

06.2; 06.3; 07

© 1991

РЕГИСТРАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ  
ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ  
В БЛИЖНЕЙ И ДАЛЬНОЙ ЗОНАХ  
С ПОМОЩЬЮ ФПЗС

Г.А. Гаврилов, Ю.Г. Помигуев,  
Г.Ю. Сотникова, А.Л. Тер-Мартirosян

Распределения интенсивности излучения полупроводникового лазера в ближней и дальней зонах являются важными характеристиками прибора. Задача регистрации этих параметров актуальна как при исследовании полупроводниковых лазеров, так и при практическом использовании.

Традиционным способом определения характеристик излучения лазера в ближней и дальней зонах является механическое сканирование исследуемой области пространства фоточувствительным элементом с узкой щелью, что не позволяет регистрировать излучение лазера в однократном и квазипериодическом режимах работы.

В данной статье предлагается система для регистрации распределений интенсивности излучения полупроводникового лазера в произвольном режиме работы с возможностью последующей обработки данных измерений в ЭВМ. В качестве детектора излучения в системе используются приборы с зарядовой связью (ФПЗС), в том числе и наиболее простые из них - линейные (ЛФПЗС).

ЛФПЗС представляют собой одномерный массив дискретных фотоприемников, каждый из которых способен независимо от соседних элементов регистрировать и преобразовывать световую энергию в электрический сигнал, что дает возможность определять пространственное распределение энергии излучения одновременно во всех точках исследуемой области излучения полупроводникового лазера. ФПЗС характеризуются высокой надежностью, малым уровнем шу-

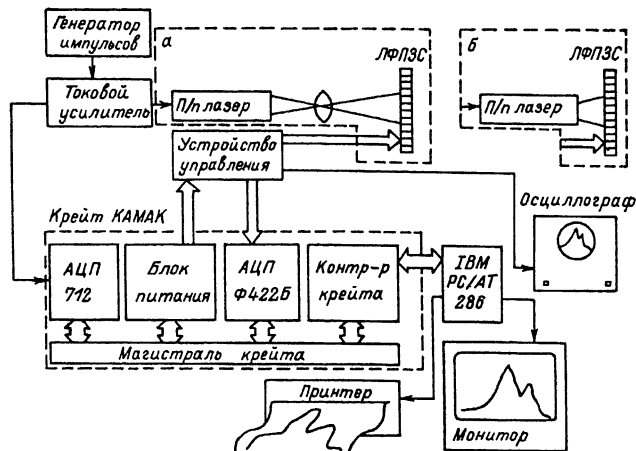


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки для измерения характеристик полупроводникового лазера в ближнем (а) и дальнем (б) полях.

мов, высокой линейностью свет-сигнальной характеристики и большим динамическим диапазоном. Различные типы приборов имеют конструктивные особенности, связанные с геометрическими размерами фоточувствительных элементов, типом накопителей, а также с организацией процессов накоплений-переносов. Это позволяет, выбрав соответствующий тип фотоприемника, создать измерительную систему, оптимальным образом удовлетворяющую условиям эксперимента.

В разработанной нами системе измерения распределений интенсивности излучения полупроводниковых лазеров в ближней и дальней зонах был использован линейный фотоприемник типа ФПЗС-2Л, обладающий широкими функциональными возможностями [1]. Конструктивно прибор состоит из фоточувствительной секции и 4-х фазного регистра переноса. Фоточувствительная секция содержит 500 фотодиодных ячеек, которые могут работать в режиме малых фотодиодов (высота элементов 26 мкм) и в режиме больших фотодиодов (высота элементов 500 мкм). Такая особенность прибора позволяет переключать чувствительность с  $\sim 4$  В/лк·с в первом случае на  $\sim 50$  В/лк·с во втором. Ширина и шаг фоточувствительности элементов - 26 мкм (элементы расположены вплотную), диапазон спектральной чувствительности  $\lambda = 0.4-1.0$  мкм. Режим работы фотоприемника организуется различным образом в зависимости от характера излучения полупроводникового лазера.

В случае непрерывного излучения лазера (или импульсного с высокой частотой повторения) ЛФПЗС работает в периодическом режиме накопления-считывания с внешней или внутренней синхронизацией. Экспозиция выбирается достаточной для достижения величины

выходного сигнала, близкого к максимальному. При избыточном количестве света вводятся нейтральные светофильтры или используется режим электронного экспонирования. Суть этого режима заключается в электрическом управлении временем экспозиции. При этом фоточувствительная секция через соответствующий барьерный электрод подключается к секции антиблужинга (стоковые диоды), и только на время, когда закрывается барьер между фотодиодами и антиблужингом, происходит детектирование и накопление зарядов. Регистр переноса работает в непрерывном режиме считывания, останавливаясь только на время переноса заряда из секции накопления. В этом случае первые после переноса зарядов 500 элементов видеосигнала содержат необходимую информацию, а в остальное время происходит очистка регистра от зарядов темнового тока.

В случае однократного или квазипериодического режима работы полупроводникового лазера синхронизация ЛФПЗС осуществляется от внешних импульсов. В таком режиме в момент отсутствия светового сигнала фоточувствительная секция подключена к антиблужингу и накопление темнового заряда отсутствует. Импульс управления излучением полупроводникового лазера определяет начало накопления заряда. Время накопления равно или несколько больше длительности светового импульса. По окончании накопления происходит перенос зарядовых пакетов в регистр сдвига (аналогично случаю с непрерывным освещением) и первые 500 переносов дадут полезный видеосигнал. Далее ЛФПЗС оказывается в исходном состоянии и готов к регистрации следующего светового импульса. Следует помнить, что следующий световой импульс не должен поступить раньше, чем будет произведено полное считывание предыдущего сигнала.

На рис. 1 приведена схема экспериментальной установки для регистрации распределения интенсивности излучения полупроводникового лазера в ближней (а) и дальней (б) зонах. Наблюдение видеосигнала ЛФПЗС производится с помощью осциллографа, а в случае однократных и квазипериодических процессов – с помощью осциллографа с памятью. В случае необходимости обработки данных распределения интенсивности излучения полупроводникового лазера в ближнем и дальнем полях целесообразно организовать ввод сигнала с ЛФПЗС в ЭВМ. Наиболее удобно использовать для этих целей быстродействующие АЦП с буферной памятью (примером может служить АЦП Ф4226 в стандарте КАМАК, имеющий быстродействие до 50 нс, число разрядов 7–8, диапазон входных напряжений 0–2 В, емкость БЗУ 1 кБайт). АЦП 712 в данной установке применялся для измерения импульсов тока полупроводникового лазера. В качестве ЭВМ может быть использован любой компьютер, имеющий сопряжение с крейтом КАМАК.

В качестве примера на рис. 2 приведены экспериментальные характеристики распределения излучения полупроводникового лазера в ближней и дальней зонах. Установка выполнена на базе компьютера IBM PC/AT – 286. Лазер, использованный в эксперименте, представляет собой фазированную решетку (*phase-locked array*)

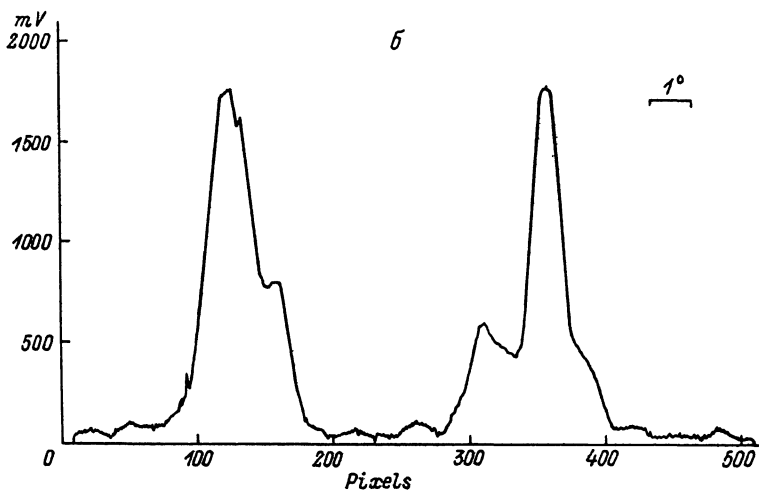
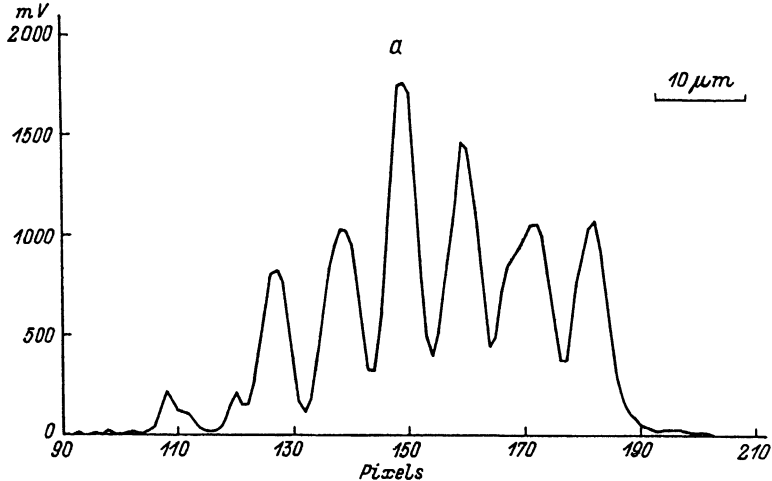


Рис. 2. Распределение интенсивности излучения полупроводникового лазера в ближнем (а) и дальнем (б) полях.

с периодом порядка 6 мкм, изготовленную на основе гетероструктуры  $\text{AlGaAs / GaAs}$ , выращенной методом молекулярно-пучковой эпитаксии в отделе контактных явлений в полупроводниках ФТИ им. А.Ф. Иоффе АН СССР. При измерении распределения интенсивности излучения лазера в ближней зоне изображение проецировалось на ЛФПЗС при помощи микрообъектива с увеличением порядка 50. При измерении распределения интенсивности излучения лазера в дальней зоне фотоприемник располагался перед полупровод-

никовым лазером на расстоянии 43 мм. Значение тока в импульсе составило 3 А.

Результаты работы подтверждают, что установки подобного типа на базе ФПЗС в комплексе с ЭВМ являются эффективным средством автоматизации физического эксперимента. ЭВМ позволяет осуществлять необходимую обработку данных и представлять результаты в удобном для пользователя виде.

## С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Аксеенко М.Д., Бараночников М.Л. Приемники оптического излучения: Справочник. М.: Радио и связь, 1987. 296 с.

Физико-технический  
институт им. А.Ф. Иоффе  
АН СССР,  
С.-Петербург

Поступило в Редакцию  
6 августа 1991 г.