

ВЛИЯНИЕ ПОРОГОВЫХ УСЛОВИЙ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНЖЕКЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ С УЗКИМ ПОЛОСКОВЫМ КОНТАКТОМ

Ю.Л. Бессонов, А.А. Бородкин, С.С. Курленков, В.Н. Морозов,
С.М. Сапожников, Чан Минь Тхай, В.Р. Шидловский

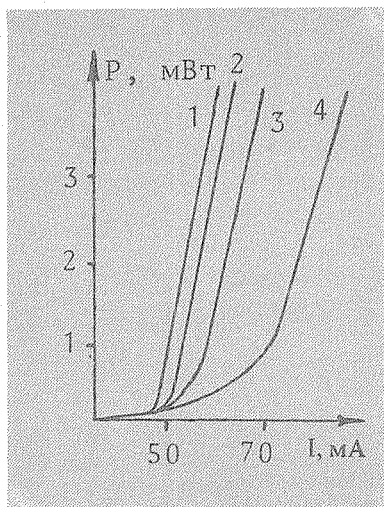
УДК 621.373.8.038.825.4

Рассматривается влияние уровня оптических потерь на характеристики инжекционных лазеров на двойной гетероструктуре AlGaAs с узким полосковым контактом.

Как показано в /1/, многомодовость спектра излучения планарных полосковых гетеролазеров с узким контактом в стационарном режиме генерации связана с увеличением уровня спонтанного фона /2/. Управление спектральными характеристиками лазеров весьма важно при их использовании в волоконно-оптических системах связи в связи с увеличением шумов излучения на выходе световода из-за модового шума /3/. Кроме того, уровень собственных шумов излучения лазера в стационарном режиме генерации в диапазоне частот $10 \div 100$ МГц существенно зависит от ширины спектра излучения /4/. Поэтому интересным представляется более детальное исследование спектральных и шумовых характеристик лазеров с узким полосковым контактом в стационарном режиме генерации.

В данной работе проведено исследование влияния пороговых условий на спектральные и шумовые характеристики инжекционных лазеров на двойной гетероструктуре AlGaAs с шириной полоскового контакта 5 мкм и концентрацией акцепторов в активной области $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. Все лазеры работали на одной поперечной моде, в непрерывном режиме генерации и не обладали самопроизвольными пульсациями излучения. Длина резонатора лазера составляла 180 мкм. Изменение порогового тока проводилось путем частичного просветления одной из граней резонатора, т.е. путем изменения коэффициента оптических потерь.

На рис. 1 представлены ватт-амперные характеристики исследуемых лазеров при различном значении коэффициента отражения от грани резонатора R_1 ($R_2 = 0,3$). Вследствие увеличения уровня потерь происходит увеличение порогового тока. Кроме того, ватт-амперная характеристика становится более плавной из-за увеличения мощности спонтанного излучения /5/.



Р и с. 1. Ватт-амперные характеристики лазеров при различном уровне оптических потерь: $R_1 = 0,3$ (1); $R_1 = 0,24$ (2); $R_1 = 0,2$ (3); $R_1 = 0,12$ (4).

Обратимся к спектральным характеристикам лазеров. Ширина спектра излучения определяется двумя величинами: коэффициентом спонтанного излучения в моду и кривизной спектральной зависимости усиления вблизи максимума /1/. Влияние спонтанного излучения на ширину спектра может быть оценено из величины мощности излучения на пороге генерации σ_{th} /6, 1/: чем больше значение σ_{th} , тем шире спектр излучения.

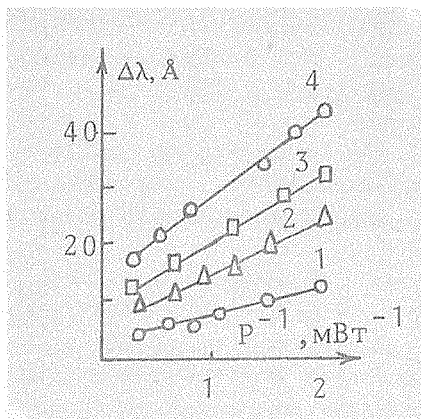
Спектральный профиль коэффициента усиления рассчитывался из спектра излучения на пороге генерации /7/; значение коэффициента усиления на модах резонатора лазера определялось из соотношения (1) работы /8/. Полученные результаты представлены в табл. 1. Здесь $\hbar\omega_{max}$ — энергия, соответствующая максимальному усилению; $\Delta\hbar\omega$ — ширина спектра усиления по

Т а б л и ц а 1

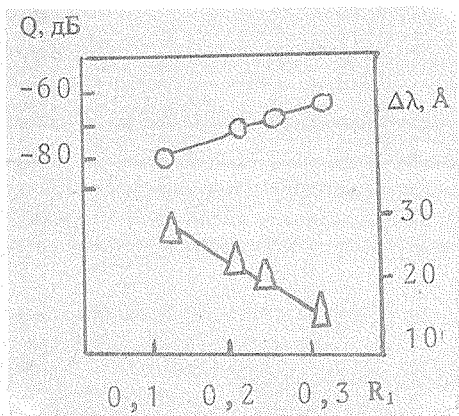
Результаты исследования спектра усиления на пороге генерации

Коэффициент отражения R_1	$\hbar\omega_{max}$, мэВ	$\Delta\hbar\omega$, мэВ	g_{max} , см ⁻¹
0,3	1,430	11	205
0,24	1,433	14	235
0,2	1,435	17	260
0,12	1,438	21	310

полувысоте; ε_{\max} — значение коэффициента усиления в максимуме. При расчете использовались следующие значения параметров: $a = 35 \text{ см}^{-1}$, $\Gamma = 0,35$, $R_2 = 0,3$, $L = 160 \text{ мкм}$. Видно, что при увеличении порогового тока (т.е. при увеличении потерь резонатора) происходит смещение максимума в коротковолновую область и расширение спектра усиления. Более детально спектральный профиль усиления для лазеров с низколегированной активной областью обсуждается в /8/.



Р и с. 2. Зависимость ширины спектра излучения от мощности для лазеров с различным коэффициентом отражения R_1 . Нумерация кривых соответствует рис. 1.



Р и с. 3. Зависимость максимального значения ОСПФ Q на частоте 30 МГц в полосе 300 КГц и ширины спектра излучения $\Delta\lambda$ от коэффициента отражения R_1 .

Ранее показано, что полуширина спектра излучения инжекционных гетеролазеров с узким контактом уменьшается обратно пропорционально мощности излучения /1/. На рис. 2 представлены зависимости ширины спектра от мощности излучения при различном уровне оптических потерь. Видно, что чем больше потери, тем шире спектр излучения и тем медленнее происходит его сужение вследствие увеличения мощности спонтанного излучения (рис. 1) и уменьшения крутизны спектрального профиля усиления вблизи вершины (рис. 2).

Ранее показано /4/, что уровень амплитудных флуктуаций излучения инжекционных лазеров имеет максимум в районе порога генерации. Величина относительной спектральной плотности флуктуаций (ОСПФ) в максимуме существенно зависит от ширины спектра излучения /4/. На рис. 3 представлены зависимости значения ОСПФ в максимуме и ширины спектра при соответствующих максимальному шуму токах накачки от R_1 . Уменьшение значения коэффициента отражения до 12% позволяет уменьшить ОСПФ в максимуме на 13 дБ.

Таким образом показано, что увеличение порогового тока приводит к уширению спектра излучения инжекционных лазеров с узким полосковым контактом в стационарном режиме генерации. Уширение спектра объясняется увеличением мощности спонтанного излучения в моде генерации и уменьшением дефицита усиления соседних с основной продольных мод вследствие уменьшения кривизны спектрального профиля усиления вблизи вершины.

Поступила в редакцию 1 октября 1984 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонов Ю.Л. и др. Квантовая электроника, 12, 347 (1985).
2. Petermann K. IEEE J., QE-15, 566 (1979).
3. Arnold G., Petermann K. Opt. Quant. Electron., 12, 207 (1980).
4. Бессонов Ю.Л. и др. Квантовая электроника, 12, № 2, 367 (1985).
5. Streifer W., Scifres D.R., Burnham R.D. IEEE J., QE-18, 1918 (1982).
6. Ривлин Л.А. Квантовая электроника. Под ред. Н.Г. Басова, № 5 (11), 94 (1972).
7. Nakki V.W., Paoli T.L. J. Appl. Phys., 44, 4113 (1973).
8. Бессонов Ю.Л. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 3, 7 (1985).