

## Cu(ENIG)/Sn-Ag-(Cu)/Cu(ENIG) sandwich solder 접합부의 Coupling 효과

### Coupling effect of Cu(ENIG)/Sn-Ag-(Cu)/Cu(ENIG) sandwich solder joint

윤 정원, 정 승부

성균관대학교 신소재공학부

#### ABSTRACT

The interactions between Cu/Sn-Ag-(Cu) and Sn-Ag-(Cu)/Ni interfacial reactions were studied during isothermal aging at 150°C for up to 1000h using Cu(ENIG)/Sn-3.5Ag-(0.7Cu)/Cu(ENIG) sandwich solder joints. A typical scallop-type Cu-Sn intermetallic compound (IMC) layer formed at the upper Sn-Ag/Cu interface after reflowing, whereas a  $(\text{Cu,Ni})_6\text{Sn}_5$  IMC layer was observed at the Sn-Ag/ENIG interface. The Cu in the  $(\text{Cu,Ni})_6\text{Sn}_5$  IMC layer formed on the Ni side was sourced from the dissolution of the opposite Cu metal pad or Cu-Sn IMC layer. When the dissolved Cu arrived at the interface of the Ni pad, the  $(\text{Cu,Ni})_6\text{Sn}_5$  IMC layer formed on the Ni interface, preventing the Ni pad from reacting with the solder. Although a long isothermal aging treatment was performed at 150°C, no Ni was detected in the Cu-Sn IMC layer formed on the Cu side. Compared to the single Sn-Ag/ENIG solder joint, the formation of the  $(\text{Cu,Ni})_6\text{Sn}_5$  IMC layer of the Cu/Sn-Ag/ENIG sandwich joint effectively retarded the Ni consumption from the electroless Ni-P layer.

#### 1. 서 론

제안된 다양한 Pb-free 솔더합금들 가운데, 2원계 Sn-Ag 및 Sn-Cu와 3원계 Sn-Ag-Cu 합금이 기존의 Sn-Pb합금과 비교해 볼 때, 그 젓음성, 연성, 기계적 특성 그리고 열적인 신뢰성면에서 유사하거나 더욱 우수한 특성을 가지는 것으로 보고 되었으며, 따라서 이들의 사용이 가장 유력시되고 있다. 2000년에, NEMI (National Electronics Manufacturing Initiative)는 기존의 공정 Sn-Pb합금을 대체할 Pb-free 솔더로, 리플로우 공정의 경우 Sn-Ag-Cu합금을, 그리고 플로우 (or 웨이브) 솔더링 공정의 경우에는 Sn-Cu합금을 추천하였다.

솔더뿐만 아니라, 기판의 표면처리 또한 무연화(無鉛化)되어야만 한다. 표면처리에 있어서 무전해 니켈/침지 금도금 (electroless nickel/immersion gold)이 인쇄회로기판, BGA 및 플립칩의 표면처리재로서 널리 사용되어져 왔다.

일반적으로, 솔더링 공정 중 용융솔더와 PCB 혹은 기판위의 최종 금속층 (패드)은 서로 접촉하고, 상호 반응을 하게 된다. 이러한 상호 반응은 솔더의 조성 및 온도, 특히 솔더의 각 구성원소와 기판과의 반응여부에 따라 결정된다. 이러한 솔더 접합부의 장기적인 신뢰성은 기판과 솔더 구성원소에 의해 계면 (interface)에 생성되는 금속간화합물 (Intermetallic compound) 및 계면반응 (interfacial reaction)에 의해 크게 영향을 받게 된다. 오랜 기간동안 다양한 무연솔더와 기판간의 계면반응과 그들의 신뢰성에 관한 무수한 연구들이 수행되어져 왔다. 하지만, 이들 연구의 대부분은 단일 계면반응에 대한 분석에 초점이 맞추어져 왔다. 그러나, 실제 전자 부품의 경우, 솔더접합부는 두 개의 같거나 혹은 다른 계면 혹은 금속 패드와 접촉되어 있다. 따라서, 접합공정 동안에 두개의 다른 계면반응이 동시에 발생하게 되고, 이들은 서로 다른 계면에 영향을 주게 된다.

이 연구의 목적은 등은 시효처리에 따른

Cu(ENIG)/Sn-Ag-(Cu)/Cu(ENIG) 샌드위치 솔더 접합부 (sandwich solder joint)의 계면반응을 조사하는 데 있다. 다양한 솔더 접합부에 있어서 접합계면에 형성되는 금속간화합물의 생성 및 성장과 표면처리의 효과 (커플링 효과)에 대한 실험적인 결과가 토론될 것이다.

## 2. 실험 방법

본 실험에서는 패드(pad)직경이 460 $\mu$ m인 BGA 기판을 사용하였다. BGA 기판의 경우, Cu와 ENIG가 도금된 2종류의 기판이 사용되었다. 솔더는 볼의 직경이 500 $\mu$ m인 공정 Sn-3.5wt.%Ag 와 Sn-3.5Ag-0.7Cu 두 종류의 솔더볼을 사용하였으며, 솔더볼을 flux를 매개로 상부 기판의 패드에 위치시킨 후, 리플로 장치를 이용하여 접합하였다. 샌드위치 시편의 제작을 위해, 접합된 상부의 솔더볼과 기판이 같은 공정조건하에서 하부 기판과 다시 접합되었다 (그림1참조).

리플로우 공정 후 시편이 실온까지 냉각되었다. 등온시효처리에 따른 계면반응과 생성된 계면 화합물의 변화를 관찰하기 위하여 각각의 시편을 150 $^{\circ}$ C에서 0~1000시간동안 등온시효처리 하였다. 열처리된 시편의 계면조직은 주사전자 현미경(SEM)으로 관찰되었으며, EDX 및 EPMA (WDX)를 사용하여 계면 화합물의 화학 조성분석이 수행되었다.

## 3. 실험 결과

그림2는 150 $^{\circ}$ C에서 1000시간 동안 시효 처리된 Cu/Sn-3.5Ag/ENIG 샌드위치 솔더 접합부의 단면 주사전자 현미경 사진을 보여준다. 상부의 Cu 패드 측에는 두 종류의 Cu-Sn 금속간화합물이 생성되었으며, Ag<sub>3</sub>Sn 금속간화합물이 시효처리에 의해 Cu-Sn화합물층 내부로 embedded되었다. 반면, 하부의 ENIG도금 처리된 패드상에는 (Cu,Ni)<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 금속간화합물 층이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 이 (Cu,Ni)<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> 금속간화합물 층 내부의 Cu원자는 반대편(상부)의 Cu패드로부터 기인되었다. 즉 커플링 효과가 발생하였다. Cu/Sn-3.5Ag/ENIG 접합부에 있어서 Sn-3.5Ag/ENIG 계면에서의 이러한 Cu를 포함한 금속간화합물의 생성이 무전해 Ni층의 소모를 감소시

키는 효과를 보였다. 세부적인 시효처리에 따른 계면 미세구조 및 샌드위치 솔더접합부의 커플링 효과에 관한 결과가 학회에서 발표될 것이다.

## 후 기

본 연구는 산업자원부 지방기술 혁신사업 (RTI04-03-04) 지원으로 수행되었음.

## 참고문헌

- [1] J.W. Yoon and S.B. Jung: Mater. Sci. Forum Vol. 510-511 (2006), p. 554
- [2] K. Zeng and K.N. Tu: Mater. Sci. Eng. R. Vol. 38 (2002), p. 55
- [3] J.W. Yoon, S.W. Kim, J.M. Koo, D.G. Kim and S.B. Jung: J. Electron. Mater. Vol. 33 (2004), p. 1190
- [4] J.W. Yoon, S.W. Kim and S.B. Jung, J. Alloys Compd. Vol. 391 (2005), p. 82
- [5] J.W. Yoon, S.W. Kim and S.B. Jung, J. Alloys Compd. Vol. 392 (2005), p. 247
- [6] S.J. Wang and C.Y. Liu: J. Electron. Mater. Vol. 32 (2003), p. 1303
- [7] J.W. Yoon, C.B. Lee, D.U. Kim and S.B. Jung, Metals and Materials International Vol. 9 (2003), p. 193
- [8] J.W. Yoon, C.B. Lee and S.B. Jung: J. Electron. Mater. Vol. 32 (2003), p. 119

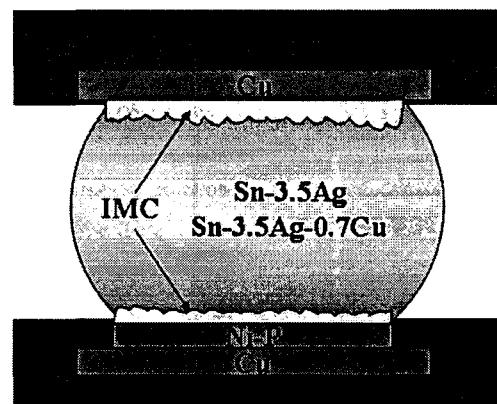


Fig. 1 Schematic illustration of the sandwich solder joints used in this study.

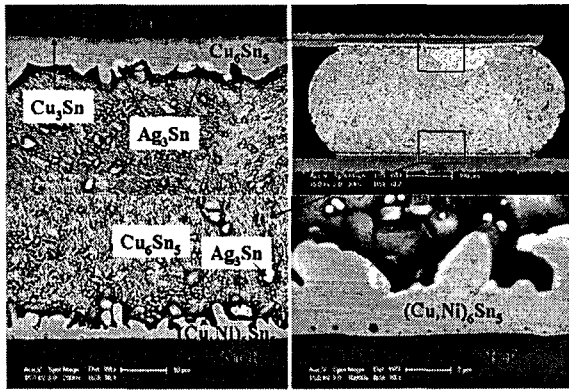


Fig. 2 Cross-sectional SEM images of the Cu/Sn-3.5Ag/ENIG sample aged at 150°C for 1000h.