

06.3; 07

©1994

ОДНОЧАСТОТНЫЙ РОС-ЛАЗЕР С ЭЛЕКТРОННОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ГЕНЕРАЦИИ (1.55 МКМ)

Е.Г.Голикова, В.П.Дураев, Е.Т.Неделин, Т.П.Недобывайло

Для когерентной обработки информации, связанной с гетеродинным приемом сигнала, необходимы лазеры с перестраиваемой длиной волны и минимально-возможной шириной спектра излучения (1...10 Мгц). Для различных применений необходимы как плавная перестройка длины волны в пределах нескольких ангстрем, так и некая комбинация дискретного перескока мод и непрерывной перестройки в пределах нескольких десятков ангстрем.

Для электронной перестройки длины волны излучения в большинстве случаев используются многосекционные РОС лазеры [1]. Основным преимуществом многосекционных РОС лазеров является их относительная простота изготовления и способность высокоскоростной перестройки.

В настоящей работе представлены результаты исследования одночастотных многосекционных РОС лазеров, перестраиваемых в пределах 40Å в диапазоне длины волны 1.55 мкм.

Лазеры с распределенной обратной связью (РОС) изготавливались на подложке $P\text{-InP}$ методом жидкофазной эпитаксии (ЖФЭ). Дифракционная решетка с периодом $\Lambda = 4600 \text{ \AA}$ создавалась на втором волноводном слое InGaAsP , соответствующем длине волны 1.3 мкм, или на подложке $P\text{-InP}$ [2]. В первом случае наращивание дифракционной решетки осуществлялось слоем $n\text{-InP}$. Во втором варианте дифракционная решетка наращивалась твердым раствором InGaAsP , соответствующим длине волны 1.3 мкм, а затем выращивалась активная область, соответствующая длине волны 1.55 мкм, второй волноводный слой, соответствующий длине волны 1.3 мкм, и эмиттер $n\text{-InP}$. С использованием методов фотолитографии на гетероструктуре с дифракционной решеткой формировалась мезаполосковая структура с шириной мезы 1...3 мкм. Заращивание мезаполоски осуществлялось методом МОС гидридной технологии высокоомным слоем InP , легированным Fe . Повторным использованием фотолитографии и химического травления зарощенная мезаполосковая структура разделялась на отдельные секции $L_1 = 75...100 \text{ мкм}$ и $L_2 = 175...200 \text{ мкм}$. Зазор

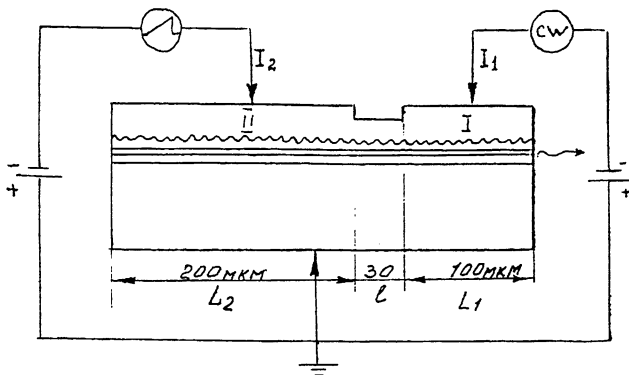


Рис. 1. Схематическое изображение активного элемента двухсекционного РОС лазера.

между секциями составлял 30 мкм и имел сопротивление 50...100 Ом. Затем пластина делилась на активные элементы, содержащие по две или более секции. Активные элементы собирались на медный теплопровод мезаполосками вверх. База активного элемента $p\text{-InP}$ имела общий контакт (электрод), а секции имели персональные управляемые электроды, как это показано на вставках к рис. 1. С целью стабилизации характеристик двухсекционных РОС лазеров в процессе их исследования лазеры монтировались на термоэлектрические микроохладители.

На рис. 1 представлена принципиальная схема двухсекционного РОС лазера с дифракционной решеткой на верхнем волноводном слое. Секция I имела длину $L_1 = 100$ мкм, а секция II — $L_2 = 200$ мкм. Расстояние между секциями $L = 30$ мкм. Значения тока накачки соответствовали I_1 для секции I и I_2 для секции II.

Ватт-амперные характеристики двухсекционного лазера при различных значениях токов накачки секций I и II представлены на рис. 2. При отсутствии тока накачки через секцию I ($I_1 = 0$) пороговый ток имел максимальное значение и составлял $I_{\text{пор}} = I_2 = 92$ мА через секцию II. Лазер не выходил в генерацию при накачке секции I и отсутствии накачки секции II ($I_2 = 0$). Пороговый ток имел минимальное значение при одновременной накачке секций I и II соответственно токами накачки $I_1 = 20$ мА и $I_2 = 40$ мА (однородная плотность накачки по всей длине резонатора). В промежутке между этими крайними значениями представлены ватт-амперные характеристики для различных значений I_1 и I_2 . Изменение порогового тока двухсекционного РОС лазера обусловлено неоднородным возбуждением активной области по длине резонатора при изменении токов накачки секций I и II.

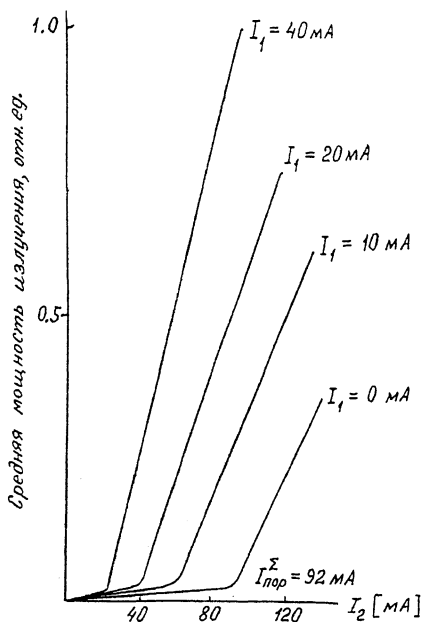


Рис. 2. Ватт-амперные характеристики двухсекционного РОС-лазера при различных соотношениях токов накачки секций.

Изменение порогового тока вследствие изменения отношения токов накачки секций I и II приводит, как известно, к изменению пороговой концентрации ($N_{пор}$) неравновесных носителей заряда (ННЗ) в активной области лазера согласно выражению:

$$I_{пор} = 1.5 \cdot 10^{-10} \cdot e \cdot d \cdot L \cdot W \cdot N_{пор}^2 \quad [3],$$

где e — заряд электрона, d — толщина активной области, W — ширина мезаполоска, L — длина резонатора.

Изменение плотности носителей в активной области на ΔN вызывает изменение как в показателе преломления $\frac{dn}{dn} \Delta N$, так и в коэффициенте усиления $\frac{dg}{dN} \Delta N$. Изменение показателя преломления на Δn ведет, в свою очередь, к изменению брегговской длины волны $\lambda_{обр} = \frac{\lambda}{2n}$ на $\Delta \lambda_{обр}$.

В процессе исследований были изучены спектры излучения двухсекционного РОС лазера для различных значений токов накачки секций I и II. На рис. 3 представлены спектр на пороге генерации РОС лазера (а) и перестройка длины

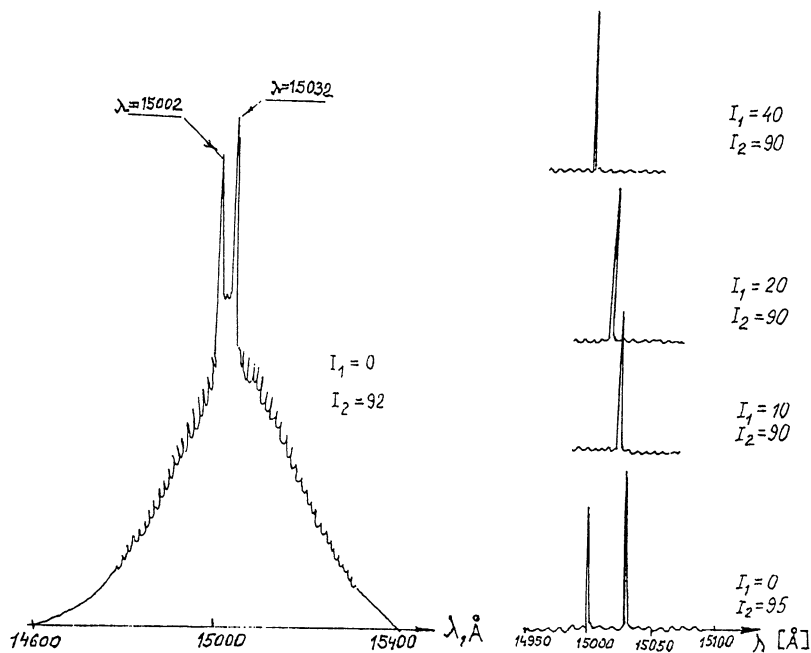


Рис. 3. Спектр двухсекционного РОС-лазера на пороге генерации (а) и перестройка длины волны РОС-лазера при изменении токов накачки секций (б).

волны при изменении токов накачки секций I и II (б). Ширина брегговской щели $\Delta\lambda_s$ составила 30 \AA (рис. 3, а), величина параметра связи κ равна 118 см^{-1} . Перестройка длины волны генерации составила 43 \AA в зависимости от изменения порогового тока двухсекционного РОС-лазера от минимального до его максимального значения. Одновременно из рис. 3, б видно, что изменение соотношения токов I_1 и I_2 привело к преимущественной генерации одной РОС моды.

Таким образом, в данной работе были исследованы двухсекционные РОС лазеры для целей непрерывной электронной перестройки длины волны. В данных приборах изменение в токе инжекции в одной секции по отношению к другой секции меняет эффективное значение показателя преломления вдоль резонатора и приводит к непрерывной перестройке брегговской длины волны. Изменение коэффициента отношения токов в этих двух секциях изменяет также профиль усиления. Контроль профиля усиления с помощью двух электродов может быть использован для стабилизации генерирующей РОС моды.

Список литературы

- [1] *Труды института инженеров по электронике и радиоэлектронике ТИИЭР. 1987. № 11. С. 38–55.*
- [2] *Kitamura M., Jamagushi M., Murata S., Mito I., Kobajashi K. // J. Light. Techn. LY-2. 1984. N 4. P. 363–369.*
- [3] *Суэмацу Я. // Труды института инженеров по электронике и радиоэлектронике ТИИЭР. 1983. Т. 71. № 6. С. 15.*

Поступило в Редакцию
19 мая 1994 г.
