

변형속도에 따른 솔더 합금의 인장특성 비교를 통한 솔더 접합부의 신뢰성 예측

유아미, 이창우, 김정한, 김목순*, 이종현**

한국생산기술연구원 정밀접합팀/마이크로조이닝센터, *인하대학교 신소재공학부

**서울산업대학교 신소재공학과

Reliability Estimation of the Solder Joints through the Comparison with the Tensile Properties of Solder Alloys at Various Strain Rates

A-Mi Yu, Chang-Woo Lee, Jeong-Han Kim, Mok-Soon Kim*, Jong-Hyun Lee**

Microjoining Center, Advanced Joining Technology Team,

KITECH(Korea Institute of Industrial Technology)

*School of Materials Science & Engineering, Inha University

**Department of Materials Science & Engineering, Seoul National University of Technology

Abstracts :

지난 수년 동안 Sn-3.0Ag-0.5(wt%)Cu 합금은 주요 전자 제조업체들의 대표 무연솔더 조성으로 다양한 전자제품의 제작에 적용되어 왔으며, 그 신뢰성 역시 충분히 검증된 바 있다. 그러나 최근 Ag 가격의 급격한 상승과 전자산업의 저가격화 전략으로 인해 솔더 재료에서의 Ag 함량의 감소가 지속적으로 요구되고 있는 상황이다. Sn-XAg-0.5Cu의 3원계 합금에서 Ag의 함량을 감소시키면 230~240°C의 온도에서 wettability가 크게 감소하게 되고, 합금의 강도 및 creep 특성이 감소하여 궁극적으로 thermal cycling 수명 또한 감소하는 악영향이 발생하게 되는데, 이에 대한 대안으로서 본 연구자들은 이미 Sn-XAg-0.5Cu-YIn 조성의 4원계 합금을 제시한 바 있다. 즉, 저 Ag 함유 무연솔더 조성에 제 4원소로서 소량의 In을 첨가함으로써 그 젖음특성과 미세조직 특성, 다양한 기계적 특성 측면에서 매우 경쟁력 있는 결과를 얻을 수 있었다.

또한 상기의 연구와 더불어 솔더 합금의 초기 설계 단계에서부터 인장특성과 같은 간단한 합금의 기계적 특성을 측정함으로써 추후 솔더 접합부로 사용될 경우의 신뢰성 수준을 미리 예측할 수 있는 이론의 개발이 절실히 요구되는 바, 본 연구에서는 가장 쉽게 측정할 수 있는 기계적 특성 중의 하나인 인장시험 결과로부터 솔더 접합부 구조 재료로서의 특성을 예측하기 위한 기초연구를 실시해 보았다. 솔더 접합부의 신뢰성으로는 thermal cycling 시험과 같은 고주기 피로 특성 외에도 drop test와 같은 저주기 피로 특성이 동시에 중요하게 고려되는 바, 다양한 변형속도 범위에서 인장시험을 실시하여 그 결과를 반복 수집하였다. 즉, Sn-1.0Ag-0.5Cu, Sn-3.0Ag-0.5Cu, Sn-1.0Ag-0.5Cu-1.0In, Sn-1.2Ag-0.5Cu-0.6In, Sn-1.2Ag-0.5Cu-0.4In의 5종류 솔더 합금을 10^5 , 10^3 , 10^2 , 10^0 s⁻¹의 변형속도로 각각 인장시험 실시하였다. 그 결과, 모든 조성에서 변형속도가 빨라질수록 인장강도가 커지고 elongation 또한 향상되는 것이 관찰되었으며, 변형속도가 느릴수록 cup & cone fracture에서의 dimple 크기가 상대적으로 커지는 것이 관찰되어 연성과파괴 성향으로 판단이 발달되는 것으로 분석되었다. 조성별로는 Sn-3.0Ag-0.5Cu 합금이 대체적으로 모든 변형속도에서 가장 큰 인장강도 값과 가장 큰 toughness 값을 나타내어 솔더 접합부 재료로 채용시 thermal cycling 시험 항목에서는 가장 우수한 reliability를 나타낼 것으로 예상되었다. 다양한 변형속도에서 toughness 및 항복강도 값 등과 같은 인장시험 결과 정보를 분석함으로써 솔더 조인트 소재로서 가장 중요한 기계적 특성 인자를 결정하고, 이로부터 솔더 합금의 thermal cycling 및 내충격 reliability의 순위를 예상하였으며, 그 결과를 실제의 신뢰성 시험 결과와 비교, 분석하였다.

Key Words : Pb-free solder, fatigue, reliability, tensile test, strain rate, toughness