

연속 판재 적용을 위한 고속 동도금의 공정 조건  
 The process condition of High-speed copper plating for application of continuous plate

박상언\*, 허세진, 김종현, 강용석, 최주원  
 (주)코텍, 기술연구소

**초 록 :** 고속 동도금 공정을 확립하기 위하여 선행실험으로 알카리계 동도금 용액을 이용하여 고속 동도금의 가능성을 실험하였다. 전류밀도와 극간거리, 유속의 조절을 통하여 최대 17.6 $\mu$ m/min. 속도의 도금속도를 확보하였으며, Hv 120 내외의 경도를 확보하였다. 고속 동도금을 실현하기 위해서는 높은 전류밀도를 필요로 하고, 낮은 용액 저항을 위해 극간거리는 짧게 유지하되, 빠른 유속을 필요로 하였다.

1. 서 론

일반적으로 동도금은 레벨링과 광택이 우수하여 장식도금의 하지로 널리 사용되고 있으며, 우수한 전기전도도로 인하여 각종 전자부품 및 전기부품에 적용되고 있다. 그러나 현재 표면처리 업체에서 적용되고 있는 동도금의 경우 분당 5 $\mu$ m이내의 도금속도를 가지고 있고, 동전주 도금의 경우는 1-2 $\mu$ m의 속도를 가지고 있어 제품 하나의 두께가 300 $\mu$ m임을 고려하면 2시간 30분에서 3시간가량이 작업시간이 요구되어 동도금 제품의 생산성을 떨어뜨리고 제조원가를 높이는 결과를 가져온다.

본 연구에서는 현장에서 적용 가능한 고속 동도금 공정을 개발하고자 한다. 이러한 공정 개발의 일환으로 시안계열의 알카리 도금욕에서의 고속동도금을 위한 가능성을 조건에 따라 전류효율을 이용하여 평가하였으며, 차 후, 고속 동도금을 위한 장치 및 공정조건에 대한 데이터로 활용하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

본 연구에서 음극 시편은 100mm $\times$ 65mm SUS (304) 시편을 사용하였고, 양극은 99%이상의 전기동을 사용하여 양극주머니에 담긴 채로 도금을 실시하였다. 음극용 시편은 공업용 탈지액(Niosol #300, 60 $^{\circ}$ C)을 사용하여 10분간 탈지를 실시하고 15% 황산을 이용하여 10초간 활성화를 실시한 후, 전해도금을 실시하였다. 사용된 장치의 개략도는 그림1과 같으며, 기본적인 용액의 조성은 표1에 나타내었다.

표 1. 공정변수와 실험범위

용액조성/공정변수	관리기준(건육)	단위
CuCN (시아니화구리)	37-60(75)	g/l
NaCN (시아나트륨)	(100)	g/l
NaOH (수산화나트륨)	(30)	g/l
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (탄산나트륨)	(5)	g/l
롯데염	(10)	g/l
Cu 금속염	53	g/l
free-NaCN	15-23(19)	g/l
온도	50-80	$^{\circ}$ C
교반	air 및 유속	l/min
전류밀도	조건별	A/dm <sup>2</sup>

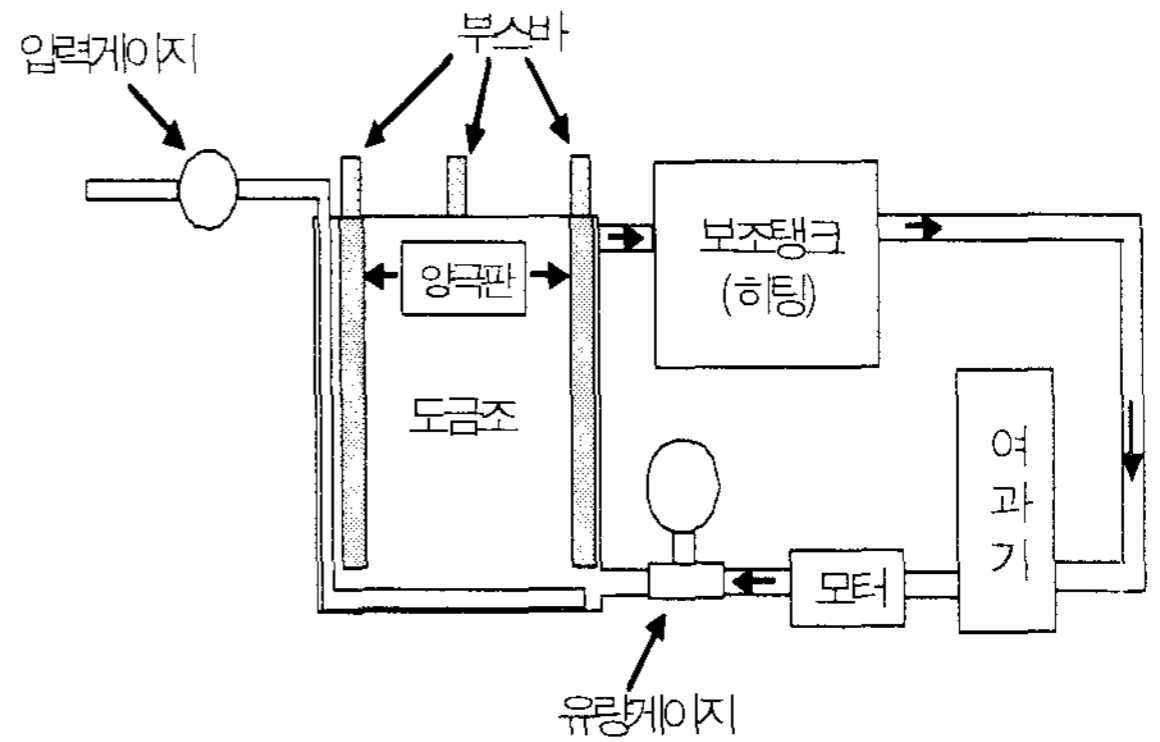


그림 1. 실험장치의 개략도

2.2 실험결과

2.2.1 온도에 따른 전류효율

온도에 따른 전류효율의 변화를 그림 2에 나타내었다. 그림에서 X축은 도금액의 온도를 나타내고 있으며, Y축은 음극 전류효율을 계산하여 나타낸 값이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 동일한 전류밀도와 극간 간격에서 온도가 증가할수록 전류효율은 증가하는 것을 알 수 있었다. 따라서 정화동 도금액을 이용한 고속 동도금에서는 용액의 온도가 높을수록 더 높은 전류효율을 얻을 수 있다.

또한 일반적으로 도금용액의 온도가 높을수록 더 많은 전류밀도의 인가가 가능하여 고속 도금상에는 유리한 특성이 있는 것으로 알려져 있으나, 고온으로 인한 용액의 증발 등 용액 관리상의 문제로 인하여 일반적으로 관리되고 있는 65 $^{\circ}$ C 내외에서 조건에서 용액의 온도를 설정하였다.

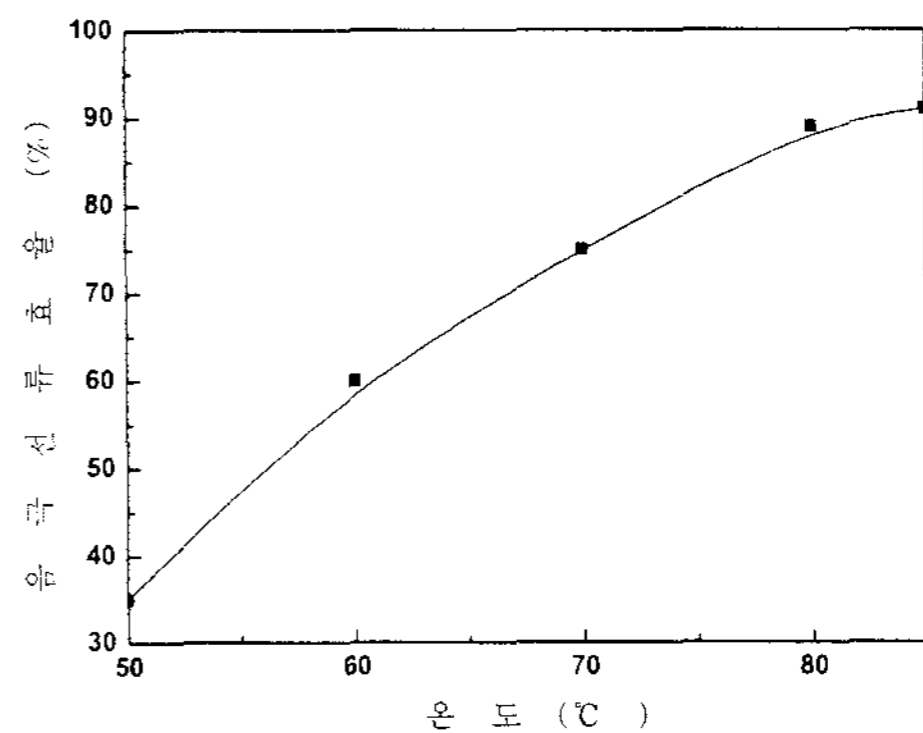


그림 2. 도금액 온도에 따른 전류효율

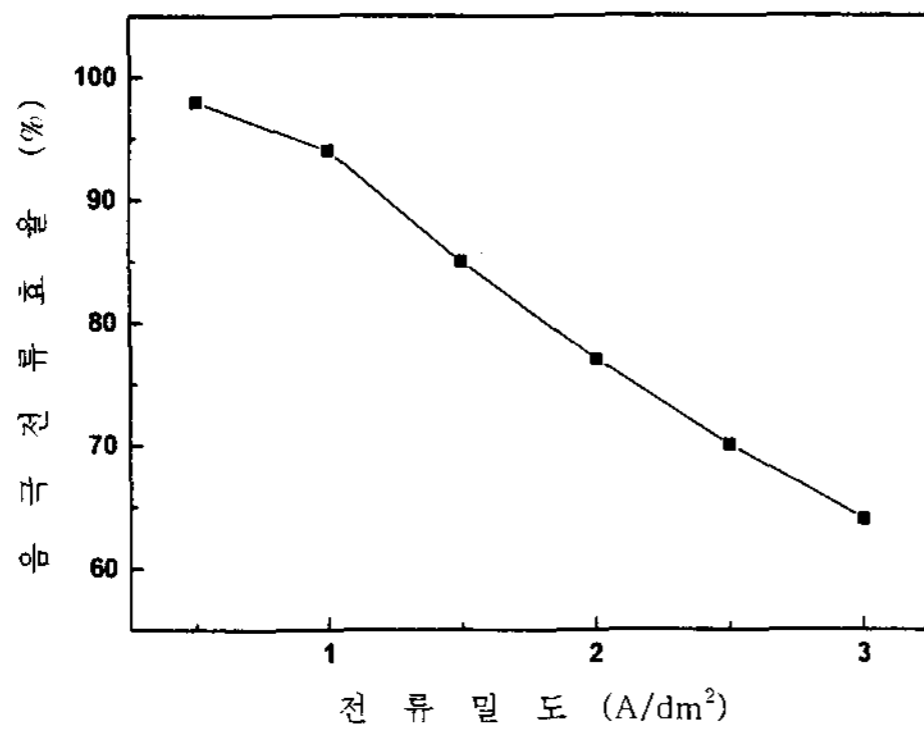


그림 3. 전류밀도에 따른 전류효율 (저전류)

### 2.2.2 전류밀도에 따른 전류효율

일반적인 Hull Cell 실험에서 전류밀도에 따른 전류효율의 변화를 그림 3.에 나타내었다. 그림에서 X축은 음극 전류밀도를 나타내고 있으며, Y축은 음극 전류효율을 계산하여 나타낸 값이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 동일한 용액의 온도와 극간 간격에서 전류밀도가 증가할수록 전류효율은 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 청화동 도금액을 이용한 고속 동도금에서는 용액의 온도가 높을수록 더 높은 전류효율을 얻을 수 있다.

그림4.는 상기의 용액의 조성에서 유속 3l/min.의 속도로 양극과 음극의 극간 거리를 65mm로 조정된 경우에 있어서 하기의 전류밀도에서 1분간의 도금을 실시하고 측정된 도금층의 두께이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 유속이 빠른 경우에 있어서는 전류밀도의 증가와 관련없이 지속적으로 도금층의 속도를 증가시킬 수 있음을 알 수 있다. 그러나 제품의 특성에 있어서 전류밀도 30A/dm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 제작한 시편의 경우는 판재의 끝단부(고전류부위)에서는 과다전류로 인해 거친 도금층이 형성되고 다소 흑색을 가지는 버닝 현상을 나타내었다. 이러한 현상은 고전류밀도로 증가할수록 더욱 심하게 나타났으며, 끝단부에서의 범위도 증가되는 현상을 나타내었다.

일반적으로 전류밀도의 상한치는 용액의 농도를 높이거나, 유속을 빠르게 함으로서 조절이 가능한 것으로 알려져 있다. 본 실험에서도 상기의 용액에 있어서는 3l/min.의 속도로 양극과 음극의 극간 거리를 65mm로 하였을 때, 최대 전류밀도 30A/dm<sup>2</sup> 이하가 적합하다는 것을 알 수 있었다.

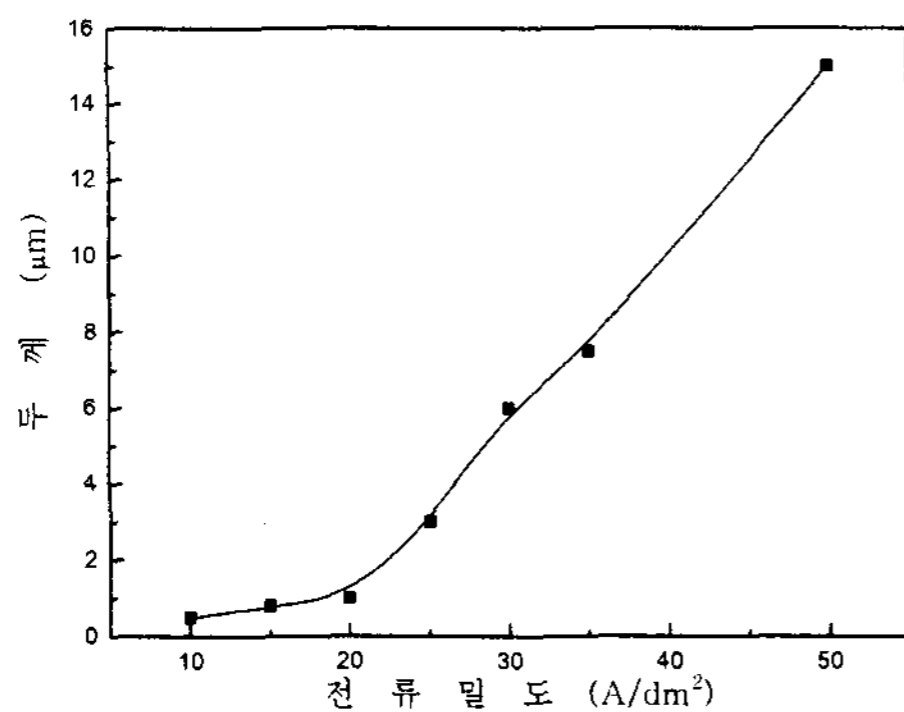


그림 4. 전류밀도에 따른 전류효율(고전류)

표 2. 극간거리에 따른 도금 속도

전류밀도 (A/dm <sup>2</sup> )	온도(°C)	도금속도 (μm/min.)	
		극간 40mm	극간 65mm
3	50	1.0	-
5	50	1.8	1.4
8	50	2.3	1.8
8	70	2.7	2.2

### 2.3. 극간거리에 따른 평가

표 2는 상기의 용액 조건에서 극간 거리를 40mm와 65mm로 하여 유속을 3l/min.의 속도로 하여 30분간 도금을 실시한 후, 도금층의 성장속도를 측정된 결과이다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 전류밀도가 증가할수록 도금층의 성장 속도는 증가하였다. 도금층의 성장 속도는 온도 증가에 비례하고, 극간 거리에는 반비례하여 증가였다.

상기 표에서 특이한 사항은 극간거리 65mm에서 3A/dm<sup>2</sup>의 전류밀도에서는 시편의 표면에 동도금이 형성되기는 했으나 도금층의 두께를 거의 측정할 수 없을 정도의 낮은 도금층이 형성되었다. 전류밀도 증가에 따른 도금층의 성장속도는 전류효율의 감소에 따라 비례적인 증가하지 않는 것으로 나타나 앞선 실험의 결과와 잘 일치하고 있다. 도금액의 온도증가에 따른 도금층의 성장속도에 있어서는 음극 전류효율과 증가에 따라 도금층의 성장속도는 증가하고 있으나, 다른 요인에 기인하여 상기 전류효율과 같은 2배가량의 속도 증가는 나타나지 않았다.

## 3. 결 론

현장에서 적용 가능한 고속 동도금 공정을 개발하고자 알카리 도금액에서의 고속동도금을 위한 가능성을 평가하였다. 고속 동도금을 실현하기 위해서는 도금액의 전류밀도의 증가와 더불어 용액의 농도는 짙어져야하며, 이와 더불어 적절한 온도의 상승과 유속의 증가가 필요함을 알 수 있었다. 상기 실험을 통하여 전류밀도 50A/dm<sup>2</sup>, 용액온도 65°C, 극간거리 40mm, 유속 3l/min.의 조건에서 최대 17.6 μm/min.의 도금속도를 확보하였다.

## 감 사 의 글

본 연구는 2006년도 산업단지 창원혁신클러스터 현장 맞춤형 기술개발 사업의 지원으로 이루어졌습니다.

## 참 고 문 헌

- [1] Ned Mandich, et. al. "Cyanide Copper Plating Reinvents itself", Metal Finishing, June, pp30-36, 2005.
- [2] Ned Mandich, et. al. "Cyanide Copper Plating Reinvents itself", Metal Finishing, March, pp29-35, 2005.
- [3] Mathers, F.C., Trans. Electrochem. Soc., 33:1, 1918.