

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

อิทธิพลของโครงสร้างฐานฐานวิทยา นาโนทินไดออกไซด์ ที่มีต่อคุณสมบัติการตอบสนองของแก๊สสถานะแวดล้อม

ผู้เขียน

นางสาววัชร นากล้า

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วัสดุศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร. ชัยกานต์ เลี้ยวหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

รศ.ดร. พิสิษฐ์ สิงห์ใจ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ดร. นัศดา เวชชากุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาถึงผลของโครงสร้างฐานฐานวิทยาของทินไดออกไซด์ต่อคุณสมบัติการตอบสนองแก๊สซึ่งจะถูกอธิบายอย่างมีนัยสำคัญ โครงสร้างเฟสเตตระโกนอลมิติหนึ่ง-ลวดนาโน และ มิติศูนย์-อนุภาคนาโนทินไดออกไซด์ ถูกสังเคราะห์อย่างสมบูรณ์โดยกระบวนการให้ความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้าสูง และ กระบวนการเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส ตามลำดับ ลวดนาโนทินไดออกไซด์ถูกให้ความร้อนเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ถึงอุณหภูมิสูง โดยการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าผ่านภายใต้ค่าที่การไหลของก๊าซอาร์กอน 2 ลิตร/นาที่ที่เงื่อนไขสถานะบรรยากาศผกทินไดออกไซด์และผงแกรไฟต์ถูกใช้เป็นสารตั้งต้นชนิดทินและแท่งนำไฟฟ้า การเติบโตของลวดนาโนทินไดออกไซด์มีลักษณะเป็นลวดฟู ตกสะสมบริเวณพื้นผิวของแท่งแกรไฟต์ ซึ่งแยกออกจากแกนกลางภายในอย่างเห็นได้ชัด อนุภาคนาโนทินไดออกไซด์ถูกผลิตจากเงื่อนไข 5/5จากการสังเคราะห์ด้วยเปลวไฟภายในขั้นตอนเดียวโดยใช้การผสมสารละลายของเหลวจากสารตั้งต้นเฟสและความเป็นผลึกถูกหาลักษณะเฉพาะโดยการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์, พื้นที่ผิวสัมผัสจำเพาะของโครงสร้างที่แตกต่างกันถูกวัดโดยการดูดซับแก๊สไนโตรเจนด้วยวิธีการบีอีที ในส่วนของลักษณะโครงสร้าง, ฐานฐานวิทยาแบบหยาบ, องค์ประกอบของธาตุและขนาด/ฐานฐานวิทยาที่แท้จริงของโครงสร้างนาโนทินไดออกไซด์ที่ต่างกัน ได้ถูกวิเคราะห์จากกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม, กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด, การกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์, กล้องจุลทรรศน์

อิเล็กทรอนิกส์แบบส่องผ่านตามลำดับ สันฐานวิทยาและขนาดผลึกของอนุภาคนาโนทินไดออกไซด์อยู่ในช่วง 3-20 นาโนเมตร และ ลวดนาโนทินไดออกไซด์มีรูปร่างเป็นเส้นขนาดความกว้างในช่วง 25 – 60 นาโนเมตรและความยาวในช่วง 1-100 ไมโครเมตร ในส่วนของสถานะเลขออกซิเดชัน และ พันธะทางเคมีของทินไดออกไซด์ถูกยืนยันจากการวิเคราะห์ลำโฟตอนที่ถูกปลดปล่อยจากรังสีเอกซ์ มากไปกว่านั้น ยังมีการศึกษาสมบัติเชิงแสงของโครงสร้างนาโนทินไดออกไซด์ที่แตกต่างกัน ได้ถูกวิเคราะห์โดยเครื่องมือชนิดรามาน และการดูดซับ/ส่องผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต/แสงขาวได้โดยสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่า องค์ประกอบเอกลักษณ์เฉพาะทางเคมีของเฟสทินไดออกไซด์ ถูกยืนยันอย่างชัดเจนโดยค่าความเข้มของพีคซึ่งสอดคล้องกับลำดับการกระเจิงของรามานทุกโครงสร้างและจากการวิเคราะห์ผลผลิตร้อยละของปริมาณความเข้มในการส่องผ่านของแสง พบว่า สามารถคำนวณค่าพลังงานของช่องว่างแถบพลังงานได้ ในส่วนของการศึกษาผลของการตอบสนองต่อแก๊ส ฟิล์มตอบสนองถูกเตรียมบนพื้นฐานของโครงสร้างนาโนทินไดออกไซด์ที่ต่างกัน ด้วยวิธีเหวี่ยงเคลือบกระจาย โดยได้ทำการผสมเส้นใยนาโนทินไดออกไซด์กับสารยึดเหนี่ยวและตัวทำละลายสารยึดเหนี่ยว จากนั้นนำสารผสมชนิดทำการเหวี่ยงกระจายเคลือบลงบนซับสเตรทชนิดอะลูมินาฉาบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยทองบริสุทธิ์ เช่นเซอร์ที่เตรียมได้ถูกทดสอบคุณสมบัติการตอบสนองต่อแก๊สสถานะแวดล้อม ประกอบด้วย แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์, แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์, แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์, แก๊สไฮโดรเจน และ ไอเอทานอล ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน, สภาพความไวในการตอบสนอง และ ปัจจัยทางด้านเวลาในการตอบสนอง ภายใต้ช่วงอุณหภูมิการทดสอบระหว่าง 150 ถึง 350 องศาเซลเซียส ที่ค่าความเข้มข้นต่ำและสูงตามชนิดของแก๊ส ภายใต้สภาวะบรรยากาศ จากผลงานวิจัยพบว่า ในการแสดงคุณสมบัติของการตอบสนองต่อแก๊สชนิดต่าง ๆ นั้นจะขึ้นกับปฏิกิริยาเฉพาะแก๊ส สันฐานวิทยา และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการทดสอบเซอร์ได้ถูกนำไปวิเคราะห์ความเป็นสันฐานวิทยาโครงสร้างและภาคตัดขวางของชั้นฟิล์มตอบสนองโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และเทคนิคการกระจายตัวของรังสีเอกซ์ ซึ่งจะสามารถบ่งบอกความเหมาะสมในการตอบสนองต่อแก๊สได้เป็นอย่างดี

Thesis Title	Effect of Structural Morphologies of SnO ₂ on Environmental Gas Sensing Properties		
Author	Miss Watcharee Nakla		
Degree	Master of Science (Materials Science)		
Thesis Advisory Committee	Asst.Prof.Dr. Chaikarn Liewhiran	Advisor	
	Assoc. Prof. Dr. Pisith Singjai	Co-Advisor	
	Dr. Natda Wetchakun	Co-Advisor	

Abstract

In this research, the effect of structural SnO₂ morphologies on the gas sensing properties was significantly discussed. The tetragonal SnO₂ phase of one dimensional nanowires and zero dimensional nanoparticles were successfully synthesized by current heating process and flame spray pyrolysis. The SnO₂ nanowires were gradually heated up to a high temperature by passing a current through it under constant flowing argon of 2 L/min at atmospheric condition. The tin (II) oxide and graphite powder were used as a Sn precursor and conductible rod. The as-grown SnO₂ nanowires fluffy deposited on the surface of graphite rod were evidently separated from the inner core. The SnO₂ nanoparticles were produced as the 5/5 flame in a single step using the liquid precursor mixture of starting materials. The phase and crystallinity were characterized by X-ray diffraction (XRD). The specific surface area (SSA_{BET}) of different nanostructures was measured by nitrogen adsorption (BET analysis). The topography, rough morphologies, the elemental composition, and accurate sizes/morphologies of different SnO₂ nanostructures were further investigated by Atomic Force Microscopy (AFM), Scanning Electron Microscopy (SEM), Energy Dispersive X-ray Spectrometry (EDS), and Transmission Electron Microscopy (TEM), respectively. The morphologies and crystallite size of SnO₂ nanoparticles (3-20 nm) and nanowires were observed with diameter ranging from 25 – 100

nm in width and 1-100 μm in length. The oxidation state and chemical bonding of SnO_2 were confirmed using the X-ray photoelectron spectrometry (XPS). Moreover, the optical properties of different SnO_2 structures were analyzed by Raman Spectroscopy and UV-visible spectrometry.

It can be clearly noticed that the chemical fingerprint of different SnO_2 morphologies was clearly verified by the peak intensities corresponding to the order of the SnO_2 -Raman scattering. The yields of UV-Visible transmittance were investigated to verify the band gap energy of materials. For the gas sensing properties, the sensing films based on different SnO_2 morphologies were prepared by mixing the nanowires and nanoparticles into an organic paste composed of vehicle binder and solvent. The resulting paste was spin-coated onto the Al_2O_3 substrates interdigitated with Au electrodes. The environmental gas sensing (CO , NO_2 , H_2S , H_2 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) properties including the change in resistance, sensor response and time factors were significantly performed at the operating temperature ranging from 150-350 $^{\circ}\text{C}$ with various low and high gas concentrations in dry air. It was found that the highest sensing performance was significantly depended on the gas reaction, optimal morphologies and operating temperatures. After sensing test, the structural morphologies and the cross-sectional sensing films were further analyzed by SEM and EDS analyses, which benefit tremendously to the gas sensing properties.