Spin Orbit Torqe w hybrydowych układach metal ciężki/ferromagnetyk/antyferromagnetyk

Krzysztof Grochot1,2\*, Łukasz Karwacki3,4, Stanisław Łazarski1, Witold Skowroński1, Jarosław Kanak1, Wiesław Powroźnik1, Piotr Kuświk4, Mateusz Kowacz4,
Feliks Stobiecki4, Tomasz Stobiecki1,2

# 1Instytut Elektroniki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

# 2Wydział Fizyki I Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

# 3Instytut Fizyki Teoretycznej, Utrecht University, Utrecht, Holandia

# 4Instytut Fizyki Molekularnej, Polska Akademia Nauk, Poznań

\*autor korespondencyjny: grochot@agh.edu.pl

Opracowanie nowych, energooszczędnych technologii przechowywania i przetwarzania danych w oparciu o spin elektronu wzbudza szerokie zainteresowanie z punktu widzenia potencjalnych zastosowań w obszarze tzw. *Green IT.* 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, co jednak znacznie ogranicza praktyczne jego zastosowanie. W niniejszej pracy badamy przełączanie prądowe magnetyzacji indukowane przez SOT w heterostrukturach Pt (W)/Co/NiO o zmiennej grubości warstw HM W i Pt, prostopadle namagnesowanej warstwie Co oraz antyferromagnetycznej warstwie NiO. Wykorzystując przełączanie prądowe magnetyzacji, pomiary magnetorezystacji oraz anomalny efekt Halla (AHE), wyznaczono prostopadłą i płaszczyznową składową pola *exchange bias* (HEB). Następnie do rezultatów otrzymanych dla kilku nanourządzeń z obu układów dopasowano analityczny model krytycznego prądu przełączania w funkcji grubości metalu ciężkiego. W efekcie wyznaczono efektywny spinowy kąt Halla (θSH) i efektywną anizotropię prostopadłą. Dla obu układów zademonstrowano także przełączanie magnetyzacji warstwy Co bez zewnętrznego pola magnetycznego. Pokazano, że w związku z wyższym kątem θSH układu z W, uzyskiwane krytyczne prądy przełączania są o rząd wielkości niższe niż w układzie z Pt. Dokonano także analizy stabilności procesu przełączania prądowego.

*Praca powstała w wyniku realizacji projektów: SPINORBITRONICS UMO-2016/23/B/ST3/01430. Udział w konferencji przy wsparciu finansowym w ramach projektu POWR.03.02.00-00-I004/16.*