

Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych

DZIEKAN I RADA WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TECHNIK INFORMACYJNYCH
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

zawiadamiają o

PUBLICZNEJ OBRONIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr. inż. Piotra Laskowskiego

która odbędzie się w trybie zdalnym w dniu 2 czerwca 2020 r. o godzinie 13.00

Tytuł rozprawy doktorskiej:

“Photon Emission Detection for Tracing and Classification of Semiconductor Defects”

promotor: dr hab. inż. Sławomir Wronka, prof. NCBJ Zakład Fizyki i Techniki
Akceleracji Cząstek, Narodowe Centrum Badań Jądrowych

recenzenci: dr hab. inż. Jarosław Domaradzki, prof. uczelni Wydział Elektroniki
Mikrosystemów i Fotoniki Politechnika Wrocławska

dr hab. inż. Andrzej Smolarz, Katedra Elektroniki i Technik
Informacyjnych Politechniki Lubelskiej

Na stronie internetowej wydziału www.elka.pw.edu.pl/Wydzial/Rada-Wydzialu/Harmonogram-obron-doktorskich-streszczenia-i-recenzje znajdują się streszczenie rozprawy oraz recenzje, jak również dostęp do tekstu rozprawy umieszczonej w Bazie Wiedzy Politechniki Warszawskiej.

Sposób uczestniczenia w publicznej obronie:

Zoom Meeting:

<https://zoom.us/j/97627323959?pwd=UmVvdDVVUGNmMnIQ1diSUhxYlFMZz09>

Dziekan



prof. dr hab. inż. Krzysztof Zaremba

Piotr Laskowski, M.Sc.

Photon Emission Detection for Tracing and Classification
of Semiconductor Defects

Supervisor

Prof. Sławomir Wronka, Ph.D., D.Sc., Eng.

Streszczenie.

W obecnych czasach jednym z kluczowych aspektów analizy defektów w układach scalonych pracujących w sposób dynamiczny jest śledzenie ścieżek propagacji sygnałów. Niestety, dość często zarówno detekcja, jak i sama analiza uzyskanych wyników jest procesem trudnym i niezwykle złożonym, a w konsekwencji z perspektywy ekonomicznej również niezwykle kosztownym. Fakt ten sprawia, iż najbardziej zaawansowane techniki analizy, jak „Time Resolved Emission” (TRE), są trudno dostępne dla większości laboratoriów. Rozwiązaniem tego problemu może okazać się umiejętne zastosowanie znanych statycznych metod analizy defektów w układach scalonych, jak chociażby metodologii mikroskopii emisji fotonów (PEM), która jest stosunkowo niedroga i daje szerokie spektrum aplikacji. W przypadku tego typu analiz kluczowym elementem jest wartość parametru opisującego stosunek sygnału do szumu (SNR – Signal to Noise Ratio), na który z kolei mocno wpływają wartości współczynnika wypełnienia oraz prawdopodobieństwa występowania zjawiska samej emisji fotonów w zależności od stanu wzbudzenia badanego układu. W prezentowanej pracy przedstawiono model matematyczny, który aproksymuje całkowitą wartość sygnału emisji fotonów dla danej technologii w zależności od częstotliwości operacyjnej i czasów przełączania. Nowa metoda testowania zostanie poddana weryfikacji dla różnych technologii i materiałów, a następnie uzyskane wyniki zostaną poddane dogłębnej analizie i dyskusji. Ostateczna skuteczność prezentowanej techniki detekcji zostanie potwierdzona poprzez aplikację do dynamicznie działającego, rzeczywistego układu scalonego. Dodatkowo w celu wykazania dalszego potencjału badawczego i jeszcze szerszego spektrum aplikacji zostanie przeprowadzona analiza w kontekście technologii niekrzemowych.

Słowa kluczowe: Analiza defektów, Mikroskopia emisji fotonów, Testowanie niezawodności, Inżynieria odwrócona.

dr hab. inż. Andrzej Smolarz
Politechnika Lubelska
Katedra Elektroniki i Technik Informacyjnych
ul. Nadbystrzycka 38a
20-618 Lublin

*KWESTIONARIUSZ-RECENZJA ROZPRAWYDOKTORSKIEJ DLA
RADY WYDZIAŁU ELEKTRONIKI I TECHNIK
INFORMACYJNYCH POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ*

Tytuł rozprawy: Photon Emission Detection for Tracing and Classification of Semiconductor Defects

Autor rozprawy: Piotr Laskowski

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza rozprawy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Na skutek rosnącej konkurencji znacznie skrócił się czas od projektu do produkcji. Skutkuje to rosnącymi problemami z niezawodnością. W przypadku przemysłu elektronicznego kluczowym czynnikiem jest czas wykrycia defektu, a koszt rośnie wraz ze złożonością procesu produkcyjnego. Włączenie analizy awarii/uszkodzeń do zarządzania procesem produkcji wymusiło poszukiwanie efektywnych i tanich metod detekcji defektów struktur półprzewodnikowych. Jednym z kluczowych aspektów analizy błędów w układach scalonych pracujących w sposób dynamiczny jest śledzenie ścieżek propagacji sygnałów. Jest to proces kosztowny, dlatego najbardziej zaawansowane techniki analizy, np. TRE (Time Resolved Emission), są dostępne tylko w nielicznych laboratoriach.

Doktorant stawia tezę, że rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie stosunkowo niedrogiej statycznej metody analizy błędów w układach scalonych – mikroskopii emisji fotonów. W rozprawie opisuje on opracowany przez siebie model matematyczny, który aproksymuje całkowitą wartość sygnału emisji fotonów dla danej technologii w zależności od częstotliwości pracy i czasów przełączania.

W pracy opisana jest również weryfikacja metody dla różnych technologii i materiałów. Skuteczność metody została potwierdzona poprzez zastosowanie jej do dynamicznie działającego, rzeczywistego układu scalonego. Doktorant wykazuje również możliwość stosowania opracowanej metody do materiałów o szerokiej przerwie energetycznej.

O ile cel pracy jest jasno określony w rozdziale 6, jej teza wymaga już wczytania się w treść rozprawy. Praca ma charakter zarówno teoretyczny, jak i doświadczalny –doktorant opracowuje model, który następnie sprawdza doświadczalnie.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle /świadczący o dostatecznej wiedzy autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Praca zawiera 57 pozycji bibliografii w tym 10 prac, w których doktorant jest współautorem. Prace współautorskie doktoranta wydane zostały w latach 2008 – 2009 i 2014 – 2016. Prace

zostały opublikowane na konferencjach krajowych i międzynarodowych oraz w miesięczniku *Microelectronics Reliability* tom 48 i 49. Zakres opublikowanych prac doktoranta jest spójny z tematyką pracy doktorskiej. W rozprawie analiza źródeł została przeprowadzona w sposób właściwy przede wszystkim na bazie literatury światowej oraz aktualnego stanu wiedzy aplikacyjnej i praktycznej. Zgodnie z opinią recenzenta stan wiedzy autora w zakresie badań niezawodności elektronicznych układów scalonych jest odpowiedni do zrealizowania celu postawionego w rozprawie doktorskiej. Wnioski z przeglądu źródeł są sformułowane w sposób jasny i przekonywujący.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Rozprawa składa się z dwunastu rozdziałów, które składają się na 3 logiczne sekcje. W rozdziałach 1 i 2 następuje ogólny opis problemu oraz opis struktury i treści pracy. Rozdział 3 zawiera opis elementów wchodzących w skład badanych układów. Rozdział 4 poświęcony został technikom analizy uszkodzeń urządzeń półprzewodnikowych, w szczególności optycznym technikom lokalizacji defektów, jak fotonowa mikroskopia emisyjna (PEM) lub stymulacja laserowa (LS). W rozdziale 5 autor opisuje metodykę pomiaru, doboru napięć i prądów, przeprowadza również wstępną analizę w celu oszacowania najbardziej odpowiednich parametrów do dalszych badań.

W rozdziale 6 określony został cel rozprawy. Rozdział 7 jest poświęcony skonstruowaniu modelu matematycznego, który pozwoli na skuteczne dostosowanie prostej, statycznej kamery CCD do testów dynamicznych.

W rozdziale 8 autor opisuje aparaturę pomiarową, metodykę pomiarów i sposób przygotowanie próbek. Pomiary wykonano dla układów wykonanych w czterech różnych technologiach, każda z nich wymaga odrębnego sposobu przygotowania próbek i metodyki pomiaru.

Rozdział 9 zawiera główne wyniki. W przypadku struktur testowych z pojedynczym tranzystorem, model został pozytywnie zweryfikowany, a częstotliwość robocza koreluje z granicą wykrywalności. Wyniki badań oscylatora pierścieniowego potwierdzają, że tylko ułamek czasu przełączania przetwornicy towarzyszy emisji fotonów. Praktyczna wartość modelu została potwierdzona poprzez jego zastosowanie do rzeczywistego układu scalonego.

W rozdziale 10 zostały porównane techniki DLS (Device Laser Stimulation) i PEM. W technice DLS zastosowano laser termiczny i foniczny. Na koniec dokonano dokładne jakościowe i ilościowe porównanie użytych technik pomiarowych.

Rozdział 11 poświęcony jest zastosowaniu autorskiej techniki doktoranta do analizy pracy układów wykonanych na bazie materiałów o szerokiej przerwie energetycznej – AlGaIn/GaN. Wykazana została przydatność techniki opisywanej przez autora do analizy pracy układów wykonanych na bazie takich materiałów.

Rozdział 12 zawiera podsumowanie i wnioski z wyników przedstawionych w rozprawie a także krótki opis perspektyw dalszego rozwoju.

Podsumowując, w mojej opinii, autor rozwiązał postawione zagadnienia i użył do ich rozwiązania właściwych metod. Przyjęte przez autora założenia projektowe i teoretyczne były uzasadnione.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oryginalność rozprawy i samodzielny dorobek Autora polega na opracowaniu i weryfikacji modelu matematycznego, który rozszerza funkcjonalność statycznej kamery CCD do obserwacji stanów dynamicznych układów. Dodatkowo potwierdził, że PEM jest skuteczna, jako narzędzie do analizy uszkodzeń nie tylko układów opartych na krzemie, ale również dla materiałów o szerokiej przerwie energetycznej, takich jak AlGaIn/GaN.

Pozycja rozprawy wobec stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanej przez literaturę światową jest aktualna. Rozprawa jest też częścią szerszych prac zespołowych nad analizą uszkodzeń na skutek promieniowania.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników /zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy?

Praca w wyczerpujący sposób opisuje kolejność działań autora prowadzących do dowiedzenia postawionej tezy. Szczególnie obszerny jest opis części doświadczalnej. Autor wykazał również umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników pracy. Do formy pracy, a w tym zwięzłości, jasności przekazu i poprawności redakcyjnej nie mam zasadniczych zarzutów. Struktura rozdziałów jest logiczna i prowadzi od opisu obszaru badawczego, i kolejno zawężenia tego obszaru do przedmiotu prac własnych, a następnie opisu prac własnych. Te prace własne są dobrze zdefiniowane i pokazują wkład doktoranta.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Jak już stwierdzono, merytoryczny poziom pracy nie budzi większych zastrzeżeń.

Główną słabością pracy jest język, jakim została napisana. Pracę bardzo trudno się czyta, znaczenia niektórych sformułowań można się tylko domyślać. Bardzo obniża to ocenę przedłożonej do recenzji pracy. Wydaje się, że autor nie przyłożył się do korekty językowej, proste narzędzie jak Grammarly w wersji darmowej wykrywa ponad 700 błędów językowych. Nawet w przedostatnim zdaniu autor nie ustrzegł się podwójnego błędu pisząc „... to these king of failures...” zamiast „...to this kind of failures...”.

Następną słabością pracy jest strona edytorska. Typografia pozostawia wiele do życzenia, style nagłówków nie są ujednolicone, np. rozdział 4.2. Część wzorów (np. 21 – 28) jest niezgodna z notacją matematyczną. Autor nie zadbał o jednakowe brzmienie oznaczeń we wzorach i w opisach w tekście.

Jakość obcych rysunków pozostawia wiele do życzenia. Moje zastrzeżenia budzi również sposób opisywania własnych rysunków (np. niekonsekwentnie stosowana wielkość i krój czcionki), a brak opisu parametrów i nagminne stosowanie nieoczywistych skrótów sprawia, że rysunki nie mogą istnieć bez tekstu, co podważa sens ich zamieszczania.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Przedstawiony przez Doktoranta model emisji w stanach dynamicznych jest przydatny z punktu widzenia nauk technicznych. Oprócz dużego znaczenia poznawczego istotny jest również aspekt użytkowy. Wybrane wyniki oraz metodę można wykorzystać w innych pracach naukowych i badawczo-rozwojowych, jak również w praktycznych systemach diagnostyki uszkodzeń przełączających struktur półprzewodnikowych.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a) nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c) spełniająca wymagania
- d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

Wniosuję o dopuszczenie doktoranta do dalszych etapów procesu doktoryzowania.



Wrocław, 07.01.2020

dr hab. inż. Jarosław Domaradzki, prof. uczelni
Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki
Politechnika Wrocławska
ul. Janiszewskiego 11/17
50-372 Wrocław

Recenzja rozprawy doktorskiej

opracowana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych
Politechniki Warszawskiej z dnia 21.11.2019 r.

Tytuł rozprawy: Photon emission detection for tracing and classification of semiconductor defects

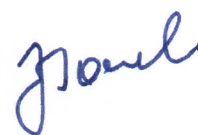
Autor rozprawy: mgr inż. Piotr Laskowski

1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy/teza pracy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?

Rozprawa doktorska mgra Piotra Laskowskiego dotyczy problematyki analizy uszkodzeń występujących w scalonych układach elektronicznych, w tym zastosowania szybkich i niedrogich metod do lokalizacji i identyfikacji defektów. Podjęte w pracy zagadnienia są aktualne i dobrze wpisują się w dziedzinę poprawy niezawodności różnego typu elementów elektronicznych.

Głównym celem zrealizowanym przez autora rozprawy była szczegółowa analiza przydatności metod obrazowania bazujących na emisji optycznej do lokalizacji aktywnych obszarów elementów układów scalonych. Rozprawa doktorska ma charakter doświadczalny, jednak w celu przeprowadzenia analizy, autor wprowadza model teoretyczny, który następnie weryfikuje doświadczalnie dla różnych technologii i użytych materiałów.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł / w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle / świadczący o dostatecznej wiedzy autora. Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?



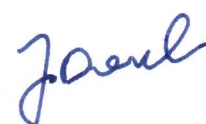
Początkowe rozdziały pracy, tj. rozdz. 3 i 4 zawierają wprowadzenie do tematyki związanej z przedmiotem pracy. W szczególności w rozdz. 3 autor koncentruje się na opisie konstrukcji i zasady działania takich podstawowych elementów elektronicznych, jak tranzystory MOSFET i HEMT. W kolejnej części pracy (rozd. 4) autor przedstawia przegląd stanu wiedzy na temat wybranych metod charakteryzacji elementów elektronicznych ze szczególnym uwzględnieniem metod bazujących na emisji optycznej. Ta wstępna część rozprawy opracowana została w oparciu o 41 pozycji literaturowych. Są to zarówno takie klasyczne podręczniki, jak S.M. Sze "Physics of semiconductor devices", czy W. Marciniak "Układy i systemy elektroniczne", jak i artykuły naukowe opublikowane w czasopismach i wydawnictwach konferencyjnych. Cytowane we wspomnianych rozdziałach prace wydane zostały przed 2010 rokiem.

Rozdział piąty rozprawy poświęcony został z kolei na omówienie metod charakteryzacji elektrycznej z podziałem na elementy wykonane w technologii krzemowej oraz osobno dla elementów wykorzystujących azotek galu. Ta część pracy zilustrowana została już wynikami prac własnych autora. Zdaniem recenzenta dokonana analiza źródeł została przeprowadzona w sposób wystarczający.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Cel jaki postanowił zrealizować autor rozprawy przedstawiony został w rozdziale szóstym i obejmował: zdefiniowanie, implementację i eksperymentalne udowodnienie przydatności metody obrazowania wykorzystującej emisję optyczną do analizy uszkodzeń w urządzeniach elektronicznych. Jakkolwiek sama metoda zastosowana przez autora jest znana i wykorzystywana powszechnie w wielu laboratoriach na świecie, to jednak stosowana jest ona typowo do urządzeń elektronicznych pracujących w warunkach statycznych. Autor rozprawy postanowił natomiast pokazać przydatność tego typu metod do analizy elementów pracujących również w warunkach dynamicznych. Należy stwierdzić, że sposób realizacji założonego celu rozprawy był właściwy i że został on osiągnięty.

W szczególności, na podstawie otrzymanych wyników badań autor przedstawił cenną analizę porównawczą trzech metod badawczych – PEM, TLS i PLS dla różnych parametrów testowych, co umożliwiło określenie warunków przydatności tych metod do obrazowania aktywnych obszarów badanych elementów. Ponadto, w toku realizacji rozprawy przeanalizowany



został wpływ między innymi takich czynników, jak napięcie bramki, prąd drenu, czy temperatura badanych tranzystorów na rodzaj i jakość (stosunek sygnał/szum) otrzymywanych wyników. Uzyskane w ten sposób informacje umożliwiły następnie autorowi rozprawy dokonanie analizy mechanizmów obserwowanej emisji optycznej.

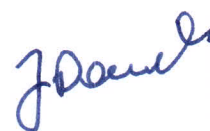
4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Oryginalny dorobek autora rozprawy stanowi opracowana metodyka analizy elementów elektronicznych pracujących w warunkach dynamicznych z wykorzystaniem metody bazującej na emisji optycznej. W tym celu, autor wpierw szczegółowo przeanalizował działanie elementów elektronicznych będących przedmiotem Jego zainteresowania (tranzystory HEMT i MOSFET), a następnie w oparciu o oryginalne wyniki badań zaproponował model teoretyczny, którego przydatność udowodnił na przykładzie analizy wybranych elementów, wykonanych w technologii krzemowej oraz azotku galu. Opracowany model teoretyczny umożliwił rozszerzenie funkcjonalności znanych statycznych metod obrazowania do zastosowania w przypadku elementów pracujących w warunkach zmiennoprądowych.

Oryginalność dorobku potwierdza opublikowanie wyników uzyskanych przy współudziale autora w cytowanych w rozprawie dziesięciu pracach (poz. [37, 49-57]) wydanych w latach 2007 - 2017 z czego w sześciu autor rozprawy występuje na pierwszym miejscu.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Zdaniem recenzenta autor rozprawy wykazał opanowanie warsztatu zarówno od strony rozważań teoretycznych, planowania eksperymentu, prowadzenia badań doświadczalnych, jak i analizy i interpretacji wyników. Sądząc po latach cytowanych w rozprawie prac własnych autora, należy stwierdzić, że przedstawiony w rozprawie materiał jest dojrzały i dobrze przemyślany. Wyniki badań są przedstawione w sposób zwięzły i zrozumiały.



Rozprawa doktorska przygotowana została w języku angielskim i składa się z 12 rozdziałów, spisu użytej literatury, a także streszczenia w języku polskim i angielskim. Rozprawa łącznie liczy 141 stron. Napisana została w sposób zrozumiały, chociaż nie udało się uniknąć pewnych błędów stylistycznych.

Do zdecydowanie najsłabszej części rozprawy pod względem redakcyjnym należy zaliczyć spis użytej literatury. Wiele cytowanych tam źródeł jest niekompletnych, brakuje danych bibliograficznych (rok, miejsce wydania, nr stron), brak konsekwencji i dowolność w podawaniu kolejności: imię, nazwisko autorów pracy, rok wydania, podawanie pełnych imion autorów lub tylko inicjałów, itp.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Pewien niedostatek od strony merytorycznej rozprawy budzi brak rozwinięcia i odniesienia się autora do roli i miejsca jaką pełni opracowana przez niego metoda w dziedzinie badania niezawodności analizowanych elementów elektronicznych. Autor rozprawy pokazuje przydatność zastosowanych metod do obrazowania aktywnych obszarów wybranych elementów, jednak nie wskazuje bezpośrednio jak wykorzystać otrzymane informacje w analizie i poprawie niezawodności.

W załączonym do pracy streszczeniu opracowanym w języku polskim, autor tłumaczy "failure analysis" jako "analiza błędów" podczas, gdy powszechnie przyjętym w języku polskim określeniem jest "analiza uszkodzeń".

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Przedstawiony w rozprawie materiał ma zdecydowanie praktyczny charakter o możliwości potencjalnego zastosowania do lokalizacji i analizy uszkodzeń występujących w różnych typach elementów elektronicznych, nie tylko w skali laboratoryjnej. Sądząc z opisu zamieszczonych w rozprawie wyników oraz publikacji własnych autora, opracowana metoda będzie dalej wykorzystywana i rozwijana w macierzystej jednostce autora rozprawy.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a) nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b) wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c) spełniająca wymagania
- d) spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e) wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

W mojej ocenie przedstawiona mi do oceny rozprawa całkowicie spełnia wymagania z wyraźnym nadmiarem.

9. Wnioski końcowe

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wskazuje na dojrzałość naukową Kandydata w zakresie dyscypliny, w której ubiega się o nadanie stopnia doktora. Zrealizowana praca oraz opublikowane artykuły pokazują, że Doktorant opanował umiejętność zarówno warsztatu doświadczalnego, jak i analizy i interpretacji wyników badań.

Stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska całkowicie spełnia wymagania wynikające z art. 179 ust.1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z dnia 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669) w związku z art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) i wnoszę o przyjęcie i dopuszczenie jej do publicznej obrony oraz o nadanie Kandydatowi stopnia naukowego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin i dyscyplin naukowych i artystycznych (Dz. U. z dnia 25 września 2018 r. poz.1818).

Jerostaw Docwreck