

Sn-Pb 및 Sn-Ag 공정솔더를 이용한 리플로솔더링 특성 Reflow Soldering Characteristics Using Sn-Pb and Sn-Ag Eutectic Solders

*한 현 주, 안 현 기, 박 재 용, 정 재 필, 신 영 의, 강 춘 식

*서울시립대학교, 중앙대학교, 서울대학교

1. 서 론

전자부품의 미세화 추세는 전자부품을 기판에 접합하는 실장기술의 미세화를 필연적으로 요구하게 된다. 실장기술의 미세화는 삽입실장형에서 표면실장형 혹은 bare 실장형으로 변하고 있다. 선진국에서는 micro soldering과 관련되는 모든 사항들이 장기간 체계적으로 검토, 발전되어 왔으나 국내에서는 외국산 장비 수입 시에 들어오는 기술을 습득하고 있는 수준에 있다고 할 수 있다. 최근에는 미세 피치화와 환경보호 차원에서 신기술이 급속히 진행되고 선진국에서는 첨단장비가 보급되고 있으나 국내에서는 속수무책이고, 이에 대한 대응책이 없는 경우 전자제품의 국제경쟁력에서 큰 타격을 받을 것이다.

2. 본 론

2.1 실험방법

본 실험에서 사용한 패키지는 SOP(Small Outline Package)와 QFP(Quad Flat Pack) 2종류이고, 패키지에서 가장 중요시되는 분류 기준인 리드(lead)간 피치(pitch) 간격은, SOP는 1.27mm, QFP는 0.8mm이고 각각 리드의 개수는 20, 44pin이며, SOP는 2.2mm의 리드두께, 0.4mm의 리드폭을 가지고 있고, QFP는 1.4mm의 리드두께와 0.3mm의 리드폭을 갖고 있다. 솔더 페이스트는 산업계에서 가장 일반적이고 보편적으로 사용하고 있는 용점(melting point) 183°C의 Sn-Pb(63-37wt%)와 Pb-free 솔더로서 대표적인 용점 221°C의 Sn-Ag(96.5-3.5wt%) 공정솔더 페이스트를 사용하였다. PCB의 재료는 FR-4이고, 패드(pad)는 구리성분으로 이루어져 있으며, 패드의 패턴(pattern)형상 및 규격은 IPC에 기준하여, SOP가 실장될 패드의 폭은 0.6mm, 길이는 1.8mm, QFP는 폭 0.4mm, 길이 1.3mm로 제작하였다.

본 실험에 사용된 Reflow Oven은 표면실장기술에 대응하고 chip 부품, flat pack형 IC 등의 reflow solder 등에 사용하는 Reflow Furnace이다.

초기 접합강도는 마이크로 인장 시험기(micro tensile tester)를 사용하여 25mm/min의 속도로 실시하였다.

2.2 결과 및 분석

본 실험은 온도와 이송속도를 변수로 하여 이 두 변수가 soldering에 미치는 영향을 평가하는 것이므로, 예열온도는 150°C로 동일하고, 63Sn-37Pb 솔더의 경우 최고 온도는 200, 230, 260°C, 96.5Sn-3.5Ag 솔더의 경우는 최고 온도가 260, 290, 310°C로 하였으며, 이송속도는 0.6, 0.7, 0.8, 0.9m/min로 각각 변화시켰다.

용점이상에서의 유지시간은, 최고온도가 230, 260°C인 경우, 이송속도의 증가에 따라 감소하고 최고온도에 이르는 기울기는 증가하지만, 최고온도가 200°C인 경우에는 이송속도의 영향을 거의 받지 않는다.

63Sn-37Pb 솔더를 사용한 SOP package의 인장강도는, 이송속도가 0.6m/min인 경우 인장강도값의 변화가 22~32N 사이인데 반해 이송속도가 0.7m/min인 경우 그 범위가 26~35N로 약간 증가했음을 알 수 있다. 200°C인 경우 모든 편에서의 인장강도값이 가장 낮고, 260°C에서의 값이 가장 높으며 230°C에서는 그 중간 값을 나타내었다. 전체적인 인장강도값은 24~43사이로서 이송속도가 0.6, 0.7m/min인 경우에 비해 상당히 증가하였음을 알 수 있다. 이송속도가 0.6, 0.7m/min인 경우에는 최고온도값이 변하더라도 인장강도에는 큰 영향을 미치지 못하였으며, 이송속도가 0.8,

0.9m/min인 경우에는 최고온도가 증가할수록 인장강도도 커짐을 알 수 있다. 이에 대한 이유로는, 이송속도가 상대적으로 느린 0.6, 0.7m/min인 경우에는 용점 이상에서의 유지시간이 길어 온도의 증가에 큰 영향을 받지 않지만, 이송속도가 빠른 경우는 용점 이상에서의 유지시간이 짧아 온도폭에 대한 반응성이 크기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 이송속도를 증가시킬 때는 최고온도도 같이 증가시킬 필요가 있다. 그러나, 최고온도의 경우에 있어서는 납재 외에도 기판, reflow의 대상이 되는 package에 미치는 온도의 영향을 고려하여야 하기 때문에, 단순히 reflow에 의한 인장실험결과만으로 최적의 온도조건을 결정하기는 어렵다.

QFP의 경우의 각 이송속도에 따른 인장강도변화의 폭을 살펴보면, 0.6m/min인 경우 10~20N, 0.7m/min인 경우 12~22N, 0.8m/min인 경우 13~27N, 0.9m/min인 경우 10~22N로 나타났다. 이송속도가 증가함에 따라 인장강도 변화폭도 증가하다가 0.9m/min에서 다시 떨어졌음을 알 수 있다. 따라서, QFP의 경우에도 SOP와 마찬가지로 이송속도가 0.8m/min인 경우에 가장 높은 인장강도를 나타내었고, 따라서 최적의 이송속도 조건은 0.8m/min인 것으로 판단된다.

QFP 인장실험 후, SEM(Scanning Electronic Microscope)을 이용하여 파단면을 관찰한 결과, 파단면 하단부는 거칠고 중반부에서 상부로 올라갈수록 부드러운 단면을 보여준다. 이것은 인장실험시 lead를 당기는 바늘이 하단부에 위치하여 하단부에서부터 힘을 가하기 때문에 파괴가 일어나는 초기파면이 하단부이고, 초기파괴 이후 파괴가 전파되는 부분이 중반부 및 상반부임을 나타낸다. 파괴면의 초기가 거칠고 후반부로 갈수록 부드러워 지는 것은, 하중이 가해진 초기에 응력집중부가 균일하게 분포되어 있지 않기 때문에 다양한 응력집중부가 발생하기 때문이다. 파괴가 진행되면 최고응력집중부를 중심으로 파괴가 빠르게 전파되기 때문에 부드러운 파단면을 관찰할 수 있다. 또한, 하반부에 관찰할 수 있는 거친 파면은 reflow 이후 solder paste가 표면을 따라 균일하게 용융 후 응고되어 뚜렷한 결함이나 노치를 발생시키지 않았음을 보여준다.

3. 결론

63Sn-37Pb 공정솔더를 이용한 열풍가열방식의 리플로솔더링에 대한 SOP 및 QFP의 공정변수에 변화를 주어 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 예열구간에서는 최고온도와 관계없이, 이송속도가 증가하면 예열유지시간은 감소하고 예열온도에 이르는 기울기는 증가한다. 솔더링 시 용점 이상에서의 유지시간은, 최고온도가 230, 260℃인 경우, 이송속도의 증가에 따라 용점유지시간이 감소하고 최고온도에 이르는 기울기는 증가하지만, 최고온도가 200℃인 경우에는 이송속도의 영향을 거의 받지 않는다.

(2) 인장강도값은 SOP, QFP 두 경우 모두 이송속도가 0.8m/min인 경우에 가장 높게 나타났다. 따라서, 최적의 이송속도는 0.8m/min인 것으로 판단되지만, 최고온도의 경우에 있어서는 납재 외에도 기판, reflow의 대상이 되는 package에 미치는 온도의 영향을 고려하여야 하기 때문에, 단순히 reflow에 의한 인장실험결과만으로 최적의 온도조건을 결정하기는 어렵다.

(3) 인장실험 후, 파단면 관찰에 있어서 하반부에 관찰할 수 있는 거친 파면은 솔더링 후 솔더페이스가 표면을 따라 균일하게 용융된 후 응고되어 뚜렷한 결함이나 노치를 발생시키지 않았음을 보여준다.

참 고 문 헌

1. R. J. Klein Wassink : Soldering in Electronics , 2nd Edition, 1989
2. John H. Lau : Chip on Board Technologies for Multichip Modules, 1994
3. John H. Lau : Solder Joint Reliability of BGA, CSP, Flip Chip, and Fine Pitch SMT Assemblies, 1997
4. D. R. Frear, W. B. Jones, K. R. Kinsman : Solder Mechanics, A state of the art assessment