

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00427

(22) Data de depozit: 13/06/2016

(41) Data publicării cererii:  
30/12/2016 BOPI nr. 12/2016

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICA LASERILOR, PLASMEI ȘI  
RADIĂȚIEI, STR. ATOMIȘTILOR NR.409,  
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:  
• TICOS CĂTĂLIN-MIHAI,  
STR. TINERETULUI NR. 6, SC. 2, AP. 5,  
COMUNA CHIAJNA-DUDU, IF, RO;  
• SCURTU ADRIAN ILIE,  
STR. TUDOR VLADIMIRESCU, BL. C,  
SC. B. AP. 1, FĂGĂRAȘ, BV, RO;  
• TICOS DORINA, STR. TINERETULUI  
NR. 6, SC. 2, AP. 5,  
COMUNA CHIAJNA- DUDU, IF, RO

(54) PROCEDEU DE CURĂȚARE A SUPRAFEȚELOR DE PRAF ÎN  
GAZE LA PRESIUNE SCĂZUTĂ, CU JET DE PLASMĂ  
PULSATĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de curățare a prafului de pe suprafețele aflate în gaze la presiuni scăzute, în intervalul de câțiva mTorr până la zeci de Torr. Procedeu conform invenției constă în etapa de creare a unui jet de plasmă, prin aplicarea unei tensiuni de câțiva kilovolți între doi electrozi (1, 2) care sunt dispuși, izolați unul față de altul de o piesă cilindrică (3) izolatoare, într-o incintă (4) de vid, și sunt conectați la un condensator (5), etapa de inițiere a descărcării în gaz prin controlul unor comutatoare (8, 9), etapa de vidare a incintei (4), prin intermediul unei pompe (20) turbomoleculare și al unei pompe (21) de vid preliminar, etapa de introducere a unui gaz inert, cum ar fi Ar, Xe, He sau aer, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> sau amestecuri ale acestora, printr-un racord (26), în incintă (4), în care electrozii sunt poziționați în așa manieră în raport cu o suprafață (29) ce urmează a fi curățată, încât jetul de plasmă să baleieze suprafața, antrenând și înlăturând microparticulele de praf de pe aceasta.

Revendicări: 1  
Figuri: 3

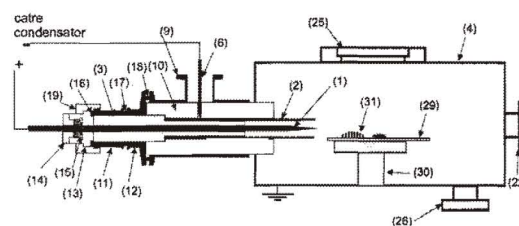
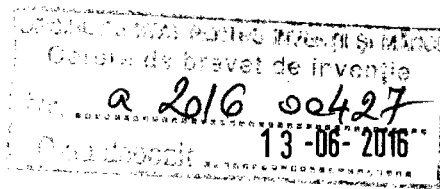


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





## PREZENTARE

Inventia se refera la un procedeu pentru inlaturarea prafului de pe suprafete aflate in gaze la presiuni scazute in domeniul mTorr pana la zeci de Torr, cu jet de plasma produs intr-o descarcare electrica.

In prezent metodele cunoscute de inlaturare a prafului in vid sunt de mai multe tipuri: mecanice, electrostatice si optice prin iluminare cu fascicul laser. Metodele de curatire mecanice cu contact direct cu suprafata constau in maturarea prafului de pe suprafata fie cu ajutorul unei perii sau metode fara contact utilizand jeturi de gaz. Metodele electrostatice constau in aplicarea unor pulsuri de tensiune pe suprafata in cazul in care aceasta este buna conductoare de electricitate si electrizarea prafului. Prin electrizare praful se desprinde de suprafata iar prin aplicarea unei tensiuni oscilante acesta este transportat de pe suprafata pana la extremitatea suprafetei si eventual inlaturat. Metodele optice constau in aplicarea unor pulsuri laser scurte in directia prafului si inlaturarea acestuia datorita presiunii luminii.

Conform inventiei un jet de plasma este produs intr-o descarcare electrica intre doi electrozi cu o simetrie coaxiala in gazul in care se afla imersata suprafata acoperita cu praf aflata la presiune scazuta.

Realizarea inventiei este descrisa in continuare in fig. 1, 2 si 3, ce reprezinta:

-fig. 1 schema ilustrativa a electrozilor coaxiali ai echipamentului de inlaturare a prafului ce produce jetul de plasma

-fig. 2, schema electrica a echipamentului de inlaturare a prafului

-fig. 3, schema ilustrativa a instalatiei de vid

In cele ce urmeaza este prezentat in detaliu echipamentul de inlaturare a prafului de pe suprafata. Un jet de plasma pulsata in plasma este creata intre doi electrozi metalici si anume o bara centrala cu profil conic (1) si un cilindru coaxial (2), ca in figura 1. Electrozii sunt separati de o piesa cilindrica izolatoare (3) alcatuita din teflon. La capatul dinspre incinta de interactie (4) electrozii sunt liberi. Plasma este produsa prin aplicarea unei tensiuni de cativa kilovolti pe cei doi electrozi de la un condensator (5) aratat in figura 2. Electroful coaxial este conectat prin tija (6) la polaritatea negativa a condensatorului (5) incarcat electric de la sursa de inalta tensiune (7).

Incarcarea se face prin inchiderea comutatorului I1 (8). Dupa incarcarea condensatorului (5), comutatorul I1 (8) se deschide si se inchide comutatorul I2 (9) pentru initierea descarcarii in gaz. Cei doi electrozi sunt instalati pe o extensie metalica in forma de T (9) a incintei de vid (4). Un cilindru de polietilena (1) izoleaza electrodul cilindric coaxial (2) de extensia incintei de vid (9). Doua piese metalice (11) si (12) sunt montate in continuarea extensiei in forma de T (9). Un cilindru metalic cu filet se ataseaza de o extremitate a piesei (11). La capatul celor doua piese (11) si (12) se afla doua bucese de polietilena (13) si (14) care asigura etanseitatea la vid. Vidul este realizat prin inserarea de o-ringuri (15,16,17,18) si strangerea lor fie prin filet (piesele (14) si (19)) sau prin colier de tip "kwik-flange".

Intregul sistem de electrozi este instalat intr-o incinta metalica de vid (4) impamantata. Initial incinta este vidata la o presiune de  $10^{-5}$  torr de un sistem format dintr-o pompa turbomoleculara (20) si una de vid preliminar (21) aratate in figura 3 si conectate prin racordul (22). Presiunea este masurata cu o combinative de joja Penning si capacitiva. Pompa de vid preliminar este conectata de pompa turbomoleculara printr-un racord de plastic (23) intarit cu sarma din inox ce anihileaza vibratiile mecanice si o valva (24) ce poate decupla pompa turbomoleculara. Incinta are montata o fereastra cu flansa de vid (24) pentru observarea efectului jetului de plasma asupra prafului.

Gazul de lucru poate fi un gaz inert precum Ar, Xe, He sau aer, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> sau amestecuri ale acestora si se introduce prin racordul (26). Intre pompe si incinta se afla un filtru de praf (27) pentru retinerea particulelor si impiedicarea absorbtiei acestora in pompele de vid. Functionarea intregului echipament are loc in gazul ce umple incinta la o presiune de cativa mTorr si pana la zeci de Torr. Spatiul dintre electrozi este si el umplut cu gaz la aceeasi presiune cu cea a incintei. Distanta dintre cei doi electrozi este de cativa milimetri pana la cativa centimetri. Lungimea electrozilor poate varia, si este de ordinul centimetrilor, de la 1 cm si pana la 15 cm. Electrocul central (1) are in zona de descarcare o forma conica cu varful in directia jetului pentru a atenua fenomenul de ablatie a materialului in timpul descincarilor electrice.

Cei doi electrozi sunt conectati prin cabluri coaxiale (28) la un condensator cu o capacitate de sute de microfarazi care lucreaza la inalta tensiune de cativa kV. Cablurile sunt de tip coaxial specifice tensiunilor inalte de kV si au o inductanta pe metru liniar redusa. Producerea plasmei intre electrozi are loc atunci cand comutatorul I2 (9) este inchis si permite descarcarea condensatorului in circuitul format din condensator, electrozi si gazul ionizat. Controlul

comutatorului I2 (9) se face prin releu la o tensiune alternativa de 220 V intr-un timp de zeci de milisecunde. Polii comutatorului sunt din alama si au forma sferica si pot suporta curenti pulsati de pana la zeci de kA si tensiuni de pana la 12 kV.

Plasma produsa intre cei doi electrozi coaxiali se deplaseaza rapid spre capatul acestora si se propaga in gaz cu viteze de 1-5 km/s. Jetul este focalizat pe o distanta de 10-15 cm avand aproximativ diametrul electrodului cilindric, dupa care se expandeaza liber in gaz. Plasma pulsata are urmatorii parametri: densitatea maxima a electronilor  $n_e=10^{19} -10^{22} \text{ m}^{-3}$  depinzand de tensiunea de descarcare si temperatura electronilor  $T_e$  este intre 1 si 15 eV. Durata jetului de plasma pulsata este intre 10 si 500 microsecunde, depinzand de lungimea cablurilor coaxiale, de rezistenta electrica a acestora precum si de inductanta circuitului incluzand pe cea a condensatorului. In regimul optim de functionare variatia in timp a curentului de descarcare este sinusoidala cu cateva maxime si minime dupa care scade la zero. De asemenea variatia tensiunii pe electrozi este similara, urmand-o pe cea a curentului de descarcare cu un defazaj in timp de ordinul microsecundelor. Valoarea maxima a curentului de descarcare corespunde la primul maxim din forma temporala si este situat in domeniul 5-16 kA, depinzand de tensiunea de descarcare.

La distanta de cativa centimetri de capatul electrozilor se pozitioneaza suprafata acoperita cu praf ce urmeaza sa fie curatata (29). Suportul suprafetei este alcatuit din plastic izolator precum teflonul (30). Electrozii pot fi paraleli cu suprafata astfel incat jetul de plasma sa o baleieze sau pot fi pozitionati perpendicular pe suprafata astfel incat jetul este orientat direct la suprafata. In acest caz distanta electrozi suprafata este de 5-12 cm. In primul tip de pozitionare jetul de plasma paralel cu suprafata antreneaza praful (31) in directia sa impingandu-l in afara suprafetei. In al doilea caz unda de soc cauzata de jetul de plasma pulsata la ciocnirea cu suprafata (28) se imprastie lateral antrenand particulele de praf in directii radiale. In mod uzual aria suprafetei care este curatata este comparabila cu dimensiunea transversala a jetului de plasma, adica de ordinul a 10-100 cm<sup>2</sup>. Doar in cazul in care jetul este perpendicular pe suprafata zona curatata poate fi mai mare datorita imprastierii undei de soc si implicit a dizlocarii de microparticule de praf de pe o suprafata mai mare.

Praful poate fi de orice natura si poate contine atat Si, P, Na, C, silicati, melamine dar si elemente metalice precum Fe, Al, Ni sau oxizi ale acestora, cu marimea particulelor de la cativa microni si pana la 1 mm in diametru.

Conform inventiei, jetul de plasma pulsata produs intre doi electrozi coaxiali ca urmare a accelerarii sarcinilor de catre forta Lorentz se propaga cu viteza de cativa km/s la o suprafata de cu o arie de zeci de  $\text{cm}^2$  acoperita cu praf si interactioneaza cu microparticulele antrenandu-le si punandu-le in miscare. Particulele de praf se deplaseaza pe o distanta comparabila cu dimensiunea liniara a suprafetei si in cele din urma sunt inlaturate de pe suprafata.

## **PROCEDEU DE CURATIRE A SUPRAFETELOR IN GAZE LA PRESIUNE SCAZUTA CU JET DE PLASMA PULSATA**

Procedeu de curatire a prafului de pe suprafete aflate in gaz la presiunea scazuta in intervalul cativa mtorr si pana la zeci de tori, **caracterizat prin aceea ca**, foloseste un jet pulsant de plasma produs de o descarcare electrica in gaz (Ar, N<sub>2</sub>, He, Xe, CO<sub>2</sub>, aer, etc. sau un amestec al acestor gaze) intre doi electrozi coaxiali pe care se aplica o tensiune electrica in intervalul cateva sute de volti pana la cativa kV si este aplicabil pentru orice fel de suprafata (metalica, dielectrica sau izolatoare) neteda sau cu asperitati si rugozitati si pentru orice tip de pulbere sau praf cu marimea particulelor intre 1 micron si cativa milimetri depozitat pe suprafata.

