

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ДИОДНЫЕ ЛИНЕЙКИ НА ОСНОВЕ AlGaInAs ГЕТЕРОСТРУКТУР

В. В. Паращук¹, С. С. Поликарпов², В. К. Кононенко¹

¹ Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, Минск

² НИИ электрофизической аппаратуры им. Д. В. Ефремова, С.-Петербург

В работе изучены выходные характеристики 30-ваттных импульсных лазерных линеек (длиной ≈ 5 мм) на основе квантоворазмерных гетеролазеров в системе AlGaInAs–AlGaAs, содержащих не менее двух квантовых ям и излучающих в области 0,81 мкм. Подобные линейки служат в качестве источников накачки твердотельных лазеров, в частности, на основе кристаллов Nd: YAG [1–4].

Активная область исследованных квантоворазмерных гетеролазеров включает квантовые ямы AlGaInAs шириной 10 нм и волноводные слои Al_xGa_{1-x}As (толщина 0,15 мкм, $x = 0,3 \div 0,6$). Указанные слои специально не легировались. Спектральные, пороговые и ваттамперные характеристики отдельных излучающих элементов, входящих в состав лазерных линеек, исследованы в работе [5]. Выходные параметры близких по структуре высокоэффективных лазерных диодных излучателей изучались в работах [6, 7].

В данной работе исследования проводились при амплитуде токов I до 60 А, длительности импульсов накачки $\tau \approx 0,1$ мс и частоте повторения f до 10 Гц [8]. Результаты измерений свидетельствуют о достаточно высокой эффективности полученных линеек (рис. 1). Наклон ваттамперной характеристики составляет ≈ 1 Вт/А при полном КПД более 50 %, что не уступает данным для AlGaAs–GaAs лазеров [2].

Отметим сравнительно низкий порог генерации $I_{th} \approx 8–10$ А (рис. 2) и его слабую зависимость от температуры t в диапазоне 10–40 °С, находящуюся в пределах разброса данных измерений (рис. 3). Возрастание порога I_{th} с температурой активной области приводит к характерному изменению энергии излучения лазерных линеек в импульсе E при заданной амплитуде тока накачки. Температурное уменьшение E не превышает величины 20 % (рис. 4).

При высоких токах накачки $I \approx 50$ А возможна "приработка" (или деградация) отдельных линеек (кривая 3, рис. 1). Как видно, в диапазоне амплитуд рабочих токов вплоть до 40 А лазерные излучатели обладают достаточно высокой надежностью и практически линейной выходной характеристикой.

Для установления природы полос излучения и спектральных характеристик гетеролазеров необходим расчет уровней энергии в квантовых ямах. Однако отсутствие точных параметров зонной структуры активной области затрудняет количественный анализ [7].

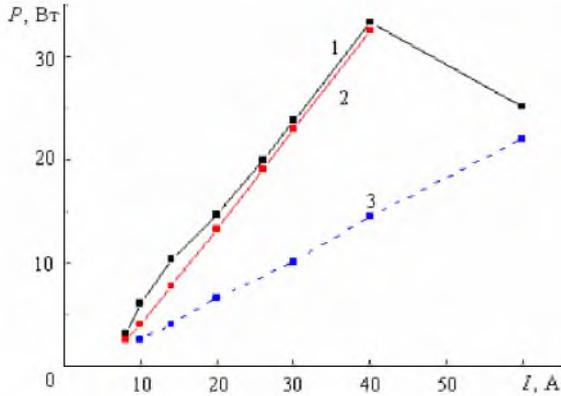


Рис. 1. Ваттамперная характеристика $P(I)$ лазерных линеек на AlGaInAs, излучающих в области 0,81 мкм, линейка № 1 (1, 3), линейка № 2 (2), $t = 20^\circ\text{C}$, $\tau = 0,1$ мс, $f = 6$ Гц

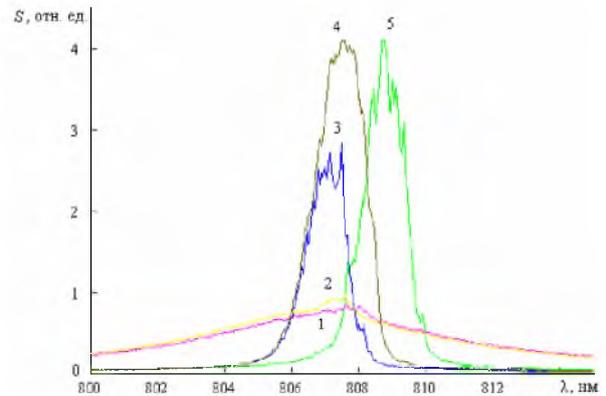


Рис. 2. Спектры генерации $S(\lambda)$ импульсных лазерных линеек на основе AlGaInAs, $t = 20^\circ\text{C}$ (1–4), $t = 25^\circ\text{C}$ (5), $I = 8$ (1), 12 (2), 20 (3, 5), 40 А (4)

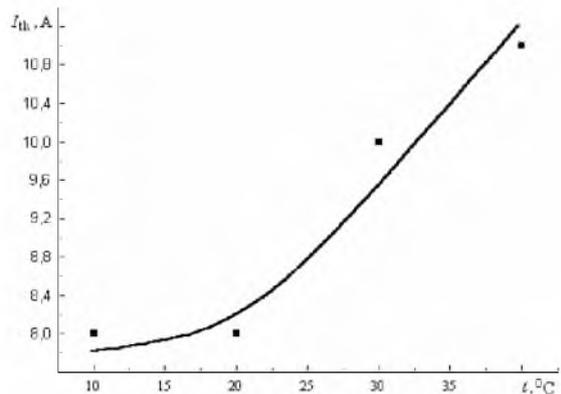


Рис. 3. Температурная зависимость порогового тока $I_{th}(t)$ излучателей. $\tau = 0,1$ мс, $f = 6$ Гц

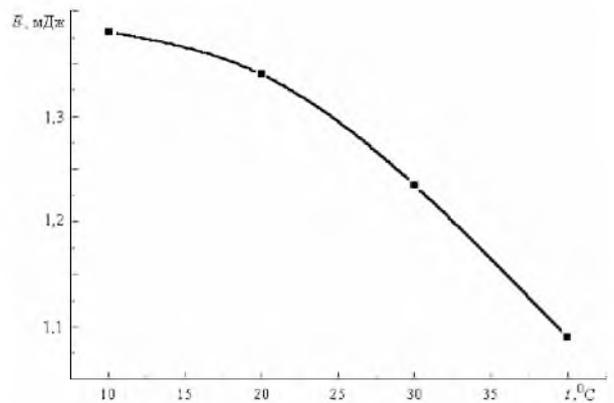


Рис. 4. Температурная зависимость энергии излучения $E(t)$ лазерных линеек. $I = 20$ А, $\tau = 0,1$ мс, $f = 6$ Гц

Изучены также поляризационные свойства лазерных линеек на основе AlGaInAs, излучающих в области 0,81 мкм (рис. 5 и 6), свидетельствующие о достаточной однородности соответствующих характеристик составляющих элементов линеек. При этом электрический вектор световой волны преимущественно локализован в плоскости активного тела элементов и его ориентация не зависит от уровня возбуждения (стабильна).

Предельные режимы работы лазерных линеек соответствуют $\tau \approx 0,5$ мс при $f \approx 50$ Гц. Небольшая расходимость излучения (не более 3° с линзовой коррекцией) дает очевидные преимущества для применения данных высокоэффективных лазерных излучателей.

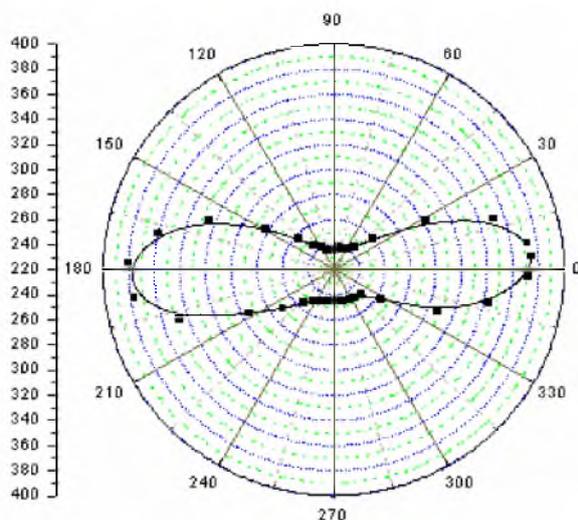


Рис. 5. Поляризация излучения лазерных линеек вблизи порога генерации.
 $t = 20^\circ\text{C}$, $\tau = 0,1$ мс, $f = 6$ Гц, $I = 10$ А

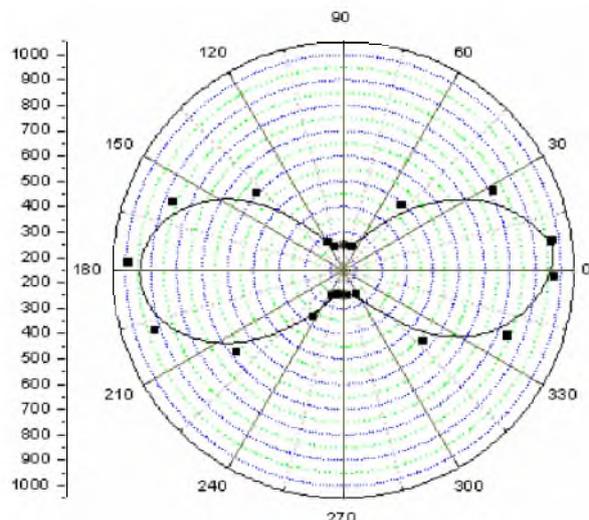


Рис. 6. Поляризация излучения лазерных линеек при накачке выше порога.
 $t = 20^\circ\text{C}$, $\tau = 0,1$ мс, $f = 6$ Гц, $I = 20$ А

Результаты докладывались на VII Международной научно-технической конференции “Квантовая электроника”, 13–16 октября 2008 г., Минск. Работа частично финансировалась БРФФИ по проекту № Ф08МЛД-022.

1. Fitzpatrick J. // Photonics Spectra. 1995. Vol. 29, No. 11. P. 105–108.
2. Абазадзе А. Ю., Безотосный В. В., Гурьева Т. Г. и др. // Квантовая электроника. 2001. Т. 31, № 8. С. 659–660.
3. Glukhikh I.V., Kononenko V.K., Polikarpov S.S. et al. // Proc. VIII Scientific Conf. on Optoelectronic and Electronic Sensors (COE 2004). Wroclaw, 2004. P. 421–424.
4. Steele R.V. // Laser Focus World. 2006. Vol. 42, No. 2. P. 69–78.
5. Манак И.С., Стецук В.М., Ен Цай Пэй и др. // Сб. науч. тр. конф. “Лазерная физика и оптические технологии”. VII Междунар. науч. конф. Т. III. Мн., 2008. С. 442–444.
6. Bulashevich K.A., Mymrin V.F., Karpov S.Yu. et al. // Semicond. Sci. Technol. 2007. Vol. 22, No. 5. P. 502–510.
7. Glukhikh I.V., Matveentsev A.V., Polikarpov S.S. et al. // Technical Program. XI Conf. on Laser Optics. St. Petersburg, 2003. P. 61.
8. Парашук В.В., Поликарпов С.С., Кононенко В.К. // Материалы. VII Междунар. науч.-тех. конф. “Квантовая электроника”. Мн., 2008. С. 82.