

54

플렉시블 인쇄 기판의 미세 배선 기술

최근 전자기기의 박형·경량·소형화가 진행되면서 플렉시블 인쇄 기판(FPC)의 수요가 늘고 있다. 그 중에서도 FPC에 실장된 IC의 다핀·헤파치화에 따라 FPC 배선의 미세화가 요구되고 있다. 이 글에서는 FPC의 미세 배선 기술과, 그 기술을 이용한 시제작에 대해 소개한다.

58

8층 빌드업 리지드 플렉스 기판



플렉시블 인쇄 기판의 미세 배선 기술

최근 전자기기의 박형·경량·소형화가 진행되면서 플렉시블 인쇄 기판(FPC)의 수요가 늘고 있다. 그 중에서도 FPC에 실장된 IC의 다핀·협피치화에 따라 FPC 배선의 미세화가 요구되고 있다. 이 글에서는 FPC의 미세 배선 기술과 그 기술을 이용한 시제작에 대해 소개한다.

정리 : 조진현 기자 / jhcho@techworld.co.kr

플렉시블 프린트 배선판(FPC: Flexible Printed Circuit)은 접을 수 있는 얇은 배선판으로 많은 전자기기에 이용되고 있다. 최근 전자기기의 박형·경량·소형화가 진행되어 FPC의 수요가 확대되고 있다. 그 중에도 베어칩을 FPC 상에 실장하는 COF(Chip On Film) 기술에서는 실장된 IC의 다핀·협피치화에 따라 FPC 배선의 미세화가 특히 강조되고 있다.

양면 FPC 제작방법

그림 1에 양면 FPC의 일반적인 제작방법을 나타냈다. 폴리이미드 등의 절연막 상에 동박을 덧붙인 동박적층판(CCL: Copper Clad Laminated)을 원재료로 사용한다. 우선 층간 도통을 하기 위해 구멍을 뚫는다. 구멍의 측면에 도금을 덧붙여 양면을 도통시킨다. 도금 후 기판에 에칭 레지스트를 형성하고, 현상 공정에서 배선판이 제거되어 노출된 동박을 염화구리나 염

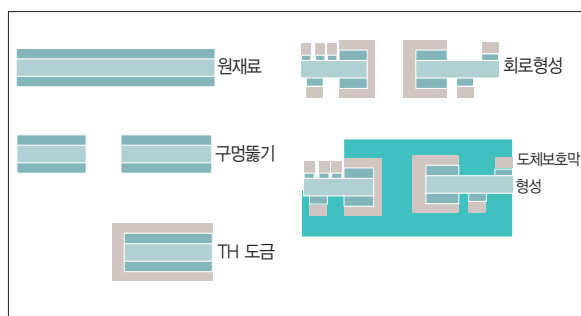


그림 1. 양면 FPC 제작공법

화철 등의 약액으로 용해한다. 이로써 필요한 도체 패턴을 얻을 수 있다(그림 2). 이 방법은 동박을 제거하고 패턴 형성을 하므로 서브트랙티브(subtractive)라고 불린다.

그리고 부품실장부 등 개구가 필요한 곳을 제외한 나머지 부분을 절연재로 보호한다. 미세 양면기판의 경우 미세칩 형성기술, 소경층간 도통기술, 소개구의 솔더 레지스트 절연층 형성기술의 세 가지가 특히 중요하다.

패턴 형성 방법

FPC 패턴을 형성하는 방법으로 앞서 언급한 서브트랙티브 방법과 세미에디티브(semi additive) 방법이 있다. 서브트랙티브는 큰 면적을 일괄처리하는 기능으로 약액의 관리도 비교적 쉽기 때문에 일반적으로 널리 사용되는 공정이다.

세미에디티브법은 절연 기판상에 얇은 도전층(시드층)을 미리 형성해 두고 도금 레지스트를 형성한 후에 전해 구리 도금으로 패턴을 형성하는 방법이다(그림 3).

임의의 도체 두께로 직사각형의 패턴 형상을 얻을 수 있어서 서브트랙티브법에 비해 미세화가 용이하다.

서브트랙티브법

서브트랙티브법에서 사용되는 에칭 레지스트는 얇을수록 고해상도가 된다. 그래서 레지스트는 패턴의 최소 피치에 적합한 레지스트 두께를 사용하지만 미세 칩의 경우는 두께 15 μ m 이하의 레지스트를 이용한 것이 많다. 노광시에 사용하는 마스크에는 주

로 PET 필름 마스크와 유리 마스크가 있는데, 유리 마스크는 PET 마스크에 비해 치수 변화가 작다. 따라서 고정도가 요구되는 미세 FPC에서는 유리 마스크를 사용하는 것이 바람직하다.

서브트랙티브법으로 형성된 FPC 회로는 에칭 마스크로 인해 단면이 아래가 넓은 사다리꼴이 된다. 일반적으로는 동박 두께를 얇게 함으로써 직사각형에 가까운 회로 단면이 된다(그림 4). 임의의 얇은 동박을 얻는 방법으로 하프 에칭 처리가 있다. 하프 에칭처리란 약액을 사용하는 에칭으로 동박을 에칭하는 처리다. 이 방법을 사용하여 임의의 두께로 면내를 균일하게 처리할 수 있다.

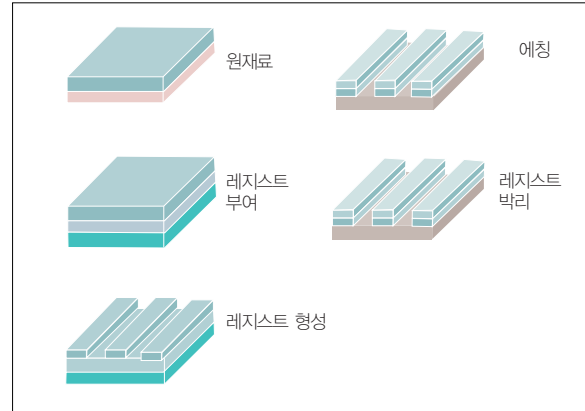


그림 2. 서브트랙티브 공정

세미에디티브법

세미에디티브법에서는 폴리이미드 필름에 스퍼터링(sputtering)으로 두께 약 천 Å의 시드층을 형성하고 이를 기준으로 전해 구리 도금으로 패턴을 형성한다. 시드층은 IC 실장공정 등에서 패턴 박리가 발생하지 않도록 폴리이미드 필름과 충분한 밀착성을 가질 필요가 있다. 시드층 형성 후의 레지스트는 도금 후의 패턴 형상을 고려하여 고해상도에서 애스펙트(aspect) 비가 높은 레지스트를 사용한다.

앞서 서술한 바와 같이 세미에디티브법에서는 전해 구리 도금에 따라 임의의 도체 두께를 형성할 수 있다. 전해 구리 도금의 두께는 도금 전류 밀도에 의존하고 피도금부의 주변부에서 두꺼워지기 쉬우며 패턴의 조밀이나 도금 욕조의 전극 위치 등의 영향을 받는다(그림 5).

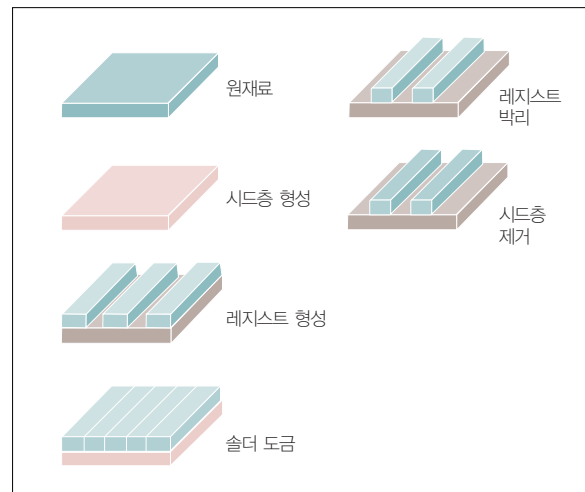


그림 3. 세미에디티브 공정

도금 패턴 형성 후에는 패턴 간을 절연하기 위해 패턴 간의 시드층을 에칭할 필요가 있다. 시드층의 에칭제거가 불충분한 경우에는 선 간 절연특성 불량이 된다. 시드층은 여러 층의 금속으로 구성되어 있는 경우가 많고, 사용되는 금속에 적합한 에칭액을 선정하여 각 층을 선택적으로 에칭하는 방법이 효과가 있다.



그림 4. 동박 두께와 회로형상의 관계

층간 도통기술

양면 FPC의 경우 구멍을 뚫어 도금을 하여 층간 도통을 하는 경우가 일반적이다. 랜드부에는 배선을 할 수 없기 때문에 패턴의 미세화에는 구멍과 랜드의 소경화 및 소경 구멍과 소경 랜드의 고밀도한 위치 맞춤이 필수적이다.

TH 도금에 의한 층간 도통방법으로는 그림 6에 나타난 것과 같이 기판에 직접 드릴이나 레이저로 구멍을 뚫는 관통TH(TH: through hole)법과 개구부의 동박을 에칭하여 제거한 후 절연층만 레이저로 개구하는 LVH(LVH: laser via hole)방법이 있다. 미세 FPC에서는 구멍과 랜드의 위치를 정밀하게 맞춰야 하



그림 5. 도금 회로 패턴 형성

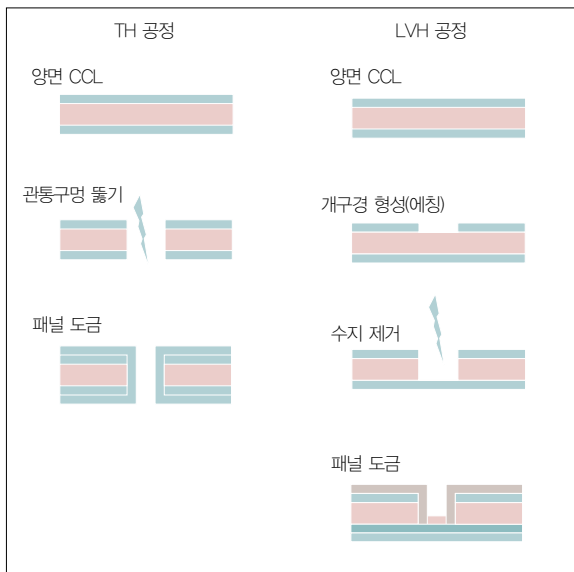


그림 6. TH 도금법에 의한 층간 도통기술

기 때문에 LVH 방법이 사용된다.

랜드는 구멍 위치 어긋남을 허용하는 크기가 필수적이지만 각 공정에서 기판의 치수변화량을 측정하여 네거티브 패턴 (negative pattern)에 기판 치수 변화분의 보정을 더함으로써 소경 구멍을 소경 랜드 내에 맞출 수 있게 된다(그림 7).

도체 보호기술

도체 보호기술

FPC에서는 패턴 형성 후에 도체를 보호하기 위해 도체 상에 솔더 레지스트로 절연층을 형성한다. 그 때 IC나 SMT(SMT: Surface

Mount Technology) 부품을 실장하는 모듈의 경우 실장부의 솔더 레지스트를 개구할 필요가 있다. 최근에는 실장부품의 소형화가 진행되고 있어 작은 면적에서 정밀하게 위치를 맞춰야 한다.

커버레이 개구부의 고밀도 위치 맞춤 기술

일반적인 FPC에서는 절연 필름과 접착제로 이루어지는 커버레이를 패턴 표면에 열압착시킴으로써 도체를 보호하고 있다. 개구가 필요한 경우는 열압착하기 전에 커버레이에 드릴이나 금형을 사용하여 개구를 형성, 맞춘다. 높은 위치정밀도가 요구되는 것은 화상인식으로 위치를 맞춘다.

감광성 솔더 레지스트에 의한 도체 보호기술

솔더 레지스트 소면적 개구와 고정밀도 위치 맞춤을 실현하는 방법으로 감광성 솔더 레지스트를 사용하는 방법이 있다. 감광성 솔더 레지스트 종류로는 액상형과 필름형이 있는데 액상형은 인쇄, 필름형은 맞붙이기로 솔더 레지스트 절연층을 형성한다. 그 후 패턴을 화상인식하여 위치를 맞추고 노광하므로 솔더 레지스트 개구와 패턴을 고정밀도로 맞출 수 있다. 또 액상형은 필름형에 비해 임의의 두께로 솔더 레지스트 두께를 결정할 수 있다. 소개구를 형성할 때는 레지스트 두께를 얇게 할 필요가 있다(그림 8).

미세 FPC 상세

서브트랙티브법 편면 미세 기판

5 μ m의 얇은 동박을 사용하여 피치 35 μ m과 피치 50 μ m의 미세 배선을 서브트랙티브법으로 형성했다(그림 9A). 패턴 피치 치수 변화량을 측정하여 네거티브 패턴에 보정을 더함으로써 IC 범프와 패턴부의 어긋남을 경감하고 실장시의 접합 어긋남을 작게 했다. 또 실장시에는 금도금과 금 범프를 사용해서 초음파로 금속결합하여 신뢰성 높은 결합을 가능하게 하고 있다. 도체 보호 솔더 레지스트는 박막화가 필요하기 때문에 감광성 액상 솔더 레지스트를 사용하고 있다.

서브트랙티브법에 의한 미세 양면 FPC 시제품(Philips 제품)

양면의 도통 방법은 LVH법으로 되어 있다. LVH 도금 때 바



그림 7. 소경 구멍과 소경 랜드의 위치 맞춤



그림 8. 감광성 레지스트에 의한 소면적 개구(직경 50 μ m)



그림 9. 개발한 FPC 제품

다를 마스크하여 동박을 얇은 그대로 보호할 수 있다. 이 얇은 동박면에 최소 피치 55 μ m의 미세 패턴을 형성했다(그림 9B). 도체 보호 솔더 레지스트는 소경 개구를 할 필요가 있기 때문에 양면에 감광성 액상 솔더 레지스트를 사용하고 있다.

세미에디티브법에 의한 미세 양면 FPC 시제품 (Philips 제품)

그림 9B의 시제품에 대해 서브트랙티브와 비교를 하기 위해 세미에디티브법으로도 샘플을 작성했다. 에스펙트 비율이 높은 레지스트를 사용함으로써 직사각형에 가까운 미세배선을 형성하고 있다. 또 충분한 전류용량을 확보하기 위해 도체 두께는 8 μ m으로 했다. 패턴 도금과 층간 도통 도금을 동시에 하여 공정수를 줄이고 있다. 도체 보호 솔더 레지스트에는 서브트랙티브 제품과 같이 작은 구멍을 뚫을 필요가 있으므로 양면에 액

상 솔더 레지스트를 사용했다.

정리

미세 양면 FPC 작성법으로서 미세 피치 형성기술, 소경층간 도통기술, 도체 보호기술 등 세 가지 관점에서 중점적으로 검토했다. 미세 피치 형성기술에서는 서브트랙티브법, 세미에디티브법의 두 방향 관점에서 미세화를 진행하고 있다. 또 소경층간 도통기술에서는 LVH방법으로 네거티브 패턴에 보정을 더함으로써 소경 구멍을 소경 랜드 내에 고정도로 맞춘 기술을 확립했다. 도체 보호기술에서는 감광성 액상 솔더 레지스트를 양면에 형성하는 기술을 확립했다. 실장에서는 초음파 접합으로 금 범프와 금 도금의 금속접합으로 신뢰성이 높은 접합이 가능해졌다. 