

ОСОБЕННОСТИ СПИН-ЗАВИСИМЫХ ЯВЛЕНИЙ В ФЕРРОМАГНИТНЫХ НАНОКОМПОЗИТАХ $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$ И ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИХ РОСТ И СВОЙСТВА

Лашкарёв Г.В.⁽¹⁾, Радченко М.В.⁽¹⁾, Бугаёва М.Э.⁽¹⁾, Крушинская Л.А.⁽²⁾,
Стельмах Я.А.⁽²⁾, Кнофф В.⁽³⁾, Стори Т.⁽³⁾, Бугаёва Д.А.⁽¹⁾, Асоцкий В.В.⁽¹⁾,
Петросян Л.И.⁽¹⁾, Федорченко Д.А.⁽¹⁾

⁽¹⁾Институт проблем материаловедения им. И.М. Францевича,

ул. Кржижановского, 3, 03680 Киев, Украина, gv135@ipms.kiev.ua

⁽²⁾Институт Электросварки им. Е.О. Патона НАНУ, ул. Антоновича, 68, Киев

⁽³⁾Институт физики ПАН, ул. Лотникова 32/46, Варшава, Польша

Ферромагнитные наноконкомпозиты (ФМНК) представляют собой включения однодоменных частиц ферромагнитных металлов с контролируемыми размерами и формой, распределенных в диэлектрической матрице.

ФМНК получены двухтигельным электронно-лучевым испарением (Electron Beam Physical Vapor Deposition) с конденсацией паров Al_2O_3 и Co на поликоровой подложке. Изучались электрические и термоэлектрические свойства, а также ферромагнитный резонанс (ФМР) в широком диапазоне температур и магнитных полей.

Обнаружена гигантская термоэлектродвижущая сила при низкой температуре с сильной зависимостью от магнитного поля. Это явление связано с прыжковым спин-зависимым транспортом электронов между магнитными центрами локализации, содержащими атомы Co , через туннельно прозрачные слои оксида алюминия под воздействием градиента температуры. Механизм подобен возникновению отрицательного магнитосопротивления для ФМНК.

ФМР для наших структур имеет следующие особенности: 1) магнитная анизотропия формы ФМР с полем анизотропии 700 Э, связана с плоскостью легкого намагничивания в ФМНК слое; 2) исчезновение ФМР ниже температуры перехода в состояние спинового стекла (рис.1); 3) несовпадение резонансного максимума поля с нормалью образца связано с наклонным направлением потока конденсируемых паров относительно нормали к подложке, определяемой расположением длинной оси наночастиц (НЧ) Co в плоскости слоя, что приводит к дополнительной магнитной анизотропии в ФМНК слое.

Выращивание ФМНК проводили в магнитном поле, прикладываемом параллельно и пер-

пендикулярно к плоскости легкого намагничивания образца.

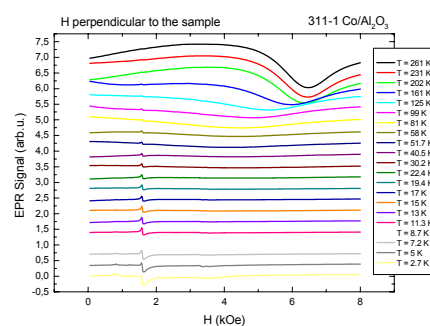


Рис. 1 Температурная зависимость ФМР ФМНК $\text{Co}/\text{Al}_2\text{O}_3$ (41 ат.% Co)

СЭМ изображения этих образцов подтверждают влияние магнитного поля на формирование ФМНК, которое выражается в предпочтительной ориентации длинных осей НЧ Co в направлении градиента поля.

Для описанных образцов наблюдалось значительное уменьшение порога перколяции (от 43 до 27 ат.% Co), что связано с понижением туннельного барьера между НЧ Co . Максимальное значение отрицательного магнитосопротивления $\sim 4\%$ при 2,5 кЭ было продемонстрировано для образцов, выращенных в магнитном поле, перпендикулярном плоскости образца.

Температуры перехода в состояние спинового стекла (T_s) для образцов, сформированных в параллельном ($T_{s\parallel}$) и перпендикулярном ($T_{s\perp}$) магнитном поле, отличаются: $T_{s\parallel} < 5$ К, $T_{s\perp} \sim 20$ К. Это, вероятно, связано с увеличением магнитного поля в плоскости легкого намагничивания образца вызванного размещением длинной оси НЧ Co в этой плоскости.