

POPULARNONAUKOWY OPIS BADAŃ PROWADZONYCH W RAMACH ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Dichalkogenki metali przejściowych (z ang. *transition metal dichalcogenides* – TMDCs) należą do klasy materiałów o ogólnym wzorze MX_2 , gdzie M oznacza atom metalu przejściowego z grupy IV (Ti, Zr, Hf), V (V, Nb, Ta) lub VI (Cr, Mo, W), podczas gdy X oznacza atom halogenu (S, Se, Te). Materiały te wyróżnia wysoka wartość sprzężenia spin-orbita. Mogą one posiadać właściwości półprzewodnikowe lub metaliczne. Niezwykle atrakcyjne wydaje się połączenie TMDCs w układzie hybrydowym z grafenem, co pozwoli wykorzystać unikalne własności każdego ze składników układu. Powstała hybryda ma szansę zapewnić jednocześnie możliwość efektywnego generowania (TMDCs) i transportowania (grafen) spinowo rozróżnialnych nośników ładunku. Do badań wybrano disiarczki tantalu ($1T-TaS_2$), który spośród wszystkich TMDCs wyróżnia się największą liczbą przejść fazowych związanych z obecnością fal gęstości ładunku (z ang. *charge density waves* – CDWs). Obserwowane w tym materiale przejście metal-izolator umożliwia badanie układów hybrydowych zarówno gdy warstwa dichalkogenkowa znajduje się w stanie metalicznym, jak i izolatorowym.

Celem podjętych badań jest określenie w jaki sposób obserwowane w $1T-TaS_2$ fale gęstości ładunku modyfikują się wraz ze zmianą liczby warstw $1T-TaS_2$ oraz jak wpływa na nie oddziaływanie z grafenem. W tym celu wytworzone zostaną układy cienkich warstw $1T-TaS_2$ na powierzchni grafenu i złota oraz układy, kiedy grafen będzie pokrywał powierzchnię kryształu $1T-TaS_2$. Kolejnym celem badań jest ocena wpływu utleniania i degradacji powierzchni $1T-TaS_2$ na własności elektronowe układu, które to procesy zachodzą na skutek ekspozycji materiału na warunki zewnętrzne.

W pierwszej kolejności badania dotyczyć będą wyznaczenia własności elektronowych $1T-TaS_2$ oraz opisu ich zmian, które towarzyszą poszczególnym przejściom fazowym. Pomiarzy zostaną przeprowadzone w makro- i nanoskali. W tym celu $1T-TaS_2$ zostanie rozwarstwiony w warunkach ultrawysokiej próżni, co zapobiegnie jego utlenianiu na tym etapie badań. W kolejnym kroku zostaną wytworzone układy grafen/ $1T-TaS_2$ oraz zostaną osadzone cienkie warstwy $1T-TaS_2$ na powierzchni grafenu. Układy będą wytwarzane w atmosferze argonowej w komorze rękawicowej, aby zapobiec ich degradacji.

Dotychczasowe badania przeprowadzone dla cienkich płatków $1T-TaS_2$ w większości były badaniami globalnymi związanymi z pomiarami rezystancji oraz z wykorzystaniem spektroskopii Ramana. Obecnie istotnym wydaje się rozszerzenie dostępnej wiedzy o wyniki badań lokalnych prowadzonych w skali pojedynczych nanometrów. Te właśnie badania będą podjęte w ramach planowanych prac. W tym celu wykorzystane zostaną techniki skaningowej mikroskopii i spektroskopii tunelowej (z ang. *scanning tunnel microscopy/spectroscopy* – STM/STS), mikroskopii Kelvina (z ang. *Kelvin probe force microscopy* – KPFM) oraz spektroskopii Ramana wzmocnionej ostrzem STM (z ang. *tip-enhanced Raman spectroscopy* – TERS). Przeprowadzone analizy pozwolą zbudować model kształtowania się i modyfikowania CDWs oraz umożliwią określenie ich związku z właściwościami elektronowymi układu. Te fundamentalne badania mogą przyczynić się w dalszej perspektywie do świadomego projektowania własności nowych materiałów dwuwymiarowych w oparciu o TMDCs, a tym samym między innymi do istotnego rozwoju spintroniki, optoelektroniki oraz fotowoltaiki.