

БИСТАБИЛЬНОСТЬ И НЕРЕВЕРСИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ МОД В S^3 ЛАЗЕРЕ

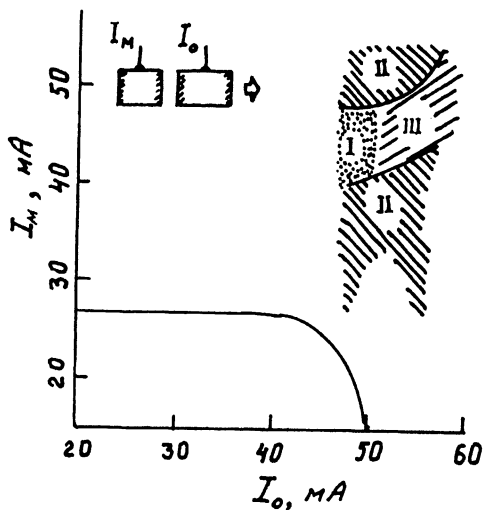
*Ю.А.Быковский, К.Б.Дедушенко, М.В.Зверков,
О.В.Катугин, И.Г.Лихачев, В.П.Коняев*

В инжекционных лазерах с двумя оптически связанными резонаторами Фабри–Перо, получивших название S^3 лазеров, реализуется, как известно, дискретная перестройка частоты по продольным модам посредством изменения тока инжекции в одном из составляющих S^3 лазер диодов [1,2]. Такая перестройка может найти применение для управления оптической несущей и частотной манипуляции в системах оптической связи [1,3]; на ее основе были продемонстрированы логические операции [4]. Обычно переключение мод достигается изменением управляющего тока на небольшую, около 1 мА, величину, и при возвращении тока к первоначальному значению происходит обратное переключение; иногда имеет место небольшой гистерезис. В настоящей статье сообщается о наблюдении сильного гистерезиса, нереверсивных и самопроизвольных переключений мод в S^3 лазере.

Схематически S^3 лазер показан на вставке на рисунке. Лазеры изготавливались методом МОС гидридной технологии и имели активный квантово-размерный слой толщиной 10 нм. Их внутренняя структура была такая же, как в [5]. Два диода с зеркалами, полученными скалыванием, точно совмещались так, чтобы их разделял зазор шириной 5–8 мкм и кратный целому числу световых полувольт в вакууме, т.е. обеспечивалась хорошая оптическая связь между резонаторами. Они питались токами I_m и I_0 . Длины резонаторов составляли для первого диода 200, а для второго 400 мкм. Излучение, выходящее из последнего, направлялось в схему регистрации. Лазеры генерировали на длине волны 0.86 мкм. Измерения проводились при комнатной температуре.

На рисунке показана пороговая характеристика S^3 лазера. Для всех пар значений токов I_m и I_0 , лежащих вне сплошной кривой, лазер находится в состоянии генерации и излучает преимущественно на одной моде, либо происходят самопроизвольные переключения конкурирующих мод.

Для наблюдения переключений частоты генерации второй диод накачивался постоянным током, а на первый ди-



Пороговая характеристики и области различных по характеру переключений мод C^3 лазера. На вставке схематически показан C^3 лазер.

од подавался прямоугольный импульс тока без постоянного смещения. Было установлено, что в зависимости от величины тока I_0 и амплитуды модулирующего импульса I_m наблюдаются различные по характеру переключения мод, и можно выделить три области токов (см. рисунок). В области *I* при подаче модулирующего импульса лазер переключается с одной частоты на другую и по окончании импульса вновь переключается на начальную частоту без запаздывания. Генерация на каждой из частот устойчива. В области *II* наблюдаются самопроизвольные переключения между модами. Характерные частоты этих переключений зависят от токов в диодах, температуры, ширины зазора и лежат в области от десятков до сотен кГц. Длительность переключения с моды на моду не превышает 10 нс. В интегральной по спектру выходной мощности наблюдаются неглубокие пульсации. В области *III* имеют место неревверсивные переключения: после окончания модулирующего импульса возвращения лазера на изначальную частоту генерации не происходит; возвращение достигается только при прекращении тока во втором диоде. Для тока I_0 менее 45 мА переключения мод отсутствуют. При постоянном токе питания обоих диодов и медленном изменении тока также происходят переключения, причем в области токов *III* наблюдается сильный гистерезис, т.е. генерация реализуется на одной из двух частот. В области *I* он практически незаметен. Границы между областями не являются очень

резкими и положение областей меняется при изменении ширины разделяющей секции зазора.

Таким образом, в областях токов *II* и *III* имеет место бистабильность. Самопроизвольные переключения мод в области *II*, по-видимому, обусловлены вызванными спонтанным излучением переходами между двумя устойчивыми состояниями и аналогичны перескокам мод в полупроводниковых лазерах с внешним резонатором. Глубокий гистерезис и непереворачиваемые переключения мод в области *III* могут представлять существенный интерес при разработке оптоэлектронных логических элементов. Вместе с тем для понимания их природы требуются дальнейшие исследования; в частности, не ясно, насколько они связаны с квантоворазмерной структурой активной области использовавшихся S^3 лазеров.

Список литературы

- [1] *Полупроводниковые инжекционные лазеры* / Под ред. У.Тсанга. Пер. с англ. М., 1990. С. 213.
- [2] *Дедушенко К.Б., Зверков М.В., Лизачев И.Г.* // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. В. 2. С. 342–350.
- [3] *Быковский Ю.А., Дедушенко К.Б., Зверков М.В.* и др. // Квантовая электроника. 1986. Т. 13. В. 5. С. 1061–1062.
- [4] *Tsang W.T., Olson N.A., Logan R.A.* // IEEE J. Quantum Electron. 1983. V. QE-19. N 6. P. 1621–1623.
- [5] *Аржанов Э.В., Горбылев В.А., Зверков М.В.* и др. // Тез. докл. 5 Всесоюз. конф. по физическим процессам в полупроводниковых гетероструктурах. Т. 2. Калуга, 1980. С. 82–89.

Московский инженерно-физический
институт

Поступило в Редакцию
10 марта 1994 г.