Генерация мощных лазерных импульсов полупроводниковыми гетероструктурами с использованием интегральных и гибридных подходов

Слипченко С.О.¹, Подоскин А.А.¹, Соболева О.С.¹, Васильева В.В.¹, Николаев Д.Н.¹, Багаев Т.А.², Ладугин М.А.², Мармалюк А.А.², Симаков В.А.², Пихтин Н.А.¹

¹*ФТИ им А.Ф.Иоффе РАН, 194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26*

²*НИИ "Полюс" им. М.Ф. Стельмаха, Москва, 117342, Введенского, 3, корп. 1*

DOI 10.34077/Semicond2019-461

Представлены теоретические и экспериментальные результаты, достигнутые в области мощных импульсных лазерных излучателей на основе полупроводниковых гетероструктур AlGaAs/GaAs. В качестве основных направлений исследований было рассмотрено два подхода. Первый основан на эпитаксиальной интеграции функций лазерного излучателя и быстрого сильноточного ключа в рамках единой многопереходной полупроводниковой гетероструктуры. Разработанные модели и проведенные экспериментальные исследования позволили сформулировать основные требования к конструкциям разрабатываемых многопереходных гетероструктур. Продемонстрировано, что характерной особенностью разрабатываемых многопереходных структур является наличие режимов электрической бистабильности, с временами переходного процесса из состояния с высоким сопротивлением в состояние с высокой проводимостью в диапазоне от единиц до сотен нс. Показано, что основным фактором, ограничивающим максимальное значение пиковой мощности, является эффект локализации включенного состояния, выражающийся в пространственной неоднородности накачки в плоскости гетероструктуры. Проведенные исследования позволили создать как одиночные импульсные излучатели с пиковой мощностью до 50 Вт при апертуре 200 мкм, так и микролинейки с апертурой 1000 мкм и пиковой мощностью 210 Вт.

Для решения задач генерации мощных лазерных импульсов нс и суб-нс длительности был разработан гибридный подход, в рамках которого кристаллы полупроводниковых лазеров монтировались непосредственно в планарной схеме, реализующей малоиндуктивный контур для генерации импульсов тока. Были исследованы особенности динамики генерации суб-нс импульсов мощными многомодовыми полупроводниковыми лазерами. В результате продемонстрированы режимы, обеспечивающие возможность генерации импульсов длительностью в диапазоне 0.1-1 нс с частотами повторения до 100 МГц. На базе разработанной концепции был разработан 8 канальный оптоволоконный модуль, излучающий в спектральном диапазоне 850-860 нм, и, демонстрирующий для лазерных импульсов длительностью 1 нс значение выходной пиковой оптической мощности до 35 Вт с частотой повторения 100 МГц.