

# 국산·외산 Sn-8wt%Zn-3wt%Bi 솔더 페이스트를 이용한 QFP 솔더 접합부의 열충격 신뢰성 평가

(Reliability evaluation of QFP joint using domestic & foreign Sn-8wt%Zn-3wt%Bi solder paste under thermal shock)

김 규석\*, 이 영우\*, 홍 성준\*, 이기주\*, 정 재필\*, 문 영준\*\*, 이 지원\*\*, 한 현주\*\*

\* 서울시립대학교 공과대학 신소재공학과

\*\* 삼성전자 메카트로닉스센터

## 1. 서 론

솔더 접합부의 신뢰성은 표면 실장 기술(SMT)과 인쇄 회로 기판(PCB) 조립에서 중요한 화제 중 하나이다. 표면 실장 부품과 PCB 가 열 팽창 계수(CTE)의 차이로 인하여, 열 피로는 전자 부품에서 솔더 접합부에 대하여 매우 중요한 파괴 모드이다.1)

최근 환경 규제는 Pb의 독성으로 인하여 Pb의 사용을 금지한 이래로, 적절한 무연 솔더 개발이 전자 제품 패키징에서 중요한 사항으로 떠오르고 있다. 이에 국내에서도 무연 솔더에 관한 많은 연구가 행해지고 있다.2), 3)

본 연구에서는 리플로우 용 무연 솔더 중 기존 Sn-37wt%Pb(이하 Sn-37Pb)와 융점이 유사한 국산·외산 Sn-8wt%Zn-3wt%Bi(이하 Sn-8Zn-3Bi) 솔더를 사용하여, 열충격 시험에 의한 신뢰성과 QFP 인장강도를 비교 평가하였다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 실험 재료 및 접합방법

솔더 페이스트는 Sn-8Zn-3Bi 조성으로서, 국산 솔더페이스트와 외산 솔더페이스트를 사용하였다.

PCB는 Ni/Au도금처리를 하였으며 하지(下地) 금속을 Cu를 사용하고, 그 위에 무전해 Ni 도금, 전해 Au 도금을 행하였다.

부품은 QFP를 사용하였다. 부품 도금층은 Cu 재질의 Lead-frame 위에 각각 도금을 Sn-15Pb, Sn, Sn-3Bi(이하 SnPb, Sn, SnBi) 3가지로 실험하여, 부품 도금 종류에 따른 접합부 특성을 관찰하였다.

PCB에 QFP 부품을 접합하기 위하여, peak 온도가 215°C-225°C로 설정하여 리플로우 솔더링을 행하였다.

### 2.2 평가방법

솔더링 접합부의 신뢰성 평가를 위하여, 열충격 시험을 행한 후, 각 시료의 접합강도 및 미세조직을 관찰하였다.

열충격 시험은 -40°C/+85°C 조건으로, 각 온도에서 30분씩 유지하여 1cycle 당 1시간이 소요되었다. 시험 횟수는 1000cycle까지 행하였다. 시험 후 접합부 평가는 매 200cycle마다 시료를 채취하여, 각각에 대한 접합부 특성을 관찰하였다.

인장강도 시험은 Fig. 1의 모식도에 보인 바와 같이, 시료를 45° 방향에서 시험속도 200μm/sec로 QFP 리드를 당겨 접합강도를 평가하였다. 측정 횟수는 QFP의 각 모서리 당 10개씩 평가하여, 한 개의 부품 당 40개의 리드에 대해 시험을 실시하였다. 각 실험 조건 당 시료 수는 부품 2개씩, 총 80개 리드의 접합강도를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 기계적 특성

#### 3.1.1 열충격 시험 후 접합강도

Fig. 2는 Sn-8Zn-3Bi 솔더를 사용한 PCB 표면 처리 및 부품 도금별 시료의 열충격 시험 후, 접합강도를 측정된 결과이다. 제시된 Reference는 Sn-37Pb 솔더 페이스트를 사용하였다. 기판은 Ni/Au로 도금된 기판을 사용하였으며, 부품은 Sn-15Pb로 도금된 부품을 사용하였다. 표 1은 리플로우 후 초기 강도 값과 열충격 시험 1000

cycles 후 강도 값을 나타낸 것이다. Sn 도금 부품과 Sn-Bi 도금 부품의 경우, 초기 강도와 1000 cycles 후 강도 값은 외산이 국산보다 약 200~500gf 높은 값이 나왔다. 그러나, Sn-Pb 도금 부품의 경우, 초기 강도와 1000cycles 후 강도 값은 국산이 외산보다 약 100~200gf 높은 값이 나왔다.

기존 범용적으로 사용되고 있는 Sn-37Pb 솔더의 값과 비교할 경우, 국산·외산 솔더와 각 부품들을 사용한 접합 강도 값이 100~600gf 높은 값을 나타내어 기계적 특성이 우수함을 알 수 있었다.

### 3.2 금속학적 특성

#### 3.2.1 접합부 내부 불량

국산·외산 Sn-8Zn-3Bi 솔더의 접합부 관찰 결과 모두 Sn 도금 기판의 SnPb 도금 부품에서 Crack이 발견되고 나머지 조건에서는 발견되지 않았다.

그리고 솔더 접합부 내부에서 Void를 관찰 할 수 있었으나 접합부 면적의 30%이하로 양호한 수준이었고 강도에 영향을 미치지 않는 않았다.

#### 3.2.2 금속간 화합물

Fig. 3에서 각 리드부의 계면에 형성된 금속간 화합물들은 부품 도금 종류에 무관하게 공통적으로 계면에서 Cu와 Zn의 반응에 의한  $Cu_5Zn_8$  금속간 화합물이 관찰되었다. 그리고 리드부의  $Cu_5Sn_8$  금속간 화합물 안에 미량의 Cu 원소를 함유한 Sn 상이 존재함이 관찰되었다. 이 현상은 일부  $Cu_6Sn_5$  금속간 화합물이 먼저 리드부에 형성하고, 그 후  $Cu_5Zn_8$  금속간 화합물에서 공급되는 Cu와 솔더 안의 Zn의 반응으로 인해,  $Cu_5Zn_8$  금속간 화합물을 형성하여, Cu를 다 소진한  $Cu_6Sn_5$  금속간 화합물에서 Sn 상이  $Cu_5Zn_8$  금속간 화합물에 갇힌 것으로 추정된다.

## 4장. 결 론

본 연구에서는 국산·외산 Sn-8Zn-3Bi와 다양한 리드도금 (SnPb, SnBi, Sn)을 이용한 QFP의 열충격 신뢰성 평가를 실시하였다. 국산·외산 솔더의 열충격 신뢰성에 대한 결과는 다음과 같다.

1) Sn-8Bi-3Zn 솔더와 QFP 리드 도금에 따른 접합강도는 국산·외산 모두 1000cycles 까지 뚜렷한 강도저하가 관찰되지 않았다. 리드 도금 변화에 따른 국산·외산 솔더의 강도는 SnPb 도금을 제외한 SnBi, Sn 도금의 경우 국산솔더보다 외산 솔더가 약 20~30%의 접합강도 값이 더 높음을 알 수 있었다.

2) 기존 범용 솔더인 Sn-37Pb솔더와 비교한 경우, 국산·외산 Sn-8Bi-3Zn 솔더의 접합강도가 Sn-37Pb 솔더의 접합강도보다 약 200~700gf가 높은 강도 결과가 관찰되었다. 이는 국산·외산 솔더의 기계적 특성이 기존 Sn-37Pb솔더 보다 우수하다는 것을 나타낸다.

3) 부품 도금층에 관계없이 QFP 부품도금에 따른 솔더/리드 계면에서 형성된 금속간 화합물은 부품 도금층에 관계없이  $Cu_5Zn_8$ 이 관찰되었다. 그리고 리드부의  $Cu_5Sn_8$  금속간 화합물 안에 미량의 Cu 원소를 함유한 Sn 상이 존재함이 관찰되었다.

4) 국산·외산 솔더의 열충격 신뢰성 결과, 접합강도는 SnPb 부품도금을 제외한 SnBi, Sn 도금에서 외산 솔더가 국산 솔더보다 우수한 것으로 나타났다. 그러나, 국산·외산 솔더는 기존 SnPb 솔더의 접합강도보다 우수하였다.

## 후 기

본 연구는 삼성전자 위탁연구과제 및 과학재단 (R0120040001057202004)의 연구비지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. P. L. Tu, Yan C. Chan, and J. K. L. Lai : Effect of Intermetallic Compounds on the Thermal Fatigue of Surface Mount Solder Joints, IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, VOL. 20, NO. 1(1997), pp.87-93
2. Akio Hirose, Hiroto Yanagawa, Eiichi Ide, Kojiro F. Kobayashi, Joint strength and interfacial microstructure between Sn-Ag-Cu and Sn-Zn-Bi solders and Cu substrate, Science and Technology of Advanced Materials, Vol.5, 2004
3. Sustainable Industrial Development, Korea Institute of Industrial Technology, Vol.7 No.1, 2004

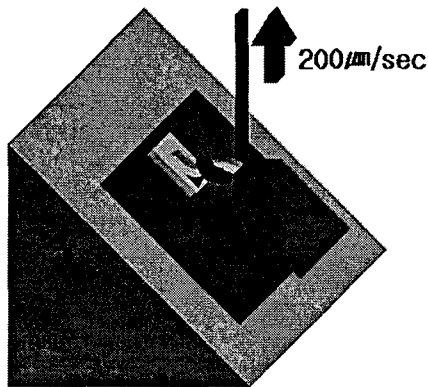
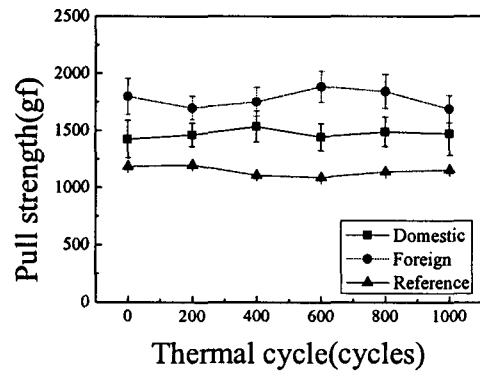
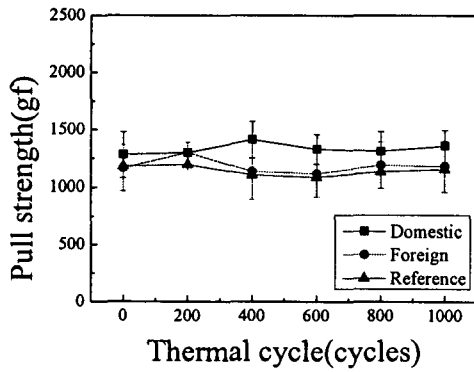


Fig. 1 Schematic

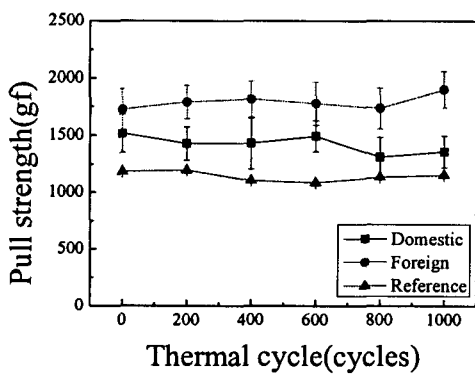


(c) PCB Sn plating

Fig. 2 Tensile strength by QFP lead frame plating under thermal shock test (-40°C/+85°C)  
 ※Reference : (solder : Sn-37Pb, PCB : Ni/Au, component : Sn15Pb plating)



(a) PCB SnPb plating



(b) PCB SnBi plating

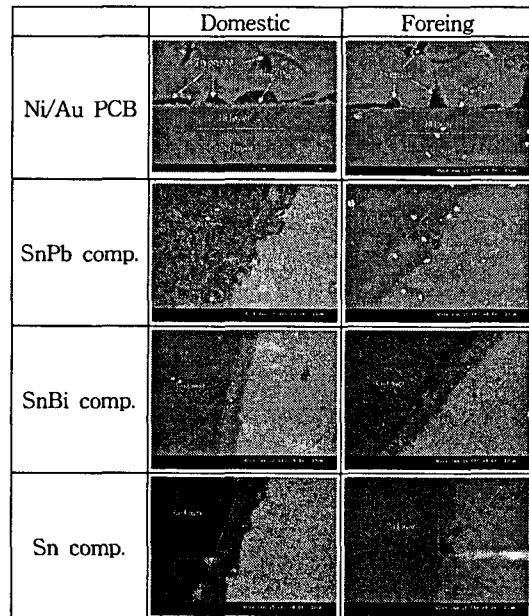


Fig.3 Intermetallic compound of PCB/solder and lead/solder