

ФОРМУВАННЯ НАНОПОРИСТОЇ МАТРИЦІ НА ОСНОВІ ОКСИДУ АЛЮМІНІЮ ДЛЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ

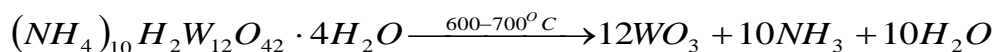
Тульський Г.Г., д.т.н., професор, Ляшок Л.В. к.т.н., професор,
Шевченко Г.С., студент,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
Харків, Україна
Васильченко О.В. к.т.н., доцент,
Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна
Скатков Леонід
Університет Бен-Гуріона в Негеві, Беер-Шева, Ізраїль

Перспективною матрицею для синтезу нанокompatитів є плівки пористого анодного оксиду алюмінію. Вони мають впорядковану структуру, термічно стійкі, і хімічно інертні по відношенню до більшості матеріалів. Є різні способи отримання оксиду алюмінію. Один з перспективних – це отримання оксиду анодуванням алюмінію. Цей оксид має унікальні властивості, він може бути діелектриком, напівпровідником і темплатом. За рахунок зміни складу електроліту і режиму електролізу можливо контролювано варіювати параметри пористої структури (діаметр, довжину, і відстань між сусідніми порами) [1].

Останнім часом, як в нашій країні, так і за кордоном ведуться інтенсивні розробки в області технологій формування та дослідження властивостей масивів з'єднань, вбудованих в пористі матриці. Крім цього розробляються підходи до створення на їх основі електронних, оптичних приладів, а також сенсорів. Швидкий розвиток промисловості і транспорту призвів в останнє десятиліття до різкого збільшення вмісту різних газів забруднювачів в повітрі (метан, пропан, аміак, оксиди азоту, озон, пари бензину). Вони не тільки становлять небезпеку з екологічної точки зору, але і можуть бути причиною техногенних катастроф (вибухів, пожеж, масових отруєнь та ін.).

Оксиди азоту є одними з найбільш токсичних компонентів промислових викидів і вихлопних газів транспортних засобів. Для контролю за їх концентрацією в атмосфері, альтернативною хемолюмінісцентній техніці, є напівпровідникові металоксидні газові сенсори. Існуючі засоби газоаналізу екологічного спрямування занадто дорогі. Впровадження в виробництво пожежних сповіщувачів на основі металоксидних сенсорів, дозволить різко знизити їх вартість.

В ході роботи плівки пористого оксиду алюмінію з високо впорядкованою структурою формували за методикою одностадійного окислення. Анодне окислення проводили як в потенціостатичному, так і в гальваностатичному режимах. Впровадження оксиду вольфраму в пори оксидних алюмінієвих матриць проводили з розчину вольфрамату амонію, який був виготовлений з H_2WO_4 . Далі зразки висувували, а потім витримували в муфельній печі при температурі (600–700) °C протягом 0,5 год в атмосфері повітря. Процес, при цьому описується наступною реакцією:



Таким чином, в порах наноструктурованого анодного оксиду алюмінію був синтезований оксид вольфраму.

Для вимірювання газочутливих характеристик сенсор розміщували в кварцову камеру об'ємом 1 л. Камеру насичували повітрям і герметизували. Необхідний склад газової суміші створювали шляхом введення в вимірювальну камеру певних порцій NO_2 за допомогою шприца-дозатора. Вимірювання концентраційної залежності провідності сенсорів здійснюється шляхом багаторазового додавання необхідної кількості газу. При цьому газова суміш в камері перемішувалася. Значення провідності сенсорів в чистому повітрі (G_0) і в газоповітряній суміші (G_1) вимірювали за допомогою автоматизованого стенда, який забезпечував можливість установки і стабілізації робочої температури в діапазоні 300–700 К, а також дозволяв реєструвати провідність через кожні 1–2 с. За адсорбційний відгук брали ставлення G_0/G_1 , де G_1 – стаціонарне значення провідності в газовій суміші, G_0 – значення провідності в чистій повітряній суміші.

Механізм взаємодії NO_x і WO_3 звичайний для акцепторного газу і напівпровідника n-типу. Провідність оксиду вольфраму n-типу обумовлена валентністю катіона вольфраму і нестехіометричним складом плівки. Іони W^{5+} , W^{4+} з одним і двома домішковими електронами, відповідно, є донорами в решітці W^{6+} :



Коли електронегативні молекули NO_x досягають поверхні напівпровідника, вони захоплюють електрони з зони провідності і, таким чином, хемосорбуються на поверхні. При подальшій адсорбції поверхня заряджається негативно, а в об'ємі напівпровідника утворюється шар з відносно позитивним зарядом [2].

Газова чутливість сенсора визначається характеристиками напівпровідникового чутливого шару, а він в нашому випадку є іммобілізованим в пористу матрицю з високорозвиненою поверхнею. При низькій температурі відбувається адсорбція молекул газу, а при високій – їх десорбція.

Висновки. Запропоновано методику іммобілізації WO_3 в плівку пористого анодного оксиду алюмінію. Визначено, що запроваджений WO_3 знаходиться не тільки в порах, а й на поверхні оксидної матриці. Проведені випробування підтвердили – синтезовані композити є газочутливими при детектуванні NO_x .

ЛІТЕРАТУРА

1. Tulskeyi H.H., Liashok L.V., Shevchenko H.S., Vasilchenko A.V., Stelmakh O.A. Synthesis of functional nanocomposites based on aluminum oxide. *Funct.Mater.* 2019; 26 (4): 718-722.
2. Roslyakov I.V., Gordeeva E.O., and Napolskii K.S., *Electrochimica Acta*, 241(1) (2017) 362.
3. Тульский Г.Г., Ляшок Л.В., Османова М.П., Колупаев И.Н.. Электрохимическое получение порошка вольфрама из отходов вольфрамсодержащих сплавов. Порошковая металлургия, 2019, № 9/10. с. 3 – 7.