



Rozprawa doktorska
(z komentarzem)

Michał Matczak

**Modyfikacje anizotropii i oddziaływań w magnetycznych
strukturach cienkowarstwowych**

Promotor: prof. dr hab. inż. Feliks Stobiecki

Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Kuświk

Poznań, 2015

Streszczenie

Podstawowym celem badań, prezentowanych w cyklu publikacji stanowiących rozprawę doktorską, było opracowanie technologii wytwarzania układów warstwowych, w których modyfikacja anizotropii prostopadłej subwarstw ferromagnetycznych lub oddziaływania między nimi pozwala na uzyskanie właściwości atrakcyjnych dla specyficznych zastosowań (np. manipulacje ruchem ścian domenowych). W szczególności starano się uzyskać struktury, w których proces przemagnesowania zachodzi poprzez propagację pojedynczej prostej ściany domenowej oraz takie, w których, dzięki oddziaływaniu pomiędzy warstwami ferromagnetycznymi, możliwe jest kopiowanie struktury domenowej z warstwy magnetycznie bardziej twardej do warstwy magnetycznie bardziej miękkiej.

Przedmiotem badań były, otrzymane metoda rozpylania magnetronowego, wielokrotne warstwy ultracienkiego kobaltu w otoczeniu warstw Au lub Pt, charakteryzujące się występowaniem anizotropii prostopadłej. Struktury warstwowe z gradientem anizotropii w płaszczyźnie warstwy realizowano poprzez zastosowanie klinowych warstw Co lub bombardowanie jonami He^+ ze stałym gradientem dawki jonów. Pokazano, że układy warstwowe Au/Co/Au/Co-klin/Au mogą być zastosowane jako sensor magnetooporowy pozwalający rejestrować maksymalne pole jakie na taki sensor działało. Na podstawie obserwacji struktury domenowej w wielowarstwie Au/Co/Au/Co/Au z gradientem pola koercji/anizotropii uzyskanym w wyniku bombardowania jonowego wykazano, że proces przemagnesowania może zachodzić poprzez propagację pojedynczej, prostej ściany domenowej. Ta specyficzna, a równocześnie atrakcyjna dla wielu zastosowań, forma procesu przemagnesowania jest tym łatwiejsza do uzyskania im silniejsza jest anizotropia i im większy jest gradient pola koercji.

Stosując klinowe subwarstwy rozdzielające warstwy ferromagnetyczne zbadano oddziaływanie w układach warstwowych Au/Co/Au-klin/Co/Au i Pt/Co/Pt-klin/Co/Pt. Dla struktur z Au udokumentowano, że wzrost rozmiaru krystalitów i szorstkości międzywierzchni (modyfikowany zmianą grubości warstwy buforowej) skutkuje wzrostem amplitudy oddziaływania typu RKKY oraz pojawieniem się oddziaływania typu „orange peel” o antyferromagnetycznym charakterze. Natomiast dla struktury z Pt, charakteryzującej się silnym

gradientem sprzężenia o ferromagnetycznym charakterze, pokazano, że proces przemagnesowania warstwy Co o mniejszym polu przełączania (magnetycznie bardziej miękkiej) zachodzi poprzez odwracalną propagację (na odległości rzędu milimetrów) pojedynczej prostej ściany domenowej. Istotnym jest przy tym to, że gradient sprzężenia skutkuje hamowaniem propagacji ściany domenowej zarówno wówczas, gdy przemieszcza się ona w kierunku większych jak i mniejszych wartości stałej oddziaływania. Ten efekt pozwala nie tylko na generowanie prostej ściany domenowej, ale również na kontrolowaną jednorodnym polem magnetycznym jej propagację.

Pokazano również, że w strukturach pseudo zaworów spinowych charakteryzujących się niezerowym sprzężeniem międzywarstwowym proces przemagnesowania warstwy magnetycznie bardziej miękkiej, prowadzony w warunkach częściowego przemagnesowania warstwy magnetycznie bardziej twardej, zachodzi w dwóch etapach. Etap pośredni charakteryzuje się replikacją struktury domenowej. Skopiowana struktura domenowa wykazuje równoległą lub antyrównoległą konfigurację namagnesowania, w odpowiadających sobie domenach obu warstw, odpowiednio dla oddziaływania ferromagnetycznego lub antyferromagnetycznego.