

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :

2 675 947

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national :

91 04994

(51) Int Cl<sup>5</sup> : H 01 L 21/84//G 09 F 9/35

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 23.04.91.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 30.10.92 Bulletin 92/44.

(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) : FRANCE TELECOM et CHOUAN  
Yannick — FR.

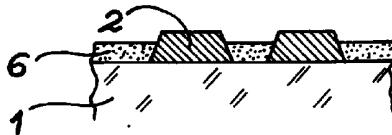
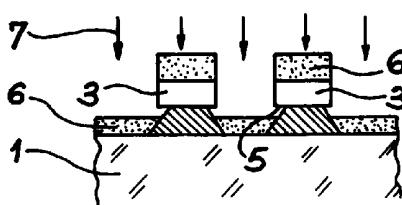
(72) Inventeur(s) : CHOUAN Yannick.

(73) Titulaire(s) : FRANCE TELECOM.

(74) Mandataire : Brevatome.

(54) Procédé de passivation locale d'un substrat par une couche de carbone amorphe hydrogène et procédé de  
fabrication de transistors en couches minces sur ce substrat passivé.

(57) Le procédé de passivation locale consiste à réaliser  
des motifs (3) de résine photosensible sur le substrat (1), à  
soumettre la structure obtenue à un plasma radiofréquence  
constitué essentiellement d'hydrocarbure pour déposer  
ainsi une couche (6) de carbone amorphe hydrogéné sur la  
structure et dissoudre les motifs (3) de la résine afin d'éliminer le carbone amorphe déposé sur la résine, le carbone  
amorphe déposé sur le substrat constituant ladite passiva-  
tion.



FR 2 675 947 - A1



PROCEDE DE PASSIVATION LOCALE D'UN SUBSTRAT PAR UNE  
COUCHE DE CARBONE AMORPHE HYDROGENE ET PROCEDE DE  
FABRICATION DE TRANSISTORS EN COUCHES MINCES SUR CE  
5 SUBSTRAT PASSIVE

DESCRIPTION

La présente invention a pour objet un procédé de passivation locale d'un substrat par une couche 10 mince de carbone amorphe hydrogéné. Elle trouve une application en microélectronique et en particulier dans la réalisation de circuits de commande des écrans plats à cristaux liquides.

L'invention permet plus spécifiquement la 15 fabrication de transistors en couches minces à base de silicium amorphe hydrogéné, utilisés dans les écrans d'affichage à matrice active. En outre, l'invention permet de réaliser un transistor en couches minces à structure "planar" dans une configuration dite "empilée 20 à grille dessus" semblable à celle utilisée dans les matrices actives pour écrans plats à cristaux liquides.

De façon générale, l'invention a pour objet un procédé de passivation locale d'un substrat par une couche mince de carbone amorphe hydrogéné.

25 Il est connu de déposer des couches minces de carbone amorphe hydrogéné ou polycristallin sur des substrats de verre ou de silicium selon des techniques de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma (PECVD). Le gaz utilisé pour le dépôt de carbone est 30 essentiellement un mélange de méthane et d'hydrogène. On peut citer à cet effet, les articles suivants :

- "Electrical and chemical characterization of a-C:H prepared by RF Glow discharge" ; W.J. Varhue et al. - J. Appl. Phys. 67(8) - 15 avril 1990, p. 3835-3841 ;
- 35 - "Diamond and diamondlike films : Deposition

processes and properties" ; C.V. Deshpandey et al., J.Vac. Sci. Technol. A7(3), mai/juin 1989, p. 2294-2302.

En raison de ses qualités mécaniques, le carbone amorphe hydrogéné, noté a-C:H, est actuellement principalement utilisé comme matériau de protection (composants optiques, outillage,...) mais ses qualités électriques permettent également d'envisager de l'utiliser comme diélectrique.

La fabrication d'une matrice active pour écran plat à cristaux liquides à deux niveaux de masquage, comme décrit dans le brevet français FR-A-2 533 072, nécessite de graver une couche mince d'oxyde métallique, supportée par un substrat de verre afin de révéler les colonnes de la matrice. Cet oxyde est de l'oxyde d'indium et d'étain (ITO).

Cette gravure d'oxyde métallique s'effectue par voie humide en utilisant une solution contenant de l'acide chlorhydrique et du perchlorure de fer.

Les vitesses de gravure par voie humide sont généralement considérées comme isotropes à très courte distance. Toutefois, sur des substrats de grandes dimensions ( $>1\text{dm}^2$ ) on observe un gradient de la vitesse de gravure entre les zones périphériques et le centre du substrat.

Les vitesses de gravure les plus élevées sont observées sur les bords du substrat.

De ce phénomène, il résulte que pour obtenir une gravure complète de la couche mince d'oxyde métallique il est nécessaire de surexposer les zones périphériques au bain de gravure.

On peut alors assister à une gravure partielle du verre et à la diffusion d'ions chlore dans son volume. La qualité de la surface du verre ainsi mise à nu se trouve donc altérée.

Les transistors en couches minces utilisés dans les écrans plats utilisent comme matériau semi-conducteur du silicium amorphe hydrogéné, noté a-Si:H. La structure de ces transistors conduit à déposer ce silicium directement sur le verre ; on observe alors une migration des ions chlore diffusés dans le verre. Cette migration des ions chlore ainsi que la qualité de l'interface verre/silicium amorphe modifient les propriétés semi-conductrices du silicium, entraînant une dégradation des propriétés électriques et une durée de vie limitée de ces transistors.

Le premier problème que cherche à résoudre l'invention est le contrôle de façon reproductible de la qualité de l'interface verre/silicium amorphe en proposant un procédé de passivation locale du substrat de verre.

Ces problèmes de contrôle de la qualité de l'interface substrat/semi-conducteur existent aussi pour d'autres types de substrat que le verre et pour d'autres matériaux semi-conducteurs que le silicium amorphe hydrogéné. Aussi, l'invention concerne toute passivation locale d'un substrat quelconque.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le procédé de passivation locale d'un substrat comprend les étapes suivantes :

A) - réaliser des motifs de résine photosensible sur le substrat en dehors des zones à passiver,

B) - soumettre la structure obtenue en A) à un plasma radiofréquence constitué essentiellement d'hydrocarbure et déposer ainsi une couche de carbone amorphe hydrogéné sur ladite structure, et

C) - dissoudre les motifs de résine afin d'éliminer le carbone amorphe déposé sur la résine, le carbone amorphe déposé sur lesdites zones constituant

ladite passivation.

L'invention met ici en oeuvre une technique de pelage (technique lift-off en terminologie anglo-saxonne) dont le principe est connu de l'homme de l'art dans les domaines des couches minces et de la microélectronique. On peut citer à cet effet :

5 - Handbook of thin film technology by Leon I. Maissel and Reinhard Glang, Mc Graw - Hill Book Company, chapitre 7, pages 48-49. "Special pattern-formation

10 techniques".

Le procédé de l'invention permet l'obtention d'une couche de carbone amorphe hydrogéné présentant une résistivité comprise entre  $10^{12}$  et  $10^{14}$  ohms/cm, ce qui assure une bonne isolation électrique. En particulier, ce dépôt local de carbone amorphe hydrogéné peut être interposé entre les sources et drains des transistors en couches minces à configuration "empilée à grille dessus". Aussi, ce procédé de passivation est particulièrement bien adapté

15 à la réalisation d'un transistor en couches minces à configuration "empilée à grille dessus".

L'invention a donc encore pour objet un procédé de fabrication d'un transistor en couches minces, consistant à :

25 a) - déposer sur un substrat isolant électrique une couche d'un premier matériau conducteur,

b) - réaliser des motifs de résine photosensible sur la couche de premier matériau conducteur, définissant les motifs à graver dans cette

30 couche,

c) - éliminer les zones de la couche de premier matériau conducteur non recouvertes de résine,

d) - déposer une couche de carbone amorphe hydrogéné sur la structure obtenue en c),

35 e) - dissoudre les motifs de résine afin

d'éliminer le carbone amorphe déposé sur la résine,  
f) - déposer une couche d'un semi-conducteur  
sur la structure obtenue en e),

5 g) - déposer une couche d'un premier isolant  
électrique sur la couche de semi-conducteur,

h) - déposer une couche d'un second matériau  
conducteur sur la couche de premier isolant,

10 i) - photograver l'empilement des couches de  
second matériau conducteur, de premier isolant  
électrique et de semi-conducteur pour fixer les  
dimensions du transistor, et

j) - passiver la structure obtenue en i) avec  
un second isolant électrique.

15 Dans une structure à grille dessus, la couche  
de premier matériau conducteur est gravée pour former  
les source et drain du transistor alors que la couche  
de second matériau conducteur est gravée pour  
constituer la grille du transistor. Dans une structure  
à grille dessous, la couche de premier matériau  
20 conducteur est gravée pour constituer la grille du  
transistor alors que la couche de second matériau  
conducteur est gravée pour constituer la source et le  
drain du transistor.

25 Suivant la structure choisie et le mode  
d'éclairement choisi, les premier et second matériaux  
conducteurs peuvent être transparents ou  
réfléchissants.

De façon avantageuse, le second isolant  
électrique est du carbone amorphe hydrogéné.

30 Comme décrit précédemment, ces couches de  
a-C:H sont obtenues à partir d'un plasma  
radiofréquence constitué essentiellement  
d'hydrocarbure.

35 Par hydrocarbure, il faut comprendre des  
composés organiques constitués essentiellement de

carbone et d'hydrogène.

Les hydrocarbures utilisables dans l'invention sont ceux de la série des alcanes, des alcènes et des alcynes que l'on trouve chez tous les 5 producteurs de gaz fournissant l'industrie de la microélectronique. En particulier, ces hydrocarbures comportent de 1 à 6 atomes de carbone ; ils peuvent être saturés, insaturés ou aromatiques.

10 Comme hydrocarbures utilisables dans l'invention, on peut citer l'acéthylène, le propadiène, l'éthylène, le butène, le propylène, le méthane, l'éthane, le butane, le propane. De préférence, on utilise le méthane.

15 Selon l'invention, on peut utiliser un hydrocarbure ou un mélange d'hydrocarbures.

Les dépôts de carbone amorphe hydrogéné, selon l'invention, ont l'avantage d'être réalisés à température ambiante, ce qui permet d'éviter une élévation excessive de la température de la résine 20 utilisée pour le pelage.

Afin d'obtenir une structure de transistor "planar", l'épaisseur de la couche de carbone amorphe hydrogéné déposée au cours de l'étape d) a une épaisseur égale à celle de la couche de premier 25 matériau conducteur. Ceci est plus particulièrement intéressant lorsque cette couche de premier matériau conducteur est utilisée pour la fabrication des contacts de source et drain du transistor.

En ajustant les conditions de tension 30 d'autopolarisation du substrat, de la pression et du débit du gaz, les inventeurs ont montré qu'il était possible de faire varier le taux de dissociation de l'hydrocarbure et en particulier du méthane dans le plasma. Suivant le taux de dissociation de 35 l'hydrocarbure, les films polymériques obtenus sont

plus ou moins hydrogénés, ce qui leur confère des propriétés physiques très différentes, notamment en ce qui concerne leur résistivité. Il est ainsi possible de moduler les propriétés de la couche de carbone déposée 5 en fonction de l'application particulière envisagée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre illustratif et non limitatif. Cette description sera faite dans le cadre de la 10 fabrication d'un transistor en couches minces à grille dessus mais bien entendu, l'invention est d'application beaucoup plus générale comme on l'a vu précédemment.

La description se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

15 - les figures 1a à 1f illustrent schématiquement les différentes étapes de fabrication d'un transistor en couches minces, conformément à l'invention, et

20 - la figure 2 donne les variations du courant de drain  $I_d$ , exprimée en ampères, en fonction de la tension de grille  $V_g$ , exprimée en volts, pour un transistor témoin non passivé (courbe a) et pour un transistor passivé selon l'invention (courbe b).

25 Le dépôt des couches minces de carbone amorphe hydrogéné selon l'invention est réalisé à l'aide d'un réacteur du type RIE classiquement utilisé en microélectronique. Le substrat devant recevoir le dépôt est, de ce fait, disposé sur une électrode reliée à un générateur radiofréquence ; le dépôt réalisé est 30 donc de type ionique. On utilise en général une fréquence de 13,56 MHz.

35 Dans tous les essais expérimentaux réalisés, on a utilisé pour créer le plasma du méthane pur. En outre, les dépôts ont été réalisés à température ambiante.

Différentes conditions expérimentales ont été étudiées pour le dépôt des couches minces de carbone amorphe hydrogéné. Ces conditions sont les suivantes :

- pression du méthane : 1,33 à 13,3Pa (10 à 100 mTorr).
- 5 - débit du méthane : 5 à 20  $\text{cm}^3/\text{min}$ .
- tension d'autopolarisation du substrat : 10 à 200 V.

Dans ces conditions, les films obtenus permettent de réaliser les fonctions de passivation d'un substrat et de "planarisation" des transistors 10 faisant l'objet de l'invention.

Plus précisément, les films de carbone obtenus possèdent les caractéristiques suivantes :

- 1) - épaisseur  $\leq 200 \text{ nm}$ ,
- 2) - forte résistivité,
- 15 3) - parfait état de surface,
- 4) - faible contrainte mécanique,
- 5) - propriétés homogènes sur de grandes surfaces ( $> 1 \text{ dm}^2$ ).

#### 1) - Epaisseur

20 Dans le but de réaliser une simple passivation d'un substrat de verre, un dépôt de polymère de quelques 10 nm est suffisant.

En revanche, pour réaliser une "planarisation" parfaite du transistor notamment entre 25 la source et le drain, il est nécessaire de déposer un film de 200 nm d'épaisseur correspondant à l'épaisseur de la couche conductrice utilisée pour les source et drain.

Ces deux types de dépôt ont été réalisés avec 30 succès et à des vitesses de dépôt comprises entre 1,5 nm et 20 nm par minute.

#### 2) - Résistivité

Pour éviter tout risque de court-circuit entre notamment la source et le drain du transistor (ou 35 entre les grilles d'une matrice de transistors à grille

dessous), le polymère déposé doit présenter une forte résistivité. Or, les films de carbone amorphe hydrogéné réalisés possèdent tous une résistivité comprise entre  $10^{12}$  et  $10^{14}$  ohms.cm.

5 Les inventeurs ont démontré que ces valeurs sont suffisamment élevées pour éviter tout risque de court-circuit entre source et drain (ou grilles).

### 3) - Contrainte

10 Ces films doivent naturellement présenter une bonne adhérence sur le substrat généralement de verre mais aussi être faiblement constraint pour éviter :

- un "écaillage" sur la surface de la résine,
- un décollement de l'empilement des couches constituant le transistor.

15 Les mesures effectuées (flèche d'un substrat mince) montrent que les films sont contraints en compression à des valeurs comprises entre  $10^7$  et  $10^9$  Pa. Ces valeurs sont comparables à celles mesurées 20 usuellement pour d'autres matériaux déposés en couches minces.

### 4) - Etat de surface

25 Dans le réacteur utilisé, le substrat est maintenu à température ambiante pour obtenir le dépôt de films parfaitement amorphes, (l'état amorphe des films ayant été déterminé par diffraction des rayons X). Une analyse topographique de la surface des films au microscope électronique à balayage jusqu'à des grossissements de 30000 ne permet pas de révéler un quelconque défaut de surface intrinsèque au matériau 30 déposé.

La qualité de l'interface entre le carbone amorphe hydrogéné et les couches constituant le transistor ne pourra donc pas être altérée pour des raisons de rugosité.

35 5) - Grande surface

L'homogénéité des propriétés des films déposés a été vérifiée sur des substrats carrés de 20cm de côté.

Les substrats sur lesquels peut être réalisé 5 le dépôt de carbone amorphe hydrogéné local peuvent être en verre, en quartz, en silice, en silicium, en plastique. En outre, la passivation de ces substrats permet d'utiliser des substrats de verre de qualité médiocre.

10 En référence aux figures 1a à 1f, on décrit ci-après les principales étapes de fabrication d'un transistor en couches minces à grille dessus, conformément à l'invention.

La première étape de fabrication de ce 15 transistor consiste, comme représenté sur la figure 1a, à déposer sur un substrat de verre 1 une couche 2 d'oxyde métallique transparent de 25 à 225nm d'épaisseur. Cette couche est de l'oxyde d'indium et d'étain (ITO) déposée par pulvérisation magnétron sous 20 vide.

Sur cette couche d'ITO on forme un premier masque de résine photosensible 3 définissant l'emplacement de la source et du drain du transistor à réaliser selon les procédés classiques de 25 photolithographie.

On effectue alors, comme représenté sur la figure 1b, une gravure de la couche d'oxyde métallique 2 par spray ou dans un bain d'acide chlorhydrique. La gravure est contrôlée en ce qui concerne la 30 concentration de l'agent de gravure, de la température et du temps de gravure afin d'obtenir des motifs 4 d'ITO à flancs 4a inclinés. En particulier, cette gravure est réalisée avec un bain contenant 37% d'acide chlorhydrique dilué à 50% dans de l'eau et porté à une 35 température de 55°C environ.

Ces flancs inclinés 4a des motifs 4 permettent de dégager un liseré 5 de résine à l'interface ITO/résine.

Les motifs 4 obtenus constituent la source et 5 le drain du transistor.

On effectue alors, comme représenté sur la figure 1c, un dépôt isotrope à température ambiante d'une couche de carbone amorphe hydrogéné 6 sur l'ensemble de la structure. Cette couche 6 a une 10 épaisseur de 10 à 150nm. Elle est réalisée dans les conditions décrites précédemment, en utilisant un plasma radiofréquence 7 de CH<sub>4</sub>.

L'isotropie du dépôt conduit à la formation d'une couche de carbone 6 discontinue. On conserve 15 ainsi le liseré 5 apparent, sous les motifs 3 de résine.

Le pelage de la couche de carbone s'effectue sans difficulté par dissolution de la résine 3, à partir du liseré 5, en utilisant de l'acétone ou un 20 dissolvant classiquement utilisé en microélectronique appelé "posistrip".

Seul le carbone 6 déposé sur le verre 1 est conservé, comme montré sur la figure 1d. On obtient ainsi une passivation locale du substrat en verre 1 qui 25 joue le rôle de barrière à la diffusion des impuretés contenues dans le verre vers la couche semi-conductrice du transistor que l'on va maintenant déposer. Ces impuretés proviennent notamment de la gravure de l'ITO.

La fabrication du transistor se poursuit, 30 comme représenté sur la figure 1e, par le dépôt, sur l'ensemble de la structure, d'une couche de silicium amorphe hydrogéné 8, d'une couche de nitrule de silicium 9 puis d'une couche métallique 10 en aluminium ou siliciure d'aluminium.

35 Les couches 8 et 9 sont déposées selon la

technique de dépôt chimique en phase vapeur assisté plasma et la couche métallique est déposée par évaporation ou pulvérisation. Ces couches 8, 9 et 10 ont une épaisseur respective de 20nm, 300nm et 200nm.

5 On définit alors les dimensions du transistor à l'aide d'un second photomasque en résine 11 réalisé par les procédé connus de photolithographie.

10 On effectue alors une gravure par voie humide de la couche 10 puis une gravure anisotrope par voie sèche des couches 9 et 8. Les agents d'attaque sont respectivement un plasma de SF<sub>6</sub> pour les couches 8 et 9 et un bain d'acide orthophosphorique pour la couche 10.

15 Après élimination du photomasque en résine 11 par voie humide, il est éventuellement possible de former un autre photomasque, non représenté, définissant les dimensions de la grille du transistor dans la couche 10. A l'aide de ce photomasque, on effectue alors une nouvelle gravure humide de la couche conductrice 10 pour former la grille du transistor.

20 Après élimination de ce photomasque, on passive l'ensemble de la structure par dépôt d'une nouvelle couche 12 de carbone amorphe hydrogéné ou d'une couche de nitrure de silicium. La structure obtenue est celle représentée sur la figure 1f.

25 La couche 12 de carbone est déposée en utilisant un plasma RF de CH<sub>4</sub> et la couche de nitrure de silicium par dépôt chimique en phase vapeur assisté plasma.

30 On constate que ce procédé de passivation du substrat et de "planarisation" des source et drain du transistor ne nécessite pas de niveau de masquage supplémentaire par rapport aux procédés connus de fabrication de ces transistors.

35 Le procédé décrit en référence aux figures 1a à 1f est compatible avec le procédé de fabrication d'un

écran d'affichage à matrice active décrit dans le document FR-A-2 571 893.

Le procédé de dépôt d'une couche mince de carbone amorphe hydrogéné et de son pelage a été 5 appliqué à la fabrication de transistors à effets de champ pour commande d'écrans plats à cristaux liquides.

Différents essais de passivation et de "planarisation" ont été réalisés en fonction de la quantité d'hydrogène contenue dans les films de 10 carbone. La concentration d'hydrogène contenue dans les films n'est pas connue en valeur absolue, toutefois, elle peut être modifiée de façon simple en ajustant le taux de dissociation du méthane par le contrôle de la tension d'autopolarisation du substrat.

15 En particulier, les inventeurs ont montré, par mesure de résistivité, d'absorption optique et par analyse SIMS, que les films de carbone déposés avec les tensions d'autopolarisation les plus faibles contiennent le plus d'hydrogène.

20 Le tableau donné ci-après montre clairement l'efficacité de la passivation du substrat de verre mais aussi l'influence de la qualité du film de passivation sur les caractéristiques électriques des transistors.

25 Les dépôts de carbone ont été réalisés sous une pression de 13,3 Pa (100 mtorr) et pour un débit de  $\text{CH}_4$  de  $20\text{cm}^3/\text{min}$ . La tension de drain était de 0,1 V et la tension de grille de 8V.

30 Ce tableau donne notamment l'évolution du rapport des courants de drain dans l'état passant ( $I_{on}$ ) et bloqué ( $I_{off}$ ) en fonction de la nature des films de passivation déposés à différentes tensions d'autopolarisation.

35 D'après ce tableau, on constate que le rapport des courants  $I_{on}/I_{off}$  croît rapidement avec la

concentration d'hydrogène contenue dans les couches de passivation. Le rapport de ces courants est 25 fois supérieur dans le cas d'un transistor réalisé avec une passivation déposée avec une tension d'autopolarisation de 10V, par rapport à un transistor réalisé directement sur le substrat de verre.

Il est connu de l'homme de l'art que les principales propriétés que doit avoir le transistor de commande de chaque élément d'image d'un écran plat 10 sont :

- dans la phase d'adressage un courant  $I_{on}$  entre source et drain aussi fort que possible afin de pouvoir charger le condensateur à cristal liquide aussi rapidement que possible à la tension vidéo,
- 15 - dans la phase de maintien de l'information, un courant  $I_{off}$  aussi faible que possible de façon qu'entre deux adressages successifs, le condensateur reste chargé.

Aussi, le rapport  $I_{on}/I_{off}$  doit être au moins 20 égal à  $10^5$  pour pouvoir faire fonctionner un écran plat comportant quelques centaines de lignes.

Cet objectif est atteint pour des films de carbone amorphe hydrogéné de passivation locale, déposés à des tensions d'autopolarisation inférieures à 25 55 volts.

La figure 2 donne les caractéristiques de transfert  $I_d=f(V_g)$  pour un transistor témoin non passivé (courbe a), et pour un transistor passivé (courbe b) entre source et drain par une couche de 30 carbone amorphe hydrogéné, déposée avec une tension d'autopolarisation de 10 volts.  $I_d$  est le courant de drain, en ampères et  $V_g$  la tension en volts appliquée à la grille du transistor. Ces courbes sont obtenues pour une tension de drain de 4 volts, une largeur de canal 35 de  $10\mu m$  et une longueur de canal de  $40\mu m$ .

En plus des avantages donnés ci-dessus, le carbone amorphe hydrogéné déposé entre les source et drain du transistor joue le rôle de masque optique limitant ainsi les effets néfastes de la lumière ambiante d'observation de l'écran sur le silicium amorphe hydrogéné.

Sur les figures 1c à 1f, on a représenté une couche 6 de carbone amorphe hydrogéné d'épaisseur légèrement inférieure à celle des motifs 4 des source et drain du transistor. Il est toutefois possible, comme mentionné précédemment, de déposer une couche 6 d'épaisseur rigoureusement égale à celle des motifs 4 des source et drain afin d'obtenir une structure parfaitement plane avant le dépôt de la couche semi-conductrice 8.

20

25

30

35

T A B L E A U

=====

TENSION AUTO-POLARISATION	Ion ( $\mu$ A)	I <sub>off</sub> (pA)	$\frac{I_{on}}{I_{off}}$	CONCENTRATION HYDROGENE
10	1,6	1,6	$10^6$	
55	2,6	12	$2.10^5$	
90	3,4	39	$9.10^4$	
160	3,1	39	$8.10^4$	
290	3,7	79	$5.10^4$	
TEMOIN	2,6	73	$4.10^4$	CROISSANTE

## REVENDICATIONS

1. Procédé de passivation locale d'un substrat comprenant les étapes suivantes :

5 A) - réaliser des motifs (3) de résine photosensible sur le substrat (1) en dehors des zones à passiver,

10 B) - soumettre la structure obtenue en A) à un plasma (7) radiofréquence constitué essentiellement d'hydrocarbure et déposer ainsi une couche (6) de carbone amorphe hydrogéné sur ladite structure, et

15 C) - dissoudre les motifs de résine afin d'éliminer le carbone amorphe déposé sur la résine, le carbone amorphe déposé sur lesdites zones constituant ladite passivation.

2. Procédé de fabrication d'un transistor en couches minces, consistant à :

20 a) - déposer sur un substrat isolant électrique (1) une couche (2) d'un premier matériau conducteur,

25 b) - réaliser des motifs (3) de résine photosensible sur la couche de premier matériau conducteur, définissant les motifs à graver dans cette couche,

c) - éliminer les zones de la couche de premier matériau conducteur non recouvertes de résine,

30 d) - déposer une couche (6) de carbone amorphe hydrogéné sur la structure obtenue en c),

e) - dissoudre les motifs de résine afin d'éliminer le carbone amorphe déposé sur la résine,

f) - déposer une couche (8) d'un semi-conducteur sur la structure obtenue en e),

35 g) - déposer une couche (9) d'un premier isolant électrique sur la couche de semi-conducteur,

h) - déposer une couche (10) d'un second

matériau conducteur sur la couche de premier isolant,  
5 i) - photograver l'empilement des couches de second matériau conducteur, de premier isolant électrique et de semi-conducteur pour fixer les dimensions du transistor, et

10 j) - passiver la structure obtenue en i) avec un second isolant électrique (12).

15 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le second isolant électrique (12) est du carbone amorphe hydrogéné.

20 4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la couche (6) de carbone amorphe déposée en d) a une épaisseur égale à l'épaisseur de la couche de premier matériau conducteur.

25 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le carbone amorphe hydrogéné est déposé à partir d'un plasma radiofréquence constitué essentiellement d'hydrocarbure.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le plasma est un plasma de méthane pur.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le carbone amorphe hydrogéné est déposé à température ambiante.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on utilise une tension d'autopolarisation du substrat inférieure à 55 volts.

30 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le substrat (1) est en verre.

35 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, caractérisé en ce que le semi-conducteur (8) est du silicium amorphe hydrogéné.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le carbone amorphe déposé présente une résistivité comprise entre  $10^{12}$  et  $10^{14}$  ohms.cm.

5

10

15

20

25

30

35

1/2

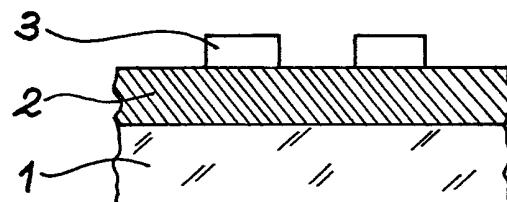


FIG. 1a

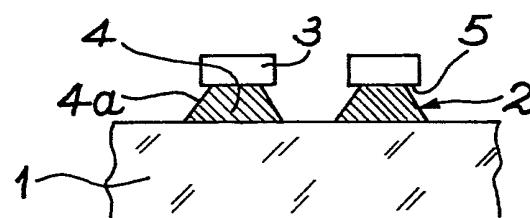


FIG. 1b

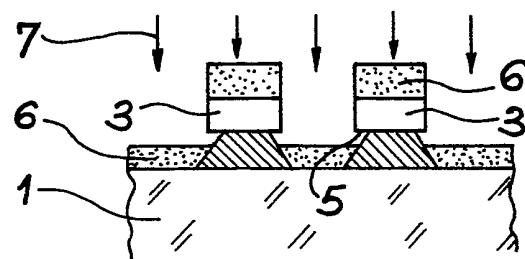


FIG. 1c

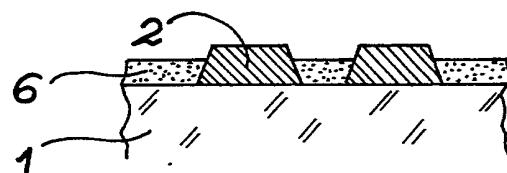


FIG. 1d

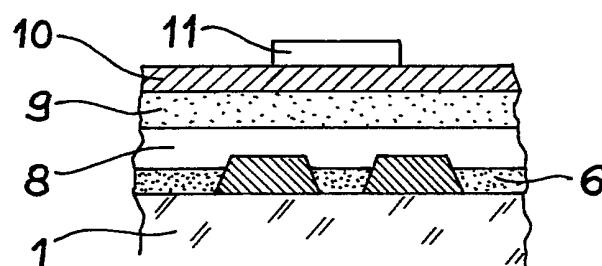


FIG. 1e

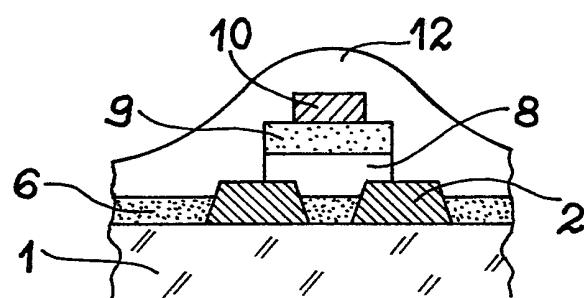


FIG. 1f

2/2

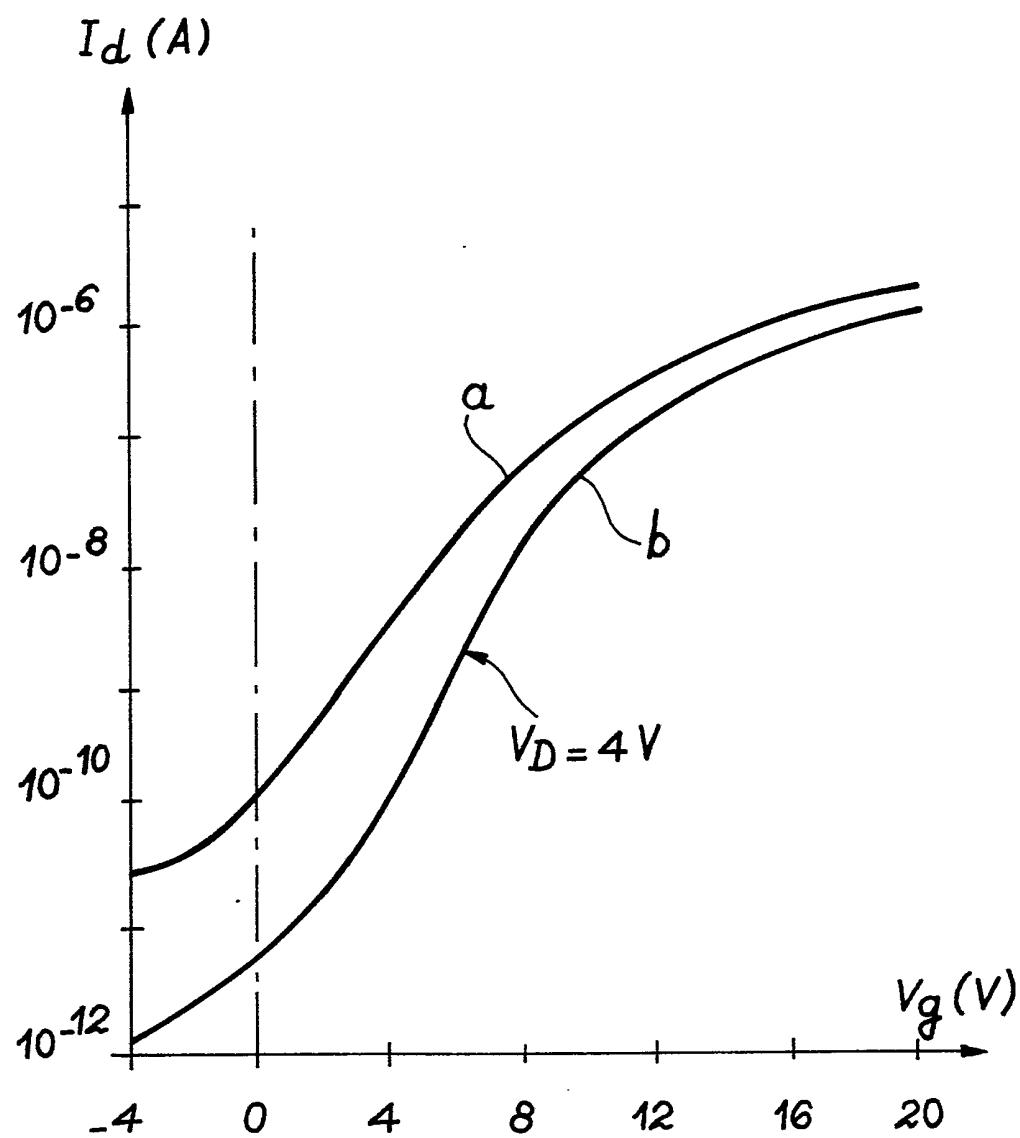


FIG. 2

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 9104994  
FA 459561  
PAGE1

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie		
D, Y	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS vol. 67, no. 8, 15 avril 1990, NEW YORK US pages 3835 - 3841; W.J. VARHUE et al.: "Electrical and chemical characterization of a-C:H prepared by RF glow discharge" * page 3836 * * page 3839, colonne de gauche; figures 2, 9-11 * ---	1-11
Y	GB-A-2228745 (K.K. KOBE SEIKO SHO) * page 17; figures 2a-2c *	1, 6-9, 11
Y	EP-A-377365 (ETAT FRANCAIS (CNET)) * colonne 2, ligne 30 - colonne 3, ligne 52 * * colonne 5, ligne 10 - page 6, ligne 13 * * colonne 6, ligne 54 - colonne 8, ligne 18; revendications 11-13; figures 1a-1f *	2-5, 10
A	---	9
Y	EP-A-63917 (N.T.T. PUBLIC CORP.) * page 20, lignes 1 - 14; figures 7A-7D *	2-5, 10
A	THIN SOLID FILMS. vol. 136, no. 2, février 1986, LAUSANNE CH pages 161 - 166; Z. HAS et al.: "Electrical properties of thin carbon films obtained by R.F. methane decompos. on an R.F.-powered negatively self-biased electrode" * page 162, alinéa 2.1; figure 4 *	1, 5, 6, 8, 11
A	EP-A-284218 (MICROWAVE TECHNOLOGY INC.) * colonne 1, lignes 4 - 7; revendication 1 *	1
A	EP-A-333208 (NOKIA UNTERHALTUNGSELEKTRONIK GMBH) * colonne 2, ligne 4 - colonne 3, ligne 9; figures 1, 2 *	1-3, 6, 9
A	EP-A-381111 (SIEMENS AG.) * colonne 2, ligne 15 - colonne 4, ligne 36; revendications 1-6 *	1, 2, 5
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
09 DECEMBRE 1991		KLOPFENSTEIN P.
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		

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 9104994

FA 459561

PAGE2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
	-----	
DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)		
Date d'achèvement de la recherche		
09 DECEMBRE 1991		
Examinateur		
KLOPFENSTEIN P.		
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		
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		