

ПОЛОСКОВЫЙ ГЕТЕРОЛАЗЕР НЕПРЕРЫВНОГО
ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ ЧЕТЫРЕХКОМПОНЕНТНОГО
ТВЕРДОГО РАСТВОРА GaInPAs

Л. М. Долгинов, П. Г. Елисеев, М. Г. Мильвидский,
Б. Н. Свєрдлов, Е. Г. Шевченко

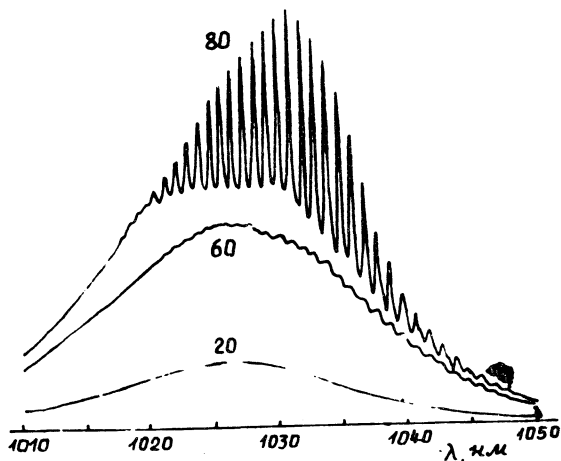
УДК 621.382.3

Изучены характеристики инжекционных лазеров на основе двухсторонней гетероструктуры InP - GaInPAs - InP, работающих в спектральном диапазоне от 980 до 1150 нм, и получена непрерывная генерация в полосковой гетероструктуре (при 77°К), изготовленной методом протонной бомбардировки.

Разработан инжекционный лазер на длину волны 1,03 - 1,10 мкм. Полосковая структура изготовлена с помощью протонного облучения. О создании гетеролазера на GaInPAs было сообщено ранее /1/. В настоящей работе получена непрерывная генерация на полосковом гетеролазере с двухсторонней гетероструктурой n-InP - p-GaInPAs - p-InP при охлаждении жидким азотом. Лазеры этого типа представляют большой интерес в применении в качестве источника излучения в волоконных линиях передачи информации, поскольку их длина волны может быть подогнана к наиболее выгодному "окну" прозрачности стекла и кварца (1000 - 1100 нм).

Гетероструктуры были изготовлены методом жидкостной эпитаксии; толщина узкозонного активного слоя составила 0,6±1 мкм. Для получения полосковой структуры диоды были подвергнуты облучению потоком протонов с тем, чтобы создать приповерхностные области высокого сопротивления в слое p-InP. Канал генерации был защищен от облучения вольфрамовой проволокой диаметром 15 мкм. Длина резонатора в гетеролазере непрерывного действия составила 129 мкм. На рис.1 показан спектр излучения при накачке ниже порога генерации; видно появление регулярной модовой структуры излучения с ростом тока накачки. Исходная ширина полосы спонтанного

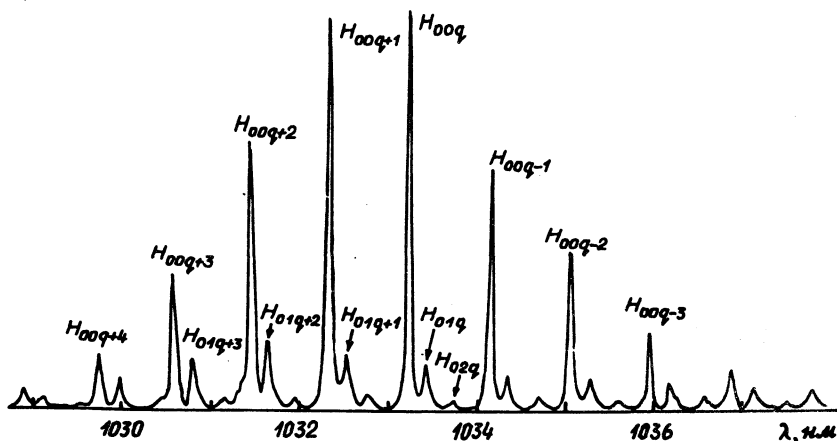
излучения при 77°K составила 22 нм. При токе выше порогового наблюдалась детальная структура многомодовой генерации, показанная на рис.2. Идентификация мод получена путем одновременного



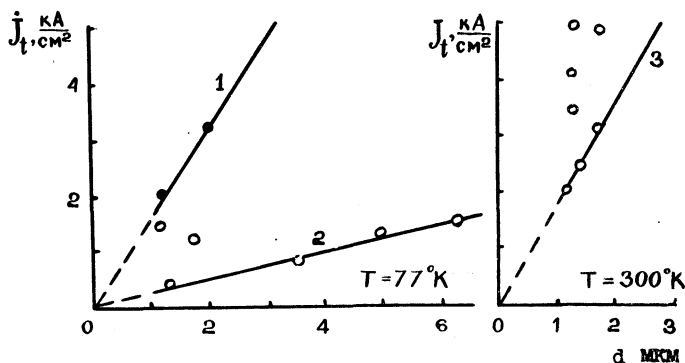
Р и с.1. Спектр излучения полоскового гетеролазера на основе $\text{InP} - \text{GaInPAs} - \text{InP}$ при токе ниже порогового (указаны значения тока накачки в ма). $T = 77^{\circ}\text{K}$, длина резонатора 129 мкм, ширина излучающей полоски 15 мкм

изучения спектра, пространственного распределения и поляризации излучения лазера. Преимущественная поляризация излучения соответствовала Н-волне диэлектрического волновода, образованного узкозонным активным слоем (вектор электрического поля - в плоскости p-n перехода). Положение продольных мод соответствует величине "группового" коэффициента $\left(n - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \right) \approx 4,6$ при длине волны 1034 нм.

Пороговая плотность тока J_t в полосковой гетероструктуре оказалась довольно высокой, около 5 кА/см^2 , тогда как в широких диодах из того же материала наблюдались значения J_t в десять раз меньше, до 500 А/см^2 . Зависимость J_t от толщины активного слоя d гетероструктуры при длине резонатора Фабри-Перо около 400 мкм



Р и с.2. Спектр генерации когерентного излучения в непрерывном режиме в полосковом гетеролазере (см. подпись к рис.1). Пороговый ток 0,1 А, превышение порога на 10%, $T = 77^\circ\text{K}$. Указаны типы мод волноводного резонатора; слабые спутники - поперечные моды по оси, лежащей в плоскости p-n перехода



Р и с.3. Зависимость пороговой плотности тока J_t при 77°K и 300°K от толщины активного слоя d в гетеролазерах на основе $\text{InP} - \text{GaInPAs} - \text{InP}$, работающих на длинах волн 1) 980-1000 - 1000 нм, 2) 1000-1100 нм, 3) 1050-1150 нм

показана на рис.3. В лучшей группе лазеров при 77°K наблюдалось линейное возрастание порога с толщиной с наклоном $\frac{dj_t}{dd} \approx 250$ А/см².мкм (прямая 2), а при 300°K эта величина составила 9 кА/см².мкм (прямая 3). Ход зависимости $j_t(d)$ типичен для гетероструктур с эффективным электронным и оптическим ограничением. Дополнительные исследования расходимости излучения гетеролазера показали, что в нем имеет место заметный волноводный эффект, причем относительный скачок диэлектрической проницаемости на границах активного слоя составляет на частоте излучательных переходов около 6%.

Авторы благодарят Ю. А. Меркульева за проведение опытов по облучению гетероструктур протонами.

Поступила в редакцию
26 марта 1976 г.

Л и т е р а т у р а

- И. А. П. Богатов, Л. М. Долгинов, Л. В. Дружинина, П. Г. Елисе-ев, Б. Н. Свердлов, Е. Г. Шевченко. Квантовая электроника, I, № 10, 2294 (1974).