

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЧАСТИЦ TiO_2 НА ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ В ТВЕРДЫХ РАСТВОРАХ Mg_2Si-Mg_2Sn

Самусевич К.Л. (Университет ИТМО), Шапоренко Д.О. (Университет ИТМО),
Шапоренко Е.В. (Университет ИТМО), Асач А.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Исаченко Г.Н.
(Университет ИТМО, Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН)

Теоретические расчеты предсказывают значительное увеличение термоэлектрической добротности из-за снижения теплопроводности, благодаря дополнительному рассеивающему вкладу наноразмерных частиц второй фазы в основной матрице материала. В настоящей работе исследуется влияние посторонних нановключений на теплопроводность и в целом на термоэлектрическую добротность в твердых растворах Mg_2Si-Mg_2Sn .

Введение. В нескольких работах были представлены различные подходы по повышению термоэлектрической добротности за счет включения наноразмерных частиц [1-2]. Включая в материал наночастицы со схожей кристаллической решеткой, можно значительно повысить значение термоэлектрической добротности (ZT). Основной задачей нановключений является понижение теплопроводности до значений ниже, чем у исходного соединения, путем эффективного рассеивания фононов. В рассматриваемых твердых растворах на основе силицида магния, теплопроводность уже сильно снижена благодаря подавлению длинноволновых фононов [3], и исследование дополнительных механизмов ее подавления представляет практический интерес, поскольку эти соединения являются перспективными термоэлектрическими материалами [3-4]. Они рассматриваются в качестве альтернативной замены материалов на основе $PbTe$, которые являются источниками токсичных отходов.

Основная часть. В данной работе исследуется эффективность снижения теплопроводности и комплексное влияние на термоэлектрическую добротность в твердых растворах Mg_2Si-Mg_2Sn за счет внедрения включений TiO_2 с размерами порядка 200 нм. Образцы изготавливались путем консолидации наноразмерного порошка методом горячего прессования. Включения внедрялись в твердый раствор в момент размола в шаровой мельнице. На образцах измерены температурные зависимости коэффициентов термоэдс, электропроводности и теплопроводности в диапазоне температур от 300 до 700К.

Выводы. В работе показано положительное влияние нановключений на термоэлектрические свойства в твердых растворах Mg_2Si-Mg_2Sn . Наблюдаемый рост термоэлектрической добротности справедлив только в рамках используемой технологии получения наноструктурированных образцов. В то же время полученные результаты представляют практический интерес ввиду оптимизации технологии получения этих сложных твердых растворов.

[1] Mingo N. “Nanoparticle-in-Alloy” Approach to Efficient Thermoelectrics: Silicides in SiGe / N. Mingo, D. Hauser, N.P. Kobayashi, M. Plissonnier et al. // Nano Letters. – 2009. – 9. – 711-715.

[2] Wang S. Improved thermoelectric properties of $Mg_2Si_xGe_ySn_{1-x-y}$ nanoparticle-in-alloy materials / S. Wang, N. Mingo // Applied Physics Letters. – 2009. – 94. – 203109.

[3] Zaitsev V.K. Thermoelectrics Handbook: Macro to Nano / V.K. Zaitsev, M.I. Fedorov, I.S. Eremin, E.A. Gurieva. – Boca Raton: CRC Press, 2006. – 1022.

[4] Khan A. High thermoelectric figure of merit of $Mg_2Si_{0.55}Sn_{0.4}Ge_{0.05}$ materials doped with Bi and Sb / Khan A, Vlachos N, Kyratsi T. // Scripta Materialia. – 2013. – 69. – 606.