

МЕТОДИКА АНАЛИЗА МИКРОРЕЛЬЕФА И СТРУКТУРЫ ПЛЕНОК СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ РЭМ

С.В. Гурский, В.К. Ли

Научный руководитель – Петлицкая Т.В.

кандидат техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Использование растрового электронного микроскопа (РЭМ) для анализа тонкопленочных структур солнечных элементов (СЭ) позволяет получать ценную информацию о микрорельефе поверхностей различных слоёв солнечных батарей, измерять их толщину и размеры элементов топологии. Эти размеры, как правило, имеют микронный масштаб, поэтому исследовать их с помощью обычного оптического микроскопа не представляется возможным [1]. Однако существующая методика анализа структур солнечных элементов на базе РЭМ не всегда приносит желаемый результат и нуждаются в доработке.

Для усовершенствования методики были изучены механизмы и условия возникновения эффекта «зарядки» поверхности анализируемого образца под воздействием первичного луча электронов и его влияние на РЭМ-изображения.

Предложен метод, существенно уменьшающий (исключающий) искажения РЭМ-изображений при анализе материалов с низкой проводимостью на основе использования низкоэнергетических первичных электронов [2]: энергия 0.5 – 1.0 кэВ, угол падения – нормально к поверхности образца, рабочее расстояние датчика вторичных электронов до образца $WD \sim 1.5$ мм, увеличение до $800000\times$. Процедура измерения размеров деталей микрорельефа тонких пленок по РЭМ-изображению осуществляется, начиная с минимального размера 5 нм.

В качестве примера на рисунке 1 приведены РЭМ-изображения фрагментов поверхности различных пленок СЭ на основе соединения $\text{Cu}(\text{ZnSn})(\text{S},\text{Se})_4$.

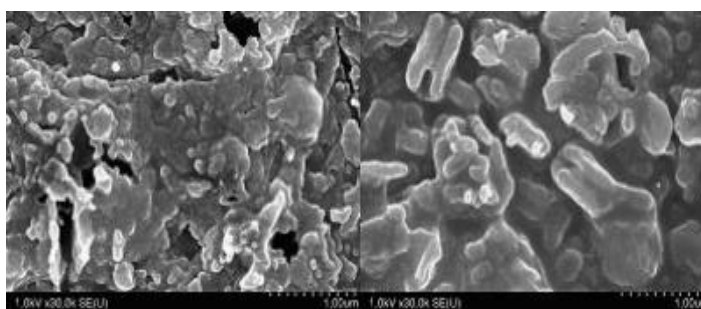


Рисунок 1 – РЭМ-изображения фрагментов поверхности различных пленок СЭ на основе соединения $\text{Cu}(\text{ZnSn})(\text{S},\text{Se})_4$

Из РЭМ-изображений видно, что разработанная методика обеспечивает возможность произвести анализ и измерение деталей микрорельефа.

Для проверки данной методики был произведен скол структуры СЭ на основе соединения $\text{Cu}(\text{ZnSn})(\text{S},\text{Se})_4$ с последующим анализом его на РЭМ для

измерения толщины пленок в диапазоне от 0.05 до 10.00 мкм и анализа однородности структуры пленок по толщине.

На рисунке 2 приведены РЭМ-изображения фрагмента скола пленки СЭ.

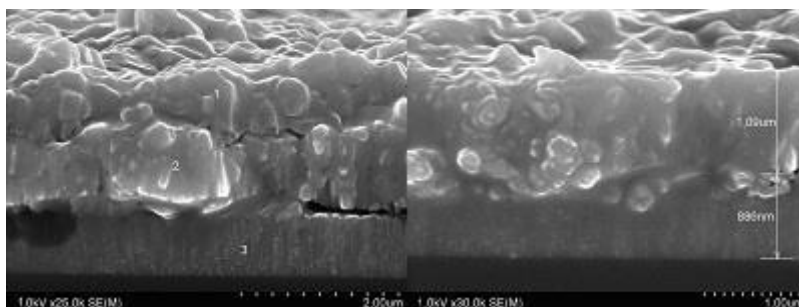


Рисунок 2 – РЭМ-изображения фрагментов сколов пленок СЭ на основе соединения $\text{Cu}(\text{ZnSn})(\text{S},\text{Se})_4$

Анализ однородности (однородность зерна, наличие пустот, наличие слоев и т.д.) структуры пленок по толщине на сколе производится визуально по РЭМ-изображению на увеличениях не менее $20000\times$. Предварительный анализ образцов пленок СЭ показывает, что данные пленки на сколе имеют достаточно развитый рельеф из-за зернистой структуры композиционной пленки и не требует дополнительного декорирования (рисунок 2). На данном этапе травители для декорирования сколов не подбирались.

Приведенная методика РЭМ-анализа микрорельефа и структуры пленок солнечных элементов позволяет обеспечить более эффективное исследование структур СЭ на этапе разработки технологии синтеза композиционных соединений для их дальнейшего использования в системе солнечной энергетики.

Библиографический список

1. Гоулдстейн Дж., Джой Д. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. – М.: МИР, 1984. – 303 с.
2. Бронштейн И.М., Фрайман Б.С. Вторичная электронная эмиссия. – М.: Наука, 1969. – 408 с.