

## РОСТ И СТРУКТУРА МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{FeIn}_2\text{S}_{3.6}\text{Se}_{0.4}$

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

Кныш В. Г., Ковальский Н. И.

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

Предложен метод выращивания монокристаллов  $\text{FeIn}_2\text{S}_{3.6}\text{Se}_{0.4}$ . Представлены температурные режимы выращивания указанных монокристаллов. Определен их состав и структура.

Соединения  $\text{FeIn}_2\text{S}_4$  и  $\text{FeIn}_2\text{Se}_4$  относятся к группе магнитных полупроводников типа  $\text{MB}^{\text{III}}\text{C}^{\text{VI}}_4$  (M – Mn, Fe, Co, Ni; VIII – Al, Ga, In; CVI – S, Se, Te). Указанные соединения являются перспективными материалами для создания на их основе диодов Шоттки, широкополосных фотопреобразователей естественного излучения, лазеров, управляемых магнитным полем и других устройств [1].

Монокристаллы  $\text{FeIn}_2\text{S}_{3.6}\text{Se}_{0.4}$  выращивали направленной кристаллизацией расплава из предварительно синтезированных двухтемпературным методом поликристаллических слитков. Полученные слитки перегружали в двойные кварцевые ампулы, из которых внутренняя ампула заканчивалась цилиндрическим капилляром, который обеспечивал формирование монокристаллической затравки. К наружной ампуле снизу приваривали кварцевый стержень, служивший держателем. После вакуумирования ампулы ее помещали в вертикальную однозонную печь с заданным температурным градиентом в которой проводили выращивание монокристаллов. Температуру печи повышали со скоростью ~ 250 К/ч до ~ 1370 К и для гомогенизации расплава, выдерживали при этой температуре 3 ч. После указанного времени выдержки, проводили направленную кристаллизацию расплава, понижая температуру печи со скоростью ~ 2 К/ч до полного затвердевания расплава. Для гомогенизации полученных слитков их отжигали при 1120 К в течение 350 ч. Выращенные в таких условиях монокристаллы имели диаметр ~ 16 мм и длину ~ 40 мм, были однородными и гомогенными, что было установлено методами микрорентгеноспектрального и рентгеновского анализов.

Структуру и параметры элементарной ячейки полученных монокристаллов устанавливали рентгеновским методом. Дифрактограммы записывали на автоматически управляемом с помощью ЭВМ рентгеновском дифрактометре «ДРОН – 3 М» в  $\text{CuK}\alpha$  – излучении с графитовым монохроматором. Образцы для рентгеновских измерений готовили путем растирания кристаллов с последующим прессованием их в специальном держателе. Для снятия механических напряжений, возникающих при растирании кристаллов, проводили их отжиг в вакууме при 650 К в течение ~ 2 ч.

Результаты микронзондового рентгеноспектрального анализа показали, что содержание элементов в выращенных монокристаллах составляет Fe : In : S : Se = 14.72:27.45:52.23:5.60 ат.% и хорошо согласуется с заданным составом в исходной шихте Fe : In : S : Se = 14.56:27.22:52.40:5.82 ат.%.

Дифрактограмма монокристаллов  $\text{FeIn}_2\text{S}_{3.6}\text{Se}_{0.4}$  представлена на рисунке 1. Видно, что на представленной дифрактограмме присутствуют индексы отражений, характерные для кубической структуры шпинели.

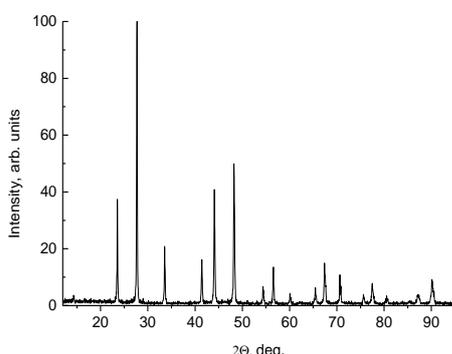


Рисунок 1 – Дифрактограмма монокристаллов  $\text{FeIn}_2\text{S}_{3.6}\text{Se}_{0.4}$

По измеренным значениям углов дифракции были рассчитаны межплоскостные расстояния для различных плоскостей отражения, по которым методом наименьших квадратов был рассчитан параметр элементарной ячейки, который равен  $a = 10.659 \pm 0.005 \text{ \AA}$ .

**Список использованных источников:**

1. Боднарь И. В. Выращивание монокристаллов  $\text{FeIn}_2\text{S}_2\text{Se}_2$  и исследование их свойств/ И. В. Боднарь, С.А. Детков, Ю.В. Касюк, Ю.А. Федотова // ФТП. – 2018. – Т. 52, № 10. – С. 1203-1206.