

ПОЛУЧЕНИЕ ИОННОГО ПРОВОДНИКА $\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{0.5}\text{Ge}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ ИЗ ЖИДКОФАЗНЫХ ПРЕКУРСОРОВ

Куншина Г.Б., Цветов Н.С., Бочарова И.В., Кадырова Г.И.

*Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья
им. И.В. Тананаева - обособленное подразделение
ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук»,
184209, г. Апатиты, Мурманской обл., Академгородок, 26а,
e-mail: kunshina@chemy.kolasc.net.ru*

Существуют различные методы получения ионного проводника $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ge}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$. Недостатком твердофазного синтеза является многостадийность, высокая температура процесса, необходимость измельчения реакционной смеси после каждой ступени. Недостатком жидкофазных (золь-гель) методов является использование дорогостоящих алкоксидов германия и алюминия, чувствительных к влаге¹. Поиск доступного и технологичного метода получения $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ge}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ с высокой ионной проводимостью представляет практический интерес.

Изучен синтез твердого электролита состава $\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{0.5}\text{Ge}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ (LAGP) из жидкофазных прекурсоров с использованием доступных водорастворимых солей ($\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) и устойчивого цитратного $[\text{Ge}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_3]^{5-}$ или оксалатного $[\text{Ge}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{2-}$ комплекса германия, которые получали растворением GeO_2 в лимонной или щавелевой кислоте, соответственно. Прозрачный коллективный раствор нагревали при перемешивании до 60-70°C в течение 4 ч с образованием сиропообразного раствора, который выпаривали при 300°C. Синтезированный LAGP изучали методами РФА, ИК- спектроскопии, ТГ-ДСК, импедансной спектроскопии.

По данным РФА установлено, что однофазный LAGP (ICDD № 80-1924), не содержащий непроводящих примесей: GeO_2 (ICDD № 73-1306) и GeP_2O_7 (ICDD № 82-0829), образуется при 600-650°C в течение 1 ч при использовании оксалатного комплекса германия². Образование монофазного LAGP при использовании цитратного комплекса германия происходит при 700-800°C. Разработанный метод обеспечил однородное распределение ионов в коллективном растворе и значительно снизил температуру и продолжительность синтеза LAGP с высокой ионной проводимостью³.

Литература

1. Kotobuki M., Koishi M. Ceram. International. 2015. 41, 8562.
2. Kunshina G.B., Bocharova I.V., Ivanenko V.I. Inorg. Mater.: Appl. Res. 2017. 8, N.2, 238.
3. Куншина Г.Б., Бочарова И.В., Локшин Э.П. Пат. 2583762 РФ, 2016.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 55 «Арктика - научные основы новых технологий освоения, сохранения и развития».