

Streszczenie

Materiały i struktury półprzewodnikowe są elementami bazowymi wielu współczesnych urządzeń elektronicznych. Metody spektroskopii optycznej umożliwiają uzyskanie informacji o wielu aspektach fizyki ciała stałego, m.in. struktury pasmowej, mają jednak swoje ograniczenia w przypadku struktur silnie rozpraszających światło lub nieprzezroczystych, gdzie uzyskanie optymalnych warunków eksperymentalnych jest utrudnione. Spektroskopia fotoakustyczna, ze względu na rodzaj detekcji oparty o efekty cieplne przy wzbudzeniu optycznym, została zaproponowana jako metoda umożliwiająca ominięcie tych ograniczeń. W celu weryfikacji postawionej hipotezy został zaprojektowany i zbudowany dedykowany układ pomiarowy oraz komory pomiarowe umożliwiające detekcję sygnału fotoakustycznego.

Widma fotoakustyczne nanodrutów InGaO i GaAs/GaAsBi w strukturze rdzeń-płaszcz potwierdzają, że zaproponowana metoda detekcji nie jest wrażliwa na efekt rozpraszania światła i umożliwia uzyskanie widm absorpcji optycznej w strukturach porowatych. Zaobserwowano wpływ orientacji nanodrutów na wkład sygnału z podłoża o przerwie energetycznej mniejszej niż dla materiału struktury. W przypadku nanodrutów GaAs/GaAsBi wpływ sygnału podłoża w mierzonych widmach może być kontrolowana przez częstotliwość modulacji wiązki światła wzbudzającego, która wpływa na drogę dyfuzji cieplnej i jednocześnie efektywną głębokość generacji sygnału w próbce.

Czułość pomiarów fotoakustycznych i fototermicznych na zjawiska rekombinacji niepromienistej umożliwiają wyznaczenie przerwy energetycznej w nanostrukturach o dużej wydajności kwantowej emisji, dając wyniki komplementarne wobec klasycznej spektroskopii optycznej i prowadząc do wyznaczenia energii wiązania ekscytonu. Wyniki uzyskane dla kwazi-dwuwymiarowych nanopłytek CdSe wykazały efekt silniejszego wiązania ekscytonu w strukturach o mniejszej grubości, w każdym z przypadków zachowując energię wiązania większą od energii termicznej w temperaturze pokojowej.

Widma fotoakustyczne objętościowych kryształów van der Waalsa odzwierciedlają absorpcję optyczną materiału w zakresie spektralnym odpowiadającym skośnej przerwie energetycznej, spodziewanej dla wybranych mono- i dichalkogenków metali przejściowych. W połączeniu z wynikami spektroskopii modulacyjnej uzyskuje się w ten sposób pełną informację na temat przejść optycznych. Zaobserwowano również przesunięcie ku fioletowi (*blueshift*) krawędzi absorpcji w przypadku monowarstw MoS₂, świadczące o zmianie charakteru przerwy energetycznej przy zmniejszeniu wymiarowości.

Przeprowadzone badania potwierdzają, że spektroskopia fotoakustyczna jest skuteczną techniką eksperymentalną w dziedzinie nowych materiałów i struktur półprzewodnikowych, dającą wyniki komplementarne względem standardowej spektroskopii optycznej dzięki czułości na zjawiska rekombinacji niepromienistej. Rozwój nowych technik detekcji oraz odpowiedni dobór warunków eksperymentu umożliwiają rozszerzenie możliwości eksperymentalnych o badania transportu ciepła w półprzewodnikach.