



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45050 (13) U
(51) МПК (2009)
B82B 3/00
G01N 27/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТОЧКОВО-КОНТАКТНИЙ ГАЗОВИЙ СЕНСОР

1

(21) u200904787

(22) 15.05.2009

(24) 26.10.2009

(46) 26.10.2009, Бюл.№ 20, 2009 р.

(72) ПОСПЕЛОВ ОЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ, ЛЕБЕДЬ ОЛЕНА КОСТЯНТИНІВНА, АЛЕКСАНДРОВ ЮРІЙ ЛЕОНІДОВИЧ, БАЙРАЧНИЙ БОРИС ІВАНОВИЧ, КАМАРЧУК ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

2

(57) Точково-контактний газовий сенсор, що включає два металевих струмопідводи з розташованою між ними наноструктурою, яка проводить електричний струм і має розмір, що не перевищує довжину вільного пробігу носіїв заряду, який **відрізняється** тим, що наноструктура розміщена в каналі точкового контакту, сформованого з твердого електроду із провідністю по іонах металу, з якого виготовлені струмопідводи.

Корисна модель стосується пристроїв для контролю складу газових середовищ, зокрема чутливих елементів газоаналізаторів, і може бути використана для виявлення й визначення концентрацій донорних і акцепторних газів, наприклад, H_2S , SO_2 , NH_3 , CO , у хімічній промисловості, екології, медицині й інших галузях діяльності.

Відомі наноструктурні газові сенсори на основі точкових металевих контактів [1]. Ці сенсори призначені для виявлення й визначення як донорних, так і акцепторних газів. В якості чутливого елемента використовується наноструктура, яка отримана шляхом розламу й наступного з'єднання металевих доту (у джерелі - мідного) до утворення точкового контакту з безпосередньою електричною провідністю. Молекули атмосферного кисню взаємодіють із поверхнею контакту й адсорбуються на ній. Поверхневий шар зростає при цьому модифікується, що змінює його провідні властивості. Якщо даний чутливий елемент опиняється в зоні дії аналізованого газу, починається перебіг реакції, в результаті якої газ частково або повністю витісняє з поверхні адсорбований кисень. Цей процес приводить до перерозподілу електронної щільності в приповерхневих шарах, тобто до зміни електричного опору цієї зони пропорційно кількості газу. Конструкція відомого сенсора порівняно проста, для виготовлення зразків не потрібно унікального устаткування. Це створює передумови для надійності й відтворюваності параметрів у серії. Разом з цим сенсор має ряд недоліків:

1. Через те, що матеріали, які можуть бути використані в якості чутливого елемента, обмежуються металами, істотно звужується перелік газо-

подібних речовин, які селективно виявляються сенсорним пристроєм. Це пов'язане з тим, що адсорбція газоподібного аналіту відбувається на поверхневих оксидах металів, які утворюються природно при контакті з атмосферою. Ці оксиди здебільшого не проявляють специфічних властивостей відносно адсорбату.

2. Теоретично рівень вихідного сигналу у вигляді зміни опору обмежений опором одноатомного контакту (12,9 кОм). Однак на практиці металеві контакти такого або близького розміру недостатньо стабільні й схильні до необоротного руйнування, що спричиняє вихід сенсора з робочого стану. Внаслідок цього в сенсорних елементах використовують металеві точкові контакти з опором у діапазоні 1,0 - 50,0 Ом, що пов'язано з істотним зниженням чутливості.

Відомий також, обраний за найближчий аналог, точково-контактний сенсор, що включає два струмопідводи з розташованою між ними наноструктурою, розмір якої не перевищує довжини вільного пробігу носіїв заряду. В якості матеріалу наноструктури використовують тверду речовину, яка проводить струм [2].

Точково-контактний газовий сенсор, виготовлений за описаною конструкцією, має підвищену чутливість й селективність. Параметр, який реєструється, є пропорційна кількості газу-аналіту зміна опору чутливого елемента за рахунок перерозподілу концентрації носіїв заряду в приповерхневих шарах при вибіркової адсорбції газоподібного аналіту.

Струмопідводи і наноструктура точково-контактного газового сенсора можуть бути викона-

(19) UA (11) 45050 (13) U

ні з одного і того ж матеріалу. Як матеріал може бути використана будь-яка тверда при нормальних умовах речовина, що проводить струм, у тому числі метал, напівметал, напівпровідник, органічні й неорганічні полімери, кристалічні й аморфні сполуки.

Сенсор працює в такий спосіб. Газ, що аналізується, адсорбується на поверхні чутливого елементу, і викликає тим самим зміну електронної густини на поверхні наноструктури. Таким чином, пропорційно кількості адсорбованого газу змінюється електричний опір чутливого елементу, який є вихідним сигналом сенсору.

До недоліків сенсору відноситься низька механічна стабільність чутливого елементу. Цей чутливий елемент у вигляді відкритого точкового контакту, який безпосередньо контактує з навколишнім середовищем, піддається механічному впливу зовнішніх джерел. Внаслідок такого впливу точковий контакт руйнується або зазнає структурних та енергетичних неоднорідностей. Зміни стану чутливого елементу сенсору призводять до низької відтворюваності сигналу відгуку, ускладнення релаксації, виходу елементу із ладу.

Корисна модель, що пропонується, спрямована на підвищення стабільності вихідних параметрів та подовження строку служби сенсору шляхом підвищення механічної стабільності чутливого елементу.

Технічний результат досягається тим, що в точково-контактному газовому сенсорі, що включає два металевих струмопідводи з розташованою між ними наноструктурою, яка проводить електричний струм і має розмір, що не перевищує довжину вільного пробігу носіїв заряду, у відповідності з корисною моделлю наноструктуру розміщують в каналі точкового контакту, сформованого з твердого електроліту із провідністю по іонам металу, з якого виготовлені струмопідводи.

Точковий контакт виготовляють у напівпровідниковому каналі провідності, який було одержано

шляхом хімічного або електрохімічного перетворення заздалегідь сформованого металевого точкового контакту. Провідність у напівпровідниковому каналі відбувається по іонам металу, з якого виготовлені струмопідводи.

Сенсор, що пропонується, працює в такий спосіб. При контакті чутливого елемента з газовою сумішшю, яка аналізується, газоподібний інгредієнт, здатний утворювати більш міцні в порівнянні з іншими інгредієнтами адсорбційні зв'язки, адсорбується на поверхні напівпровідника, викликаючи тим самим зміну електронної густини на поверхні розташованої усередині напівпровідника наноструктури. У той же час газу з невеликими розмірами молекул можуть проникати крізь дефекти у напівпровідниковому шарі й безпосередньо адсорбуватися на точковому контакті. Вибір матеріалу контакту, який проводить струм, і напівпровідникової сполуки забезпечує необхідну селективність. Структура точкового контакту така, що відношення кількості поверхневих атомів до загальної їхньої кількості в контакті максимальне у порівнянні з усіма іншими можливими структурами. Це обумовлює максимально можливі концентраційні зміни носіїв заряду у каналі провідності при адсорбції аналіту і, як наслідок, максимальну чутливість сенсорного пристрою, вихідним сигналом якого є електричний опір.

Джерела інформації

1. G.V. Kamarchuk, A.P.Pospelov, A.V. Yermenko, E.C. Faulques, and I.K. Yanson, *Europhys. Lett.* 2006, 76, 575.

2. Пат. 29104 України, МПК (2006) B82B3/00 G01N27/12. Точково-контактний газовий сенсор: 29104 України, МПК (2006) B82B3/00 G01N27/12. Камарчук Г.В., Поспелов О.П., Єременко А.В., Янсон І.К. (Україна); ФТІНТ ім.Б.І. Веркіна, НАН України. - № у 2007 05224; Заявл. 14.05.2007; Опубл. 10.01.2008, Бюл. №1 (прототип).