(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 063 082**
B1

(12) # FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet: **23.01.85**

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 J 47/02**, A 61 B 6/02

(21) Numéro de dépôt: **82400628.2**

(22) Date de dépôt: **06.04.82**

(54) **Détecteur de rayons X.**

(30) Priorité: **15.04.81 FR 8107567**

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

(45) Mention de la délivrance du brevet: **23.01.85 Bulletin 85/4**

(84) Etats contractants désignés: **DE GB NL**

(56) Documents cités:
FR - A - 2 314 699
US - A - 4 047 041

(73) Titulaire: **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)**
Inventeur: **Gagelin, Jean-Jacques, L'Allègrerie, F-38470 Vinay (FR)**
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)**

EP 0 063 082 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

BUNDESDRUCKEREI BERLIN

Description

La présente invention concerne un détecteur de rayons X, notamment de rayons X qui ont traversé un objet ou un organe et 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, connus en particulier de la demande de brevet FR-A-2 314 699, 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, a 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 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 Zéro 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 mesure 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 paralléle 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.

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 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.

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 planes 2 portées 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 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 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 charges négatives, notamment des ions négatifs $SF6^-$. 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 dépot 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 convergeant 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 ($SF6^-$ 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 mentionnés 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 détection par les rayons X provenant de l'objet ou de l'organe O, l'électrode 2 reçoit des ions positifs $Xe+$, tandis que les électrons libérés sont entraînés vers la plaque positive 1 avec le gaz électronégatif. (L'hexafluorure de soufre SF6, 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'évi-

ter 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 convergéant 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, chacune de ces électrodes (2) de collection des charges fournissant un courant résultant de l'ionisation du gaz détecteur en regard 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 movement 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.

Patentansprüche

1. Röntgenstrahlungsdetektor, beispielsweise für Röntgenstrahlen, die ein Objekt oder Organ (O) durchquert haben und von einer Quelle (S) stammen, die in Richtung des Objektes ein ebenes Bündel (F) von Röntgenstrahlen abgibt, das einen großen Öffnungswinkel und eine geringe Dicke aufweist, bestehend aus wenigstens einer hermetisch abgeschlossenen Ionisationskammer (3), die wenigstens ein von den vom Objekt ausgehenden Strahlen ionisierbares Gas enthält, und in der Kammer eine Platte (1) zum Sammeln der Ladungen, die aus der Gasionisation hervorgehen, wobei sich die Platte parallel zur Ebene des Bündels (F) der einfallenden Röntgenstrahlen erstreckt und auf einem ersten Potential (+HT) gehalten ist, und eine Reihe von Elektroden (2) zur Aufnahme von Ladungen, die aus der Gasionisation stammen, wobei diese Ladungen aufnehmenden Elektroden auf einem zweiten Potential gehalten sind und gegen die Quelle (F) in einer Ebene zusammenlaufen, die sich parallel zur Ebene des einfallenden Strahlenbündels (F) gegenüber der Elektronen sammelden Platte (1) erstreckt, wobei jede der Ladung sammelnden Elektroden (2) einen Strom abgibt, der aus der Ionisation des Detektorgases unter der Wirkung von Röntgenstrahlen entsteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionisationskammer (3) weiterhin ein Gas enthält, das dazu geeignet ist, innerhalb des so gebildeten Gemisches eine Gasbewegung im umgekehrten Sinne zur Ionenbewegung hervorzurufen.

2. Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas elektronegativ ist.

3. Detektor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das elektronegative Gas Schwefelhexafluorid ist.

4. Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektronegative Gas Sauerstoff oder Stickstoff ist.

5. Detektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das ionisierbare Gas Xenon ist.

Claims

1. X-ray detector, adapted for example for detecting radiation which has passed through an object or an organ (O) and provided by a source (S) emitting a flat beam (F) of incident X-rays, said beam exhibiting a large angle of divergence and a small thickness, said detector comprising a closed ionisation chamer (3) containing at least one gas ionisable by the radiation issuing from the object, and, within said chamber, a plate (1) for collecting the charge resulting from the ionisation, said plate being parallel to the plane of the beam (F) of incident radiation and having a first potential (+HT), and, facing the electron-collector plate (1), a series of electrodes (2) for collecting the charge resulting from ionisation of the gas, said charge-collection electrodes having a second potential and converging towards the source (S) in a plane parallel to the plane of the beam (F) of incident radiation, each of the charge-collection electrodes (2) producing a current resulting from ionisation of the facing gas

detector under the influence of X-radiation, characterized in that the ionisation chamber (3) additionally contains a gas able to produce, within the mixture thereby formed, a movement of the gas in a sense opposite to the movement of ions.

2. Detector according to claim 1, characterized in that said gas is electronegative.

3. Detector according to claim 2, characterized in that the electronegative gas is sulphur hexafluoride.

4. Detector according to claim 1, characterized in that the electronegative gas is oxygen or nitrogen.

5. Detector according to any one of claims 1 to 4, characterized in that the ionisable gas is xenon.

FIG.1

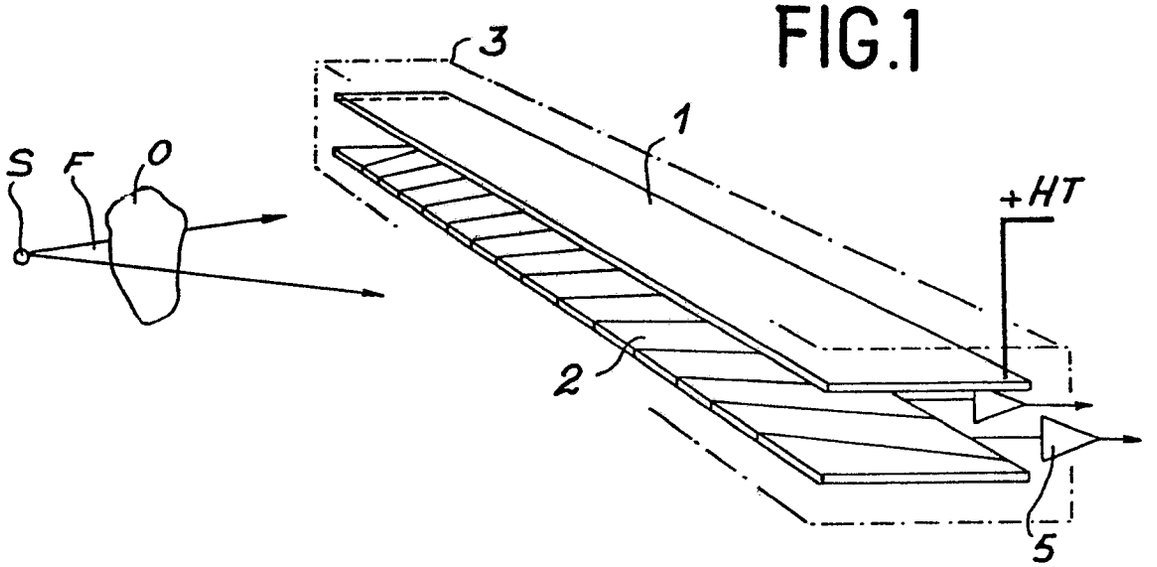


FIG.2

