

4. Керамика из природного воллатсонита для литейных установок алюминиевой промышленности / Л. Н. Русанова [и др.] ; под общ. ред. Л. Н. Русановой. – ФГУП «ОНПП «Технология», г. Обнинск

Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – № 5. – С. 45–47.

УДК 673.2.082

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ МИКРОСИСТЕМ

Реутская О.Г.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Чувствительные элементы мультисенсорных микросистем применяют для измерения выходного сигнала сенсора. Конструктивные особенности составных частей сенсоров определяют рабочие диапазоны устройств на их основе. Исследование форм «полоска» и «меандр» нагревателей позволило установить влияние компонентов конструкции на измеряемый сигнал. Определены режимы работы, позволяющие снизить энергопотребление микросистем на алюмооксидных подложках.

Ключевые слова: мультисенсорная микросистема, чувствительный элемент, нагреватель, алюмооксидная подложка.

SENSITIVE ELEMENTS FOR MULTISENSORY MICROSYSTEMS

Reutskaya O.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus*

Abstract. The sensing elements of multi-sensor microsystems are used to measure the sensor output signal. The design features of the sensor components determine the operating ranges of devices based on them. The study of the shapes of the “strip” and “meander” heaters allowed us to establish the influence of the design components on the measured signal. The operating modes allowing to reduce the energy consumption of microsystems on aluminum oxide substrates are determined.

Key words: multisensory microsystem, sensing element, heater, aluminum oxide substrate.

*Адрес для переписки: Реутская О.Г., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: oreutskaya@bntu.by*

Датчики и системы контроля многофакторной анализируемой среды позволяют получать широкий спектр различных параметров. Постановка задачи и цели использования таких систем определяет диапазон применения их в соответствующих приборах. Чувствительные элементы для полупроводниковых мультисенсорных микросистем могут быть интегрированы в биоанализаторы, газовые пожарные извещатели, системы контроля состава газовой среды в производственных и жилых помещениях и т.д.

Выбор режимов работы и подбор анализирующего состава позволяет расширять диапазон применения таких сенсорных элементов. Качественный и количественный состав газовой среды можно определять химическими датчиками. Полупроводниковые слои сенсоров могут работать при повышенных температурах (200–400 °С). Поэтому выбор конструкции является одним из основных вопросов в области создания газоаналитических приборов [1].

Рабочий диапазон температур отражается на энергопотреблении устройства. Для его снижения и повышения чувствительности сенсора особое внимание уделяется исследованию возмож-

ности определения концентраций газов в нижних пределах их допустимых концентраций [2].

Увеличение рабочей морфологии поверхности сенсора и чувствительного слоя позволяет увеличить удельную поверхность к объему газочувствительного слоя. Такая особенность конструкции сенсора позволяет улучшить и повысить его сигнал.

Условно методы получения «развитой» поверхности чувствительных элементов можно разделить на две группы. К первой группе относятся технологические приемы обработки поверхности кремния и формирования подслоя пористого кремния на них. Ко второй группе относятся методы изготовления пористых алюмооксидных подложек [2].

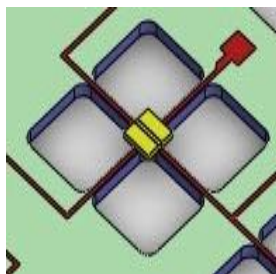
Пористый оксид алюминия – это диэлектрический материал с регулярной упорядоченной структурой и большой удельной поверхностью. Он обладает высокой прочностью, а также хорошей адгезией к материалам контактов в мультисенсорных системах [1, 2]. Поверхность подложек не должна содержать большого числа дефектов после осуществления всех технологических приемов формирования сенсоров. Для повышения се-

лестивности микросистем на поверхности подложек формируют матрицы сенсоров.

Снизить потребляемую мощность и повысить газочувствительные свойства сенсорных устройств, при этом сохранить равномерное распределение температуры по поверхности чувствительных элементов микросистемы, позволяет технология создания микросистем *lab-on-chip*.

В конструкции сенсоров используют чувствительные элементы с нагревателями разной формы. Нами рассмотрены два типа: нагреватель в форме «полоска» и в форме «меандр» (рис. 1).

На рис. 1, *а* представлен нагреватель шириной 25 мкм с зазором между информационными электродами 5 мкм. На рис. 1, *б* изображен нагреватель с двумя «витками» с шириной 7 мкм и зазором между информационными электродами 3 мкм. Такие размеры модели связаны с технологическими приемами создания сенсорных элементов микросистем для изготовления экспериментальных образцов датчиков на их основе.



а



б

а – модель с нагревателем в форме «полоска»;
б – модель с нагревателем в форме «меандр»

Рисунок 1 – Модели чувствительных элементов

Нагреватель в форме «меандр» может включать большее число «витков». А также можно варьировать размеры между нагревателем и информационными электродами. Для исследования температурных зависимостей и термомеханических деформаций, возникающих при разных режимах работы, в программном пакете *COMSOL Multiphysics* были построены конечно-элементные модели микросистем с различной топологией нагревателей (рис. 1).

Проведено исследование экспериментальных образцов микросистем с заданными нагревателями для установления влияния формы элемента на свойства устройства в целом.

На рис. 2 представлена зависимость потребляемой мощности от температуры нагревателя для микросистем.

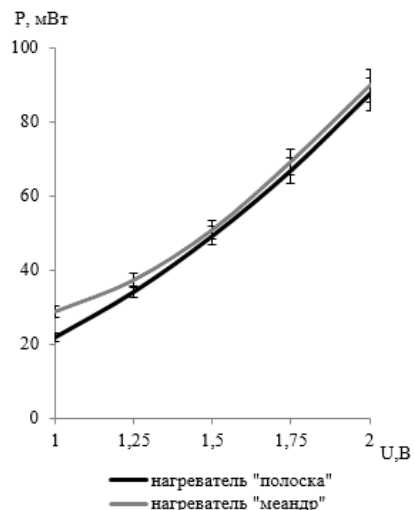


Рисунок 2 – Зависимость потребляемой мощности мультисенсорной микросистемы с нагревателями типа «полоска» и «меандр» от питающего напряжения

Из рисунка 2 видно, что при малых мощностях электропитания нагреватель в форме «меандр» обладает большим энергопотреблением, чем нагреватель в форме «полоска». Активная поверхность первого нагревателя больше, что позволяет разогревать чувствительные слои на их поверхности более равномерно. С увеличением электропитания, потребляемая мощность нагревателей разной формы становится соизмеримой друг с другом. При этом изменение потребляемой электрической мощности микросистемы в целом составляет $\Delta P \sim 1,1 \pm 0,1$ мкВт.

При выборе формы нагревателя следует учитывать технические требования, предъявляемые к микросистеме в составе датчиков и приборов на их основе.

Литература

- Афанасьев, Д. С. Аналитический обзор датчиков летучих веществ для интернета вещей / Д. С. Афанасьев, Е. А. Бардакова, Д. С. Быстряков // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2016. – Т. 4, № 4. – С. 1–12.
- Реутская, О. Г. Разработка газочувствительных сенсоров на основе алюмооксидных структур с низким энергопотреблением / О. Г. Реутская, Н. И. Мухуров, И. А. Таратын // Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве : сб. тр. : в 2 ч. – Минск : БГТУ, 2020. – Ч. 2. – С. 119–124.