



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00635**

(22) Data de depozit: **12.08.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.11.2011** BOPI nr. **11/2011**

(41) Data publicării cererii:
28.05.2010 BOPI nr. **5/2010**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ ȘI
INGINERIE NUCLEARĂ "HORIA
HULUBEI", STR.ATOMIȘTILOR NR.407,
MĂGURELE, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **PETROVICI MIHAI,
STR.SFINȚII VOIEVOZI NR.17A,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BARTOȘ DANIEL, STR.COVASNA NR.41,
BL.F19, SC.2, AP.16, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **CARAGHEORGHEOPOL GHEORGHE,
ȘOS.IANCULUI NR.17, BL.106C, SC.A,
AP.22, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **PETRIȘ MARIANA, BD.IULIU MANIU
NR.192, BL.B, SC.1, AP.45, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **SIMION VICTOR, STR.VALEA IALOMITEI
NR.7, BL.D20, SC.E, AP.48, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **DUȚĂ VIOREL, ALEEA SINAIA NR.14,
BL.76, SC.A, AP.35, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**JP 2003068245 A; KR 20080100878 A;
US 2009294659 A1**

(54) **DETECTOR PENTRU MĂSURĂRI DE TIMP DE ZBOR,
PENTRU PARTICULE ÎNCĂRCATE**



1 Invenția se referă la un detector cu plăci rezistive, pentru efectuarea de măsurări de
2 timp de zbor, pentru particule încărcate, cu energii mari, rezultate din ciocniri de ioni grei și
3 ioni ușori, la energii cuprinse în domeniul 4 MeV până la 14 TeV. Detectorul este utilizat în
4 experimente de anvergură din domeniul fizicii nucleare, la acceleratoarele de particule, în
5 special în domeniul studierii materiei hadronice și are un potențial ridicat de folosire în
6 domenii aplicative.

7 Sunt cunoscute detectoare pentru măsurări de timp de zbor al particulelor încărcate,
8 care sunt constituite din: electrod central de citire, anod, cu piste de citire pe ambele fețe,
9 electrozi de sticlă, situați de o parte și alta a electrodului central, în număr de până la 5, pe
10 ambele părți, electrod de aplicare a înaltei tensiuni, catod, având suprafața conductivă
11 continuă.

12 Dezavantajele acestor detectoare constau în aceea că: au o granularitate mică,
13 electrozii din sticlă folosiți sunt din sticlă dopată cu metale, obținută prin procedee
14 tehnologice scumpe, electrodul central este singurul electrod de citire a semnalelor și are
15 piste de citire orientate în lungul detectorului, citirea semnalelor este de tip serial, la ambele
16 capete ale fiecărei piste, nu dau informație de poziție, au o sensibilitate ridicată la zgomotul
17 extern, au o performanță scăzută de discriminare a mai multor particule sosite în același timp
18 în detector în zone diferite, detectorii de acest tip își pierd performanțele la rate mari de
19 numărare, nemaifiind utilizabili în mediu de radiații intense, neputând fi folosiți decât pentru
20 rate mici de incidență, de până la 1000 particule/cm² * sec, au o interpretare greoaie a
21 informației experimentale, reconstrucția traiectoriilor particulelor ce îi traversează este dificilă
22 și cu un grad mare de aproximare.

23 Problema pe care o rezolvă invenția constă în extinderea domeniului de detecție de
24 la 1000 particule/cm² *sec, la minimum 16000 particule/cm² *sec, în condițiile determinării
25 timpului de zbor cu o precizie mai mare de 60 psec, o creștere a calității semnalului și oferind
26 o rezoluție foarte bună de poziție în două axe de coordonate.

27 În mod neașteptat, s-a găsit faptul că, prin realizarea unei rezoluții în două axe de
28 coordonate în planul detectorului și prin reducerea timpului de revenire la starea inițială după
29 trecerea unei particule, se obține un detector care să poată fi folosit la rate mai mari de
30 numărare, cu o calitate a semnalului îmbunătățită, cu o sensibilitate la zgomotul extern
31 micșorată semnificativ și o rezoluție bună în două axe de coordonate.

32 Detectorul conform invenției înlătură dezavantajele arătate mai înainte, prin aceea
33 că este constituit din niște electrozi: central, inferior, superior și marginali, electrodul central
34 fiind plasat între niște plăci dreptunghiulare, realizate din sticlă cu o grosime de 0,1 ÷ 0,6 mm
35 și rezistivitate de 10¹² ÷ 10¹³ Ωcm, electrodul central fiind constituit dintr-o placă confecționată
36 din steclo-textolit dublu placat cu cupru, pe care sunt realizate niște piste superioare și
37 inferioare, dispuse paralel între ele, simetrice și paralele cu latura mică a plăcilor din sticlă,
38 piste fiind încadrate de niște zone de conectare, fiecare din electrozii superior și inferior de
39 aplicare a înaltei tensiuni fiind constituit dintr-o placă din steclo-textolit, placată cu cupru pe
40 fața plasată spre electrodul central, pe care sunt prevăzute niște piste de alimentare cu înaltă
41 tensiune și respectiv active, acestea din urmă fiind dispuse paralel între ele, echidistante și
42 fiind paralele și suprapuse cu piste electrodului central, legarea fiecărei piste active la pista
43 de alimentare cu înalta tensiune fiind realizată prin intermediul unei rezistențe, electrozii
44 marginali sunt formați dintr-o placă din steclo-textolit dublu placată cu cupru, având pe fața
45 orientată spre electrodul central niște piste dispuse paralel între ele, echidistante, paralele
46 și suprapuse cu piste electrodului central și - ale electrozilor inferior și superior de alimentare
47 cu înaltă tensiune și având niște zone marginale ce asigură conectarea electrică a pistelor.

RO 125481 B1

Un alt obiectiv al detectorului conform invenției constă în aceea că toate pistele electrozilor, central, inferior, superior și marginali sunt identice, au o formă dreptunghiulară cu lățimea de $1,0 \div 1,2$ mm și orientate transversal, fiind paralele cu latura mică a plăcilor de sticlă.	1
Un alt obiectiv al detectorului conform invenției constă în aceea că plăcile din sticlă sunt de grosime $0,1 \div 0,6$ mm, rezistivitate de $10^{12} \div 10^{13}$ Ω cm, sunt câte 5 $\div$ 7 de fiecare parte a electrodului central, iar distanța dintre ele este de $130 \div 150$ μ m.	3
Un alt obiectiv al detectorului conform invenției constă în aceea că semnalele de pe pistele electrodului central, respectiv electrozii marginali sunt preluate de la ambele capete ale pistelor și însumate în vederea interpretării diferențiale ale lor.	5
Detectorul conform invenției prezintă următoarele avantaje:	7
- Se extinde domeniului de detectare de la 1000 particule/ cm^2 *sec la minimum 16000 particule/ cm^2 *sec;	9
- Își păstrează eficacitatea de detecție și rezoluția temporală pentru aceste rate de incidență;	11
- Permite determinarea timpului de zbor cu o precizie mai bună de 60 psec;	13
- Oferă rezoluție de poziție foarte bună în două axe de coordonate, ceea ce permite reconstrucția cu precizie a traiectoriilor particulelor detectate;	15
- Citirea semnalelor este diferențială, ducând la o creștere substanțială a acurateții informației furnizate;	17
- Are o construcție relativ simplă, cu materiale uzuale;	19
- Are o calitate crescută a semnalului;	21
- Eficientizează substanțial interpretarea informației furnizate de către detector și reconstrucția traiectoriilor particulelor incidente;	23
- Are o fiabilitate ridicată.	25
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a unui detector conform invenției, în legătură cu fig. 1÷8, care reprezintă:	27
- fig. 1, secțiune transversală printr-un detector conform invenției;	29
- fig. 2, vedere de sus a unui electrod central aparținând detectorului;	31
- fig. 3, vedere de jos a electrodului central;	33
- fig. 4, vedere de sus a unui electrod de aplicare a înaltei tensiuni aparținând detectorului;	35
- fig. 5, vedere de jos a electrodului de aplicare a înaltei tensiuni;	37
- fig. 6, vedere de sus a unui electrod marginal aparținând detectorului;	39
- fig. 7, vedere de jos a electrodului marginal;	41
- fig. 8, reprezentarea grafică, funcție de timp, a semnalelor furnizate de către detector.	43
Detectorul conform invenției este constituit dintr-un electrod A , central, încadrat între niște plăci 1 și 2 dreptunghiulare, câte 5...7 din fiecare, realizate din sticlă de grosime egală, de $0,1...0,6$ mm și o rezistivitate de $10^{12}...10^{13}$ Ω cm. Electrocul A constituie anodul.	45
Plăcile 1 și 2 situate în imediata vecinătate a electrodului A sunt dispuse în contact direct cu fețele a , respectiv b , ale electrodului A , iar plăcile 1 și 2 exterioare sunt dispuse în contact direct cu niște suprafețe c inferioare ale unor electrozi B , inferior și superior, de aplicare a înaltei tensiuni, în domeniul 7000...10000 V.	47
Între două plăci consecutive 1 și 2 , este o distanță de $130\div150$ μ m, această distanță fiind aceeași între toate plăcile 1 și 2 .	49
În contact direct cu suprafața d , superioară, a fiecărui electrod B , este dispusă o suprafață e , inferioară, a unui electrod C , marginal.	51

RO 125481 B1

1 Niște suprafețe **f**, superioare, ale electrozilor **C**, care constituie catodul, sunt în
contact cu niște plăci **3** și **4**, superioară și inferioară de fixare și de rezistență.

3 Electroductul **A** este constituit dintr-o placă **5**, confecționată din stecloctextolit de grosime
0,6 mm, dublu placată cu cupru, pe care sunt realizate niște piste **g** și **h** pe fața **a** superioară
5 și respectiv fața **b** inferioară, dispuse paralel între ele, simetrice și paralele cu latura mică a
plăcilor **1** și **2**.

7 Pistele **g** și **h** sunt încadrate lateral de niște zone **i** și **j**, superioare, de conectare și
respectiv de niște zone **k** și **1**, inferioare, de conectare.

9 Fiecare dintre pistele **g** și **h** este de formă dreptunghiulară, cu o lățime de
1,0...1,2 mm, la o distanță între ele de 2,5...2,6 mm, sunt identice și transversale.

11 La capete, pistele **g** și **h** sunt conectate între ele prin intermediul zonelor **i** și **1**,
respectiv **j** și **k**.

13 Fiecare electroduct **B** este constituit dintr-o placă **6** confecționată din stecloctextolit, de
grosime 0,6 mm, dublu placată cu cupru.

15 Pe fața **c**, inferioară, sunt prevăzute: o pistă **n** de alimentare cu înaltă tensiune și
niște piste **m**, active, dispuse paralel între ele, echidistante și de asemenea dispuse paralel
17 și suprapuse cu pistele **g** și **h** ale electroductului central.

Pistele **m** au o formă identică cu cea a pistelor **g** și **h**.

19 Legarea electrică a fiecărei piste **m** la pista **n** este realizată cu o rezistență **7**, prin
intermediul acestor rezistențe se aplică înalta tensiune pe pistele **m**.

21 Suprafața **d** a plăcii **6** are o singură zonă **o** acoperită cu cupru, în dreptul alimentării
pistei **n** la înaltă tensiune.

23 Electroductul **C** este format dintr-o placă **8** din stecloctextolit dublu placată cu cupru, de
grosime 1,6 mm.

25 Pe fața inferioară **e** a electroductului **C** sunt prevăzute niște piste **p** dispuse paralel între
ele, echidistante, paralele și suprapuse cu pistele **g**, **h** și **m** aparținând electrozilor **A** și **B**.

27 Pistele **p** au o construcție identică cu cele ale pistelor **g**; **h** și **m**.
La capetele pistelor **p** sunt niște zone **r** și **s** de conectare electrică.

29 Pe fața superioară **f** a plăcii **8** sunt prevăzute zonele **t** și **v**, marginale. Prin intermediul
zonelor **r** și **v**, respectiv **s** și **t**, sunt conectate electric pistele **p** la cele două capete.

31 Pistele **g** și **h** ale electroductului **A** sunt conectate la fiecare capăt prin intermediul unor
conductoare **9** și **14** la niște conectoare **11** și **12**, aflate în legătură cu exteriorul detectorului,
33 situație în sine cunoscută, neredată în figuri.

Pistele **p** ale celor doi electrozi **C** sunt conectate electric la cele două capete și cu
35 conectorii **11** și **12** prin intermediul unor conductoare **10** și **13**.

Electrozii **A**, **B** și **C**, împreună cu plăcile **1** și **2** din sticlă și plăcile **3** și **4**, sunt dispuse
37 într-o carcasă **15**, de protecție, neredată în întregime în figuri, etanșă față de exterior, prin
care poate fi vehiculat un amestec de 3 gaze : 85% $C_2F_4H_2$; 10% SF_6 ; 5% C_4H_{10} , care asigură
39 mediul de lucru al detectorului.

Pentru determinarea în timp real a trecerii particulelor încărcate prin detector, precum
41 și a punctului precis de trecere, în două axe de coordonate în planul detectorului,
funcționarea detectorului este următoarea:

43 Detectorul este de tip cu funcționare în modul avalanșă, cu electrozi plan paraleli.
Volumul detectorului este împărțit transversal în două părți egale, dispuse simetric
45 față de electroductul central **A**.

Electroductul central **A**, cei doi electrozi de aplicare a înaltei tensiuni **B** și cei doi
47 electrozi laterali **C** au o structură de piste electroconductoare identice.

Pistele electroconductoare simetrice de pe cele două fețe ale electrodului central A sunt conectate între ele, semnalele culese reprezentând suma semnalelor de pe fiecare pereche de piste.	1
Pistele electroconductoare simetrice de pe electrozii laterali sunt conectate între ele, semnalele culese reprezentând suma semnalelor de pe fiecare pereche de piste.	3
Electronii eliberați prin ionizare primară sunt accelerați de câmpul creat de electrozii B de aplicare a înaltei tensiuni și sunt multiplicați în câmpul electric intens, creând o avalanșă care se dezvoltă spre electrodul pozitiv.	5
Sarcina electrică din avalanșă induce un semnal rapid pe electrozii de culegere a semnalului de pe electrodul central A și prin influența pe cei doi electrozi laterali C .	7
Semnalele de pe electrozi sunt culese la cele două capete ale fiecărei piste, însumate și comparate.	9
Legarea pistelor electrozilor de înaltă tensiune prin intermediul unor rezistențe reduce substanțial inducerea semnalului în pistele învecinate, reducând variația tensiunii de lucru pe pistele învecinate celei din zona în care este creată avalanșa.	11
Construcția detectorului permite utilizarea lui la rate mari de numărare, de circa 16000 particule/cm ² *sec și determinarea timpului de zbor cu o precizie mai bună de 60 psec.	13
Menționăm că arhitectura detectorului realizat pe baza acestei invenții are performanțe care recomandă utilizarea acestor tipuri de RPC "Resistive Plate Counter" în aplicații PET "Positron Emission Tomography" .	15
Detectorul a fost conceput pentru a fi utilizat la realizarea unei suprafețe de detecție de arie mare, de ordinul a câteva sute de m ² , bazată pe detectori RPC , pentru experimentul CBM, la acceleratorul FAIR de la Darmstadt-Germania.	17
Semnalul obținut de la detector furnizează informația de timp de zbor, raportată la un detector care dă semnalul de referință, ale particulelor încărcate, de energie mare, rezultate din interacția fasciculului cu țintă. În același timp, detectorul furnizează și informația de poziție în două axe de coordonate în planul detectorului.	19
În diagrama prezentată în fig. 8, sunt redată niște curbe s și t , ce reprezintă semnalele înregistrate pe osciloscop, fără amplificarea semnalului, realizate la o iradiere cu o sursă radioactivă de ⁶⁰ Co, la o tensiune de lucru de 9500 V.	21
Din analiza acestor curbe, s și t , care reprezintă semnalele însumate furnizate de anozii g și h ai electrodului A , și respectiv catodii p ai electrozilor C , rezultă o sincronizare în timp cu decalări de până la 50 psec, iar în raport cu zgomotul de fond, redat de porțiunile relativ plate ale curbelor s și t , amplitudinea semnalelor are o valoare relativ ridicată, care înlătură o eventuală interpretare eronată la separarea semnalelor de zgomotul de fond.	23
De asemenea, semnalele sunt rapide, cu un front de creștere sub 500 psec, parametru extrem de important pentru măsurarea cu precizie mai bună de 60 psec a timpului de zbor al particulelor încărcate. Aceste curbe demonstrează funcționarea optimă a detectorului.	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39

Revendicări

1. Detector pentru timp de zbor, pentru particule încărcate, care cuprinde niște plăci superioară și inferioară, de rezistență, precum și niște conductoare, niște conectoare și o carcasă de protecție, prin care este vehiculat un amestec de trei gaze, 85% $C_2F_4H_2$; 10% SF_6 și 5% C_4H_{10} , **caracterizat prin aceea că** este constituit din niște electrozi (A, B și C) central, inferior, superior și marginali, electrodul (A) central fiind plasat între niște plăci (1 și 2) dreptunghiulare, realizate din sticlă cu o grosime de $0,1 \div 0,6$ mm și rezistivitate de $10^{12} \div 10^{13} \Omega cm$, electrodul (A) central fiind constituit dintr-o placă (5) confecționată din steclotextolit dublu placat cu cupru, pe care sunt realizate niște piste (e și f) superioare și inferioare, dispuse paralel între ele, simetrice și paralele cu latura mică a plăcilor (1 și 2) din sticlă, pistele (e și f) fiind încadrate de niște zone (g, h, i și j) de conectare, fiecare din electrozii (B) superior și inferior de aplicare a înaltei tensiuni fiind constituit dintr-o placă (6) din steclotextolit, placată cu cupru pe fața (a) plasată spre electrodul (A) central, pe care sunt prevăzute niște piste (k și l) de alimentare cu înaltă tensiune și respectiv active, acestea din urmă fiind dispuse paralel între ele, echidistante și fiind paralele și suprapuse cu pistele (e și f) ale plăcii (5) aparținând electrodului (A) central, legarea fiecărei piste (1) active la pista (k) de alimentare cu înaltă tensiune fiind realizată prin intermediul unei rezistențe (7), o suprafață (b) a plăcii (6) aparținând electrozilor (B) inferior și superior, având o zonă (m) acoperită cu cupru, situată în dreptul alimentării la tensiune a pistei (k), electrozii (C) marginali sunt formați dintr-o placă (8) din steclotextolit dublu placată cu cupru, având pe o față (c) orientată spre electrodul central (A), niște piste (n) dispuse paralel între ele, echidistante, paralele și suprapuse cu pistele electrozilor (A și B) central, superior și inferior, iar pe cealaltă față (d) a acestei plăci (8), fiind prevăzute niște zone (o și p) situate la capetele pistelor (n), ce asigură conectarea electrică a pistelor (n).

2. Detector conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** toate pistele (e, f, l și n) electrozilor (A, B și C) central, inferior, superior și marginali sunt identice, au o formă dreptunghiulară cu lățimea de $1,0 \div 1,2$ mm și orientate transversal, fiind paralele cu latura mică a plăcilor (1 și 2) din sticlă.

3. Detector conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** plăcile (1 și 2) sunt fiecare în număr de $5 \div 7$, iar distanța dintre ele este de $130 \div 150 \mu m$.

4. Detector conform revendicărilor 1÷3, **caracterizat prin aceea că** semnalele de pe pistele (e și f) și respectiv (n) ale electrozilor (A), respectiv (C), central și marginali sunt preluate de la ambele capete ale acestora, în vederea însumării și interpretării diferențiale ale lor.

(51) Int.Cl.

G01N 15/14 (2006.01),

G01N 27/62 (2006.01),

H01J 49/06 (2006.01)

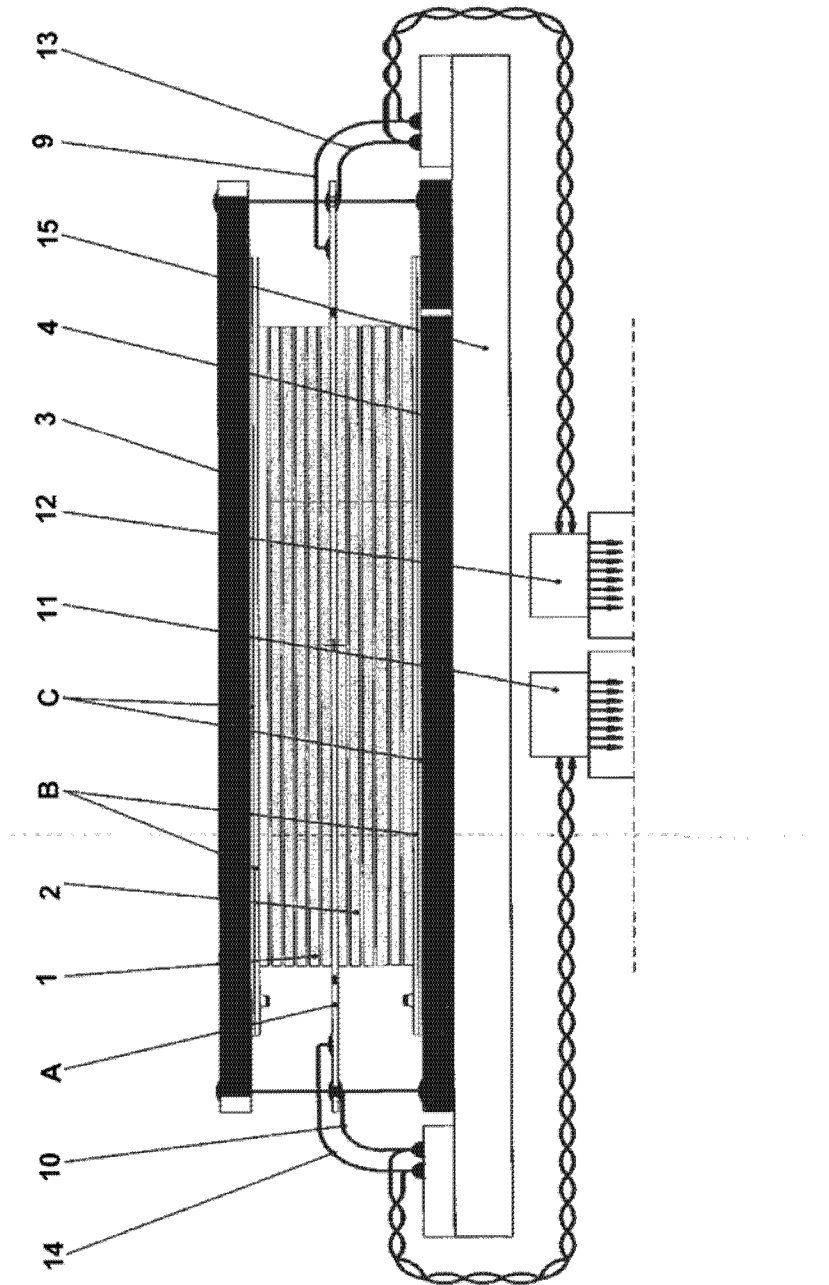


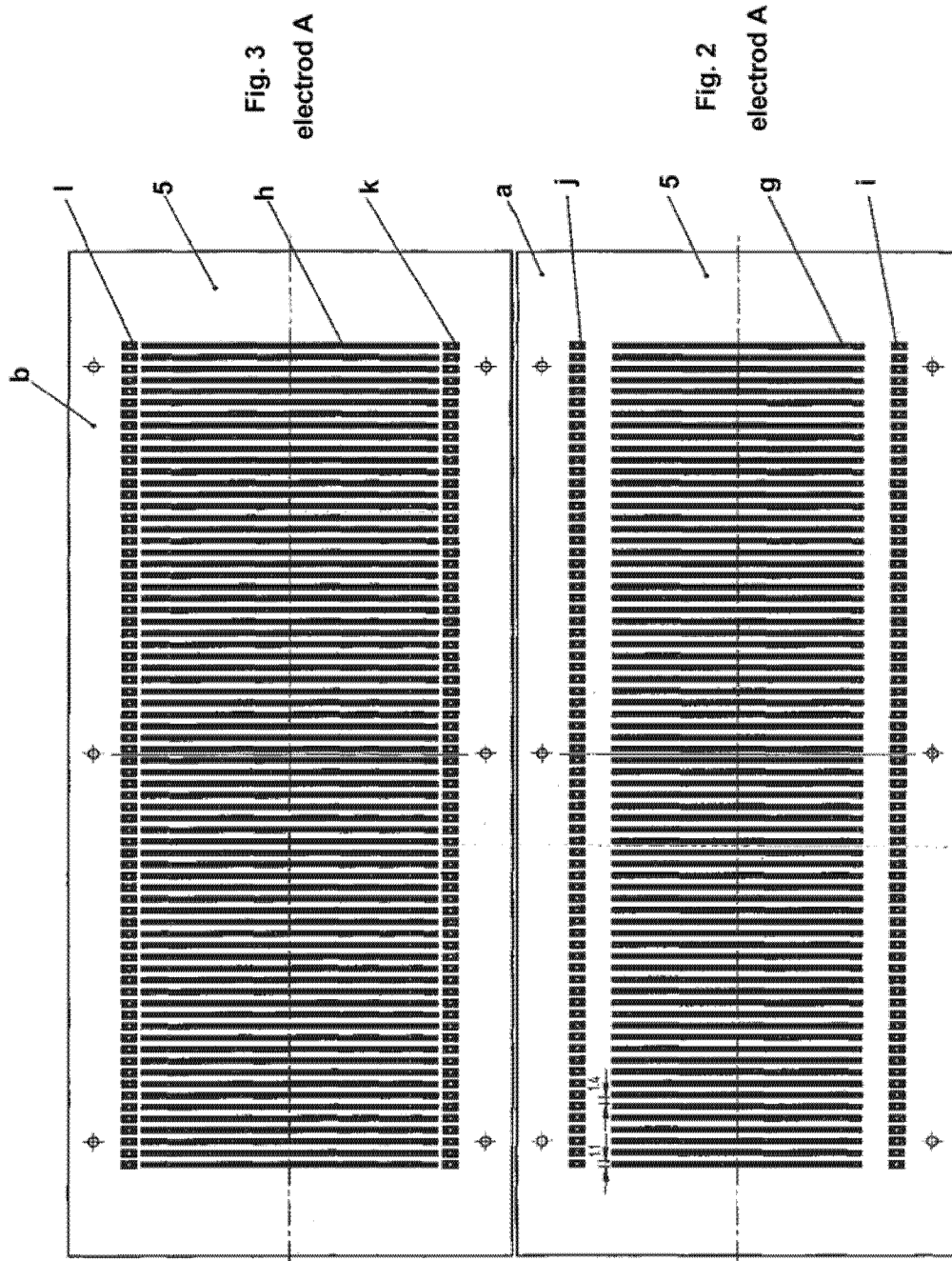
Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01N 15/14 (2006.01),

G01N 27/62 (2006.01),

H01J 49/06 (2006.01)



(51) Int.Cl.

G01N 15/14 (2006.01),

G01N 27/62 (2006.01),

H01J 49/06 (2006.01)

Fig. 5
electrod B

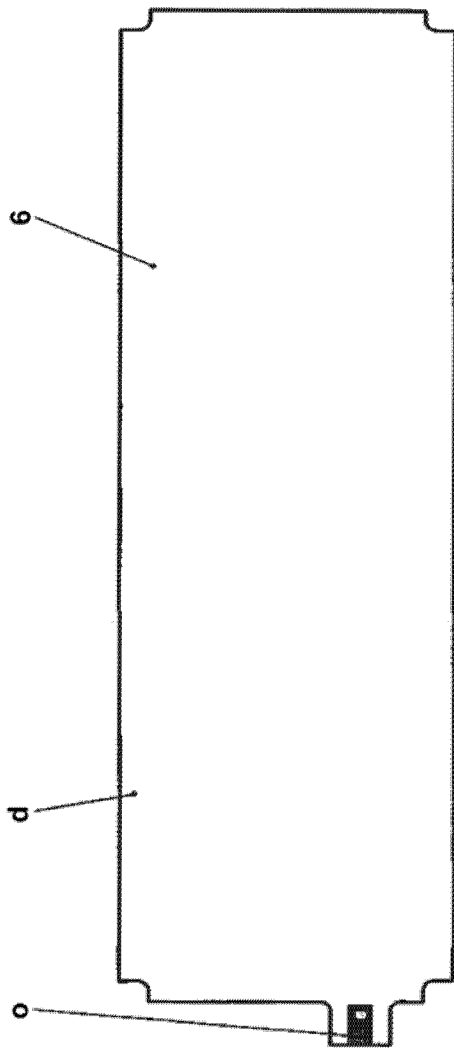
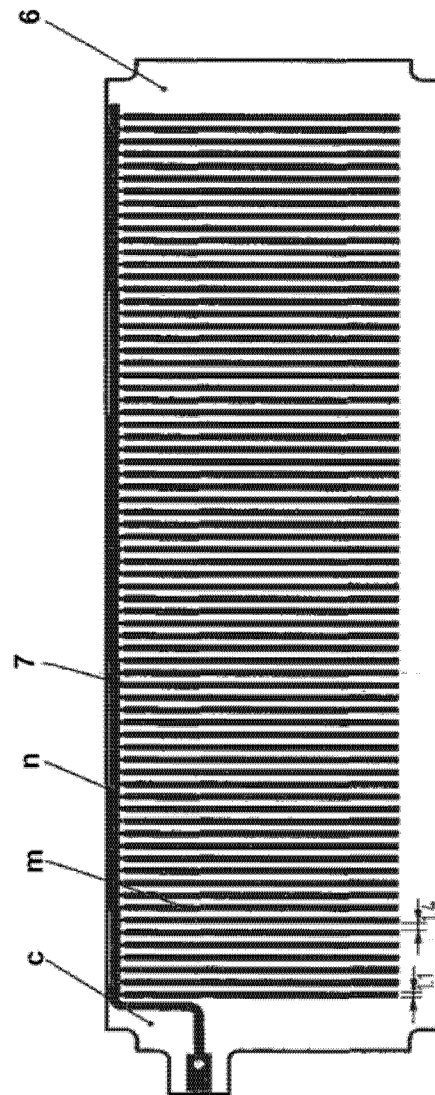


Fig. 4
electrod B



(51) Int.Cl.

G01N 15/14 (2006.01),

G01N 27/62 (2006.01),

H01J 49/06 (2006.01)

Fig. 6
electrod C

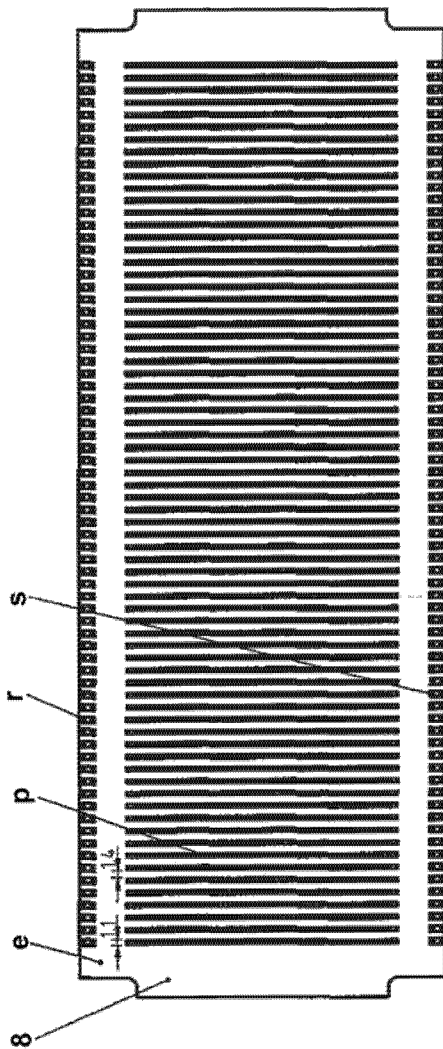
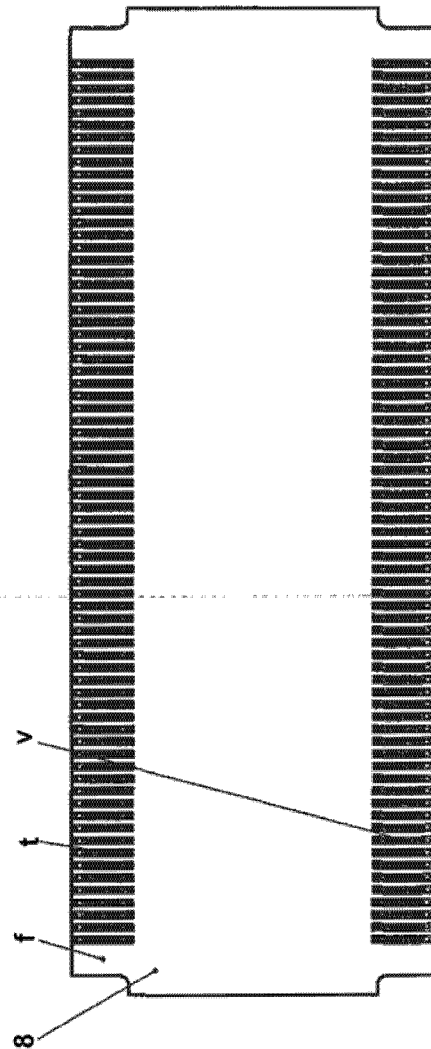


Fig. 7
electrod C



(51) Int.Cl.

G01N 15/14 (2006.01),

G01N 27/62 (2006.01),

H01J 49/06 (2006.01)

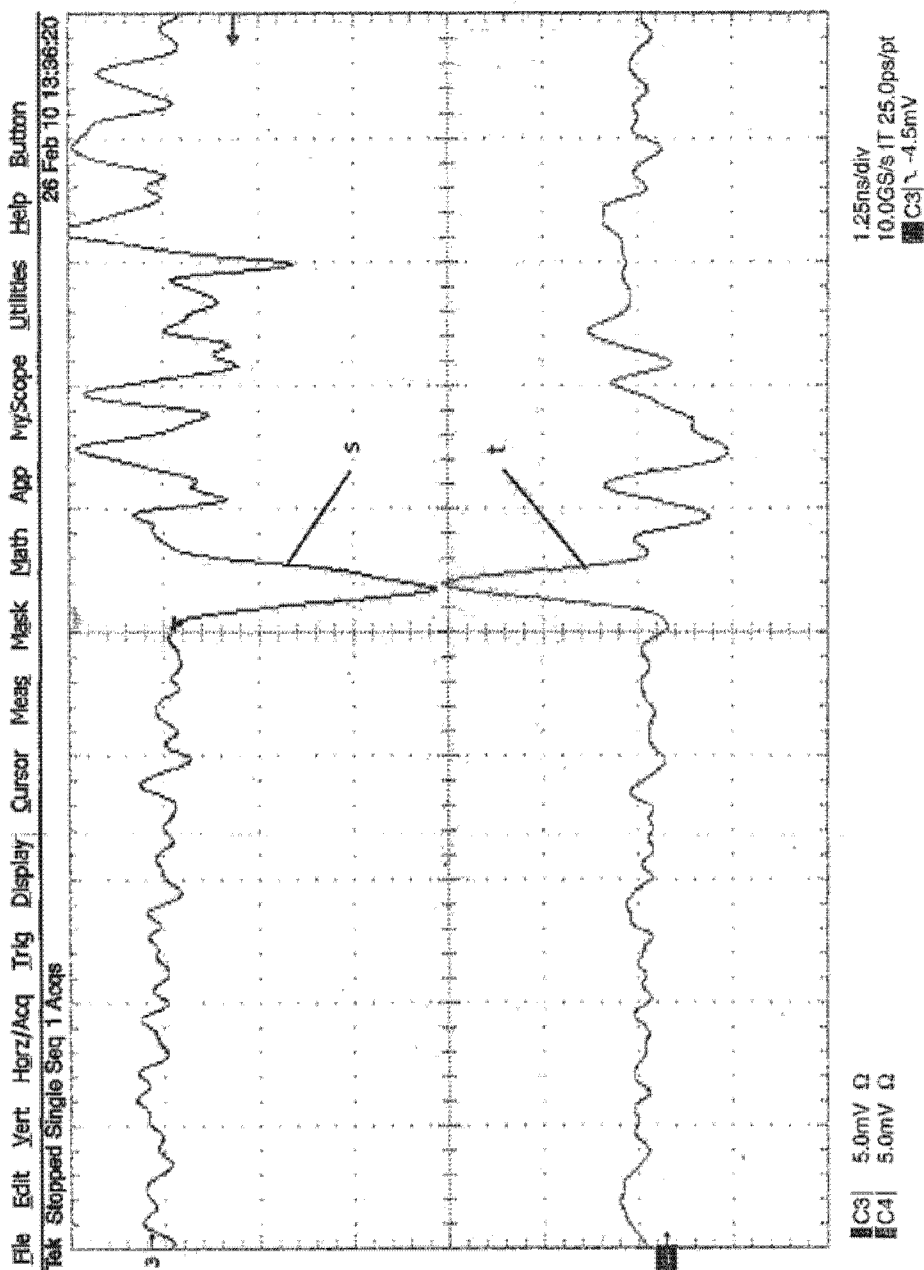


Fig. 8



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci