

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 492 591

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 19237**

(54) Procédé de fabrication d'un circuit intégré.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 L 21/84.

(22) Date de dépôt..... 13 octobre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 20 octobre 1980, demande de brevet, n° 199,023.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 23-4-1982.

(71) Déposant : Société dite : WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Nadia Lifshitz, Joseph Michael Moran et David Nin-Kou Wang.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Flechner,
63, av. des Champs-Elysées, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un dispositif à circuit intégré, comprenant les opérations consistant à former une couche dans laquelle on doit définir un motif, à déposer une couche de matière de réserve consistant en un polymère sur la couche dans laquelle on doit définir un motif, à définir un motif dans la couche de matière de réserve, et à attaquer par voie sèche la couche dans laquelle on doit définir un motif, par une opération d'attaque aidée par plasma, en utilisant comme masque la couche de matière de réserve dans laquelle on a défini un motif.

Un procédé de fabrication particulièrement avantageux pour des circuits intégrés à très haut niveau d'intégration, capable de donner une résolution inférieure au micron avec une excellente maîtrise de la largeur des lignes et une excellente couverture des marches, est connu sous la dénomination de procédé à trois niveaux et est décrit par J. M. Moran et D. Maydan dans l'article "High Resolution, Steep Profile, Resist Patterns" paru dans The Bell System Technical Journal, Vol. 58, N° 5, mai-juin 1979, pages 1027-1036. Dans le procédé à trois niveaux, une couche relativement mince doit être attaquée sélectivement en utilisant en tant que masque un motif de matière de réserve mince et à haute résolution. La couche relativement mince consiste par exemple en une couche de dioxyde de silicium (SiO_2) de 0,12 μm d'épaisseur.

Lorsqu'on utilise le procédé à trois niveaux pour le transfert de motifs ayant des dimensions de l'ordre du micron et moins, la matière employée pour former le motif nécessaire de matière de réserve mince à haute résolution consiste de façon caractéristique en une matière de réserve du type polymère sensible aux électrons, comme le poly(méthacrylate de glycidyle/acrylate d'éthyle), encore appelé COP, ou une poly(oléfine-sulfone), encore appelée PBS, ou en une matière de réserve sensible aux rayons X, comme un mélange de poly(acrylate de 2, 3-dichloro-1-propyle) et de poly(méthacrylate de glycidyle/acrylate d'éthyle), encore appelé DCOP. Cependant, ces matières de réserve à

haute résolution ne présentent pas toujours en tant que matières de masquage une résistance suffisamment élevée aux traitements d'attaque par voie sèche qu'on utilise de façon caractéristique pour attaquer la couche de SiO_2 sous-jacente. Ainsi, par exemple, lorsqu'on forme un motif dans du SiO_2 masqué par de la matière de réserve, par une opération d'attaque réactive par pulvérisation dans un plasma de CHF_3 , le rapport d'attaque SiO_2 -matière de réserve (sélectivité de l'attaque) est quelquefois si faible en pratique que la dégradation de la largeur de ligne qui résulte de l'érosion de la matière de réserve pendant le transfert du motif est trop élevée pour être acceptable dans le cas de la fabrication de certains dispositifs à très haut niveau d'intégration.

Par conséquent, les chercheurs travaillant dans le domaine de la fabrication des dispositifs à très haut niveau d'intégration ont déployé des efforts permanents pour tenter d'améliorer la sélectivité d'attaque indiquée ci-dessus. On s'est aperçu que si ces efforts étaient couronnés de succès, ils permettraient d'utiliser des masques de matière de réserve extrêmement minces dans un procédé de fabrication de circuits intégrés ayant des motifs à haute résolution, avec une excellente maîtrise de la largeur de ligne.

Conformément à l'invention, ce problème est résolu par un procédé tel que décrit ci-dessus qui est caractérisé en ce qu'au cours de l'opération d'attaque, une pellicule protectrice de polymère se forme et se maintient uniquement sur la couche de matière de réserve dans laquelle on a formé un motif, tandis que la couche dans laquelle on doit former un motif est attaquée de façon à y définir le motif correspondant au dispositif.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un mode de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique en coupe d'une partie d'une structure de circuit intégré connue qui comporte une couche masquée par de la matière de

réserve et qui doit être attaquée ;

La figure 2 montre la structure de la figure 1 après que l'attaque de la couche masquée par de la matière de réserve a été effectuée d'une manière classique ;

5 La figure 3 représente un exemple particulier d'un dispositif destiné à l'attaque de structures de circuits intégrés, et en particulier de structures à très haut niveau d'intégration ; et

10 La figure 4 montre la structure de la figure 1 après que l'attaque de sa couche masquée par de la matière de réserve a été effectuée conformément aux principes de l'invention.

15 La figure 1 représente une partie d'une structure de circuit intégré classique (la représentation n'est pas à l'échelle) à un point intermédiaire de son cycle de fabrication utilisant le procédé à trois niveaux mentionné précédemment. On voit une couche organique épaisse 10 déposée sur un substrat de silicium 12. A titre d'exemple, la couche 10 consiste en une couche de 2,6 μm d'épaisseur

20 d'une matière de réserve photographique classique, de type polymère, comme le HPR-206 fabriqué par la firme Hunt Chemical Company. Une couche intermédiaire 14 relativement mince est placée sur la couche 10 et consiste par exemple en une couche de dioxyde de silicium SiO_2 déposée par

25 plasma, d'une épaisseur de 0,12 μm . Enfin, on voit sur la couche intermédiaire 14 un motif de masquage constitué par des éléments 16 et 18.

30 Les régions de la couche intermédiaire 14 qui doivent être attaquées ne sont pas couvertes par la matière de réserve. Comme l'indique la figure 1, l'une de ces régions à attaquer est définie entre les éléments de matière de réserve 16 et 18. Cette région a une largeur prescrite w . De façon idéale, la région qui doit être attaquée de manière anisotrope dans la couche 14 et la région qui doit être attaquée ensuite de façon anisotrope dans la couche relativement épaisse 10, doivent toutes deux avoir la même largeur w . Si des écarts par rapport à cette largeur se manifestent, le circuit intégré fabriqué s'écartera des spéci-

cations fixées.

A titre d'exemple, le motif correspondant aux éléments 16 et 18 (figure 1) est formé en déposant initialement sur la couche 14 une couche de 0,7 μm d'épaisseur 5 d'une matière de réserve à haute résolution de type classique, comme le DCOPA. Après des opérations classiques d'exposition et de développement du motif, l'épaisseur de la matière de réserve déposée initialement est réduite par exemple à 0,35 μm . De plus, après ces opérations, 10 seuls les éléments de masquage 16 et 18 représentés sur la figure 1 demeurent sur la couche 14.

En pratique, les bords des éléments 16 et 18 constituant le motif de matière de réserve décrit ci-dessus sont de façon caractéristique inclinés de la manière représentée sur la figure 1. Avec une matière de réserve telle que le DCOPA, l'angle a sur la figure 1 est voisin de 15 45° . La résistance à l'attaque du DCOPA et de quelques autres matières de réserve à haute résolution comme le PBS et le COP, par rapport à celle du SiO_2 , dans une attaque 20 classique par un plasma consistant par exemple en CHF_3 , est relativement faible. Ainsi, lorsque la couche intermédiaire 14 est attaquée de façon anisotrope dans un tel plasma, des parties latérales des éléments de matière de réserve sont également enlevées. Ceci entraîne naturellement 25 une réduction défavorable des possibilités concernant la largeur de ligne.

La figure 2 illustre la manière selon laquelle l'attaque des parties latérales des éléments de matière de réserve 16 et 18 fait que la région qui est enlevée de la 30 couche 14, entre les éléments, a une largeur W qui est supérieure à la largeur prescrite w indiquée sur la figure 1. (D'autres régions définies par le masque de matière de réserve dans la couche 14 sont bien entendu affectées de façon similaire.) Dans un cas réel, la largeur prescrite w 35 était de 0,7 μm , tandis que la largeur W réellement obtenue dans la couche 14 à la suite de l'attaque par plasma était de 1,0 μm . Sur la figure 2, les parties latérales 19, 20, 21 et 22 qui sont enlevées par attaque des éléments respectifs

16 et 18 sont indiquées en pointillés.

Conformément aux principes de l'invention, la couche de matière de réserve portant un motif n'est pratiquement pas érodée pendant l'opération au cours de laquelle on procède à l'attaque par voie sèche des régions de la couche 14 qui sont définies par un masque. Une caractéristique originale de l'invention consiste en ce qu'on parvient à ceci en formant et en maintenant une couche protectrice uniquement sur les éléments du motif de matière de réserve, pendant l'opération d'attaque. Les régions à nu de la couche 14 ne sont pas ainsi protégées et elles sont donc enlevées par attaque. De ce fait, le motif qui est effectivement transféré de la couche de masque de matière de réserve vers la couche 14 est une reproduction plus fidèle du motif défini dans la matière de réserve que ce qu'on obtenait précédemment en pratique.

A titre d'exemple, le procédé d'attaque de l'invention est accompli dans un dispositif d'attaque réactive par pulvérisation à plaques parallèles du type représenté schématiquement sur la figure 3. Le dispositif représenté comprend une chambre d'attaque 22 qui est définie par une pièce conductrice cylindrique 24 et par deux plaques conductrices d'extrémité 26 et 28. Un porte-article conducteur, ou cathode, 30, refroidi par eau, est monté dans la chambre 22. Des tranches 32, dont les surfaces inférieures doivent être attaquées, sont montées sur la surface inférieure d'une plaque conductrice 34 qui est fixée à la cathode 30 par n'importe quels moyens classiques (non représentés) tels que des brides ou des vis. Les tranches 32 sont maintenues en place sur la plaque 34 par une plaque de couvercle 36 qui est traversée par des ouvertures. La plaque 36 consiste avantageusement en une matière à faible sensibilité à la pulvérisation, qui ne réagit pas chimiquement avec le gaz d'attaque pour former une matière non volatile. Parmi des matières appropriées de ce type figurent le quartz fondu et le Plexiglass. La plaque 36 peut également être constituée par une pièce métallique, par exemple en aluminium, revêtue d'une couche de silicium.

Les ouvertures formées dans la plaque 36 sont alignées en coïncidence avec les tranches et elles ont un diamètre légèrement inférieur à celui des tranches alignées respectives. De cette manière, une partie principale 5 de la surface de chaque tranche est à nu pour permettre l'attaque. La plaque de couvercle 36 est fixée à la plaque 34 par n'importe quels moyens classiques.

Le réacteur de la figure 3 comprend également une anode conductrice 35. L'anode 35 est supportée au 10 point de vue mécanique par la plaque d'extrémité 26, par l'intermédiaire d'une colonne conductrice 37 qui établit également une connexion électrique entre l'anode et la plaque d'extrémité.

La cathode 30 de la figure 3 est en couplage 15 capacitif avec un générateur radiofréquence 40, par l'intermédiaire d'un réseau d'accord radiofréquence 38. Le générateur 40 est conçu par exemple de façon à attaquer la cathode à une fréquence de 13,56 MHz. La cathode 30 est en outre connectée par un réseau de filtrage, comprenant 20 une inductance 42 et un condensateur 44, à un appareil de mesure 46 qui indique la valeur de crête de la tension radiofréquence qui est appliquée à la cathode 30.

Sur la figure 3, les plaques d'extrémité 26 et 25 28 sont représentées connectées à un point de potentiel de référence tel que la masse. Par conséquent, l'anode 35 est également connectée effectivement à la masse. Le col de la cathode 30 qui traverse la plaque 28 est isolé électriquement de cette dernière par un manchon non conducteur 50. De plus, un écran cylindrique à extrémité ouverte, 48, 30 qui entoure la cathode 30, est connecté à la plaque 28 et donc à la masse.

Dans un réacteur particulier, considéré à titre d'exemple, du type représenté sur la figure 3 et adapté à la mise en oeuvre du procédé de l'invention, la séparation 35 anode-cathode est d'environ 10 cm. Dans ce réacteur, le diamètre de la plaque 34 est d'environ 25 cm et le diamètre de l'anode 35 est d'environ 43 cm. La surface inférieure de la plaque 34 est conçue de façon à recevoir sept tranches

de 7,6 cm de diamètre qui doivent être soumises à l'opération d'attaque.

Une atmosphère correspondant à un gaz spécifié est établie dans la chambre 22 de la figure 3. Le gaz est 5 dirigé de façon commandée vers la chambre indiquée à partir d'une source d'alimentation 52. De plus, une condition de basse pression déterminée est maintenue dans la chambre au moyen d'un système de pompage classique 54.

En introduisant dans la chambre 22 (figure 3) un 10 gaz particulier ou un mélange de gaz, et en établissant un champ électrique entre la cathode 30 et l'anode 35, de la manière spécifiée en détail ci-dessous, on génère un plasma réactif dans la chambre 22. Les produits volatils qui sont formés sur les surfaces des articles traités pendant le 15 processus d'attaque sont évacués de la chambre par le système 54.

Conformément à une caractéristique de l'invention, un polymère se forme et se maintient sur les éléments de matière de réserve 16 et 18, décrits précédemment, mais 20 non sur les régions à nu de la couche 14, pendant l'attaque par plasma. On parvient à ceci en établissant un ensemble particulier de conditions de traitement dans le réacteur décrit ci-dessus.

Dans un cas particulier considéré à titre d'exemple, on effectue l'attaque par plasma d'une couche de SiO_2 25 masquée par de la matière de réserve, avec une érosion négligeable du motif de matière de réserve. La couche de SiO_2 a approximativement 0,12 μm d'épaisseur et les éléments de masquage en matière de réserve consistent en 30 DCOPA ou PBS ou COP d'une épaisseur d'environ 0,35 μm . A titre d'exemple, les gaz introduits dans la chambre 22 (figure 3) à partir de la source d'alimentation 52 consistent en un mélange de CHF_3 , H_2 et N_2 . Dans un cas particulier considéré à titre d'exemple, les débits des gaz introduits dans la chambre 22 sont les suivants : 11,6 cm^3/mn 35 pour CHF_3 ; 2,4 cm^3/mn pour H_2 ; et 0,6 cm^3/mn pour N_2 . En outre, la pression à l'intérieur de la chambre 22 est établie à environ $9 \times 10^{-11} \text{ Pa}$ et la puissance d'entrée à la sur-

face de la cathode est fixée à environ $0,2 \text{ W/cm}^2$. Dans ces conditions, la couche de SiO_2 est attaquée à une vitesse d'environ $21,5 \text{ nm/mn}$. Il est important de noter que les éléments de matière de réserve conservent des dimensions pratiquement intactes pendant l'opération d'attaque.

La figure 4 représente le dépôt sélectif d'une pellicule de polymère sur les éléments de matière de réserve au cours du processus d'attaque de l'invention. Des pellicules protectrices minces 60 et 62 (ayant de façon caractéristique une épaisseur d'environ $40 \text{ à } 50 \text{ nm}$) couvrent respectivement les surfaces supérieures des éléments de matière de réserve 16 et 18 définis précédemment. Au milieu de la durée du traitement d'attaque anisotrope, la moitié environ de la couche déposée 14, en SiO_2 , a été enlevée de la structure qui est traitée. Ces régions partiellement enlevées de la couche 14 sont désignées par les références 14a, 14b et 14c sur la figure 4. Comme indiqué sur la figure 4, aucune pellicule de polymère n'existe sur les régions non masquées 14a, 14b et 14c pendant l'attaque.

Ensuite, sous l'effet du traitement d'attaque défini ci-dessus, les régions de SiO_2 14a, 14b et 14c représentées sur la figure 4 sont complètement enlevées, ce qui met à nu les surfaces de régions spécifiées de la couche sous-jacente 10, en vue de leur traitement. Il est important de noter que, du fait que le motif de masquage constitué par les éléments de matière de réserve 16 et 18 ne subit pratiquement aucune dégradation dimensionnelle pendant l'attaque, les régions de SiO_2 qui se trouvent sous ces éléments de masquage ne subissent pratiquement aucune érosion latérale. Par conséquent, les largeurs des régions à nu de la couche 10 correspondent pratiquement de façon exacte aux dimensions qui sont définies à l'origine par le motif de matière de réserve. De ce fait, lorsque l'attaque de la couche 10 est effectuée par la suite, en utilisant les régions de SiO_2 restantes en tant que masque, le motif qui est transféré dans la couche 10 est une reproduction extrêmement fidèle du motif de matière de réserve qui a été défini à l'origine.

L'attaque anisotrope de la couche 10 de la figure 4 s'effectue par exemple par une opération d'attaque réactive par pulvérisation de type classique employant une atmosphère d'oxygène pur à une pression d'environ 5 $6,5 \times 10^{-11}$ Pa, avec un débit d'oxygène d'environ $12 \text{ cm}^3/\text{mn}$ et avec une valeur d'environ $0,2 \text{ W/cm}^2$ pour la puissance d'entrée appliquée au réacteur spécifié ci-dessus. Dans une telle opération, le motif de matière de réserve, 10 comprenant les éléments 16 et 18 et les pellicules protectrices 60 et 62 qu'ils portent, est enlevé tandis que le motif défini par la couche de SiO_2 14 est transféré dans la couche 10, relativement épaisse. On obtient ainsi une résolution meilleure que le micron, avec des parois pratiquement verticales dans la couche 10. Ensuite, le traitement du 15 substrat 12 (ou d'une couche, non représentée, intercalée entre la couche 10 et le substrat 12) est accompli en utilisant la couche épaisse 10 dans laquelle on a formé un motif, en tant que masque pour le traitement, d'une manière connue. Ce traitement ultérieur comprend par exemple des 20 opérations d'implantation ionique, de diffusion, d'attaque, de métallisation, etc.

On n'a pas encore formulé une théorie exacte expliquant la raison du phénomène de dépôt sélectif indiqué précédemment que les inventeurs ont découvert. Une tentative 25 d'explication du phénomène consiste à considérer que, pendant l'attaque, une pellicule de polymère résultant du fluor et de l'hydrogène présents dans le plasma se forme effectivement aussi bien sur les éléments de matière de réserve de masquage que sur les régions non masquées ou à 30 nu de SiO_2 . Conformément à cette explication, la pellicule qui tend à se former sur le SiO_2 est continuellement enlevée par attaque des régions à nu, sous l'effet d'une pulvérisation réactive et non réactive, ce qui fait que les 35 régions de SiO_2 sont soumises au traitement d'attaque par plasma. Au contraire, la formation de la pellicule sur la surface de la matière de réserve (qui est elle-même un polymère) s'effectue d'une manière accrue qui laisse en place une épaisseur résultante de pellicule sur la matière de

réserve, bien qu'une pulvérisation réactive et non réactive de la pellicule ait également lieu continuellement pendant l'attaque. L'épaisseur de pellicule de polymère qui demeure sur le motif de matière de réserve constitue à 5 son tour une couche protectrice efficace pour cette matière.

L'invention ne dépend pas de l'explication indiquée ci-dessus. Qu'il se confirme ou non que cette explication soit exacte, l'invention est basée sur le fait réel qu'il se produit effectivement une formation et un maintien 10 sélectifs de polymère et qu'on peut en pratique utiliser ceci de façon sûre et reproductible pour améliorer considérablement une phase importante de la fabrication des circuits intégrés.

L'aspect fondamental du procédé de l'invention 15 consiste à faire en sorte qu'il y ait à la fois présence de fluor et d'hydrogène dans un plasma d'attaque, dans des conditions définies qui sont conçues de façon à conduire au dépôt et au maintien d'une pellicule protectrice de polymère sur les seules surfaces d'un motif de matière 20 de réserve de masquage. Ainsi, bien que l'introduction d'azote dans la chambre d'attaque, à partir de la source d'alimentation en gaz, soit généralement considérée comme avantageuse, sa présence dans le mélange de gaz n'est pas nécessaire. En fait, le CHF_3 seul est suffisant pour obtenir 25 un dépôt sélectif de polymère du type indiqué ici, lorsqu'on utilise des matières de réserve telles que DCOPA, PBS ou COP. Pour le CHF_3 seul, il est avantageux d'établir les conditions suivantes dans le réacteur de la figure 3, pour obtenir un tel dépôt : une pression d'environ 30 $13 \times 10^{-11} \text{ Pa}$, un débit de gaz d'environ $14 \text{ cm}^3/\text{mn}$ et une puissance d'entrée d'environ $0,15 \text{ W/cm}^2$.

Selon une variante, on peut utiliser $\text{CHF}_3 + \text{H}_2$, ou $\text{CHF}_3 + \text{N}_2$ dans le réacteur de la figure 3 pour établir le phénomène de dépôt sélectif de polymère spécifié ici. 35 Pour $\text{CHF}_3 + \text{H}_2$, les conditions suivantes sont avantageuses : un débit de gaz CHF_3 d'environ $11,6 \text{ cm}^3/\text{mn}$ et un débit de gaz H_2 d'environ $2,4 \text{ cm}^3/\text{mn}$; une pression d'environ $9 \times 10^{-11} \text{ Pa}$; et une puissance d'entrée d'environ $0,2 \text{ W/cm}^2$.

Pour $\text{CHF}_3 + \text{N}_2$, les paramètres correspondants sont :
14 cm^3/mn (CHF_3), 2 cm^3/mn (N_2), $20 \times 10^{-11} \text{Pa}$ et $0,2 \text{ W/cm}^2$.

Enfin, il faut noter que les techniques décrites ci-dessus ne sont destinées qu'à illustrer les principes 5 de l'invention. De nombreuses modifications et variantes peuvent être imaginées par l'homme de l'art, conformément à ces principes, sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, bien qu'on ait considéré ici essentiellement l'amélioration de la sélectivité d'attaque entre un motif 10 de masque en matière de réserve et une couche sous-jacente en SiO_2 , il faut noter que les principes de l'invention s'appliquent également à l'attaque d'une couche sous-jacente constituée par d'autres matières telles que le nitrure de silicium, le nitrure de bore ou le silicium polycristallin dopé au bore. En outre, bien qu'on considère actuellement que la principale application pratique de l'invention décrite ici concerne le procédé à trois niveaux défini précédemment, il faut noter que l'invention peut être utilisée dans d'autres buts. Par exemple, chaque fois qu'une 15 couche de SiO_2 ou de l'une des autres matières indiquées ci-dessus, masquée par de la matière de réserve, doit être attaquée avec une résolution élevée dans un traitement aidé par plasma, la technique de dépôt sélectif de polymère de l'invention peut être applicable. On voit en outre que 20 les techniques décrites ici ne sont pas limitées aux exemples particuliers de matières de réserve sensibles aux électrons et sensibles aux rayons X spécifiées ci-dessus. Ces techniques sont applicables de façon générale à n'importe quel processus de fabrication de circuits intégrés à 25 très haut niveau d'intégration dans lequel une matière de réserve à haute résolution est soumise à une opération dans laquelle on l'irradie et on y définit un motif de façon sélective, pour former un masque d'attaque.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un dispositif à circuit intégré dans lequel on forme une couche (14) dans laquelle on doit former un motif, on dépose une couche de matière de réserve consistant en un polymère sur la couche (14) dans laquelle on doit former un motif, on forme un motif dans la couche de matière de réserve et, en utilisant comme masque la couche de matière de réserve dans laquelle on a formé un motif, on attaque par voie sèche la couche (14) dans laquelle on doit former un motif, dans une opération d'attaque aidée par plasma, caractérisé en ce que, pendant l'opération d'attaque, une pellicule protectrice de polymère (60, 62) est formée et est maintenue uniquement sur la couche de matière de réserve dans laquelle on a formé un motif, tandis que la couche (14) dans laquelle on doit former un motif est attaquée pour y définir le motif du dispositif.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'opération d'attaque comporte l'établissement, dans une chambre de réaction, d'un plasma contenant du fluor et de l'hydrogène.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'opération d'attaque comprend l'introduction dans la chambre de CHF_3 gazeux ou de $\text{CHF}_3 + \text{H}_2$ gazeux.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'opération d'attaque comprend en outre l'opération consistant à faire apparaître de l'azote dans la chambre.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'opération d'attaque comprend l'introduction dans la chambre de $\text{CHF}_3 + \text{N}_2$ gazeux ou de $\text{CHF}_3 + \text{H}_2 + \text{N}_2$ gazeux.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif à fabriquer est monté sur une électrode de cathode dans la chambre, la couche dans laquelle on doit former un motif consiste en SiO_2 , et l'opération d'attaque comprend l'introduction de $\text{CHF}_3 + \text{H}_2 + \text{N}_2$ dans la chambre; l'établissement des débits de gaz suivants dans

la chambre : environ $11,6 \text{ cm}^3/\text{mn}$ pour CHF_3 , environ $2,4 \text{ cm}^3/\text{mn}$ pour H_2 et environ $0,6 \text{ cm}^3/\text{mn}$ pour N_2 ; l'établissement dans la chambre d'une pression d'environ $9 \times 10^{-11} \text{ Pa}$; et l'établissement d'une densité de puissance d'environ $0,2 \text{ W/cm}^2$ à la surface du dispositif, en attaquant l'électrode de cathode par un générateur radiofréquence avec un couplage capacitif.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la couche de SiO_2 a approximativement $0,12 \mu\text{m}$ d'épaisseur, la couche de matière de réserve a approximativement $0,35 \mu\text{m}$ d'épaisseur et elle est choisie dans un groupe comprenant les matières suivantes : DCOPA, PBS et COP, et la pellicule protectrice a une épaisseur d'environ 40 à 50 nm.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la couche de SiO_2 est formée sur une couche organique d'environ $2,6 \mu\text{m}$ d'épaisseur, et en ce que, après l'opération d'attaque définie ci-dessus, on soumet la couche organique à une attaque anisotrope dans la chambre, au cours d'une opération d'attaque par plasma d'oxygène pur, pour transférer dans la couche organique le motif du dispositif qui est défini dans la couche de SiO_2 .

FIG. 1

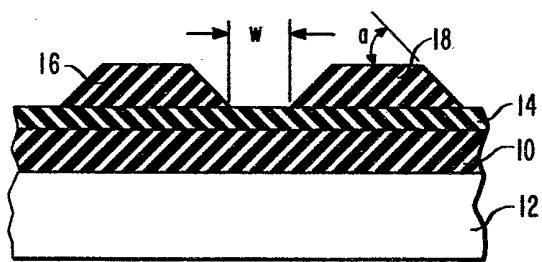


FIG. 2

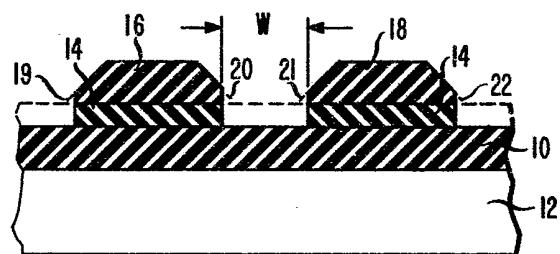


FIG. 4

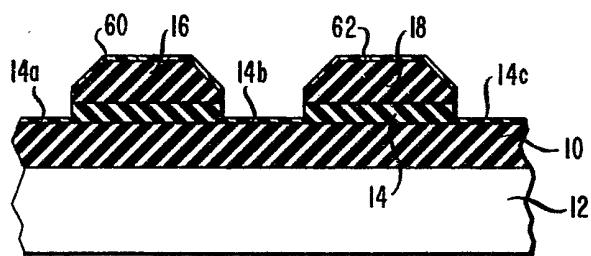


FIG. 3

