

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 708 473 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

24.04.1996 Bulletin 1996/17(51) Int Cl.⁶: **H01J 9/02**(21) Numéro de dépôt: **95402312.3**(22) Date de dépôt: **17.10.1995**

(84) Etats contractants désignés:

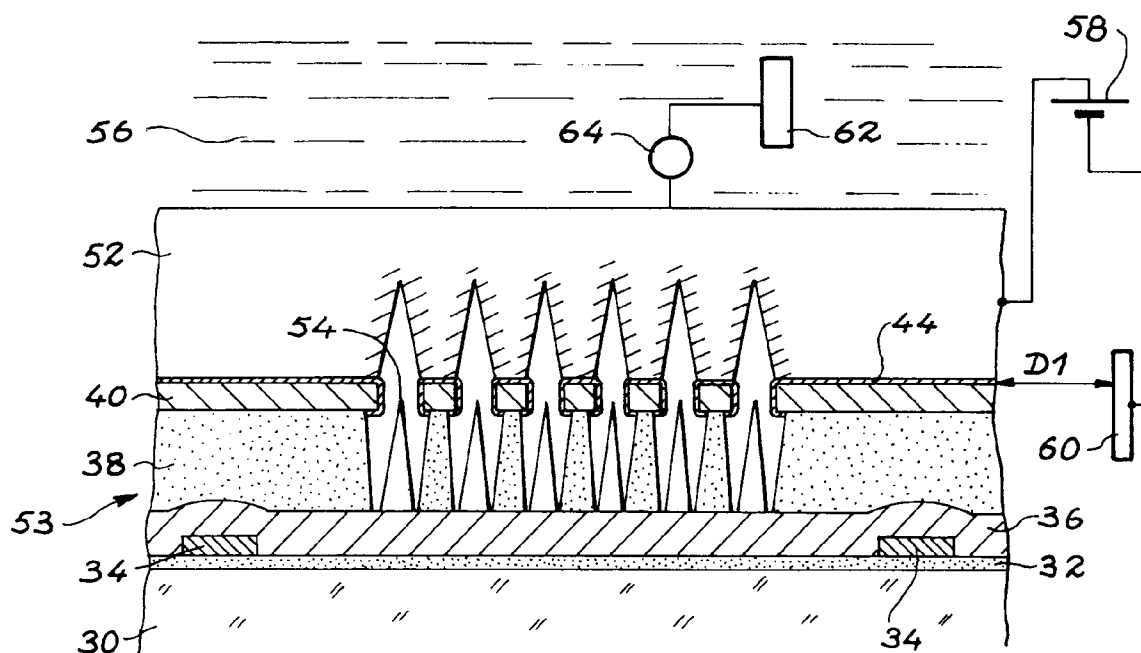
DE GB IT(30) Priorité: **19.10.1994 FR 9412467**(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE****F-75015 Paris Cédex 15 (FR)**

(72) Inventeurs:

• **Meyer, Robert****F-38330 Saint Nazaire-Les-Eymes (FR)**• **Borel, Michel****F-38660 Saint Vincent de Mercuze (FR)**• **Bruni, Marie-Dominique****D-38700 La Tronche (FR)**(74) Mandataire: **Dubois-Chabert, Guy et al
c/o BREVATOME****25, rue de Ponthieu****F-75008 Paris (FR)**(54) **Procédé de fabrication d'une source d'électrons à micropointes**

(57) Selon ce procédé, on fabrique une structure comprenant un substrat isolant (32), au moins un conducteur cathodique (34), une couche isolante (36), une couche de grille (40), on forme des trous (42) à travers la couche de grille et la couche isolante, on forme sur

la couche de grille, par une méthode de dépôt chimique humide, une couche sacrificielle (44), on dépose sur l'ensemble une couche d'un matériau émetteur d'électrons (52) et on élimine la couche sacrificielle. Application à la fabrication d'écrans plats.

**FIG. 6****EP 0 708 473 A1**

Description

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'une source d'électrons à micropointes ("micropoints").

L'invention s'applique à tout domaine où l'on est susceptible d'utiliser une telle source d'électrons à micropointes, en particulier le domaine des dispositifs de visualisation plat encore appelés "écrans plats".

L'invention permet par exemple de fabriquer des écrans plats à micropointes de grande taille, dont la superficie peut être de l'ordre de 1000 cm² et peut même aller jusqu'à environ 1 m².

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

Des sources d'électrons à cathodes émissives à micropointes et leurs procédés de fabrication sont décrits dans les documents suivants auxquels on se rapportera :

- (1) FR-A-2 593 953 correspondant à EP-A-0 234 989 et à US-A-4 857 161
- (2) FR-A-2 623 013 correspondant à EP-A-0 316 214 et à US-A-4 940 916
- (3) FR-A-2 663 462 correspondant à EP-A-0 461 990 et à US-A-5 194 780
- (4) FR-A-2 687 839 correspondant à EP-A-0 558 393 et à la demande de brevet américain du 26 février 1993, numéro de série 08/022,935 (Leroux et al.).

En particulier, le document (1) décrit une source d'électrons à micropointes à structure matricielle et un procédé de fabrication de cette source.

Les documents (2) à (4) concernent des améliorations de la source décrite dans le document (1).

Dans tous les cas considérés dans ces documents, les micropointes sont réalisées par une méthode d'évaporation sous vide.

Cette méthode comprend deux étapes.

Ces étapes sont décrites ci-après en faisant référence à la figure 1 des dessins annexés.

Une première étape consiste à évaporer, sous incidence rasante, une couche sacrificielle ("lift off layer" dans les articles en langue anglaise), par exemple en nickel.

Plus précisément, on a représenté de façon schématique et partielle sur la figure 1 une structure comprenant :

- un substrat électriquement isolant 2, par exemple en verre,
- des conducteurs cathodiques 4 sur ce substrat,

- une couche électriquement isolante 6 qui recouvre chaque conducteur cathodique, et
- une couche de grille 8 électriquement conductrice qui recouvre cette couche électriquement isolante.

Après avoir fabriqué cette structure, on forme des trous 10 à travers la couche de grille 8 et la couche électriquement isolante 6, au niveau de chaque conducteur cathodique 4.

On voit sur la figure 1 la couche sacrificielle qui porte la référence 12 et qui est formée sur la couche de grille 8.

Le dépôt de cette couche 12 sous incidence rasante permet de déposer sélectivement le nickel sur la couche de grille 8 sans en mettre au fond des trous.

Une deuxième étape consiste à déposer sur l'ensemble de la structure ainsi obtenue une couche 14 d'un matériau émetteur d'électrons comme par exemple le molybdène.

Ce dépôt est fait par évaporation du molybdène sous une incidence quasiment normale.

Dans ces conditions, dans chaque trou se forme une micropointe 16 en molybdène qui repose sur le conducteur cathodique correspondant à ce trou.

Ensuite, on élimine la couche sacrificielle 12 ce qui entraîne l'élimination de la couche de molybdène 14.

L'inconvénient majeur de la technique que l'on vient de rappeler réside essentiellement dans l'évaporation de la couche sacrificielle sous incidence rasante.

Une telle étape complique considérablement l'équipement d'évaporation et limite la capacité de celui-ci.

En particulier, l'incidence rasante oblige à placer sur une couronne, dans le dispositif d'évaporation, les structures sur lesquelles on veut former la couche de nickel.

Ceci limite le taux de remplissage de ce dispositif.

De plus, un système de basculement est nécessaire pour passer de l'incidence rasante à l'incidence quasiment normale.

Le temps de traitement est long, en particulier du fait de l'évaporation du nickel qui doit être faite à faible vitesse pour éviter des projections.

L'évaporation du matériau conduisant aux micropointes se fait sous un angle d'incidence inférieur à 10° (incidence quasiment normale).

De ce fait, il est seulement possible de traiter, dans le dispositif d'évaporation, des substrats dont la taille (diagonale dans le cas de substrats rectangulaires) ne dépasse pas 14 pouces (environ 35 cm).

Il est en effet difficile d'utiliser une distance d'évaporation supérieure à 1 m dans le dispositif.

Au-delà de cette distance de 1 m, il n'est pas facile d'obtenir la vitesse d'évaporation suffisante et les risques de pollution des couches évaporées sont accrues.

EXPOSE DE L'INVENTION

La présente invention a pour but de remédier aux

inconvenients précédents, en remplaçant l'évaporation sous incidence rasante par un dépôt chimique humide.

De façon précise, la présente invention a pour objet un procédé de fabrication d'une source d'électrons à micropointes, procédé selon lequel :

- on fabrique une structure comprenant un substrat électriquement isolant, au moins un conducteur cathodique sur ce substrat, une couche électriquement isolante qui recouvre chaque conducteur cathodique, une couche de grille électriquement conductrice qui recouvre cette couche électriquement isolante,
- on forme des trous à travers la couche de grille et la couche électriquement isolante au niveau de chaque conducteur cathodique,
- on forme sur la couche de grille une couche sacrificielle,
- on dépose sur l'ensemble de la structure ainsi obtenue une couche d'un matériau émetteur d'électrons, d'où la formation, dans chaque trou, d'une micropointe, et
- on élimine la couche sacrificielle, ce qui entraîne l'élimination du matériau émetteur d'électrons placé au-dessus de cette couche sacrificielle,

ce procédé étant caractérisé en ce que la couche sacrificielle est formée par une méthode de dépôt chimique humide.

L'invention permet en particulier de simplifier le dispositif d'évaporation dont il a été question plus haut et d'accroître la capacité de production de celui-ci, comme on le verra mieux par la suite.

De plus, la présente invention permet de déposer des micropointes sur de grandes surfaces.

On peut utiliser les méthodes suivantes en tant que méthodes de dépôt chimique humide : dépôt électrolytique ou dépôt chimique en solution.

Cependant, selon un mode de mise en oeuvre préféré du procédé objet de la présente invention, le dépôt chimique humide est un dépôt électrolytique.

Dans ce cas, on utilise la couche de grille comme cathode pour ce dépôt électrolytique.

De préférence, la couche sacrificielle est éliminée par électrolyse.

Cette couche sacrificielle peut être faite d'un matériau choisi dans le groupe comprenant les métaux Cr, Fe, Ni, Co, Cd, Cu, Au, Ag et les alliages de ces métaux.

Selon un mode de mise en oeuvre préféré de la présente invention, cette couche sacrificielle est faite d'un alliage de fer et de nickel.

L'élimination d'une telle couche de fer-nickel, après le dépôt de la couche de matériau émetteur d'électrons, est particulièrement aisée.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lec-

ture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- 5 • la figure 1, déjà décrite, illustre schématiquement des étapes de fabrication d'une source d'électrons à micropointes selon un procédé connu,
- la figure 2 illustre schématiquement une étape de fabrication d'une telle source selon un procédé conforme à l'invention,
- 10 • la figure 3 est une vue schématique et partielle d'un dispositif d'évaporation permettant une évaporation sous incidence rasante d'une couche sacrificielle selon une technique antérieure,
- 15 • la figure 4 est une vue schématique et partielle d'un dispositif d'évaporation utilisable pour la mise en oeuvre de la présente invention, et
- les figures 5 et 6 illustrent schématiquement des étapes d'un mode de mise en oeuvre particulier du procédé objet de l'invention.
- 20

EXPOSE DETAILLE DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS

25 La figure 2 illustre de façon schématique une structure dont il a été question dans la description de la figure 1 et qui comprend, en surface, la couche de grille 8, cette structure ne comprenant pas les couches 12 et 14.

30 La structure de la figure 2 a été revêtue d'une couche sacrificielle 18 conformément à l'invention, par un dépôt électrolytique.

35 Comme on le voit sur la figure 2, la technique utilisée dans la présente invention conduit à un dépôt sélectif sur la couche de grille 8, comme le permettait l'évaporation sous incidence rasante.

Il suffit de polariser la couche de grille 8 pour qu'elle constitue une cathode au cours de l'électrolyse.

40 Cette technique de dépôt par électrolyse, qui est utilisable dans la présente invention, a l'avantage d'être rapide et peu coûteuse puisqu'elle ne nécessite qu'un équipement d'électrolyse.

45 La figure 3 montre un dispositif d'évaporation sous vide permettant, conformément à la technique antérieure, le dépôt d'une couche sacrificielle sous incidence rasante et le dépôt d'une couche de matériau émetteur d'électrons sous incidence quasiment normale.

50 On a représenté très schématiquement sur la figure 3 une enceinte à vide 20 et, dans celle-ci, des substrats 22 sur lesquels on veut faire d'abord l'évaporation de la couche sacrificielle sous incidence rasante puis le dépôt de la couche de matériau émetteur d'électrons sous incidence quasiment normale.

55 On voit également en pointillé une couronne 24 sur laquelle on positionne les substrats 22 pour le dépôt sous incidence rasante.

Des moyens de basculement 26, qui sont schématisés par des flèches sur la figure 3, sont prévus pour passer du dépôt sous incidence rasante au dépôt sous

incidence quasiment normale à partir d'une source 28 de matériau émetteur d'électrons.

La figure 4 montre un dispositif d'évaporation utilisable dans la présente invention.

Ce dispositif est beaucoup plus simple que celui de la figure 3 puisque, dans un procédé conforme à l'invention, seule subsiste l'évaporation d'un matériau émetteur d'électrons, sous une incidence quasiment normale, pour former les micropointes.

On voit encore sur la figure 4 l'enceinte 20 dans laquelle se trouvent les substrats 22 et la source de matériau émetteur d'électrons 28.

La capacité de production de ce dispositif est améliorée, par rapport à celle du dispositif de la figure 3, grâce à un temps de traitement plus court et à la possibilité de mettre davantage de substrats dans l'enceinte 20 que dans le cas de la figure 3.

En effet, dans le dispositif de la figure 4, on n'est plus obligé de se limiter à la disposition des substrats sur une couronne.

De plus, grâce à la méthode de dépôt par électrolyse utilisable dans l'invention, le dépôt de la couche sacrificielle peut être aisément réalisé sur de grandes surfaces.

On explique ci-après un procédé conforme à l'invention, permettant d'obtenir une source d'électrons à micropointes du genre de celle qui est décrite dans le document (3) auquel on se reportera.

On voit sur la figure 5 une structure 29 comprenant un substrat en verre 30 sur lequel est formée une couche de silice 32.

Des conducteurs cathodiques en niobium 34 sont formés sur la couche de silice 32.

Ces conducteurs cathodiques 34 ont une épaisseur de 0,2 µm et ont une structure en treillis avec par exemple des mailles carrées dont le pas vaut 25 µm.

Ces conducteurs cathodiques 34 en niobium constituent les colonnes de la source d'électrons à former.

Une couche résistive 36 en silicium amorphe dopé au phosphore est déposée sur les conducteurs cathodiques.

L'épaisseur de cette couche 36 est de l'ordre de 1 µm.

Une couche isolante 38 en silice est déposée sur cette couche résistive 36.

L'épaisseur de la couche de silice 38 est également de l'ordre de 1 µm.

Une couche métallique 40 en niobium est déposée sur la couche de silice 38.

Cette couche 40 constitue une couche de grille.

L'épaisseur de cette couche de grille 40 est de l'ordre de 0,4 µm.

Des trous 42 de 1,4 µm de diamètre sont gravés dans la couche de grille 40 et dans la couche isolante 38.

Ces trous 42 sont placés dans la zone centrale des mailles du treillis et débouchent sur la couche résistive 36.

Conformément à la présente invention, on dépose une couche sacrificielle 44 en alliage de fer et de nickel sur la couche de grille 40 par électrolyse.

Pour ce faire, on place la structure 29 dans un bain électrolytique approprié 46 et l'on place également dans ce bain électrolytique une électrode 48 constituant l'anode au cours de l'électrolyse.

Au cours de cette électrolyse, la couche de grille 40 sert de cathode.

On applique une tension électrique appropriée, grâce à une source de tension 50, entre la couche de grille 40 et l'électrode 48.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, les conditions de dépôt sont les suivantes :

1) La composition du bain électrolytique est :

$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: 50g.l⁻¹

$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: 21,4g.l⁻¹

FeSO_4 : 2g.l⁻¹

H_3BO_3 : 25g.l⁻¹

Saccharinate de Na : 0,8g.l⁻¹

Saccharine : 0,8 g.l⁻¹

2) Le pH du bain électrolytique est maintenu à 2,5 avec, éventuellement, l'addition de tétraborate de sodium.

3) L'électrode 48 servant d'anode (que l'on peut appeler aussi "contre-électrode") est en nickel ou en alliage de fer et de nickel.

4) La distance D entre cette électrode 48 et la couche de grille 40 vaut 3 cm.

5) Le dépôt de Fe-Ni est effectué à température ambiante, avec une densité de courant voisine de 2 mA/cm².

On obtient ainsi, environ en 8 minutes, une couche de Fe-Ni de 200 nm d'épaisseur.

On dépose ensuite (figure 6), sur la couche sacrificielle 44, une couche 52 en molybdène d'épaisseur égale à environ 2 µm.

Ce dépôt est effectué par évaporation sous incidence quasiment normale.

On forme ainsi des micropointes 54 dans les trous 42.

Ces micropointes 42 reposent sur la couche résistive 36.

Après cette obtention des micropointes 54, la couche sacrificielle 44 est dissoute par électrolyse.

Pour ce faire, on place la structure 53, obtenue après le dépôt de la couche de molybdène 54, dans un bain électrolytique approprié 56.

Au moyen d'une source de tension électrique appropriée 58, on établit une tension électrique entre la couche sacrificielle 44 et une électrode appropriée 60 placée dans le bain électrolytique 52.

La couche sacrificielle 44 sert d'anode et l'électrode 60 sert de cathode au cours de l'électrolyse.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, les conditions d'enlèvement de cette couche sacrificielle 44 et de la couche de molybdène 52 sont les suivantes :

- 1) L'électrode 60 (que l'on peut appeler "contre-électrode") est en nickel.
- 2) La distance D1 entre cette électrode 60 et la couche sacrificielle 44 est de 3 cm environ.
- 3) L'électrolyte est constitué d'acide chlorhydrique dilué à 10% dans l'eau.
- 4) La dissolution anodique a lieu en maintenant la couche sacrificielle 44 à une tension de + 110 mV par rapport à une électrode de référence au calomel 62 grâce à une source de tension appropriée 64.

La tension appliquée par la source 58 entre la couche 44 et l'électrode 60 vaut environ 2V.

Au cours de la dissolution de la couche 44, le courant électrique circulant entre la couche 44 et l'électrode 60 décroît progressivement.

La dissolution est terminée quand ce courant devient nul.

Les moyens de mesure de ce courant ne sont pas représentés sur la figure 6.

Le temps nécessaire à la dissolution de la couche sacrificielle 44 varie généralement entre 30 mn et 60 mn.

Pour terminer la fabrication de la source d'électrons à micropointes des figures 5 et 6, on forme ensuite les grilles, perpendiculairement aux conducteurs cathodiques, par gravure de la couche de grille.

cielle,

ce procédé étant caractérisé en ce que la couche sacrificielle (18, 44) est formée par une méthode de dépôt chimique humide.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dépôt chimique humide est un dépôt électrolytique.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couche sacrificielle (18, 44) est éliminée par électrolyse.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la couche sacrificielle (18, 44) est faite d'un matériau choisi dans le groupe comprenant les métaux Cr, Fe, Ni, Co, Cd, Cu, Au, Ag et les alliages de ces métaux.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la couche sacrificielle (18, 44) est faite d'un alliage de fer et de nickel.

Revendications

1. Procédé de fabrication d'une source d'électrons à micropointes, procédé selon lequel :

- on fabrique une structure comprenant un substrat électriquement isolant (2, 32), au moins un conducteur cathodique (4, 34) sur ce substrat, une couche électriquement isolante (6, 38) qui recouvre chaque conducteur cathodique, une couche de grille électriquement conductrice (8, 40) qui recouvre cette couche électriquement isolante,
- on forme des trous (10, 42) à travers la couche de grille et la couche électriquement isolante au niveau de chaque conducteur cathodique,
- on forme sur la couche de grille une couche sacrificielle (18, 44),
- on dépose sur l'ensemble de la structure ainsi obtenue une couche (52) d'un matériau émetteur d'électrons, d'où la formation, dans chaque trou, d'une micropointe (54), et
- on élimine la couche sacrificielle, ce qui entraîne l'élimination du matériau émetteur d'électrons placé au-dessus de cette couche sacrifi-

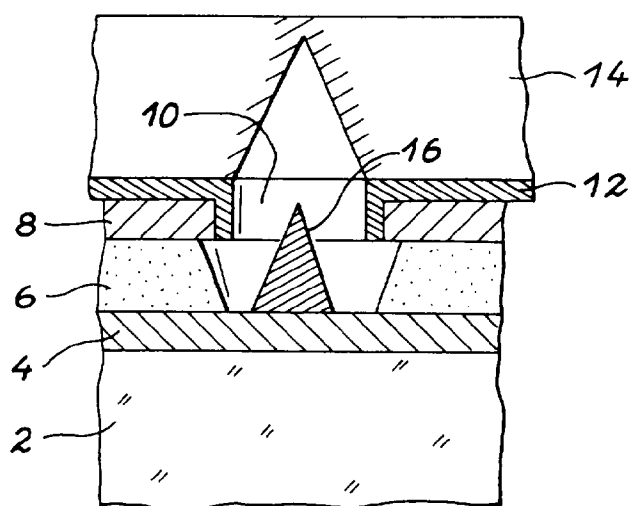


FIG. 1

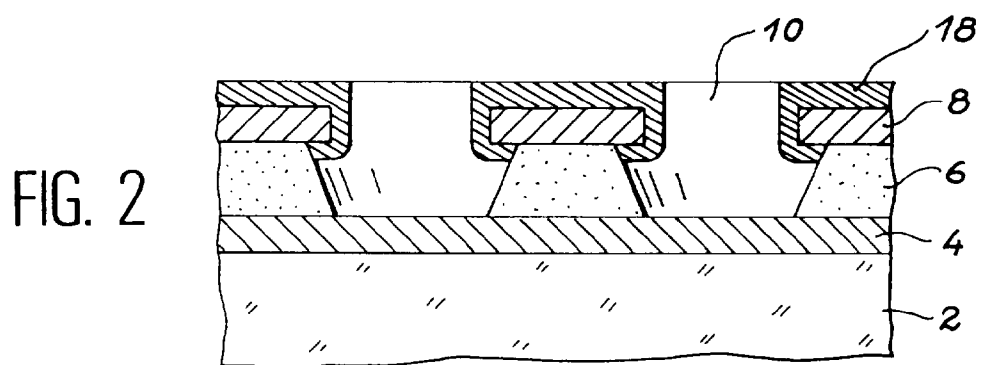


FIG. 2

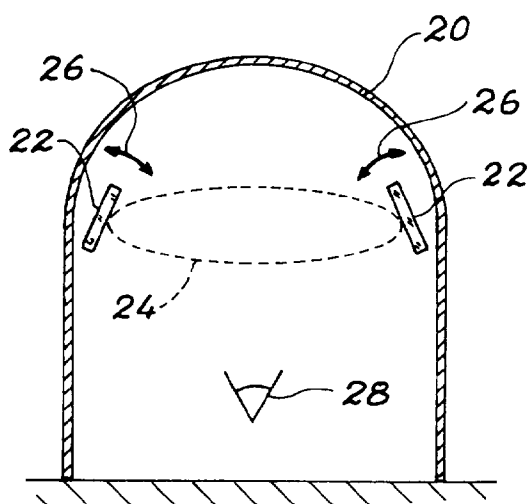


FIG. 3

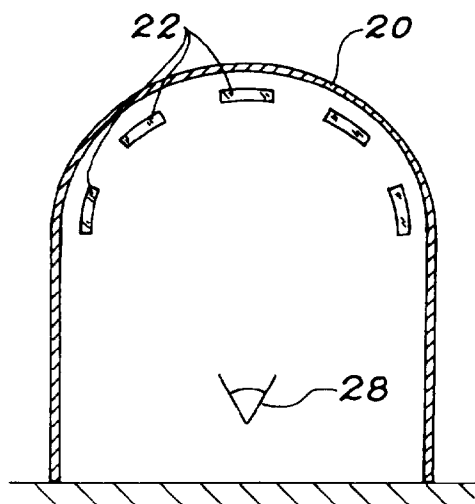


FIG. 4

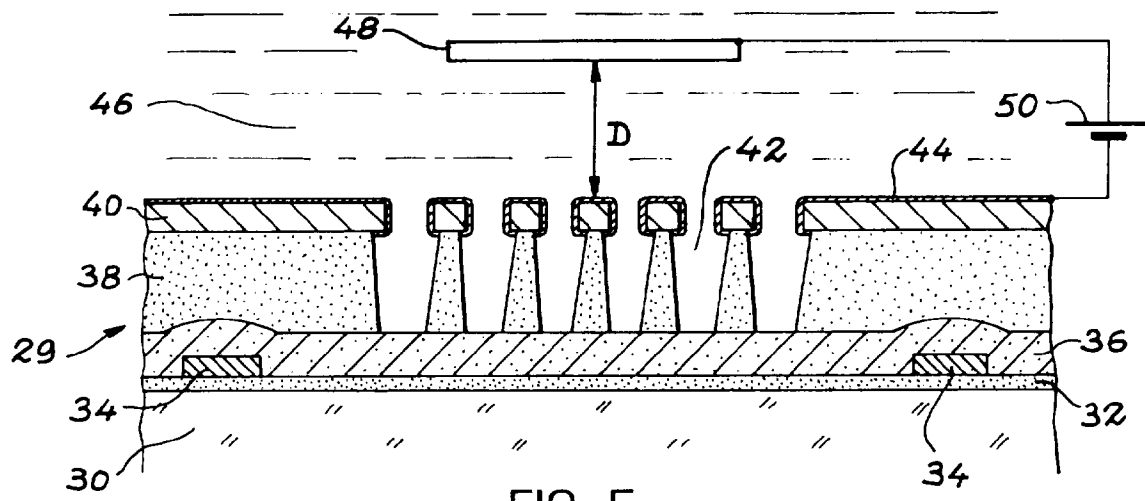


FIG. 5

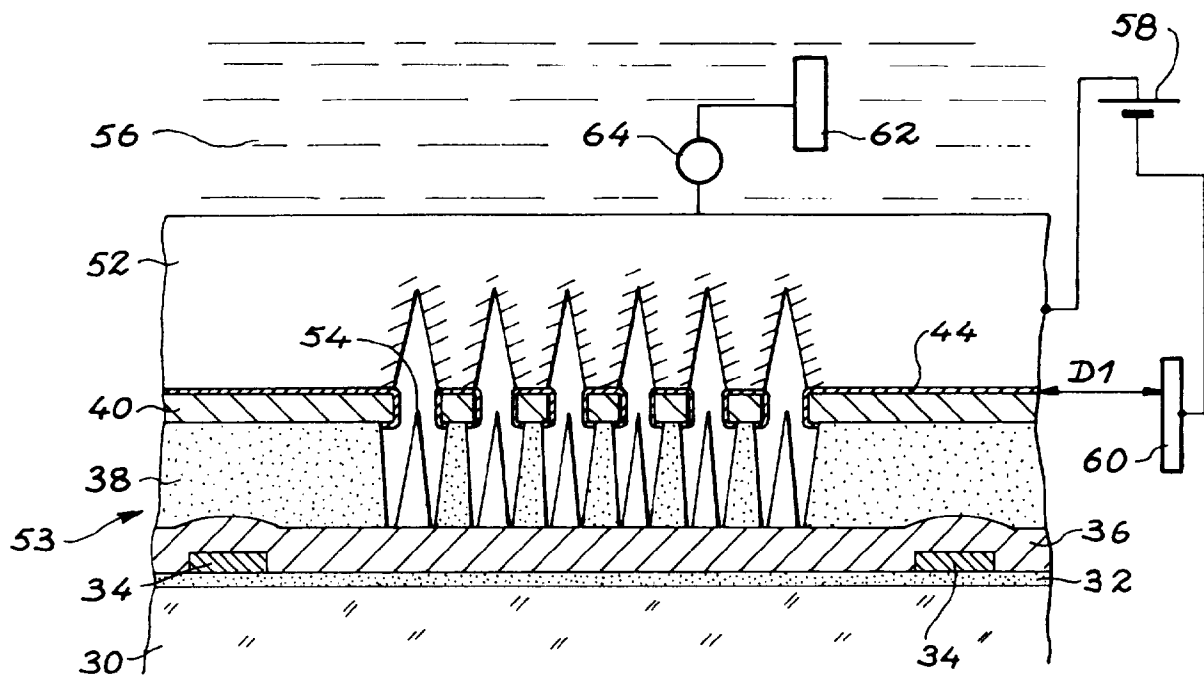


FIG. 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 2312

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.6)
A	US-A-4 964 946 (GRAY HENRY F ET AL) 23 Octobre 1990 * colonne 2, ligne 34 - ligne 41; revendications 1-12 * ---	1	H01J9/02
A	DE-A-33 40 777 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 23 Mai 1985 * revendications 1-15 * ---	1	
A,D	EP-A-0 234 989 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 2 Septembre 1987 * revendications 1-11 * ---	1	
A	EP-A-0 364 964 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 25 Avril 1990 * colonne 14, ligne 48 - colonne 16, ligne 11 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 Janvier 1996	Examineur Van den Bulcke, E
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)