

Streszczenie pracy doktorskiej

Technologia wzrostu i jej wpływ na właściwości optyczne i strukturalne azotku boru wyhodowanego metodą MOVPE

Aleksandra K. Dąbrowska

Azotek boru to materiał znany już od bardzo dawna, przez długi czas pozostający jednak w cieniu. Dopiero niedawny wzrost zainteresowania materiałami warstwowymi sprawił, że spojrzano na niego jeszcze raz i doceniono niezwykle właściwości jakimi się charakteryzuje. Obok typowej dla azotków, bardzo dużej odporności na trudne warunki zewnętrzne (takie jak wysoka temperatura i ciśnienie, obecność reaktywnych związków chemicznych) oraz szerokiej przerwy energetycznej w zakresie dalekiego ultrafioletu, może krystalizować w strukturze o hybrydyzacji sp^2 co czyni go kompatybilnym z innymi materiałami warstwowymi. W dzisiejszej optoelektronice może więc występować nie tylko jako warstwa aktywna (źródło światła), ale również jako warstwa zabezpieczająca lub bariera izolacyjna. Niewiele materiałów może się poszczycić tak szerokim wachlarzem zastosowań, toteż prace nad otrzymaniem azotku boru o hybrydyzacji sp^2 jak najlepszej jakości oraz w dowolnej ilości są prowadzone w wielu ośrodkach na całym świecie. Metody wzrostu wysokiej jakości materiału objętościowego nie pozwalają na uzyskiwanie kryształów większych niż pojedyncze milimetry, podczas gdy techniki epitaksjalne, pozwalające na otrzymywanie dużych powierzchni materiału w skali całego stosowanego podłoża, cały czas są obciążone występowaniem dużej ilości defektów.

Celem tej pracy doktorskiej było dokładne zbadanie azotku boru otrzymywanego metodą MOVPE za pomocą szeregu różnych technik eksperymentalnych, przede wszystkim spektroskopii ramanowskiej, fotoluminescencji, dyfrakcji rentgenowskiej i mikroskopii elektronowej oraz powiązanie jego właściwości optycznych i strukturalnych ze stosowanymi parametrami wzrostu. Na podstawie tych pomiarów zaproponowano hipotezy dotyczące mechanizmów wzrostu związanych z różnymi modami oraz opracowano nowe techniki i sposoby pozwalające otrzymywać materiał coraz lepszej jakości. Przeanalizowano również widma luminescencji wewnątrzprzerwowej i wyróżniono kilka charakterystycznych pasm wchodzących w skład widm wszystkich próbek.

Pierwszy rozdział skupia się na samym materiale, jakim jest azotek boru. Stanowi wprowadzenie do zagadnień związanych zarówno z rodziną azotków jak i materiałów warstwowymi. Przedstawiono tutaj właściwości, zastosowania oraz powszechnie stosowane metody otrzymywania azotku boru.

Drugi rozdział szczegółowo opisuje technologię wzrostu epitaksjalnego ze związków metaloorganicznych, stosowaną na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Oprócz zapoznania z układem do epitaksji i dodatkowymi urządzeniami pozwalającymi na monitorowanie wzrostu *in situ*, omówione są tu już konkretne mody wzrostu stosowane do otrzymywania azotku boru.

W trzecim rozdziale przedstawiono techniki eksperymentalne stosowane w badaniach prowadzonych w ramach niniejszej pracy. Są tu więc opisane zjawiska fizyczne, wykorzystywane w konkretnych pomiarach oraz aparatura, która została do nich użyta. Do każdej techniki dodano obecny stan wiedzy na temat badań prowadzonych tą metodą dla azotku boru.

Główną część pracy stanowi rozdział czwarty – znajdują się tam wszystkie wyniki otrzymane w trakcie przeprowadzonych badań. Na początku rozdziału opisano zastosowane mody wzrostu – te klasyczne, stosowane dla innych materiałów oraz nowe, wprowadzone w oparciu o otrzymywane na bieżąco wyniki. Następnie podzielono wszystkie otrzymane próbki azotku boru na trzy grupy – materiał polikrystaliczny, epitaksjalny oraz homoepitaksjalny. W kolejnych podrozdziałach szczegółowo scharakteryzowano morfologię powierzchni, właściwości strukturalne i optyczne dla każdej z tych grup. Powiązano je również ze zmianami poszczególnych parametrów wzrostu. Wyjaśniono mechanizmy wzrostu dla wszystkich modów oraz dokonano próby interpretacji natury defektów odpowiedzialnych za luminescencję wewnątrzprzerwową.

W rozdziale piątym podsumowano najważniejsze wyniki otrzymane dla azotku boru otrzymanego metodą MOVPE. Wyróżniono cztery zagadnienia stanowiące istotną wartość dodaną do ogólnodostępnej wiedzy na temat tego materiału: związek pomiędzy parametrami wzrostu a morfologią powierzchni i właściwościami próbek wyhodowanych w standardowych modach wzrostu, nowe metody wzrostu wielkopowierzchniowego azotku boru dobrej jakości, natura defektów pojawiających się w strukturze azotku boru wyhodowanego metodą MOVPE, azotek boru otrzymany metodą MOVPE na Wydziale Fizyki UW oraz jego potencjał aplikacyjny.

Ostatni rozdział jest krótkim podsumowaniem całej pracy doktorskiej oraz osiągniętych rezultatów. Uwzględniono w nim również publikacje oraz wystąpienia konferencyjne autorki.