

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska pt "Elementy dyfrakcyjne, refrakcyjne i absorpcyjne oparte na podfalowych periodycznych strukturach metalicznych" przygotowana przeze mnie w Zakładzie Optyki Informacyjnej na Wydziale Fizyki UW dotyczy struktur fotonicznych zawierających elementy metaliczne o rozmiarach charakterystycznych mniejszych od długości fali. Dla zakresu optycznego będą to nanostruktury fotoniczne i plazmoneczne, podczas gdy dla zakresu terahercowego badane były podfalowe siatki metalowe o różnej geometrii. Kluczowe wyniki dotyczą jednokierunkowej transmisji promieniowania elektromagnetycznego z zakresu THz, a także właściwości metamateriałów zbudowanych z wielowarstw opisywanych za pomocą modelu ośrodka efektywnego. Zarówno dla zakresu promieniowania widzialnego, jak i THz, struktury były badane przy wykorzystaniu modelowania elektromagnetycznego, przede wszystkim metodą różnic skończonych FDTD (ang. Finite Difference Time Domain Method).

Praca podzielona jest na sześć rozdziałów. Rozdział pierwszy zawiera wprowadzenie do pracy, oraz formułuje jej zasadnicze tezy. W rozdziale drugim następuje wprowadzenie do dziedziny pracy. Omówione są w nim wykorzystywane metody numeryczne, wprowadzone zostają pojęcia związane z układami liniowymi niezmienniczymi ze względu na przesunięcia, modele dyspersji materiałowej oraz przybliżenie ośrodka efektywnego.

Dalsza część pracy opiera się na oryginalnych pracach autora analizujących układy o rozmiarach podfalowych przeznaczone do działania w różnych zakresach długości fali. Rozdział trzeci poświęcony jest kształtowaniu fal elektromagnetycznych w zakresie THz. Prezentowane są dwa rodzaje struktur. Pierwszy służy jako antena promieniowania elektromagnetycznego umieszczona na detektorach opartych o tranzystor polowy. Wykorzystując mechanizm wzbudzenia modów falowodowych w podkładzie dielektrycznym możliwe jest doprowadzenie promieniowania elektromagnetycznego z dużego obszaru anteny do detektora w ten sposób zwiększając jego efektywność. Drugi wskazuje na możliwość uzyskania asymetrycznej transmisji przez układy oparte na dwóch następujących po sobie siatkach dyfrakcyjnych. Asymetria transmisji spełnia zasadę wzajemności Lorenza, nie może być więc zastosowana do realizacji typowego izolatora optycznego. Zaprezentowane wyniki wskazują jednak na możliwość konstrukcji jednokierunkowej soczewki dyfrakcyjnej dla promieniowania THz z wykorzystaniem przedstawionego układu.

Rozdziały czwarty i piąty dotyczą wyników symulacji prowadzonych dla długości fali z zakresu widzialnego. W rozdziale czwartym przedstawiona jest propozycja konstrukcji metamateriału realizującego funkcje warstwy idealnie dopasowanej (ang. perfectly matched layer). Zawarte są wyniki obliczeń dla wielowarstwy opisywanej przy pomocy danych literaturowych na temat dyspersji wskazanych materiałów. Przedstawione są również wyniki symulacji elektromagnetycznych dla struktur w geometrii płaskiej jak i cylindrycznej, w której omawiane struktury mają budowę typu core-shell.

W rozdziale piątym rozprawa dotyczy bezdyfrakcyjnej propagacji światła przez wielowarstwy metaliczno-dielektryczne. Przedstawione są możliwości optymalizacji struktur, jak i potencjalne zastosowania do realizacji operacji geometrycznych (takich jak rzutowanie) na wiązках światła o rozmiarach znacznie mniejszych niż długość fali. Kolejne wyniki symulacji dotyczą weryfikacji możliwości eksperymentalnego wykonania tego typu układów, w szczególności skupiając się na wymogach dotyczących gładkości powierzchni warstw.

Rozdział szósty stanowi podsumowanie. Znajdują się w nim odniesienia do tez pracy i poprzednich rozdziałów wskazujące na ich udowodnienie.