ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การเตรียมซิงก์ออกไซด์เตตระพอดและการหาลักษณะเฉพาะเชิงโครงสร้างเพื่อสร้างเอทานอลเซนเซอร์

ผู้เขียน นายชวลิต ภู่มณี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงมณี ว่องรัตนะไพศาล

บทคัดย่อ

โครงสร้างนาโนซิงก์ออกไซด์เป็นวัสดุที่นำมาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์ทางด้านออปโตอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ ก๊าซเซนเซอร์ชนิดฟิล์มบาง และทรานซิสเตอร์สนาม เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำเสนอเทคนิควิธีต่างๆ ในการสังเคราะห์รูปแบบต่างๆ ของโครงสร้างนาโนซิงก์ออกไซด์ แต่การศึกษาวิจัยในวัสดุกลุ่มนี้ยังคงเปิดกว้างอยู่

สำหรับในงานวิจัยนี้ได้ทำการสังเคราะห์โครงสร้างซิงก์ออกไซด์เตตระพอด (*T*-ZnO) โดยใช้วิธีการเกิดปฏิกิริยาเทอร์มอลออกซิเดชันภายใต้บรรยากาศปกติ โดยใช้ผงซิงก์ผสมกับสารละลายต่างๆ เช่น เมทานอล (CH_3OH) เอทานอล (C_2H_5OH) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นต้น ผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เอ็กซ์เรย์แบบกระจายพลังงาน และการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ พบว่า H_2O_2 ส่งผลให้ได้โครงสร้าง *T*-ZnO ที่มีปริมาณคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของผลิตผลที่ได้สูงที่สุดประมาณ 4.82% โดยน้ำหนัก นั่นหมายความว่า H_2O_2 ทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดีและช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในการทำปฏิกิริยากับซิงก์ เพื่อให้ได้ *T*-ZnO ด้วยรูปร่างที่คล้ายเข็มของ *T*-ZnO มีโครงสร้างทางผลึกแบบเชิงเดี่ยวที่จัดเรียงผลึกแบบ wurtzite hexagonal ขนาดความยาวของขาประมาณ 8.17±1.17 ไมโครเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายแหลมประมาณ 47.8 นาโนเมตร

เอทานอลเอทานอลเซนเซอร์ที่ทำจาก *T*-ZnO และ *T*-ZnO ที่เจือด้วยอนุภาคนาโนของทองคำ 0.05% โมล (1.2% น้ำหนัก) และทดสอบการตรวจจับไอเอทานอล พบว่า เอทานอล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซนเซอร์ที่ทำจากซิงก์ออกไซด์เตตระพอดเจือด้วยอนุภาคนาโนของทองคำ มีค่าความไวในการตอบสนองต่อไอเอทานอลสูงกว่าเอทานอลเซนเซอร์ที่ไม่ได้เจือด้วยอนุภาคนาโนของทองคำทุกค่าความเข้มข้นของเอทานอลที่ใช้ด้วย อุณหภูมิทดสอบที่ดีที่สุดอยู่ที่ 340ºC และ 320ºC ตามลำดับ การตอบสนองต่อไอเอทานอลที่สูงนี้อธิบายได้ด้วยความหนาแน่นอิเล็กตรอนในอากาศ (n_0) และค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยา (k_{Eth}) ระหว่างชนิดของออกซิเจนที่ถูกยึดจับกับไอเอทานอลที่บริเวณผิวของเอทานอลเซนเซอร์ โดยทองคำที่เจือลงไปมีคุณสมบัติเป็นตัวกระตุ้นในปฏิกิริยาทำให้ค่าคงที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาสูงกว่า ดังนั้นเอทานอลเซนเซอร์ที่ทำจาก *T*-ZnO เจือด้วยอนุภาคนาโนของทองคำ 0.05% โมล สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเอทานอลเซนเซอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Preparation of Zinc Oxide Tetrapod and Its Structural Characterization for Fabricating Ethanol Sensors

Author Mr. Chawalit Bhoomanee

Degree Master of Science (Applied Physics)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Duangmanee Wongratanaphisan

ABSTRACT

Zinc oxide (ZnO) nanostructures are promising materials for usage in optoelectronic devices, like solar cells, thin-film gas sensors, field-effect transistors, etc. Despite significant research efforts, methods or techniques to synthesize various morphologies of ZnO nanostructures, still open for challenge.

In this work, zinc oxide tetrapods (*T*-ZnO) were synthesized using thermal oxidation technique under normal atmosphere. It starts with Zn powders mixed with different solutions such as methanol (CH_3OH), ethanol (C_2H_5OH) and hydrogen per oxide (H_2O_2). Through a detailed field emission scanning electron microscopy (FE-SEM), energy dispersive spectroscopy (EDS), and x-ray diffraction (XRD) showed that the H_2O_2 gave the best tetrapod-like nanostructures with highest percent yield of about 4.82% by weight. This result suggested that H_2O_2 acts as strong oxidizing properties and has a role as a strong oxidizer to supply more reactive oxygen species to zinc in order to form *T*-ZnO. The *T*-ZnO with needle- like shape exhibited single crystalline

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

hexagonal wurtzite structure. The leg tip of the *T*-ZnO is about 8.17±1.17 μm in length and 47.80 nm in diameter.

The ethanol sensors, based on the *T*-ZnO and the *T*-ZnO doped with gold nanoparticles of 0.05 %mol (1.2%wt), were fabricated and investigated for the ethanol sensing properties. The results showed that the *T*-ZnO doped with gold sensors exhibited higher sensitivity than that of the pure *T*-ZnO sensors for entire ethanol concentration with optimum temperature of 340ºC and 320ºC, respectively. This enhancement can be explained in terms of the electron concentration of sensor in air, n_0 and the reaction rate constant, k_{Eth} between the adsorbed oxygen species and the ethanol vapor due to the increase of effective surface for adsorption of ethanol on the surface. With an excellent catalytic ability, the Au doping would result in the higher reaction rate constant. Therefore, the *T*-ZnO doped with gold nanoparticles of 0.05%mol, has a potential application as an ethanol sensor.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved