

# 전해도금으로 형성된 Sn 솔더 범프의 신뢰성

## Reliability of Electroplated Pure Sn Solder Bumps

김유나, 구자명, 정승부  
성균관대학교 신소재공학과

**Abstract** The microstructural evolutions and shear properties of the pure Sn solder bumps with Ni UBMs were investigated during multiple reflows and high temperature storage (HTS) tests. Only a  $Ni_3Sn_4$  IMC was found at the bump/Ni UBM interface after 1 reflow. The layer thickness of these IMCs increased with increasing reflow number and testing time. The solder bumps showed a good reliability during multiple reflows and HTS tests.

### 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. 이에 따라 칩 자체의 미세화, 집적화가 진행되고 있는 동시에 전자 패키징 분야에서는 패키지의 경·박·단·소화에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

마이크로프로세서의 패키징 형태는 기존의 와이어 본딩 기술에서, under bump metallization (UBM)을 형성시킨 후 솔더 범프를 형성하는 플립칩 기술로 변화하고 있다. Au wire 대신 솔더 범프를 이용하게 되면 칩과 기판의 접속부의 길이가 최소화되며, 임피던스가 1/10로 감소하며, 1 GHz 이상의 고주파인 경우에도 입출력의 반사 손실이 와이어 본딩이나 tape automated bonding (TAB) 방식에 비해 훨씬 적다. 정보통신 기술 및 디지털 기술의 발전에 따라서 데이터 처리 및 전송량은 기하급수적으로 증가할 것으로 판단되며, 이에 따라 저임피던스 특성을 갖는 플립칩 패키징 기술의 발전 및 적용이 절실하게 요

구되고 있다.

기존에 전자·전기 기기 및 부품 실장용으로 사용되어 왔던 Sn-Pb 솔더범프는 취급이 용이하고, 낮은 가격 및 솔더 재료로서의 우수한 특성들을 가지고 있기 때문에 산업계에서 가장 널리 사용되어 왔다. 하지만 범프 내 함유된 Pb의 환경적 유해성으로 인하여 그 사용이 제한됨에 따라 무연 솔더 범프에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 현재까지 개발된 대부분의 범프 재료는 Sn을 주요 원소로 사용하고 있다. 솔더 범프의 신뢰성은 UBM 재료에 크게 의존한다. 따라서 본 연구에서는 멀티 리플로우와 고온방치시험 (HTS test: high temperature storage test)을 시행한 후, 대표적인 UBM 재료인 Ni를 UBM으로 사용한 pure Sn 솔더 범프의 계면반응과 전단 특성을 연구하였다.

### 2. 실험 방법

#### 2.1 플립칩 패키지 제조 공정

4인치 실리콘 웨이퍼 위에 Ti (1000 nm)와 Cu (3000 nm)를 스퍼터 증착하여 interconnection line을 형성시켰다. UBM 층은 두 종류 (Cu와 Ni)를 전해도금 하여 형성시켰다. UBM의 패드

면적은  $60 \times 60 \mu\text{m}^2$ 이었으며, 높이는  $5 \mu\text{m}$ 이었다. 솔더 범프는 pure Sn를 전해도금 하여 형성하였다.

## 2.2 리플로우 공정과 고온방치시험

제조된 플립칩은 적외선 리플로우 머신 (RF-430-N2)을 사용하여 접합하였다. 공정 중의 피크 온도와 시간은 각각  $255^\circ\text{C}$ 와 55초이었다. 리플로우 회수에 따른 미세조직 및 전단 특성 변화를 관찰하기 위해 10회까지 리플로우 하였다.

고온방치시험을 시행하기 위해서, 1회 리플로우 한 시편을  $150^\circ\text{C}$ 에서 100, 300, 500, 700, 1,000, 1,200, 1,500 시간동안 방치하였다.

## 2.3 전단 테스트

전단 시험은 리플로우 공정 및 HTS 시험이 끝난 후,  $1 (\pm 0.5)$  시간 후 실시하였다. Bump shear test는 플립칩 실장에서 솔더 접합부의 접합 강도를 측정하기 위해 가장 널리 사용되는 방법이며 본 실험에서는 전단 시험기(Rhesca PTR-1000)를 사용하였으며, 전단 속도와 높이는 각각  $0.2 \text{ mm/s}$ 와  $15 \mu\text{m}$ 로 고정시켰다. 전단 시험 중에, 전단 지그의 이동거리에 따른 전단력은 실시간으로 기록되었으며, 이를 통해서 최대 전단력과 파괴까지의 이동거리를 구하였다. 전단 시험 후 파면의 관찰은 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 관찰하였다.

## 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 멀티 리플로우 공정과 고온방치 시험을 시행한 후, pure Sn 솔더범프의 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  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  금속간 화합물이 생성되었다. 또한 리플로우 횟수가 증가함에 따라  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  금속간 화합물층의 두께는 증가함을 알 수 있었다. 고온방치시험을 1,500 시간동안 시행하였을 때에도  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  금속간화합물만이 관찰되었으며, 시험 시간이 증가함에 따라 금속간화합

물 두께가 성장하였다.

### 3.2 전단 테스트

리플로우 후 전단 시험 결과, 리플로우 후 회수가 증가함에 따라 금속간 화합물 두께 증가에 따라 대체적으로 전단 강도는 약간 감소하였으나, 거의 큰 변화가 없었다. 고온방치시험을 시행하였을 때에도 솔더의 결정립 상장에 의한 강도의 감소가 관찰되었으나, 큰 감소는 관찰되지 않았다.

파단면을 관찰한 결과, UBM 끝단에 약간의 취성 파괴가 관찰되었으나 대체적으로 연성파괴를 유지하였다. 이러한 결과는 전단 강도 결과와 매우 잘 부합되었다.

따라서, pure Sn 솔더 범프를 플립칩 패키지에 적용하기 위해서는 Ni이 UBM 재료로서 매우 적당하다는 것을 알 수 있었다.

## 후 기

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