



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **92402831.9**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01J 31/50, H01J 29/86**

(22) Date de dépôt : **16.10.92**

(30) Priorité : **31.10.91 FR 9113488**

(43) Date de publication de la demande :
05.05.93 Bulletin 93/18

(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 : **Verat, Maurice, Thomson-CSF
SCPI-Cédex 67
F-92045 Paris la Defense (FR)**
Inventeur : **Cozzi, Serge, Thomson-CSF
SCPI-Cédex 67
F-92045 Paris la Defense (FR)**

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

(54) **Gaine de tube intensificateur d'image radiologique.**

(57) L'invention concerne notamment la protection vis-à-vis des rayonnements X dans les gaines de tubes intensificateurs d'images.

La gaine conforme à l'invention comprend d'une part une enveloppe (25) en un matériau thermoplastique chargé par une poudre d'un matériau absorbant le rayonnement X, et d'autre part un blindage (24) vis-à-vis des champs magnétiques extérieurs, ledit blindage étant au contact avec l'enveloppe.

L'écran absorbant le rayonnement X est ainsi constitué au moins partiellement par l'enveloppe (25).

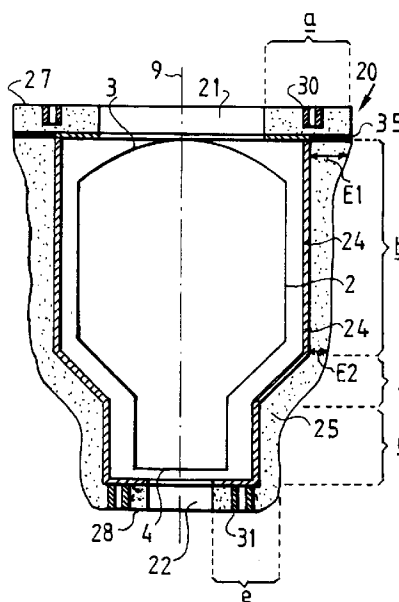


FIG. 2

L'invention concerne les gaines de tubes intensificateurs d'image radiologiques et les moyens utilisés dans ces gaines pour réaliser notamment une protection vis-à-vis du rayonnement X.

Les tubes intensificateurs d'images radiologiques (en abrégé "tube IIR") sont des tubes à vide comprenant un écran d'entrée vers l'avant du tube, un système d'optique électronique, et un écran d'observation le l'image visible situé à l'arrière du tube.

La figure 1 montre schématiquement un tel tube IIR. Le tube comprend une enceinte à vide 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'enceinte 2 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 émet des électrons. Ces électrons sont accélérés vers la fenêtre de sortie 4 à l'aide de différentes électrodes 7 disposées le long d'un axe longitudinal 9 du tube, et qui forment le système d'optique électronique.

Dans l'exemple représenté, la fenêtre de sortie 4 porte un écran cathodoluminescent 10, fait de luminophores par exemple. L'impact des électrons sur l'écran cathodoluminescent 10 permet de reconstituer une image formée au départ sur la photocathode 6.

Le tube IIR est contenu dans une enceinte de protection appelée gaine 15, qui assure notamment les fonctions suivantes :

- 1) protection de l'optique électronique 7, du tube contre les champs magnétiques parasites extérieurs ;
- 2) protection des personnes contre le rayonnement X, aussi bien le rayonnement X direct non absorbé par le scintillateur 5, que le rayonnement X diffusé engendré par le tube lui-même ;
- 3) protection mécanique de l'enceinte à vide 2 vis-à-vis de l'environnement extérieur ;
- 4) former l'interface de fixation, avec d'équipement radiologique (non représenté) sur lequel le tube doit être monté, ainsi qu'avec les accessoires d'utilisation de cet équipement : elle doit comporter par exemple des trous filetés pour la fixation et des faces ou plans de référence.

A cet effet, la paroi d'une gaine 15 classique pour tube IIR comporte généralement plusieurs couches 16, 17, 18 superposées.

La couche 16 la plus extérieure forme une enveloppe 16 qui est l'ossature mécanique de la gaine 15. C'est une enveloppe qui peut être du type par exemple ; moulée en alliage métallique ; ou bien repoussée ou emboutie ; ou encore mécano soudée faite à partir de feuilles de métal.

La couche extérieure 16 ou enveloppe 16 assure

la protection mécanique de l'enceinte à vide, et particulièrement dans sa partie arrière 13 située vers la fenêtre de sortie 4 du tube, elle réalise l'interface de fixation. L'image produite par l'écran cathodoluminescent 10 est visible à l'extérieur de la gaine grâce à une ouverture 14 réalisée dans la partie arrière 13.

Une couche intérieure 17, disposée entre la couche extérieure 16 et l'enceinte 2 du tube, constitue un blindage qui assure la protection du système d'optique électronique vis-à-vis des champs magnétiques extérieurs.

Cette couche intérieure ou blindage 17 est faite en un matériau présentant une haute perméabilité magnétique, comme par exemple de fer doux, ou un alliage à base de fer comme par exemple le "permalloy" (alliage fer-nickel) , ou encore mumétal, etc ...

Il est à noter que la couche intérieure 17 formant blindage vis-à-vis des champs magnétiques, est réalisée à partir de feuilles de ces matériaux à haute perméabilité magnétique.

Une seconde couche intérieure 18, disposée entre l'enceinte 2 du tube et la première couche intérieure 17, constitue un écran dont la fonction est d'absorber les rayonnement X ; le but visé à l'aide de cet écran 18 est d'atténuer le rayonnement X qui sort de la gaine 15.

Les matériaux servant à constituer cette seconde couche intérieure 18 sont eux aussi disponibles généralement sous forme de feuilles, de telle sorte que la réalisation de cette seconde couche intérieure ou écran 18 (mais aussi de la première couche intérieure 17) fait appel aux techniques de la chaudronnerie : emboutissage partiel, repoussage, roulage, mécano-soudage. Ces techniques résultent en opérations longues et coûteuses, qui en outre aboutissent à des tolérances géométriques élevées.

Pour réaliser la seconde couche intérieure ou écran 18, il est courant d'utiliser des matériaux à haut numéro atomique, et plus particulièrement le plomb qui présente l'avantage d'être d'un coût peu élevé et d'absorber fortement le rayonnement X.

Cependant le plomb est une matière difficile à mettre en oeuvre à cause de sa grande malléabilité ou ductibilité. De plus, le travail du plomb est réglementé et le personnel qui accomplit ce travail est soumis à des contraintes de surveillance médicale.

Un autre point qui pose problème dans la fabrication des gaines de tube IIR vient de la difficulté qu'il y a à solidariser les unes aux autres les différentes couches 16, 17, 18.

Elles sont souvent solidarisées par collage, ce qui constitue une opération peu compatible avec des exigences industrielles et qui aboutit notamment à des tolérances élevées sur les épaisseurs de parois.

L'absorption du rayonnement X a pour but d'atténuer le rayonnement X sortant de la gaine, jusqu'à une valeur compatible avec la réglementation. Les intensités de ce rayonnement X incident n'étant pas

égales en tous points de la gaine 15, l'absorption du rayonnement ne doit pas nécessairement être égale en tous ces points, et il suffit de conférer à la paroi de la gaine en ces différents points, de coefficient d'absorption approprié à obtenir l'atténuation recherchée.

Comme représenté à la figure 1, on peut définir dans une gaine de tube IIR plusieurs zones principales a, b, c, d, e, qui s'étendent depuis d'avant 21 de la gaine du côté de la fenêtre d'entrée 3, jusqu'à l'arrière 13 de la gaine côté fenêtre de sortie 4. Chacune de ces zones peut exiger une atténuation du rayonnement X différente de celle d'une zone voisine. Par exemple la zone b où le tube a son plus grand diamètre exige globalement d'atténuer moins le rayonnement X que la zone c où ce diamètre va en diminuant.

Dans chacune des zones a à e, l'épaisseur de l'écran ou couche 18 absorbante des X est calculée pour réduire à la valeur réglementaire le niveau de rayons X incidents de plus élevé existant dans chaque zone.

Mais dans une même zone, il peut exister des différences importantes du niveau de rayonnement X, et l'épaisseur de la couche ou écran 18 est choisie pour l'atténuation du rayonnement X ayant l'intensité la plus élevée.

Il en résulte que la quantité de matière constituant l'écran 18 est surabondante en beaucoup de points de ce dernier, ce qui entraîne des augmentations de poids et de coût.

Ainsi par exemple il est courant de conférer aux différentes zones a, b, c, d, e de l'écran 18, s'il est constitué par des feuilles de plomb, des épaisseurs respectivement d'environ 1,7 mm, 1,2 mm, 2,3 mm, 1,2 mm et 2,7 mm, alors que pour la zone b par exemple la majeure partie de cette zone pourrait comporter une épaisseur de seulement 0,6 mm.

L'invention a pour objet une gaine de tube IIR dont la conception permet d'éviter les inconvénients ci-dessus cités.

La gaine conforme à l'invention permet d'assurer les différentes protections nécessaires, tout en présentant un poids plus faible que dans l'art antérieur, ainsi qu'une plus grande facilité de fabrication et donc un plus faible coût.

Suivant l'invention, une gaine de tube intensificateur d'image radiologique, comportant une enveloppe, un écran absorbant le rayonnement X, un blindage vis-à-vis des champs magnétiques extérieurs, est caractérisée en ce que l'enveloppe est au moins partiellement constituée en une résine thermoplastique chargée par une poudre d'un matériau absorbant le rayonnement X, afin que ledit écran soit au moins partiellement constitué par l'enveloppe.

Par l'expression "matériau absorbant le rayonnement X" nous entendons définir un matériau (utilisé pur ou allié ou bien un composé de ce matériau) dont le numéro atomique soit suffisamment élevé (par

exemple égal ou supérieur à 70) pour assurer une absorption significative du rayonnement X le traversant, comme le plomb ou l'oxyde de plomb par exemple. De tels matériaux sont couramment utilisés pour la protection vis-à-vis des rayons X, notamment dans le domaine de la radiologie.

On peut citer par exemple en plus du plomb et de l'oxyde de plomb : le Ta, le Bi, le W, etc ..., utilisés purs ou alliés, on a l'état d'oxydes.

L'un des avantages d'une telle disposition est non seulement qu'elle permet de supprimer la couche faite de feuilles de plomb, ou d'un autre matériau à haut numéro atomique, mais aussi que l'enveloppe constitue un moyen particulièrement intéressant pour supporter et accrocher de blindage.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages qu'elle procure apparaîtront à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 déjà décrite montre une gaine de tube IIR suivant l'art connu ;
- la figure 2 montre schématiquement une gaine de tube IIR conforme à l'invention suivant une forme de réalisation préférée ;
- la figure 3 illustre une variante de réalisation d'une gaine conforme à l'invention.

La figure 2 montre une gaine 20 conforme à l'invention, contenant un tube intensificateur d'image. Ce tube intensificateur d'image étant par exemple d'un type semblable à celui montré à la figure 1, il est représenté sur la figure 2 uniquement par son enceinte 2. La gaine 20 a une forme générale semblable à celle de la figure 1, c'est-à-dire qu'elle comporte une grande ouverture 21 dite ouverture d'entrée située du côté de la fenêtre d'entrée 3 du tube, et une ouverture 22 de sortie du côté de la fenêtre de sortie 4.

Suivant une caractéristique de l'invention, la gaine 20 comporte une paroi 25 formant enveloppe, faite en un matériau composite permettant à cette paroi de remplir à la fois la fonction d'ossature mécanique et d'écran absorbant le rayonnement X. Par exemple ce matériau composite peut être constitué d'une matière thermoplastique injectable chargée en un matériau (sous forme de poudre) à haut numéro atomique afin d'absorber le rayonnement X d'une manière significative, comme il a déjà été expliqué dans le préambule.

Le matériau thermoplastique ou matériau de base peut être par exemple : de l'ABS (acrylonitrile-butadiène-styrène) tel que par exemple le produit appelé "RONFALIN" produit par DSM (Société en Allemagne, productrice de matière plastiques) ; ou bien encore du polypropylène haute densité ; ces deux produits ont été expérimentés avec satisfaction, mais il en existe de nombreux autres qui sont utilisables.

En ce qui concerne le matériau formant la charge, c'est-à-dire le matériau (sous forme de poudre) absorbant le rayonnement X, des résultats intéressants ont été obtenus en utilisant un oxyde de plomb

PbO plus particulièrement une litharge, les autres oxydes de plomb étant moins avantageux car leur teneur en plomb est plus faible. Bien entendu d'autres matériaux ou d'autres oxydes de métaux lourds sont aussi utilisables pour absorber le rayonnement X comme expliqué précédemment, dès lors que ces matériaux sont sous forme de poudre pour charger le matériau de base.

L'oxyde de plomb (litharge) ci-dessus cité a été utilisé avec une granulométrie inférieure à 45 µm, pour charger du "RONFALIN" produit par DSM avec un taux de charge de l'ordre de 35 % en volume. Le taux de charge de 35 % peut être considéré comme étant sensiblement un maximum au dessus duquel apparaissent des problèmes dans la technique de moulage par injection.

Il faut noter que la réalisation d'objets en matière plastique chargée en PbO est un procédé déjà utilisé pour des objets de petites dimensions pour les très jeunes enfants. Dans ce cas le taux de charge est beaucoup plus faible et ne dépasse pas 5 % ; en cas d'ingestion accidentelle, la présence de Pb permet une localisation facile en radiographie.

Le matériau chargé en matériau lourd, destiné à constituer la paroi 25 de la gaine 15 peut être mis en oeuvre par des techniques de moulage par injection qui en elles-mêmes sont classiques. Pour la réalisation d'une gaine 20, un avantage des techniques de moulage par injection est qu'elles permettent d'obtenir de manière relativement simple des pièces ayant des formes géométriques complexes. En outre, dans le cas de séries importantes, le coût des pièces obtenues par moulage est faible tout en présentant une bonne reproductibilité de ces pièces, et les tolérances sur les cotes sont plus faibles que dans le cas des gaines réalisées suivant les techniques de l'art antérieur.

Ces avantages sont à considérer en plus de la considérable simplification de structure de la gaine 20, simplification qui réside dans le fait que la paroi 25 assure à la fois la rigidité mécanique et la fonction d'écran pour l'absorption du rayonnement X.

Un autre avantage important qu'apporte la réalisation par moulage de la paroi 25, est qu'elle permet de conférer en tous points de cette paroi l'épaisseur E1, E2, E3 strictement nécessaire à absorber le rayonnement X existant en chacun de ces points, d'où résulte une réduction d'encombrement et de poids ainsi qu'une économie de matière.

Dans l'exemple non limitatif montré à la figure 2, on peut voir que les différentes zones a, b, c, d, e n'ont pas toutes une épaisseur constante, afin de l'adapter à ce qui est strictement nécessaire : par exemple la zone b comporte une plus forte épaisseur E1 de l'ordre de 5 mm vers l'avant 21, et une plus faible épaisseur E2 de l'ordre de 2,5 mm vers l'arrière 13.

Il est à noter que pour obtenir une atténuation du rayonnement X (avec la matière thermoplastique chargée) équivalente à celle du plomb, il faut une lon-

gueur environ 4 fois plus grande qu'avec le plomb : par exemple, il faudrait interposer en zone b une épaisseur de plomb de 1,2 mm pour réaliser l'atténuation qui est obtenue avec la matière thermoplastique chargée ayant l'épaisseur E1, c'est-à-dire 5 mm.

La gaine 15 comporte une couche 24 d'un matériau à haute perméabilité magnétique formant un blindage 24 vis-à-vis des champs magnétiques extérieurs, et entourant au moins partiellement l'enceinte 2 du tube. Dans d'exemple montré à la figure 2, le blindage 24 est disposé contre la paroi 25 à l'intérieur de la gaine 20. Le blindage 24 peut être réalisé à partir de feuilles d'un matériau à haute perméabilité magnétique, et ces feuilles peuvent être solidarisées à la paroi 25 par collage par exemple. Mais ceci peut être réalisé de manière beaucoup plus simple, en insérant ces feuilles dans le moule afin de constituer la couche 24 avant d'injecter la matière servant à constituer la paroi 25. Les feuilles peuvent tapisser le fond du moule, avant l'injection de matière, et elles sont rendues solidaires de la paroi 25 par d'adhérence de la matière sur la couche 24 formant blindage, lors du refroidissement de cette matière. Il est possible aussi suivant une technique en elle-même connue de prévoir des éléments d'accrochage (non représentés) dans la couche 24 de blindage.

Une gaine 20 réalisée conformément à l'invention, permet d'utiliser la technique des "inserts". Cette technique consiste à disposer dans le moule des objets avant d'injecter la matière à mouler, de façon à les noyer au moins partiellement dans cette matière et à les rendre ainsi mécaniquement solidaires de la matière solidifiée. On peut ainsi constituer par exemple des écrous 30, 31 "en insert" (noyés dans la paroi 25) et/ou des goujons non représentés, en vue d'assurer les différentes fixations.

Dans l'exemple montré à la figure 2, d'une part, des écrous 30 en "insert" sont disposés dans une partie avant 27 de la gaine 20 (située du côté de l'ouverture d'entrée 21) afin de permettre la fixation du tube 1 sur l'équipement (non représenté) auquel il est associé ; et d'autre part d'autres écrans 31 en "insert" sont disposés sur une partie de fond 28 (dans laquelle est réalisée l'ouverture de sortie 22), pour permettre la fixation d'accessoires (non représentés).

Il est à noter que le blindage 24 outre sa fonction de blindage, renforce la rigidité mécanique de la paroi 25, et dans le cas de charges particulièrement lourdes à fixer, le blindage 24 évite de devoir conférer à la paroi 25, localement, une épaisseur plus grande que celle qui est strictement nécessaire à absorber le rayonnement X.

La paroi 25 en matière thermoplastique, même chargée, constitue un isolant électrique qui peut accumuler localement des charges électriques, ceci d'autant plus que très souvent la fenêtre de sortie 4 du tube comporte des pièces métalliques portées au potentiel de l'alimentation haute tension du tube. Le

blindage 24 étant une surface électriquement conductrice, il peut dans ce cas être porté à un potentiel de référence, la masse par exemple, de manière à constituer un écran sur de plan électrique, entre la fenêtre de sortie 4 et l'enveloppe 25 de la gaine 20.

A cet effet, il suffit par exemple de prévoir un fil conducteur électrique (non représenté) connecté au blindage 24, ou encore de prolonger par exemple un écrou 31 en "insert" pour l'amener au contact du blindage 24.

Les variations d'épaisseur E1, E2 de la paroi 25 s'effectuent à partir du blindage 24, ce dernier étant à l'intérieur de la gaine 20 dans l'exemple montré à la figure 2.

La figure 3 illustre une autre forme de réalisation qui diffère de celle montrée à la figure 2 en ce que le blindage 24 est solidarisé à la paroi 25 à l'extérieur de la gaine 20, les variations d'épaisseur E1, E2 se répartissant à l'intérieur de la gaine 20.

L'un des avantages de cette disposition est qu'elle permet de réaliser une protection totale des personnes et des matériels vis-à-vis des tensions et courants électriques, si le blindage est porté au potentiel de référence tel que la masse.

Le blindage 24 peut être constitué d'une même manière que dans le cas de l'exemple de la figure 2, à partir de feuilles (non représentées) d'un matériau métallique de haute perméabilité magnétique ; ces feuilles peuvent dans ce cas aussi être placées en "insert" dans le moule, afin d'être à l'extérieur de la paroi 25, c'est-à-dire à l'extérieur de la gaine 20. Les écrous 30, 31 peuvent être placés en "insert" comme dans l'exemple de la figure 2, en passant par exemple à travers le blindage 24.

Aussi bien dans l'exemple de la figure 2 que dans celui de la figure 3, la partie avant 21 est montrée rapportée sur la paroi 25. Il est en effet nécessaire de séparer la partie avant 21 formant couvercle, du corps c'est-à-dire du reste de la gaine 20 pour introduire le tube IIR dans la gaine.

L'assemblage de la partie avant 21 avec le corps de la gaine est représenté sous la forme du joint de colle 35, mais bien entendu d'autres moyens peuvent être utilisés à cet effet, tels que par exemple, vissage, encliquetage, etc ...

par l'enveloppe (25).

2. Gaine suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le blindage (24) est disposé à l'intérieur de l'enveloppe (25) et au contact avec cette dernière.
3. Gaine suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'enveloppe (25) présente des variations d'épaisseur (E1, E2).
4. Gaine suivant l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens (31) pour relier électriquement le blindage (24) à l'extérieur de l'enveloppe (25).
5. Gaine suivant la revendication 1, caractérisée en ce que le blindage (24) est disposé à l'extérieur de l'enveloppe (25) et au contact avec cette dernière.
6. Gaine suivant la revendication 5, caractérisée en ce que l'enveloppe (25) présente des variations d'épaisseur (E1, E2).
7. Gaine suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la matière thermoplastique est une matière injectable dans un moule.
8. Gaine suivant la revendication 7, caractérisée en ce que la matière thermoplastique est chargée en litharge (PbO).
9. Gaine suivant l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le blindage (24) est solidarisé à l'enveloppe (25) de manière à participer à la rigidité mécanique de cette dernière.

Revendications

1. Gaine de tube intensificateur d'image radiologique comportant, une enveloppe (25), un écran absorbant le rayonnement X, un blindage (24) vis-à-vis des champs magnétiques extérieurs, caractérisé en ce que l'enveloppe est au moins partiellement constituée en une matière thermoplastique chargée par une poudre d'un matériau absorbant le rayonnement X, afin que ledit écran absorbant soit au moins partiellement constitué

FIG.1

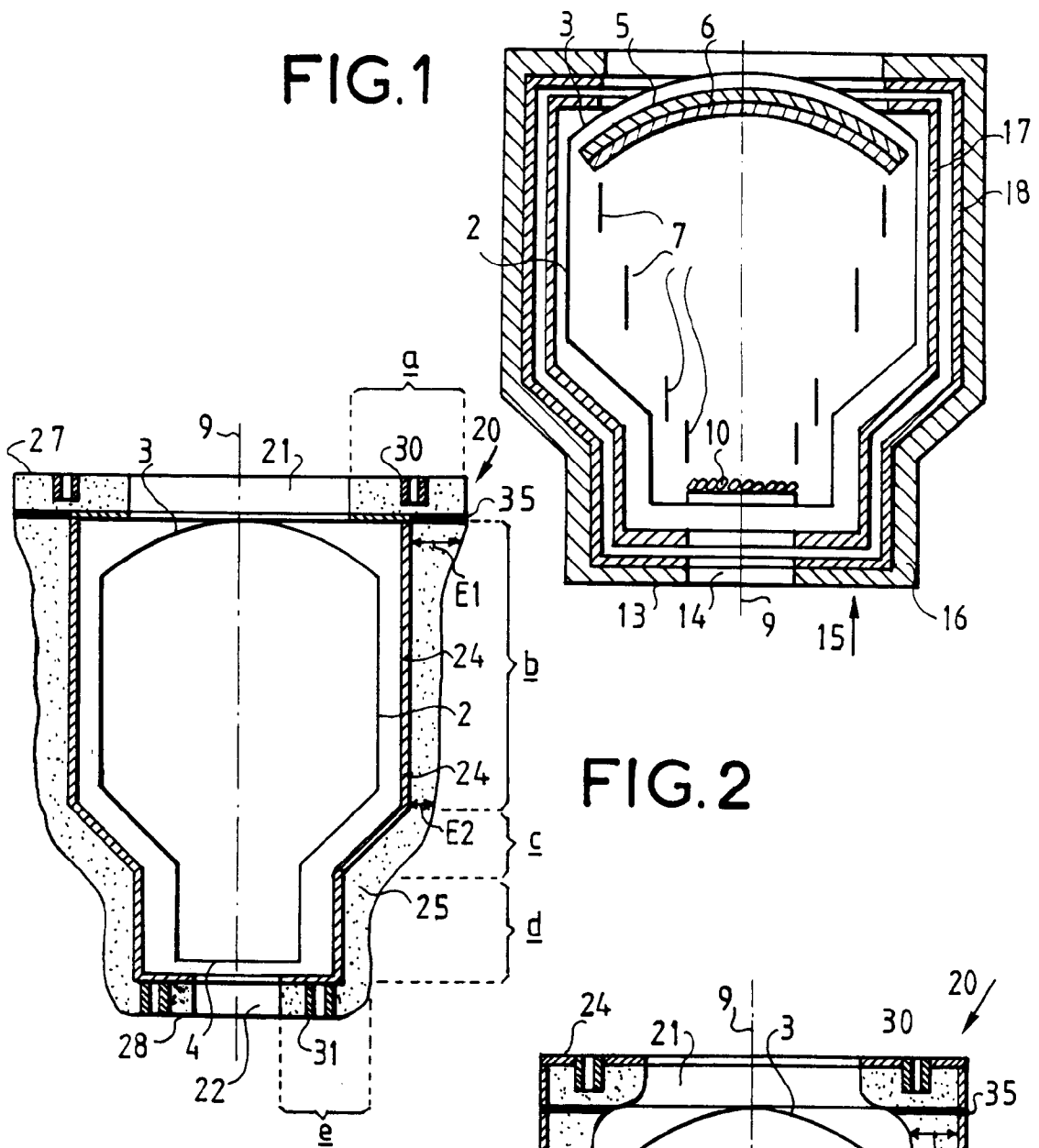


FIG.2

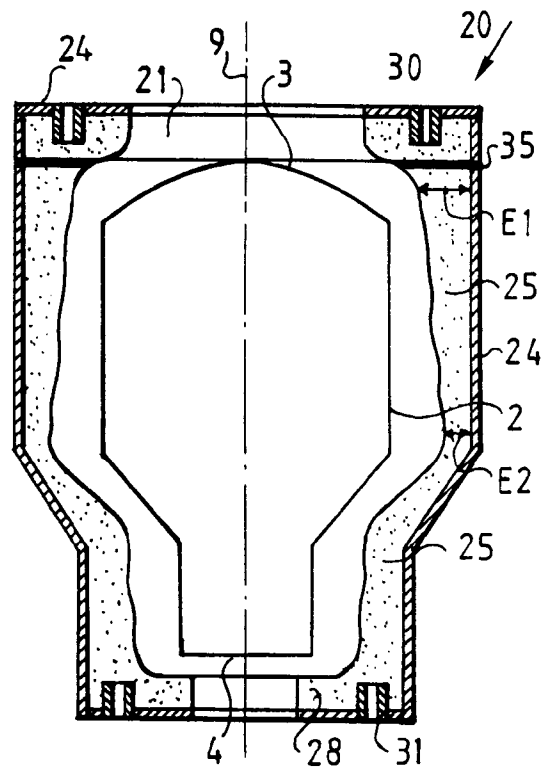
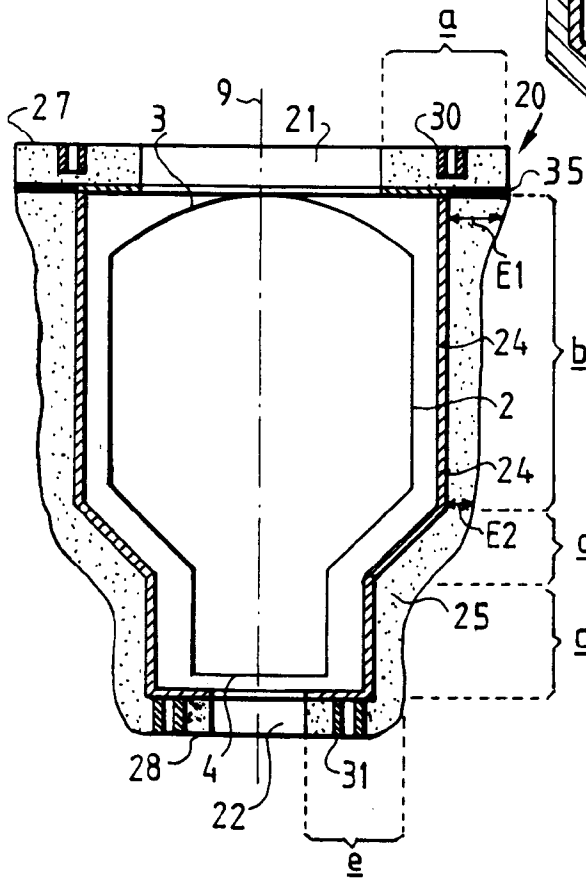


FIG.3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2831

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)
Y	WO-A-9 113 456 (K.K. TOSHIBA) * Le document en entier * ---	1,2,7,8	H 01 J 31/50 H 01 J 29/86
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 13, no. 125 (P-847), 29 mars 1989; & JP-A-63 293 500 (MITSUBISHI CABLE IND. LTD) 30-11-1988 * Abrégé * ---	1,2,7,8	
A	US-A-4 171 480 (WULMS) * Abrégé; figures; colonne 2, ligne 34 - colonne 2, ligne 36 * ---	3,5	
A	EP-A-0 023 051 (TOKYO SHIBAURA DENKI K.K.) * Abrégé; figure 6; page 6, ligne 15 - page 6, ligne 17 * -----	4,9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H 01 J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17-12-1992	Examineur CLARKE N.S.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)