

УЗКОПОЛОСНЫЙ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ИНЖЕКЦИОННЫЙ
ГЕТЕРОЛАЗЕР В ДИАПАЗОНЕ 1,06 МКМ

А. П. Богатов, Ю. В. Гуров, Л. М. Долгинов, П. Г. Елисеев,
Б. Н. Свердлов, К. А. Хайретдинов, Е. Г. Шевченко

УДК 621.382

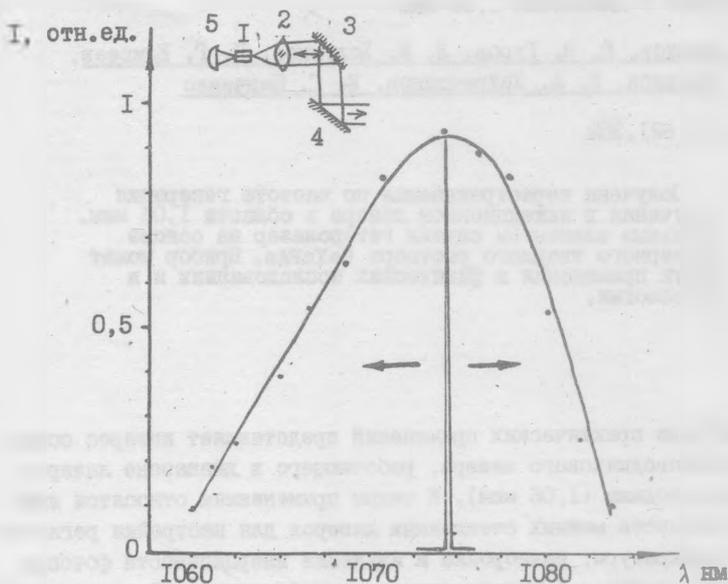
Получена перестраиваемая по частоте генерация излучения в инжекционном лазере в области 1,06 мкм. Активным элементом служил гетеролазер на основе четверного твердого раствора GaInPAs. Прибор может найти применения в физических исследованиях и в метрологии.

Для ряда практических применений представляет интерес создание полупроводникового лазера, работающего в диапазоне лазеров на ионах неодима (1,06 мкм). К таким применениям относятся имитация импульсов мощных стеклянных лазеров для настройки регистрирующей аппаратуры, калибровка и изучение инерционности фотоприемников, генерация задающих импульсов для усилителей на неодимовом стекле и т.п. Преимущества полупроводникового лазера здесь состоят в легкости управления формой генерируемого импульса, возможности широких вариаций частоты повторения импульсов, хорошей воспроизводимости временных интервалов между импульсами, возможности получения субнаносекундных импульсов и т.д. Для спектроскопических целей важна также перестраиваемость частоты полупроводникового лазера.

Инжекционный лазер в этом спектральном диапазоне был впервые описан в 1967 году. Он был изготовлен на основе твердого раствора InPAs и работал при 77 К [1]. Принципиально новое решение задачи создания эффективного инжекционного лазера на этот диапазон было найдено в работе [2], где впервые для этих целей была использована новая гетероструктура InP/GaInPAs/InP. В работах

/3-5/ показаны преимущества этого типа гетеролазера в интервале 1-1,3 мкм.

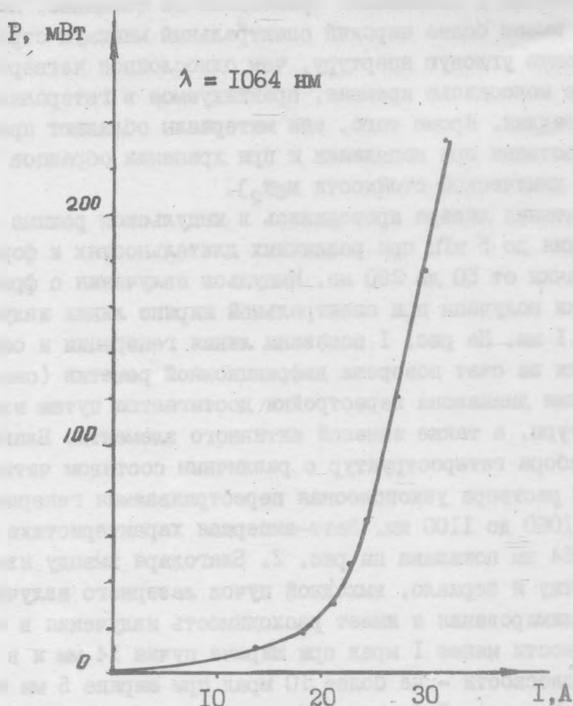
С целью существенного улучшения спектральных характеристик гетеролазера на 1,06 мкм в настоящей работе предпринята разра-



Р и с. 1. Форма линии генерации и кривая перестройки инжекционного лазера с селективным резонатором (схема показана на вставке: 1 - лазерный диод, 2 - объектив, 3 - отражательная дифракционная решетка, 1200 штр/мм, 4 - зеркало, 5 - фотоприемник). Размеры активного элемента 400 x 150 x 120 мкм, толщина активного слоя 1,5 мкм; импульсный режим, амплитуда 27 А, комнатная температура

ботка лазерного устройства, включающего внешний селективный резонатор с отражательной дифракционной решеткой /6,7/. Устройство лазера показано на вставке к рис. 1. Лазерный активный элемент 1 представлял собой гетероструктуру на основе четверного твердого раствора $GaInPAs$ с просветленным торцом (для исключения неконтролируемой генерации). Объектив 2 и дифракционная решетка 3

образовывали внешний селективный резонатор с автоколлимационной схемой. Пучок, отраженный решеткой в нулевом порядке, выводился с помощью глухого зеркала 4. Фотоэлемент 5 использовался для



Р и с. 2. Ватт-амперная характеристика инжекционного лазера (образец тот же, что и на рис. 1), настроенного на длину волны 1064 нм

контроля уровня мощности лазерного излучения. Перестройка длины волны излучения осуществлялась путем поворота решетки 3. Зеркало 4 и решетка находились на одной оси, что обеспечивало сохранение направления выходного коллимированного пучка излучения при перестройке лазера.

Для просветления торца активного элемента использовалось двухслойное диэлектрическое покрытие, состоящее из слоев ZnSe и MgF_2 толщиной $\lambda/4$ каждый. На длине волны генерации показатели

преломления составляют в GaInPAs 3,40, в InP 3,28, в ZnSe 2,5 и в MgF₂ 1,38. Расчет показывает, что остаточное отражение при таком покрытии может быть сведено до 3×10^{-4} . Реальное значение, полученное в опытах, составляло не более 10^{-2} и было обусловлено погрешностями в выполнении требования по толщинам. Покрытие этого типа имеет более широкий спектральный минимум отражения и более широкую угловую апертуру, чем однослойное четвертьволновое покрытие монооксида кремния, практикуемое в гетеролазерах на арсениде галлия. Кроме того, эти материалы обладают практическими преимуществами при напылении и при хранении образцов (благодаря большей химической стойкости MgF₂).

Испытания лазера проводились в импульсном режиме с частотой повторения до 5 кГц при различных длительностях и формах импульсов накачки от 50 до 250 нс. Импульсы излучения с фронтами около 5 нс были получены при спектральной ширине линии излучения не более 0,1 нм. На рис. 1 показана линия генерации и область перестройки за счет поворота дифракционной решетки (около 20 нм). Расширение диапазона перестройки достигается путем изменения температуры, а также заменой активного элемента. Благодаря наличию набора гетероструктур с различным составом четверного твердого раствора узкополосная перестраиваемая генерация прослежена от 1060 до 1100 нм. Ватт-амперная характеристика на длине волны 1064 нм показана на рис. 2. Благодаря выводу излучения через решетку и зеркало, выходной пучок лазерного излучения не требует коллимирования и имеет расходимость излучения в вертикальной плоскости менее 1 мрад при ширине пучка 14 мм и в горизонтальной плоскости - не более 10 мрад при ширине 5 мм на выходе оптической схемы. Габариты лабораторного образца узкополосного перестраиваемого лазера составляют 230 x 145 x 150 мм.

Поступила в редакцию
9 февраля 1978 г.

Л и т е р а т у р а

1. Н. Г. Басов, П. Г. Елисеев, И. Исмаилов, И. З. Пинскер, В. П. Страхов, ЖТФ, 37, 2, 349 (1967).
2. А. П. Богатов, Л. М. Долгинов, Л. В. Дружинина, П. Г. Елисеев, Б. Н. Свердлов, Е. Г. Шевченко, Квантовая электроника, I, 10, 2294 (1974).
3. А. П. Богатов, Л. М. Долгинов, П. Г. Елисеев, М. Г. Мильвидский, Б. Н. Свердлов, Е. Г. Шевченко, ФТП, 9, 10, 1956 (1975).
4. J. J. Nsieh, Appl. Phys. Lett., 28, 5, 283 (1976).
5. J. J. Nsieh, J. A. Rossi, J. P. Donnelly, Appl. Phys. Lett., 28, 12, 709 (1976).
6. Д. Аккерман, П. Г. Елисеев, М. А. Манько, З. Рааб, Чан Минь ' А. В. Хайдаров, Н. Н. Шуйкин, Краткие сообщения по физике ФИАН, № 6, 9 (1973).
7. Д. Аккерман, А. П. Богатов, П. Г. Елисеев, З. Рааб, Б. Н. Свердлов, Квантовая электроника, I, 5, 1145 (1974).