

### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระจกเคลือบซิงค์ออกไซด์ (ZnO) สำหรับใช้เป็นขั้วโลหะโปร่งแสงนำไฟฟ้าในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์โดยวิธี MOCVD สารตั้งต้นที่ใช้ คือ น้ำ ( $H_2O$ ) และ ไดเอทิลซิงค์ (DEZ) มีก๊าซอาร์กอน (Ar) เป็นพาหะ และก๊าซไดโบเรน ( $B_2H_6$ ) เป็นสารเจือ เข้าไปทำปฏิกิริยาทางความร้อนกันในห้องเคลือบสุญญากาศ จากผลการทดลองเติมสารเจือปริมาณ 0 sccm ถึง 20 sccm พบว่า ภาพที่ถ่ายโดย SEM ผลึกมีรูปทรงเป็นพีระมิด และมีขนาดเกรนลดลงตามปริมาณสารเจือที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาด้วยเครื่อง XRD แสดงระนาบ (100) การเติมปริมาณสารเจือที่เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเกิดฟิล์มลดลง ความขรุขระลดลง และความต้านทานไฟฟ้ามีค่าลดลง ผลของอะตอมโบรอนในสารเจือที่เพิ่มขึ้น ทำให้การดูดกลืนแสงของพาหะอิสระเพิ่มขึ้น เปอร์เซนต์การส่งผ่านแสงรวมจึงสูงขึ้นจากความยาวคลื่น 380 นาโนเมตร ถึง 980 นาโนเมตร และค่าความขรุขระที่ลดลงทำให้เปอร์เซนต์การส่งผ่านแสงกระจายลดลง ผลการทดลองที่อุณหภูมิในช่วง  $100^{\circ}C$  ถึง  $200^{\circ}C$  พบว่า ภาพที่ถ่ายโดย SEM ที่อุณหภูมิ  $100^{\circ}C$  ผลึกมีรูปร่างเป็นเม็ดกลม แสดงระนาบ (002) คือ ผลึกเกิดในทิศทางที่ตั้งฉากกับผิวกระจก เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น  $180^{\circ}C$  ผลึกมีการเปลี่ยนแปลงของระนาบไปในทิศทางที่ขนานกับผิวกระจก คือ (100) มีรูปร่างที่เป็นรูปทรงพีระมิดเพิ่มขึ้น มีค่าความขรุขระสูงขึ้น อัตราการเกิดฟิล์มสูงขึ้น ที่อุณหภูมิ  $200^{\circ}C$  ความขรุขระมีค่าลดลง อัตราการเกิดฟิล์มลดลง ส่วนค่าความต้านทานไฟฟ้ามีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก  $100^{\circ}C$  ถึง  $200^{\circ}C$  สำหรับคุณสมบัติทางแสงนั้น เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิจาก  $100^{\circ}C$  ถึง  $200^{\circ}C$  ค่าการส่งผ่านแสงรวมลดลง แต่ค่าการส่งผ่านแสงกระจายจะสัมพันธ์กับค่าความขรุขระ เนื่องจากแสงที่ผ่านฟิล์มกระจายได้เพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิ  $100^{\circ}C$  ถึง  $180^{\circ}C$  และลดลง ณ อุณหภูมิ  $200^{\circ}C$  เลือกลงเลือกการเคลือบฟิล์ม ZnO:B ที่เหมาะสมมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ ผลจากการวัดคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับกระจก  $SnO_2:F$  พบว่ากระจกเคลือบ ZnO:B ให้ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร ( $I_{sc}$ )  $18.9 \text{ mA/cm}^2$  มากกว่าบนกระจก  $SnO_2:F$  ที่มีค่า  $17.1 \text{ mA/cm}^2$  เป็นผลมาจากความขรุขระของฟิล์ม ZnO:B ที่มากกว่าทำให้แสงกระจายตัวได้ดีเป็นการเพิ่มทางเดินของแสงให้ยาวขึ้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทำให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจรของเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองสามารถสร้างฟิล์ม ZnO:B บนกระจกด้วยวิธี MOCVD ที่คุณสมบัติโดยรวมใกล้เคียงกับกระจก  $SnO_2:F$  ที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ได้

### Abstract

This thesis presents the development of transparent conducting zinc oxide coating on glass substrate by Metal Organic Chemical Vapor Deposition (MOCVD) technique. The gas mixture of Diethylzinc (DEZ) and water ( $H_2O$ ) carried by Argon (Ar) gas was used as reactant gas while Diborane ( $B_2H_6$ ) was employed as the n-type doping gas. We have investigated the effect of the  $B_2H_6$  flow rate and the deposition temperature on the structural, electrical, and optical properties of ZnO films. We found that the  $B_2H_6$  flow rate significantly affected resistivity and morphology of the ZnO films. With the increase of  $B_2H_6$  flow rate from 0 to 20 sccm, the resistivity, the pyramid grain size, the roughness, and the deposition rate of ZnO films decreased while the free carrier absorption increased. At the optimum condition, the total transmittance of ZnO film showed high absorption starting from the wavelength of 380 nm and extended up to 980 nm. The addition boron atoms decreased the surface roughness and hence lowly diffuse transmittance. For the effect of substrate temperature on ZnO films properties range of  $100^\circ C$  to  $200^\circ C$ , from the SEM investigation, the ZnO deposited at the temperature of  $100^\circ C$  shows the smooth surface, and the morphology shows sphere-like shape. The peak intensity of (002) plane is grown perpendicular to substrate. Increasing the substrate temperature to  $180^\circ C$ , the surface roughness of ZnO film is increased and the morphology shows the pyramid-like shape. The intensity of (100) peak strengthen is grown parallel to substrate. The deposition rate is increased with increasing in substrate temperature and has the highest at  $180^\circ C$ , further increase in substrate temperature leading to the decrease of the deposition rate. The resistivity of the ZnO film decreases with the increase of substrate temperature. The total transmittance in the wavelength region of 380-980 nm increases. The cell deposited on ZnO is characterized by a higher Short circuit current with  $I_{sc}$  value of  $18.9 \text{ mA/cm}^2$  against a value of  $17.1 \text{ mA/cm}^2$  on  $SnO_2$ . Surface roughness of these ZnO is related to light-scattering capacity increase the path of the light within the solar cell is importance to increase the current generation in thin film solar cell.