



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00505**

(22) Data de depozit: **30/06/2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/07/2017** BOPI nr. **7/2017**

(41) Data publicării cererii:
29/04/2011 BOPI nr. **4/2011**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO**

(72) Inventatori:
• **BRAIC VIOREL, STR.TELIȚA NR.4,
BL.66 B, AP.43, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;**

• **KISS ADRIAN EMIL, STR.FIZICIENILOR
NR.12, BL.N1, AP.5, MĂGURELE, IF, RO;**
• **BRAIC LAURENȚIU, STR.TELIȚA NR.4,
BL.66 B, AP.43, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **OFRIM DRAGOȘ MIHAI, ALEEA ISTRU
BL.P2, SC.4, AP.38, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **OFRIM BOGDAN ALEXANDRU,
ALEEA ISTRU BL.P2, SC.4, AP.38,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 4761553; JPS 6113543 A;
US 2007/0187586 A1; RO 51747**

(54) **SPECTROMETRU DE MASĂ COMPACT**



RO 126252 B1

1 Prezenta invenție se referă la un spectrometru de masă compact pentru analiza ionilor
în domeniul de mase 1...18 u.a.m., utilizabil în detectoarele de neetanșeități cu heliu sau în
3 experiențe de fizica plasmei.

5 Se cunoaște principiul spectrometrului de masă cu câmp magnetic, conform fig. 1, în
care ionii generați în sursa de ioni sunt accelerați în interiorul acesteia de un ansamblu de
7 diafragme polarizate electric convenabil la o tensiune U, și injectați într-un câmp magnetic **B**
orientat perpendicular pe traiectoriile acestora. Traiectoriile ionilor în câmpul magnetic devin
9 curbe, cu o rază R care depinde de masa m, și sarcina electrică q a ionilor, conform legii
Lorentz ($R = (2mUq^{-1}B^{-2})^{1/2}$). În consecință, la ieșirea din câmpul magnetic, ionii odată ionizați,
11 accelerați la același potențial electric, se deplasează pe traiectorii diferite, în funcție de masa
lor, așa cum este prezentat în schema de principiu a spectrometrului de masă cu câmp
13 magnetic (fig. 1). Ionii de mase diferite sunt separați de un ansamblu de diafragme, astfel încât
numai o anumită specie ionică poate trece mai departe spre dispozitivul de măsură a fluxului
15 de ioni. Raza de curbură a ionilor necesară pentru intrarea acestora în dispozitivul de măsură
este de 40 mm. Această valoare a razei de curbură se poate obține, conform legii Lorentz,
17 pentru orice ion cu masă în domeniul 1...18 u.a.m., prin reglarea convenabilă a energiei de
accelerare.

19 În cazul utilizării spectrometrului de masă pentru detecția de neetanșeități, se utilizează
ca gaz trasor heliul, întrucât concentrația acestuia în atmosfera înconjurătoare este mai mică
de 5 ppm, iar heliul este, de asemenea, un gaz inert chimic, cu fluiditate mare, trecând ușor prin
21 neetanșeități de nivel scăzut, până la valori de 10^{-11} mbar*I/s.

23 Spectrometrul de masă specializat în detecția heliului este integrat într-un aparat care
conține agregatul de vid, care asigură nivelul scăzut de presiune necesar ($< 10^{-5}$ mbar) și care
mai conține robinete pentru conectarea circuitelor de vid la obiectul care este testat. Atunci când
25 obiectul testat este conectat la racordul de test al detectorului de neetanșeități, căile de vacuum
sunt deschise până în interiorul spectrometrului de masă. Dacă prin exteriorul obiectului testat
27 se suflă heliu, acesta pătrunde prin porul care definește neetanșeitățile și intră în căile de
vacuum, ajungând până în spectrometrul de masă. Heliul este ionizat și accelerat în sursa de
29 ioni, iar apoi parcurge traseul pentru ioni prin camera de analiză cu câmp magnetic din
spectrometru, ajungând până la colectorul de ioni din dispozitivul de măsură a curentului ionic,
31 unde este detectat. În modulele electronice apare un semnal electric proporțional cu numărul
de ioni de heliu înregistrați. Dacă se întrerupe intrarea de heliu în circuitele de vid ale aparatului,
33 concentrația acestuia scade, iar semnalul electric scade la zero. Se pune astfel în evidență locul
prin care heliul pătrunde în obiectul testat. Acest loc poate fi localizat cu precizie, astfel încât
35 să se poată remedia defecțiunea.

37 Sunt cunoscute spectrometre de masă cu magneți permanenți cu aplicații în detecția de
neetanșeități, în a căror construcție camera analizorului magnetic este separată de piesele
polare ale magnetului permanent. În aceste condiții, distanța dintre piesele polare este mai mare
39 de 15 mm, iar pentru obținerea intensității de câmp magnetic necesare funcționării
spectrometrului, se utilizează un circuit magnetic care are o masă mai mare de 4 kg. Este de
41 dorit ca spectrometrele de masă utilizate în detectoarele de neetanșeități sau în experimente
de fizica plasmei să fie cât mai compacte.

43 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este reducerea masei și dimensiunilor,
precum și modularizarea unui spectrometru de masă cu magnet permanent.

45 Soluția la această problemă, reducerea masei și a dimensiunilor, a fost realizată prin
introducerea magneților permanenți în camera de analiză, ceea ce permite apropierea polilor
47 magneților până la 5 mm, precum și prin includerea în circuitul magnetic a unor părți din pereții
camerei de analiză a ionilor. Astfel, circuitul magnetic rezultat este compact și cu pierderi

RO 126252 B1

redușe, iar masa camerei de analiză cu circuitul magnetic și racordurile de vid este mai mică de 2,5 kg. Modularizarea spectrometrului a fost realizată prin construirea ca părți înlocuibile a sursei de ioni și a dispozitivului de măsură a curentului ionic colectat. 1 3

Sursa de ioni este cu impact de electroni care ionizează gazul de fond, accelerând apoi ionii spre camera de analiză. Sursa de ioni este dotată cu doi catozi de wolfram, unul fiind de rezervă. Catodul de wolfram produce, prin termoemisie, electronii necesari pentru ionizarea gazelor din spectrometru. Comutarea între cei doi catozi se realizează din sursele electrice de alimentare. Modulul este realizat pe o flanșă cu treceri electrice izolate care, la exterior, au configurația unui soclu de tip octal. 5 7 9

Dispozitivul de măsură a curentului ionic analizat este un modul format din diafragme polarizate electric pentru a se obține o configurație de cușcă Faraday în care este amplasat colectorul de ioni și un amplificator electrometric. Amplificatorul electrometric este compus dintr-o rezistență de măsură ($1\text{ T}\Omega$) și un circuit integrat operațional, specializat în măsurarea curenților de 10^{-15} - 10^{-12} A. Amplificatorul electrometric este amplasat în vid împreună cu izolatorii de la trecerile electrice pe care se fixează componentele (diafragme, colector, rezistență și circuit integrat). Această amplasare ferește montajul electric de acțiunea factorilor de mediu, care poate duce la funcționarea instabilă a amplificatorului. 11 13 15 17

Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

- circuitul magnetic al spectrometrului de masă este compact și cu pierderi reduse; 19
- masa camerei de analiză cu circuitul magnetic și racordurile de vid este mai mică de 2,5 kg; 21
- modularizarea spectrometrului prin construirea ca părți înlocuibile a sursei de ioni și a dispozitivului de măsură a curentului ionic colectat. 23

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...5, care reprezintă: 25

- fig. 1, schema de principiu a spectrometrului de masă cu câmp magnetic;
- fig. 2, ansamblu mecanic al spectrometrului de masă cu analizor la 90° , cu magneți permanenți, vedere de sus; 27
- fig. 3, ansamblu mecanic al spectrometrului de masă cu analizor la 90° , cu magneți permanenți, vedere laterală; 29
- fig. 4, secțiunea **BB**, plan median; 31
- fig. 5, secțiunea **AA**, transversală.

Conform invenției, spectrometrul de masă are în componență o cameră de analiză a ionilor formată din magneții **1** și **2** permanenți, fixați pe niște flanșe **4** și **5** pătrate din material feromagnetic, un perete **3** cilindric din material nemagnetic, și o piesă **6** de închidere a circuitului magnetic. Camera de analiză este etanșată cu niște garnituri **15** de indiu sau fluoroelastomer. Peretele **3** nemagnetic are două racorduri **16** și **17** sudate, pentru amplasarea sursei de ioni și a dispozitivului de măsură a curentului ionic analizat. 33 35 37

Sursa de ioni este cu impact de electroni care ionizează gazul de fond, accelerând apoi ionii spre camera de analiză. Sursa de ioni este dotată cu doi catozi **11** de wolfram, unul fiind de rezervă. Catodul **11** de wolfram produce prin termoemisie electronii necesari pentru ionizarea gazelor din spectrometru. Comutarea între cei doi catozi se realizează din sursele electrice de alimentare. Modulul este realizat pe o flanșă cu treceri electrice izolate care, la exterior, au configurația unui soclu de tip octal. Astfel, sursa de ioni pentru generarea fasciculului ionic, construită pe o flanșă **8**, se fixează pe o altă flanșă **13**. O altă flanșă **14** servește la cuplarea spectrometrului de masă cu sistemul de vid, care realizează vidarea spectrometrului. Gazul de fond este ionizat de electronii emiși de catodul **11**. Ionii produși sunt accelerați de ansamblul **18** de diafragme ale acesteia până la energia de intrare în camera de analiză. 39 41 43 45 47

RO 126252 B1

1 Dispozitivul de măsură a curentului ionic analizat este un modul format din niște
2 diafragme **22**, polarizate electric pentru a se obține o configurație de cușcă Faraday în care este
3 amplasat un colector **23** de ioni și un amplificator **25** electrometric. Amplificatorul **25** electro-
4 metric este compus dintr-o rezistență **24** de măsură (1 TΩ) și un circuit integrat operațional,
5 specializat în măsurarea curenților de 10^{-15} - 10^{-12} A. Amplificatorul **25** electrometric este amplasat
6 în vid împreună cu izolatorii de la trecerile electrice pe care se fixează componentele
7 (diafragme, colector, rezistență și circuit integrat). Această amplasare ferește montajul electric
8 de acțiunea factorilor de mediu care poate duce la funcționarea instabilă a amplificatorului.

9 Dispozitivul de măsură a curentului ionic este construit pe o flanșă **7** și este fixat pe o
10 altă flanșă **12** a camerei de analiză. El este format dintr-un ansamblu **22** de diafragme, colec-
11 torul **23** de ioni, rezistența **24** de măsură și circuitul integrat amplificator **25**. Ca și la sursa de
12 ioni, toată structura este fixată solidar, prin sudura în puncte, de trecerile electrice izolate din
13 flanșă **7**, dispuse în configurație de soclu **9**, **10** octal.

14 Ionii injectați în camera de analiză prin diafragma **20** sub forma unui fascicul **19** sunt
15 deviați de câmpul magnetic după raze de curbură diferite, mai mari pentru ionii mai grei și mai
16 mici pentru ionii mai ușori. Variind energia de intrare a ionilor în camera de analiză, prin
17 diafragma **21** de intrare în dispozitivul de măsură a curentului ionic vor trece în acest dispozitiv
18 de măsură, pe rând, ioni de mase diferite, determinând curenți de colector corespunzători.

19 Ca exemplu de realizare pentru analiza heliului având ca aplicație principală detecția de
20 neetanseități, ionii produși în sursa de ioni sunt accelerați de ansamblul **18** de diafragme până
21 la energia de intrare în camera de analiză $E = 200$ eV. În aceste condiții, numai ionii de heliu
vor fi detectați și măsurați de dispozitivul de măsură electrometric.

RO 126252 B1

Revendicări

1

1. Spectrometru de masă compact în domeniul de mase 1...18 u.a.m., alcătuit dintr-o sursă de ioni și un dispozitiv de măsurare a curentului ionic, **caracterizat prin aceea că** mai conține o cameră de analiză, în care sunt amplasați niște magneți (1, 2) permanenți, fixați pe niște flanșe (4, 5) pătrate din material feromagnetic, un perete (3) cilindric din material nemagnetic și o piesă (6) de închidere a circuitului magnetic, și în care sursa de ioni și dispozitivul de măsură a curentului de ioni analizați sunt sub forma unor module înlocuibile și amplasate pe două racorduri (16, 17) sudate de peretele (3) nemagnetic al camerei de analiză prin intermediul unor flanșe (8, 7) suport. 3 5 7 9

2. Spectrometru de masă conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** sursa de ioni este montată pe o altă flanșă (13) a camerei de analiză și mai conține flanșa (8) suport, un catod (11) de wolfram și un ansamblu (18) de diafragme pentru accelerarea ionilor. 11 13

3. Spectrometru de masă conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de măsură a curentului ionic analizat este realizat sub forma unui modul fixat pe o altă flanșă (12) a camerei de analiză și mai conține flanșă (7) suport, niște diafragme (22) interne, un colector (23) de ioni, o rezistență (24) de măsură și un amplificator (25) electrometric. 15 17

4. Spectrometru de masă conform revendicărilor 1 și 3, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de măsură a curentului ionic analizat funcționează în vid, fiind protejat de acțiunea negativă a factorilor de mediu care induc schimbări necontrolate ale valorii rezistenței de măsură și ale curentului măsurat. 19 21

(51) Int.Cl.

H01J 49/30 (2006.01);

H01J 49/26 (2006.01)

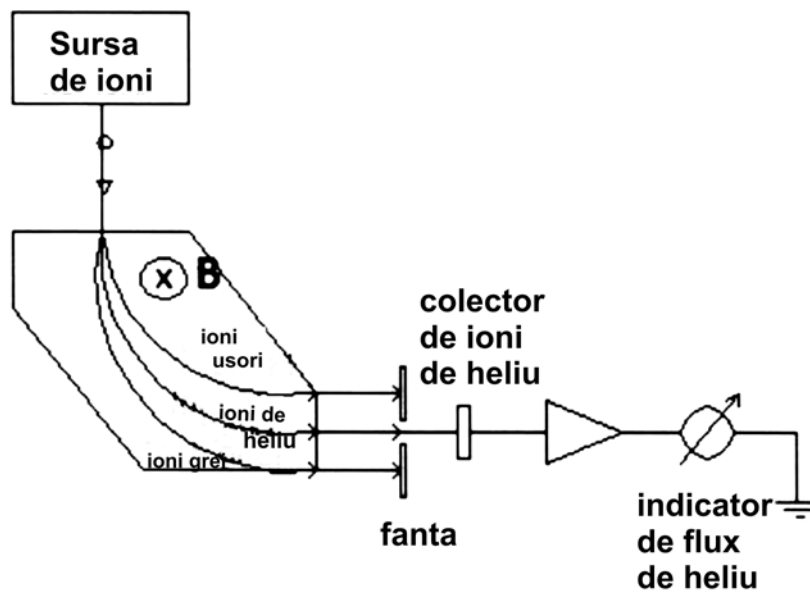


Fig. 1

(51) Int.Cl.

H01J 49/30 (2006.01);

H01J 49/26 (2006.01)

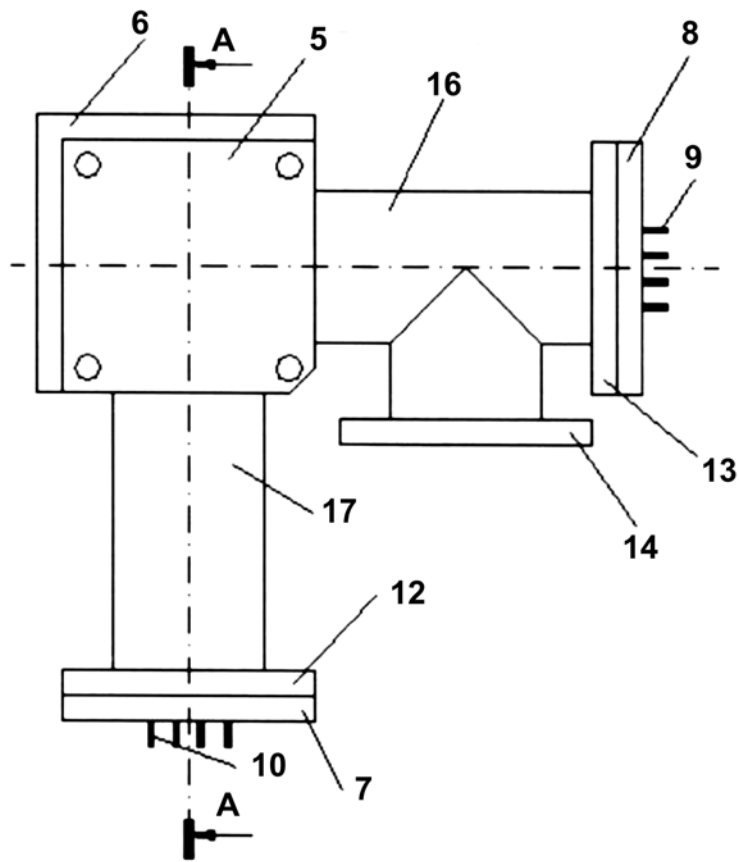


Fig. 2

(51) Int.Cl.

H01J 49/30^(2006.01);

H01J 49/26^(2006.01)

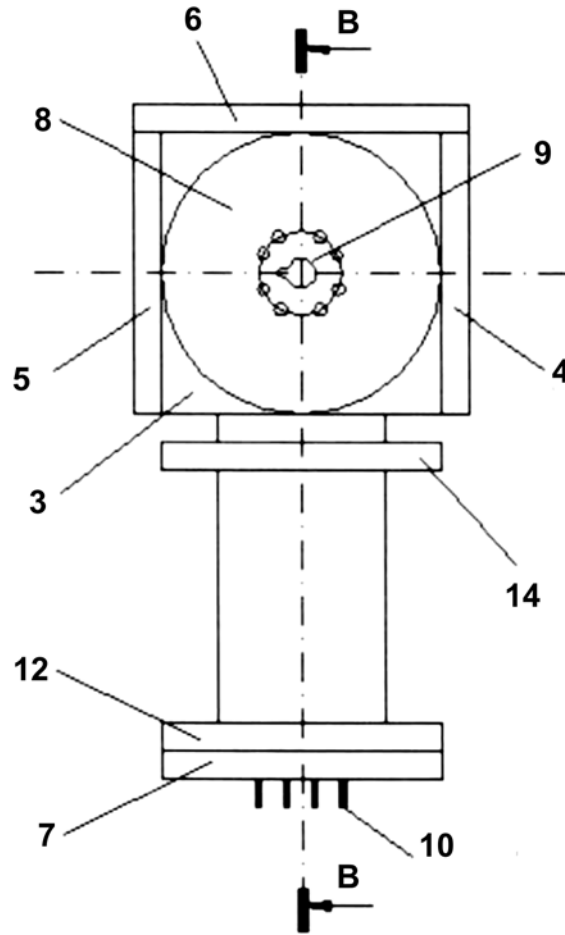


Fig. 3

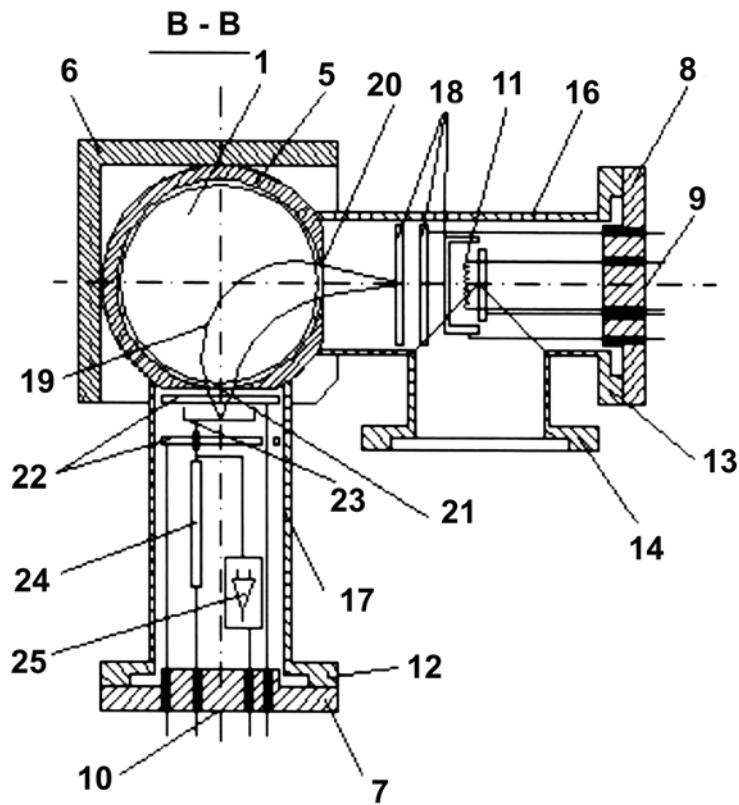


Fig. 4

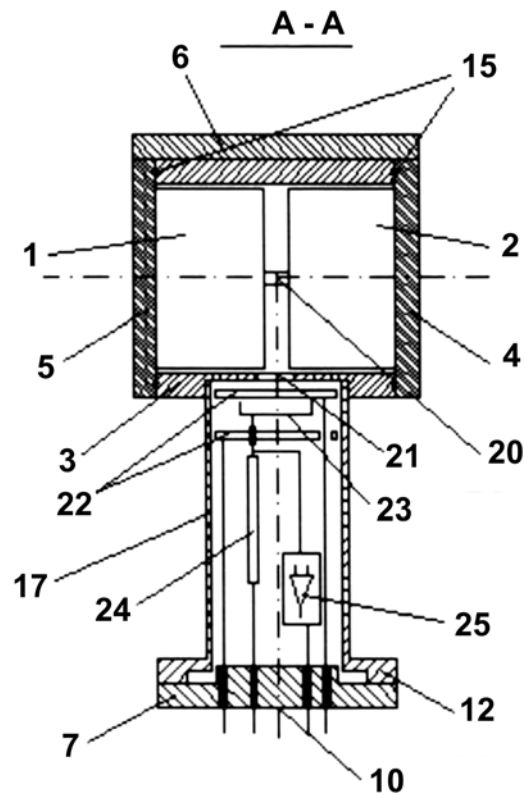


Fig. 5

