



(12)

BREVET DE INVENTIE

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: 96-00310

(22) Data de depozit: 20.02.96

(30) Prioritate:

(41) Data publicării cererii:

BOPI nr.

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
30.09.96 BOPI nr. 9/96(45) Data eliberării și eliberării și publicării brevetului:
BOPI nr.(61) Perfecționare la brevet:
Nr.(62) Divizată din cererea:
Nr.(86) Cerere internațională PCT:
Nr.(87) Publicare internațională:
Nr.(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 109684

(71) Solicitant: Institutul de Fizica și Tehnologia Aparatelor cu Radiații, București-Măgurele, RO

(73) Titular: (71)

(72) Inventatori: Gheorghe Viorica, Giurgiu Liviu, Stoican Ovidiu Sorin, Mihalcea Bogdan-Vasile, Cacicovski Dragoș, Comănescu Sorin-Edward, RO

Mandatar:

(54) Capcană liniară în aer pentru microplasma ordonate

(57) **Rezumat:** Prezenta invenție se referă la o capcană liniară de curent alternativ, destinată stocării de microparticule încărcate electric, având dimensiuni cuprinse între 10 și 1000 μm , ce funcționează în aer, în condiții standard de temperatură și presiune. Alimentatorul electric include o sursă de tensiune alternativă (V_{ac}), ce furnizează o tensiune de 2...3 kV la 50 Hz, o sursă de tensiune continuă (V_1), cu amplitudine variabilă între 0 și 500 V și o sursă (V_2) de tensiune continuă, a cărei valoare este variabilă între 0 și 500 V. Capcana liniară, conform invenției, este alcătuită din patru bare metalice (1, 2, 3, 4), paralele, echidistante, pe care se aplică tensiunile de stocare și între care se stochează microparticulele încărcate de: carbură de siliciu, polietilenă, alumina, hidroxil apatit, etc., pentru intervale de timp foarte lungi, și din două capace laterale izolante (5) și (6) care includ electrozii capac, (7) și (8) al căror rol este de a asigura confinarea axială a microparticulelor. Capcana este destinată a fi folosită în laboratoarele universitare, pentru vizualizarea fenomenului de stocare în câmp electric puternic neomogen, studiul mișcării particulelor încărcate în câmp electromagnetic, precum și pentru a evalua în mod independent sarcina și masa microparticulelor, precum și sarcina lor specifică.

Dispozitivul ar putea fi utilizat și în metrologie, spectrometrie de masă, chimie, etc.

Revendicări: 3

Figuri: 2

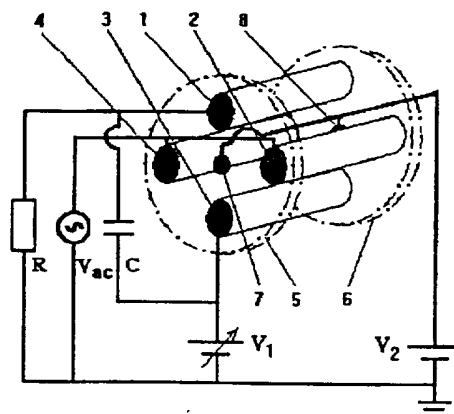


Fig. 1

Invenția se referă la o capcană liniară în aer pentru microplasma ordonate, care stochează microparticule încărcate, în câmp electric puternic neomogen la o frecvență de 50 Hz, și permite observare formațiunilor ordonate și stabile care alcătuiesc microplasma, precum și diagnoza microparticulelor componente. Capcana poate fi folosită în fizica plasmei pentru generarea de microplasma stabile un timp foarte îndelungat și pentru diverse aplicații ale acestora, în spectrometria atomică pentru determinarea proprietăților specifice ale diverselor microparticule, în spectrometria de masă pentru determinarea maselor acestora, în metrologie pentru evaluarea masei, sarcinii electrice și a celei specifice, în determinarea indicilor de poluare ai mediului, în chimie - atunci când se impune menținerea particulelor ionizate din camera de reacție un timp îndelungat, fără interacție cu pereții acesteia, precum și în scop didactic sau demonstrativ pentru studiul fenomenului de ordonare a microplasmelor prin răcire în aer, care joacă rolul unui gaz buffer în acest caz.

Sunt cunoscute instalații de generare, stocare și ordonare a microplasmelor ce lucrează în vid ultraînalt, implicând instalații de gabarit mare, complexe și scumpe, care nu permit vizualizarea cu ochiul liber a formațiunilor ordonate create (H. Walther, *Physica Scripta*, vol T51, p.11 (1994); R.F. Wuerker, H. Shelton and R.V. Langmuir, *J. of Appl. Phys.*, 10, p.342 (1959).

Sunt cunoscute, de asemenea, capcane ce funcționează în aer și care folosesc electrizarea particulelor prin triboefect sau printr-o descărcare electrică, dar nu permit controlul asupra numărului și dimensiunilor particulelor stocate. Capcanele de tip Paul ce funcționează în aer, cu geometrie biemisferică, cilindrică sau inelară nu permit stocarea unui număr mare de microparticule și prin urmare nu permit o evidențiere netă a fenomenului de apariție a unor formațiuni ordonate în microplasma, stabile un timp foarte

îndelungat (H. Winter and H.W. Ortjohann, *Am. J. of Phys.*, vol.59, No. 9, p.807 1991, V. Gheorghe, L. Giurgiu, O. Stoican, B. Mihalcea, D. Cacicovschi, Brevet **RO 109684** BI, 1995; J.D. Prestage, G.J Dick and L. Maleki, *J. Appl. Phys.*, vol. 66, No.3, p.1013 1989.

Capcana liniară, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că este alcătuită din patru bare metalice cilindrice, paralele și echidistante, alimentate de la o sursă de c.a. de înaltă tensiune, la frecvența rețelei, care creează un câmp electric de stocare a particulelor, având la cele două extremități ale barelor câte un capac izolant cu un mic electrod central, conectat electric la o tensiune continuă, care creează un câmp electric continuu pentru realizarea confinării axiale, în timp ce între barele superioară și inferioară, dispuse diametral, se aplică o tensiune continuă, reglabilă, având rolul de a compensa greutatea particulelor stocate.

Capcana liniară, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- este simplă și ieftină;
- prin geometria liniară a capcanei, înlocuiește nodul unic al câmpului electric dintr-o capcană de tip Paul, cu o linie de noduri ale câmpului electric, ceea ce mărește numărul de particule stocate, îmbunătățind în același timp și stabilitatea mișcării acestora datorită frecării cu aerul;
- permite evaluarea în mod independent a sarcinii electrice, a masei și a sarcinii specifice a unei microparticule stocate în condițiile descrise mai sus;
- face posibilă apariția și observarea unor formațiuni ordonate în microplasma generată prin stocarea a până la câteva mii de microparticule;
- permite studierea și verificarea legilor ce descriu mișcarea ionilor stocați în vid ultraînalt, întrucât mișcarea microparticulelor este similară cu a acestora.

În cele ce urmează se prezintă două variante de realizare a invenției în legătură cu fig. 1 și fig. 2, care reprezintă:

- fig.1, schița de principiu a capcanei și a circuitului ei de alimentare electrică;

- fig.2, diverse formațiuni de microparticule, unde:

a) pentru valori ridicate ale tensiunii V_2 , particulele se dispun echidistant atunci când numărul lor este mic;

b) șiruri axiale de particule localizate în regiunea capacelor laterale ale capcanei, pentru valori relativ scăzute ale tensiunii;

c) microplasma obținută prin stocarea unui număr mare de microparticule, obținându-se o distribuie cilindrică relativ uniformă de particule;

d) "picături" localizate lângă capace, în cazul unui număr ridicat de particule stocate.

Potrivit invenției capcana este constituită din patru bare de alamă **1, 2, 3 și 4**, echidistante, alimentate cu o tensiune V_{ac} de 2...3 KV, două capace laterale din teflon **5 și 6** ce includ niște electrozi capac **7 și 8**, confecționați din alamă, localizați la cele două capace ale capcanei și alimentați la o tensiune continuă V_2 de circa 500V, al căror rol este de a crea un câmp continuu pentru a evita pierderea microparticulelor în lungul axei capcanei. Diametrul electrozilor capac **7 și 8** este mic comparativ cu diametrul capcanei, astfel încât câmpul alternativ de stocare din interiorul capcanei să nu fie perturbat. Polaritatea tensiunii V_2 poate fi inversată. Capcana, conform invenției prezentate, are o geometrie variabilă, datorită faptului ca unul din capace, **6**, poate culisa de-a lungul axei capcanei, printr-o mișcare de translație, lungimea capcanei variind în limite destul de largi.

Într-o a doua variantă, plăcile din teflon **5 și 6** sunt găurite central și permit introducerea unui fascicul laser de-a lungul axei capcanei, în vederea unei mai bune iluminări a interiorului acesteia. Electrozii capac, **7 și 8** au forma unor inele, și sunt din alamă. Capcana în această variantă are dimensiune fixă.

Tensiunea alternativă, aplicată între cele două perechi de bare, în vederea obținerii configurației de câmp care să permită stocarea pe timp îndelungat a microparticulelor, este de 2...3KV, la o frecvență de 50 Hz. Tensiunea continuă V_1 , reglabilă între 0 și 500V, aplicată între electrodul superior, **1**, și cel inferior **3**, permite deplasarea particulelor pe verticală. Polaritatea tensiunii V_1 poate fi inversată, în funcție de semnul sarcinii microparticulelor stocate. Rolul tensiunii V_1 este de a aduce microparticulele în centru, unde amplitudinea câmpului este minimă și, prin urmare, amplitudinea micromișcării particulei este minimă. Tensiunea V_2 realizează confinarea axială a microparticulelor, polaritatea ei putând fi, de asemenea, inversată.

În ambele variante, capcana conform invenției este acoperită la exterior cu o folie din plastic transparentă care asigură o protecție eficientă împotriva curenților de aer, al căror efect ar duce la pierderea particulelor. Folia utilizată este prevăzută cu o fanta care permite introducerea în capcană a microparticulelor ce urmează a fi stocate.

Capcana, conform invenției, permite stocarea diferitelor specii de microparticule ca: polietilena, alumina, hidroxil apatit, antracen, carbură de siliciu, cu diametre cunoscute, cuprinse între 50 și 1000 μm . etc. Microparticulele sunt iluminate fie cu ajutorul unei lămpi cu halogen de 20W, fie cu un laser He-Ne de mică putere introdus axial, capacele capcanei fiind găurite astfel, încât să permită incidența și emergenta fasciculului laser expandat în prealabil.

Microparticulele pot fi introduse în capcană imediat după aplicarea tensiunilor de stocare V_{ca} și V_2 . S-au putut stoca una până la câteva mii de microparticule dispuse de-a lungul axei capcanei, obținându-se diverse geometrii de microplasma. Formațiunile ordonate care poate fi observate cu instalația, conform invenției, rezultă din alăturarea

de linii de microparticule electrizate, așezate echidistant una față de alta. Două linii de microparticule vecine au sarcinile plasate în zig-zag una relativ la cealaltă, astfel încât energia coulombiană de interacție să fie minimă. Pentru un număr dat de particule, lungimea și forma norului de particule depinde de valoarea tensiunii continue V_2 .

Tensiunea continuă reglabilă V_1 are rolul de a deplasa microparticula pe verticală pentru a o aduce în centrul capcanei și a-i compensa greutatea, având ca efect antrenarea particulei spre regiuni caracterizate printr-o intensitate crescătoare a câmpului. Sarcina specifică a microparticulei Q/M , rezultă din ecuația de echilibru pe verticală.

$$Mg = QE$$

unde M și Q reprezintă masa și respectiv sarcina microparticulei stocate, g reprezintă accelerația gravitațională, iar E este câmpul electric produs de tensiunea continuă V_1 . Câmpul electric E este dat de expresia:

$$E = \frac{V_1}{2r_0}$$

unde $2r_0$ reprezintă distanța între două bare opuse ale capcanei. Pentru microparticule având un diametru de 300 μm și pentru $V_1=500V$, rezultă o sarcină specifică Q/M de circa 10^{-4} C/kg.

Pentru a determina în mod independent sarcina electrică a microparticulelor se pun condițiile de echilibru electrostatic, pentru microparticulele încărcate aflate pe axa capcanei.

Capcana liniară, conform invenției, poate stoca atât particule încărcate pozitiv cât și negativ. Nu pot fi stocate simultan sarcini de ambele semne. Particulele încărcate se dispun pe axa capcanei simetric față de centrul acesteia. Rezultă că microparticulele se încarcă cu sarcini aproximativ egale în decursul procesului de electrizare și că distribuția lor de masă este relativ uniformă. Pentru determinarea sarcinii

electrice a microparticulelor, se iau în considerare forțele electrice produse de tensiunea V_2 și repulsia coulombiană dintre particulele electrizate situate pe axa capcanei. Punând condiția de echilibru a unei rezultante nule a acestor forte pentru fiecare particulă, se obține un sistem de ecuații ce permite estimarea sarcinii microparticulelor. Pentru $V_2=500V$ și o lungime a capcanei de 80mm, pentru o microparticula de SiC cu diametrul de 300 μm , s-a obținut o valoare a sarcinii electrice de $Q=10^{-11}C$.

Cu ajutorul valorilor estimate pentru sarcina electrică și cea specifică a microparticulelor s-a putut deduce valoarea masei acestora. Cunoscând densitatea carburii de siliciu (SiC), s-a putut evalua raza medie a microparticulelor.

Revendicări

1. Capcana liniară în aer pentru microplasma ordonate, destinată stocării microparticulelor încărcate în câmp electric puternic neomogen, în scopul observării și diagnozei microparticulelor componente ale microplasmai, **caracterizată prin aceea că** este alcătuită din patru bare metalice, cilindrice (**1, 2, 3 și 4**), paralele și echidistante, alimentate de la o sursă de c.a. ($V_{a.c}$) de 2 ... 3 KV la o frecvență de 50Hz, care creează un câmp electric de stocare a microparticulelor, având la cele două extremități ale barelor (**1, 2, 3 și 4**) câte un capac izolant (**5 și 6**) cu un mic electrod central (**7 și 8**), conectat electric la o tensiune continuă (V_2) de circa 500V, al căror rol este de a crea un câmp continuu pentru realizarea confinării axiale a microparticulelor, între barele superioară (**1**) și inferioară (**3**) aplicându-se o tensiune continuă (V_1), reglabilă, cu rol de a compensa greutatea particulelor stocate, în exterior aplicându-se o folie din plastic transparentă ce previne pierderea particulelor, ca urmare a curenților de aer.

2. Capcană, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** într-o

primă variantă, capacul (6) împreună cu electrodul capac (8) pot culisa de-a lungul axei și modifica volumul de stocare al capcanei.

3. Capcană, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** într-o

a doua variantă folosește niște electrozi capac (7 și 8) de formă inelară, care permit introducerea unui fascicul laser în vederea unei mai bune iluminări a capcanei, volumul de stocare al capcanei fiind fix.

Președintele comisiei de examinare: **ing. Ohan Petre**
Examinator: **ing. Dumitru Daniela**

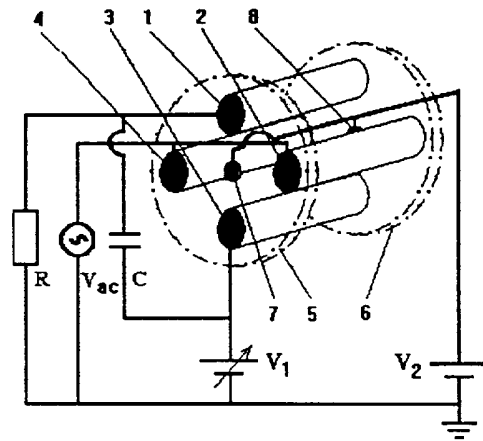


Fig. 1

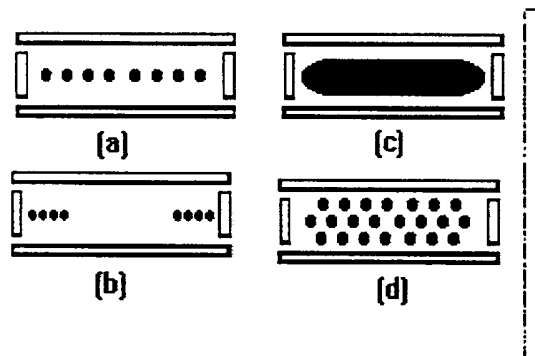


Fig. 2