



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

197 826

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 29 03 78

(21) PV 2006-78

(32)(31)(33)

Právo přednosti od 01 04 77 (2468614)

Svaz sovětských socialistických republik

(51) Int. Cl.³ H 01 L 33/00

(40) Zveřejněno 31 08 79

(45) Vydáno 01 5 82

(75)
Autor vynálezu ČARMAKADZE REVAZ ALEXANDROVIČ a ČIKOVANI RAFAEL IRAKLIJEVIČ,
TBILISI (SSSR)

(54) Polivodičový emitor světla

1

Vynález se týká polovodičové přístrojové techniky, jmenovitě polovodičového emitoru světla.

Vynález je možno využít v polovodičových injekčních emitorech světla, ukazovacích přístrojích, maticích, barevné televizi a v ovládacích obvodech, pracujících v trvalém nebo impulsním provozu.

Je znám polovodičový rovinný emitor světla, u něhož je na p-vodivý křemíkový podklad nanesena vysokofrekvenční poprašovací metodou izolační polykrystalická vrstva nitridu gallia (GaN) a na ní transparentní vrstva kysličníku india.

Při intenzitě elektrického pole $E=10^6$ V/cm a napájecím napětí $U=10$ až 30 V probíhá ve vrstvě z nitridu gallia rekombinace injektovaných nosičů náboje, vyvolávající bledě modré záření o kritické vlnové délce $0,48 \mu\text{m}$.

U tohoto známého emitoru světla se projevuje jako nevýhoda potřebná vysoká intenzita elektrického pole, blíží se průrazné intenzitě pole, činící asi 10^7 V/cm, a podmíněná rekombinačním mechanismem opačných nábojů s různými jmonovateli v nitridu gallia, jejichž zdroji jsou křemíkový podklad a kovový styk.

Kromě toho vykazuje tento známý emitor světla slabou svítivost, která je při denním světle i přes poměrně vysoké napájecí napětí (10 až 30 V) neviditelná, čímž je ome-

zena oblast použitelnosti tohoto emitoru světla. U tohoto známého emitoru světla je z důvodu absorpce energie záření do křemíkového podkladu nutno vytvořit komplikovaný transparentní styk. Tím je komplikován výrobní postup přístrojů pracujících na bázi tohoto známého emitoru světla.

Záměrem vynálezu je vyvinutí takového polovodičového emitoru světla, který by emitoval fialově zabarvené světlo a který by měl širokou možnost uplatnění.

Úkolem vynálezu je tudíž vytvoření polovodičového emitoru světla emitujícího fialově zabarvené světlo, viditelné i v jasně osvětleném prostoru a vznikající při napájecím napětí nižším než 8 V, a to změnou charakteru injekčního náboje v emitoru světla.

Tento úkol byl vyřešen tím, že u polovodičové soustavy citlivé na světlo, v níž je na podklad nanесena vrstva z n-vodivého nitridu gallia, podle vynálezu je v podstatě podklad proveden ze safíru, přičemž je na epitaxiálně narostlou polovodivou vrstvu z monokrystalického nitridu gallia nanесena polovodivá vrstva z p-vodivého nitridu hliníku, vytvářející s polovodivou vrstvou z nitridu gallia heterogenní injekční přechod.

Je účelné, když se vrstva polovodiče z polovodičového nitridu gallia anebo polovodivá vrstva z nitridu hliníku provedou jako poloizolační.

Navržený polovodičový emitor světla se vyznačuje jasným zářením v rozmezí vlnových délek 0,43 až 0,48 mm, jednoduchou konstrukcí a výrobou.

V dalším textu je vynález blíže objasněn popisem příkladu provedení a s odvoláním na přiložené vyobrazení, znázorňující polovodičový emitor světla podle vynálezu.

Polovodičový emitor světla podle vynálezu obsahuje safírový podklad 1, na který je nanесena polovodivá epitaxiální vrstva 2 z monokrystalického n-vodivého nitridu gallia (GaN). Na vrstvu 2 je nanесena další polovodivá vrstva 3 z p-vodivého nitridu hliníku (AlN), vytvářející s vrstvou 2 heterogenní injekční přechod 4. Na vrstvě 3 je umístěna kovová hliníková elektroda 5 a na vrstvě 2 je umístěna druhá indiová elektroda 6.

Vrstva 2 z nitridu gallia je na safírovém podkladě 1 vytvořena epitaxiálním nárůstem z plynné fáze monokrystalického nitridu gallia; vrstva 3 z nitridu hliníku je na vrstvě 2 z nitridu gallia vytvořena plasmovým postupem.

Vrstvu 2 nebo 3 je možno vytvořit jako poloizolační, čímž je umožněné rozšíření výrobně technických možností výroby takového emitoru světla.

Při přívodu propustného posuvného proudu k elektrodám 5 a 6 probíhá injekce nosičů náboje do nitridu gallia, vyvolaná přítomností heterogenního injekčního přechodu 4 mezi vrstvou 2 z nitridu gallia a vrstvou 3 z nitridu hliníku a rekombinací nosičů náboje v uvedené vrstvě 2. Záření je vyváděno přes safírový podklad 1, jakož i z vrstvy 3 z nitridu hliníku, sloužící jako optické okno.

Navržený polovodičový emitor světla se vyznačuje efektivní injekcí nosičů náboje při nízké intenzitě elektrického pole v hodnotě ne vyšší než $1,5 \cdot 10^4$ V/cm, vysokou rovnoměrností záření na celé emisní ploše při posuvných napětích 2,5 až 8 V.

Pro dokonalé objasnění vynálezu jsou uvedeny dva příklady provedení polovodičového

emitoru světla podle vynálezu.

Příklad 1

Polovodičový emitor světla se skládá z těchto konstrukčních prvků:

- a) safírového podkladu (Al_2O_3) s orientací (0001), opracovaného mechanicky až na třídu přesnosti 14, načež je tepelně zpracován v proudu vodíku při teplotě 1500 až 1700 °C;
- b) epitaxiální polovodičové vrstvy z monokrystalického n-vodivého nitridu gallia s koncentrací nosičů náboje asi $4 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, s orientací (0001), při tloušťce této vrstvy 18 μm ;
- c) polovodivé vrstvy z p-vodivého nitridu hliníku o tloušťce 0,1 μm ;
- d) první elektrody o průměru 0,3 mm, vytvořené napařením hliníku na vrstvu tvořenou nitridem hliníku.
- e) druhé elektrody vytvořené natavením india na vrstvu tvořenou nitridem gallia.

Při zavedení na elektrody napětí 5 až 8 V, pólovaného ve směru prostupu, se na straně safírového podkladu zjistí záření. Energie záření činí v maximu spektrálního pásma asi 2,82 eV ($T=300^\circ \text{K}$).

Příklad 2

Polovodičový emitor světla se skládá z těchto konstrukčních prvků:

- a) safírového podkladu (Al_2O_3), s orientací (0001);
- b) epitaxiální vrstvy z n-vodivého nitridu gallia o tloušťce 8 μm , s koncentrací nosičů náboje asi $4 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, s orientací (0001);
- c) polovodivé vrstvy z p-vodivého nitridu hliníku o tloušťce 0,03 μm ;
- d) první elektrody o průměru 0,3 μm , vytvořené napařením hliníku na vrstvu tvořenou nitridem hliníku;
- e) druhé elektrody, vytvořené natavením india na vrstvu tvořenou nitridem gallia.

Zavede-li se na elektrody prostupné napětí 2,5 až 5 V, zjistí se na straně safírového podkladu záření. Energie záření činí v maximu spektrálního pásma asi 2,76 eV ($T=300^\circ \text{K}$).

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Polovodičový emitor světla, u něhož je na podklad nanесena vrstva z n-vodivého nitridu gallia, vyznačený tím, že podklad (1) je vytvořen ze safíru, přičemž je na epitaxiálně narostlou polovodivou vrstvu (2) z monokrystalického nitridu gallia nanесena další polovodivá vrstva (3) z p-vodivého nitridu hliníku, vytvářející s uvedenou první vrstvou (2) heterogenní injekční přechod (4).
2. Polovodičový emitor světla podle bodu 1, vyznačený tím, že polovodivá vrstva (2) z nitridu gallia je poloizolační.
3. Polovodičový emitor světla podle bodu 1 nebo 2, vyznačený tím, že polovodivá vrstva

(3) z nitridu hliníku je poloisolační.

1 výkres

