

Sn-9Zn 공정솔더와 bare Cu 기판사이의 금속간화합물 성장에 관한 연구

A Study on the Intermetallic Layer Growth Between Sn-9Zn Eutectic Solder and Bare Cu Substrate

장 형선*, 김 대곤*, 윤 정원*, 신 동수**, 정 승부*

* 성균관대학교 신소재공학과

** 한국폴(주) Micro Electronic Group

1. 서 론

최근에 전자패키징산업에서 Pb-free 솔더링 기술의 발전을 위한 많은 노력들이 행해지고 있다. Pb-free 솔더로서 추천되어지는 다양한 솔더들 사이에서 Sn-Zn 솔더합금도 Sn-Pb 공정솔더의 대체솔더로 주목받고 있는데 그 이유는 Sn-8.8 wt%Zn 조성의 공정솔더는 Sn-Pb 공정솔더와 용점이 유사하기 때문이다. 그러므로 Sn-Zn 솔더합금은 기존의 생산라인이나 전자부품을 교체 없이 사용할 수 있으며 Zn는 저가의 금속이므로 Sn-Zn 솔더 합금제조의 경제적인 면에서 우위를 차지할 수 있다. 반면 Zn는 활성이 크고 산소와의 결합이 쉬워 솔더링에 있어 문제로 작용하고 있다. Sn-Zn계 솔더와 Cu기판의 계면반응은 일반적인 Sn base 솔더와의 계면반응과는 다르게 솔더와 Cu기판사이에서 Cu-Zn계 금속간 화합물을 형성한다. 또한 시효온도와 시간에 따라 Cu-Zn의 금속간 화합물은 두께의 변화 뿐만 아니라 괴기한 형상의 변화가 있음이 밝혀졌다. 본 실험에서는 2원계공정 합금인 Sn-9wt%Zn 솔더와 Cu기판의 솔더링후 시효를 통한 Cu-Zn계 금속간화합물의 성장반응을 연구하였으며, 금속간화합물의 시효온도에 따른 성장속도 상수, 활성화 에너지를 계산하였다. 부가적으로 150°C에서의 금속간화합물의 형상의 변화를 소개하고자 한다.

2. 실험방법

2.1 시편제작

본 연구에 사용된 솔더는 Sn-9wt%Zn로 아르곤 분위기 하에서 주조하여 제작하였으며, Cu기판의 경우 순도99.99wt%를 사용하였다. 주조된 솔더는 압연 후에 직경6mm, 두께1mm의 디

스크형태로 제작하여 사용하였고 Cu기판은 30×30×0.3mm의 크기로 절단하여 사용하였다. 솔더링전 기판은 아세톤으로 세척 후에 산화물과 오염물을 제거하기 위해 10%H₂SO₄-90%CH₃OH 용액에 담구었다. 본실험에 사용된 플럭스는 R 타입이며 솔더링전 시편에 충분히 용사하였다. 리플로우는 솔더의 용융온도보다 약40°C 높은 240°C에서 온도에서 행하였다. 각각의 시편은 일정한 온도로 유지된(±1°C) oven에서 시효처리 하였으며, 시효온도는 70°C, 90°C, 100°C, 120°C, 150°C로, 시효시간은 0, 3, 6, 15, 30, 50, 60, 100로 설정하였다.

2.2 분석

솔더와 기판과의 계면반응 현상을 알아보기 위하여 시효온도와 시효시간에 따른 시편들의 단면과 계면 미세조직은 SEM(Scanning Electron Microscope)을 통하여 관찰하였으며, 계면에 생성된 금속간 화합물(Intermetallic compound)은 EDS(Energy Dispersive Spectrometer)와 XRD(X-Ray Diffractometer)로 확인하였다. 계면에 생성된 금속간 화합물의 두께는 Image Analysis Software를 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 60일동안 시효처리한 시편에서 시효온도의 변화에 따른 계면에서의 SEM사진을 나타낸 것이다. 솔더링시 Sn-9wt%Zn 솔더와 Cu기판사이에 형성된 금속간화합물은 Cu₅Zn₈이며, 금속간화합물은 시효처리시 열적활성화에 따라 성장하게 된다. 이때 시효온도의 증가에 따라 금속간 화합물이 성장하는 것을 알 수 있으며 15

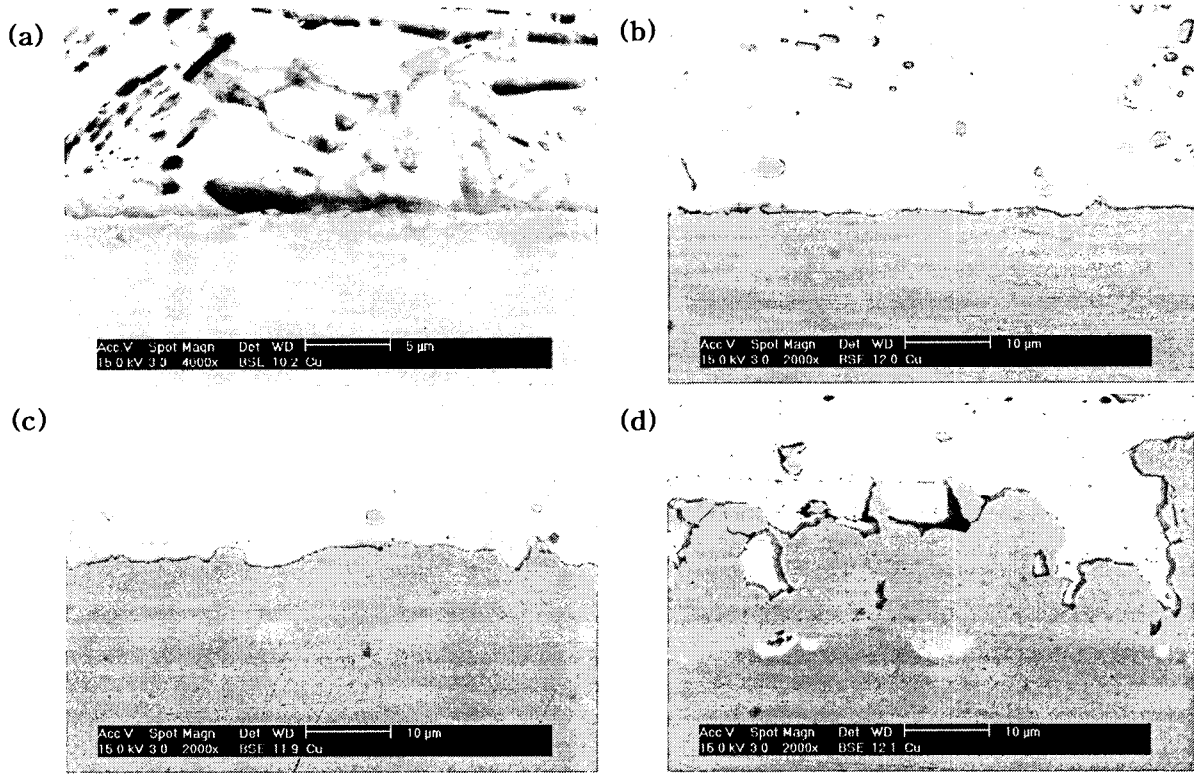


Fig. 1 Interfacial morphology change by heat exposure for 60days

(a) as reflow (b) 90°C (c) 120°C (d) 150°C

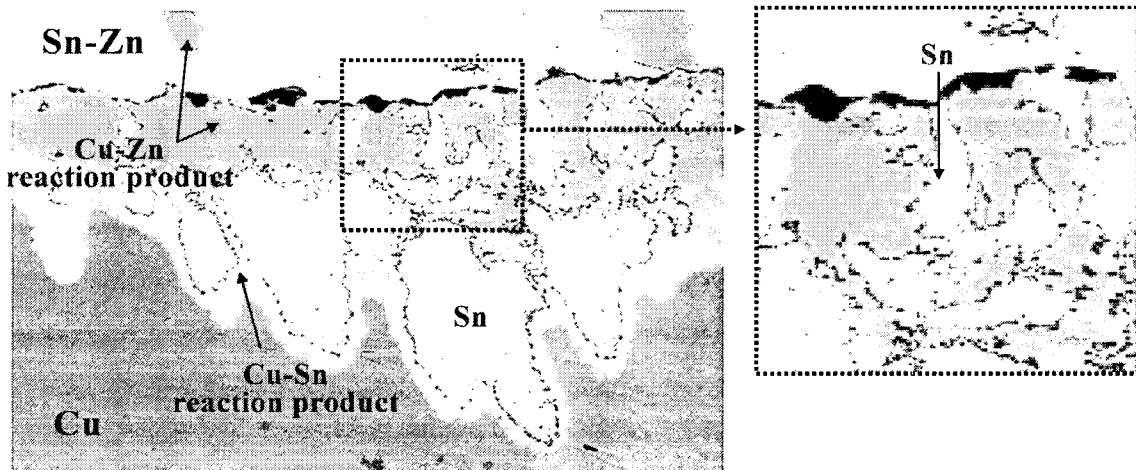


Fig. 2 Mophology change mechanism at 150°C

0°C에서는 금속간화합물층에서 형상에 큰 변화가 있어 Cu-Zn 금속간 화합물층 아래에 다른 금속간화합물이 형성된 것을 알 수 있다. 이 금속간 화합물은 EDS분석 결과 Cu-Sn계 금속간 화합물로 확인되었다.

Fig. 2는 150°C에서의 계면현상을 명확히 하기 위한 model을 제시한 것이다. 이에 따르면

Cu-Zn금속간화합물층의 파괴로 인하여 Sn원자가 Cu-Zn금속간 화합물층 아래로 확산하여 Cu와의 금속간 화합물을 만드는 것으로 생각된다. Fig. 3은 Sn-9wt%Zn 솔더와 Cu기판사이에서 형성된 금속간 화합물의 두께증가를 시효온도와 시간에 따라 나타낸 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이 금속간 화합물은 포물선 성장(Parabolic

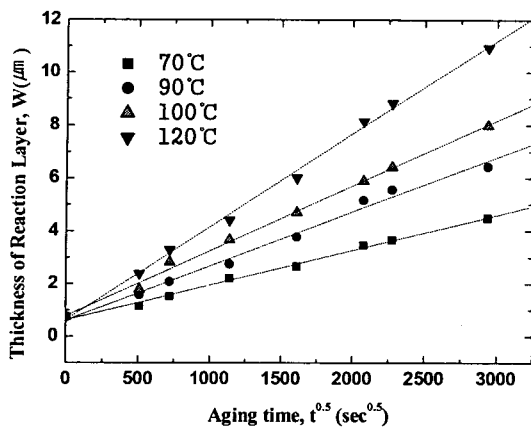


Fig. 3 The thickness of intermetallic compound layer formed at interface between Sn-9Zn solder and bare Cu substrate

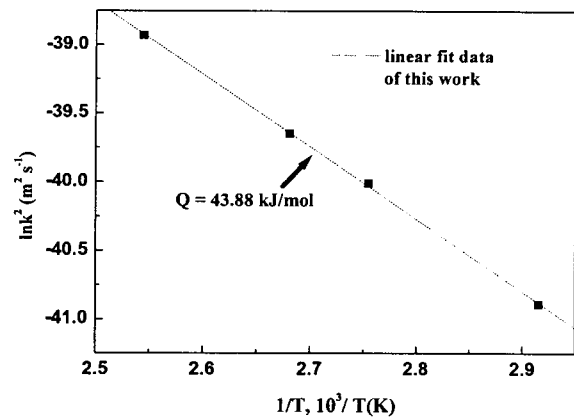


Fig. 4 The activation energy of intermetallic compound layer formed at interface between Sn-9Zn solder and bare Cu substrate

growth)을 하였다. Fig. 4는 Arrhenius 관계식을 이용하여 Sn-9wt%Zn 솔더와 Cu기판 사이에 형성된 금속간 화합물의 성장에 필요한 활성화 에너지 값을 구한 것이다. 활성화 에너지(Q)는 $\ln k^2$ 와 $1/T$ 의 그래프의 기울기로 나타나며 그 값은 43.66kJ/mol로 계산되었다.

3. C.B.Lee, S.B.Jung, Y.E.Shin and C.C.Shur : Materials Transactions 42 (2001) 751-755
4. P.Shewmon : *Diffusion in solids*, 2nd Edn., (TMS, Pennsylvania, 1989) pp.71-55

4. 결 론

- 1) Sn-9wt%Zn솔더와 Cu 기판사이에 형성되는 금속간 화합물은 Cu_5Zn_8 가 형성된다.
- 2) 솔더링시 형성된 금속간 화합물은 시효 온도와 시간의 증가에 따라 금속간 화합물의 두께도 증가한다.
- 3) 150°C 15일 이상 시효한 시편에서는 Cu_5Zn_8 금속간 화합물층 아래에 Cu-Sn 금속간 화합물이 형성된다.

참고문헌

1. K.Suganuma, T.Murata, H.Noguchi and Y.Toyoda : J.Mater.Res., Vol. 15, No. 4 Apr 2000
2. P.T.Vianco and F.J.Yost : Sandia Report, SAND 92-0211, Sandia Nat. Lab., April (1992) pp. 1-9