

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 20395

(54) Procédé pour la formation de régions implantées d'ions auto-alignées avec des parties de couches isolantes superposées.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 L 21/265, 21/74.

(22) Date de dépôt..... 6 décembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : US, 10 décembre 1981, n° 329 364.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 24 du 17-6-1983.

(71) Déposant : NV PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, société anonyme de droit néerlandais.
— NL.

(72) Invention de : Manohar Lal Malwah.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Didier Lemoyne, société civile SPID,
209, rue de l'Université, 75007 Paris.

"PROCEDE POUR LA FORMATION DE REGIONS IMPLANTEES D'IONS AUTO-
ALIGNEES AVEC DES PARTIES DE COUCHE ISOLANTES SUPERPOSEES"

05 L'invention concerne un procédé permettant d'appliquer, dans une partie de surface d'un corps semiconducteur, une région implantée présentant un bord qui est auto-aligné par rapport à un bord d'une partie de couche isolante appliquée sur ladite région implantée.

Un tel procédé est connu du brevet britannique 1.432.309.

10 Lors de la réalisation de circuits intégrés semiconducteurs, il est parfois nécessaire d'effectuer des dépôts d'ions dans des régions séparées du corps semiconducteur de façon que l'espace entre les dépôts d'ions soit aligné par rapport à une ouverture dans une couche en matériau isolant située au-dessus des dépôts d'ions. Dans des circuits semiconducteurs à oxyde métallique (circuits MOS) par exemple, une couche épaisse d'oxyde est formée sur la surface du corps semiconducteur. Dans le dispositif fini, l'oxyde sert de support isolant pour des éléments conducteurs aussi bien que de moyen 15 d'isolation électrique d'une région active de transistor par rapport à une autre qui s'étend dans des creux formés dans la couche épaisse d'oxyde. Lors de la réalisation du dispositif, la couche d'oxyde sert de masque pour le décapage chimique sélectif aussi bien que pour le dopage sélectif d'impuretés. Au-dessous de l'oxyde dans le corps semiconducteur, des dépôts ou des interrupteurs de canal d'une concentration d'impuretés suffisante s'étendent dans le corps semiconducteur pour éviter l'effet de transistor indésirable partout à l'extérieur des régions actives de transistor .

25 Un procédé typique, suivi d'une réalisation MOS, est décrit dans le brevet britannique 1.432.309, où les dépôts d'ions pour les interrupteurs de canal sont introduits dans le corps semiconducteur avant que l'oxyde ne soit formé par croissance thermique sur la surface du corps semiconducteur. Cette méthode connue présente plusieurs 30 inconvénients. D'une part, il y a une tendance pour plusieurs dépôts d'ions de diffuser dans les régions actives de transistor par suite

d'activation thermique, ce qui réduit les régions actives. D'autre part, deux photomasques sont nécessaires et doivent être rigoureusement positionnés l'un par rapport à l'autre.

Un autre effet qui contribue à réduire les régions actives est l'effet dit "à bec d'oiseau" dans le processus d'oxydation sélective. Lorsque l'oxyde est formé par croissance thermique, celui-ci se forme au-dessus de la surface aussi bien que dans le corps de la plaque semiconductrice et au-dessous du matériau de masquage d'oxydation, comme du nitrure de silicium. Du fait qu'il se forme au-dessous du masque d'oxydation, tant latéralement que dans la profondeur, l'oxyde soulève le masque d'oxydation, de sorte que, vu en section transversale, la forme de la couche d'oxyde ressemble au bec d'un oiseau, étant épais aux régions non masquées et en pointe vers un point situé quelque peu vers l'intérieur au-dessous du masque d'oxydation. L'effet "à bec d'oiseau" contribue également à réduire les régions actives du fait qu'il élargit la couche d'oxyde dans une partie de la région masquée, de façon à réduire la taille de la région exempte d'oxyde que le masque d'oxydation doit réaliser.

Outre une réduction de la taille des régions actives de transistor, l'effet "à bec d'oiseau" réduit également la largeur des bandes conductrices qui sont formées par un fort dopage de dopant, implanté ou diffusé dans des régions des plaques exemptes d'oxyde, de façon à réduire la conductivité des bandes conductrices.

Selon une autre technique permettant de former des régions actives dans la surface semiconductrice, un trou est formé par décapage à travers la couche d'oxyde et la surface de silicium découverte est décapée dans la région active afin d'enlever les dépôts d'ions introduits préalablement pour former des régions d'interruption de canal. Le décapage de silicium produit l'évidement du silicium au-dessous de l'oxyde. L'évidement est désavantageux du fait que des irrégularités de surface introduisent des problèmes de réflexion lumineuse pendant des étapes ultérieures du processus photolithographique. La hauteur entre la région active et le sommet de l'oxyde qui résulte du décapage de silicium agrave également le problème de recouvrement pour les interconnexions métalliques à l'intérieur et à l'extérieur des régions actives.

Il se produit un grand besoin d'éliminer ou au moins de réduire au minimum les effets indésirables résultant des processus de l'art connu.

Conformément à l'invention, le procédé comme décrit dans le préambule est caractérisé en ce qu'une surface du corps semiconducteur est recouverte d'une couche isolante, que la couche isolante est recouverte d'une première couche de résine photosensible, que la première couche de résine photosensible est recouverte d'une seconde couche de résine photosensible, une ou lesdites première et seconde couches de résine photosensible comportant une résine photosensible positive et l'autre une résine photosensible négative, que seule une région desdites deux couches de résine photosensible présentant une limite correspondant au bord délimitant ladite partie de surface est exposée à un rayonnement auquel sont sensibles les deux couches de résine photosensible, après quoi la partie soluble de la seconde couche de résine photosensible est dissoute et des ions sont implantés à travers ladite première couche de résine photosensible et ladite couche isolante afin de fournir ladite région implantée, l'implantation étant masquée par la combinaison de la seconde partie de couche de résine photosensible non dissoute et la première couche de résine photosensible sousjacente et des parties de couche isolantes, puis, que la première partie de couche de résine photosensible soluble et la seconde partie de couche de résine photosensible sur celle-ci sont enlevées, et que la couche isolante est enlevée par décapage, la partie subsistante de la première couche de résine photosensible faisant office de masque de décapage.

Le procédé conforme à l'invention fournit des parties de couche isolantes qui sont auto-alignées par rapport aux régions implantées sous-jacentes à l'aide d'une simple étape de photomasquage tout en évitant les inconvénients du procédé connu mentionné ci-dessus.

Bien qu'il existe des procédés connus qui décrivent l'utilisation de couches de résine photosensible doubles afin de réaliser une configuration de petits trous, aucun d'eux ne décrit la façon, dont sont réalisées des implantations décalées à partir de et auto-alignées par rapport à la configuration de trous. Les référen-

ces d'art connu décrivent des processus à couche de résine photosensible double pour produire des configurations présentant de petits trous.

Japanese Kokai 53-76757

05 Japanese Kokai 53-89673

Japanese Kokai 55-55531

Japanese Kokai 55-55532.

IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 21,

N° 5, octobre 1978, pages 1900 à 1901.

10 La description ci-après, en se référant aux dessins annexés, le tout donné à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

15 Sur la figure 1, une surface d'un corps semiconducteur ou d'une plaque semiconductrice 10 est munie d'une couche 12 en matériau isolant. Le corps semiconducteur 10 peut compter une plaque en silicium monocristallin destinée à contenir une configuration de circuit intégré de dispositifs MOS. A cet effet, il est désirable de partir d'une plaque en silicium orientée selon 100 qui est dopée d'impuretés appropriées n ou p, dans cet exemple de type p, afin de 20 réaliser les caractéristiques désirées des transistors MOS.

25 Du fait que la couche isolante 12 doit servir d'isolation d'oxyde, elle peut être formée thermiquement dans une ambiance humide, comme par passage de vapeur sur la surface du corps semiconducteur 10, alors que ce dernier est chauffé à environ 1000°C, jusqu'à ce que la couche 12 atteigne une épaisseur d'environ 450 à 600 nm. D'une façon alternative, la couche isolante 12 peut comporter du nitrate de silicium d'une épaisseur appropriée et peut être déposée sur la surface du corps semiconducteur 10 par exposition à un plasma de silane et d'ammoniac à haute fréquence.

30 Les étapes suivantes du processus sont représentées sur la figure 2 et comprennent l'application d'une première couche de résine photosensible négative 14, suivie d'une seconde couche de résine photosensible positive 16. La couche de résine photosensible négative 14 peut être centrifugée d'une façon conventionnelle et cuite à 35 95°C. L'épaisseur de la couche de résine photosensible négative 14 est d'environ 300 nm.

La couche de résine photosensible positive 16 peut être centrifugée d'une façon analogue et cuite à 95°C. Toutefois, son épaisseur est notablement supérieure à celle de la couche de résine photosensible négative 14 et est d'environ 1500 nm.

05 Les couches de résine photosensible 14 et 16 sont ensuite exposées à travers un masque 18, qui permet à la lumière ultraviolette de pénétrer dans les deux couches de résine photosensible 14 lumière dans la région opaque. Les régions transparentes du masque 18 sont représentées d'une façon claire sur la figure 2 et la région opaque est représentée de façon hachurée sur les dessins. 10 Lorsque la plaque est développée avec un agent de développement de résine photosensible positive, les régions exposées de la couche de résine photosensible positive 14 sont dissoutes du fait qu'elles sont rendues plus solubles par suite de l'exposition lumineuse, mais les régions exposées de la couche de résine photosensible négative 16 restent intactes du fait qu'elles étaient polymérisées par l'exposition lumineuse et rendues moins solubles. 15

20 L'étape suivante est représentée sur la figure 3 où la plaque est soumise à une implantation d'ions bore. L'énergie des ions bore est réglée de façon à permettre aux ions de traverser la couche de résine photosensible négative 14 et la couche isolante 12, comme l'oxyde, et de former des régions implantées d'ions ou 25 des interrupteurs de canal 20 s'étendant sur une faible profondeur au-dessous de la surface du corps semiconducteur 10. L'énergie des ions ne suffit pas pour permettre aux ions de pénétrer dans la couche de résine photosensible positive épaisse 16. Le dosage d'ions bore est réglé de façon à obtenir la tension de seuil élevée désirée pour le transistor qui est fourni en fin de compte par la combinaison des interrupteurs de canal 20 et l'oxyde 12 d'une couche 30 conductrice formatrice de trous qui est prévue sur l'oxyde 12 pendant les étapes suivantes du processus. La concentration de bore pour les interrupteurs de canal 20 doit être suffisamment élevée pour porter la tension de seuil de l'interrupteur de canal ou du transistor à un niveau qui suffit pour éviter sa conduction aux 35 niveaux de tension normaux des transistors actifs.

Après l'étape d'implantation d'ions, la couche de résine

photosensible positive non exposée 16 est enlevée par exposition à une concentration élevée de l'agent de développement pendant une longue durée d'approximativement 10 minutes. La couche de résine photosensible positive 16 étant enlevée, la partie de la couche de résine photosensible négative 14 qui est protégée contre l'exposition est maintenant développée et enlevée, de façon qu'il subsiste la structure représentée sur la figure 4. Sur la figure 4, la couche de résine photosensible négative développée 14 est représentée en configuration et présente une ouverture 22 entre et étant auto-alignées par rapport aux bords des interrupteurs de canal 20, une partie de la couche isolante épaisse 12 étant découverte.

La couche de résine photosensible négative résiduelle 14 peut maintenant être utilisée comme masque pour réaliser, par décapage sélectif, une ouverture dans la couche isolante épaisse 12. Dans le cas d'une couche isolante en oxyde 12, l'agent de décapage peut être de l'acide fluorhydrique dilué (HF), et dans le cas d'une couche isolante en nitrure de silicium 12, il est possible d'utiliser le décapage au plasma de nitrure de silicium dans du gaz de CF_4 . Après décapage de la couche isolante 12 suivant la configuration, la couche de résine photosensible négative 14 est enlevée par exposition à une concentration élevée de l'agent de développement pendant une assez longue durée, de façon qu'il subsiste la structure représentée sur la figure 5.

Dans la structure terminale représentée sur la figure 5, l'ouverture 24 dans la couche isolante épaisse 12 et les interrupteurs de canal 20 latéralement espacés sousjacents présentent des bords auto-alignés. Du fait que l'étape d'implantation d'ions pour les interrupteurs de canal 20 s'effectue après la formation de la couche isolante 12, il ne se produit pas d'effet "à bec d'oiseau" résultant du processus d'oxydation sélective. Ainsi, du fait que l'ouverture 24 dans la couche isolante épaisse 12 définit la région d'un transistor actif, il ne produit plus de réduction des dimensions dans la région de transistor active. Bien que non illustré, il est évident qu'un transistor du genre MOS peut être réalisé dans et sur le corps semiconducteur 10 dans les limites de l'ouverture 24 et entre les interrupteurs de canal 20.

Il est également évident qu'au lieu de contenir un transistor, la région semiconductrice active située entre les interrupteurs de canal p^+ 20 et dans les limites de l'ouverture 24 peut être utilisée pour former d'autres dispositifs, comme par exemple une région implantée ou diffusée n^+ pour une interconnexion semiconductrice allongée ou une région de contact n^+ avec laquelle est réalisée une interconnexion métallique.

Du fait que le décapage de silicium pour la formation des régions actives est omis, de grandes irrégularités de surface sont évitées à l'interface entre le corps en silicium 10 et la couche isolante 12. Des problèmes de réflexion lumineuse seront réduits pendant le traitement ultérieur, tout comme le problème de la réalisation de bonnes interconnexions métalliques dans l'ouverture 24.

Il est évident qu'au lieu de la résine photosensible négative, la première couche de résine photosensible peut comprendre la résine photosensible positive, la seconde couche de résine photosensible étant dans ce cas constitué par une résine photosensible négative. Dans ce cas, le photomasque 18 doit être complémentaire, la partie hachurée étant transparente au rayonnement et la partie subsistante étant opaque.

Au lieu de bore ou autres ions accepteurs, il est possible d'utiliser des ions donneurs pour obtenir les régions implantées de type n 20. D'autres matériaux semiconducteurs que le silicium peuvent être utilisés et d'autres méthodes de décapage que le décapage chimique, par exemple le décapage au plasma, peut être utilisé.

REVENDICATIONS :

1. Procédé permettant d'appliquer, dans une partie de surface d'un corps semiconducteur, une région implantée présentant un bord qui est auto-aligné par rapport à un bord d'une partie de couche isolante appliquée sur ladite région implantée, caractérisé en ce qu'une surface du corps semiconducteur (10) est recouverte d'une couche isolante (12), que la couche isolante est recouverte d'une première (14) couche de résine photosensible, que la première couche de résine photosensible est recouverte d'une seconde (16) couche de résine photosensible, une ou lesdites première et seconde couches (14, 16) de résine photosensible comportant une résine photosensible positive et l'autre une résine photosensible négative, que seule une région des dites deux couches de résine photosensible présentant une limite correspondant au bord délimitant ladite partie de surface est exposée à un rayonnement auquel sont sensibles les deux couches de résine photosensible, après quoi la partie soluble de la seconde couche (16) de résine photosensible est dissoute et des ions sont implantés à travers ladite première couche (14) de résine photosensible et ladite couche isolante afin de fournir ladite région implantée (20), l'implantation étant masquée par la combinaison de la seconde partie de couche (16) de résine photosensible non dissoute et la première couche (14) de résine photosensible sousjacente et des parties de couche isolantes (12), puis que la première partie de couche (14) de résine photosensible soluble et la seconde partie de couche (16) de résine photosensible sur celle-ci sont enlevées, et que la couche isolante (12) est enlevée par décapage, la partie subsistante de la première couche (14) de résine photosensible faisant office de masque décapage.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite première couche (14) de résine photosensible comporte une résine photosensible négative et ladite seconde couche (16) de résine photosensible comporte une résine photosensible positive.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce

que le corps semi-conducteur (10) est du silicium et ladite couche isolante (12) comporte de dioxyde de silicium qui est formé par croissance thermique sur ledit silicium.

- 05 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite couche isolante (12) comporte du nitrure de silicium.
5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite couche de dioxyde de silicium présente une épaisseur d'environ 400 à 600 nm.
- 10 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite première couche (14) de résine photosensible présente une épaisseur d'environ 300 nm et ladite seconde couche (16) de résine photosensible présente une épaisseur d'environ 1500 nm.
- 15 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit corps semi-conducteur (10) comporte du silicium de type p et lesdites ions d'impureté comportent des ions bore.
- 20 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite seconde couche (16) de résine photosensible est enlevée par décapage chimique, après quoi ladite partie sous-jacente de la première couche (14) de résine photosensible est enlevée avec un solvant de développement.
- 25 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la couche isolante (12) est enlevée par décapage chimique.
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'après décapage de la couche isolante (12) la partie subsistante de la première couche (14) de résine photosensible est enlevée.
- 30 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite partie subsistante est enlevée par décapage chimique.

1/1

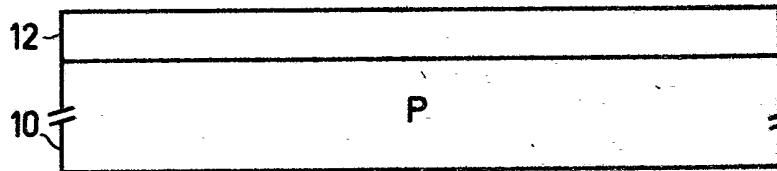


FIG.1

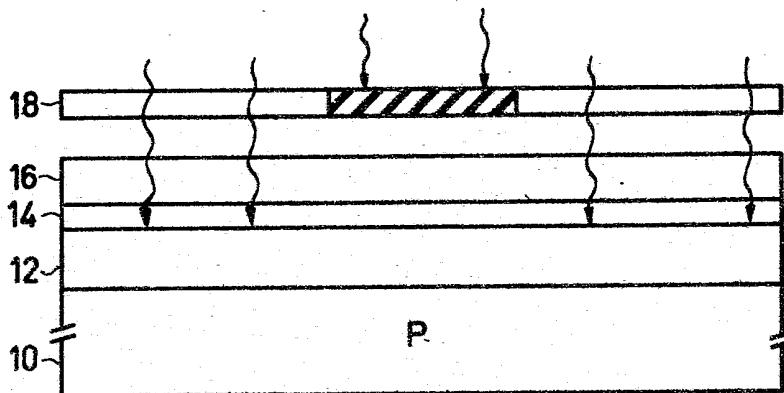


FIG.2

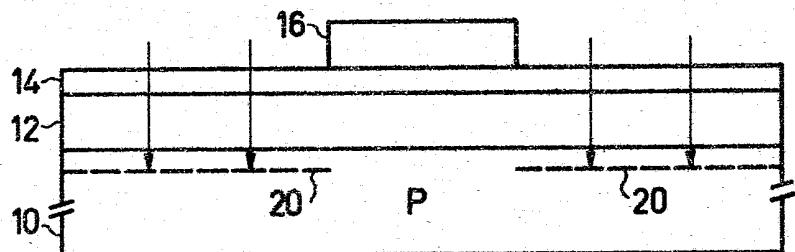


FIG.3

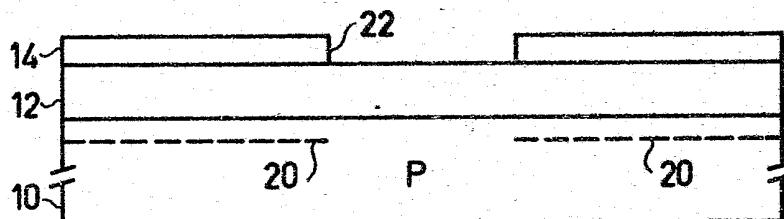


FIG.4

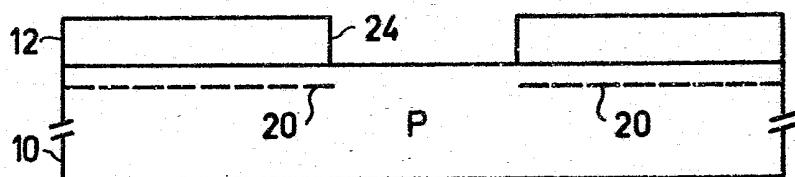


FIG.5