

# 시효처리에 따른 Sn-Ag계 solder 접합부의 미세조직에 대한 연구

## The microstructure evolution of eutectic Sn-Ag solder joint during isothermal aging

이 인영\*, 이 창배\*, 이 창열\*, 정 승부\*, 서 창제\*

\*성균관대학교 금속재료공학부

### 1. 서론

BGA(Ball Grid Array)는 일반적으로 Cu/Ni/Au 3종류의 layer 구조로 이루어져 있으며 Au layer는 wetting성 향상과 산화방지를 위해 널리 사용되고 있으며 Ni layer는 확산 barrier로 Cu-Sn 금속간화합물(Intermetallic compound) 성장을 억제시키지만 Sn-Ni라는 새로운 금속간화합물이 계면에 생성되어 신뢰성에 영향을 미친다.

Solder ball은 BGA와 PCB를 전기적으로 접촉시키고 있으며 현재 널리 사용되고 있는 Sn-Pb 계 solder ball은 Pb로 인한 환경문제 때문에 Pb의 사용이 점차 제한 받고 있는 실정이다. 따라서 새로운 solder ball 개발과 특성에 대한 연구가 진행되고 있으며 그 필요성또한 증대되고 있다. 본 실험에서 사용된 Sn-Ag 계 solder ball은 Sn-Pb solder ball 보다 기계적 성질이 뛰어나고 높은 용점 때문에 고온적용이 가능해 가장 주목받고 있는 solder 합금계 중 하나이다. 그러나 BGA에 실장된 Sn-Ag 계 solder 접합부의 미세조직에 대한 연구는 아주 미흡한 상태이다.

따라서 본 연구는 BGA에서 시효처리에 따른 Sn-Ag 계 solder ball의 미세조직과 계면에서 금속간화합물의 거동을 살펴보았다.

### 2. 실험방법

#### 2.1 Reflow 공정에 따른 금속간 화합물의 관찰

본 연구에서 사용된 BGA substrate의 각 pad는 Cu/Ni/Au의 3종류의 layer 구조이며 pad의 직경은  $640\mu\text{m}$ 이다. Au와 Ni layer는 전기도금에 의해 deposit되었고 두께는 각각  $0.5\mu\text{m}$ ,  $5\text{--}10\mu\text{m}$ 이다. solder ball의 조성은 Sn-3.5Ag-0.75Cu, Sn-3.5Ag이고 직경이  $760\mu\text{m}$ 이다. BGA substrate는 solder ball을 실장 하기 전 pad위의 오염물을 제거하기 위해 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 으로 산세처리 하였으며 flux를 도포한 후 solder ball을 pad 위에 실장하였다. 각각의 substrate 위에 20개의 solder ball을 올려놓고 reflow 하였다. Reflow 최고온도는 523K로 고정시켰고 flux 활성을 위하여 393K에서 예열을 하였다.

Reflow 후 epoxy로 mounting 한 다음 polishing 을 하여 광학현미경(Optical Microscopy), 전자주사현미경(Scanning Electron Microscopy)으로 관찰하였고 Energy Dispersive Spectroscopy을 이용하여 상분석 하였다.

#### 2.2 등온 시효 실험

등온시효에 따른 금속간화합물의 성장 및 미세조직 변화를 관찰하기 위하여 각각 423K에서 시효 처리 하였다. 시효처리시간은 Sn-3.5Ag의 경우 24h, 144h, 650h, Sn-3.5Ag-0.75Cu는 24h, 360h, 650h 동안 시효 처리 후 SEM으로 미세조직을 관찰하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Sn-3.5Ag solder의 용점은 494K로 Sn matrix에 rod-like type  $\text{Ag}_3\text{Sn}$ ( $\epsilon$ -phase)이 미세하게 석출된 조직을 가지고 있으며 시효처리시간이 증가함에 따라  $\text{Ag}_3\text{Sn}$ 은 조대화 되었고, 계면에 형성된 Sn-Ni 금속간화합물 layer도 확산에 의해 성장됨을 관찰하였다.

Sn-3.5Ag-0.75Cu solder의 용점은 490-492K이고 미세조직을 분석한 결과  $\beta$ -Sn,  $\text{Ag}_3\text{Sn}$ ,  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ 의 3 phase로 구성되어 있음을 확인할 수 있었다. 시효처리시간이 증가함에 따라  $\text{Ag}_3\text{Sn}$ ,  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  금속간화합물은 조대화 되었고 계면에 형성된 Sn-Ni 금속간화합물 layer가 성장됨을 관찰하였다.

Ni는 Cu보다 확산속도가 낮으므로 확산 barrier의 역할을 한다. 따라서 초기 reflow 공정에서는 금속간화합물 layer가 얇지만 시효처리시간이 길어질수록 Ni-Sn 금속간화합물 layer성장이 진행되어 solder joint의 신뢰성에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

Au layer는 용해속도가 매우 빠르고 초기 reflow 공정시 Sn-Au 금속간화합물의 형태로 solder ball 내에 석출됨을 관찰하였다.

#### 4. 참고문헌

1. WENGE YANG and ROBERT W.MESSLER,JR, J.of Electron. Mat, 23 (1994) pp. 765-772
2. C.E.HO, Y.M.CHEN, and C.R.KAO, J.of Electron. Mat, 28 (1999) pp.1231-1237
3. CHAD M. MILLER, IVER E. ANDERSON, and JACK F. SMITH J.of Electron. Mat, 23 (1994) pp.595-601