

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 90401216.8

51 Int. Cl.⁵: H01J 1/28

22 Date de dépôt: 07.05.90

30 Priorité: 30.05.89 FR 8907084

43 Date de publication de la demande:
05.12.90 Bulletin 90/49

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB IT NL

71 Demandeur: THOMSON TUBES
ELECTRONIQUES
38, rue Vauthier
F-92100 Boulogne-Billancourt(FR)

72 Inventeur: Shroff, Arvind
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)

74 Mandataire: Guérin, Michel et al
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67(FR)

54 Cathode thermo-électronique imprégnée pour tube électronique.

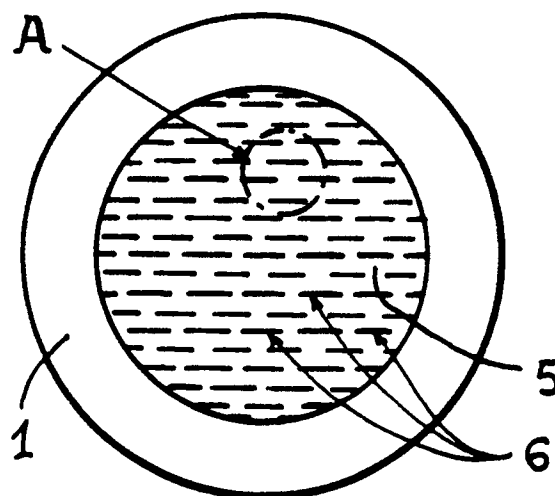
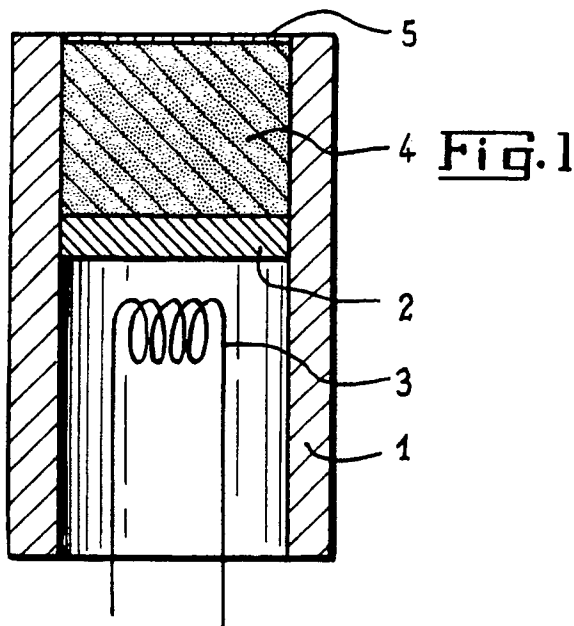
57 Cathode thermo-électronique comportant une matrice (4) en matériau poreux, imprégné d'un produit émissif (Aluminates de Barium et de Calcium).

Le corps poreux (4) est recouvert d'une couche (5) en matériau réfractaire non-poreux, et à porosité

ordonnée grâce à un ensemble de fines fentes (6) obtenues par gravure. Cette couche est avantageusement obtenue par décomposition chimique en phase gazeuse (C.V.D.) et elle a une épaisseur de l'ordre de une à plusieurs centaines de micromètres.

Fig. 2

EP 0 401 068 A1



CATHODE THERMO-ELECTRONIQUE IMPREGNEE POUR TUBE ELECTRONIQUE

La présente invention se rapporte à une cathode thermo-électronique imprégnée pour tube électronique tel qu'un tube à interaction localisée (triode ou tube à plus de 3 électrodes) ou à interaction répartie (klystron, tube à ondes progressives, magnetron, gyrotron, etc...).

La majorité des tubes électroniques réalisés à l'heure actuelle utilisent des cathodes thermo-électroniques imprégnées qui peuvent émettre, sous certaines conditions de fabrication et de température de fonctionnement, des densités de courant pouvant aller jusqu'à 10 à 12 A/cm².

Ces cathodes sont fabriquées à partir d'une matrice en Tungstène poreux dont la porosité, qui est faible et de l'ordre de 18% pour fixer les idées, est totalement aléatoire. Ce corps poreux est imprégné à l'aide d'Aluminates de Barium et de Calcium. On obtient alors un mélange qui, fondant à haute température, a l'avantage de rester solide à la température de fonctionnement de ces cathodes qui est généralement comprise entre 980 et 1100 degrés centigrade.

A ces températures, il se produit, entre les Aluminates et le Tungstène poreux, une réaction chimique dont le résultat est de libérer du Barium, ce dernier venant migrer sur la surface émissive de la cathode pour finalement la recouvrir totalement en créant, avec de l'Oxygène qui est généré dans le corps poreux, des dipôles Barium-Oxygène. Cela a pour résultat de diminuer le travail de sortie des électrons, et par suite de leur permettre de franchir la barrière de potentiel, et par conséquent de partir du solide vers le vide.

La durée de vie de ces cathodes imprégnées est cependant limitée par le fait qu'on est amené à les chauffer à des températures de plus en plus élevées, ce qui favorise l'évaporation de la matière émissive et la modification métallurgique du corps poreux. En début de vie, les pores ont, en surface, une forme généralement lenticulaire, plutôt allongée, ce qui permet au Barium de migrer sur une assez grande surface. Au cours de la durée, et en particulier si l'on chauffe trop la cathode, ces pores allongés tendent à se fragmenter pour finalement se transformer en des pores circulaires plus petits et plus éloignés les uns des autres : la porosité en surface diminue, de sorte que la migration du Barium y devient plus difficile.

Simultanément, une évolution importante s'effectue dans le volume de ce corps poreux : le diamètre du pore tend, jusqu'à une certaine profondeur pouvant aller jusqu'à 200 micromètres, à diminuer du fait des réactions chimiques entre le Tungstène et les Aluminates de Barium et de Calcium, ce qui diminue d'autant la conductance et

entraîne la nécessité d'une pression plus élevée de Barium pour que ce dernier puisse migrer vers la surface de la cathode. Lorsque le canal qui constitue le pore s'est ainsi rétréci sur une hauteur supérieure à 200 micromètres, le Barium n'arrive plus à monter, malgré l'utilisation d'une pression plus élevée, de sorte que la cathode ne peut plus fonctionner.

Pour combattre ce phénomène, un moyen connu consiste à séparer la région où s'effectue la réaction chimique et la région qui sert effectivement à l'émission thermo-électronique. Comme illustration de ce genre de solution peut être cité le document EP-A-52047, qui concerne spécifiquement une cathode thermo-électronique comprenant à l'intérieur d'une enveloppe cylindrique, en molybdène par exemple, un filament chauffant situé dans la partie inférieure de cette enveloppe et, dans la partie supérieure de cette dernière, une chambre remplie d'une certaine quantité d'un matériau poreux qui comprend deux parties distinctes superposées, à savoir une première partie en un matériau poreux imprégné de matière émissive recouverte d'une seconde partie en matériau poreux non imprégné.

De telles cathodes ont cependant pour inconvénient d'être de réalisation technologique difficile. En outre, la présence à l'avant de la matrice émissive d'un élément poreux épais peut être source de problèmes de redémarrage de ces cathodes en raison des gaz qui risquent d'être absorbés dans cet élément poreux.

L'invention se rapporte à une cathode thermo-électronique imprégnée qui ne présente pas les inconvénients précités des cathodes imprégnées connues jusqu'alors et qui permet de surcroît une meilleure migration de la matière émissive sur sa surface. Cette cathode est du type comprenant, à l'intérieur d'une enveloppe généralement cylindrique constituée en molybdène par exemple, un filament chauffant situé dans la partie inférieure de cette enveloppe et, dans la partie supérieure de cette même enveloppe, une chambre remplie d'un matériau poreux imprégné de matière émissive. Ce matériau poreux est recouvert, pour former la surface émissive de la cathode, d'une couche d'un métal réfractaire non poreux et percé artificiellement d'un ensemble de fines fentes qui sont réparties de manière ordonnée et de façon à obtenir, pour cette cathode, une porosité de surface déterminée, par exemple une porosité faible de l'ordre de 16 à 21%, apte à permettre la migration du produit émissif (en l'occurrence le Barium) sur toute la surface émissive de cette cathode.

Il s'agit typiquement d'une couche d'une épaisseur de l'ordre d'une centaine à quelques centaines de

micromètres, qui est de préférence déposée par décomposition chimique en phase gazeuse, ou C.V.D. ("Chemical Vapour Deposition"), de manière à réaliser un continuum entre la matrice poreuse imprégnée de matière émissive et ce filtre supérieur à porosité ordonnée.

Les fines fentes dont il s'agit sont typiquement obtenues par photogravure. Elles ont par exemple chacune une dimension de l'ordre de 5 x 20 micromètres, et elles sont régulièrement réparties de façon à permettre la migration du Barium sur l'intégralité de la surface de la cathode : de ce fait, la distance minimale qui sépare deux fentes voisines doit être suffisante (préférentiellement juste suffisante) pour permettre cette migration, et a typiquement une valeur de l'ordre de une à deux dizaines de micromètres.

De toute façon, l'invention sera bien comprise, et ses avantages et autres caractéristiques ressortiront, lors de la description suivante d'un exemple non limitatif de réalisation d'une telle cathode imprégnée à surface émissive de porosité ordonnée, en référence au dessin schématique annexé dans lequel :

- Figure 1 est une vue en coupe longitudinale de cette cathode ;

- Figure 2 est une vue de dessus de la cathode selon cette figure 1 ;

- Figure 3 est une vue de détail agrandie de la face supérieure de cette cathode ; et

- Figures 4 à 9 montrent les étapes essentielles de sa fabrication, utilisant une technique de photogravure.

En se reportant à la figure 1, cette cathode imprégnée est constituée par un tube 1 en molybdène, divisé en deux cavités par un disque transversal 2, en molybdène lui-aussi :

. une cavité inférieure qui contient le filament chauffant 3 ;

. une cavité supérieure qui contient un corps 4 en Tungstène poreux imprégné d'Aluminates de Barium et de Calcium.

Conformément à l'invention, le corps poreux 4 est recouvert, pour former la surface émissive de la cathode, d'une couche 5 de Tungstène non poreux et percée, par gravure, d'un ensemble de fines fentes 6 qui, comme on le voit plus précisément sur la figure 2, sont régulièrement réparties sur la surface de cette couche métallique 5.

La couche 5 est relativement épaisse, son épaisseur étant par exemple comprise entre 100 et 250 micromètres. Les fentes 6, qui ont typiquement chacune une longueur de l'ordre de 20 micromètres et une largeur de l'ordre de 5 micromètres, sont réparties de manière ordonnée sur la surface de la couche 5, de façon que la distance d qui sépare deux fentes voisines (voir la figure 3 qui est une vue agrandie du détail A de la figure 2) soit

avantageusement calculée pour être sensiblement égale au double de la distance minimale de migration du Barium sur la surface de la cathode (surface émissive), lorsque l'on chauffe cette cathode en portant le filament 3 à incandescence. Cette distance d est de la sorte de l'ordre de une à deux dizaines de micromètres.

Il en résulte pour cette surface émissive, une porosité ordonnée de l'ordre de 18 à 20%, donc plutôt faible, ce qui correspond à environ 800.000 fentes par centimètre carré.

De façon à lui permettre de contenir un maximum de matière émissive, le corps poreux 4 est à contrario choisi de forte porosité, sa porosité étant par exemple supérieure à 30%.

Avantageusement, de façon à réaliser un continuum entre le corps poreux 4 et la couche 5, non poreuse mais percée de fentes artificielles 6, cette couche 5 est déposée par le procédé classique de décomposition chimique en phase gazeuse, ou C.V.D. ("Chemical Vapor Deposition"), plus précisément par réduction d'Hexafluorure de Soufre par de l'Hydrogène, à basses pression et température. Les fentes 6 sont obtenues par usinage ionique réactif, ou "gravure ionique réactive sous plasma", en utilisant soit un mélange Argon-Chlore, soit un mélange d'Hexafluorure de Soufre, d'Argon, et d'Oxygène, soit un mélange d'Hexafluorure de Soufre et d'Oxygène, par des techniques de photogravure ou de gravure chimique classiques.

Les figures 4 à 9 illustrent un exemple de réalisation pratique de la cathode thermo-électronique de la figure 1.

On part d'un corps 4 en Tungstène poreux, à plus de 30% de porosité, que l'on commence par infiltrer de Cuivre, ce métal étant destiné à jouer le rôle de lubrifiant à l'usinage et à permettre d'effectuer le dépôt de la couche 5 par décomposition chimique en phase gazeuse sans que cette opération ne puisse entraîner le bouchage malencontreux des pores du corps 4.

Ce corps 4 est ensuite recouvert, par décomposition chimique en phase gazeuse, d'une couche 5 de Tungstène non-poreux, d'une épaisseur de l'ordre de 100 à 200 micromètres.

On dépose ensuite un mince film d'Aluminium d'une épaisseur de quelques micromètres (typiquement de l'ordre de 2 à 5 micromètres).

On dépose ensuite, sur le film d'Aluminium 7, une couche 8 de résine photosensible que l'on isole (figure 4) à travers un masque 9 de forme complémentaire de celle du filtre 5 à obtenir (cf. figure 2).

Après élimination des parties non isolées 10 de la couche de résine 8 (figure 5), les parties alors visibles de la couche d'Aluminium 7 sont éliminées à l'acide Chlorhydrique (figure 6).

Après élimination de la résine photosensible 8,

il reste (figure 7) sur la couche de Tungstène 5, un masque 7 d'Aluminium, de forme identique à celle du filtre 5 (figure 2) à obtenir. la réalisation du masque 7 en Aluminium (ou autre métal, tel que le Chrome, apte à résister à l'Hexafluorure de Soufre) est nécessitée par le fait que les résines photosensibles connues ne résistent pas aux opérations de gravure ionique réactive sous plasma.

L'usinage (figure 8) de la couche de Tungstène 5 s'effectue ensuite par gravure ionique réactive sous plasma, sous pression réduite d'un mélange des trois gaz : Argon, Oxygène et Hexafluorure de Soufre. A titre d'exemple, la vitesse d'attaque, suivant la pression partielle dans l'enceinte utilisée et la tension appliquée, est de l'ordre de 1 à 10 micromètres par minute.

Lorsque cet usinage est terminé, le masque d'Aluminium 7 est éliminé à l'acide Chlorhydrique (figure 9), puis le Cuivre contenu dans le corps en Tungstène poreux 4 est éliminé par dissolution dans l'acide Nitrique, ensuite de quoi ce corps 4 est imprégné à l'aide des Aluminates de Barium et de Calcium.

Après un nettoyage chimique effectué pour éliminer l'excédent d'Aluminate de Barium sur l'épaisseur de la couche gravée 5, le corps 4 est mis en place dans le tube en molybdène 1, et le filament chauffant 3 est également mis en place.

Il suffit alors de porter la cathode ainsi obtenue à une température suffisamment élevée pour initier les réactions chimiques entre l'aluminate de Calcium et le Tungstène libérant du Barium dans le corps poreux 4, et migrer celui-ci vers la surface émissive à travers le masque à porosité ordonnée 5.

Comme il va de soi, l'invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation qui vient d'être décrit. C'est ainsi que la couche, non poreuse et d'épaisseur au moins égale à 100 micromètres, 5 peut être constituée en un autre métal réfractaire que le Tungstène, par exemple le Rhénium, l'Iridium, et l'Osmium, qui sont tous des métaux bien adaptés au phénomène d'émission thermo-électronique des cathodes. Cette même couche supérieure 5 à porosité ordonnée peut aussi être constituée en un alliage réfractaire, par exemple un alliage Tungstène-Osmium, Tungstène-Iridium, ou Tungstène-Rhénium. A lieu d'être déposée par C.V.D. (décomposition chimique en phase gazeuse), la couche 5 peut bien entendu aussi être constituée par une couche rapportée et donc finalement indépendante du corps poreux.

Revendications

1 - Cathode thermo-électronique imprégnée du type comprenant, à l'intérieur d'une enveloppe gé-

néralement cylindrique (1), en molybdène par exemple, un filament chauffant (3) situé dans la partie inférieure de cette enveloppe (1) et, dans la partie supérieure de cette même enveloppe, une chambre remplie d'un matériau poreux (4) imprégné de matière émissive, caractérisée en ce que ce matériau poreux (4) est recouvert, pour former la surface émissive de la cathode, d'une couche (5) d'un métal réfractaire non poreux et percé artificiellement, par exemple de gravure, de fines fentes (6) qui sont réparties de manière ordonnée et de façon à obtenir, pour cette cathode, une porosité de surface déterminée et apte à permettre la migration du produit émissif sur toute la surface émissive de cette cathode.

2 - Cathode thermo-électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que cette couche (5) à porosité ordonnée a une épaisseur au moins égale à 100 micromètres.

3 - Cathode thermo-électronique sur la revendication 2, caractérisée en ce que cette couche à porosité ordonnée (5) a une épaisseur de l'ordre d'une centaine à quelques centaines de micromètres.

4 - Cathode thermo-électronique selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'épaisseur de cette couche à porosité ordonnée (5) est comprise entre 100 et 200 micromètres.

5 - Cathode thermo-électronique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le matériau poreux (4) a une porosité supérieure à celle de la couche à porosité ordonnée (5).

6 - Cathode thermo-électronique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la distance (d) qui sépare deux fentes voisines (6) pratiquées sur la surface de cette couche (5) à porosités ordonnées est sensiblement égale au double de la distance minimale de migration du matériau émissif sur la surface émissive de cette cathode.

7 - Cathode thermo-électronique selon la revendication 6, caractérisée en ce que cette distance (d) entre deux fentes voisines (6) est de l'ordre de une à deux dizaines de micromètres.

8 - Cathode thermo-électronique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que ces fentes (6) ont chacune une longueur de l'ordre de 20 micromètres et une largeur de l'ordre de 5 micromètres.

9 - Cathode thermo-électronique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que cette couche (5) est déposée par décomposition chimique en phase gazeuse (C.V.D.), de manière à réaliser un continuum avec le corps poreux (4).

10 - Cathode thermo-électronique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que cette couche (5) est rapportée sur le corps poreux (4).

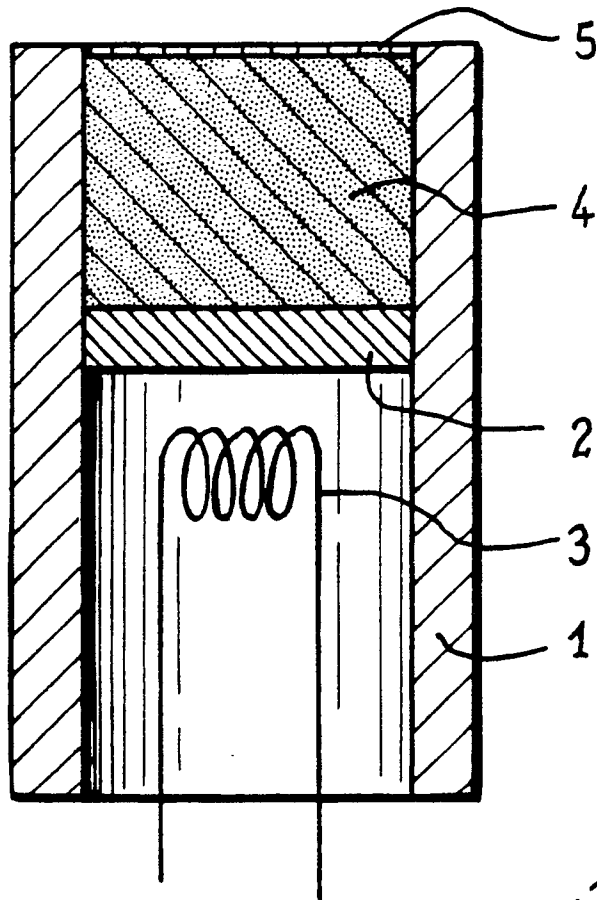


Fig. 1

Fig. 3

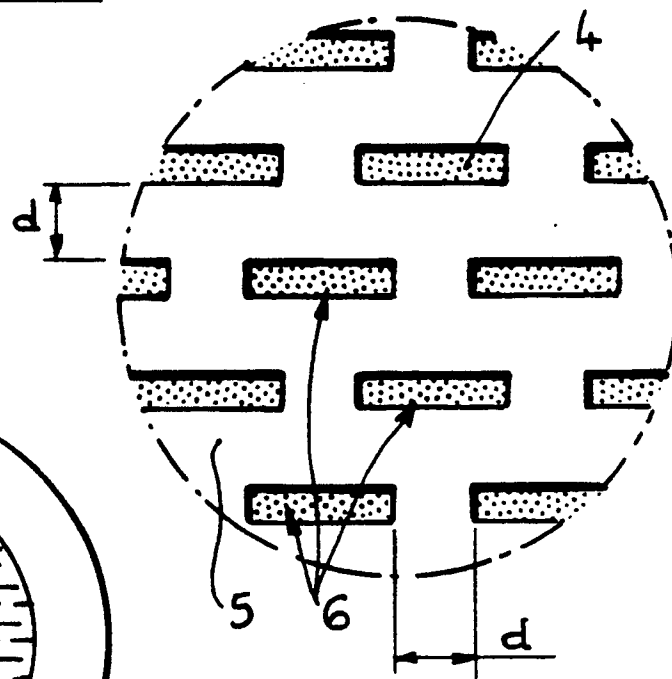
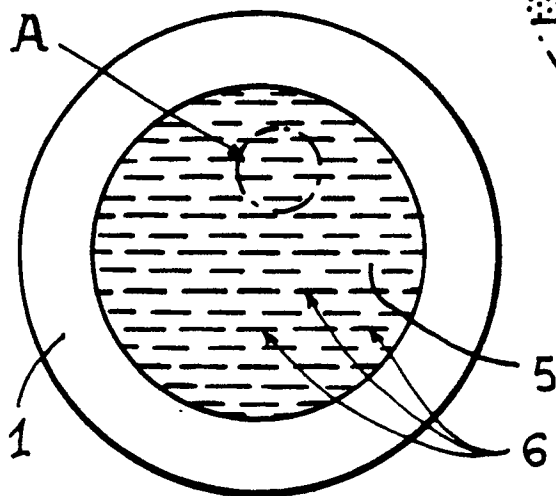
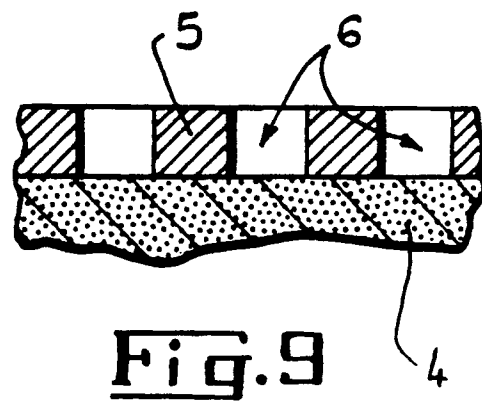
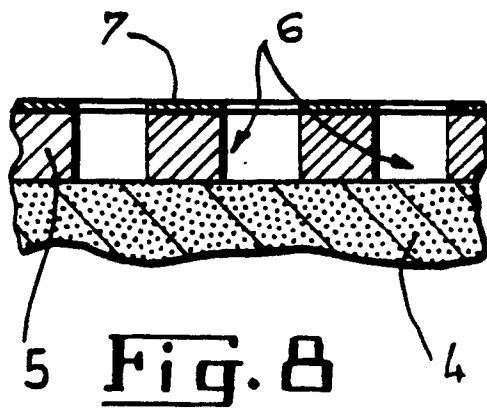
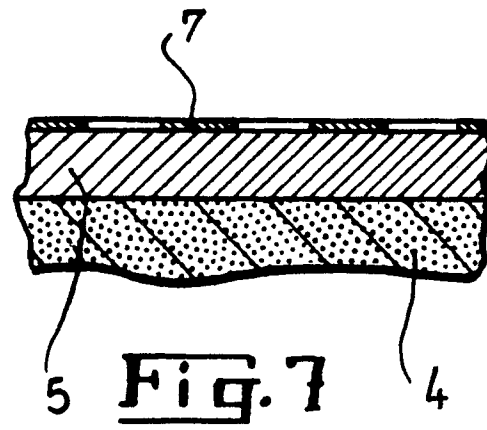
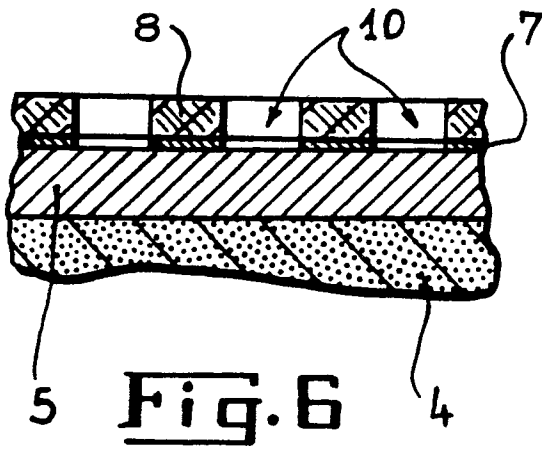
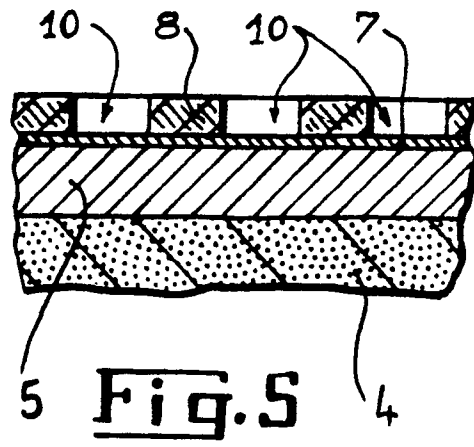
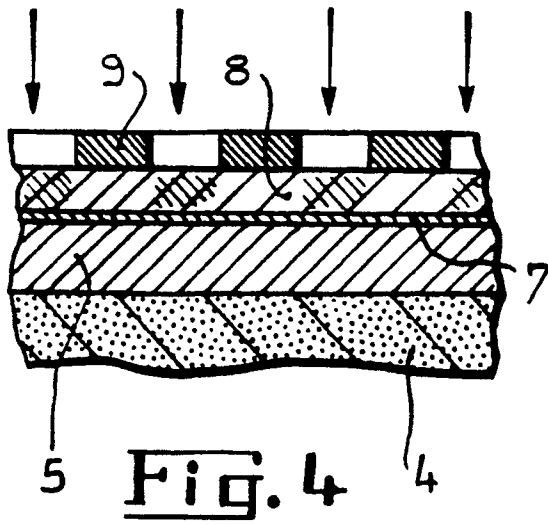


Fig. 2







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 1216

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)
X	INTERNATIONAL ELECTRON DEVICES MEETING, INSTITUTE OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERS, IEDM'83, Washington, 5-7 décembre 1983, pages 448-451, IEEE, New York, US; L.R. FALCE: "Dispenser cathodes: the current state of the technology" * Page 448: "Introduction"; page 448: "Cavity reservoir dispenser cathode"@Figure 2 *	1,9,10	H 01 J 1/28
Y	IDEM ---	2-4,6-8	
Y	US-A-4 379 979 (THOMAS) * Figures 2,3,8; colonne 1, lignes 8-49,65-68; colonne 3, lignes 57-65; colonne 4, lignes 7-11 *	2-4,7,8	
Y	US-A-2 864 028 (COPPOLA) * Colonne 1, lignes 57-68; colonne 1, ligne 69 - colonne 2, ligne 5 *	6	
A	INTERNATIONAL ELECTRON DEVICES MEETING, INSTITUTE OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERS, Washington, 4-6 décembre 1978, pages 156-159; L.R. FALCE et al.: "Controlled porosity dispenser cathode: iridium-barium oxide" * Page 157: "Iridium foil cathode" *	1	
D,A	EP-A-0 052 047 (THOMSON-CSF) * Figure 3; page 4, lignes 11-30 *	5	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-08-1990	Examineur COLVIN G.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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			