

Adres do korespondencji:

Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN, 30-059 Kraków, ul. Reymonta 25

Tel.: (012) 295 28 47, pokój 217, fax: (012) 295 28 04

e-mail: zbigniew.starowicz@gmail.com z.starowicz@imim.pl

ORCID ID: 0000-0002-7175-4921

Scopus ID: 55279530400

Miejsca zatrudnienia i zajmowane stanowiska:

Dr inż. Zbigniew Starowicz w Instytucie Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN na stanowisku adiunkta.

Główne zainteresowania naukowe:

Materiały stosowane w ogniwach słonecznych, fizykochemia i technologia ogniw fotowoltaicznych. ogniwa III generacji, nanotechnologia, plazmonika, materiały tlenkowe. Ogniwa krzemowe, cienkowarstwowe, perowskitowe. Techniki charakteryzacji materiałów dla fotowoltaika: UV-Vis, elipsometria, FTIR, EIS, PL-EL, sonda czterostrzowa, charakterystyki I-V ogniw i modułów, i badania mikrostrukturalne SEM, AFM. Symulacje optoelektroniczne.

Przebieg kariery naukowej:

Od 2015 roku pracownik Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk

Studia Doktoranckie: Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk, 2011-2015

Studia podyplomowe: Profesjonalny kierownik projektów badawczo-rozwojowych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, 2012 - 2013

Studia Magisterskie: Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, kierunek Inżynieria Środowiska, 2005-2011

Dorobek naukowy:

Łącznie **48** opublikowanych pozycji, w tym: 38 prac w recenzowanych czasopismach naukowych ujętych w bazie Web of Science.

Najważniejsze publikacje w okresie ostatnich 5 lat:

1.

Z. Starowicz, K. Gawlińska-Nęcek, M. Bartmański, M. Wlazło, T. Płociński, B. Adamczyk-Cieślak, G. Putynkowski, P. Panek, Investigation of the Zn and Cu oxides for heterojunction thin film solar cell application, *Microelectronic Engineering* 221 (2020) 111196, DOI: 10.1108/mi-12-2018-0087

2.

P. Sawicka-Chudya, G. Wisz, M. Sibiński, **Z. Starowicz**, Ł. Głowa, M. Szczerba, M. Cholewa, Performance improvement of TiO₂/CuO by increasing oxygen flow rates and substrate temperature using DC reactive magnetron sputtering method, *Optik - International Journal for Light and Electron Optics* 206 (2020) 164297

3.

E. Korzeniewska, J. Sekulska-Nalewajko, J. Goćławski, R. Rosik, A. Szczęsny, **Z. Starowicz**, Surface Morphology Analysis of Metallic Structures Formed on Flexible Textile Composite Substrates, *Sensors* 2020, 20, 2128; doi:10.3390/s20072128

4.

M. Musztyfaga-Staszuk, **Z. Starowicz**, P. Panek, R. Socha, K. Gawlińska-Nęcek, The influence of material parameters on optical and electrical properties of indium-tin oxide (ITO) layer, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 1534, MicroTherm 2019 - Microtechnology and Thermal Problems in Electronics 24-26 June 2019, Lodz, Poland
doi:10.1088/1742-6596/1534/1/012001

5.

Z. Starowicz, K. Gawlińska - Nęcek, R.P. Socha, T. Płociński, J. Zdunek, M.J. Szczerba, P. Panek, Materials studies of copper oxides obtained by low temperature oxidation of copper sheets, *Materials Science in Semiconductor Processing* 121 (2021) 105368, <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105368>

6.

Bigos, M. Wolowicz, M. Janusz-Skuza, **Z. Starowicz**, M.J. Szczerba, R. Bogucki, E. Beltowska-Lehman, Citrate-based baths for electrodeposition of nanocrystalline nickel coatings with enhanced hardness, *Journal of Alloys and Compounds* 850 (2021) 156857, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.156857>

7.

Sławek, **Z. Starowicz**, M. Lipiński, The Influence of the Thickness of Compact TiO₂ Electron Transport Layer on the Performance of Planar CH₃NH₃PbI₃ Perovskite Solar Cells, *Materials* 2021, 14, 3295, <https://doi.org/10.3390/ma14123295>

8.

K. Gawlińska - Nęcek, P. Panek, **Z. Starowicz**, R.P. Socha, G. Putynkowski, M.K. Stodolny, B.B. Van Aken; The use of copper in solar cells and modules, *EU PVSEC*, 2020, 1AO.3.1

9.

K. Gawlińska - Nęcek, R.P. Socha, P. Balawender, M.K. Stodolny, B. B. Van Aken, **Z. Starowicz**, P. Panek, Silicon solar cells and modules with front contact paste containing copper-based component, *Progress in Photovoltaics Research and Applications*, 2021;29:1008-1019, <https://doi.org/10.1002/pip.3424>

10.

G. Wisz, P. Sawicka-Chudy, M. Sibiński, **Z. Starowicz**, D. Płoch, A. Góral, M. Bester, M. Cholewa, J. Woźny, A. Sosna-Głębska, Solar cells based on copper oxide and titanium dioxide prepared by reactive direct-current magnetron sputtering, *Opto-Electronics Review* 29 (2021) 97-104, <https://doi.org/10.24425/opelre.2021.139039>.

11.

Innowacyjne metody wytwarzania ogniw i modułów fotowoltaicznych, Praca zbiorowa Katarzyna Gawlińska-Nęcek, Łukasz Majchrowicz, **Zbigniew Starowicz**, Mateusz Wlazło, Grzegorz Putynkowski, Robert Piotr Socha, Piotr Panek; Innowacyjne metody produkcji ogniw i modułów fotowoltaicznych, ISBN: 978-83-65644-93-0, Wydawnictwo Attyka, Warszawa 2021. 3 podrozdziały

12.

M. Witkowski, **Z. Starowicz**, A. Zięba, B. Adamczyk-Cieślak, R.P. Socha, O. Szawcow, G. Kołodziej, M. Haras, J. Ostapko, The atomic layer deposition (ALD) synthesis of copper-tin sulfide thin films using low-cost precursors, *Nanotechnology* 33 (2022) 505603 (18pp), DOI 10.1088/1361-6528/ac9065

13.

Z. Starowicz, A. Zięba, J. Ostapko, M. Wlazło, G. Kołodziej, M.J. Szczerba, G. Putynkowski, R.P. Socha, Synthesis and characterization of Al-doped ZnO and Al/F co-doped ZnO thin films prepared by atomic layer deposition, *Materials Science and Engineering: B*, 292, 2023, 116405, <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2023.116405>

14.

A. Drygała, **Z. Starowicz**, K. Gawlińska-Nęcek, M. Karolus, M. Lipiński, P. Jarka, W. Matysiak, E. Tillová, P. Palček, T. Tański, Hybrid Mesoporous TiO₂/ZnO Electron Transport Layer for Efficient Perovskite Solar Cell, *Molecules* 2023, 28(15), 5656; <https://doi.org/10.3390/molecules28155656>

15.

S. Sahayaraj, **Z. Starowicz**, M. Ziółek, R. Socha, Ł. Major, A. Góral, K. Gawlińska-Nęcek, M. Palewicz, A. Sikora, T. Piasecki, T. Gotszalk, M. Lipiński, Synergistic effect of precursor and interface engineering enables high efficiencies in FAPbI₃ perovskite solar cells, *Materials*, *Materials* 2023, 16, 5352. <https://doi.org/10.3390/ma16155352>

16.

K. Gawlińska-Nęcek, **Z. Starowicz**, J. Woźny, P.M. Nuckowski, M. Musztyfaga-Staszuk, P. Panek, Ca-Doped Copper (I) Oxide Deposited via the Spray Coating Technique for Heterojunction Solar Cell Application, *Molecules* 2023, 28, 7324. <https://doi.org/10.3390/molecules28217324>

17.

K. Gawlińska-Nęcek, **Z. Starowicz**, M. Janusz-Skuza, M. Jarzębska, P. Panek, The Copper Oxide with Alkali Potassium Dopant for Heterojunction Solar Cells Application, *Electron. Mater. Lett.* 20, 548-556, (2024). <https://doi.org/10.1007/s13391-024-00490-3>

18.

W. Bulowski, A. Szwanda, K. Gawlińska-Nęcek, P. Panek, M. Lipiński, M. Janusz-Skuza, M.J. Szczerba, Ł. Majchrowicz, A. Mahapatra, D. Prochowicz, **Z. Starowicz**, Optimization of the ETL titanium dioxide layer for inorganic perovskite solar cells, *J Mater Sci* 59, 7283-7298 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10853-024-09581-w>

19.

K. Gawlińska-Nęcek, M. Kot, **Z. Starowicz**, A. Jarzębska, P. Panek, J. I. Flege, Instability of Formamidinium Lead Iodide (FAPbI₃) Deposited on a Copper Oxide Hole Transporting Layer (HTL), *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2024, 16, 21, 27936-27943, <https://doi.org/10.1021/acsami.4c03440>

20.

S. Sahayaraj, R. Knura, K. Skibińska, **Z. Starowicz**, W. Bulowski, K. Gawlińska-Nęcek, P. Panek, M. Wojnicki, S. Iwanek, Ł. Majchrowicz, R.P. Socha, Tuning the Optical and Electrical Properties of ALD-Grown ZnO Films by Germanium Doping, *Materials* 2024, 17(12), 2906; <https://doi.org/10.3390/ma17122906>

21.

K. Gawlińska-Nęcek, R.P. Socha, **Z. Starowicz**, Ł. Major, P. Panek, Ambient Stability of Sodium-Doped Copper Oxide Obtained through Thermal Oxidation, *Materials* 2024, 17, 4823. <https://doi.org/10.3390/ma17194823>

22.

K. Gawlińska-Nęcek, M. Kot, **Z. Starowicz**, M. Janusz-Skuza, P. Panek, L. Marth, P. Plate, J. I. Flege, Reaction Dynamics between Formamidinium Lead Iodide and Copper Oxide, *ACS Applied Materials & Interfaces* 16(42) 57878-57887 <https://doi.org/10.1021/acsami.4c12990>

23.

A. Miklas, **Z. Starowicz**, M. Lipiński, M.J. Wójcik, T. Nakajima, M.Z. Brela, The Modeling of Perovskite Materials CsPbX₃ (X = I, Br) by Changing the Concentration of Halide: Experimental and DFT Study, *Physchem* 2025, 5, 3 <https://doi.org/10.3390/physchem5010003>

24.

A. Szwanda, W. Bulowski, K. Gawlińska-Nęcek, A. Bigos, M. Lipinski, Ł. Majchrowicz, **Z. Starowicz**, Investigation of solvent and temperature effects of PbBr₂ layer and studies of phase change kinetics for CsPbBr₃ inorganic perovskite solar cells, *Materials Science in Semiconductor Processing* 192 (2025) 109386, <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2025.109386>

25.

Z. Starowicz, W. Dawidowski, J. Ostapko, M. Wlazło, G. Putynkowski, M.J. Szczerba, J. Woźny, M. Wełna, K. Gawlińska-Nęcek, P. Panek, Effects of Thickness and Deposition Temperature of ALD ZnO Thin Films on the Improvement of Electrical Properties through Dedicated Low Temperature Annealing Post-Processing, *Materials Science & Engineering B*-Accepted 2025

Udział w projektach badawczo-rozwojowych:

1. 2012/05/B/ST8/00087, OPUS, Badanie wpływu nanocząstek metali i półprzewodników na właściwości optoelektroniczne materiałów kompozytowych., 2013 - 2016, Wykonawca

2. 2013/09/N/ST8/04165, PRELUDIUM, „Dobór i szczegółowa analiza warunków kierunkowej teksturyzacji powierzchni fotowoltaicznego krzemu w celu poprawy własności optoelektronicznych. 2014 - 2015, Wykonawca.

3. 2014/13/N/ST8/00858, PRELUDIUM, Wpływ parametrów procesu fotochemicznego

osadzania nanocząstek metali na podłożu dwutlenku tytanu na właściwości plazmoneczne otrzymanych nanostruktur, 2015-2017, Kierownik projektu i główny wykonawca.

4. GEKON2/04/268473/23/2016 „Elastyczne pokrycie fotowoltaiczne”. 2016-2018, Wykonawca

5. POIR.01.01.01-00-1598/15-00 „Opracowanie technologii wytwarzania komponentu i pasty miedziowej wykorzystywanej w procesie produkcji kontaktów elektrycznych ogniwo krzemowych” w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020, Młodszy Pracownik Naukowy

6. POIR.0101.01-00-1022/16-00 „Opracowanie hybrydowego ogniwa fotowoltaicznego” 2017-2018, Młodszy Pracownik Naukowy.

7. TECHMATSTRATEG2/409122/3/NCBR „Opracowanie technologii wytwarzania materiałów funkcjonalnych do zastosowań w bezkrzemowych ogniwach fotowoltaicznych” 2019 -2021, Wykonawca

8. 2018/31/B/ST8/03294, OPUS, Otrzymywanie i charakterystyka nowych materiałów do perowskitowych ogniwo słonecznych, 2019-2022, Wykonawca

9. TANGO-V-C/0014/2021-00, Semitransparentne kolorowe ogniwo słoneczne oparte na nieorganicznych materiałach halogenkowych o wysokiej stabilności” 2022 - 2024, Kierownik projektu

10. Norway Grants 2014-2021 via the National Centre for Research and Development, project no. NOR/SGS/DMOPV/ 0190/2020-00 "Doping of metal oxides with particular emphasis on copper oxide, by spray coating method to reduce its resistivity for use in a thin-film heterojunction and perovskite solar cells"

Wykłady i wystąpienia konferencyjne:

Razem 54 prezentacje i wystąpienia w tym 24 prezentacje własne wygłaszane lub prezentowane osobiście.

Doświadczenia naukowe zdobyte w kraju i za granicą:

- Szkolenie „Upowszechnianie osiągnięć polskiej oraz światowej fotowoltaiki w procesie kształcenia na poziomie wyższym - II edycja” organizowany przez Laboratorium Fotowoltaiczne IMIM PAN (luty 2011-czerwiec 2011)
- Studia podyplomowe Profesjonalny kierownik projektów badawczo-rozwojowych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, 1.10.2012-30.06.2013
- Szkolenie Nano-scale Materials and Advanced Characterization Techniques, Niemcy, Uniwersytet Techniczny w Dreźnie, 5-6.12.2012
- Szkolenie: Przedsiębiorczy pracownik naukowy, EPRD, Warszawa 11.2012 -02.2013
- Staż naukowy, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie, kwiecień - maj 2013,
- Staż naukowy w ramach programu Erasmus, Turcja, TÜBİTAK MAM Chemistry Institute ,Gebze, Kocaeli, 26.09-04.10.2013
- Kurs internetowy "Solar Cells, Fuel Cells and Batteries" organizowany przez Uniwersytet Stanforda zakończony wyróżnieniem (październik 2013-styczeń 2014)
- Staż naukowy, Instytut Fizyki PAN w Warszawie, 21-25.07.2014
- Staż naukowy w ramach programu Erasmus, Organiczne koncentratory luminescencyjne w matrycach ciekłokrystalicznych, Holandia, TUE, Eindhoven, 20.03-30.03.2017
- Młodszy pracownik naukowy w CBRTP S.A. w okresie 07.2016 - 05.2018.
- Starszy pracownik naukowy w Hanplast sp. z o.o. w okresie 07.2019 - 03.2020.
- Szkolenie z Design Thinking, Politechnika Łódzka, 10. 2020.
- Wizyta studyjna w ramach projektu mobilnościowego w zakresie badań nad perowskitowymi ogniwami słonecznymi, ViperLAB ENEA, Portici, Włochy, 25-28.11.2024.

Najważniejsze międzynarodowe i krajowe wyróżnienia wynikające z prowadzenia badań naukowych lub prac rozwojowych:

- Współtwórca projektu OZI - ekologiczny pojazd o napędzie hybrydowym, ramach grantu Rektora AGH i działalności koła naukowego Odnawialnych Źródeł Energii „Grzała”.
- I m-ce za najlepsze wystąpienie na III Symposium Fotowoltaika i Transparentna Elektronika-Perspektywy Rozwoju (Świeradów-Zdrój) 2012
- Stypendium doktoranckie DOCTUS na lata 2012-2015
- Odznaczenie Brązowym Krzyżem Zasługi za działalność naukową, Prezydent RP, Kraków, 2022

Osiągnięcia w zakresie kształcenia kadr naukowych

Promotor: pomocniczy pracy doktorskiej, Marty Janusz 2017,

Promotor pracy magisterskiej Agaty Szwandy i Wojciecha Bulowskiego z UBB oraz p-r pomocniczy w pracy magisterskiej Szymona Zimnego z AGH, 2023

Opieka nad stażem Alicji Mikłas z UJ, 2021, Opiekun praktyki studenckiej - Kacper Łucki AGH, 2024.

Inne

Od 2015 roku Ekspert w Zespole Laboratoriów Badawczych IMIM PAN, L-9 Laboratorium Fotowoltaiczne posiadające procedury badawcze akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji.

Współorganizator i współprowadzący wykłady promujące naukę; II Kongres „Nauka dla Społeczeństwa” czerwiec 2024, Małopolska Noc Naukowców IMIM PAN, wrzesień 2024 oraz Ogólnopolski Dzień Inżynierii Materiałowej IMIM PAN, marzec 2025.