

Магнитные свойства многослойных пленок

Иванов Ю. П., Огнев А. В., Чеботкевич Л. А.

Старший преподаватель

Дальневосточный государственный университет, Владивосток, Россия

E-mail: lach@phys.dvgu.ru

В настоящей работе исследуется корреляция магнитных свойств и структуры многослойных пленок.

Трехслойные пленки Co/Cu/Co получали магнетронным распылением на монокристаллические подложки (100)Si. Толщина слоев Co и Cu равнялась $d_{Co} = 6$ нм, а $d_{Cu} = 1.1, 1.6$ и 2.1 нм, что соответствовало антиферромагнитной (АФМ) и ферромагнитной (ФМ) связи между слоями Co. Структура пленок исследовалась методами просвечивающей электронной микроскопии и электронной дифракции, шероховатости поверхности – атомной силовой микроскопией. Магнитные свойства пленок изучались методом ферромагнитного резонанса и индукционным методом.

Исследуемые пленки имеют поликристаллическую гцк структуру с размером зерен 5-6 нм. Размер зерен, амплитуду и период шероховатостей изменяли с помощью термической обработки в интервале температур 20÷400 °С.

В пленках с АФМ связью между слоями Co коэрцитивная сила H_c возрастает при температуре отжига $T_{отж} \leq 250^\circ \text{C}$, а при дальнейшем повышении температуры падает. В пленках с ФМ связью при температуре отжига $T_{отж} \leq 250^\circ \text{C}$ H_c незначительно уменьшается, а при $T_{отж} > 250^\circ$ возрастает. Константа наведенной магнитной анизотропии K_u при отжиге пленок с АФМ и с ФМ связью между слоями Co уменьшается.

Нами были проведены теоретические расчеты H_c и K_u с учетом влияния на магнитные параметры структурных дефектов и косвенной обменной связи между ферромагнитными слоями. Определены компоненты коэрцитивной силы, обусловленные взаимодействием доменных границ со структурными дефектами (границами зерен, дисперсией осей кристаллографической анизотропии, шероховатостью поверхности) и компоненты, обусловленные косвенной обменной связью. Показано, что в многослойных пленках с АФМ связью между ферромагнитными слоями компонента коэрцитивной силы, обусловленная косвенной обменной связью, играет основную роль, а в пленках с ФМ связью определяющей является компонента коэрцитивной силы, обусловленная структурными дефектами. В одноосных, многослойных пленках с ФМ связью эффективная наведенная анизотропия обусловлена в основном распределением объемных и поверхностных неоднородностей, а в пленках с АФМ связью при определении константы наведенной магнитной анизотропии необходимо учитывать влияние биквадратичной косвенной обменной связи.