

Dokładne kontrolowanie światła zarówno w polu bliskim jak i dalekim, w celu wykorzystania go w naukach stosowanych i urządzeniach, jest zależne od ukształtowania pasywnych i aktywnych elementów optycznych. Kształtowanie światła, jak np. prowadzenie czy ogniskowanie przy użyciu różnych elementów, jest możliwe po dokładnym poznaniu ich własności optycznych. W niniejszym projekcie poznane zostaną własności optyczne nisko-stratnych dielektrycznych rezonatorów cechujących się wewnętrzną nanostrukturą, które umożliwią silne oddziaływanie światła z materią, wydajne pobudzanie funkcjonalnych aktywnych i/lub pasywnych inkluzji, czy też kierunkową emisję promieniowania. Dokładna kontrola światła, niezbędna we wszelkich zastosowaniach, będzie możliwa do osiągnięcia dzięki zrozumieniu, jak geometrie w różnych skalach wpływają na własności optyczne badanych układów: w skali makro (mikronowej) własności macierzy anten optycznych, w skali mikro (setki nanometrów) geometria indywidualnych rezonatorów, oraz w skali pojedynczych nanometrów ich wewnętrzna nanostruktura. Istotą niniejszego projektu jest poznanie jak wymienione powyżej skale oddziaływania łącznie determinują optyczną odpowiedź dielektrycznych anten i jak wpływają na założone cele kształtowania światła w polu bliskim oraz dalekim.

Jednorodne rezonatory zbudowane z materiałów o wysokim współczynniku załamania i niewielkich (prawie pomijalnych) stratach stanowią obiecującą alternatywę dla plazmonicznych rezonatorów do manipulacji światłem w skali nanometrowej. Wynika to z faktu, iż oprócz niewielkich strat oferują one bogatsze spektrum rezonansów, w którym pojawiają się, oprócz rezonansów elektrycznych, także magnetyczne. Pozwala to na bardzo dużą dowolność w projektowaniu własności rezonatorów dielektrycznych tak, aby dopasować je do takich zastosowań jak detekcja bądź kierunkowe rozpraszanie światła (lustra dielektryczne). W niniejszym projekcie głównym celem jest rozszerzenie własności optycznych rezonatorów dielektrycznych poprzez zastosowanie wewnętrznej nanostruktury w postaci porów powietrznych bądź płaskich wielowarstw.

Wprowadzenie stochastycznie rozmieszczonych porów wewnątrz rezonatorów nie powinno istotnie zmienić jednorodności własności efektywnych materiału, jednak pozwoli na otwarcie wnętrza struktury na otoczenie. Wnętrze rezonatorów tego typu skrywa najsilniej wzmocnione pola elektryczne oraz magnetyczne, przez co oddziaływanie ich z otaczającą materią jest względnie słabe. W projekcie chcemy zbadać, jaki wpływ na rezonanse ma obecność porów, jak zmieniają się wzmocnienia pól w tych porach, oraz jak realistyczne i praktyczne jest wykorzystanie w takiej sytuacji wzmocnionych pól do oddziaływania z metalowymi bądź molekularnymi inkluzjami w tych porach. Przewiduje się, iż poznanie odpowiedzi na te pytania pozwoli na wielokrotnie bardziej efektywne procesy takie jak promieniowanie źródeł punktowych (atomy bądź molekuly), kierunkowe rozpraszanie bądź promieniowanie, oraz wzmocniona absorpcja w inkluzjach z metali katalitycznych prowadząca do katalizy wzmocnionej światłem.

Nanostruktury o płaskich warstwach pozwalają z kolei na zwiększenie anizotropii odpowiedzi rezonatorów na oświetlenie. Anizotropia w takich układach pojawia się na skutek odmiennego „uśredniania” przenikalności dielektrycznych w zależności od kąta padania oraz polaryzacji. Skutkiem tego są np. trzy odmiennie widma dla sfery of płaskich warstwach. Oznacza to, iż pośrednie oświetlenie może wzbudzać całą gamę rezonansów dla różnych długości fal oraz potencjalnie powodować wzajemne ich sprzężenie. W projekcie zamierzamy sprawdzić jak takie bogate własności spektralne mogą być wykorzystane w kontroli emisji światła. Pozwoli to na stworzenie np. dielektrycznych lusterek, kierunkowych źródeł ciepła bądź dokładnych czujników opartych na kierunkowym świeceniu.