Morpholine Borane을 이용한 Ni-B 합금 도금층 물성 연구
Study on the Physical Properties of Ni-B Alloy Coating by Morpholine Borane

이종일*, 이주열, 김만
한국기계연구원 부설 재료연구소, 표면기술연구부

초 록: Ni-B 합금 도금은 여러 가지 Boron 화합물을 이용한 무전해 도금에 비중을 두고 많은 연구가 이루어졌다. 전해 도금은 무전해 도금과 비교하여 욕조성이 단순하고 관리가 용이하며 넓은 범위의 Boron 함량을 조절할 수 있는 이점이 있다. 본 연구에서는 낮은 Boron 함량의 Ni-B 합금층을 전기도금하여 여러 가지 물성을 연구하였다.

1. 서론

Ni-B 도금은 Au나 Ag 피막만큼 접촉저항이 낮으며, solderability 등이 우수하기 때문에 자동차산업, 항공우주산업, 전기화학산업 등 폭넓게 사용되어 왔다. 또한, 전기화학적인 방법으로 Boron을 함유하는 코팅을 제조하는 방법은 열적 붕산염처리, 용융경화, 열적 분산과 이온빔 sputtering 진공기술 등과 비교해 낮은 에너지와 값싼 장비만으로 가능함으로써 공업적으로 폭넓은 적용이 가능하다. 그러나 Boron의 공급원이 되는 화합물들의 가격이 비싸고, 코팅 내 Boron의 함량이 높을수록 제조원가가 높아지는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 상대적으로 가격이 저렴한 Morpholine borane(이하 MB)을 Boron source로 사용하여 낮은 Boron 함량을 가지는 Ni-B 합금 도금층을 제조하여 이 합금층의 물성이 전자산업용 소자 개발에 적합하도록 도금욕 조성과 도금 프로세스를 개발하는데 목표를 두었다.

2. 본론

본 연구에서는 Ni-B 전기도금층에서 Boron의 함량에 미치는 영향과 다양한 물성을 조사하였다. 우선 MB의 첨가량에 따라 도금층에 혼입되는 Boron 함량을 조사하고, 낮은 Boron 함량을 가지는 MB의 농도를 결정하였다. 도금속도는 상온에서 전류밀도 0.5 ~ 4 A/dm^{2}에서 30분간 도금하여 만들어진 시편을 XRF로 관찰하여 계산하였으며, 기타 도금시간과 전류밀도 등이 Boron의 함량에 미치는 영향을 비교 조사하였다. 경도는 제조된 시편의 단면을 마운팅한 후 도금층만 측정하여 substrate에 의한 영향을 받지 않도록 하였다. 또한, 공업적인 적용이 가능한 도금 프로세스 개발을 위해 도금액 관리를 통한 연속적인 Ni-B 도금 결과를 얻었다.

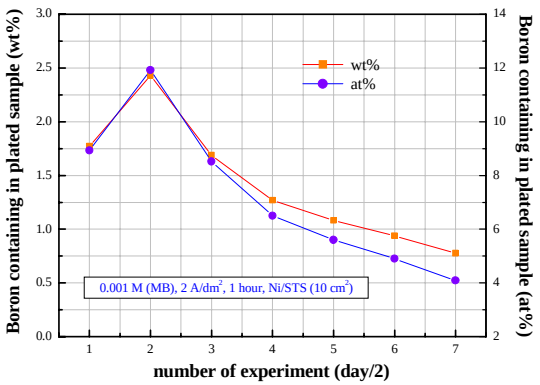

그림. 실험횟수에 따른 도금층 내 Boron 함량의 변화

3. 결론

1 mM MB를 포함한 도금액에서 2 A/dm^{2}의 전류밀도로 한 시간 동안 도금하였을 때 Ni-B 합금 도금층에서 Boron의 함유량은 8.5 at% 으로 측정되었다. 이를 기준으로 10 cm^{2}의 도금면적에 2 A/dm^{2}의 전류밀도로 한 시간 동안 인가하여, 오전과 오후에 각각 3개의 샘플로 도금 작업을 수행 한 후 얻어진 도금층 내의 Boron 함유량과, 도금액 내 Boron 잔류량을 각각 조사하였다. 실험결과 도금층의 Boron이 초기보다 급격히 떨어지는 시점은 누적도금 면적이 120 cm^{2}를 초과할 때인 것으로 밝혀졌다. 또한, 도금액 내의 Boron은 도금이 진행되는 동안 계속 소진되므로 Boron의 잔류량도 이와 유사한 경향을 나타내었다. 도금액의 pH가 4.5 이상이 되면 도금액 중 Ni이 Ni(OH)$_x$가 되므로 이를 방지하기 위해 H_2SO_4를 첨가하여 용액의 pH가 4.0 ~ 4.5가 되도록 유지했고, 이 시점 역시 누적도금면적이 120 cm^{2}가 초과할 때인 것으로 조사되었다. 도금 속도는 비교군의 모든 MB 조성에 대해 0.5 ㎛/min로 계산되었다. 경도는 목표치보다 낮은 650 Hv로 측정되었다. 경도에 대한 재실험과 더불어 열처리를 통한 경도향상과 젖음성, 접촉저항 등 여러 물성을 측정하여 기존 Ni/Au 도금들과 비교하는 연구 중에 있다.

참고문헌

[1] K.Kreshnaveni, T.S.N sankara Narayanan, S.K. Seshadri “Electrodeposited Ni-B coatings: Formation and evaluation of hardness and wear resistance”, Materials Chemistry and Physics, 99, 2006, 508-513.
[2] K.H.Lee, D.Chang, S.C.Kwon “Properties of electrodeposited nanocrystalline Ni-B alloy films”, Electrochimica Acta, 50, 2005, 4538-4543.