

## 신기술 소개

# 언더필(Underfill)을 통한 플립 칩(Flip chip) 접합부의 수명 향상

플립 칩 패키징은 작은 솔더 범프들을 칩 바닥에 배열하여 붙인 뒤 기판에 직접 부착시키는 기술이다. 플립 칩 부착 방식은 크기가 상대적으로 작고 패키지 밀도가 높아서 집적 밀도를 높일 수 있고, 신호의 전파 지연이 줄어들기 때문에 전기적 특성이 뛰어나며 리플로우(Reflow) 시 자체 정열성이 높으며, 수리가 손쉽고 방열 기능이 우수하여 다른 칩 상호연결 기술들에 비해 상당히 많은 이점들을 가지고 있다.

그러나 플립 칩 접합부는 반도체 칩과 기판 간의 열팽창 계수의 차이로 인한 솔더 접합부에 걸리는 높은 소성 응력으로 인해 솔더 접합부의 열, 기계적 특성이 좋지 못한 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위해 칩과 기판 사이의 공간을 에폭시 기판의 소재로 채워 줌으로써 신뢰성의 향상을 가져올 수 있다. 다음은 모델링 분석을 통해 언더필 소재를 사용한 플립 칩에 대해 연구한 결과이다.

일반적으로 언더필된 플립 칩 구조의 솔더 접합부들에는 세가지 상이한 소성 변형양식들이 야기된다. 첫 번째, 칩과 기판간의 수평 변이 부조화로 인한 단단 소성 변형과 두 번째, 언더필 소재 내부의 수평 노멀 변형으로 인한 변형과 세 번째, 언더필과의 수직 변형 부조화로 인한 수직 노멀 소성 변형이 야기된다.

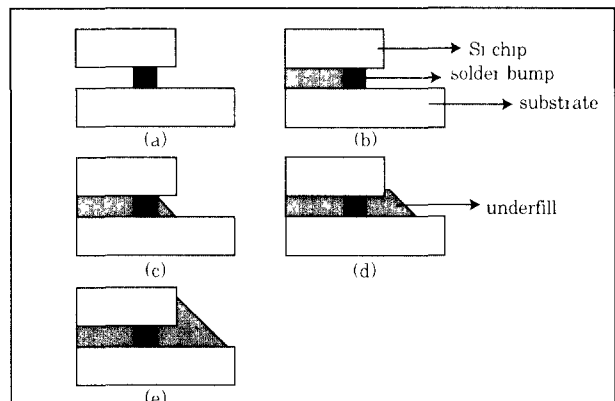
다양한 언더필 소재를 사용한 모델에 대한 계산 결과, 열팽창계수와 탄성계수 모두 플립 칩 접합부의 열피로 신뢰성에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 언더필이 단단할수록 열피로 수명은 길어지며, 최적의 열팽창계수는 탄성율에 의해 좌우되는 것으로 밝혀졌다. 언더필 되지 않은 플립 칩 어셈블리에 비해 언더필된 플립 칩( $E > 10\text{GPa}$ , 열팽창계수는  $25\text{ppm/K}$ 인 경우)의  $N_{f50\%}$  수명은 75배정도 향상된다고 한다.

또, 다양한 언더필 필렛 형태에 대해 연구한 결과, 솔더 접합부가 언더필에 의해 제대로 싸여있지 않을

경우는 신뢰성의 향상을 가져오지 못한다. 언더필이 다이 측면의 절반 정도가 차 있는 경우 최고 500배 정도의 향상된 신뢰성을 얻을 수 있었다. 또, 언더필이 다이를 너무 많이 채우면 반도체 칩과 언더필 간의 수직 열 변형 부조화가 커지게 되어 칩과 솔더 접합부에 밀고 당기는 힘이 주기적으로 순환하는 결과를 가져와 신뢰성(수명)을 크게 악화시키는 것으로 밝혀졌다.

신뢰성(수명)에 영향을 미치는 그 밖의 파라미터들은 칩의 가장자리로부터 솔더 접합부 패드까지의 거리와 칩의 크기가 있다. 다이 가장자리로부터 거리가 멀수록 신뢰성은 더욱 높아지며, 칩의 크기가 증가될수록 열피로 수명은 줄어드는 결과를 가져온다.

이러한 결과로부터 플립 칩 접합부에 적절한 언더필을 사용하여 열 신뢰성을 높일 수 있음을 알 수 있다. 탄성율이 높고 열팽창 계수가 낮은 언더필 소재를 선택하면 수명을 더욱 향상시킬 수 있을 것이다.



언더필되지 않은 (a)로부터 다이 측면을 완전히 적신 (e)에 이르는 여러 가지 언더필 필렛 형상들

- 출처 : Electronics Engineer, 1998, Nov.
- 연락처 : 신영의 위원 shinyoun@cau.ac.kr