

УДК 532.783; 537.226

DOI: 10.17223/00213411/62/4/94

Б.Ш. БАРХАЛОВ¹, М.М. ТАГИЕВ², Г.З. БАГИЕВА¹, Г.Д. АБДИНОВА¹, Р.Ю. АЛИЕВ¹, К.И. МАГЕРРАМОВА¹

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН НА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$

Исследованы электрические и тепловые свойства в широком интервале температур 80–300 К монокристаллических образцов и экструдированных образцов твердого раствора $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$ p -типа с различными размерами зерен. Выявлено, что размеры зерен существенным образом влияют на величину коэффициента термоЭДС, электропроводности и теплопроводности исследованных образцов.

Ключевые слова: монокристалл, экструзия, зерно, электропроводность, термоЭДС, теплопроводность, электроны, фононы, межзеренные границы.

Введение

Термоэлектрические материалы работают в условиях переменных температурных градиентов, поэтому твердые растворы на основе халькогенидов висмута и сурьмы, полученные методом кристаллизации из расплава, недостаточно механически устойчивы, так как легко разрушаются по плоскостям спайности, что сказывается на сроках службы охлаждающих модулей. Поэтому в настоящее время интерес вызывают термоэлектрические мелкозернистые материалы, которые механически более прочны, чем материалы, полученные кристаллизацией из расплава, а увеличение термоэлектрической эффективности в них можно достичь за счет уменьшения решеточной теплопроводности в результате возрастания рассеяния фононов на границах зерен и структурных дефектах внутри зерен.

Одним из способов получения мелкозернистых материалов является метод экструзии. Полученные экструзией материалы обладают мелкодисперсной структурой, текстурой, пониженной теплопроводностью, более высокой механической прочностью, а также устойчивостью к термическим воздействиям.

Получение образцов экструдированного материала связано с проведением целого ряда технологических операций, таких, как синтез твердого раствора из исходных компонентов; размельчение синтезированного сплава до состояния порошка; изготовление из полученного порошка методом холодного прессования брикетов; экструзия брикетов (выдавливание брикетов, нагретых до пластического состояния, через фильеру).

Экспериментально установлено, что на термоэлектрические характеристики материалов для термоэлектрических преобразователей энергии существенно влияют такие факторы, как давление и температура экструзии, размер частиц исходного порошка, температура и время отжига полученного термоэлектрического материала. Поэтому оптимизацией технологических процессов с учетом физико-химических и технологических особенностей экструдированных материалов можно увеличить эффективность экструдированных термоэлементов и повысить стабильность их параметров как в процессе изготовления термоэлементов, так и в процессе эксплуатации приборов на их основе.

Необходимо отметить, что выяснение влияния размеров зерен на характеристики термоэлектрических материалов представляет как теоретический, так и практический интерес, и изучению этого вопроса посвящен целый ряд работ. Например, в работе [1] теоретически исследованы кинетические коэффициенты и термоэлектрическая добротность объемных наноструктурированных материалов на основе Bi_2Te_3 – Sb_2Te_3 , содержащих как аморфные, так и нанокристаллические области с различным размером частиц. Оценки термоэлектрической добротности аморфной фазы показали, что добротность может превысить ZT исходного твердого раствора в 2–3 раза в основном за счет сильного снижения теплопроводности. В работе [2] выполнен расчет изменения решеточной теплопроводности за счет дополнительного рассеяния на включениях и межзеренных границах и проведено сравнение величины решеточной теплопроводности при рассеянии на межзеренных границах. Использовались три различных подхода: постоянная длина свободного пробега,

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>