



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

201279
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 01 L 29/06

(22) Přihlášeno 29 06 78

(21) (PV 4271-78)

(40) Zveřejněno 29 02 80

(45) Vydáno 15 04 82

(75)

Autor vynálezu

VALČÍK OTO ing. CSc., PRAHA

(54) Plně ovladatelný tyristor

Vynález se týká plně ovladatelného tyristoru, umožňujícího mžikové zapínání i vypínání elektrického proudu obou polarit.

Dosud známé tyristory jsou schopny zapínat elektrický proud obou polarit nebo zapínat i vypínat elektrický proud pouze jedné polarit. V případech, kdy je zapotřebí plně ovládat proud obou polarit, je nutno řadit dosavadní tzv. vypínací tyristory antiparalelně a při komutaci napájecího zdroje znovu spouštět příslušný tyristor. Odpovídající obvodová i konstrukční řešení jsou poměrně složitá a nákladná, nehledě na složitost řešení řady v úvahu přicházejících přechodných jevů. Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny plně ovladatelným tyristorem podle vynálezu, jehož podstatou je vytvoření dvou antiparalelně zapojených čtyřvrstvých struktur v jedné polovodičové destičce, z nichž každá je opatřena soustavou vysoce členěných řídicích kontaktů, rozmístěných po řídicí bázevé vrstvě tak, aby bylo možno nejen sepnout, ale i přerušit průchod proudu po celé její ploše.

Plně ovladatelný tyristor podle vynálezu představuje polovodičovou součástku, která umožňuje mžikové připojení zátěže ke stejnosměrnému i střídavému zdroji elektrické energie bez ohledu na polaritu napětí, respektive proudu stejně, jakož i její odpojení. Plně

ovladatelný tyristor tak dovoluje relativně jednoduše spínat, regulovat i transformovat stejnosměrné i střídavé elektrické napětí a elektrický proud v širokých mezích napětí, proudů, výkonů i frekvencí.

Bezobkloukové spínání elektrického proudu a napětí probíhá uvnitř polovodičového tělesa, tedy v pevné fázi, a je ho možno proto uskutečnit v širokém rozsahu teplot. Protože plně ovladatelný tyristor je schopen svou funkcí nahradit prakticky všechny dosud známé bistabilní polovodičové součástky, lze předpokládat, že nalezne široké uplatnění ve všech oblastech elektroniky, zejména výkonové.

Na připojeném výkresu jsou znázorněny dva příklady provedení plně ovladatelných tyristorů podle vynálezu, kde na obr. 1 je znázorněn detail řezu plně ovladatelného tyristoru s dvojstranně aplikovanou mesastrukturou s geometricky vyhraněným oddělením obou antiparalelně spojených čtyřvrstvých struktur a na obr. 2 je znázorněn řez planárního provedení plně ovladatelného tyristoru s geometricky vyhraněným rozdělením obou čtyřvrstvých struktur.

Na obou stranách polovodičového tělesa 3 jsou umístěny vždy dvě soustavy elektrických kontaktů, tzv. soustava hlavních kontaktů 4 a 5 a soustava řídicích kontaktů 6

a 7. Soustavy hlavních kontaktů 4, 5 jsou spojeny s hlavními elektrodami 1 a 2, sloužícími pro odvod a přívod elektrického proudu i odvod ztrátového tepla. Protože u plně ovladatelného tyristoru podle vynálezu nelze u elektrod principiálně rozlišovat anodu a katodu jako celek, je používáno nadále rozlišení číslováním elektrod, čtyřvrstevných struktur a kontaktních soustav. Jednotlivé vrstvy jsou číslovány u každé čtyřvrstvé struktury, vždy počínaje řízenou emitorovou vrstvou 311, 321, tedy navzájem z opačné strany polovodičového tělesa 3. Mezi první soustavou hlavních kontaktů 4, spojených s první hlavní elektrodou 1, a druhou soustavou hlavních kontaktů 5, spojených s druhou hlavní elektrodou 2, jsou v polovodičovém tělese 3 vytvořeny první čtyřvrstvá struktura 310 a druhá čtyřvrstvá struktura 320, které jsou navzájem spojeny antiparalelně. Vysokoohmická báze 33, představující v podstatě základní polovodičový materiál bez změny koncentrace příměsí je proto třetí a společnou vrstvou obou čtyřvrstevných struktur 310 a 320. Na druhé vrstvě první čtyřvrstvé struktury 310, nazývané dále první řídicí bazová vrstva 312, je umístěna první soustava řídicích kontaktů 6 tvarovaná plošně tak, že obklopuje obvod první vrstvy první čtyřvrstvé struktury 310, nazývané dále první řízená emitorová vrstva 311. Obdobně z druhé strany polovodičového tělesa 3 na druhé vrstvě druhé čtyřvrstvé struktury 320, nazývané druhá řídicí bazová vrstva 322, je umístěna druhá soustava řídicích kontaktů 7 plošně tvarovaná tak, že obklopuje obvod první vrstvy druhé čtyřvrstvé struktury 320, nazývané druhá řízená emitorová vrstva 321. Řízení emitorové vrstvy 311 a 321 mohou být tvarovány jako souvislé plošné silně členěné oblasti, např. ve tvaru hřebenového uspořádání, nebo mohou představovat navzájem oddělené dílčí elementy, takže čtyřvrstvá struktura se skládá z řady paralelních částečně oddělených struktur typu PNP. Jejich paralelní propojení se provede až spojením s hlavními elektrodami 1 a 2 (obr. 1) nebo pomocí hlavních kontaktů 4 a 5 (obr. 2). Pro zajištění dokonalého vypínání celé plochy

čtyřvrstevové struktury je nutné, aby soustavy řídicích kontaktů 6 a 7 obklopovaly po celém obvodu souvisle řízené emitorové vrstvy 311 a 321. Pro zlepšení řídicí funkce je vhodné pod soustavou řídicích kontaktů 6 a 7 vytvořit tzv. subvrstvu 302 (obr. 2), vyznačující se stejným typem elektrické vodivosti jako řídicí bazové vrstvy 312 a 322 a povrchovou koncentrací aktivních příměsí vyšších než 10^{18} cm^{-3} a tloušťkou větší než $1 \mu\text{m}$. V takovém případě postačuje ke kvalitnímu řízení, jestliže řízené emitorové vrstvy 311 a 321 obklopuje po celém jejich obvodu souvisle subvrstva 302. Antiparalelní spojení čtyřvrstvé struktury 310 a 320, bez ohledu na jejich vnitřní členění, mohou být od sebe odděleny natolik vyhraněně, že ve směru kolmém na rovinu přechodů PN mezi jednotlivými vrstvami se střídajícím se typem elektrické vodivosti vždy nalezneme jednotlivé antiparalelní spojení struktury typu PNP (obr. 1) a nebo rozmístěný tak, že jednotlivé struktury typu PNP nalezneme jen ve směru šikmém k rovinám uvedených přechodů PN (obr. 2). Rozmístění jednotlivých vrstev a kontaktů na a v polovodičovém tělese 3 je možno realizovat v mesa provedení (obr. 1) nebo v planárním provedení (obr. 2).

Protože čtvrté vrstvy 314 a 324 čtyřvrstevných struktur 310 a 320 jsou v podstatě spojeny s částí řídicích bazových vrstev 322 a 312, na které jsou umístěny soustavy řídicích kontaktů 7 a 6, je žádoucí pro snížení ztrát (obr. 1), aby vzdálenost mezi soustavami řídicích kontaktů 6, 7 a soustavami hlavních kontaktů 4, 5 připojenými ke čtvrtým vrstvám 324, 314 obou čtyřvrstevných struktur 320, 310 bylo co největší a alespoň $100 \mu\text{m}$.

Dále je vhodné, aby čtvrté vrstvy 314 a 324 byly v prostoru mezi čtyřvrstevnými strukturami 310 a 320 alespoň zčásti odleptány (obr. 1), nebo zvýšen jejich elektrický odpor, například lokální difúzí aktivních příměsí stejného typu elektrické vodivosti jakou vykazuje společná báze 33. Odleptání i difúze je možno provést jen do takové hloubky, aby množství zbylých aktivních příměsí bylo vždy větší než množství aktivních příměsí v přilehlé oblasti společné báze 33.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Plně ovladatelný tyristor využívající vlastností čtyřvrstvé struktury typu PNP vytvořené v monokrystalickém polovodičovém tělese některou ze známých technik, zejména vysokoteplotní, několikanásobnou difúzí aktivních příměsí, vyznačený tím, že v polovodičovém tělese (3) mezi první soustavou hlavních kontaktů (4), spojených s první hlavní elektrodou (1), a druhou soustavou hlavních kontaktů (5), spojených s druhou hlavní elektrodou (2), jsou vytvořeny první čtyřvrstvá struktura (310) a druhá čtyřvrstvá struktura (320) se střídajícím se typem elektrické vodivosti u jednotli-

vých vrstev, které jsou navzájem spojeny antiparalelně a mají tedy společnou třetí vrstvu, řečenou vysokoohmická báze (33), přičemž na druhé vrstvě první čtyřvrstvé struktury (310), řečené první bazová řídicí vrstva (312), je umístěna první soustava řídicích kontaktů (6) plošně tvarovaná tak, že obklopuje obvod první vrstvy první čtyřvrstvé struktury (310), řečené první řízená emitorová vrstva (311) a na druhé vrstvě druhé čtyřvrstvé struktury (320), řečené druhá řídicí bazová vrstva (322), je umístěna druhá soustava řídicích kontaktů (7) plošně tvarovaná tak, že obklopuje

- obvod první vrstvy druhé čtyřvrstvé struktury (320), řečené druhá řízená emitorová vrstva (321).
2. Plně ovladatelný tyristor podle bodu 1, vyznačený tím, že alespoň pod částí první soustavy řídicích kontaktů (6) je vytvořena subvrstva (302), stejného typu elektrické vodivosti jakou vykazuje první řídicí bázeová vrstva (312), s povrchovou koncentrací aktivních příměsí vyšší než 10^{18} cm^{-3} a tloušťkou větší než $1 \mu\text{m}$.
 3. Plně ovladatelný tyristor podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že subvrstva (302) je vytvořena i pod alespoň částí druhé soustavy řídicích kontaktů (7).
 4. Plně ovladatelný tyristor podle bodů 1 až 3, vyznačený tím, že první soustava řídicích kontaktů (6) a buď druhá soustava řídicích kontaktů (7) nebo subvrstva (302) obklopují první řízenou emitorovou vrstvu (311) a druhou řízenou emitorovou vrstvu (321) souvisle po celém jejich obvodu.
 5. Plně ovladatelný tyristor podle bodů 1 až 4, vyznačený tím, že první řízená emitorová vrstva (311) a druhá řízená emitorová vrstva (321) jsou souvislé nebo se skládají z dílčích elementů vytvořených lokální difúzí, epitaxí, implantací iontů, sléváním nebo leptáním, které jsou navzájem paralelně elektricky propojeny buď první soustavou hlavních kontaktů (4) a druhou soustavou hlavních kontaktů (5), a nebo prostřednictvím spojení s první hlavní elektrodou (1) a druhou hlavní elektrodou (2).
 6. Plně ovladatelný tyristor podle bodů 1 až 5, vyznačený tím, že vzdálenost mezi první soustavou řídicích kontaktů (6) a oblastí první soustavy hlavních kontaktů (4), která je spojena se čtvrtou vrstvou (324) druhé čtyřvrstvé struktury (320) je větší než $100 \mu\text{m}$.
 7. Plně ovladatelný tyristor podle bodů 1 až 6, vyznačený tím, že vzdálenost mezi druhou soustavou řídicích kontaktů (7) a oblastí druhé soustavy hlavních kontaktů (5), která je spojena se čtvrtou vrstvou (314) první čtyřvrstvé struktury (310) je větší než $100 \mu\text{m}$.
 8. Plně ovladatelný tyristor podle bodů 1 až 7, vyznačený tím, že nejméně jedna z čtvrtých vrstev (314, 324) je alespoň v části prostoru mezi první čtyřvrstvou strukturou (310) a druhou čtyřvrstvou strukturou (320) odleptána nejvýše do takové hloubky, při které je množství zbylých aktivních příměsí větší, než je součin koncentrace a tloušťky společné báze (33) v oblasti přiléhající odleptanému prostoru.
 9. Plně ovladatelný tyristor podle bodů 1 až 8, vyznačený tím, že alespoň v části prostoru mezi první čtyřvrstvou strukturou (300) a druhou čtyřvrstvou strukturou (320) je změněn nejméně v jedné z čtvrtých vrstev (314) a (324) typ elektrické vodivosti, například lokální difúzí aktivních příměsí stejného typu elektrické vodivosti jako má společná báze (33).

2 výkresy

