

Bi 및 Cu 첨가에 따른 Sn-Ag 솔더합금의 기계적 성질과 미세구조 (Mechanical Properties and Microstructure of Sn-Ag Solder Alloys with Addition of Bi and Cu)

홍익대학교 이광웅, 차호섭, 최진원, 오태성

서론 : 각종 전자제품의 고성능화와 휴대용 정보통신기기의 급격한 발전에 따라 전자 패키지가 초소형화, 박형화 되고 있으며, 이를 뒷받침하기 위한 핵심기술인 전자 패키지의 성능과 신뢰성을 향상하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 전자 패키지의 성능과 신뢰성을 크게 결정짓는 요인으로서는 PCB 기판에 용착되는 솔더 합금으로 우수한 기계적 성질과 전기적 성질을 나타내어야 한다. 현재까지 이러한 솔더 접합재료로 Sn-Pb계 합금이 가장 일반적으로 사용되어 왔다. 그러나, Pb에 의한 환경오염 문제가 크게 대두됨에 따라 선진국을 중심으로 전자제품내의 Pb의 사용을 규제하고 있는 실정이다. 따라서 국내에서도 환경보호의 차원에서뿐만 아니라 전자산업에서 경쟁력을 높이기 위해서는 Sn-Pb계 솔더 합금을 대체할 새로운 무연 솔더 합금의 개발과 특성 평가가 매우 시급한 실정이다. Sn-Pb계를 대체할 무연 솔더합금은 기존의 Sn-Pb 공정솔더와 유사한 용점과 좁은 용융구간, 적당한 젖음성, 우수한 크립, 피로특성 및 접합특성 등의 조건을 만족시켜야 한다. 이러한 솔더합금으로는 순수 Sn을 비롯한, Sn에 Bi, Ag, Zn, Cu, In, Sb 등을 첨가한 이원계 및 다원계 합금이 연구되고 있으며, 이 중 Sn-3.5Ag 공정 솔더 합금이 가장 신뢰성이 뛰어난 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 Bi 및 Cu 첨가분에 따른 Sn-3.5Ag 공정 솔더의 기계적 특성과 미세구조를 분석하였다. 또한 Bi 및 Cu를 첨가한 Sn-3.5Ag 솔더로 760 μm 크기의 범프를 형성하여 리플로우 조건에 따른 UBM(Under Ball Metallurgy)과 솔더간의 계면 반응성을 관찰하였다.

실험방법 : Bi 및 Cu를 첨가한 Sn-3.5Ag 솔더합금을 제조하기 위해 Sn granule과 Ag 분말을 35g의 잉곳을 만들 수 있도록 조성에 맞게 칭량하고, Bi 및 Cu 분말을 1~9 wt%에 맞게 칭량하여 석영관 내에 장입하였다. 이와 같은 석영관을 10^{-7} torr의 진공상태를 유지하면서 진공봉접하였다. 이때 용융금속과 석영관 사이의 반응을 방지하기 위해 석영관의 내벽에 아세톤을 얇게 묻힌 후, 외부를 산소-아세틸렌 토치로 가열함으로써 석영관의 내벽에 탄소코팅 층을 형성시켰다. 진공봉입한 석영관들을 rocking 로에 장입하고 20 $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ 의 승온속도로 700 $^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 동안 교반하면서 유지하여 Bi 및 Cu 분말이 솔더합금 내에 균일하게 분산되도록 한 후, 상온으로 공냉하여 10 mm ϕ × 50 mm 크기의 솔더합금 잉곳을 제조하였다. 솔더합금 잉곳의 가운데 부위에서 판상형 인장시편을 제조 후, SHIMADZU(AG-10TG) 인장시험기를 이용하여 $3 \times 10^{-4}/\text{sec}$ 의 변형률 속도로 인장시험 하였다. 주사전자현미경을 이용하여 솔더합금의 연마면에서의 미세구조와 인장시험 후 파단면의 미세구조를 관찰하였다. Bi 및 Cu 첨가량에 따른 솔더 합금의 용융온도를 DTA를 이용하여 분석하였다. 이와 같이 제조한 솔더합금을 이용하여 리플로우 시간을 변화시키며 760 μm 범프를 형성하였다. 이때 기판의 UBM으로는 Au/Ni/Cu와 Cu를 이용하였으며, UBM 층에 따른 계면반응을 SEM으로 관찰하였으며 EDS를 이용하여 조성을 분석하였다.

실험결과 : Bi를 첨가한 Sn-3.5Ag 솔더합금의 경우 Bi 첨가량이 증가함에 따라 최대인장강도가 증가하였으며, Bi를 9 wt% 첨가한 경우 Sn-3.5Ag 솔더의 최대인장강도가 28 MPa에서 72 MPa로 증가하였다. Bi 첨가량이 증가함에 따라 용융온도가 감소하여 9 wt%의 Bi를 첨가한 경우 Sn-3.5Ag 공정 솔더의 용융온도가 221 $^{\circ}\text{C}$ 에서 210 $^{\circ}\text{C}$ 로 감소하였다. Cu를 첨가한 솔더의 경우에서도 Cu 첨가량의 증가할수록 인장강도가 증가하여 Cu를 9 wt% 첨가한 경우 42 MPa의 최대인장강도를 나타내었으며, 용융온도는 Cu 첨가량에 관계없이 일정하여 Sn-Ag-Cu 3성분계의 공정온도인 217 $^{\circ}\text{C}$ 를 나타내었다.