ชื่อเรื่อง สมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกฟิล์มบางโปร่งแสงของ Ti-Zn-O
ผู้วิจัย วัชระ ชาวหมู่
กรรมการที่ปรึกษา ดร. อาธรณ์ วรอัด
ปริญญา วท.ม. (ฟิสิกส์)
สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์ 2562

บทคัดย่อ

ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) เจือด้วยไทเทเนียมออกไซด์ (TiO) (ZnO-TiO) และซิงค์ออกไซด์เจือด้วยไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) (ZnO-TiO_2) ถูกสังเคราะห์ด้วยวิธีปฏิกิริยาสถานะของแข็งจากผงสารตั้งต้น ZnO, TiO และ TiO_2 โดยผสมผงสารตั้งต้นในอัตราส่วนสารตั้งต้น ZnO (96.67%); TiO (3.33%) และ ZnO (96.67%); TiO_2 (3.33%) อย่างละ 30 g มาทำการบดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาอัดขึ้นรูปขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 mm และความหนา 3 mm ด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกแกนเดี่ยวที่ความดัน 250 kg cm^{-2} จากนั้นทำการเผาผนึกก้อนวัสดุที่อุณหภูมิ 700 ^{o}C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะได้เป้าสปัตเตอริงของ ZnO-TiO และ ZnO-TiO_2 ทำการตรวจสอบโครงสร้างผลึกของเป้าสปัตเตอริงทั้งสองด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ ซึ่งมีผลสอดคล้องกับข้อมูลมาตรฐานอ้างอิงของเฟส ZnO (PDF#00-036-1451), (TiO PDF#00-002-1196) และ (TiO_2 PDF#00-001-0562) สมบัติทางกายภาพพบว่ามีค่าความแข็งแบบวิกเกอร์และความหนาแน่นของวัสดุเป้าสปัตเตอริง TiO/ZnO ประมาณ 1.981 GPa และ 4.172 g cm^{-3} และ วัสดุเป้าสปัตเตอริง TiO_2/ZnO ประมาณ 1.909 GPa และ 3.518 g cm^{-3} ตามลำดับ

ทำการเตรียมฟิล์มบาง Ti-Zn-O ด้วยวิธีแมกนิตรอนสปัตเตอริงแบบดีซีจากวัสดุเป้าสปัตเตอริง ZnO-TiO และ ZnO-TiO_2 บนแผ่นฐานรองกระจกสไลด์เป็นเวลา 5 นาที เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางแสงและสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของฟิล์มบางที่เตรียมได้จากวัสดุเป้าทั้งสอง โดยฟิล์มบางขณะที่เตรียมได้นั้น ได้ตรวจสอบโครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ พบว่ามีผลสอดคล้องกับข้อมูลมาตรฐานอ้างอิงเฉพาะเฟส ZnO (PDF#00-036-1451) ที่ระนาบ (002) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอะตอมของไทเทเนียมเข้าไปอยู่ในโครงสร้างของ ZnO อย่างสมบูรณ์ โดยขนาดของผลึกของฟิล์มบางทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันโดยเฉลี่ยประมาณ 64-66 nm ความหนาของฟิล์มบางที่สังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดมีค่าประมาณ 100 nm

สมบัติทางแสงของฟิล์มบางทั้งสองที่ตรวจสอบด้วยเทคนิคการฉายแสงยูวีในช่วงความยาวคลื่น 300 – 1100 nm พบว่าประสิทธิภาพการส่องผ่านมีค่าใกล้เคียงกัน สามารถวิเคราะห์ค่าช่องพลังงานได้เป็น 3.3 - 3.36 eV ทำการวัดค่าสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกของฟิล์มบางทั้งสองด้วยเครื่อง ZEM-3 ณ ช่วงอุณหภูมิ 150 – 300 ^{0}C พบว่ามีค่าสภาพทางเทอร์โมอิเล็กทริกเป็นชนิดเอ็น (N-Type) ค่าสัมประสิทธิ์ซีเบก ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าและค่าแฟกเตอร์กำลังของ

ฟิล์มบางมีค่าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ โดยฟิล์มบางที่เตรียมได้จากเป้า ZnO-TiO_2 มีค่าแฟกเตอร์กำลังสูงสุดเป็น 36.09 $\mu W\ m^{-1}\ K^{-2}$ และฟิล์มบางที่เตรียมได้จากเป้า ZnO-TiO มีค่าแฟกเตอร์กำลังเป็น 26.79 $\mu W\ m^{-1}\ K^{-2}$ ณ อุณหภูมิ 300 ^0C

ทำการประดิษฐ์ประดิษฐ์โมดูลเทอร์โมอิเล็กทริกฟิล์มบางโดยใช้วัสดุชนิดพี (P-Type) เป็น CaCuO2 และฟิล์มบางชนิดเอ็นที่เตรียมได้จากเป้า ZnO-TiO_2 ประกอบด้วยวัสดุชนิดพี-เอ็น จำนวน 3 คู่ และมีฟิล์มบาง Ag เป็นขั้วไฟฟ้า พบว่ามีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าวงจรเปิดและกำลังฟ้าสูงสุดเป็น 4.75 mV และ 0.074 nW ณ ผลต่างอุณหภูมิ 57 ^0C ตามลำดับ

คำสำคัญ : เทอร์โมอิเล็กทริกฟิล์มบางโปร่งแสง, ฟิล์มบาง Ti-Zn-O, แมกนิตรอนสปัตเตอริงแบบดีซี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

TITLE Transparent Thin Film Thermoelectric Properties of Ti-Zn-O
AUTHOR Watchara Chao-moo
ADVISOR Dr. Athorn Vora-ud
DEGREE M.Sc. (Physics)
INSTITUTION Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR 2019

ABSTRACT

Zinc Oxide doped Titanium (ZnO-TiO) and Zinc Oxide doped Titanium Dioxide (ZnO-TiO_2) sputtering targets were prepared by solid state reaction from ZnO, TiO and TiO2 powder precursors. The powder precursors were mixed in the ratios ZnO (96.67%); TiO (3.33%) and ZnO (96.67%); TiO_2 (3.33%) for each of 30 g, and mashed for 1 hr. A both powder precursors were pressed by the hydraulic pressing at 250 kg. cm^{-2} obtained the pellet within a diameter of 60 mm and thickness of 3 mm. After that, both pellets were sintered at 700°C for 5 hr, to be found the ZnO-TiO and ZnO-TiO_2 sputtering targets. The crystal structure, physical properties and density of a both targets were investigated by X-ray diffraction technique, micro Vickers hardness tester, and density kit method, respectively. These results showed that crystal structure was consistent with standards reference phase of (ZnO PDF#00-036-1451), (TiO PDF#00-002-1196) and (TiO_2 PDF#00-001-0562) phases. Physical properties and density of ZnO – TiO target went 1.981 GPa and 4.172 g cm^{-3}, respectively, and ZnO-TiO_2 target went 1.909 GPa and 3.518 g cm^{-3}, respectively.

Ti-Zn-O thin films were prepared by DC magnetic sputtering method from ZnO-TiO and ZnO-TiO_2 sputtering target onto the glass slide substrate for 5 minutes and then compared the optical and thermoelectric properties of thin films. All thin film deposited were investigated of the crystal structure by X-ray diffraction technique correspond with of ZnO phase (PDF # 00-036-1451) at a single peak of (002). These results indicated that the titanium atoms are consisted completely in the structure of ZnO. The crystal size of all samples was around 64-66 nm while the thickness of thin film observed from the scanning electron microscope is about 100 nm.

The optical properties of both thin films were investigated by UV-visible technique in the range of 300 - 1100 nm. The results showed that the transmittance efficiency of are similar, and the optical band gap energy analyzed with Tauc plot obtained around 3.30 - 3.35 eV. The thermoelectric properties of both thin films

were measured by the ZEM-3 method within the temperature range 150 - 300 °C. The results showed that the thin films are n-type thermoelectric, Seebeck coefficient, electrical resistivity and the power factor of the thin film were increased with temperature increacing. The thin film prepared from the ZnO-TiO_2 target has the maximum power factor of 36.09 $\mu W\ m^{-1}\ K^{-2}$ and the thin film prepared from the ZnO-TiO target has a power factor of 26.79 $\mu W\ m^{-1}\ K^{-2}$ at 300 °C.

Thermoelectric thin film module in consists of 3 pairs (p-n) materials were fabricated by using p-type material from $CaCuO_2$ thin film and n-type material from the thin film as prepared of ZnO-TiO_2 target, and then correspond them together with Ag at electrodes. thin film to at the temperature difference of 57°C. It was found that the open circuit voltage and maximum power were 4.75 mV and 0.074 nW, respectively.

Keywords: Transparent thin film thermoelectric properties, Ti-Zn-O thin film, DC magnetron sputtering

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร