

МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПЛЕНКИ ПОРИСТОГО АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПТОЭЛЕКТРОНИКЕ И ФОТОКАТАЛИЗЕ

Л.С. ХОРОШКО, А.М. АШАРИФ, М.В. МЕЛЕДИНА, Т.И. ОРЕХОВСКАЯ,
В.А. СОКОЛ, Н.В. ГАПОНЕНКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
Lyudmila.s.st@gmail.com, nik@nano.bsuir.edu.by*

Приведены примеры изготовления планарных структур с заданным рисунком на основе пористого анодного оксида алюминия и золь-гель синтеза с применением фотолитографии. Данная технология является перспективным направлением ввиду возможности использования различных ксерогелей, содержащих легирующие примеси. Обсуждаются перспективы использования таких структур в оптоэлектронике и устройствах для фотокаталитической очистки воды.

Ключевые слова: пористый анодный оксид алюминия, ксерогель, фотолитография, планарные структуры.

Пленочные структуры ксерогель/пористый анодный оксид алюминия, легированные лантаноидами, являются эффективными люминофорами [1], а также конверторами рентгеновского излучения [2]. Возможность формирования регулярной высокоупорядоченной структуры повышает интерес к использованию пленок ПАОА для планарных фотонно-кристаллических волноводов, в которых снижение потерь обеспечивается за счет интерференции в двумерном фотонном кристалле [3]. Фотолюминесценция тербия и европия, введенного в поры анодного оксида алюминия в процессе золь-гель синтеза или методом осаждения солей из растворов в соответствии с рисунком изображения, представляет интерес для изготовления элементов защиты информации на алюминии [4]. Люминесценция эрбия в составе оксидов, сформированных в пористом анодном оксиде алюминия золь-гель методом, указывает на перспективу разработки микролазеров [5] и планарных эрбиевых усилителей [6]. Применение указанных структур требует разработки технологии изготовления планарных элементов – волноводов и микродисков на основе структур ксерогель/ПАОА. Подобные структуры нам представляются перспективными для применения и в системах фотокаталитической очистки воды.

При изготовлении таких структур предусмотрено выполнение ряда операций:

- непосредственно изготовление матрицы ПАОА;
- нанесение легированных и/или нелегированных ксерогелей, формирующих на ПАОА ровную поверхность;
- нанесение фоторезиста (и его задубливание), проявление фоторезиста;
- травление в окнах литографической маски с использованием селективных травителей с формированием рисунка.

При подборе соответствующих составов электролитов анодирования, зольей и способов формирования ксерогелей, травителей и режимов селективного травления можно получить достаточно ровные вертикальные стенки канавок травления для предотвращения дополнительного рассеяния излучения. Так травление в окнах литографической маски в 2-4 % растворе фтористоводородной кислоты в течение 2-5 минут при

толщине пористого анодного оксида алюминия 20 мкм и 8 слоях сформированного ксерогеля оксида титана, легированного европием, позволяет получать структуры с вертикальными стенками (рис. 1).

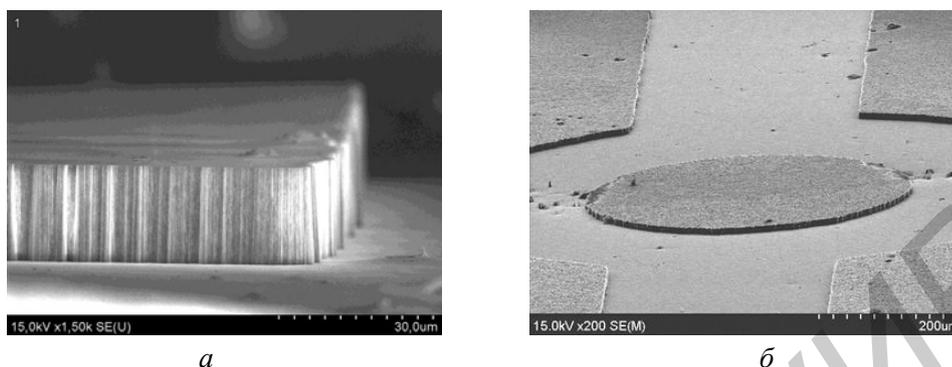


Рис. 1. Изображения пленочных структур ксерогель оксида титана/пористый анодный оксид алюминия толщиной 10–20 мкм с размером пор 20–25 нм, полученные методом анизотропного травления в окнах литографической маски: прямоугольная структура (а) и планарный элемент волновода и микродиска (б)

Такие структуры с толщиной анодной оксидной пленки 50–100 мкм могут быть сформированы на основе алюминиевой фольги, что накладывает определенные ограничения на использование ряда люминофоров, синтез которых требует термообработки выше температуры плавления алюминия. В частности, алюмоиттриевые композиты, синтезированные золь-гель методом, являются эффективными детекторами ионизирующих излучений при формировании их в фазе $Y_3Al_5O_{12}$ (алюмоиттриевый гранат) и $YAlO_3$ (ортоалюминат иттрия) при температурах порядка 900–1200 °С [7], что существенно выше температуры плавления алюминия.

Установлено, что при использовании ПАОА с размером пор менее 50 нм получаются более качественные структуры, что обусловлено формированием сплошной пленки ксерогеля на его поверхности. Полученные структуры микроцилиндра и волновода позволяют заключить, что совокупность предложенных операций перспективна для планарной оптоэлектроники. Модифицирование поверхности ПАОА для фотокаталитического применения подразумевает увеличение площади контакта ксерогеля оксида титана с загрязненными растворами, а наличие дорожек травления может повысить фотокаталитическую активность структуры за счет эффективного массопереноса воды.

Список литературы

1. Гапоненко Н.В. Пленки, сформированные золь-гель методом на полупроводниках и в мезопористых матрицах: монография. Мн., 2003.
2. Gaponenko N.V., Kortov V.S., Rudenko M.V. et al. // Journal of Applied Physics. 2012. Vol. 111. P. 103101.
3. Желтиков А.М. // Успехи физических наук. 2000. Т. 170, N 11. С. 1203–1215.
4. Гапоненко Н.В., Ореховская Т.И., Меледина М.В. и др. Способ формирования рисунка для получения люминесцентного изображения на алюминиевой поверхности. Пат. РБ № 15052.
5. Yang L., Armani D.K., Vahala K.J. // Applied Physics Letters. 2003. Vol. 83, N 5. P. 825–826.
6. Polman A. // Journal of Applied Physics. 1997. Vol. 82, N 1. P. 1–38.
7. Podhorodecki A., Banski M., Misiewicz J. et al. // Journal of The Electrochemical Society. 2010. Vol. 157. P. H628–H632.