บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซิงค์ออกไซด์(ZnO : Zinc oxide) เป็นสารกึ่งตัวนำซึ่งสามารถเตรียมให้มีชนิดการนำไฟฟ้าเป็นแบบชนิดเอ็น(n-type)ได้ อยู่ในกลุ่มที่มีช่องว่างแถบพลังงานประมาณ 3.3 อิเล็กตรอนโวลต์ และจุดต่ำสุดของแถบนำอยู่ที่จุด Γ ดังนั้นจัดเป็นสารกึ่งตัวนำที่มีช่องว่างแถบพลังงานแบบตรง(direct band gap) โครงสร้างผลึกประกอบขึ้นจากโครงสร้างแบบ hcp (hexagonal closed-pack)สองโครงสร้างซ้อนกัน หรือเรียกว่าแบบ wurzite ค่าคงที่ผลึก $a = 3.235$ Å และ $c = 5.213$ Å [1]

ทั่วไปซิงค์ออกไซด์จะถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในรูปของ piezoelectric device และฟิล์มที่โปร่งใสนำไฟฟ้า (transparent conducting films) ตัวอย่างการใช้งานของฟิล์มที่โปร่งใสนำไฟฟ้า คือ ชั้นบนสุดของจอแสดงผลแบบดิจิตอล(digital display) และชั้นหน้าต่างรับแสง(window layers)ของเซลล์แสงอาทิตย์(solar cells)ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ส่วนหนึ่งในงานวิจัยนี้ ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิธีการเตรียมจะเป็นส่วนรองรับงานวิจัย ในโครงการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง($CuInSe_2$/CdS/ZnO heterojunction thin film solar cells) ของห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์สารกึ่งตัวนำ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [2]

การเตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์สามารถเตรียมได้หลายวิธี เช่น spray pyrolysis, metal organic chemical deposition , atomic layer epitaxy และ sputtering ในปี 1984. H. Nanto และคณะ[3] ได้รายงานผลการเตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์โดยวิธีสปัตเตอริง ฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เตรียมได้มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอยู่ในระดับ 10^{-4}-$10^{-2}\Omega$-cm สัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงสูงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงความยาวคลื่นแสง 400-800 nm การเตรียมฟิล์มที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าอยู่ในระดับ 10^{-4}-10^{-2} Ω-cm สัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงสูงประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงความยาวคลื่นแสง 400-800 nm จะทำให้ได้ขั้วไฟฟ้าชั้นบนของเซลล์แสงอาทิตย์(ชั้นหน้าต่างรับแสง)ที่มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำ และมีความโปร่งใสเพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับพลังงานโฟตอนของแสงในช่วงความยาวคลื่นดังกล่าว ซึ่งมากพอที่จะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนในแถบวาเลนซ์(valence band)กระโดดไปยังแถบนำ(conduction band) ทำให้เกิดสนามไฟฟ้าบริเวณรอยต่อวิวิธพันธ์ของเซลล์แสงอาทิตย์ ($CuInSe_2$/CdS heterojunction) เป็นผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรภายนอก การเตรียมโดยวิธีสปัตเตอริงเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ก่อมลพิษในการเตรียม และยังสามารถขยายผลทางเทคนิคจากงานวิจัยระดับห้องปฏิบัติการสู่ระดับอุตสาหกรรมได้[3,4]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษากลไกการเคลือบและปรับปรุงระบบ รีแอคทีฟ-อาร์เอฟ แมกนิตรอน สปัตเตอริ่ง (reactive RF-magnetron sputtering)
2) เพื่อศึกษาวิธีการเตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เจือด้วยอลูมินัม ให้ได้ฟิล์มที่มีผิวเรียบสม่ำเสมอ ยึดติดได้แน่นกับวัสดุรองรับ มีสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำประมาณ 10^{-1}-$10^{-2}\Omega$-cm และมีสัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงสูง 80-90 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงความยาวคลื่น 400-800 nm

วิธีการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาระบบการทำงานของระบบ รีแอคทีฟ-อาร์เอฟ แมกนิตรอน สปัตเตอริ่ง
2) ปรับปรุงระบบที่ใช้ในการเตรียมฟิล์ม
3) เตรียมเป้าจากผงซิงค์ออกไซด์
4) เตรียมฟิล์มซิงค์ออกไซด์
5) วัดและวิเคราะห์สมบัติต่างๆของฟิล์ม
6) สรุปผลการทดลอง

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1) ทราบเทคนิคการเตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ด้วยระบบ รีแอคทีฟ-อาร์เอฟ แมกนิตรอน สปัตเตอริ่ง เพื่อนำไปใช้พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์
2) ได้ชั้นของฟิล์มบางโปร่งใสนำไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับเป็นหน้าต่างเซลล์แสงอาทิตย์
3) ทราบเทคนิคการเตรียมเป้าซิงค์ออกไซด์ชนิดอัดเปียกแล้วเผา

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย 7 บท คือ บทที่ 2 กล่าวถึงการโกลวดิสชาร์จแบบต่างๆอันเป็นพื้นฐานของเทคนิคการสปัตเตอริ่ง บทที่ 3 กล่าวถึงเทคนิควิธีการเคลือบฟิล์มโดยวิธีการสปัตเตอร์ บทที่ 4 กล่าวถึง ทฤษฎีเบื้องต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของฟิล์ม บทที่ 5 กล่าวถึง ขั้นตอนการวิจัย และเครื่องมือในการวิจัย บทที่ 6 กล่าวถึง การทดลอง การเตรียมเป้าซิงค์ออกไซด์ การเตรียมวัสดุรองรับการสปัตเตอร์เคลือบฟิล์ม การวัดสมบัติต่างๆของฟิล์ม บทที่ 7 กล่าวถึง ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลทั้งสมบัติของเป้าและสมบัติของฟิล์ม และบทที่ 8 เป็นการสรุปผลการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย