



**Wojskowa
Akademia
Techniczna**
Im. Jarosława Dąbrowskiego

**Instytut
Optoelektroniki** 

Warszawa, dn. 27.10.2017 r.

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Bielecki
Instytut Optoelektroniki WAT
ul. Gen. S. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa
tel. 261 83 96 78,
e-mail: zbigniew.bielecki@wat.edu.pl

RECENZJA

**dorobku naukowego i osiągnięcia naukowego - jednotematycznego cyklu
publikacji dr Ewy Przeździeckiej
ubiegającej się o stopień doktora habilitowanego**

1. Podstawa prawna wykonania recenzji:

- Pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu Fizyki Polskiej Akademii Nauk prof. J. Kossuta z dnia 05 października 2017 r.;
- Pismo Centralnej Komisji Do Spraw Stopni i Tytułów nr BCK-V-L-7130/17 z dnia 7 września 2017 r.;
- Ustawa z dnia 14 marca 2011 r. o zmianie ustawy – Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw Dz. U. 2011 nr 84 poz. 455;
- Ustawa z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595, z późniejszymi zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego Dz. U. nr 196 poz. 1165.

2. Zakres recenzji i ocena otrzymanej dokumentacji

Przedmiotem recenzji, zgodnie z przywołanymi powyżej przepisami, są wymienione w ustawie grupy dorobku i aktywności – dorobek naukowy, w tym wskazane przez Kandydata osiągnięcia naukowe oraz dorobek dydaktyczny, popularyzatorski, współpraca międzynarodowa, a także uzyskane nagrody i wyróżnienia. Recenzja została wykonana na podstawie otrzymanej dokumentacji w postaci elektronicznej.

3. Informacje ogólne o Habilitantce

Doktor Ewa Przeździecka w 2001r. ukończyła studia wyższe na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i uzyskała dyplom magistra. Praca magisterska dotyczyła „*Wpływu światła na przewodnictwo struktur zawierających kropki kwantowe*”.

W 2008 r. uzyskała ona stopień doktora nauk fizycznych w Instytucie Fizyki, Polskiej Akademii Nauk. Temat rozprawy – *Własności optyczne i elektryczne ZnO typu p otrzymanego metodą utleniania ZnTe*” przygotowanej pod kierownictwem naukowym prof. dr. hab. Jacka Kossuta.

W okresie 01.04.2001 – 30.06.2001 odbyła staż naukowy w Instytucie Technologii Elektronowej w Warszawie (praca przy wzroście warstw półprzewodnikowych metodą MBE). Od 01 lipca 2001r. do 30. września 2001r. była zatrudniona na stanowisku inżyniera w Instytucie Technologii Elektronowej, a następnie od 01.01. 2007 do dziś w Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk odpowiednio na stanowiskach fizyka (01.01. 2007-31.07.2008) i adiunkta (od 01.08.2008).

W okresie od 10..07.2010 do 12.12.2010 przebywała na urlopie macierzyńskim.

4. Ocena wskazanego przez Habilitantkę osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, w rozumieniu art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 ze zm.), będące podstawą do wszczęcia i przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr Ewa Przeździecka przedstawiła cykl 9 prac powiązanych tematycznie pt.: ***"Badanie stanów domieszek i detekcji promieniowania UV w warstwach i heterostrukturach bazujących na ZnO"***.

Wszystkie prace znajdują się na liście Journal Citation Reports (JCR) o **sumarycznym** współczynniku wpływu **Impact Factor (IF)** równym **22,91**.

Habilitantka jest pierwszym autorem w siedmiu publikacjach z cyklu 9 prac powiązanych tematycznie. Jej udział w opracowaniu tych prac waha się od 25% (1. publikacja H8), poprzez 30% (1. publikacja H2), 60% (2. publikacje H1 i H3), 65% (3. publikacje H4, H5 i H6) oraz 70% (2. publikacje H7 i H9).

Sześć publikacji posiada współczynnik wpływu IF o wartości powyżej 2.5 a zbiór publikacji przedstawiony jako osiągnięcia naukowe zawiera nowatorskie i oryginalne wyniki, które zostały opublikowane w uznanych czasopismach naukowych.

Opisowy wkład Habilitantki w opracowanie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego przedstawiono w poniższej tabeli.

Lp.	Tytuł publikacji/Autorzy	Merytoryczny udział Habilitantki	[%] udziału
H1	„The chemical states of As 3d in highly doped ZnO grown by Molecular Beam Epitaxy and annealed in different atmospheres”. Thin Solid Films 605, 283-288 (2016), IF 1.761. Przedziecka, E.; Stachowicz, M.; Lisowski, W.; Guziewicz, E.; Sobczak, J. W.; Jakiela, R.; Jablonski, A.; Jarosz, D.; Kozanecki, A.	- Wykonanie próbek metodą MBE, - przeprowadzenie badań, - analiza uzyskanych wyników PL oraz XPS, - redagowanie manuskryptu.	60
H2	„XPS study of arsenic doped ZnO grown by Atomic Layer Deposition”, Journal of Alloys and Compounds, 582, 594 (2014) IF 2.999 Snigurenko, D.; Jakiela, R.; Guziewicz, E.; Przedziecka, E.; Stachowicz, M.; Kopalko, K.; Barcz, A.; Lisowski, W.; Sobczak, J. W.; Krawczyk, M.; Jablonski, A.	- Analiza widm PL, - redakcja części publikacji dotyczącej luminescencji, - współudział w analizie wyników XPS, SIMS, - współudział w redakcji pracy.	30
H3	„Arsenic chemical state in MBE grown epitaxial ZnO layers - doped with As, N and Sb”, Journal of Alloys and Compounds, 687, 937-942 (2016) IF 2015 -3.014 Przedziecka, E.; Lisowski, W.; Jakiela, R.; Sobczak, J. W. Jablonski, A. Pietrzyk, M. A.; Kozanecki, A.	- Wykonanie badanych struktur, - zaproponowanie i przeprowadzenie badań, - analiza uzyskanych wyników, - redagowanie manuskryptu.	60
H4	“Characteristics of ZnO:As/GaN heterojunction diodes obtained by PA-MBE”. J. Phys. D: Appl. Phys. 46, 035101 (2013) IF 2.521 Przedziecka, E.; Wierzbicka, A.; Reszka, A.; Goscinski, K.; Droba, A. Jakiela, R.; Dobosz, D.; Krajewski, T. A.; Kopalko, K.; Sajkowski, J. M.; Stachowicz, M.; Pietrzyk, M. A.; Kozanecki, A.	- Wykonanie badanych struktur metodą MBE, - zaplanowanie przeprowadzonych badań, - przeprowadzenie badań elektrycznych i elektro-optycznych, - analiza uzyskanych wyników, - redagowanie manuskryptu.	65
	„Spectrum selective UV detectors from an p-ZnO:As/n-GaN diodes grown by Molecular Beam Epitaxy”. Sensors and Actuators A-Physical 195, 27-31 (2013) IF 1.943	- Wykonanie struktur diodowych ZnO:As/GaN metodą MBE, - przeprowadzenie badań charakterystyk prądowo-napięciowych,	

H5	Przedziecka, E.; Goscinski, K.; Stachowicz, M.; Dobosz, D.; Zielony, E.; Sajkowski, J. M.; Pietrzyk, M. A.; Placzek-Popko, E.; Kozanecki, A.	- wykonanie pomiarów fotoprądu oraz zaników fotoprądu, - analiza i interpretacja wyników, - napisanie pracy.	65
H6	„Dual-acceptor doped p-ZnO:(As,Sb)/n-GaN heterojunctions grown by PA-MBE as a spectrum selective ultraviolet photodetector” Physica Status Solidi A – Applications and Materials Science 211, 2072-2077 (2014) IF 1.616 Przedziecka, E.; Wierzbicka, A.; Dluzewski, P.; Stachowicz, M.; Jakiela, R.; Goscinski, K.; Pietrzyk, M. A.; Kopalko, K.; Kozanecki, A.	- Wykonanie struktur ZnO:AsSb, - przeprowadzenie pomiarów elektrycznych i pomiarów fotoprądu, - analiza wyników, - napisanie pracy.	65
H7	„Electron beam induced current profiling of the p-ZnO:N/n-GaN heterojunction”. Applied Physics Letters 106, 062106 (2015) IF 3.142 Przedziecka, E.; Stachowicz, M.; Chusnutdinow, S.; Jakiela, R.; Kozanecki, A.	- Wykonanie struktur diodowych, - wykonanie i interpretacja wyników pomiarów elektrycznych i elektro-optycznych, - analiza wyników PL oraz wyników E-BIC, - redakcja pracy.	70
H8	„n-ZnO/p-4H-SiC diode: Structural, electrical, and photoresponse characteristics”. Applied Physics Letters 107, 101105 (2015) IF 3.142 Guziewicz, M.; Schifano, R.; Przedziecka, E.; Domagala, J. Z.; Jung, W.; Krajewski, T.A.; Guziewicz, E.	- Zaplanowanie, wykonanie i przeanalizowanie wyników badań fotoprądu w funkcji energii padającego promieniowania i w funkcji mocy, - pomiar charakterystyk prądowo-napięciowych po oświetleniu, oraz czasów zaniku fotoprądu, - współdziałal w napisaniu pracy, - korespondencja z recenzentami.	25
H9	„The p-ZnO:Ni-Al ₂ O ₃ /n-GaN heterostructure-electron beam induced profiling, electrical properties and UV detectivity”. J. Phys. D: Appl. Phys. 48, 325105 (2015) IF 2.772 Przedziecka, E.; Chusnutdinow, S.; Guziewicz, E.; Snigurenko, D. Stachowicz, M. Kopalko, K.; Reszka, A.; Kozanecki, A.	- Zaplanowanie struktury, - wykonanie wzrostu warstwy ZnO:N, - interpretacja wyników E-BIC, - współdziałal w wykonaniu pomiarów elektrycznych i pomiarów fotoprądu struktury, - interpretacja wyników, - współdziałal w napisaniu publikacji.	70

Prezentowany jednotematyczny cykl publikacji dotyczy problemu detekcji promieniowania UV, badań defektów związanych z domieszkowaniem warstw ZnO, kontrolą jakości międzypowierzchni a także zastosowaniem warstw ZnO do wykonania wysokiej jakości złącz półprzewodnikowych w celu uzyskania selektywnej detekcji promieniowania z zakresu UV.

Przedstawione w tabeli dane wskazują jednoznacznie na wiodącą rolę Habilitantki w opracowaniu monotematycznego cyklu publikacji będącego podstawą wystąpienia o awans naukowy.

Do najważniejszych a zarazem wymiernych osiągnięć Autorki w tym zakresie tematycznym należy zaliczyć:

- wykazanie, że zmiany stanu chemicznego/ulokowania w sieci krystalicznej domieszki arsenu w ZnO zależą nie tylko od temperatury, ale także od atmosfery w której są wygrzewane warstwy. Autorka pokazała złożoną naturę wbudowania się atomów arsenu w ZnO i wykazała, że część atomów arsenu wbudowuje się w miejscu cynku, część w kompleksie z dwiema lukami cynkowymi, oraz nieznaczna część (kilka procent) w miejsce tlenu (H1). Wygrzewanie przeprowadzono w atmosferze tlenu, argonu i azotu.
- wykazanie wpływu różnych warunków wzrostu ZnO (metodą MBE oraz ALD) na stan domieszki As [H1, H2]. Porównując widma XPS dla próbek otrzymanych różnymi metodami zaobserwowano wyraźne różnice we wzajemnej intensywności wkładów do widma As3d, pochodzących od atomów arsenu różnie wbudowanych w strukturę.
- uzyskanie zmiany stanu domieszek akceptorowych na skutek dodatkowego domieszkowania atomami grupy V. Wykonano i scharakteryzowano próbki ZnO domieszkowano pojedynczo arsenem, podwójnie arsenem i azotem oraz dodatkowo arsenem, azotem i antymonem. Autorka wykazała, że dodatkowe domieszkowanie akceptorami może prowadzić do efektywnego uzyskiwania p-typu w ZnO [H 3].
- wykonanie wysokiej jakości struktur diodowych zawierających warstwy ZnO pojedynczo i podwójnie domieszkowane atomami grupy V. Było to możliwe dzięki zbadaniu procesu i opracowaniu procedury wygrzewania po wzroście warstw domieszkowych. W wypadku wygrzewanych struktur złączowych ZnO:N/GaN uzyskano wysoki współczynnik prostowania ok. 10^7 , oraz niski prąd ciemny ok. 10^{-10} A [H7]. Jest to bardzo ważny parametr detektora, umożliwiający detekcję promieniowania o bardzo małym natężeniu [H4-H8]. W wypadku struktur ZnO:As/GaN, ZnO:N/GaN, ZnO:AsSb/GaN uzyskano dużą selektywność widmową. Szerokość połówkowa piku fotoprądu była na poziomie 12-27 nm, zatem uzyskana selektywność plasuje się w czołówce wyników dla struktur detektorowych bazujących na materiałach szerokoprzerwowych. Piki detekcji były zlokalizowane w 364 nm i 367 nm (odpowiednio oświetlanie od góry i dołu) [H6]. Uzyskane wyniki selektywnej detekcji promieniowania UV dla struktur diodowych przedstawionych w pracach [H4-H8] można zaliczyć do czołówki wyników światowych uzyskanych dla detektorów bazujących na materiałach GaN, ZnO oraz SiC. Przy braku filtrów uzyskano struktury nieczułe na zakres widzialny

promieniowania i wykrywające promieniowanie UV w wąskim zakresie widmowym. Uzyskane czasy odpowiedzi są rzędu 1 ms (wynika to z zastosowania czopera mechanicznego do modulacji promieniowania).

- pokazanie możliwości zmiany zakresu detekcji struktur diodowych w wyniku dodania przekładki izolującej (Al_2O_3) pomiędzy warstwy ZnO a GaN [H9]. Uzyskano heterozłącza (strukturę p-i-n detektora UV) o dobrych parametrach (współczynnik prostowania ok. 10^6 , prąd ciemny ok. 10^{-11}A).

Podjęta przez dr Ewę Przeździecką tematyka badawcza jest bardzo ważna w zakresie badań podstawowych dotyczących zrozumienia wbudowywania się domieszek grupy V (N, As, Sb) do sieci krystalicznej ZnO, występujących w niej defektów i kontrolą jakości międzypowierzchni. Prace badawcze wnoszą istotny wkład w otrzymanie wysokiej jakości diodowych struktur detektorowych w wąskim zakresie widmowym promieniowania UV. Zaprojektowanie, wykonanie i przeprowadzenie badań złącz zawierających warstwy ZnO jest ważnym etapem w kierunku aplikacji tych detektorów. Mogą być one przydatne w ochronie środowiska, w zastosowaniach przemysłowych, do przesyłania informacji w przestrzeni kosmicznej, badaniach atmosfery, w zastosowaniach medycznych oraz militarnych (wykrywanie rakiet).

Bardzo wartościowe wyniki badań uzyskane przez dr Ewę Przeździecką były podstawą do przyznania dwóch patentów:

- 1) *Struktura detektorów UV oraz sposób wykonania struktury detektora UV*. PL 220515,
- 2) *Struktura p-i-n detektora UV oraz sposób wykonania struktury*. PL 403520.

Liczba cytowań cyklu 9 publikacji (osiągnięcia naukowego) na dzień **25.10.2017r.** według bazy **Web of Science** wynosi **49/66** (bez autocytowań/wszystkich), indeks **h=5**.

Reasumując, stwierdzam, że wkład Habilitantki w opracowanie prac stanowiących osiągnięcie naukowe nie budzi żadnych wątpliwości i spełnia wymagania wynikające z przepisów w zakresie rozprawy habilitacyjnej.

Uzyskane przez Habilitantkę wyniki są bardzo wartościowe, czego dowodem są publikacje w renomowanych czasopismach naukowych.

5. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Doktor Ewa Przeździecka swoją działalność naukową przedstawiła w autoreferacie oraz w trzech załącznikach. Zauważa się znacząco większą aktywność naukową Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora. W pierwszym okresie (staż w ITE) pracowała w laboratorium

Epitaksji z Wiązek Molekularnych. W ramach pracy magisterskiej zajmowała się pomiarami fotoprądu w próbkach GaInAs/GaS zawierających kropki kwantowe.

W trakcie trwania doktoratu wykonywała metodą MBE warstwy ZnTe i ZnMnTe, oraz zajmowała się badaniami optycznymi warstw ZnO uzyskanych metodą utleniania termicznego. Badała także własności magnetooptyczne pólmagnetycznych warstw $Zn_{1-x}Mn_xO$.

Po zakończeniu prac nad doktoratem zajmowała się badaniami warstw ZnO wykonanymi metodą ALD ze szczególnym uwzględnieniem ich własności optycznych, oraz uczestniczyła w pracach dotyczących wzrostu i charakteryzacji drutów i studni kwantowych.

Należy podkreślić, że Habilitantka publikowała prace w liczących się czasopismach z listy JCR takich jak: *Physical Review B*, *Journal of Applied Physics*, *Semiconductors Science and Technology*, *Microelectronic Engineering*, *Sensors and Actuators A*, *Journal of Crystal Growth*, *Physica Status Solidi B*, *Physica Status Solidi A*, *Journal of Luminescence*, *Thin Solid Films*, *Solid State Communication*, *Journal of Physics D*, *Applied Physics Letters*, *Physica Status Solidi C*, *Journal Alloys and Compounds*, *Acta Physica Polonica A*.

Działalność naukowa dr Ewy Przeździeckiej jest dobrze spopularyzowana w krajowych i międzynarodowych środowiskach naukowych. Jest współautorką 12 referatów zaproszonych (cztery z nich wygłosiła osobiście), oraz 25 referatów na konferencjach międzynarodowych i krajowych. Była autorem i współautorem 80. prezentacji plakatowych na konferencjach międzynarodowych. Wygłosiła 7 seminariów związanych z tematem habilitacji oraz 2 dotyczące doktoratu.

O bardzo dużej aktywności naukowo badawczej dr Ewy Przeździeckiej świadczy również udział w dwóch projektach międzynarodowych (w projekcie europejskim VERSATILE jako wykonawca i projekcie ERASMUS+), oraz w 3 projektach krajowych (w jednym z nich – typu Sonata była kierownikiem a głównym wykonawcą w dwóch). Jest także współautorką (pierwszym autorem) dwóch udzielonych patentów krajowych, oraz 2 zgłoszeń patentowych.

Brała także aktywny udział w montażu oraz uruchomieniu i testowaniu maszyny MBE Compact 21. Uczestniczyła w zakupie, modyfikacji i rozbudowie układu do pomiarów DLTS, oraz w przygotowaniu specyfikacji do zakupu maszyny MBE dla Centrum Zaawansowanych Materiałów i Technologii CEZAMAT.

Była recenzentem 18. prac skierowanych do: Sensors and Actuators, Appl. Phys. Lett., Phys. Stat. Solidi (c) and (b), Acta Phys. Pol. A, Materiale Science – Poland, Jurnal of Crystal Growth, Applied Physics A, Applied Materials and Interfaces, Central European

Journal of Physics, Thin Solid Films, Solid State Sciences, Physical Chemistry Chemical Physics, Journal of Chemistry C.

Otrzymała ona również dwie nagrody na targach innowacyjności: *INTARG* (Katowice) gdzie uzyskała srebrny medal oraz *Brussels Innova* (Bruksela), gdzie uzyskała złoty medal.

Dorobek naukowy dr Ewy Przeździeckiej obejmuje łącznie **41** prac indeksowanych w *Journal of Citation Reports* (pod nazwiskiem **Przeździecka** oraz nazwiskiem panińskim **Ilczuk**). Całkowita liczba cytowań wynosi **515**, bez uwzględniania autocytowań – **444**, indeks Hirscha *h* wynosi **13** (stan z dnia 25.10.2017r.).

6. Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

Habilitantka jest promotorem pomocniczym pracy doktorskiej mgr Karoliny Paradowskiej z Politechniki Wrocławskiej; tytuł rozprawy: „Właściwości elektrooptyczne heterostruktur na bazie ZnO i ZnMgO wytworzonych metodą PA-MBE”. Data otwarcia przewodu: 05.05.2016.

Opiekowała się stażami studenckimi w Instytucie Fizyki PAN (studenci z Wydziału Fizyki i Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, oraz Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego).

Brała ona aktywny udział w popularyzowaniu wyników badań na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych. Do najważniejszych z nich można zaliczyć: *Krajową Konferencję Elektroniki, Modern Techniques in Photoelectron Spectroscopy – Experiments and Data Analysis, Energy Materials Nanotechnology, BIT's 2nd Annual World Congress of Advanced Materials, Int. School on the Physics of Semiconducting Componds, International School and Conference on the Physic of Semiconductors, First Polish-American Symposium: new low dimensional structures of wide gap semiconductors for spintronics and new functional materials (2007) Polska, International Workshop on Zinc Oxide and Related Materials, International Conference on II-VI Compounds and Related Materials, E-MRS Fall Meeting, Konferencja Kwantowe Nanostruktury Półprzewodnikowe do Zastosowań w Biologii i Medycynie, Seminarium Fizyki Materii Skondensowanej, oraz Seminarium Rentgenowskie IF PAN.*

Inną formą popularyzacji nauki było prowadzenie przez Habilitantkę sesji na *Energy Materials Nanotechnology Prague Meeting 2016 (EMN 2016)* w Pradze, Czechy.

5. Wniosek końcowy

Analiza dorobku naukowego dr Ewy Przeździeckiej, pozwala jednoznacznie stwierdzić, że osiągnięcia Habilitantki, ze szczególnym uwzględnieniem dorobku po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych wskazują na Jej znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej fizyka. Osiągnięcie naukowe w postaci dzieła jednotematycznego cyklu publikacji pt. **"Badanie stanów domieszek i detekcji promieniowania UV w warstwach i heterostrukturach bazujących na ZnO"** oraz dorobek publikacyjny, dydaktyczny i organizacyjny, a także walory aplikacyjne jego prac spełniają wymagania określone w art. 16 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dziennik Ustaw z 2003 r. nr 65, poz. 595 wraz z późniejszymi zmianami). Dowodzą one właściwego poziomu Kandydatki oraz odpowiedniego przygotowania do samodzielnego prowadzenia prac naukowo – badawczych.

Wnoszę o nadanie stopnia doktora habilitowanego Ewie Przeździeckiej w dziedzinie nauk fizycznych, w dyscyplinie fizyka.



prof. dr hab. inż. Zbigniew Bielecki