

스크린인쇄법을 이용한 빌드업다층인쇄회로기판의 쾌속제조공정 기술개발

정해도, 조병희*, 정해원**

부산대학교 기계공학부, *부산대학교 정밀기계공학과 대학원, **미소전자

Development of Build up Multi Layer Board Rapid Manufacturing Process
Using Screen Printing Technology

H. D. Jeong, B. H. Cho*, H. W. Jeong***

School of Mechanical Engineering, Pusan National University

*Graduate School of Precision Mechanical Engineering, Pusan National University

**MISO Electronics

1. 서론

최근 전자산업은 전자기기의 소형화, 박형화를 위해 부품 실장시 고밀도화, 고정도화, 고집적화가 가능한 다층인쇄회로기판을 이용한 실장기술을 채용하고 있는 추세이다. 이러한 다층인쇄회로기판을 이용하고 있는 분야로는 공장자동화(FA)기기, 사무실 자동화(OA)기기, 통신 기기, 방송 기기, 휴대형 컴퓨터등 많은 분야가 있다¹⁾. 특히, 최근 이동 통신 기기와 디지털 가전 시장을 중심으로 소형화, 박형화가 급격히 진행되면서 다층인쇄회로기판에 대한 수요가 급증하고 있다. 또한, 최근 μ BGA(Ball Grid Array), TCP(Tape Carrier Package)등의 CSP(Chip Size Package)기술의 발달에 의해 이러한 칩을 실장 할 수 있는 고밀도 인쇄회로기판에 대한 관심도 점점 증가하고 있는 실정이다. 최근 국내에서도 이러한 다층인쇄회로기판에 많은 투자와 연구가 이루어지고 있다. 이러한 다층인쇄회로기판을 제조하는 공정은 기존의 단면, 혹은 양면인쇄회로기판제조공정과 유사한 공정을 거친다. 즉, 도금을 입히거나 도금을 통하여 도전층을 형성시킨 후, 원하지 않는 부분은 에칭(Etching)공정을 이용하여 제거하고 원하는 회로부분만이 남도록 하는 방법이다²⁾. 층수가 많지 않은 경우 양면인쇄회로기판을 적층하여 2층이나 4층의 인쇄회로기판을 제조하기도 한다. 하지만 점점 많은 층수의 인쇄회로기판에 대한 요구가 증가하면서 여러 가지 빌드업공정들이 개발되었다. 이러한 공정들의 공통점은 기본적으로 코어(Core)를 기본으로 하여 코어의 상, 하면에 각각 새로운 층을 적층하여 빌드업다층인쇄회로기판을 제조한다는 것이다. 이러한 빌드업다층인쇄회로기판의 제조공정은 층간의 전기적 연결을 담당하는 비아(Via)의 형성 방법에 따라 포토 비아(Photo via), 레이저 비아(Laser via), 플라즈마 비아(Plasma via)등으로 분류 할 수 있다³⁾. Fig. 1과 Fig. 2에 포토 비아와 레이저 비아 공정 중 대표적인 공정들인 SLC(Surface Laminar Circuit) 공정과 RCC(Resin Coated Copper foil)공정의 개략적인 공정도를 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이, 코어를 사용하는 공정에서는 코어 상, 하면의 전기적 연결이 필요할 경우, 제약이 따르게 된다. 현재 이러한 제약을 줄이기 위하여 미리 코어의 상, 하면에 전기적 연결을 위한 단자를 설치하는 공정을 도입하기도 한다. 본 연구에서는 이러한 제약을 없애고 회로 설계시 보다 많은 자유도를 가질 수 있도록 코어를 사용하지 않고 빌드업다층인쇄회로기판을 제조하는 공정에 관하여 실험을 수행하였다. 또한, 인쇄회로기판제조 공정 중 일부 공정에서 사용되고 있는 스크린 인쇄법을 도입하여 기존의 인쇄회로기판 제조공정에서 채용되었던 에칭, 도금등의 습식공정(Wet process)이 아닌 건식공정(Dry process)을 구현하였다.

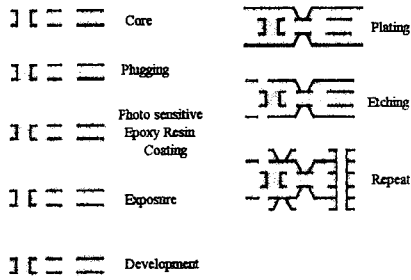


Fig. 1 SLC Process

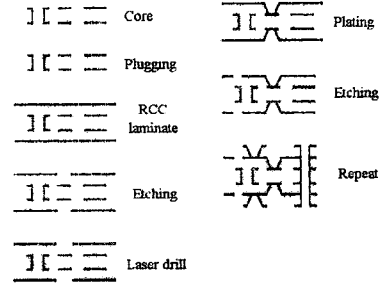


Fig. 2 RCC Process

2. 실험 방법

본 연구에서는 광경화성수지와 도전성 페이스트를 절연부와 회로부로 각각 사용하였다. 최근 적용이 시작되고 있는 TCD(Thermal Curable Dielectric)공정의 경우 절연층의 경화에 약 30분의 시간이 소요되었으나, 본 실험에서는 자외선을 이용하여 절연층의 경화시간을 20초로 줄일 수 있었다. 스크린 인쇄법의 해상도를 평가하기 위하여 테스트 차트를 이용한 실험을 수행하였다. Fig. 3에 자외선 램프의 사진을, Fig. 4에는 테스트 차트의 사진을 나타내었다.

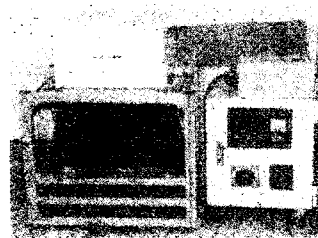


Fig. 3 Ultraviolet lamp

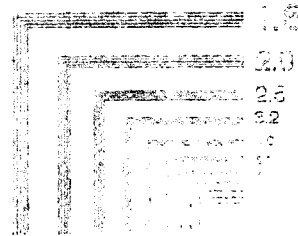


Fig. 4 Resolution chart

스크린의 메시에 따른 해상도를 알아보기 위하여 본 실험에서는 세 가지 다른 메시의 스크린을 사용하여 실험하였다. 각각의 메시에 대하여 광경화성수지와 도전성 페이스트를 인쇄하여 해상도를 평가하였다. 실험에 사용한 도전성 페이스트는 Dupont사의 Dupont 5007과 TAIYO INK의 페이스트를 사용하였다. Table 1에 두 가지 재료의 특성을 비교하였다.

Table 1 Properties of conductive paste

	Viscosity (Pa · s)	Sheet Resistivity ($10^{-5} \Omega/\text{sq}/\text{mm}$)	Curing Condition
Dupont 5007	20~40	0.12~0.15	8~10 min. at 120°C
TAIYO	4.5~5.0	0.2~0.25	30~60 min. at 80°C

스크린은 폴리에스터(Polyester)재질을 사용하였으며, 스퀴즈는 폴리우레탄(Polyurethane)재질을 사용하였다. 이러한 실험 결과를 바탕으로 하여 실제 빌드업다층인쇄회로기판을 제조하였으며, Fig. 5에 제조공정을 나타내었다.

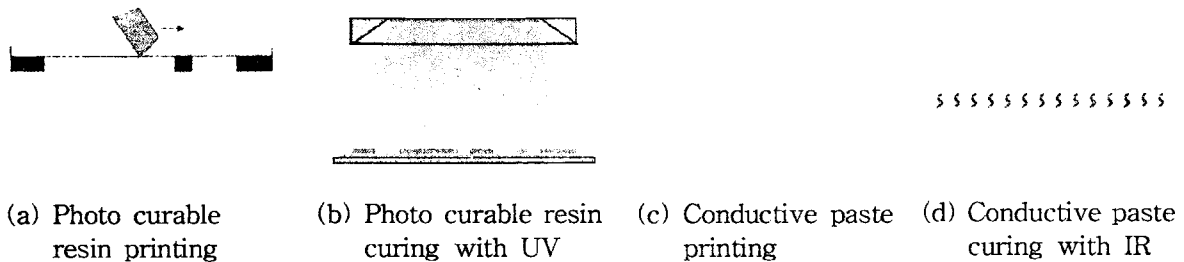


Fig. 5 Manufacturing process

3. 결과 및 고찰

각각의 스크린 메시를 사용하여 인쇄한 결과를 Fig. 6~Fig. 11에 나타내었다. 우선 광경화성수지의 경우 인쇄가 가능한 최소 선폭이 약 $300\mu\text{m}$ 정도로 나타났다. 이는 테스트 차트의 선폭보다 약 $50\mu\text{m}$ 정도 더 크게 나온 결과이다. 광경화성수지의 경우에는 mm당 2개의 선, 즉 $250\mu\text{m}$ 이하의 선폭은 인쇄가 불가능하였다. 또한, 높은 메시의 스크린을 사용할수록 보다 나은 결과를 얻을 수 있었다.

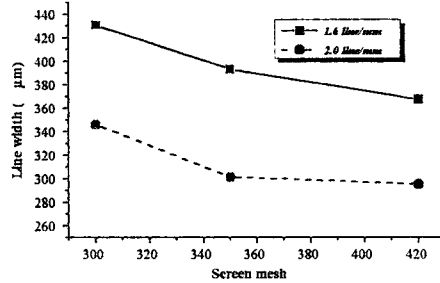


Fig. 6 Graph of line width as screen mesh with photo curable resin

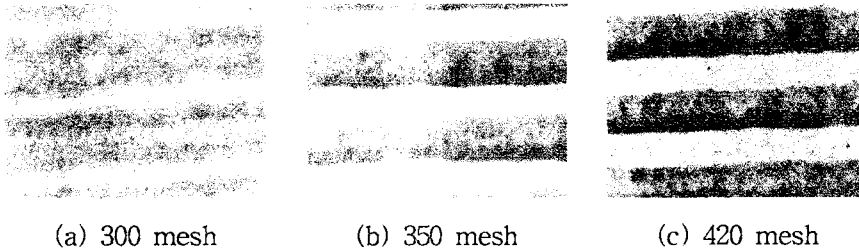


Fig. 7 Optical microscopic image of photo curable resin at 2.0 line/mm($\times 50$)

Dupont 5007의 경우는 최저 선폭이 약 $150\mu\text{m}$ 정도로 나타났다. Dupont 5007의 경우 광경화성수지와는 달리 최저 선폭이 테스트 차트의 선폭보다 약 $50\mu\text{m}$ 정도 작게 나타났다. 이는 광경화성수지와 Dupont 5007의 점도와 분말 함량비의 차이에 따른 영향이라고 생각된다. Dupont 5007의 경우에는 높은 메시의 스크린보다는 300 메시의 스크린을 사용하였을 경우 테스트 차트의 선폭과 가장 차이가 작은 인쇄결과를 얻을 수 있었다.

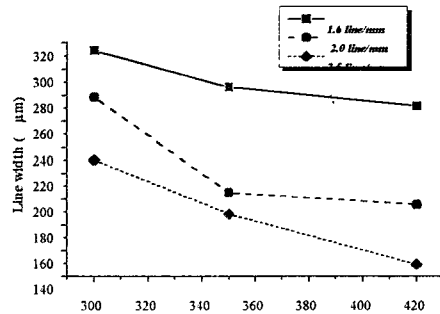


Fig. 8 Graph of line width as screen mesh with Dupont 5007

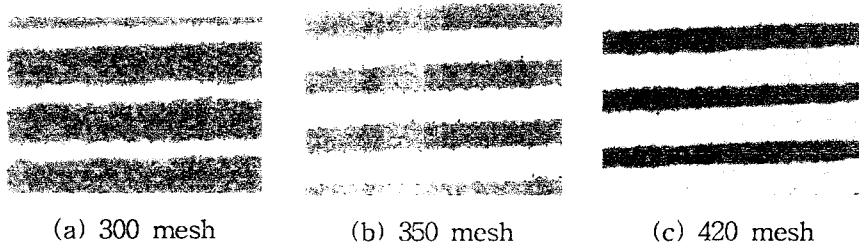


Fig. 9 Optical microscopic image of Dupont 5007 at 2.5 line/mm($\times 50$)

TAIYO 페이스트의 경우는 최저 선폭이 약 $160\mu\text{m}$ 정도로 나타났다. TAIYO 페이스트 역시 Dupont 5007과 마찬가지로 최저 선폭의 경우 테스트 차트의 선폭보다 작게 인쇄되었다. 하지만 Dupont 5007이 300메시의 스크린을 사용하였을 때 테스트 차트와 차이가 가장 작았지만, TAIYO 페이스트의 경우 350메시의 스크린을 사용하였을 때 가장 작은 차이를 보였다. 도전성 페이스트의 경우, 두 가지 모두다 mm당 2.5개의 선, 즉 $200\mu\text{m}$ 의 선폭을 가지는 선을 인쇄할 수 있었다.

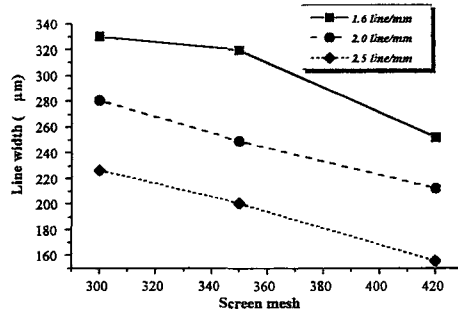


Fig. 10 Graph of line width as screen mesh with TAIYO

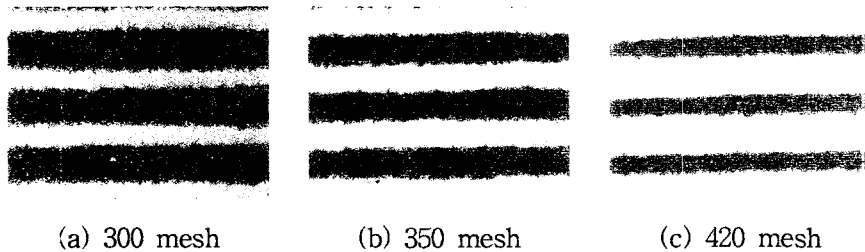


Fig. 11 Optical microscopic image of TAIYO at 2.5 line/mm($\times 50$)

실험결과, 재료의 종류와는 무관하게 스크린의 메시수가 증가할수록 인쇄할 수 있는 선폭은 점점 줄어드는 경향을 보였다. 또한, 각 재료마다 테스트 차트와의 차이가 가장 작은 선을 인쇄할 수 있는 특정한 메시수의 스크린이 있음을 알 수 있었다. 따라서, 적절한 메시수의 스크린과 재료의 특성을 잘 파악한다면 좀더 나은 결과를 얻을 수 있을 것이다. 이러한 결과를 바탕으로 하여 Fig. 5에 나타난 공정을 통해 빌드업다층인쇄회로기판을 제작하였다. Fig. 12에 제조한 빌드업다층인쇄회로기판의 전체적인 모습을 나타내었다.

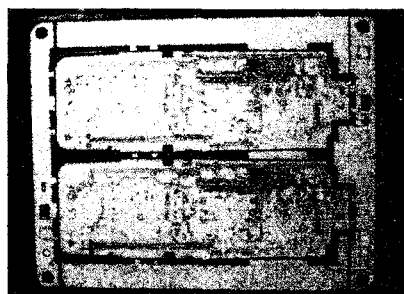


Fig. 12 Build up multi layer printed circuit board

참고문헌

1. 藤平 正気, 藤森 秀信, "多層プリント配線板ステップ 365," 工業調査会, pp. 1-11, 1996.
2. Russell L. Heisermam, "PRINTED CIRCUIT BOARDS," John Wiley & Sons, pp. 1-10, 53-60, 1983.
3. H. D. Jeong, B. H. Cho, H. W. Jeong, T. Nakagawa, "Development of build up PCB using rapid prototyping," Proceeding of AFDM '99, pp. 595-596, 1999.