



(11)

EP 2 363 876 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
29.04.2015 Bulletin 2015/18

(51) Int Cl.:
H01J 47/02 ^(2006.01) **H01J 47/12** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11156361.5**

(22) Date de dépôt: **01.03.2011**

(54) **Détecteur de rayonnement ionisant**

Detektor für ionisierende Strahlung

Ionising radiation detector

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **02.03.2010 FR 1051502**

(43) Date de publication de la demande:
07.09.2011 Bulletin 2011/36

(73) Titulaire: **INSTITUT MAX VON LAUE - PAUL
LANGEVIN
38042 Grenoble Cedex 9 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Guerard, Bruno
38100, GRENOBLE (FR)**
• **Buffet, Jean-Claude
38190, LAVAL (FR)**

(74) Mandataire: **Thibon, Laurent et al
Cabinet Beaumont
1, rue Champollion
38000 Grenoble (FR)**

(56) Documents cités:
**DE-A1- 19 907 042 FR-A- 943 262
US-A- 4 447 727 US-A- 5 071 381
US-A1- 2005 258 373 US-A1- 2010 012 851**

• **KLIAUGA P ET AL: "A MULTI-ELEMENT
PROPORTIONAL COUNTER FOR RADIATION
PROTECTION MEASUREMENTS", HEALTH
PHYSICS, LIPPINCOTT, WILLIAMS & WILKINS,
HAGERSTON, MD, USA, vol. 57, no. 4, 1 octobre
1989 (1989-10-01), pages 631-636, XP000070331,
ISSN: 0017-9078**

EP 2 363 876 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne le domaine des détecteurs de particules ou de rayonnements ionisants, et en particulier des détecteurs de neutrons, de rayons γ ou X.

Exposé de l'art antérieur

[0002] La figure 1 représente schématiquement une structure classique d'un détecteur sensible à un rayonnement ionisant. Ce détecteur comporte un tube conducteur 1 rempli d'un mélange gazeux, scellé à ses extrémités par des bouchons isolants 3. Un fil conducteur 5 dont les extrémités traversent de manière étanche les bouchons 3 est maintenu tendu au centre du tube 1 par un ressort 7 situé à l'intérieur du tube. Un potentiel électrique positif appliqué au fil 5 par un circuit de mesure 9 permet de définir à l'intérieur du tube un champ électrique qui est propice à la dérive et à l'amplification d'électrons générés au passage du rayonnement ionisant.

[0003] Le mélange gazeux contenu dans le tube est prévu pour être ionisé par les particules que l'on veut détecter, soit directement, soit après conversion en particules ionisantes. Par exemple, on peut utiliser pour la détection de neutrons un mélange de CF_4 et de ^3He dans lequel le ^3He joue le rôle de convertisseur, et le CF_4 celui de gaz d'arrêt des deux particules ionisantes (proton et triton) émises après capture d'un neutron par un atome de ^3He .

[0004] Pour mesurer la position de l'impact le long du tube on utilise couramment un procédé dit par division de charge. Le fil est alors résistif. Le circuit de mesure comprend une électronique de lecture permettant une mesure d'amplitude de signal de charge à chaque extrémité du fil. Ce mode de détection est toujours complexe. Un autre mode de fonctionnement, dit "de comptage", utilise une électronique basée sur la comparaison, par rapport à une tension de référence, du signal mesuré à une seule extrémité du fil. Ce mode de détection est généralement imprécis dans ses implémentations courantes.

[0005] L'uniformité de réponse du détecteur est affectée par l'imprécision de centrage du fil à l'intérieur du tube, et ce centrage est difficile à réaliser. La difficulté de centrage du fil 8 limite le gain d'amplification maximum avec lequel peut fonctionner le détecteur, ce qui a des conséquences directes sur les performances du détecteur (résolution en énergie et en position).

[0006] Un détecteur de rayonnement ionisant est classiquement formé de plusieurs détecteurs élémentaires dont les tubes sont juxtaposés. Le fonctionnement d'un détecteur dépend de la qualité et de la pression du mélange gazeux qu'il contient. En outre, lorsque plusieurs détecteurs doivent être utilisés ensemble avec un minimum d'espace entre les tubes, typiquement 10 mm, il

est difficile d'assurer la continuité du blindage électromagnétique entre l'enveloppe du tube et le circuit de mesure 9 sans dépasser le diamètre extérieur du tube, ce qui a pour effet de créer des espaces morts entre les détecteurs, d'où une perte de sensibilité de l'ensemble.

Résumé

[0007] Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir un assemblage simple et peu coûteux à réaliser de détecteurs sensibles à des rayonnements ionisants.

[0008] Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir un détecteur de rayonnement ionisant particulièrement adapté à utiliser des couches minces de matériau convertisseur produisant des particules chargées.

[0009] Un autre objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de prévoir un détecteur adapté à détecter la présence ou l'absence de rayonnement ionisant, avec ou sans localisation du point de conversion dudit rayonnement.

[0010] Pour atteindre ces objets, un mode de réalisation de la présente invention prévoit un détecteur de rayonnement ionisant comprenant une pluralité de tubes conducteurs disposés parallèlement contenant un mélange gazeux, un fil conducteur étant tendu au centre de chaque tube et propre à être polarisé par rapport à celui-ci, dans lequel chaque tube est divisé en sections longitudinales électriquement isolées, toutes les sections de tubes d'une même tranche transversale étant formées d'un quadrillage de lames connectées électriquement et chaque ensemble de sections d'une même tranche comprenant un moyen de connexion à un circuit de détection.

[0011] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le quadrillage de lames de chaque tranche est lié à un cadre.

[0012] Selon un mode de réalisation de la présente invention, chaque lame est revêtue d'une couche contenant un produit convertisseur de rayonnement générant des ions en réponse à un rayonnement ionisant.

[0013] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le produit convertisseur contient du bore-10.

[0014] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le mélange de gaz est un mélange de gaz sous pression contenant du BF_3 .

[0015] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les lames sont en aluminium.

[0016] Selon un mode de réalisation de la présente invention, un premier groupe de lames du quadrillage comprend des fentes qui coopèrent avec des fentes d'un second groupe de lames du quadrillage orthogonal au premier groupe.

[0017] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit de détection comprend une pluralité de résistances couplées en série entre des premier et second amplificateurs, les noeuds entre les résistances étant couplés aux moyens de connexion des tranches

respectives.

[0018] Selon un mode de réalisation de la présente invention, chacun des tubes comprend des moyens pour connecter le fil conducteur du tube à un autre circuit de détection.

[0019] Selon un mode de réalisation de la présente invention, les fils conducteurs d'un groupe de tubes sont couplés les uns aux autres.

[0020] Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'autre circuit de détection comprend une pluralité de résistances, couplées en série entre des troisième et quatrième amplificateurs, les noeuds entre les résistances étant couplés aux moyens de connexion des tubes ou des groupes de tubes respectifs.

[0021] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le détecteur est prévu pour détecter des neutrons.

[0022] Un mode de réalisation de la présente invention prévoit un dispositif pour détecter un rayonnement ionisant comprenant une pluralité de détecteurs tels que ci-dessus disposés côte à côte.

[0023] Selon un mode de réalisation de la présente invention, chacun de la pluralité de détecteurs est disposé dans l'une correspondante d'une succession de chambres formant une portion de cylindre.

Brève description des dessins

[0024] Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1, décrite précédemment, représente le schéma d'un élément d'un détecteur de rayonnement classique ;

la figure 2 représente de façon schématique une vue de face d'un détecteur de rayonnement ionisant selon un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 3 est un schéma destiné à préciser les axes de coordonnées utilisés dans la présente description ;

la figure 4 représente un mode de réalisation d'un élément d'un détecteur selon un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 5 représente plus en détail un détecteur de rayonnement selon un mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 6 représente schématiquement et plus en détail une vue de dessus d'une tranche supérieure du détecteur de rayonnement de la figure 5 selon un mode de réalisation de la présente invention ; et

la figure 7 représente un dispositif de détection de rayonnement selon un mode de réalisation de la présente invention.

Description détaillée

[0025] Comme le représente la figure 2, un détecteur de rayonnement ionisant comprend un ensemble en parallèle de tubes 10-1, 10-2, 10-3, 10-n, chaque tube étant constitué d'un ensemble de sections empilées 12-1, 12-2, 12-3..., 12-m isolées électriquement par des isolants ou intervalles 11. Chaque tube est traversé par un élément conducteur 14-1, 14-2...14-n, cet élément conducteur ayant par exemple la forme d'un fil, ou comme on le verra ci-après, d'une bande mince. Les fils sont connectés à un circuit 16 de polarisation et de détection, et tous les éléments de tube correspondant à une même tranche (une grille) sont reliés à un circuit de polarisation et de détection 18. Ainsi, la structure peut être considérée comme constituée d'un ensemble de cellules 12-ijk, i étant compris entre 1 et n, j étant compris entre 1 et m, et k étant compris entre 1 et l, l étant le nombre de tubes dans la direction perpendiculaire au plan de la figure. Quand un rayonnement ionisant interagit au niveau de l'une des cellules, il se produit une ionisation d'un gaz contenu dans la cellule et cette ionisation fournit un signal électrique d'une part sur le conducteur central, d'autre part sur la paroi du tube. On dispose ainsi d'une indication en x, y et z de l'emplacement au niveau duquel l'ionisation est survenue.

[0026] Pour les orientations des axes x, y et z, on se référera à la figure 3 qui représente très schématiquement un assemblage de détecteurs. Cet assemblage de détecteurs comprend des tranches empilées verticalement dans la direction des y, l'axe x désigne la direction horizontale et l'axe z désigne la direction dans laquelle les rayonnements ionisants sont susceptibles d'arriver.

[0027] Ainsi, avec les circuits 16 et 18, on pourra déterminer avec précision la cellule au niveau de laquelle a eu lieu une conversion d'un rayonnement, par exemple d'un neutron.

[0028] L'ensemble de la structure est disposé dans une enceinte remplie d'un gaz propre à être ionisé. Le gaz est par exemple sous pression. D'autre part, le produit convertisseur réagissant au rayonnement ionisant (par exemple des neutrons), peut être, comme dans l'art antérieur décrit précédemment, un gaz tel que de l'hélium-3 ou du BF_3 . Il pourra aussi s'agir d'un matériau réactif déposé en couche mince, seul ou en combinaison avec un autre matériau, sur les parois de chaque tube, ou bien encore de la combinaison d'hélium-3 ou de BF_3 et de couches minces de matériau réactif. Ce matériau réactif pourra être du bore-10, susceptible d'interagir avec un neutron pour fournir du lithium-7 et une particule alpha-4. D'autres produits susceptibles d'être utilisés sont connus dans la technique. Il pourra par exemple s'agir d'isotopes de gadolinium ou de lithium, ces matériaux étant déposés en couches minces sur les parois du tube et/ou sur la bande centrale. Il est intéressant d'utiliser de tels matériaux convertisseurs car l'hélium 3 est extrêmement coûteux et difficilement disponible. De façon avantageuse, l'utilisation de BF_3 gazeux et d'un

revêtement de bore sur les parois de chaque tube conduit à un double effet pour la détection de neutrons. Par contre, il est très difficile de revêtir les parois internes d'un tube d'une couche contenant un tel matériau.

[0029] La structure proposée ici permet, comme on le verra ci-après, de réaliser très simplement le revêtement des parois.

[0030] La figure 4 est une vue explosée d'un exemple de réalisation d'une tranche horizontale (disposée entre deux plans horizontaux voisins), qui comprend une section de chaque tube d'un détecteur selon un mode de réalisation de la présente invention. La tranche est constituée à partir d'un cadre 21 dont des bords opposés sont munis de rainures 22 destinées à recevoir des premières plaques 23 orientées dans la direction z. Les plaques 23 sont munies de fentes 24 dans lesquelles sont destinées à venir s'emboîter des plaques orthogonales 25 munies de fentes 26 coopérant avec les fentes 24. Les extrémités des plaques 25 sont reçues dans des fentes opposées 27 des bords du cadre orientés selon la direction z. Le contact entre les plaques 23, 25 et le cadre 21 et entre les plaques est conducteur. On obtient ainsi l'ensemble de cellules ou sections d'une tranche horizontale (une grille) du détecteur.

[0031] On notera que les plaques, ou lames, 23 et 25 pourront sans difficulté être enduites d'un produit convertisseur avant montage, ce qui simplifie beaucoup cette enduction ou dépôt. Ainsi, quand un rayonnement ionisant interagit au niveau de l'une des cellules, il en résulte un signal électrique sur le conducteur central et sur la tranche. On a en outre représenté en figure 4 un joint isolant 28 destiné à séparer deux tranches d'un détecteur selon des modes de réalisation de l'invention.

[0032] On comprendra qu'il ne s'agit là que d'un exemple de réalisation de la présente invention. On pourra utiliser toute structure en nid d'abeille, comportant par exemple des cellules de forme hexagonale ou autre. En outre, on notera que le cadre 21 comprenant des fentes 22 et 27 est optionnel. A titre de variante, un empilement de plaques 23 et 25 pourrait être fixé dans une chambre comme cela est décrit plus en détail ci-après.

[0033] On a indiqué précédemment que chaque section et chaque fil traversant un ensemble de sections alignées verticalement sont reliés à un système de polarisation et de détection de sorte que les fils constituent des anodes et les parois des sections d'une tranche des cathodes permettant d'attirer les gaz ionisés produits par la conversion du bombardement ionisant. On a également indiqué que chaque fil et chaque tranche de cellules était relié par un conducteur séparé pour pouvoir reconnaître la cellule au niveau de laquelle le rayonnement ionisant a été converti. En fait, cette discrimination des cellules n'est pas toujours nécessaire. Dans certains cas, on veut simplement, par exemple dans des dispositifs de sécurité d'aéroport, savoir si un bagage ou un conteneur contient des produits radioactifs émettant des neutrons. Il suffira alors de relier ensemble tous les fils et toutes les sections pour disposer d'un dispositif très simple à

utiliser, avec peu de lignes de sortie.

[0034] A titre d'exemple de dimensions, chaque section pourra avoir un côté de l'ordre de 2 cm et une hauteur de l'ordre de 2 cm et l'ensemble de la structure pourra avoir une hauteur de l'ordre de 3 m. L'homme de l'art saura adapter ces dimensions à ses besoins.

[0035] Un avantage de l'utilisation d'une structure en quadrillage est que la section de chaque tube peut avoir de petites dimensions. Par exemple, plutôt que d'être égale à 2 cm comme cela a été décrit ci-dessus, la longueur latérale de chaque section de chaque tube rectangulaire est par exemple seulement de 4 à 10 mm. Ceci permet que les électrons résultant d'une réaction aient un faible temps de vol et donc qu'une pression relativement élevée de gaz puisse être utilisée dans le tube, par exemple supérieure à $2 \cdot 10^5$ Pa. Ceci est particulièrement avantageux quand le gaz est du BF_3 . En outre, une telle structure en quadrillage peut avantageusement être constituée de plaques ou lames 23, 25 en aluminium ayant par exemple une épaisseur de 0,5 mm ou moins.

[0036] La figure 5 représente plus en détails un détecteur de rayonnement et en particulier un exemple de circuit de détection du dispositif de polarisation et de détection 18. Le circuit de détection comprend un réseau de résistances 30 comprenant une succession de résistances 30-1 à 30-7 en série. Chaque résistance a par exemple une valeur comprise entre 100 et 200 ohms. Dans cet exemple, il y a huit tranches et sept résistances, et une connexion depuis le quadrillage de chaque tranche est couplée à la connexion d'un quadrillage voisin par une résistance correspondante. Les deux extrémités du réseau de résistances sont couplées à des amplificateurs 32 et 34, respectivement, qui fournissent des tensions de sortie respectives V_A et V_B . Sur la base de ces tensions, la tranche dans laquelle un rayonnement est détecté peut être identifiée. En particulier, la position est indiquée en calculant $V_A/(V_A+V_B)$.

[0037] Un avantage de l'utilisation du réseau de résistances 30 de la figure 5 est que cela réduit le nombre de lignes de sortie à deux plutôt qu'à un nombre égal au nombre de tranches.

[0038] La figure 6 est une vue de dessus de la tranche supérieure du détecteur de rayonnement, et représente le circuit de polarisation et de détection 16 selon un exemple dans lequel des groupes de fils conducteur 14 de chaque tube sont couplés les uns aux autres. Dans l'exemple particulier de la figure 6, les fils de blocs de tubes, 4 en profondeur et 2 en largeur, sont couplés les uns aux autres, bien que d'autres formes et dimensions de blocs puissent être choisies. Ceci réduit encore le nombre de lignes de sortie pour le détecteur de rayonnement.

[0039] En outre ou à titre de variante, un ou plusieurs réseaux résistifs peuvent être utilisés pour réduire le nombre de connexions aux fils. La figure 6 illustre l'exemple d'un réseau de résistances 36 comportant trois résistances en série 36-1 à 36-3 et des amplificateurs 38 et 40 à chaque extrémité fournissant des tensions V_C et

V_D . Les noeuds correspondants du réseau de résistances 36 sont couplés à quatre des groupes de fils interconnectés. Le circuit de polarisation pour appliquer une tension de polarisation à ces fils est également représenté et comprend par exemple une alimentation haute tension HV couplée par une résistance à l'extrémité du réseau de résistances, du côté de l'amplificateur 40. Un condensateur 41 est couplé entre le réseau de résistances et l'amplificateur 40, alors que l'entrée de l'amplificateur 40 est également couplée par une résistance à la masse. De façon similaire, la figure 6 représente un exemple de réseau de résistances 42 comportant trois résistances connectées en série 42-1 à 42-3 et des amplificateurs 44 et 46 à chaque extrémité fournissant des tensions V_E et V_F . Des noeuds correspondants du réseau de résistances 42 sont couplés à quatre des groupes de fils interconnectés. Le circuit de polarisation pour appliquer une tension de polarisation à ces fils est également représenté et comprend par exemple une alimentation haute tension couplée par une résistance à l'extrémité du réseau de résistances, du côté de l'amplificateur 46. Un condensateur 47 est couplé entre le réseau de résistances et l'amplificateur 46 alors que l'entrée de l'amplificateur 47 est également couplée par une résistance à la masse.

[0040] La figure 7 est une vue de dessus illustrant un dispositif de détection de rayonnement 50 ayant une paroi courbe 51 constitué d'une succession de chambres 52 dont chacune contient le gaz sous pression des détecteurs. La paroi 51 est par exemple constituée de feuilles de métal ayant une épaisseur de l'ordre de 3 mm. Chaque chambre 52 comprend un détecteur de rayonnement tel que décrit ci-dessus dont un exemple 56 est représenté.

[0041] Dans un mode de réalisation, les tranches du même niveau de détecteurs voisins sont couplées les unes aux autres, par exemple par paires, pour fournir des sorties combinées, un niveau de ces sorties étant désigné par les références 58-1 à 58-6 en figure 7. Ceci réduit encore le nombre de lignes de sortie.

[0042] Un tel dispositif peut être utilisé dans une application scientifique pour détecter la direction d'un rayonnement provenant d'une source 54 au centre d'un cylindre partiel constitué de la paroi courbe 51.

[0043] Des modes de réalisation particuliers de la présente invention ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, les tranches superposées pourront définir diverses formes d'alvéoles et être constituées de diverses manières.

Revendications

1. Détecteur de rayonnement ionisant comprenant une pluralité de tubes conducteurs disposés parallèlement contenant un mélange gazeux, un fil conducteur (14-1, ... 14-n) étant tendu au centre de chaque tube et propre à être polarisé par rapport à celui-ci,

dans lequel chaque tube est divisé en sections longitudinales électriquement isolées (12-ijk), chaque ensemble de sections d'une même tranche comprenant un moyen de connexion à un circuit de détection (18) **caractérisé en ce que** toutes les sections de tubes d'une même tranche transversale sont formées d'un quadrillage de lames (23, 25) connectées électriquement.

2. Détecteur selon la revendication 1, dans lequel le quadrillage de lames de chaque tranche est lié à un cadre (21).

3. Détecteur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque lame est revêtue d'une couche contenant un produit convertisseur de rayonnement générant des ions en réponse à un rayonnant ionisant.

4. Détecteur selon la revendication 3, dans lequel le produit convertisseur contient du bore-10.

5. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le mélange de gaz est un mélange de gaz sous pression contenant du BF_3 .

6. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les lames sont en aluminium.

7. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel un premier groupe de lames (23) du quadrillage comprend des fentes (24) qui coopèrent avec des fentes (27) d'un second groupe de lames du quadrillage orthogonal au premier groupe.

8. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le circuit de détection (18) comprend une pluralité de résistances (30-1 à 30-7) couplées en série entre des premier et second amplificateurs (32, 34), les noeuds entre les résistances étant couplés aux moyens de connexion des tranches respectives.

9. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel chacun des tubes comprend des moyens pour connecter le fil conducteur du tube à un autre circuit de détection (16).

10. Détecteur selon la revendication 9, dans lequel les fils conducteurs d'un groupe de tubes sont couplés les uns aux autres.

11. Détecteur selon la revendication 9 ou 10, dans lequel l'autre circuit de détection (16) comprend une pluralité de résistances (36-1 à 36-3, 42-1 à 42-3), couplées en série entre des troisième et quatrième amplificateurs (44, 46), les noeuds entre les résistances étant couplés aux moyens de connexion des tubes

ou des groupes de tubes respectifs.

12. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 prévu pour détecter des neutrons.
13. Dispositif pour détecter un rayonnement ionisant comprenant une pluralité de détecteurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 disposés côte à côte.
14. Dispositif selon la revendication 13, dans lequel chacun de la pluralité de détecteurs est disposé dans l'une correspondante d'une succession de chambres formant une portion de cylindre.

Patentansprüche

1. Detektor für ionisierende Strahlung, der eine Vielzahl von leitenden parallel angeordneten Röhren aufweist, die eine Gasmischung und einen leitenden Draht (14-1, ... 14-n) enthalten, wobei der Draht in der Mitte jeder Röhre festgezogen ist, und geeignet ist bezüglich desselben polarisiert zu sein, wobei jede Röhre in elektrisch isolierte Längsabschnitte (12-ijk) unterteilt ist, und jede Gruppe von Abschnitten einer gleichen Scheibe, Mittel aufweist zur Verbindung mit einer Detektionsschaltung (18), **dadurch gekennzeichnet, dass** alle Röhrenabschnitte einer gleichen Querscheibe, aus einem Gitter elektrisch verbundener Klingen (23, 25) gebildet sind.
2. Detektor nach Anspruch 1, wobei das erwähnte Gitter aus Klingen jeder Scheibe mit einem Rahmen (21) verbunden ist.
3. Detektor nach Anspruch 1 oder 2, wobei jede Klinge mit einer Schicht beschichtet ist, die ein Strahlungsumwandlungsprodukt enthält, welches Ionen ansprechend auf eine Ionisierungsstrahlung erzeugt.
4. Detektor nach Anspruch 3, wobei das Umwandlungsprodukt Bor-10 ist.
5. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Gasmischung eine Druckgasmischung ist, die BF_3 enthält.
6. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Klingen aus Aluminium hergestellt sind.
7. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die erste Gruppe von Klingen (23) des erwähnten Gitters Schlitz (24) aufweist, die mit Schlitz (27) einer zweiten Gruppe von Klingen des erwähnten Gitters bezüglich der ersten Gruppe orthogonal sind.
8. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei

die Detektionsschaltung (18) eine Vielzahl von Widerständen (30-1 bis 30-7) aufweist, und zwar in Serie geschaltet zwischen ersten und zweiten Verstärkern (32, 34), wobei die Knoten zwischen den erwähnten Widerständen mit den Verbindungsmitteln der entsprechenden Scheiben verbunden sind.

9. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei jede der erwähnten Röhren Mittel aufweist zur Verbindung des leitenden Drahtes der erwähnten Röhre mit einer weiteren Detektionsschaltung (16).
10. Detektor nach Anspruch 9, wobei die leitenden Drähte einer Gruppe der Röhren miteinander verbunden sind.
11. Detektor nach Anspruch 9 oder 10, wobei die erwähnte weitere Detektionsschaltung (16) eine Vielzahl von Widerständen (36-1 bis 36-3, 42-1 bis 42-3) aufweist, und zwar verbunden in Serie zwischen den dritten und vierten Verstärkern (44, 46), wobei die Knoten zwischen den Widerständen mit den Verbindungsmitteln der entsprechenden Röhren oder Gruppen von Röhren verbunden sind.
12. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei der Detektor zur Detektion von Neutronen ausgebildet ist.
13. Vorrichtung zum Detektieren von ionisierender Strahlung, wobei die Vorrichtung eine Vielzahl von Detektoren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 aufweist, und zwar Seite an Seite angeordnet.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, in der jede der Vielzahl von Detektoren angeordnet ist in einer entsprechenden Kammer der Aufeinanderfolge von Kammern, die ein Segment des Zylinderhls bilden.

Claims

1. An ionizing radiation detector comprising a plurality of conductive tubes arranged in parallel containing a gas mixture, a conductive wire (14-1, ... 14-n) being pulled tight at the center of each tube and capable of being biased with respect thereto, wherein each tube is divided into electrically isolated longitudinal sections (12-ijk), each group of sections of a same slice comprising means for connection to a detection circuit (18), **characterized in that** all the tube sections of a same transverse slice are formed of a grid of electrically connected blades (23, 25).
2. The detector of claim 1, wherein said grid of blades of each slice is connected to a frame (21).
3. The detector of claim 1 or 2, wherein each blade is

coated with a layer containing a radiation conversion product generating ions as a response to an ionizing radiation.

4. The detector of claim 3, wherein the conversion product is boron-10. 5
5. The detector of any of claims 1 to 4, wherein said gas mixture is a pressurized gas mixture comprising BF_3 . 10
6. The detector of any of claims 1 to 5, wherein said blades are made of aluminum.
7. The detector of any of claims 1 to 6, wherein a first group of blades (23) of said grid comprise slots (24) which cooperate with slots (27) of a second group of blades of said grid orthogonal with respect to said first group. 15
20
8. The detector of any of claims 1 to 7, wherein said detection circuit (18) comprises a plurality of resistors (30-1 to 30-7) coupled in series between first and second amplifiers (32, 34), the nodes between said resistors being coupled to the connection means of respective slices. 25
9. The detector of any of claims 1 to 8, wherein each of said tubes comprises means for connecting the conductive wire of said tube to a further detection circuit (16). 30
10. The detector of claim 9, wherein the conductive wires of a group of said tubes are coupled together. 35
11. The detector of claim 9 or 10, wherein said further detection circuit (16) comprises a plurality of resistors (36-1 to 36-3, 42-1 to 42-3) coupled in series between third and fourth amplifiers (44, 46), the nodes between said resistors being coupled to the connection means of respective tubes or groups of tubes. 40
12. The detector of any of claims 1 to 11, wherein the detector is arranged to detect neutrons. 45
13. An apparatus for detecting ionizing radiation comprising a plurality of the detectors of any of claims 1 to 12 positioned side by side. 50
14. The apparatus of claim 13, wherein said plurality of detectors are each positioned in a corresponding one of a series of chambers forming a segment of a cylinder. 55

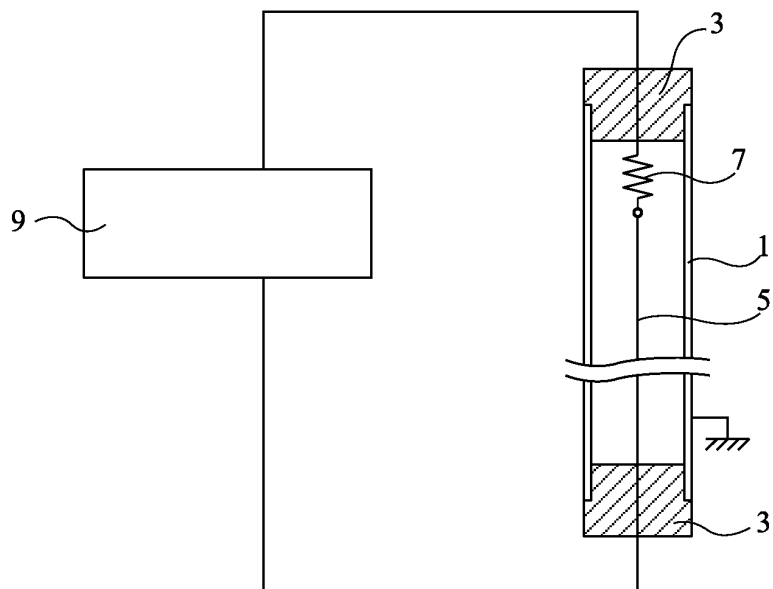


Fig 1

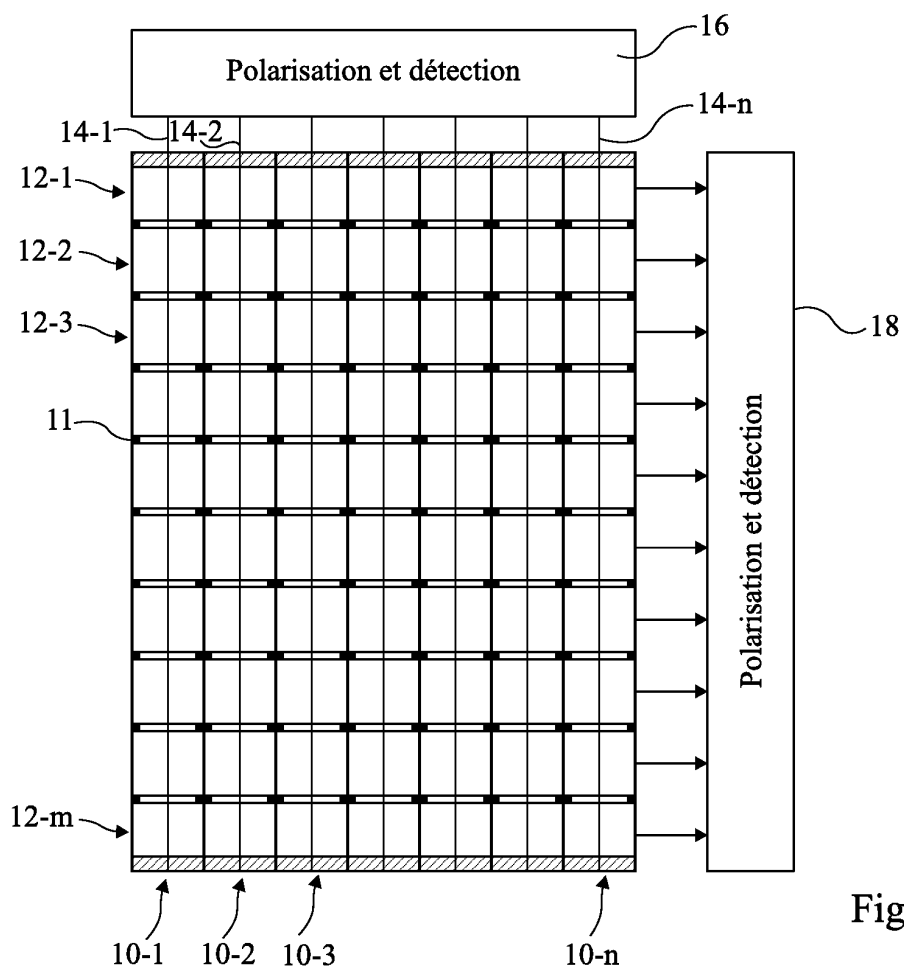


Fig 2

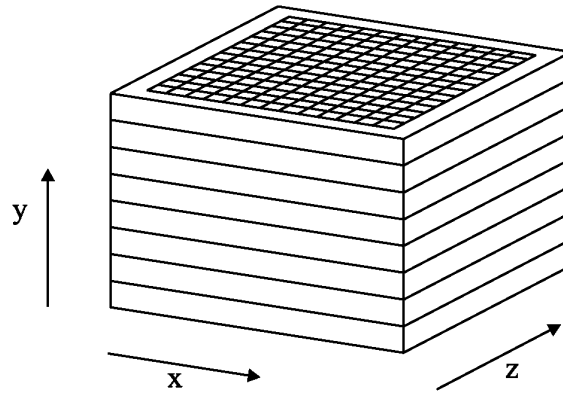


Fig 3

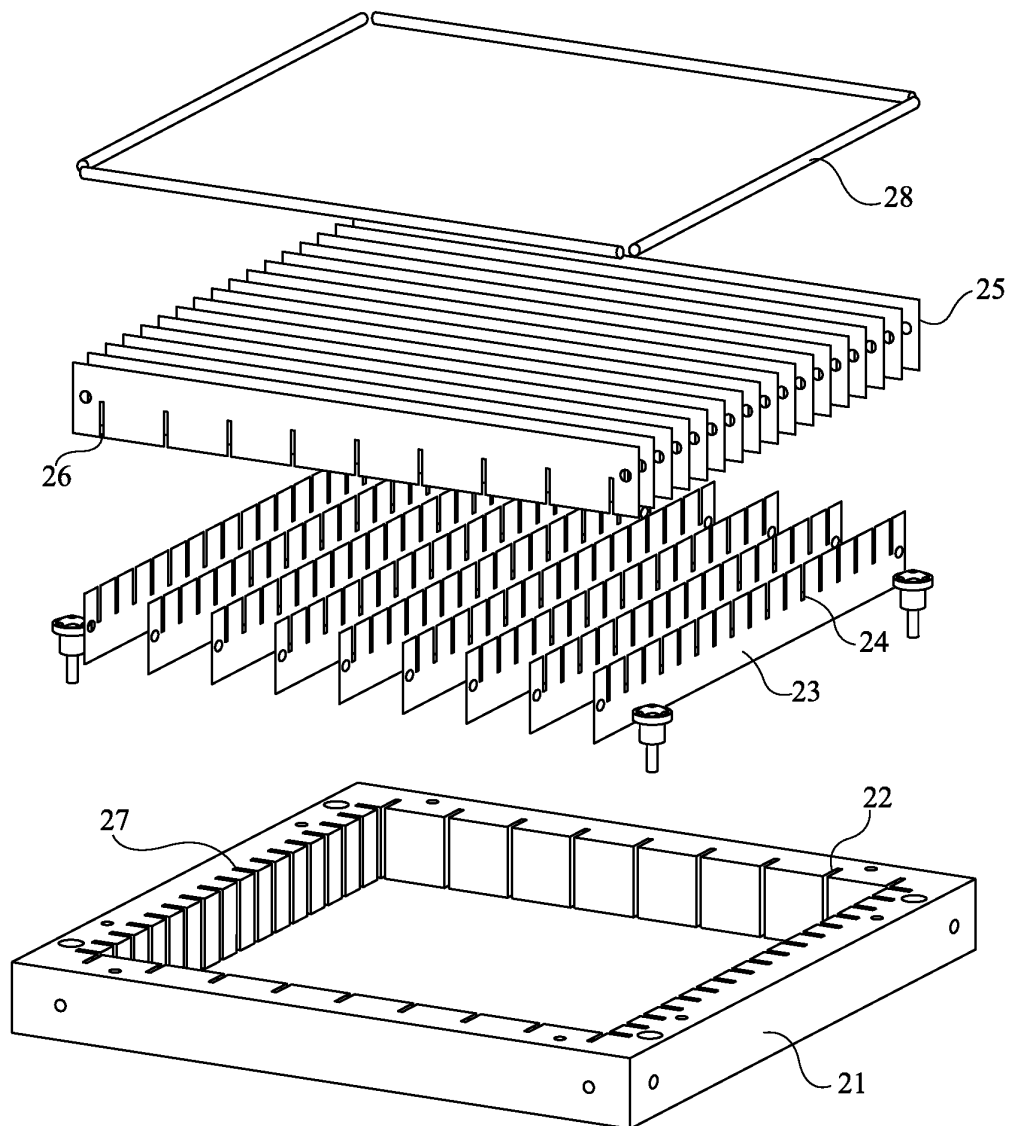


Fig 4

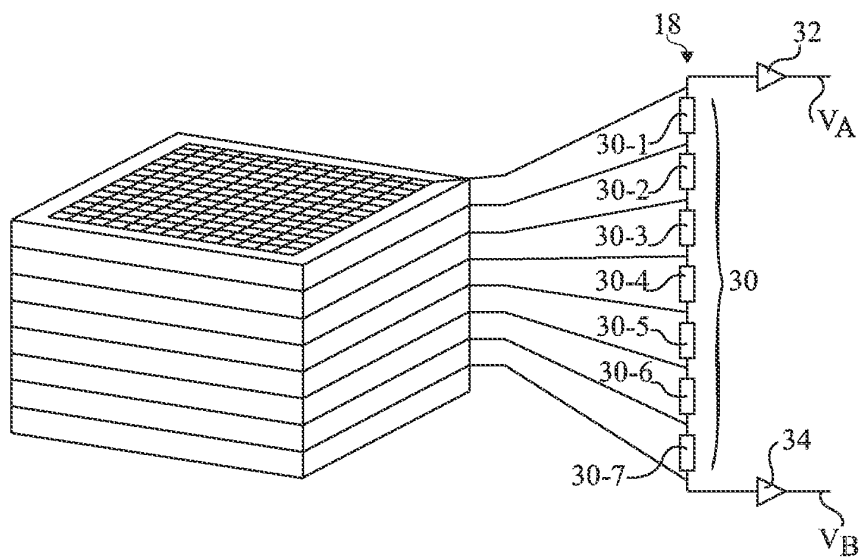


Fig 5

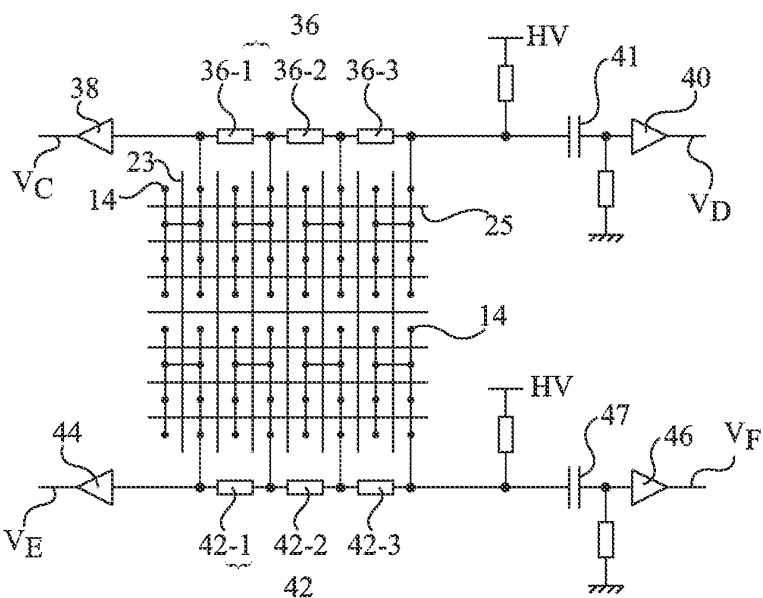


Fig 6

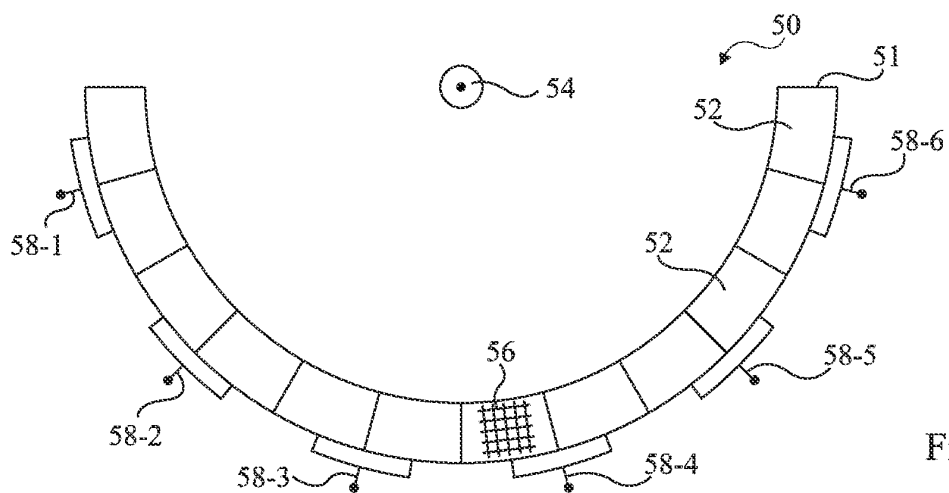


Fig 7