

УДК 536.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТРУКТУР 3ω МЕТОДОМ

Макарова Е.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, кандидат технических наук Новотельнова А.В.
(Университет ИТМО)

Аннотация: Разработана компьютерная модель 3ω метода для исследования процесса измерения теплопроводности тонких пленок. С помощью созданной модели рассматривается влияние на неопределенность измерений толщины подложки, ширины нагревателя.

Введение. Тенденция развития электронной техники - миниатюризация приборов и устройств. В этой связи все чаще для достижения технических результатов применяют низкоразмерные структуры. Изготовление миниатюрных термоэлектрических преобразователей возможно на базе низкоразмерных структур, выполненных с использованием тонкопленочных технологий. И если технологические проблемы были проработаны ранее, то теплофизические свойства нанослоев термоэлектриков, необходимые для оценки их эффективности, остаются мало изученными. Классические методы, применяемые для объемных термоэлектриков, малопригодны для исследования тонкопленочных структур.

Основная часть. Метод 3ω зарекомендовал себя как метод измерения тепловых свойств тонких пленок. Данный метод позволяет производить измерения поперечной теплопроводности тонких пленок толщиной от 10 нм и используется для определения тензора теплопроводности анизотропных образцов. При подготовке образцов для измерения коэффициента теплопроводности 3ω методом часто возникают дополнительные сложности, связанные с выбором технологических условий измерений. Выбор ширины нагревателя, подбор толщины подложки, нанесение дополнительного диэлектрического слоя влияют на результаты измерений.

Создание компьютерной модели с помощью программного обеспечения Comsol Multiphysics позволяет выявить основные технологические факторы измерительного процесса и оценить, как они влияют на неопределенность измерений. Модель позволяет выявить, как изменения параметров образца или толщины резистивного нагревателя влияют на результаты измерений. С помощью компьютерной модели подобрана оптимальная толщина слоя тонкопленочного нагревателя, диапазон частоты переменного тока для измерения тепловых свойств образца, оптимальная толщина образца.

Выводы.

С помощью моделирования была произведена оценка неопределенности измерений теплопроводности наноразмерных слоев термоэлектриков. Показано, что при уменьшении толщины образца до 150 мкм, неопределенность измерений теплопроводности методом 3ω может достигать 30%. Изменение материала подложки приводит к необходимости подбора диапазона частот тока, подводимого к резистивному нагревателю.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-32-90210

Макарова Е.С. (автор)

Подпись _____

Новотельнова А.В. (научный руководитель)

Подпись _____