

전해Ni-P합금도금층에 미치는 몇가지 인자들의 영향

김호남, 리창남

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우자면 발전된 과학기술을 받아들이는것과 함께 새로운 과학기술분야를 개척하고 그 성과를 인민경제에 적극 받아들여야 합니다.》

(《김정일선집》 증보판 제11권 138~139페이지)

Ni-P합금도금층은 기능성재료로서 도금층의 조성과 도금후 열처리에 의하여 재료의 물리력학적 및 화학적특성이 크게 변화되며 도금층의 조성은 도금공정파라메터들의 영향을 크게 받는다.[1-4]

우리는 전해Ni-P도금공정을 확립하고 도금층에 미치는 몇가지 도금공정파라메터들의 영향을 고찰하였다.

실험 방법

시편의 바탕재료로는 크기가 15mm×35mm×0.2mm인 동기판을 리용하였다.

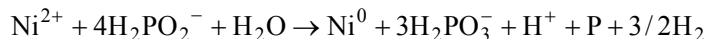
pH 3, 도금용액의 온도를 65℃로 보장한 다음 자석 교반기를 동작시켜 도금용액을 교반하였다.(표) 표면세척한 동기판을 설치하고 적합한 전류세기를 유지하면서 필요한 도금층의 두께가 얻어질 때까지 도금시간을 유지하였다. 전해도금법에 의하여 얻어지는 Ni-P도금층의 특성은 전류밀도, 도금용액의 pH, 도금온도, 니켈염과 차아린 산나트륨의 농도를 비롯하여 여러가지 인자들에 관계된다.

표. 전해Ni도금액조성과 함량	
조성	함량/(g · L ⁻¹)
NiSO ₄ · 6H ₂ O	240
NaCl	30
H ₃ BO ₃	30
NaH ₂ PO ₂ · H ₂ O	5~27

결과 및 분석

전해도금방법에 의한 Ni-P도금에서는 도금용액속의 니켈이온이 두가지 방식으로 환원되어 석출된다. 즉 음전극에서 니켈이온의 방전과 차아린산나트륨에 의한 니켈염의 환원반응에 의하여 니켈이 석출된다.

차아린산나트륨에 의한 니켈염의 환원반응식은 다음과 같다.[1]



전해Ni-P도금에서는 화학도금에서와는 달리 도금용액속의 차아린산염뿐아니라 전류밀도를 조절함으로써 도금층에서의 린함량을 조절할수 있다.

먼저 Ni-P도금층의 침전속도에 미치는 전류밀도와 차아린산나트륨의 영향을 고찰하였다. 이를 위하여 표와 같은 도금용액에서 차아린산염의 함량이 각각 8.8, 26.4g/L일 때 전류밀도에 따르는 침전속도를 고찰하였다. 전해침전물의 침전속도는 도금하기 전과 도금후의 질량을 전자천평으로 평량하여 단위시간당 침전되는 도금층의 두께로 평가하였다.(그림 1)

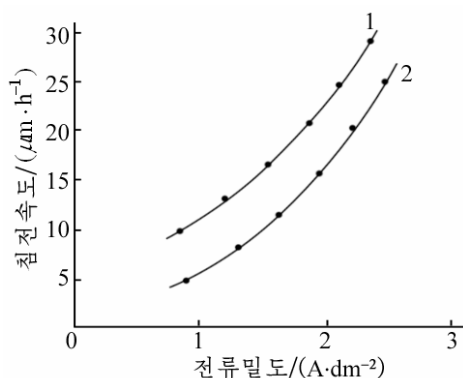


그림 1. 침전속도에 주는 전류밀도와 차아린산염농도의 영향
1, 2는 차아린산염의 농도가 각각 8.8, 26.4g/L인 경우

그림 2에서 보는바와 같이 차아린산염의 농도가 증가함에 따라 초기에는 도금층에서 린함량이 급격히 증가하며 점차 포화되는 경향성을 나타낸다.

초기단계에서 도금층속의 린함량이 증가하는것은 도금용액에서 전류나르개로 참가하는 니켈이온에 대한 린이온의 비가 증가하기때문이다. 또한 도금층에서 린함량이 점차 포화되는것은 해당 전압에서 니켈이온의 농도가 일정하기때문에 차아린산염농도를 증가시켜도 도금층에서 린함량의 변화가 없는것과 관련된다.

그림 2로부터 차아린산염의 농도가 26.5g/L이상에서는 도금층에서 린함량이 거의나 포화값에 도달되며 따라서 이 농도값이상으로 차아린산염을 첨가할 필요는 없다는것을 알수 있다.

다음 전류밀도에 따르는 도금층의 린함량변화는 그림 3과 같다.

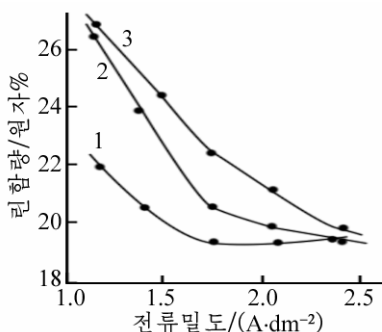


그림 3. 전류밀도에 따르는 도금층의 린함량변화
1-3은 차아린산염농도가 각각 8.8, 17.6, 26.4g/L인 경우

그림 1에서 보는바와 같이 전류밀도가 증가함에 따라 침전속도는 증가하는 경향성을 나타내었다. 이것은 전류밀도가 증가함에 따라 전류나르개로로서 전류에 참가하는 니켈이온들의 수가 증가하므로 환원되는 니켈이온들이 많아지는것과 관련된다.

한편 차아린산염의 농도가 증가함에 따라 침전속도는 감소한다. 이것은 차아린산염의 농도가 증가함에 따라 린의 석출량이 증가하며 결과 도금기판의 전기저항이 증가하며 따라서 이온들의 침적량이 감소하는것으로 볼수 있다.

다음 전류밀도 1.6A/dm², pH 3의 조건에서 차아린산염농도에 따르는 도금층에서의 린함량변화를 SEM(《JSM-6610A, JEOL》)을 리용하여 EDS분석법으로 평가하였다.(그림 2)

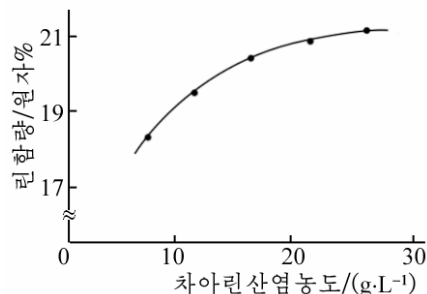


그림 2. 차아린산염농도에 따르는 도금층에서의 린함량변화

그림 3에서 보는바와 같이 전류밀도가 증가함에 따라 도금층에서 린함량은 전반적으로 감소한다. 또한 차아린산염농도가 증가할수록 전류밀도에 따르는 린함량이 더 급격히 감소한다. 이로부터 차아린산염의 농도가 높을수록 도금층에서의 린함량이 증가한다는것을 알수 있다.

도금층의 린함량에 따르는 결정구조변화를 고찰하기 위하여 린함량이 각각 25.8, 17.1원자%인 도금층들에 대한 X선상분석을 진행하였다.(그림 4)

그림 4에서 보는바와 같이 린함량이 25.8원자%인 도금층의 회절선은 전형적인 무정형의 결정구조를 나타내는 무디고 넓게 퍼진 봉우리를 나타내지만 린함량이 17.1원자%인 도금층의 회절선은 상대적으로 봉우리가 더 예리하고 좁다. 즉 도금한 상태에서 도금층은 무정형의 Ni-P 합금형태로 존재하며 린함량이 적어질수록 도금층에서 니켈의 미세결정들이 많아진다.

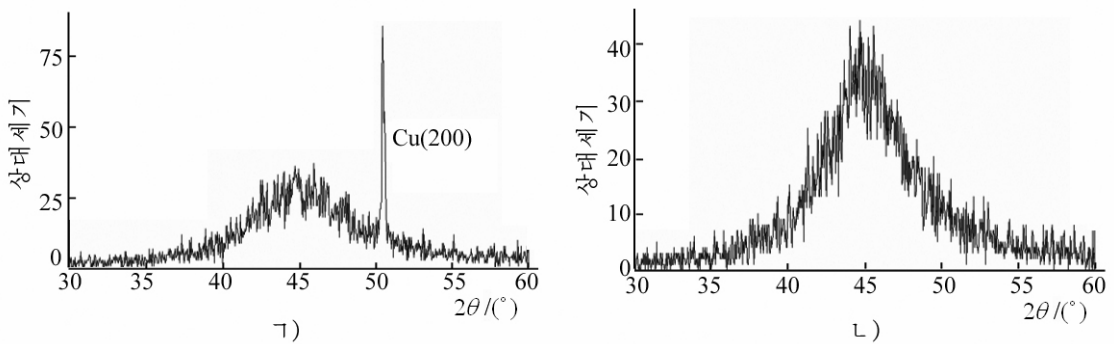


그림 4. 도금층의 XRD도형

ㄱ) 린함량이 25.8원자%인 경우, ㄴ) 린함량이 17.1원자%인 경우

맺는 말

차아린산염을 리용하는 전해Ni-P합금도금공정을 실험적으로 확립하고 도금용액의 전류밀도와 차아린산염의 농도가 도금층의 구성과 결정구조에 주는 영향을 밝혔다.

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(물리학), 64, 1, 29, 주체107(2018).
- [2] H. Yahia et al.; Int. J. Electrochemi. Sci., 9, 1942, 2014.
- [3] T. Watanabe; Nano-Plating, Elsevier, 30~47, 2004.
- [4] H. B. Lee et al.; Tribology Transactions, 54, 4, 497, 2011.

주체109(2020)년 3월 5일 원고접수

Effects of the Different Parameters on Electrodeposited Ni-P Alloy Film

Kim Ho Nam, Ri Chang Nam

We electrodeposited Ni-P alloy film from nickel sulfate bath containing sodium hypophosphite and considered effects of different process parameters on Ni-P alloy film.

Keywords: Ni, P, electrodeposition