

Główną celem tego projektu jest zrozumienie zjawisk fizycznych zachodzących na hybrydowych interfejsach półprzewodnikowych pod kątem ich zastosowania w nowoczesnych urządzeniach półprzewodnikowych. Pomysł ten jest inspirowany słynną sentencją: „Interfejs jest urządzeniem” głoszoną przez Herberta Kroemera, laureata Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki w 2000 r. Interfejsem hybrydowym w tym przypadku jest interfejs kryształu van der Waalsa (vdW) (MoS_2 , MoSe_2 , MoTe_2 , WS_2 , WSe_2 , ...) oraz kryształu kowalencyjnego, tj. półprzewodnika grupy IV (Si i Ge) lub grupy III-V (GaN , GaAs , InAs i inne).

Od momentu mechanicznej eksfoliacji kryształów vdW do pojedynczych warstw (również ważne odkrycie nagrodzone Nagrodą Nobla w dziedzinie fizyki w 2010 r. dla Andre Geima i Konstantina Novoselova z uzasadnieniem: „za przełomowe eksperymenty dotyczące dwuwymiarowego materiału grafenu”), idea Kroemera staje się coraz ważniejsza, ponieważ możliwe jest wytwarzanie bardzo dobrej jakości hybrydowych interfejsów z materiałów o bardzo różnych strukturach pasm elektronowych i bardzo różnych właściwościach elektrycznych i optycznych. Podczas gdy badania nad pojedynczymi warstwami kryształów vdW były dość intensywne w ostatnich latach i były szeroko raportowane, to badania nad właściwościami hybrydowych interfejsów vdW/półprzewodnik kowalencyjny nie były szeroko raportowane.

W tym projekcie nie chcemy skupiać się na kryształach tworzących interfejsy, ale na samych interfejsach, ponieważ nie zostały one dotychczas dokładnie zbadane i mają kluczowe znaczenie dla urządzeń półprzewodnikowych. Oczekujemy, że właściwości takich hybrydowych interfejsów można znacząco dostroić ze względu na ich nowe cechy, tj. stany elektronowe na interfejsie, które można zmieniać, dobierając odpowiednie materiały na interfejsie, przygotowując powierzchnię półprzewodnika grupy IV (lub III-V) przed osadzeniem warstwy vdW - mamy tu na myśli rekonstrukcję powierzchni dla tego półprzewodnika, dostosowując metodę osadzania warstwy vdW (tj. temperaturę, środowisko, itp.) lub kąt skrzywienia warstwy vdW względem powierzchni półprzewodnika grupy IV (lub III-V), co spowoduje powstanie różnych wzorów Moiré.

Aby zrozumieć zjawiska fizyczne zachodzące na hybrydowym interfejsie vdW/półprzewodnik kowalencyjny, wykorzystamy zaawansowane metody elektrooptyczne, takie jak: spektroskopia elektromodulacyjna, która umożliwia badanie położenia poziomu Fermiego na interfejsach półprzewodników, czasowo-rozdzielcze fotoprzewodnictwo mikrofalowe, które umożliwia badanie dynamiki nośników, w tym stanów pułapkowych na interfejsach, oraz spektroskopia przejściowa głębokich poziomów, która umożliwia badanie głębokich defektów w półprzewodnikach i stanów pułapkowych na interfejsach. Jesteśmy przekonani, że wyniki tych badań będą miały istotny wpływ na rozwój nowych przyrządów półprzewodnikowych zawierających hybrydowe interfejsy vdW/półprzewodnik.