

Быстродействующие средневолновые ИК-сенсоры для экологии, медицины и систем безопасности

С.А. Александров, Г.А. Гаврилов, Б.А. Матвеев, А.А. Капралов, М.А. Ременный, Г.Ю. Сотникова

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, 194021, Политехническая, 26

эл. почта: G.Sotnikova@mail.ioffe.ru

Свето- и фотодиоды среднего ИК-диапазона длин волн (2–5 мкм), в котором находятся линии поглощения большого числа важнейших для промышленности, медицины и экологии газов (C_nH_m , HCl , CO_2 , CO , H_2S и др.), идеально подходят для создания сенсоров для газоаналитической аппаратуры и систем бесконтактного температурного мониторинга. В докладе показана эффективность использования указанной элементной базы на примере создания быстродействующих ИК-сенсоров для термометрии и капнографии (анализ концентрации углекислого газа на вдохе/выдохе).

Одним из важнейших направлений развития современной медицины является лазерная терапия и хирургия, основанная на контактном (лазерный «скальпель») и бесконтактном взаимодействии лазерного излучения с биотканью. В данных применениях мощность излучения лазера (обычно с оптоволоконным, ОВ, выходом) достигает десятков Вт, и важным параметром становится температура торца ОВ, неконтролируемое изменение которой при взаимодействии с биотканью может представлять угрозу, как для пациента, так и для самой аппаратуры. Нами предложен способ и устройство контроля температуры торца ОВ лазерного скальпеля [1, 2], выполненное на ФД сенсоре ($\lambda_{\text{макс}} = 2.1$ мкм), интегрируемое в блок управления лазером в составе медицинского аппарата ЛАТУС (разработка ЗАО «Полупроводниковые приборы», СПб, <http://www.atcsd.ru>). Устройство позволяет контролировать температуру на торце кварцевого ОВ диаметром от 400 мкм в диапазоне 500–1100 °С с точностью не хуже 1% при быстродействии 1000 отсчетов/с и не имеет зарубежных аналогов.

В 1980–90-х годах лидирующее положение среди методов функциональной диагностики дыхания (ФДС) занял метод инфракрасной оптической капнометрии, основанный на способности несимметричных молекул газа (CO_2 , N_2O , H_2O , летучие анестетики) поглощать ИК-излучение. С 1992 года рекомендовано использование капнографии при каждом интубационном наркозе, однако, диагностические возможности метода гораздо шире. В настоящее время именно технические ограничения метода капнографии лимитируют его использование только на уровне отделений интенсивной терапии и не позволяют охватить такие широкие области медицинской практики как мониторинг состояния пациентов при транспортировке, в условиях домашнего ухода, в отделениях реанимации новорожденных и т.п. Таким образом, дальнейшее внедрение капнографии связано, с одной стороны, с разработкой серии недорогих, надежных и простых в эксплуатации портативных приборов для индивидуального мониторинга дыхания, с другой стороны, с существенным повышением быстродействия, чувствительности и точности газового анализа для создания сенсоров малого объема (микроструйная капнометрия). Нами разработан экспериментальный макет сенсора CO_2 [2] (диапазон анализа 0.3–10 об.%, точность $\pm 4\%$) на основе диодной ИК-оптопары ($\lambda_{\text{макс}} = 4.2$ мкм) обладающего минимальным объемом (1–2 мл) и максимальным быстродействием (100 мс) среди известных зарубежных аналогов. По результатам исследования макета иммерсионные свето- и фотодиоды среднего ИК-диапазоны начиная с 2010 года используются в OEM-модулях для капнографии прямого потока, выпускаемых фирмой TRITON (Екатеринбург, Россия, <http://www.triton.ru>).

Литература

- [1] Александров С.Е., Гаврилов Г.А., Сотникова Г.Ю., Тер-Мартirosян А.Л. //ФТП, 2014, 48(1), 135-141
- [2] Александров С.Е., Гаврилов Г.А., Сотникова Г.Ю., Тер-Мартirosян А.Л., Патент RU130456 U1, 2013.
- [3] G.Yu. Sotnikova, S.A. Aleksandrov, G.A. Gavrilov, A.A.Kapralov, S.A.Karandashev, B.A. Matveev, M.A. Remennyi, IEEE Sensors Journal, 2010, 10 (2) , 225-234.