



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2014 00938**

(22) Data de depozit: **02/12/2014**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/03/2021** BOPI nr. **3/2021**

(41) Data publicării cererii:
30/06/2016 BOPI nr. **6/2016**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL PENTRU FIZICA
LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI -
INFLPR, STR. ATOMIȘTILOR NR. 409,
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **POROSNCIU CORNELIU-CONSTANTIN,
ȘOS. GIURGIULUI NR. 202, BL. P12, SC. 2,
AP. 15, COMUNA 1 DECEMBRIE, IF, RO;**
• **LUNGU PETRICĂ CRISTIAN,
CALEA MOȘILOR NR.241, BL.47, SC.3,
ET.7, AP.92, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;**

• **JEPU IONUȚ,
STR. PRELUNGIREA GHENCEA NR. 53,
BL. F2, SC. C, ET. 2, AP. 121, BRAGADIRU,
IF, RO;**
• **POMPILIAN GLORIA OANA,
STR. SOLDAT V. CROITORU NR. 7, BL. 4,
SC. 2, AP. 84, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **DINCĂ PAUL PAVEL, STR. UIOARA NR.
9, BL. A13, SC. A, ET. 2, AP. 8, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **LUNGU MIHAIL, CALEA MOȘILOR
NR. 241, BL. 47, SC. 3, AP. 92, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**JPH 0991674 (A); FR 2115865 A5;
JPS 56165493 (A)**

(54) **STRAT ANTIFRICȚIUNE DIN C-Ti-Ag ȘI PROCEDEU
DE OBȚINERE A LUI**



RO 131227 B1

1 Inventția se referă la un strat antifricțiune, cu coeficient de frecare scăzut în regim
uscăt și la un procedeu de obținere a acestuia pentru aplicare pe elemente mecanice din
3 metale sau aliaje metalice, pentru minimizarea coeficientului de frecare în regim uscat, în
scopul îmbunătățirii rezistenței la oboseală și a rezistenței la uzură a acestora.

5 Este cunoscut faptul că atunci când suprafața elementelor mecanice în mișcare
(lagăre, cuzineți, etc.) este deteriorată, capacitatea de alunecare este afectată, întrucât
7 piesele în mișcare se încălzesc local elementele mecanice se deformează și întreg
ansamblul mecanic se deteriorează.

9 Documentul de brevet **US 6068379** prezintă un dispozitiv dentar acoperit cu un strat
protector cu conținut de carbon. Din păcate, nu este indicat să se folosească tipul de strat
11 carbonic (DLC - diamond like carbon, carbon diamantifer) din documentul de brevet
US 6068379, întrucât acesta necesită încălzire până la 1093°C pentru această aplicație,
13 lucru care tinde să deterioreze multe tipuri de substraturi și nu este foarte dens, ceea ce
înseamnă că trebuie aplicat în strat foarte gros. Acest tip de strat carbonic tinde să se
15 exfolieze destul de ușor. Prin urmare, atât metoda de aplicare a acestui tip de strat carbonic
și însuși tipul de strat aplicat sunt ambele de nedorit.

17 Din cele anterior prezentate rezultă că ar fi nevoie de elemente mecanice cu
suprafața tratată astfel încât să fie mai puțin susceptibilă la uzură prin frecare sau altfel de
19 deteriorări ale stratului care acoperă acea suprafață. De asemenea, este nevoie ca stratul
protector să poată fi aplicat la temperaturi relativ joase, și care să fie aderente.

21 Sunt cunoscute straturile cu conținut de carbon depuse pe diferite substraturi pentru
a le îmbunătăți calitățile, având în vedere că straturile acestea au următoarele proprietăți
23 interesante:

25 - rezistență la acțiunea chimică a substanțelor corozive existente în mediul
înconjurător;

27 - duritatea mai mare față de acțiunile mecanice ale materialelor abrazive cu care intră
în contact;

29 - coeficientul mic de frecare la contactul cu corpuri care se deplasează în raport cu
corpul acoperit cu straturi cu conținut de carbon.

31 Straturile carbonice sunt structuri amorfe care cuprind în special trei genuri de
legătură între atomii de carbon - legături sp³ foarte puternice, legături mai slabe, sp²,
existente în structurile grafitice, și în cantitate mult mai mică - legături sp¹.

33 Procentul relativ al acestor tipuri de legături existente în structurile amorfe carbonice
depinde de metoda de depunere și de parametrii specifici folosiți de fabricanți în cadrul
35 fiecărei metode alese de aceștia.

37 Ca metode de depunere mai des folosite pentru obținerea acestor straturi putem
enumera următoarele:

39 (i) descărcări în precursori gazoși de hidrocarburi (cum ar fi gazul metan sau compuși
metal-organici, precum organotitanium sau organoaluminium) în care se descompun
moleculele, iar carbonul și metalul dopant se depun pe substraturile (corpurile) care trebuie
41 să le acopere;

43 (ii) pulverizarea catodică simultană a grafitului și a metalelor de interes prin
descărcări în argon și depunerea atomilor în straturi subțiri;

(iii) descărcări în vid în arc la curenți mari cu electrozi de grafit și metal (Me);

45 (iv) descărcări în vid în regim de emisie termoionică de la catod tip TVA (thermionic
vacuum arc; arc termoionic în vid) și anodi din grafit, titan, argint, aluminiu.

RO 131227 B1

Primele două metode folosesc descărcări în gaze și deci în stratul care se depune sunt de obicei incluse și gaze care pot slăbi calitățile stratului. Celelalte două metode folosesc descărcarea în vid (deci în absența gazelor). Descărcările în vid se amorsează în gazul format din atomii și ionii extrași din electrozi fie prin bombardamentul cu ionii din plasmă a catodului, în cazul arcului în vid la curent mare, fie prin evaporarea anodului printr-un intens bombardament cu electronii emiși termic de catodul încălzit din exterior combinată cu aprinderea unei plasme în acești atomi evaporați (TVA).

În cazul descărcărilor în curent mare atomii provin din catod prin bombardament cu ioni, depunerile efectuându-se cu viteze mari dar existând și posibilitatea nedorită de a se scoate din catod și unele particule multiatomice (clusteri) care au efect distructiv asupra structurii stratului depus.

Documentul **JPH 0991674 (A)** prezintă o peliculă magnetică care conține unul sau un material abraziv și un lubrifiant format pe un substrat printr-un mijloc de acoperire și o peliculă protectoare formată pe peliculă magnetică printr-un mijloc de placare uscată, cum ar fi PVD (depunere fizică de vapori) sau CVD (depunere de vapori chimici), filmul protector fiind format dintr-un material selectat dintre oxizi, nitruri și carburi de Al, Si, Ti, Cr, Zr, Nb, Mo, Ta și W, carbon, BN și combinații ale acestora.

Prin documentul **FR 2115865 A5**, este cunoscut și un material de contact anisotrop sau izotrop tip metal-carbon, metalul fiind Cu și/sau Ag cu adaos de Ti, și un procedeu de obținere a acestuia prin saturarea unor filamente de C în gaz protector sau în atmosferă reducătoare sau în vid înaintat (5×10^{-5} Torr) cu metal lichid foarte conductiv, în special Cu și /sau Ag, conținând 0,5-5% adaos metalic care formează carbură, în special Ti, preferabil 0,2-15% C în procente de greutate fiind încorporat în matricea de Ag, de Cu sau aliaj al acestora cu Ti.

De asemenea, prin documentul **JPS 56165493 (A)**, este cunoscut și un material tip diafragmă format dintr-un aliaj compus din aluminiu, titan și carbon, tip $Al_xTi_yC_z$ este o gamă de $0,005 < y/x < 0,5$ și $0,2 < z/(x + y) < 1,3$ și un procedeu de producere a acestuia din o cantitate prestabilită de pulbere de aluminiu, pulbere de titan și pulbere de carbon, amestecate și frământate cu un liant sau lubrifiant adecvat, presate și modelate, evaporarea liantului sau lubrifiantului și arderea amestecului pe o placă încălzită, în altă variantă un strat de titan sau carbon fiind format pe o placă de aluminiu sau pe o placă de titan fiind formată o peliculă de aluminiu și carbon, printr-un tratament termic în atmosferă inertă.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui strat dur cu conținut carbonic care să reducă coeficientul de frecare în regim uscat și să îmbunătățească rezistența la uzură a pieselor tratate.

Stratul antifricțiune din C-Ti-Ag conform invenției, format dintr-un material lubrifiant tip carbură de Ti cu adaos de argint, rezolvă problema tehnică menționată prin aceea că argintul este conținut în procent de 5÷20% at., corespunzător obținerii unui coeficient de frecare în regim uscat în domeniul 2÷3,5 și a unei duriții de 150÷250 HV₁₀, pentru un raport între carbon și titan de 3/7÷1.

Prin procedeu de depunere propus, problema tehnică menționată este rezolvată cu înlăturarea dezavantajelor menționate, prin faptul că stratul antifricțiune din C-Ti-Ag, este realizat prin depunerea pe substrat de atomi rezultați din trei ținte pulverizate prin descărcare electrică în vid, dintre care prima țintă este o bară din grafit, a doua țintă este o bară din titan iar a treia țintă este sub formă de granule de Ag puse într-un creuzet de TiB₂, depunerea fiind realizată prin metoda cu arc termoionic în vid (TVA), prin fazele de:

- curățare și pregătire a probelor, utilizând nișă de chimie cu ventilație, materiale textile și solvenți organici tip acetonă, etanol;

RO 131227 B1

- 1 - încărcarea probelor pe suportul pentru probe;
2 - evacuarea și degazarea prin vidare a camerei de depunere până când nivelul de
3 vid atinge $5 \cdot 10^{-5}$ torr;
4 - depunerea simultană de carbon, titan și argint, prin etapele de: încălzire a filamen-
5 telor catozilor folosind curent de mare intensitate ($30 \div 60$ A), cu tensiune mică ($1 \div 24$ V); apli-
6 carea de tensiuni pozitive ridicate ($1 \div 5$ kV) pe anodi și așteptarea creșterii curentului de
7 descărcare până la o valoare determinată, între 1,0 și 1,6 A, și a scăderii tensiunii pe anod
8 până la $1,0 \div 1,8$ kV după aprinderea plamei în vapori de carbon; continuarea depunerii până
9 la obținerea grosimii dorite;
10 - oprirea procesului de depunere prin oprirea alimentării sistemului de vidare și
11 introducerea de aer în camera de vidare;
12 - scoaterea probelor din camera de vidare și împachetarea lor, utilizând cutii de
13 ambalaj din polietilenă.

14 Invenția propusă prezintă avantajul că permite realizarea unui strat dur cu conținut
15 carbonic care reduce coeficientul de frecare în regim uscat și îmbunătățește rezistența la
16 uzură a pieselor tratate, cu înlăturarea dezavantajelor procedurilor cunoscute, menționate,
17 realizată prin faptul că descărcarea se face la curenți mici și tensiuni mari, pentru că elec-
18 tronii necesari aprinderii și menținerii plamei sunt emiși de catodul încălzit cu o sursă
19 externă independentă de curent. Aceștia sunt emiși de un filament de wolfram de dimensiuni
20 corespunzătoare, sunt accelerați către anod cu o tensiune electrică de ordinul kilovoltilor și
21 lovind anodul evaporă rapid materialul acestuia și aprind o plasmă în atomii puri anodici
22 evaporati din anod.

23 Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătură și cu fig. 1...5, care
24 reprezintă:

- 25 - fig. 1, schema de realizare a stratului antifricțiune;
26 - fig. 2, schema de depunere utilizând arcul termoionic în vidare;
27 - fig. 3, evoluția concentrațiilor relative de Al și Ni în procesul de depunere;
28 - fig. 4, coeficientul de frecare al unui strat de C-Ti-Al testat în regim de frecare
29 uscată;
30 - fig. 5, coeficientul de frecare al unui strat de C-Ti-Ag testat în regim de frecare
31 uscată.

32 Conform invenției, stratul antifricțiune care are ca bază amestecul de carbon-titan
33 este caracterizat prin aceea că este format dintr-un film din carbon-titan cu incluziuni
34 metalice (Me), în care metalul dopant poate fi Ag sau Al. Stratul antifricțiune este format
35 dintr-un film de carbon-titan, de grosimi 0,5-1,5 micrometri cu legături sp³, sp², spl, în care
36 concentrația legăturilor sp³ este mai mare decât 20%, coeficientul de frecare este în
37 domeniul 0,2÷0,6, iar duritatea este în domeniul 20±5 GPa.

38 Prezența legăturilor sp³, ca și component principal al stratului de carbon amorf
39 conferă straturilor rezistență la oboseală, rezistență la uzură și proprietatea de antifricțiune
40 în regim uscat.

41 Tehnica utilizată la prepararea stratului antifricțiune are la bază metoda arcului
42 termoionic în vidare și utilizează materii prime pure (grafit, titan, aluminiu, argint), procesate în
43 vid înalt ($<5 \times 10^{-5}$ mbar) fără utilizarea nici unui gaz pentru producerea stării de plasmă.

44 Etapele procedurii de preparare a stratului antifricțiune sunt următoarele:

45 1) Curățarea și pregătirea probelor utilizând nișa de chimie cu ventilație, materiale
46 textile, solvenți organici (acetona, etanol):

47 - se îndepărtează orice pată de grăsime sau impurități de pe suprafețele probelor
care vor fi depuse.

RO 131227 B1

2) Încărcarea probelor pe suportul pentru probe, utilizând mănuși din polietilenă:	1
- probele sunt montate pe suportul pentru probe și sunt instalate în camera de depunere.	3
3) Evacuare și degazare, utilizând echipamentul TVA (camera de depuneri cu sistem de vidare):	5
- se videază camera de depuneri până când nivelul de vid atinge 5×10^{-5} torr.	7
4) Depunerea simultană de carbon, titan și Me (Al sau Ag), utilizând echipamentul de depunere TVA și materiale de depunere: bară din grafit, bară din titan și granule din Al sau Ag puse în creuzete din TiB_2 :	9
- se pornește încălzirea filamentelor catozilor folosind curent mare (30÷60A), și tensiune mică (1÷24 V);	11
- se aplică tensiuni pozitive ridicate (1÷5 kV) pe anozii;	13
- se așteaptă până când curentul de descărcare crește până la o valoare determinată (între 1,0 și 1,6A); tensiunea pe anod scade până la 1,0÷1,8kV după aprinderea plasmei în vapori de carbon;	15
- se continuă depunerea până când se obține grosimea dorită.	17
5) Oprirea procesului de depunere, utilizând echipamentul TVA:	19
- se oprește alimentarea sistemului de vidare;	19
- se introduce aer în camera de depunere și se scot probele.	19
6) Împachetarea probelor marcate, utilizând cutii de ambalaj din polietilenă:	21
- după îndepărtarea din camera de depunere, probele se ambalează în cutii speciale din polietilenă.	21
După cum se prezintă în fig. 1, o piesa metalică este formată din materialul de bază șlefuit conform aplicației respective 1 și un strat antifricțiune 2, în contact direct cu materialul de bază 1. Stratul antifricțiune 2 include ca și component principal amestecul de carbon-titan (de exemplu în raport 30-50/70-50 at%) și un element dopant (argint sau aluminiu în proporție de 5÷20 at% în raport cu celelalte componente). Stratul antifricțiune poate fi realizat prin acoperire uscată, de exemplu prin arc termoionic în vid (TVA), conform invenției. O grosime a acestuia este, de exemplu, de 0,5-3 micrometri, iar carbonul amorf cuprinde legături sp ³ în proporție de cel puțin 20%.	23
În continuare se prezintă 2 exemple de realizare ale invenției.	25
Exemplul 1	27
O probă de test a stratului antireflex este realizată cu o instalație de depuneri cu arc termoionic în vid, după cum se vede și în fig. 2. Un disc 7 din oțel OLC (diametrul 25 mm, grosime 2 mm), este plasat într-un suport 8 care poate fi încălzit până la 400°C într-o incintă 14 care este vidată până la o presiune mai mică de 5×10^{-5} mbar cu ajutorul unui agregat de vidare format dintr-o pompă mecanică de vidare preliminar și o pompă de difuzie. Trei surse de tensiune alternativă joasă 15, (0÷24V) și curent mare (0÷120 A) alimentează filamentele din wolfram 1, care produc fascicule de electroni focalizate cu ajutorul cilindrilor Wehnelt 3 către anozii descărcărilor formați din bare 3 din grafit, titan și metal (argint, sau aluminiu).	29
Tensiunile necesare aprinderii simultane a descărcărilor în vapori de carbon, titan și argint sunt asigurate de sursele de alimentare în curent continuu 12, 13, 14 (0÷5000 V, 0÷2A) prin intermediul rezistențelor balast de limitare a curentului, 9, 10, 11 (2500 Ω, 10 kW), realizată efectiv prin montarea în serie a 50 rezistențe de 50 Ω și 200 W fiecare. După încălzirea probei de test la o temperatură cuprinsă între 200° și 300°C aceasta este curățată prin pulverizare cu descărcare luminiscentă prin introducerea în camera de depunere a unui gaz (argon, azot) la presiunea de 10 mbar și amorsarea unei descărcări între anozii 2 și	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 131227 B1

1 probele **7** aflate la masă, timp de 15 minute. După efectuarea curățirii, între anozii **3** și
catodul încălzit din exterior **1** se aplică tensiune înaltă produsă de sursa **8**. Anodul din grafit
3 **3** este bombardat cu un fascicul de electroni produs de filamentul **1** și focalizat de cilindrul
Wehnelt **2**. Se aprinde plasma în vapori puri de carbon în vecinătatea superioară a anodului
5 **3**. Pentru accelerarea suplimentară a ionilor pozitivi creați în plasma se aplică o tensiune
negativă bias (-100÷1000 V) produsă de sursa de alimentare în curent continuu **10**, pe
7 suportul probei test. Ionii din plasma creată, împreună cu atomii neutri sunt direcționați către
proba test **4** unde formează stratul antireflex DLC. Viteza de depunere a stratului antireflex
9 este controlată prin ajustarea parametrilor electrici ai arcului termoionice în vid, respectiv:
tensiunea de lucru, măsurată cu un voltmetru digital V și curentul de descărcare, măsurat
11 cu un ampermetru. Grosimea stratului depus din fiecare material este măsurată în timpul
depunerii cu ajutorul unei balanțe cu cuarț. Pentru controlul în timp real a concentrației
13 relative a elementelor care constituie stratul antifricțiune se utilizează 3 balanțe cu cuarț; **4**,
5, **6**, figurate în fig. 2.

15 Bombardarea stratului în creștere cu ionii elementelor care se depun are ca efect
formarea unui compus compozit dens, compact și aderent la substrat. Este astfel posibil ca
17 prin variația energiei ionilor care sosesc la substrat să se obțină straturi cu structuri
columnare sau straturi compacte, în funcție de aplicații.

19 În fig. 3 se prezintă un grafic care arată cam cum variază grosimea totală a stratului
și a două elemente (Ni și Al) în timpul depunerii, prin măsurare cu balanțe de cuarț.

21 Din acest grafic se vede că procentul concentrațiilor elementelor Al și Ni în stratul
depus rămâne constant pe perioada depunerii.

23 Trebuie menționat că în metoda de depunere utilizată potențialul anodului este ridicat
la un potențial de peste 1000 V față de catodul pus la masă. Deoarece plasma ce se
25 formează apare mai întâi lângă anod și se extinde în spațiu, dar rămâne atașată de acesta,
potențialul plasmei crește odată cu potențialul anodului, rămânând tot timpul sub potențialul
27 acestuia la câteva sute de volți. Este nevoie de acest potențial accelerator pentru electronii
care provind din catodul încălzit, pentru ca aceștia să aibă energie suficientă pentru
29 evaporarea anozilor.

Aceasta înseamnă că ionii ce vin din plasma care se află la câteva sute de volți față
31 de masă posedă o energie de ordinul sutelor de eV cu care pot bomba stratul în formare
și determină structura columnară sau densă a filmului.

33 În plus, dacă se montează probele pe un suport izolat, se poate aplica o tensiune de
accelerare (bias) negativă variabilă și mai mare pe stratul în formare astfel încât să se
35 mărească energia ionilor incidenti pe substrat.

37 În cazul analizat, "gazul" format din atomii evaporați de metal este concentrat lângă
anod și se extinde în spațiul înconjurător vidat având presiunea tot mai scăzută cu cât ne
depărtăm de anod.

39 De aceea dacă așezăm probele în zona cu presiune cât mai scăzută avem
dezavantajul că depunerea se face la viteză mai mică dar acest dezavantaj este compensat
41 și de posibilitatea de a aplica o tensiune negativă cât mai mare pe probe.

Această regiune de presiune scăzută acționează ca un izolator electric, nepermițând
43 aprinderea plasmei pe probe chiar la negativări mari ale probei.

Așa se poate mări domeniul de variație a morfologiei straturilor, deci a coeficientului
45 de frecare în regim uscat și a rezistenței la uzură a straturilor produse prin această metodă.

Trebuie menționată absența gazelor străine în incinta de depunere, ceea ce face ca
47 depunerile să fie mult mai pure, în comparație cu cele preparate prin alte metode,
obținându-se în compoziția straturilor antifricțiune producerea de carbon amorf nehidrogenat.

RO 131227 B1

Coeficientul de frecare măsurat cu un tribometru bilă-disc (CSM Elveția) arată 1
reducerea importantă a coeficientului de frecare în regim uscat în cazul când probele test 3
realizate în oțel OLC au fost acoperite cu un strat compozit format din C-Ti-Al, (fig. 4).

Coeficientul de frecare are valori cuprinse între 1,5 și 2,5 pe perioada "acomodării", 5
alunecării în regim uscat pe primii 5 m. În continuare, coeficientul de frecare se stabilizează
în domeniul 5,5÷6,5.

Duritatea filmelor depuse pe "discuri din oțel de scule (OLC) de 25 mm în diametru 7
și 3 mm grosime au fost măsurate prin microindentare folosind microdurimetru cu microscop
metalografic, AHOTEC F700. Utilizând penetratorul Vickers, straturile C-T-Al au avut durități 9
în intervalul 150÷200 HV₁₀ măsurate utilizând o forță de apăsare de 10 g și un timp de
penetrare de 15 sec. 11

Exemplul 2

Acoperirile antifricțiune sunt foarte utile în domeniul auto pentru a anihila vibrațiile și 13
zgomotele produse de frecarea anumitor componente precum balamale, macarale pentru
ridicarea geamurilor, etc. 15

Aceste dispozitive sunt confecționate din metal și sunt în contact cu alte elemente 17
metalice sau din plastic. În acest caz se deschide posibilitatea ca straturile cu coeficient de
frecare scăzut în regim uscat să fie puse pe piesele metalice astfel încât să nu apară vibrații
sau zgomote și deci să aibă o performanță mecanică mai bună. 19

În particular, pentru straturile de tip C-Ti cu dopanți metalici obținute cu metoda TVA 21
este posibil să se realizeze straturi cu reproductibilitate bună, filmele având un coeficient de
frecare între 1,5 și 3,0 doar prin variația energiei ionilor sau radicalilor ce vin din plasmă.

Fig. 5 prezintă, pentru edificare, coeficientul de frecare al unui strat din C-Ti cu 23
dopant Ag. S-a realizat un strat care prezintă un coeficient de frecare între 2,2 și 2,6 pe o
distanță de alunecare de 30 m. După parcurgerea acestei distanțe, coeficientul de frecare 25
s-a stabilizat în domeniul 0,26-0,55

Duritatea acestor straturi a fost în domeniul 200÷250 HV₁₀. 27

Aceste caracteristici fac din aceste straturi să fie rezistente la acțiunile mecanice, să 29
asigure o frecare scăzută a pieselor în mișcare relativă.

În afară de aceste avantaje, acoperirile cu straturi carbonice amorfe determină ca 31
suprafețele dispozitivelor acoperite cu ele să fie mai rezistente la acțiunea corodantă a
agenților chimici din industrie.

Din punct de vedere tehnic, metoda propusă va conduce la realizarea de straturi pe 33
bază de carbon-titan cu adaosuri de aluminiu sau argint cu viteze de depunere de ordinul a
0,1÷5 nm/sec. Deoarece se vor folosi catozi din wolfram și curenți de descărcare relativ mici, 35
pulverizarea prin bombardament cu ioni va fi mult mai mică decât în celelalte tehnologii și
nu va impurifica depunerea. Materialul de depunere se va evapora datorită bombarda- 37
mentului cu electroni și nu cu ioni precum în cazul pulverizărilor obișnuite, ceea ce coroborat
cu înalta energie existentă în plasmă, va evita formarea de aglomerări atomice (clusteri) care 39
să înrăutățească calitatea depunerilor. Se rezolvă astfel problema tehnică de realizare a unui
strat relativ dur antifricțiune care să reducă uzura și vibrațiile elementelor mecanice aflate în 41
mișcare și să îmbunătățească eficiența ansamblurilor mecanice, prin reducerea consumului
de combustibil. Prezența legăturilor sp³, ca și component principal al stratului de carbon 43
amorf, conferă componentelor optice rezistență la oboseală, rezistență la uzură și
proprietatea de strat antifricțiune în combinație cu titanul, aluminiul și respectiv, argintul. 45

RO 131227 B1

Revendicări

1

3

1. Strat antifricțiune din C-Ti-Ag , format dintr-un material lubrifiant tip carbură de Ti cu adaos de argint, **caracterizat prin aceea că**, argintul este conținut în procent de 5÷20% at., corespunzător obținerii unui coeficient de frecare în regim uscat în domeniul 2÷3,5 și a unei duriții de 150÷250 HV₁₀ , pentru un raport între carbon și titan de 3/7÷1.

5

7

2. Procedeu de obținere a unui strat antifricțiune din C-Ti-Ag, realizat prin depunerea pe substrat de atomi rezultați din trei ținte pulverizate prin descărcare electrică în vid, dintre care prima țintă este o bară din grafit, a doua țintă este o bară din titan iar a treia țintă este din argint, **caracterizat prin aceea că**, a treia țintă este sub formă de granule de Ag puse într-un creuzet de TiB₂, iar depunerea este realizată prin metoda cu arc termoionic în vid (TVA), prin fazele de:

9

11

13

- curățare și pregătire a probelor, utilizând nișă de chimie cu ventilație , materiale textile și solvenți organici tip acetonă, etanol;

15

- încărcarea probelor pe suportul pentru probe;

17

- evacuarea și degazarea prin vidare a camerei de depunere până la un vid de $5 \cdot 10^{-5}$ torr;

19

- depunerea simultană de carbon, titan și argint, prin etapele de: încălzire a filamentelor catodilor folosind curent de mare intensitate (30÷60A), cu tensiune mică (1÷24V); aplicarea de tensiuni pozitive ridicate (1÷5kV) pe anodi și așteptarea creșterii curentului de descărcare până la o valoare determinată, între 1,0 și 1,6A, și a scăderii tensiunii pe anod până la 1,0÷1,8kV după aprinderea plasmei în vapori de carbon; continuarea depunerii până la obținerea grosimii dorite;

21

23

- oprirea procesului de depunere prin oprirea alimentării sistemului de vidare și introducerea de aer în camera de vidare;

25

27

- scoaterea probelor din camera de vidare și împachetarea lor, utilizând cutii de ambalaj din polietilenă.

(51) Int.Cl.

C23C 14/06 (2006.01);

C23C 14/32 (2006.01);

C22C 14/00 (2006.01)

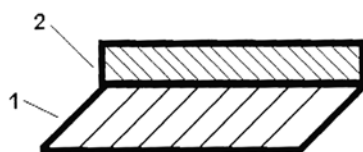


Fig. 1

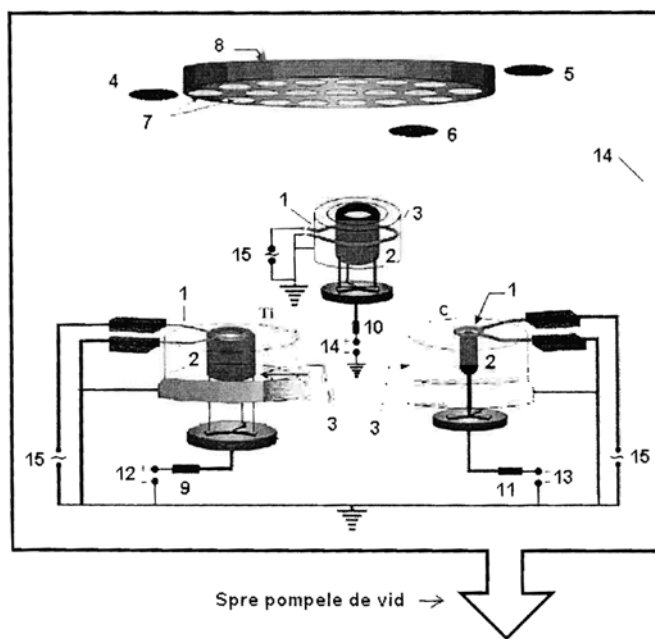


Fig. 2

(51) Int.Cl.

C23C 14/06 (2006.01);

C23C 14/32 (2006.01);

C22C 14/00 (2006.01)

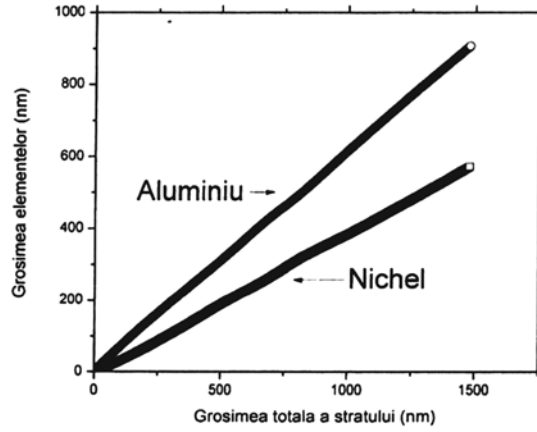


Fig. 3

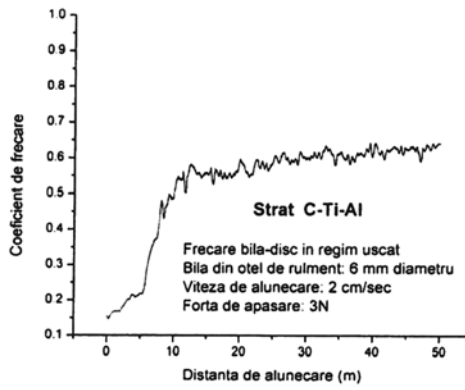


Fig. 4

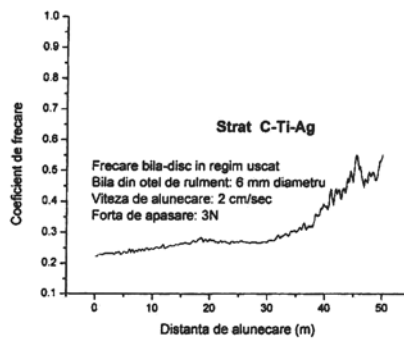


Fig. 5

