

WYZNACZANIE STAŁEJ PLANCKA 70

Z CHARAKTERYSTYK OPTYCZNYCH I ELEKTRYCZNYCH DIOD ELEKTROLUMINESCENCYJNYCH

Diody elektroluminescencyjne mają szerokie zastosowanie jako lampki sygnalizacyjne w sprzęcie elektronicznym powszechnego użytku, a także w automatyce przemysłowej. Jako bardziej wydajne i trwałe, zastąpiły wcześniej stosowane małe żarówki sygnalizacyjne. Ich działanie opiera się na przepływie prądu elektrycznego przez barierę potencjału na złączu półprzewodników typu n i p. Najczęściej wykonuje się złącza (diody półprzewodnikowe) z arsenku galu GaAs, arsenku fosforu GaP lub z azotku galu GaN. Przy przejściu elektronów w obszarze bariery potencjału z wyższego poziomu energetycznego E_2 na niższy E_1 , zostaje wyemitowane promieniowanie, którego energia kwantów jest równa:

$$h\nu = E_2 - E_1 = \Delta E \quad (1)$$

gdzie h - stała Plancka, a ν - częstość fali świetlnej. W praktyce widmo świecenia zamiast pojedynczej linii ma postać poszerzonego pasma, co wynika ze zróżnicowania przejść energetycznych elektronów w obszarze bariery potencjału, której kształt nie jest dokładnie prostokątny. Wskutek tego zamiast poziomów E_2 i E_1 występują pasma energetyczne. Widmo świecenia diody niebieskiej leży w obszarze długości fal od ok. 420 do 460 nm, diody zielonej od ok. 530 do 590 nm, diody żółtej od ok. 550 do 650 nm, a czerwonej od ok. 620 do 710 nm. Widma emisyjne diod wytwarzanych przez różnych producentów mogą się nieco różnić między sobą. Dla porównania warto podać, że szerokość linii wysyłanych przez atomy gazów nie przekracza setnych części nanometra. Podobnie wąskie są linie emitowane przez diody laserowe. Ogólny opis mechanizmu świecenia diod elektroluminescencyjnych jest skomplikowany. W uproszczonym modelu zjawiska można przyjąć, że różnica energii $E_2 - E_1$ jest równa szerokości przerwy wzbronionej półprzewodnika, oznaczanej jako ΔE . Przy dokładniejszej analizie trzeba uwzględnić także istnienie pasm energetycznych utworzonych przez atomy domieszek.

Szerokość przerwy energetycznej półprzewodnika ΔE można wyznaczyć w sposób przybliżony na podstawie charakterystyki prądowo- napięciowej złącza. Przykładową charakterystykę złącza pokazano na Rys 1. Z dość dobrym przybliżeniem można przyjąć, że szerokość przerwy energetycznej ΔE półprzewodnika jest równa:

$$\Delta E = eU_B \quad (2)$$

gdzie e jest ładunkiem elektronu, a U_B jest punktem przecięcia stycznej do prostoliniowego odcinka charakterystyki, z osią odciętych (patrz Rys. 1).

II. OPIS EKSPERYMENTU

Charakterystyki widmowe świecenia emitowanego przez diodę mierzymy przy pomocy spektrometru przyzmatycznego, na wyjściu którego umieszczono fotodetektor (np. fotodiodę lub fotokomórkę) który mierzy natężenie świecenia dla poszczególnych, wybranych na skali spektrometru, wartości długości fal. Ponieważ diody elektroluminescencyjne wysyłają stosunkowo wąskie pasmo świecenia, możemy przyjąć w przybliżeniu, że jest to linia widmowa o długości fali λ odpowiadającej maksymalnemu natężeniu widma. Znając szerokość przerwy energetycznej ΔE oraz długość fali świetlnej, emitowanej przez złącze, możemy pokusić się o przybliżone wyznaczenie stałej Plancka h , korzystając ze wzoru:

$$h = \frac{\Delta E}{\nu} = \frac{\Delta E \cdot \lambda}{c} \quad (3)$$

gdzie c jest prędkością światła w próżni.