

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРА ЭЛЕКТРОН-ФОНОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В CdS ПОД ВЛИЯНИЕМ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

*В.Ф.Гринь, Д.С.Лепсверидзе, Е.А.Сальков,
Г.А.Шепельский,*

Обнаружено, что одноосное сжатие, а также сильное электрическое поле изменяют интенсивность электрон-фононного взаимодействия в CdS при оптических переходах через локальный центр.

В полярных кристаллах соединений $A^{II}B^{VI}$ наблюдается краевое излучение, состоящее из серии эквидистантных полос, разделенных энергией продольного оптического фонона. Так называемая высокоэнергетическая серия (ВЭС) в CdS определяется излучательной рекомбинацией свободных электронов со связанными дырками. Относитель-

ная интенсивность полос в одной серии описывается выражением $I_n = I_0 \frac{\bar{N}^n}{n!}$; I_n — интенсивность ($n + 1$) полосы, возникающей в результате эмиссии фотона и n LO-фононов, \bar{N} — среднее число испущенных LO-фононов [1]. \bar{N} — характеризует интенсивность электрон-фононного взаимодействия

$$\bar{N} = \left(\frac{e^2}{a}\right) \frac{1}{\hbar\omega_0} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{\epsilon_\infty} - \frac{1}{\epsilon_0}\right)$$

a — эффективный радиус, который характеризует степень локализации заряда на центре, ω_0 — предельная частота LO-фонона.

В настоящей работе экспериментально показано, что одноосное сжатие, а также электрическое поле могут при определенных условиях изменять параметр электрон-фононного взаимодействия в CdS.

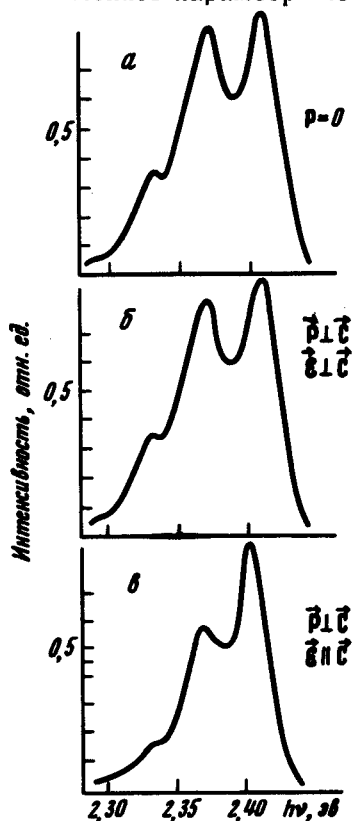


Рис. 1. Спектры краевой эмиссии CdS при одноосном сжатии для различных поляризаций излучения

Спектры ВЭС краевой эмиссии чистых монокристаллов CdS были исследованы при 77К. Оказалось, что давление, приложенное в направлении $P \perp C$ (C — оптическая ось кристалла), приводит к уменьшению относительной интенсивности фоновых повторений по сравнению с бесфононной линией. Наиболее ярко эффект проявляется для излучения, поляризованного вдоль C оси ($E \parallel C$) (рис. 1, в). Для поляризации $E \perp C$ (рис. 1, б) этот эффект практически не заметен. Параметр \bar{N} , экспериментально определяемый как отношение I_1/I_0 , имеет значение около 0,95 в отсутствии давления. Одноосное сжатие $P = 2,5$ кбар уменьшает \bar{N} до 0,66.

Из рисунков 1, б и 1, в видно, что одноосное сжатие ($P \perp C$) расщепляет максимум серии. В отсутствии давления энергетическое положение максимумов для поляризации $\vec{E} \perp C$ и $\vec{E} \parallel C$ идентично и соответствует, например, рис. 1, а. Расщепление максимума при $P = 2,5$ кбар достигает $6 \cdot 10^{-3}$ эв.

При одноосном давлении вдоль С-оси ($P \parallel C$) наблюдается смещение всей серии в сторону более высоких энергий. Это смещение характеризуется коэффициентом, близким к $5 \cdot 10^{-3}$ эв/кбар. Изменение \bar{N} при такой ориентации P проявляется только для излучения с $\vec{E} \parallel C$ и по величине оказывается на порядок меньше, чем в случае $P \perp C$, $\vec{E} \parallel C$.

Было также обнаружено, что электрическое поле приводит к качественно подобному эффекту. В наших экспериментах уменьшение не превышало 7% для поля $E \approx 10^4$ в/см ($E \perp C$). Зависимости \bar{N} от давления и напряженности поля представлены на рис. 2.

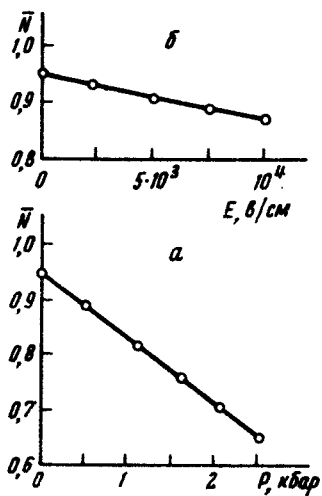


Рис. 2. Зависимости параметра \bar{N} от величины одноосного сжатия P и электрического поля E

Наблюдаемая корреляция в воздействии одноосного сжатия и электрического поля на электрон-фононное взаимодействие имеет, очевидно, пьезоэлектрическую природу, поскольку кристаллы CdS являются ярко выраженными пьезоэлектриками. По-видимому для объяснения наблюдаемого эффекта необходимо учитывать связь структуры локального состояния со сложным строением валентной зоны CdS. Одноосное сжатие, понижающее симметрию решетки, может по-разному влиять на различные подзоны, меняя их вклад в примесное состояние. Однако, такая интерпретация сталкивается с большими трудностями даже при качественном сравнении с экспериментом, так как согласно [2] значительное изменение относительного расположения валентных подзон происходит лишь при $P \parallel C$, т. е. когда \bar{N} в наших опытах как раз практически не меняется.

Литература

- [1] J. J. Hopfield J. Phys. Chem. Sol., 10, 110, 1959.
- [2] J. E. Rowe, M. Cardona, F. H. Pollak. Proc. Intern. Conf. A_2B_6 Semicond.
p. 112. New-York, 1967.
-