

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ РЕЗОНАТОРА

Н.Н. Полещук, А.С. Рудницкий

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: Rudnitsky@bsu.by

В оптике и СВЧ технике применяются планарные структуры с различными электродинамическими характеристиками. Известны, например, полупроводниковые лазеры на гетероструктурах. Перспективным считается использование гетероструктур в интегральной оптике. Актуальны в связи с этим исследования распространения излучения в таких структурах, включая лазерные гетероструктуры.

Для практического применения полупроводниковых лазеров важно знать картины электромагнитного излучения лазера в дальней и ближней зонах. От распределения поля в дальней зоне зависят способ и эффективность ввода излучения в оптическое волокно. Кроме того, распределение поля вне лазера связано со структурой поля внутри его, и по нему можно судить о параметрах активной волноводной зоны.

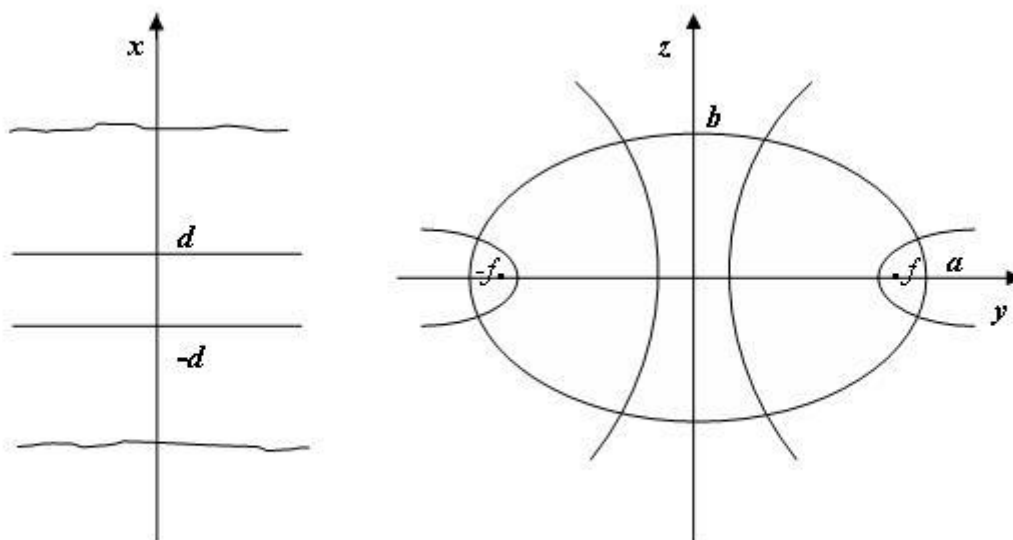
При описании структуры поля гетеролазера в зависимости от типа лазера используются различные модели резонатора. Значительная часть работ выполнена на основе модели двумерного прямоугольного диэлектрического резонатора [1, 2]. В рамках такой модели резонатора исследованы спектр, структура поля мод, добротность, условия генерации, дифракционная расходимость излучения в ортогональной активному слою плоскости.

В данной работе рассматривается показанная на рисунке трехмерная модель резонатора в цилиндрической эллиптической и декартовой системах координат, взаимосвязанных соотношениями

$$y = fch\zeta \sin \xi, \quad z = fsh\zeta \cos \xi.$$

Введены обозначения f , a , b , e для фокальной, большой, малой полуосей и эксцентриситета эллиптического цилиндра соответственно. Поверхность его является боковой поверхностью резонатора, внутри которой расположена трехслойная планарная структура в общем случае с комплексными показателями преломления.

В гетеролазерах наблюдается высокая степень поляризации генерируемого излучения, которая сохраняется при значительном превышении порога. Поэтому здесь ограничились расчетом Н-мод.



Планарный диэлектрический резонатор с эллиптической боковой поверхностью

Рассчитаны методом разделения переменных с учетом граничных условий спектр и структура поля Н-мод. Внутри резонатора поле мод представлено в цилиндрической эллиптической системе координат в виде суперпозиции распространяющихся навстречу один другому волновых пучков с синусоидально – экспоненциальной зависимостью от поперечной координаты x и гауссово – эрмитовой в параллельных активному слою плоскостях. Поле вне резонатора вычислено по формуле Кирхгофа в сферической системе координат. Получено приближенное выражение для плотности потока энергии в зоне Фраунгофера и исследована зависимость диаграммы направленности лазерного излучения от меридионального и азимутального углов и эллиптичности торцов. При исчезающе малой эллиптичности полученные решения дают более полное по сравнению с двумерным случаем представление о пространственном распределении излучения полупроводникового лазера как в одномодовом, так и в многомодовом режимах генерации и появляется в связи с этим больше возможностей для адекватной интерпретации экспериментальных данных [3, 4].

1. Рудницкий А.С., Хапалюк А.П. Квантовая электроника и лазерная спектроскопия: Сб. статей. Мн.: АН БССР, 1971. С. 490–550.
2. Батрак Д.В., Богатов А.П., Дракин А.Е. и др. // Квантовая электроника. 2008. Т. 38, № 1. С. 16–22.
3. Кейси Х., Паниш М. Лазеры на гетероструктурах. М.: Мир, 1981. Т. 2. 364 с.
4. Андреев В.М., Бородулин В.И., Коняев В.П. и др. // Физика и техника полупроводников. 1972. Т. 6, № 9. С 1739–1748.