



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00098**

(22) Data de depozit: **06.02.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.07.2013** BOPI nr. **7/2013**

(41) Data publicării cererii:
28.08.2009 BOPI nr. **8/2009**

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

(72) Inventatori:

• **GAVRILIU ȘTEFANIA MARIA,
ALEEA TIMIȘUL DE JOS NR.7, BL.A26,
SC.C, ET.2, AP.37, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **LUNGU MAGDALENA-VALENTINA,
BD.IULIU MANIU NR.65, BL.7P, SC.7, ET.2,
AP.211, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 5486222; US 5207842; US 5798468

(54) **AMESTECURI DE PULBERI DIN ARGINT-OXIZI METALICI
PENTRU MATERIALE CONDUCTOARE, ȘI PROCEDU DE
OBTINERE A ACESTORA**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la amestecuri de pulberi din argint-oxizi metalici, utilizate la obținerea de piese de contact electric, pentru aparate de comutație de joasă tensiune, și la un procedeu de obținere a acestora. Amestecul de pulberi, conform invenției, este constituit, într-o formă de realizare, din pulberi de SnO₂, CuO și/sau Bi₂O₃,

sau, într-o altă formă de realizare, din pulberi de ZnO, numitele pulberi oxidice fiind acoperite cu un strat de nanoparticule de Ag și distribuite fin și uniform într-o matrice continuă de Ag microcristalin.

Revendicări: 2



RO 123550 B1

1 Invenția se referă la amestecuri de pulberi din argint-oxizi metalici, pentru materiale
2 conductoare de tip Ag-MeO (MeO = ZnO sau SnO₂) nedopate, respectiv, dopate cu CuO
3 și/sau Bi₂O₃, cu compresibilitate și capacitate de sinterizare îmbunătățite, prin proiectarea
4 unor microstructuri speciale, în care oxizii metalici, acoperiți chimic cu nanoparticule de Ag,
5 sunt uniform și fin dispersați într-o matrice continuă de Ag microcristalin, precum și la un
6 procedeu de obținere a acestora, utilizate la obținerea de piese de contact electric cu
7 proprietăți funcționale superioare, destinate echipării aparatelor de comutație de joasă
8 tensiune care lucrează în condiții dure de exploatare.

9 Este cunoscut faptul că, pentru realizarea unor materiale de contact sinterizate Ag-
10 MeO, cu caracteristici funcționale superioare, se impune realizarea unor microstructuri în
11 care porozitatea este redusă la minimum, volumul de pori remanenți este uniform distribuit
12 în masa materialului, iar componentele oxidice sunt uniform și fin dispersate în matricea de
13 Ag.

14 Matricea de Ag asigură conducția curentului, transferul termic și maleabilitatea
15 materialului, iar oxizii metalici asigură stingerea arcului format de curenții de scurtcircuit,
16 rezistența la eroziune și sudarea pieselor de contact în arc electric.

17 În materialele de contact pe bază de Ag-SnO₂, conținutul de SnO₂ este cuprins în
18 intervalul 6...12%, conținutul de dopanți este cuprins în intervalul 0,3...0,8%, iar restul este
19 Ag.

20 În materialele de contact pe bază de Ag-ZnO, conținutul de ZnO este cuprins în
21 intervalul 6...10%.

22 De asemenea, este cunoscut faptul că, în aglomeratele de particule oxidice, se
23 dezvoltă forțe mari, la frecarea intergranulară care are loc în procesele de deformare
24 plastică. Prezența acestor aglomerate în materialele sinterizate Ag-MeO conduce la
25 creșterea fragilității și deci la scăderea prelucrabilității în procesele de extrudare și laminare,
26 care, după cum se știe, decurg prin etapele de dislocare, deplasare și deformare a
27 granulelor, și, în final, de curgere a materialului sub formă de sârme sau benzi.

28 Din ultimele studii efectuate asupra Ag aflat sub formă de nanoparticule, s-a constatat
29 că, alături de proprietățile optice, termocatalitice, fotocatalitice, antibacteriene și antifungice
30 deosebite, acesta prezintă caracteristici de sinterizare cu totul excepționale. Astfel, la
31 nanopulberile de Ag, procesul de sinterizare începe la 150°C, în timp ce la pulberile de Ag
32 chiar foarte fine, de ordin micronic, acest proces începe de la 650...700°C. Fenomenul este
33 explicabil prin numărul mult mai mare de atomi de interfață aflați în nanoparticule, față de cei
34 aflați în particulele mai mari. Acești atomi sunt de fapt participanții în procesele de difuzie,
35 de transfer de masă și de topire. Raportul dintre numărul acestor atomi și atomii interiori
36 crește foarte mult cu scăderea dimensiunii nanoparticulei, astfel încât este de așteptat
37 găsirea unei dependențe vizibile a temperaturii de topire față de diametru. Ca urmare,
38 contractia volumică, realizată la sinterizarea, la 200°C, a nanopulberilor de Ag protejate de
39 agenții de stabilizare folosiți la sinteză, este de 30%, în timp ce, la pulberile microcristaline
40 de Ag, procesul nici măcar nu este inițiat.

41 În tehnologiile de obținere a pieselor de contact Ag-ZnO și Ag-SnO₂ nedopate,
42 sinterizarea presatelor din amestecuri mecanice de pulberi grobe se realizează la 920°C, fără
43 o contracție semnificativă.

44 Sinterizarea presatelor din amestecuri mecanice de pulberi de Ag, preparate chimic
45 sau electrochimic cu MeO, de tip Ag-SnO₂, dopate cu CuO și/sau Bi₂O₃, se realizează la
46 900°C, cu contracții volumice mai mici de 5%.

RO 123550 B1

Procedeele de obținere a amestecurilor de pulberi Ag-MeO pentru materiale de contact electric cunoscute până în prezent sunt:	1
- amestecarea mecanică, pe cale uscată sau umedă, cu sau fără dopanți;	3
- oxidarea internă a pulberilor de aliaje AgMe, de cele mai multe ori dopate;	
- coprecipitarea chimică;	5
- precipitarea Ag <i>in situ</i> , la amestecarea pe cale umedă.	
La amestecarea mecanică, pulberile ultrafine de ordin nanoscalar și micronic manifestă o tendință marcantă de aglomerare, iar de cele mai multe ori, gradul de dispersie a pulberilor inițiale nu se regăsește în microstructura materialului final.	7 9
Oxidarea internă a pulberilor de aliaje AgMe este aplicabilă cu succes, numai la obținerea amestecurilor de pulberi Ag-CdO, iar la celelalte compoziții de tip Ag-SnO ₂ sau Ag-ZnO, se obțin neomogenități microstructurale, datorită formării unor straturi de oxizi metalici, compacte și impermeabile înaintării frontului de oxidare în masa granulelor.	11 13
Metoda de coprecipitare chimică se aplică cu succes, doar la pulberile Ag-CdO și Ag-ZnO.	15
Metoda de precipitare <i>in situ</i> a Ag se aplică la amestecarea pe cale umedă în tehnologiile de obținere a pulberilor Ag-SnO ₂ .	17
Ambele metode, de coprecipitare chimică și de precipitare <i>in situ</i> a Ag, conduc la amestecuri de pulberi uniform și fin dispersate, dar dimensiunile acestora se situează în domeniul micronic și parțial submicronic, dar nu nanoscalar.	19
Sunt cunoscute procedee de acoperire cu nanoparticule de Ag a unor oxizi metalici de tip SnO ₂ sau ZnO, respectiv, a pulberilor micronice de Ag, dar nu și procedee de obținere a tipurilor de amestecuri de pulberi proiectate în prezenta invenției.	21 23
Procedeul de acoperire a SnO ₂ sau ZnO cu nanoparticule de Ag constă în imersarea suporturilor oxidice în soluții de AgNO ₃ , uscarea acestora și descompunerea termică a AgNO ₃ la 450°C. Prin această metodă, nu se pot obține particule cu dimensiuni controlabile și cu atât mai puțin cele de ordin nanometric. În plus, procedeul nu este ecologic, deoarece la descompunerea prin calcinare a AgNO ₃ , se produc vapori toxici, de NO și NO ₂ .	25 27
Procedeul de acoperire a pulberilor micronice de Ag [19] constă în aducerea acestora în contact cu o soluție care conține un complex de Ag obținut din AgNO ₃ și K ₂ SO ₃ sau o sare de amoniu, urmată de adăugarea unui agent reducător, cum ar fi hidrazina, hidrochinona, formalina sau acidul hipofosforic. Acest procedeu prezintă dezavantajele că este foarte laborios, folosește reactivi scumpi și neecologici. Brevetul prezintă și o altă metodă de depunere a nanoparticulelor de Ag, prin adăugare de AgNO ₃ și KOH sau NaOH într-un șlam de pulbere de Ag microcristalin, aflat sub agitare, când se formează o fază intermediară de Ag ₂ O. După aceea, precipitatul obținut se spală, se iriază cu raze UV și se usucă. Ambele procedee prezintă dezavantajele obținerii unor nanoparticule cu dimensiuni dificil de controlat la nivel nanoscalar, atât în faza de sinteză a Ag ₂ O, cât și în faza de iradiere a acestuia, precum și realizarea unei aderențe slabe a nanoparticulelor de Ag la particulele de Ag microcristalin. Ca urmare, la spălarea precipitatului, se realizează pierderi importante de nanoparticule de Ag, prin trecerea acestora în filtrat. Acest procedeu conduce la un randament scăzut de sinteză și dificultăți majore în obținerea unor compoziții controlabile în ceea ce privește raportul nanoparticule de Ag/particule microcristaline de Ag.	29 31 33 35 37 39 41 43
Problema pe care o rezolvă invenția constă în găsirea unui procedeu chimic ieftin, eficient, ecologic și ușor realizabil din punct de vedere al controlului dimensional și compozițional, în vederea obținerii unor pulberi de tip Ag-MeO cu compresibilitate și capacitate de sinterizare îmbunătățite, prin realizarea unor microstructuri speciale, în care oxizii metalici, aduși într-o stare de dispersie avansată prin ultrasonare, sunt acoperiți cu un	45 47

RO 123550 B1

1 strat reprezentând 45...75% (% gravimetrice) de nanoparticule de Ag și apoi dispersați, pe
cale umedă, într-o matrice continuă de particule de Ag microcristalin, obținute prin metode
3 uzuale, cum ar fi electroliza sau sinteza chimică.

Procedeele conform invenției înlătură dezavantajele menționate la procedeele
5 prezentate anterior, prin aceea că acesta constă în dispersarea pulberilor de oxid metalic,
cu diametrul mediu de 0,5...1 μm, în apă, prin ultrasonare, încălzirea suspensiei la 70...80°C,
7 sub agitare energetică, adăugarea unei soluții de AgNO₃ cu o concentrație cuprinsă în
intervalul 1...5 mM, a unei soluții de 0,1...1% polivinil pirolidonă (PVP), ca agent de
9 stabilizare sterică, și apoi a unei soluții de C₆H₅O₇Na₃ cu o concentrație de 1...5%, la un
raport molar C₆H₅O₇Na₃:AgNO₃ de 2:1, iar după terminarea reacției de formare a germenilor
11 nanocristalini de Ag pe suportul de oxizi, amestecul se menține sub încălzire încă
10...15 min, apoi se răcește rapid până la 4°C, într-o baie de apă cu gheață, și, în final, se
13 adaugă o soluție 0,15% borohidruă de sodiu (NaBH₄) la un raport molar AgNO₃:NaBH₄ de
1:1; după terminarea formării nanoparticulelor de Ag pe suportul de oxizi, precipitatul depus
15 este separat de supernatant, spălat prin decantare și diluat cu apă distilată, până la
obținerea unei suspensii cu un conținut de 10...20% solid, la suspensia astfel obținută,
17 adăugându-se o suspensie apoasă, cu un conținut de 20% pulbere de Ag microcristalin cu
diametrul mediu, $d_{FSSS} = 3...4 \mu\text{m}$, amestecul rezultat se menține sub agitare energetică, timp
19 de 15...30 min, se separă prin filtrare și se usucă, în vid, la 70°C.

În scopul obținerii unor amestecuri de pulberi Ag-MeO, care constau din 6...12%
21 SnO₂, 0,3...0,8% CuO și/sau Bi₂O₃ 1...46% nanoparticule de Ag, restul % de Ag
microcristalin, respectiv, 6...10% ZnO, 1...71% nanoparticule de Ag, restul % de Ag
23 microcristalin, se pornește de la pulberi oxidice cu diametrul mediu de 0,5...1 μm, care se
dispersează în apă deionizată prin ultrasonare; în suspensia aflată sub agitare și încălzită
25 la 70...80°C, se adaugă o soluție de AgNO₃ cu o concentrație cuprinsă în intervalul 1...5 mM,
o soluție de 0,1...1% polivinil pirolidonă (PVP), ca agent de stabilizare sterică, și apoi o
27 soluție de C₆H₅O₇Na₃ (citrăt trisodic) cu o concentrație de 1...5%, în raport molar
C₆H₅O₇Na₃:AgNO₃ de 2:1; după terminarea adăugării soluției de citrat de sodiu și schimbarea
29 culorii în galben pal până la brun roșcat, amestecul se menține sub încălzire încă
10...15 min, se răcește rapid până la 4°C, într-o baie de apă cu gheață, și, în final, se adaugă
31 o soluție 0,15% borohidruă de sodiu (NaBH₄) în raport molar AgNO₃:NaBH₄ de 1:1; după
terminarea depunerii nanoparticulelor de Ag pe suportul de oxizi, precipitatul se separă de
33 supernatant, se spală prin decantare și se diluează cu apă deionizată, până la obținerea unei
suspensii cu un conținut de 10...20% solid; la aceasta se adaugă o suspensie apoasă cu un
35 conținut de 20% pulberi de Ag microcristaline cu diametrul mediu, $d_{FSSS} = 3...4 \mu\text{m}$,
dispersate prin ultrasonare, după care se menține sub agitare energetică timp de 15...30 min;
37 amestecul de pulberi se separă prin filtrare, se usucă în vid și se procesează în continuare,
prin tehnici specifice metalurgiei pulberilor, în vederea obținerii materialelor de contact
39 electric, și anume, granulare, presare la 150...300 MPa, sinterizare în aer la 750...850°C, cu
o viteză de creștere a temperaturii de 4...5°C/min, și prelucrare la forma și dimensiunile dorite
41 prin represare la 700...900 MPa, respectiv, prin extrudare cu 650...800 MPa, la o
temperatură de 230°C.

Din aceste amestecuri de pulberi, se obțin piese de contact cu un grad de
43 compactizare de minimum 96%, cu o duritate de minimum 85 HV în stare moale, o
45 rezistivitate de maximum 2,4 μΩ·cm și o microstructură constând într-o matrice continuă de
Ag în care particulele oxidice cu un grad foarte avansat de dispersie sunt uniform distribuite.
47 În condiții de funcționare, în aparatele de comutație de joasă tensiune de curenți nominali
 $I_n = 40...630 \text{ A}$, piesele de contact prezintă o bună capacitate de stingere a arcului, rezistență
49 ridicată la eroziunea electrică și la sudarea în arc, precum și o încălzire normală, conform
standardelor aflate în vigoare.

RO 123550 B1

Procedeele conform invenției prezintă următoarele avantaje:	1
- permite obținerea unor noi tipuri de amestecuri de pulberi Ag-MeO, cu microstructuri proiectate și realizate astfel încât oxizii metalici acoperiți chimic cu un strat de nanoparticule de Ag sunt uniform și fin distribuiți într-o matrice continuă de Ag microcristalin;	3
- permite obținerea unor amestecuri de pulberi cu presabilitate și capacitate de sinterizare îmbunătățite (contractii volumice până la 10%), care, la rândul lor, conduc la piese de contact cu proprietăți fizico-mecanice și funcționale superioare;	5
- este aplicabil la scară mare, pentru orice compoziție a materialului de contact final;	7
- are o mare eficiență, deoarece folosește materii prime ieftine și consumuri energetice reduse;	9
- folosește procesări facile și utilaje comune din chimia anorganică și metalurgia pulberilor;	11
- se realizează randamente ridicate la prelucrare, pe toate fazele procesului. Astfel, randamentele de depunere a nanoparticulelor de Ag pe particulele oxidice sunt de minimum 98%;	13
- reproductibilitate din punct de vedere al compoziției chimice și a caracteristicilor fizico-mecanice și funcționale ale amestecurilor de pulberi și ale contactelor electrice sinterizate din acestea.	15
Se prezintă, în continuare, trei exemple de realizare a invenției.	19
Exemplul 1. Pentru obținerea a 200 piese de contact pentru contactoare electromagnetice de $I_n = 40$ A, la care sunt necesare 100 g de amestec de pulberi Ag-SnO ₂ -CuO-Bi ₂ O ₃ , cu compoziția 85,4% Ag microcristalin, 4,6% Ag nanocristalin, 9,3% SnO ₂ , 0,2% CuO și 0,5% Bi ₂ O ₃ , se pornește de la un șlam format din 9,3 g SnO ₂ cu $d_{FSSS} = 1$ μm, 0,2 g CuO cu $d_{FSSS} = 0,45$ μm, 0,5 g Bi ₂ O ₃ cu $d_{FSSS} = 1$ μm și 0,1 l apă deionizată, care este ultrasonat 30 min. La acesta, se adaugă, în picături, sub agitare energetică, 8,525 l soluție 5 mM AgNO ₃ , 0,5 l soluție 5% citrat de sodiu și 0,5 l soluție 1% PVP. Suspensia se încălzește la 80°C, se menține la această temperatură 10 min, sub agitare, pentru formarea germenilor nanocristalini de Ag și apoi se răcește rapid până la 4°C, într-o baie de apă cu gheață. Apoi, se adaugă, în picături, 1,07 l soluție 0,15% NaBH ₄ . Precipitatul depus se separă de supernatant, se spală prin decantare și se diluează cu 0,03 l apă deionizată. Acesta se adaugă la o suspensie conținând 85,4 g pulbere de Ag microcristalin cu $d_{FSSS} = 3,5$ μm, dispersată prin ultrasonare în 0,4 l apă deionizată și se agită energic timp de 20 min. Amestecul se separă prin filtrare, se usucă în vid la 70°C și se procesează în continuare prin tehnici specifice metalurgiei pulberilor, în vederea obținerii pieselor de contact. În acest scop, se efectuează granularea amestecului de pulberi, presarea la 300 MPa în dublu strat, sinterizarea în aer la 800°C, cu o viteză de creștere a temperaturii de 4°C/min și prelucrarea la forma și dimensiunile dorite, prin represare la 800 MPa. Contractia după sinterizare este de 8,5%.	21
Piesele de contact finale au un grad de compactizare de 96,8%, o duritate de 92 HV, o rezistivitate de 2,24 μΩ·cm și o microstructură constând într-o matrice continuă de Ag, în care particulele oxidice cu un grad foarte avansat de dispersie sunt uniform distribuite.	23
Exemplul 2. Pentru obținerea a 100 piese de contact pentru contactoare electromagnetice de $I_n = 63$ A, la care sunt necesare 100 g de amestec de pulberi Ag-SnO ₂ -CuO-Bi ₂ O ₃ cu compoziția 83,4% Ag microcristalin, 6,6% Ag nanocristalin, 9,3% SnO ₂ , 0,5% CuO și 0,2% Bi ₂ O ₃ , se pornește de la un șlam format din 9,3 g SnO ₂ cu $d_{FSSS} = 0,5$ μm, 0,5 g CuO cu $d_{FSSS} = 0,45$ μm, 0,2 g Bi ₂ O ₃ cu $d_{FSSS} = 0,5$ μm și 0,1 l apă deionizată, care este ultrasonat 30 min. La acesta, se adaugă, în picături, sub agitare energetică, 24,48 l soluție 2,5 mM AgNO ₃ , 1,8 l soluție 2% de citrat de sodiu și 1,5 l soluție 1% PVP.	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 123550 B1

1 Suspensia se încălzește la 80°C, se menține la această temperatură 10 min, sub agitare,
2 pentru formarea germenilor de nanocristalite de Ag și apoi se răcește rapid până la 4°C, într-
3 o baie de apă cu gheață. Apoi, se adaugă, în picături, 1,5 l soluție 0,15% NaBH₄. Precipitatul
4 depus se separă de supernatant, se spală prin decantare și se diluează cu 0,08 l apă
5 deionizată. Acesta se adaugă la o suspensie conținând 83,4 g pulbere de Ag microcristalin
6 cu $d_{FSSS} = 4 \mu\text{m}$, dispersată prin ultrasonare în 0,4 l apă deionizată și se agită energic, timp
7 de 30 min. Amestecul se separă prin filtrare, se usucă în vid la 70°C și se procesează în
8 continuare prin tehnici specifice metalurgiei pulberilor: granulara amestecului de pulberi,
9 presarea la 300 MPa în dublu strat, sinterizarea în aer la 750°C, cu o viteză de creștere a
10 temperaturii de 5°C/min și prelucrarea la forma și dimensiunile dorite prin represare la 800
11 MPa. Contractia după sinterizare este de 9,2%.

12 Piesele de contact finale au un grad de compactizare de 96,7%, o duritate de 95 HV,
13 o rezistivitate de 2,28 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ și o microstructură constând într-o matrice continuă de Ag, în
14 care particulele oxidice cu un grad foarte avansat de dispersie sunt uniform distribuite.

15 **Exemplul 3.** Pentru obținerea a 100 piese de contact pentru contactoare
16 electromagnetice de $I_n = 125 \text{ A}$, la care sunt necesare 150 g de amestec de pulberi Ag-ZnO,
17 cu compoziția 82,9% Ag microcristalin, 7,1% Ag nanocristalin și 10% ZnO, se pornește de
18 la un șlam format din 15 g ZnO cu $d_{FSSS} = 0,5 \mu\text{m}$, și 0,1 l apă deionizată, care este ultrasonat
19 30 min. La acesta, se adaugă, în picături, sub agitare energică, 24,68 l soluție 4 mM AgNO₃,
20 1,935 l soluție 3% de citrat de sodiu și 1,5 l soluție 1% PVP. Suspensia se încălzește la
21 80°C, se menține la această temperatură 10 min, sub agitare, pentru formarea germenilor
22 de nanocristalite de Ag și apoi se răcește rapid până la 4°C, într-o baie de apă cu gheață.
23 Apoi, se adaugă, în picături, 2,5 l soluție 0,15% NaBH₄. Precipitatul depus se separă de
24 supernatant, se spală prin decantare și se diluează cu 0,09 l apă deionizată. Acesta se
25 adaugă la o suspensie conținând 124,35 g pulbere de Ag microcristalin cu $d_{FSSS} = 4 \mu\text{m}$,
26 dispersată prin ultrasonare în 1,25 l apă deionizată și se agită energic, timp de 30 min.
27 Amestecul se separă prin filtrare, se usucă în vid la 70°C și se procesează în continuare prin
28 tehnici specifice metalurgiei pulberilor: granulara amestecului de pulberi, presarea la 300
29 MPa în dublu strat, sinterizarea în aer la 800°C, cu o viteză de creștere a temperaturii de
30 4°C/min și prelucrarea la forma și dimensiunile dorite, prin represare la 900 MPa. Contractia
31 după sinterizare este de 10%.

32 Piesele de contact finale au un grad de compactizare de 96,8%, o duritate de 87 HV,
33 o rezistivitate de 2,38 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ și o microstructură constând într-o matrice continuă de Ag în
care particulele oxidice cu un grad foarte avansat de dispersie sunt uniform distribuite.

1. Amestecuri din pulberi de tip Ag-MeO, pentru materiale conducătoare, în care MeO este ZnO sau SnO₂, nedopate, respectiv, dopate cu CuO și/sau Bi₂O₃, **caracterizate prin aceea că** au următoarea compoziție: 6...12% SnO₂, 0,3...0,8% CuO și/sau Bi₂O₃ 1...46% nanoparticule de Ag, restul până la 100% Ag microcristalin, respectiv, 6...10% ZnO, 1...71% nanoparticule de Ag, restul până la 100% Ag microcristalin, amestecurile fiind utilizate pentru obținerea microstructurii în care oxizii metalici acoperiți chimic cu un strat de nanoparticule de Ag sunt uniform și fin dispersați într-o matrice continuă de Ag microcristalin.

2. Procedeu de obținere de amestecurilor definite în revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** acesta constă în dispersarea pulberilor de oxid metalic, cu diametrul mediu de 0,5...1 μm, în apă, prin ultrasonare, încălzirea suspensiei la 70...80°C, sub agitare energetică, adăugarea unei soluții de AgNO₃, cu o concentrație cuprinsă în intervalul 1...5 mM, a unei soluții de 0,1...1% polivinil pirolidonă (PVP), ca agent de stabilizare sterică, și apoi a unei soluții de C₆H₅O₇Na₃ cu o concentrație de 1...5%, la un raport molar C₆H₅O₇Na₃:AgNO₃ de 2:1, iar după terminarea reacției de formare a germenilor nanocristalini de Ag pe suportul de oxizi, amestecul se menține sub încălzire încă 10...15 min, apoi se răcește rapid până la 4°C, într-o baie de apă cu gheață, și, în final, se adaugă o soluție 0,15% borohidruură de sodiu (NaBH₄) la un raport molar AgNO₃:NaBH₄ de 1:1; după terminarea formării nanoparticulelor de Ag pe suportul de oxizi, precipitatul depus este separat de supernatant, spălat prin decantare și diluat cu apă distilată, până la obținerea unei suspensii cu un conținut de 10...20% solid, la suspensia astfel obținută, adăugându-se o suspensie apoasă, cu un conținut de 20% pulbere de Ag microcristalin cu diametrul mediu, $d_{FSS} = 3...4 \mu m$, amestecul rezultat se menține sub agitare energetică, timp de 15...30 min, se separă prin filtrare și se usucă, în vid, la 70°C.

