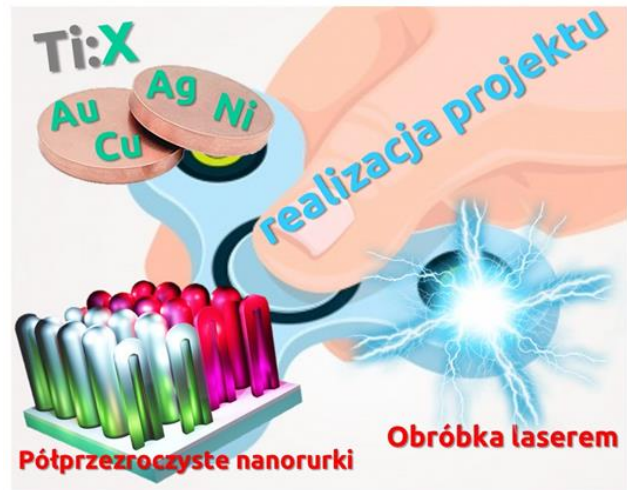


Inteligentne zarządzanie światłem w strukturze fotonicznej wytworzonej z użyciem promieniowania laserowego

Nanostruktury, które można wykorzystać do ochrony środowiska naturalnego, a w szczególności takie związane z energią odnawialną, jej konwersją i magazynowaniem, znajdują się w centrum zainteresowań podejmowanych aktualnie badań naukowych. Ze względu na fakt, że większość prac dotyczy czerpania energii ze Słońca, niezbędna jest możliwość manipulowania światłem przechodzącym przez materiał by jak najefektywniej je wykorzystać. Jedną z nanostruktur, które pozwalają na sterowanie światłem są kryształy fotoniczne – umożliwia to ich periodyczna budowa. Proponowany projekt doskonale wpisuje się w ten trend badań.

Projekt ma na celu zbadanie inteligentnego zarządzania światłem w półprzezroczystej nanostrukturze, w której przenika się natura kryształu fotonicznego i efekt plazmonowy. Materiał ten stanowi warstwa regularnie rozmieszczonych, ale odseparowanych nanorurek tlenkowych otrzymanych z metalicznych warstw Ti:X (gdzie X to inny metal przejściowy, np. złoto, nikiel, srebro, miedź) napyłonych na przewodzącym podłożu. Proponowana geometria nanostruktury posiada unikalne właściwości, takie jak bardzo wysoka wytrzymałość mechaniczna, duży stosunek powierzchni do objętości i bardzo rozwinięta powierzchnia rzeczywista, co ułatwia wysoką ruchliwość elektronów i poprawia pochłanianie światła. Obecność dodatkowych metali przejściowych i ich tlenków w uporządkowanej warstwie nanorurek doprowadzi do pojawienia się zjawiska powierzchniowego rezonansu plazmonowego. Elektrony swobodne w metalu mogą zachowywać się jak rezonator dodatkowo zwiększając absorpcję materiału w zakresie widzialnym. Co więcej, zamykanie nanokolumn na drodze obróbki laserowej zapewni skuteczne pułapkowanie światła w pustym wnętrzu nanorurki. Zatem synergiczny efekt pochodzący od nałożenia się właściwości kryształu fotonicznego, efektu plazmonowego oraz zmian w morfologii wynikającej z obróbki laserowej pozwoli na otrzymanie nanostruktury, którą będzie można zastosować w urządzeniach optoelektronicznych.



Prace badawcze obejmują wywarzanie mikrometrycznych warstw Ti:X na półprzezroczystych, przewodzących podłożach, formowanie uporządkowanych nanorurek w procesie anodyzacji, obróbkę laserową prowadzącą do selektywnego zamykania góry nanorurek oraz szczegółową charakterystykę morfologii, struktury oraz właściwości (foto)elektrochemicznych pozwalającą na opisanie efektywności gromadzenia światła i jej zależności od warunków przeprowadzonych badań. Fotoaktywność przygotowanych nanostruktur zostanie przetestowana w dwóch konfiguracjach, tj., kiedy elektroda będzie naświetlana od podstawy nanorurek, tj. przez podłoże oraz od strony wierzchniej warstwy, tzn. zamkniętych nanokolumn, przy czym zmieniany będzie rodzaj oświetlenia (całe spektrum symulowanego światła słonecznego, światło widzialne oraz poszczególne długości fali). Wyniki badań eksperymentalnych zostaną porównane z danymi z modelowania w celu kompleksowego opisu zachowania fotonów w uzyskanej nanostrukturze i ich dalszego przeznaczenia (procesy rekombinacji, generacja fotoprądu itp.)

Zebrane w ramach projektu wyniki znacznie poszerzą wiedzę w zakresie m.in.:

- wytwarzania odseparowanych nanorurek tlenkowych z warstw Ti:X napyłonych na półprzezroczyste, przewodzące podłoża,
- obróbki laserowej prowadzącej do selektywnej modyfikacji nanostruktury,
- analizy oddziaływania światło-materia, szczególnie pod względem aktywności fotoelektrochemicznej,
- modelowania właściwości optycznych nanostruktur,
- opisanie roli geometrii nanostruktury na możliwość manipulacji światłem ze szczególnym uwzględnieniem składu nanostruktury oraz zamknięcia nanorurek.

Przewiduje się, że przede wszystkim możliwość kontroli oddziaływania światła z nanostrukturą o złożonej naturze optycznej, może prowadzić do znaczącego postępu w zakresie wytwarzania nowych materiałów z wykorzystaniem wiązki laserowej i opisanie zjawisk zachodzących podczas ich oświetlania.