

05; 12

© 1992

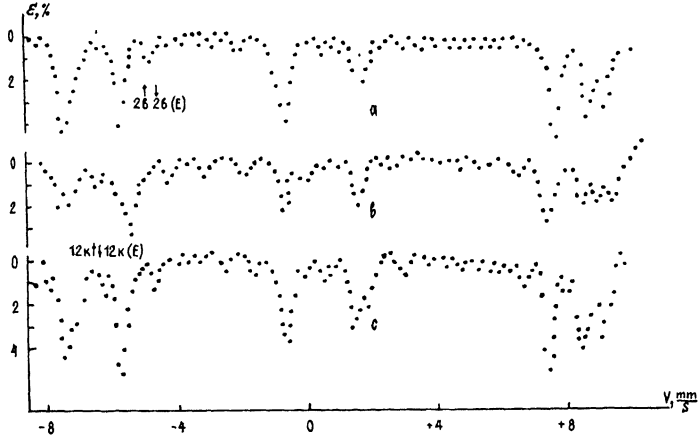
## ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕРХТОНКОЙ СТРУКТУРЫ МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

М.Н. Ш и п к о, Е.Г. Р о з и н,  
А.К. Б е л о н о г о в а, А.Ф. С и т н и к о в

Одним из факторов, влияющих на параметры сверхтонких взаимодействий в твердых телах, является внешнее электрическое поле. В ряде случаев такое влияние обусловлено изменением электронного состояния ионов, спиновой системы, фононного спектра кристаллов во внешнем электрическом поле [1]. Особый интерес с точки зрения исследования природы влияния электрического поля на сверхтонкие взаимодействия в твердых телах представляет изучение эффектов в магнитных полупроводниках. Как известно, величина эффектов зависит от напряженности электрического поля [2]. Однако создать сильные электрические поля в объеме магнитных полупроводников невозможно ввиду их высокой электропроводности. Поэтому целесообразно для создания сильных электрических полей в таких кристаллах использовать их электризацию в коронном разряде. Применение этой методики позволяет изучать динамические изменения сверхтонкой структуры (СТС) линий различных резонансов и, как следствие, электронные и ионные процессы в объеме твердых тел, индуцированные электрическим полем.

В настоящей работе изучено влияние электрических полей ( $E \sim 10^9$  В/м) на сверхтонкую структуру мессбауэровских спектров монокристаллов гексагонального феррита  $BaFe_{12}O_{19}$ . Исследования выполнены на пластинках толщиной  $100 \pm 1$  мкм, вырезанных перпендикулярно гексагональной оси „С“ кристалла. Для создания электрического поля вдоль оси „С“ использовали его электризацию в отрицательном коронном разряде. Коронный разряд возбуждали между источником и детектором  $\gamma$ -излучения. Напряженность электрического поля в объеме кристалла определяли индукционным методом по величине поверхностного заряда  $\sigma$  [3]. Для исключения влияния поля короны на стабильность работы спектрометра использовали электростатическую защиту.

Мессбауэровские спектры монокристаллов  $BaFe_{12}O_{19}$ , полученные в коронном разряде ( $J_{разр} = 10^{-5}$  А) и после его воздействия представляют картину, типичную для исходного гексаферрита бария (см. рисунок). Обработка спектров позволила обнаружить их обратимые и необратимые изменения при воздействии коронного разряда на кристалл. Наиболее заметные обратимые изменения параметров сверхтонкой структуры (СТС) спектров наблюдаются для ядер ионов



Мессбауэровские спектры монокристалла  $BaFe_{12}O_{19}$ . а - исходное состояние, в - в отрицательном коронном разряде, с - после воздействия коронного разряда в течение 60 часов.

железа, расположенные в позициях 2в (тригональная бипирамида) и 12к (искаженный октаэдр). Под влиянием электрического поля, создаваемого зарядами, адсорбированными на поверхности кристалла, происходит существенное уменьшение величины локального магнитного поля на ядрах  $Fe^{3+}$  ( $H_A$ ) и квадрупольного расщепления  $\Delta E$  для подрешеток 2в и 12к (таблица). Величина изменения  $H_A$  зависит от плотности адсорбированных зарядов, т.е. напряженности электрического поля в объеме кристалла. Можно предположить, что причиной уменьшения эффективного поля на ядрах ионов железа  $Fe_{2b}^{3+}$  и  $Fe_{12k}^{3+}$  являются их обратимые смещения под влиянием электрического поля к анионам. Основанием для такого предположения явился тот факт, что заметные изменения параметров мессбауэровских спектров наблюдаются только для ионов железа, слабо связанных с ионами кислорода в координационном полиэдре. Поэтому одно из возможных объяснений уменьшения  $H_A$  во внешнем электрическом поле связано с ионным механизмом электрополевого эффекта [4]. Наглядно проявление упомянутого механизма может быть проиллюстрировано на примере ионов железа  $Fe_{2b}^{3+}$ , расположенных в тригональных бипирамидах. Согласно модели [5], ион  $Fe_{2b}^{3+}$  находится не в плоскости симметрии бипирамиды, а осциллирует между двумя положениями, отстоящими друг от друга на расстоянии  $0.312 \text{ \AA}$ . Электрическое поле нарушает равенство вероятностей перехода  $Fe_{2b}^{3+}$  по направлению и против вектора напряженности поля  $\vec{E}$ . Это эквивалентно смещению среднего по времени положения равновесия для иона  $Fe^{3+}$  из базисной плоскости к одной из вершин бипирамиды.

Уменьшение величины  $\Delta E$  для подрешетки 2в удается удовлетворительно объяснить смещением среднего положения на  $0.01 \text{ \AA}$ .

Параметры массбауэровских спектров для ядер  $Fe^{57}$ , расположенных в позициях 12к и 2в кристалла  $BaFe_{12}O_{19}$  при различных значениях плотности зарядов, адсорбированных на его поверхности

$\sigma \cdot 10^6$ , Кл/м <sup>2</sup>	Позиция 12к		Позиция 2в	
	$H_A$ , кЭ	$\Delta F$ , мм/с	$H_A$ , кЭ	$\Delta F$ , мм/с
0	418±3	0.42±0.06	408±5	2.2±0.08
4	407	0.38	392	2.09
6	398	0.37	376	1.9

В свою очередь, изменение межионных расстояний  $Fe-O$  и ковалентного переноса электронной плотности с лигандов на  $3d$ -орбитали ионов  $Fe^{3+}$  уменьшает величину  $H_A$  на ядрах ионов  $Fe^{3+}$ . Отметим, что в электрическом поле одновременно с обратимыми наблюдаются и необратимые изменения СТС массбауэровских спектров феррита. После воздействия коронного разряда (см. рисунок, б) отчетливо наблюдаются дополнительные компоненты, характерные для соединения  $Ba_2Fe_2O_5$ , не регистрируемого рентгено-структурным методом. В кристаллической решетке этого соединения содержание ионов  $Ba^{2+}$  в 12 раз больше, чем в  $BaFe_{12}O_{19}$ , а кислородные вакансии расположены упорядоченно [6]. Следовательно, под влиянием сильного электрического поля в кристалле происходит обогащение его отдельных участков ионами бария и кислородными вакансиями. В результате формируются новые катион-анионные конфигурации, свойственные фазе  $Ba_2Fe_2O_5$ .

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] R a d o G.T. // Phys. Rev. Lett. 1964. V. 13. P. 335-337.
- [2] M e r c i e r M. // Int. J. Magn. 1974. V. 6. P. 1234-1240.
- [3] Г у б к и н А.И. Электреты. Электретный эффект в твердых диэлектриках. М.: Наука, 1978. 192 с.
- [4] B l o e m b e r g e n N. // Phys. Rev. Lett. 1961. V. 7. P. 90-92.
- [5] B e r t a u t E.F., D e s c h a m p s A., P a u t h e n e t R., D i c k a r t S. // J. Phys. Rad. 1959. V. 20. P. 404-409.
- [6] M a n s o u r N.A., G a d a l l a A.M., H e h n i c k e H.W. // Ber. dt Keram. Ges. 1975. V. 52. P. 201-205.

Поступило в Редакцию  
25 ноября 1991 г.