

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{FeIn}_3\text{S}_{5.5}$

Яцук В.А., Калита О.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Боднарь И.В. – д-р хим.наук, профессор

Аннотация. Монокристаллы $\text{FeIn}_3\text{S}_{5.5}$ были выращены методом Бриджмена (вертикальный вариант). Состав выращенных монокристаллов определяли с помощью микрозондового рентгеноспектрального анализа. В качестве анализатора рентгеновского спектра использовали рентгеновский спектрометр «Cameca-SX100». Структуру и параметры элементарной ячейки полученных монокристаллов устанавливали рентгеновским методом. Дифрактограммы записывали на автоматически управляемом с помощью ЭВМ рентгеновском дифрактометре ДРОН–3М в $\text{CuK}\alpha$ – излучении с графитовым монохроматором.

Ключевые слова: метод Бриджмена, монокристаллы, твердые растворы, дифрактограмма

Введение. Тройное соединение FeIn_2S_4 относится к классу магнитных полупроводников типа $\text{M}^{\text{III}}_2\text{C}^{\text{VI}}_4$ (M – Mn, Fe, Co, Ni; B^{III} – Al, Ga, In; C^{VI} – S, Se, Te), In_2S_3 – к группе дефектных полупроводников с концентрацией вакансий в катионной подрешетке ~ 33 %. Указанные соединения являются перспективными материалами для создания на их основе светодиодов линейно-поляризованного излучения, дисплеев, электрооптических модуляторов, фотопреобразователей солнечного излучения с высоким КПД (> 18%) [1-5].

Монокристаллы $\text{FeIn}_3\text{S}_{5.5}$ были выращены методом Бриджмена (вертикальный вариант).

Основная часть. Поэлементный состав выращенных монокристаллов $\text{FeIn}_3\text{S}_{5.5}$ определяли с помощью микрозондового рентгеноспектрального анализа на установке «Cameca-SX100». Относительная погрешность определения компонентов составляла $\pm 5\%$.

При исследовании структуры монокристаллов $\text{FeIn}_3\text{S}_{5.5}$ была использована следующая схема опыта для наблюдения дифракции рентгеновских лучей. Угловые положения линий дифракционного спектра записывали на рентгеновском аппарате ДРОН-3М в $\text{CuK}\alpha$ -излучении с графитовым монохроматором. Запись дифрактограмм проводили с изменением значений двойных углов отражения 2θ со скоростью 0,5 град/мин. Рентгеновские исследования проводили на образцах, полученных растиранием кристаллов. Для снятия механических напряжений, возникающих при растирании кристаллов, проводили их отжиг в вакууме при температуре 650 К в течении 2 ч.

Дифрактограмма твердого раствора $\text{Fe}_{0.4}\text{In}_2\text{S}_{3.4}$ представлена на рисунке 1.

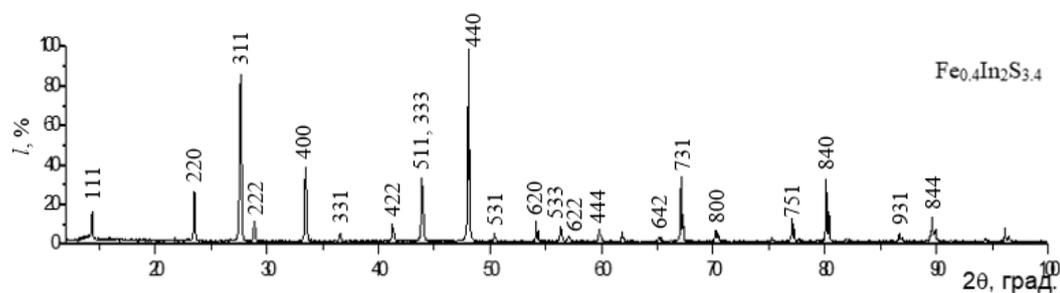


Рисунок 1 – Дифрактограмма твердого раствора $\text{Fe}_{0.4}\text{In}_2\text{S}_{3.4}$

Результаты рентгеновского анализа твердого раствора $\text{Fe}_{0.4}\text{In}_2\text{S}_{3.4}$ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты рентгеновского анализа твердого раствора $\text{Fe}_{0.4}\text{In}_2\text{S}_{3.4}$

2θ, град	d, Å	I/I ₀ , %	hkl
14,28	6,1970	16,7	111

Продолжение таблицы 1

23,44	3,7935	20	220
27,55	3,2372	100	311
28,79	3,0994	16,4	222
33,35	2,6844	63,4	400
41,15	2,1912	9,8	422
43,74	2,0678	54	511, 333
47,87	1,8993	100	440
50,16	1,8168	14	531
54,02	1,6963	8,5	620
56,07	1,6388	17,3	533
56,94	1,6158	8	622
59,69	1,5478	12	444
64,88	1,4363	7	642
67,00	1,3955	18	731
70,21	1,3396	9	800
76,94	1,2383	13	751
79,93	1,1992	24	840
86,22	1,1270	9	931
89,47	1,0945	16	844

Относительная погрешность в определении параметров элементарных ячеек полученных соединений не превышала 0,05 %.

Заклучение. Результаты микронзондовых рентгеноспектральных измерений показали, что содержание элементов в выращенных монокристаллах ([Fe] : [In] : [S] = 6.74 : 34.86 : 58.43) хорошо согласуется с заданным составом в исходной шихте ([Fe] : [In] : [S] = 6.90 : 34.48: 58.62).

На представленной дифрактограмме (рис. 1) присутствуют индексы отражений, характерные для кубической структуры шпинели. Разрешение высокоугловых линий на указанной дифрактограмме свидетельствует о гомогенности выращенных монокристаллов FeIn₃S_{5.5}. Параметр элементарной ячейки, рассчитанный методом наименьших квадратов равен $a=10.71 \pm 0.01 \text{ \AA}$.

Список литературы

1. *Современные проблемы полупроводниковой фотоэнергетики / под ред. Т. Коутса. – М.: Мир, 1988. – 307 с.*
2. *Full-Color Emission from In₂S₃ and In₂S₃:Eu³⁺ Nanoparticles / W. Chen [et al] // J. Phys. Chem. B., V. 108, 2004. – P. 11927- 11934.*
3. *Hariskos, D. In₂S₃ buffer layer deposition by magnetron sputtering for Cu(In,Ga)Se₂ solar cells / R. Menner, S. Spiering // 19th Europe Photovoltaic solar energy conference. – Paris, 2004. – P. 7-11.*
4. *Sibentritt, S. Alternative buffers for chalcopyrite solar cells / S. Sibentritt // Solar Energy, 2004. – V. 77, № 8. – P. 767-775.*
5. *Asenjo, B. Influence of In₂S₃ film properties on the behavior of CuInS₂/In₂S₃/ZnO type solar cells / B Asenjo, A.M. Chaparro, M.T. Gutierrez // Solar Energ. Mater. Solar Cells, 2005. – V. 480-481. – P. 151-156.*

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

PROPERTIES OF FEIN₃S_{5.5} SINGLE CRYSTALS

Yashchuk V.A., Kalita O.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Bodnar I.V. – PhD in Chemical Sciences, professor

Annotation. FeIn₃S_{5.5} single crystals were grown by the Vertical Bridgman method. The composition of the grown single crystals was determined using X-ray spectroscopy analysis. An X-ray spectrometer «Cameca-SX100» was used. The structure and parameters of the unit cell of the obtained single crystals were determined by X-ray method. The diffractograms were recorded on a DRON–3M X-ray diffractometer automatically controlled by a computer in CuK α -radiation with a graphite monochromator.

Keywords. Bridgman method, single crystal, solid solution, diffractogram