

Sn-Bi계 솔더에서 Bi 함량이 젖음성에 미치는 영향에 대한 연구

The effect of Bismuth concentration on wettability of Sn-Bi solders

이 창배*,이 창열*,정 승부*,서 창제*

*성균관대학교 금속재료공학부

1. 서론

Sn-Pb계 솔더는 접합특성, 경제성 및 작업성이 양호하기 때문에 전자부품실장에 사용되어 왔지만, Pb에 의해 발생하는 환경문제로 인해 기존의 Sn-Pb계 솔더를 대체할 수 있는 새로운 솔더합금 개발의 필요성이 제기되고 있다.

최근 주목받고 있는 대체 솔더로서는 Sn-Bi계, Sn-Ag계, Sn-In계등이 있으며 이들 합금계에 제3원소로서 솔더합금의 물성을 향상시키는 연구가 주로 진행되고 있다.

대표적인 저융점 솔더합금인 Sn-Bi계와 Sn-Ag계 고융점 솔더는 널리 산업현장에서 사용되고 있으나 Sn-Bi계 합금에서 Bi첨가량이 솔더링 특성에 미치는 영향과 관련된 체계적인 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 Bi함량이 다른 4종류의 Sn-Bi 솔더합금을 제조한후 퍼짐성시험(Spreadability test) 및 젖음성시험(Wetting balance test)을 통해 Bi함량이 솔더링의 특성에 미치는 영향에 대해 검토 하였다.

2. 실험방법

솔더 제조를 위해서 순도가 99.9mass%이상인 Sn과 Bi를 사용하였으며 용해중 시료의 산화를 방지하기 위해 아르곤 분위기에서 전기저항가열로를 사용하여 용해 하였다. 이때 주조온도는 300℃, 유지시간은 1시간이었다. 본 실험에 사용된 솔더 합금은 EDS(Energy Dispersive Spectroscopy)를 이용하여 10회 이상 측정된 후 그 값을 평균하여 성분분석을 하였으며 솔더 합금의 조성을 Table 1에 나타내었다.

퍼짐성 측정을 위한 시편은 두께 약 1mm, 직경 6mm의 디스크(disk)형상으로 가공하였고 그때 시료의 무게는 약 0.2g이었다. 퍼짐성 시험에 사용된 Cu시편은 30x30x0.2mm로 절단후 10% H₂SO₄용액으로 산세 처리하여 표면의 산화피막을 제거하였으며 Cu 판 위에 시편을 올려놓고 R형 및 RMA형 용제를 충분히 분사 후 주어진 온도에서 퍼짐성 실험을 한 후 퍼짐면적, 젖음각등을 측정하였으며 젖음각의 경우 Z.MEI법¹⁾에 의해 계산하였다. 본 실험에 사용된 플럭스의 물성은 Table 2에 나타내었다.

젖음성 시험은 IPC(The Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits Standard)-TM-650규격에 의한 메니스코그래프 젖음성 실험을 기초로 하여 구리시편을 7.0 × 30.0 × 0.2(mm)크기로 가공하였다. 가공된 시편은 emery paper #1500으로 연마한 후 10% H₂SO₄용액으로 산세처리하여 표면의 산화피막을 제거하였으며 도금층이 젖음성에 미치는 영향을 고찰하기 위해 Cu 표면에 Sn을 도금하였다. 도금은 350℃ solder bath에서 5초동안 dipping 하였으며 도금두께는 약 10 μm 였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1는 Bi 함량에 따른 wetting angle의 변화를 나타낸 그림이다. 본 실험은 실제 솔더링 온도인 각 합금의 융점에서 약 40℃높은 온도에서 행하였다. Bi함량의 증가에 따라 젖음각이 증가하는 경향을 나타내었다. Sn-5Bi, Sn-10Bi, Sn-25Bi 솔더의 wetting angle은 Flux A를 사용하였을 경우 각각 24.35°, 23.86°, 26.55° 이고 Sn-58Bi의 경우는 41° 로써 Bi함량의 증가에 따라 솔더의 wetting성은 저하되는 것으로 관찰되었다.

Fig.2는 솔더링 온도 및 flux변화에 따른 wetting angle의 변화를 나타낸 그림이다. 온도가 증가함에 따라 wetting angle이 낮아지는 경향을 나타내며 주어진 온도 전구간에서 Flux A, Flux C, Flux B의 순서로 wetting angle이 저하되는 것을 알수 있었다. 즉, R형보다는 RMA형 flux, 고품분이 상대적으로 높은 flux를 사용하였을 경우 wetting angle이 낮아짐을 알 수 있었다.

Fig.3은 Bi조성에 따른 wetting force와 wetting time의 관계를 나타낸 그림이며 젖음성시험은 각 솔더합금의 용점에서 40℃ 높은 온도에서 시행하였다. Bi함량이 증가함에 따라 wetting force는 감소하고 wetting time은 증가하는 경향을 나타내었고 Cu시편에 Sn을 도금한 시편의 경우 전조성에 걸쳐서 wetting force가 증가되었다.

Fig.4는 Bi조성에 따른 Sn-Bi계 솔더와 flux간의 계면장력의 관계를 나타낸 그림이다. 순수한 Sn과 Bi의 표면장력은 각각 270℃, 310℃에서 557.7 mN/m, 378.8 mN/m이다²⁾. 본 실험에서 구한 Sn-5Bi, Sn-10Bi, Sn-25Bi, Sn-58Bi 솔더의 γ_{lf} 는 각 솔더의 용점에서 약 40℃ 높은 온도에서 flux A를 사용하였을 경우 각각 368.8, 350.6, 310.3, 282.3 mN/m 로써 Bi가 첨가됨에 따라 γ_{lf} 값은 감소됨을 확인할 수 있었다.

Fig.5은 Sn-58Bi 솔더의 온도와 γ_{lf} 값의 관계를 나타낸 것으로 온도가 증가함에 따라 γ_{lf} 값은 감소하는 경향을 나타내었으며 flux의 종류에 따라 γ_{lf} 값은 차이가 남을 알 수 있다. P.T.Vianco³⁾ 등에 의하면 195℃에서 Sn-58Bi 솔더의 γ_{lf} 값은 300±60mN/m, J.Glazer⁴⁾는 188℃에서 319 mN/m로써 본 실험에서 구한 γ_{lf} 값과 유사한 값을 나타냄을 확인할 수 있었다.

Fig.6은 솔더의 Bi조성과 $\gamma_{sf}-\gamma_{sl}$ 과의 관계를 나타낸 그림이다. 솔더합금의 $\gamma_{sf}-\gamma_{sl}$ 값은 각 솔더의 용점에서 약 40℃ 높은 온도에서 구하였고 Bi양이 증가함에 따라 $\gamma_{sf}-\gamma_{sl}$ 값은 감소하였다.

Fig.7는 Sn-58Bi 솔더의 온도와 $\gamma_{sf}-\gamma_{sl}$ 과의 관계를 나타낸 그림으로 온도가 증가함에 따라 $\gamma_{sf}-\gamma_{sl}$ 값은 증가하는 경향을 나타내었다. P.T.Vianco³⁾등이 구한 195℃에서의 $\gamma_{sf}-\gamma_{sl}$ 값은 220±70 mN/m로써 본 실험에서 구한 값과 유사한 값을 나타내었다.

참고 문헌

1. Z.MeI and J.W.Morris, J.of Electron. Mat., 21 (1992) pp.599-607
2. B.J. Keene, International Materials Reviews, Vol.38, No.4 (1993) pp.157-192
3. Paul T. Vianco and Darrel R. Frear, JOM 45, (1993) pp.14-19
4. J. Glazer, International Materials Reviews, Vol.40, No.2 (1995) pp.65-93

Table 1 Chemical composition of solder alloy used in the experiment(wt%)

Solder alloy	Bismuth	Tin
Sn-5Bi	5.05	bal.
Sn-10Bi	9.39	bal.
Sn-25Bi	24.86	bal.
Sn-58Bi	56.82	bal.

Table 2 Characteristics of flux used in the experiment.

Type	Specific gravity(25℃)	Solid content(%)	Cleaning method
Flux A (R)	0.795	3.3	Non-clean
Flux B (RMA)	0.818	15	Solvent/Aqueous
Flux C (R)	0.836	12	Non-clean

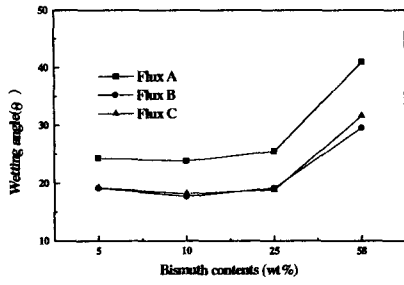


Fig.1 Effect of Bismuth concentration on wetting angle

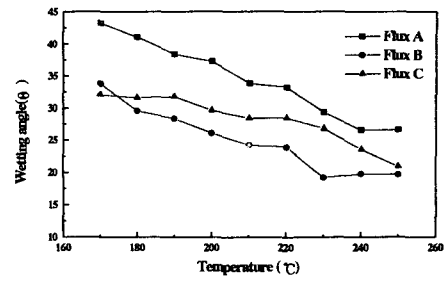


Fig.2 Effect of soldering temperature on wetting angle

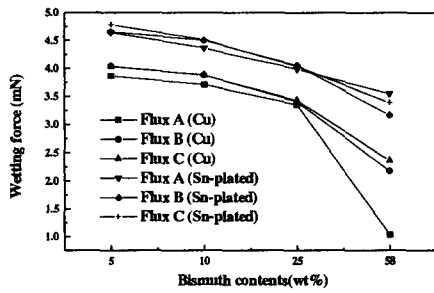


Fig.3 Effect of Bismuth concentration on wetting force and wetting time

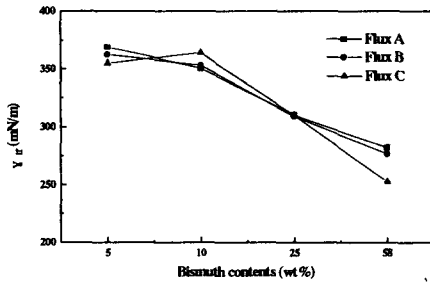
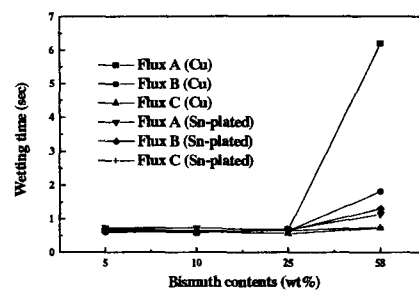


Fig.4 Effect of Bismuth concentration on interfacial tension (γ_{sl})

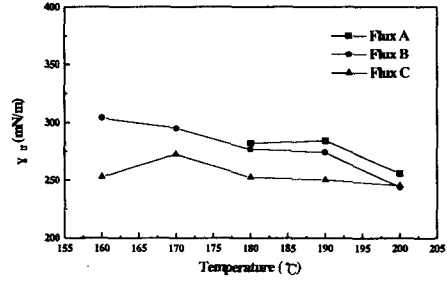


Fig.5 Effect of soldering temperature on γ_{sl} in Sn-58Bi solder

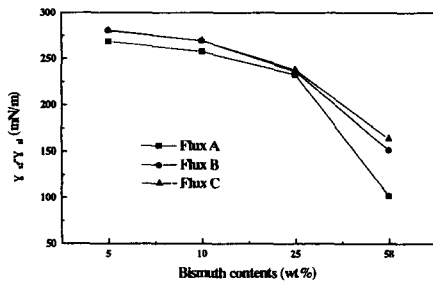


Fig.6 Effect of Bismuth concentration on $\gamma_{sl} - \gamma_{sl}$

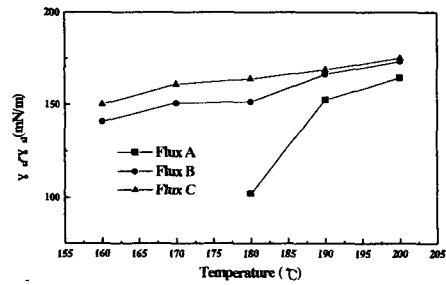


Fig.7 Effect of soldering temperature on $\gamma_{sl} - \gamma_{sl}$