(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월28일
(11) 등록번호 10-2343816
(24) 등록일자 2021년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 37/00 (2006.01) *B23K 1/19* (2006.01)
C04B 35/645 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C04B 37/006 (2013.01)
B23K 1/19 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7033061
(22) 출원일자(국제) 2019년04월05일
심사청구일자 2020년11월18일
(85) 번역문제출일자 2020년11월17일
(65) 공개번호 10-2021-0023818
(43) 공개일자 2021년03월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/025930
(87) 국제공개번호 WO 2019/204050
국제공개일자 2019년10월24일
(30) 우선권주장
15/955,431 2018년04월17일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060028407 A
KR1020140130421 A

(73) 특허권자
와틀로 일렉트릭 매뉴팩츄어링 컴파니
미국 미주리 63146 세인트 루이스 랙랜드 로드 12001
(72) 발명자
마르가비오 패트릭
미국 미주리주 65203 컬럼비아 스탈컵 스트리트 311
잉글리쉬 커트
미국 미주리주 65202 컬럼비아 #102 새들브룩 플레이스 3800
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태평양

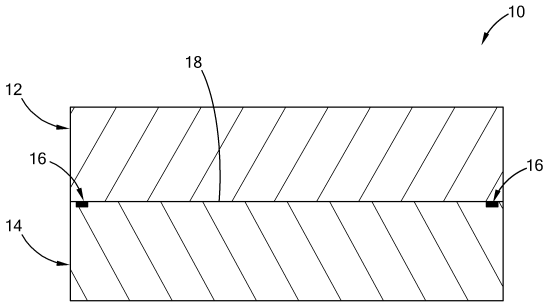
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 조원담

(54) 발명의 명칭 **본딩 트렌치를 갖는 세라믹-알루미늄 조립체**

(57) 요 약

조립체는 제1 부재, 제1 부재에 인접한 제2 부재, 및 알루미늄 재료를 포함한다. 제1 부재 및 제2 부재 중 적어도 하나는 적어도 하나의 트렌치를 형성한다. 알루미늄 재료는 트렌치 내에 배치되고, 인접한 면을 따라 제1 부재를 제2 부재에 본딩한다. 일 형태에서, 인접한 면을 따른 제1 부재와 제2 부재 사이의 간격은 5㎛보다 작다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C04B 35/645 (2013.01)
H01L 21/6831 (2013.01)
C04B 2237/121 (2013.01)
C04B 2237/343 (2013.01)
C04B 2237/348 (2013.01)
C04B 2237/365 (2013.01)
C04B 2237/50 (2013.01)
C04B 2237/592 (2013.01)
C04B 2237/64 (2013.01)

(72) 발명자
윌슨 제이콥
미국 미주리주 63303 세인트 찰스 헌팅턴 매너 드라이브 56
피젤라 미란다
미국 미주리주 63146 세인트 루이스 랙랜드 로드 12001
브룩 토드
미국 미주리주 63146 세인트 루이스 랙랜드 로드 12001

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 부재;

상기 제1 부재에 인접하여 배치된 제2 부재 - 상기 제1 부재 및 상기 제2 부재 중 적어도 하나는 적어도 하나의 트렌치(trench)를 형성하고, 상기 적어도 하나의 트렌치는 깊이 및 폭을 형성함 - ; 및

상기 트렌치 내에 배치되고, 인접한 면을 따라 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 본딩(bonding)하는 알루미늄 재료;를 포함하고,

상기 인접한 면을 따른 상기 제1 부재와 상기 제2 부재 사이의 간격은 5㎛ 미만이고, 상기 적어도 하나의 트렌치의 폭은 상기 적어도 하나의 트렌치의 깊이의 5배 내지 20배이며,

상기 제1 부재 및 상기 제2 부재는 알루미늄 질화물(aluminum nitride, AlN), 알루미나, 지르코니아, 및 실리콘 탄화물(silicon carbide, SiC)로 이루어진 군으로부터 선택되는 조립체.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 및 제2 부재의 상기 인접한 면의 표면 거칠기는 5㎛ 내지 100나노미터인 조립체.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 트렌치는 정사각형, 직사각형, 아치형 및 다각형 단면의 기하학적 형상 중 적어도 하나를 형성하는 조립체.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

2㎜보다 작은 거리만큼 이격되어 있는 복수의 트렌치를 더 포함하는 조립체.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 복수의 트렌치는 서로 평행한 조립체.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1 부재 및 상기 제2 부재 각각은 알루미늄 질화물(AlN)인 조립체.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

각각의 상기 제1 부재 및 상기 제2 부재는 각각 평평한 플레이트인 조립체.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제1 부재는 평평한 플레이트이고, 상기 제2 부재는 중공 샤프트(hollow shaft)인 조립체.

청구항 10

제1 세라믹 부재;

상기 제1 세라믹 부재에 인접하여 배치된 제2 세라믹 부재 - 상기 제1 세라믹 부재 및 상기 제2 세라믹 부재 중 적어도 하나는, 2㎜보다 작은 거리만큼 이격되어 있는 복수의 트렌치를 형성하고, 상기 복수의 트렌치는 각각 깊이 및 폭을 형성하고, 각각의 트렌치의 폭은 각각의 트렌치의 깊이의 5배 내지 20배임 - ; 및

상기 복수의 트렌치 내에 배치되고, 인접한 면을 따라 상기 제1 세라믹 부재를 상기 제2 세라믹 부재에 본딩(bonding)하는 알루미늄 재료;를 포함하고,

상기 인접한 면을 따른 상기 제1 세라믹 부재와 상기 제2 세라믹 부재 사이의 간격이 5㎛ 미만이고, 상기 제1 및 제2 세라믹 부재의 상기 인접한 면의 표면 거칠기가 5㎛ 내지 100나노미터인 조립체.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 제1 및 제2 세라믹 부재는 각각 알루미늄 질화물(AlN)인 조립체.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 복수의 트렌치는 서로 평행한 조립체.

청구항 13

청구항 10에 있어서,

상기 복수의 트렌치는 적어도 3개인 조립체.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 복수의 트렌치는 5개인 조립체.

청구항 15

청구항 10에 있어서,

상기 복수의 트렌치 중 적어도 하나의 트렌치는 정사각형, 직사각형, 아치형 및 다각형 단면의 기하학적 형상 중 적어도 하나를 형성하는 조립체.

청구항 16

청구항 10에 있어서,

상기 제1 세라믹 부재 및 상기 제2 세라믹 부재는 알루미늄 질화물(AlN), 알루미나, 지르코니아, 및 실리콘 탄화물(SiC)로 이루어진 군으로부터 선택되는 조립체.

청구항 17

청구항 10에 있어서,

각각의 상기 제1 세라믹 부재 및 상기 제2 세라믹 부재는 각각 평평한 플레이트인 조립체.

청구항 18

청구항 10에 있어서,

상기 제1 세라믹 부재는 평평한 플레이트이고, 상기 제2 세라믹 부재는 중공 샤프트인 조립체.

청구항 19

청구항 10에 있어서, 상기 알루미늄 재료는, 물리적 기상 증착된(physical vapor deposited, PVD) 알루미늄 재료인 조립체.

청구항 20

청구항 10에 있어서,

상기 알루미늄 재료는 알루미늄 호일(foil)인 조립체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원에 대한 교차 참조

[0002] 본 출원은 2018년 4월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/955431호에 대한 우선권을 주장하며, 상기 출원의 개시는 본원에 참조로서 통합된다.

[0003] 본 개시는 일반적으로 물체를 접합하는 방법에 관한 것으로, 더 상세하게는, 세라믹 재료를 접합하는 방법 및 결과적으로 접합된 조립체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 이 섹션에서의 설명은 단지 본 발명과 관련된 배경 정보를 제공하며, 종래 기술을 구성하지 않을 수 있다.

[0005] 지지 페데스탈(support pedestal)은 종종 반도체 프로세싱에서 사용된다. 지지 페데스탈은 통상적으로 그 위의 웨이퍼를 지지하기 위한 플레이트 부재 및 플레이트 부재 아래에 배치된 관형 샤프트를 포함한다. 플레이트 부재는 세라믹 기판 및 세라믹 기판에 내장된 가열 요소와 같은 복수의 기능적 요소를 포함할 수 있다.

[0006] 세라믹 기판은 핫 프레싱(hot pressing)에 의해 형성될 수 있다. 핫 프레싱은 고온에서의 분말 또는 압축된 프리폼(preform)의 치밀화(densification)를 향상시키기 위한 고압, 저-변형(low-strain) 공정이다. 전형적으로, 분말 또는 압축된 프리폼은 몰드에 투입되고, 치밀화 및 소결을 위해 고온 및 압력이 가해진다.

[0007] 세라믹 기판에 내장된 기능적 요소는 핫 프레싱 공정에서 높은 열 및 높은 압력을 견뎌야 한다. 따라서, 기능적 요소를 형성하기 위한 재료는 제한된다. 더욱이, 핫 프레싱은 고온 및 고압 장비를 필요로 함으로써, 제조 비용을 증가시킨다.

[0008] 일부 경우에서, 2개 이상의 세라믹 기판은 브레이징(brazing)에 의해 함께 본딩될 수 있다. 그러나, 브레이징 접합부(joint)는 세라믹 재료의 불량한 습윤성(wettability)과, 브레이징 금속과 세라믹 재료 사이의 양립할 수 없는 열팽창 계수(coefficient of thermal expansion, CTE)로 인해 문제가 없지 않다. 상당히 상이한 열 팽창으로 인해, 상승된 온도에서 브레이징 금속과 세라믹 기판 사이에서 균열 또는 박리가 발생할 수 있다.

[0009] 다른 과제 중에서도, 세라믹 지지 페데스탈을 제조하는 데 있어서 이러한 과제는, 본 개시에 의해 해결된다.

발명의 내용

[0010] 본 개시의 일 형태에서, 조립체가 제공된다. 조립체는, 제1 부재 및 제1 부재에 인접하여 배치된 제2 부재를 포함하고, 제1 부재 및 제2 부재 중 적어도 하나는 적어도 하나의 트렌치(trench)를 형성한다. 조립체는 또한, 트렌치 내에 배치되고, 인접한 면을 따라 제1 부재를 제2 부재에 본딩(bonding)하는 알루미늄 재료를 포함하고, 인접한 면을 따른 제1 부재와 제2 부재 사이의 간격은 5㎛ 미만이다.

[0011] 본 개시의 다른 형태에서, 제1 및 제2 부재의 인접한 면의 표면 거칠기는 5㎛ 내지 100나노미터이다.

[0012] 본 개시의 또 다른 형태에서, 트렌치는 정사각형, 직사각형, 아치형 및 다각형 기하학적 형상 중 적어도 하나를 형성한다. 본 개시의 적어도 하나의 형태에서, 트렌치는 깊이 및 폭을 형성하고, 트렌치의 폭은 트렌치의 깊이의 5배 내지 20배이다. 한편, 본 개시의 변형예는 2㎜보다 작은 거리만큼 이격된 복수의 트렌치를 더 포함한다.

대안적으로, 본 개시의 다른 형태에서, 복수의 트렌치는 서로 평행하다.

[0013] 본 개시의 다수의 형태에서, 제1 부재 및 제2 부재는 세라믹, 알루미늄 질화물(aluminum nitride, AlN), 알루미나, 지르코니아, 및 실리콘 탄화물(silicon carbide, SiC)로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0014] 본 개시의 다른 형태에서, 제1 부재 및 제2 부재 각각은 각각 알루미늄 질화물(AlN)이다.

[0015] 본 개시의 일 형태에서, 제1 부재는 평평한 플레이트이고, 제2 부재는 평평한 플레이트 및 중공 샤프트(hollow shaft) 중 적어도 하나이다.

[0016] 본 개시의 일부 형태에서, 적어도 하나의 트렌치는 적어도 3개의 트렌치 또는 적어도 5개의 트렌치다.

[0017] 본 개시의 적어도 하나의 형태에서, 알루미늄 재료는 알루미늄 호일(foil)이다.

[0018] 본 개시의 다른 형태에서, 조립체를 접합하는 방법이 제공된다. 이 방법은, 제1 부재 및 제2 부재를 준비하는 단계; 제1 부재 또는 제2 부재 중 적어도 하나에 적어도 하나의 트렌치를 형성하는 단계; 트렌치를 가로질러 제1 부재와 제2 부재 사이에 고체 알루미늄 재료의 스트립을 배치하는 단계; 고체 알루미늄 재료와 접촉시키고, 조립체를 형성하기 위해 제1 부재와 제2 부재를 함께 합치는(bring together) 단계; 고체 알루미늄 재료가 트렌치 내로 유동하도록 고체 알루미늄 재료의 용융점보다 높은 열 및 힘을 조립체에 가하는 단계; 인접한 면을 따라 제1 부재를 제2 부재에 본딩하기 위해, 트렌치가 형성된 부재의 습윤 온도 이상의 추가적인 열을 조립체에 가하는 단계; 및 조립체를 냉각시키는 단계;를 포함하고, 인접한 면을 따른 제1 부재와 제2 부재 사이의 간격은 5㎛ 미만이다.

[0019] 본 개시의 적어도 하나의 형태에서, 제1 및 제2 부재를 준비하는 단계는, 제1 및 제2 부재의 인접한 면의 표면 거칠기를 5㎛ 내지 100나노미터로 생성하는 단계를 포함한다. 본 개시의 일부 형태에서, 고체 알루미늄 재료는 물리 기상 증착(physical vapor deposition, PVD) 공정에 의해 적용된다.

[0020] 추가적인 적용 분야는 본 명세서에 제공된 설명으로부터 명백해질 것이다. 상세한 설명 및 특정 예는 단지 예시의 목적으로 의도된 것이며, 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다는 것이 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 개시는 상세한 설명 및 첨부 도면으로부터 더욱 완전하게 이해될 것이다.

도 1은 본 개시의 교시에 따라 구성된 접합된 조립체의 단면도이다.

도 2는 도 1의 접합된 조립체의 제2 부재의 측면도이다.

도 3은 도 2의 A 부분의 확대도이다.

도 4는 본 개시의 교시에 따라 재료를 본딩하는 방법의 흐름도이다.

도 5a 내지 도 5e는 도 4의 방법을 사용하여 재료를 본딩하는 단계를 도시한다.

도 5a는 제1 부재와 제2 부재 사이에 고체 알루미늄 재료를 배치하는 단계를 도시한다.

도 5b는 고체 알루미늄 재료를 용융하고 용융된 알루미늄 재료가 제2 부재의 트렌치 내로 유동하게 하는 단계를 도시한다.

도 5c는 제1 부재 및 제2 부재를 서로에 대해 가압하여, 그 사이의 간격을 감소시키는 단계를 도시한다.

도 5d는 용융 알루미늄 재료가 트렌치의 기하학적 형상에 따르도록(conform), 습윤 온도보다 높은 온도로 조립체를 가열하는 단계를 도시한다.

도 5e는 도 5d의 B 부분의 확대도이다.

도 6은 본 발명의 교시에 따라 구성된 접합된 조립체의 변형예의 개략도이다.

도 7은 본 개시의 교시에 따라 구성된 접합된 조립체의 다른 변형예의 개략도이다.

대응하는 참조 번호는, 도면의 여러 뷰(view)에서 대응하는 부분을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 다음의 설명은 사실상 단지 예시적인 것이며, 본 개시, 적용, 또는 사용을 제한하도록 의도되지 않는다.

[0023] 도 1을 참조하면, 본 개시의 교시에 따라 구성된 접합된 조립체(10)는 제1 부재(12) 및 제2 부재(14)를 포함하며, 제1 부재(12) 및 제2 부재(14)는 제1 부재(12) 및 제2 부재(14)의 주변부(periphery)를 따라 알루미늄 재료(16)에 의해 접합된다. 제1 부재(12) 및 제2 부재(14)는 알루미늄 질화물(AlN), 알루미나, 지르코니아, 및 탄화규소(SiC)와 같은 세라믹 재료로 제조될 수 있다. 접합된 조립체(10)가 반도체 프로세싱에서 지지 페데스탈을 형성하기 위해 사용될 때, 제1 부재(12) 및 제2 부재(14)는 모두 알루미늄 질화물(AlN)로 제조될 수 있고, 기능층(미도시)은 제1 및 제2 부재(12, 14) 사이의 계면(interface)에 배치될 수 있다.

[0024] 이 형태의 제1 및 제2 부재(12, 14)는 각각 플레이트 구성을 가지며 서로 대면하는 인접한 면(18)을 형성한다. 일 형태에서, 인접한 면(18)은 5㎛ 미만의 표면 평탄도(surface flatness), 및 3㎛ 미만의 표면 거칠기를 갖는다. 일 적용에서, 인접한 면(18)의 표면 거칠기는 100㎚ 내지 5㎛의 범위에 있을 수 있다. 인접한 면을 따른 제1 부재(12)와 제2 부재(14) 사이의 간격은, 본 발명의 일 형태에서 5㎛보다 작다.

[0025] 도 2 및 도 3을 참조하면, 제1 부재(12) 및 제2 부재(14) 중 적어도 하나는 그 주변부를 따라, 그리고 인접한 면(18) 상에, 본딩 특징부(20)를 형성한다. 본딩 특징부(20)는 도시된 바와 같이, 하나 이상의 트렌치(22)의 형태일 수 있다. 알루미늄 재료(16)는 아래에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 트렌치(22) 내에 채워진다. 트렌치(22) 중 제2 부재(14)의 중심에 더 가까운 하나는, 다른 트렌치(22)보다 더 깊을 수 있다. 예시된 형태에서 제2 부재(14)에 총 4개의 트렌치(22)가 도시되어 있는 한편, 본 개시의 범위를 벗어나지 않고, 본딩 특징부(20)는, 임의의 수의 트렌치를 가질 수 있고, 제1 부재(12) 및/또는 제2 부재(14)에 형성될 수 있다. 또한, 트렌치(22)는 적용(도포) 요건에 따라, 원형, 파형(sinuous), 선형 등 기타 경로일 수 있는, 제1 부재(12) 및/또는 제2 부재(14) 각각을 따른 임의의 경로를 취할 수 있다.

[0026] 도 3에서, 고체 알루미늄 재료(16)가 제1 부재(12)와 제2 부재(14) 사이에 배치될 때 트렌치(22)에 대한 고체 알루미늄 재료(16)의 위치를 나타내기 위해, 고체 알루미늄 재료(16)가 도시되어 있다. 이 형태에서, 고체 알루미늄 재료(16)는 2개의 최외측 트렌치(22)와 중첩하도록 배치된다. 이 형태에서, 제2 부재(12)의 중심에 더 가까운 가장 깊은 트렌치는, 용융 알루미늄 재료가 중앙을 향하여, 그리고 본딩 영역 외부로 유동하는 것을 제한하도록 기능한다.

[0027] 복수의 트렌치(22)가 형성될 때, 복수의 트렌치(22)는 서로 평행하게 구성될 수 있고, 2㎜ 미만의 거리로 이격될 수 있다. 트렌치(22)를 서로 더 가깝게 하는 것은, 본딩 영역의 크기를 2㎜ 미만으로 감소시킬 수 있다. 더 작은 본딩 영역은 습윤 온도로 가열될 필요가 있는 영역을 감소시키고, 본딩 프로세스 동안 본딩 영역에서 균일한 가열을 달성하는 이점을 가지며, 이는 아래에서 더 상세히 설명될 것이다. 더욱이, 더 작은 접합 영역은, 비아(via), 라우팅 회로, 단자(termination) 등과 같은 기능적 요소가 배치되는 인접한 영역으로 알루미늄이 유동하는 위험을 감소시킨다. 트렌치(22)는 또한, 본딩 영역에서 알루미늄, 또는 알루미늄 외에 사용될 수 있는 다른 본딩 재료의 유동을 제한하도록 구성된다.

[0028] 일 형태에서, 트렌치(22)의 수는 적어도 3개 또는 적어도 5개이다. 각각의 트렌치(22)의 종횡비(aspect ratio)(즉, 폭/깊이)는 5 내지 20이다. 즉, 각각의 트렌치의 폭은 각각의 트렌치(20)의 깊이의 5 내지 20배이다. 얕은 트렌치(22)는 10^{-9}mbar-l/sec 미만의 원하는 밀폐성(hermeticity)에 기여한다. 본딩 영역의 폭은 3㎜ 미만일 수 있다. 트렌치(22)의 깊이는 50㎛ 미만이고, 일 형태에서 본딩 재료(즉, 알루미늄)와 세라믹 부재(즉, AlN) 사이의 열팽창 차이로 인한 열 응력을 감소시키기 위해, 20㎛ 미만이다. 더 깊은 트렌치(예를 들어, 100㎛보다 큰)가 사용될 때, 트렌치(22)는 요구되는 밀폐성을 달성하기 위해 더 넓게 만들어져야 한다.

[0029] 제1 및 제2 부재(12, 14)가 원형 부재일 때, 복수의 트렌치(22)는 제1 및 제2 부재(12, 14)의 주변부를 따라 환형 형상을 갖도록 구성된다. 그러나, 트렌치(22)의 형상(또는 경로)은 적용 요건에 따라 변할 수 있고, 본 개시의 범위 내에 있으면서 (본 명세서에서 예시된 바와 같이 일정한 폭보다는) 다양한 폭을 더 가질 수 있다.

[0030] 이제 도 4를 참조하면, 도 1의 접합된 조립체(10)를 제조하기 위해 재료, 특히 세라믹 재료를 접합하는 방법(50)은, 단계 52에서, 인접한 면(18)에서 미리 결정된 표면 거칠기를 갖는 제1 부재(12) 및 제2 부재(14)를 준비하는 단계로 시작한다. 제1 부재(12) 및 제2 부재(14)는 알루미늄 질화물(AlN), 알루미나, 지르코니아, 및 실리콘 탄화물(SiC)로 제조될 수 있다. 제1 부재 및 제2 부재의 인접한 면(18)은 각각 100㎚ 내지 5㎛의 표면 거칠기를 갖는다

[0031] 다음, 단계 54에서, 제1 부재(12)와 제2 부재(14) 중 적어도 하나의 인접한 면(18)에 적어도 하나의 트렌치(22)가 형성된다. 도 5a를 참조하면, 단계 56에서, 고체 알루미늄 재료가 제1, 2 부재 사이에 배치된 상태로 제1

부재(12)와 제2 부재(14)는 인접하게 배치된다. 고체 알루미늄 재료는 알루미늄 호일일 수 있으며, 적어도 하나의 트렌치(22)에 인접하게 배치된다. 이 단계는 실온에서 수행된다. 대안적으로, 알루미늄 재료는, 예컨대 물리적 기상 증착(PVD)에 의해, 적어도 하나의 트렌치(22) 내로 스퍼터링(sputtering)될 수 있다.

[0032] 이후, 단계 58에서, 고체 알루미늄 재료의 용융점보다 높은 열과 힘이 제1 및 제2 부재(12, 14)의 조립체와 고체 알루미늄 재료에 가해진다. 고체 알루미늄 재료의 용융점은 대략 660℃이다. 제1 부재(12)와 제2 부재(14)를 서로에 대해 가압하기 위해, 제1 부재(12)와 제2 부재(14)에 힘이 가해진다. 이 단계에서, 고체 알루미늄 재료는 용융되고, 용융 알루미늄 재료는 도 5b에 도시된 바와 같이 트렌치(22) 내로 유동한다. 제1 및 제2 부재(12, 14)에 힘이 계속 가해짐에 따라, 제1 및 제2 부재(12, 14) 사이의 간격은, 대부분의 용융 알루미늄 재료가 트렌치(22) 내에 배치될 때까지 감소된다. 그러나, 도 5c에 도시된 바와 같이, 용융된 알루미늄 재료는 제1 부재(12) 또는 제2 부재(14)의 세라믹 재료의 불량한 습윤성으로 인해 트렌치 벽의 기하학적 형상에 따르지 않는다. 일 형태에서, 인접한 면(18)을 따른 제1 부재(12)와 제2 부재(14) 사이의 간격은 5㎛ 미만이다.

[0033] 제1 및 제2 부재(12, 14)의 다른 영역에 배치된 기능적 요소를 손상시키는 위험을 감소시키기 위해, 열이 제1 및 제2 부재(12, 14)의 본딩 영역에 국부적으로 가해질 수 있다.

[0034] 다음으로, 단계 60에서, 인접한 면(18)을 따라 제1 부재(12)를 제2 부재(14)를 본딩하기 위해, 트렌치가 형성된 제1 부재(12) 또는 제2 부재(14)의 습윤 온도 이상의 추가적인 열이 조립체에 가해진다. 알루미늄 질화물에 있어서, 습윤 온도는 850℃보다 높다. 이 단계에서, 세라믹 재료의 습윤성을 달성하기 위해, 알루미나 천연 산화물(alumina native oxide)이 파괴된다. 세라믹의 습윤성은 알루미늄의 순도가 약 97% 이상이고, 온도는 약 800℃보다 높고, 압력은 약 0.1MPa 내지 6.5MPa이고, 진공 상태는 약 10^{-3}Torr이고 진공 수준 미만일 때 달성될 수 있다. 진공 수준 및 온도는 본 개시의 교시에 따른 습윤성을 달성하기 위해 균형을 이룬다. 습윤성은 10^{-3}Torr 및 1100℃의 온도, 또는 10^{-6}Torr 및 800℃의 온도에서 달성될 수 있다. 열 공정이 1 내지 10시간 동안 수행될 때, 알루미늄 질화물의 기하학적 형상을 따르기 위해, 알루미늄은 알루미늄 질화물로 확산하기 시작한다. 따라서, 용융된 알루미늄 재료는, 제1 부재(12) 또는 제2 부재(14)의 트렌치 벽과 용융된 알루미늄 재료 사이의 습윤으로 인해, 마이크로-스케일 상에서도, 도 5d에 도시된 바와 같이 트렌치(22)의 기하학적 형상에 따르도록 형상화된다.

[0035] 유사하게, 제1 및 제2 부재(12, 14)의 다른 영역에 배치된 기능적 요소를 손상시키는 위험을 감소시키기 위해, 전체 조립보다는, 본딩 영역에 국부적으로 추가적인 열이 가해질 수 있다.

[0036] 도 5e에 도시된 바와 같이, 용융 알루미늄 재료는 양호한 습윤성을 가져서, 알루미늄이 2개의 세라믹 재료, 특히 알루미늄 질화물(AlN)을 함께 본딩하여, 그 사이에 밀폐 본딩을 형성하는데 사용될 수 있다.

[0037] 제1 부재(12)가 제2 부재(14)에 본딩된 후, 단계 62에서, 조립체는 냉각된다.

[0038] 도 6을 참조하면, 본 개시의 교시에 따라 구성된 본딩된 조립체(70)의 변형예는, 제1 부재(72) 또는 제2 부재(74)에 임의의 트렌치를 형성하지 않고, 알루미늄 재료(76)에 의해 직접 표면-대-표면 본딩을 통해 본딩된 제1 부재(72) 및 제2 부재(74)를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 부재(72, 74)는 본딩하기 전에 이 형태에서 쐐기(shim)(78)에 의해 일시적으로 이격되고, 알루미늄 재료(76)는 밀폐성을 달성하기 위해 2㎜보다 큰 폭을 갖는다.

[0039] 도 7을 참조하면, 본 개시의 교시에 따라 구성된 접합된 부재(90)의 다른 변형예는, 제1 부재(92), 제2 부재(94), 및 제1 및 제2 부재(92, 94) 중 하나의 단일 트렌치에 채워진 알루미늄 재료(96)를 포함할 수 있다. 이 형태에서 아치형인 하나의 단일 트렌치가 사용될 때, 트렌치는 밀폐성을 달성하기 위해 6㎜보다 큰 폭 및 20㎛보다 큰 깊이를 가져야 한다.

[0040] 트렌치는, 본 명세서에서 예시된 것 외의 임의의 형상, 예를 들어 테이퍼형(내향 또는 외향), 더브테일(dovetail), 또는 다각형 등의 형상을 포함하는 임의의 형상을 취할 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되고 청구된 바와 같은 트렌치의 "폭"은, 도 7의 아치형 형상과 같은, 트렌치의 임의의 주어진 기하학적 형상에 대해, 트렌치를 가로지르는 최대 치수를 지칭한다. 또한, 트렌치는 본 개시의 범위 내에 있으면서, 트렌치가 형성되는 부재의 표면과의 교차점에서 모서리 반경을 더 포함할 수 있다.

[0041] 본 개시의 본딩 방법에 의하면, 세라믹 재료는 상대적으로 쉽게 본딩될 수 있다. 이 방법은 반도체 프로세싱에서 세라믹 페데스탈을 제조하는데 사용될 수 있으나, 본 개시의 교시에 따른 다른 적용이 고려된다. 따라서, 다양한 기능 층은 복수의 세라믹 부재 상에 형성될 수 있고, 그 후 가열 플레이트를 형성하기 위해 알루미늄 재료

에 의해 함께 접합될 수 있다. 이에 따라, 모노리스(monolith) 기판을 형성하기 위해서 핫 프레싱을 위한 고온 및 고압 장비가 필요하지 않을 수 있음으로써, 제조 비용을 절감할 수 있다.

[0042] 더욱이, 본 발명에 따른 본딩 방법은 상대적으로 낮은 온도 및 상대적으로 낮은 압력을 포함한다. 그 결과, 세라믹 기판에 다양한 기능 층을 형성하기 위한 재료에 대해, 더 넓은 선택의 폭이 이용 가능하다. 예를 들어, 후막(thick film), 박막(thin film), 열 스프레이(thermal spray), 또는 졸-겔 공정(sol-gel process)에 의해 형성된 층형 히터는, 제1 및 제2 부재가 본 개시의 본딩 방법을 사용하여 함께 본딩되기 전에, 제1 및 제2 부재 중 하나에 적용될 수 있다. 본 개시의 방법을 사용하여 제1 부재 및 제2 부재가 본딩되기 전에, 제1 부재 및/또는 제2 부재에 TiNiHf 단자 브레이즈(termination braze), 니켈 단자 플레이팅(termination plating), 또는 Aremco® 앵커 페이스트(anchor paste)가 적용될 수 있다.

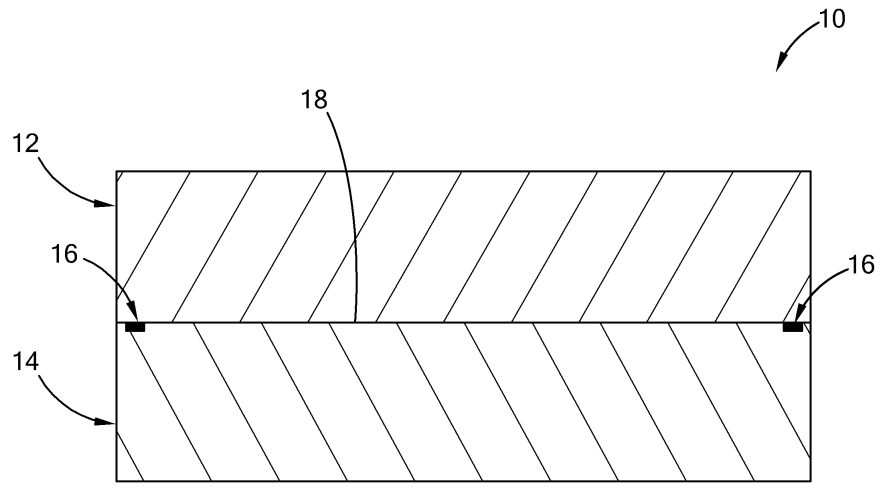
[0043] 본딩 방법은 또한, 열전쌍 포켓 격리를 제공하기 위해 지지 페데스탈의 관형 샤프트에 가열 플레이트를 본딩하는데 사용될 수 있다. 본딩 방법은 AlN 정전 척 조립체(electrostatic chuck assembly)를 포함하는 다양한 적용에서, 얇고(10 내지 50㎜의 두께) 평평한(10㎛ 미만의 표면 거칠기) AlN 히터 조립체를 제조하는데 사용될 수 있다.

[0044] 또한, 본 개시의 본딩 방법에 의해 제조된 지지 페데스탈은, 가열 플레이트의 수리 및 교체를 가능하게 함으로써, 지지 페데스탈의 수명을 증가시킨다.

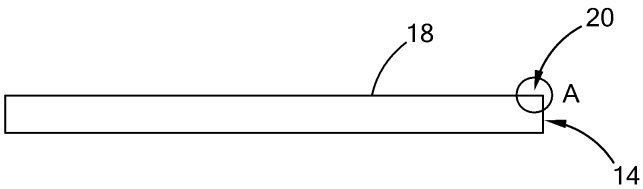
[0045] 본 개시는 예시 및 예시된 형태로 제한되지 않는다는 점에 유의해야 한다. 많은 다양한 변형이 기재되어 있으며, 이는 해당 기술 분야에서 통상의 기술자에게 지식의 일부이다. 본 발명의 보호 범위 및 본 특허의 보호 범위를 벗어나지 않고, 이들 및 추가적인 변형 및 기술적 등가물에 의한 임의의 대체물이 설명 및 도면에 추가될 수 있다.

도면

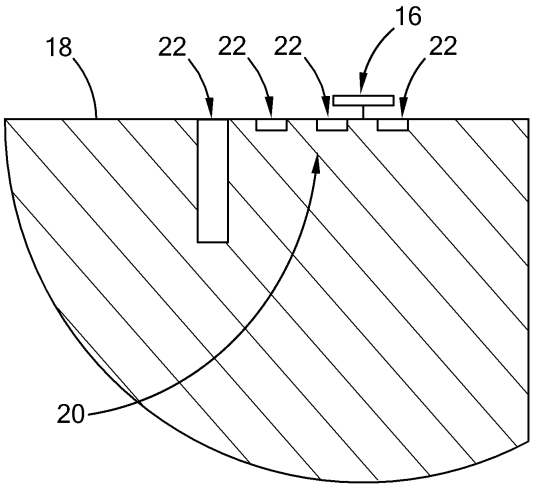
도면1



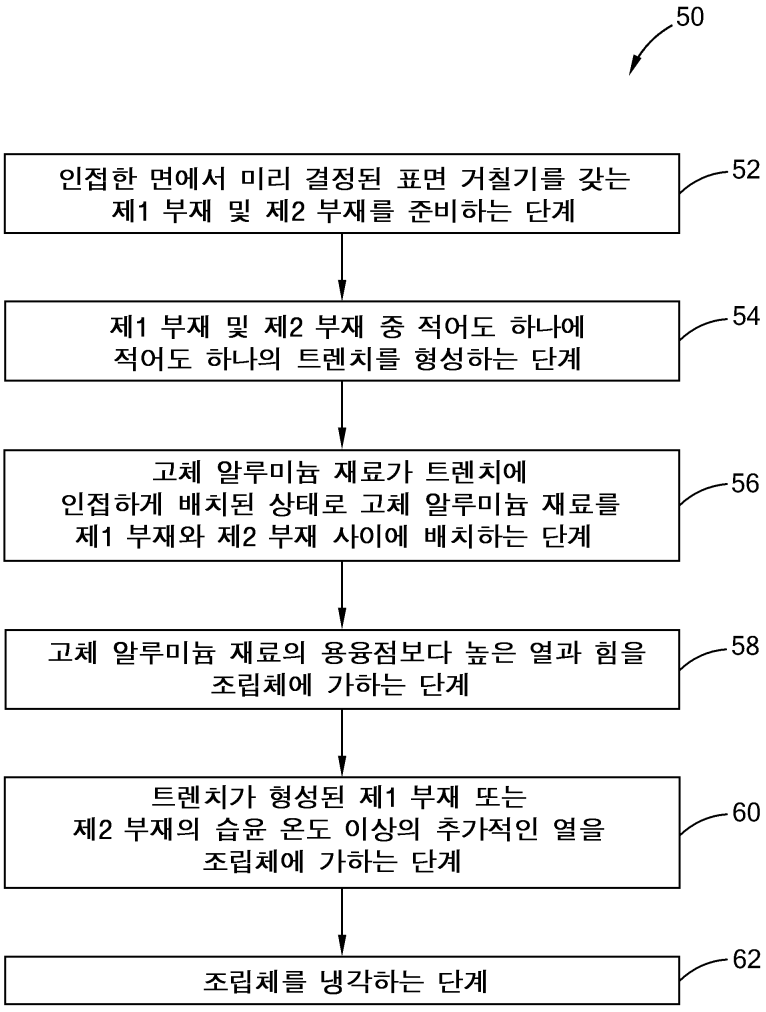
도면2



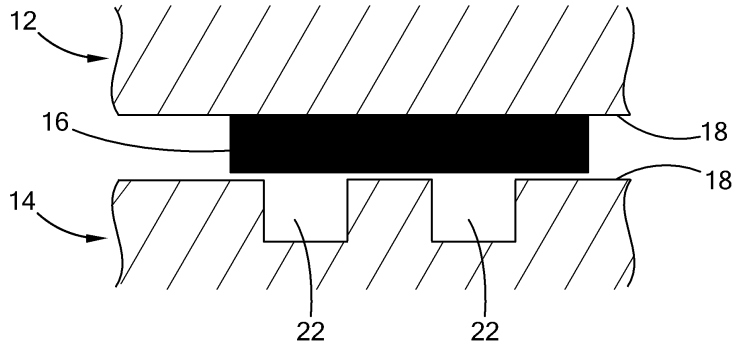
도면3


16
18
22
22
22
22
20

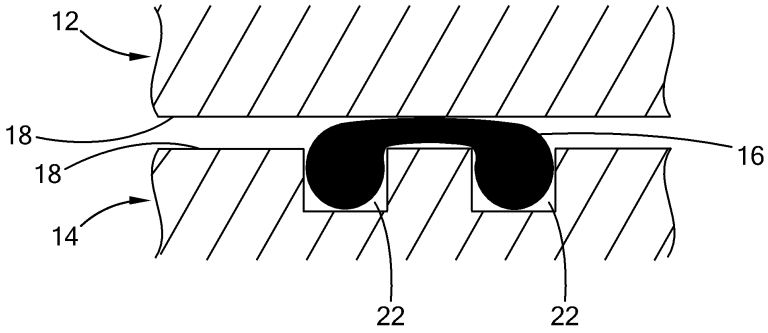
도면4


50
인접한 면에서 미리 결정된 표면 거칠기를 갖는 제1 부재 및 제2 부재를 준비하는 단계
52
제1 부재 및 제2 부재 중 적어도 하나에 적어도 하나의 트렌치를 형성하는 단계
54
고체 알루미늄 재료가 트렌치에 인접하게 배치된 상태로 고체 알루미늄 재료를 제1 부재와 제2 부재 사이에 배치하는 단계
56
고체 알루미늄 재료의 용융점보다 높은 열과 힘을 조립체에 가하는 단계
58
트렌치가 형성된 제1 부재 또는 제2 부재의 습윤 온도 이상의 추가적인 열을 조립체에 가하는 단계
60
조립체를 냉각하는 단계
62

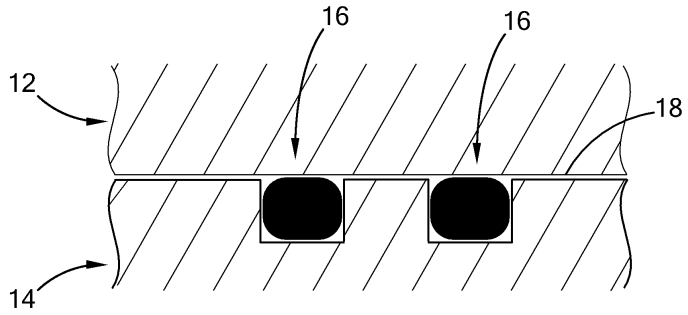
도면5a



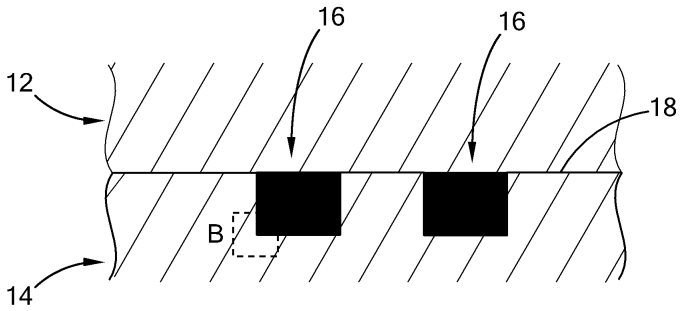
도면5b



도면5c



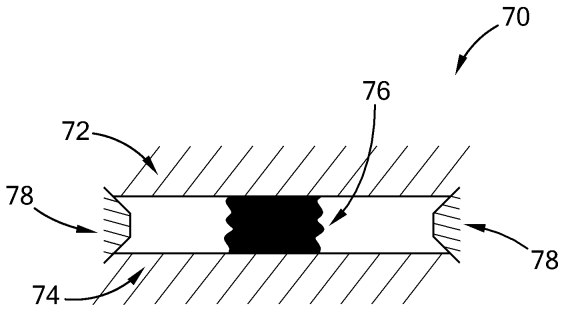
도면5d



도면5e



도면6



도면7

