

Недорогие компоненты для оптоволоконных соединений компании Agilent Technologies

В настоящее время волоконно-оптические линии связи нашли широкое применение в промышленности и повседневной жизни. Без них немыслимы современная телефония, компьютерные сети, Интернет. Неоспоримые преимущества оптического волокна как средства передачи сигнала определяют постоянно растущее число его применений, что, с другой стороны, усиливается снижением цен на оптоволоконные компоненты. Компания Agilent Technologies традиционно представляет недорогие компоненты, унаследованные от компании Hewlett-Packard, для оптоволоконных соединений со скоростями сигнала от 0 до 160 Мбод и расстояниями до 5 км. Материалы, представленные в данной статье, помогут выбрать компоненты для разработки устройств передачи данных в промышленности, системах автоматизации, медицине, а также в нестандартных системах управления.

Игорь Швечиков

igors@efo.ru

Основные приложения

Применение оптического волокна для передачи данных имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным способом передачи по медным кабелям, в основе которых лежат фундаментальные физические свойства оптических волноводов и света как носителя сигнала. В определенных условиях решение конкретной задачи можно получить только на основе оптоволоконных соединений.

Рассматриваемые соединения строятся на основе трех типов волокон: кварцевого волокна с характерными размерами световода 62,5/125 мкм, волокна HCS (Hard Clad Silica) с диаметром световода 200 мкм и пластикового оптоволоконного кабеля с диаметром световода 1 мм. Первый вид волокна обеспечивает максимальную дальность передачи, но из-за малых характерных размеров требует повышенной точности при оконцевании, что, соответственно, ведет к повышению трудоемкости и затрат. Волокна HCS диаметром 200 мкм менее требовательны к точности, но все же достаточно трудоемки в обработке. Преимуществом пластикового оптического волокна является простота разделки и обработки при оконцевании собственными силами. Другие преимущества оптических волокон связаны со свойствами пластикового оптического волновода как среды распространения сигнала.

Различные задачи предъявляют различные требования к используемым компонентам и материалам, и существует несколько причин использования волоконной оптики.

- Одним из случаев применения оптического волокна является защита данных при передаче в условиях повышенного электромагнитного шума.

Например, на производстве при наличии силовых установок, генерирующих сильные электромагнитные помехи (электродвигателей, электромагнитов и т. п.), соединение управляющего компьютера и программируемого логического контроллера может оказаться затрудненным из-за искажения или потери данных. Особенно это вероятно при прокладке линий передачи на основе коаксиального кабеля или кабеля на витой паре вдоль силовых кабелей в одном кабельном канале. Электромагнитный шум может вызывать периодические ошибки или полную потерю данных. Прокладка в этих условиях оптоволоконного кабеля позволяет полностью исключить влияние нежелательного шума от силовых линий на линии данных и обеспечить передачу без ошибок.

- Другой пример эффективного применения оптического волокна — снижение нежелательного электромагнитного излучения от линии передачи, поскольку оптическое волокно не излучает электромагнитные волны в пространство. Это свойство оптоволоконного кабеля можно использовать, например, когда нужно обеспечить надежную защиту данных от посторонних или обеспечить отсутствие влияния широкополосных линий передачи данных друг на друга и близко расположенные устройства.
- Невосприимчивость к электромагнитному шуму и практически нулевое излучение от оптоволоконной линии связи позволяет избавляться от многих проблем при построении систем со значительным количеством модулей, принимающих и передающих большие потоки информации. Это могут быть коммутационные узлы телефонных станций, информационные табло, панели и экраны, телевизионные студии и т. п.

- Второй вид задачи, где может успешно применяться волоконная оптика, — это изоляция от высоких напряжений. Примером может быть вольтметр для безопасного измерения высоких напряжений или разности высоких потенциалов. Такой вольтметр состоит из двух частей: модуля преобразования измеренного напряжения в цифровой сигнал — аналого-цифрового конвертера АЦК, и модуля управления и отображения информации. Соединение АЦК и модуля управления с помощью оптического волокна, благодаря его высоким изоляционным свойствам, обеспечивает защиту модуля управления от высоких напряжений и безопасную работу для персонала.
- В медицинских приложениях используются невосприимчивость к электромагнитному излучению и изолирующие свойства оптических волокон. Например, оптоволоконное соединение используется при передаче информации от датчиков на теле пациента к электрокардиографу для изоляции прибора и сохранения данных неискаженными во время возможного применения дефибриллятора. Другой пример применения оптоволоконка в медицинской технике — это соединение блока управления и высоковольтной части рентгеновского аппарата. В этом случае такое соединение обеспечивает защиту от высоких напряжений и токов и неизбежно возникающего избыточного электромагнитного излучения, что позволяет безопасно и без сбоев управлять аппаратурой.
- И наконец, оптоволоконные соединения в наши дни все шире применяются в офисной и бытовой технике: компьютеры оснащаются широкополосными оптическими видеовыходами для соединения с видеомониторами высокого разрешения; оптические интерфейсы становятся нормой в современных CD- и DVD-проигрывателях, усилителях, телевизорах, домашних кинотеатрах. Такие соединения делают возможным воспроизведение видео и звуковой информации с высочайшим качеством и полным отсутствием шумов и искажений.

Приемные и передающие модули

Для разных задач и волокон были разработаны три группы приемных и передающих модулей, различающихся по сложности, форме оптического коннектора и, в конечном итоге, по цене. Такой подход обеспечивает рациональный и экономически эффективный выбор компонентов в зависимости от конкретной задачи.

Конструкция «Универсальное соединение» (серия HFBR-0500). Компоненты серии «Универсальное соединение» (Versatile Link) являются самым экономически эффективным семейством волоконно-оптических изделий компании Agilent Technologies. Это семейство состоит из дискретных передатчиков и приемников, основанных на технологии передачи сигналов на длине волны 650 нм устройствами в пластиковых корпусах с замка-

Таблица. Приемные и передающие модули

Скорость	Передатчик	Приемник	Расстояние (при 0–70 °С)			Коннектор
			POF 1 мм	HCS	62,5/125 мкм	
DC-40 кбод	HFBR-1523 HFBR-1533	HFBR-2523 HFBR-2533	110 м			Versatile Link
DC-1 Мбод	HFBR-1522 HFBR-1532	HFBR-2522 HFBR-2532	45 м			Versatile Link
DC-2 Мбод	HFBR-1505C	HFBR-2505C	50 м			SMA
DC-4 Мбод	HFBR-1604	HFBR-2602	40 м			SMA
DC-5 Мбод	HFBR-1521 HFBR-1531	HFBR-2521 HFBR-2531	20 м			Versatile Link
DC-10 Мбод	HFBR-1505A HFBR-1515B HFBR-1528	HFBR-2505A HFBR-2515B HFBR-2528	40 м	200 м		SMA ST Versatile Link
DC-16 Мбод	HFBR-1506AM	HFBR-2506AM	40 м	200 м		SMA
DC-32 Мбод	HFBR-1527 HFBR-1537	HFBR-2526 HFBR-2536	40 м	1000 м		Versatile Link
32 Мбод	HFBR-1527 HFBR-1537	HFBR-2526 HFBR-2536	75 м	400 м		Versatile Link
55 Мбод	HFBR-1527 HFBR-1537	HFBR-2526 HFBR-2536	60 м	240 м		Versatile Link
125 Мбод	HFBR-1527 HFBR-1537	HFBR-2526 HFBR-2536	30 м	100 м		Versatile Link
160 Мбод (N.A.-0.375)	HFBR-1527 HFBR-1537	HFBR-2526 HFBR-2536	50 м	50 м		Versatile Link
DC-5 Мбод	HFBR-14X4	HFBR-24X2			2000 м	ST, SMA, FC
20 Мбод	HFBR-14X4	HFBR-24X6			2700 м	ST, SC, SMA
20 Мбод	HFBR-1312T	HFBR-2316T			5000 м	ST
32 Мбод	HFBR-14X4	HFBR-24X6			2200 м	ST, SC, SMA
32 Мбод	HFBR-1312T	HFBR-2316T			3200 м	ST
55 Мбод	HFBR-14X4	HFBR-24X6			1400 м	ST, SC, SMA
55 Мбод	HFBR-1312T	HFBR-2316T			3200 м	ST
125 Мбод	HFBR-14X4	HFBR-24X6			700 м	ST, SC, SMA
125 Мбод	HFBR-1312T	HFBR-2316T			2800 м	ST
155 Мбод	HFBR-14X4	HFBR-24X6			600 м	ST, SC, SMA
155 Мбод	HFBR-1312T	HFBR-2316T			2700 м	ST
160 Мбод	HFBR-14X4	HFBR-24X6			500 м	ST, SC, SMA
160 Мбод	HFBR-1312T	HFBR-2316T			2000 м	ST

ми для объединения в линейки, и рассчитанными на 2 вида защелкивающихся коннекторов. Компоненты серии «Универсальное соединение» рассчитаны на пластиковое волокно (Plastic Optical Fiber — POF) диаметром 1 мм и 200 мкм кварцевое волокно HCS.

Такие соединения действительно недороги по следующим причинам. Первая — это низкая стоимость оконцевания POF-кабеля и волокна HCS. Вторая состоит в том, что данное соединение основано на самозащелкивающимся коннекторе, не требующем дорогого обжимного инструмента, и специально разработанного для упрощения производства и обслуживания.

Устройства семейства «Универсальное соединение» рассчитаны на передачу сигнала со скоростями от 0 до 160 Мбод и на максимальное расстояние до 110 м при использовании пластикового волокна (при скорости 40 Мбод). При скорости 160 Мбод на пластиковом волокне обеспечивается дальность передачи 50 м.

Конструкция SMA/ST (серия HFBR-0505). Приемники и передатчики данной серии рассчитаны на применение вместе с HCS-волоконном 200 мкм в диаметре и коннекторами типа SMA и ST. Относительно большой диаметр волокна обуславливает довольно низкую стоимость оконцевания. Передатчики и приемники этого семейства размещены в неболь-

ших корпусах с выводами в линейке 1×4 и с симплексным оптическим портом SMA или ST. Корпуса сделаны из прочного термостойкого, замедляющего горение и химически стойкого пластика. Такой корпус разработан для автоматизированной сборки и пайки волновым методом, что прекрасно подходит для больших объемов производства.

Оптоволоконно HCS 200 мкм в диаметре позволяет передавать сигналы на значительно большие расстояния по сравнению с пластиковым оптическим волокном. Устройства этой серии обеспечивают максимальные расстояния передачи сигнала до 400 м и скорости до 10 Мбод (при расстоянии до 200 м).

Конструкция Miniature Link (серия HFBR-0300/0400/0600). Семейство формата Miniature Link представлено компонентами, работающими на длинах волн 650, 820 и 1300 нм. Это семейство состоит из отдельных приемников и передатчиков со стандартными оптическими портами ST, SMA, SC, FC. Компоненты этого семейства рассчитаны на скорости передачи до 160 Мбод и на работу с многомодовыми кварцевыми волокнами 62,5/125 мкм и 50/125 мкм. Использование таких волокон в сочетании с длиной волны передатчика в диапазоне 1300 нм позволяет достичь расстояний до 5000 м (при скорости 20 Мбод).

Данные по условиям применения конкретных видов модулей приведены в таблице.

**Пластиковое оптоволокно
и «Универсальное соединение»**

Наряду с передающими и приемными модулями важным компонентом рассматриваемых соединений является оптическое волокно. Из предыдущего раздела видно, что максимальное расстояние передачи сигнала непосредственно связано с типом применяемого оптического волокна. Применение кварцевого многомодового волокна 62,5/125 мкм обеспечивает достижение больших расстояний и максимальных скоростей передачи. Этот тип волокна широко известен на российском рынке и применяется в основном в локальных компьютерных сетях. Технология оконцевания этого типа волокна требует определенных навыков, довольно дорогостоящих инструментов и затрат времени, что определяет относительно высокую стоимость оптических шнуров для соединений небольших длин, а для больших расстояний определяющим является сама длина соединения. Этого недостатка лишены соединения на основе пластикового волокна, которое может быть использовано лишь на небольших расстояниях из-за большого затухания светового сигнала даже в максимуме прозрачности. Простота технологии оконцевания связана со свойствами самого материала волокна, легкого в обработке, с большим диаметром волокна, не требующего большой точности при изготовлении оптического шнура, также с эффективной конструкцией коннектора, предлагаемого Agilent Technologies для компонентов серии «Универсальное соединение».

Световод пластикового оптического волокна, предлагаемого для использования в рассматриваемых соединениях, как уже упоминалось, имеет диаметр 1 мм и изготавливается из специального полимера. Для защиты световод покрывается полиэтиленовой оболочкой, и суммарный диаметр такого кабеля составляет 2,2 мм. Для дуплексных соединений изготавливается двойной легко разделяемый кабель с тонкой перемычкой из материала оболочки. Конструкция световода представляет собой ядро диаметром 980 мкм и внешний слой толщиной 10 мкм. Показатель преломления ядра и оптической оболочки составляют 1,492 и 1,417 соответственно. Большой диаметр световода и числовая апертура волокна подобраны в хорошем соответствии с большим эффективным диаметром и апертурой оптических портов передатчиков, что позволяет запускать в волокно довольно мощные сигналы до 0 дБм.

Как уже упоминалось, полимерный материал волокна определяет довольно большие потери при распространении света. Минимум потерь наблюдается на длине волны 650 нм и составляет около 200 дБ/км. Компания Agilent Technologies предлагает два вида кабелей: стандартный с типичным затуханием 0,19 дБ/м (артикул HFBR-

Rxxуу) и кабель с малыми потерями — его типичное затухание 0,16 дБ/м. Для использования данного световодного кабеля в условиях высоковольтной аппаратуры немаловажной характеристикой является электрическая стойкость: ток утечки составляет 12 нА на длине 30 см при приложении напряжения в 50 кВ. Для полного представления о свойствах оптических кабелей с полимерным волокном необходимо представить также их механические свойства. Следует отметить широкий рабочий температурный диапазон от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$, а также диапазон температур, разрешенный для инсталляции, — от -20°C до $+70^{\circ}\text{C}$. Минимальный радиус изгиба составляет 35 мм, а на короткое время допускается изгиб радиусом до 25 мм. Допускается до 1000 циклов изгиба минимального радиуса. Вес одноволоконного кабеля составляет 5,3 гр/м, что по сравнению с «медными» кабелями является еще одним неоспоримым преимуществом оптического кабеля.

Конструкция коннектора HFBR-4531 позволяет закрепить его на волокне нажатием на фиксатор и не требует дорогого обжимного инструмента. Также важно, что предлагаемая технология является бесклеевой. Специальный клей может применяться для упрочнения соединения коннектора с кабелем, если необходимо. Процедура изготовления соединительного шнура состоит из четырех стадий. Сначала отрезается кабель нужной длины и освобождается от полиэтиленовой оболочки. Затем очищенное от оболочки волокно вставляется в наконечник коннектора, а кабель закрепляется фиксатором. На следующей стадии излишек волокна обрезается и сошлифовывается грубой шкуркой с использованием оправы из набора HFBR-4593. На последней стадии производится окончательная полировка с помощью полировальной пленки с зерном 3 мкм из того же набора. Это позволяет улучшить качество оптического соединения примерно на 2 дБ. Вместе с приготовлением оптического кабеля нужной длины, фиксацией коннекторов, одной или двумя стадиями полировки торца волокна для минимизации потерь света и при небольшой практике позволяют изготовить дуплексный оптический шнур на основе пластикового оптического волокна менее чем за минуту. Важно также, что эта процедура оконцевания не требует специально подготовленного рабочего места, а может производиться там, где установлены приемопередающие модули. Небольшие затраты времени для изготовления шнуров и низкая стоимость коннекторов, а также приемников и передатчиков делают конструкцию «Универсальное соединение» наиболее привлекательной там, где нужно создать оптоволоконное соединение относительно небольшой длины.

Более подробную информацию о представленных компонентах можно получить на сайте www.semiconductor.agilent.com.