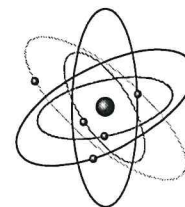


Dr hab. inż. Bartłomiej J. Spisak
bjs@agh.edu.pl | +48 12 617 29 89
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie



Ocena osiągnięcia naukowego, działalności naukowej i dydaktyczno-organizacyjnej dr. Macieja Czapkiewicza w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych

Podstawą do przygotowania oceny jest pismo nr WFIIS-b511-7/19 od Prodziekana ds Nauki i Współpracy Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 29. 11. 2019.

Informacje ogólne o Kandydacie i Jego działalności dydaktyczno-organizacyjnej

Dr Maciej Czapkiewicz jest absolwentem Uniwersytetu Jagiellońskiego, gdzie ukończył studia na Wydziale Matematyki i Fizyki w roku 1991 broniąc pracę p.t. „Komputerowy system do kontroli i akwizycji danych z dwuwiązkowego reflektometru” na kierunku fizyka. W roku 1993 p. M. Czapkiewicz został zatrudniony na Wydziale Elektroniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki w Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie, gdzie rozpoczął działalność naukowo-dydaktyczną. Obecnie jest On zatrudniony na stanowisku adiunkta na Wydziale Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji tejże samej uczelni. Pan M. Czapkiewicz rozpoczął badania naukowe w grupie eksperymentalnej, kierowanej przez Prof. dr hab. Tomasza Stobieckiego, która zajmuje się elektroniką spinową. Efektem tej kilkuletniej pracy naukowej jest złożenie przez p. M. Czapkiewicza rozprawy doktorskiej zatytułowanej „Badania zjawisk galwanomagnetycznych w strukturach wielowarstwowych metali przejściowych pod kątem zastosowania na detektory i głowice magnetyczne”. Praca doktorska została wykonana pod kierunkiem Prof. dr hab. T. Stobieckiego i obroniona w roku 1999. Rok później została ona wyróżniona nagrodą im. Janusza Groszkowskiwego przyznaną przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Tym samym, p. M. Czapkiewicz uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektronika.

Działalność dydaktyczna dr. M. Czapkiewicza jest ściśle związana z Jego działalnością naukową. Prowadzi On zajęcia laboratoryjne z ogólnie rozumianej elektroniki i fizyki, ćwiczenia audytoryjne z fizyki i w końcu prowadził także wykład specjalistyczny pt. „Magnetyczne Nośniki Informacji” dla studentów Elektroniki. Istotną cechą działalności dydaktycznej dr. M. Czapkiewicza jest Jego zaangażowanie w proces dydaktyki fizyki, m.in. przygotował On nową koncepcję laboratorium fizycznego oraz opracował instrukcje oraz konspekty do laboratoriów. Jego praca dydaktyczna została doceniona przez Rektora AGH poprzez przyznanie w roku 2009 nagrody zespołowej za osiągnięcia dydaktyczne.

W roku 2012 ukazał się skrypt p.t. „Urządzenia elektroniki spinowej” autorstwa Prof. T. Stobieckiego, w którym dr M. Czapkiewicz jest współautorem dwóch rozdziałów na sześć znajdujących się w książce. Ponadto, należy też zaznaczyć, że dr M. Czapkiewicz aktywnie uczestniczył w działalności popularyzatorskiej, prezentując dwukrotnie osiągnięcia laboratorium elektroniki spinowej, jak i swojej katedry, podczas imprez plenerowych w Krakowie. Na zakończenie opisu działalności dydaktycznej należy jeszcze dodać, że dr M. Czapkiewicz jako promotor prowadził cztery prace magisterskie (w tym jedną międzynarodową) oraz sześć prac inżynierskich.

Następstwem zaangażowania dydaktycznego dr. M. Czapkiewicza jest Jego udział w pracach organizacyjnych na rzecz Wydziału Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji AGH. W szczególności był kilkakrotnie powoływany na członka różnego rodzaju komisji egzaminacyjnych. Należy też nadmienić, że dr M. Czapkiewicz jest członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego oraz pełni funkcję administratora serwera grupy badawczej cienkich warstw magnetycznych.

Podsumowując działalność dydaktyczno-administracyjną dr. M. Czapkiewicza należy stwierdzić, że w przeciągu kilkunastu lat pracy na uczelni wykazał swoją postawą, że jest osobą kompetentną i zaangażowaną w proces dydaktyczny jak również popularyzatorski. W szczególności należy docenić Jego zaangażowanie na rzecz rozwoju laboratoriów fizycznych na macierzystym Wydziale.

Ogólna charakterystyka dorobku naukowego Kandydata

Działalność naukowa dr. M. Czapkiewicza, jak i jego zainteresowania naukowe ewidentnie pozostają w obszarze zastosowań fizyki w elektronice opartej na spinowych stopniach swobody, czyli tzw. spintronice. Obecnie jest to dość rozbudowany i perspektywiczny obszar działalności naukowej o dużym znaczeniu dla rozwoju współczesnych technologii informatycznych, a co za tym idzie dość intensywnie rozwijany w wiodących ośrodkach naukowych w kraju i na świecie. Dr M. Czapkiewicz od samego początku swojej kariery jest skoncentrowany na badaniach własności magnetycznych i transportowych rzeczywistych wielowarstwowych metalicznych układów magnetycznych metodami eksperymentalnymi, o czym świadczy Jego całkowity dorobek naukowy.

Jak wynika z danych zawartych w autoreferacie, dr M. Czapkiewicz jest współautorem ponad 45 publikacji naukowych powstałych od czasu rozpoczęcia przez niego badań naukowych w zespole Prof. T. Stobieckiego. Dwanaście z tych prac powstało w okresie doktoratu (nie licząc dwóch publikacji napisanych w języku polskim - opublikowanych w czasopiśmie Elektronika), tj. do roku 1999. Pozostałe prace pojawiły się w okresie późniejszym, tj. w latach 2000 – 2019, przy czym dwadzieścia z nich nie jest przedmiotem osiągnięcia naukowego, jak na to wskazuje Kandydat. Z lektury tych prac wyłania się bardziej szczegółowa sylwetka naukowa Kandydata, mianowicie dr M. Czapkiewicz wyspecjalizował się w prowadzeniu badań przy użyciu takich narzędzi jak np. magnetometr i mikroskop Kerra (pomiar MOKE) czy mikroskop sił magnetycznych (MFM). Zajmuje się opracowaniem danych pomiarowych z tych eksperymentów, jak również ich interpretacją. Co więcej, dr M. Czapkiewicz na podstawie zdobytego doświadczenia proponuje pewne rozwiązania autorskie, np. te dotyczące budowy aparatury do kątowych pomiarów magnetorezystancyjnych, czy też przygotowanie specjalistycznego oprogramowania. Nie stroni także od prowadzenia obliczeń czy modelowania komputerowego. W końcu, zdobyte przez niego doświadczenie skutkuje opracowywaniem modeli fenomenologicznych potrzebnych do wyjaśnienia badanych zjawisk. Wszystkie artykuły powstałe przy udziale

dr. M. Czapkiewicza zostały opublikowane w czasopismach o zasięgu międzynarodowym i znajdują się na indeksowanej liście czasopism Journal Citation Reports (JCR). W szczególności na uwagę zasługuje fakt, iż wkład dr. M. Czapkiewicza do wszystkich wskazanych w autoreferacie publikacji jest dość znaczący, gdyż zmienia się w granicach od 20 do 50%. Nie jest to bez znaczenia, bowiem wszystkie te prace są wieloautorskie i co ważne współautorzy reprezentują nie tylko zespół w którym pracuje Kandydat, ale również inne ośrodki krajowe i zagraniczne.

W mojej ocenie, świadczy to o dużym zaangażowaniu dr. M. Czapkiewicza w pracę naukową i uznaniu Jego działalności naukowej w środowisku krajowym jak i arenie międzynarodowej. Zresztą wskazują na to też odpowiednie wskaźniki scjentometryczne, bowiem zgodnie z informacjami zawartymi w bazie Web of Science na dzień 31. 12. 2019 i przyjętymi kryteriami przeszukiwania bazy (Author: Czapkiewicz M AND Organization -Enhanced: AGH University of Science and Technology AND Timespan: 1995-2019), całkowita liczba publikacji wynosiła 50, całkowita liczba cytowań wszystkich prac wynosiła 322, a bez autocytowań 267. W tym kontekście warto zwrócić uwagę na wzrastający trend cytowań prac za okres 2005 – 2018. W końcu indeks Hirscha dla dr. M. Czapkiewicza w rozpatrywanym okresie wynosi 10.

Oprócz wyżej omówionej działalności publikacyjnej, dr M. Czapkiewicz również aktywnie uczestniczył w różnego rodzaju specjalistycznych konferencjach, sympozjach oraz warsztatach międzynarodowych, gdzie prezentował wyniki badań. Jedenaście razy wygłosił referaty ustne oraz pięć razy zaprezentował plakat. Jego działalność naukowa została także dostrzeżona w krakowskim środowisku fizycznym, gdzie czterokrotnie referował wyniki badań podczas Seminarium Środowiskowego Fizyki Ciała Stałego. Dr M. Czapkiewicz został także zaproszony do wygłoszenia seminarium na Uniwersytecie w Kassel, a także w ośrodkach naukowych w Białymstoku oraz Poznaniu - wiodącym polskim ośrodku badań nad magnetyzmem i własnościami transportowymi układów do zastosowań spintronicznych.

Na zakończenie prezentacji sylwetki naukowej dr. M. Czapkiewicza należy jeszcze wspomnieć o dwóch bardzo ważnych aspektach Jego działalności naukowej, mianowicie o stażach zagranicznych oraz uczestnictwie w projektach krajowych i zagranicznych. Na przełomie lat 2002 – 2013, dr M. Czapkiewicz uczestniczył w siedmiu krótkoterminowych stażach zagranicznych w Finlandii, Francji, Niemczech oraz Szwajcarii, które łącznie trwały 11 tygodni. Dr M. Czapkiewicz uczestniczył także w dziewięciu projektach krajowych i zagranicznych jako główny wykonawca bądź wykonawca, oraz w jednym projekcie (Diamantowy grant) jako opiekun naukowy. Cztery z tych projektów były prowadzone we współpracy międzynarodowej: umowy dwustronne bądź korporacje kilku europejskich jednostek badawczych, pozostałe zaś były finansowane przez NCN, KBN, a także jeden był finansowany przez katedrę Elektroniki AGH.

Podsumowując sylwetkę naukową dr. M. Czapkiewicza należy stwierdzić, że w przeciągu ostatnich lat prowadzi On dość aktywną działalność naukową w obszarze spintroniki. Jego dorobek publikacyjny, uczestnictwo w konferencjach, stażach zagranicznych, oraz projektach badawczych niezbicie świadczy o tym, że jest to osoba rozpoznawalna w swoim środowisku naukowym. Jestem też przekonany, iż dr M. Czapkiewicz jest uważany za specjalistę w swojej dziedzinie. Na swój sposób wskazuje na to też uczestnictwo w recenzowaniu prac do renomowanego amerykańskiego czasopisma fizycznego poświęconego zastosowaniom fizyki jakim jest Journal of Applied Physics, wykonanie ekspertyzy dla KBN, czy w końcu powołanie dr. M. Czapkiewicza na opiekuna i następnie promotora pomocniczego w pracy doktorskiej mgr. inż. M. Frankowskiego. Warto też zaznaczyć, że

za swoje osiągnięcia naukowe, dr M. Czapkiewicz był kilkakrotnie nagradzany zespołowo oraz indywidualnie przez Rektora AGH.

Osiągnięcie naukowe Kandydata i jego ocena

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe dr. M. Czapkiewicza jest zatytułowane „Model dyspersji barier energetycznych aktywowanego termicznie procesu przełączania magnetyzacji w układach cienkich warstw z anizotropią prostopadłą”. Na to osiągnięcie naukowe składa się cykl dwunastu wybranych przez Autora publikacji wieloautorskich z lat 2004 – 2017, oznaczonych w autoreferacie jako H01 – H12. Po dwie z tych prac zostały opublikowane w Appl. Phys. Lett., J. Appl. Phys. oraz phys. stat sol. (b). Natomiast pozostałe są rozproszone w czasopismach: Sci. Rep., Phys. Rev. B., phys. stat sol. (a), phys. stat sol. (c), J. Magn. Magn. Mater. oraz MATER SCI-POLAND. Jak już to zostało wspomniane wcześniej, wszystkie z wyżej wymienionych czasopism są indeksowane w bazie JCR.

Ponieważ dokumentacja dostarczona przez dr. M. Czapkiewicza zawiera oświadczenia współpracowników o ich wkładzie w przygotowanie poszczególnych prac, jak również przedział lat w których one zostały opublikowane nie koliduje z wcześniejszym okresem działalności naukowej zmierzającym do uzyskania stopnia doktora przez Kandydata, to można poddać ocenie przedstawiony cykl prac bez zastrzeżeń formalnych.

Przedłożony do oceny cykl prac przedstawia wkład dr. M. Czapkiewicza w zrozumienie, sterowanie oraz optymalizację działania urządzeń spintronicznych takich jak magnetyczne złącza tunelowe czy zawory spinowe. Cechą wspólną tych urządzeń jest ich budowa warstwowa (struktury „kanapkowe”). Badania dr. M. Czapkiewicza dotyczą własności magnetycznych i transporotwych struktur „kanapkowych” które powstały na bazie cienkowarstwowych układów metalicznych zawierających materiały magnetyczne. Przykładowo zawory spinowe są układami typu: warstwa antyferromagnetyczna|umocowana warstwa ferromagnetyczna|przekładka niemagnetyczna| swobodna warstwa ferromagnetyczna. Całość jest osadzona na odpowiednio dobranym podłożu i jest ona przykryta warstwą ochronną. Taka struktura „kanapkowa” choć wydaje się pierwszym momencie mało ciekawym obiektem badań, to jednak jest on źródłem wielu interesujących zjawisk fizycznych, których wyjaśnienie wymaga nie tylko uwzględnienia spinowych stopni swobody cząstek, ale również analizy różnego rodzaju oddziaływań magnetycznych, których występowanie zależy od użytych materiałów, parametrów geometrycznych układu jak i technologii ich wytwarzania.

Poniżej zostaną omówione poszczególne publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego Kandydata ze szczególnym naciskiem na rolę jaką odegrał dr M. Czapkiewicz w ich powstaniu.

Artykuł H01 jest wieloautorską 5-stronicową pracą o charakterze eksperymentalnym z elementami modelowania matematycznego rozważanych procesów. Praca powstała w zespole międzynarodowym, a dr M. Czapkiewicz jest autorem wiodącym w niej. Publikacja H01 nawiązuje tematycznie do wcześniej prowadzonych badań, bowiem przedmiotem analizy jest magnetyczne złącze tunelowe typu: Si/Ta/Cu//Ta/NiFe/Cu/IrMn(10)/CoFe(2.5)/Al-O(1.5)/CoFe(2.5)/NiFe(t)/Ta w którym grubość podukładu NiFe znajdującego się w tzw. warstwie „swobodnego” ferromagnetyka jest parametrem geometrycznym rozpatrywanego układu. Przeprowadzone badania miały na celu sprawdzenie jaki jest wpływ procesu wyżarzania w obecności zewnętrznego pola magnetycznego (kierunek) na przełączanie magnetyczne (przemagnesowanie) oraz strukturę domenową w warstwie „swobodnego” ferromagnetyka przy zmieniającej się grubości podukładu NiFe. Wyniki zawarte

w tej pracy pozwalają stwierdzić, że zastosowanie procesu wyżarzania do badanego magnetycznego złącza tunelowego poprawia jego własności przełączania magnetycznego, co ma istotne znaczenie dla zastosowań tych układów. Z drugiej strony, autorzy zwrócili również uwagę na fakt, że proces wyżarzania prowadzi do utraty koherentnej rotacji magnetyzacji. W szczególności wnioskują, że wzór (1) będący uogólnieniem dobrze znanego wzoru na całkowitą gęstość energii cienkiej warstwy magnetycznej znajdującej się w zewnętrznym polu magnetycznym jest autorstwa dr. M. Czapkiewicza. Jednocześnie chcą zauważyć, że pojawienie się tego wzoru w pracy nie jest poprzedzone żadnymi rozważaniami fenomenologicznymi bądź też próbami jego teoretycznego uzasadnienia.

Kolejne dwie prace w cyklu, oznaczone jako H02 – H03 powstały we współpracy z Prof. S. van Dijkenem, który jak wynika z Jego oświadczenia zaproponował badania nad układem typu $[\text{Pt}/\text{Co}]_n\text{IrMn}$, charakteryzującym się występowaniem anizotropii prostopadłej. W zasadzie można wnioskować po ocenianym cyklu publikacji, że są to prace o istotnym znaczeniu dla osiągnięcia naukowego dr. M. Czapkiewicza, pomimo iż Jego udział w tych pracach tylko pozornie wydaje się niezbyt wysoki. Należy jednak zwrócić uwagę, że wkład dr. M. Czapkiewicza do nich zmienia się stopniowo od 40% do 50%, odpowiednio dla H02 i H03, co sugeruje stopniowe zaangażowanie się dr. M. Czapkiewicza w problemy występujące w tych układach, a jednocześnie świadczy to o tym, iż nie unika On trudnych pytań, lecz dąży do znalezienia na nie odpowiedzi. W mojej opinii jest to bardzo ważna cecha osoby ubiegającej się o stanowisko samodzielnego pracownika naukowego.

W pięciostronicowej pracy H02 zaobserwowano, iż zmiana grubości warstwy kobaltowej dość znacząco wpływa na kształt pętli histerezy. W szczególności zaobserwowano występowanie jej asymetrii przy pewnych grubościach warstwy Co. Próba uzasadnienia takich zmian magnetyzacji w badanym układzie niejako wymusiła przyjęcie określonej hipotezy roboczej, a następnie jej zweryfikowanie przy pomocy odpowiednio dobranych metod, w tym przypadku eksperymentalnych. Ta część pracy była prowadzona przez dr. M. Czapkiewicza, który przeprowadził obserwację struktur domenowych za pomocą magnetoptycznego mikroskopu Kerra. Wynikiem tych badań było zaobserwowanie zmian w obrazowaniu struktury domenowej podczas przemagnesowania w zależności od kształtu gałęzi pętli histerezy. W wyniku tej analizy, autorzy opisali jakościowo mechanizm odpowiedzialny za pojawienie się wyżej wspomnianej asymetrii w pętli histerezy. Siedmiostronicowa praca H03 jest kontynuacją pracy H02 i powstała ona w obrębie tych samych grup badawczych. W tej pracy autorzy uzupełniają wyniki poprzednich badań o analizę krzywych relaksacyjnych magnetyzacji uzyskanych na drodze eksperymentalnej poprzez zastosowanie magnetometru Kerra. Krzywe te są analizowane ilościowo poprzez dostosowanie teorii opracowanej przez E. Fattuzo (Phys. Rev. **127** (1962) 1999) dla procesu odwracania polaryzacji w kryształach ferroelektrycznych, a ponadto są one wzbogacone o analizę czasową zmian struktury domenowej i ich dyskusję. Ważnym elementem tej części pracy są wyniki badań nad wpływem procesu wyżarzania w obecności prostopadłego pola magnetycznego na własności rozpatrywanego układu. Druga część pracy H03 poświęcona jest wykorzystaniu układu Co/Pt-ItMn jako warstwy referencyjnej w zaworze spinowym z przekładką miedziową. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują na znaczącą rolę grubości warstwy kobaltowej dla zastosowań spintronicznych. W szczególności wskazano istnienie maksymalnej wartości magnetooporu dla układu wykazującego jednorodne pole wymiany H_{eb} uzyskane pod wpływem wyżarzania. Należy zauważyć, że w tej pracy po raz pierwszy pojawia się jakakolwiek analiza ilościowa wyników eksperymentalnych. W tym przypadku polega ona na dopasowaniu krzywych relaksacyjnych magnetyzacji do

danych pomiarowych i zbadaniu wpływu procesu wyżarzania. Ta część pracy została wykonana przez dr. M. Czapkiewicza.

Kolejne prace w cyklu, oznaczone przez H04 – H09, również dotyczą badanego wcześniej układu Co/Pt-IrMn, choć można je podzielić na dwie grupy, tzn. jedną grupę stanowią prace H04 – H06, a drugą grupę praca H07 – H09. Prace te powstały we wspomnianej wcześniej współpracy międzynarodowej oraz przy udziale przedstawicieli z Katedry Fizyki Magnetyków Uniwersytetu Białostockiego. W tym miejscu należy podkreślić, że wkład dr. M. Czapkiewicza w powstanie tych prac (może poza H07, gdzie Jego wkład wynosi 25%, ale praca jest siedmioosobowa) jest bardzo wysoki, bo zmienia się w granicach od 50% do 80%.

Artykuł H04 jest pracą pięciostronicową i rozpoczyna się od krótkiego przedstawienia zasadniczych elementów teorii Fattuzo dostosowanej do opisu warstwowych układów magnetycznych (M. Labrune i in. J. Magn. Mater. **80** (1989) 211). W szczególności jest tam przedstawiona procedura zmierzająca do wyprowadzenia wzoru na energię aktywacji dla nukleacji domen oraz odpowiednią energię aktywacji potrzebną do wzbudzenia propagacji ścianki domenowej. To wprowadzenie jest nieprzypadkowe, bowiem w dalszej części pracy jest badany wpływ warstwy platynowej w postaci klina, osadzonej między warstwami ferromagnetyczną a antyferromagnetyczną na parametry charakteryzujące dynamikę domen magnetycznych. Badanie te są prowadzone przy zastosowaniu magnetometru i mikroskopu Kerra. Te komplementarne badania z jednej strony pozwoliły wyznaczyć krzywe relaksacyjne magnetyzacji, a z drugiej strony pozwoliły obserwować w czasie rzeczywistym dynamikę struktur domenowych na odpowiednich gałęziach pętli histerezy i wyznaczyć prędkość ścianki domenowej. Tym samym stało się możliwe określenie związku między dynamiką struktur domenowych a sprzężeniem kierunkowym wynikającym ze zjawiska EB¹ w funkcji grubości warstwy platynowej. Te obserwacje zostały wsparte analizą ilościową (model Fattuzo-Labrune'a) w wyniku czego, stało się możliwe wyznaczenie odpowiednich energii aktywacji dla nukleacji domen oraz wzbudzenia propagacji ścianki domenowej. Istotną cechą tych wyników było zaobserwowanie różnic odpowiednich energii aktywacji od kierunku zmian pola. Z punktu widzenia przedstawionego cyklu wydaje mi się, że jest to pierwsza praca w której dr M. Czapkiewicz oprócz wykonanych pomiarów poważniej też zainteresował się zastosowaniem modeli matematycznych do interpretacji danych. Kolejna praca, oznaczona jako H05 bezpośrednio nawiązuje do H04. W tej czterostronicowej pracy dr M. Czapkiewicz określa swój wkład na 50% poprzez wykonanie pomiarów pętli histerezy magnetycznej w szybkozmiennym polu magnetycznym za pomocą magnetometru Kerra oraz prowadzenie obserwacji struktur domenowych przy użyciu mikroskopu Kerra. Oprócz tego przeprowadza On również analizę ilościową otrzymanych wyników na podstawie wybranych modeli matematycznych. Istotnym wynikiem tej pracy są badania nad zależnością pola wymiany H_{eb} od wartości pola przełączającego dla różnych grubości warstwy platynowej. W wyniku tych badań stwierdzono m. in. odmienny charakter zależności pola wymiany H_{eb} w funkcji pola przełączającego dla grubości warstwy platynowej odpowiadającej 0.1 nm. W końcu praca oznaczona przez H06 jest czterostronicową pracą wieloautorską, w której dr M. Czapkiewicz jest autorem wiodącym. Przedstawia ona wyniki badań nad wpływem grubości przekładki platynowej umieszczonej na antyferromagnetyku na pole wymiany H_{eb} ,

¹Z ang. Exchange Bias – polskie tłumaczenie tego terminu to indukowana oddziaływaniami wymiennymi anizotropia jednokierunkowa (Prof. Andrzej Wiśniewski: „Zjawisko „exchange bias” w złożonych materiałach tlenkowych”).

gdy warstwą wierzchnią jest Co lub $[\text{PtCo}]_n$. Różnica między tymi układami jest dość znacząca, bowiem układ Co/Pt/IrMn charakteryzuje się anizotropią płaszczyznową, natomiast $[\text{PtCo}]_n/\text{Pt/IrMn}$ anizotropią prostopadłą. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że dla układów z anizotropią płaszczyznową, pole wymiany H_{eb} monotonicznie maleje wraz ze wzrostem grubości przekładki platynowej, natomiast w drugim przypadku te zmiany nie mają już charakteru monotonicznego, gdyż dla małych grubości obserwowany jest wzrost pola wymiany H_{eb} , po czym po przekroczeniu krytycznej grubości warstwy następuje jego spadek. Dość ciekawym wynikiem zamieszczonym w tej pracy są zależności interfejsowej stałej wymiany od grubości przekładki.

W artykule oznaczonym H07 przedstawiono wyniki badań nad wpływem warstwy buforowej na jakość i własności magnetyczne multiwarstwy kobaltowo-platynowej. Jest to czterostronicowa praca powstała w ramach kooperacji trzech jednostek badawczych, i jak już zostało wspomniane to wcześniej - wkład dr. M. Czapkiewicza w jej powstanie wynosi 25%. Ścisłej, wykonał On pomiary pętli histerezy magnetycznej oraz wyznaczył krzywe relaksacyjne magnetyzacji za pomocą magnetometru Kerra. Oprócz tego przeprowadził rejestrację obrazów struktur domenowych w kontraście Kerra oraz za pomocą mikroskopu sił magnetycznych (MFM). Praca ta jest istotna z kilku powodów. Po pierwsze dr. M. Czapkiewicz rozpoczyna współpracę z innym ośrodkiem, tym razem polskim (Zakład Fizyki Magnetyków, UwB), a po drugie wzbogaca swój warsztat naukowy o nowe narzędzie eksperymentalne jakim jest MFM. Wartość badawcza pracy H07 sprowadza się do wskazania istnienia silnych korelacji między energią aktywacji a teksturą oraz szorstkością warstwy, co przekłada się na wartość prostopadłej anizotropii magnetycznej. Podobny charakter ma kolejna praca, czyli H08. Jest to praca jedenastostronicowa i powstała w ramach kooperacji wspomnianych wyżej trzech grup badawczych. Wkład dr. M. Czapkiewicza do powstania tej pracy wynosi 75%. Oprócz przeprowadzenia pomiarów, Kandydat także przetwarza uzyskane dane pomiarowe oraz dokonuje ich interpretacji. Istotną cechą tej pracy jest przedstawienie, na bazie dotychczasowych doświadczeń Kandydata, metody wyznaczania relaksacji magnetycznej opartej na własnościach geometrycznych obrazów uzyskiwanych w czasie rzeczywistym. Na bazie tych wyników dr. M. Czapkiewicz przygotowuje oprogramowanie do rozpoznawania obrazów. Wyniki badań zawarte w pracy są dość podobne do wniosków wynikających z pracy H07, tzn. można stwierdzić, że własności magnetyczne, a w szczególności struktura domenowa oraz pętla histerezy silnie zależy od własności strukturalnych wielowarstwy ferromagnetycznej, które z kolei są zdeterminowane teksturą i chropowatością warstwy buforowej.

Ostatni w tej grupie artykuł, oznaczony przez H09 jest pracą ośmiostronicową. Jest to praca trójautorska, gdzie dr. M. Czapkiewicz jest autorem wiodącym. Jego wkład w przygotowanie tej pracy wynosi 80%. Bogaty materiał doświadczalny zebrany w ciągu kilku lat badań nad układami wielowarstwowymi ze zjawiskiem EB oraz pojawiająca się we wcześniejszych artykułach dyskusja mechanizmów fizycznych przemawiających za istnieniem asymetrii w procesie przemagnesowania w badanych układach, skłoniły w końcu dr. M. Czapkiewicza do przeprowadzenia analizy ilościowej i wytłumaczenia obserwowanych wyników na bazie modelu matematycznego. Rezultatem tych działań było zaproponowanie modelu fenomenologicznego, mającego solidne podstawy w prowadzonych badaniach. W tym przypadku istotą rzeczy było powiązanie przestrzennych dyspersji barier energetycznych aktywowanego termicznie procesu przełączania magnetyzacji z niejednorodnościami magnetycznymi, które to z kolei zależą od własności strukturalnych układu. Tym sposobem wykazano, że za brak symetrii w procesie przełączania magnetyzacji jest

odpowiedzialna różnica energii aktywacji, która zależy od kierunku pola magnetycznego. Ostatnie trzy prace H10 – H12 wchodzące w skład osiągnięcia naukowego w zasadzie są zastosowaniem autorskiego modelu dr. M. Czapkiewicza do oceny jakości warstw wraz z ich charakterystyką ilościową. Wkład dr. M. Czapkiewicza do tych prac wynosi odpowiednio 35%, 25% i 25%. Wszystkie te prace są wieloautorskie i w związku z tym określony przez Kandydata wkład do ich powstania wcale nie jest mały. Wszystkie one powstały we współpracy międzynarodowej - i co ważne - jedna z nich (H12) powstała w kooperacji z firmą SINGULUS TECHNOLOGIES AG. We wszystkich tych pracach działania dr. M. Czapkiewicza koncentrowały się albo na pomiarach krzywych relaksacyjnych magnetyzacji, albo obserwacji struktury domen magnetycznych oraz wyznaczaniu na tej podstawie odpowiednich charakterystyk badanych układów. W szczególności, w pracy [H12] dr M. Czapkiewicz przygotował diagram fazowy stabilności termicznej w magnetycznym złączu tunelowym.

Uwagi końcowe

Publikacje H01 – H12 wchodzące w skład osiągnięcia naukowego dr M. Czapkiewicza tworzą spójny cykl prac poświęcony badaniom własności magnetycznych wielowarstwowych metalicznych układów magnetycznych wykazujących prostopadłą anizotropię magnetyczną metodami eksperymentalnymi. W trakcie swoich badań dr. M. Czapkiewicz wykazał, że obserwowalne anomalie pętli histerezy w tych układach wynikają z różnic gęstości nukleacji domen zależnych od kierunku przełączania magnetyzacji. Następnie wskazał na istnienie korelacji dyspersji energii termicznej aktywacji przełączania namagnesowania supersieci ferromagnetycznej z teksturą i szorstkością warstwy ferromagnetyka. Zaproponował także model matematyczny, który objaśnia zarówno anomalie pętli histerezy w badanych układach, jak również korelację dyspersji energii aktywacji z własnościami strukturalnymi warstwy ferromagnetyka z anizotropią prostopadłą. W końcu, wdrożył model do oceny jakości warstw ferromagnetycznych z anizotropią prostopadłą, co pozwoliło na optymalizację struktur wielowarstwowych służących do budowy elementów spintronicznych. Można więc stwierdzić, że wyniki pracy dr. M. Czapkiewicza stanowią zauważalny wkład do badań nad magnetyzmem w układach cienkowarstwowych i ich zastosowań w urządzeniach spintronicznych.

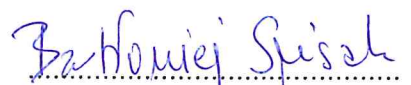
Na zakończenie chciałbym podkreślić, że dobór prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego dr. M. Czapkiewicza świetnie oddaje cały Jego proces badawczy nad wielowarstwowymi metalicznymi układami magnetycznymi wykazującymi prostopadłą anizotropię magnetyczną, poczynając od zainteresowania tematyką, a kończąc na zastosowaniach efektów swojej pracy. W trakcie tych badań dr. M. Czapkiewicz wykazał się dużym zaangażowaniem w tematykę prowadzonych badań: przeprowadzał eksperymenty, interpretował wyniki, ulepszał metody eksperymentalne, stworzył oprogramowanie specjalistyczne, wykonywał obliczenia i prowadził symulacje komputerowe. W końcu zaproponował model fenomenologiczny tłumaczący obserwowane własności. Wszystko to sprawia, że można spojrzeć na dr. M. Czapkiewicza jak na w pełni dojrzałego naukowca rozumiejącego cel swoich badań i ich znaczenie dla dziedziny, którą się zajmuje. W związku z tym, oceniam przedstawione mi osiągnięcie naukowe „Model dyspersji barier energetycznych aktywowanego termicznie procesu przełączania magnetyzacji w układach cienkich warstw z anizotropią prostopadłą” pozytywnie.

Podsumowanie

W mojej ocenie cykl dwunastu prac objętych wspólnym tytułem „Model dyspersji barier energetycznych aktywowanego termicznie procesu przełączania magnetyzacji w układach cienkich warstw z anizotropią prostopadłą” autorstwa dr. Macieja Czapkiewicza można uznać za osiągnięcie naukowe, bowiem spełnia on wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. Nr 196, poz. 1165) z dnia 1 września 2011 roku.

Po zapoznaniu się z dorobkiem dydaktyczno-administracyjnym i naukowym dr. Macieja Czapkiewicza oraz na podstawie pozytywnej oceny przedstawionego mi osiągnięcia naukowego stwierdzam, że dr Maciej Czapkiewicz w pełni zasługuje na na stopień naukowy doktora habilitowanego nauk fizycznych i wnioskuję o przystąpienie do dalszych etapów procedury habilitacyjnej.

Tym samym wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica w Krakowie rekomendację dla dr. Macieja Czapkiewicza o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk fizycznych.


.....
Dr hab. inż. Bartłomiej J. Spisak

Kraków 09. 01. 2020

