

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 82400769.4

51 Int. Cl.³: **H 01 J 47/02**
A 61 B 6/02

22 Date de dépôt: 28.04.82

30 Priorité: 06.05.81 FR 8109000

43 Date de publication de la demande:
 17.11.82 Bulletin 82/46

84 Etats contractants désignés:
 DE GB NL

71 Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
Etablissement de Caractère Scientifique Technique et Industriel
 31/33, rue de la Fédération
 F-75015 Paris(FR)

72 Inventeur: **Allemand, Robert**
 Chemin de Bouffière
 F-38330 Saint Ismier(FR)

72 Inventeur: **Gagelin, Jean-Jacques**
 l'Allègrerie
 F-38470 Vinay(FR)

72 Inventeur: **Tournier, Edmond**
 1, rue Philis de la Charce
 F-38000 Grenoble(FR)

74 Mandataire: **Mongrédien, André et al,**
 c o Brevatome 25, rue de Ponthieu
 F-75008 Paris(FR)

54 **Procédé de fabrication d'un multidétecteur de rayons X.**

57 L'invention concerne un procédé de fabrication d'un multidétecteur de rayons X formant un faisceau plan (F).

Ce multidétecteur comprend une enceinte étanche remplie d'un gaz ionisable et, dans cette enceinte, au moins un ensemble multidétecteur principal comportant une plaque plane conductrice (1), électriquement isolée de l'enceinte et une pluralité d'électrodes planes (2) parallèles à la plaque (1), isolées de cette plaque. Ce procédé est caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser les électrodes (2) ainsi que des connexions principales (15) entre ces électrodes et des points de mesure (19) extérieurs à l'enceinte permettant de prélever les courants circulant respectivement dans ces électrodes, sur une face principale (16) d'une plaque électriquement isolante (4), ces connexions principales étant électriquement isolées de l'enceinte et traversant celle-ci de manière étanche, à l'opposé de la source qui émet les rayons X.

Application à la fabrication de multidétecteurs de rayons X destinés à la tomographie ou à la radiographie d'organes, ou au contrôle de bagages.

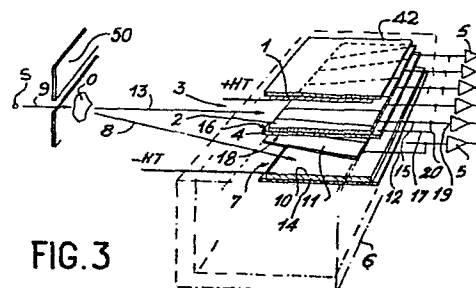


FIG. 3

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un multidétecteur de rayons X, et notamment de rayons X qui ont traversé un objet ou un organe après avoir été émis par une source émet-
5 tant en direction de l'objet ou de l'organe, ces rayons X se présentant sous la forme d'un faisceau plan présentant une large ouverture angulaire et une faible épaisseur. Cette invention s'applique plus particulièrement à la fabrication de multidétec-
10 teurs destinés à la tomographie ou radiographie d'organes, mais également au contrôle industriel, tel que le contrôle de bagages par exemple.

On sait que dans ces applications les mul-
tidétecteurs de rayons X permettent de mesurer l'ab-
15 sorption d'un faisceau de rayons X traversant un objet ou un organe, cette absorption étant liée à la densité des tissus de l'organe examiné ou à la densité des matériaux constituant l'objet étudié.

Si l'on veut établir la carte de densité
20 d'un organe ou d'un objet, il est possible et connu d'envoyer un faisceau plan de rayons X incidents sur cet objet ou cet organe, ce faisceau présentant une large ouverture angulaire et une faible épaisseur et d'observer pour chaque position des faisceaux de
25 rayons X incidents par rapport à l'objet ou l'organe, l'absorption correspondante. Une multiplicité de balayages dans des directions croisées, permet de connaître grâce au multidétecteur de rayons X, après un traitement numérique approprié des signaux re-
30 cueillis sur les cellules du détecteur, la valeur de l'absorption des rayons X en un point du plan de coupe considéré, et ainsi de connaître la densité des tissus de l'organe ou la densité des matériaux constituant l'objet.

Un premier type de multidétecteurs de rayons X à ionisation utilisé en radiographie et en tomographie est multicellulaire et comporte des cellules délimitées par des plaques conductrices perpendiculaires au plan du faisceau de rayons X et portées alternativement à des potentiels positif et négatif. Ces cellules sont situées dans une enceinte étanche contenant un gaz ionisant. Les avantages de ce type de multidétecteur sont les suivants : il procure une bonne collimation des rayons X lorsque les plaques utilisées dans les cellules de détection sont constituées dans un matériau très absorbant ; le temps de collection des charges résultant de l'ionisation du gaz par les rayons X est très faible à cause du faible espacement des plaques conductrices et de la bonne séparation entre les cellules de détection. Cependant, ce type de multidétecteur présente des inconvénients importants : il est très difficile à fabriquer et par conséquent, coûteux. De plus, si l'on désire diminuer l'épaisseur des plaques afin d'augmenter la quantité de rayons X détectés, il y a diminution de la collimation du fait de la faible épaisseur des plaques ; cette faible épaisseur des plaques provoque en outre une microphonie très importante. Enfin, les multidétecteurs de ce type, comme indiqué plus haut, présentent une grande complexité de réalisation qui entraîne un coût de fabrication élevé ; ils nécessitent un montage en salle dépoussiérée, car toute poussière sur l'une des plaques, peut provoquer un amorçage ou une détérioration du courant de fuite entre deux plaques consécutives. Il s'ajoute à ces inconvénients que les nombreuses électrodes utilisées nécessitent des connexions électriques très nombreuses, à l'intérieur de la chambre étanche, ce qui pose des problè-

mes difficiles de fiabilité des soudures des connexions sur les électrodes.

On connaît un second type de multidétecteur qui présente une structure beaucoup plus simple, mais qui n'est pas parfait. Cet autre type de multidétecteur comprend une chambre étanche contenant un gaz ionisable par des rayons issus de l'organe ou de l'objet et, dans cette chambre, une plaque de collection des électrons résultant de l'ionisation du gaz ; cette plaque est parallèle au plan du faisceau de rayons incidents et elle est portée à une haute tension positive. Une série d'électrodes de collection des ions résultant de l'ionisation du gaz par les rayons X issus de l'objet, est disposée parallèlement et en regard de la plaque précédente ; ces électrodes de collection des ions sont portées à un potentiel voisin de 0 et sont dirigées vers la source qui émet les rayons X, en direction de l'objet. Elles sont situées dans un plan parallèle au plan du faisceau des rayons incidents et fournissent respectivement un courant de mesure fonction de la quantité d'ions obtenus par l'ionisation du gaz en regard de chaque électrode, sous l'effet des rayons issus de l'objet ou de l'organe, dans une direction correspondant à celle des rayons incidents.

Ce type de multidétecteur présente certains avantages : il n'y a plus, comme dans le multidétecteur mentionné précédemment, de plaques de séparation ; ceci élimine tout phénomène gênant de microphonie. Du fait de la suppression de ces plaques de séparation, la quantité de rayons X détectés est maximale ; la réalisation de ce type de multidétecteur est plus simple et il est très peu sensible aux poussières. Enfin, il est possible, sans connexion à l'intérieur de la chambre étanche, de re-

cueillir, à l'intérieur de la chambre les signaux disponibles sur chacune des électrodes portées à un potentiel voisin de 0.

5 Ce type de multidétecteur présente cependant encore une grave difficulté de fabrication car les électrodes sont reliées à des points de mesure extérieurs à l'enceinte, par des connexions qui nécessitent des soudures sur ces électrodes, à l'intérieur de l'enceinte. Ces soudures sont très difficiles à réaliser et le passage de ces connexions à travers l'enceinte pose des problèmes d'étanchéité et d'isolation électrique, très difficiles et très coûteux à résoudre.

15 La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient et notamment de fabriquer un multidétecteur de ce second type, de manière simple et peu coûteuse, sans soudure sur les électrodes à l'intérieur de l'enceinte pour relier celles-ci, par des connexions, à des points extérieurs à l'enceinte.

20 L'invention se rapporte à un procédé de fabrication d'un multidétecteur de rayons X apte à détecter notamment les rayons X ayant traversé un objet ou un organe, ces rayons étant fournis par une source émettant un faisceau plan de rayons X de faible épaisseur, ce multidétecteur comprenant une enceinte étanche remplie d'un gaz ionisable, et dans cette enceinte, au moins un ensemble multidétecteur principal comportant une plaque plane conductrice, électriquement isolée de l'enceinte, parallèle au faisceau de rayons X et portée à un premier niveau de potentiel, et une pluralité d'électrodes planes parallèles à la plaque, électriquement isolées de cette plaque, ces électrodes étant isolées entre elles, portées à un deuxième niveau de potentiel et

s'étendant dans la direction des rayons fournis par la source, procédé caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser les électrodes ainsi que des connexions principales entre ces électrodes et des points de mesure extérieurs à l'enceinte permettant de prélever les courants circulant respectivement dans ces électrodes, sur une face principale d'une plaque électriquement isolante, ces connexions principales étant électriquement isolées de l'enceinte et traversant celle-ci de manière étanche, à l'opposé de la source de rayons X à détecter.

Selon une autre caractéristique du procédé, on réalise au moins un autre ensemble multidé-
tecteur secondaire, de structure identique à celle de l'ensemble multidé-
tecteur principal, la plaque de ce multidé-
tecteur secondaire étant portée à un troi-
sième niveau de potentiel et les électrodes étant portées à un deuxième niveau de potentiel, les élec-
trodes de ce multidé-
tecteur secondaire ainsi que des connexions respectives entre ces électrodes et des points secondaires extérieurs à l'enceinte étant réalisées sur une face secondaire de la plaque élec-
triquement isolante, opposée à la face principale, ces connexions secondaires étant électriquement isolées de l'enceinte et traversant celle-ci de manière étanche à l'opposé de la source de rayons X, le procédé consistant ensuite à relier respectivement les connexions principales et secondaires.

Selon une autre caractéristique, les électrodes et les connexions sont réalisées sous forme de dépôts conducteurs sur la plaque isolante. De préférence, ces dépôts conducteurs sont des dépôts métallisés gravés.

L'invention concerne aussi un procédé de fabrication de multidé-
tecteurs de rayons X apparte-

nant à un faisceau plan, caractérisé en ce que l'en-
ceinte étanche est constituée par au moins une pla-
que électriquement isolante portant les électrodes
et les connexions entre ces électrodes et les points
5 de mesure extérieurs, au moins une plaque conductri-
ce, et au moins une entretoise électriquement isolée
dont l'intérieur creux forme ladite enceinte et sé-
parant les deux plaques, isolante et conductrice.

Ce procédé de fabrication permet évidem-
10 ment encore de réaliser une structure à multidétec-
teur principal et multidétecteur secondaire, les
deux enceintes définies par deux plaques et une en-
tretoise étant superposées et remplies d'un gaz
ionisable ; il permet aussi de réaliser une superpo-
15 sition de multidétecteurs, soit à structure simple,
soit à structure double (multidétecteur principal et
multidétecteur secondaire), permettant d'analyser
simultanément plusieurs faisceaux plans parallèles
juxtaposés.

20 Enfin, l'invention a pour objet un multi-
détecteur de rayons X obtenu selon le procédé décrit
plus haut.

D'autres caractéristiques et avantages de
l'invention ressortiront mieux de la description qui
25 va suivre, donnée en référence aux dessins annexés
dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement
un multidétecteur de type connu, qu'il est possible
de fabriquer selon le procédé de l'invention,
- 30 - la figure 2 est une vue de face du mul-
tidétecteur de la figure 1,
- la figure 3 représente schématiquement
un multidétecteur d'un autre type connu, qu'il est
possible de fabriquer selon le procédé de l'inven-
35 tion,

- la figure 4 est une vue latérale du multidétecteur de la figure 3,

5 - la figure 5 est une vue schématique en coupe latérale d'un multidétecteur multicoupe, de fonctionnement comparable à celui du multidétecteur de la figure 3, et qu'il est possible de fabriquer selon le procédé de l'invention,

10 - la figure 6 est une vue de dessus schématique d'une partie des électrodes du multidétecteur de la figure 5.

La figure 1 représente schématiquement et en perspective, un multidétecteur qu'il est possible de fabriquer selon le procédé de l'invention. Ce multidétecteur comprend une plaque 1 portée à un premier niveau de potentiel (haute tension positive +HT) et, en regard, une série d'électrodes 2 portées à un deuxième niveau de potentiel (voisin de 0 volt). Cette plaque et ces électrodes sont situées dans une chambre principale 3 étanche, représentée schématiquement et qui contient au moins un gaz ionisable, tel que le xénon par exemple. Ce multidétecteur permet de détecter les rayons X qui ont traversé un objet ou un organe 0, ces rayons étant fournis par une source S ponctuelle ou linéaire qui émet en direction de l'objet ou de l'organe, un faisceau F plan de rayons X incidents. Ce faisceau présente une large ouverture angulaire et une faible épaisseur. La plaque 1 est parallèle au plan du faisceau de rayons incidents, tandis que les électrodes planes 2 sont situées dans un plan parallèle au plan du faisceau de rayons incidents, en regard de la plaque 1. La plaque 1 qui est portée à un potentiel positif voisin de quelques kilovolts, est une plaque de collection des électrons, tandis que

les électrodes 2 sont des électrodes de collection des ions. Ces électrodes sont généralement portées par une plaque isolante (non représentée sur cette figure) et sont isolées électriquement entre elles.

5 La pression du xénon à l'intérieur de la chambre étanche a une valeur qui est fonction de l'énergie du rayonnement X à détecter (de 1 à 40 bars environ); ce gaz peut d'ailleurs être additionné à d'autres gaz destinés à améliorer la détection. Les
10 électrodes 2 forment des bandes convergentes en direction de la source S.

La figure 2 représente schématiquement une vue de face du multidétecteur précédent. On a représenté sur cette figure, la plaque 1 portée à un
15 potentiel positif +HT ainsi que les électrodes 2 portées à un potentiel voisin de 0 volt ; ces électrodes sont supportées par une plaque électriquement isolante 4 et chacune d'elles est reliée à un amplificateur 5 qui permet de prélever le courant circulant dans chacune des électrodes ; ces courants sont
20 appliqués à un système de traitement (non représenté) et de visualisation, qui permet de visualiser le corps ou l'objet 0 traversé par les rayons X émis par la source S. Sur cette figure, on a représenté par des lignes pointillées verticales, les lignes de champ. Dans la chambre 3 contenant au moins du xénon, on a représenté par Xe^+ les ions positifs de xénon qui se dirigent vers les électrodes 2 et par e^- les électrons qui se dirigent vers la plaque 1 ;
25 ces ions et ces électrons résultant de l'ionisation du xénon par les rayons X issus de l'objet ou de l'organe 0. Dans le cas de l'adjonction d'un gaz électronégatif les électrons sont remplacés par les ions négatifs, formés à partir du gaz additionnel.

35 Selon l'invention, le procédé de fabrication de ce multidétecteur consiste à réaliser les

électrodes 2 ainsi que des connexions principales entre ces électrodes et des points extérieurs à l'enceinte, permettant de prélever les courants circulant respectivement dans ces électrodes, sur une
5 face principale d'une plaque 4 électriquement isolante. Ces connexions sont représentées de manière plus complète sur les figures 5 et 6. Ces connexions principales sont électriquement isolées de l'enceinte et traversent celles-ci de manière étanche, à
10 l'opposé de la source.

La figure 3 représente schématiquement et en perspective, un autre multidécteur obtenu selon le procédé de l'invention. Ce multidécteur comprend une chambre étanche 6 métallique par exemple
15 contenant au moins un gaz ionisable tel que le xénon par exemple cette chambre se subdivise en deux chambres d'ionisation : une chambre d'ionisation principale 3 et une chambre d'ionisation secondaire 7. La chambre d'ionisation principale 3 contient, comme
20 le multidécteur de la figure 1, une plaque 1 portée à un premier niveau de potentiel (haute tension positive +HT) et une série d'électrodes 2 portées à un deuxième niveau de potentiel (voisin de 0 volt). La plaque 1 et les électrodes 2 dans la chambre
25 d'ionisation principales 3 forment un ensemble multidécteur principal. Comme précédemment, ces électrodes sont planes et sont portées par une plaque 4 électriquement isolante ; la plaque 1 ainsi que les électrodes 2 sont situées dans un plan parallèle au plan du faisceau de rayons X issus de
30 l'objet 0 (ce faisceau étant incomplètement représenté sur la figure). Les électrodes 2 convergent dans la direction de la source S. Chacune des électrodes 2 de la chambre d'ionisation principale 3 est
35 reliée à un amplificateur 5 qui permet de prélever,

en vue du traitement, le courant circulant dans chacune de ces électrodes. La chambre d'ionisation secondaire 7 est accolée à la chambre principale pour compenser le courant de diffusion provenant des rayons X diffusés par l'organe 0. En effet, comme on le verra plus loin en détail, les électrodes 2 de la chambre d'ionisation principale 3, fournissent respectivement un courant I qui est la somme d'une part, d'un courant de mesure I_M proportionnel à la quantité d'ions obtenus par l'ionisation du gaz en regard de chaque électrode de la chambre d'ionisation principale sous l'effet des rayons issus de l'objet, dans des directions correspondant à celle des rayons incidents 9, et d'un courant de diffusion I_D résultant de l'ionisation du gaz par les rayons 8 diffusés, notamment par l'objet, dans d'autres directions que celle des rayons incidents. La chambre d'ionisation secondaire 7 contient, comme la chambre d'ionisation principale, une plaque 10 parallèle au plan du faisceau de rayons X incidents, est portée à un troisième niveau de potentiel (haute tension négative -HT), ainsi qu'une série d'électrodes 11 planes, parallèles au plan du faisceau de rayons X incidents, et situées sur une autre face de la plaque isolante 4 qui porte les électrodes 2 de la chambre d'ionisation principale 3. La plaque 10 et les électrodes 11 dans la chambre secondaire 7 forment un ensemble multidétecteur secondaire. Les électrodes 11 sont portées, comme les électrodes 2 de la chambre d'ionisation principale, à un potentiel voisin de 0. Elles sont respectivement reliées par des connexions 12, aux électrodes correspondantes de la chambre d'ionisation principale 3. Les électrodes 11 de la chambre d'ionisation secondaire et les électrodes 2 de la chambre d'ionisation principale sont,

de préférence, identiques et situées en regard les unes des autres. La chambre d'ionisation secondaire 7 permet, comme on le verra plus loin en détail, de compenser, pour le traitement ultérieur des courants
5 issus des amplificateurs 5, les courants diffusés qui circulent dans chaque électrode de la chambre d'ionisation principale et qui proviennent des rayons X diffusés par l'objet ou l'organe 0. Les électrodes 11 de la chambre d'ionisation secondaire
10 7 sont des électrodes de collection des électrons e^- ou des ions négatifs, tandis que la plaque 10 est une plaque de collection des ions Xe^+ provenant de l'ionisation du xénon contenu dans la chambre secondaire 7, par les rayons X diffusés par l'objet ou
15 l'organe 0. De préférence, les électrodes de la chambre d'ionisation secondaire sont situées en regard des électrodes de la chambre d'ionisation principale et les hautes tensions positive et négative ont la même valeur absolue. La référence 50 désigne
20 un diaphragme.

La figure 4 représente schématiquement une vue latérale du multidétecteur précédent. Sur cette vue, on distingue la source S, l'objet ou l'organe 0, l'un des rayons 9 émis par la source S
25 et, en sortie de l'objet 0, le rayon direct 13 issu de l'objet 0, dans la même direction que le rayon incident 9 ; on distingue aussi sur cette figure l'un des rayons diffusés 8, issu de l'objet 0, dans une direction différente de la direction du rayon incident 9. Sur la figure, on a représenté l'une des
30 électrodes 2 de la chambre d'ionisation principale qui est reliée à un amplificateur 5 et qui est portée à un potentiel voisin de 0, et l'une des électrodes 11 de la chambre d'ionisation secondaire 7, qui est située en regard de l'électrode 2 et qui est
35 séparée de cette électrode par la plaque isolante 4.

On a également représenté la connexion 12 entre les électrodes des chambres d'ionisation principale et secondaire. Enfin, on a représenté les plaques 1 et 10 des chambres d'ionisation principale et secondaire, portées respectivement à des potentiels positif et négatif +HT et -HT. Sur cette figure, on n'a pas représenté en détail la chambre étanche 6 qui contient le gaz ionisable ; les plaques isolantes 42, 14 supportent les plaques conductrices 1, 10 des chambres d'ionisation principale et secondaire. Lorsque le gaz ionisable est du xénon, les rayons X représentés en 13 et qui sont issus de l'objet, dans la direction des rayons incidents 9, parviennent entre les électrodes 2 et la plaque 1 de la chambre d'ionisation principale ; il se produit alors une ionisation du xénon entre ces électrodes et cette plaque. Cette ionisation est représentée schématiquement sur la figure par des ions Xe^+ qui sont attirés par les électrodes 2, et par des électrons e^- ou ions négatifs qui sont attirés par la plaque positive 1. Une ionisation se produit ainsi en regard de chacune des électrodes de la chambre d'ionisation principale grâce aux rayons X issus de l'objet, dans la direction des rayons incidents. Ces mouvements d'ions produisent respectivement dans chaque électrode, un courant I qui est la somme d'un courant I_M résultant de l'ionisation du gaz en regard de chacune des électrodes, sous l'effet des rayons X issus de l'objet (rayons représentés en 13 sur la figure), dans une direction correspondant à celle des rayons incidents, et d'un courant I_D de diffusion, qui résulte de l'ionisation du gaz, en regard de chacune des électrodes, à partir des rayons diffusés par l'objet, dans des directions qui ne correspondent pas à celles des rayons X incidents. La chambre

d'ionisation 7 permet de compenser ce courant de diffusion, grâce à l'ionisation que produisent dans cette chambre, les rayons X diffusés 8 ; cette ionisation provoque la circulation, dans les électrodes 5 11 de la chambre secondaire, d'un courant I_D qui vient se retrancher, grâce à la connexion 12, au courant de diffusion parasite pris en compte par les électrodes de la chambre d'ionisation principale. Ainsi, les amplificateurs 5 reliés à chacune des 10 électrodes des chambres d'ionisation principale et secondaire, reçoivent un courant I_M qui est effectivement le courant de mesure correspondant à l'ionisation du gaz, provoquée en regard de chacune des électrodes de la chambre d'ionisation principale, 15 par les rayons 13 issus de l'objet ou de l'organe, dans les directions qui correspondent à celles des rayons incidents 9.

Selon l'invention, le procédé de fabrication de ce multidétecteur consiste, comme pour le 20 multidétecteur de la figure 3, à réaliser sur une face principale 16 de la plaque électriquement isolante 4, les électrodes 2 ainsi que les connexions principales 15 entre ces électrodes et les points de mesure 19 extérieurs à l'enceinte ; ces points de 25 mesure permettent de prélever les courants circulant respectivement dans ces électrodes ; les connexions principales 15 sont électriquement isolées de l'enceinte et traversent celles-ci de manière étanche, à l'opposé de la source. Le procédé consiste ensuite à 30 réaliser au moins l'autre ensemble multidétecteur secondaire, de structure identique à celle de l'ensemble multidétecteur principal ; la plaque 10 de ce multidétecteur secondaire est portée comme on l'a indiqué plus haut, à une haute tension négative et 35 les électrodes 11 sont portées à un potentiel voisin

de 0. Les électrodes 11 de ce multidétecteur secondaire, ainsi que des connexions 17 respectives entre ces électrodes 11 et des points secondaires 20, extérieurs à l'enceinte, sont réalisées sur une face
5 secondaire 18 de la plaque électriquement isolante 4 ; cette face secondaire 18 est opposée à la face principale 4 ; les connexions secondaires 17 sont électriquement isolées de l'enceinte et traversent celles-ci de manière étanche, à l'opposé de la source
10 S ; le procédé consiste ensuite à relier respectivement le point de mesure 19 et les points secondaires 20.

Les électrodes et les connexions sont réalisées sous forme de dépôts conducteurs sur la plaque isolante ; de préférence, ces dépôts conducteurs
15 sont des dépôts métallisés gravés sur la plaque isolante. Comme on le verra plus loin en détail, les plaques conductrices 1 et 7 sont portées respectivement à une tension positive +HT et à une haute tension négative -HT, en réalisant une connexion entre
20 chacune de ces plaques et une source de haute tension extérieure à l'enceinte ; cette connexion est électriquement isolée de l'enceinte et la traverse de manière étanche.

La figure 5 est une vue schématique en coupe latérale, d'un multidétecteur multicoupe, dont le fonctionnement est comparable à celui du multidétecteur de la figure 3 ; ce multidétecteur
25 est fabriqué selon le procédé de l'invention, en empilant une pluralité d'ensembles multidétecteurs principaux et secondaires tels que décrits sur la
30 figure 3.

Le multidétecteur de la figure 5 est un empilement de multidétecteurs principaux et secondaires, tels que décrits sur la figure 3. Cet empi-
35

lement comprend un premier ensemble multidétecteur principal comportant une plaque plane conductrice 1 destinée à être portée à une haute tension positive +HT, électriquement isolée de l'enceinte, (celle-ci pouvant être constituée par exemple par de la résine époxy). Cette plaque plane conductrice est parallèle au faisceau F' de rayons X issus de l'objet ou de l'organe à analyser (non représenté sur cette figure). Ce premier ensemble multidétecteur comprend aussi une pluralité d'électrodes planes 2 parallèles à la plaque 1 et s'étendant dans la direction des rayons X du faisceau F'. Ces électrodes sont isolées entre elles comme on le verra plus loin en détail, et sont portées à un potentiel voisin de 0. Ces électrodes ainsi que des connexions principales 15 entre ces électrodes et des points de mesure 19 extérieurs à l'enceinte permettant de prélever les courants circulant respectivement dans ces électrodes, sont réalisées sur une face 16 de la plaque 4 électriquement isolante. Ces connexions principales 15 sont électriquement isolées de l'enceinte et traversent celle-ci de manière étanche, à l'opposé de la source qui émet le faisceau F' de rayons X. L'enceinte contenant un gaz ionisable, est ici constituée par l'entretoise isolante 21, de résine époxy par exemple, dont l'intérieur creux forme une chambre ; cette entretoise permet de séparer les électrodes 2 et la plaque 1 et la chambre peut contenir du xénon par exemple. Les couvercles 33 et 34 sont prévus en alliage d'aluminium, mais les plaques 10 et 31 sont identiques aux plaques 1, 15 et 10, 14 de la figure 4. Les couvercles 33, 34 pourraient éventuellement s'appuyer de manière étanche sur la plaque 1 et sur la plaque isolante 4, pour former avec les électrodes 2, un multidétecteur élémentaire dont la face avant serait munie d'une fenêtre étanche 38.

Selon l'invention, on réalise au moins un autre ensemble multidétecteur secondaire, de structure identique à celle de l'ensemble multidétecteur principal qui vient d'être décrit. La plaque 10 de ce multidétecteur secondaire est portée à une haute tension négative $-HT$, tandis que les électrodes 11 de ce multidétecteur, dont la structure est identique à celle des électrodes 2 du multidétecteur principal, sont portées à un potentiel voisin de 0. Les électrodes 11 ainsi que les connexions respectives 17 entre ces électrodes et des points secondaires extérieurs à l'enceinte formée par les entretoises 21, 22, sont réalisées sur l'autre face 18 de la plaque électriquement isolante 4. Les connexions secondaires 17 sont électriquement isolées de l'enceinte, celle-ci étant constituée de résine époxy par exemple ; ces connexions traversent l'enceinte formée par les entretoises 21, 22 de manière étanche, à l'opposé de la source émettant le faisceau F' de rayons X. Le procédé consiste ensuite à relier les connexions principales 15 et secondaires 17 aux points de mesure 19, pour chacune des électrodes, par un connecteur 40, représenté schématiquement sur la figure. Si on ferme les entretoises creuses 21, 22 par des couvercles 33, 34 s'appuyant de manière étanche sur les plaques 1 et 10, on obtient un multidétecteur de structure comparable à celui de la figure 3 ; ce multidétecteur permettant de compenser, grâce à l'ensemble secondaire, comme on l'a mentionné plus haut, le courant de diffusion présent dans le courant prélevé sur chacune des électrodes. On peut également afin de réaliser un multidétecteur multicoupes, fabriquer un autre empilement comparable à l'empilement qui vient d'être décrit. Cet autre empilement comprend un multidétecteur princi-

pal formé par la plaque 1 portée à la haute tension positive et des électrodes 23 de collections des ions, portées à un potentiel voisin de 0, reliées à des points de mesure 24, par des connexions principales 25 ; les électrodes 23 et les connexions principales 25 sont réalisées, comme précédemment, sur une face 26 d'une plaque électriquement isolante 27. Les électrodes 23 et la plaque 1 sont séparées par une entretoise isolante creuse 28. De la même manière que pour l'empilement précédent, un multidétecteur secondaire est formé de l'autre côté de la plaque isolante 27. Ce multidétecteur secondaire comprend des électrodes 29 portées à un potentiel voisin de 0. Ces électrodes sont isolées entre elles et dirigées dans la direction des rayons du faisceau F'. Elles sont reliées respectivement par des connexions secondaires 30, à des points extérieurs. Cet ensemble multidétecteur secondaire comprend aussi une plaque 31 portée à une haute tension négative -HT et séparée des électrodes 29 par une entretoise isolante 32 ; les différentes entretoises, électrodes et plaques de cet empilement sont rendues solidaires par des couvercles 33, 34 et munis de moyens de fixation 35 ; les couvercles, les entretoises, les plaques et connexions, ainsi que les plaques supportant les électrodes, sont rendus solidaires de manière que l'ensemble forme un volume creux 36 étanche, contenant du xénon par exemple. Les différentes chambres formées dans ce volume creux peuvent être mises en communication par des ouvertures telles que 37 réalisées dans les plaques supportant les électrodes et dans la plaque 1 portée à la haute tension positive +HT. Les électrodes 29 et la plaque 31 de la chambre secondaire du second empilement, forment une chambre de compensation des courants de

diffusion qui viennent perturber les courants mesurés sur les électrodes 23 de la chambre principale de ce second empilement. A cet effet, le connecteur 41 permet de relier respectivement aux points de mesure 24 des électrodes 23 et 29 de ce second empilement. Afin d'assurer la solidité et l'étanchéité du dispositif qui contient du xénon par exemple, à une pression supérieure à 10 atmosphères, une fenêtre étanche 38, maintenue par une bride 39, est disposée sur la face avant du multidétecteur.

Il est bien évident que le détecteur représenté sur cette figure comprend deux empilements qui permettent de réaliser deux coupes parallèles d'un organe ou d'un objet à analyser ; ce multidétecteur pourrait comporter un seul empilement ou plus de deux empilements. Il est bien évident aussi que chaque multidétecteur pourrait ne pas comporter la chambre de compensation des courants de diffusion ; l'invention porte en effet sur la réalisation des électrodes et de leurs connexions avec des points extérieurs, ces électrodes et ces connexions étant réalisées sous forme de dépôts conducteurs sur une plaque isolante. Ces dépôts sont métallisés et gravés sur la plaque isolante.

L'invention porte aussi, et surtout, sur la fabrication d'un multidétecteur par empilement de telles plaques isolantes équipées de dépôts conducteurs et d'entretoises isolantes, cet empilement réalisant l'enceinte isolante remplie de gaz détecteur.

La figure 6 est une vue de dessus du détecteur de la figure 5, selon une coupe effectuée au niveau de la plaque 4 par exemple. On distingue sur cette figure, les électrodes 2 dirigées dans la direction des rayons du faisceau F' de rayons X et les

connexions principales 15 entre ces électrodes et des points de mesure 19 extérieurs au multidétecteur. On distingue mieux également que les électrodes 2 et les connexions 15 sont réalisées sous forme de dépôts conducteurs sur la plaque isolante 4. Il est bien évident que les électrodes 11, 23 et 29 sont réalisées de la même manière.

Les plaques et électrodes des chambres d'ionisation principale et secondaire de chaque empilement sont réalisées, de préférence, sous forme d'un dépôt de cuivre sur un support isolant.

A titre indicatif, le nombre des cellules de chaque chambre peut être supérieur à 500, pour un angle d'ouverture du faisceau de rayons X supérieur à 40° ; dans ce cas, le pas entre chacune des électrodes de chaque chambre est de 1 mm environ. De préférence, la plaque isolante qui supporte les électrodes des chambres principale et secondaire est située à mi-distance entre les plaques qui sont respectivement portées au potentiel positif et négatif. La distance entre ces plaques est d'environ 14 mm et le temps de collection des ions est voisin de 10 ms.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un multidé-
tecteur de rayons X apte à détecter un faisceau (F)
plan de rayons X de faible épaisseur, ce multidétec-
5 teur comprenant une enceinte étanche remplie d'un
gaz ionisable et, dans cette enceinte, au moins un
ensemble multidétecteur principal comportant une
plaque plane conductrice (1), électriquement isolée
de l'enceinte, parallèle au faisceau de rayons X et
10 portée à un premier niveau de potentiel (+HT), et
une pluralité d'électrodes planes (2) parallèles à
la plaque (1), isolées de cette plaque, ces électro-
des (2) étant isolées entre elles, portées à un
deuxième niveau de potentiel et s'étendant dans la
15 direction des rayons fournis par la source, procédé
caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser les
électrodes (2) ainsi que des connexions principales
(15) entre ces électrodes et des points de mesure
(19) extérieurs à l'enceinte permettant de prélever
20 les courants circulant respectivement dans ces élec-
trodes, sur une face principale (16) d'une plaque
électriquement isolante (4), ces connexions princi-
pales étant électriquement isolées de l'enceinte et
traversant celle-ci de manière étanche, à l'opposé
25 de la source qui émet les rayons X.

2. Procédé selon la revendication 1, ca-
ractérisé en ce qu'il consiste à réaliser au moins
un autre ensemble multidétecteur secondaire, de
structure identique à celle de l'ensemble multidé-
30 tecteur principal, la plaque (10) de ce multidétec-
teur secondaire étant portée à un troisième niveau
de potentiel (-HT) et les électrodes (11) étant por-
tées à un deuxième niveau de potentiel, les électro-
des (11) de ce multidétecteur secondaire ainsi que
35 des connexions (17) respectives entre ces électrodes
(11) et des points secondaires extérieurs à l'en-

ceinte étant réalisées sur une face secondaire (18) de la plaque électriquement isolante (4), opposée à la face principale (16), ces connexions secondaires étant électriquement isolées de l'enceinte (21, 22, 34, 35, 38) et traversant celle-ci de manière étanche à l'opposé de la source de rayons X, le procédé consistant ensuite à relier respectivement les connexions principales et secondaires.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les électrodes et les connexions sont réalisées sous forme de dépôts conducteurs sur la plaque isolante.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que les dépôts conducteurs sont des dépôts métallisés gravés sur la plaque isolante.

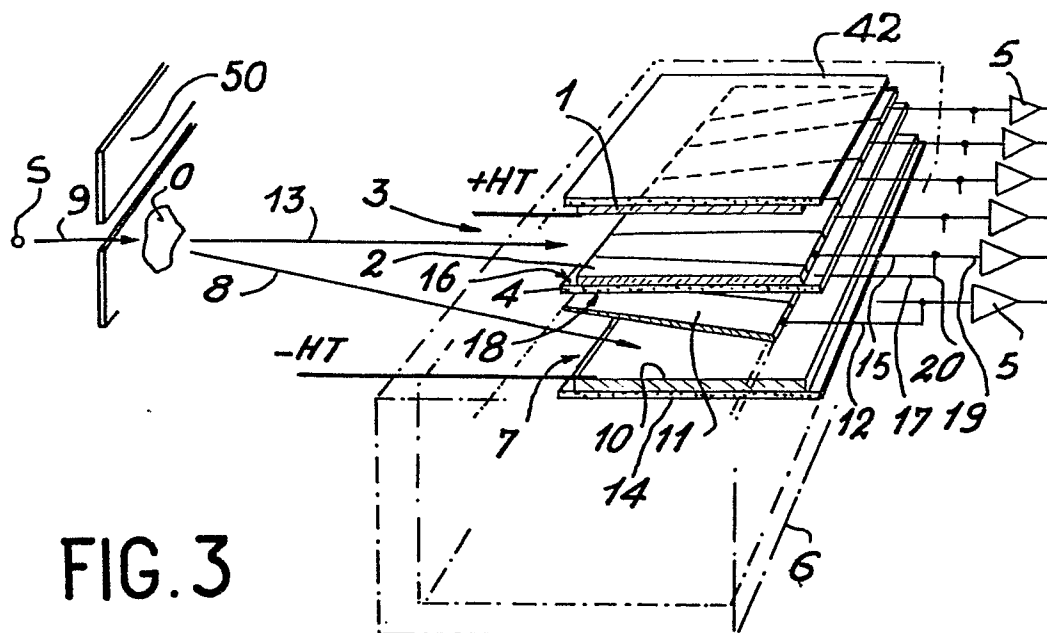
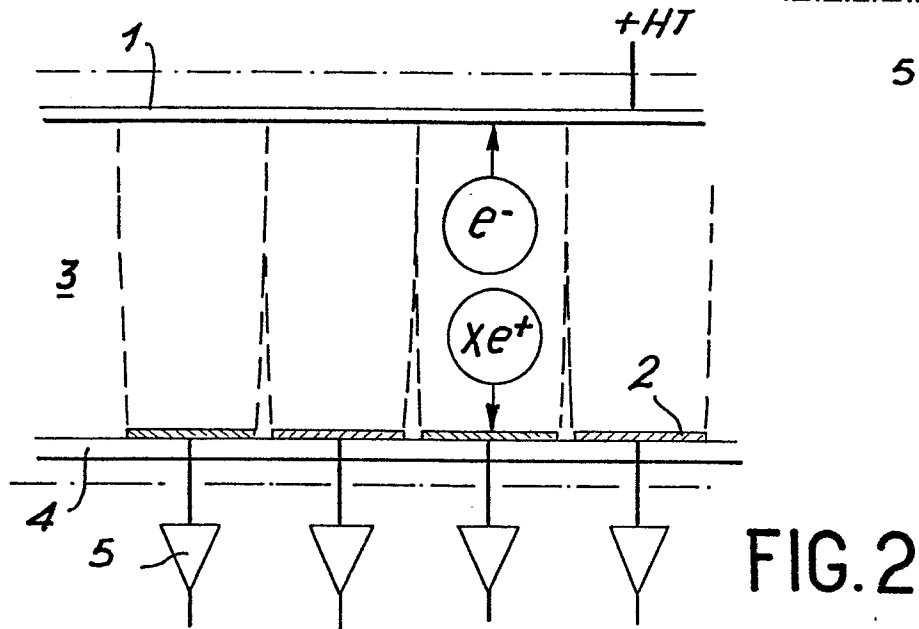
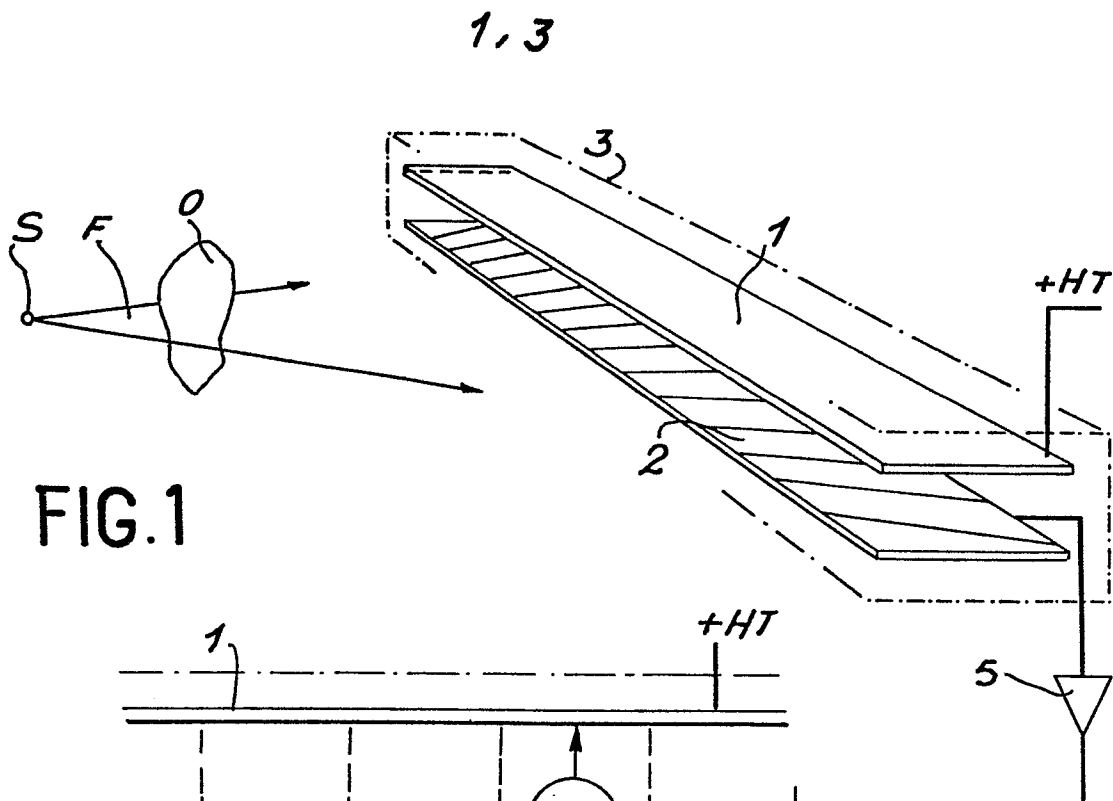
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il consiste à porter chaque plaque conductrice à la haute tension en réalisant une connexion entre cette plaque et une source de haute tension extérieure à l'enceinte, cette connexion étant électriquement isolée de l'enceinte et la traversant de manière étanche.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il consiste à empiler une pluralité d'ensemble multidétecteurs principaux et secondaires.

7. Procédé de fabrication d'un multidétecteur de rayons X selon l'une au moins des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'enceinte étanche est constituée par au moins une plaque électriquement isolante (4) portant les électrodes (2) et les connexions (15) entre ces électrodes et les points de mesure extérieurs, au moins une plaque conductrice (10), et au moins une entretoise isolante (22), électriquement isolée des électrodes et

de la plaque conductrice et séparant les deux plaques isolante et conductrice, dont l'intérieur creux forme ladite enceinte.

8. Multidécteur de rayons X obtenu par le procédé selon l'une au moins des revendications 1
5 à 7.



3,3

FIG. 5

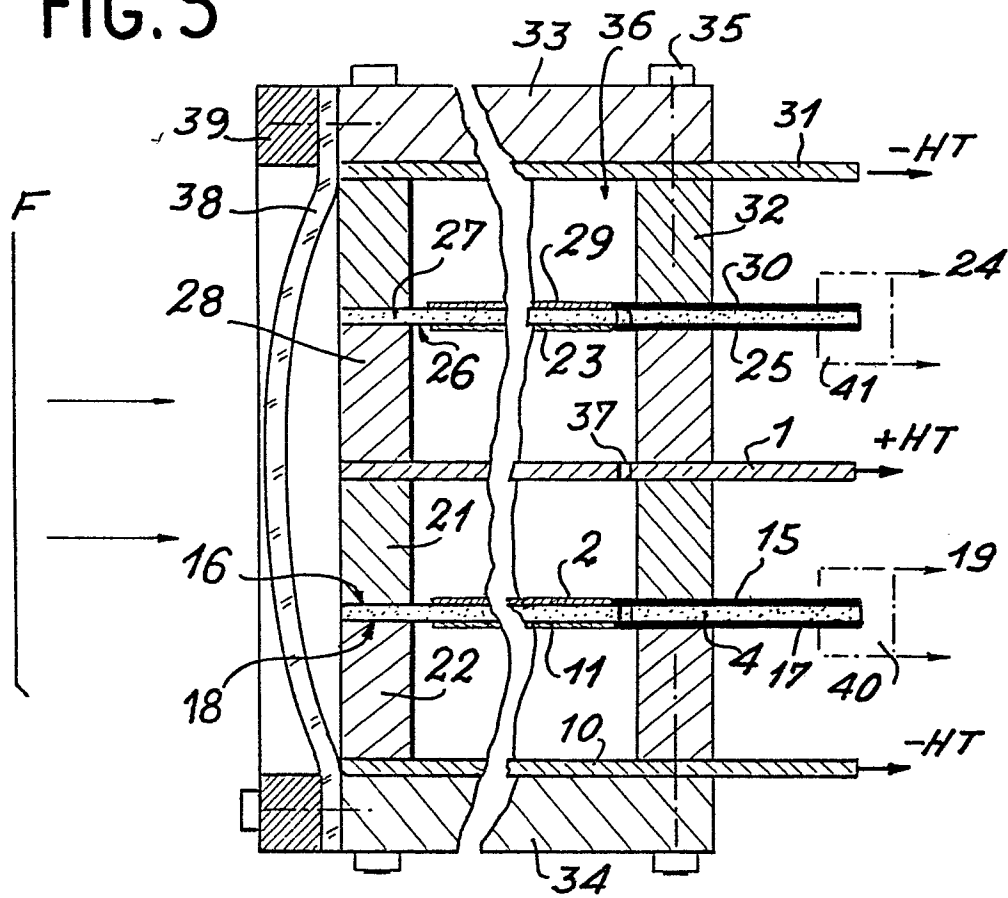


FIG. 6

