

무연솔더 적용한 0402 칩의 공정제어 (Processing Control of 0402 Chip used Pb-free Solder in SMT process)

방정환*, 이창우*, 이종현*, 김정환*, 남원우**

* 한국생산기술연구원 생산기반기술본부 정밀집합팀 마이크로조이닝 센터,

**삼성테크윈(주) 반도체시스템사업부 정밀기기연구소 IS기술그룹

ABSTRACT

The surface mounting technology of 0402 electric chip part is necessary to fabricate a high density and multi-functional module, but there is a limitation of the technology, like as a bridge and self-alignment. This work estimated SMT processing factors of 0402 chip. To obtain optimum SMT process, we evaluated effects of stencil thickness, shape of hole on printability and mountability. Printability shows best results under the thickness of 80 μ m with circle hole shape and 90% square hole shape. In case of chip mounting process, chip mis-alignment and bridge was occurred rarely in same conditions. In more thin stencil thickness, 50 μ m, strength of 1005 chip parts was poor, because of amount of printed solder was insufficient.

Keywords: SMT, Pb-free Soldering, 0402 chip

1. 서 론

SMT[Surface Mount Technology]란, 표면 실장형 부품을 PCB 표면에 장착하고 납땀하는 기술을 의미하는 것으로서, 오늘날 SMT산업은 제품의 성능 향상과 함께 소형, 경량화 실현을 위한 부품의 소형화, 회로의 고밀도 실장 추구에 관심이 집중되어 있다.

제품의 소형화로 고밀도 실장 기술에서는 부품의 모듈화와 패키지 설계, 부품 신뢰성 보증 등 고려해야 할 요소가 많은데 고밀도의 실장을 목표로 하기 위해서는 PCB pad의 fine pitch화, 부품간 상호배선 설계도와 함께 고 실장품질이 중요하다.

이에 본 연구에서는 최근 SMT의 기술적 이슈인 0402칩 사이즈의 공정 적용에 대한 최적 공정조건을 확립하기 위해 0402 칩부품의 프린팅 공정과 마운팅 공정에 대한 최적 공정인자를 조사, 평가하였다.

2. 실험 방법

인쇄체적은 솔더 인쇄광학검사기를 이용하여 측정하였고, 각 두께별로 1 sample board당 10회 측정, Average를 계산하였다.

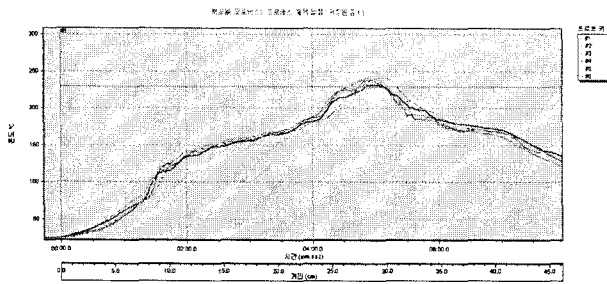
Table 1. Factors of screen printing process

가변인자		stencil 개구부 형태		사용계측기
		90%~원형 6종류		
Stencil 두께 (μ m)	100	인쇄체적/ 인쇄높이 / 인쇄형태(무너짐)		솔더인쇄광학검사기/ 3D Image system
	80			
	50			
Data		인쇄공정 인자별 Images 및 해석 / 0402 빠짐성에 영향을 미치는 중요인자		

인쇄높이의 오차는 stencil 두께의 20%범위까지 허용하여 실험하고 인쇄성은 표면 및 측면에서 관찰되는 부위별 형상으로 평가하였다. Stencil 외 인쇄조건을 고정시키고 각 조건당 10회 이상을 실험하였으며 Reflow전의 칩 들어짐 값은 설비의 장착정밀도 오차를 허용한다.

Table 2. Factors of chip mounting process

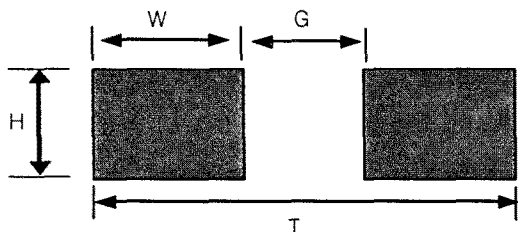
가변인자		stencil 개구부 형태		사용계측기
		90%~원형 6종류		
Stencil 두께 (μ m)	100	Self Alignment Ability /Mount accuracy		SMT Scope 3D Image system
	80			
	50			
Data		장착공정 인자별 Images 및 해석 /0402 Self Alignment Ability		



프로브	양의 기울기 (°C/초)	양의 기울기시간 (mm:ss.t)	상승시간 (150.0-200.0°C) (mm:ss.t)	최고점 온도 (°C)	넬타 T(°C)	음의 기울기 (°C/초)
#1(°C)	2.79	01:33.0	01:57.0	241.5	5.5	-1.81
#2(°C)	2.71	01:24.0	01:51.0	239.5		-2.07
#3(°C)	3.97	01:30.0	01:49.0	239.0		-2.22
#4(°C)	2.92	01:24.0	01:35.0	236.0		-1.38
	2.95	01:37.0	01:56.0	240.5		-2.09
#6(°C)	3.26	01:26.0	01:55.0	241.5		-1.76

Fig 1. Reflow temperature profile and detail condition of reflow process.

그림. 1은 통상적인 3원계 Sn 3.0Ag 0.5Cu 솔더의 온도 프로파일이며 이는 한국생산기술연구원 마이크로조닝센터의 무연 공정DB를 참고하였다.

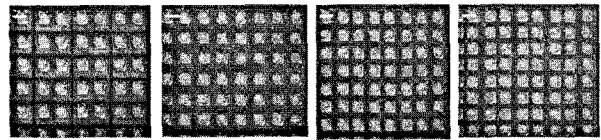


TYPE	H	W	G	T	비고 (단위:mm)
A	0.2	0.23	0.14	0.6	최대강도, 불량최저
B	0.18	0.18	0.14	0.5	H, fillet 길이축소
C	0.18	0.155	0.14	0.45	

Fig 2. Test board design in this work

3. 결과 및 고찰

PCB pad pitch에 따라 그림. 3과 같은 모습으로 솔더 인쇄가 이루어짐을 관찰 할 수 있다. 그림. 4는 stencil thickness와 개구부의 형태에 따라 나타나는 printing불량이다. 실험할 PCB의 0402 pad의 설계기준은 0402 pad의 설계 시 무선통신관련 제품의 reliability가 비교적 우수한 design을 사용하였다.



0.2mm 0.15mm 0.1mm 0.08mm
Fig 3. Digital microscope images of 0402 solder printing as various pad pitch.

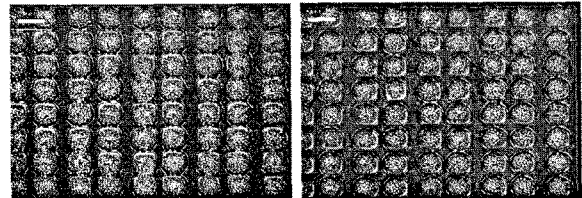


Fig 4. Failure images bridges(a) and poor solder(b) on circle hole shape

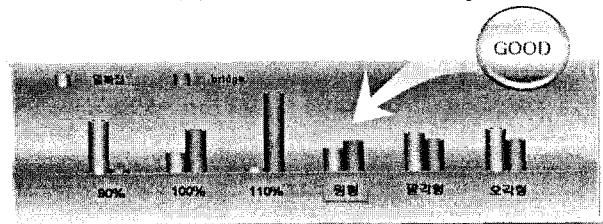


Fig 5. Printing result as various hole shape

솔더 브릿지와 소납이 불량인 경우, 이루며 브릿지는 100%, 110%개구부에서 다량 발생되었고 소납은 90%,오각형개구부에서 발생하였다. 그에 비해 circle형태의 개구부는 위 두 가지 불량이가장 적게 나타나서 0402칩 인쇄 시에 가장 적합한 형태의 개구부임을 알 수 있었다. 한편 위 인쇄실험에서 높은 불량률을 보였던 오각형, 90%개구부에서는 칩 들어짐 불량이 발견되었으며 100%, 원형에서 양호한 장착품질을 보여주었다. 이는 100%와 원형의 납량 및 인쇄형태가 0402의 장착성에 적합하다 판단되며 90%와 오각형개구부의 틀어짐 불량은 적은 납량으로 인한 점착력의 차이가 원인이 되었을 것으로 추측된다. 개구부 크기 100%와 110%는 pad pitch 0.1mm 미만일 경우 양호한 solderability를 나타내지만 이상일 경우 다량의 bridge를 발생시켜 적용에 무리가 있다고 판단된다. 그 결과를 정리한 그래프가 그림 5에 나타나 있다.

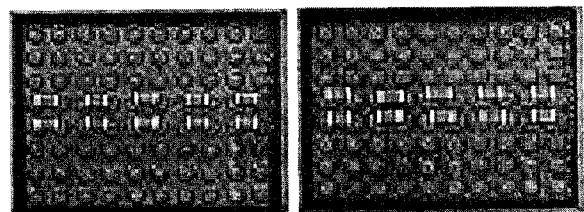


Fig 6. Digital microscope images of 0402 chip mounting on circle hole shape

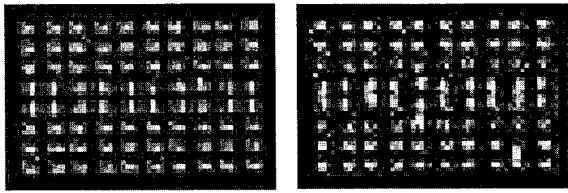


Fig 7. Digital microscope images of 0402 chips after reflow processing

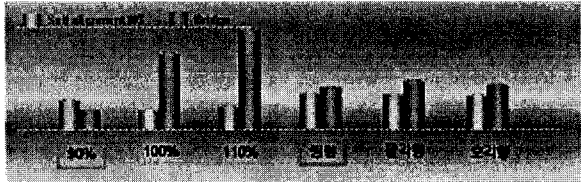


Fig 8. The result of optimum shape as various hole shape after reflow process

그림 6은 마운팅 후의 디지털 현미경 이미지로 중앙의 chip이 30% 상부에 마운팅 되어 있는 불량현상을 보여주고 있고, 그림 7은 리플로우 공정 후의 0402 chip 부품의 불량을 보여주고 있다. reflow공정 후의 불량은 bridge현상과 self-align 부족이 가장 많이 나타나 있었다. 마운팅과 reflow 공정 후에도 결과도 이전 프린팅 공정에서와 같이 원형과 90%에서 양호한 solderability를 보였다. 그림 8에 각 개구부의 형상에 따른 결과가 나타나 있다.

표 3.에서 나타나 있듯이 screen printing시인 쇄된 납량의 차이로 인해 접합강도는 110%에서 평균 400g이상의 높은 접합강도를 보였고 개구부 형태나 stencil두께별로 큰 차이는 보이지 않았지만 원형개구부에서 납량의 변화에 크게 영향을 받지 않는 안정적인 접합강도를 보여준다. 그림 8의 SEM Image를 보면 0.05T에서 소량의 void가 발견되었고 fillet의 형상이 불안하며 IMCs layer가 약 4 μ m이하 columner structure로 성장하여 신뢰성 평가 후 비교가 필요하다고 판단된다.

4. 결 론

- 1) 0402실장공정중 인쇄공정의 bridge불량은 100%, 110%개구부 크기의 stencil에서 주로 발생하며 각형의 경우는 덜빠짐(소납)의 불량을 초래하였다.
- 2) PCB pad pitch별로 나타나는 불량 양상이 하나 원형,90%의 개구부에서 인쇄성이 가

단위(g)	Stencil Thickness		
	0.05T	0.08T	0.10T
90%	370.7	158.8	179.9
100%	177.8	166.9	200.9
110%	434.0	515.7	508.2
원형	213.0	195.3	189.4
오각형	209.0	190.2	186.4
팔각형	216.6	180.6	170.6

Table 3. Shearing test results.

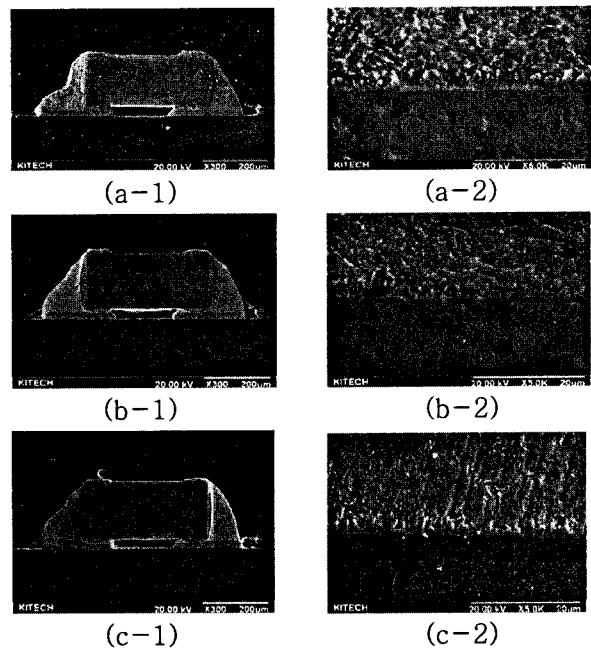


Fig 8. SEM images of interface morphology between Cu pad and solder (a) 0.05T (b) 0.08T, (c) 0.1T

장 우수하였다.

- 3) 칩 장착공정 또한 90%, 원형 개구부에서 인쇄불량이 적었기에 우수한 alignment를 보여주었다.
- 4) Reflow후의 solderability는 90%,원형에서 양호하며 100%,110%개구부는 pad pitch 0.1부터 다량의 bridge가 발생하여 공정 적용에 어려움이 있었다.

후 기

본 연구는 2007년 삼성테크윈(주)의 연구사업 지원에 의한 것이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

[1] D. Rocak, S. Macket, J. Sitek, M. Hrovat, K. Bukat and Z. Drozd : A reliability study of the lead-free solder connections of miniature chip components on hybrid circuits(2007)

[1] Masri Ayob and Graham Kendall : A survey of surface mount device placement machine optimisation: Machine classification (2007)