

L3 - Laser półprzewodnikowy.

Lasery półprzewodnikowe są szeroko stosowane, tak w urządzeniach które po prostu potrzebują silnego i spójnego światła (nagrywarki, pompowanie „lepszych” laserów), w telekomunikacji (ściśła stabilizacja długości fali wielu laserów które emitują w sąsiednich kanałach) jak i w badaniach podstawowych (spektroskopia, chłodzenie i pułapkowanie laserowe, inżynieria kwantowa i wiele innych). Celem ćwiczenia jest osobiste zapoznanie się z podstawowymi charakterystykami jednomodowego lasera diodowego. Ćwiczenie szczególnie polecane dla tych którzy chcą uczestniczyć w badaniach z zakresu optyki kwantowej, spektroskopii dużej zdolności rozdzielczej oraz telekomunikacji i kryptografii kwantowej.

Przebieg ćwiczenia:

1. Pomiar natężenia generowanego przez laser półprzewodnikowy promieniowania w funkcji prądu i temperatury.
 - wykonać pomiar natężenia światła laserowego I w funkcji temperatury T i natężenia prądu zasilającego laser. Temperatury należy wybrać z zakresu (0, 65°C), natomiast natężenia prądu z zakresu (0, 80 mA)
2. Kalibracja spektrometru i pomiar widma promieniowania lasera w funkcji natężenia prądu (praca jedno- i wielomodowa).
 - kalibrację należy wykonać przy pomocy lamp spektralnych Ar, Kr, Ne
3. Pomiar charakterystyk spektralnych generowanego przez laser półprzewodnikowy promieniowania (zmiany długości fali w funkcji zmian prądu i temperatury).
 - zmierzyć długość fali światła generowanego przez laser w funkcji temperatury i natężenia prądu zasilającego laser.

Wymagania wstępne:

1. Podstawy fizyki laserów (warunki generacji, budowa lasera, mody).
2. Fotony w półprzewodnikach:
 - a) półprzewodniki - przerwy energetyczne i nośniki, koncentracje elektronów i dziur generacja, rekombinacja i wstrzykiwanie nośników, złącza i heterozłącza,
 - b) oddziaływanie fotonów z elektronami i dziurami w półprzewodniku - emisja spontaniczna i wymuszona, absorpcja międzypasmowa.
3. Półprzewodnikowe źródła promieniowania:
 - a) dioda elektroluminescencyjna (LED) - podstawy działania i charakterystyki,
 - b) półprzewodnikowe wzmacniacze laserowe - wzmocnienie, procesy pompowania heterostruktury,
 - c) lasery półprzewodnikowe (LD) - wzmocnienie, sprzężenie zwrotne, rozkład widmowy i przestrzenny emitowanego promieniowania.
4. Znajomość zasad działania elementów układu doświadczalnego:
 - a) fotodioda i jednowymiarowa kamera CCD,
 - b) spektrometr.

Pytania na kolokwium wstępne:

1. Dlaczego w nagrywarkę potrzeby jest laser i czemu musi on być przestrzennie jednomodowy? Czy ilość modów podłużnych gra rolę?
2. Co to jest laser ECDL? Narysuj schemat modów podłużnych w tym laserze uwzględniający: mody struktury diody laserowej, mody wnęki zewnętrznej, pasmo wzmocnienia, częstości wybierane przez siatkę dyfrakcyjną.
3. Co to jest laser DFB/DBR? Co to znaczy WDM?
4. Jak można zmieniać długość fali emitowaną przez laser diodowy?

Zalecana literatura:

1. W. Demtröder - „Spektroskopia laserowa”
2. <http://www.toptica.com/>
2. N. W. Karłow - „Wykłady z fizyki laserów” (zwł. rozdziały 24 i 25)
3. J. Kaczmarek - „Wstęp do fizyki laserów” (zwł. rozdział 13)
(w plikach PDF)
4. Dodatkowe materiały dotyczące laserów półprzewodnikowych
5. Macierz fotodiod

Uwaga: Linie spektralne atomów znajdują się na stronie National Institute of Standards and Technology:

<http://www.physics.nist.gov/PhysRefData/Handbook/index.html>
(dół strony – Element Name)