



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

198 058

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 11 10 78
(21) (PV 6600-78)

(51) Int. Cl.³ H 01 L 33/00

(40) Zveřejněno 31 08 79

(45) Vydáno 01 6 82

(75)

Autor vynálezu

JEVSEJEV JURIJ ALEXEJEVIČ ing.

DUMANĚVIČ ANATOLIJ NIKOLAJEVIČ, MOSKVA (SSSR)

(54)

Symetrický fototyristor

1

Vynález se týká konstrukce polovodičových součástek citlivých na světlo, zejména však symetrických fototyristorů (bipolárních tyristorů, jinak nazývaných triaky), vytvořených na bázi vícevrstevných, například pětivrstevných struktur n-p-n-p-n typu, se zkratovanými vnějšími emitorovými p-n přechody, určených k použití v obvodech stejnosměrného i střídavého proudu, v nichž se požaduje galvanické oddělení výkonového i řídicího obvodu.

Jsou známé symetrické fototyristory, představující pětivrstvou křemíkovou strukturu se střídajícími se navzájem vrstvami opačného typu vodivosti, s emitorovými vrstvami n-typu vodivosti, vystupujícími na protilehlých povrchových plochách struktury, které zaujímají úseky těchto povrchových ploch, nalézající se na jejich protilehlých koncích, a které jsou opatřeny ohmickými kontakty, jakož i okénkem, dovolujícím přístup řídicího světelného toku k emitorovým vrstvám. Takové součástky představují ve skutečnosti dvě antiparalelně zapojené tyristorové struktury, oddělené triodovou strukturou. K přepnutí takového symetrického fototyristoru se použije světelného signálu na periferní úseky struktury v místě výstupu p-n přechodů na povrchovou plochu.

Jsou rovněž známé symetrické fototyristory s centrálně umístěným okénkem, dovolujícím přístup světelného toku. V tomto případě je okénko v pětivrstvé struktuře vytvořeno jako kuželové zhloubení, pronikající celou tloušťku struktury.

198 058

Známé konstrukce symetrických fototyristorů se vyznačují složitostí řízení pomocí světelného toku, malou citlivostí na světlo, poměrně nízkými přípustnými hodnotami strmosti nárůstu anodového proudu ($\frac{dI}{dt}$). Ve skutečnosti je k zajištění řízení symetrického fototyristoru v propustném i závěrném směru nutné zajistit pomocí světelného toku požadovanou hustotu fotoelektrického proudu. Konstrukčně i technologicky je dosti obtížné splnit tyto podmínky na periférii struktury a v její centrální části při existenci dvou, pomocí zahloubení antiparalelně zapojených tyristorových struktur. V tomto případě je zapotřebí dostatečně výkonného zdroje světla. Mimoto u známých konstrukcí nejsou použitelné tradiční způsoby zvýšení odolnosti symetrických tyristorů, dané poměrem $\frac{dI}{dt}$, při použití regenerativního spínacího mechanismu.

Vynález si klade za úkol vytvořit symetrický fototyristor takové konstrukce, která by byla schopna řízení minimálními světelnými toky v propustném i závěrném směru, dále dovozovala zvětšení strmosti nárůstu anodového proudu a dala se snadno zhotovit.

Tento úkol je vyřešen tím, že v symetrickém fototyristoru, vytvořeném na bázi vícevrstvé struktury se střídajícími se navzájem vrstvami opačného typu vodivosti, s emitorovými vrstvami n-typu vodivosti, vystupujícími na protilehlých povrchových plochách struktury, které zaujímají úseky těchto povrchových ploch, nalézající se na jejich protilehlých koncích, a které jsou opatřeny ohmickými kontakty, jakož i okénkem, dovolujícím přístup řídicího světelného toku k emitorovým vrstvám, jsou emitorové vrstvy podle vynálezu v podstatě vytvořeny tak, že se jejich průměty na základní povrchové plochy struktury překrývají pod okénkem ve směru průchodu světelného toku.

Je účelné vytvořit symetrický fototyristor ve tvaru válce. Přitom se emitorové vrstvy vytvoří ve tvaru půlkruhu s půlkruhovým výběžkem v rovině vrstvy tvaru kruhového centrálního okénka. V tomto případě je technologie zhotovování symetrických fototyristorů a běžných symetrických tyristorů analogická.

Za účelem optimalizace parametrů symetrických fototyristorů k zajištění řízení součástky v propustném směru i v závěrném směru minimálními a přibližně stejnými světelnými toky, je pod okénkem v emitorové vrstvě vytvořen alespoň jeden výstup báze oblasti p-typu vodivosti na povrchovou plochu struktury, přičemž poměr plochy emitorové vrstvy pod okénkem k ploše výstupu činí 0,8 až 1,1.

K vytvoření symetrického fototyristoru se zvýšenou odolností ke strmosti nárůstu anodového proudu (efekt $\frac{dI}{dt}$) je žádoucí vytvořit přídatné okénko v ohmickém kontaktu nad emitorovou vrstvou ze strany světelného toku a v emitorové vrstvě dva výstupy báze oblasti p-typu vodivosti na povrch struktury, přičemž jeden z nich je třeba vytvořit pod přídatným okénkem a druhý pod úsekem ohmického kontaktu, umístěného mezi okénky, a hlavní okénko vytvořit tak veliké, aby zajišťovalo výstup báze oblasti p-typu vodivosti na povrch struktury a v této pod hlavním okénkem přídatnou oblast n-typu vodivosti, spojenou ohmickým kontaktem s bázevými oblastmi p-typu vodivosti, vytvořeným na části přídatné oblasti n-typu vodivosti, nalézající se nejbližší středu osvětlované části struktury.

Symetrický fototyristor podle vynálezu je snadno zhotovitelný, vykazuje zvýšenou citlivost na světelný tok a dosažená odolnost součástek k efektu $\frac{dI}{dt}$ je na úrovni běžných nejlepších symetrických tyristorů.

Další cíle a přednosti tohoto vynálezu budou uvedeny dále v popisu konkrétních příkladů jeho provedení a v souvislosti s připojenými výkresy, na nichž podle vynálezu představuje

obr. 1 strukturu symetrického fototyristoru s okénkem pro vstup řídicího světelného toku, v příčném řezu,

obr. 2 pohled shora na strukturu z obr. 1,

obr. 3 pohled zdola na strukturu z obr. 1,

obr. 4 příčný řez IV-IV struktury z obr. 3,

obr. 5 příčný řez struktury symetrického fototyristoru s přidavným okénkem v ohmickém kontaktu.

Symetrický fototyristor 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 elektronového typu (n-typu) vodivosti s nízkou koncentrací příměsí; k vrstvě 1 je přilehlá vrstva 2 (bázová) a 3 děrového typu (p-typu) vodivosti, ve kterých jsou vytvořeny emitorové vrstvy 4 a 5 elektronového typu (n-typu) vodivosti. Vrstvy 1, 2, 3, 4, 5 opačného typu vodivosti představují elektrono-děrové (p-n) přechody 6, 7, 8 a 9. Na vrchní i spodní povrchovou plochu struktury jsou nanесeny kovové ohmické kontakty 10 a 11. V ohmickém kontaktu 10 je vytvořeno okénko 12, dovolující přístup světelného toku 13, naznačeného šipkou, k povrchu struktury.

Emitorové vrstvy 4 a 5 jsou vytvořeny tak, že se jejich průměty na základní povrchové plochy struktury překrývají pod okénkem 12 ve směru průchodu světelného toku 13.

Na obr. 2, 3 a 4 je uvedena varianta výhodného provedení emitorových vrstev 4 a 5 pro válcovou konstrukci symetrického fototyristoru. V tomto případě mají vrstvy 4 a 5 tvar půlkruhů s půlkruhovým centrálním výběžkem ve své rovině tvaru kruhového centrálního okénka 12 (vyznačeno vytečkováním na obr. 2). Při takovém vytvoření vrstev 4 a 5 leží překrytí jejich průmětů jen v centrální části struktury a chybí na periférii, což je dobře vidět na obr. 4.

Na obr. 5 je znázorněna schematicky struktura symetrického fototyristoru, v níž na rozdíl od struktury znázorněné na obr. 1 je v ohmickém kontaktu 10 nad emitorovou vrstvou 4, ze strany světelného toku 13, vytvořeno přidavné okénko 14 a v emitorové vrstvě 4 dva výstupy 15, 16 bázové oblasti p-typu vodivosti na povrch struktury, přičemž jeden z nich, to je výstup 15, je vytvořen pod přidavným okénkem 14 a druhý, to je výstup 16, je vytvořen pod úsekem 17 ohmického kontaktu 10. Rozměry základního okénka 12 zajišťují vytvoření výstupu 18 bázové oblasti p-typu vodivosti na povrch struktury pod okénkem 12 a v něm je

198 058

vytvořena přídavná oblast 19 n-typu vodivosti, spojená ohmickým kontaktem 20 s bázovou oblastí 2 p-typu vodivosti, který je vytvořen na části přídavné oblasti 19, nalézající se nejblíže středu osvětlované části struktury.

Jako zdroje světla může být použito například galiumarzenidové světlovyzařující diody.

Konstrukční řešení symetrického fototyristoru podle vynálezu je rovněž použitelné pro součástky na bázi pěti-, sedmi- i vícevrstevných struktur.

Symetrický fototyristor pracuje takto:

Při libovolné polaritě vnějších elektrod 21, 22 nastane přechodový proces zapnutí struktury p-n-p-n zpočátku v osvětlené oblasti pod okénkem 12, a potom se rozšíří na druhý úsek, který se nalézá v případě zapojení v propustném směru ("-" na elektrodě 21 a "+" na elektrodě 22) na hranici mezi vrstvami 5 a 3 v místě výstupu p-n přechodu 9 na základní povrchovou plochu struktury. Při zapojení v závěrném směru ("+" na elektrodě 21 a "-" na elektrodě 22) se druhý úsek nalézá na hranici mezi vrstvami 2 a 4 v místě výstupu p-n přechodu 8 na protilehlou základní povrchovou plochu struktury.

Zvýšené citlivosti symetrického fototyristoru na řídicí světelný tok se dosáhne výběrem optimálního poměru ploch emitorové a p-bázové vrstvy 4 a 2 v oblasti pod okénkem 12, který se volí v mezích 0,8 až 1,1.

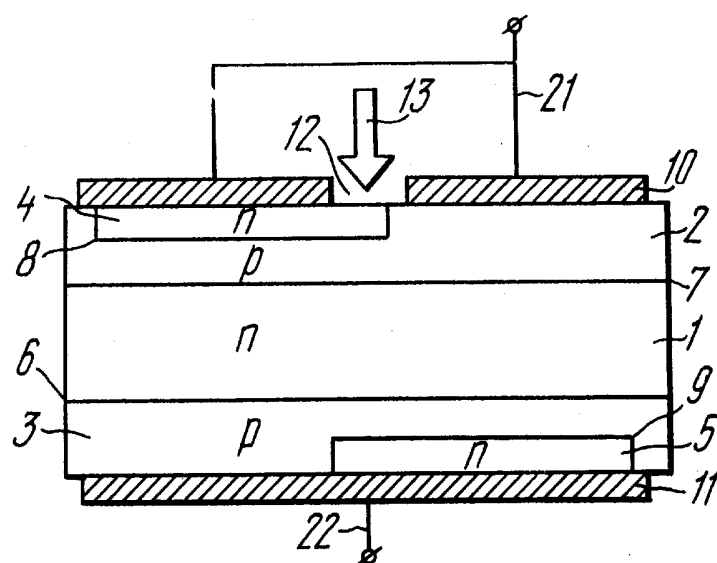
Zvýšených rychlostí nárůstu anodového proudu se dosáhne v konstrukci symetrického fototyristoru, znázorněné na obr. 5. Zde se realizuje regenerativní mechanismus řízení při zapojení v propustném i závěrném směru. Při přivedení "-" na elektrodu 21, "+" na elektrodu 22 a světelného signálu do oblasti pod okénkem 12, zapne tyristor nejprve emitorovou oblast 23. Anodový proud tohoto tyristoru teče ohmickým kontaktem 17, přičemž se vyhne emitorové oblasti 24, dále teče p-n přechodem 8 k ohmickému kontaktu 10. Přitom vstřikuje tento p-n přechod 8 minoritní nosiče náboje, čímž se zajišťuje zapnutí hlavního tyristoru.

Při přivedení "+" na elektrodu 21, "-" na elektrodu 22 a světelného signálu do oblasti pod okénkem 12, zapne tyristor, tvořený výstupem 18 a kontaktem 20. Anodový proud tohoto tyristoru způsobí vstříknutí minoritních nosičů náboje z oblasti 19, čímž se simuluje vznik přídavného spínacího kanálu v hlavním tyristoru. Emitorová oblast 25 slouží k vyloučení protékání anodového proudu pomocného tyristoru na povrchu struktury mezi kontakty 20 a 10, takže zapnutí hlavního tyristoru nastane pouze signálem z ohmického kontaktu 10.

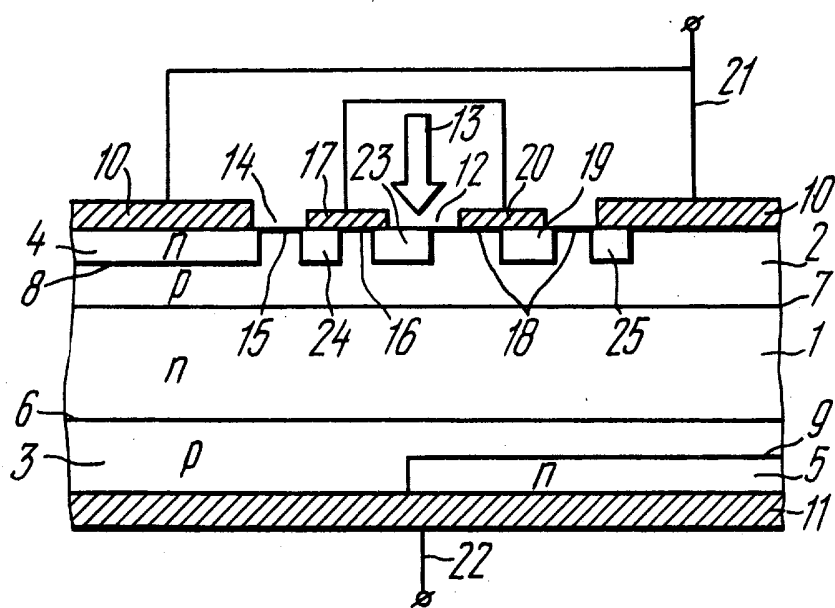
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Symetrický fototyristor, vytvořený na bázi vícevrstvé struktury se střídajícími se navzájem vrstvami opačného typu vodivosti, s vystupujícími emitorovými vrstvami n-typu vodivosti na protilehlé povrchové plochy struktury, zaujímajícími úseky těchto povrchových ploch, které se nalézají na jejich protilehlých koncích, a které jsou opatřeny ohmickými kontakty a dále okénkem, dovolujícím přístup řídicího světelného toku k emitorovým vrstvám, vyznačený tím, že průměty emitorových vrstev (4, 5) na základní povrchové plochy struktury se překrývají pod okénkem (12) ve směru světelného toku (13).
2. Symetrický fototyristor podle bodu 1, vyznačený tím, že emitorové vrstvy (4, 5) mají tvar půlkruhu s půlkruhovým centrálním výběžkem v rovině hlavního okénka (12).
3. Symetrický fototyristor podle bodu 2 nebo 3, vyznačený tím, že v emitorové vrstvě (4) pod okénkem (12) je vytvořen alespoň jeden výstup (18) bázové oblasti (2) p-typu vodivosti na povrch struktury, přičemž poměr plochy emitorové vrstvy (4) pod okénkem (12) k ploše výstupu (18) činí 0,8 až 1,1.
4. Symetrický fototyristor podle bodu 1 nebo 2, vyznačený tím, že v ohmickém kontaktu (10) nad emitorovou vrstvou (4) je ze strany světelného toku (13) vytvořeno přídatné okénko (14) a v emitorové vrstvě (4) jsou vytvořeny dva výstupy (15, 16) bázové oblasti (2) p-typu vodivosti na povrch struktury, přičemž jeden z nich je vytvořen pod přídatným okénkem (14) a druhý pod úsekem (17) ohmického kontaktu (10), který se nalézá mezi okénky (14 a 12), kdežto hlavní okénko (12) má rozměry, umožňující výstup (18) bázové oblasti (2) p-typu vodivosti na povrch struktury a v této bázové oblasti (2) je pod okénkem (12) vytvořena přídatná oblast (19) n-typu vodivosti, spojená ohmickým kontaktem (20) s bázovou oblastí (2) p-typu vodivosti na úseku přídatné oblasti (19), nalézající se nejbližší středu osvětlovaného úseku struktury.

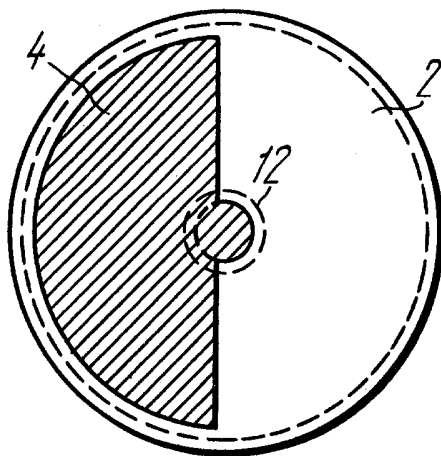
5 výkresů



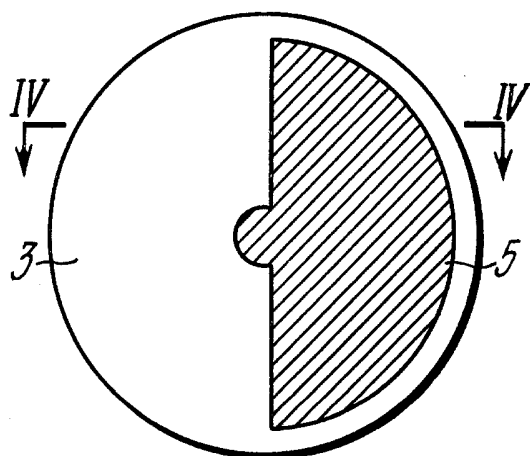
Obr. 1.



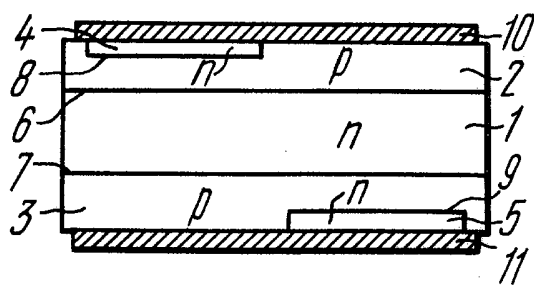
Obr. 5



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4