

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

**2 855 911**

②1 N° d'enregistrement national : **04 06078**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : H 01 L 21/31, H 01 L 21/768

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.06.04.

③0 Priorité : 05.06.03 JP 03161277.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.12.04 Bulletin 04/50.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SEMICONDUCTOR LEADING EDGE TECHNOLOGIES INC — JP.

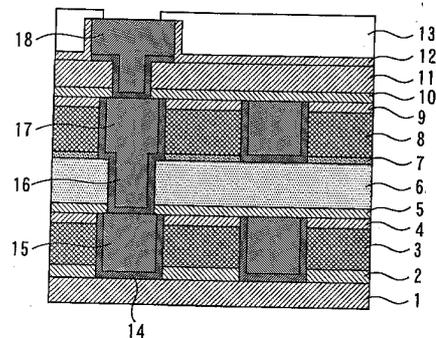
⑦2 Inventeur(s) : YONEDA KATSUMI et YOSHIE TORU.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤4 PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE PELLICULE ISOLANTE MULTICOUCHE POUR UN DISPOSITIF A SEMICONDUCTEUR.

⑤7 Un procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur comprend les étapes consistant à former une première pellicule isolante (3) comme une couche d'une pellicule isolante multicouche, à effectuer un traitement par plasma sur la surface de la première pellicule isolante (3) dans une atmosphère consistant en un mélange de gaz de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar, et après le traitement par plasma, à former une seconde pellicule isolante (4) différente de la première pellicule isolante, comme une autre couche de la pellicule isolante multicouche, sur la première pellicule isolante (3).



FR 2 855 911 - A1



## PROCEDE POUR FABRIQUER UN DISPOSITIF A SEMICONDUCTEUR

La présente invention concerne un procédé pour la fabrication d'un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche, comme une pellicule isolante intercouche pour interconnexions en Cu enterrées.

Au cours des dernières années, avec la réduction du pas des interconnexions dans des circuits intégrés à semiconducteur, le problème du retard des signaux à cause de l'augmentation de la résistance d'interconnexions en métal et de la capacité de pellicules isolantes intercouches, est devenu important. Pour résoudre ce problème, il est devenu essentiel d'utiliser du cuivre pour le matériau d'interconnexion, et une pellicule à faible constante diélectrique (pellicule à faible K) pour la pellicule isolante intercouche. La pellicule isolante intercouche pour interconnexions en Cu enterrées est formée d'une pellicule multicouche isolante dans laquelle une multiplicité de pellicules isolantes sont stratifiées. En plus de la pellicule à faible K, la pellicule isolante multicouche a une pellicule de barrière pour Cu destinée à empêcher la diffusion de Cu à partir des interconnexions en Cu enterrées sous-jacentes, vers la pellicule à faible K, une pellicule d'arrêt de gravure pour former des tranchées ou des passages d'interconnexion, un masque dur, etc.

Les exemples des pellicules à faible K utilisées ici comprennent une pellicule de MSQ (polymère du type alkylsilsesquioxane), une pellicule de HSQ (polymère consistant en silsesquioxane hydrogéné), une pellicule de SiOC, et une pellicule de polymère organique, formées en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation ou un procédé de dépôt chimique en phase vapeur ou CVD ("Chemical Vapor Deposition"). Une pellicule isolante ayant des pores de quelques angströms à quelques

centaines d'angströms, qu'on appelle une pellicule à faible K poreuse, est également prometteuse pour réduire davantage la constante diélectrique de pellicules isolantes intercouches dans des dispositifs à semiconducteur de la prochaine génération. De plus, diverses pellicules telles qu'une  
5 pellicule de  $\text{SiO}_2$ , une pellicule de  $\text{SiN}$ , une pellicule de  $\text{SiC}$  et une pellicule de  $\text{SiCN}$ , formées en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation ou un procédé de CVD, sont utilisées comme une pellicule de barrière pour Cu, une pellicule d'arrêt de gravure et le masque dur.

Lorsque divers matériaux sont combinés pour former une  
10 pellicule isolante multicouche, l'adhérence entre différents matériaux devient mauvaise à cause de différences dans les propriétés des matériaux, et on ne peut pas obtenir une structure stratifiée désirée. Même si une structure stratifiée désirée est obtenue au moment où elle est formée initialement, la pellicule isolante multicouche se délamine à la  
15 frontière des pellicules à cause d'une contrainte mécanique dans l'étape de polissage mécano-chimique (ou CMP pour "Chemical Mechanical Polishing") dans la formation ultérieure d'interconnexions en Cu enterrées, ou de l'étape d'assemblage dans la formation ultérieure d'interconnexions en Cu enterrées, et la fiabilité après achèvement est  
20 perdue. Si on utilise une pellicule à faible K poreuse, l'adhérence devient encore plus mauvaise, et le problème devient plus grave.

Pour résoudre ces problèmes, dans un procédé classique pour fabriquer un dispositif à semiconducteur, on accomplit un traitement par plasma sur la surface d'une première pellicule isolante dans une  
25 atmosphère contenant un seul gaz consistant en  $\text{N}_2$ , He, Ne, Ar, ou autres, et ensuite une seconde pellicule isolante est formée sur la première pellicule isolante, pour améliorer l'adhérence des première et seconde pellicules isolantes (demande de brevet japonais ouverte à l'examen du public n° 2000-106364).

30 Le procédé classique a cependant un problème consistant en ce que la constante diélectrique de la première pellicule isolante s'élève à cause de l'effet de projection ou l'effet de densification si un traitement par plasma pour améliorer l'adhérence est effectué.

35 La présente invention a été conçue pour résoudre les problèmes décrits ci-dessus, et le but de la présente invention est de procurer un

procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur qui puisse améliorer l'adhérence des première et seconde pellicules isolantes, et puisse supprimer l'élévation du courant de fuite et de la constante diélectrique de la première pellicule isolante.

5                    Selon un aspect de la présente invention, un procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche comprend les étapes consistant à former une première pellicule isolante comme une couche de la pellicule isolante multicouche, à effectuer un traitement par plasma sur la surface de la première  
10 pellicule isolante dans une atmosphère constituée d'un mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar, et après le traitement par plasma, à former une seconde pellicule isolante différente de la première pellicule isolante, comme une autre couche de pellicule isolante multicouche, sur la première pellicule isolante.

15                    Conformément à la présente invention, il est possible d'améliorer l'adhérence des première et seconde pellicules isolantes, et il est possible de supprimer l'élévation du courant de fuite et de la constante diélectrique de la première pellicule isolante.

                    Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé pour  
20 fabriquer un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : on forme une première pellicule isolante comme une couche de la pellicule isolante multicouche ; on effectue un traitement par plasma sur la surface de la première pellicule isolante dans une atmosphère consistant en un  
25 mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar ; après le traitement par plasma, on applique un promoteur d'adhérence sur la première pellicule isolante ; et on forme une seconde pellicule isolante, différente de la première pellicule isolante, comme une autre couche de la pellicule isolante multicouche, sur le promoteur d'adhérence.

30                    Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : on forme une première pellicule isolante comme une couche de la pellicule isolante multicouche ; on applique un promoteur d'adhérence sur la  
35 première pellicule isolante ; on effectue un traitement par plasma sur la

surface du promoteur d'adhérence dans une atmosphère consistant en un mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar ; et après le traitement par plasma, on forme une seconde pellicule isolante, différente de la première pellicule isolante, comme une autre couche de la pellicule isolante multicouche, sur le promoteur d'adhérence.

Selon des modes de réalisation de l'invention, on peut en outre mettre en œuvre l'une et/ou l'autre des dispositions suivantes :

- on forme une pellicule à faible constante diélectrique pour la première pellicule isolante;

- on forme en tant que première pellicule isolante une pellicule de MSQ, d'allylène fluoré, de SiOC, d'un polymère organique, d'un matériau contenant des groupes Si et CH<sub>3</sub>, d'un matériau contenant des groupes Si-H, ou une pellicule poreuse formée en dispersant des pores dans une pellicule à faible constante diélectrique, en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation ou un procédé de dépôt chimique en phase vapeur, ou CVD ;

- on forme en tant que seconde pellicule isolante une pellicule de SiO<sub>2</sub>, SiN, SiC, SiCN, SiOC ou SiON, obtenue en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation ;

- on applique sur la première pellicule isolante, pour le promoteur d'adhérence, en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation, un promoteur d'adhérence contenant un agent de couplage de type silane ;

- l'épaisseur de pellicule du promoteur d'adhérence est de 5 à 20 nm ;

- la durée pour le traitement par plasma est de 10 à 60 secondes.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de modes de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La suite de la description se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 montre un exemple d'une telle pellicule isolante multicouche.

La figure 2 montre un procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur conforme à un premier mode de réalisation de la présente

invention.

La figure 3 montre les résultats d'évaluation pour les caractéristiques courant - tension d'une pellicule de MSQ, obtenus en utilisant une sonde au mercure.

5 La figure 4 montre un procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur conforme à un second mode de réalisation de la présente invention.

10 La figure 5 montre un procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur conforme à un troisième mode de réalisation de la présente invention.

#### Premier Mode de Réalisation

15 La présente invention concerne un procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche, comme une pellicule isolante intercouche pour connexions en Cu enterrées. La figure 1 montre un exemple d'une telle pellicule isolante multicouche de la présente invention.

20 La pellicule isolante multicouche représentée sur la figure 1 comporte, pour la pellicule isolante intercouche, dans l'ordre à partir du bas, une pellicule de SiO<sub>2</sub> 1; une pellicule de SiC 2 d'une épaisseur de 50 nm, qui est un élément d'arrêt pour traiter une barrière pour Cu et une tranchée ; une pellicule de MSQ 3 d'une épaisseur de 250 nm, qui est une pellicule isolante intercouche pour passages d'interconnexion et de tranchées ; une pellicule de SiO<sub>2</sub> 4 d'une épaisseur de 50 nm, qui est un masque dur pour le traitement; une pellicule de SiC 5 d'une épaisseur de 25 50 nm, qui est un élément d'arrêt pour traiter une barrière pour Cu et une tranchée; une pellicule d'allylène fluoré 6 d'une épaisseur de 200 nm, qui est une pellicule isolante intercouche pour passages d'interconnexion ; un promoteur d'adhérence 7 d'une épaisseur de pellicule de 5 à 15 nm, contenant un agent de couplage de type silane ; une pellicule de MSQ 8 30 d'une épaisseur de 250 nm, qui est une pellicule isolante intercouche pour passages d'interconnexion et de tranchées; une pellicule de SiO<sub>2</sub> 9 d'une épaisseur de 50 nm, qui est un masque dur pour le traitement; une pellicule de SiC 10 d'une épaisseur de 50 nm, qui est un élément d'arrêt pour le traitement d'une barrière pour Cu et d'une tranchée; une pellicule 35 de SiO<sub>2</sub> 11 d'une épaisseur de 500 nm, qui est un masque dur pour le

traitement; une pellicule de  $\text{SiO}_2$  12 d'une épaisseur de 100 nm; et une pellicule de SiN 13 d'une épaisseur de 500 nm. Une connexion en Cu enterrée 15 est formée dans la pellicule de MSQ 3 par une pellicule de barrière 14; un passage d'interconnexion en Cu 16 est formé dans la  
5 pellicule d'allylène fluoré 6; une connexion en Cu enterrée 17 est formée dans la pellicule de MSQ 8; et une connexion en AlCu 18 d'une épaisseur de 800 nm est formée dans les pellicules de  $\text{SiO}_2$  11 et 12 et dans la pellicule de SiN 13. En ce qui concerne la pellicule de barrière 14, une  
10 pellicule de Ta d'une épaisseur de 15 nm, une pellicule de TaN d'une épaisseur de 10 nm, et une pellicule de germe pour Cu, d'une épaisseur de 65 nm, sont formées en utilisant un procédé de dépôt physique en phase vapeur (PVD pour "Physical Vapor Deposition").

On décrira ci-dessous en référence aux figures 2A à 2C le procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur conforme au  
15 premier mode de réalisation de la présente invention. Cependant, les figures 2A à 2C ne montrent qu'une partie de la pellicule isolante multicouche représentée sur la figure 1, et des composants tels que des connexions en Cu enterrées et un substrat ne sont pas représentés. Les composants qui sont les mêmes que les composants représentés sur la  
20 figure 1 seront désignés par les mêmes numéros de référence, et leur description sera omise.

Premièrement, comme le montre la figure 2A, une pellicule de SiC 2 est formée sur une pellicule de  $\text{SiO}_2$  1 en utilisant un procédé de CVD par plasma, et une pellicule de MSQ 3 est formée sur elle par un  
25 procédé de revêtement par centrifugation, pour constituer une première pellicule isolante.

Ensuite, comme le montre la figure 2B, un traitement par plasma utilisant un plasma 19 est effectué sur la surface de la pellicule de MSQ 3. Ce traitement par plasma est effectué pendant 15 secondes en utilisant  
30 une chambre de CVD par plasma (non représentée) en introduisant le gaz He avec un débit de gaz normalisé de 1 l/min, en lui ajoutant un gaz consistant en Ar avec un débit de gaz normalisé de 300  $\text{cm}^3/\text{min}$ , en maintenant la pression à 1,0 Pa et la température de l'élément chauffant à 400°C, et en appliquant de la puissance RF à deux fréquences de  
35 13,56 MHz/1000 W et 430 kHz/400 W.

Après ce traitement par plasma, comme le montre la figure 2C, une pellicule de  $\text{SiO}_2$  4, qui est la seconde pellicule isolante, est formée sur la pellicule de MSQ 3 en utilisant la même chambre de CVD par plasma.

5 En effectuant ainsi un traitement par plasma, l'adhésivité de la pellicule de MSQ 3 et de la pellicule de  $\text{SiO}_2$  4 est améliorée, et une structure stratifiée désirée peut être obtenue. En outre, il est possible d'éviter une délamination de la pellicule de  $\text{SiO}_2$  4 à la frontière avec la  
10 une opération semblable pour former des connexions en Cu enterrées dans l'étape suivante. Le traitement par plasma peut être effectué sur chaque surface de toutes les pellicules isolantes de la pellicule isolante multicouche, ou peut être effectué sélectivement sur les surfaces de pellicules isolantes ayant une adhésivité particulièrement mauvaise.

15 Une évaluation pour les caractéristiques courant - tension d'une pellicule de MSQ monocouche a été obtenue en utilisant une sonde au mercure. En résultat, comme représenté sur la figure 3, les caractéristiques courant - tension étaient dégradées lorsque le traitement par plasma était effectué dans l'atmosphère du gaz He seul (représenté  
20 comme "traitement par plasma He"), en comparaison avec les caractéristiques courant - tension de la pellicule de MSQ avant le traitement par plasma (représenté comme "MSQ (Ref)". On considère dans ce cas que c'est dû à l'endommagement de la pellicule de MSQ. D'autre part, lorsqu'un traitement par plasma est effectué dans une  
25 atmosphère de mélange gazeux de He/Ar (représenté comme "Traitement par plasma He/Ar"), comme décrit ci-dessus en référence à la figure 2B, on a trouvé que les caractéristiques courant - tension n'étaient pas dégradées.

L'évaluation des caractéristiques courant - tension a été  
30 similairement effectuée après traitement par plasma en changeant le pourcentage de Ar contenu dans le mélange gazeux de He/Ar. Le Tableau 1 montre les résultats de courant de fuite mesurés par une tension de 50 V.

[Tableau 1]

Pourcentage d'Ar contenu dans le mélange gazeux	Courant de fuite (A/cm <sup>2</sup> )	
0%	4 ~ 6 x 10 <sup>-11</sup>	X
13%	7 - 9 x 10 <sup>-13</sup>	O
23%	7 ~ 9 x 10 <sup>-13</sup>	O
31%	7 ~ 8 x 10 <sup>-13</sup>	O
37,5%	7 ~ 8 x 10 <sup>-13</sup>	O

En résultat, d'après ces résultats, en utilisant comme valeur de référence le courant de fuite d'une pellicule MSQ non soumise au traitement par plasma, c'est-à-dire  $1 \sim 2 \times 10^{-12}$  (A/cm<sup>2</sup>), on a trouvé que l'élévation du courant de fuite pouvait être supprimée si le pourcentage d'Ar contenu dans le mélange gazeux He/Ar était de 13 % ou plus. Des données ci-dessus, on estime que l'élévation du courant de fuite pouvait être supprimée si le pourcentage d'Ar contenu dans le mélange gazeux de He/Ar était d'approximativement 5 % ou plus.

D'autre part, lorsque le pourcentage d'Ar contenu dans le mélange gazeux He/Ar augmente, on présume que la pellicule de MSQ est endommagée et que la constante diélectrique est augmentée à cause de l'effet de pulvérisation cathodique ou l'effet de densification. Le Tableau 2 montre les résultats de mesure de la constante diélectrique de la pellicule de MSQ après un traitement par plasma en changeant le pourcentage d'Ar contenu dans le mélange gazeux He/Ar. Le Tableau 2 montre l'élévation de la constante diélectrique en utilisant pour la valeur de référence la constante diélectrique de la pellicule de MSQ non soumise à un traitement par plasma.

[Tableau 2]

Pourcentage d'Ar contenu dans He	Taux d'augmentation de la constante diélectrique	
0%	1,02	O
13%	1,02	O
23%	1,04	O
31%	1,06	O
37,5%	1,15	X

D'après ces résultats, en utilisant pour la valeur de référence la constante diélectrique d'une pellicule MSQ non soumise à un traitement par plasma, on a trouvé que le taux d'augmentation de la constante diélectrique pouvait être supprimé au-dessous de 1,1 si le pourcentage d'Ar contenu dans le mélange gazeux He/Ar était de 31 % ou moins.

Par conséquent, dans le procédé de fabrication d'un dispositif à semiconducteur comme représenté sur les figures 2A à 2C, en effectuant un traitement par plasma dans une atmosphère de mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar, il est possible d'améliorer l'adhérence entre les première et seconde pellicules isolantes, et il est possible de supprimer l'augmentation du courant de fuite et de la constante diélectrique de la première pellicule isolante. Le pourcentage d'Ar contenu dans le mélange gazeux de He/Ar est de préférence de 13 à 31 %.

Dans l'exemple décrit ci-dessus représenté sur les figures 2A à 2C, bien qu'une pellicule de MSQ 3 soit formée en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation, pour constituer la première pellicule isolante, la présente invention n'est pas limitée à ceci, et une autre pellicule à faible constante diélectrique peut également être formée. De façon spécifique, une pellicule de MSQ, d'allylène fluoré, de SiOC, d'un polymère organique, d'un matériau contenant des groupes Si et CH<sub>3</sub>, ou d'un matériau contenant des groupes Si-H, ou une pellicule poreuse formée en dispersant des pores dans une pellicule à faible constante diélectrique, peut également être formée pour la première pellicule isolante, en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation ou un procédé de CVD. Cependant, une pellicule ayant une faible constante diélectrique ou une pellicule poreuse sera probablement endommagée par un traitement par plasma. Cependant, cet endommagement peut être supprimé en mettant en œuvre l'invention

Dans l'exemple décrit ci-dessus, bien qu'une pellicule de SiO<sub>2</sub> 4 soit formée pour la seconde pellicule isolante, la présente invention n'est pas limitée à ceci, mais une pellicule de SiO<sub>2</sub>, SiN, SiC, SiOC ou SiON peut être formée en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation ou un procédé de CVD.

Avec une augmentation du temps pour le traitement par plasma, l'adhérence entre pellicules est améliorée davantage; mais le matériau de

base est fortement endommagé. Ainsi, le temps pour le traitement par plasma doit être optimisé pour le matériau de base. Normalement, le temps est de préférence d'environ 10 à 60 secondes.

5 Dans l'exemple décrit ci-dessus, la présente invention est appliquée à la formation d'une pellicule de SiO<sub>2</sub> 4 sur une pellicule de MSQ 3. Cependant, la présente invention n'est pas limitée à ceci, mais elle peut être appliquée de façon répétée pour la formation d'une pellicule isolante multicouche. Par exemple, la présente invention peut également être appliquée à la formation d'une pellicule de MSQ 8, représentée sur la  
10 figure 1.

#### Second Mode de Réalisation

On décrira ci-dessous en référence à la figure 4 le procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur conforme au second mode de réalisation de la présente invention. Cependant, la figure 4 ne montre  
15 qu'une partie d'une pellicule isolante multicouche représentée sur la figure 1, et des composants tels que des connexions en Cu enterrées et un substrat ne sont pas représentés. Les composants qui sont les mêmes que les composants représentés sur la figure 1 seront désignés par les mêmes numéros de référence, et leur description sera omise.

20 Premièrement, comme le montre la figure 4A, dans l'ordre à partir du bas, une pellicule de SiC 5 est formée en utilisant un procédé de CVD par plasma, et une pellicule d'allylène fluoré 6, qui est une première pellicule isolante, est formée en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation.

25 Ensuite, comme le montre la figure 4B, un traitement par plasma est effectué sur la surface de la pellicule d'allylène fluoré 6 dans une atmosphère d'un mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar.

Après le traitement par plasma, comme le montre la figure 4C, en utilisant la même chambre de CVD par plasma, un promoteur d'adhérence 7 contenant un agent de couplage de type silane est appliqué  
30 sur la pellicule d'allylène fluoré 6 en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation, et une pellicule de MSQ 8, qui est une seconde pellicule isolante, est formée en utilisant un procédé de CVD par plasma. L'épaisseur de pellicule du promoteur d'adhérence 7 est ici de préférence  
35 de 5 à 20 nm, et le plus préférablement d'environ 10 nm.

On peut obtenir de cette manière un effet identique à celui du premier mode de réalisation. En outre, si la pellicule MSQ est directement appliquée sur la pellicule d'allylène fluoré 6, la pellicule MSQ est repoussée et ne peut pas être formée. Cependant, l'application du promoteur d'adhérence et du traitement par plasma décrit ci-dessus permet de former la pellicule de MSQ 8, et une structure stratifiée désirée peut être obtenue.

### Troisième Mode de Réalisation

On décrira ci-dessous en référence à la figure 5 le procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur conforme au troisième mode de réalisation de la présente invention. Cependant, la figure 5 ne montre qu'une partie d'une pellicule isolante multicouche représentée sur la figure 1, et des composants tels que des connexions en Cu enterrées et un substrat ne sont pas représentés. Les composants qui sont les mêmes que les composants représentés sur la figure 1 seront désignés par les mêmes numéros de référence, et leur description sera omise.

Premièrement, comme le montre la figure 5A, dans l'ordre à partir du bas, une pellicule de SiC 5 est formée en utilisant un procédé de CVD par plasma, et une pellicule d'allylène fluoré 6, qui est une première pellicule isolante, est formée en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation. Un promoteur d'adhérence 7 contenant un agent de couplage de type silane est appliqué sur la pellicule d'allylène fluoré 6, en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation. Ici, l'épaisseur de pellicule du promoteur d'adhérence 7 est de préférence de 5 à 20 nm, et plus préférentiellement d'environ 10 nm.

Ensuite, comme le montre la figure 5B, un traitement par plasma est effectué sur la surface du promoteur d'adhérence 7, dans une atmosphère d'un mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar. Après le traitement par plasma, comme le montre la figure 5C, en utilisant la même chambre de CVD par plasma, une pellicule de MSQ 8, qui est une seconde pellicule isolante, est formée sur le promoteur d'adhérence 7 en utilisant un procédé de CVD par plasma.

De cette manière, on peut obtenir un effet qui est le même que celui du premier mode de réalisation. En outre, si la pellicule MSQ est directement appliquée sur la pellicule d'allylène fluoré 6, la pellicule MSQ

est repoussée, et ne peut pas être formée. Cependant, l'application du promoteur d'adhérence et du traitement par plasma décrits ci-dessus permet de former la pellicule de MSQ 8, et une structure stratifiée désirée peut être obtenue.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif et au procédé décrits et représenté, sans sortir du cadre de l'invention.

### REVENDEICATIONS

1. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : on forme une première pellicule isolante (3) comme  
5 une couche de la pellicule isolante multicouche ; on effectue un traitement par plasma sur la surface de la première pellicule isolante (3) dans une atmosphère constituée d'un mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar ; et après le traitement par plasma, on forme une seconde pellicule isolante (4) différente de la première pellicule isolante, comme une autre  
10 couche de la pellicule isolante multicouche, sur la première pellicule isolante (3).

2. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : on forme une première pellicule isolante (6) comme  
15 une couche de la pellicule isolante multicouche ; on effectue un traitement par plasma sur la surface de la première pellicule isolante (6) dans une atmosphère consistant en un mélange gazeux de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar ; après le traitement par plasma, on applique un promoteur d'adhérence (7) sur la première pellicule isolante (6) ; et on forme une  
20 seconde pellicule isolante (8), différente de la première pellicule isolante, comme une autre couche de la pellicule isolante multicouche, sur le promoteur d'adhérence (7).

3. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur qui a une pellicule isolante multicouche, caractérisé en ce qu'il comprend les  
25 étapes suivantes : on forme une première pellicule isolante (6) comme une couche de la pellicule isolante multicouche ; on applique un promoteur d'adhérence (7) sur la première pellicule isolante (6) ; on effectue un traitement par plasma sur la surface du promoteur d'adhérence (7) dans une atmosphère consistant en un mélange gazeux

de He/Ar contenant 5 à 31 % d'Ar ; et après le traitement par plasma, on forme une seconde pellicule isolante (8), différente de la première pellicule isolante, comme une autre couche de la pellicule isolante multicouche, sur le promoteur d'adhérence (7).

5           4. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on forme une pellicule à faible constante diélectrique pour la première pellicule isolante (3, 6).

10           5. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on forme en tant que première pellicule isolante (3, 6) une pellicule de MSQ, d'allylène fluoré, de SiOC, d'un polymère organique, d'un matériau contenant des groupes Si et CH<sub>3</sub>, d'un matériau contenant des groupes Si-H, ou une pellicule poreuse formée en dispersant des pores dans une  
15 pellicule à faible constante diélectrique, en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation ou un procédé de dépôt chimique en phase vapeur, ou CVD.

20           6. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on forme en tant que seconde pellicule isolante (4, 8) une pellicule de SiO<sub>2</sub>, SiN, SiC, SiCN, SiOC ou SiON, obtenue en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation.

25           7. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce qu'on applique sur la première pellicule isolante (6), pour le promoteur d'adhérence, en utilisant un procédé de revêtement par centrifugation, un promoteur d'adhérence (7) contenant un agent de couplage de type silane.

30           8. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que l'épaisseur de pellicule du promoteur d'adhérence (7) est de 5 à 20 nm.

          9. Procédé pour fabriquer un dispositif à semiconducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la durée pour le traitement par plasma est de 10 à 60 secondes.

FIG. 1

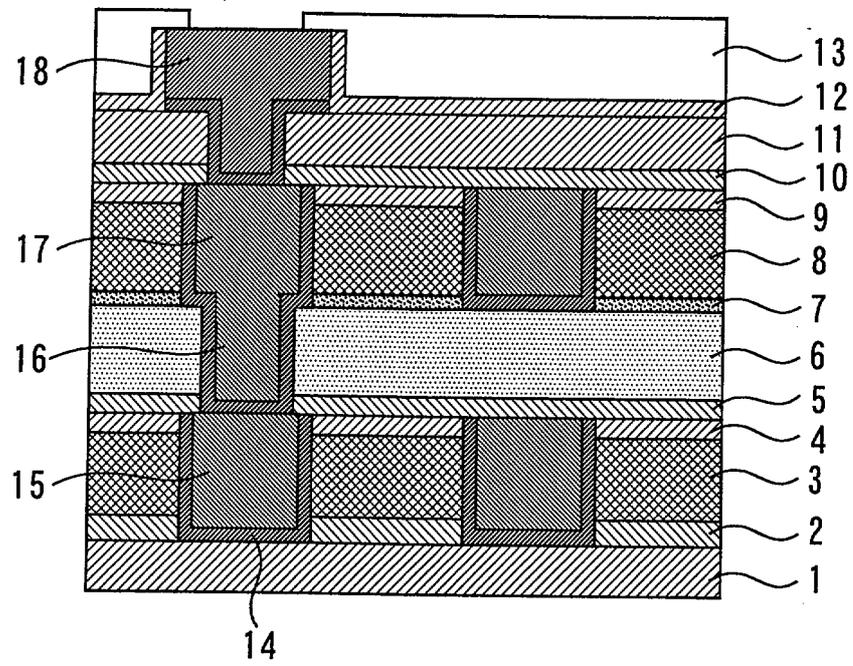


FIG. 2A

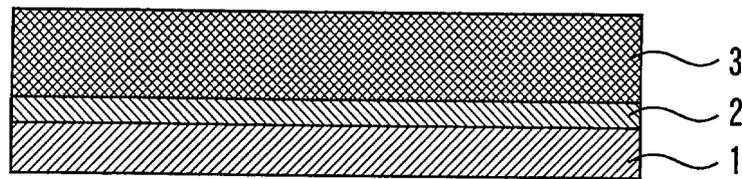


FIG. 2B

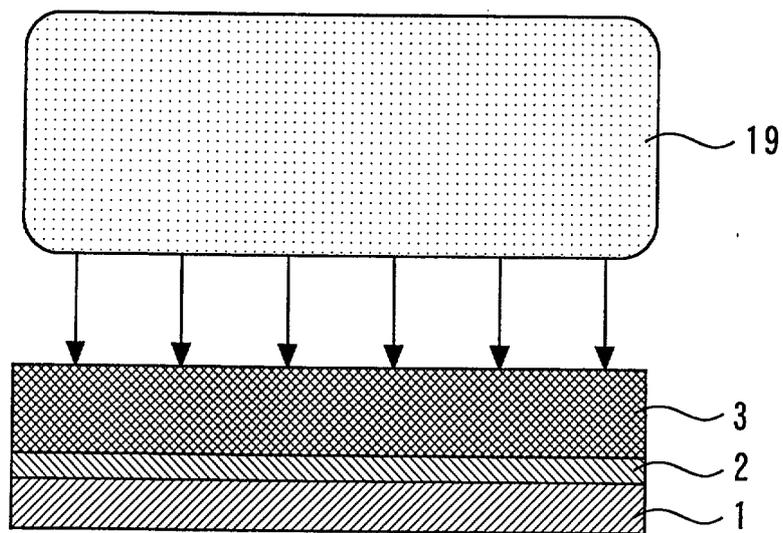


FIG. 2C

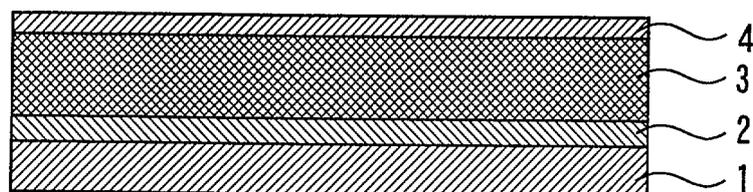


FIG. 3

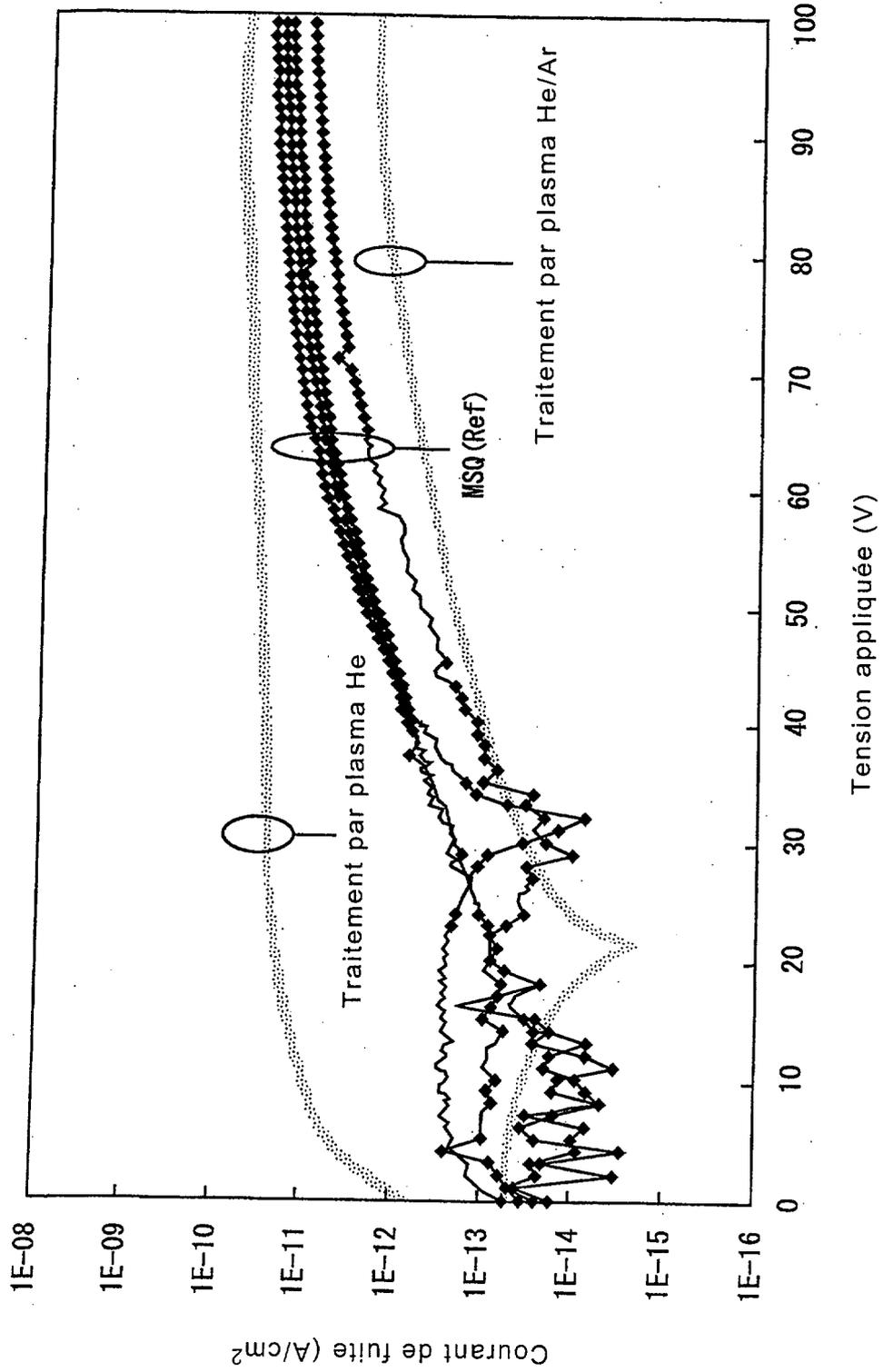


FIG. 4A

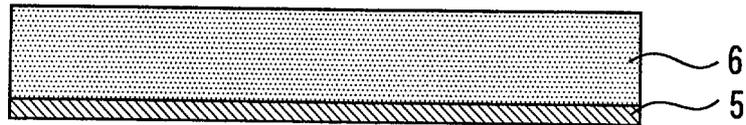


FIG. 4B

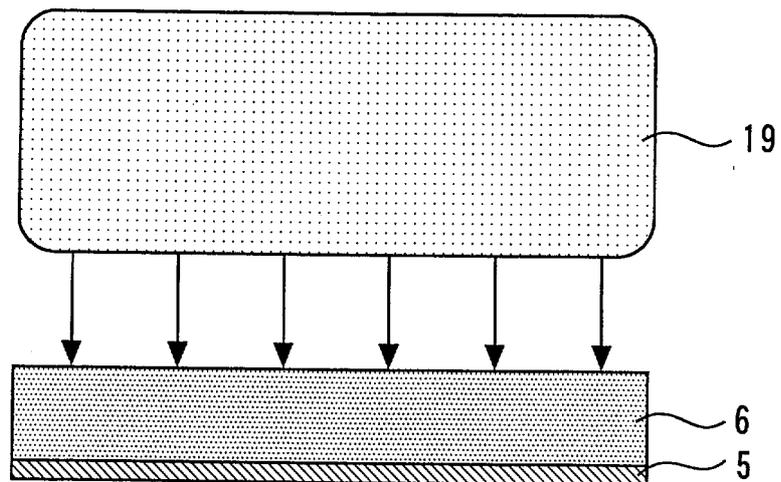


FIG. 4C

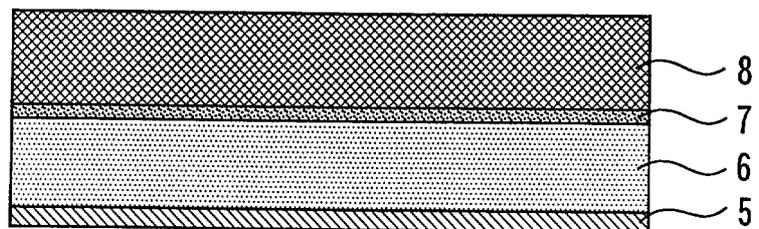


FIG. 5A

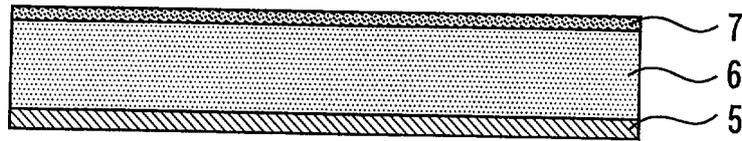


FIG. 5B

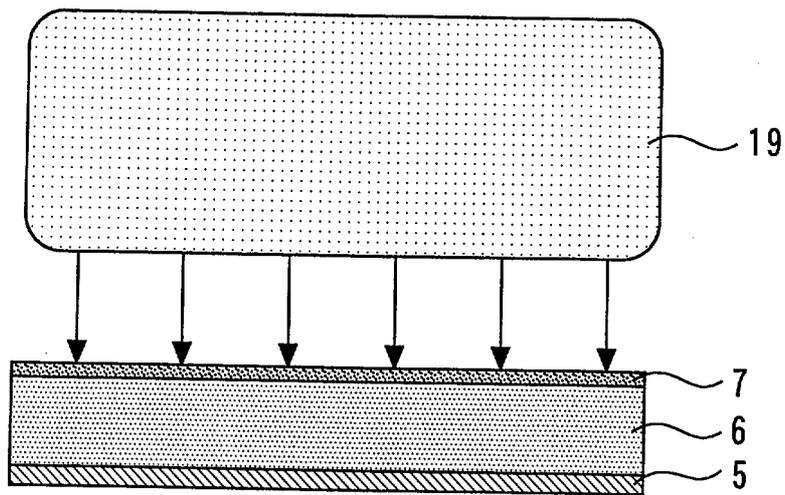


FIG. 5C

