



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00969

(22) Data de depozit: 07.12.2012

(41) Data publicării cererii:
30.06.2014 BOPI nr. 6/2014

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
MICROTEHNOLOGIE,
STR. EROU IANCU NICOLAE NR. 126A,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• TICOS CĂTĂLIN MIHAI,
STR. TINERETULUI NR. 6, BL. STYLE,
SC. 2, AP. 5, CHIAJNA-DUDU, IF, RO

(54) PROCEDEU DE PRODUCERE A CRISTALULUI ÎN PLASMĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de producere a unui cristal în plasmă, cristalul produs împrăștiind eficient undele electromagnetice cu lungimea de undă cuprinsă între 1...1000 μm , care sunt folosite în spectroscopia TDS. Procedeu conform invenției constă din introducerea de microparticule (1) sferice sau cilindrice, alcătuite din materiale conductoare sau dielectrice, între doi electrozi (3 și 4) plan paraleli, situați la o distanță de câțiva centimetri unul de celălalt, și pe care se aplică o tensiune de radiofrecvență, în prezența argonului sau a unui alt gaz inert, la o presiune scăzută, ceea ce conduce la formarea spontană a unei structuri simetrice tridimensionale, care levitează în spațiul dintre cei doi electrozi (3 și 4) și are o aranjare periodică a microparticulelor (1) în cele două planuri, orizontal și vertical.

Revendicări: 1
Figuri: 4

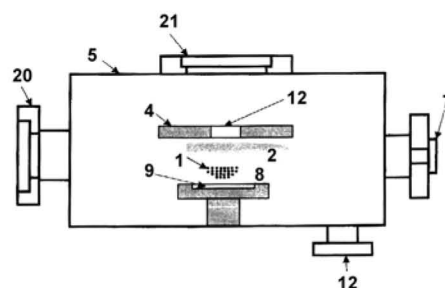


Fig. 4



a 2012 oc 969

07-12-2012

28

PROCEDEU DE PRODUCERE A CRISTALULUI IN PLASMA.

Descriere.

Conform inventiei un cristal format din microsferi cu diametrul de cativa microni este produs intr-o descarcare electrica in argon la presiune scazuta.

Realizarea inventiei este descrisa in continuare in fig. 1...4, ce reprezinta:

-fig. 1 a) si b), imagini cu sectiunea orizontala si respectiv verticala in cristal;

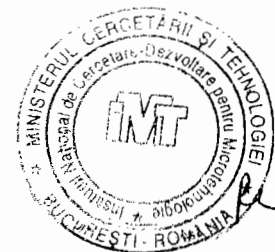
-fig. 2, schema ilustrativa a echipamentului de productie si inspectie a cristalului in plasma, conform inventiei;

-fig. 3, schema electrica a echipamentului de productie a cristalului in plasma, conform inventiei;

-fig. 4, schema ilustrativa a incintei de vid care adaposteste electrozii descarcarii in plasma.

Cristalul (1) in plasma (2) este format intre doi electrozi plani paraleli (3,4) alcatuiti din inox sau aluminiu, montati orizontal si aflati unul fata de celalalt la o distanta de 5 pana la 10 cm. Electrocul superior (4) este legat la pamant si are potential zero. Pe electrocul inferior (3) se aplica o tensiune de radiofrecventa (rf) de 13.56 MHz cu o amplitudine V_{rf} intre 400 si 700 V. Cei doi electrozi se afla intr-o incinta metalica din inox (5), vidata la o presiune de 10^{-5} torr si umpluta apoi cu argon pur 99,999% la 300 mtorr. Incinta este conectata electric la pamant.

In cele ce urmeaza se prezinta in detaliu despre cum se poate realiza un cristal in plasma. Se formeaza mai intai o descarcare in plasma (2) intre cei doi electrozi prin aplicarea tensiunii de rf pe electrocul inferior (3). Plasma (2) se aprinde prin ionizarea gazului si devine vizibila datorita emisiei de lumina in spectrul vizibil, avand culoarea rozalii pal. Parametri plasmei sunt: densitatea electronilor $n_e=10^{15} \text{ m}^{-3}$, temperatura electronilor $T_e=3.5 \text{ eV}$ si potentialul plasmei $V_p=18 \text{ V}$. Se introduc apoi microsferile in plasma prin scuturarea mecanica a unui container (6) cu un volum de 1 cm^3 de forma cilindrica, fixat pe o tija mobila si prevazut cu o gaura de 1mm la baza. Tija este fixata de peretele incintei (5) de vid printr-o flansa speciala (7) ce permite atat miscarea in lungul axei longitudinale a acesteia dar si pastrarea vidului. Tija este impinsa pana cand containerul ajunge in spatial dintre electrozi. Aici tija este scuturata si microsferile din interiorul containerului sunt imprastiate in plasma dintre electrozi. Microsferile prezente in gazul ionizat se incarca electric colectand electroni si ioni din plasma. Acestea cad liber datorita fortei



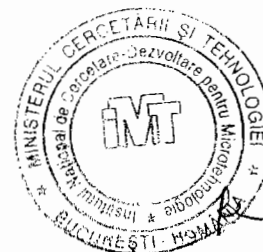
de gravitație până în vecinătatea electrodului inferior (3) unde se opresc din cadere în spațiul de separare plasma-electrod denumit "sheath" (8). În sheath există un câmp electric de ordinul a 50-100 V/cm produce o forță electrică ce acționează asupra microsferelor încărcate electric și se opune forței de greutate. Microsferele devin astfel suspendate deasupra electrodului inferior (3), levitând la o înălțime de ordinul 5-10 mm datorită echilibrării celor două forțe: electrică și de gravitație.

Electrodul inferior este prevăzut pe suprafața sa plană cu o adâncitură cu înălțimea de 1.5 mm (9). Diametrul electrodului este de 60 mm iar diametrul adânciturii este de 50 mm. Această adâncitură are rolul de a deforma sheathul deasupra electrodului și de a permite localizarea microsferelor în zona adânciturii. Microsferele levitate nu pot părăsi această zonă fiind confinate într-un volum determinat.

Cristalul are o structură tridimensională și are o formă cilindrică sau de trunchi de con cu vârful în jos depinzând de geometria electrodului deasupra căruia este format, așa cum se poate vedea în Fig. 1 b). Dimensiunile cristalului sunt: diametru în jur de 20 mm și înălțime între 4 și 10 mm. Diametrul cristalului depinde de suprafața electrodului deasupra căruia este format, putând ajunge și până la 10 cm în cazul unui electrod cu o suprafață corespunzătoare. Microsferele sunt alcătuite din material plastic (melamina formaldehidică-MF) și sunt identice. Au un diametru de 6.02 micrometri. Abaterea standard în distribuția diametrului luând în considerare un număr mare de particule (peste 1000) este de 0.09 micrometri. În general pot fi folosite particule și de alte dimensiuni, de la 1 micrometru până la 20 micrometri, de diverse forme și alcătuite și din alte materiale (dioxid de siliciu, alumina, grafit, diamant sintetic, carbon, fier, polietilenă, etc.).

Microsferele interacționează Coulombian cu ele însele dar și cu plasma. Distanța medie dintre microsfere este între 100 și 700 de micrometri. Această distanță medie depinde atât de dimensiunea microsferelor cât și de parametri plasmei cum ar fi densitatea de electroni n_e , temperatura electronilor T_e , și potențialul electrodului de rf, V_{dc} . Acești parametri depind la rândul lor de puterea câmpului de rf și de presiunea gazului din incintă.

Microsferele se auto-organizează într-o structură cu o simetrie hexagonală, ca cea arată în Fig 1a). În această simetrie o microsfere are în plan ca vecini apropiați 6 microsfere dispuse în varfurile unui hexagon. În plan vertical microsferele sunt aliniată una sub cealaltă, formând siraguri de câte 2 până la 10-15 microsfere, ca în Fig 1 b). Cristalul este monitorizat cu camere video rapide digitale (10) din lateral și de sus, cuplate la calculator (11). Camerele pot achiziționa



imagini cu o rata de cel puțin 25 cadre/secunda. Electrocul superior este prevazut cu o gaura in centru (12) pentru vizualizarea cristalului dupa axa verticala.

Cristalul este luminat cu un fascicol laser (13) emis de catre o dioda laser (14) cu lungimea de unda de 650 nm si putere de 20 mW. Fascicolul este trecut printr-o lentila cilindrica (15) obtinandu-se un plan de lumina laser cu grosimea de 200-300 microni. Microsferele devin astfel vizibile pentru camerele video datorita contrastului dintre lumina laser imprastiata de catre acestea pe fondul luminii slabe emise de catre plasma. Contrastul poate fi crescut prin introducerea unui filtru cu transmisie 99% la lungimea de unda a laserului, care reduce sub 1% lumina emisa de plasma.

Intr-un domeniu de presiuni mai mari de 250 mtorr microsferele sunt in repaus si implicit cristalul este stabil. Pentru presiuni mai mici de 200 mtorr microsferele incep sa aibe o miscare de agitatie termica in jurul pozitiei lor de echilibru. Prin scaderea presiunii acestea isi pierd pozitia stabila din cristal, ansamblul de microsfere devenind instabil iar ordinea in care acestea erau initial aliniata este pierduta. In aceste conditii ansamblul de microsfere devine o colectie de particule ce se misca aleator in spatiul de confinare deasupra electrocului. Prin cresterea presiunii peste valoarea de 200 mtorr, microsferele isi incetinesc miscarea de agitatie pana se opresc, formand din nou o configuratie cristalina hexagonala. Formarea cristalului este asadar un proces reversibil la variatia presiunii in incinta.

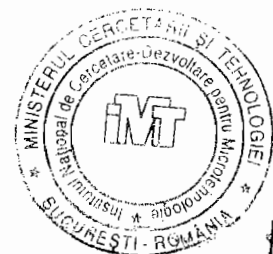
Electrocul inferior (3) este conectat la o sursa de radio-frecventa printr-un condensator de 5 pF (16) si o retea de acordare a impedantei de tip LC (17). Condensatorul de 5 pF are rolul de de bloca curentul continuu (dc) colectat de catre electrocul cuplat la rf. Tensiunea pe electrocul inferior (3) are o componenta de rf egala cu tensiunea de la sursa de radiofrecventa V_{rf} dar si o componenta continua V_{dc} , negativa in raport cu potentialul de referinta al incintei. V_{dc} este de -10 V. Sursa de radiofrecventa (18) genereaza un semnal sinusoidal de 13.56 MHz, avand o putere maxima de 100 W pentru o impedanta de 50 Ohmi. Impedanta descarcarii in gaz este doar de cativa Ohmi. Cu ajutorul retelei LC (17) se ajusteaza automat sau manual valorile L si C rezultand o impedanta a circuitului extern apropiata de 50 Ohmi. Transferul de la sursa de rf (18) la plasma (2) este astfel eficient, cu un factor de reflexie a puterii rf inapoi in sursa de sub 20%.

Incinta (5) in care se afla sistemul de electrozi (2,3) este vidata de un sistem alcatuit dintr-o pompa de vid preliminar cu un debit de si o pompa turbomoleculara conectat la flansa inferioara a incintei (19). Presiunea este masurata cu o combinative de joja Penning si capacitiva.



Pompa de vid preliminar este conectata de pompa turbomoleculara printr-un racord flexibil (silfon) din inox ce anihileaza vibratiile mecanice. Incinta are montate flanse laterale (20) prevazute cu ferestre largi cu diametru de 12 cm, iar la partea superioara este prevazuta cu o fereastră de 10 cm (21).

Conform inventiei, cristalul produs in plasma imprastie eficient undele electromagnetice cu lungimea de unda in intervalul 1-1000 micrometri ce sunt folosite in spectroscopia TDS (time domain-spectroscopy). In aceasta categorie de unde electromagnetice intra undele de terahertzi (THz) si undele milimetrice. Un fascicol de THz cu o largime spectrala de 0.5-1 THz ce poate intra in incinta printr-o fereastră speciala de Teflon este focalizat cu ajutorul unei lentile realizate tot din Teflon. Fascicolul incident pe cristal este apoi imprastiat de catre acesta in functie de orientarea hexagonala a cristalului si de distanta dintre microsfele. Fascicolul emergent are o anumita largime spectrala data de legea difractiei. Intensitatea acestuia depinde de unghiul de imprastiere.



fe

4

PROCEDEU DE PRODUCERE A CRISTALULUI IN PLASMA

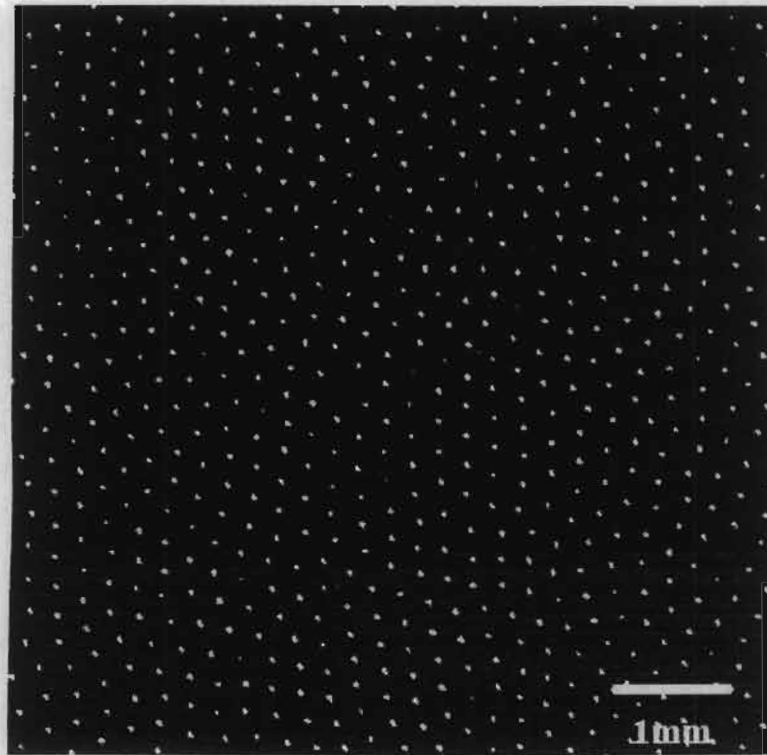
REVENDICARE

Procedeul de producere a unui cristal in plasma, **caracterizat prin aceea ca**, intr-un camp de radio-frecventa aplicat intre doi electrozi plani paraleli, in argon la presiune scazuta, avand o structura simetrica tridimensionala si avand o aranjare periodica a microsferelor in cele doua plane, orizontal si vertical.



PROCEDEU DE PRODUCERE A CRISTALULUI IN PLASMA

Desene



a)



b)

Fig. 1



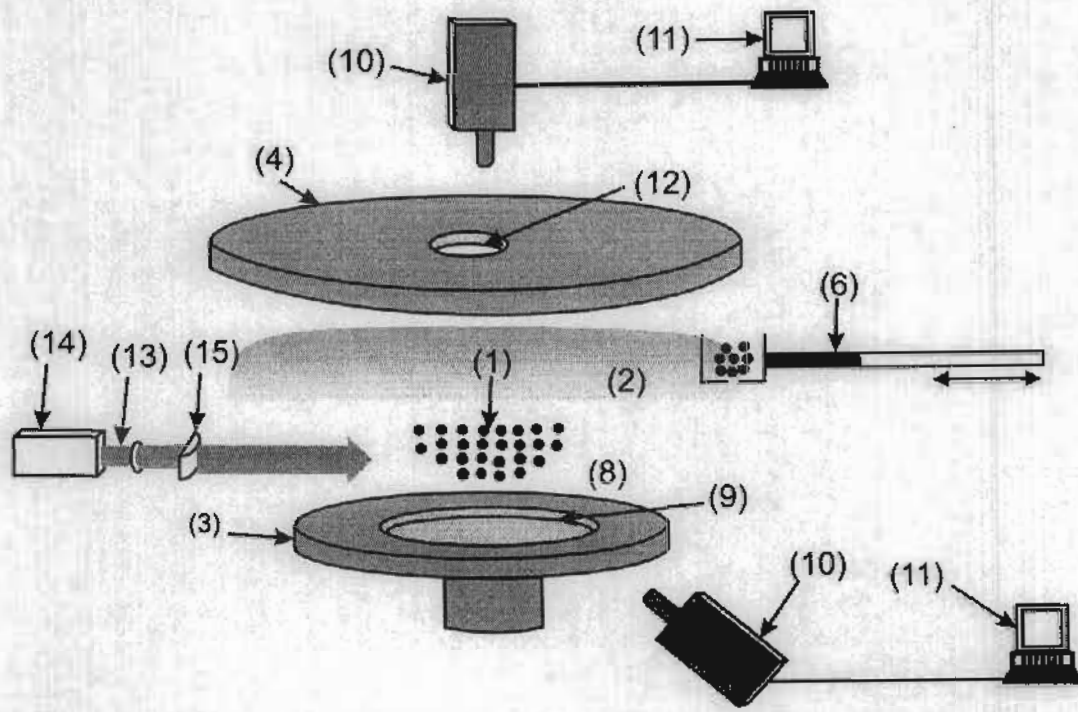


Fig. 2

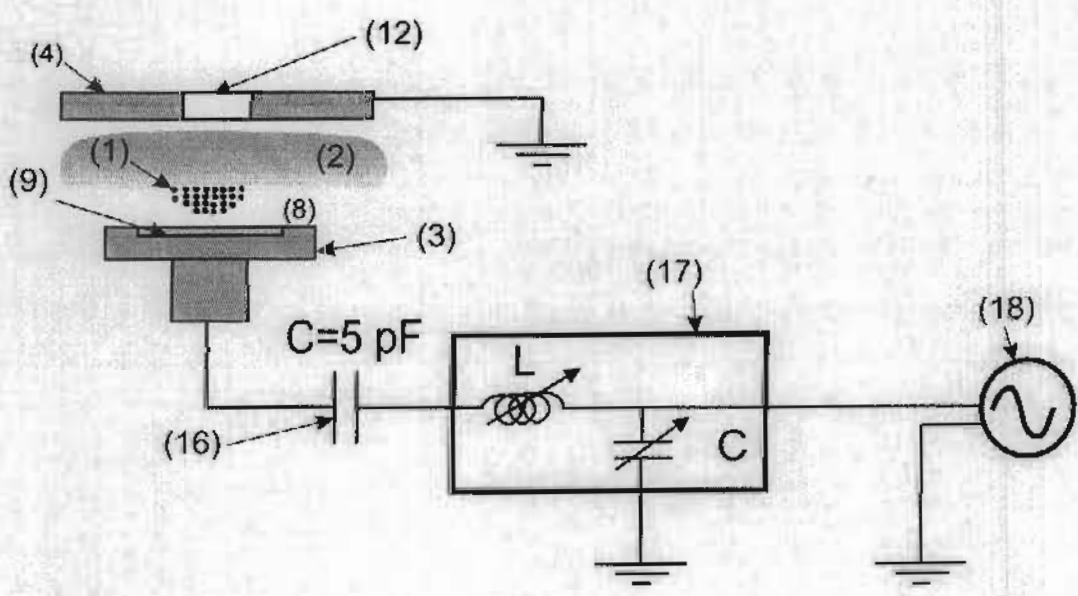


Fig. 3



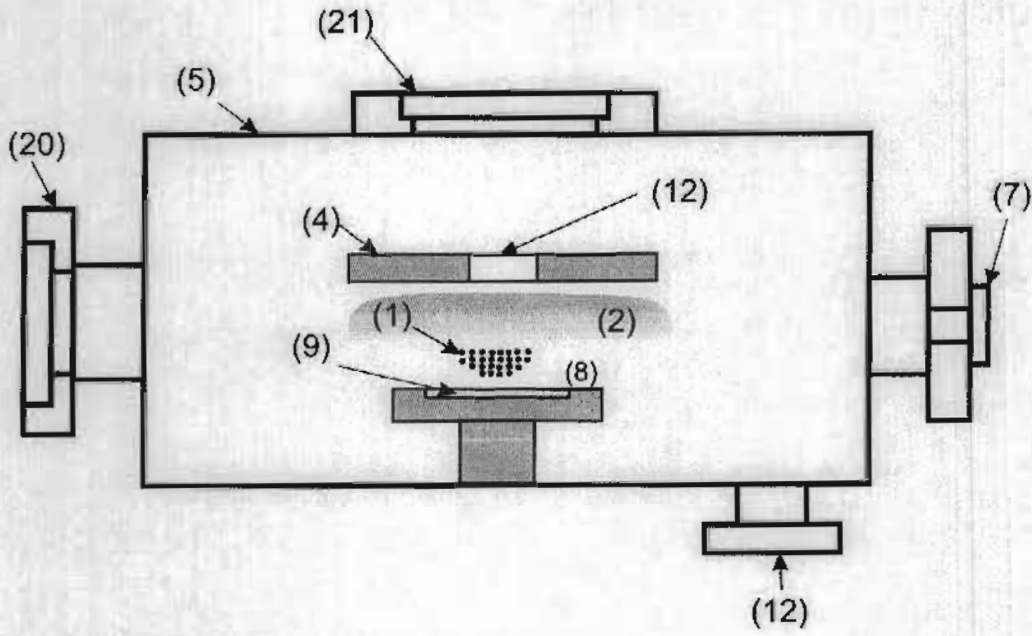


Fig. 4

