

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 17320

(54)

Transistor V MOS haute tension, et son procédé de fabrication.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 L 29/78.

(22)

Date de dépôt 14 septembre 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 11 du 18-3-1983.

(71)

Déposant : RTC LA RADIOTECHNIQUE-COMPELEC, société anonyme. — FR.

(72)

Invention de : Gérard Robert David, Jean-Claude Vallée et Jacky Caret.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Michel Voidies, société civile SPID,
209, rue de l'Université, 75007 Paris.

"TRANSISTOR V MOS HAUTE TENSION, ET SON PROCEDE
DE FABRICATION"

La présente invention concerne un transistor haute tension à structure MOS formé d'un corps semiconducteur dont la surface est partiellement recouverte d'un film d'oxyde et d'une couche métallique, transistor dans lequel
5 ledit corps semiconducteur comportant, d'une part, au moins deux couches superposées de types de conduction opposés portées par un substrat, et au moins un îlot de même type de conduction que la couche inférieure du corps semiconduc-
10 teur mais localisé dans la couche supérieure, est pourvu d'autre part d'une configuration de sillons creusés en regard de l'îlot localisé à travers ladite couche supérieure pour pénétrer dans la couche inférieure, les flancs et le
15 fond desdits sillons étant recouverts successivement du film d'oxyde et de la couche métallique déposés également à la surface du corps semiconducteur.

La présente invention concerne également le procédé de réalisation dudit transistor.

On connaît les transistors à structure MOS (métal-
oxyde-semiconducteur) formée d'un corps semiconducteur com-
20 portant une première couche semiconductrice d'un premier type de conduction recouverte d'une seconde couche, égale-
ment semiconductrice, d'un second type de conduction opposé au premier, dite couche d'inversion, dans laquelle est créé
25 un îlot localisé du premier type de conduction, la surface de l'ensemble étant recouverte partiellement d'un film iso-
lant d'oxyde et d'une couche métallique.

La première couche du premier type de conduction constitue le drain du transistor dont le canal est formé à
la surface de la seconde couche ou couche d'inversion, la
30 grille étant représentée par la couche métallique et la

source par l'ilôt localisé créé dans ladite seconde couche.

Parmi les configurations de transistors MOS classiques, on connaît notamment celle dite à sillons, ou V MOS, dans laquelle lesdits sillons sont obtenus par décapage anisotrope selon des plans cristallographiques préféren-
5 tiels.

Dans ce type de transistors, les flancs et le fond des sillons sont totalement recouverts du film isolant d'oxyde puis de la couche métallique recouvrant également
10 en partie la surface du corps semiconducteur.

On sait alors que, dans ce cas, le film isolant d'oxyde doit être suffisamment mince pour assurer une sensibilité en courant importante et une faible résistance à l'état passant mais que, par ailleurs, il doit être suffi-
15 samment épais pour que la tenue en tension de rupture soit élevée : en effet, la distorsion des lignes de champ dans la portion des flancs des sillons affleurant la première couche du premier type de conduction, c'est-à-dire la couche inférieure, est d'autant plus importante que l'épaisseur
20 du film isolant d'oxyde est plus faible.

On remarque donc que, dans les conditions actuelles de réalisation des transistors MOS, ces deux critères sont difficilement conciliables simultanément.

La présente invention a pour but de remédier à cet
25 inconvénient.

En effet, la présente invention concerne un transistor haute tension à structure MOS formé d'un corps semiconducteur dont la surface est partiellement recouverte d'un film d'oxyde et d'une couche métallique, transistor dans
30 lequel ledit corps semiconducteur comportant, d'une part, au moins deux couches superposées de types de conduction opposés portées par un substrat et au moins un ilot de même type de conduction que la couche inférieure du corps semiconducteur mais localisé dans la couche supérieure, est pourvu
35 d'autre part d'une configuration de sillons creusés en regard de l'ilot localisé à travers ladite couche supérieure pour pénétrer dans la couche inférieure, les flancs et le

fond desdits sillons étant recouverts successivement du film d'oxyde et de la couche métallique déposés également à la surface du corps semiconducteur, notamment remarquable en ce que, dans le fond de chacun desdits sillons et
5 sur une épaisseur au moins égale à leur profondeur de pénétration dans la couche inférieure dudit corps semiconducteur, est incluse une couche de matière isolante renforçant partiellement ledit film d'oxyde.

La différence d'épaisseur des couches isolantes dans
10 les sillons creusés dans le corps semiconducteur, différence due à l'apport de la nouvelle couche isolante, permet de dissocier les caractéristiques de courant et de tension, c'est-à-dire que l'on peut obtenir une sensibilité de courant importante dans la zone en regard de la couche supérieure
15 du corps semiconducteur et une tension de rupture élevée dans la zone en regard de la couche inférieure.

Dans une forme préférentielle de réalisation, la couche de matière isolante incluse dans le fond de chacun des sillons est disposée entre le film d'oxyde et la couche
20 métallique recouvrant une portion de la surface du corps semiconducteur ainsi que les flancs et le fond des sillons.

Cette disposition préférentielle est liée aux conditions de dépôt de ladite couche de matière isolante et, dans l'état actuel de connaissances des matériaux et des appa-
25 reillages utilisables, il est souhaitable de déposer en premier lieu le film d'oxyde de manière à garantir, d'une part la propreté des flancs des sillons au niveau de la couche d'inversion et, d'autre part, une homogénéité et une étanchéité suffisantes de la couche de matière isolante.

30 Dans le cas le plus général où l'épaisseur du film d'oxyde est de l'ordre de $0,2 \mu\text{m}$, la profondeur de pénétration des sillons dans la couche inférieure du corps semiconducteur et l'épaisseur de la couche de matière isolante sont au moins égales à $1 \mu\text{m}$.

35 Avantageusement, la matière formant ladite couche isolante contient essentiellement un verre généralement obtenu par pyrolyse, ledit verre étant préférentiellement dopé

au bore ou au phosphore pour renforcer ses qualités mécaniques et ses qualités thermiques.

La présente invention concerne également le procédé de réalisation de ce transistor MOS, procédé selon lequel, sur un substrat semiconducteur, on dépose successivement une première couche d'un type de conduction donné, puis une seconde couche d'un type de conduction opposé dans laquelle on crée au moins un flot localisé du type de conduction de ladite première couche, celle-ci et la seconde couche formant respectivement la couche inférieure et la couche supérieure d'un corps semiconducteur dans lequel est creusée une configuration de sillons traversant l'flot localisé et la couche supérieure et pénétrant dans la couche inférieure, procédé selon lequel on dépose ensuite un film d'oxyde sur une portion de la surface du corps semiconducteur et sur les flancs et le fond des sillons, ledit film étant alors recouvert d'une couche métallique, remarquable en ce que, avant le dépôt de la couche métallique, on remplit le fond des sillons d'une couche de matière isolante dont l'épaisseur est au moins égale à la profondeur de pénétration desdits sillons dans la couche inférieure.

Ce procédé permet de renforcer l'épaisseur de film isolant dans la région où une distorsion des lignes de champ intervient sur la tenue du transistor en tension de rupture.

Dans un mode préférentiel de mise en oeuvre du procédé, on dépose à la surface du corps semiconducteur un mélange contenant au moins du verre en suspension dans une solution alcoolique puis, par centrifugation, on fait pénétrer ledit mélange dans le fond des sillons avant de procéder à un recuit à une température appropriée permettant l'élimination des éléments du mélange devenus inutiles.

La viscosité de la solution et les conditions de centrifugation sont choisies pour que, par gravitation, seuls le fond des sillons et la partie inférieure de leurs flancs soient recouverts d'une couche de verre. Le mélange contenant le verre peut également comporter un agent de

dopage dudit verre, bore ou phosphore par exemple, ayant pour but de modifier les caractéristiques mécaniques et thermiques de la couche formée.

5 Généralement, on dépose la couche de matière isolante après le film d'oxyde.

En effet, compte tenu des conditions de température dans lesquelles doivent s'effectuer le dépôt, et notamment le recuit (400°-600° C), de la couche de matière isolante, température inférieure à celle nécessaire à la formation
10 du film d'oxyde (600°-900° C), il est souhaitable de procéder dans l'ordre indiqué ci-dessus de manière à éviter des dégradations éventuelles de ladite couche de matière isolante, dégradations pouvant se présenter sous la forme de craquelures en particulier.

15 Cet ordre des opérations de dépôt permet également de garantir plus aisément une grande propreté des flancs des sillons au niveau de la couche supérieure du corps semiconducteur, c'est-à-dire au niveau de la couche d'inversion.

20 La description qui va suivre, en regard du dessin annexé décrivant des exemples non limitatifs, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure en annexe représente schématiquement et en coupe un transistor V MOS selon l'invention.

25 Conformément à l'invention, le transistor est constitué d'un substrat 1, de type N⁺ par exemple, portant deux couches superposées 2 et 3, la première de type N⁻, la seconde de type P. Dans la couche 3, a été créé localement un flot 4 du même type de conduction que la couche inférieure 2, donc de type N. A partir dudit flot 4, est creu-
30 sée une série de sillons 5 dont la configuration est choisie en fonction des caractéristiques recherchées pour le transistor. Les sillons 5 traversent la couche supérieure 3 du corps semiconducteur formé par les couches 2 et 3, et pénètrent assez profondément dans ladite couche inférieure 2
35 jusqu'à 1 μ m par exemple.

Sur une portion de la surface dudit corps semiconducteur ainsi que sur les flancs et le fond des sillons 5, est déposé un film d'oxyde 6 d'épaisseur très faible, généralement de l'ordre de 0,2 μ m.

5 Conformément à l'invention, dans le fond des sillons 5 et sur une épaisseur au moins égale à la profondeur de pénétration desdits sillons 5 dans la couche 2, ce film d'oxyde 6 est recouvert d'une couche de matière isolante 7, verre par exemple, qui se trouve donc incluse entre ledit
10 film 6 et la couche métallique 8 déposée par la suite.

Pour obtenir ce transistor, on part d'un substrat en silicium de type N⁺ sur lequel on dépose successivement les couches épitaxiales 2 et 3 dopées respectivement d'impuretés d'arsenic ou de phosphore pour la couche 2 et de bore
15 pour la couche 3.

Par diffusion localisée d'impuretés de type N à travers un masque d'oxyde approprié, on crée ensuite l'îlot 4. Par photogravure, on creuse alors les sillons 5 qui traversent en totalité l'îlot 4 et la couche 3, et pénètrent profondément dans la couche 2.
20

Sur les flancs des sillons 5 et sur une portion de la surface du corps semiconducteur, notamment sur l'îlot localisé 4, on réalise par oxydation thermique, à une température de 600° C au moins, le film 6 dont l'épaisseur ne
25 doit guère excéder 0,2 μ m.

Conformément à l'invention, on dépose alors un mélange comportant essentiellement un verre en suspension dans une solution alcoolique : par centrifugation, ledit mélange est concentré et maintenu dans le fond des sillons 5. Un
30 recuit à 400° C environ permet d'éliminer les produits combustibles contenus dans le mélange de manière à ne laisser subsister qu'une couche homogène 7.

La dernière opération consiste à recouvrir la surface du corps semiconducteur et les flancs et le fond des sillons
35 5 d'une couche métallique 8, d'aluminium par exemple, que l'on grave ensuite pour lui donner la configuration appropriée. Le dépôt de cette couche est effectué par des moyens

classiques de métallisation.

Simultanément au dépôt de la couche métallique 8, on crée une plage de contact 9 mettant en court-circuit la couche 3 et l'îlot 4, et l'on a alors un transistor MOS 5 dont la source est l'îlot 4, le drain est constitué par la couche 2, la grille est la couche métallique 8, et le canal est formé à la surface de la couche d'inversion 3.

REVENDEICATIONS :

1. Transistor haute tension à structure MOS formé d'un corps semiconducteur dont la surface est partiellement recouverte d'un film d'oxyde (6) et d'une couche métallique (8), transistor dans lequel ledit corps semiconducteur comportant, d'une part, au moins deux couches superposées (2, 3) de types de conduction opposés portées par un substrat (1) et au moins un îlot (4) de même type de conduction que la couche inférieure (2) du corps semiconducteur mais localisé dans la couche supérieure (3), est pourvu, d'autre part, d'une configuration de sillons (5) creusés en regard de l'îlot localisé (4) à travers ladite couche supérieure (3) pour pénétrer dans la couche inférieure (2), les flancs et le fond desdits sillons (5) étant recouverts successivement du film d'oxyde (6) et de la couche métallique (8) déposés également à la surface du corps semiconducteur, caractérisé en ce que, dans le fond de chacun desdits sillons (5) et sur une épaisseur au moins égale à leur profondeur de pénétration dans la couche inférieure (2) dudit corps semiconducteur, est incluse une couche de matière isolante (7) renforçant localement ledit film d'oxyde (6).
2. Transistor selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche de matière isolante (7) incluse dans le fond de chacun des sillons (5) est disposée entre le film d'oxyde (6) et la couche métallique (8) recouvrant une portion de la surface du corps semiconducteur ainsi que les flancs et le fond des sillons (5).
3. Transistor selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'épaisseur du film d'oxyde (6) est de l'ordre de $0,2\ \mu\text{m}$, et en ce que la profondeur de pénétration des sillons (5) dans la couche inférieure (2) du corps semiconducteur et l'épaisseur de la couche de matière isolante sont au moins égales à $1\ \mu\text{m}$.
4. Transistor selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ladite couche isolante (7) contient essentiellement du verre.
5. Transistor selon la revendication 4, caracté-

térisé en ce que le verre contenu dans la matière isolante (7) est dopé au bore.

05 6. Transistor selon la revendication 4, caractérisé en ce que le verre contenu dans la matière isolante (7) est dopé au phosphore.

7. Procédé de réalisation du transistor conforme aux revendications 1 à 6, procédé selon lequel, sur un substrat semiconducteur (1), on dépose successivement une première couche (2) d'un type de conduction donné, puis
10 une seconde couche (3) d'un type de conduction opposé dans laquelle on crée au moins un filot localisé (4) du type de conduction de ladite première couche (2), celle-ci et la seconde couche formant respectivement la couche inférieure et la couche supérieure d'un corps semiconducteur dans lequel est creusée une configuration de sillons (5) traversant l'filot localisé (4) et la couche supérieure (3), et pénétrant dans la couche inférieure (2), procédé selon lequel on dépose ensuite un film d'oxyde (6) sur une portion
15 de la surface du corps semiconducteur et sur les flancs et le fond des sillons (5), ledit film étant alors recouvert d'une couche métallique (8), caractérisé en ce que, avant le dépôt de la couche métallique (8), on remplit le fond des sillons (5) d'une couche de matière isolante (7) dont l'épaisseur est au moins égale à la profondeur de pénétration desdits sillons (5) dans la couche inférieure (2).
20
25

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que, à la surface du corps semiconducteur, on dépose un mélange contenant au moins du verre en suspension dans une solution alcoolique puis en ce que, par centrifugation, on fait pénétrer ledit mélange dans le fond des sillons (5) avant de procéder à un recuit à une température appropriée permettant l'élimination des éléments du mélange devenus inutiles.
30

9. Procédé selon l'une des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que l'on dépose la couche de matière isolante (7) après le film d'oxyde (6).
35

1/1

