

# ХИМИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ СУЛЬФИДА ОЛОВА И КЕСТЕРИТА НА НАНОСТРУКТУРОВАННЫЕ ТЕМПЛАТ-ПОДЛОЖКИ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

Е.А. Уткина, А.И. Воробьева, М.В. Меледина, А.А. Ходин

Полупроводниковые тонкие пленки сульфида олова  $\text{SnS}_x$  и кестерита перспективны для создания эффективных тонкопленочных солнечных элементов и фотодетекторов с учетом широкой распространенности, низкой стоимости и экологичности исходных составляющих материалов – серы и олова, процессов изготовления и готовых изделий, в том числе их утилизации [1, 2], а также при создании двумерных (2D) слоистых материалов для приложений в оптоэлектронных сенсорах и других устройствах оптической обработки информации [3]. Однако, до сих пор не разработаны достаточно надежные и эффективные процессы получения тонких слоев  $\text{SnS}_x$  с требуемой микроморфологией и электрофизическими характеристиками, особенно с учетом слоистой структуры данного соединения с ван-дер-ваальсовыми связями между слоями.

В данной работе исследуется химический метод послойного (SILAR) осаждения тонких 2D-слоев сульфида олова и кестерита  $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$  с использованием наноструктурированных темплат-подложек алюминия и его анодного оксида. Использование подслоя титана и тантала обеспечивает улучшение адгезии к подложке, улучшение границы раздела с 2D слоем поглотителя на основе кестерита. СЭМ изображения демонстрируют изменение морфологии от наноразмерных кристаллов CZTS в зерна CZTS почти микронного размера в результате сульфидизации при температуре 450 °С. Анализ процесса осаждения 2D слоев сульфида олова и кестерита на темплат-подложку алюминия показывает, что использование нанопрофилированной подложки обеспечивает ориентированное осаждение полупроводника, увеличение эффективной площади осаждения, а также усиление поглощения оптического излучения в активном слое полупроводника.

## Литература

1. Kawanishi S., Suzuki I., Bauers S.R., Zakutayev A., Shibata H., Yanagi H., Omata T. SnS homojunction solar cell with n-type single crystal and p-type thin film // RRL Solar. 2021. Vol. 5 (4). P. 2000708.
2. Cho J-Y., Kim S-Y., Nandi R., Jang J., Yun H-S., Enkhbayar E., Kim J-H., Lee D-K., Chung C-H., Kim J-H., Heo J. Achieving over 4 % efficiency for SnS/CdS thin-film solar cells by improving the heterojunction interface quality // J. Mater. Chem. 2020. Vol. A8. P. 20658–20665.
3. Tan T., Jiang X., Wang C., Yao B., Zhang H. 2D Material Optoelectronics for information functional device applications: Status and challenges // Adv. Sci. 2020. Vol. 7. P.2000058-25.