บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เทคโนโลยีฟิล์มบางแสงเริ่มมีบทบาทกับมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากการเคลือบฟิล์มบางแสงในเส้นใยนำแสงสำหรับงานทางด้านอุปกรณ์โทรคมนาคม หรือการนำฟิล์มบางแสงไปประยุกต์ใช้ทางด้านพลังงาน เช่น เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ หรือประยุกต์ใช้ทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์โดยเคลือบฟิล์มบนกระจกเพื่อป้องกันหมอกฝ้าขณะฝนตก นอกจากนี้เทคโนโลยีฟิล์มบางแสงที่สามารถสัมผัสได้มากที่สุด ก็คือ การเคลือบฟิล์มบนเลนส์แว่นตาเพื่อป้องกันการสะท้อนแสง (Anti- reflection coating) โดยการออกแบบฟิล์มสำหรับการป้องกันการสะท้อนแสง จะคำนึงถึงค่าดัชนีหักเหและความหนาของแต่ละชั้นฟิล์ม ทั้งนี้ การวิเคราะห์ความหนาของฟิล์มโดยทั่วไปสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field emission scanning electron microscopy: FE-SEM) การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบทะลุผ่าน (Transmission electron microscopy :TEM) การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แรงอะตอม (Atomic force microscopy: AFM) หรือการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคทางแสง (Spectrophotometry) เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสมบัติทางแสงและทางโครงสร้างของฟิล์มบางเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ ซึ่งเป็นฟิล์มออกไซด์ชนิดหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้งานทางด้านฟิล์มบางทางแสงได้อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นการเคลือบกันการสะท้อนบนเลนส์แว่นตา เคลือบเพื่อประหยัดพลังงานบนกระจกอาคาร หรือ เป็นอุปกรณ์อิเล็กโตรออปติกจำพวกจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น การออกแบบอุปกรณ์ทางแสงเหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบค่าคงที่ทางแสงอย่างถูกต้อง ได้แก่ ค่าดัชนีหักเห ค่าช่องว่างพลังงาน ค่าการสะท้อน ค่าการส่งผ่าน และค่า

ความหนาของฟิล์ม ในการหาค่าตัวแปรต่างๆ ด้วยความแม่นยำจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือและวิธีการในการวิเคราะห์ที่เหมาะสม

ปัจจุบันการวิเคราะห์สมบัติทางแสงของฟิล์มบางเพื่อหาค่าคงที่ทางแสงด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปิกอีลิปโซเมทรี (Spectroscopic ellipsometry: SE) นั้นได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นวิธีที่ไม่ทำลายชิ้นงานและสามารถวิเคราะห์ฟิล์มบางที่มีความหนาตั้งแต่ 5 นาโนเมตร ขึ้นไป โดยสามารถวิเคราะห์ค่าคงที่ทางแสงได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ นอกจากนี้ยังสามารถทราบลักษณะทางโครงสร้างของฟิล์มบางได้ และอีกเทคนิคหนึ่งที่นิยมนำมาใช้คือ เทคนิคสเปกโตโฟโตเมทรี ซึ่งเป็นอีกเทคนิคที่ไม่ทำลายชิ้นงานและยังสามารถหาค่าคงที่ทางแสงได้แม่นยำ โดยการหาค่าคงที่ทางแสงด้วยเทคนิคนี้ฟิล์มที่นำมาวิเคราะห์มีความจำเป็นที่จะต้องมีความหนาตั้งแต่ 400 นาโนเมตร ขึ้นไป สำหรับในงานวิจัยนี้ จะขอนำเสนอการวิเคราะห์ความหนาและสมบัติทางแสงของฟิล์มเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปิกอีลิปโซเมทรีและเทคนิคสเปกโตโฟโตเมทรี

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางแสงและทางกายภาพของฟิล์มบางเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน รีแอคทีฟแมกนีตรอน สปัตเตอริง และวิธีระเหยสาร โดยทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปิกอีลิปโซเมทรีและเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรี

1.2.2 เพื่อศึกษากระบวนการเคลือบฟิล์มเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ด้วยวิธีสปัตเตอริง

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สมบัติทางแสงของฟิล์มเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปิกอีลิปโซเมทรีกับเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษากระบวนการวิเคราะห์ความหนาและสมบัติทางแสงของฟิล์มบางเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยวิธีรีแอคทีฟ แมกนีตรอน สปัตเตอริง ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปิกอีลิปโซเมทรี

และเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรี และวิเคราะห์ความหนาและสมบัติทางแสงของฟิล์มบางเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ที่เตรียมด้วยวิธีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยความร้อน ด้วยเทคนิคสเปกโตรสโคปิกอีลิปโซเมทรี โดยศึกษาสมบัติทางแสงในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น ช่วงรังสีอินฟราเรดใกล้ และช่วงรังสีอัลตราไวโอเลต และนำความรู้ในการวิเคราะห์สมบัติทางแสงของฟิล์มบางเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ไปวิเคราะห์สมบัติทางแสงของฟิล์มที่เคลือบเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงที่เตรียมด้วยวิธีระเหยสารจากโรงงานอุตสาหกรรมเลนส์แว่นตา

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและ/หรือเชิงประยุกต์

1.4.1 ก่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในหลักการใช้เครื่องสเปกโตรสโคปิกอีลิปโซมิเตอร์และเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

1.4.2 สามารถวิเคราะห์สมบัติทางแสงและทางกายภาพของฟิล์มเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ที่ถูกเตรียมด้วยวิธีต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.3 สามารถเตรียมฟิล์มและเข้าใจในกระบวนการเตรียมฟิล์มเซอร์โคเนียมไดออกไซด์ด้วยวิธีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยความร้อนและวิธีรีแอคทีฟแมกนีตรอนสปัตเตอริงได้

1.4.4 สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมได้

1.5 คำสำคัญของวิทยานิพนธ์

1.5.1 Spectroscopic ellipsometry (SE): สเปกโตรสโครปิกอิลิปโซเมทรี

1.5.2 Spectrophotometry: สเปกโตรโฟโตเมทรี

1.5.3 Zirconium dioxide film: ฟิล์มเซอร์โคเนียมไดออกไซด์

1.5.4 Thermal oxidation: ปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยความร้อน

1.5.5 Reactive magnetron sputtering: รีแอคทีฟแมกนีตรอน สปัตเตอริง