

Температурная делокализация носителей заряда в полупроводниковых лазерах

*И. С. Шашкин, С. О. Слипченко, Л. С. Вавилова, Д. А. Винокуров, А. В. Лютецкий,
Н. А. Пихтин, А. А. Подоскин, А. Л. Станкевич, Н. В. Фетисова, И. С. Тарасов*

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

тел: (812) 292-73-79, эл. почта: serghpl@mail.ioffe.ru

Интерес к мощным полупроводниковым лазерам обусловлен широким спектром их практических приложений: источники оптической накачки твердотельных и волоконных лазеров, газоанализаторы, терапия сосудистых и кожных заболеваний. Для создания мощных температурностабильных непрерывных полупроводниковых лазеров необходимо обеспечить высокую внешнюю дифференциальную квантовую эффективность (близкую к 100%); низкую пороговую плотность тока; низкие последовательное и тепловое сопротивление; а также высокую температурную стабильность дифференциальной квантовой эффективности и пороговой плотности тока. Высокую дифференциальную квантовую эффективность обеспечивают низкие внутренние оптические потери, а низкие сопротивления и низкую пороговую плотность тока обеспечивает большая длина резонатора. Проблема снижения внутренних оптических потерь и увеличения длины резонатора решена в асимметричных квантоворазмерных двойных гетероструктурах раздельного ограничения (КР ДГС РО) со сверхтолстым волноводом [1]. Минимальные изменения с температурой внутренних потерь, внутреннего квантового выхода, пороговой концентрации обеспечивают высокую температурную стабильность пороговой плотности тока и дифференциальной эффективности. Для минимизации температурной чувствительности этих параметров в гетероструктурах на длину волны 1060 ÷ 1160 нм проводились исследования влияния глубины квантовой ямы на температурную стабильность указанных характеристик.

В докладе будут представлены результаты исследования температурных зависимостей излучательных характеристик лазерных диодов на основе InGaAs/AlGaAs/GaAs гетероструктур с асимметричным сверхтолстым волноводом, излучающих в спектральном диапазоне 1060 — 1160 нм. Рассмотрено влияние толщины и энергетической глубины квантовой ямы на температурную чувствительность порогового тока и дифференциальную эффективность. Установлено, что в непрерывном режиме генерации основным механизмом насыщения ватт-амперной характеристики с ростом температуры является увеличение концентрации носителей заряда (электронов и дырок) на разрешённых состояниях волноводного слоя. Таким образом, квантовая яма не способна полностью ограничить (локализовать) носители заряда, обеспечивающие пороговую концентрацию. Как следствие волноводный слой заполняется делокализованными носителями заряда. Экспериментально показано, что температурная делокализация носителей заряда из активной области ведет к росту величины внутренних оптических потерь и падению внешней дифференциальной квантовой эффективности. Продемонстрировано, что степень делокализации носителей заряда

зависит от температурного распределения носителей заряда, пороговой концентрации и глубины квантовой ямы, и зависимость эта достаточно сильная для того, чтобы принимать её во внимание.

В заключении будет показано, что оптимизация параметров активной области КР ДГС РО, а именно: увеличение глубины КЯ на 70мэВ и снижение пороговой концентрации в 1.4 раза, приводит к намного более высокой температурной стабильности, к росту характеристической температуры T_0 со 100 до 180 К.

Литература

1. N. A. Pikhtin, S. O. Slipchenko, Z. N. Sokolova, A. L. Stankevich, D. A. Vinokurov, I. S. Tarasov, and Zh. I. Alferov Electron. Lett. 40, 1413 (2004)