

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ОБЛУЧЕНИЯ БЫСТРЫМИ ТЯЖЕЛЫМИ ИОНАМИ Хе, ТЕМПЕРАТУРНОГО ОТЖИГА И ТИПА ПОДЛОЖКИ НА СТРУКТУРУ ПЛЕНОК ОКСИДА ЦИНКА

Миронюк Д.В.¹, Лашкарев Г.В.¹, Скуратов В.А.², Тимофеева И.И.¹, Лазоренко В.И.¹, Трушкин С.В.¹, Марьянчук П.Д.³

¹Институт проблем материаловедения им. И. М. Францевича НАН Украины,
ул. Кржижановского 3, 03680, Киев, Украина,
e-mail: denysmyroniuk@gmail.com

²Объединенный институт ядерных исследований, ул. Жолио-Кюри 6, Дубна, Россия

³Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича, ул. Коцюбинского 2,
Черновцы, Украина

Материалы на основе оксида цинка уже многие годы привлекают значительный материаловедческий и прикладной интерес, поскольку ZnO является широкозонным полупроводником, имеющим значительную энергию связи экситонов (60 мэВ), что может быть использовано для создания высокоэффективных устройств оптоэлектроники [1]. К преимуществам оксида цинка также относят низкую стоимость, большие природные запасы материалов и высокую радиационную стойкость к облучению электронами [2]. Последнее возможно делает его одним из перспективных материалов, пригодных для эксплуатации в условиях повышенного радиационного фона, например, в условиях космического пространства. Как известно, доля тяжелых ионов в спектре галактического космического излучения составляет ~1 %, но именно они обладают наибольшей повреждающей способностью за счет высокого уровня удельных ионизационных потерь энергии.

Пленки оксида цинка, осажденные методом магнетронного распыления на постоянном токе на подложках n-кремния (100) и сапфира (001) при температуре 250 °С, облучали ионами Хе²⁶⁺ (E=167 МэВ) до флюенсов 10¹² и 10¹³ ион/см². Исходные, облученные и отожженные образцы были исследованы методами рентгеновского фазового анализа.

Все пленки оксида цинка являются поликристаллическими и имеют структуру вюрцита и текстурированные в направлении (002). При увеличении дозы облучения в случае пленок на кремнии наблюдается существенное снижение интенсивности основного рефлекса (002). При этом появляются и повышают свою интенсивность дополнительные рефлексы от плоскостей (100), (110), (103), то есть теряется текстура пленки. Учитывая несоответствие пе-

риодов кристаллических решеток ZnO и Si(100) (~40 %) и большую разницу коэффициентов линейного расширения, предполагается, что происходит рекристаллизация – образование и укрупнение зерен с преимущественными ориентациями, при которых их кристаллографическая ось *c* параллельна плоскости подложки. Это уменьшает несоответствия периодов кристаллических решеток ZnO и Si до ~15 % и коэффициентов линейного расширения. Напротив, в пленках, осажденных на сапфировых подложках, прослеживается меньшее снижение интенсивности рефлекса при тех же флюенсах. Это, по-видимому, объясняет сокращение текстуры при облучении. Несоответствие кристаллических решеток ZnO и Al₂O₃ составляет лишь ~18 %. Также установлено, что облучение вызывает уменьшение среднего размера областей когерентного рассеяния для пленок на обоих типах подложек.

Термический отжиг, при температуре 600 °С в течении часа, не приводит к восстановлению исходных характеристик структуры в случае пленок на подложках кремния. Происходит лишь перераспределение интенсивностей рефлексов, смещение их в сторону больших углов и уменьшение их полуширины.

1. G.V. Lashkarev, V.A. Karpyna, V.I. Lazorenko, A.I. Ievtushenko, I.I. Shteplyuk, V.V. Khranovskyy, Low Temp. Phys. 37 (2011) 289.
2. D.C. Look, C. Coskun, B. Clafin, G.C. Farlow, Physica B 340-342 (2003) pp.32-38.