

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 535.41:548.0

 ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА В МОНОКРИСТАЛЛАХ TlSbS_2

 Г. И. Степанов, И. В. Ботгрос, Б. С. Чиник,
 А. Г. Чебан и Г. В. Дандара

В ходе исследования оптических свойств монокристаллов полупроводникового соединения TlSbS_2 [1] на образцах толщиной меньше 80 мкм, выколотых от слитка по плоскости совершенной спайности (001), в области длин волн $3.0 \div 15.0$ мкм¹ была обнаружена интерференция в проходящем и отраженном свете. На рис. 1, а приведена спектральная диаграмма в проходящем естественном свете, записанная на спектрофотометре ИКС-14. Как видно из рис. 1, интенсивность проходящего света (в отраженном естественном свете получается совершенно аналогичная картина, в которой максимумы отражения совпадают с минимумами поглощения) изменяется по сложной зависимости, имеющей характер биений при сложении колебаний, близких по частоте, распространяющихся в одном направлении. Следовательно, можно предположить, что наблюдаемая картина является результирующей от сложения двух обычных интерференционных картин, отличающихся незначительно по частоте пиков. Это может иметь место только в том случае, если кристалл обладает сильным двулучепреломлением. В этом случае в кристалле распространяются два луча с показателями преломления n_1 и n_2 . Оба показателя преломления «необыкновенны», так как исследуемый материал кристаллизуется в триклинной решетке с параметрами элементарной ячейки: $a=6.12$, $b=11.92$, $c=6.31$ Å, $\alpha=98^\circ 30'$, $\beta=76^\circ$, $\gamma=79^\circ 36'$. Известно, что оба луча поляризованы и плоскости поляризации взаимно перпендикулярны. В результате многократного отражения каждый из лучей будет давать свою интерференционную картину.

На рис. 2, а приведен ход лучей в плоскопараллельной пластинке, обладающей сильным двулучепреломлением (для наглядности рассмотрен случай косоуго падения естественного света). В точке B_3 первые составляющие лучей 1 и 3 одинаково поляризованные и вторые составляющие лучей 2 и 4, поляризованные в перпендикулярной плоскости дают две самостоятельные интерференционные картины, максимумы пропускания которых (или минимумы отражения) будут наблюдаться при длинах волн

$$\xi_{1,3} = 2dn_1 \cos \beta_1 = m_1 \lambda_1,$$

$$\xi_{2,4} = 2dn_2 \cos \beta_2 = m_2 \lambda_2,$$

где d — толщина монокристаллической пластинки, m_1 и m_2 — целые числа, порядок интерференции для первой и второй интерференционных картин соответственно. Вследствие того что индикатриса главных показателей преломления в кристалле с триклинной структурой представляет собой эллипсоид общего типа с полуосями, равными по величине главным показателям преломления n_1 , n_2 , n_3 , то биения в такой интерференционной картине вызваны наложением этих двух простых интерференционных картин с периодами, равными соответственно $1/2dn_1$ и $1/2dn_2$. Аналогичную картину с биением

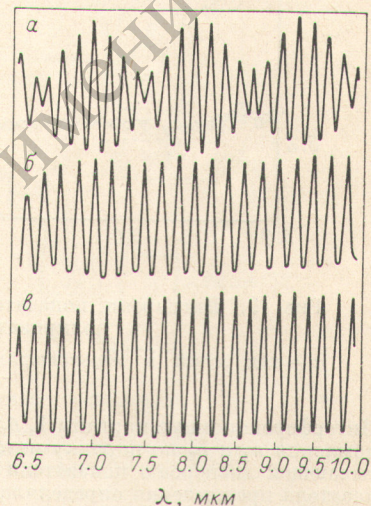


Рис. 1. Спектральное распределение пропускания образца TlSbS_2 толщиной $d=53.4$ мкм.

а — в естественном свете; в поляризованном свете: б — $\alpha_1=180^\circ$ и в — $\alpha_2=270^\circ$.

¹ В более далекой инфракрасной области спектра интерференционная картина искажается поглощением на колебаниях решетки [2].

приемник излучения фиксирует, когда вектор E световой волны составляет угол 45° с двумя главными направлениями в плоскости скола (001) кристалла.

Таким образом, снимая спектральное распределение пропускания в поляризованном свете, т. е. когда вектор E падающего света параллелен одному из главных направлений в плоскости (001) кристалла, можно последовательно исключить одну из составляющих и тогда должны наблюдаться две обычные интерференционные картины, отличающиеся только числом пиков в определенном интервале длин волн. Это предположение нашло экспериментальное подтверждение.

На рис. 1, б и в приведены спектральные диаграммы пропускания при различном расположении поляризатора. Как видно из этих рисунков, амплитуды интерференционных пиков остаются постоянными. Число пиков для образца толщиной $d=53.4$ мкм в интервале длин волн $\Delta\lambda=3.72$ мкм равно 20 и 24 соответственно для углов 180 и 270° .

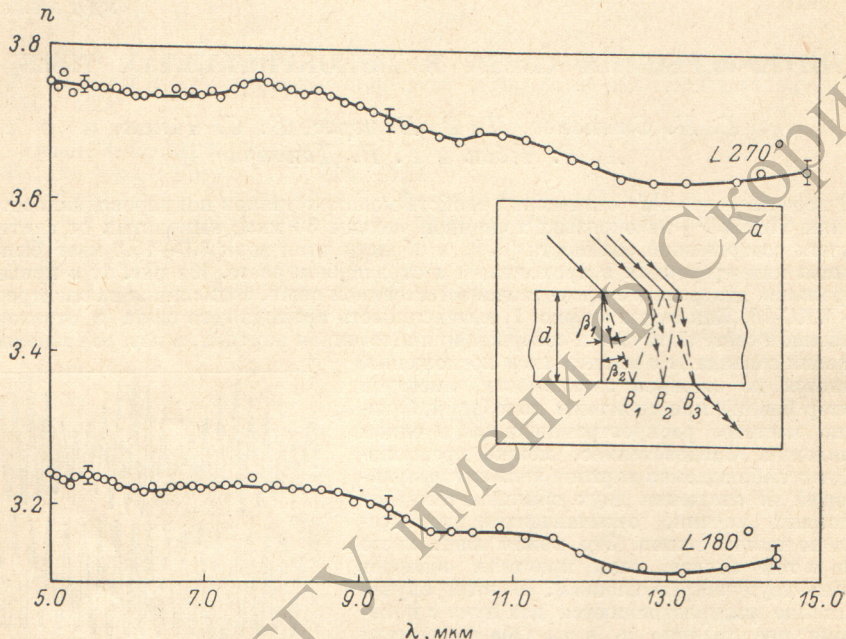


Рис. 2. Дисперсия показателей преломления образца TlSbS_2 при углах поляризатора: $\alpha_1=180^\circ$ и $\alpha_2=270^\circ$.

a — ход лучей в монокристаллической двулучепреломляющей плоскопараллельной пластинке.

Интерференционные картины 1, б и в позволяют вычислить значения показателей преломления n_1 и n_2 по порядку интерференции, который определяется по формуле, учитывающей дисперсию показателя преломления: $1/m = \lambda_1/\lambda_2 - 1 + \Delta n/n$. Дисперсия показателя преломления определялась из аналогичных измерений на тонких пластинках ($4.0 \div 10.0$ мкм), для которых порядок интерференции определяется точно. К сожалению, для тонких образцов затруднительно точное определение толщины, что исключает возможность непосредственного вычисления показателя преломления.

Из измерений на тонких образцах можно построить зависимость $nd=f(\lambda)$, по которой величина $\Delta n/n$ определяется для любого спектрального интервала. Точное определение $\Delta n/n$ очень важно, так как пренебрежение им сильно влияет на точность определения порядка интерференции. Так, например, для образца толщиной 53.4 мкм в поляризованном свете при угле поляризатора $\alpha_2=270^\circ$ два соседних пика при 12.86 и 12.48 мкм с учетом $\Delta n/n$, равном $1.81 \cdot 10^{-3}$, дают порядок интерференции $m=31.00$ вместо 32.84, полученном без его учета.

На рис. 2 приведены экспериментально рассчитанные спектральные зависимости показателей преломления n_1 и n_2 . Как видно из рис. 2, при углах поляризатора $\alpha_2=270^\circ$ и $\alpha_1=180^\circ$ показатели преломления обладают одинаковой дисперсией, а разность n_2-n_1 остается почти постоянной и равняется приблизительно 0.51 в интервале длин волн $5.0 \div 15.0$ мкм. Результаты таких исследований впервые приведены в данной работе.

Литература

- [1] Г. И. Степанов, И. В. Ботгрос, Б. С. Чиник, П. И. Донцой. ФТТ, 12, 1797, 1970.
- [2] Г. И. Степанов, И. В. Ботгрос, Б. С. Чиник, Н. Ф. Когалничану, А. Г. Чебан, ФТТ, 17, 166, 1975.
- [3] Т. Мосс. Оптические свойства полупроводников, М., 1965.

Поступило в Редакцию 18 октября 1974 г.