

Warszawa, dn. 19.06.2017

dr hab. Jan Muszalski
Instytut Technologii Elektronowej
Al. Lotników 32/46
02 668 Warszawa

Recenzja

dorobku naukowego dr inż. Marcina Motyki
stanowiącego podstawę o ubieganie się o stopień
doktora habilitowanego w dziedzinie fizyki

Podstawa prawna:

1. Pismo dziekana Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Arkadiusza Wójca (W11/DZ/444/2017) z dnia 30.05.2017
2. Decyzja Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dnia 11.05.2017 dotycząca postępowania Nr BCK-V_L_6100/17
3. Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuk Dz.U. 2016 poz. 882
4. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora Dz.U. 2016 poz. 1586
5. 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. 2011 nr 196 poz. 1165

Informacje ogólne

Dr inż. Marcin Motyka przez cały czas swojej pracy naukowej związany jest z Wydziałem Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej. W roku 1999 rozpoczął studia Fizyki na tym wydziale, które zakończył pięć lat później obroną pracy magisterskiej pt. "Optyczne własności studni kwantowych InGaAs/GaAs z niejednorodnościami w płaszczyźnie studni". W tym samym roku rozpoczął studia doktoranckie, które zakończył w po czterech latach w 2008 r. obroną pracy doktorskiej pt. „Zastosowanie spektroskopii elektromodulacyjnej do badania struktur półprzewodnikowych na bazie azotku galu”. Promotorem zarówno pracy magisterskiej jak i rozprawy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Jan

Misiewicz. Od roku 2006 dr inż. Marcin Motyka był zatrudniony na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki, wpięrw jako Samodzielny fizyk (2006/08), po obronie doktoratu na stanowisku asystent naukowo-dydaktyczny (2008/09), a obecnie na stanowisku adiunkta.

Ocena osiągnięć naukowych

Jako swoje osiągnięcie naukowe kwalifikujące do otrzymania stopnie naukowego doktora habilitowanego zgodnie z ustawą z dnia 14 marca 2003 o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2016 poz. 882) dr inż. Marcin Motyka przedłożył jednotematyczny cykl publikacji naukowych pt. „Optyczne własności obszarów aktywnych laserów półprzewodnikowych na zakres średniej podczerwieni, wykorzystujących struktury z nieciągłością pasma typu drugiego”. Cykl ten składa się z 10 publikacji powstałych w latach 2009-2016, których inż. Marcin Motyka jest autorem lub współautorem, a opublikowanych w prestiżowych czasopismach naukowych Applied Physics Letters - 4 publikacje, Applied Physics Express -2 publikacje, Nanoscale Research Letters, Journal of Applied Physics - 2 publikacje, Journal of Physics D: Applied Physics. Współczynnik wpływu tych czasopism (Impast Factor) zawiera się w przedziale 2.0-3.8, a MNiSW przyznaje 30-35 punktów.

Wszystkie publikacje prezentują wyniki eksperymentalne uzyskane przez dr inż. Marcina Motykę podczas prac badawczych obszarów czynnych laserów półprzewodnikowych na bazie związków AIII-BV z antymonem o układzie pasm typu drugiego i potencjalnym zastosowaniu jako obszary czynne laserów półprzewodnikowych. Lasery półprzewodnikowe ICL (ang. Intraband Cascade Laser) wykorzystujące struktury kwantowe typu drugiego, zdolne do emisji w zakresie średniej podczerwieni rozumianej jako zakres 3-7 μ m są wysoce pożądanymi przyrządami do zastosowań spektroskopowych, jednakże o wciąż nie doskonałych parametrach. Dlatego też podjęcie tej tematyki przez dr inż. Marcina Motykę było słusznym wyborem, jego prace wpisują się we front światowych badań. Publikacje przedłożone przez dr inż. Marcina Motykę dokumentują rozwój metody badawczej i rozwój wiedzy na temat przejść optycznych w tych strukturach przy zwiększającym się stopniu ich złożoności.

Jako wstępne należy uznać publikację A2 i A3, obie ukazały się w Applied Physics Express. Prace te dokumentują stanowisko i metodę badawczą rozwiniętą przez dr inż. Marcina Motykę, a która pozwala na pomiar zarówno fotoluminescencji jak i fotoodbicia (fototransmisji) w zakresie 0.5-17 μ m wykorzystując spektrometr fourierowski. Zaletą unikatowego stanowiska pomiarowego uruchomionego przez dr inż. Marcin Motyka jest to, że pomiar odbywa się we środowisku o obniżonym ciśnieniu. Pozwala to na eliminację linii absorpcyjnych gazów obecnych w powietrzu, a rejestrowanych w standardowych układach. Szczególnym osiągnięciem o dużym wpływie na rozwój tej dziedziny badań jest zaproponowanie i zademonstrowanie nowej metody pomiaru, która znacząco skraca czas pomiaru fotoodbicia z kilku godzin do kilkudziesięciu sekund. Zmienia to status pomiaru fotoodbicia z wyrafinowanej techniki laboratoryjnej na metodę, która może być stosowana przy produkcji przyrządów półprzewodnikowych np. *in-situ* podczas wzrostu warstw epitaksjalnych.

W pracach A1, A2, A4, A5 dr inż. Marcin Motyka przedstawia wyniki pomiarów optycznych fotoodbicia struktur na bazie związków AlSb/InAs/GaInSb w układzie jam kwantowych typu drugiego. Prace te dokumentują konsekwencję badawczą autora przy analizie własności optycznych struktur przy wzrastającym stopniu złożoności układu

warstw: od pojedynczej jamy kwantowej (A1), poprzez układ podwójnych jam kwantowych InAs typu „W” (A2), do układu potrójnych jam kwantowych InAs (A3). We wszystkich przypadkach wyniki pomiarów są zaprezentowane dla serii próbek różniących się bądź szerokością jam kwantowych InAs (A1, A2, A5) lub barier GaInSb (A5), składem chemicznym warstwy GaInSb (A3, A5), bądź warunkami osadzania w technologii Epitaksji z Wiązek Molekularnych (A2). Każdorazowo przeprowadzone badania są szczegółowo analizowane pod kątem przydatności danego układu materiałowego do wykorzystania jako obszaru czynnego w laserze ICL o emisji w średniej podczerwieni. We wszystkich pracach wyniki eksperymentalne są skonfrontowane z wynikami obliczeń, co pozwala autorowi wnioskować o wartości energii przejść optycznych i wartości elementów macierzowych tych przejść czyli o dwu najważniejszych parametrach, o których wiedza jest konieczna przy konstrukcji laserów. Wyniki autora wskazują na fizyczne ograniczenia jakie pojawiają się przy próbie wzbudzenia emisji na długich falach-poszerzanie jam kwantowych InAs skutkuje zmniejszeniem całki przekrycia funkcji falowej elektronów zlokalizowanych w InAs i dziur zlokalizowanych w GaInAs. Poprzez wzorowo przeprowadzony i zanalizowany eksperyment dr inż. Marcin Motyka pokazuje (A3), że nowa struktura o trzech jamach InAs pozwala na stworzenie przyrządu o długości fali emisji do 7 μ m.

Trzy dalsze prace A6, A7, A8 dokumentują konsekwencję prowadzonych badań w zakresie poszukiwań optymalnej struktury dla zastosowań w laserach ICL. W pracach tych dr inż. Marcin Motyka analizuje jaki wpływ na warunki emisji będzie miała zmiana składu chemicznego warstwy GaInSb po dodaniu do niej niewielkiej ilości (5-10%) arsenu (A6, A7) lub całkowicie zastąpieniu jej warstwą GaAsSb (A8). Tak jak poprzednio i w tych pracach habilitant poprzez pomiary foteodbcia i fotoluminescencji analizuje własności emisyjne serii heterostruktur. Poprzez wykonane pomiary w funkcji temperatury pokazuje (A6), że dodanie arsenu do warstwy bariery w paśmie przewodnictwa / jamy kwantowej w paśmie dziur powoduje powstanie stanów zlokalizowanych co jest zjawiskiem wysoce niepożądanym w przyrządach optoelektronicznych. Dalsza analiza (A7) optycznych własności struktur zawierających warstwy GaInAsSb pokazała, że dodatkowo dla tych struktur obserwuje się spektralne przesunięcie emisji fotoluminescencji w stronę niższych energii w stosunku do spodziewanej wartości nominalnej wynikającej ze składu warstwy zmierzonej za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej. Przyczyna tego zjawiska została przekonywująco objaśniona przez dr inż. Marcina Motykę poprzez uwzględnienie zjawiska rozmycia międzypowierzchni fazowych InAs/GaIn(As)Sb. Dopełnieniem omawianych tu pomiarów są wyniki zaprezentowane w pracy A8 gdzie warstwą GaInAs zastąpiono warstwą GaAsSb. Zmiana ta zaowocowała zmianą rodzaju naprężeń ze ściskających (dla GaInAs) na rozciągające (dla GaAsSb), a tym samym zmianą rodzaju przejść z udziałem ciężkich na lekkie dziury. Tak jak poprzednio pomiary fotoluminescencji i foteodbcia zostały przeprowadzone dla zestawu próbek różniących się istotnymi parametrami; tutaj szerokościami warstw InAs, składem studni w paśmie walencyjnym (GaInSb lub GaAsSb) i dodatkowo rodzajem podłoża epitaksjalnego (GaSb lub InAs). Analiza wyników pomiarów w oparciu o obliczenia teoretyczne pozwoliły dr inż. Marcinowi Motyce na określenie udziału poszczególnych przejść optycznych z udziałem ciężkich i lekkich dziur w zależności od składu warstwy jak naprężeń.

Dopełnieniem badań nad strukturami jam kwantowych typu drugiego są eksperymenty przeprowadzone i opublikowane w publikacjach A9 i A10. Obie publikacje dotyczą pasma rozczepienia spin-orbita w InGa(As)Sb. Dodatkowo w pracy A9 zmierzono zależność

temperaturową zmiany przerwy energetycznej stopu InGa(As)Sb. Podjęcie tych prac i wyniki pomiarów są szczególnie cenne w kontekście zastosowań struktur będących obiektem badań dr inż. Marcina Motyki jako obszarów czynnych laserów ICL.

Podsumowując przedstawiony jednotematyczny cykl publikacji dokumentuje wyjątkowo konsekwentną ścieżkę badań. Wszystkie publikacje dotyczą struktur kwantowych na bazie stopów związków GaSb i InAs; osiem publikacji A1-A8 rozpatrywanych wspólnie stanowi niewątpliwie duże osiągnięcie badawcze gdyż całościowo wyjaśniają jakie są fizyczne ograniczenia znalezienia optymalnej konstrukcji struktury epitaksjalnej, o układzie pasm typu drugiego w zakresie: ilości studni kwantowych, grubości warstw, ich składów chemicznych i naprężeń dla zastosowania w laserach ICL. Dwie ostatnie prace A9 i A10 stanowią logiczne uzupełnienie z uwagi na wagę rezonansowej absorpcji międzypasmowej i rekombinacji Auger na sprawność laserów w omawianym zakresie spektralnym.

W przedstawionym cyklu publikacji dr inż. Marcin Motyka jest pierwszym autorem ośmiu publikacji, drugim jednej publikacji i trzecim w jednej publikacji. Swój wkład w poszczególne publikacje habilitant określił w procentach od 30% (A5) do 85% (A3), średnio 57.5% dla wszystkich prac. Do przedstawionej dokumentacji dołączono oświadczenia współautorów. Poza mgr inż. Mateuszem Dyksik, żaden ze współautorów nie przypisał sobie wkładu w pomiary optyczne. Pan mgr inż. Mateuszem Dyksik jest współautorem prac A4, A6, A7, A8, A10 jednakże jest co najwyżej drugim autorem, jego wkład był zatem mniejszy niż dr inż. Marcina Motyki. Należy zatem przyjąć, co najmniej w przypadku ośmiu prac, których był pierwszym autorem wkład w poszczególne publikacje dr inż. Marcina Motyki w zakresie pomiarów optycznych był dominujący. Ponadto habilitant oświadczył, że był autorem manuskryptów we wszystkich pracach z wyjątkiem A5 i A6, co świadczy o jego dominującej roli w procesie formułowania wniosków przedstawionych w tych publikacjach.

W dwu pracach A5 i A6 pierwszym autorem był obecny dr Filip Janiak. W chwili powstawania publikacji był on doktorantem na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej. Niestety jego oświadczenie wspólne do czterech prac A10, A6, A5, A9, nie precyzuje jego udziału, ograniczając się do stwierdzenia, że „był odpowiedzialny za wykonanie bądź asystę przy realizowanych badaniach”. Jednocześnie prace A5, A6 dr Filip Janiak sprawozdał jako „bezpośrednio związane z wynikami przedstawionymi w rozprawie” doktorskiej „Właściwości optyczne struktur typu drugiego na podłożu z GaSb emitujących w zakresie średniej podczerwieni” Politechnika Wroclawska, Instytut Fizyki, Wrocław 2014. Dr inż. Marcin Motyka swój wkład w prace A5 i A6 oceniła na 30% i 40%.

Ocena działalności naukowo badawczej habilitanta

Dorobek publikacyjny habilitanta należy ocenić jako bardzo dobry świadczący o dużej aktywności naukowej. Po uzyskaniu stopnia doktora habilitant jest autorem i współautorem 20 publikacji z listy JCR i 7 publikacji pokonferencyjnych nie znajdujących się na liście JCR. Publikacje te ukazały się głównie w czasopismach o najwyższym współczynniku wpływu w dziedzinie: Applied Physics Letters 17 publikacji, Journal of Applied Physics 17 publikacji, Physica Status Solidi A 5 publikacji, Journal of Physics D: Applied physics 3 publikacje, sumaryczny współczynnik wpływu wynosi ~150, publikacje te były cytowane 396 razy bez autocytowań, skutkując wysokim indeksem Hirsha 14. Dr inż. Habilitant wygłosił 15rotnie referaty na konferencjach tematycznych, był 11rotnie zapraszany do wygłoszenia referatu

na prestiżowych konferencjach w tym na Photonics West w USA, Photonic Europe w Belgii, poza tym był zapraszany do wygłoszenia seminariów naukowych (Uniwersytet Rzeszowski, University of Cambridge, Politechnika Łódzka, Vigo S.A.), Był też czterokrotnie członkiem komitetu organizacyjnego konferencji naukowych we Wrocławiu. Marcin Motyka był 30 krotnie recenzentem prac przedkładanych do druku w czołowych czasopiśmie naukowych.

Dr inż. Marcin Motyka był kierownikiem trzech projektów Narodowego Centrum Nauki: projektu Opus , Sonata i Iuventus, głównym wykonawcą w 3 projektach w ramach programu europejskiego Horyzont 2020 i 7 ramowego programu Unii Europejskiej, wykonawcą w czterech programach badawczych krajowych. Udział ten świadczy o dużym zaangażowaniu habilitanta w prace badawcze prowadzone w kraju, również z udziałem partnerów zagranicznych.

Dr inż. Marcin Motyka jest laureatem bardzo wielu nagród i wyróżnień: nagrody Ivenes Vratislavie przyznawanej przez Polską Akademię Nauk, Stypendium dla wybitnych polskich naukowców- przyznawane przez MNiSW, 4 krotnie stypendium Młoda Kadra finansowanego przez Europejski fundusz społeczny, dwukrotnie stypendium START Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, Wrocławskiego stypendium Maxa Borna

Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego, a na Politechnice wrocławskiej Kolegium Elektorów Wydziału Podstawowych Problemów Techniki, i członkiem Rady Instytutu Fizyki. Prowadził zajęcia dydaktyczne z siedmiu przedmiotów, w tym dwu w języku angielskim, był promotorem pięciu prac magisterskich i siedmiu inżynierskich, był czterokrotnie opiekunem praktyk studenckich.

Podsumowanie

Dr inż. Marcin Motyka przedstawił jako swoje osiągnięcie uzyskanie po osiągnięciu stopnia doktora cykl publikacji jednotematycznych, które stanowią potwierdzenie oryginalnego i samodzielnego wkładu autora w rozwój dziedziny naukowej. Biorąc pod uwagę całość działalności naukowo badawczej habilitanta jego duże zaangażowanie w prace badawcze i szeroką działalność publikacyjną i dydaktyczną, jak również zaangażowanie w działalność krajowego środowiska naukowego wnosząc o nadanie dr inż. Marcinowi Motyce stopnia naukowego doktora habilitowanego.

