SnCuX계 솔더를 이용한 무연 솔더링에서의 계면구조와 기계적 특성
(The micorstructure and strength of SnCuX Solder joint)

이재식, 박지호, 문준권, 정재필
서울시립대학교

Abstract

The possibility of SnCuX Solder as alternative for Pb-free Solder have been investigated in this study. SnCuX Solder balls(500㎛) were placed on Si-wafer which is Al/Ni/Cu(500nm/4㎛/4㎛)UBM layer. After reflow soldering at 250℃, shear strength and microstructure were analyzed. The results showed that the shear strength(500gf) of SnCuX was higher than that of SnAgCu at 230℃ and Cu_6Sn_5 intermetallic compounds were formed between Cu and SnCuX Solder layers

1. Introduction

현재 솔더는 모든 전기 산업의 패키징 기술에 있어서 없어서는 안될 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 전자부품에 있어서 납 사용의 규제로 인하여 기존의 유연솔더에 대응하기 위한 연구가 활발히 진행되었고, Sn계 합금을 기본으로 한 무연솔더들이 개발되었다.[1-3] 기존의 유연 솔더에 비하여 약 30℃가량 높다. 융점이 높다는 것은 솔더링 시 전자부품의 열 쇼크를 발생하므로, 솔더의 융점을 낮추는 문제가 큰 과제로 작용하게 되었다. 무연 합금의 대표적인 것들에는 Sn-3.5Ag-0.75Cu 3원계 공정을 중심으로 한 무연땜납을 미국의 Iowa 대학(US 5,527,628)에서 개발하였으나, 이 무연땜납은 역시 융점이 217℃ 부근으로 기존의 Sn-37Pb의 융점 183℃보다 여전히 30℃ 정도 높다. 그 외 센주/마츠시다에서는 Sn-Ag-Cu-Sb계 무연땜납에 대한 특허(특개평5-50286)를 보유하고 있고, 국내 삼성전기에서는 Sn-Ag-In-Bi계 무연땜납에 대한 특허(제168,964호)를 보유하고 있다. 그러나, 이들 무연땜납들의 융점도 Sn-37Pb에 비해 여전히 약 20~30℃ 이상 높다.

이렇게 기존의 무연땜납은 융점이 높고 젖음성이 낮기 때문에 현재의 납땜 생산장비로 전자 제품을 납땜하여 조립할 때 많은 문제점을 유발한다. 이로 인해 기존의 납땜 장비를 무연 납땜용 장비로 교체하여야 하므로 많은 비용이 들게 되며, 현재 대체 합금으로 유력시되는 무연 합금들이 은(Ag)를 함유하므로 가격이 비싸다. 또한 기존의 개발솔더를 사용시 발명자의 권한으로 막대한 프리미엄을 지불해야하는 여러 가지 문제점을 갖고 있다.

본 연구에서는 이러한 특허 품목에서 벗어나고, 은을 함유하지 않은 값싼 SnCu합금을 베이스로 만들어진 새로운 무연 합금의 리플로우 솔더링을 이용한 특성을 비교 평가하고자 한다. 이를 위하여 Si 웨이퍼에 Al/ N/Cu(500Å/4㎛/4㎛)의 UBM(Under Bump

Metallurgy)위에 500㎛ 솔더볼을 올린 후 250℃에서 접합한 후 접합강도와 미세조직 관찰을 통해 새로운 SnCuX계 솔더의 상용화 가능성을 알아보았다.

2. Experimental Procedure

SnCuX계 솔더의 솔더링 특성을 평가하기 위하여, 230℃~260℃에서 솔더링후 전단강도를 측정하였다. 비교 솔더로서 SnPb 공정 솔더와 SnAgCu솔더를 사용하였다. 이를 위하여 Si 웨이퍼위에 Al/ N/Cu(500Å/4㎛/4㎛)의 UBM(Under Bump Metallurgy)을 형성하였고, 500㎛ 솔더볼을 웨이퍼 위에 올린 후 230℃~260℃에서 리플로우 솔더링 하였다. 플럭스는 RMA type의 수용성 BGA용 flux를 사용하였고, 리플로우 솔더링 후 전단시험을 하였다. 전단강도 측정 조건은 그림 2-1와 같이, 팁과 기판과의 거리는 10㎛, 팁의 이송속도는 200㎛/sec이다. 20번의 실험을 통하여 전단의 평균값을 얻을 수 있었다.

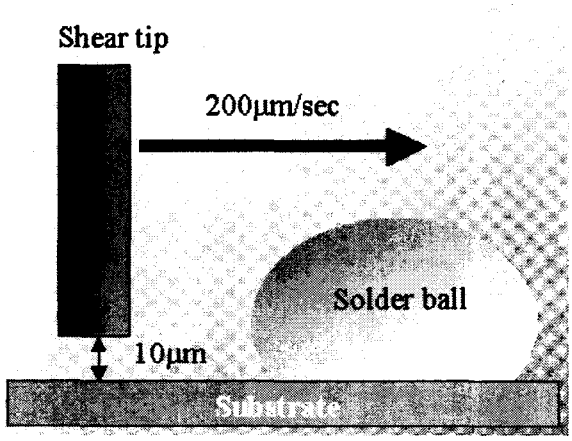


Fig. 2-1 Illustration of ball shear strength test

접합부 단면의 미세구조를 관찰하기 위하여 250℃에서 리플로우 솔더링 후 시편을 그라인딩(grinding)과 폴리싱(polishing)을 거쳐 에칭을 하였다. SEM(scanning electron microscopy)와 EDS(energy dispersive spectrometer) 장비를 사용하여 금속간 화합물의 형상과 크기, 그리고 성분을 분석하였다.

3. Results and Discussion

그림 3-1은 본 시편을 가지고 230℃~260℃에서 솔더링 후 전단시험 후 얻은 전단강도를 보여주고 있다. 그림에서 보는 것처럼 230℃에서 500gf로써 SnCuX 솔더가 SnPb 공정솔더보다 좋은 전단강도를 나타내었고, 240℃, 250℃에서는 유연솔더에는 미치지 못하지만, SnCuX 솔더(430gf, 460gf)가 SnAgCu솔더(420gf, 430gf)보다 좋은 전단강도를 보여주고 있다.

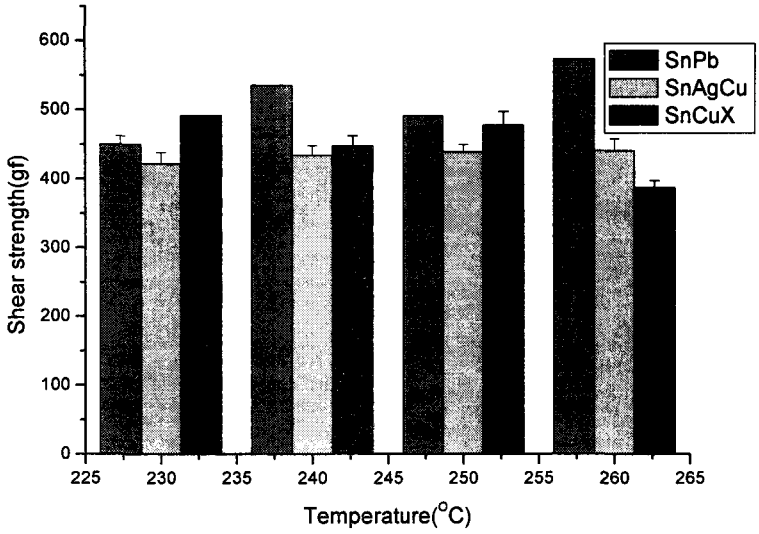
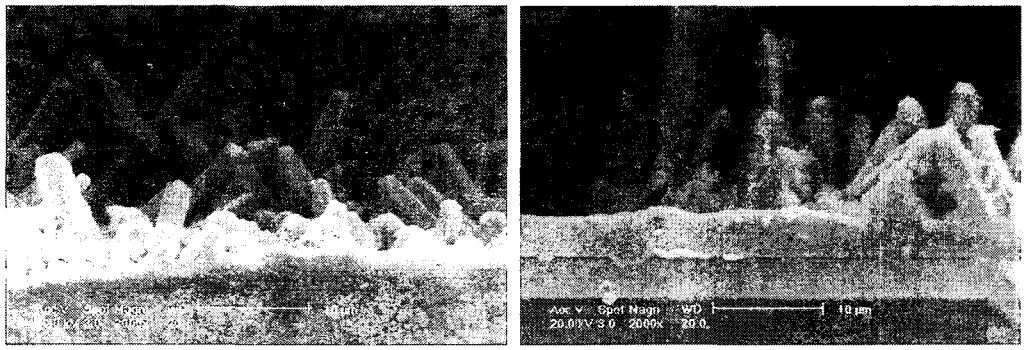
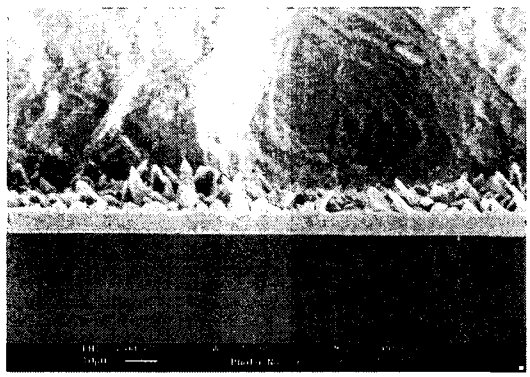


Fig. 3-1 The results of shear strength test

솔더링 후의 미세조직 관찰을 위해 250℃에서 세 솔더(SnPb, SnAgCu, SnCuX)를 리플로우 솔더링 한후, 폴리싱과 에칭 과정을 거쳐 시편을 제조하였다. 솔더의 미세조직 사진을 그림 3-2 (a),(b),(c)에 나타내었다.



(a) SnPb (b) SnAgCu



(c) SnCuX

Fig. 3-2 Microstructures after reflow soldering at 250℃

그림3-2 (c)에서 Ni/Cu층과 SnCuX계 솔더 사이에 금속간 화합물이 모든 층에 걸쳐 잘 발달하여 있는 것을 볼 수 있다. 또한, 금속간 화합물의 성분을 알아보기 위하여 EDS분석을 실시하였다. Cu_6Sn_5의 조성을 가진 금속간 화합물이 모든 UBM에 걸쳐 존재하는 것을 알았다. 그림 3-2 (b),(c)에서 보는 것처럼 SnAgCu솔더의 경우 금속간 화합물이 한곳에 뭉쳐있지만, SnCuX 솔더의 경우에 넓게 존재하는 것을 볼수 있다. 이 때문에, 250℃에서 SnCuX 솔더의 전단강도가 SnAgCu에 비해 우수한 것으로 판단된다.

Reference

1. S,K. Kang and A. Sarkhel, J. Elec. Materials, Vol23, p701 (1994)
2. K. Nimmo, Proc. The IPC Lead-Free Summit, Minneapolis October(1999)
3. E. Anderson. Proc. NEPCON West'96 conf., Vol2, 882-7(1996)