

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 851 451 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:

**01.07.1998 Bulletin 1998/27**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01J 9/02**

(21) Numéro de dépôt: **97403163.5**

(22) Date de dépôt: **24.12.1997**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

Etats d'extension désignés:

**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorité: **30.12.1996 FR 9616196**

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE**

**75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

• **Perrin, Aimé**  
**38330 Saint-Ismier (FR)**

• **Montmayeul, Brigitte**  
**38190 Bernin (FR)**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard**

**Société BREVATOME**

**25, rue de Ponthieu**

**75008 Paris (FR)**

(54) **Procédé d'auto-alignement utilisable en micro-électronique et application à la réalisation d'une grille de focalisation pour écran plat à micropointes**

(57) L'invention concerne un procédé d'auto-alignement utilisable en micro-électronique pour obtenir l'alignement d'au moins un groupe de deux trous, l'un de ces trous (ou trou de grand diamètre) étant formé dans un niveau supérieur et l'autre de ces trous (ou trou de petit diamètre) étant formé dans un niveau inférieur d'une structure empilée. Il consiste à :

- prévoir une couche conductrice dans la structure, la couche conductrice pouvant être connectée à un circuit électrique extérieur,
- déposer une couche isolante sur la couche conductrice,
- percer la couche isolante d'un trou dudit petit diamètre et atteignant la couche conductrice,

- effectuer un dépôt électrolytique de matériau conducteur dans le trou de petit diamètre, la couche conductrice servant d'électrode au cours de l'électrolyse, le dépôt électrolytique remplissant le trou de petit diamètre à partir de la couche conductrice et débordant sur la couche isolante pour donner au matériau conducteur déposé électrolytiquement la forme d'un champignon dont le chapeau repose sur la couche isolante, le dépôt électrolytique étant mené jusqu'à ce que le diamètre du chapeau atteigne la dimension du grand diamètre,
- déposer sur la structure obtenue une couche d'un matériau de nature différente de celle du matériau conducteur déposé électrolytiquement,
- élimination du champignon, cette élimination laissant, dans la dernière couche déposée, un trou de grand diamètre aligné sur le trou de petit diamètre.

**EP 0 851 451 A1**

## Description

La présente invention concerne un procédé d'auto-alignement utilisable en micro-électronique pour obtenir l'alignement de trous formés à différents niveaux. Ce procédé s'applique en particulier à la réalisation d'une grille de focalisation pour écran plat à micropointes.

Lorsqu'une structure micro-électronique nécessite pour sa réalisation plusieurs niveaux comportant un motif ou un ensemble de motifs et que ces niveaux sont réalisés par des techniques de photomasquage, chacun des niveaux doit être positionné par rapport au précédent grâce à des marques d'alignement judicieusement placées. Cette méthode est difficile d'utilisation si l'un des niveaux demande une très grande précision de positionnement et elle devient inutilisable si l'un des niveaux est constitué de motifs disposés de façon aléatoire.

Une structure micro-électronique qui exige une très grande précision dans le positionnement de ses différents niveaux est constituée par un écran plat à micropointes. Les documents FR-A-2 593 953 et FR-A-2 623 013 divulguent de tels dispositifs de visualisation par cathodoluminescence excitée par émission de champ. Ces dispositifs comprennent une source d'électrons à cathodes émissives à micropointes.

A titre d'illustration, la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un tel écran de visualisation à micropointes. Par souci de simplification, seulement quelques micropointes alignées ont été représentées. L'écran est constitué par une cathode 1, qui est une structure plane, disposée en regard d'une autre structure plane formant l'anode 2. La cathode 1 et l'anode 2 sont séparées par un espace dans lequel on a fait le vide. La cathode 1 comprend un substrat de verre 11 sur lequel est déposé le niveau conducteur 12 en contact avec les pointes émettrices d'électrons 13. Le niveau conducteur 12 est recouvert d'une couche isolante 14, par exemple en silice, elle-même recouverte d'une couche conductrice 15. Des trous 18, d'environ 1,3 µm de diamètre, ont été réalisés au travers des couches 14 et 15 jusqu'au niveau conducteur 12 pour déposer les pointes 13 sur ce niveau conducteur. La couche conductrice 15 sert de grille d'extraction pour les électrons qui seront émis par les pointes 13. L'anode 2 comprend un substrat transparent 21 recouvert d'une électrode transparente 22 sur laquelle sont déposés des phosphores luminescents 23.

Le fonctionnement de cet écran va maintenant être décrit. L'anode 2 est portée à une tension positive de plusieurs centaines de volts par rapport aux pointes 13 (typiquement 200 à 500 V). Sur la grille d'extraction 15, on applique une tension positive de quelques dizaines de volts (typiquement 60 à 100 V) par rapport aux pointes 13. Des électrons sont alors arrachés aux pointes 13 et sont attirés par l'anode 2. Les trajectoires des électrons sont comprises dans un cône de demi-angle au sommet  $\theta$  dépendant de différents paramètres, entre autres de la forme des pointes 13. Cet angle entraîne

une défocalisation du faisceau d'électrons 31 d'autant plus importante que la distance entre l'anode et la cathode est grande. Or, l'une des façons d'augmenter le rendement des phosphores, donc la luminosité des écrans, est de travailler avec des tensions anode-cathode de plus grandes (entre 1000 et 5000 V), ce qui implique d'écarter davantage l'anode et la cathode afin d'éviter la formation d'un arc électrique entre ces deux électrodes.

Si on désire conserver une bonne définition sur l'anode, il faut refocaliser le faisceau d'électrons. Cette refocalisation est obtenue classiquement grâce à une grille qui peut être soit placée entre l'anode et la cathode, soit disposée sur la cathode.

La figure 2 illustre le cas où la grille de focalisation est disposée sur la cathode. La figure 2 reprend l'exemple de la figure 1 mais limité à une seule micropointe pour plus de clarté dans le dessin. Une couche isolante 16 a été déposée sur la grille d'extraction 15 et supporte une couche métallique 17 servant de grille de focalisation. Des trous 19, de diamètre adéquat (typiquement entre 8 et 10 µm) et concentriques aux trous 18, ont été gravés dans les couches 16 et 17. La couche isolante 16 sert à isoler électriquement la grille d'extraction 15 et la grille de focalisation 17. La grille de focalisation est polarisée par rapport à l'anode de façon à donner au faisceau d'électrons 32 la forme représentée à la figure 2.

Des calculs de simulation montrent que le centrage des trous de la grille de focalisation par rapport à ceux de la grille d'extraction est extrêmement critique. La réalisation de la grille de focalisation par une technique classique de photomasquage devient alors très difficile, surtout pour de grandes surfaces d'écran. En outre, si les trous de la grille d'extraction sont faits en utilisant un réseau de microbilles, leur disposition est aléatoire, ce qui interdit l'utilisation d'un photomasque pour réaliser les trous de la grille de focalisation.

Le procédé selon l'invention permet d'obtenir l'alignement de trous formés à différents niveaux. Il est particulièrement recommandé pour réaliser la grille de focalisation d'un écran plat à micropointes. Ce procédé consiste à réaliser, sur la structure concernée, le masque correspondant à un niveau à partir des motifs du niveau précédent, ce qui permet d'avoir un auto-alignement de ce niveau par rapport au précédent. Après réalisation du niveau considéré (généralement un dépôt ou une gravure), le masque est enlevé par dissolution par exemple.

L'invention a donc pour objet un procédé d'auto-alignement utilisable en micro-électronique pour obtenir l'alignement d'au moins un groupe de deux trous, l'un de ces trous (ou trou de grand diamètre) étant formé dans un niveau supérieur et l'autre de ces trous (ou trou de petit diamètre) étant formé dans un niveau inférieur d'une structure empilée, caractérisé en ce qu'il consiste à :

- prévoir une couche conductrice dans la structure, ladite couche conductrice pouvant être connectée à un circuit électrique extérieur,
- déposer une couche isolante sur ladite couche conductrice,
- percer la couche isolante d'un trou dudit petit diamètre et atteignant ladite couche conductrice,
- effectuer un dépôt électrolytique de matériau conducteur dans le trou de petit diamètre, la couche conductrice servant d'électrode au cours de l'électrolyse, le dépôt électrolytique remplissant le trou de petit diamètre à partir de la couche conductrice et débordant sur ladite couche isolante pour donner au matériau conducteur déposé électrolytiquement la forme d'un champignon dont le chapeau repose sur ladite couche isolante, le dépôt électrolytique étant mené jusqu'à ce que le diamètre du chapeau atteigne la dimension du grand diamètre,
- déposer sur la structure obtenue une couche d'un matériau de nature différente de celle du matériau conducteur déposé électrolytiquement,
- élimination du champignon, cette élimination laissant, dans la dernière couche déposée, un trou de grand diamètre aligné sur le trou de petit diamètre.

Cette couche d'un matériau de nature différente de celle du matériau conducteur déposé électrolytiquement peut être déposée à l'aide d'une technique de dépôt sous vide adaptée à la nature du matériau (évaporation, pulvérisation cathodique, ...).

Le procédé peut comprendre en outre les étapes consistant à :

- d'abord, approfondir le trou de petit diamètre jusqu'à un premier niveau déterminé,
- ensuite approfondir le trou de grand diamètre jusqu'à un deuxième niveau déterminé compris entre la face supérieure de la couche isolante et le premier niveau déterminé.

L'invention a aussi pour objet un procédé d'auto-alignement de la grille de focalisation par rapport à la grille d'extraction dans une cathode à micropointes, les micropointes devant être formées sur un niveau conducteur, chaque micropointe devant être alignée avec un trou de petit diamètre de la grille d'extraction et avec un trou de grand diamètre de la grille de focalisation correspondants, le procédé comprenant :

- une étape de dépôt d'une première couche isolante sur le niveau conducteur,
- une étape de dépôt d'une première couche conductrice destinée à former la grille d'extraction sur la première couche isolante,
- une étape de dépôt d'une deuxième couche isolante sur la première couche conductrice,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- une étape consistant à percer la deuxième couche isolante de trous de petit diamètre atteignant la première couche conductrice,
- une étape de dépôt électrolytique de matériau conducteur dans les trous de petit diamètre, la première couche conductrice servant d'électrode au cours de l'électrolyse, le dépôt électrolytique remplissant les trous de petit diamètre à partir de la première couche conductrice et débordant sur ladite deuxième couche isolante pour donner au matériau conducteur déposé électrolytiquement la forme de champignons dont les chapeaux reposent sur ladite deuxième couche isolante, le dépôt électrolytique étant mené jusqu'à ce que le diamètre des chapeaux atteigne la dimension du grand diamètre,
- une étape de dépôt sur la structure obtenue d'une deuxième couche conductrice destinée à former la grille de focalisation, cette deuxième couche conductrice étant en un matériau de nature différente de celle du matériau conducteur déposé électrolytiquement,
- une étape d'élimination des champignons, cette élimination laissant, dans la deuxième couche conductrice, des trous de grand diamètre alignés sur les trous de petit diamètre,
- une étape d'approfondissement des trous de petit diamètre jusqu'au niveau conducteur,
- une étape d'approfondissement des trous de grand diamètre jusqu'à la première couche conductrice,
- une étape de formation des micropointes.

Cette couche d'un matériau de nature différente de celle du matériau conducteur déposé électrolytiquement peut être déposée à l'aide d'une technique de dépôt sous vide adaptée à la nature du matériau (évaporation, pulvérisation cathodique, ...).

De préférence, les étapes d'approfondissement des trous de petit diamètre et de grand diamètre sont menées simultanément.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront dans la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- les figures 1 et 2 sont illustratives d'un écran plat à micropointes selon l'art connu,
- les figures 3A à 3H sont illustratives du procédé selon la présente invention, appliqué à la réalisation d'une cathode à micropointes pourvue d'une grille de focalisation.

A titre d'exemple, la suite de la description va porter sur la réalisation d'une cathode à micropointes pourvue d'une grille de focalisation d'électrons. Par souci de simplification, les dessins suivants ne montreront qu'une seule micropointe bien que l'invention permette la réalisation simultanée d'une pluralité de micropointes. L'écran est du type à accès matriciel, les électrodes co-

lonne étant disposées sur la cathode.

La figure 3A est une vue en coupe transversale. Elle illustre les étapes préparatoires de la formation d'une cathode à micropointes. Une lame de verre 41 supporte une couche métallique, qui a été déposée sur la lame et gravée pour constituer des colonnes 42, et une couche résistive 43. Ces différentes couches sont déposées de manière classique.

Sur la couche résistive 43, on dépose successivement (voir la figure 3B) une couche isolante 44, une couche conductrice 45 et une couche isolante 46. Les couches isolantes 44 et 46 peuvent être en silice. La couche conductrice 45 peut être en niobium. Elle est destinée à former la grille d'extraction des électrons.

L'étape suivante consiste à graver des trous dans la couche isolante 46. Ces trous peuvent être obtenus grâce à un photomasque ou un réseau de microbilles. Dans le cas de l'utilisation d'un photomasque, une couche de résine est déposée sur la couche isolante 46. Cette couche de résine est insolée au travers d'un masque. Après développement, la couche isolante 46 est gravée jusqu'à la couche métallique 45. Ensuite la résine subsistante est dissoute. On obtient la structure illustrée par la figure 3C où un seul trou 47 est représenté.

L'étape suivante est une étape essentielle de la présente invention. Au cours de cette étape, on effectue un dépôt électrolytique d'un matériau conducteur (par exemple un alliage fer-nickel) sur les parties dégagées de la couche conductrice 45, c'est-à-dire au fond des trous 47. L'épaisseur du dépôt électrolytique est ajusté de façon à obtenir, dans chaque trou 47, un champignon 50 (voir la figure 3D) tel que le pied 51 du champignon remplisse le trou 47 et tel que le chapeau 52 se développe sur la face supérieure de la couche isolante 46 jusqu'à ce que le diamètre du chapeau 52 atteigne le diamètre désiré de trou de grille de focalisation.

On dépose ensuite (voir la figure 3E), par une technique de dépôt sous vide adaptée à la nature du matériau à déposer, une couche conductrice pour former la grille de focalisation 55 sur la face supérieure de la structure ainsi obtenue. Cette couche conductrice se dépose sur les chapeaux 52 des champignons 50 et sur les parties de la couche isolante 46 laissées libres par les champignons. Chaque chapeau de champignon sert alors de masque pour l'ouverture de la grille de focalisation 55, autour du trou 47. Cette ouverture se trouve alignée automatiquement sur le trou 47. On remarque que la partie 53 du chapeau 52, tangente à la couche conductrice formant la grille de focalisation 55 n'est pas ou pratiquement pas recouverte.

La couche conductrice formant la grille de focalisation 55 peut être constituée d'un métal ou d'un autre matériau légèrement conducteur, par exemple un oxyde métallique.

Les champignons sont ensuite dissous chimiquement par attaque à partir de la partie 53 du chapeau 52. On obtient alors, comme le montre la figure 3F, une grille de focalisation 55 dont les trous 56 sont auto-alignés

avec les trous 47 de la couche isolante 46.

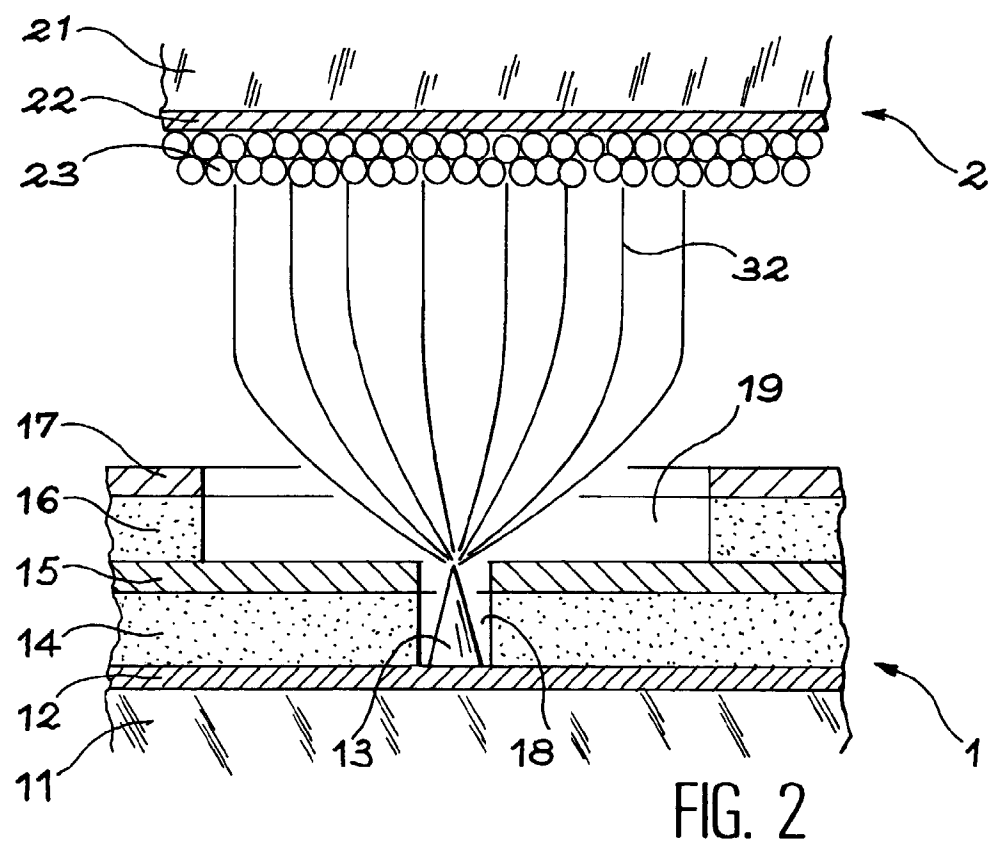
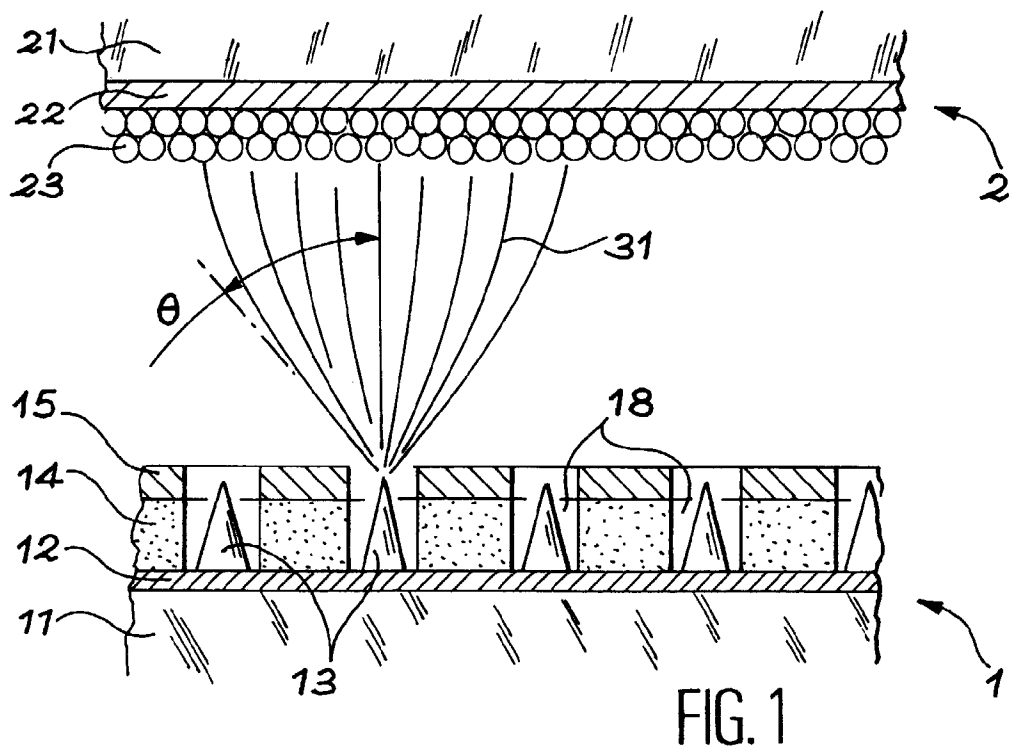
On poursuit l'élaboration de la structure de cathode par gravure de la couche métallique 45 et de la couche isolante 44 jusqu'à atteindre la couche résistive 43. Les couches isolantes 44 et 46 étant toutes deux en silice, dans l'exemple décrit, la gravure de la couche isolante 44 et la gravure de la couche isolante 46 peuvent être effectuées simultanément. On obtient, comme le montre la figure 3G, un trou 47' au travers de la couche conductrice 45 et de la couche isolante 44 dans la continuité du trou 47, et un trou 56' dans la continuité du trou 56.

Il reste à réaliser, de manière classique, les pointes 60 de la cathode. Une fois cette étape achevée, la cathode est terminée. Ses émetteurs (les pointes), sa grille d'extraction et sa grille de focalisation sont auto-alignés (voir la figure 3H).

## Revendications

1. Procédé d'auto-alignement utilisable en micro-électronique pour obtenir l'alignement d'au moins un groupe de deux trous, l'un de ces trous (ou trou de grand diamètre) étant formé dans un niveau supérieur et l'autre de ces trous (ou trou de petit diamètre) étant formé dans un niveau inférieur d'une structure empilée, caractérisé en ce qu'il consiste à :
  - prévoir une couche conductrice (45) dans la structure, ladite couche conductrice pouvant être connectée à un circuit électrique extérieur,
  - déposer une couche isolante (46) sur ladite couche conductrice (45),
  - percer la couche isolante (46) d'un trou dudit petit diamètre (47) et atteignant ladite couche conductrice (45),
  - effectuer un dépôt électrolytique de matériau conducteur dans le trou de petit diamètre (47), la couche conductrice (45) servant d'électrode au cours de l'électrolyse, le dépôt électrolytique remplissant le trou de petit diamètre (47) à partir de la couche conductrice (45) et débordant sur ladite couche isolante (46) pour donner au matériau conducteur déposé électrolytiquement la forme d'un champignon (50) dont le chapeau (52) repose sur ladite couche isolante (46), le dépôt électrolytique étant mené jusqu'à ce que le diamètre du chapeau (52) atteigne la dimension du grand diamètre,
  - déposer sur la structure obtenue une couche d'un matériau (55) de nature différente de celle du matériau conducteur déposé électrolytiquement,
  - élimination du champignon (50), cette élimination laissant, dans la dernière couche déposée, un trou de grand diamètre (56) aligné sur le trou de petit diamètre (47) .

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes consistant à :
- d'abord, approfondir le trou de petit diamètre (47, 47') jusqu'à un premier niveau déterminé, 5
  - ensuite approfondir le trou de grand diamètre (56, 56') jusqu'à un deuxième niveau déterminé compris entre la face supérieure de la couche isolante (46) et le premier niveau déterminé. 10
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la couche isolante (46) est percée par gravure.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'élimination du champignon (50) est obtenue par dissolution chimique. 15
5. Procédé d'auto-alignement de la grille de focalisation (55) par rapport à la grille d'extraction (45) dans une cathode à micropointes (60), les micropointes (60) devant être formées sur un niveau conducteur (42, 43), chaque micropointe (60) devant être alignée avec un trou de petit diamètre (47') de la grille d'extraction (45) et avec un trou de grand diamètre (56, 56') de la grille de focalisation (55) correspondants, le procédé comprenant :
- une étape de dépôt d'une première couche isolante (44) sur le niveau conducteur (42, 43), 20 30
  - une étape de dépôt d'une première couche conductrice destinée à former la grille d'extraction (45) sur la première couche isolante (44),
  - une étape de dépôt d'une deuxième couche isolante (46) sur la première couche conductrice (45), caractérisé en ce qu'il comprend en outre :
  - une étape consistant à percer la deuxième couche isolante (46) de trous de petit diamètre (47) atteignant la première couche conductrice (45), 35 40
  - une étape de dépôt électrolytique de matériau conducteur dans les trous de petit diamètre (47), la première couche conductrice (45) servant d'électrode au cours de l'électrolyse, le dépôt électrolytique remplissant les trous de petit diamètre (47) à partir de la première couche conductrice (45) et débordant sur ladite deuxième couche isolante (46) pour donner au matériau conducteur déposé électrolytiquement la forme de champignons (50) dont les chapeaux (52) reposent sur ladite deuxième couche isolante (46), le dépôt électrolytique étant mené jusqu'à ce que le diamètre des chapeaux (52) atteigne la dimension du grand diamètre, 45 50
  - une étape de dépôt sur la structure obtenue d'une deuxième couche conductrice destinée à former la grille de focalisation (55), cette deuxième couche conductrice étant en un ma- 55
- tériau de nature différente de celle du matériau conducteur déposé électrolytiquement,
- une étape d'élimination des champignons (50), cette élimination laissant, dans la deuxième couche conductrice (55), des trous de grand diamètre (56) alignés sur les trous de petit diamètre (47),
  - une étape d'approfondissement des trous de petit diamètre (47') jusqu'au niveau conducteur (42, 43),
  - une étape d'approfondissement des trous de grand diamètre (56, 56') jusqu'à la première couche conductrice (45),
  - une étape de formation des micropointes (60).
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les étapes d'approfondissement des trous de petit diamètre (47') et de grand diamètre (56, 56') sont menées simultanément.



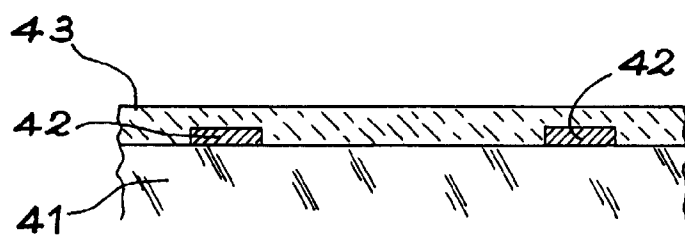


FIG. 3A

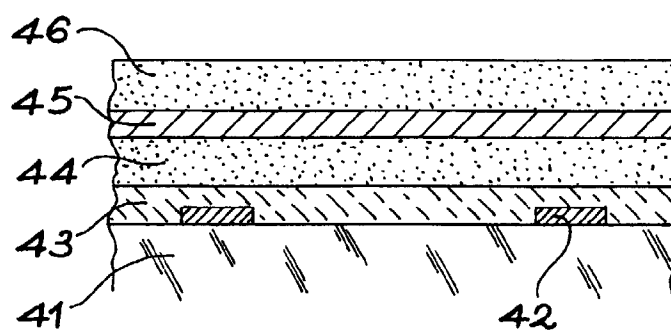


FIG. 3B

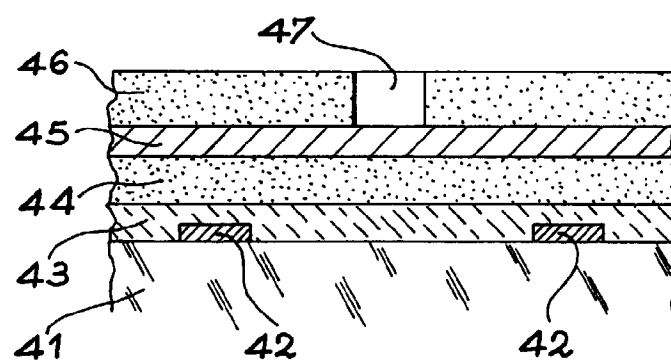


FIG. 3C

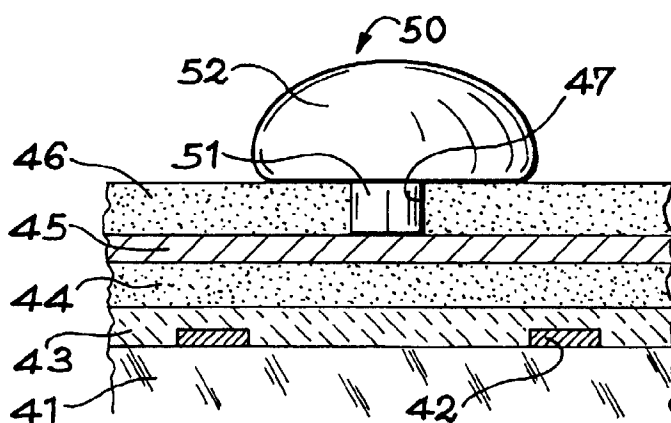


FIG. 3D

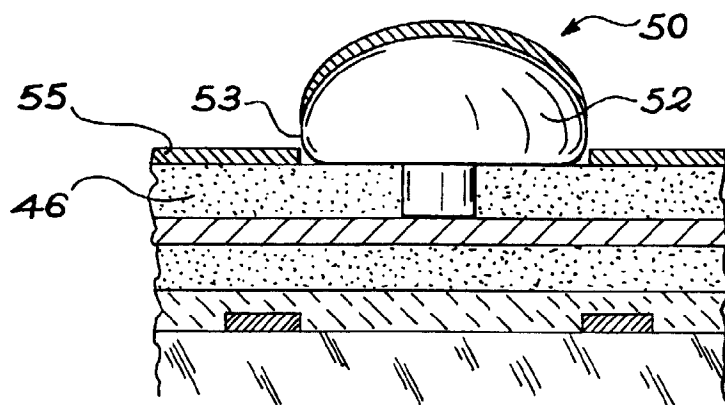


FIG. 3E

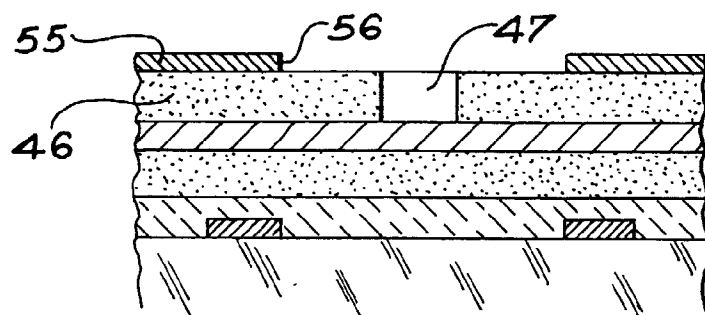


FIG. 3F

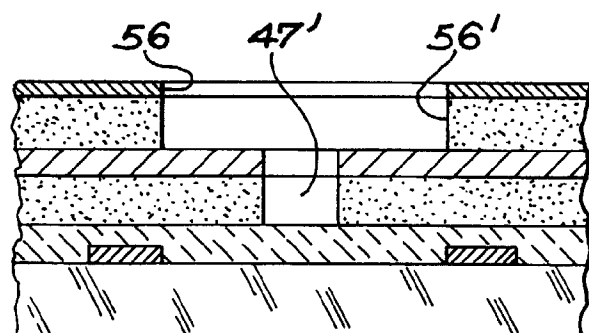


FIG. 3G

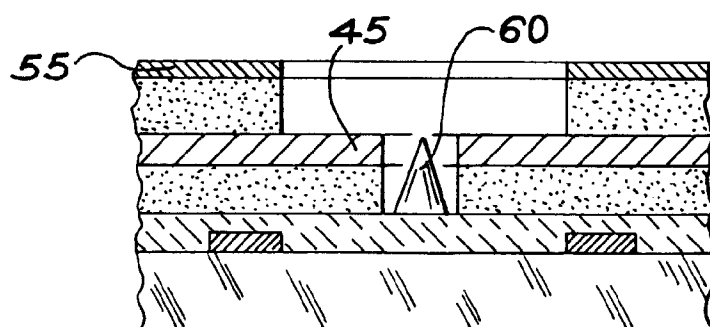


FIG. 3H





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 97 40 3163

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.6)
A	EP 0 234 989 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 2 septembre 1987 * revendications 1-11 *	1	H01J9/02
A	US 5 186 670 A (DOAN TRUNG T ET AL) 16 février 1993 * revendication 1 *	1	
A	US 5 249 340 A (KANE ROBERT C ET AL) 5 octobre 1993 * revendication 1 *	1	
A	EP 0 545 621 A (MOTOROLA INC) 9 juin 1993 * revendications 6,7 *	1	
A	EP 0 697 710 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 21 février 1996		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.6)
			H01J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>11 février 1998</b>	Examineur <b>Van den Bulcke, E</b>
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.92 (P4/C02)