

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

КРАЕВОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ GaAs,
МОДИФИЦИРОВАННОГО ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Джумамухамбетов Н. Г., Дмитриев А. Г., Уханов Ю. И.

1. В работе [1] сообщалось о модификации кристаллов GaAs излучением импульсного лазера. Показано, что после воздействия серией импульсов суммарной плотностью энергии $80 \div 90$ Дж/см² наблюдались визуальное изменение поверхности в виде оплавления и образование модифицированного слоя, свойства которого отличались от свойств исходного кристалла. Фотолюминесценция таких слоев изучалась в работе [1].

Настоящая работа посвящена изучению края фундаментального поглощения модифицированного GaAs.

2. Известно, что для изучения поглощения в области фундаментального края, где коэффициент поглощения составляет $\sim 10^4$ см⁻¹, необходимо использовать тонкие кристаллы ($d \approx 10$ мкм). Однако модифицировать такие кристаллы не удавалось, так как они разрушались при энергиях облучения, меньших его порогового значения, при котором происходит оплавление поверхности. Поэтому для получения модифицированного слоя использовались толстые кристаллы ($d \approx 1500$ мкм).

После облучения толщины образцов уменьшали путем шлифования с последующими механической полировкой и химическим травлением со стороны подложки. На глубине $140 \div 170$ мкм от поверхности модифицированного слоя выявлялись микротрещины, что ограничивало возможность получения кристаллов тоньше 200 мкм.

Для исключения влияния подложки при определении коэффициента поглощения модифицированного слоя изучали прозрачность эталонного кристалла, вырезанного из той же пластины. При этом толщина эталонного кристалла была равной толщине облученного кристалла.

Тогда коэффициент поглощения модифицированного слоя будет связан с коэффициентом поглощения эталонного кристалла α_0 соотношением [2]

$$\alpha = \alpha_0 + \frac{1}{L} \ln \frac{J_1}{J_2}, \quad (1)$$

где J_1, J_2 — интенсивность света, прошедшего соответственно через эталонный и облученный кристаллы, L — толщина модифицированного слоя.

В работе использовались монокристаллы GaAs<Te> с концентрацией электронов $(3 \div 6) \cdot 10^{17}$ см⁻³. После импульсного лазерного воздействия происходит инверсия типа проводимости с n на p за счет образования вакансий мышьяка, концентрация которых составляет $1.7 \cdot 10^{19}$ см⁻³ [3]. Измерения прозрачности кристаллов выполнялись при 77 и 300 К.

3. Как показал эксперимент, край поглощения модифицированного слоя по отношению к эталонному кристаллу смещен в длинноволновую область. При этом величина коэффициента поглощения больше, а наклон его зависимости от $h\nu$ меньше, чем у эталонного кристалла (рис. 1).

Зависимость α ($h\nu$) вблизи края (рис. 2) аппроксимируется экспонентой вида

$$\alpha(\Delta) = \alpha(0) e^{-\Delta^2/\gamma^2}, \quad (2)$$

где

$$\Delta = E_g - h\nu, \quad (2a)$$

что совпадает с теоретической зависимостью для поглощения в сильно легированном компенсированном полупроводнике (СЛКП) [4, 5].

Эффективная глубина хвостов плотности состояний (γ), определенная из соотношения (2), составляет 70 (77) и 54 мэВ (300 К), что не сильно отличается

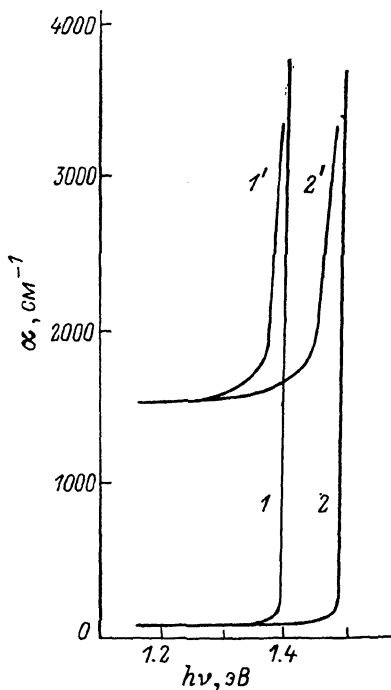


Рис. 1. Край фундаментального поглощения модифицированного слоя (1', 2') и эталонного кристалла GaAs (1, 2).

T, К: 1, 1' — 300, 2, 2' — 77.

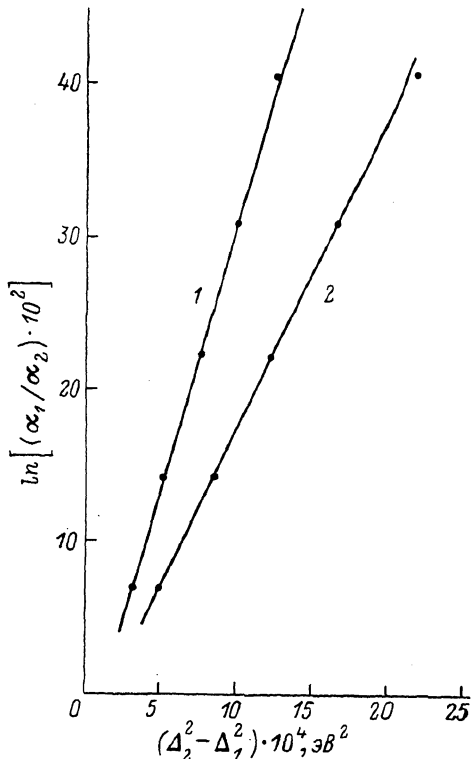


Рис. 2. Зависимость коэффициента поглощения от энергии фотонов в области фундаментального края.

α_1, α_2 — коэффициенты поглощения при некоторых значениях $h\nu_1$ и $h\nu_2$ в области края; Δ_1, Δ_2 определяются по формуле (2a) при соответствующих значениях $h\nu_1$ и $h\nu_2$. T, К: 1 — 300, 2 — 77.

от значения, полученного из данных по фотолюминесценции и рассчитанного теоретически (47 мэВ) для концентрации $\sim 10^{19} \text{ см}^{-3}$ [4].

Однако различие примерно на 20% значений γ при температурах 77 и 300 К, наблюдаемое экспериментально, не находит объяснения в рамках теории СЛКП. Тем не менее следует полагать, что поглощение модифицированного слоя GaAs в области края обусловлено в основном переходами через состояния в хвостах разрешенных зон.

Список литературы

- [1] Джумамухамбетов Н. Г., Дмитриев А. Г. // ФТП. 1988. Т. 22. В. 10. С. 1880—1882.
- [2] Уханов Ю. И. Оптические свойства полупроводников. М., 1977. 368 с.
- [3] Андреева В. Д., Анисимов М. И., Джумамухамбетов Н. Г., Дмитриев А. Г. // ФТП. 1990. Т. 24. В. 6. С. 1010—1013.
- [4] Эфрос А. Л. // УФН. 1973. Т. 111. В. 3. С. 451—482.
- [5] Шкловский Б. И., Эфрос А. Л. // ЖЭТФ. 1970. Т. 59. В. 4. С. 1343—1352.

Ленинградский

государственный технический университет

Получено 12.06.1990

Принято к печати 21.06.1990