



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202 392

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³

H 05 K 10/00

(22) Přihlášeno 29 11 78
(21) PV 7829-78

(40) Zveřejněno 30 04 80

(45) Vydáno 30 08 82

[75]
Autor vynálezu

MISANIN Viktor Jefimovič, Chimki, ŽURAVLEV Vsevolod Alexandrovič, Saransk,
KOZLOV Jurij Ivanovič, Moskva, KRYLOV Leonid Nikolajevič,
GORODĚNSKIJ Vladimír Denisovič a GORBUNOV Gennadij Vasiljevič, Saransk (SSSR)

(54) Způsob výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru

1

Vynález se týká oblasti konstrukce polovodičových přístrojů a přesněji řečeno — týká se způsobu výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru.

Známy způsob výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru (patent Anglie No. 1 225 088, kl. HO1 11/14, publikován 17. 03. 71) zahrnuje následující operace: na povrch křemíkové struktury symetrického tyristoru nanést ze strany, která je opačné straně nesoucí řídící elektrodu, vrstvu vložku z materiálu, který je schopen vytvořit s křemíkem eutektickou sloučeninu, nanést vrstvu termokompensátoru a zahřát získanou strukturu na teplotu, která se rovná nebo je o něco vyšší než je eutektická teplota soustavy materiál vložky-křemík.

Nanášení vrstvy vložky se podle vynálezu provádí následujícím způsobem. Na kontaktní plochu křemíkové struktury, která má alespoň dvě oblasti opačného typu vodivosti (p-oblast a n-oblast), se pokovováním ve vakuu nanese vrstva hliníku o tloušťce 10 až 40 mikronů a na kontaktní plochu termokompensátoru se pokovováním ve vakuu nanese vrstva slitiny hliník-křemík o tloušťce 30 až 80 mikronů.

Pak se kontaktní plochy křemíkové struktury a termokompensátoru s nanesenými vrstvami k sobě přitlačí a zahřejí se na teplotu 577 až 600 °C. Při tom se mezi p-oblastí křemíkové struktury a termokompensátorem vytvoří ohmický spoj s nízkým odporem. Mezi n-oblastí křemíkové struktury a termo-

2

kompenzátozem se vytvoří ohmický spoj se zvýšeným odporem, neboť během natavení dochází k částečnému rozpuštění materiálu n-oblasti křemíkové struktury a na hranici se slitinou vložky se vyloučí vrstvy křemíku s menší koncentrací příměsí. Existence ohmického spoje se zvýšeným odporem na úseku plochy pod řídící elektrodou si vynucuje zvýšené hodnoty proudu a řídícího napětí pro přepínání symetrického tyristoru na sestupné větvi voltampérové charakteristiky, což ve svých důsledcích vede k neopodstatněným ztrátám výkonu v řídícím obvodu symetrického tyristoru.

Úkolem vynálezu je proto rozpracovat způsob výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru, při němž by zůstala zachována povrchová koncentrace příměsí v n-oblasti pod řídící elektrodou tyristoru tak, aby hodnota proudu a řídícího napětí pro sestupnou větev voltampérové charakteristiky symetrického tyristoru nepřevyšovala hodnotu proudu a řídícího napětí pro vzestupnou větev charakteristiky.

Daný úkol je řešen tak, že u způsobu výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru, spočívajícího v tom, že se na povrch křemíkové struktury symetrického tyristoru nejprve nanese ze strany opačné straně nesoucí řídící elektrodu vrstva vložky z materiálu, který je schopen vytvořit s křemíkem eutektickou sloučeninu, pak se nanese vrstva termokompensátoru, načež se získaná struktura vystaví působení teploty a

ohřeje se na teplotu, která je rovna nebo o něco vyšší než eutektická teplota soustavy materiál vložky-křemík, se podle tohoto vynálezu vrstva vložky nanáší tak, aby zůstala volná plocha pod řídicí elektrodou, a pak se tato plocha vyplní materiálem, který vylučuje možnost rozpouštění křemíku v něm při daných teplotách ohřevu.

Pro zjednodušení technologie je účelné vyplnit volnou plochu materiálem tak, že se na vrstvu vložky přiloží pomocná vrstva vložky z materiálu, schopného vytvářet s materiálem základní vrstvy vložky při teplotách ohřevu slitinu kapalného skupenství.

Způsob výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru, realizovaný podle tohoto vynálezu dovoluje zajistit u vyráběných symetrických tyristorů výrazné snížení proudu a řídicího napětí v sestupné větvi voltampérové charakteristiky, což vede ke zmenšení ztrát výkonu v řídicím obvodu symetrického tyristoru.

Způsob výroby je charakteristický vysokou reprodukovatelností v podmínkách průmyslové výroby a z toho důvodu též technologickou jednoduchostí.

Vynález je dále vysvětlen popisem variant jeho realizace, kde je znázorněna v řezu na obr. 1 křemíková struktura symetrického tyristoru s vrstvou vložky, v níž je ponechána volná část; na obr. 2 tatáž struktura jako na obr. 1, ale s vyplněnou částí vrstvy; na obr. 3 tatáž struktura jako na obr. 2 s vrstvou termokompenzátoru a na obr. 4 tatáž struktura jako na obr. 1 s pomocnou vrstvou vložky a s vrstvou termokompenzátoru.

Způsob výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru podle vynálezu spočívá v tom, že se na povrch křemíkové struktury 1 (obr. 1) nanese vrstva 2 vložky ze strany opačné straně nesoucí řídicí elektrodu 3. Křemíková struktura 1 symetrického tyristoru se skládá ze střídajících se oblastí opačného typu vodivosti, získaných na příklad difúzní metodou, přičemž povrch křemíkové struktury má ze strany opačné straně nesoucí řídicí elektrodu 3 oblasti p i n-typu vodivosti. Vrstva 2 vložky je tvořena kroužkem o tloušťce 10 až 30 mikronů se středovým otvorem 4, jehož průměr je roven nebo je o něco větší než průměr oblasti řídicí elektrody 3. Otvor 4 vymezuje volnou část křemíkové struktury 1 pod řídicí elektrodou 3. Jako materiál vrstvy 2 vložky mohou být použity prvky, které mohou s křemíkem vytvářet eutektickou sloučeninu, na příklad hliník, stříbro, zlato a nebo slitiny na bázi těchto prvků. Pak se otvor 4 ve vrstvě 2 vložky vyplní materiálem 5 (obr. 2), který vylučuje možnost rozpouštění křemíku v něm při teplotách, rovnajících se nebo o něco vyšších než je teplota eutektika soustavy materiál vložky-křemík. Jako materiál 5 se používá na příklad wolfram, molybden nebo nadeutektické slitiny hliníku, stříbra

a zlata s křemíkem, upravené do kroužku o tloušťce 10 až 30 mikronů a o průměru rovnajícím se průměru otvoru 4. Pak se na vrstvu 2 vložky a materiálem 5 vyplněný otvor 4 nanese vrstva 6 (obr. 3) termokompenzátoru, provedená jako kroužek-kotouč o tloušťce 1,5—2,0 mm. Jako materiál může být pro vrstvu 6 termokompenzátoru použit na příklad wolfram, molybden anebo slitiny na jejich bázi.

Sestavení jednotlivých částí symetrického tyristoru do celku je vhodné provádět v neznačené kazetě, a to v následujícím pořadí: vrstva 6 termokompenzátoru, vrstva 2 vložky, materiál 5, křemíková struktura 1. Zbytek objemu kazety se zasype grafitovým práškem, který se natlačí tak, aby se dočílil těsný dotyk mezi jednotlivými částmi tvořícími symetrický tyristor. Složená kazeta se vloží do slévací pece. Pochoď slévání se uskutečňuje ve vakuu, nebo v ochranné atmosféře vodíku nebo jiné ochranné atmosféře při teplotě, která se rovná nebo je o něco vyšší než eutektická teplota soustavy materiál vložky-křemík.

Během slévání dochází ke smáčení kontaktní plochy křemíkové struktury 1 a částečné rozpouštění této struktury v oblasti pod vrstvou 2 vložky. Materiál 5 vyplňující otvor 4 se při teplotách slévání nachází k kapalně-tuhém stavu, přičemž smáčí oblast křemíkové struktury 1 pod řídicí elektrodou 3, ale křemíkovou strukturu 1 nerozpouští, neboť materiál 5 je křemíkem nasycen. V případě vyplnění otvoru 4 materiálem 5 tvořeným na příklad wolframem nebo molybdenem rovněž nedochází k rozpouštění křemíkové struktury 1 pod řídicí elektrodou 1, neboť při slévacích teplotách v postupu použitých tyto materiály křemík nerozpouštějí. Výsledkem je získání struktury symetrického tyristoru, u něhož hodnoty proudu a řídicího napětí v sestupné větvi voltampérové charakteristiky nepřekračují hodnoty proudu a řídicího napětí vzestupné větve voltampérové charakteristiky.

Je možná i jiná varianta provedení operace při vyplňování otvoru 4 (obr. 4) ve vrstvě 2 vložky. U této varianty způsobu výroby se na vrstvu 2 vložky nanáší pomocná vrstva 7 vložky z materiálu, který je schopen vytvořit eutektickou sloučeninu s křemíkem, s materiálem základní vrstvy 2 vložky pak kapalnou slitinu při teplotách ohřevu. Vrstva 7 vložky je tvořena kotoučem o tloušťce 10 až 30 mikronů. Na vrstvu 7 vložky se jako materiálu používá na příklad nadeutektických slitin hliníku, stříbra a zlata s křemíkem. Pak se na vrstvu 7 vložky nanese vrstva 6 termokompenzátoru. Sestavení jednotlivých částí symetrického tyristoru do jednoho celku se provádí v kazetě v následujícím pořadí: vrstva 6 termokompenzátoru, pomocná vrstva 7 vložky, vrstva 2 vložky, křemíková struktura 1, výplň. Jako výplň je možné použít kotouče termokom-

penzátoru. Další postup slévání je shodný s postupem výše popsaným. Během slévání dochází ke smáčení kontaktní plochy křemíkové struktury 1 a k jejímu částečnému rozpouštění v oblastech pod vrstvou 2 vložky. Pomocná vrstva 7 vložky vytváří s materiálem vrstvy 2 vložky kapalnou slitinu, která pod vlivem zatížení výplně zaplňuje otvor 4. Výsledkem tohoto postupu je symetrický tyristor, jehož hodnoty proudů a řídicího napětí u tyristoru získaného postupem podle první varianty způsobu výroby.

Pro přesnější pochopení tohoto způsobu jsou dále uvedeny konkrétní příklady jeho realizace.

Příklad 1

K výrobě ohmického kontaktu byla použita křemíková struktura 1 symetrického tyristoru o průměru 30 mm. Jako materiál vrstvy 2 vložky byla použita hliníková folie o průměru 30 mm a tloušťce 12 až 15 mikronů se středovým otvorem 4 o průměru 8 mm. Vložka z materiálu 5 vyplňujícího otvor 4 byla připravena ze slitiny 80 % hliníku + 20 % křemíku o průměru 8 mm a tloušťce 12 až 15 mikronů. Jako materiál na vrstvu 6 termokompenzátoru byl použit wolframový kotouč o průměru 30 mm a tloušťce 1,8 až 2 mm.

Vložení jednotlivých částí do kazety určené na slévání bylo provedeno v následujícím pořadí: wolframová vrstva 6 termokompenzátoru, vrstva 2 vložky z hliníku s otvorem 4, vložka do otvoru 4 ze slitiny 80 %

hliníku + 20 % křemíku, křemíková struktura 1. Zbytek objemu kazety byl zasypán grafitovým práškem, který byl slisován silou 200 kp. Po slisování byla kazeta vložena do vakuové pícky, v níž se provádí slévání. Pochod slévání proběhl při teplotě 590 °C.

Po výrobě a opracování symetrického tyristoru byla proudy a řídicí napětí podle voltampérové charakteristiky následující: u vzestupné větve $I=100-120$ mA, $U=1-1,5$ V u sestupné větve $I=100-130$ mA, $U=1,5-2,0$ V.

Příklad 2

Do kazety pro slévání byly vloženy v následujícím pořadí tyto části: wolframová vrstva 6 termokompenzátoru o průměru 300 mm, tloušťky 1,8 až 2,0 mm, vrstva 7 vložky ze slitiny 80 % hliníku + 20 % křemíku o průměru 30 mm a tloušťce 20 až 25 mikronů, vrstva 2 vložky z hliníku o průměru 30 mm a tloušťce 12 až 15 mikronů s otvorem o průměru 8 mm, křemíková struktura 1 a zatížení-výplň.

Sestavená kazeta byla umístěna do vakuové pece a provedeno slévání. Pochod slévání proběhl při teplotě 590 °C.

Po zhotovení a opracování symetrického tyristoru byly hodnoty proudů a řídicího napětí stejného řádu jako hodnoty proudů a řídicího napětí podle voltampérové charakteristiky vzorků symetrických tyristorů vyrobených postupem podle příkladu 1 způsobu výroby.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru, spočívající v tom, že se na povrch křemíkové struktury symetrického tyristoru nejprv ze strany opačné straně nesoucí řídicí elektrodu nanese vrstva vložky z materiálu, který je schopen vytvořit eutektickou sloučeninu s křemíkem, pak vrstva termokompenzátoru, načež se získaná struktura vyhřívá na teplotu, která je rovna nebo o něco vyšší než teplota eutektika soustavy materiál vložky-křemík, vyznačující se tím, že vrstva vložky se nanese tak, aby zůstala volná část povrchu pod ří-

dicí elektrodou a pak se tato část vyplní materiálem, který vylučuje možnost rozpouštění křemíku v tomto materiálu při teplotách ohřevu.

2. Způsob výroby ohmického kontaktu symetrického tyristoru podle bodu 1, vyznačující se tím, že vyplnění volné části materiálem se provede přiložením pomocné vrstvy vložky na vložku a pomocná vrstva vložky je z materiálu, který je schopen vytvářet s materiálem základní vrstvy vložky kapalnou slitinu při teplotách ohřevu.

