

In, Bi를 함유한 Sn-Ag계 무연솔더의 솔더링성 연구

A Study on the Solderability of Sn-Ag Alloy that contains In, Bi

김 문일*, 문 준권*, 정 재필*, 곽 계환**

* 서울시립대학교

** 류-테크놀러지

1. 서 론

전자제품에서는 납을 함유한 솔더를 대체하기 위한 노력으로 무연솔더(lead-free solder)의 개발이 한창 진행중이다. 그 중 Sn-3.5wt%Ag 솔더합금은 Sn-Pb 공정솔더에 비해 인성, 크리프(creep) 및 기계적 성질이 우수하여 보다 가혹한 상황에서도 견딜 수 있다. 또한, Cu와의 젖음성도 양호한 편이며 비교적 높은 용점을 가지므로 고온용 납땜 재료로 주목을 받고있다.¹⁾²⁾

납의 독성으로 인하여 새로운 무연솔더의 개발에 관한 연구가 진행되고 있다. 그러나 이러한 무연솔더의 용점은 기존에 사용하던 Sn-Pb 공정솔더에 비하여 높다는 문제점을 가지고 있다. 이로 인하여 기존에 사용하던 솔더링 장비들을 그대로 이용하는 것에 제약을 받게 되었다.³⁾ 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 Sn-Pb 공정솔더와 용점이 유사한 Sn-Ag-Bi-In 솔더의 젖음성과 접신뢰성을 검토하였다. 연구결과 Sn-Ag-Bi-In 계의 젖음성은 Sn-37Pb와 유사하였다. 또한, BGA 솔더링부의 전단강도 시험결과에서도 Sn-37Pb 공정솔더와 비교할 때 크게 떨어지지 않음을 알 수 있었다.

2. 본 론

2.1 Wetting balance

Wetting balance tester를 이용하여 실험을 행하였으며, PC를 사용하여 그 결과를 분석하였다. 솔더의 각종 젖음특성을 평가하기 위하여 시편은 Cu(99.99%) 8×20×0.3(mm)을 사용하였다. 이 때, 구리 시편 표면에 존재하고 있는 산화막 등의 이물질 제거하기 위한 방안으로 아세톤 용액에서 초음파 세척을 하고 염산 회석액에 담근 후, 에탄올로 세정하였다. 구리판에는 RMA-type의 플럭스를 도포하였는데, 납조위에서의 예열을 통하여 플럭스의 활성화를 도모하였다.

본 실험에서 솔더의 온도는 220~250℃이고, 침지깊이는 4mm, 침지속도는 5mm/sec, 침지시간은 5초를 유지하여, 50mN의 측정범위에서 실험하였다.

Fig. 1은 시편이 솔더에 침적되고 다시 꺼내어짐에 따르는 일반적인 젖음곡선을 나타내었으며, Fig. 2는 Sn-Ag-Bi-In 솔더의 220~250℃에서의 젖음력을 나타내었다. Fig. 2를 통하여 Sn-Ag-Bi-In 솔더 230℃에서부터 정상적인 젖음곡선과 유사한 형태를 보임을 알 수 있다.

2.2 BGA

직경 0.5mm의 솔더볼을 이용하였으며, 기판은 Cu 18μm, Ni 5μm, Au 0.5μm로 무전해 도금하였다. 리플로 온도 220~250℃, 컨베이어 속도는 0.6m/m, 대기분위기에서 열풍 적외선 리플로를 이용하여 솔더링을 행하였다. 또한, 기판에 존재하는 수분을 제거하여 젖음성을 향상시키기 위하여 250℃ 건조로에서 30분간 유지시켰고,⁵⁾ RMA-type의 플럭스를 도포하였다.

리플로 온도가 전단강도에 미치는 영향을 나타낸 Fig. 3을 보면 220~250℃에 걸쳐 Sn-Ag-Bi-In 솔더가 Sn-Pb 솔더와 대등한 강도를 가지고 있음을 알 수 있고, 리플로 온도와 솔더의 용융온도의 차가 약 35~45℃일 때는 오히려 Sn-Ag-Bi-In 솔더가 약간의 우수함을 보이고 있다⁶⁾⁸⁾ (Fig. 4). 시(110℃)에 따른 전단강도 변화(Fig. 5)를 보면, 시효 후의 강도가 리플로 직후의 강도보다 우수함을

알 수 있다. 그리고 36일이 경과한 후에도 뚜렷한 강도의 저하를 볼 수 없다. 이로 미루어 Sn-Ag-Bi-In 솔더는 Sn-Pb 공정솔더에 비하여 양호한 시효성을 가지고 있음을 추측할 수 있다.

2.3 Microstructure

전자현미경(SEM)을 이용하여 접합된 솔더볼과 기판 사이의 계면을 관찰하였다. 리플로 피크 온도가 240°C인 접합된 시편의 솔더부를 녹여내어 IMC(Inter Metallic Compound)층만 남긴 후 그 부분을 SEM을 이용하여 관찰하고, EDS를 통하여 성분분석을 함으로써 금속간화합물층을 규명하였다.

Fig. 6은 리플로 피크온도가 240°C일 때의 시편을 솔더층을 어느 정도 녹여내어 금속간화합물층이 드러날 때의 사진이고, Fig. 7은 솔더층을 완전히 녹여내었을 때의 사진이다. 솔더에 포함된 원소 중 In은 Sn에 전량 고용되었고, Bi는 솔더 내부에 입자상으로 편석되어 있다. Fig. 6을 자세히 살펴보면 솔더 내부의 Ag_3Sn 화합물이 계면 주위에 크게 성장되어 있고, 그 밑으로 Ni_3Sn_4 화합물이 분산되어 있으며, β -Sn이 아직 남아있는 것을 알 수 있다. 솔더층을 완전히 녹여낸 Fig. 7에서는 Ni_3Sn_4 화합물이 계면에서 뿔족하게 성장하여 있으며, 그 주위로 Cu와 일부 반응한 $(Ni,Cu)_3Sn_4$ 화합물이 Ni_3Sn_4 화합물과 다른 형상으로 일부 성장을 시작하였음을 볼 수 있다.

3. 결 론

Sn-Ag-Bi-In 솔더를 대상으로 실험한 본 연구에서 젖음특성과 리플로 온도 및 시효에 따른 전단강도 그리고 계면반응을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) Wetting balance test 결과 Sn-Ag-Bi-In 솔더는 230°C 이상에서 정상적인 젖음곡선을 얻을 수 있었다.
- (2) 리플로 온도에 따른 전단강도 시험 결과 Sn-Pb솔더와 유사한 수준의 값을 얻을 수 있었다.
- (3) 시효에 따른 Sn-Ag-Bi-In 솔더의 전단강도 시험에서 양호한 시효성을 확인할 수 있었다.
- (4) Sn-Ag-Bi-In 솔더를 사용하여 솔더링한 계면에는 Ni_3Sn_4 가 뿔족하게 성장하여 있었고, 시간남에 따라 Cu의 첨가로 인하여 $(Ni,Cu)_3Sn_4$ 상으로 변하여 성장을 시작하였다.

참고문헌

1. W.Yang, R.W.Messler, Jr and L.E.Felton : J. Electron. Mater.,23(1994), p.765
2. D.R.Flanders, E.G.Jacobs and R.F.Pinizzotto : J. Electron. Mater.,26(1997), p.883
3. 김문일, 신규식, 정재필 : Sn-pb계 무연솔더의 연구개발동향. 대한용접학회지 Vol. 19, No. 1 pp. 15~20 (2001)
4. Jae yong Park, Junseok Ha, Moonil Kim, Kyusik Shin, Jaepil Jung, Choonsik Kang : Study on the soldering in partial melting state(1)- Analysis of surface tension and wettability. TEM Vol. 29, No. 11 (2000)
5. 신규현, 최명기, 정재필, 서창제 : 기판의 건조시간에 따른 Solderability에 관한 연구. 마이크로 전자 및 패키징학회지 Vol. 6, No. 1, p.59-64 (1999)
6. 신규식, 김문일, 정재필, 신영의, Kozo Fujimoto. : Sn-3.5Ag-0.7Cu Micro-BGA의 Soldering성 연구. 마이크로전자 및 패키징 학회지. Vol. 7, No. 3, p. 55-61 (2000)
7. 한현주, 정재필, 박재용, 강춘식, 하범용, 신영의 : BGA process에서의 공정변수에 따른 Sn-Pb/Sn-Ag 공정 솔더볼의 야금학적 특성. 대한금속학회 1999년도 춘계학술대회 개요집, pp. 139
8. 한현주, 박재용, 정재필, 강춘식 : 리플로 공정변수가 BGA 솔더링 특성에 미치는 영향,마이크로 전자 및 패키징학회지, Vol.6, No.3

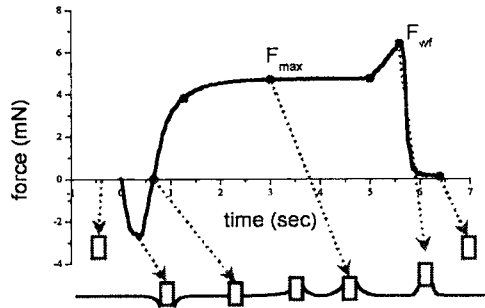


Fig.1 Wetting balance test

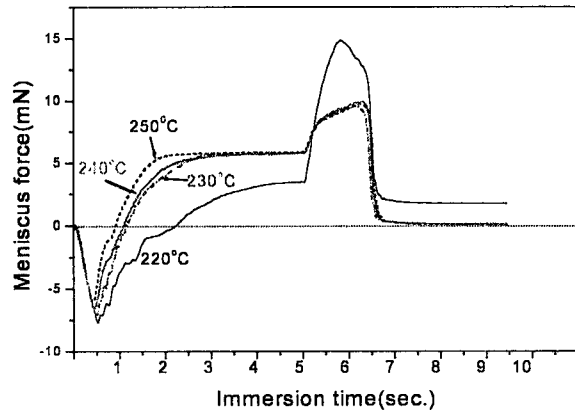


Fig.2 Wetting curve of Sn-Ag-Bi-In

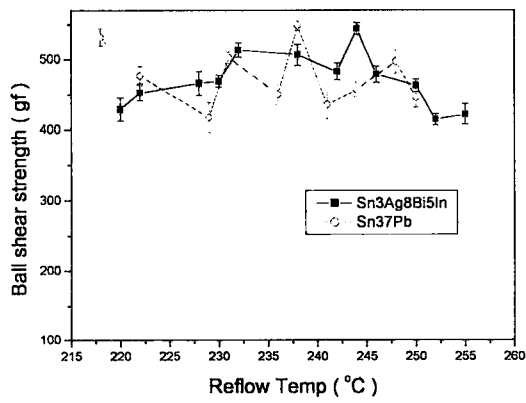


Fig.3 Reflow temp vs Ball shear strength

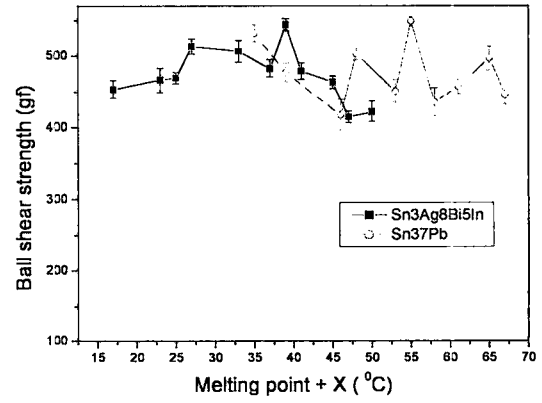


Fig.4 Melting temp+X vs Ball shear strength

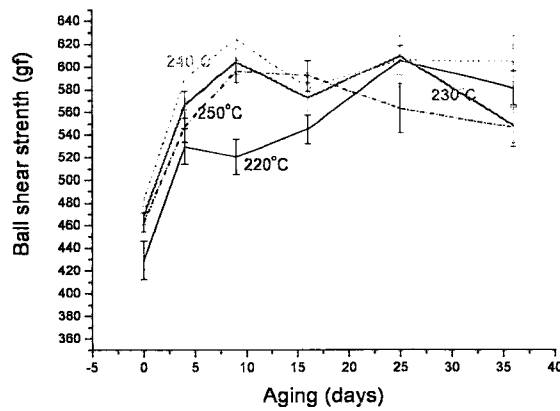


Fig.5 Aging time vs Ball shear strength of Sn-Ag-Bi-In solder

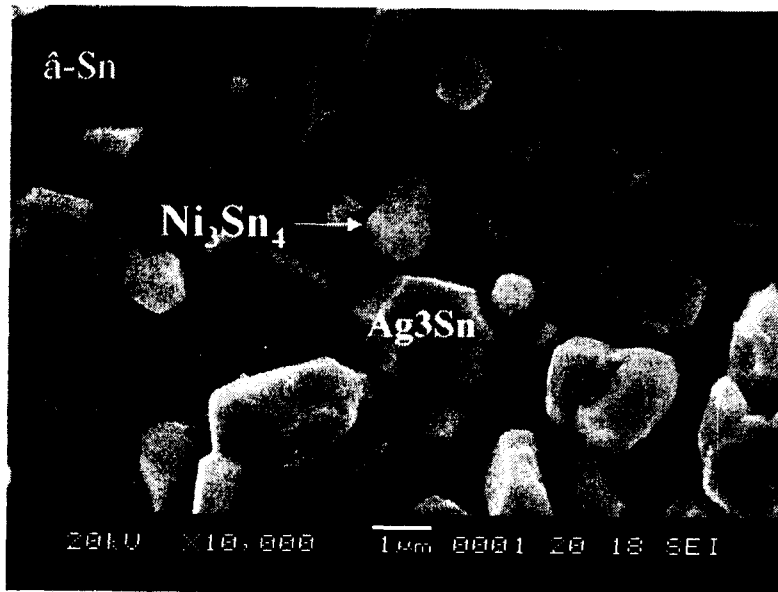


Fig. 6 Microstructure of inner solder of reflowed specimen

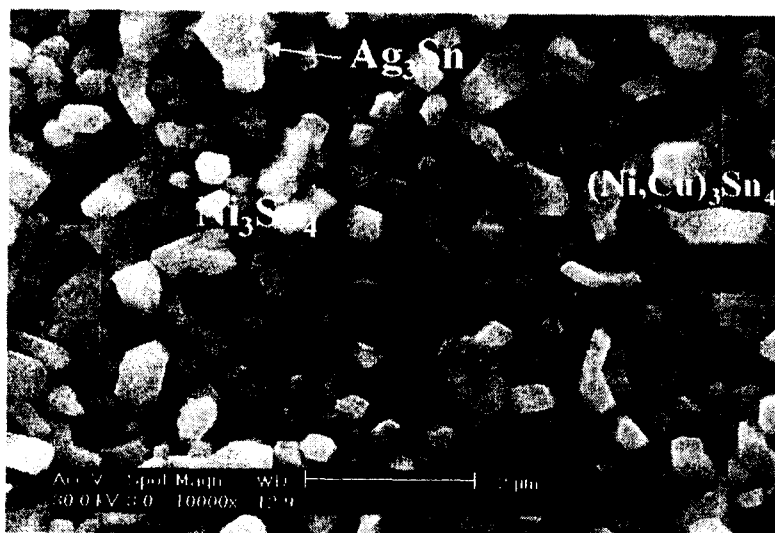


Fig. 7 Microstructure of inter metallic compound of reflowed specimen