

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 543 739

②1 N° d'enregistrement national :

83 05246

⑤1 Int Cl³ : H 01 L 21/76.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 mars 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 5 octobre 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE-COMPE-
LEC Société anonyme. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Bernard Vertongen et Jean-Louis Vite.

⑦3 Titulaire(s) :

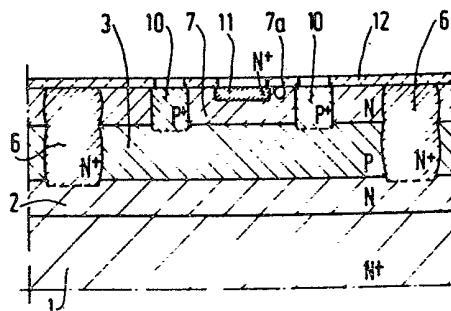
⑦4 Mandataire(s) : Michel Voidies.

⑤4 Procédé de réalisation d'un transistor bipolaire haute tension.

⑤7 Procédé de réalisation d'un transistor bipolaire haute ten-
sion dans un caisson créé à l'aide de cloisons d'isolement 6
dans trois couches épitaxiales superposées 2, 3, 7 de types
de conduction alternés, portées par un substrat 1.

Procédé caractérisé en ce que l'on réalise les cloisons 6 à
partir de deux portions 6a, 6b, la première portion 6a créée
avant le dépôt de la couche épitaxiale superficielle 7, la
seconde portion 6b créée après le dépôt de ladite couche.

Application à la réalisation dans le procédé « RESURF » de
dispositifs semi-conducteurs comportant au moins un transistor
de puissance haute tension.



FR 2 543 739 - A1

"PROCEDE DE REALISATION D'UN TRANSISTOR BIPOLAIRE
HAUTE TENSION"

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'un dispositif semiconducteur comportant au moins un transistor bipolaire haute tension obtenu à partir d'au moins trois couches épitaxiales superposées de types de con-
5 duction alternés constituant successivement, entre autres, le collecteur, la base et l'émetteur dudit transistor et déposées sur un substrat faisant fonction de support, ledit dispositif étant inclus dans un caisson dont les cloisons latérales d'isolement, de même type de conduction que la
10 couche épitaxiale superficielle et que la couche épitaxiale la plus profonde, pénètrent dans cette dernière après avoir traversé la couche épitaxiale intermédiaire de forte épaisseur et de type de conduction opposé, procédé selon lequel d'une part l'épaisseur et la concentration de la couche
15 superficielle sont telles que, en appliquant une tension inverse entre celle-ci et la couche intermédiaire, la zone désertée engendrée par cette tension s'étende notablement dans la couche la plus profonde pour une valeur de ladite tension inférieure à la tension de claquage de la jonction d'isolement créée le long des cloisons latérales, et selon
20 lequel, d'autre part, la distance séparant lesdites cloisons latérales d'isolement des îlots de prise de contact de la couche intermédiaire est supérieure à la largeur de la zone désertée créée autour de la jonction d'isolement.

25 La présente invention concerne également le dispositif obtenu par ce procédé.

On sait que dans les composants semiconducteurs bipolaires planaires de type classique sont formées des jonctions dites "actives" créées à partir de couches épitaxiales
30 superposées de types de conduction alternés participant au

fonctionnement desdits composants, et isolées dans un compartiment ou caisson.

Lorsqu'il s'agit de transistors haute tension, le problème de cet isolement, notamment l'isolement latéral, est très important et il est connu alors, pour améliorer les caractéristiques électriques de ces composants, de donner auxdites jonctions actives une structure plane. Pour ce faire, dans un premier temps, chaque caisson a donc été délimité latéralement à l'aide de gorges creusées à partir de la surface du corps semiconducteur portant lesdits transistors pour donner à ces derniers une configuration connue des spécialistes sous le nom de "mésa". Eventuellement et selon la valeur des tensions appliquées, la surface de la gorge peut être recouverte d'une couche isolante d'oxyde.

Cette solution présente cependant certains inconvénients. En effet, la présence de gorges dans le corps semiconducteur rend celui-ci fragile et, lors du sciage, opération nécessaire à la séparation des composants unitaires disposés sur une même plaquette, celle-ci qui se trouve soumise à des contraintes relativement importantes, présente souvent un certain nombre de fêlures, voire même de cassures à des endroits non désirés : d'où un rendement médiocre et un coût élevé, l'opération de sciage ayant lieu après l'élaboration des parties actives des composants. Par ailleurs, le creusage de la gorge est lui-même difficile car l'attaque chimique nécessaire au décapage représente une opération longue nécessitant une protection efficace des régions actives à sauvegarder.

Un autre procédé consiste à remplacer les gorges par des îlots en forme de cloisons contenant en forte concentration des impuretés de type de conduction opposé à celui de certaines couches épitaxiales qu'ils traversent. Dans ces conditions, se trouve créée une jonction P-N d'isolement qui enveloppe les jonctions actives.

Dans bon nombre de cas, quelle que soit la valeur de la tension de claquage susceptible d'être atteinte au niveau des jonctions actives, ledit claquage autour de ces jonctions

est précédé par celui produit en surface autour de la jonction d'isolement, ceci étant dû notamment à la mauvaise répartition du champ autour de cette jonction et à la courbure de cette dernière. Cet état de fait peut cependant être

5 corrigé en faisant appel au procédé connu des spécialistes sous le vocable de "RESURF" à partir duquel a pu être réalisé le dispositif décrit dans le brevet français 2 415 370. Les avantages de ce procédé sont liés à un choix adéquat, d'une part du produit N.d de la concentration N de dopage

10 de la couche épitaxiale de type opposé à celui des îlots d'isolement par l'épaisseur d de ladite couche et, d'autre part, de la valeur L représentant la distance entre les îlots d'isolement et l'îlot de prise de contact de cette même couche épitaxiale.

15 Néanmoins, lorsqu'il s'agit de réaliser des transistors de puissance dits à haute tension, ce procédé n'est pas applicable dans les conditions actuelles de réalisation. En effet, ceux-ci sont obtenus à partir d'au moins trois couches épitaxiales successives de types de conduction alternés.

20 Dans ces conditions, la mise en oeuvre du procédé ci-dessus décrit nécessiterait des diffusions de cloisons d'isolement jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 20 à 25 μm au moins. Compte tenu de la durée et des conditions thermiques, physiques et chimiques de telles diffusions, celles-ci entraînent

25 alors des variations de l'épaisseur et de la concentration desdites couches. Par ailleurs, la diffusion profonde des cloisons d'isolement exige une bonne protection de la surface de la couche épitaxiale supérieure déposée sur le cristal semiconducteur. Cette protection ne peut être assurée que

30 par une couche épaisse d'oxyde sur laquelle seront déposées par la suite les couches métalliques de prise de contact. En conséquence, pour éviter la détérioration desdites couches métalliques, notamment leur rupture à l'aplomb de la tranche des ouvertures pratiquées dans la couche d'oxyde, la

35 gravure de cette dernière, pour obtenir lesdites ouvertures, devra être du type dit "en pente douce". Or, on sait que cette opération est délicate, fastidieuse et de longue durée.

La présente invention a pour but de permettre l'application du procédé RESURF à la réalisation de transistors haute tension en remédiant aux inconvénients mentionnés ci-dessus.

5 En effet, la présente invention concerne un procédé de réalisation d'un dispositif semiconducteur comportant au moins un transistor bipolaire haute tension obtenu à partir d'au moins trois couches épitaxiales superposées de types de conduction alternés constituant successivement, entre
10 autres, le collecteur, la base et l'émetteur dudit transistor et déposées sur un substrat faisant fonction de support, ledit dispositif étant inclus dans un caisson dont les cloisons latérales d'isolement, de même type de conduction que la couche épitaxiale superficielle et que la couche épitaxiale la plus profonde, pénètrent dans cette dernière après
15 avoir traversé la couche épitaxiale intermédiaire, de forte épaisseur et de type de conduction opposé, procédé selon lequel, d'une part l'épaisseur et la concentration de la couche superficielle sont telles que, en appliquant une tension inverse entre celle-ci et la couche intermédiaire, la zone désertée engendrée par cette tension s'étende notablement dans la couche la plus profonde pour une
20 valeur de ladite tension inférieure à la tension de claquage de la jonction d'isolement créée le long des cloisons latérales et selon lequel, d'autre part, la distance séparant lesdites cloisons latérales d'isolement des flots de prise de contact de la couche intermédiaire est supérieure à la largeur de la zone désertée créée autour de la jonction d'isolement, procédé notamment remarquable en ce que les
25 cloisons latérales d'isolement sont élaborées en au moins deux étapes, une première portion étant créée avant le dépôt de la couche épitaxiale superficielle à partir de la surface de la couche dite intermédiaire préalablement déposée et de profondeur au moins égale à l'épaisseur de cette dernière et
30 une seconde portion étant ensuite créée en regard de la première après le dépôt de ladite couche superficielle et à partir de la surface de celle-ci.

L'élaboration des cloisons latérales d'isolement en deux étapes distinctes permet de réduire les effets, sur l'épaisseur et la concentration des couches épitaxiales, des opérations nécessaires.

5 C'est ainsi que l'on réduit notablement la durée de diffusion des cloisons d'isolement, diffusion qui, compte tenu des conditions dans lesquelles elle était habituellement pratiquée provoquait une rediffusion transversale et une rediffusion latérale des impuretés contenues dans les
10 couches épitaxiales dont la structure se trouvait alors modifiée.

Par ailleurs, la réduction de la durée de diffusion permet de limiter l'épaisseur de la couche d'oxyde de protection déposée à la surface de la couche épitaxiale superficielle. Cette amélioration permet d'éviter la gravure dite
15 "en pente douce" lors de l'ouverture des fenêtres dans cette couche d'oxyde.

De préférence, les deux portions des cloisons d'isolement sont obtenues par une diffusion appropriée d'une quantité déterminée d'impuretés donnant le type de conduction
20 choisi.

Avantageusement, pour diminuer la profondeur de la diffusion de la seconde portion des cloisons d'isolement effectuée à partir de la surface extérieure de la couche épitaxiale superficielle et avant de réaliser ladite diffusion, on creuse dans ladite couche et à partir de cette surface
25 extérieure une gorge située à l'aplomb de la première portion des cloisons d'isolement et de même configuration, la profondeur de ladite gorge restant inférieure à l'épaisseur de ladite couche épitaxiale superficielle.
30

De préférence, la profondeur de la gorge creusée dans la couche épitaxiale superficielle est égale à la moitié de l'épaisseur de ladite couche.

La présente invention concerne également le dispositif obtenu par ce procédé dans un substrat semiconducteur recouvert de trois couches épitaxiales successives et isolé
35 dans un caisson à l'aide de cloisons traversant au moins la

couche épitaxique superficielle et la couche épitaxique intermédiaire, notamment remarquable en ce que lesdites cloisons d'isolement comportent deux îlots situés à l'aplomb l'un de l'autre, de même type de conduction et en contact
5 entre eux.

Dans une forme préférentielle de réalisation, les cloisons d'isolement dudit dispositif comportent une gorge creusée dans la couche épitaxique superficielle.

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

Les figures 1, 2 et 3 représentent schématiquement et en coupe diverses étapes de mise en oeuvre du procédé selon l'invention dans le but d'obtenir le dispositif illus-
15 tré par la figure 4.

La figure 5 représente une variante de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

Il est à noter que, sur les figures, les dimensions sont considérablement exagérées et non proportionnées, ceci
20 afin de rendre les dessins plus clairs.

Selon les figures 1 à 3, pour obtenir un dispositif haute tension par le procédé conforme à l'invention, on part d'un substrat semiconducteur 1 d'un premier type de conduction donné, par exemple N, et à forte concentration d'impuretés de ce type.
25

A la surface de ce substrat 1 faisant fonction de support mécanique, on dépose successivement une couche épitaxique 2 de même type de conduction que ledit substrat, mais de forte résistivité, puis une couche épitaxique 3 d'un
30 second type de conduction opposé au premier, donc P.

La couche profonde 2, destinée à former le collecteur du ou des transistors haute tension créés dans le dispositif, aura donc une épaisseur voisine d'une dizaine de μm , alors que la couche 3, qui formera la base et dans laquelle sont
35 prévus d'autres éléments, aura donc une épaisseur de l'ordre d'au moins 10 μm , généralement de l'ordre de 15 μm .

A partir de la surface 3a de ladite couche 3 et par des ouvertures 4 pratiquées dans une couche d'oxyde 5 recouvrant cette surface 3a, on diffuse localement des impuretés de type N dans une concentration importante et à une profondeur au moins égale à l'épaisseur de la couche 3. Les îlots 6a ainsi formés constituent la première portion des cloisons d'isolement conformes à l'invention (figure 1).

Après avoir éliminé la couche d'oxyde 5, l'opération suivante consiste à déposer une couche épitaxique superficielle 7 du premier type de conduction et de résistivité élevée. Les conditions thermiques nécessaires au dépôt de cette couche 7 font que les îlots 6a créés préalablement dans la couche intermédiaire 3 évoluent légèrement et pénètrent ainsi plus profondément dans la couche profonde 2 et progressent également dans ladite couche 7 en cours de formation (figure 2).

La dernière phase des opérations nécessaires à la mise en place des cloisons d'isolement consiste à recouvrir la surface 7a de la couche épitaxique superficielle 7 d'une nouvelle couche isolante d'oxyde 8 dans laquelle on ouvre ensuite des fenêtres 9 en regard des îlots 6a déjà existants.

Par ces fenêtres 9, on diffuse alors localement des impuretés de type N qui progressent à travers l'épaisseur de la couche 7 pour atteindre la première portion 6a des cloisons d'isolement, les îlots 6b ainsi créés constituant la seconde portion desdites cloisons (figure 3).

Lorsqu'elles sont reliées entre elles, lesdites portions 6a et 6b forment alors les cloisons d'isolement 6.

On constate que les tolérances d'alignement des îlots 6b par rapport aux îlots 6a ne sont pas critiques, le seul critère indispensable étant que lesdits îlots soient en contact entre eux d'une manière continue.

La suite des opérations nécessaires à la réalisation du dispositif haute tension illustré par la figure 4 ne fait appel qu'à des techniques du procédé "RESURF" classiques bien connues des spécialistes : c'est ainsi que seront effectuées successivement la diffusion localisée des îlots 10 de

prise de contact de base, puis la diffusion localisée de
5 l'îlot 11 d'émetteur à travers une nouvelle couche d'oxyde
12. Pour diminuer leur effet sur l'ensemble du dispositif,
la diffusion des îlots 6b de type N+ et celle des prises de
contact 10 peuvent être avantageusement réalisées simulta-
nément.

10 Dans une variante illustrée par la figure 5, avant
de diffuser les îlots 6b de type N+, on creuse dans la cou-
che 7, à partir de sa surface extérieure 7a, des sillons 13
sensiblement en regard des îlots 6a et de profondeur généra-
lement égale à la moitié de l'épaisseur de ladite couche 7.

15 Cette solution a pour but de diminuer la durée de
l'opération de diffusion des îlots 6b et de restreindre
ainsi les effets de cette opération sur l'ensemble du dis-
positif.

Quel que soit le mode de mise en oeuvre choisi, l'é-
20 paisseur de la couche intermédiaire 3 est de l'ordre de
15 μm et celle de la couche superficielle 7 d'environ 10 μm .
La distance qui sépare les cloisons latérales d'isolement 6
des prises de contact de base 10 est au moins égale à l'é-
paisseur de la zone désertée créée autour de la jonction
25 d'isolement desdites cloisons 6 : ce critère, indispensable
au bon fonctionnement du dispositif, n'impose aucune con-
trainte particulière de réalisation compte tenu du niveau de
précision auquel sont arrivés les moyens de photogravure.

- REVENDEICATIONS -

1. Procédé de réalisation d'un dispositif semiconducteur comportant au moins un transistor bipolaire haute tension obtenu à partir d'au moins trois couches épitaxiales (2, 3, 7) superposées de types de conduction alternés

5 constituant successivement, entre autres, le collecteur, la base et l'émetteur dudit transistor et déposées sur un substrat (1) faisant fonction de support, ledit dispositif étant inclus dans un caisson dont les cloisons latérales d'isolement (6), de même type de conduction que la couche

10 épitaxiale superficielle (7) et que la couche épitaxiale la plus profonde (2), pénètrent dans cette dernière après avoir traversé la couche épitaxiale intermédiaire (3) de forte épaisseur et de type de conduction opposé, procédé selon lequel, d'une part l'épaisseur et la concentration de la

15 couche superficielle (7) sont telles que, en appliquant une tension inverse entre celle-ci et la couche intermédiaire (3), la zone désertée engendrée par cette tension s'étende notablement dans la couche la plus profonde (2) pour une valeur de ladite tension inférieure à la tension de claquage

20 de la jonction d'isolement créée le long des cloisons latérales (6) et selon lequel, d'autre part, la distance séparant lesdites cloisons latérales d'isolement (6) des îlots (10) de prise de contact de la couche intermédiaire est supérieure à la largeur de la zone désertée créée autour de

25 la jonction d'isolement (6), caractérisé en ce que les cloisons latérales d'isolement (6) sont élaborées en au moins deux étapes, une première portion (6a) étant créée avant le dépôt de la couche épitaxiale superficielle (7) à partir de la surface de la couche dite intermédiaire (3) préalablement

30 déposée et de profondeur au moins égale à l'épaisseur de cette dernière et une seconde portion (6b) étant ensuite créée en regard de la première (6a) après le dépôt de ladite couche superficielle (7) et à partir de la surface de celle-ci.

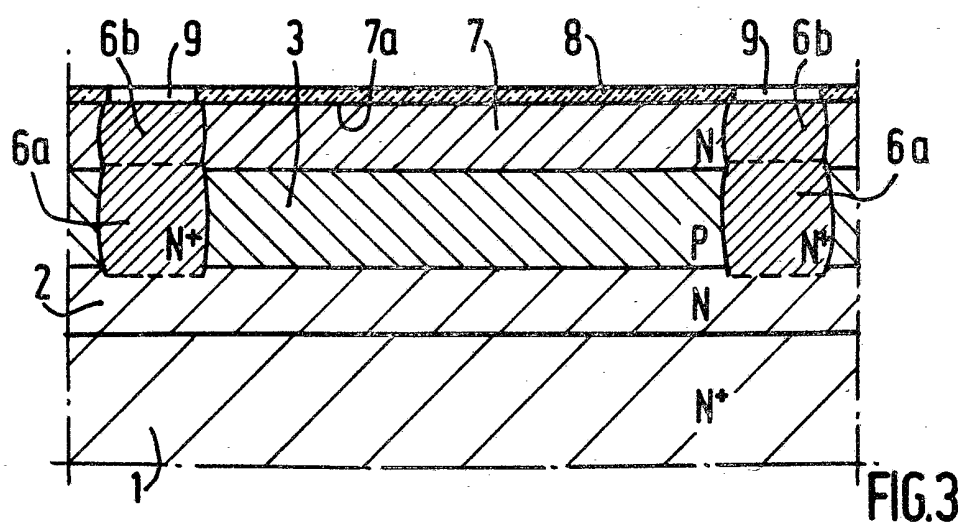
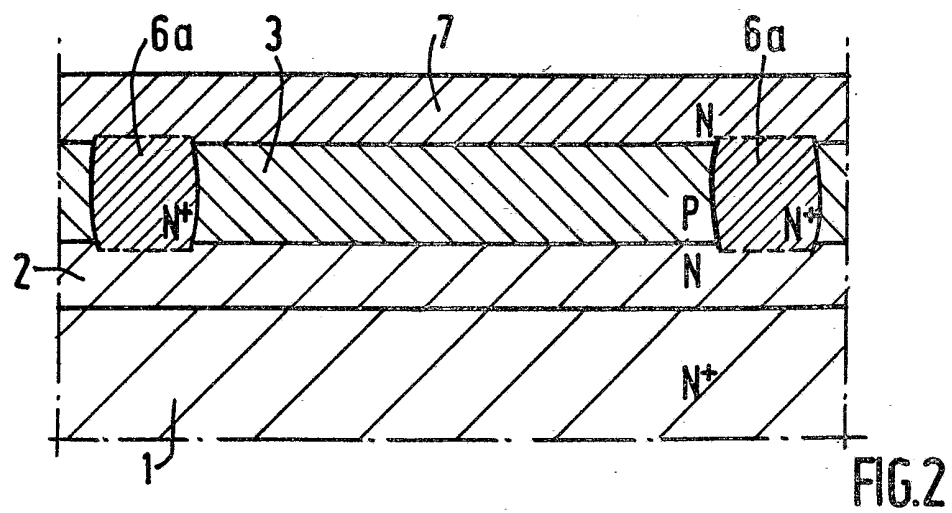
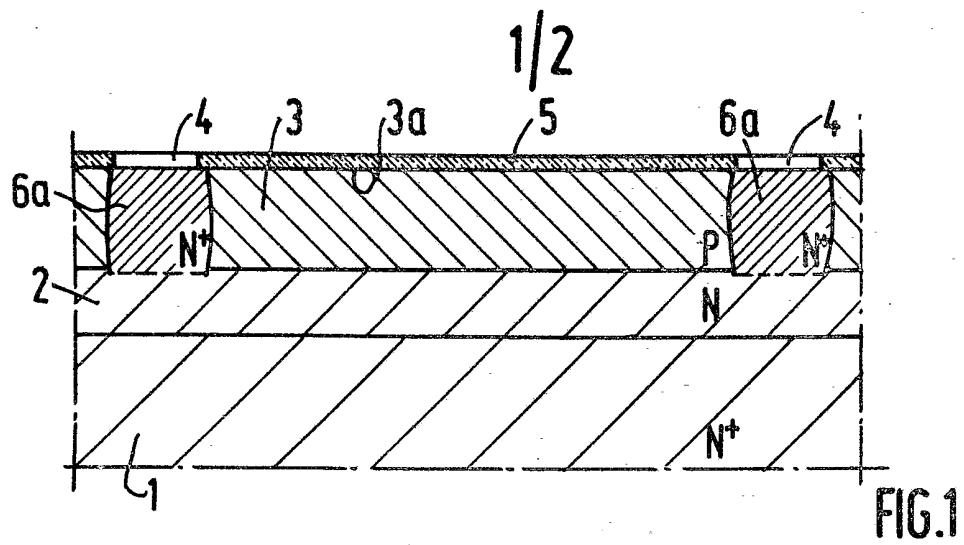
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux portions (6a, 6b) des cloisons d'isolement (6) sont obtenues par diffusion d'impuretés du type de conduction approprié.

5 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, avant de réaliser la seconde portion (6b) des cloisons d'isolement (6), on creuse dans la couche épitaxique superficielle (7) et à partir de la surface extérieure (7a) de ladite couche une gorge (13) située à
10 l'aplomb de la première portion (6a) des cloisons d'isolement (6) et de même configuration, la profondeur de ladite gorge (13) restant inférieure à l'épaisseur de ladite couche épitaxique superficielle (7).

15 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la profondeur de la gorge (13) creusée dans la couche épitaxique superficielle (7) est égale à la moitié de l'épaisseur de ladite couche.

20 5. Dispositif obtenu par le procédé conforme à l'une des revendications 1 à 4 dans un substrat semiconducteur (1) recouvert de trois couches épitaxiques successives (2, 3, 7) et isolé dans un caisson à l'aide de cloisons (6) traversant au moins la couche épitaxique superficielle (7) et la couche épitaxique intermédiaire (3), caractérisé en ce que lesdites cloisons d'isolement (6) comportent deux îlots (6a, 6b)
25 situés à l'aplomb l'un de l'autre, de même type de conduction et en contact entre eux.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les cloisons d'isolement (6) comportent une gorge (13) creusée dans la couche épitaxique superficielle (7).



2/2

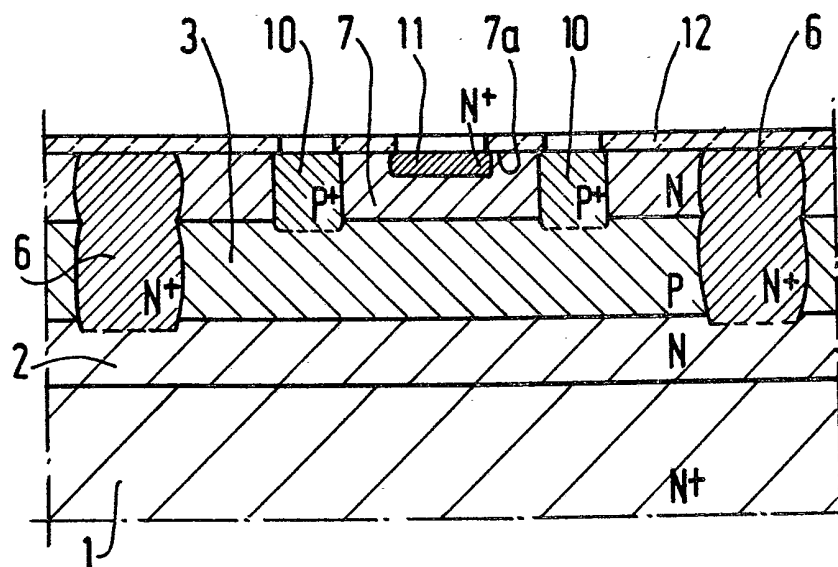


FIG. 4

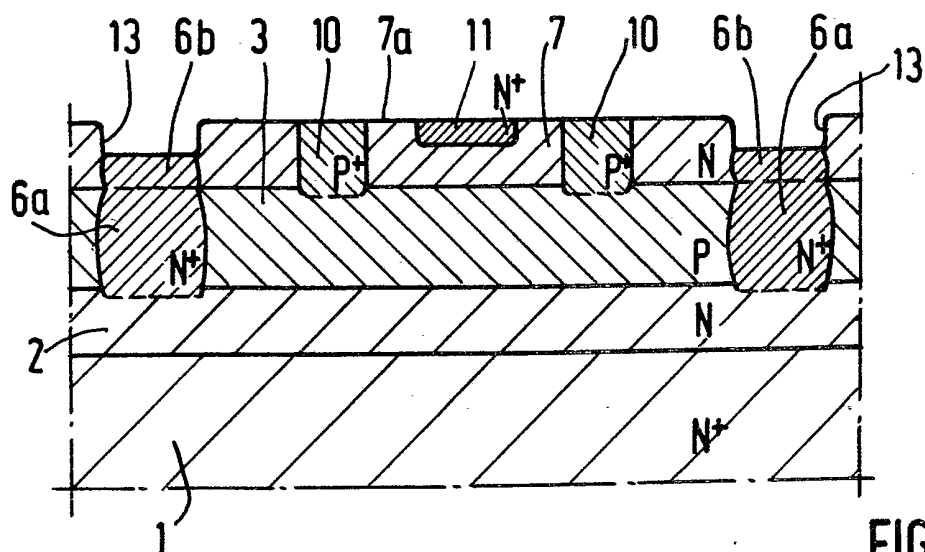


FIG. 5