



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **92402488.8**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01J 29/89, H01J 31/50**

(22) Date de dépôt : **11.09.92**

(30) Priorité : **20.09.91 FR 9111608**

(43) Date de publication de la demande :
24.03.93 Bulletin 93/12

(84) Etats contractants désignés :
DE FR NL

(71) Demandeur : **THOMSON TUBES
ELECTRONIQUES**
**13, avenue Morane-Saulnier, Bâtiment
Chavez, Velizy Espace
F-78140 Velizy (FR)**

(72) Inventeur : **Raverdy, Yvan**
**THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense (FR)**

(74) Mandataire : **Guérin, Michel et al**
**THOMSON-CSF, SCPI, B.P. 329, 50, rue
Jean-Pierre Timbaud
F-92402 Courbevoie Cédex (FR)**

(54) **Tube intensificateur d'image à correction de brillance.**

(57) L'invention se rapporte aux tubes intensificateurs d'image dont elle permet de corriger de façon simple la courbe de brillance.

Le tube intensificateur d'image de l'invention comprend une fenêtre d'entrée (3), et une fenêtre de sortie (4) au niveau de laquelle est mesurée la brillance. Conformément à l'invention, la fenêtre de sortie (4) porte un dispositif d'atténuation de la lumière (20) dont l'opacité est plus grande dans une zone centrale (0) que vers les bords (21).

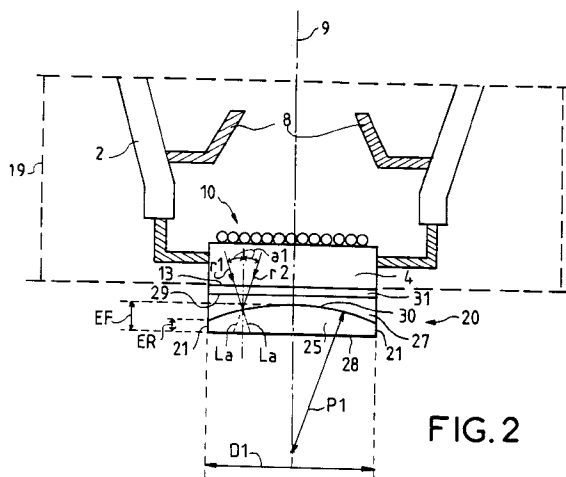


FIG. 2

L'invention concerne les tubes intensificateurs d'image, notamment du type radiologique. Elle concerne particulièrement des moyens optiques permettant de corriger la distribution de l'intensité lumineuse en sortie du tube intensificateur d'image.

Les tubes intensificateurs d'image sont des tubes à vide comprenant un écran d'entrée, situé à l'avant du tube, un système d'optique électronique, et un écran d'observation de l'image visible situé à l'arrière du tube, du côté d'une fenêtre de sortie de ce dernier.

Dans les tubes intensificateurs d'image radiologiques, l'écran d'entrée comporte en outre un écran scintillateur qui convertit les photons x incidents en photons visibles.

Les photons visibles excitent une photocathode qui en réponse génère un flux d'électrons. Ce flux d'électrons est ensuite transmis par le système d'optique électronique qui focalise les électrons, et les dirige sur l'écran d'observation, plus précisément sur un écran cathodoluminescent constitué généralement par une ou plusieurs couches de grains lumino-phores ; l'écran cathodoluminescent émet alors une lumière visible.

La figure 1 montre schématiquement un tel tube intensificateur d'image du type radiologique.

Le tube intensificateur 1 comprend une enveloppe 2 en verre dont une extrémité, à l'avant du tube, est fermée par une fenêtre d'entrée 3 exposée à un rayonnement de photons x.

La seconde extrémité de l'enveloppe formant l'arrière du tube est fermée par une fenêtre de sortie 4 transparente à la lumière.

Les rayons x sont convertis en rayons lumineux par un écran scintillateur 5. Les rayons lumineux excitent une photocathode 6 qui en réponse produit des électrons. Ces électrons sont extraits de la photocathode 5 accélérés vers la fenêtre de sortie 4 à l'aide de différentes électrodes 7, et d'une anode 8 disposées le long d'un axe longitudinale 9 du tube et qui forment le système d'optique électronique.

Dans l'exemple représenté ; la fenêtre de sortie 4 est formée par une pièce transparente en verre rapportée de façon étanche à l'enveloppe 2. Cette pièce de verre constitue en outre dans l'exemple montré un support qui porte un écran cathodoluminescent 10, fait de luminophores par exemple.

L'impact des électrons sur l'écran cathodoluminescent 10 permet de reconstituer une image (amplifiée en luminance) qui au départ était formée sur la surface de la photocathode 6. La fenêtre de sortie 4 en verre forme une partie de l'enveloppe 2, de telle manière qu'une face extérieure 13 de cette fenêtre, opposée à la couche lumino-phore 10, constitue une partie extérieure du tube 1.

L'image affichée par la couche lumino-phore 10 est visible à travers la pièce en verre qui constitue la fenêtre de sortie 4. Généralement des dispositifs capteurs optiques (non représentés) sont disposés à l'ex-

térieur du tube à proximité de la fenêtre de sortie 4 pour capter cette image au travers de cette dernière et permettre son observation.

Le tube intensificateur 1 peut comporter en outre, comme dans l'exemple représenté, une lame transparente 14 solidarisée par une couche de colle 15 à la face extérieure 13 de la fenêtre de sortie 4. La lame transparente 14 a pour fonction d'améliorer le contraste, et à cet effet elle comporte une épaisseur E non négligable 10 mm par exemple. Il en résulte que des rayons de lumière 16 émis par la couche lumino-phore 10 avec des angles importants par rapport à un rayon normal au plan de la lame transparente 14, tendent à émerger de cette lame vers des bords de celle-ci, et tendent ainsi à sortir du champ du dispositif capteur optique (non représenté) ci-dessus mentionné.

Pour des raisons notamment d'optique électronique, la surface de l'écran d'entrée, c'est-à-dire les surfaces de la fenêtre d'entrée 3 ainsi que du scintillateur et de la photocathode 5, 6 ne sont pas planes mais bombées. Il en résulte que si l'on éclaire la fenêtre d'entrée 3 par un faisceau uniforme de rayons x, la densité électronique engendrée par l'écran d'entrée n'est pas uniforme, et ceci se répercute en sortie du tube sur la courbe de brillance, le long d'un diamètre D de la fenêtre de sortie 4 : la courbe de brillance représente l'intensité lumineuse en chaque point du diamètre D de la fenêtre de sortie 4.

On constate que cette courbe est généralement en forme d'arc de cercle : la brillance est maximale vers le centre, et diminue nettement à mesure qu'on s'approche des bords. La diminution de brillance sur les bords par rapport au centre est couramment comprise entre 25% et 30%, et peut atteindre 35% pour les tubes intensificateur ayant des fenêtres d'entrée de grande dimension.

Dans le cas de tubes intensificateur d'images radiologiques, il a déjà été proposé dans l'art antérieur (document de brevet européen EP 0 239 991) d'améliorer l'homogénéité de la brillance en donnant une répartition non homogène à l'épaisseur de la couche qui constitue le scintillateur 5. Cette méthode procure d'assez bon résultats, mais sa mise en oeuvre est délicate et gênante industriellement, du fait notamment que le rendement d'un scintillateur varie avec son épaisseur.

Un des buts de l'invention est d'améliorer la courbe de brillance d'un tube intensificateur d'image en atténuant l'écart entre le centre et les bords, d'une façon plus simple et plus compatible avec les exigences industrielles, sans dégrader les autres caractéristiques.

Conformément à l'invention, la correction de la courbe de brillance est accomplie au niveau de la fenêtre de sortie, à l'aide d'un atténuateur de lumière interposé sur le trajet des rayons lumineux émis par l'écran cathodoluminescent en direction de l'extérieur du tube intensificateur, et en conférant à cet atténua-

teur une opacité non uniforme qui réalise la compensation recherchée.

Ainsi la correction de la courbe de brillance s'effectue sans intervenir sur le scintillateur de l'écran primaire, de telle sorte que l'invention peut s'appliquer d'une même manière à tous les tubes intensificateurs d'image, qu'ils soient ou non du type radiologique.

Suivant l'invention, un tube intensificateur d'image, comportant une fenêtre de sortie, un écran cathodoluminescent fournissant une image visible à l'extérieur dudit tube intensificateur à travers la fenêtre de sortie, est caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif d'atténuation de lumière disposé en regard de la fenêtre de sortie et, présentent une opacité à la lumière plus grande en regard d'une zone centrale de la fenêtre de sortie que vers les bords de cette dernière.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit et qui est faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 déjà décrite représente la structure d'un tube intensificateur d'image radiologique de l'art antérieur ;
- la figure 2 représente schématiquement une fenêtre de sortie munie d'un atténuateur de lumière conforme à l'invention ;
- la figure 3 montre une courbe de brillance compensée suivant l'invention ;

La figure 2 est une vue agrandie d'un encadré 19 de la figure 1, afin de représenter plus particulièrement la fenêtre de sortie 4 d'un tube intensificateur d'image.

Les autres parties de ce tube situées hors de l'encadré n'étant pas modifiées par l'invention, il n'est pas nécessaire de les représenter afin de simplifier la description, et il peut être admis que dans l'exemple l'invention s'applique à un tube 1 intensificateur semblable à celui montré à la figure 1.

Le tube 1 comporte une fenêtre de sortie 4 portant, à l'intérieur du tube, la couche cathodoluminescente 10, d'une même manière que dans l'exemple de la figure 1.

Conformément à l'invention, la fenêtre de sortie 4 porte sur sa face 13, opposée à l'écran cathodoluminescent 10, un dispositif atténuateur de lumière 20 dont l'opacité à la lumière varie entre ses bords 21 et son centre O ; le centre O étant situé sur l'axe longitudinal 9 du tube, il correspond également au centre de la fenêtre de sortie 4.

Suivant un exemple de réalisation préféré, le dispositif atténuateur comporte un élément atténuateur 25 réalisé en un matériau semi-transparent. L'épaisseur de l'élément atténuateur 25 varie, depuis une épaisseur forte EF dans la zone du centre O, jusqu'à une épaisseur réduite ER sur les bords 21 de cet élément atténuateur. L'élément atténuateur 25 est réalisé par exemple en du verre teinté dans la masse (teinte

neutre par exemple), matériau que l'on trouve couramment dans le commerce avec différentes valeurs de transmission de la lumière pouvant être comprises par exemple entre 50 % et 80 %.

Suivant une forme de réalisation préférée, l'élément atténuateur 25, a la forme générale d'une lentille du type plan-convexe.

La compensation apportée sur la courbe de brillance par l'élément atténuateur 25 est d'autant plus forte que l'épaisseur est grande au centre O et faible sur les bords 21. Cependant, pour des questions notamment de robustesse et de facilité de réalisation industrielle, les bords 21 peuvent avoir une épaisseur ER non négligeable par rapport à l'épaisseur forte EF du centre O, comme montré dans l'exemple de la figure 2.

En effet, des résultats très intéressants ont été obtenus dans des conditions qui sont détaillées ci-après à titre d'exemple non limitatif, en utilisant un élément atténuateur 25 ayant la forme générale d'une lentille circulaire du type plan-convexe, et ayant un profil tel qu'illustré à la figure 2 :

- diamètre D1 de l'élément atténuateur 25 = 30 mm ;
- rayon de courbure P1 de la partie convexe = 320 mm ;
- valeur de la plus forte épaisseur EF (au centre O) = 0,7 mm ;
- valeur de la plus faible épaisseur ER (sur les bords 21) = 0,4 mm ; et en utilisant un verre teinté dans la masse réalisant la transmission de 70 % de la lumière pour une épaisseur de 0,7 mm.

La figure 3 montre une courbe de brillance 40 en traits pleins obtenue en sortie d'un tube intensificateur d'image, suivant le diamètre de la fenêtre de sortie 4 et plus précisément suivant le diamètre D1 de l'élément atténuateur 25, avec les conditions ci-dessus mentionnées.

On a porté en abscisse le diamètre D1 et en ordonnée la brillance mesurée bien entendu avec le dispositif atténuateur 25 interposé.

La courbe 40 montre un maximum de brillance vers le centre O et une diminution assez prononcée vers les bords 21 ; avec une valeur nulle avant les bords 21, ce qui montre que le diamètre D1 de l'élément atténuateur 25 est un peu plus grand que le diamètre du champ utile en sortie du tube 1. La courbe a la forme d'un arc de cercle aplati vers le centre O.

Si l'on confère la valeur 100 % à la brillance maximum affichée dans la zone du centre O, on constate que la différence avec ce maximum juste avant les bords 21 est de l'ordre de 10 %, ce qui correspond à une amélioration de 10 % à 20 % par rapport à l'art antérieur. En effet, ceci est à comparer avec la différence de presque 30 % entre les bords et le centre, dans une courbe 50 (montrée en traits pointillés) qui illustre la brillance en sortie de la fenêtre de sortie en l'absence de la correction accomplie conformément

à l'invention.

Bien entendu, il est simple de conférer à l'élément atténuateur le coefficient d'atténuation et le profil qui permettraient d'obtenir une courbe sensiblement droite et horizontale, voir même de réaliser une sur-compensation pour tenir compte dans certains cas des exigences des dispositifs capteurs optiques destinés à observer l'image.

Il est à noter cependant qu'en pratique, une certaine différence de brillance entre le centre O et les bords 21, comme montré par la courbe 40, peut être souhaitable.

En référence à nouveau à la figure 2, dans l'exemple non limitatif représenté, le dispositif d'atténuation constitue un doublet optique à faces 28, 29 parallèles : il est constitué de deux pièces 25, 27 complémentaires dont la première est l'élément atténuateur 25, en forme de lentilles plan-convexe, et dont la seconde est complémentaire de la première, c'est-à-dire de forme plan-concave, et constitue un berceau 27 à la partie convexe 30 de l'élément atténuateur 25 ; bien entendu le berceau 27 est transparent à la lumière. Les deux faces 28, 29 sont parallèles entre elles et parallèles aux plans de la fenêtre de sortie 4 et de l'écran cathodoluminescent 10.

L'avantage d'un tel doublet optique est qu'il peut être réalisé de façon industrielle indépendamment du tube 1, puis rapporté sur ce dernier en le fixant à la fenêtre de sortie 4 à l'aide simplement d'une couche de colle 31 par exemple.

l'élément atténuateur 25 peut aussi être directement solidarisé à la fenêtre de sortie 4 par collage par exemple.

Il est à noter cependant que la façon la plus simple et la plus naturelle de fixer l'élément atténuateur 25 à la fenêtre de sortie n'est pas celle qui convient le mieux. En effet, la façon la plus simple de fixer l'élément atténuateur 25 à la fenêtre 4 consiste à le placer sur cette dernière avec la face plane 28 de cet élément atténuateur 25 en appui sur la fenêtre de sortie, c'est-à-dire orientée vers l'écran cathodoluminescent 10.

Mais il est recommandé au contraire de fixer l'élément atténuateur 4 avec l'orientation inverse, c'est-à-dire avec sa partie convexe 30 orientée vers la fenêtre de sortie 4 et donc vers l'écran cathodoluminescent 10, pour des raisons expliquées ci-après, ceci aussi bien dans le cas où l'élément atténuateur 25 est monté dans un doublet optique que dans le cas où il est monté directement sur la fenêtre de sortie 4. Bien entendu dans ce dernier cas, l'espace occupé par le berceau 27 montré à la figure 2 est rempli par la colle ; on trouve dans le commerce de façon courante des colles transparentes à la lumière et présentant divers indices de réfraction qui peuvent donc être choisis pour être très proches des indices des matériaux transparents utilisés.

L'élément atténuateur 25 corrige la courbe de

brillance en sortie du tube d'une même façon pour l'une ou l'autre des deux orientations possibles ci-dessus définies. Mais la présence de l'élément atténuateur 25 apporte un effet avantageux supplémentaire, qui se manifeste par une forte amélioration du contraste. Cette amélioration du contraste résulte du fait que, en montant sur la fenêtre de sortie 4 un élément qui réduit la transmission de lumière, on atténue moins les rayons parallèles à la normale au plan de la fenêtre de sortie, c'est-à-dire parallèles à l'axe longitudinal 9, et on atténue plus les rayons inclinés du fait qu'il traversent une plus grande longueur absorbante ; les rayons inclinés étant ceux qui dégradent le contraste.

Si l'élément atténuateur est monté avec sa partie convexe 30 orientée vers la fenêtre de sortie 4, comme représenté à la figure 2, et comme il est recommandé de le faire, l'atténuation due à la longueur absorbante traversée L_a (dans l'élément atténuateur) est la même pour des rayons r_1 , r_2 inclinés d'une même valeur d'angle α_1 et pénétrant dans l'élément atténuateur 25 en un même point B, mais avec des directions différentes.

Au contraire, si l'élément atténuateur 25 est monté avec l'orientation inverse (non représentée), c'est-à-dire avec sa face plane 26 en appui sur la fenêtre de sortie 4, pour des rayons inclinés tels que r_1 , r_2 pénétrant dans l'atténuateur 25 en un même point de sa face plane 26, les longueurs absorbantes sont différentes ; ce qui conduit à réaliser une atténuation variable des rayons inclinés en fonction de leur direction.

La correction de la courbe de brillance conformément à l'invention peut s'appliquer sensiblement d'une même manière à tous les types de tubes intensificateurs d'image, avec écran scintillateur ou non, du fait que l'élément atténuateur 25 qui réalise cette correction, peut être monté à l'extérieur du tube intensificateur. De ce fait, un autre avantage important est que le tube intensificateur et l'élément atténuateur 25 peuvent être construits indépendamment l'un de l'autre. Un élément atténuateur 25 déjà monté peut ainsi éventuellement être remplacé par un autre réalisant une correction différente, et ceci sans dommage pour le tube intensificateur.

Revendications

1. Tube intensificateur d'image comportant, une fenêtre de sortie (4), un écran cathodoluminescent (10) fournissant une image visible à l'extérieur dudit tube intensificateur (1) à travers la fenêtre de sortie, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un dispositif d'atténuation (20) de l'intensité de la lumière disposé en regard de la fenêtre de sortie (4) et présentant une opacité à la lumière plus grande en regard d'une zone centrale (O)

que vers les bords (21) de la fenêtre de sortie (4).

2. Tube intensificateur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif atténuateur (20) comporte un élément atténuateur (25) dont l'opacité à la lumière augmente avec son épaisseur (EF, ER). 5
3. Tube intensificateur suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'élément atténuateur (25) a une épaisseur (EF) plus grande en son centre (O) que vers ses bords (21). 10
4. Tube intensificateur suivant la revendication 3, caractérisé en ce que l'élément atténuateur (25) a la forme générale d'une lentille du type plan-convexe. 15
5. Tube intensificateur suivant l'une quelconque des revendications 2 ou 3 ou 4, caractérisé en ce que l'élément atténuateur (25) comporte une face plane (28) et que son épaisseur (EF, ER) varie par rapport à cette face plane). 20
6. Tube intensificateur suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la face plane (28) de l'élément atténuateur (25) est orientée à l'opposé de l'écran cathodoluminescent (10). 25
7. Tube intensificateur suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif atténuateur (20) est fixé à la fenêtre de sortie (4) à l'extérieur dudit tube intensificateur. 30
8. Tube intensificateur suivant l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que l'élément atténuateur (25) est fixé par collage à la fenêtre de sortie (4). 35
9. Tube intensificateur suivant l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que le dispositif atténuateur (20) comporte en outre une pièce (27) transparente à la lumière dont la forme est complémentaire de celle de l'élément atténuateur (25) afin de constituer avec ce dernier un doublet optique à faces (28, 29) parallèles. 40 45
10. Tube intensificateur d'image suivant l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il est du type radiologique. 50

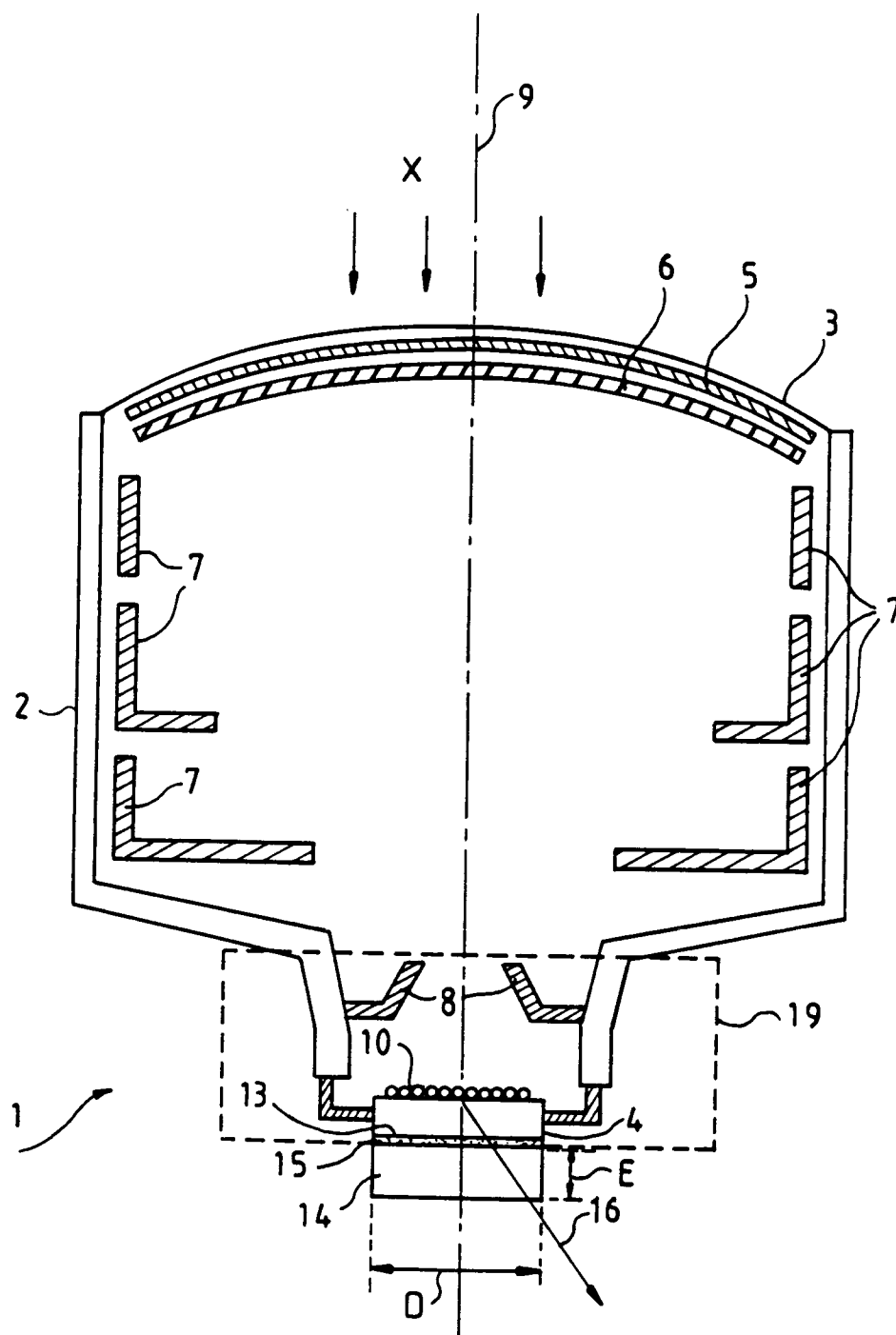


FIG. 1

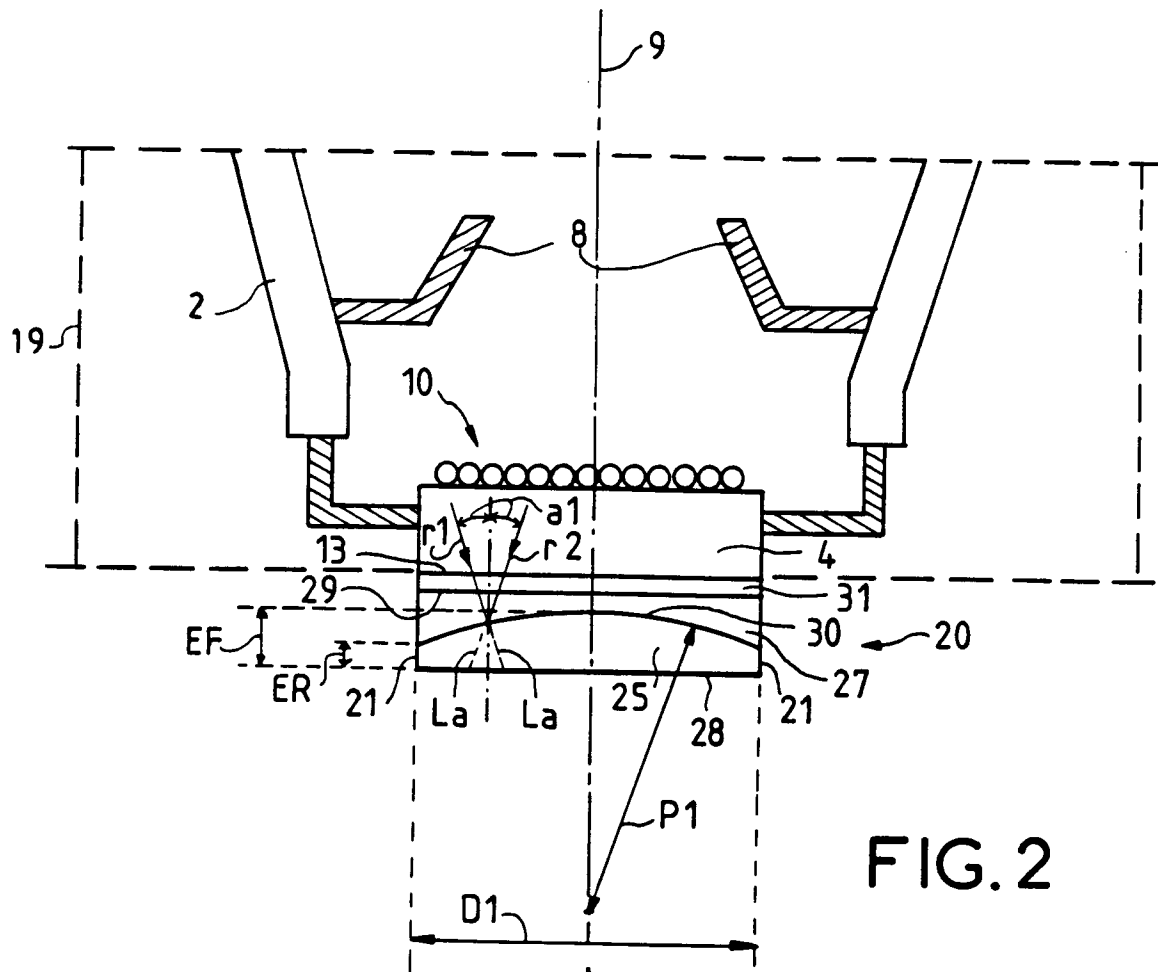


FIG. 2

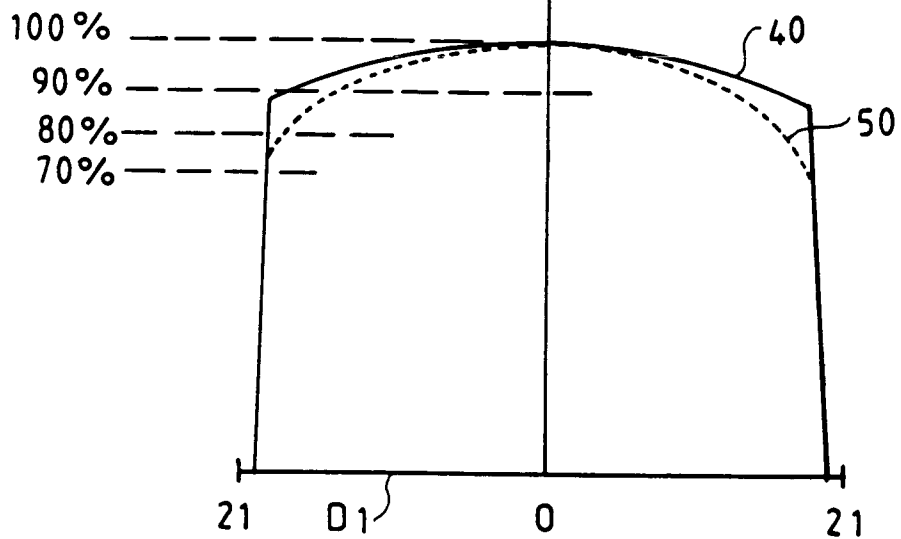


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2488

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	GB-A-642 533 (STANDARD TELEPHONES & CABLES) * page 1, ligne 11 - ligne 19 * * page 2, ligne 12 - ligne 25 * * page 4, ligne 17 - ligne 57 * ---	1	H01J29/89 H01J31/50
A	US-A-3 443 104 (NIKLAS) * colonne 1, ligne 12 - ligne 19 * * colonne 2, ligne 6 - ligne 15 * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 11 (E-470)(2458) 13 Janvier 1987 & JP-A-61 185 852 (MITSUBISHI ELECTROC CORP) 19 Août 1986 * abrégé * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H01J
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20 OCTOBRE 1992	Examineur COLVIN G.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1500 03.82 (P0402)