

Badanie absorpcji rentgenowskiej i rezonansowej fotoemisji w cienkich warstwach SrTiO₃ domieszkowanych żelazem

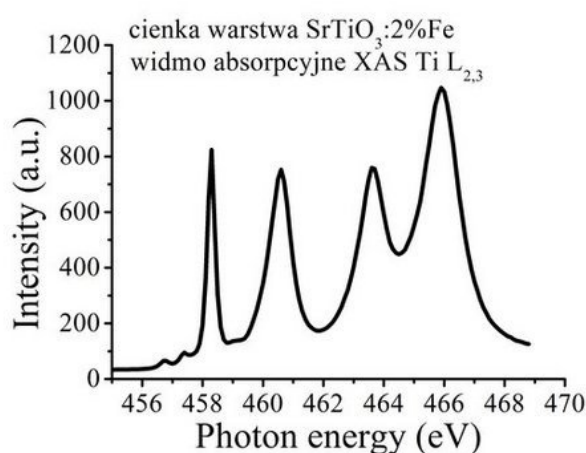
Jerzy M. Kubacki¹, Dariusz Kajewski¹, Marcin Wojtyniak¹, Jacek Szade¹, Annemarie Köhl², Christian Lenser², Regina Dittmann², Rainer Waser², Karina Schulte³

1. University of Silesia, August Chelkowski Institute of Physics, Department of Solid State Physics, Uniwersytecka 4, Katowice 40-007, Poland **2.** Research Centre Jülich, Institute of Solid State Research (IFF), Jülich, Germany **3.** Lund University, MAX-Lab, Lund 221 00, Sweden

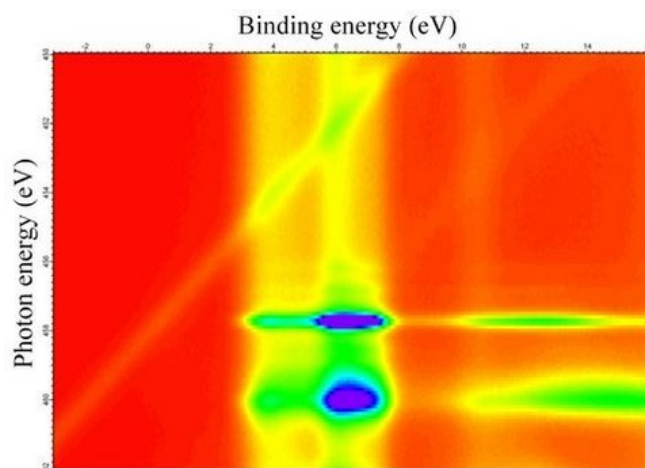
e-mail: jerzy.kubacki@us.edu.pl

Proces przełączania rezystywnego materiałów tlenkowych o strukturze perowskitu jest ostatnio intensywnie badany z uwagi na możliwość zastosowania tych materiałów w przyszłościowych pamięciach RRAM (Resistivity Random Access Memory) o pojemności rzędu 1 Tb. Tytanian strontu jest modelowym materiałem o strukturze perowskitu, w którym transport ładunku podczas przełączania rezystywnego jest realizowany poprzez zmianę walencyjności tytanu¹. Efekt przełączania rezystywnego został również stwierdzony dla cienkich warstw SrTiO₃, w tym domieszkowanych żelazem^{2,4}.

Metody spektroskopii absorpcyjnej promieniowania rentgenowskiego (XAS) i rezonansowej fotoemisji (RESPE) zostały zastosowane do zbadania stanów elektronowych cienkich warstw SrTiO₃ z dwuprocentową domieszką atomami żelaza. Cienkie warstwy STO:2%Fe zostały wytworzone metodą PLD (Pulsed Laser Deposition) na monokrystalicznym podłożu SrTiO₃ z 0.5% domieszką niobu. Dla badanych próbek otrzymano widmo absorpcyjne dla krawędzi absorpcji L_{2,3} tytanu (rysunek 1), L₃ żelaza, K tlenu oraz mapy intensywności fotoelektronów w zakresie pasma walencyjnego dla energii fotonów w pobliżu rezonansów (rysunek 2).



Rysunek 1. Widmo absorpcyjne XAS dla krawędzi L_{2,3} tytanu otrzymane dla cienkiej warstwy SrTiO₃ domieszkowanej 2% żelaza.



Rysunek 2. Mapa zmian intensywności natężenia fotoelektronów w zakresie energii fotonów dla rezonansu Ti2p – 4d.

Wykonano analizę pasma walencyjnego, zwłaszcza w obszarze przerwy energetycznej, gdzie są usytuowane stany elektronowe odpowiedzialne za dobrze przewodzące filamenty. W tym rejonie energii wiązania stwierdzono występowanie niewielkiego natężenia rezonansowej fotoemisji dla krawędzi tytanu i znaczne wzmocnienie stanów pochodzących z żelaza. Pozwoli to na określenie charakteru przewodnictwa elektrycznego związanego z przełączaniem rezystywnym, w kontekście wykonywanych obliczeń struktury elektronowej.

Oprócz rezonansowego wzmocnienia natężenia fotoemisji dla stanów 3d tytanu w zakresie energii wiązania 4-8 eV, zaobserwowano także wzmocnienie stanów tytanu dla energii wiązania 10 – 16 eV. Otrzymane wyniki pozwolą zbadać naturę tych stanów, które do tej pory nie były znane.

Dla warstwy STO:2%Fe stwierdzono występowanie niewielkich różnic w fotoemisji z obszaru przerwy energetycznej po spolaryzowaniu jej przy pomocy ruchomej elektrody o napięciu +10V. Eksperyment miał na celu poznanie natury efektu, tzw. elektroformowania, niezbędnego do uzyskania stabilnego przełączania rezystywnego.

Przeprowadzone badania były finansowane przez NCBiR, projekt NCBiR/ERA-NET-MATERA/3/2009.

Literatura

- [1] K. Szot, W. Speier, G. Bihlmayer, R. Waser, *Switching the electrical resistance of individual dislocations in single-crystalline SrTiO₃*, Nature Materials 5, 312 (2006)
- [2] K. Szot, R. Dittmann, W. Speier, R. Waser, *Nanoscale resistive switching in SrTiO₃ thin films*, Physica Status Solidi –Rapid Research Letters 1, R86 (2007).
- [3] D. Kajewski, R. Wrzalik, M. Wojtyniak, M. Pilch, J. Szade, K. Szot, Ch. Lenser, R. Dittmann, R. Waser, *Local conductivity of epitaxial Fe-doped SrTiO₃ thin films*, Phase Transitions 84, 483 (2011)
- [4] J. Szade, K. Szot, M. Kulpa, J. Kubacki, Ch. Lenser, R. Dittmann, R. Waser, *Electronic structure of epitaxial Fe-doped SrTiO₃ thin films*, Phase Transitions 84, 489 (2011)

