

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ханиной Александры Сергеевны

«Влияние параметров синтеза, гетеровалентного замещения и вакансий на термоэлектрические свойства слоистых оксиселенидов на основе Bi», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности

1.3.11 Физика полупроводников

Целью диссертационного исследования Ханиной А.С. явилось систематическое исследование комбинированных эффектов микроструктуры, инженерии дефектов и гетеровалентного замещения висмута, на транспортные свойства термоэлектрических материалов на основе оксиселенидов дырочного (BiCuSeO) и электронного типов проводимости ($\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}$).

Многочисленные достоинства термоэлектрических устройств, такие как способность утилизировать «бросовое» тепло, автономность и бесшумность работы, экологичность, возможность масштабирования, в значительной мере нивелируются одним недостатком – низким коэффициентом полезного действия, как правило, не превышающим 10%. Такая низкая эффективность термоэлектрических устройств связана с низкой термоэлектрической добротностью используемого материала, в котором и происходят взаимные превращения тепловой и электрической энергии. Проблема повышения термоэлектрической добротности материалов является самой актуальной и важной, как и в физике полупроводников, так и в термоэлектрическом материаловедении. Поэтому диссертационная работа Ханиной А.С., посвященная разработке перспективных термоэлектрических материалов на основе оксиселенидов является актуальной и своевременной.

Автор работы осуществил синтез легированных оксиселенидов *p*-типа системы $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cu}_{1-x}\text{SeO}$ и *n*-типа системы $\text{Bi}_{1-x}\text{Ba}_x\text{CuSeO}$, а также нелегированных оксиселенидов системы $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}_{1-x}$, установил закономерности влияния условий синтеза на структуру, фазовый и элементный состав разрабатываемых материалов, установил особенности влияния методов синтеза и условий обработки, а также гетеровалентного замещения висмута, на термоэлектрические свойства оксиселенидов.

К наиболее важным научным результатам диссертационной работы Ханиной А.С. можно отнести:

- Установление закономерностей и механизмов влияния размера зерна и степени гетеровалентного замещения висмута на термоэлектрические характеристики оксиселенидов системы $\text{Bi}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Cu}_{1-x}\text{SeO}$.
- Обнаружение эффекта снижения среднего размера зерна в объемных поликристаллических образцах оксиселенидов системы $\text{Bi}_{1-x}\text{Ba}_x\text{CuSeO}$, консолидированных с помощью искрового плазменного спекания исходного порошка, полученного с помощью механохимического синтеза, при увеличении соотношения масс порошка к массе размольных тел, что приводит к одновременному снижению решеточной теплопроводности и повышению электропроводности образцов.
- Установление связи между концентрацией электронов в оксиселенидах системы $\text{Bi}_2\text{O}_2\text{Se}$ с электронным типом проводимости, с содержанием вакансий селена, что

позволяет «управлять» концентрацией электронов с помощью формирования в образцах необходимого дефицита селена.

- Предложен метод механохимического синтеза оксиселенидов на основе висмута как электронного, так и дырочного типов проводимости, который обеспечивает производство однофазного исходного порошка за 25 минут, что существенно меньше по сравнению с другими известными методами.

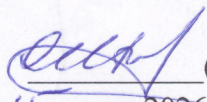
Результаты диссертационной работы способствуют развитию физических и технологических подходов к получению высокоэффективных термоэлектрических материалов на основе оксиселенидов, как электронного, так и дырочного типами проводимости, с контролируруемыми микроструктурой и свойствами.

По автореферату диссертационной работы можно сделать следующее замечание: в автореферате приведены температурные зависимости электропроводности, коэффициента Зеебека и теплопроводности образцов разрабатываемых материалов, однако отсутствует какое-либо обсуждение представленных зависимостей.

Результаты диссертационной работы Ханиной А.С. опубликованы в 2 статьях в высокорейтинговых журналах из Перечня ВАК и входящих в базу цитирования Web of Science, и представлены на 6 международных и российских научных конференциях, что отражает достаточно полную апробацию результатов диссертации.

Считаю, что диссертационная работа «Влияние параметров синтеза, гетеровалентного замещения и вакансий на термоэлектрические свойства слоистых оксиселенидов на основе Bi» удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней в НИТУ МИСИС, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Ханина Александра Сергеевна заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 Физика полупроводников.

Иванов Олег Николаевич
доктор физико-математических наук
(специальность 01.04.07 – физика
конденсированного состояния)
ведущий научный сотрудник лаборатории
перспективных материалов и технологий -
федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Белгородский государственный национальный
исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: Ivanov.Oleg@bsuedu.ru
Тел.: 4732 58 54 15

 (Иванов О.Н.)
«15» июня 2026 г.

