

<研究論文>

저농도 크롬도금에 관한 연구*

이경진, 박광자, 이성주, 이종용**

A study on the chromium plating from low concentrate bath

Kyung Jin LEE, Kwang Ja PARK, Sung Joo LEE and Jong Yong LEE

Abstract

In decorative chromium plating, highly concentrated conventional baths (CrO_3 150~400g/l) have been used. Because of the problems of heavy metal pollution and the saving of raw materials, chromium plating from dilute bath has been developed recently.

The present study was performed to determine the effects of all the variables in the low concentrated chromium plating bath, such as brightness, appearance, current efficiency, and plating rate with regard to the bath composition and plating conditions.

1. 서 론

일반적으로 사용되고 있는 장식용 크롬도금의 도금액 조성은 무수크롬산의 농도가 150~400g/l로서 고농도이며 대표적으로 쓰이고 있는 Sargent 욱은 250g/l이다. 75'년도에 수행한 "도금액 관리에 관한 조사 연구"에 의하면 우리나라의 여러 도금공장에서 사용하고 있는 도금액의 농도는 Table 1 과 같이 대부분이 150g~250g/l이다.

고농도욕은 광택범위가 넓고 도금욕의 전기전도도가 커서 욱저항이 작으며 욱전압이 낮아 도금온도와 욱성분의 조절이 용이한 이점이 있다고 알려져 있으나 점차 심각해지는 공해 문제와 원자재 부족 상태에 대비하여 저농도욕에 대한 관심이 커지고 있으며 일본을 선두로 많은 연구가 수행되고 있다.

우리 나라 공장 폐수의 중금속 크롬 허용한계는 2 ppm이며 일본의 환경 기준에서 허용한 크롬 6 가의 최대 허용치는 0.05ppm이다

저농도욕에 의한 도금은 욱조성의 크롬함량이 적으

Table 1. Concentration of domestic decorative chromium plating bath

CrO_3 (g/l)	No. of factory	Distribution(%)
~100	1	1.9
100~150	9	16.7
150~200	17	31.5
200~250	17	31.5
250~300	6	11.1
300~400	2	3.7
400~900	2	3.7
	계 54	

*국립공업시험원 「연구보고」를 전제한 것임

**국립 공업 시험원

므로 유출되는 손실과 주기적으로 보충하여야 할 크롬량이 적으며 폐액처리에 드는 비용이 적어 상당히 경제적이다. 저농도 크롬도금액으로는 비교적 좋은 광택은 얻을 수 있으나 광택 범위가 좁고 전류효율이 높으며 피복력이 작고, 육전압이 높아서 도금온도와 육조성의 유지가 어렵다고 보고 되었다

본 연구에서는 고농도욕과 같은 광택, 외관등의 장식효과를 얻을 수 있는 저농도욕의 육 조성을 구하여 육조성 및 도금조건에 따른 외관, 피복력, 전류효율 및 도금 속도를 서로 비교 검토하였으며 첨가제의 영향을 조사하였다.

2. 실험 및 실험결과

2-1 기본 저농도 도금액 조성

1 급 시약인 무수크롬산(日本 片山化學, 97.80%)과 E. Merk의 황산을 사용하여 $CrO_3 : H_2SO_4 = 100 : 1$ 인 기본 저농도 도금액 10종을 Table 2 와 같이 준비하였다.

2-1-1 기본 저농도 도금액의 광택 및 외관 시험

2-1에서 제조한 10종 도금액의 광택 및 피복력 시험은 Hull Cell로 시행하였다. Hull Cell 도금시험중은 도가 상승하므로 Sabro Konishi 가 사용한 것과 같은 Modified Hull Cell(Fig. 1)을 이용하였다. 음극은 0.2 mm 두께의 시판 황동판(Cu : 66.2%, Zn : 33.7%)으로서 마후연마와 탈지를 행한 것이고 양극은 연판이다. 도금온도는 30°, 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°C이며 전전류 5 A에서 3분간 행하였다.

Table 2. Chemical composition of the basic dilute bath.

Bath No.	CrO ₃ (g/l)	H ₂ SO ₄ (g/l)
L-1	10	0.1
L-2	20	0.2
L-3	30	0.3
L-4	40	0.4
L-5	50	0.5
L-6	60	0.6
L-7	70	0.7
L-8	80	0.8
L-9	90	0.9
L-10	100	1.0

L-1 과 L-2 욕은 검은색 막으로 덮혀 광택도금이 되지 않았으며 L-3 에서 광택도금면이 나타나기 시작했

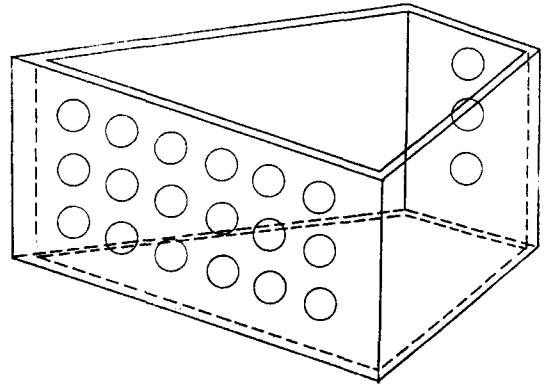


Fig. 1. Modified Hull Cell

다. L-3욕에서 L-10욕까지의 여덟가지 도금액의 Hull Cell 시험결과는 그림 2-a, 2-b와 같다.

2-1-2 기본 저농도 도금액의 피복력 시험

피복력 시험은 외관 시험과 병행하여 Modified Hull Cell로 시험하였다. 피복력은 도금면적을 Cell의 시험편 면적으로 나누어 계산하였으며 그 결과는 Table 3 과같다.

Table 3. Covering power of the basic dilute baths (%)

Temp. No.	30	35	40	45	50	55	60
L-1							
L-2							
L-3	30	80	76	53	50	45	45
L-4	80	82	83	67	57	60	49
L-5	83	85	70	62	58	58	46
L-6	88	90	88	77	63	86	67
L-7	60	60	70	55	60	34	55
L-8	71	61	58	67	45	43	42
L-9	88	77	75	58	42	45	42
L-10	66	48	85	50	45	22	41

2-1-3 기본 저농도 도금액의 전류효율과 도금속도

저농도 크롬도금액은 전기전도도가 작아 육저한이 크고 따라서 온도가 상승하게 되고 전류분포가 균일하지 못하다. 균일한 전류 분포를 얻기 위하여 Hayashi 가 사용한 Fig. 3 과 같은 장치로 전류효율 및 도금속

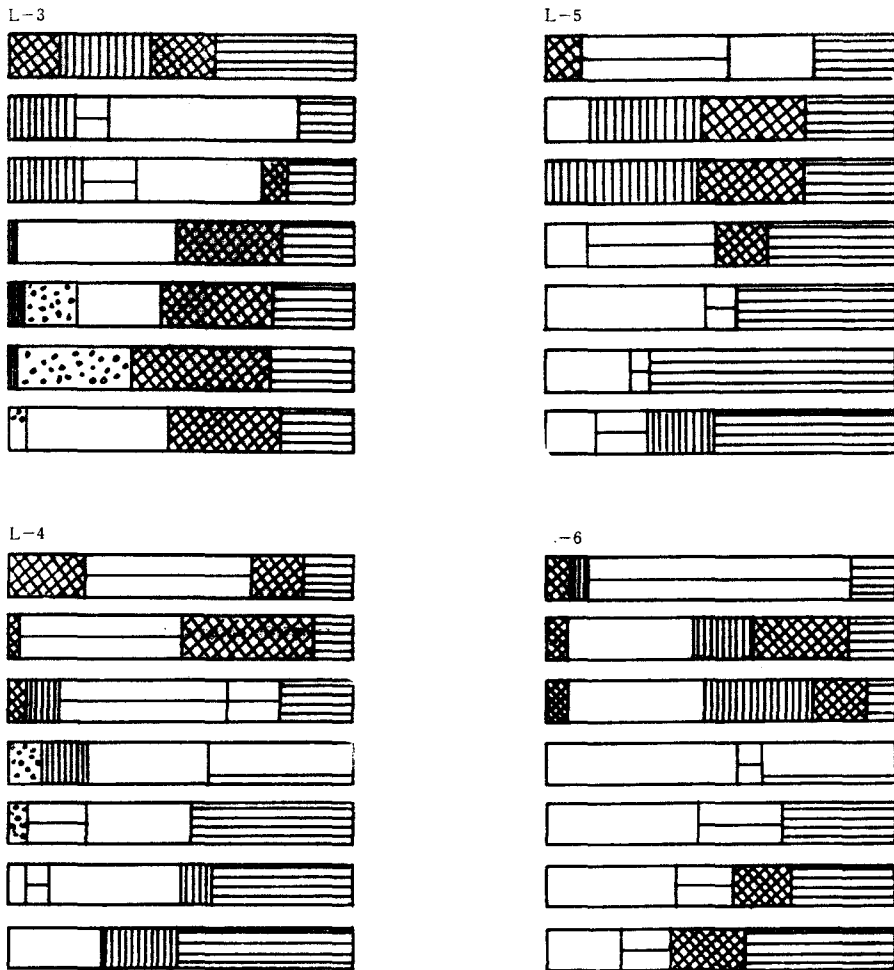


Fig. 2-a Hull Cell patterns of the basic dilute-baths, L-3, L-4, L-5 and L-6

도를 구하였다. 욕의 온도는 $55 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하였으며 도금액은 일정한 속도로 교반하여 주었다.

시편은 황동판을 바후 연마한 후 탈지 하였고 크기는 $30 \times 30 \times 0.5\text{mm}$ 이며 도금부위의 직경은 22.5mm 로 면적은 4cm^2 가 되게 하였다. 양극은 연판으로 시편과 같은 크기의 것을 사용하였다. 전류는 30Amp min 이었다. 전전류량은 일정한 전류세기에서 도금하여 도금시간은 timer로 측정하여 구하였으며 전류효율은 도금전후의 음극의 무게를 평량하여 다음식에 의하여 구하였다.

전류효율 =

$$\frac{\text{음극의 도금전후의 무게차} \times 100}{\text{크롬의 전기화학당량} / \text{Coulomb} \times \text{전류세기} \times \text{시간}}$$

도금속도는 전류효율 측정용 시편의 평균도금 두께를 도금시간으로 나누어 구하였다. 그 결과는 Table 4 와 같다.

2-2 첨가제의 영향

기본 저농도 도금액의 도금능력을 조사하여 L-6 욕 ($\text{CrO}_3 : 60\text{g/l}$, $\text{H}_2\text{SO}_4 : 0.6\text{g/l}$)을 선택하여 첨가제의 영

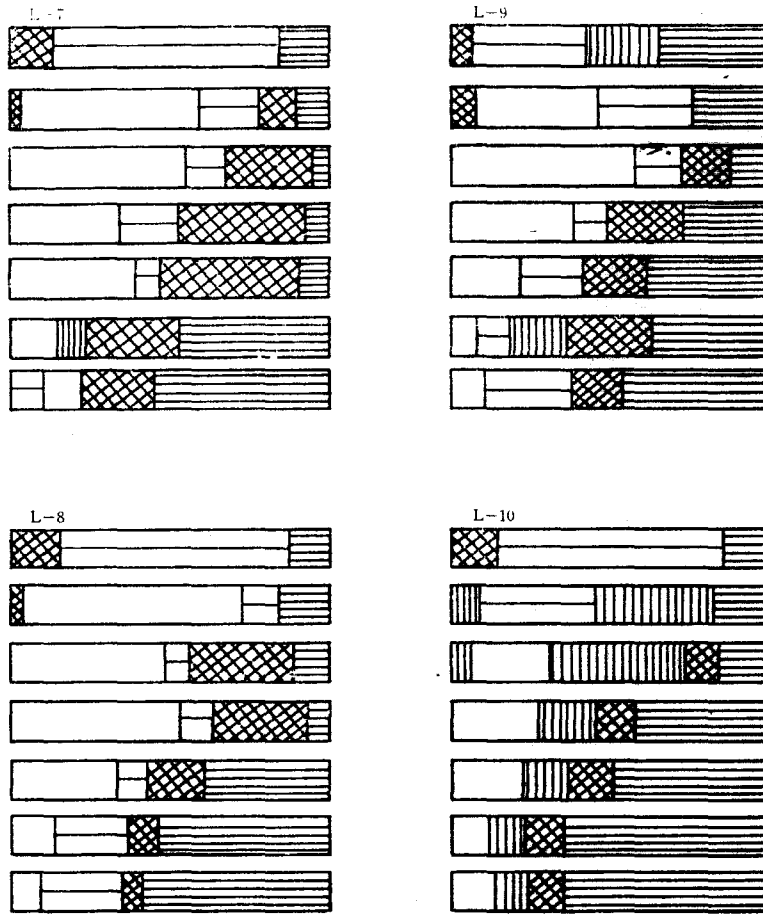


Fig. 2-b Hull Cell patterns of the basic dilute baths, L-7, L-8, L-9 and L-10.

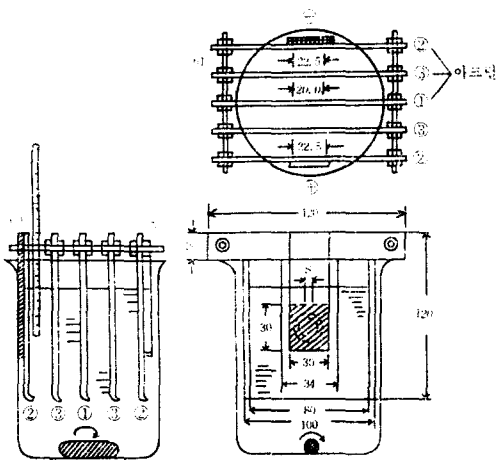


Fig. 3. Plating Cell

Table 4. Current efficiency and plating rate of the basic dilute baths

Bath No.	(55°C)	
	Current Efficiency (%)	Plating rate (μ /min)
L-1	11.3	0.21
L-2	12.0	0.23
L-3	12.6	0.46
L-4	14.7	0.56
L-5	15.4	0.62
L-6	14.8	0.56
L-7	15.6	0.60
L-8	15.7	0.60
L-8	16.5	0.63
L-10	15.3	0.60

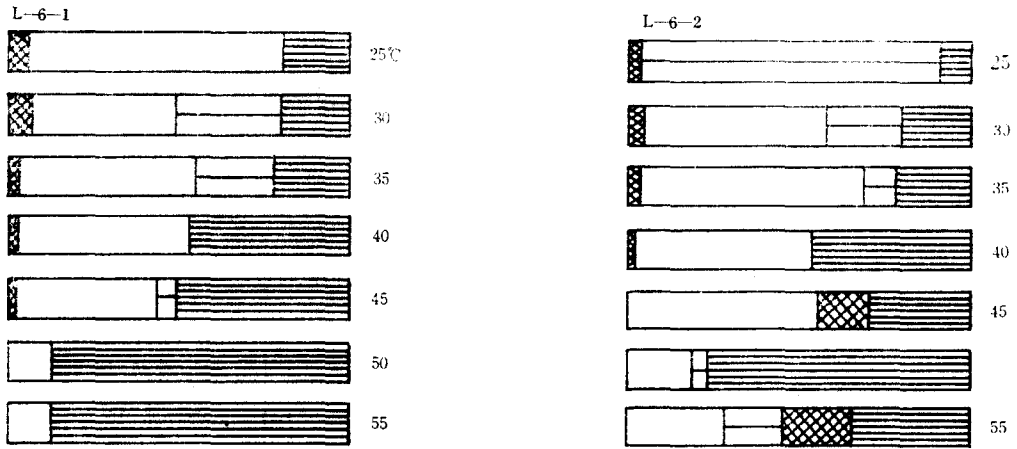


Fig. 4-a Hull cell patterns of the modified dilute baths L-6-1 and L-6-2

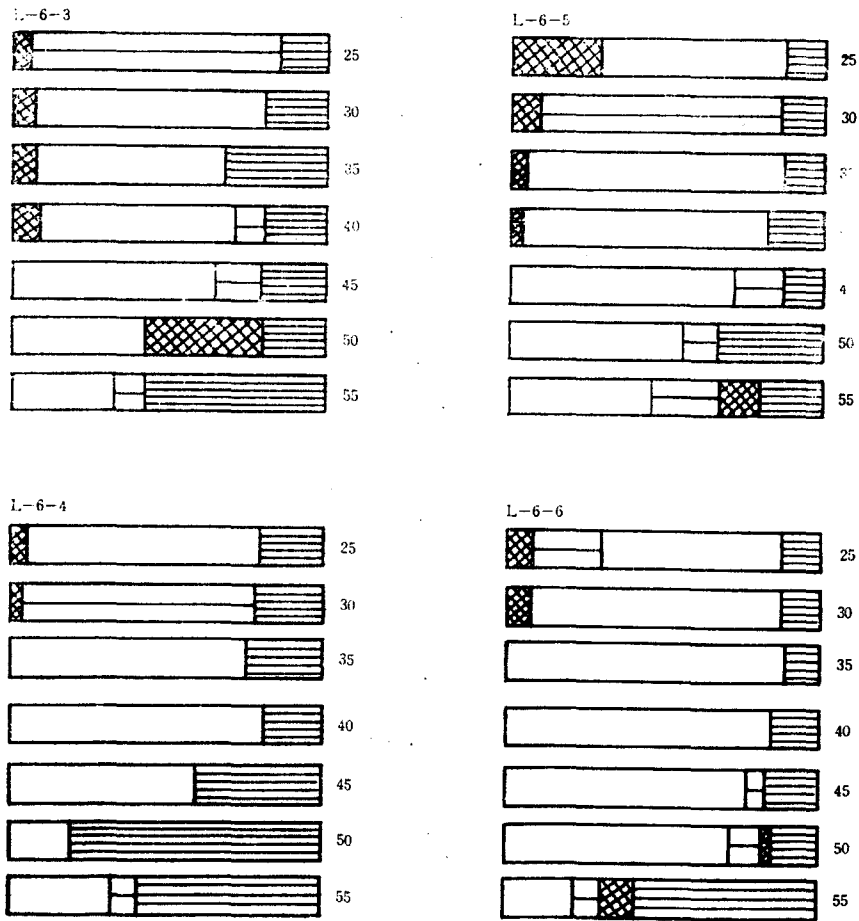


Fig. 4-b Hull Cell patterns of the modified baths, dilute, L-6-3, L-6-4, L-6-5, and L-6-6

Table 5. Plating ability of the L-6 bath (at 55°C)

visuality	bright plating range	covering power (%)	current efficiency (%)	plating rate (μ /min)
mirror bright	10A/dm ² ~	48	5~22	0.2~1.1

항을 검토하였다. L-6욕은 무수크롬산의 농도가 낮으면서도 외관 및 광택이 우수하고 광택도금 범위가 넓으며 피복력이 우수하였다. L-6욕의 도금능력은 Table 5와 같다.

첨가제는 불화물 4종, 규불산화합물 2종 및 Si와 같은 족에 속하는 Ti 과 Zr 의 불산화합물로서 CrO₃ :

Table 6. Chemical composition of the modified dilute baths

Bath No	CrO ₃ (g/l)	H ₂ SO ₄ (g/l)	Additives	(g/l)
L-6-1	60	0.6	NaF	0.6
L-6-2	60	0.6	KF	0.6
L-6-3	60	0.6	NH ₄ F	0.6
L-6-4	60	0.6	CaF ₂	0.6
L-6-5	60	0.6	Na ₂ SiF ₆	0.6
L-6-6	60	0.6	K ₂ SiF ₆	0.6
L-6-7	60	0.6	K ₂ TiF ₆	0.6
L-6-8	60	0.6	K ₂ ZrF ₆	0.6
L-6-9	60	0.6	K ₃ AlF ₆	0.6

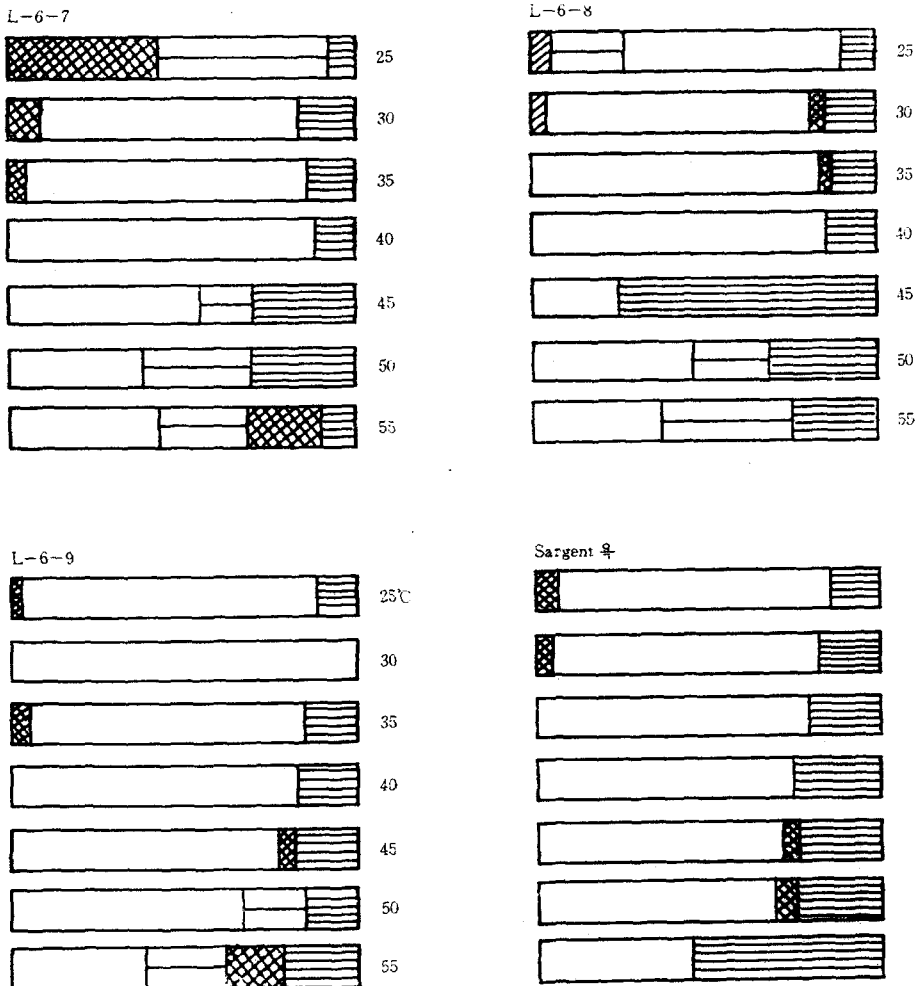


Fig. 4-c Hull Cell patterns of the modified dilute baths, L-6-7, L-6-8, L-6-9 and Sargent's

Table 7. Bright plating range of the modified dilute baths.
(Amp/dm²)

Temp °C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
Bath No							
L-6-1	semi-bright	7~25	5~30	5~	7~	20~	20~
L-6-2	"	5~25	3~30	5~	5~	20~	20~
L-6-3	"	1~20	3~30	3~30	4~	10~	15~
L-6-4	"	1~	2~	2~	5~	20~	10~
L-6-5	"	1~	2~30	3~	5~	7~	10~
L-6-6	0.4~15	0.7~25	0.5~	1~	2~	3~	10~
L-6-7	Semi-bright	1~25	1~	1~	2~	8~	10~
L-6-8	0.5~20	1~30	1~30	1~	2~	6~	10~
L-6-9	Semi-bright	1~	1~30	1~	2~	5~	10~
L-6	"	Semi-bright	8~	8~	6~	8~	10~

Table 8. Covering power of the modified dilute baths and Sargent's bath.

(%)

Temp °C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
Bath No							
L-9-1	84	80	80	65	50	29	10
L-6-2	89	83	82	54	47	24	60
L-6-3	92	83	78	82	78	81	38
L-6-4	92	92	84	82	68	15	43
L-6-5	92	89	83	83	80	80	45
L-6-6	92	90	88	87	86	84	48
L-6-7	93	85	85	87	75	80	86
L-6-8	90	86	83	86	56	70	82
L-6-9	90	92	88	85	85	85	80
Sargent	83	80	76	68	72	77	45

H₂SO₄ : 첨가제 = 100 : 1 : 1 이 되도록 L-6 욕에 첨가하여 개량 저농도욕 9종을 Table 6 과 같이 제조하였다.

2-2-1 개량 저농도 도금액의 광택 외관 및

피복력 시험

2-2에서 제조한 9종의 개량 저농도 도금액과 기본 고농도욕인 Sargent 욕의 외관과 피복력 시험으로 Hull Cell 시험과 비커 시험을 병행하였다.

2-2-1-1 Hull Cell 시험

2-1-1과 같은 방법으로 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55°C에서 5 Amp의 전류로 3분간 행하였으며 그 결과는 Fig. 4-a, 및 4-b와 같고 여기서 얻은 광택도금범위는 Table. 7과 같다.

Hull Cell 시험편으로 부터 계산한 피복력은 Table 8 과

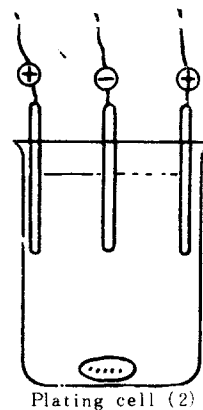


Fig. 5 Beaker Test.

같다.

2-2-1-2 비커시험

Hull Cell 시험결과 광택이 우수하며 광택범위가 넓고 피복력이 좋은 L-6-6욕(CrO_3 60g/l, H_2SO_4 0.6g/l, K_2SiF_6 0.6g/l), L-6-7욕 (CrO_3 60g/l, H_2SO_4 0.6g/l,

K_2ZrF_6 0.6g/l)과 기본 저농도욕인 L-6욕(CrO_3 60g/l, H_2SO_4 0.6g/l) 및 기본 고농도 욕인 Sargent 욕의 외관 시험으로 Fig. 5와 같은 장치물 이용하였으며 도금액 온도 및 전류밀도에 따른 효과는 Fig. 6-a 및 6-b와 같다.

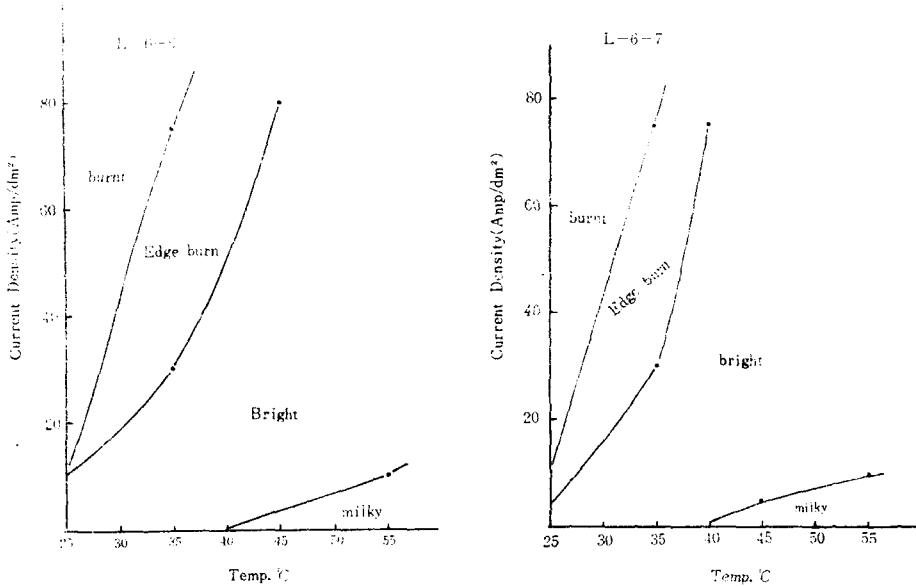


Fig. 6-a Bright plating range of the baths, L-6-6 and L-6-7

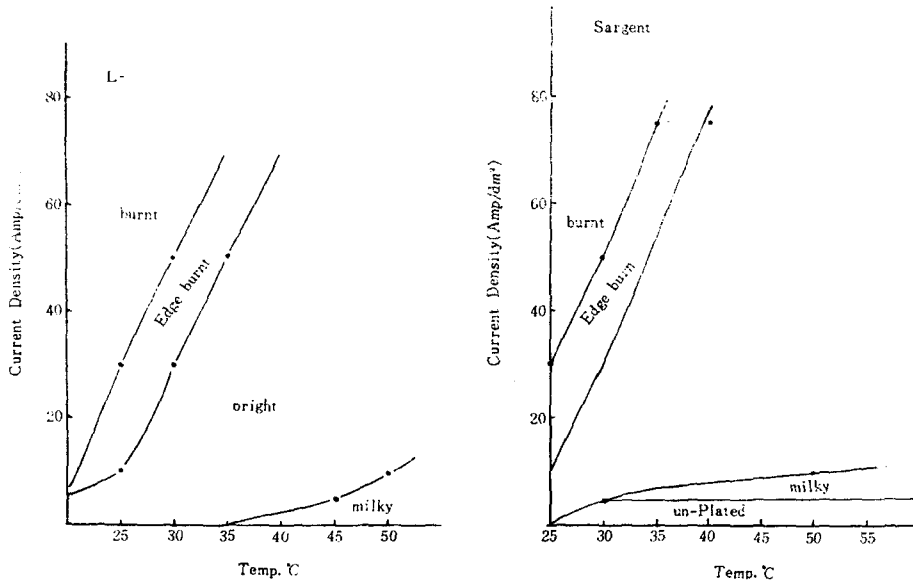


Fig. 6-b Bright plating range of the baths, L-6 and Sargent's

2-2-2 개량 저농도 도금액의 전류효율과 도금속도

비커시험을 행한 L-6-6욕, L-6-7욕, L-6욕 및 Sar-gent 욕에 대한 도금조건에 따른 전류효율 및 도금속도 시험은 2-1-2에서와 같은 장치로 시험하였다. 도금은 도는 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55°C 이었으며 전류밀도는 20, 30, 50, 75Amp/dm²이다. 그 결과는 Table 9, 10, 11 및 12과 같으며 각 도금욕의 도금조건에 따른 전류효율은 Fig. 7과 같고 일정온도에서의 전류밀도에 따른 전류효율은 Fig. 8-a, 8-b와 같다. 한편 각 도금욕의 도

Table 9. Current efficiency and plating rate of the bath L-6-6

Temp. °C	Current density Amp/dm ²	Plating time (min)	Current efficiency C. E. (%)	Average thickness (μ)	도금속도 Plating rate (μ/min)
25	20	75	24.0	27.4	0.37
	30	50	28.3	32.3	0.65
	50	30	31.7	36.2	1.21
	75	20	33.6	38.4	1.92
30	20	75	18.0	20.5	0.28
	30	50	20.4	23.2	0.47
	50	30	22.4	26.6	0.86
	75	20	24.4	27.8	1.40
35	20	75	17.3	19.7	0.27
	30	50	20.5	23.4	0.47
	50	30	26.9	30.6	1.02
	75	20	35.1	40.0	2.00
40	20	75	16.8	19.1	0.26
	30	50	20.2	23.6	0.46
	50	30	22.5	25.6	0.85
	75	20	23.7	27.1	1.35
45	20	75	17.3	19.7	0.26
	30	50	18.8	21.5	0.43
	50	30	20.4	23.2	0.76
	75	20	23.6	26.0	13.0
50	20	75	12.8	14.2	0.19
	30	50	16.7	19.1	0.38
	50	30	19.5	22.2	0.74
	75	20	22.5	25.7	1.28
55	20	75	12.6	14.4	0.19
	30	50	16.0	18.2	0.37
	50	30	18.3	20.8	0.70
	75	20	20.7	23.7	1.18

금조건에 따른 도금속도는 Fig. 9와 같고 일정온도에서 전류밀도에 따른 도금속도는 Fig. 10-a 및 10-b와 같다.

Table 10. Current efficiency and plating rate of the bath L-6-7.

Temp. °C	Current density Amp/dm ²	Plating time (min)	Current efficiency (%)	Average thickness (μ)	Plating rate (μ/min.)
25	20	75	21.3	24.3	0.32
	30	50	27.3	31.6	0.62
	50	30	30.7	35.0	1.17
	75	20	31.5	36.4	1.80
30	20	75	19.2	21.8	0.30
	30	50	22.2	25.3	0.51
	50	30	25.9	31.1	1.00
	75	20	27.8	31.8	1.59
35	20	75	18.3	20.9	0.28
	30	50	20.9	23.9	0.48
	50	30	24.3	27.8	0.93
	75	20	25.3	28.9	1.44
40	20	75	19.8	22.6	0.30
	30	50	21.9	24.9	0.50
	50	30	22.1	25.2	0.84
	75	20	24.7	28.2	1.41
45	20	75	17.9	20.4	0.27
	30	50	20.1	23.0	0.46
	50	30	20.9	23.8	0.80
	75	20	22.8	26.0	1.30
50	20	75	17.9	20.4	0.27
	30	50	19.5	22.2	0.44
	50	30	21.0	23.9	0.80
	75	20	22.8	26.0	1.30
55	20	75	14.4	16.3	0.22
	30	50	16.9	21.0	0.42
	50	30	19.1	21.8	0.73
	75	20	19.9	22.9	1.14

3. 고 찰

3-1 외관

그림 2-a 및 2-b에서 보는 바와 같이 기본 저농도욕의 각 온도에서의 광택도금범위는 45~50에서 가장 넓고 저온으로 갈수록 저 전류밀도 범위에서 도금이

Table 11. Current efficiency and plating rate of the bath L-6

Temp (°C)	Current density Amp/dm ²	Plating time(min)	Current efficiency (%)	Average thickness (μ)	Plating rate (μ/min)
25	20	75	21.0	23.9	0.32
	30	50	23.8	27.1	0.54
	50	30	24.4	28.3	0.94
	75	20	25.5	29.0	1.45
30	20	75	21.4	24.3	0.32
	30	50	21.8	24.9	0.50
	50	30	21.4	24.4	0.81
	75	20	26.8	30.6	1.52
35	20	75	19.1	21.8	0.29
	30	50	19.6	22.4	0.45
	50	30	21.5	24.6	0.82
	76	20	22.8	26.0	1.30
40	20	75	18.0	21.9	0.27
	30	50	19.8	22.8	0.46
	50	30	20.8	23.8	0.79
	76	20	22.1	25.2	1.25
45	20	75	16.7	19.0	0.25
	30	50	20.3	23.0	0.45
	50	30	21.0	23.9	0.77
	75	20	18.6	21.2	1.06
50	20	75	15.0	17.0	0.23
	30	50	16.9	19.4	0.38
	50	30	20.9	23.8	0.80
	75	20	21.5	24.7	1.25
55	20	75	13.3	15.2	0.21
	30	50	14.8	16.8	0.34
	50	30	17.8	20.2	0.67
	75	20	18.9	21.6	1.08

되었다. 무수크롬산농도가 10g/l나 20g/l인 L-1 및 L-2 욕에서는 광택도금이 되지 않았으나 30g/l 이상의 도금 욕에서는 광택도금이 되었는데 이것은 크롬도금액의 도금 가능한 최저농도가 25g/l 라고 한 Saburo Konishi 와 일치되는 현상이라고 하겠다. 저농도욕에서 얻은 도금의 광택은 욕안으로 보기에 고농도욕인 Sargent 욕에서 얻은 도금광택보다 우수하였으며 저온에서는 고전류밀도 영역에서 타는 현상이 보였으나 저전류밀도 영역에서는 구름진 도금이 되었다. 한편 L-6 욕 (CrO₃ 60g/l, H₂SO₄ 0.6g/l)은 10종의 기본 저농도욕 가운데

Table 12. Current efficiency and plating rate of Sargent Bath

Temp (°C)	Current density Amp/dm ²	Plating time(min)	Current efficiency (%)	Average thickness (μ)	Plating rate (μ/min)
25	20	75	23.1	26.3	0.35
	30	50	29.5	34.0	0.68
	50	30	34.4	39.3	1.31
	75	20	35.6	41.6	1.99
30	20	75	17.3	19.7	0.26
	30	50	29.0	33.1	0.66
	50	30	32.5	38.3	1.26
	75	20	33.0	37.6	1.88
35	20	75	13.0	14.8	0.20
	30	50	19.0	21.6	0.43
	50	30	22.1	25.2	0.84
	75	20	24.4	27.9	1.39
40	20	75	11.5	13.1	0.18
	30	50	13.9	16.2	0.32
	50	30	16.2	18.5	0.62
	75	20	21.2	24.2	1.21
45	20	70	10.0	12.0	0.16
	30	50	12.1	14.9	0.28
	50	30	16.0	18.5	0.61
	75	20	19.5	22.5	1.12
50	20	75	9.32	10.8	0.14
	30	50	11.1	12.6	0.25
	50	30	13.6	16.4	0.52
	75	20	16.6	19.0	0.95
55	20	75	9.2	9.9	0.14
	30	50	10.2	12.3	0.26
	50	30	12.8	15.1	0.50
	75	20	16.8	20.6	1.03

광택도금 범위가 가장 넓었다. 첨가제의 영향을 알기 위해 불화물 4종, 규불화물 2종과 착화합물 3종은 L-6욕에 첨가하여 만든 L-6-1~L-6-9욕의 Hull Cell 시험결과에 의하면 (Table 7 참조) 1 Amp/dm²의 저전류밀도 범위에서도 광택도금이 가능함을 알 수 있으며 전력사정이 좋지 않은 곳에서도 좋은 광택도금을 얻을 수 있다.

한편 크롬도금에서 가장 많이 쓰이는 첨가제인 Na₂SiF₆ (L-6-5)보다는 K₂SiF₆를 함유하는 L-6-6욕이 가장 넓은 광택범위를 가지고 있었다. 비커시험으로 행

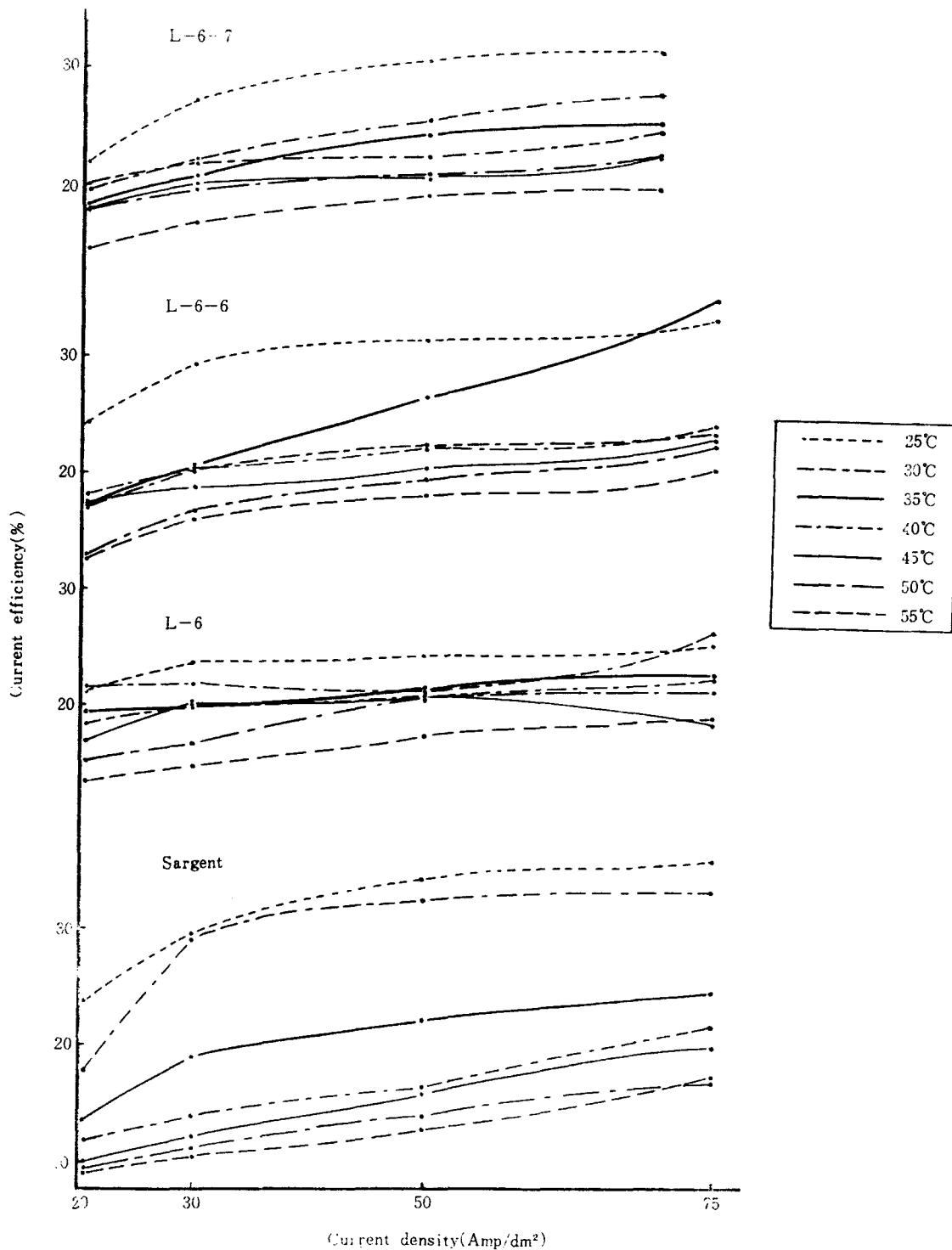


Fig. 7 Effect of plating conditions on current efficiency

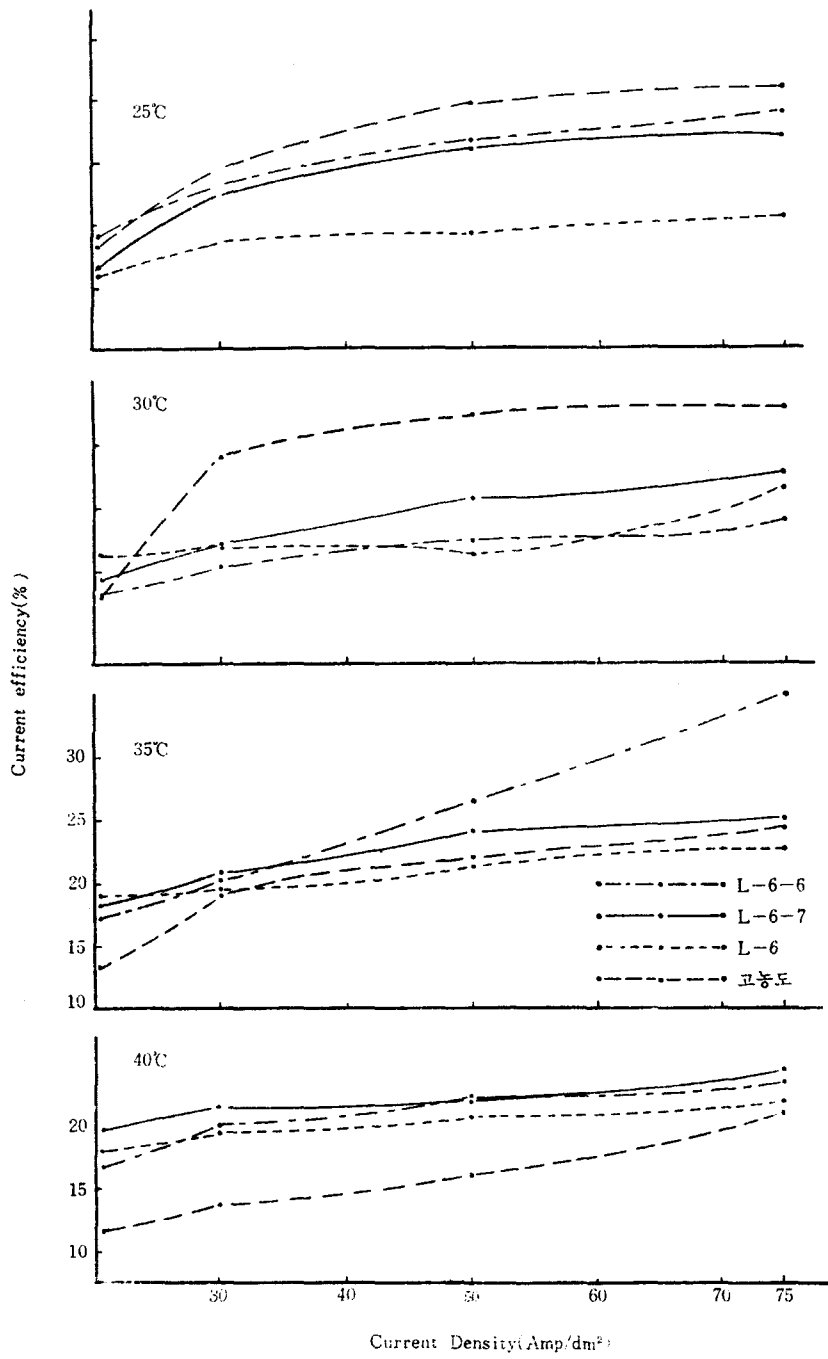


Fig. 8-a Effect of current density on current efficiency at constant temperature

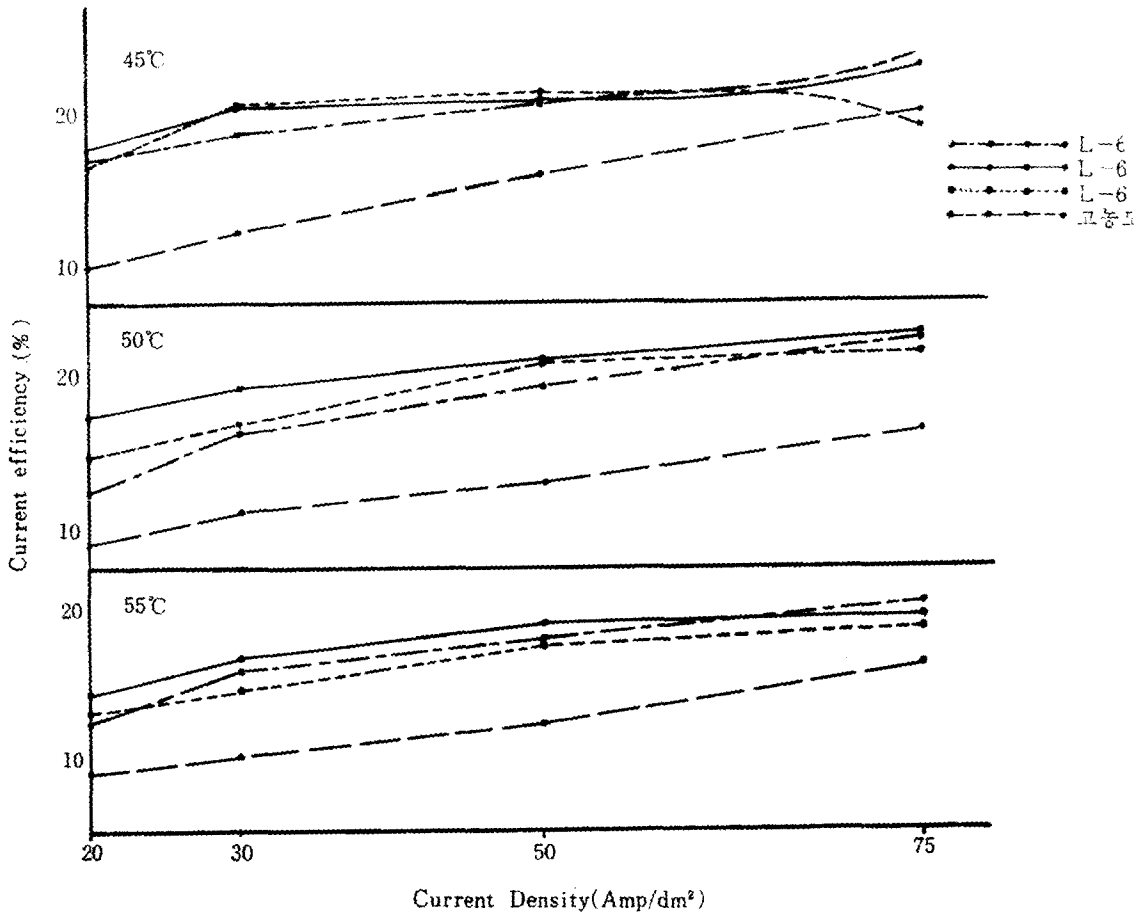


Fig. 8-b Effect of current density on current efficiency at constant temperature.

한 전류밀도 (5~75Amp/dm²) 및 도금액 온도 (25~55°C) 등 도금액 조건이 외관에 미치는 영향을 조사한 그림 6-a 와 6-b에 의하면 고농도용인 Sargent 욕에서는 거의 전 도금액 온도에서 10Amp/dm²이하의 저전류밀도 범위에서는 무도금이 되었으나 저농도용에서는 무도금 범위가 없고 광택도금범위는 욕조성에 관계없이 같은 전류밀도와 온도범위를 갖고 있으며 따라서 저농도용으로도 고농도용과 같은 도금액 조건으로 광택도금을 할 수 있음을 알 수 있었다. 외관으로 본 가장 좋은 도금액은 L-6-6 욕과 L-6-7 욕이다.

3-2 피복력

저농도 도금액의 피복력을 구하기 위하여 Hayashi가 이용한 평행 음극법을 사용하였으나 모든 도금액이 100%에 이르는 피복력은 보여주었으므로 Hull Cell 시험편의 도금된 부위로 피복력을 구하였다. 크롬도금액은

다른 도금액과는 달리 피복력이 작으며 70%전후의 낮은 피복력을 갖는다고 하였으나 본 저농도용에서는 93%의 좋은 피복력을 보여주었고 있다. (Table 8 참조) 고농도용에서는 저전류밀도 영역에 무도금 범위가 넓으나 저농도용에서는 저전류밀도 영역에서 도금되지 않은 부위가 좁으며 도금액 온도가 낮아 질수록 무광택도금이나 피복력이 증가하여 90%에 이른다.

3-3 전류효율

각 도금액의 도금액 조건에 따른 전류효율을 구한 Table 9, 10, 11 및 12에 의하면 일반적으로 온도가 상승할수록 전류효율이 낮아지고 전류밀도가 커질수록 전류효율은 증대하였다. 고농도 Sargent 욕은 25°C, 75Amp/dm²에서 최고 35.6%의 전류효율을 나타냈으나 50°C, 20 Amp/dm²에서는 9.2%를 나타냈다. J. Doskar 와 J. Gabriel 은 일련의 연구에서 무수크롬산 농도가 낮아질

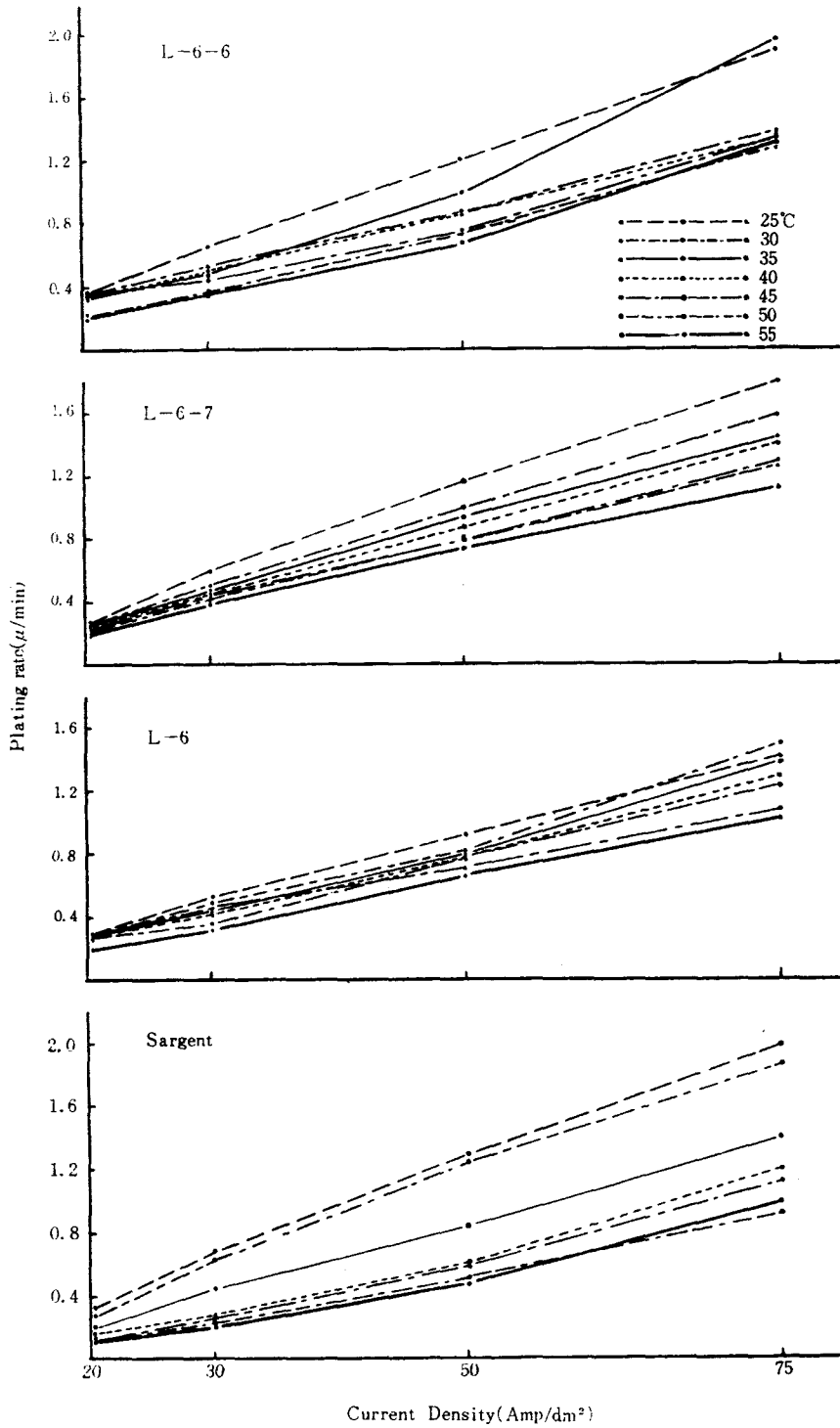


Fig. 9 Effect of plating condition on plating rate

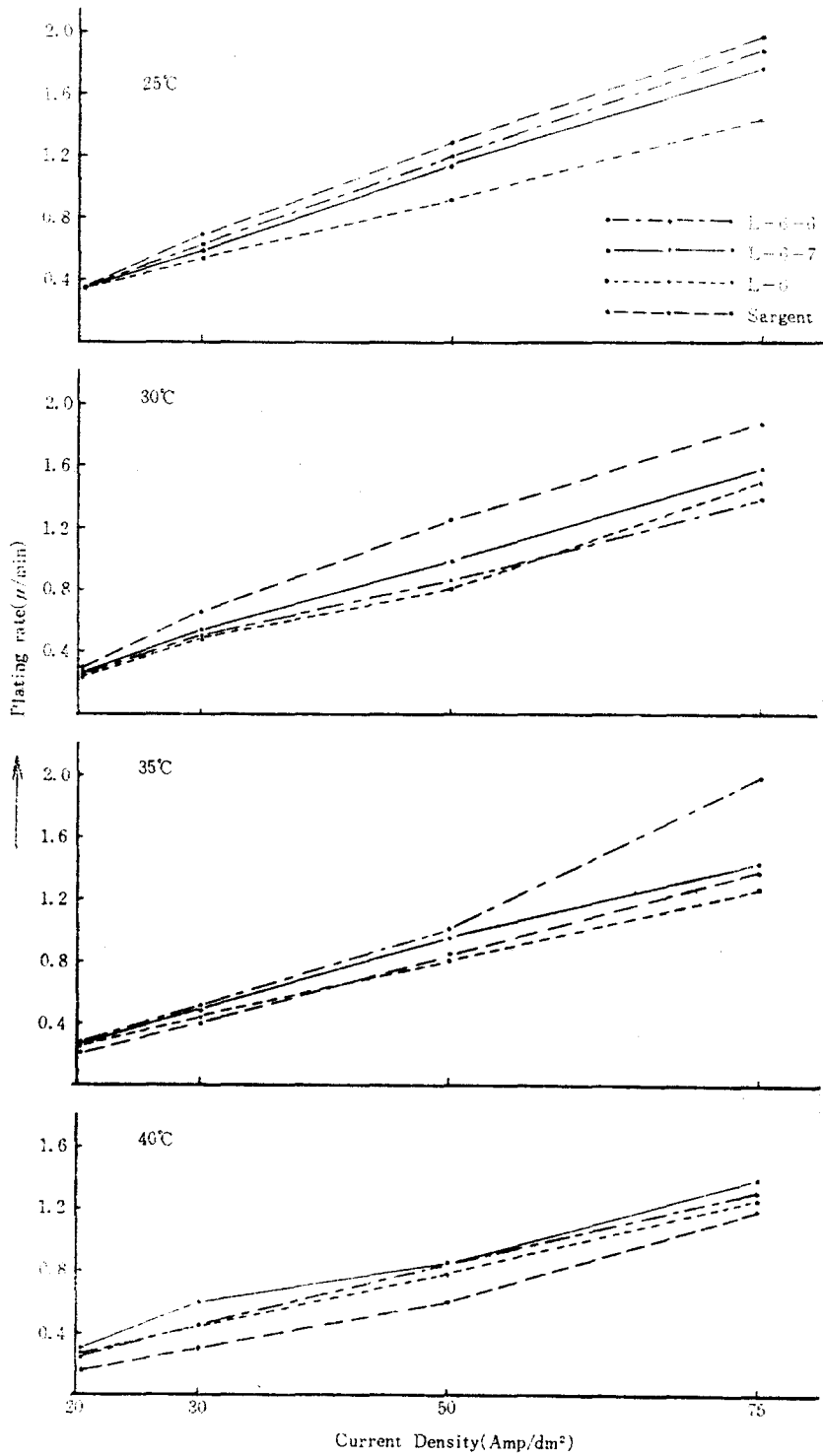


Fig 10-a Effect of current density on plating rate at constant temp.

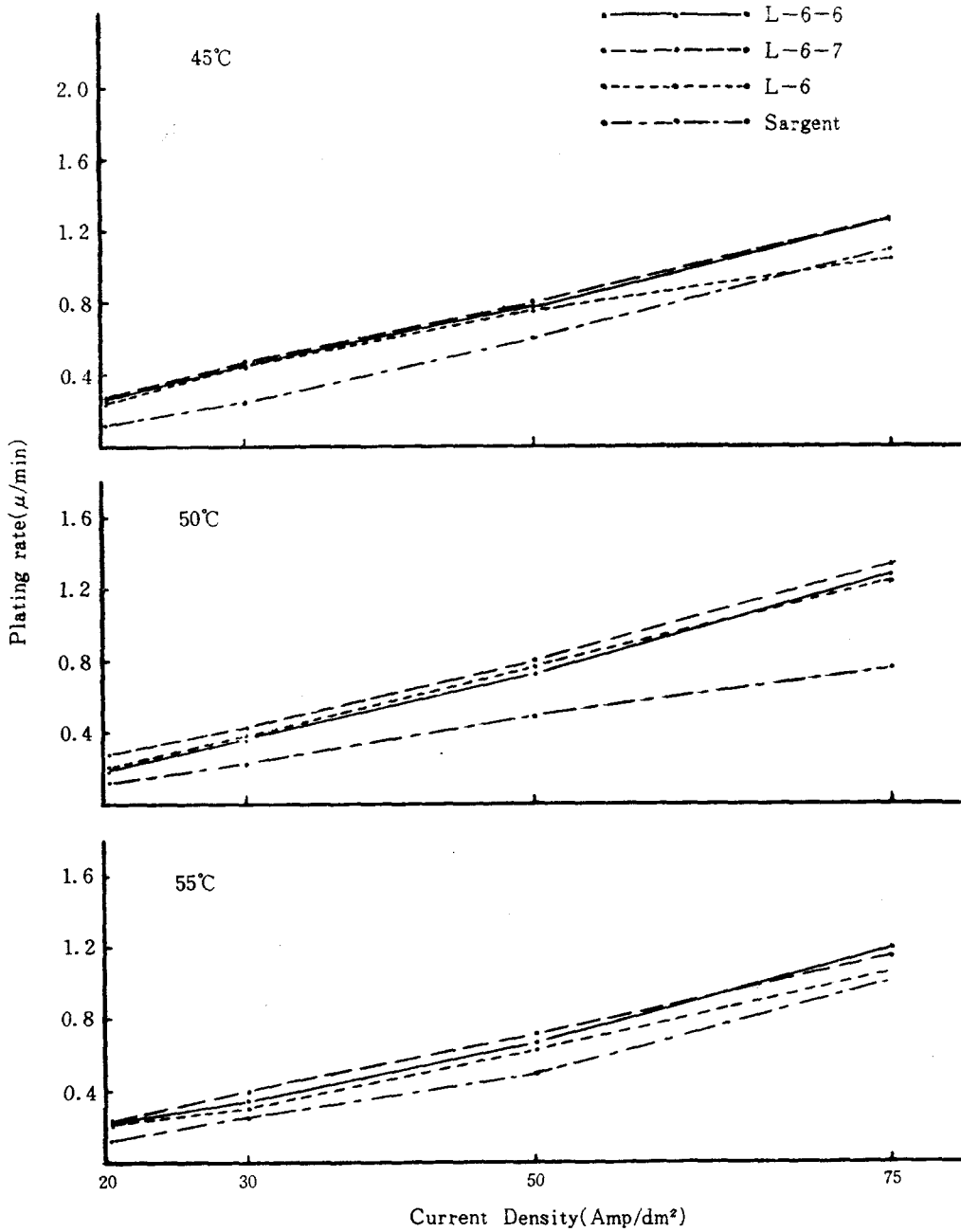


Fig. 10-b Effect of current density on plating rate at constant temp.

수록 전류효율이 증대하여 80~150g/l CrO₃ 에서 최대 전류효율이 얻어진다고 했으나 무수크롬산 농도 40g/l 에서 100g/l 범위에서는 15%전후의 비슷한 전류효율을 보여주었다.

Fig. 7 과 8 에 의하면 일정도금욕에서는 온도가 상승함에 따라 전류효율이 낮아지고 일정온도에서는 전류밀도가 높아짐에 따라 전류 효율이 증대되고 있다. 25~30°C 의 저온에서는 고농도 Sargent 욕의 전류효율이 저농도보다 크나 35°C 이상에서는 저농도욕의 전류 효율이 더 컸다.

3-4 도금속도

Herbert Geduld 는 도금속도는 도금온도와 전류밀도의 함수로 전류밀도가 커지고 온도가 상승함에 따라 도금속도가 빨라진다고 하였다. 그러나 Fig. 9 및 10-a, 10-b에 의하면 도금속도는 전류밀도에 따라 상승하

나 반대로 일정전류밀도에서는 온도가 높아질수록 도금속도가 느려짐을 알 수 있다. 욕조성에 따른 도금속도를 살펴보면 저농도 L-6, L-6-6 및 L-6-7 욕이 고농도 Sargent 욕보다 빠르다. 그러나 첨가제를 가하지 않은 기본저농도욕에서는 L-1 및 L-2 욕을 제외하고는 55°C 에서 0.6μ/min내외의 도금속도를 갖고 있으며 농도에 따른 큰 차이가 없다. 한국공업규격 KSD 8302 에 의하면 장식크롬도금에 있어서 최저 크롬두께는 0.25μ 로 되어 있고 자전거 부품⁹⁾의 크롬도금에 있어서는 0.1μ를 크롬의 최저 두께로 하고 있다. 본 연구에서 우수하다고 생각되는 L-6-6 욕이나 L-6-7욕으로 도금 할 경우 5초의 도금으로도 KS 합격품을 제조할 수 있다고 생각된다. 기본 고농도욕인 Sargent 욕과 개량 저농도욕 L-6-6 및 L-6-7 욕의 도금능력을 비교한 것은 Table 13과 같다.

Table 13. Plating-ability of the baths L-6-6, L-6-7 and Sargents

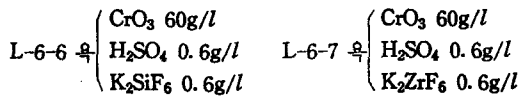
Bath No	Temp (°C)	Visuality	Bright plating range, (Amp/dm ²)	Covering power (%)	Current efficiency (%)	Plating rate (μ/min)
L-6-6	25	mirror bright	0.4~11.5	92	27.4~38.4	0.37~1.92
	30	"	0.5~	90	20.5~27.8	0.28~1.40
	35	"	0.5~	88	19.7~40.0	0.27~2.00
	40	"	1.0~	87	19.1~27.1	0.26~1.35
	45	"	1.5~	86	19.7~26.0	0.26~1.30
	50	"	2.5~	84	14.2~25.7	0.19~1.28
	55	"	11.5~	48	14.2~23.7	0.19~1.18
L-6-7	25	"	반광택	93	24.3~36.4	0.32~1.80
	30	"	1.0~	85	21.8~31.8	0.30~1.59
	35	"	1.0~	85	20.9~28.9	0.28~1.44
	40	"	1.0~	87	22.6~28.2	0.30~1.41
	45	"	2.0~	75	20.4~26.0	0.27~1.30
	50	"	8.5~	80	20.4~26.0	0.27~1.30
	55	"	8.5~	86	16.3~22.9	1.30~1.14
Sargent	25	"	10~	83	23.1~35.6	0.35~1.99
	30	"	10~	80	17.3~33.0	0.26~1.88
	35	"	10~	76	13.0~24.4	0.20~1.39
	40	"	10~	68	11.5~21.2	0.18~1.21
	45	"	10~	72	10.0~19.5	0.16~1.12
	50	"	10~	77	9.3~16.6	0.14~0.95
	55	"	10~	45	9.2~16.8	0.14~1.03

5. 결 론

본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 꼭 같은 도금조건 하에서 100g/l 이하의 저농도 크롬도금액으로도 고농도 장식크롬도금액과 같은 광택도금을 얻을 수 있으며 CrO₃ 60g/l, H₂SO₄ 0.6g/l 욕은 특히 광택 범위가 넓고 광택이 우수하다.

2. 흔히 쓰이는 Na₂SiF₆ 보다는 K₂SiF₆ 가 첨가제로 좋으며 저농도욕으로서 광택등 외관이 우수하고 피복력이 좋은 도금액은 다음과 같다 .



3. 저농도욕의 피복력은 고농도욕 보다 크고 특히 5 Amp/dm²의 저전류밀도에서도 광택도금이 얻어진다.

4. 광택범위가 가장 넓고 광택이 우수한 40°, 45°C에서의 L-6-6 욕과 L-6-7 욕의 최대전류효율과 도금속

도는 각각 40°C에서 L-6-6 욕 23.7%, 1.35μ/min, L-6-7 욕은 24.7%, 1.41μ/min 이며 45°C에서는 L-6-6 욕이 23.6% 1.35μ/min 이며 L-6-7 욕에서는 22.8%, 1.30μ/min 이다.

참 고 문 헌

- 1) 신종철 외, NIRI Report Vol 25, p. 9~(1975)
- 2) P. Morisset, Chromium Plating p. 79 (1954)
- 3) M. Konishi, Chromium Plating p. 13 (1954)
- 4) T. Hayashi, Doctoral thesis; Study on chromium plating solution with fluosilicate
- 5) Saburo Konishi & Mitsuaki Tadagosh, MF, 72(1) 57 (1974)
- 6) J. Doekar & J. Gabriel, MF, 65 (3) 71~(1967)
- 7) Herbert Geduld, MF, 64 (9) 56~(1966)
- (8) KS D 8302
- 9) KS B 8023.