

Применность теории возмущений в данном случае обосновывается тем, что условие

$$|g_J \beta H \langle \Gamma_{5,6} | J_x | \Gamma_{7,8} \rangle| \ll |E_1^n - E_1^m|$$

выполняется для всех магнитных полей, при которых выполнены измерения.

Полученные расчетные значения для $V_{||c}$ и $V_{\perp c}$ показаны на рис. 1 сплошными линиями. Сравнение экспериментальных и теоретических результатов показывает, что между ними получено хорошее согласие. Необходимо, однако, отметить, что нет полной ясности в понимании количества наблюдаемых линий в ориентации $V_{||c}$. Теоретические кривые на рис. 1 построены достаточно формально как разности существующих энергетических уровней. Оценка вероятности переходов между подуровнями дублетов показывает, что при $V_{||c}$ должны быть только две линии ЭПР. Отметим, что запрещенные переходы наблюдались и в других работах, посвященных ЭПР с большим расщеплением в нулевом поле [^{5, 6}], где авторы или не обсуждают эту проблему, или объясняют наличие переходов смешиванием волновых функций за счет сильного спин-фононного взаимодействия. Мы предполагаем, что в нашем случае дополнительные переходы могут быть обязаны электрическим дипольным переходам, вызываемым электрической составляющей СВЧ излучения, падающего на образец.

Выражаем благодарность М. М. Зарипову за интерес к работе и полезные дискуссии и И. Н. Куркину за предоставление образцов.

Список литературы

- [1] Куркин И. Н., Цветков Е. А. // ФТТ. 1969. Т. 11. № 12. С. 3610—3613.
- [2] Mims W. B., Mashur G. I. // Phys. Rev. 1972. V. B5. N 9. P. 3605—3609.
- [3] Enrique Bernal G. // J. Chem. Phys. 1971. V. 55. N 5. P. 2538—2549.
- [4] Tarasov V. F., Shakurov G. S. // Appl. Magn. Res. 1991. V. 2. N. 3. P. 571—576.
- [5] Magarino J. et. al. // Phys. Rev. 1980. V. B21. N 1. P. 18—28.
- [6] Лукин С. Н., Прохоров А. Д., Тесля О. П. // ЖЭТФ. 1991. Т. 100. № 6. С. 1939—1944.

Казанский
физико-технический институт РАН

Поступило в Редакцию
15 июня 1992 г.

© Физика твердого тела, том 35, № 1, 1993
Solid State Physics, vol 35, N 1, 1993

ФОТОУПРУГИЕ И УПРУГИЕ СВОЙСТВА Rb_4CdBr_6

А. В. Замков, Л. А. Шабанова, В. А. Гранкина

Одной из задач, определяемых потребностями оптоэлектроники, является создание акустооптических устройств для работы в широкой области световых длин волн. С этой точки зрения определенный интерес представляют галоидные соединения со структурой котунита и перовскита, имеющие область прозрачности более 25 мкм. У некоторых представителей этих семейств обнаружены высокие значения коэффициентов акустооптического качества M_2 ($CsPbCl_3$, $PbCl_2$, $PbBr_2$, $TlPbI_3$, M_2 соответственно 33, 136, 428, $864 \cdot 10^{-18}$ ед. СГС [^{1, 2}]).

Поларизация акустической волны	Направление распространения	V , м/с	C_{ij} , 10^{10} н/м ²	p_{ij}	M_2 , 10^{-18} ед. СГС
[100]	[100]	2449	$c_{11} = 2.031$	$p_{11} = 0.202$	17.5
[010]	[100]	1293	$c_{33} = 2.613$	$p_{12} = 0.195$	16.4
[001]	[100]	1474	$c_{44} = 0.726$	$p_{31} = 0.202$	16.4
[001]	[001]	2780	$c_{66} = 0.576$	$p_{33} = 0.208$	12.8
[100]	[001]	1464	$c_{13} = 0.747$	$p_{13} = 0.233$	16.1
[011]	[011]	2580	$c_{14} = 0.040$		
[01 $\bar{1}$]	[011]	1486	$c_{12} = 0.880$		
[100]	[011]	1410			

При исследовании системы $\text{RbBr}-\text{CdBr}_2$ было обнаружено соединение Rb_4CdBr_6 . Крупные бесцветные монокристаллы Rb_4CdBr_6 были получены методом испарения из водного раствора солей RbBr , CdBr_2 , которые смешивались в молярном соотношении 4:1. Кристалл принадлежит к пространственной группе $R\bar{3}C$ и обладает элементарной ячейкой с параметрами $a = 13.033$, $c = 16.268 \text{ \AA}$, $z = 6$. Плотность $\rho = 3.39 \text{ г/см}^3$.

Интерес к оптическим свойствам этого кристалла связан с наличием изотропной точки при $\lambda = 5503 \text{ \AA}$ и $T = 300 \text{ K}$, т. е. с возможностью его применения в интерференционно-поляризационных фильтрах [3]. Небольшая оптическая анизотропия ($\Delta n = 4 \cdot 10^{-4}$, $\lambda = 6328 \text{ \AA}$) позволяла надеяться на повышение точности оценки акустооптических свойств по критериям Пинноу [4]. Такой подход оказался весьма успешным при поиске перспективных акустооптических кристаллов в семействах кунита и перовскита. Оценка физических характеристик Rb_4CdBr_6 для

$$M_2 = \frac{n^6 p^2}{\rho V^3},$$

где n — показатель преломления, p — фотоупругая постоянная, V — скорость, дает значения $\bar{n} = 1.6$, $\bar{V} = 2.6 \text{ км/с}$, $p = 0.2$ и $M_2 \approx 12 \cdot 10^{-18}$ ед. СГС.

Измерения фотоупругих свойств выполнялись обычным методом дифракции света на ультразвуке на частоте $\nu = 150 \text{ МГц}$ на продольных волнах. Скорость звуковых волн определялась импульсным методом на частоте 10 МГц , показатели преломления определялись по методу призмы. Результаты измерений приведены в таблице.

Хорошее согласие экспериментальных значений M_2 с оценочными обусловлено небольшой анизотропией оптических и акустооптических свойств кристалла, причем равенство дифракционных эффективностей для световых волн, рассеянных на продольных звуковых волнах ($M_2^{11} \approx M_2^{13}$), рассматривается разработчиками акустооптических устройств (например, двухкоординатных дефлекторов) как положительный фактор. Кроме того, знание фотоупругих коэффициентов может быть полезно для прецизионной настройки «изотропной точки» фильтрующего элемента на кристалле Rb_4CdBr_6 механическим напряжением.

Список литературы

- [1] Zamkov A. V., Kokov I. T., Anistratov A. T. // Phys. Stat. Sol. (a). 1983. V. 79. P. K177.
- [2] Замков А. В., Коков И. Т., Анистратов А. Т., Шабанова Л. А. // Кристаллография. 1988. Т. 33. С. 247.

ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС ^{89}Y В ИТТРИЕВОМ ФЕРРИТЕ-ГРАНАТЕ

А. А. Шемяков, М. М. Савоста

В магнитоупорядоченных соединениях на ядрах номинально диамагнитных ионов обнаружены значительные локальные поля. Величина локального поля $H_{\text{л}}$ определяется дипольным полем окружающих ионов $H_{\text{дip}}$ и сверхтонким (СТ) вкладом $H_{\text{нт}}$ за счет переноса спиновой плотности с ближайших магнитных ионов и ковалентных эффектов. Изучение СТ полей на ядрах диамагнитных ионов важно как для понимания природы этих полей, так и для объяснения механизмов, обуславливающих магнитную структуру. Для широко изучаемого иттриевого феррита-граната $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ в настоящее время имеются данные о локальных полях на ядрах примесных диамагнитных ионов, занимающих тетраэдрические и октаэдрические узлы, например Ga^{3+} , Al^{3+} , V^{5+} , Sr^{3+} , In^{3+} [1]. Что же касается диамагнитных ионов в додекаэдрических позициях, имеются лишь данные относительно ЯМР на ядрах примесных ионов Bi^{3+} [2]. В то же время локальные поля на ядрах диамагнитного иона иттрия в $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ до сих пор не были определены, несмотря на многократные попытки [3].

Нами впервые обнаружены сигналы ЯМР ^{89}Y ($I = 1/2$, $\gamma = 208.6$ кГц/кЭ, распространенность 100%) в иттриевом феррите-гранате при гелиевых температурах. Спектры регистрировались методом спинового эха ($\tau_2 = 2\tau_1$) на моно- и поликристаллических образцах $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ из разных лабораторий. Наличие сигнала во всех образцах исключает происхождение его от случайной примеси. Спектр ЯМР состоит из двух линий с частотами 3.69 и 3.83 МГц (см. рисунок). Отметим, что этим линиям отвечают различные оптимальные значения возбуждающего радиочастотного поля, поэтому, варьируя условиями возбуждения, можно преимущественно наблюдать один из сигналов. На рисунке представлен спектр ЯМР при условиях возбуждения, позволяющих наблюдать одновременно оба сигнала. В таблице приведены значения времен спин-решеточной (T_1) и спин-спиновой (T_2) релаксаций для двух зарегистрированных линий. Несмотря на низкое значение резонансных частот, интенсивность сигналов достаточно велика (сигнал/шум ≥ 5), что исключает возможность их происхождения от ядер ^{17}O , имеющих распространенность 0.037% (хотя оценочное значение частоты ЯМР для ядер ^{17}O в $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ~ 3 МГц [4]).

Значения времен релаксации для ядер ^{89}Y в $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$

Частота ЯМР, МГц	T_1 , мс	T_2 , мс
3.69	600	10
3.83	350	2.5