

06.3

© 1990

ИССЛЕДОВАНИЕ КОГЕРЕНТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ С ЭЛЕКТРОННЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ В ПОПЕРЕЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ

М.М. З в е р е в, А.В. К у т к о в о й,
С.А. М а м а е в, В.Ф. П е в ц о в,
М.Д. Т а р а с о в

Импульсные полупроводниковые лазеры с накачкой электронным пучком, обладая мощностью генерации в несколько МВт при длительности импульса излучения в наносекундном диапазоне [1], могут использоваться для интерферометрических исследований быстропротекающих процессов. Однако до настоящего времени исследований когерентных свойств полупроводниковых лазеров с электронным возбуждением не проводилось. Первой попыткой заполнения этого пробела является данная работа.

В экспериментах исследуются и используются полупроводниковые лазеры с электронным возбуждением в поперечной геометрии на основе монокристаллов ZnO , $ZnSe$, CdS , $CdSSe$ (32.4 вес. % $CdSe$). Все эксперименты проводились при комнатной температуре активного элемента.

Для накачки лазеров использовался электронный пучок, входящий в воздух через бериллиевую фольгу. Энергия электронов 250 кэВ, длительность импульса ≈ 1 нс, плотность тока до 3 кА/см^2 (0.75 Дж/см^2). Мощность излучения одноэлементного лазера 1–10 кВт. Длина когерентности определялась из зависимости видности интерференционной картины от разности хода интерферирующих лучей в интерферометре Жамена. Интерференционная картина регистрировалась на фотопленке РФ-3. Для изменения разности хода интерферирующих лучей в плечи интерферометра вставлялись стеклянные пластины с толщинами от 100 до 500 мкм. В качестве длины когерентности принималось значение разности хода, при котором видность составляла 0.05. Исследовалось излучение лазеров на основе ZnO , $ZnSe$, CdS , $CdSSe$ с различными значениями длины резонатора, ширины области генерации и уровня накачки.

На рис. 1, а изображены типичные зависимости видности интерференционной картины от разности хода лучей для лазеров на основе монокристаллов ZnO , $ZnSe$, CdS , $CdSSe$. На рис. 1, б представлена зависимость длины когерентности от накачки для лазера на $ZnSe$. Спектры генерации исследуемых лазеров регистрировались с помощью спектрографа PGS-2. На рис. 1, в представлен спектр излучения лазера на основе ZnO . При использовании приближения формы спектральной линии гауссовым контуром,

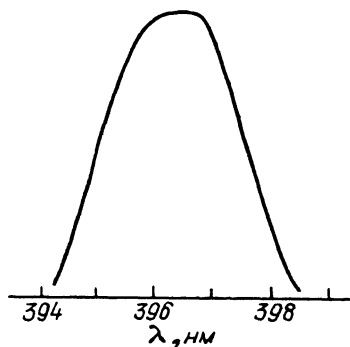
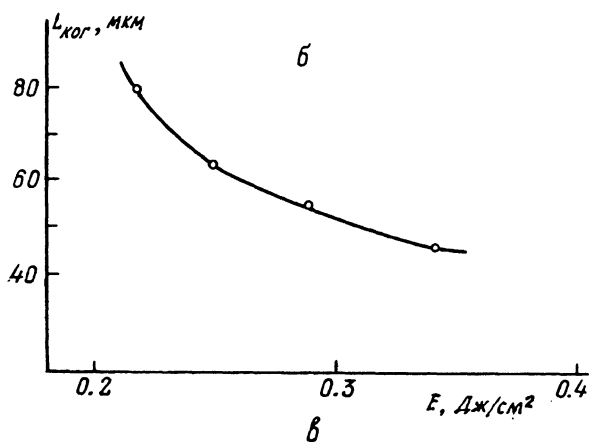
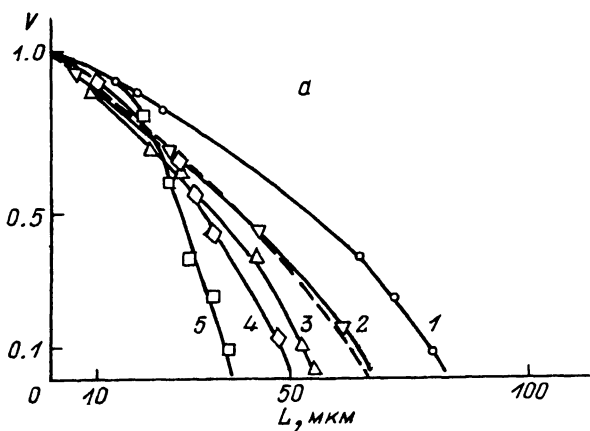


Рис. 1. а - зависимость видности интерференционной картины от разности хода лучей: 1 - лазер на селениде цинка, 1 элемент; 2 - лазер на селениде цинка, 2 элемента; штриховая линия - 3 элемента; 3 - лазер на оксиде цинка; 4 - лазер на сульфиде

соотношение между длиной когерентности, определенной выше и полушириной спектральной линии будет следующим:

$$L_{\text{ког}} = 0.93 \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}. \quad (1)$$

В таблице представлены результаты измерений длины когерентности, а также значения, вычисленные по формуле (1) при использовании измеренных спектральных характеристик.

Из рассмотрения данных, представленных в таблице и на рис. 1 можно сделать следующие выводы:

- 1). Длина когерентности излучения лазеров из всех использованных материалов при различных накачках и параметрах резонаторов лежит в пределах от 40 до 80 мкм;
- 2). С ростом накачки длина когерентности уменьшается;
- 3). Длина когерентности, определенная из спектральных измерений, как правило, несколько выше, чем измеренная непосредственно; различие не превосходит 50% и может быть связано как с недостаточно точным приближением спектральной линии гауссовым контуром, так и с влиянием не полной пространственной когерентности излучения в пределах области генерации.

Заметим, что значения длины когерентности и ее изменение с накачкой близки к аналогичным данным для многомодовых импульсных инжекционных лазеров на арсениде галлия [2].

При использовании многоэлементной конструкции активного элемента нами получены импульсные мощности излучения лазеров на основе CdS и GaAs 3–4 МВт (энергия 3–4 мДж, поперечная геометрия, ~ 500 элементов). Была измерена длина когерентности лазеров с разным числом элементов. При переходе от одного к двум оптически не связанным элементам длина когерентности уменьшается, что связано с отсутствием пространственной когерентности их излучения (рис. 1, а). При дальнейшем увеличении числа элементов (пунктиром представлена зависимость для трех элементов) длина когерентности практически не меняется.

Излучение полупроводниковых лазеров с электронным возбуждением может быть использовано для регистрации быстропротекающих процессов [3]. На рис. 2 представлена полученная нами в трехзеркальном интерферометре обратно-кругового хода при подсветке излучением описанного выше лазера на основе ZnSe фотография разряда в воздухе.

Рис. 1 (продолжение).

кадмия; 5 – лазер на сульфоселениде кадмия (кривые 1, 2 отнормированы); 6 – зависимость длины когерентности лазера на селениде цинка (длина резонатора 6.2 мм, ширина резонатора 0.25 мм) от накачки; в – спектр излучения лазера на основе оксида цинка.

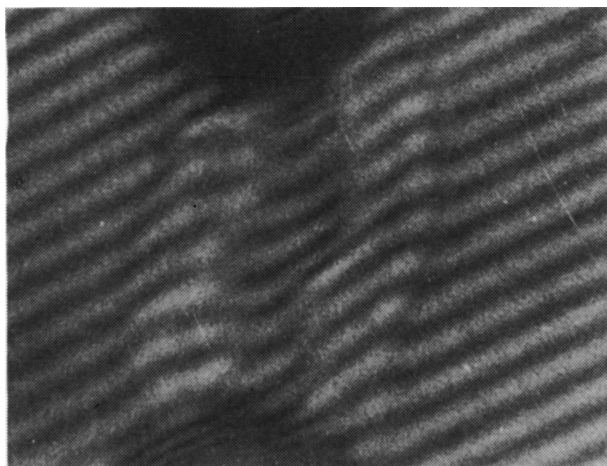


Рис. 2. Интерферограмма пучка в воздухе.

Полупроводник	ZnO	ZnSe ^a	ZnSe ^б	CdS	CdSSe
Длина резонатора (мм)	2.9	0.9	0.9	4	2.5
Ширина резонатора (мм)	0.4	0.2	0.2	0.5	0.55
Накачка (Дж/см ²)	0.46	0.29	0.29	0.4	0.27
L _{ког, эксп} (мкм)	54	80	66	51	40
L _{ког, спектр} (мкм)	60	92	-	53	75

Примечание. а - одноэлементный лазер, б - двухэлементный лазер.

Таким образом, в работе измерены значения длины когерентности излучения полупроводниковых лазеров с поперечной накачкой электронным пучком и продемонстрирована возможность использования таких лазеров для скоростных интерферометрических измерений.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Богданкевич О.В., Зверев М.М., Копыт С.П. и др. // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. № 2. С. 605-607.
- [2] Быковский Ю.А., Евтихеев Н.Н., Елхов В.А. и др. // Квантовая электроника. 1974. Т. 1. № 1. С. 217-219.

Всесоюзный научно-исследовательский
центр по изучению свойств
поверхности и вакуума, Москва

Поступило в Редакцию
29 сентября 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 24

26 декабря 1990 г.

06.3

© 1990

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНО-ОПТИЧЕСКИХ ПОЛЯРИЗАТОРОВ И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВОЛНОВОДНЫХ МОД

А.А. Воеводин, В.П. Гладкий,
И.А. Прохорова, Н.А. Яковенко

В интегрально-оптических устройствах обработки информации и волоконно-оптических линиях связи широко применяются поляризаторы оптического излучения, к которым предъявляются высокие требования по основным характеристикам, таким как оптические потери, коэффициент экстинкции, масса-габариты, а также технологичность в изготовлении.

В работе [1] приводятся результаты исследований интегрально-оптических поляризаторов на основе заглубленных оптических волноводов, сформированных в стеклянных подложках с применением тонких металлических пленок, расположенных на поверхности подложки. При возбуждении в оптическом волноводе оптических мод ТЕ и ТМ-типов коэффициент экстинкции для данных мод различен, что определяет затухание оптической моды ТМ-типа и позволяет пропускать волноводную моду ТЕ-типа.

Такие интегрально-оптические поляризаторы осуществляют единственную функциональную операцию – пропускание оптической волноводной моды только ТЕ-поляризации, кроме того уменьшение линейных размеров с сохранением заданных параметров поляризатора невозможно, т.к. экстинкция волноводной моды ТМ-типа линейно зависит от длины перекрытия металлического слоя и оптического волновода.

В настоящем сообщении приведены результаты исследований интегрально-оптических поляризаторов и преобразователей мод нового типа на основе канальных диффузионных волноводов в пассивных подложках, на поверхность которых нанесена оптически прозрачная пленка определенной топологии с показателем преломления больше, чем показатель преломления оптического диффузионного волновода.