

2019  
6-7 KWIETNIA

SYMPOZJUM  
MŁODYCH  
NAUKOWCÓW  
WYDZIAŁU FIZYKI UW



## Właściwości optyczne warstw (Mo,Mn)Se<sub>2</sub>, MoSe<sub>2</sub> i MnSe uzyskanych za pomocą epitaksji z wiązek molekularnych

*Julia Kucharek, Wojciech Pacuski*

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Fizyki, Instytut Fizyki Doświadczalnej*

Domieszkowanie niemagnetycznych półprzewodników jonami magnetycznymi jakimi jak jony manganu prowadzi do powstawania półprzewodników półmagnetycznych na przykład (Cd,Mn)Te lub (Ga,Mn)As. W porównaniu do półprzewodników niedomieszkowanych, półprzewodniki półmagnetyczne wykazują wzmocnione właściwości magnetooptyczne, a także pozwalają obserwować zjawiska fizyczne związane z ferromagnetyzmem indukowanym za pośrednictwem nośników.

Celem tej pracy jest znalezienie odpowiedzi na pytanie czy powyższy koncept może być zastosowany w przypadku dwuwymiarowych materiałów grafeonopodobnych takich jak dichalkogenki metali przejściowych. Aby zbadać wpływ jonów manganu na właściwości dichalkogenków wyhodowano w takich samych warunkach: diselenek molibdenu (MoSe<sub>2</sub>), diselenek molibdenu domieszkowany manganem ((Mo,Mn)Se<sub>2</sub>) oraz selenek manganu (MnSe). Użyto epitaksji z wiązek molekularnych (ang. molecular beam epitaxy) wraz z dwoma rodzajami podłoża: krzemowym z buforem z polikrystalicznego tlenku krzemu (Si/SiO<sub>2</sub>) oraz szafirowym (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Na podłożu Si/SiO<sub>2</sub> wyhodowano serię próbek z różnymi ilościami manganu podczas gdy ilość molibdenu i selenu utrzymywano na jednakowym poziomie (zoptymalizowanym pod hodowlę monowarstwy MoSe<sub>2</sub>). Następnie charakteryzowano każdą próbkę za pomocą spektroskopii optycznej w temperaturze pokojowej, a dokładniej wykorzystano spektroskopię Ramana oraz fotoluminescencję. W widmach ramanowskich obserwowano charakterystyczną linię MoSe<sub>2</sub> przy 241 cm<sup>-1</sup> i odnotowano regularne przesuwanie się linii wraz ze wzrostem ilości manganu w stronę niższych wartości przesunięcia Ramana. Wraz ze wzrostem koncentracji Mn na widmach fotoluminescencji zaobserwowano wygaszanie luminescencji ekscytonowej MoSe<sub>2</sub> i pojawienie się nowych pasm emisyjnych w wyższych energiach.

Używane podłoże Si z 90- cio nanometrowym buforem SiO<sub>2</sub> jest bardzo wygodne do badań optycznych (Mo,Mn)Se<sub>2</sub> z powodu konstruktywnych interferencji, jednakże ze względu na swoją polikrystaliczność, nie daje nadziei na wzrost monokrystaliczny grubszych warstw. Z tego względu rozpoczęto pracę także z podłożami Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Próbki hodowane na Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> analizowano poprzez obserwację obrazów dyfrakcyjnych wysokoenergetycznych elektrów (ang. Reflection High Energy Electron Diffraction). Technika ta potwierdziła, że w pewnych warunkach możliwy jest wzrost kryształów dobrze zorientowanych względem podłoża. Późniejsza analiza mikroskopowa pokazała, że kryształy są bardzo małe i mają typowo około 1 mikrometra, a zatem cała struktura nie jest monokrystałem. Dzięki przezroczystości Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> były możliwe również badania transmisji próbek, w których obserwowano powolny zanik absorpcji związanej z ekscytonami, wraz ze wzrostem koncentracji manganu.