

บทที่ 4 การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์เคลือบ

การจัดหาวัสดุเพื่อใช้ในการทดลองเคลือบพอลิเมอร์ในงานวิจัยนี้เป็นส่วนในการเลือกซื้อเซมิจิตยาและพอลิเมอร์ PTFE ซึ่งวัสดุดังกล่าวจำเป็นต้องมีสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เป็นวัสดุทางการแพทย์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การจัดหาเซมิจิตยา

การจัดหาเซมิจิตยาเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับการทดลองเคลือบพอลิเมอร์ โดยทำการเลือกซื้อเซมิจิตยาที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไป เนื่องจากเซมิจิตยามีราคาถูกและหาซื้อได้ง่ายตามร้านขายยาและเครื่องมือแพทย์ อีกทั้งยังเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการทดลองเคลือบพอลิเมอร์ ซึ่งเป็นการประหยัดต้นทุนและสะดวกในการจัดซื้อ

4.1.1 ขนาดของเซมิจิตยาที่จำหน่ายอยู่ทั่วไป

เซมิจิตยาที่มีจัดจำหน่ายอยู่ทั่วไปมีให้เลือก Gauge Number และความยาวของเซมิจิตยาที่ต่างกัน ดังตารางที่ 15 เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับตำแหน่งของการรักษา แต่ราคาของเซมิจิตยาเท่ากันคือเล่มละ 80 สตางค์ โดยมีการบรรจุกล่องละ 100 เล่มและราคากล่องละ 80 บาท

ตารางที่ 15 Gauge Number และความยาวของเซมิจิตยาที่มีจัดจำหน่าย [26]

Gauge Number	ความยาวของเซมิจิตยา					
	1/2 นิ้ว (13 ม.ม.)	5/8 นิ้ว (16 ม.ม.)	3/4 นิ้ว (19 ม.ม.)	1 นิ้ว (25 ม.ม.)	1-1/4 นิ้ว (32 ม.ม.)	1-1/2 นิ้ว (38 ม.ม.)
18G						/
19G				/	/	/
20G				/	/	/
21G				/	/	/
22G				/	/	/
23G				/	/	
24G				/	/	
25G		/		/		
26G	/					
27G	/		/			

การจัดซื้อเซมิจิตยาได้ทำการเลือกซื้อเพียงบางส่วน เช่น 18G 24G และ 26G เพื่อนำไปทดลองเคลือบและศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเคลือบพอลิเมอร์ลงบนเซมิจิตยาต่อไป

4.1.2 การตรวจสอบชนิดของโลหะที่ผลิตตัวเข็มฉีดยา

การตรวจสอบหาชนิดของโลหะที่ผลิตตัวเข็มฉีดยาได้นำเข็มฉีดยาที่ได้ซื้อมาไปทดสอบองค์ประกอบทางเคมีของตัวเข็มฉีดยา โดยใช้เทคนิค X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF) เช่นเดียวกันกับการทำวิศวกรรมย้อนรอยของเข็มฉีดยาเคลือบพอลิเมอร์ ซึ่งได้ผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 องค์ประกอบทางเคมีของตัวเข็มฉีดยา

ธาตุ	เปอร์เซ็นต์ขององค์ประกอบ
Fe	64.0
Cr	17.7
Si	9.12
Ni	8.03
Cu	0.39
Co	0.19
Mo	0.17
V	0.14
Zn	0.14
Al	0.09
Cl	0.04

จากตารางที่ 16 ทำให้ทราบองค์ประกอบทางเคมีของตัวเข็มฉีดยาที่มีการจำหน่ายอยู่ทั่วไป แล้วนำผลที่ได้ไปเทียบกับมาตรฐานของ American Iron and Steel Institute (AISI) พบว่าตัวเข็มฉีดยาได้ผลิตขึ้นจาก Stainless Steel เกรด 316 หรือเกรด 316L เนื่องจากว่ามีองค์ประกอบทางเคมีของธาตุโครเมียมอยู่ในช่วง 18.00-20.00 เปอร์เซ็นต์ ธาตุ निकเกิลอยู่ในช่วง 8.00-15.00 เปอร์เซ็นต์ และธาตุโมลิบดีนัมเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเป็นชนิดเดียวกันกับตัวเข็มฉีดยาเคลือบพอลิเมอร์ที่ได้กล่าวใน การทำวิศวกรรมย้อนรอยของเข็มฉีดยาเคลือบพอลิเมอร์ และตรงกับชนิดของโลหะที่สามารถนำไปใช้ทางการแพทย์

4.2 การจัดหาพอลิเมอร์

จากการทำวิศวกรรมย้อนรอยของเข็มฉีดยาเคลือบพอลิเมอร์ ทำให้ทราบว่าพอลิเมอร์เคลือบเป็นประเภท PTFE และจากการศึกษาข้อมูลพอลิเมอร์ PTFE เพิ่มเติม ซึ่ง PTFE เป็นพอลิเมอร์ประเภทหนึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Fluoropolymer ที่มีธาตุฟลูออรีนเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างโมเลกุล และจากการศึกษาประเภทของ Fluoropolymer พบว่ามีการใช้ PTFE และ FEP (Fluorinated

Ethylene Propylene) เคลือบผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ ในหลายประเทศ เช่น ประเทศอินเดีย ประเทศอังกฤษ ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศเยอรมัน เป็นต้น

Fluoropolymer ที่ใช้อยู่ทั่วไปแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ Powder และ Aqueous Fluoropolymer Dispersion และ Fluoropolymer ยังแบ่งประเภทเป็น 2 รูปแบบคือ ประเภทเคลือบ 1 ชั้น (One-Coat) และประเภทเคลือบ 2 ชั้น (Two-Coat) คือ ชั้นของ Binder และชั้นของ Top Coat

พอลิเมอร์ที่เลือกมาใช้เคลือบคือ Aqueous Fluoropolymer Dispersion ประเภท PTFE และ FEP เนื่องจาก Aqueous Fluoropolymer Dispersion สามารถเคลือบได้ความหนาที่น้อยกว่า 30 ไมครอน [6] และได้ทำการเลือกพอลิเมอร์ทั้งแบบ One-Coat และ Two-Coat เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของผิวเคลือบพอลิเมอร์ทั้งสองประเภท พอลิเมอร์ที่ได้จัดซื้อเพื่อนำมาทดลองเคลือบคือ Aqueous Fluoropolymer Dispersion เกรด One-coat 958-207 สีเขียว โดยใช้อุณหภูมิการอบ 315-345 องศาเซลเซียส ราคา 1700 บาทต่อกิโลกรัม โดยมีส่วนผสมหลักดังนี้

1. Binder มีส่วนประกอบคือ Fluoropolymer Particle Size ประมาณ 0.05-0.22 ไมครอน และ Non-Fluoropolymer ซึ่งส่วนมากเป็น Thermosetting เช่น Polyamide/imide (PAI) , Epoxy และ Polyethersulfone(PES) เป็นต้น
2. Solvent มี 2 ประเภทคือ Water และ Xylene
3. Pigment ประเภทสีเขียว คือ Chrome Oxide
4. Additive เช่น Surfactant , Antioxidant เป็นต้น

การจัดหาเคมีภัณฑ์ที่ใช้เป็นวัสดุรองรับในการทดลองนี้ ได้ทำการจัดหาโดยเลือกใช้ที่มีการจัดจำหน่ายอยู่ทั่วไปและมีราคาถูก และในส่วนการจัดหาพอลิเมอร์ ได้ทำการเลือก Aqueous Fluoropolymer Dispersion เกรด One-coat 958-207 สีเขียว ในการทดลองเคลือบ มีข้อจำกัดในการจัดซื้อ โดยทางบริษัทผู้ผลิตไม่จัดจำหน่ายให้ หากนำไปงานทางการแพทย์ และไม่รับประกันว่าสามารถใช้งานในทางการแพทย์ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำไปทดสอบความเป็นพิษต่อร่างกายก่อนนำไปใช้งานจริง

4.3 การจัดหาอุปกรณ์การเคลือบ

การจัดหาอุปกรณ์การเคลือบสำหรับเคลือบพอลิเมอร์ลงบนเคมีภัณฑ์ พบว่าในปัจจุบันมีอุปกรณ์การเคลือบด้วยวิธี Dip ที่สามารถใช้ในการเคลือบเคมีภัณฑ์ แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์สำหรับการจับยึดเคมีภัณฑ์ได้ อีกทั้งจากการศึกษาเทคโนโลยีการเคลือบพบว่าวิธีการเคลือบด้วย Spin สามารถทำให้ความหนาฟิล์มพอลิเมอร์เคลือบบางลงและมีความหนาฟิล์มพอลิเมอร์เท่ากันตลอดทั้งตัวเคมีภัณฑ์ (Uniform) โดยการ Spin ทำการกำจัดพอลิเมอร์ส่วนเกินที่บนตัวเคมีภัณฑ์จึงทำให้ความหนาฟิล์มพอลิเมอร์บางลง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องเคลือบเคมีภัณฑ์ด้วยวิธี Dip spinning ขึ้นโดยเฉพาะสำหรับงานวิจัยนี้ และจากการทำวิศวกรรมย้อนรอยของเคมีภัณฑ์เคลือบ

พอลิเมอร์และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องเคลือบเซมิคอนดักเตอร์ดังนี้

- เป็นอุปกรณ์เดี่ยว ไม่ประกอบเข้ากับกระบวนการอื่น
- สามารถเคลือบพอลิเมอร์ที่อยู่ในรูปสารแขวนลอย ลงบนโลหะที่ใช้ผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีลักษณะท่อได้
- สามารถควบคุมความหนาได้
- สามารถปรับเปลี่ยนและควบคุมสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการเคลือบได้ สภาวะที่สามารถทำการปรับเปลี่ยน ได้แก่ ความเร็วรอบในการขึ้นลงของชุดจับยึดเซมิคอนดักเตอร์ ความเร็วรอบในการหมุนของชุดจับยึดเซมิคอนดักเตอร์ อุณหภูมิของเตาอบ ระยะเวลาในการเคลือบ
- สามารถต่ออุปกรณ์จ่ายลมเพื่อจำกัดพอลิเมอร์ภายในตัวเซมิคอนดักเตอร์
- สามารถอบให้ความร้อนเพื่อให้เกิดฟิล์มพอลิเมอร์เคลือบบนวัสดุรองรับ
- สามารถถอดหรือเคลื่อนตัวเซมิคอนดักเตอร์หลังจากเคลือบได้อย่างง่ายเพื่อนำเข้าเตาอบต่อไป

จากนั้นได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องเคลือบเซมิคอนดักเตอร์ตามคุณลักษณะที่กำหนด ได้เครื่องเคลือบเซมิคอนดักเตอร์ดังรูปที่ 43



รูปที่ 43 เครื่องเคลือบเซมิคอนดักเตอร์ด้วยวิธี Dip spinning

เครื่องเคลือบเซมิคอนดักเตอร์ที่ได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะการทำงานด้วย Sequence Diagram อยู่ในภาคผนวก ก อีกทั้งได้จัดคุณสมบัติบัตรของเครื่องเคลือบเซมิคอนดักเตอร์รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข และได้จัดลิขสิทธิ์เรื่องโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องเคลือบเซมิคอนดักเตอร์มีรายละเอียดในภาคผนวก ค