

열충격하에서의 삽입실장 부품의 신뢰성에 관한 연구

Reliability of Insert Mounted Components under Thermal Shock

이종범*, 노보인*, 정승부*¹

*성균관대학교 신소재공학부

ABSTRACT The reliability of insert mounted components has been considered as their life time was getting increased. The spread of crack and the growth of IMC (intermetallic compound) were observed by SEM (scanning electron microscope) and EDS(energy dispersive spectroscopy). The cracks in Sn-37wt%Pb under thermal shock test were found earlier than other solders (Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu and Sn-0.7wt%Cu-0.01wt%P). The IMC thickness was increased with increasing number of thermal shock cycles in the following order : Sn-0.7Cu-0.01P; Sn-3.0Ag-0.5Cu; Sn-37Pb

1. 서 론

솔더는 칩과 기판을 연결시켜 전류를 통하게 하며 기계적인 결합 역할을 하는 중간 매개체이다. 현재까지 전자부품실장에 사용되고 있는 Sn-Pb계 솔더는 취급의 용이성, 낮은 가격 및 솔더 재료로써의 우수한 특성 (기계적 및 전기적 특성, 접합성 등) 때문에 전기·전자 업계에서 가장 널리 이용되어 왔다. 그러나, 납의 유해성에 의한 환경적인 규제로 인해 납이 함유된 솔더의 사용이 제한되고 있다. 따라서, 친환경적 솔더인 무연 솔더에 관심을 갖게 되었다¹⁻³⁾. 1990년대 초 미국은 납 함유 솔더에 대한 법 규제 검토를 진행하였고, 또한 세계 각국에서 무연 솔더의 개발이 진행되어 왔다. 미국에서는 NCMS (National Center for Manufacturing Science)의 주도하에 무연 솔더의 개발이 진행되었고 유럽에서는 IDEALS 프로젝트가 진행되었다. 또한, 일본에서는 NDEO가 지원하는 프로젝트가 진행되었다. 2000년에는 미국의 NEMI (The National Electronics Manufacturing Initiative)에서 Sn-Pb 솔더 대신 리플로어 솔더링에 적합한 솔더로 Sn-Ag-Cu계 솔더를, 웨이브 솔더링에는 Sn-Cu계 솔더를 대체하는 것을 제안하였다.

본 연구에서는 열충격 하에서의 Sn-37wt%Pb, Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%, Sn-0.7wt%Cu-0.01wt%P 솔더의 열피로 거동을

관찰하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 Cu 기판위에 OSP 처리가 된 세탁기용 인쇄회로기판을 사용하였다. Fig.1은 실험에 사용된 기판의 형상과 샘플링된 시편의 위치를 나타낸다.

열충격 시험은 온도구간 -40℃~125℃에서 각각의 최고·최저 온도에서 25분을 유지하였고 온도 변환 시간 5분으로 한 사이클당 1시간의 조건에서 1,250 사이클을 실시하였다.

열충격 시험 후 SEM (scanning electron microscope)과 EDS (energy dispersive spectroscopy)를 이용하여 각 사이클에서의 파괴모드와 금속간 화합물을 관찰하였다.

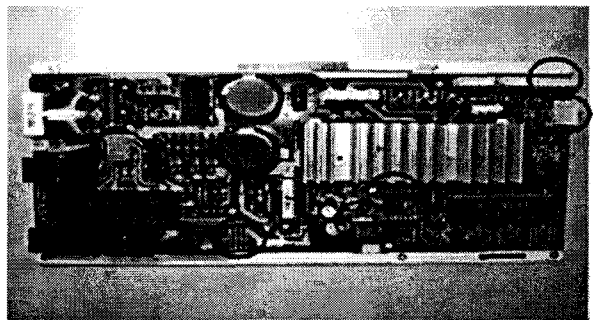


Fig.1 Shape of printed circuit board

3. 실험결과 및 고찰

리플로우 후 계면과 솔더 사이에 형성된 금속간 화합물을 관찰한 결과 세 솔더 모두 Cu 패드와 솔더가 반응하여 Cu_6Sn_5 의 금속간 화합물이 생성되었음을 확인할 수 있었다. 또한, 열충격 사이클 횟수가 증가할수록 crack의 전파가 진행되는 것을 확인할 수 있었다. 샘플링 된 시편의 crack 유무를 확인하여 통계를 내본 결과, Sn-37Pb 솔더의 경우 500 사이클부터 삽입 부품에 심각한 crack이 발생하는 것을 확인할 수 있었고 Sn-3.0Ag-0.5Cu 솔더와 Sn-0.7Cu-0.01P 솔더의 경우 800 사이클부터 심각한 crack이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, Sn-3.0Ag-0.5Cu 솔더가 Sn-0.7Cu-0.01P 솔더보다 crack의 발생 빈도가 낮은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로부터, Sn-3.0Ag-0.5Cu 솔더가 열피로 특성이 가장 우수하고 Sn-37Pb 솔더가 가장 낮은 열피로 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

Fig.2는 Sn-37Pb 솔더의 열충격 횟수에 따른 crack mode를 보여준다. Sn-37Pb 솔더의 경우, crack이 솔더와 리드 사이에 각도를 유지하며 전파하는 것을 확인할 수 있었다.

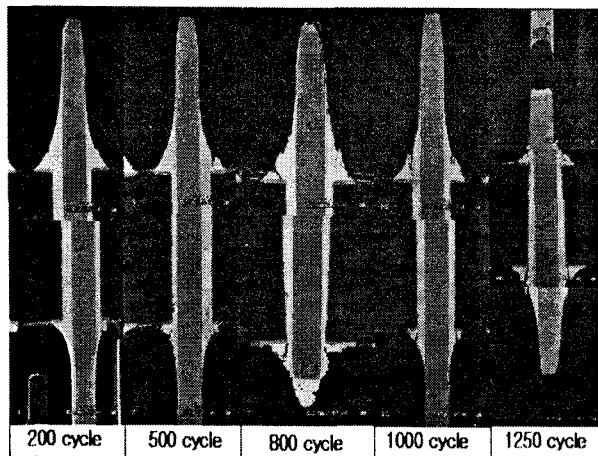


Fig.2 Crack mode of Sn-37Pb solder

Fig.3는 1,000 열충격 사이클에서의 Sn-3.0Ag-0.5Cu 솔더의 crack mode를 보여 준다. Sn-3.0Ag-0.5Cu 솔더의 경우, 패드와 솔더 사이에서 crack이 발생하여 리드쪽으로 전파하는 것을 확인할 수 있었다. Sn-Pb계 솔더에 비해 무연 솔더는 용점이 높기 때문에 상대적으로 높은 온도에서 용고가 시작되고 그 후 기판은

두께 방향으로 수축하고, 솔더는 응고 수축으로 접합부에서 박리가 일어난다.

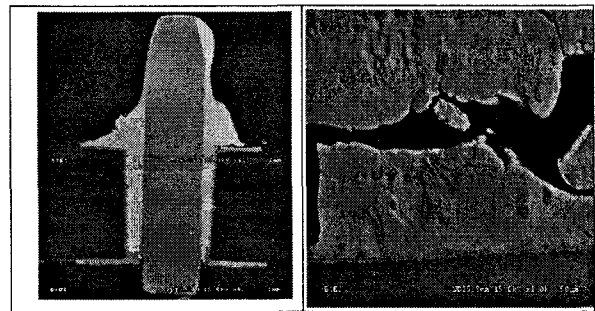


Fig.3 Crack mode of Sn-3.0Ag-0.5Cu solder with 1,000 thermal shock cycles

Fig.4는 1,000 열충격 사이클에서의 Sn-0.7Cu-0.01P 솔더의 crack mode를 보여 준다. Sn-0.7Cu-0.01P 솔더의 경우, Sn-3.0Ag-0.5Cu 솔더와 동일하게 패드와 솔더 사이에서 crack이 발생하여 리드쪽으로 전파하는 것을 확인할 수 있다.

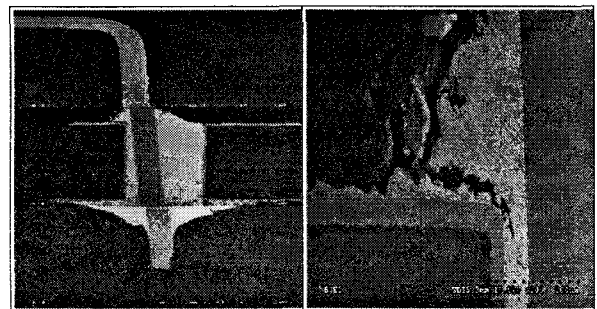


Fig.4 Crack mode of Sn-.07Cu-0.01P solder with 1,000 thermal shock cycles

Fig.5는 열충격 횟수에 따른 금속간 화합물의 두께 성장을 비교한 결과이다. Sn-37Pb 솔더의 금속간 화합물의 성장 속도가 가장 빠른 것을 확인할 수 있으며 Sn-0.7Cu-0.01P 솔더의 성장 속도가 가장 늦은 것을 확인할 수 있었다.

(1992) p.128

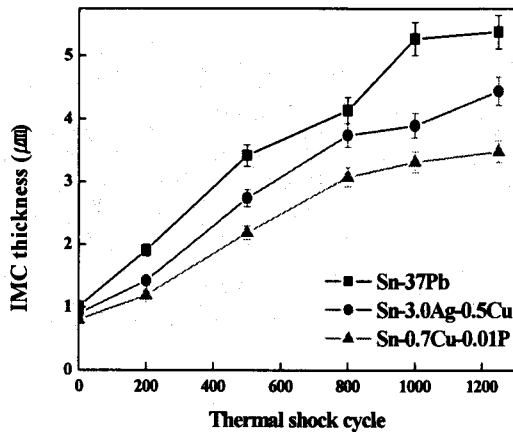


Fig.5 IMC thickness with thermal shock cycle

4. 결 론

Sn-37Pb, Sn-3.0Ag-0.5Cu, Sn-0.7Cu-0.01P 솔더의 열피로 특성을 실험한 결과, Sn-3.0Ag-0.5Cu 솔더가 열피로 특성이 가장 우수하고 Sn-37Pb 솔더가 가장 낮은 열피로 특성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 열충격 횟수가 증가할수록 Sn-37Pb 솔더의 금속간 화합물의 성장 속도가 가장 빠른 것을 확인할 수 있으며 Sn-0.7Cu-0.01P 솔더의 성장 속도가 가장 낮은 것을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 산업자원부의 지역 기술 개발 프로그램(MOCIE : No.RTI04-03-04)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. J. H. Lau : Flip Chip Technologies, McGraw-Hill (1996) p.123-153
2. F. J. Yost, F. M. Hosking and D R. Frear, The mechanics of solder alloy wetting and spreading, New York (1993) p.37-38
3. H. H. Manco, solders and soldering, McGraw-Hill