

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5380009

ชื่อโครงการ : กระบวนการผลิตอนุภาคนาโนพื้นที่ผิวจำเพาะสูงของทินไดออกไซด์บริสุทธิ์และเจือด้วยโลหะมีตระกูล (ทอง, แพลเลเดียม, แพลตินัม, รูทีเนียม) โดยวิธีเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส เพื่อใช้เป็นเซนเซอร์สำหรับการตรวจจับแก๊สในสภาวะแวดล้อม

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน : อ.ดร. ชัยกานต์ เลี้ยวศิริคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

อนุภาคนาโนทินไดออกไซด์บริสุทธิ์และเจือด้วยโลหะมีตระกูลชนิด ทอง, แพลเลเดียม, แพลตินัม และรูทีเนียมปริมาณ 0.2-3 ไร่ย่อยโดยน้ำหนัก ถูกผลิตอย่างสมบูรณ์ด้วยเทคนิคเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส โดยการควบคุมขนาดและความบริสุทธิ์ของผลึกได้ในขั้นตอนเดียว เทคนิคนี้ ถูกใช้ในกระบวนการผลิตวัสดุทางด้านเซนเซอร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจาก สามารถผลิตผลึกเดี่ยว ที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง อีกทั้ง ยังสามารถควบคุมกระบวนการการผลิตวัสดุที่การเจือได้ด้วย โดยเฉพาะการเจือชนิดโลหะมีตระกูล ซึ่งมีส่วนที่สำคัญในการปรับปรุงคุณสมบัติการตอบสนองของเซนเซอร์ได้ องค์ประกอบของคุณสมบัติอนุภาคนาโน ถูกวิเคราะห์โดยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์, การวิเคราะห์ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะโดยวิธีการบีอีที, กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด, กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน และ การวิเคราะห์การกระจายตัวของรังสีเอกซ์ ในส่วนของฟิล์มตอบสนองถูกเตรียมโดยวิธีเหวี่ยงกระจายเคลือบ หรือ สปินโคตติง โดยการผสมอนุภาคนาโนกับสารยึดเหนี่ยวและตัวทำละลายสารยึดเหนี่ยว จากนั้น นำสารผสมชนิดนี้ทำการเหวี่ยงกระจายเคลือบลงบนขั้วสเตรทชนิดอะลูมินาฉาบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ที่เตรียมได้ ถูกทดสอบคุณสมบัติการตอบสนองต่อแก๊สสภาวะแวดล้อมในส่วนของ การเปลี่ยนแปลงความต้านทาน, สภาพความไว, การคัดสรรจำเพาะ, พิสัยการวัด, บัณฑิตทางเวลา และ ประสิทธิภาพของเซนเซอร์ ซึ่งถูกแสดงผลอย่างมีนัยสำคัญในช่วงอุณหภูมิการทดสอบ 200-350 องศาเซลเซียส ที่ค่าความเข้มข้นต่ำและสูง ภายใต้บรรยากาศ เซนเซอร์ถูกทดสอบต่อแก๊สสภาวะแวดล้อมทั้งแก๊สชนิดรีดิคซ์ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์, ไฮโดรเจน, อะเซทิลีน, ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ไฮโดรเจนซัลไฟด์, แอมโมเนีย และ แก๊สชนิดออกซิไดซ์ ได้แก่ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ภายหลังการทดสอบการตอบสนองต่อแก๊ส สัญฐานวิทยา และ รูปแบบภาคตัดขวางของฟิล์มตอบสนอง ถูกวิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และ การกระจายตัวของรังสีเอกซ์ จากการวิจัยพบว่า ในการเติมตัวเจือโลหะมีตระกูลในฟิล์มตอบสนอง ส่วนใหญ่แล้วสามารถเพิ่มคุณสมบัติการตอบสนองต่อการตรวจจับแก๊สได้ดีเยี่ยม มากไปกว่านั้นยังพบว่า ฟิล์มตอบสนองทินไดออกไซด์เจือด้วยโลหะมีตระกูลในปริมาณกระจายตัวของการเจือดีที่สุด คือ 0.2 ไร่ย่อยโดยน้ำหนัก ถูกเพิ่มศักยภาพในการแสดงค่าของสภาพความไวในการตอบสนองที่สูงมากเป็นพิเศษ และ มีความรวดเร็วมากในการตอบสนอง (ประมาณ 2-3 วินาที) ต่อแก๊สไฮโดรเจน ซึ่งแสดงผลได้ดีกว่าในกรณีไม่มีการเจือ ดังนั้น เซนเซอร์ที่ถูกเตรียมได้โดยวิธีเหวี่ยงกระจายเคลือบของวัสดุนาโนทินไดออกไซด์เจือด้วยโลหะมีตระกูลที่สังเคราะห์โดยวิธีการเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส นับว่าเป็นหนึ่งในเซนเซอร์ที่มีความเหมาะสมเป็นอย่างมากที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจจับเฉพาะแก๊สติดไฟได้ชนิดไฮโดรเจนได้อย่างดี

คำหลัก : ทินไดออกไซด์, โลหะมีตระกูล, เฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส, เซนเซอร์, แก๊สสภาวะแวดล้อม

ABSTRACT

Project Code : MRG5380009
Project Title : Processing of High Specific Surface Area of Pure and Noble Metals (Au, Pd, Pt, Ru)-doped SnO₂ Nanoparticles by Flame Spray Pyrolysis for Use as the Gas Sensors for Environmental Monitoring
Investigator : Dr. Chaikarn Liewhiran, Faculty of Science, Chiang Mai University
E-mail Address : chaikarn_l@yahoo.com
Project Period : 2 years

The unloaded and noble metal (NM: Au, Pd, Pt, Ru) - loaded SnO₂ nanoparticles containing 0.2-3 wt%NM were successfully produced by Flame Spray Pyrolysis (FSP) technique with controlled size and a pure crystallinity in one step. It is a very promising technique for sensor material fabrication since it enables primary particle and crystal size control, which is important to improve the sensitivity, as well as controlling in situ deposition of noble metal clusters. The functionalized nanoparticle properties were further analyzed by XRD, BET, SEM, TEM, and EDS analyses. The sensing films were prepared by mixing the nanoparticles into an organic paste composed of vehicle binder and solvent. The resulting paste was spin-coated onto the Al₂O₃ substrates interdigitated with Au electrodes. The environmental gas sensing properties including the change in resistance, sensitivity, selectivity, dynamic range, time factor, and efficiency were significantly performed at the operating temperature ranging from 200-350°C with various low and high gas concentrations in dry air. The sensors was tested with environmental gases including reducing (i.e. CO, H₂, C₂H₂, SO₂, H₂S, NH₃) and oxidizing (i.e. NO₂) gases. After sensing test, the morphology and the cross-sectional sensing film were analyzed by SEM and EDS analyses. Addition of all noble metals in the sensing layers mostly results in excellent sensing characteristics for gas monitoring. In additions, a well-dispersed of 0.2 wt%NM/SnO₂ sensing films were promoted extremely high sensitivity and very fast response time (within seconds) than unloaded sensor especially H₂ sensors. Therefore, the spin-coated flame-spray-made NM/SnO₂ sensor is one of the most promising candidates for highly sensitive and selective detection of flammable H₂ gas.

Keywords : SnO₂, Noble metals, Flame spray pyrolysis, Sensors, Environmental gases.