

전해도금으로 형성된 Sn-37Pb 솔더 범프의 계면반응 및 전단 특성에 미치는 멀티 리플로우의 효과

Effect of Multiple Reflows on Interfacial Reactions and Shear Properties of Electroplated Sn-37Pb Solder Bumps

김유나, 구자명, 정승부
성균관대학교 신소재공학과

1. 서 론

정보통신과 디지털 기술의 발전으로 고주파 영역에서 빠른 데이터 처리속도를 가지는 새로운 재료, 부품 및 모듈, 기판에 대한 요구가 커지고 있다. 이를 가능하게 하기 위해서는 새로운 설계 기술과 더불어 설계된 마이크로 칩의 성능을 극대화할 수 있는 전자 패키징 기술 개발이 필수적으로 요구된다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위해 칩 자체의 미세화, 집적화가 진행되고 있으며, 이와 함께 패키지분야에서는 경박단소화 된 새로운 패키지의 실장방법이 개발되고 있다.

플립칩 내부에서는 기존의 와이어본딩 대신 칩에 under bump metallization (UBM)을 형성시킨 후 솔더범프를 형성하는 솔더범프 플립칩으로 변화하고 있다. Au wire 대신 솔더범프를 이용하게 되면 칩과 기판의 접속부의 길이가 최소화되며, 임피던스가 1/10으로 감소하며, 1 GHz 이상의 고주파인 경우에도 입출력의 반사 손실이 와이어 본딩이나 TAB 방식에 비해 훨씬 적다. 디지털화 추세에 따라서 점점 많은 양의 정보를 빠른 속도로 전달하는 필요성이 커짐에 따라 솔더 범프를 이용한 패키지의 수요는 증대될 것이며, 이에 따른 연구 및 개발은 필수적이다.

기존에 전자·전기 기기 및 부품 실장용으로 사용되어 왔던 Sn-Pb 솔더는 취급이 용이하고, 낮은 가격 및 솔더 재료로서의 우수한 특성들을 가지고 있기 때문에 산업계에서 가장 널리 사용되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 리플로우 횟수에 따른 Sn-37Pb 솔더와 Ni과 Cu UBM의 계면특성 및 전단강도 시험에 의한 기계적인 성질을 고찰함으로써 플립칩 범프의 신뢰성을 평가하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 플립칩 패키지 제조 공정

4인치 실리콘 웨이퍼 위에 Ti (50 nm)와 Cu (300 nm)를 스퍼터 증착하여 interconnection line을 형성시켰다. UBM 층은 두 종류 (Cu와 Ni)를 전해도금 하여 형성시켰다. UBM의 패드 면적은 $70 \times 70 \mu\text{m}^2$ 이었으며, 높이는 10 μm 이었다. 솔더 범프는 Sn-37wt.%Pb를 전해도금 하여 형성하였다.

2.2 리플로우 공정

제조된 플립칩은 적외선 리플로우 머신 (RF-

430-N2)을 사용하여 접합하였다. 공정 중의 피크 온도와 시간은 각각 225℃와 70초이었다. 리플로우 횟수에 따른 미세조직 및 전단 특성 변화를 관찰하기 위해 10회까지 리플로우 하였다.

2.3 전단 테스트

전단 시험은 리플로우 공정이 끝난 후 3 ± 0.5 시간 후 실시하였다. Ball shear test는 BGA 실장에서 솔더 접합부의 접합 강도를 측정하기 위해 가장 널리 사용되는 방법이며 본 실험에서는 전단 시험기(Rhesca PTR-1000)를 사용하였으며, 전단 속도와 높이는 각각 0.2 mm/s와 22 μ m로 고정시켰다. 전단 시험 중에, 전단 지그의 이동거리 에 따른 전단력은 실시간으로 기록되었으며, 이를 통해서 최대 전단력과 파괴까지의 이동거리를 구하였다. 전단 시험 후 파면의 관찰은 주사 전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 리플로우 횟수가 증가함에 따라 Sn-37Pb 솔더 범프의 계면반응 및 접합 강도의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

3.1 계면반응

1회 리플로우 후, 솔더 범프와 Ni UBM 사이의 접합 계면에서는 Ni_3Sn_4 금속간 화합물이 생성되었다. 또한 리플로우 횟수가 증가함에 따라 Ni_3Sn_4 금속간 화합물층의 두께는 증가함을 알 수 있었다.

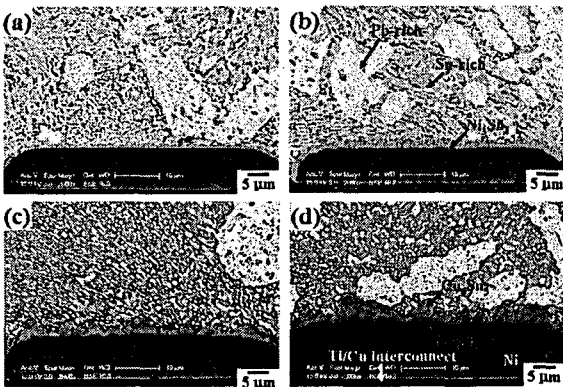


Figure 1 SEM micrographs of the Sn-37Pb/Cu (a,b)

and Sn-37Pb/Ni(c,d) after 1 reflow (a,c) and 10 reflow (b,d)

Sn-37Pb 솔더 범프와 Cu UBM 접합 계면에서는 1회 리플로우 한 후 Cu_6Sn_5 와 Cu_3Sn 가 생성되었으며, 리플로우 횟수가 증가함에 따라 금속간 화합물 층의 두께가 증가함을 알 수 있었다.

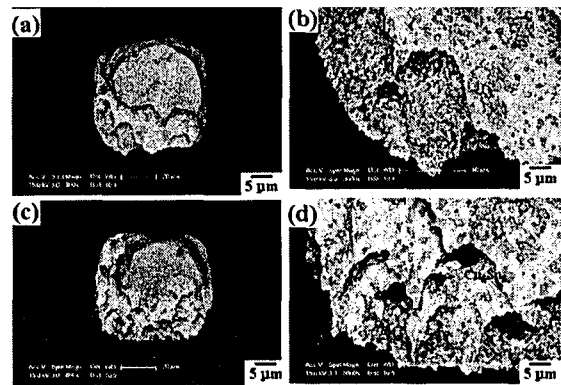


Figure 2 Fracture surfaces of the solder bumps with Cu UBM after 1 reflow (a,b) and 10 reflows (c,d)

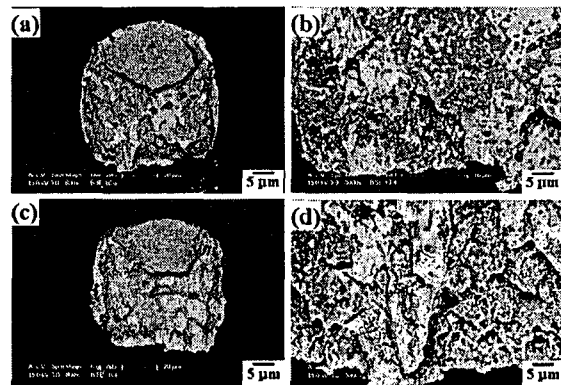


Figure 2 Fracture surfaces of the solder bumps with Cu UBM after 1 reflow (a,b) and 10 reflows (c,d)

3.2 전단 테스트

초기 리플로우 후 전단 시험 결과, Ni UBM의 경우 리플로우 횟수가 증가함에 따라 전단강도가 감소하였다. 하지만 Cu UBM의 경우 4회 리플로우까지는 전단 강도가 증가하였으나, 5회 리플로우 후 감소하였다.

전단 강도 변화의 원인을 분석하기 위해서 전단 시험 후, 파면을 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였다. 그림 4에서 보여지는 바와 같이, 리플

로우 초기에는 Ni과 Cu UBM 모두 대부분 솔더 범프 내에서 연성파괴가 일어났으나 리플로우 횟수가 증가함에 따라, 표면에서 Ni_3Sn_4 와 Cu_6Sn_5 를 관찰할 수 있었다. 따라서 과잉 생성된 금속간 화합물이 솔더 접합부의 취성을 증가시킨 것으로 판단된다.

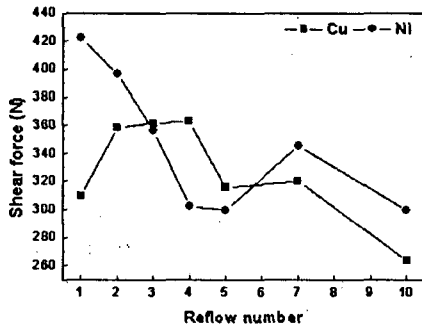


Figure 4 Shear forces variation of Sn-37Pb solder bumps with different UMBs during multiple reflows

후 기

본 연구는 과학기술부 기초과학연구사업 (R01-2004-000-10572-0)의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.