

## Ni-P합금도금층의 특성

김호남, 허철학

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새로운 과학분야를 개척하며 최신과학기술의 성과를 인민경제에 널리 받아들이기 위한 연구사업을 전망성있게 하여야 합니다.》(《김일성전집》 제72권 292페이지)

우주항공 및 자동차공업, 기계공업 등 여러 공업부문들에서 요구하는 높은 굳기와 내마모성, 내부식성조건을 만족시키기 위하여 여러가지 합금, 복합체들을 개발하여 리용하거나 부분품들에 화학적 및 전기화학적방법으로 도금을 진행한다.

론문에서는 화학적방법으로 진행한 Ni-P합금도금층의 조성 및 결정구조, 굳기를 비롯한 몇가지 특성들을 고찰하였다.

### 실험 방법

시험기판으로서 탄소공구강(HRC60)을 리용하였다.

먼저 도금하기 전에 기판의 결면세척을 진행하였다. 다음 pH 9, 90°C에서 표 1과 같은 조성의 도금용액으로 Ni도금을 진행하였다.

도금층의 조성과 결정구조, 굳기는 X선회절분석기(《Rigaku-MINIFLEX》)와 비커스경도기(《430SVA》)를 리용하여 결정하였다.

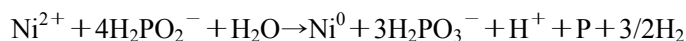
온도에 따르는 도금층의 결정구조변화를 고찰하기 위하여 도금한 상태의 시험을 각이한 분위기 속에서 400°C에서 열처리하였다.

표 1. Ni도금액조성과 함량

조성	함량/(g·L <sup>-1</sup> )
NiCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	30
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (OH)(COONa) <sub>3</sub> · 3H <sub>2</sub> O	60
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	40
NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	30

### 실험결과 및 분석

차아린산나트륨에 의한 Ni염의 환원반응에 대해서는 여러가지 반응식들이 제기[1-6]되고있지만 기본적으로 인정되고있는 총체적인 기본반응은 다음과 같다.[4]



이 반응식에서 보는바와 같이 Ni와 P가 동시에 석출되므로 도금층속에는 P가 포함되게 된다. 도금층속에 P가 포함되는 양은 도금용액의 pH, 도금온도, Ni염과 착화합물형성제의 농도를 비롯하여 여러가지 인자들에 관계된다.

도금층속에 포함된 P의 함량에 따라 도금층의 결정구조가 변화되며 결과 결정구조에 따라 X선회절선들의 모양이 달라지게 된다.

Ni-P합금도금층의 XRD도형은 그림과 같다.

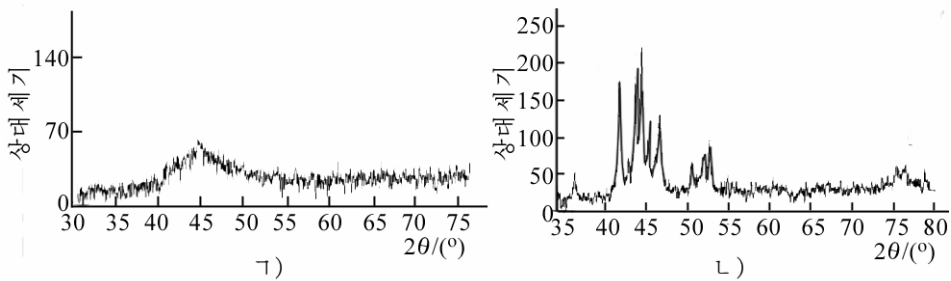


그림. Ni-P합금도금층의 XRD도형  
 ㄱ) 열처리하지 않은 시편, ㄴ) 400°C에서 열처리한 시편

그림의 ㄱ)에서 보는바와 같이 표 1의 조건에서 얻어진 도금층은 열처리하기 전에는 무정형상이다. 다만 44° 근방에서 Ni의 (111)회절선에 대응한 위치에서 약간의 무딘봉우리가 나타났다. 이것은 도금층속에 미결정의 Ni가 포함되어있다는것을 보여준다. 400°C에서 열처리한 시편에서는 44, 52, 76° 근방에서 Ni의 (111)회절선과 함께 36, 42~46, 50~52, 76° 근방에서 새로운 경질상인 금속간화합물 Ni<sub>3</sub>P의 회절선들이 나타났다. 다시말하여 도금층속에 존재하고있는 미세한 Ni결정상들이 열처리과정에 성장되는것과 동시에 Ni<sub>3</sub>P의 금속간화합물들이 새롭게 형성되고 성장되었다는것을 알수 있다.

P함량에 따르는 도금층의 X선회절변화에 대한 자료분석[3]으로부터 우리의 도금조건에서 얻어진 도금층은 P함량이 19.8~21.4원자%라는것을 확인하였다.

Ni-P합금도금층의 굳기측정결과는 표 2와 같다.

표 2. Ni-P합금도금층의 굳기측정결과

시편번호	열처리	분위기	비커스굳기(HV) /(kg·mm <sup>-2</sup> )	록크웰굳기 (HRC)
1	—	—	787	64.1
2	열처리한것	H <sub>2</sub>	1 336	73.2
3	열처리한것	N <sub>2</sub>	1 260	72.3

표 2에서 보는바와 같이 열처리하기 전 도금층의 굳기는 기판재료인 탄소공구강의 굳기(HRC60)보다 더 크며 열처리에 의하여서는 굳기가 상당히 커진다. 그리고 H<sub>2</sub>분위기속에서 열처리한 시편의 굳기값이 N<sub>2</sub>분위기속에서 열처리한 시편의 굳기값보다 약간 큰 값을 가진다. 열처리에 의하여 굳기가 증가하는것은 Ni결정의 성장과 새로운 경질상인 Ni<sub>3</sub>P알갱이들의 핵형성 및 성장에 의한것이라고 볼수 있다.

## 맺는 말

Ni-P합금도금층의 P함량은 약 19.8~21.4원자%이다. Ni-P합금도금층은 도금한 상태에서 미결정의 Ni를 포함하는 무정형상이며 400°C의 열처리에 의하여 미결정Ni가 성장하는 한편 경질상의 새로운 Ni<sub>3</sub>P금속간화합물상들이 핵형성되고 성장한다. H<sub>2</sub>분위기속에서 열처리한 도금층의 굳기는 HV1 336kg/mm<sup>2</sup>(HRC73.2)로서 가장 크다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 45, 7, 58, 주체88(1999).
- [2] 김수립 등; 물리, 4, 13, 주체101(2012).
- [3] Tohru Watanabe; Nano-Plating, Elsevier, 430~460, 2004.
- [4] O. Glenn et al.; Electroless Plating, AESF, 210~230, 2000.
- [5] T. Osaka; J. Electrochem. Soc., 133, 2345, 1986.
- [6] H. Yahia et al.; Int. J. Electrochem. Sci., 9, 1942, 2014.

주체106(2017)년 9월 5일 원고접수

## On the Properties of Ni-P Alloy Plating Layer

*Kim Ho Nam, Ho Chol Hak*

We manufactured Ni-P alloy plating layer being of high P content by the chemical plating method and found experimentally transformation of crystalline structure and micro-hardness with heat treatment.

Key words: Ni-P alloy, plating, crystal structure, hardness