Badania elektryczne i mechaniczne membran na bazie dichalkogenków metali przejściowych

Rozwój elektroniki wiąże się z poszukiwaniem coraz to nowych materiałów, umożliwiające ich stosowanie w dziedzinach, w których dotychczas wykorzystywane materiały nie mogły być zastosowane. Materiałem, wynalezionym w ostatnich latach, dającym nowe, niespotykane dotąd właściwości stały się kryształy dwuwymiarowe i najbardziej z nich znany grafen. Choć struktura pasmowa grafenu jest źródłem wielu interesujących właściwości, to wobec braku różnicy w gęstości stanów i w konsekwencji przerwy energetycznej, grafen jest trudny do zastosowania w tradycyjnych elektronicznych układach przełączających. W wypadku tzw. dichalogenków metali przejściowych (TMD) (ang. *Transition Metal Dichalcogenide*) o ogólnym wzorze MX_2, gdzie M to atom metalu takiego jak: Mo, W, Ti, Ta, Nb, Zr, zaś *X* to: S, Se lub Te, będących materiałami o budowie warstwowej przerwa zabroniona się już pojawia i przyjmie stosunkowo duże wartości np. (1,58 eV dla MoS_2). Dzięki temu materiały TMD są szczególnie interesujące do zastosowań w elektronice np. dla konstrukcji tranzystorów polowych FET (ang. *Field Effect Transistor*). W ramach przedłożonego projektu chcielibyśmy się skupić na wykonaniu przyrządów w postaci pojedynczych warstw wykonanych z TMD zawieszonych nad mikrownęką w postaci membran. W początkowym etapie planujemy wykonać membrany z MoS_2 jako materiału łatwo dostępnego, a docelowo dzięki wykonaniu badań podstawowych na innych materiałach TMD wytypować materiał interesujący pod względem zastosowań przyrządowych. Przeprowadzenie badań podstawowych takich przyrządów są istotne ze względów nie tylko z uwagi na ich bardzo niewielką masę ale także ze względu na ich wyjątkowe właściwości optomechaniczne. Dlatego badania prowadzone w projekcie chcielibyśmy skupić wokół następujących zagadnień:

1. **Opracowaniu procesu wytwarzania membran z materiałów TMD na specjalistycznych podłożach z mikrownękami.**

W ramach tego zadania chcemy opracować metodykę pozwalającą na otrzymanie pojedynczych warstw atomowych badanego materiału z litej próbki (dzięki zastosowaniu mechanicznej eksfoliacji) oraz techniki przenoszenia takiej warstwy na podłoże krzemowe z warstwą SiO_2 z wytworzonymi mikrownękami oraz kontaktami elektrycznymi pozwalające na przepływ prądu przez pojedynczą warstwę TMD. Do kontroli procesu eksfoliacji służyłyby metody mikroskopowe (AFM, STM, SEM) oraz spektroskopia Ramana.

2. **Zbadaniu właściwości mechanicznych i elektrycznych membran wykonanych na bazie dwuwymiarowych materiałów TMD.**

Badania podstawowe membran na bazie TMD są szczególnie ciekawe z uwagi na brak wpływu materiału podłoża. Dzięki temu możliwe będzie wykonanie szereg badań i wyznaczenie podstawowych parametrów materiałowych TMD takich jak: moduł Younga, częstotliwość rezonansowa membrany, stała sprężystości, praca wyjścia, czy współczynnik przewodności termicznej. Według naszej wiedzy tego typu badania dla nowych materiałów są ogólnie nieznane lub mało znane, dlatego też w ramach projektu chcielibyśmy zająć się określeniem w/w właściwości.

Zwracamy uwagę, że wymienione metody i techniki badawcze są komplementarne i są technologiami uprawianymi przez zespół badawczy od wielu lat. Ponadto zespół badawczy ma wieloletnie doświadczenie w badaniach membran wykonanych z materiałów 2D, a zwłaszcza z grafenu.

Badania struktur wykonanych z materiałów zawieszonych nad mikrownęką pozwalają na poznanie właściwości materiału izolowanego od wpływu podłoża. Takie badania mające na celu ich charakteryzację są bardzo istotne z punktu widzenia nie tylko naukowego, ale także pozwoli na poznanie ich potencjalnych zastosowań aplikacyjnych. Uzyskane wyniki oraz opracowywane metodyki badawcze pozwalają na rozwój innowacyjnych zastosowań nowych materiałów TMD np. w czujnikach ale także w urządzeniach mikromechanicznych. Dlatego uważamy, że badania dwuwymiarowych materiałów TMD, wobec ich szerokich możliwości aplikacyjnych, wynikających z ich właściwości jest bardzo istotne z punktu widzenia rozwoju nauki zarówno w Polsce jak i na świecie. Ponadto proponowane badania pozwolą na wykształcenie i rozwój zespołu specjalistów zajmujących się badaniami materiałów dwuwymiarowych.