บทที่ 3

เครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า

3.0 บทนำ

ในบทที่ 2 จะเห็นได้ว่าหลักการพื้นฐานการชุบแบบในถัง (Blectro Plating)นั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการชุบแบบแต้ม (Selective Plating) ได้เพียงแต่เปลี่ยนรูปแบบของการชุบจากการใช้ชิ้นงานจุ่มลงไปในถังชุบมาเป็นการใช้น้ำยาชุบไปแต้มที่ชิ้นงาน และเนื้อหาในบทที่ 3นี้จะเป็นการจัดทำเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าซึ่งก็ได้เข้าการจัดทำตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack), ด้ามถือ (Stylus) และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆรวมทั้งงบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์ชุดนี้ด้วย

3.1 ส่วนประกอบของเครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า

ส่วนประกอบของเครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าจะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก ๆ แสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.0 แสดงรายการส่วนประกอบของเครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนด / ขนาด	หน่วย	จำนวน	หมายเหตุ
1	ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack)	0-12 V.,0-10A	ชุด	1	
2	ชุดด้ามถือ (Stylus)		ชุด	1	
3	ชุดสายไฟขั้วบวกและขั้วลบ (Anode and Cathode Cable)		เมตร	2	

ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนด / ขนาด	หน่วย	จำนวน	หมายเหตุ
4	ชุดถาดรองน้ำยา		ชุด	1	
5	ถังบรรจุน้ำยา		ถัง	2	
6	ปั๊มสูบน้ำยาหมุนเวียน		ตัว	1	
7	สายยาง		เมตร	2	

รายละเอียดของการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1. ตัวจ่ายกระแสไฟฟ้า (DC Power Pack) หน้าที่ของตัวจ่ายกระแสไฟฟ้านี้ก็คือ ทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ (220 $Volt_{AC}$) ทางด้านอินพุท (Input) ออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตัว 0-12 โวลท์ (0-12 $Volt_{DC}$) ทางด้านเอ๊าท์พุท (Output)และชุดตัวจ่ายกระแสไฟฟ้านี้จะต้องมีขนาดที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เพื่อที่จะสามารถเคลื่อนย้ายไปซ่อมแซมผิวงานได้ ส่วนรายละเอียดของชิ้นงาน และอุปกรณ์ของชุดตัวจ่ายกระแสไฟฟ้านี้ได้แสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายการชิ้นส่วน และอุปกรณ์ของชุดจ่ายกระแสไฟฟ้า

ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนด / ขนาด	หน่วย	จำนวน	หมายเหตุ
1	**ชุดจ่ายกระแสไฟฟ้า**				
1.1	หม้อแปลงไฟฟ้า	220 $V_{AC} \rightarrow$ 0-12 V_{DC}	ตัว	1	
1.2	บริดค์ไดโอด	35 A. 1000 V.	"	1	
1.3	คาปาซิเตอร์	4700 μF 35 V	"	3	
1.4	ตัวต้านทาน	0.1Ω10 W	"	2	
1.5	ตัวต้านทาน	50Ω10 W	"	1	
1.6	ตัวต้านทาน	100Ω1/2 W±5%	"	1	
1.7	ไดโอด	#1N 4004	"	1	
1.8	ทรานซิสเตอร์	#2N 3055	"	2	
1.9	ทรานซิสเตอร์	#BD 139	"	1	

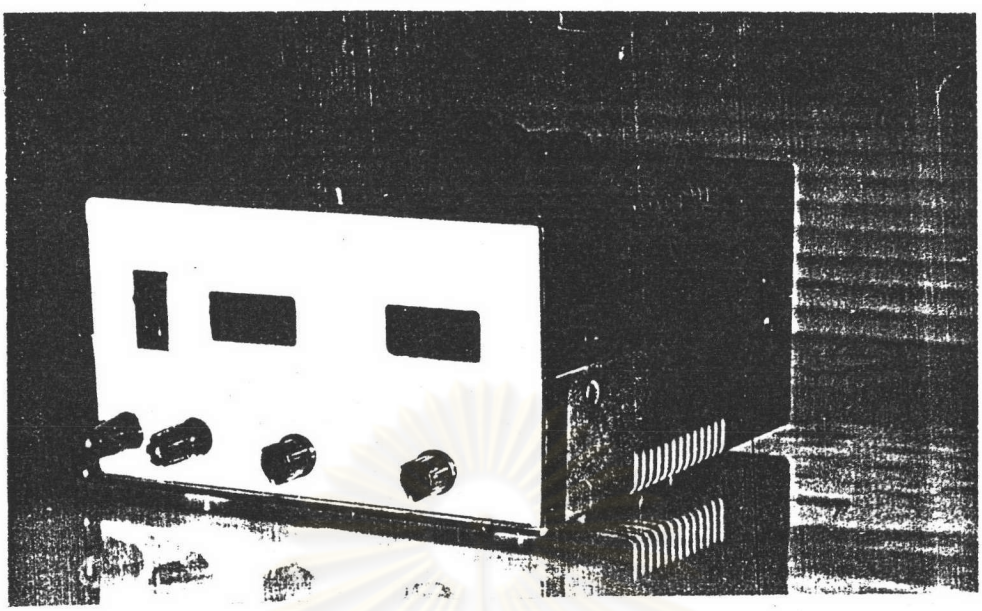
ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนด / ขนาด	หน่วย	จำนวน	หมายเหตุ
2	ชุดควบคุมแรงดัน				
2.1	ตัวต้านทาน	1/2 W±5% 1.5KΩ	ตัว	3	
2.2	ตัวต้านทาน	1/2 W±5% 3.9KΩ	"	2	
2.3	ตัวต้านทาน	1/2 W±5% 5.6KΩ	"	1	
2.4	ตัวต้านทาน	1/2 W±5% 1KΩ	"	1	
2.5	ตัวต้านทาน	1/2 W±5%100KΩ	"	1	
2.6	ตัวต้านทาน	1/2 W±5%100KΩ	"	1	
2.7	ตัวต้านทาน	1/2 W±5% 1.8KΩ	"	1	
2.8	ตัวต้านทาน	1/2 W±5% 3.9KΩ	"	1	
2.9	ตัวต้านทาน	1/2 W±5% 10KΩ	"	1	
2.10	ตัวต้านทาน	1/2 W±5%150KΩ	"	1	
2.11	ตัวต้านทานปรับค่าได้ (เกือกม้านอน)	5KΩ	"	2	
2.12	ต้วต้านทาน (Volumn)	5KB	"	1	
2.13	ต้วต้านทาน (Volumn)	20KB	"	1	
2.14	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	220μF 35V	"	1	
2.15	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	47μF 35V	"	1	
2.16	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	100μF 35V	"	1	
2.17	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	1000μF 35V	"	1	
2.18	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	100 pF 50V	"	1	
2.19	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	150 pF 50V	"	1	
2.20	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	0.1 μF 50V	"	2	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนด / ขนาด	หน่วย	จำนวน	หมายเหตุ
2.21	ไดโอด	# 1N 4004	ตัว	2	
2.22	บริดค์ไดโอด	# W 04	"	1	
2.23	ทรานซิสเตอร์	# 7824	"	1	
2.24	ทรานซิสเตอร์	BC 549	"	1	
2.25	ทรานซิสเตอร์	723	"	1	
2.26	ทรานซิสเตอร์	+ L 431	"	1	
3.	**ชุดกรองไฟ**				
3.1	ตัวต้านทาน	470Ω5W	ตัว	1	
3.2	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	1000μF 25V	"	1	
3.3	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	0.1μF 50V	"	1	
3.4	ไดโอด	P 600	"	1	
4.	**ชุดแสดงผล**				
4.1	ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (แถวเรียง)	1K	ตัว	2	
4.2	ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (แถวเรียง)	10K	"	2	
4.3	ตัวต้านทาน	1/4W±5% 220Ω	"	4	
4.4	ตัวต้านทาน	1/4W±5% 5Ω	"	1	
4.5	ตัวต้านทาน	1/4W±5% 47Ω	"	2	
4.6	ตัวต้านทาน	1/4W±5% 1MΩ	"	2	
4.7	ตัวต้านทาน	1/4W±5% 180KΩ	"	3	
4.8	ตัวต้านทาน	1/4W±5% 220KΩ	"	2	
4.9	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	10μF 25V	"	3	
4.10	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	1000μF 25V	"	2	

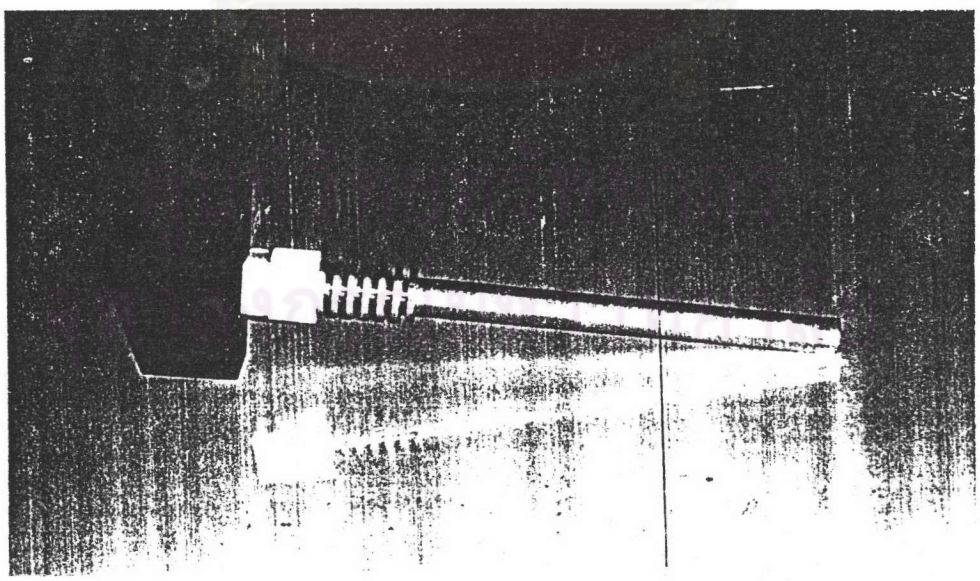
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนด / ขนาด	หน่วย	จำนวน	หมายเหตุ
4.11	คาปาซิเตอร์ อิเล็คโทรไลท์	470µF 25V	ตัว	1	
4.12	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	100µF 50V	"	2	
4.13	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	0.01µF 50V	"	2	
4.14	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	0.1µF 50V	"	6	
4.15	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	0.47µF 50V	"	2	
4.16	คาปาซิเตอร์ เซรามิค	0.22µF 50V	"	2	
4.17	ไดโอด	# 1N 4148	"	4	
4.18	ไดโอด	# 1N 4004	"	2	
4.19	ทรานซิสเตอร์	# A 43	"	2	
4.20	ทรานซิสเตอร์	# 7805	"	2	
4.21	ทรานซิสเตอร์	# 280	"	2	
5.	อื่น ๆ				
5.1	สวิทซ์		ตัว	1	
5.2	ฟิวส์ 2A พร้อม กระบอกฟิวส์ลงแท่น	2 Amp	ชุด	1	
5.3	ไปดิ้งโฟสต์(ดำ,แดง) ต่อไฟ Supply		ตัว	2	
5.4	Display ไดโอดเปล่ง แสง 7 เซกเม้นท์		ตัว	6	
5.5	พัดลม	3 1/2 "220V	ตัว	1	
5.6	Heat Sink (แผ่น ระบายความร้อน)	80 x 25 x 110	แผ่น	1	
5.7	Heat Sink	80 x 25 x 55	แผ่น	1	



รูปที่ 3.0 แสดงDC Power Pack

2. ชุดด้ามถือ (Stylus) หน้าที่ของชุดด้ามถือนี้ก็คือ ทำหน้าที่นำไฟฟ้ากระแสตรง 0-12 โวลท์ ทางด้านขั้วบวก (Anode) เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปยังน้ำยาชุบโลหะดังนี้ปลายด้านหนึ่งของชุดด้ามถือจะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่ดูดซับสารละลายได้ดี และไม่ทำปฏิกิริยาใด ๆ กับสารละลาย



รูปที่ 3.1 แสดงStylus

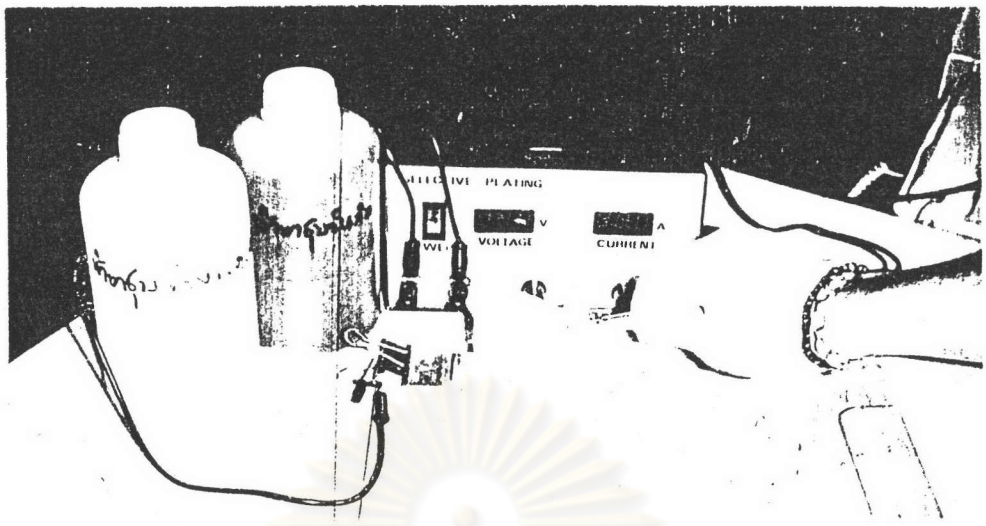
จากรูปในส่วนของโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้านั้น กำหนดให้ใช้แท่งอลูมิเนียมขนาด 15 มม. เนื่องจากอลูมิเนียมมีคุณสมบัตินำไฟฟ้าได้ดี และไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีโดยใช้ฉนวน (สายยาง) หุ้มไว้อีกชั้นหนึ่งเพื่อใช้เป็นด้ามสำหรับถือส่วนปลายอีกด้านหนึ่งที่จะต้องหุ้มด้วยวัสดุที่ดูดซับสารละลายนั้น เลือกใช้กราไฟท์ (Graphite) เนื่องจากกราไฟท์มีคุณสมบัติที่นำไฟฟ้าและไม่ทำปฏิกิริยากับสารละลายและวัสดุที่ใช้ดูดซับสารละลายนั้นเลือกใช้สำลีแล้วหุ้มทับด้วยผ้าก๊อซอีกชั้นเนื่องจากสำลีจะยุ่ยเมื่อชุบน้ำ ดังนั้นจึงแก้ปัญหาด้วยการใช้ผ้าก๊อซหุ้มทับเพื่อกันมิใช้สำลีสลายตัวปะปนกับสารละลาย รายละเอียดของชุดด้ามถือ (Stylus) นั้น ได้แสดงไว้ในตาราง ข้างล่างนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงรายการชิ้นส่วน และอุปกรณ์ของชุดด้ามถือ (Stylus)

ลำดับที่	รายการ	ข้อกำหนด/ขนาด	หน่วย	จำนวน	หมายเหตุ
1	แท่งอลูมิเนียม (Aluminium Rod)		แท่ง	1	
2	แท่งกราไฟท์ (Gruphite)		อัน	1	
3	ฉนวน (สายยาง)		อัน	1	

3. ชุดสายไฟขั้วบวก และขั้วลบ (Anode and Cathode Cable)

ทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้า 0-12 V_{DC}. โดยสายไฟขั้วบวก (Anode Cable) นั้นปลายด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ขั้วบวกส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับชุดด้ามถือ (Stylus) สำหรับสายไฟขั้วลบ (Cathode Cable) นั้น ปลายด้านหนึ่งต่อเข้ากับตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าขั้วลบ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับชิ้นงาน



รูปที่ 3.2 แสดงการต่อสายไฟ

4. ชุดถาดรองน้ำยา

ใช้รองน้ำยาที่ผ่านกระบวนการชุบแล้วเพื่อนำกลับไปใช้อีก ชุดถาดรองน้ำยานี้ควรทำจากพลาสติก

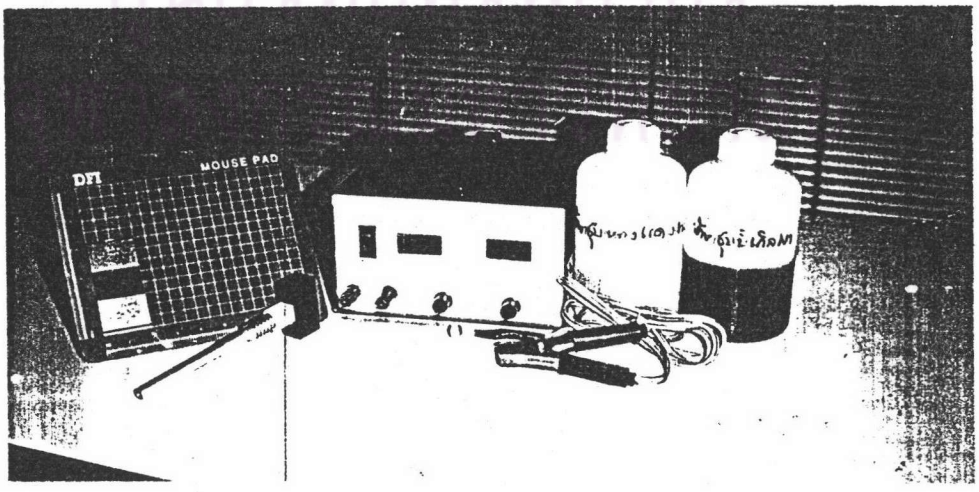
5. ถังบรรจุน้ำยา

ใช้บรรจุน้ำยาชุบ โดยถังบรรจุน้ำยานี้จะรองรับน้ำยาจากถาดรองน้ำยา แล้วนำน้ำยาไปใช้งานโดยใช้ปั๊มดูดขึ้นไปใช้งาน ถังบรรจุน้ำยานี้ควรทำจากพลาสติก เช่นเดียวกัน

6. ปั๊มสูบน้ำยาหมุนเวียน

ใช้สูบน้ำยาจากถังบรรจุน้ำยาไปยังชุดด้ามถือ (Stylus) เพื่อให้เกิดการต่อเนื่องของน้ำยาที่วัสดุดูดซับน้ำยา เพื่อให้เกิดการชุบอย่างต่อเนื่อง

7. สายยางใช้ทำหน้าที่ส่งผ่านน้ำยาจากกระบวนการต่าง ๆ



รูปที่ 3.3 แสดงการประกอบอุปกรณ์ครบชุด

3.2 การทดสอบการใช้เครื่อง

จากหัวข้อ 3.1 ทำให้ทราบถึงส่วนประกอบต่าง ๆ และหน้าที่ใช้งานของอุปกรณ์แต่ละชนิดแล้ว ในหัวข้อนี้จะทำการทดสอบการใช้เครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าในเบื้องต้นก่อน เพื่อเป็นการยืนยันว่าชุดอุปกรณ์นี้ สามารถทำงานได้จริงก่อนที่จะนำเอาชุดอุปกรณ์นั้นไปใช้ในการทดลองงานในบทที่ 4 ต่อไป ซึ่งการทดสอบการใช้เครื่องก็จะมีดังต่อไปนี้

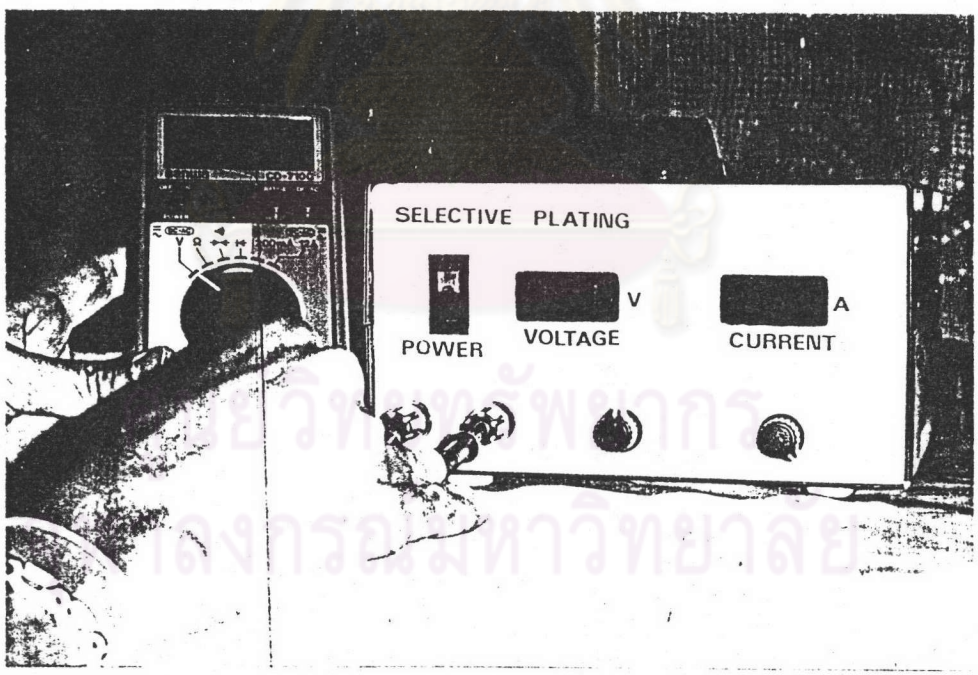
3.2.1 การทดสอบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของ DC POWER PACK.

3.2.2 การทดสอบการนำไฟฟ้าของ Stylus.

3.2.3 การทดสอบแต้มผิวชิ้นงานด้วยทองแดง

3.2.1 การทดสอบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของ DC POWER PACK.

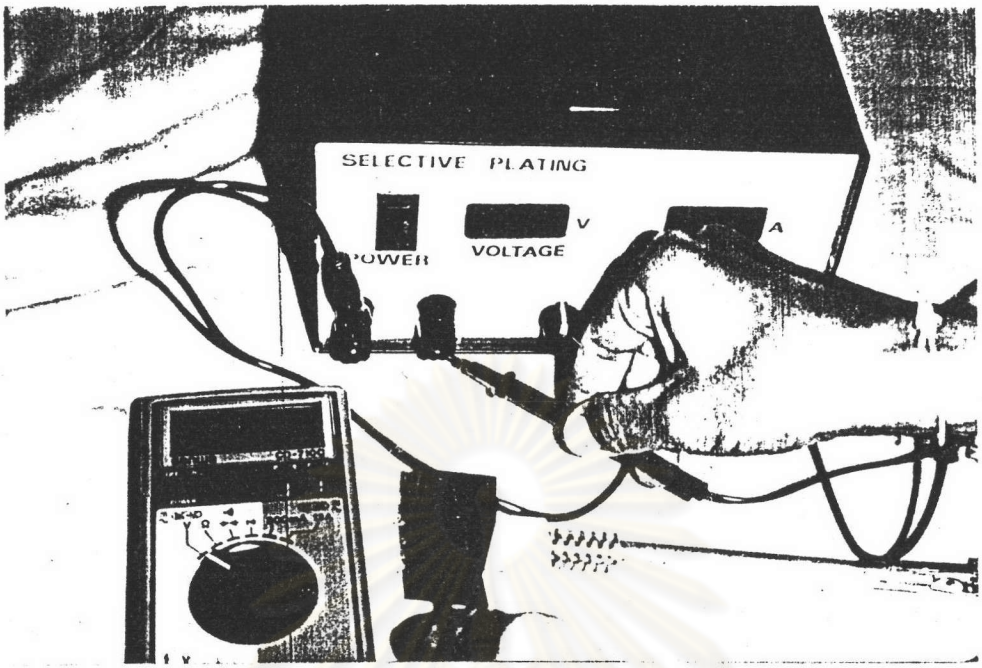
เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันว่า DC POWER PACK สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาตามค่าที่ต้องการได้จริง ซึ่งจะทำการทดสอบโดยใช้โวลท์มิเตอร์วัดกระแสไฟที่จ่ายออกมา



รูปที่ 3.4 แสดงการวัดค่าแรงดันที่จ่ายออกมาจาก DC POWER PACK.

3.2.2 การทดสอบการนำไฟฟ้าของ Stylus.

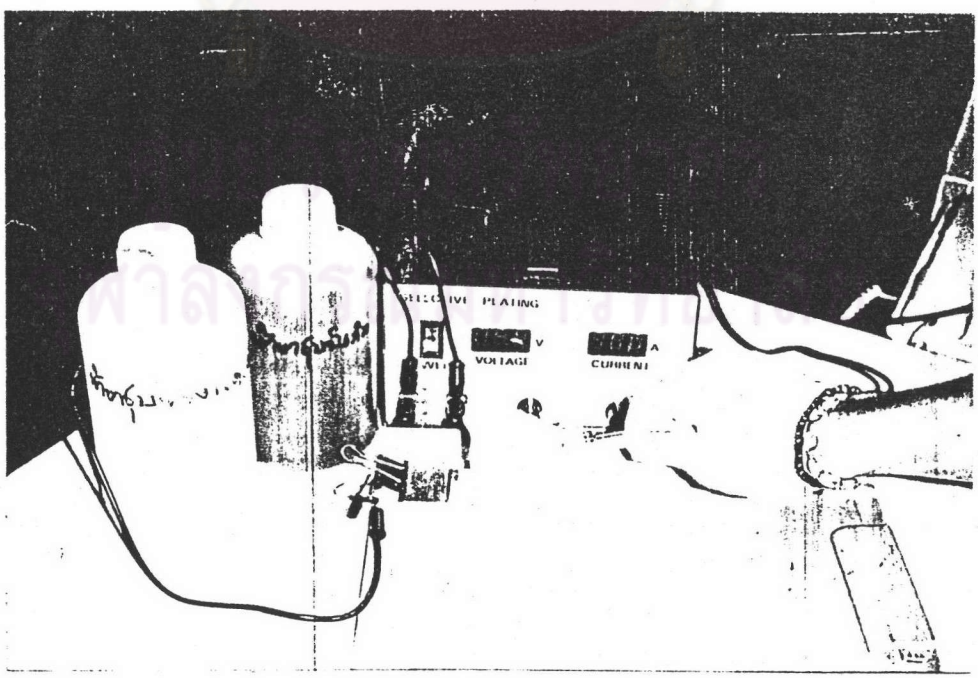
เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันว่าวัสดุที่นำมาใช้ทำ Stylus นั้นนำไฟฟ้าได้ดี และสามารถให้แรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการได้จริง โดยใช้โวลท์มิเตอร์วัดที่ Stylus ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.5 แสดงการวัดค่าแรงดันที่ Stylus.

3.2.3 การทดสอบแต้มผิวชิ้นงานด้วยทองแดง

เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันว่าชุดอุปกรณ์ทั้งหมดที่จัดทำนั้น สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการคือ การชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้าได้จริง โดยจะทำการทดสอบด้วยน้ำยาทองแดงด่าง แล้วดำเนินการทดสอบตามแนวทางที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 คือการชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า



รูปที่ 3.6 แสดงการชุบทองแดงด่างแบบแต้มด้วยไฟฟ้าบนเหล็กกล้าละมุน

รูปที่ 3.7 แสดงชิ้นงานก่อน และหลังการแต้ม

3.3 สรุป

เนื้อหาในบทที่ 3 ที่ผ่านมานั้นได้กล่าวถึงส่วนประกอบ และหน้าที่ของอุปกรณ์ต่างที่ใช้ในเครื่องชุบโลหะแบบแต้มด้วยไฟฟ้า อีกทั้งยังได้ทำการทดสอบการใช้เครื่องมือในเบื้องต้นเพื่อยืนยันว่าชุดเครื่องมือนี้สามารถทำงานได้จริงโดยใช้น้ำยาชุบทองแดงด่างที่มีขายตามท้องตลาดเป็นน้ำยาทดสอบการแต้มลงบนชิ้นงานทดสอบที่เป็นเหล็กกล้าละมุน ผลปรากฏว่าชุดเครื่องมือนี้สามารถทำการแต้มโลหะลงบนชิ้นงานได้จริงตามหลักการของการแต้มโลหะด้วยไฟฟ้า ส่วนการทดสอบการแต้มด้วยนิกเกิลจะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย