

Rozprawa doktorska

Analiza promieniowania generowanego przez kwantowe lasery kaskadowe w paśmie średniej podczerwieni

Emilia Pruszyńska-Karbownik

Instytut Technologii Elektronowej

Prezentowana rozprawa dotyczy eksperymentalnego wyznaczania własności przestrzennych wiązek optycznych emitowanych przez kwantowe lasery kaskadowe w zakresie średniej podczerwieni. Celem pracy było opracowanie metod badania takich, szerokorozbieżnych wiązek. Jako podstawowe narzędzie badawcze został wybrany szerokokątny profilometr goniometryczny zaprojektowany i skonstruowany przy współudziale autorki w Zakładzie Fotoniki Instytutu Technologii Elektronowej. Dodatkowymi narzędziami były metody numeryczne, w tym opracowana przez autorkę oryginalna metoda analizy odwrotnej wiązek laserowych.

W rozprawie przedstawiono szczegółową analizę użyteczności profilometru goniometrycznego do badania wiązek laserów kaskadowych o emisji krawędziowej emitujących w paśmie średniej podczerwieni. Określono jakie są zalety i ograniczenia wybranej konstrukcji układu pomiarowego. Najważniejsze z zalet to: szeroki zakres kątowy pomiaru, dokładność oraz potencjał rozbudowy i modyfikacji układu, który umożliwia badanie niestandardowych własności wiązek i przesądza o jego uniwersalności. Główne ograniczenia to: długi czas pomiaru oraz niemożność wyznaczania parametru M^2 metodą zalecaną w standardzie ISO. Z powodu tego ostatniego ograniczenia autorka zaproponowała alternatywną metodę wyznaczania tego parametru dedykowaną dla układów działających we współrzędnych biegunowych lub sferycznych, takich jak profilometr goniometryczny. Możliwości modyfikacji układu pomiarowego zostały zaprezentowane na przykładach wprowadzenia do układu polaryzatora oraz wykorzystania odczytów oscyloskopu do badania zmian wiązki optycznej w czasie.

Niniejsza rozprawa zawiera również studium własności wiązki promieniowania generowanego przez kwantowe lasery kaskadowe. Opisano wyniki badań wiązek laserów kaskadowych wytwarzanych w Zakładzie Fotoniki Instytutu Technologii Elektronowej. Badania te zostały przeprowadzone w oparciu o opracowaną metodologię i obejmowały: pomiary rozkładów przestrzennych generowanej mocy optycznej, pomiary rozbieżności wiązki, wyznaczenie parametrów roboczych laserów (m.in. parametru M^2), pomiary czasoworozdzielcze oraz pomiary rozkładów przestrzennych polaryzacji. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań zostały opisane zależności pomiędzy szczegółami konstrukcji laserów, takimi jak struktura epitaksjalna, geometria czipa laserowego oraz sposób montażu, a własnościami emitowanego promieniowania: rozbieżnością i jakością wiązki, stabilnością sygnału optycznego oraz polaryzacją.

W rozprawie udowodniono uniwersalność profilometru goniometrycznego jako narzędzia do badania własności wiązki promieniowania generowanego przez lasery kaskadowe na zakres średniej podczerwieni. Wykazano również, że długi czas pomiaru nie jest przeszkodą w badaniu wiązek laserów kaskadowych a nawet w badaniu zmian parametrów wiązki następujących w czasie nanosekund. Opracowana metodologia pozwoliła wyjść poza zakres standardowych pomiarów przedstawianych dotychczas w literaturze.