

УДК 621.373.8

ВЕРТИКАЛЬНО-ИЗЛУЧАЮЩИЕ ЛАЗЕРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА 1,3 МКМ НА ОСНОВЕ КОРОТКОПЕРИОДНОЙ СВЕРХРЕШЕТКИ InGaAs/InGaAlAs ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Петренко А.А. (Университет ИТМО), **Колодезный Е.С.** (Университет ИТМО),
Карачинский Л.Я. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Бугров В.Е.
(Университет ИТМО)

Представлены результаты экспериментальных исследований вольт-амперной и ватт-амперной характеристик, оптических и радиочастотных спектров, поляризационной стабильности излучения вертикально-излучающих лазеров на основе короткопериодной сверхрешетки InGaAs/InGaAlAs в диапазоне токов накачки от 0 до 17 мА.

Введение. Вертикально-излучающие лазеры (ВИЛ) спектрального диапазона 1,3 мкм являются перспективными источниками излучения для создания устройств радиофотоники, применяются в информационно-телекоммуникационных и вычислительных системах для сверхскоростной передачи данных по оптоволоконным каналам, широко используются при разработке квантовых генераторов случайных чисел. В сравнении с традиционно используемыми в системах передачи данных лазерами с распределенной обратной связью, ВИЛ отличаются симметричной диаграммой направленности, пониженным энергопотреблением за счет более низких рабочих токов накачки. Характеристики ВИЛ спектрального диапазона 1,3 мкм с активными областями на основе короткопериодной сверхрешетки (СР) в настоящий момент мало изучены, для их эффективного использования при создании устройств радиофотоники необходимым является контроль режимов лазерной генерации.

Основная часть. В конструкции ВИЛ спектрального диапазона 1,3 мкм использована геометрия вертикального микрорезонатора с токовым ограничением на основе концепции зарощенного туннельного перехода (ЗТП). Гетероструктура ВИЛ включает в себя два распределенных брэгговских отражателя (РБО) – верхний, состоящий из 21,5 пары $Al_{0,9}Ga_{0,1}As/GaAs$, и нижний, состоящий из 35,5 пар $Al_{0,9}Ga_{0,1}As/GaAs$ – и оптический микрорезонатор на основе InAlGaAs толщиной 3λ . В оптический микрорезонатор помещены активная область, состоящая из СР на основе 24 чередующихся слоев $In_{0,57}Ga_{0,43}As$ квантовых ям (КЯ) и барьерных слоев $In_{0,53}Ga_{0,27}Al_{0,2}As$ с толщинами слоев 0,8 нм и 2 нм, соответственно, и n^{++} -InGaAs/ p^{++} -InGaAs/ p^{++} -InGaAlAs ЗТП диаметром 5 мкм, заключенные между внутрирезонаторными контактами. Внутрирезонаторные контактные слои и туннельный переход расположены в минимумах электромагнитного поля оптической моды резонатора, активная область – в максимуме. Формирование гетероструктуры ВИЛ производилось по технологии последовательного двойного спекания оптического резонатора с верхним и нижним РБО. ВИЛ на основе СР InGaAs/InAlGaAs демонстрируют классическое поведение ватт-амперной характеристики во всем диапазоне токов накачки с резким возрастанием выходной оптической мощности лазера при превышении порога лазерной генерации, сопровождающимся последующим насыщением при достижении высоких уровней накачки вследствие влияния эффекта саморазогрева лазера. Радиочастотные спектры ВИЛ исследовались для всего диапазона токов накачки с использованием осциллографа Keysight UXR0204A и фотоприемника с шириной полосы пропускания 20 ГГц. Радиочастотные спектры были получены из временных последовательностей посредством быстрого преобразования Фурье с разрешением 1 МГц. Анализ оптических спектров лазерной генерации производился в непрерывном режиме работы ВИЛ с использованием спектроанализатора Aragon Photonics BOSA 100 O с опорным перестраиваемым лазером Yenista Optics Tunics-T100S-HP в диапазоне длин волн 1290-1310 нм с разрешением 40 фм.

Согласно результатам проведенных поляризационных исследований, для ВИЛ спектрального диапазона 1,3 мкм на основе СР InGaAs/InAlGaAs характерна стабильность плоскости поляризации лазерного излучения во всем диапазоне токов накачки.

Выводы. Проведена характеристика режимов лазерной генерации ВИЛ в геометрии с внутрирезонаторными контактами, ЗТП диаметром 5 мкм, активной областью, содержащей СР на основе 24 чередующихся слоев $\text{In}_{0,57}\text{Ga}_{0,43}\text{As}$ квантовых ям и барьерных слоев $\text{In}_{0,53}\text{Ga}_{0,27}\text{Al}_{0,2}\text{As}$. Пороговый ток составляет 1,7 мА, выходная оптическая мощность в рабочей точке достигает значения 1,34 мВт. Показана высокая стабильность поляризационного состояния генерируемого излучения ВИЛ во всем диапазоне токов накачки. Рабочий спектральный диапазон ВИЛ – 1,3 мкм с величиной токового сдвига длины волны не более 0,5 нм/мА. Характерное значение ширины пика на полувысоте в оптическом спектре не превышает 0,5 пм при токе накачки 17 мА, что превосходит показанные ранее значения ширины пика на полувысоте для ВИЛ с активной областью на основе InAlGaAs КЯ, продемонстрированная частота малосигнальной модуляции ВИЛ с активной областью на основе СР в гигагерцовом диапазоне сравнима с достигнутыми значениями частоты малосигнальной модуляции для ВИЛ с активной областью на основе КЯ. Исследованные вертикально-излучающие лазеры могут быть использованы при создании устройств радиофотоники для телекоммуникационных применений, квантовых генераторов случайных чисел, дальнейшее улучшение статических и динамических характеристик вертикально-излучающих лазеров возможно в результате оптимизации конструкции короткопериодной сверхрешетки и заращенного туннельного перехода.

Петренко А.А. (автор)

Бугров В.Е. (научный руководитель)