Thesis Title Growth and Application of Tin Oxide Nanowires

Author Mr. Suvit Thanasanvorakun

Degree Doctor of Philosophy (Physics)

Thesis Advisory Committee Dr. Atcharawon Gardchareon Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Nikorn Mangkorntong Member

Assoc. Prof. Dr. Pongsri Mangkorntong Member

Asst. Prof. Dr. Supab Choopun Member

ABSTRACT

In this research, SnO_2 nanowires have been grown by a carbothermal reduction process from the powder mixture of SnO or SnO_2 and C at synthesis temperatures in the range of 700 - 900 ^oC. The optimal temperature was found to be 850 ^oC with nanowires of several μm in length. Then, their physical properties were characterized, employing an X-ray diffractometer (XRD), an Energy Dispersive X-ray Spectrometer (EDS), Electron Microscope (SEM and TEM) and a Raman spectrometer. From XRD results it was revealed that the wires had a tetragonal rutile structure with the lattice parameters of a = b = 4.746 Å and c = 3.182 Å. The atomic ratio of Sn and O of about 1:2 was obtained by EDS. Selected area electron diffraction from a TEM image showed that these nanowires were single crystal with the growth direction in [101]. Raman active modes of the nanowires were at 475, 634.6 and 772.5 cm^{-1}, in agreement with the values observed in the SnO_2 powder

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

sample. Electrical measurement of a single nanowire indicated that its conductivity at room temperature was about 4.8 $(\Omega \bullet cm)^{-1}$. SnO_2 nanowires were then employed for an ethanol sensor. The ethanol sensing characteristics of SnO_2 nanowires was observed from its resistance change when the sensor was exposed to ethanol vapor at concentrations in the range of 100 – 1000 ppm and heating temperature between 200 - 320 ^oC. The highest sensitivity of about 54 at 280 ^oC was observed for ethanol vapor concentration of 1000 ppm with the response time and recovery time were about 1 and 14 second, respectively.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การปลูกและการประยุกต์เส้นลวดนาโนดีบุกออกไซด์

ผู้เขียน นายสุวิชช์ ธนะศานวรคุณ

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.อัจฉราวรรณ	กาศเจริญ	ประธานกรรมการ
รศ.ดร. นิกร	มังกรทอง	กรรมการ
รศ.ดร. ผ่องศรี	มังกรทอง	กรรมการ
ผศ.ดร. สุภาพ	ชูพันธ์	กรรมการ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการปลูกเส้นลวดนาโนดีบุกไดออกไซด์ด้วยกระบวนการคาร์โบเทอร์มอล รีดักซ์ชั่น จากสารผสมของ SnO หรือ SnO_2 กับผงคาร์บอน ในช่วงอุณหภูมิ 700-900 ^oC ซึ่งพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม ต่อการเกิดเส้นลวดนาโนอยู่ที่ 850 ^oC โดยมีความยาวในระดับไมโครเมตร จากนั้นนำไปศึกษาสมบัติทางกายภาพด้วยเครื่องเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ (XRD) เครื่องสเปกโทรสโกปีพลังงานกระจาย (EDS) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM และ TEM) และเครื่องรามานสเปกโทรมิเตอร์ (Raman spectrometer) ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยอุปกรณ์เหล่านี้ พบว่า ผลจาก XRD ให้แลตทิซพารามิเตอร์ a = b = 4.746 Å และ c = 3.182 Å ตามลำดับ สอดคล้องกับโครงสร้างเตตระกอลนอล รูไทล์ของดีบุกไดออกไซด์ อัตราส่วนโดยอะตอมของดีบุก และ ออกซิเจนจาก EDS มีค่าประมาณ 1:2 การวิเคราะห์ด้วย TEM แสดงให้ถึงความเป็นผลึกเชิงเดี่ยวของเส้นลวดนาโนและมีการเติบโตของผลึกในทิศทาง [101] โหมดการสั่นของรามานที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

475, 634.6 และ 772.5 cm^{-1} ในเส้นลวดนาโนสอดคล้องกับค่าที่อ่านได้จากผงดีบุกไดออกไซด์ จากการวัดสภาพนำไฟฟ้าของเส้นลวดนาโนเดี่ยวพบว่ามีค่าประมาณ 4.8 $(\Omega \cdot cm)^{-1}$ จากนั้นนำเส้นลวดนาโนดีบุกไดออกไซด์มาใช้เป็นหัวตรวจวัดไอเอทานอล โดยที่การตอบสนองต่อเอทานอลของเส้นลวดนาโนดีบุกไดออกไซด์ สังเกตได้จากความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปของหัวตรวจวัดเมื่อสัมผัสกับไอเอทานอลความเข้มข้นในช่วง 100-1000 ppm และอุณหภูมิของหัวตรวจวัดในช่วง 200-320 ^{o}C ซึ่งการตอบสนองต่อไอเอทานอลสูงสุดมีค่าประมาณ 54 เท่าเมื่ออุณหภูมิของหัวตรวจวัดเป็น 280 ^{o}C ที่ความเข้มข้น 1000 ppm และเวลาในการตอบสนองและเวลาในการคืนตัวของหัวตรวจวัดมีค่าประมาณ 1 และ 14 วินาที ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved