

УДК 539.234

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ
РАЗРАБОТКИ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТИПА.**

В.Г.Лугин, В.Г.Зарапин, И.М.Жарский, Н.Я.Шишкин
(БГТУ, г. Минск)

В последние годы большое внимание уделяется разработке микроэлектронных первичных измерительных преобразователей (сенсоров) различных величин, в частности химического состава газовых сред.

В отличие от классических средств газового анализа, таких, как масс-спектрометрия, хроматография, калориметрия и других, твердотельные полупроводниковые газовые сенсоры обладают важной особенностью, которая заключается в исключительном удобстве обработки считываемой с них информации, они без труда совмещаются с компьютером и, следовательно, могут включаться в локальные и глобальные компьютерные сети, что представляет особую ценность для национальных программ мониторинга атмосферы. Для полупроводниковых химических сенсоров характерны низкая стоимость, сверхвысокая чувствительность. Зачастую недостижимая в других методах газового анализа, малые размеры и энергопотребление, позволяющие изготавливать портативные газоанализаторы индивидуального пользования на производстве и в быту. В настоящее время мировыми лидерами по серийному выпуску микроэлектронных газовых сенсоров являются такие фирмы, как «Riken-Keiki Fine Instruments» и «Nippon Monitors» (Япония), «General Monitors» (США), «Sensistor» (Швеция), «Thom EMI Microsensors» (Великобритания), «R.Bosch Drager» и «MST»

(Германия) [1,2], однако продукция данных фирм на отечественном рынке практически не представлена. Ряд разработок в этом направлении ведется и в Республике Беларусь, но на данный момент серийное производство не налажено, что привело к почти полному отсутствию приборов данного типа во всех возможных сферах применения.

Наибольшее распространение получили полупроводниковые газовые сенсоры резистивного типа [2], принцип действия которых основан на зависимости сопротивления пленки или керамического образца от концентрации анализируемого газа. Основным недостатком таких сенсоров является наличие дрейфа показаний. Так как рабочие температуры сенсорных элементов достаточно высоки ($200-400^{\circ}\text{C}$), в материале чувствительного элемента могут происходить определенные необратимые изменения, сопровождающиеся изменением электрофизических свойств. Эти явления вызывают необходимость использования таких электрофизических характеристик материала, которые могут оказаться менее подверженными дрейфу. В качестве таких характеристик могут выступать термо-ЭДС и работа выхода электрона.

Использование слюды в качестве материала подложки для чувствительного слоя позволяет технологически реализовать структуру с большим градиентом температуры (до 400°C) на расстоянии в несколько миллиметров. Это свойство слюдяной подложки было использовано для создания полупроводникового газового сенсора, принцип действия которого основан на зависимости термо-ЭДС пленок на основе SnO_2 от концентрации анализируемого газа в окружающей среде.

Подложка представляет собой пластину слюды толщиной 5-10 мкм и площадью $\sim 4\text{см}^2$. На лицевой стороне формируется чувствительная пленка, два токосъемных контакта, два терморезистора (для контроля температуры горячего и холодного контактов). На обратной стороне

подложки формируется нагреватель таким образом, что при его работе происходит нагрев только одного из контактов, в то время как другой остается при температуре окружающей среды. Поскольку адсорбция газа на поверхности чувствительного элемента сопровождается изменением концентрации носителей заряда, это отражается на величине, а иногда и на знаке термо-ЭДС.

Повышения чувствительности и селективности данных сенсоров можно добиться путем использования различных градиентов температуры и материалов чувствительного слоя. В настоящий момент по данной технологии изготовлены газовые сенсоры O_2, CO, NO_2 . Оптимальный градиент температуры при детектировании O_2 -300 К (слой SnO_2). ЭДС датчика изменялась от 10 до 36 мВ при изменении концентрации кислорода от 10 до $5 \cdot 10^{-4}$ об.%. При градиенте 100 К датчик становится чувствительным к NO_2 (изменение ЭДС -10 мВ при концентрации NO_2 - $2 \cdot 10^{-4}$ об.%). Для детектирования CO использовалась пленка $SnO_2(Pd)$ (градиент 200 К). ЭДС датчика изменялась от 100 до 700 мВ при изменении концентрации CO от 0 до 1 об.%.

Полученные измерительные структуры обладают более высоким быстродействием и значительно меньшим дрейфом показаний по сравнению с резистивными датчиками, изготовленными с применением тех же чувствительных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Matsuura S. // New developments and applications of gas sensors in Japan, Sensors and Actuators B, 13-14 (1993). - P.7-11.
Techn. Dig. of the 4-th Int. Meeting on Chemical Sensors. Tokyo, 1992.