

인쇄회로기판 휨 수정 장치 개발

Development of warpage repair equipment for Printed Circuit Board

#정재연,*박인수, 박경훈, 권대현, 임성진

#J. Y. Jeong(jaeyoun.jeong@samsung.com), *I. S. Park, K. H. Park, D. H. Kwon, S. J. Lim
삼성전기(주) 생산기술연구소

Key words : printed circuit board, CTE mismatch, warpage, multi-roller

1. 서론

전자 제품의 주요 부품인 인쇄회로기판(Printed Circuit Board, PCB)은 폴리머 재료에 구리를 도금하여 회로를 형성하는 방식으로 제작된다. 제품의 소형화에 따라 기판은 두께가 얇아지고 가는 선폭의 회로가 집적되어 있는 구조를 갖는다. 또한 기판은 다층으로 구성되며 대량 생산을 위해 여러 개의 유닛이 포함된 대면적 기판으로 제작된다.

회로를 포함하는 다층 구조의 기판은 회로의 형상에 따라 층별로 Cu의 구성비가 다르며 제조공정에서 다양한 열과 습도 환경에 노출된다. 이는 기판의 휨(Warpage)을 발생시키며 휨이 발생한 기판은 내부적으로 다음 공정의 공정 진행을 방해할 뿐만 아니라 고객사인 패키지 업체의 칩 마운팅 시 다량의 불량을 야기한다. 따라서 패키지 업체는 기판의 휨양을 고객사양으로 PCB 업체에 제한하고 있으며 휨의 저감은 PCB 업체의 오랜 연구 과제이다[1].

주로 층간 CTE mismatch에 기인하는 기판 휨의 저감을 위해 재료, 공정조건, 기판 설계 등 근본적인 원인계를 분석하고 제거하는 방향으로 많은 연구가 진행되고 있다[2,3]. 그러나 제품이 갖는 다양한 특성을 반영하고 제조 현장 내의 모든 공정인자를 고려하여 대량생산하는 것은 한계가 있다. 또한 실험실 내에서 특정 인자를 최적화하여 휨의 저감을 이루었다 하여도 이를 제조공정에 직접 적용하는 것은 추가적인 시간과 노력을 요구한다. 그러므로 기판 휨의 근본적인 원인계 해석 및 최적화에 대한 연구와는 별개로 현장에 즉시 적용이 가능한 휨 수정

설비가 필요하다. 이에 본 연구를 통해 박형 기판의 휨을 수정하는 장치를 개발하였다.

이를 위해 1) 다양한 아이디어를 도출하고 2) Feasibility test를 통해 아이디어를 확정하고 3) 장비를 설계 및 제작하였으며, 아울러 4) 양산라인에서 성능을 검증하였다.

2. 실험방법

박형 기판의 휨 수정 장치 개발을 위해 브레인스토밍을 통해 14개의 아이디어를 도출하고 가능성, 경제성, 투자성의 평가기준을 통해 7개 아이디어를 선정하였다. 7개의 아이디어에 대한 장치를 제작하여 feasibility test를 실시하였고 이 중 Fig. 1의 연속 롤러 방식(muulti-roller type)이 가장 우수한 성능을 보임으로 개발 컨셉으로 선정하였다.



Fig. 1 Multi-roller type warpage repair apparatus

1mm 이상의 기판은 열과 압력으로 수정이 가능하지만, 1mm 이하 박판 기판은 열을 가하면 휨이 증가한다. 따라서 개발 장비의 컨셉은 열을 배제하고 연속된 롤러로 소성변형을 주되 변형량의 크기, 방향 등을 조정할 수 있도록 등에 따라 롤러 간격 및 높이를 조정할 수 있도록 설계하였다. 또한 기판에 직접 접촉하는 방식으로 기판 표면에 상처와 회로

크랙을 야기할 수 있어 이의 방지를 위해 롤러 표면에 불소코팅 고무를 사용하였다.

3. 측정 및 분석

선정된 연속 롤러 방식으로 양산용 장비를 제작하였다. Table 1 과 같이 두께에 따른 3 가지 기관 샘플을 획득하여 장비의 성능 검증을 실시하였다. Table 1 에서 보는 바와 같이 개발된 장비는 박형 기관 휨 수정에 보다 효과적임을 알 수 있다.

Table 1 Verification results of multi-roller type warpage repair equipment

기관 종류	Warpage (mm)		공정능력 (Cpk)
	수정 전	수정 후	
0.25t (2 Layer)	2.36	0.35	-0.65 → 2.82
0.26t (4 Layer)	1.46	0.49	0.04 → 5.92
0.45t (2 Layer)	0.73	0.42	0.27 → 2.48

기관의 점탄성(Viscoelastic) 성질에 의해 휨 수정한 기관은 세정, 열건조 후 휨 수정 값이 복원된다. 이의 방지를 위해 충분한 변형량으로 휨을 수정하여야 하며 이의 검증 결과는 Fig. 2 와 같다. Fig. 2 에서 보는 바와 같이 열건조 후 휨량이 일시 증가하나 시간이 흐를수록 휨 수정 직후 기관이 기억하고 있던 내부 응력 상태로 돌아가 휨량이 사양 내에 존재함을 알 수 있다.

개발된 휨 수정방식은 기관에 강제 변위를 가하여 내부에 소성변형을 일으키는 방식이다. 이에 제조라인에 장비를 적용하기 위해 제품의 신뢰성 확인은 필수적이다. 먼저 기관 표면의 상처와 이물은 비전방식의 외관검사로 불량이 없음을 확인하였고 내부 결함이 없음을 수정 전

제품만큼의 강건성을 갖는지를 확인하기 위해 신뢰성 시험을 통해 Table 2 와 같은 결과를 얻었다. Table 2 에서 보는 바와 같이 개발된 휨 수정장비는 제품의 신뢰성에 문제를 일으키지 않음을 알 수 있다.

Table 2 Result of Reliability test for developed multi-roller type warpage repair equipment

Test Item	SP Lot 1	SP Lot 2	SP lot 3
Preconditioning	Pass	Pass	Pass
Thermal Shock	Pass	Pass	Pass
HAST	Pass	Pass	Pass
Solder Pot	Pass	Pass	Pass
Wire Pull	Pass	Pass	Pass

4. 결론

본 연구를 통하여 제조현장에 적용 가능한 휨 수정 설비가 개발되었다. 개발된 장비는 박판의 기관일수록 보다 효과적인 휨 수정을 제공할 수 있으며 열 공정 후에도 휨량이 커지지 않아 휨 수정 이후 원활한 공정 진행에 도움을 줄 수 있다. 또한 휨 수정 조건의 최적화로 제품 품질을 보장하는 범위에서 휨 수정이 가능하다.

개발된 장비는 패키지 업체가 요구하는 기관 품질 향상 및 PCB 업체 제조라인의 생산성 향상에 기여할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Grenstedt, J. L., Hutapea, P., "Using waviness to reduce thermal warpage in printed circuit boards", Applied Physics Letters, **81**, 4079 – 4081, 2002.
- Wong, E. H., Thiam, B. L., "A More Comprehensive Solution for Tri-Material Layers Subjected to Thermal Stress", Components and Packaging Technologies, IEEE Transactions, **31**, 54-64, 2008.
- Mittal, S., Masada, G. Y., Bergman, T. L., "Mechanical response of PCB assemblies during infrared reflow soldering", Components, Packaging, and Manufacturing Technology, Part A, IEEE Transactions, **19**, 127-133, 1996.

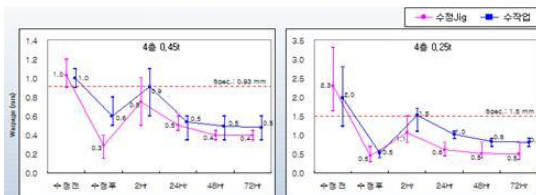


Fig. 2 Change of PCB warpage after baking