

SMT 공정에서 Lead-free solder(무연 솔더) 적용에 따른 비전검사기 시스템의 변경 연구

박종협

한국기술교육대학교(baboida@kut.ac.kr)

1. 서론

Sn-Pb 합금은 용융점이 낮고 젖음성, 연성, 전기전도도와 내부식성이 우수하여 전자제품 조립 및 실장에 널리 이용되고 있다. 특히 공정 조성의 Sn-37Pb 합금은 리드프레임(lead frame)과 인쇄회로기판(PCB) 표면의 납땀성과 내부식성 향상을 위한 도금재료 및 칩과 리드프레임과 PCB간의 상호접합재료로 가장 많이 사용되어 왔다. 그러나 Sn-Pb 합금의 Pb 성분에 의한 환경오염과 인체건강에 대한 우려 때문에 유럽과 미국 등 선진국에서는 납의 사용을 제한하거나 금지 하려는 움직임이 급속히 확산되고 있다. 이것은 2006. 7. 1부터 전자전자제품에 납, 수은, 카드뮴 등의 중금속이 함유되어 있는 경우 EU지역 수입을 금지하는 EU의 『유해물질사용제한 지침(RoHS)』이 시행과 밀접한 관련성을 가지고 있다.

이러한 레드프리(무연) 솔더 적용으로 인해 표면실장기술(SMT) 공정 중 SMD 부품이 정확하게 납땀이 되어있는지 검사하는 비전검사기(납땀 검사기)에 많은 영향을 주고 있다. 이것은 레드프리 솔더를 사용 했을때 각 칩 전극의 필렛의 모양이 유연 솔더와 비교하여 상이한 형태를 지니고 있어, 비전 검사기는 납땀의 상태를 파악하는데 상당한 어려움을 가지고 있다.

본 논문은 레드프리 솔더 적용에 따라 기존의 유연 솔더와 무연 솔더를 비교하고, 그에 따른 특이 사항을 조사하여 현재 사용되는 비전검사기 시스템에 효과적인 검사 방법을 제시하는데 있다.

2. 요약

솔더링이란 용점 450℃ 미만의 용융된 솔더(solder)를 피접합체(모재)의 틈새에 침투, 퍼지게 하여 접합하는 방법이다. 솔더란 여기에 사용되는 재료로서 주석(Sn)을 주성분으로 하는 연납이 주종을 이루고 있다. Sn-Pb계 솔더는 전기, 전자기기, 일반 공작용 등으로 가장 폭넓게 사용되어 왔으나 솔더의 폐기 시 납(Pb)성분에 의한 환경오염의 발생으로 납성분에 대한 법적 규제가 가시화되어 레드프리에 관한 관심이 급속히 증대되고 있다.

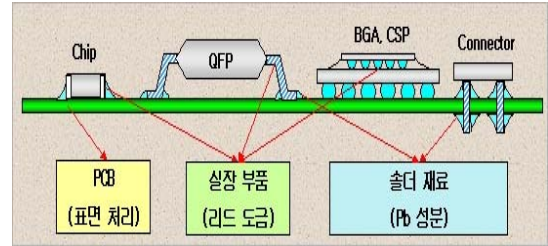


그림1. 솔더 규제 내용

대표적인 무연솔더 중 하나인 SnAgCu는 주석-납(SnPb)보다 퍼짐성/젖음성이 낮다. 그 이유로 첫째 SnAgCu는 SnPb 솔더의 경우보다 Sn 함량이 많아 표면 장력이 크다. 둘째 성분 조성이 피크 온도를 제한하기 때문에 과열의 가능성이 적다. 셋째 SnPb를 Pb에 솔더하는 대신에 SnAgCu를 침적 Ag 또는 침적 Sn, OSP 등, NiAu 등에 솔더하기 때문이다.

구분	Sn-37Pb	Sn-3.0Ag-0.5Cu	Sn-0.7Cu	Sn-8.0Zn-3.0Bi
Filllet & IMC형상				
솔더 가격 상승	Paste : 50,000/Kg Bar : 4,700/Kg Wire : 18,000/Kg	Paste : 80,000/Kg Bar : 18,000/Kg Wire : 30,000Kg	Bar : 10,000/Kg Wire : 25,000/Kg	Paste : 72,000/Kg
용점 상승	183℃	217~218℃	227℃	187~197℃
표면장력 증가	417mN/mm	431mN/mm	491mN/mm	518mN/mm
인장강도 증가	44.52MPa	63.06MPa	42.23MPa	45.5MPa
전단강도 증가	48.4MPa	50MPa	32MPa	74.1MPa
연성을 저하	56%	46%	45%	24.9%

표1. 레드프리(무연) 솔더 특성

레드프리 솔더의 젖음 작용이 패드의 구석구석에 까지 확장되지 못하지만 인장강도와 전단강도가 뛰어나 솔더가 단단해지는 장점이 있다. 하지만 표면 장력이 높아 솔더 내부에 갇혀있던 가스가 솔더로부터 외부로 배출되기가 쉽지 않아 보이드의 정도가 심화되어 작업성저하와 용점상승의 단점을 가지

고 있다.

유연 솔더와 무연 솔더를 사용했을 때를 비교하기 위해 시험장비로 P사의 비전검사기를 이용하였는데 그 사양은 아래와 같다.

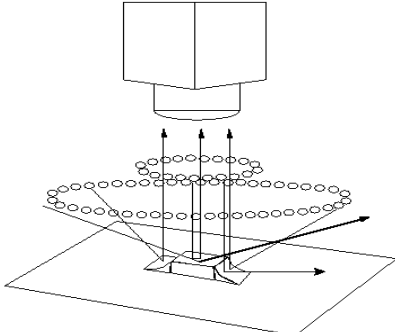


그림2. 납땜 검사기의 동작원리

카메라 : 1.3M(CCD 백삼십만 화소)
 FOV : 26mm * 20mm(렌즈)
 Color Resolution : 1300 * 1024 pixels
 Motion : Linear stage (Repeatability $\pm 3 \mu\text{m}$)
 사용한 Chip : 각칩 R, C(1608), IC리드-SOP, QFP(0.3 pitch)

다양한 영상을 취득하기 위해 조명은 수직, 수평-수직 조명을 사용하였다. 수직조명은 LED 조명으로 기판에 수직에 가깝게 빛을 조사하는 것으로 PCB에 대하여 기울기가 평면 형태의 조명 반사 부위는 밝게 나타난다. 수평-수직조명은 각칩 또는 IC의 리드부에서 냉납, 미납을 검사한다.

그리고 검사 항목으로는 크게 두가지를 두어 조사하였다. 첫째 항목은 각 솔더의 젖음성과 점성을 비교할 것이다. 둘째로는 솔더 성분에 따른 표면상태와 표면 밝기를 비교할 것이다.

3. 실험 결과



그림3. 젖음성 비교



그림4. 점성 비교

유/무연 젖음성과 점성을 비교해보면 레드프리 솔더가 유연솔더에 비해 점성과 젖음성이 낮아 라인공정 중 리드들뜸과 부품 셀프얼라인 기능이 약하고 솔더 형상에 차이를 발생시킨다.

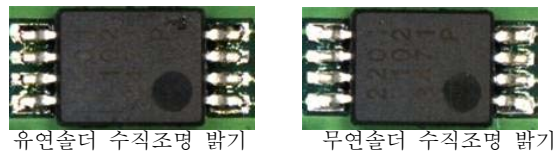


그림5. 솔더 표면 빛의 반사

솔더 표면 빛의 반사를 살펴보면 유연 솔더는 면이 매끈하여 경사면과 수평면의 빛의 반사값 차이가 발생하지만 무연 솔더는 면이 매끈하지 않아 난반사를 발생시켜 무연이 전체적으로 밝게 빛남을 볼 수 있다.

획득한 영상을 통해 비교해본 레드프리(무연) 솔더와 유연 솔더의 주요 차이점은 레드프리 솔더가 유연 솔더의 PCB보다 솔더의 필렛 구별이 용이하지 않고, 리드의 끝 구별이 어렵다는 것을 알 수 있었다. 하지만 상호 밝기 차이는 거의 없음을 알 수 있다.