



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00168**

(22) Data de depozit: **09/03/2016**

(41) Data publicării cererii:  
**29/09/2017** BOPI nr. **9/2017**

(71) Solicitant:  
• **AEG PROGRESIV S.R.L.**,  
*STR.NUȘOARA NR.6, BL.42, SC.E, ET.1,*  
*AP.70, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO*

(72) Inventatori:  
• **MATEESCU ALICE-ORTANSA**,  
*STR.ION MIHALACHE NR.187, BL.4, ET.6,*  
*AP.28, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;*  
• **MATEESCU GHEORGHE**,  
*STR.NUȘOARA NR.6, BL.42, SC.E, ET.1,*  
*AP.70, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO*

(54) **PROCEDEE DE REALIZARE A ACOPERIRILOR  
FUNCȚIONALE PRIN DEPUNERE ÎN VID SAU ÎN  
ATMOSFERĂ DESCHISĂ, CU JET DE PULBERI (MICRONICE  
SAU NANOMETRICE) ÎN PLASMĂ RECE ȘI COMPLEXĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la 5 procedee de depunere a micropulberilor și nanopulberilor în plasmă rece și complexă, cu desfășurare în vid sau în atmosferă deschisă, utilizabile la realizarea acoperirilor funcționale tribologice, anticorozive, decorative, de durificare, termoizolante și altele asemenea, cu caracteristici îmbunătățite. Procedeele conform invenției sunt următoarele:

1. procedeul care utilizează simultan metoda de depunere a micropulberilor metalice și nemetalice în atmosferă deschisă, prin antrenarea particulelor cu un jet de gaz dinamic la viteză supersonică, asigurată de un ajutor convergent-divergent și metoda de tratare a suprafețelor cu plasmă rece, obținut prin introducerea jetului de plasmă în jetul de particule creându-se o plasmă complexă, în atmosferă deschisă, în care o parte din particulele de metal se încarcă electric;

2. procedeul care utilizează procedeul de mai sus într-un spațiu vidat în care este generată și o plasmă rece care poate fi menținută, stabil și vizibil, în domeniul  $10...5 \times 10^{-3}$  mbar și care produce încărcarea electrică

a particulelor din jet;

3. procedeul care utilizează metoda de depunere a primului procedeu, dar cu injectarea jetului de particule în jetul de plasmă, sau invers, înainte de racordarea acestora la un spațiu tehnologic vidat în care are loc depunerea;

4. procedeul este o îmbunătățire a procedeuului 3 prin utilizarea, în timpul depunerii în spațiul tehnologic, și a unei plume reci, de tipul descărcării luminescente anormale, care poate fi menținută, stabil și vizibil, în domeniul  $10...5 \times 10^{-3}$  mbar, creându-se astfel o plasmă complexă în vid în care o mare parte din particulele de material din jet se încarcă electric;

5. procedeul utilizează depunerea micro și nanopulberilor într-un spațiu vidat, în care este generată și o descărcare luminescentă care încarcă electric particulele de depunere și creează o plasmă complexă.

Revendicări: 5



## DESCRIEREA INVENȚIEI

### Procedee de realizare a acoperirilor functionale prin depunere in vid sau in atmosfera deschisa cu jet de pulberi (*micronice sau nanometrice*) in plasma rece si complexa

Inventia se refera la 5 procedee noi de depunere a micropulberilor si nanopulberilor in plasma rece si complexa (*Cold Complex Plasma sau Cold Dust Plasma, ce contine pe langa electronii si ionii de gaz din plasma rece si pulberi incarcate electric [1, 2, 3, 4]*), cu desfasurare in vid (*4 procedee*) sau in atmosfera deschisa (*1 procedeu*), utilizabile la realizarea acoperirilor functionale (*tribologice, anticorozive, decorative, de durificare, termoizolante, etc.*) cu caracteristici imbunatatite.

Primele 4 procedee (*1 cu desfasurare in atmosfera deschisa si 3 cu desfasurare in vid*) sunt in fapt o imbunatatire a metodei clasice de spreiere a micro/ nano pulberilor in atmosfera deschisa (*metoda Cold Spray/ CS*), obtinuta prin desfasurarea procesului de spreiere in vid (*metoda Vacuum Cold Spray/ VCS*) si sprijinirea/ asistarea depunerii de catre o plasma rece (*Cold Plasma-produsa de un echipament tip Atmospheric Cold Plasma Surface Treatment sau de tip Abnormal Glow Discharge-AGD*), ce conduce la realizarea unei plasmе complexe, ce contine pe langa electroni si ioni ai gazului din plasma rece si pulberi incarcate electric ca urmare a interactiunii pulberilor cu plasma rece. Cel de al 5-lea procedeu constituie o imbunatatire a metodei Aerosol Deposition Method - ADM, cu desfasurare in vid (*metoda Akedo*), prin sprijinirea procesului de depunere a pulberilor de catre plasma rece a AGD.

Sunt cunoscute o multitudine de metode, de structuri si de materiale pentru realizarea in vid sau in atmosfera deschisa a acoperirilor complexe cu proprietati functionale (*anticorozive, tribologice, decorative, etc.*) care se diversifica continuu.

O eficienta si o calitate ridicata in realizarea industriala a acoperirilor functionale de grosimi mici (*straturi subtiri, cu grosimi de ordinul nanometrilor sau micronilor*), sau de grosimi mari (*straturi groase, cu grosimi de ordinul zecilor de micrometri sau de ordinul milimetrilor*) au demonstrat-o depunerile solide, **in atmosfera deschisa**, a micropulberilor prin metoda **Spreierii la rece**, in care materialul solid de depunere cu dimensiuni micronice (1-50  $\mu\text{m}$ ) este accelerat printr-un ajutoraj Laval (*convergent-divergent*) si deplasat cu viteza foarte mare (300-1200 m/s) de un gaz dinamic (*aer comprimat, N<sub>2</sub>, He, etc.*), pentru a se depune **sub forma solida** (*nu sub forma topita ca in metoda Thermal Spray*) pe suportul cu care interactioneaza prin deformare (*ciocnire*) plastica.

Gazul de antrenare al micropulberilor, utilizat la presiune inalta (*in cazul High Pressure Cold Spray/ HPCS*) sau la presiune scazuta (*Low Pressure Cold Spray/ LPCS*) este usor incalzit (*sub temperatura de topire a pulberilor*) in vederea asigurarii unei deformari plasice a pulberilor la ciocnirea cu substratul si a consolidarii prin impact a pulberilor.

Metoda de depunere a micropulberilor cu gaz dinamic la viteza supersonica (*Cold Gas Dynamic Spray/ CGDS, sau pe scurt Cold Spray/ CS*), ce a fost utilizata pentru prima data in 1980 la Institutul de Mecanica Aplicata al Academiei Ruse din Novosibirsk de catre A.P. Alkhimov, V.F. Kosarev si A.N. Papyrin a fost apoi puternic dezvoltata in: Rusia (*la Obnisk Center for Power Spraying/ OSPA, prin dezvoltarea echipamentelor DYMET<sup>®</sup>*); USA, (*de catre compania Rus Sonic Technology Inc., etc.*); Germania (*de catre Cold Gas Technology GmbH*); Japonia (*de catre Plasma Giken Co., Ltd.*) si Canada (*de catre CenterLine Limited, Supersonic Spray Technology Division*).

Astazi metoda CS este utilizata cu succes si la modul industrial in depunerea micropulberilor din: metale ductile, (*precum: Zn, Sn, Ag, Cu, Al, Ti, Nb, etc.*); aliajele metalice ale acestora (*Ni-Cr; Cu-Al; MCrAlY, etc.*) si polimeri, precum si a amestecurilor acestora (*cu un continut al acestora de peste 50% in volum*) cu compusi ceramici sau cu metale fragile.

O prezentare completa si sintetica a metodei Cold Spray se gaseste in lucrarea "Cold Spray coating: review of materials systems and future perspectives" a lui A Moradi si altii, publicata in volumul 36, Nr. 6/ 2015 al revistei Surface Engineering [5]. Alte detalii privind evolutia tehnologiei si a materialelor depuse prin metoda CS se gasesc in lucrarile [6, ... 9].

O îmbunătățire a procesului de depunere a pulberilor cu dimensiuni micrometrice și nanometrice s-a obținut prin spreierea micropulberilor (*produse de un pistol de spreiere tip Cold Spray*) într-un spațiu vidat, folosind metoda Vacuum Cold Spray (VCS), descrisă în Brevetul de invenție Nr. US 2006/0121187 A1, autori Joffrey D. Hayness și D. Alan Hobs.

Diferitele procedee de CS, dezvoltate ulterior precum: Low Pressure Cold Spray/ LPCS; High Pressure Cold Spray/ HPCS; Vacuum Cold Spray/ VCS și Kinetic Cold Spray/ KCS sunt prezentate detaliat în lucrarea [1].

Avantajul esențial al procedurii Vacuum Cold Spray este că această metodă: elimină total posibilitățile de oxidare și de contaminare ale stratului depus; permite depunerea și a pulberilor cu dimensiuni submicronice; crește eficiența și calitatea depunerii, asigură depuneri la distanțe mai mari (*distanța tinta - substrat crește de la 1 - 2 cm la 4 - 5 cm*) etc.

O alternativă a metodei Cold Spray de depunere a micropulberilor, bazată tot pe consolidarea prin impact a pulberilor la temperatura camerei (*Room Temperature Impact Consolidation/ RTIC*) o constituie "Metoda Depunerii cu Aerosoli în Vid" (*Vacuum Aerosol Deposition Method/ ADM*), definită de unele grupuri de cercetare ca Vacuum Cold Spray/ VCS sau Vacuum Kinetic Spraying/ VKS, dezvoltată pentru prima dată de un grup de cercetători conduși de profesorul Akedo de la "National Institute of Industrial Science and Technology" (AIST) din Japonia. Metoda Aerosol Deposition Method, dezvoltată de Akedo, utilizează: o cameră de amestec a aerosolului în care presiunea este menținută între 60 mbar și 1066 mbar; un ajutoraj convergent-divergent de tip Laval ce asigură ejectarea particulelor în camera tehnologică de depunere (*în care vidul este în domeniul 0,2 - 200 mbar*) cu viteze de 100 - 600 m/s; o distanță între ajutoraj și substrat de 1 - 50 mm. Cu ajutorul acestei metode s-a reușit depunerea de pulberi ceramice cu dimensiuni de 0,08 ... 2 μm, imposibil de depus prin metoda Cold Spray. Detalii despre această metodă se găsesc în lucrările [10, 11].

Detalii suplimentare privind principiul de funcționare al acestei metode se găsesc în lucrările: "An Overview of the Aerosol Deposition Method: Process Fundamentals and New Trends in Material Applications", autori D. Hanft, J. Exner, M. Schubert, T. Stöker și R. Moons, publicată în *J. Ceram. Sci. Tech.*, 06 [03] 147.182 92050; DOI: 10.4416/JCST2015-00018 și "Room Temperature Impact Consolidation (RTIC) of Fine Ceramic Powder by Aerosol Deposition Method and Applications to Microdevice", publicată în *Journal of Thermal Spray Technology*, Volume 17(2) June 2008-181, de către Jun Akedo [11].

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția o constituie: creșterea aderenței stratului depus la substrat, precum și a coeziunii dintre straturile depuse; creșterea densificării stratului depus (*reducerea porozității*), ca urmare a efectelor de: curățare, desorbție, degazare (*ce au efecte directe în reducerea gazelor care pot fi înglobate în strat în procesul de nucleație*) și activare a substratului (*eventual și înainte de a se realiza depunerea cu echipamentul Cold Spray*) și a stratului depus, precum și de creștere a energiei de impact a particulelor sub acțiunea descărcării luminescente (*Abnormal Glow Discharge*) sau a jetului de plasmă suprapus peste jetul de particule generat de echipamentul Cold Spray, pe toată durata depunerii. Așadar, descărcarea luminescentă poate fi folosită și ca un pretratament pentru substraturile care pot avea probleme de aderență a depunerii. De asemenea, plasmă (*sub formă de descărcare luminescentă sau de jet de plasmă*) care asistă depunerea de tip Vacuum Cold Spray, are efecte benefice în procesul de nucleație al stratului depus, deoarece favorizează: reducerea porozității stratului depus; dirijarea jetului de particule încărcate electric către substrat după direcția liniilor de câmp, atunci când substratul metalic este ușor polarizat (*permițând depunerea și pe zone mai asunse*); eliminarea stresului din stratul depus (*ce permite realizarea de acoperiri cu grosimi foarte mari*); modificarea fazelor structurale ale stratului depus prin facilitarea creerii de compusi chimici în structura acestuia, ca urmare a participării în procesul de nucleație și a unor specii ionizate (*pulberi încărcate electric, ioni negativi ai gazelor din descărcare, etc*) care sunt mult mai active chimic decât cele neutre.

Plasmă rece (*Cold Plasma*), ce asistă jetul de particule produs prin Cold Spray/ CS și asigură realizarea unei plasmă complexe, poate fi obținută prin:

- Cuplarea/ Suprapunerea, in atmosfera deschisa sau in vid, a jetului de plasma de la o sursa de plasma rece in atmosfera deschisa pentru tratarea suprafetelor (*Atmospheric Cold Plasma Surface Treatment*) la/cu jetul de microparticule produs de catre un echipament CGDS-DM si imprastiat cu viteza supersonica, pentru realizarea acoperirilor functionale industriale.
- Descarcare Luminiscenta/ DL stabila in vid (*Abnormal Glow Discharge-zona stabila a descarcarii luminiscente in care la o crestere a tensiunii in descarcare se produce o crestere a curentului in descarcare [12]*) ce se poate mentine stabila si vizibila in domeniul 10 mbar –  $5 \times 10^{-3}$  mbar, ce umple spatiul vidat in care are loc depunerea tip VCS si produce o plasma complexa ce va contine pe langa electronii si ionii negativi de gaz ai DL si pulberea ejectata de jetul CS si incarcata electric de catre plasma.

Procedeu de depunere in atmosfera deschisa a micropulberilor cu plasma rece complexa (**Procedeu nr. 1**), combina metoda de spreiere rece cu gaz dinamic a micropulberilor, in atmosfera deschisa (*Cold Gas Dynamic Spray Deposition Method-CGDS/ Cold Spray-CS*) cu metoda de tratare a suprafetelor cu plasma rece in atmosfera deschisa (*Atmospheric Cold Plasma Surface Treatment/ ACP-ST*). Practic prin noul procedeu se realizeaza suprapunerea jetului de particule, produs de un echipament comercial de tip Cold Spray (*spre exemplu echipamentul Dymet 423 produs de Obnisk Center for Powder Spraying - Rusia, poate avea o presiune de gaz de pana la 8 bari la iesirea din ajutajul Laval si un debit de maxim 24 m<sup>3</sup>/h*), cu jetul de plasma produs de un echipament de tratament a suprafetelor cu plasma rece in atmosfera deschisa (*spre exemplu echipamentul PlasmaBeam de la Diener Electronic GmbH, poate avea o presiune de gaz de pana la 8 bari inainte de iesirea din torta de plasma si un debit de gaz de maxim 2 m<sup>3</sup>/h*), respectiv prin injectarea jetului de particule (*printr-un racord inlinat in torta de plasma*) obtinut prin CS in jetul de plasma rece obtinut prin ACPST.

Avantajul acestui procedeu fata de metoda clasica de tip Cold Spray este ca materialul de depunere (*micropulberile*) se incarca electric in plasma, ceea ce duce la: intensificarea proceselor de combinare chimica in procesul de nucleatie al stratului depus pe substrat (*ca urmare a cresterii reactivitatii asigurate de incarcarea electrica a constituentilor in nucleatie*); sporirea aderenței la substrat si a coeziunii dintre straturi; etc.

Unul din procedeele de depunere in vid, a micro si nano pulberilor cu plasma rece complexa (**Procedeu nr. 2**), combina spreierea rece a acestora cu gaz dinamic intr-un spatiu vidat (*Vacuum Gas Dynamic Cold Spray Deposition Method/ VGDCS-DM*) in care este generata si o plasma rece de tip Abnormal Glow Discharge, ce poate fi mentinuta stabil si vizibil in domeniul 10 –  $5 \times 10^{-3}$  mbar [12, 13, 14] si care produce incarcarea electrica a micro si nano particulelor din jet. Acest procedeu mentine avantajele metodei de depunere tip Vacuum Cold Spray, prezentate anterior, dar aduce in plus si avantajele plasmiei complexe in procesul de nucleatie, prezentate de asemenea anterior.

Cel de al 2-lea procedeu de depunere in vid a micro si nano pulberilor cu plasma rece complexa (**Procedeu nr. 3**), suprapune jetul de plasma produs de un echipament de tip ACP-ST cu jetul de nano/ mico pulberi produs de un echipament de tip CS, inainte de introducerea acestora in spatiul tehnologic vidat si acest lucru poate fi realizat fie prin cuplarea jetului de micropulberi la torta de plasma (*plasma torch*) sau a tortei de plasma la jetul de pulbere. Avantajul esential al acestui procedeu este faptul ca, datorita extinderii lungimii tortei de plasma in vid, se produce o incarcare cu sarcini electrice a particulelor din jet intr-o proportie mult mai mare decat in Abnormal Glow Discharge, ce va duce la o crestere (*imbunatare*) a efectelor benefice ale plasmiei complexe in procesul de nucleatie.

Cel de al 3-lea procedeu de depunere in vid a micro si nano pulberilor cu plasma rece complexa (**Procedeu nr. 4**), constituie o dezvoltare a procedeuului nr. 3 prin utilizarea in timpul depunerii in spatiul tehnologic si a descarcarii luminiscente anormale (Abnormal Glow Discharge) care va asigura cresterea ponderii particulelor incarcate cu sarcina electrica, cu influente favorabile in procesul de nucleatie.

**Procedeu nr. 5**, la care depunerea se realizeaza in vid, constituie o dezvoltare a metodei Aerosol Deposition Method/ADM, pusa la punct de Prof. Akedo, prin utilizarea descarcarii luminescente anormale (*Abnormal Glow Discharge-AGD*) in timpul depunerii si transformarea metodei ADM in Aerosol with Dusty Plasma Deposition Method.

Conform inventiei, vidul in spatiul tehnologic de depunere poate cuprinde intreg domeniul in care descarcarea luminescenta anormala este stabila si vizibila (*adica domeniul: 10 mbar ...  $5 \times 10^{-3}$  mbar*), pentru toate procedeele la care depunerea se realizeaza in vid (*Procedeele nr. 2, 3, 4 si 5*), iar eficienta procesului de depunere creste la scaderea presiunii.

Toate cele 5 procedee mentionate anterior pentru depunerea pulberilor utilizeaza, pentru imbunatatirea caracteristicilor stratului depus, plasma rece si complexa, in care o parte din particulele cu dimensiuni micronice sau nanometrice aflate in suspensie in plasma se incarca in final cu sarcini pozitive, ca urmare a bombardarii acestora de catre electronii din plasma, (*mult mai mobili decat ionii de gaz din plasma*), asa cum se prezinta in lucrarile [2, 3, 4].

Atunci cand jetul de particule, produs de echipamentul Cold Spray, este amestecat cu jetul de plasma (*in vid - ca in Procedeele nr. 3 si 4 sau in atmosfera deschisa - ca in Procedeu nr. 1*), produs de echipamentul ACPST, toate particulele din jet vin in contact cu plasma si cea mai mare parte a acestora se incarca electric.

Atunci cand jetul de particule, produs de echipamentul Cold Spray, intra intr-o descarcare luminescenta (*cum este cazul Procedeele nr. 2 si 4*), numai particulele aflate la marginea jetului Cold Spray vin in contact cu plasma si numai acestea se incarca electric.

Atunci cand substratul este polarizat negativ (*opus incarcarii particulelor din jet*) particulele din jet incarcate electric (*pozitiv*) se vor deplasa dupa directia liniilor de camp electric si vor depune si pe zonele mai ascunse ale substratului, asa cum se intampla si la placarea ionica. Practic toate procedeele de depunere prezentate anterior pot fi considerate procedee de placare ionica cu micro si nano particule.

Prin participarea in procesul de nucleatie a stratului depus a pulberilor micrometrice si nanometrice incarcate electric (*mult mai active chimic decat cele neutre*) precum si a ionilor negativi ai gazelor reactive (*atunci cand Descarcarea Luminescenta se produce intr-un gaz reactiv sau cand in plasma se adauga si gaze reactive*) se faciliteaza modificarea fazelor structurale ale stratului depus prin crearea de compusi chimici in structura acestuia.

Pentru a realiza in camera tehnologica un vid dinamic stabil in domeniul 10 mbar ...  $5 \times 10^{-3}$  mbar (*domeniu in care se pot desfasura procedeele nr. 2, 3, 4 si 5*) sistemul de pompare trebuie sa fie astfel ales incat debitul acestuia sa acopere atat debitul constant al gazelor de proces cat si debitul variabil necesar pentru asigurarea vidului dinamic in domeniul de interes.

Spre exemplu, tinand cont ca pentru Dymet 423 debitul maxim de gaz de proces este de  $24 \text{ m}^3/\text{h}$ , iar pentru PlasmaBeam este de  $2 \text{ m}^3/\text{h}$  (*adica  $Q_{total} = 26 \text{ m}^3/\text{h} = 7,22 \text{ l/s}$* ), este necesara utilizarea unei pompe rotative duplex cu ulei, cu vid limita de  $5 \times 10^{-3}$  mbar (*sub presiunea limita a domeniului de interes*) si debit de pompare mai mare de  $30 \text{ m}^3/\text{h} = 8,33 \text{ l/s}$ , pentru asigurarea unui vid dinamic stabil in domeniul 20 mbar -  $10^{-2}$  mbar, la procedeele nr. 2, 3 si 4. Pentru a se asigura obtinerea vidului limita de desfasurare a descarcarii luminescente ( $5 \times 10^{-3}$  mbar) sistemul de pompare trebuie sa aibe presiunea limita cu cel putin un ordin de marime mai scazut decat valoarea de  $5 \times 10^{-3}$  mbar (*si acest lucru poate fi asigurat de un sistem de pompare compus din pompa de vid preliminar duplex si pompa de vid de tip Roots*), iar debitul de pompare trebuie sa fie cel putin dublu fata de debitul gazelor de proces.

**Bibliografie**

1. Dusty plasma, Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Dusty\\_plasma](https://en.wikipedia.org/wiki/Dusty_plasma)
2. Patrick Ludwig, Michael Bonitz and Jurgen Meichsner, Introduction to Complex Plasmas, Chapter 1, M Bonitz, N Horing, P Ludwig - 2010 - books.google.com
3. Basic dusty plasma principles, Chapter 2,  
<https://theses.lib.vt.edu/theses/available/etd-10022000.../chae2.pdf>
4. Dusty plasma and applications in space and industry,  
[newton.physics.uiowa.edu/~rmerlino/Grabbe\\_Merlino-Ch\\_52.pdf](http://newton.physics.uiowa.edu/~rmerlino/Grabbe_Merlino-Ch_52.pdf)
5. A. Moradi si altii, Cold Spray coating: rewiev of materials systems and future perspectives”, publicata in volumul 36, Nr. 6/ 2015 al revistei Surface Engineering
6. Eric Irissou si altii, “Review on Cold Spray Process and Technolgy: Part I- Intellectual Property”, JTTEE5 17:495-516, DOI: 10.1007/s11666-008-9203-3, Journal of Thermal Spray Technology, Volume 17(4) December 2008-495
7. Ramin Ghelichi, Mario Guagliano, :Coating by Cold Spray Process: a state of the art”, Frattura ed Integrita Strutturale, 8(2009) 30-44: DOI: 10.3221/IGF-ESIS.08.03
8. J. Karthikeyan, from ASB Industries Inc., Cold Spray Technology: International Status and USA Efforts”, December 2004
9. Department of Defence Manufacturing Proingh, T.S. Sidhu, S.B.S. Kalsi, Cold Spray Technology: future of coating deposition process”, Frattura ed Integrita Strutturale, 22(2012).69.84; DOI:10.3221/IGF-ESSIS.22.08
10. Jun Akedo, Room Temperature Impact Consolidatio (RTIC) of Fine Ceramic Powder by Aerosol Deposition Method and Applications to Microdevice”, Journal of Thermal Spray Technology, Volume 17(2) June 2008-181
11. D. Hanft si altii, An Overview of the Aerosol Deposition Method: Process Fundamentals and New Trends in Materials Applications, J. Ceram.Sci. Tech., 06[03] 147-182 (2015).
12. Electric discharge in gases - Wikipedia, the free encyclopedia.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Electric\\_discharge\\_in\\_gases](https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_discharge_in_gases)
13. Glow Discharge, Wikipedia-free encyclopedia,  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Glow\\_discharge](https://en.wikipedia.org/wiki/Glow_discharge)
14. H. P. Dylla si altii, Glow Discharge Conditioning of the PDX Vacuum Vessel, New York, October 1979

**REVENDICARILE INVENTIEI****Procedee de realizare a acoperirilor functionale prin depunere in vid sau in atmosfera deschisa cu jet de pulberi (*micronice sau nanometrice*) in plasma rece si complexa**

1. Procedeu de realizare a acoperirilor functionale (*decorative, anticorozive, lubrifiante, tribologice, etc.*) **caracterizat prin aceea ca**, utilizeaza simultan metoda de depunere a jetului de micropulberi metalice si nemetalice in atmosfera deschisa, obtinut prin antrenarea acestora cu gaz dinamic la viteza supersonica, asigurata de un ajutoraj convergent-divergent (*Cold Gas Dynamic Spray-Deposition Method*) si metoda de tratare a suprafetelor cu plasma rece in atmosfera deschisa (*Atmospheric Cold Plasma Surface Treatment*), iar utilizarea simultana se realizeaza prin injectarea jetului de particule obtinut prin Cold Spray in jetul de plasma rece obtinut prin ACPST (*sau a jetului de plasma in jetul de particule*), creindu-se astfel o plasma complexa (*Dusty/ complex plasma*) in atmosfera deschisa, in care o parte din particulele de material din jet se incarca electric.
2. Procedeu de realizare a acoperirilor functionale (*decorative, anticorozive, lubrifiante, tribologice, etc.*) **caracterizat prin aceea ca**, utilizeaza metoda de depunere a jetului de micropulberi metalice si nemetalice in atmosfera deschisa, obtinut prin antrenarea acestora cu gaz dinamic la viteza supersonica, asigurata de un ajutoraj convergent-divergent (*utilizeaza metoda Cold Gas Dynamic Spray-Deposition Method/ Cold Spray*) intr-un spatiu vidat (*obtinand Vacuum Gas Dynamic Cold Spray Deposition Method/ VGDCS-DM*), in care este generata si o plasma rece de tip Abnormal Glow Discharge, ce poate fi mentinuta stabil si vizibil in domeniul  $10 \text{ mbar} \dots 5 \times 10^{-3} \text{ mbar}$  (*de catre un sistem de pompare cu debit cel putin dublu decat debitul gazelor de proces, iar presiunea limita cu un ordin de marime mai buna decat presiunea de lucru dorita*) si care produce incarcarea electrica a micro si nano particulelor din jet.
3. Procedeu de realizare a acoperirilor functionale (*decorative, anticorozive, lubrifiante, tribologice, etc.*) **caracterizat prin aceea ca**, utilizeaza simultan metoda de depunere a jetului de micropulberi metalice si nemetalice in atmosfera deschisa, obtinut prin antrenarea acestora cu gaz dinamic la viteza supersonica, asigurata de un ajutoraj convergent-divergent (*Cold Gas Dynamic Spray-Deposition Method/ Cold Spray*) si metoda de tratare a suprafetelor cu plasma rece in atmosfera deschisa (*Atmospheric Cold Plasma Surface Treatment*), iar utilizarea simultana se realizeaza prin injectarea jetului de particule obtinut prin CS in jetul de plasma rece obtinut prin ACPST (*sau a jetului de plasma in jetul de particule*), inainte de racordarea acestora la un spatiu tehnologic vidat in care are loc depunerea, creandu-se astfel o plasma complexa (*Dusty/ complex plasma*) in vid, in care o parte din particulele de material din jet se incarca electric.
4. Procedeu de realizare a acoperirilor functionale (*decorative, anticorozive, lubrifiante, tribologice, etc.*) **caracterizat prin aceea ca** este o combinatie a procedeelor nr. 2 si 3, sau o imbunatatire a procedeeului numarul 3 prin generarea suplimentara in spatiul tehnologic de depunere si a unei plume reci de tip Abnormal Glow Discharge, ce poate fi mentinuta stabil si vizibil in domeniul  $10 \text{ mbar} \dots 5 \times 10^{-3} \text{ mbar}$  (*de catre un sistem de pompare cu debit cel putin dublu decat debitul gazelor de proces, iar presiunea limita cu un ordin de marime mai buna decat presiunea de lucru dorita*), creandu-se astfel o plasma complexa (*Dusty/ complex plasma*) in vid, in care o mare parte din particulele de material din jet se incarca electric.
5. Procedeu de realizare a acoperirilor functionale (*decorative, anticorozive, lubrifiante, tribologice, etc.*), **caracterizat prin aceea ca**, utilizeaza depunerea micro si nano pulberilor intr-un spatiu vidat (*denumita Aerosol Deposition Method*) in care este generata si o descarcare luminiscenta (*Abnormal Glow Discharge*) ce incarca electric particulele de depunere si creeaza o plasma complexa.