

УДК 535.374:621.375.8

МОЩНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ДИОДЫ СПЕКТРАЛЬНОГО ДИАПАЗОНА 808 НМ И 980 НМ

В. В. Безотосный, В. Ю. Бондарев, М. С. Кривонос, В. А. Олещенко,
Ю. М. Попов, Е. А. Чешев

Разработана технология сборки мощных лазерных диодов на 808 и 980 нм, позволяющая стабильно получать высокие параметры излучения при сборке на одном из стандартных типов теплоотводящих элементов для монтажа мощных лазерных диодов – С-маунте. Предельно достижимая мощность лазерных диодов с шириной полоскового контакта 150 микрон в непрерывном режиме генерации при температуре 20 °С составила 25 Вт.

Ключевые слова: мощные лазерные диоды, 808 и 980 нм, технология монтажа.

Впечатляющий прогресс параметров диодных лазеров, прежде всего выходной мощности и срока службы, обусловили появление высокоэффективных лазерных технологических систем на основе твердотельных и волоконных лазеров с лазерной диодной накачкой, в значительной степени революционизирующих понятие лазерной обработки материалов. Такие системы все шире используются в современном производстве для резки, сварки, сверления отверстий, упрочнения, очистки и других типов обработки различных материалов. Развитие технологий изготовления мощных диодных лазеров является, по-видимому, основным на сегодняшний день двигателем этого процесса. Необходимо отметить, что в России производство мощных диодных лазеров и модулей на их основе заметно отстает от зарубежных аналогов, прежде всего из-за чрезвычайно высокой стоимости технологий производства таких систем. Сломать наметившуюся диспропорцию можно только ассоциированными усилиями отечественных фирм, работающих в области полупроводниковой лазерной техники. Одним из таких ключевых моментов производства мощных надежных полупроводниковых лазерных систем является разработка технологий сборки полупроводникового лазерного кристалла на теплоотводе.

Основная задача – увеличение выходной мощности и обеспечение заданного срока службы лазерных диодов.



Рис. 1: Микрофотография выходного зеркала, собранного без термокомпенсатора лазерного диода.

При этом главной проблемой создания мощных диодных лазеров является обеспечение эффективного отвода тепла от лазерного кристалла [1, 2]. Решение этой проблемы связано с весьма сложным и дорогостоящим процессом монтажа лазерного кристалла на теплоотводящий элемент. От успеха этого процесса зависят основные выходные параметры готовых приборов (мощность излучения, полный КПД, спектральные параметры излучения, надежность и срок службы). По мере возрастания выходной мощности диодных лазеров на 808 и 980 нм ресурсная проблема остается по-прежнему весьма актуальной.

Для обеспечения надежной работы лазерного диода в течение длительного времени монтаж лазерного кристалла должен не только гарантировать заданный тепловой режим, но также обеспечить ограничение величины термоупругих напряжений в кристалле допустимыми пределами.

Для решения проблемы термоупругих напряжений используются два основных подхода. Применяется очень пластичный припой (например, на основе индия), который уменьшает механические напряжения в паяном шве, либо используется промежуточный термокомпенсирующий элемент, КТР (коэффициент термического расширения) которого близок к КТР лазерного кристалла. Нами реализован монтаж без термокомпенсатора (рис. 1).

Лазерные диоды спектрального диапазона 808 и 980 нм, изготовленные за рубежом, с разными длинами резонаторов полупроводниковых кристаллов (3 и 4 мм), были смонтированы на теплоотводе и подвергнуты экстремальным испытаниям для получения предельных характеристик, которые дают информацию о потенциале, заложенном в диодном лазере. В ходе испытаний в непрерывном режиме ток накачки увеличивался с шагом 0.3 А (рис. 2). При этом у всех диодов наблюдался линейный рост мощности до значения выходной мощности 12–14 Вт. Лазерный диод с длиной резонатора 4 мм,

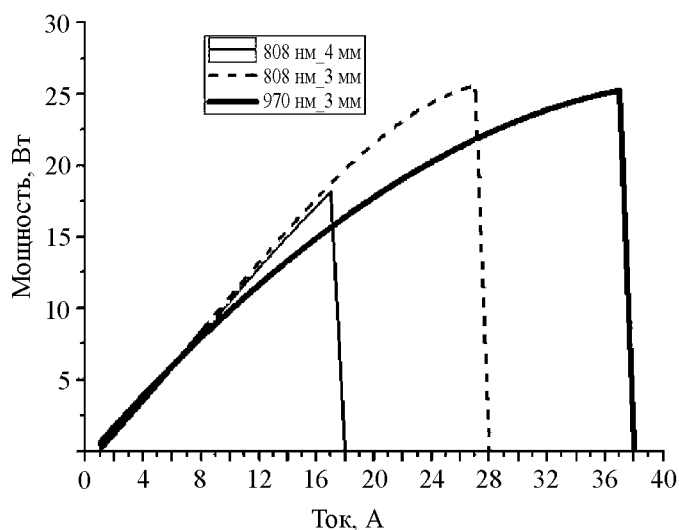


Рис. 2: Предельные зависимости выходной мощности от тока накачки лазерных диодов с длиной резонатора 3 и 4 мм, излучающие на длинах волн 808 и 880 нм.

излучающий на длине волны 808 нм, выдал максимальное значение мощности 17 Вт при 17 А тока накачки. Диод с резонатором 3 мм на 808 нм показал большую предельную мощность 25 Вт при токе накачки 27 А. Лазерный диод с длиной резонатора 3 мм, излучающий на 980 нм, выдержал ток накачки 38 А, и из-за меньшей эффективности структуры дал 25 Вт непрерывной мощности. Испытания проводились при температуре теплоотводящего элемента 20 °С.

Ресурсные испытания диодов проведены в течение 500 часов на мощности 8.5 Вт и при температуре теплоотводящего элемента 20 °С. Испытания прошли 50% испытываемых диодов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] В. В. Безотосный, Х. Х. Кумыков, Н. В. Маркова, Квантовая электроника **23**(9), 775 (1996).
 [2] В. В. Безотосный, Х. Х. Кумыков, Квантовая электроника **25**(3), 225 (1998).

По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара «Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики», Москва, ФИАН, октябрь 2009 г.

Поступила в редакцию 19 апреля 2010 г.