

무전해Ni-PTFE복합도금막제조에서 계면활성제와 PTFE분말농도의 영향

김은덕, 박철만

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는 데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 492페이지)

표면처리기술은 제품의 보호, 장식 및 여러가지 기계적특성을 개선하는데서 중요한 역할을 한다. 표면처리에 널리 리용되고있는 무전해니켈도금막에 윤활성과 내마모성, 내부식성이 좋은 금속 또는 비금속을 복합시키면 니켈도금층보다 더 좋은 특성을 가진 기능성도금막이 형성된다.[1, 2]

우리는 전통적인 무전해Ni도금층에 윤활효과가 좋은 테프론(PTFE)미립자를 균일하게 공침시키고 이때 복합막제조에 미치는 계면활성제농도와 PTFE첨가량의 영향을 연구하였다.

실험 방법

실험기구로는 항온도금조(0~100℃), 교반장치(200~400r/min), pH측정계, 전자천평(《SAP55》), 옴지미터를, 시약으로는 류산니켈, 차아린산나트륨, 초산나트륨, 레몬산나트륨, 88% 젖산, 50% 초산, PTFE분말(립도 0.5~1μm), 질산연, 세틸트리메틸브롬화암모니움(CTAB), 강45시편(3.0cm×2.0cm×0.1cm)을 리용하였다.

실험에서는 도금시편을 기계적연마, 탈지, 산처리한 다음 적당한 량의 음이온계면활성제(NP-20)와 결합제를 넣어 분산시킨 분산액에서 10min동안 표면처리한 다음 리용하였다.

복합도금과정은 다음과 같다.

도금시편의 결면적으로부터 도금에 필요한 도금액체적을 계산하였다.(장입밀도 1dm³/L) 2개의 500mL 비커에 일정한 량의 증류수를 넣고 가열하다가 온도가 50~60℃정도일 때 첫번째 비커에 류산니켈, 레몬산나트륨, 젖산을 넣고 두번째 비커에는 차아린산나트륨, 초산나트륨, 질산연을 넣은 다음 10min동안 교반하면서 용해시켰다. 용액을 리과하고 두 비커의 용액을 계속 가열하였다. 온도가 90℃에 이르면 PTFE분말과 해당한 량의 양이온계면활성제를 넣어 분산시킨 PTFE현탁액을 첫번째 비커에 넣고 300r/min의 속도로 교반하였다.

1min후 두번째 비커의 용액을 첫번째 비커에 넣어 혼합하고 초산용액을 첨가하여 용

액의 pH가 4.8 ± 0.1 로 되게 하였다. 용액의 온도를 $(90 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 로 유지하면서 도금시편을 넣어 1h동안 도금한 후 증류수로 세척하고 방온도까지 자연랭각시킨 다음 공기건조시켰다.

양이온계면활성제의 농도가 복합도금층의 도금속도와 도금층에서 PTFE함량에 주는 영향을 평가하기 위하여 CTAB의 농도를 0.1g/L씩 변화시키면서 실험하였다.(PTFE함량은 3g/L로 고정하였다.)

또한 PTFE분산액에서 PTFE함량에 따르는 복합도금층의 도금속도와 도금층에서 PTFE함량에 주는 영향을 평가하기 위하여 PTFE의 농도를 1g/L씩 변화시키면서 실험하였다.(CTAB의 농도는 0.4g/L로 고정하였다.)

Ni-PTFE복합도금막의 도금속도, 복합도금막에서 PTFE함량은 다음과 같은 방법으로 결정하였다.[1]

도금속도는 도금전과 도금후 시편의 질량차를 측정하는데 기초하여 다음식에 의하여 계산하였다.

$$v = \frac{m_2 - m_1}{A \times t} = \frac{\Delta m}{A \times t} \quad (1)$$

여기서 m_2 는 복합도금후 시편의 질량(g), m_1 은 도금전 시편의 질량(g), Δm 은 복합도금전과 후의 질량차(g), A 는 시편의 겉면적(13cm^2), t 는 도금시간이다.

도금전과 도금후 시편의 두께를 측정하여 복합도금막의 밀도를 계산하였다.

$$\rho = \frac{\Delta m \times 10^4}{d \times A} \quad (2)$$

여기서 d 는 도금두께이다.

복합도금막에서 PTFE함량(체적%)은 다음과 같이 계산하였다.(도금시간 1h)

$$\text{PTFE함량} = \frac{V_{\text{PTFE}}}{V} \times 100 = \frac{\rho_{\text{Ni}} - \rho}{\rho_{\text{Ni}} - \rho_{\text{PTFE}}} \times 100 \quad (3)$$

여기서 ρ_{Ni} 는 니켈도금막의 밀도, ρ_{PTFE} 는 PTFE의 밀도, ρ 는 Ni-PTFE복합도금막의 밀도, V_{PTFE} 는 PTFE의 체적, V 는 Ni-PTFE복합도금막의 체적이다. 니켈도금막의 밀도는 PTFE립자를 넣지 않은 상태에서 무전해니켈도금시킨 도금층밀도의 평균값으로 취하였다.

실험결과 및 해석

양이온계면활성제의 농도가 복합도금층의 특성에 주는 영향은 표 1, 그림 1, 2와 같다.

표 1. 양이온계면활성제의 농도에 따르는 복합도금막의 특성(PTFE함량 3g/L)

특성	CTAB농도/(g · L ⁻¹)					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$\Delta m/\text{g}$	0.101 4	0.097 5	0.092 3	0.088 4	0.079 3	0.076 7
$d/\mu\text{m}$	10.1	10.0	9.8	9.8	8.5	8.3
$\rho/(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	7.72	7.50	7.24	6.94	7.18	7.11

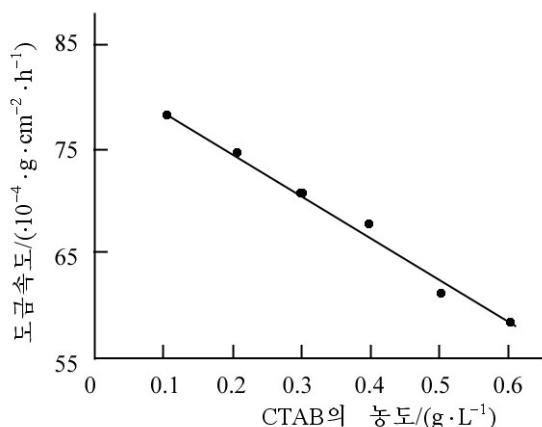


그림 1. CTAB농도에 따르는 도금속도의 변화

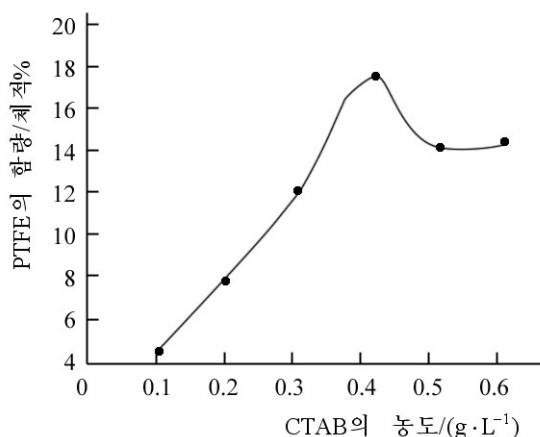


그림 2. CTAB농도에 따르는 PTFE의 함량변화

그림 1에서 보는바와 같이 CTAB의 농도가 짙어질수록 도금속도가 거의 선형적으로 감소한다. 이것은 시편에 더 많은 계면활성제가 흡착되는것으로 하여 니켈이온의 환원속도가 감소되는것과 관련된다.

또한 그림 2에서 보는바와 같이 CTAB의 농도가 짙어짐에 따라 복합막에서 PTFE의 함량이 많아지다가 0.4g/L이상에서 다시 감소하였다. 이것은 도금액에서 계면활성제가 PTFE립자를 공침시키는데 유리한 조건을 지어주지만 그 량이 너무 많으면 시편에 더 많은 계면활성제가 흡착되고 계면활성제들사이에 자체응집되어 도금액의 안정성이 파괴되기때문이다.[2] 따라서 CTAB농도가 0.4g/L일 때 막에서의 PTFE함량이 최대로 된다.

도금액에서 PTFE첨가량이 복합도금층의 특성에 미치는 영향은 표 2와 같다.

표 2. PTFE첨가량에 따르는 복합도금막의 특성(CTAB함량 0.4g/L)

특성	도금액에서 PTFE함량/(g · L⁻¹)				
	1	2	3	4	5
$\Delta m/g$	0.1014	0.0845	0.0767	0.0715	0.0663
$d/\mu m$	10.2	8.9	8.4	7.9	7.2
$\rho/(g \cdot cm^{-3})$	7.65	7.30	7.02	6.96	7.08
복합도금막에서 PTFE함량/체적%	5.93	11.86	16.61	17.63	15.59

에서의 PTFE함량은 약 17%로서 가장 크게 나타났다.

맺 는 말

무전해Ni-PTFE복합도금에서 복합막에서의 PTFE함량을 높이기 위한 합리적인 조건은 양이온계면활성제(CTAB)의 농도가 0.4g/L, 도금액에 첨가되는 PTFE분말의 농도가 4g/L일 때이다.

참 고 문 헌

- [1] B. S. Choudhury et al.; Int. J. Appl. Eng. Res., 5, 4, 601, 2010.
- [2] Ming Der Ger et al.; Mater. Chem. Phys., 76, 38, 2002.

주제 103(2014)년 10월 5일 원고접수

Effect of Surfactant and PTFE Powder Concentration on the Synthesis of Electroless Ni-PTFE Composite Plating Film

Kim Un Dok, Pak Chol Man

We considered the effect of surfactant and PTFE powder concentration on the plating rate and PTFE content in films during electroless Ni-PTFE composite plating film. PTFE content in composite plating film is maximum when the concentration of surfactant (CTAB) is 0.4g/L and the concentration of PTFE powder adding in the plating solution is 4g/L.

Key words: electroless nickel composite plating, PTFE, surfactant