

вать температурные и вибрац. внеш. воздействия. Они, в частности, вызывают нарушение оптим. режима работы и наиб. существенны для интерферометрич. О. п. з. Температурный коэф. изменения фазы света в кварцевом световоде составляет ~ 100 рад/м·град и превышает соответствующий коэф. поляризац. приёмников на 2—3 порядка.

Для уменьшения влияния флуктуаций параметров световода из-за внеш. воздействий применяют металлизиров. покрытия световодов, эл.-механич. и эл.-оптич. системы, изменяющие длину опорного плеча, системы оптич. обработки сигнала на основе методов динамич. голографии в фоторефрактивных средах.

Лит.: Лямшев Л. М., Смирнов Ю. Ю., Волоконно-оптические приемники звука. Обзор. «Акуст. ж.», 1983, т. 29, № 3, с. 289; Балаев В. И., Мишин Е. В., Пятахин В. И., Волоконно-оптические датчики параметров физических полей, «Квантовая электроника», 1984, т. 11, № 1, с. 10; Cui shaw B., Optical fibre sensing and signal processing, L., 1984.

Ю. Ю. Смирнов.

ОПТОЭЛЕКТРОНИКА — область физики и техники, использующая эффекты взаимного преобразования электрич. и оптич. сигналов. Хотя эффекты преобразования световой энергии в электрическую (детектирование света с помощью фотоприёмников) и обратное преобразование (электролюминесцентные источники) были известны давно, термин «О.» возник лишь после того, как эти преобразования стали использоваться в вычислит. технике, и прежде всего для взаимных превращений световых и электрич. сигналов при отображении, хранении, передаче и обработке информации. Термин «О.» вошёл в употребление в 1960-х гг., когда появились приборы — *оптроны*, в к-рых для обеспечения надёжных гальванич. развязок между электронными цепями используется пара «источник света (светодиод) — приёмник этого излучения».

Применение оптич. сигналов в принципе позволяет увеличить скорость передачи и обработки информации благодаря более высокой несущей частоте и возможности параллельного функционирования мн. каналов. Однако в наиб. степени пока используются такие свойства оптич. сигналов, как высокая помехозащищённость, обеспечение надёжных гальванических развязок между электронными цепями, слабое затухание в волоконных световодах и возможность острой фокусировки.

Поскольку оптоэлектронные приборы предназначены прежде всего для вычислит. техники и информац. систем, они должны обладать компактностью, малым потреблением энергии и высоким КПД.

Осн. элементами О. являются источники излучения (когерентные и некогерентные), фотоприёмники, модуляторы, дефлекторы, волоконные световоды и согласующие элементы, мультиплексоры и демультиплексоры, а также пространственно-временные модуляторы света (управляемые транспаранты), используемые для двумерного динамич. отображения и обработки информации.

Источники излучения. К некогерентным источникам излучения относят источники спонтанного излучения. Это — *светодиоды* (СД), из к-рых наиб. распространёнными являются СД на основе гетероструктур системы AlGaAs. Рекордный КПД этих СД превышает 20% (однако при ВЧ электрич. модуляции он уменьшается), их быстродействие достигает 0,1 нс. В отличие от когерентных источников СД обладают большой угл. апертурой и спектральной шириной излучения. Изготавливаются матрицы СД.

Когерентными источниками излучения в О. служат гл. обр. *инжекционные лазеры*. Применяются гетероструктуры, из к-рых также наиб. распространёнными являются системы AlGaAs. Вследствие лазерного эффекта ширина линии $\Delta\lambda \sim 0,1$ нм, расходимость луча не более 30° , КПД до 50%. Длина волны меняется в зависимости от состава твёрдого раствора активной области. Наиб. освоен (на 1990) диапазон длин волн от

0,78 мкм до 1,55 мкм, хотя существуют более длинноволновые и коротковолновые лазеры. Частота модуляции излучения инжекц. лазеров достигает 20 Гц. В монолитном (интегральном) виде изготавливаются строчки (до 100 элементов на см^{-2}) и матрицы инжекц. лазеров.

Приёмники излучения. В качестве них используют фотодиоды (ФД), гл. обр. *pin-диоды* и фотодиоды Шоттки. В *pin-диодах* быстродействие ≤ 1 нс, квантовая эффективность до 90%, усиление фототока практически отсутствует, материалы: GaAs ($\lambda \leq 0,8$ мкм), InGaAs ($\lambda = 1,3—1,55$ мкм). В фотодиодах Шоттки быстродействие также ≤ 1 нс; квантовая эффективность до 40%, материалы: n — GaAs, GaAs — AlGaAs, InGaAs ($\lambda = 0,82—1,6$ мкм).

Там, где требуется высокая чувствительность, применяются фототранзисторы и лавинные ФД. Они обладают внутр. усилением до 100 и более; материалы: Ge, InGaAs, InGaPAs, GaAs, Si. В качестве фотоприёмников используются также планарные фотосопротивления с малым зазором между омическими контактами и экстрагирующими электродами, быстродействие 80—200 пс, материалы: InGaAs ($\lambda = 1,3—1,5$ мкм), p — GaAs ($\lambda \leq 0,85$ мкм) и др.

Особое значение для О. приобретают строчки и матрицы фотоприёмников, использующие эффект зарядовой связи в полупроводниках (см. *Прибор с зарядовой связью*). Эти приёмники позволяют принимать, хранить нек-рое время и последовательно передавать при считывании оптич. сигналы. Такие фотоприёмники широко применяются для регистрации изображений и их последоват. передачи по каналам связи. По чувствительности они не уступают обычным фотоприёмникам. Осн. материал — Si.

Модуляторы. Как правило, в СД и инжекц. лазерах осуществляется внутр. модуляция путём изменения питающего тока. Для внеш. модуляции используется в осн. эл.-оптич. эффект в LiNbO₃. Однако полуволновое напряжение в этом кристалле более 1 кВ. Разрабатываются др. материалы — с меньшим полуволновым напряжением и технологически интегрально совместимые с излучателями системы AlGaAs и InGaPAs на тех же растворах.

Увеличение числа каналов связи в волоконных СД достигается также путём передачи информации по одному каналу на разных длинах волн, т. е. от разл. источников с соответствующим разделением на приёмных концах. С этой целью применяются мультиплексоры и демультиплексоры, к-рые обычно изготавливаются в интегральном виде путём соединения или ветвления оптич. волноводов. Селекторами длин волн являются дифракц. решётки, вводящими и выводящими элементами — призмы. Материалом служит, как правило, LiNbO₃ с вводными в него легирующими добавками для создания волноводов; большие надежды связываются с твёрдыми растворами соединений A^{III}B^V и A^{IV}B^{VI}.

Дефлекторы лазерного излучения — необходимые элементы в системах оптич. записи и считывания информации. Они могут быть применены также как модуляторы излучения. Используется либо эл.-оптич. эффект в двулучепреломляющих кристаллах либо дифракция на акустич. волнах. Дефлекторы на основе эл.-оптич. эффекта более быстродействующие, чем эл.-акустические, но обладают меньшей эффективностью.

Пространственно-временные модуляторы света (ПВМС) — матрицы светоклапаных устройств, позволяющие создавать и обрабатывать двумерные изображения. Управление пропусканием ПВМС может осуществляться электрич. или магн. полями (эл.-оптические или магн.-оптически управляемые транспаранты соответственно) или слабыми световыми сигналами (оптические управляемые транспаранты). Наиб. распространение получили ПВМС на жидких кристаллах. Они обладают наим. полуволновым напряжением (~ 1 В), но их быстродействие не превышает десятков мкс. Применение спец. керамик для ПВМС обеспечивает быстро-