

Вертикально излучающий лазер на основе субмонослойных наноразмерных включений InAs/AlGaAs диапазона 850 нм для высокоскоростной (20 Гб/с) передачи данных

А. М. Надточий, С. А. Блохин, Л. Я. Карачинский, И. И. Новиков, М. В. Максимов,
Н. Н. Леденцов

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 297-31-82, эл. почта: al.nadtochy@mail.ioffe.ru

В настоящее время оптическая технология передачи информации прочно заняла ведущие позиции в мире телекоммуникаций. Уже идет массовое внедрение оптических межсоединений и замена электрических линий связи на оптическое волокно для связи на коротких дистанциях (менее 300 м), в частности в локальных информационных сетях (LAN) и сетях хранения информации (SAN). Такие системы связи работают с использованием вертикально-излучающих лазеров (ВИЛ) с длиной волны излучения 840-860 нм и скоростью передачи данных 5-10 Гб/с. Однако рост объема передаваемой информации и повышение производительности современных процессоров требует повышения пропускной способности каналов связи, что, в конечном счете, требует перехода на более высокие скорости 16-32 Гб/с.

Цель данной работы состояла в исследовании возможности создания нового поколения оптических передатчиков на основе вертикально-излучающих лазеров диапазона 850 нм и скоростью передачи данных более 20 Гб/с. Для повышения быстродействия лазеров нами предложено использовать In(Ga,Al)As наногетероструктуры, сформированные в режиме субмонослойного осаждения, и специфическую конструкции ВИЛ, обеспечивающую подавление паразитных мод. С одной стороны, использование напряженных InGaAs/AlGaAs квантовых ям диапазона 850 нм позволяет в два раза увеличить дифференциальное усиление по сравнению с традиционными квантовыми ямами GaAs/AlGaAs [1]. В тоже время задействование субмонослойных наноразмерных включений (СМС НРВ) диапазона 980 нм позволяет также улучшить температурную и деградационную стабильность ВИЛ на их основе благодаря подавлению латерального транспорта носителей заряда [2]. С другой стороны, в рамках концепции антиволноводной геометрии вертикального микрорезонатора подавление паразитных волноводных мод ведет к уменьшению порогового тока, перераспределению оптической мощности в лазерные моды и, тем самым, к увеличению дифференциального усиления на рабочих модах [3].

В данной работе приведены результаты структурных и оптических исследований свойств СМС InAs/AlGaAs НРВ диапазона 850 нм, а также приборных характеристик ВИЛ на их основе. Обнаружено, что в результате СМС осаждения в In-содержащем слое происходит образование областей с характерным размером 3 нм и повышенной (>20%) концентрацией In относительно средней концентрации в слое. Приборы, изготовленные в высокочастотной геометрии, с диаметром токовой апертуры 8-10 мкм демонстрировали многомодовую лазерную генерацию в непрерывном режиме

с низким пороговым током (менее 1 мА) и высокой дифференциальной эффективностью (более 0.4 Вт/А). Анализ амплитудно-частотных характеристики лазеров показал, что типичная ширина полосы частот модуляции по уровню -3 дБ составляет 10 ГГц при низких плотностях тока (~ 10 кА/см²) и лимитирована паразитной частотой отсечки (~ 6 ГГц). В результате, в режиме прямой модуляции по амплитудному формату NRZ (без возвращения к нулю) псевдослучайной последовательностью битов длиной (2^7-1) были получены открытые глаз-диаграммы (eye diagrams) на частотах вплоть до 20 ГГц. Анализ уровня ошибок при оптической передаче данных в режиме прямой модуляции показал возможность реализации устойчивой передачи данных на расстояние до 150 м со скоростью 20 Гб/с и вероятностью ошибок менее 10^{-14} . Таким образом, предложенный подход обладает большой перспективой и дальнейшие исследования связаны с минимизацией паразитной емкости приборов. Работа была поддержана в разных частях госконтрактом Рособразования, СПбНЦ РАН, РФФИ и грантом Санкт-Петербурга для молодых кандидатов наук. И. И. Новиков выражает благодарность финансовой поддержке Гранту Президента Российской Федерации по поддержке молодых ученых (МК-5162.2008.2).

Литература

1. S. W. Corzine, R. H. Yan, L. A. Coldren, Appl. Phys. Lett. , 57, p. 2835 (1990).
2. A. Mutig et al, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. 15, p. 679 (2009).
3. N. N. Ledentsov et al. , Proc. of SPIE, 6468-47 (2007).