

ЛИТИЙ-ИОННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ТВЕРДОГО ЭЛЕКТРОЛИТА $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$

Лялин Е.Д.⁽¹⁾, Ильина Е.А.⁽¹⁾, Першина Л.С.^(1,2)

⁽¹⁾ Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН

620137, г. Екатеринбург, ул. Академическая, д. 20

⁽²⁾ Уральский федеральный университет

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

На сегодняшний день исследования в области полностью твердофазных источников тока направлены на оптимизацию его электрохимических характеристик путем уменьшения толщины слоя твердого электролита и увеличения его активной площади. Перспективным методом получения керамических материалов в виде тонкой пленки является метод шликерного литья. В представленной работе проведено исследование влияния термообработки на литийионную проводимость пленок твердого электролита $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (LLZ), полученного методом шликерного литья. Состав шликерной массы: 31,5 % порошок LLZ, синтезированный золь-гель методом; 5 % поливинилбутираль ПШ-1; 2,5 % полиэтиленгликоль; 1 % рыбий жир; 60 % изопропиловый спирт. Пленку отливали на Ni подложку на установке МТИ MSK AFA-NC100 и отжигали при различных температурах – 600, 700, 800 и 900 °С.

Относительная плотность образцов после отжига была определена путем взвешивания их в бензине ($0,7 \text{ г см}^{-3}$) и составила 65–68 %. Согласно данным электрохимического импеданса, термообработка пленки LLZ приводит к увеличению её проводимости, что может быть вызвано полным удалением органических компонентов и спеканием керамики. Пленка, отожженная при 800 °С, имела максимальное значение проводимости ($6,6 \cdot 10^{-9} \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$ при 25 °С). Однако общая проводимость объемных образцов LLZ с тетрагональной модификацией равна $\sim 10^{-7} \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$ при 25 °С. Разница в значениях общей проводимости может быть вызвана низкой плотностью полученных пленок (см. таблицу). В дальнейшем проблема может быть решена с помощью введения спекающих добавок.

Общая проводимость, энергия активации и плотность пленок LLZ

Температура, °С	E_a , кДж·моль ⁻¹	σ при 25 °С, См·см ⁻¹	σ при 90 °С, См·см ⁻¹	σ при 215 °С, См·см ⁻¹	Относительная плотность, %
Исходная	$104,7 \pm 5,5$	$1,3 \cdot 10^{-13}$	$2,1 \cdot 10^{-10}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	-
700	$73,9 \pm 2,4$	$3,5 \cdot 10^{-11}$	$6,0 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-6}$	65
800	$53,3 \pm 1,8$	$6,6 \cdot 10^{-9}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	68
Объемный образец LLZ	$56,0 \pm 1,0$	$5,6 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	85