



등록특허 10-2147561



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월25일
(11) 등록번호 10-2147561
(24) 등록일자 2020년08월18일

- (51) 국제특허분류 (Int. Cl.)
B23K 20/10 (2006.01) *B23K 20/00* (2006.01)
B23K 20/26 (2006.01) *B23K 37/00* (2006.01)
B23K 101/40 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B23K 20/10 (2013.01)
B23K 20/002 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7007050
- (22) 출원일자(국제) 2014년04월28일
심사청구일자 2019년03월12일
- (85) 번역문제출일자 2016년03월17일
- (65) 공개번호 10-2016-0054491
- (43) 공개일자 2016년05월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/058604
- (87) 국제공개번호 WO 2015/039771
국제공개일자 2015년03월26일
- (30) 우선권주장
13184769.1 2013년09월17일
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문현
JP2001178839 A*
JP2010040615 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

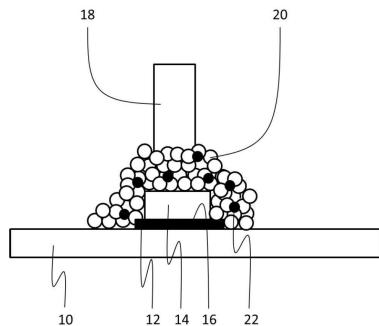
전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 안영웅

(54) 발명의 명칭 입자들 트래핑을 이용한 초음파 용접을 위한 방법

(57) 요약

본 발명은, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법에 관한 것이고, 이 방법은, a) 용접 계면 (16)을 형성하기 위해 용접될 컴포넌트들을 정렬시키는 단계; b) 정렬된 컴포넌트들에 대해 용접 툴 (18)을 정렬시키는 단계; c) 용접 계면 (16)을 적어도 부분적으로 둘러싸는 트래핑 재 (뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1

료 (20) 를 제거가능하게 배열하는 단계로서, 트래핑 재료 (20) 는 폼인, 상기 트래핑 재료 (20) 를 제거가능하게 배열하는 단계; 및 d) 용접 툴 (18) 을 작동시킴으로써 컴포넌트들을 접속하는 단계를 포함한다. 상기 설명된 것과 같은 방법은, 스캐터링된 입자들 (20) 로 인해 특히 초음파 용접 프로세스와 같은 용접 프로세스를 수행할 때 입자 오염을 방지하기 위한 쉽고 비용 절감적인 조치를 제공한다.

(52) CPC특허분류

B23K 20/26 (2013.01)

B23K 37/00 (2013.01)

B23K 2101/40 (2018.08)

(72) 발명자

트뤼셀 도미닉

스위스 체하-5620 브렘가르텐 로이쓰가쎄 11

투트 마르쿠스

스위스 체하-5703 제온 알펜벡 2에이

하르트만 자무엘

스위스 체하-5603 슈타우펜 콘黝슈트라쎄 5비

명세서

청구범위

청구항 1

- 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법으로서,
- 용접 계면 (16) 을 형성하기 위해 용접될 상기 컴포넌트들을 정렬시키는 단계;
 - 정렬된 상기 컴포넌트들에 대해 용접 툴 (18) 을 정렬시키는 단계;
 - 상기 용접 계면 (16) 을 적어도 부분적으로 둘러싸는 트래핑 재료 (20) 를 제거가능하게 배열하는 단계로서, 상기 트래핑 재료 (20) 는 폼 (foam) 인, 상기 트래핑 재료 (20) 를 제거가능하게 배열하는 단계; 및
 - 상기 용접 툴 (8) 을 작동시킴으로써 상기 컴포넌트들을 접속하는 단계를 포함하고,

상기 폼의 포켓들은 불활성 가스로 또는 계면활성제로 충진되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

단계 c) 는 단계 b) 전에 수행되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

단계 c) 는 단계 b) 후에 수행되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

e) 용접 단계 후에 클리닝 절차를 수행하는 단계를 더 포함하는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 클리닝 절차는, 용제의 도포, 소포제의 도포, 습식 클리닝, 공기 흡인, 공기 분출, 증발 및/또는 연소를 포함하는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 클리닝 절차는 상기 트래핑 재료를 트래핑된 입자들과 함께 제거하는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 8

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

f) 표면 장력 저하 재료에 의해 적어도 하나의 표면을 사전처리하는 단계를 더 포함하는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 표면은 중합성 재료로 코팅되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 10

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 d) 는 10°C 이상 80°C 이하의 범위에 놓인 온도에서 수행되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 11

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 d) 는 1mbar 이상 6bar 이하의 범위에 놓인 압력에서 수행되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 12

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 d) 는 불활성 가스를 포함하는 분위기 하에서 수행되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 13

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 용접될 컴포넌트들은 금속 또는 폴리머로 형성되는, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 트래핑 재료 (20) 는 고체 폼 (solid foam) 인, 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은, 특히 전력 반도체 모듈을 제조하기 위해, 용접에 의해, 특히 초음파 용접에 의해, 2 개의 컴포넌트들을 접속시키는 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명에 따른 방법은, 용접 단계에서 생성된 금속 입자들로 인한 오염을 감소시키기 위한 대책을 제공한다.

배경기술

[0002] 전력 반도체 모듈들은 당해 기술분야에서 알려져 있다. 일반적으로, 전력 반도체 모듈들은 베이스플레이트를 포함하고, 그 베이스플레이트 위에, 전력 반도체 디바이스들, 또는 칩들 각각에 대한 로케이션으로서 기능하는 금속배선들과 같은 도전체들이 제공된다. 상기 칩들은 제어 단자들과 같은 단자들에 연결된다. 또한, 전력 반도체 디바이스들로부터 거리를 두고 위치되고 상기 전력 반도체 디바이스들 위에 배열되는 추가적인 회로 기관들이 제공될 수도 있다. 상기 정의된 배열은 실리콘 젤과 같은 절연성 젤로 채워지는 하우징 내에 일반적으로 위치된다.

- [0003] 금속화된 세라믹 기판에 대한 단자들의 용접을 위해 전력 반도체 산업에서 초음파 용접 (US 용접) 이 알려져 있다. 초음파 용접은 납땜과 같은 전통적인 결합 기법들에 비해 신뢰성 및 생산 수율 면에서 유리하다.
- [0004] 하지만, 이러한 용접 프로세스들에 대해, 작은 크기의 입자들이 높은 온도 및 속도로 기계적 힘들에 의해 결합 파트너들로부터 빠져 나와서, 그것들이 모듈 패키징에 사용되는 다양한 빌딩 블록들 내에 매립되거나 그 빌딩 블록들 상에 부착된다는 것이 알려져 있다. 용접 툴이 초음파 진동을 이용하여 그 자체를 클리닝할 때 추가적인 입자들이 또한 흩어진다. 입자 씨꺼기가 완전히 제거되지 않는 경우에, 그것들은 열악한 부분적 방전 특성들 및 특히 고전압들에서 전기적 절연의 파괴를 유발할 수도 있다. 따라서, 초음파 용접과 관련하여, 주요한 도전은 용접 프로세스 동안 생성된 금속 입자들을 클리닝하는 것이다.
- [0005] JP2010040615 A 는, 절연 기판 상에 형성된 배선 패턴, 그 배선 패턴 상에 실장된 반도체 엘리먼트, 및 초음파 본딩에 의해 그 배선 패턴 상에 실장된 리드 프레임을 포함하는 반도체 디바이스를 기술한다. 초음파 본딩 된 리드 프레임 주위에 수지가 도포된다. 이 문헌에 따르면, 초음파 본딩에 의해 외부 연결 리드와 배선된 기판의 접속부에서 생성된 지스러기 금속의 스캐터링은 방지되어야 한다.
- [0006] 하지만, 초음파 용접 프로세스는 특히 스캐터링된 입자들로 인한 오염과 관련하여 여전히 잠재적인 개선점들을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 스캐터링된 입자들과 관련하여 향상된 오염 거동을 제공하는, 용접에 의해, 특히 초음파 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 방법을 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.
- [0008] 이러한 목적은 독립 청구항 제 1 항에 따른 방법에 의해 달성된다. 이로운 실시형태들이 종속 청구항들에서 주어진다.
- [0009] 특히, 본 발명은, 특히 전력 반도체 모듈 (power semiconductor module) 을 제조하기 위해, 용접에 의해, 특히 초음파 용접 (ultrasonic welding) 에 의해 2 개의 컴포넌트들 (components) 을 접속 (connecting) 하는 방법을 제공하고, 상기 방법은, a) 용접 계면 (welding interface) 을 형성하기 위해 용접될 컴포넌트들을 정렬시키는 단계;
- [0010] b) 정렬된 컴포넌트들에 대해 용접 툴 (welding tool) 을 정렬시키는 단계;
- [0011] c) 용접 계면을 적어도 부분적으로 둘러싸는 (encompassing) 트래핑 재료 (trapping material) 를 제거가능하게 배열하는 단계로서, 상기 트래핑 재료는 폼 (foam) 인, 상기 트래핑 재료를 제거가능하게 배열하는 단계; 및
- [0012] d) 용접 툴을 작동시킴으로써 컴포넌트들을 접속하는 단계를 포함한다.
- [0013] 용접에 의해 2 개의 컴포넌트들을 접속하는 이러한 방법은 스캐터링된 입자들에 관한 향상된 한정 거동 (confinement behavior) 을 제공하고, 또한 수행하기에 특별히 비용절감적이다.
- [0014] 이하에서 명백하게 될 것처럼, 상기 정의된 바와 같은 그리고 청구항 제 1 항에서 정의된 바와 같은 단계들 a) 내지 d) 는 일반적으로, 언급된 시간순서로서 정확히 순서대로 수행되지 않을 수도 있고, 이들 단계들은 적절한 임의의 순서로 수행될 수도 있다. 각각의 예시적인 벗어나는 순서들의 이점들은 이하 자세히 설명된다.
- [0015] 본 발명에 따른 방법은 따라서 용접 프로세스들에 대해 적용가능하다. 하지만, 상술한 바와 같은 트래핑 재료의 이용은, 대부분의 경우들에서, 각각 접속되거나 결합될 컴포넌트들의 입자들이 스캐터링되고 따라서 용접 영역의 부근으로 퍼지는 것이 완벽하게 회피되지 않을 수도 있다는 사실로 인해, 초음파 용접에 대해 특히 이로울 수도 있다.
- [0016] 또한, 용접에 의해 접속될 컴포넌트들은 일반적으로 제한되지 않는다. 본 발명에 따른 용접 방법은 따라서, 구리 컴포넌트들과 같은 금속 컴포넌트들, 비금속 컴포넌트들 또는 금속 컴포넌트들의 비금속 컴포넌트들에의 접속에 적용가능할 수도 있다. 비금속 복합체들의 비제한적 예들은 그 중에서도 도전성 폴리머들과 같은 폴리머들을 포함한다. 일 예로서, 본 발명은 구리와 같은 금속에 대한 플라스틱에 대해 아주 적합하고, 이와 같은 용접은 종래 기술의 방법들에 따른 유리한 방식으로 용접되지 않을 수도 있는 컴포넌트들이 용접되는 용접

프로세스 (welding process) 를 협용할 수도 있다. 후자는 본질적으로 본 발명의 한정 효과로 인해 가능하게 된다.

[0017] 특히, 본 발명에 따른 방법은 전력 반도체 모듈들의 분야에서 적합할 수도 있다. 특히, 전력 반도체 모듈들을 제조할 때, 금속 커먼트들은 서로 또는 플라스틱 재료들에 접속되어야 한다. 초음파 용접은 따라서 예를 들어 베이스플레이트 상에 위치되는 금속배선에 단자를 접속하기 위해 이용될 수도 있다. 특히 이러한 전력 반도체 모듈들을 이용할 때 발생할 수도 있는 고전압들을 고려할 때, 스캐터링된 입자들의 부정적인 영향은 심각한 영향을 가질 수도 있고, 이는 이하 상세히 설명되는 바와 같이 본 발명에 따라 회피된다.

[0018] 본 발명에 따른 방법은 단계 a) 를 포함하고, 이 단계 a) 에 따르면, 용접될 커먼트들이 정렬되어 용접 계면을 형성한다. 이 단계에 따르면, 용접에 의해 각각 접속되거나 결합될 2 개의 커먼트들은, 그것들이 함께 용접되어야 하는 포지션 (position) 에서 그것들이 서로 가까운 부근에 있고 바람직하게는 서로 접촉하도록 정렬된다. 따라서, 접촉 포지션은 용접 절차가 발생하여야 하는 계면, 따라서 용접 계면을 형성한다. 전력 반도체 모듈을 제조하는 방법 내에서 그 방법을 수행하는 비제한적 예에 관하여, 예를 들어, 단자는 금속배선 상의 그것의 포지션까지 운반될 수도 있고, 그 포지션은 기판 상에 위치할 수도 있다. 단자는 따라서 금속배선을 접촉할 수도 있고, 따라서 접촉 포지션에서 용접 계면을 형성할 수도 있다.

[0019] 용접될 커먼트들은 따라서 최상의 용접된 접속을 달성하기 위해 압력의 인가를 통해 함께 프레스될 수도 있다.

[0020] 추가적인 단계 b) 에 따르면, 방법은 용접 툴을 정렬된 커먼트들에 정렬하는 단계를 포함한다. 이 단계에 따르면, 용접 단계를 수행하기 위해 사용되는 툴은 용접 프로세스가 시작할 수도 있도록 정렬된다. 초음파 용접이 수행되는 경우에서, 용접 툴은 따라서 당해 기술분야에서 일반적으로 알려진 소노트로드 (sonotrode) 일 수도 있다. 소노트로드는 초음파 진동들을 생성할 수도 있고, 다시 이 진동 에너지를 각각 접속 또는 용접 될 커먼트들에 인가할 수도 있다. 소노트로드와 같은 용접 툴은 따라서, 접속될 커먼트들 중 하나에 접촉할 수도 있고, 따라서, 에너지를 그 커먼트들에 그리고 따라서 용접 계면에 적용할 수도 있다.

[0021] 접속될 커먼트들을 서로에 관해 압력 하에 포지셔닝하기 위해, 접속될 커먼트들은 예를 들어 소노트로드와 같은 용접 툴과 앤빌 (anvil) 사이에 정렬될 수도 있다.

[0022] 추가적인 단계 c) 에 따르면, 방법은 용접 계면을 적어도 부분적으로 둘러싸는 트래핑 재료를 제거가능하게 배열하는 단계를 포함한다.

[0023] 방법은 따라서, 빠져나온 입자들의 전부 또는 적어도 중대하게 많은 수가 트랩되는 용접 구역 주위에, 각각 트래핑 재료 또는 트래핑 복합체 (compound) 를 이용하여 입자 한정을 제공하는 것에 기초한다. 트래핑 복합체는, 예를 들어 단계 a) 에 따른 커먼트들의 정렬 후에, 그리고 특히 용접 프로세스가 시작되기 전에, 기판 베이스플레이트 어셈블리 상의 단자 블록 등에 적용될 수도 있다. 트래핑 재료의 사용은 따라서, 이하 설명되는 바와 같이, 스캐터링된 입자들을 제거하기 위해 용접 계면의 부근을 클리닝 (cleaning) 하는 것과 관련하여 상당한 이점들을 갖는다.

[0024] 사실, 본 발명에 따른 방법은, 사전 또는 사후 또는 인시츄 클리닝 프로세스들 중 어느 것에 의해 모든 스캐터링된 입자들이 제거되는 것을 보장하는 것은 매우 어렵고 복잡하다는 사실로 인해 공기 흡인 방법들 또는 분출 방법들 및 따라서 비접촉 클리닝과 같은 클리닝 프로세스들에 비해 우수하다. 이것은, 높은 속도를 갖는 뜨거운 입자들은 정의되지 않은 영역으로 스캐터링되고 폴리아미드와 같은 유기 재료들 내로 그것들이 매립될 수도 있다는 사실에 기인할 수도 있다. 또한, 작은 입자들은 강한 정전력들로 인해 표면들에 쉽게 부착된다.

따라서, 공기 흡인 또는 공기 분출을 이용하는 등의 비접촉 방법들은 완전히 입자로부터 자유로운 모듈들을 보장하지 않는다. 또한, 공기 흐름을 증가시키는 것은 또한 소노트로드의 동작 주파수 범위를 변경할 수 있다.

[0025] 하지만, 상술한 바와 같은 방법은 물리-화학적 클리닝 방법들에 관해 그리고 접촉 클리닝 방법들에 비해 더 우월할 수도 있다. 화학적 클리닝 방법들은 통상적으로 클리닝 용제들 (cleaning solvents) 을 보충하는데 높은 비용들을 수반한다. 또한 화학물질들은 폴리아미드 코팅과 같은 코팅에 대한 영향들을 회피하도록 신중하게 선택되어야만 한다. 또한, 이들 코팅 방법들은 환경적 관점에 관한 부정적인 효과를 가질 수도 있다.

[0026] 상기한 바에 따르면, 입자 오염 전략은 종래 기술로부터 알려진 클리닝 방법들에 비해 많은 이점들을 갖는다.

[0027] 트래핑 재료는 따라서, 용접 계면을 적어도 부분적으로 둘러싸도록 배열된다. 이에 따라, 모든 입자들은 트

래핑 재료에 확실하게 트래핑될 수도 있어, 스캐터링된 입자들로 각 표면들의 오염은 예상되지 않도록 보장될 수도 있다. 그에 반해, 적어도 부분적으로, 바람직하게는 완전하게, 용접 계면을 둘러싸는 것은 스캐터링된 입자들의 각각의 표면들에 대한 바람직하게는 비접촉으로 이끈다. 따라서, 용접 계면을 적어도 부분적으로 둘러싸는 트래핑 재료는, 트래핑 재료가 용접될 복합체들을 둘러싸거나, 유리하게는 용접 계면, 또는 그것의 에지에 각각 직접 접촉하여 포지셔닝되고, 그리고, 용접 계면을 가능하게는 완전히 둘러쌀 수도 있거나 그것의 경계들이 결합될 컴포넌트들로 형성되는 것 각각을 특히 의미할 것이다.

[0028] 트래핑 재료가 제거가능하게 배열된다는 사실에 따르면, 스캐터링된 입자들의 효과적인 트래핑 절차가 상기 진술된 바와 같이 달성될 수도 있음에도 불구하고, 재료는 생성된 전력 반도체 모듈과 같은 생성된 모듈의 작업 조건들을 열화시키지 않는다는 이점을 추가로 허용한다. 그에 반해, 용접 프로세스가 마무리된 후에, 트래핑된 입자들과 함께 트래핑 재료는 생성된 구조에 남지 않을 수도 있고, 그에 반해, 그것은 용접 프로세스 후에 트래핑 재료를 선택적으로 제거하기 위해 따라서 잘 정의된 표면으로 남기도록 적절하고 쉬운 클리닝 절차(cleaning procedure)를 받을 수도 있다.

[0029] 따라서, 선택적인 사후 클리닝 절차는, 적어도, 생성된 구조의 표면들에 둘러붙은 입자들을 제거하는 것을 지칭하는 사후-클리닝 절차에 비해 훨씬 적은 요구인 트래핑 재료를 제거하는 것에 중점을 둘 수도 있다.

[0030] 추가적인 단계 d)에 따르면, 방법은 용접 툴을 작동시키는 것에 의해 컴포넌트들을 접속하는 단계를 포함한다. 상술한 바와 같이, 소노트로드와 같은 용접 툴은 따라서, 초음파 진동들을 하나의 컴포넌트로 그리고 이에 의해 추가로 용접 계면으로 인도하여 용접 계면들로 또는 컴포넌트들의 각각의 구역들로 이끌어, 확산하고 따라서 그 후에 안정적인 접속을 형성하도록 할 수도 있다.

[0031] 초음파 용접에 사용되는 주파수는 따라서 용접될 컴포넌트들에 의존하여 선택될 수도 있다. 하지만, 일반적으로, 하지만 비제한적으로, 초음파 용접은 예를 들어 16kHz 내지 1MHz의 범위 내의 주파수들을 사용한다.

[0032] 상술한 바와 같은 방법은, 다양한 이점들을 제공하는 입자 오염을 방지하는 것을 허용하는 효과적이고 경제적인 입자 한정 방법을 제공할 수도 있다.

[0033] 실제로, 상술한 방법을 이용함으로써, 생성된 디바이스의 향상된 성능이 달성될 수도 있다. 예를 들어, 전력 반도체 디바이스를 이용하고자 생각할 때, 동작 동안, 전압이 인가될 때, 불리한 포지션에서의 금속 입자는 전기적 단락 또는 절연 파괴를 초래할 수 있을 것이고, 또는, 만족스럽지 않은 부분 방전(partial discharge; PD) 거동이 발생할 수도 있다. 이것은, 예를 들어, 6.5kV 까지의 블록킹 전압을 갖는 그러한 IGBT 모듈들의 전력 반도체 모듈들과 같이, 동작 하에 고전압이 인가되는 입자-민감 제품들을 생각할 때, 불리할 수도 있다.

[0034] 하지만, 금속 입자들과 같은, 스캐터링된 입자들로 인한 전기적 특성들에 관한 부정적인 영향을 회피하는 것 다음으로, 기계적 영향이 또한 회피된다. 상세하게는, 금속 또는 비금속 입자들이 기계적으로 이동하는 부품들 또는 베어링들 상에 또는 거기에 가깝게 퇴적되는 경우에, 바람직하지 않은 입자들은 이들 이동하는 부품들에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 이것은 또한 손상을 초래할 수 있을 것이고, 추가적으로 조기에 마모되는 것을 초래할 수도 있다. 따라서, 본 발명에 따른 방법에 의해 생성된 디바이스들은, 디바이스들이 훨씬 더 안정적인 배열로 생성되도록 이끈다.

[0035] 그 외에도, 접속될 복합체들에 의존하여, 초음파 용접에 의해 획득되는 스캐터링된 입자들은 또한, 작업 인원과 같은, 용접 툴의 환경에서 존재하는 사람들에 대한 부정적인 건강적 영향을 초래할 수도 있으므로, 본 발명을 이용함으로써, 예를 들어, 작업 인원에 대한 건강 위험이 상당히 향상될 수도 있다.

[0036] 또 다른 양태에 따르면, 초음파 용접에 의해 다른 컴포넌트들이 접속되는 경우에도, 클린 룸(clean room) 환경에서 작업하는 것이 종종 바람직하다. 이와 관련하여, 본 발명에 따른 방법으로 인해, 스캐터링된 입자들은 트래핑 재료에 확실하게 트래핑될 수도 있어, 잠재적으로 소망되는 클린 룸 환경에 대한 부정적인 영향은 확실하게 회피될 수도 있다.

[0037] 따라서, 일반적으로 본 발명에 따른 방법을 이용함으로써, 전력 전자 디바이스들의 신뢰성에 대한 스캐터링된 입자들의 부정적인 영향들이 회피될 수도 있고, 따라서, 또한, 이러한 디바이스들의 신뢰성이 상당히 향상될 수도 있다.

[0038] 요약하면, 상술한 바와 같은 방법은, 스캐터링된 입자들로 인한, 특히 초음파 용접 프로세스와 같은 용접 프로세스를 수행할 때의 입자 오염을 방지하기 위한 쉽고 비용 절감적인 조치를 제공한다.

[0039] 일 실시형태에 따르면, 트래핑 재료는 유체 기반 폼 또는 고체 폼과 같은 폼이지만, 또한 겔(gel) 또는 직물

(textile) 일 수 있을 것이다. 특히 상기 명명된 트래핑 재료들은, 예를 들어 초음파 용접 프로세스로부터 기반한 스캐터링된 재료들을 확실하게 그리고 효과적으로 트래핑하기에 적합한 유리한 방식에 있다.

[0040] 품과 관련하여, 후자는 특히 유체-기반 품 또는 고체 품일 수도 있다. 본 발명에 따른 품은 특히, 예를 들어 기체 또는 액체에 의해 충진된 (filled), 체적의 포켓들 (pockets)에 의해 형성되는 물질일 수도 있고, 이 포켓들은 액체 또는 고체 재료에 의해 정의되고 따라서 둘러싸일 수도 있다. 유체-기반 품은 따라서, 포켓들이 액체에 의해 정의되는 품일 수도 있는 반면, 고체 품은 포켓들이 고체에 의해 정의되는 품일 수도 있다.

[0041] 유체-기반 품은 예를 들어, 물 또는 알콜과 같은 액체에 의해 형성될 수도 있고, 이 액체는 세제 (detergent) 및/또는 계면활성제 (surfactant)와 같은 품 형성 재료를 포함할 수도 있다. 하나 이상의 세제들은 일반적으로, 음이온성, 양이온성, 비이온성, 양성이온성, 양쪽이온성, 알카리성, 및/또는 가성 세제와 같이, 당해 기술분야에서 알려진 임의의 세제를 포함할 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 품은 폴리머들을 가지거나 가지지 않고 및/또는 산들을 가지거나 가지지 않는 등으로, 하나 이상의 계면활성제들을 포함할 수도 있다.

이것은 면도 거품 또는 산업적 클리닝 품들과 같이 일상 생활에서 마주하는 세제/비누 기반 품들을 포함할 수 있을 것이다. 유체 기반 품들의 비제한적 예들은, 소듐 도데실 설페이트 (SDS), 소듐 라우릴 설페이트 (SLS)와 같은 음이온성 계면활성제를 포함하는 반면, 양이온성 계면 활성제의 예들은 도데실 트리메틸 암모늄 클로라이드 (DTAC)를 포함한다.

[0042] 또한, 품들은, 예를 들어 폴리우레탄 재료들로부터 형성될 수도 있는 고체 품들일 수도 있다. 또한, 그것들은 캐스팅, 몰딩 또는 스페닝 또는 임의의 다른 프로세스 경로에 의해 형성될 수도 있는, 예형 (preform)에 따라 생산될 수도 있다. 예를 들어, 고체 품은 해면상으로 배열될 수도 있다. 그것들은 높은 또는 낮은 온도 품들일 수도 있다. 높은 온도 품들은 보통, 폴리아미드 또는 실리콘 고무와 같은 재료들을 포함할 수도 있다. 저온 품들은 통상적으로, 잡음, 온도 및 불 격리를 가지기 위해 건축 산업에서 사용되는 폴리우레탄 기반 품들이다. 품의 포켓들은 트래핑 재료의 안정성을 증가시키기 위해 적합한 액체 또는 기체 또는 고체로 충진될 수도 있고, 이는 용접 프로세스 동안 또는 그 후에 효율적인 입자 함정 (entrapment)을 초래한다.

이러한 재료들의 예들은 예를 들어 탈이온수를 포함하고, 이는 50°C 이상의 온도들에서 염들 및 다른 미네랄 트레이스들로 이루어지는 경수보다 더 나은 품 품질 및 안정성을 가져올 수도 있다.

[0043] 품들 다음으로, 트래핑 재료는 직물로 형성될 수도 있다. 트래핑 재료로서 사용될 적합한 직물은 실 또는 방적사로 종종 지칭되는 자연 또는 인공 섬유들의 망을 포함하는 임의의 특히 유연한 짜여진 재료일 수도 있다.

직물, 또는 특히 그 직물에 의해 형성되는 기공들 (pores)은, 상술한 바와 같이 계면활성제를 갖는 등으로, 용접 프로세스 동안 또는 그 후에 효율적인 입자 함정을 초래하는, 트래핑 재료의 표면 에너지를 증가시키기 위해 적합한 액체 또는 고체 또는 기체로 충진될 수도 있다. 직물들의 예들은, 포장 또는 일상 생활 가구에서 사용되는 면 섬유 패드들 또는 유리계 울 또는 스판지를 포함한다.

[0044] 또한, 트래핑 재료는 젤의 형태를 가질 수도 있고, 임의의 종류의 젤이 적절할 수도 있다. 젤들의 비제한적 인 예들은, 그것들이 전력 반도체 모듈들에 대한 충진으로서 알려져 있는 바와 같이 실리콘 젤들을 포함한다.

[0045] 상기 명명된 트래핑 재료들은 매우 효율적인 트래핑 특성들을 가지고, 또한 용접 프로세스 후에 매우 쉽게 제거되도록 된다. 사실, 트래핑 재료들의 성질로 인해, 그것들은 쉬운 방법들로 제거될 수도 있고, 또한 어떤 잔류물들 없이 제거될 수도 있으며, 따라서 정의된 구조를 남긴다. 트래핑 재료와 접촉하게 되는 재료의 산화 반응들을 감소시키기 위해, 직물의 품 또는 기공들의 포켓들은, 산화 반응들을 방지하기 위한 일종의 차폐재로서 작용할 수도 있는 불활성 가스로 충진될 수도 있다.

[0046] 추가적인 실시형태에 따르면, 단계 c)는 단계 b) 전에 수행된다. 이 실시형태에 따르면, 트래핑 재료는 쉽게 배열되고 이에 의해 용접 계면을 충분하게 둘러싼다. 추가적으로, 이 실시형태에 따르면 트래핑 재료는 접속될 컴포넌트들과 용접 툴 사이에 배열될 수도 있다는 사실로 인해, 용접 툴 역시, 트래핑 재료가 스캐터링되는 모든 입자들을 본질적으로 트랩 (trap) 할 수도 있다는 사실로 인해, 매우 효과적으로 오염되는 것으로부터 안전하게 될 수도 있다. 이 실시형태는 트래핑 재료가 젤 또는 액체-기반 품인 경우에 특히 적합할 수도 있다. 이에 의해, 많은 사용되는 트래핑 재료들은 용접 파트너들 (welding partners)에게 초음파 에너지를 유효하게 전달할 수 있고, 이는 용접력이 심각하게 저하되지 않는 상황들 하에 있을 수도 있기 때문임에 주목할 수도 있다.

[0047] 추가적인 실시형태에 따르면, 단계 c)는 단계 b) 후에 수행된다. 이 실시형태에 따르면, 용접 툴은 용접될 컴포넌트들에 대해 잘-정의된 영향력을 미칠 수도 있고, 따라서 잘-정의된 용접력을 가할 수도 있다. 그 외

에도, 이 실시형태는, 단계 c) 가 역시 단계 a) 후에 수행된다는 사실로 인해, 예를 들어 용접 파트너들에 의해 형성될 수도 있는 전력 공급 라인이 특별히 낮은 전기적 저항을 가질 수도 있는 경우에, 매우 높은 품질의 용접이 달성되어야만 하는 경우에, 특히 적합할 수도 있다. 이 실시형태는 트래핑 재료가 직물 또는 고체 품인 경우에 특히 적합할 수도 있다.

[0048] 추가적인 실시형태에 따르면, 방법은 용접 단계 후에 클리닝 절차를 수행하는 단계 e) 를 더 포함한다. 이 실시형태에 따르면, 트래핑 재료는 예를 들어 용접 절차 후에 제거될 수도 있고, 따라서, 생성된 구조에는 아무런 트래핑 재료도 남지 않는 것을 보장할 수도 있다. 이에 의해, 비록, 사용된 트래핑 재료에 의존하여, 상황에 따라서 제자리에 트래핑 재료를 남기는 것이 적절할 수도 있음에도 불구하고, 이 실시형태에 따르면, 전력 반도체 디바이스 상에서와 같이 생성된 디바이스의 작업 성능에 대한 열화 효과의 위험성이 완전히 회피될 수도 있다. 클리닝 성능은 따라서, 트래핑 재료에 트랩되거나 들러붙은 입자들과 함께 트래핑 재료를 제거하는 것, 적은 손상, 비용 절감적, 온화한 (gentle), 및 효과적인 클리닝 성능을 허용하여 잘-정의된 그리고 깨끗한 디바이스가 제조되는 것을 허용하는 것에 초점이 맞춰질 수도 있다.

[0049] 클리닝 절차는 따라서, 특히 트래핑 재료 및 트래핑된 입자들을 제거하기 위해, 용제의 도포 (application of a solvent), 소포제의 도포 (application of defoaming agents), 습식 클리닝 (wet cleaning), 공기 흡인 (air sucking), 공기 분출 (air blowing), 증발 (evaporating) 및/또는 연소 (burning) 를 포함할 수도 있다. 이러한 클리닝 절차들은 특별히 유효할 수도 있고, 또한, 이들 클리닝 방법들과 접촉하게 되는 컴포넌트들과 관련하여 온화할 수도 있다. 용제들은 따라서 특히, 각각의 트래핑 재료를 용해할 수도 있는 유기 또는 무기 용제들일 수도 있고, 따라서 사용되는 트래핑 재료에 따라 선택될 수도 있다. 습식 클리닝은 물을 사용하여 클리닝하는 것을 의미할 것이고, 소포제는 따라서 품을 분해할 수도 있는 성분들일 수도 있으며 예를 들어 알콜들일 수도 있다. 공기 흡인 및 공기 분출은 따라서 품과 같은 트래핑 재료를 기계적으로 제거할 수도 있고, 증발은 압력 하 수단에 의해 품과 같은 트래핑 재료를 제거할 수도 있고, 연소는 온도 영향 수단에 의해 품과 같은 트래핑 재료를 분해 및 제거할 수도 있다.

[0050] 특히 트래핑 재료를 제거하는 것에 관한 이 실시형태에 따른 클리닝 방법들은 따라서, 사용된 트래핑 재료에 의존하여, 예를 들어, 공기 흡인 및/또는 임의의 유기 용제에 의해, 및/또는 수돗물 또는 탈이온수와 같은 물 및/또는 공기의 강한 분출의 사용에 의해 실현될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 클리닝 프로세스는 스프레이를 통해서 또는 초음파 에너지를 가지고 또는 없이 침지 욕조 프로세스로서 또는 임의의 다른 종류의 용제 교반 방법으로서 가능하게 될 수 있을 것이다.

[0051] 추가적으로 또는 대안적으로, 클리닝 프로세스는, 용제 및/또는 물 잔류물을 증발시키기 위해, 베이킹 프로세스, 또는 버닝 프로세스 각각을 통해, 그리고 따라서 상승된 온도에서, 가능하게 될 수 있을 것이다. 실온 (22°C) 에 대해 상승된 온도 하에서 트래핑 재료의 처리를 의미할 베이킹 프로세스는, 예를 들어, 1분보다 더 긴 시간들 동안 및/또는 25°C 보다 더 높은 온도들에서 수행될 수도 있고, 여기서, 베이킹 프로세스는 감소된 압력 하에서 및/또는 불활성 분위기 하에서 수행될 수도 있거나 그렇지 않을 수도 있다.

[0052] 표면들을 클리닝하기 위한 추가적인 종래의 클리닝 프로세스들은 요구되지 않지만, 역시 선행 기술에 따라 수행될 수도 있다.

[0053] 추가적인 실시형태에 따르면, 방법은 표면 장력 저하 재료에 의해 적어도 하나의 표면을 사전처리하는 추가적인 단계 f) 를 포함한다. 이 실시형태에 따르면, 트래핑 재료가 잠재적으로 그 표면에 도달함에도 불구하고, 스캐터링된 입자들은 각 표면에 강하게 들러붙지 않을 수도 있고 클리닝 프로세스에 의해 쉽게 제거될 수도 있도록 각 표면이 적응되도록 하는 추가적인 이점이 달성될 수도 있다. 이것은 클리닝 요건들을 감소시키는 것을 허용하고, 따라서 클리닝 절차를 보다 온화하게 한다. 표면 장력 저하 재료는 또한, 용접가능한 표면의 산화를 방지하는 것을 도울 수 있을 뿐만 아니라, 전체 디바이스에 적용될 때, 습도 장벽으로서 기능할 수 있을 것이다. 표면 장력 저하 재료는 따라서, 비제한적 방식으로, 플루오로폴리머들, 폴리비닐피롤리돈 (PVP), 예를 들어 각각의 표면 상에 코팅될 수도 있는 나노 입자들에 대해 사용되는 다른 유기 캡핑제들 (capping agents) 을 포함할 수도 있다.

[0054] 또한, 표면 장력은 준비안된 상태에 대해 적어도 0.1mN/m 의 구역에서 낮춰질 수도 있다. 이에 의해, 전술한 표면 준비는, 그렇게 준비된 표면이 역시 트래핑 재료의 제거가능성을 이와 같이 향상시킬 수도 있다는 사실로 인해, 트래핑 재료의 도포 이전에만 수행될 수도 있다.

[0055] 추가적인 실시형태에 따르면, 단계 d) 는 10°C 이상 80°C 이하의 범위에 놓인 온도에서 수행된다. 이 실시

형태에 따르면, 스캐터링된 입자들의 속도는 상당히 감소될 수도 있다. 이에 따르면, 스캐터링된 입자들은 거대한 영역에 걸쳐 분포되지 않고 분포는 엄격히 제한될 수도 있다는 것이 달성될 수도 있다. 이것은, 필요한 트래핑 재료를 감소시킬 수도 있고, 따라서 잠재적인 사후 클리닝 프로세스에 관해 요건들을 감소시킬 수도 있다.

[0056] 추가적인 실시형태에 따르면, 단계 d) 는 1bar 이하의 범위에, 특히 1mbar 이상에서 1bar 이하의 범위에 놓인 압력에서 수행되고, 또는 그것은 1bar 이상, 특히 6bar 이하의 범위에 놓일 수도 있다. 이 실시형태에 따르면, 용접 프로세스는 감소된 압력으로 수행될 수도 있다. 이 실시형태는, 예를 들어, 수제 품과 같은, 액체계 품과 같은 트래핑 재료의 존재로 인해, 용접 계면 부근에 있는 컴포넌트들의 산화 반응들이 상당히 감소되거나 완전히 회피될 수도 있다는 사실로 인해, 매우 온화한 용접 프로세스를 제공하는 것을 허용한다. 이 실시형태는 따라서, 대기 압력, 또는 대기 조건들을 각각 이용할 때 산화될 수도 있는, 도전성 구조들의 형태 등의 재료들을 포함하는 복합체들을 접속하기 위해서도 역시 본 발명에 따른 방법을 이용하는 것을 허용한다. 하지만, 양호한 용접 결과와 결합하여 적절한 트래핑 효과를 달성하기 위해 심지어 과압력들이 적절할 수도 있다.

[0057] 추가적인 실시형태에 따르면, 단계 d) 는 예를 들어 질소 또는 아르곤과 같은 불활성 가스를 포함하는 분위기 하에서 수행된다. 특히, 각각의 분위기는 90체적% 보다 더 많은 양의 불활성 가스를 포함할 수도 있고, 또는, 그것은 불활성 가스로 이루어질 수도 있다. 이 실시형태는 또한, 예를 들어, 수제 품과 같은, 액체계 품과 같은, 트래핑 재료의 존재로 인해, 용접 계면 부근에 있는 컴포넌트들의 산화 반응들이 상당히 감소되거나 완전히 회피될 수도 있다는 사실로 인해, 매우 온화한 용접 프로세스를 제공하는 것을 허용한다. 이 실시형태는 따라서, 대기 압력, 또는 대기 조건들을 각각 이용할 때 산화될 수도 있는, 도전성 구조들의 형태 등의 재료들을 포함하는 복합체들을 접속하기 위해서도 역시 본 발명에 따른 방법을 이용하는 것을 허용한다.

도면의 간단한 설명

[0058] 본 발명의 이들 및 다른 양태들은 이하 설명되는 실시형태들로부터 분명하게 될 것이고, 그 실시형태들을 참조하여 설명될 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 방법을 나타내는 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0059] 도 1은 본 발명에 따른 방법을 나타내는 개략도를 도시한다. 상세하게는, 도 1은 전력 반도체 모듈 생산 분야에서 초음파 용접에 의해 2개의 컴포넌트들을 접속하는 방법을 나타낸다. 특히, 기판 (10)이 도시되고, 그 기판 (10) 상에 금속배선 (12)이 제공된다. 또한, 단자 (14)가 도시되고, 이 단자는 금속배선 (12)에 용접될 것이다. 금속배선 (14)을 포함하는 기판 (12) 및 단자 (14)는 정렬되어 용접 계면 (16)을 형성한다. 또한, 소노트로드와 같은 용접 툴이 정렬되고, 단자 (14)와 접촉하게 될 수도 있다. 용접 프로세스를 수행하기 위해, 소노트로드가 작동될 수도 있다.

[0060] 또한, 트래핑 재료 (20)가 도시되고, 이것은 용접 계면 (16)을 적어도 부분적으로 둘러싸도록 제거 가능하게 배열된다. 트래핑 재료 (20)는 따라서, 금속배선 (12)을 갖는 기판 (10)과 단자 (14)를 정렬하기 전에 또는 그 후에 배열될 수도 있다. 트래핑 재료 (20)는 유체 기반 품 또는 고체 품과 같은 품이고, 또한 젤 또는 직물일 수 있을 것이다. 트래핑 재료 (20)가 품 또는 직물인 경우에, 품의 포켓들 또는 직물의 기공들은 불활성 가스로 또는 계면활성제 화학물질들로 충진될 수도 있다. 또한, 품의 밀도 및/또는 점도는, 모든 또는 하나 이상의 주요 성분들, 예컨대 품을 형성하는 고체 및/또는 액체 및/또는 기체로 양 및 재료를 변경함으로써 쉽게 조정될 수도 있다. 품은 또한 단일 품 유닛일 수도 있고 또는 다수의 연결된 셀 유닛들일 수도 있다. 단일 품 유닛은 따라서 예를 들어 하나의 큰 거품을 의미하는 반면에, 다수의 연결된 셀들은 면도 거품에서와 같이 보다 조밀한 품 재료를 형성하는 많은 더 작은 거품들을 의미할 것이다.

[0061] 트래핑 재료 (20)의 도포는 국지적으로 용접 영역 주위일 수 있을 것이고, 또는, 기판 베이스플레이트 어셈블리 전체 위일 수도 있고, 또는, 트래핑 재료 (20)로 채워진 챔버로서 도입될 수도 있을 것이다. 트래핑 재료 (20)의 도포를 위한 자유로운 영역은 따라서 결합하는 파트너들 주위 전부 또는 일부일 수도 있다.

[0062] 스캐터링된 입자들 (22)을 트래핑함으로써, 트래핑 재료 (20)는 용접력들로 인해 용접 영역 밖으로 빠져나와 용접될 컴포넌트들의 주위를 오염시키는 입자 (22)를 방지할 수도 있다. 입자 방출을 감소시키기 위해, 용접 프로세스는 10°C 이상 80°C 이하의 범위에 놓인 온도에서 수행될 수도 있다. 통상적으로 나노 내지 마이

크로미터 범위들의 사이즈들의 중대한 뜨겁고 빠른 입자들 (22) 은, 모든 가능한 방향들로부터 입자들 (22) 을 가두기 위한 그것의 냉각 능력 및 적합한 표면 장력으로 인해 트래핑 재료 (20) 에 의해 쉽게 트래핑될 수 있다.

[0063] 특히 잠재적으로 표면에 도달한 입자들 (22) 도 역시 제거하기 위해 용접 프로세스 후에 트래핑된 입자들과 함께 트래핑 재료 (20) 를 제거하기 위해, 클리닝 절차가 용접 단계 후에 수행될 수도 있다. 예를 들어, 쉽고 또는 합리적인 사후 클리닝 및/또는 사후 흡인 프로세스가 수행되고 이어서 사후 베이킹이 뒤따를 수도 있다.

사후 클리닝 화학물질은 효율적인 클리닝 및 클리닝 화학물질들의 재생을 위해 거품제거 화학물질들을 수반 할 수 있을 것이다.

[0064] 상기 클리닝 단계를 향상시키기 위해서 및/또는 습기 장벽을 달성하기 위해서 및/또는 산화를 방지하기 위해서, 적어도 하나의 표면, 예컨대, 복수의 표면들 또는 전력 반도체 디바이스의 전체와 같이 표면들의 전체가 표면 장력 저하 재료에 의해 사전처리되는 것이 제공될 수도 있다. 예를 들어, 각각의 표면은 각각의 재료로 코팅될 수도 있다. 용접 틀 (18) 상의 입자들 (20) 은 입자 트래핑 재료 (20) 의 선택에 따라 클리닝될 수도 있거나 클리닝되지 않을 수도 있다.

[0065] 또한, 트래핑 재료와 접촉하게 되는 재료들의 산화를 방지하기 위해, 방법은 1mbar 이상 6bar 이하의 범위에 놓인 압력에서 수행될 수도 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 방법은 불활성 가스를 포함하는 분위기 하에서 수행될 수도 있다.

[0066] 용접될 컴포넌트들, 즉, 단자 (14) 및 기판 (10), 또는 그것의 금속배선 (12) 은 각각, 트래핑 재료 (20) 에서 피착된 입자들이 제품의 동작 특성들에 영향을 미치지 않도록 하는 방식으로 추가적으로 설계될 수 있다. 절연 특성들에 영향을 미치는 금속 입자들 (20) 의 경우에, 이것은, 예컨대 컴포넌트들 구역의 금속 표면들이 트래핑 재료 (20) 에 의해 커버됨으로써 달성될 수 있을 것이다.

[0067] 본 발명은 도면들 및 전술한 설명에서 예시되고 설명되었지만, 이러한 예시 및 설명은 구체예 또는 예시적인 것으로서 고려되어야 하고, 제한적인 것으로서 고려되어서는 아니되며; 본 발명은 개시된 실시형태들로 제한되지 않는다. 도면들, 개시물, 및 첨부된 청구항들의 연구로부터, 개시된 실시형태들에 대한 다른 변형형태들이 청구된 발명을 실시함에 있어서 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 이해되고 실시될 수 있다.

청구항들에서, "포함하는 (comprising)" 이라는 단어는 다른 엘리먼트들 또는 단계들을 배제하지 않으며, 부정관사 "a" 또는 "an" 은 복수를 배제하지 않는다. 어떤 수단들이 서로 다른 종속 청구항들에서 기재되었다는 사실만으로 이들 수단들의 조합이 유리함을 위해 사용될 수 없음을 나타내지 않는다. 청구항들에서의 임의의 참조 부호들은 범위를 제한하는 것으로서 해석되어서는 아니된다.

부호의 설명

- | | |
|----|--------|
| 10 | 기판 |
| 12 | 금속배선 |
| 14 | 단자 |
| 16 | 용접 계면 |
| 18 | 용접 틀 |
| 20 | 트래핑 재료 |
| 22 | 입자들 |

도면

도면1

