

Spinowa magnetorezystancja i spinowy efekt Halla w cienkowarstwowych układach hybrydowych: metal ciężki, ferromagnetyk, antyferromagnetyk

mgr Krzysztof Grochot

Instytut Elektroniki WIEiT

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Metale ciężkie (HM) wykazujące silne sprzężenie spinowo-orbitalne, takie jak Pt i W, są badane pod kątem wykorzystania ich jako źródła prądu spinowego. Wygenerowany prądem spinowym *spinowo-orbitalny moment siły* (SOT) jest w stanie przełączyć prostopadłe namagnesowanie warstwy ferromagnetycznej w zewnętrznym polu magnetycznym współliniowym z prądem lub z pomocą pola exchange bias (H_{EB}) od sprzężenia wymiennego między warstwami ferro- i antyferromagnetyczną.

W referacie zostaną omówione wyniki eksperymentalne przełączania prądowego magnetyzacji indukowanego przez SOT w heterostrukturach Pt(W)/Co/NiO o zmiennej grubości warstw W i Pt, prostopadłe namagnesowanej warstwie Co oraz antyferromagnetycznej warstwie NiO [1]. Wykorzystując przełączanie prądowe magnetyzacji, pomiary magnetorezystancji oraz anomalny efekt Halla (AHE), wyznaczono prostopadłą i płaszczyznową składową pola H_{EB} . Następnie do rezultatów otrzymanych dla kilku nanourządzeń z obu układów dopasowano analityczny model krytycznego prądu przełączania w funkcji grubości Pt i W. W efekcie wyznaczono efektywny spinowy kąt Halla (θ_{SH}) i efektywną anizotropię prostopadłą.

W drugiej części wykładu omówię dynamikę namagnesowania warstw Co, właściwości magnetostatyczne oraz oddziaływanie SOT w wielowarstwowym układzie Co(1)/Pt(0-4)/Co(1) (grubości w nanometrach)[2]. Zmienna grubość Pt umożliwi efektywne dostrojenie ferromagnetycznego w sprzężenia wymiennego (IEC). Efekty spinowej magnetorezystancji (SMR) oraz anizotropowej magnetorezystancji (AMR) analizowano w oparciu o model dyfuzji spinowej. Wyznaczono i przeanalizowano efektywne pole SOT (field-like (H_{FL}) i damping-like (H_{DL})) oraz efektywny spinowy kąt Halla w funkcji grubości Pt. Wyniki eksperymentalne zostały porównane z przewidywaniami modelu dyfuzyjnego spinu rozszerzonego o efekt konwersji ładunku na spin. Asymetria obu interfejsów Co/Pt i Pt/Co, IEC i struktura domenowa, umożliwiają uzyskanie zarówno wielopoziomowego przełączania prądowego magnetyzacji, jak i bezpolowego przełączania magnetyzacji, potencjalnie ważnych w zastosowaniach w pamięciach MRAM-SOT [3].

[1] [K. Grochot et al., Physical Review Applied 15, 1014017 \(2021\)](#)

[2] [P. Ogrodnik, K. Grochot et al., ACS Appl. Mater. Interfaces 13, 47019 \(2021\)](#)

[3] [K. Grochot et al., arXiv:2210.07357 \(2022\)](#)