

전착 Ni-B 합금도금층의 열처리 거동에 관한 연구  
A Study on Heat Treatment of Electrodeposited Ni-B Alloy

허민선, 손현곤, 이규환, 장도연, 권식철 (한국기계연구원)

1. 서론

일반적으로 비정질 합금은 결정질 합금에서는 기대할 수 없는 높은 경도, 우수한 내식성과 내마모성 등을 가진다. Ni-B 합금도금은 유기공석형 합금도금으로 Ni속에 B의 용해도가 약 1at%B에 불과하다. Ni 도금층에 B의 공석량이 증가하면, 합금도금층은 Ni 격자속에 과포화 고용체를 이루다가, 11at%B 이상이 되면 비정질 형태를 이루게 된다<sup>1,2)</sup>.

과포화된 Ni-B 합금도금층은 Ni과 B의 조성비에 따라서 열처리에 의해 Ni<sub>3</sub>B, Ni<sub>2</sub>B, Ni<sub>4</sub>B<sub>3</sub>등을 형성하는데, 생성된 각 상에 따라서 각기 다른 기계적, 물리적, 화학적 및 열적 특성을 갖는다.

본 연구에서는 B의 함량을 용이하게 조절할 수 있는 전착 도금법으로 Ni-B 최적 합금도금을 제조한 뒤, 열처리 온도에 따른 합금도금층의 미세구조 및 열적 특성변화를 관찰하였다.

2. 실험 방법

Ni-B 합금도금을 제조하기 위하여 소지금속으로는 SUS304 판을 사용하였고, 전처리 공정으로는 알칼리 탈지와 Ni strike를 수행하였다. 양극은 Ti 기판에 Ir/Ta으로 코팅된 불용성 양극을 사용하였고, 도금욕 조성은 Watts욕을 기본욕으로 하고, B의 공급원으로는 TMAB를 첨가하였다. 도금시에 TMAB의 농도, 온도, pH, 전류밀도를 변화시키면서 Ni-B 합금도금층을 제조하였다.

도금층의 Ni과 B의 함량은 ICP로 분석하였고, 열처리에 의한 석출 거동을 XRD, TEM 및 DSC를 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 요약

- (1) Trimethylamine Borane을 Boron 공급원으로 사용하여 2~11at%B의 함량을 가지는 전착 Ni-B 합금도금층을 제조하였으며, 제조된 도금층은 B의 상대적인 조성차에 의해서 갈바닉 부식후에 층상구조(band structure)가 나타났다.
- (2) Ni-B 합금도금층의 XRD 분석한 결과 2, 6at%B에서는 300℃에서 Ni<sub>3</sub>B상이 나타났고, 9, 11at%B에서는 300℃에서 Ni<sub>3</sub>B상이 나타났다.
- (3) DSC 열분석한 결과 2, 6at%B에서는 350~376℃ 부근에서 발열 Peak가 나타나고, 9, 11at%B에서는 281~303℃ 부근에서 발열 Peak가 나타났다. 석출된 상은 모두 Ni<sub>3</sub>B이었고, B 함량 증가에 따른 Ni 기지내에 B이 과포화됨으로써 Ni<sub>3</sub>B의 석출에 대한 구동력이 커졌기 때문인 것으로 판단된다.
- (4) TEM 분석할 결과 370℃에서 열처리한 6at%B의 조성을 가지는 도금층의 경우, 회절패턴에서 다결정인 니켈 소지가 거의 링패턴을 이루고 있으며, 나노 결정립인 니켈 결정

립의 성장과 함께 석출물의 점패턴이 나타났다. 이 석출물은  $\text{Ni}_3\text{B}$ 의 (001)존의 회절상이었다.  $370^\circ\text{C}$ 에서 11at%B의 경우, 회절패턴에서 니켈소지의 점회절패턴과 이중회절에 의한 석출상이 나타났고, 석출상은  $\text{Ni}_3\text{B}$ 의 (110)존의 회절상이었다.

#### 4. 참고문헌

1. R. Qunli, Trans. IMF, 79(2), 56(2001)
2. F. Delaunois, Surface and Coatings Technology, 160, 239(2002)