

Współczesne technologie informatyczne w większości oparte są na zintegrowanych układach fotonicznych, wykorzystując sygnały optyczne do najbardziej wydajnego, niezawodnego i niezwykle szybkiego przesyłania informacji. Jedno z głównych wyzwań stanowi znalezienie nowych metod i materiałów umożliwiających rozwiązanie problemu niedopasowania pomiędzy układami fotonicznymi w dużej skali i elektronicznymi w małej skali. Szybko rozwijająca się dziedzina plazmoniki udostępnia szereg unikalnych możliwości związanych z generacją, przetwarzaniem, transmisją oraz detekcją sygnałów o częstotliwościach w zakresie pasma optycznego. Zjawiska plazmoneiczne są wykorzystywane w wielu dziedzinach, np. w biofotonice i medycynie, jednak najbardziej powszechnie znajdują zastosowanie do transferu informacji cyfrowej. W tym przypadku zjawiska oparte na generowaniu plazmonów powierzchniowych związane są ze wzbudzeniem elektronów, które jest zlokalizowane na powierzchniach struktur metalicznych. Wzbudzenia te można kontrolować za pomocą zewnętrznego pola magnetycznego, co powoduje generację efektywnego pola magneto-plazmoneicznego. Jak można spodziewać się, ciągła kontrola tych wzbudzeń szczególnie w ultraszybkiej skali czasowej będzie najbardziej efektywna w aplikacjach szerokopasmowych. Zatem zdolność optycznej kontroli propagacji plazmonów powierzchniowych jest kluczowym kamieniem milowym w tw. aktywnej fotonice. Jednak można spodziewać się, że bezpośrednie promieniowanie laserowe spowoduje zwiększenie ciepła, dlatego też potrzebne są inne, pośrednie metody kontroli optycznej.

W tym projekcie proponujemy wykorzystanie zjawisk ultraszybkiej spintroniki do aktywnej plazmoniki. W szczególności, wzbudzenie laserowe cienkiej warstwy ferromagnetycznej w strukturze dwuwarstwowej, umożliwi wstrzykiwanie spolaryzowanych elektronów do sąsiedniej warstwy metalicznej. Ze względu na niezwykle szybkie (sub-pikosekundowe) wzbudzenie nierównowagowych elektronów, warstwa metaliczna będzie przewodzącą dla ultrakrótkiego impulsu prądu spinowego, co w wyniku umożliwi magnesowanie bez działania zewnętrznych pól magnetycznych. Magnetyzacja w takim układzie może być wykorzystana także do aktywnej modulacji powierzchniowych rezonansów plazmoneicznych w warstwie metalicznej w ultraszybkiej skali czasowej. Co ważne, w tym przypadku plazmony nie będą pobudzone bezpośrednio w trakcie promieniowania laserowego, co pozwoli znacząco zredukować nagrzewanie układów w urządzeniach telekomunikacyjnych i związane z tym straty wydajności.

W ramach niniejszego projektu będzie także przeanalizowany mechanizm wstrzykiwania elektronów. Projekt obejmuje również zadania związane z modelowaniem oraz eksperymentalną optymalizacją powierzchni warstwy metalicznej w celu zwiększenia wydajności wzbudzenia i propagacji plazmonów. Ponadto, celem projektu jest opracowanie teoretycznego modelu czasowo-rozdzielczej odpowiedzi plazmoneicznej, który można będzie zastosować do dowolnych układów metalicznych i impulsów prądu spinowego. Także w ramach projektu będzie przeanalizowana ultraszybka nieliniowa odpowiedź plazmoneiczna w obecności prądów spinowych. Oczekujemy także, że wyniki projektu otworzą nowe możliwości w ultraszybkiej aktywnej fotonice w ramach nowych badań interdyscyplinarnych na skrzyżowaniu plazmoniki i spintroniki oraz będą istotne do zastosowań w innowacyjnych rozwiązaniach fotonicznych.