

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 12127

(54) Dispositif pour la visualisation de couches du corps au moyen d'un rayonnement monoénergétique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). A 61 B 6/00.

(22) Date de dépôt..... 19 juin 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 21 juin 1980, n° P 3023263.4.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 52 du 24-12-1981.

(71) Déposant : NV PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, société anonyme de droit néerlandais,
résidant aux Pays-Bas.

(72) Invention de : Geoffrey Harding.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Christian Landousy, société civile SPID,
209, rue de l'Université, 75007 Paris.

Dispositif pour la visualisation de couches du corps au moyen d'un rayonnement monoénergétique.

La présente invention concerne un dispositif servant à déterminer la structure interne d'un corps, comportant au moins une source de rayons destinée à produire un rayonnement primaire monoénergétique traversant le corps et de faible section, au moins un dispositif à diaphragme à fente disposé latéralement par rapport au trajet du faisceau primaire, dont une longueur de fente s'étend dans une direction transversale au faisceau primaire, un dispositif détecteur comportant des détecteurs distincts s'étendant transversalement à la longueur de la fente pour la détection d'un rayonnement dispersé produit par le faisceau primaire dans le corps et passant par le dispositif à diaphragme à fente, un dispositif électronique pour le traitement des signaux de détecteurs et un dispositif de visualisation pour les signaux de rayonnement dispersé traités.

Un tel dispositif est décrit dans la Demande de brevet allemand publiée n° 27 13 581. A l'aide de ce dispositif, il est possible de déterminer la répartition des densités et, par exemple, la répartition des densités électroniques dans une couche d'un corps. Un corps à examiner est alors exposé, par exemple, à un fin faisceau monoénergétique de rayons gamma. Le rayonnement parasite produit dans le corps sur le trajet du faisceau primaire parvient à une rangée de détecteurs par l'intermédiaire d'un diaphragme à fente placé latéralement par rapport au trajet du faisceau primaire, le diaphragme à fente et les détecteurs étant disposés de manière que chaque détecteur ne puisse capter qu'une fraction limitée dans l'espace du rayonnement parasite produit par le faisceau primaire. Des signaux de sortie des détecteurs donnent donc une image qualitative de la répartition des densités dans le corps le long du faisceau primaire. Le corps peut ensuite être

déplacé d'une distance correspondant environ à la largeur du faisceau primaire, perpendiculairement à celui-ci, de sorte qu'une exploration linéaire du corps est possible. Un tel dispositif à diaphragme à fente ou un tel dispositif détecteur peut aussi être placé des deux côtés du faisceau primaire pour augmenter le rayonnement parasite à mesurer.

Le nombre de photons parasites frappant un détecteur à travers le diaphragme à fente est toutefois relativement faible parce que la largeur du diaphragme à fente doit être maintenue petite en vue de l'obtention d'un bon pouvoir de résolution spatial pour le système. Pour obtenir des images des couches du corps de bonne qualité, le corps à examiner est, pour cette raison, exposé à une dose de rayonnement relativement élevée.

L'invention a pour but de procurer un dispositif permettant de déterminer la structure interne d'un corps, au moyen duquel le corps puisse être exposé à une dose de rayonnement plus faible sans que la qualité des images des couches du corps en soit diminuée.

Ce but est atteint, conformément à l'invention, par le fait que le dispositif à diaphragme à fente comporte plusieurs ouvertures de diaphragme en forme de fente disposées parallèlement les unes à côté des autres, des éléments détecteurs fournissent des signaux de sortie de détecteurs dépendant de l'énergie et sont connectés à un circuit électronique assurant une discrimination énergétique des signaux de sortie de détecteurs et formant à partir des signaux de sortie de détecteurs, pour chaque énergie de rayonnement, des signaux dispersés, ce circuit électronique étant connecté à un circuit de sélection destiné à sélectionner, parmi les signaux dispersés de tous les détecteurs, les signaux dont le rayonnement dispersé provient d'une région commune du corps activée par le faisceau primaire, et le circuit de sélection pour la détermination et la visualisation de la structure interne du corps au moyen des signaux dispersés qui sont sélectionnés est connecté à un dispositif de traitement

électronique.

Grâce au plus grand nombre d'ouvertures du diaphragme à fente, la sensibilité d'un tel dispositif pour un pouvoir de résolution spatial égal du système peut être accrue de manière considérable parce que l'ouverture du dispositif à diaphragme est agrandie par rapport à celle du diaphragme à fente connu d'une manière correspondant au nombre M des ouvertures du diaphragme à fente. C'est pourquoi il est possible d'obtenir, par exemple, des images de couches du corps avec le même rapport signal/bruit que dans le dispositif connu, mais toutefois pour une dose de rayonnement valant $1/M$ fois celle utilisée dans ce dispositif connu. On peut également obtenir de cette façon de meilleures images de couches du corps pour une même dose de rayonnement.

Une forme d'exécution de l'invention est représentée à titre d'exemple aux dessins annexés, dans lesquels:

la figure 1 est une vue en coupe d'un dispositif d'examen comportant un dispositif à diaphragme à fente qui présente plusieurs ouvertures du diaphragme en forme de fente;

la figure 2 illustre l'intensité du rayonnement frappant un détecteur en fonction de son énergie, et

la figure 3 est un schéma synoptique pour le traitement des signaux de sortie de chaque fois un détecteur.

La figure 1 est une vue en coupe d'un dispositif d'examen conforme à l'invention. Ce dispositif comporte une source de rayonnement monoénergétique 1, par exemple le ^{137}Cs de 663 keV, dont le rayonnement est diaphragmé au moyen d'un diaphragme 2 jusqu'à un faisceau primaire 3 de petite section, qui traverse un corps 5 placé sur une table 4. Le rayonnement parasite obtenu dans le domaine du corps 5 traversé par le faisceau primaire 3 atteint, par l'intermédiaire d'un dispositif à diaphragme 6, 6' qui comporte diverses ouvertures de diaphragme en forme de fente 7, 7' disposées parallèlement les unes à côté des

autres, perpendiculaires au faisceau primaire 3 et de préférence déplaçables dans le sens de la largeur, chaque fois un groupe de détecteurs 8, 8' (dispositif détecteur) qui est formé d'un grand nombre de détecteurs distincts 9, 9' disposés les uns à côté des autres et, par exemple, parallèlement au faisceau primaire 3. Les détecteurs 9, 9' peuvent, par exemple, avoir la forme d'une bande et être placés d'une manière telle que leur extension principale soit perpendiculaire au faisceau primaire 3 ou parallèle à la longueur des ouvertures de diaphragme en forme de fente 7, 7'. Pour explorer diverses régions du corps, le corps 5 est monté déplaçable par rapport au dispositif d'examen.

Si l'énergie du rayonnement de la source de rayonnement 1 a, par exemple, la valeur E_0 , l'énergie $E(\theta)$ du rayonnement dispersé sous l'angle θ par rapport à la direction du faisceau primaire est indiquée d'une manière générale par:

$$e(\theta) = \frac{E_0 \cdot m_e c^2}{m_e c^2 + E_0 (1 - \cos \theta)} \quad (1)$$

où m_e est la masse électronique et c est la vitesse de la lumière. Grâce au dispositif à diaphragme 6, 6' placé entre le corps 5 et le dispositif détecteur 8, 8', pour chaque détecteur 9b, plusieurs trajets de rayonnement dispersé, sur la figure 1 par exemple quatre trajets a à d, sont diaphragmés et forment chaque fois un autre angle θ avec le faisceau primaire 3. Le rayonnement dispersé qui suit ces trajets a à d possède ainsi chaque fois une énergie $E(\theta)$ différente qui est déterminée au moyen de la formule 1. Le spectre énergétique du rayonnement $I = f(E)$ mesuré par le détecteur 9b correspond alors à la répartition indiquée sur la figure 2. Le rayonnement dispersé d'énergie $E(\theta_4)$ suit le trajet d sur la figure 1 (signal dispersé I4), tandis que le rayonnement dispersé d'énergie $E(\theta_1)$ suit le trajet a (signal dispersé I1). IO indique le rayonnement de fond qui est formé, entre autres, par

la conversion énergétique incomplète du rayonnement parasite à l'intérieur du détecteur 9b en des signaux de sortie de détecteurs correspondants, par une dispersion multiple et par le bruit du détecteur. Si ce rayonnement de fond est soustrait d'une manière correcte des signaux dispersés I1...I4, il est possible de déterminer chaque fois pour un détecteur 9, 9', par exemple 9b, le rayonnement dispersé (intensité) frappant réellement le détecteur et traversant chaque fois une ouverture de diaphragme en forme de fente 7, 7'. A cet effet, les détecteurs 9, 9' doivent avoir un pouvoir énergétique de résolution relativement grand. Si on utilise, par exemple, des détecteurs à semiconducteurs Ge/Li refroidis, le dispositif à diaphragme 6, 6' peut comporter environ 20 ouvertures du diaphragme en forme de fente 7, 7', lorsqu'on utilise du ¹³⁷Cs (662 keV) comme source de rayonnement.

Si, pour chacun des détecteurs 9, 9', un tel spectre énergétique $I = f(E)$ est connu, la structure interne du corps 5 le long du faisceau primaire 3 peut en être déduite, par exemple la densité électronique du corps 5 le long du faisceau primaire 3 peut être déterminée. On procède, par exemple, pour le point P sur la figure 1, en choisissant dans les spectres énergétiques des détecteurs 9a à d, au moyen d'un circuit de sélection 12 (figure 3) les signaux dispersés dont le rayonnement dispersé provient du point commun P. Ceci est possible sans plus parce que, pour une disposition géométrique fixe des détecteurs 9, 9' par rapport au dispositif à diaphragme 6, 6' et au faisceau primaire 3 le point P peut être établi sans ambiguïté par l'intermédiaire de la position énergétique des signaux dispersés dans les spectres correspondants. Les signaux dispersés sélectionnés et se rapportant au point P sont alors utilisés dans le traitement ultérieur par exemple par le fait que l'atténuation du faisceau primaire 3 dans le corps 5 et l'atténuation du rayonnement dispersé le long des trajets a à d de rayonnement dispersé sont prises en considération, ce qui est déjà décrit dans la demande de brevet allemand

publiée déjà citée . Ensuite, les signaux dispersés ou les densités électroniques obtenues à partir des signaux dispersés ainsi traités sont utilisés pour le calcul d'une moyenne, par exemple d'une moyenne pondérée.

5 La figure 3 est à nouveau un schéma synoptique du circuit pour le traitement des signaux de sortie de détecteurs. Un détecteur, par exemple le détecteur 9b, est chaque fois connecté à un circuit électronique 10 qui trie
10 les signaux de sortie de détecteur en fonction de l'énergie du rayonnement dispersé $I(\theta_1) \dots I(\theta_M)$ passant par les M ouvertures de diaphragme en forme de fente 7 et qui forme des signaux dispersés $I_1 \dots I_M$ à partir des signaux de sortie de détecteur associés chaque fois à une énergie de rayonnement dispersé. Le circuit électronique 10 peut com-
15 porter M circuits 11 formant des fenêtres d'énergie qui ne fournissent un signal de sortie que lorsque le signal d'entrée (signal de sortie de détecteur) se trouve dans un domaine de grandeur déterminé correspondant à un do-
maine d'énergie prédéterminé du rayonnement dispersé. Les
20 signaux de sortie des circuits 11 associés chaque fois à un domaine d'énergie sont alors additionnés pour produire les signaux dispersés $I_1 \dots I_M$, ce qui peut aussi être effectué par le circuit électronique 10.

Les circuits électroniques 10 de tous les
25 détecteurs 9, 9' sont eux-mêmes connectés à un circuit de sélection 12 commun, auquel sur la figure 3 un seul circuit 10 est connecté pour plus de clarté. Tous les autres circuits 10 sont connectés de la même manière aux en-
trées A du circuit de sélection 12 qui sélectionne lui-
30 même parmi les signaux dispersés associés à tous les détecteurs 9, 9' chaque fois les signaux dont le rayonnement dispersé provient d'une région commune P du corps activée par le faisceau primaire 3.

Le circuit de sélection 12 est connecté, en
35 outre, à un dispositif de traitement électronique 13 qui effectue la correction des signaux dispersés sélectionnés en ce qui concerne l'atténuation du faisceau primaire 3 et du rayonnement dispersé le long des trajets de rayon-

nement dispersé a à d dans le corps 5. De plus, un formateur de valeur moyenne 14 est présent et permet de faire la moyenne des densités électroniques (signaux de densité électronique qui sont dérivés des signaux dispersés en question) formées à partir des signaux parasites ainsi traités. Le formateur de valeur moyenne 14 peut être connecté à une mémoire 15 pour le stockage de facteurs de pondération destinés à la formation de la valeur moyenne pondérée. Un moniteur 16 pour la reproduction des valeurs moyennes formées ou de la répartition structurelle du corps 5 est, en outre, connecté au dispositif de traitement 13.

REVENDEICATIONS :

1. Dispositif servant à déterminer la structure interne d'un corps, comportant au moins une source de rayons destinée à produire un rayonnement primaire monoénergétique traversant le corps et de faible section, au moins un
5 dispositif à diaphragme à fente disposé latéralement par rapport au trajet du faisceau primaire, dont une longueur de fente s'étend dans une direction transversale au faisceau primaire, un dispositif détecteur comportant des dispositifs détecteurs distincts s'étendant transversalement
10 à la longueur de la fente pour la détection d'un rayonnement dispersé produit par le faisceau primaire dans le corps et passant par le dispositif à diaphragme à fente, un dispositif électronique pour le traitement des signaux de détecteurs et un dispositif de visualisation pour les
15 signaux de rayonnement dispersé traités, caractérisé en ce que le dispositif à diaphragme à fente (6, 6') comporte plusieurs ouvertures de diaphragme en forme de fente (7, 7') disposées parallèlement les unes à côté des autres, des éléments détecteurs (9, 9') fournissent des signaux
20 de sortie de détecteurs dépendant de l'énergie et sont connectés à un circuit électronique (10) assurant une discrimination énergétique des signaux de sortie de détecteurs et formant à partir des signaux de sortie de détecteurs, pour chaque énergie de rayonnement, des signaux dispersés
25 (I1...IM), ce circuit électronique étant connecté à un circuit de sélection (12) destiné à sélectionner, parmi les signaux dispersés de tous les détecteurs, les signaux dont le rayonnement dispersé provient d'une région commune du corps activée par le faisceau primaire (3), et le circuit
30 de sélection pour la détermination et la visualisation de la structure interne du corps au moyen des signaux dispersés qui sont sélectionnés est connecté à un dispositif de traitement électronique (13).

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de traitement électronique (13) est équipé pour la formation de valeurs moyennes de signaux de dispersion sélectionnés ou de signaux qui en sont dérivés.
3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les détecteurs (9, 9') sont en forme de bande dont l'extension principale s'étend parallèlement à la longueur de la fente.
4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3 incluse, caractérisé en ce que les détecteurs (9, 9') sont des détecteurs à semiconducteurs.
5. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la largeur des ouvertures du diaphragme à fente est réglable.

PL. 1/2

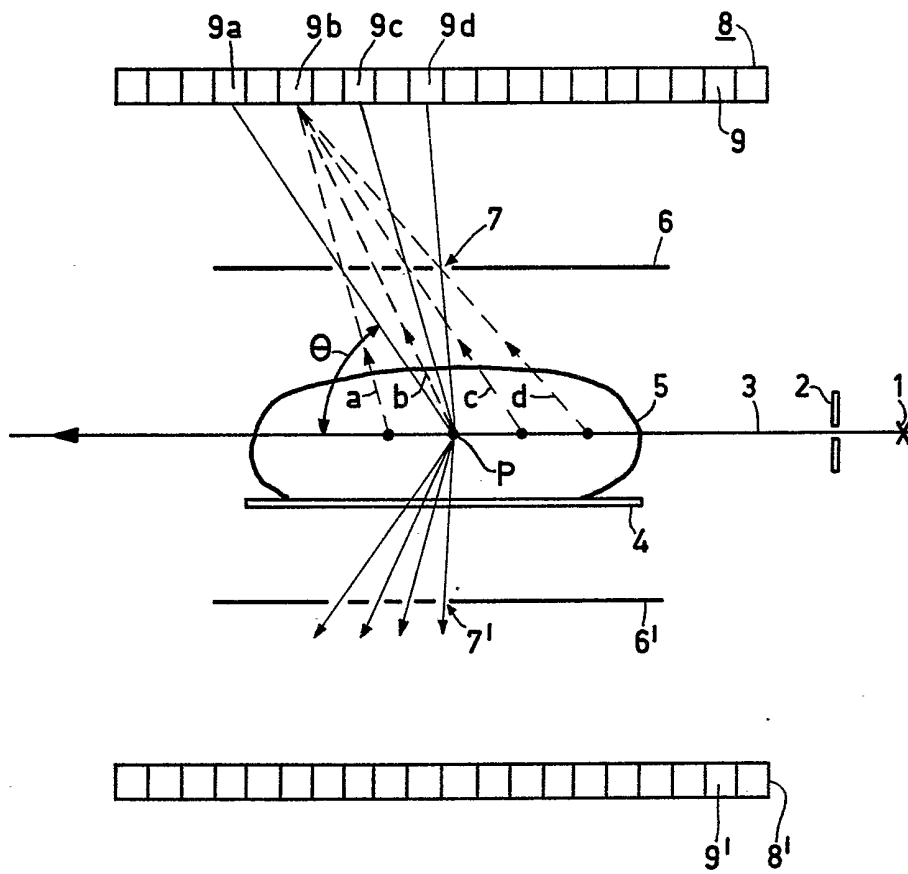


FIG.1

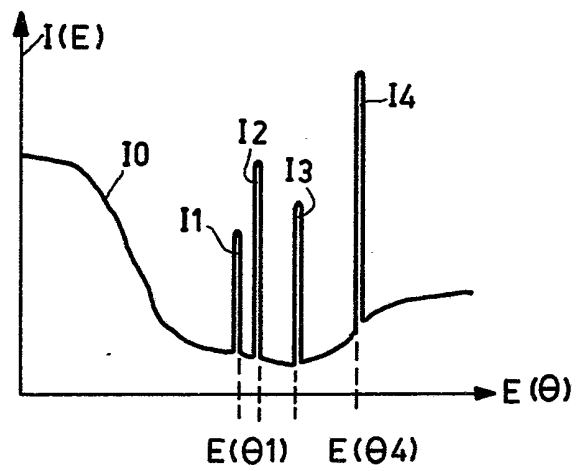


FIG.2

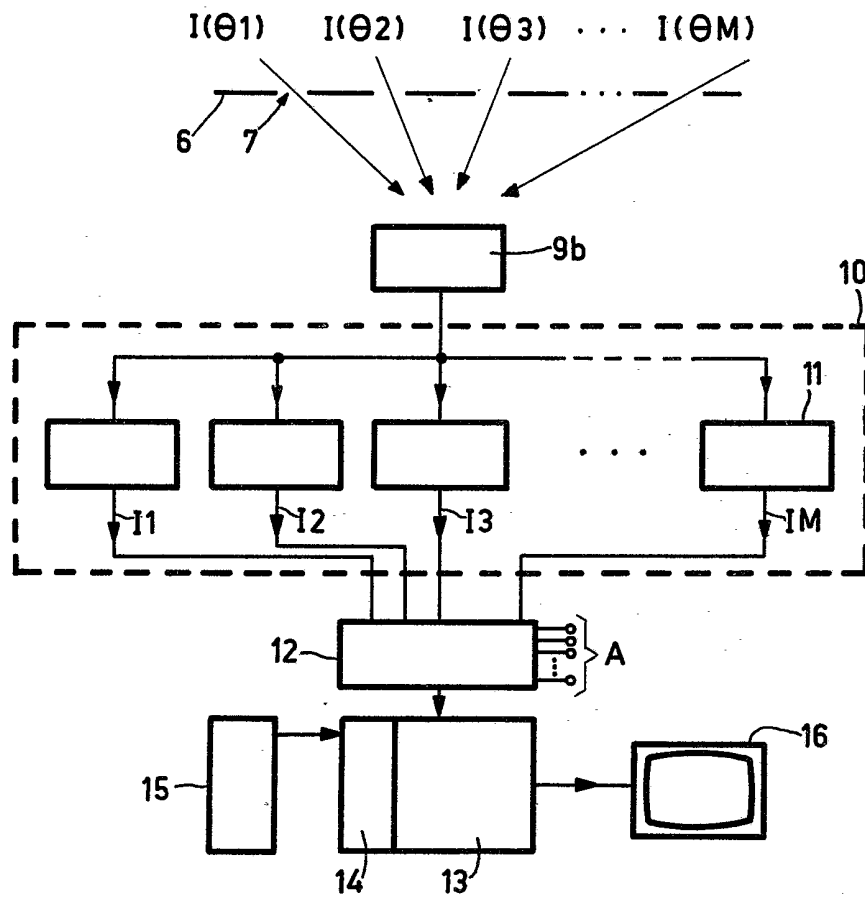


FIG.3