

# Sn-Ag-Cu solder를 이용한 micro-BGA 접합에서의 계면 위치에 따른 미세조직 변화에 대한 연구

## (Study on Microstructure of Soldered Joint for micro-BGA with Sn-Ag-Cu solder by Interface Location)

신규식, 박재용\*, 정재필, 강춘식\*\*

서울시립대학교 재료공학과  
\*성균관대학교 금속재료공학부  
\*\*서울대학교 재료공학부

### 1. 서 론

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  $\mu$ BGA이다.

$\mu$ 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  $\mu$ 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.  $\mu$ BGA는 휴대폰, 디스크드라이브, 노트북, PDAs, 캠코더, 메모리 카드 그리고 많은 무선기기에 사용된다.

일반적인  $\mu$ -BGA 공정은 chip위에 솔더볼을 놓고 reflow 시킨 후 솔더 볼이 접합된 chip을 기판위에 다시 reflow시키는 2단계의 공정을 거치게 된다. 이 과정에서 기판과 chip의 위치 변화에 따른 새로운 변수에 대한 연구 및 reflow 횟수에 따른 금속조직 및 강도의 변화에 대한 연구결과는 아직 없다.

따라서 본 실험에서는  $\mu$ -BGA의 1, 2차 reflow 및 2차 reflow되는 계면의 위치 변화에 따른 계면에서의 금속간 화합물의 성장과 접합부의 강도변화에 대해 연구하였다. 솔더볼의 재료는 전형적인 Sn-Ag계 무연솔더인 0.3mm, Sn-3.5wt%Ag-0.7wt%Cu의 solder ball을 사용하였다.

### 2. 실험

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°C이며, reflow peak온도는 250°C, conveyer 속도는 0.7m/min으로 고정하였다.

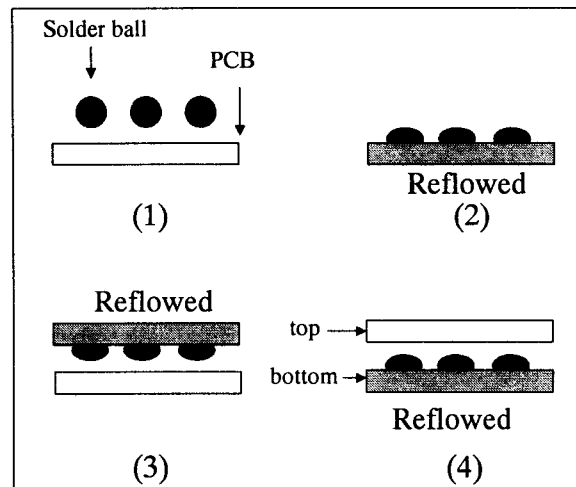


Fig 1. Reflow condition of samples (1) 1st reflow (2) 2nd reflow (3) 2nd up (4) 2nd down

Fig 1은 각 시편의 reflow 조건을 나타낸 그림으로, 시편 (1)은 1차 reflow된 시편, (2)는 2차 reflow된 시편, (3)은 1차 reflow된 시편을 새로운 기판 위에 올려놓고 reflow된 시편, (4)는 1차 reflow된 시편 위에 새로운 기판을 올려놓고 reflow된 시편이다.

각 시편의 금속간 화합물의 성장과 접합강도를 측정하기 위해 주사전자 현미경과 shear tester를 사용하였다. shear tester는 Rhesca에서 제작된 PTR-1000 bonding tester를 사용하였으며 팁과 기판사이의 거리는 10 $\mu$ m이고 팁의 속도는 200 $\mu$ m/sec로 전단응력을 가하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3-1 금속간 화합물의 성장

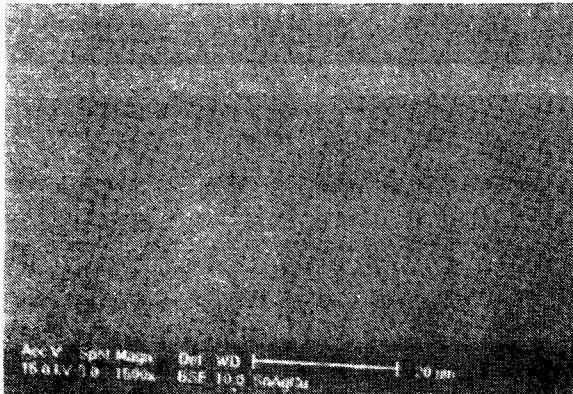


Fig 2. Sample (1)

Fig 2는 1차 reflow된 시편의 단면 SEM 사진으로 계면에서 전형적인  $Cu_6Sn_5$  금속간 화합물이 관측되며 가운데 있는 것은  $Ag_3Sn$ 으로 된다.  $Cu_6Sn_5$ 의 금속간 화합물은 Cu pad와 솔더내의 Sn의 상호반응에 의하여 생긴 것으로 scallop형의 모양을 갖고 있다.

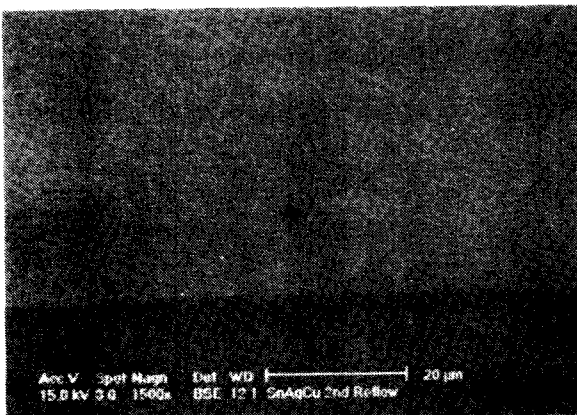


Fig3. Sample (2)

Fig 3은 2차 reflow된 시편의 단면 SEM 사진으로 그림2와 scallop의 모양은 변화가 없으나 그 크기에 있어서는 상당한 변화가 관찰된다. 이것은 reflow 횟수의 증가에 따라 금속간 화합물의 성장이 증가한다는 것을 보여주는 증거이다.

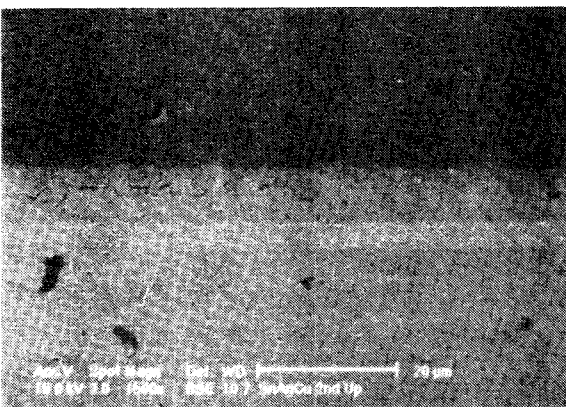


Fig 4. Sample (3) (top)

Fig 4는 1차 reflow된 시편을 새로운 기판 위에 올려놓고 reflow된 시편의 단면 SEM사진으로 top의 2차 reflow된 계면을 보여주고 있다. 금속간 화합물의 전반적인 크기는 1차 reflow된 시편의 금속간 화합물의 크기와 비슷하며, 성장한 형태는 1차 reflow된 시편에 비하여 균일하다.

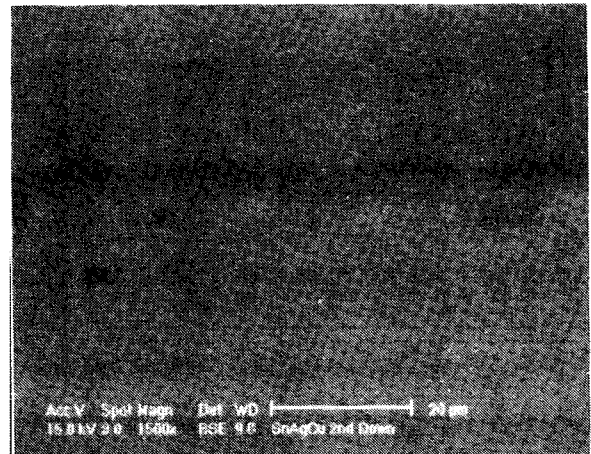


Fig 5. Sample (4) (top)

Fig 5는 1차 reflow된 시편 위에 새로운 기판을 올려놓고 reflow된 시편의 단면 SEM 사진으로 top의 1차 reflow된 계면을 보여주고 있다. 계면에서의 금속간 화합물의 크기와 크기분포는 시편 (3)의 2차 reflow된 계면의 것과 비슷하다.

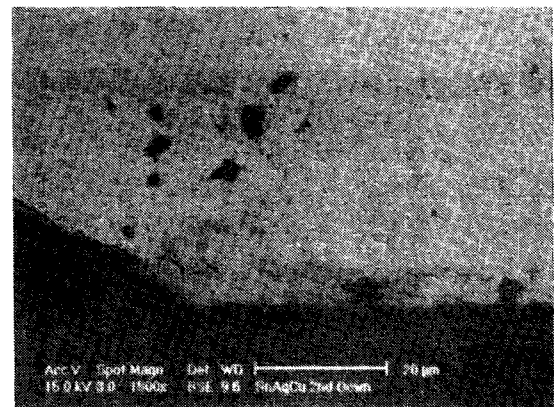


Fig 6. Sample (4) (bottom)

Fig 6은 1차 reflow된 시편 위에 새로운 기판을 올려놓고 reflow된 시편의 단면 SEM 사진으로 bottom의 2차 reflow된 계면을 보여주고 있다. 계면의 금속간 화합물의 크기는 시편 (1)의 금속간 화합물의 크기 보다는 크지만 시편 (2)의 금속간 화합물의 크기 보다는 작다.

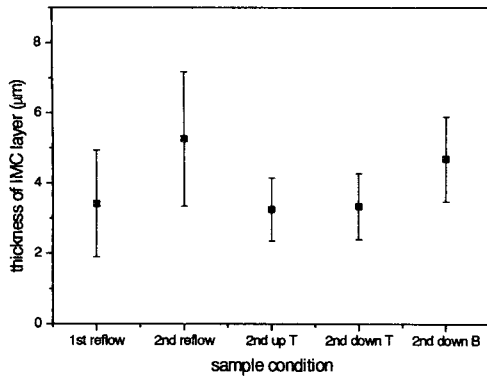


Fig 7. Thickness of IMC layer for sample condition

Fig 7은 각 조건에 따른 계면에서의 금속간 화합물의 두께를 측정하여 나타낸 그림이다. Fig 7에서 시편 (2)의 금속간 화합물의 두께는 시편 (1)보다 약  $1.5\mu\text{m}$  정도 더 두꺼운 것으로 나타났다. 또한 시편 (4)의 경우 2차 reflow된 계면에서의 금속간 화합물의 성장이 활발하였다. 이것은 2차 reflow시 Cu가 확산을 하여 2차 reflow되는 계면의 금속간 화합물의 성장을 촉진했기 때문이다.

### 3-2 전단강도의 변화

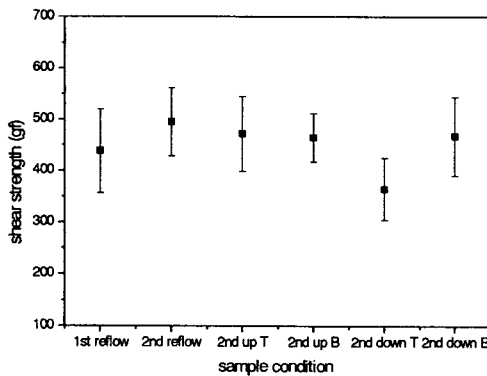


Fig 7. Shear strength for sample condition

Fig 7은 각 조건에 따른 전단강도의 변화를 나타낸 그림이다. Fig 7에서 시편 (1)의 강도보다 시편 (2)의 강도가 55gf 정도 더 높은 것으로 나타났으며, 시편 (3)의 전단강도는 두 계면 모두 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 시편 (4)의 경우 2차 reflow된 계면의 강도가 1차 reflow된 계면에 비하여 100gf 정도 높은 것으로 판명 되었다.

Fig 6와 Fig 7을 비교하였을 때 조건의 변화에 따라 강도와 금속간 화합물층의 두께의 경향이 비슷한 것으로 나타났다. 계면에서의 금속간 화합물의 성장이

증가될수록 접합부의 강도가 증가했다. 따라서 접합강도는 금속간 화합물의 성장과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 시편 (3)에서는 강도값의 결과가 비슷하고 시편 (4)에서 강도값이 크게 차이나는 이유는 기판의 무게에 의한 2차 reflow시 솔더의 퍼지는 정도가 달라지고 결국 Cu pad와 솔더의 반응면적이 시편 (3)에서보다 시편 (4)에서 증가하기 때문이라고 판단된다.

### 4. 결 론

$\mu$ -BGA의 1, 2차 reflow 및 2차 reflow되는 계면의 위치 변화에 따른 계면에서의 금속간 화합물의 성장과 접합부의 강도변화에 대한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 1차 및 2차 reflow 후의 금속간 화합물의 크기 측정결과 reflow 횟수의 증가에 따라 금속간 화합물층의 두께가 증가하였다.

2) 시편의 1, 2차 reflow 및 2차 reflow되는 계면의 위치의 변화에 의한 금속간 화합물의 크기가 증가할수록 전단강도도 증가하는 경향을 보인다.

3) 시편의 전단강도의 증가는 reflow시 솔더가 받는 압력에 의한 Cu pad와의 반응면적의 증가와 관계가 있다고 추정된다.

### 참고문헌

1. Paul G Harris, Kaldev S. Chaggar, "The role of intermetallic compounds in lead-free soldering", Soldering & Surface Mount Technology 10/3 [1998] 38-52
2. "초소형 초정밀 전자용 soldering 공정기술 개발", 통상산업부, [2000]
3. 한현주, "Reflow 공정변수에 따른 BGA Soldering 특성에 관한 연구", 서울시립대학교 석사논문 [2000] 1-27