugă restul de pulbere WC-Co și se execută presarea finală la o
23 presiune de 250 MPa.

25 Se obține o piesă presată din material compozit, cu dimensiunile exterioare D_p și H_p ,
care se supune tratamentului termic de sinterizare, alcătuit, în principal, din următoarele faze:

27 - eliminarea liantului de presare (parafină, cauciuc, polietilenglicol etc.) din amestecul
de pulberi WC-Co și material carbonic, prin încălzire până la o temperatură de 400°C, în
atmosferă protectoare (H_2 , Ar, N_2 , sau vid);

29 - presinterizarea pieselor în intervalul 400...900°C, în atmosferă protectoare (H_2 , Ar,
 N_2 , sau vid);

31 - sinterizarea pieselor în intervalul 900...1400°C, în atmosferă protectoare (H_2 , Ar, N_2
sau vid), cu menținere de 60 min la temperatura maximă, 1400°C, numită temperatură de
33 sinterizare.

35 În timpul tratamentului termic de sinterizare, piesa suferă un proces de contracție a
volumului, caracteristică sinterizării cu fază lichidă a aliajelor dure WC-Co. Contracția este
exprimată prin coeficientul de contracție K_c .

$$37$$
$$39 \quad K_c = \frac{D_p - D}{D_p} \% = \frac{H_p - H}{H_p} \% = 15 - 25\%$$
$$41$$

43 După sinterizare, se obține o piesă din material compozit, având un miez carbonic
grafitizat, cu densitate cuprinsă între 1,8 și 2,0 g/cm³, și înconjurat de un înveliș de aliaj dur
sinterizat WC-Co, cu o densitate de 14,6 g/cm³ și o duritate de 1280 unități Vickers și
45 dimensiunile finale din fig. 4.4. Pentru o piesă cu $D=H=20$ mm și un raport $d/D=h/H=0,77$,
economia de aliaj dur sinterizat WC-Co cu 9% Co este de circa 40%.

47 Funcționarea unei asemenea piese este identică cu una realizată integral din aliaj dur
sinterizat WC-Co cu 9% Co, cu deosebirea că greutatea volumică a piesei este de 8,8 g/cm³
49 față de 14,6 g/cm³.

RO 123190 B1

Exemplul 2. Produsul prezentat în fig. 5.5 reprezintă o piesă cilindrică sau paralelipipedică din material compozit cu proprietăți antiuzură, având dimensiunile de gabarit D și H cuprinse între 30 și 70 mm. Raportul între volumele ocupate de materialul carbonic (V_a) și volumul întregii piese (V_D) are valoarea cuprinsă între 0,474 și 0,512, și corespunde unui raport dimensional $d/D = h_1 + h_2/H$, cuprins între 0,78 și 0,80. Modul de realizare a produsului din material compozit aliaj dur-material carbonic se prezintă secvențial în fig. 5. Formarea se face prin presare la cald, la o temperatură de 120°C, căldura fiind transmisă din exterior matriței din oțel. În prima fază, prin presarea bilaterală, la o presiune de 100 MPa, a unui amestec de pulberi ce conține 69% WC, 22% TiC și 9% Ni (metal liant), se obține un semifabricat de formă pahar, așa cum se arată în fig. 5.1.

După extragerea poansonului superior, se presează primul strat carbonic la o presiune de 50 MPa (fig. 5.2.). Apoi se presează un strat de pulbere ce conține 80% WC și 20% Ni, la o presiune de 75 MPa (fig. 5.3). Urmează presarea următorului strat carbonic, la o presiune de 75 MPa (fig. 5.4), după care se execută presarea finală a unui nou strat de pulbere WC-TiC-Ni (fig. 5.5), la o presiune de 150 MPa. Se obține forma finală a produsului presat din material compozit cu structură exterioară WC-22TiC-9Ni și structură interioară din două straturi de material carbonic, separate printr-un strat WC-20M. Tratamentul termic de sinterizare constă în:

- eliminarea liantului de presare (rășini fenolice, sare AH-adipat de hexa-metilen-diamină, 8 caprolactamă etc.), care parțial a polimerizat în timpul presării la cald, care se face la o temperatură de până la 400°C, în atmosferă protectoare (H_2 , Ar, N_2 sau vid);
- presinterizarea pieselor în intervalul 400...900°C, în atmosferă protectoare (H_2 , Ar, N_2 , sau vid);
- sinterizarea pieselor în intervalul 900...1360°C, în atmosferă protectoare (H_2 , Ar, N_2 sau vid), cu menținere 40 min la temperatura de sinterizare (1360°C).

După sinterizare, când a avut loc fenomenul de contracție prezentat în exemplul 1, se obține o piesă din material compozit multistrat: (WC-TiC-Ni)-C-(WC-Ni)-C-(WC-TiC-Ni), cu o duritate exterioară de circa 1400 unități Vickers și o densitate aparentă de 6,9 g/cm³.

Pentru o piesă cilindrică cu $D=H=35$ mm și raportul $d/D=h_1+h_2/H=0,8$, economia de aliaj dur sintetizat este de circa 40%.

Exemplul 3. Produsul prezentat în fig. 6 reprezintă o piesă sferică din material compozit cu proprietăți antiuzură, având diametrul exterior D, cuprins între 70 și 100 mm. Raportul dintre volumul ocupat de materialul carbonic V_a și volumul întregii piese V_D are valoarea cuprinsă între 0,493 și 0,572, corespunzând unui raport dimensional d/D , cuprins între 0,79 și 0,83.

În prima fază se realizează separat, prin prelucrare mecanică din grafit bloc sau presare pulberi carbonice, urmată de tratament termic de carbonatare și grafitizare, sfera din grafit cu diametrul d, având densitatea de circa 1,8 g/cm³.

Produsul din material compozit se realizează prin presare mecanică la rece sau la cald, ca în exemplele 1 și 2, sau prin presare izostatică, la rece, a unui amestec de pulberi ce conține: Ni între 8,4 și 9,6%, Cr între 0,4 și 0,7%, Mo între 0,3 și 0,5%, B între 0,1 și 0,3% restul până la 100% fiind WC. Tratamentul termic de sinterizare al produsului din material compozit: (WC-Ni-Cr-Mo-B)-C-(WC-Ni-Cr-Mo-B) este similar cu cel prezentat în exemplul 1, cu deosebire că temperatura de sinterizare este de 1380°C. Produsul de formă sferică din fig. 6 are un miez carbonic, grafitizat sau parțial grafitizat, cu densitate cuprinsă între 1,8 și 2,0 g/cm³, și crustă dură sinterizată cu o densitate de 14,4 g/cm³ și o duritate de 1240 unități Vickers. Pentru o piesă sferică cu $D=90$ mm și un raport $d/D=0,83$, economia de aliaj dur sinterizat din sistemul WC-Ni-Cr-Mo-B este de circa 49%. Funcționarea unei asemenea piese este identică cu a uneia realizată integral din aliaj dur sinterizat WC-Ni-Cr-Mo-B, cu deosebire că greutatea volumică a piesei este de 7,3 g/cm³ față de 14,4 g/cm³.

RO 123190 B1

1 **Exemplul 4.** Produsul prezentat în fig. 6 reprezintă o piesă sferică din material
compozit cu proprietăți antiuzură, având diametrul exterior D , cuprins între 30 și 70 mm și
3 o valoare a raportului $d/D = h/H$, cuprinsă între 0,78 și 0,80. Raportul dintre V_d - volumul
ocupat de materialul carbonic și V_D - volumul întregii piese este cuprins între 0,474 și 0,512.

5 În primă fază se realizează separat, prin prelucrare mecanică din grafit bloc sau prin
presare de pulberi carbonice, urmată de tratament termic de carbonatare și grafitizare, sfera
7 din grafit cu diametrul d , având densitatea de circa $1,8 \text{ g/cm}^3$.

9 Separat, prin presare mecanică în matriță de oțel, la o presiune de 100 MPa, se reali-
zează o semicalotă sferică, cu diametrul exterior D și diametrul interior d , utilizându-se o
11 pulbere ce conține 77% WC, 14% TiC și un amestec de metal liant cu 4% Co, 2,5% Ni și
2,5% Fe.

13 Semicalota presată se așază la partea inferioară a unei matrițe de cauciuc de formă
sferică. În interiorul semicalotei, pe centru, se pune sfera de grafit cu diametrul d . Se
completează partea superioară a matriței de cauciuc cu pulbere WC-14, TiC-4, Co-2,5, Ni-
15 2,5 Fe. Matrița se etanșează.

17 Presarea finală se face izostatic, în mediu apos, la o presiune specifică de 150 MPa.
Se scot din matrițele de cauciuc sferele compozite: (WC- TiC-(Co- Ni- Fe) -C-(WC -TiC-(Co-
Ni-Fe) și se supun ciclului de tratament termic prezentat în exemplul 1.

19 Sferele sinterizate au un miez carbonic grafitizat, cu densitate cuprinsă între 1,8 și
2,0 g/cm^3 și o crustă dură sinterizată cu o duritate de 1450 unități Vickers.

21 Pentru o piesă sferică cu $D = 35 \text{ mm}$ și raportul $d/D = 0,8$, economia de aliaj dur
sinterizat WC -TiC- (Co-Ni-Fe) este de circa 42%.

23 Funcționarea acestui produs este identică cu cea a unui produs realizat integral din
aliaj dur sinterizat WC-TiC-(Co-Ni-Fe), cu deosebire că densitatea piesei este de $5,8 \text{ g/cm}^3$
25 față de $11,4 \text{ g/cm}^3$.

27 Produsul din material compozit, prezentat în fig. 6, dar și altele precum cele din fig.
2 și 3, se pot realiza într-o singură fază tehnologică de presare-sinterizare la temperaturi
înalte în matrițe de grafit, prin utilizarea unor insertii carbonice și pulberi pe bază de carburi
29 metalice sau prin utilizarea unor insertii carbonice și module presate din pulberi pe bază de
carburi metalice. Produsul este lipsit de faze defectuoase, faze fragile de tip M6C, cunoscute
31 ca faze η , datorită potențialului de carbon ridicat pe care îl prezintă materialul compozit în
timpul operației de sinterizare.

33

RO 123190 B1

Revendicări

1. Material compozit, **caracterizat prin aceea că** este format din straturi succesive de aliaje dure sinterizate, pe bază de carburi metalice și de materiale carbonice, total sau parțial grafitizate, între 1 și 100%. 1
2. Material compozit, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** volumele ocupate de aliajele dure sinterizate și materialul carbonic sunt prestabilite, astfel încât densitatea materialului compozit este între 4,0 și 10,0 g/cm³. 3
3. Material compozit, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** volumul total ocupat de aliajele dure sinterizate este format din straturi conținând carburi metalice (carbură de wolfram, carbură de titan, carbură de tantal, carbură de niobiu, carbură de crom, carbură de molibden) și metal liant (cobalt, nichel, fier, molibden sau amestecuri ale acestora), straturile exterioare având un conținut de metal liant de până la 12%, iar straturile interioare putând să aibă și conținuturi de metal liant cuprinse între 12 și 30% procente în greutate. 5
4. Material compozit, conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că** volumul total ocupat de materialul carbonic este format din straturi cu conținut de grafit, având densități între 1,0 și 2,0 g/cm³, un conținut de carbon de minimum 99,0% și un conținut de cenușă de maximum 0,3% procente în greutate. 7
5. Procedeu pentru realizarea unui material compozit, conform revendicărilor 1, 2, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** acesta constă în presarea la temperatura mediului ambiant, într-o matriță metalică, a unor pulberi, în straturi succesive: pulberi pe bază de carburi metalice, ce conțin minimum 60% WC, până la 30% metal liant conținând Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în greutate putând fi și alte carburi metalice, cum ar fi: TiC, TaC, NbC, Cr₂C₃, Mo₂C, și pulberi din grafit sau parțial grafitizate, ce conțin carbon minimum 99%, forța de presare aplicându-se crescător, astfel încât presiunea specifică să nu depășească 400 MPa, după care produsul în stare presată se supune unui tratament termic de eliminare a liantului organic de presare, conținut inițial în pulberi, la temperaturi de până la 400°C, în atmosferă protectoare, formată din H₂, N₂, Ar sau vid (presiune remanentă sub 10 torri), urmat de un tratament termic de presinterizare și sinterizare în atmosferă protectoare, de preferat vid (presiune remanentă sub 1 torr), temperatura maximă de sinterizare fiind aleasă în funcție de conținutul de metal liant al pulberii pe bază de carburi metalice ce formează stratul exterior, în intervalul 1300...1450°C, durata de menținere la temperatura de sinterizare fiind cuprinsă între 30 și 60 min. 9
6. Procedeu pentru realizarea unui material compozit, conform revendicărilor 1, 2, 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** acesta constă din presarea la temperaturi cuprinse între 100 și 150°C, într-o matriță metalică, a unor pulberi, în straturi succesive: pulberi pe bază de carburi metalice, ce conțin minimum 60% WC, până la 30% metal liant conținând Co, Ni, Fe, Mo sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în greutate putând fi și alte carburi metalice, cum ar fi: TiC, TaC, NbC, Cr₂C₃, Mo₂C, și de pulberi din grafit sau parțial grafitizate, ce conțin carbon minimum 99%, forța de presare aplicându-se crescător, astfel încât presiunea specifică să nu depășească 250 MPa, după care produsul în stare presată se supune unui tratament termic de eliminare a liantului organic de presare, conținut inițial în pulberi, care parțial a polimerizat în timpul presării la cald, datorită conținuturilor de rășină fenolică, sare AH-adipat de hexametilendiamină sau ε caprolactamă, la temperaturi de până la 400°C, în atmosferă protectoare, formată din H₂, N₂, Ar sau vid (presiune remanentă sub 10 torri), urmat de un tratament termic de presinterizare și sinterizare în atmosferă 11

RO 123190 B1

1 protectoare, de preferat vid (presiune remanentă sub 1 torr), temperatura maximă de
2 sinterizare fiind aleasă în funcție de conținutul de metal liant al pulberii pe bază de carburi
3 metalice ce formează stratul exterior, în intervalul 1300...1450°C, durata de menținere la
4 temperatura de sinterizare fiind cuprinsă între 30 și 60 min.

5 7. Procedeu pentru realizarea unui material compozit, conform revendicărilor 1, 2, 3
6 și 4, **caracterizat prin aceea că** acesta constă din presarea la temperaturi cuprinse între
7 1260 și 1450°C, într-o matriță de grafit, a unor pulberi, în straturi succesive: pulberi pe bază
8 de carburi metalice, ce conțin minimum 60% WC, până la 30% metal liant, conținând Co, Ni,
9 Fe, Mo sau amestecuri ale acestora, restul de până la 100% procente în greutate putând fi și
10 alte carburi metalice, cum ar fi: TaC, NbC, Cr₂C₃, Mo₂C, TiC, și de pulberi din grafit sau
11 parțial grafitizate, ce conțin carbon minimum 99%, forța de presare aplicându-se crescător,
12 concomitent cu încălzirea matriței de grafit, astfel încât presiunea specifică să nu depă-
13 șească 50 MPa, la atingerea temperaturii de sinterizare de 1260...1450°C.

14 8. Procedeu pentru realizarea unui material compozit, conform revendicărilor 1, 2, 3
15 și 4, **caracterizat prin aceea că** acesta constă din presarea la temperatura mediului ambiant
16 sau presarea la temperaturi cuprinse între 100 și 150°C, în matriță de oțel, sau presare-
17 sinterizare la temperaturi de 1260...1450°C, în matrițe de grafit, a unor pulberi pe bază de
18 carburi metalice, în straturi succesive, despărțite de niște inserții carbonice, de obicei, având
19 forme geometrice simple, cum ar fi paralelipiped, cilindru, sferă, cu un conținut de minimum
20 10% grafit și un conținut de minimum 99,0% carbon, inserții obținute anterior.

21 9. Procedeu pentru realizarea unui material compozit, conform revendicărilor 1, 2, 3
22 și 4, **caracterizat prin aceea că** acesta constă din presarea la temperatura mediului ambiant
23 sau presarea la temperaturi cuprinse între 100 și 150°C, în matriță de oțel, sau presare -
24 sinterizare la temperaturi de 1300...1450°C, în matrițe de grafit, a unor module presate din
25 pulberi pe bază de carburi metalice, obținute anterior, despărțite de niște inserții carbonice,
26 de obicei, având forme geometrice simple, cum ar fi paralelipiped, cilindru, sferă, cu un
27 conținut de minimum 10% grafit și un conținut de minimum 99,0% carbon, inserții obținute
28 anterior.

29 10. Procedeu pentru realizarea unui material compozit, conform revendicărilor 1, 2,
30 3 și 4, **caracterizat prin aceea că** acesta constă din asamblarea prin lipire, la temperaturi
31 ridicate, cu aliaje pe bază de cupru sau argint, sau lipire caldă, prin polimerizare, cu rășini
32 organice, sau lipire rece, cu rășini organice, a unor module sinterizate din pulberi pe bază
33 de carburi metalice, despărțite de inserții carbonice grafitizate.

34 11. Produs obținut din material compozit, conform revendicărilor 2, 3 și 4,
35 **caracterizat prin aceea că** volumul ocupat de materialul carbonic este astfel determinat,
36 încât greutatea totală a produsului este cu până la 60% mai mică decât a unui produs
37 monobloc din aliaj dur sinterizat, pe bază de carbură de wolfram.

(51) Int.Cl.

B22F 3/12 (2006.01);

B22F 7/02 (2006.01);

C22B 34/36 (2006.01)

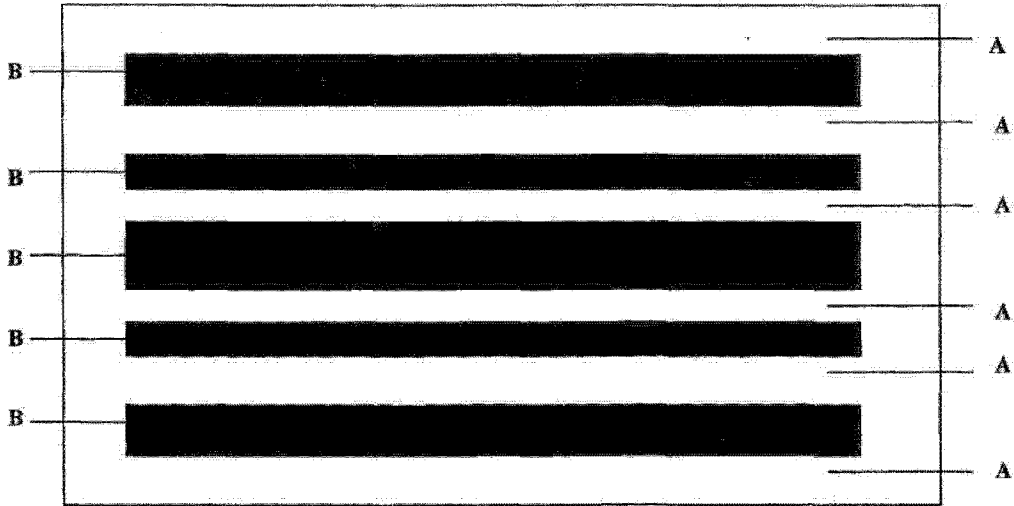


Fig. 1

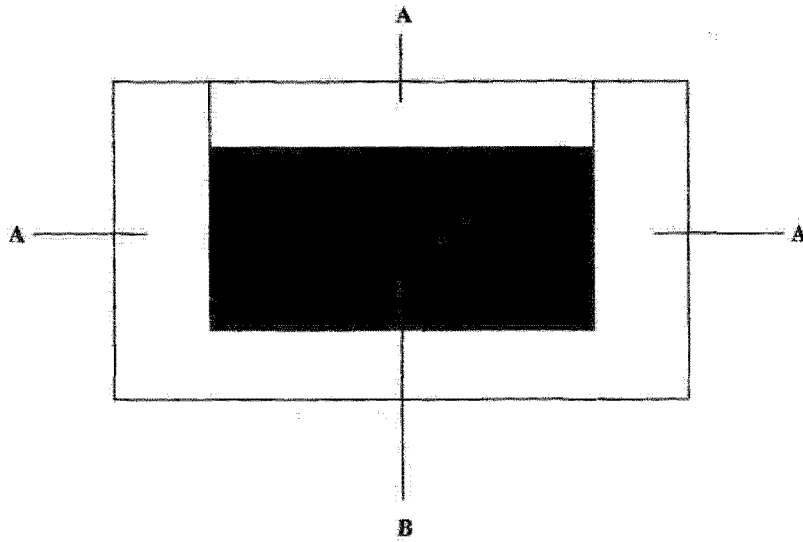


Fig. 2

(51) Int.Cl.

B22F 3/12 (2006.01);

B22F 7/02 (2006.01);

C22B 34/36 (2006.01)

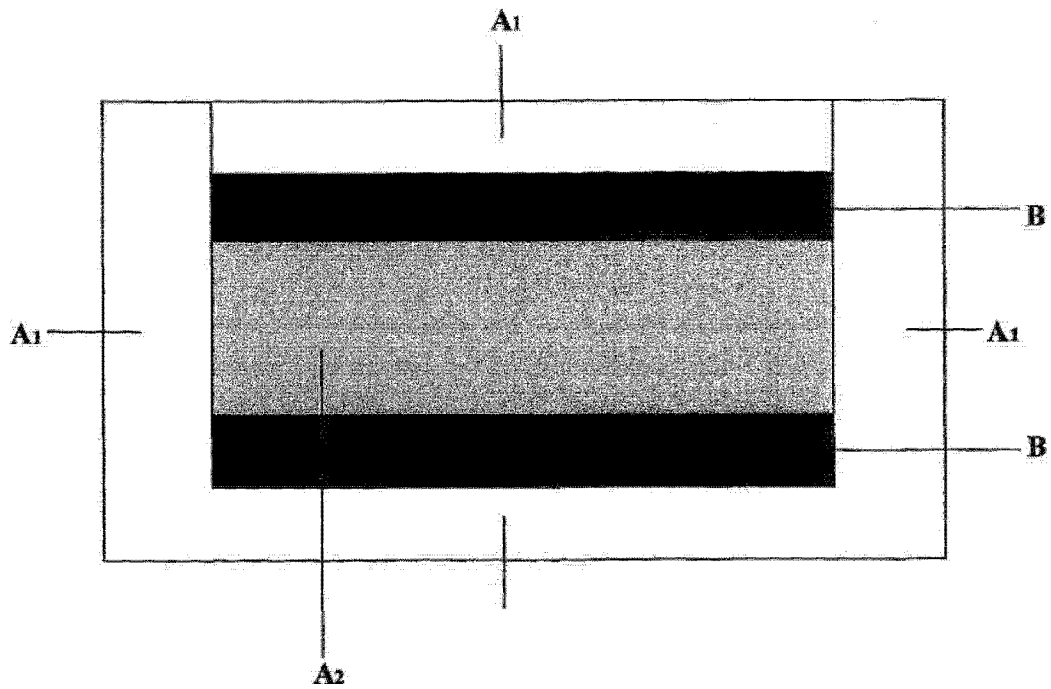


Fig. 3

(51) Int.Cl.

B22F 3/12 (2006.01);

B22F 7/02 (2006.01);

C22B 34/36 (2006.01)

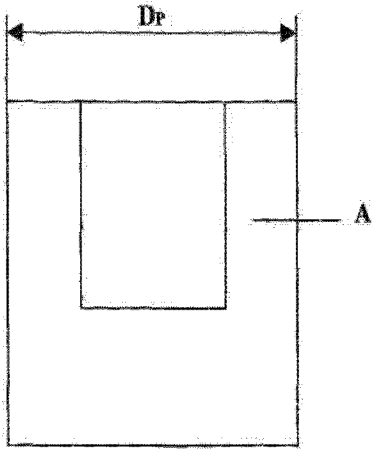


Fig. 4.1

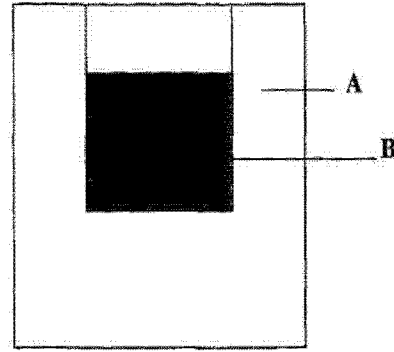


Fig. 4.2

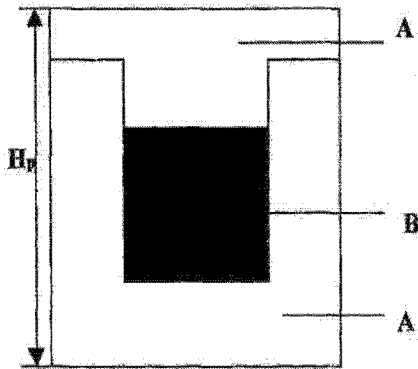


Fig. 4.3

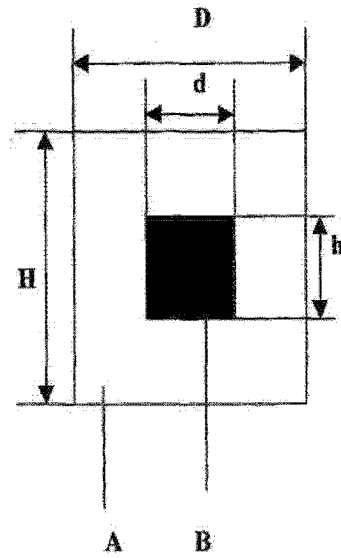


Fig. 4.4

Fig. 4

(51) Int.Cl.

B22F 3/12 (2006.01);

B22F 7/02 (2006.01);

C22B 34/36 (2006.01)

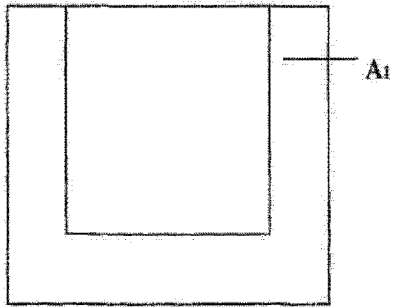


Fig. 5.1

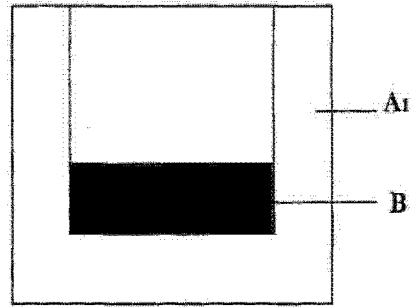


Fig. 5.2

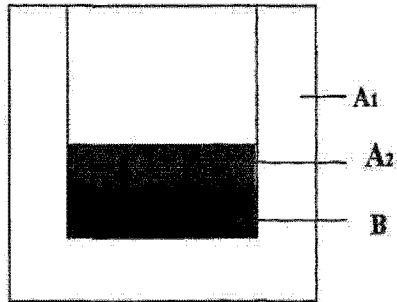


Fig. 5.3

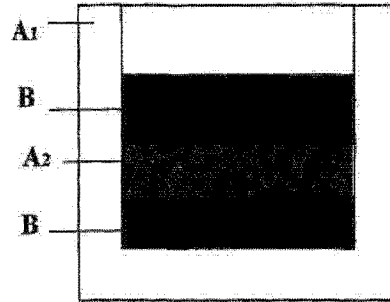


Fig. 5.4

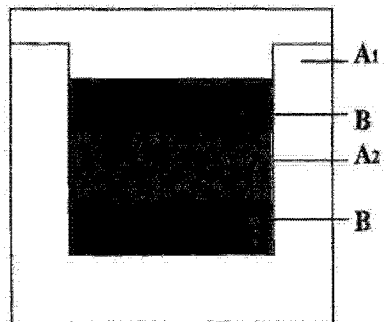


Fig. 5.5

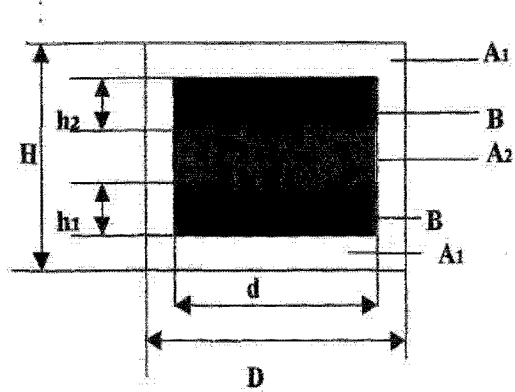


Fig. 5.6

Fig. 5

(51) Int.Cl.

B22F 3/12 (2006.01);

B22F 7/02 (2006.01);

C22B 34/36 (2006.01)

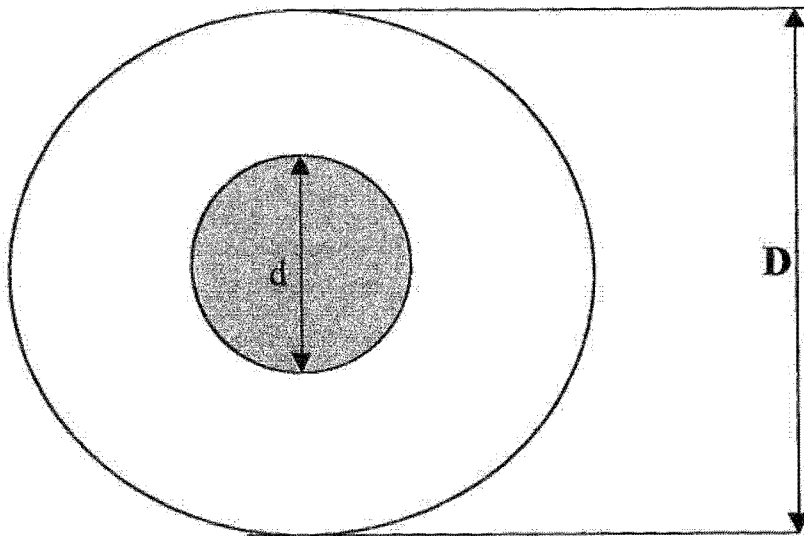


Fig. 6

