



บันทึกข้อความ

บธ.001/63

ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์ สำนักงานคณบดี งานบริหารและธุรการ โทร 3801

ที่ อว 69.5.1.1/4๐5

วันที่ 18 เมษายน 2566

เรื่อง ขอรายงานสรุปเนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

งานบริหารและธุรการ คณะวิทยาศาสตร์
รับที่..... 303
วันที่ 18 เม.ย. 2566
เวลา..... 14.30 น.

ตามที่คณะวิทยาศาสตร์ ได้อนุญาตให้ข้าพเจ้า อาจารย์ ดร.วิรัชชา เครือฟู ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ สังกัด สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนาโน เข้าร่วมประชุมและนำเสนอผลงานในงาน The 40th International Conference of the Microscopy Society of Thailand (MST40) เมื่อวันที่ 3-5 เมษายน 2566 ณ Long Beach Garden Hotel & Spa, พัทยา ชลบุรี ประเทศไทย นั้น

บัดนี้ ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมประชุมและนำเสนอผลงานในงาน The 40th International Conference of the Microscopy Society of Thailand (MST40) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ดังนั้น จึงขอรายงานสรุปเนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับ ดังนี้

ส่งผลงานเรื่อง

- Development of Sulfur Dioxide Smart Sensor for Longan Industry
- Synthesis and Characterization of rGO/NiO Nanocomposite for Acetone Gas Sensing Application

ตามหนังสือขออนุญาตเดินทางไปราชการ เลขที่ อว 69.5.1.1/221 ลงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2566 ซึ่งการเข้าร่วมประชุมวิชาการดังกล่าวข้าพเจ้าได้เลือกใช้งบประมาณจากทุนวิจัย FF 66 ดังนั้นจึงขอนำเสนอสรุปเนื้อหาและการนำไปใช้ประโยชน์ของการประชุมวิชาการ ดังต่อไปนี้

การประชุมวิชาการ The 40th International Conference of the Microscopy Society of Thailand (MST40) เป็นการประชุมที่จัดขึ้นเพื่อให้นักวิจัยทางด้านต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ เคมี คณิตศาสตร์ วัสดุศาสตร์ และสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการ คณาจารย์ นิสิตนักศึกษา ผู้สนใจทั้งภาครัฐและเอกชน ได้มีโอกาสเสนอผลงานวิจัยในมาตรฐานระดับสากล แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์เพื่อความร่วมมือในการสร้างความเข้มแข็งด้านวิชาการและวิจัย โดยในการประชุมวิชาการครั้งนี้ มีการบรรยายจากวิทยากรผู้เชี่ยวชาญทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิศวกรรม ที่เกี่ยวข้องกับการกลั่นกรองทรัพยากรคนแบบต่าง ๆ



ในการเข้าร่วมประชุมทางวิชาการครั้งนี้ ได้ส่งผลงานวิจัยนำเสนอ จำนวน 2 เรื่อง ในรูปแบบโปสเตอร์ พร้อมนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา 2 คน ในงานมีการบรรยายจากวิทยากรผู้เชี่ยวชาญจากทั้งใน และ ต่างประเทศในหัวข้อต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ดังเช่น

- Effects of Thermal Vibration Factors in Core-Loss Fine Structure
- Unusual Peaks in X-ray Spectra from Crystalline Materials
- Revealing the Hidden World of 2D Materials and Moiré with Atomic Force Microscope (AFM)

จากการได้เข้าร่วมฟังบรรยายในหัวข้อต่าง ๆ ที่สนใจ และเกี่ยวเนื่องกับงานวิจัยที่กำลังทำอยู่ ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ รวมทั้งได้รับความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่เกี่ยวกับการพัฒนางานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนาโน ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์เกี่ยวกับงานวิจัยกับนักวิจัยทั้งในไทยและต่างประเทศที่สามารถนำไปปรับใช้ในงานการเรียนการสอนวิทยานิพนธ์ และในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ปรับใช้ในการพัฒนางานวิจัยสู่การนำไปใช้งานจริง และปรับใช้ในงานบริการวิชาการเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบรวมทั้งการบริการวิชาการในด้านการอ่านประเมินผลงานวิจัย/บทความวิจัยต่าง ๆ ได้

พร้อมนี้ได้แนบใบประกาศ และเอกสารจากการเข้าร่วมประชุม ฯลฯ มาพร้อมนี้แล้ว จำนวน 1 ชุด

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัชชา เครือฟู)

....10..../.....เมษายน...../.....2566.....

ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชาชั้นต้น (ประธานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร/ผู้อำนวยการสำนักงาน/หัวหน้างาน)

บุคลากรดังกล่าวไปนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ดังนี้ (โปรดระบุรายละเอียด)

การปรับปรุงการเรียนการสอน

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพล ชูระกิจเสรี)

18 / ๒๕ / 2566

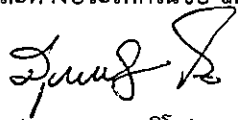
เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์


- เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
- รองศาสตราจารย์ ดร.วิรัชชา เครือฟู ขอส่งรายงานสรุปเนื้อหาการนำไปใช้ประโยชน์
- ทั้งนี้หากคณบดีพิจารณาแล้วเห็นควรแจ้งผู้รายงานฯ เพื่อดำเนินการต่อไป


๑) กรณีการขออนุญาตไปพัฒนาตนเองฯ นอกมหาวิทยาลัย เห็นควรให้ นางสาวกาญจนา จุ่มแก้ว กรอกข้อมูลใน “ระบบรายงานผลการพัฒนาบุคลากรฯ” ในระบบ erp.mju.ac.th เพื่อลงรายละเอียดการจัดกิจกรรม

๒) ผู้รายงานฯ บันทึกข้อมูลการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ฯ ในระบบสารสนเทศ “ระบบรายงานผลการพัฒนาบุคลากรฯ” ในระบบ erp.mju.ac.th ตามที่ทางมหาวิทยาลัยแจ้งด้วย

- เห็นควรแจ้ง น.ส.ลภาวรรณ วรพันธ์ นำรายงานสรุปเนื้อหาฯ เผยแพร่ที่กล่องเอกสารรายงานสรุปผลการพัฒนาตนเองฯ ซึ่งเป็นเฉพาะส่วนหนึ่งของระดับความสำเร็จในการพัฒนาตนเองด้านความรู้ ทักษะ และพฤติกรรม (Competency) ในวิชาชีพทั้งในและต่างประเทศในข้อ ๓ และข้อ ๕ เท่านั้น


(นายสุรพล จิโน)
18 / 12. 8 / 66


ผู้อำนวยการสำนักงานคณบดี
18 12. 8. 66

ท/1๖
ภาวคณบดี

18 12. 8. 66

Synthesis and Characterization of rGO/NiO Nanocomposite for Acetone Gas Sensing Application

M. Wiboon¹, K. Jaruwongrunsee², P. Kongpark^{1,3}, P. Pookmanee^{1,4}, and V. Kruefu^{1,3,*}

¹Nanoscience and Nanotechnology Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

²Opto-Electrochemical Sensing Research Team (OEC), National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC), Pathumthani 12120, Thailand.

³Applied Physic Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

⁴Applied Chemistry Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

*Corresponding author e-mail address: v_viruntachar@hotmail.com

Abstract

Acetone vapor is one of the most harmful VOCs to human health. To monitor the acetone vapor in the environment, need a sensing material with good sensing properties. This study presented a successfully synthesized nickel oxide composited with reduces graphene oxide (RGO/NiO) by hydrothermal method for the development of a highly efficient sensor for the detection of acetone vapor. The formation of nanocomposite was verified by X-ray diffraction (XRD) and Raman spectroscopic techniques. The morphology of samples was carried out using scanning electron microscopy (SEM). XRD analysis showed that all prepared samples possess face-centered cubic (fcc) crystal structures with the standard JCPDS file no. 00-004-0835. The average particle sizes as indicated from SEM images were found to be about 15 nm for NiO. For the sensing fabrication, the synthesized composite was deposited onto an alumina substrate interdigitated with gold electrodes to form a film sensor by spin coating technique.

Keywords: Nickel oxide; Reduced graphene oxide; Nanocomposite; Hydrothermal

Background

Nowadays, the rapid development of human society and many industries was producing various toxic and hazardous gases in the environment and harming physical human health [1, 2]. Acetone vapor is one of the harmful volatile organic compounds (VOCs) that have a high vapor pressure at room temperature. It is mainly used as an industrial solvent [3]. At high concentrations (>300 ppm), acetone vapor can obviously damage mucous membranes [4]. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) limits the concentration of acetone in a work environment was 1000 ppm every 8 h [5]. In addition, the threshold limit value-time-weighted average (TLV-TWA) of acetone vapor is 50 ppm [6]. To detect or monitor a low concentration of acetone vapor in the environment need highly responsive and highly selective sensors with long-term stability.

Metal oxide semiconductors (MOs)-base gas sensors are well known as the most popular choice in commercialization due to their high response, low cost, simple integration, and non-toxic [7, 8]

At present, among the studied materials n-type MOS-base gas sensor (SnO₂ [9], TiO₂ [1], WO₃ [10], and ZnO [11]) has been further explored as VOCs sensors, while few studies have been conducted for p-type materials (CuO [12], NiO [13] and Co₃O₄ [14]). NiO is a p-type MOS and has drawn great

interest due to its ultra-wide energy band gap ($E_g = 3.6\text{--}4.2$ eV) with a large specific surface area, outstanding structural stability, and excellent oxygen adoption capacity [13, 15]. Moreover, NiO has been used in several applications such as catalysts [16], lithium-ion batteries [17], magnetic material [18], and gas sensors [13]. However, the sensing film from the non-modification NiO showed a low response to target gases [19, 20]. Therefore, it is necessary to improve the sensitivity of the NiO gas sensors. Therefore, to enhance the sensing properties of the NiO sensors, reduced graphene oxide (rGO) has been composited with NiO in this study due to its advantages of large surface area and excellent thermal and electrical properties.

Thus, in this study, we reported the successful synthesis of pure NiO and NiO nanocomposite with rGO (rGO/NiO) by hydrothermal method. Additionally, the sensing films of all samples were prepared on an alumina gold electrode by spin coating technique for application in acetone gas sensors.

Materials and Methods

Pure nickel oxide (NiO) and Nickel oxide and reduced graphene oxide (RGO/NiO) nanocomposite were prepared by hydrothermal route, Nickel(II) chloride hexahydrate(NiCl₂·6H₂O; Ajax Finechem,

99%) and polyvinylpyrrolidone ((C₆H₉NO)_n; Aldrich) was dissolved in 100 mL deionized (DI) water under constant stirring for 15 min. Then dropwise NH₄OH into the solution until pH = 11 and stirred for 30 min. Subsequently, the solution was transferred into the Teflon-lined stainless-steel autoclave and heated at 180 °C for 6 h, and cool down the solution was to room temperature. And the product was then washed several times with deionized water and collected by centrifugation then dried at 60 °C overnight. Finally, calcined the precipitated product at 400 °C for 2 h and obtain black precipitates of NiO NPs. The rGO/NiO was prepared by 40 mg Graphene oxide (GO) dissolved in 80mL DI water and ultra-sonicated for 30 min. The NiO 160 mg and 80 mL GO solution was dispersed in 300 mL DI water and ultra-sonicated for 1 h. Transferred the solution into the Teflon-lined stainless-steel autoclave and heated at 180 °C for 12 h. Finally, the final product was then washed several times with deionized water and collected by centrifugation then dried at 60 °C overnight.

The chemical structure of NiO and RGO/NiO nanocomposite were investigated by X-ray diffraction (XRD; TTRAXIII diffractometer, Rigaku Corporation, Tokyo, Japan) within the 2θ range was 20–80°. The morphologies of NiO and nanocomposite were performed using a scanning electron microscope (SEM). Moreover, the chemical binding states of the synthesized nanocomposites were identified using Raman spectroscopy (LabRAM HR Evolution, Jobin-Yvon, Horiba, France)

For sensing film fabrication, the disperse of 30 mg NiO and RGO/NiO nanocomposites in a binder solution comprising α-terpineol and ethyl cellulose to produce a uniform paste. Next, a sensing film was deposited on an alumina substrate with the gold electrode and then annealed at 450 °C for 3 h at a heating rate of 4 °C/min to remove the binder from the sensing films.

Results and Discussion

The crystallographic performance of NiO and rGO/NiO samples was identified by the X-ray diffraction (XRD) technique. Figure 1 shows the XRD pattern of NiO and rGO/NiO samples. In XRD exhibited strong diffraction peaks at 2θ of 37.35°, 43.42°, 63.21°, 75.21°, and 79.02°, which are related to (111), (200), (220), (311), and (222) crystal planes of NiO in the face-centered cubic phase (JCPDS file no. 00-004-0835), respectively. On the other hand, the presence of an rGO peak in rGO/NiO nanocomposite confirms the formation of binary nanocomposite through the hydrothermal method. The values of crystalline size of NiO and rGO/NiO nanocomposite were calculated from NiO (200) reflection using the Debye-Scherrer formula to be 6.80 and 6.83 nm respectively.

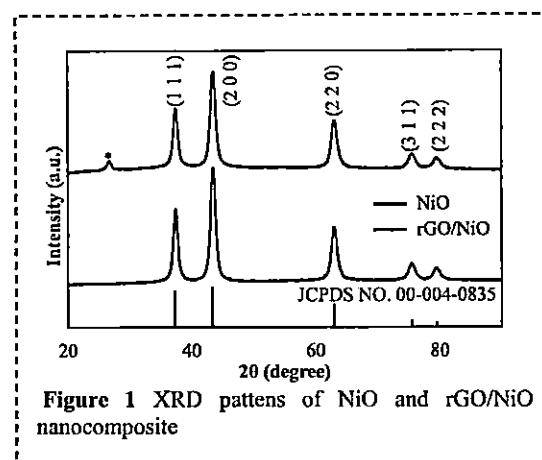


Figure 1 XRD patterns of NiO and rGO/NiO nanocomposite

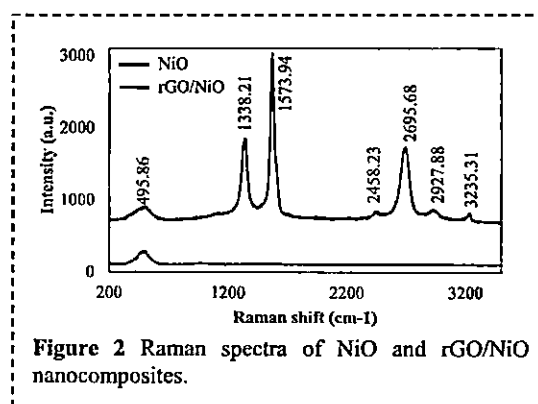


Figure 2 Raman spectra of NiO and rGO/NiO nanocomposites.

The morphology of hydrothermal-synthesized NiO and rGO/NiO nanocomposite are characterized by an SEM, shown in Figs. 3a,b. The NiO showed a spherical structure (Fig 3a) with an average particle size of about 15 nm, and it exhibits well dispersed on rGO sheets (Fig. 3b). The average particle size was measured at twenty random particles and calculated by Image J software

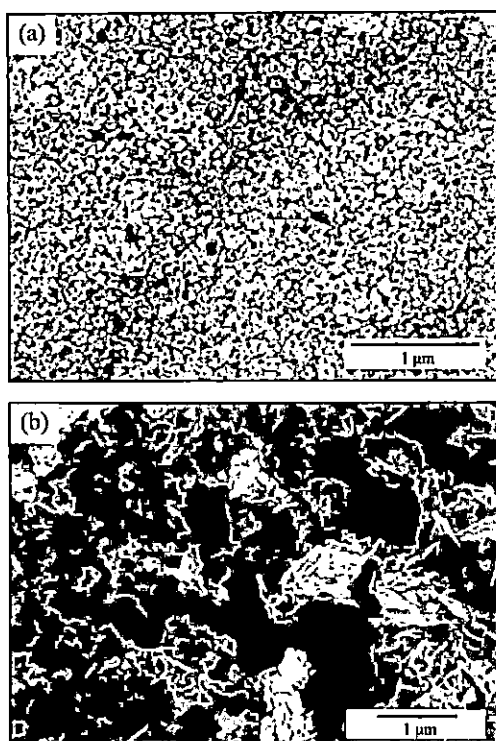


Figure 3 SEM images of (a) NiO and (b) rGO/NiO nanocomposite

Conclusion

In summary, the hydrothermal route successfully synthesis NiO and rGO/NiO nanocomposite. The XRD patterns showed that the nanocomposite was highly crystalline, and the peak can be confirmed to be the cubic face structure of NiO. SEM showed that NiO nanoparticles were spherical in shape with a diameter of about 15 nm.

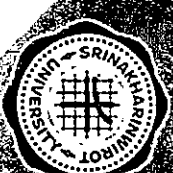
Acknowledgments

This research and innovation activity is funded by Thailand Graduate Institute of Science and Technology (NSTDA-TGIST) No. SCA-CO-2564-14429-TH and National Research Council of Thailand (NRCT) No. 3899583; The authors would like to thank the Program in Nanoscience and Nanotechnology and Program in Applied Physics, Faculty of Science, Maejo University, Thailand for the nanoparticle synthesis instrument and other technical assistance. Additionally, the authors gratefully acknowledge the Center of Excellence in Materials Science and Technology, Chiang Mai University for the chemical materials and other technical assistance under the administration of Materials Science Research Center, Faculty of Science, Chiang Mai University.

References

1. Zeng, S., Y. Zhang, Y. Zhang, Y. Li, C. Tang, K. Li, J. Sun, and T. Deng, A novel room temperature SO₂ gas sensor based on TiO₂/rGO buried-gate FET, *Microelectron. Eng.*, 263(2022).
2. Qiao, X., Y. Xu, K. Yang, J. Ma, C. Li, H. Wang, and L. Jia, Mo doped BiVO₄ gas sensor with high sensitivity and selectivity towards H₂S, *Chem. Eng. J.*, 395(2020).
3. Wang, B., J. Zhang, W. Li, Y. Zhang, T. Wang, Q. Lu, H. Sun, L. Huang, X. Liang, F. Liu, P. Sun, and G. Lu, Artificial olfaction based on tafel curve for quantitative detection of acetone ethanol gas mixture, *Sens. Actuators B Chem.*, 377(2023).
4. Huang, X., Z. Huang, L. Zhang, R. Liu, and Y. Lv, Highly efficient cataluminescence gas sensor for acetone vapor based on UiO-66 metal-organic frameworks as preconcentrator, *Sens. Actuators B Chem.*, 312(2020).
5. Li, C., P.G. Choi, K. Kim, and Y. Masuda, High performance acetone gas sensor based on ultrathin porous NiO nanosheet, *Sens. Actuators B Chem.*, 367(2022).
6. Lee, J., Y. Jung, S.-H. Sung, G. Lee, J. Kim, J. Seong, Y.-S. Shim, S.C. Jun, and S. Jeon, High-performance gas sensor array for indoor air quality monitoring: the role of Au nanoparticles on WO₃, SnO₂, and NiO-based gas sensors, *J. Mater. Chem. A*, 9(2): p. 1159-1167(2021).
7. Krishna, K.G., S. Parne, N. Pothukanuri, V. Kathirvelu, S. Gandhi, and D. Joshi, Nanostructured metal oxide semiconductor-based gas sensors: A comprehensive review, *Sens. Actuators A Phys.*, 341(2022).
8. Uma, S. and M.K. Shobana, Metal oxide semiconductor gas sensors in clinical diagnosis and environmental monitoring, *Sens. Actuators A Phys.*, 349(2023).
9. Li, Z., W. Zeng, and Q. Li, SnO₂ as a gas sensor in detection of volatile organic compounds: A review, *Sens. Actuators A Phys.*, 346(2022).
10. Gutpa, J., H. Shaik, K. Naveen Kumar, and S.A. Sattar, PVD techniques proffering avenues for fabrication of porous tungsten oxide (WO₃) thin films: A review, *Mater. Sci. Semicond. Process.*, 143(2022).
11. Ahmad, R., S.M. Majhi, X. Zhang, T.M. Swager, and K.N. Salama, Recent progress and perspectives of gas sensors based on vertically oriented ZnO nanomaterials, *Adv Colloid Interface Sci.*, 270: p. 1-27(2019).
12. wang, N., R. Jin, Y. Zhou, L. Zhao, T. Wang, L. Zhao, F. Liu, X. Yan, C. Wang, P. Sun, and G. Lu, Ultra-fast and low detection limit of H₂S sensor based on hydrothermal synthesized Cu₇S₄-CuO microflowers, *Sens. Actuators B Chem.*, 350(2022).

13. Mokoena, T.P., H.C. Swart, and D.E. Motaung, A review on recent progress of p-type nickel oxide based gas sensors: Future perspectives, *J. Alloys Compd.*, **805**: p. 267-294(2019).
14. Lee, H.Y., J.H. Bang, S.M. Majhi, A. Mirzaei, K.Y. Shin, D.J. Yu, W. Oum, S. Kang, M.L. Lee, S.S. Kim, and H.W. Kim, Conductometric ppb-level acetone gas sensor based on one-pot synthesized Au@Co₃O₄ core-shell nanoparticles, *Sens. Actuators B Chem.*, **359**(2022).
15. Li, C., P.G. Choi, and Y. Masuda, Highly Sensitive and Selective Gas Sensors Based on NiO/MnO₂@NiO Nanosheets to Detect Allyl Mercaptan Gas Released by Humans under Psychological Stress, *Adv Sci (Weinh)*, **9**(27): p. e2202442(2022).
16. Alnarabiji, M.S., O. Tantawi, A. Ramli, N.A. Mohd Zabidi, O.B. Ghanem, and B. Abdullah, Comprehensive review of structured binary Ni-NiO catalyst: Synthesis, characterization and applications, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **114**(2019).
17. Rahman, M.A., M.M. Rahman, and G. Song, A review on binder-free NiO-Ni foam as anode of high performance lithium-ion batteries, *Energy Storage*, **4**(3)(2021).
18. Naseem Siddique, M., A. Ahmed, S.K. Riyajuddin, M. Faizan, K. Ghosh, and P. Tripathi, Exploring the Ce³⁺ ions doping effect on optical and magnetic properties of NiO nanostructures, *J. Magn. Magn. Mater.*, **500**(2020).
19. Yang, J., W. Han, J. Ma, C. Wang, K. Shimanoe, S. Zhang, Y. Sun, P. Cheng, Y. Wang, H. Zhang, and G. Lu, Sn doping effect on NiO hollow nanofibers based gas sensors about the humidity dependence for triethylamine detection, *Sens. Actuators B Chem.*, **340**(2021).
20. Li, P., C. Cao, Q. Shen, B. Bai, H. Jin, J. Yu, W. Chen, and W. Song, Cr-doped NiO nanoparticles as selective and stable gas sensor for ppb-level detection of benzyl mercaptan, *Sens. Actuators B Chem.*, **339**(2021).
21. Shanavas, S., T. Ahamad, S.M. Alshehri, R. Acevedo, and P.M. Anbarasan, A facile microwave route for fabrication of NiO/rGO hybrid sensor with efficient CO₂ and acetone gas sensing performance using clad modified fiber optic method, *Optik*, **226**(2021).
22. Ding, L., H. Tao, C. Zhang, J. Li, W. Zhang, J. Wang, and J. Xue, P-type doping of rGO/NiO composite for carbon based perovskite solar cells, *Mater. Sci. Semicond. Process.*, **107**(2020).



The 40th International Conference of the Microscopy Society of Thailand

hereby presents this

Certificate of Participation

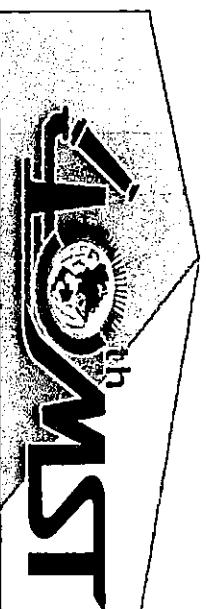
to

VIRUNTACHAR KRUEFU

in recognition of your valuable contribution to the 40th International
Conference of the Microscopy Society of Thailand (MST40)

Dr. Ruttachuk Rungsiwiwut
MST40 Chairman

Assoc. Prof. Dr. Wisuit Pradidarcheep
President of Microscopy Society of Thailand



Development of Sulfur Dioxide Smart Sensor for Longan Industry

V. Kruefu^{1,2,*}, P. Leangtanom², A. Wisitsoraat³, A. Tuantranont³, K. Jaruwongrungssee⁴, N. Chanlek⁵, P. Pookmancee², V. Yordsri⁶

¹ Nanoscience and Nanotechnology Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

² Applied Chemistry Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

³ National Science and Dual-Use Technology Center, National Science and Technology Development Agency, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand.

⁴ Opto-Electrochemical Sensing Research Team (OEC), National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC), Pathumthani 12120, Thailand.

⁵ Synchrotron Light Research Institute, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand.

⁶ National Metal and Materials Technology Center, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand.

*Corresponding Author E-mail address: v_viruntachar@hotmail.com

Abstract

This paper aimed to develop SO₂ gas sensors for the longan industry to enhance the value of agricultural products and operational safety. The reduced graphene oxide-based indium oxide (rGO-In₂O₃) nanocomposites loaded with Cu nanoparticles were used as the sensing film. These nanocomposites were synthesized by the facile hydrothermal and impregnation method. Structural properties, chemical surface state, morphology, and element composition of samples were carried out using X-ray diffraction (XRD), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), Raman spectroscopy, scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The morphological characteristics of the rGO-In₂O₃ nanocomposites were examined by SEM. It revealed that primary particles had an ellipsoidal morphology similar to rice grains with feature sizes in submicron to nanometer scales. The average particle size as indicated by SEM images was measured at twenty random particles and calculated by Image J software. It was found that the average diameters and lengths were estimated to be about 200 nm and 600 nm respectively. The smaller particle size would augment the surface and enhance the specific surface area of rGO-In₂O₃, providing more surface-active sites upon gas exposure. Additionally, the nanocomposites were formed into sensing films by spin coat technique and tested towards SO₂ gas over the concentration ranging from 500 ppb to 100 ppm. It was found that 1.0 wt.%Cu loading rGO-In₂O₃ nanocomposite sensor shows the characteristics of high response, stability, and good selectivity toward 10 ppm SO₂ at low operating temperature (200 °C). Therefore, the 1.0 wt.%Cu loading rGO-In₂O₃ sensor is one of the most promising candidates for highly sensitive and selective detection of SO₂ for the longan industry.

Keywords: Gas sensor; Sulfur dioxide; Reduce graphene oxide, Longan industry, Rice-like morphology

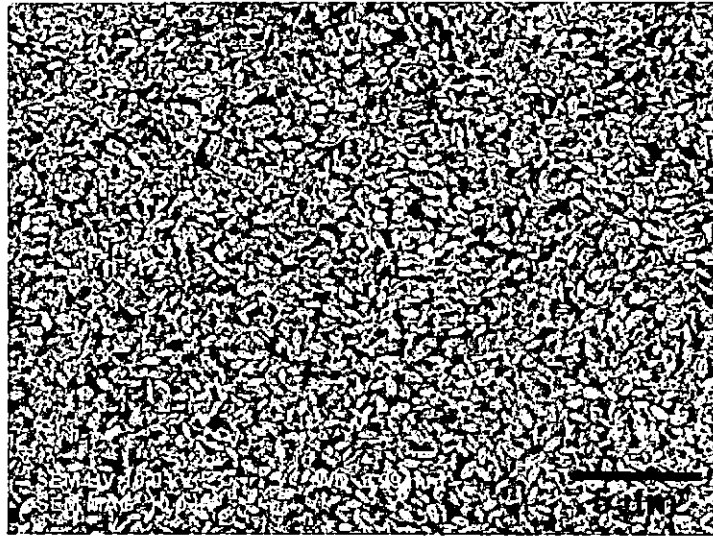


Figure 1. SEM image of rGO-In₂O₃ nanocomposites sensing film.

Synthesis and Characterization of rGO/NiO Nanocomposite for Acetone Gas Sensing Application

M. Wiboon¹, K. Jaruwongrunsee², P. Kongpark^{1,3}, P. Pookmanee^{1,4}, and V. Kruefu^{1,3,*}

¹Nanoscience and Nanotechnology Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

²Opto-Electrochemical Sensing Research Team (OEC), National Electronics and Computer Technology Center (NECTEC), Pathumthani 12120, Thailand.

³Applied Physics Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

⁴Applied Chemistry Program, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand.

Presenter E-mail address: montawatwiboon@gmail.com

*Corresponding Author E-mail address: v_viruntachar@hotmail.com

Abstract

Acetone vapor is one of the most harmful VOCs to human health. To monitor the acetone vapor in the environment, need a sensing material with good sensing properties. This study presented a successfully synthesized nickel oxide composited with reduces graphene oxide (RGO/NiO) by hydrothermal method for the development of a highly efficient sensor for the detection of acetone vapor. The formation of nanocomposite was verified by X-ray diffraction (XRD) and Raman spectroscopic techniques. The morphology of samples was carried out using scanning electron microscopy (SEM). XRD analysis showed that all prepared samples possess face-centered cubic (fcc) crystal structures with the standard JCPDS file no. 00-004-0835. The average particle sizes as indicated from SEM images were found to be about 15 nm for NiO. For the sensing fabrication, the synthesized composite was deposited onto an alumina substrate interdigitated with gold electrodes to form a film sensor by spin coating technique.

Keywords: Nickel oxide; Reduced graphene oxide; Nanocomposite; Hydrothermal

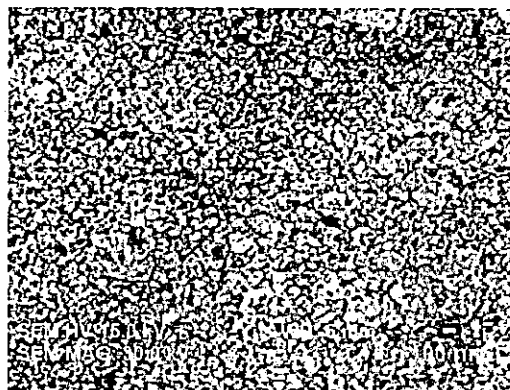


Figure 1. SEM images of NiO.