

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 528 233

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 09954

(54) Structure de doigt d'émetteur dans un transistor de commutation.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 01 L 29/70, 21/22.

(22) Date de dépôt..... 8 juin 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 49 du 9-12-1983.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme. — FR.

(72) Invention de : Philippe Bouard.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : Philippe Guilguet, Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75379 Paris Cedex 08.

STRUCTURE DE DOIGT D'EMETTEUR DANS UN TRANSISTOR
DE COMMUTATION.

La présente invention concerne le domaine des transistors et, plus particulièrement, des transistors de moyenne et forte puissance utilisés en commutation, c'est-à-dire capables de passer très rapidement de l'état conducteur à l'état bloqué.

5 Ces transistors présentent couramment des structures interdigitées d'émetteur et de base, c'est-à-dire que les zones d'émetteur et de base comprennent au moins partiellement des portions en forme de bandes imbriquées.

La figure 1 représente une vue partielle en coupe et en 10 perspective d'un transistor à émetteur digité, cette vue étant schématique. Ce transistor comprend des couches de collecteur 1 et 2, de type N^+ et N, et une couche de base 3 de type P, dans laquelle sont formées, généralement par diffusion, des zones d'émetteur 4 de type N^+ ayant la forme de doigts allongés. Entre 15 les doigts d'émetteur 4 on trouve éventuellement des doigts de base 5 constitués de zones de type P à niveau de dopage plus élevé que le niveau de dopage de la couche 3 de façon à favoriser l'ohmicité des contacts. Au-dessus des diffusions d'émetteur 4, se trouvent des métallisations d'émetteur 6 et, entre ces 20 métallisations d'émetteur, se trouvent des métallisations de base 7. La face inférieure est revêtue d'une métallisation de collecteur 8. La face supérieure de la plaquette, en dehors des zones de contact avec les métallisations, est protégée par une couche d'oxyde de silicium 9 (SiO₂).

25 La figure 2 représente une vue en coupe agrandie et schématique de la structure d'un doigt d'émetteur. On peut y voir la couche de base 3, la zone d'émetteur 4, la métallisation d'émetteur 6 et la couche d'oxyde 9. Au moment où l'on veut interrompre le passage du courant dans le transistor, ce sont les 30 parties latérales de la zone d'émetteur qui seront affectées les premières par les courants provenant des électrodes de base adjacentes 7 et les lignes de courant se concentrent dans la partie

centrale de la zone d'émetteur. Ce phénomène de concentration des lignes de courant à l'ouverture qui ralentit la commutation au blocage d'un transistor a été étudié par de nombreux auteurs sous l'appellation de focalisation des lignes de courant.

5 Divers remèdes ont été proposés pour pallier cet inconvénient.

Un premier remède, illustré en figure 3, consiste tout simplement à supprimer la partie centrale du doigt d'émetteur et à la recouvrir d'une couche d'oxyde 10 avant de procéder à la 10 métallisation 6. Chaque doigt d'émetteur est alors divisé en deux doigts distincts 11 et 12 connectés par la métallisation 6, cette métallisation ayant sensiblement la même largeur et la même épaisseur que celle représentée en figure 2, la section de cette métallisation étant déterminée en fonction du courant que l'on 15 souhaite faire passer dans l'émetteur et pour obtenir une surface sensiblement équipotentielle sur toute la surface de la zone d'émetteur. Un inconvénient de la structure de la figure 3 est que si la couche d'oxyde 10 présente un défaut (un trou), la métallisation 6 court-circuitera les zones de base et d'émetteur.

20 Pour éviter cet inconvénient, on a également proposé dans l'art antérieur la structure illustrée en figure 4 dans laquelle chaque doigt d'émetteur est également divisé en deux bandes 11 et 12, mais où une diffusion 13 d'atomes dopants de même type que ceux des zones 11 et 12 est prévue dans la partie 25 centrale et où la métallisation 6 repose sur toute la zone d'émetteur y compris sur la partie centrale sans isolement. On évite ainsi les éventuels courts-circuits base/émetteur pouvant résulter de défauts de structure de la couche d'oxyde 10 de la figure 3. Néanmoins, la structure de la figure 4 présente 30 l'inconvénient évident d'être moins efficace que la structure de la figure 3 du fait qu'il se produit quand même une injection au niveau de la partie centrale 13 de l'émetteur.

On notera en outre que, dans le cas des figures 3 et 4, il se produit une injection au voisinage de la zone centrale à 35 partir des parties latérales 14 et 15 des zones d'émetteur en forme de bandes 11 et 12.

La présente invention a pour objet de prévoir une nouvelle structure de doigt d'émetteur évitant les inconvénients précités des structures connues et permettant d'obtenir des vitesses de commutation à l'ouverture plus grandes. La présente 5 invention vise plus particulièrement le cas de transistors NPN et un procédé de fabrication de tels transistors.

Selon l'invention, il est proposé une structure de doigt d'émetteur dans un transistor de commutation de type NPN dans laquelle chaque doigt d'émetteur disposé sous une métallisation 10 d'émetteur comprend trois zones distinctes en forme de bandes longitudinales, à savoir deux zones latérales dopées au phosphore avec une concentration superficielle en atomes dopants supérieure à 10^{20} atomes/cm³ et présentant une première profondeur de jonction ; et une zone centrale dopée à l'arsenic selon une deuxième 15 profondeur de jonction nettement plus faible que la première profondeur de jonction, cette zone contenant également des atomes d'or sur une profondeur de l'ordre de celle de la première profondeur de jonction.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que 20 d'autres de la présente invention seront exposés plus en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- les figures 1 à 4 destinées à illustrer l'état de la technique ont été décrites précédemment,
25 - les figures 5A à 5E illustrent des étapes de fabrication d'une structure selon la présente invention.

De façon générale, on notera que dans les figures, aucune échelle n'est respectée entre les épaisseurs et les largeurs des diverses couches ; au contraire, conformément à 30 l'usage dans le domaine de la représentation des semiconducteurs, les dimensions ont été arbitrairement dilatées dans diverses directions pour faciliter la lisibilité des figures et améliorer leur aspect didactique.

Les figures 5A à 5E illustrent des étapes particulières 35 de fabrication d'un doigt d'émetteur selon la présente invention.

Dans une première étape, illustrée en figure 5A, on

forme deux bandes 11 et 12 d'un doigt émetteur par diffusion de phosphore pour obtenir des zones d'émetteur de type N^+ présentant une concentration superficielle en atomes dopants supérieure à 10^{20} atomes/cm³.

5 Dans une deuxième étape, illustrée en figure 5B, on masque la structure au moyen d'une couche de silice 20 et on dépose, par exemple par pulvérisation cathodique, une couche d'or 21 comprenant de l'arsenic.

Au cours de l'étape représentée en figure 5C, on procède 10 à un échauffement pour obtenir une couche 22 d'eutectique or/silicium dopée à l'arsenic. On procède ensuite à l'enlèvement de la couche d'or 21 par une attaque à l'eau régale. On notera que l'on aurait également pu enlever la plus grande partie de la couche d'or en dehors des zones situées entre les bandes 11 et 12 15 avant de procéder à l'étape de formation d'eutectique pour éviter des traversées éventuelles par l'or de la couche de silice 20. Dans ce cas, après la formation de l'eutectique, on enlèvera les portions d'or restantes au-dessus des bandes centrales situées entre les bandes 11 et 12.

20 Lors de l'étape illustrée en figure 5D, on procède à nouveau à un échauffement pour faire diffuser dans le silicium l'or et l'arsenic contenus dans la couche eutectique 22, puis l'on procède à l'enlèvement de cet eutectique par une attaque chimique sélective. Comme cela est connu, l'or diffuse plus vite que 25 l'arsenic. On arrête cette étape de diffusion quand l'or a pénétré dans le substrat de silicium d'une profondeur sensiblement égale à la profondeur de jonction des zones d'émetteur 11 et 12. La profondeur de jonction 23 de l'arsenic est alors de l'ordre du cinquième de celle des zones 11 et 12. La zone 24 dopée à l'or est 30 hachurée dans la figure. A titre d'exemple, la concentration superficielle de l'arsenic peut être de quelques 10^{19} atomes/cm³ et sa profondeur de jonction de l'ordre de 0,5 à 2 microns tandis que la profondeur de jonction des couches 11 et 12 est de l'ordre de 4 à 10 microns.

35 Comme le représente la figure 5E, on procède alors à une ouverture supplémentaire de la couche de masquage 20 et au dépôt

d'une métallisation d'émetteur 25 recouvrant au moins la partie superficielle des bandes d'émetteur 11 et 12 voisine de la zone centrale.

Ainsi, grâce à l'existence de la zone d'arsenic, il ne 5 peut y avoir de court-circuit entre la métallisation d'émetteur (couramment en aluminium) et la zone de base 3 de type P. En outre, grâce à la présence d'atomes d'or dans la partie intermédiaire entre les zones 11 et 12, le pouvoir d'injection de la partie centrale de l'émetteur constituée par la jonction 23 et 10 par les parties latérales internes 14 et 15 des zones d'émetteur 11 et 12 est pratiquement inhibé. On résout ainsi toutes les difficultés liées aux structures de l'art antérieur décrites précédemment (possibilité de défauts et existence d'une injection résiduelle non négligeable au niveau de la partie centrale du 15 doigt d'émetteur), ce qui élimine sensiblement le phénomène de focalisation des lignes de courant et réduit la durée de commutation à l'ouverture.

La structure a été décrite précédemment dans le cas très particulier où les zones 11 et 12 sont fortement dopées au 20 phosphore et où l'on utilise l'arsenic comme dopant de la zone centrale. Ces caractéristiques constituent un élément de la présente invention. En effet, il convient de choisir des dopants successifs compatibles et sélectifs par rapport à l'or : il faut que l'or diffuse plus vite que le dopant contenu dans la zone 25 centrale et il faut également que le dopant des zones latérales 11 et 12 constitue une barrière pour l'or, ce qui est le cas du phosphore (l'or ne peut diffuser à travers une zone de silicium dans laquelle la concentration en phosphore est supérieure à sensiblement 10^{20} atomes/cm³). Ainsi, grâce au choix du phosphore, la 30 largeur de l'ouverture dans la couche de masquage 20 (figure 5B) n'est pas critique et même si cette ouverture déborde un peu sur les portions superficielles centrales des zones 11 et 12, il n'y aura quand même pas de diffusion d'or dans ces zones ce qui nuirait à la qualité de l'injection au niveau des parties utiles 35 de l'émetteur.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de

réalisations précédemment décrits ; elle en englobe au contraire les diverses variantes et généralisations incluses dans le domaine des revendications ci-après.

REVENDICATIONS.

1. Structure de doigt d'émetteur dans un transistor de commutation de type NPN, caractérisée en ce que chaque doigt d'émetteur, disposé sous une métallisation d'émetteur, comprend trois zones distinctes en forme de bandes longitudinales :

5 - deux zones latérales (11, 12) dopées au phosphore avec une concentration superficielle d'atomes dopants supérieure à 10^{20} atomes/cm³ et présentant une première profondeur de jonction; et

10 - une zone centrale dopée à l'arsenic selon une deuxième profondeur de jonction (23) nettement plus faible que la première profondeur de jonction, cette zone contenant également des atomes d'or (24) sur une profondeur de l'ordre de celle de la première profondeur de jonction.

15 2. Structure de doigt d'émetteur selon la revendication 1, caractérisée en ce que la première profondeur de jonction est comprise entre 4 et 10 microns et la deuxième profondeur de jonction est comprise entre 0,5 et 2 microns.

20 3. Structure de doigt d'émetteur selon la revendication 1, caractérisée en ce que la concentration superficielle en arsenic est de l'ordre de quelques 10^{19} atomes/cm³.

25 4. Procédé de fabrication d'un doigt d'émetteur disposé sous une métallisation et divisé en trois zones longitudinales distinctes, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

- former par diffusion de phosphore des zones latérales (11, 12) présentant une concentration superficielle supérieure à 10^{20} atomes/cm³,

- masquer la structure par une couche de silice à l'exception de la zone centrale,

30 - déposer une couche d'or dopée à l'arsenic (21),
- former un eutectique or/silicium (22),
- ôter par attaque chimique la couche d'or,
- procéder à une diffusion simultanée de l'or (24) et de

l'arsenic (23),

- ouvrir la couche de silice pour rendre apparente la surface des bandes latérales au moins dans des régions adjacentes à la zone centrale, et

5 - déposer une couche de métallisation (25).

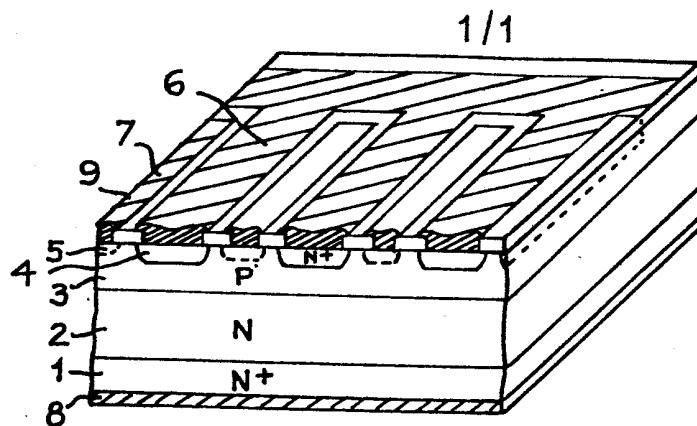


Fig.1

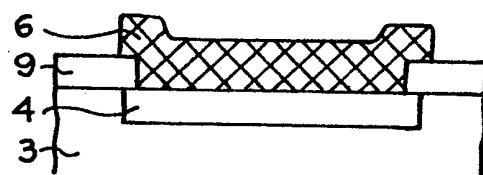


Fig.2

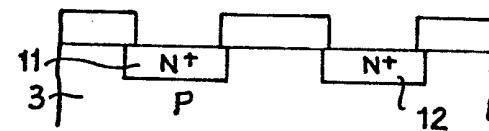


Fig.5 A

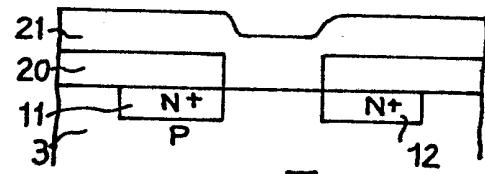


Fig.5 B

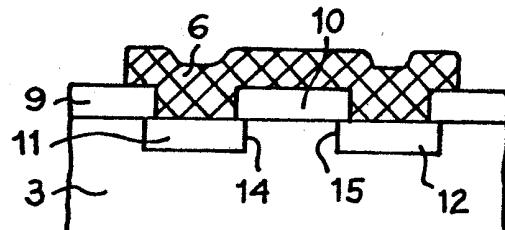


Fig.3

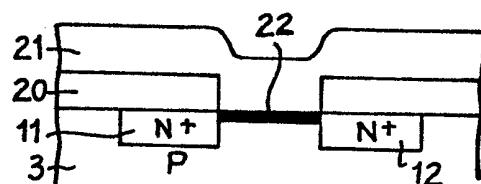


Fig.5 C

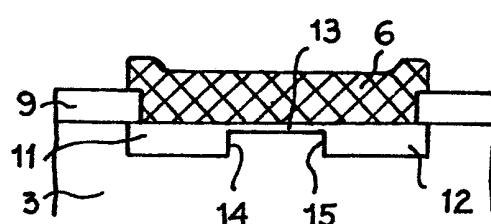


Fig.4

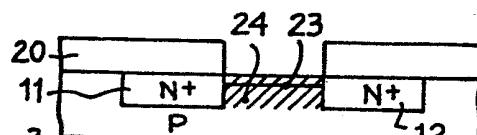


Fig.5 D

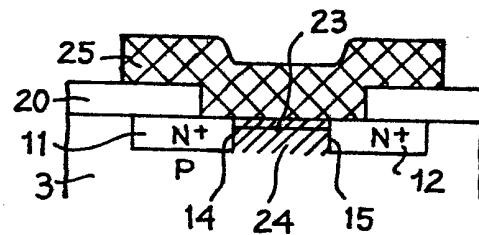


Fig.5 E