

УДК 621.315.592

© 1992

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗУКИХ ЛИНИЙ ИЗЛУЧЕНИЯ С ОПТИЧЕСКИМИ И АКУСТИЧЕСКИМИ ФОНОНАМИ В КРИСТАЛЛЕ TlGaS_2

Г. И. Абуталыбов, С. З. Джафарова, Н. А. Рагимова, Э. И. Мехтиев

На основании исследований температурной зависимости (1.8—77 К) линий излучения кристалла TlGaS_2 , обусловленных излучательными переходами между электронными уровнями дефекта решетки, эффективно возбуждаемых через экситонный механизм, в диапазоне энергий 2.035—2.038 эВ обнаружено их взаимодействие с оптическими и акустическими фононами.

В предыдущих работах [1, 2] было установлено существование узких линий, которые наблюдались в спектре излучения кристалла TlGaS_2 при 1.8 К в диапазоне 2.035—2.038 эВ.

Обнаруженные [3] в спектре излучения TlGaS_2 две самые коротковолновые ультразвукие линии I ($\lambda_I = 5955.6 \text{ \AA}$) и II ($\lambda_{II} = 5957.2 \text{ \AA}$) интерпретированы как бесфононные переходы с двух невырожденных верхних уровней на один вырожденный нижний уровень, а остальные многочисленные линии были связаны с фононными повторениями линий I и II. Детальные исследования спектров КРС в TlGaS_2 привели к обнаружению низкочастотных фононов с энергиями 4, 6, 9 см^{-1} , связанных с изгибными колебаниями кристаллических слоев [4].

В настоящей работе предпринято подробное исследование взаимодействия ультразвуких интенсивных линий I и II с оптическими и акустическими фононами при различных температурах.

На рис. 1 представлен спектр люминесценции монокристалла TlGaS_2 в области ультразвуких линий при 1.8 К, в котором при высоком разрешении удалось обнаружить длинноволновое плечо у линии I (линии I'). Ширина ультразвуких линий излучения I и II порядка 10^{-4} эВ, т. е. близка уже к ширине атомных линий. Отметим, что линия I очень чувствительна к температуре, относительная интенсивность I и I' (при одной и той же температуре) воспроизводится от образца к образцу, т. е. ее следует интерпретировать как взаимодействие линии I с акустическими фононами [5]. Таким образом, наблюдаются два типа электронно-колебательных спектров, один из которых (II и его фононные повторения) возникает в результате взаимодействия электронного перехода только с оптическими фононами кристалла, другой (I и его фононные повторения) — в результате взаимодействия как с оптическими, так и с акустическими фононами решетки.

1. Изменение с температурой (рис. 2) бесфононной линии излучения I ($\lambda_I = 5955.6 \text{ \AA}$) и линии I', обусловленной взаимодействием с акустическими колебаниями, показало, что их относительная интенсивность очень чувствительна к изменению температуры. При повышении температуры от 1.8 до 12 К линия I резко возрастает; кроме того, с коротковолновой стороны от бесфононной линии I появляется коротковолновое крыло — антистоксовская компонента электрон-фононного спектра. Резкий спад интенсивности акустического крыла при охлаждении кристалла до 2 К можно объяснить температурным вымораживанием акустической ветви.

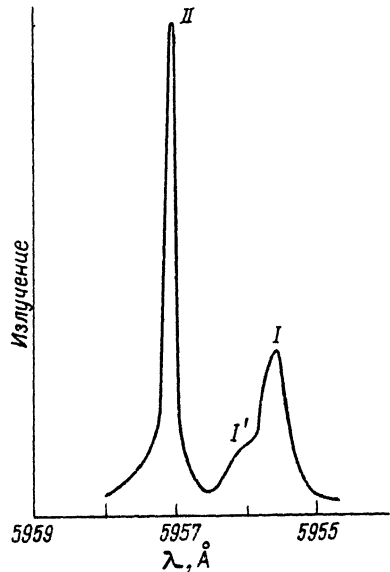


Рис. 1. Спектр люминесценции TlGaS_2 в области ультрафиолетовых линий при $T = 1.8$ К.

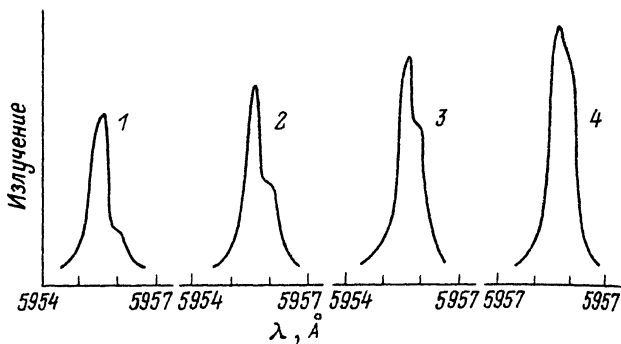


Рис. 2. Изменение с температурой линии $\lambda_{II} = 5957.6$ Å и полосы $\lambda_{I'} = 5956$ Å, обусловленной взаимодействием с акустическими фононами.

T , К: 1—1.8, 2—6, 3—8, 4—12.

2. При повышении температуры от 1.8 до 50 К отношения интенсивности линии II к интенсивности фоновых повторений, а также полуширина линии II не меняются в пределах ошибки.

3. Такая нечувствительность относительной интенсивности линии $\lambda_{II} = 5957.6$ Å к повышению температуры связана с тем, что соответствующий ей электронный переход взаимодействует только с оптическими колебаниями решетки, характеристическая температура которых велика.

При повышении температуры от 4.2 до 77 К, кроме исследуемого нами перераспределения интенсивности между этими линиями, наблюдается также общее уменьшение интенсивности излучения, одинаковое и для бесфононных линий, и для их фононных повторений.

Это ослабление люминесценции связано как с термическим увеличением вероятности безызлучательных переходов, так и с диссоциацией люминесцирующих комплексов вследствие термического отрыва экситона от центра (дефекта).

Список литературы

- [1] Абуталыбов Г. И., Алиев А. А., Ларионкина Л. С., Нейманзаде И. К., Салаев Э. Ю. // ФТТ. 1984. Т. 26. № 4. С. 1221—1223.
- [2] Абуталыбов Г. И., Агемян В. Ф., Степанов Ю. А., Алиев А. А., Салаев Э. Ю. // ФТП. 1985. Т. 19. № 2. С. 351—353.
- [3] Салаев Э. Ю., Абуталыбов Г. И., Агемян В. Ф. // ДАН СССР. 1986. Т. 287. № 2. С. 334—337.
- [4] Абуталыбов Г. И., Агемян В. Ф., Погоров С. П., Салаев Э. Ю. // ФТТ. 1987. Т. 29. № 5. С. 1436—1440.
- [5] Гросс Е. Ф., Пермогоров С. А., Разбирин Б. С. // ДАН СССР. 1964. Т. 154. С. 1306—1310.

Институт физики АН Азербайджана
Баку

Поступило в Редакцию
21 мая 1991 г.
В окончательной редакции
28 декабря 1991 г.