

Fine Pitch 표면실장기술의 동향

안 승 호*

Fine Pitch Surface Mount Technology

Seung-Ho Ahn*

1. 서 론

지금의 전자기기들을 약 10년전의 것과 비교해보면, 더 많은 기능을 수행할 수 있으면서도 전체적인 크기가 축소되었다는 것을 쉽게 알 수 있다. 이 같은 진보에는, 전자기기내의 기계적인 부품의 소형화와 IC(Integrated Circuit)의 발전이 큰 기여를 하였다고 말할 수 있지만, 무엇보다도 전자 Package 기술, 특히 실장기술 변화의 역할을 빼 수 없다. 전자회로기판에 IC를 실장하는 기술은 반도체 Package 기술과 밀접한 관계가 있다. 즉, 반도체 Package가 DIP(Dual In-line Package)와 같은 삽입실장형에서 QFP(Quad Flat Package)와 같은 표면실장형으로 변화함에 따라, 삽입실장 보다는 실장밀도가 우수한 표면실장기술이 발달되었다. 전자기기의 소형화가 반도체 Package의 소형화 및 다Pin화를 가져왔으며, 표면실장기술의 개발을 유도한 것이다. 표면실장기술의 궁극적인 목표는 높은 IC 실장밀도의 추구이다. 최대한의 IC 실장밀도를 달성하기 위하여 Quad Flat Package의 Outer Lead Pitch가 1.0mm → 0.8mm → 0.65mm → 0.5mm로 Fine Pitch화 되어 갔으며, 최근에는 0.4mm와 0.3mm Pitch를 가진 Quad Flat Package가 개발되고 있다. 0.4mm나 0.3mm의 Pitch를 가진 Package의 표면실장은 그 이상의 Pitch를 가진 Package의 표면실장과는 개념을 달리 하여야 하며, 만일 기존의 표면실장방법을 그대로 적용할 경우에는 여러형태의

표면실장불량을 피할 수 없을 것이다. 다시말해서, Fine Pitch Package를 수용할 수 있는 신뢰성있는 표면실장기술이 필요하게 되었다. Bridging이나 Lead Open과 같이 표면실장에서 발생하는 불량을 막을 수 있는 Fine Pitch 표면실장기술은, Solder 합금을 전자회로기판의 Soldering Pattern위에 공급하는 방법을 기준으로 크게 보아 2가지 방향으로 지금까지 전개되고 있다. 첫번째가 지금까지 사용되어온 Screen Print를 Fine Pitch에 맞게 개선하는 것이고, 두번째가 Solder Pre-coat 방법에 의하여 Solder합금을 Soldering Pattern에 공급하는 것이다. 또 Solder Pre-coat 방법에는 Projected Solder Pre-coat방법과 Super Solder Pre-coat 방법이 있다. 그림 1은 위의 3가지 방법에 의한 표면실장과정을 간단하게 나타낸 것이며, 자세한 기술적인 항목은 지금부터 설명할 것이다.

2. Screen Print 법

Screen Print 법이란 Stencil을 사용하여 Solder Paste를 Soldering Pattern에 공급하는 방법으로, 앞에서 말한 바와 같이 지금까지 반도체 Package를 전자회로기판에 표면실장하는데 사용되어온 기술이다. 이 종래의 방법을 Fine Pitch 표면실장에 적합하게 하기 위해서는 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

- i) Screen Print후의 Print 품질에 대한 Solder Paste, Stencil, Printing 조건의 영향.

*비회원, 삼성전자 반도체연구소

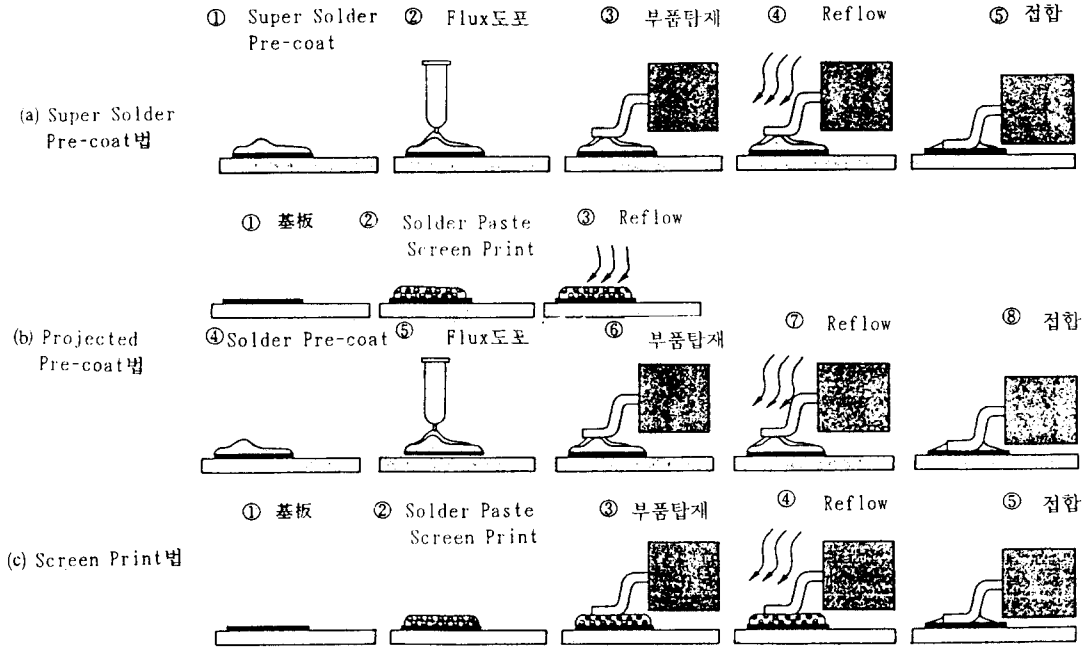


그림 1. 부품의 표면실장과정

- ii) Cleaning을 하지 않고 연속적으로 Stencil을 사용할 수 있는 횃수.
- iii) Stencil Cleaning 방법.

에는 분말의 직경이 30 ~ 10 μ m이어야 한다. 구형 분말을 사용했을 때의 다른 장점으로는 각형 분말에 비하여 분말표면의 Solder 산화물의 양이 적어서 Solder 품질이 양호하다는 점도 있다.

2.1 Solder Paste

Solder Paste는 Solder의 분말과 Flux의 혼합물로서 Reflow에서 Pre-heating을 할때 Soldering Land Pattern위에서의 퍼짐성이 양호해야 하며, 충분한 양의 Solder가 Pattern위에 존재해야 한다. Fine Pitch Pattern에 위의 목적을 달성하기 위해서는 Solder 분말의 형태가 각형인 것 보다는 구형인 것이 좋으며, 분말의 크기도 작을 수록 좋다고 할 수 있다. 표 1은 Pitch의 변화에 따라 요구되는 Solder Paste특성을 나타낸 것으로, 0.5mm Pitch 이하에서는 구형의 분말로 Solder paste가 만들어져야 하며, 0.3mm Pitch의 경우

2.2 Stencil

Outer Lead Pitch가 줄어들어도 불구하고 Stencil의 두께가 변하지 않는다면, Pattern위에 Screen Printing된 Solder Paste의 높이가 폭에 비하여 커지게 되어, 부품을 그위에 놓을 때 Solder Paste가 그 모양을 유지하지 못하고 넘어져서 Bridging이나 Solder Ball현상을 초래하게 될 것이다. 즉, Stencil의 두께는 표 2에서 보는 바와 같이 부품(반도체 Package)이 Fine Pitch화 됨에 따라 줄어들고 있다. 여기서 Stencil의 두께는 절대적인 것이 아니고 Stencil의 Pasttern

표 1. Solder Paste의 특성

	0.65mm Pitch 이상	0.5mm Pitch	0.4mm Pitch	0.35mm Pitch
Solder 분말의 형태	각형	구형	구형	구형
Flux양	11~15 wt%	10 wt%	10 wt%	10 wt%
Solder 분말의 크기	63 μ m	60~35 μ m	40~20 μ m	30~10 μ m



그림 2. Stencil Opening 벽면의 단면 모양

표 2. Stencil의 특성

	0.65mm Pitch 이상	0.5mm Pitch	0.4mm Pitch	0.3mm Pitch
Stencil 제조방법	Etching	Additive법	Additive법	Additive법
Stencil 두께	0.20mm	0.15mm	0.13mm	0.10mm
연속사용 횟수	30 회	20 회	10 회	5 회

Opening Size에 따라 약간씩 변할 수 있다. Fine Pitch 표면실장에는 Stencil의 제조방법 또한 중요하다. 0.65 mm Pitch 이상의 경우에는 Etching에 의하여 Pattern Opening을 형성하는 것으로도 충분하지만, 이보다 작은 Pitch의 경우에는 Additive법으로 만들어진 Stencil이 사용되어야 한다. 왜냐하면, 그림 2에서 보는 바와 같이 Additive법으로 만들어진 Opening의 벽면은 직선으로 되어 있어 Screen Print 후에 Solder Paste가 Stencil의 Opening으로 부터 잘 빠져 나와 Screen Print 품질이 양호하지만, Etching으로 형성된 Stencil Opening의 경우에는 Solder Paste가 완전히 빠져나오지 못하고 Stencil에 남게 되어 전자회로기판의 Pattern위에 충분한 양의 Solder Paste가 도포되지 않을 수 있다.

2.3 연속적인 Stencil 사용 및 Cleaning 방법

정도의 차이는 있으나 Screen Print후에는 항상 Solder Paste가 Stencil의 표면 및 Opening 내부에 남게 되므로, 어느정도 사용후에는 Stencil의 잔류 Solder Paste의 제거가 필요하며, Fine Pitch의 경우에는 좀더 자주 Cleaning을 해야 한다. 일반적으로 천으로 닦아내는 방법으로는 Opening 내부의 잔류 Solder Paste를 완전히 제거할 수 없으므로, 성공적인 Fine Pitch 표면실장을 위하여 Opening내부까지 Cleaning이 가능한 새로운 방법의 도입이 필요하다.

3. Super Solder Pre-coat

Super Solder Pre-coat 기술은 용융에 의하여 주석과 납의 Solder 합금을 만들어 이것의 분말을 Flux와 혼합하여 Solder Paste로 사용하는 종래의 Screen Print 방법과는 달리, Cu 표면에서의 금속유기산염의 치환반응을 이용하여 전자회로기판의 Soldering Land Pattern(Cu)에만 선택적으로 Solder 합금을 Coating하는 방법으로, Solder Paste의 Fine Pitch Printing에서의 기술적인 어려움을 고려할 필요가 더 이상 없다고 말할 수 있다. Super Solder Pre-coat 방법은 Super Solder Paste를 전자회로기판에 도포한 후에, 열을 가하여 Solder 합금을 Land Pattern위에 형성하고, 잔류 Solder Ball의 세척이라는 3단계로 이루어져 있다.

3.1 Super Solder 도포

Super Solder는 미세한 주석(Sn) 분말과 납유기산염((RCOO)₂Pb)의 혼합물로, 작업상의 편리를 위하여 Paste 상태로 되어 있으며 Printing방법이나 Dispenser에 의하여 Land Pattern부위에 도포된다. 나중에 형성되는 Solder 합금의 조성은 납유기산염과 주석분말의 혼합비율에 의하여 결정되며, Solder 합금의 두께는 Super Solder Paste의 양에 따라 조절된다.

3.2 도포된 Super Solder의 가열

전자회로기판의 Pattern에 Solder 합금을 형성시키기 위해서는 도포된 Super Solder를 화학적 반응이 일어나도록 약 210°C에서 2분간 가열해야 한다. 가열을 할 때 일어나는 Super Solder Pre-coat 과정은 그림 3과 같이 표현될 수 있다. 우선 Super Solder Paste에 들어 있는 Rosin(RCOOH)과 Cu Land Pattern 표면의 산화물(CuO, Cu₂O 등) 사이에 반응이 일어나 구리유기산염((RCOO)₂Cu)을 형성한다. 이 구리유기산염은 주석분말과 치환반응을 일으켜 구리와 주석의 합금층을 만들게 되고, 이 반응은 합금층이 Pattern위에 균일하게 형성되었을 때 멈추게 된다. 이 합금층은 고체상태에서의 확산에 의해 생성되는 것으로, 일반적으로 그 두께는 약 1~2μm 정도이다.

가열시에 발생하는 또 다른 반응은 주석과 납의 치환반응이다. 주석분말과 납유기산염 사이의 치환반응에 의하여 납 원자와 주석유기산염((RCOO)₂Sn)이 생성되고, 납 원자가 나머지 주석분말과 함께 확산반응으로 Solder 합금을 만들게 된다. 이렇게 만들어진 Solder 합금은 Cu Pattern위의 구리와 주석의 합금층위에 적층되어 Super Solder의 Pre-coat가 이루어 지는 것이다.

이 과정에서 Cu Land Pattern이 아닌 다른 부분에 도포되어 있었던 Super Solder Paste는 Solder 합금

으로 된 Solder Ball의 상태로 변하게 되면, Pre-coat된 부분과는 분리되어 있어 Pattern 사이의 Bridging을 불량을 발생시킬 염려는 없다.

3.3 세 척

Land Pattern이 아닌 부분에 생긴 Solder Ball은 전자회로기판으로 제거되어야 한다. 이 Solder Ball은 전자회로기판과의 접착력이 미약하므로, 물이나 비등점이 높은 용제로 세척하여 제거할 수 있다. 환경문제를 고려하면 물에 의한 세척방법이 주류를 이룰 것으로 생각되며, 세척후의 잔류물에는 Halogen이 포함되어 있지 않다는 것도 Super Solder Pre-coat 방법의 장점이라고 말할 수 있다.

Pre-coat된 Land Pattern위에 부품을 실장할 경우에는 그림 1에서 보는 바와 같이 Pre-coat된 전자회로기판 위에 Flux를 도포한후에 부품을 올려 놓고 Reflow 시켜 Solder 접합을 형성한다.

4. Projected Solder Pre-coat

Super Solder Pre-coat 방법이 종래의 Screen Print 방법과 완전히 다른 개념으로 Solder 합금의 Pre-coat를 달성했다고 할 수 있는 반면에, Projected Sol-

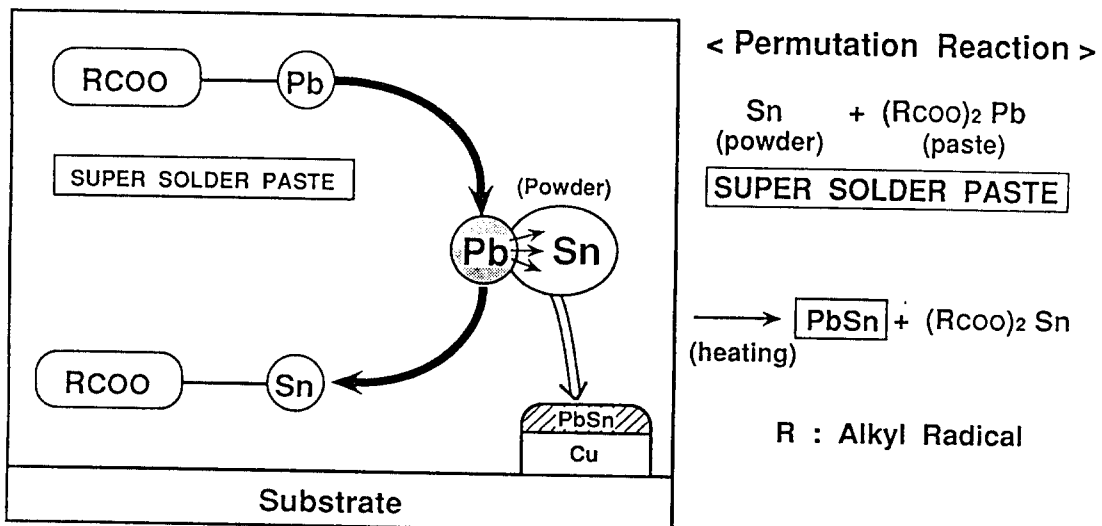


그림 3. Super Solder Pre-coat Mechanism

der Pre-coat 방법은 종래의 Screen Print 와 Reflow를 이용하여 Solder paste를 Pre-coat하는 방법이라고 할 수 있다. 이 방법은 Cu Land Pattern위에 도포되는 Solder 합금의 양을 과다하게 하지 않으면서도 부분적으로 Solder 합금의 두께를 두껍게 하려는 목적에서 출발하게 되었다. 우수한 Pre-coat 품질을 가져오기 위해서는 Pre-coat 조건과 Stencil 및 Land Pattern의 Design이 중요한 역할을 하므로 이들에 대하여 간단하게 언급하고자 한다.

4.1 Solder Pre-coat의 조건

Solder Pre-coating을 할때 Outer Lead의 Open 불량(들뜸)을 방지하려면 Pre-coat 된 Solder 합금층의 두께가 50 μ m 이상되어야 한다. 그러나 Fine Pitch Land Pattern의 경우에, 이 두께를 전체 Land Pattern에서 모두 달성하려다 보면 부분적으로 과다한 Solder 합금때문에 Bridging 현상의 발생이 가능하다. 따라서 부분적으로 Solder 합금층의 두께를 증가시키고 동시에 Land Pattern의 Solder 양을 조절하므로써, Lead Open 불량과 Bridging을 동시에 방지할 수 있도록 되어야 한다. 예를 들면, 부분적으로 증대된 Solder 합금층의 두께는 Lead Coplanarity의 허용치를 포함할 수 있을 정도로 충분히 두꺼워야 한다.

4.2 Stencil과 Land Pattern의 Design

Land Pattern은 그림 4에서 보는 바와 같이 Solder 합금의 두께를 증대시키기 위하여 부분적으로 확대된 부분이, Bridging 방지를 위하여 인접 Pattern과는 어긋나게 Design되어 있다. Land Pattern에 공급되는 Solder Paste의 양은 사전에 계산하여, 원하는 형태 및 양의 Solder Pre-coat가 될 수 있도록 Stencil의 두께와 Pattern Opening 크기로 결정한다. 0.3mm Pitch의 경우에는 0.12mm 두께의 Stencil에 0.14mm 폭의 Opening이 적절한 것으로 보이며, Opening의 길이를 변화시키므로써 Solder Pre-coat의 양을 조절할 수도 있다. 그림 5는 종래의 Screen Print 방법에 의한 Land Pattern으로 Pre-coat 한 것과 Projected Solder Pre-coat에 의한 Pre-coat의 두께를 Lead Coplanarity와 상관시켜 비교한 것이다. 보통의 직사각형 Land Pattern에서는 가장 큰 Lead Coplanarity 값과 가장 낮은 Pre-coat 두께의 사이에 여유가 없으므로

Lead Open의 가능성이 있으나, Projected Solder Land Pattern에서는 약 30 μ m의 여유가 있으므로 Lead Open의 가능성이 없다고 할 수 있다.

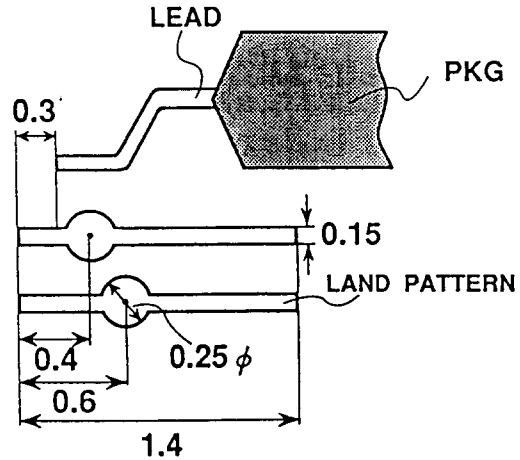


그림 4. Projected Solder Pre-coat를 위한 0.3mm Pitch Land Pattern Design

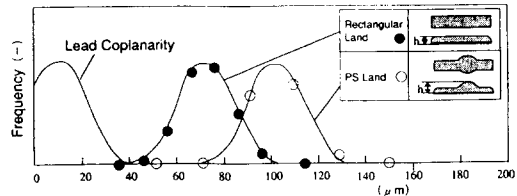


그림 5. Solder Pre-coating의 두께와 Lead Coplanarity의 분포

5. 요약

전자기기의 소형화는 앞으로도 계속 진행될 것이므로, 이에 필요한 Fine Pitch 또는 고밀도 실장기술의 개발이 지속적으로 요구될 것으로 생각된다. 앞에서 언급한 3가지 Fine Pitch 표면실장을 위한 Solder 합금의 공급 방법중에서 종래의 Screen Print 방법과 Projected Solder Pre-coat 방법은 0.3mm Pitch가 한계인 것으로 생각되며, Super Solder Pre-coat 방법은 좀 더 Fine Pitch 까지도 사용 가능한 기술로 생각된다. 이외에도 0.1mm보다 미세한 Pitch의 표면실장을 위하여, Solder에 의한 접합이 아닌, 이방성 도전 접착제와 같은 도전성 매개체를 통하여 접촉에 의한

표면실장의 개념도 도입되고 있다.

참 고 문 헌

1. Tadahiko Sakai, et al : "0.3mm QFP Mounting Technology", IMC (1994) Proceedings, pp.40-45, 1994
2. Kenichi Fuse, et al : "New Soldering Technology for Mounting Components Handles 0.15mm Pitch Components", IMC (1992) Proceedings, pp.202-208, 1992
3. Haruo Mishina, et al : "Printability of Solder Paste with 0.3mm Pitch", IMC (1992) Proceedings, pp. 209-215, 1992