Profesor dr hab. Stanisław F. Mitura, *dr hc*
e-mail: stanislaw.mitura@gmail.com

POLITECHNIKA POZNAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I FIZYKI TECHNICZNEJ
DNIA 12 -07- 2022 DNIA
WPŁYNĘŁO
DF-63/65/2022

Recenzja pracy doktorskiej
mgr Wojciecha Franków:
„Polikrystaliczne warstwy diamentowe jako potencjalny materiał dozymetryczny"

Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Paprocki, prof. UKW

1 Ocena oryginalności problematyki i poprawności założeń badawczych pracy.

Praca doktorska mgr Wojciecha Franków: „Polikrystaliczne warstwy diamentowe jako potencjalny materiał dozymetryczny" dotyczy ważnego zagadnienia, związanego z wytworzeniem nowego materiału na dozymetr pasywny dla potrzeb brachyterapii.
Praca ma charakter technologiczny aczkolwiek ambicje Autora doprowadziły do drobiazgowych analiz zjawisk fizykochemicznych, zachodzących w trakcie procesu dozymetrii, mających niewątpliwie wpływ na wymagane właściwości uzyskanych warstw diamentowych.

Pomimo znacznej liczby publikacji w tej dziedzinie, w dostępnej literaturze brak jest informacji o przeprowadzaniu podobnych eksperymentów, dlatego też badania nad tym zagadnieniem w odczuciu recenzenta są bardzo intrygujące z punktu widzenia poznawczego podstawowych zjawisk fizykochemicznych występujących w opisanym procesie.

Wymiernym wkładem pracy doktorskiej Doktoranta w rozwój inżynierii biomateriałów, jest podejście do problemu wytwarzania polikrystalicznych warstw diamentowych zarówno od strony inżynierskiej jak również biomedycznej. Literatura zawiera niewiele prac dotyczących tego problemu, które łączyłyby ze sobą fakty pochodzące z oceny inżynierskiej i medycznej. Podejście inżynierskie opiera się na wynikach badań strukturalnych,

mikrostrukturalnych, właściwości fizycznych, ocenie rodzaju i stopnia funkcjonalizacji oraz stopnia czystości tych materiałów i na tej podstawie pozwala wytypować rodzaj postępowania. Ocena taka pozwala jednocześnie „dopasować" właściwości tych materiałów do danego zastosowania, a także przewidzieć ich zachowanie w kontakcie z komórkami i tkankami. Dzięki wiedzy z zakresu inżynierii materiałowej, poszerzonej o wiedzę w zakresie inżynierii biomateriałów, biozgodności i immunologii, podstaw biologii oraz fizyki medycznej, Doktorant zaproponował technologię syntezy polikrystalicznych warstw diamentowych dla potrzeb medycyny, a szczególnie brachyterapii.

2 Ocena merytoryczna pracy.

Praca obejmuje 127 stron maszynopisu, 51 rycin i 14 tabel, zawiera przegląd piśmiennictwa i badania własne. W przeglądzie piśmiennictwa Doktorant wprowadził parametry wykorzystywane do opisu właściwości cienkich warstw oraz przedstawił standardowe metody służące do wyznaczania wartości tych parametrów. Przegląd piśmiennictwa opracowany został na podstawie 185 pozycji literaturowych, obejmujących głównie ostatnie dziesięciolecie.
Głównym celem badań podjętych przez Doktoranta w ramach rozprawy doktorskiej było wytworzenie i zbadanie warstwy polikrystalicznego diamentu.
Nie ulega wątpliwości, że jest to materiał o dużych możliwościach i jak wykazano, możliwy do syntezy w powtarzalny i w pełni kontrolowany sposób.
Przyjęte przez Doktoranta cele pracy są następujące:

- Konstrukcja reaktora plazmochemicznego do syntezy warstw polikrystalicznego diamentu.
- Opracowanie warunków technologicznych konstrukcji dozymetrów diamentowych charakteryzujących się występowaniem pojedynczego piku termoluminescencji
- Zbadanie stanów defektowych odpowiedzialnych za zjawisko termoluminescencji.

Badania, przeprowadzone przez Pana Wojciecha Franków, wykazały możliwość syntezy niedomieszkowanej, polikrystalicznej warstwy diamentowej

na podłożu krzemowym jako pełnowartościowego dozymetru różnego rodzaju promieniowania.

Pan Wojciech Franków zastosował najnowsze metody inżynierii powierzchni, stosowane nie tylko dla potrzeb inżynierii biomedycznej. Część eksperymentalną pracy Doktorant przeprowadził po odpowiednim, przemyślanym doborze aparatury.

Wybrane zagadnienia stanowiące oryginalne i wartościowe osiągnięcia obejmują:

- Opracowanie parametrów procesu PACVD oraz wykazanie, że technologia ta pozwala wytworzyć na podłożu krzemowym warstwy polikrystalicznego diamentu o odpowiedniej submikrotopografii.
- Udowodnienie, że przy założonych parametrach technologicznych syntezy, warstwy wytwarzane w tym samym reaktorze będą powtarzalne.
- Zbadanie katodoluminescencji analizowanych próbek.
- Zbadanie termoluminescencji analizowanych warstw dla promieniowania UV.
- Zbadanie właściwości akumulacyjnych warstwy dla tej samej dawki promieniowania X, naświetlanych w różnym czasie.

Praca jest merytorycznie poprawna, zasługuje na wysoką ocenę.

Najważniejszym osiągnięciem pracy jest przeprowadzenie dowodu, świadczącego o akumulacji promieniowania jonizującego oraz UV struktur *krzem – niedomieszkowana warstwa polikrystalicznego diamentu.*

Zauważone błędy i przejęzyczenia przekazałem bezpośrednio Doktorantowi.

Doktorant stosuje określenia, które są nieprecyzyjne, np.:

„…Jak widać na Rys. 17 wszystkie próbki są warstwami polikrystalicznymi o krystalitach różnej orientacji…."

Chyba jednak kryształach.

„…Dla wybranych próbek sprawdzono odpowiedź termoluminescencyjną na promieniowanie stosowane w diagnostyce i leczeniu onkologicznym…."

Na jakich przesłankach dokonano wyboru próbek?

Brakuje doprecyzowania określenia SEM.

Wielowątkowość pracy jest jej atutem – ale niektóre zagadnienia mogą stanowić temat do dyskusji. Na przykład założona przez Doktoranta bioobojętność (bioinertność) diamentu. W świetle kilkudziesięciu prac w literaturze światowej, w tym kilku rozpraw doktorskich i habilitacyjnych, nie wydaje się to założenie słuszne.
Można również dyskutować o większej przydatności w medycynie warstw diamentowych niedomieszkowanych, w porównaniu z warstwami domieszkowanymi.

Doktorant zrealizował cały, niezwykle obszerny zakres analiz teoretycznych oraz postulowanych eksperymentów. Cele zostały osiągnięte.
Poziom naukowy opracowania jest dobry, chociaż praca jest zbyt obszerna, szczególnie w części teoretycznej.
Rozważania interdyscyplinarne z dziedziny inżynierii materiałowej prowadzone są z dużym rozeznaniem i krytycyzmem, co świadczy o umiejętności Doktoranta do syntetyzowania wiedzy i Jego dojrzałości naukowej.
Na podkreślenie zasługuje utylitarny aspekt zrealizowanej pracy. Istnieje możliwość wykorzystania wyników badań i analiz w praktyce. Implementacja tego typu dozymetrów wymaga jednak dalszych badań zwłaszcza z zastosowaniem innych rodzajów promieniowania, na przykład wykorzystywanego w brachyterapii.

3 Wniosek końcowy.

Doktorant wykazał dobrą znajomość tematu i formułowania tez naukowych. Wykonane badania teoretyczne i doświadczalne nie budzą wątpliwości oraz zastrzeżeń merytorycznych a ich interpretacja świadczy o dojrzałości naukowej Doktoranta. Praca napisana jest w sposób zrozumiały, posiada cechy oryginalności oraz wnosi nowe wartości poznawcze w stosunku do dotychczasowego stanu wiedzy w zakresie nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa.

Biorąc powyższe pod uwagę, wyrażam opinię, że praca mgr Wojciecha Franków: „Polikrystaliczne warstwy diamentowe jako potencjalny materiał dozymetryczny" odpowiada warunkom Ustawy.

Uważam, że spełnione są wszystkie wymagania stawiane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (z 14 marca 2003 roku .Dz. U. 65, poz. 595 ze zmianami w Dz. U. z 2005 r., nr 164 poz. 1365) w zakresie przyznawania tytułu doktora nauk technicznych w dyscyplinie inżynierii materiałowej.

Na tej podstawie, stawiam wniosek o dopuszczenie pracy doktorskiej mgr Wojciecha Franków do jej publicznej obrony.

Stanisław Mitura