บทที่ 1

บทนำ

สิ่งประดิษฐ์เรืองแสงด้วยไฟฟ้า (electroluminescence, EL) นั้น ในปัจจุบันมีการนำไปใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เช่น ไดโอดเปล่งแสง (LED) ใช้เป็นตัวบ่งชี้ (indicator) ดิสเพลย์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ จอภาพ ป้ายโฆษณา ป้ายบอกทาง หน้าปัดอุปกรณ์ของเครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นจอแสดงผลชนิดบางและเบา สามารถผลิตเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยโครงสร้างของอุปกรณ์ EL ชนิดอินทรินซิกนั้น ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำเป็นวัสดุเปล่งแสงฝังตัวในวัสดุไดอิเล็กทริก โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดสารประกอบตระกูล II-VI เช่น CdS, CdSe, ZnS หรือสารประกอบอื่น ๆ ในกลุ่ม เป็นต้น

การเตรียมฟิล์มบางแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) เพื่อใช้เป็นวัสดุเปล่งแสงในอุปกรณ์เปล่งแสง (EL) จะมีกระบวนการเตรียมอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น การระเหยในระบบสุญญากาศ (vacuum evaporation) สปัตเตอริง (sputtering) Chemical Vapor Deposition (CVD), spray pyrolysis, การอาบเคลือบด้วยสารเคมี (Chemical Bath Deposition, CBD) และ โซล-เจล (sol-gel) เป็นต้น

สำหรับงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้วิธี โซล-เจล โดยมีสารตั้งต้นคือ Cadmium acetate Dihydrate ($C_4H_6CdO_2.2H_2O$) ร่วมกับ Aluminium isopropoxide ($C_9H_{21}AlO_3$) ซึ่งเป็นโลหะอัลคอกไซด์ (metal alkoxide) ในตัวกลางที่เป็นสารอินทรีย์ คือ เอทานอล เกิดเป็นอนุภาคคอลลอยด์ของสารผสม แล้วเตรียมฟิล์มโดยกระบวนการจุ่มเคลือบฟิล์ม (dip coating) บนแผ่นรองรับซิลิกอนในสารละลายที่เตรียมไว้ นำฟิล์มที่ติดแผ่นรองรับไปเผาที่อุณหภูมิ 450 °C ฟิล์มที่ได้คาดว่าจะเป็น CdO ฝังตัวอยู่ในอะลูมินาเมทริกซ์ จากนั้นใช้แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไหลผ่านฟิล์มในระบบปิดอุณหภูมิ 120 °C โดย CdO จะเปลี่ยนเป็น CdS นำฟิล์มที่ได้ไปเคลือบฟิล์มอินเดียมทินออกไซด์ (Indium Tin Oxide, ITO) ด้านบน ด้วยวิธี RF sputtering ซึ่งจะได้โครงสร้างคือ Si/CdS-Al_2O_3/ITO สำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์เปล่งแสง

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ศึกษากระบวนการเตรียมฟิล์มบางแคดเมียมซัลไฟด์ โดยกระบวนการโซล-เจล และวัดสมบัติต่าง ๆ เพื่อปรับสภาพของฟิล์มบางแคดเมียมซัลไฟด์ ให้มีสมบัติเหมาะสมที่จะทำเป็นวัสดุ

เปล่งแสง ในอุปกรณ์เปล่งแสงด้วยไฟฟ้าต่อไป

1.2 ขั้นตอนงานวิจัย

1. ประดิษฐ์เครื่องปรับเลื่อนขึ้นลงเพื่อจุ่มเคลือบฟิล์ม ซึ่งควบคุมอัตราเร็วโดยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการขับมอเตอร์

2. ศึกษาทฤษฎีและหลักการเตรียมฟิล์มด้วยกระบวนการ โซล-เจล

3. เตรียมสารละลายสำหรับทำฟิล์ม ในอัตราส่วนโมลระหว่าง Cd:Al ต่าง ๆ กัน แล้วนำไปวัดความหนืด ด้วยเครื่อง Viscometer

4. เตรียมฟิล์มบาง CdS-Al_2O_3 บนแผ่นรองรับกระจก และวัดสมบัติของฟิล์มที่เตรียมได้ เช่น วัดความหนาด้วยเครื่อง Dektak ตรวจสอบโครงผลึกโดยเครื่อง X-Ray Diffraction (XRD) วิเคราะห์ส่วนประกอบธาตุด้วยระบบ Energy Dispersive X-Ray Analysis (EDX) วัดขนาดผลึกแคดเมียมซัลไฟด์โดยเครื่อง Transmission Electron Microscopy (TEM) และวัดการส่งผ่านแสงและคำนวณช่องว่างแถบว่างพลังงานด้วยเครื่องสเปกโตรมิเตอร์ UV-VIR-NIR

5. ปรับสภาพของฟิล์มบาง ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย แล้วนำไปวัดสมบัติของฟิล์มที่ได้ตามข้อ 3 เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม แล้วเตรียมฟิล์มบนแผ่นรองรับซิลิกอน

6. เตรียมฟิล์มบางอินเดียมทินออกไซด์ (ITO) โดยวิธี RF sputtering บนฟิล์มบาง CdS-Al_2O_3 ซึ่งเตรียมบนแผ่นรองรับซิลิกอน ดังนั้นโครงสร้างที่ได้คือ Si/CdS-Al_2O_3/ITO

7. วัดลักษณะสอกระแส-ความต่างศักย์ ของโครงสร้าง Si/CdS-Al_2O_3/ITO

1.3 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

สำหรับเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ประกอบด้วย 5 บท โดยบทที่ 1 คือ บทนำ บทที่ 2 คือ สมบัติโครงสร้างผลึก การวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ สมบัติการดูดกลืนแสงและการประยุกต์เป็นอุปกรณ์เรืองแสงโดยไฟฟ้าของแคดเมียมซัลไฟด์ที่อยู่ในโครงสร้าง Si/CdS-Al_2O_3/ITO บทที่ 3 คือการเตรียมฟิล์มบางแคดเมียมซัลไฟด์โดยกระบวนการโซล-เจล บทที่ 4 คือ ผลการทดลองและการวิเคราะห์ และบทที่ 5 ซึ่งเป็นบทสุดท้ายจะสรุปผลการทดลองและแนะนำงานวิจัยที่จะทำต่อจากงานนี้ในอนาคต