

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ БРЭГГОВСКИЕ ОТРАЖАТЕЛИ ДЛЯ ЛАЗЕРОВ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ РЕЗОНАТОРОМ НА ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ ZnMgSSe и AlGaN

Е. В. Луценко

Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, г. Минск

Полупроводниковые лазеры с вертикальными резонаторами являются перспективными для применений, требующих повышенной мощности генерации и малой расходимости пучка излучения. Особое значение имеют зеркала этих полупроводниковых лазеров, создаваемые в едином технологическом цикле с активной средой, что позволяет существенно улучшить их рабочие характеристики и понизить стоимость. Для лазеров на основе InGaN и ZnSe, излучающих в ближней ультрафиолетовой и сине-зеленой областях спектра, наиболее технологичны брэгговские отражатели на основе гетероструктур $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ и $\text{Zn}_{x_1}\text{Mg}_{1-x_1}\text{S}_{y_1}\text{Se}_{1-y_1}/\text{Zn}_{x_2}\text{Mg}_{1-x_2}\text{S}_{y_2}\text{Se}_{1-y_2}$ соответственно, что связано с согласованием постоянных решеток этих соединений.

В данной работе матричным методом проведены расчеты спектров коэффициента отражения брэгговских зеркал на основе гетероструктур $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$ и $\text{Zn}_{x_1}\text{Mg}_{1-x_1}\text{S}_{y_1}\text{Se}_{1-y_1}/\text{Zn}_{x_2}\text{Mg}_{1-x_2}\text{S}_{y_2}\text{Se}_{1-y_2}$ в зависимости от состава и количества периодов. Показано, что брэгговские отражатели, состоящие из 20-30 периодов, могут служить высокоэффективными зеркалами для лазеров с вертикальными резонаторами с коэффициентом отражения 96-99 % на длине волны генерации.

Однако увеличение периодов в брэгговских отражателях, приводящее к увеличению коэффициента отражения, влечет за собой сильное сужение спектра отражения, что может приводить к сильному рассогласованию между максимумами спектров коэффициента отражения и усиления из-за нагрева или технологического несовершенства ростовых установок, вследствие чего эффективность лазеров резко падает. В связи с этим было проведено математическое моделирование спектров коэффициента отражения брэгговских зеркал.

Изучалось влияние как систематического, так и случайного отклонения толщины слоев от заданной величины на спектры отражения и значения коэффициента отражения на определенной длине волны для различного количества периодов зеркал. Для случайного отклонения усреднения велись по 10 000 измерений. Рассчитаны зави-

симости коэффициентов отражения как функции количества периодов от величины случайного или систематического отклонения толщины слоев. Показано, что случайное отклонение толщины слоев на величину более 6 % приводит к катастрофическому уменьшению коэффициента отражения.

Работа выполнена в рамках проекта МНТЦ В-176.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСШИРЕННОЙ МОДЕЛИ КВАНТОВОРАЗМЕРНОГО ЛАЗЕРА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПОВЕДЕНИЯ VCSEL

И. А. Сухоиванов, П. С. Иванов, В. В. Лысак

Государственный технический университет радиоэлектроники, г. Харьков

Лазеры поверхностного излучения, обладающие рядом неоспоримых преимуществ с точки зрения практического применения в оптоволоконных системах[1], не вполне отвечают требованиям широкополосности, при определенных условиях в них трудно обеспечить одномодовый режим излучения.

Важно иметь физическое представление о поведении лазеров с вертикальным излучением, выяснить влияние структурных, материальных параметров и условий эксплуатации на свойства генерируемого излучения, и задать, таким образом, направление в конструировании лазера. Одна из главных задач при разработке конструкции лазера - нахождение компромисса при достижении минимальной величины порогового тока и максимальной квантовой эффективности. Среди причин, усложняющих моделирование таких структур, отметим следующее. Моделирование VCSEL особенно сложно из-за малого резонатора [2]. Большинство слоев имеют размер порядка длины волны. Более того, оптический луч не распространяется по большей части их объема, сильно ограничивается оксидированной областью или имплантированным слоем, зеркала являются распределенными отражателями. Распределение носителей и фотонов вдоль активной области не является однородным. Неоднородное распределение фотонов дополнительно ведет к неоднородному распределению носителей, т. к. уменьшается число носителей в области с высокой плотностью фото-