

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 82400628.2

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

(22) Date de dépôt: 06.04.82

(30) Priorité: 15.04.81 FR 8107567

(43) Date de publication de la demande:
20.10.82 Bulletin 82/42

(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)

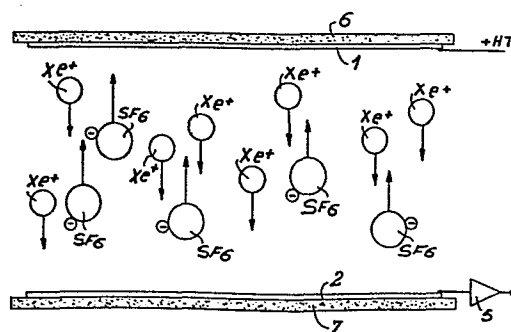
(74) Mandataire: Mongrédien, André et al,
c/o Brevatome 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

(54) Détecteur de rayons X.

(57) Détecteur de rayons X ayant traversé un objet ou un organe (0).

Ce détecteur comprend au moins une chambre d'ionisation (3) étanche contenant un gaz ionisable par les rayons issus de l'objet, et, dans cette chambre, une plaque (1) de collection des charges et une série d'électrodes (2) de collection des charges résultant de l'ionisation du gaz. La chambre d'ionisation (3) contient en outre un gaz susceptible de créer au sein du mélange ainsi formé un mouvement de gaz en sens inverse du mouvement des ions.

FIG.2



La présente invention concerne un détecteur de rayons X et notamment de rayons X qui ont traversé un objet et ou un organe qui sont fournis par une source ponctuelle émettant en direction de l'objet ou de l'organe, un faisceau plan de rayons X incidents présentant une large ouverture angulaire et une faible épaisseur. Cette invention s'applique plus particulièrement à la tomographie d'organes, mais également au contrôle industriel, tel que le contrôle de bagages par exemple.

Ces détecteurs de rayons X permettent de mesurer l'absorption 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 la densité des matériaux constituant l'objet étudié.

Si l'on veut établir la carte de densité 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 rayons X incidents par rapport à l'objet ou l'organe, l'absorption correspondante. Une multiplicité de balayages dans des directions croisés, permet de connaître grâce au détecteur de rayons X, après un traitement numérique approprié des signaux recueillis 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.

La plupart des détecteurs de rayons X, à ionisation, utilisés en tomographie sont de type multicellulaires et comportent des cellules délimitées par des plaques conductrices perpendiculaires au plan du

faisceau de rayons X et portées alternativement à des potentiels positifs et négatifs. Ces cellules sont situées dans une enceinte étanche contenant un gaz ionisable. Les avantages de ce type de détecteur multicellulaires, sont les suivants : ils procurent 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 détecteur présente des inconvénients importants : il est possible de diminuer l'épaisseur des plaques afin d'augmenter la quantité de rayons X détectés, mais au détriment 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 détecteurs de ce type présentent une grande complexité de réalisation qui entraîne un coût de fabrication élevé et 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 plaques utilisées nécessitent des connexions électriques très nombreuses, à l'intérieur de la chambre étanche, ce qui pose des problèmes difficiles de fiabilité des soudures des connexions sur les plaques.

On connaît un autre type de détecteur qui présente une structure beaucoup plus simple, mais qui n'est pas parfait. Cet autre type de détecteur 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

tant 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 proportionnel à 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 détecteur présente certains avantages : il n'y a plus, comme dans le détecteur 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 détecteur est très simple et il est très peu sensible aux poussières.

Généralement, le gaz contenu dans la chambre d'ionisation de ce détecteur est un gaz tel que le xénon ; ce gaz peut être additionné à d'autres gaz pour améliorer la détection.

Ce type de détecteur présente un grave inconvénient qui résulte du fait que lors d'une irradiation importante, les ions positifs tels que les ions Xe^+ , dont le nombre est important, migrent vers l'électrode la plus négative. Ces ions entraînent les atomes de gaz, ce qui provoque à l'intérieur du détecteur, des mouvements de gaz entraînant des surpressions et des

dépressions locales qui perturbent la sensibilité de la détection aux emplacements de ces perturbations. De plus, ces perturbations ne sont pas situées à des endroits fixes dans le détecteur, mais se déplacent dans celui-ci, ce qui perturbe encore plus les mesures de courants circulant dans les électrodes.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et notamment de réaliser un détecteur de rayons X qui présente la structure qui vient d'être décrite, mais dans lequel on parvient, grâce à un gaz supplémentaire, à diminuer les perturbations de la sensibilité du détecteur, en atténuant les surpressions et dépressions qui apparaissent dans celui-ci, lors d'une irradiation importante.

L'invention a pour objet, un détecteur de rayons X, apte par exemple à détecter des rayons ayant traversé un objet ou un organe et étant fournis par une source émettant, en direction de l'objet, un faisceau plan de rayons X incidents, ce faisceau présentant une large ouverture angulaire et une faible épaisseur, ce détecteur comprenant au moins une chambre d'ionisation étanche contenant au moins un gaz ionisable par les rayons issus de l'objet, et, dans cette chambre, une plaque de collection des charges résultant de l'ionisation du gaz, cette plaque étant parallèle au plan du faisceau de rayons incidents et étant portée à un premier potentiel et une série d'électrodes de collection des charges résultant de l'ionisation du gaz, ces électrodes de collection des charges étant portées à un second potentiel et étant dirigées vers la source, dans un plan parallèle au plan du faisceau de rayons incidents en regard de la plaque de collection des charges, ces électrodes de collection des charges fournissant un courant résultant de l'ionisation du gaz en regard de chacune des électrodes sous l'effet des rayons X, caractérisé en ce que la chambre d'ionisation contient en outre un gaz électronégatif.

Selon une autre caractéristique, le gaz électronégatif est de l'hexafluorure de soufre.

Selon une autre caractéristique, ce gaz électronégatif peut être de l'oxygène ou de l'azote.

5 Enfin, selon une autre caractéristique, le gaz ionisable est du xénon, ou un autre gaz neutre.

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

- la figure 1 est une figure schématique, en perspective, du détecteur conforme à l'invention ;
 - la figure 2 est une vue latérale du détecteur de l'invention, qui permet de mieux comprendre le fonctionnement de celui-ci.
- 15

La figure 1 représente schématiquement et en perspective, un détecteur conforme à l'invention comprenant une plaque 1 portée à une haute tension positive +HT et, en regard, une série d'électrodes 2 portées
20 à un 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, additionné d'un gaz électronégatif tel que l'hexafluorure de soufre SF₆, l'oxygène ou l'azote. Ce détecteur
25 permet de détecter les rayons X qui ont traversé un objet ou un organe O, ces rayons étant fournis par une source S 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.
30 La plaque 1 qui est portée à un potentiel positif voi-

35

sin de quelques kilovolts, est une plaque de collection des charges négatives, notamment des ions négatifs SF_6^- . Les électrodes 2 sont des électrodes de collection des ions positifs obtenus par ionisation du gaz contenu dans le détecteur. Dans l'exemple décrit, ces ions positifs sont des ions Xe^+ . Les électrodes sont généralement portées par une plaque isolante (non représentée sur cette figure) et sont isolées électriquement entre elles. Elles peuvent être obtenues par dépôt de cuivre sur un support isolant. La pression du xénon à l'intérieur de la chambre étanche a une valeur comprise entre 5 et 30 bars ; ce gaz peut d'ailleurs être additionné à d'autres gaz destinés à améliorer la détection. Les électrodes 2 forment des bandes convergentes en direction de la source ponctuelle S. Les courants qui circulent dans les électrodes 2, courants induits par le déplacement des charges, sont amplifiés par des amplificateurs 5, avant d'être traités par un système non représenté, permettant la visualisation d'une coupe de l'organe ou de l'objet étudié. Les ions négatifs (SF_6^- par exemple dans l'exemple considéré) sont captés par la plaque 1.

La figure 2 représente schématiquement une vue latérale du détecteur de l'invention. On distingue sur cette figure la plaque 1 portée à une haute tension positive +HT ; cette plaque est supposée fixée à un support isolant 6 et on n'a pas représenté sur cette figure, la chambre étanche 3. On distingue également sur cette figure, l'une des électrodes 2, portée par une plaque isolante 7 ; cette électrode est reliée à l'un des amplificateurs 5 mentionné plus haut. Dans le mode de réalisation du détecteur de l'invention, décrit en exemple, on suppose que le gaz de détection est du xénon et que le gaz électronégatif est de l'hexafluorure de soufre ; par suite de l'ionisation du gaz de dé-

tection par les rayons X provenant de l'objet ou de l'organe 0, l'électrode 2 reçoit des ions positifs Xe^+ , tandis que les électrons libérés sont entraînés vers la plaque positive 1 par le gaz électronégatif. (L'hexafluorure de soufre SF_6 , par exemple). Comme on l'a indiqué plus haut, ce mélange d'au moins un gaz de détection et d'un gaz électronégatif, permet, lors d'une irradiation importante qui crée un très grand nombre d'ions positifs (Xe^+ dans l'exemple considéré), d'éviter des mouvements de gaz qui entraînent des surpressions et des dépressions locales perturbant la sensibilité de la détection. Le gaz électronégatif introduit dans le détecteur, conformément à l'invention, permet de piéger les électrons libres provenant de l'ionisation du gaz ; il en résulte un mouvement d'ions négatifs en sens contraire de celui des ions positifs qui réduit l'importance des perturbations. De préférence, le gaz électronégatif est un gaz inerte tel que l'hexafluorure de soufre, afin d'éviter toute corrosion dans le détecteur ; il est cependant possible d'utiliser un gaz non inerte tel que l'oxygène par exemple, à condition d'utiliser des électrodes et une plaque en or ou des électrodes et une plaque de cuivre recouvertes d'une feuille d'or.

Il est bien évident que dans le détecteur qui vient d'être décrit, les moyens utilisés auraient pu être remplacés par des moyens équivalents, sans sortir du cadre de l'invention. En particulier tous les gaz susceptibles de faire naître, au sein du mélange détecteur, un mouvement de gaz inverse de celui des ions produits par l'irradiation X permettent de mettre en oeuvre cette dernière.

REVENDICATIONS

1. Détecteur de rayons X, apte par exemple à détecter des rayons ayant traversé un objet ou un organe (O) et étant fournis par une source (S) émettant, en direction de l'objet, un faisceau plan (F) de rayons X incidents, ce faisceau présentant une large ouverture angulaire et une faible épaisseur, ce détecteur comprenant au moins une chambre d'ionisation (3) étanche contenant au moins un gaz ionisable par les rayons issus de l'objet, et, dans cette chambre, une plaque (1) de collection des charges résultant de l'ionisation du gaz, cette plaque étant parallèle au plan du faisceau de rayons incidents (F) et étant portée à un premier potentiel (+HT), et une série d'électrodes (2) de collection des charges résultant de l'ionisation du gaz, ces électrodes de collection des charges étant portées à un second potentiel et étant dirigées vers la source (S), dans un plan parallèle au plan du faisceau (F) de rayons incidents, en regard de la plaque (1) de collection des électrons, ces électrodes (2) de collection des charges fournissant un courant résultant de l'ionisation du gaz détecteur en regard de chacune des électrodes (2) sous l'effet des rayons X, caractérisé en ce que la chambre d'ionisation (3) contient en outre un gaz susceptible de créer au sein du mélange ainsi formé un mouvement de gaz en sens inverse du mouvement des ions.

2. Détecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit gaz est électronégatif.

3. Détecteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que le gaz électronégatif est de l'hexafluorure de soufre.

4. Détecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz électronégatif est de l'oxygène ou de l'azote.

5. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le gaz ionisable est du xénon.

1,1

FIG.1

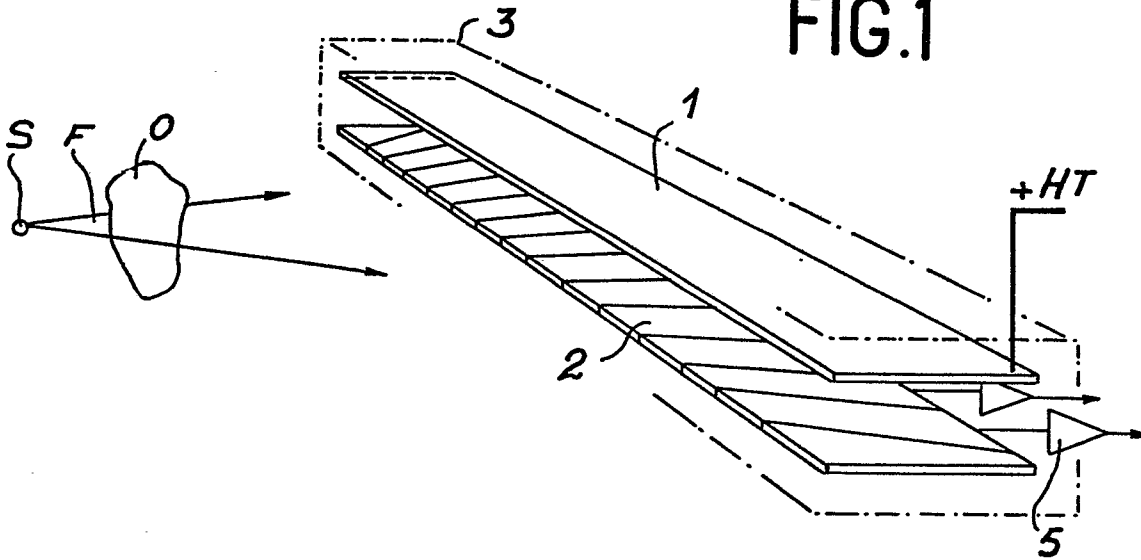
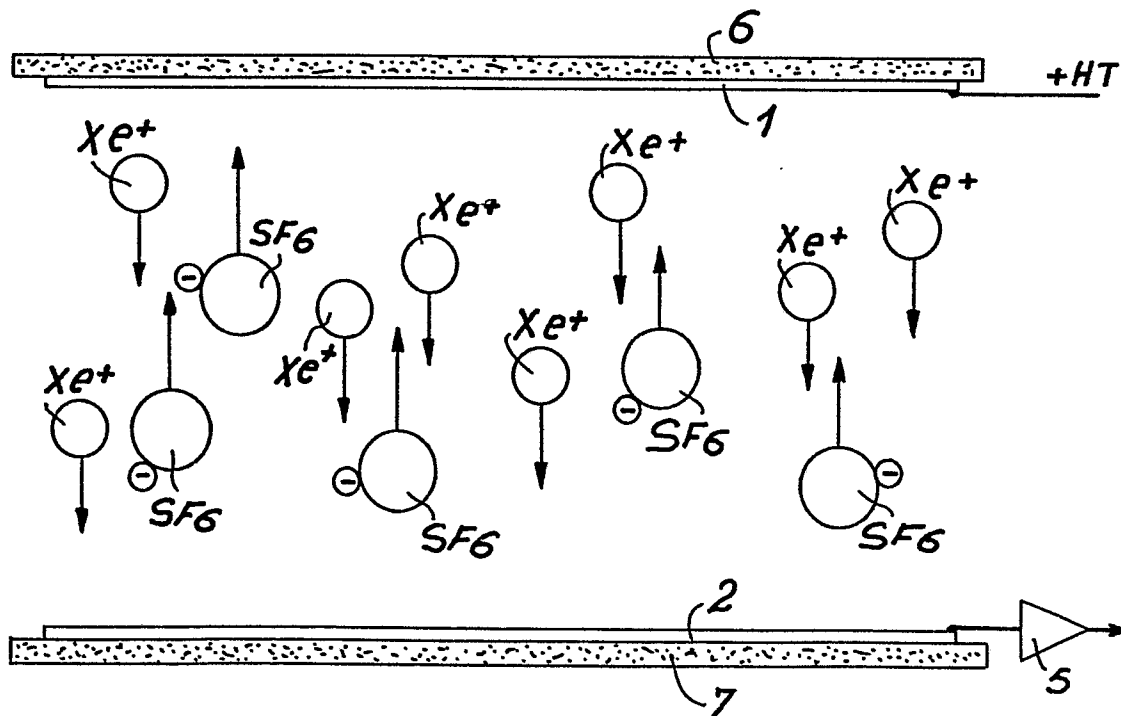


FIG.2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0063082

Numéro de la demande

EP 82 40 0628

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 7)
A	FR - A - 2 314 699 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) * page 7, ligne 5 à page 8, ligne 15 *	1	H 01 J 47/02 A 61 B 6/02
A	US - A - 4 047 041 (JOHN M. HOUSTON) * en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 7)
			H 01 J A 61 B
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications.			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 5 juillet 1982	Examineur TREVETIN
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille document correspondant	