

Praca doktorska

Kontrola transferu energii w wielordzeniowych włóknach z miękkiego szkła o wysokim kontraście wskaźników załamania

Praca doktorska koncentruje się na kompleksowym badaniu układów sprzęgaczy optycznych w kontekście dwurdzeniowych włókien o dużym kontraście wskaźnika załamania w miękkim szkłe. Program badawczy skupia się szczególnie na optymalizacji wydajności przełączania między rdzeniami, nawet wtedy, gdy rdzenie są niesymetryczne ze względu na różnice w ich efektywnym współczynniku załamania. Praca doktorska jest podzielona na kilka kluczowych części: Po pierwsze, przedstawia wyniki trzech różnych eksperymentów przeprowadzonych przy użyciu włókien wytwarzanych wewnątrz z miękkiego szkła. Początkowe eksperymenty dotyczyły propagacji impulsów sygnałowych zarówno w symetrycznych, jak i niesymetrycznych dwurdzeniowych włóknach. Badania uwzględniały różne parametry, takie jak energia impulsu sygnałowego, jego szerokość oraz wybór pobudzonego rdzenia w przypadku włókien niesymetrycznych. W trzecim eksperymencie wprowadzono silny impuls kontrolny do jednego z kanałów, aby skompensować niesymetrię wskaźnika załamania. Badano wpływ parametrów, takich jak długość włókna, energia impulsu kontrolnego oraz opóźnienie czasowe między impulsem kontrolnym a sygnałowym, w celu optymalizacji wydajności przełączania. Teoretyczny model oparty na sprzężonych nieliniowych równaniach Schrödingera dostarczył wglądu w obserwowane zjawiska, zwłaszcza w kontekście niesymetrii i kompensacji za pomocą impulsu odniesienia. Ponadto praca zawiera obszernie wprowadzenie do fizyki nieliniowej propagacji impulsów, skupiając się na cechach propagacji impulsów w kryształach fotonicznych i strukturalnych włóknach.

Zasadnicza część pracy opiera się na trzech rozdziałach, z których każdy jest poświęcony konkretnej realizacji eksperymentalnej:

W pierwszym z tych rozdziałów, zatytułowanym "Przełączanie w symetrycznych dwurdzeniowych włóknach optycznych o wysokiej nieliniowości", praca bada mechanizm przełączania w dwurdzeniowych włóknach fotonicznych. Analizuje stabilność transmisji i identyfikuje próg między przełączaniem a samo-pułapkowaniem w jednym z rdzeni. Model uwzględniający zarówno wewnętrzne rozpraszanie, jak i nieliniowość w dwóch sprzężonych kanałach dostarcza dosyć dokładne odzwierciedlenie wyników eksperymentów.

W drugim rozdziale, "Samo-pułapkowanie i przełączanie impulsów solitonowych w niespójnych dwurdzeniowych włóknach optycznych o dużej nieliniowości", badano skutki asymetrii propagacji między rdzeniami w przypadku nieliniowego przełączania w dwurdzeniowych włóknach optycznych o dużej różnicy wskaźników załamania. Rozważano wpływ impulsów femtosekundowych wprowadzanych do jednego rdzenia i analizowano przejścia między różnymi reżimami dynamicznymi w zależności od energii impulsu i jego trwania. Wyniki interpretowane są za pomocą modelu opartego na układzie sprzężonych równań Schrödingera nieliniowych.

W trzecim rozdziale, "Analiza Wysokiego Kontrastu Wszystko-Optycznego Przełączania na Dwoch Długościach Fali Impulsów Femtosekundowych w Niesymetrycznym Dwurdzeniowym Włóknie Optycznym", dokonano analizy przełączania na dwóch długościach fali impulsów sygnałowych o długości 1560 nm i czasie trwania 75 fs (oznaczonych jako sygnał), sterowanych impulsami kontrolnymi o długości 1030 nm i czasie trwania 270 fs (oznaczonymi jako kontrola) za pomocą dwurdzeniowego włókna. W tym rozdziale przeprowadzono szczegółową analizę eksperymentalną i teoretyczną przełączania na dwóch długościach fali. Uwzględniono różne parametry, takie jak długość włókna, energia impulsu kontrolnego oraz opóźnienie czasowe, a także wykazano największy kontrast przełączania i szerokopasmową charakterystykę w zakresie spektralnym 1450-1650 nm.

Wreszcie, praca kończy się propozycją eksperymentu, w którym wykorzystywany jest dodatkowy zysk generowany przez zewnętrzny impuls. Celem tego projektu jest zbadanie propagacji w pobliżu tzw. punktu wyjątkowego (podobnie jak w systemach PT-symetrycznych) w miękkim dwurdzeniowym włóknie optycznym, przeznaczonym do wielordzeniowego prowadzenia impulsu w warunkach zrównoważonego zysku i straty. Materiałem bazowym jest szkło fosforanowe z domieszkami itterbium i miedzi, co umożliwia oddzielenie kanałów wzmocnienia i strat. Przeprowadzono badania wykonalności takiego eksperymentu, uwzględniając możliwość wykorzystania włókien, jakie mogą zostać wytworzone w pracowni w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie, gdzie w przyszłości taki eksperyment mógłby zostać zrealizowany.

W podsumowaniu, praca zawiera szczegółowy raport z programu badawczego, teoretycznego i eksperymentalnego, dotyczącego sprzęgaczy całkowicie optycznych i ich zastosowań przy wykorzystaniu miękkich włókien szklanych o wysokim współczynniku kontrastu.

Podpis autora: