

## **Badanie fotoluminescencji rubinu metodą spektroskopii czasowo rozdzielczej.**

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się podstawami spektroskopii czasowo rozdzielczej na przykładzie pomiarów fotoluminescencji rubinu.

Z punktu widzenia fizyka, spektroskopia rozdzielona w czasie może dostarczyć cennych informacji o nowoczesnych strukturach półprzewodnikowych takich jak studnie kwantowe czy kropki kwantowe. Techniki rozdzielone w czasie stanowią też potężne narzędzie do badań procesów zachodzących w układach chemicznych i biologicznych. Jako przykłady można podać badania kinetyki reakcji chemicznych, w tym np. fotoinicjowanej polimeryzacji czy też reakcji fotosyntezy. Fluorescencja rozdzielona czasowo znajduje coraz szersze zastosowanie w biologii i medycynie, np. do określania lokalnego poziomu pH czy też koncentracji tlenu w żywych komórkach. Bardzo często do systemów biologicznych wprowadza się znaczniki, o charakterystycznym widmie i czasach zaniku, które pozwalają na zaawansowane badania procesów życiowych w tkankach, zarówno zdrowych jak też np. zaatakowanych przez nowotwory.

W ramach ćwiczenia wykonywane są badania czasu zaniku luminescencji przejść w rubinie. Rubin to kryształ korundu ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) domieszkowany chromem. W wyniku oddziaływania z sąsiednimi atomami poziomy energetyczne chromu ulegają rozszczepieniu (opisuje to teoria pola krystalicznego). Prowadzi to do pojawienia się charakterystycznych pasm absorpcyjnych, dzięki którym bezbarwne kryształy korundu nabierają pięknej „rubinowej” barwy. Po odpowiednim wzbudzeniu rubinu (np. za pomocą światła z diody świecącej) pojawia się w nim bardzo intensywna luminescencja o barwie ciemnoczerwonej, charakteryzująca się długim czasem zaniku (rzędu milisekund). To właśnie ta emisja jest przedmiotem zainteresowania ćwiczenia.

Do pobudzania luminescencji wykorzystuje się różnokolorowe diody elektroluminescencyjne. Światło pobudzające formowane jest w ciąg impulsów. Po każdym impulsie układ wraca do stanu równowagi emitując światło. Zmiany czasowe intensywności luminescencji rejestrowane są za pomocą oscyloskopu cyfrowego sprzężonego z fotopowielaczem. Zbieranie danych eksperymentalnych i sterowanie układem jest zrealizowane przy użyciu oprogramowania w środowisku Labview.

### **Przebieg ćwiczenia**

1. Zapoznanie się z oprogramowaniem sterującym układem pomiarowym.
2. Przygotowanie układu optycznego do pomiarów.
3. Pomiar widm oraz czasów narastania i zaniku emisji z diod elektroluminescencyjnych.
4. Pomiar widma oraz czasów zaniku luminescencji rubinu w temperaturze pokojowej i ciekłego azotu.
5. Analiza otrzymanych rezultatów.

### **Wymagane wiadomości**

1. Podstawowe wiadomości o półprzewodnikach. Struktura pasmowa. Półprzewodniki samoistne i domieszkowe. [1,2, 3]
  - a) reguły wyboru dla przejść optycznych,

- b) mechanizmy rekombinacji promienistej i bezpromienistej,
  - c) luminescencja (fotoluminescencja, elektroluminescencja),
  - d) zasada działania diody elektroluminescencyjnej.
3. Głębokie stany domieszkowe. Teoria pola krystalicznego [1, 6, 7, 8]
  4. Podstawowe wiadomości o pomiarach optycznych [9, 10]
    - a) zasada działania i budowa monochromatora,
    - b) zasada działania fotopowielacza.
  5. Podstawowe informacje o środowisku LabView. [10]

## LITERATURA

1. J. Ginter - „*Wstęp do fizyki ciała stałego.*”
2. K.W.Szalimowa - „*Fizyka półprzewodników*”
3. C. Kittel - „*Wstęp do fizyki ciała stałego.*”
4. T.S.Moss - „*Optical properties of semiconductors*”
5. J.I. Pankove - „*Zjawiska optyczne w półprzewodnikach.*”
6. F.A. Cotton - „*Teoria grup. Zastosowanie w chemii.*”
7. A. Gołębiowski - „*Chemia kwantowa związków nieorganicznych.*”
8. G.F. Imbush - „*Energy levels and transitions of transition metal ions in solids*”
9. Encyklopedia fizyki, Wikipedia: hasła *monochromator*, *fotopowielacz*.
10. Wikipedia: hasło *LabView*, <http://www.labview.pl/>