



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0168928
(43) 공개일자 2024년12월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/52 (2006.01) B22F 1/107 (2022.01)
B22F 7/08 (2006.01) B22F 9/00 (2006.01)
H01L 21/48 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/52 (2013.01)
B22F 1/107 (2023.08)
- (21) 출원번호 10-2024-7026303
- (22) 출원일자(국제) 2023년03월28일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년08월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2023/012630
- (87) 국제공개번호 WO 2023/190573
국제공개일자 2023년10월05일
- (30) 우선권주장
JP-P-2022-056552 2022년03월30일 일본(JP)

- (71) 출원인
미쓰이금속광업주식회사
일본국도쿄도시나가와구오사키1-11-1
- (72) 발명자
핫토리 다카시
일본 3620021 사이타마켄 아게오시 하라이치
1333-2 미쓰이금속광업주식회사 내
야마우치 신이치
일본 3620021 사이타마켄 아게오시 하라이치
1333-2 미쓰이금속광업주식회사 내
아나이 게이
일본 3620021 사이타마켄 아게오시 하라이치
1333-2 미쓰이금속광업주식회사 내
- (74) 대리인
양영준, 김명근

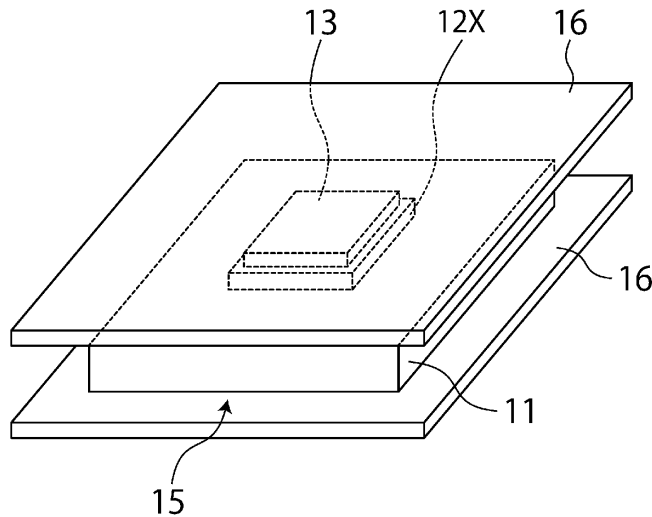
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **접합체의 제조 방법 및 피접합체의 접합 방법**

(57) 요약

접합층이 개재되어 제1 피접합체(11)와 제2 피접합체(13)가 접합되어 이루어지는 접합체를 제조한다. 구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 제1 피접합체(11)에 도포하여 도막(12X)을 형성한다. 도막(12X) 상에 제2 피접합체(13)를 적재하여 적층체(15)를 형성한다. 적층체(15)를 가열 및 가압하여 도막(12X) 중의 구리 입자를 소결시켜 접합층을 형성한다. 가열 개시 온도로부터 최고 온도 Tm에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행함과 함께, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 Pm에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행하고, 또한, 가열 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B22F 7/08 (2013.01)

B22F 9/00 (2013.01)

H01L 21/4846 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

접합층이 개재되어 제1 피접합체와 제2 피접합체가 접합되어 이루어지는 접합체의 제조 방법이며,
 구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 상기 제1 피접합체에 도포하여 도막을 형성하는 공정과,
 상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재하여 적층체를 형성하는 공정과,
 상기 적층체를 가열 및 가압하여, 상기 도막 중의 상기 구리 입자를 소결시켜 상기 접합층을 형성하는 소성 공정을 구비하고,
 상기 소성 공정에 있어서는, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 T_m 에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행함과 함께, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 P_m 에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행하고, 또한, 가열 온도가 200°C 에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 하는, 접합체의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재했을 때에, 상기 제2 피접합체의 주연으로부터 상기 도막이 연장 돌출되는 치수가 되도록, 상기 페이스트를 도포하는, 제조 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 소성 공정에 있어서는, 가열이 최고 온도 T_m 에 도달한 후에, 가압이 최고 압력 P_m 에 도달하도록 하는, 제조 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,
 가열 개시 온도로부터 최고 온도 T_m 에 도달할 때까지 10초 이상의 정온 과정을 갖지 않는, 제조 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,
 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 P_m 에 도달할 때까지 10초 이상의 정압 과정을 갖지 않는, 제조 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 최고 온도 T_m 을 200°C 이상 350°C 이하로 하는, 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 최고 온도 T_m 에 도달하면, 가열 온도를 $(T_m-30)^{\circ}\text{C}$ 이상 $T_m^{\circ}\text{C}$ 이하의 범위에서 일정하게 유지하는, 제조 방법.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 최고 압력 Pm을 1MPa 이상 40MPa 이하로 하는, 제조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 최고 압력 Pm에 도달하면, 압력을 (Pm-5)MPa 이상 PmMPa의 범위에서 일정하게 유지하는, 제조 방법.

청구항 10

접합층이 개재되어 제1 피접합체와 제2 피접합체를 접합하는 피접합체의 접합 방법이며,

구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 상기 제1 피접합체에 도포하여 도막을 형성하는 공정과,

상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재하여 적층체를 형성하는 공정과,

상기 적층체를 가열 및 가압하여, 상기 도막 중의 상기 구리 입자를 소결시켜 상기 접합층을 형성하는 소성 공정을 구비하고,

상기 소성 공정에 있어서는, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 Tm에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행함과 함께, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 Pm에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행하고, 또한, 가열 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 하는, 피접합체의 접합 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 접합체의 제조 방법 및 피접합체의 접합 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근년, 인버터 등 전력 변환·제어 장치로서 IGBT 등의 파워 디바이스라고 불리는 반도체 디바이스가 왕성하게 사용되고 있다. 이와 같은 반도체 디바이스를 제조하기 위해 반도체 소자와 회로 기판 등과 접합하는 수단으로서 금속 페이스트를 사용하는 것이 다양하게 제안되어 있다.

[0003] 예를 들어 특허문헌 1에는, 소결 접합부의 신뢰성이 높고 또한 가압에 의한 반도체 소자에 대한 대미지가 억제 가능한 반도체 장치의 제조 방법이 개시되어 있다. 동일 문헌에는, 소결 접합부가 되는 소결성 금속 입자를 소정의 타이밍에 가열 및 가압을 하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2018-110149호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상술한 기술에 의하면, 소결 개시 온도 도달 시에 반도체 소자에 높은 압력이 인가되기 때문에, 소결 접합부를 평면에서 보았을 때의 당해 소결 접합부의 단부 영역에 있어서의 상기 반도체 소자가 적재되지 않은 부분(이하 「필렛부」라고도 함)의 코너부 등에 크랙이 발생한다는 과제가 있었다.

[0006] 따라서, 본 발명의 과제는, 필렛부에 크랙이 발생하는 것을 억제할 수 있는 접합체의 제조 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 접합층이 개재되어 제1 피접합체와 제2 피접합체가 접합되어 이루어지는 접합체의 제조 방법이며,

- [0008] 구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 상기 제1 피접합체에 도포하여 도막을 형성하는 공정과,
- [0009] 상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재하여 적층체를 형성하는 공정과,
- [0010] 상기 적층체를 가열 및 가압하여, 상기 도막 중의 상기 구리 입자를 소결시켜 상기 접합층을 형성하는 소성 공정을 구비하고,
- [0011] 상기 소성 공정에 있어서는, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 T_m 에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행함과 함께, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 P_m 에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행하고, 또한, 가열 온도가 200°C 에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 하는, 접합체의 제조 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 또한 본 발명은, 접합층이 개재되어 제1 피접합체와 제2 피접합체를 접합하는 피접합체의 접합 방법이며,
- [0013] 구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 상기 제1 피접합체에 도포하여 도막을 형성하는 공정과,
- [0014] 상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재하여 적층체를 형성하는 공정과,
- [0015] 상기 적층체를 가열 및 가압하여, 상기 도막 중의 상기 구리 입자를 소결시켜 상기 접합층을 형성하는 소성 공정을 구비하고,
- [0016] 상기 소성 공정에 있어서는, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 T_m 에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행함과 함께, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 P_m 에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행하고, 또한, 가열 온도가 200°C 에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 하는, 피접합체의 접합 방법을 제공하는 것이다.

발명의 효과

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은, 본 발명의 접합체의 제조 방법의 처음의 공정을 나타내는 모식도이다.
- 도 2는, 도 1에 도시한 공정의 다음의 공정을 나타내는 모식도이다.
- 도 3은, 접합체의 필렛부에 발생한 크랙을 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 본 발명의 접합체의 제조 방법 및 피접합체의 접합 방법을, 그 바람직한 실시 형태에 기초하여 설명한다. 본 발명의 방법에 의해 제조되는 접합체는, 제1 피접합체와 제2 피접합체가, 접합층이 개재되어 접합된 구조로 되어 있다. 접합층은, 후술하는 바와 같이, 구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 소성하여 이루어지는 소결체로 구성되어 있다.
- [0019] 제1 피접합체의 종류에 특별히 제한은 없다. 일반적으로는, 제1 피접합체는, 그 접합 대상면에 금속을 포함하는 것이 바람직하다. 예를 들어 제1 피접합체로서, 금속으로 이루어지는 면을 갖는 부재를 사용할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 말하는 「금속」이란, 다른 원소와 화합물을 형성하지 않은 금속 바로 그 자체, 또는 2종류 이상의 금속 합금이다. 이와 같은 금속으로서는, 예를 들어 구리, 은, 금, 알루미늄, 팔라듐, 니켈 또는 그것들의 2종 이상의 조합으로 이루어지는 합금을 들 수 있다.
- [0020] 제1 피접합체가, 금속으로 이루어지는 면을 갖는 부재인 경우, 해당 금속으로 이루어지는 면은 1종의 금속으로 구성되어 있어도 되고, 혹은 2종 이상의 금속으로 구성되어 있어도 된다. 2종 이상의 금속으로 구성되어 있는 경우에는, 당해면은 합금이어도 된다. 금속으로 이루어지는 면은 일반적으로는 평면인 것이 바람직하지만, 경우에 따라서는 곡면이어도 된다.
- [0021] 제1 피접합체의 구체예로서는, 예를 들어 상술한 금속으로 이루어지는 스페이서, 방열판, 반도체 소자 및 상술한 금속 중 적어도 1종을 표면에 갖는 기관 등을 들 수 있다.
- [0022] 기관으로서, 예를 들어 세라믹스 또는 질화알루미늄판의 표면에 구리 등의 금속층을 갖는 절연 기관 등을 들 수 있다.
- [0023] 피접합체로서 반도체 소자를 사용하는 경우, 반도체 소자는, Si, Ga, Ge, C, N, As 등의 원소 중 1종 이상을 포

함할 수 있다.

- [0024] 도 1 및 도 2는, 본 발명의 접합체의 제조 방법을 설명하는 공정도이다. 본 제조 방법에 있어서는, 먼저, 도 1에 도시한 바와 같이, 제1 피접합체(11) 상에 구리 입자를 포함하는 페이스트를 도포하여 도막(12X)을 형성한다. 페이스트의 도포 방법은 특별히 한정되지는 않고, 예를 들어, 스크린 인쇄법, 그라비아 인쇄법, 디스펜스 인쇄법, 리버스 코팅법 및 닥터 블레이드법을 들 수 있다.
- [0025] 본 발명에서 사용하는 페이스트는, 구리 입자 및 후술하는 유기 용매를 포함하고, 또한 필요에 따라 후술하는 조정제를 적절히 포함하여 이루어진다.
- [0026] 페이스트에 포함되는 상기 구리 입자는, 순구리의 입자 및 구리기 합금의 입자의 양쪽을 포함한다. 페이스트에 포함되는 구리 입자는, 순구리의 입자만이어도 되고, 구리기 합금의 입자만이어도 되며, 혹은 순구리의 입자와 구리기 합금의 입자의 혼합물이어도 된다.
- [0027] 또한 본 발명의 효과를 손상시키지 않는 범위에 있어서, 페이스트에, 구리 입자 이외의 금속 입자가 소량 포함되어 있는 것은 허용된다.
- [0028] 페이스트에 포함되는 구리 입자는, 그 형상에 특별히 제한은 없으며, 구상 및 비구상 중 어느 것이어도 사용된다.
- [0029] 여기서, 구리 입자가 구상이면, 이하의 방법으로 측정된 원형도 계수가 0.85이상임을 말한다. 원형도 계수는, 다음의 방법으로 산출된다. 즉, 1차 입자의 구리 입자의 주사형 전자 현미경 상(像)을 촬영하고, 구리 입자의 2차원 투영 상의 면적을 S로 하고, 주위 길이를 L로 했을 때에, 구리 입자의 원형도 계수를 $4\pi S/L^2$ 의 식으로부터 산출한다.
- [0030] 한편, 구리 입자가 비구상이면, 상술한 원형도 계수가 0.85 미만임을 말한다.
- [0031] 비구상의 구체예로서는, 편평상, 육면체나 팔면체 등의 다면체상, 방추상, 이형상 등의 형상을 들 수 있다. 본 발명에 있어서는, 2종 이상의 구리 입자 중 어느 것이 편평상 구리 입자인 것이 바람직하고, 후술하는 바와 같이 편평상 구리 입자 및 구상 구리 입자를 포함하는 것이 보다 바람직하다.
- [0032] 또한, 본 발명에 있어서 편평상이란, 입자의 주면을 형성하고 있는 한 쌍의 판면과, 이들 판면에 직교하는 측면을 갖는 형상을 가리키고, 판면 및 측면은 각각 독립적으로, 평면, 곡면 또는 요철면일 수 있는 것으로 한다.
- [0033] 구리 입자가 구상인 경우의 입경은 이하의 방법에 의해 정하는 것으로 한다. 즉, 10,000배 이상 150,000배 이하의 배율의 범위에서 촬영한 구리 입자의 주사형 전자 현미경 상으로부터 윤곽이 뚜렷한 1차 입자의 구리 입자를 50개 이상 선택한 각 입자의 헤이우드 직경을 측정한다. 이어서, 얻어진 헤이우드 직경으로부터, 입자가 진구라고 가정했을 때의 체적을 산출하고, 해당 체적의 누적 체적 50용량%에 있어서의 체적 누적 입경을 D_{SEM50} 에 의해 정하는 것으로 한다.
- [0034] 구리 입자의 D_{SEM50} 은 $0.1\mu\text{m}$ 를 초과하는 것이면 바람직하고, $0.11\mu\text{m}$ 이상인 것이 더욱 바람직하며, $0.12\mu\text{m}$ 이상인 것이 보다 더 바람직하다. 한편, D_{SEM50} 이 $0.55\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하고, $0.5\mu\text{m}$ 이하인 것이 더욱 바람직하다. D_{SEM50} 이 $0.1\mu\text{m}$ 를 초과하는 설정으로 함으로써, 페이스트를 도포하여 되는 도막(12X)을 소성하여 접합층으로 할 때에 수축 균열이 발생하기 어려워져, 접합층의 필렛부와 제1 피접합체(11)의 접합 강도를 충분한 것으로 할 수 있다. 한편, D_{SEM50} 을 $0.55\mu\text{m}$ 이하로 설정함으로써, 도막(12X) 중에 존재하는 구리 입자의 소결을 충분한 것으로 할 수 있다.
- [0035] 구리 입자가 비구상인 경우의 입경은, 레이저 회절 산란식 입도 분포 측정법에 의한 누적 체적 50용량%에 있어서의 체적 누적 입경 D_{50} 에 의해 정하는 것으로 한다. 예를 들어 이하의 방법으로 행할 수 있다. 즉, 0.1g의 측정 시료와 분산제 수용액을 혼합하고, 초음파 호모지나이저(니혼 세이키 세이사쿠쇼사 제조, US-300T)로 1분간 분산시킨다. 그 후, 레이저 회절 산란식 입도 분포 측정 장치로서, 예를 들어 마이크로트랙 벨사 제조 MT3300 EXII를 사용하여 입도 분포를 측정함으로써 D_{50} 이 산출된다.
- [0036] 구리 입자의 D_{50} 은 $0.3\mu\text{m}$ 이상 $50\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하고, $0.5\mu\text{m}$ 이상 $40\mu\text{m}$ 이하인 것이 보다 바람직하며, $1\mu\text{m}$ 이상 $20\mu\text{m}$ 이하인 것이 더욱 바람직하다. D_{50} 이 이러한 범위에 있음으로써, 구리 페이스트를 도막화하여 소성했을 때에 치밀하게 소결한 접합층을 얻기 쉬워져, 피접합체끼리의 높은 접합 강도와, 도전 신뢰성의 향상을

실현할 수 있다.

- [0037] 구리 입자는, 당해 기술 분야에 있어서 알려져 있는 다양한 방법으로 제조할 수 있다. 예를 들어 습식 환원법, 아토마이즈법, 전해법 등에 의해 구리 분말을 제조할 수 있다. 어떠한 방법을 채용할지는, 구리 입자의 입경이나 형상 등에 따라서 적절히 선택할 수 있다. 페이스트는, 이들 형상 중 1종의 형상의 구리 입자만으로 구성되어 있어도 되고, 혹은 2종 이상의 형상 구리 입자의 조합으로 구성되어 있어도 된다. 또한, 소정의 평균 입경을 갖는 구리 입자와, 이와는 평균 입경이 다른 구리 입자와의 혼합물을 사용해도 된다.
- [0038] 특히 페이스트가, D_{SEM50} 이 $0.1\mu\text{m}$ 를 초과하고 $0.55\mu\text{m}$ 이하인 구상 구리 입자(제1 구리 입자)와, D_{50} 이 $0.3\mu\text{m}$ 이상 $50\mu\text{m}$ 이하의 비구상 구리 입자(제2 구리 입자)를 포함함으로써, 도막의 과도한 체적 수축에 기인하는 해당 도막의 균열을 방지하면서, 도막의 소결성이 우수한 것으로 된다. 이 이점을 보다 더 현저한 것으로 한다는 관점에서, 제1 구리 입자와 제2 구리 입자의 합계 질량에 대한 제1 구리 입자의 비율을 20질량% 이상 95질량% 이하로 하는 것이 바람직하고, 25질량% 이상 90질량% 이하로 하는 것이 더욱 바람직하며, 30질량% 이상 85질량% 이하로 하는 것이 보다 더 바람직하다. 특히 제1 구리 입자가 구상이며, 제2 구리 입자가 편평상이면, 소결체가 보다 더 치밀해지므로 바람직하다.
- [0039] 구리 입자는, 그 표면에 유기 표면 처리제가 실시되어 있어도 된다. 유기 표면 처리제는, 구리 입자간에서의 응집을 억제하기 위한 제이다. 구리 입자간에서의 응집을 억제하기 위한 제로서 본 발명에 있어서 적합하게 사용되는 것은, 예를 들어 각종 지방산, 지방족아민 및 구리에 대한 친화성을 갖는 착화제이다. 특히 탄소수 6 이상 18 이하, 특히 탄소수 10 이상 18 이하인 포화 또는 불포화 지방산 혹은 지방족아민을 사용하는 것이, 내산화성 향상의 점에서 바람직하다. 그와 같은 지방산 혹은 지방족아민의 구체예로서는, 벤조산, 펜탄산, 헥산산, 옥탄산, 노난산, 데칸산, 라우르산, 팔미트산, 올레산, 스테아르산, 펜틸아민, 헥실아민, 옥틸아민, 데실아민, 라우릴아민, 올레일아민, 스테아릴아민 등을 들 수 있다. 또한, 구리에 대한 친화성을 갖는 착화제로서는, 예를 들어 글리신 등의 아미노산 및 디메틸글리옥심 등을 들 수 있다. 이들 지방산, 지방족아민 및 착화제는, 각각 1종을 단독으로, 또는 2종 이상을 조합해서 사용할 수 있다.
- [0040] 페이스트 중에서 차지하는 구리 입자의 함유량은, 구리 입자의 충전성을 높여 접합층으로서의 충분한 접합 강도를 유지한다는 관점에서, 50질량% 이상인 것이 바람직하고, 60질량% 이상 95질량% 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0041] 도막(12X)의 두께는, 해당 도막으로 형성되는 접합층이 충분한 접합 강도를 확보할 수 있도록 하기 위해서, $1\mu\text{m}$ 이상 $300\mu\text{m}$ 이하인 것이 바람직하고, $5\mu\text{m}$ 이상 $250\mu\text{m}$ 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0042] 페이스트에 포함되는 유기 용매로서는, 종래 알려져 있는 것을 특별히 제한없이 사용할 수 있다. 예를 들어 모노알코올, 다가알코올, 다가알코올 알킬에테르, 다가알코올 아릴에테르, 지방족 유기산, 에스테르류, 질소 함유 복소환 화합물, 아미드류, 아민류, 포화탄화수소 등을 들 수 있다. 이들 유기 용매는, 1종을 단독으로 또는 2종 이상을 조합해서 사용할 수 있다.
- [0043] 페이스트에 차지하는 유기 용매의 양은, 페이스트를 도막에 생기는 정도의 점도를 갖는 한 특별히 제한은 없지만, 일반적으로는 페이스트에 대하여 5질량% 이상 50질량% 이하인 것이 바람직하다.
- [0044] 페이스트에는, 각종 특성을 조정하기 위한 조정제를 적절히 함유시켜도 된다. 조정제로서는, 예를 들어 환원제, 점도 조정제, 표면 장력 조정제를 들 수 있다.
- [0045] 환원제로서는, 구리 입자의 소결을 촉진시키는 것이 좋으며, 예를 들어 모노알코올, 다가알코올, 아미노알코올, 시트르산, 옥살산, 포름산, 아스코르브산, 알데히드, 히드라진 및 그의 유도체, 히드록실아민 및 그의 유도체, 디티오프레이톨, 포스파이트, 히드로포스파이트, 아인산 및 그의 유도체 등을 들 수 있다.
- [0046] 점도 조정제로서는, 페이스트의 점도의 고저를 조정하여, 바람직하게는 상기 점도 범위 내에 설정할 수 있는 것이 좋으며, 예를 들어 케톤류, 에스테르류, 알코올류, 글리콜류, 탄화수소, 폴리머 등을 들 수 있다.
- [0047] 표면 장력 조정제로서는, 도막(12X)의 표면 장력을 조정할 수 있는 것이면 좋으며, 예를 들어 아크릴계 계면 활성제, 실리콘계 계면 활성제, 알킬폴리옥시에틸렌에테르, 지방산 글리세롤 에스테르 등의 폴리머나 알코올계, 탄화수소계, 에스테르계, 글리콜 등의 모노머를 들 수 있다.
- [0048] 페이스트의 점도는 Thermo Scientific사 제조의 레오미터 MARS III을 사용하여 측정할 수 있다. 구리 페이스트의 도포성 또는 인쇄성을 높인다는 관점에서, 전단 속도 10s^{-1} 일 때 점도값이 $10\text{Pa}\cdot\text{s}$ 이상 $200\text{Pa}\cdot\text{s}$ 이하인 것

이 바람직하고, 15Pa·s 이상 200Pa·s 이하인 것이 보다 바람직하다. 구리 페이스트의 점도의 측정 조건은 이하와 같다.

- [0049] 측정 모드 : 전단 속도 의존성 측정
- [0050] 센서 : 패럴렐형(Φ20mm)
- [0051] 측정 온도 : 25℃
- [0052] 갭 : 0.300mm
- [0053] 전단 속도 : 0.05 내지 120.01s⁻¹
- [0054] 측정 시간 : 2분
- [0055] 제1 피접합체(11) 상에 형성하는 도막(12X)의 치수 및 형상은, 후술하는 제2 피접합체(13)의 치수 및 형상과 동일하게 할 수 있다. 혹은, 도막(12X) 상에 제2 피접합체(13)를 적재했을 때에, 제2 피접합체(13)의 주연으로부터 도막(12X)이 연장 돌출하는 치수가 되도록 해도 된다. 후자의 경우, 제1 피접합체(11)와 제2 피접합체(13)가 확실하게 접합체에 의해 접합되게 되므로 바람직하다. 이 경우에는, 도막(12X) 중, 제2 피접합체(13)의 주연으로부터 연장 돌출된 부분, 즉 필렛부가 발생한다.
- [0056] 제1 피접합체(11)의 표면에 도막(12X)이 형성되면, 도 2에 도시한 바와 같이, 이 도막(12X) 상에 제2 피접합체(13)를 적재하여, 제1 피접합체(11), 도막(12X) 및 제2 피접합체(13)가 이 순서대로 적층되어 이루어지는 적층체(15)를 형성한다. 제2 피접합체(13)로서는, 앞서 설명한 제1 피접합체(11)와 마찬가지로의 것을 특별히 제한없이 사용할 수 있다. 제1 피접합체(11)가 예를 들어 기판인 경우에는, 제2 피접합체(13)는, 예를 들어 스페이서, 방열판 또는 반도체 소자 중 어느 것이면 바람직하다.
- [0057] 도막(12X) 상에 제2 피접합체(13)를 적재하는 경우, 해당 도막(12X)에 포함되는 유기 용매의 농도는, 페이스트에 포함되는 유기 용매의 농도와 실질적으로 동일해도 되고, 혹은 낮아도 된다. 후자의 경우, 제1 피접합체(11) 상에 도막(12X)을 형성한 후에, 소정 시간 방치에 의한 자연 건조 또는 가열 건조함으로써, 해당 도막(12X)을 건조시켜 유기 용매를 제거할 수 있다.
- [0058] 이어서, 도 2에 도시한 바와 같이, 적층체(15)를 소정의 판상 지그(16, 16)로 끼워서 지지하고, 적층체(15)를 가열함과 함께, 지그(16, 16)로 적층체(15)를 가압하는 소성 공정을 행한다. 가열이 진행됨에 따라서 도막(12X)으로부터 유기 용매가 제거됨과 함께, 도막(12X) 중의 구리 입자의 소결이 개시한다. 또한, 판상 지그(16, 16)를 사용한 가압 장치로서는 종래 알려져 있는 것을 특별히 제한없이 사용할 수 있다.
- [0059] 가열과 가압은 동시에 개시해도 되며, 혹은 가열을 개시하고 나서 소정 시간 경과한 후에 가압을 개시해도 되며, 반대로 가압을 개시하고 나서 소정 시간 경과한 후에 가열을 개시해도 된다.
- [0060] 소성 공정에 있어서는, 가열 및 가압 프로파일을 제어함으로써, 구리 입자가 소결체로 이루어지는 접합층을 순조롭게 형성할 수 있다. 특히, 접합층이 필렛부를 갖는 경우, 해당 필렛부에 크랙이 발생하는 것을 효과적으로 억제할 수 있다. 구체적으로는, 소성 공정에 있어서는, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 Tm에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행한다. 이것에 추가하여, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 Pm에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행한다.
- [0061] 또한, 본 발명에 있어서 필렛부에 발생하는 「크랙」이란, 도 3에 도시한 바와 같이, 필렛부(14)의 코너부에만 발생하는 크랙(17)이 아니라, 필렛부(14)의 중앙부 부근에 발생하는 크랙(17)이나, 도시하지는 않았지만 제2 피접합체(13)의 단부로부터 필렛부(14)의 외주에 걸쳐서 연속해서 발생하지 않은, 필렛부에 내재하는 것도 포함하는 것으로 한다.
- [0062] 또한 본 명세서에 있어서 「점증적으로 가열한다」는 것은, 소성 공정에 있어서의 가열의 개시부터 최고 온도 Tm에 도달할 때까지, 시간의 경과에 따라서 강온하는 기간이 생기지 않도록 가열을 행하는 것을 의미한다. 따라서, 소성 공정에 있어서, 가열 온도가 일정한 기간이 발생하는 것은 허용된다. 예를 들어, 소성 공정에 있어서의 가열은 시간의 경과와 함께 온도가 직선적으로 상승하도록 행해도 되고, 온도가 지수 함수적으로 상승하도록 행해도 되고, 온도가 대수 함수적으로 상승하도록 행해도 되고, 스텝형으로 상승하도록 행해도 되며, 혹은 그것들을 조합한 온도 상승선을 그리도록 행해도 된다.
- [0063] 또한 본 명세서에 있어서 「점증적으로 가압한다」는 것은, 소성 공정에 있어서의 가압의 개시부터 최고 압력

P_m 에 도달할 때까지, 시간의 경과에 따라서 강압한 기간이 생기지 않도록 가압을 행하는 것을 의미한다. 따라서, 소성 공정에 있어서, 압력이 일정한 기간이 발생하는 것은 허용된다. 예를 들어, 소성 공정에 있어서의 가압은 시간의 경과와 함께 압력이 직선적으로 상승하도록 행해도 되고, 압력이 지수 함수적으로 상승하도록 행해도 되고, 압력이 대수 함수적으로 상승하도록 행해도 되고, 스텝형으로 상승하도록 행해도 되며, 혹은 그것들을 조합한 압력 상승선을 그리도록 행해도 된다.

- [0064] 소성 공정에 있어서는, 가열 및 가압을 점증적으로 행하는 것에 추가하여, 가열 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력이 15MPa 이하이도록, 가열 및 가압의 조건을 제어한다. 이와 같이 가열 및 가압 프로파일을 제어함으로써, 필렛부에 크랙이 발생하는 것을 효과적으로 억제할 수 있다. 그 이유는 이하와 같다.
- [0065] 적층체(15)의 가열 및 가압을 점증적으로 행하는 것은, 목적으로 하는 접합체의 제조 효율을 향상시킨다는 점에서 유리하다. 이것을 조건으로 하여, 가열 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력이 15MPa 이하이도록 가열 및 가압의 조건을 제어함으로써, 도막(12X) 중, 제2 피접합체(13)의 바로 아래에 위치하는 부분(이하 「다이 직하부」라고도 함)과, 제2 피접합체(13)의 주연으로부터 연장 돌출된 부분, 즉 필렛부가, 대략 동일 정도로 수축한다. 이에 의해, 필렛부(14)의 크랙 발생이 억제된다.
- [0066] 이에 반하여, 가압이 진행된 상태에서 구리 입자의 소결이 시작되면, 다이 직하부와, 제2 피접합체(13)의 주연으로부터 연장 돌출된 부분, 즉 필렛부(14)와의 사이에 수축차가 발생하므로, 필렛부(14), 특히 필렛부(14)의 코너부에 크랙이 발생하기 쉬워진다.
- [0067] 이상의 이점을 보다 더 현저한 것으로 한다는 관점에서, 가열 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 하는 것이 바람직하고, 13MPa 이하로 하는 것이 보다 바람직하며, 낮으면 낮을수록, 크랙 발생의 억제의 관점에서 바람직하다. 또한, 가열 온도가 200℃에 도달하고 나서 가압을 개시해도 된다.
- [0068] 또한, 온도 200℃를 기준으로 하여 압력의 제어를 행하는 이유는, 구리 입자의 소결은 일반적으로 250℃ 정도로 추측된다는 점에서, 200℃이면 구리 입자의 소결은 개시되어 있지 않고, 도막(12X)의 수축을 제어할 수 있기 때문이다.
- [0069] 소성 공정에 있어서는, 가열 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력이 15MPa 이하이면 가열이 최고 온도 T_m 에 도달한 후에, 가압이 최고 압력 P_m 에 도달하도록 해도 되고, 반대로, 가압이 최고 압력 P_m 에 도달한 후에, 가열이 최고 온도 T_m 에 도달하도록 해도 된다. 혹은, 최고 온도 T_m 및 최고 압력 P_m 에 동시에 도달하도록 가열 및 가압을 컨트롤해도 된다. 바람직하게는, 필렛에 크랙이 발생하는 것을 억제하는 효과를 보다 효과적으로 발휘시킨다는 관점에서, 가열이 최고 온도 T_m 에 도달한 후에, 가압이 최고 압력 P_m 에 도달하도록 한다.
- [0070] 소성 공정에 있어서의 가열은 점증적인 한, 시간의 경과와 함께 온도가 직선적으로 상승하도록 행해도 되고, 온도가 지수 함수적으로 상승하도록 행해도 되고, 온도가 대수 함수적으로 상승하도록 행해도 되고, 스텝형으로 상승하도록 행해도 되며, 혹은 그것들을 조합한 온도 상승선을 그리도록 행해도 된다. 소성 공정에 있어서의 가압에 관해서도 마찬가지이다.
- [0071] 상술한 어느 가열 양태라도, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 T_m 에 도달할 때까지 10초 이상, 특히 5초 이상의 정온 과정을 갖지 않는 것이, 효율적인 접합체의 제조의 관점에서 바람직하다. 마찬가지로의 이유에 의해, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 P_m 에 도달할 때까지 10초 이상, 특히 5초 이상의 정압 과정을 갖지 않는 것이 바람직하다. 또한 소성 공정이, 정온 과정 및 정압 과정의 양쪽을 갖는 경우, 정온 과정의 시간과 정압 과정의 시간은 각각 독립적으로 설정할 수 있고, 양자를 동기시키는 것은 요하지 않는다.
- [0072] 소성 공정에 있어서의 적층체의 가열은, 접합체를 효율적으로 제조한다는 관점에서, 가열 개시부터 온도가 최고 온도 T_m 에 도달할 때까지 요하는 시간이 1초 이상 30분 이내, 바람직하게는 1초 이상 10분 이내, 보다 바람직하게는 1초 이상 1분 이내인 것이 바람직하다.
- [0073] 소성 공정에 있어서의 적층체의 가압에 있어서는, 도막(12X)의 수축을 다이 직하부와 필렛부에서 대략 동일하게 할 수 있다는 관점에서, 승압 속도가 0.2MPa/s 이상인 것이 바람직하고, 1MPa/s 이상으로 해도 된다.
- [0074] 또한, 승압 속도는 20MPa/s 이하가 바람직하고, 보다 바람직하게는 10MPa/s 이하, 더욱 바람직하게는 5MPa/s 이하가 되도록 행해진다.
- [0075] 필렛부에 들뜸을 발생시키지 않도록 한다는 관점에서는, 가압의 승압 속도는 0.2MPa/s 이상 10MPa/s 이하인 것이 바람직하고, 0.2MPa/s 이상 5MPa/s 이하인 것이 더욱 바람직하다.

- [0076] 승압 속도의 산출에는 정압 과정은 포함되지 않는다.
- [0077] 최고 압력 Pm에 도달할 때까지의 승압 속도가 일정하지 않은 경우에는, 해당 승압 속도가 상기한 범위 내에 들어 있으면 된다.
- [0078] 소성 공정에 있어서의 가열의 최고 온도 Tm은 200℃ 이상 350℃ 이하로 설정하는 것이, 구리 입자를 충분히 소결시킬뿐만 아니라, 피접합체가 열에 의한 대미지를 받는 것을 방지한다는 관점에서 바람직하다. 이 관점에서, 최고 온도 Tm은 210℃ 이상 330℃ 이하인 것이 바람직하고, 220℃ 이상 310℃ 이하인 것이 더욱 바람직하다.
- [0079] 상기와 마찬가지로의 관점에서, 소성 공정에 있어서의 가압의 최고 압력 Pm은 1MPa 이상 40MPa 이하로 설정하는 것이 바람직하고, 특히 5MPa 이상 40MPa 이하, 특히 5MPa 이상 30MPa 이하로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0080] 가열이 최고 온도 Tm에 도달하면, 그 후에는 그 온도 Tm을 유지해도 되고, 혹은 Tm보다도 저하시켜도 된다. 어느 경우라도, 최고 온도 Tm에 도달하면, (Tm-30)℃ 이상 Tm℃ 이하의 온도 범위에서 가열 온도를 일정하게 유지하는 것이, 구리 입자를 충분히 소결시킨다는 관점에서 바람직하다.
- [0081] 가압에 관해서는, 가압이 최고 압력 Pm에 도달하면, 그 후에는 그 압력 Pm을 유지해도 되고, 혹은 Pm보다도 저하시켜도 된다. 어느 경우라도, 최고 압력 Pm에 도달하면, (Pm-5)MPa 이상 PmMPa 이하의 압력 범위에서 압력을 일정하게 유지하는 것이, 구리 입자를 충분히 소결시킨다는 관점에서 바람직하다.
- [0082] 소성 공정은 예를 들어 불활성 분위기나 산소 함유 분위기를 사용할 수 있다. 불활성 분위기로서는, 예를 들어 질소 가스 분위기, 아르곤이나 네온 등의 희가스 분위기 등을 들 수 있다. 경제성의 관점에서는 질소 가스 분위기를 사용하는 것이 바람직하다. 산소 함유 분위기로서는 예를 들어 대기 분위기를 사용할 수 있다.
- [0083] 적층체(15)를 소성 공정에 회부함으로써, 해당 적층체(15) 중의 도막(12X)으로부터 접합층인 소결체가 생성하고, 제1 피접합체(11)와 제2 피접합체(13)가 높은 접합 강도로 접합한다. 또한, 접합층에 필렛부가 존재한다고 해도, 해당 필렛부에 크랙이 발생하는 것이 효과적으로 억제되어 있으므로, 접합체는 그 신뢰성이 높은 것으로 된다. 따라서, 본 제조 방법에 의해 얻어진 접합체는, 대전류를 취급하는 디바이스, 예를 들어 차량 탑재용 전자 회로나 파워 디바이스가 실장된 전자 회로 등에 적절하게 사용된다.
- [0084] 이상, 본 발명을 그 바람직한 실시 형태에 기초하여 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 형태에 제한되지 않는 다.
- [0085] 상술한 실시 형태에 관한 것으로, 본 발명은 또한 이하의 접합체의 제조 방법 및 피접합체의 접합 방법을 개시 한다.
- [0086] [1] 접합층이 개재되어 제1 피접합체와 제2 피접합체가 접합되어 이루어지는 접합체의 제조 방법이며,
- [0087] 구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 상기 제1 피접합체에 도포하여 도막을 형성하는 공정과,
- [0088] 상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재하여 적층체를 형성하는 공정과,
- [0089] 상기 적층체를 가열 및 가압하여, 상기 도막 중의 상기 구리 입자를 소결시켜 상기 접합층을 형성하는 소성 공정을 구비하고,
- [0090] 상기 소성 공정에 있어서는, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 Tm에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행함과 함께, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 Pm에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행하고, 또한, 가열 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 하는, 접합체의 제조 방법.
- [0091] [2] 상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재했을 때에, 상기 제2 피접합체의 주연으로부터 상기 도막이 연장 돌출되는 치수가 되도록, 상기 도막을 도포하는, [1] 에 기재된 제조 방법.
- [0092] [3] 상기 소성 공정에 있어서는, 가열이 최고 온도 Tm에 도달한 후에, 가압이 최고 압력 Pm에 도달하도록 하는, [1] 또는 [2] 에 기재된 제조 방법.
- [0093] [4] 가열 개시 온도로부터 최고 온도 Tm에 도달할 때까지 10초 이상의 정온 과정을 갖지 않는, [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0094] [5] 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 Pm에 도달할 때까지 10초 이상의 정압 과정을 갖지 않는, [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0095] [6] 상기 최고 온도 Tm을 200℃ 이상 350℃ 이하로 하는, [1] 내지 [5] 중 어느 하나에 기재된 제조

방법.

- [0096] [7] 상기 최고 온도 T_m 에 도달하면, 가열 온도를 $(T_m-30)^\circ\text{C}$ 이상 $T_m^\circ\text{C}$ 이하의 범위에서 일정하게 유지하는, [6]에 기재된 제조 방법.
- [0097] [8] 상기 최고 압력 P_m 을 1MPa 이상 40MPa 이하로 하는, [1] 내지 [7] 중 어느 하나에 기재된 제조 방법.
- [0098] [9] 상기 최고 압력 P_m 에 도달하면, 압력을 $(P_m-5)\text{MPa}$ 이상 $P_m\text{MPa}$ 의 범위에서 일정하게 유지하는, [8]에 기재된 제조 방법.
- [0099] [10] 접합층이 개재되어 제1 피접합체와 제2 피접합체를 접합하는 피접합체의 접합 방법이며,
- [0100] 구리 입자 및 유기 용매를 포함하는 페이스트를 상기 제1 피접합체에 도포하여 도막을 형성하는 공정과,
- [0101] 상기 도막 상에 상기 제2 피접합체를 적재하여 적층체를 형성하는 공정과,
- [0102] 상기 적층체를 가열 및 가압하여, 상기 도막 중의 상기 구리 입자를 소결시켜 상기 접합층을 형성하는 소성 공정을 구비하고,
- [0103] 상기 소성 공정에 있어서는, 가열 개시 온도로부터 최고 온도 T_m 에 도달할 때까지의 가열을 점증적으로 행함과 함께, 가압 개시 압력으로부터 최고 압력 P_m 에 도달할 때까지의 가압을 점증적으로 행하고, 또한, 가열 온도가 200°C 에 도달했을 때의 압력을 15MPa 이하로 하는, 피접합체의 접합 방법.

[0104] **실시예**

[0105] 이하, 실시예에 의해 본 발명을 더욱 상세히 설명한다. 그러나 본 발명의 범위는, 이러한 실시예에 제한되지는 않는다. 특별히 정하지 않는 한, 「%」는 「질량%」를 의미한다.

[0106] [실시예 1]

[0107] (1) 페이스트의 조제

[0108] 제1 구리 입자(구상, $D_{SEM50}=0.16\mu\text{m}$)와, 제2 구리 입자(편평상, $D_{50}=4.2\mu\text{m}$)와, 핵실렌글리콜(유기 용매)과, 폴리 에틸렌글리콜(분자량 300, 유기 용매)과, 비스(2-히드록시에틸)이미노트리스(히드록시메틸)메탄(환원제)을 혼합해서 페이스트를 조제하였다.

[0109] 페이스트에 있어서의 제1 구리 입자 및 제2 구리 입자의 합계의 함유 비율은 82%이며, 유기 용매의 함유 비율은 17.9%이며, 환원제의 함유 비율은 0.1%였다. 제1 구리 입자와 제2 구리 입자의 질량비는, 제1 구리 입자:제2 구리 입자=7:3으로 하였다.

[0110] (2) 도막의 형성

[0111] 구리로 이루어지는 기판 위에 페이스트를 세로 6.0mm, 가로 6.0mm, 두께 $200\mu\text{m}$ 의 메탈 마스크를 사용하여 인쇄하고, 직사각형의 도막을 형성하였다. 상기 도막을 대기 분위기에서 110°C , 20분으로 건조시켰다.

[0112] (3) 적층체의 형성

[0113] 반도체 파워 디바이스의 모델 부재를 상정하여, Ag 도금한 알루미늄나 칩을 준비하였다(세로 5mm, 가로 5mm, 두께 0.5mm). 이 알루미늄나 칩의 Ag 도금면을 건조 후의 도막 상에 적재하고, 0.8MPa의 하중을 2초간 가하여, 제1 피접합체, 도막 및 제2 피접합체의 순서대로 적층된 적층체를 형성하였다.

[0114] (4) 적층체의 가열 및 가압

[0115] 적층체의 초기 온도 40°C 및 무가중 상태(단 자중을 제외함)로부터 가열 및 가압을 동시에 개시하였다. 40°C 내지 300°C 에 요한 시간은 15초이며, 승온 속도는 평균값으로 $17.3^\circ\text{C}/\text{s}$, 승압 속도는 $1.3\text{MPa}/\text{s}$ 로 하였다. 승온 및 승압은, 시간의 경과에 대하여 직선적으로 행하였다. 분위기는 질소 가스 분위기로 하였다. 온도가 200°C 에 도달했을 때의 압력은 8.7MPa 였다. 온도가 최고 온도 T_m 인 300°C 에 도달한 시점에 승온을 정지하고, 그 후에는 300°C 를 유지하였다. 온도가 300°C 에 도달한 시점에 압력도 최고 압력 P_m 인 20MPa 에 도달하고, 그 후에는 20MPa 를 유지하였다. 최고 온도 T_m 및 최고 압력 P_m 에 도달하고 나서 10분 후에 가열 및 가압을 정지하고, 자연 냉각시켜 목적으로 하는 접합체를 얻었다.

[0116] [비교예 1]

[0117] 실시예 1의 「(4) 적층체의 가열 및 가압」에 있어서, 40℃ 내지 300℃에 요한 시간을 30초로 하고, 승온 속도를 평균값으로 8.7℃/s, 승압 속도를 1.3MPa/s로 하였다. 압력이 최고 압력 Pm인 20MPa에 도달한 시점에 승압을 정지하고, 그 후에는 최고 압력 Pm을 유지하였다. 이 시점에 승온은 계속하고 있었다. 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력은 20MPa였다. 온도가 최고 온도 Tm인 300℃에 도달한 시점에 승온을 정지하고, 그 후에는 300℃를 유지하였다. 최고 온도 Tm에 도달하고 나서 10분 후에 가열 및 가압을 정지하고, 자연 냉각시켜 목적으로 하는 접합체를 얻었다.

[0118] [비교예 2]

[0119] 실시예 1의 「(4) 적층체의 가열 및 가압」에 있어서, 40℃ 내지 300℃에 요한 시간을 40초로 하고, 승온 속도를 평균값으로 6.5℃/s, 승압 속도를 1.3MPa/s로 하였다. 압력이 최고 압력 Pm인 20MPa에 도달한 시점에 승압을 정지하고, 그 후에는 최고 압력 Pm을 유지하였다. 이 시점에 승온은 계속하고 있었다. 온도가 200℃에 도달했을 때의 압력은 20MPa였다. 온도가 최고 온도 Tm인 300℃에 도달한 시점에 승온을 정지하고, 그 후에는 300℃를 유지하였다. 최고 온도 Tm에 도달하고 나서 10분 후에 가열 및 가압을 정지하고, 자연 냉각시켜 목적으로 하는 접합체를 얻었다.

[0120] [평가]

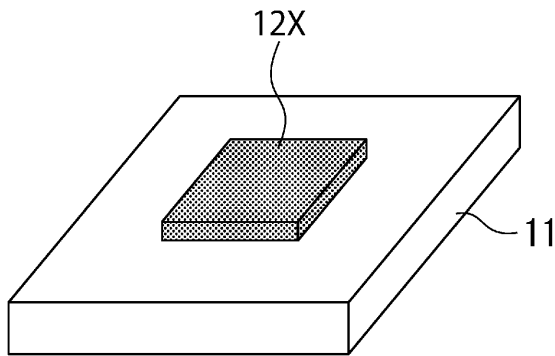
[0121] 실시예 및 비교예에서 얻어진 접합체의 외관을 목시 관찰하고, 필렛부에 있어서의 결함의 발생의 유무를 평가하였다. 그 결과, 실시예 1에서 얻어진 접합체의 필렛부에는 크랙을 비롯한 결함은 관찰되지 않았다. 이에 반하여, 비교예 1 및 비교예 2에서 얻어진 접합체의 필렛부의 코너부에 크랙이 관찰되었다.

산업상 이용가능성

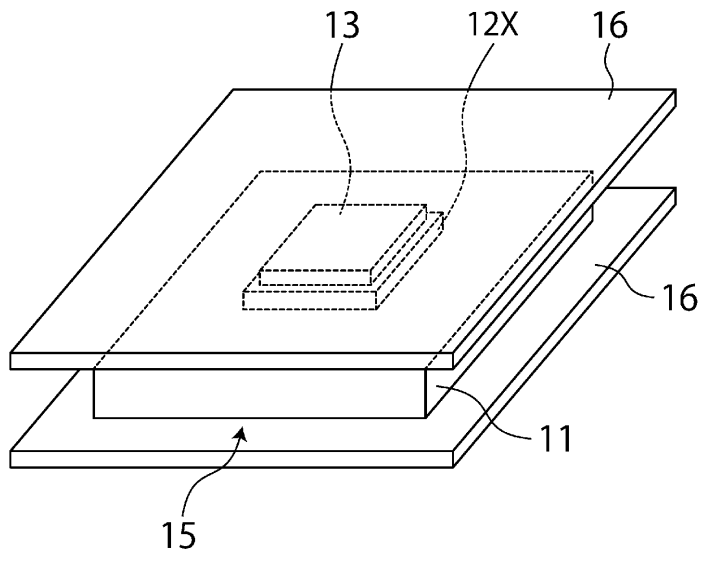
[0122] 본 발명에 따르면, 필렛부에 크랙이 발생하는 것이 억제된 접합체를 제조하는 방법이 제공된다.

도면

도면1



도면2



도면3

