บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5580137

ชื่อโครงการ : การเคลือบชั้นไททาเนียมไดออกไซด์สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงโดยวิธีคาโทดิกอาร์ค

ชื่อนักวิจัย : ดร.สกล แสนทรงสิริ
ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
E-mail Address : sakonsa@gmail.com

ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ศึกษาผลของชั้นฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์(TiO_2) ที่เตรียมโดยวิธีคาโทดิกอาร์ค ต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง การทดลองเริ่มด้วยการศึกษาสมบัติของฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์ที่สังเคราะห์โดยใช้เครื่องกำเนิดพลาสมาแบบคาโทดิกอาร์คชนิดพัลส์อาร์คด้วยอัตราการอาร์คหนึ่งครั้งต่อวินาที ใช้แท่งโลหะไททาเนียมบริสุทธิ์ 99.9 % เป็นหัวกำเนิดพลาสมา พลาสมาที่เกิดขึ้นจะกระจายไปเคลือบบนผิวชิ้นงานกระจกสไลด์ขนาด 2×1 cm^2 ที่ไบแอสด้วยความต่างศักย์ลบ 50 โวลต์ วางห่างจากแหล่งกำเนิดพลาสมา 10 cm ทดลองเคลือบฟิล์มบางด้วยจำนวนพัลส์ต่างๆกันตั้งแต่ 500 ถึง 2,500 พัลส์ จากนั้นนำไปเผาในบรรยากาศที่อุณหภูมิ 450 ^{o}C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ก่อนนำมาวิเคราะห์ด้วย AFM, SEM, RAMAN และ การส่องผ่านได้ของแสง พบว่า ฟิล์มมีความหนาอยู่ระหว่าง 47 ถึง 212 nm มีโครงสร้างแบบอนาเทส การส่องผ่านของแสงในช่วงความยาวคลื่น 400 ถึง 700 nm อยู่ในช่วง 60-90 % ลดลงตามความหนา ความกว้างแถบพลังงานอยู่ในช่วง 3.23 ถึง 3.34 eV จากการสังเคราะห์ชั้นฟิล์มบางไททาเนียมไดออกไซด์เป็นชั้นกั้นระหว่างชั้นขั้วไฟฟ้า (FTO)กับชั้นตัวเร่งปฏิกิริยาในเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสงพบว่าสามารถเพิ่มค่ากระแสลัดวงจร (J_{sc}) และค่าแรงดันวงจรเปิด (V_{oc}) ของเซลล์ได้ ประสิทธิภาพสูงสุดเกิดขึ้นที่ 2,500 พัลส์ ให้ค่า J_{sc} และ V_{oc} เป็น 4.11 mA/cm^2 และ 0.63 โวลต์ ตามลำดับ กระแสค่อนข้างคงที่ในทุกเงื่อนไข สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนรูปพลังงาน (η) เป็น 2.33% เทียบกับกรณีไม่มีชั้นกั้นคือ 0.59% หรือเพิ่มขึ้น 295% ในการทดลองนี้ งานวิจัยที่จะสามารถพัฒนาต่อไปได้คือการเพิ่มขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ หรือนำหลายเซลล์มาต่อร่วมกันเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าตามที่ต้องการ รวมถึงการออกแบบเซลล์ให้กระทัดรัดและมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น

คำหลัก : ไททาเนียมไดออกไซด์ เซลล์แสงอาทิตย์ คาโทดิกอาร์ค แถบพลังงาน

Abstract

Project Code : MRG5580137

Project Title : Deposition of TiO_2 Layer for Dye-sensitized Solar Cells using Cathodic Arc Deposition

Investigator : Dr. Sakon Sansongsiri
Department of Physics and Material Science, Faculty of Science, Chiangmai University

E-mail Address : sakonsa@gmail.com

Project Period : 2 year

Abstract

This research was studied the effect of titanium dioxide (TiO_2) thin film layer to dye-sensitizer solar cell (DSSC) efficiency. The TiO_2 thin film deposited by pulse cathodic arc plasma deposition with rate of 1 pps. The plasma source was a 99.9% Ti rod, deposit to the 2×1 cm^2 glass slide with -50 VDC bias voltage. The sample was place at 10 cm away from the plasma source. After deposited, the samples were annealed in ambiance air at temperature $450^{\circ}C$ for 1 hour in order to form oxide. The properties of TiO_2 thin films would be investigated before combined to fabricated DSSC device for efficiency measurements. From the results, films with 500 to 2,500 deposition pulses gave the thickness between 47 to 212 nm. Raman spectra indicated TiO_2 anatase phase. The percentage of optical transmission between 400 to 700 nm wavelengths, were in the range of 60-90% decreasing with film thickness. The optical energy band gap (E_g) had been observed in the range of 3.23 to 3.34 eV. The addition of TiO_2 blocking layer was improved the shot-circuit photocurrent (J_{sc}) and open-circuit voltage (V_{oc}). The optimum performance occurred at 2,500 deposition pulses of TiO_2 blocking layer, given maximum J_{sc} and V_{oc} are 4.11 mA/cm^2 and 0.63 V, respectively. In addition, the current densities were rather stable for all condition. The optimum power conversion efficiency (η) was 2.33 %, while the DSSC without blocking layer would be 0.59 %. It was improved by 295% compared with the DSSC without TiO_2 blocking layer. The results can improve for large scale for require voltage and current. Moreover, the cell lifetime should be improved.

Keyword : Titanium dioxide, dye-sensitizer solar cell, cathodic arc, energy band gab