

06;07

Высокомощные полупроводниковые источники излучения на основе 100 W лазерных линеек, предназначенные для накачки твердотельных лазеров

© Н.И. Кацавец, В.А. Бученков, М.О. Искандаров, А.А. Никитичев,
Э.Г. Соколов, А.Л. Тер-Мартirosян

ЗАО „Полупроводниковые приборы“, Санкт-Петербург
E-mail: sales@atcsd.ru, n_katsavets@mail.ru
ФГУП НПК „ГОИ им. С.И. Вавилова“, Санкт-Петербург
СПБ Филиал ФГУП „НИИ ПП“, Санкт-Петербург

Поступило в Редакцию 22 мая 2007 г.

Приведены результаты разработки мощных (до 5 kW) полупроводниковых излучателей (удельная мощность 400 W/cm^2), выполненных в виде сборки — вертикального стека (stack) квазинепрерывных импульсных (длительность импульса $500 \mu\text{s}$) лазерных линеек с выходной оптической мощностью 100 W. На основе таких излучателей разработан твердотельный лазер с энергией излучения до 150 mJ, предназначенный для информационных систем (лазерных дальнометров, спектроанализаторов и т. п.).

PACS: 42.55.Px

Разработка твердотельных лазеров (ТТЛ), использующих в качестве источников оптической накачки мощные лазерные диоды и линейки (так называемая „полупроводниковая накачка“), — одна из наиболее важных областей науки и техники. Эта область испытывает в последнее время особенно бурный рост, поскольку ТТЛ с „полупроводниковой накачкой“ сочетают в себе достоинства как полупроводниковых (высокую эффективность и малые габариты), так и твердотельных (высокое качество излучения) лазеров [1].

В настоящей работе приводятся результаты разработки мощных полупроводниковых источников излучения (ПИИ) с выходной оптической мощностью до 5 kW (удельная мощность 400 W/cm^2), выполненных в виде сборки — вертикального стека (stack) квазинепрерывных импульс-

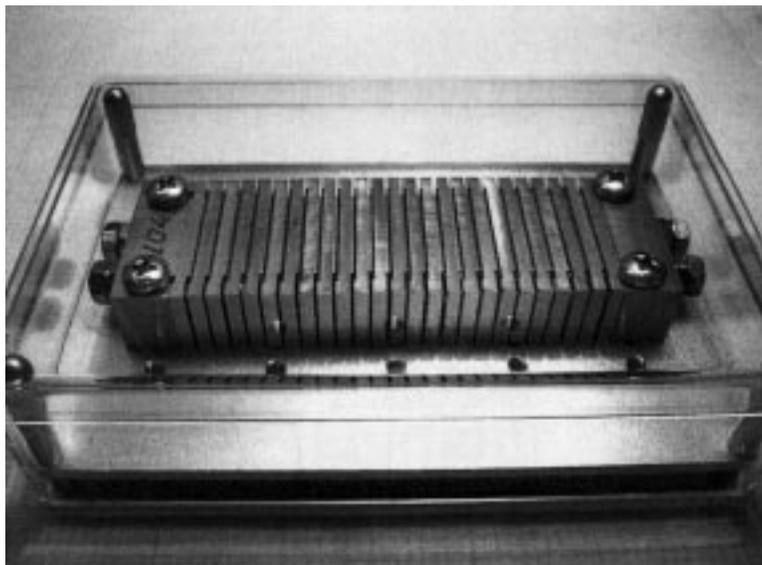


Рис. 1. Внешний вид ПИИ с выходной оптической мощностью до 5 kW.

ных лазерных линеек (ЛЛ) с выходной оптической мощностью 100 W [2] (см. рис. 1).

Разработанные ПИИ предназначены для накачки ТТЛ на основе неодимовых активных сред. С использованием таких ПИИ разработан ТТЛ для информационных систем с энергией излучения до 150 mJ.

ЛЛ изготавливались на основе квантово-размерных AlInGaAs/GaAs гетероструктур, конструкция которых была описана нами в [2]. Лазерные кристаллы (чипы) представляли собой периодическую структуру (с периодом $200 \mu\text{m}$) полупроводниковых диодов (50 единиц) с шириной излучающей площадки $160 \mu\text{m}$ и длиной резонатора около 1 mm. На зеркала резонатора наносились отражающее и просветляющее покрытия с коэффициентами отражения 95 и 5% соответственно. Чипы ЛЛ спаивались на медный теплоотвод (ТО) с помощью индийсодержащего припоя [3] *p*-стороной вниз.

Для сборки ЛЛ в „стек“ была разработана оригинальная конструкция теплоотвода, которая позволила последовательно соединять ЛЛ.

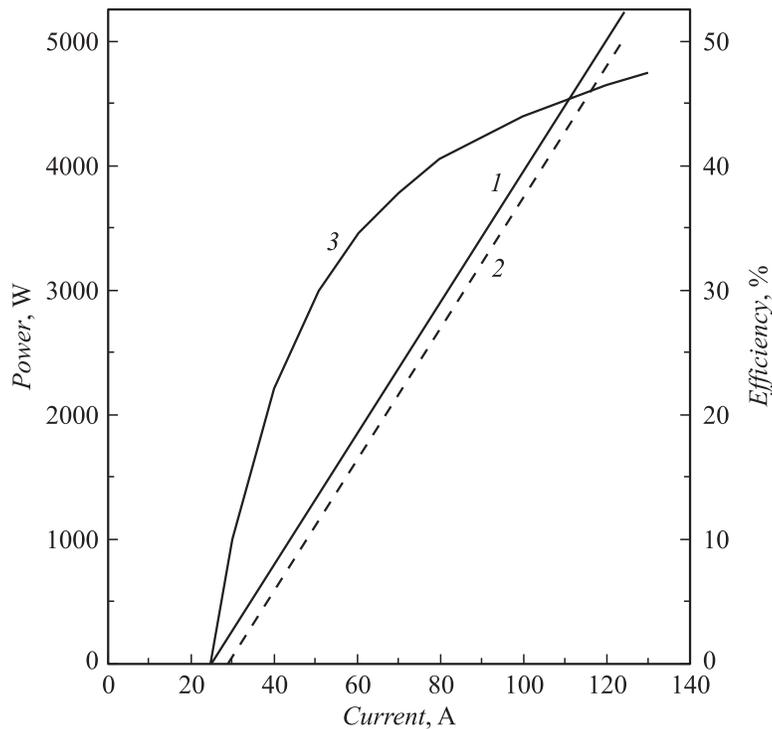


Рис. 2. Зависимость выходной оптической мощности (температура теплоотвода: 1 — +25°C, 2 — +40°C) и коэффициента полезного действия (3) ПИИ от величины тока накачки.

Электрически ЛЛ в таком „стеке“ включены также последовательно, а для электроизоляции электродов каждой ЛЛ используется Al_2O_3 керамика типа „Поликор“ (ВК-100-1), имеющая хорошие теплопроводящие свойства (около $20 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$).

Типичная ватт-амперная характеристика (зависимость выходной оптической мощности от тока накачки) представлена на рис. 2. Как видно из рисунка, излучатель обладает высоким КПД (коэффициент преобразования электрической энергии в оптическую около 50%), обеспечивающим эффективную накачку ионов неодима в ТЛ. Дли-

тельность импульса разработанных мощных ПИИ достигает $500 \mu\text{s}$, что существенно превосходит время жизни неравновесных носителей заряда на метастабильном уровне ионов неодима во всех известных средах.

Ресурсные испытания разработанных „стеков“, проведенные в рабочих условиях (выходная оптическая мощность 4 kW , длительность импульсов накачки и частота повторения $500 \mu\text{s}$ соответственно), показали, что время жизни таких излучателей составляет величину не менее 10^8 импульсов. Их основные характеристики представлены в таблице.

Режим работы	Квазинепрерывный
Режим генерации	Многомодовый
Выходная оптическая мощность в импульсе, kW	$2 \div 4$
Количество линеек в сборке, шт.	$20 \div 40$
Выходная оптическая мощность одной линейки, W	100
Размер излучающей площадки одной линейки, μm^2	$10\,000 \times 1$
Длительность импульса тока накачки, μs	500
Частота повторения импульсов, Hz	20
Рабочий ток, A	120
Максимальный ток*, A	140
Рабочее напряжение (не более), V	$40 \div 80$
Длина волны излучения при $+25^\circ\text{C}$, nm	$802 \div 806$
Полуширина спектра излучения (не более), nm	4.0
Минимальная наработка на отказ (не менее), puls	10^8

С использованием в качестве источников оптической накачки ПИИ на основе 100 W ЛЛ были разработаны ТТЛ для информационных систем с энергией излучения до 150 mJ (длительность импульса 10 ns) и частотой следования импульсов до 30 Hz без жидкостного охлаждения. В разработанном лазере активный элемент диаметром $5 \times 100 \text{ mm}$, изготовленный из алюмоиттриевого граната, легированного неодимом, помещен в кварцевый отражатель с диэлектрическими покрытиями. Боковая накачка элемента осуществляется стеклом импульсной мощностью 3800 W с размером излучающей апертуры $10 \times 95 \text{ mm}$. Длительность импульсов накачки составляет $250 \div 300 \mu\text{s}$. Температурную

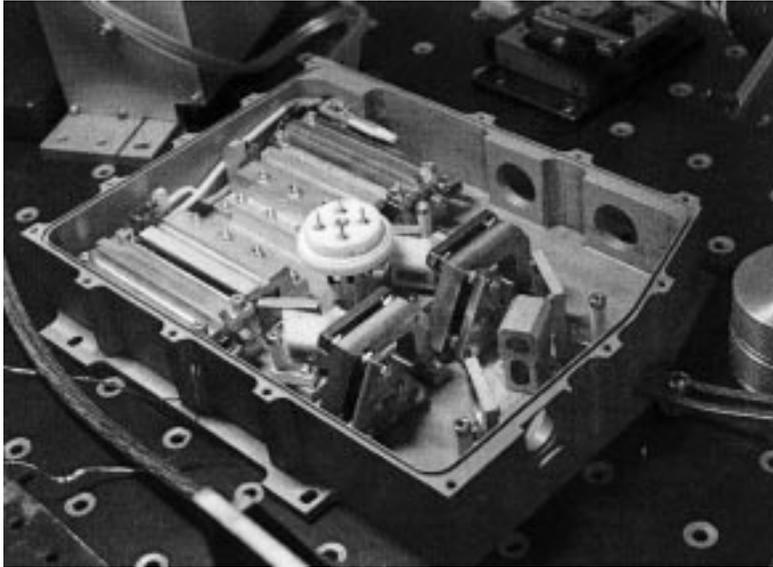


Рис. 3. Внешний вид ТТЛ на основе разработанных источников излучения.

стабилизацию диодного „стека“ и активного элемента обеспечивают термоэлектрические элементы. Внешний вид ТТЛ представлен на рис. 3. В ближайшем будущем планируется серийный выпуск таких лазеров.

Список литературы

- [1] Устюгов И.И., Корнев А.Ф. // Лазер-Информ. 2003. № 13–14. С. 268–269.
- [2] Демидов Д.М., Ивкин А.Н., Кацавец Н.И. и др. // Письма в ЖТФ. 2001. Т. 27. В. 2. С. 36–42.
- [3] Diehl R. (Ed.) High-Power Diode Lasers. Topics in Appl. Phys. Berlin: Springer-Verlag, 2000.