

УДК 621.362

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫСШЕГО СИЛИЦИДА МАРГАНЦА ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ДУГОВОЙ ПЛАВКИ И МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Ракитин А.А., (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Исаченко Г.Н.

(Университет ИТМО, Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе)

В работе исследуются теплофизические и термоэлектрические свойства высшего силицида марганца ($MnSi_{1.73}$) в зависимости от технологии получения. Рассматриваются образцы, приготовленные прямым сплавлением методом дуговой плавки и образцы, изготовленные методом горячего прессования. Измерены температурные зависимости коэффициентов термоэдс, электропроводности, температуропроводности и удельной теплоемкости в диапазоне температур от 300 до 700К. Исследована зависимость технологии получения образцов на термоэлектрические свойства материала.

Введение. Развитие альтернативной энергетики опирается на нетрадиционные источники электрической энергии. Так использование эффекта Зеебека позволяет напрямую преобразовывать тепловую энергию в электрическую. Низкая эффективность такого преобразования требует разработку новых высокоэффективных материалов, которые помимо прочего должны удовлетворять экономическим и экологическим требованиям. Силицидные термоэлектрики уже давно привлекают к себе внимание. Кремний, содержащийся в них, четвертый по содержанию в земной коре элемент делает эти материалы самыми дешевыми из неорганических термоэлектриков. По эффективности в настоящий момент выделяют два соединения кремния – это соединения с магнием и с марганцем. Термоэлектрическая добротность первого превышает единицу, второго приближается к единице, что сопоставимо по эффективности с материалами, используемые в настоящее время в промышленности. В данной работе исследуются термоэлектрические свойства высшего силицида марганца ($MnSi_{1.73}$) и зависимость этих свойств от технологии получения материала.

Основная часть. Термоэлектрические свойства определяются термоэлектрической добротностью (ZT), которая прямо пропорциональна электропроводности и обратно пропорциональна теплопроводности. Взаимосвязь этих параметров не позволяет независимо улучшать эти свойства по отдельности. Структурные дефекты на наноразмерном уровне создают фильтрующие механизмы, по-разному воздействующие на длину свободного пробега электрона и фонона. Например, при быстрой кристаллизации могут возникать наноразмерные включения второй фазы, которые будут снижать теплопроводность. А при прессовании из нанопорошка создаются рассеивающие центры на границах зерен, которые в большей степени ограничивают длину свободного пробега для фонона, чем для электрона. Таким образом теплопроводность прессованного образца из наноразмерного порошка понижается, увеличивая термоэлектрическую добротность.

Для исследования этих эффектов в высшем силициде марганца была получена серия образцов, отличающихся технологией получения. Первая серия образцов получена прямым сплавлением порошков исходных компонентов в стехиометрическом соотношении $MnSi_{1.73}$ методом дуговой плавки. Другая серия образцов получена путем консолидации наноразмерного порошка методом горячего прессования. На образцах были измерены коэффициенты термоэдс, электропроводности и теплопроводности при температурах от 300К до 700К.

Выводы. В работе показаны температурные зависимости теплопроводности поликристаллического и наноструктурированного образца. Показано влияние технологии на термоэлектрические свойства высшего силицида марганца. Получение высокоэффективных термоэлектриков методом прессования упрощает технологию производства отдельных ветвей и позволяет в одном цикле наносить контактные слои и изготавливать сегментированные ветви.