

Sn-Ag-Cu solder의 wetting 특성과 계면반응

(A Study on Wettability and interfacial reaction of Sn-Ag-Cu solder)

신규식, 박지호, 정석원, 정재필
서울시립대학교 재료공학과

1. 서 론

최근 급속한 반도체 산업의 성장으로 전자부품을 사용한 생활용품 및 산업용품의 전성기를 맞이하고 있다. 반도체의 경우 현재 고밀도 고집적화를 위해 점점 크기가 작아지고 용량이 급속도로 증가하는 추세에 있으며 그에 따른 패키징 방법도 크게 달라지고 있는 실정이다.

반도체 package의 3가지 기능은 chip을 보호하는 기능과 device의 미세 pad pitch로부터 실장가능한 package단자 pitch까지의 기계적 연결, 전기적 신호 및 전원을 chip에 전달하는 것이다.

이러한 package의 형태중 현재 가장 발달된 형태가 Chip Size Package (CSP)이다 CSP란 chip size와 동등 혹은 거의 같은 크기의 package의 총칭으로 그 대표적인 예가 μ BGA이다.

μ BGA는 최근 발표되고 있는 여러 가지 CSP 중에서 real chip size package로서 기존 package와 비교하여 그 크기와 무게를 약 1/3 수준으로 줄일 수 있는 특성을 가지고 있으며 μ BGA의 독특한 구조에 의하여 stress를 현저히 감소시킬수 있어 high quality와 reliability를 얻을 수 있다. 또한 주로 FLASH, SRAM과 DRAM 같은 메모리 디바이스에 적용되며 일반 리드프레임 package보다 high speed를 요구하거나 면적과 무게를 줄이고 싶은 요구를 충족시켜 줄 수 있다. μ BGA는 휴대폰, 디스크 드라이브, 노트북, PDAs, 캠코더, 메모리 카드 그리고 많은 무선기기에 사용된다.

그러나, 현재 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더 합금에 대한 도금층의 변화에 따른 wetting 특성이나 μ BGA에서의 도금층의 변화에 따른 솔더링성에 대한 연구는 보고된 것이 없다.

따라서, 본 실험에서는 서로다른 도금조건에 따른 Sn-3.5Ag-0.7Cu 합금의 wetting성 및 μ BGA에서의 솔더링성을 검토하고자 접합계면에서의 금속간 화합물 및 솔더내의 조직변화를 SEM을 이용하여 관찰하였고, 솔더볼의 전단강도를 측정하기 위하여 shear test를 실시하여 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더 합금에 대한 전반적인 솔더링성을 검토하고자 하였다.

2. 실험방법

2.1 Wetting balance

Wetting balance tester를 이용하여 실험을 행하였으며, PC를 사용하여 그 결과를 분석하였다. 솔더의 각종 젖음특성을 평가하기 위하여 시편은 무산소동(99.99%) $10 \times 20 \times 0.3$ (mm)을 사용하였다. wetting 시험시 표면의 산화막을 제거하기 위하여 아세톤 및 산 세척을 하였으며 flux는 RMA-type을 사용하였다. 또한 flux의 활성화를 위하여 납조 위에서 예열을 실시하였다.

솔더의 온도는 250°C 로 고정하였으며, 침지깊이는 4mm, 침지속도는 5mm/sec, 침지시간은 5초로 유지하였다.

2.2 reflow

기판의 도금은 Ni/Au ($5\mu\text{m}/500\text{\AA}$), Ni($5\mu\text{m}$), Sn($5\mu\text{m}$)층을 사용하였으며, 각 도금층은 무전해 도금을 사용하였다. 제작된 기판위에 BGA용 flux를 사용하여 0.3mm의 Sn-3.5Ag-0.7Cu의 solder ball을 올려놓고 reflow machine에서 가열하였다. reflow machine은 열풍 및 적외선 겸용이며, 예열온도는 BGA용 flux의 활성화 온도인 150°C 이며, reflow peak온도는 250°C , conveyer 속도는 0.7m/min으로 고정하였다.

2.3 Microstructure

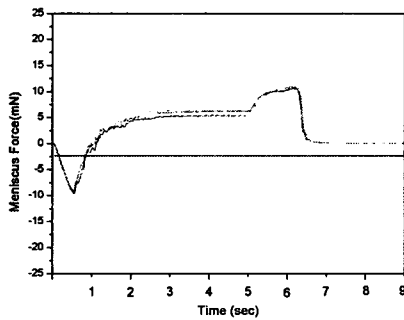
전자현미경(SEM)을 이용하여 접합된 솔더볼과 기판 사이의 계면을 관찰하였다.

2.4 전단강도

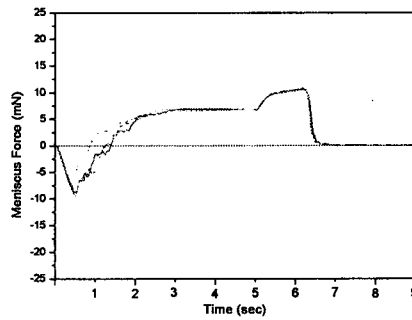
접합강도를 측정하기 위하여 bonding tester를 사용하였다. 팁과 기판사이의 거리는 $10\mu\text{m}$ 이고, 팁의 속도는 $200\mu\text{m}/\text{sec}$ 로 전단응력을 가하였다.

3. 실험결과 및 고찰

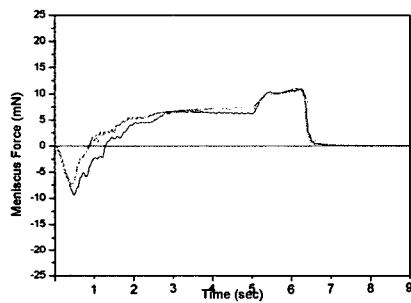
3.1 wetting 특성



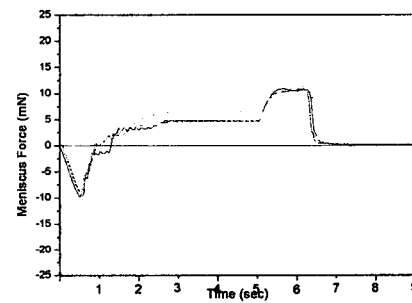
(a) Cu



(b) Cu/Ni



(c) Cu/Ni/Au



(d) Cu/Sn

그림 1. wettability of Sn-3.5Ag-0.7Cu solder for plating condition

그림 1은 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더의 젖음력 인출곡선을 기판에 도금된 도금조성을 바꾸어 가며 실험한 결과이다. 이것은 전형적인 젖음력 인출력 곡선과 유사한 형태를 갖고 있으며 젖음력 또한 양호하게 나타났다. 그림 2에 젖음력을 평가하는 주요 요소인 zero cross time을 표시하였으며 Cu/Ni/Au 층을 사용했을 때 가장 작은 zero cross time을 나타내었다.

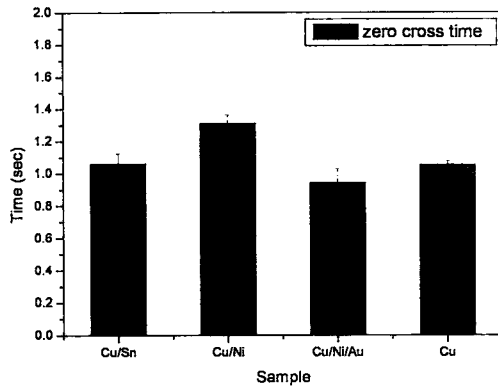


그림 2. wettability of Sn-3.5Ag-0.7Cu solder for plating conditions

그림 3은 젖음력 해석을 통해 계산된 Sn-3.5Ag-0.7Cu의 표면장력을 나타낸 것이다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 Sn-3.5Ag-0.7Cu의 표면장력은 약 0.54N/m 정도로 나타났다.

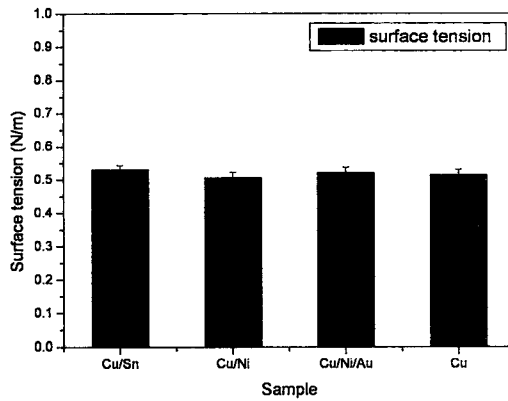


그림 3. surface tension of Sn-3.5Ag-0.7Cu solder

3.2 미세구조

표 1. microstructure of Sn-3.5Ag-0.7Cu solder ball as plating conditions

도금층	Cu	Cu/Ni	Cu/Ni/Au	Cu/Sn
솔더 내부조직				
계면조직				

표 1은 각 도금조건에 따른 솔더의 미세구조를 확인한 것으로 계면에서의 금속간 화합물의 크기는

그림 4에 나타내었다.

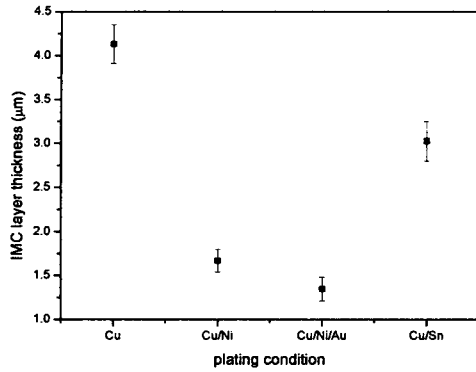


그림 4. Thickness of IMC layer for plating condition

계면에서의 금속간 화합물층의 두께를 측정된 결과 Ni층에 의한 계면에서의 금속간 화합물층의 성장이 억제되었음을 관찰할 수 있다. 또한, Sn 도금시에도 계면에서의 금속간 화합물층의 성장도 일부 억제된 것을 관찰할 수 있다.

3.3. 전단강도

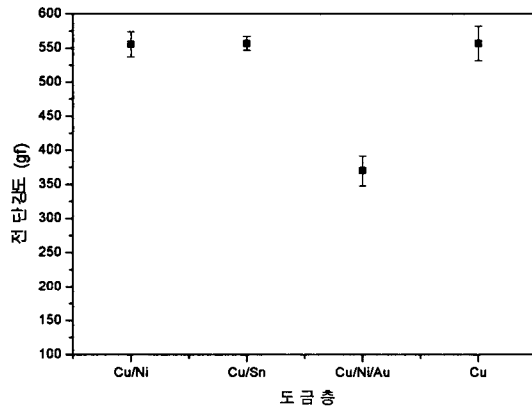


그림 5. Shear strength for plating condition

그림 5는 솔더링의 신뢰성을 평가하기 위해 각 도금 조건에 따른 전단강도를 측정된 것이다. 그림에서 도금층이 Cu/Ni/Au의 경우 전단강도값이 350gf 정도로 낮게 나타난 것이 확인되었으며, Cu, Cu/Ni, Cu/Sn의 경우에는 약 530gf 정도의 전단강도 값을 나타내는 것으로 확인 되었다.

4. 실험결과 및 고찰

각 도금층을 달리하여 Sn-3.5Ag-0.7Cu 솔더의 젖음성 측정과 솔더링성 평가에 의하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Sn-3.5Ag-0.7Cu의 젖음성 측정결과 Sn/Ni/Au의 zero cross time이 가장 짧았으며 젖음력 해석을 통해 얻어진 Sn-3.5Ag-0.7Cu의 표면장력은 약 0.54N/m 정도로 나타났다.

2. 계면에서의 금속간 화합물층의 두께를 측정한 결과 Ni층에 의한 계면에서의 금속간 화합물층의 성장이 억제되었음을 관찰할 수 있다.

3. Cu/Ni/Au의 경우 전단강도값이 350gf 정도로 낮게 나타난 것이 확인되었으며, Cu, Cu/Ni, Cu/Sn의 경우에는 약 530gf 정도의 전단강도 값을 나타내는 것으로 확인 되었다.

Reference

- 1) 월간반도체, "μ BGA", 1999, 1월호, 전자자료사, 서울, pp. 34-35
- 2) 한현주, "Reflow 공정변수에 따른 BGA Soldering 특성에 관한 연구", 서울시립대학교 석사논문 [2000] 1-27
- 3) 월간반도체, "CSP의 기초와 실장기술 (1)", 1999, 3월호, 전자자료사, 서울, pp. 118-119
- 4) 정재필외 4명, "초소형 초정밀 전자동 soldering 공정기술개발", 통상산업부 보고서, 2000
- 5) Se Young Jang, Kyung Wook Paik, "Eutectic Sn/Pb solder bump and under bump metallurgy : interfacial reactions and adhesion" Soldering&Surface Mount Technology, 1998, pp. 29-37
- 6) Paul G.harris, Kaldev S. Chaggar "The role fo intermetallic compounds in lead-free soldering", Soldering&Surface Mount Technology, 1998, pp. 28-52
- 7) D. R. Frear, W. B. Jones, K. R. Kinsman "Solder Mechanics" TMS, pp. 2-7, 53-57, 245-255
- 8) Sunwoo, et al, 1992, The growth of Cu-Sn intermetallics at a pretinned copper-solder interface, Metallurgical transactions A, Vol.23A, pp1323-1332.