

**Pugolovkina Olga Borisovna**

E-mail: [olyan53@yandex.ru](mailto:olyan53@yandex.ru)

УДК 546.814-31

**О.Б. Пуголовкина, Т.Н. Назарова, В.В. Петров, Н.Ф.Копылова**

### **РАЗРАБОТКА СЕНСОРА ГАЗА СЕЛЕКТИВНОГО ПО ОТНОШЕНИЮ К ИЗОПРОПАНОЛУ**

*Тонкие пленки состава  $SiO_2SnO_xCuO_y$  были получены золь-гель методом. Газовая чувствительность пленок исследовалась по отношению к изопропанолу и оксиду углерода. Получены отклики пленки на исследуемые газы при рабочей температуре 350<sup>0</sup>C. Проведены исследования изменения морфологии поверхности пленки с течением времени посредством сканирующей электронной микроскопии. Установлено значительное влияние эксплуатационных режимов сенсора на свойства поверхности.*

*Полупроводниковые газовые сенсоры; чувствительность; изопропанол; оксид углерода.*

**O.B. Pugolovkina, T.N. Nazarova, V.V. Petrov, N.F. Kopylova**

### **DESIGN OF GAS SENSOR TO ISOPROPANOL**

*$SiO_2SnO_xCuO_y$  thin films were fabricated by a modified sol-gel method. Gas sensitivity was studied to isopropanol and carbon oxide gases. The morphology measurements were investigated by Scanning Electron Microscopy. The gas responses were investigated at 350<sup>0</sup>C. Considerable influence of working conditions on properties of a surface is established.*

*Semiconductor gas sensors; sensitivity; isopropanol; carbon oxide.*

В настоящее время в различных сферах нашей жизни все большее применение находят сенсоры газов. Особенно важны такие сенсоры для мониторинга окружающей среды из-за необходимости создания портативных устройств контроля состояния атмосферы.

В качестве чувствительных элементов сенсоров широко применяют неорганические оксидные материалы, в том числе и на основе диоксида кремния, который позволяет стабилизировать свойства материала, используется в качестве матрицы и для усиления газочувствительных свойств [1-3].

В данной работе проведено исследование газочувствительных свойств пленки состава  $SiO_2SnO_xCuO_y$  по отношению к изопропанолу и оксиду углерода и изменение морфологии их поверхности с течением времени. Пленки указанного состава изготавливались с применением золь-гель метода из растворов на основе тетраэтоксисилана с добавлением нитрата меди. Постадийная технология изготовления описана в работе [2].

Готовые растворы методом центрифугирования наносились на окисленную кремниевую пластину (d=75 мм) с предварительно сформированными контактными площадками и нагревателями. Затем полученные образцы подвергались двухстадийной температурной обработке: сушка при 120<sup>0</sup>C (2 ч) и высокотемператур-

ный отжиг при 600°C (8 ч) в инертной среде. В результате были сформированы следующие структуры (рис.1).

Полученные образцы скрайбировались на отдельные сенсоры и затем разваривались в чипы для последующего соединения с системой КАМИНА (Карлсруэ, Германия), которая позволяет преобразовывать сигналы с сенсора в цифровые, отображаемые на экране компьютера и сохраняемые в его памяти.

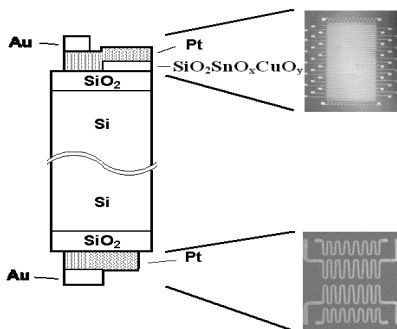


Рис. 1. Принципиальная схема сенсора газа на основе пленки состава  $SiO_2SnO_xCuO_y$

Исследование газочувствительных характеристик полученных образцов проводилось по отношению к изопропанолу и оксиду углерода при концентрациях 1, 5, 10, 30 и 100 ppm и рабочей температуре 350°C.

На рис. 2 представлен характер отклика сенсора на изопропанол. Под воздействием газа сопротивление пленки увеличивается.

После проведения исследования отклика сенсоров на газы была рассчитана чувствительность полученных датчиков. Величина газовой чувствительности (S) находится по известной формуле, как отношение разности сопротивления сенсора в среде газа ( $R_z$ ) и в воздухе ( $R_0$ ) к сопротивлению сенсора в воздухе ( $R_0$ ):

$$S = \frac{R_z - R_0}{R_0} \quad (1)$$

Из рис. 3 видно, что при увеличении концентрации исследуемого газа чувствительность пленки возрастает.

В результате исследования газовой чувствительности образцов пленки по отношению к оксиду углерода получены отклики аналогичного вида, но чувствительность по отношению к CO носит менее выраженный характер (рис.4, 5), чем на изопропанол, следовательно, можно говорить о селективности данного сенсора по отношению к изопропанолу.

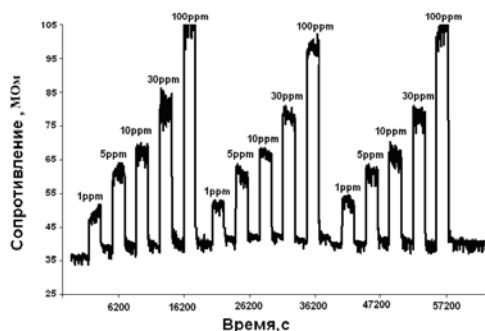


Рис. 2. Отклик сенсора на основе пленки состава  $SiO_2SnO_xCuO_y$  на изопропанол

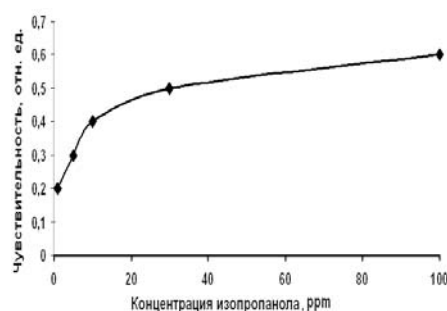


Рис. 3. Чувствительность пленки состава  $SiO_2SnO_xCuO_y$  на изопропанол

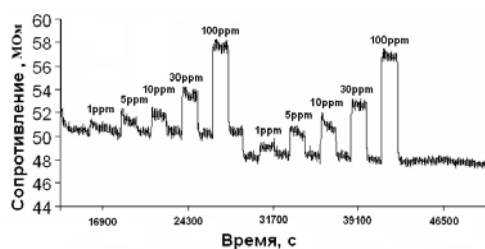


Рис. 4. Отклик пленки состава  $\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{CuO}_y$  на оксид углерода

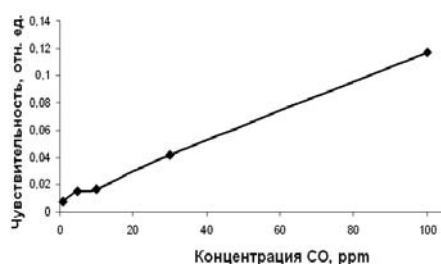


Рис. 5. Чувствительность пленки состава  $\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{CuO}_y$  на оксид углерода

Для изучения влияния эксплуатационных режимов сенсора на изменение морфологии их поверхности были проведены измерения посредством сканирующей электронной микроскопии (рис.6). Как видно из полученных результатов происходит значительное изменение морфологии поверхности с образованием кристаллитов меди и олова, что может оказать влияние на ухудшение газочувствительных характеристик с течением времени.

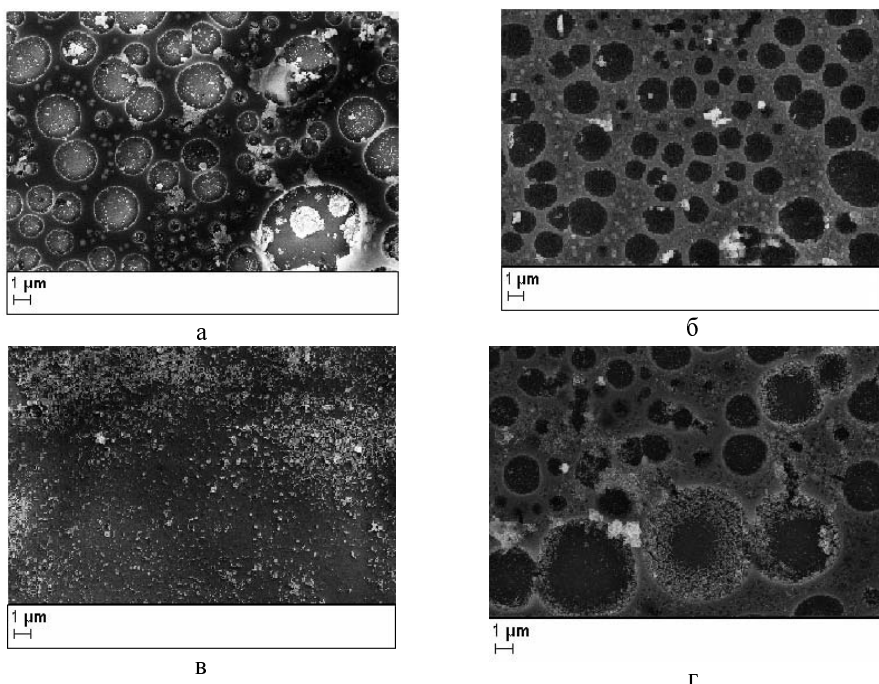


Рис. 6. СЭМ-измерения пленки состава  $\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{CuO}_y$ . Морфология пленки: а – после отжига; б – после 7 дней воздействия газа; в – после 14 дней воздействия газа; г) после 21 дня воздействия газа

Таким образом, в результате работы были исследованы газочувствительные характеристики пленок состава  $\text{SiO}_2\text{SnO}_x\text{CuO}_y$  по отношению к изопропанолу и оксиду углерода, из которых получена зависимость чувствительности пленки от концентрации исследуемого газа. Предел обнаружения изопропанола составил

Иррт, что говорит о высокой чувствительности образцов. В ходе исследования влияния эксплуатационных режимов (при рабочей температуре 350<sup>0</sup>С) на поверхностную морфологию, показано, что происходит ее значительное изменение. Оно связано с образованием кристаллитов оксида олова и меди более круглых размеров.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Tretyakov Y.D., Lukashin A. V., Napolsii K.S., Eliseev A.A.* Iron Nonowires in the mesoporous Silica Matrix. //J. Magn. Mater.2004. V.272-276. P. 1609-1611.
2. *Вторыгин Э.Б., Луцкая О.Ф., Максимов А.И., Мошников В.А. и др.* Разработка золь-гель технологии получения наноструктурированных композитов на основе оксидов олова, кремния и индия для газочувствительных датчиков // Тез.докл. IV Межд. науч.-тех. конф. «Электроника и информатика-2002». – М.: МИЭТ, 2002. В 2-х ч. Ч.1. – С.187.
3. *Маслов Л.П., Румянцева В.Д., Ермурацкий П.В.* Пленочные химические сенсоры токсичных газов и паров // Приборы и системы управления. 1997. №1. –С. 29–31.
4. *Копылова Н.Ф., Петров В.В., Тарантеева Н.В., Александрова М.С.* Исследование электрофизических свойств наноразмерных пленок SiO<sub>2</sub>(SnO<sub>x</sub>CuO<sub>y</sub>) чувствительных к оксидам азота // Мат. VII Межд. научн. конф. «Химия твердого тела и современные микро- и нанотехнологии». – Кисловодск: СКГТУ, 2007. С. 261–263.

#### **Пуголовкина Ольга Борисовна**

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: [olyan53@yandex.ru](mailto:olyan53@yandex.ru)

347928, Россия, Таганрог, ГСП 17А, Некрасовский, 44, тел.:8-(8634)-36-01-55

#### **Назарова Татьяна Николаевна**

E-mail: [hie@fib.tsure.ru](mailto:hie@fib.tsure.ru)

#### **Петров Виктор Владимирович**

E-mail: [hie@fib.tsure.ru](mailto:hie@fib.tsure.ru)

#### **Копылова Н.Ф.**

E-mail: [hie@fib.tsure.ru](mailto:hie@fib.tsure.ru)

#### **Pugolovkina O.B.**

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”

E-mail: [olyan53@yandex.ru](mailto:olyan53@yandex.ru)

44, Nekrasovsky, Taganrog, GSP-17a, 347928, Russia, Ph.: 8(8634) 371-624

#### **Nazarova T.N.**

E-mail: [hie@fib.tsure.ru](mailto:hie@fib.tsure.ru)

#### **Petrov V. V.**

E-mail: [hie@fib.tsure.ru](mailto:hie@fib.tsure.ru)

#### **Kopylova N.F.**

E-mail: [hie@fib.tsure.ru](mailto:hie@fib.tsure.ru)