

©1994 г.

КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ CdTe:Fe

В.С.Вавилов, Р.Р.Резванов, М.В.Чукичев

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, 119899, Москва, Россия

(Получено 30 августа 1993 г. Принято к печати 30 сентября 1993 г.)

Люминесцентные свойства полумангнитного полупроводника CdTe:Fe недостаточно хорошо изучены как из-за трудности получения совершенных кристаллов, так и из-за малой эффективности излучательной рекомбинации [1,2].

Нами исследованы спектры катодолюминесценции (КЛ) монокристаллов CdTe:Fe. Содержание Fe в образцах менялось от 10^{17} см⁻³ до 4 ат%. Измерения проводились в диапазоне температур 5÷300 К и интенсивностей возбуждения 10^{25} ÷ 10^{27} электронно-дырочных пар в 1 см³ в 1 с.

Наличие атомов Fe в CdTe приводит к существенной перестройке спектра КЛ (рис. 1). С ростом концентрации Fe интенсивность краевой полосы (излучательная рекомбинация экситонов, связанных на акцепторах) значительно уменьшается, происходит длинноволновое уширение. Спектральное положение полосы остается неизменным, что свидетельствует о незначительном изменении ширины запрещенной зоны с увеличением концентрации Fe.

Кроме того, появляются две новые полосы с энергиями в максимуме 1.1 и 1.4 эВ и полушириной 0.1 эВ, имеющие сложную структуру. Их интенсивность по сравнению с интенсивностью краевой линии растет с ростом концентрации Fe. Во всем диапазоне уровней возбуждения и температур спектральное положение и полуширина этих полос не изменяются. Исследования временной зависимости формы спектра позволяют сделать вывод о сложной структуре полос.

Полоса 1.1 эВ состоит из двух близких линий с различными временами релаксации интенсивности (1 и 4 мкс). В некоторых случаях разрешается структура фоновых повторений с $\hbar\omega = 20$ мэВ, что близко к энергии продольного оптического фонона в CdTe.

Полоса 1.4 эВ состоит по крайней мере из двух линий с энергиями в максимуме 1.32 и 1.44 эВ и интенсивностью одного порядка. С ростом

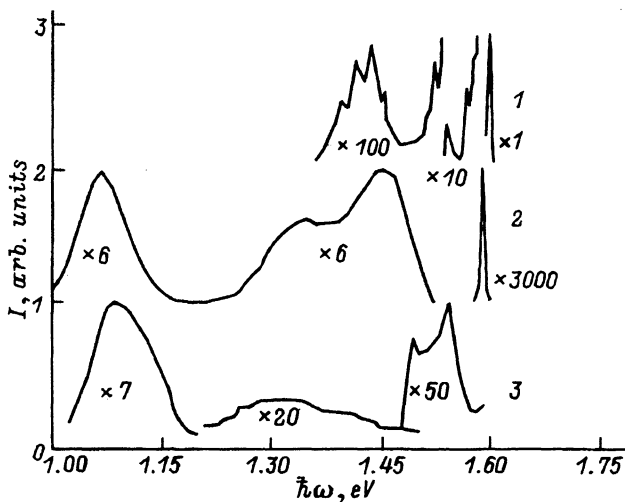


Рис. 1. Спектры КЛ (I) образцов CdTe:Fe с различной концентрацией железа: 1 — нелегированный, 2 — $10^{17} \text{ см}^{-3} \text{ Fe}$; 3 — 4 ат% Fe.

концентрации Fe интенсивность полосы 1.32 эВ растет по сравнению с интенсивностью полосы 1.44 эВ.

Экспериментальные данные позволяют предположить, что указанные полосы связаны с излучательными переходами между внутрицентровыми состояниями d -оболочки атомов Fe. Теория кристаллического поля [3] и эксперименты по поглощению [4] дают энергетическую структуру внутрицентровых состояний 3d_6 оболочки иона Fe^{2+} в поле тетраэдрической симметрии (параметр $Dq = 280 \text{ см}^{-1}$ [4]) (рис. 2).

Из сравнения рисунков можно предположить, что полоса 1.1 эВ связана с переходом $^3T_1 \rightarrow ^5T_2$, а полоса 1.32 эВ — с переходом $^3T_1 \rightarrow ^5E$. Полоса 1.44 эВ вызвана, вероятно, излучательными переходами электрона из зоны проводимости на d -уровень ионизованного атома Fe^{3+} .

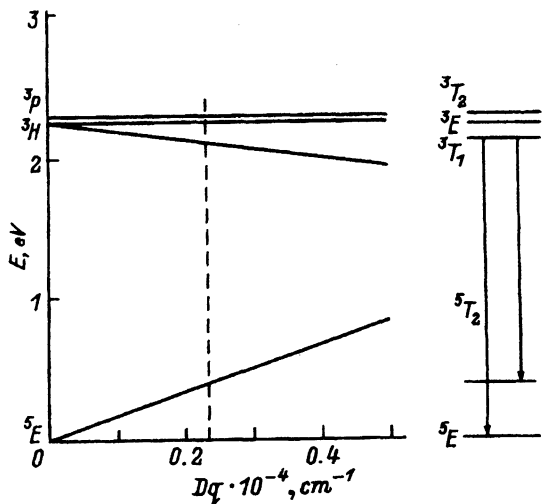


Рис. 2. Энергетическая структура внутрицентровых состояний (диаграмма Танабэ-Сугано) иона Fe^{2+} в поле тетраэдрической симметрии.

Таким образом, изучение спектров КЛ CdTe:Fe позволяет получать информацию о структуре внутрицентровых состояний Fe в CdTe. Для более точного определения параметров внутрицентровых состояний по положению бесфоновных линий необходим детальный анализ формы спектральных линий, значительно уширенных электрон-фононным взаимодействием.

Список литературы

- [1] A. Mycielski. J. Appl. Phys., **63**, pt. II-A, 3279 (1988).
- [2] R. Kernocker, K. Lischka, L. Palmethofer. J. Cryst. Growth., **86**, 625 (1988).
- [3] D.S. McClure. Sol. St. Phys. (ed by F.Seitz, D.Turnbull). Academic Press., **9**, 421 (1959).
- [4] G.A. Slack, S. Roberts, J.T. Vallin. Phys. Rev., **187**, 511 (1969).

Редактор Л.В. Шаронова
