

Ученому секретарю  
диссертационного  
совета Д 212.168.11 на  
базе Новгородского гос.  
университета имени  
Ярослава Мудрого  
Коваленко Д.В.  
173003, г. Великий Новгород,  
ул.Б.Санкт-Петербургская, 41

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Маничевой Ирины Николаевны «Магнитоэлектрический эффект в электролитически осажденных слоистых структурах никель - арсенид галлия и никель-кварц», представленной на соискание ученой степени кандидата физико - математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

**Актуальность** работы Маничевой И.Н., посвященной

- 1) разработке технологии изготовления методом электролитического осаждения никеля и олова на подложки из арсенида галлия и кварца в целях получения многослойных магнитоэлектрических (МЭ) структур, обладающих большой величиной МЭ эффектом и достаточно высокой механической прочностью, так и
- 2) проведению экспериментальных и теоретических исследований по определению частотных и полевых характеристик МЭ эффекта в зависимости от соотношения толщин магнитоэлектрического и демпфирующего слоев и материала подложки, не вызывает сомнений, поскольку решение этих задач имеет как научное, так и практическое значение и тем самым вносит заметный вклад в расширение области применения многофункциональных композитов.

**Научная новизна** представленной работы заключается в выявлении взаимосвязи между различными слоями, обеспечивающими хорошую адгезию между электролитическим осаждением магнитоэлектрического никеля и демпфирующим слоем олова на пьезоэлектрическую подложку (из GaAs или кварца), что позволяет частично “гасить” несоответствие параметров кристаллических решеток гцк Ni (3,51Å) и гцк подрешетки мышьяка соединения GaAs (5,65 Å).

В работе получена система уравнений, включающая одномерное волновое уравнение для модельной трехслойной структуры, состоящей из подложки арсенида галлия, слоев никеля и олова, трех линейных уравнений (обобщенного закона Гука) для одной компоненты тензора деформаций и проекции вектора электрической индукции. Использованный метод разделения переменных для решения системы позволил получить дисперсионное уравнение и соотношение для резонансной частоты.

**Практическая значимость** работы заключается в разработке технологии получения многослойных МЭ композитов методом многослойного электролитического осаждения никеля и буферного слоя из олова на подложки из GaAs, на которую получен патент.

Следует подчеркнуть, что в работе получено удовлетворительное согласие между экспериментальными и теоретическими результатами по частотным зависимостям МЭ эффекта для созданных трехслойных структур. Необходимо также отметить, что полученные экспериментальные и теоретические результаты работы могут быть использованы при исследовании механических характеристик магнитоэлектрической структуры, в частности модуля Юнга.

По содержанию автореферата и диссертационной работы можно сделать некоторые замечания, а именно:

1) При сравнении полученных экспериментальных данных и теоретических результатов для резонансной частоты для МЭ эффекта следует обращать внимание на то, в каком структурном состоянии находятся пьезоэлектрик и магнетик: имеют они монокристаллическую или поликристаллическую структуру. В последнем случае следует использовать величины модулей упругости монокристаллов с учетом их корректировки для перехода к модулям упругости поликристаллических образцов посредством применения процедуры усреднения по Фойгту - Рейюсу - Хиллу.

2) При разработке технологии получения многослойного материала целесообразно использовать фазовую диаграмму системы Ni-Sn, в частности для интерпретации разрушенного образца (рис.7 диссертации). Поскольку олово имеет растворимость в гцк фазе никеля, возрастающую с повышением температуры, а также в этой системе существуют 3 интерметаллических соединения. При попадании конфигурационной точки в двухфазную область (Ni)+Ni<sub>3</sub>Sn в окрестности кривой растворимости согласно термодинамической теории сплавов должно происходить падение модуля упругости. Кроме этого было бы интересно проверить с помощью рентгеновских исследований область растрескивания в разрушенном образце, состоящим из 8 слоев Ni и 9 слоев Sn, чтобы выяснить причину разрушения - не является ли причиной разрушения возникновение соединения Ni<sub>3</sub>Sn?

3) В автореферате отсутствует рисунок 8.

Отмеченные замечания не снижают положительную оценку работы.

Исследование Маничевой И. Н. представляет значительный научный интерес, соответствует сформулированным целям и задачам диссертационной работы.

Диссертационная работа Маничевой И. Н. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико - математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, а сама автор Маничева Ирина Николаевна несомненно, заслуживает присуждения ей степени кандидата физико –математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

  
Удовский Александр Львович,  
д.ф-м.н., проф., ФГБУН, Институт металлургии и материаловедения РАН  
119991, Москва,  
Ленинский проспект, 49  
8(499)1359481  
E-mail: [udovsky@imet.ac.ru](mailto:udovsky@imet.ac.ru)

Подпись главного научного сотрудника Института металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова РАН, доктора физико-математических наук, профессора Удовского Александра Львовича заверяю

Ученый секретарь  
Института металлургии и  
материаловедения им. А.А.Байкова РАН  
канд. техн. наук

