

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Eksperymentalne badania wybranych procesów konwersji modowej w strukturyzowanych światłowodach

Kinga Żołnacz

Eksperymentalne badania przeprowadzone w ramach niniejszej rozprawy miały na celu wykazanie, że strukturyzacja parametrów światłowodu w połączeniu ze strukturyzacją wiązki oświetlającej zapewnia nowe, nieosiągalne dotychczas możliwości liniowej i nieliniowej konwersji modowej. Zaproponowano i eksperymentalnie przebadano kilka nowych procesów konwersji, w tym nieliniową konwersję zachodzącą pomiędzy modami polaryzacyjnymi LP_{01} i LP_{11} w dwójłomnym światłowodzie typu Panda. W tym celu opracowano nową metodę selektywnego pobudzania różnych kombinacji modów LP_{01} i LP_{11} z użyciem pryzmatu Wollastona, która umożliwiła pierwszą eksperymentalną demonstrację procesu mieszania czterofalowego zachodzącego w modach z różnych grup przestrzennych o ortogonalnych polaryzacjach. Na przykładzie pasm wygenerowanych w modach LP_{11} w wyniku wektorowych niestabilności modulacyjnych pokazano konwersję modów LP_{11} do modów wirowych przez gradientowe skręcenie końcówki włókna. W skręconych światłowodach typu Side-Hole pokazano po raz pierwszy proces wektorowych niestabilności modulacyjnych zachodzący we włóknie z dwójłomnością kołową. Efekt ten przeanalizowano również numerycznie dowodząc, że w światłowodach tego typu wydajność procesu konwersji nie jest ograniczona mocą krytyczną.

Zbadano także procesy liniowej konwersji modowej zachodzącej w wyniku skręcenia i/lub zgięcia włókna. We włóknie z asymetryczną mikrostrukturą w pobliżu rdzenia pokazano możliwość modulacji dyspersji chromatycznej poprzez zgięcie oraz możliwość sprzęgania modów polaryzacyjnych, co wykorzystano do przestrajania spektralnej pozycji oraz polaryzacji solitonu optycznego powstającego przy pompowaniu laserem femtosekundowym. W mikrostrukturalnym włóknie z rdzeniami utworzonymi przez niedomknięte pierścienie kanałów powietrznych pokazano zmianę spektralnego zakresu transmisji światła w zależności od okresu skręcenia, promienia zgięcia, odległości rdzenia od osi symetrii i liczby kanałów powietrznych tworzących dany rdzeń, co wykorzystane zostało do zbudowania modelu czujnika przesunięcia. W skręconym włóknie dwurdzeniowym pokazano nowy efekt generacji siatki długookresowej indukowanej zgięciem, w wyniku której obserwowane są rezonansowe sprzężenia dla różnych długości fali, w zależności od okresu skręcenia, promienia zgięcia, odległości rdzenia oraz poziomu domieszki w każdym z nich.

Opracowano także metodę szerokopasmowego selektywnego pobudzania modów wyższych rzędów z wykorzystaniem ciekłokrystalicznego przestrzennego modulatora światła. Zbudowano częściowo zautomatyzowane stanowisko pozwalające na pomiar dyspersji chromatycznej oraz grupowego współczynnika załamania metodą interferencji spektralnej w bardzo szerokim zakresie spektralnym 600-3400 nm w wybranym modzie przestrzennym światłowodu oraz opracowano dwa algorytmy analizy danych pomiarowych umożliwiające wyznaczenia dyspersji. Pierwszy z nich pozwala na automatyczne wyznaczenie położenia prążka zerowego rzędu z serii interferogramów spektralnych zarejestrowanych dla światłowodu o długości do dwóch metrów, a drugi polega na odtworzeniu spektralnego przebiegu różnicy faz z pojedynczego interferogramu zarejestrowanego dla włókna o długości od kilku do kilkunastu centymetrów. Oba algorytmy pozwalają na wyznaczenie dyspersji chromatycznej z dokładnością pojedynczych ps/km/nm.