

Rozprawa jest poświęcona mechanizmom oddziaływań i procesom ekscytonowym w atomowocienkich warstwach półprzewodnikowych dichalkogenków metali przejściowych oraz przetestowaniu technologii mogących w przyszłości umożliwić zastosowanie na szeroką skalę tych materiałów w optoelektronice.

Pierwszym z eksplorowanych zagadnień jest zbadanie polaryzowalności magnetycznej dwuwymiarowego gazu elektronowego w monowarstwie MoSe₂. Podczas badań zaobserwowano silne efekty wielociałowe, a uzyskane wyniki eksperymentalne w połączeniu z przewidywaniami teoretycznymi otrzymanymi metodami „ab initio” pozwalają na oszacowanie jednocząstkowego czynnika Landego pasma elektronowego: $g_0 = 2.5 \pm 0.4$.

Kolejnym z fundamentalnych problemów systemów dwuwymiarowych jest zrozumienie jak przebiega proces formowania i relaksacji kompleksów ekscytonowych. Na podstawie wyników doświadczalnych otrzymanych przy użyciu techniki spektroskopii korelacji wzbudzeń opracowano model formowania ekscytonu neutralnego i naładowanego.

Technikę spektroskopii korelacji wzbudzeń wykorzystano również do czasoworozdzielczej charakteryzacji monowarstw MoSe₂ wytworzonych metodą epitaksji z wiązek molekularnych. Czasoworozdzielcze badania ujawniły wyjątkowo szybką dynamikę zaniku stanów ekscytonowych. Zidentyfikowano kanały rekombinacji niepromienistej obserwowane zarówno w temperaturach kriogenicznych jak i aktywowane termicznie w wyższych temperaturach.

Ostatni z podjętych tematów badawczych miał na celu opracowanie technologii wytwarzania kompaktowych, sterowanych elektrycznie przyrządów zawierających monowarstwy różnych dichalkogenków metali przejściowych. Wytworzono niewielkie moduły oparte na miniaturowej diodzie świecącej umieszczonej pod warstwą aktywnego optycznie dichalkogenku. Przeanalizowano ograniczenia techniczne tego podejścia oraz zbadano działanie prototypów urządzeń zawierających monowarstwy różnych dichalkogenków metali przejściowych. Wykazano, że takie urządzenia mogą działać w temperaturach kriogenicznych oraz służyć jako sterowane elektrycznie źródła pojedynczych fotonów.