บทคัดย่อ

230293

ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ฟิล์มบางแบเรียมไททาเนต ($BaTiO_3$:BTO) และสตรอนเทียมไททาเนต ($SrTiO_3$:STO) สลับชั้นบนกระจกที่เคลือบด้วยฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์ (Indium Tin Oxide: ITO) ด้วยกระบวนการโซล-เจลแบบสปิน และอบที่อุณหภูมิระหว่าง 300–650 °C นอกจากนี้ได้วัดสมบัติทางแสงของฟิล์มได้ทดสอบด้วยเทคนิค UV-Vis พบว่าการส่งผ่านแสงในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นประมาณ 85% ค่าช่องว่างแถบพลังงาน (Energy gap) ของฟิล์มสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในช่วง 3.64–4.19 eV โดยการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ค่าช่องว่างแถบพลังงานจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วเข้าสู่ค่าของผลึกเดี่ยวเมื่ออุณหภูมิการอบมากกว่า 600 °C ฟิล์มที่อบที่ 650 °C มีดัชนีหักเหของฟิล์มเท่ากับ 2.09–1.91 ในช่วงความยาวคลื่น 450–750 นาโนเมตร ผลของ X-ray diffraction (XRD) พบว่าฟิล์มจะมีโครงสร้างเป็นผลึกเมื่ออบที่อุณหภูมิตั้งแต่ 600°C ขึ้นไป ในขณะที่ฟิล์มที่อบที่อุณหภูมิต่ำกว่านี้จะมีเฟสอสัณฐาน (amorphous) ผู้วิจัยได้ปลูกฟิล์มบาง $SrTiO_3$/$BaTiO_3$ ลงบนแผ่นรองรับอลูมินาและอบที่อุณหภูมิ 300 °C และ 1000 °C จากนั้นเคลือบอิเล็กโทรดแบบโคพลานาร์ด้วยทองผ่านหน้ากากโดยเทคนิคสปัตเตอร์ริ่ง หลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับไอเอทานอลสามารถตรวจสอบได้จากความต้านทานที่เปลี่ยนไปของฟิล์มที่อยู่ในบรรยากาศของไอเอทานอล ความไวต่อการตอบสนองของไอเอทานอลของเซนเซอร์ที่ทำจากฟิล์มที่อบที่อุณหภูมิ 1000 °C มีค่ามากกว่าเซนเซอร์ที่ทำจากฟิล์มที่อบที่อุณหภูมิ 2-3 เท่า ฟิล์มอบที่อุณหภูมิ 1000 °C ประพฤติตัวเป็นชนิด p มีความไวต่อการตอบสนองของไอเอทานอลในช่วงความเข้มข้น 10-1000 ppm เท่ากับ 30-100 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาสมบัติทางแสงที่เปลี่ยนไปของฟิล์มแบเรียมไททาเนตโดบเหล็กเมื่อมีการฉายรังสีแกมมา ค่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มนี้อยู่ในช่วง 3.42-3.95 eV ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการอบ ในช่วงความยาวคลื่น 350-750 nm ดัชนีหักเหของฟิล์มนี้เท่ากับ 2.17-1.88 และเพิ่มขึ้นเป็น 2.34-1.95 เมื่อฉายรังสีแกมมาด้วยโดส 15 kGy ค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนอยู่ในช่วง 10^{-2} และหลังจากการฉายรังสีแกมมา ผู้วิจัยสามารถควบคุมค่าเชิงซ้อนดัชนีหักเหของฟิล์มโดยการฉายรังสีแกมมาด้วยโดสขนาดแตกต่างกัน

Abstract

230293

We have prepared $SrTiO_3/BaTiO_3$ thin films with multilayered structures deposited on indium tin oxide (ITO) coated glass by a sol–gel deposition and heating at 300–650 °C. The optical properties were obtained by UV–Vis spectroscopy. The films show a high transmittance (approximately 85%) in the visible region. The optical band gap of the films is tunable in the 3.64-4.19 eV range by varying the annealing temperature. An abrupt decrease towards the bulk band gap value is observed at annealing temperatures above 600 °C. The multilayered film annealed at 650 °C exhibited the maximum refractive index of 2.09-1.91 in the 450-750 nm wavelength range. The XRD and AFM results indicate that the films annealed above 600 °C are substantially more crystalline than the films prepared at lower temperatures. The ethanol sensors based on $SrTiO_3/BaTiO_3$ thin films annealed at 300 °C and 1000 °C on alumina substrates were fabricated by applying interdigitated gold electrodes by sputtering technique. The ethanol sensing characteristics of $SrTiO_3/BaTiO_3$ thin films were quantified by the change in resistance of the sensors when they were exposed to ethanol. The sensitivity of crystalline film annealed at 1000 °C is 2-3 times larger than that of amorphous film annealed at 300 °C. The optimum operating temperature of these sensors was found to be 350 °C. The film annealed at 1000 °C exhibited p-type gas sensing behavior with the best sensitivity of 30-100 for low ethanol concentration in the range of 10-1000 ppm. In addition, the changes in the transmittance spectra induced by gamma irradiation on the Fe-doped $BaTiO_3$ thin films were quantified. The values for the optical energy band gap were in the range of 3.42-3.95 eV depending on the annealing time. The refractive index of the film, as measured in the 350-750 nm wavelength range was in the 2.17-1.88 range for the as prepared film, and this increased to 2.34-1.95 after gamma irradiation at 15 kGy. The extinction coefficient of the film was in the order of 10^{-2} and increased after gamma irradiation. We obtained tuneable complex refractive index of the films by exposure to various gamma rays doses.