

ОБ ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ В ИНЖЕКЦИОННЫХ ЛАЗЕРАХ СВЕРХМАЛЫХ РАЗМЕРОВ

В. П. Страхов

*Физический институт им. П. Н. Лебедева Российской академии наук
119991, Москва, Россия*

Поступила в редакцию 10 декабря 2002 г.

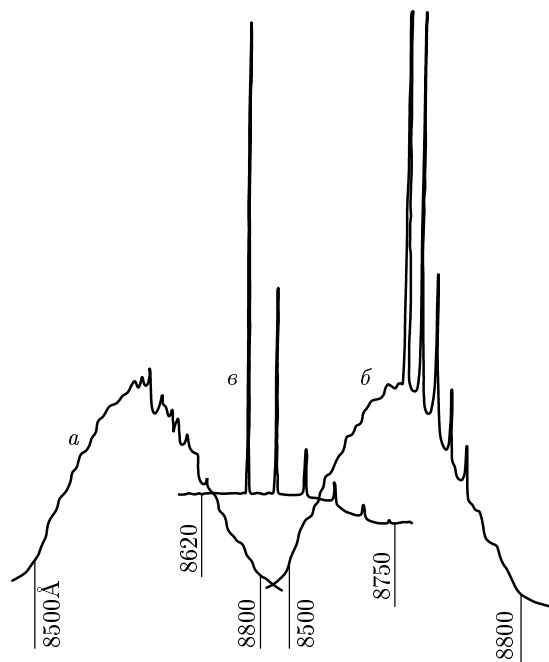
Приводится спектр излучения инжекционного GaAs-лазера с четырехсторонним резонатором квадратного сечения с размерами 13×13 мкм², это самый маленький лазер из всех существующих лазеров в мире с пороговым током $I_{th} = 0.7$ мА и временем пролета фотона в резонаторе, меньшим характерного времени тепловой релаксации T_2 . Показано, что его спектр резко отличается от спектра излучения лазеров обычных размеров.

PACS: 03.65.-w, 42.50.Hz, 78.66.-w

В работе [1] было показано, что в инжекционных лазерах с четырехсторонним резонатором малых размеров (30×30 мкм²) рост интенсивности спонтанного излучения выше порога генерации насыщается, сохраняется одночастотный режим генерации вплоть до десятикратного превышения порога генерации.

Продолжением работы стало дальнейшее уменьшение размеров лазера. Были изготовлены лазеры квадратной формы с четырехсторонним резонатором размером 13×13 мкм². Что важно, оптическая длина такого резонатора $L < 37$ мкм, а время пролета фотона в таком резонаторе $t < 5 \cdot 10^{-13}$ с, что меньше характерного времени T_2 — времени тепловой релаксации в полупроводниках при 77 К.

Полученный спектр генерации, представленный на рисунке, резко отличается от типичных одночастотных спектров в работе [1]. Здесь *a* — спектр спонтанного излучения при токе немного ниже порогового, *b* — спектр генерации на пороге $I_{th} = 0.7$ мА с большими щелями спектрометра, *в* — то же с малыми щелями спектрометра. Сразу на пороге возникает генерация на всех эквидистантных аксиальных модах всей длинноволновой части полосы усиления лазера, эффект до двух-трехкратного увеличения I_{th} , далее происходит, как правило, разрушение. Ширина спектра излучения более 100 \AA , расстояние между модами $\Delta\lambda \approx 21 \text{ \AA}$, что соответствует длине резонатора $L \approx 37$ мкм. Следует отметить,



что на самых длинноволновых модах существует дефицит усиления и в обычных условиях генерации на этих длинах волн не должно быть. В обычных лазерах ширина спектра $20\text{--}30 \text{ \AA}$, а в лазерах с четырехсторонним резонатором с большими размерами (30×30 мкм²) наблюдается одномодовый режим. Только при наличии доминирующей коротковолно-

вой моды с временем развития $t < 10^{-12}$ с создается аномалия в активной области, приводящая к нетипичному развитию генерации.

В работе [2] рассмотрена возможность возникновения двух мод в полупроводниковых лазерах, но она никак не объясняет полученный результат. Автор будет благодарен В. Ф. Елесину и Ю. В. Копаеву, если они применят свои теоретические разработки в этой области к полученному результату.

Лазеры таких размеров, к сожалению, являются лазерами однократного пользования. При площади порядка 10^{-6} см² усилия, создаваемые при монтаже такого лазера, приводят к давлениям в тысячи атмосфер. Поэтому не удалось провести исследование временных характеристик, хотя ожидается получение

управляемых ультракоротких световых импульсов. Необходимо переходить к комнатным температурам, но так как T_2 при 300 К еще меньше, размеры резонатора должны быть меньше 10×10 мкм², что возможно получить только с помощью совершенных нанотехнологий, если найдутся заинтересованные экспериментаторы.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Г. Елисеев, В. П. Страхов, Письма в ЖЭТФ **16**, 606 (1972).
2. В. Ф. Елесин, Ю. В. Копаев, ЖЭТФ **72**, 334 (1977).