

значение ν почти линейно зависит от H_{\parallel} во всей области существования доменных стенок.

В заключение авторы выражают искреннюю благодарность В. И. Чани за помощь при выращивании МПФГ.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Рандошкин В. В., Червоненкис А. Я. Прикладная магнитооптика. М.: Энергоатомиздат, 1990.
- [2] Дурасова Ю. А., Иванов Л. П., Клепарский В. Г., Логгинов А. С., Рандошкин В. В., Телеснин Р. В. // ФТТ. 1980. Т. 22. № 5. С. 1522—1524.
- [3] Рандошкин В. В., Мартынов А. Ф., Дурасова Ю. А., Лю-фачун М. А. // ФТТ. 1983. Т. 25. № 3. С. 931—934.
- [4] Колотов О. С., Куделькин Н. Н., Погожев В. А., Телеснин Р. В. // ЖТФ. 1985. Т. 55. № 4. С. 761—764.
- [5] Логунов М. В., Рандошкин В. В. // ЖТФ. 1985. Т. 55. № 6. С. 1199—1201.
- [6] Логунов М. В., Рандошкин В. В. // ЖТФ. 1985. Т. 55. № 10. С. 1987—1991.
- [7] Логунов М. В., Рандошкин В. В. // ФТТ. 1986. Т. 28. № 5. С. 1559—1562.
- [8] Логунов М. В., Рандошкин В. В. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. № 1. С. 28—32.
- [9] Рандошкин В. В., Чани В. И. // Тез. докл. VII Всес. конф. по росту кристаллов. М., 1988. Т. 2. С. 260—261.
- [10] Логунов М. В., Рандошкин В. В., Сигачев В. Б. // ПТЭ. 1985, № 5. С. 247—248.
- [11] Рандошкин В. В., Иванов Л. П., Телеснин Р. В. // ЖЭТФ. 1978. Т. 75. № 3. С. 960—975.
- [12] Иванов Л. П., Логгинов А. С., Непокойчицкий Г. А. // ФТТ. 1980. Т. 22. № 11. С. 3469—3471.
- [13] Иванов Л. П., Логгинов А. С., Непокойчицкий Г. А., Рандошкин В. В. // ФММ. 1981. Т. 51. № 6. С. 1200—1208.

Институт общей физики АН СССР
Москва

Поступило в Редакцию
7 сентября 1990 г.

Физика твердого тела, том 33, № 3, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 3, 1991

ВЫСОКАЯ ОДНООСНАЯ МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ В ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ $(\text{Dy}, \text{Bi})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$

В. В. Рандошкин, В. И. Чани, В. И. Козлов

Висмутсодержащие монокристаллические пленки феррит-гранатов (Вс-МПФГ) являются базовым функциональным материалом для целого ряда магнитооптических устройств [1]. В частности, Вс-МПФГ состава $(\text{Dy}, \text{Bi})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ рассматриваются как перспективный материал для оптических изоляторов ближнего ИК-диапазона [2-4]. Эпитаксиальные пленки незамещенных гранатов, например составов $\text{Lu}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ и $\text{Pr}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$, не обладают заметной магнитной анизотропией. С точки зрения влияния на магнитную анизотропию введение висмута в эпитаксиальные пленки приводит к однозначному эффекту. Так, лютетиевые Вс-МПФГ обладают высокой одноосной анизотропией, тогда как празеодимовые Вс-МПФГ проявляют анизотропию типа «легкая плоскость» [1].

При исследовании Вс-МПФГ состава $(\text{Dy}, \text{Bi})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ основное внимание уделялось магнитооптическим параметрам, а сведения о магнитной анизотропии этих материалов практически отсутствовали. Настоящая работа посвящена изучению магнитной анизотропии в эпитаксиальных Вс-МПФГ указанного состава.

Пленки состава $(\text{Dy}, \text{Bi})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ выращивали методом жидкофазной эпитаксии из переохлажденного раствора—расплава на основе $\text{PbO}-\text{Bi}_2\text{O}_3-\text{V}_2\text{O}_5$ на подложках из $(\text{Gd}, \text{Ca})_3(\text{Mg}, \text{Zr}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ с ориентацией (111). При этом учитывали рекомендации, облегчающие получение толстых пле-

Номер образца	h , мкм	θ_F , град/мкм	γ/γ_0	$H_{\text{кз}}$, Э	T_N , К
1	232	0.20	0.51	600	490
2	333	0.19	0.48	1050	476
3	88	0.20	0.48	3400	474

нок [4-6]. Магнитные параметры пленок изменяли, варьируя молярное отношение $R_0 = \text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Ga}_2\text{O}_3$ в растворе—расплаве. Параметры некоторых исследованных образцов приведены в таблице, где h — толщина пленки, θ_F — удельное фарадеевское вращение на длине волны $\lambda = 1.15$ мкм, γ — гиромагнитное отношение, $\gamma_0 = 1.76 \cdot 10^7$ Э $^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ — гиромагнитное отношение ионов Fe^{3+} , $H_{\text{кз}}$ — эффективное поле одноосной магнитной ани-

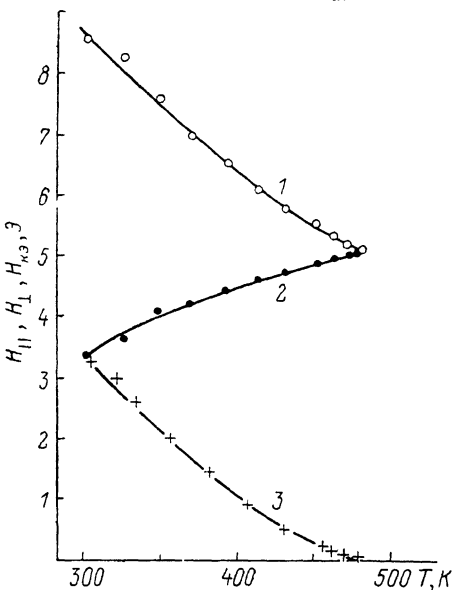


Рис. 1. Температурные зависимости резонансных полей H_{\parallel} (1) и H_{\perp} (2), а также эффективного поля одноосной магнитной анизотропии $H_{\text{кз}}$ (3) для образца № 3.

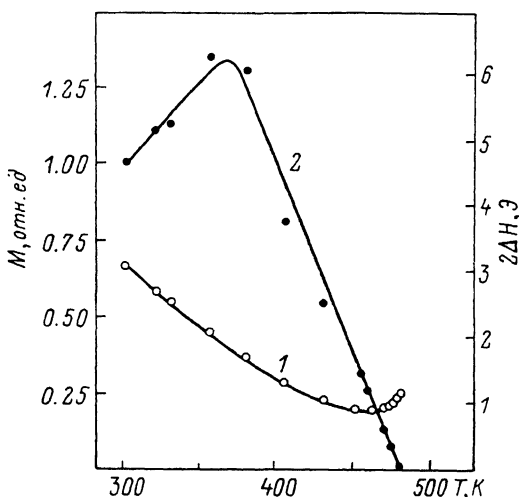


Рис. 2. Температурные зависимости ширины линии ФМР $2\Delta H$ (1) и относительной величины намагниченности насыщения $M_{\text{отн}}$ (2) для образца № 3.

зотропии, T_N — температура Нееля. Значения $H_{\text{кз}}$ и γ определяли с помощью метода ферромагнитного резонанса (ФМР) на частоте $\omega/2\pi = 9.24$ ГГц при использовании соотношений [7]

$$H_{\text{кз}} = [(5H_{\parallel}/4 + H_{\perp})H_{\parallel}]^{1/2} - (H_{\perp} + H_{\parallel}/2), \quad (1)$$

$$\gamma = \omega \{[(5H_{\parallel}/4 + H_{\perp})H_{\parallel}]^{1/2} - H_{\parallel}/2\}^{-1}, \quad (2)$$

где H_{\perp} и H_{\parallel} — резонансные поля ФМР при ориентации внешнего магнитного поля перпендикулярно и параллельно плоскости пленки соответственно (магнитокристаллической кубической анизотропией пренебрегли).

Типичные для Вс-МПФГ состава $(\text{Dy}, \text{Bi})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ температурные зависимости резонансных полей ФМР и эффективного поля одноосной магнитной анизотропии приведены на рис. 1. Видно, что в исследованном интервале температур T значение $H_{\text{кз}}$ монотонно снижается с ростом T , причем максимальное значение $H_{\text{кз}}$ достигает ~ 3400 Э. Важно, что одно-

осная магнитная анизотропия в исследованных диспрозиевых Вс-МПФГ имеет ростовую природу, поскольку в толстых пленках ($h \sim 100$ мкм) рассогласование параметров решеток пленки и подложки пренебрежимо мало, поэтому магнитоупругая составляющая магнитной анизотропии отсутствует.

Ширина линии ФМР $2\Delta H$, так же как и $H_{\text{кз}}$, монотонно уменьшается с температурой, исключая интервал ее значений вблизи температуры Нееля (рис. 2). По измеренным значениям ширины и интенсивности линии ФМР определяли температурную зависимость относительной величины намагниченности насыщения $M_{\text{отн}} [^\circ]$ (рис. 2). Видно, что в исследованном интервале температур зависимость $M_{\text{отн}}(T)$ имеет максимум.

Таким образом, в данной работе показано, что эпитаксиальные Вс-МПФГ состава $(\text{Dy}, \text{Bi})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$, выращенные на подложках из $(\text{Gd}, \text{Ca})_3(\text{Mg}, \text{Zr}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ с ориентацией (111), обладают высокой одноосной магнитной анизотропией.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Рандошкин В. В., Червоненкис А. Я. Прикладная магнитооптика. М.: Энергоатомиздат, 1990. 320 с.
- [2] Honda Y., Hibiya T., Shiroki K. // Jap. J. Magn. and Magn. Mater. 1986. V. 10. N 2. P. 151—154.
- [3] Рандошкин В. В., Чани В. И. // Тез. докл. VII Всес. конф. по росту кристаллов. М., 1988. Т. 2. С. 260—261.
- [4] Chani V. I. // Proc. SPIE. 1989. V. 1125. Paper 18.
- [5] Рандошкин В. В., Чани В. И., Червоненкис А. Я. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. № 11. С. 653—656.
- [6] Логинов Н. А., Рандошкин В. В., Цветкова А. А., Чани В. И. // ЖТФ. 1987. Т. 57. № 9. С. 1878—1881.
- [7] Элементы и устройства на цилиндрических магнитных доменах: Справочник / Под ред. Н. Н. Евтихиева, Б. Н. Наумова. М.: Радио и связь, 1987. С. 35.
- [8] Зюзин А. М., Рандошкин В. В., Телеснин Р. В. // ЖТФ. 1982. Т. 52. № 9. С. 1896—1898.

Иститут общей физики АН СССР
Москва

Поступило в Редакцию
7 сентября 1990 г.

УДК 537.226

© Физика твердого тела, том 33, № 3, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 3, 1991

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ СЕЛЕНА НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СУЛЬФАТА АММОНИЯ

А. П. Шамшин, Л. Н. Пелих, Э. В. Матюшкин

Кристалл сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (АС) претерпевает при температуре 223 К несобственный сегнетоэлектрический фазовый переход из параэлектрической фазы с пространственной группой D_{2d}^{16} в сегнетоэлектрическую фазу с пространственной группой C_{2v}^9 . Изучена структура АС как в пара-, так и в сегнетоэлектрических фазах [1]. Элементарная ячейка при комнатной температуре содержит четыре формульных единицы, представляющих собой два неэквивалентных вида ионов аммония $\text{NH}_4^+(\text{I})$, $\text{NH}_4^+(\text{II})$ и одного вида иона сульфата SO_4^{2-} в обеих фазах. Несобственный сегнетоэлектрический переход в АС трактуется как переход молекулярно-дисторсионного типа. Ответственными за переход являются искажения в тетраэдрах SO_4^{2-} . Дисторсия тетраэдров SO_4^{2-} является параметром порядка [2].

Имеется ряд работ по изучению свойств АС в составе смешанных кристаллов типа $\text{Me}_2\text{SO}_4 - (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ [3, 4], где $\text{Me} = \text{Li}, \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$. Получено,