

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЕНСОРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АММИАКА

М.С. АЛЕКСАНИЯН*, А.Г. САЮНЦ, Г.А. ШАХАТУНИ,
В.М. АРУТЮНЯН, Г.Э. ШАХНАЗАРЯН

Ереванский государственный университет, Ереван, Армения

*e-mail: maleksanyan@ysu.am

(Поступила в редакцию 10 марта 2021 г.)

В данной работе исследованы морфология пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ (60:40 мол %) и характеристики ее газочувствительности к парам аммиака при различных рабочих температурах. Исследование поверхности чувствительной пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ с помощью сканирующей электронной микроскопии (SEM) показало, что размер зерен в пленке равен около 50 нм. Исследуемый сенсор проявляет чувствительность к парам аммиака, начиная с температуры нагрева сенсора 200°C . В качестве рабочей выбрана температура 250°C . Минимальный предел чувствительности сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ довольно низкий (~ 14 ppm), при такой концентрации паров аммиака сопротивление сенсора изменялось более чем в 1.5 раза. Оптимизированные параметры, характеризующие сенсор $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$, позволяют использовать эту структуру в приборах для обнаружения аммиака.

1. Введение

Аммиак (NH_3) – важное сырье, широко используемое в основном при производстве химикатов, текстиля, удобрений, бумажных изделий, а также при переработке сточных вод. Мировое производство аммиака превышает 100 миллионов тонн в год. Сильнотоксичный газ NH_3 не только вреден для здоровья человека, но и оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Например, высокая концентрация аммиака (~ 300 ppm) оказывает сильное раздражающее действие на глаза, нос, рот, легкие и горло, что может вызвать головную боль, рвоту, одышку, пневмонию и даже привести к смерти. Международно принятая норма максимально допустимой концентрации NH_3 в рабочем помещении составляет 50 ppm. Ясно, что утечка аммиака может привести к загрязнению атмосферы, воды и почвы, что, в свою очередь, приведет к дальнейшему ухудшению пищевой цепочки и качества жизни человека. По уровню содержания аммиака в выдыхаемом человеком воздухе могут быть диагностированы процессы почечных нарушений в организме. С этой точки зрения для мониторинга окружающей среды, контроля промышленных процессов и для использования в медицине крайне необходимы селективные сенсоры, позволяющие обнаружить низкие концентрации паров аммиака [1–3].

Детектирование NH_3 и измерение его концентрации может быть осуществлено хроматографическим и спектрофотометрическим методами, однако используемое при этом оборудование имеет большие размеры, дорогое и используется только в лабораториях и клиниках. Сенсорные структуры, имеющие небольшие размеры, достаточно высокое быстродействие, малую потребляемую мощность, сравнительно небольшую стоимость и совместимы с интегральными микросхемами. Среди различных типов сенсоров для обнаружения аммиака наиболее предпочтительными являются полупроводниковые газовые сенсоры, которые имеют также высокую чувствительность, селективность, химическую и временную стабильность и т.д. При создании полупроводниковых резистивных сенсоров в основном используют такие оксиды металлов как SnO_2 , In_2O_3 , ZnO , Fe_2O_3 , WO_3 , TiO_2 и т.д. Но в чистом виде эти металлоксиды обычно имеют высокое электрическое сопротивление и проявляют слабую чувствительность к газам. Легирование этих материалов приводит к снижению их сопротивления до легко измеримых значений и резко улучшает газочувствительность сенсора [4–7].

Одним из предпочтительных из вышеуказанных металлоксидных материалов является оксид железа Fe_2O_3 (гематит), являющийся термодинамически, химически и механически наиболее стабильным из оксидов железа. Это полупроводник n-типа с шириной запрещенной зоны 2.1 эВ при комнатной температуре и при нормальных атмосферных условиях. Fe_2O_3 широко используется в красителях, литий-ионных батареях, оптических устройствах и газовых сенсорах благодаря его таким уникальным свойствам как высокая стойкость к коррозии, обилие сырья, выраженные магнитные свойства, высокая химическая и временная стабильность, низкая стоимость, нетоксичность и высокая чувствительность к восстановительным газам. Несмотря на перечисленные преимущества, основной проблемой чистого Fe_2O_3 является его низкая селективность. Для решения этой проблемы в резистивных газовых сенсорах в основном используются легированные металлоксиды. Газочувствительные свойства основного материала существенно образом зависят от типа примеси и ее концентрации. С этой точки зрения ZnO успешно используется не только как основной газочувствительный материал, но и как примесь. ZnO – полупроводник с широкой запрещенной зоной (3.37 эВ), который при комнатной температуре имеет высокую энергию экситон (60 мэВ) и нецентрическую симметрию в структуре вюрцита [8–11].

В данной работе был спроектирован и разработан резистивный сенсор на основе состава $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ (60:40 мол %). Подробно исследованы характеристики газовой чувствительности изготовленного сенсора при различных рабочих температурах при наличии в окружающей среде различных концентраций паров аммиака.

2. Изготовление сенсора и механизм его газочувствительности

Твердый раствор $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ (60:40 мол %) был получен методом твердофазного синтеза, который подробно представлен в наших предыдущих работах [12,13].

Тонкие газочувствительные пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ были осаждены на готовые подложки [12] методом высокочастотного магнетронного распыления [14], используя синтезированную нами полупроводниковую мишень. Время напыления

пленки составляло 25 минут, мощность генератора – 60 Вт, температура подложки – 200°C. В качестве источника плазмы в процессе распыления использовался аргон высокой чистоты. Выбор метода напыления пленки очень важен при создании газовых сенсоров, так как этим обусловлены микроструктура, пористость, стехиометрия и другие параметры растущей пленки. Чувствительная пленка фактически является активно работающей частью сенсора. Метод магнетронного распыления позволяет получать тонкие пленки, состоящие из нанозерен.

Газовая чувствительность сенсора сильно зависит от размеров нанозерен и пор полученной наноструктурной пленки [15–17]. С помощью электронного микроскопа Vega 5130 MM (Tescan) была исследована поверхность изготовленной пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ и получено ее SEM изображение. Как видно из рис. 1, пленка действительно состоит из нанозерен, размер которых можно оценить примерно в 50 нм. В процессе магнитного распыления по мере увеличения мощности генератора находящиеся в плазме ионы аргона с большей кинетической энергией ударяют по мишени, в результате чего от мишени отрываются частицы сравнительно большего размера, что и приводит к формированию пленки из нанозерен большего размера. Таким образом, метод магнетронного распыления позволяет легко изменять размер зерен, что влияет на чувствительность пленки к газу. Влияние размеров зерен на газочувствительность пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ будет исследовано нами в дальнейшем. Сейчас более подробно представим возможный механизм газовой чувствительности пленки, имеющей зернистую структуру.

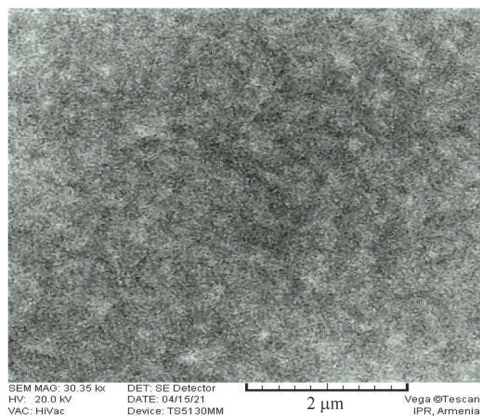


Рис.1. SEM изображение пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$.

Отклик металлоксидных полупроводниковых сенсоров на воздействие исследуемого газа является следствием реакций, протекающих на поверхности зерен или в порах чувствительного слоя. В нормальных условиях молекулы кислорода из воздуха химически адсорбируются на поверхности полупроводниковых нанозерен, взаимодействуют со свободными (избыточными) электронами полупроводника, в результате чего адсорбированные молекулы кислорода частично преобразуются в ионы (O_2^- , O^- , O^{2-}). В результате в тонком приповерхностном слое полупроводниковых зерен образуется обедненная электронами

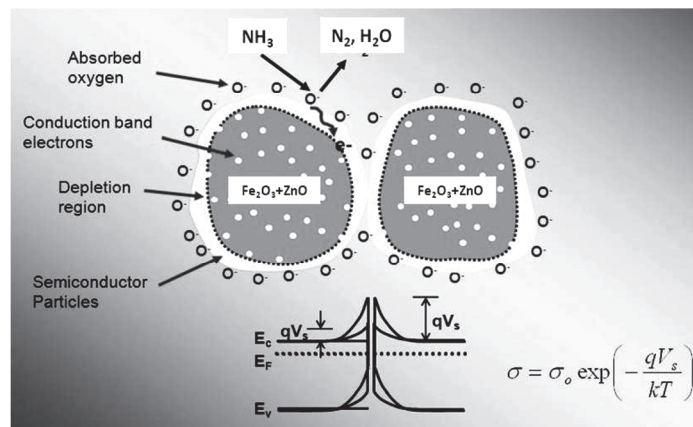
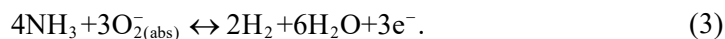


Рис.2. Механизм чувствительности нанозернистой пленки $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$.

область, то есть слой пространственного заряда (рис.2). В этом случае в областях между зернами возникают двойные барьеры Шоттки, которые препятствуют переходу электронов от одного зерна к другому. Молекулы аммиака, достигая поверхности полупроводника, вступают в реакцию с ионами кислорода, в результате которой образуются свободные электроны [5,18–21]:



В результате представленных реакций образуются также молекулы азота и воды, которые быстро десорбируются с поверхности полупроводника. Образующиеся свободные электроны уменьшают толщину обедненных слоев зерен, что приводит к уменьшению барьера Шоттки и, в конечном итоге, к увеличению проводимости полупроводника. Проявлением чувствительности к газу является изменение проводимости полупроводника под действием газа.

На газочувствительность сенсора могут влиять различные факторы, но более всего на этот параметр оказывает влияние размер зерен чувствительной пленки. Обычно уменьшение размера зерна приводит к резкому увеличению чувствительности. Максимальное значение чувствительности наблюдается в том случае, когда при отсутствии газа полупроводниковое нанозерно полностью обеднено. Ввод в зерно даже небольшого количества свободных электронов при последующей адсорбции газа резко меняет сопротивление пленки, что приводит к росту чувствительности [22–24].

Изготовленный нами сенсор был исследован с помощью системы измерения характеристик газового сенсора [25]. Газочувствительные характеристики сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ были получены при воздействии различных концентраций паров аммиака при различных температурах. Чувствительность сенсора S определялась как отношение сопротивлений пленки в воздухе и при наличии в окружающей атмосфере воздействующего газа ($S = R_{\text{воздух}}/R_{\text{газ}}$).

3. Экспериментальные результаты

Для получения в экспериментальной камере определенных концентраций паров аммиака использовались водные растворы аммиака соответствующих концентраций. Определенное количество водного раствора аммиака выпаривалось на горячей (100°C) платформе, находящейся в камере. Таким образом аммиак из жидкой фазы преобразовывался в газообразную фазу. Для обеспечения в измерительной камере необходимых концентраций паров аммиака заранее были проведены расчеты, определяющие концентрацию аммиака в газовой фазе, соответствующую заданному количеству водного раствора аммиака определенной процентной концентрации (таблица 1).

Табл.1. Концентрации аммиака в газовой фазе, соответствующие различным процентным содержаниям аммиака в водном растворе

Концентрация аммиака в водном растворе, %	Концентрация аммиака в газовой фазе, ppm
20	1096.8
15	822.6
10	548.4
5	274.2
2.5	137.1
1	54.84
0.5	27.42
0.25	13.71

Газочувствительные характеристики сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ были измерены при разных рабочих температурах и разных концентрациях паров аммиака.

Измерения отклика изготовленного сенсора на воздействие аммиака были проведены начиная от комнатной температуры, но сенсор $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ проявил чувствительность к парам аммиака только начиная с температуры нагрева 200°C. Проведенные исследования показали, однако, что повышение температуры нагрева пленки до температуры 250°C приводит к значительному увеличению чувствительности сенсора по сравнению с откликом при температуре 200°C (рис.3). При еще более высоких температурах (> 300°C) пленка $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ обнаруживает несколько большую чувствительность, однако при таких температурах сенсор характеризуется довольно высоким энергопотреблением. Исходя из этого, рабочей температурой для сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ была выбрана температура 250°C.

Были проведены измерения изменения сопротивления сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ под действием разных концентраций паров аммиака при температуре нагрева 250°C (рис.4). Исследуемый сенсор показал практически полностью восстанавливаемую характеристику отклика, времена отклика и восстановления не превышали нескольких десятков секунд. Сенсор почти полностью восстанавливается даже при довольно высокой концентрации аммиака (~1096 ppm). Подобная

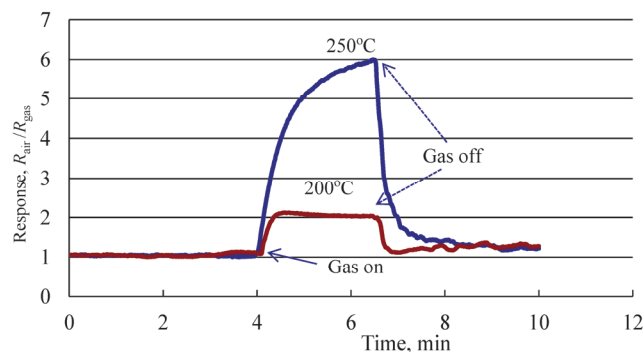


Рис.3. Чувствительность сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ к парам аммиака (~548 ppm) при температурах 200°C и 250°C.

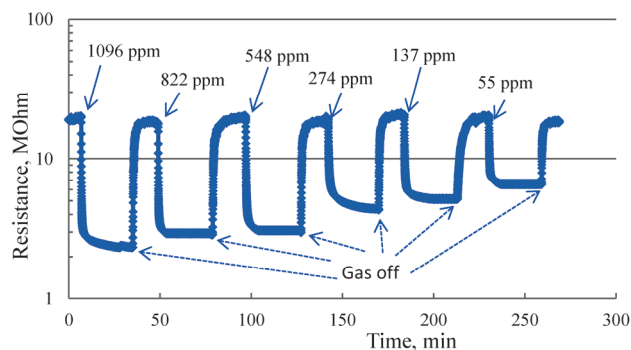


Рис.4. Изменение сопротивления сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ под действием разных концентраций паров аммиака при рабочей температуре 250°C.

характеристика отклика и восстановления связывается с рабочей температурой 250°C, при которой формируются достаточные величины энергий адсорбции и десорбции, обеспечивающие эффективное и быстрое протекание указанных процессов.

Были проведены исследования отклика сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ к различным концентрациям аммиака при рабочей температуре 250°C, в результате которых получена зависимость отклика сенсора от концентрации паров аммиака (рис.5).

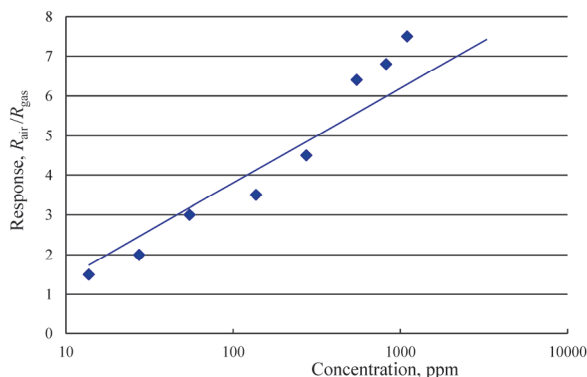


Рис.5. Зависимость отклика сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ от концентрации паров аммиака при рабочей температуре 250°C.

Результаты измерений отклика сенсора при восьми различных значениях концентраций паров аммиака укладываются на почти линейную зависимость. Наличие большого количества молекул воздействующего газа в окружающей среде приводит к большому количеству адсорбированных на поверхности полупроводника молекул, что, в свою очередь, приводит к линейному росту чувствительности. Однако при высоких концентрациях газа линейная зависимость может быть нарушена из-за насыщения поверхности полупроводника. В нашем случае при концентрациях паров аммиака, выше 1000 ppm, характеристика остается выражено линейной, что является весьма многообещающим при измерениях фактом.

Сенсор $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ продемонстрировал чувствительность к чрезвычайно низким концентрациям паров аммиака. В частности, сопротивление чувствительной пленки изменялось в 1.5 и 2 раза при концентрациях аммиака ~ 27 ppm и ~ 14 ppm, соответственно (рис.6). Примечательно, что минимальный порог чувствительности датчика (~ 14 ppm) значительно меньше указанной выше максимально допустимой концентрации аммиака (50 ppm).

Были исследованы также импедансные характеристики сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ в чистом воздухе и при воздействии различных концентраций паров аммиака при рабочей температуре 250°C . Измерения импеданса сенсора были проведены с помощью прибора Zive SP1 фирмы Wonatech. Для измерений был выбран достаточно широкий частотный диапазон: от 1 Гц до 1 МГц. Амплитуда переменного сигнала составляла 100 мВ. Чтобы происходящие на поверхности полупроводниковой пленки процессы были более ярко выражены, переменный сигнал накладывался на напряжение смещения 1 В.

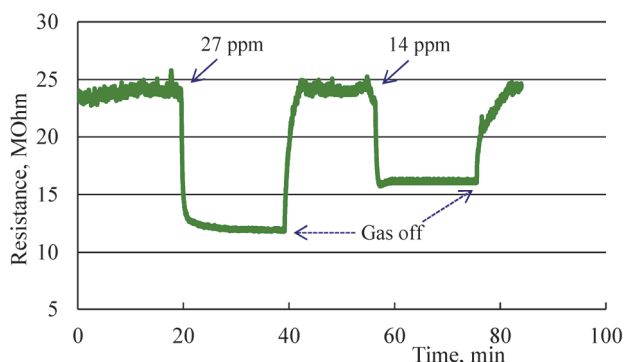


Рис.6. Изменение сопротивления сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ под действием паров аммиака (~ 27 ppm и ~ 14 ppm) при рабочей температуре 250°C .

Результаты исследований сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ методом импедансной спектроскопии представлены для трех разных концентраций паров аммиака в виде полукруга Найквиста (рис.7). По сравнению с результатами, полученными при исследовании импеданса исследуемого сенсора в чистом воздухе, радиус полукруга Найквиста при воздействии паров аммиака меньше из-за смещения величины сопротивления пленки в сторону более низких значений. При увеличении концентрации воздействующего газа радиус полукруга Найквиста уменьшается из-за еще большего уменьшения сопротивления.

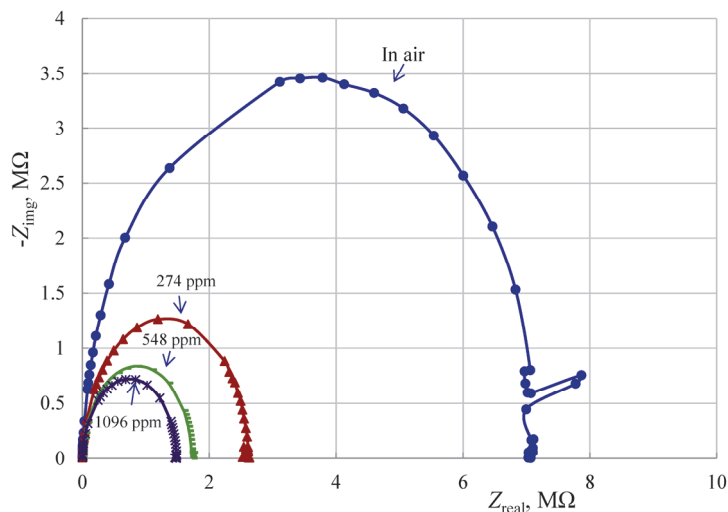


Рис.7. Кривые Найквиста для сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$, полученные в чистом воздухе и при наличии в окружающем воздухе разных концентраций паров аммиака при рабочей температуре 250°C .

Была измерена чувствительность изготовленного сенсора $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ к парам спирта, ацетона и толуола. Исследуемый сенсор проявил незначительную чувствительность к высоким концентрациям паров этих веществ. С этой точки зрения изготовленный сенсор $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ можно считать достаточно селективным.

4. Заключение

Для обнаружения низких концентраций паров аммиака был изготовлен наноструктурный сенсор на основе состава $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ (60:40 мол %), синтезированного методом твердофазной реакции. Изготовленный сенсор показал практически полностью восстанавливаемую характеристику отклика на воздействующий газ, времена отклика и восстановления не превышали нескольких десятков секунд. Даже при довольно высоких концентрациях паров аммиака (~ 1096 ppm) сенсор почти полностью восстанавливается. Во всем измеряемом диапазоне концентраций (14–1096 ppm) сенсор $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ показал линейную зависимость отклика от концентрации паров аммиака. Изготовленный сенсор достаточно селективен по отношению к летучим органическим соединениям.

Работа выполнена в рамках программы «Faculty Research Funding Programm» (2020), финансируемой Enterprise Incubator Foundation и ООО «Филип Моррис Армения».

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета по науке РА в рамках научного проекта № 21T-2J062

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Liu, Y. Liu, J. Dob, J. Li. Applied Surface Science, **390**, 929 (2016).
2. S. Huang, L.A. Ruiz, A. Croy, M. Löffler, V. Khavrus, V. Bezugly, G. Cuniberti.

- Carbon, **173**, 262 (2021).
3. **C. Castillo, G. Cabello, B. Chornik, Y. Huentupil, G.E. Core.** Journal of Alloys and Compounds, **825**, 154166 (2020).
 4. **R.S. Ganesh, E. Durgadevi, M. Navaneethan, V.L. Patil, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, S. Kawasaki, P.S. Patil, Y. Hayakawa.** Journal of Alloys and Compounds, **721**, 182 (2017).
 5. **N.X. Thai, N.V. Duy, N.V. Toan, C.M. Hung, N.V. Hieu, N.D. Hoa.** International Journal of Hydrogen Energy, **45**, 2418 (2020).
 6. **Q. Mi, D. Zhang, X. Zhang, D. Wang.** Journal of Alloys and Compounds, **860**, 158252 (2021).
 7. **M.S. Aleksanyan, A. Sayunts, H. Zakaryan, V. Aroutiounian, V. Arakelyan, G. Shahnazaryan.** J. Contemp. Phys., **55**, 205 (2020).
 8. **Z. Jing.** Materials Science and Engineering A, **441**, 176 (2006).
 9. **S. Saritas, M. Kundakci, O. Coban, S. Tuzemen, M. Yildirim.** Physica B: Condensed Matter, **541**, 14 (2018).
 10. **Y. Yin, N. Zhang, J. Han, C. Liu, S. Adimi, S. Wen, X. Li, S. Ruan.** Sensors and Actuators B, **297**, 12673811 (2019).
 11. **A.K. Basu, A.N. Sah, M.M. Dubey, P.K. Dwivedi, A. Pradhan, S. Bhattacharya.** Sensors and Actuators B, **305**, 127457 (2020).
 12. **M. Aleksanyan, A. Sayunts, H. Zakaryan, V. Aroutiounian, V. Arakelyan, G. Shakhnazaryan.** International Journal on Advances in Systems and Measurements, **13**, 312 (2020).
 13. **V. Aroutiounian, V. Arakelyan, M.S. Aleksanyan, G. Shahnazaryan, P. Kacer, P. Picha, J.A. Kovarik, J. Pekarek, B. Joost.** Journal of Sensors and Sensor Systems, **7**, 281 (2018).
 14. **M.S. Aleksanyan.** Armenian Journal of Physics, **12**, 62 (2019).
 15. **A. Rothschild, Y. Komem.** Journal of Applied Physics, **95**, 6374 (2004).
 16. **G. Korotcenkov, S.D. Han, B.K. Cho, V. Brinzari.** Critical Reviews in Solid State and Material Sciences, **34**, 1 (2009).
 17. **R. Savu, M.A. Ponce, E. Joanni, P.R. Bueno, M. Castro, M. Cilense, J.A. Varela, E. Longo.** Materials Research, **12**, 83 (2009).
 18. **S.K. Lee, D. Chang, S.W. Kima.** Journal of Hazardous Materials, **268**, 110 (2014).
 19. **M. Poloju, N. Jayababu, M.V. Reddy.** Materials Science & Engineering B, **227**, 61 (2018).
 20. **G. Chaloeipote, R. Prathumwan, K. Subannajui, A. Wisitsoraat, C. Wongchoosuk.** Materials Science in Semiconductor Processing, **123**, 105546 (2021).
 21. **T.Y. Chen, H.I. Chen, C.S. Hsua, C.C. Huang, J.S. Wu, P.C. Chou, W.C. Liu.** Sensors and Actuators B, **221**, 491 (2015).
 22. **N. Yamazoe, K. Shimanoe.** Journal of the Electrochemical Society, **155**, J93 (2008).
 23. **M. Gillet, K. Aguir, M. Bendahan, P. Mennini.** Thin Solid Films, **484**, 358 (2005).
 24. **J. Tamaki, Z. Zhang, K. Fujimori, M. Akiyama, T. Harada, N. Miura, N. Yamazoe,** Journal of the Electrochemical Society, **141**, 2207 (1994).
 25. **Z. Adamyan, A. Sayunts, V. Aroutiounian, E. Khachatryan, M. Vrnata, P. Fitl, J. Vlcek.** Journal of Sensors and Sensor Systems, **7**, 31 (2018).

ԱՄՈՆԻԱԿԻ ՑԱԾԲ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՆԵՐ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՈՂ
ՍԵՆՍՈՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄ

Մ.Ս. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ, Ա.Գ. ՍԱՅՈՒՆՑ, Գ. ՇԱՀԽԱԹՈՒՆԻ,
Վ.Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Գ.Է. ՇԱՀՆԱԶԱՐՅԱՆ

Այս աշխատանքում հետազոտվել են $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ (60:40 մոլ.%) թաղանթի կազմաբանությունը և գազազգայունության բնութագրերն ամոնիակի գոլորշիների նկատմամբ աշխատանքային տարբեր ջերմաստիճաններում: Զգայուն թաղանթի մակերևույթի SEM հետազոտությունը ցույց է տվել, որ $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ թաղանթում հատիկների չափերը մոտ 50 նմ է: Սենսորն ամոնիակի գոլորշիների նկատմամբ զգայունություն է ցուցաբերել սկսած 200°C ջերմաստիճանից, իսկ որպես աշխատանքային ջերմաստիճան ընտրվել է 250°C -ը: $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ սենսորի զգայունության մինիմալ շեմը բավական ցածր է (~ 14 ppm) և ամոնիակի գոլորշիների այս կոնցենտրացիայի դեպքում $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ սենսորի դիմադրությունը փոխվել է ավելի քան 1.5 անգամ: Սենսորին բանութագրվող լավարկված պարամետրերը թույլ կտան այս կառուցվածքի օգտագործումն ամոնիակ հայտնաբերող սարքավորումներում:

STUDY OF CHARACTERISTICS OF THE SENSOR DETECTING
OF LOW CONCENTRATION OF AMMONIA

M.S. ALEKSANYAN, A.G. SAYUNTS, G.H. SHAHKHATUNI,
V.M. AROUTIOUNIAN, G.E. SHAHNAZARYAN

In this work, the morphology of $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ (60:40 mol.%) film and gas sensing characteristics to ammonia vapors at different operating temperatures were investigated. The SEM investigation of the surface of sensitive film of $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ showed that the grain size in the film was about 50 nm. The sensor showed sensitivity to ammonia vapors starting at 200°C and the operating temperature was chosen as 250°C . The low detection limit of the sensor based on $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ is quite low (~ 14 ppm) and at this concentration of ammonia vapors the resistance of the sensor changed more than 1.5 times. The enhanced parameters of the $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{ZnO}$ based sensor will allow using this structure in ammonia detecting devices.