

Projekt 4.6 Stopy (MgZn)O i układy kwantowe (MgZn)O/MgO krystalizowane w soli kamiennej i ich potencjalne zastosowanie jako emiterów dalekiego ultrafioletu (eksperymentalny)

Promotor: Henryk Teisseyre

Instytut: IF PAN

Jednostka: ON 4.4

Opis:

W niedalekiej przyszłości oczekuje się dalszego wzrostu znaczenia urządzeń optoelektronicznych pracujących w głębokim obszarze spektralnym UV. Takie emitory światła, pomogłyby w walce z globalną pandemią Covid-19. Przenośne emitory dalekiego UV są technologicznie ważne już w dzisiejszych czasach, ale oczekuje się, że ich komercyjne wykorzystanie znacznie wzrośnie w najbliższej przyszłości. Istnieje jednak również szereg potencjalnych zastosowań urządzeń z tego zakresu emisji, takich jak: sterylizacja, oczyszczanie wody, niszczenie lub sekwencjonowanie DNA, optyczne przechowywanie danych, druk cyfrowy, medycyna, biochemia czy uprawa roślin. W widzialnym zakresie optycznym rynek laserów i diod półprzewodnikowych zdominowany jest przez systemy oparte na azotku galu. Urządzenia te mają jednak zbyt słabą wydajność kwantową w zakresie widma UV, stąd systemy UV oparte na półprzewodnikach III-V nie są jeszcze dostępne na rynku.

W tym projekcie proponujemy rozważenie nowej klasy materiałów: struktur kwantowych opartych na $Zn_xMg_{1-x}O$ krystalizujących w sześcienniej strukturze soli kamiennej (RS). Posiadają one istotne zalety w stosunku do materiałów o strukturze wurcytu WZ:

- Ostatnio udowodniono, że w wielu przypadkach tlenkowe struktury kwantowe w strukturze soli kamiennej są bardziej stabilne niż w strukturze WZ.
- MgO w strukturze RS ma znacznie większą (~7,8 eV) przerwę energetyczną niż MgO w fazie WZ (~6,1 eV).
- ZnO w strukturze WZ istnieją problemy z domieszkowaniem na typu p. Z drugiej strony, ostatnie przewidywania teoretyczne wskazują, że zmiana struktury krystalicznej może przezwyciężyć problemy z domieszkowaniem, a ZnO typu p można osiągnąć w fazie RS z Li jako domieszką.
- Podobnie jak azotki, tlenki WZ nie posiadają wbudowanych pól elektrycznych, które zmniejszają wewnętrzną wydajność kwantową w urządzeniach optoelektronicznych. Efekt ten nie występuje w strukturach RS.

Według naszej wiedzy pomysł wytwarzania emiterów UV na bazie stopów RS- $Zn_xMg_{1-x}O$ i QW na podłożach MgO jest całkowicie nowy, ponieważ wymagał pewnych wstępnych eksperymentalnych dowodów dotyczących energii emisyjnej stopów RS- $Zn_xMg_{1-x}O$, które ostatnio uzyskaliśmy (opublikowane w PRB). Głównym celem projektu jest przeprowadzenie systematycznych badań stopów RS- $Zn_xMg_{1-x}O$ i struktur kwantowych w fazie RS: badanie to będzie obejmowało ich wzrost epitaksjalny, eksperymentalne określenie ich podstawowych właściwości fizycznych (charakter przerwy energetycznej, przerwy energetyczne, przesunięcia pasma wzbronionego itp.), które będą wspomagane symulacjami teoretycznymi ich właściwości elektronicznych i optycznych. W drugim etapie wykorzystamy wyhodowane struktury kwantowe do zademonstrowania emiterów tlenkowych o długości fali mniejszej niż 300 nm.

Głównym rezultatem tego projektu ma być poznanie fizyki i technologii nowych stopów RS- $Zn_xMg_{1-x}O$, które umożliwią wytwarzanie urządzeń emitujących głęboki ultrafiolet.

Cel:

Budowa prototypowych emiterów pracujących w zakresie UV.

Wymagania:

- zakres prac,
- wzrost próbek metodą epitaksji z wiązki molekularnej. Podstawowa charakterystyka próbek. Prezentacje konferencyjne.
- wymagane kwalifikacje zawodowe,
- Magister fizyki

Finansowanie:

Stypendium: fundusze z projektu 5000 PLN miesięcznie, przed odjęciem obligatoryjnych składek ZUS (~15%), przez 36 miesięcy. Potem ustawowe stypendium doktoranckie (około 3240 PLN/miesiąc).

Kontakt: teiss@ifpan.edu.pl