

Основное затруднение здесь в том, что число анионных вакансий, которое может возникнуть при распаде F_2^+ -центров в облучаемой части кристалла, значительно меньше, чем число преобразованных центров по всему объему. Кроме того, остается неясной роль предварительной подсветки в область поглощения F_2^- -центров. В рамках такой модели не представляется возможным объяснить обратный эффект при подсветке в область N -полосы. Модель, которую можно предложить для обсуждения, основана на следующей гипотезе. При релаксации возбужденный F_2^- -центр может попасть в состояние с возбужденным локальным колебанием этого центра, обладающим большим временем жизни. В свою очередь возбуждение F_2^- -центра вызывает колебания анионной подрешетки того же типа симметрии, так как и F_2^- - и F_2^+ -центры занимают два соседних анионных узла, ориентированных вдоль оси $\langle 110 \rangle$. Вероятно, такое сочетание возбуждений приводит к рождению динамических краудионов, движущихся по анионной цепочке. Отсутствие литературных данных о численных значениях частот локальных колебаний агрегатных центров в кристалле LiF не позволяет обсудить это предположение более подробно, хотя в литературе есть сведения о том, что краудионная волна может двигаться сквозь кристалл как свободная частица [5].

Очевидно, что аналогичные изменения можно наблюдать и в кристалле NaF, где температура Дебая также значительно выше комнатной. Аналогичные условия существования динамических краудионов в других кристаллах можно получить только при пониженной температуре, т. е. в криостате, где наблюдение объемных эффектов затруднено.

Список литературы

- [1] Nahum J. // Phys. Rev. 1967. V. 158. N 3. P. 814—825.
- [2] Smith K., Sibbett W., Taylor J. D. // Opt. Comm. 1984. V. 50. N 4. P. 330—334.
- [3] Иванов Н. А., Лохныгин В. Д., Фомичев А. А. и др. // ЖПС. 1987. Т. 46. № 2. С. 207—211.
- [4] Михнов С. А., Страцкевич Л. И., Хюшненен В. П., Шкадаревич А. П. // ЖПС. 1983. Т. 39. С. 552—556.
- [5] Косевич А. М. Теория кристаллической решетки. Харьков, 1988.

Киевский государственный университет
им. Т. Г. Шевченко
Киев

Поступило в Редакцию
25 июля 1989 г.

ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ ОДНООСНО СЖАТЫХ КРИСТАЛЛОВ $AgGaS_2$

Л. М. Сусликов, Ю. А. Хазитарханов, З. П. Гадьмаши,
Д. Ш. Ковач, В. Ю. Сливка

В настоящей работе исследуется влияние одноосного сжатия различного направления на двулучепреломление $\Delta n(\lambda)$ монокристаллов $AgGaS_2$. Такие данные в литературе отсутствуют. Вместе с тем они дают возможность понять механизм трансформации зонной структуры кристалла под влиянием внешних воздействий и определить устойчивость к последним физических параметров кристалла. Исследования проводились при двух ориентациях давления P относительно оптической оси кристалла: $P \parallel C$ ($P \parallel [001]$) и $P \perp C$ ($P \parallel [010]$). Излучение распространялось в направлении $[100]$. Измерения проводились при комнатной температуре, интервал изменения давления составлял $0-14 \cdot 10^6$ Па. Метод

дика исследования интерференционная, подробно описана в [1]. Сочетание гиротропии с точкой инверсии знака двулучепреломления (так называемая «изотропная» точка λ_0) позволяет однозначно определить порядок полосы, наблюдаемой на λ_0 , и сделать корректное обозначение порядков полос [2]. Толщина кристалла в направлении распространения света составляла 0.790 мм при $P \parallel C$ и 1.116 мм при $P \perp C$. Соответственно порядок полосы на λ_0 был равен 2 при $P \parallel C$ и 3 при $P \perp C$. Спектральная область исследований охватывала диапазон длин волн 0.49—0.84 мкм. Полученные кривые дисперсии $\Delta n_p(\lambda)$ плавные, никаких аномалий в исследованной области спектра не проявляют. При $P \parallel C$ наблюдается сдвиг кривых в коротковолновую область с ростом P , а при $P \perp C$ в длинноволновую. Соответствующим образом смещается и спектральное положение «изотропной» точки, причем смещение λ_0 линейное с коэффициентом

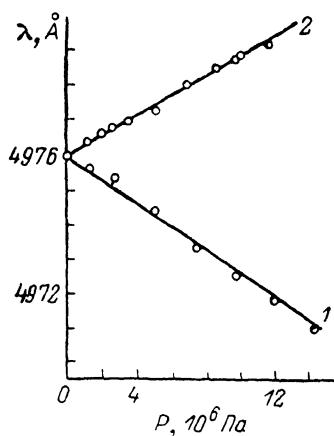


Рис. 1. Зависимость спектрального положения «изотропной» точки кристалла AgGaS_2 от величины и направления одноосного сжатия. $P \parallel C$ (1), $P \perp C$ (2).

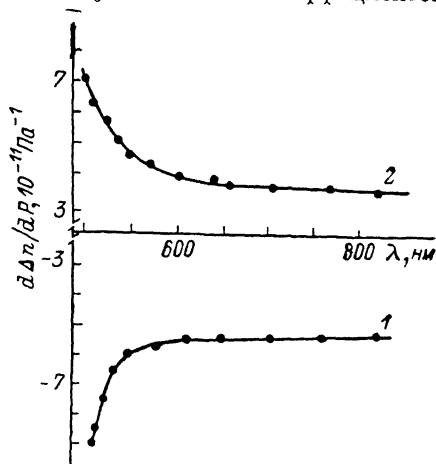


Рис. 2. Дисперсия коэффициента линейного пьезодвулучепреломления кристалла AgGaS_2 . $P \parallel C$ (1), $P \perp C$ (2).

$d\lambda_0/dP = -0.350 \cdot 10^{-6} \text{ \AA}/\text{Па}$ при $P \parallel C$ и $d\lambda_0/dP = 0.275 \cdot 10^{-6} \text{ \AA}/\text{Па}$ при $P \perp C$ (рис. 1). Обращает на себя внимание слабая зависимость Δn и λ_0 от давления. Спектральная зависимость коэффициента линейного пьезодвулучепреломления приведена на рис. 2.

При интерпретации полученных данных необходимо учитывать смещение под давлением вершины валентной зоны AgGaS_2 и изменение ее кристаллического расщепления Δ . Первый фактор определяет сдвиг кривых $\Delta n(\lambda)$, второй — изменение величины Δn на фиксированной длине волны вдали от края поглощения. Двулучепреломление Δn_p кристалла, находящегося под давлением, можно представить в виде $\Delta n_p = \Delta n + \Delta n'$, где Δn , $\Delta n'$ — естественное и пьезодвулучепреломление соответственно. Тогда, учитывая $\Delta_p = \Delta + \Delta'$, получаем [1, 3]

$$\Delta n' \approx \frac{\bar{n}^2 - 1}{2\bar{n}} \frac{1}{v^0 - v} \left(\Delta' - \frac{\Delta \delta}{v^0 - v} \right), \quad (1)$$

где \bar{n} — средний показатель преломления; Δ — кристаллическое расщепление вершины валентной зоны в отсутствие давления; Δ' — приращение этого расщепления, обусловленное приложением давления; $\delta = (v^p - v^0)$ — смещение центра тяжести расщепления под воздействием давления, $v^0 = (v_e + v_0)/2$; $v^p = (v_e^p + v_0^p)/2$ — центр тяжести кристаллического расщепления Δ_p . Переход с частотой v_e соответствует переходу $\Gamma_7 \rightarrow \Gamma_{6o}$, а с частотой v_0 — переходу $\Gamma_{6o} \rightarrow \Gamma_{6c}$. Пьезодвулучепреломление $\Delta n'$ резко возрастает при приближении к краю, а зависимость $\Delta n'$ от давления обусловлена зависимостью от P величин Δ' и δ . Как видно из (1), $\Delta n'$ пропорционально Δ' , что дает линейную по давлению часть

эффекта, которая и наблюдалась в наших экспериментах. Квадратичный член, пропорциональный $\Delta \delta$, нами не наблюдался.

Знак Δn_p с длинноволновой стороны от полосы поглощения ($\nu < \nu^p$) определяется знаком Δ_p , т. е. порядком расположения поляризованных компонент расщепления. В тиогаллате серебра $\nu_s < \nu_0$ поэтому $\Delta_p < 0$ и знак Δn_p (и Δn) отрицателен. Этим объясняется положительная дисперсия $d\Delta n/dh\nu$ двулучепреломления AgGaS_2 вблизи края поглощения. Вклад краевых межзонных переходов в Δn определяется величиной Δ (при равенстве матричных элементов переходов) и связан прямо пропорциональной зависимостью с тетрагональным сжатием кристалла. Поэтому давление $P \parallel C$ увеличивает $|\Delta'|$ и $|\Delta_p|$. Это приводит к возрастанию $|\Delta n_p|$, т. е. вклада краевых переходов в общее двулучепреломление кристалла. Поскольку этот вклад в кристаллах со структурой халькопирита отрицателен, то $\Delta n \text{ AgGaS}_2$ в области прозрачности с ростом $P \parallel C$ уменьшается, что согласуется с полученными результатами (рис. 2). Смещение кривых $\Delta n(\lambda)$ в коротковолновую область с ростом $P \parallel C$ свидетельствует о возрастании минимальной ширины запрещенной зоны AgGaS_2 , т. е. $dE_g/dP > 0$ при $P \parallel C$. Причем скорость смещения нижележащего уровня Γ_{6s} больше, нежели верхнего уровня Γ_{7s} , так как кристаллическое расщепление $|\Delta_p| = \Gamma_{7s} - \Gamma_{6s}$ возрастает.

При $P \perp C$ двулучепреломление AgGaS_2 претерпевает противоположные изменения: смещение кривых $\Delta n(\lambda)$ в длинноволновую область и возрастание величины Δn_p (рис. 2). Это позволяет связать наблюдаемые изменения с уменьшением E_g и Δ_p кристалла под давлением. Возникающее пьезодвулучепреломление $\Delta n'$ имеет в этом случае положительный знак и опять же связано с большей скоростью смещения уровня Γ_{6s} . Однако величина $\Delta n'$ при $P \perp C$ меньше, чем при $P \parallel C$. Это свидетельствует о том, что при $P \parallel C$ изменение Δ_p между уровнями Γ_{7s} и Γ_{6s} превышает соответствующее изменение при $P \perp C$, т. е. $|d\Delta_p/dP|_{P \parallel C} > |d\Delta_p/dP|_{P \perp C}$. При различных направлениях приложенного давления изменение Δ_p происходит линейно. Относительно изменения минимальной ширины запрещенной зоны E_g данные исследований позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, при $P \parallel C E_g$ возрастает, а при $P \perp C$ уменьшается, что приводит к наблюдаемому на эксперименте смещению кривых $\Delta n_p(\lambda)$ и спектрального положения λ_0 .

Во-вторых, линейный характер зависимостей $\Delta_p(P)$ и $\lambda_0(P)$ свидетельствует о линейности сдвига уровня Γ_{7s} как при $P \parallel C$, так и при $P \perp C$.

И наконец, $|dE_g/dP|_{P \parallel C} > |dE_g/dP|_{P \perp C}$, в результате чего $|d\lambda_0/dP|_{P \parallel C} > |d\lambda_0/dP|_{P \perp C}$. Отсюда также следует, что скорость смещения уровня Γ_{6s} при $P \parallel C$ больше по абсолютной величине, чем при $P \perp C$.

Список литературы

- [1] Сусликов Л. М., Гадьмаши З. П., Ковач Д. Ш., Сливка В. Ю. // Опт. и спектр. 1983. Т. 54. № 3. С. 492—497.
- [2] Сусликов Л. М., Гадьмаши З. П., Копинец И. Ф., Перещ Е. Ю., Сливка В. Ю. // Опт. и спектр. 1980. Т. 49. № 1. С. 97—99.
- [3] Дубенский К. К., Каплянский А. А., Лозовская Н. Г. // ФТТ. 1966. Т. 8. № 7. С. 2068—2073.

Ужгородский государственный университет
Ужгород

Поступило в Редакцию
29 июня 1989 г.
В окончательной редакции
31 июля 1989 г.