



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**02.04.2008 Bulletin 2008/14**

(51) Int Cl.:  
**H01J 31/50<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **07116775.3**

(22) Date de dépôt: **19.09.2007**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA HR MK YU**

- **Gally, Daniel**  
**38870, BRESSIEUX (FR)**
- **Vallois, Clément**  
**76210, MIRVILLE (FR)**
- **Marche, Eric**  
**38500, COUBLEVIE (FR)**

(30) Priorité: **26.09.2006 FR 0608456**

(71) Demandeur: **THALES**  
**92200 Neuilly sur Seine (FR)**

(74) Mandataire: **Collet, Alain**  
**Marks & Clerk France**  
**31-33 Avenue Aristide Briand**  
**94117 Arcueil Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Koch, Andréas**  
**38000, GRENOBLE (FR)**

(54) **Correction de distorsion d'un tube électronique intensificateur d'image**

(57) L'invention se rapporte à la correction de distorsion d'un tube électronique intensificateur d'image comportant un écran d'entrée (4) destiné à recevoir un rayonnement électromagnétique dit primaire et un écran de sortie (5) émettant un rayonnement fonction du rayonnement primaire, l'écran d'entrée (4) comprenant une photocathode (11) émettant un faisceau d'électrons dans

le tube en direction de l'écran de sortie (5), l'émission du faisceau d'électrons étant fonction du rayonnement primaire. L'écran d'entrée (4) comprend en outre une mire (20) formée d'une pluralité de points (21) répartis sur l'écran d'entrée (4), la mire (20) comportant des moyens pour altérer localement le faisceau d'électrons sans altérer le rayonnement primaire.

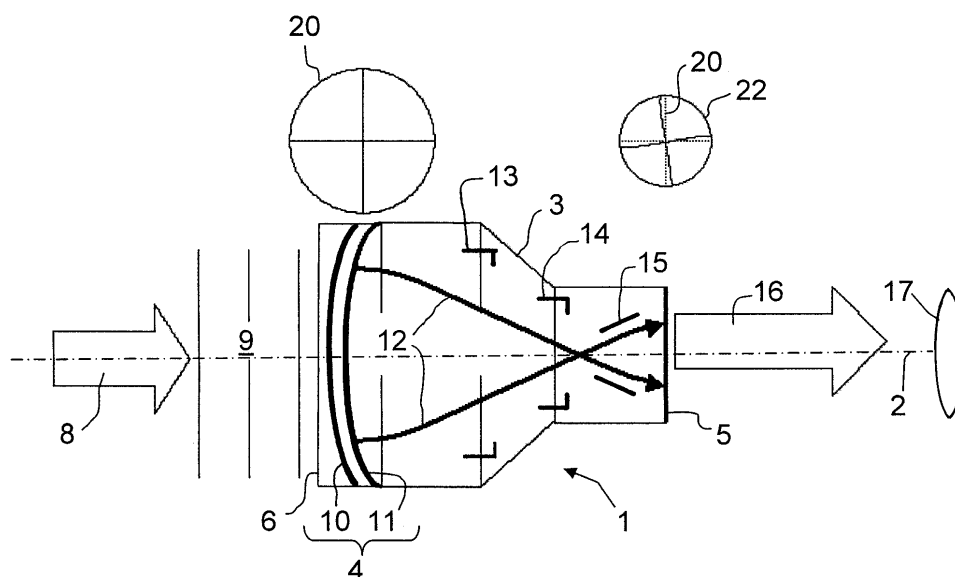


**FIG.1**

## Description

**[0001]** L'invention se rapporte à la correction de distorsion d'un tube électronique intensificateur d'image.

**[0002]** Un tube électronique intensificateur d'image comprend un écran d'entrée destiné à recevoir un rayonnement électromagnétique dit primaire et un écran de sortie émettant un rayonnement fonction du rayonnement primaire. Les intensificateurs sont par exemple utilisés en radiologie médicale. Dans ce cas, l'intensificateur reçoit un rayonnement X qui a traversé le corps d'un patient. L'intensificateur émet sur son second écran une image visible fonction du rayonnement X reçu par l'écran d'entrée. En plus de la conversion des rayonnements X en rayonnements visibles formant l'image visible, l'intensificateur amplifie l'intensité de l'image reçue. En radiologie médicale, cette amplification permet de réduire la dose de rayonnement X reçue par le patient. L'amplification est réalisée de façon classique en convertissant le rayonnement reçu par l'écran d'entrée en électrons émis dans une cavité où règne le vide. Les électrons sont ensuite accélérés au moyen d'électrodes puis convertis par l'écran de sortie en image visible.

**[0003]** Il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée à la radiologie médicale, elle peut être mise en oeuvre dans tous types d'intensificateurs quels que soient les rayonnements reçus ou émis par les écrans. L'invention est par exemple applicable aux intensificateurs d'images lumineuses.

**[0004]** L'utilisation d'électrons accélérés par des électrodes rend l'intensificateur sensible à des perturbations électromagnétiques survenant dans l'environnement de l'intensificateur. Ces perturbations créent une distorsion spatiale de l'image émise par l'écran de sortie par rapport à l'image reçue par l'écran d'entrée.

**[0005]** Cette distorsion est nuisible par exemple lorsque l'on doit effectuer des opérations entre plusieurs images successives comme par exemple l'angiographie numérique par soustraction, bien connue dans la littérature anglo-saxonne sous le nom de DSA pour Digital Subtraction Angiographie, qui réclame une bonne superposition des images à soustraire, malgré d'éventuels changements du champ magnétique ambiant. La correction de distorsion est également importante pour la reconstitution des images tomographiques au moyen d'images prises sous différentes vues. Dans cette dernière utilisation, l'orientation du tube est modifiée entre deux images successives, ce qui risque de perturber le trajet des électrons sensibles notamment au champ magnétique terrestre qui reste fixe.

**[0006]** De nombreuses applications non médicales sont aussi exigeantes en matière de réduction de la distorsion. On peut citer la diffraction des rayons X, et tous les contrôles au cours desquels on soustrait des images pour repérer des écarts par rapport à un modèle.

**[0007]** Il est possible de corriger cette distorsion en plaçant devant l'écran d'entrée une grille laissant passer ou arrêtant, dans des zones précises, le rayonnement

reçu par l'écran d'entrée. On peut analyser l'image émise par l'écran de sortie pour retrouver, dans l'image émise, les zones définies par la grille et ainsi déterminer pour chacune des zones la distorsion de l'image émise par l'écran de sortie par rapport à l'image reçue par l'écran d'entrée. Pour chaque point de l'image reçue, on peut ensuite déterminer la distorsion par interpolation entre les zones. Lors de l'utilisation de l'intensificateur pour recevoir une image utile, il faudra bien entendu déplacer la grille hors de la scène observée par l'écran d'entrée de l'intensificateur. On pourra ainsi corriger l'image utile émise par l'écran de sortie en utilisant les valeurs de distorsion déterminées pour chaque point de l'image.

**[0008]** En procédant ainsi, il est nécessaire de recommencer la détermination de la distorsion dès que l'environnement de l'intensificateur est modifié, par exemple lorsqu'on déplace une machine électrique à proximité de l'intensificateur ou lorsqu'on déplace l'intensificateur lui-même. Le déplacement de l'intensificateur est fréquent en radiologie médicale car il est souvent plus facile de déplacer la source de rayonnement X et l'intensificateur que le patient lui-même. L'utilisation d'une grille que l'on positionne devant l'écran d'entrée pour déterminer la distorsion puis que l'on enlève constituerait une procédure lourde et délicate à mettre en oeuvre. La procédure serait lourde car elle nécessite un temps non négligeable pour la manipulation de la grille. La procédure serait délicate car il serait nécessaire de maîtriser avec une grande précision le positionnement de la grille par rapport à l'écran d'entrée.

**[0009]** Une autre solution consiste à projeter sur l'écran d'entrée une mire lumineuse dont on vient analyser la répartition sur l'écran de sortie. Cette solution permet d'éviter le déplacement de pièces mécaniques telles que la grille mais reste néanmoins lourde à mettre en oeuvre et nécessite d'interrompre la projection de la mire pour réaliser une image dite utile. De plus, il est difficile d'assurer une stabilité dimensionnelle suffisante de cette mire. Dans un cas courant, il faudrait assurer une stabilité de l'ordre de 10  $\mu\text{m}$  pour que la précision de la mire soit meilleure que la dimension d'un pixel en cas de numérisation de l'image obtenue sur l'écran de sortie.

**[0010]** L'invention vise à pallier les problèmes cités plus haut en proposant un tube intensificateur dans lequel la mire peut être présente en permanence sans perturber le rayonnement primaire.

**[0011]** A cet effet, l'invention a pour objet un Tube électronique intensificateur d'image comportant un écran d'entrée destiné à recevoir un rayonnement électromagnétique dit primaire et un écran de sortie émettant un rayonnement fonction du rayonnement primaire, l'écran d'entrée comprenant une photocathode, émettant un faisceau d'électrons dans le tube en direction de l'écran de sortie, l'émission du faisceau d'électrons étant fonction du rayonnement primaire, caractérisé en ce que l'écran d'entrée comprend en outre une mire formée d'une pluralité de points répartis sur l'écran d'entrée, la

mire comportant des moyens pour altérer localement le faisceau d'électrons sans altérer le rayonnement primaire.

**[0012]** Ne pas altérer le rayonnement primaire permet de conserver un contraste constant de la mire sur l'écran secondaire même en cas de changement de spectre du rayonnement primaire. On a constaté qu'en agissant sur le rayonnement primaire, le contraste de la mire est modifié ce qui rend plus difficile la suppression de la mire d'image observée sur l'écran de sortie du tube. Le changement de spectre du rayonnement primaire est courant en imagerie médicale. Par exemple, lorsqu'on utilise une source de rayonnement X comportant un tube dans lequel un faisceau d'électrons bombarde une cible, une modification de tension appliquée à des électrodes accélérant le faisceau d'électrons entraîne une modification du spectre du rayonnement X. Une autre cause de modification du spectre du rayonnement X est liée à l'objet dont on veut obtenir une image. Plus précisément, l'épaisseur d'un objet (un patient en imagerie médicale) influe sur le spectre du rayonnement primaire reçu par l'écran d'entrée.

**[0013]** Une altération du rayonnement primaire n'est généralement pas indépendante du spectre du rayonnement primaire et impose une recalibration du tube. Le fait de ne pas altérer le rayonnement primaire permet donc d'éviter toute recalibration entre deux images successives.

**[0014]** L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

La figure 1 représente schématiquement les principaux éléments d'un tube électronique intensificateur d'image ;

la figure 2 représente un exemple de mire réalisée sur un écran d'entrée du tube ;

la figure 3 illustre le fonctionnement de points de la mire ;

les figures 4a, à 4e représente plusieurs exemples de disposition des points de la mire sur un écran d'entrée du tube.

**[0015]** Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures.

**[0016]** La figure 1 représente un tube 1 sensiblement allongé selon un axe 2. Le tube 1 comporte une enveloppe 3 à l'intérieur de laquelle règne un vide suffisant pour que des électrons puissent s'y déplacer. Un écran d'entrée 4 forme une première extrémité de l'enveloppe 3 et un écran de sortie 5 forme une seconde extrémité de l'enveloppe 3. Une fenêtre d'entrée 6 permet d'assurer l'étanchéité de l'enveloppe 3 au niveau de sa première extrémité. Il est possible de se passer de la fenêtre d'entrée 6 et, dans ce cas, le premier écran 4 assure l'étanchéité de l'enveloppe au niveau de sa première extrémité. De même, l'écran de sortie 5 peut assurer l'étanchéité

de l'enveloppe 3 au niveau de sa seconde extrémité.

**[0017]** Un rayonnement X pénètre dans le tube 1 sensiblement suivant l'axe 2 dans une direction matérialisée par une flèche 8. Ce rayonnement traverse un objet 9 dont on veut obtenir une image radiographique. En aval de l'objet 9, le rayonnement primaire, par exemple X, atteint l'écran d'entrée 4 en traversant la fenêtre d'entrée 6. L'écran d'entrée 4 comporte un scintillateur 10 sur la face de l'écran d'entrée 4 recevant le rayonnement X et une photocathode 11 sur la face opposée de l'écran d'entrée 4. Le scintillateur 10 convertit le rayonnement primaire reçu par l'écran d'entrée 4 en un rayonnement secondaire comme par exemple de la lumière visible. Ce rayonnement secondaire est ensuite absorbé par la photocathode 11 qui le convertit en électrons. Les électrons sont alors émis à l'intérieur de l'enveloppe 3 en direction de l'écran de sortie 5. Le trajet schématique des électrons à l'intérieur de l'enveloppe 3 est matérialisé sur la figure 1 par des flèches 12.

**[0018]** Le tube 1 comporte également plusieurs électrodes 13, 14, ainsi qu'une anode 15 situées à l'intérieur de l'enveloppe 3 permettant d'accélérer les électrons émis par la photocathode 11 et de les guider vers l'écran de sortie 5. L'accélération des électrons leur apporte de l'énergie permettant l'intensification de l'image. L'écran de sortie 5 reçoit les électrons émis par la photocathode 11 et les convertit en un rayonnement, par exemple visible, émis vers l'extérieur de l'enveloppe 3 dans la direction de la flèche 16. Ce rayonnement visible peut, par exemple, être analysé par une caméra, représentée sur la figure 1 par sa pupille d'entrée 17. L'axe optique de la pupille d'entrée 17 est sensiblement confondu avec un axe de l'écran de sortie, en l'occurrence l'axe 2.

**[0019]** La figure 2 représente une mire 20 appartenant à l'écran d'entrée 4. La mire 20 est formée d'une pluralité de points 21 répartis sur l'écran d'entrée 4. Les points 21 forment par exemple un réseau uniformément réparti sur la surface de l'écran d'entrée 4. Les points 21 sont par exemple ronds comme représenté sur la figure 2. D'autres formes de points sont bien entendues possibles comme par exemple une forme carrée. La mire 20 comporte des moyens pour altérer localement le rayonnement secondaire qui par exemple modifient de façon linéaire la fonction de transfert entre le rayonnement primaire et le rayonnement secondaire. Autrement dit, en chaque point 21 de la mire 20, le gain entre le rayonnement secondaire et le rayonnement primaire est augmenté ou diminué. La modification du gain est déterminée pour que les points 21 apparaissent avec un contraste suffisant sur l'image obtenue sur l'écran secondaire 5 en présence d'un objet 9 et à différentes doses de rayonnement X. En encart de la figure 2, on a représenté un exemple d'évolution du gain le long d'un axe x traversant un point 21 sous forme d'une courbe. A l'extérieur du point 21, le gain est maximum et à l'intérieur le gain est réduit. Des essais ont montré qu'une réduction de gain comprise entre 30 et 50% permettait une reconnaissance certaine des points 21 au milieu d'une image d'un objet 9.

**[0020]** Avantageusement, le tube comporte des moyens permettant de réaliser un offset lumineux de la photocathode 11. En effet, à très faible intensité du rayonnement primaire, le bruit corpusculaire de ce rayonnement peut être important et rendre la reconnaissance des points 21 difficile si le rapport bruit sur signal est dans le même ordre que la réduction du gain par les points 21. Un remède est l'application d'un offset lumineux c'est à dire d'un éclairage lumineux uniforme de la photocathode 11. Avantageusement, cet éclairage est appliqué par une face de l'écran d'entrée opposée à celle qui reçoit le rayonnement primaire appelée face arrière de l'écran d'entrée 4. Cet offset lumineux permet de mieux détecter les points 21. L'offset est ensuite soustrait des images obtenue sur l'écran secondaire 5. L'offset a également un bruit corpusculaire inhérent mais qui est sensiblement plus faible que le bruit corpusculaire du rayonnement primaire. Bien entendu, le bruit d'offset ne doit pas dépasser le signal du rayonnement primaire. L'offset est par exemple appliqué au moyen d'un faisceau émis par une diode électroluminescente éclairant de façon uniforme la face arrière de l'écran d'entrée 4.

**[0021]** Pendant le fonctionnement du tube 1, le réseau de points 21 est déplacé sous l'influence des champs magnétiques d'une manière non-homogène. Pour illustrer ce déplacement, un exemple de mire 20 est représenté sur la figure 1 au-dessus de l'écran d'entrée 4. Une image 22 de cette mire 20, obtenue sur l'écran de sortie 5, est représentée en traits continus au-dessus de l'écran de sortie 5. Pour bien visualiser la distorsion entre la mire 20 et son image 22, une image non distordue de la mire 20 sur l'écran de sortie 5 a été représentée en trait interrompu en superposition de l'image 22.

**[0022]** Avantageusement, le tube 1 comporte des moyens d'analyse de la répartition de la pluralité de points 21 reçus par l'écran de sortie 5. Plus précisément, la mesure de cette distorsion est réalisée par analyse de la répartition des points dans l'image 22 de la mire 20. Pour les points de l'image situés entre les points de la mire 20, la détermination de la distorsion peut se faire par interpolation à partir de la distorsion mesurée pour les points de la mire 20 les plus proches du point considéré de l'image 22. La mesure peut être absolue et l'analyse consiste à comparer la répartition des points dans l'image 22 par rapport à une répartition théorique. La mesure peut être relative, et, dans ce cas, la comparaison se fait par rapport à une image 22 réalisée lors d'une phase de calibration pendant laquelle la distorsion de l'image est maîtrisée.

**[0023]** Avantageusement, les moyens pour altérer localement le rayonnement secondaire modifie de façon linéaire la fonction de transfert entre le rayonnement primaire et le rayonnement secondaire. La fonction de transfert est déterminée de façon à ne pas masquer totalement le rayonnement primaire au niveau des points 21 pour pouvoir reconstituer l'information contenue dans le rayonnement primaire à l'aide d'un traitement adéquat. Plus précisément, on s'est rendu compte qu'en l'absence

de mire 20, l'écran d'entrée 4 et plus précisément la conversion entre rayonnement primaire et secondaire présente des défauts de gain essentiellement multiplicatifs. Autrement dit, les défauts altèrent déjà de façon linéaire la fonction de transfert entre le rayonnement primaire et le rayonnement secondaire. On sait corriger de tels défauts par exemple en divisant une image dite utile, obtenue lorsque que rayonnement X traverse un objet 9, par une image de référence obtenue lorsque le même rayonnement X ne traverse aucun objet. Il suffit donc d'appliquer ce type de correction pour retrouver une image utile nettoyée de la mire 20. Il est bien entendu que cette phase de suppression de la mire 20 de l'image n'intervient qu'après la phase de correction géométrique de distorsion. Ces deux opérations de traitement de l'image sont par exemple réalisées après numérisation de l'image obtenue sur l'écran de sortie 5.

**[0024]** On choisit donc réaliser la mire 20 au moyen de points 21 semi-transparents au rayonnement secondaire.

**[0025]** Pour assurer une stabilité géométrique de la mire 20 sur l'écran d'entrée 4, l'ensemble des moyens pour réaliser la mire appartient à l'écran d'entrée 4 et plus précisément, pour chaque point 21 de la mire 20, les moyens pour altérer localement le rayonnement secondaire comportent une couche déposée sur une surface de l'écran d'entrée 4. Cette couche peut être absorbante ou réfléchissante du rayonnement secondaire. Il est en effet possible d'augmenter le gain au niveau du point 21 au lieu de le réduire comme cela avait été expliqué à l'aide de l'encart de la figure 2.

**[0026]** La figure 3 illustre le fonctionnement des points 21 de la mire 20. Sur cette figure, on retrouve l'écran d'entrée 4 formé du scintillateur 10 et de la photocathode 11 ainsi que la fenêtre d'entrée 6. Le trajet du rayonnement primaire est matérialisé les flèches 8. Le rayonnement primaire traverse l'écran d'entrée 6 puis est converti en rayonnement secondaire dont le trajet est représenté par les flèches 30 qui aboutissent sur la photocathode 11 qui transforme le rayonnement secondaire en un faisceau d'électrons 31. Sur une couche intermédiaire 32, située entre le scintillateur 10 et la photocathode 11, les points 21 de la mire 20 sont déposés et absorbent une partie du rayonnement secondaire. Sur la figure 3, l'absorption est matérialisée par des flèches 30 en traits fins après traversée du point 21 par le rayonnement secondaire.

**[0027]** Les figures 4a, 4b et 4c représente plusieurs exemples de disposition des points 21 de la mire 20 sur un écran d'entrée 4. Sur ces figures on a représenté le scintillateur 10, la couche intermédiaire 32 et la photocathode 11. Le scintillateur 10 comporte un substrat 35 et une substance scintillatrice 36 par exemple réalisée à base d'iodure de césium. Sur la figure 4a, la couche réalisant chaque point 21 est déposée sur le substrat 35 et plus précisément sur une face du substrat 35 portant la substance scintillatrice 36. L'émission du rayonnement secondaire dans la substance scintillatrice 36 se fait en

partie vers l'arrière, c'est à dire dans une direction opposée à celle de la flèche 8. La couche formant chaque point 21 peut soit réfléchir la partie du rayonnement secondaire émise par l'arrière et dans ce cas, le gain dans la conversion entre rayonnement primaire et secondaire est augmenté, soit absorber cette partie du rayonnement secondaire et dans ce cas, réduire la réflexion du rayonnement secondaire sur le substrat 35 et donc réduire le gain de la conversion.

[0028] Sur les figures 4b et 4c, la couche formant chaque point 21 est déposée sur la couche intermédiaire 32 séparant le scintillateur 10 et la photocathode 11 soit du côté du scintillateur 10, cas de la figure 4b, soit du côté de la photocathode 11, cas de la figure 4c. Autrement dit, on peut réaliser la mire entre le scintillateur 10 et la couche intermédiaire 32 ou entre la couche intermédiaire 32 et la photocathode 11.

[0029] La couche intermédiaire 32 peut comporter une couche conductrice alimentant la photocathode 11. La mire 20 peut être réalisée à l'intérieur de cette couche conductrice. Dans ce cas, il est avantageux de prévoir une ou plusieurs couches supplémentaires pour éviter une dégradation de la photocathode 11 et/ou de la couche conductrice par le matériau de la mire 20.

[0030] Sur la figure 4d, les points 21 sont réalisés à l'intérieur de la substance scintillatrice 36 afin de diminuer des interactions chimiques notamment avec la photocathode 11.

[0031] Lorsque le rayonnement secondaire est un rayonnement lumineux, la couche peut être réalisée par évaporation sous vide de particules d'aluminium tendant à réfléchir le second rayonnement, ou encore de particules de carbone tendant à absorber le second rayonnement. D'autres réalisations des points 21 de la mire 20 sont possibles tel qu'un changement local de propriété physique de la surface du scintillateur 10 en contact avec la couche intermédiaire 32. En effet, une substance scintillatrice 36 tel que l'iodure de césium est déposée sur son substrat 35 sous forme de croissance d'aiguilles. On peut par exemple lisser localement les pointes d'aiguilles pour altérer localement le rayonnement secondaire. Une autre réalisation consiste à opérer une modification physique ou chimique d'un des composants de l'écran d'entrée 4. A titre d'exemple, on peut s'écarter d'une composition stoechiométrique ou modifier des propriétés cristallines.

[0032] Dans le cas de la figure 4c, où les points 21 de la mire 20 sont réalisés entre la couche intermédiaire 32 et la photocathode 11, les points peuvent altérer le rayonnement secondaire. Une variante de réalisation consiste pour les points 21 à n'altérer que le faisceau d'électrons émis par la photocathode 11 sans altérer le rayonnement secondaire. Les points 21 modifient alors le gain de la photocathode 11 dans la transformation de l'énergie véhiculée par le rayonnement secondaire en émission d'électrons. La photocathode 11 comporte par exemple un matériau semi-conducteur dont la composition est stoechiométrique. Pour réaliser les points 21, on peut

par exemple s'écarter localement de la composition stoechiométrique.

[0033] La modification du gain de la photocathode 11 peut également être mise en oeuvre dans un intensificateur d'images lumineuses dont l'écran d'entrée est représentée de façon schématique sur la figure 4e. Cet écran d'entrée ne comporte pas de scintillateur et transforme directement le rayonnement primaire en électrons. En agissant sur le gain de la photocathode 11, sans altérer le rayonnement primaire, on est indépendant du spectre du rayonnement primaire.

## Revendications

1. Tube électronique intensificateur d'image comportant un écran d'entrée (4) destiné à recevoir un rayonnement électromagnétique dit primaire et un écran de sortie (5) émettant un rayonnement fonction du rayonnement primaire, l'écran d'entrée (4) comprenant une photocathode (11), émettant un faisceau d'électrons dans le tube en direction de l'écran de sortie (5), l'émission du faisceau d'électrons étant fonction du rayonnement primaire, **caractérisé en ce que** l'écran d'entrée (4) comprend en outre une mire (20) formée d'une pluralité de points (21) répartis sur l'écran d'entrée (4), la mire (20) comportant des moyens pour altérer localement le faisceau d'électrons sans altérer le rayonnement primaire.
2. Tube selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la mire (20) est présente en permanence sur l'écran d'entrée (4).
3. Tube selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'écran d'entrée (4) comprend un scintillateur (10) transformant le rayonnement primaire en un rayonnement secondaire électromagnétique auquel la photocathode (11) est sensible, le faisceau d'électrons émis par la photocathode (11) étant fonction du rayonnement secondaire et **en ce que** les moyens pour altérer localement le faisceau d'électrons altèrent le rayonnement secondaire.
4. Tube selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens pour altérer localement le rayonnement secondaire modifient de façon linéaire la fonction de transfert entre le rayonnement primaire et le rayonnement secondaire.
5. Tube selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les points (21) sont semi-transparents au rayonnement secondaire.
6. Tube selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** pour chaque point de la

mire (20), les moyens pour altérer localement le rayonnement secondaire comportent une couche déposée sur une surface (32 ; 35) de l'écran d'entrée (4).

5

7. Tube selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la couche est absorbante du rayonnement secondaire. 5
8. Tube selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la couche est réfléchissante du rayonnement secondaire. 10
9. Tube selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** le scintillateur (10) comporte un substrat (35) et une substance scintillatrice (36) déposée sur le substrat (35) et **en ce que** la couche est disposée sur le substrat (35). 15
10. Tube selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** la couche est disposée entre le scintillateur (10) et la photocathode (11). 20
11. Tube selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les moyens pour altérer localement le faisceau d'électrons modifient le gain de la photocathode (11). 25
12. Tube selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les moyens pour altérer localement le faisceau d'électrons comportent une modification stoechiométrie d'un matériau de la photocathode (11). 30
13. Tube selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens d'analyse de la répartition de la pluralité de points (21) de la mire (20) reçus par l'écran de sortie (5). 35
14. Tube selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens permettant de réaliser un offset lumineux de la photocathode (11). 40
15. Tube selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ensemble des moyens pour réaliser la mire (20) appartient à l'écran d'entrée (4). 45

50

55

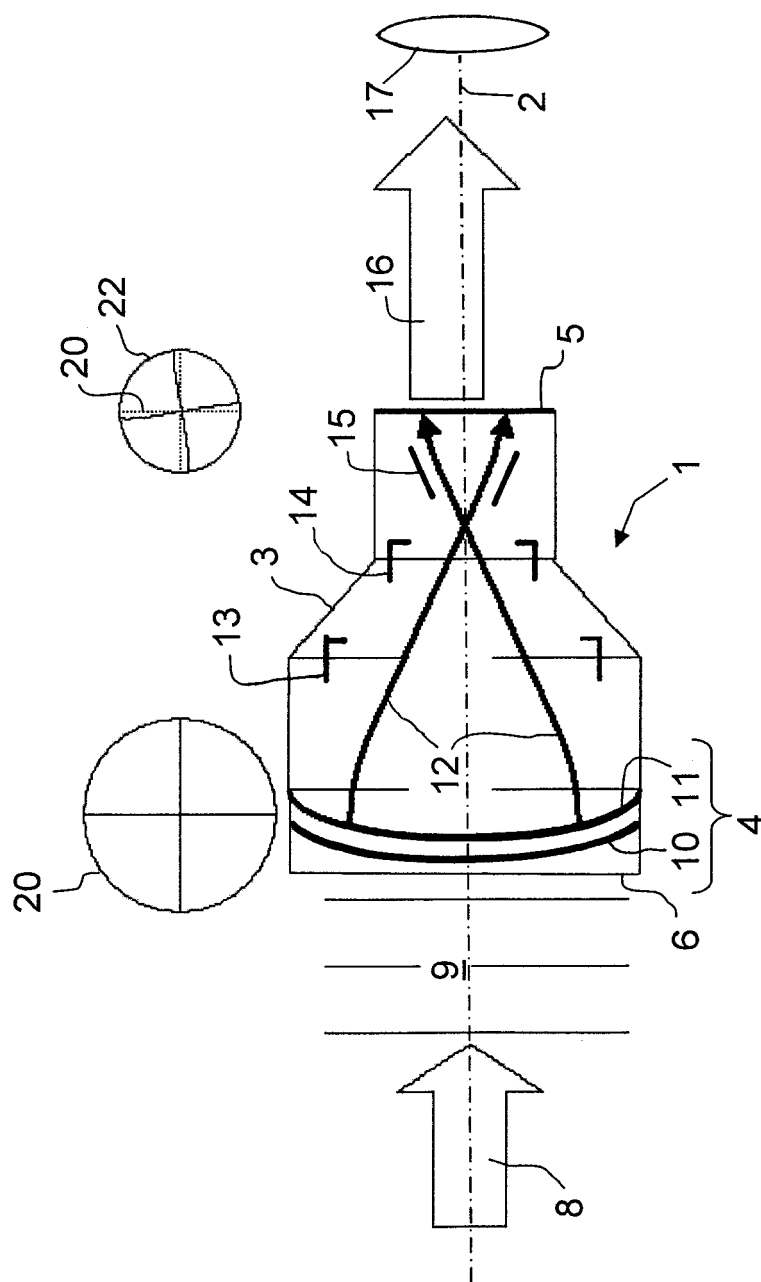


FIG.1

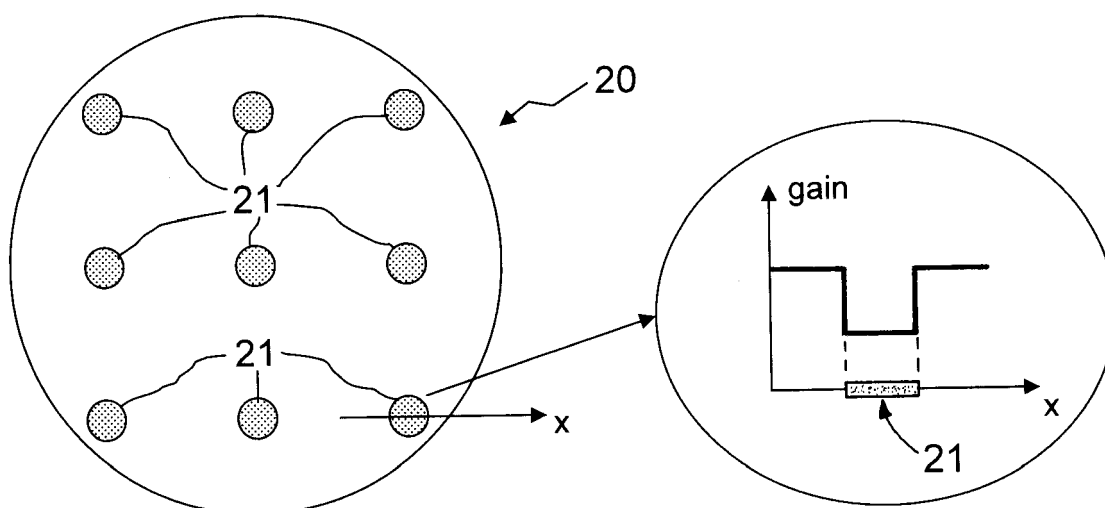


FIG. 2

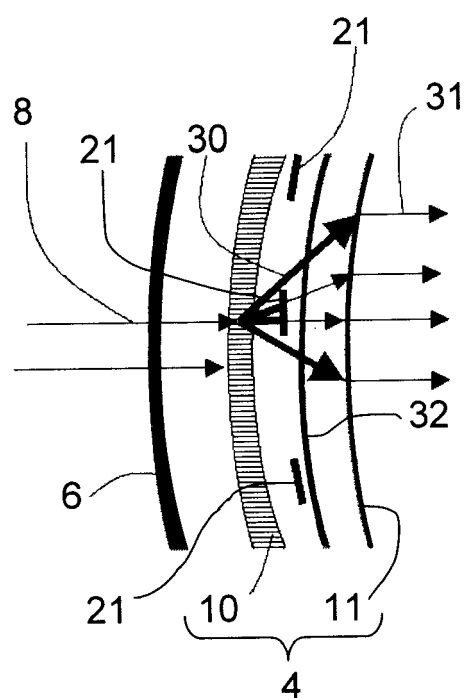


FIG. 3

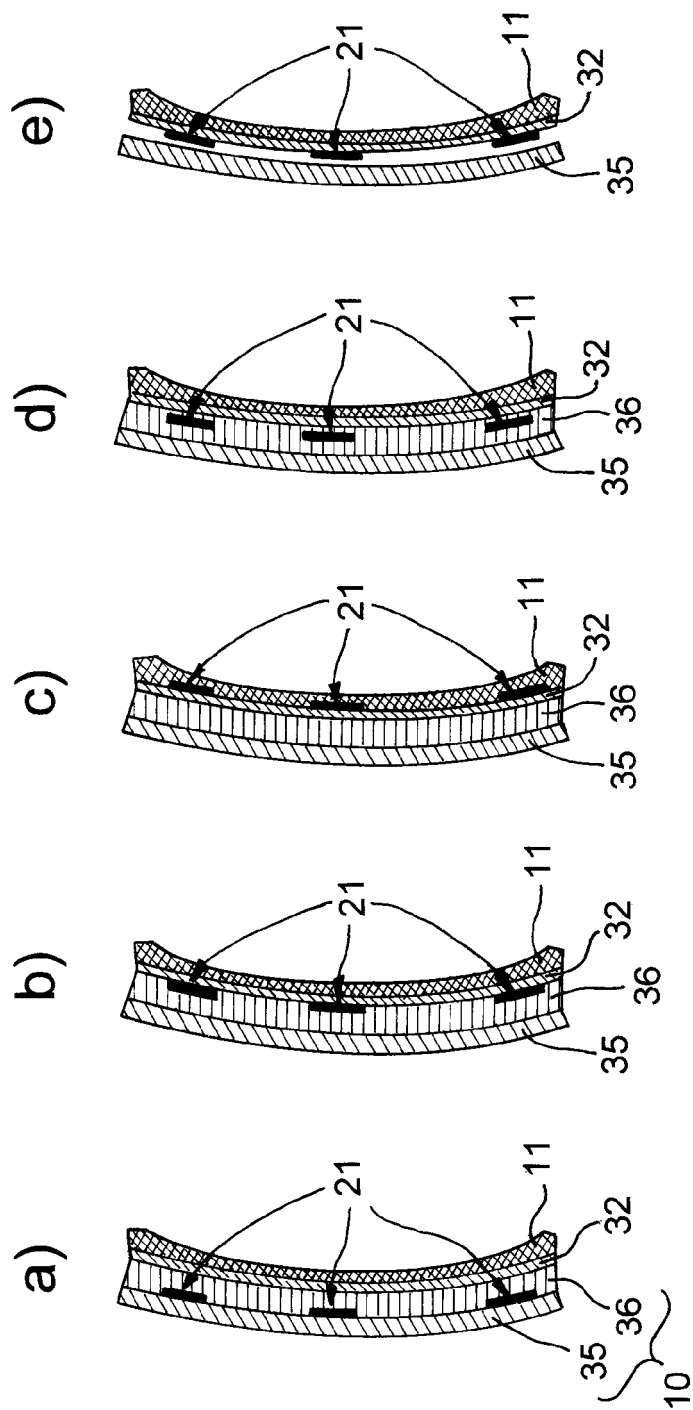


FIG.4



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 07 11 6775

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                                                                                                                                                  | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                                  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 02/095477 A (THALES [FR]; KOCH ANDREAS [FR]; CODRON MICHEL [FR]; DE GROOT PAUL [FR]) 28 novembre 2002 (2002-11-28)<br>* figures 1,4 *<br>* page 2, ligne 19 - ligne 29 *<br>* page 4, ligne 6 - ligne 10 *<br>* page 6, ligne 32 - page 7, ligne 9 *<br>----- | 1,11,13,14                                                                                                                                                                                                                                                               | INV.<br>H01J31/50                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 0 949 651 A1 (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES [FR] THALES ELECTRON DEVICES S A [FR]) 13 octobre 1999 (1999-10-13)<br>* figure 2 *<br>* alinéas [0002], [0009], [0016] - [0018] *<br>-----                                                                         | 1-3                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6,7                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 0 554 145 A1 (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES [FR])<br>4 août 1993 (1993-08-04)<br>* colonne 1, ligne 29 - ligne 41 *<br>-----                                                                                                                                    | 9                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          | H01J<br>G02B                         |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
| Lieu de la recherche<br><b>Munich</b>                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                  | Date d'achèvement de la recherche<br><b>5 novembre 2007</b>                                                                                                                                                                                                              | Examineur<br><b>Rouzier, Brice</b>   |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                                                                                                                                                  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                      |

7

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 07 11 6775

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-11-2007

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| WO 02095477                                     | A  | 28-11-2002             | EP 1388021 A2                           | 11-02-2004             |
|                                                 |    |                        | FR 2824922 A1                           | 22-11-2002             |
|                                                 |    |                        | JP 2004527092 T                         | 02-09-2004             |
|                                                 |    |                        | US 2004130629 A1                        | 08-07-2004             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 0949651                                      | A1 | 13-10-1999             | DE 69917974 D1                          | 22-07-2004             |
|                                                 |    |                        | DE 69917974 T2                          | 01-09-2005             |
|                                                 |    |                        | FR 2777112 A1                           | 08-10-1999             |
|                                                 |    |                        | JP 2000059686 A                         | 25-02-2000             |
|                                                 |    |                        | US 6194700 B1                           | 27-02-2001             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |
| EP 0554145                                      | A1 | 04-08-1993             | DE 69300980 D1                          | 25-01-1996             |
|                                                 |    |                        | DE 69300980 T2                          | 23-05-1996             |
|                                                 |    |                        | FR 2687007 A1                           | 06-08-1993             |
|                                                 |    |                        | JP 3468789 B2                           | 17-11-2003             |
|                                                 |    |                        | JP 6267466 A                            | 22-09-1994             |
|                                                 |    |                        | US 5338927 A                            | 16-08-1994             |
| -----                                           |    |                        |                                         |                        |

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82