

пиков. При этом существует оптимальное значение тока, соответствующее наилучшему подавлению паразитных пиков ($I = 0,6 \text{ A}$).

Полученные в работе результаты указывают на возможность реализации одномодового режима распространения ОМСВ в ферритовых волноводах с малым параметром W/d при использовании антенн Т-конфигурации. При этом существует возможность эффективного подавления ПМСВ либо за счет переориентации внешнего касательного магнитного поля, либо за счет формирования поперечной неоднородности внутреннего магнитного поля.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Новиков Г.М., Петрунькин Е.З. // Радиотехника и электроника. 1984. Т. 29. № 6. С. 1691-1695.
- [2] O'Keefe T.W., Patterson R.W. // J. Appl. Phys. 1978. V. 49. N. 9. P. 4886-4895.

Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина)

Поступило в Редакцию
17 февраля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 9

12 мая 1989 г.

07; 09; 12

ИСТОЧНИК ПИКОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СОЛИТОННОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В.Ю. Петрунькин, В.М. Сысоев,
А.С. Щербakov, Д.З. Гарбузов,
Ю.В. Ильин, А.В. Овчинников,
И.С. Тарасов

Источники излучения, способные генерировать последовательность пикосекундных оптических импульсов, представляют повышенный интерес для высокоскоростных волоконно-оптических систем передачи информации (ВОСПИ). Наиболее перспективным для ВОСПИ является получение непрерывной последовательности сверхкоротких импульсов в лазерах, работающих в диапазоне длин волн $1,3 \dots 1,6 \text{ мкм}$, где кварцевое волокно обладает предельно малыми потерями, имеется точка нулевой дисперсии, а также возможна реализация солитонного режима передачи информации. Как показывают предварительные оценки, солитонный режим работы ВОСПИ способен обеспечить скорость передачи информации в 10-100 раз большую, чем в линейных линиях, и достигать 1 Тбит/с [1].

Использование в ВОСПИ оптических солитонов является сложной технической задачей, т.е. солитоноподобные импульсы могут су-

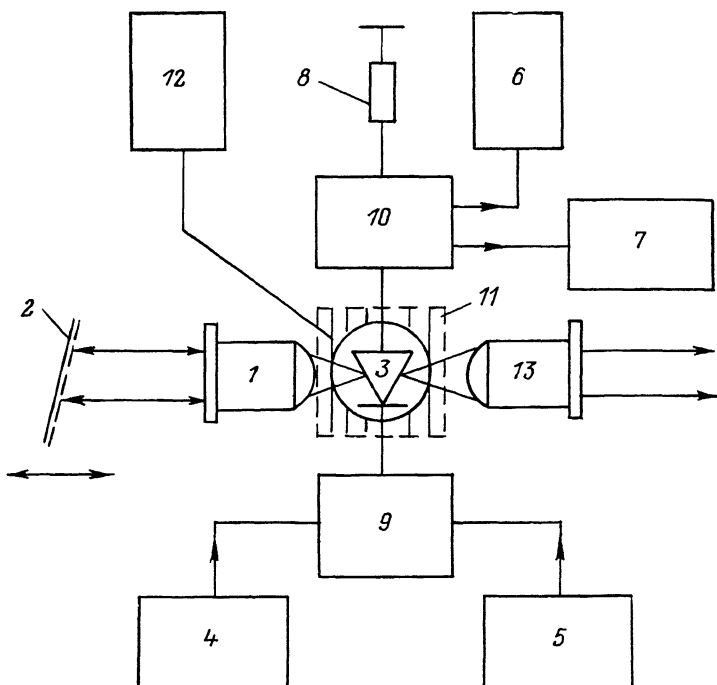


Рис. 1. Функциональная схема источника непрерывной последовательности пикосекундных оптических импульсов.

существовать лишь при определенном сочетании характеристик оптического излучения и параметров волоконного световода [2, 3], что накладывает ряд ограничений как на ВОСПИ в целом, так и на ее отдельные элементы. Для эффективного формирования солитонов параметры источника должны удовлетворять следующим требованиям: длительность оптических импульсов 2 ... 20 пс, мощность в импульсе более 100 мВт, длина волны излучения $\lambda = 1.3 \dots 1.6$ мкм. Таким требованиям способен удовлетворять источник излучения на основе полупроводникового лазера, работающего в режиме синхронизации мод. Отечественные разработки источников непрерывной последовательности пикосекундных оптических импульсов на основе полупроводниковых лазеров не удовлетворяли перечисленным требованиям, т.к. либо рабочая длина волны не соответствовала области существования солитонного режима в волоконном световоде [4~6], либо не удавалось достаточно точно определить временные характеристики сверхкоротких импульсов [7], полученных в требуемом спектральном диапазоне.

В данном сообщении рассматривается вопрос о создании источника последовательности пикосекундных оптических импульсов для солитонной ВОСПИ на длине волны $\lambda = 1.32$ мкм. Источник последовательности пикосекундных импульсов создан на основе полупровод-

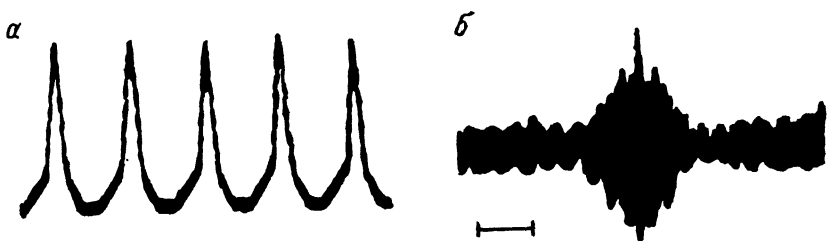


Рис. 2. Последовательность пикосекундных импульсов от полупроводникового лазера с внешним резонатором в режиме активной синхронизации мод (а). Автокорреляционная функция пикосекундных импульсов (б).

никового $InGaAsP / InP$ гетеролазера, изготовленного из двойных гетероструктур раздельного ограничения с супертонкой активной областью [8], являющегося источником мощного одномодового излучения и имеющего ширину линии усиления $\Delta\nu \approx 10^{12}$ Гц. Активная синхронизация продольных мод лазера с внешним резонатором осуществляется посредством периодической модуляции потерь резонатора, введением в ток инжекции переменной составляющей с частотой, равной спектральному расстоянию между продольными модами лазера. Функциональная схема источника приведена на рис. 1. Источник состоит из лазера, оптически согласованного с внешним резонатором, электрически согласованных систем питания лазера и контроля его электрических параметров и устройства термостабилизации. Во внешний резонатор входят: микрообъектив 1 с числовой апертурой 0,90 и плоская отражательная дифракционная решетка 2, имеющая 300 штрихов на 1 мм, съюстированная таким образом, что первый порядок дифракции фокусируется в активную область лазера 3 через один из непросветленных торцов. В цепь питания диода наряду с постоянным током накачки от источника 4 подается переменный высокочастотный сигнал от СВЧ-генератора 5. Для контроля электрических параметров источника используется высокочастотный стробоскопический 6 и низкочастотный 7 осциллографы, сигналы на которые поступают с измерительного сопротивления 8 величиной $R = 1$ Ом. Элементы согласования 9, 10 осуществляют связь лазера с системами питания и контроля. Для температурной стабилизации лазера используется элемент Пельтье 11 с блоком управления 12. Оптически согласованный с лазером микрообъектив 13 служит для вывода оптического излучения. Настройка лазера в режим синхронизации мод проводилась с помощью контроля радиочастотного спектра межмодовых биений. На рис. 2, а представлены типичные осциллограммы непрерывной по-

следовательности пикосекундных оптических импульсов, снятые с экрана стробоскопического осциллографа, регистрация которых проводилась с временным разрешением 300 пс на частотах повторения в диапазоне 0,5 ... 1,1 ГГц.

Для измерения длительности пикосекундных оптических импульсов по автокорреляционной методике часть излучения отводилась на измерительную систему, содержащую сканирующий интерферометр Майкельсона. Автокорреляционная система, собранная по схеме, предложенной в [9], может работать как в интерференционном режиме, так и в режиме генерации второй гармоники в нелинейном кристалле. Огибающая сигнала автокорреляционной функции подавалась на вход запоминающего осциллографа, развертка которого пропорциональна разности хода лучей в интерферометре. На рис. 2, б приведена автокорреляционная функция сверхкоротких импульсов, длительность которых в предположении гауссовой формы огибающей импульса составляет 16 пс с пиковой мощностью, превышающей 0,6 Вт. Структура в виде острых пиков на приведенной интерферограмме с расстоянием $T = 17,6$ пс есть результат одновременно возбуждения собственных мод полупроводникового лазера, что соответствует времени двойного прохода фотонов в резонаторе Фабри-Перо диода длиной $l = 760$ мкм. Ширина этих пиков около 0,6 пс соответствует спектральной ширине огибающей мод лазерного излучения $\Delta\lambda = 100 \text{ \AA}$.

Полученная длительность импульсов на выходе источника определяется, по-видимому, той максимальной шириной спектра, которую удается синхронизовать одновременно, т.к. спектральная селективность используемого резонатора определяется комбинированной селективностью собственного резонатора лазера, грани которого не просветлены, и селективностью внешнего резонатора. Чтобы получить импульсы меньшей длительности, необходимо либо просветлить грани диода с целью устранения влияния лазерного кристалла как резонатора, либо синхронизовать моды самого лазерного диода.

Созданный источник импульсов длительностью 10 ... 20 пс имеет длину волны излучения $\lambda = 1,32$ мкм, мощность в импульсе более 0,5 Вт и частоту повторения импульсов ~ 1 ГГц.

Использование такого источника представляется возможным в высокоскоростных солитонных ВОСПИ. Построение источников непрерывной последовательности оптических импульсов длительностью в единицы пикосекунд, следующих с частотой повторения 10 ... 20 ГГц в диапазоне длин волн 1,3 ... 1,6 мкм, позволяющих в полной мере использовать достоинства солитонных волоконно-оптических систем, может быть основано на создании лазерных гетероструктур большей длины и решении сложной задачи синхронизации мод в таких структурах.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Хасэгава А., Ко да ма Ю. // ТИИЭР. 1981. Т. 69. № 9. С. 57-63.

- [2] Петрунькин В.Ю., Селищев А.В., Шербаков А.С. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1988. Т.52. № 2. С. 364-368.
- [3] I w a t s u k i K., T a k a d a A., S a g u w a t a r i M. // Electron. Lett. 1988. V. 24. N 25. P. 1572-1574.
- [4] Богатов А.П., Васильев П.П., Морозов В.Н., Сергеев А.Б. // Квантовая электроника, 1983. Т. 10. С. 1957-1958.
- [5] Васильев П.П., Голдобин И.С. // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. № 7. С. 1317-1318.
- [6] Алферов Ж.И., Журавлев А.Б., Портной Е.Л., Стельмах Н.М. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 18. С. 1093-1098.
- [7] Кижаяев К.Ю., Кусенков Д.В., Кучинский В.И., Портной Е.Л., Смирницкий В.Б. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. В.10. С. 601-604.
- [8] Алферов Ж.И., Гарбузов Д.З., Давидюк Н.Ю., Ильинская А.Б., Нивин А.Б., Овчинников А.В., Тарасов И.С. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. В. 22. С. 1345-1349.
- [9] Бессонов Ю.Л., Богатов А.П., Васильев П.П., Морозов В.Н. // Квантовая электроника. 1982. Т. 9. № 11. С. 2323-2326.

Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина

Поступило в Редакцию
9 марта 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 9

12 мая 1989 г.

05.4

НАБЛЮДЕНИЕ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЕВРОПИЯ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ
ОКСИДНОЙ КЕРАМИКЕ СИСТЕМЫ *Eu-Va-Cu-O*
МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО ГАММА-РЕЗОНАНСА

Б.А. Таллерчик, Н.К. Черезов,
А.О. Олеск, Р.В. Парфеньев,
С.А. Саттаров, А.В. Перфилов,
Ю.В. Бобков

Повышенный интерес к особенностям химического строения оксидных керамик, проявляющих сверхпроводящие свойства при температурах выше 78 К, побуждает к расширению использования возможных физических методов исследования указанных керамик. В работе приводятся предварительные результаты измерений эффекта