

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การปรับปรุงวัสดุเพื่อให้สมบัติเหมาะสมตามที่ต้องการนั้นสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่กำลังได้รับความสนใจทั้งในด้านการวิจัยและประยุกต์ใช้เชิงอุตสาหกรรมคือ การเคลือบผิววัสดุด้วยฟิล์มบางนาโน เทคนิคนี้จะทำให้เกิดชั้นเคลือบที่มีลักษณะเป็นฟิล์มบางปิดผิวหน้าของวัสดุ โดยชั้นเคลือบหรือฟิล์มบางที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้พื้นผิวหรือผิวหน้าของวัสดุมีความแข็ง ทนการขีดข่วน หรือทนการกัดกร่อนของสารเคมีมากขึ้น ปัจจุบันการปรับปรุงผิววัสดุด้วยการเคลือบฟิล์มบางเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในหลายวงการ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเคลือบด้วยวิธีอิเล็กโทรเพลตติง (electroplating) การเคลือบวิธีนี้นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเพราะค่าดำเนินการไม่สูงมากนัก อีกทั้งยังสามารถเคลือบชิ้นงานจำนวนมากในแต่ละครั้ง แต่การเคลือบวิธีนี้มีข้อจำกัดสำคัญคือ จำเป็นต้องใช้สารละลายเคมีจำนวนมากในกระบวนการเคลือบ ซึ่งหลังการเคลือบมักมีสารละลายเคมีเหลือจำนวนมากที่ยากต่อการกำจัดอีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ทำให้มีความพยายามในการพัฒนาเพื่อปรับเปลี่ยนเทคนิคกระบวนการเคลือบใหม่ โดยการเคลือบที่กำลังได้รับความสนใจคือ การเคลือบด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์ หรือ การเคลือบด้วยไอกายภาพ (Physical Vapor Deposition; PVD) การเคลือบวิธีนี้เป็นกระบวนการเคลือบที่ไม่มีการใช้สารเคมีและเกิดขึ้นภายใต้ภาวะสุญญากาศนี้ทำให้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังให้ชั้นเคลือบหรือฟิล์มบางที่มีคุณภาพสูงกว่าการเคลือบด้วยวิธีอิเล็กโทรเพลตติงอีกด้วย

การเคลือบด้วยกระบวนการทางฟิสิกส์ หรือ การเคลือบด้วยไอกายภาพ มีหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดี-ข้อเสียต่างกันไป ทั้งวิธีหนึ่งที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ให้ฟิล์มบางหรือชั้นเคลือบที่มีคุณภาพดี อีกทั้งยังไม่เชิงประมาทในการดำเนินการสูงมากนัก ได้แก่ การเคลือบด้วยวิธีระเหยสาร ซึ่งปัจจุบันมีการใช้งานในภาคอุตสาหกรรมค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอุตสาหกรรมกระจกและการเคลือบสวยงาม สำหรับแนวคิดของการเคลือบด้วยวิธีระเหยสารทำได้โดยการให้ความร้อนแก่สารเคลือบ (ในสุญญากาศ) ถ้าความร้อนมากพอ สารเคลือบจะเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นไอ แล้วฟุ้งกระจายภายในห้องเคลือบเมื่อไอสารเคลือบกระทบวัสดุรองรับที่อุณหภูมิเหมาะสม จะเกิดการควบแน่นเปลี่ยนเป็นของแข็งเกาะติดอยู่บนวัสดุรองรับทั้งนี้การให้ความร้อนในการระเหยสารเคลือบทำได้หลายวิธี แต่วิธีนิยมใช้คือการให้ความร้อนแก่สารเคลือบจากตัวต้านทาน (Heater)

หากพิจารณาข้อจำกัดของการเคลือบด้วยวิธีระเหยสารพบว่ามีเพียงบางประเด็นเท่านั้น คือ ปัญหาการยึดติดของฟิล์มเนื่องจากแรงยึดติดระหว่างสารเคลือบและวัสดุรองรับจะไม่สูงนักทำให้อาจหลุดลอกง่าย แต่ปัญหานี้ก็แก้ไขได้โดยอาศัยการอบด้วยความร้อนหรือวิธีอื่นช่วยให้การยึดเกาะของสารเคลือบดีขึ้น นอกจากนี้ฟิล์มที่ได้ อาจมีการปนเปื้อนของสารที่ใช้ทำภาชนะบรรจุสารเคลือบ ถ้าภาชนะบรรจุสารเคลือบมีจุดหลอมเหลวต่ำหรือใกล้เคียงกับสารเคลือบ อย่างไรก็ตามการเคลือบในสุญญากาศด้วยวิธีระเหยสารก็ยังคงได้รับความสนใจในการใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางเนื่องจากเป็นวิธีเคลือบที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ที่สำคัญงบประมาณในการดำเนินงานยังไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับการเคลือบในสุญญากาศวิธีอื่น

อย่างไรก็ตามการเคลือบผิววัสดุด้วยเทคนิคการเคลือบในสุญญากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเคลือบด้วยวิธีระเหยสารมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในภาคอุตสาหกรรมในประเทศ แต่กลับพบว่าภาควิชาวิจัยด้านการเคลือบในสุญญากาศของประเทศไทยมีน้อยมาก โดยการจัดหาเครื่องเคลือบในสุญญากาศทั้งด้านผลิตในภาคอุตสาหกรรมและด้านการศึกษาวิจัยในสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการซื้อเครื่องเคลือบทั้งระบบจากต่างประเทศเข้ามาใช้งาน ซึ่งหากเครื่องเคลือบชำรุดเสียหายก็มักแก้ปัญหาไม่ได้ต้องรอช่างจากต่างประเทศ รวมถึงหากต้องการแก้ไข ตัดแปลง ปรับปรุง เครื่องเคลือบ ก็ทำได้

ยากเนื่องจากไม่มีผู้รู้หรือเข้าใจการทำงานของเครื่องอย่างชัดเจน ดังนั้นเพื่อรองรับเทคโนโลยีนี้ในอนาคตจึงจำเป็นต้องมีที่ประเทศไทยต้องเร่งพัฒนาและเตรียมความพร้อมในทุกด้าน

รายงานการวิจัยฉบับนี้ เป็นรายงานผลการออกแบบและสร้าง “เครื่องเคลือบฟิล์มบางนาโนด้วยเทคนิคระเหยสารในสุญญากาศ” (Nano-Thin Film Coater by Vacuum Evaporation Technique) ซึ่งประกอบด้วยผลการศึกษาด้านสุญญากาศ และด้านการเคลือบฟิล์มบางของเครื่องเคลือบที่สร้างขึ้น โดยเน้นการออกแบบและสร้างขึ้นส่วนและอุปกรณ์ขึ้นเองจากวัสดุที่มีอยู่ในประเทศเป็นหลัก ทำให้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนราคาของเครื่องเคลือบถูกกว่านำเข้าจากต่างประเทศ และง่ายต่อการซ่อมบำรุง ซึ่งนอกจากสามารถใช้ในการวิจัยและพัฒนาการเคลือบฟิล์มบางแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ในประกอบการเรียนรู้การสอนและการศึกษาวิจัยของนักศึกษาด้านเทคโนโลยีฟิล์มบาง ซึ่งเป็นจุดเริ่มของการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีด้านนี้ในประเทศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเคลือบด้วยวิธีระเหยสารสำหรับเคลือบฟิล์มบางนาโน
2. เพื่อศึกษาเทคนิคและกระบวนการเคลือบฟิล์มบางนาโนด้วยวิธีระเหยสาร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเคลือบด้วยวิธีระเหยสารสำหรับเคลือบฟิล์มบางนาโน และ เพื่อศึกษาเทคนิคและกระบวนการเคลือบฟิล์มบางนาโนด้วยวิธีระเหยสาร โดยเน้นการสร้างชิ้นส่วนและอุปกรณ์ขึ้นเองจากวัสดุที่มีอยู่ในประเทศเป็นหลัก โดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องเคลือบฟิล์มบางด้วยวิธีระเหยสารที่สามารถเคลือบฟิล์มบางโลหะบนวัสดุที่มีพื้นผิวเรียบขนาด $10 \times 10 \text{ cm}^2$ ได้
2. เครื่องเคลือบที่สร้างขึ้นสามารถทำความดันในห้องเคลือบได้อยู่ในช่วงประมาณ 10^{-5} mbar และสามารถเคลือบฟิล์มบางโลหะได้
3. วัสดุรองรับที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ กระดาษไคต์