



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

198 057

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 11 10 78
(21) (PV 6599-78)

(51) Int. Cl.³ H 01 L 29/747

(40) Zveřejněno 31 08 79
(45) Vydáno 01 6 82

(75)
Autor vynálezu

JEVSEJEV JURIJ ALEXEJEVIČ ing.

DUMANĚVIČ ANATOLIJ NIKOLAJEVIČ, MOSKVA (SSSR)

(54) Symetrický tyristor

1

Vynález se týká polovodičových součástek, zejména však symetrických tyristorů, vytvořených na bázi vícevrstevných, například pětivrstevných struktur n-p-n-p-n typu vodivosti se zkratovanými vnějšími emitorovými p-n přechody a určenými pro použití v elektronických obvodech, pracujících při vyšších kmitočtech.

Jsou známy symetrické tyristory, obsahující pětivrstevnou křemíkovou strukturu se střídajícími se vrstvami opačného typu vodivosti, s emitorovými vrstvami n-typu vodivosti, vystupujícími na protilehlých povrchových plochách struktury, a které zaujímají úseky těchto povrchových ploch, nalézající se na jejich protilehlých koncích. Takové tyristory mají jeden přídavný úsek n-typu vodivosti, vystupující na povrch struktury, řídící elektrodu, která překrývá úseky různého typu vodivosti ze strany povrchové plochy, na níž vystupuje přídavný úsek, a hlavní proudové kontakty (viz například US patent č. 3 681 667).

Tyto symetrické tyristory se vyznačují nižším provozním napětím a delším vypínacím časem než tomu je u běžných tyristorů, zhotovených na bázi čtyřvrstvé struktury. Souvisí to s tím, že řízení symetrického tyristoru v závěrném směru se provádí přes širokou oblast báze n-typu vodivosti, čímž vznikají další nároky na zesilovací činitel podmíněné triody s širokou bází, kterýžto zesilovací činitel je třeba udržovat na vysoké úrovni. Na druhé straně vysoké hodnoty zesilovacího činitele zhoršují frekvenční vlastnosti součástky.

198 057

Vynález si klade za úkol vytvořit symetrický tyristor s vícevrstvou strukturou, který by byl říditelný malými řídicími proudy a vyznačoval by se krátkými vypínacími časy.

Tento úkol se řeší tak, že v symetrickém tyristoru, vytvořeném na bázi vícevrstvé struktury se střídajícími se vrstvami opačného typu vodivosti, s emitorovými vrstvami n-typu vodivosti, vystupujícími na protilehlých povrchových plochách struktury, a které zaujímají úseky těchto povrchových ploch, nalézající se na jejich protilehlých koncích a majících alespoň jednu přídatnou oblast n-typu vodivosti vystupující na povrch struktury, řídicí elektrodu překrývající oblasti různého typu vodivosti ze strany povrchové plochy, na níž vystupuje přídatná oblast, a hlavní proudové kontakty, podle vynálezu, v podstatě obsahuje struktura v bazových vrstvách úseky podle počtu emitorových přechodů, které vystupují na povrch struktury s řídicí elektrodou a jsou prosty hlavních proudových kontaktů, v nichž životnost minoritních nosičů náboje převyšuje životnost minoritních nosičů náboje v ostatní části struktury, a které jsou uspořádány tak, že průměty hranic těchto úseků na povrchovou plochu struktury s řídicí elektrodou zasahují do oblasti prosté hlavního proudového kontaktu a nalézají se v hranicích emitorových přechodů ve vzdálenosti ne menší, než je tloušťka úzké báze.

Za účelem optimalizace parametrů symetrických tyristorů je účelné izolovat úseky povrchové plochy vícevrstvé struktury, které jsou protilehlé povrchové ploše s řídicí elektrodou a ohraničené průměty úseků v bazových vrstvách na tuto povrchovou plochu, od hlavních proudových kontaktů.

Symetrický tyristor vytvořený podle vynálezu vykazuje nízké hodnoty spínacích časů a lze jej řídit malými proudy.

Vynález bude dále popsán v souvislosti s připojenými výkresy konkrétních příkladů provedení, na nichž představuje

obr. 1 strukturu symetrického tyristoru s úseky v bazových vrstvách, kde životnost minoritních nosičů náboje je větší než v ostatních částech struktury, v příčném řezu,

obr. 2 variantu struktury symetrického tyristoru se čtyřmi úseky v bazových vrstvách, oddělenými od hlavního proudového kontaktu, v příčném řezu.

Symetrický tyristor podle vynálezu je vytvořen na bázi vícevrstvé struktury se střídajícími se vrstvami 1 (obr. 1), 2, 3, 4, 5 opačného typu vodivosti. Vrstva 1 představuje výchozí materiál n-typu vodivosti s nízkou koncentrací příměsí. K vrstvě 1 přiléhají bazové vrstvy 2 a 3 p-typu vodivosti, v nichž jsou vytvořeny emitorové vrstvy 4 a 5 n-typu vodivosti, které vystupují na protilehlé povrchové plochy 6, případně 7 struktury a zaujímají úseky těchto povrchových ploch, které se nacházejí na jejich protilehlých koncích. Ve vrstvě 2 se nalézá přídatná oblast 8 n-typu vodivosti, která rovněž vystupuje na povrchovou plochu 6 struktury. Na povrchové ploše 6 struktury je mimo to nanášena řídicí elektroda 9, překrývající zčásti přídatnou oblast 8 n-typu vodivosti a vrstvu 2 p-typu vodivosti. Vrstvy 1, 2, 3, 4, 5 a oblast 8 jsou od sebe navzájem odděleny p-n přechody 10,

11, 12, 13 a 14. Na vrchní a spodní povrchovou plochu 6, případně 7 struktury je nanášena kovová vrstva představující kontakty, a sice hlavní proudové kontakty 15 a 16. V báзовých vrstvách 1, 2, 3 obsahuje struktura úseky 17 a 18, v nichž životnost minoritních nosičů náboje převyšuje životnost v ostatních částech struktury. Množství těchto úseků 17, 18 je určeno množstvím emitorových p-n přechodů 12, 13, vystupujících na povrchovou plochu 6 struktury a prostých kontaktu 15 a řídící elektrody 9.

Z hlediska optimalizace parametrů symetrického tyristoru je třeba zajistit zvýšenou životnost minoritních nosičů náboje v úsecích 17 a 18 ve srovnání se zbývajících částí struktury alespoň 1,5 krát. Průměty hranic úseků 17 a 18 na povrchovou plochu struktury zasahují do oblasti prosté kontaktu 15 a nalézají se uvnitř hranic emitorových přechodů 12 a 13 ve vzdálenosti ne menší, než je tloušťka úzké báze (bázových vrstev 2, 3).

Na obr. 2 je znázorněna další varianta symetrického tyristoru podle vynálezu. Na rozdíl od varianty na obr. 1 obsahuje varianta symetrického tyristoru na obr. 2 ve vrstvě 2 tři přídavné oblasti 8, 19, 20 n-typu vodivosti, vystupující na povrchovou plochu 6 struktury, a v báзовých vrstvách 1, 2, 3 čtyři úseky 17, 18, 21, 22 se zvýšenou životností nosičů náboje. Hranice průmětů úseků 17, 18, 21 a 22 na povrchovou plochu 6 struktury se nacházejí v hranicích emitorových p-n přechodů 12, 13, 23, 24, vystupujících na povrchovou plochu 6 a nechráněných kontaktem 15, elektrodou nebo kovovou vrstvou 25 vůči oblastem 19 a 20. V tomto příkladě vytvoření vynálezu jsou oblasti povrchové plochy 7 struktury, ohraničené průměty úseků 17, 18, 21, 22 na tuto povrchovou plochu 7, odizolovány od hlavního proudového kontaktu 16 vrstvami 26, 27, 28, případně 29.

Jako izolační vrstvy 26, 27, 28 a 29 může být použito dielektrika nebo vzduchových mezer (štěrbin). Tyto poslední mohou být realizovány zahloubeními v hlavním proudovém kontaktu 16.

Konstrukce symetrického tyristoru podle vynálezu může být realizována místní difúzí příměsí ve vícevrstvé struktuře, vytvářející centra rekombinace s hluboko ležícími úrovněmi, jakož i s využitím getrovacích vlastností skel, například fosforsilikátových.

Symetrický tyristor pracuje takto:

Při zapojení v propustném směru ("-" na elektrodě 27 /obr. 1/, "+" na elektrodě 28 a s kladným předpětím na řídící elektrodě 9) vzniká zapnutí na úseku 17 a dále se rozšíří na levou (obr. 1) část struktury; při zapojení v závěrném směru ("+" na elektrodě 27, "-" na elektrodě 28 a se záporným předpětím na řídící elektrodě 9) nastává zapnutí na úseku 18, a potom přechází na pravou část struktury. V souvislosti s tím, že pro zapojení v propustném směru i v závěrném směru se oblast počínajícího zapnutí nalézá na úseku 17, případně 18, v němž životnost minoritních nosičů náboje je delší než životnost ve zbývajících částech struktury, jsou přitom řídící proudy minimální. Tato podmínka se nejúčelněji splní (vytvoření úseků se zvýšenou životností) pro úsek 18 struktury, odpovídající za zapnutí součástky v závěrném směru, protože při tom nastane vyrovnání řídících proudů v propustném i závěrném směru.

198 057

Avšak i neveliká oblast se zvýšenou životností vede k tomu, že vypínací čas, určený tímto úsekem, prudce vzrůstá. Tento efekt se částečně odstraňuje v provedení znázorněném na obr. 1 tím, že hlavní proudový kontakt 15 je vzdálen od úseků 17 a 18. Aby se tento efekt odstranil úplně, je nutné vyloučit možnost průtoku vypínacího proudu úseky 17 a 18 se zvýšenou životností. Průtok tohoto proudu je možné prakticky odstranit tím, že se na spodní povrchové ploše 7 struktury, a sice v místech počínajícího zapnutí, která jsou rozmístěna v úsecích 17 a 18 mezi strukturou a hlavním proudovým kontaktem 16 vytvoří izolační vrstvy 26 (obr. 2), 27, 28 a 29. Jak bylo shora uvedeno, vrstvy 26 až 29 mohou být vytvořeny z dielektrika nebo jako vzduchové mezery. Vrstvy 26 až 29 mohou být také z materiálu, který má opačný typ vodivosti než přilehlá vrstva, to znamená, že vrstvy 26, 27 mají n-typ vodivosti a vrstvy 28, 29 p-typ vodivosti.

Tato varianta symetrického tyristoru je charakterizována regenerativním mechanismem zapnutí v propustném a závěrném směru.

V dotyčné konstrukci vzniká oblast počínajícího zapnutí nejprve na úsecích 21 a 18, a potom přechází na úseky 17, případně 22 v každém směru, což zajišťuje zvýšenou odolnost součástky k efektu $\frac{dI}{dt}$. Vypínací časy se určují životností v hlavní části struktury.

Navrhované konstrukční řešení pro lokální zvýšení životnosti v různé míře může být rozšířeno na symetrické i nesymetrické tyristory s jasně vyjádřenou oblastí počínajícího zapnutí, jakož i na součástky s regenerativním řízením.

Realizace navrhované konstrukce dovoluje zhotovit symetrický tyristor, jehož optimalizované parametry co do spínacího napětí a vypínacího času odpovídají obdobným parametřům běžných nesymetrických tyristorů.

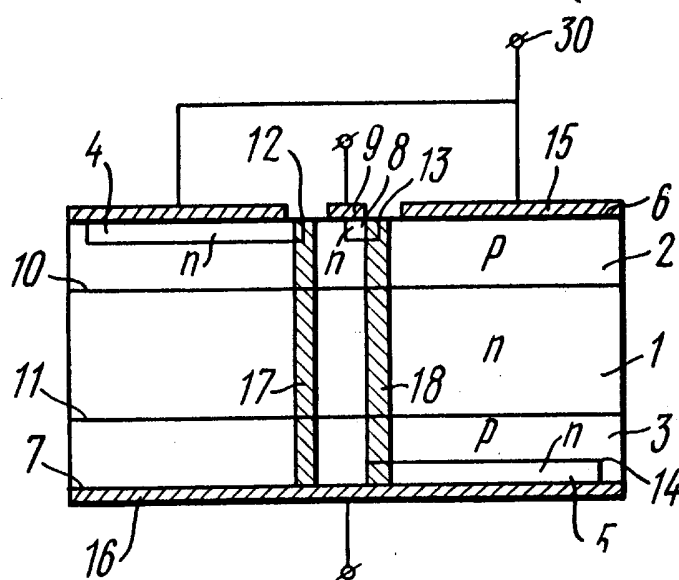
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Symetrický tyristor, vytvořený na bázi vícevrstvé struktury se střídajícími se vrstvami opačného typu vodivosti, s emitorovými vrstvami n-typu vodivosti, vystupujícími na protilehlých povrchových plochách struktury, a které zaujímají úseky těchto povrchových ploch, nalézající se na jejich protilehlých koncích a majících alespoň jednu přídavnou oblast n-typu vodivosti, vystupující na povrch struktury, řídící elektrodu překrývající oblasti různého typu vodivosti ze strany povrchové plochy, na níž vystupuje přídavná oblast a hlavní proudové kontakty, vyznačené tím, že struktura obsahuje v báзовých vrstvách (1, 2, 3) úseky (17, 18, 21, 22) podle počtu emitorových přechodů (6) struktury, které vystupují na povrchovou plochu (6) struktury s řídící elektrodou (9) a jsou prosty kontaktů (15, 9, 25), v nichž životnost minoritních nosičů náboje převyšuje životnost minoritních nosičů náboje v ostatní části struktury, přičemž průmět hranic těchto úseků (17, 18, 21, 22) na povrchovou plochu (6) struktury s řídící elektrodou (9) zasahují do oblastí prosté hlavního proudového kontaktu (15) a nalézají se

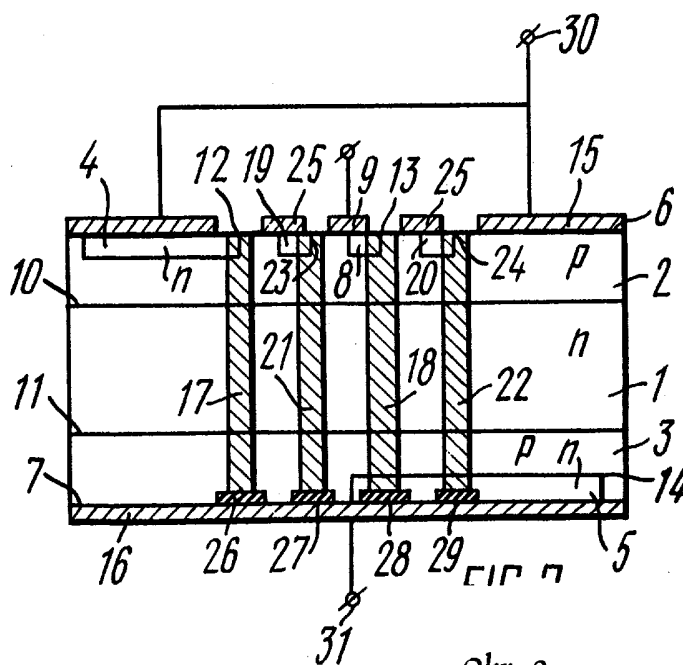
v hranicích emitorových přechodů (12, 13, 23, 24) ve vzdálenosti ne menší, než je tloušťka úzké báze (vrstva 2, 3).

2. Symetrický tyristor podle bodu 1, vyznačený tím, že oblasti povrchové plochy (7) struktury, které jsou protilehlé povrchové ploše (6) s řídící elektrodou (9) a ohraňované průměty úseků (17, 18, 21, 22) na tuto povrchovou plochu (7), jsou odizolovány od hlavního proudového kontaktu (16) (vrstvami 26, 27, 28, 29).

2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2