



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00550**

(22) Data de depozit: **02/09/2020**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/06/2024** BOPI nr. **6/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/03/2021 BOPI nr. **3/2021**

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

(72) Inventatori:
• **CHIOIBASU DIANA, STR.CIREȘAR,
NR.12, BL.1, SC.A, ET.2, AP.20,
BRAGADIRU, IF, RO;**
• **MIHAI SABIN, STR.MORII, NR.46,
LUMINA, CT, RO;**

• **IVAN RALUCA, STR.ȘTEFAN CIUCA,
NR.29, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **POPESCU ANDREI, STR.FIZICIENILOR
NR.10, BL.M6, ET.3, AP.11, MĂGURELE, IF,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**CN 110643993 A; FERNANDEZ E.,
CANDENAS M., GONZALEZ R., NAVAS C,
FERNANDEZ R.C., DAMBORENEA J.,
"WEAR BEHAVIOUR OF LASER CLAD
NiCrBSi COATING", PP.259, 870-875,
2005; RO 133672 A2; RO 121477 B1**

(54) **PROCEDEU DE REALIZARE A UNEI ACOPERIRI METALICE
PROTECTIVE A UNUI DISC DE FRÂNĂ DIN FONTĂ CENUȘIE**



RO 134824 B1

1 Invenția constă într-un procedeu de acoperire cu straturi metalice și un disc de frână
cu proprietăți îmbunătățite, pentru industria auto.

3 Un exemplu relevant de material dur care poate fi afectat de un fascicul laser, în
timpul acoperirii, este fonta cenușie. Mai precis, este vorba de o fontă hipoeutectică (cu con-
5 ținut de carbon între 2 și 4,11%) cu grafit vermicular răspândit într-o masă de perlită. Datorită
proprietăților sale fizico-chimice (punctul de topire ridicat, conductivitatea, stabilitatea termică
7 excelentă, duritate mare și rezistență ridicată la frecare) care previn supraîncălzirea și uzura
suprafeței, dar și datorită costului scăzut de fabricare, aceasta se folosește pentru realizarea
9 de discuri de frână, bloc motor, chiulase, cilindri, axe, volanți, arbori, biele, pistoane etc.

11 Din aceste considerente va fi dificil de identificat un material similar care să o
înlocuiască în aplicațiile industriale menționate. Un exemplu relevant în care acoperirea unei
piese cu un strat metalic protector poate crește timpul de funcționare este cel al discurilor de
13 frână ale autovehiculelor, fabricate din fontă cenușie a căror rezistență la uzură și coroziune
poate crește semnificativ. Există numeroase metode de acoperire a suprafețelor metalice
15 care combat uzura și coroziunea: acoperire cu jet de plasmă, pulverizare cu magnetron,
evaporare termică sau depunere electro-chimică.

17 Tehnica de acoperire propusă în cererea de brevet o constă în acoperirea unui
substrat plecând de la material metalic/ceramic sub formă de pulbere care este topit de un
19 fascicul laser și care se solidifică într-un strat aderent, compact și uniform pe suprafața piesei
metalice. În literatura de specialitate această tehnică se numește placare laser (engl. „laser
21 cladding”). Spre deosebire de celelalte metode de placare cu straturi metalice, prin placare
cu laser se poate face adaos masiv de material pe un obiect metalic. O aplicație posibilă și
23 unică pentru această tehnică este rectificarea formei sculelor aschietoare din oțel-carbon
care au suferit deformări cauzate de uzură și/sau lucrul la temperaturi înalte.

25 La nivel internațional există un brevet (**WO 2020062341 A1-2020**) care folosește o
sursă laser pulsată cu frecvență de repetiție mare de ordinul miilor sau zecilor de mii de Hz
27 pentru a efectua placare prin tehnica “laser melting deposition”, (LMD).

29 Invenția **CN 110643993 A-2019** prezintă un material și un procedeu de placare cu
laser a suprafeței unui oțel cu un material compozit cu matrice metalică de Ni, Fe sau Co și
31 fază dispersată de ZrB_2 10~35%, Sm_2O_3 0,5-3%, cu diametrul particulelor cuprins între
44-105 μm . Materialul compozit sub formă de pulbere a fost preplasat pe substrat cu grosimi
cuprinse între 0,5 și 1,5 mm. Utilizând puterea laser între 2 și 5 kW (recomandat: 3 kW) și
33 viteza de scanare 100-400 mm/min, s-a obținut o rezistență la uzură de 9,67 ori mai mare
decât cea a materialului de bază. În acest document de brevet nu este menționată durata
35 pulsului sau frecvența de repetiție, ceea ce semnifică faptul că s-a utilizat o sursă laser cu
utilizare în modul continuu. În plus, imaginile prezentate în această invenție corespund unei
37 singure linii trasate și nu unei arii complet acoperite.

39 În lucrarea: **E. Fernández et al, “Wear behaviour of laser clad NiCrBSi coating”,**
Wear, Volume 259, Issues 7-12, 2005, se prezintă un procedeu de realizare a unei acoperiri
cu un material de adaos pe bază NiCrBSi depus pe substraturi realizate din fontă cenușie
41 utilizând tehnica de placare laser. În acest studiu s-a utilizat o sursă laser CO_2 cu funcționare
în modul continuu, iar parametrii de procesare laser au fost optimizați astfel încât să se
43 obțină acoperiri dense și uniforme lipsite de defecte de interior. Depunerile au prezentat o
microstructură caracteristică elementelor majoritare ale aliajului (Ni, Cr), cu o microduritate
45 medie de peste 850 HV și o rezistență ridicată la uzură.

47 Invenția **RO 133672 A2-2019** propune înlocuirea procesului de sablare utilizat în
prezent etapă pregătitoare a suprafețelor în vedere acoperirii prin pulverizare cu metoda de
microstructurare de suprafață cu laserul în vederea creșterii rezistenței la coroziune. Pentru

RO 134824 B1

obținerea structurilor s-au optimizat condițiile experimentale utilizând un fascicul laser cu lungime de undă 1,06 μm și durată de puls 150 ps, energia unui puls 20 mJ și frecvența de repetiție 10 Hz (10 pulsuri/secundă), prin utilizarea unei lentile de focalizare cu distanța focală de 171 mm și o defocalizare de -3,5 mm. 1
3

Tehnica de procesare laser descrisă (microstructurare laser) presupune îndepărtarea de material de pe suprafața iradiată și obținerea de microstructuri care să modifice caracteristicile de rezistență la coroziune. Tehnica de microstructurare utilizată pentru modificarea caracteristicilor de rezistență la coroziune este complet diferită de procedeul propus în prezenta invenție („*Depunere Laser prin Topire*”) care presupune adăugarea de material metalic cu rezistență crescută la coroziune și la uzură. 5
7
9

Brevetul **RO 121477 B1**-2007 prezintă un procedeu de placare laser a suprafețelor active ale cuțitelor de strung fabricate din oțel-carbon cu material metalic cu matrice de oțel-rapid (0,75÷0,85% C; 4,6÷5,2% Mo, 6,3÷6,6% W; 3,8÷4,2% Cr; 1,8÷2,2% V) și pulbere de carbură de wolfram, cobalt, siliciu și hidroxietilceluloză. Materialul compozit cu grosimi cuprinse între 3-3,5 mm a fost preplăsat pe suprafața activă a cuțitelor de strung, care a fost ulterior iradiat laser, utilizând o sursă cu funcționare în modul continuu, cu o putere cuprinsă între 1,1÷1,15 kW, având un diametru al spotului laser între 1,8÷2,2 mm și o viteză de procesare între 5-7 mm/s. 11
13
15
17

Documentul **CN 102248164A**-2011 prezintă o metodă de recondiționare a unor matrițe cu gradient funcțional, în micro-zone, prin încărcare cu laser, cu etapele de curățare a microzonelor de reparat, cartografierea acestora, stabilirea rapoartelor de pulbere metalică necesară recondiționării zonelor identificate, alimentarea cu pulbere a zonelor cu ajutorul unui alimentator cu duză și mijloace de control a cantității, aducerea zonei de reparat în locul de focalizare a unei radiații laser în impulsuri și repararea micro-zonei prin topirea pulberii metalice, inițial pentru a forma un strat de legătură și apoi pentru a forma o acoperire prin depunere de straturi, punct cu punct, prin scanarea zonei, radiația laser având o densitate de putere de 105-107 W/cm² și o durată a impulsurilor de 0,1-1 s. 19
21
23
25
27

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stabilirea unor parametri fazici specifici unui procedeu de îmbunătățire a proprietăților mecanice și de coroziune ale unor discuri de frână folosite la autoturisme prin acoperire cu strat metalic de placare, care să asigure și o bună aderență la substrat a stratului metalic depus.. 29
31

Invenția propusă rezolvă această problemă tehnică prin un procedeu de acoperire cu straturi metalice pentru îmbunătățirea performanțelor, a unor discuri de frână, cu ajutorul unei surse laser pulsate pentru topirea pulberii metalice. Originalitatea pe care o aduce procedeul propus constă în utilizarea unei surse laser cu funcționare în impulsuri de frecvență joasă alese în intervalul 15-25 Hz, la parametri specifici de putere per impuls și de număr de treceri, pentru realizarea acoperirii metalice. 33
35
37

Utilizarea unei surse laser pulsate poate diminua considerabil limitările procesului de placare în cazul fontei cu grad ridicat de carbon, prin reducerea zonei afectate termic. În urma procesului de placare cu pulbere metalică folosind o sursă laser pulsată, structura metalografică a fontei este modificată doar pe o zonă de ordinul sutelor de micrometri pătrați, fisurile sunt reduse datorită aportului mic de căldură și implicit a ciclurilor dilatare/contractie, iar eficiența plăcii straturilor crește odată cu utilizarea unei frecvențe ridicate a pulsurilor. 39
41
43

Prezenta invenție propune utilizarea unei surse laser cu funcționare în impulsuri cu durate de ordinul ms și pulbere metalică injectată în spotul laser prin intermediul unui distribuitor de particule prevăzut cu duză de ghidare a materialului de adaos pentru dispersia uniformă a elementelor constituente ale aliajului. 45
47

RO 134824 B1

1 Mai concret, procedeul de acoperire a unui disc de frână metalic fabricat din fontă
2 cenușie pentru creșterea rezistenței la coroziune și uzură prin tehnica de depunere laser prin
3 topire (LMD), conform invenției, constă în degresarea substraturilor ce urmează a fi
4 procesate cu laser timp de 20 min în alcool etilic într-o baie cu ultrasunete, în selectarea unui
5 contur de tip meandă în vederea acoperirii suprafeței discului de frână folosind tehnica LMD,
6 în placarea discului de frână prin tehnica LMD cu un aliaj dur sub formă de pulbere care să
7 conțină cel puțin un element dintre Cr, Ni sau Ti, ce formează un oxid nativ protector la
8 coroziune și uzură, prin depunere, cu ajutorul unei surse laser pulsate cu rata de repetiție în
9 domeniul 15-25 Hz, o durată a pulsului ce poate să varieze de la 0,7 la 1,2 ms și o putere
10 a laserului cuprinsă între 2,4-3 kW, în vederea acoperirii substratului fiind utilizată o viteză
11 de scanare între 0,2-0,3 m/min și un debit de pulbere metalică de 7 g/min ce este transportat
12 în zona de procesare prin intermediul unui gaz purtător cu un debit de 3 l/min și un gaz
13 protector cu un debit de 7 l/min, cu reluarea operațiunii de placare laser până când pulberea
14 metalică aderă pe substrat și se transformă într-un strat dens și cu post-procesarea supra-
15 fețelor discului de frână placat laser prin frezare și rectificare pentru îndepărtarea particulelor
16 metalice parțial topite din zona de procesare.

17 Discul de frână conform invenției conține un strat metalic depus pe suprafața acestuia
18 conform procedurii de acoperire descris mai sus.

19 Invenția prezintă următoarele avantaje:

20 - creșterea rezistenței la uzură și la coroziune a suprafețelor active din cadrul unui
21 disc de frână fabricat din fontă cenușie prin utilizarea unui material metalic depus prin
22 tehnica LMD conform procedurii descris;

23 - prin aplicarea invenției descrise se obține o duritate cu aproximativ 35% mai mare
24 în comparație cu fonta cenușie din care sunt realizate discurile de frână și în același timp
25 prezintă o densitate a curentului de coroziune (i_{corr}) cu aproximativ 40% mai mică, lucru ce
26 indică o creștere a rezistenței la coroziune;

27 - utilizând tehnica LMD cu o sursă laser în impulsuri și optimizând parametrii de
28 proces se obțin depuneri dense, fără fisuri, pori sau particule de material netopite și cu o
29 uniformitate compozițională excelentă care pot să asigure gradul de protecție necesar
30 discurilor de frână;

31 - utilizarea procedurii descris în prezenta invenție ajută la creșterea timpului de viață
32 al discurilor de frână și totodată reduce nivelul de particule poluante generate în urma
33 procesului de frânare.

34 Procedeul de placare și produsul rezultat sunt prezentate pe larg în continuare cu
35 referire și la fig.1...4, care reprezintă:

36 - fig. 1, sistem integrat utilizat pentru experimentele de placare cu material metalic:
37 a) sursă laser, b) sistem robotic, c) distribuitor de pulberi metalice;

38 - fig. 2, imagini de microscopie optică de ansamblu (a) și în secțiune (b) ale structurii
39 depuse cu parametrii considerați optimi;

40 - fig. 3, contur tip meandă generat într-un program CAD-CAM;

41 - fig. 4, imagine de microscopie optică de ansamblu a unei placări.

42 Un exemplu concret de aplicare al prezentei invenții constă în acoperirea unui disc
43 de frână prin utilizarea unei surse laser cu emisie în modul pulsat cu valorile puterii laserului
44 per puls în intervalul 2,4-3 kW, rata de repetiție în domeniul 15-25 Hz, în timp ce durata unui
45 puls poate să varieze de la 0,7 la 1,2 ms, o lungime de undă „ λ ” între 1030-1064 nm și cu
46 un diametru al spotului focalizat pe substrat de aproximativ Φ 800 μ m. Aceasta are rolul de
47 a topi materialul metalic sub formă de pulbere, în vederea realizării unei interfețe continue
și fără defecte dintre substrat și materialul de adaos. Următorul pas constă în realizarea unui

RO 134824 B1

model virtual generat într-un program de proiectare asistată de calculator (computer aided design - CAD) în vederea generării traiectoriei predefinite de tip meandă ce va fi urmată de către fasciculul laser cu o viteză de scanare cuprinsă între 0,2-0,3 m/min. În vederea obținerii stratului metalic cu rezistență la coroziune și uzură superioară fontei cenușii se utilizează un material metalic sub formă de pulbere cu un diametru mediu al particulelor de aproximativ 60μm. Debitul de pulbere metalică necesar realizării procesului de placare cu laser este livrat de către un distribuitor de particule cu debit constant prin intermediul unei duze care direcționează materialul de adaos în fasciculul laser pe suprafața substratului metalic. Transportul acesteia este asigurat de un amestec de gaze (Ar și He). Fasciculele de pulbere sunt direcționate astfel încât să se întâlnească cu radiația laser pe suprafața substratului în același punct. Distanța dintre substrat și duza de ghidare a pulberii este menținută constantă pe tot parcursul procesului de placare. În vederea realizării procesului de placare laser pentru direcționarea fasciculului laser și a pulberii metalice pe traiectoria generată se utilizează un braț robotic, conform figurii 1b, sau un sistem cu minim 3 axe comandate numeric. Acestea vor respecta coordonatele fiecărui punct corespunzător unei poziții unice de pe substrat.

Odată cu evoluția imprimării 3D, a laserilor de mare putere și a metodelor de sinteză a pulberilor, placarea laser a devenit din ce în ce mai eficientă și este tot mai utilizată pentru îmbunătățirea gradului de uzură și a rezistenței la coroziune a unor substraturi metalice. Această tehnică permite placarea într-o singură etapă a unui strat de material metalic cu dimensiuni cuprinse între 0,3-2 mm grosime, fără defecte, cu aderență ridicată între substrat și acoperire, dar și cu aport minim de căldură în substrat. În literatură există totuși studii, care au arătat că tehnologia de placare laser prin topire aplicată pe materiale tip fontă cenușie are anumite restricții.

S-a studiat rezistența la uzură a placării de materiale pe bază de Co și NiCrBSi utilizând surse laser de mare putere în emisie continuă. S-au observat fisuri în structura substratului după placare cauzate de stresul rezidual care apare din cauza dilatărilor și contracțiilor termice rapide. Toate studiile raportate în literatura de specialitate și în brevetele depuse la nivel național legate de placarea laser, folosesc pentru topirea pulberii surse laser de mare putere în regim continuu pentru eficiență, însă utilizarea unei surse laser pulsate poate diminua considerabil limitările procesului de placare în cazul fontei cu grad ridicat de carbon, prin reducerea zonei afectate termic.

În procesul de placare cu material metalic utilizând un sistem laser pulsant, parametrii principali care influențează procesul de placare sunt puterea laser, debitul de pulbere, viteza de translație a brațului robotic, rata de repetiție a pulsurilor și durata pulsului. Procesul neoptimizat presupune obținerea de acoperiri cu defecte de interior (pori, fisuri), structuri neomogene, interfață neomogenă între substrat și stratul depus, dar și pulbere reziduală depusă în vecinătatea zonei de interes.

Produsul pe care îl dezvoltăm utilizând procedeul de placare cu laser pulsant este un disc de frână clasic pe care se depune un strat metalic la suprafața acestuia care conferă o rezistență la coroziune și uzură superioare fontei cenușii din care este realizat discul de frână propriu-zis.

Primul pas pentru a obține substraturi cu calități superioare materialului de bază îl constituie identificarea influenței parametrilor de proces: modalitatea de depunere, puterea laserului, durata pulsului, frecvența, viteza de deplasare, debitul de pulbere și focalizarea, asupra calității placării. Se urmărește determinarea unui set de parametri pentru a obține o placare uniformă, o interfață fără defecte și aderență între substrat și materialul de adaos.

RO 134824 B1

1 Procedeul de placare laser utilizează tehnica de depunere laser prin topire (Laser
Melting Deposition - LMD). Sistemul integrat LMD utilizat pentru experimentele de placare
3 cu pulbere metalică este compus dintr-o sursă laser cu emisie în modul pulsant și lungimea
de undă între 1030-1064 nm, cu putere maximă per puls între 3-5 kW, durata pulsului
5 variabilă între 0,2-50 ms și frecvența maximă de 700-900 Hz (fig.1a). Fasciculul laser este
transportat prin fibră optică la un braț robotic cu 6 axe de mișcare (fig. 1b) ce asigură depla-
7 sarea opticii de procesare echipată cu o duză de livrare a pulberii prin 3 canale. Dimensiunea
spotului fasciculului laser focalizat pe probă se recomandă a fi de $\Phi 800 \mu\text{m}$, iar diametrul
9 spotului fasciculelor de pulbere metalică între 2 și 6 mm. Pulberea este distribuită prin
furtunuri la duza montată pe sistemul de translație prin intermediul unui sistem de alimentare
11 cu platane (fig. 1c). Transportul pulberii este asigurat de un amestec de gaze (Ar și He). Cele
trei fascicule de pulbere sunt direcționate astfel încât să se întâlnească cu fasciculul laser
13 pe suprafața substratului în același punct. Distanța dintre substrat și duza de livrare a pulberii
este menținută constantă pe tot parcursul procesului de placare.

15 În cazul utilizării unei surse laser pulsate, energia pentru topirea pulberii este livrată
sub formă de impulsuri. Cantitatea de material topit pe o unitate de timp va fi mai mică decât
17 în cazul utilizării unei surse laser cu emisie în mod continuu și prin urmare, lățimea cordo-
nului de material depus va fi mai redusă. Substraturile sunt mai întâi supuse unui proces de
19 degresare în alcool etilic într-o baie cu ultrasunete timp de 20 minute, înainte de placarea
laser. Acest pas este esențial pentru a elimina eventualele urme de reziduuri rezultate în
21 urma debitării sau a manipulării acestora, care ar putea influența rezultatele finale ale placării
laser. Pentru realizarea procesului de depunere pe suprafețele discului de frână în vederea
23 creșterii rezistenței la uzură și la coroziune se va utiliza un material sub formă de pulbere
dintr-un aliaj dur care să conțină cel puțin un element care formează un oxid nativ protector.
25 Compoziția unui astfel de material va cuprinde următoarele elemente chimice: Nichel (Ni)
50÷55%, Crom (Cr) 15÷25%, Niobiu (Nb) 3÷7%, Molibden (Mo) 1÷5%, iar elementul final
27 care va completa materialul metalic până la 100% este Fierul (Fe). Combinația acestor ele-
mente chimice ce alcătuiesc materialul cu rol protector împotriva uzurii și coroziunii se va
29 depune, prin intermediul tehnicii LMD, pe suprafețele active ale discului/discurilor de frână.
Această depunere se va realiza prin straturi succesive până la atingerea unei grosimi totale
31 cuprinsă între 2,5 și 4 mm.

33 Fonta hipoeutectică (cu conținut de carbon cuprins între 2 și 4,11%), cu grafit
vermicular răspândit într-o masă de perlită are o densitate de 7090 kg/m^3 , valoare
compatibilă cu aplicația discurilor de frână. Punctul de topire al acesteia este de aproximativ
35 1208°C și permite fasciculului laser să topească local suprafața acesteia în vederea generării
unei faze lichide în care se va injecta materialul metalic sub formă de pulbere. Prin această
37 etapă de iradiere laser se obține o joncțiune solidă la interfața dintre cele două materiale.
Conductivitatea termică de $39 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ asigură gradul de răcire necesar fontei cenușii în
39 timpul prelucrării laser cu material metalic de adaos pentru a evita posibilele deformări
termice datorate energiei mari generate de fasciculul laser.

41 Amestecul elementelor chimice în vederea obținerii materialului metalic cu rolul de
creștere a rezistenței la uzură și coroziune s-a realizat astfel încât la final să se obțină un
43 coeficient de expansiune termică apropiat de cel al fontei cenușii, pentru a nu induce tensiuni
suplimentare în volumul stratului depus cu scopul de a elimina riscul de apariție al fisurilor,
45 delaminărilor sau a altor defecte ce pot afecta calitatea depunerii și implicit proprietățile de
rezistență la uzură și coroziune.

RO 134824 B1

Coeficientul de expansiune termică al fontei cenușii utilizate pentru fabricarea discurilor de frână are o valoare de $1,2 \times 10^{-5}/K$. În procesul LMD ciclurile de încălzire-răcire foarte rapide sunt o caracteristică ce influențează în mod direct calitatea depunerii. Diferențele dintre valorile coeficientului de expansiune termică caracteristic fiecărui material, în timpul procesului de răcire pot genera tensiuni interne, ce acționează în diferite direcții și pot conduce la apariția fisurilor sau chiar a delaminărilor. Pentru a evita aceste defecte ce influențează calitatea discurilor de frână, a performanțelor și implicit a timpului de viață, materialul metalic cu rol protector împotriva uzurii și coroziunii trebuie să aibă o densitate cuprinsă între 6500 și 8500 kg/m³, un punct de topire cuprins între 1100 și 1400°C, o conductivitate termică între 10 și 40 W/m·k, o capacitate calorică între 400 și 450 J/kg·K și un coeficient de expansiune termică cuprins între 1 și $1,5 \cdot 10^{-5}/K$.

Cu parametrii laser și de scanare care produc straturile metalice conform cerințelor impuse s-a determinat ca necesar un număr de 10 treceri consecutive pentru ca pulberea să se topească, să adere pe substrat și să se transforme într-un strat dens. Imagini de microscopie optică de ansamblu și în secțiune ale structurii depuse cu acești parametri de procesare sunt prezentate în fig. 2.

Placarea stratului metalic pe un substrat cu o formă particulară se efectuează prin urmărirea de către blocul optic de placare a unui contur tip meandru sau spirală care acoperă integral suprafața discului. Conturul este realizat într-un program CAD-CAM, pentru generarea codurilor de mișcare a brațului robotic (fig. 3). Distanța dintre liniile conturului este stabilită după măsurarea lățimii unei acoperiri, (0,6 mm).

Imaginea de ansamblu a unei acoperiri considerată acceptabilă este ilustrată în fig. 4. Pentru placarea laser cu o sursă laser în impulsuri prezența particulelor metalice parțial topite în zona de procesare este imposibil de evitat și de aceea este obligatorie o etapă de post-procesare prin frezare și rectificare a suprafețelor discului placat.

RO 134824 B1

Revendicări

1

3

1. Procedeu de realizare a unei acoperiri metalice protective a unui disc de frână din fontă cenușie, prin metoda de depunere prin topire cu laser (LMD), în mediu protector de Ar, pentru creșterea rezistenței la coroziune și uzură, cuprinzând etapele de:

5

7

a) degresarea straturilor ce reprezintă suprafețele discului ce urmează a fi procesate cu laser timp de 20 minute în alcool etilic într-o baie cu ultrasunete;

9

b) selectarea unui contur tip meandă în vederea acoperirii suprafeței discului de frână folosind metoda LMD;

11

c) placarea discului de frână prin metoda LMD cu un aliaj dur sub formă de pulbere care conține cel puțin un element dintre Cr, Ni sau Ti, ce formează un oxid protector rezistent la coroziune și uzură, prin depunere cu radiație laser pulsată cu lungimea de undă de 1030-1064 nm, cu puterea pulsului de 2,4÷3kW și cu rata de repetiție sub 30Hz;

13

15

d) reluarea operației de placare cu laser până când pulberea metalică aderă pe substrat și se transformă în strat dens;

17

e) post-procesarea suprafețelor discului de frână placat cu laser prin frezare și rectificare pentru îndepărtarea particulelor metalice parțial topite, **caracterizat prin aceea că**, pentru o bună aderență la substrat a acoperirii metalice protective, este utilizată următoarea combinație de parametri fazici: -rată de repetiție a pulsurilor de 15÷25 Hz, -durată a pulsului de 0,7÷1,2 ms, -viteză de scanare de 0,2÷0,3 m/minut, -un debit de 7 g/minut de pulbere metalică, transportată în zona de procesare prin intermediul unui gaz purtător cu un debit de 3l/minut și un număr de 10 treceri consecutive ale radiației laser pentru topirea pulberii metalice.

23

25

2. Disc de frână din fontă cenușie acoperit cu un strat metalic din aliaj dur format din pulbere toptă cu laser, care conține cel puțin un element dintre Cr, Ni sau Ti, cu rezistență sporită la coroziune și uzură obținută prin formarea unui strat de oxid protector, **caracterizat prin aceea că**, are stratul metalic protector obținut prin procedeul din revendicarea 1.

27

(51) Int.Cl.

C23C 24/10 (2006.01);

B22F 3/105 (2006.01);

C23C 14/22 (2006.01)

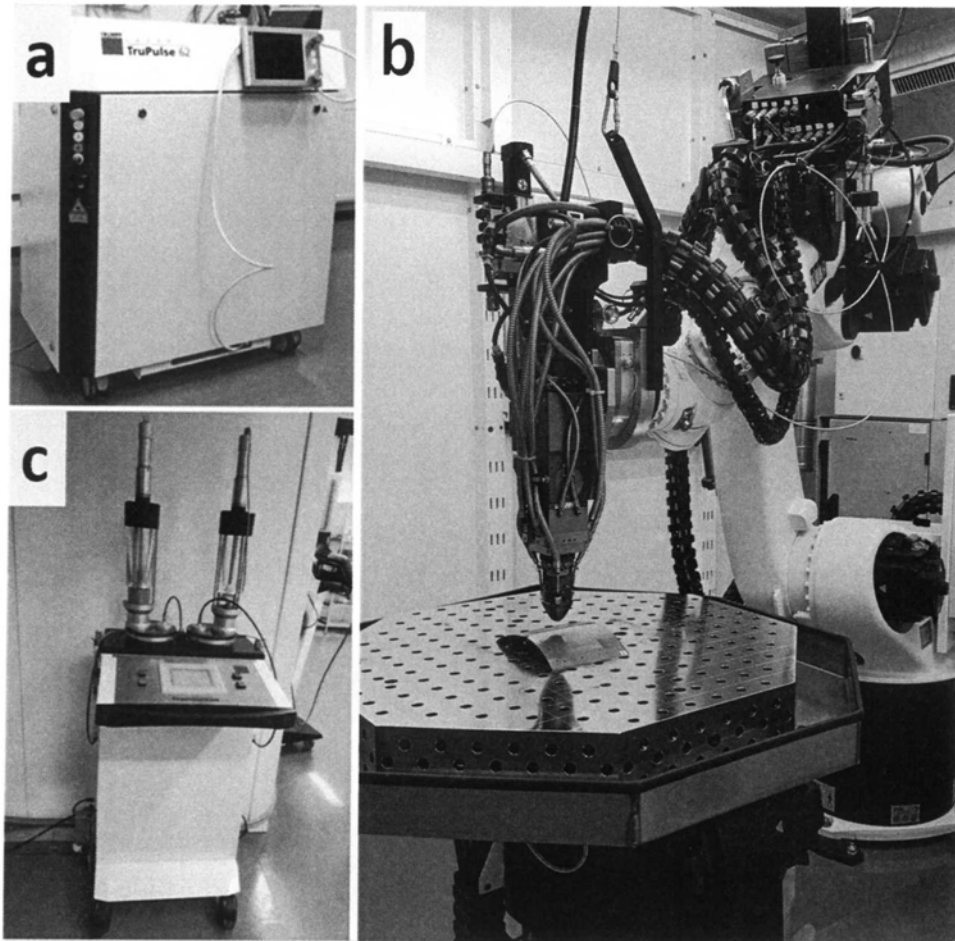


Fig. 1

(51) Int.Cl.

C23C 24/10 (2006.01);

B22F 3/105 (2006.01);

C23C 14/22 (2006.01)

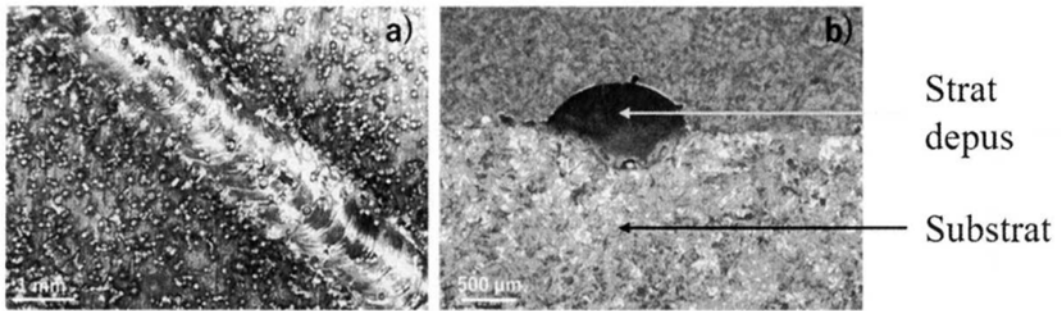


Fig. 2

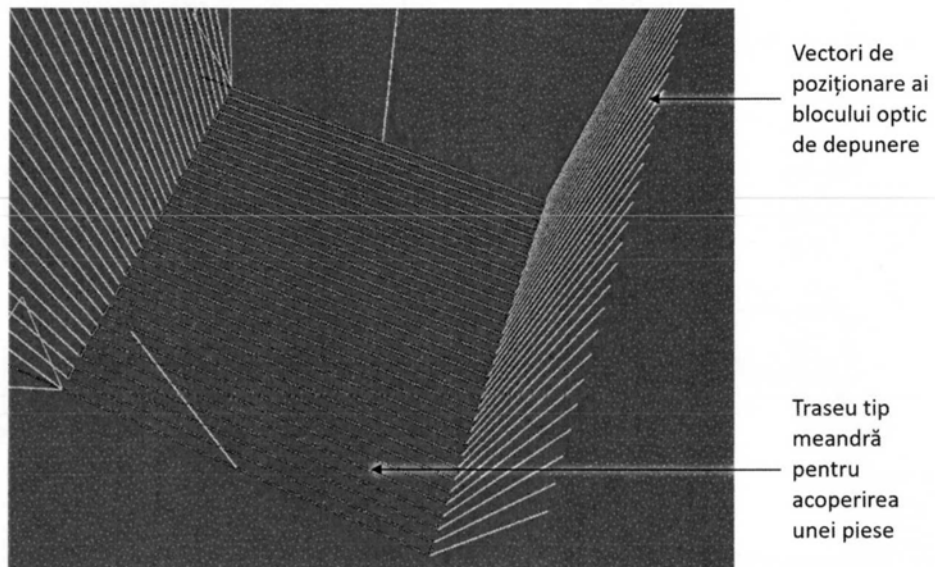


Fig. 3

(51) Int.Cl.

C23C 24/10 (2006.01);

B22F 3/105 (2006.01);

C23C 14/22 (2006.01)

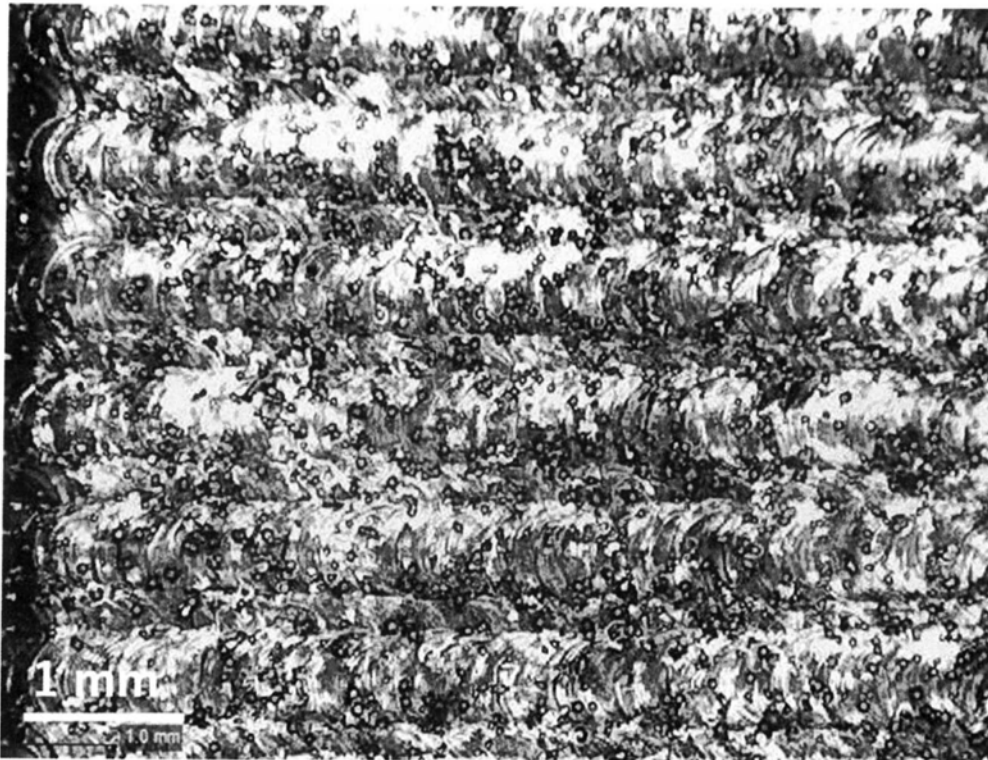


Fig. 4



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 265/2024