

УДК 621.373.826.038.825.4

В. Г. Волков, А. Д. Дуб, А. М. Жмудь, В. В. Фромичев
(Новосибирск)

**ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ИНЖЕКЦИОННЫЙ
ЛАЗЕРНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ
ДЛЯ МАГНИТООПТИЧЕСКИХ НАКОПИТЕЛЕЙ**

Описана конструкция полупроводникового лазерного излучателя на основе мезазарощенной гетероструктуры в системе соединений $AlGaAs/GaAs$. Показано, что этот лазер обеспечивает выходную мощность 40 мВт в одномодовом режиме при эллиптичности диаграммы излучения не более 1 : 2.

Введение. Появление в конце 70-х годов инжекционных полупроводниковых лазеров на тройных соединениях арсенида галлия — арсенида алюминия, работающих в режиме непрерывной генерации с высокой эффективностью и обладающих микронными размерами излучающей области, совершило настоящую революцию в области информационных технологий. Уже к началу 90-х годов ежегодный мировой объем выпуска полупроводниковых лазеров только для считывающих головок аудио- и видеопроигрывателей составил более 20 млн. штук [1].

Существенное расширение области применения полупроводниковых лазеров произошло при создании оптических дисковых ЗУ и, в частности, ЗУ на реверсивных магнитооптических дисках. Для записи и стирания информации в последних из них потребовались мощности, на порядок большие, чем для считывания при сохранении минимальных размеров тела свечения.

Основные электрооптические параметры полупроводникового лазера определяются исходя из требований к световому пятну на диске — носителе информации. Эти требования оговорены Международным стандартом [2].

При использовании для записи оптического импульса длительностью 70 нс мощность излучения на диске должна быть порядка 10 мВт. С учетом коэффициента пропускания света оптической головки около 0,25 необходимая мощность излучения лазера должна составлять 40 мВт.

Длина волны излучения ограничена максимально допустимым размером пятна на диске и в соответствии с упомянутым стандартом должна быть не более 840 нм. Закономерным является требование повышения плотности записи и, следовательно, перехода в более коротковолновую область. На практике уменьшению длины волны ниже 770 нм в лазерах, выполненных на соединениях арсенида галлия — алюминия, препятствует резкий рост рабочих токов и снижение ресурса. Дальнейшее уменьшение длины волны требует перехода к соединениям $InGaAlP$, однако до сих пор не появилось сообщений о применении таких лазеров в оптических дисковых ЗУ, хотя публикации об их разработке имеются [3].

Требования стандарта по размеру и эллиптичности пятна на диске определяют также желаемое минимальное соотношение размеров излучающей области лазера и соответствующие им отношения углов расходимости в плоскости, параллельной ($\Theta_{||}$) и перпендикулярной (Θ_{\perp}) $p-n$ -переходу. Эллиптичность менее 1 : 2 позволяет упростить оптическую схему, не применяя корректирующих клиньев. Обеспечение этого требования реализуется при

формировании оптического резонатора со скачком показателя преломления в плоскости, перпендикулярной $p-n$ -переходу и параллельной ему [4].

Статья посвящена особенностям конструкции и исследованию характеристик лазерного излучателя, отвечающего вышеперечисленным требованиям по мощности излучения, длине волны и качеству волнового фронта.

Конструкция излучателя. Общий вид корпуса, размеры, расположение области излучения и электрическая схема приведены на рис. 1. Конструкция прибора герметична, обеспечивает эффективный отвод тепла от лазерного кристалла, удобное крепление в аппаратуре и позволяет с высокой точностью размещать тело свечения относительно крепежных отверстий. Лазерный кристалл прибора ИЛПН-210 имеет гетероструктуру на основе тройных соединений AlGaAs/GaAs со ступенчатым профилем коэффициента преломления (зарощенная мезоструктура) вдоль $p-n$ -перехода и несимметричный волновод поперек $p-n$ -перехода, обеспечивает размеры тела свечения $1,5 \times 2,0$ мкм, соотношение углов расходимости менее $1 : 1,5$ и практически нулевой астигматизм. Однако малая рабочая мощность излучения (до 3 мВт) ограничивает применение этого прибора в основном для считывания информации. Задача увеличения выходной мощности до 40 мВт при сохранении малых эллиптичности и астигматизма является сложной проблемой вследствие функционирования прибора вблизи предельного уровня оптического разрушения материала. Она решена нами путем увеличения размеров излучающей области, снижения удельных тепловых и токовых нагрузок, введения защитных просветляющих и отражающих покрытий зеркал и совершенствования технологии выращивания кристаллов.

Ширина активной области была увеличена на 30—40%. На заднюю грань для увеличения коэффициента отражения до 90% наносилось многослойное (15 пар слоев) диэлектрическое покрытие из чередующихся четвертьволновых пленок ZrO_2 и SiO_2 . На переднюю грань наносилось защитно-просветляющее

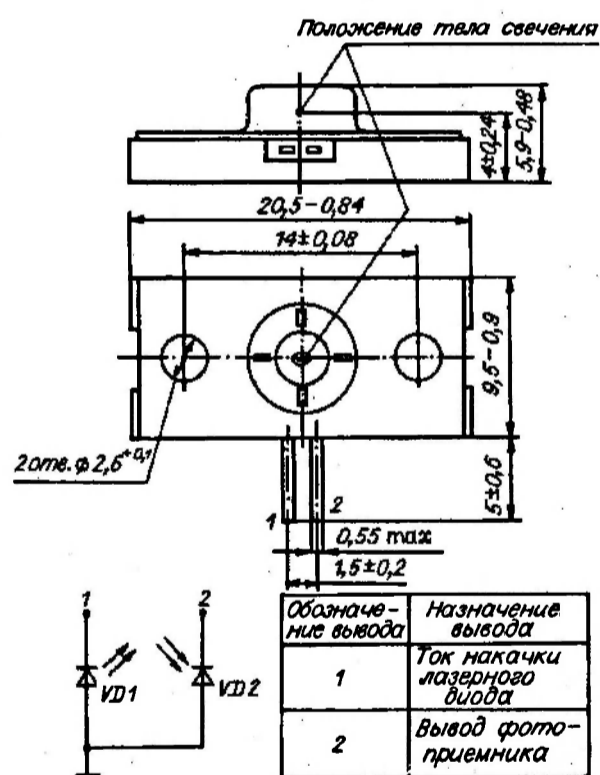


Рис. 1

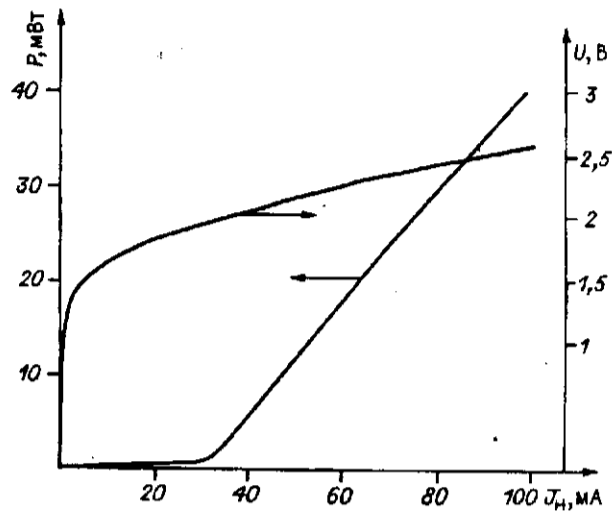


Рис. 2

покрытие четвертьволновой пленки SiO_2 , уменьшившее коэффициент отражения до 15%. Длина оптического резонатора была увеличена с 220 до 500 мкм.

Основные электрооптические характеристики. На рис. 2 приведены типичные ватт-амперная и вольт-амперная характеристики лазерных излучателей, полученные при комнатной температуре, в режиме непрерывной генерации. Как видно из ватт-амперной характеристики, во всем диапазоне мощностей сохраняется высокая линейность при крутизне около 0,55 мВт/мА, что свидетельствует об отсутствии перегрева активной области и низком тепловом сопротивлении.

Дифференциальное омическое сопротивление составляет 7 ± 10 Ом, что несколько выше, чем у планарных полосковых лазеров.

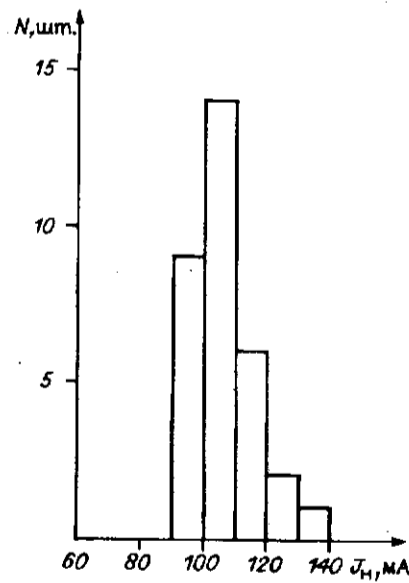


Рис. 3

На рис. 3 приведена гистограмма распределения приборов из одной гетероструктуры по значениям рабочих токов при выходной мощности 40 мВт. Разброс рабочих токов незначителен, что свидетельствует о высокой однородности структур и воспроизводимости процессов монтажа и пайки кристаллов на теплоотвод.

Угловая расходимость измерялась на поворотном столике через щелевую диафрагму с угловыми размерами $4 \times 0,1^\circ$ с погрешностью $\pm 0,3^\circ$. Распределение интенсивности излучения в дальнем поле у большинства излучателей носит одномодовый характер. Значение Θ_{\parallel} 14–20°, а Θ_{\perp} 30–36°. Среднее отношение $\Theta_{\perp} / \Theta_{\parallel}$ $1,9 \pm 1$. Θ_{\perp} практически не зависит от уровня излучаемой мощности. При увеличении уровня выходной мощности увеличение расходимости (Θ_{\parallel}) может наблюдаться у некоторых лазеров за счет появления моды

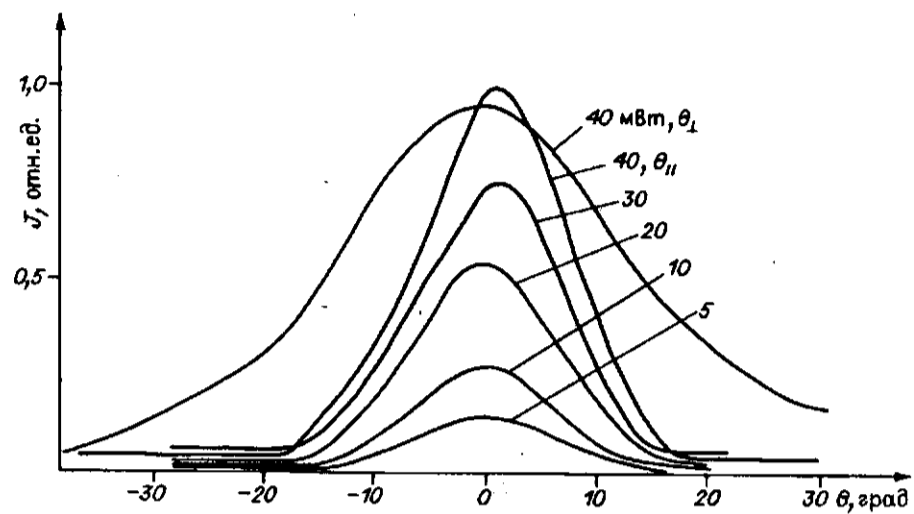


Рис. 4

первого порядка, что обусловлено большей шириной мезы за счет технологического разброса при формировании лазерного канала. Типичные характеристики угловой расходимости при разных уровнях мощности в плоскости, параллельной $p-n$ -переходу, и на уровне 40 мВт в перпендикулярной плоскости приведены на рис. 4. На рис. 5 даны распределения интенсивности в параллельной плоскости у прибора, не сохраняющего одномодовый характер генерации. Поведение соответствует модели широкой мезы с неровными стенками, селективирующими высшие моды [5].

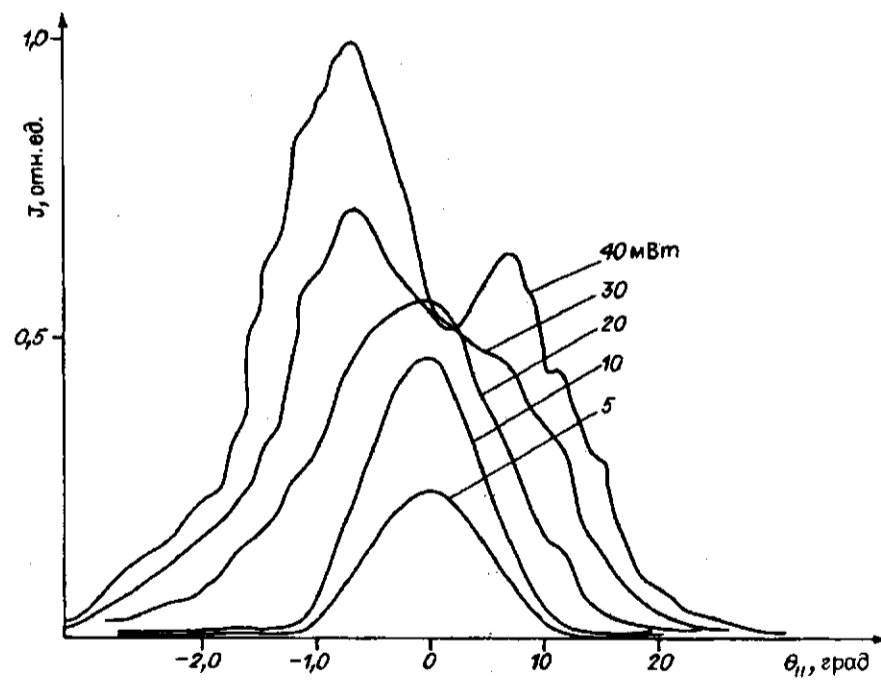


Рис. 5

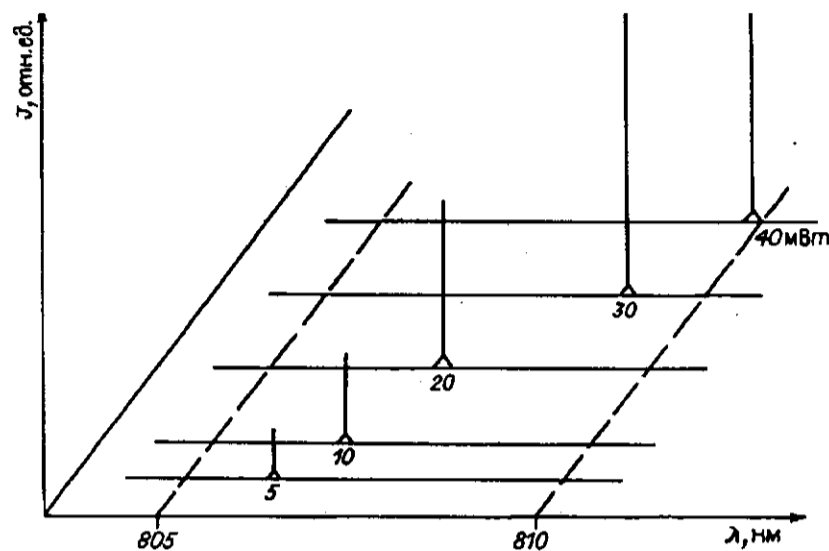


Рис. 6

Типичная спектральная характеристика при разных уровнях мощности приведена на рис. 6. Во всем диапазоне мощностей сохраняется одночастотный режим излучения со сдвигом длины волны в длинноволновую сторону на $0,8 + 4,2$ нм при изменении мощности от 5 до 40 мВт.

Для оценки степени поляризованности излучения использовался пленочный ИК-поляризатор микроскопа МИК-4. Луч лазера коллимировался микрообъективом с числовой апертурой 0,4. Степень поляризованности излучения (TE/TM) при уровне излучаемой мощности 6 мВт (необходимая для считывания информации) составила $32 + 37$.

Заключение. Созданные экспериментальные образцы лазеров были встроены в оптическую головку магнитооптического накопителя ИАиЭ СО РАН. Почти симметричное тело свечения и отсутствие астигматизма позволили исключить из оптической схемы формирующие пучок клинья и соответственно уменьшить потери света без ухудшения качества получаемых сигналов.

В заключение авторы выражают свою признательность П. Е. Твердохлебу и В. С. Соболеву за постоянный интерес к работе и совместное обсуждение результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cunningham K. Forecast 1993. The laser marketplace // Lasers and Optronics.—1993.—12, N 1.—P. 15.
2. ISO/IEC 1/SC 23N283, 1989.
3. Okajima M., Watanabe Y., Nishikawa Y. et al. A real-index guided InGaAlP visible laser diode with a small beam astigmatism // IEEE J. Quant. Electron.—1991.—27, N 6.—P. 1491.
4. Kumagai O., Ohata T. et al. A high-power tapered — SAN laser for an optical pick-up // Jap. J. Appl. Phys. Pt. 2.—1987.—26, N 4.—P. 107.

5. Henry C. Y., Merritt F. Ralph. Single mode operation of buried heterostructure lasers by loss stabilization // IEEE J. Quant. Electron.—1981.—17, N 11.—P. 2196.
6. Garbyzov D. Z., Kochergin A. V. et al. High-power (1 W, cw) single-lobe operation of LPE-grown InGaAsP/GaInP ($\lambda = 800$ nm) SC SQW broad-area lasers // Electron. Lett.—1989.—25, N 18.—P. 1239.
7. Yoo Jac. S. et al. Investigation of low temperature variation on a mirror of power InGaAsP/InGaP lasers // Jap. J. Appl. Phys. Pt. 2.—1992.—31, N 12A.—P. L1686.
8. Shima A., Yamawaki T. et al. High-power long-cavity T laser with a very narrow beam // Jap. J. Appl. Phys. Pt. 2.—1989.—28, N 1.—P. L105.

Поступила в редакцию 15 марта 1994 г.
