

УДК 539.23

doi: 10.18101/ 978-5-9793-0898-2-148-150

РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ В ДВУСЛОЙНЫХ NaBr+AgBr И СМЕШАННЫХ Na_{1-x}Ag_xBr ТОНКИХ ПЛЕНКАХ

© *Галбадрах Р.*, кафедра физики, Национальный Университет Монголии
Монголия, г. Улан-Батор
E-mail: galbadrakh@num.edu.mn

© *Тэмүжин Э.*, кафедра физики, Национальный Университет Монголии
Монголия, г. Улан-Батор
E-mail: galbadrakh@num.edu.mn

© *Дулмаа А.*, кафедра физики, Национальный Университет Монголии,
Монголия, г. Улан-Батор
E-mail: galbadrakh@num.edu.mn

© *Мунхцэцэг С.*, кафедра физики, Национальный Университет Монголии
Монголия, г. Улан-Батор
E-mail: galbadrakh@num.edu.mn

© *Цогбадрах Н.*, кафедра физики, Национальный Университет Монголии
Монголия, г. Улан-Батор
E-mail: galbadrakh@num.edu.mn

© *Энхтур Л.*, кафедра физики, Национальный Университет Монголии
Монголия, г. Улан-Батор
E-mail: galbadrakh@num.edu.mn

Число циклов заряд-разряд в литий-железо-фосфатном аккумуляторе ограничивается деградацией катода за счет фазового разделения $\text{LiFePO}_4 \rightarrow \text{FePO}_4 + \text{LiFePO}_4$. Подобное разделение происходит самопроизвольно в комнатных условиях в оптически прозрачном твердом растворе $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$ по формуле $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br} \rightarrow \text{NaBr} + \text{AgBr}$. Механизм фазового разделения в $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$ может быть использован как возможная модель деградации LiFePO_4 катода.

В данной работе для изучения фазового разделения в $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$ тонкие пленки этих твердых растворов при $x=0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0$ были по-

лучены быстрым вакуумным осаждением (1-5 нм/с) смеси порошка на стеклянных и кварцевых подложках. Были также получены двуслойные пленки одинаковой толщины (100 нм) $\text{NaBr}(t_1)+\text{AgBr}(t_2)$ где толщины слоев $t_1(t_2)$ варьировались как 0(100); 20(80); 40(60); 60(40); 80(20); 100(0)нм. Спектры поглощения пленок в широком оптическом диапазоне 200-900 нм включающим область прозрачности обоих слоев и краевого экситонного поглощения AgBr измерялись с суточным интервалом. Морфологические изменения (гранулизация) пленок фотографировались через оптический микроскоп с 1000-кратным увеличением. Рост гранул сопровождался потерией прозрачности пленки за счет светорассеяния на гранулах и уширением краевого экситонного пика поглощения AgBr . Отжиг пленок при 200⁰С до и после грануляции замедлял рост гранул, но не приводил к их исчезновению. Предложен механизм процесса гранулизации.

Ключевые слова: тонкие пленки твердого раствора $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$, рост гранул светорассеяние на гранулах, экситонное поглощение.

RECRYSTALLIZATION IN A SANDWICHED $\text{NaBr} + \text{AgBr}$ AND MIXED $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$ THIN FILMS

R. Galbadrakh, Department of Physics, National University
of Mongolia
Ulaanbaatar, Mongolia

E. Temujin, Department of Physics, National University of Mongolia
Ulaanbaatar, Mongolia

A. Dulmaa, Department of Physics, National University of Mongolia
Ulaanbaatar, Mongolia

S. Munkhtsetseg, Department of Physics, National University
of Mongolia
Ulaanbaatar, Mongolia

N. Tsogbadrakh, Department of Physics, National University
of Mongolia
Ulaanbaatar, Mongolia

L. Enkhtor, Department of Physics, National University of Mongolia
Ulaanbaatar, Mongolia

The number of charge-discharge cycles in the lithium- iron- phosphate battery is limited by cathode degradation due to phase separation $\text{LiFePO}_4 \rightarrow \text{FePO}_4 + \text{LiFePO}_4$. Same nature separation occurs spontaneously under ambient conditions in an optically transparent solid solution $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$ through formula $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br} \rightarrow \text{NaBr} + \text{AgBr}$. The mechanism of phase separation in $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$ can be used as a possible model of degradation of LiFePO_4 cathode.

In this paper, to study the phase separation in $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$, a thin films of solid solutions at $x = 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0$, were fabricated by rapid vacuum deposition (1-5 nm / s) of powder mixture on a glass or quartz substrates. Were also fabricated sandwiched films of the same thickness (100 nm), $\text{NaBr} (t_1) + \text{AgBr} (t_2)$ where the thicknesses of layers $t_1 (t_2)$ varied as 0 (100); 20 (80); 40 (60); 60 (40); 80 (20); 100 (0) nm. The absorption spectra of the films in a broad optical range of 200-900 nm, including the area of transparency of both layers and the absorption band of edge exciton of AgBr were measured with a daily interval. Morphological changes (granulation) in films were photographed through an optical microscope with 1000-fold magnification. The growth of the granules in a film were accompanied by transparency loss due to light scattering at the grains and widening of edge excitonic absorption band of AgBr . Annealing the films at 200°C before and after granulation slowed a growth of the granules, but did not lead to their disappearing. The work offers possible mechanism of granulation process in these films.

Keywords: Thin films of a solid solution of $\text{Na}_{1-x}\text{Ag}_x\text{Br}$, growth of granules, light scattering on a granules, excitonic absorption.

Literature

1. Н.Тувжаргал, Б. Бат-Отгон, Ж. Даваасамбуу, Г. Еколд “Изучение магнитных свойств и кинетики фазового разделения в Li_xFePO_4 ” Ученые записки Монгольского национального университета, серия “Физика” № 362 (17), стр. 108-110 (2012)
2. De Li, Haoshen Zhau “Two-phase transition of Li-intercalation compounds in Li-ion batteries” *Materials Today*, Volume 17, Issue 9, pages 451-463, November 2014.