

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13 juillet 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 20 janvier 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société dite : THOMSON-CSF, société
anonyme.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Gilbert Colomb, Henri Rougeot et Cathe-
rine Tassin.

⑦3 Titulaire(s) :

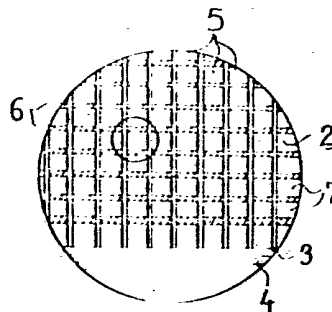
⑦4 Mandataire(s) : Guilguet.

⑤4 Ecran scintillateur convertisseur de rayonnement.

⑤7 La présente invention concerne un écran scintillateur
convertisseur de rayonnement.

Cet écran scintillateur présente une structure en aiguilles 5,
et chaque aiguille 5 est constituée de couches alternées de
matériau scintillateur 7 et de matériau 6 absorbant le rayonne-
ment X ou γ .

Application aux tubes intensificateurs d'images radiologiques
et aux tubes de scintigraphie.



ECRAN SCINTILLATEUR CONVERTISSEUR DE RAYONNEMENT

La présente invention concerne un écran scintillateur convertisseur de rayonnement.

Les écrans scintillateurs convertisseurs de rayonnement sont bien connus dans l'art antérieur. Ces écrans reçoivent des rayons X ou γ et les convertissent en photons lumineux auxquels est sensible une photocathode qui recouvre la face concave de ces écrans.

Lorsque l'écran reçoit un rayonnement X, il est utilisé dans des tubes intensificateurs d'images radiologiques ou I.I.R. et lorsque l'écran reçoit un rayonnement γ , il est utilisé dans des tubes de scintigraphie.

Dans l'art antérieur, les écrans scintillateurs convertisseurs de rayonnement sont généralement obtenus en évaporant de l'iodure de césium dopé au sodium, soit sur un support métallique, en aluminium par exemple, transparent au rayonnement, soit directement sur la fenêtre d'entrée du tube. La croissance de l'iodure de césium s'effectue spontanément sous forme d'aiguilles juxtaposées formant des faisceaux de fibres optiques, ce qui est une structure propice au guidage de la lumière excitée dans le matériau scintillateur et à une bonne absorption du rayonnement incident. La face concave de l'écran scintillateur ainsi obtenu reçoit généralement une sous-couche de photocathode qui est destinée à isoler les aiguilles en matériau scintillateur de la photocathode et/ou à améliorer l'état de surface de la face concave de l'écran. Une photocathode est ensuite déposée sur cette sous-couche.

Le problème qui se pose est que l'on cherche à obtenir, surtout pour leur utilisation dans les tubes de scintigraphie, des écrans scintillateurs convertisseurs de rayonnement ayant un grand pouvoir d'absorption du rayonnement incident. A cet effet, on a cherché à augmenter la longueur des aiguilles en matériau scintillateur. Or on a constaté qu'au-delà d'une certaine longueur de ces aiguilles - au-delà de 300 micromètres par exemple - les avantages d'une meilleure absorption du rayonnement incident sont contrebalancés

par une détérioration de la résolution spatiale et par une diminution du facteur de conversion du rayonnement incident en photons lumineux disponibles à la sortie de l'écran.

5 En effet, au-delà d'une certaine longueur les aiguilles en matériau scintillateur ont tendance à s'agglutiner, et tandis que leur longueur s'accroît, à entrer en contact les unes avec les autres en des points de plus en plus nombreux de telle sorte que, à la sortie de l'écran, la lumière produite s'étale de plus en plus au détriment de la résolution de l'écran.

10 L'autre limitation à l'épaisseur croissante des aiguilles est une augmentation de la lumière transitant dans les aiguilles en matériau scintillateur par absorption ou diffraction sur des défauts géométriques.

15 La présente invention concerne un écran scintillateur convertisseur de rayonnement qui présente simultanément un grand pouvoir d'absorption du rayonnement incident, une résolution élevée et un meilleur facteur de conversion du rayonnement incident en photons lumineux.

20 Un autre avantage de l'écran scintillateur selon l'invention tient au fait qu'il n'est plus nécessaire d'utiliser, pour réaliser cet écran un matériau scintillateur ayant un bon pouvoir d'arrêt vis-à-vis du rayonnement incident. Le choix du matériau scintillateur est donc plus vaste que pour les écrans selon l'art antérieur.

25 La présente invention concerne un écran scintillateur convertisseur de rayonnement, qui reçoit des rayons X ou γ et les convertit en photons lumineux. Cet écran présente une structure en aiguilles et chaque aiguille comporte des couches alternées de matériau scintillateur et de matériau absorbant le rayonnement X ou γ , ces matériaux étant transparents aux photons lumineux émis
30 par le matériau scintillateur.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les figures annexées qui représentent l'écran scintillateur convertisseur de rayonnement selon l'invention,

vu en coupe, dans sa totalité sur la figure 1 et, vu en coupe, de façon plus détaillée sur les figures 2 et 3.

Sur les différentes figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments, mais, pour des raisons de clarté, les cotes et proportions des divers éléments ne sont pas respectées.

La figure 1 représente une vue en coupe de l'écran scintillateur convertisseur du rayonnement selon l'invention.

Cet écran scintillateur 2 est déposé sur la face concave d'un support métallique 1, en aluminium par exemple, qui est transparent au rayonnement X ou γ à analyser. Ce rayonnement est représenté par des flèches ondulées sur la figure 1.

L'écran scintillateur 2 est recouvert d'une sous-couche 3 de photocathode qui est destinée à isoler l'écran scintillateur de la photocathode et/ou à améliorer l'état de surface de la face concave de l'écran 2. Cette sous-couche peut être en phospho-vanadates ou en oxyde d'indium, par exemple. Enfin, une photodiode 4, constituée, par exemple, de césium et d'antimoine, recouvre la sous-couche 3.

La figure 2 montre, de façon plus détaillée que la figure 1, la structure de l'écran selon l'invention. La figure 2 correspond à un agrandissement de la partie de l'écran selon l'invention qui est entourée d'un cercle sur la figure 1.

On voit sur la figure 2 que l'écran selon l'invention présente une structure en aiguilles 5, sensiblement parallèles les unes aux autres. On peut aussi dire que l'écran selon l'invention présente une structure en fibres optiques. Chaque aiguille 5, ou fibre, est constituée de couches alternées de matériau scintillateur 7 et de matériau 6 absorbant le rayonnement X ou γ à analyser.

Lorsque le rayonnement X ou γ à analyser rencontre une couche 6 de matériau absorbant, il y a formation d'électrons photo-électriques. Ce phénomène est représenté de façon symbolique sur la figure 3 qui est un agrandissement de la partie de l'écran entourée d'un cercle sur la figure 2. La probabilité de la formation d'électrons photo-électriques est d'autant plus grande que les éléments constitutifs du matériau absorbant 6 ont un numéro atomique élevé. Les

électrons émis, arrachés des couches électroniques profondes des atomes constitutifs du matériau absorbant, ont une énergie résiduelle de plusieurs dizaines de kiloélectrons-Volts et sont donc susceptibles de parcourir dans le matériau absorbant 6 des distances de plusieurs microns et d'émerger dans les couches adjacentes de matériau scintillateur 7 qui se trouve ainsi excité. La lumière émise dans le matériau scintillateur traverse l'aiguille, ou la fibre, à couches multiples sans absorption, ni réflexion aux interfaces et vient finalement exciter la sous-couche de la photocathode 3 et la photocathode 4.

Pour que la transmission de la lumière à travers chaque aiguille se fasse sans absorption ni réflexion, il faut déjà que les matériaux absorbant et scintillateur utilisés soient transparents à la lumière émise par le scintillateur. Il faut aussi que ces matériaux aient le même indice de réfraction.

Cependant lorsque les matériaux absorbant et scintillateur utilisés ont des indices de réfraction voisins, on peut, en jouant sur l'épaisseur des couches, éviter pratiquement toute extinction lumineuse aux interfaces entre les différentes couches. Il faut alors que chaque couche ait une épaisseur inférieure au quart de la longueur d'onde de la lumière émise par le scintillateur.

Il est possible d'obtenir un écran scintillateur selon l'invention ayant un grand pouvoir d'absorption du rayonnement incident sans qu'il soit nécessaire de réaliser des aiguilles, en matériau scintillateur, de grande longueur. On peut par exemple réaliser un écran de 100 microns d'épaisseur, constitué de couches alternées de 1 micron d'épaisseur chacune.

Comme on n'utilise pas d'aiguilles en matériau scintillateur de grande longueur, l'écran selon l'invention avec structure en aiguilles composites présente une résolution élevée et un bon facteur de conversion du rayonnement incident en photons lumineux.

Dans un exemple de réalisation, l'écran selon l'invention peut être constitué de couches alternées d'iodure de césium dopé au sodium ou au thallium et d'oxyde d'yttrium, Y_2O_3 ayant une

structure en aiguilles. L'iodure de césium est évaporé par effet Joule dans un creuset en quartz. L'oxyde d'yttrium est évaporé au canon à électrons.

5 Les deux matériaux sont évaporés alors que le support d'évaporation passe alternativement devant chacune des deux sources de matériau évaporateur et les deux sources sont réglées en fonction de l'épaisseur recherchée pour les différentes couches. La croissance cristalline des matériaux évaporés s'effectue sous forme d'aiguilles. Les aiguilles d'une couche viennent se loger à l'extrémité des
10 aiguilles de la couche précédente comme cela est représenté sur les figures 2 et 3.

On peut ainsi obtenir, par exemple, un écran scintillateur dont l'épaisseur varie de 50 à 1000 microns, chaque couche ayant une épaisseur de quelques microns.

15 D'une façon plus générale, le matériau scintillateur peut être un halogénure alcalin tel que par exemple de l'iodure de césium dopé au sodium ou au thallium, de l'iodure de sodium, du fluorure de lithium, du fluorure de césium ... Le matériau scintillateur peut aussi être un tungstate, un sulfure ou un sulfate métalliques comme
20 par exemple le tungstate de cadmium, de zinc, le sulfure de cadmium, de zinc, le sulfate de plomb.

Comme cela a déjà été signalé, il n'est plus nécessaire d'utiliser pour réaliser l'écran selon l'invention un matériau scintillateur ayant un bon pouvoir d'arrêt vis-à-vis du rayonnement incident. On peut donc utiliser des scintillateurs dits légers comme le
25 fluorure de lithium par exemple. On peut signaler que certains de ces scintillateurs "légers" entraînent moins de problème de fusion des aiguilles que les scintillateurs dits lourds.

En ce qui concerne le matériau absorbant le rayonnement X ou γ , il s'agit d'un matériau comportant au moins un corps ayant un
30 numéro atomique élevé.

Ainsi ce matériau absorbant peut être un oxyde, un halogénure, un sulfure, un oxy-halogénure, un oxy-sulfure, ou un fluorure de métaux lourds ou de terres rares.

On peut citer à titre d'exemple, l'oxyde de bismuth, $\text{Bi}_2 \text{O}_3$, l'oxyde de tungstène W O_3 , l'oxyde d'antimoine $\text{Sb}_2 \text{O}_3$, l'oxyde de cadmium Cd O ...

- 5 On peut à titre d'exemple réaliser un écran dont le matériau scintillateur est du fluorure de calcium et dont le matériau absorbant est du fluorure de baryum.

REVENDICATIONS

1. Ecran scintillateur convertisseur de rayonnement, qui reçoit des rayons X ou γ et les convertit en photons lumineux, caractérisé en ce qu'il présente une structure en aiguilles (5), et en ce que chaque aiguille (5) comporte des couches alternées de matériau scintillateur (7) et de matériau (6) absorbant le rayonnement X ou γ , ces matériaux étant transparents aux photons lumineux émis par le matériau scintillateur (7).

2. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau scintillateur (7) et le matériau (6) absorbant le rayonnement X ou γ ont les mêmes indices de réfraction.

3. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau scintillateur (7) et le matériau (6) absorbant le rayonnement X ou γ ont des indices de réfraction voisins et en ce que l'épaisseur des couches alternées est telle qu'il n'y ait sensiblement pas d'extinction lumineuse aux interfaces des différentes couches.

4. Ecran selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le matériau scintillateur (7) est un halogénure alcalin, un tungstate, un sulfure, ou un sulfate métalliques.

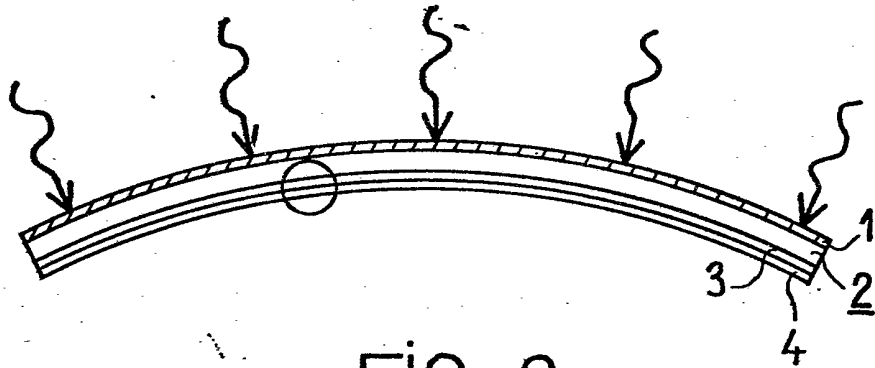
5. Ecran selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le matériau (6) absorbant le rayonnement X ou γ comporte au moins un corps ayant un numéro atomique élevé.

6. Ecran selon la revendication 5, caractérisé en ce que le matériau (6) absorbant le rayonnement X ou γ est un oxyde, un halogénure, un sulfure, un oxy-halogénure, un oxy-sulfure, ou un fluorure de métaux lourds ou de terres rares.

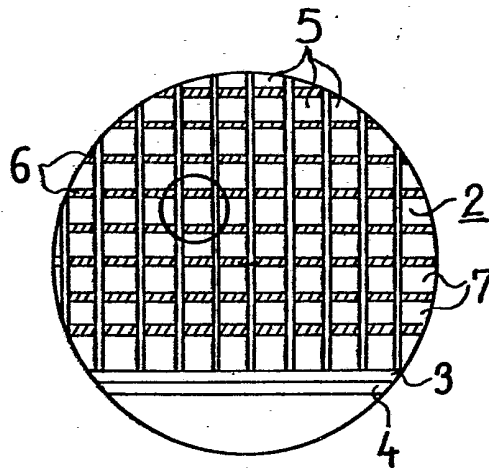
7. Ecran selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le matériau scintillateur (7) est de l'iodure de césium dopé au sodium ou au thallium et en ce que le matériau (6) absorbant le rayonnement X ou γ est de l'oxyde d'yttrium.

8. Ecran selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le matériau scintillateur (7) est du fluorure de calcium et en ce que le matériau (6) absorbant le rayonnement X ou γ est du fluorure de baryum.

1/1
FIG_1



FIG_2



FIG_3

