

давлений. Датчики первых двух групп явлений, возникающих в НС под воздействием одноосного или гидростатического давления, должны обеспечивать оптический доступ к структурам.

Наиболее чувствительными датчиками, несомненно, являются датчики давления на основе эффекта резонансного туннелирования. Однако их недостатком является сложность поддержания резонанса, высокая температурная чувствительность и узкий диапазон рабочих температур.

На основании проведенных нами исследований эпитаксиальных слоев с квантовыми точками, полученных методом импульсного охлаждения насыщенного раствора-расплава, можно также сделать вывод, что использование таких структур позволяет значительно улучшить основные характеристики датчиков давления.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Алферов Ж. И. История и будущее полупроводниковых гетероструктур // ФТП.— 1998.— Т. 32, № 1.— С. 3—18.
2. Li G. H., Han H. X., Ding K., Wang Z. P. Pressure behavior of photoluminescence from InAs submonolayer in GaAs matrix // J. Phys.: Condens. Matter.— 1998.— Vol. 10.— P. 11111—11120.
3. Perlin P., Trzeciakowski W., Litwin-Staszewska E. et al. The effect of pressure on the luminescence from GaAs/AlGaAs quantum wells // Semicond. Sci. Technol.— 1994.— Vol. 9.— P. 2239—2246.

4. Chen Y., Zhang W., Li G. H. et al. Pressure behavior of self-assembled  $\text{In}_{0.55}\text{Al}_{0.45}\text{As}/\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$  quantum dots with multi-modal distribution in size // J. Phys.: Condens. Matter.— 2000.— Vol. 12.— P. 3173—3180.
5. Takanabe K., Hitomi S., Yoshimura T. et al.  $\Gamma$ -X crossover in GaAs/AlAs short period superlattice under pressure // Semicond. Sci. Technol.— 1991.— Vol. 6.— P. 465—468.
6. Elabasy A. M. Effect of the  $\Gamma$ -X crossover on the binding energies of confined donors in single GaAs/ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  quantum-well microstructures // J. Phys.: Condens. Matter.— 1994.— Vol. 6.— P. 10025—10030.
7. Jaros M., Brown L., Morrison I. Band structure effects in III-V superlattices under hydrostatic pressure as a means of determining microscopic signature of perfect and imperfect semiconductor interfaces // Semicond. Sci. Technol.— 1991.— Vol. 6.— P. 417—421.
8. Maude D. K., Foster T. J., Eaves L. et al. High pressure studies of resonant tunneling and superlattice phenomena // Ibid.— P. 422—427.
9. Кравченко А. Ф., Овсяк В. Н. Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности.— Новосибирск: Изд-во Новосибирс. ун-та, 2000.
10. Taylor R. P. Physical and electrical investigation of ohmic contacts to AlGaAs/GaAs heterostructures // J. Appl. Phys.— 1994.— Vol. 76, N 12.— P. 7966—7972.
11. Марончук И. Е., Ерохин С. Ю., Кучерук А. Д. и др. Получение низкоразмерных структур в системе Al—Ga—As методом импульсного охлаждения насыщенного раствора-расплава // Proceedings of 12th International symposium “Thin films in electronics”.— Kharkov.— 2001.— P. 377—381.

Д. ф.-м. н. Я. И. ЛЕПИХ

Украина, Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова  
E-mail: ndl\_lepikh@gmail.com.ua

Дата поступления в редакцию  
07.11 2002 г.

Оппонент к. т. н. А. Л. ПАВЛОВ  
(ОНПУ, г. Одесса)

ЭЛЕКТРОТЕПЛОВОЙ ЭЛЕМЕНТ СЕНСОРОВ ГАЗА

*Приведены расчет и перспективное конструктивно-технологическое решение исполнения сенсора газа с встроенным электрическим тепловым элементом.*

Значительное число типов сенсоров газа (полупроводниковые, толсто пленочные и др.) эффективно работают при температурах выше комнатной [1—4]. Повышение рабочей температуры, например, полупроводникового сенсора на основе  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{WO}_3$  и др. до 300—400°C позволяет достичь максимальной чувствительности. Подогрев чувствительного элемента адсорбционного сенсора используется также для регенерации его свойств. Это вызывает необходимость создания в сенсорах тепловых элементов для нагрева и контроля температуры чувствительного слоя. Расчеты и конструированию теплового элемента газовых сенсоров и посвящена настоящая работа.

Наиболее эффективными представляются встроенные тепловые элементы, наносимые методами тон-

копленочной технологии на обратную сторону подложки, на которую с другой стороны тем или иным способом наносится чувствительный к газам слой материала. Базовая конструкция такого сенсора схематически показана на рис. 1.

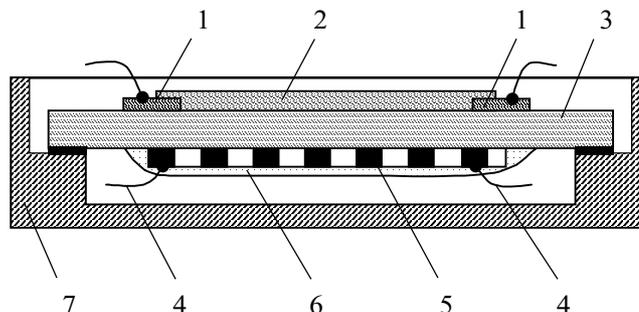


Рис. 1. Конструкция сенсора газа с встроенным тепловым элементом:

1 — контактные площадки; 2 — чувствительный слой; 3 — подложка; 4 — соединительные провода; 5 — нагревательный элемент; 6 — защитный слой; 7 — основание корпуса

В качестве подложки использовался ситалл марки СТ-50. Термонагреватель в виде меандра формировался из слоя нихрома (80% Ni +20% Cr) непосредственно на обратной стороне подложки сенсора по стандартной тонкопленочной технологии. После этого на термонагреватель наносился защитный слой из SiO<sub>2</sub>. При таком решении разброс температуры по поверхности подложки не превышал 5%.

Для такого конструктивного исполнения сенсора электротепловая модель имеет вид, представленный на рис. 2. Здесь Q — источник тепла; R<sub>прΣ</sub> — суммарное тепловое сопротивление соединительных проводов; R<sub>в</sub> — тепловое сопротивление воздушной прослойки между подложкой и корпусом; R<sub>кз</sub> — тепловое сопротивление корпуса и защитного слоя; R<sub>п</sub> — тепловое сопротивление подложки; t<sub>н</sub> — температура нагревателя; t<sub>пн</sub> — температура рабочей поверхности подложки; t<sub>ос</sub> — температура окружающей среды.

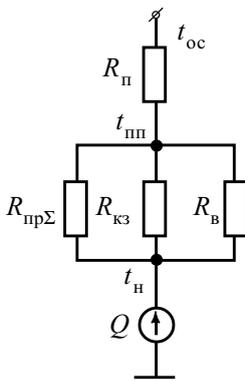


Рис. 2. Эквивалентная схема электро-тепловой модели газового сенсора

Расчет элементов выполняется с учетом ограничений по минимальной мощности выделяемого тепла и минимального градиента температуры по подложке для конструкции сенсора со встроенным в металlostеклянный корпус чувствительным элементом.

Величины тепловых сопротивлений, указанных на рис. 2, определяются конкретными геометрическими и теплофизическими параметрами элементов конструкции сенсора. Мощность, выделяемая нагревателем, необходимая для обеспечения стабильной температуры рабочей поверхности подложки сенсора, может быть определена из соотношения

$$P = \frac{t_{пн} - t_{ос}}{R_{\Sigma}}, \quad (1)$$

где R<sub>Σ</sub> — суммарное тепловое сопротивление, определяемое из схемы как

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{в} R_{пр\Sigma} R_{кз}}{R_{в} R_{пр\Sigma} + R_{кз} R_{пр\Sigma} + R_{кз} R_{в}} + R_{п}. \quad (2)$$

Расчеты, проведенные для сенсора в металlostеклянном корпусе типа К151.14-1 с нихромовым термонагревателем, имеющим удельное поверхностное сопротивление ρ=100 Ом/, на ситалловой подложке размерами 5×5 мм и воздушной прослойкой 2 мм, показали, что для обеспечения стабилизированной температуры рабочей поверхности сенсора, равной 100°C, необходима мощность нагревателя P=0,2 Вт. Погрешность установки температуры поверхности подложки не превышает 10%.

Полученные данные подтверждают перспективность описанного конструктивно-технологического решения исполнения сенсора газа с встроенным пленочным термонагревателем, изготовленным методом тонкопленочной технологии.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Morrison S. R. Mechanism of semiconductor gas sensors operation // Sensors and Actuators.— 1987.— N 116.— P. 283—287.
2. Marsal A., Dezanneau G., Comet A., Morante J. R. A new CO<sub>2</sub> solid stated based gas sensor // The 16th European Conference on Solid-State Transducers.— September 15—18, 2002, Prague, Czech Republic.— P. 615—616.
3. Ivanova O., Krutovertsev S., Pisyakov A. et al. Study of semiconductor sensor sensitivity to H<sub>2</sub>S microconcentrations // Ibid.— P. 645—646.
4. Смынтына В. А., Лепих Я. И., Римашевский А. А., Чистяков В. П. Полупроводниковые пленочные элементы, адсорбционно-чувствительные к кислороду // Приборы и системы управления.— 1989.— № 2.— С. 32—34.

# ТЭА

ONLINE

Читайте в сети Интернет

Научно-технический журнал

ТЕХНОЛОГИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ

Материалы международной научно-практической конференции

**«СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Рекламно-информационное издание

**«Украинский проспект электроники»**

http://www.tkea.wallst.ru