

Р. Х. Сарыева¹, Н. С. Кожевникова^{1,2},
Л. Н. Маскаева¹, В. Ф. Марков¹

(¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19
Институт химии твердого тела УрО РАН, Россия, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, 91)

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ ПЛЕНКИ Pb(S,O): СИНТЕЗ И МЕХНИЗМ ОСАЖДЕНИЯ

Базовым полупроводниковым материалом для регистрации видимого и ИК-излучения в диапазоне 0.4–3.0 мкм является тонкопленочный PbS. PbS относится к узкозонным полупроводникам типа $A^{IV}B^{VI}$ с *p*-типом проводимости и шириной запрещенной зоны 0.4 эВ при комнатной температуре, применяется в транзисторах, инжекционных лазерах, в сенсорах для определения ионов свинца в водных растворах, биосенсорах и др. [1].

Одним из способов регулирования структурных, оптических, электрических и магнитных свойств PbS является допирование различными элементами Al, Zn, Mn, Sn, Sb, Cd [2]. Анализ современных литературных данных показал отсутствие работ по влиянию кислорода на структурные, морфологические и оптические свойства PbS. В настоящем исследовании предпринята попытка направленно синтезировать методом химического осаждения из водных растворов пленки сульфида свинца с различным содержанием в них кислорода Pb(S₂O).

Пленки Pb(S₂O) были получены химическим осаждением из водных растворов с использованием ацетата свинца $Pb(CH_3COO)_2$ и тиомочевины N_2H_4CS . Роль лигандов выполняли гидроксид- (OH^-) и цитрат ($C_6H_5O_7^{3-}$) ионы, а также молекулы этилендиамина $C_2H_8N_2$. Щелочную среду в системе, способствующую разложению N_2H_4CS , создавали введением в объем реакционной смеси гидроксида натрия, раствора аммиака или этилендиамина. Осаждение пленок Pb(S₂O) осуществляли на ситалловые и стеклянные подложки.

Анализ морфологии методом сканирующей электронной микроскопии показал разнообразие форм агломератов и частиц, из которых сформирована пленка Pb(S₂O). Пленки Pb(S₂O) представляют собой либо скопления крупных агрегатов частиц, сформированных, в свою очередь, из более мелких фракций (гидроксидно-цитратная система), либо образование кристаллитов с четкой огранкой (аммиачно-цитратная и этилендиамин-цитратная системы). Толщина пленки уменьшается от 590 до 270 нм при возрастании содержания

атомов О. Рентгенофазовый анализ подтвердил, что все синтезированные пленки обладают кубической структурой типа *B1*.

Высказано предположение, что образование пленок PbS в водном растворе идет по кластерному (коллоидному) механизму. Этот механизм предполагает образование зародышей твердой фазы и последующее формирование кластеров этой фазы непосредственно в гомогенном растворе, а затем уже их рост, коагуляцию и адсорбцию на подложке. Химический состав образующихся зародышей и кластеров определяется условиями синтеза и в данной системе представляет собой $PbO \cdot H_2O$.

Установленные закономерности влияния природы лиганда на элементный состав пленок $Pb(S,O)$ позволят контролировать процесс роста пленки, прогнозировать ее морфологию, кристаллическую структуру и оптические свойства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cheragizade M., Yousefi R., Jamali-Sheini F., Mahmoudian M.R., Huang N.M. // *Materials Science in Semiconductor Processing*. 2014. V. 26. P. 704–709.
2. Du X., Wang Y., Shi R., Mao Z., Yuan Z. // *J. European Ceramic Society*. 2018. V.38. No. 10. P. 3512–3517.