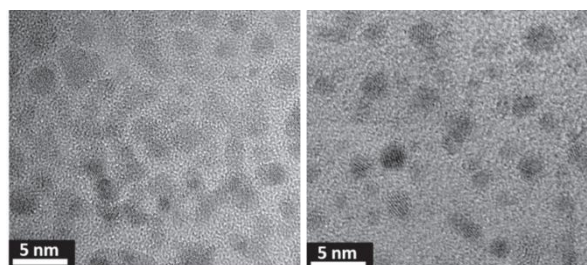


Przezroczyste tlenki przewodzące (ang. *transparent conducting oxides, TCO*) zrewolucjonizowały nasz styl życia umożliwiając szeroką adaptację ekranów dotykowych w urządzeniach elektronicznych, która się rozpoczęła około dekadę temu. Smartfony, tablety, nowe rodzaje laptopów czy inteligentne wyświetlacze są wszechobecne i powodują że interakcja użytkownika jest łatwiejsza i bardziej angażująca. Zazwyczaj materiały przezroczyste, jak szkło czy plastiki, nie przewodzą prądu elektrycznego. Istnieje jedynie kilka wynalezionych albo odkrytych przykładów takich materiałów, które przewodzą prąd elektryczny zazwyczaj po wprowadzeniu do nich dodatkowych pierwiastków, w sposób nie zmieniający istotnie ich struktury wewnętrznej, ale zmieniający ich własności elektryczne. Także materiały organiczne są ostatnio rozwijane dla zastosowań jako przewodzące elektrody przezroczyste. Jednakże nie jest to jedyne zastosowanie tych materiałów - mogą być one także wykorzystywane do struktur kontaktowych w urządzeniach półprzewodnikowych - dla optoelektroniki (diody świecące, diody laserowe) ze względu na swoją przezroczystość, czy mikroelektroniki (diody, tranzystory), ze względu na swoją dobrą stabilność chemiczną.

Znanych materiałów TCO jest niewiele, a wśród nich dominuje tlenek indowo-cynowy, wysoko przewodzący materiał zawierający ind - rzadki pierwiastek o ograniczonej dostępności. Jego zastosowanie dominuje na rynku smart-elektroniki, ale jego pozyskiwanie i przetwarzanie jest wysoce nieźrównoważone gospodarczo. Wobec tego istnieje potrzeba znalezienia innych materiałów, o własnościach podobnych do tlenku indowo-cynowego, które pozwoliłyby jednak na zrównoważone korzystanie z zasobów.

Ten projekt stanowi część tego wysiłku, a jego celem jest zbadanie przedstawicieli możliwej rodziny materiałów TCO, w których ziarenka metalu są zamknięte w amorficznej macierzy dwutlenku krzemu, podobnie jak rodyńki w cieście. Ich ogólną nazwą chemiczną byłoby M-Si-O gdzie M to metal, Si - krzem a O - tlen. Badania wstępne wykazały, że przedstawiciele tej rodziny nie tylko są w istotnym stopniu przezroczyste, ale również przewodzą prąd elektryczny. Niniejsze badania mają na celu odkrycie większej liczby niż trzy obecnie znane materiały tego typu, wygenerowanie wiedzy dotyczącej sposobu ich tworzenia oraz sposobu przewodzenia przez nie prądu elektrycznego. Mamy zamiar przeprowadzić obliczenia teoretyczne, które pozwolą nam wybrać najbardziej obiecujące metale do wytworzenia tych materiałów, a następnie przeprowadzić eksperymenty mające na celu wytworzenie materiałów typu M-Si-O z wybranymi metalami przejściowymi aby zrozumieć mechanizm tworzenia struktury „rodynek w cieście” (Rys.1). Przeprowadzimy dokładne badania ich nanostruktury, własności optycznych oraz transportu elektrycznego i połączymy wyniki tych badań z modelowaniem numerycznym w celu zrozumienia sposobu w jaki te niestandardowe materiały TCO przewodzą prąd elektryczny i jak ten sposób różni się od mechanizmu zaobserwowanego dla standardowych materiałów. Zbadamy je również w strukturach kontaktowych do półprzewodników, aby ocenić potencjał ich zastosowania w mikroelektronice i optoelektronice.

Realizacja tego projektu spowoduje opracowanie nowych rodzajów materiałów TCO, stworzy plan dla ich optymalizacji oraz wytworzy opis przewodnictwa prądu elektrycznego w materiałach niejednorodnych, który może być przydatny w innych podobnych układach niejednorodnych.



Rys. 1. Zdjęcia z transmisyjnego mikroskopu elektronowego pokazujące mikrostruktury dwóch warstw Ru-Si-O, różniących się wielkością ziaren Ru, a jednocześnie przewodnictwem elektrycznym (wyższe przewodnictwo dla warstwy z większą ilością ziaren, po lewej stronie).