

dr hab. Hanka Przybylińska
Instytut Fizyki
Polskiej Akademii Nauk

Recenzja rozprawy habilitacyjnej

dr Dariusza Kajewskiego

„Defekty a niestabilność sieci krystalicznej w antyferroelektrycznym PbZrO_3 ”

1. Ocena rozprawy habilitacyjnej.

Przedmiotem rozprawy habilitacyjnej dr Dariusza Kajewskiego jest zbiór 7 prac opublikowanych w latach 2016-2020:

- H1. D. Kajewski, J. Kubacki, K. Balin, I. Lazar, J. Piecha, A. Bussmann-Holder, J.-H. Ko, K. Roleder
Defect-induced intermediate phase appearance in a single PbZrO_3 crystal
J. Alloys Comp. 812, 2020, art. no. 152090
- H2. D. Kajewski, Z. Ujma, P. Zajdel, K. Roleder
Nb-stabilized locally broken symmetry below and above T_c in a PbZrO_3 single crystal
Phys. Rev. B, 93, 2016, no. 054104
- H3. D. Kajewski, P. Zajdel, R. Sitko, I. Lazar, A. Bussmann-Holder, J.-H. Ko, K. Roleder
Defect induced lattice instabilities and competing interactions in niobium doped lead zirconate single crystal
J. Alloys Comp. 739, 2018, pp. 499-503
- H4. D. Kajewski, I. Jankowska-Sumara, J.-H. Ko, J. W. Lee, R. Sitko, A. Majchrowski, A. Bussmann-Holder, K. Roleder
Influence of Nb^{5+} ions on phase transition and polar disorder above T_c in PbZrO_3 studied by Raman spectroscopy
J. Am. Ceram. Soc. 6, 2020, pp. 3657-3666
- H5. D. Kajewski
Defects and lattice instability in doped lead-based perovskite antiferroelectrics: revisited
Crystals, 6, 2020, 501, pp. 1-22
- H6. D. Kajewski, J. Kubacki, A. Bussmann-Holder, K. Roleder
Surface-bulk interrelation in a PbZrO_3 single crystal
J. Mat. Chem. C 5, 2017, pp. 10456-10461
- H7. D. Kajewski, P. Zajdel, A. Soszyński, J. Koperski, I. Lazar, K. Roleder
Bismuth doped $\text{PbZr}_{0.7}\text{Ti}_{0.3}\text{O}_3$ ceramics and their properties driven by high temperature local polarity
Ceram. Int. 8, 2019, pp. 9871-9877

Wymienione wyżej prace stanowią jednorodny tematycznie cykl dotyczący wyników kompleksowych badań przejść fazowych w kryształach litych i ceramikach antyferroelektryka PbZrO_3 , w szczególności wpływu intencjonalnie wprowadzonych domieszek i rodzimych defektów sieci krystalicznej na te procesy. Zaprezentowane w nich wyniki eksperymentalne dotyczą temperaturowych zmian: (i) przenikalności dielektrycznej i strat dielektrycznych, (ii) dwójtomności, (iii) właściwości

piezoelektrycznych i elektrostrykcyjnych, (iv) prądu piroelektrycznego oraz (v) ramanowskiego i brillouinowskiego rozpraszania światła. Pomiary wykonane zostały w szerokim zakresie temperatur, obejmującym obszar zarówno powyżej jak i poniżej temperatury przejścia fazowego paraelektryk-antyferroelektryk, T_C . Ponadto, badane materiały scharakteryzowano pod kątem struktury krystalicznej (badania dyfrakcji rentgenowskiej), składu chemicznego (emisja jonów wtórnych, EDXRF, EDS) oraz struktury elektronowej (XPS).

W publikacji [H1] zbadano wpływ defektów punktowych, wytworzonych podczas wygrzewania niedomieszkowanych kryształów $PbZrO_3$ w warunkach wysokiej próżni, na indukowanie tzw. fazy przejściowej poniżej T_C , polegającej na współistnieniu faz anty- i para-elektrycznej. Wykazano, że nie tylko defekty w podsięciach ołowiu i tlenu, ale również defekty w podsięci cyrkonu mają istotny wpływ na ten proces. Prace [H2-H5] dotyczą monokryształów $PbZrO_3$ domieszkowanych niobem. Wykazano w nich, że domieszkowanie Nb powoduje kompensację i/lub kreację defektów w podsięci ołowiu, co wpływa na lokalne łamanie symetrii powyżej T_C i tym samym na niestabilność drgań sieci krystalicznej. We wszystkich tych kryształach, niezależnie od koncentracji niobu i sposobu hodowli, zaobserwowano również obecność dodatkowej fazy przejściowej, niewystępującej w analogicznych ceramikach. Ponadto, potwierdzono eksperymentalnie istnienie przewidzianego teorią wzajemnego powiązania między modami optycznymi i akustycznymi w cyrkonianie ołowiu, co oznacza że obszary polarne (tzw. prekursorzy) mogą występować powyżej temperatury przejścia nawet w nieobecności defektów sieci krystalicznej. Z kolei, w publikacji [H6] przedstawiono wyniki badań wpływu przemiennej pola elektrycznego o dużym natężeniu na temperatury przejść fazowych i własności chemiczne kryształu $PbZrO_3:Nb$. Wykazano, że zmienne pole elektryczne powoduje przede wszystkim degradację powierzchni ale ma znikomy wpływ na własności wnętrza kryształu. Publikacja [H7] jest jedyną w tym cyklu, która dotyczy nie monokryształów a ceramik $PbZr_{0.7}Ti_{0.3}O_3$ domieszkowanych bizmutem. Pokazano w niej, że wzrost koncentracji domieszki obniża temperaturę przejścia fazowego ze stanu paraelektrycznego do ferroelektrycznego oraz zmniejsza dyspersję dielektryczną w tym materiale. Ponadto, pomiary dwójłomności wykazały korelację pomiędzy anomaliami temperaturowej zależności przenikalności a wielkością obszarów polarnych.

Wyniki przeprowadzonych przez Habilitanta badań zostały szczegółowo omówione w jedno-autorskiej publikacji przeglądowej [H5] i w części 4.3 autoreferatu. W mojej opinii, wnoszą one istotny wkład w zrozumienie przemian fazowych zachodzących w badanym materiale.

Dr Kajewski jest pierwszym autorem w każdej z tych publikacji jak też autorem wskazanym do korespondencji. Choć publikacje te są wynikiem pracy zespołowej, to dr Kajewski miał w nich dominujący udział zarówno w sformułowaniu hipotezy badawczej, redakcji manuskryptów, jak i w eksperymencie i opracowaniu wyników. Stosowne oświadczenia zostały złożone przez współautorów.

2. Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego.

Dr Dariusz Kajewski ukończył studia na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach w 2005 r., obroniwszy pracę magisterską pod tytułem: "Wpływ domieszki niobu na przejścia fazowe i właściwości dielektryczne ceramik $(Ba,Pb)TiO_3$ ". W 2009 roku, na podstawie rozprawy pt. "Wybrane właściwości ferroelektryków o strukturze Aurivilliusa $SrBi_2Nb_2O_9$ i $SrBi_2Ta_2O_9$ oraz ich roztworów stałych" wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Zbigniewa Ujmy w Instytucie Fizyki Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach uzyskał stopień naukowy doktora nauk fizycznych. Od 2009 roku do chwili obecnej jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Zakładzie Fizyki Ferroelektryków Instytutu Fizyki, Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego.

Dr Kajewski jest współautorem 29 oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych z bazy *Journal Citation Reports* (sumaryczny *impact factor* - 83.999, całkowita liczba cytowań według bazy *Web of Science* - 138, indeks Hirscha - 7), przy czym jest pierwszym autorem 15 z nich. Dwie z tych publikacji [P1] i P[20] ukazały się przed doktoratem. Habilitant jest także współautorem 23 prezentacji na konferencjach międzynarodowych, w tym 2 referatów zaproszonych oraz 11 wystąpień ustnych, z których to wystąpień 7 wygłosił osobiście. Był też członkiem komitetu organizacyjnego jednej z tych konferencji.

Habilitant uczestniczył, jako wykonawca, w realizacji dwóch krajowych projektów badawczych i jednego międzynarodowego (w ramach ERA-NET-MATERA). Odbił krótkoterminowe staże naukowe w Finlandii, Niemczech, Szwecji, Korei Południowej i Szwajcarii, w ostatnim przypadku w ramach europejskiego programu „Short Term Scientific Mission”.

Dr Kajewski, jako pracownik uczelni, prowadzi szeroko zakrojoną działalność dydaktyczną, w tym 2 wykłady, liczne ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne, seminaria i konwersatoria. Był promotorem 1 pracy magisterskiej i 2 prac dyplomowych. Ponadto angażował się w działalność na rzecz popularyzacji nauki uczestnicząc m. in. w piknikach naukowych, nocy naukowców, czy organizując liczne wystawy interaktywne. Na szczególne podkreślenie zasługuje działalność Habilitanta na rzecz e-edukacji, w tym stworzenie e-podręcznika do kształcenia ogólnego z przyrody i fizyki w ramach projektu MEN "Cyfrowa Szkoła", czy scenariuszy do nauki zdalnej w zakresie fizyki i astronomii dla uczniów szkół średnich, nie zapominając o szkoleniach nauczycieli w tej dziedzinie.

3. Konkluzja

Stwierdzam, że zarówno osiągnięcie naukowe przedłożone w postaci zbioru 7 prac wraz autoreferatem, istotna aktywność naukowa i dydaktyczna, jak również działalność organizacyjna i popularyzująca Habilitanta spełniają w pełni kryteria art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668). Dlatego wnoszę o nadanie dr Dariuszowi Kajewskiemu stopnia doktora habilitowanego.

podpis