

A-01

니켈싸파메이트 전주층의 기계적 물성 The mechanical properties of nickel eletroformed layer from sulphamate bath.

김장욱*, 정원섭 (부산대학교)
김인곤, 강경봉, 이재근 (동의대학교)

1. 서론

과학기술의 발전으로 부품의 소형화, 경량화가 요구되고 있으나 기존의 성형방법인 주조, 단조, 압연, 심가공, 분말야금 등의 공정으로는 성형이 불가능하거나 매우 어려운 부품들이 많다. 이런 경우 전주를 이용하면 보다 쉬고, 보다 경제적으로 가능해 진다.

전주는 전기도금 원리를 이용한 금속성형방법으로 소지물체(전도성, 비전도성) 위에 도금한 후 소지물체와 분리시켜 하나의 부품을 제조하거나 복제하는 공정이다. 예를 들면, 표면의 미세한 형상을 복제하는 능력이 탁월해서 나노 크기의 스탬프 제작도 가능하다. 특히 니켈전주는 경도와 강도가 높고, 내식성이 우수하여 폭넓게 사용되고 있다. 하지만 니켈전주는 작업시간이 오래 걸리고, 잔류응력의 제어가 어려우며, 돌출부위나 깊은 홈 같은 요철부위가 있는 경우에는 적용하기 어려운 단점도 보인다.

본 연구에서는 Ni sulphamate 용액을 사용하여 전주 시 나타나는 상기 문제점을 보완하여 전주층의 기계적 물성과 전주속도(작업시간) 향상을 목적으로 본 실험을 실시하였다.

2. 본론

본 실험에서는 전주의 단점인 작업시간과 잔류응력을 제어하기 위하여 전류밀도, 온도, pH, 첨가제의 양에 따른 경도와 잔류응력시험을 실시하였다.

(1) 경도시험

경도시험에서는 전류밀도와 온도, 도금액에서 Ni의 농도 등의 변수에서, 스테레스 판 위에 전주층이 150 μ m의 두께로 도금한 후 전주층을 분리하여 단면의 경도를 측정하였다.

온도를 45 $^{\circ}$ C에서 60 $^{\circ}$ C까지 5 $^{\circ}$ C씩 증가시키면서 각 전류밀도에서 경도를 측정해 본 결과, 온도가 증가되면 경도 값도 증가됨을 알 수 있었고, 전류밀도가 증가하면 경도값은 감소함을 알 수 있었다. 특히 55 $^{\circ}$ C, 60 $^{\circ}$ C에서는 80mA/cm²의 전류밀도 까지는 비교적 높은 값인 200 DPH 이상 나타내었다.

도금액에서 Ni 농도를 60%Ni(SO₄NH₂)₂ 에서 43%Ni(SO₄NH₂)₂ 로 변화 시켜 경도값을 측정해본 결과, 경도 값은 약간의 차이로 60%Ni(SO₄NH₂)₂ 가 높은 것을 알 수 있었다.

(2) 잔류응력시험

잔류응력시험에서는 온도, pH, 첨가제 등의 변수에서, 시편을 15.24 μ m의 두께로 도금한

후 각 시편의 잔류응력을 deposit stress analyzer 쿠폰을 사용하여 측정하였다.

온도를 40℃에서 55℃까지 5℃씩 증가시키면서 각 전류밀도에서 잔류응력 값을 측정해 본 결과, 온도가 낮을수록 잔류응력은 낮은 것을 알 수 있었다. 그리고 50℃, 55℃에서는 60 mA/cm²의 전류밀도까지는 비교적 낮은 3000psi 이하의 인장 잔류응력 값을 나타내었다.

pH를 3에서 4.5까지 0.5씩 증가시키면서 각 전류밀도에서 잔류응력은 3.5에서 가장 낮은 값의 잔류응력을 나타냈다.

잔류응력 감소제를 1g/L에서 3g/L까지 1g/L씩 첨가시키면서 각 전류밀도에서 잔류응력 k 값을 측정해본 결과, 100mA/cm² 미만의 전류밀도에서는 상당히 낮은 전류밀도가 나타났지만 그 이상의 전류밀도에서는 첨가하지 않았을 때와 비슷한 값이 나타났다. 그리고 잔류응력 감소제의 양이 2g/L 이상 첨가했을 때는 용액이 저항이 커져 cell의 전압이 높아짐도 알 수 있었다. 하지만 낮은 전류밀도에서는 압축 잔류응력이 작용했고, 60mA/cm²에서도 2000 psi 이하의 값이 나타났다.

3. 결과 요약

본 실험으로 Ni sulphamate 용액을 사용하여 전주 시 온도와 전류밀도, pH, 잔류응력 감소제 등의 변수들은 경도나 잔류응력에 많은 영향을 준다는 것을 알게 되었다.

45℃ ~ 60℃ 범위의 온도에서 온도가 높을수록 경도는 높고, 잔류응력은 낮았으며, 전류밀도는 높을수록 경도가 낮고, 잔류응력도 낮아짐을 알 수 있었다. 그리고 pH3 ~ 3.5, 잔류응력 감소제 1 ~ 2g/L 첨가 시 가장 낮은 잔류응력을 나타내었다.

본 실험의 결과로 생산하고자 하는 부품의 특성에 따라 전주 작업시 최적 조건을 찾을 수 있었다. 예를 들면 초정밀부품의 경우 잔류응력 값이 ±1,500psi 정도가 되어야 하므로 니켈전주 작업 시, 온도 55℃ ~ 60℃, pH3 ~ 3.5에서 잔류응력 감소제가 2g/L 첨가 되었을 때 60mA/cm²의 전류밀도로 전주를 실시하면 부품의 특성에 맞게 성형이 되고, 정밀부품을 제조 시에는 전류밀도 150mA/cm²에서도 전주가 가능해 짐을 알 수 있다.

현재 위 실험에 결과로 잔류응력이 중요한 영향을 미치는 반사경, 경도가 중요한 휴대폰 키패드 금형 및 나노스탬프 등 제조에 적용 중이다.