

Jednym z wyzwań współczesnej elektroniki jest produkcja gęsto upakowanych układów elektronicznych na giętkich podłożach (ang. flexible nanoelectronics). Jednym z rozwiązań mogłoby być wykorzystanie cienkich warstw półprzewodnikowych tzw. materiałów dwuwymiarowych, takich jak dwusiarczki molibdenu, MoS₂. Jednakże, każdy układ elektroniczny w trakcie swojej pracy wydziela dużą ilość ciepła. Stąd też rozwój nanoelektroniki opartej o MoS₂ pociąga konieczność badań podstawowych związanych z lokalną reakcją kryształów MoS₂ na ciepło. Ważne jest zrozumienie reakcji cienkich warstw MoS₂ na ciepło dostarczone lokalnie, czyli w skalach, w których układy te będą działać, a są to dziesiątki i setki nanometrów.

Celem naukowym poniższego projektu jest zrozumienie lokalnego wpływu ciepła na cienkie warstwy kryształów MoS₂ w warunkach tlenowych, a więc zbadanie i zrozumienie mechanizmów lokalnego utleniania tych kryształów, a także związanych z tym mechanizmów kreacji defektów w w/w kryształach. Skoncentrujemy się na identyfikacji, opisie morfologii, rozkładzie powierzchniowym i zrozumieniu mechanizmów powstawania określonych produktów utleniania termicznego powierzchni MoS₂, a więc głównie tlenków molibdenu. Będziemy również badać podatności powstałych produktów na dalsze utlenianie, a także utlenianie **domieszkowanych kryształów MoS₂, a w szczególności kryształów domieszkowanych borem lub azotem**, gdyż domieszkowanie spowodować może powstanie materiałów o innych właściwościach półprzewodnikowych i innej skłonności do utleniania termicznego niż niedomieszkowany MoS₂.

W celu osiągnięcia lokalnych zmian struktury chemicznej powierzchni kryształów MoS₂ będziemy używać termo-nano-litografii chemicznej (ang. TCNL), której wiodącym twórcą jest kierownik projektu. Będziemy również używać innym metod lokalnego wygrzewania próbek MoS₂. Utlenianie, powstawanie defektów i domieszkowanie kryształów MoS₂ osiągnięte będzie w atmosferze reaktywnych gazów lub/i płynów. Spodziewane zmiany mikrostruktury i składu chemicznego kryształów MoS₂ będą charakteryzowane metodami mikroskopii sił atomowych (ang. AFM), i tu m.in. obrazowaniem topografii i lokalnego współczynnika tarcia, kelwinowską mikroskopią sił, mikroskopią sił elektrostatycznych opartą na AFM, a także innymi metodami jak skaningowa mikroskopia elektronowa, lokalna spektroskopia ramanowska, lokalna spektroskopia w podczerwieni, spektroskopia fotoelektronów, spektroskopia dyspersji elektronów, spektroskopia Augera i wreszcie za pomocą pomiarów fotoluminescencji. Właściwości elektryczne zmodyfikowanych próbek MoS₂ badane będą poprzez otrzymanie zależności prądowo-napięciowych i pomiarów pola elektrycznego pomiędzy elektrodami umiejscowionymi w różnych miejscach tych kryształów. W celu szczegółowego zrozumienia procesów tworzenia defektów, utleniania i domieszkowania powierzchni kryształów MoS₂ nasze rezultaty eksperymentalne porównane zostaną z wynikami symulacji komputerowych dynamiki molekularnej, metod Monte Carlo i metod Ab initio.

Kierownik Projektu, dr hab. Robert Szoszkiewicz, prof. UW, posiada znaczące doświadczenie w badaniach lokalnych fizykochemicznych właściwości materiałowych, rozwoju metod AFM, lokalnej charakteryzacji materiałów 2D, i wreszcie lokalnej modyfikacji kryształów MoS₂. Zespół badawczy składać się będzie również z dwóch doktorantów oraz dwóch magistrantów. Aktywności badawcze pozwolą na synergię naszych działań na Wydziale Chemii UW z aktywnościami prowadzonymi przez członków naszego zespołu w dwóch innych czołowych laboratoriach w dziedzinie badań nad fizykochemią MoS₂.