

# 무전해 니켈 도금을 이용한 Flip Chip bumping 공정에 관한 연구 (A study on the Flip Chip bumping process by Electroless Ni plating)

조원중\*, 이창열\*, 정승부\*, 서창제\*  
\* 성균관대학교 신소재공학부

## 1. 서론

Flip Chip Bonding 기술은 manual wire bonding의 낮은 생산성과 신뢰성을 극복하고자 1964년 IBM에서 처음으로 개발하였다. Flip Chip bonding은 기존의 interconnection이 칩의 가장자리만을 접속 경로로 사용하는 peripheral 형태가 아닌 area array 형태를 사용할 수 있기 때문에 I/O density를 높이면서 pitch-패드 사이의 간격을 넓게 할 수 있다. Flip Chip Bonding 기술에는 여러 가지 다양한 방법이 사용되고 있으며 그중 낮은 가격으로 범프를 형성할 수 있는 무전해 니켈 도금 기술이 최근에 연구되고 있다.

무전해 도금은 현재 전자사업, 자동차, 기계부품사업 및 화학과 같은 표면처리분야에서 중요한 자리를 차지하고 있으며, 최근에 외부전원을 필요로 하지 않고 균일한 높이의 도금층을 얻을 수 있는 무전해 도금의 장점을 이용하여 전자 패키지 분야에 응용되고 있다. 도금액 속에 담금만으로 Al 패드 위에 선택적인 금속층의 형성이 가능하기 때문에 다른 범프 형성 공정에 비해 간단하며 저렴하다. 특성상 무전해 니켈 도금은 균일한 두께, 우수한 전기적·기계적 성질, 납땀성 등의 장점을 가지고 있으며 모든 Al 패드에 동시에 형성되어 웨이퍼 단위의 공정이 가능하다. 도금된 니켈의 이러한 특성은 범프 형성 공정 단계를 간단하게 하며 큰 비용감소 효과를 가져올 수 있는 가능성을 가지고 있다.

본 연구에서는, 안정한 니켈 범프의 형성을 위한 전처리 및 무전해 니켈 도금과정에서의 공정변수에 의한 영향을 알아보고, 최적의 공정 조건을 얻고자한다.

## 2. 실험 방법

### 2-1. 시 편

Substrate로써 P-type의 Si wafer(4inch)를 사용하였으며, substrate 위에 1 $\mu$ m 두께로 Al을 증착하였다. PR 공정을 통하여 Si wafer를 구성하는 각각의 chip 위에 bonding pad의 정사각형 형태의 패턴을 형성하였다.

### 2-2. Zincating 및 무전해 니켈 도금

Zincate 처리에 의한 범프 변화를 알아보기 위하여 용액의 농도, 시간 및 zincate 처리의 횟수를 변수로 하였으며, 표면의 미세조직 관찰에서 가장 양호한 상태의 zinc 층을 형성한 조건을 찾아 무전해 니켈 도금을 실시하여 도금시의 조건 변화에 따른 니켈 도금층의 변화를 관찰하였다. 도금액은 hypophosphite-base의 니켈 도금액을 사용하였다. 무전해 도금시 크게 영향을 줄 수 있는 조건으로는 도금욕의 pH와 도금시간, 그리고 도금욕조의 온도 등을 들 수 있으며, 본 실험에서는 도금욕조의 온도와 pH를 변수로 하여 도금을 실시하였고, 니켈 도금층의 변화를 관찰하였다.

Table 1과 2에 각각 Zincating 변수와 무전해 니켈 도금변수를 나타내었다.

### 2-3 열처리

무전해 니켈 도금된 Al bond pad의 열처리 특성을 알아보기 위하여 도금된 시편을 다양한 온도로 1시간 동안 열처리하였다. 무전해 니켈 도금에 의하여 형성된 니켈 도금층을 형성하는 조성원소의 결정구조를 분석하였으며, 열처리에 의한 결정화 온도를 알아보았다. 열처리에 의한 표면 미세조직 변화와 표면조도의 변화를 측정하였으며, 결정화에 의한 표면 결정립들의 거동을 관찰하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

무전해 Ni 도금층의 형성에 큰 영향을 미치는 zincate 처리에 의한 영향요인으로는 zincate 용액의 농도와 zincate 처리 횟수 등이 있다. 처리액의 농도가 40%일 때 생성되는 zinc의 표면형상이 가장 양호하였으며, double zincate에 의한 공정이 더 양호한 Ni-P 도금층을 얻었다.

Ni의 무전해도금시 도금층의 형성 및 특성을 변화시키는 요소로는 pH, 도금온도, 도금시간 등이 있으며, pH, 도금시간 그리고 도금온도가 증가할수록 Ni 도금층의 두께도 증가하였다. 그러나, 도금층의 생성속도를 비교해 볼 때 pH에 의한 영향이 도금온도에 의한 영향보다는 크다는 것을 알 수 있었으며 pH가 너무 높거나 너무 낮으면 양호하지 못한 범프 층을 형성하는 것을 알 수 있었다.

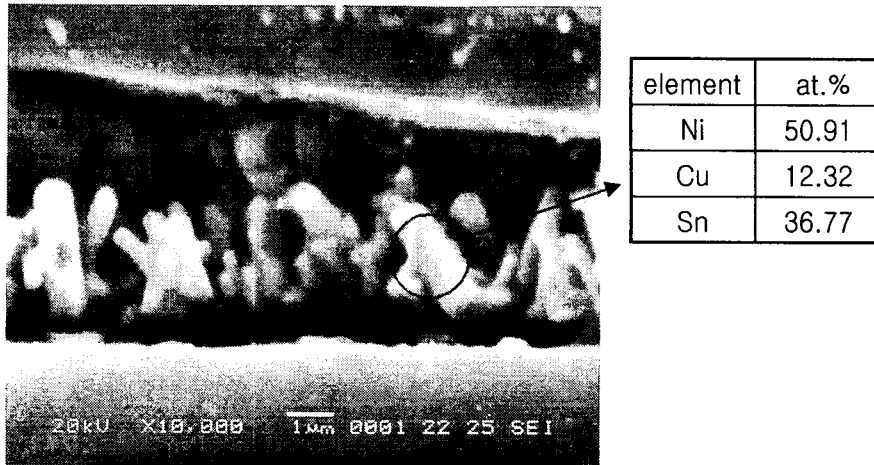
Ni 무전해 도금에 의하여 생성되는 도금층은 Ni-P 비정질 합금층이었으며, 300℃ 이상 열처리를 가하였을 때 Ni와 Ni<sub>3</sub>P로 결정화되었다. DSC를 이용하여 결정화 온도를 분석한 결과 320℃로 관찰되었다.

### Reference

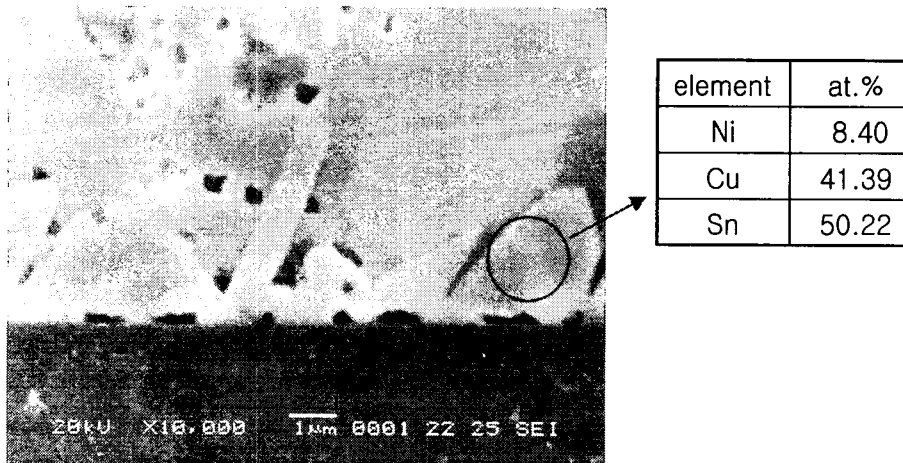
- 1) Antal F., J. Baggerman and Danial Schwarzbach, IEEE transaction on components, packaging and manufacturing technology Part B, Vol.21 No.4 November, 371~381(1998)
- 2) Hexing Li, Weijing Wang, Haiying Chen, Jing-Fa Deng, Journal of Non-Crystalline Solids, 281, 31~38(2001)
- 3) Kwang-Lung Lin, Yu-Lan Chang, Chiao-Chan Huang, Fang-I Li, Jen-Che Hsu, Applied Surface Science, 181, 166~172(2001)
- 4) Thomas W. Goodman and E. Jan Vardaman, FCIP and Expanding Markets for Flip Chip, 17~41(1997)

Table 1. Conditions of zincation

variable	conditions
zincate solution contents	30% , 40% , 50%
number of zincating	first , double
fixed	conditions
pre-treatment	first zincating - HNO <sub>3</sub> (20%) double zincating - HNO <sub>3</sub> (20%)



(a)

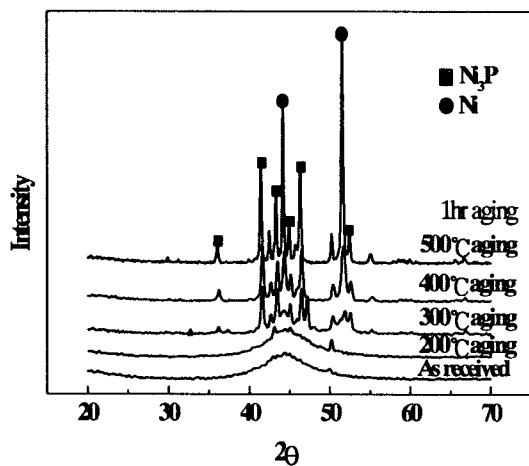


(b)

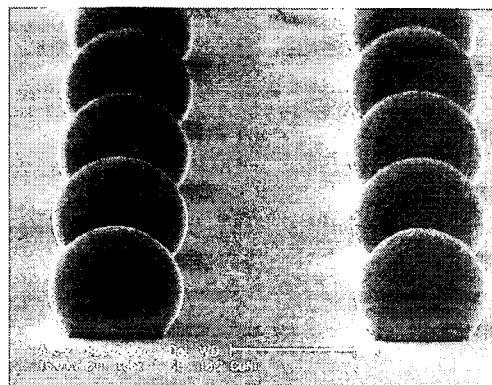
Fig. 4 Cross-sectional view of the interface between Sn3.5Ag0.7Cu solder and UBM of Si-wafer as (a) plasma treatment, (b) reflow.

Table 2. Conditions of electroless Ni plating and heat treatment

Variations	Condition
pH	pH 3.6 , pH 4.6 , pH 5.6 temperature : 88°C
Temperature	70°C, 80°C, 90°C pH : 4.6
heat-treatment temperature	200, 300, 400, 500°C
heat-treatment time	1 hr (fixed)



XRD spectra of heat-treated Ni-P film



Wafer bumping by stencil printing method