

СВОЙСТВА ПЛЕНОК КОБАЛЬТА НА ПРОФИЛИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ ПОДЛОЖКИ НА ПРИМЕРЕ ЦИРКОНАТА-ТИТАНАТА СВИНЦА

Серокурова А.И.¹, Букжелева Т.А.¹, Поддубная Н.Н.²

1. Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по
материаловедению, Минск

2. Институт технической акустики Национальной академии наук Беларуси,
Витебск, Беларусь

E-mail: serokurova@ifftp.bas-net.by

В настоящее время большой интерес представляют слоистые структуры ферромагнетик/сегнетоэлектрик. Обнаруженный в них магнитоэлектрический (МЭ) эффект проявляется намного сильнее, чем в объемных композиционных материалах [1]. Это позволяет создавать на их основе энергонезависимые устройства взаимного преобразования магнитной и электрической энергии (например, датчики магнитных полей), а также устройства хранения и считывания информации.

В слоистых структурах, получаемых методами спекания или склеивания [2], МЭ взаимодействие между ферромагнитным (ФМ) и сегнетоэлектрическим (СЭ) слоями является неоднородным по толщине, поскольку области электрического и магнитного упорядочения пространственно разнесены и непосредственный их контакт осуществляется лишь на границе металл /керамическая подложка.

В слоистых структурах ферромагнетик /сегнетоэлектрик, получаемых ионно-лучевыми методами, вследствие специфического влияния ионного луча возникает сильная адгезия слоя ФМ металла к СЭ подложке. Благодаря этому существуют интенсивные МЭ взаимодействия, которые сосредоточены в очень узкой области порядка 0,01 толщины СЭ подложки по обе стороны от границы раздела и классифицируются как интерфейсный МЭ эффект [3], а сама слоистая структура является упруго-связанной.

При изготовлении поперечных резов гетероструктур металл/сегнетоэлектрик могут наблюдаться разрывы поверхности ЦТС в виде отслоения толщиной 10 мкм. Такая область – область наибольшего взаимодействия распространяется на глубину до 10 мкм и определяет толщину области МЭ эффекта. В работе [4] был сделан вывод об интерфейсной природе МЭ эффекта и показано, что область наибольшего взаимодействия распространяется на глубину до 10 мкм и определяет толщину области МЭ эффекта. Поэтому актуальным является вопрос об увеличении глубины взаимодействия компонентов, и соответственно увеличении МЭ эффекта. В настоящей работе исследуются образцы гетероструктур Со /ЦТС с профилированной на микронном уровне в латеральном и вертикальном направлении поверхности ЦТС (PZT), полученные прямым осаждением слоев кобальта методом ионно-лучевого распыления/осаждения через маску алюминия периодом 14 мкм.

СЭ керамика на основе цирконата - титаната свинца (ЦТС) состава $\text{PbZr}_{0,45}\text{Ti}_{0,55}\text{O}_3$ синтезировалась в виде таблеток диаметром 8 мм и толщиной 400 мкм по стандартной технологии методом твердофазных реакций [3]. Поверхность образцов обрабатывалась методами механохимического полирования и ИЛРО. Профиль поверхности был создан методом литографии. Пленки кобальта формировались методом ионно-лучевого распыления через маску алюминия мишени кобальта ионами аргона с энергией 1600 эВ и Плотностью тока пучка 0.25 мА/см^2 в рабочем вакууме не хуже 0.1 Па аналогично [4]. МЭ измерения проводились при комнатной температуре в постоянном и переменном магнитных полях по методике, описанной в [5].

Внешний вид гетероструктуры Co /ЦТС с профилированной поверхностью приведен на рисунке 1. На поверхности подложки видно наличие границ зерен и пустот, формируемых в керамических образцах при их синтезе, которые являются неустраняемыми дефектами. Как видно из рис 2., структурное несовершенство керамической подложки наследуются осажденной пленкой.

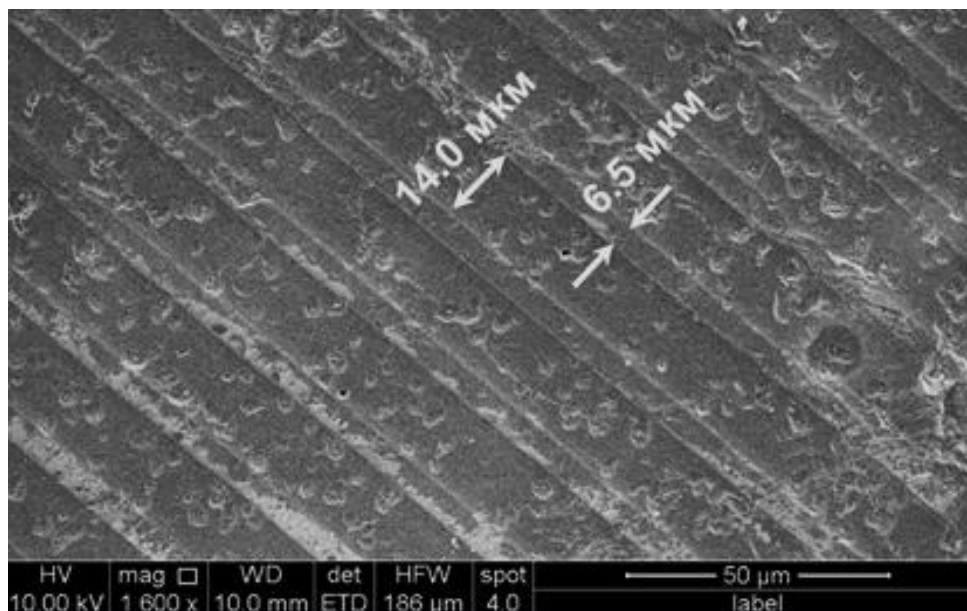


Рисунок 1 - Изображение поверхности гетероструктуры Co/PZT с профилированной геометрией подложки.

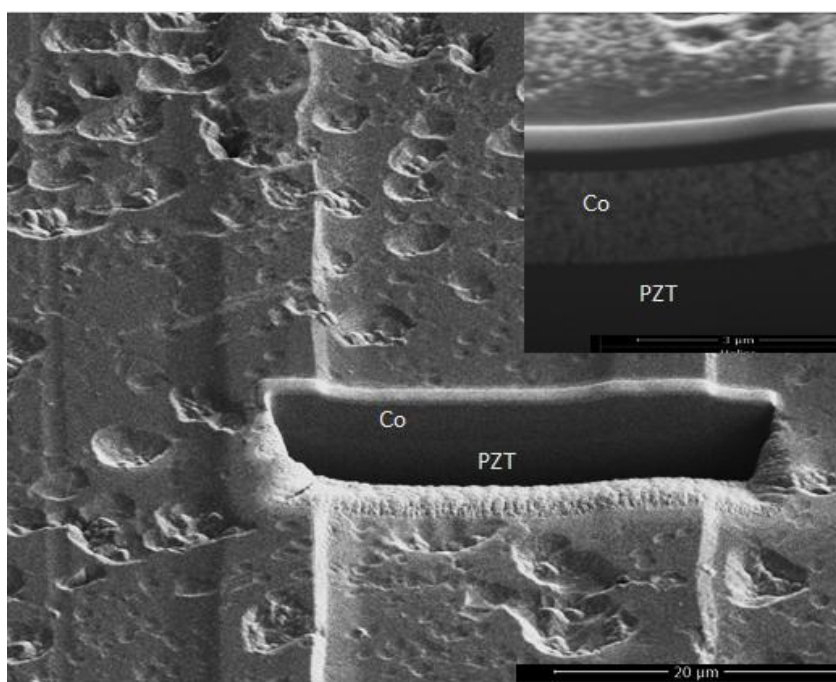


Рисунок 2 - Поперечный срез гетероструктуры PZT /Co с профилированной поверхностью подложки

За величину магнитоэлектрического эффекта принималось значение магнитоэлектрического коэффициента по напряжению α . Результаты исследования полевой зависимости линейного низкочастотного МЭ эффекта в полученных структурах представлены на рисунке 3.

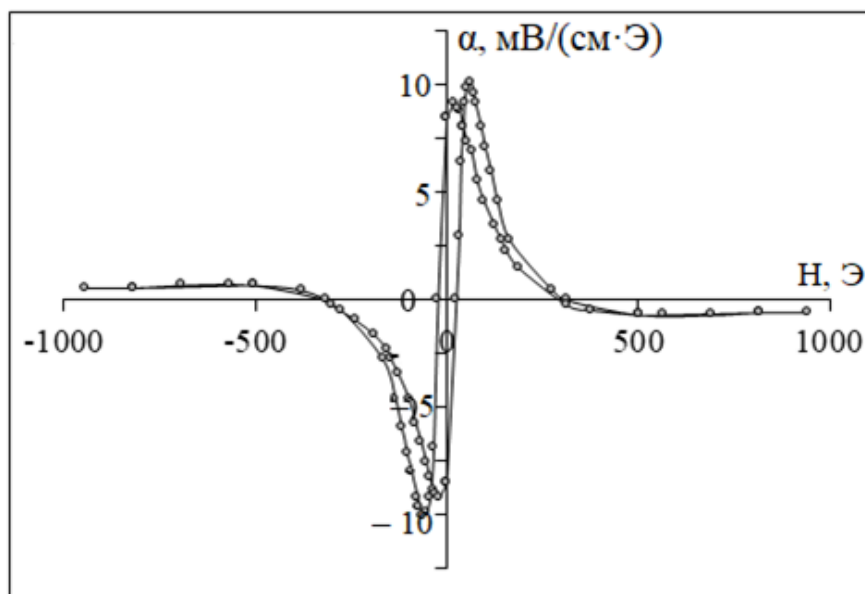


Рисунок 3 - Величина магнитоэлектрического эффекта в гетероструктурах Co/PZT с профилированной геометрией подложки.

Как видно из представленных зависимостей, создание гетероструктур, состоящих из слоя ферромагнетика нанесенного на подложку сегнетоэлектрика с профилированным рельефом ее поверхности позволяет увеличить низкочастотный магнитоэлектрический эффект до 10 мВ/(см×Э), по сравнению со структурами описанными в работах [3], величина низкочастотного магнитоэлектрического эффекта составляет 4 мВ/(см×Э). Создание профиля с латеральным шагом равным глубине взаимодействия, и с вертикальным шагом равным толщине пленки Co позволяет нивелировать естественные дефекты поверхности подложки и получить сплошные и однородные по толщине ФМ слои. Однородные и сплошные слои легче намагничиваются чем неоднородные в ферромагнитном отношении.

Полученные результаты перспективны для получения активных элементов автономных источников электрической энергии и датчиков магнитных полей.

Литература

1. А.П. Пятаков, А.К. Звездин, УФН, 182, 5, 593 (2012).
2. Л.Ю. Фетисов, Ю.К. Фетисов, Н.С. Перов, Д.В. Чашин, ЖТФ, 81, 4, 56 (2011).
3. А.И. Стогний, Н.Н. Новицкий, В.А. Кецо, С.А. Шарко, Н.Н. Поддубная, В.М.Лалетин, А.В. Беспалов, О.Л. Голикова, М.Н. Смирнова, Л.Ю. Фетисов, А.О. Титова, Неорганические материалы. 52, 10, 1141 (2016).
4. А.И. Стогний, Н.Н. Новицкий, С.А. Шарко, А.В. Беспалов, О.Л. Голикова, А. Sazanovich, V. Dyakonov, H. Szymczak, В.А. Кецо Неорганические материалы 50, 3, 303 (2014).
5. В.М. Лалетин, А.И. Стогний, Н.Н. Новицкий, Н.Н. Поддубная, ПЖТФ, 40, 21, 71 (2014).