

LEGO-like 리벳 패키징 방법에 의한 밀봉 실장

이은성^{1,2}, 김운배², 송인상², 문창렬², 김현철¹, 전국진¹

¹ 서울대학교 전기 컴퓨터 공학부

² 삼성 종합 기술원 Micro Systems Lab.

1. 서 론

최근 MEMS (micro-electro-mechanical systems) 부품에 대한 고 수율 웨이퍼 레벨 실장 기술은 사업화에 대한 관점에서 크게 요구되고 있다. 멤스 부품은 공중 부양 구동 부를 갖는 특징과 더불어 후막 제작 공정에 따른 평탄하지 못한 표면 상태를 가질 가능성이 많아서 신뢰성 있는 실장 기술을 확보하기 어려웠다. 결국 멤스 실장 기술은 멤스 사업화 성공에 있어 큰 걸림돌이 되고 있다.

일반적으로 실장 기술에서 요구되는 기술은 저온 접합 기술, 소형화 기술, 강건(robust) 설계 기술이라고 할 수 있다. 저온 접합제로는 폴리머 접합 기술을 비롯하여 저 용점 솔더 접합 기술등이 많이 연구 되고 있다. 알려져 있는 것처럼 솔더의 리프로우 현상은 자체적으로 자동정렬을 통하여 소자의 성능과 칩 사이즈를 감소시키고 수율을 향상시켜 비용절감의 간접적인 효과도 얻을 수 있는 장점이 있다. 최근에는 Pb 재료의 비 환경적인 특성으로 무연 솔더의 연구가 활발하게 연구 진행 중에 있다.

이러한 멤스 부품의 실장기술에 있어서, 본 연구에서는 Sn 솔더를 이용한 새로운 웨이퍼 레벨 실장 기술을 제안하며 본 기술은 실장 수율을 향상시키고 비 평탄 표면의 웨이퍼 실장에 유용하게 이용될 수 있을 뿐만 아니라, 3차원 실장 기술의 핵심인 수직 전기 연결 기술로의 응용에도 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

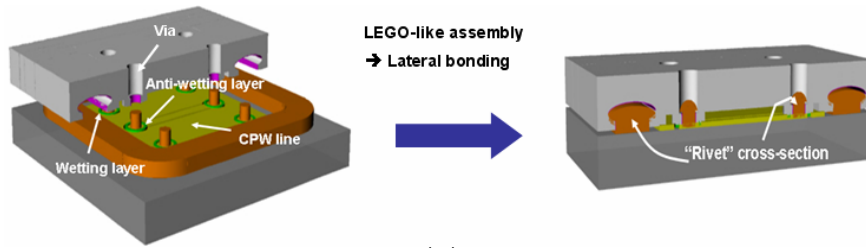
2. 요 약

본 연구는 솔더의 리프로우 현상으로부터 제안되었다. 솔더는 원형 흡착 층 위에서 녹게 되면 단위 면적당 표면 에너지를 최소화 하려는 특성 때문에 구형이 되는데, 이는 자기정렬 기구의 핵심이기도 하다.

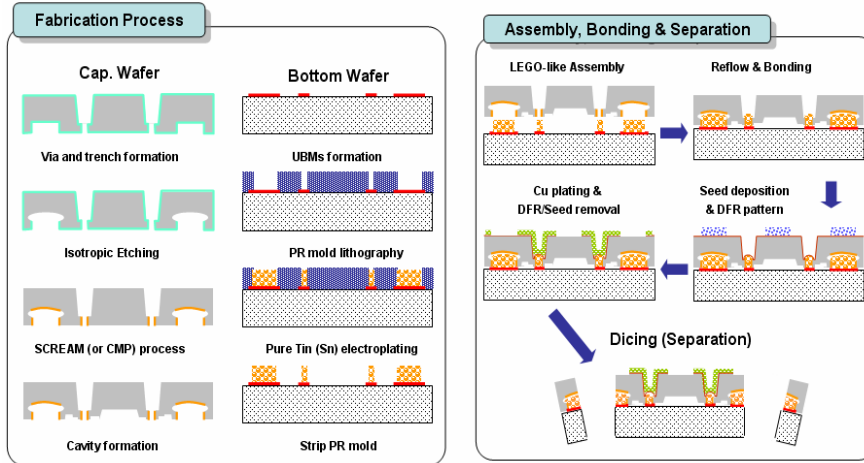
본 연구에서 제안되는 새로운 설계가 기존의 설계와 가장 큰 차이점은 그림 1에서 처럼 솔더의 리프로우에 의해 측면 접합을 한다는 것이다. 대부분의 기존 실장 기술은 접합 면과 피 접합 면이 서로 마주보고 있으며 서로 맞닿아야만 접합이 이루어 지는 "intimate contact" 원리인 반면, 본 연구에서 제안된 개념은 접합 면과 피 접합 면이 솔더에 의해 끼워진 상태에서 측면 접합되는 원리이기 때문에 접합 면끼리 서로 인접하지 않아도 접합은 자연적으로 완성되어 접합면의 표면상태에 충분히 둔감하다는 장점을 가질 수 있다.

그림 1의 (b)는 개념도 (a)를 구현하기 위한 제작 공정을 보여준다. 버섯 모양의 구조물을 형성하는 공정과 측벽에 UBM을 선택적으로 형성하는 공정이 핵심 공정이며 이외의 접합 공정은 기존의 방법과 달리 매우 간단하게 완성시킬 수 있다.

본 논문에서는 기본적으로 제안된 방법으로 구현되는 실장결과와 그 기본적인 기계적 강도, 기밀 특성을 살펴 보았다. 그리고 RF 소자의 실장에 있어서 제안된 방법에 의한 전기적 연결의 기초 결과에 대해서 논의한다.



(a)



(b)

그림 1. LEGO-like 리벳 패키징 방법의 개념도 및 제작 공정

3. 실험 결과

제안된 개념으로 제작된 패키징 결과물은 그림 2와 같으며, 그림에서는 후속의 via를 통한 전기적 선로 구현은 포함되어 있지 않다. Via를 통한 전기적 연결 및 솔더 리프로우는 돔(dome)형상으로 잘 구현되었음을 확인 할 수 있다. 이와 같이 형성된 소자의 기계적 강도는 35~50 MPa의 전단 강도를 보였고, 대기 기밀도는 10^{-9} mbar.l/sec의 기밀 특성을 보여 MIL-STD 883F의 기밀성을 만족하였다.

전기적 특성을 확인하기 위해서 CPW 전송 선로를 구현하여 평가된 전기적 특성은 그림 3과 같다. 2GHz대역에서 패키지 전 0.04dB에서 패키징 후 0.11dB로 대략 0.07dB정도의 패키징에 의한 삽입 손실 특성을 보임으로서, 그 응용의 가능성을 확인 할 수 있었다.

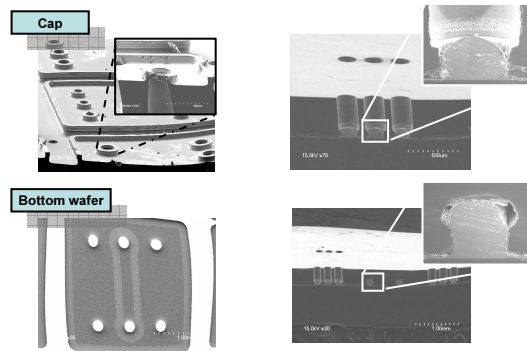


그림 2. 제안된 개념으로 제작된 결과물

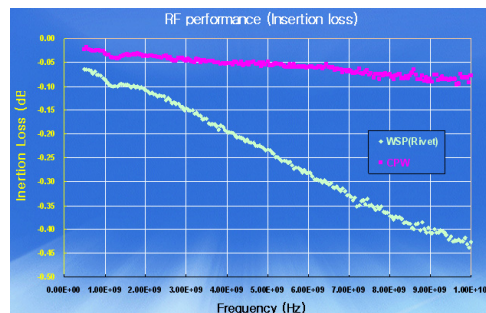


그림 3. 패키징 전후의 RF 삽입손실