

06.3; 07

© 1991

ДИНАМИКА ИЗЛУЧЕНИЯ СУПЕРЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ  
СВЕТОДИОДОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ НА ОСНОВЕ  $GaAs-AlGaAs$ В.И. Корольков, Н.Ю. Орлов,  
А.В. Рожков, А.М. Султанов

Суперлюминесцентные светодиоды (СЛД) являются одним из альтернативных источников света по отношению к применяемым в полупроводниковой электронике инжекционным лазерам и светодиодам. По структурным особенностям СЛД отличаются от лазеров отсутствием торцевых зеркал, а по режимам работы – от светодиодов с торцевым излучением – высоким уровнем накачки. Благодаря отсутствию релаксационного резонанса при импульсном возбуждении и амплитудного шума, связанного с переключением мод, использование СЛД перспективно в волоконно-оптических гироскопических системах [1, 2]. Вместе с тем ширина полосы модуляции известных в настоящее время СЛД не превышает 570 МГц [1], что значительно уступает сделанной в работе [2] оценке граничной частоты модуляции –  $f_{гр} = 15$  ГГц. Целью данной работы является выяснение возможности расширения частоты модуляции суперлюминесцентных светодиодов.

В работе использовались образцы СЛД, состав, толщины и легирование слоев в которых аналогичны ДГС РО лазерам, выращенным методом низкотемпературной жидкофазной эпитаксии [3]. Толщины активных областей в исследуемых структурах составляли 300–400 Å. Обратная оптическая связь устранялась путем введения поглощающей области на тыльной стороне волноводной части структуры. Ширина полоскового контакта составляла 100 мкм. Длина активной области варьировалась в пределах от 200 мкм до 1500 мкм.

Принципиальная электрическая схема включения исследуемых СЛД представлена на рис. 1. Для накачки использовался фотонно-инжекционный импульсный тиристор (ФИИТ) [4], генерирующий на нагрузке 50 Ом прямоугольные импульсы тока амплитудой до 7 А. Длительность импульса тока регулировалась в диапазоне от 1 до 15 нс путем изменения длины формирующей коаксиальной линии. Форма импульса тока контролировалась стробоскопическим осциллографом С1-91/3. Фронт нарастания и спада электрического импульса накачки не превышал 300 пс, а временная нестабильность относительно импульса управления составляла 50–70 пс.

Форма оптического сигнала была измерена при помощи электронно-оптической камеры высокого временного разрешения (1–2 пс).

Рис. 1. Принципиальная схема включения СЛД. 1 - стабилизированный источник питания ТВ-2, 2 - формирующая коаксиальная 50-омная линия, 3 - генератор импульсов управления И1-11; 4 - ФИИТ, 5 - СЛД, 6 - стробоскопический осциллограф С1-91/3.

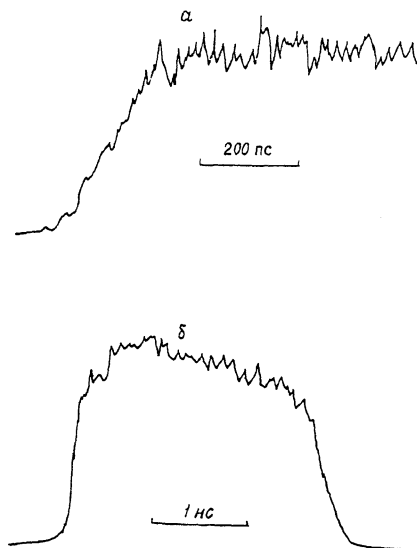
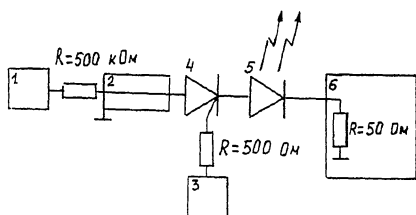


Рис. 2. Оптический сигнал СЛД. а - фронт нарастания оптического сигнала СЛД, б - форма оптического сигнала СЛД.

Результаты измерений приведены на рис. 2, а, б. Импульс света имеет форму, близкую к прямоугольной, в отличие от лазеров, для которых характерны релаксационные колебания. Фронт нарастания импульса света - 150 пс, фронт спада - 270 пс. Задержка между началом электрического и оптического импульса - 450 пс. При этом точность измерения фронта нарастания и спада оптического импульса ограничивалась нестабильностью включения ФИИТ.

Спектры излучения СЛД регистрировались монохроматором МДР-6 с разрешающей способностью не хуже 1 Å. При измерении спектров СЛД накачивался импульсами тока амплитудой в 3-7 А и длительностью 15 нс. Спектры имели колоколообразную форму с максимумом при 840 нм и шириной на полувысоте 1.5-3 нм, что свидетельствует о режиме вынужденного излучения в активной области СЛД. Модовая структура, характерная для инжекционных

лазеров, в исследованном диапазоне токов в спектрах излучения полностью отсутствовала.

Импульсная мощность оценивалась при помощи измерителя энергии оптических импульсов *Energy Ratiometer Rj-7200*. При фиксированной длительности оптического импульса энергия пересчитывалась в мощность. Максимальная оптическая мощность была зафиксирована на СЛД с длиной активной области 1500 мкм и при токе накачки 7 А составляла 1,3 Вт. Характер зависимости мощности излучения от тока был близок к линейному.

Таким образом, показана перспектива использования СЛД в сочетании с ФИИТ для получения оптических импульсов длительностью от 0,5 нс до десятков нс с фронтами нарастания и спада в сотни пикосекунд в диапазоне мощностей более 1 Вт. Необходимо отметить, что у СЛД не существует такого фундаментального ограничения оптической мощности, как катастрофическое разрушение зеркал, характерное для лазеров. Следовательно, при совершенствовании технологии получения ФИИТ, ведущей к повышению мощности, можно предположить улучшение характеристик излучения СЛД.

Авторы благодарят В.П. Хвостикова за предоставленные образцы ДГС РО, А.В. Челнокова за помощь в измерениях и Е.А. Аврутина за обсуждение экспериментальных результатов.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] K w o n g N.S.K., B a r - S h a i m N., S h e n T. // Appl. Phys. Lett. 1989. V. 54. N 4. P. 298-300.
- [2] Полупроводниковые инжекционные лазеры. Динамика, модуляция, спектры / Под ред. У. Тсанга. М.: Радио и связь, 1990.
- [3] Алферов Ж.И., Андреев В.М., Воднев А.А., Ивентьева О.О., Ларионов В.Р., Румянцев В.Д. // ФТП. 1986. Т. 20. № 2. С. 381-383.
- [4] Алферов Ж.И., Ефанов В.М., Задиранов Ю.М., Кардо-Сысоев А.Ф., Корольков В.И., Пономарев С.И., Рожков А.В. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 1. С. 1281-1285.

Поступило в Редакцию  
18 июля 1991 г.