

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 22660

(54) Structure de capacité dans un circuit intégré à deux niveaux de métallisation et procédé de fabrication.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 L 21/72, 27/00.

(22) Date de dépôt..... 23 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 30-4-1982.

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

(72) Invention de : Marcel Roche.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

- 1 -

STRUCTURE DE CAPACITE DANS UN CIRCUIT
INTEGRE A DEUX NIVEAUX DE METALLISATION
ET PROCEDE DE FABRICATION

La présente invention concerne une structure de capacité dans un circuit intégré à deux niveaux de métallisation et son procédé de fabrication.

Dans le domaine de la fabrication des circuits
5 intégrés sur substrat semiconducteur, notamment sur substrat de silicium, une des difficultés qui se pose réside dans la réalisation de condensateurs.

Couramment des capacités sont réalisées dans les circuits intégrés ou bien en utilisant une jonction polarisée en inverse ou bien en utilisant une partie dopée du
10 semiconducteur comme première électrode, une couche de silice comme diélectrique et une métallisation comme deuxième électrode.

Comme l'indique notamment H. Lilen dans son ouvrage intitulé "Circuits intégrés linéaires", quatrième
15 édition, éditions radio 1978, page 45, dans le chapitre où il traite des condensateurs : "Il serait encore possible d'élaborer un condensateur selon la technique des films minces sur le substrat; pour ce faire, deux couches
20 de métallisation sont réalisées de part et d'autre d'une couche d'oxyde". Lilen ajoute : "sauf exception, on verra par la suite que les schémas de circuits intégrés linéaires tendent à ignorer les condensateurs". En effet, les technologies classiques de fabrication conduisent à des
25 éléments occupant une surface de silicium importante. Par contre, la dernière possibilité que cite Lilen, à savoir réaliser un condensateur entre deux métallisations, n'avait pas donné lieu à des réalisations pratiques en raison des difficultés d'exécution que présenterait la
30 structure proposée. Néanmoins, l'emploi d'une telle structure serait particulièrement intéressant étant donné qu'elle

- 2 -

permettrait de superposer les condensateurs au-dessus du circuit intégré donc de limiter la perte de place due à la prévision de condensateurs.

La présente invention propose une structure
5 de condensateurs réalisés à l'aide d'un double niveau de métallisation.

Un objet de la présente invention est de prévoir une telle structure qui soit particulièrement simple à fabriquer.

10 Un autre objet de la présente invention est de prévoir une telle structure qui soit compatible avec la fabrication simultanée d'autres éléments utilisant la double métallisation.

Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit une structure de capacité dans un circuit
15 intégré à deux niveaux de métallisation dans laquelle la première plaque est constituée par une portion de première métallisation, la deuxième plaque par une portion de la deuxième métallisation, le diélectrique par une couche
20 de nitrure de silicium et dans laquelle, aux emplacements où les deux métallisations se chevauchent en dehors des zones une capacité est souhaitée, ces métallisations sont séparées d'une part par la dite couche de nitrure d'autre part par une couche de silice plus épaisse. Aux emplace-
25 ments où les deux métallisations se chevauchent et en dehors des zones où des capacités sont souhaitées, la deuxième métallisation peut notamment avoir un rôle d'écran servant à fixer le potentiel de surface, ce qui est particulièrement souhaitable quand le circuit intégré est
30 commercialisé sous forme encapsulée dans un boîtier plastique et non pas dans un boîtier métallique ou céramique.

La présente invention prévoit un procédé de fabrication d'un circuit intégré à deux niveaux de métallisation dans lequel on part d'une plaquette de silicium
35 comprenant des zones nues sur lesquelles on va établir des

contacts et des zones isolées. De façon classique une première couche de métallisation est formée sur la plaque et gravée de façon choisie. Ensuite, et selon l'invention, sont déposées deux couches successives de 5 nitrure de silicium et de silice (SiO_2) la couche de silice étant plus épaisse que la couche de nitrure de silicium. On grave ensuite la couche de SiO_2 en des emplacements choisis, notamment ceux où l'on souhaite réaliser des condensateurs.

10 On grave ensuite la couche de nitrure de silicium dans des emplacements où la couche de silice a déjà été gravée autres que ceux où l'on souhaite réaliser des condensateurs, notamment des emplacements correspondant à des zones de thermo-compression ou à des puits par lesquels 15 on veut que les deux niveaux de métallisation rentrent en contact.

Les couches de métallisation sont couramment des couches d'aluminium mais peuvent être de tout autre métal approprié choisi. L'un des avantages premiers de la 20 structure à double niveau de diélectrique (SiO_2 et Si_3N_4) selon la présente invention résulte du fait que l'on peut utiliser les sélectivités de ces deux diélectriques par rapport à des produits ou des modes d'attaque distincts. Un autre avantage moins souvent mis en exergue du nitrure 25 de silicium est que ce produit peut être attaqué par un plasma au fréon et qu'une telle attaque est très sélective vis à vis de l'aluminium ou autre métal se trouvant sur ou sous le nitrure de silicium. Par contre, les acides permettant de graver la silice sont peu sélectifs vis à vis de 30 l'aluminium.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés plus en détail dans la description suivante de modes de réalisation particulier faite en relation avec les figures 1 à 35 5 ci-jointes qui représentent des étapes de fabrication

- 4 -

successives d'une structure de circuit intégré selon l'invention.

Dans ces diverses figures, de mêmes références désignent autant que faire se peut de mêmes éléments ou 5 couches. On notera également que, conformément à l'usage dans le domaine de la représentation des structures de circuits intégrés, les diverses couches ne sont pas représentées à l'échelle ni dans le sens de l'épaisseur, ni dans le sens transverse.

10 La figure 1 représente une vue en coupe d'une structure de circuit intégré lors d'une étape classique de fabrication. Le semiconducteur 10 dans lequel ont été formé diverses couches de niveau et de type de dopage distincts (non représentées) est recouvert d'une couche d'iso-
15 lement 20, couramment de la silice, cette couche étant ouverte en certains emplacements. Une première couche métallique 30 est déposée sur le substrat et gravée de façon appropriée. On retrouve donc comme le représente la figure des emplacements tels que 31 où la couche métallique vient
20 en contact avec le substrat, des emplacements tels que 32 où la couche métallique sert de pont entre deux emplacements du substrat et des emplacements tels que 33 dans lesquels la couche métallique repose sur des portions de la couche de silice 20.

25 Ensuite, comme l'illustre la figure 2 et selon une première étape du procédé inventif, on dépose une première couche isolante de nitrure de silicium 40 puis une deuxième couche isolante sur la plaquette. Comme l'illustre la figure 3, on peut ensuite procéder à un masquage pour
30 ouvrir la couche de silice 50 en des emplacements souhaités.

On notera que par les procédés classiques d'attaque de la silice par des solutions à base d'acide fluorhydrique, la gravure est fortement sélective entre SiO_2 et Si_3N_4 et donc que la couche de nitrure de silicium 40 n'est
35 pas entamée lors de l'attaque de la silice.

Dans une étape ultérieure, illustrée en figure 4, la couche de nitrure de silicium 40 est éliminée en des emplacements choisis par un procédé d'attaque, sélectif vis à vis de la silice d'une part et du métal 30 d'autre
5 part. Un moyen connu classique d'attaque sélective du nitrure de silicium consiste en l'emploi d'un plasma de CF_4 (également appelé plasma Fréon). On dépose ensuite une deuxième couche métallique 60 sur la plaquette, cette deuxième couche métallique étant gravée en des endroits
10 appropriés par exemple de la façon représentée en figure 5.

La figure 5 illustre les possibilités de la présente invention pour permettre de fournir simultanément des structures de fonctions distinctes sur une même plaquette de circuit intégré notamment grâce à la prévision
15 de la double couche diélectrique entre les métallisations.

Dans la partie droite de la figure 5, on peut voir une zone de contact direct entre une partie 31 de la première métallisation et une partie 61 de la seconde métallisation. La partie 61 de la seconde métallisation
20 s'étend vers la gauche sur la figure au dessus d'une partie 34 de la première métallisation, ces portions des première et seconde métallisations étant seulement séparées par une partie 41 de la couche de nitrure 40.

Dans la partie centrale de la figure, une partie 25 62 de la seconde métallisation est entièrement déposée sur la couche de silice 50 et, à cet emplacement, cette métallisation 62 sert d'écran pour fixer le potentiel de surface au dessus de zones du circuit intégré particulièrement sensible à des effets parasites et que l'on souhaite tout spécialement protéger, par exemple des étages
30 d'entrée d'un ampli basse fréquence. On notera que cette utilisation à titre d'écran d'une métallisation au dessus d'un circuit intégré a été suggérée dans un brevet antérieur de la demanderesse déposée au nom de C S F - Compagnie Générale de Télégraphie sans fil, n° 1 424 544, le
35

3 Décembre 1964.

Enfin, dans la partie gauche de la figure on voit des zones 63 et 64 de la deuxième métallisation en contact avec des parties sous jacentes de la première métallisation pour former une double couche métallique de reprise de contact assurant éventuellement une meilleure conductivité et permettant des croisements entre des métallisations de niveau inférieur et des métallisations de niveau supérieur comme cela est classique dans les dispositifs à double niveau de métallisation.

Du fait que le condensateur décrit précédemment et représenté dans la partie droite de la figure 5 comprend comme diélectrique la couche de nitrure dans son épaisseur entière, l'épaisseur de diélectrique de ce condensateur est bien définie, ce qui ne serait pas le cas si l'on avait employé une couche diélectrique unique amincie en certains emplacements où l'on souhaitait former des condensateurs. En effet, il est nécessaire que l'épaisseur de diélectrique soit mince aux emplacements où l'on souhaite former des condensateurs et épaisse aux autres emplacements où il y a chevauchement entre les deux couches de métal pour éviter les capacités parasites. Ainsi, selon la présente invention, on prévoira une couche de nitrure relativement mince, par exemple de 0,2 à 0,4 micron et une couche de silice 50 d'une épaisseur de l'ordre de 0,5 à 1 micron. De même, la couche de silice 20 reposant directement sur le substrat de silicium aura également l'épaisseur de l'ordre de 0,5 à 1 micron ou plus pour éviter les capacités parasites entre la première métallisation et des portions du substrat semiconducteur. Dans un exemple pratique, la demanderesse a réalisé une structure dans laquelle la première couche de silice 20 avait une épaisseur de l'ordre de 0,8 micron, la couche de nitrure 40 une épaisseur de l'ordre de 0,3 micron et la deuxième couche de silice 50 une épaisseur de l'ordre de 0,7 micron.

- 7 -

La présente invention concerne un procédé général applicable aux circuits intégrés et les diverses figures doivent être considérées uniquement comme des exemples de modes de réalisation particuliers non limitatifs
5 des motifs de structure pouvant utiliser la présente invention.

De même, la présente invention peut s'appliquer à d'autres semiconducteurs que le silicium. En ce cas, il conviendra de choisir pour la première couche diélectrique
10 40 et pour la deuxième couche diélectrique 50 des matériaux sélectivement attaquable, chimiquement, par plasma, ou de tout autre façon connue, le premier diélectrique 40 étant en outre sélectivement attaquable par rapport à la première métallisation.

15 Les deux métallisations peuvent être d'un même métal, par exemple de l'aluminium, et avoir une épaisseur de l'ordre de 1,5 micron.

Dans le cas particulier du nitrure de silicium, outre les propriétés exposées précédemment, on notera que
20 ce produit assure une passivation efficace par suite de la barrière protectrice qu'il présente vis à vis des agents extérieurs.

Un autre avantage de la structure à double diélectrique selon la présente invention se présente pour la
25 formation de puits, c'est à dire de zones telles que le raccordement entre la deuxième métallisation et la première à l'emplacement désigné par la référence 63 en figure 5. Si le masque ayant servi à ouvrir la couche de nitrure présente une ouverture légèrement inférieure à celle du masque
30 ayant auparavant servi à ouvrir la couche de silice, on obtient une structure étagée de l'ouverture ce qui facilite le franchissement des inter-connections au niveau des puits. En effet, c'est un problème constant dans le domaine des circuits intégrés que d'assurer un bon franchissement des

- 8 -

irrégularités de surface par les métallisations, notamment, quand ces irrégularités de surface ont des formes à arêtes marquées en marches d'escalier.

REVENDICATIONS

1. Structure de capacité dans un circuit intégré à deux niveaux de métallisation dans lequel la première plaque est constituée par une portion de la première métallisation et la deuxième plaque par une portion de la deuxième
5 métallisation, caractérisée en ce que le diélectrique de la capacité est constitué par une couche de nitrure et en ce que dans les emplacements où les deux métallisations se chevauchent, en dehors des zones où une capacité est souhaitée, elles sont séparées d'une part par ladite couche de nitrure,
10 d'autre part par une couche de silice.

2. Structure selon la revendication 1 caractérisée en ce que la couche de nitrure de silicium a une épaisseur de l'ordre de 0,2 à 0,4 micron.

3. Structure selon la revendication 1 caractérisée en ce que la couche de silice a une épaisseur de l'ordre de 0,5 à 1 micron.
15

4. Structure selon la revendication 1 caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des emplacements où les deux métallisations sont en contact pour former une double
20 couche métallique.

5. Structure selon la revendication 1 caractérisée en ce que les deux métallisations sont constituées de couches d'aluminium.

6. Structure selon la revendication 5 caractérisée en ce que deux métallisations ont des épaisseurs sensiblement égales comprises entre 1 et 2 microns.
25

7. Procédé de fabrication d'un circuit intégré à deux niveaux de métallisation à partir d'une plaquette de silicium comprenant des zones nues sur lesquelles on
30 veut établir des contacts et des zones isolées, une première couche de métallisation étant formée sur la plaquette et gravée de façon choisie, caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- 10 -

- déposer sur la plaquette une couche de nitrure de silicium;
- déposer sur la plaquette une couche de silice;
- 5 - ouvrir la couche de silice en des emplacements choisis;
- ouvrir la couche de nitrure à l'intérieur de certaines des ouvertures ménagées dans la couche de silice;
- 10 - déposer sur la plaquette une deuxième couche de métallisation, d'où il résulte que l'on obtient dans les premiers emplacements des capacités dont le diélectrique est constitué par la couche de nitrure, en des seconds emplacements des croisements entre la première
- 15 métallisation et la deuxième métallisation séparés par une double couche diélectrique de nitrure et de silice, et en des troisièmes emplacements des zones de contact direct entre les première et seconde métallisations.
- 8. Procédé selon la revendication 1 caracté-
- 20 risé en ce que dans les troisièmes emplacements où les couches de silice et de nitrure sont toutes deux enlevées, le masque d'enlèvement de la couche de nitrure présente des ouvertures légèrement plus faible que les ouvertures correspondantes de la couche de silice de manière à di-
- 25 minuer le caractère abrupt de l'ouverture d'ensemble.
- 9. Procédé selon la revendication 7 caracté-
- risé en ce que les couches de nitrure sont attaquées par un plasma au Fréon.

1/1

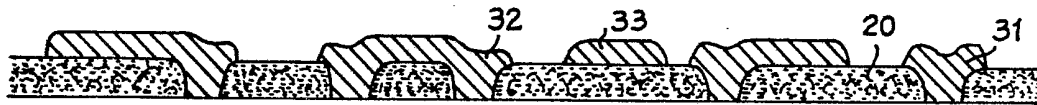


Fig. 1

10

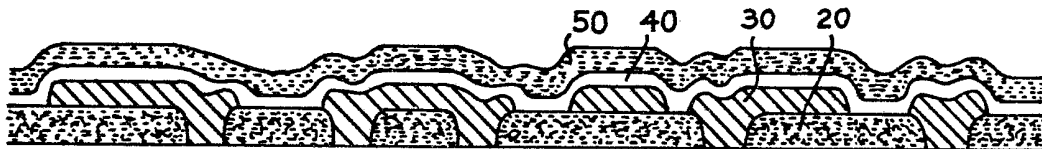


Fig. 2

10

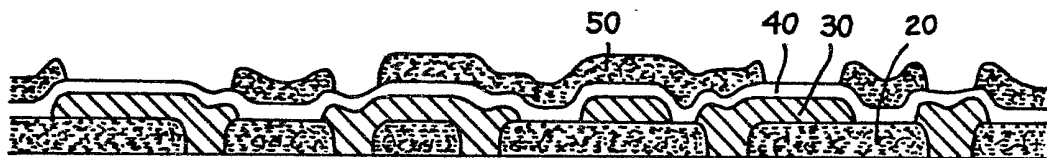


Fig. 3

10

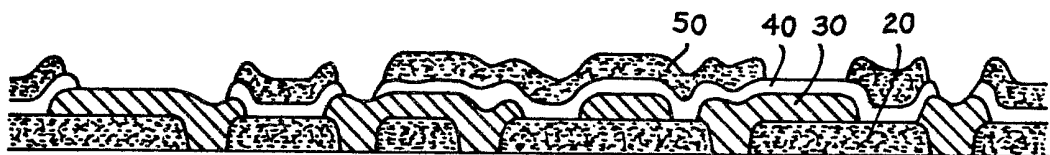


Fig. 4

10

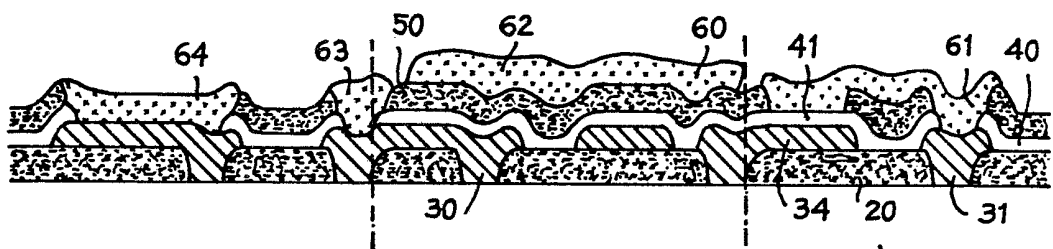


Fig. 5

10