

УДК 544.22+544.08
ОДНОЭЛЕКТРОДНЫЕ ДАТЧИКИ ДИОКСИДА АЗОТА НА ОСНОВЕ
КОМПОЗИЦИИ ОКСИДОВ ИНДИЯ, ГАЛЛИЯ И ВОЛЬФРАМА

А. А. САВИЦКИЙ, Ю. С. ГАЙДУК, Н. М. ГУЛЯЕВА, О. Г. РЕУТСКАЯ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Полупроводниковые газовые датчики широко используются в различных областях газового анализа. Традиционно полупроводниковые газовые датчики имеют двухэлектродную конструкцию, при которой газочувствительный материал нанесён между парой металлических электродов (Pt, Au, Ni и т.д.), а третий металлический электрод (обычно Pt) используется для нагрева подложки. Известное распространение получили также датчики, имеющие в своей конструкции лишь один электрод. В таких датчиках чувствительный элемент представляет собой капсулу из полупроводникового материала, сформированного на проволочной спирали.

В качестве материала для изготовления датчиков диоксида азота используют оксиды олова, индия, вольфрама, цинка. Для изготовления одноэлектродных датчиков используют оксид индия с добавкой 1 – 10 % мас. оксида галлия, что существенно повышает чувствительность оксида индия к большинству газов окислительной и восстановительной природы и повышает электропроводность материала [1].

Золь вольфрамовой кислоты получали из водного раствора вольфрамата натрия $\text{Na}_2\text{WO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ концентрацией 1,23 моль/л путём капельного вливания в раствор азотной кислоты (12 моль/л) при интенсивном перемешивании. Гидрооксид индия $\text{In}(\text{OH})_3$ был приготовлен из 0,39 моль/л водного раствора $\text{In}(\text{NO}_3)_3 \times 4,5 \text{H}_2\text{O}$ осаждением 9,24 моль/л водным раствором аммиака. Гидрооксид галлия $\text{Ga}(\text{OH})_3$ был приготовлен из 0,66 моль/л.

Одноэлектродные датчики диоксида азота изготавливали в НП ОДО «Фармэк» по стандартной технологии, предусматривающей нанесение капельным методом на разогретую постоянным током спираль из платиновой проволоки (диаметр 20 мкм) смеси золь гидроксидов индия, галлия и вольфрамовой кислоты с последующим отжигом сформированной керамической капсулы током 140 мА на протяжении 2 ч. Полученный после отжига керамический материал содержал фазы твёрдого раствора $(\text{In}, \text{Ga})_2\text{O}_3$ и моноклинного WO_3 .

На рис. 1 представлены зависимости отклика датчиков на основе композиции $\text{In}_2\text{O}_3\text{--Ga}_2\text{O}_3$ (4 % мас.) – WO_3 (5 % мас.) к различным концентрациям диоксида азота в воздухе. Из рисунка следует, что введение добавки 4 % мас. WO_3 в состав ЧЭ газового датчика на основе оксидной системы $\text{In}_2\text{O}_3\text{--Ga}_2\text{O}_3$ более чем вдвое увеличивает выходной сигнал к 2–10 ppm

NO_2 , что значительно выше, чем при введении добавок оксида железа или цинка [1].

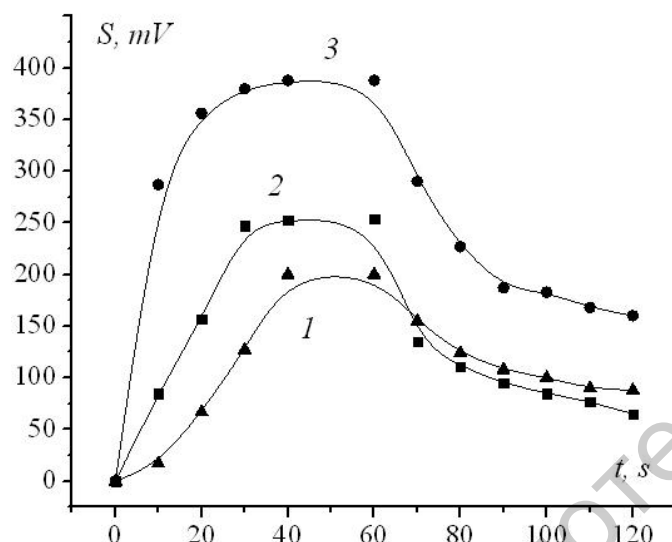


Рис. 1. Зависимость отклика датчиков на основе композиции $\text{WO}_3\text{--Ga}_2\text{O}_3$ (4 % мас.) – In_2O_3 (5 % мас.), время подачи газовой смеси 60 с, ток нагрева 90 мА: 1 – 2 ppm NO_2 ; 2 – 3, 4 ppm NO_2 ; 3 – 10 ppm NO_2 .

Газочувствительная композиция $\text{In}_2\text{O}_3\text{--Ga}_2\text{O}_3$, содержащая добавку 2–5 % мас. WO_3 , в составе одноэлектродных керамических датчиков обладает высокой чувствительностью к 1–10 ppm диоксида азота и может быть использована для изготовления датчиков, работающих в составе портативных газоанализаторов атмосферного воздуха (потребляемая мощность менее 200 мВт). Зависимость сенсорного отклика полупроводниковых газовых датчиков исследованного состава к 1–10 ppm NO_2 в воздухе имела выраженный максимум при 100–110 мВт, что соответствует току нагрева 90 мА. Предел обнаружения NO_2 , рассчитанный методом экстраполяции, для датчиков на основе композиции $\text{In}_2\text{O}_3\text{--Ga}_2\text{O}_3\text{--WO}_3$ (4 % мас. Ga_2O_3 , 5 % мас. WO_3), составляет ~10–20 ppb, что соответствует значению ПДК диоксида азота в воздухе населённых пунктов и ниже.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Химические сенсоры на основе смешанной композиции оксидов индия, галлия и цинка, чувствительные к диоксиду азота / Ю. С. Гайдук [и др.] // Вестник БГУ. Серия 2. – 2015. – № 3. – С. 8–12.