

Tytuł projektu: "Szyte na miarę" perowskitowe kropki kwantowe jako element nowych funkcjonalnych nanomateriałów

Jak powszechnie wiadomo, optoelektronika jest jedną z najszybciej rozwijających się obecnie gałęzi nauki i techniki. Dziedzina ta, zajmuje się badaniem systemów oraz wytwarzaniem przyrządów, które emitują, modulują, transmitują lub wykrywają światło. Do urządzeń optoelektronicznych możemy zaliczyć zarówno powszechnie używane różnego rodzaju wyświetlacze jak tablety, laptopy, telewizory, smartfony, jak i ogniwa fotowoltaiczne wykorzystywane do konwersji energii słonecznej w energię elektryczną. Urządzenia te funkcjonują niemal w każdym obszarze naszego życia i trudno sobie wyobrazić rozwój społeczeństwa informacyjnego bez intensywnego rozwoju optoelektroniki.

Czynnikiem determinującym dalszy rozwój tej dziedziny jest opracowanie metod wytwarzania i modyfikacji nowych materiałów, w tym nanomateriałów półprzewodnikowych o kontrolowanych właściwościach optycznych i elektrycznych. W tym obszarze badań bardzo duże nadzieje wiąże się z intensywnym rozwojem nanotechnologii, zajmującej się m.in. projektowaniem i wytwarzaniem nanomateriałów, które ze względu na wymiary cząstek (poniżej 100 nm) często charakteryzują się właściwościami nieosiągalnymi dla makromateriałów. Ocenia się, że w ciągu następnych lat procedury nanotechnologiczne będą stosowane w wytwarzaniu większości nowych materiałów dla optoelektroniki.

W ostatnich kilku latach bardzo dużym zainteresowaniem naukowców cieszą się perowskitowe kropki kwantowe, a więc niewielkie nanokryształy ograniczone z każdej strony (w osiach X, Y, Z) barierami potencjału. Powszechnie przyjęło się uważać, że nanokryształy których rozmiar nie przekracza 10 nm stanowią kropki kwantowe. Do perowskitów zaliczamy materiały krystaliczne o ogólnym wzorze $APbX_3$ gdzie A oznacza jednowartościowy kation (np. Cs^+ , $CH_3NH_3^+$), a X oznacza anion halogenkowy (np. Cl^- , Br^- , I^-). Nazwa perowskit pochodzi od struktury krystalograficznej naturalnie występującego minerału w górach Ural, który został odkryty na początku XIX wieku. Opracowane w laboratorium perowskitowe kropki kwantowe wykazują niezwykle właściwości optyczne i elektryczne, niejednokrotnie przewyższającymi właściwości standardowych nieorganicznych półprzewodników. Charakteryzują się one bardzo intensywną luminescencją w całym zakresie światła widzialnego oraz łatwością przetwarzania. Nanomateriały te ze względu na swoje unikalne właściwości zostały uznane za jedną z najbardziej obiecujących materiałów mogących przynieść przełom zarówno w obszarze wyświetlaczy jak i ogniw fotowoltaicznych.

Jak się okazuje nanomateriały te wykazują nietypowy charakter, ich struktura krystalograficzna a więc ułożenie poszczególnych atomów względem siebie, jest metastabilna. Część jonów i kationów tworzący nanokryształ ulega z czasem przemieszczeniu, stąd też często mówi się o tzw. jonowym charakterze budowy perowskitów. Konsekwencją takiego stanu rzeczy jest bardzo duża niestabilność zarówno ciągłych warstw perowskitowych jak i perowskitowych kropek kwantowych. Nanomateriały te bardzo szybko ulegają degradacji, szczególnie w obecności wilgoci oraz światła UV. Kolejnym problemem jest obecność w ich składzie toksycznego ołowiu. Czynnikiem ten podobnie jak problem stabilności odpowiada za brak spodziewanego rozwoju w tej dziedzinie nauki.

Głównym celem projektu będzie odpowiedzenie na zasadnicze pytanie: **czy jesteśmy w efektywny sposób rozwiązać problem braku stabilności oraz toksyczności perowskitowych kropek kwantowych ?** Najważniejszym osiągnięciem projektu będzie nowa wiedza na temat efektywnych sposobów stabilizacji perowskitowych kropek kwantowych przy równoczesnym zachowaniu wszystkich niezwykłych właściwości nanokryształów. Planuje się również próby ich zastosowania w urządzeniach optoelektronicznych, w tym hybrydowych ogniwach fotowoltaicznych.