

연속 판재 생산을 위한 고속 동도금 공정 개발
The process development of High-speed copper plating
for product of continuous plate

강용석^{1*}, 박상연¹, 허세진¹, 최주원¹, 이주열², 이상열², 김만²
 (1) (주)코텍, 기술연구소
 (2) 한국기계연구원 부설 재료연구소, 표면기술연구부

초 록 : 연속 동판재 생산을 위하여 전주도금 기술과 고속 동도금 기술을 응용하여 동도금 공정을 개발하였다. 동 연속 전주 장비를 개발하고 적절한 동도금 조건의 개발을 통하여 연속적인 동도금 판재의 생산이 가능하게 하였다. 연속 전주 장치에서 제작된 동판재의 최종 물성을 살펴보면 두께 형성 속도는 20 μ m/min. 속도이고, 동판재의 두께 편차는 5%이내의 두께 편차를 나타내었다. 제작된 동 판재의 비저항은 2.2x10⁻⁶ \cdot cm를 나타내었으며, SEM을 이용한 표면관찰에서 void-free한 형태를 나타내었다. 판재상의 피막의 불순물은 500ppm 이하의 물성을 나타내었다.

1. 서 론

금속으로서 동(Cu)은 은(Ag) 다음으로 우수한 전기전도도를 가지고 있으며, 연성과 전성이 뛰어나 가공하기 쉬우며, 적당한 강도를 가지고 있어 인류가 가장 먼저 사용한 금속이다. 오늘날에 있어서는 우수한 전기전도도로 인하여 각종 전자부품과 전기부품에 널리 사용되고 있다. 일반적으로 전자부품에 사용되는 동판재에 있어서 고순도 동박판을 생산하는 방법은 동 소재를 이용한 압연 방식을 적용하고 있으며, 이러한 방법은 시간과 에너지 측면에서 많은 경비를 소모하고 있다.

또한 현재 표면처리 업체에서 사용하고 있는 일반적인 동도금의 경우는 분당 5 μ m 이내의 도금속도를 가지고 있어 작업시간적인 측면에서 생산성이 떨어져, 이에 따른 제조원가를 높이는 결과를 가져온다.

본 연구에서는 전주 도금기술과 고속도금 기술을 병합하여 고순도 동판재 생산을 하기 위한 연속 동도금 공정의 개발과 더불어 장치를 개발하고자 하였다. 이러한 연구 목표 달성을 위해 먼저 동도금 연속 장치를 구성하고, 황산동 도금욕을 이용하여 조건별 테스트를 통하여 따른 최적의 동판재 생산을 위한 공정을 조건을 설정하였다.

2. 본 론

2.1 기본 공정의 구성

2.1.1 연속 전주 장치의 구성

본 연구에서는 그림1과 같은 연속전주 장치를 제작하여 이용하였다. 조의 구성은 음극드럼이 3/5가량 용액에 침적되어 있는 도금조와 flow에 의해 넘친 도금액이 저장되는 보조탱크, 초음파에 수세가 이루어지는 수세조로 구성되어 있다. 용액의 온도조절은 보조탱크에서 조절되며, 용액의 불순물과 고형물 제거를 위한 보조탱크를 구성하였다. 수세후 압축공기를 이용하여 생산된 판재의 건조를 진행하도록 구성하였으며, 건조가 끝난 판재는 권취기를 이용하여 수직

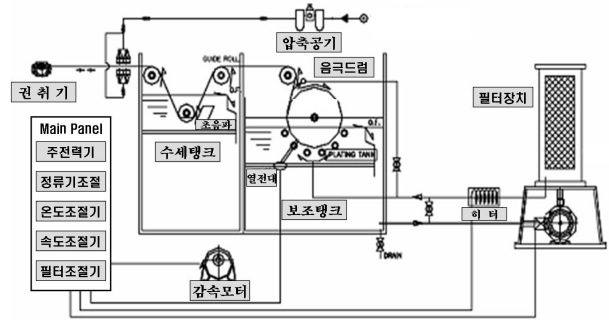


그림 1. 연속전주장치 구성도

이고 일정한 힘으로 판재를 감도록 구성하여 연속적이고 속적인 판재의 생산이 가능하도록 하였다.

음극은 SUS 304 재질로 림 210mm, 폭 300mm의 크기로 가공 제작하였고, 양극은 티타늄 바스켓을 반원모양으로 음극과 50mm 간격을 유하도록 제조하였다. 음극의 도금면은 기계적 광면마 방법을 이용하여 광택면이 되도록 하였고, 나머지 부분은 내산성 도장재를 이용하여 마스크 처리하였다. 양극은 티타늄 바스켓으로 제조하여 내부에 99%이상 순도를 가진 함인동 불을 넣고 양극포를 제작하여 양극용해로 생산된 불순물이 도금액에 들어가는 것을 방지하였다. 용액의 교반은 하부 중앙에서 분출되어 드럼면을 타고 방출되도록 구성하였다.

2.1.2 연속 전주도금의 조건

알카리옥(시안옥)과 산성옥(황산옥)을 이용하여 사전 물질 테스트를 진행하여 황산동 도금욕에서 도금층의 물성이 적절함을 확인하였다. 도금 조건은 일반적인 광택 황산동 도금 조건을 사용하였고, 공정 변수는 전류밀도와 유속에 대한 변수를 기초하여 실험을 진행하였다.

표 1. 공정변수와 실험범위

용액조성/공정변수	관리기준	단위
CuSO ₄ (황산구리)	200-250	g/l
H ₂ SO ₄ (황산)	40-75	g/l
Cl ⁻ (염화이온)	30-80	g/l
첨가제	5-8	ml/l
광택제	1	ml/l
온도	20-30	℃
유속	20	l/min
전류밀도	조건별	A/dm ²

2.2 연속전주장치의 개선

고속 연속 전주도금 장치의 개발 과정에서 산성동도금의 경우는 알카리 도금욕과 같은 음극의 부동태화는 최대한 방할 수 있다는 것을 확인하였고 이러한 결과로 속적인 도금의 형성이 가능하다는 것을 확인할 수 있었으나, 도금 속도가 상대적으로 낮아 높은 전류밀도를 필요로 하였다.

기존에 제작된 장치에서 발견된 문제점으로는

1. 전류효율의 불균일성으로 인한 분말상의 도금.
2. 높은 전류밀도 인가시 도금층의 버닝 현상

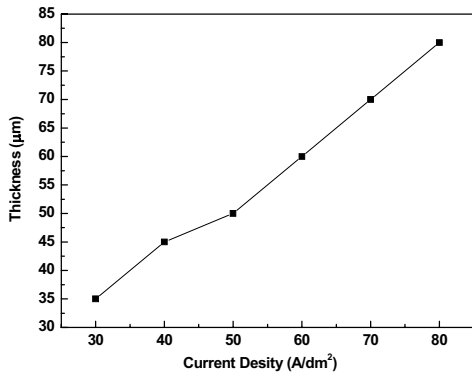
이러한 문제를 개선하기 위하여 장치의 개선은 다음과 같은 방법을 통하여 개선하였다.

1. 원활한 전류 흐름을 위하여 양극 티타늄 부스바에 동판을 붙이는 방식으로 전극과 인정동 양극불상에 원활한 전류 흐름을 유도.
2. 높은 전류밀도의 인가를 위해 유속을 기존의 5ℓ/min.에서 20ℓ/min.으로 증대.
3. 양극과 음극 간격 사이로 도금액이 flow 되도록 보조 flow 시스템을 설치하여 도금액이 음극드럼을 타고 흐르는 방식으로 flow 구조를 개선.

2.3 실험 결과

2.3.1 전류밀도에 따른 도금두께

개선된 실험 장치를 이용하여 전류밀도에 따른 도금층의 두께 변화를 살펴보고 그 결과를 그림.1에 나타내었다. 그림에서 X축은 음극 전류밀도를 나타내고 있으며, Y축은 형성된 도금층의 두께이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 전류밀도의 증가에 따라 도금층의 두께는 전류밀도와 비례하여 속적으로 증가함을 알 수 있었다. 음극드럼이 도금액 속에 침 되어 있는 시간이 4분이라는 것을 고려할 경우 도금층의 형성속도는 20 $\mu\text{m}/\text{min}$.로 추정할 수 있다.



2.3.2 두께 분포도

개선된 실험 장치를 이용하여 전류밀도 80A/dm²에서 제작된 판재 시편의 위치별 도금두께를 측정하고 그 결과를 표 2에 나타내었다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 아래영역이 다소 두께가 얇게 나타는 것을 확인할 수 있으며, 도금두께의 편차가 80 μm 기준으로 $\pm 5\%$ 이내임을 확인할 수 있었다.

표 2. 위치에 따른 두께 분포도

측정예시			측정위치	①	②	③	④
①	④	⑦	도금두께 (μm)	83	79	82	84
	③	⑥	측정위치	⑤	⑥	⑦	⑧
②	⑤	⑧	도금두께 (μm)	77	80	82	78

2.3.3 도금층 조직 및 기타 물성치

그림 3에 음극 드럼면에서 박리한 동판의 표면을 SEM을 이용하여 5,000배로 관찰한 그림이다. void가 없는 균일한 면을 관찰할 수 있다. 불순물이 있어서는 Cu를 제외한 다른 불순물의 양이 모두 0.001%이하로 존재함을 확인하였고, 비저항 측정기를 이용하여 측정된 비저항 값에 있어서도 제작된 동판재의 비저항이 $2.2 \times 10^{-6} \cdot \text{cm}$ 으로 확인되어 고순도의 동판재가 제작됨을 알 수 있었다.

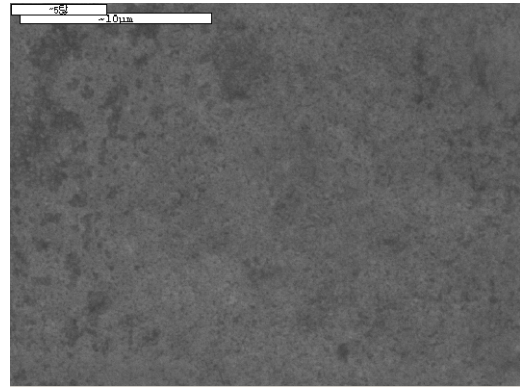


그림 3. SEM을 이용한 동판재의 표면 사진

3. 결 론

연속 판재 생산을 위한 고속 동도금 공정 개발을 진행하였고, 연속 판재 생산에 적합한 고속 동도금 장치를 고안하였다. 고속 동도금을 위해서 최적의 용액관리와 더불어 전류밀도의 증가가 중요하며, 이러한 전류밀도의 확보를 위하여 도금액의 흐름 방향과 속도가 중요한 인자로 작용하였다. 양극의 사용에 있어서는 원활한 전류의 흐름을 유도하기 위해 양극 티타늄 바스켓에 동판을 이용한 보조 전원공급이 더욱 효과적임을 알 수 있었다.

감 사 의 글

본 연구는 2006년도 산업단 창원혁신클러스터 현장맞춤형 기술개발 사업의 원으로 이루어졌습니다.