

## 솔더접합부에 대한 기계적 스트레스 평가

김정관 · 谷口芳邦\*

삼성전자 CS경영센터, \* SONY EMCS

### Evaluation of Mechanical Stress for Solder Joints

Jeong-Kwan Kim and Yoshikuni Taniguchi\*

CS Center, Institute of Reliability Technology, Samsung Electronics

\*DI Engineering Center, Sony EMCS Corporation.

**초 록:** 지금까지 전자 디바이스의 솔더접합부에 대한 신뢰성 평가에 있어서는 열충격시험에 의한 평가가 주류를 이루었다. 그러나 최근 모바일 제품이 소형화/다기능화되고 고밀도실장에 대한 요구가 증가함에 따라 BGA/CSP와 같은 솔더볼을 사용하는 패키지가 표면실장의 주류를 이루게 되었으며, 솔더접합부에 대한 메커니컬 스트레스 수명이 요구되어지고 있다. BGA/CSP의 솔더접합부에 대한 신뢰성 평가는 하중을 가한 상태에서 데이지체인 패턴의 전기적 저항변화와 스트레인 게이지에 의한 스트레스-스트레인 커브에 의해 행해진다. 본 연구에서는 자체 개발한 PCB만능시험장치의 응용과 솔더접합부에 대한 메커니컬 스트레스의 동적거동을 평가한 소니의 실험자료를 소개하도록 한다.

**Abstract:** Thermal shock testing was used to evaluate reliability that appeared in the solder joints of electronic devices when they were subjected to thermal cycling. Recently, mobile devices have come smaller and multi-functional, with the increasing need for high-density packaging, BGA or CSP has become the main trend for surface mounting technology, and therefore mechanical stress life for solder joints in BGA/CSP type packages has required. Reliability of BGA/CSP solder joints was evaluated with electric resistivity change of daisy chain pattern and stress-strain curve measured using strain gage attached on the surface of PCB under mechanical impact loading. In this report, applications of PCB Universal Testing Machine we have developed and experimental datum of SONY estimating dynamic behavior of mechanical stress in BGA/CSP solder joints are introduced.

**Keywords:** BGA(Ball Grid Array), CSP(Chip Scale Package), Mechanical stress

### 1. 서 론

전자기기 산업은 하루가 다르게 소형화 및 고기능화가 추진되고 있으며 그에 따라 패키지의 발전도 계속되고 있다. 패키지형태는 실장방법에 따라 DIP(Dual In-line Package)과 같은 단자 삽입형 실장기술로부터 QFP(Quad Flat Package), SOP(Small Outline Package)와 같은 주변 단자형 표면실장기술로 발전하였고, 최근에는 BGA(Ball Grid Array), CSP(Chip Scale Package / Chip Size Package)와 같은 솔더 볼을 이용한 볼 단자형 면실장이 주류를

이루고 있다. 또한 인터넷의 보급과 함께 정보기기의 기술개발이 급속하게 진전됨에 따라 휴대기기의 소형/경량화/다기능화에 대응하기 위해 탑재하는 부품의 소형화가 추진되어 BGA/CSP와 같은 솔더볼을 이용한 패키지형태가 더욱 각광을 받고 있는 것이 현실이다.

BGA/CSP의 실장방법은 프린트기판(PCB, Printed Circuit Board)에 설치되어있는 패드(Pad) 위에 솔더 페이스트(Solder paste)를 인쇄하고, 그 위에 패키지를 탑재하여 일반 리플로(Reflow) 爐 내에서 가열하여 패키지와 기판을 접속시키는 비

교적 간단한 방법이다.

그러나 실장된 BGA/CSP의 솔더접합부는 패키지와 프린트기판의 중앙부에 위치하고 있으므로 외관검사가 곤란하고, QFP와 같은 Lead형 패키지와는 달리 솔더접합부에 발생하는 응력을 완화시켜주는 리드부가 없으므로 외부 스트레스에 상당히 약하여 접합신뢰성을 저하시킨다는 단점을 가지고 있다. 또한 범세계적으로 검토가 행해지고 있는 Pb-free 솔더의 동향을 살펴보면, WEEE의 Lead사용금지 입법화가 진행되어 2006년 7월로 Pb-free 솔더의 규제시기가 확정됨에 따라 전세계적으로 추진중인 Pb-free 솔더의 적용요구가 본격화되리라고 생각된다. 이렇게 Pb-free 솔더의 적용이 본격적으로 검토되고 있는 현시점에서 Pb-free 솔더는 Sn-Pb공정솔더에 비해 연성이 떨어지므로 외부충격에 약하여 BGA/CSP가 가지고 있는 단점이 더욱 부각될 것으로 예상된다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해서는 불량 발생 후 수리하기 보다는 사전에 예방하기 위한 설계/구조적 측면에서의 솔더접합부에 대한 메커니컬 스트레스에 대한 가이드라인이 필요하다.

Fig. 1은 메커니컬 스트레스 평가기술 개발의 배경을 나타낸다.

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 종래의 가전제품은 전원의 ON/OFF에 의한 열스트레스에 의한 불량이 가장 중요한 인자로 작용하게 되어 신뢰성 평가에 있어서도 솔더접합부에 대한 내구성 평가나 정량화가 중심이었다. 그러나 휴대폰, PDA와 같은 휴대기기제품들은 휨이나 외부충격과 같은 메커니컬스트레스에 대한 인자가 핵심으로 작용하게 되므로 짧아지는 라이프사이클에 대응하기 위해서는 제조공정상의 스트레스를 측정하고 메커

니컬한 부분을 평가할 수 있는 기술이 필요하다. 특히 BGA/CSP와 같은 패키지의 솔더 접합부에 있어서는 휴대기기 특유의 외부충격에 대한 휨스트레스나 낙하충격에 대한 신뢰성 향상을 위해 솔더접합부에 대한 파괴특성을 파악하는 것이 중요한 과제로 대두되고 있으며, 이러한 과제를 해결하기 위해서는 메커니컬 스트레스에 대한 신뢰성 평가법의 확립과 솔더접합부의 신뢰성을 향상시키기 위한 패키지 및 실장구조를 최적화하는 구조설계기술의 개발이 필요불가결한 것이 현실이다.

종래의 메커니컬 스트레스에 대한 평가는 솔더접합부에 발생하는 응력을 평가파라미터로 하여 유한요소법에 의한 충격해석을 행하거나, 충격휨에 의해서 발생하는 솔더접합부의 계면응력을 산출하여 파괴수명과의 관계로부터 정량적으로 신뢰성을 평가하는 방법이 주로 검토되어왔다. 그러나 모델링에 의한 평가방법은 시장불량과의 연계성이 부족하므로 실제 시장불량과 연계될 수 있는 데이터가 요구되어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 자체 개발한 장비와 경쟁사(SONY)의 분석데이터를 토대로 메커니컬 스트레스에 대한 평가방법을 장비, 기판, 그리고 수명인자 측면에서 간략하게 기술하고자 한다.

## 2. 휨 스트레스

지금까지 시장에서 발생된 불량에 대하여 부품을 교환하거나 메인보드를 교체하는 등의 수리작업은 주로 수리사에 의하여 행해져 왔다. 그러나 이러한 데이터만으로는 불량발생의 원인이 실장관련인가 아닌가를 특정하기 어렵다. 시장불량을 조사하고 불량을 해석하기 위해서는 교환한 보드

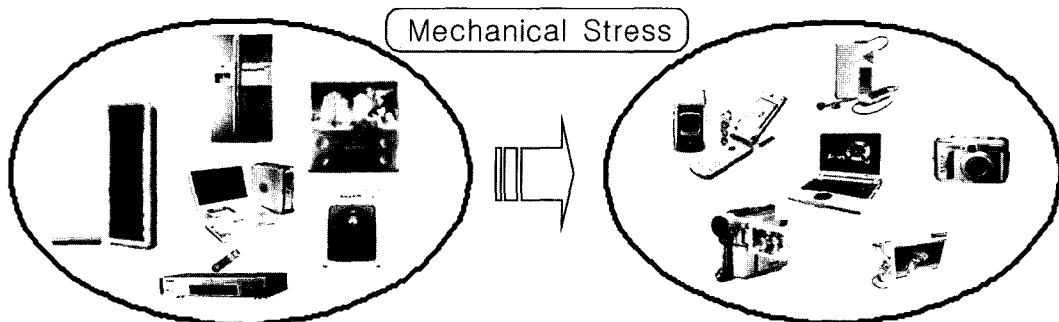


Fig. 1. Background of mechanical stress evaluation for solder joints.

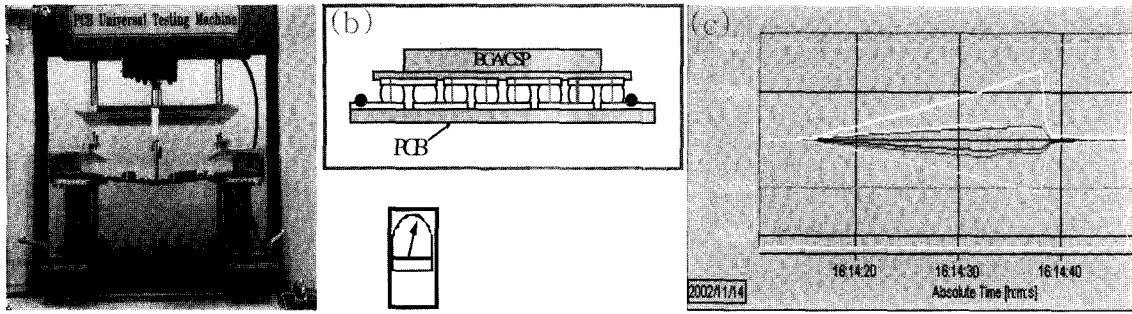


Fig. 2. Warp stress evaluation. (a) PCB U.T.M., (b) Daisy chain, (c) Test result.

나 부품을 가지고 스트레스의 원인이 되는 부분을 규명하지 않으면 안된다.

실제 휴대폰에서는 미세한 솔더볼을 접합매체로 사용하게 되므로 솔더접합부에 응력이 집중되는 부위에서 크랙이 발생하게 된다. 응력이 집중된다는 말은 외부에서 사람이 의한 스트레스나 충격이 가해진다는 것과 같다고 볼 수 있다. 일례로 휴대폰의 경우 시장에서 CSP의 솔더접합부 파괴 현상이 발생하는 원인을 살펴보면 휴대폰을 사람들이 가장 많이 누르는 부위에서 발생됨을 알 수 있다. 사람이 손으로 번호를 누르면서 Z축방향의 스트레스가 지속적으로 가해지기 때문이다. 번호중에서도 0번부위에 CSP를 실장하는 경우에 CSP의 크랙이 가장 많이 발생되었으며, MD등의 제품에서도 재생과 스톱 버튼등과 같은 사용빈도가 높은 버튼주위에 패키지를 실장할 경우 크랙발생이 높다는 것이 증명되었다.

또한 시장에서의 불량사례 중에서 외관상으로는 아무 이상이 없는데 패키지가 파괴되어 작동되지 않는 경우가 많이 발생된다. 이런 경우 사용하는 제품에 일부러 외부충격을 가하여 외관상 이상이 없는데 작동이 되지 않는다고 회사를 상대로 크레임을 처리하는 경우도 발생하고 있다.

그리고 해외에 수출되는 제품에 있어서는 수출국의 입장에서 제품을 만들지 않으면 안된다. 수출국 사람들이 제품을 사용할 때 가해지는 스트레스를 고려하여 관리기준도 변경하여야 한다. 예를 들면 한국사람이 휴대폰번호를 열번 누르는 것과 외국사람이 열번 누르는 것과는 휴대폰이 받는 스트레스측면에서는 차이가 난다는 것이다.

Fig. 2는 휨스트레스 평가시스템을 나타낸다.

(a)는 자체 개발한 휨스트레스 평가장비로 휨스

트레스에 대한 정량적인 측정이 가능하고 제품레벨에서 부위별로 가해지는 하중과 변위에 대한 측정이 가능하다. (b)에 나타낸 Daisy chain은 전기적 저항치를 가지고 휨스트레스를 평가할 때 발생하는 크랙의 발생부위를 측정하기 위하여 필요하며 온도와 휨의 변화량을 측정하는 별도의 장치를 사용하여 (c)와 같은 스트레인을 얻을 수 있다. 본 결과는 보드상의 여러부위에 스트레인을 부착하고 일정하중을 특정부위에 가하였을 때 얻은 결과로 부위별로 스트레인에 차이가 있음을 알 수 있으며 이러한 기초데이터를 바탕으로 설계와 제조공정에 있어서의 관리기준이 정해지는 것이다.

### 3. 휨스트레스 평가장비 검토

휨스트레스 평가는 상기 기술한 바와 같이 시스템적인 측면에서 행해져야 하지만 본 장에서는 휨스트레스 평가장비에 대하여 간략하게 기술하기로 한다. 스트레스 평가에 있어서 오차를 줄이고 정확한 평가를 행하기 위해서는 다음과 같은 평가조건에 대하여 검토하여야 한다.

#### 3.1 하중부하 위치

Fig. 3은 하중부하 위치의 변화를 도식적으로 나타낸 것이다.

패키지에 가해지는 하중의 위치변화에 따라 스트레인트도 변화할 것으로 예상되어 하중인가 위치에 따른 스트레인의 차이를 상대비교하기 위하여 패키지의 중앙부와 패키지의 코너부에 동일 하중을 인가하고 최대변형이 발생하는 위치를 확인하였다.

실험결과 패키지의 중앙부(Max. 2,388  $\mu\epsilon$ )보다

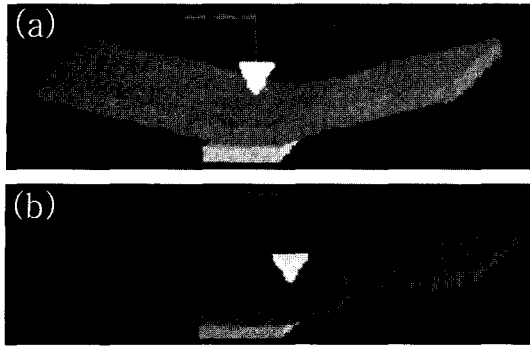


Fig. 3. Loading point. (a) Center, (b) Side.

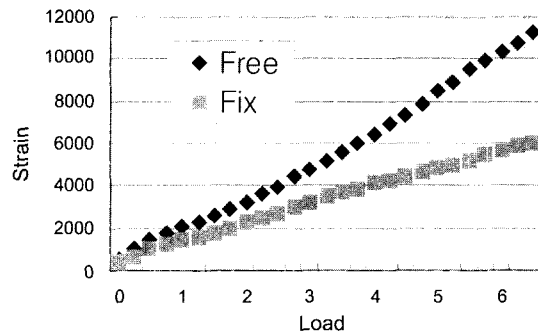


Fig. 4. Variation of strain on fixed PCB.

코너부(Max. 3,378  $\mu\epsilon$ )에 하중이 가해질 때 높은 스트레인을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

### 3.2 양단지지 영향

Fig. 4는 패키지에 하중이 인가될 때 기판의 양단지지 방식에 따른 스트레인 변화를 알아보기 위하여 기판양단을 고정하는 경우와 고정하지 않는 경우에 동일 하중을 인가하고 그 때 발생하는 최대 스트레인을 상대비교한 것이다.

실험결과로부터 알 수 있는바와 같이 기판양단을 고정하는 경우보다 고정하지 않는 경우에 최대 스트레인이 발생됨을 알 수 있다. 이것은 양단을 고정하는 경우에는 패키지에 하중을 인가할 때 기판자체의 강성이 높아지는 반면 고정하지 않는 경우에는 기판을 지지하는 구속력이 없으므로 그만큼 강성이 변화하지 않기 때문이라고 생각된다.

### 3.3 지점간 거리

Fig. 5에 나타낸바와 같이 기판 중앙(C)으로부터 좌우 지점간(A, B) 거리변화에 따른 모멘트변화를

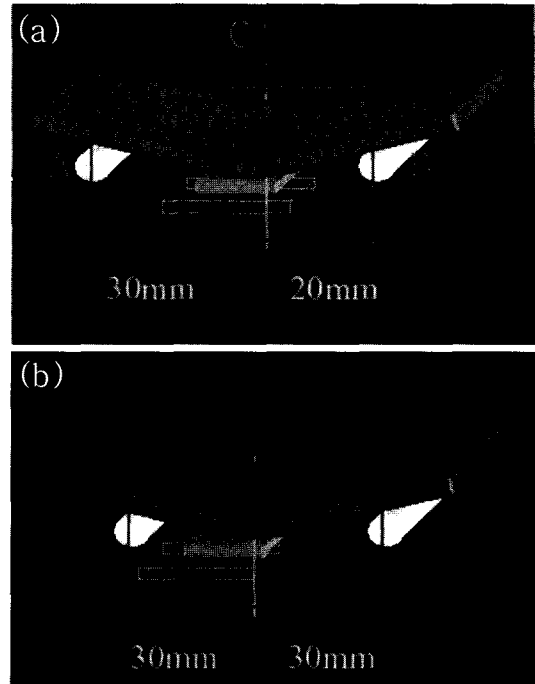


Fig. 5. Effect on loading distance between two ending points.

이론적으로 계산해 보면, 지점간 거리가 동일할 때(A-C = C-B) 최대모멘트가 발생되며, 양단의 거리(A-B)를 변화시키더라도 동일한 결과가 얻어지는 것을 알 수 있다. 또한, 양단의 거리(A-B)를 크게하면 할수록 모멘트는 커지게 되어 지점간 거리변화가 스트레인에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 휨스트레스 평가에 의하여 지점간 거리를 변화시켜가며 나타나는 최대 스트레인을 비교한 결과 계산에 의한 모멘트와 상관관계가 있음을 확인하였다.

Fig. 5(a)에 나타낸 바와 같이 하중인가 위치가 코너인 경우 기판의 중앙으로부터 좌우 지점간의 거리가 달라지게 된다. 이 경우 특히 대형부품을 평가하는 경우에는 동일 조건에서 패키지간의 상대비교를 행한다고 하더라도 기판의 중앙으로부터의 좌우지점간 거리가 다르기 때문에 응력이 변하게 된다. 따라서 (b)와 같이 부품의 코너가 항상 보드의 중앙에 위치하도록하여 기판의 중앙으로부터의 좌우지점간 거리가 항상 일정하도록 설정하면 패키지 크기에 따른 스트레인의 영향을 배제할 수 있다.

**3.4 하중부하 방식**

하중부하 방식은 패키지에 하중이나 변위를 일정하게 주는 연속일정방식과 일정 하중이나 변위를 패키지에 인가한 후 일정시간 정지시킨 후 정지시간을 가지고 평가하는 하사점정지방식이 있다.

이들 방식에 대한 차이점은 아직 검토중이나 하사점정지방식의 경우 하사점에서 정지시간이 길수록 수명이 짧아진다는 것을 확인하였다. 이것은 하사점에서 일정시간 정지시킨 상태에서 크리프현상이 발생되어 일반적인 경우보다 수명이 짧아진 것으로 생각된다.

그 외에 패키지면에 닿는 지그선단의 형태에 따라 스트레인이 달라진다고 생각하여 지그선단을 점접촉과 선접촉으로 구분하여 실험하였으나 스트레인의 변화는 그다지 나타나지 않았다.

**4. 휨스트레스 평가기판**

스트레스 평가에 있어서 오차를 줄이고 정확한 평가를 행하기 위해서는 다음과 같은 사항을 고려하여 동일 조건을 만족하는 기판에 패키지를 실장하여야 한다.

**4.1 부품실장 각도**

Fig. 6은 부품실장 각도와 하중인가 위치를 변화시켰을 경우와 일정하중을 인가하고 부품실장 각도만을 변화시켰을 경우(괄호안의 수치)에 발생하는 최대스트레인의 변화를 나타낸다.

부품실장 각도와 하중인가 위치를 변화시켰을 경우(변위 일정)에는 다음과 같은 결과를 얻었으며, 일정하중을 중앙부에서 일정하게 인가하고 부품실장 각도만을 변화시켰을 경우 역시 동일 결과가 얻어짐을 확인하였다.

(b) > (c) > (a)

- 여기서, (a) 45도 실장, 하중인가 중앙
- (b) 45도 실장, 하중인가 코너
- (c) 90도 실장, 하중인가 코너

**4.2 기판 검사방식**

일반적으로 휨스트레스를 평가할때는 부품이 실장되어있는 면에 하중을 인가하는 것이 아니라

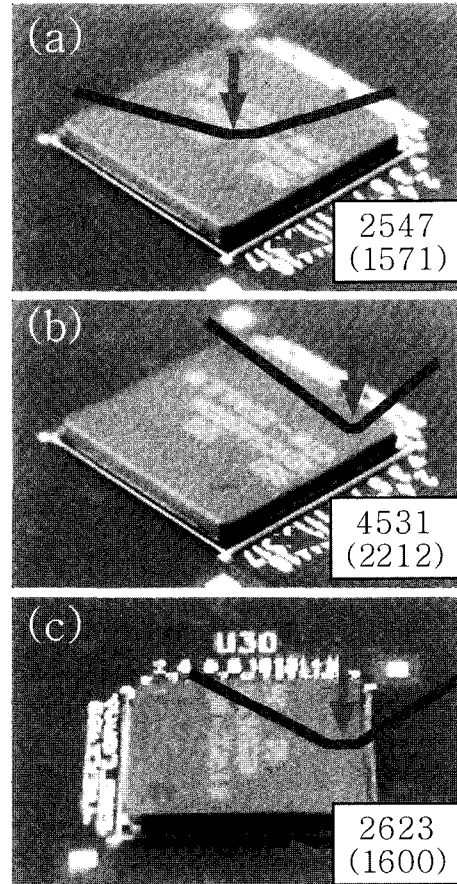


Fig. 6. Effect on mounting angle.

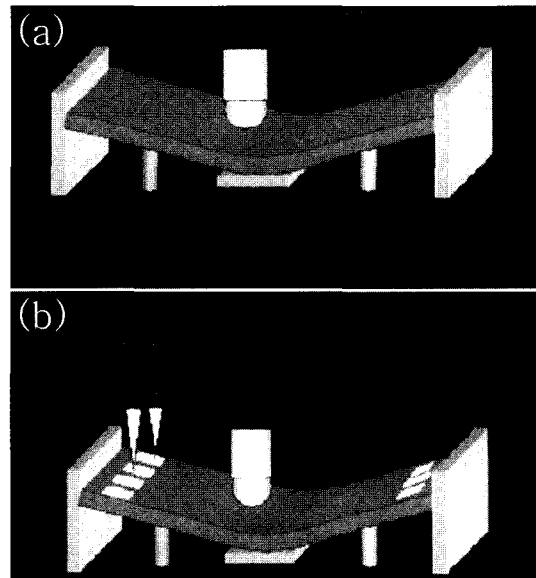


Fig. 7. PCB Test using Daisy Chain.

Fig. 7과 같이 부품이 실장되어있는 반대면에 하중을 인가하게 되므로 (a)와 같은 상태로 스트레스를 평가하게 되면 전기적 특성검사가 불가능하여 파단부분을 확인하기 위해서는 매번 시료를 절단하지 않으면 안된다. 그러나 (b)와 같이 Daisy chain을 사용하여 부품실장 반대면에 Test point를 설계하면 휨스트레스 평가 중에도 전기적 특성검사가 항상 가능하다. 즉 Test가 가능하도록 Daisy chain을 삽입하여 층구성을 양면으로하여 설계하면 직접 파단부위에 대한 확인이 가능하게 된다.

### 4.3 기판 표면처리

기판의 표면처리조건은 금도금이나 내열프리플렉스 등 각사의 기준에 맞추어 동일 기판을 사용하여야 하며 향후 Pb-free적용을 대비하여 스트레스에 강한 최적의 표면처리조건을 설정할 것을 권장한다.

### 4.4 스트레인 게이지 부착 위치

스트레스평가를 위해 스트레인 게이지를 부착하는 위치로는 패키지 표면, 패키지근방의 기판표면, 그리고 패키지가 실장된 기판의 뒷면으로 나눌 수 있다. 일반적으로 휨스트레스에 의한 솔더볼의 파괴메커니즘을 살펴보면 패키지측은 외부응력에 의해 변형되기 어려운 반면에 기판측은 변형되기 쉽다. 따라서 기판과 패키지사이에는 변형량의 차이가 발생하게 되고 그 차이만큼 솔더접합부에는 스트레스가 걸리게 되므로 가장 약한 부위에 응력집중 현상이 발생하게 되어 솔더접합부가 파괴된다고 할 수 있다. 초기에 스트레인을 비교하기 위해서는 3개소에 대한 검증이 필요할 수 있으나 스트레스 평가목적이 최대스트레인이 발생하는 부위를 평가하는 것이므로 일반적으로 패키지가 실장된 기판반대편에 스트레인 게이지를 부착하여 평가한다.

또한 측정하고자 하는 패키지와의 부착거리에 따라 스트레인이 달라지게 되므로 패키지에 실장된 솔더볼을 기준으로 항상 일정거리에 스트레인 게이지를 부착하는 것도 중요한 포인트라 할 수 있다.

## 5. 수명에 영향을 미치는 인자

메커니컬 스트레스에 의한 영향은 제품의 수명

에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 이러한 영향인자들을 사전에 파악해 두고 초기단계에서 평가가 가능하다면 평가해석시간의 단축은 물론 신뢰성향상에 기여하는 바가 클 것으로 판단된다. 수명에 영향을 미치는 인자는 원자재측면, 설계측면, 그리고 제조기술상의 문제로 접근할 수 있으나 여기서는 전체를 통합하여 주요인자만 몇가지 살펴보기로 한다.

### 5.1 레지스트 도포 형태

Fig. 8은 레지스트 도포 상태가 비정상적인 경우 (a)와 정상적인 경우(b)에 있어서의 휨스트레스 평가 전후를 비교한 것이다.

휨스트레스 평가로 부터 고장사이클을 비교한 결과 비정상적인 경우(1,439Cycle)에는 정상적인 경우(13,152Cycle)에 비해 수명이 저하됨을 알 수 있다. 또한 크랙발생 부위를 살펴보면 정상적인 경우에는 패키지와 솔더와의 접합부에서만 크랙이 발생되지만, 비정상적인 경우에는 패키지와 솔더와의 접합부뿐만 아니라 PCB와 솔더와의 접합부에서도 크랙이 발생됨을 알 수 있다. 비정상적인 경우에 있어서의 고장수명은 랜드크기에 의존하여 랜드크기가 클수록, 즉 랜드표면에 레지스트가 겹치는 부분이 적을수록 수명이 길어지는 결과를 얻었다. 결국 비정상적인 경우에 있어서의 수명사이클은 랜드의 면적에 의존하게 되는데, 이것은 랜드크기가 커지면서 솔더 접합부의 면적이 증가하게 된다는 것과 레지스트가 겹쳐지는 부위에 응력집중이 발생하는데 비하여 랜드크기가 커지게 되면 응력집중 현상이 그 만큼 감소하기 때문이라고 생각된다.

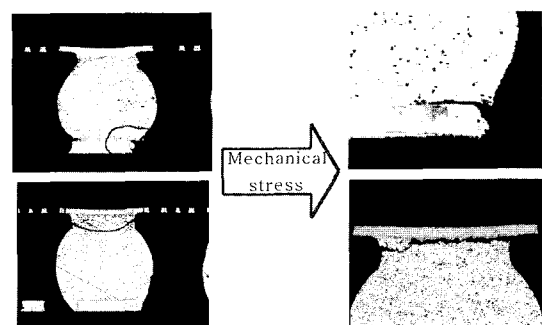


Fig. 8. Effect on resist type. (a) Abnormal type, (b) Normal type.

5.2 기판의 영향

패키지의 소형화에 따라 기판 역시 고밀도 실장의 경우에는 빌드업 기판으로 전환되고 있다. 그러나 Fig. 9의 (a), (b)에 나타난 바와 같이 휨스트레스에 의해 크랙이 발생하는 부위는 솔더 접합부가 아니라 빌드업 층내에서 크랙이 발생되고 있다. 또한 (c)로부터 알 수 있는 바와 같이 VIA부로부터 발생하는 보이드의 영향으로 응력 집중 현상이 발생하여 신뢰성의 저하를 초래한 사례도 있다.

또한 기판의 표면처리상태에 따라 휨스트레스를 비교해 보면 Au도금의 고장사이클(408Cycle)이 내열프리플럭스의 고장사이클(9,116Cycle)에 비해 현저하게 떨어짐을 알 수 있다. 따라서 기판의 선택에 있어서는 기판재질, 표면처리, 그리고 기판의 두께 등을 고려하여 사용용도에 맞게 선택하여 사용할 것을 권장한다.

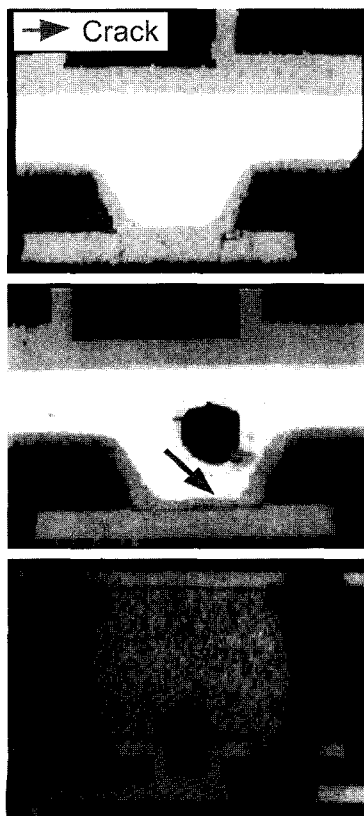


Fig. 9. Crack point in build up PCB.

5.3 솔더조성과 솔더량의 영향

일반적으로 BGA/CSP실장에 있어서는 패키지 측의 솔더볼과 PCB측의 솔더크림이 용융되어 패키지와 PCB를 접합시키는 역할을 한다. 따라서 Pb-free 솔더의 적용이 본격적으로 검토되는 현시점에서 Pb-free 솔더의 휨스트레스를 평가한다는 것은 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다.

Fig. 10에 솔더볼과 크림솔더를 전부 Sn-Pb나 Pb-free를 사용한 경우와, 솔더볼은 Sn-Pb를 솔더크림은 Pb-free 솔더를 사용하여 휨스트레스를 평가한 결과를 나타낸다.

Sn-Pb 솔더볼과 Pb-free 솔더크림을 같이 사용하였을 때 수명사이클이 현저하게 저하됨을 알 수 있다. 이것은 솔더의 조성에 의한 영향도 배제할 수는 없으나 2가지 솔더가 용융되는 동안 발생하는 보이드에 의한 영향이 더 큰 것으로 생각된다. 일반적으로 Sn-Pb 솔더와 Pb-free솔더는 용점이 달라 Pb-free솔더측이 Sn-Pb 솔더보다 용점이 높다. 따라서 동일 온도로 가열할 경우 온도가 상승함에 따라 상부에 있는 Sn-Pb 솔더볼은 용융되는 반면 하부에 있는 Pb-free 솔더크림은 아직 고체상태로 남아있게 되고 플럭스만이 용융하게 된다. 온도가 더 상승하여 Pb-free 솔더의 용점부근에 오

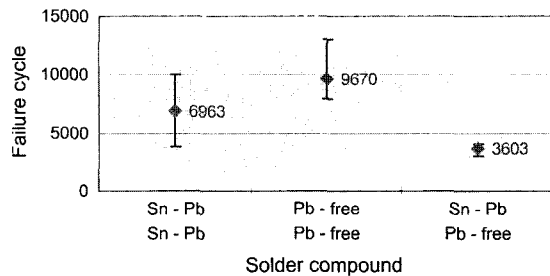


Fig. 10. Effect on solder compound.

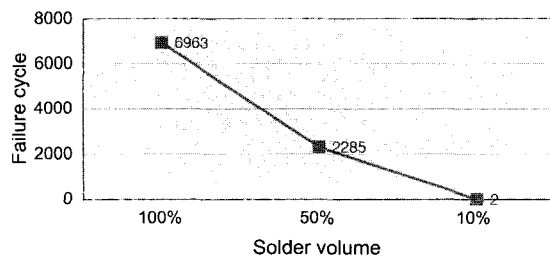


Fig. 11. Effect on solder volume.

게 되면 Sn-Pb 솔더볼은 완전히 녹아 Pb-free 솔더 크립 주위를 감싸게 되고 그 안에서 Pb-free 솔더 크립 역시 녹기 시작한다. 그러나 Sn-Pb 솔더볼이 감싸는 영행으로 인해 미처 외부로 빠져나가지 못한 가스가 솔더접합부내에 남게 되어 보이드를 형성하게 된다고 생각할 수 있다.

Fig. 11에 솔더량에 따른 휨스트레스 평가결과를 나타낸다.

솔더량이 감소함에 따라 수명이 현저하게 저하됨을 알 수 있다. 그러나 솔더량을 무조건 많이 사용할 수는 없다. 솔더량이 많아지면 브릿지와 같은 불량 발생되며 가격적인 측면에서도 전체 코스트가 다운되기 때문이다.

#### 5.4 언더필 효과

언더필은 CSP나 FC와 같은 마이크로 솔더볼을 사용하는 패키지에 주로 사용되는데 목적은 외부 스트레스에 솔더볼이 파괴되지 않도록 보호하기 위해서이다. 언더필은 작업공정이 복잡하고 재작업성에 문제는 있으나 신뢰성측면에서 상당히 적용되고 있는 것이 사실이다. 휨스트레스 평가결과를 보면 일반 CSP의 고장수명은 6,419Cycle인데 반하여 언더필을 한 CSP의 고장수명은 69,949 Cycle로 현저한 신뢰성향상을 보여준다. 고장수명으로부터 알 수 있는 바와 같이 크랙발생부위는 언더필한 솔더접합부보다는 Chip의 알루미늄 패턴부에서 주로 발생되었다. 즉 언더필을 하지 않을 경우에는 응력이 주로 기판측에 가해지던 것이 언더필을 함으로서 기판측보다는 패키지측에 가해지기 때문이라고 생각된다.

#### 5.5 실장면의 영향

실장면의 영향이란 패키지가 실장된 면에 하중

을 인가하느냐(압축응력 작용) 아니면 패키지가 실장된 반대면에 하중을 인가하느냐(인장응력 작용) 하는 것이다. 휨스트레스 결과를 보면 패키지가 실장된 면에 하중을 인가할때의 수명사이클은 25,981Cycle인데 반하여 반대면에 하중을 인가할때의 수명사이클은 1,926Cycle로 현저하게 떨어짐을 알 수 있다. 따라서 본 결과로부터 BGA/CSP와 같이 솔더볼을 사용하는 패키지에 있어서는 압축응력보다는 인장응력에 취약함을 알 수 있다.

## 6. 맺음말

본 고에서는 지면 관계상 생략하였지만 메커니컬 스트레스 평가에 있어서는 휨스트레스 뿐만 아니라 낙하충격에 의한 평가기술도 중요한 과제로 남아 있다. 낙하충격시험은 기관실장품의 패키지 실장면을 아래쪽으로 해서 고정하고 실장부분의 뒷면에 낙하 로드를 충격시켜서 휨변형을 인가함으로써, 그 때 발생하는 스트레스를 스트레인게이지에 의해 측정하고 솔더접합부의 파괴수명과의 상관성을 규명하여 솔더접합부에 대한 신뢰성을 평가하는 방법으로, 제품포장과 관련된 신뢰성 부분에서는 포장재의 원가절감이나 내구성 등을 평가하기 위해 오래 전부터 연구되어 왔으나 휴대용 기기에 대한 제품레벨에서의 평가법은 아직 정립되지 않은 상태이다.

따라서 메커니컬스트레스 평가기술은 아직 확립되어 있지않은 단계이므로 보다 과학적, 논리적인 메커니컬스트레스 평가기술의 확립이 요구되며 이를 바탕으로 표준화하고 표준화된 메커니컬스트레스 평가기준을 실제 적용하여 품질, 신뢰성, 코스트적 측면에서 이바지하기를 바란다.