

## Термодинамическое исследование возможности получения пленок PbS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> гидрохимическим осаждением

© Окулова<sup>1</sup> Анастасия Игоревна, Маскаева<sup>1,2\*</sup> Лариса Николаевна, Поздин<sup>1</sup> Андрей Владимирович, Марков<sup>1,2\*</sup> Вячеслав Филиппович

<sup>1</sup> Кафедра физической и коллоидной химии. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. ул. Мира, 19. г. Екатеринбург, 620002.

Свердловская область. Россия. Тел.: +7 (343) 375-93-18. E-mail: larisamaskaeva@yandex.ru

<sup>2</sup> Кафедра химии и процессов горения. Уральский институт ГПС МЧС России. ул. Мира, 22. г. Екатеринбург, 620022. Свердловская область. Россия. Тел.: +7 (343) 360-81-68.

\*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** ионные равновесия, граничные условия образования, химическое осаждение, сульфид свинца, легирование, лантан.

### Аннотация

Узкозонный PbS ( $E_g \sim 0.4$  эВ) широко применяется в оптоэлектронике в качестве ИК фотодетекторов, датчиков, оптических переключателей, газочувствительных сенсоров. Легирование тонких пленок PbS различными ионами металлов, включая редкоземельные, влияет на изменение структурных и оптоэлектронных свойств, и, следовательно, на функциональные свойства. Введение ионов La<sup>3+</sup> в пленки PbS имеет несколько эффектов. Прежде всего, ионы лантана могут изменять основность поверхности пленки сульфида свинца, что может способствовать повышению ее газочувствительности. Кроме того, длительность восстановления пленок PbS после контакта с газом может быть улучшена при легировании ионами обсуждаемого редкоземельного металла. Это связано с изменениями в структуре и электронных свойствах пленки, которые способствуют более быстрой рекомбинации зарядов. Таким образом, легирование тонких пленок PbS ионами лантана может привести к улучшению их функциональных свойств, что делает такие пленки перспективными для применения в газочувствительных устройствах, а наночастицы La@PbS в качестве фотокатализаторов и транзисторов. Большинство исследователей отдают предпочтение получению и легированию пленок PbS лантаном методом спрей пиролиза. Однако низкотемпературное химическое осаждение тонких пленок PbS(La) из водных растворов обладает существенными преимуществами: простотой, дешевизной и возможностью его внедрения в промышленное производство. Среди существующих приемов получения тонких пленок наиболее простой в технологическом отношении, не требующий дорогостоящего оборудования из-за относительно низких температур синтеза – метод химического осаждения из водных сред. С целью поиска оптимальных условий получения в настоящей работе проведен предварительный анализ ионных равновесий в реакционной системе «PbAc<sub>2</sub> – LaCl<sub>3</sub> – Na<sub>3</sub>C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sub>7</sub> – NH<sub>4</sub>OH – N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>CS», позволивший установить концентрационные области образования твердых фаз PbS и гидроксидов свинца Pb(OH)<sub>2</sub> и лантана La(OH)<sub>3</sub>. На основе выбранной рецептуры впервые химическим осаждением при температуре 353 К в течение 90 минут на стеклянных подложках получены светло-серые пленки PbS, легированные лантаном, толщиной 480±30 нм *n*-типа проводимости.

### Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Окулова А.И., Маскаева Л.Н., Поздин А.В., Марков В.Ф. Термодинамическое исследование возможности получения пленок PbS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> гидрохимическим осаждением. *Бутлеровские сообщения*. 2024. Т.77. №1. С.33-42. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-77-1-33

### Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Окулова А.И., Маскаева Л.Н., Поздин А.В., Марков В.Ф. Термодинамическое исследование возможности получения пленок PbS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> гидрохимическим осаждением. *Бутлеровские сообщения А*. 2024. Т.7. №1. Id.5. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-77-1-33/ROI-jbc-RA/24-7-1-5

### The output for citing the English online version of the article:

Anastasia I. Okulova, Larisa N. Maskaeva, Andrey V. Pozdin, Vyacheslav F. Markov. Thermodynamic study of the possibility of obtaining PbS – La<sub>2</sub>S<sub>3</sub> films by hydrochemical deposition. *Butlerov Communications A*. 2024. Vol.7. No.1. Id.5. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-77-1-33/ROI-jbc-A/24-7-1-5