

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การสังเคราะห์อนุภาคนาโนทินไดออกไซด์เจือด้วยโคบอลต์
โดยเทคนิคเฟลมสเปย์ไพโรไลซิสสำหรับการประยุกต์เป็น
ตัวรับรู้แก๊ส

ผู้เขียน

นางสาว เมธาวิ พวกอินแสง

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. ชัยกานต์ เลี้ยวหิรัญ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติในการตอบสนองต่อแก๊สของอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์บริสุทธิ์และเจือด้วยโคบอลต์ ซึ่งสังเคราะห์ด้วยวิธีเฟลมสเปย์ไพโรไลซิส เพื่อใช้ประดิษฐ์ตัวรับรู้ในการตรวจจับแก๊สสถานะแก๊สได้แก่ อะซีโตน, มีเทน, เอทานอล, ไฮโดรเจน, ไฮโดรเจนซัลไฟด์, ไนตริกออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ จากการศึกษาลักษณะเฉพาะทางสัญญาณวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและการวิเคราะห์ด้วยรังสีเอกซ์ยืนยันว่าอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์มีการเกาะกันเป็นกลุ่มก้อนแบบหลวม ขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 5 – 20 นาโนเมตร ซึ่งมีความเป็นผลึกทินไดออกไซด์เฟสคาสติเทอร์ไรต์โครงสร้างแบบเตตระโกนอลและการเจือโคบอลต์ในทินไดออกไซด์ทำให้เกิดสารละลายของแข็งแบบแทนที่ เนื่องจากการแทนที่ของโคบอลต์ที่ตำแหน่งของทิน ในโครงสร้างเตททิซ โดยโคบอลต์และทินมีสถานะออกซิเดชันเป็น Co^{2+} , Co^{3+} และ Sn^{4+} ตามลำดับ การทดสอบคุณสมบัติการตอบสนองต่อแก๊สของตัวรับรู้ทินไดออกไซด์บริสุทธิ์และที่เจือด้วยโคบอลต์ต่อแก๊สสถานะแก๊สที่อุณหภูมิทดสอบ 150 ถึง 350 องศาเซลเซียส พบว่า การเจือโคบอลต์ที่ความเข้มข้นในช่วงร้อยละ 0.2 – 0.5 โดยน้ำหนัก สามารถปรับปรุงคุณสมบัติการตอบสนองต่อแก๊สไนตริกออกไซด์, เอทานอล และอะซีโตนของทินไดออกไซด์บริสุทธิ์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ตัวรับรู้ทินไดออกไซด์ที่เจือด้วยโคบอลต์ในปริมาณร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนัก แสดงค่าสภาพความไวในการตอบสนองที่สูงสุด 1637 ที่ความเข้มข้น 1000 ppm ไนตริกออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ขณะที่ตัวรับรู้ทินไดออกไซด์ที่เจือด้วยโคบอลต์ในปริมาณร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก แสดงค่าสภาพความไวในการตอบสนองที่สูงสุดต่อเอทานอลและอะซีโตน 660 ที่ความเข้มข้น 2000 ppm และ 806 ที่ความเข้มข้น 1000 ppm ตามลำดับ ดังนั้น ตัวรับรู้ทินไดออกไซด์ที่เจือด้วยโคบอลต์จึงมีแนวโน้มที่จะสามารถนำมาตรวจจับแก๊สไนตริกออกไซด์, เอทานอล และอะซีโตน

ที่ระดับความเข้มข้นในช่วง ppm แต่อาจมีข้อจำกัดด้านความคัดสรรจำเพาะ และประยุกต์ใช้ในการ
ตรวจจับแก๊สทั้งในอุตสาหกรรม มลภาวะในอากาศและในทางการแพทย์ได้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Synthesis of Cobalt-doped SnO₂ Nanoparticles by Flame Spray Pyrolysis Technique for Gas Sensor Applications

Author Miss Matawee Punginsang

Degree Master of Science (Materials Science)

Advisor Asst. Prof. Dr. Chaikarn Liewhiran

ABSTRACT

In the present work, gas-sensing properties of flame-spray-made Co-doped SnO₂ nanoparticles are systematically studied for detection of the environmental gases including acetone (C₃H₆O) methane (CH₄) ethanol (C₂H₅OH) hydrogen (H₂) hydrogen sulfide (H₂S) nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO₂). Structural characterizations by electron microscopy and X-ray analysis confirmed the formation of loosely agglomerated SnO₂ nanoparticles (5–20 nm) with highly crystalline tetragonal-cassiterite SnO₂ structure and Co substitutional doping with Co²⁺ and Co³⁺ oxidation states. The gas-sensing properties of undoped SnO₂ and Co-doped SnO₂ sensors were systematically tested at the operating temperature ranging from 150–350°C. Tested results indicated that small Co-doping levels in the range of 0.2–0.5 wt% led to enhanced sensing properties toward NO, acetone and ethanol compared with undoped one. In particular, 0.2 wt% Co-doped SnO₂ sensor showed very high response of 1637 towards 1000 ppm NO at 350°C while 0.5 wt% Co-doped SnO₂ one exhibited high responses of 660 towards 2000 ppm acetone and 806 towards 1000 ppm ethanol. Thus, Co-doped SnO₂ sensors are potential for responsive detections of NO, acetone and ethanol at ppm-level but with limited selectivity and may be useful for general environmental, industrial and biomedical applications.