

Литература

- [1] К. С. Шифрин. Тр. ВЗЛТИ, № 2, 153, 1956.
- [2] М. Франсон. Оптика спеклов. Мир, М., 1980.
- [3] Г. Джефрис, Б. Свирлс. Методы математической физики. Мир, М., 1970.
- [4] И. М. Соболев. Численные методы Монте-Карло. Наука, М., 1973.
- [5] А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Наука, М., 1971.

Поступило в Редакцию 19 января 1982 г.

УДК 535.34 : 548.0

МАГНИЕВЫЕ ЦЕНТРЫ ОКРАСКИ В КРИСТАЛЛАХ NaCl-Mg

А. В. Егранов и А. И. Непомнящих

В отличие от кристаллов LiF-Mg, в которых восстановленные до одновалентного состояния магниевые центры окраски наводятся рентгеновским облучением при температуре жидкого азота [1], в кристаллах NaCl-Mg при температурах 80—150 К после рентгеновского облучения не наводятся дополнительных полос поглощения. При облучении кристаллов NaCl-Mg в температурном диапазоне 150—250 К образуются F , Cl_3^- и полосы с максимумами при 3.84- и 3.32 эВ (рисунок, а, кривая 1). Спектры поглощения снимались при 80 К. При нагревании до 260 К наблюдается разрушение полос при 3.84 и 3.32 эВ и частично F -полосы (рисунок, а, кривая 2). Последующее обесцвечивание F -полосы при температуре 200 К приводит к полному или частичному восстановлению полосы при 3.84 эВ (рисунок, а, кривая 3). Если после облучения при 150—250 К кристалл обесцвечивать одновременно в F -полосе и в полосе при 3.32 эВ, то происходит разрушение обоих центров, при этом полоса при 3.84 эВ практически не изменяется. Положение полосы поглощения 3.84 эВ (при комнатной температуре 3.76 эВ) совпадает с положением Mg_c^+ -полосы, рассмотренной в работе [2]. Центры, ответственные за полосу поглощения при 3.84 эВ, полученные как F -обесцвечиванием после предварительного нагрева облученного кристалла до 260 К, так и обесцвечиванием в F - и 3.32 эВ полосах становятся более стабильными и не разрушаются при повторном нагреве кристалла до 260 К.

Обесцвечивание линейно-поляризованным светом показывает наличие у полосы поглощения при 3.32 эВ дихроизма в направлении [100] и [110]. Полоса при 3.84 эВ оптически стабильна при 80 К и дихроизм этой полосы получить не удалось.

Полоса поглощения при 3.32 эВ соответствует, по-видимому, поглощению V_F -центров [3]. Они ориентированы по оси C_2 и температура разрушения (около 260 К) характерна для разрушения V_F -центров в ШГК. При термическом обесцвечивании одновременно с ними разрушаются и F -центры.

При облучении кристаллов NaCl-Mg в температурном диапазоне 150—250 К, по-видимому, происходит радиационно-стимулированное разбиение примесно-вакансионных $Mg^{++}V_c^-$ -диполей и образование Mg_c^+ - и F -центров. При нагревании кристалла до температуры делокализации V_F -центров (260 К) происходит рекомбинация V_F -центров с Mg_c^+ - и F -центрами. При этом образуются изолированные Mg_c^+ -ионы и катионные вакансии. Образование примесно-вакансионных диполей при этой температуре не происходит [4], и поэтому становится возможным процесс образования Mg_c^+ при низких температурах после обесцвечивания F -полосы.

После облучения кристаллов NaCl-Mg при комнатной температуре полос, связанных с примесью магния, не обнаружено [2] (рисунок, б, кривая 1). После обесцвечивания этих кристаллов F -светом при температуре выше 250 К наводится полоса поглощения при 3.92 эВ, при этом в районе F -полосы при 80 К четко выражены два максимума при 3.15 и 2.60 эВ (рисунок, б, кривая 2).

При фотообесцвечивании полосы при 3.92 эВ в температурном диапазоне 80—300 К наблюдается рост поглощения в полосах при 3.15 и 2.60 эВ (рисунок, б, кривая 3). Фотообесцвечивание в любой из этих полос приводит к их одновременному обесцвечиванию с образованием полосы при 3.92 эВ.

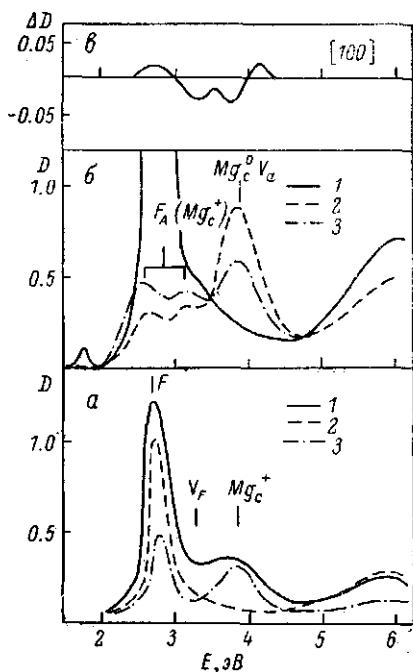
В полосах поглощения при 3.92, 3.15 и 2.60 эВ обесцвечивание поляризованным светом вызывает дихроизм в направлении [100] (рисунок, в).

Полоса при 3.92 эВ ассиметрична и дихроизм показывает наличие двух полос, ориентированных во взаимно перпендикулярных направлениях. Разложение на Гауссианы дает две полосы поглощения с максимумами при 4.2 и 3.9 эВ и полушириной 0.5 и 0.32 эВ соответственно. При термическом разрушении полос при 3.15 и 2.60 эВ возрастает F-полоса.

В работе [2] полоса при 3.92 эВ (при комнатной температуре 3.87 эВ) приписана междоузельному атому магния Mg_c^0 . На основании приведенных данных можно предложить модели центров, ответственных за поглощение при 3.92, 3.15 и 2.60 эВ и механизм их образования.

Центры, ответственные за поглощение, при 3.92 эВ ориентированы по оси C_4 и характеризуются наличием двух полос, ориентированных во взаимно перпендикулярных направлениях. Учитывая данные работы [2] и приведенные результаты, можно предложить модель центра, ответственного за полосу поглощения при 3.92 эВ в виде $Mg_c^0 V_a^+$.

Рассмотрим как согласуются экспериментальные результаты с предложенной моделью. Атомы магния находятся в катионных узлах решетки, зарядо-компен-



Спектры оптического поглощения (а, б) и дихроизма (в) кристаллов NaCl-Mg.

а — после рентгеновского облучения при 200 К (1) с последующим нагревом до 260 К (2) и F-обесцвечиванием при 200 К (3), б — после рентгеновского облучения (1) и последующего F-обесцвечивания при 300 К (2), фотообесцвечивание полос 3.92 эВ при 80 К (3), в — спектр оптического дихроизма, полученный после обесцвечивания поляризованным светом 3.7 эВ при 80 К.

сирующая анионная вакансия расположена в направлении [100]. Поглощение при 3.92 эВ обусловлено переходами $^1S_1 - ^1P_1$ в атоме магния, которые смещены в сторону низких энергий, что соответствует расположению Mg^0 в катионной подрешетке [1]. Переход $^1S_0 - ^3P_1$ не проявляется в спектрах поглощения из-за малой силы осциллятора $f(^1S_0 - ^3P_1) = 2.6 \cdot 10^{-6}$ [5]. В слабых и средних кристаллических полях симметрии C_{4v} уровень 1P_1 атома магния расщепляется на два подуровня [6]. Поглощение, соответствующее этим переходам в NaCl-Mg, состоит из двух полос (при 4.2 и 3.9 эВ).

Полосы при 3.15 и 2.60 эВ соответствуют, по-видимому, поглощению $F_A(Mg_c^+)$ -центров. Центры, ответственные за эти полосы, ориентированы по оси C_4 и дихроизм этих полос представлен на рисунке, в. F_A -центры в ШГК характеризуются наличием двух полос поглощения, ориентированных по оси C_4 во взаимно перпендикулярных направлениях. Образуются эти центры в кристаллах с примесью ионов щелочных металлов меньшего, чем у основного катиона, радиуса. Ионный радиус Mg^+ (0.91 Å [7]) меньше, чем ионный радиус Na^+ (0.98 Å), что также подтверждает предложенную модель.

Механизм образования $F_A(Mg_c^+)$ и $Mg_c^0 V_a^+$ -центров после F-обесцвечивания при температуре выше 250 К, когда становятся подвижными анионные вакансии [8], можно представить следующей схемой





Первые три реакции определяются подвижностью катионных и анионных вакансий, и поэтому наблюдаются только при температурах выше 250 К. Реакция (4) носит чисто электронный характер и протекает при низких температурах (в том числе и при 80 К).

Литература

- [1] А. И. Непомнящих, Е. А. Раджабов. *Опт. и спектр.*, 48, 273, 1980.
- [2] D. Schoemaker. *Phys. Rev.*, 7B, 786, 1973.
- [3] A. Watterich, R. Voszka. *Acta Phys. Acad. Sci. Hung.*, 33, 323, 1973.
- [4] R. W. Dreufus, A. S. Nowik. *J. Appl. Phys.*, 33, 473, 1962.
- [5] G. Boldt. *Z. Phys.*, 150, 205, 1958.
- [6] С. Г. Зазубович. *Тр. ИФА АН ЭССР*, 36, 109, 1969.
- [7] С. С. Бацаинов. *Структурная рефрактометрия*. МГУ, М., 1959.
- [8] E. Sonder. *Phys. Rev.*, 2B, 4189, 1970.

Поступило в Редакцию 8 февраля 1982 г.

УДК 539.134 : 546.291

ДИНАМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ХАНЛЕ В He^3 С УЧЕТОМ ЦИРКУЛЯЦИИ КОГЕРЕНТНОСТИ

Ю. К. Долманский и В. М. Рыжков

Образец с He^3 в условиях оптической накачки имеет три сильно связанных спин-системы $F_{3/2}$, $F_{1/2}$ (метастабильные состояния) и I (основное состояние). Светом накачки ориентируются только системы $F_{3/2}$ и $F_{1/2}$, а спин-система I ориентируется метастабильным обменом с ними.

При наличии внешнего магнитного поля обмен поперечных по отношению к полю компонент ориентации (или циркуляция когерентности) в таком образце имеет свои особенности. Из-за сильного различия гиромангнитных отношений в основном и метастабильных состояниях (\sim на три порядка) частоты прецессии в этих состояниях оказываются существенно различными, и, хотя время пребывания в метастабильных состояниях очень мало ($\sim 10^{-7}$ с), поперечная ориентация за это время может приобрести дополнительный набег фазы, который будет зависеть от величины поля. При возвращении в основное состояние эта поперечная ориентация будет складываться с ориентацией основного состояния с учетом набег фазы. В результате этого процесса должно появиться дополнительное затухание когерентности и сдвиг частоты прецессии в основном состоянии, зависящие от величины поля.

Было показано [1], что стационарный эффект Ханле в He^3 характеризуется чрезвычайно узкой линией, причем ее ширина (~ 0.4 нТ) зависит только от временных характеристик процессов обмена и не зависит от поля. С физической точки зрения это означает, что поперечное поле разрушает ориентацию раньше, чем начинает сказываться его влияние на затухание когерентности.

Для экспериментального наблюдения этого явления целесообразно использовать модуляцию поперечного поля $\vec{H}(t) = H_1 \cos \omega t$, так как это позволит применить технику синхронного детектирования, весьма эффективную при выделении слабых сигналов. При достаточно низкой частоте ω это поле будет действовать на затухание когерентности подобно постоянному и должно вызывать дополнительное уширение линии Ханле и сдвиг, зависящие от амплитуды H_1 . В настоящей работе рассмотрено это явление и его экспериментальное подтверждение.