



1.1 บทนำ

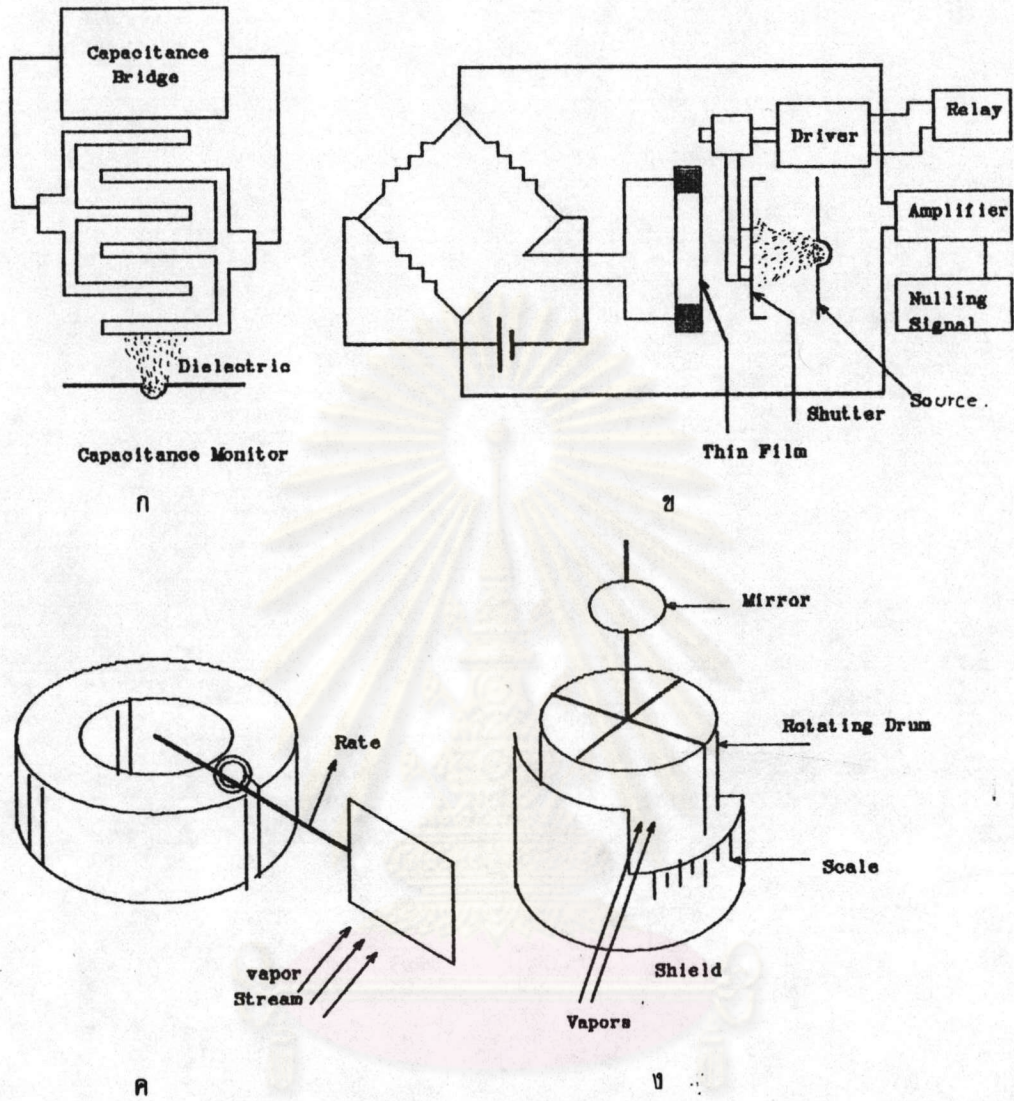
การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ได้รับการศึกษาวิจัยให้เกิดความก้าวหน้าไปอย่างต่อเนื่อง ศักยภาพทางด้านเทคนิคและวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับสารสถานะแข็ง (Solid State) ก็เช่นกัน รวมทั้งเรื่องเกี่ยวกับฟิล์มบาง ก็ได้รับความสนใจตลอดมา การศึกษาก็มีทั้งโดยตรงและโดยทางอ้อม ในประเทศที่มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น มีผลงานวิจัยเรื่องเกี่ยวกับฟิล์มบางออกมาเป็นจำนวนมากมาย และมีการประยุกต์ใช้สารสถานะแข็งที่ผลิตจากฟิล์มบาง

ปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับฟิล์มบาง มีทั้งที่เป็นความรู้พื้นฐานโดยทั่วไป เช่น การศึกษาทางด้านรูปทรงทางเรขาคณิตของสารขนาด และโครงสร้าง และการผลิตฟิล์มบาง คุณสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของสาร ปรากฏการณ์ขนส่งอิเล็กตรอนได้ดีของสารตัวนำ ฉนวน สารกึ่งตัวนำ สารพวกตัวนำยิ่งยวด (Superconductor) คุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กของสาร การแผ่รังสีและการดูดกลืน เป็นขบวนการที่ต้องศึกษาเกี่ยวกับฟิล์มบางทั้งสิ้น เทคโนโลยีด้านนี้ได้รับความสนใจอย่างยิ่ง โดยเฉพาะส่วนประกอบขนาดเล็ก ที่ใช้ออกแบบชิ้นส่วนพวกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเซลล์สุริยะ

การทำการศึกษารวิจัยเพื่อนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนา ก็ต้องทำตั้งแต่ขั้นพื้นฐานเป็นต้นไป เริ่มจากลักษณะรูปทรงทางเรขาคณิต ขนาดของความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นงานของสารที่กำลังทำการศึกษา เพราะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ต้องนำมาพิจารณาประกอบและนับเป็นตัวแปรที่สำคัญ แต่การวัดความกว้าง ความยาวของสารตัวอย่าง เมื่อเทียบกับความหนานั้นง่ายกว่ามาก เพราะมีขนาดใหญ่ ฉะนั้นการวัดความหนาจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะในการประยุกต์ใช้บางอย่าง ต้องการสารตัวอย่างที่บางมาก การวัดยิ่งเป็นเรื่องลำบาก การวัดความหนาของฟิล์มบาง มีทั้งการวัดโดยตรงและโดยทางอ้อม (Chopra, 1969) ซึ่งการวัดก็มีหลายวิธีด้วยกัน เช่น

1. วิธีทางไฟฟ้า (Electrical Methods)

1.1 การวัดความต้านทานของฟิล์ม (Film Resistance) วิธีนี้ประยุกต์ใช้กับสารพวกโลหะ และสารกึ่งตัวนำที่ความต้านทานไม่สูงมากจนเกินไป การวัดก็ทำได้ง่าย โดยใช้คุณสมบัติที่ว่าความต้านทานเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนา



รูปที่ 1.1 แสดงเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบางแบบต่างๆ
 ก. เครื่องเฝ้าสังเกตความจุ ข. เครื่องวัดความต้านทานฟิล์ม
 ค. ไมโครบาลานซ์แบบโมเมนต์มัม ง. ไมโครบาลานซ์แบบชั่งน้ำหนัก

1.2 เครื่องเฝ้าสังเกตความจุ (Capacitance Monitors) วิธีนี้ใช้กับสารจากพวกไดอิเล็กทริก (Dielectric) ซึ่งความหนาของฟิล์มสามารถหาได้จากความจุไฟฟ้าของฟิล์ม แต่เป็นวิธีที่ไม่ค่อยหากัน เพราะความแน่นอนในการวัดมีน้อย

2. เครื่องเฝ้าสังเกตไมโครบาลานซ์ (Microbalance Monitors)

2.1 ไมโครบาลานซ์ (Microbalances) เป็นการเฝ้าสังเกตและวัดแรงโน้มถ่วงหรือวัดค่าโมเมนต์ คือการนำฟิล์มบางไปชั่งน้ำหนักแล้วสามารถนำมาคำนวณหาค่าของความหนาได้

2.2 เครื่องเฝ้าสังเกตชนิดผลึกควอartz (Quartz - Crystal Monitor) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงความถี่เรโซแนนซ์ ของการสั่นของผลึกควอartz การวัดแบบนี้สามารถใช้ได้กับฟิล์มแบบหลายชั้นได้ด้วย

3. การดูดกลืนรังสี (Radiation-Absorption)

โดยทราบว่าขนาดของความหนาทำให้อัตราการดูดกลืน รังสีเอกซ์ (X-rays) รังสีแอลฟา (α -rays) รังสีเบตา (β -rays) ความสัมพันธ์จะแสดงได้ ในรูปของสมการเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential) การวัดแบบนี้ฟิล์มที่จะนำมาทำการวัดต้องมีความต่อเนื่องจึงจะได้ผลดี

4. วิธีการทางแสง (Optical Methods)

วิธีที่ได้รับความนิยมมีด้วยกันหลายวิธีด้วยกัน เช่น

4.1 วิธีการใช้มาตรวัดแสง (Photometric Methods). เมื่อแสงตกกระทบบนผิวของฟิล์ม ความหนาของฟิล์มจะมีผลต่อการสะท้อนและการส่งผ่านของแสง แล้วทำการวัดความเข้มของแสงที่ได้จากการสะท้อนที่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด

4.2 วิธีทำให้เกิดริ้วของการแทรกสอด (Interference Fringes) โดยอาศัยหลักการเกิดการแทรกสอดของแสงเอกรงค์ (Monochromatic Light) มีผู้ทำการศึกษาวีก็มีแสงจากฮีเลียม โซเดียม และปรอท

ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้วิจัยเลือกมาเพื่อทำการวิจัย โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นแสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออน (He-Ne Laser)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เนื่องจากเทคโนโลยีเกี่ยวกับการวัดความหนาของฟิล์มบางเป็นสิ่งที่สนับสนุนในการพัฒนาเทคโนโลยีในการประยุกต์ใช้ฟิล์มบาง ซึ่งได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบันดังนั้นงานวิจัยนี้ก็เป็นการศึกษาวิจัยขั้นพื้นฐาน เพื่อที่จะนำไปสู่การศึกษาและวิจัยในขั้นสูงต่อไป และมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาวิธีการวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียม นีออน เนื่องจากแสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออนเป็นแสงสีเดียวและเป็นแสงที่มีความเข้มสูง จึงเหมาะสำหรับการทำให้เกิดการแทรกสอด เพราะจะทำให้สังเกตเห็นริ้วของการแทรกสอดได้ชัดมาก โดยไม่ต้องใช้เลนส์รวมแสง

2. ดำเนินการสร้างเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออนเป็นการสร้างเครื่องมือเพื่อทำการทดลองเก็บข้อมูล

3. ศึกษาความเป็นไปได้ของเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออนในการศึกษาเปรียบเทียบกับ การดูตกสีแสงของฟิล์มบาง โดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจรับแสง

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

เริ่มต้นจากการทำการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวกับความเป็นคลื่นของแสง โดยเฉพาะคุณสมบัติเกี่ยวกับการแทรกสอดของแสง คือเมื่อคลื่นหลายขบวนเคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณเดียวกันจะเกิดการรวมกันแบบเวกเตอร์ ผลของการรวมกันของคลื่น ณ จุดใดๆ ของคลื่นจะขึ้นกับเฟสและแอมพลิจูดของคลื่น

ในการศึกษาการเกิดการแทรกสอดเฉพาะกรณีนี้ จะเริ่มศึกษาจากแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ (Coherent Source) คือคลื่นที่มีความถี่เท่ากันและผลต่างของเฟสคงที่ โดยการแทรกสอดจะเกิดจากคลื่นแสงที่มาจากการสะท้อนที่ผิวของฟิล์มบาง (Thin Film) ถ้ารังสีของแสงตกกระทบเป็นแสงเอกรงค์ แหล่งกำเนิดแสงใช้แหล่งกำเนิดแบบอาพันธ์คือแสงจากเลเซอร์ฮีเลียมนีออน

การพิจารณาเริ่มจากแสงตกกระทบกับแผ่นที่ช่วยทำหน้าที่เป็นตัวแยกลำแสงออกเป็นสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกจะสะท้อนเมื่อแสงตกกระทบแผ่นช่วยแยกนี้ และจะมีลำของรังสีของแสงผ่านทะลุตกกระทบที่แผ่นฟิล์มบาง ที่วางอยู่บนแผ่นฐานรอง (Substrate) แล้วทำให้เกิดการสะท้อนที่แผ่นฟิล์มบางอีกครั้งหนึ่ง รังสีสะท้อนทั้งสองของแสงจะทำให้เกิดผลต่างของระยะทางเดินของแสง และเกิดการเปลี่ยนเฟสเนื่องจากการสะท้อน ทำให้เกิดการแทรกสอดของคลื่นแสงสองขบวนนี้และทำให้เกิดสังเกตเห็นริ้วของการแทรกสอดเป็นแถบมืดและแถบสว่าง และจะเกิดการเลื่อนของแถบมืดแถบสว่าง การเกิดการเลื่อนของแถบนี้ จะสามารถนำไปคำนวณหาความหนาของฟิล์มบางซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

ขั้นตอนต่อไปก็ทำการออกแบบโครงสร้างของเครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบางโดยใช้แสงเลเซอร์ฮีเลียมนีออน ว่าจะมีรูปร่างเป็นอย่างไร แล้วจึงพิจารณาถึงอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้จะต้องมีความคงทนในการใช้งาน

เมื่ออุปกรณ์ต่างๆครบแล้วขั้นตอนการลงมือสร้างจะทำในโรงงานของภาค
วิชาศิลปะ และมีบางส่วนทำขึ้นในห้องปฏิบัติการไฟฟ้าภาควิชาศิลปะ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย หลังจากนั้นก็ทำการทดลองใช้งานว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ เมื่อ
สามารถใช้งานได้ดีจึงเริ่มทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลต่อไป นำข้อมูลที่ได้มาทำการ
วิเคราะห์และนำมาตรวจสอบเพื่อยืนยันผลการทดลอง โดยออกแบบเครื่องมือวัด
การดูดกลืนคลื่นแสง โดยใช้โฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจวัด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย