

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
химических наук

Сюй Сеюйя на тему: «Li-проводящий керамический электролит со
структурой NASICON для твердотельных аккумуляторов», по
специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Научные исследования по разработке новых материалов для вторичных источников тока являются актуальными и практически значимыми. Фазы семейства $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ (LATP) со структурой NASICON обладают высокой ионной проводимостью при комнатной температуре, низкой стоимостью ввиду отсутствия редких и рассеянных элементов в составе, химической стабильностью на воздухе, широким окном рабочих потенциалов, высокой механической прочностью, отсутствием токсичности и высокой термостабильностью вплоть до $\sim 1300^\circ\text{C}$. В рамках диссертационной работы Сюй Сеюйя синтезированы образцы Li-проводящего керамического электролита состава $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}(\text{PO}_4)_3$ со структурой NASICON, исследованы их структура и свойства. Актуальность работы Сюй Сеюйя связана с разработкой новых поколений материалов для литий - ионных аккумуляторов с твердофазными электролитами, отличающихся повышенными эксплуатационными характеристиками и безопасностью.

Автором разработаны приемы практического использования новых методов синтеза порошкообразных предшественников для получения твердых электролитов состава $\text{Li}_{1,3}\text{Al}_{0,3}\text{Ti}_{1,7}(\text{PO}_4)_3$ с улучшенными характеристиками. Также предложены оригинальные методики получения высокоплотных керамических материалов со структурой NASICON с высокой механической прочностью и ионной проводимостью. Прототип аккумулятора с анодом на основе Li и катодом NCM111 с использованием разработанного электролита состава $\text{Li}_{1,3}\text{Al}_{0,3}\text{Ti}_{1,7}(\text{PO}_4)_3$ продемонстрировал высокие эксплуатационные характеристики: высокую циклическую стабильность в ходе 100 циклов с сохранением удельной емкости на уровне 79 % ($100 \text{ мА} \cdot \text{ч/г}$) при скорости разряда/заряда 0.1 мА/см^2 в диапазоне напряжений 3.0-4.2 В. Результаты выполнения работы имеют как фундаментальное, так и практическое значение для разработки и внедрения оригинальных подходов по получению высокоэффективных литий-проводящих электролитов для вторичных источников тока.

Научная новизна и актуальность полученных результатов не вызывает сомнения. Автор синтезировал образцы и охарактеризовал их необходимыми физико-химическими методами для установления фазового состава, микроструктуры, ионного транспорта, механических свойств и электрохимических характеристик в прототипе аккумулятора. Отмечу, что помимо экспериментальной работы автором было проведено моделирование с использованием метода фазового поля формирования литиевых протрузий в твердом электролите в зависимости от размера зерен, их механических свойств и морфологии пор, что позволило спрогнозировать оптимальные свойства

керамики для уменьшения негативных последствий роста дендритных структур металлического лития. Полученные теоретические и экспериментальные результаты были детально проанализированы и интерпретированы автором. По материалам диссертации опубликовано 5 научных работ. Результаты работы представлены на 4 международных и всероссийских конференциях.

Автореферат Сюй Сеюя написан грамотным научным языком, логика изложения последовательна, иллюстрационный материал глубоко проработан и нагляден. В качестве замечаний, возникших при прочтении автореферата, отмечу следующие:

1. В работе не приведены данные об электронной проводимости образцов полученных образцов состава $\text{Li}_{1,3}\text{Al}_{0,3}\text{Ti}_{1,7}(\text{PO}_4)_3$. В то же время наличие электронной проводимости из-за остаточного углерода или частично восстановленного титана в электролите существенно влияет на процесс формирования литиевых протрузий и как следствие, процесс деградации электролита.
2. Температура влияет на транспорт ионов лития. Не указано, при какой температуре автор проводил измерение ионной проводимости твердого электролита? Проводил ли автор измерения ионной проводимости при различных температурах для оценки энергии активации полученных электролитов?
3. Автор нанес наноразмерную пленку платины на поверхность твердого электролита для защиты твердого электролита. Рассматривал ли автор использование других функциональных интерфейсов на границе между литием и электролитом для обеспечения как эффективного электронного, так и ионного транспорта в процессе циклирования лития аккумулятора?

Работа «Li-проводящий керамический электролит со структурой NASICON для твердотельных аккумуляторов» полностью отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М. В. Ломоносова к работам подобного рода. Ее содержание соответствует специальности 1.4.15 – «Химия твердого тела» (Химические науки), а именно следующим ее направлениям: 1) разработка и создание методов синтеза твердофазных соединений и материалов; 2) установление закономерностей «состав – структура – свойство» для твердофазных соединений и материалов; 3) изучение влияния условий синтеза, химического и фазового состава, а также температуры, давления, облучения и других внешних воздействий на химические и химико-физические микро- и макроскопические свойства твердофазных соединений и материалов, а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М. В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Сюй Сеюй заслуживает присуждения ему
ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15 – Химия
твердого тела.

Ведущий научный сотрудник, Ph.D. (экв. к.ф.-м.н.),
Центр фотоники и двумерных материалов
Московский физико-технический институт
Тел.: 8 (977) 301-15-98
E-mail: kazarian.da@mipt.ru


Казарян Давид Арменович
28.04.2024

Подпись руки
ЗАВЕРЯЮ:
ЗАВ. КАНЦЕЛЯРИЕЙ
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОТДЕЛА
М.А. Гусева

