Thesis Title Synthesis of Tin-doped Zinc Oxide Nanostructures by Flame Spray Pyrolysis and Their Applications

Author Miss Khatcharin Wetchakun

Degree Doctor of Philosophy
(Nanoscience and Nanotechnology)

Thesis Advisory Committee
Assoc. Prof. Dr. Sukon Phanichphant Advisor
Assoc. Prof. Dr. Udom Sriyotha Co-advisor
Dr. Chaikarn Liewhiran Co-advisor

ABSTRACT

Ultra-fine ZnO nanostructures doped with Sn metal were synthesized by gas-phase flame spray pyrolysis (FSP) in a single step under 5/5 (precursor/oxygen) flame condition. The nanostructures were characterized through X-ray diffraction (XRD), high resolution transmission electron microscopy (HRTEM), Brunauer Emmett and Teller (BET), field emission scanning electron microscopy (FESEM)-energy dispersive spectroscopy (EDS) and UV-vis absorption, for understanding and relating with physiochemical characteristics in gas sensing and photocatalytic applications. The nanostructured film thickness was characterized by FESEM-EDS. The sensing films were fabricated by mixing the nanopowders with an organic binder composed

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

of ethyl cellulose and terpineol and the resulting paste was spin-coated on alumina substrates with interdigitated Au electrodes. Undoped ZnO and Sn-doped ZnO gas sensing characteristics were investigated towards acetone, ethanol, hydrogen and methane gases using a voltamperometric technique at constant bias. The results showed that the response and the response time of the ZnO-based sensors to the target gas species could be controlled by Sn doping concentration. 5 at% Sn-doped ZnO gas sensors presented the best gas sensing towards ethanol under the comparison of their gas sensing characteristics to acetone, hydrogen and methane at the same condition. Sn doping could enhance gas sensing properties of ZnO sensor. Therefore, it is suggested from the present work that Sn-doped ZnO would be suitable for detecting ethanol. On the contrary, the effect of Sn doping revealed the deterioration of the phenol and methanol photodegradation performance over ZnO-based catalysts, possibly due to the formation of deep donor states in ZnO bandgap.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การสังเคราะห์โครงสร้างนาโนซิงก์ออกไซด์ที่เจือด้วยดีบุกโดยเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส และการประยุกต์

ผู้เขียน นางสาว คัชรินทร์ เวชชากุล

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. สุคนธ์ พานิชพันธ์	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ. ดร. อุดม ศรีโยธา	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
อ. ดร. ชัยกานต์ เลียวหิรัญ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

โครงสร้างนาโนซิงก์ออกไซด์ขนาดเล็กมากที่ถูกเจือด้วยโลหะดีบุกถูกสังเคราะห์โดยเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิสทางเฟสแก๊สในหนึ่งขั้นตอนภายใต้เงื่อนไขของไฟที่มีอัตราส่วนของอัตราการไหลของสารตั้งต้นต่อออกซิเจน เท่ากับ 5 ต่อ 5 การหาลักษณะเฉพาะของโครงสร้างนาโนนี้ทำโดยวิธีการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์, จุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านความละเอียดสูง, บรูนัวร์ เอ็มเมทท์ และเทลเลอร์, จุลทรรศนศาสตร์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและสเปกโทรสโกปีการวิเคราะห์กระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ และ การดูดกลืนแสงในช่วงยูวี-วิสิเบิล เพื่อความเข้าใจและความสอดคล้องกับลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์เคมีในการประยุกต์ใช้งานทางด้านการตอบสนองต่อแก๊สและการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง ทำการวัดความหนาของฟิล์มที่เตรียมได้จากโครงสร้างนาโนนี้โดยกล้องจุลทรรศนอิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุด้วยการกระจายพลังงานรังสีเอกซ์ ฟิล์มที่ตอบสนองได้ถูกสร้างโดยการผสมผงนาโนกับสารอินทรีย์ตัวยึดที่ประกอบด้วยเอททิลเซลลูโลสและเทอไพนิออล และแผ่นที่ได้ถูกหมุนเคลือบลงบนแผ่นรองรับอะลูมินาที่มีอิเล็กโทรดทองถูกทำเป็นแบบอินเตอร์ดิจิเตท ลักษณะเฉพาะในการตอบสนองต่อแก๊สของซิงก์ออกไซด์ที่ไม่ได้เจือและซิงก์ออกไซด์ที่เจือด้วยดีบุกถูกตรวจสอบโดยใช้แก๊สอะซีโตน, เอทานอล, ไฮโดรเจน และมีเทน ด้วยเทคนิคโวลต์แทมเพอโรเมทริกที่ค่าไบแอสคงที่ ผลการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทดลองแสดงให้เห็นว่าการตอบสนองและเวลาเริ่มตอบสนองของตัวตรวจวัดซิงก์ออกไซด์หลักไปยังชนิดของแก๊สเป้าหมายสามารถถูกควบคุมโดยความเข้มข้นของการเจือด้วยดีบุก ตัวตรวจวัดแก๊สซิงก์ออกไซด์ที่เจือด้วยดีบุกปริมาณร้อยละ 5 โดยอะตอม แสดงการตอบสนองต่อแก๊สได้ดีที่สุดไปยังเอทานอลภายใต้การเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะการตอบสนองต่อแก๊สของเหล่าตัวตรวจวัดไปยังแก๊สอะซีโตน, ไฮโดรเจน และมีเทน ในสภาวะเดียวกัน การเจือด้วยดีบุกสามารถทำให้คุณสมบัติในการตอบสนองต่อแก๊สของตัวตรวจวัดซิงก์ออกไซด์ดีขึ้นได้ งานวิจัยนี้เสนอให้เห็นว่าซิงก์ออกไซด์ที่เจือด้วยดีบุกเหมาะสำหรับการตรวจวัดแก๊สเอทานอล ในทางตรงกันข้ามผลของการเจือดีบุกเผยถึงการลดลงของประสิทธิภาพในการย่อยสลายฟีนอลและเมทานอลบนตัวเร่งปฏิกิริยาซิงก์ออกไซด์หลัก ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเนื่องมาจากการสร้างของสถานะตัวให้ที่ลึกลงไปในช่องว่างแถบพลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved