DEVELOPMENT OF ACETONE-SENSING FILMS FOR MEDICAL APPLICATIONS

การพัฒนาฟิล์มเซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊สอะซิโตนสำหรับการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์

สลินทิพย์ จงพงศา[1], ศิโรรัตน์ มูลหล่อ[1], ชัชวาลย์ สมณะ[1], ศิวกร บุญนาค[1], กีรติญา จันทร์ผง[1], กิตติคุณ พระกระจ่าง[1] และ วิรันธชา เครือฟู[1,2,*]

Salintip Jongpongsa[1], Sirorat Moollor[1], Chatchawan Sammana[1], Siwakorn bunnak[1], Keratiya Janpong [1], Kittikhun Prakrajang[1] and Viruntachar Kruefu[1,2,*]

[1] *สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290*

[2] *สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนาโน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วิรันธชา เครือฟู อีเมล: v_viruntachar@hotmail.com

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของฟิล์มตรวจจับแก๊สอะซิโตนสำหรับประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ โดยแก๊สอะซิโตนถือเป็นสารบ่งชี้ทางชีวภาพที่สามารถพบได้ในลมหายใจของผู้ป่วยโรคเบาหวาน งานวิจัยนี้ได้สังเคราะห์วัสดุสำหรับสร้างฟิล์มเซ็นเซอร์ ได้แก่ นิกเกิลออกไซด์ (NiO) อนุภาคผสมรีดิวซ์กราฟีนออกไซด์กับนิกเกิลออกไซด์ (rGO/NiO) และอนุภาคผสมรีดิวซ์กราฟีนออกไซด์กับนิกเกิลออกไซด์ที่เจือพาลาเดียม (Pd–rGO/NiO) ที่ปริมาณ 0.25, 0.50 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากนั้นนำวัสดุที่ได้มาสร้างเป็นฟิล์มเซ็นเซอร์ และศึกษาสมบัติในการตรวจจับแก๊สอะซิโตน โครงสร้างผลึกของวัสดุถูกวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ พบว่าวัสดุมีโครงสร้างผลึกแบบลูกบาศก์กึ่งกลางหน้า สอดคล้องกับ JCPDS file หมายเลข 89-7130 ของนิกเกิลออกไซด์ ส่วนลักษณะทางสัณฐานวิทยาถูกศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าอนุภาคมีรูปร่างเป็นแผ่นขนาดนาโน (Nanosheet) นอกจากนี้องค์ประกอบธาตุของวัสดุถูกวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการกระจายพลังงานของรังสีเอ็กซ์ ยืนยันการมีอยู่ของธาตุ Ni, O, C และ Pd ตามองค์ประกอบของวัสดุที่สังเคราะห์ได้ การศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจจับแก๊สอะซิโตนในช่วงความเข้มข้น 0.5–10 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ณ อุณหภูมิการทำงานที่ 150–350 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าฟิล์มเซ็นเซอร์ Pd–rGO/NiO ที่มีปริมาณพาลาเดียม 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก แสดงค่าการตอบสนองต่อแก๊สอะซิโตนสูงที่สุด โดยมีค่าการตอบสนองเท่ากับ 26.5 ที่อุณหภูมิการทำงาน 250 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ผลการทดสอบความจำเพาะต่อแก๊สยังพบว่าฟิล์มเซ็นเซอร์ดังกล่าวสามารถตอบสนองต่อแก๊สอะซิโตนได้ดีกว่าแก๊สชนิดอื่นในสภาวะแวดล้อมเดียวกัน จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ฟิล์มเซ็นเซอร์ Pd–rGO/NiO มีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นวัสดุสำหรับตรวจจับแก๊สอะซิโตน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์ลมหายใจเพื่อการวินิจฉัยทางการแพทย์ได้ในอนาคต

คำสำคัญ : ตัวตรวจจับแก๊ส, อะซิโตน, นิกเกิลออกไซด์, รีดิวซ์กราฟีนออกไซด์, พาลาเดียม

Abstract

This research aims to develop and investigate the performance of acetone gas-sensing films for medical applications, where acetone is an important biomarker detectable in the breath of diabetic patients. In this study, sensing materials including nickel oxide (NiO), reduced graphene oxide/nickel oxide composites (rGO/NiO), and palladium-loaded reduced graphene oxide/nickel oxide composites (Pd–rGO/NiO) with Pd contents of 0.25, 0.5, and 1 wt% were synthesized and fabricated into sensing films. The crystal structure, analyzed by X-ray diffraction (XRD), confirmed a face-centered cubic (FCC) phase corresponding to JCPDS file No. 89-7130 of NiO, while scanning

electron microscopy (SEM) revealed nanosheet-like morphology. Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) confirmed the presence of Ni, O, C, and Pd elements. The sensing performance was evaluated in the acetone concentration range of 0.5–10 ppm at operating temperatures between 150 and 350°C. The results showed that the Pd–rGO/NiO sensor with 0.5 wt% Pd exhibited the highest response of 26.5 at an optimal temperature of 250°C, along with superior selectivity toward acetone compared to other gases under identical conditions. These findings demonstrate that Pd–rGO/NiO sensing films have strong potential for acetone detection and can be further developed for breath analysis devices in medical diagnostics.

Keywords: Gas sensor, Acetone, NiO, rGO, Pd