

Streszczenie

Niniejsza rozprawa doktorska stanowi cykl czterech artykułów naukowych, które koncentrują się na zagadnieniach związanych z wykorzystaniem światłowodów optycznych jako platformy pomiarowej do badania właściwości kryształów van der Waalsa. Poszczególne prace obejmują zarówno rozwój i implementację nowych technik spektroskopowych, jak i ich zastosowanie do analizy zjawisk optycznych w dichalkogenkach metali przejściowych (TMDC).

W pierwszym artykule opisano badania nad układem do fotoodbicia i bezkontaktowego elektroodbicia wzbogaconym o światłowody, co umożliwiło fizyczne oddzielenie strefy pomiarowej od źródła wzbudzenia i detektorów. Systematyczne badania nad wpływem średnicy rdzenia oraz odległości od próbki ujawniły ich znaczenie dla jakości sygnału. Taka konfiguracja w pomiarach dla bezkontaktowego elektroodbicia wyeliminowała efekt cienia, zwiększyła bezpieczeństwo pomiarowe i wzmocniła sygnał.

Kolejne prace rozwinęły koncepcję spektroskopii typu lab-on-fiber poprzez przeniesienie cienkich warstw TMDC bezpośrednio na powierzchnię końcówki włókna. Umożliwiło to opracowanie metody termotransmitancji, w której lokalne nagrzewanie indukowane laserowo prowadziło do mierzalnych przesunień rezonansów ekscytonowych i zmian współczynnika absorpcji, co opisano w drugim artykule.

Trzeci artykuł opisuje dalszy rozwój układu, który został wzbogacony o pomiary kriogeniczne dzięki integracji adaptera światłowodowego z kriostatem helowym o obiegu zamkniętym. Konstrukcja ta zapewniła wyjątkową stabilność, odporność na wibracje i eliminację problemu dryftu temperaturowego, umożliwiając badania fotoluminescencji, transmisji, fotomodulowanej transmisji i fotoodbicia w szerokim zakresie temperatur. System z powodzeniem zastosowano do cienkich warstw, monowarstw i heterostruktur. Ważnym aspektem była także stosunkowo niska cena budowy takiego układu dzięki wykorzystaniu popularnego kriostatu o obiegu zamkniętym.

W ostatnim artykule zaprezentowano spektroskopię transmisyjną stopów monowarstwowych na bazie MoS_2 . Eksperymenty wykazały, że zastąpienie siarki selenem powoduje przesunięcie przejść ekscytonowych ku czerwieni, natomiast zastąpienie molibdenu wolframem prowadzi do przesunięcia ku wyższym energiom. Stwierdzono również, że wrażliwość temperaturowa ekscytonów silnie zależy od składu stopu: struktury bogate w wolfram i selen wykazują większe przesunięcia energetyczne wraz ze zmianą temperatury.

Wyniki uzyskane w niniejszej rozprawie wskazują, że techniki światłowodowe mogą rozszerzyć możliwości eksperymentalne charakteryzacji materiałów 2D. Opracowane metody oparte na światłowodach umożliwiają precyzyjne, stabilne i wszechstronne pomiary optyczne zarówno w warunkach otoczenia, jak i kriogenicznych, pokazując potencjał tego podejścia w przyszłych zastosowaniach w spektroskopii i urządzeniach ze zintegrowanymi światłowodami opartych na kryształach van der Waalsa.