

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) . Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/56  
 H01L 23/31  
 H01L 31/0203

(11) 공개번호 10-2005-0084487  
 (43) 공개일자 2005년08월26일

(21) 출원번호 10-2005-7011896  
 (22) 출원일자 2005년06월23일  
 번역문 제출일자 2005년06월23일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2003/039425  
 국제출원일자 2003년12월11일

(87) 국제공개번호 WO 2004/061934  
 국제공개일자 2004년07월22일

(30) 우선권주장 10/328,326 2002년12월23일 미국(US)

(71) 출원인 프리스캐일 세미컨덕터, 인크.  
 미합중국 텍사스 (우편번호 78735) 오스틴 윌리암 캐논 드라이브 웨스트 6501

(72) 발명자 차슨, 마크  
 미국 일리노이 60194, 샤큘버그, 페어해븐 레인 1809  
 댈버, 잔  
 미국 일리노이 60004, 알링تون 하이츠, 엔. 하버드 로드 1317

(74) 대리인 정상구  
 신현문  
 이범래

**심사청구 : 없음**

---

**(54) 플립 칩들 및 플립 칩 어셈블리들을 위한 선택적 언더필**

---

**요약**

본 발명은 인쇄 배선판(230)에 플립-칩(210)을 부착시키는 방법을 제공한다. 범핑된 광-전자 또는 광 전기 플립-칩(210)이 제공된다. 언더필 물질(240)은 플립-칩(210)의 제1 부분(250)에 공급되고, 여기서 플립-칩(210)의 제2 부분(260)은 언더필 물질(240)이 없다. 플립-칩(210)은 인쇄 배선판(230) 상에 위치하고, 플립-칩(210)의 범핑된 부분은 인쇄 배선판(230)에 플립-칩(210)을 전기적으로 접속시키기 위해 가열된다. 플립-칩(210)의 제2 부분(260)은 이 플립-칩(210)이 인쇄 배선판(230)에 전기적으로 접속될 때 언더필 물질(240) 없이 유지된다.

**대표도**

도 2

**색인어**

언더필, 플립-칩, 솔더 범프

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 일반적으로 반도체 웨이퍼 프로세싱(semiconductor wafer processing) 및 접적 회로 패키징에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 광-전자 및 전기 기계적 범핑된 반도체 웨이퍼들, 플립 칩들(flip chips) 및 플립-칩 어셈블리들(flip-chip assemblies)을 위한 선택적 언더필(underfill), 및 선택적 언더필에 의한 반도체 웨이퍼, 플립 칩 또는 플립 칩 모듈의 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

광전자용 어셈블리 및 인쇄된 배선판(printed wiring boards;PWB)에 대한 전기 기계적 어셈블리들은, 이산적인 부품들이 비용-효과적인 모듈들을 형성하기 위해 접적됨에 따라 점점 중요해지고 있다. 우수한 성능은 작은 크기를 유도하기 위해 플립-칩 부착 기술들을 사용하여 실현될 수 있다. 광-전자 접적 회로들(ICs)은 다이(die)와 PWB 사이에서 기능하는 발광 및 광 검출 부품들을 포함할 수 있기 때문에, 발광기 또는 검출기로의 광 경로를 차단하는 어셈블리 기술들이 사용될 수 있다. 플립-칩 어셈블리 기술들은 일반적으로 PWB에 플립 칩을 결합시키는 언더필 물질들을 필요로 하고, 이들은 광 경로를 차단시킬 수 있다. 언더필 물질은 솔더 범프들(solder bumps)을 구조적으로 강화시키고, PWB에 대해 플립 칩을 기계적으로 고착시키고, 어셈블리의 신뢰성을 개선시킨다.

표면 음향 웨이브(surface acoustic wave;SAW) 장치들, 마이크로-전기-기계적 시스템(micro-electro-mechanical system;MEMS) 장치들, 접적 전기 기계적 장치들 및 이동 가능한 부분들을 갖는 기타 장치들 등의 전기 기계적 장치들은 언더필 물질로 커버되는 경우에 저하된 방식으로 기능할 수 있거나 또는 전혀 기능을 다할 수 없다. 이들 장치들은 범핑되고 플립-칩 어셈블리들 중에 사용될 때 언더필 물질 없이 유지되어야 한다.

종래 기술에서, 언더필 물질들은 일반적으로 IC 인터페이스의 전체 표면에 공급된다. 액상 언더필 분배 기술에서, 언더필은 플립-칩 결합된 다이의 에지들에 공급되고, 모세관 작용은 유체를 다이 아래로 나른다. 상기 프로세스 동안, 전체 다이 표면은 언더필로 코팅된다. 높은 점도의 비유동성 언더필들을 사용할 때, 이 언더필은 다이 배치 전에 PWB에 공급될 수 있다. 솔더 리플로우 동안, 언더필은 전체 다이 표면을 액화하고 습윤시킨다. 두 경우들에서, 언더필은 전체 다이 표면을 커버하고, 다이 이미터와 다이 검출기 사이의 광 전파에 의해 간섭받는다. 언더필 물질은 불투명하고, 광학 소자들을 커버함으로써, 어떠한 방사선도 전송되지 않는다. 투명한 물질들이 사용되는 경우, 플립 칩 또는 인쇄 배선판 다음의 공기의 베블들, 공극들, 입자들 또는 포켓들 등의 결합들은 빛의 전송을 왜곡시킬 수 있거나 또는 억제할 수 있다. 투명한 물질들은 시간이 경과함에 따라 품질이 저하될 수 있다. 광선의 독특한 분산은 열 팽창 계수 매칭을 위해 언더필 물질 내에 포함된 충전재 물질들에 의해 발생할 수 있다. 앞전 장치들 도는 표면-마이크로 기계화된 중계기들 등의 기계적으로 또는 음향학적으로 이동하는 구조물들을 갖는 전기 기계적 장치들은 장치의 오퍼레이션을 손상시키지 않고 전기 기계적 소자를 커버하는 어떠한 언더필 물질도 가질 수 없다.

2002년 4월 2일자로 특허된 미합중국 특허 제6,365,441호, "플립 칩 전자 패키지를 위한 선택적 언더필(Partial Underfill for Flip Chip Electronic Package)"에 개시된 바와 같이, 언더필 물질은 플립 칩 어셈블리의 주변 둘레로 공급되고, 내부 영역 내로 부분적으로 흘러 나와서, 플립 칩의 일부를 언더필 물질 없이 유지된다. 2002년 3월 28일자로 발행된 미합중국 특허 공개 출원 제US2002/0037138호 "광학적 모듈과 그 제조 방법(Optical Module and Method for Manufacturing Same)"에 개시된 바와 같이, 도파관의 클래딩(cladding) 지수보다 적은 굴절률을 갖는 투명한 언더필 수지는 플립 칩 및 인쇄 배선판 상의 광학 장치들 사이의 언더필 물질로서 사용된다. 다른 제조업자들은 언더필 사용의 장점들의 상실을 통해, 플립 칩 상의 광전자 장치들과 인쇄 배선판 상의 마이크로렌즈, 도파관 또는 기타 광학적 소자 사이의 방해를 받지 않는 광학적 전송을 제공하기 위해 임의의 언더필 물질의 사용 없이 솔더 범프들을 사용할 수 있다.

플립-칩과 PWB 사이에 광학적으로 방해받지 않는 광학적 전송 경로들을 보유하면서 PWB에 대한 확고한 전기적 및 기계적 다이 부착을 허용하는, 밑에 놓인 패키지 기판 또는 PWB에 광-전자 플립 칩들을 직접적으로 부착시키는 패키지화 기술을 갖는 것이 유리할 수 있다. 패키지화 기술은 연관된 광학적 장치들 사이의 제한되지 않은 자유-스페이스 전송 특징들을 보유하면서, 확고한 다이 결합을 위해 고도로 신뢰할 수 있는 전기적 상호 접속 및 보호성 언더필 물질로, 범프들 및 효과적인 환경 보호를 위한 스트레스 이완에 의해, 플립 칩이 기판에 효과적으로 결합되게 한다. 전기 기계적 플립 칩들이 PWB 또는 패키지 기판에 결합될 때 이 플립 칩의 이동을 방해하지 않고 기판 또는 PWB에 부착되는 것은 중요하다.

따라서, 본 발명의 목적은 인쇄 배선판에 범핑된 광학-전자 및 전기 기계적 플립 칩들을 부착시키는 방법을 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 임의의 언더필 물질이 없는 플립-칩 어셈블리의 광학적 부분들 및 전기 기계적 부분들을 갖는 플립-칩 어셈블리를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 다이 또는 웨이퍼 레벨로 범핑된 광학-전자 플립 칩들 및 범핑된 전기 기계적 플립 칩들에 대한 선택적 언더필 프로세스를 제공하고, 상기 다른 결합들 및 장애들을 극복하는 것이다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명의 일 양상은 인쇄 배선판에 플립 칩을 부착시키는 방법을 제공한다. 언더필 물질은 범핑된 플립 칩의 제1 부분에 공급되어 언더필 물질이 없는 플립 칩의 광학적 부분 또는 전기 기계적 부분을 유지한다. 선택적인 언더필을 갖는 플립 칩이 인쇄 배선판 상에 배치되어, 플립 칩의 광학적 부분 또는 전기 기계적 부분이 언더필 물질 없이 유지되면서 인쇄 배선판에 플립 칩을 전기적으로 및 기계적으로 접속시키기 위해 가열된다.

본 발명의 다른 양상은 제1 부분 및 제2 부분을 갖는 범핑된 플립 칩, 및 플립 칩의 제1 부분 상에 선택적으로 배치된 언더필 물질을 포함하는 플립-칩 어셈블리이다. 플립 칩의 제2 부분은 1개 이상의 광학 장치들 또는 전기 기계적 장치들을 포함할 수 있다. 플립 칩의 제1 부분은, 상기 플립 칩이 인쇄 배선판 상에 놓이고 인쇄 배선판에 플립 칩을 전기적으로 접속시키기 위해 가열될 때 언더필 물질 없이 유지된다. 플립-칩 어셈블리는 인쇄 배선판을 포함할 수 있고, 플립 칩의 능동 표면은 인쇄 배선판 상의 연관된 장치에 광학적으로 결합된 플립 칩 상의 적어도 하나의 광학-전자 장치에 의해 인쇄 배선판에 위치하고 고정된다.

본 발명의 다른 양상은 선택적인 언더필 프로세스이다. 적어도 하나의 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 및 적어도 하나의 솔더 범프를 포함하는 범핑된 반도체 웨이퍼는 패턴화된 마스크에 정렬된다. 패턴화된 마스크는 적어도 하나의 광학-전자 또는 전기 기계적 장치에 대응하는 적어도 하나의 배리어 특징부들을 포함한다. 언더필 물질은 범핑된 반도체 웨이퍼 상으로 패턴화된 마스크를 통해 분배되어, 광학-전자 및 전기 기계적 장치들을 언더필 물질 없이 유지한다. 언더필 물질은 솔더 범프들 둘레로 언더필 물질을 유동시키기 위해 가열되는 한편, 광학-전자 또는 전기 기계적 장치는 언더필 물질 없이 유지된다.

본 발명의 다른 양상은 패턴화된 언더필 필름에 기초한 선택적 언더필 프로세스이다. 적어도 하나의 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 및 적어도 하나의 솔더 범프를 포함하는 범핑된 반도체 웨이퍼가 패턴화된 언더필 필름에 정렬되고, 패턴화된 언더필 필름은 배킹층 및 상기 광학-전자 또는 전기 기계적 장치에 대응하는 언더필 물질 내의 적어도 하나의 개방된 특징부에 의해 배킹층 상에 배치된 언더필 물질을 포함한다. 패턴화된 언더필 필름은 범핑된 반도체 웨이퍼에 라미네이트(laminate)되고, 배킹층(backing layer)이 제거되고, 언더필 물질은 적어도 하나의 솔더 범프 둘레로 물질을 유동시키도록 가열된다.

본 발명은 여러 실시예들의 수반된 도면들 및 아래 주어진 상세한 설명에 의해 예시된다. 도면들은 본 발명을 특정 실시예들로 제한시키고자 취해진 것이 아니고, 설명 및 이해를 위한 것이다. 상세한 설명 및 도면들은 본 발명을 제한하기보다는 단지 예시하고, 본 발명의 범위는 첨부된 특허 청구의 범위 및 그의 등가물들에 의해 제한된다. 본 발명의 상기 양상들 및 기타 장점들은 수반된 도면들과 관련하여 이루어진 상세한 설명에 의해 보다 용이하게 인식될 것이다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 선행 기술에서 전형적인 바와 같이, 비선택적 언더필을 갖는 광학-전자 플립-칩 어셈블리를 도시하는 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라, 선택적 언더필을 갖는 광학-전자 또는 전기 기계적 플립-칩 어셈블리를 도시하는 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라, 선택적 언더필을 갖는 범핑된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩의 단면도.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 선택적 언더필을 갖는 범핑된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩의 평면도.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라, 인쇄 배선판에 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩을 부착시키는 방법의 블록도.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 선택적 언더필 프로세스의 블록도.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따라 선택적 언더필 프로세스의 블록도.

### 실시예

본 발명은 선택적 언더필을 갖는 광학-전자 또는 전기 기계적 플립-칩 어셈블리를 제공한다. 본 발명의 일 양상은 인쇄 배선판에 광학-전자 또는 전기 기계적 플립-칩을 부착시키는 방법이다. 플립-칩 언더필 어셈블리 프로세스는 플립 칩의 비광학적 부분 및 비-전기 기계적 부분 상에 언더필 물질을 선택적으로 배치시킨다. 언더필 물질은 다이의 특정 영역들을 커버하는 것으로부터 제한된다. 플립-칩 언더필 프로세스 동안, 언더필 물질은 다이의 비광학적 및 비전기 기계적 부분들 상으로 다이 표면 상에 놓일 수 있다. 언더필 물질은 이 언더필 물질이 플립 칩과 기판 또는 인쇄 배선판 사이의 광선의 전송을 제한시키거나 또는 억제시키는 경우에 광선 이미터들 및 검출기들 등의 광학 장치들 및 광-전자 장치들 상에서 생략된다. 언더필 물질은 다이 스트리트들 또는 솔더 범프들의 상단 등의 다이 또는 웨이퍼의 다른 영역들로부터 또는 플립 칩 상의 솔더 범프들의 선택된 영역들로부터 역시 제한될 수 있다. 언더필 물질을 다이의 광학적으로 능동 부분들을 코팅하는 것으로부터 제한시킴으로써, 선택적 언더필을 갖는 광학-전자 다이는 언더필 물질들을 사용하여 PWB에 플립-칩 어셈블리될 수 있고, 플립 칩과 PWB 사이의 광학 전송들을 억제함 없이 언더필의 이익들을 보존한다. 언더필 물질을 다이의 전기 기계적 부분들의 코팅으로부터 제한시킴으로써, 전기 기계적 장치들의 특징들은 저하되지 않는다.

언더필 물질은 플립 칩에 도포되는 동안 충분한 점성을 가짐으로써, 다이의 선택된 영역들은 개방되고 언더필 물질이 없다. 솔더 리플로우 동안, 언더필 물질은 다이 에지들에 필렛(fillet)을 형성하기 위해 바깥쪽으로 흐를 수 있지만, 이는 광학적으로 능동 영역들 둘레에서 내부로 봉괴되지 않는다. 필렛들은 언더필 물질의 내부 에지들에서 형성될 수도 있다. 본 발명은 언더필을 사용하여 플립-칩 어셈블릴 광학-전자 다이를 필요로 하는 임의의 광학-전자 어셈블리에 적용될 수 있다. 본 발명은 언더필을 사용하여 플립-칩 어셈블릴 전기 기계적 다이를 필요로 하는 임의의 전기 기계적 어셈블리에 적용될 수도 있다. 리플로우 후 언더필 물질은 범평된 플립 칩과 인쇄 배선판 사이에 추가의 결합 강도를 제공하고, 전기적으로 접속된 플립 칩에 대한 스트레인 릴리프(strain relief)를 제공한다.

도 1은 선행 기술에서 전형적인 바와 같이, 비선택적 언더필을 갖는 광학-전자 플립-칩 어셈블리를 예시한다. 플립-칩 어셈블리(100)는 비선택적 언더필 물질(140)을 사용하여 기판(130)에 부착된 솔더 범프들(120)의 어레이와 함께 플립 칩(110)을 포함한다. 플립 칩(110)은 일련의 전자 장치들, 전기적 상호 접속 트레이스들, 전기적 바이어스 및 플립-칩 패드들(112)의 배치를 포함할 수 있다. 플립 칩(110)은 1개 이상의 광학-전자 장치들(164)을 포함할 수도 있다. 솔더 볼들 또는 솔더 범프들(120)은 당업계에 현재 알려진 바와 같은 금속 침착, 금속 전기 도금, 솔더 볼 배치 또는 기타 범프-형성 프로세스들을 사용하여 플립-칩 패드들(112) 상에 형성된다. 솔더 범프들(120)은 기판(130)에 반하여 위치할 수 있고, 이들을 용융시키고 기판(130)에 접속시키기 위해 솔더의 공용점 이상으로 가열될 수 있다. 기판(130)은 기판에 플립 칩을 전기적으로 접속시키기 위해 상호 접속 트레이스들 및 기판 패드들(132)의 어레이를 포함한다. 기판(130)은 플립-칩 광학-전자 장치들(164)에 대응하는 1개 이상의 기판 광학 장치들(134)을 포함할 수도 있다. 기판(130)은 전자 부품들, 광학 부품들 및 기타 플립 칩들을 포함할 수도 있다.

솔더가 리플로우된 후, 솔더 범프들(120)은 플립 칩 패드들(112) 및 기판 패드들(132)을 통해 기판(130)에 전기적으로, 기계적으로 및 야금술학적으로 접속된다. 비선택적 언더필 물질(140)은 다이 부착을 위한 추가의 결합 강도를 제공한다. 비선택적 언더필 물질(140)은 플립 칩 어셈블리의 온도 측정 동안 솔더 볼 인터페이스들에서 스트레스 이완을 제공하고, 플립 칩의 성능을 저하시킬 수 있는 습기, 입자들 및 기타 오염 물질로부터 환경적 보호를 제공한다. 언더필 물질은 리플로우 단계 전에 플립 칩에 도포될 수 있거나, 또는 리플로우가 완료된 후 플립 칩 주변에 공급되고, 이들을 함께 결합시키고 보호를 제공하기 위해 플립 칩의 표면과 표면 사이의 영역 내로 흘러 나오게 된다. 비선택적 언더필 물질(140)은 플립-칩 광학-전자 장치들(164)과 기판 광학 장치들(134) 사이에 위치할 수도 있다. 언더필 프로세스는 선택적이 아니고, 광학 신호들의 프리-스페이스 전송(free-space transmission)을 위해 기판 상의 대응하는 장치들과 플립 칩 상의 광학-전자 장치들 사이에 방해받지 않는 광학적 경로를 제공하지 못한다. 플립 칩(110)과 기판(130) 사이에 광학적 에너지를 전달하기 위해, 비선택적 언더필 물질(140)은 관련 있는(of interest) 광장들에 대해 만족할 만하게 투명해야 하고, 불투명한 단편들, 공극들 및 기타 광학적 기형들을 포함하는 임의의 결합들이 없어야 한다. TCE-매칭을 고려하기 위해 비선택적 언더필 물질(140) 내로 혼입된 충전재 물질들은 광선의 전송을 부당하게 산란시키거나 또는 분산시키지 않아야 한다. 대안적으로, 언더필 물질은 부수적인 잇점들의 손실을 통해 완전히 생략될 수 있다.

도 2는 200에서 본 발명에 따라, 선택적 언더필을 갖는 광학-전자 또는 전기 기계적 플립-칩 어셈블리의 일 실시예를 예시한다. 선택적 언더필 플립-칩 어셈블린(200)은 기판 또는 인쇄 배선판(PWB;230)에 전기적으로 접속된 적어도 하나의 솔더 볼 또는 솔더 범프(220)를 포함하는 1개 이상의 광학-전자 또는 전기 기계적 플립-칩들(210) 및 플립 칩(210)의 범평된 표면과 PWB(230) 사이에 선택적 언더필 물질(240)을 포함한다.

플립 칩(210)은 많은 능동 부품들, 수동 부품들 또는 이들의 임의의 조합물을 포함할 수 있다. 플립 칩(210)은 레지스터들, 커패시터들 및 트랜지스터들 등의 전자 부품들을 포함할 수 있다. 이들 부품들은 플립 칩(210) 상으로 집적될 수 있다. 플립 칩(210)은 1개 이상의 집적 회로들을 포함할 수 있다. 플립 칩(210)은 전기적 상호 접속 트레이스들 및 플립-칩 패드들(212)의 세트를 포함할 수 있다. 플립 칩(210)은 광다이오드, 광 검출기, 광다이오드 어레이, 또는 광 검출기 어레이 등의 1개 이상의 광학-전자 또는 전기 기계적 장치들(264)을 포함할 수 있다. 플립 칩(210)은 1개 이상의 발광 다이오드들, 반도체 레이저들, 수직-공진 표면 발광 레이저들, 에지-발광 레이저들, 포토 이미터, 발광기, 또는 광검출기를 포함할 수 있다. 플립 칩(210)은 광학 도파관 등의 1개 이상의 수동 광학 장치들, 마이크로 렌즈 또는 마이크로 렌즈 어레이 등의 굴절 소자, 거울 등의 반사 소자 또는 광학 소자를 포함할 수 있다. 플립 칩(210)은 이들 능동 소자 및 수동 소자의 임의의 조합물을 포함할 수 있다.

대안적으로, 플립 칩(210)은 전기 기계적 부분(260) 내에 1개 이상의 전기 기계적 장치들을 포함할 수 있다. 플립 칩(210)은 전기 기계적 필터, 전기 기계적 중계기, 음향 이미터, 음향 검출기, 표면 음향 웨이브 장치, 벌크 음향 웨이브 장치, 박막 기계적 소자, 마이크로 플루이드성 장치 또는 마이크로-전기-기계적 장치 등의 1개 이상의 전기 기계적 장치들을 포함할 수 있다. 본 발명의 이러한 전형적인 실시예에서, 플립 칩(210)은 범평된 광학-전자 플립 칩 또는 범평된 전기 기계적 플립 칩이다. 플립 칩(210)은 이 플립 칩의 능동 표면 상에 적어도 하나의 솔더 범프 또는 적어도 하나의 솔더 볼을 포함할 수 있다. 솔더 볼들 또는 솔더 범프들(220)은 전형적으로 당업계에 현재 알려진 바와 같이 금속 증착들, 금속 도금, 솔더 볼 배치 또는 기타 범프-형성 프로세스들에 의해 형성된다. 솔더 볼들 또는 솔더 범프들(220)은 PWB(230)에 반하여 위치할 수 있고, 이들을 용융시키고, 이들을 PWB(230)에 접속시키기 위해 가열될 수 있다. PWB(230)는 플립 칩(210)을 PWB(230)에 전기적으로 접속시키기 위해 상호 접속 트레이스들 및 기판 패드들(232)의 어레이를 포함할 수 있다. PWB(230)는 PWB(230)에 결합되거나 또는 PWB(230) 상에 형성된 1개 이상의 능동 또는 수동 장치들을 포함할 수 있다. PWB(230)는 인쇄 배선판일 수 있다. 인쇄 배선판은 단일층 또는 다중층 파이버글래스 FR4 보드, 유기 회로 보드, 또는 마더 보드일 수 있다. PWB(230)는 광학-전자 모듈, 전기 기계적 모듈, 세라믹 기판, 하이브리드 회로 기판, 패키지 기판, 또는 반도체 기판, 예를 들면 실리콘 기판 또는 캠파운드 반도체 기판일 수 있다. PWB(230)는 폴리이미드 테일, 플렉스 회로, 고밀도 상호 접속 보드, 전기 기계적 회로 보드, 또는 광학-전자 회로 보드일 수 있다. 플립 칩(210)의 능동 표면은 PWB(230)에 위치하고 고정될 수 있고, 플립 칩 상의 적어도 하나의 광학-전자 다바이스는 PWB(230) 상의 연관된 장치에 광학적으로 결합된다.

일 실시예의 PWB(230)는 플립-칩 광학-전자 또는 전기 기계적 장치들(264)에 대응하는 1개 이상의 기판 광학적 장치들(234)을 포함한다. 기판 광학적 장치(234)는 광다이오드, 광 검출기, 광다이오드 어레이, 광 검출기 어레이, 발광 다이오드, 반도체 레이저, 수직-공진 표면 발광 레이저, 에지-발광 레이저, 포토 이미터, 발광기, 광학 도파관, 굴절 소자, 반사 소자, 광학 소자 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 예를 들면, 플립 칩(210) 상의 VCSEL 레이저는 PWB(230) 상의 포토 검출기 또는 수동 광학 도파관에 광학적으로 정렬될 수 있다. PWB(230)는 도파관들, 프리즘들, 거울들 및 기타 광학 소자들에 의해 다중층들 및 개구들을 포함할 수 있다.

선택적 언더필 물질(240)은 플립 칩(210)의 비광학 및 비전기 기계적 부분들(250) 상에 놓이거나 또는 배치될 수 있다. 비광학 및 비전기 기계적 부분(250)은 1개 이상의 수동 또는 능동 전자 장치들(254)을 포함할 수 있다. 선택적 언더필 물질(240)은 플립 칩(210)의 1개 이상의 광학 또는 전기 기계적 부분들(260)로부터 생략될 수 있다. 플립 칩(210)의 1개 이상의 광학 또는 전기 기계적 부분들(260)은 플립 칩(210)이 인쇄 배선판 상에 놓이고 PWB(230)에 플립 칩(210)을 전기적으로 접속하기 위해 가열되었을 때 선택적 언더필 물질(240)이 없을 수 있다. 광학적 또는 전기 기계적 부분(260)은 적어도 하나의 광학 또는 전기 기계적 장치들(264)을 포함할 수 있다. 플립 칩(210)의 모든 광학적 및 전기 기계적 부분들(260)이 선택적 언더필 물질(240)이 없을 필요가 있는 것은 아니고, 그 경우는 광학 전기 기계적 장치들이 언더필 물질에 의해 부정적인 영향을 받지 않거나 또는 PWB(230) 상에 대응하는 어떠한 소자도 갖지 않는 경우이다.

선택적 언더필 물질(240)은 다이 부착 프로세스들 동안 PWB(230)로부터 플립 칩(210)을 분리하기 위해 절연 미소구들을 함유하는 1부 또는 2부 에폭시 등의 채워진 에폭시를 포함할 수 있다. 총전재들은 언더필 물질의 열팽창 특성들을 개선시키기 위해 선택적인 언더필 물질에 부가될 수 있다. 선택적 언더필 물질(240)은 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 에폭시, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질 및 임의의 적절한 언더필 화합물을 포함할 수 있다.

도 3은 300에서 본 발명의 일 실시예에 따라, 선택적 언더필을 갖는 범평된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩의 단면도를 나타낸다. 선택적 언더필을 갖는 범평된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립-칩(300)은 범프들(320)을 갖는 범평된 플

립 칩(310) 및 선택적 언더필 물질(340)을 포함할 수 있다. 범프들(320)은 플립 칩(310)의 능동 표면 상의 솔더 범프들 또는 솔더 볼들일 수 있다. 범프들(320)은 플립 칩 패드들(312)에서 플립 칩(310)에 접속될 수 있다. 플립-칩 패드들(312)은 1개 이상의 온-칩 상호 접속 트레이스들에 의해 플립 칩(310) 상에서 전기, 전자 및 광학 장치들에 접속될 수 있다.

선택적 언더필을 갖는 범핑된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩(300)은 비광학 및 비전기 기계적 부분(350) 및 광학 또는 전기 기계적 부분(360)을 종종 포함한다. 비광학 및 비전기 기계적 부분(350)은 1개 이상의 수동 또는 능동 전자 장치들(354)을 포함할 수 있다. 범핑된 플립 칩(310)은 적어도 하나의 광학 또는 전기 기계적 장치(364)를 포함할 수 있다. 광학 부분(360)은 적어도 하나의 광학 또는 전기 기계적 장치(364)를 포함할 수 있다. 광학 장치(364)는 광다이오드, 광검출기, 광다이오드 어레이, 광검출기 어레이, 발광 다이오드, 반도체 레이저, 수직-공진 표면 발광 레이저, 에지-발광 레이저, 포토 이미터, 발광기, 광검출기, 광학 도파관, 굴절 소자, 반사 소자, 광학 소자 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 전기 기계적 장치(364)는 전기 기계적 충전재, 전기 기계적 중계기, 음향 이미터, 음향 검출기, 표면 음향 웨이브 장치, 벌크 음향 웨이브 장치, 박막 기계적 소자, 마이크로 플로이드 장치 또는 마이크로-전기-기계적 장치일 수 있다.

선택적 언더필 물질(340)은 비광학적 및 비전기 기계적 부분들(350) 상에 놓일 수 있는 한편, 플립 칩(310)의 광학적 또는 전기 기계적 부분들은 언더필 물질(340)이 없다. 언더필 물질(340)은 유리 또는 절연 마이크로스피어들(microspheres)로 채워진 에폭시 등의 채워진 에폭시를 포함할 수 있다. 언더필 물질(340)은 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 에폭시, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질 및 임의의 적절한 언더필 화합물을 포함할 수 있다. 언더필 물질(340)은 플립 칩(310)의 비광학 및 비전기 기계적 부분(350) 상에 배치될 수 있다. 언더필 물질(340)은 범프들(320)의 높이보다 작은 두께일 수 있다. 언더필 물질(340)은 범프 두께의 1/2보다는 크고 범프의 높이보다는 작은 두께일 수 있다. 언더필 물질(340)은 범프들의 높이보다 더 두꺼울 수 있고, 단 양호한 전기적 접속은 리플로우될 때 플립 칩(310)에 대해 이루어질 수 있다. 언더필 물질(340)은 투명한 물질, 반투명한 물질 또는 불투명한 물질일 수 있고, 그 이유는 플립 칩(310)의 광학적 부분들이 언더필 물질이 없고, 플립 칩의 비광학적 부분들은 언더필 물질의 투과성에 의해 영향받지 않기 때문이다. 언더필 물질(340)은 전기적으로 접속된 플립 칩(310)에 대한 스트레인 릴리프를 제공할 수 있다.

도 4는 400에서 본 발명의 일 실시예에 따라 선택적 언더필을 갖는 범핑된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩의 평면도를 보여준다. 범핑된 플립 칩(400)은 광학 전자 또는 전기 기계적 플립 칩(410), 플립 칩 범프들의 어레이(420) 및 선택적 언더필 물질(440)을 포함한다. 범핑된 플립 칩(400)은 비광학 및 비전기 기계적 부분(450) 및 1개 이상의 광학 또는 전기 기계적 부분들(460a, 460b 및 460c)을 포함한다. 비광학 및 비전기 기계적 부분(450)은 1개 이상의 능동 또는 수동 전자 장치들(454)을 포함할 수 있다. 광학 또는 전기 기계적 부분들(460a, 460b 및 460c)은 1개 이상의 광학 또는 전기 기계적 장치들(464)을 포함할 수 있다.

광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩(410)은 능동 및 수동 전자 및 광학 장치들의 임의의 조합, 예를 들면 광다이오드, 광검출기, 광다이오드 어레이, 광검출기 어레이, 발광 다이오드, 반도체 레이저, 수직-공진 표면 발광 레이저, 에지-발광 레이저, 포토 이미터, 발광기, 광검출기, 광학 도파관, 굴절 소자, 반사 소자, 광학 소자 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 광학-전자 플립 칩(410)은 플립 칩의 능동 표면 상에 적어도 하나의 솔더 범프 또는 적어도 하나의 솔더 볼을 포함할 수 있다. 전기 기계적 플립 칩(410)은 능동 및 수동 전자 장치들의 임의의 조합, 및 1개 이상의 전기 기계적 장치들, 예를 들면 전기 기계적 필터, 전기 기계적 중계기, 음향 이미터, 음향 검출기, 표면 음향 웨이브 장치, 벌크 음향 웨이브 장치, 박막 기계적 소자, 마이크로 플루이드성 장치 및 마이크로-전기-기계적 장치를 포함할 수 있다.

플립-칩 범프들(420)은 당업계에 알려진 바와 같은 침착된 금속들, 전기 도금된 금속들, 솔더 볼 배치 기술 또는 임의의 적절한 솔더 볼 또는 솔더 범프 프로세스를 사용하여 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩(410) 상에 형성될 수 있다.

언더필 물질(440)은 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩(410)의 비광학 및 비전기 기계적 부분들 상에 선택적으로 배치될 수 있다. 언더필 물질(440)은 적어도 하나의 범프의 높이보다 작은 두께일 수 있다. 언더필 물질(440)은 플립 칩 범프들(420)을 커버하거나 또는 부분적으로 커버할 수 있다. 언더필 물질(440)은 관심있는 파장들에 걸쳐 투명하거나, 부분적으로 투명하거나 또는 불투명할 수 있다. 언더필 물질(440)은 전기적으로 접속된 플립 칩에 대한 스트레인 릴리프를 제공한다. 언더필 물질(440)은 전형적으로 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질 또는 임의의 적절한 언더필 화합물을 포함한다.

도 5는 500에서 본 발명의 일 실시예에 따라, 인쇄 배선판에 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩을 부착시키는 방법의 블록도를 나타낸다. 프라임 칩 부착이라 칭하기도 하는 플립-칩 부착 방법(500)은 범핑된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩에 선택적 언더필 물질을 도포하는 단계 및 인쇄 배선판에 플립 칩을 부착시키는 단계를 포함한다. 플립 칩은 이 플립

칩의 광학 또는 전기 기계적 부분 내에 적어도 하나의 광학 도는 전기 기계적 장치를 포함한다. 광학 장치는 광다이오드, 광 검출기, 광다이오드 어레이, 광 검출기 어레이, 발광 다이오드, 반도체 레이저, 수직-공진 표면 발광 레이저, 에지-발광 레이저, 포토 이미터, 발광기, 광선 검출기, 광학 도파관, 굴절 소자, 반사 소자, 광학 소자 또는 이들의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 전기 기계적 장치는 전기 기계적 필터, 전기 기계적 중계기, 음향 이미터, 음향 검출기, 표면 음향 웨이브 장치, 벌크 음향 웨이브 장치, 박막 기계적 소자, 마이크로 플루이드성 장치 및 마이크로-전기-기계적 장치를 포함할 수 있다.

본 발명의 예시적인 실시예에서, 범핑된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩이 제공된다. 패턴화된 마스크는 블록 510에서 볼 수 있는 바와 같이 광학 또는 전기 기계적 플립 칩의 범핑된 표면에 반하여 위치된다. 광학-전자 또는 전기 기계적 플립 칩은 전형적으로 플립 칩의 능동 표면 상에 1개 이상의 솔더 범프들 또는 솔더 볼들을 포함한다. 패턴화된 마스크는 스크린 상에 1개 이상의 배리어 특징부들을 갖는 미세한-메시 스크린을 포함할 수 있다. 배리어 특징부들은 플립 칩의 광학적 및 전기 기계적 부분들을 커버하는 특징부들을 포함할 수 있다. 패턴화된 마스크는 워터-레벨 언더필이 도포될 때 스트리트들 상으로 배리어 특징부들을 포함할 수 있다. 대안적으로, 패턴화된 마스크는 플라스틱 도는 금속 등의 물질의 시트 내에 천공되거나 또는 형성된 홀들(holes) 또는 기타 특징들을 갖는 스텐실일 수 있다. 젤들, 혼탁액들, 슬러리들(slurries) 및 점성 액체들 등의 물질은 밑에 놓인 기판 상에 물질의 박막 코트를 유지하도록 개방된 마스크 영역들을 통해 통과할 수 있다. 언더필 물질은 플립 칩의 비광학 및 비전기 기계적 부분들에 도포될 수 있고, 여기서 플립 칩의 1개 이상의 광학적 또는 전기 기계적 부분들은 언더필 물질 없이 유지된다. 이어서, 언더필 물질은 건조되고, 안정화되고, 부분적으로 경화되거나, 또는 그렇지 않으면 고형화될 수 있다.

언더필 물질은 블록 520에서 볼 수 있듯이, 패턴화된 마스크를 통해 플립 칩의 1개 이상의 비광학 및 비전기 기계적 부분들 상으로 분배될 수 있다. 언더필 물질은 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질 및 적절한 언더필 화합물을 포함할 수 있다. 언더필 물질은 관심있는 과장들에 걸쳐 투명한 물질, 반투명한 물질 또는 불투명한 물질일 수 있다. 언더필 물질은 플립 칩 상의 범프들의 두께에 이르는 두께로 분배될 수 있다. 언더필 물질은 범프들을 커버하도록 범프들의 두께보다 더 큰 두께로 분배될 수 있고, 단 언더필 물질은 연질일 것이고, 리플로우 동안 인쇄 배선판에 범프들이 전기적으로 접속되게 허용할 것이다.

언더필 물질은 블록 530에서 볼 수 있듯이 열-처리될 수 있다. 언더필 물질은 솔더 범프들 둘레로 언더필 물질이 흐르게 가열되는 한편, 광학 또는 전기 기계적 장치들은 언더필 물질 없이 유지된다. 언더필 물질의 접도는 이 언더필 물질이 범프들 둘레로 적절히 흐르고, 플립 칩의 광학 또는 전기 기계적 영역들 내로 흐르지 않도록 선택될 수 있다. 언더필 물질은 용매들을 추방하고, 그를 경화시키는데 불필요한 물질을 고형화시키기 위해 충분한 온도로 가열될 수 있다. 에폭시드들 및 기타 중합성 물질들에 기초한 언더필 물질들은 언더필이 더 이상 들러붙지 않도록 언더필을 건조시키기 위해 언더필 물질 스테이징 온도까지 가열될 수 있다. 언더필 물질은 가열 단계 후에 건조될 수 있고 경화되지 않은 채로 유지되거나 또는 부분적으로 경화될 수 있다. 언더필 물질 스테이징 온도는 예를 들면 80°C 내지 150°C일 수 있다. 열-처리 단계는 공기, 질소 또는 진공 등의 제어된 환경에서 이루어질 수 있다. 스테이징 온도는 일반적으로 30분 내지 2시간 이상 동안 유지될 수 있다.

대안적으로, 언더필 물질은 다이-컷 필름(die-cut film), 언더필 물질과 배깅층의 라미네이트, 또는 패턴화된 언더필 물질의 다른 시트 형태를 사용하여 플립 칩의 비광학 및 비전기 기계적 부분들에 도포될 수 있다. 다이-컷 필름 또는 패턴화된 언더필 필름은 범핑된 플립 칩에 정렬되고, 플립 칩의 범핑된 표면에 반하여 배치되고, 플립 칩에 언더필 물질을 접착시키기 위해 가열하면서 플립 칩 상으로 브레스될 수 있다. 이어서, 배깅층이 제거될 수 있다. 다른 실시예에서, 패턴화된 언더필 필름 사이의 영역은 패턴화된 언더필 필름이 플립 칩 사이의 공기를 제거하기 위해 펌프될 수 있고, 언더필 물질은 선택적인 언더필을 플립 칩에 부착하기 위해 플립 칩과 함께 가열된다.

언더필 물질의 열-처리 또는 건조 후에, 플립 칩이 인쇄 배선판 상에 배치됨으로써 플립 칩 상의 광학 장치는 블록 540에서 볼 수 있듯이 인쇄 배선판 상에 대응하는 광학 장치를 정렬시킨다. 인쇄 배선판은 단일층 또는 다중층 FR4 보드, 유기 회로 보드, 마더 보드, 광학-전자 모듈, 전기 기계적 모듈, 세라믹 기판, 하이브리드 회로 기판, 패키지 기판, 또는 반도체 기판, 폴리이미드 테일, 플렉스 회로, 고밀도 상호 접속 보드, 전기 기계적 회로 보드, 또는 광학-전자 회로 보드일 수 있다.

플립-칩 범프들은 블록 550에 나타낸 바와 같이 인쇄 배선판에 플립 칩을 전기적으로 및 기계적으로 접속시키기 위해 범핑된 광학-전자 또는 전기 기계적 플립의 리플로우 온도 이상으로 가열될 수 있다. 리플로우 온도 이상일 때, 솔더 범프들은 액화될 것이고, 인쇄 배선판에 납땜될 것이다. 예를 들면 20초 내지 2분 이상의 체류 시간 후, 열원이 제거될 수 있고, 플립-칩 어셈블리는 실온으로 냉각될 수 있다. 리플로우 온도는 예를 들면 납-주석 솔더 범프들을 위해 183°C와 220°C 사이일 수 있다. 리플로우 온도는 예를 들면 납이 없거나 또는 납 함량이 적은 범프들을 위해 220°C 내지 250°C일 수 있다. 리플로우 온도는 인듐 또는 기타 물질들에 기초하여 저온 솔더들의 경우에 대해 160°C 이하로 확장될 수 있다.

플립 칩 상의 장치들은 블록 560에서 볼 수 있듯이 가열 단계 후에 인쇄 배선판에 전기적으로 및 기계적으로 접속된다. 플립 칩의 광학 및 전기 기계적 부분들은 언더필 물질 없이 유지된다. 언더필 물질은 전기적으로 접속된 플립 칩에 대한 스트레인 릴리프를 제공한다. 캡슐화제 또는 기타 적절한 보호성 물질은 플립-칩 어셈블리를 순차로 둘러쌀 수 있다. 일부 경우들에서, 경화후 단계가 포함될 수 있다. 선택적 언더필은 약 15 내지 30분의 시간 동안 예를 들면 100°C 내지 150°C 사이의 언더필 경화후 온도까지 가열될 수 있다.

도 6은 600에서 본 발명의 일 실시예에 따라 선택적 언더필 프로세스의 블록도를 보여준다. 웨이퍼-도포된 언더필이라 칭하기도 하는 선택적 언더필 프로세스(600)는 범평된 반도체 웨이퍼 또는 범평된 플립 칩 상으로 언더필 물질을 선택적으로 분배하는 단계를 포함한다. 범평된 반도체 웨이퍼는 범평된 플립 칩들의 어레이를 포함할 수 있다. 반도체 웨이퍼는 적어도 하나의 솔더 범프 또는 솔더 볼 및 적어도 하나의 광학-전자 또는 전기 기계적 장치를 포함한다. 반도체 웨이퍼는 적어도 하나의 광학-전자 또는 전기 기계적 장치와 함께 실리콘 웨이퍼를 포함한다. 반도체 웨이퍼는 갈륨 아르세나이드, 갈륨 나이트라이드, 인듐 포스파이드, 또는 기타 적절한 광학-전자 반도체 물질을 포함할 수 있다.

언더필 물질을 분배하기 위해, 패턴화된 마스크는 블록 610에 나타낸 바와 같이 범평된 반도체 웨이퍼 또는 플립 칩에 정렬될 수 있다. 언더필 물질은 범평된 반도체 웨이퍼 상으로 선택적으로 분배될 수 있고, 그 마스크 영역을 통해 마스크 상의 임의의 배리어 특징부들에 의해 차단되지 않는다. 패턴화된 마스크는 1개 이상의 광학-전자 또는 전기 기계적 장치들에 대응하는 적어도 하나의 배리어 특징을 포함한다.

언더필 물질은 패턴화된 마스크를 통해 범평된 반도체 웨이퍼 상으로 분산될 수 있고, 여기서 광학-전자 및 또는 전기 기계적 장치들은 블록 620에서 언더필 물질 없이 유지된다. 이러한 방법에 의해, 다이싱 스트리트들(dicing streets) 등의 다른 웨이퍼-레벨 특징들은 역시 언더필 물질 없이 유지될 수 있다. 다른 프로세스들은 펜 시스템 또는 니즐 분배 시스템으로 기입하거나 또는 잉크제트 노즐을 사용하는 등의 언더필 물질을 침착시키기 위해 사용될 수 있다.

언더필 물질은 일반적으로 블록 630에서 볼 수 있듯이 언더필 물질을 건조시키기 위해 가열될 수 있다. 이 언더필 물질은 언더필 물질 스테이징 온도 이상으로 가열될 수 있다. 언더필 물질 스테이징 온도는 일반적으로 80°C 내지 150°C이다. 건조 시간들은 2분 내지 20분 이상일 수 있다. 언더필 물질은 이 단계 동안 부분적으로 경화될 수 있다.

이와 같이 예시적인 실시예에서, 언더필 물질은 블록 640에서 알 수 있듯이, 광학-전자 장치들은 언더필 물질 없이 유지되면서, 스테이징 주기 동안 또는 솔더 범프들 둘레로 물질이 유동하는 부분 경화 주기 동안 비광학 및 비전기 기계적 영역들 내에서 솔더 범프들 둘레로 언더필 물질을 유동하도록 가열된다. 언더필 물질은 범프들의 양호한 접착성 및 유효 범위를 제공하도록 유연화되거나 또는 유동될 수 있다. 일반적으로, 스테이징 주기들이 사용될 때, 그 주기들은 공기, 질소 또는 기타 제어된 환경에서 150°C 이상에 이르는 온도까지 10분 내지 2시간 이상 보다 클 수 있다.

범평된 반도체 웨이퍼는 블록 650에서 볼 수 있듯이 개별 플립 칩들을 형성하도록 다이싱될 수 있다. 플립 칩들은 범프들 및 선택적인 언더필 물질을 갖고, 플립-칩 어셈블리를 내의 인쇄 배선판들 및 기타 기판들에 부착될 수 있다.

도 7은 700에서 본 발명의 다른 실시예에 따라 선택적 언더필 프로세스의 블록도를 보여준다. 웨이퍼-도포된 언더필이라 칭하기도 하는 선택적 언더필 프로세스(700)는 패턴화된 언더필 필름을 사용하여, 제공된 범평된 반도체 웨이퍼 또는 범평된 플립 칩 상으로 언더필 물질을 선택적으로 분배하는 단계를 포함한다. 범평된 반도체 웨이퍼는 적어도 하나의 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 및 적어도 하나의 솔더 범프를 포함한다. 패턴화된 언더필 필름은 다이-컷 필름일 수 있거나 또는 언더필 물질 및 릴리스 또는 배킹층을 포함하는 라미네이트일 수 있다.

패턴화된 언더필 필름은 언더필 물질의 박층, 예를 들면 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 에폭시, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질 또는 임의의 적절한 언더필 화합물을 포함한다. 배킹층은 언더필 물질을 지지하기 위해 사용되는 투명한 플라스틱, 밀라르 또는 아세테이트 시트일 수 있다.

윈도우들 개구들, 시트들 및 기타 특징부들이 언더필 층에 형성된 수 있다. 언더필 물질은 다이로 커팅 또는 천공되어 규정된 형상들을 형성할 수 있다. 대안으로, 언더필 물질은 레이저에 의해 선택적으로 절삭될 수 있거나, 또는 임의의 적절한 성형 기술을 사용하여 목적하는 패턴들로 성형될 수 있다.

패턴화된 언더필 필름은 블록 710에서 볼 수 있듯이, 범핑된 반도체 웨이퍼의 표면에 정렬될 수 있다. 패턴화된 언더필 물질 내의 적어도 하나의 개구 특징부는 범핑된 웨이퍼 상의 적어도 하나의 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치로 정렬된다.

패턴화된 언더필 필름은 블록 720에서 볼 수 있듯이 범핑된 반도체 웨이퍼에 라미네이트된다. 패턴화된 언더필 필름은 이 패턴화된 언더필 필름 및 범핑된 반도체 웨이퍼가 라미네이션 온도에 있을 때 범핑된 반도체 웨이퍼에 반하여 패턴화된 언더필 필름을 프레싱함으로써 범핑된 반도체 웨이퍼에 라미네이트될 수 있다. 라미네이션 온도는 예를 들면 60°C 내지 100°C일 수 있다. 패턴화된 언더필 필름은 고온 롤러에 의해, 프레스에 의해 또는 임의의 적절한 프레싱 메카니즘에 의해 프레스될 수 있다. 대안으로, 패턴화된 언더필 필름은 범핑된 반도체 웨이퍼에 반하여 트랩된 공기를 제거하고 패턴화된 언더필 필름을 확고하게 유지하기 위해 패턴화된 언더필 필름과 범핑된 반도체 웨이퍼 사이의 영역을 펌핑함으로써 라미네이트될 수 있다. 범핑된 반도체 웨이퍼 및 패턴화된 언더필 필름은 60°C 내지 100°C의 온도와 같은 라미네이션 온도까지 가열될 수 있다.

배킹층은 블록 730에서 볼 수 있듯이 제거될 수 있다. 배킹층은 필링(peel)될 수 있거나 또는 그렇지 않으면 언더필 물질 및 범핑된 반도체 웨이퍼로부터 분리된다. 언더필 물질은 범핑된 반도체 웨이퍼에 라미네이트되거나 유지되고, 광학-전자 장치들 또는 전기 기계적 장치들은 언더필 물질이 없다.

언더필 물질은 블록 740에서 볼 수 있듯이 범핑된 반도체 웨이퍼 상의 비광학적 및 비전기 기계적 영역들 내의 범프들 둘레로 유동한다. 언더필 물질은 이 언더필 물질이 범프들 둘레로 흐르지만, 광학-전자 또는 전기 기계적 장치들 내로 흐르지 않는 온도까지 가열될 수 있다. 광학-전자 장치들 또는 전기 기계적 장치들은 언더필 물질로부터 자유롭게 유지된다.

언더필 물질을 갖는 범핑된 반도체 웨이퍼는 블록 750에서 볼 수 있듯이 다이싱되어 개개의 플립 칩들을 형성할 수 있다. 플립 칩들은 범프들 및 선택적인 언더필 물질을 갖고, 플립-칩 어셈블리를 내의 인쇄 배선판 및 기타 기판들에 부착될 수 있다.

본원에 기재된 본 발명의 실시예들이 현재 바람직하지만, 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어나지 않는 여러 가지 변화들 및 변형들이 이루어질 수 있다. 본 발명의 범위는 첨부된 특허 청구의 범위로 지시되고, 그 의미 및 등가의 범위 내에서 나오는 모든 변화들은 내부에 포함되도록 의도된다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

인쇄 배선판(printed wiring board)에 플립 칩(flip chip)을 부착하는 방법에 있어서,

범핑된 플립 칩(bumped flip chip)을 제공하는 단계;

상기 플립 칩의 제1 부분에 언더필 물질을 공급하는 단계로서, 상기 플립 칩의 제2 부분은 상기 언더필 물질이 없는, 상기 공급 단계;

상기 인쇄 배선판 상에 상기 플립 칩을 위치시키는 단계; 및

상기 인쇄 배선판에 상기 플립 칩을 전기적으로 접속시키기 위해 상기 플립 칩의 범핑된 부분을 가열하는 단계를 포함하고,

상기 플립 칩의 제2 부분은, 상기 플립 칩이 상기 인쇄 배선판에 전기적으로 접속될 때 상기 언더필 물질 없이 유지되는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 범핑된 플립 칩은 상기 플립 칩의 능동 표면(active surface) 상에 적어도 하나의 솔더 범프(solder bump) 또는 적어도 하나의 솔더 볼(solder ball)을 포함하는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 플립 칩의 제2 부분은 적어도 하나의 광학 장치를 포함하는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 광학 장치는 광다이오드(photodiode), 광 검출기(photo detector), 광다이오드 어레이(photodiode array), 광검출기 어레이(photodetector array), 발광 다이오드(light-emitting diode), 반도체 레이저(semiconductor laser), 수직-공진 표면 발광 레이저(vertical-cavity surface emitting laser), 에지-발광 레이저(edge-emitting laser), 포토 이미터(photo emitter), 발광기(light emitter), 광 검출기(light detector), 광학 도파관(optical waveguide), 굴절 소자(refractive element), 반사 소자(reflective element), 광학 소자(optical element), 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 플립 칩의 제2 부분은 적어도 하나의 전기 기계적 장치를 포함하는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 전기 기계적 장치는 전기 기계적 필터(electromechanical filter), 전기 기계적 중계기(electromechanical relay), 음향 이미터(acoustic emitter), 음향 검출기(acoustic detector), 표면 음향 웨이브 장치(surface acoustic wave device), 벌크 음향 웨이브 장치(bulk acoustic wave device), 박막 기계적 소자(thin-film mechanical element), 마이크로플루이드 장치(microfluidic device), 및 마이크로-전기-기계적 장치(micro-electro-mechanical device)로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 언더필 물질을 공급하는 단계는:

상기 플립 칩의 범핑된 표면에 반하여 패턴화된 마스크를 위치시키는 단계; 및

상기 패턴화된 마스크를 통해 상기 언더필 물질을 분배하는 단계를 포함하는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 언더필 물질은 적어도 하나의 범프의 높이보다 적은 두께로 분배되는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 언더필 물질을 공급하는 단계는:

상기 상기 플립 칩의 범핑된 표면에 반하여 패턴화된 언더필 필름을 위치시키는 단계; 및

상기 플립 칩 상으로 상기 패턴화된 언더필 필름을 프레스(press)하는 단계를 포함하는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 언더필 물질은 불투명한, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 언더필 물질은 전기적으로 접속된 플립 칩에 대한 스트레인 릴리프(strain relief)를 제공하는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 언더필 물질은 에폭시(epoxy), 열가소성 물질(thermoplastic material), 열경화성 물질(thermoset material), 폴리이미드(polyimide), 폴리우레탄(polyurethane), 중합성 물질(polymeric material), 채워진 에폭시(filled epoxy), 채워진 열가소성 물질(filled thermoplastic material), 채워진 열경화성 물질(filled thermoset material), 채워진 폴리이미드(filled polyimide), 채워진 폴리우레탄(filled polyurethane), 채워진 중합성 물질(filled polymeric material), 및 적절한 언더필 화합물로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 13.

제1항에 있어서, 상기 인쇄 배선판은 FR4 보드(FR4 board), 유기 회로판(organic circuit board), 마더보드(motherboard), 광-전자 모듈(opto-electronic module), 전기 기계적 모듈(electromechanical module), 세라믹 기판(ceramic substrate), 하이브리드 회로 기판(hybrid circuit substrate), 패키지 기판(package substrate), 반도체 기판(semiconductor substrate), 폴리이미드 테일(poltimide tape), 플렉스 회로(flex circuit), 고밀도 상호 접속 보드(high-density interconnect board), 전기 기계적 회로판(electromechanical circuit board), 및 광학-전자 회로판(opto-electronic circuit board)으로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 플립 칩의 범핑된 부분은 상기 범핑된 플립 칩의 리플로우 온도(reflow temperature)까지 가열되는, 플립 칩 부착 방법.

### 청구항 15.

플립-칩 어셈블리(flip-chip assembly)에 있어서,

제1 부분 및 제2 부분을 포함하는 범핑된 플립 칩; 및

상기 플립 칩의 제1 부분 상에 배치된 언더필 물질을 포함하고,

상기 플립 칩의 제2 부분은, 상기 플립 칩이 인쇄 배선판 상에 놓이고, 상기 플립 칩을 상기 인쇄 배선판에 전기적으로 접속시키기 위해 가열될 때 상기 언더필 물질 없이 유지되는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 16.**

제15항에 있어서, 상기 플립 칩은 상기 플립 칩의 능동 표면 상에 적어도 하나의 솔더 범프 또는 적어도 하나의 솔더 볼을 포함하는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 17.**

제15항에 있어서, 상기 플립 칩의 제2 부분은 적어도 하나의 광학 장치를 포함하는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 18.**

제17항에 있어서, 상기 광학 장치는 광다이오드, 광 검출기, 광다이오드 어레이, 광검출기 어레이, 발광 다이오드, 반도체 레이저, 수직-공진 표면 발광 레이저, 에지-발광 레이저, 포토 이미터, 발광기, 광 검출기, 광학 도파관, 쿨절 소자, 반사 소자, 광학 소자, 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 19.**

제15항에 있어서, 상기 플립 칩의 제2 부분은 적어도 하나의 전기 기계적 장치를 포함하는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 20.**

제19항에 있어서, 상기 전기 기계적 장치는 전기 기계적 필터, 전기 기계적 중계기, 음향 이미터, 음향 검출기, 표면 음향 웨이브 장치, 벌크 음향 웨이브 장치, 박막 기계적 소자, 마이크로플루이드 장치, 및 마이크로-전기-기계적 장치로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 21.**

제15항에 있어서, 상기 언더필 물질은 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 에폭시, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질 및 적절한 언더필 화합물로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 22.**

제15항에 있어서, 인쇄 배선판을 더 포함하고,

상기 플립 칩의 능동 표면은 상기 인쇄 배선판에 위치하여 고정되고, 상기 플립 칩의 제2 부분 내의 적어도 하나의 광-전자 장치는 상기 인쇄 배선판 상의 연관된 장치에 광학적으로 결합되는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 23.**

제22항에 있어서, 상기 인쇄 배선판은 FR4 보드, 유기 회로판, 마더보드, 광-전자 모듈, 전기 기계적 모듈, 세라믹 기판, 하이브리드 회로 기판, 패키지 기판, 반도체 기판, 폴리이미드 테일, 플렉스 회로, 고밀도 상호 접속 보드, 전기 기계적 회로판, 및 광학-전자 회로판으로 구성된 군으로부터 선택되는, 플립-칩 어셈블리.

**청구항 24.**

선택적인 언더필 프로세스에 있어서,

범핑된 반도체 웨이퍼(bumped semiconductor wafer)를 제공하는 단계로서, 상기 범핑된 반도체 웨이퍼는 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나와, 적어도 하나의 솔더 범프를 포함하는, 상기 제공 단계;

상기 범핑된 반도체 웨이퍼에 패턴화된 마스크를 정렬시키는 단계로서, 상기 패턴화된 마스크는 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나에 대응하는 적어도 하나의 배리어 특징부(barrier feature)를 포함하는, 상기 정렬 단계;

상기 패턴화된 마스크를 통해 언더필 물질을 상기 범핑된 반도체 웨이퍼 상으로 분배하는 단계로서, 상기 광-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나는 상기 언더필 물질이 없는, 상기 분배 단계; 및

적어도 하나의 솔더 범프 둘레에 상기 언더필 물질이 흐르도록 상기 언더필 물질을 가열하는 단계로서, 상기 광-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나는 상기 언더필 물질 없이 유지되는, 상기 가열 단계를 포함하는, 선택적인 언더필 프로세스.

**청구항 25.**

제24항에 있어서, 상기 범핑된 반도체 웨이퍼는 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나를 포함하는 실리콘 웨이퍼를 포함하는, 선택적인 언더필 프로세스.

**청구항 26.**

제24항에 있어서, 상기 언더필 물질은 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 에폭시, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질, 및 적절한 언더필 화합물로 구성된 군으로부터 선택되는, 선택적인 언더필 프로세스.

**청구항 27.**

제24항에 있어서, 상기 언더필 물질은 언더필 물질 스테이징 온도(underfill material staging temperature)까지 가열되는, 선택적인 언더필 프로세스.

**청구항 28.**

선택적인 언더필 프로세스에 있어서,

범핑된 반도체 웨이퍼를 제공하는 단계로서, 상기 범핑된 반도체 웨이퍼는 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나와, 적어도 하나의 솔더 범프를 포함하는, 상기 제공 단계;

상기 범핑된 반도체 웨이퍼에 패턴화된 언더필 필름을 정렬시키는 단계로서, 상기 패턴화된 언더필 필름은 배킹층(backing layer), 상기 배킹층 상에 배치된 언더필 물질, 및 광학-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나에 대응하는 상기 언더필 물질 내의 적어도 하나의 개방된 특징부를 포함하는, 상기 정렬 단계;

상기 범핑된 반도체 웨이퍼에 상기 패턴화된 언더필 필름을 라미네이트하는 단계;

상기 패턴화된 언더필 필름으로부터 상기 배킹층을 제거하는 단계로서, 상기 언더필 물질층은 상기 범핑된 반도체 웨이퍼에 라미네이트된 채 유지되고, 광-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나는 언더필 물질이 없는, 상기 제거 단계; 및

적어도 하나의 솔더 범프 둘레에 언더필 물질이 흐르도록 상기 언더필 물질을 가열하는 단계로서, 상기 광-전자 장치 또는 전기 기계적 장치 중 적어도 하나는 상기 언더필 물질 없이 유지되는, 상기 가열 단계를 포함하는, 선택적인 언더필 프로세스.

### 청구항 29.

제28항에 있어서, 상기 언더필 물질은 에폭시, 열가소성 물질, 열경화성 물질, 폴리이미드, 폴리우레탄, 중합성 물질, 채워진 에폭시, 채워진 열가소성 물질, 채워진 열경화성 물질, 채워진 폴리이미드, 채워진 폴리우레탄, 채워진 중합성 물질 및 적절한 언더필 화합물로 구성된 군으로부터 선택되는, 선택적인 언더필 프로세스.

### 청구항 30.

제28항에 있어서, 상기 패턴화된 언더필 필름을 라미네이트하는 단계는, 상기 패턴화된 언더필 필름 및 범핑된 반도체 웨이퍼가 라미네이션 온도에 있을 때 상기 범핑된 반도체 웨이퍼에 반하여 패턴화된 언더필 필름을 프레스하는 단계를 포함하는, 선택적인 언더필 프로세스.

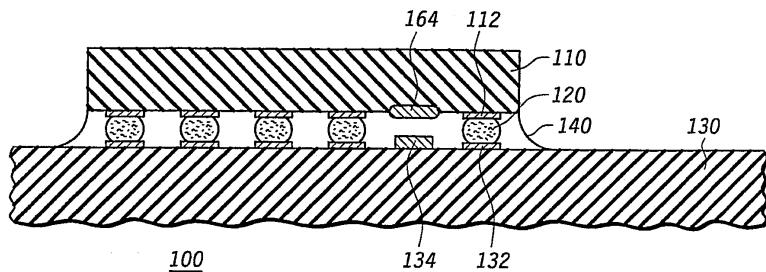
### 청구항 31.

제28항에 있어서, 상기 패턴화된 언더필 필름을 라미네이트하는 단계는, 상기 패턴화된 언더필 필름과 상기 범핑된 반도체 웨이퍼 사이의 영역을 펌핑 아웃(pumping out)하는 단계와, 상기 패턴화된 언더필 필름 및 상기 범핑된 반도체 웨이퍼를 라미네이션 온도까지 가열하는 단계를 포함하는, 선택적인 언더필 프로세스.

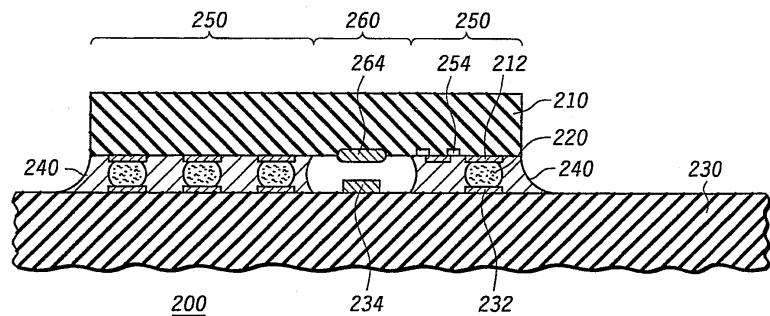
### 도면

도면1

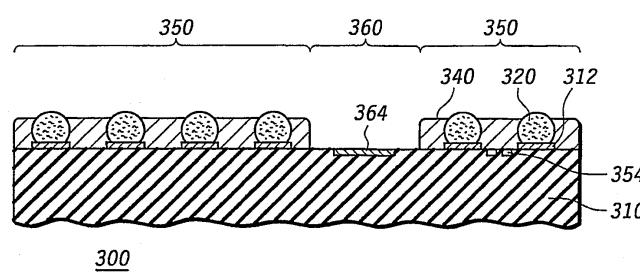
종래기술



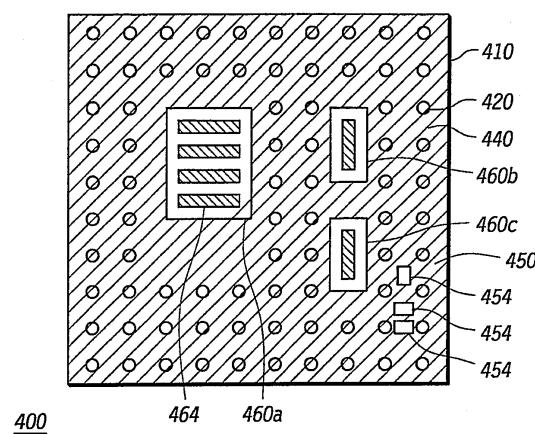
도면2



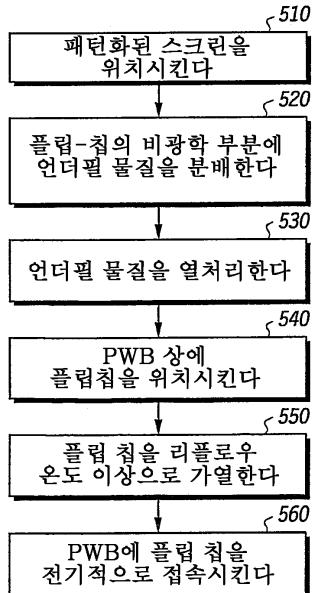
도면3



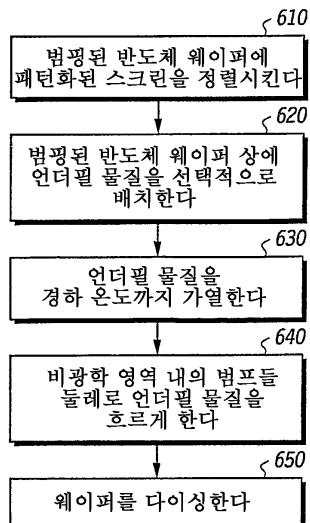
도면4



## 도면5

500

## 도면6

600