

ЧЕКРЫГИНА Ю.И., ШИПКОВА И.Г., канд. физ.-мат. наук

РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ В МУЛЬТИСЛОЙНЫХ НАНОСТРУКТУРАХ $(\text{CoFeZr})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{1-x}/\text{Si}$

На современном этапе интерес к магнитным гранулированным структурам обусловлен их необычными магнитными характеристиками и эффектами, которые возникают вследствие перехода к наномасштабным размерам структур. Так, варьируя такие характеристики, как толщина магнитного композита, концентрация магнитного материала в композите, материал и толщина немагнитной прослойки, можно получить объекты либо с высокими значениями туннельного магнитосопротивления, либо со сверхмягкими характеристиками, либо с высокими значениями магнитооптического отклика [1-3].

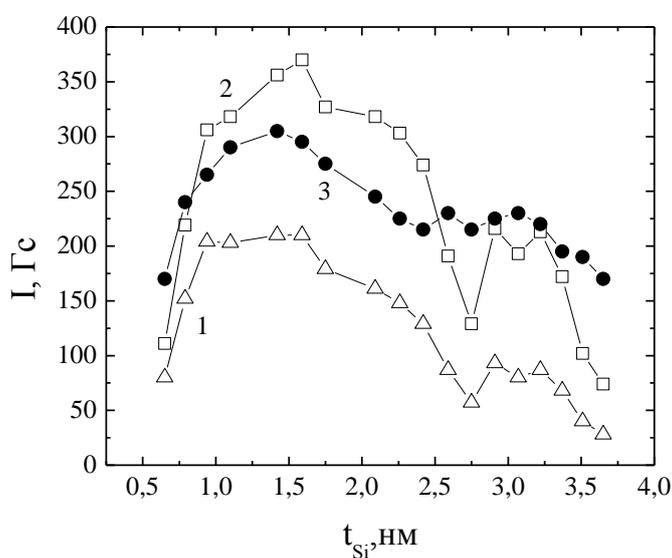
В работе исследованы образцы $(\text{CoFeZr})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{1-x}/\text{Si}$ ($x=35$ ат.% и 46 ат.%), полученные методом ионно-лучевого распыления. Область концентрации 44 – 46 ат.% является перколяционной областью для композитных наноструктур, в которой происходит изменение типа проводимости вследствие появления соприкасающихся металлических гранул. Интервал толщин магнитного слоя $t_m = 0,8 - 2,6$ нм, слоя кремния - $t_{\text{Si}} = 0,5 - 4$ нм. Целью работы являлось установление влияния размерных параметров и состава на магнитные свойства наноструктур.

Статические магнитные свойства измерены с помощью высокочувствительного вибрационного магнитометра. Динамические характеристики определены путем анализа спектров ферромагнитного резонанса.

Проведен расчет намагниченности наноструктур, используя данные статических и динамических измерений (рис.1), а также проанализированы формы петель гистерезиса в зависимости от толщин магнитных слоев и прослоек кремния (рис.2). Определены интервалы, в которых происходит изменение магнитного состояния от суперпарамагнитного через особое суперферромагнитное к ферромагнитному. Установлено, что определяющим фактором для этих переходов является толщина магнитного гранулированного слоя.

Толщина прослойки кремния существенно влияет на магнитные параметры в области $t_{Si} > 3$ нм. При этом рост толщины Si приводит к уменьшению величины намагниченности практически до нуля, что свидетельствует об образовании в пленке неферромагнитных областей.

Проведено сравнение магнитных свойств гранулированных толстых пленок и мультислойных наноструктур на их основе. Обнаружены отличия в их магниторезонансных характеристиках, которые можно объяснить различием внутренних полей, вызванных изменениями пространственного расположения гранул, их формы и размеров.



- 1- средняя намагниченность пленки I_S^f ;
- 2- намагниченность магнитного гранулированного слоя I_S ;
- 3- динамическая намагниченность M_{eff} .

Рис.1 Зависимости намагниченности наноструктур $(CoFeZr)_{45}(Al_2O_3)_{55}/a-Si$ от толщины прослойки Si.

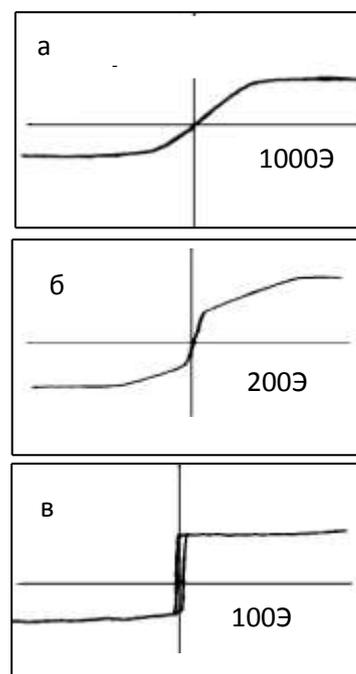


Рис.2 Изменение формы петель гистерезиса при увеличении толщины магнитного слоя.

Список литературы: 1. Kakazei G.N., Pogorelov Yu.G., Lopes A.M.L. et al. Tunnel magnetoresistance and magnetic ordering in ion-beam sputtered $Co_{80}Fe_{20}/Al_2O_3$ discontinuous multilayers // J.Appl. Phys. – 2001. v.90, N 8. –p.4044-4048. 2. Bedanta S., Eimüller T., Kleemann W. et al. Overcoming the Dipolar Disorder in Dense CoFe Nanoparticle Ensembles: Superferromagnetism // Phys. Rev. Lett.- 2007.- v. 98. - p.176601-1–176601-4. 3. Ганьшина Е.А., Перов Н.С., Пхонгхирун С. и др. Усиление магнитооптического отклика в многослойной системе наноккомпозит – гидrogenизированный аморфный кремний // Известия РАН, сер. Физическая.- 2008.- № 10.- с. 1455-1457.