

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 23/14

(11) 공개번호   특1999-0044151  
(43) 공개일자   1999년06월25일

(21) 출원번호	10-1998-0701384	(87) 국제공개번호	WO 1997/08749
(22) 출원일자	1998년02월25일	(87) 국제공개일자	1997년03월06일
번역문제출일자	1998년02월25일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1996/12606		
(86) 국제출원출원일자	1996년08월01일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 국내특허 : 아일랜드 중국 일본 대한민국		
(30) 우선권 주장	8/521134 1995년08월29일 미국(US)		
(71) 출원인	미네소타마이닝 앤드 매뉴팩처링 캄파니   스프레이그 로버트 월터 미합중국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427 3엠 센터 피터 비. 호저튼 미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427 케네스 이. 카를슨 미국, 미네소타 55133-3427, 세인트 폴, 포스트 오피스박스 33427		
(72) 발명자			
(74) 대리인	이상섭		

**심사청구 : 없음**

**(54) 견고하게 접착된 변형가능한 전자장치용 기판조립장치**

**요약**

본 발명은 기판 표면에 연성 금속 회로 트레이스(22) 배열을 갖는 마이크로전자 소자(10)용 변형가능한 기판 조립장치에 관한 것이다. 전자 소자를 상기 기판 조립장치에 견고하게 접착시키고, 소자로부터의 접착 소자(16)가 상기 트레이스에 접착할 때, 상기 기판은 상기 트레이스가 기판 표면에 침투될 때까지 트레이스를 위치적으로 변형하도록 각 접착 소자를 인가하는 물질적 특성을 갖는다.

**대표도**

**도 10**

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 마이크로 전자 조립장치와 이 장치의 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 마이크로 전자 소자를 기판 조립장치에 접착시키는 마이크로 전자 조립장치와 소자상의 접착부를 기판 조립장치상의 대응하는 접착부에 전기적으로 연결하는 것에 관한 것으로서, 특히 기판 표면에 연성 금속 회로 트레이스(trace)의 배열을 갖는 마이크로 전자 소자에 사용되는 변형 가능한 기판 조립장치에 관한 것이다. 전자 소자를 기판 조립장치에 견고하게 접착시키고 이 소자의 접속 성분을 트레이스들에 접속시킬 때, 이 트레이스들이 기판 표면을 통과할 때까지 이 트레이스들을 위치적으로 변형시키는 물질 성질을 갖는다.

**배경기술**

계속되는 마이크로전자 기술의 중요한 문제는 요구되는 최종 사용 환경에서 신뢰할 수 있는 조립장치를 형성하기 위해 접속된 상호접속 회로를 갖는 복수의 집적 회로 장치를 팩킹(packaging)하는데 계속적으로 노력해왔다. 이러한 증가된 장치 조밀도는 기판 상에 서로 매우 근접(높은 피치)하게 패킹되는 얇은 회로 트레이스를 요구한다. 또한 빠른 정보 흐름 속도를 요구하는데는 더 높은 신호 주파수를 필요로 한다. 이러한 필요성을 만족시키기 위해, 칩을 회로 기판에 직접 부착하는 플립 칩 직접 부착법(FDCA)을 사용하고, 소자들간의 통로길이를 가장 짧게 하여 높은 주파수로 신호 전달 지연을 최소화한다.

FDCA로 사용되는 가장 보편적인 수단은 뿔뿔 뿔(bump)/플립 칩 상호접착 방법이다. 종래의 뿔뿔 뿔/플립 칩 상호접착 기술은 제어 컬럼스 칩 접속('C4')이며, 야금 뿔뿔 접착은 칩과 기판 사이에 기계적이고 전기적인 상호 접착을 제공한다. C4 기술을 이용하여 제한된 많은 기판 물질과 칩 설계를 위한 신뢰할 수 있는 전기적 상호접착을 성취할 수 있다. 또한, 역류 뿔뿔 결착의 형태와 높이는 수행도의 신뢰성에 중요하며, 정교하고 고비용의 공정을 이용하는 것을 요구하며, 강한 Pad Layer Metallurgy(PLM) 공정으로 처리한다. C4 처리는 본래의 피치 한계를 가지며, 평면과 휨과 같은 기판의 결함을 만족시킬 수 없

다. 칩과 기판 사이의 부적당한 열 확산 계수(CTE)는 결과적으로 C4 처리에서 역류 땀납 상호접착에서 높은 전단 응력을 생성하고, 상호 접착의 신뢰도를 절충할 수 있다. R. R. Tummala와 E. J. Rymaszewski의 Microelectronics Packaging Handbook(Van Norstrand Reinhold, 1989: 페이지 280-309; 366-391) 및 K. Nakamura의 Nikkei Microdevices(June 1987)를 참조한다. 계속되는 실패의 요인은 이러한 높은 전단 응력에 반응하는 것처럼 땀납 결착에서 발생하는 모든 크래킹(cracking)의 결과이다. 땀납 범프 결착의 고유 결함은 FDOCA와 다른 응용장치에 사용되는 확실한 상호접착의 또다른 기술 수단을 생성한다.

하나의 방법은 열 접착가능 접착제 사용 방법이고, 기계적인 플립 칩 결속을 제공하며 기판에 야금 전기적 상호접속보다 오히려 압력을 이용하기 위해 경화성이거나 아닐 수 있다. 칩상의 접착성 또는 또다른 금속성 범프내의 전도성 입자는 이러한 방법에 사용되는 전기적인 상호 접속 매체를 제공한다. 매체내에 열 및/또는 경화 수축 압력은 압력을 이용하여 접촉하는데 요구된다.

Hatada의 미국 특허 제4,749,120호에서 도 1A와 도 1B에 도시된 접착 결속 처리에 있어서, 전자 장치(10)상의 금속 결속부(14)는 범프로 거론되고,

- (1) 범핑된 장치(10)와 기판(16) 사이에 절연 접착 수지(22)를 투여하는 방법과,
- (2) 도선 패턴(20)상에 대응하는 결속부를 갖고 장치상에 범프(14)를 배열하는 방법과,
- (3) 도구(24)를 갖고 압력을 인가하여 범프(14)와 도선 패턴(20)을 서로 누르는 방법과,
- (4) 절연 수지(22)를 견고하게 하기 위해 빛이나 열(28)을 인가하는 방법,
- (5) 수지(22)를 견고하게 한후 압력을 제거하는 방법을 이용하여 도선 기판(16)상의 회로 도선 패턴(20)에 전기적으로 접속된다.

하타다(Hatada) 특허 '120의 도 2에 도시된 또다른 실시예에 있어서, 부드럽고 낮은 용융점을 갖는 금속(30)은 범프(14)와 도선 패턴(20) 사이에 인가된다. 만일 장치(10)가 극 온도나 기계적인 힘에 노출된다면, 라인 49-58의 열 4에 있는 하타다 특허 상태에 있어서, 금속(30)은 범프(14)와 도선 기판(16) 사이에 전기적인 접합을 유지하도록 흡수제처럼 작동한다.

하타다 처리는 도선 기판상의 범프와 회로 사이에 전기적인 접속을 하기 위해 접착 수축에 따르며 땀납 역류에 따르지 않는다. 따라서 접착제 접착 절차는 미세한 피치 접속을 위한 전위를 제공하고, C4 처리와 관련된 많은 난점을 제거한다. 접착제 수축은 역류된 땀납으로부터 준비된 것보다 압력을 받지 않는 접속을 이용하는 압력을 생성한다. 게다가, 접착제는 캡슐에 싸고 주위 환경과 기계적인 압력으로부터 보호된다.

불행하게도, 땀납 역류 단계의 제거는 범프 높이의 변화와, 기판상의 트레이스 높이 변화와, 기판의 왜곡 및 결속 압력 배전의 비균일에 따른 결함을 충족시키는 메커니즘을 제공하지 않는다. 회로 기판의 평면도의 결함과 같은 '120 특허의 col. 1의 하타다 상태는 C4 공정에서 땀납 접착의 신뢰도를 손상시킬 수 있다. 공정에서 사용되는 딱딱하고 높은 모듈러스 물질(하타다의 라인 37-41의 난 3에서의 유리, 세라믹, 수진 또는 금속)과 범프 물질로 사용되는 상대적으로 낮은 수율 압력(Au, Ag, Cu, 땀납)을 갖는 금속을 생각해보면, 플라스틱 변형의 범프는 이러한 결함을 충족시켜야하고, 전기적인 접속의 신뢰도를 유지해야 한다. 하지만, 플라스틱 변형 범프는 수용하기 어려운 높은 접착력을 요구한다. 게다가, 개선된 신뢰도 검사는 대체로 하타다에 기술된 접속을 이용하는 압력이 접착제 매트릭스내의 이완과 팽창함을 충족시키는데 제한된다. 만일 통합된 회로 장치의 고밀도 배열이 전기적으로 신뢰할 수 있게 회로 구조에 접속될 수 있다면, 결속된 회로 조립 장치는 접속력을 감소시키는 동안 접속부를 가로지르는 범프 높이와 접속 압력을 충족시키도록 처리되어야 한다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 언팩된 전기 장치, 즉 집적 회로 장치(IC)가 변형가능한 기판의 표면에 인가된 회로 구조물에 직접적으로 장착되는 전기적인 '플립칩' 접속에 관한 것이다. IC 상의 접속 소자와 회로 기판 사이의 전기적인 접속은 접착제 함성물로 만들어지고 유지된다. 현재의 발명가들은 IC 접속 소자가 기판상의 회로 구조물을 접속시켜 위치적으로 변형가능한 회로 기판 물질을 제공함으로써 회로 구조물 결속 처리에 대한 IC를 최소화 하는동안, IC상의 접속 소자의 높이에 대한 변화와 기판상의 회로 구조물의 높이에 대한 변화와 기판의 왜곡 및 압력 배분의 비균일성의 원인이 되는 견고하게 접속된 회로 조립물에서의 전기적인 접속에 악영향을 준다는 것을 인지한다.

한 측면으로, 본 발명은 연성 금속 회로 트레이스를 표면에 갖는 변형가능한 기판을 포함하는 견고하게 접속된 마이크로전자 장치를 장착하는 기판 조립물을 제공한다. 접착제 접속 시행 동안, IC 장치상의 접속 소자가 트레이스를 접속시키는 것처럼, 상호접속된 소자와 트레이스가 소정의 거리로 기판의 표면으로 관통할 때까지 본 발명에 대한 기판은 각 결속 소자가 위치적으로 변형가능하게 하는 물질 특성을 갖는다. 기판에서의 이러한 배치 변형은 결과적으로 소자들간의 밀접한 높은 보전 전기 접속을 변형하는 회로 트레이스와 IC 결속 소자 사이의 '납땀 처리(wiping action)'를 생성한다. 게다가, 기판에서의 변형은 접속 소자의 높이와 접속 영역에 미치는 접속 압력의 변화를 전기적인 접속을 둘러싸는 물질의 과도한 압력을 생성하지 않고 수용할 수 있다.

본 발명에 따른 기판을 만드는 물질은 접속 온도에서 위치적으로 변형가능해야 하며, 접속 소자에 의해 변형된 회로 트레이스는 소자와 트레이스 사이를 확실하게 전기적으로 접속시키기에 충분한 거리로 표면으로 관통해야 한다. 바람직하게도, 본 발명에 대한 변형가능한 기판은 조립물을 접속시키는데 사용되는 접착제를 가공하는 온도 아래인 유리 전이 온도(Tg)(본 명세서에서는 '접착 온도(bonding temperature)')를 갖는 중합 물질로 만들어진다. 게다가, 기판을 만드는 중합 물질의 접착 온도에서 압축 수율은 접착 온도에서 IC 상의 접속 소자의 수율 보다 작다. 이러한 것은 종래 기술에 개시된 딱딱한 기판을 요구하는 힘보다 더 낮은 접착력으로 높은 보전 접속을 형성할 수 있다.

기판의 표면에 배열되어 형성된 회로 트레이스는 찢어지지 않고 접착 온도에서 작은 크기/위치 플라스

터 변형을 인가하기에 충분한 두께를 갖는 연성 금속 물질로 만들어져야 한다. 이러한 금속 성질은 IC 접속 소자가 트레이스를 초기 위치상으로 변형가능하고, 따라서 접착이 발생하는 동안 기판의 표면으로 일부를 누르게 된다.

또다른 측면에 있어서, 본 발명은 IC와 상기 기술된 기판 조립물 사이에 매우 안정적이고 확실한 전기적인 상호접속을 갖는 견고하게 결속된 마이크로전자 회로 조립물을 제공한다.

본 발명은 결속된 마이크로전자 회로 조립물을 만드는 방법으로 확장한다. 본 발명의 방법에 있어서, 금속 접속부를 갖는 전자 장치와, 본 발명의 기판 조립물 및 접착제를 포함하는 스택과 같은 구조가 된다. 금속 접속부는 기판 조립물상에 패턴화된 회로 트레이스를 갖고 배열되며, 접착제는 종래의 기술에 개시된 바람직한 방법에 의해 견고해진다. 접속력은 회로 트레이스와 전기적으로 접촉하는 접속부를 누르도록 스택에 인가되어, 이 트레이스가 소정의 거리만큼 기판의 표면으로 연장된다.

본 발명에 따른 변형가능한 기판 조립물은 종래의 딱딱한 기판을 요구하는 접속력보다 더 낮은 접속력으로 매우 확실한 플립칩 접속을 형성한다. 또한, 본 발명에 사용된 기판 물질의 변형가능한 성질은 IC 접속부와 회로 구조의 변형을 수용하고, 반복되는 이완을 발생시키는 전기적인 접속을 손상시킬 수 있는 위치의 압력부를 형성하지 않으며, IC와 기판 사이에 접착 매트릭스에서 팽팽하게 한다.

### 도면의 간단한 설명

도 1A는 본 발명에 따른 사용된 구성 요소에 대한 단면도.

도 1B는 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스와 IC 범프 사이의 접착을 나타내는 단면도.

도 1C는 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스와 IC 범프 사이의 완전한 접착을 나타내는 단면도.

도 2A는 제1 실시예에서 형성된 전자 회로 조립물에 대한 환경에 따른 검사의 결과를 나타내는 도면.

도 2B는 제2 실시예에서 형성된 전자 회로 조립물에 대한 환경에 따른 검사의 결과를 나타내는 도면.

도 3A는 제3 실시예에서 형성된 전자 회로 조립물에 대한 환경에 따른 검사의 결과를 나타내는 도면.

도 3B는 제4 실시예에서 형성된 전자 회로 조립물에 대한 환경에 따른 검사의 결과를 나타내는 도면.

도 4는 접속 처리에 앞서 얻어진 500배로 확대한 3M-D120X 검사 칩상의 범프의 일부분에 대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 5A는 본 발명에 따른 기판 조립물에 견고하게 결합된 전자 장치를 나타내는 MCC '슬림' 검사칩을 18배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 5B는 도 5A에 도시된 검사 칩상의 연속한 범프를 150배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 5C는 도 5A에 도시된 검사 칩상의 범프를 400배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 5D는 도 5A에 도시된 검사 칩상의 범프를 1500배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 6A는 제1 실시예에 도시된 접속 절차로 실시된 3M-D120X 검사 칩상의 범프로부터 분리된 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스를 50배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 6B는 제1 실시예에 도시된 접속 절차로 실시된 본 발명에 따른 기판 조립물의 회로 트레이스로 부터 분리된 3M-D120X 검사 칩상의 범프를 50배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 7A는 접착제를 사용하지 않고 제1 실시예에 도시된 접속 절차로 실시된 3M-D120X상의 범프로부터 분리된 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스를 100배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 7B는 1000배로 확대한 도 7A에 도시된 회로 트레이스의 일부를 나타내는 도면.

도 7C는 접착제를 사용하지 않고, 제1 실시예에 도시된 접속 절차로 실시된 본 발명에 따른 기판 조립물의 회로 트레이스로 부터 분리된 3M-D120X 검사 칩상의 범프를 100배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 7D는 1000배로 확대한 도 7C에 도시된 범프의 일부를 나타내는 도면.

도 8A는 실시예를 수직에서 70° 로 회전시킨 도 7A에 도시된 접속을 190배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 8B는 실시예를 수직에서 70° 로 회전시킨 도 7C에 도시된 접속을 200배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 9A는 제1 실시예에 도시된 접속 절차로 실시된 3M-D120X 검사 칩상의 범프로부터 분리된 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스를 800배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 9B는 제1 실시예에 도시된 접속 절차로 실시된 본 발명에 따른 기판 조립물의 회로 트레이스로 부터 분리된 3M-D120X 검사 칩상의 범프를 800배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 10A는 도 7A에 도시된 실시예를 부분확대한 접속부를 5000배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 10B는 도 7C에 도시된 실시예를 부분확대한 접착제를 5000배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 11A는 133N의 접착력으로 본 발명에 따른 기판 조립품상의 회로 트레이서에 접속된 범프에 대한 부분

단면을 500배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 11B는 도 11A에 도시된 접착제를 1000배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 11C는 200N의 접착력으로 본 발명에 따른 기판 조립품상의 회로 트레이서에 접착된 범프에 대한 부분 단면을 500배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 11D는 도 11C에 도시된 접착제를 1000배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 11E는 267N의 접착력으로 본 발명에 따른 기판 조립품상의 회로 트레이서에 접착된 범프에 대한 부분 단면을 500배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 11F는 도 11E에 도시된 접착제를 1000배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 12A 내지 도 12D는 제5 실시예에 따른 매우 강하게 접착된 조립물에 대한 단면을 500배로 확대한 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 12E 내지 도 12H는 도 12A 내지 도 12D에 도시된 조립물에 따른 단면을 200배로 확대한 광학 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 12I는 범프의 에지가 회로 트레이스를 변형하고 잡아 늘일 때 발생하는 납땜 처리를 600배로 확대하여 후방 산란한 주사 전자 현미경 사진을 나타내는 도면.

도 13은 환경 노출에 증가하는 시간에 따른 제5 실시예에 대한 검사 매트릭스의 8가지 단계에 대해 각각 4개의 조사 접촉 저항(범위와 평균)을 나타내는 도면.

### 실시예

도 1에 도시된 본 발명에 따른 마이크로전자 회로 조립물에 대한 실시예에 있어서, 집적된 회로 장치(예를 들어, IC 칩)(10)는 이 장치에 부착된 적어도 하나의 전극 패드(14)를 갖는 실리콘 베이스(12)를 포함한다. 전극 패드(14)는 대체로 알루미늄, 크롬 또는 금속물질로 만들어진 다층 금속막 구조를 한다. 적어도 하나의 금속 접촉 소자(16)는 본 명세서에서 범프로 거론되고, 전극 패드(14)에 부착되며, IC 칩(10)에 전기적으로 접속시키도록 거리 B(본 발명의 명세서에서는 대략 3 내지 40 $\mu$ m인 범위의 '범프 높이'로 언급됨)의 표면 이상의 외부로 연장된다. 금속 범프는 대체로 금, 은, 구리, 주석 및 합금과 같은 금속 물질로 만들어진다. 전극 패드(14)와 범프(16)는 이미 개시된 광석판술과 전기도금 방법을 사용하여 베이스(12)에 인가되고 본 명세서에서 추가로 설명하지 않겠다.

본 발명에 따른 변형가능한 기판 조립물(18)은 기판의 표면에 회로 패턴(22)을 갖는 두께 S인 기판(20)을 포함한다. 회로 패턴(22)은 총 두께가 T인 연성 금속 트레이스의 배열로 구성된다. 트레이스는 기판에 직접적으로 인가되는 구리, 은, 금, 알루미늄 및 주석으로 만들어진 단일 베이스층(24)으로 구성될 수 있다. 선택적으로, 대체로 금으로된 추가적인 표면층(26)은 베이스층(24)의 산화작용을 방지하도록 베이스층(24)상에 전기도금을 실시할 수 있다. 표면층(26)은 동일한 금속 사이에 용해 접착제를 형성하도록 IC상에 범프(16)의 금속에 결속시키는 것이 바람직하다. 현행 응용장치에 있어서, 전체 두께 T는 베이스층(24)의 결합된 두께와 만일 존재한다면 추가적인 표면층(26)으로 언급한다.

절연 접착 물질(30)은 IC(10)와 기판 조립물(18) 사이에 위치한다. 접착제는 IC의 하부 표면에 증착될 수 있으며, 회로 패턴(22) 상의 기판 조립물(18)의 표면에 제공될 수 있다. 접착물(30)은 액체 또는 시트 물질이 될 수 있으며, 이미 개시된 수단에 의해 유도된 화학적 교차결합에 의해 견고해질 수 있다.

도 1B에 도시된 것처럼, 회로 트레이스(22)를 갖는 범프(16)의 배열 후에, 하향 압력은 화살표 40의 방향으로 IC(10)에 인가된다. 범프(16)는 회로 트레이스(22)를 접촉시킬 때, 접착제(30)는 외부방향으로 밀려지고, 금속 범프(16)와 회로 트레이스(22) 사이 영역에서 제거된다. 따라서 접착제는 예를 들어 열을 적용하는 것과 같은 모든 적절한 수단으로 통해 견고해진다. 접착 온도에서, 기판(20)은 위치적으로 각 상호접속된 범프(16)와 트레이스(22) 아래에 있는 영역에서 변형가능해진다. IC(10)에 인가된 압력은 범프(16)가 접착 소자상에서 눌러지는 원인이 되며, 연성 트레이스(22)는 변형되고, 변형된 트레이스(22)는 기판(20)의 표면에 흡수된다. 트레이스(22)가 변형될 때, 범프(16)의 일부분은 기판(20)의 표면 아래에 존재할 수 있다.

도 1C에 도시된 것처럼, 트레이스(22)는 범프(16)의 에지에 접촉할 때 동시에 구부러지고 길게 뻗게됨으로써 변형되며, 외부 외주상의 범프의 상부방향이나 둘레로 움직인다. 반면에, 어떠한 이론에 의해서도 제한되지 않도록, 트레이스(22)의 변형은 범프의 외부 외주로부터 산화작용을 제거하는 집종된 '납땜 처리'를 제공한다. 트레이스(22)의 변형은 전기적인 접촉의 질과 신뢰도를 증대하기 위해 트레이스(22)와 범프(16) 사이의 접촉 영역을 증가시킨다. IC와 기판 사이에 인가된 접촉력에 따라, 트레이스(22)의 변형은 범프(16)의 외주를 약간 변형할 수 있고, 또한 전기적인 접촉의 특성을 증대시킬 수 있다. 결과적으로 상호접착된 범프(16)와 트레이스(22)는 소정의 거리 D만큼 기판(20)의 표면을 관통하고, IC와 회로 구조물 사이에 전기적인 접속을 확실하게 한다.

트레이스가 구부러지고 범프의 외주 둘레에 뻗을 때 연성 금속 회로 트레이스를 변형시키는 변수에 대한 상호 관계식이 복잡하고 어렵다. 특정 이론에 의해 제한되지 않기를 바라지만, 본 발명의 발명가들은 개시된 기하학으로 범프/트레이스 접촉에 대한 접촉력의 특정화된 레벨과 주어진 접착제에 있어서, 중요한 변수는 트레이스의 두께와 기판의 합성을 포함한다.

본 발명에 따른 기판(20)은 완전하게 전기적인 접속을 형성하도록 접착 절차동안 상호 접속된 트레이스(22) 및/또는 범프(16)가 기판 아래에 소정의 거리로 통과하도록 하는 접착 온도로 충분히 변형가능한 모든 물질로 만들어질 수 있다. 본 발명에 따른 접착 온도는 기판에 접착된 IC를 손상시키지 않는 모든 온도가 될 수 있고, 일반적으로 대략 50 $^{\circ}$ C 내지 200 $^{\circ}$ C의 범위가 된다. 바람직하게는, 접착 온도가 대략 70 $^{\circ}$ C 내지 180 $^{\circ}$ C가 될 수 있으며, 가장 바람직한 온도는 대략 130 $^{\circ}$ C 내지 160 $^{\circ}$ C 범위이다.

기판은 변형가능한 중합 물질로 만들어지는 것이 바람직하다. 본 발명에 따른 기판에 유용한 중합물은 유리 전이 온도( $T_g$ )를 접착 온도 아래로 한다. 본 명세서에 기술된 '유리 전이 온도( $T_g$ )'는 제2 위상 전이가 비결정질 중합체에서 발생하는 온도(실질적으로 온도는 작은 범위가 됨)로서 정의된다.  $T_g$  이상일 때 중합체는 부드럽고, 유연하며, 탄력있는 물질이 되며,  $T_g$  이하일 때 중합체는 반대로 딱딱하고, 견고한 유리나 같은 플라스틱이 된다. 주어진 비결정질 중합체의 공지된  $T_g$ 는 복수의 방법을 사용하여 결정될 수 있고, 특정 주사 열량측정법(DSC)이 바람직하다.

바람직한 기판 중합체는 접착 온도의 다소 아래인 복수의  $T_g$ 를 갖는다. 알맞은 변형가능한 중합체의 실시예는 제한되지 않고, 폴리(에틸렌-테라플레이트)(PET,  $T_g$  = 약 342 K), 폴리(에틸렌 1,4 나프탈레이트)(1,4-PEN,  $T_g$ =약 337 K), 폴리(에틸렌 1,5 나프타네이트)(1,5-PEN,  $T_g$ =DIR 344 K), 폴리(에틸렌 2,6-나프타네이트)(2,6-PEN,  $T_g$ =약 386K), 폴리(에틸렌 2,7-나프타네이트)(2,7-PEN,  $T_g$ =약 392 K), 및 신디오테라-폴리(스티렌)를 포함한다. 특히 바람직한 기판 물질은 PET이며, 대체로 비결정질 상태에서 약 342 K 인  $T_g$ 를 갖는 것으로 인지된다. 만일 PET의  $T_g$ 가 투명한 형태로 제공되면, 약 398 K만큼 높게 될 수 있다.

또한, 본 명세서에서 기술된 중합체에 사용되는 것처럼 '변형가능한(deformable)'은 적어도 대략  $1\text{-}2\mu\text{m}$ 으로 스며들거나 바람직하게는 대략  $2\text{-}5\mu\text{m}$ 으로 기판 표면(도 1C에 도시된 간격 D를 참조)에 스며들도록 변형된 회로 트레이스를 인가하도록 충분히 유동적이다. 대체적으로, 기판은 두께가 대략  $10\mu\text{m}$  내지  $100\mu\text{m}$ 이고, 바람직하게는  $10\mu\text{m}$  내지 대략  $50\mu\text{m}$ 인 중합 막으로 제공되고, 막을 구성하는 물질은 트레이스가 기판의 두께가 적어도 대략 5%인 간격 D/S로 스며들도록 해야한다. 만일 범프의 높이를 생각한다면, 기판을 구성하는 물질은 트레이스가 적어도 대략 3% 내지 5%인 범프 높이인 간격 D/B로 스며들도록 해야한다.

본 발명에 대한 기판을 구성하는 중합물은 접착 온도에서 접착 절차동안 상호접속된 범프와 트레이스에 의한 회로 트레이스를 통해 전송된 압력이하인 압축 수율력을 가져야 한다. 이러한 매개물은 중합체가 매우 쉽게 수율되는지를 측정하고, 상호접속 트레이스와 범프를 촉진할 수 있다. PET 막의 압축 수율력은 대체로 실온에서 대략 800 내지 2000 PSI(55-140 메가파스칼)가 되는 것으로 나타난다. 하지만, 압축 수율력은 방향과 투명도와 화학적으로 교차 연결되거나 섬유질로 보강된 중합체를 측정하기 어렵고, 본 발명에 따른 회로 기판처럼 사용될 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 중합체 압축력(ASTM-695를 사용하여 측정할 때, 온도는  $23^{\circ}\text{C}=2^{\circ}\text{C}$ 로 표시됨)은 압축 수율력의 본래 척도로 제공될 수 있다. 본 발명에 따른 유용한 변형가능한 기판은 실온에서 압축 수율력이 대략 175 메가파스칼(MPa) 이하이고, ASTM-695를 사용하여 측정할 때 대략 125MPa 이하인 것이 바람직하다.

본 발명에 따라 사용되는 중합체는 선택적으로 가루, 조각, 박편 및 잘게 잘려진 섬유와 같은 작은 양의 혼합물을 가지며, 혼합물이 중합체의 변형도에 영향을 주지 않을 정도의 매우 낮은 농도가 된다.

본 발명에 따른 기판 조립물을 형성하도록 변형가능한 기판의 표면에 인가된 회로 트레이스는 연성 금속으로 만들어진다. 본 명세서에 기술된 '연성 금속'은 접착 온도와 찢어지지 않고 본 발명에 따른 절차로 변형가능한 모든 금속 물질로 한정된다. 본 발명에 사용되는 연성 금속의 실시예는 제한되지 않지만, 구리, 금, 은, 알루미늄, 주석, 납, 아연 및 이들의 합성물이 포함된다. 구리는 바람직한 트레이스 물질이다. 변형가능한 기판에 이용된 연성 금속 트레이스의 두께는 소정의 응용장치에 따라 폭넓게 변경될 수 있지만, 대체로 트레이스는 모든 범프 물질로 호환성을 제공하는 베이스 층에 표면층을 포함하고, 두께는 대략  $1\mu\text{m}$  내지  $10\mu\text{m}$ 가 되고, 바람직하게는 대략  $2\mu\text{m}$  내지  $8\mu\text{m}$ 의 두께가 되며, 대략  $2\mu\text{m}$  내지  $5\mu\text{m}$  되는 것이 가장 바람직하다. 범프에 적합성을 제공하는데 사용될 수 있는 또다른 층은 대체로 기판 표면에 인접한 베이스 층의 두께에 대략 1/4이 된다. 범프 물질을 대체할 수 있는 금속 물질로 이용될 수 있는 또다른 표면 물질은 금으로 만드는 것이다.

본 발명에 따른 접착제는 소정의 적용에 따라 변경될 수 있으며, 접착 온도에서 쉽게 유동적인 모든 전열 접착제 물질이 사용될 수 있다. '매우 유동적인(readily flowable)'은 범프와 대응하는 회로 트레이스 사이에 만나는 경계면에서 투명한 금속 대 금속의 전기적 접촉을 제공하기 위해,  $T_g$  이상인 온도에서 접촉 영역으로부터 쉽게 압착될 수 있는 접착제로 한정된다. 대체로 접착제 물질은 열과, 화학선의 방사(즉, 자외선 광)와, 미립 광선(즉, E-광선) 또는 접착제 내의 위상 전이(즉, 비결정질에서 결정질)로 견고해질 수 있다. 상기 모든 것은 유기 금속과 같은 경화 매개물로 합성되는데 사용될 수 있다. 유용한 접착제는 에폭시 그룹과, 아크릴 그룹과, 실리콘 그룹과, 부타딘 그룹과, 정화된 아크릴레이트 그룹과, 사이어네이트 에스테르 그룹 및 이들의 혼합물을 갖는 접착제를 포함한다.

본 발명에 사용된 접착제는 또한 전도성 입자를 포함할 수 있다. 이 전도성 입자는 총계로 표현될 수 있지만, 접착제에 있는 전도성 입자의 양은 접착제가 등방성 전도성이 되는 원인이 되지 않는 것이 바람직하다. 대체로, 본 발명의 접착제에 전도성 입자는 대략 무게의 5% 내지 30%가 사용되고, 대략 10% 내지 20%인 것이 가장 바람직하다.

또한 본 발명은 상기 기술된 기판 조립물을 사용하는 끈끈하게 접착된 마이크로전자 조립물을 만드는 공정을 포함한다. 도 1에 도시된 것처럼, 본 발명에 따른 공정은 적어도 하나의 금속 범프와 연성 금속 회로 트레이스를 구성하는 회로 구조를 표면에 갖는 변형가능한 기판을 갖는 전자 장치를 제공하는 것을 포함한다. 딱딱한 절연 접착제는 막을 형성하는 것이 바람직하고, 층이 있는 스택을 형성하도록 IC 범프와 기판 조립물 사이에 배치된다.

IC 상의 범프는 기판 조립물 상의 대응하는 회로 트레이스를 갖고 배열된다. 대체로, 배열은 플립 칩 접착 기계를 갖고 수행되며, 스택 IC와, 접착제 막 및 변형가능한 기판 조립물의 매우 정확한 배열을 제공하는 정밀 압력을 갖고 수행된다. 플립 칩 접착기에는 스택에 인가된 힘과 온도를 정확하게 제어하는 수단을 갖는다. 종종, IC 칩과, 접착제 막 및 기판 조립물의 배열은 영상-현미경을 사용하여 수행된다. 기계를 접착하는 칩은 당업계에 이미 개시되어 있고, RD Automation Piscataway NJ, Hughes Bonding Equipment Products Carlsbad CA 및 Mico Robotics Systems Inc. Chelmsford MA로부터 상용화되고 있다.

IC 칩과, 접착제 막 및 회로가 배열된 후, 스택은 접착력을 이용하여 접착된다. 본 발명의 공정에서 사용되는 접착력은 접착제와, 두께와 회로 트레이스의 합성 및 접착 온도에 따라 변경될 수 있지만, 대체로, 대략 50 내지 500 N의 범위가 된다. 접착제는 상기 기술된 공지된 기술로 견고해지고, 열, 화학 선 방사물(즉, 자외선 광), 입자 광선(즉, E-광선) 또는 위상 전이를 접착제(즉, 비결정질 내지 결정질) 내에 포함할 수 있다. 이러한 견고하게 하는 기술중, 열 경화는 바람직하며, 열 경화를 접착제를 경화시키는 기술로 선택하고, 명백하게 이해를 돕기 위하여 아래에서 논의 된다.

스택은 실온인 동안 접착력을 이용할 수 있고, 접착제를 굳게하도록 스택이나 스택의 일부분을 접착 온도로 가열하는데 이용할 수 있으며, 또는 접착 온도에서 이용할 수 있다. 접착 부분은 실온에서 접착 온도로 가열되고, 속도가 빠른 것이 바람직하며, 대략 10초 이내인 것이 바람직하다. 접착제 부분은 접착 온도에서 소정 기간동안 유지되고, 대략 20초 정도인 것이 바람직하다. 이러한 시간 동안, 접착제는 IC 범프 둘레를 흐르고, 접착제는 범프에 스며들고, IC 범프는 많은 접착 부분을 형성하도록 기판 조립물상의 회로 트레이스와 접촉하도록 눌러진다. 도 1B와 도 1C에 있어서, 트레이스는 소정의 간격 D만큼 기판의 표면에 스며들고, 전진 범프 둘레에 연성으로 변형된다. 범프 높이 B의 변화와 회로 트레이스의 두께 T의 변화는 IC와 회로 트레이스 사이의 전기적인 접촉을 확실하게 하기위해 각 트레이스가 상이한 간격 D만큼 기판의 표면에 스며들도록 한다. 그러나, 상기 기술된 것처럼, 트레이스의 침투 거리 D는 상호접속된 각 범프와 트레이스에 대해 적어도 대략 1-2 $\mu$ m이며, 대략 5 $\mu$ m이면 바람직하다.

상호접속된 범프와 트레이스는 IC와 회로 구조물 사이의 전기적인 접촉을 형성하도록 기판의 표면으로 밀쳐지고, 접착제가 굳으며, 그때 접합 부분은 온도가 대략 80°C 이하가 될 때까지 냉각되는 것이 바람직하다. 냉각 처리는 최대의 접합력하에 처리될 수 있고, 만일 접착제가 냉각되기 전에 완전히 굳게되면, 냉각 처리가 개시되기 전에 접합력이 떨어질 수 있다. 따라서, 접합력이 저하되고, 회로 조립물은 검사할 준비가 된다.

본 발명은 앞으로 실시예를 통해 추가적으로 설명된다.

## 실시예

3M-D120X로 언급되는 유사한 실리콘 검사 칩은 모든 실시예에 사용된다. 이 칩은 크기가 6.7 x 6.7 x 0.5 mm이고, 칩 둘레의 중심에서의 거리 200 $\mu$ m 내에 배치되는 120개의 접합 패드를 갖는다. 모든 패드는 금으로 범핑된다. 모든 범프는 100 $\mu$ m x 100 $\mu$ m x 30 $\mu$ m 크기가 되며, 금은 전기도금되고 완전하게 가열냉각된다.

본 발명의 실시예에서는 2가지 형태의 기판 조립물을 사용한다. 제1 기판 물질, 즉 본 발명의 기판 물질에 대한 실시예는 25 $\mu$ m인 두께의 폴리에스테르 테레프탈레이트(PET) 베이스 막으로 구성되고, 3M-D120X 검사 칩용으로 설계된 Cu 검사 회로의 표면에 적용된다. Cu 트레이스 두께는 대략 2 $\mu$ m이고, Cu 표면상엔 대략 0.5 $\mu$ m의 두께로 Au 표면 트레이스로 전기도금된다. 이러한 회로 트레이스의 시트 저항력은 대략 면적당 10밀리옴(M $\Omega$ )이 되고, 이 트레이스는 당업자에게 잘 알려진 회로 조립 방법을 사용하여 적용된다.

하기 상대적인 실시예에 사용되는 제2 기판은 3M-D120X 검사 칩용으로 설계된 임동 주석 산화물(ITO)의 검사 회로 트레이스를 갖는 1mm 두께의 소다석회 유리 베이스로 구성된다. 이 ITO 회로 트레이스는 면적당 대략 30 $\Omega$ 의 시트 저항력을 갖는다.

2가지 형태의 접착제가 이 실시예에 사용된다. 하기 LT-1U로 거론되는 제1 접착제는 전도성 입자가 포함되지 않는다. 하기 LT-1F로 거론되는 제2 접착제는 무게 대비 12%(부피 대비 6%)인 전도성 파우더를 포함하는 것을 제외하고 제1 접착제와 동일하고, JCI Inc.사 제품인 20GMR4.6EH에 사용가능하다. 이러한 파우더는 무게 대비 20%로 도포되고, Ni와 Au로 경화된 5 $\mu$ m 직경의 플라스틱 입자로 구성된다. 이 접착제는 등방성 전도율을 얻기위한 전도성 물질을 충분히 포함하고 있지 않다.

LT-1U와 LT-1F 접착제는 막형성에 제공된다. 엑폭시 열 수지와 페녹시 열가소성 수지를 대략 1:1 비율로 혼합하여 구성하고, Schenz의 미국 특허 제4,769,399호에 개시된 물질과 방법을 이용하여 준비된다. 접착제를 굳게(즉, 경화)하는 것은 Kropp 등의 미국 특허 제5,362,421호에 개시된 열적 촉매로 촉진된다. 접착시 대략 10 내지 20초의 매우 빠른 경화를 나타내는 이러한 촉매를 사용하는 것은 대략 130°C 내지 140°C 범위의 온도를 갖는다. 접착제 공석하는 실온에서 약간의 점착성 막이 된다. 막은 대략 110°C 내지 140°C까지 가열될 때, 첫번째로 부드러워지고, 흐르게되며, 빠르게 유리화된 고체 열경화성 수지로 경화된다. 경화된 후에, LT-1 접착제는 대략 130°C 내지 140°C의 T<sub>g</sub>를 갖는다.

모든 플립칩 접착제는 상기 기술된 것처럼 플립칩 접착기상에 준비되고, 비디오 현미경을 사용하여 회로 트레이스를 갖는 검사 칩상에 배열한다. 접착 처리시, 상기 기술된 것처럼 다변적인 최대 접착력은 거의 실온에서 배열된 부품을 갖고 초기에 적용된다. 일단 최대 접착력이 적용되면, 접착제는 5 내지 10초 내에서 130°C 내지 140°C까지 가열되고, 접착 부분은 20초동안 열을 발하고 고정된다. 따라서 실시예는 온도가 80°C 이하가 될 때까지 최대 압력하에서 냉각된다.

샘플 회로 조립물은 내구력 검사를 위해 환경실에 배치된다. 소정의 시간이 경과한 후에, 검사 샘플은 환경실에서 제거되고, 당업계에 잘 알려진 4개의 점 저항 검사는 범프 회로 트레이스 전기 상호접속의 접촉 저항을 측정하도록 실시된다. 검사 칩과 검사 기판의 배치는 칩상에 120개의 패드중 38개를 4개의 점 측정 기술을 사용하여 상호 접속 저항을 매우 정확하게 검사할 수 있도록 설계된다. 나머지 82개의 패드중 80개의 패드는 단일 측정으로 직렬로 검사될 수 있다. 인접한 패드사이에 짧은 회로를 프로빙(probing)하는 것은 이러한 검사 기판으로 가능하다. PET 검사 기판에 대해, 각 4-포인트 저항 측정은 대략 2평방 또는 외래 저항의 0.020( $\Omega$ )을 포함한다.

## 제1 실시예

제1 실시예는 본 발명에 따른 접착 처리를 나타내고, 본 발명에 따라 접착된 회로 조립물을 제공한다. 상기 기술된 LT-1U 접착제와 Cu/PET 기판 조립물로부터 10개의 샘플이 준비된다. 2개의 샘플은 4개의 상이한 접착력, 즉 67, 133, 200 및 267 뉴턴으로 접착된다. 이러한 접착된 샘플은 1000시간까지의 한 주



기동한 60℃/95% RH로 지속되고, 상호접착 저항 안정도를 위해 주기적으로 검사된다. 이러한 샘플은 PET 기판이 좀더 극도의 지속 상태로 매우 빠르게 감소되기 때문에 85℃보다 60℃로 지속된다. 접착 라인은 모든 접착력과 1000 시간 검사 주기 이상동안 갈라지지 않고 남아있다.

제1 실시예 검사의 회로 조립물에 대한 환경 검사 결과는 도 2A에 도시된다. 범프 높이와 트레이스 두께의 변화를 고려할 때, 상호접착 범프 및 트레이스가 변형 가능한 기판의 표면에 스며드는 것은 뛰어난 접착 안정도와 매우 균일한 접착 저항으로 회로 조립물을 생성한다. 133N과 같은 낮은 접착 압력으로 이렇게 균일한 양호한 실행을 수행한다.

도 6A는 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스를 나타내고, 3M-D120X 검사침상의 범프로부터 분리되며, 제1 실시예에 기술된 접착 절차를 따른다. 도 6B는 3M-D120X 검사침상의 범프를 나타내며, 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스로부터 분리되고, 제1 실시예에 도시된 접착 절차를 따른다. 도 6의 접착 상태는 온도가 140℃이고 힘이 267N이며 시간은 20초인 상태를 나타낸다.

도 7A와 도 7B는 본 발명에 따른 기판 조립물 상의 회로 트레이스를 나타내며, 3M-D120X 검사 침상의 범프로부터 분리되고, 접착제를 사용하지 않고, 제1 실시예에 기술된 접착 절차를 따른다. 도 7C와 도 7D는 3M-D120X 검사 침상의 범프를 나타내며, 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스로부터 분리되고, 접착제를 사용하지 않고 제1 실시예에 도시된 접착 절차를 따른다. 도 7D의 고확대 사진에 있어서, 회로 트레이스에서 금/구리 도금은 몇몇 PET(말아 올림)와 함께 범프에 접착되는 것을 볼 수 있다. 도 7에 도시된 접착 조건은 온도가 140℃이고, 267N의 힘에 20초의 시간을 갖는 조건이다.

도 8A와 도 8B는 샘플을 수직으로부터 70°로 회전시킨 도 7의 잡아 끊어진 접착을 나타내고, 도 8A는 상기 접착의 회로 측면을 나타내며, 도 8B는 접착의 범프(침) 측면을 나타낸다. 이러한 관찰 각에서, 기판 표면으로부터 금속 회로 트레이스의 얇은 조각으로 갈라짐은 가시화된다. 이러한 얇은 조각으로 갈라짐은 접착된 조립물을 잡아 끊기 위해 요구되는 힘에 기인한다.

도 10A와 도 10B는 도 7A와 도 7C를 각각 잡아 끊은 접착을 확대하여 나타낸다. 이 도면은 접착동안(도 4 참조) 접착 처리에 앞서 표시된 범프상의 지정된 금의 거친부분이 평평해지는 것을 나타낸다. 도 10A의 얇은 크레이터(crater)의 그늘진 부분의 맞은편에 작은 약간 흰 구의 클러스터는 연성 균열이 될 수 있고, 이 균열은 회로 트레이스의 금빛 표면과 금빛 범프 사이에 용해 접착의 증거가 될 수 있다.

도 9A는 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스를 나타내고, 3M-D120X 검사 침상의 범프로부터 분리되며, 제1 실시예에 기술된 접착 절차를 따른다. 도 9B는 3M-D120X 검사 침상의 범프를 나타내며, 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스로부터 분리되고, 제1 실시예에 기술된 접착 절차를 따른다. 어두운 부분은 후방 산란된 전자에 의해 나타나는 접착제이다. 도 9의 도면은 매우 신뢰가능한 전자 접착을 생성하기위해 접착동안 범프-트레이스 접착면으로부터 접착제를 제거한 것을 나타낸다.

도 11A 내지 도 11F는 본 발명에 따른 기판 조립물상의 회로 트레이스에 접착된 범프에 대한 단면도를 나타내며(상부에서 바라본 기판), 증가되는 접착력에 따라, 제1 실시예의 진행과정을 나타낸다. 범프의 머핀같은 에지는 접착력이 적용됨에 따라 하방으로 떠밀리는 것처럼 나타난다. 267N 샘플에 있어서(도 11E와 도 11F), 이러한 에지가 침아래쪽으로 계속 포개지는 것을 나타낸다. 도 11A 내지 도 11F는 금으로 도포된 구리 트레이스가 에지상으로 구부러지고, 범프가 변형됨에 따라 범프의 둘레까지 일치되도록 연장되는 것을 나타낸다. 아마도 트레이스는 이 위치에서 범프에 접착되고, 일부 연장(장력 왜곡)이 범프의 변형과 동시에 발생된다. 범프의 부드러운 범프 에지에서의 작은 만곡의 지름은 보다 넓은 부분의 트레이스에서 발생된 왜곡을 넓히게 된다.

접착력이 0에서 133, 200 및 267N으로 증가됨에 따라(도 11A 내지 도 11F까지 각각), 도 11A 내지 도 11F는 금 범프의 붕괴(40에서 36, 34, 마침내 24μm의 두께까지)와 접착제 막의 얇아짐과 PET 막의 증가되는 흡수 깊이를 나타낸다.

## 제2 실시예

제2 실시예는 접착제 LT-1F를 사용하는 것을 제외하고 상기 제1 실시예와 동일하다. 10개의 샘플이 준비되어 있고, 제1 실시예처럼 동일한 방법으로 검사된다. 제1 실시예에서처럼, 접착 라인은 검사 과정에서 걸쳐 모든 샘플의 얇은 조각으로 갈라지는 것을 내버려둔다.

도 2B는 환경 검사의 결과를 도시한다. 제2 실시예의 결과는 제1 실시예의 결과보다 더 낮은 접착력에서 더 많은 변화도를 나타낸다. 그러나, 전도성 입자가 존재하기 때문에 심지어 67N의 접착력에서 접착이 가능한 것처럼 보인다. 이러한 실시예에서 측정되는 보다 더 높은 저항력은 아마도 전도성 입자의 높은 저항력 때문이다. 전도성 입자는 무게 대비 20%까지 도포된다. 5μm 직경인 입자에 대해, 대략 1000Å의 금속 표면 두께에 대응한다. 따라서, 이러한 입자의 저항력은 적어도 몇백 밀리옴이 될 수 있다. 보다 높은 접착력에서, 접착 저항이 감소하는 것은 아마도 범프와 회로 트레이스 사이의 증가하는 직접적인 접착 수준을 나타내며, 입자의 효과를 감소시킨다.

## 제3 실시예

제3 실시예는 종래의 접착 방법의 효과를 나타내는 실시예이다. 10개의 샘플은 10개의 3M-D120X 검사 침을 10개의 IT0/유리 검사 기판에 접착시킴으로써 준비되고, LT-1U 접착제를 사용한다. 사용되는 접착 방법은 하타다의 미국 특허 제4,749,120호에 기술된 것과 유사하다. 경화 조건은 140℃의 20초를 나타낸다. 2개의 샘플은 5가지의 상이한 접착력 66.7, 133, 222, 334, 445N으로 각각 접착된다. 접착된 샘플은 1000시간까지의 주기동안 85℃/85%인 적절한 습도로 유지되고, 상호접착 저항력 안정동안 주기적으로 검사된다.

도 3A는 환경 검사의 결과를 나타낸다. 이러한 오래된 조건에서, 접착제 접합은  $T_g$  이하가 좋고, 안정적이어야 한다. 222N과 445N의 접착력에서, 몇몇 접착제와 유리 접합면의 갈라짐은 오래된 환경에서 몇주가 지나고서 발생하는 것으로 인지된다. 이러한 것은 접착력이 초과하는 것을 나타내며, 너무 얇은 접착 라인으로 기인한다. 모든 다른 접착력으로, 접착 부분은 명확하게 잔존하고, 얇은 조각으로 갈라지는 것을

면한다. 모든 접착력에서, 접합 저항은 본 발명에서 보다 더 높고, 증가된 다수의 개방 회로를 나타낸다. 이러한 결과는 범프의 높이와 트레이스 두께의 변화를 수용하도록 비변형 기판 조립물의 무력에 의해 기인한다고 인지된다.

#### 제4 실시예

제4 실시예는 접착제 LT-1F를 사용하는 것을 제외하고 제3 실시예와 동일하다. 10개의 샘플이 준비되고, 시간이 경과되며 제3 실시예의 샘플처럼 동일한 방법으로 검사된다. 환경 검사의 결과는 도 3B에 도시된다.

제4 실시예의 결과는 변형가능한 전도성 파우더를 소량 첨가함으로 얻어지고 개선됨을 나타낸다. 견고하고 비변형되는 기판을 사용할 때 전도성 파우더는 범프에 의해서만 제공되지 않는 접착제의 압력 이완을 수용하는 것처럼 보인다.

#### 제5 실시예

이 실시예는 구리 트레이스 두께, PET 기판 두께 및 상호 접착된 범프와 트레이스를 기판의 표면으로 스며드는 접착 온도를 변경하는 효과를 나타낸다. 실시예는 제1 실시예에 기술된 표준 접착 절차를 사용하여 실시된다. 사용되는 접착제는 25 $\mu$ m의 두께를 갖는 LT-1U 막이다. 기판 조립물은 25 $\mu$ m 또는 50 $\mu$ m의 두께를 갖고 3 또는 8 $\mu$ m의 두께를 갖는 금 도금된 구리 회로 트레이스로 도금된 PET이다.

사용되는 접착 조건은 140 또는 150 $^{\circ}$ C의 접착 온도와 200N의 접착력과 20초의 시간을 조건으로 한다.

따라서, 이러한 실시예는 2가지 온도(140 $^{\circ}$ C와 150 $^{\circ}$ C)와, 2가지 PET 두께(25 $\mu$ m와 50 $\mu$ m) 및 2개의 구리 트레이스 두께(3 $\mu$ m와 8 $\mu$ m)를 갖는 2x2x2=8인 검사 매트릭스를 구성한다. 2개의 실시예는 각 검사 단계동안 준비되고, 총 16개의 샘플이 된다. 이 16개의 샘플은 제1 실시예에 도시된 표준 노화 절차를 사용하여 1000시간동안 60 $^{\circ}$ C, 95%의 상대습도에서 환경적으로 노화된다.

플렉스 기판으로의 범프 침투는 모든 경우에서 관찰된다. 도 12A 내지 도 12D(상부에서 바라본 기판)는 접착제로 접합된 조립물의 단면을 주사 전자 광현미경 사진(500배)으로 도시한다.

도 12E 내지 도 12H(상부에서 바라본 기판)는 도 12A 내지 도 12D의 기판에 대한 단면을 광학 광현미경 사진(200배)으로 나타낸다.

도 12에 도시된 플렉스 회로는 아래의 표 1에 도시된 것처럼 PET 기판 두께와 구리 회로 트레이스 두께를 갖는다.

[표 1]

도면 부호	확대(X)	PET 두께( $\mu$ m)	트레이스 두께( $\mu$ m)
12A	500(SEM)	50	8
12B	500(SEM)	50	3
12C	500(SEM)	25	8
12D	500(SEM)	25	3
12E	200(광학)	50	8
12F	200(광학)	50	3
12G	200(광학)	25	8
12H	200(광학)	25	3

도 12B, 도 12D, 도 12F 및 도 12H(50 $\mu$ m와 25 $\mu$ m PET상에 각각 3 $\mu$ m 구리 트레이스)는 범프의 외주 둘레로 구부러질 때 회로 트레이스의 높은 휨(만곡의 높은 반경)을 나타낸다. 도 12A, 도 12C, 도 12F 및 도 12G(50 $\mu$ m와 25 $\mu$ m PET상에 각각 8 $\mu$ m 구리 트레이스)는 보다 더 두꺼운 회로 트레이스의 더 큰 견고함의 점진적인 휨을 나타낸다.

도 12I는 후방 산란 모드(600배로 상부에서 바라본 기판)에서 범프의 에지가 변형되고 회로 트레이스를 잡아늘일 때 발생하는 와이핑(wiping) 움직임을 나타내는 주사 전자 광현미경 사진을 나타내고, 따라서 범프와 회로 트레이스 사이에 금속 대 금속 접합을 강화시키고, 이렇게 함으로써 형성된 압력을 이용하는 전기적 상호접합의 신뢰도를 증가시킨다. 이러한 초기 전기 접합은 범프의 에지에서 이미지의 광도에 의해 추론될 수 있고, 금 대 금 상호접합면에서 충분한 전자 방출 때문에 대응하는 변형된 트레이스가 포함될 수 있다. 범프 중앙은 접합 공정동안 범프와 대응하는 회로 트레이스 사이의 갭 밖으로 압착되지 않는 나머지 접착제 때문에 어두운 부분이 된다.

환경 노화 절차의 결론으로 16개의 샘플 사이에서 접속 안정도의 동일한 차이점이 존재하지 않고, 어떤 접합의 실패도 존재하지 않는다. 접착 온도와, 구리 두께 및 PET 두께의 모든 조합은 훌륭한 접합 안정도를 나타낸다. 더 두꺼운 구리를 갖는 샘플은 더 낮게 측정된 저항값을 나타낸다. 이러한 차이는 구리 시트 저항력에 의해 첨가된 외래 저항의 대략 1.5 평방에 기인한다. 실제 접합 저항력은 이 실시예의 모든 샘플에 대해 동일하게 된다.

도 13은 환경의 누적시간의 기능으로 검사 매트릭스의 8개의 각 단계에 대한 4개의 탐침 접합 저항력(범위와 평균)을 도시한다.

#### 제6 실시예

이 실시예는 접착 온도에 따른 범프 침투력의 변화를 도시한다. 이 실시예는 제1 실시예에 도시된 표준 접합 절차를 이용하여 실시된다. 사용되는 기판은 전기도금된 금(750nm의 두께)으로 도포된 전기도금된



구리( $3\mu\text{m}$ 의 두께)를 갖고 하나의 주 표면상에 단일 금속화된 PET( $25\mu\text{m}$ 의 두께)이다. 접착제 막은 제거된다.

사용되는 접착 조건은  $10^\circ\text{C}$  간격으로 증가된 40 내지  $160^\circ\text{C}$ 까지의 온도이고, 200N의 힘과 20초의 시간이 된다.

13개의 샘플은 13개의 접착 온도(총 169개의 샘플) 각각으로 실시된다. 어떠한 검사 칩도 재사용되지 않는다. 접착 이후에, 검사칩을 제거하고, 기판으로의 범프 침투 깊이는 레이저 마이크로미터를 사용하여 측정된다. 범프 압력에 의해 형성된 경계선 밖의 3개의 넓게 분포된 점은 기준면(데이터 면)을 설립하도록 마이크로미터를 갖고 측정된다. 각 디프레션(depression)의 가장 낮은 포인트(최대)는 침투 깊이처럼 선택된다. 깊이는 칩의 각 측면을 따라 2개의 디프레션으로 측정된다(샘플당 8개의 측정).

범프와 회로 트레이스 사이에 형성된 내부적으로 금속을 함유하는 방산 접착제는  $130^\circ\text{C}$  이상의 접착 온도 동안 범프가 영향을 주는 하부의 PET로부터 구리를 벗기기에 충분히 높다.

따라서,  $130^\circ\text{C}$  이상에서 접합된 샘플상에서 측정된 깊이로부터 3개의 마이크로미터를 제거함으로써 원 데이터를 수정할 필요가 있다. 결과는 아래의 표 2로 도시된다.

[표 2]

접착 온도( $^\circ\text{C}$ )	범프 침투력( $\mu\text{m}$ )			구리-기판 얇은 조각으로 갈라짐? (Yes 또는 No)
	최소	중간	최대	
50	0.5	6	11.5	No
60	0.5	7	13	No
70	$>0.1$	6	12.5	No
80	$>0.2$	3	7	No
90	2	6	11	No
100	2	5	9	No
110	0.5	6	12	No
120	3	9	14	No
130	7	12	17	Yes
140	2	9	14	Yes
150	6	12	15	Yes
160	12	13	15	Yes

표 2에 나타난 데이터는  $160^\circ\text{C}$  이하의 모든 접착 온도에 대한 범프 침투 범위가  $10\mu\text{m}$  피크 대 피크의 순서인 높은 것을 나타낸다. 이것은 칩 접착기에서 평면도 제어가 어려운 것을 나타낸다.  $90^\circ\text{C}$  이하의 온도에서, 최소 범프 침투는  $1\mu\text{m}$  이하이다. 따라서, PET는 '견고'하고, 칩이나 기판 등의 불충분한 평면도나 범프 높이의 변형을 수용할 수 없게 된다. 그러나,  $120^\circ\text{C}$  이상의 온도에 대해, 모든 범프는 깊이가 최소한  $2\mu\text{m}$ 인 임프레션(impression)을 생성한다. 따라서,  $120^\circ\text{C}$  이상의 온도(방향 지어진 PET 막에 대해 대략  $T_g$ )에서, PET 기판은 쉽게 변형가능하고, 평면도의 변형에 대한 복수 미크론을 쉽게 수용할 수 있다. 이러한 결과에 따라, 가장 잘 접착하고, 잘 보존하며, 신뢰할 수 있도록  $130^\circ\text{C}$  이상의 온도로 접착시키는 것이 바람직하다. 이 온도에서, 밑에 있는 기판으로부터 회로 트레이스의 찢겨짐에 의해 증면된 것처럼 구리-PET 상호접착의 접착력에 상대적인 매우 강한 방산 접착을 쉽게 형성하도록 범프-기판 공유 영역에서 유도된 충분한 스트레인이 존재한다.

여기서, 본 발명에 대한 바람직한 실시예를 기술하였으며, 이러한 실시예는 단지 예로 제공되었다는 것을 명백히 인지할 것이다. 본 명세서에 기술된 실시예는 본 발명의 범주를 제한하지 않는다. 당업자라면 여기에 기술된 본 발명으로부터 벗어나지 않고 복수의 변형과 대용이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항을 통해서 본 발명을 제한하려한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

적어도 하나의 전자 장치(10)를 포함하고, 상기 이 장치(10)는 적어도 하나의 접착부(16)를 가지며;

$200^\circ\text{C}$  이하의  $T_g$ 를 갖는 변형 가능한 중합체 기판(20)과 상기 기판(20)의 표면상에 대략  $1\mu\text{m}$  내지  $10\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 적어도 하나의 연성 금속 트레이스(22)를 구성하는 기판 조립장치(18)와;

상기 전자 장치(10)와 기판 조립장치(18) 사이에 있는 접착제(30)를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로전자 회로 조립장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 중합 물질은 대략  $70^\circ\text{C}$  내지  $160^\circ\text{C}$ 의  $T_g$ 를 갖는 것을 특징으로 하는 회로 조립장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 중합 물질은 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리(에틸렌 1,4 나프타네이트), 폴리(에틸렌 1,5 나프타네이트), 폴리(에틸렌 2,6 나프타네이트), 폴리(에틸렌 2,7 나프타네이트) 및 규칙 배열 폴리(스티렌)으로 구성된 그룹에서 선택된 것을 특징으로 하는 회로 조립장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 접착제는 에폭시 그룹, 아크릴 그룹, 실리콘 그룹, 부타딘 그룹, 변형된 아크릴레이트 그룹 및 시안산염 에스테르 그룹중 적어도 하나를 갖는 것을 특징으로 하는 회로 조립장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 접착제는 에폭시 수지, 페녹시 수지 및 이들의 합성물로부터 선택된 것을 특징으로 하는 회로 조립장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 접착제는 전도성 입자를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 회로 조립장치.

#### 청구항 7

견고하게 접착된 마이크로전자 조립장치를 형성하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 금속 접착부(16)를 갖는 전자 장치(10)를 제공하는 단계와;

기판 표면에 형성된 회로 트레이스(22)의 패턴을 갖고 대략 200℃ 이하의  $T_g$ 를 갖는 중합체로 만들어진 기판(20)을 갖는 기판 조립장치(18)를 제공하는 단계를 포함하고, 상기 트레이스(22)는 적어도 대략 1 $\mu$ m의 두께를 갖는 연성 금속이고;

층이 있는 스택을 형성하도록 상기 전자 장치(10)와 기판 조립장치(18) 사이에 견고하게 할 수 있는 절연 접착제(30)를 증착시키는 단계와;

상기 회로 트레이스(22)를 갖고 상기 금속 접합 사이트를 배열시키는 단계와;

상기 접착제를 견고하게 하는 단계와;

상기 트레이스(22)는 적어도 대략 1 $\mu$ m정도로 상기 기판(20)의 표면상으로 연장하도록 상기 접착부(16)를 상기 회로 트레이스(22)와 전기적으로 접촉하도록 상기 스택에 접착력을 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 견고하게 접착된 마이크로전자 조립장치 형성 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 접착제는 열, 화학선 방사 및 결정체 공정중 적어도 하나에 의해 견고하게 되는 것을 특징으로 하는 마이크로전자 조립장치 형성 방법.

#### 청구항 9

제7항에 있어서, 상기 중합 기판은 대략 70℃ 내지 160℃의  $T_g$ 를 갖는 것을 특징으로 하는 마이크로전자 조립장치 형성 방법.

#### 청구항 10

제7항에 있어서, 상기 중합체는 폴리(에틸렌 테레프탈레이트), 폴리(에틸렌 1,4 나프타네이트), 폴리(에틸렌 1,5 나프타네이트), 폴리(에틸렌 2,6 나프타네이트), 폴리(에틸렌 2,7 나프타네이트) 및 규칙 배열 폴리(스티렌)으로 구성된 그룹에서 선택된 것을 특징으로 하는 마이크로전자 조립장치 형성 방법.

#### 청구항 11

제7항에 있어서, 상기 접착제는 전도성 입자를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로전자 조립장치 형성 방법.

#### 청구항 12

제7항에 있어서, 상기 연성 금속은 구리, 금, 은, 알루미늄, 주석, 납, 아연 및 이들의 합성물로 구성된 그룹에서 선택된 것을 특징으로 하는 마이크로전자 조립장치 형성 방법.

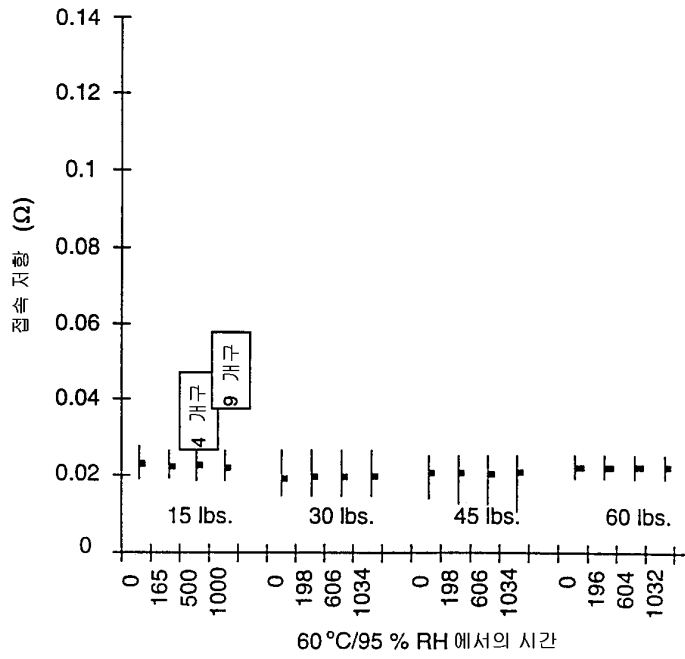
#### 청구항 13

제7항에 있어서, 상기 접착제는 열을 적용하여 견고하게 되는 것을 특징으로 하는 마이크로전자 조립장치 형성 방법.

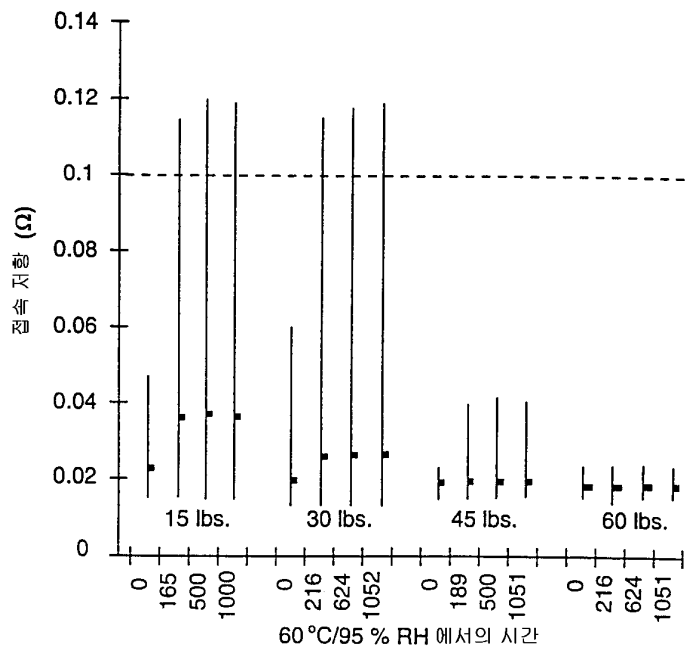
**도면**



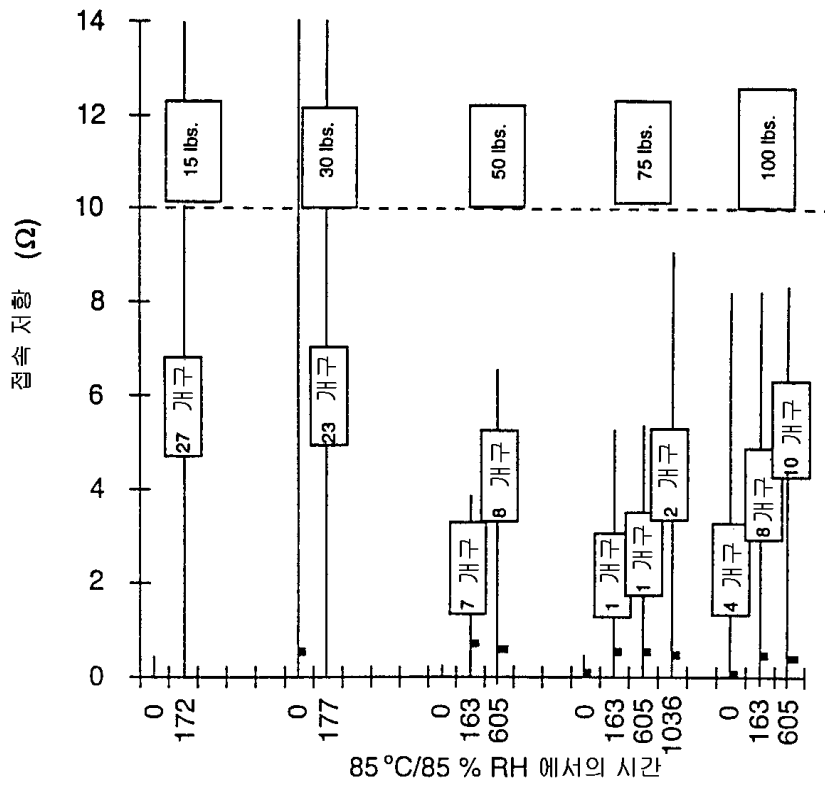
도면2A



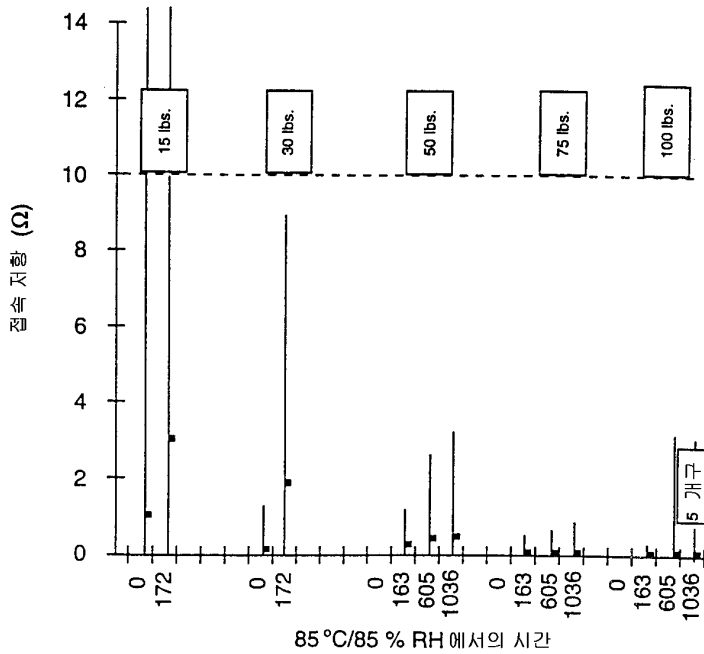
도면2B



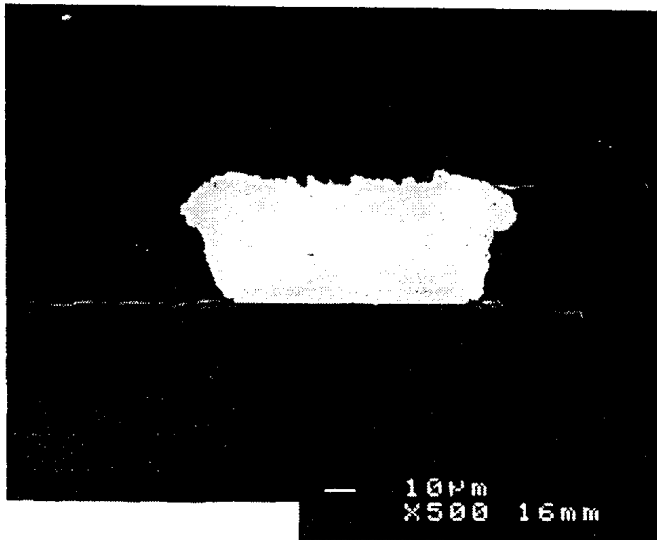
도면3A



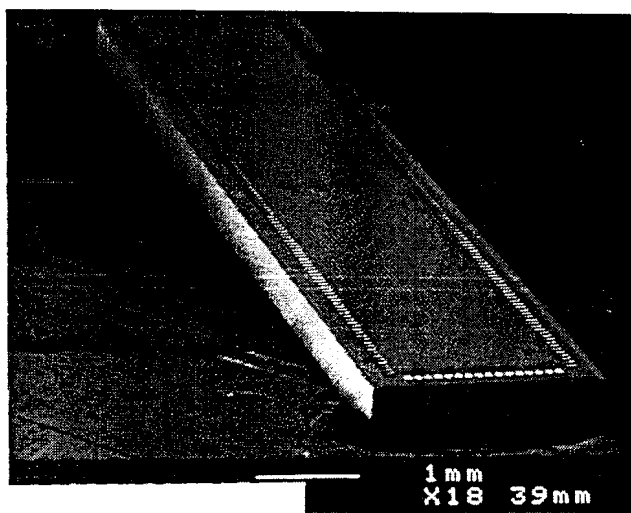
도면3B



도면4

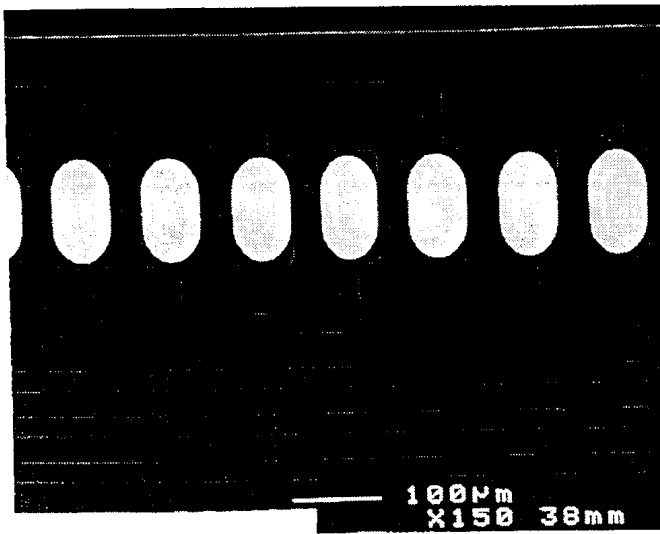


도면5A

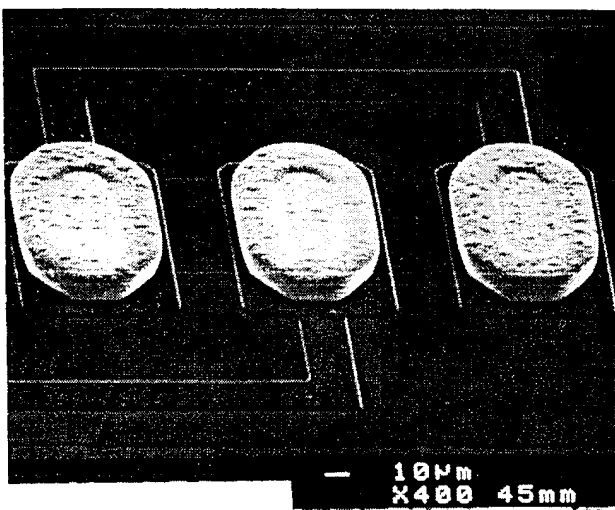




도면58



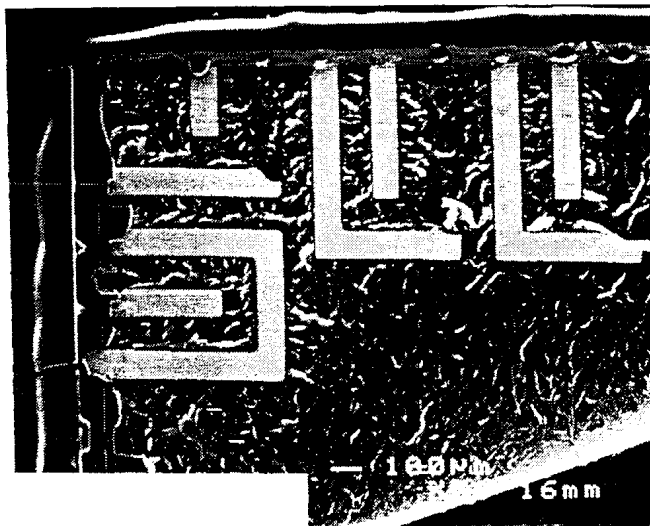
도면59



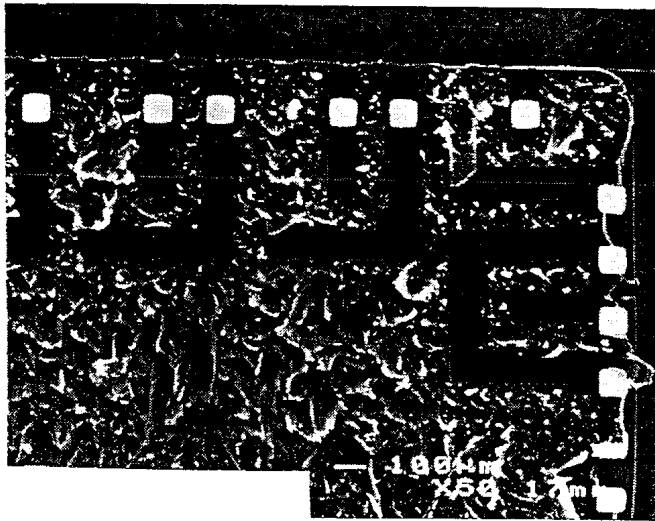
도면50



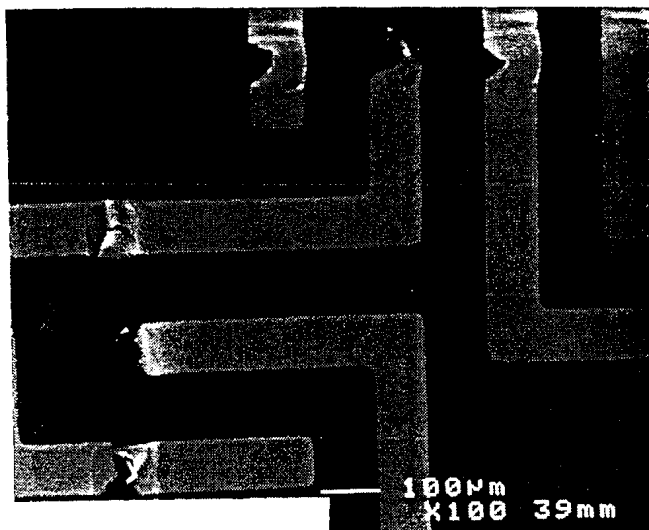
도면6A



도면68



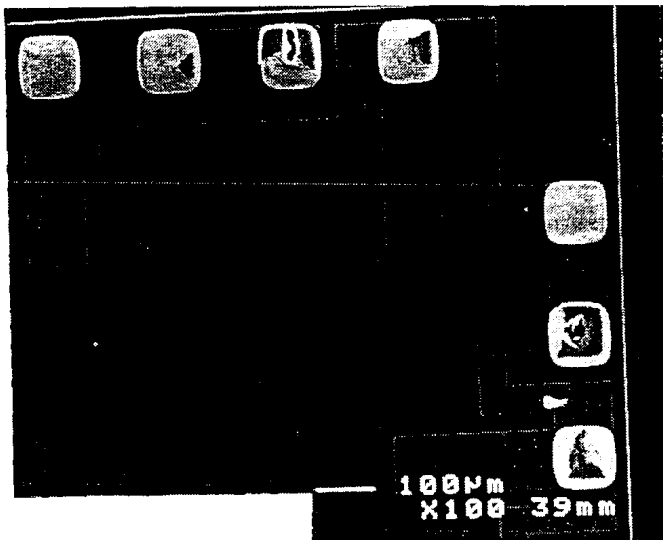
도면7A



도면78



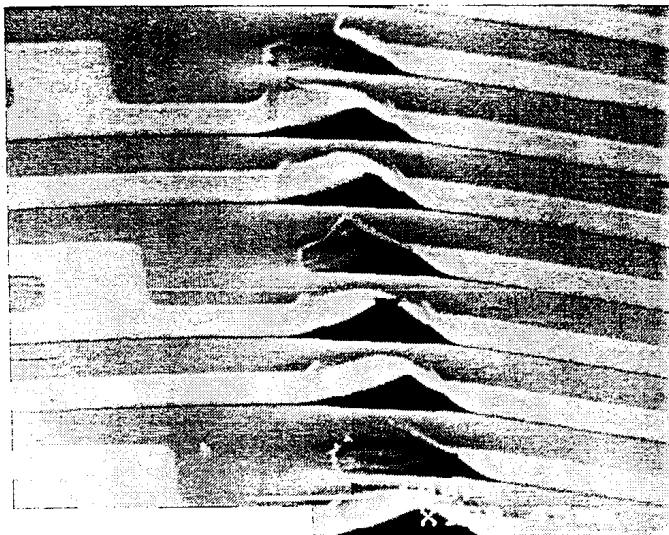
도면79



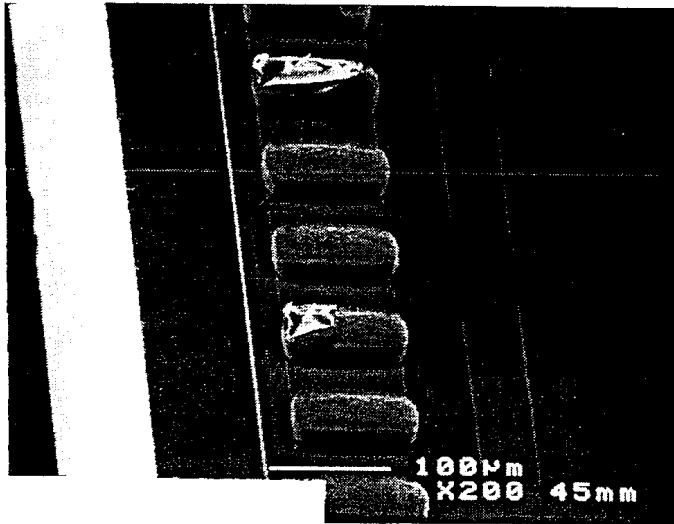
도면70



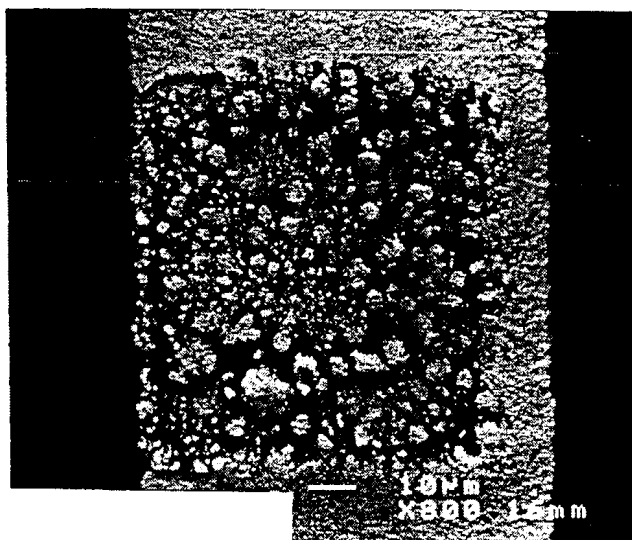
도면8A



도면88

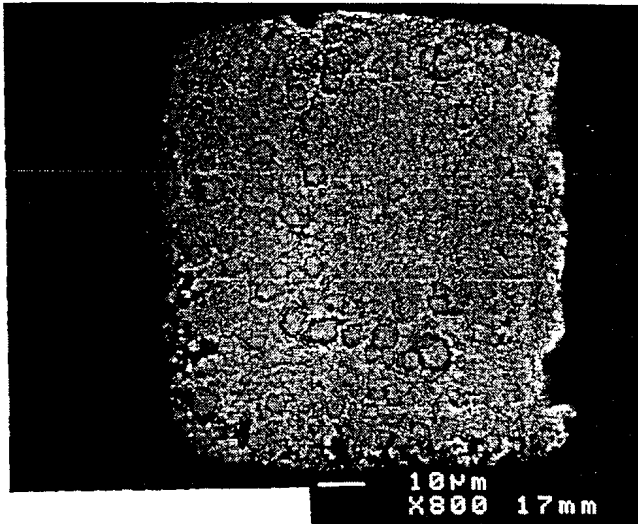


도면9A

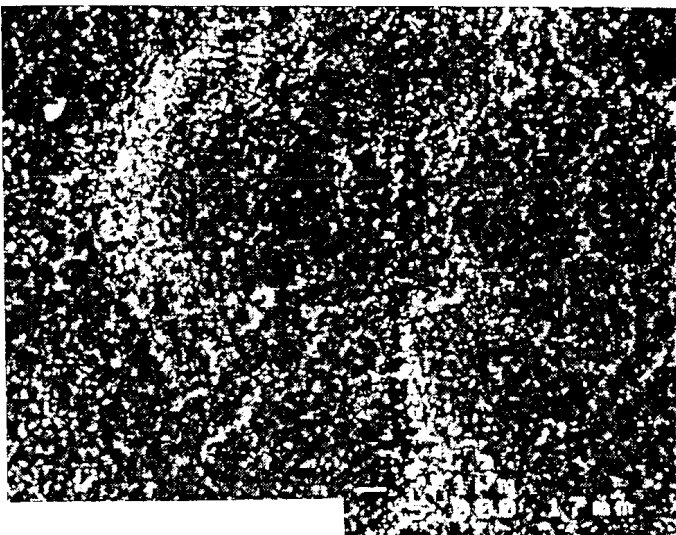




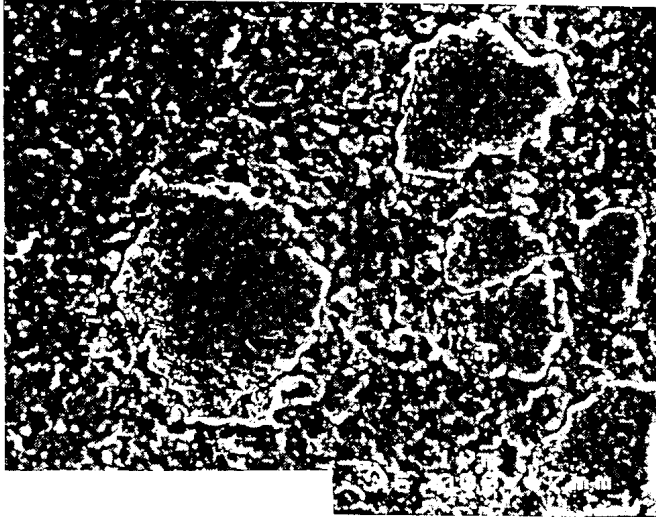
도면 9B



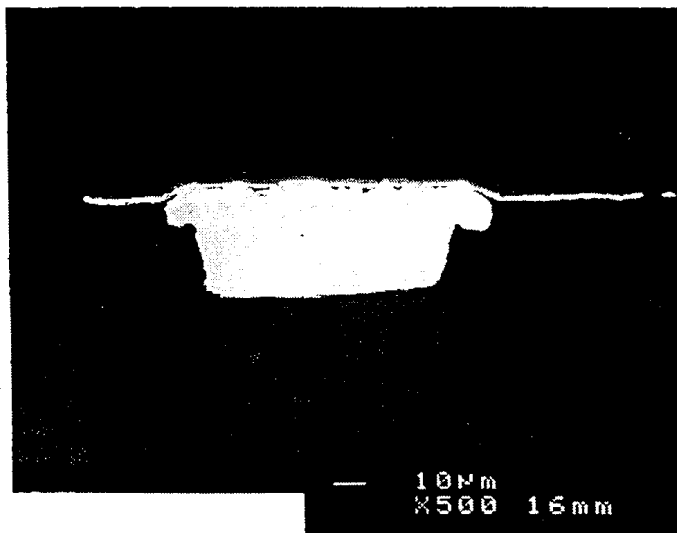
도면 10A



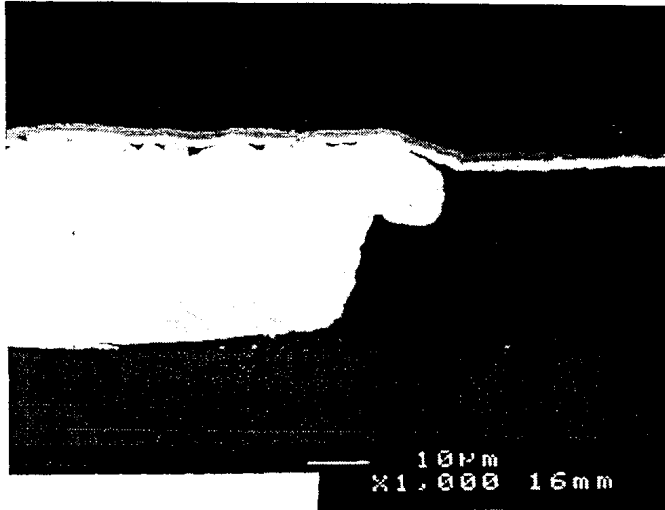
도면 10B



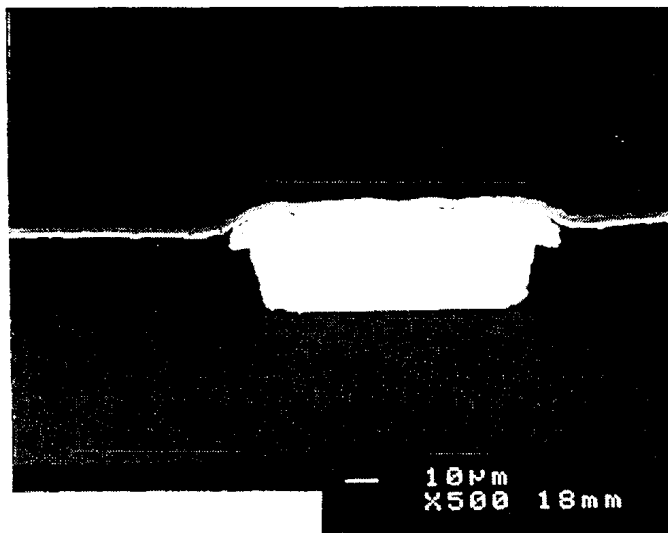
도면 11A



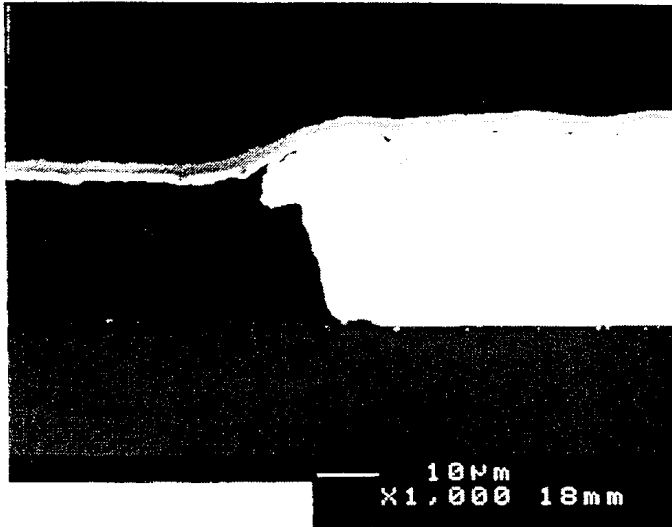
도면11B



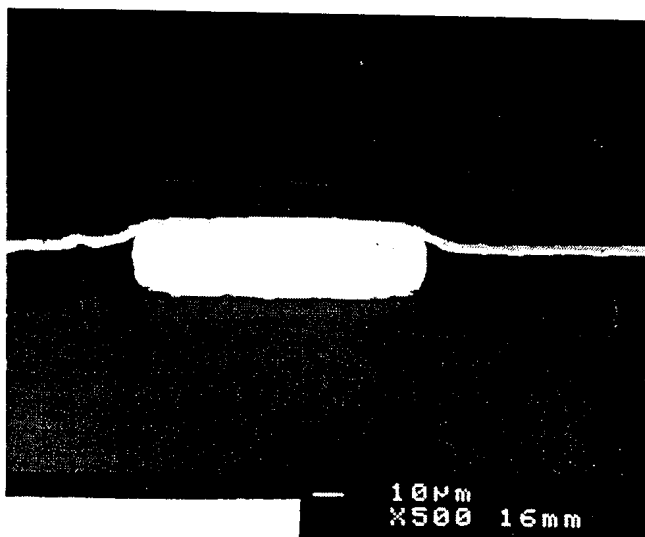
도면11C



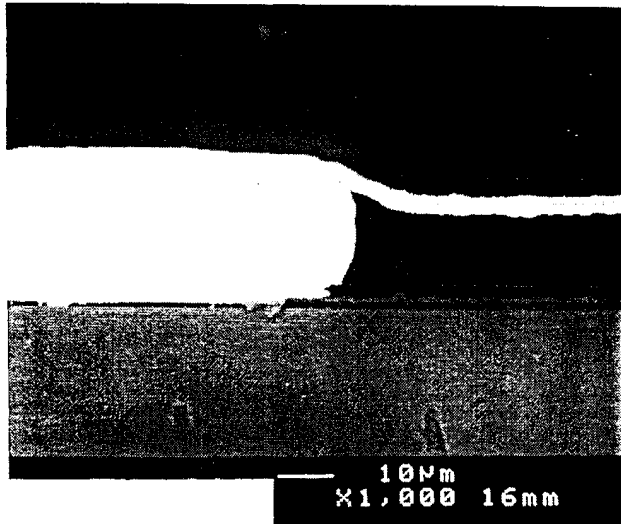
도면11D



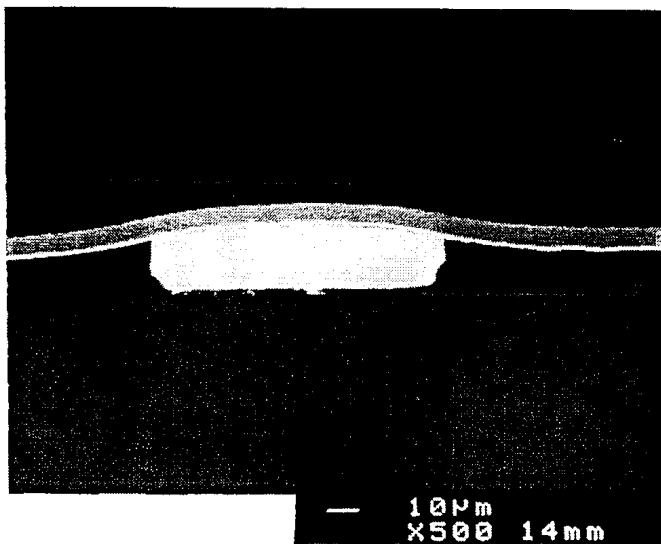
도면11E



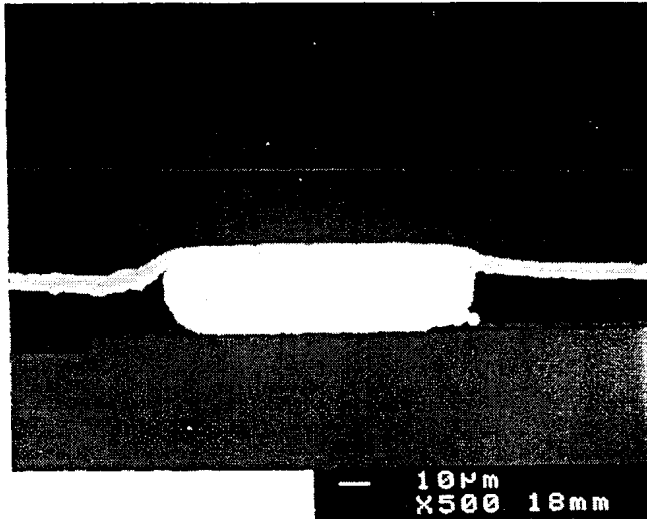
도면 11F



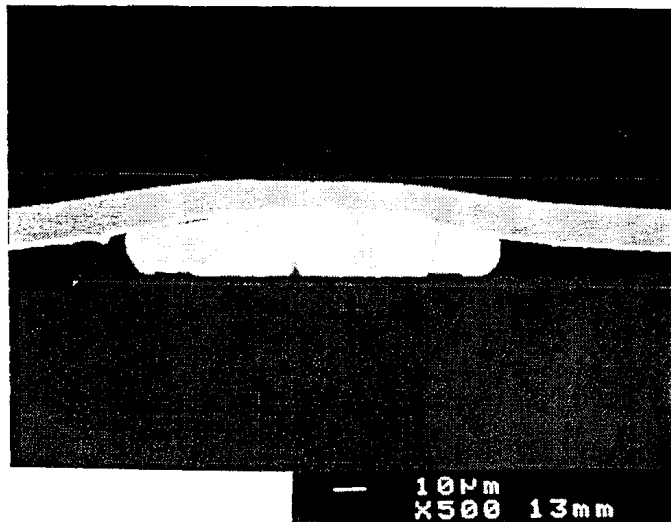
도면 12A



도면 12B

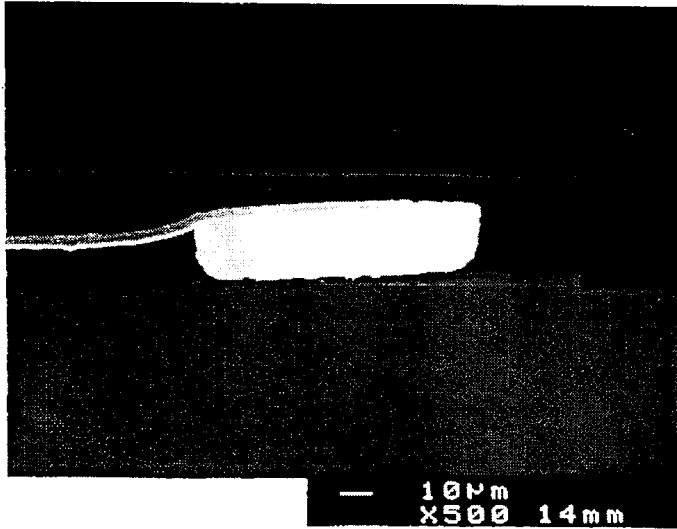


도면 12C

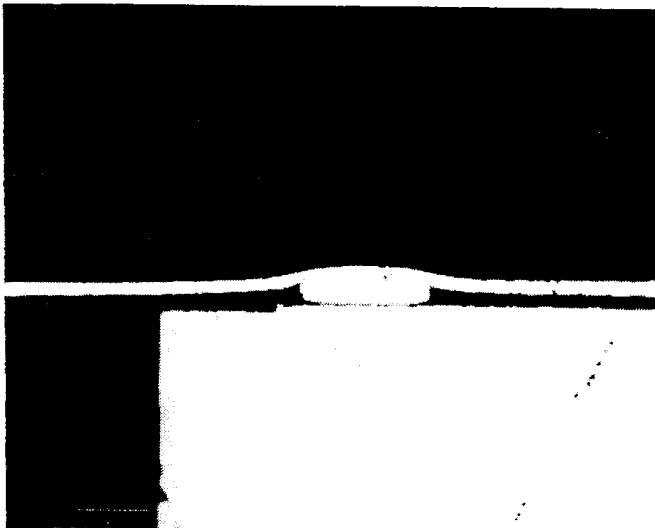




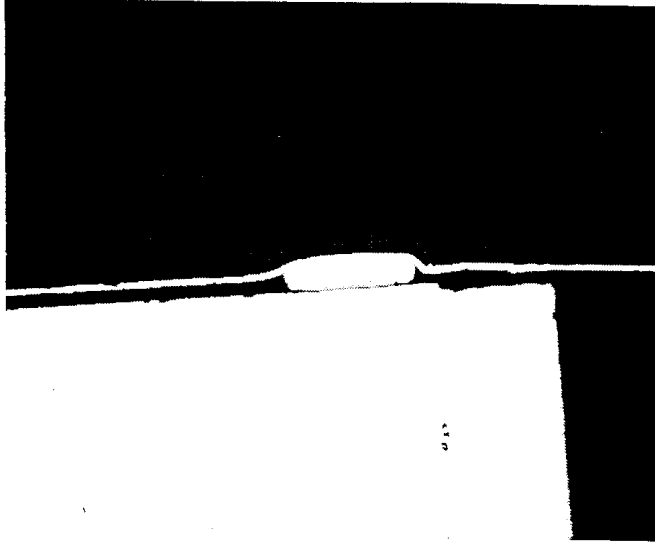
도면 12D



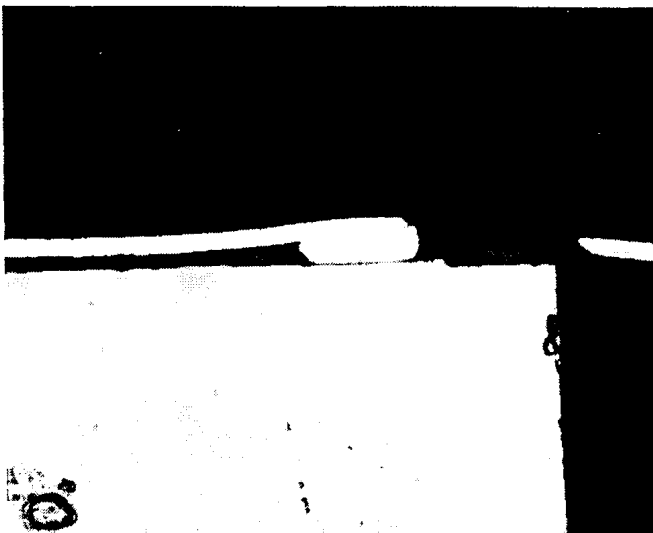
도면 12E



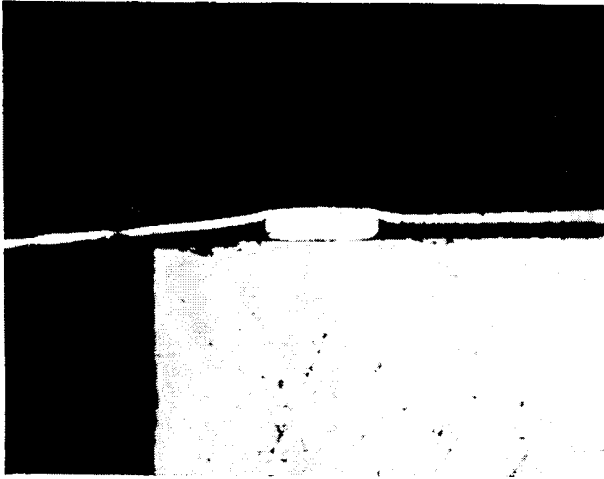
도면 12F



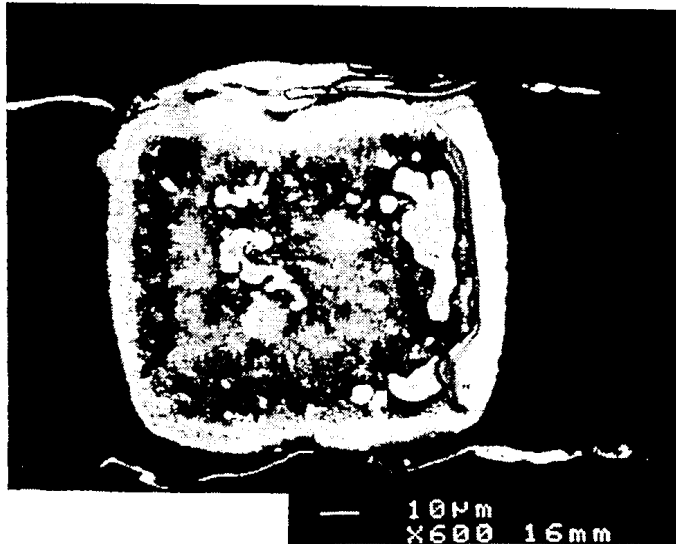
도면 12G



도면 12H



도면 12I



도면 13

