



Patent dodatkowy
do patentu _____

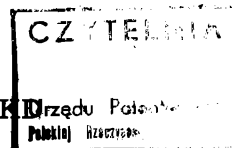
Zgłoszono: 17.VII.1967 (P 121 749)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15.XI.1968

Kl. 21 f, 89/03

MKP H 05 b 33/16



Twórca wynalazku: dr inż. Bohdan Mroziewicz

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Technologii Elek-
tronowej), Warszawa (Polska)

Dioda luminescencyjna

1

Przedmiotem wynalazku jest dioda luminescencyjna odznaczająca się wysoką sprawnością przemiany energii elektrycznej na promienistą, definiowaną jako stosunek mocy promienistej opuszczającej diodę, do mocy elektrycznej dostarczanej do diody.

Wielkość zdefiniowanej wyżej sprawności jest ogólnie biorąc ograniczona przez reabsorpcję promieniowania w obszarze półprzewodnika, straty mocy elektrycznej w szeregowej oporności diody oraz rekombinację niepromienistą w złączu p—n.

Z wymienionych składników największy udział stanowią straty na reabsorpcję, przy czym stosunek mocy promienistej P_w opuszczającej półprzewodnik do mocy P_g generowanej w złączu p—n jest rzędu ułamka procenta, i dla stosowanych powszechnie konstrukcji diody może być wyrażony w przybliżeniu za pomocą wzoru:

$$\frac{P_w}{P_g} = 2\pi \left[1 - \cos \left(\arcsin \frac{1}{n} \right) \right] \int_0^{\arcsin \frac{1}{n}} \sin \gamma_1 \exp \left(-\alpha \frac{d}{\cos \gamma_1} \right) [1 - R(\gamma_1)] d\gamma_1$$

gdzie α — jest współczynnikiem absorpcji półprzewodnika, przez który przechodzi promieniowanie, d — jest grubością warstwy tego półprzewodnika, γ_1 — jest kątem padania promieni generowanych w złączu p—n na powierzchnię graniczną półprzewodnik — powietrze, γ_2 — kąt załamania

2

tych promieni, zaś R i n — są odpowiednie współczynnikami załamania i odbicia na granicy półprzewodnik — powietrze.

Można wykazać, że:

$$R = \frac{1}{2} \left[\frac{\sin^2(\gamma_1 - \gamma_2)}{\sin^2(\gamma_1 + \gamma_2)} + \frac{\tan^2(\gamma_1 - \gamma_2)}{\tan^2(\gamma_1 + \gamma_2)} \right]$$

oraz z definicji: $\frac{\sin \gamma_1}{\sin \gamma_2} = \frac{1}{n}$

Jak wynika z tych wzorów moc promieniowania wyjściowego jest wskutek odbić wewnętrznych złożoną funkcją współczynnika załamania „ n ” i jest tym mniejsza im większy jest ten współczynnik. Wartość tego współczynnika jest jednak stałą fizyczną materiału, z którego wykonana jest dioda i w zasadzie nie podlega naszej kontroli jeśli się przyjmie, że dioda jest wykonana z materiału o własnościach optymalnych z punktu widzenia wydajności zjawiska rekombinacji.

Odbicia wewnętrzne można zmniejszyć nadając diodzie kształt półkulistej czaszy, dzięki czemu znaczna część promieniowania generowanego w złączu p—n pada na powierzchnię graniczną półprzewodnik — powietrze pod kątem mniejszym od granicznego. Przy takim ukształtowaniu diody rośnie jednak długość drogi w ośrodku silnie absorpcyjnym jakim jest półprzewodnik co zmniejsza wzrost sprawności spowodowany przez zmniejszenie liczby całkowitych odbić wewnętrznych. Wykonanie diody według tego sposobu następcza

ponadto znaczne trudności techniczne oraz pociąga za sobą duże straty materiału półprzewodnikowego.

Celem wynalazku jest uniknięcie tych niedogodności.

W diodzie luminescencyjnej według wynalazku uzyskuje się zmniejszenie odbić wewnętrznych poprzez zastąpienie powietrza stykającego się z półprzewodnikiem przez ośrodek, którego współczynnik załamania jest znacznie większy od jedności zaś współczynnik absorpcji jest znacznie mniejszy od współczynnika absorpcji półprzewodnika. Dioda wykonana w oparciu o tę koncepcję cechuje się kilkakrotnie większą sprawnością w porównaniu z diodami o stosowanych dotychczas konstrukcjach, przy niewielkim wzroście kosztów jej wytwarzania. Sposób rozwiązania konstrukcji diody według wynalazku odznacza się ponadto prostotą montażu oraz zapewnia dobre odprowadzenie ciepła od płytki półprzewodnikowej przy jednoczesnym zachowaniu małych wymiarów zewnętrznych diody.

Konstrukcja diody według wynalazku przedstawiona jest w przekroju poprzecznym na rysunku. Składa się ona z półprzewodnikowej płytki **a**, w której wytworzone jest złącze p—n, z elektrycznych kontaktów **b** dla obydwu obszarów złącza oraz z oprawki **c** z wieczkiem **d**, doprowadzenia **e**, radiatora **f** i soczewki **g**. W celu odpowiedniego usytuowania płytki półprzewodnikowej w oprawce **c** w dnie tej oprawki wykonane jest zagłębienie. Radiator **f** ma kształt cylindra, którego zewnętrzna ścianka została nagwintowana w celu umożliwienia łatwego umocowania diody w układzie optycznym.

W dnie tego cylindra wykonano zagłębienie, którego celem jest ochrona soczewki przed uszkodzeniem oraz zwiększenie powierzchni chłodzącej radiatora. Jeden biegun napięcia przykłada się bezpośrednio do radiatora, drugi do przewodu **e** wlotowanego w zagłębienie wieczka **d**. Sama soczewka umieszczona jest w obszarze wykonanym w dnie radiatora i jest przyklejona do dna oprawki **c**. Przestrzeń pomiędzy soczewką i powierzchnią płytki półprzewodnikowej wypełniona jest substancją **h** o specjalnie dobranych właściwościach. Mianowicie współczynnik załamania tej substancji

jest bliski wartości współczynnika załamania półprzewodnika.

Substancja ta idealnie przylega do powierzchni półprzewodnika, a jej współczynnik absorpcji dla promieniowania generowanego w złączu jest bardzo mały. Podobnie soczewka jest wykonana z materiału o współczynniku załamania bardzo bliskim współczynnikowi załamania substancji wypełniającej i o małym współczynniku absorpcji. Materiałami, które dobrze spełniają większość tych wymagań są np. balsam kanadyjski jako substancja wypełniająca oraz szkło jako materiał soczewki.

Promieniowanie generowane w złączu p-n w wyniku przepływu przez złącze prądu elektrycznego, przechodzi przez obszar z półprzewodnika, wchodzi do balsamu, a następnie prawie nie załamując się wchodzi do soczewki, której wielkość jest dobrana w ten sposób, że przeważająca część promieniowania pada na granicę szkło — powietrze pod kątem mniejszym od granicznego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Dioda luminescencyjna **znamienna tym**, że emitująca powierzchnia półprzewodnika pokryta jest substancją o współczynniku załamania bliskim współczynnikowi załamania półprzewodnika i małym współczynniku absorpcji, do której to powierzchni przylega soczewka wykonana z materiału, którego współczynnik załamania jest zbliżony do współczynnika załamania substancji pokrywającej półprzewodnik zaś współczynnik absorpcji jest możliwie mały.
2. Dioda według zastrz. 1 **znamienna tym**, że substancję pokrywającą powierzchnię emitującą półprzewodnika stanowi balsam kanadyjski.
3. Dioda według zastrz. 1 **znamienna tym**, że płytka półprzewodnika (**a**) ze złączem p—n umieszczona jest w zagłębieniu dna oprawki (**c**) przylutowanej do radiatora (**f**) mającego kształt nagwintowanego z zewnątrz cylindra, którego dno posiada zagłębienie i otwór **a** w nim umieszczona jest soczewka (**g**) przyklejona do dna oprawki (**c**), przy czym przewód (**e**), do którego przykłada się jeden biegun napięcia wlotowany jest w zagłębienie wykonane w wieczku oprawki (**d**).

