

รายการอ้างอิง



1. Gomez, E., Guaus, E., and Torrent, J. Tin-cobalt electrodeposition from sulfate-gluconate bath. Journal of Applied Electrochemistry. 2001 : 349-354.
2. Zhang, Z., Leng, W.H., and Shao, H.B. Study on the behavior of Zn-Fe alloy electroplating. Journal of Electroanalytical Chemistry. 2001 : 127-130.
3. Searfoss, R. Public Health Statements[Online]. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Available from: <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts7.html#box> [2003,May 17]
4. เพ็ญศรี ทองนพเนื้อ. เคมีวิเคราะห์เชิงไฟฟ้า. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. 2539.
5. Schlesinger, M., and Paunovic, M. Modern Electroplating. New York : Wiley, 2000.
6. Raub, E., and Muller, K. Fundamentals of Metal Deposition. (n.p.) : Elsevier Publishing, 1997.
7. Lowenheim, F.A. Electroplating. New York : McGraw-Hill Book, 1978.
8. Parthasaradhy, N.V. Practical Electroplating Handbook. New Jersey : Prentice Hall, 1988.
9. Christopher, M.A. Brett. Electrochemistry. New York : Oxford University Press, 1993.
10. Mohler, J.B. Electroplating. New York : Chemical Publishing, 1969.
11. Pannovic, M and Schlesinger, M. Fundamental of Electrochemical Deposition. New York : John Wiley&Sons, 1998.
12. Platcher, D. and Walsh, F.C. Industrial Electrochemistry. (n.p.) : Chapman&Hall, 1993.
13. Dini, J.W. Electrodeposition. New Jersey : Noyes Pulications, 1993.
14. Parker, J.B. Analysis of Electroplating and Related solutions. Brimingham : Canning, 1971.
15. Baboian, R., Electrochemical Techniques for Corrosion Engineer. Texas : National Association of Corrosion Engineering, 1986.
16. Kenneth. T.R., and John C., Corrosion for Students of Science and Engineer. New York : Longman Scientific and Technical, 1988.

17. Fontar, M.G. Corrosion Engineering. New York : McGraw-Hill Book, 1987.
18. Jones, D.A. Principles and Prevention of Corrosion. New Jersey : Prentice-Hall, 1996.
19. Ashiru, O. A., and Shirokoff, J. Electrodeposition and characterization of tin-zinc alloy coatings. Applied Surface Science. 1996 : 159-169.
20. Vasantha, V. S., Pushpavanam, M., and Muralidharan, V. S. A noncyanide bath for the electrodeposition of tin-zinc alloy. Metal Finishing. 1996 : 60-63.
21. An, M., Zhang, Y., Zhang, J., et al. Mechanism of additives in electroplating of Sn-Zn alloy. Plating and Surface Finishing. 1999 : 130-132.
22. Wang, K., Pickering, H. W., and Weil, K. G. EQCM studies of the electrodeposition and corrosion of tin-zinc coatings . Electrochimica Acta. 2001 : 3835-3840.
23. Ghaus, E., and Torrent-Burgues. J. Tin-zinc electrodeposition from sulphate-gluconate baths. Journal of Electroanalytical Chemistry. 2003 : 25-36.
24. ASTM G 5-94 Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurement. Annual Book of ASTM Standards. 03.02.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก-1 ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานรีดักชัน [5]

<i>Electrode</i>	<i>Potential, V</i>	<i>Electrode</i>	<i>Potential, V</i>
Li \rightleftharpoons Li ⁺	-3.045	Co \rightleftharpoons Co ²⁺	-0.277
Rb \rightleftharpoons Rb ⁺	-2.93	Ni \rightleftharpoons Ni ²⁺	-0.250
K \rightleftharpoons K ⁺	-2.924	Sn \rightleftharpoons Sn ²⁺	-0.136
Ba \rightleftharpoons Ba ²⁺	-2.90	Pb \rightleftharpoons Pb ²⁺	-0.126
Sr \rightleftharpoons Sr ²⁺	-2.90	Fe \rightleftharpoons Fe ²⁺	-0.04
Cu \rightleftharpoons Cu ²⁺	-2.87	Pt/H ₂ \rightleftharpoons H ⁺	0.0000
Na \rightleftharpoons Na ⁺	-2.715	Sb \rightleftharpoons Sb ³⁺	+0.15
Mg \rightleftharpoons Mg ²⁺	-2.37	Bi \rightleftharpoons Bi ³⁺	+0.2
Al \rightleftharpoons Al ³⁺	-1.67	As \rightleftharpoons As ³⁺	+0.3
Mn \rightleftharpoons Mn ²⁺	-1.18	Cu \rightleftharpoons Cu ⁺	+0.34
Zn \rightleftharpoons Zn ²⁺	-0.762	Pt/OH ⁻ \rightleftharpoons O ₂	+0.40
Cr \rightleftharpoons Cr ³⁺	-0.74	Cu \rightleftharpoons Cu ⁺	+0.52
Cr \rightleftharpoons Cr ²⁺	-0.56	Hg \rightleftharpoons Hg ₂ ²⁺	+0.789
Fe \rightleftharpoons Fe ²⁺	-0.441	Ag \rightleftharpoons Ag ⁺	+0.799
Cd \rightleftharpoons Cd ²⁺	-0.402	Pd \rightleftharpoons Pd ²⁺	+0.987
In \rightleftharpoons In ³⁺	-0.34	Au \rightleftharpoons Au ³⁺	+1.50
Tl \rightleftharpoons Tl ⁺	-0.336	Au \rightleftharpoons Au ⁺	+1.68

ตารางที่ ก-2 สมบัติต่างๆ ของโลหะ [5]

Metal	Valency	Atomic weight	Density at 28 °C (g/cm ³)	Electrochemical equivalent (g/Ah)
Cadmium	2	112.40	8.64	2.097
Chromium	6	52.00	7.20	0.323
Copper	1	63.54	8.92	2.372
	2	63.54	8.92	1.186
Gold	1	196.97	19.29	7.348
	3	196.97	19.29	2.450
Indium	3	114.82	7.28	1.428
Iron	2	55.85	7.86	1.042
Lead	2	207.19	11.34	3.865
Nickel	2	58.71	8.90	1.095
Palladium	2	106.40	12.02	1.984
Platinum	4	195.09	21.45	1.819
Rhodium	3	102.91	12.41	1.280
Silver	1	107.87	10.50	4.024
Tin	2	118.69	7.28	2.213
	4	118.69	7.28	1.106
Zinc	2	65.38	7.14	1.220

ภาคผนวก ข

ผลการทดลอง

ตาราง ข-1 ผลของปริมาณโลหะในผิวเคลือบ เมื่อใช้เฮกซะมินเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	ร้อยละดีบุกในผิวเคลือบ			ร้อยละดีบุก ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละสังกะสีในผิวเคลือบ			ร้อยละสังกะสี ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	64.59	65.12	66.91	65.54	1.22	35.41	34.88	33.09	34.46	1.22
	1.0	59.23	60.78	61.40	60.47	1.12	40.77	39.22	38.60	39.53	1.12
	1.5	55.64	56.03	57.47	56.38	0.96	44.36	43.97	42.53	43.62	0.96
	2.0	49.31	50.89	50.28	50.16	0.80	50.69	49.11	49.72	49.84	0.80
1.2:1	0.5	81.84	82.56	84.33	82.91	1.28	18.16	17.44	15.67	17.09	1.28
	1.0	72.31	73.32	75.89	73.84	1.85	27.69	26.68	24.11	26.16	1.85
	1.5	71.53	72.98	73.38	72.63	0.97	28.47	27.02	26.62	27.37	0.97
	2.0	69.27	70.67	70.81	70.25	0.85	30.73	29.33	29.19	29.75	0.85

ตาราง ข-1 (ต่อ)

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	ร้อยละดีบุกในผิวเคลือบ			ร้อยละดีบุก ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละสังกะสีในผิวเคลือบ			ร้อยละสังกะสี ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	92.19	93.21	95.91	93.77	1.92	7.81	6.79	4.09	6.23	1.92
	1.0	89.75	90.89	90.29	90.31	0.57	10.25	9.11	9.71	9.69	0.57
	1.5	85.88	85.13	88.55	86.52	1.80	14.12	14.87	11.45	13.48	1.80
	2.0	79.96	80.75	79.71	80.14	0.54	20.04	19.25	20.29	19.86	0.54
7.3:1	0.5	96.31	97.53	97.67	97.17	0.75	3.69	2.47	2.33	2.83	0.75
	1.0	94.55	95.32	97.05	95.64	1.28	5.45	4.68	2.95	4.36	1.28
	1.5	92.63	93.88	94.95	93.82	1.16	7.37	6.12	5.05	6.18	1.16
	2.0	90.28	91.29	93.35	91.64	1.56	9.72	8.71	6.65	8.36	1.56

ตาราง ข-2 ผลของปริมาณโลหะในผิวเคลือบ เมื่อใช้ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	ร้อยละดีบุกในผิวเคลือบ			ร้อยละดีบุก ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละสังกะสีในผิวเคลือบ			ร้อยละสังกะสี ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	65.15	66.94	66.54	66.21	0.94	34.85	33.06	33.46	33.79	0.94
	1.0	63.04	64.73	64.59	64.12	0.94	36.96	35.27	35.41	35.88	0.94
	1.5	61.78	61.98	64.07	62.61	1.27	38.22	38.02	35.93	37.39	1.27
	2.0	52.38	53.08	55.85	53.77	1.84	47.62	46.92	44.15	46.23	1.84
1.2:1	0.5	82.33	84.03	84.26	83.54	1.05	17.67	15.97	15.74	16.46	1.05
	1.0	75.16	75.62	76.95	75.91	0.93	24.84	24.38	23.05	24.09	0.93
	1.5	73.27	74.88	70.49	72.88	2.22	26.73	25.12	29.51	27.12	2.22
	2.0	68.77	70.21	72.31	70.43	1.78	31.23	29.79	27.69	29.57	1.78

ตาราง ข-2 (ต่อ)

อัตราส่วน ดิบ: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	ร้อยละดิบในผิวเคลือบ			ร้อยละดิบ ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละสังกะสีในผิวเคลือบ			ร้อยละสังกะสี ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	89.93	91.99	91.59	91.17	1.09	10.07	8.01	8.41	8.83	1.09
	1.0	82.89	84.52	84.83	84.08	1.04	17.11	15.48	15.17	15.92	1.04
	1.5	78.85	81.19	82.12	80.72	1.68	21.15	18.81	17.88	19.28	1.68
	2.0	76.92	77.66	80.38	78.32	1.82	23.08	22.34	19.62	21.68	1.82
7.3:1	0.5	94.58	95.74	95.73	95.35	0.67	5.42	4.26	4.27	4.65	0.67
	1.0	92.49	93.41	95.32	93.74	1.44	7.51	6.59	4.68	6.26	1.44
	1.5	88.63	90.46	88.30	89.13	1.16	11.37	9.54	11.70	10.87	1.16
	2.0	84.59	86.94	86.35	85.96	1.22	15.41	13.06	13.65	14.04	1.22

ตาราง ข-3 ผลของปริมาณโลหะในผิวเคลือบ เมื่อใช้พอลิเอทิลีนไกลคอลเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	ร้อยละดีบุกในผิวเคลือบ			ร้อยละดีบุก ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละสังกะสีในผิวเคลือบ			ร้อยละสังกะสี ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	64.59	65.12	73.81	67.84	5.18	35.41	34.88	26.19	32.16	5.18
	1.0	59.23	60.78	67.22	62.41	4.24	40.77	39.22	32.78	37.59	4.24
	1.5	55.64	56.03	69.86	60.51	8.10	44.36	43.97	30.14	39.49	8.10
	2.0	49.31	50.89	64.05	54.75	8.09	50.69	49.11	35.95	45.25	8.09
1.2:1	0.5	81.84	82.56	90.63	85.01	4.88	18.16	17.44	9.37	14.99	4.88
	1.0	72.11	73.32	92.62	79.35	11.51	27.89	26.68	7.38	20.65	11.51
	1.5	71.53	72.98	66.72	70.41	3.28	28.47	27.02	33.28	29.59	3.28
	2.0	69.27	70.67	60.79	66.91	5.35	30.73	29.33	39.21	33.09	5.35

ตาราง ข-3 (ต่อ)

อัตราส่วน ดิบ: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	ร้อยละดิบในผิวเคลือบ			ร้อยละดิบ ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ร้อยละสังกะสีในผิวเคลือบ			ร้อยละสังกะสี ในผิวเคลือบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	92.19	93.21	89.46	91.62	1.94	7.81	6.79	10.54	8.38	1.94
	1.0	89.75	90.89	71.84	84.16	10.68	10.25	9.11	28.16	15.84	10.68
	1.5	84.38	85.13	72.32	80.61	7.19	15.62	14.87	27.68	19.39	7.19
	2.0	79.96	80.75	66.00	75.57	8.30	20.04	19.25	34.00	24.43	8.30
7.3:1	0.5	96.31	97.53	103.07	98.97	3.60	3.69	2.47	-3.07	1.03	3.60
	1.0	94.55	95.32	94.32	94.73	0.52	5.45	4.68	5.68	5.27	0.52
	1.5	92.63	93.88	81.75	89.42	6.67	7.37	6.12	18.25	10.58	6.67
	2.0	90.28	91.29	79.37	86.98	6.61	9.72	8.71	20.63	13.02	6.61

ตาราง ข-4 ผลของความหนาของผิวเคลือบ เมื่อใช้เฮกซะมีนเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหนาผิวเคลือบ (μm)			ความหนา ผิวเคลือบ เฉลี่ย (μm)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	0.1681	0.1879	0.1984	0.1848	0.0154	16.03	17.92	18.92	17.62	1.47
	1.0	0.3551	0.3811	0.4002	0.3788	0.0226	33.90	36.38	38.20	36.16	2.16
	1.5	0.5633	0.5876	0.6059	0.5856	0.0214	53.82	56.14	57.89	55.95	2.04
	2.0	0.7998	0.8087	0.8521	0.8202	0.0280	76.51	77.36	81.51	78.46	2.68
1.2:1	0.5	0.2033	0.2192	0.2243	0.2156	0.0110	19.32	20.83	21.31	20.48	1.04
	1.0	0.4245	0.4486	0.4595	0.4442	0.0179	40.41	42.70	43.74	42.28	1.70
	1.5	0.6624	0.6855	0.7305	0.6928	0.0346	63.07	65.27	69.55	65.96	3.30
	2.0	0.8839	0.9157	0.9364	0.9120	0.0264	84.20	87.23	89.20	86.88	2.52

ตาราง ข-4 (ต่อ)

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักฟิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ฟิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหนาฟิวเคลือบ (μm)			ความหนา ฟิวเคลือบ เฉลี่ย (μm)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	0.2171	0.2455	0.2310	0.2312	0.0142	20.58	23.27	21.90	21.92	1.35
	1.0	0.4782	0.4848	0.5094	0.4908	0.0164	45.36	45.99	48.32	46.56	1.56
	1.5	0.6947	0.7453	0.7722	0.7374	0.0393	65.95	70.76	73.31	70.01	3.74
	2.0	0.9294	0.9623	1.0093	0.9670	0.0402	88.35	91.48	95.95	91.93	3.82
7.3:1	0.5	0.2182	0.2374	0.2488	0.2348	0.0155	20.67	22.49	23.57	22.24	1.46
	1.0	0.4716	0.4938	0.5238	0.4964	0.0262	44.69	46.79	49.63	47.04	2.48
	1.5	0.7238	0.7593	0.7837	0.7556	0.0301	68.61	71.97	74.29	71.62	2.86
	2.0	0.9875	1.0012	1.0647	1.0178	0.0412	93.65	94.95	100.97	96.52	3.91

ตาราง ข-5 ผลของความหนาของผิวเคลือบ เมื่อใช้ฟอรัมัลดีไฮด์เป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหนาผิวเคลือบ (μm)			ความหนา ผิวเคลือบ เฉลี่ย (μm)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	0.1731	0.1979	0.1951	0.1887	0.0136	16.50	18.87	18.60	17.99	1.29
	1.0	0.3551	0.3811	0.4146	0.3836	0.0298	33.87	36.35	39.55	36.59	2.85
	1.5	0.6193	0.6276	0.6413	0.6294	0.0111	59.09	59.88	61.19	60.05	1.06
	2.0	0.7698	0.8287	0.8240	0.8075	0.0327	73.58	79.21	78.76	77.19	3.13
1.2:1	0.5	0.2133	0.2292	0.2400	0.2275	0.0134	20.26	21.77	22.80	21.61	1.28
	1.0	0.4545	0.4786	0.4967	0.4766	0.0212	43.24	45.54	47.26	45.35	2.01
	1.5	0.6724	0.6855	0.7508	0.7029	0.0420	64.02	65.26	71.48	66.92	4.00
	2.0	0.8839	0.9357	0.9665	0.9287	0.0417	84.20	89.13	92.07	88.46	3.98

ตาราง ข-5 (ต่อ)

อัตราส่วน ดินบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักฟิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ฟิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหนาฟิวเคลือบ (μm)			ความหนา ฟิวเคลือบ เฉลี่ย (μm)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	0.2281	0.2325	0.2495	0.2367	0.0113	21.63	21.77	23.66	22.45	1.13
	1.0	0.4482	0.4648	0.4916	0.4682	0.0219	42.57	45.54	46.69	44.47	2.13
	1.5	0.6847	0.7253	0.7563	0.7221	0.0359	65.08	65.26	71.89	68.64	3.88
	2.0	0.9374	0.9623	0.9845	0.9614	0.0236	89.15	89.13	93.63	91.43	2.59
7.3:1	0.5	0.2142	0.2364	0.2439	0.2315	0.0154	20.30	22.40	23.11	21.94	1.46
	1.0	0.4616	0.5038	0.5034	0.4896	0.0242	43.76	47.76	47.72	46.41	2.30
	1.5	0.7038	0.7593	0.7491	0.7374	0.0295	66.78	72.05	71.08	69.97	2.80
	2.0	0.9875	1.0012	1.0344	1.0077	0.0241	93.76	95.06	98.21	95.68	2.29

ตาราง ข-6 ผลของความหนาของผิวเคลือบ เมื่อใช้พอลิเอทิลีนไกลคอลเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหนาผิวเคลือบ (μm)			ความหนา ผิวเคลือบ เฉลี่ย (μm)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	0.1791	0.1949	0.2044	0.1928	0.0128	17.07	18.58	19.48	18.38	1.22
	1.0	0.3651	0.3911	0.3946	0.3836	0.0161	34.84	37.32	37.65	36.60	1.54
	1.5	0.5933	0.6276	0.6364	0.6191	0.0228	56.63	59.91	60.75	59.10	2.17
	2.0	0.8098	0.8387	0.8670	0.8385	0.0286	77.39	80.15	82.86	80.13	2.73
1.2:1	0.5	0.2083	0.2192	0.2343	0.2206	0.0131	19.78	20.82	22.25	20.95	1.24
	1.0	0.4145	0.4586	0.4712	0.4481	0.0298	39.41	43.60	44.80	42.60	2.83
	1.5	0.6624	0.6855	0.6891	0.6790	0.0145	63.10	65.30	65.64	64.68	1.38
	2.0	0.8839	0.9057	0.9512	0.9136	0.0343	84.26	86.34	90.67	87.09	3.27

ตาราง ข-6 (ต่อ)

อัตราส่วน ดิบูก: สังกะสี	ความหนาแน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักฟิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ฟิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหนาฟิวเคลือบ (μm)			ความหนา ฟิวเคลือบ เฉลี่ย (μm)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	0.2271	0.2475	0.2490	0.2412	0.0122	21.54	23.47	23.61	22.87	1.16
	1.0	0.4582	0.4748	0.5154	0.4828	0.0294	43.52	45.10	48.95	45.86	2.80
	1.5	0.7047	0.7353	0.6822	0.7074	0.0267	66.98	69.89	64.85	67.24	2.53
	2.0	0.9374	0.9723	0.8713	0.9270	0.0513	89.20	92.52	82.91	88.21	4.88
7.3:1	0.5	0.2342	0.2564	0.2615	0.2507	0.0145	22.18	24.28	24.76	23.74	1.37
	1.0	0.4816	0.5038	0.5188	0.5014	0.0187	45.64	47.75	49.17	47.52	1.77
	1.5	0.7238	0.7493	0.7670	0.7467	0.0217	68.67	71.09	72.77	70.85	2.06
	2.0	0.9875	1.0012	1.0776	1.0221	0.0486	93.74	95.04	102.29	97.03	4.61

ตาราง ข-7 ผลของประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า เมื่อใช้เฮกซะมินเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดินุ๊ก: สังกะสี	ความหนา แน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า			ประสิทธิภาพ กระแสไฟฟ้า เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	0.1681	0.1879	0.1984	0.1848	0.0154	61.96	69.25	73.12	68.11	5.67
	1.0	0.3551	0.3811	0.4002	0.3788	0.0226	67.25	72.18	75.79	71.74	4.29
	1.5	0.5633	0.5876	0.6059	0.5856	0.0214	72.75	75.88	78.25	75.63	2.76
	2.0	0.7998	0.8087	0.8521	0.8202	0.0280	80.26	81.15	85.50	82.30	2.81
1.2:1	0.5	0.2033	0.2192	0.2243	0.2156	0.0110	68.60	73.96	75.68	72.75	3.70
	1.0	0.4245	0.4486	0.4595	0.4442	0.0179	74.92	79.18	81.10	78.40	3.16
	1.5	0.6624	0.6855	0.7305	0.6928	0.0346	78.42	81.16	86.49	82.02	4.10
	2.0	0.8839	0.9157	0.9364	0.9120	0.0264	79.46	82.31	84.17	81.98	2.38

ตาราง ข-7 (ต่อ)

อัตราส่วน ดิน: สังกะสี	ความหนา แน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า			ประสิทธิภาพ กระแสไฟฟ้า เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	0.2171	0.2455	0.2310	0.2312	0.0142	69.58	78.68	74.03	74.09	4.55
	1.0	0.4782	0.4848	0.5094	0.4908	0.0164	77.87	78.95	82.95	79.92	2.68
	1.5	0.6947	0.7453	0.7722	0.7374	0.0393	76.79	82.38	85.35	81.50	4.35
	2.0	0.9294	0.9623	1.0093	0.9670	0.0402	79.47	82.28	86.30	82.68	3.43
7.3:1	0.5	0.2182	0.2374	0.2488	0.2348	0.0155	68.85	74.90	78.50	74.08	4.88
	1.0	0.4716	0.4938	0.5238	0.4964	0.0262	74.92	78.45	83.21	78.86	4.16
	1.5	0.7238	0.7593	0.7837	0.7556	0.0301	77.30	81.09	83.70	80.70	3.22
	2.0	0.9875	1.0012	1.0647	1.0178	0.0412	79.91	81.01	86.15	82.36	3.33

ตาราง ข-8 ผลของประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า เมื่อใช้ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน คิงุก: สังกะสี	ความหนา แน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า			ประสิทธิภาพ กระแสไฟฟ้า เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
0.5:1	0.5	0.1731	0.1979	0.1951	0.1887	0.0136	63.57	72.68	71.65	69.30	4.99
	1.0	0.3551	0.3811	0.4146	0.3836	0.0298	65.94	70.76	76.99	71.23	5.54
	1.5	0.6193	0.6276	0.6413	0.6294	0.0111	77.29	78.32	80.03	78.55	1.39
	2.0	0.7698	0.8287	0.8240	0.8075	0.0327	75.66	81.45	80.99	79.37	3.22
1.2:1	0.5	0.2133	0.2292	0.2400	0.2275	0.0134	71.75	77.10	80.73	76.53	4.52
	1.0	0.4545	0.4786	0.4967	0.4766	0.0212	79.38	83.59	86.75	83.24	3.70
	1.5	0.6724	0.6855	0.7508	0.7029	0.0420	79.51	81.06	88.78	83.11	4.97
	2.0	0.8839	0.9357	0.9665	0.9287	0.0417	79.38	84.03	86.80	83.40	3.75

ตาราง ข-8 (ต่อ)

อัตราส่วน ดินบุก: สังกะสี	ความหนา แน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักฟิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ฟิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า			ประสิทธิภาพ กระแสไฟฟ้า เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	0.2281	0.2325	0.2495	0.2367	0.0113	73.99	75.42	80.93	76.78	3.67
	1.0	0.4482	0.4648	0.4916	0.4682	0.0219	75.19	77.97	82.47	78.54	3.67
	1.5	0.6847	0.7253	0.7563	0.7221	0.0359	77.84	82.45	85.98	82.09	4.08
	2.0	0.9374	0.9623	0.9845	0.9614	0.0236	80.88	83.03	84.94	82.95	2.03
7.3:1	0.5	0.2142	0.2364	0.2439	0.2315	0.0154	68.15	75.21	77.60	73.65	4.91
	1.0	0.4616	0.5038	0.5034	0.4896	0.0242	73.98	80.74	80.68	78.46	3.89
	1.5	0.7038	0.7593	0.7491	0.7374	0.0295	76.83	82.89	81.78	80.50	3.23
	2.0	0.9875	1.0012	1.0344	1.0077	0.0241	82.08	83.22	85.98	83.76	2.00

ตาราง ข-9 ผลของประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า เมื่อใช้พอลิเอทิลีนไกลคอลเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดินบุก: สังกะสี	ความหนา แน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า			ประสิทธิภาพ กระแสไฟฟ้า เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
		0.5:1	0.5	0.1791			0.1949	0.2044	0.1928		
1.0	0.3651		0.3911	0.3946	0.3836	0.0161	68.42	73.29	73.95	71.89	3.02
1.5	0.5933		0.6276	0.6364	0.6191	0.0228	74.89	79.22	80.33	78.15	2.87
2.0	0.8098		0.8387	0.8670	0.8385	0.0286	79.16	81.98	84.75	81.96	2.80
1.2:1	0.5	0.2083	0.2192	0.2343	0.2206	0.0131	69.57	73.21	78.26	73.68	4.36
	1.0	0.4145	0.4586	0.4712	0.4481	0.0298	71.16	78.73	80.90	76.93	5.11
	1.5	0.6624	0.6855	0.6891	0.6790	0.0145	79.33	82.09	82.52	81.31	1.74
	2.0	0.8839	0.9057	0.9512	0.9136	0.0343	80.86	82.85	87.01	83.57	3.14

ตาราง ข-9 (ต่อ)

อัตราส่วน ดิน: สังกะสี	ความหนา แน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	น้ำหนักผิวเคลือบ (g)			น้ำหนัก ผิวเคลือบ เฉลี่ย (g)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า			ประสิทธิภาพ กระแสไฟฟ้า เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)
		1	2	3			1	2	3		
2.7:1	0.5	0.2271	0.2475	0.2490	0.2412	0.0122	73.51	80.11	80.60	78.08	3.96
	1.0	0.4582	0.4748	0.5154	0.4828	0.0294	76.83	79.62	86.43	80.96	4.93
	1.5	0.7047	0.7353	0.6822	0.7074	0.0267	80.16	83.64	77.60	80.46	3.03
	2.0	0.9374	0.9723	0.8713	0.9270	0.0513	82.00	85.06	76.22	81.09	4.49
7.3:1	0.5	0.2342	0.2564	0.2615	0.2507	0.0145	73.29	80.24	81.84	78.46	4.54
	1.0	0.4816	0.5038	0.5188	0.5014	0.0187	76.83	80.37	82.77	79.99	2.99
	1.5	0.7238	0.7493	0.7670	0.7467	0.0217	78.91	81.69	83.62	81.40	2.37
	2.0	0.9875	1.0012	1.0776	1.0221	0.0486	81.68	82.81	89.13	84.67	4.02

ตาราง ข-10 อัตราการกัดกร่อนของผิวเคลือบ เมื่อใช้เฮกซะมินเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนา	ร้อยละดีบุก ในผิวเคลือบ	ร้อยละ สังกะสี ในผิวเคลือบ	อัตราการกัดกร่อน		อัตรา การกัดกร่อน เฉลี่ย (mm/year)	ค่าเบี่ยง เบน มาตรฐาน
	แน่น						
	กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)			1	2		
0.5:1	0.5	65.54	34.46	316.87	336.24	326.55	13.70
	1.0	60.47	39.53	323.94	342.75	333.34	13.30
	1.5	56.38	43.62	179.70	199.83	189.76	14.23
	2.0	50.16	49.84	407.15	430.38	418.77	16.43
1.2:1	0.5	82.91	17.09	234.79	255.56	245.17	14.69
	1.0	73.84	26.16	308.61	328.25	318.43	13.88
	1.5	72.63	27.37	206.42	224.72	215.57	12.94
	2.0	70.25	29.75	586.25	602.77	594.51	11.68
2.7:1	0.5	93.77	6.23	231.96	247.50	239.73	10.99
	1.0	90.31	9.69	137.97	154.26	146.11	11.51
	1.5	86.52	13.48	126.85	144.48	135.67	12.46
	2.0	80.14	19.86	258.12	280.66	269.39	15.94
7.3:1	0.5	97.17	2.83	241.86	258.43	250.15	11.72
	1.0	95.64	4.36	172.65	190.43	181.54	12.57
	1.5	93.82	6.18	144.34	164.11	154.22	13.98
	2.0	91.64	8.36	333.58	352.91	343.25	13.67

ตาราง ข-11 อัตราการกัดกร่อนของผิวเคลือบ เมื่อใช้ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนา แน่น กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)	ร้อยละดีบุก ในผิวเคลือบ	ร้อยละ สังกะสี ในผิวเคลือบ	อัตราการกัดกร่อน		อัตรา การกัดกร่อน เฉลี่ย (mm/year)	ค่าเบี่ยง เบน มาตรฐาน
				1	2		
				0.5:1	0.5		
0.5:1	1.0	64.12	35.88	256.94	271.74	264.34	10.46
	1.5	62.61	37.39	218.60	238.92	228.76	14.37
	2.0	53.77	46.23	593.15	618.37	605.76	17.83
	0.5	83.54	16.46	288.79	307.55	298.17	13.27
1.2:1	1.0	75.91	24.09	318.99	339.87	329.43	14.76
	1.5	72.88	27.12	204.42	220.71	212.56	11.52
	2.0	70.43	29.57	404.25	420.77	412.51	11.68
	0.5	91.17	8.83	241.96	253.48	247.72	8.15
2.7:1	1.0	84.08	15.92	241.97	256.25	249.11	10.10
	1.5	80.72	19.28	154.85	170.48	162.67	11.05
	2.0	78.32	21.68	357.69	379.09	368.39	15.13
	0.5	95.35	4.65	254.75	269.53	262.14	10.45
7.3:1	1.0	93.74	6.26	228.65	244.41	236.53	11.15
	1.5	89.13	10.87	174.34	194.10	184.22	13.98
	2.0	85.96	14.04	374.34	390.14	382.24	11.17

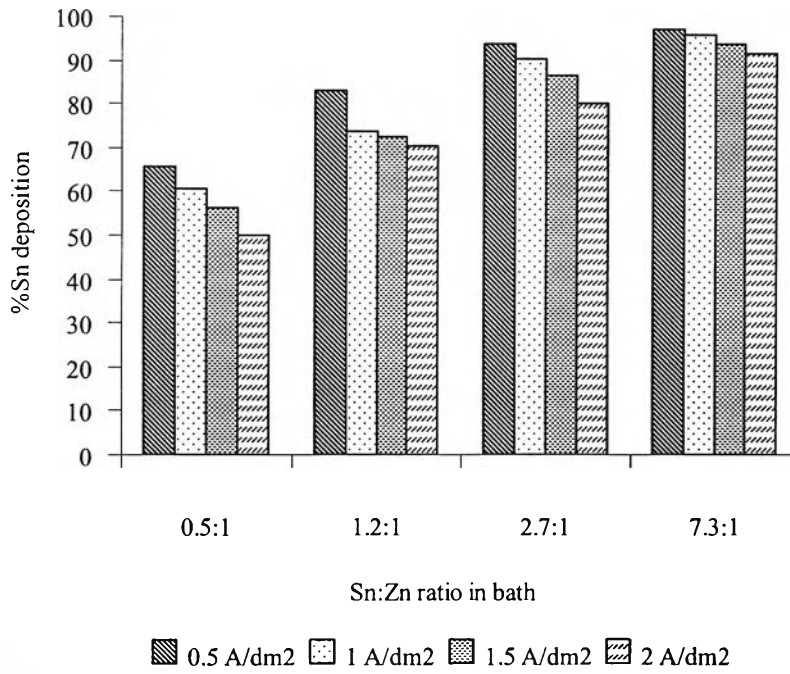
ตาราง ข-12 อัตราการกัดกร่อนของผิวเคลือบ เมื่อใช้พอลิเอทีลีน ไกลคอลเป็นสารเติมแต่ง

อัตราส่วน ดีบุก: สังกะสี	ความหนา	ร้อยละดีบุก ในผิวเคลือบ	ร้อยละ สังกะสี ในผิวเคลือบ	อัตราการกัดกร่อน		อัตรา การกัดกร่อน เฉลี่ย (mm/year)	ค่าเบี่ยง เบน มาตรฐาน
	แน่น						
	กระแสไฟฟ้า (A/dm ²)			1	2		
0.5:1	0.5	65.54	34.46	304.87	324.53	314.70	13.90
	1.0	60.47	39.53	256.94	276.51	266.73	13.84
	1.5	56.38	43.62	213.70	235.58	224.64	15.48
	2.0	50.16	49.84	447.15	467.56	457.36	14.43
1.2:1	0.5	82.91	17.09	240.79	262.91	251.85	15.64
	1.0	73.84	26.16	233.61	252.24	242.93	13.17
	1.5	72.63	27.37	177.62	197.08	187.35	13.76
	2.0	70.25	29.75	402.25	416.72	409.49	10.23
2.7:1	0.5	93.77	6.23	282.96	299.74	291.35	11.87
	1.0	90.31	9.69	122.97	137.52	130.25	10.29
	1.5	86.52	13.48	158.25	174.60	166.43	11.56
	2.0	80.14	19.86	310.12	334.17	322.15	17.01
7.3:1	0.5	97.17	2.83	266.86	286.10	276.48	13.60
	1.0	95.64	4.36	175.65	193.70	184.67	12.76
	1.5	93.82	6.18	183.84	204.01	193.92	14.27
	2.0	91.64	8.36	366.88	389.40	378.14	15.93

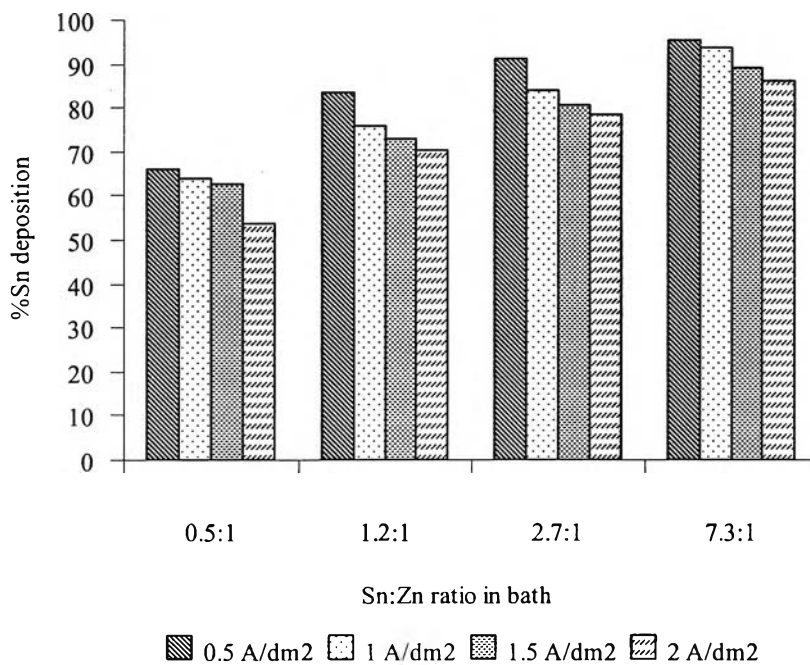
ตาราง ข-13 อัตราการกัดกร่อนของผิวเคลือบ เมื่อใช้สารเติมแต่งในปริมาณต่างๆ

สารเติมแต่ง		อัตราการกัดกร่อน		อัตราการกัดกร่อนเฉลี่ย (mm/year)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ชนิด	ปริมาณ (g/L)	1	2		
เฮกซะมีน	5	127.840	143.490	135.665	11.07
	8	140.380	160.522	150.451	14.24
	11	87.938	106.398	97.168	13.05
	14	106.625	123.115	114.870	11.66
ฟอร์มัลดีไฮด์	0.4	151.949	172.411	162.180	14.47
	0.8	142.556	157.344	149.950	10.46
	1.2	117.438	136.002	126.720	13.13
	1.6	137.115	156.505	146.810	13.71
	2	132.000	155.880	143.940	16.89
พอลิเอทิลีนไกลคอล	1	119.890	140.602	130.246	14.65
	2	69.580	87.688	78.634	12.80
	3	99.538	123.244	111.391	16.76
	4	109.115	128.625	118.870	13.80
	5	134.468	155.302	144.885	14.73

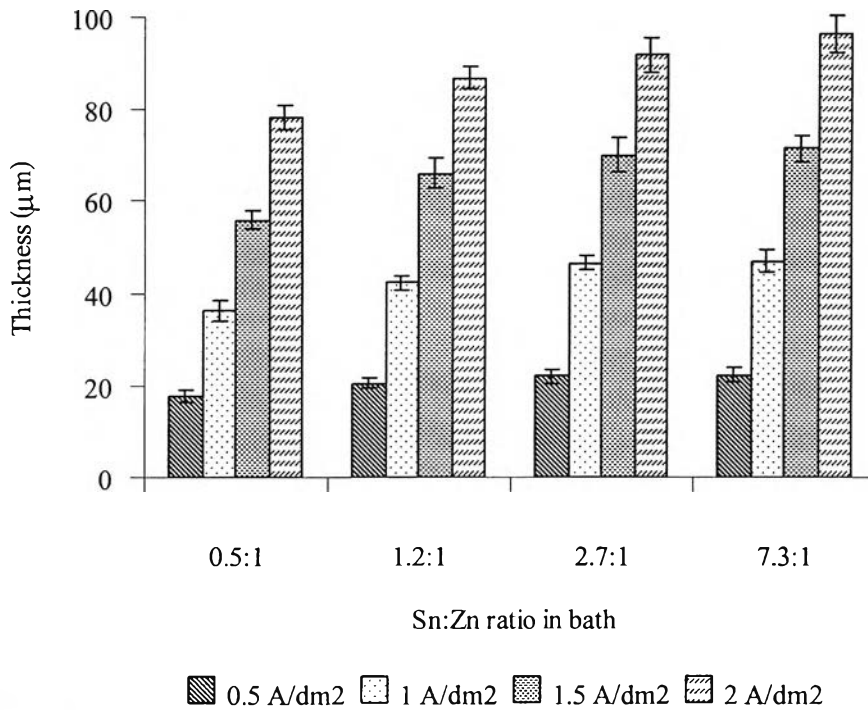
ภาคผนวก ค



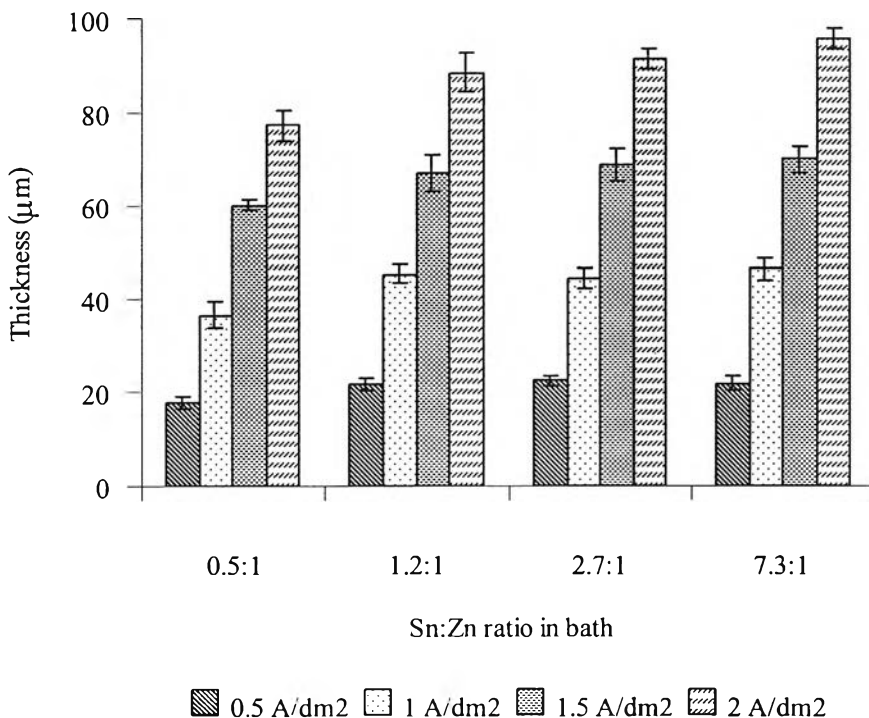
รูปที่ ค-1 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพอกพูนของดีบุกในผิวเคลือบและอัตราส่วนของดีบุกต่อสังกะสีในอ่างชุบที่ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้เฮกซะมีน เป็นสารเติมแต่งที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร



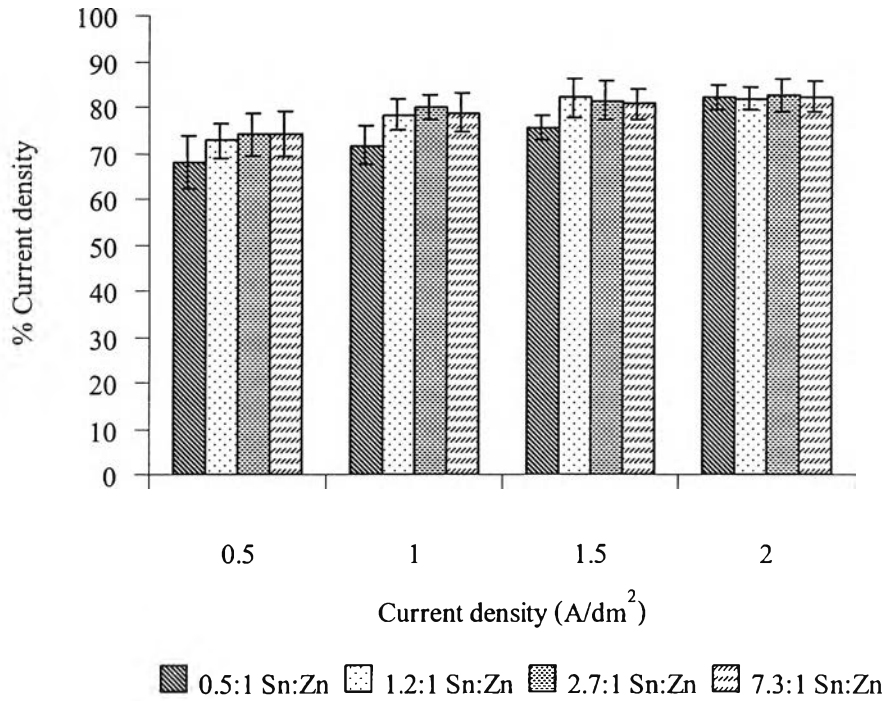
รูปที่ ค-2 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการพอกพูนของดีบุกในผิวเคลือบและอัตราส่วนของดีบุกต่อสังกะสีในอ่างชุบที่ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นสารเติมแต่งที่ความเข้มข้น 0.4 กรัมต่อลิตร



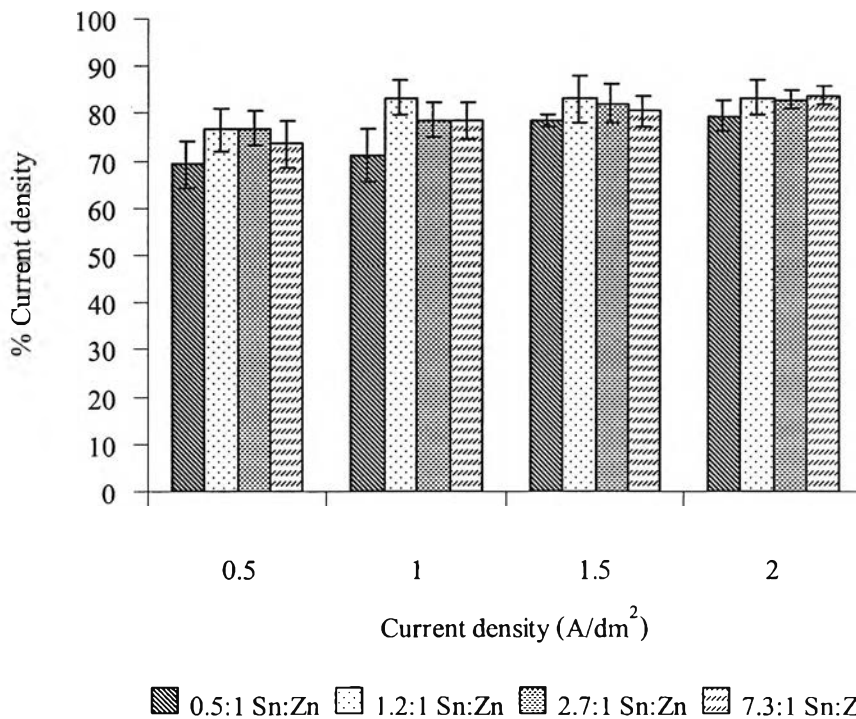
รูปที่ ค-3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของดีบุกต่อสังกะสีในอ่างชุบและความหนาของผิวเคลือบที่ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้เฮกซะมีนเป็นสารเติมแต่งที่มีความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร



รูปที่ ค-4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของดีบุกต่อสังกะสีในอ่างชุบและความหนาของผิวเคลือบที่ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าต่างๆ โดยใช้ฟอร์มัลดีไฮด์เป็นสารเติมแต่งที่มีความเข้มข้น 0.4 กรัมต่อลิตร



รูปที่ ค-5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าและประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้าที่อัตราส่วนของดีบุกต่อสังกะสีในอ่างชุบต่างๆ โดยใช้เฮกซะมีนเป็นสารเติมแต่ง ที่ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร



รูปที่ ค-6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าและประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้าที่อัตราส่วนของดีบุกต่อสังกะสีในอ่างชุบต่างๆ โดยฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารเติมแต่ง ที่ความเข้มข้น 0.4 กรัมต่อลิตร

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการคำนวณ

ง-1 การคำนวณความหนาของผิวเคลือบ [1]

ภาวะในการชุบเคลือบผิวที่อัตราส่วนของของดีบุกต่อสังกะสี 7.3:1 ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า 2 A/dm^2 เมื่อใช้พอลิเอทิลีนไกลคอลเป็นสารเติมแต่ง ผิวเคลือบมีปริมาณของดีบุกร้อยละ 86.98 สังกะสีร้อยละ 13.02 น้ำหนักของผิวเคลือบที่ชุบได้จากการทดลอง 1.0221 กรัม พื้นที่ผิวของชิ้นงาน 14.5 ตารางเซนติเมตร เวลาที่ใช้ในการชุบเคลือบ 2 ชั่วโมง ความหนาของผิวเคลือบ โลหะผสมคำนวณได้จาก

$$d = \frac{w}{V} = \frac{w}{ha}$$

$$h = \frac{w}{ad}$$

โดยที่ d คือ ความหนาแน่นของผิวเคลือบ โลหะผสม (g/cm^3)

w คือ น้ำหนักของผิวเคลือบที่ชุบเคลือบได้จากการทดลอง (g)

V คือ ปริมาตรของผิวเคลือบ (cm^3)

h คือ ความหนาของผิวเคลือบ (cm)

a คือ พื้นที่ผิวของชิ้นงาน (cm^2)

โดยความหนาแน่นของผิวเคลือบโลหะผสมคำนวณได้จาก

$$d_s = d_1f_1 + d_2f_2$$

โดยที่ d_s , d_1 และ d_2 คือ ความหนาแน่นของผิวเคลือบโลหะผสม

ดีบุก และสังกะสีในผิวเคลือบตามลำดับ (g/cm^3)

f_1 , f_2 คือ สัดส่วนของโลหะดีบุก และสังกะสีในผิวเคลือบ

เมื่อความหนาแน่นของดีบุกและสังกะสีเท่ากับ 7.285 และ 7.135 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ

$$d_s = (7.285 \times 0.8698) + (7.135 \times 0.1302) \\ = 7.2651 \text{ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

ดังนั้นความหนาของผิวเคลือบเท่ากับ

$$h = \frac{1.0221}{14.5 \times 7.2651} \\ = 0.009703 \text{ เซนติเมตร} = 97.03 \text{ ไมครอน}$$

ง-2 การคำนวณประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้า [1]

ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้าของขั้วแคโทดคำนวณได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้าของขั้วแคโทด (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักจริงของผิวเคลือบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของผิวเคลือบตามทฤษฎี (กรัม)}} \times 100$$

ซึ่งน้ำหนักของผิวเคลือบตามทฤษฎีคำนวณได้จากกฎของฟาราเดย์

$$W = \frac{ItW_a}{F}$$

โดยที่ W คือ น้ำหนักของผิวเคลือบ (กรัม)

I คือ กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

t คือ เวลา (วินาที)

W_a คือ น้ำหนักกรัมสมมูลของโลหะผสม (กรัม/equiv : $W_a = \frac{Mw}{2}$)

F คือ ค่าคงที่ของฟาราเดย์ (96,500 C/equiv)

โดยนำน้ำหนักกรัมสมมูลของโลหะผสม (Equivalent weight : W_a) หาได้ดังนี้

$$W_a = W_1 f_1 + W_2 f_2$$

โดยที่ W_a , W_1 และ W_2 คือ น้ำหนักกรัมสมมูลของโลหะผสม

และโลหะแต่ละชนิดในผิวเคลือบ

f_1 , f_2 คือ สัดส่วนของโลหะแต่ละชนิดในผิวเคลือบ

ซึ่งน้ำหนักกรัมสมมูลคือน้ำหนักอะตอมของโลหะส่วนเวเลนซ์อิเล็กตรอน ดังนั้น น้ำหนักกรัมสมมูลของดีบุกและสังกะสีเท่ากับ 59.25 และ 32.69 ตามลำดับ

$$\begin{aligned} W_a &= (59.25 \times 0.8698) + (32.69 \times 0.1302) \\ &= 55.79 \end{aligned}$$

ดังนั้นน้ำหนักของผิวเคลือบตามทฤษฎี

$$\begin{aligned} W &= \frac{0.29 \times 7200 \times 55.79}{96500} \\ &= 1.2071 \end{aligned}$$

เมื่อภาวะในการชุบเคลือบผิวเคลือบเป็นภาวะเดียวกันกับ ค-1 ค่าประสิทธิภาพกระแสไฟฟ้าของขั้วลบเท่ากับ

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพเชิงกระแสของขั้วแคโทด (\%)} &= \frac{\text{น้ำหนักจริงของผิวเคลือบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของผิวเคลือบตามทฤษฎี (กรัม)}} \times 100 \\ &= \frac{1.0221}{1.2071} \times 100 \\ &= 84.67 \end{aligned}$$



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอรอนงค์ โฉมศิริ เกิดเมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดสุรินทร์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือในปีการศึกษา 2544 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2545