

무연솔더를 이용한 무플럭스 플립칩 패키지에서 플라즈마 처리에 따른 접합 미세조직에 관한 연구

A study on the microstructure of lead free soldering for fluxless flip chip package

문 준권*, 정 재필*, 하 준석**, 강 춘식**

* 서울시립대학교 공과대학 재료공학과

** 서울대학교 공과대학 재료공학부

1. 서 론

솔더링에 사용되는 Sn37Pb 솔더의 독성으로 인하여 새로운 무연솔더에 관한 연구가 많이 진행되어 왔다¹⁾. 그리고 또한 문제점으로 대두되고 있는 것이 플럭스의 사용에 관한 것이다. 플럭스는 솔더의 산화막을 제거하는데 필수적이다. 하지만 잔류 플럭스는 접합부의 부식을 유발하는 등의 전자패키지에서 악영향을 끼치고²⁾, 또한 잔류 플럭스 제거제의 환경오염 등의 문제³⁾로 무플럭스 솔더링에 대한 관심이 크게 증대되고 있다. 무플럭스 솔더링의 방법에는 여러 가지가 있으며, 그 중 한가지가 플라즈마를 이용한 방법이다⁴⁾. 본 연구에서는 솔더표면의 이물질과 산화막을 제거하기 위한 플라즈마 처리가 접합 후, 접합부에 미치는 영향에 대해서 알아보았다. 사용된 솔더는 Sn37Pb, Sn3.5Ag와 Sn3.5Ag0.7Cu 솔더볼이다. 열풍 및 적외선 겸용 리플로 머신과 Ar+H₂를 이용한 플라즈마 에처를 사용하여 Si-wafer 위에 범프를 형성하였다. 플라즈마 처리가 계면의 미세조직과 기계적 강도에 끼치는 영향을 알아보기 위하여 플라즈마 처리된 시편과 리플로 한 후의 시편을 비교 분석하였다. 전단시험기로 계면의 강도를 측정하였으며, 주사전자현미경으로 계면 및 전단파면을 관찰하여 UBM의 종류에 따른 접합계면의 미세조직도 비교하고 이에 대하여 고찰하였다. 산화막 제거를 위한 플라즈마 처리가 저융점인 솔더의 미세조직을 기존의 솔더링 접합부와는 다르게 변화시킴으로써 솔더의 전체적인 특성에 영향을 끼치는 것을 알 수 있었다.

2. 실험방법 및 결과

무플럭스 솔더링의 한가지 종류인 플라즈마 처리가 접합 후, 접합부에 미치는 영향을 알아보기 위해 플라즈마 처리된 시편과 리플로 한 후의 시편의 접합강도를 비교하고, 파단면 및 접합계면을 관찰하였다.

2.1 전단강도

Si wafer위에 Au/Cu/Ni/Al-UBM을 적층시키고, 그 위에 직경 0.5mm의 세가지 조성(Sn37Pb, Sn3.5Ag, Sn3.5Ag0.7Cu)의 솔더볼을 이용하여 플라즈마 에처와 리플로 머신으로 범프를 형성하였다. 그림 1은 범프를 형성하는 방법에 따른 세가지 솔더의 전단강도를 나타낸 그래프이다. 세 솔더 모두 플라즈마 처리를 이용한 무플럭스 솔더링보다 플럭스를 도포한 후 리플로 솔더링한 시편의 강도가 높게 나타났다. Sn37Pb 솔더, Sn3.5Ag솔더, Sn3.5Ag0.7Cu 솔더의 강도는 플라즈마 처리로 무플럭스 솔더링을 시행하였을 경우 각각 33.5MPa, 11.7MPa, 15.1MPa 로 측정되었다. 리플로 솔더링을 시행하였을 때는 50.3MPa, 40.3MPa, 32.4MPa의 전단강도 값을 나타냈다.

2.2 미세구조

플라즈마 처리시 계면반응을 규명하기 위하여 주사전자현미경을 이용하여 전단 파면과 접합 계면을 관찰하고 리플로 솔더링시와 비교하였다. 그리고 EDX(Energy Dispersive X-ray)를 사용하여 계면에 형성된 금속간 화합물의 성분을 분석하였다.

그림 2는 플라즈마 처리와 리플로 솔더링으로 Sn37Pb솔더, Sn3.5Ag솔더와 Sn3.5Ag0.7Cu솔더 범

프를 형성한 후 전단강도 테스트시의 파면을 나타내고 있다. 세 솔더 모두 플라즈마 처리를 하였을 때는 UBM층에서 파단이 일어났고, 리플로 시에는 솔더내에서 파단이 일어났다.

그림 3은 Sn3.5Ag0.7Cu 솔더의 접합계면이다. 그림 3(a)는 플라즈마 처리 후의 계면이고, 그림 (b)는 리플로 후의 계면이다. 플라즈마 처리를 한 후에는 Ni이 50at.%이상 함유한 금속간화합물이 생성하였고, 이 때 Ni층의 소진으로 금속간화합물층과 기판이 분리되었다. 리플로 한 후에는 Ni의 함량이 8.4at.%인 금속간화합물이 생성되었고, Ni층이 완전히 소진되지 않았기 때문에 기판과의 분리는 일어나지 않았다.

3. 결론

Au/Cu/Ni/Al thin-film UBM을 적층한 기판에 Sn37Pb솔더, Sn3.5Ag솔더 그리고 Sn3.5Ag0.7Cu솔더를 이용하여 플라즈마 처리를 한 시편과 리플로 솔더링을 시행한 시편을 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) Sn37Pb솔더, Sn3.5Ag솔더와 Sn3.5Ag0.7Cu솔더의 전단강도는 플라즈마 처리를 이용한 무플럭스 솔더링 시행시에 33.5MPa, 11.7MPa, 15.1MPa로 리플로를 한 후의 50.3MPa, 40.3MPa, 32.4MPa보다 낮았다.

2) 전단파면 관찰결과 플라즈마 처리를 이용한 무플럭스 솔더링 시행시에는 금속간화합물과 UBM층 사이에서 파단이 일어났으며, 리플로 솔더링을 하였을 때에는 솔더내에서 파단이 일어났음을 알 수 있었다.

3) 접합계면 분석결과 플라즈마 처리를 이용한 무플럭스 솔더링 시행시에는 UBM내의 Ni층이 모두 반응하여 Ni을 50%이상 함유한 금속간화합물을 생성하였으며, 다량의 Ni층 소진으로 인해 금속간화합물층과 기판이 분리되었다. 리플로 솔더링을 시행한 시편은 Ni이 8.4%로 소량 함유한 금속간화합물이 생성되었으며, 금속간화합물층과 기판과의 분리는 발생하지 않았다.

참고문헌

1. K. Suganuma and Y. Nakamura : J. Japan Inst. Metal, 59-12(1995), pp.1299-1305
2. M. Bixenaman and E. Miller : Pro. 5th Int. Joint Symp. on Microelec. & Packaging, IMAPS-KOREA and IEEE-CPMT, Seoul, Korea, (2000) 45
3. M. J. Molina and F.S. Rowland : Natrue, 249 (1974)810
4. Masahiko et al.: Proc. of Electronic Components and Technology Conference (1999) p.408

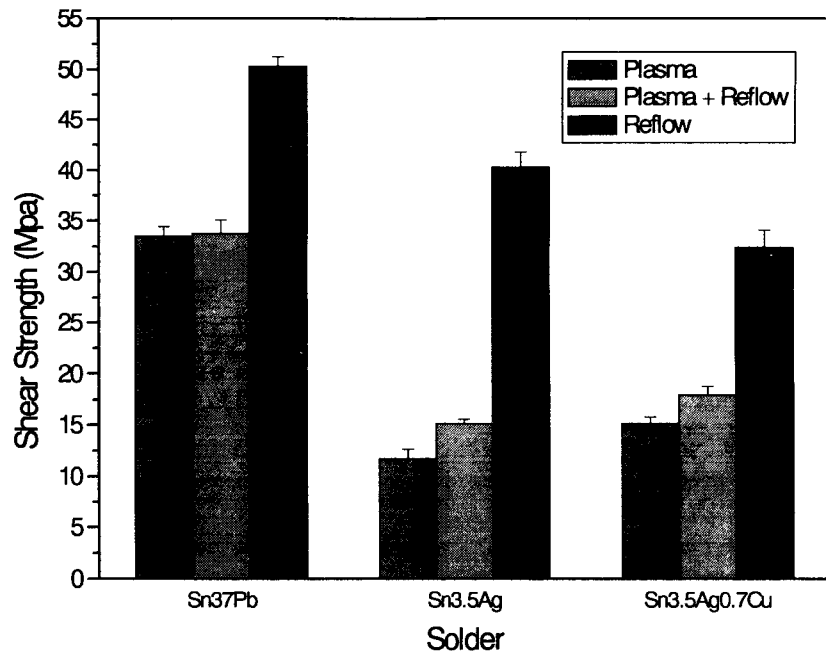


Fig. 1 Shear strength of solder bump (Solder : Sn37Pb, Sn3.5Ag, Sn3.5Ag0.7Cu).

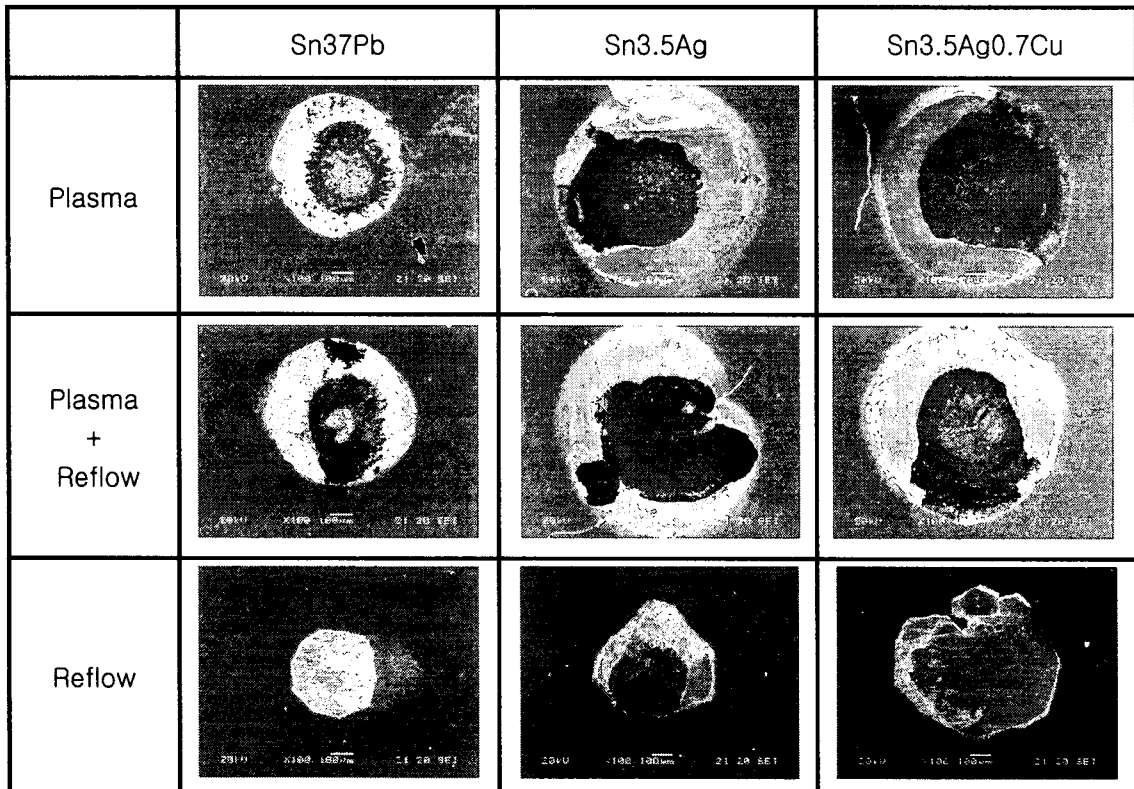


Fig. 2 Fracture surfaces of solder bump after shear test (Solder : Sn37Pb, Sn3.5Ag, Sn3.5Ag 0.7Cu).