

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

**2 459 551**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

**N° 79 15661**

(54) Procédé et structure de passivation à autoalignement sur l'emplacement d'un masque.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 L 21/32.

(22) Date de dépôt..... 19 juin 1979, à 14 h 30 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 9-1-1981.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, SA, résidant en France.

(72) Invention de : André Peyre-Lavigne.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Michel de Beaumont, SPI-C, SCPI,  
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

La présente invention concerne un procédé et une structure de passivation à autoalignement sur l'emplacement d'un masque. Plus particulièrement, la présente invention concerne un procédé d'autoalignement d'une couche de passivation déposée 5 par voie chimique en phase vapeur sur l'emplacement d'un masque de diffusion.

Lors de la fabrication d'un dispositif de type planar, on est amené au cours de certaines étapes à réaliser des diffusions dans une plaquette semiconductrice au travers d'ouvertures 10 choisies ménagées dans un masque formé sur la plaquette semiconductrice, ce masque étant par exemple constitué d'une couche d'oxyde thermique ou pyrolytique. La diffusion pénètre dans la plaquette semiconductrice et s'étend transversalement sous la couche de masquage. Cette couche de masquage peut être maintenue 15 lors des étapes ultérieures de fabrication pour servir de passivation à l'affleurement en surface de la jonction. Néanmoins, dans certains cas, le courant de fuite au voisinage de l'affleurement de jonction peut être trop élevé avec une telle couche de passivation. On préfère alors remplacer la couche de masquage 20 par une couche ou un ensemble de couches d'autres matériaux de passivation déposés par voie chimique en phase vapeur. On envisagera ici plus particulièrement le cas où l'on souhaite utiliser comme agent de passivation du silicium polycristallin dopé à l'oxygène, appelé ci-après sipox, mais l'invention s'applique 25 également au cas d'autres dépôts chimiques en phase vapeur, par exemple du nitrure de silicium ou de la silice, dopée ou non.

Pour mieux faire ressortir les inconvénients des procédés de l'art antérieur, on va d'abord décrire ci-après de façon détaillée en relation avec les figures 1a à 1g un procédé de l'art antérieur pour remplacer un masque d'oxyde par une couche de sipox.

On considère initialement une structure semiconductrice comprenant une couche 1 de type n revêtue sur sa face inférieure d'une couche 2 de type  $n^+$  et dans la face supérieure de laquelle est diffusée une couche 3 de type  $p^+$ . Cette couche localisée 3 35 est obtenue par diffusion à travers une couche de masquage 4, constituée par exemple d'un oxyde. Le procédé de diffusion choisi est tel qu'il se produit au-dessus de la zone diffusée 3, une couche d'oxyde mince 5.

Dans la figure suivante, 1b, on a illustré le dépôt d'une couche de résine photosensible 6 au-dessus de la partie plus mince 5 de la couche d'oxyde, c'est-à-dire au-dessus des ouvertures de la couche de masquage 4.

5 La figure 1c illustre l'état de la structure après attaque de la couche de silice 4 et enlèvement de la couche de résine photosensible 6.

Dans une étape ultérieure, illustrée en figure 1d, on dépose sur les deux faces du dispositif une première couche de 10 silicium polycristallin dopé à l'oxygène (sipox) 7 suivie d'une deuxième couche de nitrure de silicium 8.

15 Dans l'étape de la figure 1e, une couche de résine 9 est déposée sur la face supérieure de la plaquette et ouverte dans une région correspondant sensiblement aux ouvertures du premier masque 4. Après attaque chimique, on obtient la structure représentée en figure 1f.

20 Dans l'étape suivante, illustrée en figure 1g, la partie apparente de la couche de silice 5 est enlevée par attaque chimique. On notera qu'il demeure des portions latérales 5' et 5" de cette couche d'oxyde 5 enfermées sous la structure de passivation comprenant la couche de sipox 7 et la couche de nitrure de silicium 8.

25 Ainsi, dans ce procédé de l'art antérieur, on notera qu'il est prévu deux masquages : le premier pour former la couche de résine localisée 6, de la figure 1b, le deuxième pour former l'ouverture localisée dans la couche de résine 9. C'est à cause de ces deux masquages que l'on est obligé de prévoir une certaine tolérance dans les dimensions des masques pour être certain que la couche de sipox finalement obtenue 30 recouvrira suffisamment la zone 3 de type p<sup>+</sup>.

35 Un objet de la présente invention est de prévoir un nouveau procédé permettant de déposer une structure de passivation dont la couche de base est déposée par voie chimique en phase vapeur, cette couche étant autoalignée sur une couche de masquage initiale à travers les ouvertures de laquelle a été formée une diffusion localisée dans une plaquette semiconductrice.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir

un tel procédé qui soit simple à mettre en œuvre industriellement.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un tel procédé qui se prête de façon particulièrement simple au 5 dépôt d'une couche de métallisation dans l'ouverture ménagée dans la structure de passivation.

Ces objets ainsi que d'autres sont atteints selon la présente invention en prévoyant un procédé d'obtention d'une structure de passivation localisée comprenant une couche de 10 base déposée par voie chimique en phase vapeur, cette couche étant autoalignée sur une couche de masquage utilisée lors du processus de fabrication d'un composant semiconducteur à base de silicium, comprenant les étapes suivantes :

15 a) nettoyer la surface du semiconducteur dans les ouvertures du masque;

b) déposer une couche de métal pouvant former un silicium ou un eutectique ayant un point de fusion à une température inférieure à une température  $T$  préterminée avec le silicium;

20 c) recuire pour combiner la couche métallique et la surface apparente du semiconducteur;

d) enlever par attaque sélective la couche de masquage et le métal en excès dans les fenêtres du masque;

25 e) déposer par voie chimique en phase vapeur une couche de sipox, de nitrure ou de silice dopée ou non, et éventuellement une couche d'un autre agent de passivation;

f) faire subir à la plaque un nettoyage mécanique, par exemple à l'aide d'un brossage par un fluide sous haute pression ou une agitation ultrasonique pour éliminer la partie de la couche de sipox, de nitrure de silicium ou de silice qui s'est déposée dans les fenêtres du masque et qui est de nature pulvérulente.

30 Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres du procédé selon la présente invention, seront exposés plus en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite en relation avec les figures jointes 35 parmi lesquelles :

- les figures la à lg servent de support à la descrip-

tion d'un procédé de l'art antérieur tel qu'il a été exposé ci-dessus ; et

- les figures 2a à 2f servent de support à l'exposé d'un procédé selon la présente invention.

5 La figure 2a représente une structure sensiblement analogue à celle de la figure 1a dans laquelle de mêmes couches sont désignées par de mêmes références. On notera néanmoins dans cette figure 2a que la couche d'oxyde 5 de la figure 1a n'existe pas. Ceci peut résulter ou bien du fait que l'on a 10 choisi un procédé de diffusion dans lequel une telle couche d'oxyde ne se forme pas ou bien du fait que l'on a enlevé par nettoyage chimique cette couche après l'étape de diffusion. On notera que cette étape de nettoyage n'implique pas d'étape de masquage car l'on peut jouer sur la différence d'épaisseur 15 entre les couches d'oxyde 4 et 5. De toute manière, la partie apparente de la couche 3 est nettoyée soigneusement pour fournir une surface de silicium apte à recevoir des métallisations adhérentes.

20 Dans l'étape suivante illustrée en figure 2b on dépose sur la face supérieure de la plaquette, une couche métallique 20. Cette couche peut être déposée ou bien uniformément par évaporation comme cela est représenté, ou bien déposée par voie électrolytique uniquement dans la fenêtre ménagée dans la couche d'oxyde 4.

25 Le métal déposé 20 peut être choisi dans l'une ou l'autre de deux catégories. La première catégorie est constituée de métaux tels que l'or et l'aluminium formant un eutectique qui se trouve à l'état liquide à une température inférieure aux températures utilisées couramment dans un réacteur de dépôt de silicium polycristallin dopé à l'oxygène. La deuxième catégorie est 30 constituée de métaux tels que le nickel, le molybdène et le platine qui sont susceptibles de réagir avec le silicium pour former un siliciure.

35 On procède ensuite à un traitement thermique pour obtenir, comme le montre la figure 2c, une couche 21 constituée du produit de réaction entre le silicium de la couche 3 et le métal de la couche 20, ce composé pouvant être un eutectique ou un siliciure.

Dans l'étape suivante, comme le montre la figure 2d, on

enlève le métal en excès au-dessus de la couche 21, et éventuellement la couche 20 au-dessus du masque de silice 4 s'il y avait eu dépôt uniforme d'une couche métallique lors de l'étape de la figure 2b. Après celà, comme le montre la figure 2e, on enlève 5 par attaque chimique le masque de silice 4.

La figure 2f représente la structure selon la présente invention après que la plaquette a été déposée dans un réacteur permettant le dépôt d'une première couche 22 de sipox suivie 10 d'une deuxième couche 23 de nitrure de silicium. Il s'avère que le dépôt 24 au-dessus de la couche 21 est un dépôt pulvérulent de très faible adhérence qui peut ensuite être facilement enlevé par action mécanique, par exemple par soufflage à l'aide d'un jet d'eau sous pression ou par agitation ultrasonique.

On obtient ainsi une structure de passivation 22, 23 15 directement alignée sur le masque initial de silice 4 sans prévoir aucune étape de masquage supplémentaire. Il en résulte qu'il est inutile de prévoir un surdimensionnement de chaque composant individuel et que l'on peut donc réduire la dimension de chaque composant, c'est-à-dire fabriquer plus de composants sur une même plaquette ce qui est un but généralement 20 recherché à la fois pour les composants discrets et pour les éléments de circuits intégrés.

On va exposer ci-après les raisons pour lesquelles la demanderesse considère à ce jour que le dépôt au-dessus du 25 siliciure ou de l'eutectique est de nature pulvérulente et peu adhérente. Néanmoins, cet exposé théorique ne constitue pas une limitation de la présente invention dont les résultats ont été constatés expérimentalement par la demanderesse.

Dans le cas où l'on forme un siliciure, c'est-à-dire 30 par exemple dans le cas où le cristal de la couche 20 est du nickel, ce siliciure est attaqué par l'acide chlorhydrique à chaud qui existe dans le réacteur de dépôt de la couche de silicium polycristallin dopé à l'oxygène, ce dépôt étant effectué à une température de, par exemple, 830°C. En effet, le dépôt de 35 sipox est effectué en présence de  $SiCl_2$  qui se décompose pour fournir notamment Si et Cl. Il y a alors formation d'un chlorure métallique volatile (ClNi). Ce chlorure métallique empêche les composés gazeux nécessaires à la formation de

couches de silicium polycristallin et de nitrure de réagir et de nucléer à la surface de la couche 21 de siliciure.

Dans le cas où l'on a choisi un métal tel que l'or ou l'aluminium, qui ont respectivement des températures d'eutectique avec le silicium de 370°C et de 577°C, et, quand on effectue un dépôt de sipox à une température qui est supérieure à 680°C, cet eutectique se trouve à l'état liquide et c'est ce qui explique le manque d'adhérence de la couche de sipox ultérieure.

On notera que la présente invention est susceptible de nombreuses variantes. En particulier, on a décrit la deuxième couche 23 de la structure de passivation comme étant une couche de nitrure de silicium. D'autres couches ont été utilisées, par exemple de la silice pure ou de la silice dopée au phosphore...

Une fois obtenue la structure représentée en figure 2f et après enlèvement de la couche pulvérulente 24, dans de nombreuses applications pratiques, on cherche à prendre un contact sur la couche 3 de type  $p^+$ . Dans le cas de la présente invention, en raison de la présence de la couche 21, ce contact métallique pourra être pris particulièrement facilement. Dans ce cas, les avantages de la présente invention sont particulièrement nets. En effet, en raison de l'autoalignement de la structure de passivation 22, 23 sur le masque initial, les limites latérales de la couche 21 servant de support à la métallisation sont aussi proches que possible des affleurements en surface de la couche 3 de type  $p^+$ . On limite donc, lors du fonctionnement du dispositif semiconducteur obtenu, la résistance constituée par la partie de la couche  $p^+$  située entre la frontière de la couche support de métallisation 21 et les zones de jonction.

Dans les cas où l'on souhaite effectuer une autre opération qu'une métallisation de la surface de la couche 3, il est possible d'enlever sélectivement la couche 21 par une attaque sélective. Dans le cas où cette couche 21 est constituée d'un siliciure, elle peut être enlevée au plasma ou bien par de l'acide chlorhydrique chaud à 830°C. Dans le cas où il s'agit d'un eutectique, l'enlèvement peut être effectué à l'aide d'eau régale ou d'une autre solution d'attaque sélective.

Bien que les figures ci-jointes représentent une diode, il est clair que la présente invention trouvera de nombreuses autres applications dans le domaine de la fabrication des composants semiconducteurs discrets ou intégrés.

REVENTION S

1. Procédé d'obtention d'une structure de passivation localisée comprenant une couche de base déposée par voie chimique en phase vapeur, cette couche étant autoalignée sur une couche de masquage utilisée lors du processus de fabrication 5 d'un composant semiconducteur à base de silicium, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- a) nettoyer la surface du semiconducteur dans les ouvertures du masque ;
  - b) déposer une couche de métal pouvant former avec le 10 silicium un siliciure ou un eutectique ayant un point de fusion à une température inférieure à une température  $T$  prédéterminée ;
  - c) recuire pour combiner la couche métallique et la surface apparente du semiconducteur ;
  - d) enlever par attaque sélective la couche de masquage 15 et le métal en excès dans les fenêtres du masque ;
  - e) déposer par voie chimique en phase vapeur au moins une couche d'un agent de passivation ;
- d'où il résulte que, dans les zones correspondant aux ouvertures du masque, le dépôt dudit agent de passivation est 20 pulvérulent.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dépôt pulvérulent est éliminé mécaniquement par des moyens tels qu'un brossage par un fluide sous haute pression ou une agitation ultrasonique.

25 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel on utilise un métal formant un eutectique avec le silicium et dans lequel l'agent de passivation est du sipox, caractérisé en ce que la température  $T$  est la température d'un réacteur dans lequel on effectue le dépôt de sipox.

30 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le métal est choisi dans le groupe comprenant l'or et l'aluminium.

35 5. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel on utilise un métal formant un siliciure, et dans lequel l'agent de passivation est du sipox, caractérisé en ce que ce

métal est choisi dans le groupe comprenant le nickel, le molybdène et le platine.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'étape de dépôt de silicium est effectuée à une température supérieure à 800°C, de préférence 830°C.

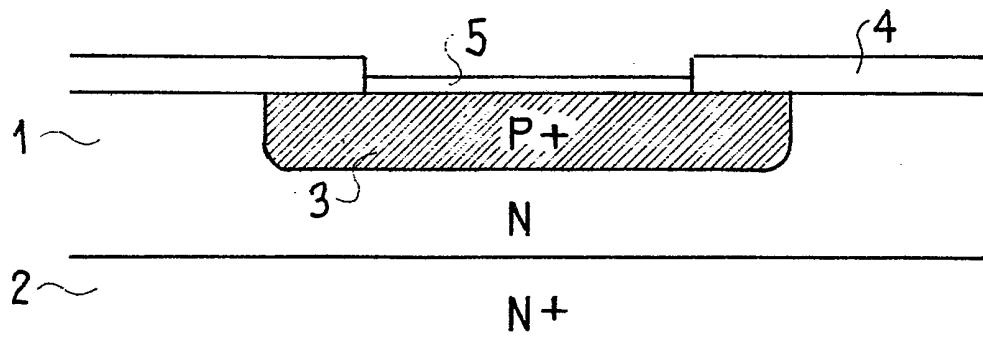
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6 caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de métallisation sélective des zones d'ouverture de la structure de passivation.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la métallisation sélective est effectuée par voie électro-chimique.

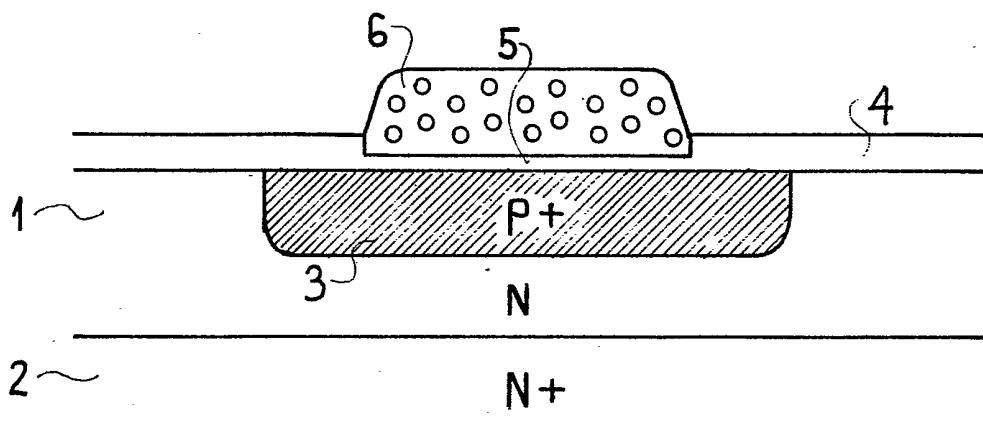
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape f) de mise à nu de semiconducteur dans les zones d'ouverture de la structure de passivation.

10. Composant semiconducteur comprenant une structure de passivation obtenue selon le procédé de l'une quelconque des revendications 1 à 9.

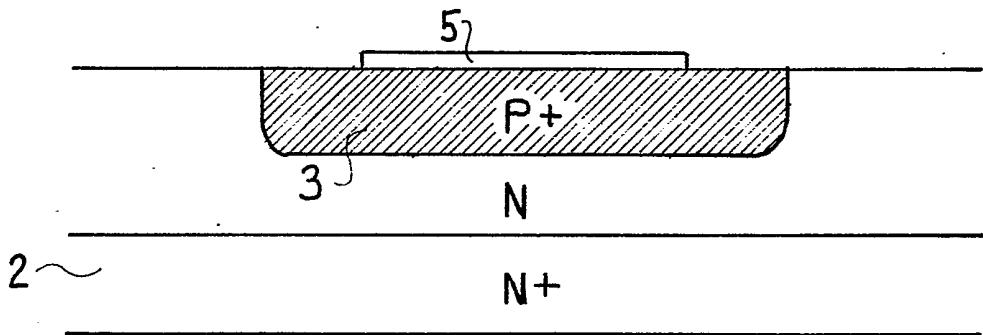
FIG\_1-a



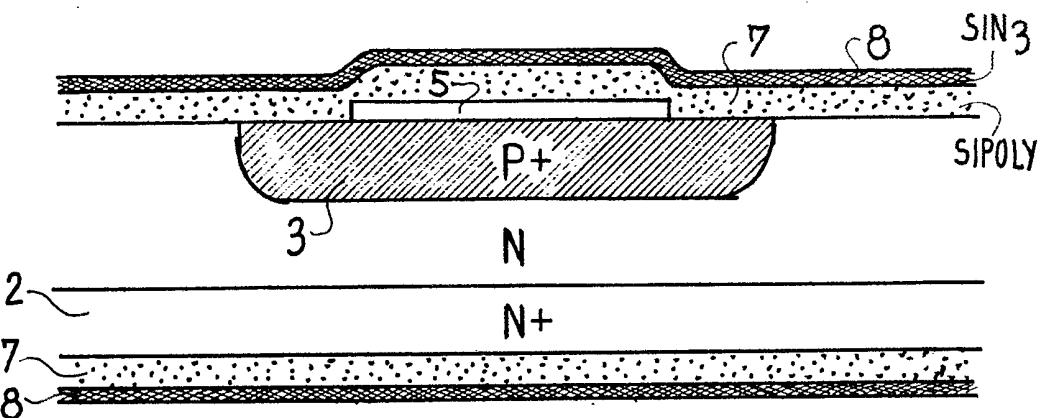
FIG\_1-b



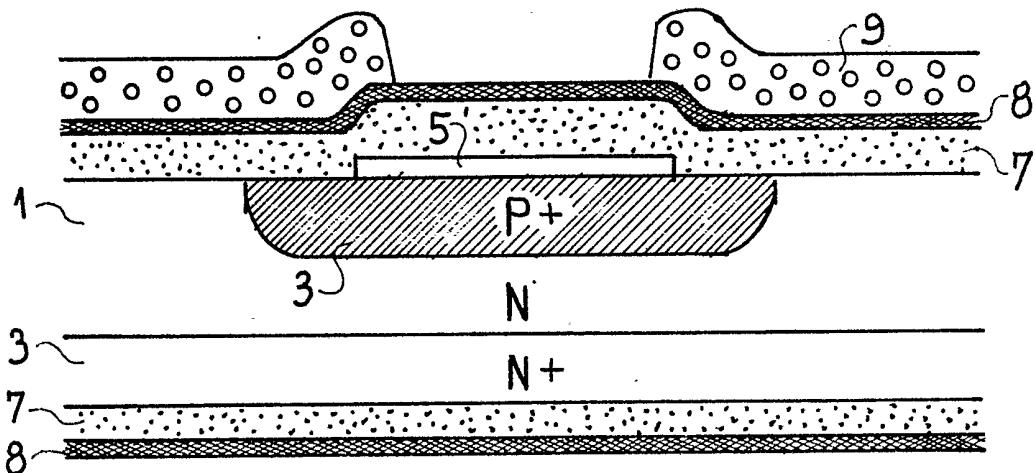
FIG\_1-c



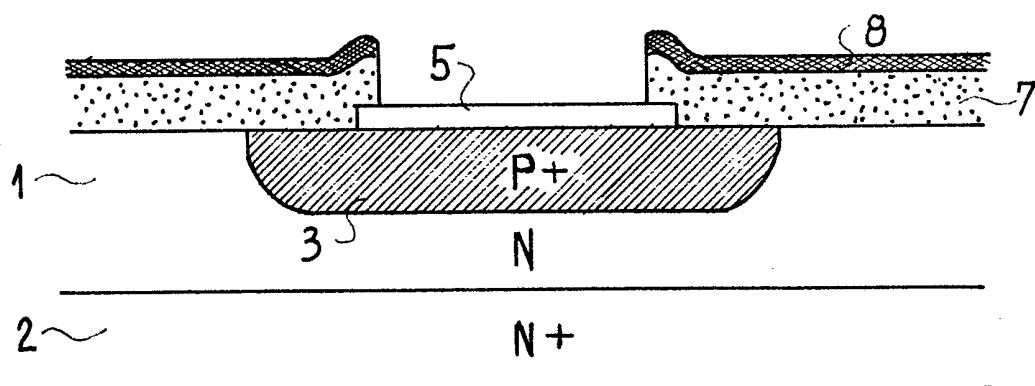
FIG\_1-d



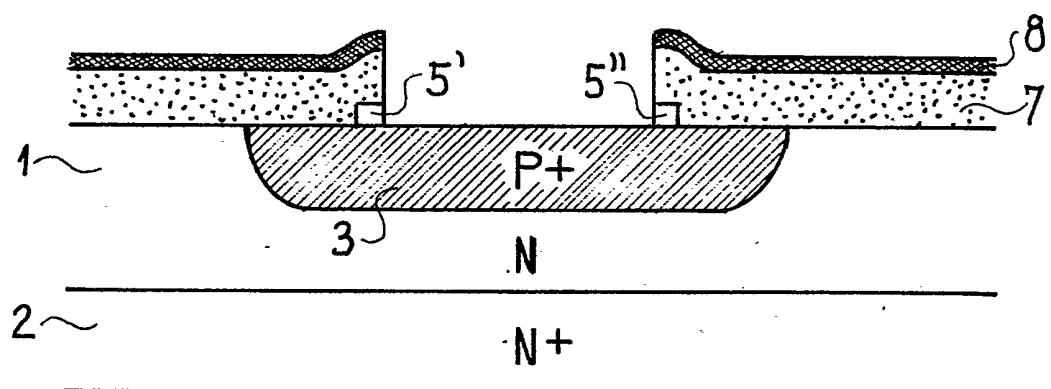
FIG\_1-e



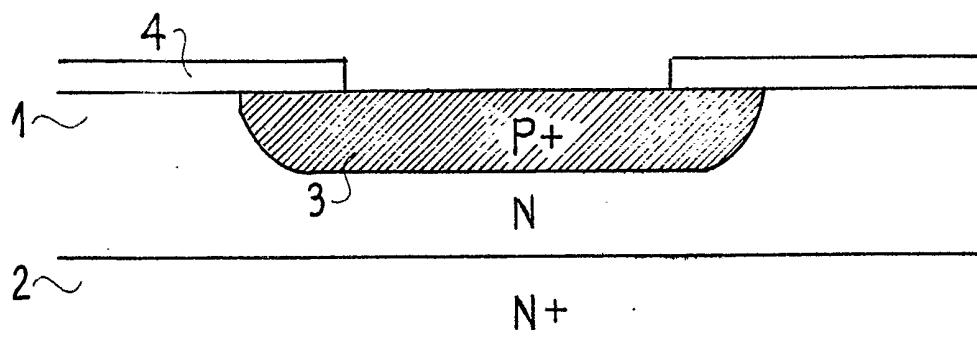
FIG\_1-f



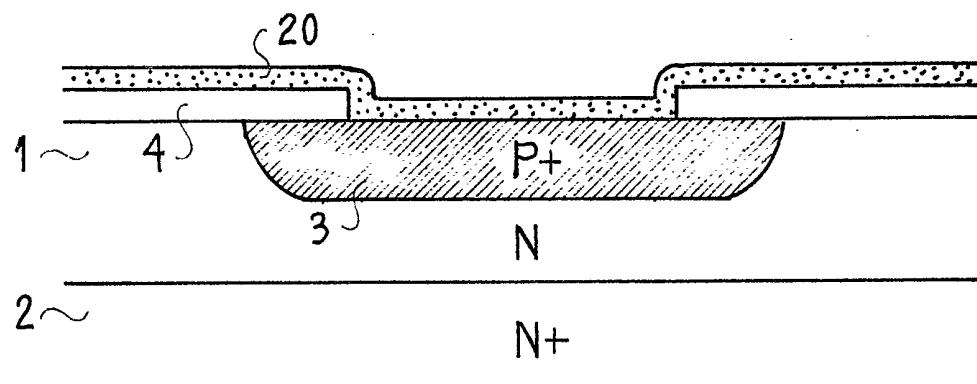
FIG\_ 1-g



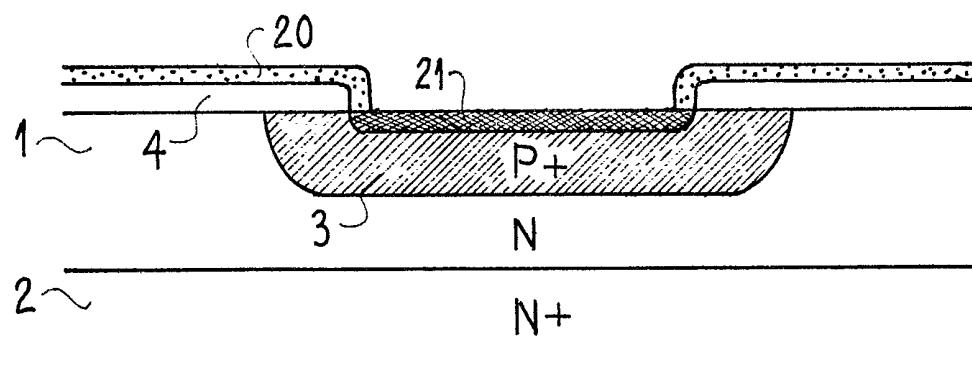
FIG\_ 2-a



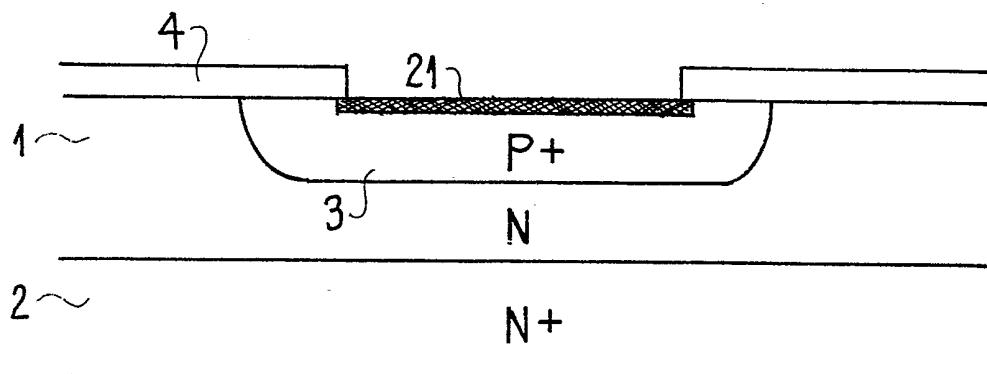
FIG\_ 2-b



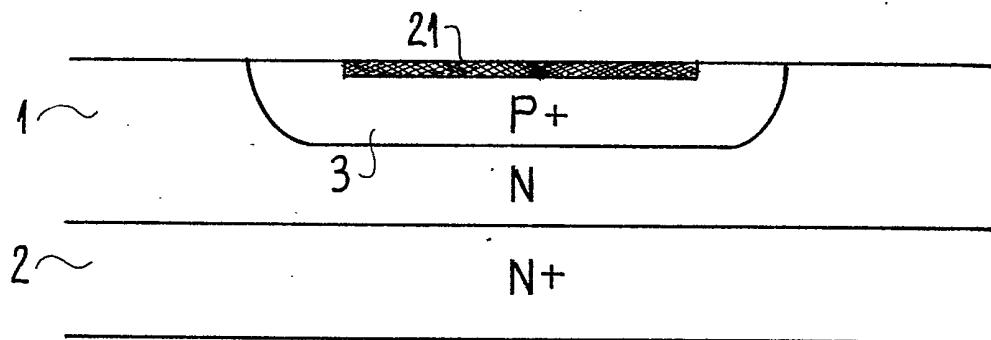
FIG\_ 2-c



FIG\_2-d



FIG\_2-e



FIG\_2-f

