

Высокотемпературные термоэлектрики на базе слоистых кобальтитов: структура, получение, свойства

А.И. Клындюк

БГТУ, Минск, 220006, Свердлова, 13А

эл. почта: klyndyuk@belstu.by

В настоящее время около 90% мирового энергопотребления покрывается за счет сжигания ископаемого топлива, которое осуществляется с эффективностью ниже 50%, в связи с чем порядка 15 ТВт энергии выделяется в окружающую среду в виде теплоты [1]. Часть этой «паразитной» теплоты может быть преобразована непосредственно в электрическую энергию с помощью термоэлектрических генераторов (ТЭГ), что открывает доступ к новому источнику энергии и одновременно снижает тепловую нагрузку на окружающую среду. Для создания ТЭГ необходимы материалы (термоэлектрики), характеризующиеся высокой термоэлектрической эффективностью (ZT): $ZT = (\sigma S^2 / \lambda) T$, то есть обладающие одновременно высокими значениями электропроводности (σ) и коэффициента Зеебека (S) и низкой теплопроводностью (λ) [2].

Традиционные термоэлектрики на базе халькогенидов тяжелых металлов содержат токсичные, редкие и дорогостоящие компоненты, кроме того, они неустойчивы на воздухе при высоких температурах. Этих недостатков лишены сложные оксиды металлов, которые после открытия высокой термоэлектрической эффективности у монокристаллов NaCo_2O_4 [3] рассматриваются в качестве перспективной основы для разработки новых эффективных высокотемпературных термоэлектриков. Для функционирования ТЭГ необходимы материалы, обладающие проводимостью как n -, так и p -типа. Потенциальными компонентами n -ветвей ТЭГ являются материалы на основе SrTiO_3 , CaMnO_3 , ZnO и $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{PbO}_3$, а p -ветвей – материалы на основе перовскитных (LnCoO_3) и слоистых (Na_xCoO_2 , $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9.8}$, $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Co}_{1.8}\text{O}_x$, $\text{Bi}_2\text{Ca}_2\text{Co}_{1.7}\text{O}_y$ и др.).

В докладе рассматриваются: а) особенности кристаллической структуры различных слоистых кобальтитов, обуславливающие высокие значения их термоэлектрической добротности; б) методы и способы получения на основе слоистых кобальтитов термоэлектрической керамики с улучшенными термоэлектрическими показателями; в) влияние катионного состава (содержание Na в Na_xCoO_2 , природа металла-заместителя и степень замещения для слоистых кобальтитов различных классов) на параметры кристаллической структуры, физико-химические (электрические, тепловые, магнитные) свойства и функциональные характеристики (фактор мощности, показатель термоэлектрической добротности (параметр Иоффе), фактор самосовместимости) слоистых кобальтитов; г) возможность улучшения термоэлектрических свойств оксидной керамики путем создания в ней фазовой и химической неоднородности на микро- и наноровнях. Показано, что при высоких температурах термоэлектрическая эффективность оксидной керамики на основе слоистых кобальтитов достигает пороговых значений ($ZT > 1$), что позволяет рассматривать их как перспективные компоненты p -ветвей ТЭГ, предназначенных для высокотемпературной термоэлектроконверсии.

Литература

- [1] M.A. Karri, E.F. Thacher, B.T. Helenbrook. Exhaust energy conversion by thermoelectric generator: two case studies. *Energy Convers. Manage.* 2011. 52. 1596-1611.
- [2] G.S. Nolas, J. Sharp, H.J. Goldsmid. Thermoelectrics: basic principles and new materials developments. New York: Springer, 2001. 293 p.
- [3] I. Terasaki, Y. Sasago, K. Uchinokura. Large thermoelectric power in NaCo_2O_4 single crystals. *Phys. Rev. B.* 1997–II. 56 [20]. R12685–R12687.