

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 09005

(54)

Dispositif semi-conducteur programmable et son procédé de fabrication.

(51)

Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 L 27/04; G 11 C 17/00; H 01 L 21/72;
H 03 K 19/173.

(22)

Date de dépôt..... 6 mai 1981.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : Pays-Bas, 8 mai 1980, n° 80 02 635.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 52 du 24-12-1981.

(71)

Déposant : NV PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, société anonyme de droit néerlandais,
résidant aux Pays-Bas.

(72)

Invention de : Ties Siebolt Te Velde et Aris Slob.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

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

"Dispositif semiconducteur programmable et son procédé de fabrication"

La présente invention concerne un dispositif semiconducteur programmable, comportant un corps de support muni d'un composant semiconducteur et d'un conducteur électrique appartenant à une première ligne et pouvant être
05 connecté au composant semiconducteur.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un tel dispositif semiconducteur.

Un dispositif semiconducteur programmable du genre mentionné ci-dessus peut faire partie, entre autres,
10 d'une mémoire à lecture programmable (PROM). Outre l'emploi pour une mémoire à lecture programmable, le dispositif semiconducteur programmable peut être utilisé pour un circuit logique du genre PLA (programmable logic array) dans lequel la fonction logique proprement dite du circuit est
15 déterminée ultérieurement au cours d'une étape de programmation.

Un dispositif semiconducteur programmable du genre mentionné dans le préambule est connu du brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.781.977. Dans le dispositif
20 représenté dans ce brevet, une pellicule mince en matériau isolant est prévue entre un conducteur électrique et un composant semiconducteur (diode). Une connexion entre le conducteur et la diode s'obtient par application d'une différence de potentiel entre le conducteur et une zone
25 de la diode telle que le matériau du conducteur s'infilte dans le matériau isolant de façon à former une connexion. Il faut une tension assez élevée pour atteindre cet effet. La tension nécessaire est plus faible si l'on réduit l'épaisseur de la pellicule de matériau isolant mais, cette
30 solution augmente le risque de connexions initiales indésirables entre le conducteur et la diode par suite d'une possibilité de défauts dans le matériau isolant.

La présente invention vise entre autres à fournir un dispositif semiconducteur programmable dans lequel la connexion

programmable entre le conducteur et le composant semiconducteur s'obtient d'une toute autre façon.

De plus, elle vise à fournir une mémoire à lecture programmable présentant une densité de bits et une
05 vitesse de lecture aussi élevées que possible.

Elle est basée entre autres sur l'idée que de telles connexions peuvent avantageusement être réalisées par attraction électro-statique entre le conducteur et un composant et sur l'idée que, notamment dans le cas d'application
10 de dispositifs semiconducteurs programmables conformes à l'invention aux mémoires à lecture programmables, la durée d'écriture (durée de programmation) de telles mémoires peut être raccourcie notablement du fait qu'il est possible de choisir les dimensions du composant entièrement
15 indépendantes de celles du conducteur, qui fait partie par exemple d'une ligne de sélection.

De plus, elle est basée sur l'idée qu'un choix rigoureux de l'endroit de la connexion programmable permet d'obtenir une densité de bits élevée et la possibilité
20 de passivation d'un tel dispositif à l'état non programmé.

Une première réalisation d'un dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention est caractérisée en ce qu'il comporte une bande en matériau électroconducteur, dont au moins une extrémité est connectée
25 au conducteur appartenant à la première ligne, bande qui est séparée du composant semiconducteur ou d'une couche de contact reliée à ce dernier d'une façon électro-conductrice, sur au moins une partie de sa longueur, par du gaz ou par le vide, partie qui s'étend de façon séparée du
30 conducteur électrique au-dessus du composant semiconducteur ou de la couche de contact et qui est séparée par un espace intermédiaire de dimensions telles que, par suite de l'attraction électrostatique se produisant entre la bande et le composant semiconducteur ou la couche de contact, une connexion puisse se former entre la bande et le composant
35 semiconducteur ou de la couche de contact.

Une seconde réalisation d'un dispositif semi-

conducteur programmable conforme à l'invention est caracté-
risé en ce qu'il comporte une bande en un matériau électro-
conducteur connectée au composant semiconducteur et en
ce qu'une partie de la bande s'étend de façon séparée,
05 du corps de support, du composant semiconducteur ou d'une
couche de contact reliée à ce dernier de façon électrocon-
ductrice au-dessous du conducteur électrique appartenant
à la première ligne, partie qui est séparée du conducteur
par du gaz ou par le vide, l'espace intermédiaire entre
10 la bande et le conducteur étant de dimensions telles qu'une
connexion entre la bande et le conducteur puisse se former
par suite de l'attraction électrostatique se produisant
entre la bande et le conducteur.

Un premier avantage de tels dispositifs réside
15 dans le fait que la connexion entre le conducteur et le
composant semiconducteur peut être réalisée d'une façon
très fiable. De plus, ils offrent l'avantage de pouvoir
former pour le conducteur de la première ligne, qui est
par exemple une partie d'une ligne de sélection de mots
20 dans une mémoire à lecture programmable, un conducteur
de section suffisamment grande pour assurer des durées
de lecture et d'écriture aussi courtes que possible, alors
que, pour la bande en matériau électroconducteur, peut
être choisie une épaisseur telle que la programmation par
25 attraction électrostatique puisse s'effectuer sans tension
inutilement élevée.

Il y a lieu de noter que l'application d'une
connexion électrique par attraction électrostatique entre
une surface conductrice se trouvant sur un corps semicon-
ducteur et un conducteur s'étendant au-dessus de ce der-
30 nier a déjà été proposée dans le brevet des Etats-Unis
d'Amérique n° 3.539.705.

Du fait que le composant semiconducteur (par
exemple une diode) peut, en outre, être disposé en majeure
35 partie au-dessous de la bande, il est possible d'obtenir
des mémoires à lecture programmables à densité de bits
élevée.

Une forme de réalisation préférentielle d'un dispositif semiconducteur conforme à l'invention est caractérisée en ce que la bande se trouve dans une enceinte dont les parois peuvent être formées, au moins partiellement, par du matériau protecteur appliqué sur des parties du corps de support ou du composant semiconducteur situées à côté du conducteur.

Cette réalisation offre l'avantage de permettre le dépôt d'un matériau protecteur (couche de passivation) avant la programmation proprement dite, de sorte que le dispositif semiconducteur peut être emballé et livré à l'état non programmé.

La bande de matériau électro-conducteur qui peut contenir par exemple l'un des matériaux tels que nickel, cobalt ou platine, présente, de préférence, une épaisseur d'au maximum 0,5 micromètre. Dans ces conditions, les forces électro statiques requises peuvent être engendrées par des tensions électriques, pouvant être appliquées en pratique sans risque d'endommagement du dispositif pendant la programmation. Pour les mêmes raisons, l'espace intermédiaire compris entre le composant semiconducteur et la partie séparée de la bande est, de préférence, de 0,5 micromètre au maximum.

Pour l'application à une mémoire semiconductrice programmable, une forme de réalisation préférentielle d'un dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention est caractérisée en ce que la première ligne fait partie d'un premier groupe constituant un système de barres croisées avec un second groupe de lignes qui croise le premier, et en ce que le composant semiconducteur se trouve à l'endroit d'un point de croisement dudit système de barres croisées et est connecté à une ligne du second groupe.

Une autre forme de réalisation préférentielle d'un dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention est caractérisé en ce que le corps de support comporte un corps semiconducteur dans lequel est réalisé

l'élément semiconducteur.

Une telle forme de réalisation offre l'avantage de permettre également l'obtention dans le corps semiconducteur de circuits autres tels que décodeurs pour des
05 buts de sélection et amplificateurs de sortie. De plus, dans un tel dispositif, le second groupe de lignes peut être réalisé entièrement ou partiellement comme des couches enterrées dans le corps semiconducteur. De préférence, une telle couche enterrée est contactée d'une façon régulière-
10 lièrement espacée avec une bande en matériau électro-conducteur s'étendant sur la surface du corps semiconducteur. Il en résulte l'avantage de la présence de plusieurs voies de courant vers un même composant semiconducteur pendant la programmation voies de courant qui présentent en outre
15 une plus faible résistance, de sorte qu'il suffit d'utiliser une plus faible tension. Simultanément, la durée de réponse est notablement raccourcie pendant la lecture en raison de la présence de ces connexions parallèles à basse valeur ohmique dans le second groupe de lignes.

20 Les composants semiconducteurs, qui peuvent être constitués par exemple par des diodes ou des transistors, sont, de préférence, dans cette réalisation, des diodes à jonction redresseuse (jonction du genre Schottky) entre une zone semiconductrice faiblement dopée située
25 au-dessus de la zone enterrée et une électrode assurant le contact avec la zone semiconductrice faiblement dopée. Ainsi, une mémoire réalisée avec un tel dispositif présente une vitesse de lecture élevée.

Un procédé permettant de réaliser un dispositif
30 semiconducteur programmable conforme à l'invention est caractérisé en ce qu'on part d'un corps de support, dont au moins une surface présente un composant semiconducteur muni d'une électrode ou connecté à une couche de contact, l'ensemble étant recouvert d'une première couche auxiliaire
35 après quoi une bande en matériau électro-conducteur est déposée sur la première couche auxiliaire et s'étend au moins partiellement au-dessus de l'électrode ou de la

couche de contact, puis en ce que le tout est recouvert d'une seconde couche auxiliaire, lesdites première et seconde couches auxiliaires étant perforées de façon à obtenir des ouvertures qui coïncident au moins partiellement, avec

05 une extrémité de la bande, en ce qu'une configuration de conducteurs est alors réalisée au moins dans les ouvertures configuration qui sert de masque lorsqu'ensuite les deux couches auxiliaires sont enlevées sélectivement, le matériau de la première couche auxiliaire étant décapable de façon

10 sélective par rapport aux matériaux du corps de support, de l'électrode ou de la couche de contact et la bande, la configuration de conducteurs et, pour autant qu'il est recouvert de la première couche auxiliaire par rapport au matériau du composant semiconducteur et le matériau

15 de la seconde couche auxiliaire étant décapable sélectivement par rapport aux matériaux de la bande et du conducteur, traitement après lequel il subsiste, dans les ouvertures, des éléments de support de la configuration de conducteurs entre lesquels s'étend un conducteur électrique appartenant

20 à une première ligne du dispositif, ainsi qu'une bande électro-conductrice connectée au conducteur, alors qu'à moins une partie de la bande s'étend d'une façon détachée du corps de support, de la configuration de conducteurs et du composant semiconducteur ou de la couche de contact

25 au-dessus du composant semiconducteur ou de la couche de contact.

Un procédé permettant de réaliser un dispositif semiconducteur programmable conforme à la seconde réalisation, selon lequel la bande est connectée, à l'état non

30 programmé, au composant semiconducteur, est caractérisé en ce que l'on part d'un corps de support dont une surface comporte au moins un élément semiconducteur muni d'une électrode ou connecté à une couche de contact, le tout étant recouvert d'une première couche auxiliaire dans laquelle

35 le est ménagée une fenêtre mettant à nu au moins une partie de l'électrode ou de la couche de contact, en ce que, ensuite une bande en matériau électro-conducteur est déposée

sur la première couche auxiliaire et au moins dans la fenêtre puis, en ce que le tout étant recouvert d'une seconde couche auxiliaire et après avoir pratiqué des ouvertures dans les première et deuxième couches auxiliaires,

05 on dépose une configuration de conducteurs au moins à l'endroit d'une extrémité de la bande et dans lesdites ouvertures, configuration qui sert de masque pour l'élimination sélective ultérieure des deux couches auxiliaires, le matériau de la première couche auxiliaire étant décapable

10 sélectivement par rapport au matériau du corps de support, de l'électrode ou de la couche de contact, de la bande, de la configuration de conducteurs et, pour autant qu'il est recouvert de la première couche auxiliaire par rapport au matériau du composant semiconducteur et le matériau

15 de la seconde couche auxiliaire étant décapable sélectivement par rapport au matériau de la bande et de la configuration de conducteurs, traitement après lequel subsistent dans les ouvertures, des éléments de support de la configuration de conducteurs entre lesquels s'étend un conducteur appartenant à une première ligne du dispositif et

20 une bande électro-conductrice connectée au composant semiconducteur alors qu'au moins une partie de la bande s'étend de façon séparée du corps de support de la configuration de conducteurs et du composant semiconducteur ou de la

25 couche de contact, au-dessous du conducteur.

De tels procédés utilisent, de préférence, le même matériau pour les première et seconde couches auxiliaires ce qui permet une réalisation plus simple et, de ce fait, moins coûteuse. Un matériau approprié est, entre

30 autres, l'aluminium.

De préférence, le matériau de la configuration de conducteurs est appliqué par voie galvanique. En effet, on a constaté qu'une couche d'aluminium déposée peut présenter des ouvertures dites "en trous d'épingle". Du fait

35 que, lors de la formation galvanique, la croissance ne peut se produire que dans une seule direction, on évite que ces ouvertures ne soient remplies de matériau de la

configuration de conducteurs, ce qui entraînerait le risque de court-circuits.

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

- la figure 1 montre schématiquement une vue en plan d'une première forme de réalisation d'un dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention,
- la figure 2 montre schématiquement une section transversale du dispositif semiconducteur programmable selon le plan II-II de la figure 1,
- la figure 3 montre schématiquement une section transversale du dispositif semiconducteur selon le plan III-III de la figure 1,
- la figure 4 montre schématiquement quelques ouvertures de masquage utilisées dans plusieurs étapes de réalisation du dispositif semiconducteur programmable selon les figures 1 à 3,
- les figures 5 à 7 montrent le dispositif semiconducteur programmable de la figure 2 à plusieurs stades de sa réalisation,
- la figure 8 montre schématiquement une section transversale d'une seconde forme de réalisation d'un dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention,
- la figure 9 montre schématiquement une section transversale d'un autre dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention,
- la figure 10 montre une vue en plan et la figure 11 une section transversale suivant le plan XI-XI de la figure 10 d'une autre forme de réalisation d'un dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention,
- la figure 12 montre schématiquement en section transversale une autre forme de réalisation d'un dispositif semiconducteur programmable selon la figure 11.

Les figures sont représentées de façon schématique et non à échelle et pour la clarté du dessin, les sec-

tions transversales et notamment les dimensions dans la direction de l'épaisseur sont fortement exagérées. D'une façon générale, les zones semiconductrices de même type de conduction sont représentées de façon hachurée dans le même sens; dans les diverses réalisations, les pièces correspondantes portent, en général, les mêmes chiffres de référence.

La figure 1 montre schématiquement une vue en plan et les figures 2 et 3 montrent également de manière schématique en section transversale suivant les plans II-II et III-III de la figure 1 un dispositif semiconducteur programmable conforme à l'invention.

Dans cet exemple, un corps semiconducteur 1 constitue une partie d'un corps de support. Le corps semiconducteur 1 comporte un substrat semiconducteur 2 d'un premier type de conduction, par exemple du type p, d'épaisseur environ 500 micromètres et de résistivité environ 1 ohmcentimètre (ce qui correspond à un dopage d'accepteurs d'environ $3 \cdot 10^{15}$ atomes/cm³). Sur le substrat semiconducteur 2 est formée, par croissance, une couche épitaxiale 3 de type n, d'épaisseur environ 5 micromètres et de résistivité environ 1 ohmcentimètre (ce qui correspond à un dopage d'environ $1 \cdot 10^{15}$ atomes-donneurs/cm³).

Dans cet exemple, le dispositif semiconducteur programmable fait partie d'une mémoire à lecture programmable présentant un système de groupes de lignes croisées.

Dans cet exemple, une ligne d'un tel groupe est constituée par une zone enterrée à basse valeur ohmique 4 présentant une résistance d'environ 20 ohms par carré. Dans cet exemple, cette ligne constitue par exemple la ligne à bits d'une mémoire à lecture programmable.

Dans cet exemple, les composants semiconducteurs, qui peuvent être entre autres des diodes ou des transistors peuvent être constitués par des jonctions redresseuses (diodes Schottky) disposées au-dessus de la zone enterrée 4. A cet effet, une couche isolante 6, en oxyde de silicium par exemple, d'une épaisseur d'environ 0,5 micromètre,

déposée sur la surface 5 du corps semiconducteur 1 comporte une fenêtre 7, dans laquelle est créée une électrode 8 en un matériau constituant une jonction redresseuse (jonction Schottky) avec le silicium épitaxial de type n à valeur
05 ohmique élevée. Dans cet exemple, l'électrode contient un alliage de platine-nickel: d'autres matériaux appropriés peuvent être utilisés, par exemple le chrome ou le titane.

Afin d'isoler électriquement les composants semiconducteurs et la zone enterrée 4 d'autres éléments
10 créés dans le corps semiconducteur 1, comme par exemple une zone s'étendant parallèlement à la zone enterrée 4 et présentant des composants semiconducteurs correspondants, le corps semiconducteur 1 comporte des zones séparatrices 9 de type p, qui sont obtenues, entre autres, par diffusion
15 profonde à travers la couche épitaxiale de type n.

Le composant semiconducteur se trouve à l'endroit d'un point de croisement de la zone enterrée 4 et du conducteur électrique 10 qui constitue par exemple la ligne de mots d'une mémoire à lecture programmable. Le dispositif
20 semiconducteur programmable conforme à l'invention comporte une zone électro-conductrice 11, dont une extrémité est connectée électriquement au conducteur 10 et s'étend sur une partie de sa longueur, d'une façon séparée du corps de support, dans ce cas le corps semiconducteur 1, y compris
25 la couche 6 et l'électrode 8 créée dans la fenêtre 7 de la couche 6 et d'une façon séparée d'une partie 12 du conducteur 10 située entre deux parties de support 13, qui font partie du conducteur 10.

Une partie de la bande s'étend au-dessus du
30 composant semiconducteur, notamment au-dessus de l'électrode 8 et en est séparé par un espace intermédiaire 16 d'environ 0,3 micromètre.

Dans cet exemple, la bande est en nickel et présente une épaisseur d'environ 0,15 micromètre. D'autres
35 matériaux appropriés peuvent être utilisés, par exemple le cobalt ou le platine.

Or, lorsqu'il s'agit d'amener des tensions élec-

triques appropriées à la zone enterrée 4 et au conducteur 10, comme par exemple dans une mémoire à lecture programmable à l'aide de circuits d'adressage et, au besoin, de circuits amplificateurs, celles-ci sont transmises, par 05 l'intermédiaire de la couche épitaxiale 3, à l'électrode 8 et, par l'intermédiaire du conducteur 10, à l'élément de connexion programmable 11. Par suite de l'attraction électrostatique, l'élément de connexion programmable 11 peut fléchir de façon à entrer en contact avec l'électrode 10 8. Lorsqu'une tension électrique suffisamment élevée est maintenue, un courant circule à travers le conducteur 10, la bande 11 et l'électrode 8 par l'intermédiaire de la couche épitaxiale 3 vers la zone enterrée 4 ou inversement. Ce courant peut être d'intensité suffisamment élevée pour 15 provoquer une soudure par suite d'un dégagement local de chaleur, de sorte que l'élément de connexion programmable 11 est lié de façon permanente à l'électrode 8. Cette méthode est très simple et fiable.

Une mémoire à lecture programmable réalisée 20 avec un dispositif selon la figure 1 offre l'avantage d'une vitesse de lecture élevée, ce qui est dû au fait que le conducteur 10, qui dans cet exemple constitue une ligne à mots, n'est pas tributaire des dimensions de la bande 11: son épaisseur et sa largeur peuvent être choisies 25 notablement supérieures, de sorte que sa résistance et, de ce fait, la durée d'écriture et de lecture d'une mémoire réalisée avec le dispositif peuvent être très petites.

Sur la couche isolante 6 sont déposées des bandes 17 en matériau conducteur isolées électriquement du 30 conducteur 10, par exemple à l'aide d'une couche 18 en nitrure de silicium. Ces bandes 17 sont en contact avec la zone enterrée 4; d'une façon régulièrement espacée, par l'intermédiaire des trous de contact 19, ce qui permet d'obtenir, dans cet exemple, une faible résistance série 35 dans la ligne à bits.

Finalement, le dispositif est muni d'une couche 20 en matériau protecteur déposée sur le conducteur 10

et sur les parties adjacentes du corps de support (corps semiconducteur 1 avec la couche de nitrure 18). Ainsi, la bande se trouve dans une enceinte 21, dont au moins une partie 22 des parois est constituée par ce matériau protecteur qui peut être une couche de verre (fig. 3).

Du fait que la bande 11 se trouve dans l'enceinte 21, la programmation peut s'effectuer après que le dispositif ait été entièrement passivé et emballé dans un emballage approprié. Ainsi, des dispositifs non programmés non passivés ne doivent pas être stockés jusqu'au moment où la configuration à appliquer est connue; cela offre des avantages tant pour ce qui concerne la fiabilité du fait que les dispositifs ne sont pas exposés à l'état non passivé à des conditions d'ambiance indérissables (humidité, température) que par rapport à la régie d'emmagasinement. De plus, la programmation peut ainsi être effectuée de plusieurs façons, au besoin par mémoire à lecture programmable et par l'acheteur lui-même. Le composant, dans cet exemple une diode du genre Schottky, se trouve entièrement au-dessous du conducteur 10. Cela permet d'obtenir une densité de bits élevé.

L'utilisation de diodes Schottky dans le dispositif représenté augmente notamment la vitesse de lecture d'une mémoire à lecture programmable dans laquelle est incorporé un tel dispositif.

La réalisation d'un dispositif semiconducteur programmable selon les figures 1 et 3 sera expliquée ci-après à l'aide des figures 4 à 7, la figure 4 représentant schématiquement les ouvertures de masque utilisées en plusieurs étapes de réalisation et les figures 5 à 6 montrant le dispositif de la figure 2 à plusieurs stades de sa réalisation. On part d'un substrat 2 de type p, d'une résistivité de 1 ohmcentimètre et d'épaisseur égale à 500 micromètres environ. De façon connue, on réalise une zone enterrée 4 de type n (présentant une résistance de 20 ohms par carré). Ensuite, on fait croître la couche épitaxiale 3, d'épaisseur environ 5 micromètres et de résistivité

1 ohmcentimètre environ. Puis, également de façon connue, on crée des zones séparatrices 9 par diffusion. Après nettoyage de la surface du dispositif ainsi obtenu (entre autres l'enlèvement des couches d'oxyde formées au cours des étapes précédentes), toute la surface 5 est recouverte d'une couche 6 en matériau isolant, par exemple de l'oxyde de silicium, dans laquelle sont ouvertes par décapage, des fenêtres de contact 7. Dans ces fenêtres est déposée une couche mince 8 (environ 0,1 micromètre) en platine-nickel, qui constitue une jonction Schottky avec le silicium à valeur ohmique élevée sous-jacent. Cette couche 8 peut dépasser quelque peu le bord de la fenêtre 7; le dépôt de la couche 8 n'est donc pas critique. Au besoin, la couche 8 peut être recouverte d'une couche mince en titane-tungstène. La couche isolante 6 est également recouverte de façon connue de conducteurs 17 en aluminium. Afin d'assurer le contact de ces conducteurs 17 dans une plus grande configuration de plusieurs éléments et de façon régulièrement espacée avec les composants semiconducteurs, la couche 6 est munie de fenêtres de contact 19 (voir la figure 1), simultanément à l'ouverture des fenêtres 7, lesdites fenêtres de contact 19 étant recouvertes au besoin pendant la réalisation des électrodes 8. On obtient ainsi la configuration de la figure 5.

Le dispositif ainsi obtenu est alors recouvert d'une couche 18 en nitrure de silicium d'une épaisseur d'environ 0,7 micromètre, par exemple par dépôt à plasma. Cette couche 18 est pourvue, par voie photolithographique d'une fenêtre 23 permettant de mettre à nu des parties de l'électrode 8 et de la couche isolante 6. Tout le dispositif est ensuite recouvert d'une couche en aluminium 24 d'épaisseur égale à 0,3 micromètre environ. Au cours de la phase suivante, la bande 11 est obtenue par dépôt d'une couche de nickel d'épaisseur 0,15 micromètre environ, qui est décapée par voie photolithographique de façon à obtenir la configuration voulue à l'aide d'une solution diluée d'acide azotique 1:10 à environ 40°C. Dans cet exemple,

le nickel subsistant se trouve entièrement dans la fenêtre 23 (voir la figure 4): toutefois, cela n'est pas nécessaire et de plus, la forme de la bande 11 est variable. On dépose ensuite une couche 25 en aluminium d'épaisseur 0,7 micromètre environ. Le tout est ensuite muni d'une couche de photoresist 26 dans laquelle sont définies par voie photolithographiques des fenêtres 27 à l'endroit des parties de support à créer. On obtient ainsi la configuration selon la figure 6.

10 L'aluminium des couches 24, 25 est enlevé par décapage à l'endroit des fenêtres 27 dans une solution à 1% de soude caustique à une température d'environ 40°C, la couche de photoresist 26 servant de masque, après quoi tout le dispositif est muni d'une couche de nickel d'une
15 épaisseur d'1 micromètre environ. De préférence, cette opération s'effectue par voie galvanique afin d'empêcher des courts-circuits. En effet, on a constaté que l'aluminium des couches intermédiaires 24, 25 peut contenir en général des ouvertures dites "trous d'épingle" qui peuvent
20 être remplies de nickel pendant l'opération de dépôt par pulvérisation, nickel qui n'est pas attaqué au cours de l'étape de décapage suivante et qui risque de provoquer des courts-circuits. La croissance par voie galvanique ne se produit que dans une seule direction, ce qui empêche
25 des court-circuits comme cela est décrit dans la demande de brevet français publiée sous le N° 2 441 923, dont le contenu est inséré en référence dans cette demande. Préalablement, une pellicule de nickel de l'ordre de 5 nanomètres est appliquée par évaporation
30 afin d'assurer une bonne croissance galvanique, notamment sur l'oxyde de silicium 6 et le nitrure de silicium 18. Toutefois, cette couche est trop mince pour provoquer ledit court-circuit.

Les conducteurs électriques 10 sont ensuite créés
35 par décapage dans la couche de nickel ainsi appliquée à l'aide de techniques de décapage photolithographiques et d'une solution aqueuse à 10% d'acide azotique à environ

40°C. On obtient ainsi la configuration selon la figure 7 ou de l'aluminium 24, 25 est présent non seulement au-dessous de la partie 12 du conducteur 10 comprise entre des parties de support 13 mais également à l'extérieur
05 du plan de dessin, sur la couche 18 de nitrure de silicium. Cet aluminium est ensuite éliminé dans un bain de décapage d'une solution aqueuse de soude caustique à 1% à environ 40°C. Après élimination de l'aluminium du corps de support, le tout est recouvert d'une couche de passivation 20 en
10 verre ou en oxyde de silicium par exemple par évaporation ou une autre technique de dépôt appropriée. Le conducteur 10 fait office de masque, de sorte que dans le dispositif définitif, la bande 11 est encapsulée dans une enceinte 21, dont une partie 22 des parois est formée par la couche
15 de passivation 20. On obtient ainsi le dispositif selon les figures 1 à 3.

La figure 8 montre en section transversale une variante du dispositif selon la figure 2, où la bande 11 est connectée à l'état non programmé à l'électrode 8.
20 Entre le conducteur 10 et la bande 11 se trouve un espace étroit 16. Du reste, les chiffres de référence ont la même signification que sur la figure 2. Or, lorsqu'une différence de potentiel suffisamment élevée est établie entre le conducteur 10 et la bande 11, le contact se produit
25 par suite de l'attraction électrostatique, et provoque une soudure.

La réalisation du dispositif selon la figure 8 se déroule d'une façon pratiquement analogue à celle du dispositif selon la figure 2 avec la réserve qu'avant
30 l'élaboration de la bande 11, à l'endroit de l'électrode 8, une fenêtre est ouverte dans la première couche auxiliaire 24 et laisse découverte au moins une partie de l'électrode, fenêtre par l'intermédiaire de laquelle la bande 11 est en contact avec l'électrode 8.

35 Evidemment, la présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits ci-dessus, mais de nombreuses variantes sont possibles pour l'homme du métier sans sortir

du cadre de la présente invention. C'est ainsi que la figure 9 montre une variante du dispositif selon la figure 2 où les deux extrémités de la bande 11 sont reliées au conducteur 10. Bien que la bande 11 présente ainsi une
05 plus grande rigidité, cette configuration est plus simple du point de vue technique d'alignement, ce qui permet une réalisation plus reproductible que la configuration selon la figure 2. De plus, l'isolement peut être réalisée entre les zones enterrées 4 et non entre les zones profondes
10 9 de type p, qui peuvent être formées à l'aide de techniques d'oxydation locales, alors que les composants peuvent être également des diodes pn ou des transistors (transistors bipolaires, aussi bien que transistors à effet de champ) au lieu de diodes Schottky.

15 De plus, dans les exemples représentés, les conducteurs parallèles 17 peuvent, au besoin, être omis. Dans ce cas, la couche isolante 18 n'est plus nécessaire et les parties de support 13 sont créées de façon directe sur la couche isolante 6.

20 Dans les exemples représentés sur le dessin, le corps de support est constitué par un corps semiconducteur dans lequel sont réalisés des composants semiconducteurs. Dans une autre forme de réalisation, il est possible de réaliser les composants semiconducteurs sur un corps de
25 support isolant, par exemple à l'aide de la technique appelée "silicium sur saphir".

C'est ainsi que la figure 10 montre une vue en plan schématique et la figure 11 une section transversale suivant le plan XI-XI de la figure 10 d'un tel dispositif
30 semiconducteur programmable conforme à l'invention.

Dans cet exemple, le dispositif 31 comporte un corps de support 32 en matériau isolant, par exemple en saphir, sur lequel est créé un système de barres croisées de pistes conductrices 33 et de conducteurs 10, qui
35 croisent ces pistes conductrices 33. A l'endroit des points de croisement du système de barres croisées sont disposés les composants semiconducteurs sur le corps de support 32,

dans ce cas, des diodes présentant des zones 34 de type p et des zones 35 de type n. Les conducteurs 10 enjambant les diodes et sont supportés à l'endroit des parties de support 13.

- 05 Les pistes conductrices 33, qui constituent par exemple des lignes à bits d'une mémoire à lecture programmable, sont en contact avec la surface 5 des diodes par l'intermédiaire de contact 38 dans des fenêtres 37, ouvertes dans une couche isolante protectrice des diodes
- 10 6, avec les zones 34 de type p. Les électrodes 8 sont en contact avec les zones 35 de type n par l'intermédiaire de fenêtres de contact 7. Au-dessous des conducteurs 10 se trouve une bande électro-conductrice 11 qui, dans cet exemple, est reliée à une extrémité du conducteur 10 et
- 15 qui s'étend, de façon séparée du corps de support 32 et du composant semiconducteur et également du conducteur 10, jusqu'au-dessus d'une électrode 8. Dans cet exemple, la programmation s'effectue également par attraction électro-statique. Le composant semiconducteur (diode) se trouve
- 20 au-dessous d'une partie 12 du conducteur 10 comprise entre deux parties de support 13. Evidemment, au-dessus d'une seule partie 12 peuvent se trouver plusieurs diodes. Le tout est recouvert d'une couche de passivation 20, de sorte que l'élément de connexion programmable 11 se trouve dans
- 25 une enceinte 21. Lors de la réalisation du système de barres croisées selon la méthode décrite dans la demande de brevet français N° 2 441 923, les conducteurs 10 sont supportés par des parties de support en aluminium, qui sont connectées au conducteur 10. Dans un tel dispositif,
- 30 il est également possible de connecter l'élément de connexion programmable 11 au conducteur 10 par l'intermédiaire d'une partie de support 36. La figure 12 montre une section transversale d'un tel dispositif: les chiffres de référence ont la même signification que sur la figure 11.

REVENDICATIONS

1. Dispositif semiconducteur programmable, comportant un corps de support (2, 32) muni d'un composant semiconducteur et d'un conducteur électrique (10) appartenant à une première ligne et pouvant être connecté au composant semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comporte une bande (11) en matériau électroconducteur, dont au moins une extrémité est connectée au conducteur (10) appartenant à la première ligne, bande qui est séparée du composant semiconducteur ou d'une couche de contact reliée à ce dernier d'une façon électro-conductrice, sur au moins une partie de sa longueur, par du gaz ou par le vide, partie qui s'étend de façon séparée du conducteur électrique au-dessus du composant semiconducteur ou de la couche de contact et qui est séparée par un espace intermédiaire (16) de dimensions telles que, par suite de l'attraction électrostatique se produisant entre la bande et le composant semiconducteur ou la couche de contact, une connexion puisse se former entre la bande et le composant semiconducteur ou de la couche de contact.

2. Dispositif semiconducteur programmable selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte une bande en un matériau électroconducteur connectée au composant semiconducteur et en ce qu'une partie de la bande (11) s'étend de façon séparée, du corps de support, du composant semiconducteur ou d'une couche de contact reliée à ce dernier de façon électroconductrice au-dessous du conducteur électrique (10) appartenant à la première ligne, partie qui est séparée du conducteur par du gaz ou par le vide, l'espace intermédiaire (16) entre la bande (11) et le conducteur (10) étant de dimensions telles qu'une connexion entre la bande et le conducteur puisse se former par suite de l'attraction électrostatique se produisant entre la bande et le conducteur.

3. Dispositif semiconducteur programmable selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la bande (11) se trouve dans une enceinte (21) dont les parois peu-

vent être formées, au moins partiellement, par du matériau protecteur (20) appliqué sur des parties du corps de support ou du composant semiconducteur situées à côté du conducteur (10).

05 4. Dispositif semiconducteur programmable selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la bande (11) de matériau conducteur contient au moins l'un des matériaux du groupe constitué par le nickel, le cobalt et le platine.

10 5. Dispositif semiconducteur programmable selon au moins l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche de matériau électro-conducteur est au maximum de 0,5 micromètre.

15 6. Dispositif semiconducteur programmable selon l'une des revendications 1 ou 3 à 5, caractérisé en ce que l'espace compris entre la partie de la bande (11) en matériau semiconducteur s'étendant de façon séparée et le composant semiconducteur ou la couche de contact est au maximum de 0,5 micromètre.

20 7. Dispositif semiconducteur programmable selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que l'espace compris entre le conducteur (10) appartenant à la première ligne et la partie de la bande (11) en matériau électro-conducteur s'étendant de façon séparée est au maximum de 0,5 micromètre.

25 8. Dispositif semiconducteur programmable selon au moins l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la première ligne (10) fait partie d'un premier groupe constituant un système de barres croisées avec un
30 second groupe de lignes qui croise le premier de lignes, et en ce que le composant semiconducteur se trouve à l'endroit d'un point de croisement dudit système de barres croisées et est connecté à une ligne (4) du second groupe.

35 9. Dispositif semiconducteur programmable selon au moins l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le corps de support (2, 32) comporte un corps semiconducteur dans lequel est réalisé le composant semiconduc-

teur.

10. Dispositif semiconducteur programmable selon la revendication 9, caractérisé en ce que la ligne du second groupe comporte au moins une zone enterrée (4)
05 dans le corps semiconducteur.

11. Dispositif semiconducteur programmable selon la revendication 10, caractérisé en ce que la zone enterrée (4) est en contact d'une façon régulièrement espacée avec une bande (17) en matériau électro-conducteur
10 située sur la surface du corps semiconducteur.

12. Dispositif semiconducteur programmable selon la revendication 11, caractérisé en ce que la bande (17) en matériau électro-conducteur s'étend pratiquement parallèlement à la zone enterrée.

13. Dispositif semiconducteur programmable selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que les composants semiconducteurs contiennent des diodes présentant une jonction redresseuse entre une zone semiconductrice (3) faiblement dopée située au-dessus de la zone
20 enterrée (4) et une électrode (8) assurant le contact de la zone semiconductrice à faible dopage.

14. Procédé pour la réalisation d'un dispositif semiconducteur programmable selon au moins l'une des revendications 1 ou 3 à 10, caractérisé en ce que l'on part
25 d'un corps de support (2,32), dont au moins une surface présente un composant semiconducteur muni d'une électrode (8) ou connecté à une couche de contact, l'ensemble étant recouvert d'une première couche auxiliaire (24) après quoi une bande (11) en matériau électro-conducteur est
30 déposée sur la première couche auxiliaire (24) et s'étend au moins partiellement au-dessus de l'électrode (8) ou de la couche contact, puis en ce que le tout est recouvert d'une seconde couche auxiliaire (25), lesdites première et seconde couches auxiliaires étant perforées de façon
35 à obtenir des ouvertures qui coïncident au moins partiellement, avec une extrémité de la bande, en ce qu'une configuration de conducteurs est alors réalisée au moins dans

les ouvertures configuration qui sert de masque lorsqu'en-
suite les deux couches auxiliaires sont enlevées sélecti-
vement, le matériau de la première couche auxiliaire étant
décapable de façon sélective par rapport aux matériaux
05 du corps de support, de l'électrode ou de la couche de
contact et la bande, la configuration de conducteurs et,
pour autant qu'il est recouvert de la première couche auxi-
liaire par rapport au matériau du composant semiconducteur
et le matériau de la seconde couche auxiliaire étant déca-
10 pable sélectivement par rapport aux matériaux de la bande
et du conducteur, traitement après lequel il subsiste,
dans les ouvertures, des éléments de support (13, 36) de
la configuration de conducteurs entre lesquels s'étend
un conducteur électrique (10) appartenant à une premiè-
15 re ligne du dispositif, ainsi qu'une bande électro-conduc-
trice connectée au conducteur, alors qu'au moins une partie
de la bande s'étend d'une façon détachée du corps de sup-
port, de la configuration de conducteurs et du composant
semiconducteur ou de la couche de contact au-dessus du
20 composant semiconducteur ou de la couche de contact.

15. Procédé pour la réalisation d'un dispositif
semiconducteur programmable selon au moins l'une des reven-
dications 2 à 10; caractérisé en ce que l'on part d'un
corps de support (2, 32) dont une surface comporte au moins
25 un élément semiconducteur muni d'une électrode (8) ou con-
necté à une couche de contact, le tout étant recouvert
d'une première couche auxiliaire (20) dans laquelle est
ménagée une fenêtre mettant à nu au moins une partie de
l'électrode ou de la couche de contact, en ce que, ensuite
30 une bande (11) en matériau électro-conducteur est déposée
sur la première couche auxiliaire (24) et au moins dans
la fenêtre puis, en ce que le tout étant recouvert d'une
seconde couche auxiliaire (25) et après avoir pratiqué
des ouvertures dans les première et deuxième couches auxi-
35 liaires, on dépose une configuration de conducteurs au
moins à l'endroit d'une extrémité de la bande (11) et dans
lesdites ouvertures, configuration qui sert de masque pour

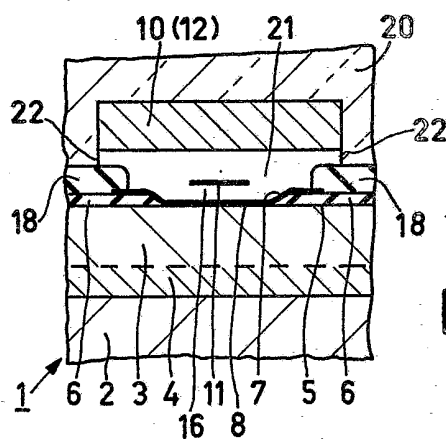
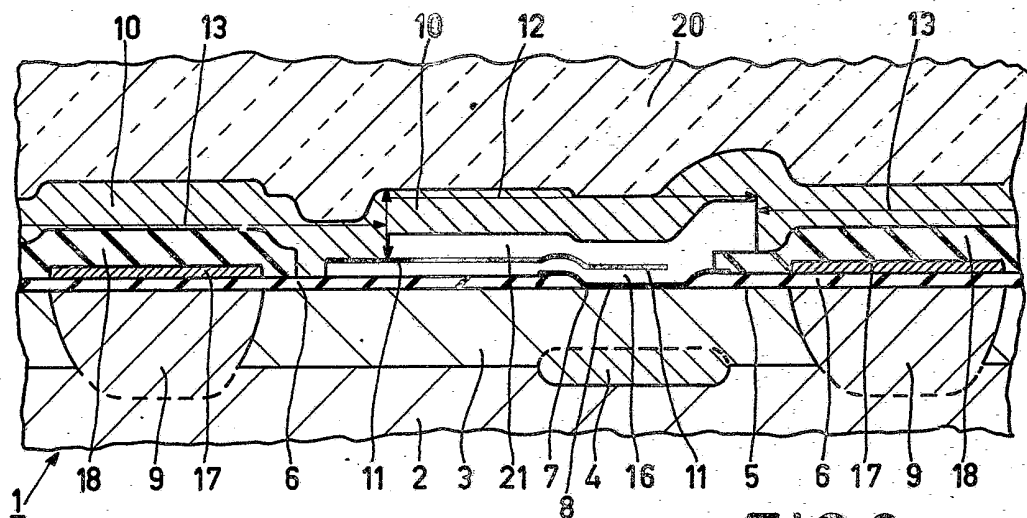
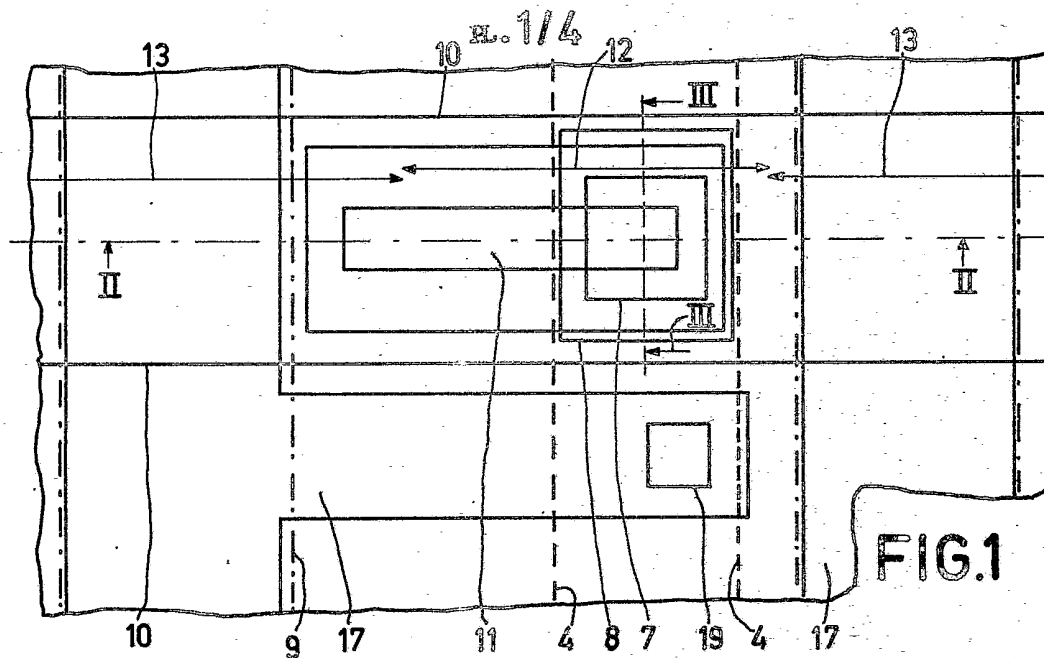
l'élimination sélective ultérieure des deux couches auxiliaires, le matériau de la première couche auxiliaire (24) étant décapable sélectivement par rapport au matériau du corps de support, de l'électrode ou de la couche de contact, de la bande, de la configuration de conducteurs et, pour autant qu'il est recouvert de la première couche auxiliaire par rapport au matériau du composant semiconducteur et le matériau de la seconde couche auxiliaire (25) étant décapable sélectivement par rapport au matériau de la bande et de la configuration de conducteurs, traitement après lequel subsistent dans les ouvertures, des éléments de support (13, 36) de la configuration de conducteurs entre lesquels s'étend un conducteur (10) appartenant à une première ligne du dispositif et une bande électro-conductrice connectée au composant semiconducteur alors qu'au moins une partie de la bande s'étend de façon séparée du corps de support de la configuration de conducteurs et du composant semiconducteur ou de la couche de contact, au-dessous du conducteur.

16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que le même matériau est utilisé pour la première couche auxiliaire (24) et pour la seconde couche auxiliaire (25).

17. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisé en ce que le matériau de la configuration de conducteur est formé par croissance galvanique.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'avant l'application du matériau de la configuration de conducteurs par voie galvanique, on applique d'abord une couche mince du matériau à former par croissance.

19. Procédé selon l'une des revendications 14 à 18, caractérisé en ce qu'après l'enlèvement des couches auxiliaires le dispositif est muni d'une pellicule en matériau protecteur (20).



PL. 2/4

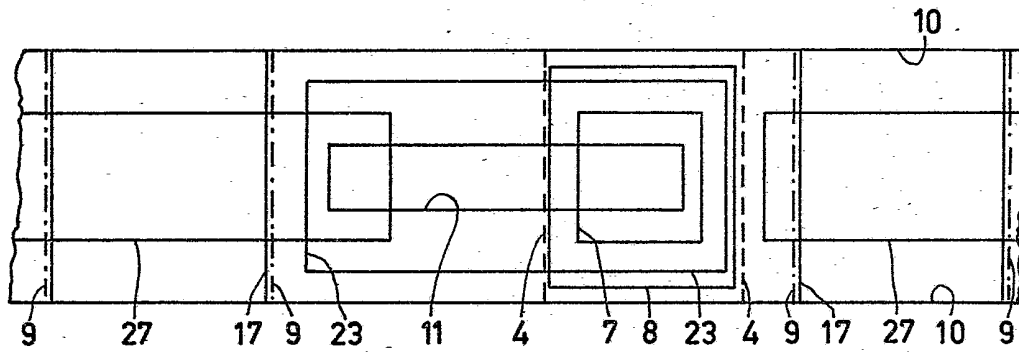


FIG. 4

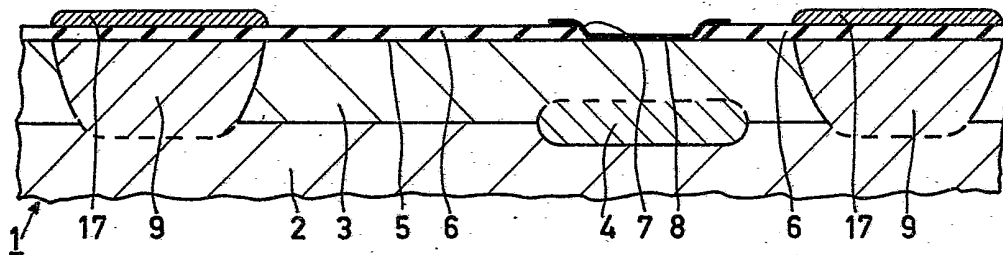


FIG. 5

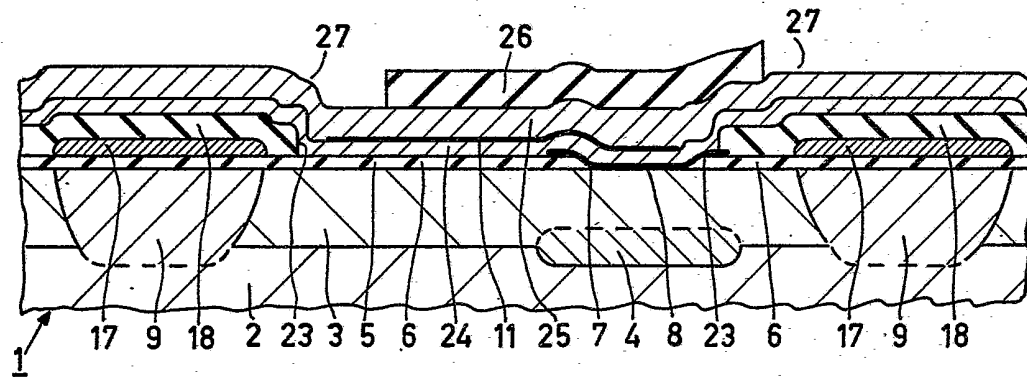


FIG. 6

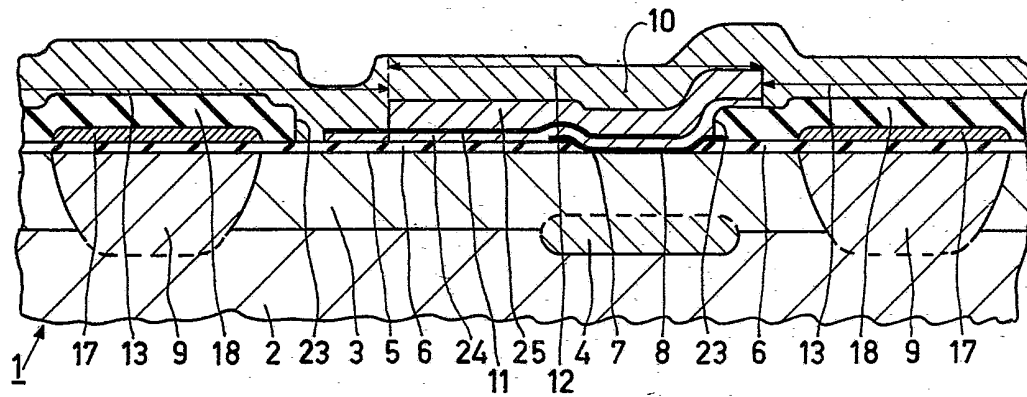


FIG. 7

PL. 3/4

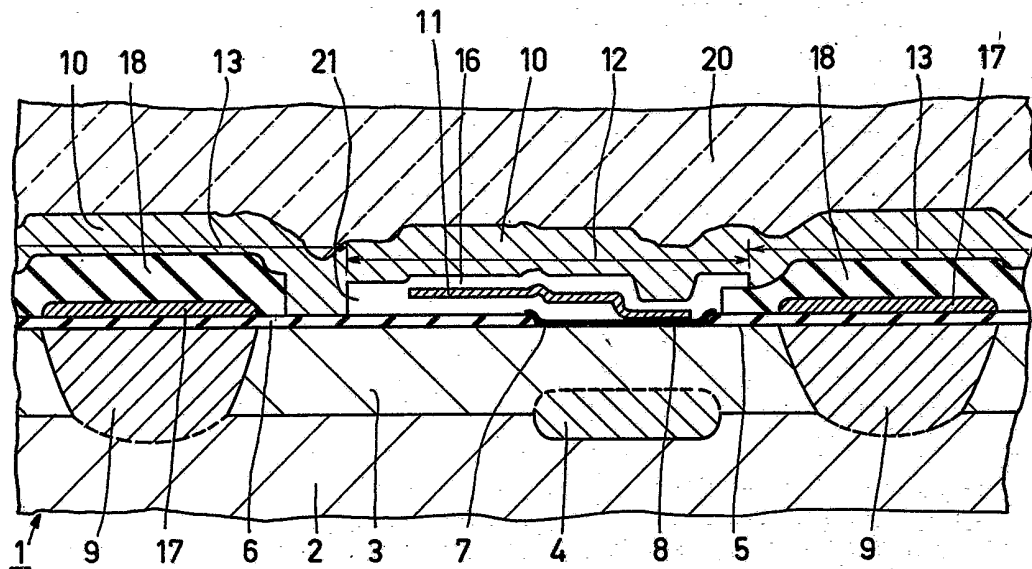


FIG. 8

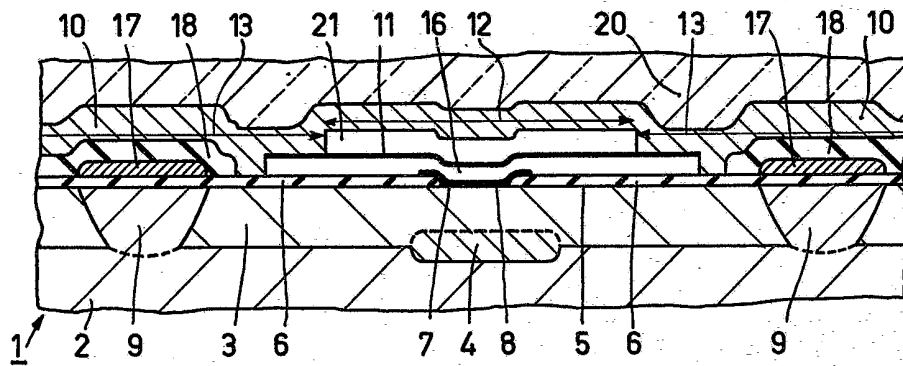


FIG. 9

PL. 4/4

