

Ni/Cu-UBM과 Sn-Ag-Bi-In 솔더 범프의 솔더링성 연구

A Study on the Solderability of Sn-Ag-Bi-In Solder Bump to Ni/Cu

문 준권*, 김 문일*, 정 재필*, 곽 계환**, 강 춘식***

* 서울시립대학교 공과대학 재료공학과

** 류-테크놀로지

*** 서울대학교 공과대학 재료공학부

1. 서 론

최근 전자제품에서는 Pb를 함유한 솔더를 대체하기 위한 노력으로 무연솔더의 개발과 이에 관한 평가가 관심의 대상이 되고 있다¹⁾. 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 되었다²⁾. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 한가지 방법으로써 중온계 합금인 Sn3Ag8Bi5In 솔더볼을 이용하여 플립칩 패키지에의 범프를 형성하고, 그 솔더링 특성을 검토하였다. Ni/Cu-UBM이 증착된 Si-wafer 기판의 Sn3Ag8Bi5In 솔더의 젖음특성을 분석하고 Sn3Ag8Bi5In 솔더볼을 이용하여 형성한 범프의 전단강도 및 미세조직을 조사하였다. 평가 기준으로써 Sn3.5Ag 및 Sn37Pb와 실험을 병행하여 이 결과와 비교하였다.

2. 실험결과 및 검토

2.1 Wetting balance test

Wetting balance tester를 이용하여 젖음성 실험을 행하고, PC를 사용하여 그 결과를 분석하였다. 솔더의 각종 젖음특성을 평가하기 위하여 Ni/Cu로 단면 코팅된 10×15(mm)의 Si-wafer를 시편으로 사용하였다. 이 때, 시편 표면에 존재하는 이물질들을 제거하기 위하여 메탄올 등으로 초음파 세척을 하였다. 플럭스로는 RMA-type을 사용하였으며, 납조위에서의 예열을 통하여 플럭스의 활성화율을 도모하였다.

젖음성 실험을 위해 솔더 배쓰(bath)의 온도는 Sn3Ag8Bi5In 솔더와 Sn3.5Ag 솔더에 대하여 각각 240℃와 270℃로 하였다. 침지깊이는 4mm, 침지속도는 5mm/sec, 침지시간은 15초를 유지하여, 50mN의 측정범위에서 실험하였다.

그림1은 Sn3Ag8Bi5In 솔더의 240℃에서의 젖음곡선을 보인 것이다. 젖음력의 증감양상은 일반적인 젖음곡선과 비교하여 유사하지만, 가장 큰 차이점은 평형젖음력(F_{eq})이 음의 값을 나타내고 있다는 것이다. 그림2는 Sn3.5Ag 솔더의 270℃에서의 젖음곡선을 나타내었다. 이 결과도 그림 1의 경우와 마찬가지로, 평형젖음력이 음의 값을 가짐을 알 수 있다. 단면 UBM 증착된 Si-wafer 젖음성 시험시 이면의 비젖음면으로 인하여 시편이 한쪽으로 기울는 현상이 나타나는데, 이 때의 틸팅앵글(Tilting angle)을 측정한 후 식 (1)에 대입하여 젖음특성을 분석하였다³⁾.

$$F_s = \omega \gamma \cos(\theta - \delta) + 2\omega \gamma \sin^2\left(\frac{90 - \theta + \delta}{2}\right) \tan \delta - \omega \gamma \cos^2 \delta \tan \delta - \omega \gamma \cos \xi - wt\gamma - \rho gV \quad (1)$$

단, ω =젖음성 시편의 폭, γ =솔더의 표면장력, θ =접촉각, δ =기울어짐각, ξ =초기접촉각, ρ =솔더의 밀도

2.2 솔더 범프의 전단강도

Si wafer 위에 Ni/Cu-UBM을 적층시키고, 그 위에 직경 0.5mm의 Sn3Ag8Bi5In 솔더볼과 Sn37Pb 솔더볼을 이용하여 범프를 형성하였다. 리플로 시의 온도와 시간을 조절하여 실험하였으며, 이 중 전단강도값이 가장 높게 측정되었을 때의 리플로 시간에서 솔더링된 시편을 110℃에서 시효처리함으로써 시효가 전단강도에 미치는 영향을 비교하였다. 그림 3은 리플로 시간에 따른 전단강도의 변화를 나타낸 그래프이다. 플립칩 패키지 제작시에 솔더볼을 칩에 올려놓은 후 수회의 리플로를 행하기 때문에 솔더링 시간을 10-300초로 증가시켜가며 전단강도를 측정하였다. 10초동안 리플로한 Sn3Ag8Bi5In 솔더범프의 전단강도값은 169gf로써 146gf를 나타낸 Sn37Pb 솔더범프에 비하여 20gf가량 근소하게 높았다. 그러나, 이 후 솔더링 시간이 증가함에 따라서 Sn37Pb 솔더범프의 전단강도가 Sn3Ag8Bi5In 솔더범프의 전단강도에 비하여 더 높게 나타났다.

2.3 미세구조

솔더링시의 계면반응을 규명하기 위하여 솔더링 시간을 10-300초로 증가시켜가며 240℃에서 리플로 솔더링 하였다. 주사전자현미경을 이용하여 접합부의 단면을 관찰하였으며, EDX(Energy Dispersive X-ray)를 사용하여 계면에 형성된 금속간 화합물의 성분을 분석하였다. 그림4는 240℃에서 30초간 리플로 솔더링한 Sn3Ag8Bi5In 솔더와 UBM층의 계면에 존재하는 금속간화합물층을 주사현미경을 이용하여 관찰한 것이다. 시편의 솔더/기판 계면에서는 Sn과 Ni의 반응으로 침상의 Ni₃Sn₄ 화합물이 형성되었고, Ni₃Sn₄에 Cu가 약간 첨가된 (Ni,Cu)₃Sn₄로 추정되는 판상의 화합물이 생성되었음을 알 수 있다.

3. 결 론

Si-wafer 위에 Ni/Cu-UBM층을 형성하고, Sn3Ag8Bi5In 솔더볼을 이용한 범프를 대상으로 젖음특성과 전단강도, 계면의 조직을 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) Wetting balance test 결과 240℃에서 리플로 솔더링한 Sn3Ag8Bi5In 솔더와 270℃에서 리플로 솔더링한 Sn3.5Ag 솔더는 대등한 젖음특성을 나타내었다.

(2) 전단강도 시험 결과 240℃에서 리플로 솔더링한 Sn3Ag8Bi5In 솔더는 230℃에서 리플로 솔더링한 Sn37Pb 솔더에 비해 대체로 유사한 수준의 값을 얻을 수 있었다.

(3) Ni/Cu UBM이 증착된 Si-wafer 위에 Sn3Ag8Bi5In 솔더볼을 이용하여 범프를 형성한 결과 계면에는 Ni₃Sn₄ 및 (Ni,Cu)₃Sn₄ 등의 금속간 화합물이 생성되었다.

참고문헌

1. 竹本 正 : もてりあ、35 - 4, (1996), pp. 320
2. 김문일, 신규식, 정재필 : Sn-pb계 무연솔더의 연구개발동향. 대한용접학회지, 19 - 1, (2001), pp. 15~20
3. 홍순민, 박재용, 김문일, 정재필, 강춘식 : UBM이 단면 증착된 Si-wafer에 대한 Pb-free 솔더의 무플럭스 젖음 특성, Journal of KWS., 18 - 6, (2000), pp. 74~82

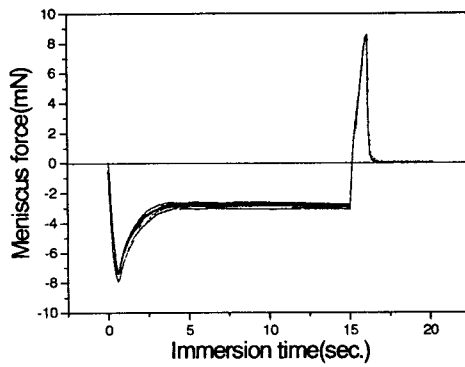


Fig.1 Wetting curve of Sn3Ag8Bi5In Alloy at 240°C

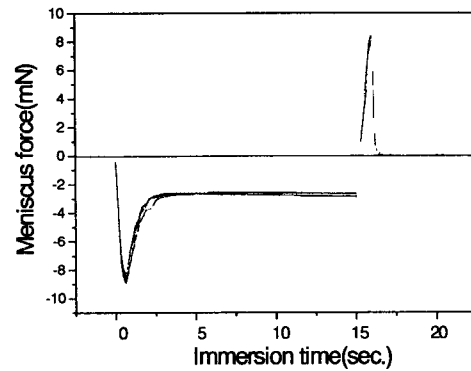


Fig.2 Wetting curve of Sn3.5Ag Alloy at 270°C

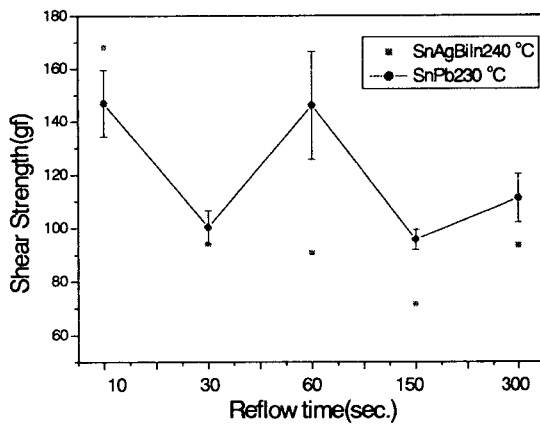


Fig.3 Shear Strength vs Reflow time

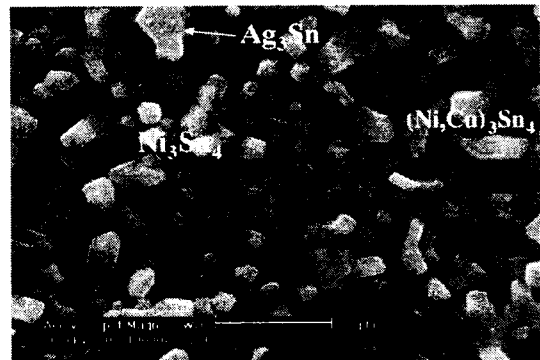


Fig.4 Top view of Sn3Ag8Bi5In solder to Ni/Cu UBM