

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 583 576**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **85 09244**

⑤1 Int Cl⁴ : H 01 L 29/78, 21/90, 27/10.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 18 juin 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOP « Brevets » n° 51 du 19 décembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF, Société
anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Pierre Blanchard.

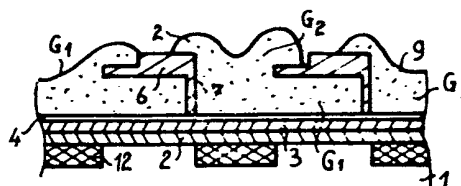
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : G. Lincot.

⑤4 Dispositif à transfert de charge à grilles couplées.

⑤7 La présente invention concerne un dispositif à transfert
de charge à grilles couplées.

Ce dispositif comporte un substrat semi-conducteur en sili-
cium 1 recouvert d'une couche de diélectrique 2, 3, 4, de deux
niveaux de grilles G_1 , G_2 et des moyens 12 pour rendre
unilatéral le transfert des charges. Ce dispositif comporte une
succession de grilles G'_1 , G'_2 , G'_3 déposées sur la couche de
diélectrique. Ces grilles sont isolées l'une de l'autre par une
couche de diélectrique présentant une première partie 7, sensi-
blement perpendiculaire au substrat, reliée à une seconde
partie 6, sensiblement parallèle au substrat, qui pénètre dans
chaque grille de façon à déterminer une grille d'un premier
niveau G_1 reliée à une grille d'un second niveau G_2 sous
laquelle sont réalisés les moyens 12 pour rendre unilatéral le
transfert.



FR 2 583 576 - A1

D

DISPOSITIF A TRANSFERT DE CHARGE A GRILLES COUPLEES

La présente invention concerne un dispositif à transfert de charge à grilles couplées.

Il est connu dans l'art antérieur de réaliser des dispositifs à transfert de charge comportant deux niveaux de grilles de façon à imposer un sens de transfert des charges unique.

L'une des possibilités pour obtenir un sens de transfert unique est que les électrodes des deux niveaux reposent sur une même épaisseur d'oxyde. La dissymétrie dans les potentiels nécessaire pour rendre unilatéral le transfert est alors réalisée par une implantation d'impuretés de même type que le substrat localisée sous les électrodes du premier niveau.

Un tel dispositif à transfert de charge est représenté vu en coupe sur la figure 1.

Le substrat semi-conducteur 10, en silicium de type P par exemple, est recouvert d'une couche d'oxyde 11 qui porte les électrodes du premier et du second niveaux qui sont désignées par les références G_1 et G_2 . Sous les électrodes G_2 , le substrat présente des implantations de bore 12.

On constate qu'on relie chaque couple de grilles G_1 et G_2 du premier et du second niveau successivement aux signaux d'horloge ϕ_1 et ϕ_2 .

Une autre possibilité de l'art antérieur consiste, pour imposer un sens de transfert des charges uniques, à déposer les grilles du premier niveau sur un oxyde mince et les grilles du second niveau sur un oxyde plus épais.

Le problème qui se pose avec les dispositifs de l'art antérieur se situe au niveau des connexions entre grilles du premier et du second niveau, quelle que soit la façon dont le sens de transfert des charges unique est obtenu.

La figure 2 qui est une vue de dessus d'un dispositif de l'art antérieur montre où sont localisées ces connexions.

Sur la figure 2, on voit que le dispositif à transfert de charge comporte une zone de transfert, sa partie supérieure, suivie par une zone d'accès de longueur L' , où sont réalisées les connexions. On a désigné par les références $A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2...$ les contacts permettant de relier par

des connexions en aluminium les électrodes G_1 et G_2 , et de leur appliquer l'un des signaux de commande Φ_1 ou Φ_2 .

Il faut donner à la zone d'accès une longueur L' suffisante pour loger les connexions.

5 L'inconvénient de l'augmentation de la longueur L' est que la résistance d'accès du dispositif et donc le temps de transit des charges sont augmentés.

De plus, l'examen de la figure 2 montre bien qu'on ne peut trop réduire le pas des électrodes sans risquer un court-circuit. En pratique, on
10 ne peut pas avoir un pas inférieur à $10 \mu\text{m}$.

La présente invention propose une structure nouvelle de dispositif à transfert de charge, dans lequel les grilles du premier et du second niveau sont couplées lors de la fabrication du dispositif.

La présente invention concerne un dispositif à transfert de charge,
15 comportant un substrat semi-conducteur recouvert d'une couche de diélectrique, deux niveaux de grilles et des moyens pour rendre unilatéral le transfert des charges, caractérisé en ce qu'il comporte une succession de grilles déposées sur la couche de diélectrique, ces grilles étant isolées l'une de l'autre par une couche de diélectrique présentant une première partie
20 sensiblement perpendiculaire au substrat, reliée à une seconde partie sensiblement parallèle au substrat, qui pénètre dans chaque grille et détermine une grille d'un premier niveau reliée à une grille d'un second niveau, sous laquelle se trouvent les moyens pour rendre unilatéral le transfert.

25 La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel dispositif.

Le dispositif selon l'invention permet de réduire la longueur de la zone d'accès. On réduit par conséquent les résistances d'accès du dispositif, ainsi que les temps de transit. Les résistances d'accès du dispositif sont
30 diminuées, par exemple d'un facteur 6, alors qu'on maintient inchangées les autres caractéristiques.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les figures annexées qui représentent :

35 - les figures 1 et 2, une vue en coupe et une vue de dessus d'un dispositif à transfert de charge selon l'art antérieur avec deux niveaux de

grilles ;

- les figures 3 à 8, les différentes étapes d'un procédé de fabrication d'un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

- la figure 9, une vue de dessus d'un mode de réalisation d'un
5 dispositif à transfert de charge selon l'invention.

- les figures 10 à 12 et 13 à 18, différentes étapes de deux variantes du procédé de fabrication selon l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes repères désignent les mêmes éléments, mais, pour des raisons de clarté, les cotes et proportions des
10 divers éléments ne sont pas respectées.

La figure 8 représente un mode de réalisation d'un dispositif à transfert de charge selon l'invention.

Sur le substrat semi-conducteur 1, en silicium monocristallin, on trouve une couche de diélectrique constituée par une couche de silice 2
15 recouverte d'une couche de nitrure de silicium 3, elle-même recouverte d'une mince couche de silice 4, de 50 à 100 Å d'épaisseur par exemple.

La figure 8 est une vue en coupe transversale qui montre une succession de grilles G'_1 , G'_2 , G'_3 ... déposées sur la couche de diélectrique.

Chaque grille G'_1 , G'_2 , G'_3 ... est isolée de la grille voisine par une
20 couche de diélectrique présentant une première partie 7, sensiblement perpendiculaire au substrat semi-conducteur 1 et qui se poursuit par une seconde partie 6, sensiblement parallèle au substrat, qui pénètre dans chaque grille et détermine une grille d'un premier niveau reliée à une grille d'un second niveau, sous laquelle se trouvent les moyens pour rendre
25 unilatéral le transfert, qui sur la figure 8 sont des implantations d'impuretés 12.

Sur la figure 8, on a indiqué comment la grille centrale G'_2 est constituée de deux grilles G_1 et G_2 , reliées entre elles et de niveaux différents.

30 Les figures 3 à 7 illustrent un procédé de fabrication du dispositif de la figure 8.

Sur la figure 3, on a représenté le substrat semi-conducteur 1, en silicium monocristallin par exemple, qui est recouvert d'une couche de diélectrique complexe constituée d'une couche de silice 2, recouverte d'une
35 couche de nitrure de silicium 3, elle-même portant une couche de silice 4 de faible épaisseur, de l'ordre de 50 à 100 Å d'épaisseur par exemple.

On peut bien entendu utiliser une couche de diélectrique constituée uniquement par de la silice.

Le substrat semi-conducteur peut être constitué d'un autre matériau que du silicium, par exemple de l'arséniure de gallium ou la couche de silicium d'une structure SOS.

La couche de diélectrique porte une couche de silicium monocristallin 5, elle-même recouverte d'une couche d'oxyde 6.

Cette couche d'oxyde 6 peut être obtenue par dépôt d'oxyde ou par croissance d'oxyde.

Sur la figure 4, on montre qu'on grave par photo-lithogravure les couches d'oxyde 6 et de silicium polycristallin 5 de façon à obtenir les grilles du premier niveau, c'est-à-dire les grilles G_1 si l'on utilise les références de la figure 1.

Sur la figure 5, on montre que les flancs de ces grilles sont protégés par une couche d'oxyde 7, que l'on y a fait croître. Ensuite, on désoxyde l'un des flancs de ces grilles, le flanc gauche sur les figures 6 à 8, après avoir protégé l'autre flanc et une partie du sommet des grilles, par de la résine 8 par exemple.

La figure 6 montre le résultat de cette désoxydation. Les flancs gauches des grilles ne comportent plus d'oxyde et sur le sommet des grilles, l'épaisseur de la couche d'oxyde est diminuée sur le côté gauche.

L'épaisseur de la couche d'oxyde 7 recouvrant les flancs des grilles est choisie beaucoup plus faible que celle de la couche d'oxyde 6 recouvrant le sommet des grilles, ce qui explique le résultat obtenu sur la figure 6 : l'oxyde est enlevé en totalité sur les flancs gauches qui n'étaient pas protégés et seulement en partie sur la partie supérieure des grilles qui n'était pas protégée.

La désoxydation peut se faire par attaque chimique ou par attaque plasma.

On réalise alors des implantations d'impuretés 12 de même type que le substrat en utilisant comme masques les îlots existants constitués par la superposition des couches 5, 6 et 7. On peut aussi réaliser ces implantations après l'étape représentée sur la figure 4.

Il est également possible, au lieu de réaliser des implantations d'impuretés, de déposer une couche d'oxyde supplémentaire sur laquelle sont déposées les grilles du second niveau. Il est possible d'alterner dans le même

dispositif la réalisation de dissymétrie par implantations d'impuretés ou par surépaisseurs d'oxyde. Il est également possible de cumuler implantations d'impuretés et surépaisseurs d'oxyde.

5 Sur la figure 7, on a déposé une couche supplémentaire de silicium polycristallin 9 de façon à obtenir les grilles du second niveau.

Sur la figure 8, on montre qu'on grave la couche 9 de façon à découvrir partiellement la couche d'oxyde 6 recouvrant le sommet des grilles du premier niveau.

10 On constate donc que la liaison entre les grilles G_1 et G_2 du premier et du second niveau qui sont ainsi obtenues se fait par le flanc des grilles du premier niveau qui a été mis à nu au cours de l'étape illustrée sur la figure 6. Les implantations d'impuretés sont situées sous les grilles G_2 du second niveau.

15 L'invention permet donc de résoudre le problème présenté par les dispositifs de l'art antérieur et qui consistait notamment à loger les connexions entre les grilles du premier et du second niveau.

La figure 9 représente une vue de dessus d'un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

20 Le couplage entre les grilles G_1 et G_2 étant réalisé lors de la fabrication du dispositif il suffit d'avoir accès à une électrode de chaque couple pour leur appliquer l'un des signaux d'horloge Φ_1 ou Φ_2 .

Sur la figure 9, on a relié par deux grilles 13 et 14 s'étendant sur toute la largeur de la zone active du dispositif les électrodes G_1 connectées au signal Φ_1 et les électrodes G_2 connectées au signal Φ_2 .

25 Lorsque les grilles G_1 et G_2 sont réalisées en métal ou en siliciure, il n'est pas nécessaire de réaliser des contacts en plus des grilles 13 et 14. Par contre, si les grilles G_1 et G_2 sont en silicium polycristallin, on peut pour diminuer la résistance réaliser des contacts 15 puis relier ceux-ci par des connexions en aluminium, en choisissant le pas de ces contacts ou
30 réaliser un contact d'une seule pièce le long des électrodes 13 et 14.

On constate que la longueur L de cette zone d'accès est plus faible que dans les dispositifs de l'art antérieur, ce qui diminue la résistance d'accès du dispositif ainsi que le temps de transfert.

De plus, le choix du pas du dispositif n'est plus conditionné par la
35 nécessité de réaliser les contacts entre électrodes.

Selon une variante de l'invention, les grilles du premier niveau sont

réalisées en silicium polycristallin et les grilles du second niveau sont réalisées en silicium polycristallin recouvert d'une couche métallique, de tantale ou de titane par exemple, qui transforme une partie du silicium en siliciure.

5 On obtient ainsi avec une seule couche de siliciure pour les deux niveaux de grilles des résistances comparables à celles qui sont obtenues si l'on utilise une couche de siliciure pour chaque niveau de grilles.

De plus ce mode de réalisation présente l'originalité d'avoir sur le même dispositif des grilles en siliciure, non transparentes et des grilles en
10 siliciure, transparentes et donc pouvant être utilisées comme photo-MOS.

Dans certains dispositifs, une seule grille photosensible est utilisée.

Les figures 10 à 12 représentent diverses étapes d'une variante de procédé illustré par les figures 3 à 8.

Cette variante se distingue du procédé des figures 3 à 8 par le fait
15 que pour isoler latéralement les flancs des grilles G_1 on effectue un dépôt d'oxyde 17, comme cela est représenté sur la figure 10. Alors que sur la figure 5, on réalise une croissance d'oxyde 7 sur les flancs des grilles G_1 .

On reprend ensuite les étapes du procédé illustrées par les figures 6 à 8 :

- 20 - élimination de l'oxyde sur les flancs gauches des grilles G_1 et partiellement sur le dessus gauche des grilles G_{13} ;
- réalisation des implantations d'impuretés 12 sous les futures grilles G_2 ou dépôt d'une couche d'oxyde supplémentaire ;
- dépôt des grilles G_2 ;
- 25 - gravure des grilles G_2 .

Ces étapes sont résumées sur les figures 11 et 12.

Sur la figure 10, on a représenté une couche d'oxyde 16 recouvrant le substrat 1. Comme dans le cas des figures 3 à 8, on peut utiliser aussi une couche de diélectrique complexe : silice-nitride de silicium-silice.

30 Un inconvénient des deux variantes du procédé décrit est que la couche de diélectrique recouvrant le substrat 1 - couches 2, 3, 4 sur la figure 3 et couche 16 sur la figure 10 - et sur laquelle sont déposées les grilles G_2 est endommagée lors de la désoxydation qui enlève la couche d'oxyde 7 ou 17 qui recouvre les flancs gauches des grilles G_1 .

35 Une variante du procédé selon l'invention illustrée par les figures 13

à 18 permet de supprimer cet inconvénient en supprimant cette désoxydation.

Comme cela est représenté sur la figure 13, on intercale une couche de nitrure de silicium 18 entre la couche 5, en silicium polycristallin par exemple, et la couche de diélectrique 6.

Sur la figure 14, on montre qu'on grave la couche de diélectrique 6 de façon à ne la conserver qu'au-dessus des futures grilles G_1 .

Sur la figure 15, on grave simultanément la couche de nitrure 18 et la couche 5.

On utilise des masques en résine 19 qui s'appuient sur la couche de diélectrique 6 d'une part et sur la couche de nitrure 18 mise à nu lors de l'étape précédente d'autre part.

On réalise des implantations d'impuretés 12 dans les intervalles entre les îlots restant sur la figure 15.

Sur la figure 16, on protège par une couche d'oxyde 20 les parois latérales des îlots en silicium polycristallin. On peut aussi pour obtenir un sens de transfert unique faire croître une couche d'oxyde supplémentaire dans les intervalles entre les grilles du premier niveau.

Sur la figure 17, on attaque la couche de nitrure, encore accessible. En raison de la sélectivité d'attaque importante entre l'oxyde et le nitrure, on supprime les zones de nitrure encore accessibles sans altérer la couche d'oxyde 16.

Sur la figure 17, on dépose le deuxième niveau de grilles G_2 et on le grave.

Cette variante du procédé selon l'invention permet en évitant l'étape de désoxydation de l'un des flancs des grilles du premier niveau de ne pas abîmer la couche de diélectrique sur laquelle sont déposées les grilles du second niveau.

RE V E N D I C A T I O N S

1. Dispositif à transfert de charge, comportant un substrat semi-conducteur (1) recouvert d'une couche de diélectrique (2, 3, 4, 16), deux niveaux de grilles (G_1 , G_2) et des moyens (12) pour rendre unilatéral le transfert des charges, caractérisé en ce qu'il comporte une succession de grilles (G'_1 , G'_2 , G'_3) déposées sur la couche de diélectrique, ces grilles étant isolées l'une de l'autre par une couche de diélectrique présentant une première partie (7, 17, 20) sensiblement perpendiculaire au substrat, reliée à une seconde partie (6) sensiblement parallèle au substrat, qui pénètre dans chaque grille et détermine une grille d'un premier niveau (G_1) reliée à une grille d'un second niveau (G_2), sous laquelle se trouvent les moyens (12) pour rendre unilatéral le transfert.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de diélectrique (16) recouvrant le substrat semi-conducteur (1) est de la silice.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couche de diélectrique recouvrant le substrat semi-conducteur (1) est constituée par une couche de silice (2), recouverte d'une couche de nitrure de silicium (3), elle-même recouverte d'une mince couche de silice (4).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les grilles sont réalisées en silicium polycristallin.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les grilles du premier niveau (G_1) sont réalisées en silicium polycristallin et les grilles du second niveau (G_2) en silicium polycristallin, recouvert d'une couche de siliciure.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'une couche de nitrure de silicium (18) est intercalée entre les grilles du premier niveau (G_1) et la couche de diélectrique (6) qui les recouvre.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens (12) pour rendre unilatéral le transfert des charges sont constitués par des implantations d'impuretés et/ou par des surépaisseurs d'oxyde.

8. Procédé de fabrication d'un dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- 1°) on réalise sur un substrat semi-conducteur (1), recouvert d'une couche de diélectrique (2, 3, 4), une couche d'un matériau (5) permettant de constituer les grilles et une couche d'oxyde (6) ;

5 - 2°) on grave par photo-lithogravure la couche de matériau (5) permettant de constituer les grilles, surmontée de la couche d'oxyde (6) de façon à obtenir un premier niveau de grilles (G_1) ;

- 3°) on oxyde les flancs des grilles du premier niveau ;

- 4°) on désoxyde l'un des flancs de ces grilles ;

10 - 5°) on dépose une couche (9) de matériau permettant de constituer les grilles et on la grave de façon à découvrir partiellement la couche d'oxyde recouvrant le dessus des grilles du premier niveau (G_1).

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'oxydation des flancs des grilles du premier niveau (G_1) se fait par croissance d'oxyde (7) ou par dépôt d'oxyde (17).

15 10. Procédé selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que les moyens pour rendre unilatéral le transfert sont réalisés après la deuxième étape ou après la quatrième étape.

11. Procédé de fabrication d'un dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

20 - 1°) on réalise sur un substrat semi-conducteur (1), recouvert d'une couche de diélectrique (16), une couche d'un matériau (5) permettant de constituer les grilles, une couche de nitrure de silicium (18) et une couche de diélectrique (6) ;

25 - 2°) on grave la couche de diélectrique (6) de façon à ne la conserver qu'au-dessus des futures grilles du premier niveau (G_1) ;

- 3°) on grave la couche de nitrure (18) et la couche de matériau (5) permettant de constituer les grilles en utilisant des masques en résine (19) qui s'appuient sur la couche de diélectrique (6) d'une part et sur la couche de nitrure (18) mise à nu lors de l'étape précédente ;

30 4°) on protège par une couche d'oxyde (20) les parois latérales des îlots déterminés lors de l'étape précédente ;

- 5°) on supprime les parties encore accessibles en nitrure de silicium (18).

6°) on dépose les grilles du deuxième niveau et on les grave.

35 12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens pour rendre unilatéral le transfert sont constitués par des implanta-

tions d'impuretés (12) de même type que le substrat (1) et en ce que ces implantations sont réalisées après la troisième étape.

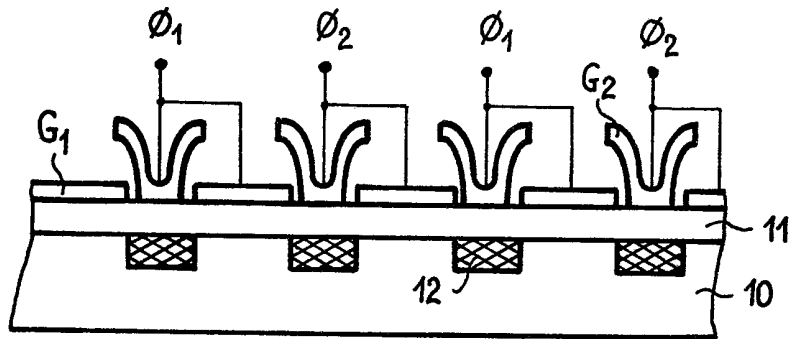
13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens pour rendre unilatéral le transfert sont constitués par une surépaisseur d'oxyde et en ce que ces moyens sont réalisés après la quatrième étape.

14. Procédé selon l'une des revendications 8 à 13, caractérisé en ce que la couche d'oxyde (6) surmontant les grilles du premier niveau s'obtient par croissance d'oxyde ou par dépôt d'oxyde.

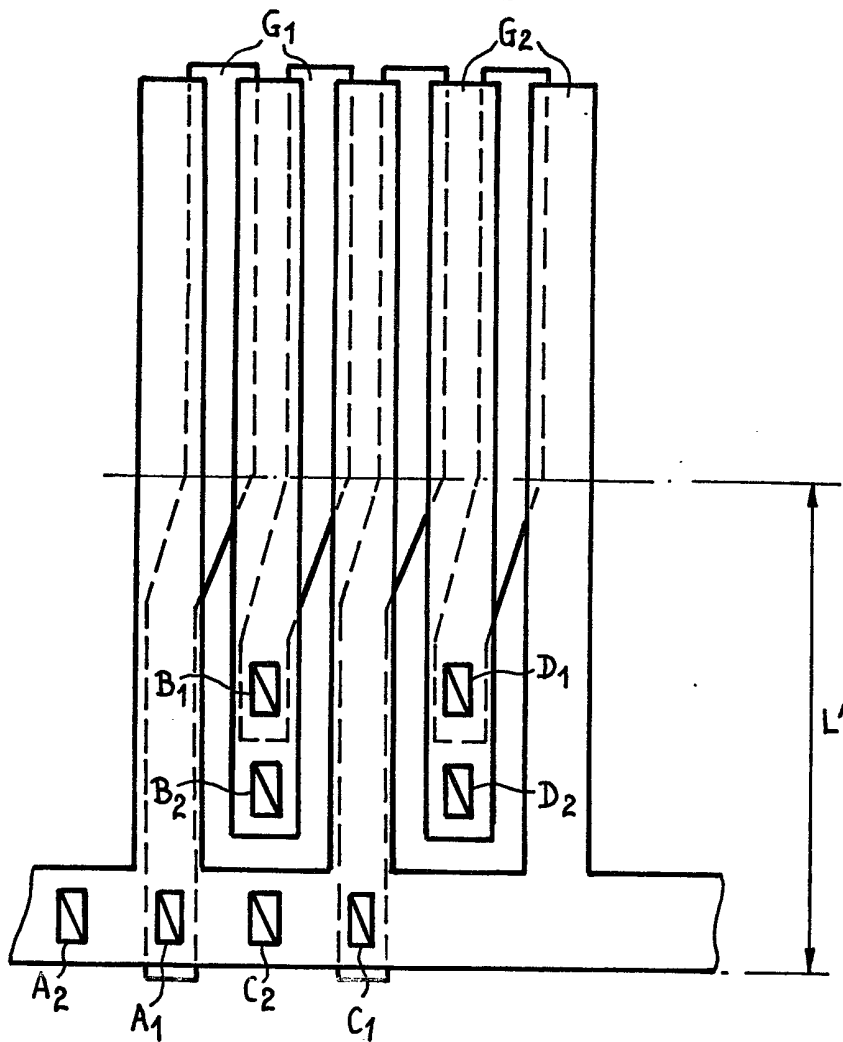
15. Procédé selon l'une des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que la désoxydation de l'un des flancs des grilles du premier niveau se fait par attaque chimique ou par attaque plasma.

1/4

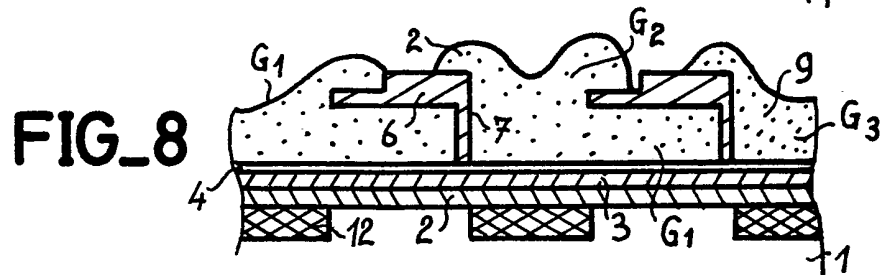
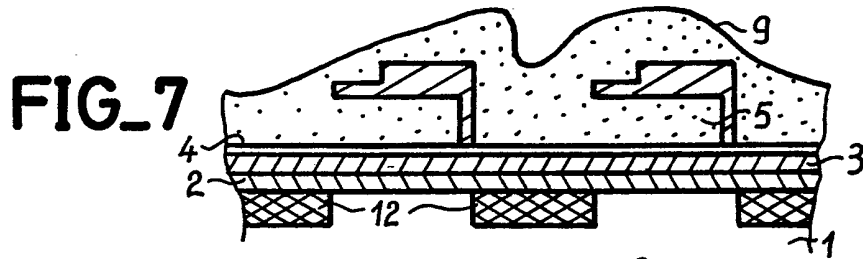
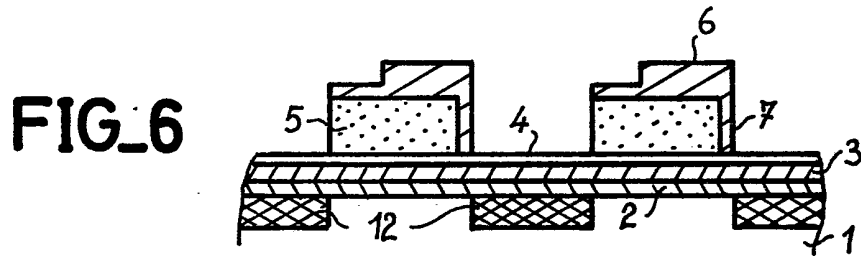
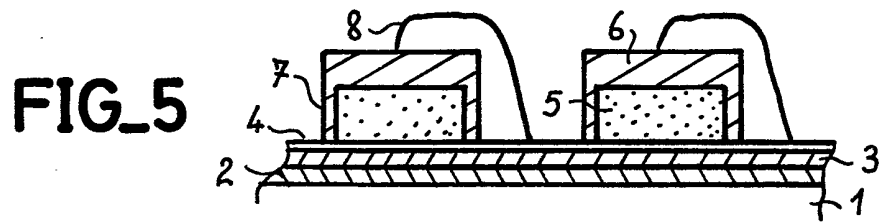
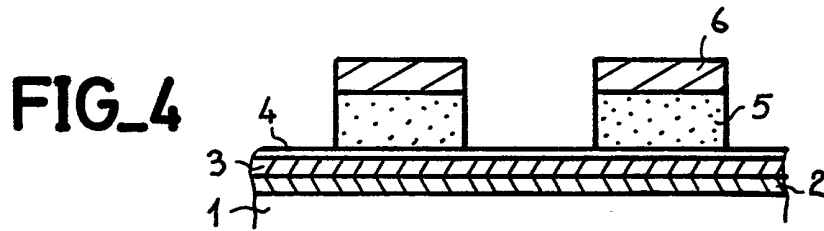
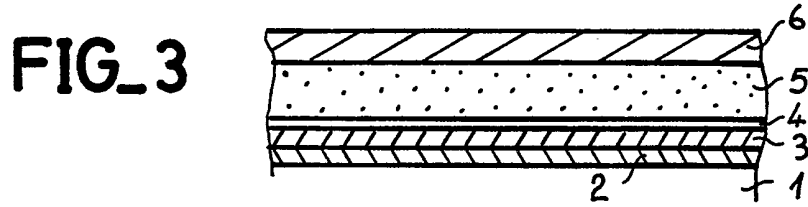
FIG_1



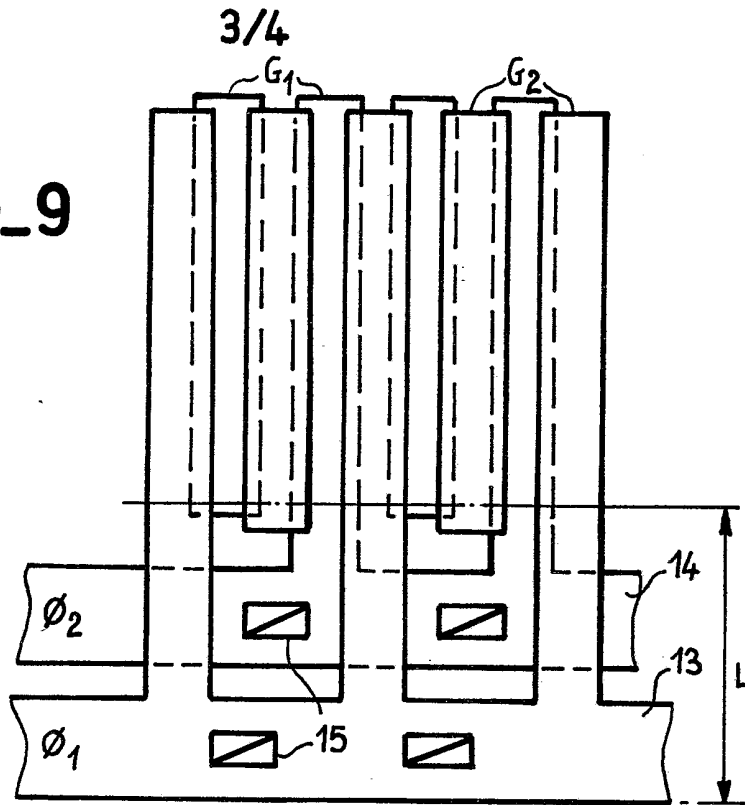
FIG_2



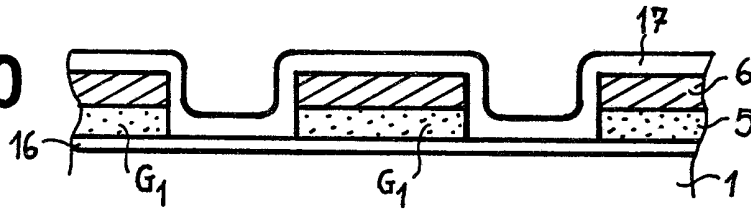
2/4



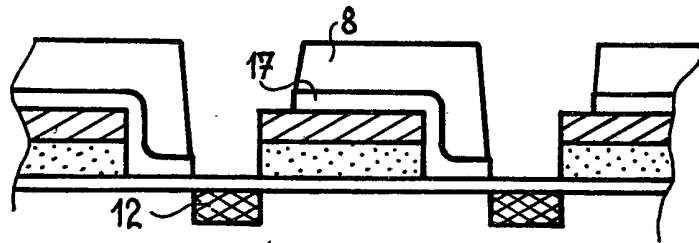
FIG_9



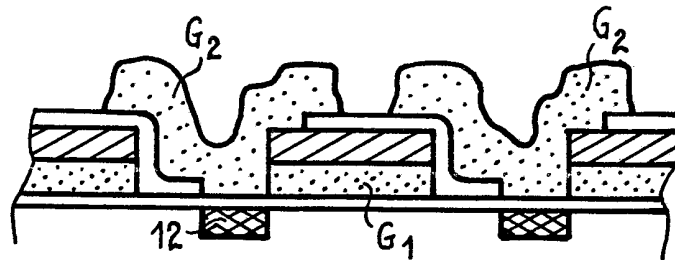
FIG_10



FIG_11

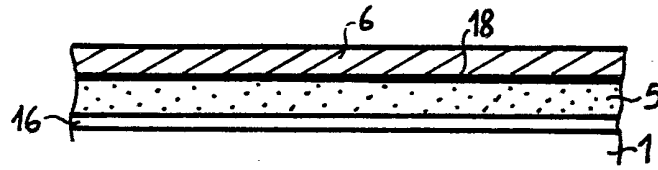


FIG_12

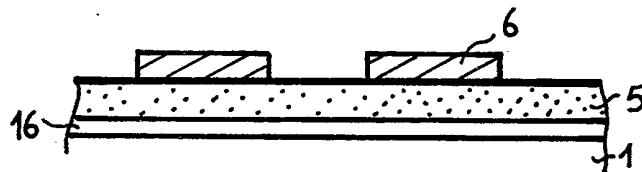


4/4

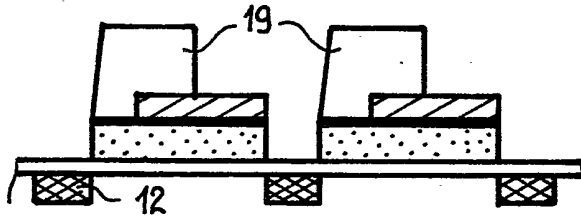
FIG_13



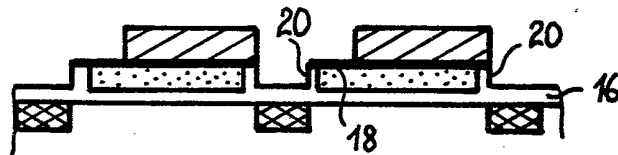
FIG_14



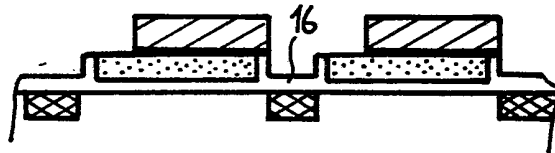
FIG_15



FIG_16



FIG_17



FIG_18

