

## ФОРМИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЛСТЫХ ПЛЕНОК С ДИОКСИДОМ ТИТАНА

К.В. АШУРКЕВИЧ, В.Е. БОРИСЕНКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
orson@tut.by*

Приведены результаты разработки и исследования технологии формирования фотокаталитически активных пористых пленок толщиной порядка 20 мкм путем вжигания пасты из порошка нанодисперсного диоксида титана и натриевого жидкого стекла на стеклянных подложках при 200 – 400 °С. Показано, что повышение пористости уже воженных пленок может быть осуществлено путем химического растравливания в них пор и межблочных границ, увеличивая таким образом эффективную поверхность до 30 м<sup>2</sup>/г. Фотокаталитическая активность сформированных таким образом пленок подтверждена результатами разложения органического красителя – метиленового синего, в водном растворе, подвергнутом ультрафиолетовому облучению.

*Ключевые слова:* толстые пленки, диоксид титана, фотокаталитическая активность.

Диоксид титана (TiO<sub>2</sub>) является одним из наиболее простых по технологии получения и в тоже время эффективным для фотокаталитических применений материалом [1]. Значительные усилия направлены на разработку технологии получения этого материала, пригодную для массового производства фотокаталитических систем, в особенности для очистки воды и воздуха от органических загрязнений.

Пленки из диоксида титана получают различными способами, среди которых наиболее часто используются электрохимическое оксидирование титана [2] и золь-гель технология.

Вместе с этим, наиболее простым и экономически выгодным способом получения фотокаталитических поверхностей, на наш взгляд, является толсто пленочная технология. Она широко используется для производства пассивных компонентов интегральных микросхем (резисторы, конденсаторы, межсоединения). Однако ее применение для создания фотокаталитически активных толстых пленок на основе диоксида титана остается малоизученным.

Целью проведенной нами работы явилось экспериментальное отыскание таких соотношений компонентов исходной толсто пленочной композиции, включающей диоксид титана, которые обеспечили бы формирование из нее фотокаталитически активных толстых пленок после вжигания при температуре не выше 500 °С.

Экспериментальные толсто пленочные композиции (пасты) составляли из нанодисперсного порошка диоксида титана (Degussa P25, размер частиц TiO<sub>2</sub> ~ 25 нм, 80% анатаз и 20% рутил) и натриевого жидкого стекла (ГОСТ 13078-81). Была подготовлена серия образцов с содержанием TiO<sub>2</sub> 20, 25 и 30 мас.%. Смешивание компонентов и гомогенизацию пасты проводили агатовым пестиком в агатовой ступке.

В качестве подложек использовали стеклянные пластинки размером 25x75 мм толщиной 1 мм. Их подготовка включала: обезжиривание в этиловом спирте 10 мин при комнатной температуре, обработку в хромовой смеси (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) в течение 10 мин при комнатной температуре, промывку в дистиллированной воде и сушку на воздухе при 100 °С.

После нанесения пасты подложки с нанесенной пленкой подвергали термообработке при 200, 250, 300, 350 и 400 °С в течение 20 мин на воздухе. Толщина сформированных таким образом пленок составляла около 20 мкм. Структуру поверхности сформированных пленок исследовали с использованием растровой электронной микроскопии (РЭМ), элементный состав – рентгеновским энергодисперсионным анализом, фазовый состав – рентгеновским дифракционным анализом. Температура вжигания, является одним из главных технологических факторов, определяющих структуру толстых пленок. Ее роль иллюстрируют приведенные на рис. 1 РЭМ-изображения поверхности пленок.

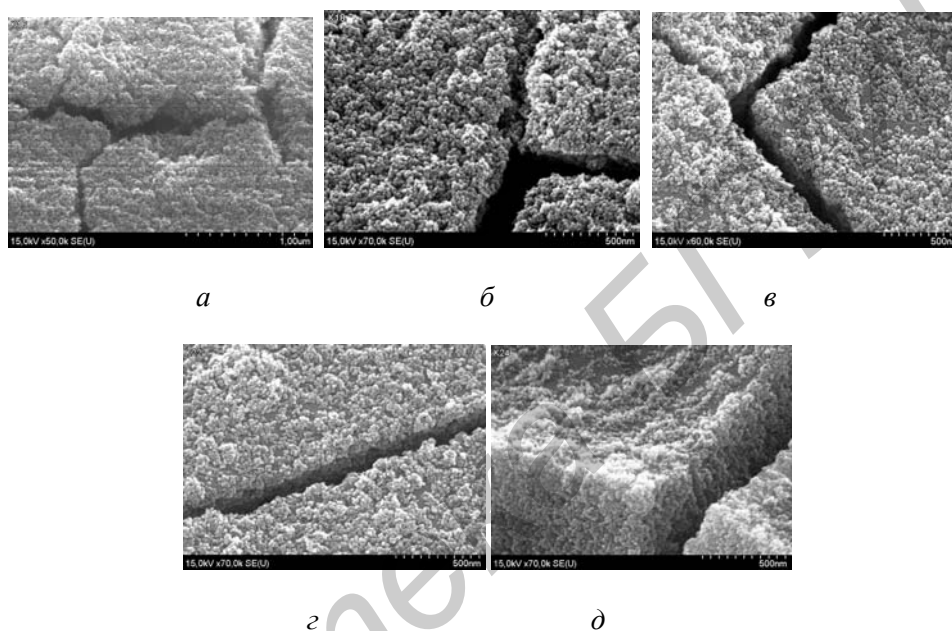


Рис. 1. Поверхность толстых пленок, содержащих 25 мас.%  $\text{TiO}_2$ , вожженных при 200 °С (а), 250 °С(б), 300 °С (в), 350 °С (г) и 400 °С (д) на воздухе в течение 20 мин и подверженных травлению в 5 % растворе плавиковой кислоты в течение одной минуты

Анализ РЭМ-изображений показывает, что уже при 200 °С формируется приемлемая пористая структура толстой пленки.

В заключении отметим, что разработан простой и эффективный метод создания неорганических пористых пленок, содержащих наноструктурированный диоксид титана, по толстопленочной технологии. В состав пастообразной композиции, используемой для формирования таких пленок, входит натриевое жидкое стекло (ГОСТ 13078-81) и нанодисперсный порошок диоксида титана (Degussa P25). Создаваемые таким образом пленки принципиально пригодны для фотокаталитической очистки воды.

#### Список литературы

1. *Carp O., Huisman C. L., Reller. A.*// Prog. Sol. State Chem. 32, 33-177 (2004).
2. *Gong D. C., Grimes A.O., Varghese K.W., u др.* // J. Mat. Res. 16, 3331-3334 (2001).