

- [3] Лобач В. А., Шульгин Б. В., Шабанова И. Н., Трапезников В. А., Сергушин Н. П., Соболев А. А. // ФТТ. 1978. Т. 20. № 7. С. 2002—2004.
 [4] Abarenkov I. V., Antonova I. M. // Phys. St. Sol. (b). 1979. V. 93. P. 315—323.
 [5] Соболев А. Б., Лобач В. А., Шульгин Б. В. // ФТТ. 1985. Т. 27. № 10. С. 2931—2933.
 [6] Лобач В. А., Рубин И. П., Кружалов А. В., Шульгин Б. В., Иванов В. Ю. // ФТТ. 1987. Т. 29. № 9. С. 2610—2615.
 [7] Лобач В. А., Кулябин Б. Е., Жуков В. П., Медведева Н. И., Левашов М. В. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 7. С. 2238—2240.
 [8] Taurian O. E., Tang Kai A. H., Lobatch V. A. // J. Phys. Chem. Sol. 1986. V. 47. N 1. P. 59—64.
 [9] Daude N., Joanin C., Gout C. // Phys. Rev. B. 1977. V. 15. N 4. P. 2399—2405.

Уральский политехнический институт им. С. М. Кирова
Свердловск

Поступило в Редакцию
16 января 1989 г.

УДК 537.226

Физика твердого тела, том 31, в. 5, 1989
Solid State Physics, vol. 31, № 5, 1989

АНОМАЛЬНЫЙ ГИСТЕРЕЗИС ПЕРЕСТРОЙКИ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛА Rb_2ZnCl_4 ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ

В. К. Магатаев, В. Ф. Глушков, В. В. Гладкий,
В. Б. Козин, Л. М. Яковлева

Кристалл Rb_2ZnCl_4 претерпевает два структурных фазовых перехода: при понижении температуры из исходной фазы D_{2h} в несоизмерную при $T = T_c = 30^\circ C$, а затем в соизмерную полярную фазу C_{2v} с утроением элементарной ячейки при $T = T_c = 195 K$. Спонтанная поляризация ниже T_c направлена вдоль оси b (Y), а утроение ячейки происходит вдоль оси c (Z) [1]. Многие аномальные свойства этого кристалла в области несоизмерной фазы, в частности различные эффекты «памяти», обусловлены закреплением квазидоменной (солитонной) структуры на неоднородностях решетки в метастабильных состояниях [1, 2].

Цель данной работы — выяснение характера изменения доменной структуры с температурой в полярной фазе Rb_2ZnCl_4 по результатам измерения аномальной компоненты q_{23} макроскопического квадрупольного момента. Согласно [3], такая компонента пропорциональна спонтанной поляризации P_s и ширине L домена

$$q_{23} = (K/2) |P_s| L, \quad (1)$$

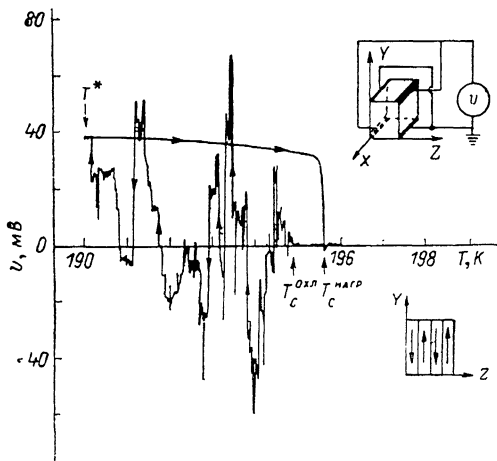
а разность потенциалов v между двумя парами электродов, нанесенных на ребра образца (см. рисунок), равна

$$v = \tau l / C = (2l/C) q_{23}, \quad (2)$$

где $\tau = 2q_{23}$ — линейная плотность связанных электрических зарядов на ребрах, l — длина электрода, C — емкость образца. Коэффициент K в равенствах (1), (2) для образца с регулярной доменной структурой (см. рисунок) равен $+1$, а в том случае, когда P_s в каждом домене изменяет знак на противоположный, $K = -1$, т. е. коэффициент K , а следовательно, q_{23} и v чувствительны в «фазе» пространственно-модулированной поляризации. Нарушение регулярности доменной структуры должно приводить к тому, что среднее по образцу абсолютное значение q_{23} (а также v) уменьшается, т. е. значение K , вообще говоря, может принимать любые значения в интервале $-1 \leq K \leq +1$ [4].

Схема соединения электродов образца с электрометром показана на рисунке. Размеры образца $4 \times 4 \times 4.5$ мм. Измерение разности потенциалов v проводилось как при охлаждении, так и при нагревании кристалла. Сигналы на выходе электрометра записывались на самописец ENDIM-622.01. Значение емкости C на входе электрометра составляло 100 пкФ.

Результаты измерений приведены на рисунке. Видно, что при охлаждении кристалла через точку $T_c^{охл}$ структурного перехода в полярную фазу изменение разности потенциалов v имеет осциллирующий характер, а при нагревании — монотонный. Выше $T_c^{охл}$ при охлаждении и выше $T_c^{нагр}$ при нагревании, т. е. в области несоизмеренной фазы, наблюдается аналогичное поведение v . Однако изменение v в этой области на два порядка меньше, чем в полярной фазе, поэтому на рисунке в выбранном масштабе v в несоизмеренной фазе практически равно нулю. Температурный гистерезис точки перехода в соизмеренную полярную фазу согласуется с данными [2] и равен $\Delta T_c = T_c^{нагр} - T_c^{охл} = 0.8$ К.



Температурная зависимость разности потенциалов v , пропорциональной аномальной компоненте макроскопического квадрупольного электрического момента q_{23} кристалла Rb_2ZnCl_4 , при охлаждении и нагреве.

На вставках — схемы расположения электродов и доменов в кристалле.

Следует отметить, что если при нагревании не переходить через точку $T_c^{нагр}$, то при повторном охлаждении кристалла в полярной фазе зависимость $v(T)$ монотонна вплоть до температуры T^* (см. рисунок), до которой проводилось первое охлаждение, и осциллирующий характер изменения v приобретает только при дальнейшем охлаждении ниже T^* . При нагревании кристалла, как и в первом цикле измерения, изменение v монотонно. Если же при нагревании зайти за температуру $T_c^{нагр}$, т. е. перевести кристалл в область несоизмеренной фазы, то при последующем охлаждении зависимость $v(T)$ имеет вид, аналогичный первому измерению.

Обнаруженный электрический эффект выявляет существенно различный характер перестройки доменной структуры кристалла в зависимости от направления изменения температуры. При понижении T структура активно перестраивается, причем ее изменение идет скачкообразно с нарушением ее регулярности или «фазы» пространственно-модулированной поляризации (о чем свидетельствует изменение знака v). При повышении T доменная структура в широком интервале T практически не изменяется, а затем быстро исчезает в узкой области точки перехода $T_c^{нагр}$.

Пользуясь равенствами (1), (2), можно по экспериментальным данным рассчитать максимальную амплитуду изменения q_{23} при понижении T , $\Delta q_{23} \sim C v_{\max} / 2l \sim 0.1$ ед. СГСЭ, где $C \approx 100$ пкФ, $l \approx 0.5$ см, а максимальная амплитуда изменения разности потенциалов на рисунке $v_{\max} \approx 120$ мВ. Это значение Δq_{23} согласуется с оценкой Δq_{23} , сделанной по формуле (1) при условии, что «фаза» распределения поляризации в образце изменяется

на 180° (в каждом домене направление P_s изменяется на противоположное или коэффициент K в (1) принимает значение -1 вместо $+1$), а именно $\Delta q_{23} \sim |P_s| L \sim 0.1$ ед. ГГСЭ ($P_s \approx 0.2$ мкКл/см² [1], $L \approx 10^{-4}$ см). Нетрудно проверить, что при всех других возможных вариантах изменения доменной структуры (изменение величины P_s и L , нарушение регулярности структуры) значения q_{23} должны быть по крайней мере на порядок меньше.

Осцилляции диэлектрической проницаемости ϵ_y кристаллов Rb_2ZnCl_4 в области несоизмеримой фазы наблюдались в [5], причем, так же как и в исследуемом случае, отчетливые осцилляции ϵ_y проявлялись только при охлаждении кристалла. По-видимому, в основе этих эффектов лежит один механизм — «закрепление» квазидоменных стенок (солитонов) в несоизмеримой фазе на структурных неоднородностях и их освобождение при определенных изменениях внешних условий.

Отметим, что аналогичные особенности изменения квадрупольного момента с температурой наблюдались нами также в полярной фазе кристаллов группы KDP. Однако наиболее ярко они проявляются в кристаллах Rb_2ZnCl_4 .

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Hamano K., Ikeda Yo., Fujimoto T., Ema K., Hirotsu Sh. // J. Phys. Soc. Jpn. 1980. V. 49. N 6. P. 2278—2286.
- [2] Sawada Sh., Shiroishi Y., Yamamoto A., Takashige M., Matsuo M. // J. Phys. Soc. Jpn. 1977. V. 43. N 6. P. 2099—2100.
- [3] Gladkii V. V., Kirikov V. A., Zheludev I. S. // Ferroelectrics. 1988. V. 79. Pt II. P. 283—286.
- [4] Gladkii V. V. // Phase Transitions, section A. 1986. V. 6. N 4. P. 273—328.
- [5] Unruh H.-G. // J. Phys. C: Sol. St. Phys. 1983. V. 16. N 17. P. 3245—3255.

Институт физики

Дагестанский филиал АН СССР

Махачкала

Институт кристаллографии АН СССР

Москва

Поступило в Редакцию

17 января 1989 г.

УДК 548:537.611

Физика твердого тела, том 31, в. 5, 1989

Solid State Physics, vol. 31, № 5, 1989

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ АНИЗОТРОПИЕЙ

И. В. Зависляк, В. М. Талалаевский, Л. В. Чевнюк

Известно [1-4], что магнитная анизотропия оказывает существенное влияние на спектры магнитостатических волн (МСВ) ферритовых пленок. В частности, деформируются спектры поверхностных и объемных МСВ, появляются новые типы волн, обусловленные только анизотропией.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование спектров поверхностных и объемных МСВ в окрестности частоты однородного ферромагнитного резонанса ω_0 и выявление их особенностей, обусловленных анизотропией.

Экспериментальные исследования АЧХ СВЧ электродинамической структуры (ЭС), включающей ферритовую пленку, намагниченную в плоскости, и две микрополосковые антенны (передающую и приемную), позволяют достаточно подробно изучать бегущие МСВ в окрестности ω_0 . Согласно теории Дэймона и Эшбаха [5], дисперсионные ветви поверхностных МСВ (ПМСВ) и обратных объемных МСВ (ООМСВ) изотропного ферритового слоя выходят из одной точки $\omega = \omega_0 = \gamma\sqrt{H_0(H_0 + 4\pi M)}$, $k=0$, где H_0 — внешнее подмагничивающее поле, γ — модуль гиромангнитного