

테스트 및 제조

고밀도 보드를 가능하게 해주는 '마이크로비아'

현재와 몇 년 전의 인터커넥트 기술을 비교해보면 가격은 별로 오르지 않았으나 성능은 엄청나게 좋아졌다는 사실을 알 수 있다. 새로운 소재 개발과 부품(특히, BGA와 CSP 같은 패키지)을 새롭게 도입한 덕택에 현저한 진보가 이루어진 것이다. 또한 플립칩을 이용함으로써 패키지의 소형화는 이제 거의 한계점에 도달했다. 이러한 혁신적인 발전은 PCB 기술이 마이크로비아의 개발로 비약적으로 전진한 덕분에 가능할 수 있었다.

1 세대 마이크로비아 PCB는 시장 진출에 성공하여, 현재 수백만 개가 팔려 나가며, 그 효율성과 신뢰도가 입증되었다. 다가올 미래에는 저렴하면서도 성능은 더 뛰어난 PCB가 나올 것이며, 이 분야의 시장은 높은 성장율을 기록할 것이다. 마이크로비아의 기술 개발은 현재에도 지속적으로 진행되고 있다. 또한 구조적인 변경으로 집적도를 보다 증가시킬 수 있는 가능성은 여전히 크다. 특히, 양쪽면에 마이크로비아 층을 여러 개 갖고 있는 PCB는 인터커넥트 밀도가 현저히 증가할 것으로 예상된다.

마이크로비아는 지름이 150 마이크론 이하인 비아이며, 기계로 천공된 비아가 차지하는 공간의 약 25 퍼센트 정도 밖에 필요로 하지 않는다. 마이크로비아는 블라인드 비아이므로 서로 연결된 있는 층 위의 공간만을 차지하는 데, 이런 이유로 인터커넥트의 밀도를 높일 수 있는 것이다. 마이크로비아는 레이저에 의해 천공되며, 기계적으로 천공된 구멍보다 훨씬 빠른 속도로 형성되므로, 이 홀들에 들어가는 비용은 크게 줄어든다.

게다가 마이크로비아 층은 여러 가지 중요한 이점들을 갖고 있으므로, 외부 층에 이 마이크로비아 층을 사용하는 것을 제한해서는 안된다.

높은 인터커넥트 밀도는 구조의 크기를 줄임으로써 얻어질 수 있지만, 설계 규칙이 점점 더 까다로워져 가는 추세는 PCB의 가격을 높이는 주된 원인이기도 하다. 따라서 기존의 공정을 최적화하기 보다는 2+n+2 구조처럼 완전히 새로운 기술로 전환하는 것이 더 비용이 적게 들지 모른다.

근래에 이루어진 이동 통신 제품들의 성능 향상은 이 제품들을 기존 셀룰러 폰보다 훨씬 복잡하게 만들었다. 이러한 예에는 위성 전화, 개인 지능형 통신장치, 오거나이저 및 영상 신호 처리 장치 등이 있는데, 이 제품들의 공통점은 인터커넥트 밀도가 매우 높다는 점과 고주파 특성에 입각한 특수 조건들을 갖고 있다는 점이다. 대부분의 기판 면적은 매우 정교한 부품들이 차지하고 있으므로 1 번째와 m 번째의(여기서 m은 총 층수) 바깥 층에서 선이 차지할 수 있는 공간은 거의 없다. 따라서 라우팅 작업은 2 번째와 m-1 번째 층 사이에서 실행되어야 한다. 1+n+1 구조의 경우 이 같은 층들은 기계를 이용해 천공된 커다란 비아 구멍을 통해 내부 층과 연결되어 있다. 따라서 이러한 층들은 고밀도 애플리케이션에서 라우팅 작업을 하는 데 적합한 공간을 제공할 수 없을지 모른다.

이러한 문제점을 해결하는 한 가지 방법은 레이어들을 2와 m-1 마이크로비아 층으로 만드는 것인데, 이렇게 함으로써 그 다음 층과 공간을 절약하면서 서로 연결할 수 있으며, 이러한 층 위에서 라우팅 작업을 할 수 있게 된다.

일반적인 디자인에서는 높은 집적도를 얻기 위해 부품끼리 최대한 밀착시키게 된다. 이를 실현하는 데에는 마이크로비아 층—필요하다면 여러 층—을 사용하는 것이 여러 방법들 가운데 가장 효과적인 방법이다.

첫 번째 2+n+2 레이어아웃은 인접한 층들을 연결하는 마이크로비아만을 사용한다. 기본적인 제작 원리는 단일 마이크로비아 층을 제작하는 데 사용되는 공정 순서를 반복하는 것이다. 그림 1에서는 서로 엇갈리게 배치된 마이크로비아를 이용하여 1 번째 층에서 3 번째 층으로의 연결이 이루어진 예를 보여주고 있다.

첫 번째 2+n+2 레이어아웃은 수직로 코팅된 동박(RCC) 기술을 이용하여 만들어 지는데, 이 방법은 특히 모든 레이어들이 높은 평탄도를 갖도록 해준다.

그림 2의 구조 이외에도 그 변형 또한 가능하다.

마이크로비아 제작시 가장 비용이 많이 들어가는 공정은 마이크로비아의 형성 공정과 도금 공정이다. 어떤 애플리케이션의 경우, 이 같은 두 단계의 공정 수를 줄임으로써 구성 비용을 최적화할 수 있다. 2 번째, 3 번째 층과 m-1, m-2 번째의 층 사이에 비아가 뚫려 있지 않다면 이와 연관된 도금 공정은 진행할 필요가 없다.

그러나 다른 유형의 비아들은 손실된 마이크로비아들의 역할을 떠맡아야만 하는데, 이 같은 역할 전환은 PCB의 표피 층을 3 번째 층에 직접 연결하는 마이크로비아를 이용하여 이루어진다. 1-3 비아는 외부 층과 3 번째 층을 연결하는 반면, 1-2-3 비아는 2 번째 층과 연결되어 있다. 이 같은 방법을 이용하면 필요한 모든 인터커넥트가 구현될 수 있다.

일반적으로 비아의 도금 신뢰도를 보장하려면 1-3 비아와 1-2-3 비아의 지름은 반드시 두 레이어 사이에 있는 비아의 지름보다 커야만 한다. 2-3 비아가 없다면 2 번째에서 3 번째 층으로의 연결은 오로지 1 번째 층 위의 공간을 차지함으로써 이루어 질 수 있을 뿐이다.

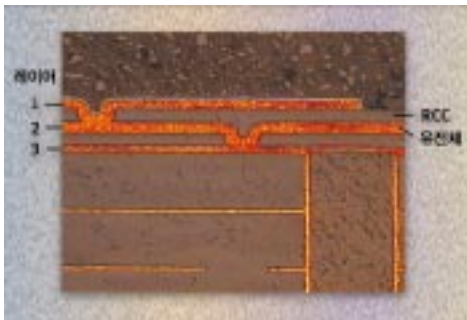


그림1: PCB가 수직을 입힌 동박의 적층 이전에 삽입 공정을 사용하여 밀폐시킨 내부 비아들을 갖고 있다.

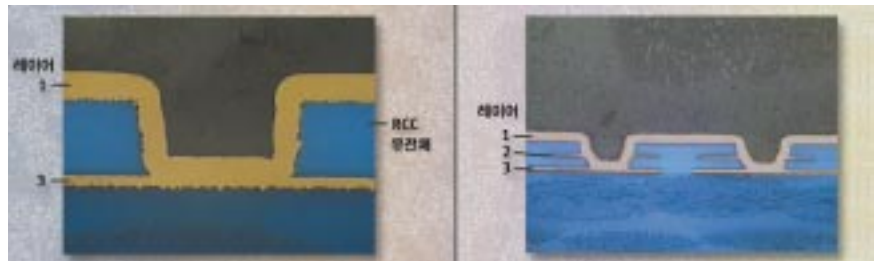


그림2: PCB의 서로 다른 층을 연결하는 모든 연결선들은 (우)외부층과 세 번째층을 연결하는 마이크로비아와 (좌)세 층을 모두 연결하는 마이크로비아에 의해 구현된다.

따라서 얻을 수 있는 총 인터커넥트 밀도는 그림 1에 나타난 경우보다 낮다. 그러나 2-3 비아를 피하면 2번째 층에 극도로 가는 선의 패턴을 넣는 작업에 좋은 영향을 줄 수 있다. 여기에서는 오로지 RCC 동박의 기본으로 사용된 동만 에칭되어야 하기 때문에 매우 뛰어난 해상도를 얻을 수 있다.



그림3: 모든 층의 필요 공간의 총합과 여러 층을 관통하는 마이크로비아의 유형들

1-3 비아는 적외선 레이저가 수지를 제거하기 전 에칭이 RCC 필름 위에서 동을 깎아내는 일치형 마스크 공정을 이용하여 제작될 수 있다. 이 두 공정은 생산성이 매우 높은 이점을 갖고 있다.

에칭은 한꺼번에 병렬식으로 이루어진다. 수지는 레이저 천공 작업이 진행되는 동안에만 제거되므로 고속 CO₂ 레이저를 사용할 수 있다.

1-3 비아의 애플리케이션 가운데 눈길을 끌만한

것은 2 번째와 m-1 번째 층이 계속적으로 차폐 목적으로 쓰일 가능성이 있는 경우이다. 이러한 경우 이들과 내부 레이어 사이에는 거의 연결이 필요치 않으므로 2-3 비아는 필요가 없어진다. 특히 EMC 측면에서 볼 때 중요한 회로들은 이 중심 레이어들에 라우팅될 수 있다.

1-2-3 비아를 만들기 위해 2 번째 층위의 동박은 대개 UV 레이저로 구멍을 뚫게 되는데, 이 공정은 천공 속도를 떨어지게 한다. 대신 일치형 마스크 공정을 사용할 경우, 현저하게 큰 원이 필요하게 된다. 그림 3에서는 1 번째 층과 3 번째 층을 연결하는 여러 가지 방법들을 비교하고 있다.

서로 엇갈린 형태로 배열한 마이크로비아가들 가장 양호한 솔루션을 나타내는 경우가 대부분이다. 1-3비아와 1-2-3비아들은 분명히 공간을 더 많이 차지함에도 불구하고 이들이 허용되는 특수한 경우도 존재한다. 그러나 일치형 마스크 공정은 훨씬 더 많은 공간을 소모하게 만든다. □

[Printed Circuit Fabrication]

By Dr. Andreas Wolter
Research and Development Engineer
Photo Print Electronic
E-mail: a.wolter@ppe-pcb.de