(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 663 462**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 07347**

(51) Int Cl[5] : H 01 J 17/49, 29/04, 31/12

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 13.06.90.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 20.12.91 Bulletin 91/51.

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

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

(71) **Demandeur(s) :** *COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement de Caractère Scientifique, Technique et Industriel* — FR.

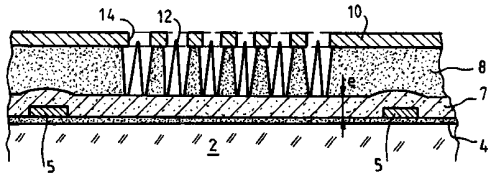
(72) **Inventeur(s) :** Meyer Robert.

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

(74) **Mandataire :** Brevatome.

(54) Source d'électrons à cathodes émissives à micropointes.

(57) Source d'électrons à cathodes émissives à micropointes possédant des électrodes en forme de treillis; ces électrodes peuvent être soit les conducteurs cathodiques (5), soit les grilles (10).
Application à l'excitation d'écran de visualisation.



FR 2 663 462 - A1

SOURCE D'ELECTRONS A CATHODES EMISSIVES A MICROPOINTES

Description

La présente invention a pour objet une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes et son procédé de fabrication. Elle s'applique notamment à la réalisation d'écrans plats de visualisation.

On connaît, par les brevets français n° 2 593 953 et 2 623 013, des dispositifs de visualisation par cathodoluminescence excitée par émission de champ, comprenant une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes.

La figure 1 représente schématiquement une source connue d'électrons à cathodes émissives à micropointes décrite en détails dans le document n° 2 623 013 précité. Cette source a une structure matricielle et comprend éventuellement sur un substrat 2, par exemple en verre, une mince couche de silice 4. Sur cette couche de silice 4 sont formées une pluralité d'électrodes 5 en forme de bandes conductrices parallèles jouant le rôle de conducteurs cathodiques et constituant les colonnes de la structure matricielle.

Les conducteurs cathodiques sont recouverts chacun par une couche résistive 7 qui peut être continue (excepté sur les extrémités pour permettre la connexion des conducteurs cathodiques avec des moyens de polarisation 20).

Une couche électriquement isolante 8, en silice, recouvre les couches résistives 7.

Au-dessus de la couche isolante 8 sont formées une pluralité d'électrodes 10 également en forme de bandes conductrices parallèles. Ces électrodes 10 sont perpendiculaires aux électrodes 5 et jouent le rôle de grilles qui constituent les lignes de la structure matricielle.

La source connue comporte également une pluralité d'émetteurs élémentaires d'électrons (micropointes) dont un exemplaire est schématiquement représenté sur la figure 2 : dans chacune des zones de croisement des conducteurs cathodiques 5 et des grilles 10, la couche résistive 7 correspondant à cette zone supporte des micropointes 12 par exemple en molybdène et la grille 10 correspondant à ladite zone comporte une ouverture 14 en regard de chacune des micropointes 12. Chacune de ces dernières épouse sensiblement la forme d'un cône dont la base repose sur la couche 7 et dont le sommet est situé au niveau de l'ouverture 14 correspondante. Bien entendu, la couche isolante 8 est également pourvue d'ouvertures 15 permettant le passage des micropointes 12.

A titre indicatif, on peut citer les ordres de grandeurs suivants :

- épaisseur de la couche isolante 8 : 1 micromètre,
- épaisseur d'une grille 10 : 0,4 micromètre,
- diamètre d'une ouverture 14 : 1,4 micromètre,
- diamètre d'une basse d'une micropointe 12 : 1,1 micromètre,
- épaisseur d'un conducteur cathodique 5 : 0,2 micromètre,
- épaisseur d'une couche résistive : 0,5 micromètre.

La couche résistive 7 a pour but essentiel de limiter le courant dans chaque émetteur 12 et donc, par conséquent, d'homogénéiser l'émission électronique. Cela permet, dans une application à l'excitation des points lumineux (pixels) d'un écran d'affichage, d'éliminer les points trop brillants.

La couche résistive 7 permet aussi de réduire les risques de claquage au niveau des micropointes 12 du fait de la limitation en courant et ainsi d'éviter l'apparition de courts-circuits entre lignes et

colonnes.

Enfin, la couche résistive 7 est sensée autoriser le court-circuit de quelques émetteurs 12 avec une grille 10, le courant de fuite très limité (de l'ordre de quelques μA) dans ces courts-circuits ne devant pas perturber le fonctionnement du reste du conducteur cathodique. Malheureusement, le problème posé par l'apparition de courts-circuits entre des micropointes et une grille n'est pas résolu de façon satisfaisante par un dispositif du type de celui décrit dans le brevet français n° 2 623 013.

Sur la figure 3, on a représenté schématiquement une micropointe. Une particule métallique 16 provoque un court-circuit de la micropointe 12 avec une grille 10 ; dans ce cas, toute la tension appliquée entre grille 10 et conducteur cathodique 5 (Vcg, de l'ordre de 100 V) est reportée aux bornes de la couche résistive 7.

Pour pouvoir tolérer quelques courts-circuits de ce type, quasiment inévitables du fait du très grand nombre de micropointes, la couche résistive 7 doit pouvoir supporter une tension avoisinant 100 V, ce qui nécessite que son épaisseur soit supérieure à 2 μm. Dans le cas contraire, elle claque par effet thermique et un court-circuit franc peut apparaître entre la grille et le conducteur cathodique rendant la source d'électrons inutilisable.

La présente invention pallie cet inconvénient. Elle a pour but l'amélioration de la résistance au claquage d'une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes, cette amélioration étant obtenue sans pour autant augmenter l'épaisseur de la source résistive.

Pour atteindre ce but, l'invention préconise d'utiliser des électrodes (par exemple, les conducteurs

cathodiques) en forme de treillis de manière à ce que ces électrodes et les couches résistives associées soient sensiblement dans le même plan. Dans cette configuration, la résistance au claquage ne dépend plus (au premier ordre) de l'épaisseur de la couche résistive mais de la distance entre le conducteur cathodique et la micropointe. Il suffit donc de maintenir un éloignement suffisant entre le conducteur cathodique et la micropointe pour éviter le claquage tout en conservant un effet d'homogénéisation pour lequel la couche résistive est prévue.

De façon plus précise, la présente invention concerne une source d'électrons comprenant :

- sur un support isolant, une première série d'électrodes parallèles jouant le rôle de conducteurs cathodiques et portant une pluralité de micropointes en matériau émetteur d'électrons,
- une seconde série d'électrodes parallèles, jouant le rôle de grilles, électriquement isolées des conducteurs cathodiques et faisant un angle avec ceux-ci, ce qui définit des zones de croisement des conducteurs cathodiques et des grilles, les grilles étant percées d'ouvertures respectivement en regard des micropointes.

Chacune des électrodes d'au moins une des séries possède une structure en treillis en contact avec une couche résistive.

De manière préférée, les électrodes possédant une structure en treillis sont métalliques ; elles sont par exemple en Al, Mo, Cr, Nb ou autre. Elle présente ainsi une meilleure conductivité.

De manière préférée, la dimension d'une maille du treillis est inférieure à la dimension d'une zone de croisement.

Avantageusement, une zone de croisement recouvre plusieurs mailles du treillis.

Cela favorise le fonctionnement de la source d'électrons pour deux raisons :

a) le courant nominal par maille est d'autant plus faible que le nombre de mailles est important. Lorsque les conducteurs cathodiques présentent une structure en treillis, la résistance d'accès d'un conducteur cathodique à l'ensemble des micropointes d'une maille peut être tolérée d'autant plus grande que le nombre de mailles est important, ce qui permet de réduire le courant de fuite en cas de court-circuit. En effet, la résistance d'accès est peu dépendante de la dimension de la maille et du nombre de micropointes par maille. Elle dépend principalement de la résistivité et de l'épaisseur de la couche résistive.

b) Plus le nombre de mailles est grand à l'intérieur d'une zone de recouvrement, moins le non-fonctionnement (court-circuit) d'une maille perturbe le fonctionnement de la source d'électrons. (Dans le cas d'une application à l'excitation d'un écran, seule une fraction d'un pixel est éteint pour une maille défaillante, ce qui n'est pas visible sur l'écran).

Les mailles du treillis peuvent avoir une forme quelconque ; elles peuvent être par exemple rectangulaires ou carrées.

Selon un mode de réalisation préféré, les mailles du treillis sont carrées.

Selon une variante de réalisation, les conducteurs cathodiques présentent une structure en treillis.

Dans ce cas, avantageusement, les micropointes occupent les régions centrales des mailles du treillis. Cette disposition permet de ménager une distance suffisante entre un conducteur cathodique et les micropointes pour éviter le claquage.

Selon un mode de réalisation particulier de cette variante, chaque conducteur cathodique est recouvert par une couche résistive.

Selon un autre mode de réalisation particulier de cette variante, une couche résistive est intercalée entre le support isolant et chaque conducteur cathodique.

La couche résistive peut être constituée en matériau tels que l'oxyde d'indium, l'oxyde d'étain ou l'oxyde de fer. De manière préférée, la couche résistive est en silicium dopé.

Quel que soit le matériau choisi, il faut s'assurer que celui-ci présente bien une résistivité adaptée aux effets d'homogénéisation et de protection contre les courts-circuits. Cette résistivité est généralement supérieure à $10^2\ \Omega cm$ alors que la résistivité du conducteur cathodique est généralement inférieure à $10^{-3}\ \Omega cm$.

Dans une autre variante de réalisation, les grilles possèdent une structure en treillis. Dans ce cas, les conducteurs cathodiques peuvent avoir ou non une structure en treillis. La couche résistive n'est plus nécessaire, elle peut cependant être présente pour conserver un effet d'homogénéisation.

Dans un mode de réalisation de cette variante, chaque grille est recouverte par une seconde couche résistive percée d'ouvertures en regard des micropointes.

Dans un autre mode de réalisation de cette variante, chaque grille repose sur une seconde couche résistive percée d'ouvertures en regard des micropointes.

La couche résistive peut être constituée en matériau tels que l'oxyde d'indium, l'oxyde d'étain ou l'oxyde de fer. De manière préférée, la couche résistive est en silicium dopé.

Quel que soit le matériau choisi, il faut s'assurer que celui-ci présente bien une résistivité adaptée aux effets d'homogénéisation et de protection contre les courts-circuits. Cette résistivité est généralement supérieure à $10^2\ \Omega cm$ alors que la résistivité du conducteur cathodique est généralement inférieure à $10^{-3}\ \Omega cm$.

Si les grilles et les conducteurs cathodiques possèdent tous une structure en treillis, les mailles des treillis sont préférentiellement de mêmes dimensions en vis-à-vis.

Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit donnée à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1, déjà décrite et relative à l'art antérieur, représente schématiquement une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes ;
- la figure 2, déjà décrite et relative à l'art antérieur, représente schématiquement une vue en coupe et partielle d'une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes ;
- la figure 3, déjà décrite et relative à l'art antérieur, représente schématiquement un émetteur d'électrons en court-circuit avec une grille ;
- la figure 4 est une vue schématique en coupe et partielle d'un premier mode de réalisation d'une source d'électrons conforme à l'invention ;
- la figure 5 est une vue schématique de dessus et partielle de la réalisation de la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 7 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 8 est une vue schématique d'un autre mode de réalisation de l'invention.

En référence aux figures 4 et 5, on décrit maintenant une source d'électrons conforme à l'invention. Dans cette réalisation, les conducteurs cathodiques 5 présentent une structure en treillis. Les mailles du treillis peuvent être de géométrie quelconque. Dans la réalisation représentée, les mailles du treillis sont carrées. Le pas de la maille p est, par exemple, d'environ 50 micromètres et la largeur d des pistes conductrices formant le treillis est par exemple d'environ 5 micromètres. Ces pistes conductrices sont de préférence métalliques, par exemple en Al, Mo, Cr, Nb ou autre. Un conducteur cathodique 5 présente une largeur de 400 micromètres, les conducteurs cathodiques étant séparés les uns des autres d'une distance égale à 50 micromètres environ. On comprend donc qu'une zone de croisement d'un conducteur cathodique 5 avec une grille 10 (de largeur égale à 300 micromètres) recouvre plusieurs mailles du treillis. Dans ces conditions, chaque zone de recouvrement d'un conducteur cathodique 5 avec une grille 10 comprend 48 mailles. Le non fonctionnement d'une maille dû à des courts-circuits entre la grille 10 et des micropointes ne perturbe l'ensemble que dans la proportion de 1/48, ce qui n'a pas d'effet notable.

Les micropointes 12 sont réunies dans les zones centrales des mailles et sont reliées au conducteur cathodique 5 par une couche résistive 7 en silicium dopé par exemple. La distance a séparant chaque micropointe 12 peut être de 5 micromètres par exemple ; la distance r séparant les micropointes

12 des pistes conductrices du treillis formant un conducteur cathodique 5 doit être suffisante pour que la chute de tension dans la couche résistive 7, en fonctionnement nominal, produise l'effet d'homogénéisation précité. La couche résistive 7 en silicium dopé étant d'environ 0,5 micromètre par exemple, cette distance r est au minimum de 5 micromètres pour une chute de tension comprise entre 5 et 10 V en fonctionnement nominal. Par exemple, la distance r est choisie égale à 10 micromètres.

Chaque maille contient un nombre n de micropointes 12 avec

$$n = ((p - d - 2r)/a + 1)^2.$$

Dans l'exemple représenté, n égale 36.

Dans cette réalisation, la résistance d'accès du conducteur cathodique 5 à l'ensemble des micropointes 12 est peu dépendante de la dimension de la maille et du nombre de micropointes qu'elle contient. Elle dépend essentiellement de la résistivité et de l'épaisseur de la couche résistive 7. Pour une couche résistive en silicium, la résistivité p est de l'ordre de $3\ 10^3$ Ohmscm ; son épaisseur e est par exemple égale à 0,5 micromètre.

La résistance d'accès R peut être approximativement calculée à l'aide de la formule :

$$R = \frac{p}{2\pi e} ;$$

on trouve que R égale approximativement 10^7 Ohms, ce qui est suffisant pour obtenir une chute de tension d'environ 10 V dans la couche résistive 7.

Dans ces conditions, en cas de court-circuit entre un émetteur 12 et la grille 10, le courant de

fuite dans une maille est sensiblement égal à 10 microampères, ce qui est tolérable car il n'altère pas le fonctionnement de la source d'électrons.

Un procédé de réalisation d'un tel dispositif peut par exemple comporter les étapes suivantes :

a) sur un substrat isolant 2, par exemple en verre, recouvert d'une fine couche 4 (d'épaisseur 1000 Å) de SiO_2, on dépose, par exemple par pulvérisation cathodique une couche métallique (d'épaisseur 2000 Å) par exemple en Nb ;

b) on réalise, par exemple par photolithographie et gravure ionique réactive, une structure en treillis dans la couche métallique. Cette structure est donc réalisée sur toute la surface active la source d'électrons ;

c) on dépose, par exemple par pulvérisation cathodique, une couche résistive de silicium dopé (d'épaisseur 5000 Å) ;

d) on grave, par exemple par photogravure et gravure ionique réactive, la couche résistive et la couche métallique de manière à former des colonnes conductrices (par exemple, de largeur égale à 400 micromètres et espacées de 50 micromètres entre-elles) ;

e) on termine ensuite la source d'électrons par la réalisation d'une couche isolante, de la grille et des micropointes selon des étapes décrites par exemple dans le brevet français n° 2 593 953 déposé au nom du demandeur.

Conformément à l'invention, les micropointes ne sont réalisées qu'à l'intérieur des mailles. Un positionnement des micropointes par rapport aux mailles des conducteurs cathodiques est donc nécessaire avec une précision de l'ordre de $\pm$ 5 micromètres.

Selon un autre mode de réalisation représenté

schématiquement sur la figure 6, les conducteurs cathodiques 5 possédant une structure en treillis reposent sur une couche résistive 7. Dans cette configuration, une couche résistive 7 est donc intercalée entre le support isolant (plus particulièrement la couche 4) et chaque conducteur cathodique 5.

Selon une variante de réalisation représentée en coupe sur la figure 7, ce ne sont plus les conducteurs cathodiques 5 qui possèdent une structure en treillis mais les grilles.

Selon un premier mode de réalisation, une seconde couche résistive 18, par exemple en silicium dopé d'une résistivité d'environ 10^4 Ohmscm et d'épaisseur égale à 0,4 micromètre, repose sur la couche isolante 8. Elle est percée d'ouvertures 20 pour permettre le passage des micropointes 12.

Les grilles 10a en forme de treillis à mailles carrées reposent sur la seconde couche résistive 18. Les micropointes 12 sont placées à l'intérieur de la zone centrale des mailles du treillis.

Selon un second mode de réalisation, la seconde couche résistive 18 recouvre les grilles 10b qui reposent sur la couche isolante 8.

Dans cette variante de réalisation, les grilles peuvent être en Nb et présentent une épaissseur de 0,2 micromètre. La largeur de chaque grille 10a ou 10b peut être de 5 micromètres pour un pas de maille de 50 micromètres.

Que ce soit dans le premier ou le second mode de réalisation, la seconde couche résistive 18 a un rôle de protection contre les courts-circuits, la couche résistive 7 assurant la fonction d'homogénéisation de l'émission électronique.

Dans cette variante de réalisation, les

couches résistives 7 peuvent être en silicium dopé ayant par exemple une résistivité de 10^5 Ohmscm et une épaisseur de 0,1 micromètre. Les conducteurs cathodiques 5 peuvent être par exemple en I T O (oxyde d'indium dopé à l'étain).

Selon une autre variante de réalisation, représentée schématiquement en coupe sur la figure 8, les grilles et les conducteurs cathodiques possèdent une structure en treillis à mailles carrées. Les mailles des grilles et des conducteurs cathodiques sont alors superposées : les pistes conductrices formant les mailles des grilles et des conducteurs cathodiques sont en regard dans les zones de recouvrement.

De même que précédémment, une seconde couche résistive 18 recouvre chaque grille 10b ou bien les grilles 10a peuvent aussi recouvrir la seconde couche résistive 10a.

En ce qui concerne les conducteurs cathodiques, ceux-ci peuvent être recouverts par la couche isolante 7 (conducteur cathodique référencé 5b) ou bien la recouvrir (conducteur cathodique référencé 5a).

Quelle que soit la variante de réalisation retenue, une source d'électrons possédant des électrodes en forme de treillis permet de diminuer les risques de claquage tout en assurant une bonne homogénéisation de l'émission électronique. La structure en treillis permet d'augmenter la résistance d'accès des micropointes aux conducteurs cathodiques sans pour autant augmenter l'épaisseur de la couche résistive.

Revendications

1. Source d'électrons comprenant :

- sur un support isolant (2, 4) une première série d'électrodes parallèles jouant le rôle de conducteurs cathodiques et portant une pluralité de micropointes (12) en matériau émetteur d'électrons,
- une seconde série d'électrodes parallèles (10), jouant le rôle de grilles, électriquement isolées des conducteurs cathodiques (5) et faisant un angle avec ceux-ci, ce qui définit des zones de croisement des conducteurs cathodiques (5) et des grilles (10), les grilles (10) étant percées d'ouvertures (14) respectivement en regard des micropointes (12) ;

caractérisée en ce que chacune des électrodes (5, 10) d'au moins une des séries possède une structure en treillis en contact avec une couche résistive (7, 18).

2. Source d'électrons selon la revendication 1, caractérisée en ce que la dimension d'une maille du treillis est inférieure à la dimension d'une zone de croisement.

3. Source d'électrons selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'une zone de croisement recouvre plusieurs mailles du treilis.

4. Source d'électrons selon la revendication 1, caractérisée en ce que les mailles du treillis sont carrées.

5. Source d'électrons selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les conducteurs cathodiques (5) possèdent une structure en treillis.

6. Source d'électrons selon la revendication 5, caractérisée en ce que les micropointes (12) occupent les régions centrales des mailles du treillis.

7. Source d'électrons selon la revendication

5, caractérisée en ce que chaque conducteur cathodique (5) est recouvert par une couche résistive (7).

8. Source d'électrons selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'une couche résistive (7) est intercalée entre le support isolant (2, 4)et chaque conducteur cathodique (5).

9. Source d'électrons selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisée en ce que la couche résistive (7) est en silicium dopé.

10. Source d'électrons selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les grilles (10) possèdent une structure en treillis.

11. Source d'électrons selon la revendication 10, caractérisée par le fait que chaque grille (10) est recouverte par une seconde couche résistive (18) percée d'ouvertures (20) en regard des micropointes (12).

12. Source d'électrons selon la revendication 10, caractérisée par le fait que chaque grille (10) repose sur une seconde couche résistive (18) percée d'ouvertures (20) en regard des micropointes (12).

13. Source d'électrons selon l'une quelconque des revendications 11 ou 12, caractérisée en ce que la seconde couche résistive (18) est en silicium dopé.

FIG.1

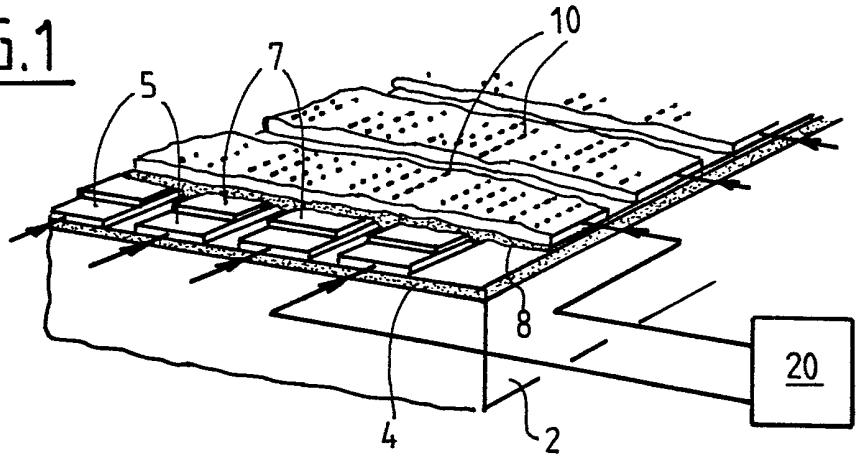
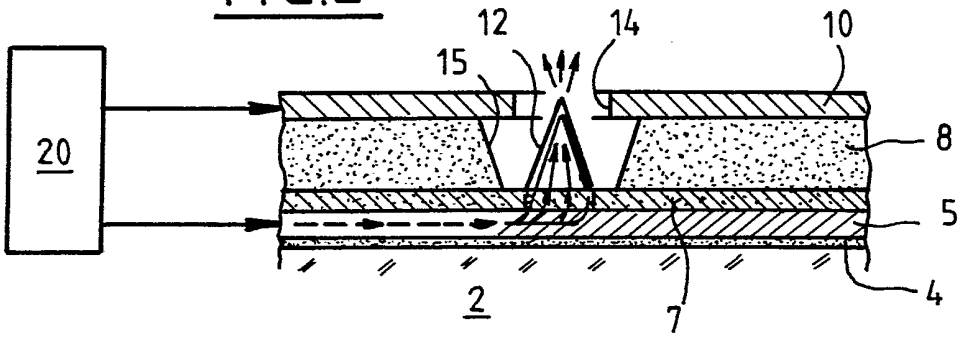


FIG.2



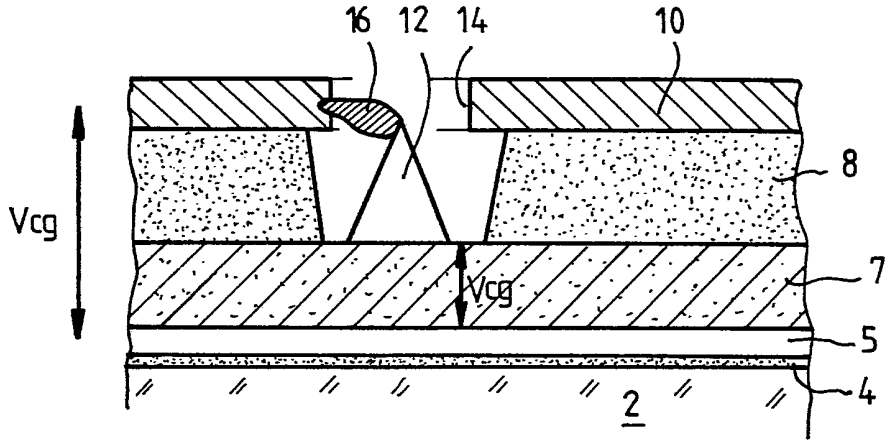


FIG.3

FIG. 4

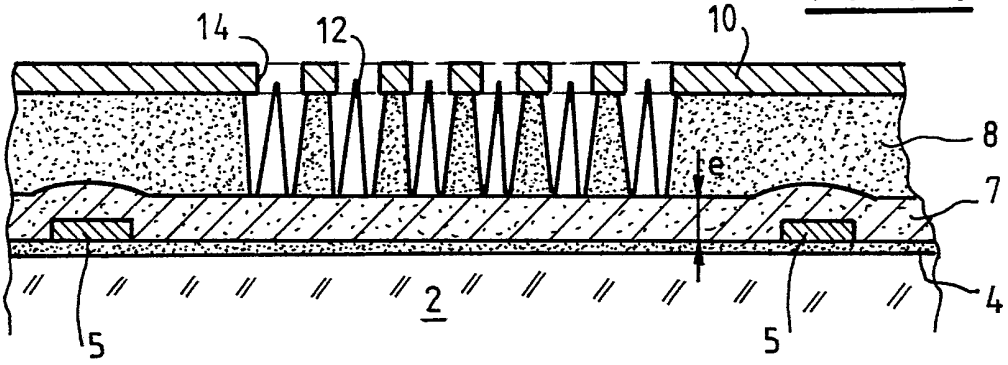


FIG.5

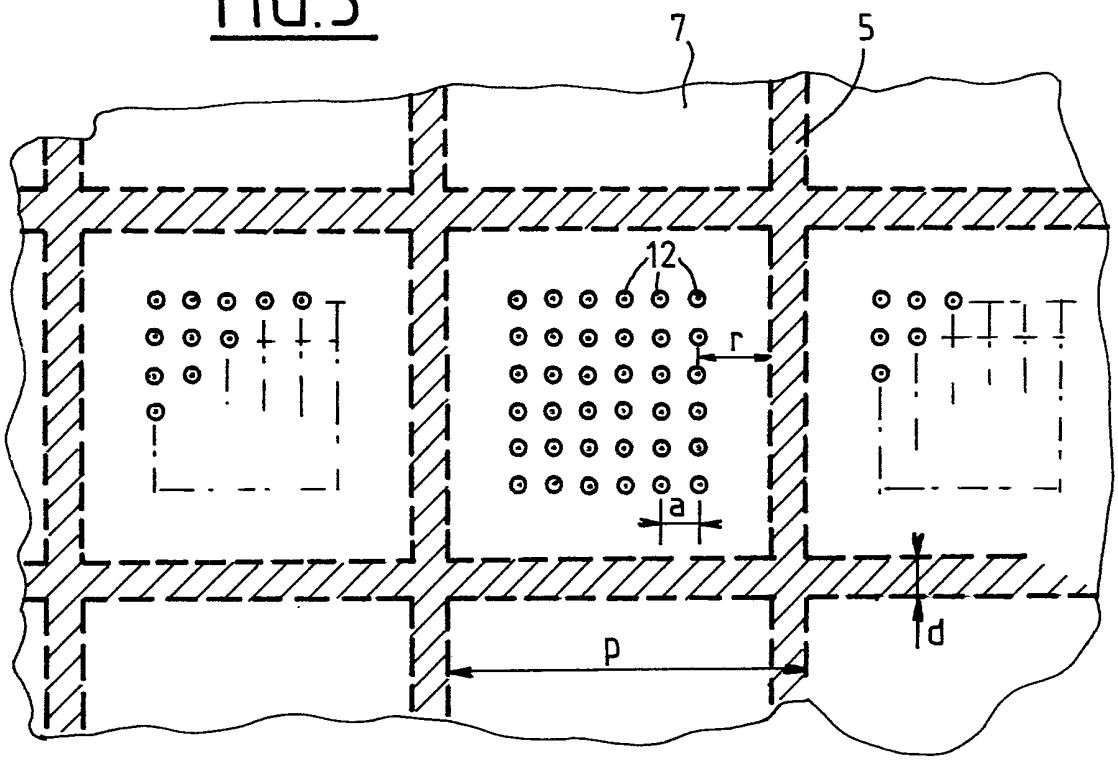


FIG.6

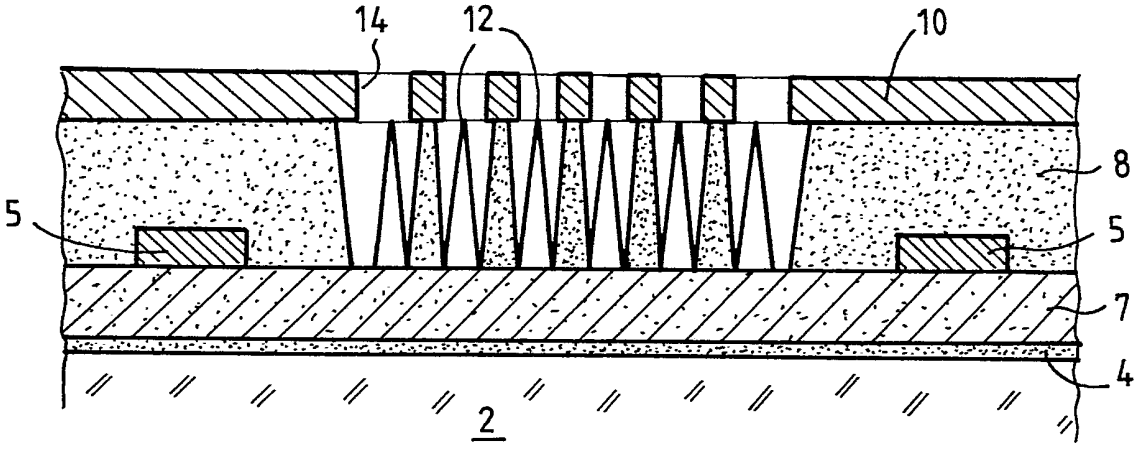


FIG.7

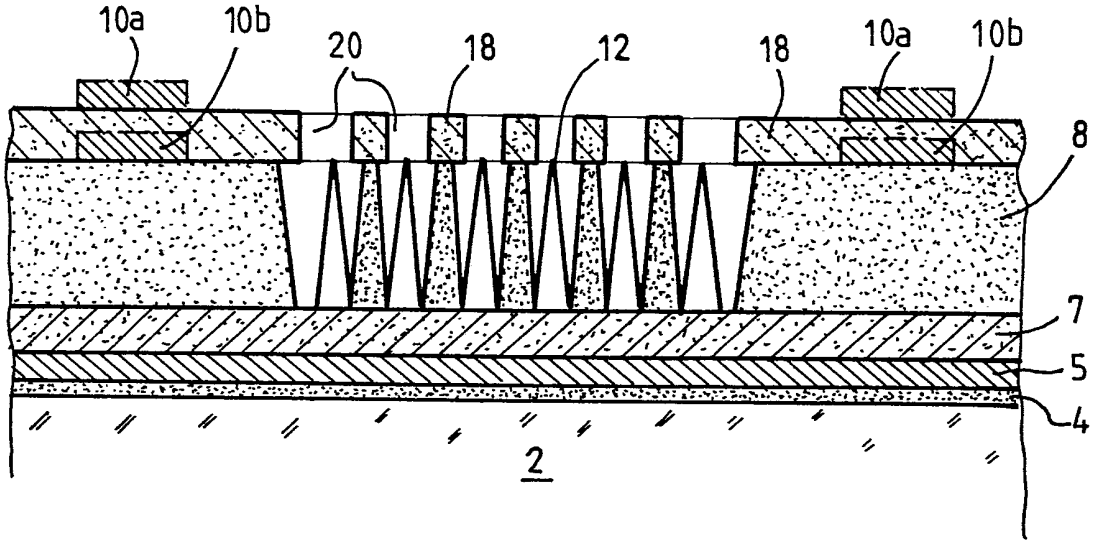
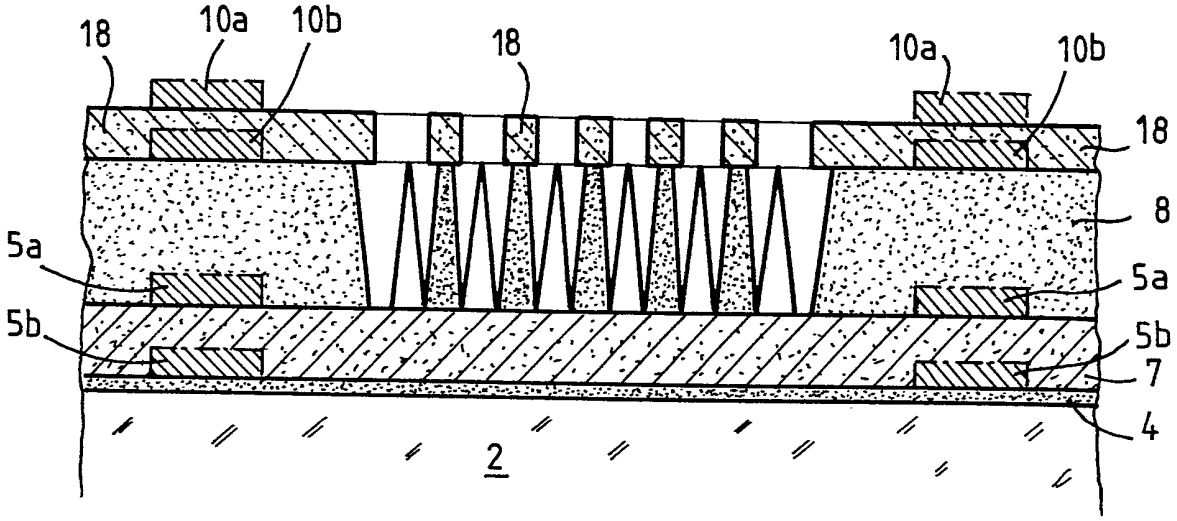

10a
10b
20
18
12
18
10a
10b
8
7
5
4
2

FIG.8


18
10a
10b
18
10a
10b
18
8
5a
5a
5b
5b
7
4
2

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2663462

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

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

N° d'enregistrement national

FR 9007347
FA 446429

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
D,A	US-A-4857161 (M.BOREL ET AL) * colonne 1, lignes 14 - 46 * * colonne 1, ligne 64 - colonne 2, ligne 7 * * colonne 2, lignes 41 - 48 * * colonne 4, lignes 8 - 14 * * colonne 4, lignes 19 - 33 * * colonne 4, ligne 44 - colonne 48 * * colonne 5, lignes 32 - 48; figures 1, 5, 6, 12 * ---	1, 5, 10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 259 (E-773)(3607) 15 juin 1989, & JP-A-01 54639 (MATSUSHITA) 02 mars 1989, * le document en entier * -----	1

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

H01J31/00
H01J01/00
H01J29/00

Date d'achèvement de la recherche: 15 FEVRIER 1991

Examinateur: ROWLES K.E.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 : 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

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

3