

Zakład Optyki Informacyjnej

1. Bezdyfrakcyjna i nadrozdzielcza transmisja światła w warstwowych strukturach metaliczno-dielektrycznych

Opiekun: dr **Rafał Kotyński**

ul. Pasteura 7, 02-093 Warszawa

tel. 022 55 46 888

e-mail: rafalk@fuw.edu.pl

Temat pracy dotyczy najnowszych osiągnięć nanooptyki. Przy użyciu odpowiednio zaprojektowanych struktur warstwowych złożonych z kilkudziesięcionanometrowych warstw metali i dielektryków możliwe jest praktyczne osłabienie dwóch pozornie podstawowych ograniczeń obowiązujących w optyce. Pierwsze to ograniczenie dyfrakcyjne rozdzielczości układu obrazującego w przybliżeniu określone przez połowę długości użytej fali. Drugie to ograniczenie odległości jaką fala może pokonać w metalu, związane z wartością grubości naskórkowej, równej typowo kilkudziesięciu nanometrom dla światła widzialnego i metali szlachetnych. W rezultacie rozpatrywane struktury mogą pełnić funkcję nadrozdzielczych układów obrazujących w polu bliskim. Określa się je mianem soczewek płaskich lub supersoczewek, a ich efektywne własności plasują je w grupie tzw. metamateriałów optycznych. Ponadto, a czasem równocześnie, obserwowana jest tzw. przezroczystość metalu, czyli propagacja wewnątrz metalu na łącznych odległościach wielokrotnie przekraczających grubość naskórkową. W szczególności chodzi o dwie kategorie soczewek płaskich, których działanie oparte jest odpowiednio na rezonansowym tunelowaniu oraz na tzw. kanalizacji (ang. canalization). Pierwszy z mechanizmów ma charakter szerokopasmowy i umożliwia obrazowanie na większych odległościach. Drugi jest w praktyce ograniczony przez absorpcję do struktur o grubości podfalowej i ma charakter rezonansowy. Wykorzystuje własności efektywne struktury, która działa podobnie jak anizotropowy rezonator Fabry-Perot. Odpowiednia postać anizotropii umożliwia uniezależnienie warunku na rezonans od kąta padania, obowiązując również dla pewnego zakresu fal zanikających (ewanescentnych) co decyduje o własnościach nadrozdzielczych.

Przedmiotem pracy licencjackiej będzie wykonanie symulacji działania wybranego typu warstwowej soczewki płaskiej. W ramach przyznanego nam w tym roku grantu rozwojowego zamierzamy taką soczewkę wykonać w ciągu dwóch lat. Ewentualna kontynuacja pracy na poziomie magisterium będzie się więc mogła wiązać z pracą doświadczalną.

2. Fotoniczna przerwa wzbroniona w mikrostrukturalnych włóknach światłowodowych

Opiekun: dr Ryszard Buczyński

ul. Pasteura 7, 02-093 Warszawa
tel. 022 55 46 857
e-mail: rbuczyns@igf.fuw.edu.pl

Światłowody fotoniczne są włóknami optycznymi nowego typu wytwarzanymi w laboratoriach od 1996 roku. Łączą one w sobie własności klasycznych światłowodów oraz kryształów fotonicznych. Dzięki temu można uzyskać włókna optyczne o własnościach niemożliwych do osiągnięcia w klasycznych światłowodach. Światłowody fotoniczne posiadają wewnętrzną, periodyczną strukturę powietrznych mikrokapilar umieszczonych w matrycy dielektryku. Struktura periodyczna ma okres porównywalny z długością fali świetlnej i może modyfikować przestrzenne własności pola elektromagnetycznego propagującej się w niej fali.

W światłowodach fotonicznych istnieje unikalna możliwość prowadzenia światła w powietrznym rdzeniu. Ten mechanizm jest związany z możliwością uzyskania przerwy wzbronionej w kryształach fotonicznych i jest analogią do znanej z fizyki ciała stałego struktury pasmowej półprzewodników. Periodyczna struktura mikro otworów tworzy dwuwymiarowy kryształ fotoniczny. Przy odpowiednim dobraniu parametrów kryształ może odbijać światło niezależnie od kierunku jego wektora falowego. Kryształ stanowi idealne zwierciadło, a światło może zostać uwięzione w defekcie kryształu czyli w powietrznym rdzeniu.

Zakład Optyki Informacyjnej we współpracy z Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) od 2002 roku projektuje i wytwarza m.in. światłowody fotoniczne z przerwą wzbronioną.

Celem proponowanej pracy jest badanie prowadzenia światła we włóknach z powietrznym rdzeniem i płaszczem fotonicznym oraz badanie wpływu czynników zewnętrznych (temperatury, nacisku, zgięcia, rozciągania) na własności propagacyjne światłowodów. Planujemy również budowę prototypów czujników. Praca ma charakter eksperymentalny. W ramach pracy planujemy również demonstracje technologii wytwarzania włókien w ITME.

Po zakończeniu pracy licencjackiej przewidujemy możliwość kontynuowania pracy badawczej w tej dziedzinie w ramach studiów magisterskich w Zakładzie Optyki Informacyjnej we współpracy z ośrodkami zagranicznymi (m.in. Heriot-Watt University, Vrije Universiteit Brussel).

Wymagania: zdolności eksperymentatora, zamiłowanie do optyki i laserów, znajomość środowiska Matlab w zakresie podstawowym, znajomość angielskiego w zakresie wystarczającym do czytania podręczników i artykułów naukowych. Obsługa LabView mile widziana.

2. Generacja supercontinuum w światłowodach fotonicznych

Opiekun: dr Ryszard Buczyński
ul. Pasteura 7, 02-093 Warszawa
tel. 022 55 46 857
e-mail: rbuczyns@igf.fuw.edu.pl

Generacja ciągłego widma 'supercontinuum' poprzez pompowanie nieliniowych światłowodów

mikrostrukturalnych (fonicznych) krótkimi impulsami laserowymi jest dynamicznie rozwijającą się tematyką badawczą od 2001 roku.

Do unikalnych własności supercontinuum generowanego w włóknach fonicznych należy zaliczyć uzyskiwaną wysoką gęstość mocy, niskie moce potrzebne do jego generacji oraz stosunkowo długi czas impulsu wejściowego. Źródła supercontinuum znalazły zastosowanie w metrologii częstotliwości, spektroskopii, kompresji impulsów, mikroskopii konfokalnej, charakteryzacji detektorów, kontroli jakości żywności oraz tomografii optycznej OCT. Generacja supercontinuum przy pomocy obecnie dostępnych tanich laserów nanosekundowych pozwala na budowę stosunkowo niedrogich źródeł światła szerokopasmowego do powszechnego wykorzystania w przemyśle, biomedycynie i metrologii.

Zakład Optyki Informacyjnej we współpracy z Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) od 2002 roku projektuje i wytwarza nieliniowe włókna foniczne ze szkła specjalnych (wysokoołowowych, ołowowo-krzemianowych, tellurowych).

Celem proponowanej pracy jest samodzielne badanie generacji supercontinuum w światłowodach fonicznych pompowanych laserami femtosekundowymi i nanosekundowymi oraz wpływu polaryzacji, długości fali i mocy impulsu na otrzymywane charakterystyki. Praca ma charakter eksperymentalny. W ramach pracy planujemy również demonstracje technologii wytwarzania włókien w ITME.

Po zakończeniu pracy licencjackiej przewidujemy możliwość kontynuowania pracy badawczej w tej dziedzinie w ramach studiów magisterskich w Zakładzie Optyki Informacyjnej we współpracy z ośrodkami zagranicznymi (m.in. Heriot-Watt University, Vrije Universiteit Brussel).

Wymagania: zdolności eksperymentatora, zamiłowanie do optyki i laserów, znajomość środowiska Matlab w zakresie podstawowym, znajomość angielskiego w zakresie wystarczającym do czytania podręczników i artykułów naukowych. Obsługa LabView mile widziana.