

Rezonansowe rozpraszanie Ramana w atomowo cienkich chalcogenkach metali przejściowych

Cel prowadzonych badań/hipoteza badawcza

Półprzewodnikowe związki TMD posiadają przerwę energetyczną, która ze skośnej w materiale objętościowym zamienia się w prostą w pojedynczej lub podwójnej warstwie materiału. Otwiera to ogromne możliwości ewentualnych zastosowań i uzasadnia skierowanie na badania tych materiałów ogromnych środków zarówno w Europie, w USA i na Dalekim Wschodzie. Niniejszy projekt poświęcony jest badaniom podstawowych własności materiałów TMD ma unikatową szansę wpisania się w ten wysiłek poprzez nowatorskie podejście do stawianego problemu.

Celem proponowanego projektu jest analiza struktury energetycznej atomowo cienkich warstw TMD (m. in. MoS_2 , MoTe_2 , MoSe_2 , WS_2 oraz WSe_2) oraz oddziaływania elektronów ze światłem i elektronów z siecią krystaliczną w takich materiałach poprzez wykorzystanie rezonansowego rozpraszania Ramana.

Nowatorski charakter projektu polega na ich rozszerzeniu badań na **szeroki zakres temperatur** (4K-500K) oraz **włączenie ciśnienia hydrostatycznego** jako dodatkowego czynnika modulującego strukturę energetyczną TMD. Ponadto największy nacisk położony zostanie na badanie rezonansów związanych z wyższymi pasmami w materiałach TMD, które do tej pory **nie były** systematycznie badane.

Zastosowana metoda badawcza/metodyka

Wstępny etap projektu polegać będzie na określeniu energii wyższych stanów ekscytonowych w podstawowych układach materiałowych wymienionych powyżej. Drogą mechanicznej eksfoliacji uzyskane zostaną próbki TMD o grubości od jednej do kilku monowarstw. Cienkie warstwy materiałów TMD odkładane będą na podłoże SiO_2/Si , a następnie charakteryzowane za pomocą mikroskopu sił atomowych AFM.

Kolejnym elementem projektu będą badania rozpraszania ramanowskiego w funkcji temperatury dla płatków określonej grubości, przy wykorzystaniu szeregu dostępnych linii laserowych odpowiednio dobranych do konkretnej struktury energetycznej. Wykorzystany będzie mikroskopowy układ ramanowski o dużej rozdzielczości spektralnej umożliwiający analizę szczegółów widma. Przy pobudzaniu rozpraszania Ramana odpowiednio dobraną energią światła uzyskuje się rezonansowe wzbudzenie pewnych modów drgań. Ponadto jak to pokazał ostatnio Wnioskodawca rozszczepione mody o symetrii A_{1g}/A_{1g}' w różny sposób reagują na pobudzanie rezonansowe. Prowadzone badania pozwolą na określenie tych zależności dzięki modulacji temperatury.

Zasadniczym elementem projektu będą badania rozpraszania ramanowskiego w funkcji ciśnienia hydrostatycznego i temperatury dla płatków określonej grubości, przy wykorzystaniu szeregu dostępnych linii laserowych odpowiednio dobranych do konkretnej struktury energetycznej. Analiza widma rezonansowego rozpraszania Ramana pozwoli na zbadanie wpływu ciśnienia hydrostatycznego modulującego przerwę energetyczną na własności i stabilność ekscytonów związanych z wyższymi stanami energetycznymi w pasmach cienkich warstw TMD.

Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki, cywilizacji, społeczeństwa

W literaturze istnieje szereg raportów wskazujących na ogromny wpływ energii pobudzania na widmo rozpraszania ramanowskiego w materiałach TMD. Fakt ten nie dziwi jeśli pamięta się, że badania rozpraszania rezonansowego stanowią od lat jeden z ważnych elementów badania struktury pasmowej półprzewodników. Jednak w materiałach TMD badanie pobudzania rezonansowego ograniczone były w większości do pobudzania rezonansowego z energią przerwy energetycznej. **W tym sensie proponowane badania, których celem będzie sięgnięcie w głąb struktury energetycznej i zaadresowanie wzbudzonych pasm materiałów TMDs są nowatorskie i dają możliwość zaistnienia na trwale w nauce światowej.**