

The Magazine for
Electronics
Assembly

SMT 한국판

www.chomdan.co.kr

기사제휴 PennWell

表面実装技術

10

2004

ISSN 1599-0451

특집 • 검사장비의 최신 동향

SAMSUNG

*The Best Benefit
So Fast!*



컴팩트형 고속 칩마운터 CP60HP

CP60HP는 컴팩트한 사이즈, 폭넓은 부품대응력을 특징으로 하는 칩슈터로서, 칩 장착 속도뿐만 아니라, 실제 라인생산성 향상을 목표로 개발된 장비입니다. 또한 듀얼 콘베어 시스템의 채용으로 실제 생산효율을 감소 시켰던 PCB 로딩 타임을 최소화 함으로써 최적의 생산성 향상을 기대할 수 있습니다.

www.samsung-smt.com

우)135-980 서울특별시 강남구 역삼동 647-9 한국지식재산센터 10층
TEL : 02-3467-7431~6, 7438 / FAX : 02-3467-7455

TSOP의 음파 미세 영상

TSOP에서 균열이나 층 분리 등의 불량을 발견하지 못하면, 이들은 언젠가 전기적 고장의 원인이 될 가능성이 있다. 음파 미세 영상 기법은 TSOP의 내부 패키지 불량을 비파괴적으로 관찰할 수 있기 때문에, 현장에서 사용 도중에 고장을 일으키거나 부품의 신뢰성을 훼손시킬 불량들을 생산 TSOP로부터 식별해내서 이를 제거하는 효과적인 수단이 되어줄 수 있다.

Tom Adams
Sonoscan, Inc. 컨설턴트

TSOP(Thin Small Outline Package)가 사용 도중에 고장날 경우, 고장의 원인이 반드시 실리콘 칩 자체의 회로 때문이 아닐 수 있으며, TSOP 패키지 내부에 숨어 있는 불량 때문인 경우가 많다. 층 분리나 균열과 같은 패키지 자체의 불량은 시스템의 사용 수명 기간 동안 확장되어 마침내 TSOP에서 전기 오픈 또는 쇼트의 원인이 되어 고장을 일으킨다.

많은 플라스틱 인캡슐레이트 집적 회로에서처럼 TSOP 내부에는 패키지 불량을 초래할 수 있는 장소들이 많이 존재한다. 하나의 예로, 리드 핑거(lead finger)와 에폭시 성형 화합물 사이에서 리드 핑거를 따라 발생하는 층 분리가 있는데, 이 층 분리는 매우 얇은 경우가 많다. 층 분리는 리드 핑거의 표면이 오염되었기 때문에, 또는 성형 화합물이 리드 핑거의 마감과 호환성이 없기 때문에, 또는 리플로우

의 고온으로 인해서 성형 화합물의 습기가 증기로 변하면서 확장되기 때문에 발생할 수 있다.

생산 기술자의 입장에서의 문제점은 다음과 같다. 리드 핑거를 따라 발생하는 층 분리는(또는 하나의 부품에서 많은 수의 리드 핑거들을 따라 발생하는 다수의 층 분리조차도) 전기 시험을 수행할 당시는 층 분리가 아직 발생하지 않는 시점이기 때문에 전기 시험으로는 결함이 발견되지 않는다는 점이 문제이다. 인서킷 시험과 기능 시험으로도 비정상적인 것들이 발견되지 않는다. 그러나 보드를 데스크탑 컴퓨터, DVD 플레이어, 기타 가전제품에 설치하고 난 후 어떤 시점에 이르러서는 전기 고장이 발생할 수 있다. 만약 많은 수의 TSOP가 서로 비슷한 패키지 불량을 보인다면, 현장에서 사용하는 도중에 많은 고장이 발생할 수 있다.



그림 1. 위 : 유형-1 TSOP 단면의 광학 현미경 사진이다. 아래 : 내부 패키지 불량이 빈번하게 발생하는 위치들을 보여준다. 컬러로 표시된 불량들은 왼쪽에서부터 순서대로, 성형 화합물과 리드 핑거 사이의 층 분리, 다이 패들과 성형 화합물 사이의 층 분리, 다이 접합부와 다이 사이의 층 분리, 다이 표면과 성형 화합물 사이의 층 분리, 납땀 균열이다.

그림 1은 TSOP 단면을 광학 현미경으로 촬영한 사진이며, 아래 그림은 TSOP에서 발생할 수 있는 몇 가지 내부 패키지 불량들을 보여 준다. 이 불량들은 서로 다른 시점에 발생할 수 있다. 예를 들어 균열은 부품 제거 작업이나 취급 부주의로 발생할 수 있으며, 표면 오염에 의한 층 분리는 패키지의 사출 성형 초기에 형성될 수도 있다. 그러나 만약 불량을 발견하지 못한다면, 이것들은 언젠가 전기적 고장의 원인이 될 가능성이 있다.

내부의 층 분리와 균열은 두 가지 방법으로 전기 고장을 일으킬 수 있다. 일부 균열과 층 분리는 사용 도중에 점진적으로 확장된다. 만약 균열이나 층 분리가 무해한 장소에서 발생할 경우는 전기적 피해가 없을 수도 있다. 그러나 다이 표면과 성형 화합물 사이에서 발생하는 층 분리는 무해한 장소에서 발생하는 층 분리가 아니다. 왜냐하면 층 분리가 확대되면, 이것은 와이어 본드에게까지 이를 수 있고, 그곳에서 와이어 본드를 파괴시킬 수 있기 때문이다. TSOP 패키지에는 정말로 무해하다고 말할 수 있는 장소가 거의 없다.

둘째, 불량 지점은 습기와 이온 오염 물질의 집합 장소가 될 수도 있으며, 이때 습기와 오염 물질은 서서히 에폭시에 스며들게 된다. 습기와 오염 물질은 인터페이스에, 특히 틈새에 모여드는 경향이 있다. 극소량의 수분과 오염 물질일지라도 전해조를 형성하며 결과적으로 부식이 시작될 수 있다. 부식은 전기 오픈이나 쇼트를 초래할 수 있다.

내부 패키지 불량은 Sonoscan사의 C-SAM[®] 시스템과 같은 음파 미세 영상 시스템을 사용할 경우, 패키지에 피해를 입히지 않으면서 불량을 관찰할 수 있다(www.sonoscan.com). 음파 미세 영상 시스템은



그림 2. TSOP의 C-SAM 음파 영상이다. 적색 및 황색 영역은 다이 주변에 중요한 부위에 발생한 층 분리를 의미한다.

스캐닝 송수신 장치를 사용한다. 이 스캐닝 송수신 장치는 패키지의 표면 위를 이동하면서 초음파를 발사하고, 패키지 내부의 다양한 깊이로부터 반사되어 돌아오는 초음파를 수신하며, 다시 발사하고 수신하기를 1초에 수천 번 반복한다.

TSOP의 내부를 향해서 발사된 초음파는 패키지 내부의 인터페이스로부터만 반사되어 돌아오며, 균질 재료 덩어리로부터는 반사되어 돌아오지 않는다. 따라서 TSOP의 내부 중심으로 발사된 하나의 초음파 펄스는 다음 5개의 인터페이스들로부터 반사되어 돌아온다. 즉, ① 패키지의 상단 표면, ② 다이 표면과 성형 화합물 사이의 인터페이스, ③ 다이와 다이 접합부 사이의 인터페이스, ④ 다이 접합부와 다이 패들 사이의 인터페이스, ⑤ 다이 패들과 다이 패들 밑의 성형 화합물 사이의 인터페이스이다.

만약 5개의 인터페이스들이 모두 잘 접합되어 있다면, 이들로부터 반사되어 돌아오는 신호의 진폭은 보통 정도이며, 이 반사 신호의 신호 파형은 파형 봉우리의 높이가 보통 정도로 나타난다. 그러나 만약 간격이 존재할 경우, 신호의 진폭은 훨씬 더 커지며 파형의 봉우리는 더욱 두드러지게 나타난다. 층 분리, 균열, 보이드와 같은 간격에는 공기나 가스가 포함되어 있으며, 고형 물질과 가스 사이의 인터페이스는 실질적으로 모든 초음파를 반사시킨다.

파형에서 봉우리는 아래 방향을 향하기도 하는데, 이것은 마이너스 반향을 의미한다. 마이너스 반향은 높은 음파 임피던스 재료에서부터 낮은 음파 임피던스 재료로 초음파가 여행한다는 것을 의미한다(음파 임피던스는 밀도×초음파 속도). 예를 들면, '플라스틱 성형 화합물'에서부터 '공기가 채워져 있는 틈(간격) 내부' 로까지 여행하는 초음파는 마이너스 반향을 일으킨다. 다른 한편으로, '플라스틱 성형 화합물'에서부터 '구리 내부' 로까지 여행하는 초음파는 플러스 반향을 일으킨다.

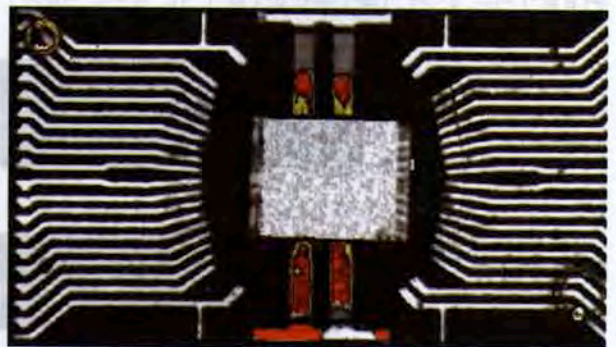


그림 3. 조임대를 따라가며 발생한 커다란 층 분리가 존재하는 TSOP의 C-SAM 음파 영상이다. 여기서 볼 수 있는 층 분리로 인해서 습기와 오염 물질이 다이와 와이어 본드에 도달할 수 있다.

“ 무연 솔더의 도입으로 인해 TSOP의 내부 불량 발견은 더욱 중요해지고 있다.

리드 프레임의 성형 화합물과 마감 재료들이 새로 개발된 성형 화합물과 마감 재료인 경우는 서로 호환성이 없을 수도 있기 때문에, 부품이 내부 불량을 안고 있을 가능성이 더 커진 것이다.”

송수신 장치는 TSOP를 스캔하면서 반향 신호들을 수집하는데, 이 반향 신호들은 패키지의 음파 영상을 구성한다. TSOP가 얇다는 사실은(주로 1mm 정도) 영상의 해상도를 높여줄 더 높은 초음파 주파수를 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 음파 미세 영상에 사용되는 초음파 주파수의 범위는 10~300MHz이며, TSOP의 음파 영상은 50MHz 또는 그 이상의 주파수를 발사하는 송수신 장치에 의해서 형성된다.

그림 2는 TSOP의 음파 영상으로서 다이 주변의 다양한 지점에서 발생된 작은 층 분리를 보여준다. 적색 및 황색으로 나타난 층 분리는 강력한 마이너스 반향을 의미한다. 왼쪽의 기준 색상 그래프에서 적색과 황색은 거의 밑쪽에 가까이 위치해 있음을 주목하기 바란다.

비록 층 분리가 소규모적이긴 하지만, 위치상 중요한 부위인 와이어 본드에 가까이 있다. 이러한 층 분리 부위에서의 부식이나 층 분리의 물리적 확장은 와이어를 파괴할 수 있으며, 결과적으로 전기 고장을 일으킬 수 있다. 영상에서 볼 수 있는 다른 부분들(예를 들면, 다이, 다이 패들, 리드 핑거)로부터 반사되는 진폭은 보통 수준이며, 이들의 모습은 영상에서 회색으로 나타난다.

이밖에도 그림 2에서는 다른 불량들과 깊이가 같지 않은 부분이 다이 내의 백색 영역으로 표시되어 있다. 이들은 다이 접합 재료에 존재하는 보이드들이다.

송수신 장치가 초음파를 TSOP의 내부로 발사하면, TSOP 내부의 다양한 깊이로부터 신호가 반사되어 돌아온다. 반사 신호들은 약간씩 서로 다른 시간차를 두고 송수신 장치에 도착한다. 이렇게 되 돌아오는 신호를 전자적으로 게이트(gate)시킴으로써, 특정 깊이로부터 반사되어 돌아오는 신호만을 추출해서 음파 영상을 만드는 것이 일반적으로 통용되는 방법이다. CSAM의 운영자는 파형에서 봉우리들을 관찰해서 게이트를 설정함으로써 이 같은 작업을 수행한다. 그림 2의 경우, 다이 패들과 다이, 그리고 이들의 깊이와 동일한 깊이에 있는 다른 것들까지 포함시킬 수 있도록 게이트가 설정되었다.

그림 3은 조임대(tie bar)와 성형 화합물 사이에 커다란 층 분리가 존재하는 TSOP의 음파 영상이다. 두 개의 조임대들을 따라가면서, 다이와 외곽부 사이의 간격을 층 분리가 거의 모두 차지하고 있음을 볼 수 있다. 이 같은 현상은 특히 위험하다. 왜냐하면 층 분리는 대기

중의 습기와 이온성 오염 물질이 다이에 도달할 수 있는 경로가 되어 줌으로써 결국에는 와이어를 부식시키기 때문이다.

음파 미세 영상은 생산 공정 도중에 몇몇 위치에서 사용할 수 있다. 일반적인 관행에 의하면, TSOP를 스트립으로부터 절단해낸 후에 음파 미세 영상 기법을 적용한다. 왜냐하면 절단 공정에 의한 내부 불량이 발생할 수 있기 때문이다. 스트립을 절단하지 않은 상태에서 음파 미세 영상 기법을 스트립에 그대로 사용하는 경우도 있는데, 특히 성형 공정으로 인한 내부 불량 발생 가능성이 높을 때 이렇게 한다. 또한, 표면실장 후 및 리플로우 후에도 음파 미세 영상 기법을 사용해서 내부 불량을 갖고 있는 패키지를 식별하기도 한다. 식별된 패키지들은 재작업을 거쳐 다시 사용될 수 있다.

무연 솔더의 도입으로 인해서 TSOP의 내부 불량 발견은 더욱 중요해지고 있다. 첫째, 리드 프레임의 성형 화합물과 마감 재료들이 새로 개발된 성형 화합물과 마감 재료인 경우는 서로 호환성이 없을 수도 있기 때문에, 부품이 내부 불량을 안고 있을 가능성이 더 커진 것이다. 무연 리플로우의 온도 범위가 260°C까지 높아졌다는 사실은 패키지 내부의 습기가 증기로 변해서 불량의 원인이 될 수 있는 가능성이 더 높아졌음을 말해준다. 또한 TSOP 패키지에 포함되어 있는 서로 다른 재료들은 열 팽창 계수가 서로 다르기 때문에 이 재료들 사이에 응력이 발생하는데, 온도가 더 높아지면 응력도 더 커지며, 이 응력도 내부 패키지 불량을 초래한다.

음파 미세 영상 기법을 통해서 기술자들은 TSOP의 내부 패키지 불량을 비파괴적으로 관찰할 수 있기 때문에 이 같은 기법은 현장에서 사용 도중에 고장을 일으키거나 부품의 신뢰성을 훼손시킬 불량들을 생산 TSOP로부터 식별해내서 이를 제거하는 효과적인 수단이 되어 줄 수 있다. 表



계재된 기사는 본지의 웹사이트를 통해서도 보실 수 있습니다.

<http://www.chomdan.co.kr>