

МИКРОСЕНСОРЫ КОНТРОЛЯ ВОДОРОДА ДЛЯ ВОДОРОДНОГО ТРАНСПОРТА

Колешко В.М., Таратын И.А., Сергейченко А.В.

In this work are described microelectronic metalloxide sensors of hydrogen concentration definition. The description of designs and characteristics of the developed sensors is resulted. Advantage of multisensors systems is marked.

Развитие экологически чистых видов транспорта и безопасных атомных электростанций требует создания высокоинформативных сенсорных микросистем. В частности получение водорода из воды или природного газа в необходимых количествах может быть решена в результате использования энергии атомных электростанций в периоды пониженной нагрузки. Однако возникают проблемы контроля концентрации водорода при создании экологически безопасного транспорта.

Концентрация водорода может определяться различными методами. Наиболее часто используются МДП-сенсоры, сенсоры работающие на принципе определения теплопроводности газовой среды, каталитического окисления водорода на благородных металлах и другие. Однако все они имеют недостатки. У одних это ограниченный диапазон концентраций, в котором они работают и низкое быстродействие, другие обладают невысокой чувствительностью и т.п.

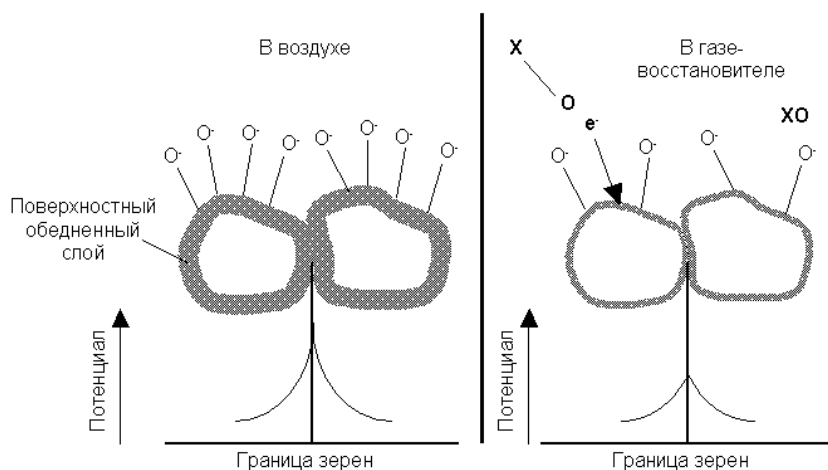
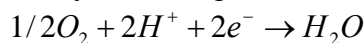


Рис. 1. Изменение высоты потенциального барьера на границе зерен полукристаллического материала активного слоя при появлении газавосстановителя

на рис. 1 и в общем виде описывается следующим выражением:



Разработанные нами металлооксидные газовые сенсоры имеют два конструктивных исполнения. В первом варианте они представляют собой кристаллы монокристаллического кремния размером от 1x1 мм² до 0,5x0,5 мм² и толщиной от 380 до 100 мкм.

На планарной стороне кристалла поверх диэлектрического слоя SiO₂ сформирована тонкопленочная металлизация определенной топологии, выполняющая роль нагревателя и сенсорных электродов. Поверх металлизации наносится активный слой, представляющий собой пористую металлооксидную керамику, обладающую полупроводниковыми свойствами.

Второй вариант представляет собой матричный кристалл общим размером 6x7 мм в котором методами микропрофилирования сформированы несколько сенсорных элементов (рис. 2).

Основными целями создания такого матричного кристалла являются снижение энергопотребления, микроминиатюризация, повышение точности измерений, а также упрощение и повышение надежности проведения некоторых операций при сборке.

Микроэлектронные сенсоры, где в качестве газочувствительного слоя используются оксиды металлов характеризуются достаточно высокой чувствительностью к водороду [1]. Механизм взаимодействия газочувствительного слоя п-типа проводимости приведен

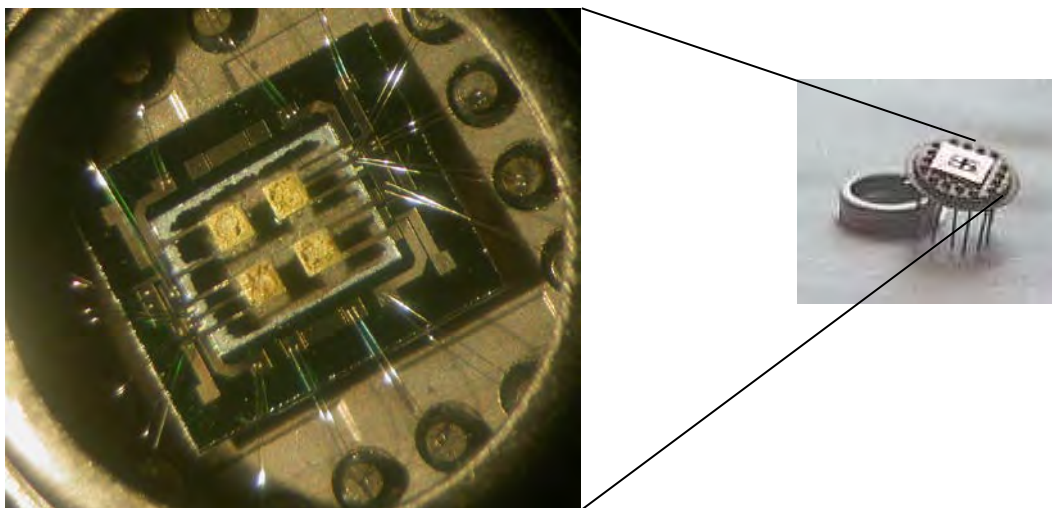


Рис. 2. Матричный кристалл газовых сенсоров

Описываемые микроэлектронные сенсоры характеризуются следующими параметрами. Концентрационный диапазон определения водорода находится в пределах 0,1 – 1000 ppm. При этом чувствительность определяется операционной температурой, составом материала активного слоя, а также топологией и схемой подключения микросенсора и достигает значений 15 мВ/ppm.

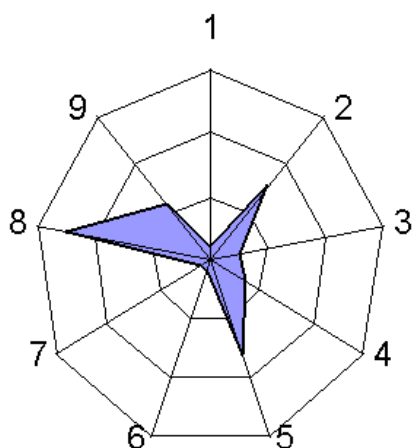


Рис. 3. Форма отклика массива из 9 сенсоров с различными материалами активных слоев при воздействии 100 ppm H_2

Быстродействие также определяется рядом выше указанных параметров и достигает 3 сек. Время возврата – 10 сек. Сенсоры обладают низким потреблением энергии: температуре 400 °С соответствует потребление энергии в 115 мВт.

В качестве материалов активных слоев в рассматриваемых сенсорах используются различные оксиды металлов. Каждый из них обладает индивидуальной чувствительностью к водороду. Таким образом, используя линейку / матрицу из таких сенсоров, можно составить своего рода «портрет» определяемого газа (рис. 3). В совокупности с нейросетевой обработкой информации такой многосенсорный подход позволяет преодолеть возможность ошибки на случай появления в атмосфере

посторонних газов. В этом случае совокупный сигнал от массива сенсоров сформирует «портрет», отличный от эталонного для водорода.

Микроэлектронные металлооксидные сенсоры обладают низким энергопотреблением, достаточно высокой чувствительностью и хорошим быстродействием. Кроме того, характеризуются невысокой стоимостью. Дegrадация электрофизических параметров сенсоров, происходящая с течением времени, учитывается при настройке и обучении нейронной сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колешко В.М., Таратын И.А., Сергейченко А.В. Матрица неселективных полупроводниковых сенсоров электронного носа / Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 18. – Мн.: УП «Технопринт», 2002. с. 555 – 559.

2. Авт. свид. №1262317 Колешко, В.М., Гулай А.В., Лях В.И. Способ контроля параметров газовой среды и устройство для его осуществления. 17.06.1983.