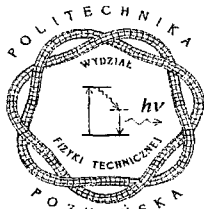


Dziekanat Wydziału
Fizyki UW
Wpłynęło dn. 31.10.12
.....



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Wydział Fizyki Technicznej

INSTYTUT FIZYKI

ul. Nieszawska 13A. 60-965 POZNAŃ

tel.: (0-48)(0-61) 665 31 77; fax: (061) 665 3178

Prof. dr hab. Bronisław Susła

Poznań 25.10. 2012r.

Ocena osiągnięć naukowych

dr Przemysław Wojciecha Wachulaka

ubiegającego się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Dr Przemysław Wojciech Wachulak ukończył studia na Wydziale Elektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w 2004 roku. Tytuł magistra otrzymał na podstawie pracy: „Generator parametryczny, pobudzany wewnątrz rezonatora lasera neodymowego z Q – modulacją”. Dr Przemysław Wachulak w 2003 roku przebywał na praktyce w Instytucie Maxa – Borna w Berlinie. W roku 2005 dr P. Wachulak wyjechał do Stanów Zjednoczonych Ameryki, gdzie na Uniwersytecie Stanu Kolorado (CSU) w Ford Collins studiował i pracował (*teaching and research asystent*), uzyskując w 2008 roku stopień naukowy doktora (*Doctor of Philosophy*). W 2009 roku dr Przemysław Wojciech Wachulak nostryfikował doktorat jako równorzędny ze stopniem naukowym doktora nauk technicznych w zakresie elektroniki na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej. Kariera zawodowa dra Przemysława Wachulaka związana jest z Instytutem Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie, gdzie pracuje od 2009 roku, początkowo jako inżynier, a od 2011 r. jako asystent.

Ocena osiągnięć naukowych Kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

Zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym z 14 marca 2003 ze zmianami obowiązującymi od 1 października 2011 ocenie podlega „osiągnięcie naukowe lub artystyczne, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiące znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej lub artystycznej„. Habilitant, jako osiągnięcie naukowe przedstawił cykl publikacji pod zbiorowym tytułem: **„Obrazowanie w zakresie skrajnego nadfioletu i miękkiego promieniowania rentgenowskiego widma elektromagnetycznego„**. Na osiągnięcie składa się cykl 11 oryginalnych publikacji naukowych wydrukowanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym z tzw. listy filadelfijskiej, opublikowanych w latach 2008 – 2012. Są to prace badawcze prowadzone przez Habilitanta na Uniwersytecie Stanowym Kolorado oraz w Instytucie Optoelektroniki WAT. Dwie pozycje to artykuły zaprasane. Jeden z artykułów zaproszonych ukazał się w materiałach konferencyjnych (Proc. SPIE 7746, 774609, 2010). Wszystkie wskazane prace są współautorskie, a w 8 pracach dr P. W. Wachulak jest pierwszym autorem. Łączny dla tych publikacji tzw. „*impact factor*” wynosi 31,09. Załączone są pisemne oświadczenia współautorów, które wskazują na bardzo znaczny, często dominujący wkład Habilitanta przy tworzeniu tych prac. Zdaniem recenzenta stanowi to wystarczającą podstawę do stwierdzenia, że przedstawiony dorobek naukowy jest oryginalnym, osobistym wkładem dra P. W. Wachulaka do rozwoju technik obrazowania, z wykorzystaniem kompaktowych źródeł promieniowania w zakresie skrajnego nadfioletu i miękkiego promieniowania rentgenowskiego.

Habilitant po krótkim wstępie przedstawił cel pracy oraz zwięzły opis najważniejszych wyników eksperymentalnych w omawianych pracach włączonych do jednotematycznego cyklu publikacji. Opis wkładu dra P. Wachulaka do rozwoju technik obrazowania kończy się wnioskami, jakie zdaniem autora można wyciągnąć z wdrażania nowych metod obrazowania w zakresie EUV/SXR w kompaktowych układach wykorzystujących źródła promieniowania krótkofalowego. Zastosowanie miękkiego promieniowania widma lampy rentgenowskiej lub widma z zakresu skrajnego nadfioletu pozwala poprawić rozdzielczość przestrzenną co najmniej kilkukrotnie w porównaniu do mikroskopowych metod optycznych. Główną zaletą obrazowania w zakresie EUV/SXR jest uzyskiwanie rozdzielczości przestrzennych poniżej 100nm, krótkich czasów ekspozycji i optycznego kontrastu w zakresie krótkofalowym.

Do obrazowania w zakresie skrajnego ultrafioletu (extreme ultraviolet) EUV i rentgenowskiego promieniowania hamowania (soft x-ray) SXR wykorzystuje się źródła

synchrotronowe. Są one jednak drogie w utrzymaniu, dlatego Habilitant demonstruje możliwości obrazowania za pomocą kompaktowych źródeł w postaci laserów EUV oraz źródła laserowo-plazmowego, które są znacznie tańsze. Metody obrazowania Habilitant najogólniej podzielił na metody wykorzystujące promieniowanie spójne i niespójne. Promieniowanie spójne wykorzystano do rekonstrukcji hologramów, obrazowania za pomocą efektu Talbota, oraz obrazowania dyfrakcyjnego. Eksperymenty prowadzono przy użyciu lasera EUV zbudowanego przez prof. J. Rocca z Uniwersytetu Stanowego w Kolorado (USC). Niespójne promieniowanie z zakresu skrajnego nadfioletu otrzymywano ze źródła laserowo-plazmowego, bazującego na podwójnej tarczy gazowej. Źródło promieniowania niespójnego opracowano i zbudowano w zespole prof. H. Fiedorowicza w WAT w Warszawie. Źródła promieniowania w zakresie EUV/SXR wykorzystuje się w cieniografii impulsowej oraz mikroskopii EUV z wykorzystaniem płytek strefowych Fresnela.

Metody obrazowania w zakresie EUV/SXR są komplementarne z obrazowaniem za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego, mikroskopu sił atomowych, czy nie wspomnianej tutaj skaningowej mikroskopii tunelowej. Wspólnym mianownikiem cyklu 12 publikacji naukowych jest poszukiwanie cech charakterystycznych obrazowania w zakresie skrajnego nadfioletu i miękkiego promieniowania X. Publikacja [1R] dotyczy obrazowania dyfrakcyjnego z wykorzystaniem lasera EUV jako źródła w zakresie promieniowania 29nm oraz 46,9nm i może być wykorzystana do obrazowania niekryształicznych struktur z nanometrową rozdzielczością przestrzenną. Nowością było zwiększenie zakresu dynamicznego obrazu. Aby uniknąć błędnej interpretacji otrzymanych obrazów, porównano je z modelem teoretycznym, który otrzymano poprzez złożenie obrazów dyfrakcyjnych przy określeniu warunków brzegowych. Zwiększono w ten sposób zakres dynamiczny obrazu dyfrakcyjnego z 5 do 10⁻¹² rzędów wielkości. Nowością w pracy [2R] jest użycie promieniowania spójnego EUV w postaci lasera typu capillary discharge i obrazowanie poprzez efekt Talbota. Obrazowanie holograficzne w zakresie skrajnego nadfioletu [11] oraz samoobrazowanie – efekt Talbota są stosowane w przemyśle półprzewodnikowym. Wykorzystanie płytek strefowych Fresnela autorzy przedstawiają w pracach [3R i 7R-9R]. Pokazują one możliwości obrazowania nanostruktur w biologii, materiałoznawstwie i nanotechnologii. Nanometrowa rozdzielczość przestrzenna i nanosekundowa rozdzielczość czasowa w zakresie skrajnego nadfioletu pozwalają na badanie szybkozmiennych zjawisk w nanotechnologii. Obrazowanie defektów w maskach litograficznych przedstawiono w pracy [4R], a także częściowo w pracach [11 i 12]. Praca [5R] opisuje konstrukcję kompaktowego źródła promieniowania EUV, bazującego na dwustronnej tarczy gazowej, emitującej

promieniowanie o długości fali 13,8nm. Konstrukcja mikroskopu kompaktowego EUV, bazującego na podwójnej tarczy gazowej typu gas-puff, opisana jest w pracach [7R-9R, 11R, 12R]. Źródła miękkiego promieniowania rentgenowskiego (SXR) oparte na tarczy gazowej (argonu lub azotu) przedstawiono w pracy [6R] i stwierdzono jego zastosowanie do obrazowania materiałów biologicznych w zakresie „okna wodnego” 2,5 – 5 nm. W eksperymentalnej pracy [10R] badano charakterystykę tarcz gazowych o wydłużonym profilu gęstości. Wydłużona geometria tarcz gazowych może być zastosowana do generacji wyższych harmonicznych lasera $Ti:Al_2O_3$, i pozwala na zwiększenie sprawności konwersji energii lasera na energię promieniowania rentgenowskiego. Idea obrazowania nanostruktur w zakresie skrajnego nadfioletu, gdzie warstwa o grubości 100nm całkowicie absorbuje promieniowanie, jest zadaniem nowatorskim.

Ocena aktywności i dorobku naukowego

Dorobek publikacyjny dra Przemysława W. Wachulaka stanowią 63 artykuły (wg bazy Web of Science), z czego 26 opublikowanych po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, jeden rozdział w książce oraz 43 publikacje w materiałach konferencyjnych. Dr Wachulak jest współautorem patentu „Nanometr-scale lithography using extreme ultrafiolet/soft x-ray laser interferometry” nr: US 7,705 332 B2 27. 04. 2010. Łączna liczba cytowań jego prac wynosi 238, a bez autocytowań:161; indeks Hirscha 9. Prace powstałe po doktoracie dotyczą czasowo-rozdzielczej holografii fourierowskiej w zakresie skrajnego nadfioletu oraz optymalizacji źródeł laserowo-plazmowych opartych na tarczy gazowej.

Dr P. Wachulak wygłosił 6 referatów na zaproszenie w ośrodkach naukowych w kraju i za granicą.

Wyniki prac, w których habilitant jest współautorem zostały opublikowane w czasopismach z listy filadelfijskiej takich jak: *Proceedings of the National Academy of Science*, *Journal of Vacuum Science & Technology*, *Optics Letters*, *Applied Physics B*, *Acta Physica Polonica A*, *Opto-Electron.Rev.*

W okresie po doktoracie zainteresowania naukowe habilitanta ogniskowały się na mikroskopii w zakresie skrajnego nadfioletu EUV z nanometrową połówkową rozdzielczością przestrzenną 54 nm i nanosekundową rozdzielczością czasową z użyciem lasera EUV oraz na optymalizacji źródeł laserowo-plazmowych. Badania czasowo-rozdzielczej holografii fourierowskiej oraz nanolitografii holograficznej i obrazowania z użyciem efektu Talbota habilitant prowadził na Uniwersytecie Stanowym w Kolorado w 2010 roku, przebywając na stażu naukowym (post-doc).

Wynikiem współpracy naukowej dra P. W. Wachulaka z Uniwersytetem Stanowym w Kolorado są wspólne projekty badawcze (3) oraz jeden patent. Habilitant aktualnie realizuje 6 projektów badawczych, a 4 projekty są zakończone. Dr Wachulak pełnił lub pełni w nich rolę kierownika projektu 3 razy, a 7 razy wykonawcy projektu.

Dr P.W. Wachulak pracuje w Instytucie Optoelektroniki WAT w Warszawie jako asystent. W Zespole Oddziaływania Promieniowania Laserowego z Materią (ZOPLzM) - w ramach projektu Laserlab Europe-, organizuje Szkołę z laserowo-plazmowych źródeł EUV dla zastosowań w nanotechnologii i bioinżynierii. Od 2009 r. prowadzi ćwiczenia laboratoryjne z budowy i charakteryzacji źródeł laserowo-plazmowych bazujących na dwustrumieniowej tarczy gazowej oraz z mikroskopii w zakresie skrajnego nadfioletu do wykładu Systemy Rentgenowskie. Prowadzi także połączone z demonstracjami wykłady w języku angielskim dla studentów krajowych i zagranicznych z krótkofalowych źródeł laserowo-plazmowych (EUV i miękkiego promieniowania rentgenowskiego) w Zakładzie Techniki Laserowej. W latach 2005-2007 prowadził ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne z przedmiotów: Podstawy Elektroniki cz.2 (Electronics Principles II), Elektronika Optyczna (Optical Electronics) oraz Elektromagnetyzm cz.2 (Electromagnetics II).

Dr Przemysław Wachulak współpracuje z renomowanymi ośrodkami naukowymi w kraju i za granicą. Oprócz już wspomnianych są również: Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Faculty of Biomedical Engineering - Uniwersytet Techniczny w Pradze, Uniwersytet Techniczny w Madrycie, Instytuty naukowe w Korei, Instytut Fraunhofera w Jenie, Instytut Fizyki PAN w Warszawie, Department of Physics - University of Illinois at Chicago, Los Alamos National Laboratory, Kings College London.

Opiniował projekty badawcze Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego i Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Recenzował artykuły w czasopismach naukowych takich jak: Optics Letters, Optics Express, Imaging Science Journal, Optics Communications, Opto-Electronics Review, Applied Optics, Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena, Thin Solid Films.

Brał udział w pracach komitetów naukowych i organizacyjnych sympozjów i konferencji. Był współorganizatorem konferencji 32nd European Conference on Laser Interaction with Matter (ECLIM 2012), Polska, wrzesień 10-14, 2012 roku. Jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma ISRN Electronics. Dr P. W. Wachulak jest także popularyzatorem polskiej strony międzynarodowego projektu Extreme Light Infrastructure (ELI). Habilitant jest członkiem kilku towarzystw naukowych (Polskie Towarzystwo

Promieniowania Synchrotronowego, Polskie Towarzystwo Optyczne, European Optical Society).

Za osiągnięcia naukowe habilitant został wyróżniony 12rotnie w latach 2004 -2011 (6 wyróżnień międzynarodowych we Francji , USA i Słowacji oraz 6 wyróżnień krajowych). W 2011 roku dr P. Wachulak otrzymał stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców.

Konkluzja

Podsumowując, pragnę stwierdzić, że dr Wachulak posiada znaczący dorobek w zakresie nowych metod obrazowania nanostruktur z wykorzystaniem źródeł promieniowania skrajnego nadfioletu i miękkiego promieniowania rentgenowskiego.

Na podstawie analizy osiągnięć naukowych, dydaktycznych oraz organizacyjnych dra P. W. Wachulaka, mogę jednoznacznie stwierdzić, że są one znaczne w obszarze badań naukowych i istotne w pozostałych polach aktywności. W okresie po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych w zakresie elektroniki Kandydat zwiększył swój dorobek naukowy tak w aspekcie ilości interesujących wyników prac badawczych, opublikowanych w renomowanych periodykach specjalistycznych, jak również w aspekcie ich jakości. Jego artykuły dotyczą interesującej problematyki będącej podstawą nowoczesnej nanotechnologii.

Uważam, że przedstawiony cykl jednotematycznych publikacji naukowych (12) pod tytułem „**Obrazowanie w zakresie skrajnego nadfioletu i miękkiego promieniowania rentgenowskiego widma elektromagnetycznego**” oraz pozostałe publikacje po uzyskaniu stopnia naukowego doktora w zupełności spełniają wymagania Ustawy o tytule i stopniach naukowych.

Dlatego z pełnym przekonaniem wnioskuję o nadanie doktorowi P.W. Wachulakowi stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych w zakresie fizyki i rekomenduję przejście do następnych etapów procedury.



Poznań, 25 października 2012 r.