



(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2002/10/25
(87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2003/05/01
(85) Entrée phase nationale/National Entry: 2004/04/07
(86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2002/003681
(87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2003/036329
(30) Priorité/Priority: 2001/10/26 (01/13899) FR

(51) Cl.Int.⁷/Int.Cl.⁷ G01T 1/20, G01T 1/00

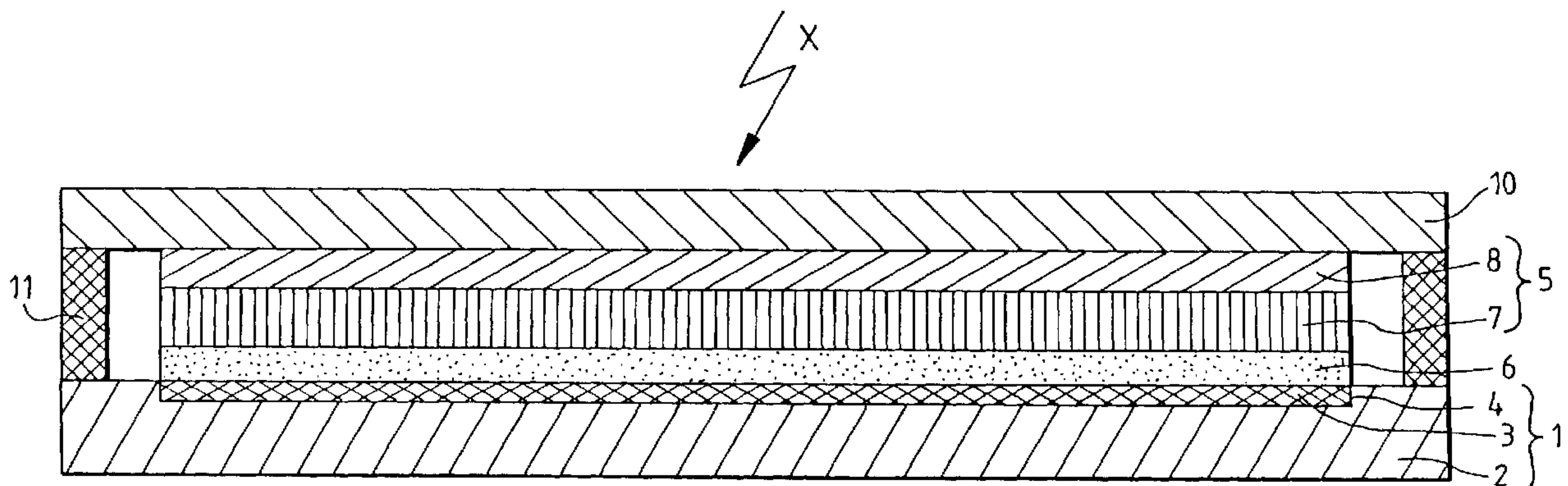
(71) Demandeur/Applicant:
TRIXELL S.A.S., FR

(72) Inventeurs/Inventors:
VIEUX, GERARD, FR;
MONIN, DIDIER, FR

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : DETECTEUR DE RAYONNEMENT X A L'ETAT SOLIDE

(54) Title: SOLID-STATE X-RAY DETECTOR



(57) **Abrégé/Abstract:**

La présente invention concerne un détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible associé à un convertisseur de rayonnement, appelé scintillateur (5), transformant le rayonnement X en un rayonnement auquel le capteur (1) est sensible, et un fenêtré d'entrée (10) traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur (5). La fenêtré d'entrée (10) est posée sur le scintillateur (5), sans être fixée au scintillateur (5), et un joint de scellement (11) étanche à l'humidité fixe la fenêtré d'entrée (10) et le capteur (1). Le scintillateur (5) comporte un support (8) et une substance scintillatrice (7). Le support (8) est distinct du capteur (1). Les domaines d'application de ce type de détecteur sont notamment la radiologie: radiographie, fluoroscopie, mammographie, mais également le contrôle non destructif.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
1 mai 2003 (01.05.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/036329 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : **G01T 1/20**,
1/00(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR02/03681(22) Date de dépôt international :
25 octobre 2002 (25.10.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
01/13899 26 octobre 2001 (26.10.2001) FR(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **TRIX-
ELL S.A.S.** [FR/FR]; Z.I. Centr'Alp, F-38430 Moirans
(FR).

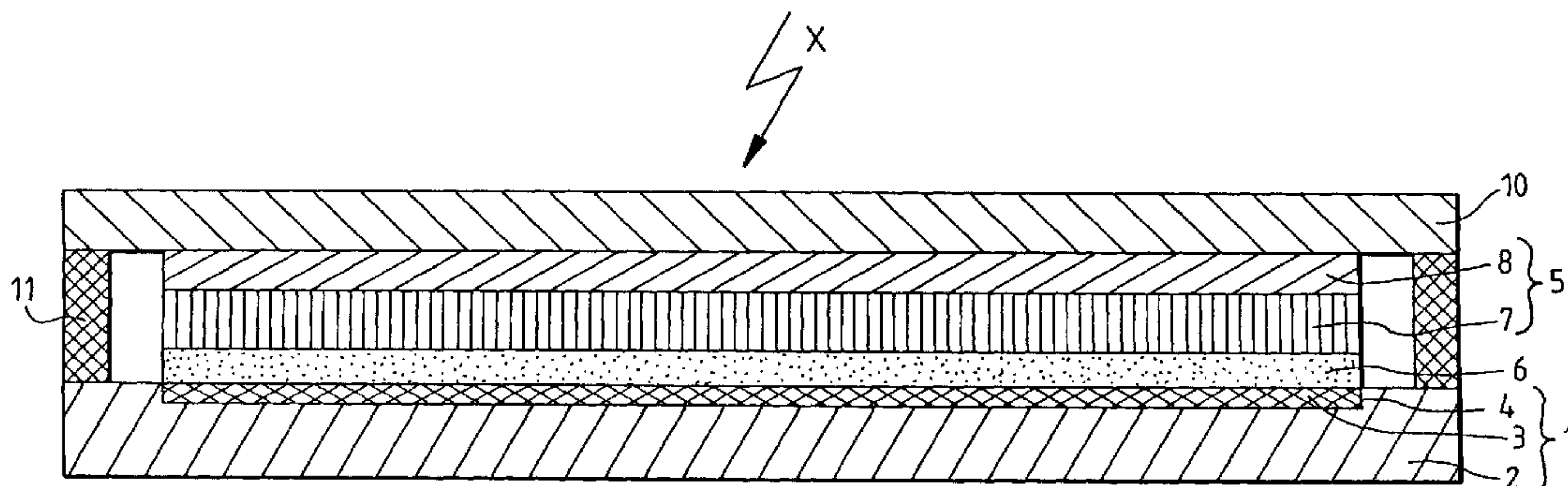
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **VIEUX,****Gérard** [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 13, avenue
du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex
(FR). **MONIN, Didier** [FR/FR]; Thales Intellectual Prop-
erty, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117
Arcueil Cedex (FR).(74) Mandataires : **COLLET, Alain** etc.; Thales Intellectual
Property, 13, avenue du Président Salvador Allende,
F-94117 Arcueil Cedex (FR).(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SOLID-STATE X-RAY DETECTOR

(54) Titre : DETECTEUR DE RAYONNEMENT X A L'ETAT SOLIDE

(57) **Abstract:** The invention concerns a solid-state x-ray detector comprising a photosensitive sensor associated with a radiation converter called scintillator (5), transforming the X-radiation into a radiation to which the sensor (1) is responsive, and an input window (10) traversed by the X-radiation upstream of the scintillator (5). The input window (10) is set on the scintillator (5) without being fixed to the scintillator (5), and a moisture-proof sealing joint (11) fixes the input window (10) and the sensor (1). The scintillator (5) comprises a support (8) and a scintillating substance (7). The support (8) is separate from the sensor (1). Such type of detector is useful in particular in radiology, radiography, fluoroscopy, mammography, but also for non-destructive control.(57) **Abrégé :** La présente invention concerne un détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible associé à un convertisseur de rayonnement, appelé scintillateur (5), transformant le rayonnement X en un rayonnement auquel le capteur (1) est sensible, et un fenêtre d'entrée (10) traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur (5). La fenêtre d'entrée (10) est posée sur le scintillateur (5), sans être fixée au scintillateur (5), et un joint de scellement (11) étanche à l'humidité fixe la fenêtre d'entrée (10) et le capteur (1). Le scintillateur (5) comporte un support (8) et une substance scintillatrice (7). Le support (8) est distinct du capteur (1). Les domaines d'application de ce type de détecteur sont notamment la radiologie: radiographie, fluoroscopie, mammographie, mais également le contrôle non destructif.

WO 03/036329 A1

WO 03/036329 A1



européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

DETECTEUR DE RAYONNEMENT X A L'ETAT SOLIDE

La présente invention concerne un détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible associé à un convertisseur de rayonnement. Les domaines d'application de ce type de détecteur sont notamment la radiologie : radiographie, fluoroscopie, mammographie, mais également le contrôle non destructif.

De tels détecteurs de rayonnement sont connus par exemple par le brevet français FR 2 605 166 dans lequel un capteur formé de photodiodes en silicium amorphe est associé à un convertisseur de rayonnement.

Le fonctionnement et la structure d'un tel détecteur de rayonnement vont être rappelés succinctement.

Le capteur photosensible est généralement réalisé à partir d'éléments photosensibles à l'état solide arrangés en matrice. Les éléments photosensibles sont réalisés à partir de matériaux semi-conducteurs, le plus souvent du silicium mono cristallin pour les capteurs de type CCD ou CMOS, du silicium poly cristallin ou amorphe. Un élément photosensible comporte au moins une photodiode, un phototransistor ou une photo résistance. Ces éléments sont déposés sur un substrat, généralement une dalle de verre.

Ces éléments ne sont généralement pas sensibles directement aux rayonnements de longueurs d'ondes très courtes comme le sont les rayons X ou gamma. C'est pourquoi, on associe le capteur photosensible à un convertisseur de rayonnement qui comporte une couche d'une substance scintillatrice. Cette substance a la propriété, lorsqu'elle est excitée par de tels rayonnements, d'émettre un rayonnement de longueur d'onde supérieure, par exemple de la lumière visible ou proche du visible, auquel est sensible le capteur. La lumière émise par le convertisseur de rayonnement illumine les éléments photosensibles du capteur qui effectuent une conversion photoélectrique et délivrent des signaux électriques exploitables par des circuits appropriés. Le convertisseur de rayonnement sera appelé scintillateur dans la suite de la description.

Certaines substances scintillatrices de la famille des halogénures alcalins ou des oxysulfures de terres rares sont fréquemment employées pour leurs bonnes performances.

Parmi les halogénures alcalins, l'iodure de césium dopé au sodium ou au thallium selon que l'on souhaite une émission vers 400 nanomètres ou vers 550 nanomètres respectivement, est connu pour sa forte absorption des rayons X et pour son excellent rendement de fluorescence. Il se présente sous la forme de fines aiguilles que l'on fait croître sur un support. Ces aiguilles sont sensiblement perpendiculaires à ce support et elles confinent en partie la lumière émise vers le capteur. Leur finesse conditionne la résolution du détecteur. Les oxysulfures de lanthane et de gadolinium sont aussi très employés pour les mêmes raisons.

Mais parmi ces substances scintillatrices, certaines ont comme inconvénient d'être peu stables, elles se décomposent partiellement lorsqu'elles sont exposées à l'humidité et leur décomposition libère des espèces chimiques qui migrent soit vers le capteur soit à l'opposé du capteur. Ces espèces sont très corrosives. L'iodure de césium et l'oxysulfure de lanthane ont notamment cet inconvénient.

En ce qui concerne l'iodure de césium, sa décomposition donne de l'hydroxyde de césium $\text{Cs}^+ \text{OH}^-$ et de l'iode libre I_2 qui peut ensuite se combiner avec des ions iodures pour donner le complexe I_3^- .

En ce qui concerne l'oxysulfure de lanthane sa décomposition donne du sulfure d'hydrogène H_2S chimiquement très agressif.

L'humidité est extrêmement difficile à supprimer. L'air ambiant ainsi que la colle utilisée pour l'assemblage du détecteur en contiennent toujours. La présence d'humidité dans la colle est du soit à l'air ambiant, soit comme sous-produit de la polymérisation si celle-ci résulte de la condensation de deux espèces chimiques, ce qui est fréquent.

L'un des aspects importants lors de la réalisation de ces détecteurs sera de minimiser la quantité d'humidité présente initialement à l'intérieur du détecteur, et en contact avec le scintillateur, et d'éviter la diffusion de cette humidité à l'intérieur du capteur lors de son fonctionnement.

Les détecteurs de rayonnement comportent une fenêtre d'entrée traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur. Par ailleurs, la substance scintillatrice est généralement déposée sur un support métallique. Le support et la substance scintillatrice forment alors le scintillateur. De plus, il est connu d'utiliser le support comme fenêtre d'entrée.

Lorsque la substance scintillatrice est déposée sur la fenêtre d'entrée pour former le scintillateur qui est ensuite rapporté sur le capteur, la fenêtre d'entrée doit supporter sans dommage les contraintes thermiques du dépôt et du traitement du scintillateur et posséder
5 préférentiellement un coefficient de dilatation du même ordre de grandeur que celui du scintillateur et que celui du capteur, plus particulièrement celui de son substrat. On peut aussi prévoir que la fenêtre ait un module d'élasticité faible, ce qui permet de supprimer des contraintes différentielles entre d'une part la fenêtre et le scintillateur et d'autre part la
10 fenêtre et le capteur, ou plus particulièrement le substrat du capteur. On supprime ainsi les risques de craquèlement du scintillateur et de bris du substrat du capteur.

L'état de surface de la fenêtre d'entrée doit de plus permettre, notamment pour l'iodure de césium, une croissance d'aiguilles les plus
15 fines possibles, de la manière la plus uniforme possible. La finesse des aiguilles est un facteur de qualité pour la résolution du détecteur.

Actuellement les supports sont en aluminium. La transparence de l'aluminium au rayonnement à détecter est excellente, ses propriétés optiques sont bonnes. On peut obtenir après traitement de l'aluminium un
20 état de surface satisfaisant pour y déposer le scintillateur. Malheureusement, son coefficient de dilatation est très différent de celui du capteur. Pour éviter des contraintes mécaniques importantes à l'interface entre les deux éléments à l'occasion de cycles thermiques, on est réduit à utiliser un joint de scellement souple capable d'encaisser sans
25 dommage les déformations liées à ces cycles thermiques. Ce joint est nécessairement souple pour encaisser les différences de dilatation entre le support du scintillateur et le capteur lors des cycles thermiques, et de minimiser les contraintes et les risques de casse. Or, les matériaux souples sont en général perméables à l'humidité. Il en résulte une
30 protection insuffisante du scintillateur comme cette humidité, ce qui réduit la durée de vie du détecteur. Il est souhaitable que de tels détecteurs de rayonnement aient une durée de vie comparable avec la durée d'amortissement des appareils de radiologie ou autre sur lesquels ils sont montés, cette durée étant de l'ordre de 10 ans.

35 La présente invention propose un détecteur de rayonnement à durée de vie accrue dont les fonctions de fenêtre d'entrée et étanchéité ne

sont pas réalisées, comme dans l'état de l'art actuel, par le seul support du scintillateur.

A cet effet, l'invention a pour objet, un détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un capteur photosensible, un
5 scintillateur transformant le rayonnement X en un rayonnement auquel le capteur est sensible, et une fenêtre d'entrée traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur, caractérisé en ce que la fenêtre d'entrée est posée sur le scintillateur, sans être fixée au scintillateur, et en ce qu'un joint de scellement étanche à l'humidité fixe la fenêtre d'entrée et le
10 capteur.

Selon l'invention, les contraintes auxquelles était soumis le support du scintillateur sont réparties entre le support et la nouvelle fenêtre d'entrée proprement dite. Le support du scintillateur reste soumis aux mêmes contraintes de réflectivité et d'état de surface pour le dépôt de
15 scintillateur que dans l'état de l'art. Par contre, il n'est plus soumis aux contraintes d'étanchéité et de support du joint de scellement. Ces contraintes sont reportées sur la nouvelle fenêtre d'entrée additionnelle.

Cette structure permet de définir un matériau de fenêtre d'entrée qui soit compatible avec le matériau dont est constitué le capteur,
20 notamment en termes de compatibilité de leurs coefficients de dilatation respectifs qui doit permettre l'utilisation d'un joint de scellement plus dur, et donc plus imperméable à l'humidité.

En séparant les fonctions de fenêtre d'entrée et de support du scintillateur, le choix de matériau utilisable pour réaliser la fenêtre d'entrée
25 est beaucoup plus ouvert.

L'invention peut être mise en œuvre dans deux configurations d'assemblage du scintillateur et du capteur.

Dans une première configuration, dite du scintillateur rapporté, la substance scintillatrice est déposée sur un support que le rayonnement
30 à détecter doit traverser avant d'atteindre le capteur. L'ensemble est alors collé sur le capteur. Dans cette configuration, la fenêtre d'entrée est posée sur le support sans y être fixée. Cela permet de conserver un degré de liberté de la fenêtre d'entrée par rapport au support. La fenêtre d'entrée peut par exemple glisser par rapport au support pour absorber
35 d'éventuelles dilatations différentielles lors de changements de température du détecteur.

Dans une seconde configuration, dite du dépôt direct, le capteur sert de support à la substance scintillatrice qui est alors en contact direct et intime avec le capteur. La substance scintillatrice est ensuite recouverte d'une feuille de protection. Les deux configurations présentent
5 chacune des avantages et des inconvénients.

La première configuration permet d'optimiser séparément le scintillateur et le capteur. Le scintillateur peut alors recevoir des traitements thermiques, même si ceux-ci sont incompatibles avec le capteur. Pour déposer de l'iodure de césium, on l'évapore par chauffage
10 et il se dépose sur le support en se condensant. On effectue ensuite une opération de recuit à environ 300°C pour atteindre un optimum de rendement de fluorescence. Lorsque la substance scintillatrice est déposée directement sur le capteur dans la seconde configuration, dite du dépôt direct, il faut faire un compromis sur la température de recuit pour
15 ne pas endommager le capteur.

Un autre avantage de la première configuration, dite du scintillateur rapporté, est que le capteur et le scintillateur ne sont assemblés que s'ils ont été testés avec succès ce qui permet d'améliorer le rendement global de fabrication. Dans la seconde configuration, dite du
20 dépôt direct, chaque fois que le scintillateur est défectueux, le capteur est mis au rebut car on ne se risque pas à tenter de le recycler.

Dans la première configuration, dite du scintillateur rapporté, l'épaisseur de colle pour l'assemblage apporte quelques pertes en termes de résolution spatiale du détecteur de rayonnement X et de collection de
25 lumière. Le dépôt direct du scintillateur sur le capteur offre au contraire les meilleures conditions de couplage optique.

La configuration dans laquelle le scintillateur est porté par le support permet une meilleure gestion des flux de production en permettant la fabrication séparée des deux éléments que sont le scintillateur avec son
30 support d'une part, et le capteur d'autre part.

Par ailleurs, le coût du support tel que décrit dans la première configuration est inférieur à celui du capteur servant de support à la substance scintillatrice dans la seconde configuration. On fera ainsi face à une moindre perte dans le cas d'un dépôt de substance scintillatrice
35 déficiente qui pousserait à l'élimination du scintillateur et de son support.

Enfin, la première configuration peut s'appliquer à des éléments photosensibles constitués d'ensembles de plusieurs éléments raboutés,

tels que par exemple décrits dans les brevets français publiés sous les numéros FR 2 758 654 et FR 2 758 656. La seconde configuration ne peut pas s'appliquer à de tels ensembles photosensibles constitués d'ensembles de plusieurs éléments raboutés, du fait de la mauvaise
5 stabilité dimensionnelle de tels ensembles à une température de 300°C, laquelle température est nécessaire à la mise en œuvre de la substance scintillatrice après son dépôt sur son support.

Dans les deux configurations, la fenêtre d'entrée doit répondre aux exigences suivantes : être la plus transparente possible au
10 rayonnement à détecter, être étanche à l'humidité, et avoir des propriétés mécaniques compatibles avec les manipulations subies par le détecteur.

Lorsqu'on désire disposer d'un détecteur dont la résolution est très bonne, on a intérêt à prévoir une fenêtre d'entrée qui absorbe la lumière émise par le scintillateur vers l'arrière c'est à dire à l'opposé du
15 capteur par rapport au scintillateur. Mais on perd en sensibilité.

Au contraire, lorsqu'on désire disposer d'un détecteur dont la sensibilité est grande, on a intérêt à prévoir une fenêtre d'entrée qui réfléchit vers le capteur la lumière émise par le scintillateur vers l'arrière. On accroît ainsi le signal lumineux reçu par le capteur pour une même
20 quantité de rayonnement. Ce gain en sensibilité se fait au détriment de la résolution car à partir d'un photon X, la lumière transmise directement et la lumière réfléchie peuvent atteindre le capteur en des points d'impact différents. L'image obtenue est un peu moins nette que dans le cas précédent.

25 Avec les détecteurs radiologiques actuels, dans les conditions de rapport signal sur bruit de la radiographie générale, il peut être globalement plus intéressant de réduire la réflectivité de la fenêtre d'entrée. En effet, plusieurs centaines d'électrons sont créés par un photon X absorbé, car le scintillateur transforme un photon X en un grand
30 nombre de photons lumineux. L'essentiel est que chaque photon X soit détecté par le capteur après transformation en électron. Si le bruit de lecture dans le capteur est comparable au signal résultant de l'absorption d'un photon X, le fait de réduire la réflectivité permet, sans dégrader le rapport signal sur bruit et la sensibilité, d'améliorer la résolution.

35 L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit en référence aux figures annexées :

La figure 1 représente un détecteur de radiologie selon la première configuration.

La figure 2 représente un détecteur de radiologie selon la seconde configuration.

5 Sur ces figures, les échelles ne sont pas respectées dans un souci de clarté.

La première configuration, dite du scintillateur rapporté, est représentée sur la figure 1. Le capteur de rayonnement porte la référence 1. Il comporte un substrat 2, en principe une dalle en verre, supportant des
10 éléments photosensibles 3. Chaque élément photosensible 3 est monté entre un conducteur de ligne et un conducteur de colonne de manière à pouvoir être adressé. Les conducteurs ne sont pas visibles sur la figure dans un but de simplification. Les éléments photosensibles 3 et les conducteurs sont généralement recouverts d'une couche de passivation 4
15 destinée à les protéger de l'humidité.

Dans cette configuration, le capteur 1 coopère avec un scintillateur 5 qui dans l'exemple est couplé optiquement au capteur 1 avec de la colle optique 6. Le scintillateur 5 comporte une couche de substance scintillatrice 7, représentée avec une structure en aiguilles,
20 déposée sur un support 8. Le support 8 porte ainsi la substance scintillatrice 7. La substance scintillatrice 7 appartient par exemple à la famille des halogénures alcalins tel l'iodure de césium qui est particulièrement sensible à l'oxydation humide, mais elle pourrait également appartenir à la famille des oxysulfures de terres rares dont
25 certains membres sont également peu stables comme l'oxysulfure de lanthane.

Dans la seconde configuration, représentée sur la figure 2, configuration dite du dépôt direct, au lieu de déposer la substance scintillatrice 7 sur le support 8 et de rapporter cet ensemble formant le
30 scintillateur 5 sur le capteur 1, comme l'illustre la figure 1, la substance scintillatrice 7 est déposée directement sur le capteur 1 et une feuille 9 recouvre la substance scintillatrice 7. La feuille 9 sert à la protection de la substance scintillatrice 7. Par souci de simplicité, dans la seconde configuration, l'ensemble formé par la substance scintillatrice 7 et la feuille
35 9 portera le repère 5 et sera dénommée scintillateur comme dans la première configuration.

Dans les détecteurs de rayonnement X représentés sur les figures 1 et 2, une fenêtre d'entrée 10 est posée sur le scintillateur 5 sans être fixée sur lui. Un joint de scellement 11 étanche fixe la fenêtre d'entrée 10 au capteur 1 ou plus précisément à son substrat 2.

5 Le choix d'un matériau pour le joint de scellement est fait en fonction des matériaux de la fenêtre d'entrée et du capteur. Le joint de scellement peut être réalisé à base de matériau minéral. Ce type de joint présente une très bonne imperméabilité mais il nécessite une température de mise en œuvre élevée, de l'ordre de 400°C.

10 A titre d'alternative, le joint de scellement peut être réalisé à base de matériau organique. Ces matériaux présentent une moins bonne étanchéité que les matériaux minéraux. Mais en revanche leur température de mise en œuvre est plus basse, de l'ordre de 200°C. Parmi les matériaux organiques la meilleure étanchéité est assurée par un
15 adhésif époxy

La fenêtre d'entrée 10, quant à elle, peut être constituée de tout matériau dont le coefficient de dilatation thermique est proche de celui du matériau dont est formé le capteur 1. Avantageusement, le coefficient de dilatation de la fenêtre d'entrée est inférieur à celui de l'aluminium. La
20 proximité des coefficients de dilatation des 2 matériaux à assembler, à savoir celui de la fenêtre d'entrée et celui du capteur rend possible l'utilisation d'un joint de scellement dur.

La fenêtre d'entrée 10 peut être recouverte de tout dépôt pouvant améliorer sa réflectivité ou sa résistance chimique à toute
25 corrosion, pouvant provenir entre autres des résidus de décomposition du scintillateur en milieu humide.

Plusieurs matériaux peuvent convenir pour réaliser la fenêtre d'entrée. Les matériaux contenant peu d'éléments lourds conviennent en général du fait de leur bonne transparence aux rayons X.

30 La fenêtre d'entrée peut comporter du verre. Le verre est mono composant et donc facile à mettre en œuvre. De plus, lorsque le substrat 2 du capteur 1 est réalisé à partir d'une dalle de verre, il est aisé de choisir un joint de scellement dont on ne vérifie la compatibilité qu'avec un seul matériau, en l'occurrence le verre.

35 Des fibres de carbone peuvent également être utilisées pour réaliser la fenêtre d'entrée. Les fibres de carbone ont une meilleure transparence aux rayons X que le verre et sont aussi moins fragiles. En

revanche, les fibres de carbone, souvent maintenues avec de la résine époxy sont plus difficiles à sceller du fait de leur état de surface rugueux.

A titre d'alternative, la fenêtre d'entrée peut comporter un matériau céramique dont la transparence aux rayons X est voisine de celle
5 du verre.

La fenêtre d'entrée peut également comporter un matériau organique comme par exemple du polyester. Ce matériau présente une meilleure transparence aux rayons X que le verre. Sa fragilité est également moindre que celle du verre. C'est un matériau homogène
10 présentant un état de surface lisse lorsqu'il est obtenu par laminage. Néanmoins, Le scellement du polyester est plus délicat à réaliser que celui du verre.

Le support 8 du scintillateur, ou la feuille 9 suivant la configuration retenue, peut comporter tout matériau métallique tel que
15 l'aluminium, le titane ou autre. Il peut également comporter tout matériau céramique ou organique tel que par exemple un polyimide, ou encore un matériau composite à base de fibre de carbone. Le matériau choisi doit être transparent aux rayons X, compatible chimiquement avec la substance scintillatrice, et compatible avec les opérations de réalisation
20 d'un scintillateur luminescent, telles que par exemple dépôts sous vide et recuits. Avantageusement, le matériau choisi absorbe ou réfléchit la lumière produite par le scintillateur 5 mais ne la transmet pas. En effet, la lumière produite par le scintillateur 5 est en général de la lumière visible ou proche du visible. Si le matériau choisi transmettait la lumière produite
25 par le scintillateur 5, le détecteur ne serait plus étanche optiquement à la lumière extérieure, et le capteur 1 pourrait recevoir de la lumière extérieure, ce qui perturberait son fonctionnement.

REVENDICATIONS

1. Détecteur de rayonnement X à l'état solide comportant un
5 capteur photosensible, un scintillateur (5) transformant le rayonnement X
en un rayonnement auquel le capteur (1) est sensible, et une fenêtre
d'entrée (10) traversée par le rayonnement X en amont du scintillateur (5),
caractérisé en ce que la fenêtre d'entrée (10) est posée sur le scintillateur
(5), sans être fixée au scintillateur (5), en ce qu'un joint de scellement (11)
10 étanche à l'humidité fixe la fenêtre d'entrée (10) et le capteur (1), en ce
que le scintillateur (5) comporte un support (8) et une substance
scintillatrice (7), et en ce que le support (8) est distinct du capteur (1).

2. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 1,
15 caractérisé en ce que le coefficient de dilatation de la fenêtre d'entrée (10)
est inférieur à celui de l'aluminium.

3. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 2,
caractérisé en ce que la fenêtre d'entrée (10) comporte du verre.
20

4. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 2,
caractérisé en ce que la fenêtre d'entrée (10) comporte des fibres de
carbone.

5. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 2,
25 caractérisé en ce que la fenêtre d'entrée (10) comporte un matériau
céramique.

6. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 2,
30 caractérisé en ce que la fenêtre d'entrée (10) comporte un matériau
organique.

7. Détecteur de rayonnement X selon l'une des revendications
précédentes, caractérisé en ce que le joint de scellement (11) est réalisé à
35 base de matériau minéral.

8. Détecteur de rayonnement X selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le joint de scellement (11) est réalisé à base de matériau organique.

5 9. Détecteur de rayonnement X selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le joint de scellement (11) est réalisé à base d'adhésif époxy.

10 10. Détecteur de rayonnement X selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le scintillateur (5) comporte un matériau appartenant à la famille des halogénures alcalins tel que l'iodure de césium ou des oxysulfures de terres rares tel que l'oxysulfure de lanthane.

15 11. Détecteur de rayonnement X selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le support (8) est métallique.

12. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 11, caractérisé en ce que le support (8) est en aluminium.

20

13. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 11, caractérisé en ce que le support (8) est en titane.

25 14. Détecteur de rayonnement X selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le support (8) est organique ou céramique.

15. Détecteur de rayonnement X selon la revendication 14, caractérisé en ce que le support (8) est un support polyimide.

30

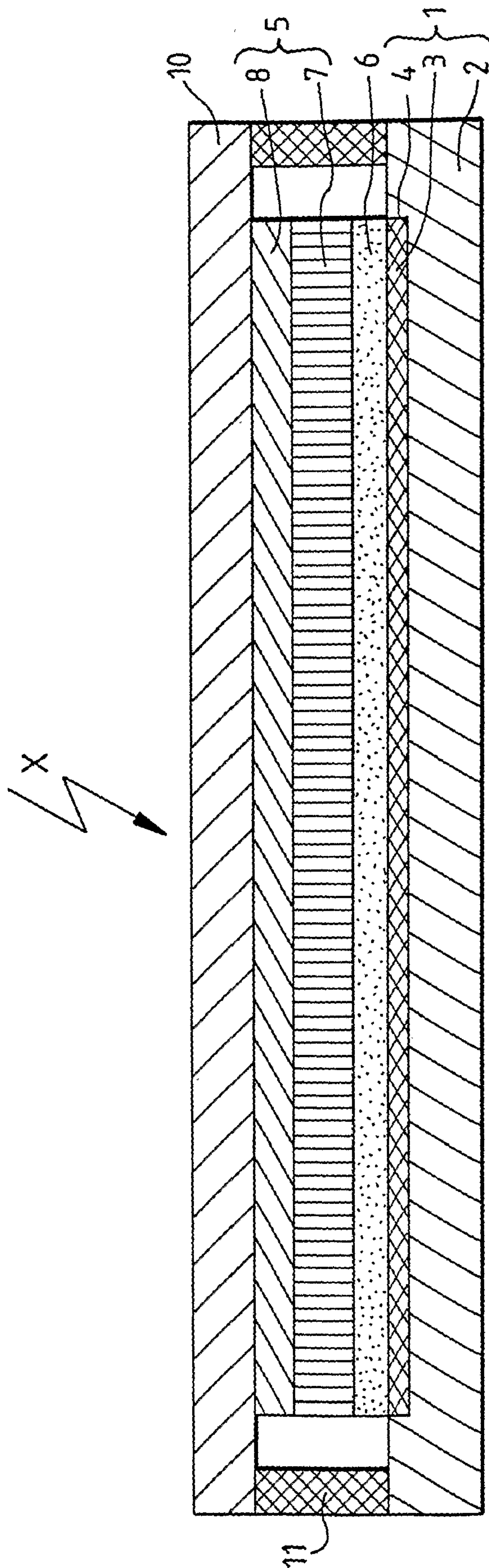


FIG.1

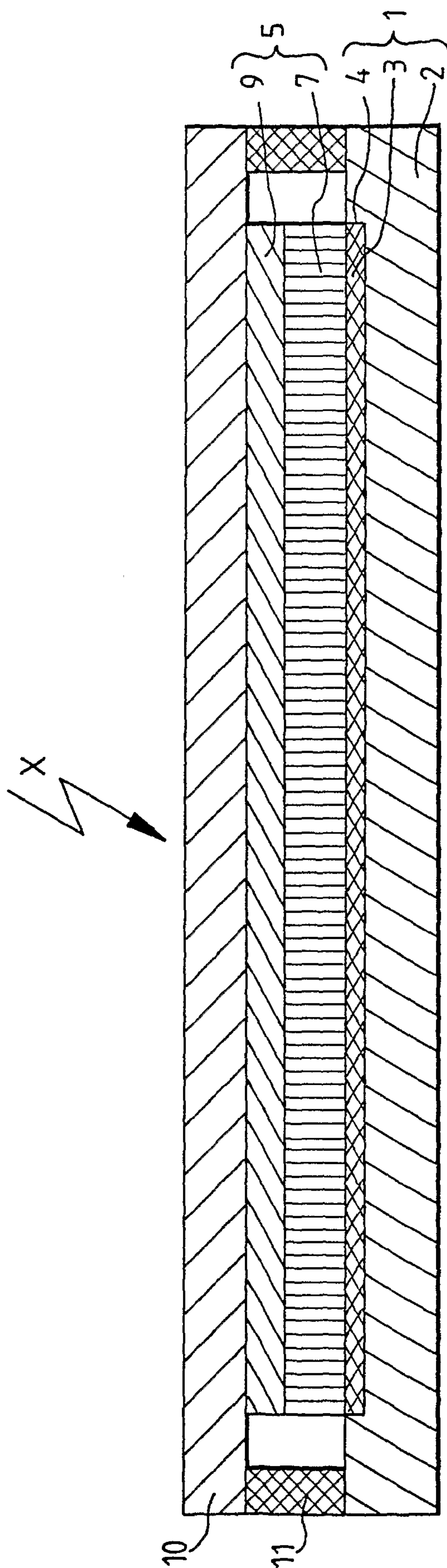


FIG. 2

