

Потери на выход полупроводникового лазера Шашкин И.С., Слипченко С.О., Пихтин Н.А.

вопросы присылайте на почту:
shashkin@mail.ioffe.ru

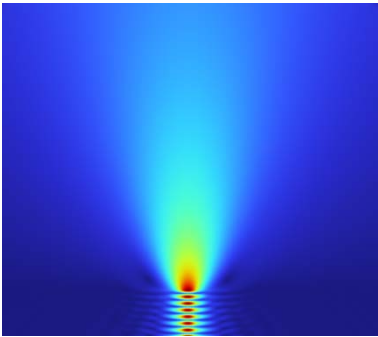


Рис.1. Модель в Comsol.

Для полупроводникового лазера точное значение коэффициента отражения позволяет корректно моделировать его характеристики. Вопросу расчёта коэффициента отражения посвящено большое количество работ (см. ссылки в работе [1]). С помощью 2D моделирования в среде Comsol (модуль Wave Optics, интерфейс Electromagnetic Waves, Frequency Domain, рисунок 1) скорректированы зависимости оптических потерь на выход от толщины волновода (рисунок 2), полученные в работе [1] для мод порядков от 0 до 6, где была использована упрощённая модель, основанная на вычислении среднего коэффициента отражения в диэлектрическом волноводе (Рисунок

[1] С.О. Слипченко, Д.А. Винокуров, Н.А. Пихтин, З.Н. Соколова, А.Л. Станкевич, И.С. Тарасов, Ж.И. Алфёров, Сверхнизкие внутренние оптические потери в квантово-размерных лазерных гетероструктурах раздельного ограничения, ФТП, 38, 1477-1486 (2004).

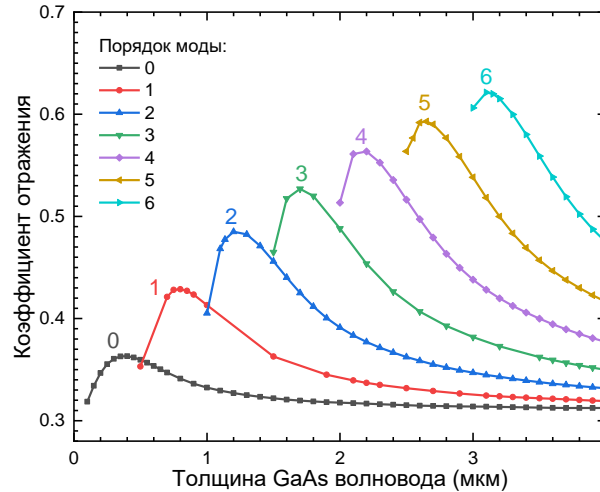


Рис.2. Коэффициент отражения от выходной грани. Волновод GaAs, эмиттеры $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$.

3, пунктир). Результаты расчёта, проведённого для конструкции лазерной гетероструктуры, включающей квантовую яму толщиной 9 нм с показателем преломления 3.6, размещённую в центре GaAs волновода, и эмиттеры $Al_{0.3}Ga_{0.7}As$, представлены на рисунке 1 (длина волны 1 мкм, длина резонатора 4 мм, естественные сколы, цифры обозначают порядок моды). Отметим, что расчёты показывают пренебрежимо малое влияние квантовой ямы на коэффициент отражения. На рисунке 2 приведены зависимости коэффициента отражения, соответствующие потерям на выход на рисунке 3.

Появление «тонких» дизайнов лазерных

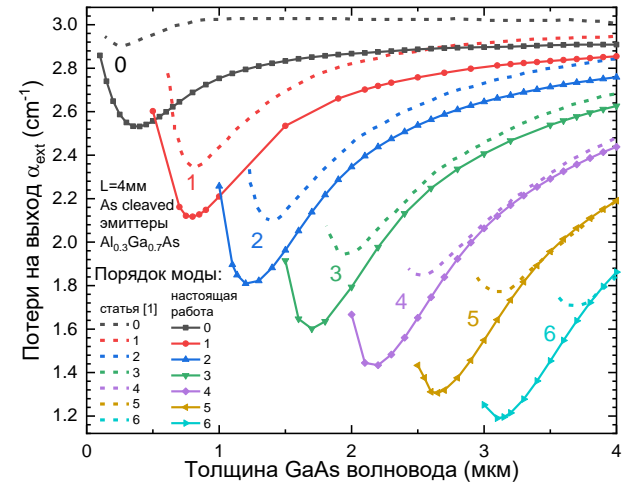


Рис.3. Потери на выход $\alpha_{ext} = \frac{1}{L} \ln\left(\frac{1}{R}\right)$.

гетероструктур приводит к необходимости дополнения общепринятого принципа модовой селекции, базирующегося на сравнении факторов оптического ограничения мод разных порядков, учётом различающихся потерь на выход для мод разных порядков.

Коэффициент отражения есть квадрат модуля S-параметра:

$$R = |S_{11}|^2 = \left| \frac{\int_{port} (E_{2D_port} - E_{1D_port}) \cdot E_{1D_port}^* dl_{port}}{\int_{port} E_{1D_port} \cdot E_{1D_port}^* dl_{port}} \right|^2$$

E_{1D_port} – поле на порте из 1D расчёта

E_{2D_port} – поле на порте из 2D расчёта, включающее отражённую компоненту