

МЕЖЗОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ В МЕТАЛЛАХ, СВЯЗАННЫЕ С БРЕГГОВСКИМИ ОТРАЖЕНИЯМИ ЭЛЕКТРОНОВ

А.Н.Головашкин, А.Н.Копелиович, Г.П.Мотулевич

В нашей работе [1] мы связали особенности в зависимости межзонной проводимости σ в видимой и инфракрасной областях спектра с фурье-компонентами псевдопотенциала V_g . По положению максимумов σ были определены V_{111} и V_{200} — две основные фурье-компоненты псевдопотенциала индия. Аналогичные соображения высказывались также в теоретической работе Гаррисона [2].

В настоящей работе рассмотрены межзонные переходы, связанные с брегговским расщеплением энергии и обоснован метод определения фурье-компонент псевдопотенциала по оптическим измерениям.

Результаты настоящей работы показывают, что основная структура σ в указанной спектральной области определяется брегговским отражением электронов, а не переходами, связанными с точками высокой симметрии, как это имеет место в полупроводниках.

Нами выполнен расчет межзонной проводимости σ при следующих предположениях: волновая функция электронов рассматривалась как сумма двух плоских волн; для энергии электронов использовалось выражение, полученное при решении секулярного уравнения второго порядка; гамильтониан взаимодействия электронов со светом брался в виде $\hat{H}_i = i (\hbar e / mc) (\nabla A)$, где A — векторный потенциал электромагнитного поля, e и m — заряд и масса свободного электрона, c — скорость света; учитывались процессы релаксации с помощью лоренцевской функции с параметром γ , характеризующим размытие энергетических уровней. Для кубического кристалла получено

$$\sigma = \frac{1}{\hbar} \cdot \frac{e^2}{\pi^2 \hbar^2} \cdot \sum_g n_g p_g \cdot I,$$

$$I = \frac{\gamma'}{\omega'} \int_0^\infty \frac{dx}{\sqrt{1+x^2} [(\sqrt{1+x^2} - \omega')^2 + \gamma'^2]},$$

$$\gamma' = \gamma / (\hbar \omega_g), \quad \omega' = \omega / \omega_g, \quad \hbar \omega_g = 2 |V_g|.$$

Здесь n_g — число физически эквивалентных брегговских плоскостей g , p_g — расстояние от центра зоны до соответствующей брегговской плоскости в импульсном пространстве, ω — циклическая частота света. Суммирование ведется по физически неэквивалентным брегговским плоскостям.

Анализ функции $\sigma(\omega)$ показывает, что она имеет максимумы при частотах $\omega_{\max} = 2 \cdot |V_g| / \hbar \approx 2 |V_g|$. Коэффициент t зависит от γ' , максимальное отличие его от единицы не превышает 6%. Подробное изло-

жение этой теории будет приведено отдельно.

Используя результаты этой теории и экспериментальные данные для алюминия [3], получим: $|V_{200}| = 0,72 \pm 0,01 \text{ эв}$, $|V_{111}| = 0,22 \pm 0,03 \text{ эв}$, что хорошо совпадает со значениями, полученными по эффекту де-Гааза ван Альфена [4]: $V_{200} = 0,76 \text{ эв}$, $V_{111} = 0,24 \text{ эв}$.

Сравнение экспериментальных и теоретических абсолютных значений $\sigma(\omega)$ показывает согласие между теорией и экспериментом.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступило в редакцию
6 июня 1967 г.

Литература

- [1] А.И.Головашкин, И.С.Левченко, Г.П.Мотулевич, А.А.Шубин. ЖЭТФ, 51, 1622, 1966.
- [2] W.A.Harrison. Phys. Rev., 147, 467, 1966.
- [3] Н.Н.Шкляревский, Р.Г.Яровая. Опт. и спектр., 16, 85, 1964;
А.И.Головашкин, Г.П.Мотулевич, А.А.Шубин. ЖЭТФ, 38, 51, 1960.
- [4] N.W.Ascroft. Phil. Mag., 8, 2055, 1963.