



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00219**

(22) Data de depozit: **08.03.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2014** BOPI nr. **4/2014**

(41) Data publicării cererii:
28.10.2011 BOPI nr. **10/2011**

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

(72) Inventatori:
• **CĂLIN MARIAN ROMEO,**
ALEEA ATOMIȘTILOR NR.5, BL.6, SC.2,
PARTER, AP.18, MĂGURELE, IF, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 97352; RO 118094 B

(54) **DETECTOR DE RADIAȚII IONIZANTE CU CAVITATE**



RO 126797 B1

1 Invenția se referă la un detector de radiații ionizante cu cavitate tip cameră de ionizare, utilizat în măsurarea mărimilor dozimetrice, cu aplicații în dozimetrie, controlul radio-

3 metric al mediului ambiant și al măsurărilor și analizelor în domeniul nuclear.

5 Aceste aplicații se bazează pe variațiile acestor mărimi dozimetrice, produse de stratul de material atenuator din care este realizat detectorul, în câmpuri de radiații. Pentru măsurarea acestor mărimi, sunt cunoscute detectoarele de radiații ionizante realizate dintr-o

7 carcasă care reprezintă electrodul de tensiune și un electrod colector central, cu izolatori plastici, în care sunt incluse trecerile metalice realizate prin diverse tehnologii complicate.

9 Dezavantajul soluțiilor cunoscute rezidă în utilizarea unor tehnologii și materiale costisitoare și în imposibilitatea reparării-reconstrucției acestora.

11 După cum se cunoaște (H. Frank Attix, *Topics in radiation dosimetry*, Spencer LV, Attix HF, *A theory of cavity ionization Radiation*, Kearsley E, *A new general cavity theory Phys. Med. Biol.* etc.), pentru un astfel de detector, cu grosimea pereților mai mare decât

13 parcursul electronilor secundari, se poate stabili o relație între absorbția reală de energie dintr-un fascicul de fotoni în pereții detectorului și ionizarea din aerul sau gazul de umplere

15 din cavitate. Atâta timp cât condițiile de valabilitate sunt îndeplinite, relația dă o metodă de măsurare a energiei depuse într-un mediu solid, la energii ale fotonilor de până la 3 MeV. Pentru un mediu solid, traversat de un flux de electroni secundari, introducerea unei mici

17 cavități umplute eventual cu gaz nu perturbă distribuția unghiulară și în energie a fluxului de electroni secundari. Astfel, fracțiunea de energie pierdută de un electron în traversarea

19 masei unitare pe cm^2 de gaz, este egală cu raportul puterilor de oprire a mediului în raport cu cea a gazului.

23 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unui material pentru realizarea detectorului, cu numărul atomic Z cât mai apropiat de cel al aerului.

25 În cazul de față, am realizat detectorul cu cavitate dintr-un amestec de teflon pulbere (~ 23%), grafit (~48%) și zeolit (~29%), pentru a putea pune mai bine în evidență principiile ionometrice de bază ale teoriei cavității. În proiectarea, realizarea practică a acestui detector (alegerea materialelor, stabilirea dimensiunilor geometrice, a volumului sensibil etc.), s-a ținut

27 cont de teoria Bragg-Gray a cavității și de respectarea principiului de bază al echilibrului electronic, și anume:

31 - cavitatea trebuie să aibă dimensiuni astfel ca numai o mică fracțiune din energia particulelor să fie disipată în ea;

33 - absorbția radiației fotonice de către gazul cavității să fie într-o proporție neglijabilă;

35 - cavitatea trebuie înconjurată de o "grosime de echilibru" de mediu solid astfel încât toate particulele ce o traversează să ia naștere în mediu. Această grosime este teoretic egală cu parcursul particulelor de energie maximă în mediu;

37 - disiparea de energie de către particulele ionizante să fie uniformă pe tot volumul mediului ce înconjoară cavitatea, contribuind astfel la realizarea echilibrului electronic.

39 Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

41 - o mare fiabilitate a detectorului în timp;

43 - o stabilitate foarte bună în timp;

45 - sensibilitate de detecție mare pentru volume sensibile relativ mici;

47 - posibilitatea de schimbare a formei geometrice a electrodului colector, pentru uniformitatea câmpului electric intern și mai buna colectare a sarcinilor din volumul sensibil al detectorului;

49 - preț de cost scăzut, la o precizie foarte mare de măsurare, datorat materialelor, tehnologiilor de realizare folosite și a metodei de măsurare aplicate;

RO 126797 B1

- în geometria aleasă, detectorul poate reprezenta un etaloan primar (sau secundar), pentru măsurarea în câmp de radiații, și cu ajutorul lui se pot determina mărimile dozimetrice precizate mai sus;

- în caz de defectare, este posibilă aducerea la parametri funcționali inițiali prin recondiționare.

Respectând condițiile tehnice și tehnologice inițiale impuse, se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1, 2 și 3, care reprezintă:

- fig. 1, secțiune prin detector;

- fig. 2, reprezentarea 3D a detectorului;

- fig. 3, schema bloc de măsurare a parametrilor tehnico-funcționali ai detectorului.

Conform invenției, detectorul este format dintr-un corp cilindric **2**, care reprezintă și electrodul de tensiune, realizat dintr-un amestec de materiale de până la 23% teflon pulbere, cu până la 48% grafit și până la 29% zeolit, astfel încât Z_{mediu} al materialului obținut să fie apropiat de cel al aerului și cu formula moleculară aproximativă $C\text{-CHF-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Materialul astfel obținut a fost amestecat, omogenizat, sinterizat la câteva sute de grade și presat la o presă hidraulică sub formă cilindrică, cu o grosime a pereților de până la 1 mm. Proporțiile materialelor sunt alese astfel încât numărul atomic mediu, Z_{mediu} al materialului obținut să fie apropiat de cel al aerului atmosferic (fig. 1 și 2).

Detectorul este alcătuit din următoarele componente: electrodul **1** colector este de formă degetară rotunjit la partea superioară și este plasat în interiorul electrodului **2** de tensiune, realizat din același material, care joacă și rolul de carcasă sau corp cilindric. Pe partea interioară a electrodului **2** de tensiune și pe partea exterioară a electrodului **1** colector, este depus un strat metalic de staniu de câțiva microni, printr-un procedeu electrochimic, pentru crearea între cei doi electrozi a unui câmp electric cât mai uniform, necesar culegerii sarcinilor electrice din volumul sensibil al detectorului. Etanșarea între cei doi electrozi se face prin intermediul elementului **3** de etanșare, care este un O-ring din cauciuc siliconic, iar izolația electrică între cei doi electrozi se face prin intermediul piesei izolatoare **4**, realizată din polistiren cu rezistivitate electrică foarte bună, care se înfiletează în electrodul de tensiune **2**. Semnalul detectorului, obținut de la electrodul **1** colector (curentul de ionizare), se transmite la pinul conector **5**, realizat din alamă și înfiletat în corpul electrodului colector **1**, și apoi la pinul **6** exterior, care este aurit, pentru o bună preluare a semnalului, pentru înlăturarea corodării în timp și pentru realizarea unor contacte electrice foarte bune. Prin piesa izolatoare **4** trece țeava de admisie **7**, pentru cuplarea detectorului la o instalație de vid și umple cu un gaz nobil (Kripton sau Xenon) la presiune. Pinul conector **5** este fixat de electrodul colector **1** prin intermediul unui element **8** mecanic, care este o piuliță cu șaibă. Piesa izolatoare **4** este prevăzută și cu o clemă **9** de alimentare cu tensiune și un element elastic **10**.

Detectorul conform invenției este utilizat în măsurarea și caracterizarea următoarelor mărimi dozimetrice: expunerea (X), debitul expunerii \dot{X} , activitatea surselor de radiații (Λ), doza absorbită (D), debitul dozei absorbite \dot{D} , în câmpuri de radiații X și γ , cât și pentru radiații β , cu aplicații în dozimetrie, controlul radiometric al mediului ambiant și al măsurărilor și analizelor în domeniul nuclear.

Se prezintă, în continuare, unele rezultate obținute cu acest tip de detector, conform invenției, la radiații ionizante sub forma unor caracteristici tehnico-funcționale, în condiții normale de încercare:

- Curentul mediu de scurgere al detectorului la $U = -800\text{ V}$:

$$\bar{I}_{\text{scurgere}/-800V} = 1 \times 10^{-15} \text{ A} \pm 5\% ;$$

RO 126797 B1

1 cu deviația standard: $\sigma = 0.346 \times 10^{-15}$ A (pentru un număr de $n = 120$ valori ale curentului de
scurgere) și cu deviația standard relativă:

3
$$\sigma_{rel.} = \sigma_{\bar{I}} / \bar{I}_{scurgere} = 0,0346;$$

- Palierul curbei caracteristice curent-tensiune este cuprins între:

5 -500 ÷ -1200 V ± 10 %;

7 - Variația relativă a curentului de ionizare în prezența sursei de radiații de ^{241}Am , cu
 $\Lambda = 600$ mCi $\pm 10\%$ ($2,22 \times 10^{10}$ Bq $\pm 10\%$):

$$\bar{I}_{ioniz.} = 6,4910^{-13} \text{ A} \pm 10\%;$$

9 la tensiunea $U = -800$ V și distanța $d = 0,2$ m $\pm 0,005$ m, cu deviația standard $\sigma_{\bar{I}} = 0,160$
 $\times 10^{-13}$ A (pentru $n = 120$ de măsurări). Considerând un nivel de încredere: $P^* = 95\%$, pentru
11 $n = 120$ de valori și $k = 2,09$,

$$\bar{I}_{ioniz} = (6,49 \pm 0.074) \times 10^{-13} \text{ A};$$

13 - Variația relativă a curentului de ionizare, cu tensiunea de polarizare, în intervalul
-500 V ÷ -1200 V: $\Delta I/I_0 = 0,1\%$;

15 - Răspunsul detectorului cu energia radiației radionuclidului ^{241}Am cu $\Lambda = 600$ mCi \pm
10% ($2,22 \times 10^{10}$ Bq. $\pm 10\%$) pentru o rată a expunerii de ($x = 103,62$ mR/h) este:

17

$$R = \frac{I_{ionizare}}{\dot{X}} = 6,26 \cdot 10^{-8} \text{ A/Rh}^{-1}; \text{ la } d = 20 \text{ cm și } \dot{X} = 103,62 \text{ mR/h};$$

19

- Tensiunea nominală de lucru: - 800 V $\pm 10\%$;

21 - Panta palierului curbei caracteristice definită ca: $\left(\frac{\Delta I}{\Delta U} \right)_x = \text{ct.}, \leq 10^{-14} \text{ A/V}.$

23 Pentru măsurarea caracteristicilor și parametrilor tehnico-funcționali ai detectorului,
se folosește schema bloc din fig. 3. Astfel, detectorul plasat într-un câmp de radiații dat de
o sursă radioactivă **S** generează un semnal (curent de ionizare) pe electrodul colector **1**, care
25 este preluat de un electrometru programabil pentru curenți de ionizare foarte mici, care, prin
intermediul unei interfețe specializate, este transmis și preluat de un computer. Pe detector
27 se aplică o diferență de potențial de la o sursă de înaltă tensiune de mare stabilitate,
controlată cu un voltmetru electrostatic de mare precizie.

RO 126797 B1

Revendicare

1

Detector de radiații ionizante, alcătuit dintr-un electrod colector (1) și un electrod de tensiune (2) care joacă și rolul de carcasă, **caracterizat prin aceea că** cei doi electrozi sunt realizați dintr-un amestec de până la 23% teflon pulbere, cu până la 48% grafit și până la 29% zeolit, omogenizat, sinterizat și presat sub formă cilindrică cu o grosime a pereților de până la 1 mm, format dintr-un electrod (1) colector, plasat în interiorul unui electrod (2) de tensiune, realizați din același amestec de material, care pe partea interioară a electrodului (2) de tensiune și pe partea exterioară a electrodului (1) colector este depus un strat metalic de staniu de câțiva microni printr-un procedeu electrochimic, necesar uniformității câmpului electric creat între ei, electrozii fiind etanșați cu un element (3) O-ring de etanșare din cauciuc siliconic și izolați electric prin intermediul unei piese izolatoare (4) realizată din polistiren de rezistivitate mare, în exteriorul detectorului, electrodul colector (1) se prelungeste cu niște pini (5) conector din alamă și pin (6) exterior care este aurit, pentru preluarea semnalului, detectorul este prevăzut și cu o țevă (7) de admisie, pentru cuplarea la o instalație de vid și umplere cu gaze nobile, piesa izolatoare (4) și pinul (5) conector fiind fixate de electrodul colector (1) al detectorului prin intermediul unui element (8) mecanic, o clemă (9) de alimentare cu tensiune și un element (10) elastic.

(51) Int.Cl.

G01T 1/185 (2006.01),

G01T 1/14 (2006.01),

H01J 47/02 (2006.01)

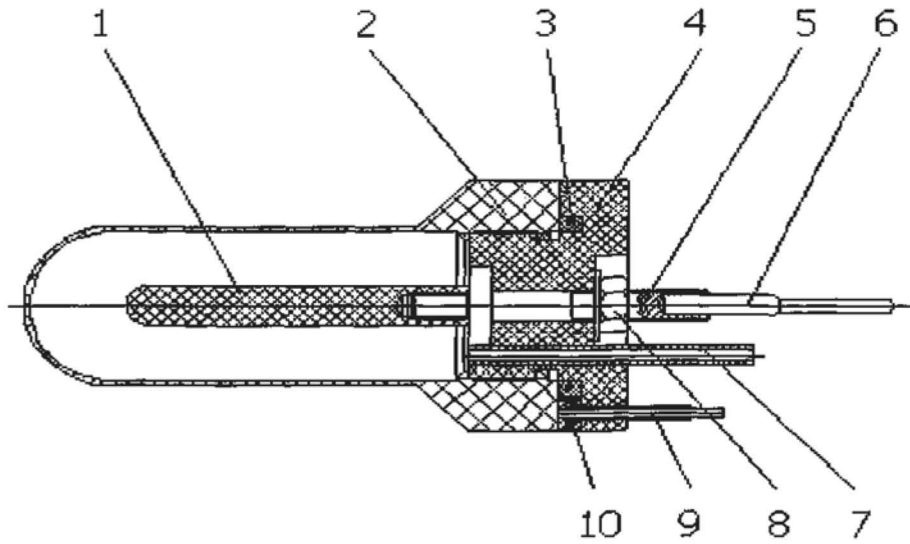


Fig. 1

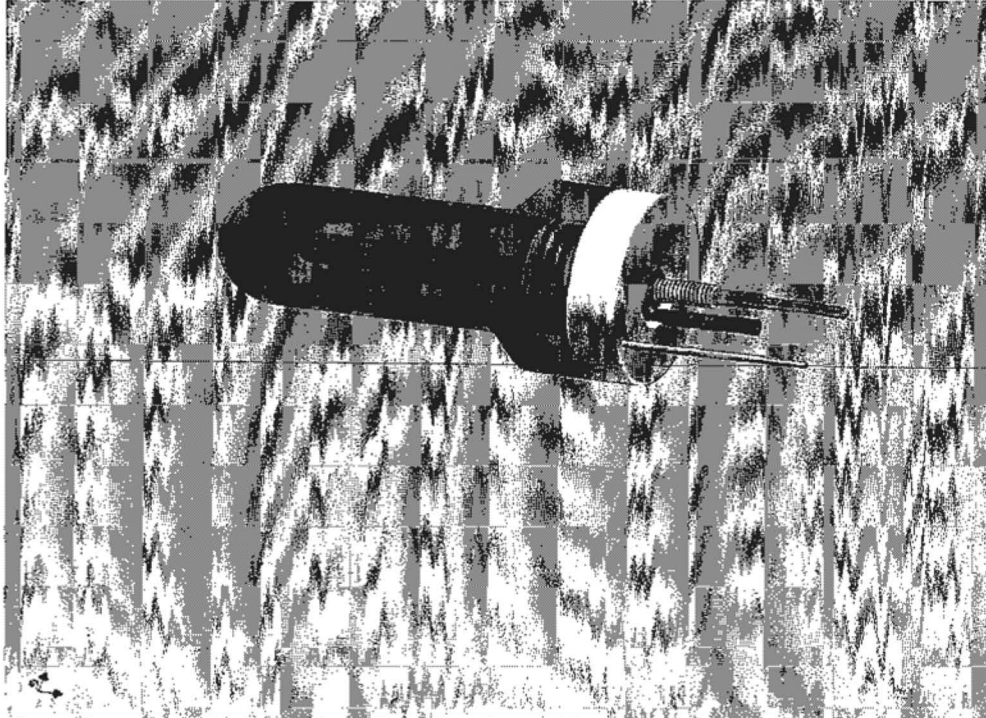


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G01T 1/185 (2006.01);

G01T 1/14 (2006.01);

H01J 47/02 (2006.01)

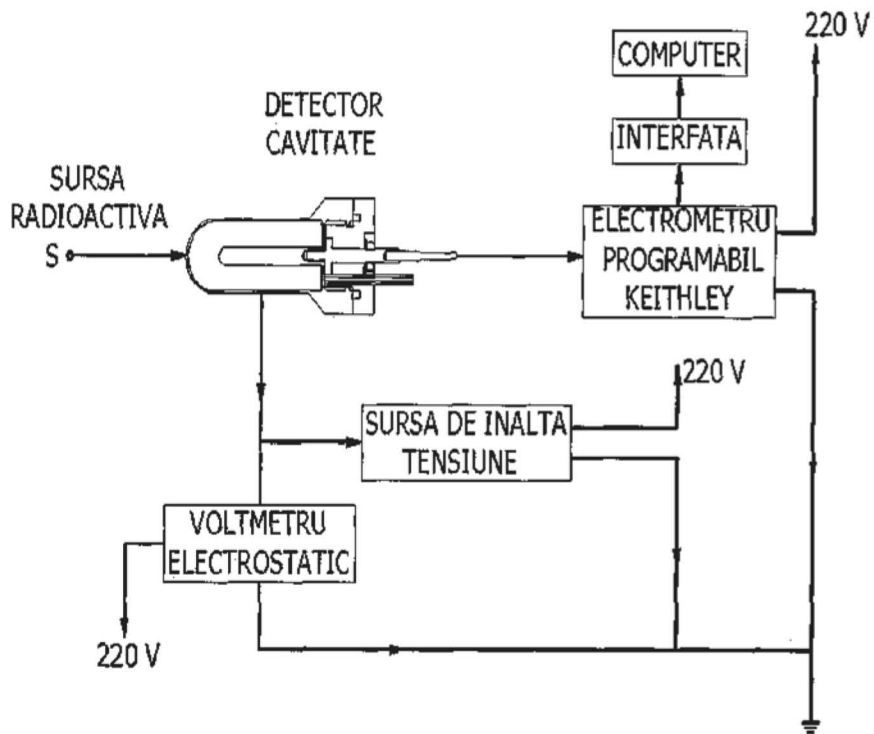


Fig. 3



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 234/2014