

(12) **BREVET DE INVENȚIE**

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

(21) Nr. cerere: **94-01108**(61) Perfecționare la brevet:
Nr.(22) Data de depozit: **28.06.94**(62) Divizată din cererea:
Nr.

(30) Prioritate:

(86) Cerere internațională PCT:
Nr.(41) Data publicării cererii:
BOPI nr.(87) Publicare internațională:
Nr.(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
28.04.95 BOPI nr. 4/95(56) Documente din stadiul tehnicii:
FR 2563376(45) Data publicării brevetului:
BOPI nr.(71) Solicitant: **Institutul de Fizică și Tehnologia Aparatelor cu Radiații, București, Măgurele, RO**

(73) Titular: (71)

(72) Inventatori: **Gheorghe Viorica, Giurgiu Liviu, Stoican Ovidiu Sorin, Mihalcea Bogdan, Cacicovski Dragoș, RO**(54) **Instalație miniaturizată, pentru stocare de macroparticule ionizate**

(57) Rezumat: Invenția se referă la o instalație miniaturizată, pentru stocare de macroparticule ionizate, care funcționează în aer, la presiunea atmosferică, compusă dintr-o capcană metalică, cu trei electrozi (a, b, c), un sistem de iluminare, corespunzător pentru observarea vizuală, cu camera video sau cu microscopul, a macroparticulelor de cretă, teflon, polietilenă etc., stocate, precum și dintr-o sursă de alimentare electrică a capcanei, la o tensiune alternativă Vac de 2-3 kV și 50 Hz și o tensiune continuă Vcc de maximum 500 V. Alimentatorul, realizat astfel încât să asigure protecția utilizatorului, include un transformator ridicător de tensiune (Tr), cu două înfășurări secundare (I și II). Înalta tensiune (I) se aplică inelului central, al capcanei și se măsoară cu un multimetru digital, prin intermediul unui divizor de tensiune, de precizie (R_2C_2 și R_3C_3), iar tensiunea joasă (II) redresată și filtrată se folosește pentru diagnoza macroparticulelor. Instalația este destinată, în principal, uzului didactic, deoarece permite studiul mișcării particulelor încărcate în câmpuri electromagnetice, observarea fenomenului de stocare, pe baza căruia se realizează, în prezent, ceasurile atomice, cele mai performante, observarea tranziției haos - ordine în microplasma, dar poate fi utilizată, cu succes, și în metrologie, spectro-metrie de masă, chimie etc.

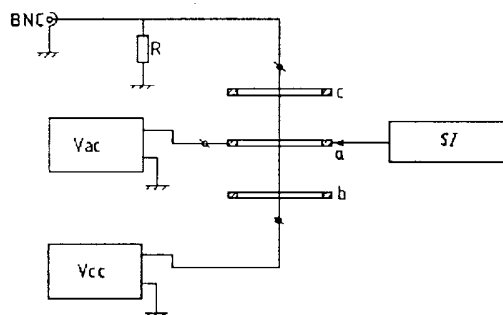


Fig. 2

Revendicări: 2

Figuri: 2



Invenția se referă la o instalație miniaturizată, pentru stocare de macroparticule ionizate, care poate fi folosită în fizica plasmei, pentru generarea de microplazme și studiul tranziției acestora de la haos la ordine, în spectroscopia atomică și moleculară, pentru determinarea proprietăților spectroscopice ale diverselor macroparticule, în spectrometria de masă pentru determinarea maselor lor, în metrologie pentru determinarea sarcinilor specifice, în determinarea indicilor de poluare ai mediului, în chimie (în situațiile în care este necesară menținerea particulelor ionizate în camera de reacție un timp îndelungat, fără interacție cu pereții camerei) și în scop didactic și demonstrativ pentru observarea fenomenului de stocare, pentru studiul mișcării particulelor ionizate în câmpuri electromagnetice etc.

Stocarea particulelor ionizate se realizează în instalații foarte complexe, cu gabarit mare și preț de cost foarte ridicat. Elementul fundamental al oricărei instalații de stocare de (macro) particule ionizate este capcana de ioni electromagnetică pentru care sunt cunoscute două regimuri de funcționare. Paul și Penning. În ambele cazuri, geometria capcanelor electromagnetice este aceeași: un electrod inelar cu profilul interior de forma unui hiperboloid de rotație și doi electrozi capac cu profilul hiperboloizilor complementari (cei trei hiperboloizi au aceleași asimptote). Acest profil trebuie executat cu o precizie de sutime de milimetru. Este necesar de asemenea ca suprafața electrozilor să aibă rugozitatea maximă $0,2 \mu\text{m}$. Capcana Penning necesită un câmp magnetic mare (circa 5 T), extrem de uniform (eventual un magnet supraconductor) foarte scump și greu de realizat, cuplat obligatoriu pentru obținerea stocării cu un câmp electric static. În capcana Paul, stocarea se realizează într-un câmp electric de radio-frecvență foarte neomogen. Aceste capcane funcționează în ultravid pur (10^{-8} - 10^{-11} Torr) obținut cu pompe ionice sau turbomoleculare scumpe și greu de procurat.

Relativ recent (1991) a fost elaborată o altă geometrie de capcană (biemisferică) destul de greu de executat tehnologic și nu foarte eficientă, geometrie în care s-a stocat antracen în aer, în câmp electric alternativ (50 Hz).

Dezavantajele tuturor capcanelor menționate constau în dificultatea realizării tehnologice și costul ridicat al acestora, iar particulele atomice (de dimensiuni foarte mici) nu pot fi observate direct (cu ochiul liber), ci numai cu un microscop special, datorită fluorescenței ce li se induce particulelor ionizate cu o radiație rezonantă corespunzătoare (generată, de obicei, de un sistem de 2...6 laseri).

În toate schemele de alimentare cunoscute pentru capcanele electromagnetice, tensiunea alternativă de 1,5...3 KV se aplică direct pe electrozii capcanei. În cazul în care se lucrează în aer, la presiunea atmosferică, reglarea electrozilor, precum și introducerea manuală a macroparticulelor în capcană sunt dificile și periculoase, datorită faptului că rezistența internă a sursei de curent alternativ (a transformatorului) este mică și există riscul electrocutării (curentul care ar trece prin utilizator în aceste situații ar depăși cu mult limita de 60 mA, la care se produce șocul cardiac ireversibil). De asemenea, tensiunea continuă aplicată suplimentar pe electrozii externi ai capcanei servește numai pentru a deplasa macroparticulele stocate spre centrul capcanei, stabilizându-le în timp mișcarea.

Instalația miniaturizată pentru stocarea de macroparticule ionizate, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că folosește o capcană metalică ce funcționează la presiunea atmosferică compusă din trei inele coaxiale, un inel central alimentat de la o sursă de înaltă tensiune alternativă de 2...3 kV la frecvența de 50 Hz, un inel inferior conectat la o sursă de tensiune continuă reglabilă între 0 și 500 V cu un potențiomteru, a cărei polaritate poate fi inversată și un inel superior conectat la masă. Această instalație prezintă următoarele avantaje:

- funcționează la presiune atmosferică, într-o geometrie de capcană simplă cu dimensiuni variabile;
- permite obținerea și vizualizarea fenomenului de stocare de particule în câmp electromagnetic;
- permite determinarea sarcinii specifice a macroparticulelor;
- permite apariția unor formațiuni ordonate și observarea lor.

Se dau mai jos două exemple de

realizare a invenției în legătură cu fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig.1, schema bloc a instalației conform invenției;

- fig.2, schema de principiu a instalației conform invenției.

Elementul principal al instalației, conform invenției, este capcana electromagnetică în care macroparticulele, ionizate în prealabil, prin mijloace mecanice sau electrice, sunt lăsate să cadă liber axial în interiorul ei. Într-o primă variantă de realizare, conform fig. 1, această capcană este constituită din trei electrozi inelați: un inel central **a** alimentat de la o sursă de tensiune alternativă V_{ac} , un inel superior **b** conectat la masă prin intermediul unei rezistențe **R** de $1K\Omega$ și un inel inferior **c** conectat la o sursă de tensiune continuă V_{cc} reglabilă. Inelele pot fi realizate dintr-un conductor metalic de $\varnothing$ între 0,5 și 1,5 mm. Diametrul inelelor poate fi modificat între 19 și 114 mm, iar distanța între electrozii externi **b** și **c** între 6 și 100 mm. Natura metalului din care sunt realizați electrozii, diametrul conductorului ca și distanța dintre electrozi nu sunt critice, putând fi modificate în limitele indicate mai sus.

Într-o altă variantă, capcana poate fi realizată dintr-un cilindru de $\varnothing 31 \times 31$ mm cu două capace de $\varnothing 31$ mm, deplasabile axial între 35 și 84 mm, din plasă de sârmă (inox nemagnetic, cu ochiurile de dimensiune 1×1 mm) pentru a permite introducerea macroparticulelor ionizate în capcană și observarea stocării lor.

În ambele variante de realizare stocarea macroparticulelor încărcate se realizează un timp îndelungat. Dacă sunt iluminate convenabil, cu un sistem de iluminat **S1**, una sau mai multe macroparticule stocate pot fi observate vizual foarte clar.

Sistemul optic de iluminare constă dintr-un laser He-Ne (bec cu halogen) și un expander de fascicul **E** care are rolul de a expanda radiația laser incidentă pe capcană.

Sursa de alimentare a capcanei, conform fig.2, cuprinde un transformator **T_r**, ridicător de tensiune cu două înfășurări secundare **I** și **II**: o înfășurare **I** de înaltă tensiune între 2,5 și 3 kV la 50 Hz și o înfășurare **II** de 500 V reglabilă cu un potențiomteru **P**. Un comutator **K** pune la

masă borna **10** sau **11** și permite inversarea polarității tensiunii continue aplicată pe inelul **b**, respectiv pe electrodul inferior al capcanei, în scopul determinării semnului sarcinilor stocate. Electrocul capac superior **c** este legat la masă în curent continuu.

În scopul protejării utilizatorului, în serie cu înfășurarea de înaltă tensiune **I** sunt montate două rezistențe de înaltă tensiune **R₁** care limitează curentul maxim de ieșire la borna **5** la 1 mA.

Înalta tensiune alternativă necesară la borna **5** pentru obținerea stocării se aplică unui divizor de tensiune de precizie cu raportul de divizare 1/1000, compus din 5 lanțuri **R₂C₂** și **R₃C₃**. La ieșirea divizorului de tensiune, deci la bornele **8** și **9**, se conectează un multimetru digital uzual. Pentru obținerea tensiunii continue, la bornele **3** și **4** este conectată o punte de diode **D**. Filtrarea tensiunii redresate se face cu un condensator electrolitic **C₁**.

La bornele rezistenței **R** este montată o mufă **BNC**, prin intermediul căreia se poate conecta un generator exterior de joasă frecvență variabilă în limite mici și de amplitudine mică (câțiva volți), pentru exci-tarea mișcării macroparticulelor pe direcția axială a capcanei în scopul diagnosticării lor.

Grupul **R₄C₄** împreună cu rezistența serie **R₅** protejează sursa de curent continuu V_{cc} . Prin intermediul condensatorului **C₄** tensiunea alternativă înaltă este șuntată la masă, protejând astfel de distrugere sursa de curent continuu.

Macroparticulele sunt electrizate și introduse în capcană prin diverse metode mecanice sau electrice. Energia cinetică a macroparticulelor scade prin frecarea cu aerul în care ele cad liber, până în momentul în care sunt stocate în câmpul electromagnetic al capcanei. Mișcarea macroparticulelor stocate este descrisă clasic de o ecuație diferențială de tip Methieu. Într-o primă aproximație, soluțiile stabile ale acestei ecuații (deci traiectoriile macroparticulelor stocate) sunt oscilații armonice de frecvență $\omega_z = (n + \beta/2)\Omega$ unde Ω este frecvența tensiunii de stocare aplicate și β un coeficient subunitar care depinde de geometria capcanei și de tensiunile alternative și continui aplicate, iar $n = 0, 1, 2, \dots$. Aceste oscilații armonice au amplitudinea modulată cu frecvența de stocare aplicată.

Macroparticulele stocate (una sau mai multe), iluminate convenabil au fost observate și înregistrate fotografic, cu camera video sau cu un microscop. În instalația conform invenției au fost stocate diferite specii de macroparticule (teflon, polietilenă etc.).

Instalația permite determinarea sarcinii specifice a macroparticulelor, Q/M , măsurând deplasarea lor axială în funcție de valoarea tensiunii continue aplicate:

$$Q / M = z_0^3 \Omega^2 \Delta V_{cc} / (4 V_{ac}^2 \Delta z), (C/Kg)$$

unde z_0 este coordonata axială a capcanei $\Omega = 2\pi \cdot 50 \text{ Hz}$, V_{ac} este tensiunea alternativă de stocare, iar ΔV_{cc} este variația tensiunii continue pentru care se observă o variație a coordonatei axiale a particulei Δz (măsurată cu ajutorul unui microscop).

Instalația miniaturizată de stocare de macroparticule, încărcate conform invenției, permite observarea în anumite condiții a unor formațiuni ordonate (de 2...20 de particule), stabile un timp îndelungat. În primul exemplu de realizare a invenției (capcana inelară), aceste formațiuni stabile se formează în planul inelului central **a**, fiind poligoane regulate centrate sau nu. În al doilea exemplu de realizare, în care inelul central este înlocuit cu un cilindru iar inelele externe cu două discuri deplasabile, formațiunile stabile observate sunt figuri geometrice în spațiu (poliedre etc.)

Mișcarea macroparticulelor ionizate

stocate în groapa de potențial electromagnetic, care se resping Coulombian între ele, poate fi simulată pe calculator, considerând că formațiunile stabile se obțin prin minimizarea energiei potențiale a macroparticulelor, rezultatele obținute fiind compatibile cu observațiile experimentale.

Revendicări

1. Instalație miniaturizată, de stocare de macroparticule ionizate, **caracterizată prin aceea că** este constituită dintr-o capcană compusă din trei electrozi inelari coaxiali: un electrod central (**a**) alimentat la o tensiune alternativă de stocare (**Vcc**) de 50 Hz și 2-3 kV, un electrod superior (**b**) conectat la masă și un electrod inferior (**c**) alimentat la o tensiune continuă (**Vcc**) reglabilă între 0 și 500 V, pentru diagnoza macroparticulelor stocate în capcană.

2. Instalație miniaturizată, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** este alimentată electric de la un transformator ridicător de tensiune (**T_r**) cu două înfășurări secundare de înaltă tensiune (**I**) și de joasă tensiune (**II**), înalta tensiune (**I**) se aplică unui divizor de tensiune de precizie (**R₂C₂** și **R₃C₃**) și se măsoară la ieșire cu un multimetru digital (**V**) iar tensiunea joasă (**II**) este redresată și filtrată.

Președintele comisiei de examinare: **ing. Erhan Valeriu**
Examinator: **ing. Rădulescu Melania**

109684

(51) Int.Cl.⁶: H 01 J 3/40;
H 01 J 49/06

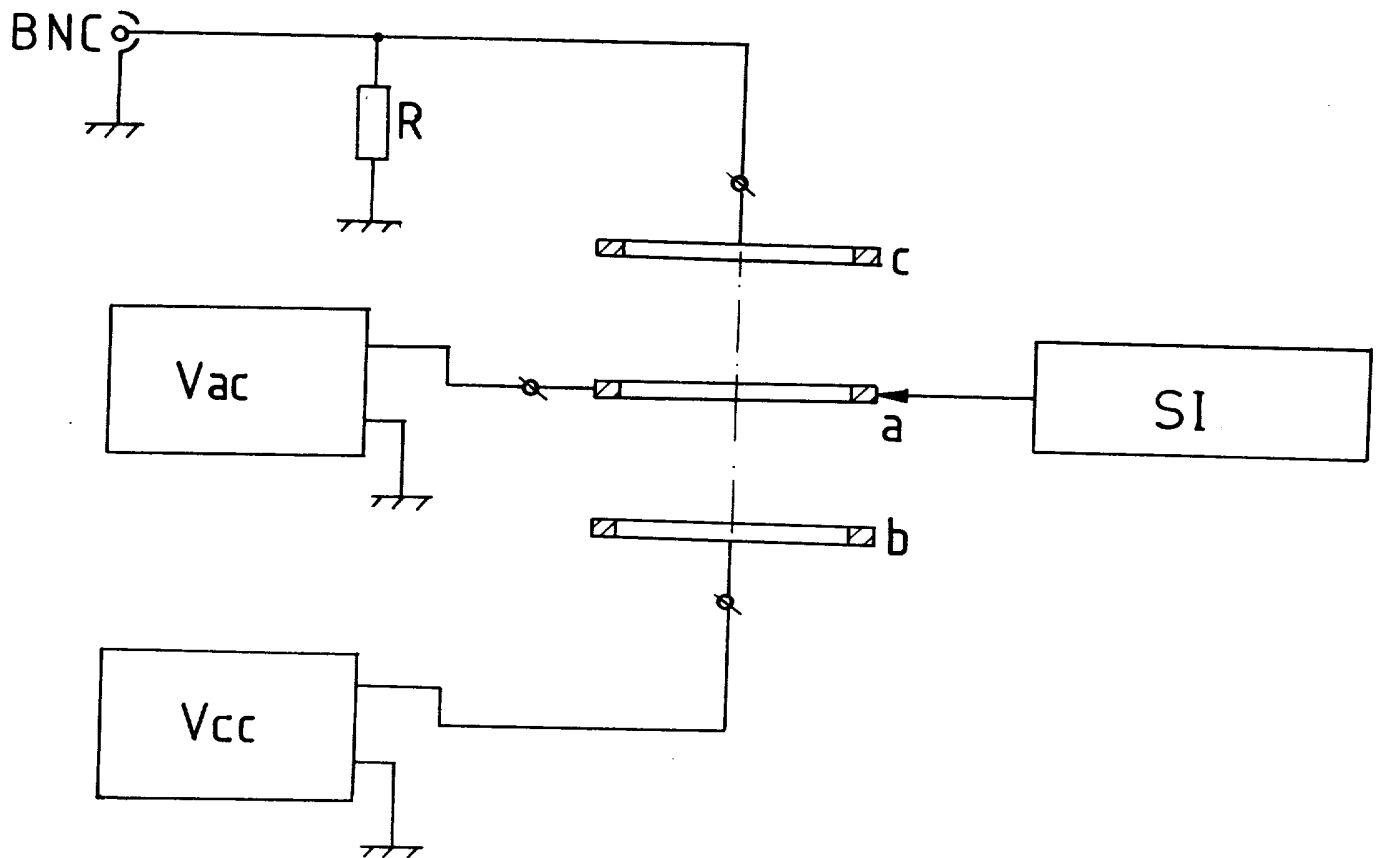


Fig.1

109684

(51) Int.Cl.⁶: H 01 J 3/40;
H 01 J 49/06

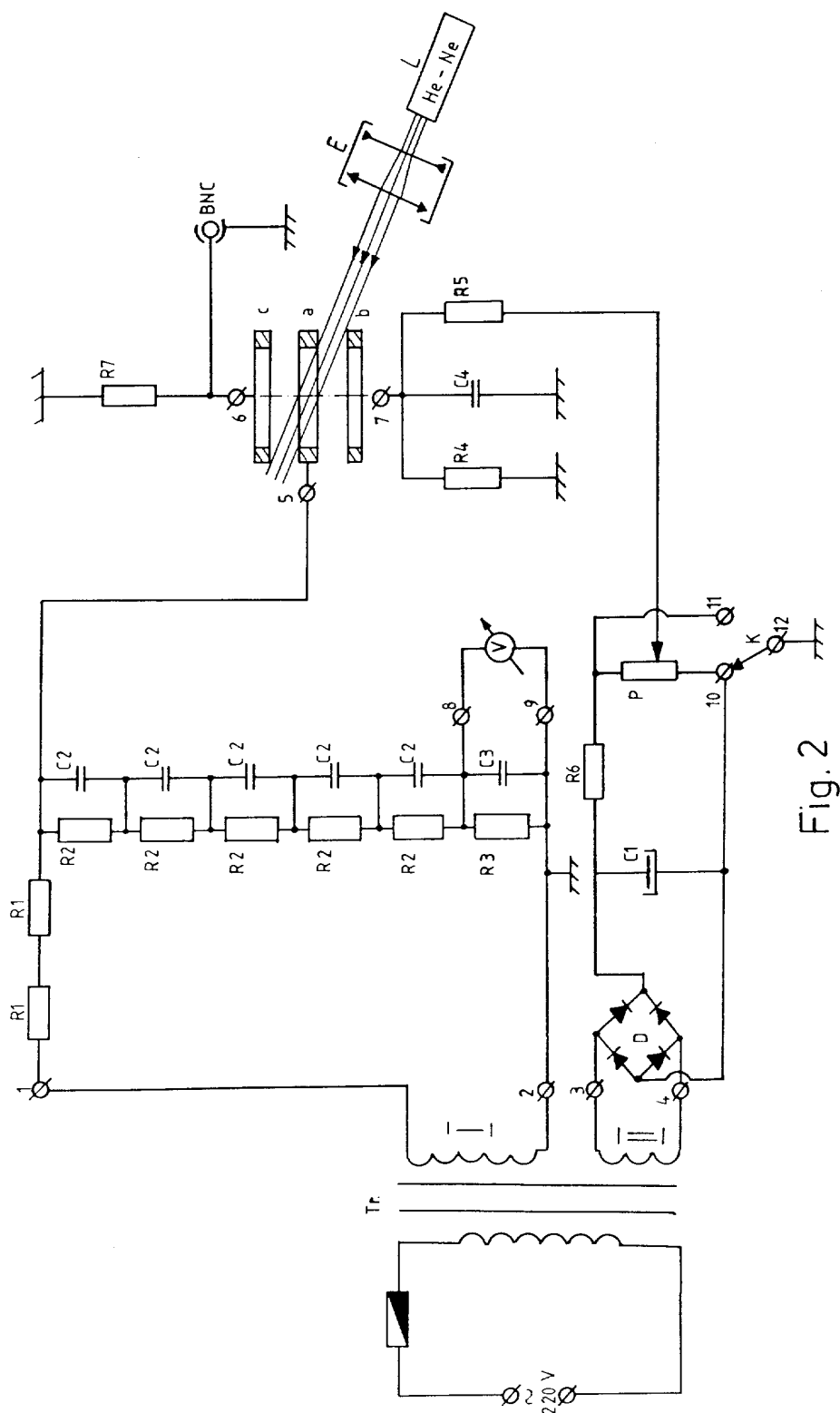


Fig. 2

