บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้งานฟิล์มออกไซด์โปร่งใส นำไฟฟ้า (Transparent Conductive Oxide film : TCO) อย่างกว้างขวาง เช่น ในอุปกรณ์อ๊อปโต – อิเล็กโทรนิกส์ (opto-electronic devices) อุปกรณ์ออกานิกส์ ไลท์ – อิมิตติง (organic light – emitting devices) และอิเล็กโทรดโปร่งใสในเซลล์แสงอาทิตย์ (transparent electrodes in thin film solar cells) เป็นต้น เนื่องจากฟิล์ม TCO มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ ความโปร่งใสสูงในช่วงความยาวคลื่นแสงและช่วงใกล้อินฟราเรด [1] การศึกษาวิจัยด้านนี้ส่วนใหญ่จะมุ่งความสนใจในการเตรียมฟิล์ม TCO จากฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์ (ITO) หรือฟิล์มบางทินออกไซด์ (SnO_2) อย่างไรก็ตามในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีการพัฒนาฟิล์ม TCO ที่มีส่วนประกอบเป็นซิงค์ออกไซด์ (ZnO) เพื่อใช้ทดแทน ITO หรือ SnO_2 เนื่องจาก ZnO มีราคาถูกและหาง่ายสามารถผลิตเป็นฟิล์มในพื้นที่ขนาดใหญ่และปรับปรุงสมบัติการดูดกลืนแสงช่วงรังสีอัลตราไวโอเลตได้ มีความเสถียรในบรรยากาศของไฮโดรเจนสูงอีกทั้งสภาพต้านทานสามารถปรับเปลี่ยนได้ด้วยการเติมสารเจือปน [2-5] และไม่เป็นมลพิษ [6]

ในปัจจุบัน งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นศึกษาฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์เจือด้วยอะลูมิเนียม (AZO) โดยฟิล์มนี้มีสภาพต้านทานต่ำ (10^{-4} Ωcm) และความโปร่งใสสูง (80%) ซึ่งเตรียมได้จากเทคนิคสปัตเตอริงโดยมีการให้ความร้อนกับแผ่นรองรับ แต่เนื่องจากฟิล์มดังกล่าวมีผิวหน้าค่อนข้างเรียบ ทำให้ศักยภาพในด้านไลท์แทรบปิ้ง (light trapping) ไม่มากพอเมื่อนำฟิล์มไปประยุกต์ใช้ในเซลล์แสงอาทิตย์ดังนั้นจึงต้องมีการกัดกร่อนผิวหน้าด้วยกรดเพื่อให้ผิวหน้าของฟิล์มขรุขระซึ่งทำให้คุณสมบัติในด้านไลท์แทรบปิ้งเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่ดีเท่าฟิล์ม ITO โดยคุณสมบัติไลท์แทรบปิ้งนี้เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูง

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้มุ่งเน้นพัฒนาฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์เจืออะลูมิเนียมร่วมด้วยอินเดียม (AlZO) โดยคาดว่าฟิล์มชนิดนี้จะสามารถเพิ่มศักยภาพในด้านไลท์แทรบปิ้งได้ โดยไม่ต้องใช้ขั้นตอนการกัดกร่อนผิวหน้าด้วยกรด และยังคงสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำและความโปร่งใสสูงไว้

สำหรับการเตรียมฟิล์มบาง AlZO นี้จะพัฒนาการเตรียมโดยใช้เทคนิคดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง (dc magnetron sputtering) โดยใช้เป้าเป็นเซรามิกส์ซิงค์ออกไซด์เจืออะลูมิเนียมและอินเดียม โดยเทคนิคนี้จะให้อัตราการพอกพูนสูง ต้นทุนต่ำ และสามารถผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าและสมบัติเชิงแสงของฟิล์ม AlZO โดยคาดว่าสามารถพัฒนา คุณสมบัติเชิงแสงเช่นความโปร่งใสและไลท์แทรบปิ้ง เพื่อใช้เป็นฟิล์ม TCO ในเซลล์แสงอาทิตย์
2. เพื่อศึกษาผลการเจือร่วมของอินเดียมที่มีต่อโครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค อัตราการกัดกร่อนด้วยกรด (etching rate) ของฟิล์ม

ขอบเขตของการวิจัย

1. เตรียมเซรามิกส์ AlZO ความหนาแน่นสูงและนำไฟฟ้า โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว หนา 1 cm
2. เตรียมฟิล์มบาง AlZO บนกระจกคอร์นนิง (Corning glass) ด้วยเทคนิค ดีซี แมกนีตรอนสปัตเตอริง (Dc magnetron sputtering) โดยใช้เซรามิกส์ AlZO เป็นเป้า โดยใช้เงื่อนไขในการสปัตเตอริงต่างๆกัน เช่น ระยะห่างระหว่างแผ่นรองรับกับเป้า ความดันขณะสปัตเตอร์ริ่ง และกำลังไฟฟ้า
3. ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าของฟิล์มบาง AlZO ที่เตรียมโดยเงื่อนไขการสปัตเตอริงต่างๆ โดยใช้เทคนิคโฟร์พอยท์โพรบ (Four point probe) และเทคนิคฮอลล์เอฟเฟค (Hall Effect measurements) โดยศึกษาสภาพต้านทานไฟฟ้า ความคล่องตัวของพาหะ และความเข้มข้นของพาหะ
4. ศึกษาสมบัติทางแสงเช่นการส่งผ่านแสง (Transmittance) และสมบัติเฮซ (Haze) ของฟิล์มบาง AlZO ที่เตรียมโดยเงื่อนไขการสปัตเตอริงต่างกัน ด้วยเทคนิคยูวี-วิซิเบิ้ล สเปคโทรมีเตอร์ (UV – visible spectrometer)
5. ศึกษาพื้นผิว ความขรุขระของฟิล์มบาง AlZO ที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ ด้วยเทคนิคอะตอมมิคฟอซ ไมโครสโคปี (Atomic Force Microscopy :AFM)
6. ศึกษาผลการกัดกร่อนผิวหน้าฟิล์มด้วยกรดที่มีต่อสมบัติเชิงแสงและสภาพนำไฟฟ้าของฟิล์ม AlZO
7. ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของฟิล์มบาง AlZO ที่เตรียมโดยเงื่อนไขการสปัตเตอริงต่างกันโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope : SEM)
8. ตรวจสอบโครงสร้างผลึกของฟิล์ม AlZO ที่เตรียมโดยเงื่อนไขการสปัตเตอริงต่างกันโดยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ ดิฟแฟรกชั่น (X-ray diffraction : XRD)
9. ศึกษาองค์ประกอบของฟิล์มบาง AlZO ด้วยเทคนิคโอเจย์ อิเล็กตรอน (Auger Electron Spectroscopy : AES)
9. วิเคราะห์และสรุปผล