



Politechnika Wrocławska

Wydział Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów



Miernictwo elementów fotonicznych

Laboratorium nr 6

Charakterystyki spektralne źródeł światła – lasery opis ćwiczenia

Opracował zespół: M. Badura, W. Kijaszek, W. Dawidowski, R. Korbutowicz

1. Cel zajęć

Celem zajęć jest zapoznanie się pracą laserów półprzewodnikowych, w tym z wpływem prądu zasilającego na moc optyczną,

2. Program zajęć

- * zestawienie stanowiska pomiarowego: zasilanie lasera, podłączenie spektrometru
- * pomiar napięcia oraz mocy optycznej w funkcji prądu zasilania lasera,
- * charakterystyka widmowa lasera,
- * pomiar rozbieżności wiązki laserowej.

3. Literatura uzupełniająca

B. Ziętek, „Optoelektronika” Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 2005,
J. I. Pankove, „Zjawiska optyczne w półprzewodnikach”, WNT, Warszawa, 1974,
B. Mroziewicz, M. Bugajski, W. Nakwaski, „Lasery półprzewodnikowe”, PWN, Warszawa 1985,
Wykład ETD004068W Optoelektronika / W12EIT-SI0024W Optoelektronika
Wykład W12EIT-SI0029L Miernictwo elementów optoelektronicznych
Karty katalogowe

4. Wprowadzenie teoretyczne i zagadnienia praktyczne

Zagadnienia do samodzielnego przygotowania

- * źródła promieniowania: diody laserowe – budowa, zasada działania
- * emisja spontaniczna, emisja wymuszona
- * parametry LD: prąd progowy, napięcie i prąd pracy, moc optyczna, szerokość połówkowa, rozbieżność wiązki
- * laser jedno- a wielomodowy
- * program Rejestrator XY

Badane elementy:

a) dioda laserowa **HL6358MG** (dioda laserowa światła czerwonego),

Podczas zajęć należy przestrzegać przepisów BHP

b) dioda laserowa **L850P010** (dioda laserowa podczerwona).

Zestawienie stanowiska pomiarowego

Uwaga!

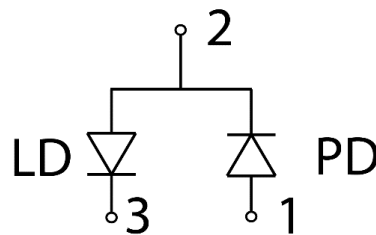


Na stanowisku znajdują się elementy wrażliwe na wyładowanie elektrostatyczne ESD. Podczas pracy należy zadbać o odpowiednie odprowadzenie ładunków gromadzonych na swym ciele. Każda osoba winna mieć założoną opaskę na nadgarstek, podłączoną do uziemienia.

Uwaga: wykresy wykonujemy w programie Origin

4.1 Dioda laserowa

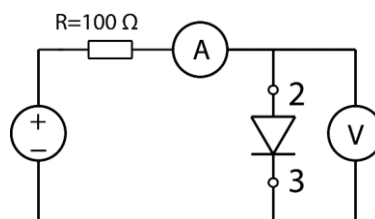
Moduł diody laserowej zawiera zintegrowaną fotodiodę, która umożliwia monitorowanie poziomu fotoprądu generowanego przez promieniowanie lasera, a tym samym stabilności/poprawności pracy diody laserowej. Katoda diody laserowej (LD) połączona jest z anodą fotodiody (PD) i stanowi wspólne wyprowadzenie oznaczone jako **2** na makiecie. Anoda fotodiody oznaczona jest jako **1**, podczas gdy katoda diody laserowej jest oznaczona jako **3**, co przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Oznaczenie wyprowadzeń modułu diody laserowej

4.2 Pomiar charakterystyki I-V lasera

Z karty katalogowej lasera **koniecznie należy odczytać wartości prądu pracy** (ang. *operating current*) **oraz napięcia** (ang. *operating voltage*), ponieważ ich znajomość będzie niezbędna do ustalenia warunków zasilania lasera. Pomiar charakterystyki prądowo-napięciowej wykonujemy z wykorzystaniem programu **Rejestrator XY**, według schematu przedstawionego na rysunku 2. Napięcie przemiatający ustalamy na **X V**, gdzie **X** jest wartością podaną na makiecie pomiarowej. Ograniczenie prądowe ustawiamy na wartość odczytaną z karty katalogowej lasera. Pomiar wykonujemy dla 100 punktów pomiarowych.



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia charakterystyki I-V lasera

Uwaga! Noty katalogowe laserów znajdują się w Internecie. Wycinek z noty:

HL6358MG L850P010

Prąd pracy $I_{OP} = 40 \text{ mA}$

$I_{OP} = 50 \text{ mA}$

Stosujemy w pomiarach o 10 mA mniejsze natężenia prądu diody laserowej.

Wykreślić charakterystykę natężenia prądu w funkcji napięcia na złączu lasera na jednym wykresie dla obu laserów (Origin). Na podstawie przygotowanych charakterystyk odczytać napięcie pracy emitera i porównać z wartością katalogową.

4.3 Pomiar charakterystyk P-I lasera

4.3.1 Podłączenie spektrometru

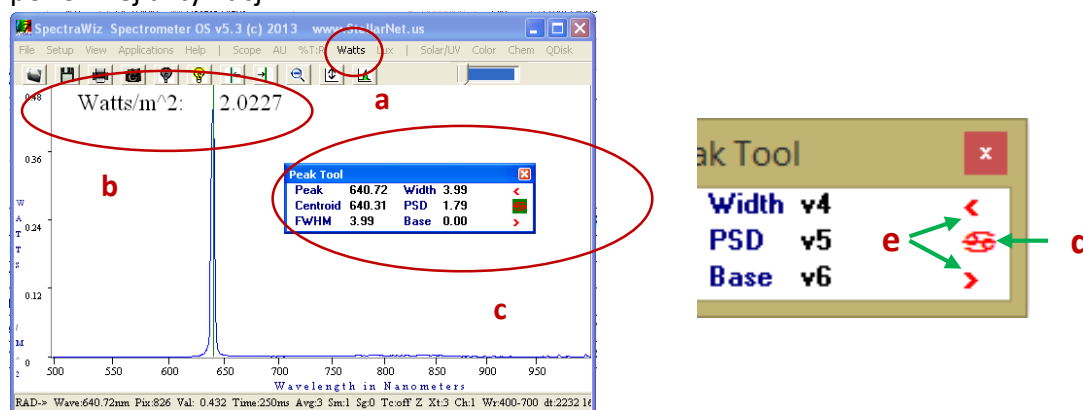
Końcówkę światłowodu pozbawić kapturka zabezpieczającego oraz wkręcić w receptor kosi-nusowy zamontowany na postumencie. Drugi koniec wkręcić w gniazdo SMA spektrometru. Należy **unikać** zginania światłowodu – szklany rdzeń charakteryzuje się skończoną elastycznością.

Spektrometr jest podłączony do portu USB komputera – proszę nie zmieniać gniazda!

Uruchomić program *SpectraWiz*, do którego skrót widnieje na pulpicie komputera. Przejść do trybu radiometrycznego: *Watts* (rysunek 3b). Wczytać plik kalibracyjny przeznaczony dla tego spektrometru. Zapisać charakterystykę ciemną.

Informacja

Przedstawione na rys. 3. c) narzędzie *Peak Tool* samo wynajduje szczyt wykrywanego promieniowania, podaje jego długość fali (*Peak*), szerokość połówkową (FWHM) oraz pole powierzchni pod krzywą (PSD). Jeśli z jakiegoś powodu narzędzie przełączy się na inny, niepożądany szczyt, obiekt analizy wybrać można za pomocą strzałek (rys. 3e). W celu analizy w locie aktywna powinna być opcja pomiaru ciągłego (rys. 3d). Okresowo opcja ta wymaga ponownej aktywacji.



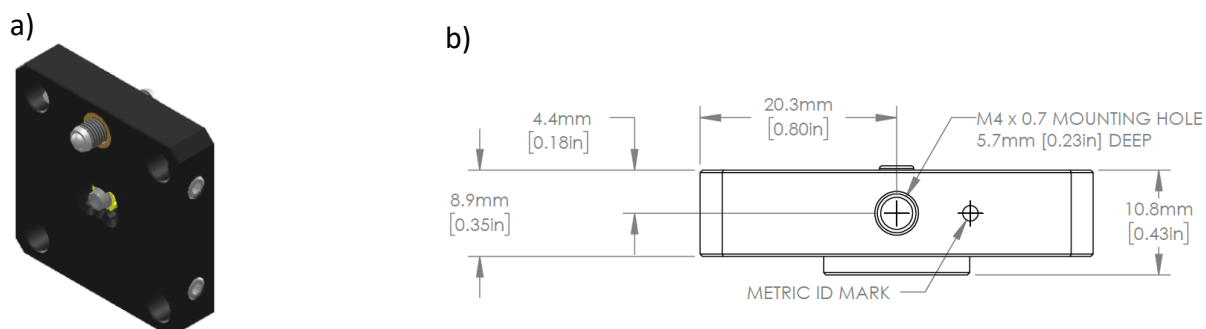
Rys. 3. SpectraWiz – obraz ekranu programu do obsługi spektrometru

Diody laserowe zamontowane są w specjalnym uchwycie (rys. 4.a), który z kolei przykręcony jest do słupka postumentu montowanego na płycie optycznej. Uchwyt diody jest jednocześnie radiatorem. Dwa otwory M4 służą do zamocowania za pomocą wkrętów robaczkowych do słupka postumentu. Dzięki tym otworom montażowym możliwe jest zmienianie położenia lasera i uzyskanie pionowej lub poziomej elipsy emisji promieniowania. Pomiary

przeprowadzamy korzystając z perforowanej płyty optycznej z zamontowanymi postumentami (rys. 5.).

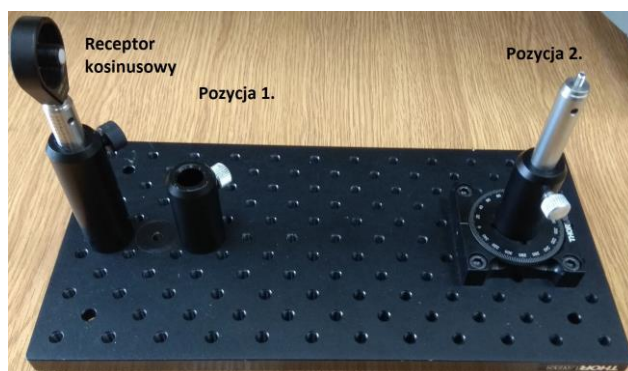
Przed rozpoczęciem pomiarów należy sprawdzić położenie diody laserowej (tylko dla diod światła widzialnego). W tym celu:

- montujemy słupek z laserem w postumencie kierując laser w stronę ściany laboratorium (położenie 1. na rys. 5.),
- podłączyć zasilanie wg danych katalogowych,
- wstawić ekran (np. biała kartka) przed laser i zaobserwować kształt i orientację plamy świetlnej.

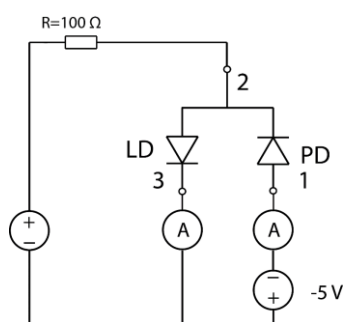


Rys. 4. Obraz uchwyty lasera (a) oraz otworu do montażu (b)

Następnie postument z diodą laserową umieszczamy w bezpośrednim sąsiedztwie receptora kosinusowego (rys. 5. – pozycja 1.). Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rys. 6. Proszę zwrócić uwagę na polaryzację diod (laserowej i detekcyjnej) i maksymalne wartości napięć i prądów.



Rys. 5. Widok płyty optycznej do montażu laserów



Rys. 6. Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia charakterystyki P-I lasera

Fotodiodeę polaryzujemy napięciem **-5 V** ustawiając wcześniej ograniczenie prądowe na **5 mA**. Na zasilaczu polaryzującym diodę laserową ustawiamy stosowne ograniczenie prądowe, a potem napięcie **X** (podane dla danego lasera na płytce montażowej układu). Następnie ustawiamy punkt pracy tak, by uzyskać na amperomierzu maksymalną wartość prądu lasera (zblizoną do wartości ograniczenia prądowego). Przeprowadzamy pomiar gęstości mocy optycznej z poziomu oprogramowania spektrometru (zakładka *Watts*), następnie dopasowujemy wysokość i odchylenie słupka z laserem, tak by uzyskać maksymalną wartość sygnału. Zmieniamy ręcznie punkt pracy lasera ze skokiem prądu diody laserowej o 2 mA, zapisując wartości natężenia prądu diody laserowej, mocy optycznej, i natężenia prądu fotodiody: traktujemy zasilacz jako źródło prądowe, czyli zmieniamy ograniczenie prądowe o 2 mA. Ustawiamy w *SpectraWiz* zakres mierzonego widma na $\lambda \pm 20$ nm. Otwieramy okno pomiarowe (zob. rys. 3. – w programie *SpectraWiz* aktywować narzędzie *Peak Tool*) i spisujemy wartość PSD jako gęstość mocy optycznej. Mierzymy do momentu zaniku sygnału optycznego (PSD niemierzalne).

4.3.2 Sporządzić wykresy

- a) charakterystyki generowanej mocy optycznej (w celu jej wyznaczenia należy przeliczyć gęstość mocy optycznej na moc optyczną) w zależności od prądu płynącego przez złącze lasera oraz
- b) prądu fotodiody w zależności od zmian prądu diody laserowej.

Uwaga! Czoło receptora kosinusowego ma średnicę równą 1/4 cala.

* Z nachylenia obu charakterystyk wyznaczyć wartość prądu progowego lasera I_{Th} .

* Na podstawie prostoliniowego fragmentu charakterystyki $P = f(I)$ diody laserowej oszacować przyrostową wydajność lasera wyrażoną w W/A.

4.4 Pomiar charakterystyki widmowej

Postument z diodą laserową umieścić w uchwycie z podziałką kątową. Zapisać widmo tła (charakterystykę ciemną) w programie *SpectraWiz* (ikonka zgaszonej żarówki). Ustawić prąd lasera na jego charakterystyczną wartość pracy, zgodnie z notą katalogową. Zapisać widmo spektralne do pliku. W programie *SpectraWiz* aktywować narzędzie *Peak Tool*.

4.4.1 Parametry wiązki lasera

Obserwując gęstość mocy promieniowania o długości fali lasera (parametr PSD) skorygować wysokość/obrót postumentu, analogicznie do **punktu 2**.

Po zjustowaniu układu optycznego zanotować odczytaną długość fali emitowanej przez laser oraz szerokość połówkową. Skorelować wyniki z tymi otrzymanymi dla czerwonej diody LED.

4.5 Pomiar rozbieżności kątowej wiązki laserowej

Pomiar będzie dwuetapowy:

- 1) ustawienie diody laserowej w pozycji „elipsy pionowej” i pomiar,

2) ustawienie diody laserowej w pozycji „elipsy poziomej” i pomiar.

Tak doregulować pozycję lasera, aby maksimum mocy optycznej przypadło na odchylenie 0° stolika obrotowego. Zanotować moc optyczną, wyliczoną z gęstości mocy (PSD). Następnie obracać stolikiem obrotowym w kierunku zwiększających się kątów, z krokiem 2° (czyli jedna podziałka). Po każdym kroku zapisać do tabeli odchylenie oraz moc optyczną. Obracanie stolika kontynuować do momentu, gdy moc optyczna spadnie do stałego, niskiego poziomu uznanego przez mierzących za tło. Następnie ustawić stolik z powrotem na wartość 0° oraz rozpocząć obracanie w drugą stronę. Wartość obrotu zapisać względnie, przykładowo -20° zamiast 340° . Uzupełnić tabelę z zależnością mocy optycznej od obrotu, analogicznie do poprzedniego przypadku.

Zmniejszyć prąd lasera do zera i na zasilaczu ustawić OUTPUT OFF.

Wykręcić postument z uchwytu diody laserowej, następnie obrócić uchwyt o 90° i przymocować do postumentu. Powtórzyć pomiary rozbieżności kątowej. Wykreślić charakterystyki mocy optycznej lasera w funkcji obrotu stolika obrotowego (na jednym diagramie). Z charakterystyk odczytać rozbieżność wiązki laserowej, czyli przedział kątów, dla których wykrywane jest promieniowanie, porównać z wartościami podanymi w karcie katalogowej. Porównanie zamieścić w sprawozdaniu.

Punkty 2-4 powtórzyć dla innego lasera, zanotować różnice.

Uwaga!

Przed montażem/demontażem diody laserowej należy **koniecznie** zmniejszyć prąd diody laserowej do zera oraz deaktywować wyjście zasilacza przyciskiem OUTPUT. Niezastosowanie się do tych instrukcji grozi trwałym uszkodzeniem przyrządu.

W sprawozdaniu zamieścić wykreślone charakterystyki, tabele pomiarowe oraz komentarze. Rezultaty badań streścić w podsumowaniu.

Uwaga! Wniosek typu: „Wyniki zgodne z oczekiwaniami” oznaczać może konieczność powtórzenia ćwiczenia w terminie 10.