Samoistna redukcja powierzchni TiO2 – procesy migracji jonów

Maciej Rogala1,\*, Gustav Bihlmayer2,3,4, Paweł Dąbrowski1, Christian Rodenbücher5, Dominik Wrana6,7, Franciszek Krok6, Paweł J. Kowalczyk1, Krzysztof Szot8,9

# 1Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Łódzki, ul. Pomorska 149/153, 90-236 Łódź

2Forschungszentrum Jülich GmbH, Institute of Advanced Simulation (IAS-1), 52425 Jülich, Niemcy; 3Forschungszentrum Jülich GmbH, JARA - Fundamentals of Future Information Technologies, 52425 Jülich, Niemcy; 4Forschungszentrum Jülich GmbH, Peter Grünberg Institute (PGI-1), 52425 Jülich, Niemcy

5Forschungszentrum Jülich GmbH, Institute of Energy and Climate Research (IEK-14), 52425 Jülich, Niemcy

# 6Instytut Fizyki im. M. Smoluchowskiego, Uniwersytet Jagielloński, ul. Łojasiewicza 11, 30‑348 Kraków; 7Department of Surface and Plasma Science, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University, V Holešovičkách 2, CZ-18000 Prague, Czechy

8Instytut Fizyki im. Augusta Chełkowskiego, Uniwersytet Śląski w Katowicach, ul. 75 Pułku Piechoty 1, 41-500 Chorzów; 9aixACCT Systems GmbH, (Talbotstr. 25), 52068 Aachen, Niemcy

\*autor korespondencyjny: maciej.rogala@uni.lodz.pl

Ditlenek tytanu jest materiałem modelowym z grupy tlenków metali przejściowych. Jego analiza jest ważna dla pełnego zrozumienia podstawowych mechanizmów redukcji i oksydacji występujących w tych materiałach i optymalizacji ich licznych zastosowań. Na szczególną uwagę zasługują tu memrystywne właściwości TiO2 pozwalające na wykorzystanie tego materiału w pamięciach rezystywnych oraz na potrzeby układów neuromorficznych. W naszych poprzednich pracach wykazaliśmy możliwość osiągnięcia wysokiej gęstości przechowywania danych w warstwie powierzchniowej zredukowanego TiO2 [1]. Wiązało się to z generowaniem w pobliżu powierzchni struktur defektowych podatnych na procesy przełączania rezystywnego. Obecnie przedstawimy i opiszemy proces powstawania takich defektów, odpowiedzialnych za właściwości elektroniczne materiału.

Przedstawiamy precyzyjną analizę termicznej redukcji TiO2 w ultrawysokiej próżni. Wbrew temu, co się zwykle zakłada, obserwujemy, że maksymalna redukcja powierzchni następuje nie podczas rozgrzewania, ale podczas schładzania próbki do temperatury pokojowej [2]. Proces wtórnej migracji jonów, który można określić jako samoredukcja, zachodzi w wyniku różnic w energiach powstawania defektów w obszarach wnętrza i powierzchni kryształu. Przedstawiona teza poparta jest analizą zmian walencyjności jonów tytanu obserwowanych za pomocą rentgenowskiej spektroskopii fotoelektronowej przeprowadzonej *in-operando* podczas kolejnych etapów grzania i chłodzenia materiału.

Praca ta jest wspierana przez Narodowe Centrum Nauki (projekty 2016/21/D/ST3/00955 i 2020/38/E/ST3/00293) oraz Niemiecką Fundację Nauki DFG (SFB 917 „Nanoswitches”).

[1] M. Rogala, et al. Adv. Funct. Mater., 25, 6382 (2015)

[2] M. Rogala, et al. Sci. Rep. 9, 12563 (2019)