

Modelowanie i optymalizacja oddziaływań wirowych wektorowych wiązek optycznych z planarnymi strukturami plazmonowymi

W ramach projektu planowane jest modelowanie i optymalizacja, za pomocą zaawansowanych metod teoretycznych, numerycznych i eksperymentalnych, oddziaływań wirowych wektorowych wiązek światła z planarnymi, w ogólności warstwowymi, horyzontalnie periodycznymi lub aperiodycznymi, plazmonowymi nanostrukturami. Celem projektu jest, szczególnie w perspektywie potencjalnych technologicznych zastosowań, konstrukcja wybranej nanostruktury zoptymalizowanej poprzez dobór odpowiednich parametrów padających wiązek, wirów optycznych i samej nanostruktury. Takie działania powinny prowadzić między innymi do maksymalizacji natężenia pola wiązki światła w ognisku, wzmocnienia pobudzenia plazmonów polarytonów powierzchniowych przez pole padających wiązek jak i do zwiększenia zdolności rozdzielczej układu optycznego kontrolowanego przez tak zaprojektowaną plazmonową nanostrukturę.

Wiązki optyczne analizowane w projekcie będą miały głównie postać wiązek Laguerra-Gausa i Hermita-Gausa o argumentach zespolonych, czyli wiązek w ich wersji elegant, w zakresie zarówno przyosiowym jak i nieprzyosiowym, modelowanych w oparciu o ścisłe analityczne rozwiązania pola dla takich wiązek. Planowany program badań ma charakter innowacyjny – wykorzystanie wiązek optycznych typu elegant w optymalizacji działania nanostruktur nie było dotychczas szerzej stosowane.

Badania będą dotyczyły w większości horyzontalnie dwuwymiarowych, periodycznych i aperiodycznych, nanostruktur, gdzie pojedyncza komórka struktury z założenia będzie miała symetrię cylindryczną, na przykład w postaci płytki strefowej Fresnela, ze względu na jej silne własności ogniskujące. Taka konfiguracja odpowiada najlepiej rozkładowi pola wiązki Laguerra-Gausa, również o symetrii cylindrycznej, padającej w obszarze pojedynczej komórki.

Analizowane będą mody własne struktury rozpraszającej, mody plazmonowe, rezonansowe i falowodowe pobudzone w obszarze struktury, sprzężenia międzypolaryzacyjne pola, zjawiska ponadnormatywnej transmisji, wzmocnionego odbicia i tym podobne. Wpływ tych zjawisk na działanie struktury będzie opisany jakościowo, sparametryzowany ilościowo i zinterpretowany fizycznie. Eksperymentalna część projektu będzie zrealizowana przy użyciu metod optyki pola bliskiego.

Planowana sekwencja badań – modelowanie pola padającego, projektowanie nanostruktur i optymalizacja ich działania w konfiguracji wiązka-nanostruktura jest powszechnie przyjmowana w analizie tego typu zagadnień, a jej wyniki są stosowane w nanofotonice, nanoelektronice i nanotechnologii, szczególnie w nanowizualizacji, spektroskopii i rozpraszaniu Ramana, sortowaniu, selekcji, pułapkowaniu i samoorganizacji nanoelementów, nanolitografii, czy też w konstrukcji wydajnych ogniw słonecznych.