

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 14109

(54) Procédé de formation de zones étroites dans des circuits intégrés, notamment pour la formation de grilles, l'isolement de composants, la formation de régions dopées et la fabrication de transistors.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 L 21/76.

(22) Date de dépôt..... 20 juillet 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 21 juillet 1980, n° 170.833.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 3 du 22-1-1982.

(71) Déposant : Société dite : DATA GENERAL CORP., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Dale Thomas Trenary, Allen Harland Frederick et Robert Michael Whelton.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Simonnot,
49, rue de Provence, 75442 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne un procédé permettant la formation de zones très étroites dans des circuits intégrés, ce procédé convenant notamment à la formation d'espaces, de grilles, de régions dopées ou de transistors
5 et à l'isolement de composants actifs.

Il existe essentiellement deux procédés classiques d'isolement électrique de composants intégrés dans une plaquette de silicium, l'isolement par jonction et l'isolement par un oxyde "isoplanaire", cette dernière technique étant
10 décrite dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 648 125. Cependant, l'isolement par un oxyde isoplanaire présente l'inconvénient de limiter la largeur minimale des régions d'isolement à la largeur minimale de traits qui peut être obtenue en photolithographie utilisée pour la fabrication
15 des dispositifs isoplanaires. En outre, lorsque la gorge d'isolement est trop large, le remplissage de cette région par oxydation de la gorge est difficile, sauf à des températures qui peuvent détériorer sérieusement les composants isoplanaires, à moins que la structure du semi-conducteur
20 soit modifiée afin que les effets des températures élevées soient réduits.

La demande de brevet français déposée ce même jour par la Demanderesse sous le titre "Procédé de fabrication de plusieurs composants sur un seul corps semi-conducteur et
25 objets manufacturés formés par sa mise en oeuvre" décrit la difficulté du remplissage du fossé d'isolement qui est souhaitable lors de l'application des dispositifs d'interconnexion électrique sur le circuit intégré et indique que ce problème est résolu par utilisation d'une résine isolante
30 de l'électricité pouvant être appliquée sur le corps de silicium à une température nettement inférieure à celle qui est nécessaire à la formation de l'oxyde de silicium. Une résine avantageuse à cet effet est un polyimide. Cependant, on constate selon l'invention que le problème de l'isolement
35 peut aussi être résolu par attaque dans le corps semi-conducteur de gorges qui ont une largeur si faible que la croissance de l'oxyde sur les parois de la gorge ne nécessite

pas le traitement du circuit intégré à température élevée pendant de longues périodes. Cependant, étant donné les restrictions imposées par la photolithographie, on n'a pas réussi à fabriquer de telles gorges étroites jusqu'à présent.

On a aussi utilisé la photolithographie pour la construction de dispositifs électriques ayant des largeurs très faibles. Des exemples de ces dispositifs sont les résistances, les diodes et les éléments de grille des transistors à effet de champ du type métal-oxyde-semi-conducteur utilisés dans les circuits intégrés. On a noté que, si les éléments formant les grilles pouvaient avoir une dimension réduite, des éléments plus nombreux pourraient être placés sur une seule paillette de silicium et réduiraient le coût global du circuit intégré. La réduction de surface assure aussi une réduction de la capacité parasite et ainsi une réduction des temps minimaux de réponse des éléments du circuit intégré. En outre, si l'on pouvait réaliser les grilles des transistors à grille de silicium avec des canaux plus courts, les transistors métal-oxyde-semi-conducteur posséderaient une vitesse exceptionnelle avec des tensions réduites de seuil.

Comme indiqué précédemment, les résultats avantageux indiqués précédemment ne peuvent pas être obtenus par mise en oeuvre de la photolithographie classique. Dans des conditions optimales obtenues à l'aide de lumière ultraviolette et de réserves photographiques négatives, la largeur minimale des traits qui peuvent être obtenus dans la photolithographie classique est d'environ 4 microns (40 000 Å). Lorsqu'on utilise une réserve photographique positive, cette valeur minimale peut être réduite jusqu'à 2 à 3 microns. Récemment, la photolithographie par faisceau électronique a donné des largeurs minimales de traits de 1 micron. En outre, comme l'indique le brevet précité des Etats-Unis d'Amérique n° 3 648 125, l'utilisation d'un masque de réserve photographique présente l'inconvénient supplémentaire de posséder des défauts sous forme de trous rejoignant la matière photosensible et qui peuvent donner un cer-

tain nombre de résultats inacceptables dont la nature dépend de l'endroit où apparaissent ces trous, sur le circuit intégré.

L'invention concerne l'isolement électrique de
5 composants actifs sur un circuit intégré, sans les inconvénients indiqués précédemment.

Elle concerne aussi un procédé de construction de dispositifs électriques ayant une faible largeur.

Elle concerne aussi la réalisation de régions
10 d'isolement qui sont plus étroites que celles qu'on peut obtenir par mise en oeuvre de la photolithographie classique.

Elle concerne la réalisation de largeur d'isolement d'environ 1000 à 20 000 Å.

Elle concerne aussi la fabrication de grilles pour
15 transistors à grille de silicium ayant une vitesse exceptionnelle due à la faible longueur des canaux et à la faible capacité.

L'invention concerne plus précisément un procédé de formation d'un espace étroit dans une matière, ce procédé
20 comprenant

A. la formation d'une première couche formant cache sur la matière,

B. la formation d'une seconde couche formant cache sur la première couche formant cache,

25 C. la formation d'une zone attaquée par affouillement, par attaque par affouillement partiel de la première couche formant cache au-dessous de la seconde couche formant cache,

D. le remplissage pratiquement en totalité de la
30 région attaquée par affouillement par une couche destinée à cacher la matière qui se trouve au-dessous de la zone attaquée par affouillement,

E. la formation d'une troisième couche formant cache sur la matière qui n'est pas encore couverte par la première couche formant cache ou la région attaquée par affouillement,
35

F. l'enlèvement de la seconde couche formant cache

et de la couche formant cache qui se trouve dans la zone attaquée par affouillement, et

G. la formation d'un espace dans la matière entre la première et la troisième couche formant cache.

5 La mise en oeuvre des différentes étapes précitées permet la formation d'un espace extrêmement étroit dans une matière telle qu'un substrat semi-conducteur, sans les limitations imposées par la photolithographie classique. Selon ces opérations, la largeur de l'espace étroit est fonction
10 de l'importance de l'attaque par affouillement. Le même procédé d'établissement d'une région attaquée par affouillement et de remplissage de cette région par une matière délimitée ultérieurement peut aussi être utilisé pour la formation
15 d'une grille étroite sur un corps semi-conducteur par exemple lors de la fabrication d'un transistor du type métal-oxyde-semi-conducteur MOS. Plus précisément, la grille étroite peut être formée par

A. formation d'une première couche formant cache sur le corps semi-conducteur,

20 B. formation d'une seconde couche formant cache sur la première couche formant cache,

C. formation d'une zone attaquée par affouillement, par attaque partielle par affouillement de la première couche formant cache au-dessous de la seconde,

25 D. remplissage pratiquement total de la zone attaquée par affouillement à l'aide d'une matière formant la grille étroite, et

E. enlèvement de la première et de la seconde couche formant cache.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1 à 8 sont des coupes transversales illustrant la mise en oeuvre des différentes opérations du
35 procédé selon l'invention ; et

- les figures 9 à 13A sont des coupes et la figure 13B est une élévation illustrant la mise en oeuvre du procédé

selon l'invention pour la fabrication d'un transistor à effet de champ MOS à grille de silicium.

On décrit l'invention en référence aux figures 1 à 13B dans le cas des matières utilisées pour la fabrication de régions d'isolement et d'un transistor du type 5 métal-oxyde-semi-conducteur MOS, dans des corps de silicium. Il faut cependant noter que ces matières sont données à titre purement illustratif et que l'invention n'est pas limitée à celle-ci.

10 Par raison de simplicité, la figure 1 représente un substrat 1 de silicium n'ayant pas d'élément actif. Cependant, ce substrat 1 peut avoir des régions diffusées ou des couches épitaxiales formées préalablement, comme décrit dans le brevet précité des Etats-Unis d'Amérique n° 3 648 125.

15 Une couche de silice 2 est formée sur la couche 1 et une couche 3 de nitrure de silicium est formée par dessus. La couche de nitrure de silicium a été partiellement attaquée afin qu'une partie de la couche 2 de silice apparaisse, dans la structure représentée sur la figure 1. Le 20 nitrure de silicium peut être attaqué par tout procédé bien connu, par exemple à l'aide d'acide phosphorique qui enlève des régions non protégées par un cache.

Comme indiqué sur la figure 2, la couche 2 de silice peut alors être retirée en partie afin qu'elle délimite la zone 5 attaquée par affouillement. L'importance de 25 l'attaque par affouillement, représentée sur la figure 2, correspond à la largeur de la région d'isolement formée au cours des étapes ultérieures de fabrication. Ainsi, la quantité de silice qui est retirée pour la formation de cette 30 zone 5 doit être réglée avec précision afin que la dimension de la région d'isolement puisse être préalablement sélectionnée et maintenue avec une précision uniforme. On constate qu'on obtient le meilleur réglage par exposition de la structure à une substance tamponnée d'attaque de l'oxyde pendant une période spécifiée. Un exemple de substance tamponnée 35 contient $\text{NH}_4\text{F}/\text{HF}$ et on constate que la dilution de ce mélange à raison d'environ 6 parties de NH_4F par partie de

HF donne une attaque à une vitesse qui peut être facilement réglée par un seul opérateur.

La figure 3 représente le résultat de plusieurs opérations de traitement. Au début, la couche 6 d'oxyde est formée sur la face supérieure du substrat de silicium afin qu'elle forme une base pour un dépôt ultérieur de nitrure de silicium. Le dépôt du nitrure de silicium sur le silicium nu doit être évité car le nitrure réagit avec le substrat de silicium. Lorsque la couche 10 d'oxyde est formée, un revêtement supplémentaire de nitrure de silicium, représenté sous forme des couches 4 et 7 est appliqué et revêt la couche préalable 3 de nitrure de silicium tout en remplissant la zone 5 formée par attaque par affouillement. Lors de la mise en oeuvre de l'invention, il est souhaitable que toutes les surfaces exposées de la zone 5 soient recouvertes. On constate qu'un dépôt chimique en phase vapeur à basse pression de nitrure de silicium permet très avantageusement l'application du nitrure sur les surfaces d'accès très réduit constituant la zone 5 attaquée par affouillement. L'épaisseur du nitrure de silicium convenablement appliqué dans la zone 5 doit correspondre sensiblement au double de l'épaisseur du nitrure repéré par les références 4 et 7 si bien que la région 5 attaquée par affouillement est pratiquement remplie de nitrure de silicium.

L'opération suivante du procédé de l'invention est représentée sur la figure 4 et le nitrure de silicium est retiré de la face supérieure de la plaquette. On note que, à la suite des étapes précédentes de traitement, les couches 4 et 7 ont pratiquement la même épaisseur et c'est cette épaisseur qui est retirée pendant cette opération d'attaque du nitrure de silicium. L'attaque peut être réalisée par tout procédé connu, par exemple à l'aide d'acide phosphorique qui donne une structure telle que représentée sur la figure 4. Il apparaît que l'opération illustrée par la figure 4 permet le remplissage de la zone 5 par le nitrure 8 de silicium. L'importance de ce remplissage apparaît clairement d'après la description des opérations

qui suivent.

La figure 5 représente la formation d'une région 9 de silice dans le corps 1 de silice. L'opération peut être réalisée par toute technique connue telle que l'oxydation thermique. Comme la silice ne se forme pas à l'endroit où la plaquette est protégée par le nitrure de silicium, cette croissance de la couche de silice est sélective et n'a lieu que dans les zones prédéterminées qui se trouvent en dehors du dépôt de nitrure de silicium. Après la formation de l'oxyde, tout le nitrure de silicium peut être retiré et donne la structure représentée sur la figure 6. La région 10 a une largeur qui correspond à celle de la zone 5 formée par attaque chimique avec affouillement. Ainsi, la sélection de l'importance de l'attaque par affouillement permet la sélection préalable de la largeur de la zone 10.

La structure représentée sur la figure 6 peut alors subir une opération d'attaque de l'oxyde qui ne retire que la couche 6 dans la zone 10. Lorsque l'opération est réalisée, le substrat de silicium peut être attaqué afin qu'il forme la cavité ou gorge 11 comme indiqué sur la figure 7. Etant donné la dimension relativement petite de cette gorge, elle peut être totalement remplie par oxydation thermique et donne la structure indiquée sur la figure 8, le corps 1 de silicium et l'oxyde 12 remplissant totalement et entourant la gorge d'isolement. L'épaisseur de la gorge n'est nullement fixée par les limites des procédés photolithographiques mais elle est fabriquée simplement par une opération d'attaque avec affouillement comme indiqué sur la figure 2. La largeur de la gorge peut donc avoir pratiquement n'importe quelle dimension choisie préalablement qui ne peut pas être obtenue par mise en oeuvre des techniques connues.

Comme indiqué précédemment, l'invention peut aussi être utilisée pour la préparation de dispositifs tels que les transistors à effet de champ MOS à grille de silicium. On a déjà noté qu'il serait avantageux de réduire la largeur de la grille d'un transistor à effet de champ de type MOS, car la capacité parasite serait réduite et les temps minimaux de

réponse du circuit intégré seraient ainsi réduits. Les figures 9 à 13B montrent clairement la mise en oeuvre de l'invention dans une telle application.

La figure 9 correspond à la figure 2 déjà décrite et le corps 13 de silicium a été revêtue d'une couche 14 de silice elle-même revêtue d'une couche 15 de nitrure de silicium. La structure a subi une attaque chimique par affouillement avec formation d'une zone 17 qui est séparée du corps de silicium par la couche 16 de silice. La figure 10 représente le résultat de plusieurs opérations de traitement, la structure finale correspondant très étroitement à celle de la figure 4. Cependant, la structure de la figure 9 n'est pas revêtue de nitrure de silicium et le nitrure n'est pas attaqué par de l'acide phosphorique afin que la zone formée par affouillement soit remplie car, dans ce cas, on utilise du silicium polycristallin à la place de nitrure. Ainsi, les opérations de revêtement et d'attaque chimique permettent la formation d'un corps 13 de silicium qui a été revêtu de couches 14 et 16 de silice et d'une couche 15 de nitrure de silicium ayant une zone 17 formée par affouillement et totalement remplie de silicium polycristallin 18. Les opérations réelles de traitement sont identiques à celles qu'on a décrites en référence à la figure 4.

La figure 11 représente l'enlèvement de la couche 15 de nitrure de silicium. Après cette opération, la silice peut être enlevée par attaque chimique suivant toute technique connue, par exemple par une matière non tamponnée d'attaque d'oxyde, si bien qu'il reste la structure représentée sur la figure 12. Il faut noter que l'oxyde caché par le silicium polycristallin reste sur le substrat.

Le transistor à effet de champ final de type MOS est fabriqué par dopage des régions non cachées par du phosphore ou une autre matière de dopage de type n, la structure finale étant représentée en coupe sur la figure 13A et en vue en plan sur la figure 13B, avec des régions 19 et 20 dopées par le phosphore, séparées par une zone 18 de grille.

Avant la mise en oeuvre de l'invention, la grille

18 ne pouvait être réalisée qu'avec la largeur permise par la photolithographie. La mise en oeuvre de l'invention permet de réaliser la grille avec une largeur aussi faible que celle de la zone prédéterminée 17 attaquée par affouille-
5 ment. Ainsi, l'invention peut être utilisée non seulement pour la formation de gorges d'isolement mais aussi pour la formation de zones diffusées permettant la réalisation de dispositifs tels que les résistances et les diodes.

En résumé, des composants actifs formés sur un
10 corps de silicium peuvent être isolés par les opérations suivantes :

A. la formation d'une couche de silice sur le corps de silicium,

B. la formation d'une couche de nitrure de silicium
15 sur la couche de silice, la disposition d'un cache et l'attaque chimique de la couche de nitrure de silicium,

C. la formation d'une zone attaquée par affouillement de la couche de silice sur une largeur prédéterminée au-dessous de la couche de nitrure de silicium,

20 D. la formation d'une couche supplémentaire de nitrure de silicium sur le corps de silicium afin que la zone attaquée par affouillement soit pratiquement remplie,

E. l'enlèvement du nitrure de silicium appliqué dans l'attaque précédente sauf dans la zone attaquée par
25 affouillement,

F. la formation d'une couche de silice sur le corps de silicium dans les zones qui ne sont pas revêtues par le nitrure de silicium,

G. l'enlèvement de tout le nitrure de silicium
30 restant,

H. l'attaque chimique de silice restante afin que le corps de silicium soit exposé dans la zone attaquée par affouillement, et

I. l'attaque chimique du corps de silicium afin
35 qu'une gorge d'isolement y soit formée.

On peut réaliser aussi une région dopée étroite sur un corps de silicium afin de former des éléments tels

que des résistances ou des diodes, par mise en oeuvre des opérations indiquées précédemment sauf l'opération I qui est remplacée par la diffusion d'une matière de dopage dans le corps de silicium, dans la zone exposée après attaque par affouillement. Comme indiqué précédemment, le procédé selon l'invention peut être utilisé pour la formation d'un transistor MOS sur un corps de silicium ayant une grille extrêmement étroite, par répétition des étapes A, B et C indiquées précédemment, puis par utilisation des étapes suivantes :

D. la formation d'une couche de silicium polycristallin sur le corps de silicium afin que la zone attaquée par affouillement soit pratiquement remplie,

E. l'enlèvement du silicium polycristallin appliqué dans l'étape précédente sauf dans la zone attaquée par affouillement,

F. l'enlèvement du nitrure de silicium restant,

G. l'enlèvement de toute la silice dans les zones qui ne sont pas recouvertes par le silicium polycristallin, et

H. la diffusion d'une matière de dopage dans le corps de silicium, dans les zones qui ne sont pas revêtues par le silicium polycristallin.

L'utilisation des techniques photolithographiques connues à l'aide de lumière ultraviolette et d'une réserve photographique négative limite la largeur minimale des traits qui peuvent être obtenus avec une résolution convenable à environ 4 microns (40 000 Å) alors que l'utilisation d'une réserve photographique positive permet la réduction de cette largeur minimale des traits à 2 à 3 microns. Récemment, on a obtenu par photolithographie par faisceau d'électrons des largeurs minimales de traits d'environ 1 micron. La mise en oeuvre de l'invention permet la réalisation d'une largeur de la zone attaquée par affouillement bien inférieure à 20 000 Å.

Lors de l'utilisation de l'invention pour la fabrication de gorges d'isolement, on constate que, une fois les gorges formées, elles doivent être remplies afin qu'el-

- les présentent une surface sensiblement plane nécessaire à la formation ultérieure de connexions électriques. Dans le cas de gorges larges d'isolement, la formation d'oxyde par croissance, en quantité suffisante pour que les gorges
- 5 soient remplies, est difficile car les températures nécessaires à une telle formation thermique de l'oxyde pourraient nuire beaucoup aux composants actifs du circuit intégré, à moins que la structure du semi-conducteur soit modifiée afin que les effets des températures élevées soient réduits.
- 10 La mise en oeuvre des gorges étroites selon l'invention permet l'utilisation réelle de l'oxydation thermique des parois des gorges, pour la première fois dans la technique. Dans une variante, les gorges d'isolement peuvent être remplies de silicium polycristallin par dépôt chimique en phase va-
- 15 peur à basse pression. En général, avant remplissage de la gorge par le silicium polycristallin, une mince couche de silice est d'abord formée sur les parois de la gorge. Cette technique est décrite dans la demande précitée de brevet français, déposée ce jour par la Demanderesse.
- 20 Les dessins annexés indiquent aussi clairement qu'une mince couche de silice reste sur le corps de silicium. Cette couche mince présente dans la zone attaquée par affouillement, est repérée par les références 6 et 16. Son rôle dans la réalisation des gorges d'isolement est d'iso-
- 25 ler le corps de silicium par rapport au nitrure de silicium. Lors de la fabrication d'un transistor métal-oxyde-semi-conducteur, son rôle est de séparer le silicium polycristallin du corps de silicium.
- Il est bien entendu que l'invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et
- 30 qu'on pourra apporter toute équivalence technique dans ses éléments constitutifs sans pour autant sortir de son cadre.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de formation d'une zone étroite (10) formant un espace dans une matière (1), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend
 - 5 A. la formation d'une première couche formant cache sur la matière (1),
 - B. la formation d'une seconde couche (3) formant cache sur la première (2),
 - C. la formation d'une région (5) par attaque chimique avec affouillement partiel de la première couche (2) formant cache au-dessous de la seconde (3),
 - 10 D. le remplissage pratiquement total de la région (5) formée par attaque avec affouillement à l'aide d'une couche (8) cachant la matière (1) qui se trouve au-dessous de la région (5) attaquée avec affouillement,
 - 15 E. la formation d'une troisième couche (9) formant cache sur la matière (1) qui n'a pas été préalablement couverte par la première couche (2) formant cache ou la région (5) formée par attaque par affouillement,
 - 20 F. l'enlèvement de la seconde couche (3) formant cache et de la couche (8) formant cache qui se trouve dans la région (5) attaquée par affouillement, et
 - G. la formation d'un espace (10) dans la matière entre la première et la troisième couche formant cache
25 (2, 9).
 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la région (5) attaquée avec affouillement est remplie par une couche (8) d'une matière formant cache qui peut être attaquée chimiquement sans que la première
30 couche formant cache (2) soit attaquée.
 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la troisième couche (9) formant cache a pratiquement la même composition que la première couche formant cache (2).
 - 35 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la région (5, 10) attaquée avec affouillement n'a pas une largeur supérieure à 20 000 Å environ.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première couche formant cache (2) est la silice.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la seconde couche formant cache (3) est le nitrure de silicium.
- 5 7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche formant cache (8) qui remplit pratiquement la région (5) formée par attaque avec affouillement est du nitrure de silicium.
8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la troisième couche formant cache (9) est formée de silice.
- 10 9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche formant cache (8) qui remplit pratiquement la région (5) attaquée avec affouillement est formée par dépôt chimique en phase vapeur à basse pression.
- 15 10. Procédé de formation d'une région étroite constituant une grille étroite (18) sur un corps semi-conducteur (13), caractérisé en ce qu'il comprend
- A. la formation d'une première couche (14) formant cache sur le corps semi-conducteur (13),
- 20 B. la formation d'une seconde couche (15) formant cache sur la première couche (14) formant cache,
- C. la formation d'une région (17) par attaque chimique partielle avec affouillement de la première couche (14) formant cache au-dessous de la seconde (15),
- 25 D. le remplissage pratiquement total de la région (17) attaquée avec affouillement à l'aide d'une matière (18) formant la grille étroite, et
- E. l'enlèvement de la première et de la seconde couche formant cache (14,15).
- 30 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la première couche (14) formant cache est formée de silice.
12. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la seconde couche (15) formant cache est formée de nitrure de silicium.
- 35 13. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la matière (18) qui remplit pratiquement la région (17) attaquée avec affouillement est du silicium polycristallin.

14. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la diffusion d'une matière de dopage (19, 20) dans le corps semi-conducteur (13) dans les régions adjacentes à la région attaquée (17, 5 18) avec affouillement.
15. Procédé de formation de zones étroites destinées à assurer l'isolement de composants actifs dans un corps (1) de silicium, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend
- 10 A. la formation d'une couche (2) de silice sur le corps (1) de silicium,
- B. la formation d'une couche (3) de nitrure de silicium sur la couche de silice (2),
- C. la formation d'une région (5) par attaque 15 avec affouillement de la couche (2) de silice au-dessous de la couche (3) de nitrure de silicium sur une distance prédéterminée,
- D. la formation d'une couche supplémentaire (4) de nitrure de silicium sur le corps (1) de silicium afin 20 que la région (5) attaquée avec affouillement soit pratiquement remplie,
- E. l'enlèvement du nitrure de silicium (4) appliqué au cours de l'étape précédente sauf dans la région (5) attaquée avec affouillement,
- 25 F. la formation d'une couche (9) de silice sur le corps (1) de silicium dans les régions qui ne sont pas recouvertes par du nitrure de silicium (3, 4),
- G. l'enlèvement de tout le nitrure de silicium restant (3, 4),
- 30 H. l'attaque chimique de silice restant (2) afin que le corps (1) de silicium soit exposé dans la région (5) attaquée avec affouillement, et
- I. l'attaque chimique du corps (1) de silicium afin qu'une gorge (10) d'isolement y soit formée.
- 35 16. Procédé de formation d'une zone étroite destinée à former une région dopée étroite (18) sur un corps (13) de silicium, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il

comprend

A. la formation d'une couche (14) de silice sur le corps de silicium (13),

B. la formation d'une couche (15) de nitrure
5 de silicium sur la couche de silice (14),

C. la formation d'une région (17) par attaque avec affouillement de la couche de silice au-dessous de la couche (15) de nitrure de silicium, sur une distance prédéterminée,

10 D. la formation d'une couche supplémentaire (18) de nitrure de silicium au-dessus du corps (13) de silicium afin que la région (17) attaquée avec affouillement soit pratiquement remplie,

E. l'enlèvement du nitrure de silicium (18) appliqué dans l'étape précédente sauf dans la région (17) attaquée avec affouillement,

F. la formation d'une couche (16) de silice sur le corps (13) de silicium dans des régions qui ne sont pas recouvertes par du nitrure de silicium (15, 18),

20 G. l'enlèvement de tout le nitrure de silicium restant (15, 18),

H. l'attaque chimique de toute la silice restante (14) afin que le corps (13) de silicium soit exposé dans la région (17) attaquée avec affouillement, et

25 I. la diffusion d'une matière de dopage (19, 20) dans le corps (13) de silicium dans la région exposée (18) formée par attaque avec affouillement,

17. Procédé de formation de zones étroites au cours de la fabrication d'un transistor du type métal-oxyde-semi-conducteur dans un corps (13) de silicium, ledit
30 procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend

A. la formation d'une couche (14) de silice sur le corps (13) de silicium,

B. la formation d'une couche (15) de nitrure
35 de silicium sur la couche de silice (14),

C. la formation d'une région (17) par attaque avec affouillement de la couche (14) de silice au-dessous

de la couche (15) de nitrure de silicium, sur une distance prédéterminée,

D. la formation d'une couche (18) de silicium polycristallin au-dessus du corps (13) de silicium afin
5 que la région (17) attaquée avec affouillement soit pratiquement remplie,

E. l'enlèvement du silicium polycristallin (18) appliqué dans l'étape précédente sauf dans la zone (17) attaquée avec affouillement,

F. l'enlèvement de nitrure de silicium restant
10 (15, 18),

G. l'enlèvement de toute la silice (14) dans les régions qui ne sont pas recouvertes par le silicium polycristallin (18), et

H. la diffusion d'une matière de dopage (19,
15 20) dans le corps (13) de silicium, dans les régions qui ne sont pas recouvertes par le silicium polycristallin (18).

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications
15 à 17, caractérisé en ce que la largeur de la région
20 (17) attaquée avec affouillement est inférieure à 20 000 Å.

19. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que la gorge (10, 11) d'isolement est pratiquement remplie de silice (12).

20. Procédé selon la revendication 17, caractérisé
25 en ce que la gorge (17) d'isolement porte une mince couche (16) de silice, le reste de la gorge (17) étant pratiquement rempli de silicium polycristallin (18).

21. Procédé selon l'une des revendications 15 et 16, caractérisé en ce qu'une mince couche (6) de silice
30 est présente dans la région (5) attaquée avec affouillement sur le corps (1) de silicium tant que le nitrure de silicium (3) reste dans la région (5) attaquée avec affouillement.

22. Procédé selon la revendication 17, caractérisé
35 en ce qu'une mince couche de silice (16) est présente dans la région (17) attaquée avec affouillement sur le corps (13) de silicium.

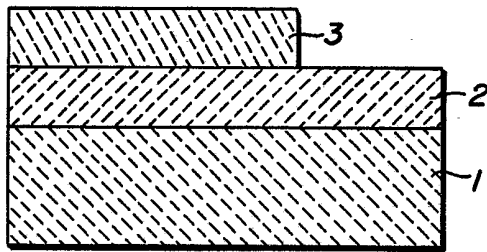


FIG. 1.

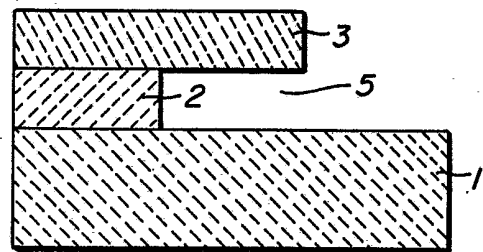


FIG. 2.

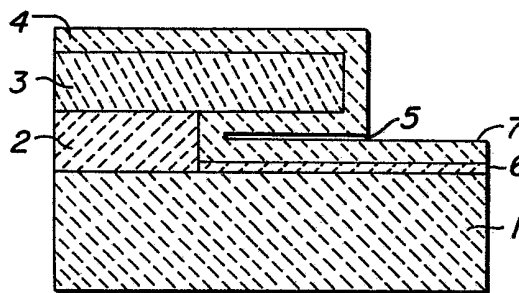


FIG. 3.

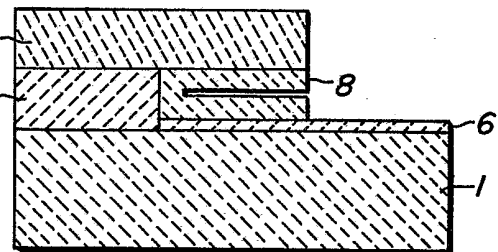


FIG. 4.

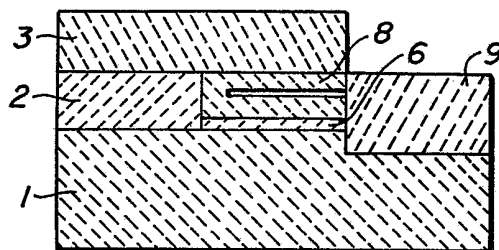


FIG. 5.

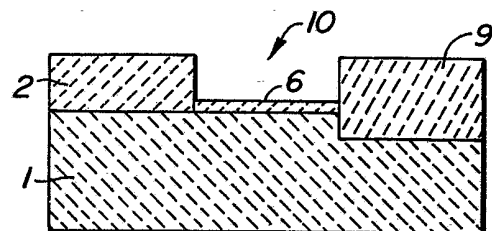


FIG. 6.

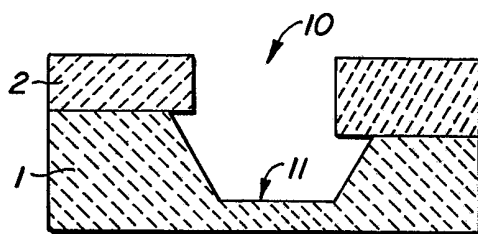


FIG. 7.

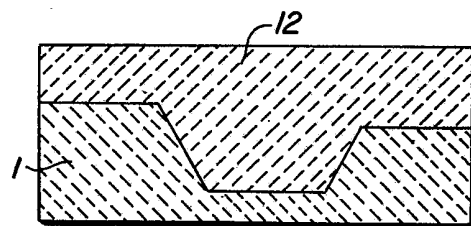


FIG. 8.

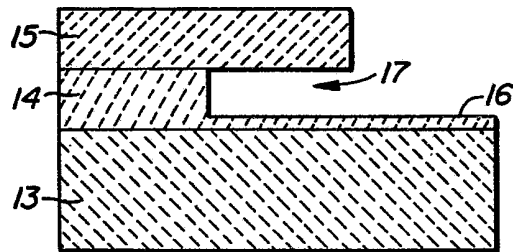


FIG. 9.

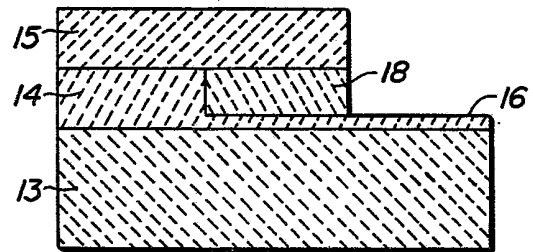


FIG. 10.

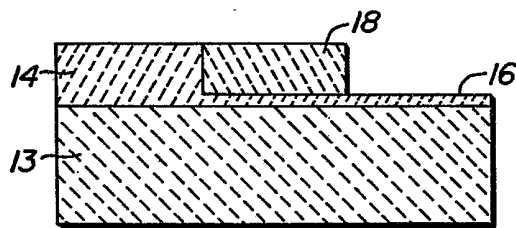


FIG. 11.

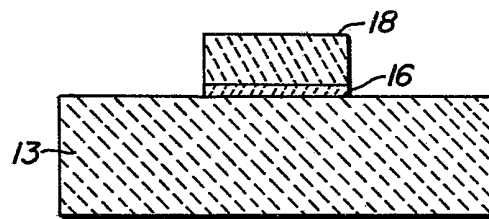


FIG. 12.

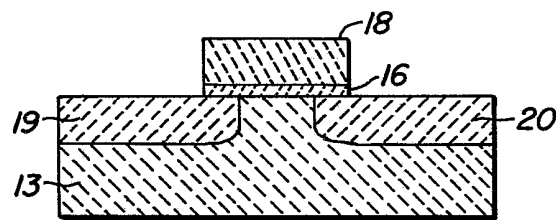


FIG. 13A.

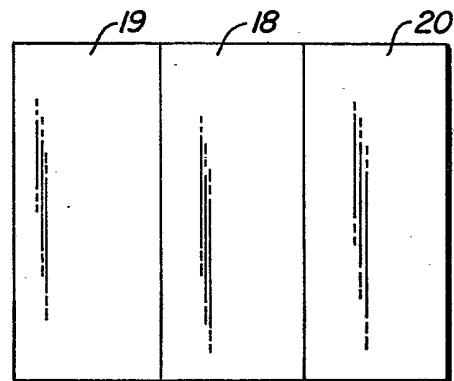


FIG. 13B.