

## Streszczenie

Rozprawa podejmuje temat właściwości optycznych układów nanocząstek metalicznych związanych z powstającymi w nich kolektywnymi oscylacjami elektronowymi, nazywanymi plazmonami. Praca składa się z dwóch głównych części poprzedzonych krótkim wprowadzeniem: w pierwszej opisane są właściwości optyczne swobodnych nanocząstek metalicznych (patrz rozdział (3)), a w drugiej efekt wzmocnienia wydajności absorpcji w bateriach słonecznych w wyniku pokrycia ich powierzchni warstwą nanocząstek metalicznych (rozdział (4)).

Podstawowym narzędziem badawczym wykorzystywanym w mojej pracy są modele numeryczne zbudowane w oparciu o metodę elementów skończonych. Dokładny opis ich struktury został przedstawiony w podrozdziałach (3.3) – dla swobodnych cząstek oraz (4.3.2) – dla baterii słonecznej pokrytej nanocząstkami metalicznymi. Nowatorskość przedstawionego modelowania opiera się na uwzględnieniu w opisie odpowiedzi optycznej struktur metalicznych efektów takich jak: tarcie Lorentza, dyspersja przestrzenna funkcji dielektrycznej metalu, czy bliskopolowe oddziaływanie wzbudzeń plazmonowych ze stanami elektronowymi w półprzewodniku.

W rozdziale (3) przedstawiono wpływ rozmiaru, kształtu oraz współczynnika załamania światła otoczenia nanocząstki na położenie maksimum rezonansu plazmonowego. Oprócz nanocząstek sferycznych i elipsoidalnych rozważam również nanopowłoki oraz cząstki bimetaliczne. Dodatkowo dla nanocząstek sferycznych (Au, Ag, Al) zaprezentowany został wpływ różnych modeli tłumienia drgań plazmonowych na położenie i wartość maksimum ekstynkcji światła.

W rozdziale (4) przedstawiłam wyniki wzmocnienia fotoprądu możliwego do uzyskania po nałożeniu warstwy nanocząstek złota na podłoże krzemowe. Szczegółowo przeanalizowałam wpływ rozmiaru i koncentracji nanocząstek na absorpcję światła w krzemie. Rozważone zostały rzadkie, nieperiodyczne pokrycia nanocząstkami oraz uporządkowane, gęste sieci nanocząstek o różnym rozstawie. W szczególności znaleziony został rozmiar i rozstaw nanocząstek Au na Si maksymalizujący absorpcję światła związaną z oddziaływaniem bliskopolowym.

Wszystkie obliczenia zostały wykonane w modelu klasycznym (tj. podającym rozwiązanie równań Maxwella-Fresnela), opisującym jedynie efekty rozpraszania światła oraz w modelu kwantowym, uwzględniającym również oddziaływanie bliskopolowe wzbudzeń plazmonowych ze stanami elektronowymi w półprzewodniku. Porównanie otrzymanych wyników z eksperymentem, wskazuje, że oddziaływanie bliskopolowe jest szczególnie istotne dla baterii o płytkim złączu p-n, dla których mierzonego wzmocnienia fotoprądu nie da się wyjaśnić na bazie modelu klasycznego, tj. poprzez zwiększone rozpraszanie światła w warstwie aktywnej.

W ostatniej części rozdziału (4), pokazałam wpływ dyspersji przestrzennej funkcji dielektrycznej metalu na absorpcję światła w krzemie. Przewidywane wzmocnienie fotoprądu jest nawet do 5 % wyższe w porównaniu do modelu lokalnego. Jednak zakres rozmiarów i koncentracji nanocząstek, dla których efekty te są wyraźne, nie pokrywa się z rozmiarami i koncentracjami optymalizującymi absorpcję.

Na koniec w rozdziale (5) podsumowałam najważniejsze elementy rozprawy.