

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА В СИСТЕМЕ ДВУХ ИНЖЕКЦИОННЫХ ЛАЗЕРОВ, ОПТИЧЕСКИ СВЯЗАННЫХ ВОЛОКОННЫМ СВЕТОВОДОМ

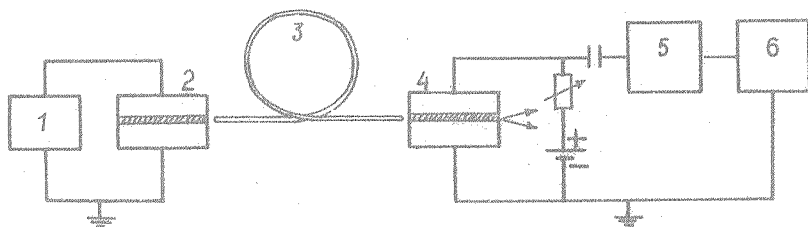
Бу Ван Лык, П. Г. Елисеев, М. А. Манько, Г. Т. Микаэлян

УДК 621.375.8.038.825.4

Изучена возможность использования эффекта насыщения в инжекционных лазерах для системы двухсторонней связи по волоконному световоду с полосковыми гетеролазерами на основе AlGaAs в качестве оконечных устройств.

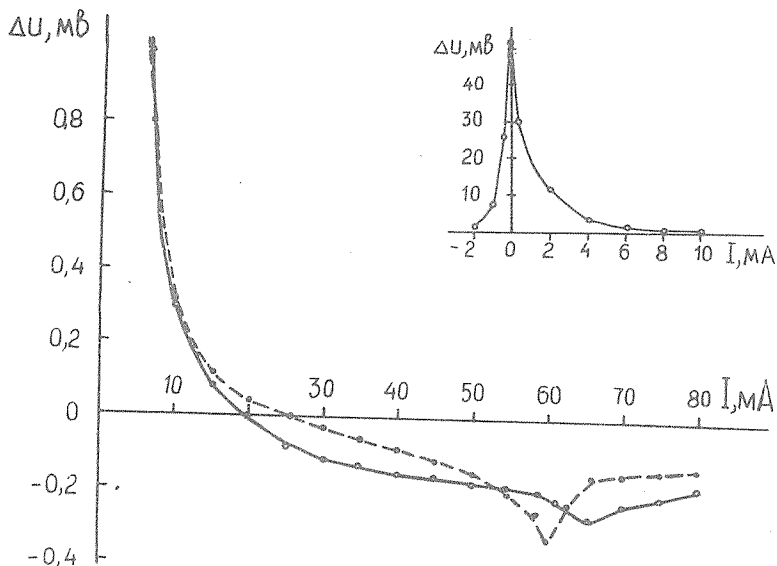
Идентичные инжекционные лазеры (т.е. имеющие близкие длины волн излучения, в пределах полосы усиления шириной $\sim \text{KT}$) взаимодействуют при наличии между ними оптической связи так, что в связанной системе может быть осуществлена двухсторонняя передача сигналов. Некоторые особенности получения электрического сигнала на лазерном диоде представлены в работе [1]. В настоящей работе изучена система из двух полосковых лазеров на основе AlGaAs с длиной волны около 830 нм, связанных многомодовым градиентным волоконным световодом (длина отрезка 1,5 м, диаметр сердцевинки 50 мкм, числовая апертура 0,2). Торцы световода оплавлялись с помощью искрового разряда для улучшения согласования с лазерами. Диаметр торцевых микролинз составлял 150 мкм, оптимальное расстояние между микролинзой и зеркалом диода было около 80 мкм. Эффективность ввода излучения в световод составляла $\sim 0,5$. Пятно излучения, выходящего из волокна на торцевом зеркале диода, имело диаметр ~ 30 мкм. На рис. 1 показана схема опыта при односторонней передаче. Для регистрации сигнала измерялась переменная компонента напряжения ΔU на принимающем (правом) лазерном диоде при различных значениях постоянного смещения. На передающий лазер подавались сигнальные импульсы прямого смещения длительностью 3 нс амплитудой

тудой несколько выше порога, составлявшего 60 мА (при комнатной температуре). Оптический сигнал, подававший в узкоспальный слой принимающего лазера, составлял 0,5% от мощности излучения передающего лазера. Малость этой величины обусловлена малой эффективностью ввода излучения в лазер из многомодового волоконного световода.



Р и с. 1. Схема экспериментальной установки: 1 - источник сигнальных импульсов, 2 - передающий лазер, 3 - волоконный световод, 4 - принимающий лазерный диод, 5 - электронный усилитель, 6 - осциллограф для наблюдения сигналов.

Зависимость ΔU от постоянного тока в принимающем диоде показана на рис. 2 (штриховая кривая соответствует противоположному направлению передачи, когда лазерные диоды меняются ролями). На оси тока смещения имеются две области чувствительности: фотодиодная область при отрицательном смещении и до прямого тока, равного 20–25 мА, и усилительная, при прямом токе до порога генерации и несколько выше его. В фотодиодной области сигнал обусловлен поглощением и разделением электронов и дырок полем р-и перехода. В усилительной области сигнал обусловлен усилением света и уменьшением инверсного заполнения за счет ускорения вынужденных переходов. Поэтому электрический сигнал имеет противоположный знак. В первой области ΔU имеет большую амплитуду причем диод имеет большое внутреннее сопротивление; во второй области, напротив, уменьшена амплитуда ΔU и дифференциальное сопротивление диода. Это создает определенные трудности при электронном усилении сигнала. Пик отрицательного сигнала около порога генерации обусловлен регенеративным усилением



Р и с. 2. Зависимость электрического сигнала ΔU от постоянного тока в принимающем диоде (сплошная кривая); штриховая кривая соответствует противоположному направлению передачи, когда лазерные диоды меняются ролями. Вставка в верхней части рисунка — электрический сигнал в области малых токов

в диоде. Заметим, что в области усиления оптический сигнал не теряется, а усиливается и может быть использован для дальнейшей передачи.

Если пятно излучения из световода сканировать по ширине лазерного диода, то оказывается, что оптимальное положение в фотодиодной и усилительной областях несколько различаются. Для получения отрицательного сигнала необходима строгая юстировка на активную плоскую область, тогда как максимум фотодиодного сигнала наблюдается обычно на периферии диода, где усилительный сигнал вообще отсутствует.

Отрицательный сигнал наблюдается и в области выше порога генерации, иначе говоря, передача сигнала с электрической регистрацией оказывается возможной и в том случае, когда оба диода

находятся в режиме генерации. Таким образом, имеется несколько вариантов оптического взаимодействия лазерных диодов, обеспечивающих передачу сигналов, причем такая передача может осуществляться попеременно в обоих направлениях по одному световоду путем изменения режима лазерных диодов. Передающий лазер может также работать в режиме приемника в паузах между сигнальными импульсами накачки. При режиме накачки импульсами с возвратом к нулю (т.е., без постоянной составляющей накачки) в паузе реализуется фотодиодный режим. Более широкая полоса частот передачи достигается при устранении задержек в передатчике лазере за счет добавления постоянной составляющей тона накачки на уровне порогового тока. В этом случае ток в паузе не возвращается к нулю, и возможен усилительный режим приема сигналов. Наконец, возможен режим двусторонней передачи, когда оба лазера находятся в состоянии связанной генерации, режим которой зависит от токов в обоих лазерных диодах.

Проведенные опыты показали возможность двусторонней связи по волоконному световоду, при которой используются принципиально одинаковые оконечные устройства. Изменение направления передачи производится путем переключения режима лазерных диодов и может происходить в паузах между передачей сигнала. Одним из важных требований для осуществления таких режимов является поддержание идентичности обоих диодов, например, стабилизация одинаковой температуры и т.п. Для улучшения коэффициента связи целесообразно использовать одномодовые световоды.

В заключение авторы выражают благодарность О. Г. Охотникову и С. Н. Соколову за помощь в проведении экспериментов.

Поступила в редакцию
13 мая 1982 г.

Л и т е р а т у р а

1. Ву Ван Лин, П. Г. Едусев, М. А. Манько, Г. Т. Микаелян, Квантовая электроника, 9, 1851 (1982).