

Одновременная генерация TE_1 и TE_2 мод с разными длинами волн в полупроводниковом лазере с туннельным переходом

В.Я. Алешкин¹, Т.С. Бабушкина², А.А. Бирюков², А.А. Дубинов¹, Б.Н.
Звонков²,

М.Н. Колесников², С.М. Некоркин²

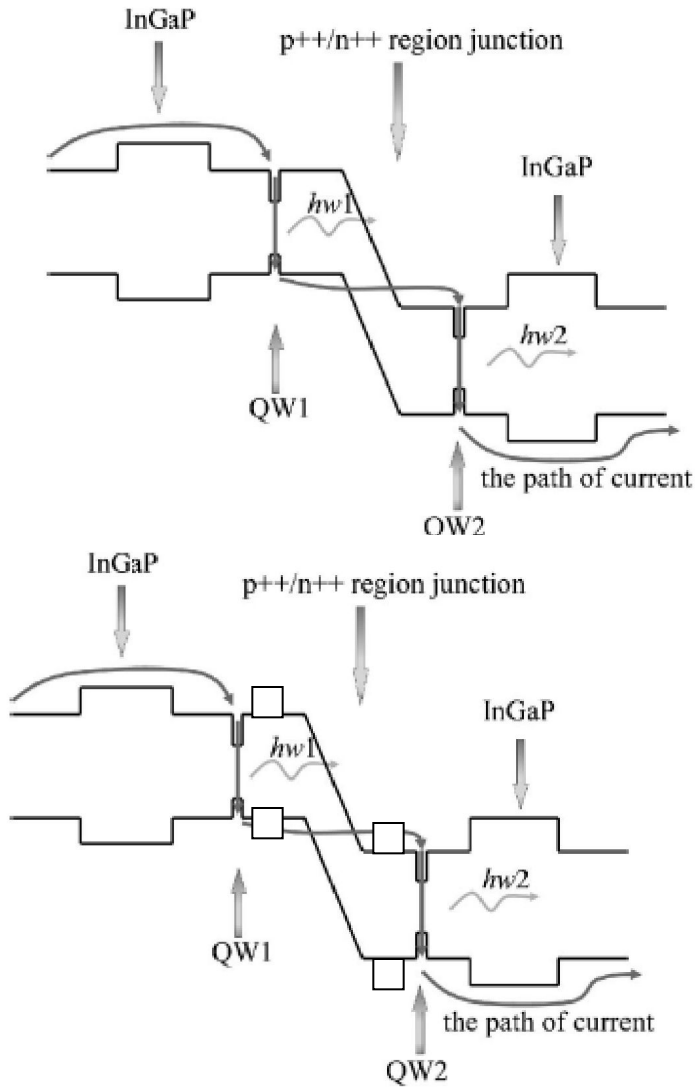
¹Институт физики микроструктур РАН,

²Научно-исследовательский физико-технический институт
Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского,

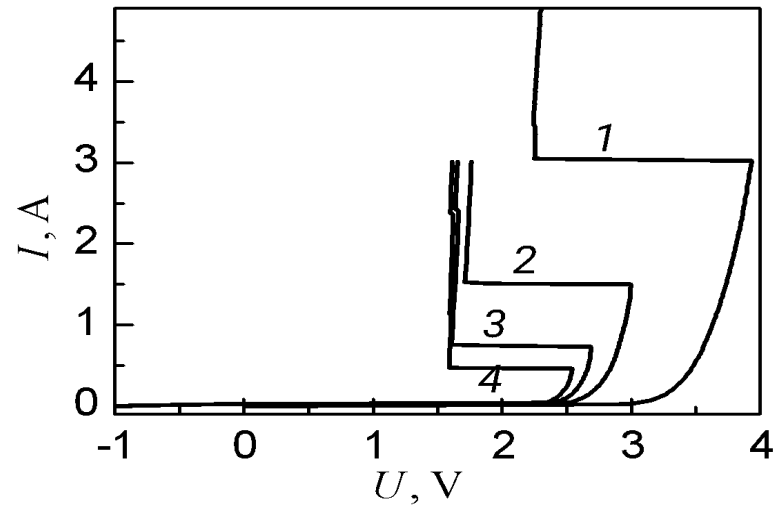
Мотивация

1. Генерация разностной частоты в резонаторе лазера
 - 1.1. Одновременная генерация двух мод разных порядков на разных частотах (TE) для выполнения условия фазового синхронизма.
 - 1.2. Одночиповая конструкция чтобы избежать операцию совмещения волноводов.
 - 1.3. Малые потери для разностной частоты
2. Один из путей реализации— каскадный межзонный лазер

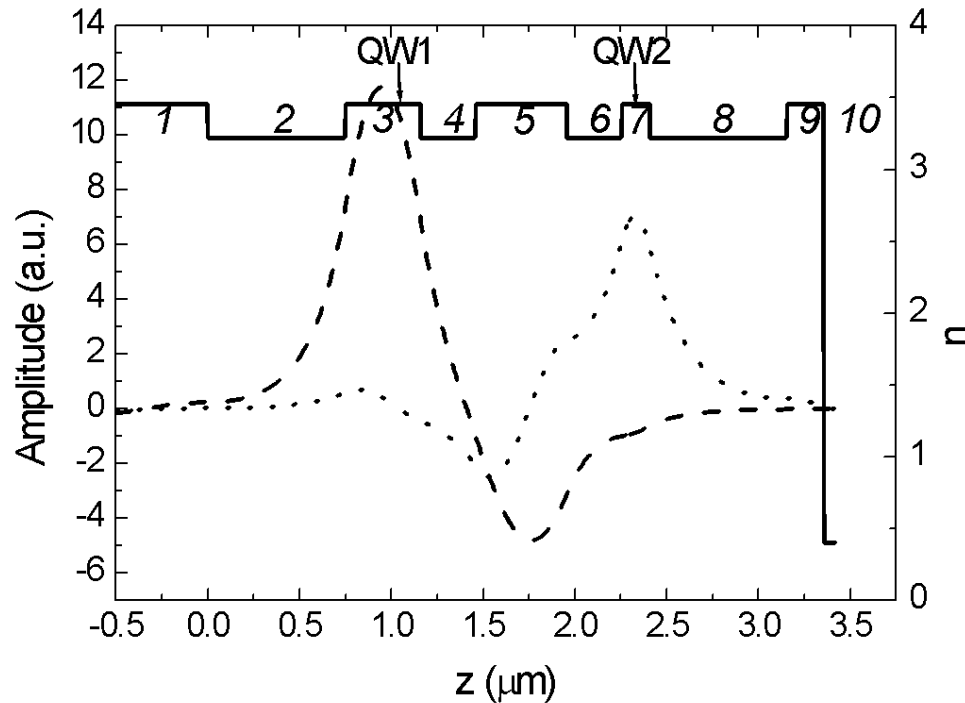
Трудности реализации



Токовая неустойчивость
тиристорного типа

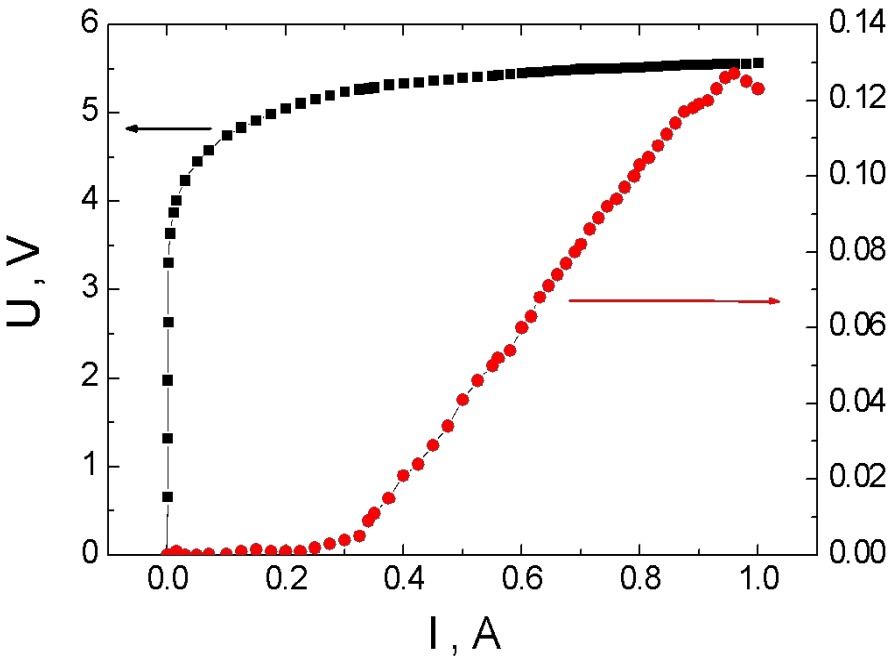


Конструкция волновода и структура мод

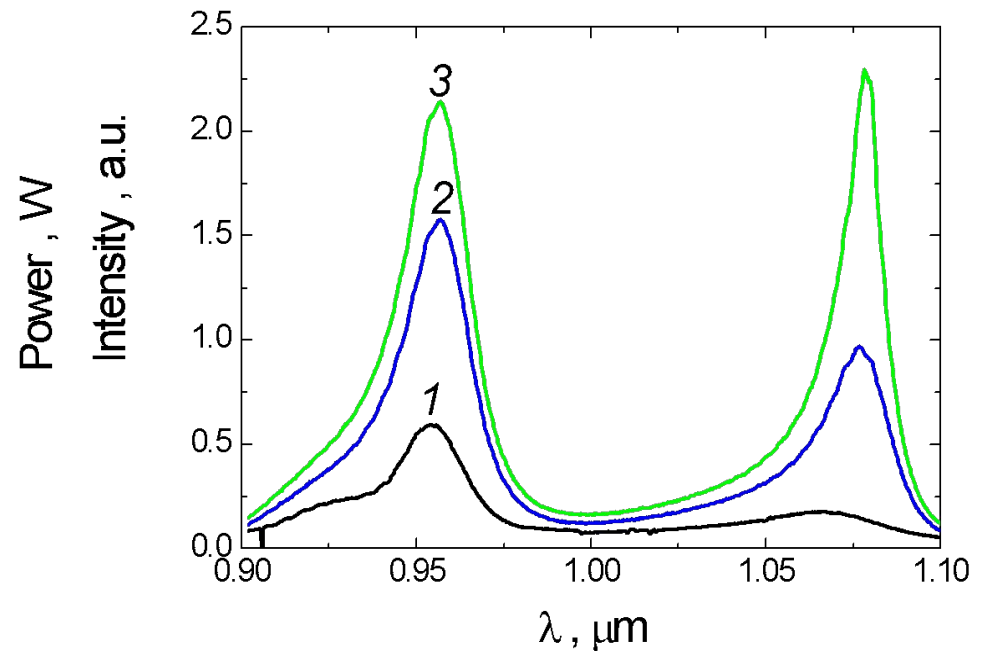


1	n -GaAs	подложка – 150 мкм	10^{17} cm^{-3}
2	n^+ -InGaP	750 нм	10^{18} cm^{-3}
3	i -GaAs	300 нм	-
4	InGaAs ($\lambda \sim 1.086$ мкм)	КЯ №1, 10 нм	-
5	i -GaAs	100 нм	-
6	p -InGaP	300 нм	10^{17} cm^{-3}
7	p -GaAs	200 нм	10^{17} cm^{-3}
8	p^{++} -GaAs	40 нм	10^{19} cm^{-3}
9	n^{++} -GaAs	55 нм	$5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$
10	n -GaAs	200 нм	10^{17} cm^{-3}
11	n -InGaP	300 нм	10^{17} cm^{-3}
12	i -GaAs	70 нм	-
13	InGaAs ($\lambda \sim 0.96$ мкм)	КЯ №2, 10 нм	-
14	i -GaAs	70 нм	-
15	p^+ -InGaP	750 нм	$2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$
16	p^{++} -GaAs	200 нм	10^{19} cm^{-3}
17	Au	металл	-

ВАХ и спектры излучения

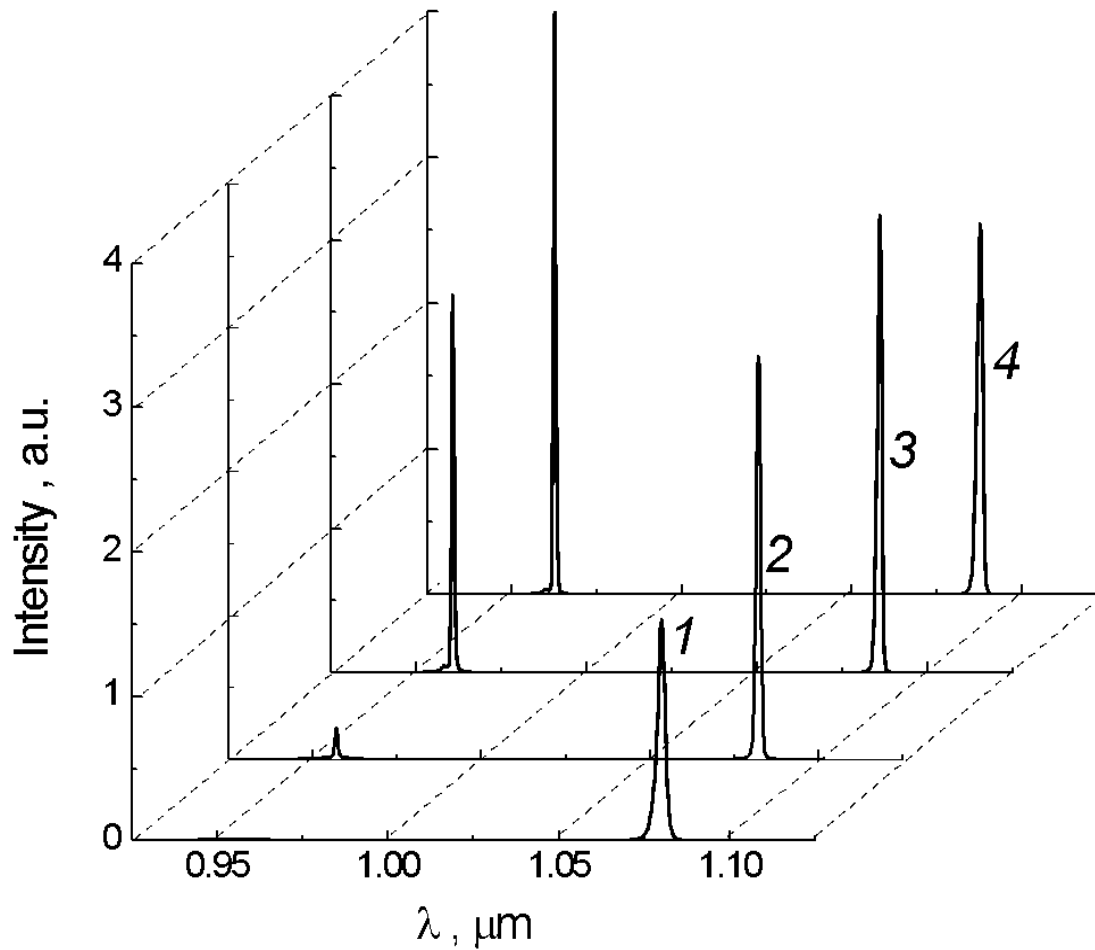


Типичные вольт- и ватт-амперные характеристики межзонного каскадного лазера при постоянной токовом возбуждении и комнатной температуре.



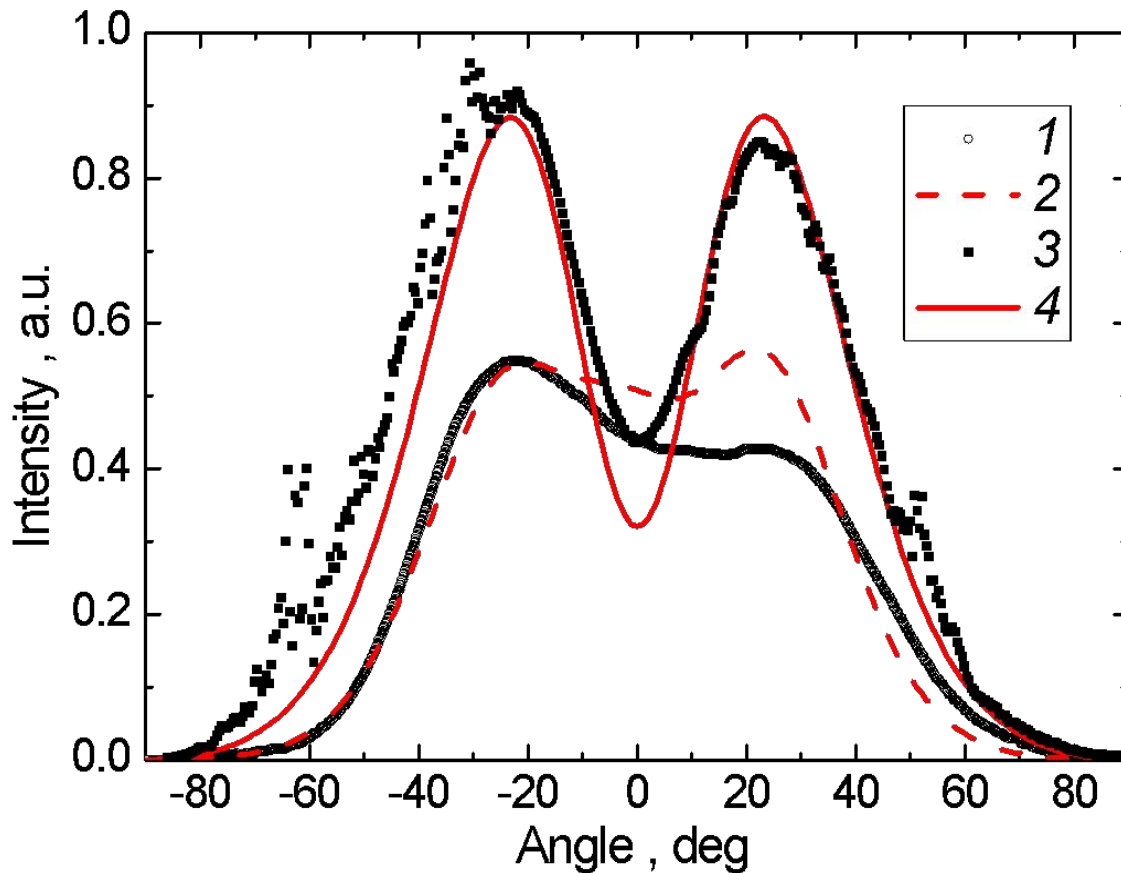
Спектральные зависимости излучения лазера при разных токах постоянной накачки до порога генерации: 1 – 5 мА; 2 – 270 мА; 3 – 290 мА.

Спектры излучения при различных токах



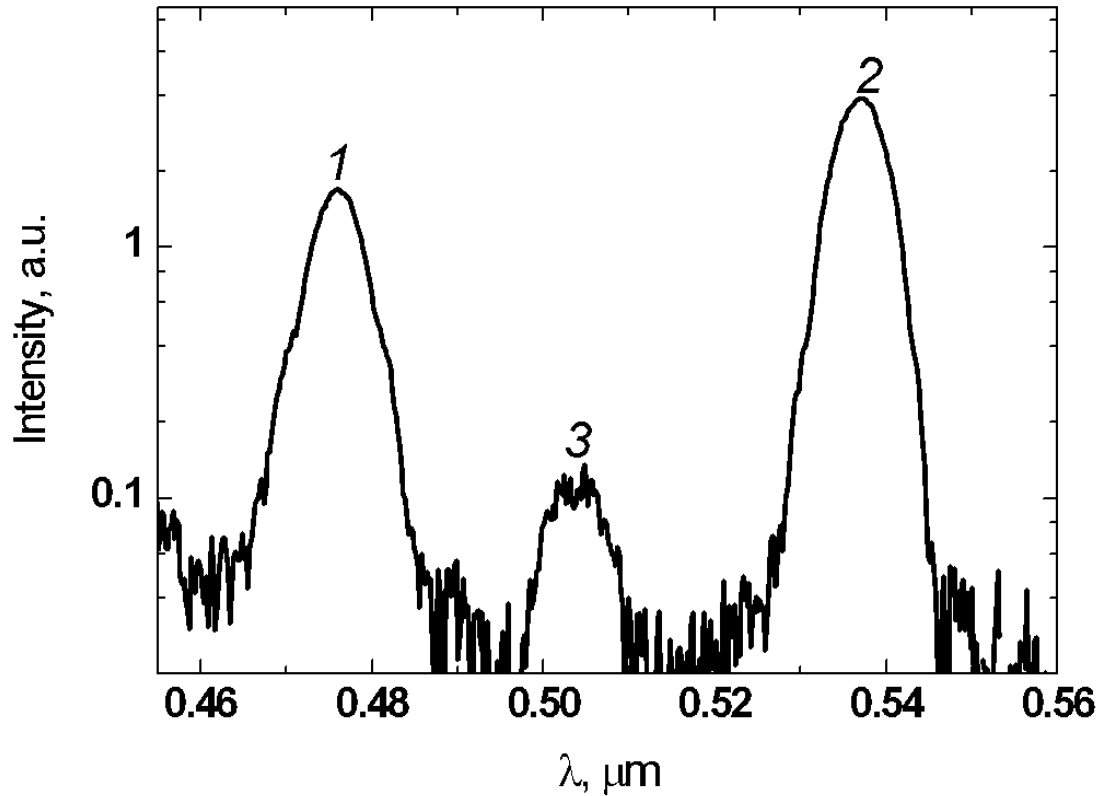
Спектры генерации
лазера при разных
токах накачки: 1 –
450 мА; 2 – 630 мА;
3 – 780 мА; 4 – 850
мА.

Диаграмма направленности



Зависимости интенсивности лазерного излучения от угла на длинах волн максимума спектральных полос генерации: 1 (эксперимент) и 2 (расчет) – для длины волны 0.96 мкм; 3 (эксперимент) и 4 (расчет) – для длины волны 1.086 мкм.

Взаимодействие мод



Спектры, соответствующие генерации вторых гармоник и суммарной частоты .

Для наблюдения использовался импульсный режим. Длительность импульсов тока была 220 нс, временной интервал между импульсами составлял 0.7 миллисекунды.

Заключение

Экспериментально показана возможность непрерывной генерации при комнатной температуре двух мод разного порядка с разными частотами в двухкаскадном межзонном лазере с общим резонатором.

Обнаружено нелинейное взаимодействие мод (генерация разностной частоты).