

УДК 621.315.592

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТ МОНОКРИСТАЛЛА ТВЕРДОГО РАСТВОРА $(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3}$

А. А. ФЕЩЕНКО, Т. Н. ОСМОЛОВСКАЯ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Введение. Разработка новых полупроводниковых материалов, которые можно использовать в производстве приборов, позволяет расширять функциональные возможности, повышать надежность и быстродействие изделий электронной техники. Материалы на основе серебра-индия представляют класс соединений, исследуемый в последние годы. Среди таких соединений интерес вызывают группы соединений $\text{B}_2^{\text{III}}\text{C}_3^{\text{VI}}$ и $\text{A}^{\text{I}}\text{B}_5^{\text{III}}\text{C}_8^{\text{VI}}$, являющееся перспективными для использования в приборах электронной техники. В работе представлены результаты исследования структурных свойств монокристалла твердого раствора $(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3}$.

Основанная часть. На первом этапе для получения поликристалла $(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3}$ из элементарных компонентов применялся двухтемпературный синтез (горизонтальный вариант) с использованием двухзонной термопечи. В качестве исходных компонентов использовалось серебро чистотой ~ 99,999 %, индий марки «Ин00» и сера марки «ОСЧ 14-4».

Для роста монокристаллов был выбран метод Бриджмена, который отличается от других методов возможностью получать сравнительно большие однородные монокристаллы хорошего качества при относительно не сложном технологическом процессе. Выращивание проводилось по разработанной и запатентованной системе для роста монокристаллов твердых растворов (BY 12551 U 2021.02.28) [1].

Выращенный монокристалл имел диаметр ~ 16 мм и длину ~ 40 мм, был однородным и гомогенным, что было в дальнейшем установлено методами микрорентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализа.

Элементный состав монокристалла твердого раствора $(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3}$ определялся с помощью микрорентгеноспектрального анализа на установке *Stereoscan-360*. Полученные экспериментальные данные сопоставлены с расчетными и приведены в таблице 1.

Табл. 1. Результаты микрорентгеноспектральных измерений

Состав	Ag, атом. %		In, атом. %		S, атом. %	
	Расч.	Эксп.	Расч.	Эксп.	Расч.	Эксп.
$(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3}$	3,80	3,59	37,73	38,14	58,47	58,27

Равновесность и гомогенность образца определялись с помощью рентгеноструктурного анализа. Рентгеноструктурный анализ проводился с помощью

дифрактометра ДРОН-3М. Полученная дифрактограмма рентгеноструктурного анализа представлены на рис. 1.

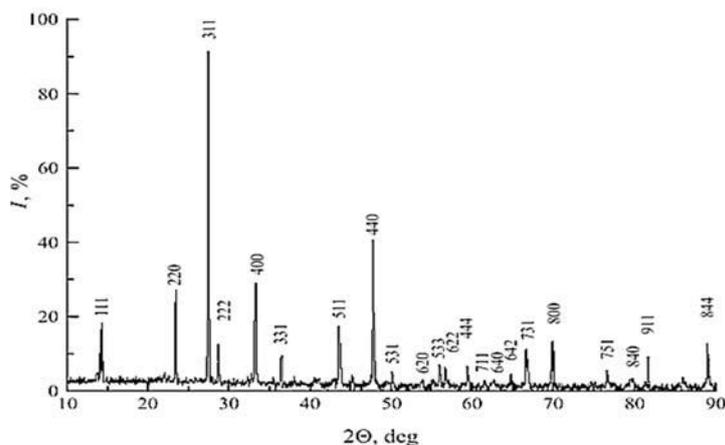


Рис. 1. Дифрактограмма монокристалла твердого раствора $(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3}$

Для идентификации структуры полученного кристалла и индцирования снятой дифрактограммы были использованы данные картотеки центра дифракционных данных (*ICDD JCPDS*) [2]. Анализ показал, что на дифрактограмме присутствуют рефлексы отражения, характерные для кубической структуры шпинели (пространственная группа $Fd\bar{3}m-Oh7$). Разрешение высокоугловых линий подтверждает равновесность и гомогенность выращенного монокристалла.

По полученным значениям углов дифракции и индексов Миллера (см. рис. 1) были рассчитаны параметры элементарной ячейки (a) методом наименьших квадратов по формуле

$$\frac{\sin^2 \theta_i}{\sin^2 \theta_k} = \frac{H_i^2 + K_i^2 + L_i^2}{H_k^2 + K_k^2 + L_k^2} = Q. \quad (1)$$

По результату расчета получено значение параметра элементарной ячейки (a) для монокристалла $(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3} - a = 10,788 \pm 0,005 \text{ \AA}$.

Заключение. Методом Бриджмена по запатентованной системе выращен монокристалл твердого раствора $(\text{In}_2\text{S}_3)_{0,7} \cdot (\text{AgIn}_5\text{S}_8)_{0,3}$. Микрорентгеноспектральным анализом исследован элементный состав образца. Показано, что экспериментальные данные хорошо согласуется с исходным составом. Рентгеноструктурным анализом исследована структура образца. По полученным индексам Миллера рассчитаны параметры элементарной ячейки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система для роста монокристаллов соединений группы $A^I\text{In}_5\text{S}_8$, In_2S_3 и твердых растворов на их основе $(A^I\text{In}_5\text{S}_8)_{1-x} \cdot (\text{In}_2\text{S}_3)_x$: полез. модель ВУ 12551 / И. В. Боднарь, А. А. Фещенко, В. В. Хорошко. – Опубл. 28.02.2021.
2. International centre for diffraction data [Electronic resource]. – New Haven. – Mode of access: <https://www.icdd.com> – Date of access: 12.04.2023.