

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) : Dominique Delattre, Henri Rougeot et Ca-  
therine Tassin.

⑦3 Titulaire(s) :

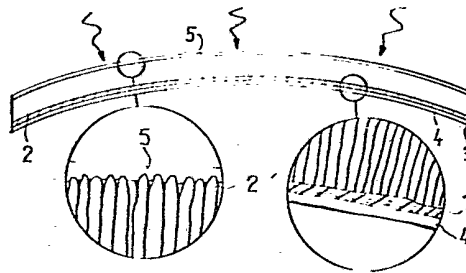
⑦4 Mandataire(s) : Guilguet.

⑤4 Ecran scintillateur convertisseur de rayonnement et procédé de fabrication d'un tel écran.

⑤7 La présente invention concerne les écrans scintillateurs  
recevant un rayonnement X ou  $\gamma$  et le convertissant en pho-  
tons lumineux.

L'écran selon l'invention est constitué d'un matériau scintilla-  
teur 2 présentant une structure en aiguilles. Sa face concave  
est parfaitement lisse. Cet écran est obtenu par évaporation  
sur un support présentant une face convexe parfaitement lisse  
et constitué d'un matériau présentant un coefficient de dilata-  
tion thermique différent de celui du matériau scintillateur.  
Après évaporation, l'écran scintillateur est séparé du support  
par simple chauffage.

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



ECRAN SCINTILLATEUR CONVERTISSEUR DE RAYONNEMENT  
ET PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL ECRAN

La présente invention concerne un écran scintillateur convertisseur de rayonnement. Elle concerne également un procédé de fabrication d'un tel écran.

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

10 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  $\gamma$ , il est utilisé dans des tubes de scintigraphie.

15 Dans l'art antérieur, les écrans scintillateurs convertisseurs de rayonnement sont généralement obtenus en évaporant sur la face concave d'un support métallique, en aluminium par exemple, qui est transparent au rayonnement, de l'iodure de césium dopé au sodium ou au thallium. La croissance de l'iodure de césium s'effectue spontanément sous forme d'aiguilles juxtaposées ce qui est une structure propice au guidage de la lumière créée dans l'iodure de césium par le rayonnement incident. La face concave de l'écran  
20 scintillateur ainsi obtenu reçoit une sous-couche 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. Une photocathode est ensuite déposée sur cette sous-couche.

25 Les écrans scintillateurs connus dans l'art antérieur présentent un certain nombre d'inconvénients parmi lesquels on peut citer :

- le fait que la face concave de l'écran scintillateur obtenu ne soit pas parfaitement lisse à cause de la structure en aiguilles du matériau scintillateur. Il est difficile de colmater parfaitement les irrégularités de cette face, même en utilisant une sous-couche de  
30 photocathode. La photocathode qui est déposée présente une résis-

tance électrique superficielle élevée. Au-delà d'un certain flux de rayonnement incident, des variations locales importantes du potentiel à la surface de la photocathode apparaissent ce qui entraîne une défocalisation de l'image électronique. De plus, les irrégularités de surface de la photocathode nuisent à sa sensibilité. La présence de nombreuses crevasses emprisonnant des poches de gaz à proximité de la couche photosensible est à l'origine d'un rendement de photoémission réduit ;

- le fait qu'on soit tenu à limiter l'épaisseur de l'écran car le nombre de fissures et de discontinuités superficielles augmente avec cette épaisseur. Cet inconvénient est particulièrement gênant dans le cas des écrans destinés à la gammagraphie où des écrans scintillateurs épais sont requis ;

- la présence dans l'écran scintillateur terminé du support sur lequel le matériau scintillateur a été évaporé. Ce support est largement transparent au rayonnement incident mais arrête malgré tout une fraction de ce rayonnement.

La présente invention concerne un écran scintillateur convertisseur de rayonnement qui ne présente pas les inconvénients énoncés ci-dessus.

La présente invention concerne un écran scintillateur convertisseur de rayonnement qui est constitué d'un matériau scintillateur présentant une structure en aiguilles. Cet écran présente une face convexe qui reçoit le rayonnement et une face concave qui est parfaitement lisse, sur laquelle repose la photocathode.

La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel écran qui comporte les étapes suivantes ;

- l'écran scintillateur est obtenu par évaporation sur un support présentant une face convexe parfaitement lisse et constitué d'un matériau présentant un coefficient de dilatation thermique différent de celui du matériau scintillateur ;

- après évaporation, l'écran scintillateur est séparé du support par simple chauffage.

La face concave de l'écran scintillateur selon la présente

invention est parfaitement lisse car c'est cette face qui se trouve en contact avec la face convexe du support pendant l'évaporation du matériau scintillateur. La photocathode qui est déposée sur cette face a donc des surfaces parfaitement lisses. On peut faire varier  
5 l'épaisseur de l'écran de quelques dizaines de microns à plusieurs millimètres tout en conservant une face concave parfaitement lisse. Enfin, selon la présente invention, l'écran scintillateur lorsqu'il est terminé ne comporte plus le support ayant servi à sa fabrication.

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

- la figure 1, le schéma d'un écran scintillateur selon l'art antérieur ;

- les figures 2 et 3, deux modes de réalisation d'un écran  
15 scintillateur selon l'invention.

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 le schéma vu en coupe, d'un écran  
20 scintillateur selon l'art antérieur.

Cet écran est obtenu en évaporant de l'iodure de césium sur la face concave d'un support métallique mince 1, en aluminium par exemple, qui est transparent au rayonnement X ou  $\gamma$  à analyser. La croissance de l'iodure de césium s'effectue sous forme d'aiguilles 2  
25 terminées par des cristaux tétraédriques qui sont représentées dans un encadré qui montre plus en détails la structure de l'écran. On constate dans l'encadré de la figure 1 que la face concave de l'écran scintillateur ainsi obtenue est très irrégulière. Sur cette face concave, on dépose une sous-couche de photocathode 3 pour isoler  
30 au point de vue chimique l'écran scintillateur 2 de la photocathode et/ou pour améliorer l'état de surface de la face concave de l'écran. Une photocathode 4 est ensuite déposée sur la sous-couche 3.

La figure 2 représente le schéma, vu en coupe, d'un mode de réalisation d'un écran selon l'invention.

Sur les deux encadrés qui montrent de façon plus détaillée la structure de l'écran, selon l'invention, on constate que cet écran est constitué d'un matériau scintillateur 2 présentant une structure en aiguilles. L'encadré de droite montre que la face concave de cet  
5 écran est parfaitement lisse. C'est sur cette face qu'est déposée la photocathode 4, avec, éventuellement, entre cette face concave et la photocathode, une sous-couche 3 de photocathode, en phospho-  
vanadates par exemple.

Pour obtenir l'écran selon l'invention, on peut utiliser le  
10 procédé exposé ci-après.

Il faut disposer d'un support présentant une face convexe parfaitement polie. Ce support peut avoir une épaisseur quelconque. Il peut être constitué d'un matériau quelconque, verre ou métal, qui présente un coefficient de dilatation thermique différent de celui du  
15 matériau scintillateur utilisé.

L'écran scintillateur est obtenu par évaporation du matériau scintillateur sur la face convexe du support. Après évaporation, l'écran est séparé du support par simple chauffage grâce à la surface lisse de la face convexe du support et grâce à la différence entre les  
20 coefficients de dilatation thermique du support et du matériau scintillateur.

On obtient ainsi un écran scintillateur tel que celui représenté sur la figure 2 dont la face concave est parfaitement lisse car c'est cette face qui était en contact avec la face convexe du support pendant l'évaporation du matériau scintillateur. La face concave de  
25 l'écran présente un poli optique. Le diamètre des grains sur cette face varie de 1 à 10 microns environ.

Comme on peut le voir sur l'encadré de gauche de la figure 2, c'est la face convexe de l'écran qui présente une surface assez irrégulière à cause des extrémités des aiguilles du matériau scintil-  
30 lateur mais cela n'a pas d'importance car il n'y a pas de conduction sur cette face.

L'épaisseur de l'écran peut varier, selon l'utilisation, entre quelques dizaines de microns et plusieurs millimètres tout en

conservant une face concave parfaitement lisse.

Si le support d'évaporation est maintenu froid pendant l'évaporation, l'écran scintillateur présente une structure en aiguilles finement divisées. Il peut alors être utilisé dans les tubes intensificateurs d'images radiologiques de haute définition.

Si par contre le support d'évaporation est chauffé pendant l'évaporation, à des températures allant de 100 à 600°C par exemple, on obtient une structure en aiguilles agglomérées plus monolithique qui permet d'utiliser cet écran en scintigraphie.

Le support d'évaporation peut être réalisé en aluminium par exemple. Le matériau scintillateur utilisé peut être un halogénure alcalin, tel que l'iodure de césium dopé au sodium ou au thallium, ou tel que l'iodure de potassium dopé au thallium. On peut aussi utiliser comme matériau scintillateur des tungstates, des sulfures ou des sulfates métalliques par exemple.

On constate qu'en utilisant le procédé précédemment décrit on obtient un écran scintillateur dont les deux faces sont accessibles pour tout traitement ultérieur souhaité car le support d'évaporation ne fait pas partie de l'écran terminé au contraire de ce qui se passe dans les écrans selon l'art antérieur.

Pour accroître la tenue mécanique de l'écran, et particulièrement dans le cas d'un écran de faible épaisseur en structure d'aiguilles finement divisées, on peut disposer sur la face convexe de l'écran une couche assurant sa rigidité. une telle couche est représentée sur la figure 2. Cette couche assurant la rigidité de l'écran peut être constituée par exemple d'un verre ou d'un émail à bas point de fusion, ou de toute substance organique supportant les températures d'étuvage du tube telles que par exemple la résine époxy, le parylène, les polyimides, ou la cryolite, par exemple.

La face convexe de l'écran peut être aussi munie d'une couche réfléchissant la lumière produite dans l'écran par le rayonnement incident. Cette couche renvoie vers la photocathode toute la lumière arrivant sur la face convexe de l'écran. Cette couche peut être constituée, par exemple, d'un métal évaporé quelconque tel que

l'aluminium ou le nichrome.

On peut aussi munir la face convexe de l'écran d'une couche accroissant l'efficacité de détection quantique de l'écran. Cette couche est constituée d'un matériau de haute densité à numéro atomique élevé, déposé en couche mince, tel que l'oxyde de baryum, de plomb ou de tungstène. Ce type de matériau favorise l'émission photoélectrique et le pouvoir d'arrêt vis-à-vis du rayonnement ionisant.

Il est donc possible de disposer sur la face convexe de l'écran une, deux ou trois couches successives remplissant chacune l'une des fonctions suivantes : couche assurant la rigidité de l'écran, couche réfléchissant la lumière produite dans l'écran par le rayonnement incident, couche accroissant l'efficacité de détection quantique de l'écran.

Il est possible d'utiliser des couches de matériaux remplissant deux des fonctions énoncées. Par exemple, une couche d'indium ou d'étain peut servir à la fois à réfléchir la lumière produite dans l'écran par le rayonnement incident et assurer aussi la rigidité de l'écran. Une telle couche peut être obtenue par pulvérisation cathodique, par évaporation, par projection ou par toute autre méthode connue.

En ce qui concerne la face concave de l'écran, cette face étant parfaitement polie, les photocathodes qui y sont déposées ont une résistance électrique superficielle minimale qui ne dépend plus tellement de l'écran scintillateur mais surtout de la photocathode qui y est déposée.

Pour réduire encore la résistance électrique superficielle de la photocathode et/ou pour assurer la compatibilité du point de vue chimique entre l'écran scintillateur et la photocathode, on dépose sur la face concave de l'écran une sous-couche 3 qui est représentée sur la figure 2. Cette sous-couche peut être constituée d'oxyde d'indium ou d'un métal en couche mince, tel que l'aluminium, qui est largement transparent à la lumière produite par le scintillateur.

Sur la sous-couche, on dépose une photocathode 4, constituée

par exemple de césium et d'antimoine.

5 Pour monter l'écran selon l'invention dans le tube où il va être utilisé, on peut employer une grille support 7 ayant même concavité que l'écran, comme cela est représenté sur la figure 3. Cette grille doit être transparente au flux de rayonnement incident. Elle peut être en nickel ou en fer, par exemple.

10 Sur la figure 3, l'écran représenté, comporte une couche 6 accroissant l'efficacité de détection quantique de l'écran, une couche 2 de matériau scintillateur en aiguilles dont la face concave est parfaitement polie, une sous-couche de photocathode 3 et une photocathode 4.

15 On voit sur la figure 3, qu'un anneau métallique 8 est évaporé sur la face concave de l'écran à la périphérie de cette face. Des languettes de pression 9 sont appliquées sur cet anneau et servent de connexions avec la photocathode.

L'écran selon l'invention lorsqu'il est suffisamment épais peut aussi être monté dans un tube sans l'utilisation d'une grille-support.

## REVENDEICATIONS

1. Ecran scintillateur convertisseur de rayonnement, qui reçoit des rayons X ou  $\gamma$  et les convertit en photons lumineux auxquels est sensible une photocathode (4) qui recouvre l'une des faces de cet écran, caractérisé en ce que cet écran est constitué d'un matériau scintillateur (2) présentant une structure en aiguilles et en ce qu'il présente une face convexe qui reçoit le rayonnement et une face concave qui est parfaitement lisse, sur laquelle repose la photocathode (4).
2. Ecran selon la revendication 1, caractérisé en ce que la face convexe de l'écran est recouverte d'au moins une couche assurant au moins l'une des fonctions suivantes : couche assurant la rigidité de l'écran (5), couche réfléchissant la lumière produite dans l'écran par le rayonnement incident, couche accroissant l'efficacité de détection quantique de l'écran (6).
3. Ecran selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la face concave de l'écran est recouverte d'au moins une couche (6) assurant au moins l'une des fonctions suivantes : couche assurant la compatibilité avec la photocathode, couche assurant la réduction de la résistivité superficielle de la photocathode.
4. Ecran selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le matériau scintillateur (2) utilisé est un halogénure alcalin, tel que l'iodure de césium dopé au sodium ou au thallium ou tel que l'iodure de potassium dopé au thallium.
5. Ecran selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le matériau scintillateur (2) présente une structure en aiguilles finement divisées ou une structure en aiguilles agglomérées.
6. Ecran selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le matériau scintillateur a une épaisseur allant de quelques dizaines de microns à plusieurs millimètres.
7. Ecran selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la face concave parfaitement lisse comporte des grains dont le diamètre varie de 1 à 10  $\mu\text{m}$ .

5 8. Ecran selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la couche assurant la rigidité de l'écran (5) est constituée d'un verre ou d'un émail à bas point de fusion, ou d'une substance organique telle que la résine époxy, le parylène, les polyimides, la cryolite.

9. Ecran selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la couche réfléchissant la lumière produite dans l'écran par le rayonnement incident est en aluminium ou en nichrome.

10 10. Ecran selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la couche (6) accroissant l'efficacité de détection quantique est constituée par un matériau de haute densité, déposé en couche mince, tel que l'oxyde de baryum, de plomb ou de tungstène.

15 11. Ecran selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la couche assurant la réduction de la résistivité superficielle de la photocathode est constitué d'oxyde d'indium ou est une mince couche métallique.

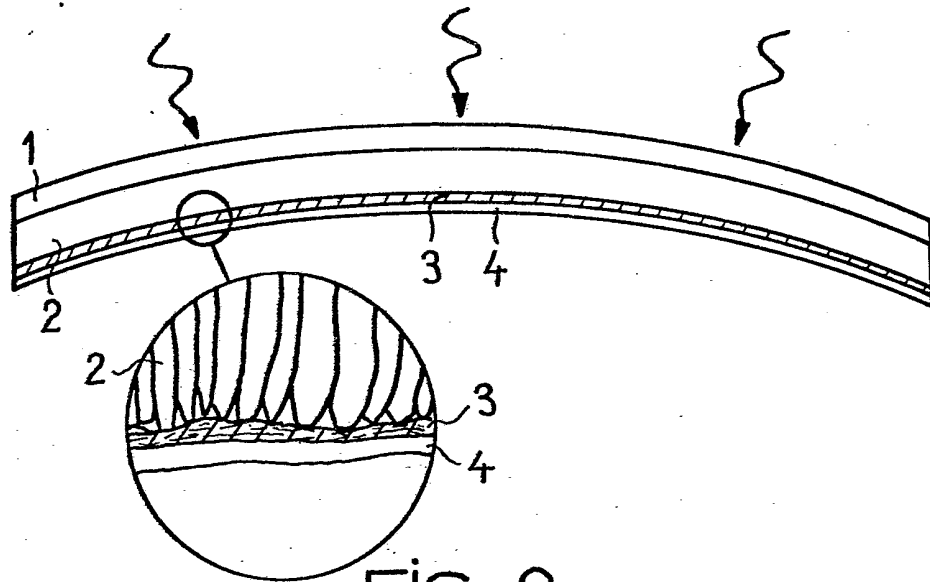
12. Procédé de fabrication d'un écran selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

20 - l'écran scintillateur (2) est obtenu par évaporation sur un support présentant une face convexe parfaitement lisse et constitué d'un matériau présentant un coefficient de dilatation thermique différent de celui du matériau scintillateur (2) ;

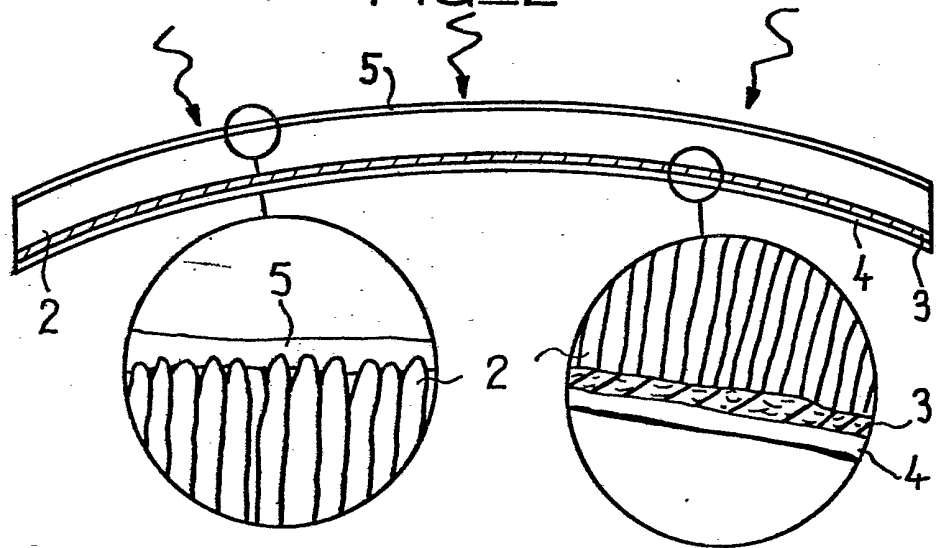
- après évaporation, l'écran scintillateur (2) est séparé du support par simple chauffage.

25 13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le support est maintenu froid pendant l'évaporation, une structure en aiguille finement divisées étant obtenue.

30 14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le substrat est chauffé pendant l'évaporation, une structure en aiguilles agglomérées étant obtenue.

1/1  
FIG\_1

FIG\_2



FIG\_3

