

ЛИНЕЙНЫЙ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУРАХ ЦИРКОНАТ-ТИТАНАТ СВИНЦА – КОБАЛЬТ

Поддубная Н.Н., Лалетин В.М.

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», Витебск, Беларусь

Магнитоэлектрический (МЭ) эффект в композиционных материалах является следствием стрикционных эффектов. Его механизм можно представить в виде следующей схемы: магнитное поле → деформация магнитной фазы → деформация пьезоэлектрической фазы → генерирование электрического заряда. При исследовании МЭ эффекта применяют методику, основанную на измерении напряжения, возникающего на образце при наложении на него переменного и постоянного магнитных полей. МЭ коэффициент по напряжению (α_E) определяют исходя из толщины пьезоэлектрика (h), величины напряжения (dV) и напряженности переменного магнитного поля $\alpha_E = dV/(h \cdot dH)$.

В работе представлены результаты исследования МЭ свойств пленочных структур Со – цирконат - титанат свинца (ЦТС) – Со. Толщина ЦТС составляла 280 мкм. Покрывают кобальта наносили в НПЦ НАН Беларуси по материаловедению по собственной технологии ионно-лучевого распыления-осаждения [1]. Процесс проходил в несколько этапов для снижения напряженности структур и увеличения адгезии. Толщина металлических пленок определялась с помощью интерференционного микроскопа Линника–Номарски МИИ 4 и РЭМ поперечных сечений и составила 3 мкм металла с каждой стороны. Поляризация образцов осуществлялась в постоянном электрическом поле 4 кВ/мм в течение 2 ч при температуре 150°C с последующим охлаждением в этом же поле до комнатных температур [2]. Полевая зависимость МЭ коэффициента по напряжению получена в переменном магнитном поле напряженностью 80 А/м и медленно меняющемся магнитном поле от 0 до 150 кА/м. Исследования проведены при продольной поляризации образца, когда электрическая поляризация и магнитные поля сонаправлены (рис.1).

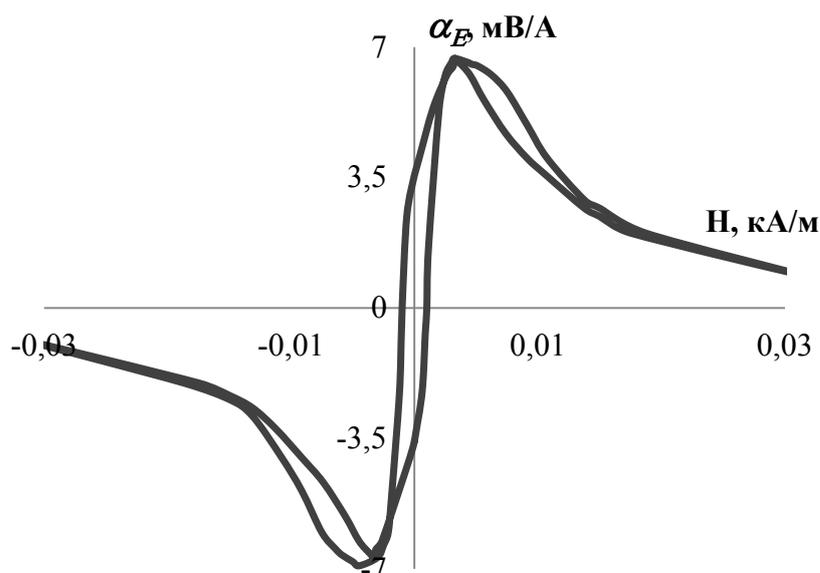


Рисунок 1- Полевая зависимость МЭ коэффициента по напряжению структур Со (2 мкм) /ЦТС(280 мкм) /Со (2 мкм), полученных методом ионно-лучевого распыления-осаждения.

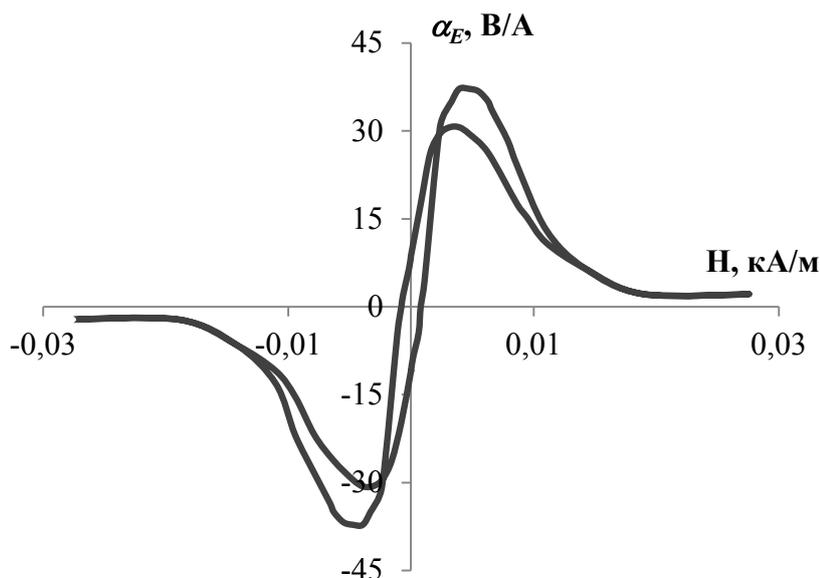


Рисунок 2 - Резонансная зависимость МЭ коэффициента по напряжению структур Со (2 мкм) /ЦТС(280 мкм) /Со (2 мкм), полученных методом ионно-лучевого распыления-осаждения.

В полученных ранее структурах Со – ЦТС методом ионно-лучевого распыления не удавалось добиться толщины покрытий свыше 1 мкм [2]. Величина эффекта в них не превышала 10 мВ/А в резонансе и не различалась на фоне шума при исследованиях линейном эффекте. Зависимость МЭ коэффициента от магнитного поля отличалась существенным гистерезисом.

Увеличение значений МЭ коэффициента объясняется увеличением толщины пленок кобальта, снижением толщины пьезокомпоненты и достаточно высокой добротностью (свыше 1000) полученных структур. В свою очередь увеличение толщины пленок кобальта стало возможным благодаря снижению напряжения в покрытии, приводящему к увеличению адгезии и росту добротности. Полученное значение относится к гигантским МЭ эффектам (рис.2).

Литература

1. А.И. Стогний, Н.Н. Новицкий, В.А. Кецко, С.А. Шарко, Н.Н. Поддубная, В.М. Лалетин, А.В. Беспалов, О.Л. Голикова, М.Н. Смирнова, Л.Ю. Фетисов, А.О. Титова /Влияние состояния межфазных границ на величину магнитоэлектрического эффекта в пленках Со(Ni) на подложках $\text{PbZr}_{0,45}\text{Ti}_{0,55}\text{O}_3$ и GaAs // Неорганические материалы – 2016 г. – Т. 52, №10, С. 1–7.
2. В.М. Лалетин, Н.Н. Поддубная / Линейный и нелинейный магнитоэлектрический эффект в объемных композитах цирконат-титанат свинца – феррит никеля // ПЖТФ. – 2017 г. – Т. 43, №2, С. 60-67.
3. Лалетин, В.М. Магнитоэлектрический отклик в различных типах слоистых структур. / В.М. Лалетин, Н.Н. Поддубная // Международный симпозиум «Перспективные материалы и технологии», Витебск, 25 – 29 мая, 2009 г.: сборник тезисов / под ред. В.В. Рубаника – УО «ВГТУ». – Витебск, 2009. – С. 148.