Warszawa, 17.08.2023

Dr hab. inż. Agnieszka Grabias
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki
Centrum Technologii Materiałów Elektronicznych
ul. Wólczyńska 133
01-919 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Michała Mieszczyńskiego

pt. „Problem selektywności obsadzeń i rozkładów pól nadsubtelnych w stopach MnCoGe i MnNiGe domieszkowanych żelazem"

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Michała Mieszczyńskiego została wykonana na Wydziale Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku pod kierunkiem promotora dr hab. Dariusza Satuły, prof. uczelni. Praca ta ma charakter badań podstawowych i podejmuje próbę określenia preferencji obsadzeń domieszki żelaza w stopach MnCoGe i MnNiGe w oparciu o badania struktury i oddziaływań nadsubtelnych. Wybrane do badań materiały należą do grupy materiałów wielofunkcyjnych, w których w szczególności odkryto możliwości występowania przemiany martenzytycznej i gigantycznego efektu magnetokalorycznego. Materiały z tej grupy są intensywnie badane ze względu na ich unikalną kombinację korzystnych właściwości mechanicznych i odporności korozyjnej w połączeniu ze zjawiskami wywołanymi w odpowiedzi na przyłożone zewnętrzne pole magnetyczne. Materiały, które cechuje dobrze zdefiniowane i silne sprzężenie magnetostrukturalne wraz z możliwością sterowania temperatury przemiany magnetostrukturalnej w kierunku temperatury pokojowej mają perspektywiczne szanse wykorzystania, np. jako magnetyczne materiały chłodnicze w różnych urządzeniach elektrycznych w wersji bardziej ekologicznej i energooszczędnej niż dotychczas stosowane. Warto zauważyć, że w literaturze naukowej wykazano, że dodatek czwartego lub piątego składnika stopowego może mieć znaczący wpływ na parametry kluczowej przemiany magnetostrukturalnej i właściwości magnetyczne materiału. Dlatego podjęcie tej tematyki badawczej przez Doktoranta uważam za bardzo interesujące i uzasadnione.

Rozprawa jest dość obszerna, bo obejmuje łącznie 126 stron i została podzielona na 5 rozdziałów. Rozdziały są poprzedzone krótkim wstępem, który jest zwięzłym wprowadzeniem do tematyki i zawartości pracy, a także zawiera cel i motywację pracy. Ponadto wymienione zostały dwie publikacje Autora w czasopiśmie o charakterze międzynarodowym, które raportują zasadnicze wyniki jego rozprawy. Część literaturową stanowią rozdziały 1 i 2 (strony 13-27). W pierwszym z nich opisano dwa efekty, występujące w stopach stanowiących przedmiot badań, takie jak przemiana martenzytyczna i gigantyczny efekt magnetokaloryczny. Rozdział 2 poświęcony został przeglądowi właściwości wybranych do badań stopów MnCoGe i MnNiGe. Rozdział 3 zaznajamia czytelnika z podstawami teoretycznymi dwóch głównych metod badawczych, które zostały zastosowane w pracy, tj. dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego i spektroskopii mössbauerowskiej (strony 28-39). W części eksperymentalnej w rozdziale 4 przedstawiono szczegóły wytwarzania stopów i preparatyki próbek proszkowych, jak również metodyki pomiarów i opracowywania wyników (strony 40-45). W najobszerniejszym rozdziale 5 przedstawione zostały bogato ilustrowane wyniki prac badawczych Doktoranta przy użyciu metody XRD, spektroskopii mössbauerowskiej oraz skaningowej mikroskopii elektronowej (w

sumie 56 stron). Podsumowanie składa się z 8 wniosków. Bogata bibliografia zawiera 133 pozycje. Na końcu pracy znajdują się spisy tabel i ilustracji (w sumie 19 tabel oraz 45 rysunków). Ponadto na stronie 7 zamieszczono przydatny przy lekturze rozprawy spis stosowanych akronimów. Zastosowany przez Doktoranta układ rozprawy jest logiczny i przejrzysty, za wyjątkiem przedstawionych w dalszej części recenzji uwag dotyczących prezentacji wyników własnych.

Tytuł rozprawy dobrze odzwierciedla jej zawartość, chociaż w mojej opinii bardziej adekwatne byłoby użycie sformułowania np. „zróżnicowania struktury nadsubtelnej" zamiast „rozkładów pól nadsubtelnych", zwłaszcza w połączeniu ze słowem „problem".

We wstępie w klarowny sposób przedstawiono motywację dotyczącą podjęcia się przez Doktoranta rozwiązania problemu opisu uporządkowania atomowego w badanych stopach, który jest dość słabo zbadany w dostępnej literaturze. Określenie rzeczywistego sposobu rozkładu atomów domieszki w położeniach krystalograficznych, odpowiadających różnym atomom składników bazowych, może mieć istotne znaczenie przy projektowaniu materiałów wykazujących efekty magnetostrukturalne. Z tej motywacji jasno wynika cel pracy, którym było „wyznaczenie obsadzeń atomów Fe oraz rozkładów pól nadsubtelnych w trójskładnikowych stopach MnCoGe i MnNiGe domieszkowanych atomami Fe". W następnym zdaniu Autor słusznie stwierdza, że „Stopy te charakteryzują się magnetokrystalicznym przejściem od wysokotemperaturowej fazy heksagonalnej (austenit) do niskotemperaturowej fazy rombowej (martenzyt)", jednak z racji mojej specjalizacji w inżynierii materiałowej muszę przyznać, że stosowanie nazw „austenit" i „martenzyt", które oryginalnie są nazwami własnymi faz występujących w układzie Fe-C i w stalach, w formie w jakiej są stosowane w całej rozprawie jest dla mnie trudne do przyjęcia. Dotyczy to zwłaszcza nazywania austenitem fazy heksagonalnej czy jak na str. 23 i 24 sformułowania „heksagonalny austenit". Bardziej prawidłowe byłoby używanie wyrażenia „faza macierzysta", którą Doktorant stosuje w niektórych miejscach. Z drugiej strony należy zaznaczyć, że przemiana fazowa analogiczna do występującej w stalach przemiany martenzytycznej, została zaobserwowana również w wielu innych stopach. Z tego powodu aktualnie w literaturze dość często stosuje się szeroko rozumiane określenia „przemiana martenzytyczna" czy „martenzyt" jako produkt tej przemiany niezależnie od jego struktury.

Do realizacji celu pracy wytworzone zostały metodą topienia łukowego 4 serie stopów, w których domieszka Fe była podstawiana za Mn, Co lub Ni. Dodatkowo wytworzono 4 stopy z podstawieniami Fe za Ge, jednak brakuje o tym wzmianki w części eksperymentalnej. W związku z tym, że w pracy wytworzono stopy, których zawartość domieszki Fe była różna dla każdej serii np. Mn1-xNiFexGe (x = 0,07, 0,10, 0,25) i MnNi1-xFexGe (x = 0,10, 0,20, 0,30), zastanawia mnie czym kierował się Doktorant wybierając różne stężenia domieszki? W mojej opinii zastosowanie jednakowych stężeń domieszki Fe w ramach stopów bazowych byłoby korzystne dla badań prezentowanych w rozprawie, ponieważ ułatwiłoby porównywanie wpływu koncentracji Fe na strukturę i oddziaływania nadsubtelne pomiędzy badanymi seriami stopów. Czy sprawdzany był skład chemiczny stopów po wytopie?

Głównymi metodami badawczymi do charakterystyki wytworzonych stopów w postaci proszków były dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego i spektroskopia efektu Mössbauera (pomiary wyłącznie w temperaturze pokojowej). W przypadku spektroskopii mössbauerowskiej wykonano także pomiary próbek umieszczonych w zewnętrznym polu magnetycznym skierowanym równolegle do kierunku promieni gamma. Dodatkowo jako metodę uzupełniającą zastosowano skaningową mikroskopię elektronową do obrazowania morfologii cząstek wybranych proszków. Dobór ww. technik badawczych w celu charakterystyki struktury i oddziaływań nadsubtelnych oraz zbadania selektywności obsadzeń domieszki Fe w stopach MnCoGe oraz MnNiGe w postaci proszków uważam za prawidłowy.

W rozprawie przedstawione zostały wyniki badań, które obejmują szczegółową analizę składu fazowego, zarówno jakościową jak i ilościową, oraz oddziaływań nadsubtelnych w miejscu jąder ^{57}Fe. W badanych stopach występują dwie fazy: faza wysokotemperaturowa o strukturze heksagonalnej oraz faza niskotemperaturowa o strukturze rombowej. Przydatne informacje dotyczące komórek elementarnych struktur krystalicznych oraz lokalnego otoczenia poszczególnych składników stopu zostały omówione jako wstęp do wyników badań.

Dla wybranych stopów wykazany został wpływ rozdrobnienia proszków, otrzymanych w wyniku mielenia, na zróżnicowanie składu fazowego poszczególnych frakcji tych proszków. Ogólnie wynik ten jest bardzo interesujący i pokazuje staranność Doktoranta podczas przygotowania próbek do badań. Do tej części wyników mam następujące uwagi. Autor stwierdza, że zwiększenie stopnia rozdrobnienia proszku powoduje stabilizację struktury heksagonalnej. Problem polega na tym, że taka struktura nie tworzy się w wyniku mielenia, natomiast proces mielenia powoduje niejako segregację struktury ze względu na różnicę we właściwościach mechanicznych fazy heksagonalnej i rombowej. W pracy napisano ogólnie, że pomiary w głównej części eksperymentu wykonane zostały na próbkach o możliwie najbardziej zbliżonej wielkości ziaren, jednak nie podano szczegółów. Jest to z jednej strony uzasadnione, np. w pomiarach metodą XRD, ale pozostaje istotny problem reprezentatywności próbek proszkowych ze względu na segregację mechaniczną, dlatego oczekiwałabym bardziej szczegółowej informacji w tym zakresie.

W głównej części opisu wyników Doktorant stosował jednolity schemat do prezentacji każdej serii stopów: najpierw określana była struktura krystaliczna stopów metodą dyfrakcji rentgenowskiej, następnie analizowano oddziaływania nadsubtelne w oparciu o widma mössbauerowskie, ostatnim elementem była analiza widm mössbauerowskich otrzymanych podczas obecności próbki w zewnętrznym polu magnetycznym. Badania przeprowadzono dla serii stopów bezpośrednio po wytopie i sproszkowaniu, a następnie po obróbce cieplnej stopów. W tym miejscu chciałabym dodać, że bardzo pożyteczne dla czytelnika byłoby podanie w podtytułach ze składami stopów również stosowanych w danym przypadku wartości x. O ile powyższy schemat prezentacji wyników jest słuszny, to można mieć zastrzeżenie w niektórych miejscach co do sposobu opisu wyników i ich analizy. W ogólności należy stwierdzić, że analiza wszystkich wyników jest prawidłowa, jednak w mojej opinii praca zyskałaby, gdyby dyskusję tych wyników przeprowadzono bardziej dogłębnie zamiast powtarzania przy każdym rysunku zdań opisujących wykonane pomiary, co było już wcześniej umieszczone w opisie eksperymentu. Jako przykład zacytuję stwierdzenie ze str. 63: „Wartość rozszczepienia kwadrupolowego zmniejsza się ok 0,1 mm/s względem próbek bez obróbki termicznej.". W tym miejscu ewidentnie brakuje dalszego ciągu typu „co świadczy o ...", dotyczącego wpływu wygrzewania na rzeczywiste zmiany w strukturze nadsubtelnej.

Na szczególną uwagę zasługuje analiza skomplikowanych widm mössbauerowskich, zawierających kilka składowych o różnych wartościach parametrów struktury nadsubtelnej. Wszystkie widma zostały z dużą starannością opracowane przy użyciu zaawansowanej metodyki dopasowania widm eksperymentalnych. Przyjęty przez Doktoranta sposób opracowania pozwolił mu na przypisanie odpowiednich składowych w widmach do atomów domieszki Fe, znajdujących się w różnych położeniach krystalograficznych w dwóch rodzajach struktur: heksagonalnej i rombowej. Umożliwiło to stwierdzenie, że atomy domieszki żelaza preferencyjnie obsadzają miejsca zajmowane głównie przez atomy Mn oraz Co lub Ni. Nie zaobserwowano znaczącego efektu podstawiania się żelaza za atomy Ge w badanych stopach. Kolejnym osiągnięciem Doktoranta było określenie charakterystycznych parametrów nadsubtelnych dla poszczególnych położeń domieszki Fe w strukturze heksagonalnej i rombowej, które nie wykazywały wyraźnej zależności od koncentracji żelaza w badanych stopach. Próbki po wytopie, jak również po obróbce cieplnej były jedno- lub dwufazowe. W przypadku stopów MnNiGe wykazano, że domieszka Fe lokuje się głównie za podstawiane

atomy składu bazowego. Wyniki otrzymane przy zastosowaniu zewnętrznego pola magnetycznego nie wykazały większego efektu tego pola na zachowanie stopów MnNiGe z domieszką Fe. Z kolei bardzo interesujące wyniki otrzymano w przypadku stopów MnCoGe domieszkowanych Fe. Zarówno w próbkach po wytopie jak i po wygrzewaniu atomy Fe zajmowały położenia atomów Mn i Co z porównywalnym prawdopodobieństwem. W wyniku wygrzewania tych stopów zaobserwowano natomiast wyraźną zmianę w strukturze. W przypadku fazy heksagonalnej zaobserwowano odmienną reakcję Fe w pozycjach Co i Mn na zewnętrzne pole magnetyczne, tj. indukowane pole nadsubtelne na atomach Fe w pozycjach Co było niższe, a w pozycjach Mn wyższe niż przyłożone zewnętrzne pole magnetyczne.

Na koniec trzeba zaznaczyć, że w pracy zaprezentowano wyniki badań dla licznej grupy próbek o szerokim zakresie stężenia domieszki Fe, która była podstawiania za dwa (a w niektórych przypadkach trzy) różne atomy składu bazowego stopu, co pozwoliło na wiarygodne wnioskowanie dotyczące selektywności obsadzeń w badanych stopach domieszkowanych żelazem.

Podsumowanie zawiera dość obszerne zestawienie głównych wyników z rozdziału 5. W podsumowaniu zabrakło sugestii w jakim kierunku należałoby iść w kwestii domieszkowania badanych stopów, żeby móc dalej rozwijać te materiały w celu konkretnego ich zastosowania w praktyce, bazując zwłaszcza na pomiarach próbek w polu magnetycznym? Doktorant będzie mógł ustosunkować się do tej kwestii w trakcie obrony rozprawy doktorskiej.

Pod względem edytorskim rozprawa została przygotowana dość starannie. Przedstawione w pracy rysunki są graficznie bardzo czytelne, jednak sposób sformułowania podpisów pod nimi i błędy w składach stopów w niektórych przypadkach utrudniają czytelnikowi zrozumienie opisu wyników. Dla przykładu rysunki z dyfraktogramami rentgenowskimi niepotrzebnie zawierają w podpisie „czynnik dobroci dopasowania Rwp", który został po pierwsze przedstawiony w sposób wyczerpujący w opisie eksperymentu (podrozdział 4.2.1), a po drugie można było umieścić ten czynnik w spisie stosowanych akronimów.

Terminologia i słownictwo w ogólności są poprawne za wyjątkiem poniżej wymienionych, często używanych w rozprawie sformułowań, dla których przytaczam powszechnie przyjętą terminologię w języku polskim:

- „spektroskopia Mössbauera" – spektroskopia efektu Mössbauera lub spektroskopia mössbauerowska
- „pomiary Mössbauera", „pomiary spektroskopią Mössbauera",„pomiary metodą Mössbauera" – pomiary metodą spektroskopii mössbauerowskiej
- „widmo Mössbauera" – widmo mössbauerowskie
- „A23 – względne natężenie linii 2 i 5 w sekstecie mössbauerowskim" – stosunek względnego natężenia linii 2 (oraz 5) do linii 3 w sekstecie mössbauerowskim, chociaż parametr A23 (A od „*area*") wskazuje raczej na stosunek względnych udziałów pól powierzchni pod liniami
- w tabelach dotyczących wyników otrzymanych metodą spektroskopii mössbauerowskiej stosowane jest „natężenie" wyrażone w % – w tym wypadku chodzi raczej o udział procentowy
- „rentgenogram", „diagram XRD", „obraz XRD", „widmo XRD" – dyfraktogram rentgenowski
- np. „niebieskie i czerwone słupki odpowiadają odpowiednio pozycjom Bragga faz heksagonalnej i rombowej" – położenie referencyjnych linii dyfrakcyjnych odpowiadających fazie heksagonalnej (niebieskie) i rombowej (czerwone)
- „ważony Rprofil (Rwp)" – ważony czynnik rozbieżności profilu, w podpisach pod rysunkami z dyfraktogramami rentgenowskimi brakuje spójności w prezentacji tego czynnika, który jest nazywany „czynnikiem dobroci dopasowania", „współczynnikiem dobroci opisu" lub „czynnikiem zgodności opisu".

Z obowiązku recenzenta wymieniam także inne zauważone przeze mnie niedociągnięcia edytorskie:

- str. 12 „w strukturze krystalicznej MnNiGe oraz MnCoGe" – w strukturze krystalicznej stopów MnNiGe oraz MnCoGe
- str. 13 „komórka zaprezentowana na Rys. 1a staje się niestabilna i po przyłożeniu naprężenia przekształca się w komórkę" – powinno być raczej „komórka zaprezentowana na Rys. 1a staje się niestabilna po przyłożeniu naprężenia i przekształca się w komórkę"
- str. 13 „Ten rodzaj przemiany określany mianem atermicznej, ponieważ..." – określany jest
- str. 15 „kubicznej fazy austenitu", „sześciennym austenitem" – zapewne chodzi o regularną strukturę austenitu
- str. 17 „atomy niosące w tych układach moment magnetyczny" – atomy posiadające...
- str. 18 linia 2 – brakuje odnośnika
- str. 27 „w magnetycznych materiałów chłodniczych" – w magnetycznych materiałach chłodniczych
- str. 28 „nalężące" – należące
- str. 28 „odbicia promieniowania rentgenowskiego zachodzi" – odbicie ...
- str. 31 „Na podstawie otrzymanych rentgenogramów proszkowych rozpoznawane są rzeczywiste kompozycje stopów" – Na podstawie otrzymanych dyfraktogramów rentgenowskich identyfikowane są składy fazowe badanych stopów
- str. 33 „przez tą próbkę" – przez tę próbkę
- str. 33 „absorbcja" – absorpcja
- str. 33 „detektor rejestruje spadek transmisji" – spadek liczby zliczeń
- str. 41 „przy użyciu XRD, a następnie wykorzystane jako absorbery w pomiarach spektroskopii Mössbauera" – przy użyciu metody XRD, a następnie wykorzystane jako absorbenty w pomiarach metodą spektroskopii mössbauerowskiej
- str. 45 „Wartości szerokości ..., wynoszącą" – Wartość
- str. 46 „Różne kompozycje stopów" – składy stopów
- str. 55 „niepodanych" – niepoddanych
- str. 55 „przekrywających się" – nakładających się
- str. 56 „72,721" – podana wartość średnia nie koreluje z wynikami w Tabeli 2
- str. 63 „stopy ... poddane obróbce termicznej krystalizują w temperaturze pokojowej w strukturze heksagonalnej" – krystalizują w strukturze heksagonalnej
- str. 63 „zmniejsza się ok 0,1 mm/s" – o ok. 0,1 mm/s
- str. 64 „indeksami Millera opatrzono tylko najsilniejsze z nich" – oznaczono
- str. 71 „przeprowadzono pomiary Mössbauera" –pomiary mössbauerowskie
- str. 73 „na Rys. 34a i Rys. 34b" – powinno być „na Rys. 34b i Rys. 34c"
- str. 82 „dla sekstetów stowarzyszonych z Fe w pozycjach" – związanych z Fe w położeniach
- str. 83 „wyższa" – powinno być „wyższe"
- str. 83 „do pola zewnętrznego pola magnetycznego" – powinno być „do zewnętrznego pola magnetycznego"
- str. 85 „wykazują" – powinno być „wykazuje"
- str. 90 „w fazie rombowej prezentowanej w próbkach" – w fazie rombowej obecnej w próbkach
- str. 96 „w Tabela 18" – powinno być „w Tabeli 18"
- str. 98 „$MnCoFe_{0,15}Ge_{0,85}$" – powinno być „$MnNiFe_{0,15}Ge_{0,85}$"
- str. 100 „przedstawione Tabela 18 i Tabela 19" – powinno być „przedstawione w Tabeli 18 i Tabeli 19"
- str. 102 „fazie heksagonalnej" – powinno być „w fazie heksagonalnej"
- Tabela 3 i dalsze: „Parametry widm Mössbauera w RT dla próbek bez i w zewnętrznym polu magnetycznym" - Parametry widm mössbauerowskich w RT dla próbek zmierzonych bez i w zewnętrznym polu magnetycznym
- Tabela 4: „x = 0,15" – powinno być „x = 0,25"

- Tabela 8: „$Mn_{1-x}CoFe_xGe$" – powinno być „$MnNi_{1-x}Fe_xGe$"
- Tabela 11: „Sextet" – powinno być „Sekstet"
- Rys. 13: „Absorbery" – powinno być „Absorbenty"
- Rys. 20, Rys. 22 oraz Rys. 24: „(drobne) frakcja średnia" – (drobne) frakcja drobna
- Rys. 25a, Rys. 30a,b,c, Rys. 40b,c, Rys. 44b oraz Rys. 45: w podpisach umieszczono błędne składy stopów
- Rys. 26: „Widma Mössbauera $Mn_{1-x}NiFe_xGe$ po wytopie" – Widma mössbauerowskie stopów $Mn_{1-x}NiFe_xGe$ po wytopie
- Rys. 31: „Widma Mössbauera po wytopie $MnNi_{1-x}Fe_xGe$ po wytopie" – Widma mössbauerowskie stopów $MnNi_{1-x}Fe_xGe$ po wytopie
- Rys. 42 – dyfraktogramy rentgenowskie są zamienione miejscami, sądząc z opisu wyników i Tabeli 18.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska świadczy o wystarczającej wiedzy mgr Michała Mieszczyńskiego w przedmiocie badań. Autor osiągnął w rozprawie wyznaczony cel badawczy związany z charakterystyką struktury i oddziaływań nadsubtelnych oraz określeniem preferencji obsadzeń domieszki żelaza w stopach MnCoGe i MnNiGe w funkcji koncentracji tej domieszki. Zarówno wyniki eksperymentalne jak i ich analizę uważam w ogólności za wartościowe. Moje uznanie budzi ogrom pracy włożonej przez Doktoranta w opracowanie i analizę tak dużej ilości wyników pomiarów, jednak niedosyt pozostawia zbyt monotonne przedstawienie tych wyników oraz miejscami nieco lakonicznie przeprowadzona interpretacja zjawisk fizycznych w stopach. Za najważniejsze osiągnięcie Doktoranta można uznać opracowanie oryginalnego modelu wiążącego różne rodzaje i parametry oddziaływań nadsubtelnych z obsadzeniami atomów Fe w strukturach występujących w stopach MnCoGe i MnNiGe, co pozwoliło na ujawnienie zróżnicowanego preferencyjnego lokowania się atomów domieszki tylko w wybrane położenia krystalograficzne. Wyniki uzyskane przez Autora stanowią oryginalny wkład do wiedzy o nowoczesnych materiałach wykazujących efekty magnetostrukturalne, w szczególności w zakresie selektywnego podstawiania się atomów domieszki w miejsce pozostałych składników stopu, co może wpływać na zjawisko samej przemiany strukturalnej, jak i na właściwości magnetyczne całego materiału.

Ponadto mgr Michał Mieszczyński ma w swoim dorobku 2 publikacje w uznanym, recenzowanym czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* (aktualny *impact factor*: 3.097), które zawierają wyniki przedstawione w jego rozprawie. Należy podkreślić, że w obu publikacjach Doktorant jest pierwszym autorem, co świadczy o jego wiodącej roli w tematyce ściśle związanej z rozprawą doktorską.

Podsumowując, przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska mgr Michała Mieszczyńskiego zawiera oryginalne i wartościowe wyniki badań i całkowicie spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.). Moja ocena rozprawy jest pozytywna i wnioskuję o dopuszczenie mgr Michała Mieszczyńskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Agnieszka Grabias

Agnieszka Grabias