

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Элхули Абделмонеим Ибрагим Мансуба «Термоэлектрические свойства сплавов гейслера на основе FeVSb», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – Физика полупроводников

В настоящее время большое внимание уделяется созданию новых материалов для термоэлектрического преобразования выделяемого бросового тепла в электричество. Среди наиболее эффективных термоэлектрических материалов в области средних и высоких температур, выделяют класс соединений, называемых сплавами полу-Гейслера. Термоэлектрические материалы на основе сплавов полу-Гейслера привлекают большой интерес исследователей в течение последних десятилетий благодаря их термической стабильности, высоким значениям прочностных характеристик и перспективам в области термоэлектрической генерации энергии. Сплавы полу-Гейслера представляют собой тройные интерметаллические соединения со стехиометрией 1:1:1. В последние годы было обнаружено, что сплавы полу-Гейслера на основе FeVSb, содержащие широко распространенные в земной коре элементы, демонстрируют отличные термоэлектрические свойства среди других сплавов полу-Гейслера. Однако сплавам FeVSb уделялось меньше внимания из-за их высокой теплопроводности. Представленная диссертационная работа посвящена оптимизации электрофизических и тепловых свойств сплава FeVSb путем изо- и гетероэлектронного замещения такими элементами, как Hf, Ti и Nb на позиции V. Комплексные исследования в данном направлении еще не проводились, поэтому представленная в диссертационной работе Элхули Абделмонеим Ибрагим Мансуба тематика является, несомненно, актуальной.

Целью данной работы является оптимизация электрофизических и тепловых свойств сплавов полу-Гейслера на основе FeVSb путем изо- и гетероэлектронного замещения такими элементами, как Hf, Ti и Nb на позиции V. Автором поставлены задачи, которые полностью решены в диссертационной работе. К наиболее интересным результатам, обладающим новизной, следует отнести следующие заключения:

1. Замещение V переходными химическими элементами, такими как Hf, Ti и Nb, приводит к увеличению степени рассеяния фононов, что позволяет значительно понизить теплопроводность материалов. Было достигнуто значительное снижение значений теплопроводности (на 57–76%) в зависимости от количества легирующего элемента за счет рассеяния фононов на точечных дефектах, возникших в силу отличия атомных радиусов и масс элементов матрицы и легирующих элементов.
2. Использование интенсивного механического помола при получении сплавов полу-Гейслера на основе FeVSb приводит к значительному увеличению электропроводности и увеличению концентрации основных носителей заряда примерно на порядок. Наблюдаемые изменения обусловлены образованием большого количества акцепторных дефектов в материале при механическом помоле. Было получено заметное улучшение электропроводности на 60–80%, что привело к увеличению фактора мощности материала.
3. Термоэлектрическая добротность zT исходного FeVSb была улучшена на ~43 % при комплексном легировании переходными химическими элементами. Это значительное улучшение объясняется соответствующим увеличением фактора мощности, а также снижением теплопроводности материала.

Результаты диссертационной работы полностью опубликованы в научной печати, включая 5 статей в международных журналах, рекомендованных, и прошли апробацию на трёх конференциях (2 международных и 1 межгосударственная).

В качестве замечания следует сказать, что на страницах 13-17 автореферата описывается краткое содержание главы 4 диссертации (влияние легирования атомами Ti сплава $\text{Fe}(\text{V}_{0,8}\text{Hf}_{0,2})_{1-x}\text{Ti}_x\text{Sb}$). Изучая автореферат, замечаешь, что сплав $\text{Fe}(\text{V}_{0,8}\text{Hf}_{0,2})_{1-x}\text{Ti}_x\text{Sb}$ с составом $x=0$ является сплавом $\text{FeV}_{0,8}\text{Hf}_{0,2}\text{Sb}$, температурные зависимости которого приведены в главе 3 (рисунки 2а, 3 и 4 в автореферате). Однако температурные зависимости для этого сплава на рисунках 2а, 3 и 4 кардинально отличаются от аналогичных зависимостей на рисунках 5а, 6а, 7а и 8. Лишь на последней строчке на странице 16 автор обращает внимание что величины термоэлектрической добротности для этого сплава отличаются, т.к. образцы были приготовлены по-разному. К сожалению, в автореферате (а возможно и в диссертации) автор не уделил должного внимания и не провел исчерпывающий анализ почему это происходит.

Не понятно, почему автор по итогам главы 3 выбрал состав сплава $\text{FeV}_{0,8}\text{Hf}_{0,2}\text{Sb}$ для дальнейшего изучения: данный сплав характеризуется самой худшей электропроводностью из 3 исследованных составов, не самым максимальным коэффициентом Зеебека, самой маленькой теплопроводностью (но она не настолько меньше, чем для остальных составов), итоговая термоэлектрическая добротность ниже, чем у исходного сплава FeVSb .

Также не понятно, почему для исследования в главе 5 автором был выбран состав $\text{Fe}(\text{V}_{0,8}\text{Hf}_{0,2})_{1-x}\text{Ti}_x\text{Sb}$ при $x=0.2$ (т.е. $\text{FeV}_{0,64}\text{Hf}_{0,16}\text{Ti}_{0,2}\text{Sb}$), при условии, что согласно главе 4 самыми лучшими характеристиками обладает состав $\text{FeV}_{0,8}\text{Hf}_{0,2}\text{Sb}$.

В автореферате при описании главы 5 приведены температурные зависимости для различных составов сплавов, полученных при двух режимах: механическим помолом (МП) и высокоэнергетическим механическим помолом (ВМП), но не проведен исчерпывающий анализ полученных результатов.

Однако отмеченные замечания не сказываются на высоком научном уровне выполненного научного исследования, которое содержит ряд новых и важных прикладных результатов. Автореферат диссертации отражает все аспекты диссертационной работы и удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Элхули Абделмонеим Ибрагим Мансуб за экспериментальные и прикладные исследования заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Старший научный сотрудник ИАПУ ДВО РАН,
к.ф.-м.н.

07.06.2022 г.

Галкин Константин Николаевич

ул. Иртышская, д. 18, кв. 50,

690089, Владивосток

моб. тел. +79662744404, эл. почта: galkinkn@iacp.dvo.ru

Основное место работы – ИАПУ ДВО РАН

К.Н. Галкин



07.06.2022

С.Б.ЗМЕУ