

국산·외산 Sn-8wt%Zn-3wt%Bi 솔더 페이스트를 이용한 1608칩 접합부의 열충격 신뢰성 평가

(Reliability evaluation of 1608 chip joint using domestic & foreign Sn-8wt%Zn-3wt%Bi solder paste under thermal shock)

이 기주*, 이 영우*, 홍 성준*, 김 규석*, 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 PCB가 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. 이러한 환경규제로서 유럽에서는 전기전자 기기의 폐기물 처리 지침(WEEE) 및 유해 물질 사용 금지 지침 (RoHS Directive)이 2006년 7월부터 시행 예정에 있다. 이에 국내에서도 무연 솔더에 관한 많은 연구가 행해지고 있다.^{2,3)}

본 연구에서는 리플로우 용 무연 솔더 중 기준 Sn-37wt%Pb(이하 Sn-37Pb)와 용점이 유사한 국산·외산 Sn-8wt%Zn-3wt%Bi(이하 Sn-8Zn-3Bi) 솔더를 사용하여 신뢰성과 칩 전단강도를 비교 평가하였다.

2. 실험 방법

2.1 실험 재료 및 접합방법

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

PCB는 하지(下地) 금속으로 Cu를 사용하고, 그 위에 무전해 도금으로 Ni를 3 μ m, 전해 도금

으로 Au를 0.03 μ m 두께로 형성하였다.

부품은 1608 적층콘덴서(C) 및 저항(R) 부품을 사용하였다. 부품은 Ni위에 Sn-10Pb 또는 Sn 도금된 2가지 종류를 사용하였다.

PCB에 1608칩을 접합하기 위해서, 리플로우 솔더링을 행하였으며, 온도 프로파일은 Sn-8Zn-3Bi의 가장 일반적인 조건으로 실험하였다.

2.2 평가방법

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

열충격 시험은 그림 2.3과 같이 -40 $^{\circ}$ C/+85 $^{\circ}$ C 조건으로, 각 온도에서 30분씩 유지하여 1cycle 당 1시간이 소요되었다. 시험 횟수는 1000cycle까지 반복 열충격 시험을 행하였으며, 매 200cycles 시료에 대해 접합강도를 평가하고 각각에 대한 접합부 특성을 관찰하였다.

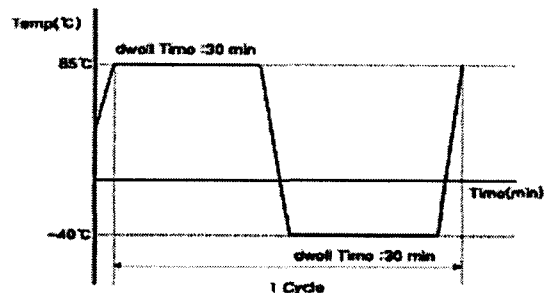


그림 2.3 열충격 시험 조건 모식도

전단강도 시험은 그림 2.3의 모식도에 보인 바와 같이 시험속도 200 μ m/sec, 바닥으로부터의

팁높이 10 μ m 조건으로 실시하였다.

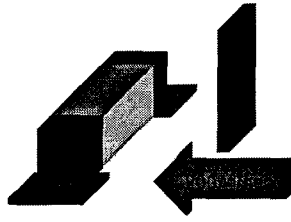
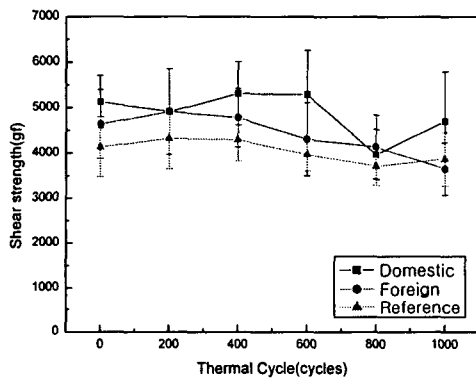


그림 2.3 전단강도 시험 모식도

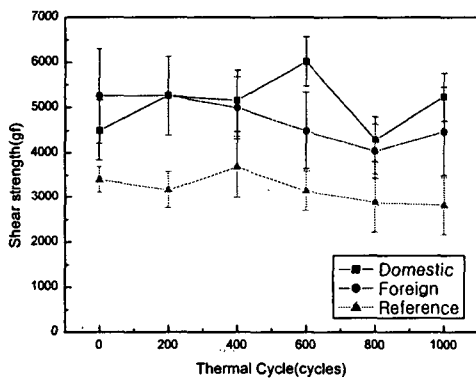
3. 결과 및 고찰

3.1 기계적 특성

그림 2.4 는 열충격 시험 후 1608R 부품의 도금에 따른 접합 강도를 측정된 결과이다. Sn-37Pb으로 동일조건인 Sn-37wt%Pb(이하 Sn-37Pb)를 사용하였다.



(a) SnPb 도금



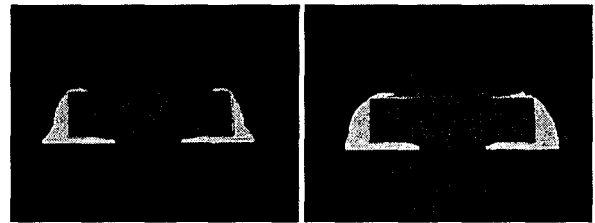
(b) Sn 도금

그림 2.4 NiAu 도금 PCB

부품 도금별 접합강도 특성에서 SnPb 도금 부품의 접합강도는 국내 솔더 페이스트의 경우 Sn-37Pb보다 약 800gf 높은 값이 측정되었고 국외 솔더 페이스트는 약 400gf 정도 높게 나왔다. 그러나 국외 솔더 페이스트는 1000 cycles 후 기존 Sn-37Pb 보다 200gf 낮게 측정되었다. Sn 도금 부품은 국내·국외 솔더 페이스트 모두 전반적으로 기존 Sn-37Pb 보다 강도값이 약 1500gf 높게 측정되었고 열충격 시험 1000cycle 후에도 이 강도값을 유지하였다.

3.2 금속학적 특성

3.2.1 접합부 내부 불량관찰



(a) 국산 SnPb(R) (b) 외산 SnPb(R)

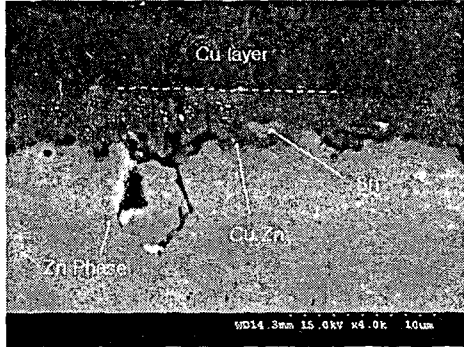
그림 2.5 열충격 1000cycle 후 SnPb 도금 부품의 단면 관찰

그림 2.5는 Sn-8Zn-3Bi 솔더를 사용한 SnPb 도금 부품의 열충격 1000cycles 후 접합부 단면을 광학현미경으로 관찰한 사진이다. 국산 및 외산 솔더 모두 접합부 내부에서 Void를 관찰할 수 있었으나 접합부 면적의 30% 이하로 양호한 수준이었고 강도에는 특별한 영향을 미치지 않았다.

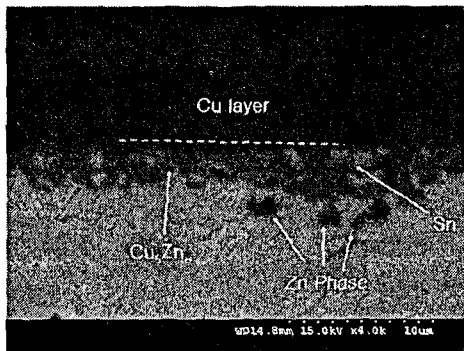
3.2.2 금속간 화합물

그림 2.6은 열충격 시험을 1000cycle 실시한 부품 리드/ 솔더간 접합부 계면에 형성된 금속간 화합물을 SEM 으로 관찰한 것이다. 각 리드부의 계면에 형성된 금속간 화합물들은 부품 도금의 종류나 국산 외산 솔더 페이스트와는 무관하게 공통적으로 Cu와 Zn의 반응에 의한 Cu₅Zn₈ 금속간 화합물이 관찰되었다. 그리고 리드부의 Cu₅Zn₈ 금속간 화합물 안에 미량의 Cu 원소를 함유한 Sn 상이 존재함이 관찰되었다. 이 현상은 일부 Cu₆Sn₅ 금속간화합물이 먼저 리드부에 형성이 되고, 그 후 Cu₆Sn₅ 금속간 화합물에서

공급되는 Cu와 솔더안의 Zn과의 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.



(a) SnPb도금 부품에 대한 금속간 화합물



(b) Sn도금 부품에 대한 금속간 화합물

그림 2. 6 Ni/Au 도금 열충격 1000cycles 후 부품 리드/솔더 간 계면에 형성된 금속간 화합물 (국산솔더)

4. 결 론

국산과 외산 Sn-8Zn-3Bi 솔더페이스트를 사용하여 Sn-10%wtPb, Sn 도금된 1608 칩을 Ni/Au 도금 PCB에 리플로우 솔더링을 통해 접합하고 열충격 시험 후 신뢰성을 평가하는 연구를 수행하였다. 본 연구에서 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 국산 솔더 페이스트와 외산 솔더 페이스트의 부품 도금별 접합강도 특성에서 SnPb 도금 부품은 열충격 1000cycle 후 강도 저하는 있었지만(국내 8%감소, 국외 20%감소), 국내 솔더 페이스트는 국외 및 기존 Sn-37Pb 보다 높은

강도값을 보였다.

2) Sn 도금 부품은 열충격 전후 모두 기존 Sn-37Pb보다 30% 이상의 강도값을 보였고 국내 솔더 페이스트는 외산 솔더 페이스트에 비해 약 6% 높은 강도값을 보였다.

3) 접합부 단면관찰 결과 국산 및 외산 솔더 모두 접합부 내부에서 Void를 관찰할 수 있었으나 접합부 면적의 30% 이하로 양호한 수준이었고 강도에는 특별한 영향을 미치지 않는 않았다.

이러한 경향으로 볼 때 국산 솔더 페이스트는 외산과 비교하여 동등 또는 그 이상의 접합성을 확인할 수 있다.

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