



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년07월03일  
 (11) 등록번호 10-0905686  
 (24) 등록일자 2009년06월25일

(51) Int. Cl.

H05K 3/34 (2006.01) H05K 3/28 (2006.01)  
 H01L 21/60 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7025324

(22) 출원일자 2006년06월28일

심사청구일자 2007년10월31일

(85) 번역문제출일자 2007년10월31일

(65) 공개번호 10-2007-0116966

(43) 공개일자 2007년12월11일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/313342

(87) 국제공개번호 WO 2007/004657

국제공개일자 2007년01월11일

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00192862 2005년06월30일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP16207370 A\*

JP16319676 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

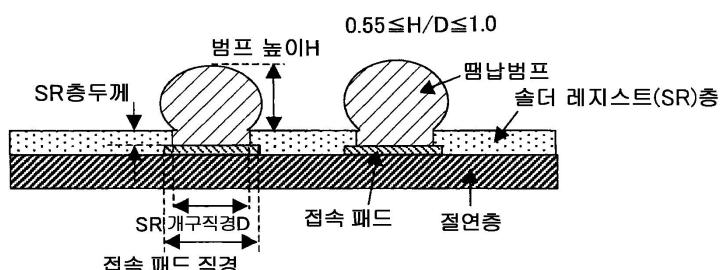
전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 남정길

(54) 프린트 배선판

**(57) 요 약**

도체 회로를 형성한 배선 기판에 대하여, 그 표면에 솔더 레지스트층을 형성함과 함께, 그 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 상기 도체 회로의 일부를 도체 패드로서 형성하고, 그 도체 패드 상에 전자 부품을 실장하기 위한 땜납 범프를 형성하여 이루어지는 프린트 배선판에 있어서, 솔더 레지스트층에 형성한 개구부의 폭이가  $200\mu\text{m}$  이하인 협피치 구조에서도, 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H) 와 개구부의 개구 직경 (D) 의 비 (H/D) 를  $0.55 \sim 1.0$  으로 함으로써, 접속 신뢰성 및 절연 신뢰성이 향상된다.

**대 표 도** - 도9

(72) 발명자

단노 가쓰히코

일본 기후肯 이비군 이비가와쵸 기타카타 1-1 이비  
덴가부시키가이샤 나이

다나카 히로노리

일본 기후肯 이비군 이비가와쵸 기타카타 1-1 이비  
덴가부시키가이샤 나이

---

후지이 나오아키

일본 기후肯 이비군 이비가와쵸 기타카타 1-1 이비  
덴가부시키가이샤 나이

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

도체 회로와 충간 수지 절연층이 상호 적층되어 이루어짐과 함께, 상이한 층에 위치하는 도체 회로들이 비아홀을 개재하여 전기적으로 접속되어 이루어지는 빌드업 배선층을 갖고, 최외층의 충간 수지 절연막과 최외층의 도체 회로 상에는 솔더 레지스트층이 형성되고, 그 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 상기 도체 회로의 일부를, 전자 부품을 실장하기 위한 도체 패드로서 형성하고, 그 도체 패드 상에 땜납 범프를 형성하여 이루어지는 프린트 배선판에 있어서,

상기 도체 패드는  $0\mu\text{m}$  초과  $200\mu\text{m}$  이하의 폭치로 배치됨과 함께,

상기 땜납 범프는, 상기 솔더 레지스트층에 형성된 개구부 내에 땜납볼을 탑재함으로써 형성되고,

상기 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H) 와 상기 개구부의 개구 직경 (D) 의 비 (H/D) 가  $0.55 \sim 1.0$  인 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

### 청구항 2

도체 회로와 충간 수지 절연층이 상호 적층되어 이루어짐과 함께, 상이한 층에 위치하는 도체 회로들이 비아홀을 개재하여 전기적으로 접속되어 이루어지는 빌드업 배선층을 갖고, 최외층의 충간 수지 절연막과 최외층의 도체 회로 상에는 솔더 레지스트층이 형성되고, 그 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 상기 도체 회로의 일부를, 전자 부품을 실장하기 위한 도체 패드로서 형성하고, 그 도체 패드 상에 땜납 범프를 형성하여, 그 땜납 범프를 사이에 두고 실장된 전자 부품과 솔더 레지스트층 사이를 언더필에 의해서 수지 봉지하여 이루어지는 프린트 배선판에 있어서,

상기 도체 패드는  $0\mu\text{m}$  초과  $200\mu\text{m}$  이하의 폭치로 배치됨과 함께,

상기 땜납 범프는, 상기 솔더 레지스트층에 형성된 개구부 내에 땜납볼을 탑재함으로써 형성되고,

상기 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H) 와 상기 개구부의 개구 직경 (D) 의 비 (H/D) 가  $0.55 \sim 1.0$  인 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 솔더 레지스트층의 표면은, 적어도 전자 부품 실장 영역에 있어서 평탄화 처리가 실시되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 솔더 레지스트층의 평탄화된 표면은, 추가로 조화 (粗化) 처리가 실시되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 솔더 레지스트층의 평탄화된 표면은, 그 최대 표면 거칠기가  $0.8 \sim 3.0\mu\text{m}$  인 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 솔더 레지스트층의 조화 (粗化) 된 표면은, 그 표면 거칠기가 상기 평탄화된 표면의 최대 표면 거칠기보다 작고, 또한 산술 평균 거칠기 (Ra) 로  $0.2 \sim 0.5\mu\text{m}$  인 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

## 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 도체 패드는, 최외층에 위치하는 층간 수지 절연층에 형성한 개구 내에 도금 도체를 충전하여 이루어지는 필드 비아의 형태로 형성되고, 상기 층간 수지 절연층 표면에서 노출되는 필드 비아 표면의 요철량은, 층간 수지 절연층 상에 형성되는 도체 회로의 두께에 대하여  $-5\mu\text{m} \sim +5\mu\text{m}$  인 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

## 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 도체 패드는,  $0\mu\text{m}$  초과  $150\mu\text{m}$  이하의 피치로 배치되는 것을 특징으로 하는 프린트 배선판.

## 청구항 9

도체 회로와 층간 수지 절연층이 상호 적층되어 이루어짐과 함께, 상이한 층에 위치하는 도체 회로들이 비아홀을 개재하여 전기적으로 접속되어 이루어지는 빌드업 배선층을 갖고, 최외층의 층간 수지 절연막과 최외층의 도체 회로 상에는 솔더 레지스트층이 형성되고, 그 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 상기 도체 회로의 일부를, 전자 부품을 실장하기 위한 도체 패드로서 형성하고, 그 도체 패드 상에 땜납 범프를 형성하여 이루어지는 프린트 배선판을 제조하는 방법에 있어서,

상기 도체 패드는  $0\mu\text{m}$  초과  $200\mu\text{m}$  이하의 피치로 배치하는 공정과,

상기 솔더 레지스트층에 형성한 개구부를 개재하여 상기 도체 패드 상에 땜납볼을 탑재하는 공정과,

상기 땜납볼의 솔더 레지스트층 표면으로부터의 높이 (H) 와 상기 개구부의 개구 직경 (D) 과의 비 (H/D) 가  $0.55 \sim 1.0$  이도록, 상기 땜납 범프를 형성하는 공정을 포함하고 있는 프린트 배선판의 제조 방법.

## 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 도체 패드는,  $0\mu\text{m}$  초과  $150\mu\text{m}$  이하의 피치로 배치하는 것을 특징으로 하는 프린트 배선판의 제조 방법.

## 청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 땜납볼을 탑재하는 공정과,

볼 정렬용 마스크의 상방에, 그 볼 정렬용 마스크에 대향하는 개구를 구비하는 통부재를 위치시키고, 그 통부재에서 공기를 흡입함으로써 통부재 바로 아래의 볼 정렬용 마스크 상에 땜납볼을 집합시키는 공정과,

상기 통부재를 수평 방향으로 이동시킴으로써, 상기 볼 정렬용 마스크의 개구를 개재하여 상기 도체 패드 상에 땜납볼을 낙하시키는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 프린트 배선판의 제조 방법.

## 명세서

<1>

### 기술분야

<2>

본 발명은, 표층에 콘덴서나 IC 등의 전자 부품을 실장하기 위한 프린트 배선판에 관한 것으로, 자세하게는, 전자 부품을 실장하기 위한 땜납 범프의 협피치화에 적합한 프린트 배선판에 관한 것이다.

<3>

### 배경기술

<4>

최근, 휴대 전화나 통신 단말로 대표되는 전자기기에서는 고기능화가 눈부시다. 그리고, 이들 전자기기에는, IC 칩을 실장한 프린트 배선판이 사용되고 있다. IC 칩을 프린트 배선판에 실장하는 형태로서, IC 칩을 직접 프린트 배선판에 표면 실장하는 플립칩 방식이 널리 채용되고 있다. 이러한 프린트 배선판으로는, 코어 기판과, 이 코어 기판 상에 형성된 빌드업층과, 이 빌드업층의 상면에는 땜납 범프를 사이에 두고 IC 칩이 실장되는 접속 패드를 구비한 것이 알려져 있다.

<5>

여기서, 프린트 배선판으로는 에폭시 수지, BT (비스말레이미드 · 트리아진) 수지, 폐놀 수지 등을 유리 섬유 등

의 강화재와 함께 성형한 것이 사용되는데, 이들 코어 기판의 열팽창 계수는 약  $12 \sim 20\text{ppm}/^\circ\text{C}$  ( $30 \sim 200^\circ\text{C}$ )로, IC 칩의 규소의 열팽창 계수 (약  $3.5\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ) 보다 약 4 배 이상이나 크다.

<6> 따라서, 상기 플립칩 방식에서는, IC 칩의 발열에 수반되는 온도 변화가 반복하여 발생한 경우, IC 칩과 코어 기판의 열팽창량 및 열수축량의 차이에 의해서 땜납 범프가 파괴될 우려가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 프린트 배선판과 IC 사이에 양자간의 열팽창 계수를 갖는 인터포저를 개재시키는 방법이 제안되어 있다 (일본 공개특허공보 소59-996 참조).

<7> 그러나, IC 와 프린트 배선판 사이에 인터포저를 개재시키는 방법에서는, 프린트 배선판과 IC 칩 사이에 인터포저를 개재시키고 있기 때문에 전자 부품의 소형화라는 요구에 부응할 수 없다. 또한, 인터포저라는 부품이 여분으로 추가 배치되어 있기 때문에, 비용이 높아진다.

<8> 그래서, 본 발명의 목적은, 종래 기술이 안고 있는 상기 문제점을 해결하여, 땜납 범프를 탑재하는 도체 패드 (접속 패드)의 피치가  $200\mu\text{m}$  이하인 협피치 구조라도, 접속 신뢰성 및 절연 신뢰성이 우수하고, 소형화 및 저비용화가 가능한 프린트 배선판을 제안하는 것이다.

#### <9> 발명의 개시

<10> 본 발명자들은 상기 목적의 실현을 위해 예의 연구를 거듭한 결과, 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 접속 패드 상에 형성한 땜납 범프의 높이와, 개구부 직경과의 비를 소정 범위 내로 함으로써, 땜납 범프와 IC 칩 등과 같은 전자 부품 사이의 접속 신뢰성 및 절연 신뢰성을 향상시키고, 소형화 및 저비용화에 기여할 수 있음을 알아내어, 그와 같은 지견에 기초하여 다음의 내용을 요지 구성으로 하는 본 발명을 완성하였다.

<11> 즉, 본 발명은,

<12> (1) 도체 회로를 형성한 배선 기판에 대하여, 그 표면에 솔더 레지스트층을 형성함과 함께, 그 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 상기 도체 회로의 일부를, 전자 부품을 실장하기 위한 도체 패드로서 형성하고, 그 도체 패드 상에 땜납 범프를 형성하여 이루어지는 프린트 배선판에 있어서,

<13> 상기 도체 패드는  $200\mu\text{m}$  이하의 피치로 배치됨과 함께,

<14> 상기 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H) 와 상기 개구부의 개구 직경 (D) 의 비 (H/D) 가  $0.55 \sim 1.0$  인 것을 특징으로 하는 프린트 배선판이다.

<15> 또한, 본 발명은,

<16> (2) 도체 회로를 형성한 배선 기판에 대하여, 그 표면에 솔더 레지스트층을 형성함과 함께, 그 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 상기 도체 회로의 일부를, 전자 부품을 실장하기 위한 도체 패드로서 형성하고, 그 도체 패드 상에 땜납 범프를 형성하여, 그 땜납 범프를 사이에 두고 실장된 전자 부품과 솔더 레지스트층 사이를 언더필에 의해서 수지 봉지하여 이루어지는 프린트 배선판에 있어서,

<17> 상기 도체 패드는  $200\mu\text{m}$  이하의 피치로 배치됨과 함께,

<18> 상기 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H) 와 상기 개구부의 개구 직경 (D) 의 비 (H/D) 가  $0.55 \sim 1.0$  인 것을 특징으로 하는 프린트 배선판이다.

<19> 본 발명에 있어서, 상기 솔더 레지스트층의 표면은, 적어도 전자 부품 실장 영역에 있어서 평탄화 처리를 실시 할 수 있고, 그 평탄화된 표면 (제 1 요철면) 의 최대 표면 거칠기 (요철량) 를  $0.8 \sim 3.0\mu\text{m}$  로 하는 것이 바람직하다.

<20> 본 발명에 있어서는, 상기 평탄화 처리된 솔더 레지스트층의 표면에, 다시 조화 (粗化) 처리를 실시할 수 있고, 그 조화 처리된 솔더 레지스트층의 표면 (제 2 요철면) 의 표면 거칠기는, 상기 평탄화된 표면의 최대 표면 거칠기보다 작고, 또한 산술 평균 거칠기 (Ra) 로  $0.2 \sim 0.5\mu\text{m}$  로 하는 것이 바람직하다.

<21> 또한 본 발명에 있어서는, 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 도체 회로의 일부로서 규정되는 도체 패드는, 도금 도체가 최외층에 위치하는 충간 수지 절연층에 형성한 개구 내에 완전히 충전된 필드 비아의 형태로 형성되고, 그 충간 수지 절연층 표면에서 노출되는 필드 비아 표면의 요철량은, 충간 수지 절연층 상에 형성되는 도체 회로의 두께에 대하여  $-5\mu\text{m} \sim +5\mu\text{m}$  인 것이 바람직하다.

<22> 또, 본 발명에 있어서, 「도체 패드」란, 솔더 레지스트층에 형성한 개구부로부터 노출되는 도체 회로의 일부로서 규정되지만, 그 도체 회로는, 예를 들어, 도체 회로의 일부를 이용하는 형태 (접속 패드) 나, 비아홀 (도금

도체가 수지 절연층에 형성한 개구 내에 완전히 충전된 필드 비아를 포함한다)의 형태 및 비아홀과 도체 회로로 이루어지는 형태로 형성할 수 있기 때문에, 넓은 의미에서는, 접속 패드나 비아홀을 포함한 도체 회로의 일부를 가리킨다.

<23> 또한, 본 발명에 있어서, 솔더 레지스트층에 형성한 개구의 「개구 직경 (D)」이란, 개구 측벽이 테이퍼 형상을 이루고 있지 않은 경우에는 개구의 「직경」을 의미하고, 개구 측벽이 테이퍼 형상을 이루고 있는 경우에는 솔더 레지스트층 표면에 나타나는 개구의 직경(개구 상부의 직경)을 의미한다.

<24> 또한, 본 발명에 있어서, 「최대 표면 거칠기」란, 도 8에 개략적으로 나타내는 바와 같이, 전자 부품 실장 영역에 있어서, 도체 패드 상 또는 도체 회로 상의 솔더 레지스트층의 높이와, 인접하는 도체 패드 비형성부 또는 도체 회로 비형성부의 솔더 레지스트층의 높이와의 차 X1, X2, X3, X4, X5 … 중의 최대치를 의미한다.

<25> 그리고, 「산술 평균 거칠기」란, JIS B0601에서 규정된 산술 평균 거칠기 (Ra)를 의미한다.

<26> 본 발명에 의하면, 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H)와 개구부의 개구 직경 (D)의 비 (H/D)를 0.55 이상으로 함으로써 땜납 범프의 높이를 비교적 크게 할 수 있기 때문에, 땜납 범프 자체가 변형되기 쉬워짐과 함께, 땜납의 체적(땀납량)을 크게 할 수 있다. 그 결과, 땜납이 흡수할 수 있는 응력이 증가하게 되므로, 접속 신뢰성이 향상된다. 한편, 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H)와 개구부의 개구 직경 (D)의 비 (H/D)를 1.0 이하로 함으로써 인접하는 땜납 범프 사이에서 용융된 땜납의 이동이 잘 일어나지 않게 되므로, 땜납 범프의 높이의 편차를 억제할 수 있음과 함께, 인접하는 땜납 범프 사이의 단락을 방지할 수 있다. 그 결과, 접속 신뢰성 및 절연 신뢰성이 향상된다.

<27> 또한, 솔더 레지스트층 표면의 적어도 전자 부품 실장 영역에 있어서 평탄화된 표면(제 1 요철면)은, 최대 표면 거칠기(요철량)를  $0.8 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 로 함으로써, 솔더 레지스트층 표면과 실장 전자 부품 사이에 충전되는 언더필 내에 보이드가 발생하는 것을 저감할 수 있다. 그 결과, 접속 신뢰성이 향상된다.

<28> 그리고, 조화 처리된 솔더 레지스트층 표면(제 2 요철면)의 표면 거칠기를, 평탄화된 표면의 요철량보다 작고 또 산술 평균 거칠기(Ra)로  $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 정도로 함으로써, 솔더 레지스트층 표면과 언더필 사이의 밀착성을 향상시킬 수 있음과 함께, 솔더 레지스트층 표면에 플렉스나 세정액 등의 잔류를 적게 할 수 있다. 그 결과, 접속 신뢰성 및 절연 신뢰성이 향상된다.

<29> 또한, 도체 패드를 필드 비아의 형태로 형성하고, 최외측의 충간 수지 절연층 표면에서 노출되는 필드 비아 표면의 요철량을 충간 수지 절연층 상에 형성되는 도체 회로의 두께에 대하여  $-5 \mu\text{m} \sim +5 \mu\text{m}$ 로 함으로써, 필드 비아와 땜납볼의 접점을 많게 하여, 땜납 범프를 형성할 때의 젖음성을 향상시킬 수 있기 때문에, 범프 내로 보이드가 말려 들어가는 것이나, 범프의 미탑재(미싱 범프)를 적게 할 수 있음과 함께, 미세화에 쉽게 적합하게 된다.

<30> 또한, 인터포저를 필요로 하지 않기 때문에, 그 만큼의 박형화, 저비용화를 꾀할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

<31> 도 1은 본 발명에 관련된 프린트 배선판의 일 실시형태를 나타내는 단면도이다.

<32> 도 2는, 도 1에 나타내는 프린트 배선판에 IC 칩을 실장하고, 도터 보드(Daughter Board)에 탑재한 상태를 나타내는 단면도이다.

<33> 도 3a ~ 3c는 프린트 배선판 상에 땜납 범프를 형성하는 공정을 설명하는 도면이다.

<34> 도 4a ~ 4b는 땜납볼 탑재 장치의 구성을 나타내는 개략도이다.

<35> 도 5a는 프린트 배선판의 위치 결정을 설명하기 위한 개략도, 도 5b는 탑재통으로의 땜납볼의 공급을 설명하기 위한 개략도이다.

<36> 도 6a는 탑재통에 의한 땜납볼의 집합을 설명하기 위한 개략도, 도 6b는 탑재통에 의한 땜납볼의 집합, 유도를 설명하기 위한 개략도이다.

<37> 도 7a는 땜납볼의 접속 패드 상으로의 낙하를 설명하기 위한 개략도, 도 7b는 흡착 볼 제거통에 의한 땜납볼의 제거를 설명하기 위한 개략도이다.

<38> 도 8은 솔더 레지스트층 표면의 최대 표면 거칠기를 설명하기 위한 개략도이다.

- <40> 도 9 는 본 발명에 있어서의 범프 높이 (H) 와 솔더 레지스트층 개구 직경 (D) 의 관계를 설명하기 위한 개략도이다.
- <41> 도 10a ~ 10b 는 접속 패드로서의 필드 비아 표면의 요철을 설명하기 위한 개략도이다.
- <42> 도 11a ~ 11b 는 접속 패드 영역을 설명하기 위한 개략도이다.
- <43> **발명을 실시하기 위한 최선의 형태**
- <44> 본 발명의 프린트 배선판의 일 실시형태는, 도 9 에 나타내는 바와 같이, 배선 기판의 최외층에 형성한 솔더 레지스트층 (SR 층)에 개구부를 형성하고, 그 개구부로부터 노출되는 도체 회로의 일부를 접속 패드로서 형성하며, 그 접속 패드가  $200\mu\text{m}$  이하의 폭으로 배치됨과 함께, 접속 패드 상에 형성된 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H) 와 개구부의 개구 직경 (D) 의 비 ( $H/D$ ) 가 0.55 ~ 1.0 인 것을 특징으로 한다.
- <45> 본 발명의 일 실시형태에 있어서, 솔더 레지스트층에 형성한 개구부 내에 땜납 범프를 형성하기 위해서는, 종래와 같은 마스크를 사용한 인쇄법이 아니라, 후술하는, 미세 직경을 갖는 땜납볼을 볼 정렬용 마스크의 개구부를 통해서 접속 패드 상에 낙하시키는, 신규 방법 및 장치를 사용하여 실시하는 것이 바람직하다.
- <46> 우선, 신규한 땜납볼 탑재 방법 및 장치를 사용하여 제조하는 본 발명에 관련된 프린트 배선판에 대해서, 그 일 실시형태의 구성을 도 1 및 도 2 를 참조하여 설명한다.
- <47> 도 1 은 프린트 배선판 (10) 의 단면도를 나타내고, 도 2 는, 도 1 에 나타낸 프린트 배선판 (10) 에 IC 칩 (90) 을 실장하고, 도터 보드 (94) 에 탑재한 상태를 나타내고 있다. 도 1 에 나타낸 프린트 배선판 (10) 에서는, 코어 기판 (30) 의 양면에 도체 회로 (34) 가 형성되고, 그들 도체 회로는 스루홀 (36) 을 통하여 전기적으로 접속되어 있다.
- <48> 또, 코어 기판 (30) 의 도체 회로 (34) 위에 충간 수지 절연층 (50) 을 사이에 두고 도체 회로층을 형성하는 도체 회로 (58) 가 형성되어 있다. 이 도체 회로 (58) 는, 비아홀 (60) 을 통해서 도체 회로 (34) 에 접속되어 있다. 도체 회로 (58) 위에 충간 수지 절연층 (150) 을 사이에 두고 도체 회로 (158) 가 형성되어 있다. 이 도체 회로 (158) 는, 충간 수지 절연층 (150) 에 형성된 비아홀 (160) 을 통하여 도체 회로 (58) 에 접속되어 있다.
- <49> 솔더 레지스트층 (70) 은, 도체 회로 (158) 및 비아홀 (160) 을 피복하여 형성되고, 그 솔더 레지스트층 (70) 에 형성된 개구 (71) 에 니켈 도금층 (72) 및 금 도금층 (74) 을 형성함으로써, 접속 패드 (75) 가 형성되어 있다. 상면의 접속 패드 (75) 상에는 땜납 범프 (78U) 가, 하면의 접속 패드 (75) 상에는 BGA (볼 그리드 어레이 : 78D) 가 형성되어 있다.
- <50> 도 2 에 나타내는 바와 같이, 프린트 배선판 (10) 의 상면측 땜납 범프 (78U) 는 IC 칩 (90) 의 전극 (92) 에 접속되어 IC 실장 프린트 배선판을 구성하고, 이 IC 실장 프린트 배선판은, 그 하면측에 형성한 BGA (78D) 를 통해서 도터 보드 (94) 의 랜드 (96) 에 접속되어 있다.
- <51> 본 발명의 일 실시형태에 있어서, 솔더 레지스트층의 표면은, 적어도 전자 부품 실장 영역에 있어서 평탄화 처리를 실시하는 것이 바람직하다. 솔더 레지스트층과 땜납 범프는 열팽창 계수가 상이하기 때문에, 열 변화에 의해서 땜납 범프와 솔더 레지스트층의 경계 근방에서는 수축과 팽창을 반복한다. 솔더 레지스트층 표면에 큰 요철이 존재하는, 즉 평탄도가 불량한 경우에는, 땜납 범프 근방의 솔더 레지스트층의 체적이 적기 때문에 파괴되기 쉬워진다. 그래서, 솔더 레지스트층 표면의 평탄도를 어느 정도 작게 함으로써, 응력이 크게 가해지는 부분의 솔더 레지스트층의 체적을 증가시킬 수 있기 때문에, 응력이 집중되기 쉬운 굽곡부를 적게 하여, 내히트 사이클성을 향상시킬 수 있기 때문이다.
- <52> 상기 솔더 레지스트층의 평탄화된 표면은, 최대 표면 거칠기가  $0.8 \sim 3.0\mu\text{m}$  로 하는 것이 바람직하다.
- <53> 그 이유는, 최대 표면 거칠기가  $0.8 \sim 3.0\mu\text{m}$  인 범위 내에서는, 도체 패드 부근의 솔더 레지스트에 크랙이 잘 생기기 않거나, 언더필 내에 공기 (보이드) 가 말려 들어가거나 하지 않기 때문이다. 이 결과, 절연 신뢰성이나 접속 신뢰성이 향상된다.
- <54> 또한, 본 발명의 일 실시형태에 있어서, 평탄화 처리된 솔더 레지스트층의 표면을, 추가로 조화 처리를 실시하는 것이 바람직하다. 어느 정도 평탄화된 솔더 레지스트층 표면에 조화 처리를 실시하여 평탄화된 표면보다 더 작은 요철을 형성시킴으로써, 언더필의 젖음성을 향상시킬 수 있기 때문에, 솔더 레지스트층과 땜납 범프의

경계 근방의 좁은 간극 부분에도 언더필을 충전할 수 있어, 접속 신뢰성이 향상되기 때문이다.

<55> 상기 조화 처리된 솔더 레지스트층의 표면은, 평탄화된 표면의 최대 표면 거칠기보다 작고, 또한 산술 평균 거칠기 (Ra)로  $0.2 \sim 0.5\mu\text{m}$ 로 하는 것이 바람직하다.

<56> 그 이유는, 산술 평균 거칠기 (Ra)를  $0.2 \sim 0.5\mu\text{m}$ 의 범위 내로 함으로써, 언더필과의 밀착성을 높이거나, 솔더 레지스트 표면에 플러스 잔류물이나 세정 잔류물이 잘 잔류하지 않기 때문이다. 그 결과, 절연 신뢰성이나 접속 신뢰성이 향상된다.

<57> 또한, 도 1 및 도 2에서 알 수 있듯이, 전자 부품을 실장하기 위한 도체 패드로서 기판의 상면에 형성한 접속 패드 (75) 중, 중앙에 위치하는 2개의 접속 패드는 비아홀 (160) 바로 위의 랜드 형태로 형성되고, 그들에 인접하는 2개의 접속 패드는, 비아홀 (160)의 랜드에 인접하는 패드 형태로 형성되며, 또한, 좌우 양단에 위치하는 2개의 접속 패드는, 도체 회로 (158)의 배선 패턴의 일부로 이루어지는 패드 형태로 형성되어 있다.

<58> 또한, 하면의 접속 패드 (75) 중, 좌우 양단에 위치하는 2개의 접속 패드는, 비아홀 (160) 바로 위의 랜드 형태로 형성되고, 중앙에 위치하는 4개의 접속 패드는, 비아홀 (160)의 랜드에 인접하는 패드 형태로 형성되어 있다.

<59> 상기 땜납 범프 (78U)가 형성되는 접속 패드로서의 비아홀 (160)은 필드 비아인 것이 바람직하고, 층간 수지 절연층 (150) 표면에서 노출되는 필드 비아 표면의 요철량은, 도 10a ~ 10b에 나타내는 바와 같이, 도체 회로 (158)의 도체 두께에 대하여  $-5 \sim +5\mu\text{m}$ 의 범위가 바람직하다. 그 이유는, 필드 비아 표면의 오목량이  $5\mu\text{m}$ 를 초과 ( $-5\mu\text{m}$ ) 하면, 땜납볼과 필드 비아로 이루어지는 접속 패드의 접점이 적어지기 때문에 땜납 범프를 형성할 때에 젖음성이 불량해져, 범프 내로 보이드가 말려 들어가거나, 범프 미탑재 (미상 범프)로 되기 쉬워지기 때문이다. 한편, 필드 비아 표면의 볼록량이  $5\mu\text{m}$ 를 초과 ( $+5\mu\text{m}$ ) 하면, 도체 회로 (158)의 두께가 커져서, 미세화에 적합하지 않게 되기 때문이다.

<60> 또, 본 발명에서의 「전자 부품 실장 영역」이란, 대략 필드 비아 등의 전자 부품을 실장하기 위한 도체 패드가 형성된 영역 (이하, 간단히 「접속 패드 영역」이라고 한다)에 상당한다.

<61> 예를 들어, 도 11a는, 격자상 배열된 접속 패드 중 최외주의 접속 패드 전부가 직사각형의 각 변을 따라서 배열된 상태를 나타내고, 도 11b는, 격자상 배열된 접속 패드 중 최외주의 접속 패드의 일부가 직사각형의 각 변을 따라서 배열되어 있지 않은 상태를 나타내고 있는데, 어느 경우에서도, 접속 패드 영역을 직사각형으로 한 경우에는, 최외주의 접속 패드를 포함한 모든 접속 패드를 둘러싼 영역의 면적이 최소가 되도록 정해진 직사각형 영역을 「접속 패드 영역」이라고 한다.

<62> 도 3a ~ 3c는, 프린트 배선판 (10) 상에 본 발명에 관련된 땜납 범프를 형성하는 공정을 설명하는 도면이다.

<63> 우선, 프린트 배선판 (10)의 상면측 솔더 레지스트층 (70)에 형성된 개구 (71)에 형성한 도체 패드, 즉, 접속 패드 (75)를 피복하는 플러스층 (80)을 인쇄법에 의해 형성한다 (도 3a 참조).

<64> 다음으로, 프린트 배선판 (10)의 상면측 접속 패드 (75) 상에 후술하는 땜납볼 탑재 장치를 사용하여 미소한 땜납볼 (78s) (예를 들어 히타치 금속사 제조 또는 타무라사 제조)를 탑재한다 (도 3b 참조). 이러한 땜납볼은, 직경이  $40 \sim 200\mu\text{m}$  미만인 것이 바람직하다. 직경이  $40\mu\text{m}$  미만이면, 땜납볼이 지나치게 가볍기 때문에 접속 패드 상으로 떠나하지 않는다. 한편,  $200\mu\text{m}$  이상이 되면 반대로 지나치게 무겁기 때문에 통부재 내에 땜납볼을 집합시킬 수 없어, 땜납볼이 탑재되어 있지 않은 접속 패드가 존재하게 되기 때문이다. 미세화 대응을 위해서는, 직경이  $80\mu\text{m}$  이하인 땜납볼이 바람직하다.

<65> 그 후, 프린트 배선판 (10)의 하면측 접속 패드 (75) 상에, 예를 들어, 일본국 특허 제1975429호에 기재되어 있는 흡착 헤드를 사용하여, 통상적인 직경 ( $250\mu\text{m}$ )의 땜납볼 (78L)을 흡착하여 탑재한다 (도 3c 참조).

<66> 이어서, 리플로우로로 가열하여, 도 1에 나타내는 바와 같이 프린트 배선판 (10)의 상면측에  $60 \sim 200\mu\text{m}$  피치로 땜납 범프 (78U)를, 예를 들어 500 ~ 30,000 개, 하면측에  $2\mu\text{m}$  피치로 BGA (78D)를, 예를 들어 250 개 형성한다.

<67> 땜납 범프의 피치는 즉 접속 패드의 피치이고, 이 접속 패드의 피치가  $60\mu\text{m}$  미만이 되면, 그 피치에 적합한 땜납볼을 제조하는 것이 곤란해지기 때문이다. 한편, 접속 패드의 피치가  $200\mu\text{m}$ 를 넘으면, 협피치화에 대응하는 프린트 배선판을 얻을 수 없기 때문이다.

<68> 또, 도 2에 나타내는 바와 같이, 리플로우에 의해 땜납 범프 (78U)를 사이에 두고 IC 칩 (90)을 실장함으로

써 IC 실장 프린트 배선판 (10) 을 형성하고, 이 IC 실장 프린트 배선판 (10) 은, BGA (78D) 를 통해서 도터 보드 (94) 에 장착된다.

<69> 다음으로, 상기 서술한 프린트 배선판의 접속 패드 상에 미소한 땜납볼 (78s) 을 탑재하는 땜납볼 탑재 장치에 관해서, 도 4a ~ 4b 를 참조하여 설명한다.

<70> 도 4a 는 땜납볼 탑재 장치의 구성을 나타내는 구성도이고, 도 4b 는 도 4a 의 땜납볼 탑재 장치를 화살표 B 측에서 본 도면이다.

<71> 상기 땜납볼 탑재 장치 (20) 는, 프린트 배선판 (10) 을 위치 결정 유지하는 XYΘ 흡인 테이블 (14) 과, 그 XYΘ 흡인 테이블 (14) 을 승강시키는 상하 이동축 (12) 과, 프린트 배선판의 접속 패드 (75) 에 대응하는 개구를 구비한 볼 정렬용 마스크 (16) 와, 볼 정렬용 마스크 (16) 상을 이동하는 땜납볼을 유도하는 탑재통 (통부재 : 24) 과, 탑재통 (24) 에 부압 (負壓) 을 부여하는 흡인 박스 (26) 와, 잉여 땜납볼을 회수하기 위한 땜납볼 제거통 (61) 과, 그 땜납볼 제거통 (61) 에 부압을 부여하는 흡인 박스 (66) 와, 회수한 땜납볼을 유지하는 흡착 볼 제거 흡인 장치 (68) 와, 볼 정렬용 마스크 (16) 를 클램프하는 마스크 클램프 (44) 와, 탑재통 (24) 및 땜납볼 제거통 (61) 을 X 방향으로 이송하는 X 방향 이동축 (40) 과, X 방향 이동축 (40) 을 지지하는 이동축 지지 가이드 (42) 와, 다층 프린트 배선판 (10) 을 활상하기 위한 얼라인먼트 카메라 (46) 와, 탑재통 (24) 밑에 있는 땜납볼의 잔량을 검출하는 잔량 검출 센서 (18) 와, 잔량 검출 센서 (18) 에 의해 검출된 잔량에 근거하여 땜납볼을 탑재통 (24) 측으로 공급하는 땜납볼 공급 장치 (22) 를 구비한다.

<72> 상기 탑재통 (24) 및 땜납볼 제거통 (61) 은, 접속 패드 영역의 크기에 대응시켜 Y 방향으로 복수 나란하게 있다. 또, 복수의 접속 패드 영역에 대응한 크기로 해도 된다. 여기서, Y 방향은 편의적으로, X 방향으로 정렬시켜도 된다. XYΘ 흡인 테이블 (14) 은, 땜납볼이 탑재되는 프린트 배선판 (10) 을 위치 결정, 흡착, 유지, 보정한다. 얼라인먼트 카메라 (46) 는, XYΘ 흡인 테이블 (14) 상의 프린트 배선판 (10) 의 얼라인먼트 마크를 검출하고, 검출된 위치에 근거하여 프린트 배선판 (10) 과 볼 정렬용 마스크 (16) 의 위치가 조정된다. 잔량 검출 센서 (18) 는 광학적인 수법에 의해 땜납볼의 잔량을 검출한다.

<73> 계속해서, 땜납볼 탑재 장치 (20) 에 의한 땜납볼의 탑재 공정에 관해서 도 5 ~ 도 7 을 참조하여 설명한다.

#### <74> (1) 프린트 배선판의 위치 인식 및 보정

<75> 도 5a 에 나타내는 바와 같이, 프린트 배선판 (10) 의 얼라인먼트 마크 (34M) 를 얼라인먼트 카메라 (46) 에 의해 인식하고, 볼 정렬용 마스크 (16) 에 대해서 프린트 배선판 (10) 의 위치를 XYΘ 흡인 테이블 (14) 에 의해 보정한다. 즉, 볼 정렬용 마스크 (16) 의 개구 (16a) 가 각각 프린트 배선판 (10) 의 접속 패드 (75) 에 대응하도록 위치 조정한다. 또, 여기서는 도시의 편의상, 1 장분의 프린트 배선판 (10) 만을 나타내고 있지만, 실제로는 복수장의 프린트 배선판을 구성하는 워크시트 사이즈의 프린트 배선판에 대하여 땜납볼이 탑재되고, 땜납 범프의 형성 후에 개별편의 다층 프린트 배선판으로 잘라 나누어진다.

#### <76> (2) 땜납볼 및 땜납볼의 공급

<77> 도 5b 에 나타내는 바와 같이, 땜납볼 공급 장치 (22) 로부터 땜납볼 (78s) 을 탑재통 (24) 측으로 정량 공급한다. 여기서, 땜납볼로는 시판품 (예를 들어, 히타치 금속사 제조) 을 사용해도 되고, 예를 들어, 일본 공개 특허공보 2001-226705호에 기재된 제조 장치 및 제조 방법에 따라서 제조해도 된다.

<78> 이 땜납볼을 제조한 후, 원하는 땜납볼 직경보다 세로 및 가로의 치수가  $1\mu m$  만큼 작은 사각형 슬릿 (개구) 을 갖는 금속판 (예를 들어,  $25\mu m$  두께의 Ni) 위에 탑재하고, 그 위에서 땜납볼을 구름이동시켜 슬릿으로부터 낙하시킨다. 이것에 의해, 원하는 직경보다 작은 땜납볼이 제거된다. 그 후, 금속판 상에 남은 땜납볼을, 원하는 땜납볼 직경보다 세로 및 가로의 치수가  $1\mu m$  만큼 큰 사각형 슬릿을 갖는 금속판으로 분급하여, 슬릿으로부터 낙하된 땜납볼을 회수함으로써, 원하는 직경과 대략 동등한 직경을 갖는 땜납볼이 얻어진다.

#### <79> (3) 땜납볼의 탑재

<80> 도 6a 에 나타내는 바와 같이, 볼 정렬용 마스크 (16) 의 상방에, 그 볼 정렬용 마스크와 소정의 클리어런스 (예를 들어, 볼 직경의 50% ~ 300%) 를 유지하여 탑재통 (24) 을 위치시키고, 그 흡인부 (24B) 에서 공기를 흡인함으로써, 탑재통과 프린트 배선판 사이의 간극의 유속을  $5m/sec$  ~  $35m/sec$  로 하여, 당해 탑재통 (24) 의 개구부 (24A) 바로 아래의 볼 정렬용 마스크 (16) 상에 땜납볼 (78s) 을 집합시킨다.

<81> 그 후, 도 6b 및 도 7a 에 나타내는 바와 같이, 프린트 배선판 (10) 의 Y 축을 따라서 정렬된 탑재통 (24) 을,

X 방향 이동축 (40)에 의해서 X 축을 따라 수평 방향으로 이송한다. 이것에 의해, 볼 정렬용 마스크 (16) 상에 집합시킨 땜납볼 (78s)을 탑재통 (24)의 이동에 수반하여 이동시키고, 볼 정렬용 마스크 (16)의 개구 (16a)를 통해서 땜납볼 (78s)을 프린트 배선판 (10)의 접속 패드 (75)로 낙하, 탑재시켜 나간다. 이것에 의해, 땜납볼 (78s)이 프린트 배선판 (10) 측의 전체 접속 패드 상에 순차적으로 정렬된다.

<82> (4) 땜납볼의 제거

<83> 도 7b에 나타내는 바와 같이, 탑재통 (24)에 의해 잉여 땜납볼 (78s)을 볼 정렬용 마스크 (16) 상에 개구 (16a)가 없는 위치까지 유도한 후, 땜납볼 제거통 (61)에 의해 흡인 제거한다.

<84> (5) 기판의 취득

<85> 이어서, 흡인 테이블 (14)로부터 프린트 배선판 (10)을 떼어낸다.

<86> 이상 설명한 땜납볼 탑재 방법 및 땜납볼 탑재 장치 (20)에 의하면, 볼 정렬용 마스크 (16)의 상방에 탑재통 (24)을 위치시키고, 그 탑재통 (24)의 상부에 있는 흡인부 (24B)로부터 공기를 흡인함으로써, 땜납볼 (78s)을 집합시키고, 탑재통 (24)을 수평 방향으로 이동시킴으로써, 집합시킨 땜납볼 (78s)을 볼 정렬용 마스크 (16) 위에서 이동시켜, 볼 정렬용 마스크 (16)의 개구 (16a)를 통해서 땜납볼 (78s)을 프린트 배선판 (10)의 접속 패드 (75)로 낙하시킬 수 있다.

<87> 이 때문에, 미세한 땜납볼 (78s)을 확실히 프린트 배선판 (10)의 모든 접속 패드 (75)에 탑재시킬 수 있다. 또한, 땜납볼 (78s)을 비접촉식으로 이동시키기 때문에, 종래 기술과 같은 스퀴즈를 사용한 인쇄법과는 달리, 땜납볼에 흠집을 내지 않고서 접속 패드 (75)에 탑재할 수 있고, 땜납 범프 (78U)의 높이를 균일하게 할 수 있다.

<88> 따라서, 전술한 바와 같은 방법에 의하면, IC 등의 전자 부품의 실장성, 실장 후의 히트 사이클 시험, 고온·고습 시험 등의 내환경 시험이 우수하다.

<89> 또한, 제품의 평면도에 의존하지 않기 때문에, 표면에 기복이 많은 프린트 배선판이라도 땜납볼을 접속 패드에 적절히 탑재시킬 수 있다.

<90> 또한, 미소한 땜납볼을 확실하게 접속 패드 상에 탑재할 수 있기 때문에, 접속 패드의 피치가  $60 \sim 200\mu\text{m}$ 이고, 또한 솔더 레지스트의 개구 직경이  $40 \sim 150\mu\text{m}$ 인 협피치 배열의 프린트 배선판에 있어서도, 모든 범프에 있어서 그들의 높이가 대략 균일한 안정적인 땜납 범프를 형성할 수 있다.

<91> 그리고, 흡인력에 의해 땜납볼을 유도하기 때문에, 땜납볼의 응집, 부착을 방지할 수 있다. 나아가, 탑재통 (24)의 수를 조정함으로써, 여러 가지 크기의 워크 (워크시트 사이즈의 다층 프린트 배선판)에 대응할 수 있기 때문에, 단품종, 소량 생산에도 유연하게 적용할 수 있다.

<92> 전술한 바와 같은 땜납볼 탑재 장치에서는, 도 4b에 나타내는 바와 같이 탑재통 (24)을 워크 (워크시트 사이즈의 프린트 배선판)의 폭에 대응시켜 Y 방향으로 복수 정렬시키고 있기 때문에, 복수의 탑재통 (24)을, 열방향에 대하여 수직 방향 (X 방향)으로 이송시키는 것만으로, 땜납볼을 확실히 프린트 배선판 (10)의 모든 접속 패드 (75)에 탑재시킬 수 있다.

<93> 또, 땜납볼 제거통 (61)에 의해 볼 정렬용 마스크 (16) 상에 잔류한 땜납볼 (78s)을 회수할 수 있기 때문에, 잉여 땜납볼이 잔류하여 고장 등의 장애의 원인이 되는 일이 없다.

<94> 전술한 바와 같은 땜납볼 탑재 방법 및 장치를 사용하여 프린트 배선판의 접속 패드 상에 탑재된 땜납볼은, 리플로우 처리에 의해 소정의 높이를 갖는 땜납 범프가 되고, 그와 같은 땜납 범프를 사이에 두고 IC 칩이 기판 상에 실장되어, 본 발명에 관련된 프린트 배선판이 제조된다.

<95> (실시예 1)

<96> (1) 프린트 배선판의 제작

<97> 출발 재료로서 양면에 구리가 클래드된 적층판 (예를 들어, 히타치 화성 공업 주식회사 제조, 상품명 「MCL-E-67」)을 사용하여, 이 기판에 주지된 방법으로 스루홀 도체 및 도체 회로를 형성한다. 그 후, 주지된 방법 (예를 들어, 2000년 6월 20일 낙간 공업 신문사 발행의 「빌드업 다층 프린트 배선판」(다카기 키요시 저)에 기재)에 의해서, 충간 절연층과 도체 회로층을 번갈아 적층하고, 층외층의 도체 회로층에 있어서, 두께 :  $20\mu\text{m}$ , 직경 (도체 패드 직경) :  $150\mu\text{m}$ , 피치 :  $200\mu\text{m}$ , 개수 :  $50 \times 40$  (개) (격자상 배치)로 이루어지는 IC

칩 실장용 접속 패드군을 150 $\mu\text{m}$  의 접속 패드 영역 내에 형성한다.

<98> 이를 접속 패드를 형성한 영역의 면적은 150 $\mu\text{m}^2$  이었다. 이러한 접속 패드는, 예를 들어, 일본 공개특허공보 2000-357762호에 기재된 방법과 동일한 방법에 의해 형성된다.

<99> 또한, 접속 패드의 크기, 피치, 수, 배치를 변경하는 경우에는, 도금 레지스트의 패턴 (개구 직경, 피치, 배치 등) 을 변경함으로써 실시한다.

<100> 솔더 레지스트층의 형성은, 시판되는 솔더 레지스트를 사용하여 다음과 같은 인쇄 조건하에서 스크린 인쇄하고, 접속 패드를 회복하는 15 ~ 25 $\mu\text{m}$  두께 (접속 패드 상에서의 두께) 의 솔더 레지스트층을 형성한다.

<101> (인쇄 조건)

<102> 솔더 레지스트 잉크 : 히타치 공업사 제조, 상품명 「RPZ-1」

<103> 잉크 점도 : 45 ± 15Pa · s

<104> 스크린판 : 폴리에스테르 섬유제 (130 ~ 300 메시)

<105> 스퀴즈 속도 : 100 ~ 200 $\text{mm}/\text{초}$

<106> 이 실시예에서는, 솔더 레지스트층의 두께를 25 $\mu\text{m}$  로 형성한다.

<107> 그 후, 솔더 레지스트 개구부의 패턴 (마스크 패턴) 이 묘화된 포토마스크를 솔더 레지스트층에 밀착시킨 상태에서, 100 ~ 1000mj 의 자외선으로 노광하고, 10g/L 의 탄산나트륨 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 용액으로 현상 처리함으로써, 접속 패드 상에 직경 120 $\mu\text{m}$  의 개구를 형성한다.

<108> (2) 땜납볼의 탑재

<109> 상기 (1) 에서 제작한 프린트 배선판의 표면 (IC 실장면) 에 시판되는 로진계 플러스를 도포한 후, 땜납볼 탑재 장치의 흡착 테이블에 탑재하고, 프린트 배선판 및 볼 정렬용 마스크의 얼라인먼트 마크를 CCD 카메라를 사용하여 인식해서, 프린트 배선판과 볼 정렬용 마스크의 위치 맞춤을 실시한다.

<110> 여기서, 볼 정렬용 마스크는, 프린트 배선판의 접속 패드에 대응한 위치에 직경 175 $\mu\text{m}$  의 개구를 갖는 Ni 제 메탈 마스크를 사용한다. 그밖에, SUS 제나 폴리이미드제의 볼 정렬용 마스크를 사용하는 것도 가능하다.

<111> 한편, 볼 정렬용 마스크에 형성하는 개구 직경은, 사용하는 볼 직경에 대하여 1.1 ~ 1.5 배가 바람직하고, 또한 볼 정렬용 마스크의 두께는 사용하는 땜납볼 직경의 1/2 ~ 3/4 가 바람직하다.

<112> 다음으로, 접속 패드 영역에 대응한 크기 (접속 패드 영역에 대하여 1.2 ~ 3 배) 이고, 높이 200 $\text{mm}$  인 탑재통을 땜납볼 직경의 2 배의 클리어런스를 유지하여 메탈 마스크 (볼 정렬용 마스크) 상에 위치시키고, 그 주위 부근의 볼 정렬용 마스크 상에 Sn/Pb 땜납 ( $\text{Sn}/\text{Pb} = 63 : 37$ ) 으로 이루어지는 직경 145 $\mu\text{m}$  의 땜납볼 (히타치 금속사 제조) 을 탑재한다.

<113> 이 실시예에서는 땜납볼에 Sn/Pb 땜납을 사용하였지만, Ag, Cu, In, Bi, Zn 등의 군에서 선택되는 적어도 1 종류의 금속과 Sn 으로 이루어지는 Pb 프리 땜납이어도 된다. 그리고, 탑재통 상부로부터 공기를 흡인하고, 탑재통과 프린트 배선판 사이의 간극의 유속을 5 ~ 35 $\text{m/sec}$  로 조정하여, 탑재통 내에 집합시킨다.

<114> 그 후, 탑재통을 이동 속도 10 ~ 40 $\text{mm/sec}$  로 이동시켜 땜납볼을 구름이동시키고, 볼 정렬용 마스크의 개구부로부터 땜납볼을 낙하시켜 접속 패드 상에 땜납볼을 탑재한다.

<115> (3) 땜납 범프의 형성

<116> 또, 볼 정렬용 마스크의 여분의 땜납볼을 제거한 후, 땜납볼 정렬용 마스크와 프린트 배선판을 땜납볼 탑재 장치로부터 별개로 떼어내고, 마지막으로, 상기 프린트 배선판을 230°C 로 설정해둔 리플로우에 투입하여 땜납 범프를 형성한다.

<117> 땜납 범프의 형성 후, 솔더 레지스트 표면에서 돌출되어 있는 땜납 범프의 높이를 레이저 현미경 (상품명 「VX-8500」 : KEYENCE 사 제조, 또는 상품명 「WYKO NT-2000」 : 비코사 제조) 에 의해 측정한다.

<118> 또, 측정점은, 접속 패드군에 있어서의 4개의 모서리의 땜납 범프와 대략 중앙부에 위치하는 땜납 범프로, 토탈 5 개의 땜납 범프를 측정한 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는 66 $\mu\text{m}$ , 최대치는 70 $\mu\text{m}$  이었다.

&lt;119&gt; (4) IC 칩의 실장

<120> 각 땜납 범프의 높이를 측정한 후, IC 칩을 땜납 범프를 사이에 두고 실장하고, IC 칩과 솔더 레지스트 사이에 시판되는 언더필제를 충전하여 IC 실장 프린트 배선판을 제조한다.

&lt;121&gt; (실시예 2)

<122> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $20\mu\text{m}$  로 하고, 개구 직경  $160\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $140\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<123> 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $63\mu\text{m}$ , 최대치는  $68\mu\text{m}$  이었다.

&lt;124&gt; (실시예 3)

<125> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $15\mu\text{m}$  로 하고, 개구 직경  $155\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $135\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<126> 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $65\mu\text{m}$ , 최대치는  $70\mu\text{m}$  이었다.

&lt;127&gt; (실시예 4)

<128> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $10\mu\text{m}$  로 하고, 개구 직경  $150\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $130\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<129> 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $66\mu\text{m}$ , 최대치는  $68\mu\text{m}$  이었다.

&lt;130&gt; (실시예 5)

<131> 도금 레지스트의 패턴을 변경하여 접속 패드 직경 :  $120\mu\text{m}$ , 피치 :  $150\mu\text{m}$  로 변경하고, 솔더 레지스트 개구를 형성할 때의 포토마스크의 마스크 패턴을 변경하여 솔더 레지스트 개구 직경을  $90\mu\text{m}$  로 변경하고, 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $10\mu\text{m}$  로 하며, 개구 직경  $110\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $90\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<132> 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $46\mu\text{m}$ , 최대치는  $49\mu\text{m}$  이었다.

&lt;133&gt; (실시예 6)

<134> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $15\mu\text{m}$  로 하고, 개구 직경  $115\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $95\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 5 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<135> 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $45\mu\text{m}$ , 최대치는  $49\mu\text{m}$  이었다.

&lt;136&gt; (실시예 7)

<137> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $20\mu\text{m}$  로 하고, 개구 직경  $120\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $100\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 5 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<138> 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $47\mu\text{m}$ , 최대치는  $49\mu\text{m}$  이었다.

&lt;139&gt; (실시예 8)

<140> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $25\mu\text{m}$  로 하고, 개구 직경  $130\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $105\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 5 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<141> 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $47\mu\text{m}$ , 최대치는  $48\mu\text{m}$  이었다.

&lt;142&gt; (실시예 9)

- <143> 도금 레지스트의 패턴을 변경하여 접속 패드 직경 :  $80\mu\text{m}$ , 피치 :  $100\mu\text{m}$ 로 변경하고, 솔더 레지스트 개구를 형성할 때의 포토마스크의 마스크 패턴을 변경하여 솔더 레지스트 개구 직경을  $60\mu\text{m}$ 로 변경하고, 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $10\mu\text{m}$ 로 하며, 개구 직경  $60\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $50\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $31\mu\text{m}$ , 최대치는  $34\mu\text{m}$  이었다.
- <144> (실시예 10)
- <145> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $15\mu\text{m}$ 로 하고, 개구 직경  $70\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $55\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 9 와 동일하게 하여 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $33\mu\text{m}$ , 최대치는  $34\mu\text{m}$  이었다.
- <146> (실시예 11)
- <147> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $20\mu\text{m}$ 로 하고, 개구 직경  $70\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $60\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 9 와 동일하게 하여 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $33\mu\text{m}$ , 최대치는  $35\mu\text{m}$  이었다.
- <148> (실시예 12)
- <149> 솔더 레지스트의 인쇄 조건 (스크린판의 메시 및 인쇄 스피드) 을 조정하고, 솔더 레지스트의 막두께를  $25\mu\text{m}$ 로 하고, 개구 직경  $80\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $65\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 9 와 동일하게 하여 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $32\mu\text{m}$ , 최대치는  $34\mu\text{m}$  이었다.
- <150> (실시예 13)
- <151> 개구 직경  $190\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $160\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $84\mu\text{m}$ , 최대치는  $87\mu\text{m}$  이었다.
- <152> (실시예 14)
- <153> 개구 직경  $180\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $155\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 2 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $83\mu\text{m}$ , 최대치는  $86\mu\text{m}$  이었다.
- <154> (실시예 15)
- <155> 개구 직경  $180\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $150\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 3 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $83\mu\text{m}$ , 최대치는  $87\mu\text{m}$  이었다.
- <156> (실시예 16)
- <157> 개구 직경  $170\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $145\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 4 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $84\mu\text{m}$ , 최대치는  $86\mu\text{m}$  이었다.
- <158> (실시예 17)
- <159> 개구 직경  $120\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $100\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 5 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $63\mu\text{m}$ , 최대치는  $66\mu\text{m}$  이었다.
- <160> (실시예 18)
- <161> 개구 직경  $130\mu\text{m}$ 의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $105\mu\text{m}$ 의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 6 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $63\mu\text{m}$ , 최대치는  $66\mu\text{m}$  이었다.

다.

<162> (실시예 19)

개구 직경  $140\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $110\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 7 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $61\mu\text{m}$ , 최대치는  $67\mu\text{m}$  이었다.

<164> (실시예 20)

개구 직경  $140\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $115\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 8 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $61\mu\text{m}$ , 최대치는  $65\mu\text{m}$  이었다.

<166> (실시예 21)

개구 직경  $80\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $60\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 9 와 동일하게 하여 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $40\mu\text{m}$ , 최대치는  $43\mu\text{m}$  이었다.

<168> (실시예 22)

개구 직경  $85\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $65\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 10 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $40\mu\text{m}$ , 최대치는  $43\mu\text{m}$  이었다.

<170> (실시예 23)

개구 직경  $90\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $70\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 11 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $41\mu\text{m}$ , 최대치는  $44\mu\text{m}$  이었다.

<172> (실시예 24)

개구 직경  $95\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $75\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 12 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $42\mu\text{m}$ , 최대치는  $42\mu\text{m}$  이었다.

<174> (실시예 25)

개구 직경  $230\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $190\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $120\mu\text{m}$ , 최대치는  $120\mu\text{m}$  이었다.

<176> (실시예 26)

개구 직경  $230\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $185\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 2 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $121\mu\text{m}$ , 최대치는  $122\mu\text{m}$  이었다.

<178> (실시예 27)

개구 직경  $220\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $180\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 3 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $122\mu\text{m}$ , 최대치는  $126\mu\text{m}$  이었다.

<180> (실시예 28)

개구 직경  $200\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $175\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 4 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $122\mu\text{m}$ , 최대치는  $123\mu\text{m}$  이었다.

<182> (실시예 29)

개구 직경  $150\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $125\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 5 와 동일

한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $92\mu\text{m}$ , 최대치는  $94\mu\text{m}$  이었다.

<184> (실시예 30)

개구 직경  $150\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $130\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 6 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $90\mu\text{m}$ , 최대치는  $93\mu\text{m}$  이었다.

<186> (실시예 31)

개구 직경  $160\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $135\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 7 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $91\mu\text{m}$ , 최대치는  $93\mu\text{m}$  이었다.

<188> (실시예 32)

개구 직경  $170\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $140\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 8 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $90\mu\text{m}$ , 최대치는  $91\mu\text{m}$  이었다.

<190> (실시예 33)

개구 직경  $90\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $75\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 9 와 동일하게 하여 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $61\mu\text{m}$ , 최대치는  $63\mu\text{m}$  이었다.

<192> (실시예 34)

개구 직경  $100\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $80\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 10 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $60\mu\text{m}$ , 최대치는  $63\mu\text{m}$  이었다.

<194> (실시예 35)

개구 직경  $110\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $85\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 11 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $62\mu\text{m}$ , 최대치는  $63\mu\text{m}$  이었다.

<196> (실시예 36)

개구 직경  $120\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $90\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 12 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $60\mu\text{m}$ , 최대치는  $61\mu\text{m}$  이었다.

<198> (비교예 1)

개구 직경  $150\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $125\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $48\mu\text{m}$ , 최대치는  $50\mu\text{m}$  이었다.

<200> (비교예 2)

개구 직경  $150\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $120\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 2 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $46\mu\text{m}$ , 최대치는  $50\mu\text{m}$  이었다.

<202> (비교예 3)

개구 직경  $130\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $115\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 3 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $45\mu\text{m}$ , 최대치는  $47\mu\text{m}$  이었다.

<204> (비교예 4)

- <205> 개구 직경  $130\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $110\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 4 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $48\mu\text{m}$ , 최대치는  $50\mu\text{m}$  이었다.
- <206> (비교예 5)
- <207> 개구 직경  $100\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $80\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 5 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $35\mu\text{m}$ , 최대치는  $36\mu\text{m}$  이었다.
- <208> (비교예 6)
- <209> 개구 직경  $110\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $85\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 6 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $33\mu\text{m}$ , 최대치는  $35\mu\text{m}$  이었다.
- <210> (비교예 7)
- <211> 개구 직경  $115\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $90\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 7 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $36\mu\text{m}$ , 최대치는  $38\mu\text{m}$  이었다.
- <212> (비교예 8)
- <213> 개구 직경  $120\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $95\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 8 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $36\mu\text{m}$ , 최대치는  $39\mu\text{m}$  이었다.
- <214> (비교예 9)
- <215> 개구 직경  $55\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $40\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 9 와 동일하게 하여 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $22\mu\text{m}$ , 최대치는  $24\mu\text{m}$  이었다.
- <216> (비교예 10)
- <217> 개구 직경  $60\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $45\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 10 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $21\mu\text{m}$ , 최대치는  $23\mu\text{m}$  이었다.
- <218> (비교예 11)
- <219> 개구 직경  $70\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $50\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 11 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $20\mu\text{m}$ , 최대치는  $22\mu\text{m}$  이었다.
- <220> (비교예 12)
- <221> 개구 직경  $80\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $55\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 12 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $24\mu\text{m}$ , 최대치는  $26\mu\text{m}$  이었다.
- <222> (비교예 13)
- <223> 개구 직경  $260\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $220\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 1 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $155\mu\text{m}$ , 최대치는  $165\mu\text{m}$  이었다.
- <224> (비교예 14)
- <225> 개구 직경  $260\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $215\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 2 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $100\mu\text{m}$ , 최대치는  $180\mu\text{m}$  이었다.

&lt;226&gt; (비교예 15)

개구 직경  $250\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $210\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 3 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $150\mu\text{m}$ , 최대치는  $160\mu\text{m}$  이었다.

&lt;228&gt; (비교예 16)

개구 직경  $240\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $205\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 4 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $112\mu\text{m}$ , 최대치는  $158\mu\text{m}$  이었다.

&lt;230&gt; (비교예 17)

개구 직경  $180\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $155\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 5 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $88\mu\text{m}$ , 최대치는  $120\mu\text{m}$  이었다.

&lt;232&gt; (비교예 18)

개구 직경  $180\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $160\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 6 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $120\mu\text{m}$ , 최대치는  $180\mu\text{m}$  이었다.

&lt;234&gt; (비교예 19)

개구 직경  $190\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $165\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 7 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $120\mu\text{m}$ , 최대치는  $128\mu\text{m}$  이었다.

&lt;236&gt; (비교예 20)

개구 직경  $200\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $170\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 8 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $75\mu\text{m}$ , 최대치는  $160\mu\text{m}$  이었다.

&lt;238&gt; (비교예 21)

개구 직경  $140\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $105\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 9 와 동일하게 하여 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $80\mu\text{m}$ , 최대치는  $88\mu\text{m}$  이었다.

&lt;240&gt; (비교예 22)

개구 직경  $140\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $110\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 10 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $40\mu\text{m}$ , 최대치는  $90\mu\text{m}$  이었다.

&lt;242&gt; (비교예 23)

개구 직경  $140\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $115\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 11 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $80\mu\text{m}$ , 최대치는  $85\mu\text{m}$  이었다.

&lt;244&gt; (비교예 24)

개구 직경  $150\mu\text{m}$  의 볼 정렬용 마스크를 사용하여 직경  $120\mu\text{m}$  의 땜납볼을 탑재한 것 외에는, 실시예 12 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다. 그 결과, 땜납 범프 높이의 최소치는  $75\mu\text{m}$ , 최대치는  $90\mu\text{m}$  이었다.

<246> 여기서, 상기 실시예 1 ~ 36 및 비교예 1 ~ 24 에 따라서 제조된 IC 실장 프린트 배선판에 대해서, 다음과 같이 하여 내(耐)히트 사이클성을 평가하기 위한 시험을 실시하였다.

&lt;247&gt; (내히트 사이클성)

<248> 우선, IC 칩을 통한 특정 회로의 전기 저항 (IC 실장 프린트 배선판의 IC 칩 탑재면과는 반대측 면에 노출되고, 또한 IC 칩과 도통되어 있는 한 쌍의 접속 패드간 전기 저항) 을 측정하여, 그 값을 초기치로 하였다.

<249> 그 후, 그들 IC 칩 실장 프린트 배선판에,  $-55^{\circ}\text{C} \times 5$  분  $\leftrightarrow 125^{\circ}\text{C} \times 5$  분을 1 사이클로 하는 히트 사이클 시험을 1000 회 반복하여 실시하였다. 500 사이클 후, 1000 사이클 후의 전기 저항을 각각 측정하고, 초기치와의 변화율 ( $100 \times (\text{측정치} - \text{초기치}) / \text{초기치} (\%)$ ) 을 구하였다.  $\pm 10$  이내인 경우를 「양호」(○), 그 이외의 경우를 「불량」(×) 으로 평가하였다. 이 시험 결과를 표 1 및 표 2 에 나타낸다.

표 1

실시 예	접속패드 직경 ( $\mu\text{m}$ )	접속패드 피치 ( $\mu\text{m}$ )	SR 두께 ( $\mu\text{m}$ )	SR 개구직경 ( $\mu\text{m}$ )	땜납 블 ( $\mu\text{m}$ )	마스크 개구직경 ( $\mu\text{m}$ )	범프높이 (min) ( $\mu\text{m}$ )	범프높이 (max) ( $\mu\text{m}$ )	범프높이 / SR개구직경		히트사이클 시험
									500사이클	1000사이클	
실시 예 1	150	200	25	120	145	175	66	70	0.55	○	○
실시 예 2	150	200	20	120	140	160	63	68	0.53	○	○
실시 예 3	150	200	15	120	135	155	65	70	0.54	○	○
실시 예 4	150	200	10	120	130	150	66	68	0.55	○	○
실시 예 5	120	150	10	90	90	110	46	49	0.51	○	○
실시 예 6	120	150	15	90	95	115	45	49	0.50	○	○
실시 예 7	120	150	20	90	100	120	47	49	0.52	○	○
실시 예 8	120	150	25	90	105	130	47	49	0.52	○	○
실시 예 9	80	100	10	60	50	60	31	34	0.52	○	○
실시 예 10	80	100	15	60	55	70	33	34	0.55	○	○
실시 예 11	80	100	20	60	60	70	33	35	0.55	○	○
실시 예 12	80	100	25	60	65	80	32	34	0.53	○	○
실시 예 13	150	200	25	120	160	190	84	87	0.70	○	○
실시 예 14	150	200	20	120	155	180	83	86	0.69	○	○
실시 예 15	150	200	15	120	150	180	83	87	0.69	○	○
실시 예 16	150	200	10	120	145	170	84	86	0.70	○	○
실시 예 17	120	150	10	90	100	120	63	66	0.70	○	○
실시 예 18	120	150	15	90	105	130	63	67	0.70	○	○
실시 예 19	120	150	20	90	110	140	61	67	0.68	○	○
실시 예 20	120	150	25	90	115	140	61	65	0.68	○	○
실시 예 21	80	100	10	60	60	80	40	43	0.67	○	○
실시 예 22	80	100	15	60	65	85	40	43	0.67	○	○
실시 예 23	80	100	20	60	70	90	41	44	0.68	○	○
실시 예 24	80	100	25	60	75	95	42	42	0.70	○	○
실시 예 25	150	200	25	120	190	230	120	120	1.00	○	○
실시 예 26	150	200	20	120	185	230	121	122	1.01	○	○
실시 예 27	150	200	15	120	180	220	122	126	1.02	○	○
실시 예 28	150	200	10	120	175	200	122	123	1.02	○	○
실시 예 29	120	150	10	90	125	150	92	94	1.02	○	○
실시 예 30	120	150	15	90	130	150	90	93	1.00	○	○
실시 예 31	120	150	20	90	135	160	91	93	1.01	○	○
실시 예 32	120	150	25	90	140	170	90	91	1.00	○	○
실시 예 33	80	100	10	60	75	90	61	63	1.02	○	○
실시 예 34	80	100	15	60	80	100	60	63	1.00	○	○
실시 예 35	80	100	20	60	85	110	62	63	1.03	○	○
실시 예 36	80	100	25	60	90	120	60	61	1.00	○	○

&lt;250&gt;

표 2

비교 예	접속패드 직경 ( $\mu\text{m}$ )	접속패드 피치 ( $\mu\text{m}$ )	SR 두께 ( $\mu\text{m}$ )	SR 개구직경 ( $\mu\text{m}$ )	땜납 블 ( $\mu\text{m}$ )	마스크 개구직경 ( $\mu\text{m}$ )	범프높이 (min) ( $\mu\text{m}$ )	범프높이 (max) ( $\mu\text{m}$ )	범프높이 / SR개구직경		히트사이클 시험
									500사이클	1000사이클	
비교 예 1	150	200	25	120	125	150	48	50	0.40	○	×
비교 예 2	150	200	20	120	120	150	46	50	0.38	○	×
비교 예 3	150	200	15	120	115	130	45	47	0.38	○	×
비교 예 4	150	200	10	120	110	130	48	50	0.40	○	×
비교 예 5	120	150	10	90	80	100	35	36	0.39	○	×
비교 예 6	120	150	15	90	85	110	33	35	0.37	○	×
비교 예 7	120	150	20	90	90	115	36	38	0.40	○	×
비교 예 8	120	150	25	90	95	120	36	39	0.40	○	×
비교 예 9	80	100	10	60	40	55	22	24	0.37	○	×
비교 예 10	80	100	15	60	45	60	21	23	0.35	○	×
비교 예 11	80	100	20	60	50	70	20	22	0.33	○	×
비교 예 12	80	100	25	60	55	80	24	26	0.40	○	×
비교 예 13	150	200	25	120	220	260	155	165	1.29	×	×
비교 예 14	150	200	20	120	215	260	100	180	0.83	×	×
비교 예 15	150	200	15	120	210	250	150	160	1.25	×	×
비교 예 16	150	200	10	120	205	240	112	158	0.93	×	×
비교 예 17	120	150	10	90	155	180	88	120	0.98	×	×
비교 예 18	120	150	15	90	160	180	120	180	1.33	×	×
비교 예 19	120	150	20	90	165	190	115	120	1.28	×	×
비교 예 20	120	150	25	90	170	200	76	180	0.84	×	×
비교 예 21	80	100	10	60	105	140	80	88	1.33	×	×
비교 예 22	80	100	15	60	110	140	40	90	0.67	×	×
비교 예 23	80	100	20	60	115	140	80	85	1.33	×	×
비교 예 24	80	100	25	60	120	150	75	90	1.25	×	×

&lt;251&gt;

<252> 다음으로, 상기 실시 예 1 ~ 36 중, 실시 예 2, 7, 11, 14, 19, 23, 26, 31, 35 에 관해서, 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 다음과 같은 평탄화 처리를 실시하여 이루어지는 프린트 배선판을 제조하고, 그것들을 실시 예 37 ~ 45 로 하였다.

&lt;253&gt;

(실시 예 37)

- <254> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 2 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <255> (평탄화 처리)
- <256> 우선, 솔더 레지스트층 표면 중, IC 칩 실장용의 접속 패드 영역 (영역 면적 : 1200mm<sup>2</sup>, 접속 패드수 : 30000) 을, 표면 거칠기 측정계 (예를 들어, 상품명 「SURFCOM 480A」 : 도쿄 세이미츠사 제조, 또는 상품명 「WYKO N-2500」 : 비코사 제조)에 의해 측정하여, 도체 패드의 유무에서 기인한 요철량 (도 8 참조)을 조사하였다. 그 결과, 솔더 레지스트층 표면의 요철량은 7.2 ~ 9.8μm 이었다.
- <257> 이어서, 솔더 레지스트층 표면에 폴리에틸렌테레프탈레이트 (PET) 필름을 부착하고, 다음과 같은 평탄화 처리 조건으로, 폴리에틸렌테레프탈레이트 필름을 사이에 두고 솔더 레지스트층에 압력을 가하여 솔더 레지스트 표면을 평탄화하였다.
- <258> (평탄화 처리 조건)
- <259> 프레스 온도 : 60 ~ 80°C
- <260> 프레스압 : 3 ~ 5MPa
- <261> 프레스 시간 : 1 ~ 3 분
- <262> 평탄화 처리 후의 솔더 레지스트층의 표면 중 이미 측정한 영역과 동일한 영역을 동일한 표면 거칠기 측정계에 의해 측정하여, 평탄화 처리 후의 솔더 레지스트층 표면의 요철 정도를 조사하였다. 그 결과, 솔더 레지스트층의 평탄화된 표면의 요철량은 0.8 (최소 요철량) ~ 3.2μm (최대 요철량) 정도까지 작아져 있었다.
- <263> 또, 여기서 말하는 「최대 요철량」, 「최소 요철량」이란, 도 8 에 나타내는 바와 같이, 전자 부품 실장 영역에 있어서, 도체 패드 상 또는 도체 회로 상의 솔더 레지스트층의 높이와 인접하는 도체 패드 비형성부 또는 도체 회로 비형성부의 솔더 레지스트층의 높이와의 차 X1, X2, X3, X4, X5 … 중 최대치, 최소치를 각각 의미한다.
- <264> (실시예 38)
- <265> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 7 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <266> (평탄화 처리 조건)
- <267> 프레스 온도 : 60 ~ 80°C
- <268> 프레스압 : 3 ~ 5MPa
- <269> 프레스 시간 : 1 ~ 3 분
- <270> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 6.6 ~ 10.2μm 정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.7 ~ 3.0μm 정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.
- <271> (실시예 39)
- <272> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 11 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <273> (평탄화 처리 조건)
- <274> 프레스 온도 : 60 ~ 80°C
- <275> 프레스압 : 3 ~ 5MPa
- <276> 프레스 시간 : 1 ~ 3 분
- <277> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 8.4 ~ 9.3μm 정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.8 ~ 3.1μm 정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.
- <278> (실시예 40)

- <279> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 14 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <280> (평탄화 처리 조건)
- <281> 프레스 온도 : 60 ~ 80°C
- <282> 프레스압 : 3 ~ 5MPa
- <283> 프레스 시간 : 1 ~ 3 분
- <284> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 8.2 ~ 9.6 $\mu\text{m}$  정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.7 ~ 3.2 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.
- <285> (실시예 41)
- <286> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 19 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <287> (평탄화 처리 조건)
- <288> 프레스 온도 : 60 ~ 80°C
- <289> 프레스압 : 3 ~ 5MPa
- <290> 프레스 시간 : 1 ~ 3 분
- <291> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 9.9 ~ 10.2 $\mu\text{m}$  정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.8 ~ 3.3 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.
- <292> (실시예 42)
- <293> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 23 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <294> (평탄화 처리 조건)
- <295> 프레스 온도 : 60 ~ 80°C
- <296> 프레스압 : 3 ~ 5MPa
- <297> 프레스 시간 : 1 ~ 3 분
- <298> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 8.3 ~ 10.3 $\mu\text{m}$  정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.7 ~ 3.0 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.
- <299> (실시예 43)
- <300> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 26 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <301> (평탄화 처리 조건)
- <302> 프레스 온도 : 60 ~ 80°C
- <303> 프레스압 : 3 ~ 5MPa
- <304> 프레스 시간 : 1 ~ 3 분
- <305> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 9.1 ~ 9.8 $\mu\text{m}$  정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.5 ~ 3.1 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.
- <306> (실시예 44)
- <307> 솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 31 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<308> (평탄화 처리 조건)

프레스 온도 : 60 ~ 80°C

프레스압 : 3 ~ 5MPa

프레스 시간 : 1 ~ 3 분

<312> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 8.1 ~ 10.2 $\mu\text{m}$  정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.8 ~ 3.0 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.

<313> (실시예 45)

솔더 레지스트층 형성 후에, 솔더 레지스트층 표면에 대하여 다음과 같은 조건으로 평탄화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 35 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<315> (평탄화 처리 조건)

프레스 온도 : 60 ~ 80°C

프레스압 : 3 ~ 5MPa

프레스 시간 : 1 ~ 3 분

<319> 이 실시예에서 얻어진 솔더 레지스트층의 평탄화 전의 표면 요철량은 9.6 ~ 10.3 $\mu\text{m}$  정도의 비교적 요철이 큰 면이었지만, 평탄화된 표면은 0.7 ~ 3.0 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.

<320> 상기 실시예 37 ~ 45 에 따라서 제조한, 평탄화 처리가 실시된 IC 실장 프린트 배선판에 대해서, 실시예 1 ~ 36 과 동일하게 히트 사이클 시험하여 1000 사이클 후 및 1500 사이클 후의 전기 저항을 측정하고, 초기치와의 변화율 ( $100 \times (\text{측정치} - \text{초기치}) / \text{초기치} (%)$ ) 을 구하였다. ±10 이내인 경우를 「양호」(○), 그 외의 경우를 「불량」(×) 으로 평가하였다. 이 시험 결과를 표 3 에 나타낸다.

<321> 또, 평탄화 처리되어 있지 않은 실시예 2, 7, 11, 14, 19, 23, 26, 31, 35 에 따라서 제조한 IC 실장 프린트 배선판에 대해서도 동일하게 히트 사이클 시험하여, 전기 저항의 변화율을 구해 평가하였다. 이들 시험 결과도, 표 3 에 있어서 실시예 37 ~ 45 의 시험 결과에 병기하였다.

### 표 3

실시예	SR의 평탄화된 표면의 요철량		히트사이클 시험	
	최소 요철량	최대 요철량	1000사이클	1500사이클
실시예 37 (2)	0.8	3.2	○ (○)	○ (x)
실시예 38 (7)	0.7	3.0	○ (○)	○ (x)
실시예 39 (11)	0.8	3.1	○ (○)	○ (x)
실시예 40 (14)	0.7	3.2	○ (○)	○ (x)
실시예 41 (19)	0.8	3.3	○ (○)	○ (x)
실시예 42 (23)	0.7	3.0	○ (○)	○ (x)
실시예 43 (26)	0.5	3.1	○ (○)	○ (x)
실시예 44 (31)	0.8	3.0	○ (○)	○ (x)
실시예 45 (35)	0.7	3.0	○ (○)	○ (x)

<322>

<323> 이어서, 솔더 레지스트층 표면이 평탄화되어 이루어지는 상기 실시예 37 ~ 45 에 따라서 제조된 IC 실장 프린트 배선판에 대해서, 그들 평탄화 처리한 기판을 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리함으로써, 솔더 레지스트층의 평탄화된 표면에 추가로 미세한 요철면 (조화면) 을 형성하여 이루어지는 IC 실장 프린트 배선판을 제조하고, 그것들을 실시예 46 ~ 54 로 하였다.

<324> (실시예 46)

<325> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 37 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<326> (조화 조건)

조화액 : 과망간산칼륨 용액

농도 : 60 ~ 80g/L

<329> 온도 : 60 ~ 80°C

<330> 침지 시간 : 1 ~ 5 분

<331> 조화 처리 후, 솔더 레지스트 표면의 표면 거칠기를, 표면 거칠기 측정계 (예를 들어, 상품명 「SURFCOM 480A」 : 도쿄 세이미츠사 제조, 또는 상품명 「WYKO N-2500」 : 비코사 제조)에 의해 랜덤한 10 지점에서 측정하였다. 그 결과, 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra로 0.1 ~ 0.6μm 정도의 요철이 작은 면으로 되어 있었다.

<332> 또, 여기서 말하는 「표면 거칠기 (Ra)」란, JIS B0601에서 규정된 「산술 평균 거칠기 (Ra)」를 의미하는데, 상기 측정 결과에서 Ra에 범위가 있는 것은, 측정한 10 지점에서의 Ra 중 Ra가 가장 작은 것을 Ra(min), 가장 큰 것을 Ra(max)의 형식으로 표기한 것이다.

<333> 단, 표면 거칠기 측정은, 도체 회로 (패드) 형성 영역에 대응한 솔더 레지스트층 표면 및 도체 회로 비형성 영역에 대응한 솔더 레지스트층 표면 중의 랜덤한 10 점에서 측정하고, 도체 회로 형성 영역과 도체 회로 비형성 영역의 경계 부근에서는 측정하지 않았다.

<334> (실시예 47)

<335> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 38과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<336> (조화 조건)

<337> 조화액 : 과망간산칼륨 용액

<338> 농도 : 60 ~ 80g/L

<339> 온도 : 60 ~ 80°C

<340> 침지 시간 : 1 ~ 5 분

<341> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra로 0.2 ~ 0.5μm (Ra(min) ~ Ra(max)) 정도의 요철이 작은 조면 (粗面)으로 되어 있었다.

<342> (실시예 48)

<343> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 39와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<344> (조화 조건)

<345> 조화액 : 과망간산칼륨 용액

<346> 농도 : 60 ~ 80g/L

<347> 온도 : 60 ~ 80°C

<348> 침지 시간 : 1 ~ 5 분

<349> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra로 0.2 ~ 0.5μm 정도의 요철이 작은 조면으로 되어 있었다.

<350> (실시예 49)

<351> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 40과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<352> (조화 조건)

<353> 조화액 : 과망간산칼륨 용액

<354> 농도 : 60 ~ 80g/L

<355> 온도 : 60 ~ 80°C

<356> 침지 시간 : 1 ~ 5 분

<357> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra 로 0.2 ~ 0.7 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 조면으로 되어 있었다.

<358> (실시예 50)

<359> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 41 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<360> (조화 조건)

<361> 조화액 : 과망간산칼륨 용액

<362> 농도 : 60 ~ 80g/L

<363> 온도 : 60 ~ 80°C

<364> 침지 시간 : 1 ~ 5 분

<365> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra 로 0.1 ~ 0.5 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 조면으로 되어 있었다.

<366> (실시예 51)

<367> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 42 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<368> (조화 조건)

<369> 조화액 : 과망간산칼륨 용액

<370> 농도 : 60 ~ 80g/L

<371> 온도 : 60 ~ 80°C

<372> 침지 시간 : 1 ~ 5 분

<373> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra 로 0.1 ~ 0.5 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 조면으로 되어 있었다.

<374> (실시예 52)

<375> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 43 과 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<376> (조화 조건)

<377> 조화액 : 과망간산칼륨 용액

<378> 농도 : 60 ~ 80g/L

<379> 온도 : 60 ~ 80°C

<380> 침지 시간 : 1 ~ 5 분

<381> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra 로 0.2 ~ 0.5 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 조면으로 되어 있었다.

<382> (실시예 53)

<383> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 44 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.

<384> (조화 조건)

<385> 조화액 : 과망간산칼륨 용액

- <386> 농도 : 60 ~ 80g/L
- <387> 온도 : 60 ~ 80°C
- <388> 침지 시간 : 1 ~ 5 분
- <389> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra 로 0.2 ~ 0.6 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 조면으로 되어 있었다.
- <390> (실시예 54)
- <391> 솔더 레지스트층 표면에 평탄화 처리를 실시한 후, 추가로 다음과 같은 조건으로 조화 처리를 실시한 것 외에는, 실시예 45 와 동일한 방법으로 프린트 배선판을 제조하였다.
- <392> (조화 조건)
- <393> 조화액 : 과망간산칼륨 용액
- <394> 농도 : 60 ~ 80g/L
- <395> 온도 : 60 ~ 80°C
- <396> 침지 시간 : 1 ~ 5 분
- <397> 솔더 레지스트층의 조화 처리된 표면의 표면 거칠기는, Ra 로 0.1 ~ 0.5 $\mu\text{m}$  정도의 요철이 작은 조면으로 되어 있었다.
- <398> 상기 실시예 46 ~ 54 에 따라서 제조된 조화 처리되어 있는 IC 실장 프린트 배선판에 대해서, 실시예 1 ~ 36 과 동일하게 히트 사이클 시험하여 1500 사이클 후 및 2000 사이클 후의 전기 저항을 측정하고, 초기치와의 변화율 ( $100 \times (\text{측정치} - \text{초기치}) / \text{초기치} (\%)$ ) 을 구하였다. ±10 이내인 경우를 「양호」(○), 그 이외의 경우를 「불량」(×) 으로 평가하였다. 이 시험 결과를 표 4 에 나타낸다.
- <399> 또, 조화 처리되어 있지 않은 실시예 37 ~ 45 에 따라서 제조한 IC 실장 프린트 배선판에 대해서도 동일하게 히트 사이클 시험하여, 전기 저항의 변화율을 구해 평가하였다. 이들 시험 결과도, 표 4 에 있어서 실시예 46 ~ 54 의 시험 결과에 병기하였다.

#### 표 4

실시예	SR의 조화된 표면의 거칠기 ( $\mu\text{m}$ )		히트사이클 횟수	
	Ra(min)	Ra(max)	1500	2000
실시예 46 (37)	0.1	0.6	○ (○)	○ (×)
실시예 47 (38)	0.2	0.5	○ (○)	○ (×)
실시예 48 (39)	0.2	0.5	○ (○)	○ (×)
실시예 49 (40)	0.2	0.7	○ (○)	○ (×)
실시예 50 (41)	0.1	0.5	○ (○)	○ (×)
실시예 51 (42)	0.1	0.5	○ (○)	○ (×)
실시예 52 (43)	0.2	0.5	○ (○)	○ (×)
실시예 53 (44)	0.2	0.6	○ (○)	○ (×)
실시예 54 (45)	0.1	0.5	○ (○)	○ (×)

- <400>
- <401> 이상의 시험 결과로부터, 땜납 범프 높이 (H) 와 솔더 레지스트 개구 직경 (D) 의 비 (H/D) 가 0.55 ~ 1.0 의 범위이면, 접속 신뢰성이 높음을 알 수 있다. 또한, 주로, 솔더 레지스트층 아래에 위치하는 접속 패드의 유무에서 기인하는 솔더 레지스트층 표면의 요철이 평탄화되고, 그 평탄화된 표면의 거칠기가 최대 표면 거칠기 (요철량) 로 0.8 ~ 3 $\mu\text{m}$  인 경우에, 접속 신뢰성이 높아지는 것을 알 수 있다. 이는, 땜납 범프의 높이가 비교적 큰 경우에, IC 칩 하면과 솔더 레지스트층 표면 사이의 간격이 커지기 때문에, 솔더 레지스트층에 큰 요철 (단자) 이 있으면 언더필 (봉지체) 내에 보이드가 발생하기 쉬워지지만, 평탄화 처리에 의해 IC 칩 하면과 솔더 레지스트층 표면 사이의 간격의 편차가 작아지기 때문에, 언더필의 충전성이 좋아졌기 때문으로 추찰된다.

- <402> 그리고, 평탄화된 솔더 레지스트층 표면에 조화 처리에 의해서 형성된 미세한 요철이 존재하고, 그 조화된 표면의 거칠기가 산술 평균 거칠기 (Ra) 로 0.2 ~ 0.5 $\mu\text{m}$  이면, 접속 신뢰성이 더욱 높아짐을 알 수 있다. 이는, 언더필과 솔더 레지스트층 표면 사이의 밀착성이 향상되었기 때문이거나, 또는 표면의 오목부 내에 플렉스나 플렉스의 세정액이 잔류하기 어렵기 때문인 것으로 추찰된다.

&lt;403&gt; (HAST 시험)

<404> 실시예 1 ~ 54, 비교예 1 ~ 24에 따라서 제조된 프린트 배선판에 대해서, 인접해 있고, 단락되어 있지 않은 땜납 범프 사이에 3.3V의 전압을 가하면서, 온도 : 85°C, 습도 : 85%의 분위기에 50시간 방치하였다. 그 후, 전압을 인가한 땜납 범프간의 절연 저항을 측정하였다.

<405> 또, 절연 저항이  $10^7\Omega$  이상이면, 절연성이 「양호 ○」하고, 절연 저항이  $10^7\Omega$  미만이면 절연성이 「불량 ×」하다고 평가하였다.

<406> 그 결과는, 실시예 1 ~ 54 및 비교예 1 ~ 12에 관해서는 절연성이 양호 ○하고, 비교예 13 ~ 24에 관해서는 절연성이 불량 ×한 것이 확인되었다.

&lt;407&gt; (범프 내 보이드의 관찰)

<408> 실시예 1 ~ 54에 따라서 제조된 프린트 배선판에 대해서, 땜납 범프 내의 보이드를 X 선 텔레비전 시스템 (상품명 「SMX-100」: 시마즈 제작소 제조)을 사용하여 관찰하고, 보이드수를 측정하였다. 땜납 범프는 랜덤하게 100개 선택하여 관찰하였지만, 보이드의 존재는 확인되지 않았다.

<409> 또, 실시예 1 ~ 54에 따라서 제조된 프린트 배선판에 대해서, 접속 패드의 수를 2000개 (접속 패드 영역 : 150mm<sup>2</sup>)에서 30000개 (접속 패드 영역 : 1200mm<sup>2</sup>)로 변경한 것 외에는 실시예 1 ~ 54와 동일하게 IC 실장 프린트 배선판을 제작하고, 이를 각 실시예에 관해서, 실시예 1 ~ 54와 동일하게 히트 사이클 시험, HAST 시험, 땜납 범프 내 보이드의 관찰을 실시한 결과, 실시예 1 ~ 54와 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

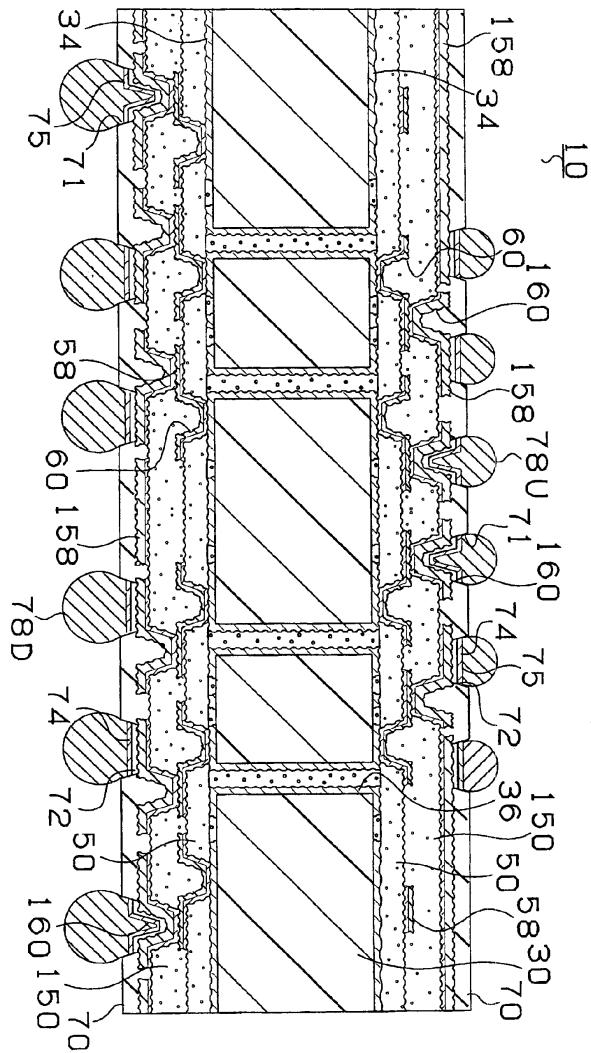
<410> 즉, 접속 패드수가 2000 ~ 30000개 (접속 패드 영역 면적 : 150 ~ 1200mm<sup>2</sup>)인 고밀도 실장에서는 IC 칩과 프린트 배선판의 열팽창 계수차에서 기인하는 전단 응력이 커지지만, 본 발명에 의하면, 접속 신뢰성 및 절연 신뢰성이 우수한 프린트 배선판을 제공할 수 있음이 확인되었다.

## &lt;411&gt; 산업상이용가능성

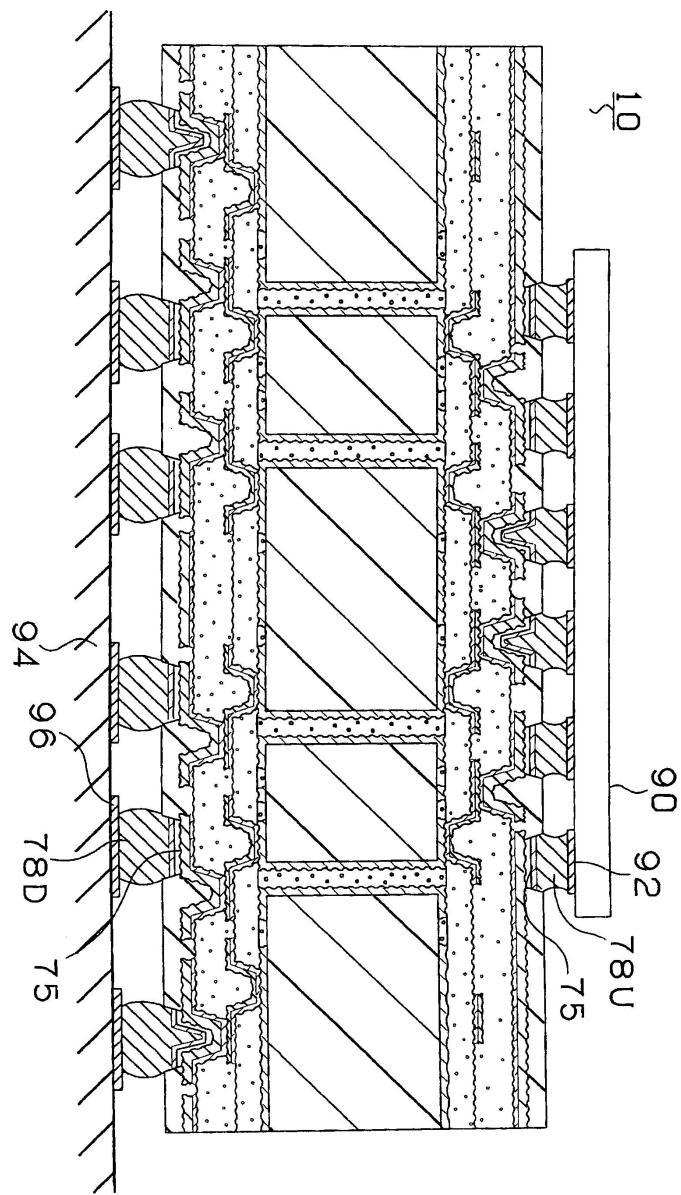
<412> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 프린트 배선판은, 땜납 범프의 피치가 200μm 이하인 협피치 구조에서도, 땜납 범프의 솔더 레지스트층 표면에서부터의 높이 (H)와 개구부의 개구 직경 (D)의 비 (H/D)를 0.55 ~ 1.0으로 함으로써, 접속 신뢰성 및 절연 신뢰성이 우수한 프린트 배선판을 제안한다.

도면

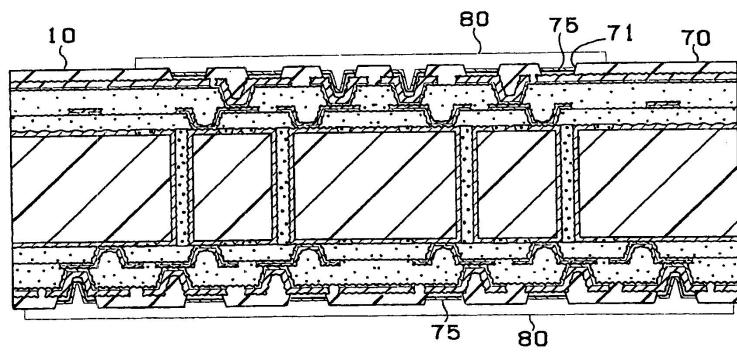
도면1



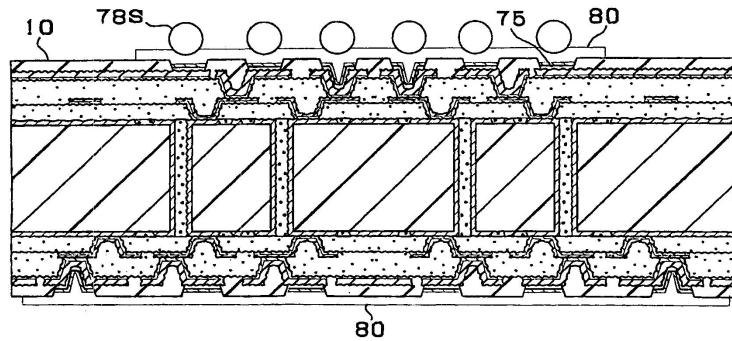
도면2



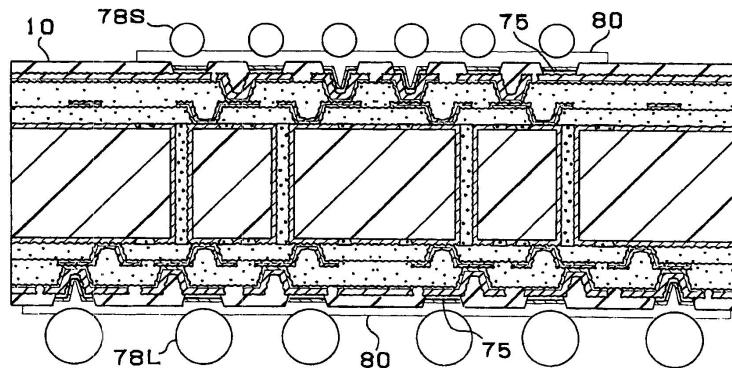
도면3a



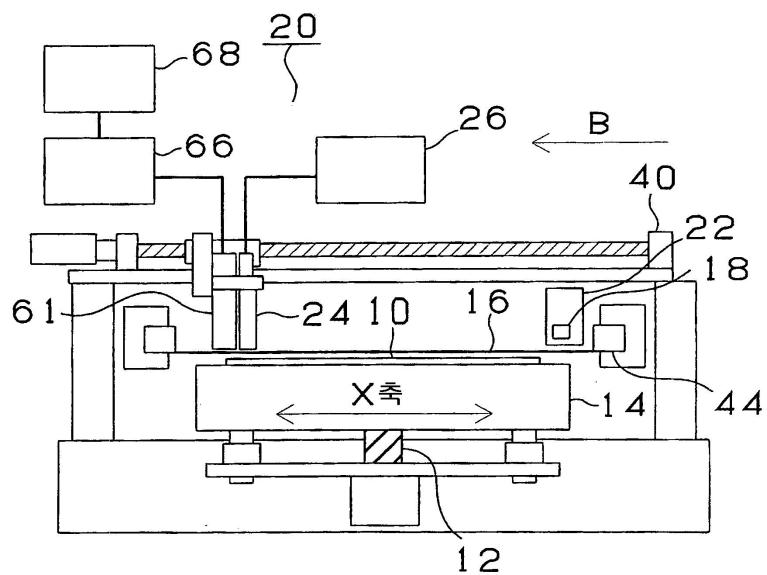
도면3b



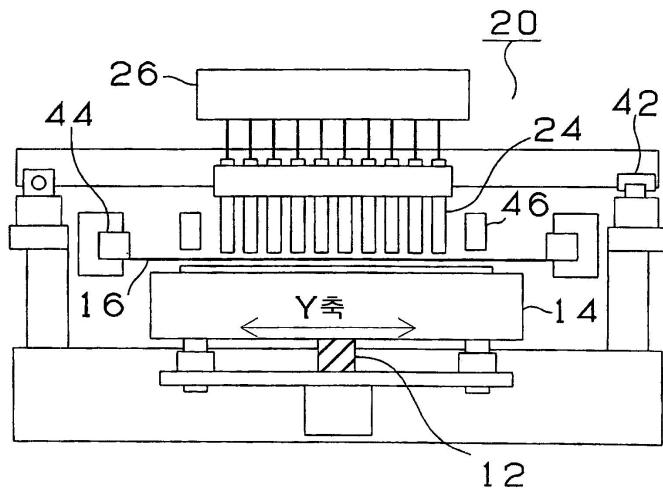
도면3c



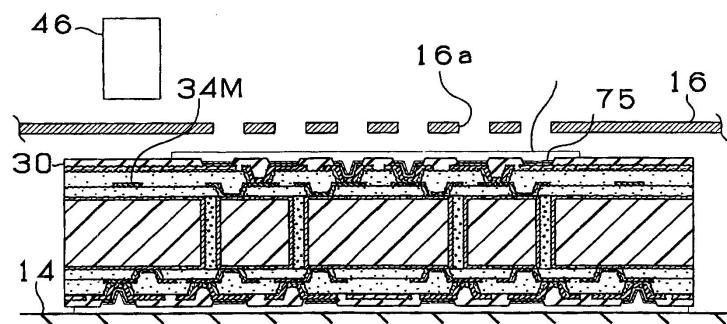
도면4a



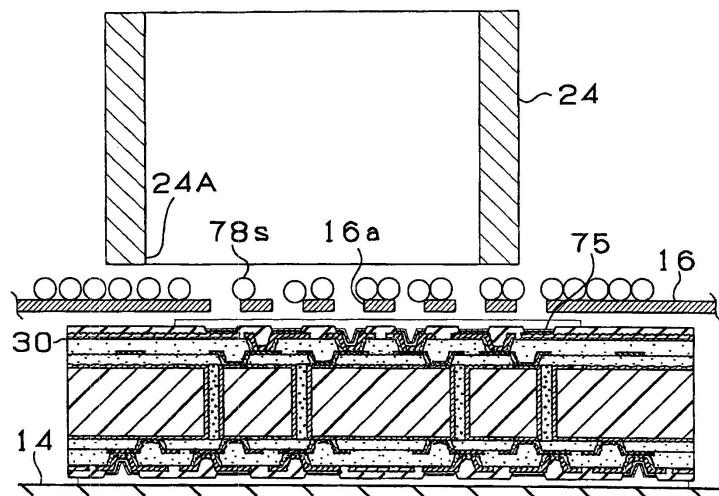
도면4b



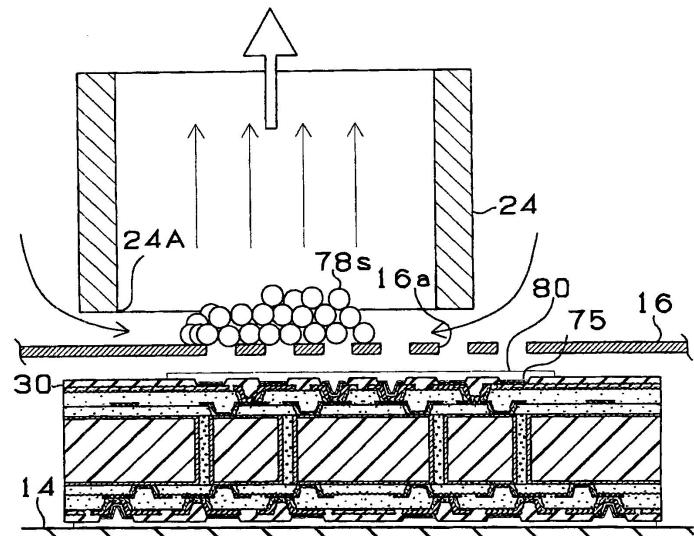
도면5a



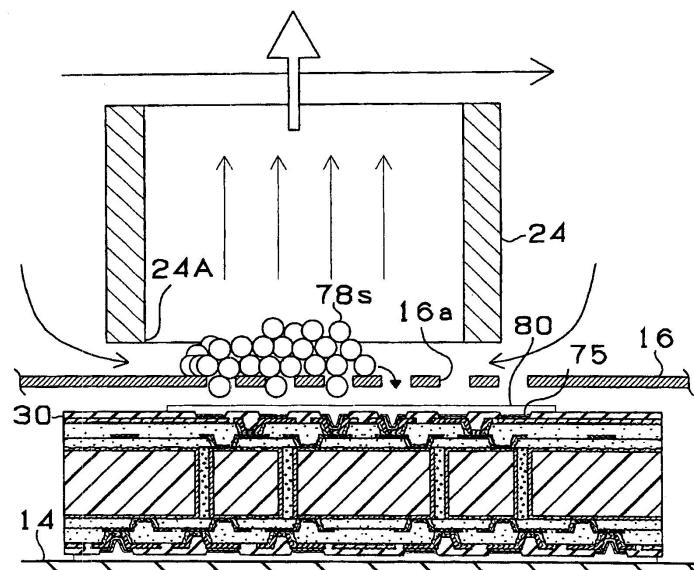
도면5b



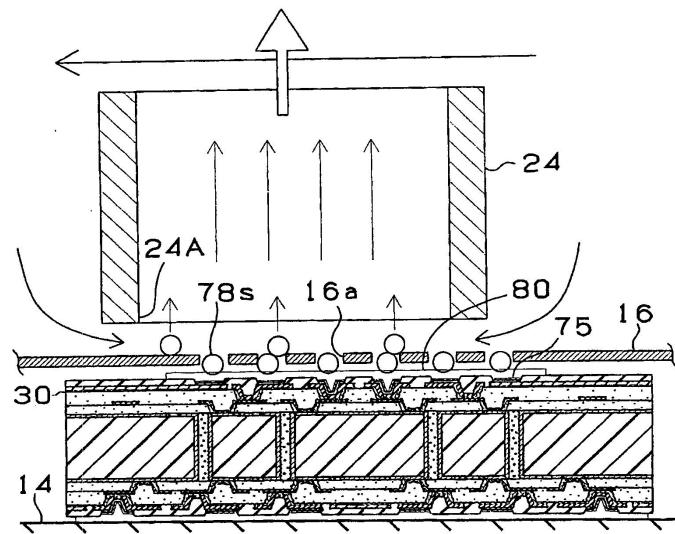
도면6a



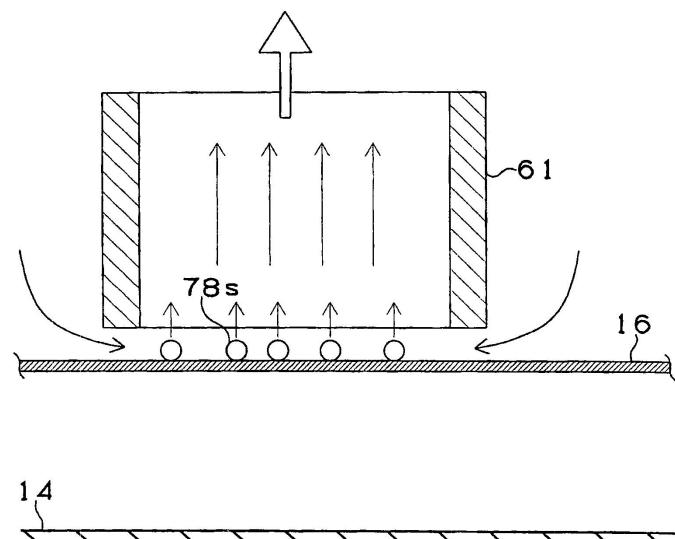
도면6b



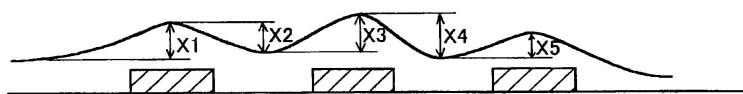
도면7a



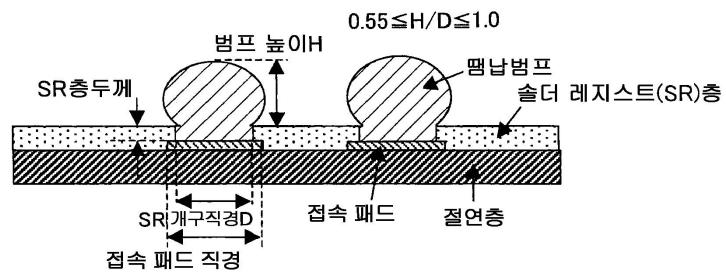
도면7b



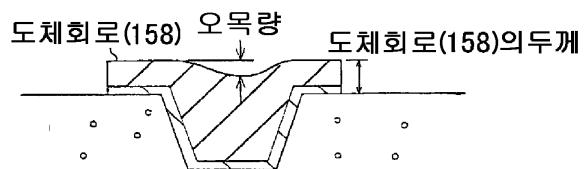
도면8



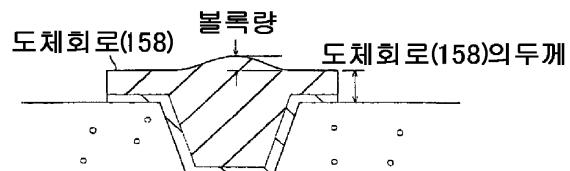
도면9



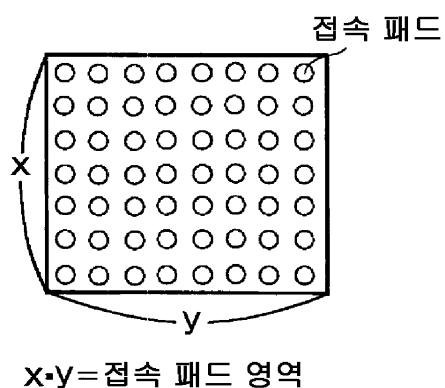
도면10a



도면10b



도면11a



도면11b

