F6
Spektroskopia luminescencja studni kwantowych InGaN/GaN.

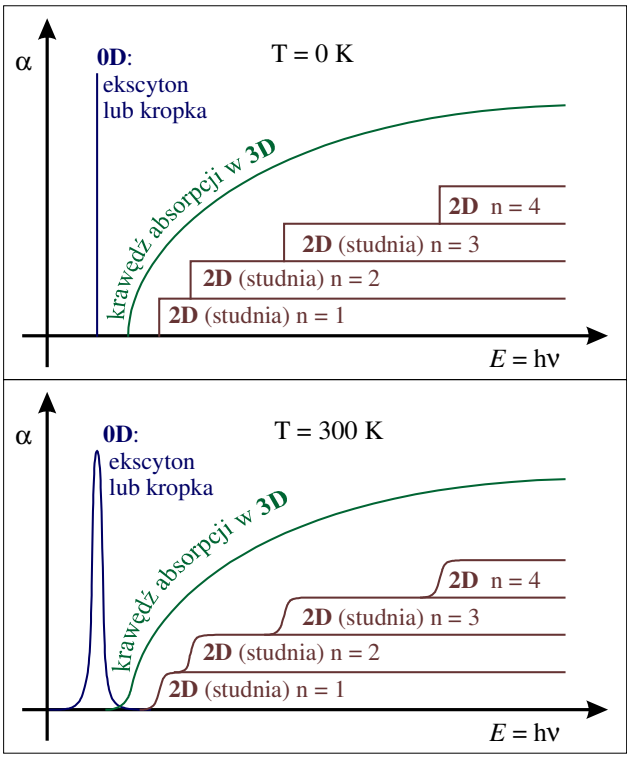
Celem ćwiczenia jest pomiar widm foto- i elektroluminescencji struktur zawierających studnie kwantowe InGaN/GaN. Na podstawie pomiarów należy wyznaczyć .. studni kwantowych.

1. Co należy wiedzieć przed przystąpieniem do ćwiczenia?

1. Należy posiadać ogólne wiadomości z fizyki ciała stałego: [1, 2, 5].
   a) struktura pasmowa, pojęcie dziury, masa efektywna,
   b) półprzewodniki samoistne i domieszkowe, obsadzenia poziomów, statystyka zdegenerowana i niezdegenerowana,
   c) rekombinacja,
   d) efekt fotoelektryczny wewnętrzny (fotowoltaiczny).
2. Złącze p-n,
3. Studnie kwantowe. Elektron w potencjale prostokątnym. Potencjał Kroniga-Penneya. Poziomy energetyczne. Przejścia optyczne. [6, 7]
4. Podstawowe parametry InGaN i GaN [2, 5, 7]: struktura pasmowa, przerwa energetyczna, polaryzacja spontaniczna i piezoelektryczna.
5. Podstawowe wiadomości o pomiarach optycznych [8]:
   a) zasada działania i budowa monochromatora.
   b).

Należy przeczytać i zrozumieć poniższy tekst, ze szczególnym uwzględnieniem słów pogrubionych.

W ciałach krystalicznych elektrony przebywają w potencjale mającym charakter okresowy. Na skutek tego ich funkcje falowe mają postać **funkcji Blocha**. Postać ta dopuszcza możliwość ruchu **elektronów**, aczkolwiek cząsteczki przez nią opisywane mają nieoczekiwane własności – ich **masy** różnią się od masy elektronu w próżni, a ich ładunki mogą być dodatnie. Zależność ich energii, E, od pseudopędu, $p = \hbar k$, $E(k)$, nazywamy **strukturą pasmową**. Rozróżniamy **pasmo walencyjne**, zawierające cząsteczki o ładunku dodatnim – **dziury** i pasmo przewodnictwa, w którym znajdują się ujemnie naładowane elektrony (poprawnie **kwazi-elektrony**). Pasma te oddzielone są przerwą energetyczną. Szerokość **przerwy energetycznej** w półprzewodniku mieści się w granicach od 0 eV (CdHgTe) do ponad 5 eV (AlN, diament). Półprzewodniki różnią się od metali tym, że w zerowej temperaturze, mają całkowicie zapełnione pasmo walencyjne i całkowicie puste pasmo przewodnictwa.



Rys. 1. Widma absorpcji półprzewodników

Przy pomocy epitaksji można wytworzyć struktury półprzewodnikowe z materiałów o różnych szerokościach przerw energetycznych. Jeżeli cienka (grubość L rzędu 10 nm) warstwa materiału o wąskiej przerwie energetycznej zostanie otoczona materiałem o szerszej przerwie, to dla elektronów dostępna będzie jedynie dwuwymiarowa (2D) przestrzeń zwana **studnią kwantową**. Energia nośników zamkniętych w studni zostanie powiększona o energię kwantyzacji, E_n:

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8L^2 m^*}, \qquad (1.2)$$

gdzie n = 1, 2,.. – kolejne poziomy w studni.

2. Przebieg ćwiczenia

A.

3. Przygotowanie opisu

Opis powinien składać się z następujących części:

1. Streszczenia,
2. Wstępu teoretycznego,
3. Opisu układu pomiarowego i próbek,
4. Wyników i ich analizy,
5. Podsumowania zawierającego wnioski.

Ad. 1. Streszczenie powinno być krótkie (kilka zdań), ale powinno zawierać opis doświadczeń oraz najważniejsze wyniki i wnioski.

Ad. 2. Należy zamieścić uzasadnienie stosowanych wzorów.

Ad. 3. .

Ad. 4.

Ad. 5. Przedstawić należy fizyczne (naukowe) znaczenie własnych wyników.

Przygotowując opis, należy pamiętać o numeracji rysunków (patrz rys. 1.) i wzorów (1). Przy korzystaniu z materiałów (teksty, rysunki, programy) pochodzących od innych autorów należy w tekście umieścić odnośnik [1], a na końcu podać spis cytowanych źródeł (autor, tytuł, adres strony itp.).

4. Polecane podręczniki

1. J. Ginter - „Wstęp do fizyki atomu, cząsteczki i ciała stałego.”
2. K. W. Szalimowa - Fizyka półprzewodników
3. F. J. Blatt - Fizyka zjawisk elektronowych w metalach i półprzewodnikach
4. R. Bube - Photoconductivity in solids
5. J. Pankove - Zjawiska optyczne w półprzewodnikach
6. L. I. Schiff - Mechanika kwantowa, rozdz. 2.
7. M. Herman - Heterozłącze półprzewodnikowe
8. Encyklopedia fizyki - hasła: monochromator, fotoprzewodnictwo

KK, 10 XII 2022