

Opracowanie planarnych światłowodowych przetworników fazowych z rezonatorami pierścieniowymi do zastosowań w spektroskopii pola zanikającego

Światłowod jest elementem optycznym zbudowanym z rdzenia i z pokrycia. Rdzeń jest wykonany z materiału o wyższym współczynniku załamania niż pokrycie. Światło rozchodzi się w światłowodzie dzięki zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia, podczas którego pole elektromagnetyczne wnika do obszaru pokrycia na głębokość rzędu ułamka długości fali. W ten sposób zmiany właściwości optycznych pokrycia rdzenia światłowodu powodują zmiany parametrów fali świetlnej (amplituda, faza, polaryzacja), rozchodzącej się w światłowodzie. Zjawisko to stanowi podstawę techniki pomiarowej wykorzystywanej w czujnikach światłowodowych, która nosi nazwę Spektroskopii Pola Zanikającego. Na opracowanie światłowodowego czujnika chemicznego bądź biochemicznego składają się dwa zagadnienia: (1) opracowanie odpowiedniej warstwy sensorowej i (2) opracowanie przetwornika światłowodowego do detekcji zmian właściwości warstwy sensorowej. Projekt badawczy dotyczy opracowania planarnych przetworników światłowodowych do zastosowań w spektroskopii pola zanikającego. Dla osiągnięcia wysokich czułości na zmiany parametrów warstwy sensorowej koniecznym jest użycie światłowodów o wysokim współczynniku załamania i niskich stratach optycznych. Ze względu na planowane zastosowania, materiał światłowodu powinien być odporny na działanie substancji chemicznych. Brak światłowodów spełniających te wymagania w znacznym stopniu ograniczał dotychczasowy rozwój planarnych czujników światłowodowych. W naszej grupie badawczej opracowaliśmy spełniające te kryteria warstwy falowodowe $\text{SiO}_2:\text{TiO}_2$, które wytwarzamy z użyciem metody zol-żel. Opracowaliśmy warstwy falowodowe o wysokim współczynniku załamania i ekstremalnie niskich stratach optycznych. Na bazie tych światłowodów opracowaliśmy technologię wytwarzania żebranych światłowodów paskowych, sprzęgaczy kierunkowych i sprzęgaczy siatkowych. Opracowane technologie (*know-how*) i zdobyte doświadczenia w analizie teoretycznej struktur optyki zintegrowanej są fundamentem zgłaszanego projektu badawczego.

Głównym celem projektu badawczego jest opracowanie planarnych struktur światłowodowych do zastosowań w czujnikach chemicznych/biochemicznych oraz ich weryfikacja w refraktometrze i w czujniku biochemicznym wykrywającym obecność bakterii *E.coli*.

W planarnej strukturze światłowodowej wytwarzanej z użyciem warstw falowodowych $\text{SiO}_2:\text{TiO}_2$ otrzymywanych metoda zol-żel, zintegrowane zostaną podstawowe elementy optyki zintegrowanej, tj. rezonatory pierścieniowe, pełniące rolę przetworników pomiarowych, sprzęgacz wejściowy zbudowany z wykorzystaniem sprzęgacza siatkowego i adiabatycznego światłowodu przewężonego oraz rozgałęziacz światłowodowe. Zakładamy, że opracowane w ramach projektu planarne struktury światłowodowe będą odpowiednie do zastosowań w czujnikach chemicznych i biochemicznych. W ramach projektu struktury te będą weryfikowane w czujniku zmian współczynnika załamania i w czujniku biochemicznym wykrywającym obecność bakterii *E.coli*.

Realizacja przedstawianego projektu jest ważna dla dalszego rozwoju optoelektroniki zintegrowanej w Polsce, przyczyni się do powstania silnej grupy badawczej, rozwoju technologii i metod pomiarowych.

Prawie każdy z elementów planowanych do wykonania struktur sensorowych był już przedmiotem badań w naszej grupie badawczej. Jednakże integracja tych elementów w złożonych strukturach interferencyjnych będzie wymagała rozwiązania wielu problemów z zakresu analizy teoretycznej poszczególnych elementów, technologii ich wytwarzania i metrologii. W ramach projektu badawczego planujemy istotnie poprawić jakość wytwarzanych elementów światłowodowych. Nową, dotychczas nie badaną przez nas strukturą jest rezonator pierścieniowy. Dla wszystkich struktur opracowane zostaną ich modele teoretyczne, które pozwolą analizować ich właściwości i wyznaczać optymalne parametry ze względu na określone zastosowanie. Dla interferencyjnych struktur czujnikowych opracowane zostaną układy detekcji. Opracowane technologie planarnych przetworników fazowych będą platformą technologiczną dla rozwoju planarnych czujników chemicznych i biochemicznych. Opracowane układy optyki zintegrowanej będą się cechować wysokim poziomem uniwersalności, będą mogły być wykorzystywane w czujnikach biochemicznych wykrywających inne bakterie i wirusy. Czujniki te będą różniły się jedynie rodzajem zastosowanej warstwy sensorowej.

Na wysokoczułe sensory chemiczne i biochemiczne istnieje zapotrzebowanie w medycynie, w farmacji, w przemyśle spożywczym oraz w ochronie środowiska. Pojawiające się nowe zagrożenia związane z terroryzmem, ale i z przemieszczaniem się ogromnych rzesz ludności wymuszają potrzebę wykrywania niebezpiecznych substancji lub wirusów groźnych chorób w dużych skupiskach ludzi (np. na lotniskach). W zastosowaniach tych mogą być w przyszłości użyte czujniki wytwarzane z użyciem opracowanych przez nas struktur interferencyjnych. Na wielu oddziałach szpitalnych istnieje zapotrzebowanie na szybkie metody wykrywania rodzaju infekcji bakteryjnych. Krótki czas diagnozy decyduje niejednokrotnie o możliwości przeżycia pacjenta. Nasz projekt wychodzi naprzeciw tym zapotrzebowaniom.