(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 789 223**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **99 01008**

(51) Int Cl[7] : **H 01 J 29/04,** H 01 J 1/316

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 29.01.99.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 04.08.00 Bulletin 00/31.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *UNIVERSITE DE NANTES* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** LE BIHAN RAYMOND.

(73) **Titulaire(s) :**

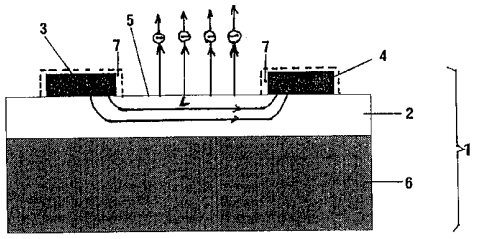
(74) **Mandataire(s) :** LE BIHAN RAYMOND.

(54) CORPS DE CATHODE FERROELECTRIQUE POUR LA PRODUCTION D'ELECTRONS.

(57) L'invention concerne un corps (1) de cathode ferroélectrique pour l'émission d'électrons du type comprenant au moins une couche (2) émettrice d'électrons constituée d'au moins un matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique et au moins deux électrodes (3, 4) alimentées de manière à générer un champ électrique variable pour exciter la couche (2) émettrice.

Ce corps est caractérisé en ce que les électrodes (3, 4) écartées l'une de l'autre sont positionnées dans ou sur la couche (2) ferroélectrique de sorte que la composante principale des lignes du champ électrique généré par lesdites électrodes (3, 4) s'étend sensiblement parallèlement à la surface émettrice (5) d'électrons de la couche (2) en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique.

Application: écran plat - canon à électrons.



FR 2 789 223 - A1

Corps de cathode ferroélectrique pour la production d'électrons

La présente invention concerne un corps de cathode ferroélectrique pour la production d'électrons.

Elle concerne plus particulièrement un corps de cathode ferroélectrique du type comprenant au moins une couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique émettrice d'électrons et au moins deux électrodes alimentées de manière à générer un champ électrique variable pour exciter la couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique.

L'émission d'électrons à partir de la surface de cristaux ou de céramiques ferroélectriques soumis à des excitations répétitives avec des impulsions de tension est un phénomène connu. Sur la base de ce principe, des cathodes ferroélectriques ont été développées. Des exemples de ces cathodes ferroélectriques sont fournis notamment dans les documents FR-A-2.718.567 et FR-A-2.744.564. A ce jour, les corps de cathode sont tous conçus sur le même principe. En effet, ces corps de cathode comportent un substrat, une couche d'électrode inférieure formée sur un substrat ou

constituant ce substrat, une couche d'un matériau ferroélectrique formée sur ladite couche d'électrode inférieure et une couche discontinue d'électrode supérieure formée sur ladite couche de matériau ferroélectrique, les vides de cette couche discontinue d'électrode supérieure constituant des passages des électrons émis par la couche ferroélectrique. Le principe de cette émission est lié au fait que, lorsqu'une impulsion de tension est appliquée entre les électrodes supérieure et inférieure, la polarisation spontanée du matériau ferroélectrique est inversée sur la surface et à l'intérieur de la couche de cathode ferroélectrique et des électrons sont alors émis. De telles cathodes présentent un grand nombre d'avantages, à savoir notamment un rendement élevé d'électrons émis et un maniement simple lié à leur robustesse et au fait qu'elles peuvent en particulier fonctionner à température ambiante. Du fait de ces avantages, les cathodes ferroélectriques sont aujourd'hui envisagées dans de nombreux domaines d'application. Elles sont en particulier utiles pour la réalisation de canons à électrons, de tubes à rayon cathodique, etc.

Toutefois, dans cette construction classique de cathodes, la couche en matériau ferroélectrique est toujours prise en sandwich entre deux couches d'électrode. Il résulte de cette construction de la cathode une évolution des domaines conforme au schéma représenté à la figure 1 dans lequel le domaine affecte une forme triangulaire. De ce fait, lorsque l'épaisseur de la couche ferroélectrique diminue, la surface émissive, correspondant à l'inversion de la polarisation, décroît. La distance entre les barres constitutives de l'électrode supérieure doit alors diminuer si on souhaite obtenir une émission d'électrons sur la plus grande partie de la surface de ladite couche ferroélectrique et conserver des surfaces utiles d'émission de grande dimension. Cette obligation de rapprocher les électrodes engendre une augmentation du nombre d'électrodes et une diminution correspondante de la surface émettrice

d'électrons. De plus, le phénomène d'attraction des électrons par l'électrode supérieure prend plus d'importance et le rendement d'émission diminue. On sait par ailleurs que la tension de commande diminue lorsque l'épaisseur de la couche ferroélectrique diminue.

Le but de la présente invention est donc de proposer un corps de cathode ferroélectrique dont la conception permet de réduire l'épaisseur de la couche ferroélectrique ou antiferroélectrique, sans avoir à augmenter outre mesure le nombre d'électrodes et à réduire les surfaces utiles d'émission, de telle sorte que le rendement d'émission d'électrons de la cathode est amélioré.

Un autre but de la présente invention est de proposer un corps de cathode ferroélectrique ayant une épaisseur de couche ferroélectrique réduite de telle sorte que la tension appliquée peut être diminuée.

A cet effet, l'invention a pour objet un corps de cathode ferroélectrique pour l'émission d'électrons, du type comprenant au moins une couche émettrice d'électrons constituée d'au moins un matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique et au moins deux électrodes alimentées de manière à générer un champ électrique variable pour exciter la couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique, caractérisé en ce que les électrodes écartées l'une de l'autre sont positionnées dans, ou sur, la couche de matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique de sorte que la composante principale des lignes du champ électrique généré par lesdites électrodes s'étend sensiblement parallèlement à la surface émettrice d'électrons de la couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique.

Grâce à cette conception du corps de cathode et en particulier grâce à l'arrangement des électrodes, l'épaisseur de la couche en matériau ferroélectrique ou

antiferroélectrique devient indépendante de la distance entre deux électrodes de sorte que l'épaisseur de cette couche peut être réduite sans avoir à augmenter le nombre d'électrodes et donc à rapprocher ces dernières de telle sorte que les phénomènes de bord seraient accentués, générant alors des effets parasites de bord tels que des décharges entre les bords d'électrodes.

L'invention sera bien comprise à la lecture de la description suivante d'exemples de réalisation, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 représente une vue schématique en coupe d'un corps de cathode conçu conformément à l'état de la technique ;

les figures 2 et 3 représentent à chaque fois une vue schématique en coupe d'un exemple de réalisation d'un corps de cathode conforme à l'invention ;

la figure 4 représente une vue schématique de dessus d'un corps de cathode conforme à l'invention et

la figure 5 représente une vue schématique de dessus de micro-cathodes conformes à l'invention en vue de la réalisation d'un écran plat.

Comme le montre la figure 1, un corps de cathode conforme à l'état de la technique est constitué d'une électrode inférieure représentée en 1' à la figure 1, d'une couche en matériau ferroélectrique représentée en 2' et d'une électrode supérieure représentée en 3', l'ensemble étant disposé à l'état superposé comme le montre la figure 1 de telle sorte que les domaines inversés sont conformes ou similaires à ceux représentés à la figure 1.

A l'inverse, le corps de cathode, objet de l'invention et représenté par la référence générale 1 aux figures 2 et 3,

est constitué d'un substrat isolant 6 réalisé en un matériau diélectrique, d'une couche 2 en matériau, ferroélectrique ou antiferroélectrique, éventuellement dopé, formée sur ledit substrat 6 et d'un arrangement d'électrodes 3, 4 disposées dans ou sur ladite couche 2 du matériau ferroélectrique de sorte que la composante principale des lignes L du champ électrique généré par lesdites électrodes 3, 4 s'étend sensiblement parallèlement et non plus perpendiculairement à la surface émettrice 5 d'électrons de la couche 2 en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique. Cette modification de la disposition des électrodes permet de s'affranchir en ce qui concerne la disposition des électrodes 3 et 4 de l'épaisseur de la couche 2 en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique. Il devient ainsi possible de réaliser des corps de cathode avec des épaisseurs de couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique encore plus faibles que celles obtenues jusqu'à présent. Ainsi, de préférence, l'épaisseur de la couche 2 en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique est comprise dans la plage de 10 nm à 2 mm.

Malgré cette modification de la disposition des électrodes, la conception même de ce corps de cathode reste traditionnelle. Le substrat isolant peut ainsi être constitué d'un matériau choisi dans le groupe des composés constitués par MgO, SiO_2, Si_3N_4, le verre, les polymères, etc.

Il est à noter que ce substrat peut être également réalisé au moyen d'un fluide gazeux tel que de l'air.

La couche de matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique peut être quant à elle constituée d'au moins un matériau, dopé ou non, choisi dans le groupe des composés constitués par le titanate de plomb, le PLZT (titanate de plomb-lanthane-zirconium), le PZT (titanate de plomb-zirconium), le titanate de baryum ($BaTiO_3$), le TGS

(triglycine sulfate), le $LiNbO_3$, ainsi que de matériaux antiferroélectriques, dopés ou non. Ainsi, une couche mince ou épaisse de PZT ou de PLZT peut être obtenue par la méthode sol gel bien connue à ceux versés dans cet art.

Le dépôt de cette couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique sur le substrat peut également s'effectuer par d'autres techniques bien connues à ceux versés dans cet art. Ainsi, l'application de cette couche ferroélectrique peut s'effectuer par laminage mécanique ou par enduction avec une épaisseur définie comme le décrit le document FR-A-2.718.567. Il peut être également utilisé des procédés d'impression pour le dépôt de cette couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique sur le substrat.

D'autres méthodes généralement plus coûteuses que les procédés de couche mince classiques peuvent être également utilisées. Il s'agit en particulier de la vaporisation ou de l'application par pulvérisation ou par CVD (dépôt en phase gazeuse par procédé chimique). L'application de la couche ferroélectrique peut encore s'effectuer par immersion du substrat isolant dans un mélange ferroélectrique liquide.

Indépendamment de la méthode choisie, une fois la couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique réalisée, l'arrangement d'électrodes 3, 4 peut alors être disposé à la surface de ladite couche. La fixation des électrodes 3 et 4 sur la couche ferroélectrique peut s'effectuer à nouveau par vaporisation à travers des masques adaptés à la forme de chaque électrode. L'avantage de cette mise en oeuvre consiste dans les faibles sollicitations mécaniques et thermiques de la couche ferroélectrique. Dans ce cas, les électrodes 3, 4 recouvrent partiellement la couche 2 de manière à former des portions d'électrode et des zones libres à travers lesquelles les électrons sont émis par la couche 2. Ces portions d'électrodes peuvent ainsi être

disposées en saillie (figure 2), en affleurement (figure 3) ou en retrait de la surface de la couche 2 ferroélectrique ou antiferroélectrique.

Cette fixation des électrodes peut encore s'effectuer par sérigraphie ou par photolithographie, technique utilisée en particulier en micro-électronique. L'arrangement d'électrodes 3, 4, quand il est disposé dans la couche ferroélectrique, doit conserver une orientation des lignes L de champ conforme à celle mentionnée ci-dessus.

Les électrodes peuvent également être disposées à même le substrat 6 comme schématisé sur la figure 3, la couche 2 étant dans ce cas réalisée après réalisation de ces électrodes.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention conforme à la figure 2, au moins les bords des électrodes 3, 4 correspondant au bord d'une portion d'électrode entre portion d'électrode et zone libre peuvent être recouverts d'une couche 7 supplémentaire en un matériau diélectrique, ou en un matériau ferroélectrique ou en un matériau antiferroélectrique. Ce recouvrement des bords des électrodes 3, 4 par cette couche en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique ou diélectrique permet d'éviter des effets parasites de bord tels que des décharges entre les bords d'électrodes. Cette configuration limite également l'attraction des électrons par lesdites électrodes.

Bien évidemment, la disposition relative des électrodes par rapport à la couche 2 peut varier sous réserve de conserver des lignes de champ conformes aux figures 2 et 3, c'est-à-dire sensiblement parallèles à la surface émettrice 5 de la couche 2.

Les électrodes 3, 4 peuvent affecter un grand nombre de formes. Ces électrodes 3, 4 peuvent être réalisées sous

forme d'éléments pleins ou ajourés. Dans un mode de réalisation préféré, conforme à celui représenté à la figure 4, les électrodes 3, 4 sont des électrodes dites interdigitales. Ces électrodes affectent la forme de doigts, des doigts de l'une des électrodes s'étendant dans l'espace interdigital de l'autre électrode. Cette réalisation des électrodes se caractérise par son faible encombrement. Ces électrodes peuvent être réalisées en des matériaux divers et variés. A titre d'exemple, ces électrodes peuvent être réalisées en aluminium, or, platine ou en des matériaux non métalliques par exemples des oxydes.

Généralement, le corps de cathode coopère avec un collecteur d'électrons qui peut être constitué par une électrode dite de réception telle qu'une anode. Ce collecteur d'électrons est disposé face à la surface émettrice 5 de la couche 2, c'est-à-dire face à l'arrangement d'électrodes 3, 4. Grâce à la présence de cette électrode de réception, le circuit émetteur est fermé électriquement. Cette électrode de réception est séparée de l'arrangement d'électrodes 3, 4 par un volume dans lequel la cathode émet des électrons. Ce volume peut avantageusement contenir un vide poussé, du gaz ou du plasma. Cette électrode de réception peut également être au contact du corps de cathode décrit ci-dessus, ceci étant particulièrement intéressant dans le cas d'écrans de visualisation.

Le corps de cathode peut également coopérer avec un dispositif d'optique électronique pour constituer un canon à électrons applicable dans la réalisation de tubes électroniques ou d'écrans plats ou d'accélérateurs de particules.

Le ou les générateurs de signaux électriques alimentant les électrodes 3, 4 peuvent affecter un grand nombre de formes. Quand des puissances d'impulsion d'excitation très élevées

doivent être fournies, il peut être préférable de monter les générateurs d'impulsion en parallèle, chaque générateur ayant une impédance basse. De tels montages sont toutefois bien connus à ceux versés dans cet art.

Dans le cas où le corps de cathode est utilisé pour des réalisations spéciales comme par exemple des écrans plats, on a un ensemble de micro-sources d'électrons réalisées chacune comme indiqué ci-dessus. Ces micro-cathodes sont organisées en lignes et colonnes. Les cathodes d'une ligne ou respectivement d'une colonne sont reliées électriquement entre elles de manière à pouvoir commander séparément chaque micro-cathode. Une telle connexion est représentée à la figure 5.

Bien évidemment, les applications citées ci-dessus ne constituent en aucun cas une limitation de l'invention. Il est à noter par ailleurs que le terme ferroélectrique employé pour désigner la cathode doit être entendu dans son sens le plus général et inclut aussi bien les cathodes en matériau ferroélectrique que les cathodes en matériau antiferroélectrique, que ces matériaux soient ou non dopés.

REVENDICATIONS

1. Corps (1) de cathode ferroélectrique pour l'émission d'électrons, du type comprenant au moins une couche (2) émettrice d'électrons constituée d'au moins un matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique et au moins deux électrodes (3, 4) alimentées de manière à générer un champ électrique variable pour exciter la couche (2) en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique,
caractérisé en ce que les électrodes (3, 4) écartées l'une de l'autre sont positionnées dans, ou sur, la couche (2) en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique de sorte que la composante principale des lignes (L) du champ électrique généré par lesdites électrodes (3, 4) s'étend sensiblement parallèlement à la surface émettrice (5) d'électrons de la couche (2) en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique.

2. Corps (1) de cathode selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'il est constitué d'un substrat isolant (6) réalisé en un matériau diélectrique, d'une couche (2) d'au moins un matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique formée sur ledit substrat (6) et d'un arrangement d'électrodes (3, 4) disposées dans ou sur ladite couche (2) du matériau ferroélectrique de sorte que la composante principale des lignes (L) du champ électrique généré par lesdites électrodes (3, 4) s'étend sensiblement parallèlement à la surface émettrice (5) d'électrons de la couche (2) en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique.

3. Corps de cathode selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les électrodes (3, 4) sont des électrodes interdigitales.

4. Corps de cathode selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les électrodes (3, 4) recouvrent partiellement la couche ferroélectrique (2) de manière à

former des portions d'électrode et des zones libres à travers lesquelles sont émis les électrons produits par la couche (2) ferroélectrique ou antiferroélectrique.

5. Corps de cathode selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'au moins les bords des électrodes (3, 4) sont recouverts d'une couche (7) supplémentaire en un matériau diélectrique ou en un matériau ferroélectrique ou en un matériau antiferroélectrique.

6. Corps de cathode selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la couche de matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique est constituée d'au moins un matériau, dopé ou non, choisi dans le groupe des composés constitués par le titanate de plomb, le PLZT (titanate de plomb-lanthane-zirconium), le PZT (titanate de plomb-zirconium), le titanate de baryum ($BaTiO_3$), le TGS (triglycine sulfate), le $LiNbO_3$.

7. Corps de cathode selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche (2) en matériau ferroélectrique ou antiferroélectrique est comprise dans la plage de 10 nanomètres à 2 millimètres.

8. Corps de cathode selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il coopère avec un collecteur d'électrons tel qu'une électrode dite de réception, pour former un écran plat ou avec un dispositif d'optique électronique pour constituer un canon à électrons applicable dans la réalisation de tubes électroniques ou d'écrans plats ou d'accélérateurs de particules.

FIGURE 1

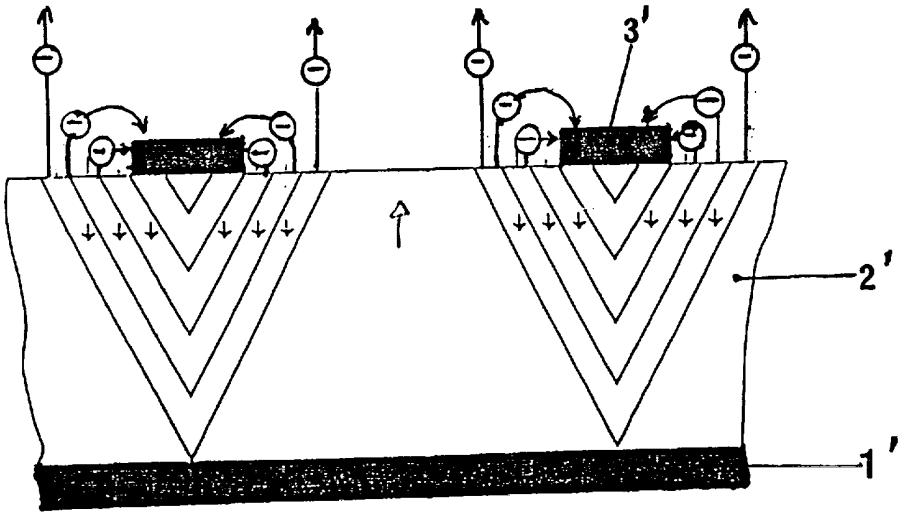


FIGURE 2

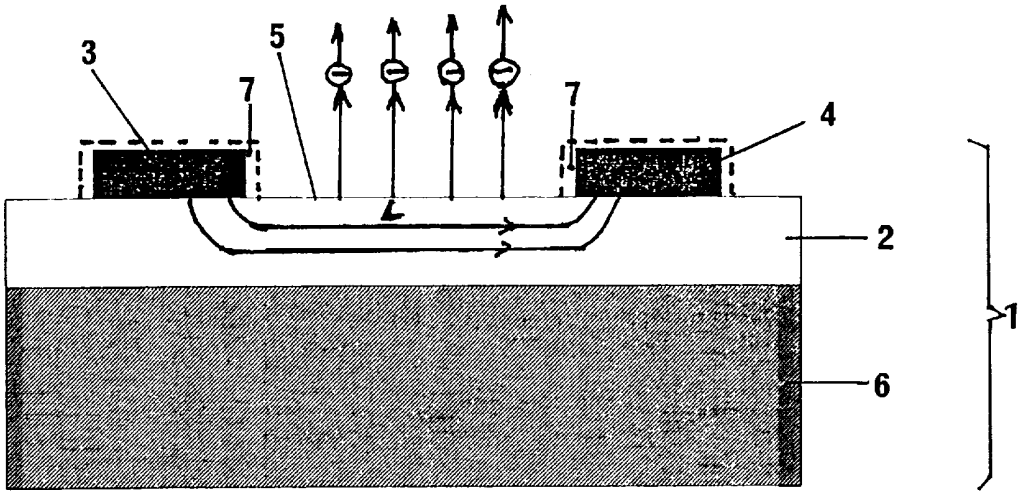


FIGURE 3

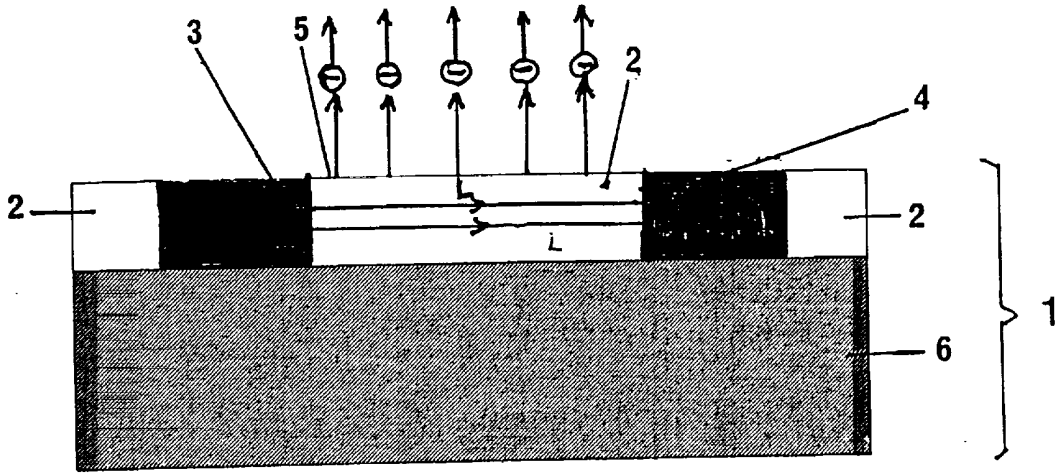


FIGURE 4

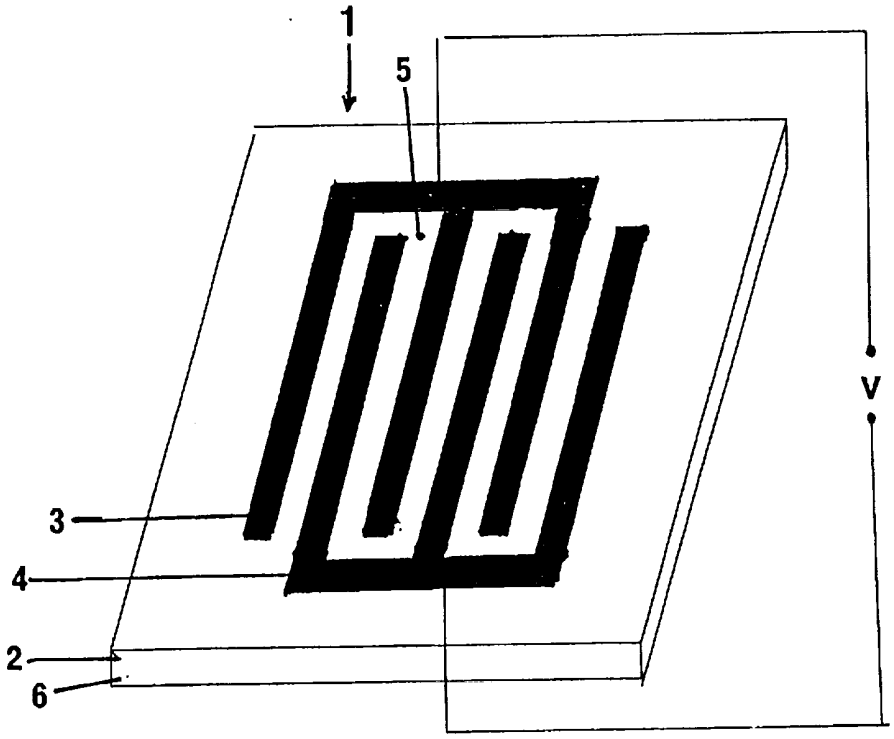
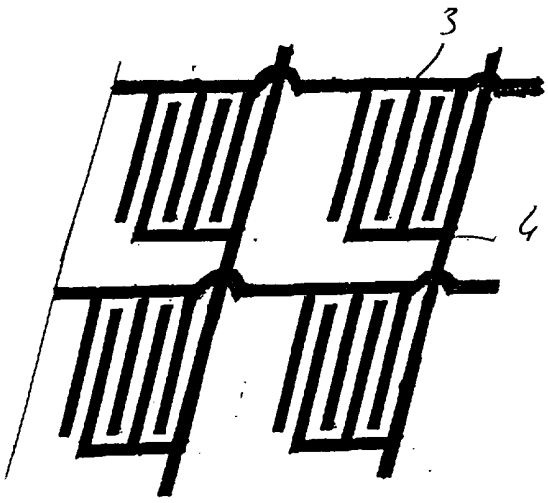


FIGURE 5



2789223

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 575532
FR 9901008

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X	US 5 453 661 A (MCGUIRE GARY E ET AL) 26 septembre 1995 (1995-09-26) * colonne 9, ligne 29 - colonne 10, ligne 27; revendications 1-31; figure 5 *	1,2,6-8
A	FR 2 718 567 A (RIEGE HANS KARL OTTO) 13 octobre 1995 (1995-10-13) * revendication 10 *	1
A	DE 196 51 552 A (PATRA PATENT TREUHAND) 18 juin 1998 (1998-06-18) * revendications 1-8 *	1,6
A	EP 0 428 853 A (RIEGE HANS) 29 mai 1991 (1991-05-29) * revendication 1 *	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 03, 31 mars 1997 (1997-03-31) & JP 08 293272 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 5 novembre 1996 (1996-11-05) * abrégé *	1,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 05, 30 avril 1998 (1998-04-30) & JP 10 027539 A (SHARP CORP), 27 janvier 1998 (1998-01-27) * abrégé *	1,5

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)

H01J

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
19 octobre 1999	Van den Bulcke, E

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant