



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 20.12.78
(21) (PV 8608-78)

(40) Zveřejněno 31.10.79
(45) Vydáno 30.09.83

199500

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.

H 01 L 29/747

(75)

Autor vynálezu

Tetervova Natalija Alexejevna, Záporožije,
Jevsejev Jurij Alexejevič,
Dumaněvič Anatolij Nikolajevič, Moskva a
Račinskij Ljubomir Jaroslavovič, Záporožije SSSR

(54)

SYMETRICKÝ TYRISTOR

Vynález se týká polovodičových součástek, zejména symetrických tyristorů, vytvořených na bázi vícevrstevných struktur, na příklad n-p-n-p-n typu s přemostěnými vnějšími emitorovými p-n přechody.

Je znám symetrický tyristor, vytvořený na bázi pětivrstvé struktury typu n-p-n-p-n s vnějšími emitorovými přechody typu p-n, přemostěnými hlavním proudovým kontaktem. Tyristor má řídicí elektrodu, pod níž jsou uspořádány úseky n-typu a p-typu vodivosti a mezi hlavním proudovým kontaktem a řídicí elektrodou jsou uspořádány pomocné oblasti n- a p-typu vodivosti, jež jsou navzájem spojeny přídavným kovovým kontaktem. Úseky n- a p-typu vodivosti pod řídicí elektrodou jsou vytvořeny tak, že proti nim leží úseky opačného typu vodivosti pod hlavním proudovým kontaktem, kdežto přídavným kovovým kontaktem jsou spojeny pomocné oblasti n- a p-typu vodivosti tak, aby přemostěná p-n přechodu bylo provedeno ve směru hlavního proudového kontaktu, pro část struktury ze strany přiléhající k úseku p-typu vodivosti pod řídicí elektrodou a ve směru řídicí elektrody, pro část struktury ze strany přiléhající k úseku n-typu vodivosti pod řídicí elektrodou. Průmět pomocných oblastí na protilehlou povrchovou plochu struktury spadá do oblasti téhož typu vodivosti jako vodivost pomocné oblasti.

U známých konstrukcí symetrických tyristorů je efektivnost využití polovodičové destičky, zejména u součástek s malým výkonem, velmi malá. Kromě toho

není ve všech kvadrantech známých konstrukcí symetrických tyristorů s regenerativním spínáním zajištěna maximální plocha pro počáteční spínání, což vede ke snížení kritických hodnot rychlosti nárůstu anodového proudu ($\frac{dI}{dt}$).

Vynález si klade za úkol vytvořit symetrický tyristor, který by byl schopen snést vysoké kritické hodnoty rychlosti nárůstu anodového proudu při zmenšených rozměrech oblasti řízení a zabezpečovat přitom maximální spínací plochu.

Tento úkol je vyřešen tak, že v symetrickém tyristoru, vytvořeném na bázi vícevrstvé struktury, se střídajícími se vrstvami opačného typu vodivosti, s vnějšími emitorovými p-n přechody přemostěnými hlavním proudovým kontaktem, s řídicí elektrodou, pod níž jsou uspořádány úseky n- a p-typu vodivosti a s pomocnými oblastmi p- a n-typu vodivosti, uspořádanými mezi hlavním proudovým kontaktem a řídicí elektrodou a spojenými navzájem přídavným kovovým kontaktem, podle vynálezu, leží v podstatě úseky n- a p-typu vodivosti pod řídicí elektrodou proti úsekům stejné vodivosti, uspořádaným pod hlavním proudovým kontaktem a pomocná oblast, uspořádaná mezi každou dvojicí protilehlých úseků, vykazuje opačný typ vodivosti než úseky a její průmět na protilehlou povrchovou plochu struktury spadá alespoň zčásti do oblasti opačného typu vodivosti, vystupující na tuto povrchovou plochu.

Za účelem zvýšení kritické rychlosti nárůstu anodového proudu při libovolné polaritě v řídicím obvodu a též k zajištění minimálních řídicích proudů ve čtvrtém kvadrantu (zpětné spínání kladným signálem) je účelné vytvořit oblast n-typu vodivosti v pomocné oblasti p-typu vodivosti, proti úseku p-typu vodivosti, pod řídicí elektrodou.

Symetrický tyristor podle vynálezu lze snadno zhotovit a může být uskutečněn při využití technologie fotolitografie.

V této konstrukci je zajištěn regenerativní mechanismus spínání symetrického tyristoru při minimálních řídicích prouděch, přičemž se dosáhne dostatečně vysokých hodnot veličiny $\frac{dI}{dt}$.

V dalším budou popsána konkrétní provedení vynálezu, znázorněná na připojených výkresech, na nichž obr. 1 představuje pohled shora na strukturu symetrického tyristoru, řízeného ve třech kvadrantech, při využití regenerativního mechanismu spínání, obr. 2 pohled zdola na strukturu z obr. 1, obr. 3 pohled shora na strukturu symetrického tyristoru, řízeného ve čtyřech kvadrantech, při využití regenerativního mechanismu spínání, obr. 4 pohled zdola na strukturu z obr. 3, obr. 5 řez rovinou V-V-V-V struktury symetrického tyristoru z obr. 3, obr. 6 řez rovinou VI-VI-V-V struktury symetrického tyristoru z obr. 3, obr. 7 řez rovinou VII-V-V-VII struktury symetrického tyristoru z obr. 3, obr. 8 řez rovinou VIII-VIII-V-VII struktury symetrického tyristoru z obr. 3.

Symetrický tyristor podle vynálezu obsahuje hlavní proudový kontakt 1 (obr. 1), kterým je přemostěn vnější emitorový přechod 2. Řídicí elektroda 3 je připojena k úsekům 4 a 5 n-, případně p-typu vodivosti, přičemž úseky 4

a 5 jsou uspořádány tak, aby proti každému z nich ležel úsek 6 nebo 7 stejného typu vodivosti pod hlavním proudovým kontaktem 1. Mezi řídicí elektrodou 3 a hlavním proudovým kontaktem 1 jsou uspořádány pomocné oblasti 8 a 9 n-, případně p-typu vodivosti, a to tak, aby každá pomocná oblast 8 a 9 ležela proti úseku 6, 5, případně 7, 4 opačného typu vodivosti pod hlavním proudovým kontaktem 1 a řídicí elektrodou 3.

Pomocné oblasti 8 a 9 jsou navzájem elektricky spojeny pomocí přidavného kovového kontaktu 10. Hlavní proudový kontakt 1, řídicí elektroda 3 a kovový kontakt 10 jsou znázorněny na obr. 1 jako šrafované úseky, ohraničené částí kružnice a čárkovaně.

Na protilehlou, to je spodní povrchovou plochu symetrického tyristoru vystupují, podle vynálezu, vrstvy 11, obr. 2, 12, 13 n-typu vodivosti a vrstva 14 p-typu vodivosti. Hlavní proudový kontakt není na obr. 2 znázorněn. Průměty pomocných oblastí 8 (obr. 1), 9 na spodní povrchovou plochu tyristoru jsou znázorněny čárkovaně. Z toho je vidět, že každá z těchto oblastí částečně spadá do oblasti opačného typu vodivosti.

Konstrukce symetrického tyristoru znázorněného na obr. 1 a 2 dovoluje uskutečnit jeho řízení ve třech kvadrantech, při použití regenerativního mechanismu spínání.

K uskutečnění řízení symetrického tyristoru ve čtyřech kvadrantech, při využití regenerativního mechanismu spínání, je určena konstrukce struktury, znázorněná na obr. 3 a 4. V tomto případě, na rozdíl od prvního provedení, je v pomocné oblasti 9 p-typu vodivosti dostatečně uspořádána oblast 15 n-typu vodivosti, proti úseku 5 p-typu vodivosti pod řídicí elektrodou 3. Kromě toho jsou v pomocné oblasti 8 vytvořeny oddělovací můstky 16.

Obr. 5, 6, 7 a 8 jsou uvedeny za účelem objasnění činnosti symetrického tyristoru ve všech čtyřech kvadrantech a znázorňují složité řezy vícevrstvou strukturou tyristoru. Na těchto obrázcích je jako příklad zobrazen tyristor, vytvořený na bázi vícevrstvé struktury n-p-n-p-n typu se střídajícími se vrstvami n- a p-typu vodivosti.

Vrstva 17 představuje výchozí materiál n-typu vodivosti s malou koncentrací příměsi.

S vrstvou 17 sousedí z jedné strany vrstva 14 a z druhé strany vrstva 6 p-typu vodivosti. Ve vrstvách 14 a 6 jsou vytvořeny vrstvy 11 a 13, úseky 4 a 7 a pomocné oblasti 8 n-typu vodivosti. Na spodní povrchové ploše struktury je nanesen hlavní proudový kontakt 18.

Symetrický tyristor podle vynálezu pracuje takto:

Činnost symetrického tyristoru v prvním kvadrantu je zřejmá z obr. 5. Nejprve spíná pomocný tyristor s katodovou oblastí 8, to je pomocná oblast a pak je přidavným kontaktem 10 přiveden signál do obvodu řízení hlavního tyristoru s katodovou oblastí 7, to je pomocná oblast.

Činnost symetrického tyristoru v druhém kvadrantu je zřejmá z obr. 6.

V daném případě probíhá mechanismus spínání ve třech etapách. Spočátku spíná tyristor s katodovou oblastí, to je úsek 4 (řídící obvod), pak tyristor s katodovou oblastí 8 a nakonec hlavní tyristor s katodovou oblastí 7.

Z obr. 7 je zřejmá činnost symetrického tyristoru ve třetím kvadrantu. Injekcí elektronů z úseku 4' se zajišťuje spínání tyristoru s katodovou oblastí 13 vrstva, pak začíná injektovat oblast 8, v důsledku čehož spíná hlavní tyristor s katodovou oblastí 11 (vrstva 11). V daném případě je zajištěn optimální režim činnosti tyristoru pod podmínkou, že průměty oblastí 8 a 9 na spodní povrchovou plochu struktury alespoň zčásti spadají do oblasti 14, případně 13.

Z obr. 8 je zřejmá činnost symetrického tyristoru ve čtvrtém kvadrantu. Oblast 15 v pomocné oblasti 2 p-typu vodivosti slouží ke zmenšení řídících proudů. Oblast počátečního spínání při polaritě napětí na hlavních proudových kontaktech 1, 18 a na řídící elektrodě 3, jak znázorněno na výkrese, vzniká v tyristoru s katodovou oblastí 13 díky injekci z oblasti 15. Pak je mechanismus spínání obdobný mechanismu spínání popsanému v souvislosti s obr. 7.

V tom případě, kdy není požadováno zajištění regenerativního mechanismu spínání symetrického tyristoru ve všech čtyřech kvadrantech, může být konstrukce tyristoru podstatně zjednodušena ve shodě s obr. 1 a 2.

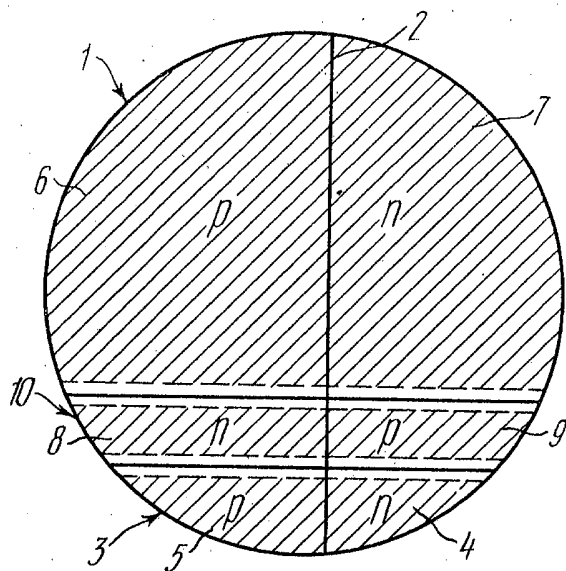
Takové zjednodušení konstrukce je užitečné z hlediska zlepšení spínací schopnosti tyristoru, neboť v tomto případě se odstraní řada překrývajících se průmětů oblastí s vodivostí stejnou jako vodivost vrstvy 17.

Ke zlepšení tepelné stability parametrů symetrického tyristoru a též ke zvýšení odolnosti tyristoru vůči vysokým rychlostem nárůstu napětí, je účelné vytvořit oddělovací můstky v n-emitorových oblastech, jež jsou obdobné můstkům 16 (obr. 3) v pomocné oblasti 8.

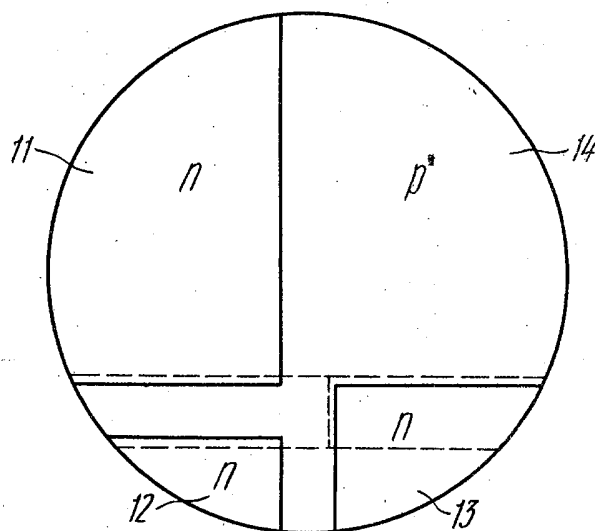
Předmět vynálezu

1. Symetrický tyristor, vytvořen na bázi vícevrstvé struktury se střídajícími se vrstvami opačného typu vodivosti, s vnějšími emitorovými p-n přechody přemostěnými hlavním proudovým kontaktem, s řídící elektrodou, pod níž jsou uspořádány úseky n- a p-typu vodivosti a s pomocnými oblastmi p- a n-typu vodivosti, uspořádanými mezi hlavním proudovým kontaktem a řídící elektrodou a spojenými navzájem přídatným kovovým kontaktem, vyznačený tím, že úseky (4,5) n- a p-typu pod řídící elektrodou (3) leží proti úsekům (6,7) stejné vodivosti, uspořádaným pod hlavním proudovým kontaktem (1) a pomocná oblast (8,9), uspořádaná mezi každou dvojicí protilehlých úseků, vykazuje opačný typ vodivosti než úseky (6,5 a 4,7) a její průmět na protilehlou povrchovou plochu struktury spadá alespoň zčásti do oblasti (vrstva 14,13) opačného typu vodivosti, vystupující na tuto povrchovou plochu.

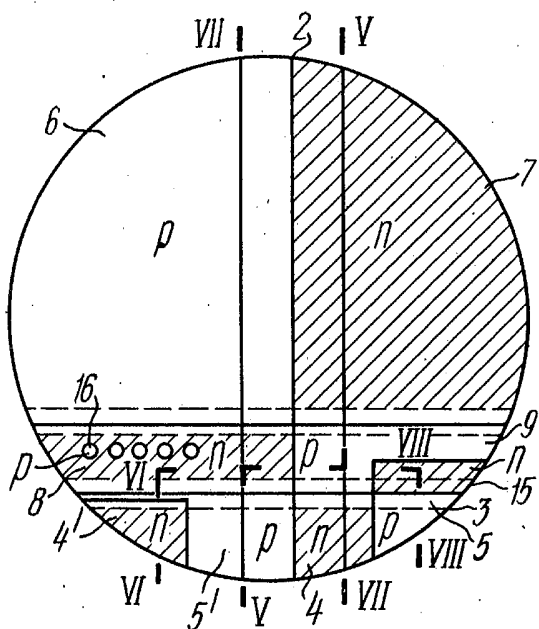
2. Symetrický tyristor podle bodu 1, vyznačený tím, že v pomocné oblasti (9) p-typu vodivosti, proti úseku (5) p-typu vodivosti pod řídicí elektrodou (3), je vytvořena přídavná oblast (15) n-typu vodivosti.



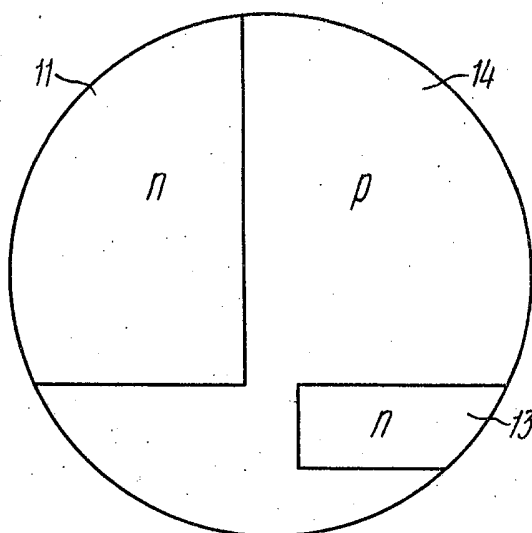
Obr. 1



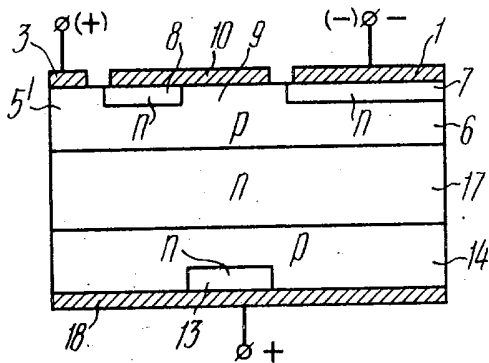
Obr. 2



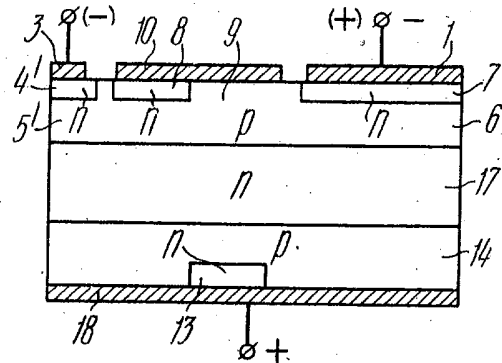
Obr. 3



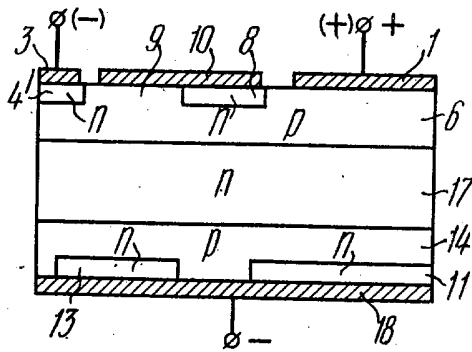
Obr. 4



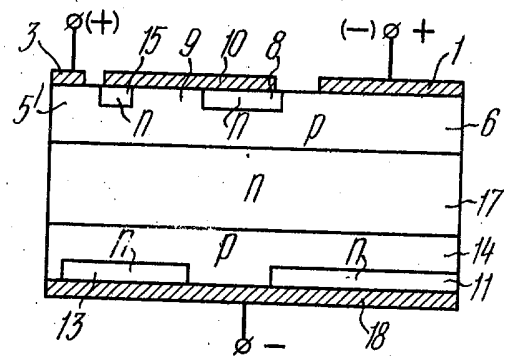
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8