Таким образом, расчеты подтвердили, что электронные уровни комплексов GeO_4 - Ge_2O_7 с энергиями — 13—14 эВ могут обусловить широкую компоненту спектра УРАФ и короткоживущую часть временного спектра в монокристалле германата свинца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Iwasaki H. et al. J. Appl. Phys., 43, 4907 (1972).

2. Захарянц А. Г., Малоян А. Г., Тер-Минасян А. Л. Изв. АН АрмССР, Физика, 21, 140 (1986).

3. Kirkegaard P., Modensen D. Risö-M-1615, Denmark. 1973.

4. Wolfsberg M., Helmhloz L. J. J. Chem. Phys., 20, 837 (1952).

5. Jaffe H. H., Doak G. O. J. Chem. Phys., 21, 195 (1953).

 Кругляк Ю. А., Дядюша Г. Г. Методы расчета электронной структуры и спектров молекул. Изд. Наукова думка, Кнев, 1969.

ՊՈՉԻՏՐՈՆՆԵՐԻ ԱՆԻՀԻԼՅԱՑԻԱՆ ԿԱՊԱՐԻ ԳԵՐՄԱՆԱՏԻ ՄԻԱԲՅՈՒՐԵՂՆԵՐՈՒՄ

Ա. 2. ՄԱԼՈՑԱՆ, Ա. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՆԱՍՅԱՆ

Պողիտրոնների անի՞իլլացիայի մենհոդով կապարի դերմանատի միաբյուրեղներում Հայտ-Նարերված են անի՞իլլացիայի երկու կենտրոններ։ Կատարված է GeO₄ և Ge₂O₇ կոմպլերոների էներդետիկ մակարդակների կիսաէմպիրիկ հաշվարկ։

POSITRON ANNIHILATION IN LEAD GERMANATE SINGLE CRYSTALS

A. G. MALOYAN, A. L. TER-MINASYAN

Two annihilation centers were observed in lead germanate single crystals by means of positron annihilation. Semiempirical calculations of energy levels of GeO_4 . and Ge_2O_7 complexes were carried out.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 23. вып. 3, 164-168 (1988)

.УДК 537.638.214

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ЗАМЕЩЕННЫХ ФЕРРИТАХ-ГРАНАТАХ ИТТРИЯ

С. А. МНАЦАКАНЯН, А. М. МАЙСУРЯН

Ереванский государственный университет (Поступила в редакцию 10 июля 1987 г.)

В температурной зависимости параметров электронного магнитного резонанса ферритов-гранатов системы $Y_{3-x}Ca_xFe_{5-x}Sn_xO_{12}$ при температурах заметно ниже температуры Кюри обнаружены особенности, характерные для температуры Кюри. Из анализа этих особенностей и изучения формы линии ферромагнитного резонанса делается вывод, что при этой температуре происходит разрушение магнитного порядка октаэдрической подрешетки феррита-граната, в то время как тетраэдрическая подрешетка до точки Кюри остается ферромагнитно упорядоченной.

Для изучения природы различных взаимодействий в ферритах как между подрешетками, так и внутри каждой из них широко используется метод замещения магнитных ионов другими, главным образом немагнитными ионами [1]. Уменьшая намагниченность или даже полностью «выключая» ту или иную подрешетку, удается определить знак и оценить величину обменных взаимодействий внутри подрешеток и между ними.

Синтезированные еще в начале шестидесятых годов ферриты-гранаты системы Y3-xCaxFe5-x Snx O12 [2] оказались удобным объектом для изучения природы косвенных обменных взаимодействий в ферритах-гранатах. В работе [2] было показано, что ионы олова Sn4+ при 0 < x < 1,5 занимают только октаэдрические положения в решетке этих гранатов. Такое замещение магнитных ионов Fe³⁺ немагнитными ионами Sn⁴⁺ (для сохранения нейтральности молекулы одновременно ионы Уэ+ замещаются двухвалентными ионами Ca²⁺) позволяет в очень широких пределах менять магнитную структуру октаэдрической подрешетки, пражтически не меняя структуру тетраэдрической подрешетки. Следуя общепринятой терминологии, узлы в октаэдрической подрешетке феррита-граната будем называть а-местами, а в тетраэдрической — d-местами, а сами подрешетки соответственно а- и d-подрешетками. Третья, додекаэдрическая подрешетка исследуемой системы замещенных ферритов-гранатов, целиком занимаемая немагнитными ионами Y³⁺ и Ca²⁺, не принимает участия в создании магнитных свойств. Поэтому далее мы ее касаться не будем. Наличие



Рис. 1. Температурная зависимость ширины линии магнитного резонанса ферритов-гранатов системы $Y_{3-x}Ca_xFe_{5-x}Sn_xO_{12}$ при разных значениях x: 1-0,1; 2-0,3; 3-0,5; 4-0,7 и 5-0,9.

Рис. 2. Зависимость амплитуды первой производной линии электронного магнитного резонанса (J', в относительзых единицах) от температуры (обозначения те же, что и на рис. 1). ионов олова позволяло при помощи эффекта Мёссбауэра получить дополнительную информацию о внутренних эффективных полях, действующих внутри *a*-подрешетки и между *a*- и *d*-подрешетками [3].

В настоящей работе проведено исследование температурной зависимости спектров ферромагнитного резонанса (ФМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) ферритов-гранатов системы $Y_{3-x}Ca_x Pe_{5-x}Sn_xO_{12}$ (x = 0,1; 0,3; 0,5; 0,7 и 0,9) в широком интервале температур, включающих температуру Кюри (T_k).

На рис. 1 приведены температурные зависимости ширины линии электронного магнитного резонанса исследованных образцов в трехсантиметровом диапазоне волн. Для наглядности кривые, соответствующие различным образцам, сдвинуты вдоль оси абсцисс вверх на 200 Э. Аналогичные зависимости для образца с x = 0, т. е. относящиеся к чистому ферриту-гранату иттрия, мы здесь не приводим, ибо они достаточно подробно рассмотрены в работах [4, 5]. Для всех исследованных образцов при приближении к критической области фазового перехода наблюдалось сужение линии магнитного резонанса (см. рис. 1) и резкое падение интенсивности этой линии (рис. 2). Соответствующие кривые для образца с x = 0 имели аналогичный характер [5]. Значения температуры Кюри, определенные по минимуму ширины линии (ΔH) и температуре, при которой наблюдается резкое падение интенсивности (J'), находятся в хорошем согласии с данными работы [6], где эта температура определялась из прямых магнитных измерений. Такое поведение ΔH и J' характерно для температуры Кюри [5].

На кривых рис. 1 и 2 ниже T_k вблизи некоторой температуры Θ наблюдаются особенности, подобные тем, которые имеют место при температуре Кюри. При этой температуре происходит быстрое уменьшение ширины линии ФМР (рис. 1, кривая 3) и даже появляется минимум ΔH (кригые 4 и 5 на рис. 1). Примерно при этих же температурах наблюдается быстрое падение интенсивности линии магнитного резонанса (кривые 2—5 рис. 2). В области температур между Θ и T_k имеют место значительные искажения формы линии магнитного резонанса.

На рис. 3 приведено семейство кривых электронного магнитного резонанса при разных температурах образца с x = 0,7. Кривые рис. 3 не отражают изменения интенсивности Ј', так как для удобства сравнения изменения формы все эти кривые, снятые на самописце, нормированы примерно к одной и той же величине. При разных температурах усиление установки изменялось на несколько порядков. Значения О и Тк для этого образца, определенные из графиков рис. 1 и 2, равны примерно 370 и 500 К соответственно. При температурах 407, 424 и 461 К, которые попадают в интервал между Θ и T_k , спектры ФМР имеют вид, характерный для суммы двух резомансных кривых с близкими g-факторами, но отличающимися интенсивностями и ширинами линий. Кривые, соответствующие температурам 293 и 376 К, типичны для поликристаллических ферромагнетиков с кубической магнитной кристаллографической анизотропией. Следует отметить, что в окрестности О имеет также место быстрое уменьшение спонтанной намагниченности, которая затем медленно приближается к нулю, образуя довольно длинные хвосты остаточной намагниченности. Кривые

температурной зависимости спонтанной намагниченности σ_s , взятые изработы [6], изображены на рис. 4 сплошными линиями. На этом же рисунке значками отмечены значения произведения $\Delta H^2 J'$ из наших измерений. Величина произведения $\Delta H^2 J'$ пропорциональна площади под линией магнитного резонанса, которая, в свою очередь, пропорциональна спонтанной намагниченности образца. Имеет место хорошее совпадение результатов этих двух независимых измерений.

Такое поведение намагниченности трудно объяснить в рамках трехподрешеточной модели феррита-граната Нееля. Температурная зависимость параметров электронного магнитного резонанса и особенно форма линии магнитного резонанса в рамках теории, которая рассматривает магнитные моменты ионов железа как единую систему, релаксирующую во внешнем поле как целое, также не находит своего объяснения. Для непротиворечивой интерпретации полученных нами результатов мы предлагаем следующую модель эволюции магнитной структуры замещенных ферритов-гранатов иттриевой системы.



Рис. 3. Спектры электровного магнитного резонанса феррита-гражата Y_{2.3}Ca_{0.7}Fe_{4.3}Sn_{0.7}O₁₂при разных температурах.

Рис. 4. Зависимость площади под линией магнитного резонанса ($\Delta H^2 J'$, в относительных единицах) от температуры. Сплошные лизии соответствуют $\sigma_s(T)$ из работы [6]. Обозначения те же, что и на рис. 1.

По мере замещения в подрешетке а ионов Fe^{3+} немагнитными ионами Sn^{4+} происходит как ослабление обменного взаимодействия в подрешетке a (a-a-взаимодействие), так и существенное уменьшение взаимодействия a-d между подрешетками, которыми в основном обусловлена упорядоченная структура в подрешетке a. Однако с увеличением температуры падает также и намагниченность подрешетки d. При температурах, близких к Θ , подрешетка d уже не в состоянии поддерживать упорядоченную магнитную структуру в подрешетке a. Происходит разрушение магнитной структуры подрешетки a, и можно сказать, что она переходит в парамагнитное состояние. Хотя между подрешетками a и d все еще существует довольно сильное обменное взаимодействие, оно уже не достаточно, чтобы упорядочить магнитную структуру подрешетки a. Разрушение структуры a должно приводить к увеличению суммарной намагниченности системы, ибо уменьшается компенсирующее действие этой подрешетки на магнитный момент всей системы. Но при этом происходит и быстрое уменьшение магнитного момента подрешетки d. В результате действия этих двух механизмов падение σ₈ всей системы выше температуры Θ замедляется.

Форму спектров ФМР также можно объяснить наличием двух различных магнитных фаз, характер температурной зависимости которых существенно отличается.

В заключение авторы выражают благодарность И. С. Любутину за предоставленные образцы ферритов-гранатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов К. П. и др. Редкоземельные ферро- и антиферромагнетики. Изд. Наука, М., 1965.

2. Geller S. et al. Phys. Chem. Solids, 12, 111 (1960).

3. Белов К. П., Любутин И. С. ЖЭТФ, 49, 747 (1965).

4. Мнацаканян С. А. Изв. АН АрмССР, Физика, 20, 107 (1985).

5. Мнацаканян С. А. Изв. АН АрмССР, Физика, 22, 39 (1987).

6. Белов К. П., Любутин И. С. Кристаллография, 10, 351 (1965).

ՓՈՒԼԱՅԻՆ ԱՆՑՈՒՄՆԵՐԸ ԻՏՐԻՈՒՄԻ ՏԵՂԱԿԱԼՎԱԾ ՖԵՐԻՏ–ՆՌՆԱՔԱՐԵՐՈՒՄ

Ս. Ա. ՄՆԱՑԱԿԱՆՑԱՆ, Ա. Մ. ՄԱՑՍՈՒՐՑԱՆ

Ուսումնասիրված է էլնկարոնային մագնիսական ռնղոնանսի պարամնարնրի կախվածությունը ջնրմաստիճանից $Y_{3-x} Ca_x Fe_{5-x} Sn_x O_{12}$ ֆնրիտ-նռնաքարնրի համակարդում։ Կյուրիի կետից ավնլի ցածր ջնրմաստիճանների տիրույթում հայտնաբերված են առանձնահատկություններ, որոնք բնորոշ են Կյուրիի կետի համար։ Ենթադրվում է, որ այդ ջնրմաստիճանում տեղի է ունենում փուլային անցում ֆերիտ-նռնաքարի ենթացանցերից մեկում։

PHASE TRANSITIONS IN REPLACED YTTRIUM FERRITES

S. A. MNATSAKANYAN. A. M. MAYSURYAN

The temperature dependence of the width and intensity of ferromagnetic and paramagnetic resonance lines of yttrium ferrite system $Y_{3-x} Ca_x Fe_{5-x} Sn_x O_{1_2}$ has been studied.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 23, вып. 3, 168-171 (1988)

УДК 541.64;537.22

ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДА (Ф-2МЭ)

Г. Т. ГАЛСТЯН, Х. Б. ПАЧАДЖЯН

(Поступила в редакцию 20 марта 1987 г.)

Изложены результаты исследования пироэлектрических свойств поливинилиденфторида. Показано существование пика на температурных за-