



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

266 957

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
H 01 L 21/28

(21) PV 3864-86.X
(22) Prihlášené 26 05 86

(40) Zverejnené 13 06 89
(45) Vydané 14 12 90

(75)

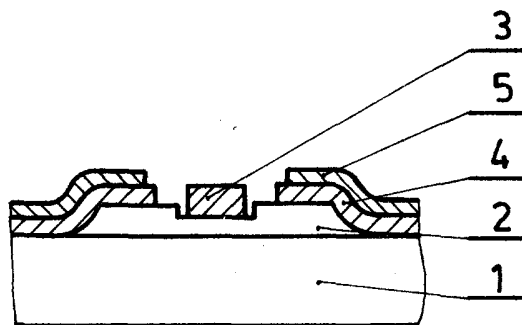
Autor vynálezu

LALINSKÝ TIBOR ing. CSc., MODRA

(54)

Spôsob výroby elektród tranzistorov typu MESFET

(57) Riešenie sa týka odboru technológie mikrovlnných polovodičových súčiastok. Rieši problém výroby tranzistorov typu MESFET na aktívnych vrstvách arzenidu gália. Účelom riešenia je zjednodušenie technologických postupov s možnosťou tvarovania ohmických kontaktov a Schottkyho hradla nezávisle na ich vzájomnom poradí, zväčšenie presnosti súkrytovania jednotlivých metalizačných úrovní a zlepšenie základných elektrických parametrov ohmických kontaktov a Schottkyho hradlovej bariéry. Uvedeného účelu je možné dosiahnuť tým, že tvorba zlievaných ohmických kontaktov a formovanie Schottkyho hradlovej bariéry je ostatnou technologickou operáciou, pri ktorej sú obidva metalizačné vrstvy súčasne žiňané v redukčnej atmosfére vodíka rýchlym teplotným cyklom. Riešenie je možné využiť v oblasti výroby diskretných tranzistorov typu MESFET na aktívnych vrstvách arzenidu gália.



Obr. 4

Vynález sa týka spôsobu výroby elektród tranzistorov typu MESFET na aktívnych vrstvách arzenidu gália, GaAs, pripravených implantáciou iónov kremíka do poloizolačných nedotovaných substrátov arzenidu gália.

Doteraz známe spôsoby výroby tranzistorov typu MESFET využívajú rôzne technologické postupy pri použití rôznych metalizačných systémov. Z hľadiska funkcie uvedeného typu tranzistora je dôležité dosiahnuť optimálne elektrické parametre nielen pre aktívnu vrstvu arzenidu gália, ale predovšetkým pre ohmické kontakty a Schottkyho hradlové rozhranie. Ohmické kontakty sa najčastejšie pripravujú zlievacou technológiou na báze metalizačného systému pozostávajúceho zo zlata, germánia a niklu. Schottkyho hradlová bariéra je najčastejšie vytvorená metalizačným systémom pozostávajúcím z titánu, platiny a zlata. Pri mikrotvarovaní oboch zložitých metalizačných systémov sa výhodne využíva lift-off technika. Nevýhodou uvedenej techniky mikrotvarovania je, že pri jej použití nie je možné dokonale očistiť povrch arzenidu gália pred depozíciou uvedených metalizačných systémov, nakoľko metalizačné systémy musia byť deponované pri izbovej teplote, resp. pri teplotách nižších ako 80 °C.

Reziduálne zvyšky, ktoré sú preto prítomné na povrchu arzenidu gália po procese fotolitografického spracovania fotorezistu a následného chemického leptania vo forme oxidových medzivrstiev a rôznych uhlíkových zlúčenín, v podstatnej miere ovplyvňujú elektrické parametre vytvorených zlievaných ohmických kontaktov a predovšetkým Schottkyho bariér. V bežne zaužívaných technologických spôsoboch výroby tranzistorov typu MESFET pri použití uvedených metalizačných systémov sa proces tvarovania Schottkyho hradla uskutočňuje po procese zlievania ohmických kontaktov. Schottkyho hradlová bariéra vytvorená na takomto nedokonale očistenom povrchu sa vyznačuje zvýšenou hodnotou koeficienta ideálnosti, nižšou hodnotou výšky potenciálovej bariéry a zníženou tepelnou stabilitou. Teplotné režimy používané pre optimálny proces zlievania ohmických kontaktov často nedovoľujú voľiť proces tvarovania Schottkyho hradla pred procesom tvarovania a zlievania ohmických kontaktov v dôsledku novej degradácie Schottkyho hradlovej bariéry počas tohto procesu zlievania.

V uvedenom konvenčnom technologickom spôsobe môžu vzniknúť tiež problémy pri zosúkrytovaní daných metalizačných úrovní, pretože hrany metalizácie pre ohmický kontakt na súkrytových značkách po procese zlievania sú neostre.

Uvedené nevýhody v podstatnej miere odstraňuje spôsob výroby elektród tranzistorov typu MESFET podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že obidve metalizačné vrstvy ohmických kontaktov a hradla sa žíhajú pri teplote 400 až 520 °C v redukčnej atmosfére vodíka s rýchlosťou ohrevu 20 až 200 °C.s⁻¹ a následne ochladzujú s rýchlosťou aspoň 50 °C.s⁻¹.

Hlavnou presnosťou vynálezu je, že umožňuje vyrábať tranzistory, ktoré sa vyznačujú hodnotou merného kontaktného odporu ohmických kontaktov nižšou než 0,05 Ω mm, výškou potenciálovej bariéry Schottkyho hradlového rozhrania väčšou než 0,74 V a koeficientom ideálnosti aspoň 1,08. Takto pripravené tranzistory sa vyznačujú zlepšenými jednosmernými, ako aj vysokofrekvenčnými elektrickými vlastnosťami a navyše tiež veľmi dobrou tepelnou stabilitou Schottkyho hradlového rozhrania. Ďalšou výhodou je možnosť voľiť technologický proces tvarovania hradla a ohmických kontaktov nezávisle na ich vzájomnom poradí a zosúkrytovať uvedené metalizačné úrovne s podstatne väčšou presnosťou, pretože metalizačný systém pre ohmický kontakt nie je pri zosúkrytovaní zlievaný, čím sa dosiahne dokonalá ostrosť hrán na súkrytových značkách. Spôsob výroby tranzistorov typu MESFET podľa vynálezu je možné aplikovať v bežných laboratórnych podmienkach, nie je náročný na často zložité chemické procesy čistenia povrchu arzenidu gália pres depozíciou Schottkyho metalizačného systému, pretože aplikáciou daného teplotného cyklu sa minimalizuje vplyv oxidových medzivrstiev v dôsledku prebiehajúcich fyzikálno-chemických procesov na Schottkyho hradlovom rozhraní. Pretože zlievanie ohmických kontaktov a formovanie Schottkyho hradla je ostatnou technologickou operáciou, je možné proces optimálneho zlievania a formovania uvedených kontaktov uskutočniť priamo na jednotlivých čipoch po nalámaní.

Na pripojenom výkrese je schematicky znázornený spôsob výroby elektród tranzistorov typu MESFET, kde obr. 1 znázorňuje depozíciu a tvarovanie Schottkyho metalizačnej vrstvy hradla, obr. 2 depozíciu a tvarovanie metalizačnej vrstvy ohmických kontaktov, obr. 3 depozíciu a tvarovanie vrstvy kontaktovej metalizácie a obr. 4 žíhanie uvedených metalizácií.

Na nedotovanom poloizolačnom substráte 1 podľa obr. 1 je vytvorená aktívna vrstva 2, na ktorej je deponovaná metalizačná vrstva 3 hradla.

Aktívna vrstva 2 sa na poloizolačnom substráte 1 arzenidu gália vytvorí priamou implantáciou iónov kremíka do hrúbky 300 nm. Schottkyho metalizačná vrstva 3 hradla na báze titánu, platiny a zlata sa deponuje pomocou elektronového dela na povrch aktívnej vrstvy 2 v hĺbke 150 nm a vytvaruje lift-off technikou.

Podľa obr. 2 je na systéme z obr. 1 ďalej vytvorená metalizačná vrstva 4 ohmických kontaktov na aktívnej vrstve 2.

Po depozícii a tvarovaní Schottkyho metalizačnej vrstvy 3 hradla sa deponuje a tvaruje lift-off technikou metalizačná vrstva 4 ohmických kontaktov na báze zlata, germánia a niklu.

Podľa obr. 3 je na systéme z obr. 2 ďalej vytvorená vrstva 5 kontaktovej metalizácie na metalizačnej vrstve 4 ohmických kontaktov.

Nasledovná technologická operácia pozostáva z tvarovania vrstvy 5 kontaktovej metalizácie na báze titánu a zlata.

Podľa obr. 4 je systém z obr. 3 umiestnený v žíhacej peci.

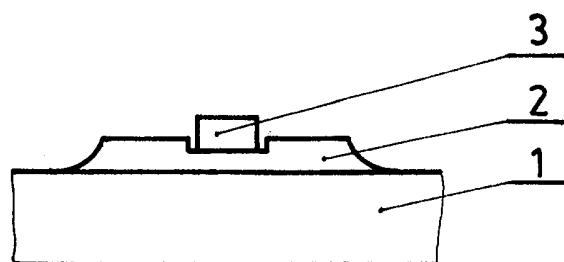
Uvedené metalizačné vrstvy 3, 4 a vrstva 5 kontaktovej metalizácie sa v ostatnej technologickej operácii žíhajú v redukčnej atmosfére vodíka pri teplote 400 až 520 °C s rýchlosťou ohrevu 20 až 100 °C/s a následne ochladzujú s rýchlosťou aspoň 50 °C/s. Uvedeným žíhaním prebieha proces zlievania ohmických kontaktov a súčasne sa tiež formujú vlastnosti Schottkyho hradlovej bariéry.

Vynálezu môže nájsť široké priemyselné využitie najmä pri výrobe diskretných tranzistorov typu MESFET na aktívnych vrstvách arzenidu gália. Môže byť využitý taktiež pri výrobe analógových, ako aj logických integrovaných obvodov.

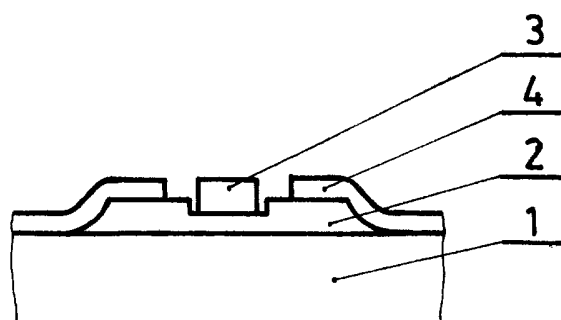
P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Spôsob výroby elektród tranzistorov typu MESFET na aktívnej vrstve arzenidu gália pozostávajúci z depozície a tvarovania metalizačnej vrstvy ohmických kontaktov na báze zlata, germánia a niklu a Schottkyho metalizačnej vrstvy hradla na báze titánu, platiny a zlata, vyznačujúci sa tým, že obidve metalizačné vrstvy (3, 4) ohmických kontaktov a hradla sa žíhajú v redukčnej atmosfére vodíka pri teplote 400 až 520 °C s rýchlosťou ohrevu 20 až 100 °C.s⁻¹ a následne ochladzujú rýchlosťou aspoň 50 °C.s⁻¹.

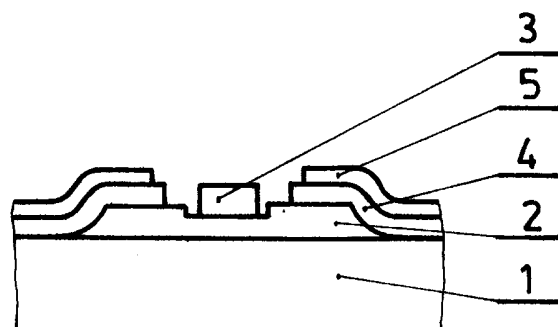
1 výkres



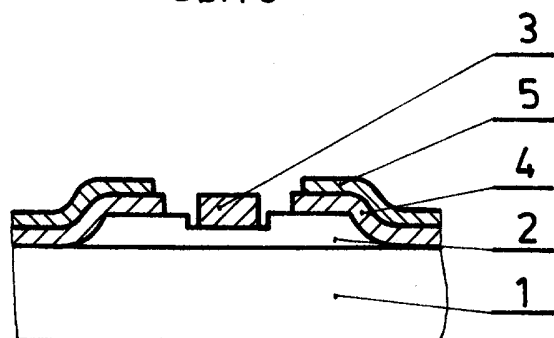
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4