

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лаврентьева Михаила Геннадьевича
«Принципы формирования анизотропной структуры термоэлектрических
материалов на основе халькогенидов висмута и сурьмы для оптимизации их
функциональных характеристик», представленной на соискание ученой
степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 –
Физика полупроводников

Полупроводниковые твердые растворы систем $\text{Bi}_2\text{Te}_3 - \text{Sb}_2\text{Te}_3$ и $\text{Bi}_2\text{Te}_3 - \text{Bi}_2\text{Se}_3$ широко используются при создании термоэлектрических охлаждающих устройств (эффект Пельтье) и генераторов, работающих на бросовом тепле (эффект Зеебека), в диапазоне температур от 150 до 600 К. В последние годы требования к термоэлектрическим материалам значительно повысились. Необходимо не только увеличение термоэлектрической эффективности, но и получение механически прочных материалов с использованием экономически доступной технологии. Этим критериям удовлетворяют методы порошковой металлургии (экструзия, горячее прессование, искровое плазменное спекание), рассмотрению которых применительно к халькогенидам висмута и сурьмы посвящена диссертационная работа Лаврентьева М.Г.

В своем исследовании диссертант проводит большой комплекс теоретических и экспериментальных работ по изучению термоэлектрических материалов на основе халькогенидов висмута и сурьмы. Представлены результаты математического моделирования пластического течения в экструдере, определены условия, обеспечивающие формирование однородной структуры твердых растворов на основе халькогенидов висмута и сурьмы. Проведены экспериментальные исследования образцов термоэлектрических материалов, полученных методами горячей экструзии и искрового плазменного спекания. Методами растровой и просвечивающей электронной микроскопии, рентгеновской дифрактометрии детально изучена структура материалов, подробно исследованы их электрофизические характеристики в совокупности с механическими свойствами. Анализ полученных результатов позволил выявить особенности формирования структуры термоэлектрических материалов в данных методах, их зависимость от параметров процессов, а также установить значения этих параметров, обеспечивающие оптимизацию термоэлектрических свойств исследованных материалов. Для получения халькогенидов висмута и сурьмы автором впервые предложен метод искровой плазменной экструзии, сочетающий в себе достоинства методов экструзии и искрового плазменного спекания. Показано, что при пропускании импульсного тока в процессе искровой плазменной экструзии формируются острая аксиальная текстура в халькогенидах висмута и сурьмы. Это позволило повысить термоэлектрическую эффективность твердых растворов $\text{Bi}_{0,4}\text{Sb}_{1,6}\text{Te}_3$ и

$\text{Bi}_2\text{Te}_{2,85}\text{Se}_{0,15}$ ($Z=3,38 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ и $Z=2,98 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ соответственно) с сохранением высоких значений механической прочности.

По тексту автореферата можно сделать следующее замечание: достигнутая термоэлектрическая эффективность материалов ($Z=3,38 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ и $Z=2,98 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$) превышает значения термоэлектрической эффективности освоенных в серийном производстве экструдированных материалов ($Z=3,2 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ и $Z=2,8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$), соответственно, на 5% и 6%, что соизмеримо с ошибками измерений. Насколько значимо такое улучшение термоэлектрической эффективности для производства охлаждающих и генераторных микромодулей?

Указанное замечание не снижает ценности диссертационной работы. Диссертация Лаврентьева М.Г. является законченным научным исследованием и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС»», а ее автор – Лаврентьев Михаил Геннадьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников.

Начальник лаборатории
полупроводниковых соединений $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$
АО «Гиредмет» имени Н.П. Сагина,
кандидат технических наук

 И.А. Денисов

09.02.2023 г.

Акционерное общество «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» имени Н.П. Сагина» (АО «Гиредмет» имени Н.П. Сагина)
111524, Москва, ул. Электродная, д.2, стр.1.
IADenisov@rosatom.ru

Подпись Денисова Игоря Андреевича удостоверяю:

*ученой секретарь, к.т.н.
Нескоромная Е.А.*

