

Streszczenie pracy doktorskiej zatytułowanej „Electrical manipulation of the domain structure of antiferromagnetic CuMnAs”

Pomimo, że antyferromagnetyki uznawane były za interesujące materiały to wydawały się nie mieć praktycznych zastosowań, jak stwierdził sam Louis Néel, laureat Nagrody Nobla. Pozostawały one w cieniu ferromagnetyków, które to stały się kluczowymi elementami urządzeń spintronicznych. Tak było jeszcze do niedawna. Współczesne badania teoretyczne i doświadczalne ujawniły możliwość odwracalnej zmiany kierunku spinów w antyferromagnetyku przy pomocy prądu elektrycznego wykorzystując sprzężenie spinowo-orbitalne i symetrie sieci krystalicznej niektórych antyferromagnetyków. To zjawisko - przełączanie antyferromagnetyka indukowane prądem elektrycznym wzbudziło duże zainteresowanie ze względu na potencjalne zastosowania w spintronice.

Niniejsza rozprawa bierze za cel dokładny opis mikroskopowy efektu przełączania antyferromagnetycznego CuMnAs prądem elektrycznym. Przedstawione jest obrazowanie antyferromagnetycznej struktury domenowej CuMnAs i jej analiza za pomocą magnetycznego linowego dichroizmu promieni X oraz sprzężonego elektronowego mikroskopu fotoemisyjnego (PEEM-XMLD). Rozpatrywane są zmiany w strukturze domenowej wywołane przepływem prądu. Pokazana jest jednoznaczna korelacja między sygnałami elektrycznymi i uśrednioną orientacją domen. Uzyskane rezultaty bezsprzecznie pokazują zmianę orientacji momentów magnetycznych w badanym materiale pod wpływem prądu elektrycznego. Pokazana została niejednorodność przestrzenna obserwowanego efektu przełączania. Ponadto, praca ta rozpatruje możliwość kontroli pojedynczych domen lub ścian domenowych wykorzystując prąd elektryczny. Pokazana jest możliwość utworzenia jednorodnej domeny w pewnym obszarze materiału. Odwracalne zmiany w kształcie 180° antyferromagnetycznej ściany domenowej są obserwowane pod wpływem zmiany polaryzacji płynącego prądu elektrycznego. Pełna odwracalność przełączania pojedynczej domeny nie została osiągnięta; przedstawiono stosowną dyskusję dotyczącą możliwych przyczyn i potencjalnych rozwiązań.

W końcu, praca ta rozpatruje również pole elektryczne, nie tylko prąd, jako potencjalne narzędzie do modyfikacji właściwości antyferromagnetyka. Badany jest wpływ pola elektrycznego na cienkie warstwy CuMnAs pokrytego ochronnym tlenkiem glinu AlO_x w konfiguracji eksperymentalnej analogicznej do tranzystora polowego. Doświadczenia pokazują możliwość zmiany oporności rozpatrywanych struktur przy użyciu pola elektrycznego. Prezentowana jest zgodność między wielkością tego efektu obserwowaną w eksperymencie i oszacowana w oparciu o zmianę koncentracji nośników. Badania te stanowią solidną podstawę do kolejnych badań nad wpływem pola elektrycznego na porządek magnetyczny w antyferromagnetykach, nawet tych o charakterze metalicznym.

