

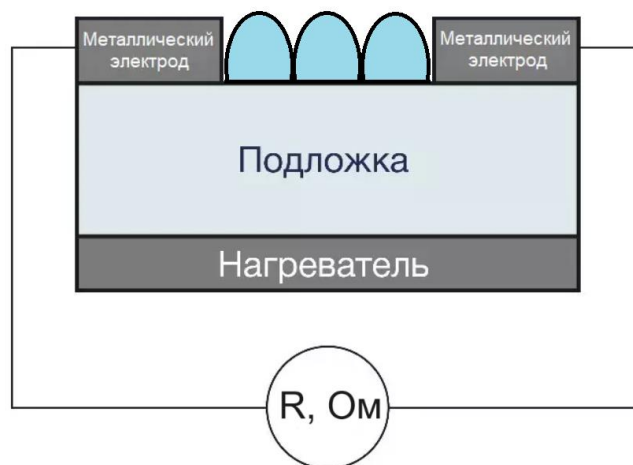
УДК 621.382

ГАЗОВЫЙ СЕНСОР С ОСТРОВКОВЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИАнастасия Михайловна Наумова⁽¹⁾, Сергей Владимирович Кирьянов⁽²⁾*Бакалавр 3 курса⁽¹⁾, магистр 1 года⁽²⁾,**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С.В. Сидорова,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Обнаружение и контроль различных вредных газов важны как для здоровья и безопасности человека, так и для защиты окружающей среды. Надежные, дешевые и небольшие газовые сенсоры пользуются высоким спросом, благодаря широкой области применения. Такие возможности для разработки сенсорных систем, которые могут обнаруживать чрезвычайно низкие концентрации газов, открывают полупроводниковые датчики на основе оксида металла (MOS-сенсоры). Данные сенсоры обладают высокой чувствительностью, но внедрение в эту технологию островковых наноструктур позволит уменьшить габариты изделия, повысить чувствительность, увеличить количество циклов работы. Эти возможности можно регулировать размерами островков и расстояниями между ними [1–5].

Целью данной работы является отработка режимов формирования островковых наноструктур для внедрения в газовый сенсор.

Принцип работы MOS-сенсоров основан на изменении электрического сопротивления чувствительного материала из-за протекания на его поверхности обратимых химических реакций с газом-аналитом. MOS-сенсоры включают в себя подложку с нанесёнными измерительными металлическими электродами и нагревателем. Нагреватель может располагаться или на той же самой стороне подложки, что и электроды, или на оборотной стороне подложки (Рисунок). Он необходим, поскольку процессы, протекающие на поверхности полупроводника при хемосорбции газов, зависят от температуры.



Принципиальная схема поперечного сечения MOS-газового сенсора с нагревателем на оборотной стороне

На подложку из кремния, керамики или поликора наносят металлические электроды, сформированные из благородных металлов (Pt, Ag, Au, Pd и т.д.). В качестве материала чувствительного слоя используют SnO_2 , ZnO , TiO_2 , WO_3 , CuO , NiO , Co_3O_4 или Al_2O_3 . В разрабатываемом изделии формирование островкового слоя из алюминия происходит на кремниевой подложке. Для электродов выбрана медь, имеющая высокую электропроводность и доступную стоимость.

Для нанесения чувствительного слоя на подложку сенсора будет использоваться малогабаритная вакуумная технологическая установка МВТУ-11-1МС, расположенная на кафедре МТ11 МГТУ им. Н.Э. Баумана. При небольших габаритах в ней реализованы методы магнетронного распыления, термического испарения, электронно-лучевого испарения материалов и ионной обработки, позволяющие формировать функциональные слои на подложке в одном вакуумном цикле. В качестве метода формирования островкового слоя выбран метод термического испарения, так как он позволяет контролируемо и управляемо проводить нанесение покрытий [6]. Контроль за ростом покрытия осуществляется с помощью пикоамперметра по значениям тока туннелирования.

Для отработки режимов формирования островкового слоя алюминия получены кривые тока туннелирования. По ним определены режимы процесса термического испарения.

В дальнейшем планируется проведение экспериментальных исследований и получение математической зависимости геометрических параметров островковой пленки от режимов ее формирования.

Литература

1. *Taposhree Dutta, Tanzila Noushin, Shawana Tabassum, Satyendra K. Mishra.* Road Map of Semiconductor Metal-Oxide-Based Sensors: A review. Mater. Sci. Eng. B 2023.
2. *Мокрушин А.С., Симоненко Е.П.* Полупроводниковые металлооксидные газовые сенсоры: [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/poluprovodnikovyye-metalloksidnye-gazovye-sensory-3390e2>. (Дата обращения: 21.12.2023).
3. *Janine Walker, Priyanka Karnati, Sheikh A. Akbar, Patricia A. Morris.* Selectivity mechanisms in resistive-type metal oxide heterostructural gas sensors. Sensors and Actuators B: Chemical 2022.
4. *Обвинцева Л.А.* Полупроводниковые металлооксидные сенсоры для определения химически активных газовых примесей в воздушной среде. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2021, т. LII, № 2.
5. *Yu-Feng Sun, I, Shao-Bo Liu, Fan-Li Meng, Jin-Yun Liu, Zhen Jin, Ling-Tao Kong, and Jin-Huai Liu.* Metal Oxide Nanostructures and Their Gas Sensing Properties: A review. Sensors 2012.
6. *С.В. Сидорова.* Методы формирования тонких пленок: начальная стадия формирования // Справочник. Инженерный журнал. М.: Машиностроение, 2011, №9.