

# Sn-3Ag-XCu와 UBM(Ni,Cu)층과의 계면반응 (Interfacial reaction between Sn-Ag-xCu and UBM(Ni, Cu))

\* 김봉균, 박종현, 이창열, 정승부, 서창제

\* 성균관대학교 신소재공학과

## 1. 서론

최근 대두되고 있는 환경오염문제로 인해 전자 산업에서는 전 세계적으로 Pb 솔더에 관한 규제가 진행중에 있다. 이에 Pb free 솔더에 관한 연구가 활발히 진행중에 있으며 그 중 Sn-Ag-Cu 계 solder는 매우 유력한 대체 solder이다. 이는 Cu의 함유로 Cu pad의 용출량이 적고, 기계적 성질 및 열피로 특성이 우수한 것으로 알려져 있다. 그러나 wetting 특성이나 BGA기판에서의 도금층 변화에 따른 젖음성에 대한 연구가 부족한 실정이다.

본 연구에서는 Sn-3.5wt%Ag, Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu, Sn-3.0wt%Ag-1.0wt%Cu solder와 Cu 및 무전해 도금법에 의해 도금된 Ni/Au 기판에 대한 젖음성에 관하여 관찰하였으며, solder와 substrate 계면에서 생성되는 IMC 및 시효에 따른 IMC 성장 mechanism에 관하여 고찰하였다.

## 2. 실험방법

### 2-1 wetting balance test

ICP-TM-650 규격에 의한 메니스코그래프 젖음성 실험을 기초로 하여 Cu 시편을  $7 \times 30 \times 0.2$ (mm) 크기로 가공하였다. 10% $H_2SO_4$ -90% $CH_3OH$  용액으로 산세처리하여 산화피막을 제거하였고, 도금층이 젖음성에 미치는 영향을 알아보기 위해 Cu 표면에 Ni-P/Au를 도금하였다. Ni 도금시 Ni bath의 온도는  $88 \pm 2^\circ C$ , pH는 4.3~4.8로 유지하였고, Ni 도금후 산화방지를 위해 Au를 도금하였다. Au bath의 경우 온도는  $89 \pm 2^\circ C$ , pH는 5.6~6.2로 유지하였다.

flux에 의한 영향을 알아보기 위해 R형 및 RMA형 flux를 사용하였으며, 이에 대한 물성은 Table 1에 나타내었다.

solder는 Sn-3.5wt%Ag, Sn-3.0wt%-0.5wt%Cu, Sn

-3.0wt%Ag-1.0wt%Cu를 사용하였고, 젖음성 시험은 wetting balance tester (Rhesca Co. Ltd, SAT-5100)를 사용하였다.

### 2-2 등온 시효 시험

등온 시효에 따른 금속간 화합물의 성장을 관찰하기 위하여 주어진 각각의 확산대는 100, 120, 150, 170 $^\circ C$ 로 제어된 오븐에서 1~4주간 열처리하였다.

### 2-3 미세조직 관찰 및 두께측정

각 열처리 단계에서의 시편을 미세조직 관찰 및 두께 측정을 위해 epoxy로 마운팅한 후 emery paper #2000까지 연마후 alumina powder로 연마하였다. 부식액은 ethyl alcohol(96ml) +  $HNO_3$ (2ml) + HCl(2ml)를 사용하였고, 에칭후 SEM 미세조직을 관찰하였으며, 각 상의 분석은 EDS로 분석하였다. 또한 Image analysis software를 사용하여 금속간 화합물의 두께를 측정하였다.

### 2-4 XRD 분석

X-ray 회절 분석기를 이용하여 계면에 형성된 금속간 화합물을 분석하였으며, target은 Cu-K $\alpha$ , scan speed는  $4^\circ/min$ , 가속전압은 100mA로하여  $20 \sim 90^\circ$  ( $2\theta$ ) 구간을 분석하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3-1 젖음성

젖음성 실험결과 솔더링 온도가 증가함에 따라 솔더에 관계없이 젖음력은 증가하였으며 젖음시간은 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 온도가 상승함에 따라 솔더의 표면장력이 감소하는 것에 기인하는 것으로 사료되며 Cu기판이 Ni기판보다 젖음성이 우수한 것으로 나타났으며 Ni/Au기판인 경우 Cu보다 우수하거나 동

등한 wetting성을 나타내고 있다. 이러한 결과는 솔더와 기판과의 반응성에 의해 유추될 수 있다.

3-2 계면반응

무전해 Ni도금으로 형성된 substrate는 비정질이며 Sn-3.5wt%Ag, Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu, Sn-3.0Ag-1.0wt%Cu solder와의 계면반응으로 인해 형성된 금속간 화합물은 각각 Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>, (Cu, Ni)<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>, (Cu, Ni)<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>가 관찰되었고, Cu substrat와의 계면반응으로 인해 형성된 금속간 화합물은 solder의 조성과 무관하게 Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub>와 Cu<sub>3</sub>Sn이 관찰되었다. 금속간 화합물층의 성장은 aging time이 증가할 수록 aging temperature가 높을수록 증가하였다.

참고문헌

1. K.S. Kim, S.H. Huh, K. Sukanuma : Effects of intermetallic compounds on properties of Sn-Ag-Cu lead-free soldered joints, Journal of Alloys and Compounds 1 (2002)
2. Xin Ma, Fengjiang Wang, Yiyu Qian, Fusahito Yoshida : Development of Cu-Sn intermetallic compound at Pb-free solder/Cu joint interface, Materials Letters 4341 (2003) 1-5
3. C.E.HO, R.Y.TSAI, Y.LLIN, and C.R.KAO : Effect of Cu Concentration on the Reactions between Sn-Ag-Cu Solders and Ni, Journal of Electronic materials, Vol. 31, No. 6 (2002) 584-590
4. Kejun Zeng, Vesa Vuorinen, and Jorma K. Kivilahti, Member : Interfacial Reactions Between Lead-free SnAgCu Solder and Ni(P) Surface Finish on Printed Circuit Boards, IEEE Transactions on Electronics packaging manufacturing, Vol. 25, No. 3 (July 2002) 162-167

Table 1. Characteristics of flux used in the experiment

Type	Specific gravity(25℃)	Solid content(%)	Cleaning mothod
Flux A(R)	0.795	3.3	Non-clean
Flux B(RMA)	0.818	15	Sovent/Aqueous

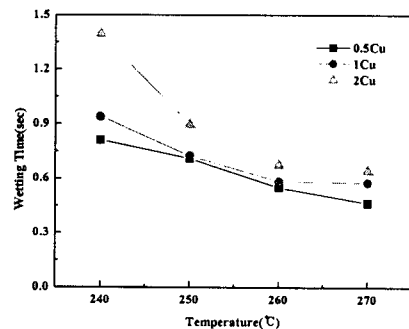
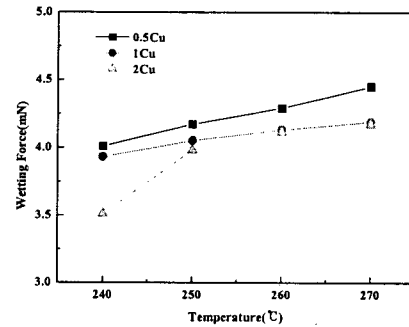
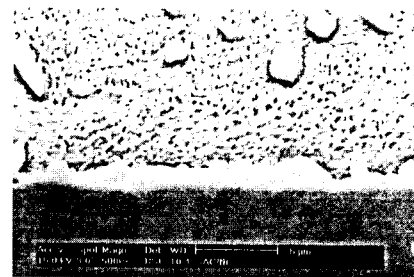
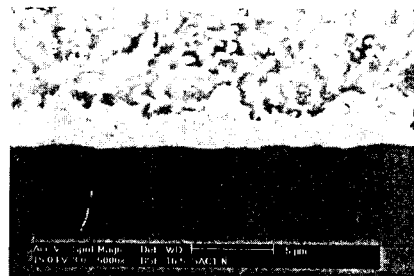


Fig.1 Effect of Cu concentration on wetting (a) wetting force (b) wetting time



(a)



(b)

Fig 2. Intermetallic compound on interface between solder and Ni substrate (aging at 150℃, for 3week)  
 (a) Sn-3.0Ag-0.5Cu solder/Ni  
 (b) Sn-3.0Ag-1.0Cu solder/Ni