

# Streszczenie

Panujący kryzys klimatyczny pobudził środowisko naukowe do szybkiego opracowywania nowych, sprawnych oraz przyjaznych dla środowiska urządzeń. Jedną z najbardziej obiecujących klas materiałów w kontekście takich zastosowań są tlenki metali przejściowych. Jest tak dlatego, że wykorzystując procesy redukcji i utleniania można kontrolować zawartość tlenu w takich kryształach, a w konsekwencji ich właściwości fizyczne. W związku z tym tlenki metali przejściowych, takie jak modelowe kryształy, ditlenek tytanu ( $\text{TiO}_2$ ) i tytanian strontu ( $\text{SrTiO}_3$ ), znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach, od fotokatalizy, przez technologie magazynowania energii (ogniwa paliwowe ze stałym tlenkiem) i informacji (memrystory), po nawet służbę zdrowia (warstwy antybakteryjne).

Przedmiotem tej pracy doktorskiej jest badanie wpływu redukcji i utleniania na właściwości elektronowe tlenków metali przejściowych. Procesy te badano w nanoskali wykorzystując szereg technik pozwalających na kompleksowy opis zmian zachodzących w badanych układach –  $\text{TiO}_2$  i  $\text{SrTiO}_3$ . Co więcej, eksperymenty były przeprowadzane w ultra wysokiej próżni, tlenie, a nawet powietrzu, w celu wszechstronnego opisu zachodzących zmian i przybliżenia wyników do zastosowań. Celem tej pracy było zbadanie zmian elektronowych właściwości, pracy wyjścia i przewodnictwa, pod wpływem procesów redoks.

W pracy pokazano, że właściwości elektronowe można zmieniać, w przypadku redukcji poprzez wygrzewanie w próżni, bombardowanie jonowe, naprzemienne bombardowanie jonowe oraz wygrzewanie, a w przypadku utleniania poprzez ekspozycję na tlen lub powietrze w temperaturze pokojowej oraz wygrzewanie w tlenie. Wykorzystując ten wachlarz metod, przewodnictwo  $\text{TiO}_2$  można zmienić z przewodnictwa półprzewodnikowego do metalicznego. Co więcej, pracę wyjścia tlenków metali przejściowych można dostosowywać w szerokim zakresie, od 3.4 eV do 5.0 eV w przypadku  $\text{TiO}_2$  oraz od 2.9 eV do 4.5 eV w przypadku  $\text{SrTiO}_3$ . Wymienione zmiany są związane ze zmianą powierzchni i obszaru pod powierzchnią, krystalografii i morfologii, a nawet ze wzrostem nowych faz tlenkowych.

Głównymi osiągnięciami w zakresie fizyki powierzchni są opisy zmian właściwości elektronowych w wyniku naprzemiennego bombardowania i wygrzewania oraz wygrzewania w obecności, lub w braku substancji obniżających ciśnienie parcjalne tlenu. Te odkrycia są istotne, ponieważ dotyczą podstaw każdego eksperymentu z tej dziedziny, czyli przygotowania kryształów. Wyniki tej pracy mogą być wykorzystane w celu osiągnięcia większej powtarzalności eksperymentów oraz w projektowaniu nowych eksperymentów.

W pracy opisane są eksperymenty przeprowadzone na układzie składającym się z przewodzących nanodrutów na półprzewodnikowej powierzchni  $\text{SrTiO}_3$ . Wykazano, że badane nanostruktury składają się ze rdzenia  $\text{TiO}$  pokrytego powłoką  $\text{Ti}_3\text{O}_5$ . Została opisana ewolucja układu od atomowo płaskiego tytanianu strontu, poprzez pokrytego nanodrutami substratu  $\text{SrTiO}_3$  aż do kryształu pokrytego porowatą warstwą podtlenków tytanu. Dodatkowo zbadano wpływ wygrzewania w tlenie.