

식스시그마 기법을 이용한 무연솔더 페이스트 접합부 굽힘충격시험 표준화

Standardization of bending impact test of lead free solder paste by Six sigma tool

박재현
포항산업과학연구원

1. 서 론

정보통신의 급속한 발전은 휴대전화, Note book PC, 개인휴대 정보 단말기 등으로 대표되는 전자기기의 소형경량화, 고기능화, 고속화, 복합화가 한층 요구되고 있다. 더불어 환경규제의 대표적인 예인 WEEE & RoHS 지령등으로 솔더페이스트의 무연화추진 및 확대는 가속화 될 것으로 보인다. 이런 상황에서 시급히 솔더페이스트, 특히 무연솔더 페이스트 기계적 특성평가에 대한 표준화규격이 제정되어야 하지만 아직까지 실제 산업현장에서 적용할 수 있는 표준화된 규격은 없는 실정이며 다만 전자제품회사에서 나름대로의 내부규격에 의해 접합부를 평가하고 있는 수준이다.

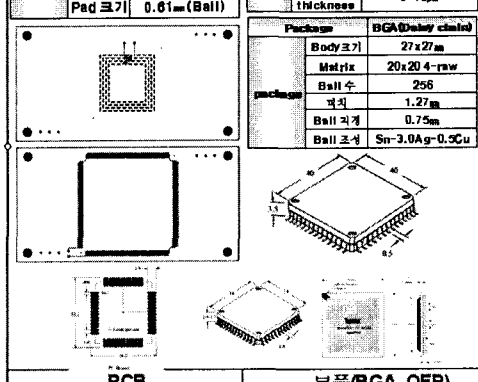
솔더페이스트를 이용한 접합부는 휴대폰등 LCD, PDA, 통신장비에 많이 사용되는데, 떨어뜨림등에 의한 충격을 받을시 이에대한 평가를 할수 있는 방법이 필요하며 본 연구에서는 이를 간접적으로 평가하기위해 굽힘장비를 이용하여 시험규격 제정을위한 연구를 시그마 기법을 이용 수행하였다.

2. 장 시험재료 및 방법

2.1 절 시험재료 및 장비

사용된 PCB 기판 및 부품의 자세한 데이터는 표 1과 같다.

Table 1 시험에 사용된 PCB 및 부품

| | | | | | | |
|---|--------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|
| PCB 기판 | 지질 | FR-4 | Package QFP(Daisy chain) | Frame material | Cu, Kovar alloy 42 | |
| | 두께 | 0.8mm | | Lead | Plating material | 100Sn, Sn-361, Sn-15Pb |
| | 표면처리 | Ni: 2.54~7µm Au: 0.7µm이하 | | Plating thickness | 5-16µm | |
| | Pad 크기 | 0.61mm(Ball) | | Package BGA(Daisy chain) | Body 크기 | 27x27mm |
|  | | | Matrix | 20x20 4-row | | |
| | | | Ball 수 | 256 | | |
| | | | Pitch | 1.27mm | | |
| | | | Ball 직경 | 0.75mm | | |
| | | | Ball 조성 | Sn-3.0Ag-0.5Cu | | |
| PCB | | | 부품(BGA, QFP) | | | |

사용한 시료의 종류 및 형태는 5종이며 특성변화를 측정하기위해 데이터체인을 구성하였다.

솔더페이스트 소재는 일반적인 Sn-3.0Ag-0.5Cu 계로서 RMA type 플럭스가 함유된 Sn-3.0Ag-0.5Cu 조성의 무연 솔더 페이스트를 사용하였다. 반복충격시험을 위한 시험장비는 최대 400N 하중을 가할 수 있는 시마쯔 장비를 사용하였다. 시험시 파단에 의한 저항증가를 측정하기위해 장비는 키슬러 2070 멀티메타(사양 : 저항측정은 초당 1000개 이상, 저항값 기록의 경우 1초당 20개이상. 최대 측정가능 저항은 10⁸ ohm 이상)를 사용하였다. 굽힘지그는 3점굽힘을 사용하였다.

2.2 절 시험방법

실험은 부품크기 및 종류의 영향, 열충격 및 시효의 영향, 굽힘변수의 영향 및 시료의 영향에 대해 검토하였으며 식스시그마 기법중 DFSS

이론을 적용 정량적으로 평가 하였다.

2.2.1 부품크기 및 종류의 영향

QFP 부품을 14X14 크기와 40X40 크기 두가지에 대해 크기에 따른 변화가 어느정도 인지를 비교분석하였다. 부품의 종류의 경우 BGA 및 QFP 부품을 동일 조건에서 시험하여 변화유무를 관찰 하였다.

2.2.2 열충격 및 시효의 영향

무연솔더 접합부의 경우 접합부에서의 금속간 화합물이 문제가 되므로 이의 영향을 보기위해 열충격(800사이클, -40도/125도구간) 및 시효(1000시간, 140도) 의 영향을 검토하였다.

2.2.3 굽힘변수의 영향

무연솔더 접합부의 경우 진폭, 주파수등에 의해 특성이 달라지므로 이의 영향을 고려하였다.

2.2.4 시료의 영향

최적시료수 도출을 위해 시료수를 5-10개 범위에서 시험후 미니탭 기법을 이용 최적 시료수를 도출 하였다.

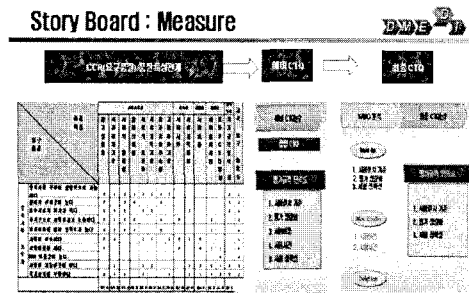


Fig 2 Measure 단계 요약

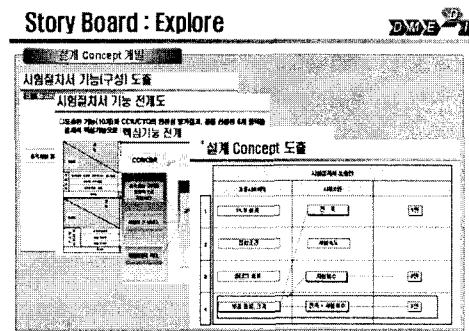


Fig3 Explore 단계 요약

3. 장 결과

식스시그마 기법을 이용한 DFSS는 define, measure, explore, development, implement 등의 5단계로 구분된다. 주요한 연구결과는 development 단계에서 도출되며 본 내용에서는 이단계 위주로 언급한다. 그림 1, 2, 3은 define, measure, explore 단계별 내용을 정리한 것이다.

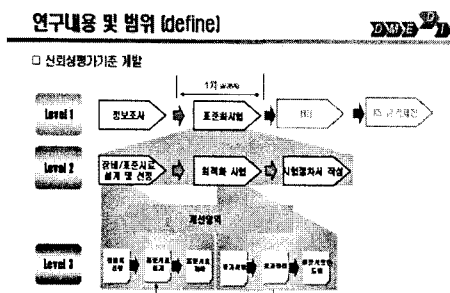
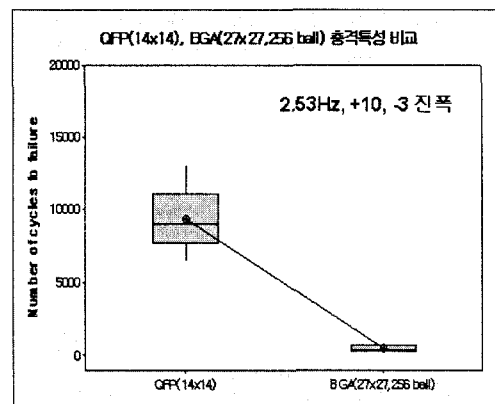


Fig 1 Define 단계 요약

3.1. 부품크기 및 종류의 영향

그림4는 서로다른 부품의 영향을 고려한 결과이다. 이결과에서 P 값이 0.05 이하면 유의한 수준 (두값이 통계적으로 차이가 있다는 의미)이므로 주어진 시험조건에서 시험시 종류차이에 의한 물성치의 변화즉 예를들면 충격굽힘특성변화를 정량적으로 구현할수 있음을 의미하며 주어진 시험 조건에서 QFP크기는 14x14가 적당하다.



P-값 = 0.001로 유의함(차이가 있음)

Fig.4 부품종류의 영향

3.2. 열충격의 영향

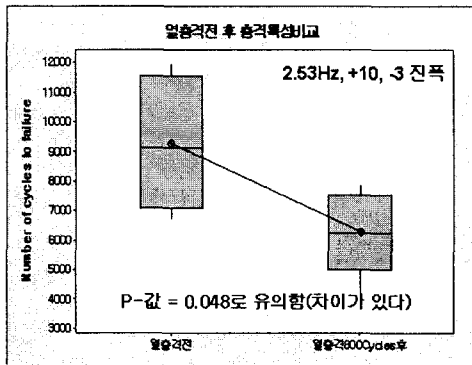


Fig 5 열충격의 영향

그림5는 열충격의 영향을 고려한 결과이다. 통상의 경우 열충격후 강도가 저하하게 된다. 이결과 역시 P 값이 0.05 이하면 유의한 수준(두값이 통계적으로 차이가 있다는 의미)이므로 주어진 시험조건에서 물성치의 변화 즉 예를들면 충격 굽힘특성변화를 정량적으로 구현할수 있음을 의미한다.

3.3. 굽힘변수의 영향

무연솔더 접합부의 경우 진폭, 주파수등에 의해 특성이 달라지므로 이의 영향을 고려하였다.

진폭은 시료를 기준으로 + 진폭과 - 진폭으로 구분될 수 있다. 충격을 주기위해서는 스텝파형을 가하게 되는데 그림6은 + 진폭의 변화에 따른 굽힘충격값의 변화를 나타낸 것이다. 이결과에 의하면 -진폭을 3으로 고정하고 시험시 진폭이 1로서 너무작으면 파단이 발생하지 않음을 알수 있다. 이결과에 의하면 최적 + 진폭은 5-10mm 입을 알수 있다.

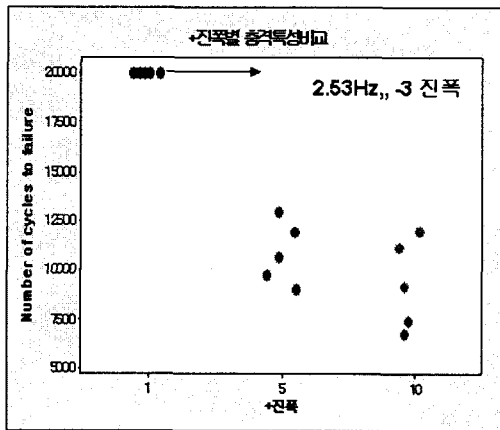


Fig 6 진폭의 영향

3.4 시료의 영향

최적시료수 도출을 위해 시료수를 5-10개 범위

에서 시험후 미니텀 기법을 이용 최적 시료수를 도출 하였다. 시험은 10개와 5개의 비교 및 동일한 조건에서 5개를 3번 반복하였다. 그림7은 10개와 5개의 결과 비교 이다. 이결과에 의하면 p값이 0.05 이상이므로 결과는 유의하지 않다. 즉 10개와 5개의 결과는 동일한 것이라 판단 할 수 있다. 따라서 시료는 5개만 하더라도 충분히 10개를 한것과 동일한 결과를 나타내므로 시험은 5개만으로도 충분함을 알 수 있다. 그러나 규격서 작성후, 솔더페이스트 수요가 및 공급자를 대상으로 고객의견 청취결과 시료는 10개정도 되어야만 충분하다는 의견을 반영하여 최적 시료수는 10개로 하였다 .

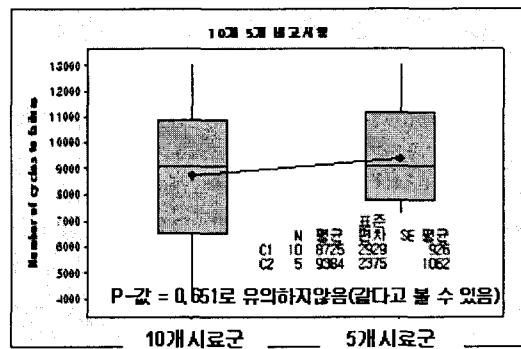


Fig 7 시료수의 영향

이상의 결과를 토대로 하여 무연솔더 페이스트 굽힘충격시험에 대한 절차서를 작성하였다. 작성된 규격서는 활용기업(수요가 및 공급자) 및 관련 고객을 대상으로 고객만족도를 조사하였으며 목표를 3.5로 하였으나 만족도가 3.97로 높게 평가되었다.

4. 결 론

- 1) 부품의 종류 및 크기, 열충격전후 및 시효 전후 별로 주어진 조건하에서 시험한 결과 P 값이 0.05 이하로서 유의함을 확인하였다.
- 2) 굽힘변수는 최적 진폭이 5-10 mm 이다
- 3) 무연솔더 페이스트 굽힘충격시험에 대한 절차서를 작성하였으며 고객만족도목표를 3.5로 하였으나 만족도가 3.97로 높게 평가되었다.