



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 30.06.77 (P. 199266)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 15.01.79

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1981

Int. Cl.² H01L 33/00
H01L 21/228

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Andrzej Jagoda

Uprawniony z patentu: Instytut Technologii Elektronowej przy Nauko-
wo-Produkcyjnym Centrum Półprzewodników,
Warszawa (Polska)

Sposób wykonania diody elektroluminescencyjnej

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wykonania diody elektroluminescencyjnej, świecącej w zakresie widzialnym, o obszarze czynnym wykonanym z $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, z quasiheterostrukturą domieszkowaną krzemem Si po obu stronach złącza p-n.

Dotychczas znane są świecące w zakresie widzialnym diody z $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, domieszkowane tellurem Te i cynkiem Zn. Wymagają one dwóch operacji technologicznej epitaksji z fazy ciekłej (nałożenie warstwy domieszkowanej Te) oraz dyfuzji Zn (wy-

tworzenie warstwy domieszkowanej Zn). Każdą pojedynczą strukturę szlifuje się i poleruje w celu uzyskania soczewki. Są to operacje bardzo czasochłonne i precyzyjne, z uwagi na wymiary struktur, a w konsekwencji niekonieczne. Tak więc znane sposoby wykonania diod o energii fali 1,9 eV i zewnętrznej sprawności kwantowej 0,1% są skomplikowane i niefunkcjonalne. Dotychczas znane diody wykonane z $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ i domieszkowane krzemem Si w jednym procesie technologicznym nie spełniają warunku świecenia w zakresie widzialnym. Struktury tych diod mają na powierzchni $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ o dużej wartości x, na przykład 0,5. Na powierzchni takiej warstwy tworzą się tlenki, które uniemożliwiają uzyskanie dobrych kontaktów omowych. Prace nad tymi diodami ze względu na zbyt małe uzyskiwane zewnętrzne sprawności kwantowe dla promieniowania widzialnego oraz znaczne trudności w uzyskaniu omowych kontaktów zostały zaniechane.

2

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wad znanych sposobów wykonania diod elektroluminescencyjnych oraz opracowanie funkcjonalnego i ekonomicznego sposobu wykonania diod o wysokiej zewnętrznej sprawności kwantowej, świecących w zakresie widzialnym.

Cel ten został osiągnięty przez sposób według wynalazku, którego dioda posiada obszar czynny wykonany z $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ w ramach jedno-stopniowego procesu epitaksjalnego z fazy oraz quasiheterostrukturą domieszkowaną krzemem po obu stronach złącza p-n. Istotą sposobu jest to, że do stopu dodaje się Al w ilości zapewniającej początkową wartość parametru x w warstwie epitaksjalnej $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ większą od 0,65, zależnie od temperatury procesu i ilości Ga jako rozpuszczalnika, równocześnie dodaje się do stopu Si w ilości nie większej od 0,2% at, a wzrost skompensowanej warstwy typu p prowadzi się do wartości parametru x mniejszej od 0,5, to znaczy do temperatury mniejszej od 600°C.

Uzyskane sposobem według wynalazku diody mają wysoką wewnętrzną sprawność kwantową, struktury w tych diodach mają na powierzchniach GaAs, co umożliwia wykonanie omowych kontaktów, zaś technologię wytwarzania charakteryzuje prostota, funkcjonalność i ekonomiczność czasowa i materiałowa w odniesieniu do rodzaju i ilości materiału źródła i płytek podłożowych.

Sposób wykonania diody elektroluminescencyjnej według wynalazku zostanie bliżej objaśniony na realizacyjnym przykładzie wykonawczym. Do wykonania diody stosuje się jednostopniowy proces epitaksjalny z fazy ciekłej, przy następującym składzie stopu: ilość galu Ga — 45 g, arsenku galu GaAs — 2,1 mg, glinu Al — 0,23 g, krzemu Si — 20 mg, przy orientacji płytek podłożowych [100], temperaturze rozpoczęcia procesu 900°C i szybkości studzenia 2°C/min. Proces prowadzi się do temperatury 100°C. Podczas studzenia pieca na płycie podłożowej wyrasta warstwa $Al_xGa_{1-x}As$ typu n, a następnie typu p tworząc quasiheterostrukturę. Płytki po wyjęciu ze stopu pokrywa się kontaktami Ag—Te (do typu n) i Ag—Mn (do typu p). Płytki dzieli się na struktury o wymiarach $0,3 \times 0,3$ mm. Struktury umieszcza się w reflektorku na typowych oprawkach. Diody zalewa się przezroczystą żywicą w formie. Diody te dają zewnętrzną sprawność kwantową 0,1%, energię wypromie-

niowaną $h\nu = 1,9$ eV ($\lambda = 0,65$ μm) i światłość 14 med przy $I_F = 20$ mA.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wykonania diody elektroluminescencyjnej, świecącej w zakresie widzialnym, o wysokiej zewnętrznej sprawności kwantowej oraz o obszarze czynnym wykonanym z $Al_xGa_{1-x}As$ w ramach jednostopniowego procesu epitaksjalnego z fazy ciekłej, z quasiheterostrukturą domieszkowaną krzemem po obu stronach złącza p-n, **znamienny** tym, że do stopu dodaje się Al w ilości zapewniającej początkową wartość parametru x w warstwie epitaksjalnej $Al_xGa_{1-x}As$ większą od 0,65, zależnie od temperatury procesu i ilości Ga jako rozpuszczalnika, równocześnie dodaje się do stopu Si w ilości nie większej od 0,2% at, a wzrost skompensowanej warstwy typu p prowadzi się do wartości parametru x mniejszej od 0,5, to znaczy do temperatury mniejszej od 600°C.