



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00942**

(22) Data de depozit: **04/12/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/10/2017** BOPI nr. **10/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**30/06/2014** BOPI nr. **6/2014**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA,  
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **TSAKIRIS VIOLETA,  
ȘOS.NICOLAE TITULESCU NR.18, BL.23,  
SC.B, ET.4, AP.66, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **LUNGU MAGDALENA VALENTINA,  
BD. IULIU MANIU NR. 65, BL. 7P, SC. 7,  
ET. 2, AP. 211, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,  
RO;**

• **ENESCU ELENA, DRUMUL TABEREI  
NR.64, BL.F 4, SC.5, ET.1, AP.80,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 102363 (A); RO 68337 (A2);  
CN 101092669 (A)**

(54) **PROCEDEU DE OBTINERE A UNUI MATERIAL COMPOZIT  
PE BAZĂ DE WOLFRAM PENTRU CONTACTE ELECTRICE**



# RO 129565 B1

1           Invenția de față se referă la un procedeu de obținere a unui material compozit pe  
bază de wolfram, prin formarea unui schelet poros din amestecuri de pulberi W-Cu slab  
3           aliante cu pulberi de Ni și infiltrarea acestuia cu cupru sau argint, pentru realizarea de  
contacte electrice utilizate în aparatură de joasă tensiune cu funcționare în vid.

5           Este cunoscut, din cererea de brevet **RO 102363 (A2)**, un procedeu de obținere a  
contactelor electrice din W-Ag cu 10...30% argint, utilizate drept contacte de rupere la  
7           echiparea aparatelor de comutație de joasă, medie și înaltă tensiune.

          De asemenea, din cererea de brevet **RO 68337 (A2)**, este cunoscut un pseudoaliaj  
9           cu conținut de wolfram și argint cu proprietăți fizico mecanice bine adaptate cerințelor  
specifice fabricării pieselor de contact electric.

11          Din cererea de brevet **CN 101092669 (A)**, se cunoaște un procedeu de preparare a  
unui material compozit W-Cu sau Ag-W cu compactitate ridicată și conținut redus de oxigen  
13          și azot.

          În aparatura de comutație în vid, cum ar fi întrerupătoare de circuit sau contactoare,  
15          s-au dezvoltat mai multe clase de materiale: Cu-Cr, W-Cu, WC-Ag, W-Ag, etc. Materialele  
W-Cu sunt larg utilizate în contactoarele de vid, datorită unor proprietăți remarcabile, cum  
17          sunt dilatarea termică mică, conductivitatea termică și electrică ridicată a cuprului,  
prelucrabilitatea bună, rezistența la coroziune, și rezistența mare la eroziunea în arc, care  
19          este baza unei fiabilități ridicate chiar sub sarcini severe [**Slade G.: Electric Contacts for  
Power Interruption: A Review. 20th IEC, 2000, pag. 239-245; Ludwar, W. F. Rieder,  
21          Proc. 13-th Int. Conf. on Electric Contacts, Lausanne, 1986, p. 156; P. Frey, K. W.  
Jager, Proc. 11-th Int. Conf. on Electric Contact Phenomena, Berlin 1982, p. 317, Cap.  
23          4, Contact Materials, Metallic Contact Materials, 2006, Taylor and Francis Group, LLC,  
p. 71-147; H. Abbaszadeh, A. Masoudi, H. Safabinesh, M. Takestani, “*Investigation on  
25          the characteristics of micro- and nano-structured W-15 wt. % Cu composites prepared  
by powder metallurgy route*”, International Journal of Refractory Metals and Hard  
27          Materials, 30, 2012, pp. 145-151, A. Ghaderi Hamidi, H. Arabi, S. Rastegari, “*A feasibility  
study of W-Cu composites production by high pressure compression of tungsten  
29          powder*”, International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 29, 2011, pp.  
123-127].**

31          Pentru obținerea unor performanțe superioare, este nevoie de procedee de obținere  
a materialelor compozite W-Cu de densitate înaltă, cu o dispersie omogenă a componentelor  
33          W și Cu. Prin urmare, microstructurile materialelor de contact au o influență importantă  
asupra caracteristicilor fizice, mecanice și funcționale ale contactelor electrice. În general,  
35          cerințele pentru contactele electrice, cum ar fi rezistența la eroziune, tendința scăzută la  
sudare, conductivitatea electrică și termică ridicată, sau duritatea mare pot fi îndeplinite  
37          numai dacă materialul de contact are o granulație fină și omogenă a microstructurii [**R. Grill,  
P. Kläusler, F. E. -H. Mueller, O. Schrott, H. Hauser -“WC /Ag Contact Materials with  
39          Improved Homogeneity”, RM 20, pag. 200-211].**

          Datorită diferențelor mari în ceea ce privește punctele de topire și densitățile Cu și  
41          W, și a faptului că sistemul W-Cu prezintă insolubilitate reciprocă sau solubilitatea neglijabilă,  
nu este posibilă obținerea unui material compozit W-Cu prin metalurgia clasică, bazată pe  
43          topire și turnare. Spre deosebire de metalurgia clasică, metalurgia pulberilor (MP) constă în  
obținerea metalelor și aliajelor plecând de la pulberi metalice, pe care le transformă în corpuri  
45          compacte sub influența presiunii și căldurii, lucrând însă și la temperaturi inferioare  
temperaturii de topire a metalului sau a aliajului de bază. Prin urmare, prin MP pot fi obținute  
47          pseudo-aliaje W-Cu (materiale mixte, compozite, care mențin caracteristicile individuale ale  
componentelor, Cu și W), satisfăcând astfel cerințele importante ale contactelor electrice.

# RO 129565 B1

Sunt cunoscute mai multe procedee de obținere ale materialelor compozite W-Cu:	1
- procedeu de obținere a materialelor W-Cu prin sinterizarea fără fază lichidă.	
Amestecul de pulberi de W și Cu în proporția corespunzătoare compoziției dorite este presat	3
în matrițe având configurația corespunzătoare produselor ce trebuie obținute și sinterizate,	
în hidrogen, la temperaturi inferioare temperaturii de topire a cuprului;	5
- procedeu de obținere a materialelor W-Cu prin sinterizarea cu fază lichidă: ca la	
procedeu de mai sus, cu deosebirea că sinterizarea lor are loc la temperaturi superioare	7
cele de topire a cuprului;	
- procedeu de obținere a materialelor W-Cu prin infiltrare, când un comprimat poros	9
din W, consolidat sau nu, în prealabil, printr-o sinterizare la temperaturi relativ joase (față de	
temperaturile obișnuite de sinterizare ale wolframului), este infiltrat cu cupru topit, în	11
atmosfera de hidrogen sau în vid, prin imersare în baie de cupru topit sau prin așezare	
peste/sub a unei pastile de cupru și încălzirea acestora peste temperatura de topire a	13
cuprului. Cuprul este absorbit în porii scheletului (comprimatului) de wolfram, prin fenomenul	
de capilaritate.	15
Procedeu prin sinterizarea fără fază lichidă permite obținerea oricărei compoziții	
(proporții W/Cu), dar prezintă dezavantajul că nu asigură compactizarea deplină (prezența	17
în produs a unei porozități remanente - în condiții optime, de minimum 2%). În plus, structura	
produsului constă în particule ale unui component, înglobate într-o matrice a celuilalt (în	19
funcție de proporția componentelor) - structură mai puțin favorabilă utilizării ca material de	
contact.	21
Comparativ cu procedeu prin sinterizare fără fază lichidă, procedeu prin sinterizare	
cu fază lichidă asigură densificări mai bune, însă prezintă dezavantajul că, din cauza	23
insolubilității reciproce a W și Cu și a unghiului mare de contact al Cu lichid pe W, sistemul	
W-Cu este dificil de sinterizat la densitate mare, chiar și prin sinterizare cu fază lichidă. De	25
asemenea, s-a demonstrat că, în timpul sinterizării cu fază lichidă, grăunții de wolfram suferă	
o creștere considerabilă, iar sinterizarea cu fază lichidă contribuie mai mult la creșterea	27
gradului de omogenitate decât la creșterea celui de densificare.	
Procedeu infiltrării este o metodă eficientă de a realiza pseudo-aliaje sau materiale	29
compozite, cum ar fi: Si/Cu, W/Cu, Cr/Cu, SiC/Al-Mg, AlN/Al-Cu, etc. [D. Gu, Y. Shen,"	
<b>Effects of processing parameters on consolidation and microstructure of W-Cu</b>	31
<b>components by DMLS", Journal of Alloys and Compounds, 473, 2009, pp. 107-115; X.</b>	
<b>H. Yang, P. Xiao, S. H. Liang, J. T. Zou and Z. K. Fan, "Alloying effect of Ni and Cr on</b>	33
<b>the wettability of copper on W substrate", Acta Metallurgica Sinica (English Letter),</b>	
<b>Vol. 21, No. 5, Oct. 2008, pp. 369-379; F. A. Khalid, M. R. Bhati -" Microstructure and</b>	35
<b>properties of liquid phase sintered tungsten alloys" - PM2 Tec'98, Las Vegas, USA,</b>	
<b>June 1998]. Acest procedeu se aplică, de obicei, pentru materialele compozite Cu-W cu 10</b>	37
<b>până la 40% g Cu și prezintă dezavantajul că nu poate fi aplicat pentru obținerea unui</b>	
<b>conținut mai mare de cupru, caz în care se utilizează un procedeu clasic de MP, când cele</b>	39
<b>două pulberi sunt amestecate, presate, sinterizate ulterior în fază solidă sau lichidă.</b>	
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unor contacte	41
electrice dintr-un material compozit W-Cu cu performanțe electrice îmbunătățite care pot fi	
utilizate în aparatura de comutație de joasă tensiune.	43
Procedeu conform invenției înlătură dezavantajele menționate la procedeele	
prezentate anterior, prin aceea că, în scopul obținerii unor contacte electrice cu compoziții	45
chimice cuprinse în intervalele 1,6...18% Cu, 0...19,7% Ag, 0,8...1,0% Ni și restul %W,	
pornește de la amestecuri de pulberi de wolfram de puritate 99,5% și dimensiuni de particule	47
< 32 μm, pulberi de cupru de puritate 99,7% și dimensiuni de particule < 45 μm și pulberi de	
nichel de puritate (99,9%) și dimensiuni de particule cuprinse în intervalul 3...7 μm, cu rol de	49

# RO 129565 B1

1 agent de sinterizare, care se omogenizează într-un amestecător, în condițiile utilizării unor  
bile din oțel austenitic cu diametrul de 5 mm în procesul de omogenizare, a unui raport de  
3 masă bile:pulbere de 1:1, viteza de rotație a tobei omogenizatorului de 40 rpm și durata de  
omogenizare de 8...10 h, după care amestecurile omogenizate se umectează cu 2...3%  
5 soluție apoasă de alcool polivinilic de concentrație 4% și se presează în calupi cu diametrul  
de 80 mm și înălțimea de 10...15 mm cu o presiune de 50...100 MPa, se concasează și se  
7 granulează prin sortarea pe site standardizate a fracțiilor granulometrice 125...425 μm, apoi  
pulberea granulată se presează la rece cu o presă hidraulică automată, la presiuni de  
9 compactare cuprinse în intervalul 200...300 MPa în scopul obținerii densității relative de  
65...70%, sub formă de semifabricate cilindrice cu diametrul de 17...30 mm și înălțimea de  
11 4...5 mm, se tratează termic printr-un proces de sinterizare-infiltrare cu table din Cu sau Ag,  
care sunt așezate sub semifabricatele compactate, într-un cuptor cu bandă continuă, la o  
13 viteză a benzii de 7 cm/min, în atmosferă de azot și amoniac cracat, la o temperatură de  
1100°C și, respectiv, 1150°C, pentru materialele de contact infiltrate cu Ag și, respectiv, Cu,  
15 și durata de infiltrare la fiecare temperatură de sinterizare de 0,5...1 h.

Prin aplicarea procedurii conform invenției, se obțin următoarele avantaje:

17 - realizarea contactelor pe bază de wolfram, utilizate pentru contactoare cu comutație  
în vid cu curenți nominali de 200 A, 315 A, 400 A și 630 A, care permite înlocuirea con-  
19 tactelor toxice din Ag-CdO utilizate în contactoare clasice de putere, cu funcționare în aer;

21 - procedeu eficient de obținere prin MP, care permite obținerea contactelor electrice  
din materiale compozite pe bază de wolfram și extinderea de la stadiul de microproducție la  
23 producție industrială, prin folosirea de utilaje automatizate cu mare productivitate (de  
exemplu, prese automate, cuptoare continue, etc.);

25 - materialul compozit pe bază de wolfram, obținut conform procedurii, oferă avanta-  
jele economiei de material prin obținerea formei și dimensiunilor dorite, eliminându-se pierde-  
27 rile de material prin prelucrările mecanice inerente compozitelor obținute prin celelalte  
metode;

29 - materialul compozit pe bază de wolfram, obținut conform procedurii, oferă  
avantajele economiei de energie datorită presiunii de compactare și temperaturii de  
tratament termic (sinterizare) scăzute;

31 - procedeu MP aplicat prin sinterizare-infiltrare, conform invenției, permite densificări  
mari (minimum 95%) și poate fi aplicat la compoziții bogate în wolfram (77,9...81%),  
33 putându-se obține structuri favorabile utilizării ca materiale de contact, care să nu prezinte  
defecte structurale sau particule izolate de wolfram, care ar putea fi ușor detașate de la  
35 suprafața de contact în timpul arcului, și nici aglomerări de cupru capabile să joace un rol  
slab în conducerea curentului și căldurii. În plus, porozitatea inițială mare (65...70%),  
37 intercomunicantă, a comprimatului de wolfram creează condițiile unei bune degazări în  
procesul infiltrării;

39 - introducerea unor cantități mici de Ni (0,8...1%), în scopul îmbunătățirii capacității  
de umectare a scheletului de wolfram de către cuprul lichid (având în vedere unghiul mare  
41 de contact al cuprului lichid pe wolfram, ceea ce face ca umectarea să nu fie perfectă, iar la  
limitele lor de interfață, să nu se poată obține o legătură metalurgică), precum și în scopul  
43 creșterii densității de sinterizare (15,05...15,75%) printr-un proces de sinterizare activat, și  
al creșterii performanțelor mecanice, cum este duritatea Vickers (212,7...260,9 HV).

45 Materialul obținut conform invenției, este un material compozit W-Cu-Ni-(Ag) care  
prezintă caracteristici fizice, electrice și mecanice comparabile cu ale materialelor de contact  
47 realizate pe plan internațional, pentru aparatura cu comutație în vid [**DODUCO, Material for  
High Voltage Applications Copper-Tungsten (W/Cu), Schunk Metall und Kundstoff,  
49 Contacts and Shunt Assemblies, Degussa-Elektrotechnik, Produktions-und  
Lieferprogramm Product Range, EH 34-1-3-295 Vol, Printed in Germany**].

# RO 129565 B1

- Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...5 și cu tabelul, care reprezintă:
- fig. 1, etapele fluxului tehnologic pentru obținerea materialelor compozite din sistemul W-Cu-Ni-(Ag), prin metoda metalurgiei pulberilor;
  - fig. 2, aspectul morfologic al pulberilor de wolfram înainte de omogenizarea mecanică;
  - fig. 3, aspectul morfologic al pulberilor de cupru înainte de omogenizarea mecanică;
  - fig. 4, aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni-Ag, compactat la 200 MPa, sinterizat la 1100°C și infiltrat cu Ag, în secțiune transversală și în stare neatacată;
  - fig. 5, aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni, compactat la 200 MPa, sinterizat la 1150°C și infiltrat cu Cu, în secțiune transversală și în stare neatacată.

## *Dozarea amestecurilor din pulberi elementale și parametrii procesului de omogenizare pentru realizarea materialelor de contact pe bază de wolfram*

Amestec de pulberi	Compoziție chimică amestec pulberi, % g			Cantitate amestec de pulberi	Parametrii procesului de omogenizare amestec pulberi
W-Cu-Ni	97	2	1	1000	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bile din oțel austenitic cu diametrul de 5 mm;</li> <li>- raportul bile/pulbere: 1:1;</li> <li>- viteza de rotație a tobei: 40 rpm;</li> <li>- durata de măcinare: 8...10 h</li> </ul>

Etapele principale de obținere a materialelor compozite conform invenției sunt prezentate în fig. 1.

Pentru obținerea materialelor de contact la compoziții chimice cuprinse în intervalele 1,6...18% Cu, 0...19,7% Ag, 0,8...1,0% Ni și restul %W, se utilizează următoarele materii prime:

- pulbere de wolfram, cu rol de matrice, de puritate 99,5%, dimensiuni granulometrice < 32 μm, densitate liber vărsată, în stare negranulată, de 3,785 g/cm<sup>3</sup>, aspect morfologic poligonal, fig. 2, densitate 19,3 g/cm<sup>3</sup>, punct de topire 3400°C, punct de fierbere 6000°C, microduritate Vickers 450 HV, conductivitate termică 167 W/K · m, conductivitate electrică 18 m/Ω · mm<sup>2</sup>;

- Cu sub formă de tablă electrolitică de puritate 99,97% și grosime 0,8...1 mm, pentru procesul de infiltrare, și Cu sub formă de pulbere, cu rol de element de aliere, de puritate 99,7%, dimensiuni granulometrice < 45 μm, densitate liber vărsată, în stare negranulată, de 1,698 g/cm<sup>3</sup>, aspect morfologic dendritic, fig. 3, densitate 8,96 g/cm<sup>3</sup>, punct de topire 1083°C, punct de fierbere 2300°C, microduritate Vickers 100 HV, conductivitate termică 394 W/K · m, conductivitate electrică 58 m/Ω · mm<sup>2</sup>;

- pulbere de Ni, cu rol de agent de sinterizare, de puritate 99,9% și dimensiuni granulometrice cuprinse în intervalul 3...7 μm, densitate 8,908 g/cm<sup>3</sup>, punct de topire 1453°C, punct de fierbere 2730°C, microduritate Vickers 200 HV, conductivitate termică 92 W/K · m, conductivitate electrică 14 m/Ω · mm<sup>2</sup>;

- table din Ag pentru procesul de infiltrare, de puritate 99,98% și grosime 0,8...1 mm, densitate 10,5 g/cm<sup>3</sup>, punct de topire 961°C, punct de fierbere 2200°C, microduritate Vickers 80 HV, conductivitate termică 419 W/K · m, conductivitate electrică 62 m/Ω · mm<sup>2</sup>.

# RO 129565 B1

1 Aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni-Ag, compactat la 200 MPa,  
2 sinterizat la 1100°C și infiltrat cu Ag, în secțiune transversală și în stare neatacată, este  
3 prezentat în fig. 4, iar aspectul microstructural al materialului compozit W-Cu-Ni, compactat  
4 la 200 MPa, sinterizat la 1150°C și infiltrat cu Cu, în secțiune transversală și în stare  
5 neatacată, este prezentat în fig. 5.

6 Materialele de contact realizate, conform invenției, au microstructuri omogene, cu  
7 matricea constituită din particule uniform distribuite de wolfram și nichel, rețele din argint,  
8 cupru sau din aliaj AgCu, uniform distribuite, care determină creșterea legăturii W-W și, în  
9 consecință, creșterea densității (15,05...15,75 g/cm<sup>3</sup>), a rezistivității electrice (3,77...  
10 6,15 μΩ · cm) și a durtății Vickers (212,7...260,9 HV).

## 11 Exemplit 1

12 Pentru obținerea unui lot de contacte electrice de tip W-Cu-Ni-Ag cu compoziția  
13 chimică 1,6% Cu, 17,9% Ag, 0,8% Ni și restul W, se pornește de la un amestec de pulberi  
14 W-Cu-Ni, care se dozează conform compoziției chimice din tabel, se amestecă și se  
15 omogenizează mecanic într-un amestecător cu bile din oțel austenitic cu diametrul de 5 mm,  
16 la un raport de masă bile:pulbere de 1:1, viteza de rotație a tobei omogenizatorului de 40 rpm  
17 și durata de omogenizare de 8 h, după care amestecurile omogenizate se umectează cu 3%  
18 soluție apoasă de alcool polivinilic de concentrație 4% în apă distilată și se presează în  
19 calupi cu diametrul de 80 mm și înălțimea de 10...15 mm, cu o presiune de 100 MPa, se  
20 concasează și se granulează prin sortarea pe site standardizate a fracțiilor granulometrice  
21 125...425 μm, apoi pulberea granulată se presează la rece, la presiunea de compactare  
22 200 MPa, în scopul obținerii densității relative de 65%, sub formă de semifabricate cilindrice  
23 cu diametrul de 17 mm și înălțimea de 4...5 mm, se tratează termic printr-un proces de  
24 sinterizare-infiltrare cu tablă din Ag, de grosime 0,8 mm, care se așază sub semifabricatele  
25 compactate, într-un cuptor cu bandă continuă, la o viteză a benzii de 7 cm/min, în atmosferă  
26 de azot și amoniac cracat, la o temperatură de 1100°C și durata de infiltrare la temperatura  
27 de sinterizare de 1 h.

28 Contactele obținute au gradul de compactizare de minimum 96,8%, duritatea Vickers  
29 de minimum 239 HV și rezistivitate electrică de maximum 3,77 μΩ · cm.

## 30 Exemplit 2

31 Pentru obținerea unui lot de contacte electrice de tip W-Cu-Ni cu compoziția chimică  
32 18% Cu, 1 % Ni și restul W, se pornește de la un amestec de pulberi W-Cu-Ni, care se  
33 dozează conform compoziției chimice din tabel, se amestecă și se omogenizează mecanic  
34 într-un amestecător cu bile din oțel austenitic cu diametrul de 5 mm, la un raport de masă  
35 bile:pulbere de 1:1, viteza de rotație a tobei omogenizatorului de 40 rpm și durata de  
36 omogenizare de 8 h, după care amestecurile omogenizate se umectează cu 3% soluție  
37 apoasă de alcool polivinilic de concentrație 4% în apă distilată și se presează în calupi cu  
38 diametrul de 80 mm și înălțimea de 10...15 mm, cu o presiune de 100 MPa, se concasează  
39 și se granulează prin sortarea pe site standardizate a fracțiilor granulometrice 125...425 μm,  
40 apoi pulberea granulată se presează la rece, la presiunea de compactare 200 MPa, în scopul  
41 obținerii densității relative de 66%, sub formă de semifabricate cilindrice cu diametrul de  
42 17 mm și înălțimea de 4...5 mm, se tratează termic printr-un proces de sinterizare-infiltrare  
43 cu tablă din Cu, de grosime 1 mm, care se așază sub semifabricatele compactate, într-un  
44 cuptor cu bandă continuă, la o viteză a benzii de 7 cm/min, în atmosferă de azot și amoniac  
45 cracat, la o temperatură de 1150°C și durata de infiltrare la temperatura de sinterizare de 1 h.

46 Contactele obținute au gradul de compactizare de minimum 95,25%, duritatea  
47 Vickers de minimum 261 HV și rezistivitate electrică de maximum 6,15 μΩ · cm.

# RO 129565 B1

## Revendicări

1. Procedeu de obținere a contactelor electrice pe bază de wolfram, prin formarea unui schelet poros de W-Cu-Ni prin amestecarea mecanică a pulberilor, presare, granulare și sinterizare în atmosferă reducătoare, **caracterizat prin aceea că** se amestecă pulberi de wolfram de puritate 99,5%, cu particule de dimensiune  $< 32 \mu\text{m}$ , pulberi de cupru de puritate 99,7%, cu particule de dimensiune  $< 45 \mu\text{m}$ , și pulberi de nichel de puritate 99,7%, cu dimensiuni de particule cuprinse în intervalul  $3...7 \mu\text{m}$ , cu rol de agent de sinterizare, care se omogenizează într-un amestecător cu bile, la un raport de masă bile:pulbere de 1:1, timp de 8...10 h, se umectează cu 2...3% soluție apoasă de alcool polivinilic de concentrație 4%, se presează în calupi cu diametrul de 80 mm și înălțimea de 10...15 mm, cu o presiune de 50...100 MPa, se concasează, se granulează prin sortare pe site la fracții granulometrice de 125...425  $\mu\text{m}$ , apoi pulberea se presează la rece, la presiuni de compactare cuprinse în intervalul 200...300 MPa, se tratează termic printr-un proces de sinterizare-infiltrare cu table din Cu sau Ag, într-un cuptor cu bandă continuă, în atmosferă de azot și amoniac cracat, la o temperatură cuprinsă între 1100...1150°C, cu o durată de infiltrare 0,5...1 h, rezultând un material compozit. 17
2. Procedeu de obținere a contactelor electrice conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** presarea la rece are ca scop obținerea de semifabricate cilindrice cu diametrul de 17...30 mm, cu o densitate relativă de 65...70% și o înălțime de 4...5 mm. 19
3. Procedeu de obținere a contactelor electrice conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** materialul compozit obținut are o microstructură omogenă, cu o matrice constituită din particule uniform distribuite de wolfram și nichel, rețele de argint, cupru sau din aliaj AgCu, care determină creșterea legăturii W-W, creșterea densității la 15,05...15,75  $\text{g}/\text{cm}^3$ , a rezistivității electrice 3,77...6,15  $\mu\Omega \cdot \text{cm}$  și a durtății Vickers de 213...261 HV. 25

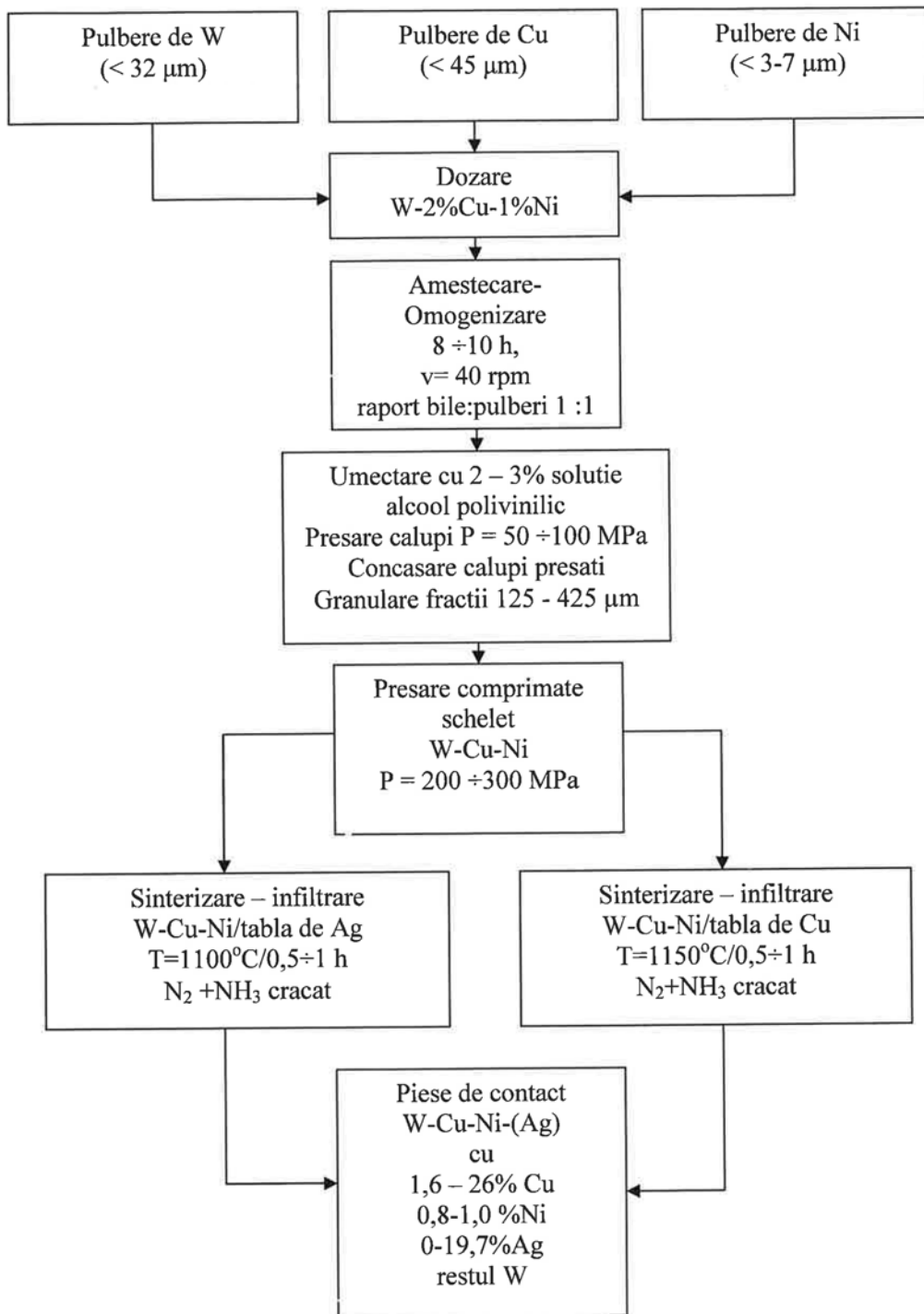


Fig. 1



(51) Int.Cl.

H01H 1/02 (2006.01);

H01B 13/00 (2006.01)

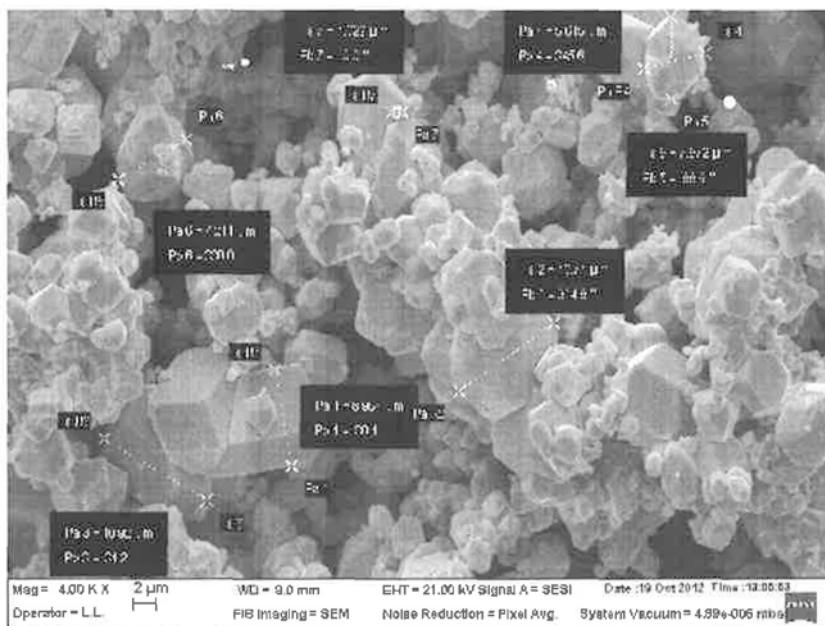


Fig. 2

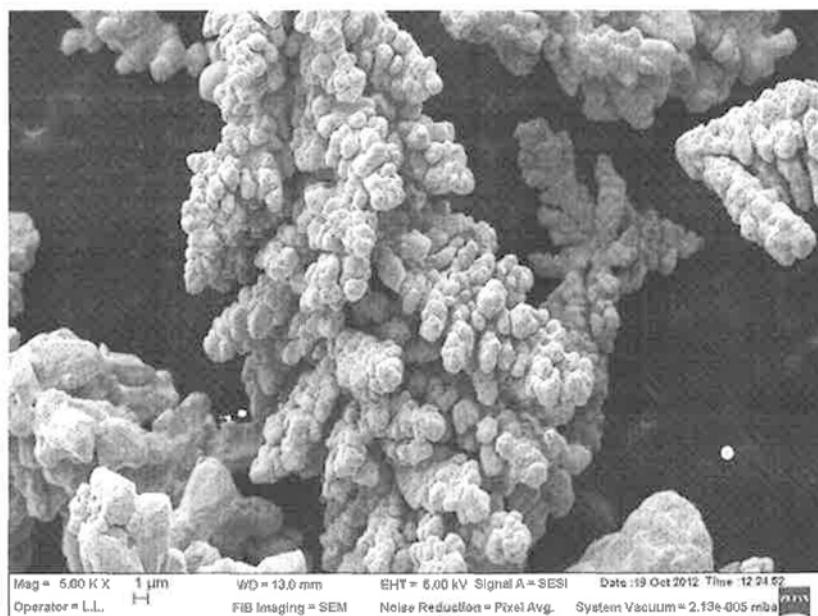


Fig. 3

(51) Int.Cl.

*H01H 1/02* (2006.01),

*H01B 13/00* (2006.01)

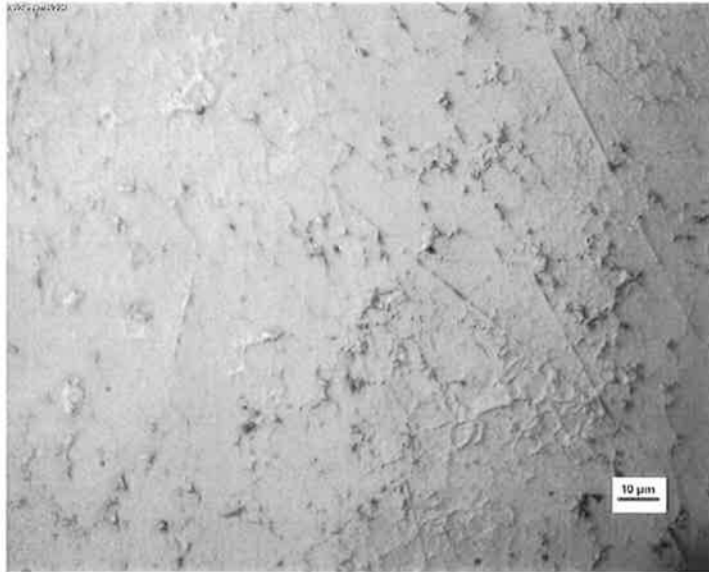


Fig. 4

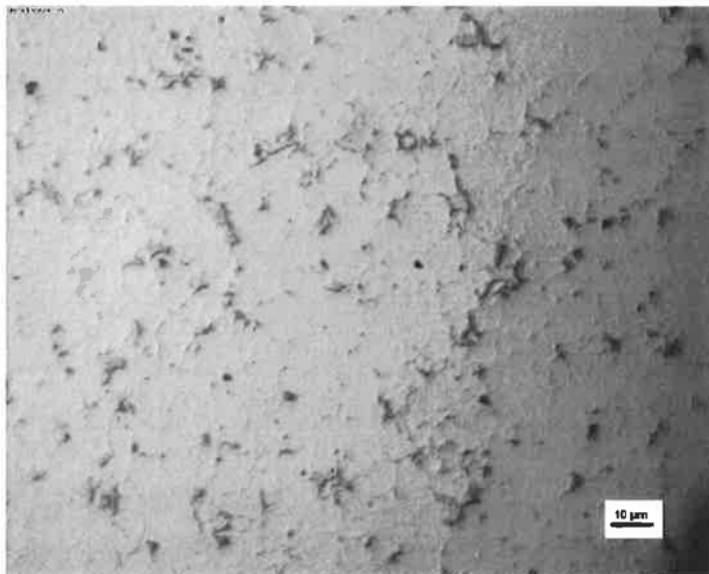


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 504/2017