



Ocena dorobku naukowego oraz osiągnięcia naukowego zatytułowanego "Badania nad własnościami optoelektronicznymi półprzewodników z grupy III-V rozrzedzanych bizmutem i azotem" dr Wojciecha Mieczysława Linharta, w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Pan dr Wojciech Mieczysław Linhart uzyskał stopień naukowy doktora nauk fizycznych w roku 2012, na Wydziale Fizyki Uniwersytetu w Warwick w Wielkiej Brytanii, pod kierunkiem prof. Chrisa McConville. Następnie w latach 2012-2014 był odbył staż podoktorski w *Stephenson Institute for Renewable Energy* przy Uniwersytecie w Liverpool w Wielkiej Brytanii. W latach 2014-2017 był zatrudniony jako asystent na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej, a od roku 2017 do chwili obecnej jest zatrudniony jako adiunkt w tej samej instytucji.

Jako osiągnięcie naukowe będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego Pan dr Wojciech Mieczysław Linhart przedstawił cykl trzynastu publikacji, które opisują przeprowadzone przez niego i współautorów badania struktury krystalicznej i elektronowej nowej klasy materiałów krystalicznych z grupy III-V rozcieńczonych azotem i bizmutem, określanymi jako HMA (*highly mismatched alloys*). Habilitant zbadał kilka różnych systemów trójskładnikowych: $\text{GaN}_x\text{Sb}_{1-x}$, $\text{InN}_x\text{Sb}_{1-x}$, $\text{GaSb}_x\text{Bi}_{1-x}$, $\text{InSb}_x\text{Bi}_{1-x}$, oraz czteroskładnikowych: $\text{GaAs}_{1-x-y}\text{N}_x\text{Bi}_y$, $\text{InN}_x\text{As}_{1-x-y}\text{Sb}_y$, $\text{GaIn}_x\text{Sb}_{1-x-y}\text{Bi}_y$, oraz studnie kwantowe zbudowane z badanych materiałów. Niektóre z tych układów pozwalają na równoczesne dopasowanie wielkości przerwy energetycznej i stałej sieciowej do założonych wartości, co jest szczególnie atrakcyjne dla projektowania funkcjonalnych układów epitaksjalnych. W większości przypadków badania zostały wykonane dla zmieniających się koncentracji składników (x lub x i y), w ten sposób by możliwe było odczytanie trendów zmieniających się właściwości materiałowych. Jakkolwiek prowadzone w kontekście przewidywanych przyszłych zastosowań, głównie na polu źródeł laserowych w zakresie podczerwieni, badania te mają charakter podstawowy. W centrum uwagi habilitanta pozostaje, istotna dla tych zastosowań, struktura elektronowa w okolicy punktu Γ strefy Brillouina, a szczególnie wielkość przerwy energetycznej. Wydzielony udział habilitanta obejmuje: opracowanie koncepcji badań i rolę lidera projektu badawczego w części prac, a we wszystkich pracach przeprowadzenie badań technikami spektroskopii optycznej, obliczenia struktury elektronowej w ramach teorii kp i przygotowanie (łącznie z jego udziałem) części tekstów manuskryptów. Wiodąca rola habilitanta w utworzeniu co najmniej pięciu pozycji z omawianego cyklu 13 publikacji nie budzi wątpliwości – jest on oznaczony w tych pracach jako autor korespondencyjny. W pozostałych ośmiu publikacjach jego rola jest również bardzo istotna, często występuje tam jako drugi autor poza kolejnością alfabetyczną, w niektórych z tych publikacji jego znaczny (większy niż pozostałych współautorów) wkład jest wyróżniony stosownymi adnotacjami. Oświadczenia współautorów prac, potwierdzające ten stan rzeczy, zostały dołączone przez habilitanta do jego wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego.

Techniki badawcze stosowane w pracach wchodzących w skład przedstawionego cyklu to techniki optyczne: absorpcji, emisji i odbicia, dyfraktometria rentgenowska oraz skaningowa i transmisyjna mikroskopia elektronowa. Schemat większości prac jest powtarzalny - próbki są przygotowane przez współpracujące grupy naukowe (z uniwersytetów w Warwick, Michigan, Lancaster, Sheffield, Montpellier), badane w kontekście struktury krystalicznej i składu

chemicznego metodami XRD, RBS i kanałowania RBS, oraz badane metodami optycznymi przez habilitanta. Następnie poprzez uwzględnienie oddziaływań elektronowych między pasmami kryształu-gospodarza i poziomami atomowymi podstawionych w podsieci V pierwiastków traktowanych jako domieszki (typowe koncentracje tych dodatków to jeden, kilka procent), wyznaczana jest teoretyczna struktura pasmowa w okolicy punktu Γ , i obliczane są widma do porównania z eksperymentem, co również jest wyłącznym wkładem habilitanta. Chciałbym tutaj zwrócić uwagę na to, że spektroskopia optyczna daje uwikłaną informację o pasmach elektronowych - w spektroskopii absorpcji mierzone są złączone gęstości stanów, obserwowane są efekty związane z silnym domieszkowaniem i z zajętością pasm, w spektroskopii emisji obserwowane są linie ekscytonowe (nie sposób wyliczyć tutaj wszystkich komplikacji), w związku z tym zaawansowane, uważne modelowanie jest konieczne w celu interpretacji wyników. Sprostanie takim wyzwaniom wymaga od badacza kompetencji naukowych na wysokim poziomie, obejmujących wszystkie istotne aspekty wpływające na widma. Chociaż mam pewne zastrzeżenia co do jednoznaczności i kompletności wyników uzyskiwanych za pomocą zastosowanego zestawu metod (m.in. z powodu nieintencjonalnego samodomieszkowania syntezowanych materiałów, które było badane tylko incydentalnie) to rozumiem, że kompletność badań świadomie nie była zakładana, jako że pogłębione badania byłyby możliwe wyłącznie kosztem drastycznego zmniejszenia liczby przebadanych systemów. Po lekturze cyklu publikacji "*Badania nad własnościami optoelektronicznymi półprzewodników z grupy III-V rozrzedzanych bizmutem i azotem*" jestem przekonany, że Pan Wojciech Mieczysław Linhart zaprezentował bardzo wysoki poziom swoich kompetencji naukowych, odpowiedni dla kandydata ubiegającego się o stopień doktora habilitowanego. Wydaje się również, że to właśnie specjalizacja habilitanta w trudnych do interpretacji metodach optycznych badania struktury elektronowej materiałów sprawiła, że jego udział w pracach zespołów badawczych, w których skład wchodził, był kluczowy.

Prace Pana dr Wojciecha Mieczysława Linharta, wchodzące w skład przedstawionego cyklu zostały opublikowane w dobrych (IF w zakresie 2 - 3.5) czasopismach naukowych (Appl. Phys. Lett, J. Phys. D, J. Appl. Phys., Appl. Phys. Express, Semicond. Sci. Technol.) przypisanych do dziedziny fizyki co uzasadnia jego wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych i w dyscyplinie nauk fizycznych. Prace te były te były cytowane ok. 300 razy w artykułach innych badaczy.

W konkluzji tej części oceny stwierdzam, że osiągnięcie naukowe w formie cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych, przedstawione przez Pana dr Wojciecha Mieczysława Linharta do oceny, jest wartościowe i oryginalne oraz stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauk fizycznych. Spełnia zatem wymagania zdefiniowane w obowiązującej ustawie *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, stawiane w kontekście postępowania habilitacyjnego.

Według bazy danych Web of Science (stan na dzień 08.12.2023) publikacje z całego okresu aktywności naukowej dr Wojciecha Mieczysława Linharta (43 prace) były cytowane 1100 razy (bez autocytowań) a indeks Hirscha habilitanta wynosi 19. Zatem wskaźniki naukowometryczne potwierdzają, że dorobek naukowy dr Wojciecha Mieczysława Linharta jest na poziomie odpowiednim by ubiegać się o stopień doktora habilitowanego. Listy współautorów publikacji habilitanta pokazują bardzo szeroką i intensywną współpracę naukową habilitanta z zagranicznymi grupami badawczymi.

Poza tym, w okresie podlegającym ocenie Pan dr Wojciech Mieczysław Linhart:

- Wygłosił 5 wykładów zaproszonych (głównie w ramach wydarzeń organizowanych przez instytucje macierzyste – IPPT Politech. Wroc.) i 6 referatów konferencyjnych
- był członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego i organizacji *Institute of Physics*

- kierował dwoma projektami naukowymi finansowanymi przez NCN (w kategoriach SONATA i OPUS) i był wykonawcą w czterech innych projektach finansowanych przez NCN, NCBiR, EPSRC (UK), Marie Skłodowska-Curie Action (EU)
- Prowadził zajęcia dydaktyczne na Politechnice Wrocławskiej: ćwiczenia i laboratoria z fizyki oraz wykłady dla studentów studiów magisterskich
- był opiekunem pięciu prac inżynierskich i jednej magisterskiej.
- wykazywał aktywność w działalności organizacyjnej: był członkiem Komitetu Sterującego w projekcie europejskiej akcji COST, był członkiem Rady Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki reprezentującym młodszych pracowników naukowych, był członkiem komisji programowej kierunku studiów.
- odbył długoterminowy staż podoktorski w w *Stephenson Institute for Renewable Energy* przy Uniwersytecie w Liverpool'u w Wielkiej Brytanii oraz kilka krótszych staży na: Uniwersytecie Aalto w Helsinkach, przy synchrotronie ASTRID w Danii, w *National Centre for Electron Spectroscopy and Surface Analysis* w Wielkiej Brytanii, na Uniwersytecie Canterbury w Christchurch w Nowej Zelandii.
- Współpracował z zagranicznymi ośrodkami naukowymi: z *Stephenson Institute for Renewable Energy* przy Uniwersytecie w Liverpool (Wielka Brytania), z Wydziałem Chemii Nieorganicznej Wyższej Szkoły Chemiczno-Technologicznej w Pradze (Republika Czeska), z Wydziałem Nauki o Materiałach i Inżynierii przy Uniwersytecie w Michigan (USA), z Wydziałem Fizyki przy University of Lancaster (Wielka Brytania), z Wydziałem Inżynierii Elektrycznej przy Uniwersytecie Western Michigan (USA), z *Graduate School of Science and Engineering* przy Uniwersytecie Ehime (Japonia).
- recenzował prace (5 recenzji) w uznanych czasopismach naukowych takich jak: *Journal of Applied Physics*, *Advanced Material Interfaces*, *Surface Review and Letters*, *Acta Physica Polonica*.

Powyższe punkty pokazują, że Pan dr Wojciech Mieczysław Linhart realizował swoją aktywność naukowo-badawczą i organizacyjną, w więcej niż jednej uczelni/instytucji naukowej, zgodnie z wymogami obowiązującej ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, stawianymi w kontekście postępowania habilitacyjnego.

W podsumowaniu całej oceny stwierdzam bez wątpliwości, że osiągnięcia w pracy badawczej Pana dr Wojciecha Mieczysława Linharta, w tym cykl prac zatytułowany: "*Badania nad własnościami optoelektronicznymi półprzewodników z grupy III-V rozrzedzanych bizmutem i azotem*", spełniają wymóg oryginalności i stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny fizyki oraz, że Pan dr Wojciech Mieczysław Linhart wykazał wysoki poziom aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej, zrealizowanej w kilku instytucjach naukowych. W ten sposób zostają spełnione wszystkie ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane w Polsce kandydatom w przewodach habilitacyjnych. Zatem popieram wniosek o nadanie dr Wojciechowi Mieczysławowi Linhartowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauki fizyczne.

KRAKÓW, 17.12.2023

