

06.3; 07; 12

© 1990

СВЕРХНИЗКОПОРОГОВЫЕ ($I_n = 1.3$ мА, $T = 300$ К)
 КВАНТОВОРАЗМЕРНЫЕ $AlGaAs$ ЛАЗЕРЫ
 БЕЗ ОТРАЖАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ЗЕРКАЛ,
 ПОЛУЧЕННЫЕ ЖФЭ

Ж.И. Алфёров, В.М. Андреев,
 А.З. Мереуцэ, А.В. Сырбу,
 Г.И. Суручану, В.П. Яковлев

В [1] мы сообщали о получении зарощенных $AlGaAs$ квантово-размерных лазерных диодов с пороговым током генерации $I_n = 3.0$ мА, выращенных низкотемпературной жидкофазной эпитаксией (НЖЭ). К настоящему времени минимальное значение порогового тока лазеров без отражающих покрытий зеркал $I_n = 1.8$ мА было получено на гетероструктурах с одиночной квантовой ямой, выращенных молекулярно-лучевой эпитаксией на $GaAs$ профилированных подложках [2]. В данной статье мы приводим результаты исследований зарощенных $AlGaAs$ квантово-размерных лазерных диодов с шириной активной области ≤ 1 мкм, на которых достигнуто значение порогового тока генерации $I_n = 1.3$ мА.

Исходная эпитаксиальная гетероструктура с толщиной активной области 15–17 нм выращивалась НЖЭ [3–6] с контролируемым переохлаждением раствора–расплава [3, 4]. На рис. 1 приведены Оже–профиль распределения состава $Al_xGa_{1-x}As$ по толщине в окрестности активного слоя – 1 и распределение концентрации свободных носителей по толщине гетероструктуры, полученное из вольт–емкостных измерений на электрохимической ячейке – 2. Пунктиром представлено распределение концентрации дырок, а сплошной линией – концентрации электронов. Наличие переходных слоев на распределениях состава и концентрации свободных носителей связано с особенностью ростового устройства, в котором смена расплавов над подложкой производится вытеснением одного расплава другим. Типичное значение пороговой плотности тока генерации лазерных диодов с широким полосковым контактом ($D = 30$ мкм) изготовленных из эпитаксиальных гетероструктур данного типа, составляет ≈ 300 А/см².

Процесс получения зарощенных гетероструктур, проводимый на второй стадии НЖЭ, подобен описанному ранее в [1], с тем отличием, что в результате повышения контролируемой формируемости мезаструктуры травлением в ненасыщенном растворе–расплаве удалось уменьшить ширину волноводного слоя до ≤ 1 мкм. Полученные лазерные диоды с разными значениями длины резонатора L без

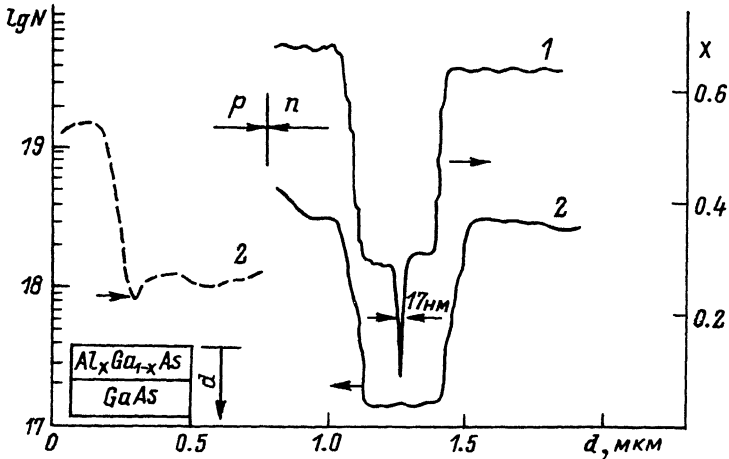


Рис. 1. Оже-профиль распределения состава $Al_xGa_{1-x}As$ по толщине в окрестности активного слоя (1) и распределение концентрации свободных носителей по толщине лазерной гетероструктуры (2), пунктир – концентрация дырок, сплошная линия – концентрация электронов.

каких-либо покрытий зеркал напайвались на медные теплоотводы, и измерения проводились на постоянном токе.

На рис. 2,а приведены ватт-амперные характеристики для 3-х лазерных диодов с $L = 125, 250$ и 530 мкм, для которых значения порогового тока генерации равны 1.3, 2.9 и 5.1 мА соответственно.

Мощность излучения, равная 1 мВт с одного зеркала в непрерывном режиме генерации, достигается при 3.9 мА ($L = 125$ мкм), 6.1 мА ($L = 250$ мкм) и 8.5 мА ($L = 530$ мкм).

На рис. 2,б приведены спектральные характеристики этих лазеров, снятые при мощности излучения 1 мВт. С увеличением длины резонатора увеличивается длина волны излучения, а также отношение сигнала в основной продольной моде к сигналу в боковых модах.

Полученные в данной работе результаты показывают, что жидкостная эпитаксия далеко не исчерпала свои возможности в плане получения приборов с рекордными параметрами. Основные преимущества ЖФЭ связаны с существенной равновесностью процесса выращивания, что позволяет получать материал высокого кристаллографического совершенства с уникальными излучательными характеристиками, а также использовать эффекты селективности роста и растворения в растворе-расплаве, которые особенно проявляются при НЖЭ.

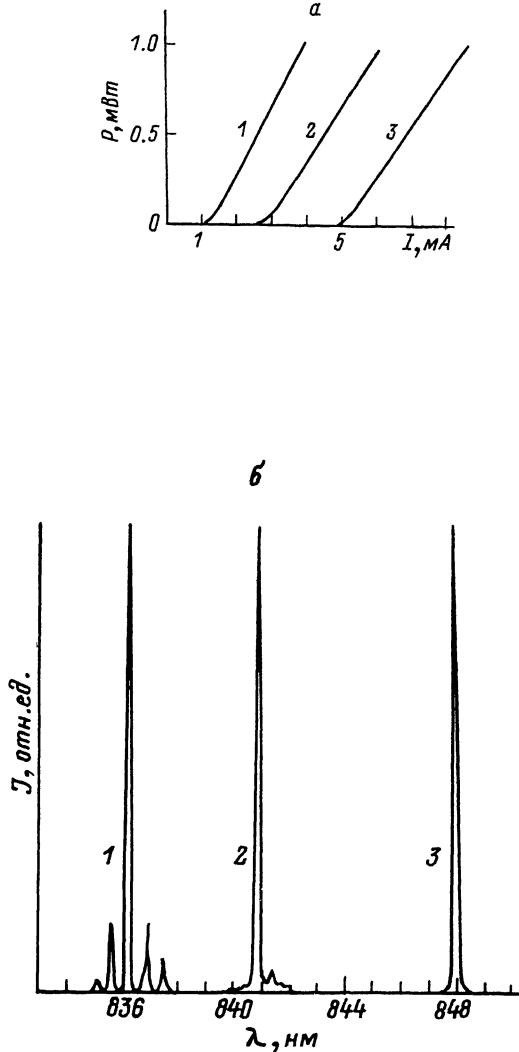


Рис. 2. Ватт-амперные (а) и спектральные (б) характеристики 3-х лазерных диодов с длиной резонатора $L = 125$ мкм - 1, $L = 250$ мкм - 2 и $L = 530$ мкм - 3, снятые в непрерывном режиме генерации.

В заключение авторы выражают благодарность А.Т. Лупу, А.И. Петрову и В.М. Полторацкому за помощь, оказанную при проведении данной работы, В.П. Хвостикову и В.Д. Румянцеву за полезные обсуждения.

- [1] Алфёров Ж.И., Андреев В.М., Андриеш А.М., Мереуцэ А.З., Сырбу А.В., Яковлев В.П. // Письма в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 5. С. 66-71.
- [2] Каррон Е., Yun С.Р., Harbison J.P., Hwang D.M., Stoffel N.G. 11th IEEE Int. Semiconductor Laser Conf. Boston, Mass., 1988, New York. P. 74.
- [3] Мереуцэ А.З., Петров А.И., Прокудина В.М., Сырбу А.В., Тарченко В.П., Яковлев В.П. // Письма в ЖТФ, 1989. Т. 15. В. 9. С. 50-54.
- [4] Мереуцэ А.З., Сырбу А.В., Яковлев В.П. Тр. координационного совещания социалистических стран по физическим проблемам оптоэлектроники. Баку, 1989. С. 56.
- [5] Алфёров Ж.И., Андреев В.М., Аксенов В.Ю., Ларионов В.Р., Румянцев В.Д., Хвостиков В.П. // ФТП. 1988. Т. 22. В. 10. С. 1771-1775.
- [6] Алфёров Ж.И., Андреев В.М., Аксенов В.Ю., Налет Т.Н., ФьонгТ., Румянцев В.Д., Хвостиков В.П. // Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. В. 22. С. 2057-2060.

Поступило в Редакцию
13 марта 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 9

12 мая 1990 г.

07; 08

© 1990

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ ФОТООКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ

В.П. Зелёный, Г.С. Митюрин

В фотоакустической спектроскопии конденсированных сред чаще всего используются уже ставшие традиционными два способа регистрации фотоакустического (ФА) сигнала: газомикрофонный и пьезоэлектрический. В первом методе основную роль играют процессы передачи тепла от исследуемого образца в детекторный газ, при этом упругими деформациями в объеме образца обычно