

Свет приходит на смену индукции Индукционные микрофоны могут уступить место оптическим

Михаил Товкало

Традиционно тематика моих статей – это кабели, разъемы и коммутация. Но эта сфера существует не сама по себе, а в тесной связи с реальными технологиями, диктующими свои правила, форматы сигналов и интерфейсы сопряжения. Недавно нашей компании довелось изготовить несколько оптических кабельных сборок для подключения с их помощью микрофонов. Задача необычная – никакого симметричного электрического микрофонного кабеля, никаких разъемов XLR и пайки. Специфика производства оптических кабелей вдруг оказалась характерной для совершенно другого сегмента рынка. Стало понятно, что привычная классификация многообразия видов кабелей изменяется на глазах вслед за диктующими эти изменения технологиями. Поэтому пришло решение описать в данной статье именно технологию оптического микрофона.

Оптический микрофон как физический прибор был запатентован еще в 90-х годах прошлого века. На тот момент такие микрофоны использовались как датчики сигналов для научных исследований. Наиболее значимые работы по формированию и совершенствованию методов работы оптических микрофонов велись в институте Нильса Бора (подразделение Копенгагенского университета). Учеными был смоделирован и испытан особый сенсор, который позволил превращать колебания физической среды, вызванные звуковыми волнами, непосредственно в оптическую форму, причем с минимальными потерями (рис. 1).

Особый интерес работам придавал тот факт, что оптический микрофон в перспективе позволит создавать тракт формирования сигнала, который практически не вносит

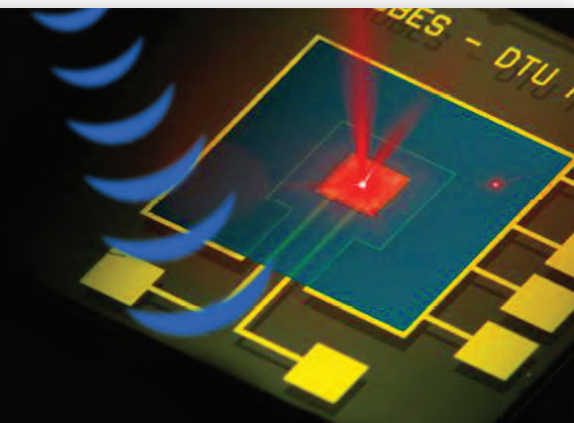


Рис. 1. Оптический звуковой датчик

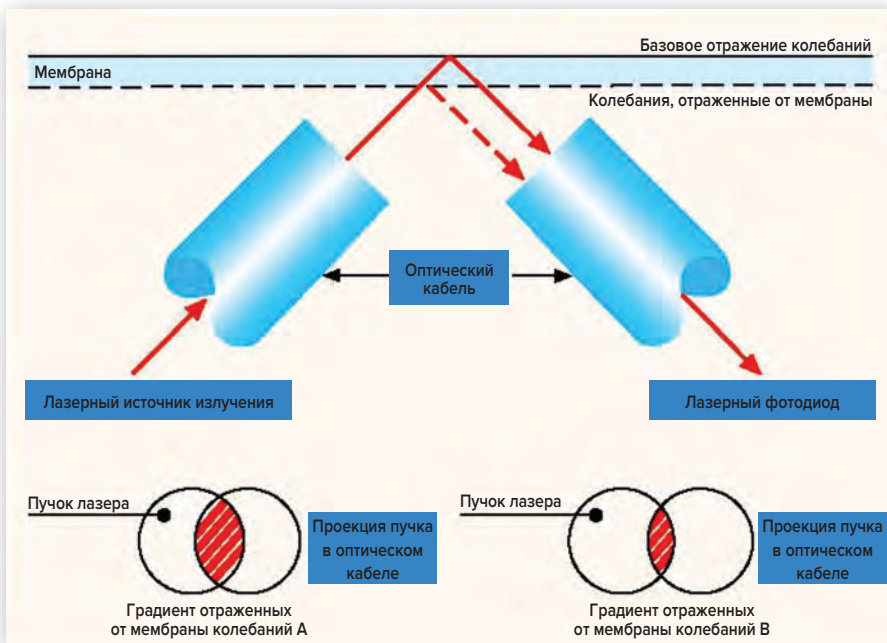


Рис. 2. Модуляция мембранной интенсивности лазерного луча

тепловых помех в сигнал и обладает характеристиками, близкими к идеальным. По традиционной схеме это происходит так: микроволновый сигнал преобразуется приемником в электрический, который затем усиливается, обрабатывается и только потом превращается в оптический сигнал. Самое слабое звено в этой схеме – усиление. Дело в том, что минимальная чувствительность такого тракта зависит от входных шумов: прибор не может зарегистрировать сигнал, который значительно слабее, чем шум, производимый самим прибором. А применив оптический микрофон, эту задачу можно решить.

Принцип работы оптического микрофона достаточно прост. В нем применяется метод модуляции мембранной интенсивности лазерного светового луча (рис. 2). Луч света от лазерного источника направляется по оптоволокну и освещает мембрану микрофона. При колебаниях мембраны световой поток модулируется по интенсивности и, отражаясь, идет по второму оптоволокну на фотодиод, который преобразует оптические колебания в электрический сигнал.

Интенсивность модулированного светового луча зависит от геометрии отражающей мембраны, расстояния между концом оптоволокну и поверхностью мембраны и угловой позиции волокна относительно поверхности мембраны. Сама мембрана микрофона вовсе не должна быть большой по площади – размера 1,85×1,85 мм вполне достаточно, поскольку для модуляции светового луча на мембране достаточно площади

пятна диаметром не более 0,5 мм. Благодаря малым размерам рабочей поверхности мембраны уменьшаются переходные и дифракционные искажения, что позволяет получить очень ровную амплитудно-частотную характеристику микрофона в широком диапазоне частот от нескольких герц до 20 кГц. В оптическом микрофоне не появляются фазовых сдвигов на поверхности мембраны, форма характеристики направленности сохраняется стабильной в широком диапазоне частот, а с учетом свойств оптоволокну и потому, что мембрана изготовлена из силикона, микрофон может работать в широком температурном диапазоне – -40°C ... $+85^{\circ}\text{C}$.

Так в чем же заключается основная сложность изготовления оптических микрофонов? В обеспечении стабильности работы микрофона, оптимизации отношения сигнал/шум и в материале мембраны. Поскольку источником шума является в первую очередь фотодетектор, то для снижения уровня шума следует увеличить мощность источника света за счет применения диодных лазеров высокой яркости и одновременно с этим увеличить точность детектирования смещений мембраны, которая играет роль зеркала, отражающего световые колебания. Получение самой мембраны, обладающей высокой чувствительностью и точностью воспроизведения звука, потребовало создания инновационных композитных материалов на основе кремния.

Интенсивная работа по созданию прототипов оптических микрофонов для профессиональной записи звука началась в начале



Рис. 3. Оптический микрофон Sennheiser IAS MO 2000

2000-х годов. Надо отметить, что первыми, кто всерьез заинтересовался оптическими микрофонами, были спецслужбы, начавшие повсеместно применять эти уникальные сверхчувствительные миниатюрные приборы, которые к тому же было невозможно отыскать детекторами, поскольку в них вообще нет металлических деталей.

Что можно сегодня найти на рынке оптических микрофонов? Флагман мирового микрофоностроения – компания Sennheiser – серийно выпускает линейку микрофонов IAS MO 2000 (рис. 3). Позиционируются микрофоны как звуко-оптический преобразователь. Световой поток на выходе микрофона прямо пропорционален мгновенной амплитуде акустических колебаний любой окружающей среды. Компоненты оптической микрофонной головки MO 2000 H изготовлены из композитного пластика, устойчивого к агрессивным

средам (газам, солям, влаге), а также к повышенной радиоактивности. Ни в одном компоненте микрофонной головки, включая оптические волноводы, нет металла, а электрический ток вообще не проходит через устройство и не возникает в нем. На рис. 4 показана система, состоящая из микрофона, подключенного оптическим кабелем к приемному блоку.

Технические характеристики Sennheiser IAS MO 2000:

- ◆ диаграмма направленности – круговая;
- ◆ диапазон рабочих частот – 40...20000 Гц;
- ◆ чувствительность – 15 мВ/Па;
- ◆ максимальный уровень звукового давления – 134 дБ;
- ◆ отношение сигнал/шум – >50 дБ;
- ◆ усиление (Gain) – 0/+20/+40 дБ (переключаемое);
- ◆ диапазон рабочих температур – -10°C...+70°C.

Новатором и исследователем оптических микрофонов на американском континенте можно назвать компанию OptoAcoustics. Она работает с 1992 года, является владельцем нескольких патентов на изобретения материалов и компонентов оптических микрофонов и серийно выпускает линейку OPTIMIC (рис. 5).

Эти микрофоны изготовлены исключительно из полимерных материалов, полностью защищены от электромагнитных и радиочастотных помех, обеспечивают формирование высококачественного сигнала, имеют чрезвычайно



Рис. 5. Микрофон OPTIMIC

высокую чувствительность на низких частотах, вносят минимальные общие гармонические искажения THD (Total Harmonic Distortion) и обладают большим отношением сигнал/шум (SNR). В основе столь высоких характеристик лежит специфическая конструкция оптоволоконного датчика OptoAcoustics (рис. 6), а также усовершенствованная мембрана MEMS и уникальный электрооптический преобразователь.

Оптические микрофоны будут все шире применяться в профессиональной практике, делая запись звука совершеннее, оставаясь при этом практически невидимыми.



Рис. 4. Система на базе оптического микрофона IAS MO 2000

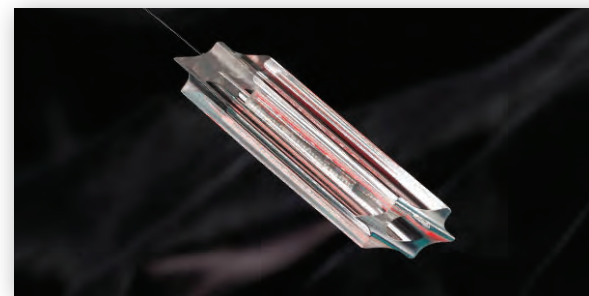


Рис. 6. Оптоволоконный датчик OptoAcoustics

Инновационные кабели и кабельные сборки

Произведено в России

АО "Ом Нетворк"
195196, Санкт-Петербург,
Таллинская, 7
Тел: +7 (812) 612-81-33 +7(812) 309-22-44
www.omnetwork.ru