



Instytut Fizyki Molekularnej
Polskiej Akademii Nauk

ROZPRAWA DOKTORSKA

*Modyfikacja międzywierzchni cienkich warstw Co i jej
wpływ na anizotropię magnetyczną oraz
oddziaływania Dzyaloshinskiego-Moriyi
i exchange-bias*

mgr inż. Mateusz Kowacz

Promotor: dr hab. inż. Piotr Kuświk, prof. IFM PAN

Promotor pomocniczy: dr inż. Michał Matczak

Poznań, 2024

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań związanych z modyfikacją właściwości magnetycznych czterech różnych układów warstwowych charakteryzujących się polikrystaliczną budową i wykazujących prostopadłą anizotropię magnetyczną. Badania prowadzono dla układów zawierających warstwę Co, których właściwości magnetyczne modyfikowano poprzez bombardowanie jonami Ga z różną dawką i energią oraz poprzez zastosowanie różnego rodzaju warstw otaczających Co.

Wykazano, że warstwa NiO wnosi istotny przyczynek powierzchniowy do efektywnej anizotropii magnetycznej, który faworyzuje prostopadłe namagnesowanie warstwy Co w szerokim zakresie jej grubości. Efekt ten powiązano z obecnością oddziaływania exchange-bias na międzywierzchni Co/NiO. Pokazano, że odpowiednio dobrane warunki wygrzewania z późniejszym chłodzeniem w polu magnetycznym pozwalają na modyfikację wartości pola exchange-bias w szerokim zakresie, przy zachowaniu silnej prostopadłej anizotropii. Zademonstrowano także, że ten rodzaj anizotropii magnetycznej można uzyskać w warstwie Co otoczonej z dwóch stron warstwami NiO, demonstrując tym samym ważną rolę warstw tlenków antyferromagnetycznych w kontrolowaniu anizotropii magnetycznej.

Stechiometryczna warstwa NiO odgrywa również istotną rolę w indukowaniu oddziaływania Dzyaloshinskiego-Moriyi. W badaniach prowadzonych dla układu warstwowego NiO/Co/Pt udokumentowano występowanie silnego oddziaływania Dzyaloshinskiego-Moriyi (2 pJ/m) faworyzującego lewoskrętną chiralność spinów w ścianie domenowej. Na podstawie uzyskanych wyników i analizy doniesień literaturowych pokazano korelację między składem chemicznym warstw tlenku niklu, a wartościami oddziaływania Dzyaloshinskiego-Moriyi, przy czym największe wartości uzyskano dla stechiometrycznych warstw NiO, które badane były w rozprawie.

Bombardowanie układu warstwowego Ir/Co/Pt wykonano przy użyciu zogniskowanej wiązki jonów. Wyniki eksperymentalne, wsparte symulacjami Monte-Carlo, pozwoliły wykazać, że odpowiednio dobrana energia jonów Ga^+ prowadzi do znaczących różnic efektywności procesów mieszania balistycznego w obrębie górnej i dolnej międzywierzchni Co. Ta asymetria umożliwiła wykazanie, że w przypadku takich układów warstwowych prostopadła anizotropia magnetyczna głównie pochodzi

od dolnego interfejsu (Ir/Co). Uzyskane silne różnice w procesach mieszania na dwóch międzywierzchniach warstwy ferromagnetycznej otwierają drogę do modyfikacji właściwości magnetycznych indukowanych przez określoną międzywierzchnię.

Słowa kluczowe: *prostopadła anizotropia magnetyczna, cienkie warstwy magnetyczne, bombardowanie zogniskowaną wiązką jonów, oddziaływanie exchange-bias, oddziaływanie Dzyaloshinskiego-Moriya, antyferromagnetyczne tlenki metalu.*