

# Новые типы датчиков газа фирмы Figaro Engineering



**Юрий Коваль**, руководитель технического отдела ООО «СЭА Электроникс»  
E-mail: yurikov@sea.com.ua

**В статье будет рассказано о новых типах электрохимических, каталитических и полупроводниковых датчиков, а также отладочных модулей на их основе от компании Figaro Engineering.**

## О КОМПАНИИ

**F**IGARO ENGINEERING, далее FIGARO (www.figaro.co.jp, Осака, Япония), является одним из мировых лидеров с 35-летним опытом производства недорогих датчиков детектирования и определения концентрации горючих, токсичных газов и газовых примесей в составе воздуха для таких применений как: пожарно-охранная безопасность, вентиляция и кондиционирование помещений, контроль качества воздуха, бытовые устройства и автомобильная индустрия.

FIGARO — это первая компания, которая сумела наладить у себя серийное производство полупроводниковых датчиков газа.

Весь производственный процесс, включающий разработку новых типов датчиков, их изготовление и тестирование, имеет международный сертификат качества ISO 9001, который гарантирует потребителям отличные технические параметры датчиков, а также их надежность и стабильность в эксплуатации. Все датчики газа изготавливаются по бессвинцовой технологии и соответствуют нормам экологической безопасности ISO14001.

## О ВИЗИТЕ ТАКЕШИ НАКАХАРА В КИЕВ

**Г**оловной офис СЭА Электроникс в Киеве 8 февраля 2008 года любезно посетила делегация из Японии во главе с президентом компании FIGARO — Такеши Накахара (см. фото), который как инженер-химик по образованию и боль-

шой энтузиаст своей профессии, участвовал в разработке более 26 типов датчиков газа. Он охотно поделился с нами своими планами, рассказал о новых типах датчиков газа и отладочных модулей, которые FIGARO будет создавать в ближайшее время, рассказал о своих увлечениях в спорте и музыке и пожелал нам и нашей стране — процветания. Более подробное интервью с президентом компании FIGARO вы сможете прочитать в журнале Электроник №3 2008 года на страницах 8–9.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ УГАРНОГО ГАЗА ДЛЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

**В** связи с тенденцией увеличения общемирового спроса на детекторы угарного газа (CO), более 10 миллионов штук в год, из-за увеличения случаев интоксикации человеческого организма этим газом, фирма FIGARO в соответствии с требованиями европейских (EN50291) и американских (UL2034) стандартов по точности измерения (до  $\pm 20\%$ ), экономичности и другим параметрам для CO детекторов, разработала новый электрохимический датчик угарного газа с жидким электролитом — TGS5042-B00 (см. рис. 1) с двумя электродами для пайки на плату. Новый датчик выполнен в корпусе от обычной пальчиковой батарейки AA и способен долговременно работать в диапазоне температур от  $-40$  до  $+70^\circ\text{C}$  при линейной зависимости выходного напряжения от концентрации



**Такеши Накахара, президент компании FIGARO**

CO в диапазоне от 0 до 10000 ppm. Среди основных сфер применения этих датчиков можно отметить: бытовые детекторы газа и CO-мониторы для промышленных применений, управление системой вентиляции в местах парковки автотранспорта внутри гаражей и зданий, CO детекторы для речного и морского транспорта, детекторы пожара, управление заслонкой подачи наружного воздуха в салон автомобиля.

На рис. 2 изображена типовая схема включения TGS5042. С рабочего электрода датчик генерирует электрический ток, который преобразуется в выходное напряжение инвертирующим операционным усилителем (ОУ) с низким током утечки, так как большой ток утечки ОУ может зарядить датчик TGS5042, как аккумуляторную батарею, до потенциала, который будет превышать максимальное напряжение смещения ОУ, вследствие чего выходные показания будут не верными.

FIGARO рекомендует использовать такие компоненты по схеме на рис. 2:

R1: 1 M $\Omega$ ;  
C1: 22  $\mu\text{F}$ ;  
IC: AD708.

**Замечание.** Когда к выводам TGS5042 прикладывается внешнее на-



**Рисунок 1** Электрохимический датчик TGS5042-B00 на основе жидкого электролита

пряжение, датчик может выйти из строя. Максимальный уровень прикладываемого напряжения должен быть не более  $\pm 10$  мВ. Для исключения возникновения внешнего потенциала на датчике рекомендуется параллельно его выводам включать защитный резистор или J-FET транзистор, замыкающий выводы датчика между собой, когда напряжение питания выключается.

По сравнению с подобными сенсорами от других производителей, TGS5042 имеет такие преимущества: используется слабощелочной раствор электролита, который удовлетворяет всем требованиям по экологической безопасности; нет риска утечки электролита из корпуса датчика; нет износа электродов и расхода химических материалов датчика в процессе работы; низкая чувствительность к интерференционным газам; невысокая стоимость; длительный срок эксплуатации; простота калибровки; возможность пайки выводов оловом к плате и др.

В процессе хранения, выводы датчика TGS5042 между собой замкнуты. Перед установкой этого датчика в детекторное устройство, выводы необходимо разомкнуть между собой. На корпусе датчика TGS5042 наносится кодово-маркировочная информация, см. рис. 3 внизу, по которой можно узнать номер производственной партии, штрих-код и индивидуальный коэффициент чувствительности датчика к  $CO_2$ , в данном случае  $1.027 nA/ppm$ .

### ДАТЧИК КИСЛОРОДА

На выставке SENSOR+TEST в Нюрнберге (Германия) которая состоялась 22 мая 2007 года, фирма FIGARO представила новый электрохимический датчик кислорода SK-25 с диапазоном измеряемой концентрации по  $O_2$  до 30%, в котором выходные данные (пропорциональные концентрации кислорода) не зависят от ориентации этого датчика в пространстве. Основные характеристики датчика SK-25 приведены в табл. 1.

В сравнении со своими конкурентами, датчик SK-25 имеет исключительно низкую чувствительность к интерференционным газам, в частности  $CO_2$ , высокую долговременную стабильность основных параметров, таких как время отклика и выходное напряжение, а также более линейную зависимость выходного сигнала от концентрации кислорода.

Датчики SK-25, производства GS Yuasa (Япония) могут применяться в медицине (инструменты для анестезии, респираторы, обогатители кислорода), в биотехнологии (кислородные инкубаторы), в пищевой индустрии (рефрижераторы, теплицы), в системах контроля качества воздуха (кондиционеры), в охранно-безопасных устройствах (детекторы кислорода, детекторы пожара) и в системах контроля процесса эффективного сгорания топлива (теплоэнергетика).

### МОДУЛЬ CDM4161A ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Модуль CDM4161A (см. рис. 4) найдет применение в недорогих и компактных детекторах  $CO_2$ , рабо-



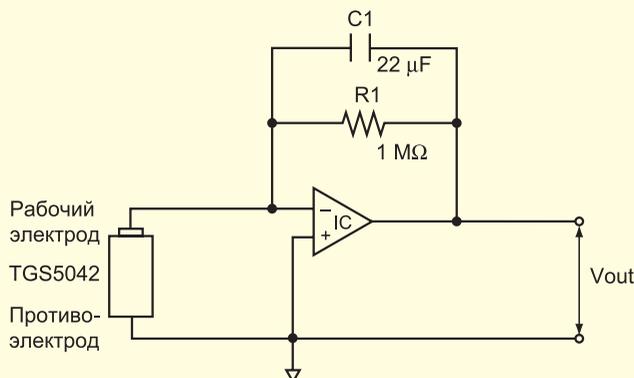
**Рисунок 3** Маркировка TGS5042

тающих в системах вентиляции внутри помещений.

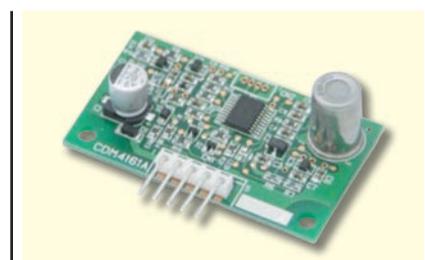
В отличие от модуля CDM4161 новый модуль (CDM4161A) на базе датчика  $CO_2$  серии TGS4161 имеет:

- более компактные размеры (приблизительно на 60% меньше чем у CDM4161) за счет исключения индикационных светодиодов, дополнительных контактов и сигналов, а также кнопки RESET;
- меньшую стоимость (примерно на 5% ниже, чем у CDM4161);
- CDM4161 более подходит для отладочных целей, тогда как CDM4161A лучше приспособлен для встраиваемых решений;
- выходные сигналы CDM4161A более информативны (см. табл. 2). Например, вывод №2 при уровне напряжения на нем от 0.4 до 4.0 В имеет пропорциональную зависимость

Таблица 1. Характеристики датчика SK-25	
Параметры	Значения
Диапазон измеряемых концентраций	0–30%
Выходной сигнал	$7 \pm 1.5 mV$
Время отклика	$\leq 15$ сек. (90% отклика)
Температурный диапазон	$-10^\circ C \sim 50^\circ C$
Влажность	0–99%RH (без конденсата)
Давление	1 атм $\pm 10\%$
Температурная зависимость	$20^\circ C \pm 10\%$ выход
Зависимость выходного сигнала от давления	0.1%/mbar
Срок эксплуатации при $20^\circ C$	2.5 года



**Рисунок 2** Схема подключения датчика TGS5042



**Рисунок 4** Внешний вид модуля CDM4161A



**Рисунок 5** Электрохимический датчик на основе твердотельного электролита

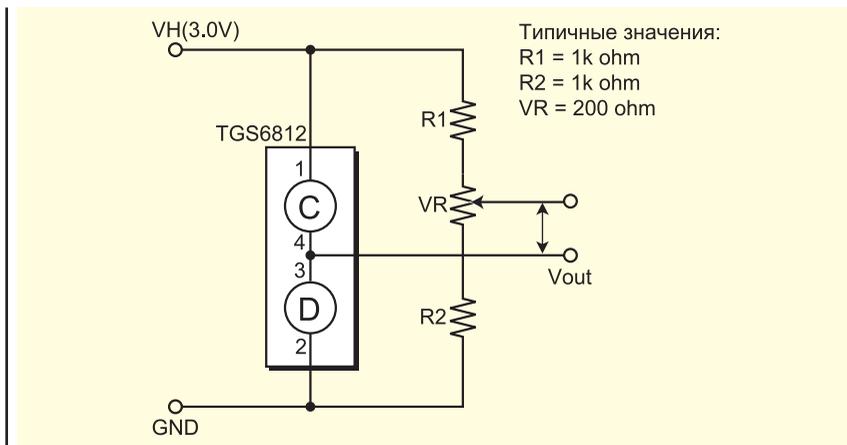
концентрации углекислого газа от этого напряжения. При 0 В — вывод №2 сигнализирует о неисправности.

- диапазон измеряемых концентраций в модулях CDM4161A от 400 до 4000 ppm;
- контрольный сигнал (CTRL) — логическая «1», когда идет превышение концентрации 1000ppm и логический «0», когда концентрация менее 1000 ppm.

Figaro была первой компанией, которая успешно внедрила в серийное производство датчики углекислого газа (CO<sub>2</sub>), на основе твердотельного электролита по запатентованной фирмой Figaro технологии (см. рис. 5). Эти датчики (TGS 4160, TGS 4161) имеют компактные размеры, малое электропотребление и имеют меньшую стоимость, а также дольше время наработки на отказ, чем датчики созданные по инфракрасной технологии.

### КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ И ОТЛАДОЧНЫЕ МОДУЛИ К НИМ

Каталитические датчики, используют обычно для определения наличия и концентрации взрывоопасных газов, таких как метан, пропан, водород, ацетилен. Каталитический датчик газа состоит из двух элементов (см. рис. 6): чувствительного к горючим газам элемента D, покрытого тонким слоем катализатора, в качестве которого могут использоваться, например, платина, палладий или диоксид олова, и опорного элемента C, нечувствительного к горючим газам. Данные элементы образу-



**Рисунок 6** Схема подключения каталитических датчиков TGS6810 и TGS6812

ют мост Уинстона. Для того чтобы мост выдавал стабильный базисный сигнал в атмосфере, не содержащей горючих газов, необходимо правильно настроить переменный резистор VR. Если в воздушном потоке содержатся горючие газы, они будут окисляться и сгорать на детектируемом элементе, вызывая повышение температуры. Таким образом, сопротивление этого элемента будет возрастать. Это приведет к возникновению несбалансированного сигнала в мостовой схеме и к соответствующему изменению выходного напряжения.

Фирма FIGARO уже имеет большой опыт работы с технологией катализаторов. Это позволило компании Figaro создавать очень компактные каталитические датчики газа с большим сроком службы, стабильными и линейными выходными характеристиками, быстрым временем отклика, что делает их идеальными для детектирования многих взрывоопасных газов.

По сравнению с каталитическими датчиками газа других производителей (например, модель NAP-50A компании Nemoto), датчик метана TGS6810 (см. рис. 7) — содержит внутри адсорбент, поглощающий пары алкоголя, благодаря чему его кросс-чувствительность к спирту, диоксиду серы (SO<sub>2</sub>) и водороду будет намного меньше. Долговременная надежность и срок эксплуатации TGS6810 также заметно выше (около 10 лет при нормальных условиях эксплуатации), чем у NAP-50A. Кроме того, TGS6810 более стойкий к воздействию

силиконовым компаундом, чем традиционные каталитические датчики. Датчик TGS6810 соответствует европейским нормам EN50194 для детекторов взрывоопасных газов, и могут с успехом применяться в устройствах сигнализации превышения допустимого уровня концентрации метана.

TGS6812 — это датчик каталитического типа для определения уровня концентрации водорода в диапазоне до 100% нижнего предела взрываемости (НПВ). Данный датчик (см. рис. 8) отличается высокой чувствительностью, надежностью и стабильностью. Устройства имеют малое время отклика и выдают линейный выходной сигнал, пропорциональный концентрации определяемого газа. Новый датчик может использоваться не только для детектирования водорода, но также и метана и сжиженного нефтяного



**Рисунок 7** Датчик TGS6810



**Рисунок 8** Датчик TGS6812

**Таблица 2. Сравнение функций сигналов**

Номер вывода	CDM4161A	CDM4161
2	Выход напряжения, пропорциональный концентрации CO <sub>2</sub> + Выход сигнала неисправности	Выход напряжения, пропорциональный концентрации CO <sub>2</sub>
4	Вход сигнала RESET	Выход сигнала неисправности

Таблица 3. Характеристики модулей FCM6812

Параметры		Значения
Виды определяемых газов		Водород, метан, жидкий нефтяной газ
Датчик газа		TGS6812
Диапазон измерения H <sub>2</sub>		0–14000 ppm
Напряжение питания (V <sub>in</sub> )		5 В±0.2 В (*)
Потребляемая мощность		около 1 Вт
Выходной сигнал (0...4.5 В DC (до V <sub>in</sub> ))	Нормальный режим	$V_{out} = [H_2 \text{ conc (ppm)}/4000] + 1.0$
	V <sub>out</sub> в чистом воздухе	1.0±0.2 В (*)
	V <sub>out</sub> при 8000 ppm H <sub>2</sub>	3.0±0.2 В (*)
	Неисправность	V <sub>out</sub> = 0...0.1 В (рекомендуемый порог определения неисправности 0.2 В)
Время отклика (до уровня 90%) при 4000 ppm H <sub>2</sub>		≤30 сек
Время разогрева (V <sub>conc</sub> < 2.0 В)		≤30 сек
Диапазон рабочих температур		-10...+60 °C, 5...95%RH (без конденсата)
Условия хранения		-10...+60 °C, 5...95%RH
Вес		Около 15 грамм
Размеры		50×30×24.4 мм
Зависимость от расположения		Модуль должен монтироваться в горизонтальной плоскости двумя винтами или другими соединительными элементами, проходящими сквозь соответствующие отверстия в корпусе.
Стандартные условия испытаний	Условия окружающей среды	+20±2 °C, 65±5%RH
	Электропитание	5 В±0.2 В
	Время инициализации перед испытаниями	≥10 мин.

\* — при стандартных условиях испытаний

газа. Благодаря этому, датчик становится отличным решением для мониторинга утечки газов в перспективных батареях топливных элементов, которые перерабатывают горючие газы в водород, также среди применений можно рассмотреть детекторы взрывоопасных газов на шахтах и др. Для датчика TGS6812 поставляется модифицированный отладочный модуль FCM6812 (см. рис. 9). В новом описании калибровочного модуля FCM6812, по сравнению с прошлым, введены следующие изменения:

- Выходное напряжение модуля V<sub>out</sub> при измерении концентрации в чистом воздухе изменилось с 0.5 В на 1 В, что позволяет лучше отстроиться от порога неисправности 0.2 В.
- Время инициализации модуля, покрытого водонепроницаемым слоем, после подачи питания перед стандартными испытаниями увеличилось с 30 секунд до 10 минут и более.

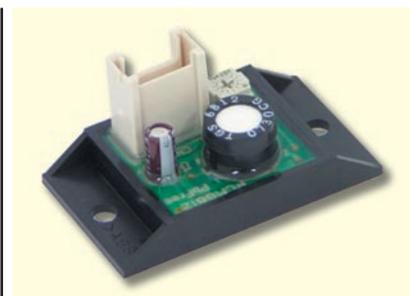


Рисунок 9 Модуль FCM6812

Это связано с повышением порога концентрации в чистом воздухе до 1 В и улучшением стабильности выходного напряжения.

Для различия новых **FCM6812** от модулей предыдущей версии, в конце номера партии изделий, соответствующих новому описанию, добавляется буква «А».

Основные характеристики обновленных модулей **FCM6812** приведены в табл. 3

### ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДАТЧИКИ

В настоящее время фирма Figaro выпускает два типа полупроводниковых датчиков аммиака на основе оксида металла: серия 8 (TGS826) и серия 2000 (TGS2444), отличающаяся от предыдущей более современной толстопленочной технологией изготовления, которая использует технику трафаретной печати на подложке, что позволяет производить датчики газа определенной серии с исключительно схожими характеристиками между собой. Полупроводниковые датчики являются долгоживущими (срок жизни около 10 лет, при нормальных условиях окружающей среды), так как чувствительное к газу химическое вещество, содержащийся в этих датчиках в процессе работы не расходуется. В сравнении с TGS826 новый датчик

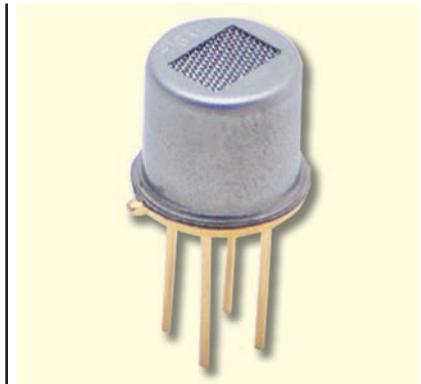


Рисунок 10 Датчик TGS2444

TGS2444 (см. рис. 10) имеет большую чувствительность к аммиаку, начиная с 1 ppm, меньшую кросс-чувствительность к спирту, лучшую надежность, более компактный корпус и меньшее энергопотребление. К недостаткам можно отнести большее, чем у TGS826 время отклика на изменение концентрации аммиака, но это не мешает их использованию в детекторах аммиака для рефрижераторов и в системах управления вентиляцией на птицефермах и в других аграрных учреждениях.

Помимо 800 и 2000 серий полупроводниковых датчиков следует отметить недавно появившуюся 3000 серию, в которой фирма Figaro кардинально изменила конструкцию нагревательного элемента, сократив его размеры и уменьшив потребляемую им мощность. Типичным представителем этой серии является комбинированный датчик TGS 3870, способный детектировать одновременно два газа — метан и CO. При этом он имеет миниатюрные размеры и малое энергопотребление. В сравнении с подобными датчиками от конкурентных производителей, TGS 3870 имеет меньшую чувствительность к интерференционным газам (водород, алкогольные испарения), обладают лучшей чувствительностью даже в условиях высокой влажности и имеют лучшую долговременную стабильность и надежность. TGS 3870 — это оптимальный выбор для разработчиков детекторов утечки газа для жилых помещений и газовых котельных.

**По вопросам заказа датчиков газа фирмы FIGARO ENGINEERING обращайтесь в офис компании СЭА Электроникс, официальному дистрибьютору на территории Украины:**

тел.: (044) 296-24-00,  
e-mail: info@sea.com.ua