

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

В. Н. Милов, М. В. Семёнова, В. И. Неделько, А. Ф. Прун, Обнаружение и экспериментальное изучение моноклинных искажений в ортоферрите $\text{Sm}_{0.5}\text{Eu}_{0.5}\text{FeO}_3$ при спонтанных спин-переориентационных переходах, *Физика твёрдого тела*, 1987, том 29, выпуск 5, 1569–1571

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.14.91

15 января 2025 г., 09:43:00



В эксперименте исследовались и другие конфигурации рассеяния, а также рассеяние света с другими длинами волн. Обсуждение полученных результатов невозможно в рамках краткого сообщения и будет опубликовано позже. Однако отметим, что наблюдаемые поляризационные особенности также удастся объяснить с учетом гигантского расщепления экситонных состояний. Хотя величина (и даже знак) степени ЦП зависит от разных параметров: порядка рассеяния, длины волны света, геометрии эксперимента, но, главным образом, определяется в ПМП степенью поляризации магнитопримесной подсистемы. Поэтому в ряде случаев измерение степени ЦП линий КР может оказаться удобным способом измерения спиновой температуры в системе.

Надо сказать, что в принципе такие поляризационные особенности КР света могли бы наблюдаться и в чистых полупроводниках, но для этого потребовалось бы магнитное поле в несколько сотен тесла. Здесь же оказывается достаточно поля в несколько тесла. Только в этом смысле можно говорить, что ЦП линий КР характерна только для полумагнитных полупроводников.

В заключение автор выражает благодарность В. Б. Тимофееву и С. И. Губареву за полезные обсуждения и интерес к работе.

Л и т е р а т у р а

- [1] Galazka R. R. Proc. 14th Int. Conf. Phys. of Semicond. Ed. by V. L. N. Wilson, Edinburg, 1978. 133 p.
 [2] Комаров А. В., Рябченко С. М., Терлецкий О. В., Жеру И. И., Иванчук Р. Д. ЖЭТФ, 1977, т. 73, № 2, с. 608—618.
 [3] Губарев С. И. ЖЭТФ, 1981, т. 80, № 3, с. 1174—1185.
 [4] Абрамшвили В. Г., Губарев С. И., Комаров А. В., Рябченко С. М. ФТТ, 1984, т. 26, № 4, с. 1095—1100.
 [5] Клочихин А. А., Плюхин А. Г., Суслина Л. Г., Федоров Д. Л. ФТП, 1978, т. 12, № 12, с. 2365—2376.

Институт физики твердого тела АН СССР
 Черноголовка
 Московская область

Поступило в Редакцию
 13 марта 1986 г.
 В окончательной редакции
 25 ноября 1986 г.

УДК 548 : 537.611.44

Физика твердого тела, том 29, в. 5, 1987
 Solid State Physics, vol. 29, № 5, 1987

ОБНАРУЖЕНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МОНОКЛИННЫХ ИСКАЖЕНИЙ В ОРТОФЕРРИТЕ $\text{Sm}_{0,5}\text{Eu}_{0,5}\text{FeO}_3$ ПРИ СПОНТАННЫХ СПИН-ПЕРЕОРИЕНТАЦИОННЫХ ПЕРЕХОДАХ

В. Н. Милов, М. В. Семенова, В. И. Неделько, А. Ф. Прун

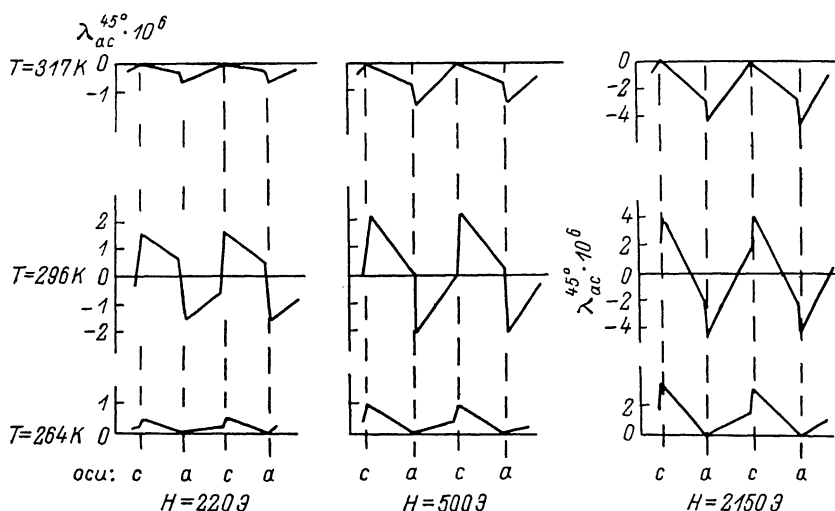
Целью данной работы было обнаружение сдвиговых деформаций, возникающих в угловой фазе $\Gamma_{24}(G_{xx}F_{xx})$ в процессе спонтанного спин-переориентационного перехода (СПП) $\Gamma_4(G_xF_x) - \Gamma_2(G_xF_x)$ в ортоферрите $\text{Sm}_{0,5}\text{Eu}_{0,5}\text{FeO}_3$. Ранее [1] были изучены сдвиговые деформации при СПП, индуцированных внешним магнитным полем.

Сдвиговые деформации (в дальнейшем — моноклинные искажения), обусловленные понижением кристаллографической симметрии при понижении магнитной (в соответствии с принципом Кюри [2]) в угловой фазе, имеют вид

$$\lambda_{ac} = \lambda_{ac}^{\max} (\rho_+ - \rho_-) |\sin 2\theta|, \quad (1)$$

где λ_{ac}^{\max} — максимальное значение искажений, ρ_+ и ρ_- — относительные доли доменов с положительными и отрицательными значениями $\sin 2\Theta$ ($\rho_+ + \rho_- = 1$), Θ — ориентация слабоферромагнитного момента \mathbf{F} относительно легкой оси. При спонтанных СПП, когда в кристалле есть четыре эквивалентные с точки зрения магнитной симметрии легкие оси, а моноклинские искажения в таких доменах имеют противоположные знаки, спонтанные моноклинские искажения можно обнаружить, меняя внешним магнитным полем доменную структуру, причем величина напряженности магнитного поля сравнима с полями перемангничивания.

Были измерены магнитоэлектрические деформации $\lambda_{ac}^{45^\circ}$ вдоль диагонали в ac -плоскости кристалла $\text{Sm}_{0.5}\text{Eu}_{0.5}\text{FeO}_3$ в зависимости от ориентации постоянного магнитного поля, вращающегося в ac -плоскости. Маг-



Зависимость магнитоэлектрической деформации $\lambda_{ac}^{45^\circ}$ $\text{Sm}_{0.5}\text{Eu}_{0.5}\text{FeO}_3$ от ориентации внешнего магнитного поля при различных значениях поля и температуры.

нитоэлектрическую редкоземельных парамагнитных ионов можно не учитывать вследствие высоких температур перехода.

На рисунке приведена зависимость величины магнитоэлектрической деформации $\lambda_{ac}^{45^\circ}$, измеренной контактным пьезоэлектрическим кварцевым датчиком, от угла φ (φ — угол между c -осью кристалла и ориентацией внешнего магнитного поля \mathbf{H}) при температурах 317 К (выше СПП), 296 К (центр СПП) и 264 К (ниже СПП) в магнитных полях 220, 500 и 2150 Э. Видно, что при 317 К $\lambda_{ac}^{45^\circ}$ меняется скачкообразно при значениях углов φ , равных $\pi/2$ и $3\pi/2$, т. е. когда магнитное поле параллельно a -оси кристалла. Величина скачков $\Delta\lambda_{ac}$ увеличивается с ростом величины магнитного поля и составляет, например, $0.4 \cdot 10^{-6}$ при $H=220$ Э и $0.8 \cdot 10^{-6}$ при $H=500$ Э. При 264 К скачкообразные изменения $\lambda_{ac}^{45^\circ}$ происходили при значениях φ , равных 0 и π , когда магнитное поле параллельно c -оси кристалла, и также пропорциональны величине H . Из кривых, полученных в центре интервала переориентации, видно, что имеется четыре «срыва» $\Delta\lambda_{ac}$ при $\varphi=0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$, причем $\Delta\lambda_{ac} \simeq 2 \cdot 10^{-6}$ одинакова и не зависит от величины приложенного магнитного поля.

Для интерпретации экспериментальных результатов учтем, что в относительное удлинение диагонали $\lambda_{ac}^{45^\circ}$ дают вклад как моноклинские искажения λ_{ac} , так и квадратичная деформация вдоль a - и c -осей [3]

$$\lambda_{ac}^{45^\circ} = 1/2 (\lambda_a + \lambda_c) + \lambda_{ac} \quad (2)$$

Выражение для угла отклонения момента $\mathbf{m} \sim \mathbf{F}$ от легкой оси, полученное путем минимизации термодинамического потенциала ортоферритов в слабом магнитном поле \mathbf{H} , вдали от области спонтанного СПП имеет вид

$$\theta = \frac{mH \cos \varphi}{2K_1 + mH \cos \varphi} \text{ и при } mH \ll 2K_1, \theta \approx \frac{mH \sin \varphi}{2K_1}. \quad (3)$$

Здесь K_1 — первая константа магнитной анизотропии; вторая константа не учитывалась, так как вдали от области СПП $K_2 \ll K_1$. С учетом выражений (1), (2) и (3) получим

$$\chi_{oc}^{45^\circ} = \pm \frac{mH}{K_1} \sin \varphi_{ac}^{\max} + \frac{m^2 H^2}{8K_1^2} \sin^2 \varphi (\chi_c^{\max} + \chi_a^{\max}). \quad (4)$$

Из (4) следует, что при перемагничивании момента m квадратичная магнитострикция не изменяется, в то время как моноклинные искажения меняют знак, что приводит к наличию скачков на кривых $\chi_{oc}^{45^\circ}(\varphi)$, причем величина скачков должна расти с увеличением поля, что согласуется с экспериментом.

Поведение $\chi_{oc}^{45^\circ}$ внутри области СПП можно объяснить следующим образом. В центре СПП в отсутствие магнитного поля ориентация m может принимать любое из четырех значений: $\pi/4, 3\pi/4, 5\pi/4, 7\pi/4$. Наложение магнитного поля под углом $0 < \varphi < \pi/2$ делает образец однодоменным, но вследствие малости поля отклонение угла θ от положения $\pi/4$ очень мало. Поэтому моноклинные искажения при этом остаются практически неизменными по величине, а линейные размеры с изменением угла φ от 0 до $\pi/2$ плавно меняются. Когда угол поворота магнитного поля превышает $\pi/2$, образец перемагничивается и его магнитное состояние будет характеризоваться значением $\theta = 3\pi/4$, при этом моноклинные искажения скачкообразно изменяют знак при сохранении знака деформаций растяжения-сжатия. Аналогичные процессы будут иметь место и при значениях $\varphi = \pi, 3\pi/2, 2\pi$.

Отметим, что независимость $\Delta\chi_{oc}$ от величины внешнего магнитного поля является доказательством того, что наблюдаемые сдвиговые деформации есть моноклинные искажения, а не обусловлены пондеромоторными силами, пропорциональными величине поля H .

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования сдвиговых деформаций в $\text{Sm}_{0.5}\text{Eu}_{0.5}\text{FeO}_3$ свидетельствуют о том, что при спонтанных СПП в ортоферритах существуют спонтанные сдвиговые деформации, связанные с понижением кристаллографической симметрии кристалла в угловой фазе Γ_{24} .

Л и т е р а т у р а

- [1] Кадошцева А. М., Агафонов А. П., Милов В. Н., Москвин А. С., Семенов В. А. Письма в ЖЭТФ, 1981, т. 83, № 8, с. 400—403.
- [2] Сиротин Ю. И., Шаскольская М. П. Основы кристаллофизики. М.: Наука, 1979. 640 с.
- [3] Кадошцева А. М., Агафонов А. П., Лукина М. М., Милов В. Н., Москвин А. С., Семёнов В. А. ФТТ, 1981, т. 23, № 12, с. 3554—3557.

Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова
Москва

Поступило в Редакцию
26 сентября 1986 г.
В окончательной редакции
26 ноября 1986 г.

УДК 535.375.54

Физика твердого тела, том 29, в. 5, 1987
Solid State Physics, vol. 29, № 5, 1987

КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА НА ГОРЯЧИХ КОГЕРЕНТНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОЛЯРИТОНАХ

Н. И. Липатов, А. А. Мохнатюк, Ю. Н. Поливанов, Р. Ш. Саяхов

В последнее время большое внимание уделяется экспериментальному и теоретическому исследованию электромагнитных поверхностных волн (поверхностных поляритонов (ПП)), распространяющихся вдоль границы