

Создание и исследование мощного полупроводникового лазера на основе зарощенных гетероструктур InP/GaInAsP .

М.Г. Васильев, А.М. Васильев, А.А. Шелякин.

Рассматриваются технологические аспекты разработки и изготовления лазерных излучателей с высоким произведением средней мощности на полосу модуляции. Описываются особенности экспериментального исследования параметров лазерного излучателя в СВЧ диапазоне. Приводятся результаты исследования ватт-амперной, спектральной и частотно-модуляционной характеристик до 10 ГГц.

1. Введение

Оптическая мощность лазерного излучателя с технологической точки зрения в основном определяется структурой его кристалла. Основываясь на критерии ее увеличения до десятков милливатт при достаточном быстродействии, наиболее подходящими лазерными гетероструктурами считаются зарощенная полуизолятором объемная структура с серповидной активной областью (Buried Crescent, BC Laser) [1] и зарощенная полуизолятором квантоворазмерная структура (Multiple Quantum Well, MQW laser) [2]. Основной задачей в ходе технологической разработки данных лазерных гетероструктур является оптимизация по критерию $P_0 \cdot \Delta F$ их геометрических, электрофизических и оптических параметров.

Общее быстродействие наиболее широко распространенного лазерного излучателя, с так называемой непосредственной модуляцией, в равной степени определяется не только описанными выше технологическими особенностями структуры лазерного кристалла, но его конструкцией. Основываясь на вышесказанном, основные усилия в ходе выполнения данной разработки были сосредоточены на следующем:

- Тщательная технологическая обработка фрагментов лазерных гетероструктур с использованием жидкофазной и газофазной эпитаксий и усовершенствованных методов и операций по зарощиванию.

- Экспериментальное исследование параметров и характеристик разработанного лазерного излучателя.

В работе рассматривались два варианта конструкций лазерных излучателей с длиной волны 1,31 мкм:

- Конструкция зарощенной гетероструктуры InP/GaInAsP с серповидным каналом в подложке фосфида индия с изолирующим слоем селенида цинка (3) (далее VC лазер).

- Конструкция с гетероструктурой InP/GaInAsP на основе квантовых ям с "глубокой" мезой, зарощенной селенидом цинка (далее MQW лазер).

Схема технологического процесса создания меза-полосковой гетероструктуры InP/InGaAsP/InP с каналом в подложке представлена на рисунке 1.

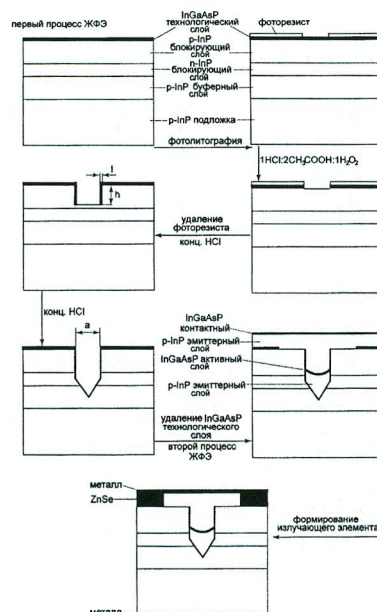


Рис. 1. Схема технологического процесса создания меза-полосковой гетероструктуры InP/InGaAsP/InP с каналом в подложке.

Во второй конструкции использовались лазерные гетероструктуры InP/GaInAsP на основе квантовых ям (рисунок 2), полученных методом эпитаксии из металлоорганических соединений (MOCVD) на подложках InP n-типа проводимости и зарощенные селенидом цинка. Выращенные структуры имели от 1 до 7 квантовых ям.

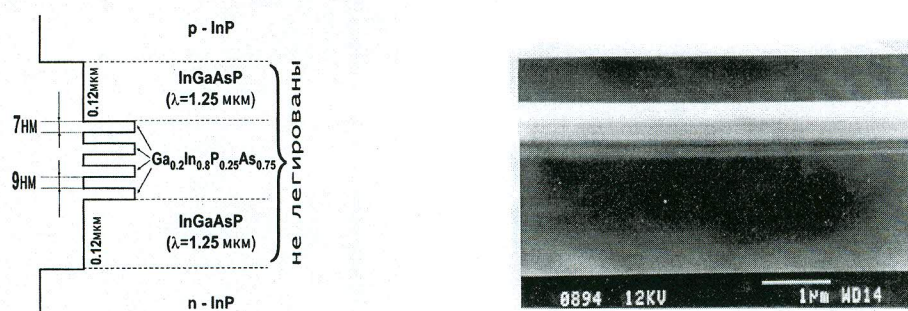


Рис.2 Зонная диаграмма (а) и электронно-микроскопическая фотография (б) четырехслойной квантоворазмерной InP/GaInAsP гетероструктуры

Исходная гетероструктура подвергалась исследованию по морфологии, длине волны электролюминесценции и Оже-спектроскопии (рисунок 3), что позволило контролировать наличие квантовых ям.

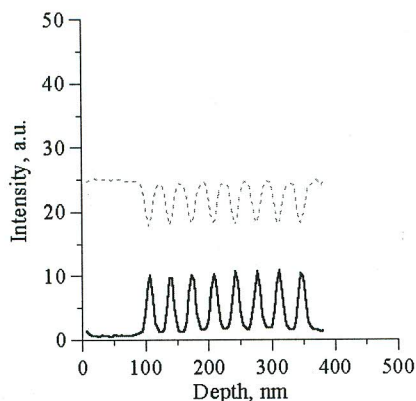


Рис.3 Оже-профиль квантоворазмерной гетероструктуры InP/GaInAsP с 7 квантовыми ямами, полученной методом MOCVD.

Далее на структуру наносился изолирующий слой селенида цинка, "вскрывался" полосок шириной 2,0 - 3,0 мкм и формировались омические контакты.

Из лазерных структур методом скалывания формировался лазер с резонатором Фабри-Перо.

2. Результаты исследования

После изготовления партии экспериментальных образцов лазерных излучателей на основе обеих вышеописанных конструкций был проведен комплекс дополнительных экспериментальных исследований их характеристик с целью оценки эффективности применения разработанных излучателей в современных локальных цифровых ВОСП телекоммуникационного назначения.

Список литературы

1. Sakakibara Y., Higuchi H., Oomura E., et al. IEEE Journal of Lightwave Technology, 3, 978 (1985).
2. Hu Ch.-W., et al. IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology, 24, 2906 (2006).
3. Васильев М.Г., Васильев А.М., Шелякин А.А. Неорганические материалы, 44, 1035 (2008).