

ชื่อผลงานวิจัย ผลกระทบของความเข้มข้นของอลูมิเนียมไนเตรดในอะไซด์ในสารละลายพรีเคอร์เซอร์ซึ่งจะซีเตดไดไฮดรตต่อสมบัติทางแสง สมบัติการนำไฟฟ้า และโครงสร้างทางจุลภาคของฟิล์มบางซึ่งออกไซด์เตรียมด้วยเทคนิคสเปรย์ไพโรไลซิส

Effects of $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ concentration in Zincacetate dihydrate precursor on optical, electrical properties and microstructure of $\text{ZnO}:\text{Al}$ thin films prepared by Spray pyrolysis technique

คณะผู้วิจัย ดร.เสมอแซ จงธรรมานุกฤษ

นางสาวศิริรักษ์ ภักดิ์ศรี

ดร.ชญานา ธนชยานนท์

หน่วยงาน ¹ หน่วยปฏิบัติการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

² ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0 2564 6500 ต่อ 4750, 08 1636 9602

เนื่องด้วยในปัจจุบันความต้องการในการใช้สอยและการพัฒนาฟิล์มนำไฟฟ้าโปร่งแสง (Transparent conducting oxide Films, TCO) ทั้งที่เป็นแบบผลึก (Polycrystalline) และแบบอสัญฐาน (Amorphous) เป็นไปอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า (Semiconductor), มีความโปร่งแสง (Transparent), สามารถเปลี่ยนพลังงานแม่เหล็กเป็นพลังงานไฟฟ้าได้, มีความเสถียรต่อสารเคมีและแรงทางกล ฟิล์มบาง TCO นี้จึงนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมโดยการนำไปผลิต เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์, จอแสดงผล, อุปกรณ์ทางด้านพลังงานและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่หลากหลายโดยทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้า (Electrode) เช่น Solar cells, Gas sensors, Heat mirror, Piezoelectric transducers, Ultrasonic oscillators ซึ่งฟิล์มบางของออกไซด์ของโลหะซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ ฟิล์มบางของ SnO_2 , ZnO , In_2O_3 , Cd_2SnO_4 และ ITO เป็นต้น เทคนิค Spray pyrolysis เป็นเทคนิคที่เหมาะสมในการศึกษาการเตรียมฟิล์มบางจากซิงค์ออกไซด์ (ZnO) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ง่ายต่อการเตรียมฟิล์ม และมีต้นทุนของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค่า สามารถกำหนดขนาดของฟิล์มได้ อีกทั้งยังสามารถควบคุมตัวแปรในการทดลองเพื่อควบคุมสมบัติที่ต้องการ อาทิเช่น การนำไฟฟ้า และความหนาของฟิล์มบางนำไฟฟ้าโปร่งแสง ที่ปลูกขึ้นเพื่อศึกษาได้

สำหรับขั้นตอนการวิจัยของงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. เตรียมวัสดุรองรับ โดย ตัดกระจก (Soda lime glass) ขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว

6 เซนติเมตร (จำนวน 9 ชิ้น) จากนั้นนำไปทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจานทั้งสองด้านจนครบ
 ต่างๆหลุดออก ล้างด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำกระจกใส่ในบีกเกอร์น้ำดีไอออนไนซ์ (Deionized
 water, DI) ต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นนำบีกเกอร์ใส่ลงในเครื่องอัลตรา
 โซนิคคลื่นเนอร์ โดยจะใช้เวลาทำความสะอาดในขั้นตอนนี้ 10 นาที ต่อมาเปลี่ยนตัวทำละลายที่
 ใช้ทำความสะอาดเป็น Acetone, Ethanol และ 2-Propanol ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการทำความสะอาด
 ด้วยเครื่องอัลตราโซนิคคลื่นเนอร์ อย่างละ 10 นาทีเหมือนเดิมสำหรับแต่ละตัวทำลาย แล้ว
 เก็บกระจกโดยแช่ในน้ำดีไอโอไนซ์ เมื่อนำกระจกที่ทำความสะอาดแล้วมาใช้ จะต้องเป่าด้วยก๊าซ
 ไนโตรเจนให้แห้งสนิท

2. การเตรียมสารละลายพรีเคอร์เซอร์ เตรียมสารตั้งต้นจาก Zinc acetate dihydrate โดยใช้
 methanol เป็นตัวทำละลายให้ได้ความเข้มข้น 0.05 M และเจือด้วย $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ตามค่าความ
 เข้มข้นที่ต้องการ ได้แก่ 0, 0.5, 1, 3 atomic % ตามลำดับ จากนั้นใส่แท่ง magnetic bar แล้วนำไป
 คนด้วยเครื่อง stirrer ประมาณ 30 นาที ให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3. การปลูกฟิล์ม ทำได้โดย

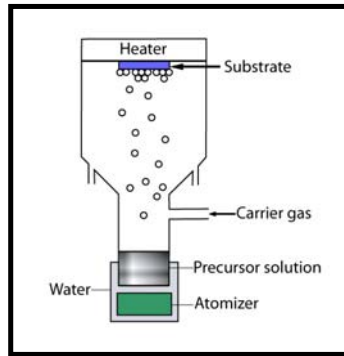
3.1 นำกระจกที่ทำความสะอาดแล้วมาเป่าด้วยก๊าซไนโตรเจนให้แห้งแล้ววางไว้บน
 อุปกรณ์จำกัดขนาดฟิล์ม (Mask) แล้วนำไปวางใต้ Hot plate

3.2 ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 420 องศาเซลเซียส จากนั้นต่อสายยางส่ง Air zero ซึ่งใช้เป็นก๊าซ
 นำพาไปยัง Spray chamber ปรับ Flow regulator เพื่อให้มีอัตราการไหลของก๊าซนำพาไว้ที่ 1 ลิตร
 ต่อ นาที

3.3 นำ Reservoir มาทำการหุ้มด้านหนึ่งไว้ด้วย Parafilm โดยขั้นตอนนี้จะต้องทำอย่าง
 ระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดรูรั่วบริเวณ Parafilm เพราะจะทำให้สารละลายรั่วออกมาได้ จากนั้นเติม
 สารละลายที่เตรียมไว้ลงใน Reservoir ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปต่อเข้ากับ Spray chamber

3.4 นำเครื่อง Atomizer ใส่ลงในบีกเกอร์ซึ่งมีน้ำเหนือ Atomizer อยู่พอประมาณ 0.5
 เซนติเมตร แล้วนำบีกเกอร์ไปวางไว้ใต้ Reservoir โดยมีน้ำในบีกเกอร์เป็นตัวกลางระหว่าง
 Atomizer และ Reservoir เปิดเครื่อง Atomizer เปิดวาล์วก๊าซ Air zero ในระหว่างนี้ต้องมีการเติม
 สารละลายเพิ่มสม่ำเสมอ เนื่องจากระหว่างทำการทดลองสารละลายภายใน Reservoir จะระเหยไป
 เรื่อย ๆ ดังนั้นต้องใช้หลอดฉีดยาในการเพิ่มปริมาณสารละลายภายใน Reservoir เป็นระยะ ๆ

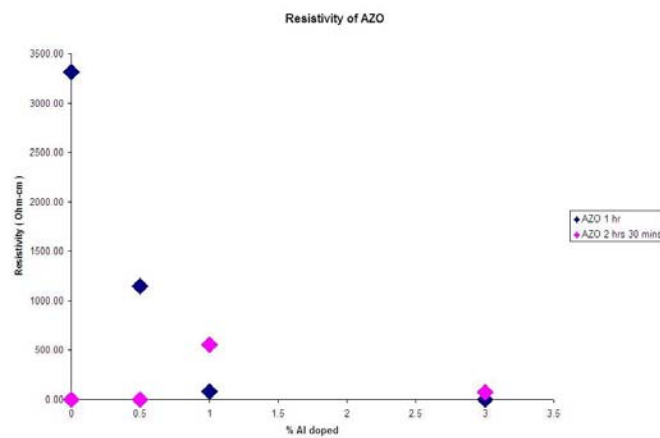
3.5 เมื่อครบเวลาที่กำหนด จึงปิดก๊าซนำพาและปิดเครื่อง Atomizer แล้วตั้งอุณหภูมิ
 Hot plate รอให้อุณหภูมิลดลงจาก 420 องศาเซลเซียส เป็น 80 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำชิ้นงานออก



ภาพที่ 1 เทคนิคสเปย์ไพโรไลซิส

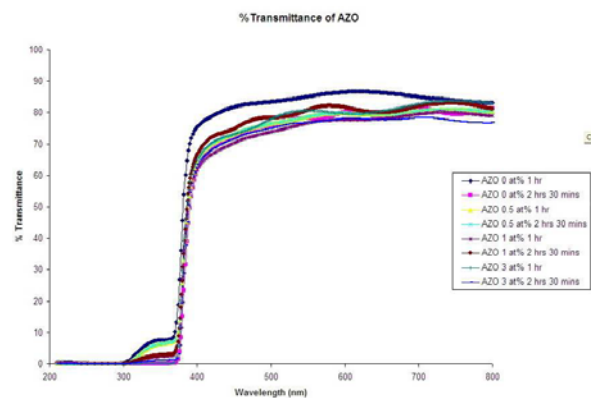
การวิเคราะห์ผลชิ้นงาน

การนำไฟฟ้า จากเครื่องมือวัด Hall measurement



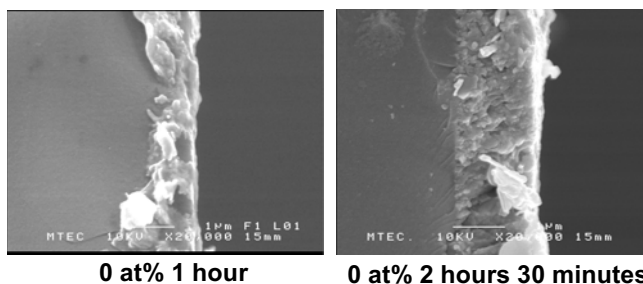
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของการเจือลุ่มิเนียมไนเตรดโนะไฮเครตและค่าความต้านทานไฟฟ้า

ความโปร่งแสง จากเครื่องมือวัด UV/VIS spectrophotometry



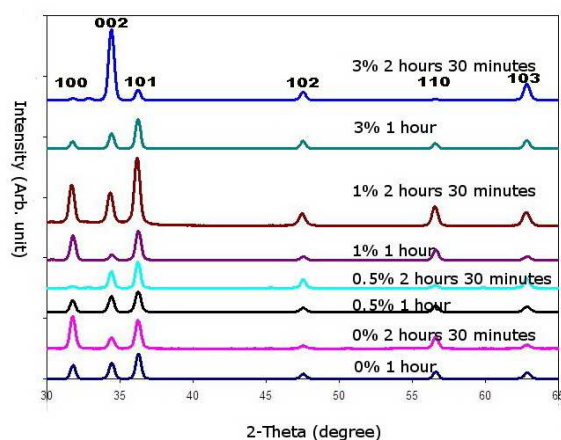
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของการเจือลุ่มิเนียมไนเตรดโนะไฮเครตและค่าความสามารถในการส่องผ่านของแสง

ความหนา จากเครื่องมือวัด SEM



ภาพที่ 4 ความหนาของชั้นฟิล์มที่ค่าความเข้มข้นของการเจืออลูมิเนียมไนเตรดในอะไซด์เท่ากับ 3% ที่เวลาต่างกัน

ขนาดของผลึกและเฟส จากเครื่องมือวัด XRD



ภาพที่ 6 แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวัด XRD

จากผลการวิเคราะห์ผลสามารถสรุปได้ว่า ฟิล์มบางซึ่งคือออกไซด์ไม่ได้เจือด้วยอลูมิเนียม มีค่าความหนามากที่สุดในการปลูกตามเวลาทั้ง 2 เงื่อนไข และฟิล์มที่ปลูกตามเงื่อนไขทั้งหมดมีความหนาอยู่ในช่วง 300-1700 นาโนเมตร ฟิล์มบางซึ่งคือออกไซด์ที่ไม่เจือด้วยอลูมิเนียมปลูกด้วยเวลา 1 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านของแสงสูงสุด ซึ่งหมายความว่า มีความโปร่งแสงมากที่สุด และ โครงสร้างของชิ้นงานที่ได้ตรงกับมาตรฐานของ ZnO ซึ่งเป็นการยืนยันว่า ฟิล์มที่ได้เป็นฟิล์มซึ่งคือออกไซด์