

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00219

(22) Data de depozit: 08.03.2010

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

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
ȘI DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ ȘI
INGINERIE NUCLEARĂ "HORIA
HULUBEI" (FIN-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

(54) PROCEDEU DE REALIZARE A DETECTOARELOR DE
RADIAȚII CAVITATE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un detector utilizat în măsurarea unor mărimi dozimetrice. Detectorul conform invenției este format dintr-un corp cilindric, realizat 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 peretelui de până la 1 mm, conținând un electrod (1) colector, plasat în interiorul unui electrod (2) de tensiune, realizate din același amestec, pe care este depus un strat metalic de staniu, electrozii fiind etanșați cu un element (3) de etanșare și izolați electric prin intermediul unui izolator (4) realizat din polistiren, niște pini (5) colector și (6) exterior, pentru preluarea semnalului, o țevă (7) de admisie, pentru cuplare la o instalație de vid, izolatorul (4) și pinul (5) colector fiind fixate de corpul detectorului prin intermediul unui element (8) mecanic, o clemă (9) de alimentare și un element (10) elastic.

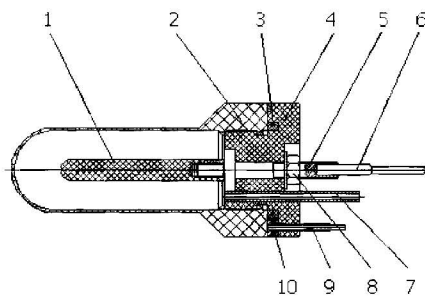


Fig. 1

Revendicări: 1
Figuri: 3



Procedeu de realizare a detecoarelor de radiatii cavitate

Descrierea invenției

Invenția se referă la un procedeu de realizare a unor detectoare de radiatii ionizante cu cavitate (sau cu pereti aer echivalent), utilizate in masurarea marimilor dozimetrice: expunerea (X), debitul expunerii (\dot{X}), activitatea surselor de radiatii (Λ), doza absorbita (D), debitul dozei absorbite (\dot{D}), atat in campuri de radiatii X si gamma, cat si pentru radiatii beta, cu aplicatii in dozimetrie si controlul mediului ambiant.

Pentru un astfel de detector, cu dimensiuni relativ mici si cu grosimea peretilor mai mare decat parcursul electronilor secundari, se poate stabili o relatie intre absorbtia reala de energie dintr-un fascicul de fotoni in peretii detectorului si ionizarea din aerul, sau gazul de umplere din cavitate. Atata timp cat conditiile de valabilitate sunt indeplinite, relatia da o metoda de masurare a energiei depuse intr-un mediu solid, la energii ale fotonilor de pana la 3 MeV. Pentru un mediu solid, traversat de un flux de electroni secundari introducerea unei mici cavitati umplute eventual cu gaz, nu perturba distributia unghiulara si in energie a fluxului de electroni secundari. Astfel, fractiunea de energie pierduta de un electron in traversarea masei unitare pe cm^2 de gaz, este egala cu raportul puterilor de oprire a mediului in raport cu cea a gazului.

Este cunoscuta teoria cavitatii si incercarile mai multor laboratoare de a realiza astfel de detectoare si pe aceasta idee am stabilit un procedeu de realizare a acestor tipuri de detectoare.

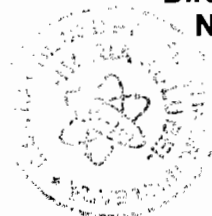
In cazul de fata, am realizat detectorul cu cavitate din teflon grafitat, pentru a putea pune mai bine in evidenta principiile ionometrice de baza ale teoriei cavitatii. In realizarea practica a acestui detector (alegerea materialelor, stabilirea dimensiunilor geometrice, a volumului sensibil, etc.), s-a tinut cont de teoria Bragg-Gray a cavitatii si de respectarea principiului de baza al echilibrului electronic si anume:

- Cavitatea trebuie sa aiba dimensiuni astfel ca numai o mica fractiune din energia particulelor sa fie disipata in ea;
- Absorbtia radiatiei fotonice de catre gazul cavitatii sa fie intr-o proportie neglijabila;
- Cavitatea trebuie inconjurata de o "grosime de echilibru" de mediu solid astfel incat toate particulele ce o traverseaza sa ia naștere in mediu. Aceasta grosime este teoretic egala cu parcursul particulelor de energie maxima in mediu;
- Disiparea de energie de catre particulele ionizante sa fie uniforma pe tot volumul mediului ce inconjoara cavitatea contribuind astfel la realizarea echilibrului electronic.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

- asigura o mare fiabilitate a detectorului in timp;
- asigura o stabilitate foarte buna in timp;
- sensibilitate de detecție mare pentru volume sensibile relativ mici;
- posibilitatea de schimbare a formei geometrice a electrodului colector, pentru uniformitatea campului electric intern si mai buna colectare a sarcinilor din volumul sensibil al detectorului;
- pret de cost scazut, la o precizie foarte mare de masurare, datorat materialelor, tehnologiilor de realizare folosite, și a metodei de masurare aplicate;

Director General IFIN-HH
Nicolae Victor ZAMFIR



Nicolae Victor ZAMFIR

- in geometria aleasa, detectorul poate reprezenta un etaloan primar (sau secundar), pentru masurarea in camp de radiatii si cu ajutorul lui se pot determina marimile dozimetrice precizate mai sus;
- in caz de defectare este posibila aducerea la parametrii functionali initiali prin reconditionare.

Incercand respectarea conditiilor tehnice si tehnologice initiale impuse, in cazul de fata, se prezinta mai jos un exemplu de realizare a procedurii conform inventiei, in legatura cu Fig. 1, 2 si 3, care reprezinta:

- Fig. 1, sectiune prin detectorul cavitate;
- Fig. 2, reprezentarea 3D a detectorului cavitate;
- Fig. 3, schema bloc de masurare a parametrilor tehnico-functionali ai detectorului.

Potrivit procedurii conform inventiei, detectorul cavitate propus este realizat dintr-un amestec din teflon pulbere de foarte buna calitate (~ 23%), cu grafit (~48%) si zeolit (~29%), in anumite proportii, astfel incat Z_{mediu} al materialului obtinut sa fie apropiat de cel al aerului si cu formula moleculara $C\text{-CHF-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Materialul astfel obtinut a fost omogenizat, sinterizat la cateva sute de grade si presat sub forma cilindrica, cu anumite dimensiuni de gabarit bine stabilite. Grosimea peretilor detectorului este de aprox. 1 mm (Fig. 1 si 2) si are urmatoarele componente: Electrocul colector (1) este realizat din acest amestec de material, este de forma degetara si este introdus in interiorul electrodului de tensiune (2), realizat din acelasi material. Pe fata exterioara a electrodului colector si pe cea interioara a electrodului de tensiune a fost depus un strat metalic de staniu de cativa microni printr-un procedeu electrochimic. Etansarea intre cele doua repere se face prin intermediul oring-ului (3) si izolarea electrica prin intermediul izolatorului (4). Piesa izolatoare, este realizata din polistiren cu rezistivitate electrica foarte mare ($\rho \geq 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$) si se prinde de corpul detectorului prin infiletare. Semnalul obtinut de la detector, sau curentul de ionizare, se preia de la pinul conector (5) prelungit in exterior cu pinul aurit (6). In cazul in care se doreste marirea sensibilitatii, sau a raspunsului detectorului, acesta se poate cupla la o instalatie de vid si umple cu un gaz nobil (Kripton sau Xenon) la presiune, prin intermediul tevii de admisie (7). Piesa izolatoare si pinul colector se prind mecanic cu piulita si saiba (8) de corpul detectorului. Pe electrodul de tensiune se aplica tensiunea de polarizare, prin intermediul unei lamele elastice ce penetreaza izolatorul detectorului, clema de alimentare (9) care prezinta si elementul elastic (10).

Se prezinta, in continuare, unele rezultate obtinute cu acest tip de detector, conform inventiei, la radiatii X si gamma sub forma unor caracteristici tehnico-functionale, in conditii normale de incercare:

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

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

cu deviatia standard: $\sigma_{\bar{I}} = 0,0346 \times 10^{-15} \text{ A}$ (pentru un numar de $n=120$ valori ale curentului de scurgere); $\sigma_{\text{rel.}} = \sigma_{\bar{I}} / \bar{I}_{\text{surgere.}} = 0,0346$;

Palierul curbei caracteristice I-V, este cuprins intre: $-500 \text{ V} \div -1200 \text{ V} \pm 10\%$;

Variatia relativa a curentului de ionizare in prezenta sursei de radiatii de ^{241}Am , cu $\Lambda = 600 \text{ mCi} \pm 10\%$ ($2,22 \times 10^{10} \text{ Bq} \pm 10\%$):

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



Director General IFIN-HH
Nicolae Victor ZAMFIR

la tensiunea $U = -800 \text{ V}$ și distanța $d = 0,2 \text{ m} \pm 0,005 \text{ m}$, cu deviația standard $\sigma_1 = 0,160 \times 10^{-13} \text{ A}$ (pentru $n = 120$ de măsurări). Considerând un nivel de încredere: $P^* = 95\%$, pentru $n = 120$ de valori și $k = 2,09$,

$$\bar{I}_{\text{ioniz.}} = [6,49 \pm 0,074] \times 10^{-13} \text{ A};$$

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

Răspunsul camerei de ionizare cu energia radiației radionuclidului ^{241}Am cu $\Lambda = 600 \text{ mCi} \pm 10\%$ ($2,22 \times 10^{10} \text{ Bq} \pm 10\%$), pentru o rată a expunerii de ($\dot{X} = 103,62 \text{ mR/h}$), este:

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

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

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

Schema bloc pentru măsurarea acestor caracteristici ale detectorului cavitate este prezentată în figura 3.

Invenția prezintă pentru detectorul cavitate realizat, relația de calcul al debitului expunerii, care este:

$$\dot{X} = 8,16 \times 10^9 \frac{(\mu_a / \rho)_A}{(\mu_a / \rho)_M} \cdot \frac{I}{(m S_A / m S_M)} \cdot \frac{T}{V \cdot P}; \text{ (R/h)}$$

unde:

(μ_a / ρ) - coeficienții de absorbție masici pentru aer,
respectiv pentru mediu;

I - curentul de ionizare măsurat;

$m S_A / m S_M$ - media raportului puterilor de oprire în aer față de mediu;

T - temperatura ambiantă la care se face măsurarea ionizării;

P - presiunea aerului (gazului);

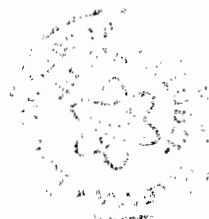
V - volumul sensibil al detectorului.



Director General IFIN-HH
Nicolae Victor ZAMFIR

Revendicare

Procedeu de realizare a unor detectoare de radiatii ionizante cu cavitare (sau cu pereti aer echivalent), utilizate in masurarea marimilor dozimetrice: expunerea (X), debitul expunerii (\dot{X}), activitatea surselor de radiatii (A), doza absorbita (D), debitul dozei absorbite (\dot{D}), atat in campuri de radiatii X si gamma, cat si pentru radiatii beta, cu aplicatii in dozimetrie si controlul mediului ambiant, **caracterizat prin aceea ca**, procedeul permite realizarea dintr-un amestec din teflon pulbere, cu grafit si zeolit, in anumite proportii, astfel incat Z_{mediu} al materialului obtinut sa fie apropiat de cel al aerului si cu formula moleculara C-CHF-Al₂O₃-SiO₂-H₂O. Materialul obtinut a fost omogenizat, sinterizat si presat sub forma cilindrica, cu anumite dimensiuni de gabarit, bine stabilite. Procedeul mai este caracterizat si prin faptul ca detectorul este realizat din: electrodul colector (1), de forma degetara si care este introdus in interiorul electrodului de tensiune (2). Pe fata exterioara a electrodului colector si pe cea interioara a electrodului de tensiune a fost depus un strat metalic de staniu de cativa microni, printr-un procedeu electrochimic. Etansarea intre cele doua repere se face prin intermediul oring-ului (3) si izolarea electrica prin intermediul izolatorului (4). Piesa izolatoare, este realizata din polistiren si se prinde de corpul detectorului prin infiletare. Semnalul obtinut de la detector, sau curentul de ionizare, se preia de la pinul conector (5) prelungit in exterior cu pinul aurit (6). In cazul in care se doreste marirea sensibilitatii, sau a raspunsului detectorului, acesta se poate cupla la o instalatie de vid si umple cu un gaz nobil (Kripton sau Xenon) la presiune, prin intermediul tevii de admisie (7). Piesa izolatoare si pinul colector se prind mecanic cu piulita si saiba (8) de corpul detectorului, Pe electrodul de tensiune se aplica tensiunea de polarizare, prin intermediul unei lamele elastice ce penetreaza izolatorul detectorului, clema de alimentare (9) care prezinta si elementul elastic (10).



Director General IFIN-HH
Nicolae Victor ZAMFIR

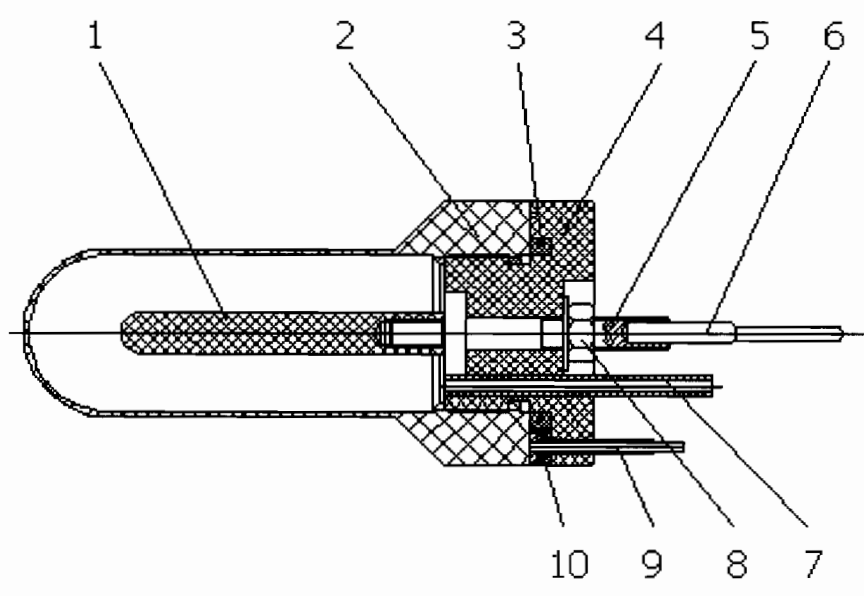


Figura 1

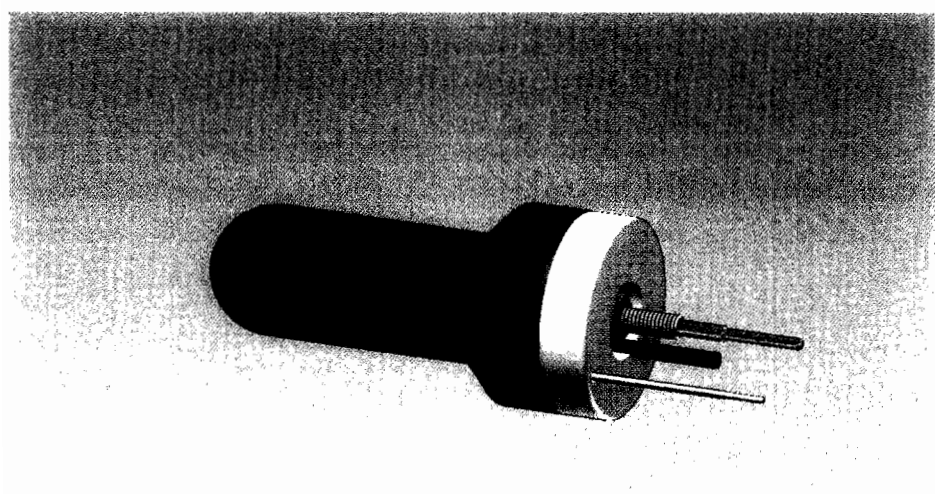


Figura 2

Director General IFIN-HH
Nicolae Victor ZAMFIR



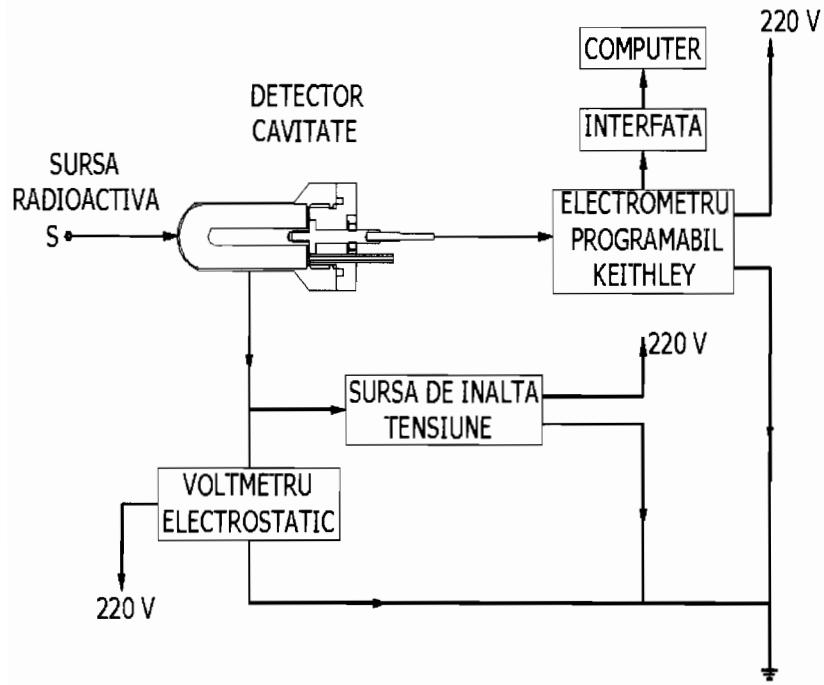
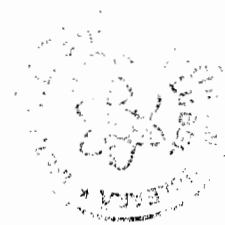


Figura 3



Director General IFIN-HH
Nicolae Victor ZAMFIR