

УДК 548.55

## **ВЫРАЩИВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ФЕРРИТА БАРИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО КОБАЛЬТОМ**

*Д.А. Винник, Л.С. Машковцева, Г.Г. Михайлов*

В работе изложены результаты экспериментальной работы по выращиванию легированного кобальтом феррита бария из флюса. Представлены результаты исследований состава и структуры полученных образцов с помощью рентгеноструктурного анализа, а также данные измерения магнитных свойств.

Ключевые слова: феррит бария, монокристаллы, легирование.

Ферриты бария применяются во многих областях современной промышленности, включая радио- и микроэлектротехнику, энергетику, машиностроение. Это обусловлено высоким значением температуры Кюри, химической стабильностью и высокой анизотропией магнитных свойств. При этом ферриты бария обладают самопроизвольной намагниченностью, что позволяет их использовать в качестве магнитных материалов в устройствах записи и хранения данных, в катушках индуктивности, а также в качестве композитных материалов.

В данной статье представлены результаты работы по получению феррита бария. В качестве исходных компонентов шихты были использованы оксиды железа и кобальта, а также карбонаты бария и натрия в соотношениях, представленных ниже.

На основе анализа литературных данных был установлен состав раствора, обеспечивающий оптимальные условия кристаллизации феррита бария  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  [1]. Молярное соотношение исходных веществ для получения нелегированного феррита бария следующее  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 63,17 мол.%,  $\text{BaCO}_3$  – 10,53 мол.%,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 26,30 мол.%. Состав для получения легированных образцов оксид кобальта добавляли в количестве 1, 2, 4 %. Результаты выращивания легированных, а также чистых монокристаллов гексаферрита бария представлены также в работах [2, 3].

Исходную шихту, общий вес которой составил 20 г, перетирали в агатовой ступе и засыпали в платиновый тигель объёмом 30 мл. Затем тигель устанавливали в резистивную печь. Для измерения температуры использовали термопару ПР-30/6.

Для гомогенизации раствора ростовую систему выдерживали при температуре 1260 °С в течение 3 часов, после чего включали охлаждение со скоростью 4,5 °С/ч до 900 °С. Затем печь охлаждали до комнатной температуры. Полученные кристаллы отделяли от растворителя кипячением в азотной кислоте.

Состав полученных образцов были исследованы на электронном микроскопе Jeol JSM7001F с энергодисперсионным спектрометром Oxford INCA X-max 80 для элементного анализа. В таблице ниже приведена концентрация легирующего элемента (Co) в выращенных монокристаллических образцах.

Рентгенофазовый анализ полученных образцов проводили с помощью порошкого дифрактометра Rigaku Ultima IV в диапазоне углов от  $10^{\circ}$  до  $90^{\circ}$ . Шаг сканирования составил  $0,02^{\circ}$ , скорость –  $2^{\circ}/\text{ч}$ . Для исследования кристаллы были перетёрты до состояния мелкодисперсного порошка, а затем нанесены тонким слоем на подложку из монокристаллического кремния. Было установлено, что все образцы представляли собой гексаферрит бария. Рассчитанные параметры ячеек приведены в таблице. Выявлено влияние ионов кобальта на параметры ячейки гексаферрита бария.

Таблица

Значения параметров ячейки образцов феррита бария

№	Co, масс.%	a, Å	c, Å	V, Å <sup>3</sup>
1	0,3	5,904(4)	23,342(12)	704,6(6)
2	2,7	5,883(5)	23,469(22)	703,4(7)
3	4,1	5,859(21)	23,641(11)	702,9(3)

#### Библиографический список

1. R.J. Gambino, F. Leonhard. Growth of Barium Ferrite Single Crystals. // Journal of the American Ceramic Society. 1961. V. 44. № 5. pp. 221–224
2. D.A. Vinnik, D.A. Zhrebtsov, L.S. Mashkovtseva. Growing doped barium ferrite single crystals using the flux method. Doklady physical chemistry. 2013. Vol. 449. p. 1. pp. 39–40.
3. Винник, Д.А. / Д.А. Винник, Л.С. Машковцева, Д.А. Жеребцов, В.В. Дьячук, Г.Г. Михайлов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». – 2011. – № 36(253). – С. 41–44.

[К содержанию](#)