(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0002154
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*B23K 20/02* (2006.01) *B23K 20/26* (2006.01)
*B30B 15/02* (2017.01) *B30B 15/06* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*B23K 20/02* (2013.01)
*B23K 20/26* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7031385
(22) 출원일자(국제) 2023년03월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년09월20일
(86) 국제출원번호 PCT/DE2023/100238
(87) 국제공개번호 WO 2023/186217
국제공개일자 2023년10월05일
(30) 우선권주장
102022107462.5 2022년03월29일 독일(DE)

(71) 출원인
**피브이에이 인더스트리얼 배큐엄 시스템 게엠베하**
독일, 35435 베텐베르크, 임 웨스트파크 10-12
(72) 발명자
**브로이슈, 우도**
독일, 딜렌부르크 35683, 아우프 데르 슈에트 7
**윈하우어, 요르그**
독일, 다우트페탈-헤르츠하우젠 35232, 판지온스벡
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**특허법인충현**

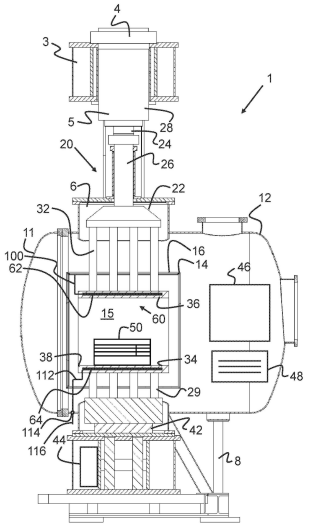
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 **고온 접합로**

## (57) 요 약

예를 들어 금속, 플라스틱, 세라믹 및 대응하는 워크피스와 같은, 접합 재료들의 확산 본딩 용으로 설계된 고온 접합로가 제시된다. 이 접합로는 가열 챔버, 접합로에서 가공될 워크피스를 수용하기 위해 가열 챔버 내에 배치된 워크피스 홀더, 워크피스에 압착력을 가하도록 배치 및 구성된 프레스 장치를 포함하며, 프레스 장치는 워크피스에 압착력을 균일하게 가하기 위한 프레스 플레이트를 포함하고, 프레스 플레이트에는 프레스 플레이트 및/또는 워크피스를 가열하기 위한 프레스 플레이트 가열 장치가 장착되어 있는 것을 특징으로 한다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
*B30B 15/026* (2013.01)
*B30B 15/064* (2013.01)
(72) 발명자
**테르위, 알렉산더**
독일, 기쎈 35392, 암 졸스톡 17
**슈레히트, 피터**
독일, 뮌스터 48147, 피우살레 14에이
**나우만, 위르겐**
독일, 린덴 35440, 반호프슈트라쎄 15
**아이히, 스테판**
독일, 아슬라-베르그하우젠 35614, 슐슈트라쎄 20
**야넥, 폴**
독일, 헤르본 35745, 칼대어가쎄 2
**겜세, 펠릭스**
독일, 예나 07747, 프리츠-리터-슈트라쎄 14

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

예를 들어 금속 및 금속 워크피스(50)와 같은 접합 재료들의 확산 본딩을 위한 고온 접합로(1)로서,

가열 챔버(15),

상기 가열 챔버 내에 배치되어 상기 접합로에서 가공될 워크피스(50)를 고정하는 워크피스 홀더(34) 및

상기 워크피스에 압착력을 가하도록 배치 및 준비된 프레스 장치(20)를 포함하며, 상기 프레스 장치는 상기 워크피스에 상기 압착력을 균일하게 가하기 위한 프레스 플레이트(36)를 포함하고,

상기 프레스 플레이트에는 상기 프레스 플레이트 및/또는 상기 워크피스를 가열하기 위한 프레스 플레이트 가열 장치(62)가 장착되어 있는 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 상기 프레스 플레이트(36)에 통합되어 있고, 예를 들어 완전히 통합되어 있고, 및/또는

상기 프레스 플레이트(36)는 멀티-파트 프레스 플레이트이고, 예를 들어 상기 프레스 플레이트는 워크피스 측 요소(77) 및 프레스 측 요소(71)를 포함하고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 워크피스 측 층(77)과 프레스 측 층(71) 사이에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)를 에너지원에 연결하기 위한 가요성 연결 커넥터(100)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 전도 열 출력을 제공하며, 즉 전도성 프레스 플레이트 가열 장치이고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 전기적으로 작동하도록 배열되어, 상기 에너지원으로부터 전력을 공급받은 때 열을 방출하고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 그것을 통해 유체가 흐를 수 있도록 배열되어, 상기 에너지원으로부터 고온의 유체를 공급받은 때 열을 방출하는 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 장치(20)는 압착력 생성기(28)로서 유압 장치를 포함하고 유압 압력을 빌드업함으로써 상기 압착력을 빌드업하고, 및/또는

상기 프레스 장치(20)는 전기 스핀들(electrospindle)을 포함하고, 및/또는

상기 프레스 장치(20)는 프레스 실린더(24)를 포함하고, 및/또는

상기 프레스 장치(20)는 복수의 프레싱 펀치(24), 특히 2개, 3개, 4개 또는 그 이상의 프레싱 펀치를 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

**청구항 6**

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고온 접합로는 외측 프레임(7, 8, 10)을 포함하고,

상기 프레스 장치(20)는 상기 외측 프레임 상에 배치되고 및/또는 상기 외측 프레임 상에 지지되고, 및/또는

상기 외측 프레임(7, 8, 10)은 이동 가능하고 및/또는 변형 가능하도록 설계된 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

**청구항 7**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 장치(20)에 의해 상기 워크피스(50)에 압축력을 가함으로써 프레스 어부트먼트(18)의 측방향 변위 및/또는 변형이 발생하도록 하는 방식으로 준비된 프레스 어부트먼트(18)를 더 포함하고, 및/또는

상기 프레스 장치(20)는 프레싱 작동 중에 지지 프레임 요소(10)에 사전 응력(prestressing force)이 빌드업될 수 있도록 하는 방식으로 설정되고, 및/또는

상기 워크피스 홀더(34)는 카운터-프레싱 요소(38)로서 역할하고, 및/또는

상기 프레스 장치(20)는 상기 워크피스(50)를 상기 워크피스 홀더(34) 쪽으로 프레싱하는 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

바람직하게는 금속 또는 금속 워크피스의 접합 공정을, 금속 워크피스의 온도에서, 1200℃ 이하, 바람직하게는 1000℃ 이하, 더 바람직하게는 950℃ 이하의 온도에서, 및/또는 450℃ 이상, 바람직하는 500℃ 이상, 더 바람직하게는 550℃ 이상, 또는 600℃ 이상의 온도에서 수행하도록 준비되며,

바람직하게는 플라스틱, 세라믹, 또는 대응하는 워크피스와 같은 비금속의 접합 공정을, 350℃ 이하, 바람직하게는 300℃ 이하, 더 바람직하게는 250℃ 이하 또는 200℃ 이하의 온도에서, 및/또는 80℃ 이상, 예컨대 100℃ 이상, 바람직하게는 120℃ 이상, 및 더 바람직하게는 140℃ 이상의 온도에서 수행하도록 준비된 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

**청구항 9**

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가열 챔버(15)로 복사 열을 방출하기 위한 로 가열 장치(14)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고온 접합로(1).

**청구항 10**

예를 들어, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 고온 접합로(1)에서 확산 본딩하는 방법으로서,

상기 접합로를 워크피스(50)로 채우는 단계,

상기 워크피스에 프레스 장치(20)의 적어도 하나의 프레스 플레이트(36)를 적용하는 단계,

상기 워크피스를 주로 프레스 플레이트 가열 장치(62)를 이용하여 접합 온도까지 가열하는 단계, 및

프레스 장치(20)로 상기 워크피스를 프레싱하여 확산 본딩 공정을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

프레싱 동안, 상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)를 이용하여 상기 프레스 플레이트(36)를 템퍼링 또는 가열하여 상기 워크피스(50) 내의 온도 분포를 균일화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 12**

예를 들어, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른, 고온 접합로(1) 용의 가열 가능한 프레스 플레이트(36)로서,

상기 프레스 플레이트는 상기 고온 접합로 내에 놓인 워크피스(50)에 압착력의 균일한 적용을 위해 준비된 것이고,

상기 프레스 플레이트에는 상기 프레스 플레이트 및/또는 상기 워크피스를 가열하기 위한 통합된 프레스 플레이트 가열 장치(62)가 장착되어 있는 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 상기 프레스 플레이트에 통합되어 있고, 예를 들어 완전히 통합되어 있고, 및/또는

상기 프레스 플레이트는 멀티-파트 프레스 플레이트이고, 따라서 예를 들어 상기 프레스 플레이트는 워크피스 측 요소(77) 및 프레스 측 요소(71)를 포함하고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 워크피스 측 층(77)과 프레스 측 층(71) 사이에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 멀티-파트 프레스 플레이트를 포함하는 경우, 상기 프레스 플레이트의 각 파트는 동일한 기본 재료로 구성되고 단지 서로 다른 도핑을 갖는 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 15**

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 플레이트는 세라믹 재료를 포함하고, 및/또는

상기 워크피스 측 층(77) 및/또는 상기 프레스 측 층(71)은 세라믹 재료를 포함하거나 세라믹 재료로 구성되고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 세라믹 재료 또는 금속 재료를 포함하거나 세라믹 재료 또는 금속 재료로 구성된 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 16**

제15항에 있어서,

상기 세라믹 재료는 탄소 섬유 강화 흑연, 탄소 섬유 강화 실리콘 카바이드, 티타늄 지르코늄 강화 몰리브덴, 실리콘 카바이드 또는 알루미나 섬유 강화 산화물 세라믹 중 적어도 하나를 포함하고, 또는

상기 워크피스 측 층(77) 및/또는 상기 프레스 측 층(71)은 상기 언급된 재료들 중 하나로 만들어지고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 텅스텐, 몰리브덴, 니크로퍼(Nicrofer®)와 같은 니켈 기반 합금, 실리콘 카바이드 또는 흑연과 같은 비산화물 세라믹 또는 탄소 섬유 강화 탄소(carbon fiber-reinforced carbon) 중 적어도 하나를 포함하거나 그것으로 구성된 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 17**

제12항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 플레이트 형상으로 설계된 것이고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 미앤더 형상으로 설계된 것이고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 채널 또는 트랙을 갖고, 상기 채널 또는 트랙은 상기 프레스 플레이트의 재료가 상기 채널 또는 트랙 중 하나로부터 최대, 상기 채널 또는 트랙의 폭의 2배 이하에 대응하는 거리에 있도록, 상기 프레스 플레이트를 균일하게 통과하는 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 18**

제12항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 전기적으로 작동하도록 배열되어, 그것에 전류가 인가될 때 열을 방출하고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 그것을 통해 유체가 흐를 수 있도록 배열되어 그것에 고온의 유체가 적용될 때 열을 방출하는 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 19**

제12항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 적어도 2개의 가열 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)를 포함하고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 가열 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)와 같은, 2개 이상의 부분 영역들을 연결하기 위한 연결 피스(78)를 포함하고,

상기 연결 피스는, 예를 들어, 흑연을 포함하거나 흑연으로 구성된 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 연결 피스(78)는 가역적으로 변형 가능하도록 설계되어, 압축력이 가해질 때 변형되고, 예를 들어 더 넓어지고, 상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)의 서브 영역들(74, 74a, 74b, 74c) 간의 전기적 접촉을 개선 또는 확립하는 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 21**

제12항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

압력 균등화 층(104)을 더 포함하며, 상기 압력 균등화 층은 전체-표면이 되도록 설계되고 가요성이거나 압축 가능하도록 배치되고, 및/또는

상기 압력 균등화 층은 상기 프레스 플레이트 가열 수단(62)에 인접하게 배치되고, 및/또는

상기 압력 균등화 층은 흑연 포일인 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

**청구항 22**

제13항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프레스 측 층(71)은 타일 카펫, 예를 들어 세라믹 타일 카펫으로 형성되고, 및/또는

상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 가열 평면 내에 배치되고, 및/또는

세라믹 타일(82)들이 상기 프레스 플레이트 가열 장치(62)의 컴포넌트들 사이에 배치된 것을 특징으로 하는 가열 가능한 프레스 플레이트(36).

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 고온 접합로, 확산 본딩 프로세스 및 가열 가능한 프레스 플레이트에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 일반적으로 금속 워크피스가 확산 본딩(diffusion bonding)에 의해 접합될 수 있다는 것은 잘 알려져 있다. 예를 들어, 금속 워크피스는 고온과 압력 하에서 프레스에 의해 접합되면 확산 본딩될 수 있다. 확산 본딩 공정은 다양한 영향에 따라 달라지는 복잡한 절차이며, 심지어 동일한 공정 조건 하에서도 반드시 비슷한 결과 또는 적어도 만족스러운 결과가 얻어지는 것도 아니다.

[0003] 예를 들어, 접합 공정 중 워크피스의 변형을 고려해야 한다. 예를 들어, 접합될 워크피스가 그 내부에 냉각 채널 또는 다른 구멍 또는 개구부를 갖는 경우, 워크피스에 가해지는 압착력이 국부적으로 벗어날 수 있고, 이는 동일한 치수를 갖는 속이 비지 않은 바디와 비교할 때 상이한 전체 변형을 야기한다. 또한, 접합될 재료의 이전 이력도 접합 결과와 관련하여 중요할 수 있다. 여기서, 금속 복합물 내의 입자 크기 및 각 금속 층의 제조 공정(예컨대, 압연)이 특히 관련 있을 수 있다. 각각의 워크피스에 대한 각각의 재료들이 기본적으로 동일한 것으로 설명되어야 하더라도, 즉 동일한 제조 공정을 사용하여 생산되고 동일한 온도로 사전 처리되어 해당 재료 내에 유사한 입자 크기가 가정되어야 하더라도, 재료들 간의 산포 폭도 고려하여야 한다. 이것은 워크피스들이 동일한 원재료 피스에서 절단되거나 제공되는 경우에도 적용된다. 이것은 특정 재료 및/또는 재료 조합의 경우 훨씬 더 까다로울 수 있다.

[0004] 확산 본딩 시스템의 작동에 있어서 특히 어려운 점은 컴포넌트 전체에 걸쳐 균일한 접합 결과를 달성하는 것이다. 선택될 재료에 관한 앞서 언급한 고려사항들과 더불어, 다양한 공정 파라미터들 또한 확인하여 공정 조건

이 더욱 개선될 수 있는지 여부를 알아냄으로써 접합될 컴포넌트 전체에 걸쳐 균일한 접합 결과를 더욱 개선하거나 우선 그것을 만족스럽게 사용 가능하게 만들 수 있다. 더욱 개선된 접합 결과는 기존 시스템으로는 처리될 수 없거나 적절하게 처리될 수 없었던 다른 재료들로 적용 범위를 확장할 수 있다. 이미 접합될 수 있는 재료들은 더 복잡한 구조적 형상으로 접합될 수 있다. 이것은 또한 생산 중단 시간을 줄이는 데에도 도움이 될 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 이러한 배경에서, 본 발명은 접합될 컴포넌트를 통해 접합 결과를 더욱 균일하게 하고자 하는 과제를 설정했다. 본 발명의 일 양태에서, 과제는 또한 이 방법을 사용하여 이전에는 처리될 수 없었거나 충분하게 처리될 수 없었던 새로운 재료 또는 더 복잡한 디자인을 확산 본딩을 이용하여 접합할 수 있게 하는 것이다. 추가 하위 양태에서, 예를 들어, 본 발명은 종래의 접합 공정으로는 너무 뜨거워서 너무 강하게 변형될 재료들을 접합할 수 있게 하기 위해 더 낮은 온도에서 작동할 수 있게 하고자 하는 과제를 설정했다. 본 발명의 또 다른 양태에서, 과제는 운영 비용을 절감하고 컴포넌트 처리량을 증가시키기 위해 공정 시퀀스를 더욱 가속화하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 이 문제는 독립 청구항에 정의된 발명에 의해 해결된다. 종속 청구항들은 발명의 추가 실시예 및 바람직한 실시예를 제공한다.

[0007] 확산 본딩 공정에서, 워크피스 또는 배치(batch)는 제어된 방식으로 변형된다. 접합 재료 내의 임의의 기공, 워크피스 내부의 홈, 접합면의 수 및 크기, 및 접합 재료의 이전 이력은 공정 시퀀스에 영향을 줄 수 있는 변수들이다. 프레스에 의해 워크피스 또는 배치에 힘이 가해질 때, 접합면에서의 재료 접촉이 개선된다. 이러한 방식으로, 내재적인 상호 확산(inherent interdiffusion)이 생성 또는 유도될 수 있다. 따라서, 접합면(들)의 영역에서 접촉면을 늘리기 위해 프레싱이 사용된다. 이러한 공정은 워크피스마다 다르며 그 차이가 너무 커서, 제1 컴포넌트는 충분한 강도로 접합될 수 있지만 다음 컴포넌트는 동일한 파라미터로 접합되어도 충분한 강도 또는 품질을 달성하지 못할 수 있다. 다른 한편으로, 한 컴포넌트의 형상은 유지될 수 있지만, 동일한 파라미터를 가지는 다음의 동일 컴포넌트는 예를 들어 프레싱 공정으로 인해 냉각 채널 영역이 변형될 수 있다.

[0008] 본 발명에 따르면, 예를 들어 접합 재료의 확산 본딩을 위해 준비된 고온 접합로가 제공된다. 접합 재료는 금속일 수 있으며 금속 워크피스를 포함한다. 금속은 임의의 금속 함유 재료 또는 물질일 수 있다. 예를 들어, 금속은 철, 구리, 알루미늄, 티타늄과 같은 금속뿐만 아니라 스테인리스강, 공구강, 초합금, 청동, 또는 주석 등과 같은 합금을 포함한다. 또한, 접합 재료는 비금속 또는 복합 재료일 수도 있다. 비금속의 예는 플라스틱 또는 세라믹을 포함한다. 복합 재료의 예는 알루미늄 또는 구리 등을 갖는 세라믹 복합물을 포함한다.

[0009] 고온 접합로는 또한 컴포넌트의 가압 솔더링(force-assisted soldering) 또는 소결(sintering)을 위해 설정될 수 있다. 전반적으로, 고온 접합로는 필러 재료와 함께 또는 필러 재료 없이 가압 재료 정제(pressure-loaded material refinement)를 위해 설정된다.

[0010] 고온 접합로는 가열 챔버를 포함한다. 가열 챔버에서, 워크피스 및 일반적으로 로 내부는 공정 온도까지 가열된다.

[0011] 워크피스 홀더는 가열 챔버 내에 배치되어 접합로에서 가공될 워크피스를 고정한다. 일반적으로, 워크피스 홀더는 가열 챔버의 아랫면에 배치된다. 예를 들어, 워크피스 홀더는 플레이트를 포함할 수 있지만, 접합될 워크피스가 그 안으로 삽입되는 홀더일 수도 있다. 워크피스 홀더는 카운터-프레싱 요소의 일부일 수도 있고 또는 그 위에 배치될 수도 있다. 다시 말해, 워크피스 홀더는 프레스 장치를 위한 수동 대응부(passive counterpart)일 수도 있고, 또는 자신이 워크피스 홀더 아래로부터 압착력을 받을 수도 있으므로 카운터프레싱 요소를 나타낼 수도 있다.

[0012] 또한, 접합로는 워크피스에 압착력을 가하도록 배치되고 설계된 프레스 장치를 포함한다. 예를 들어, 프레스 장치는 프레싱 펀치와 같은, 윗부분이 위에서 워크피스를 프레싱하도록 배치되어, 워크피스는 워크피스 홀더 또는 카운터-프레싱 요소에 대항하게 프레싱된다. 다시 말해, 워크피스는 윗부분 또는 프레싱 펀치와 카운터-프레싱 요소 또는 워크피스 홀더 사이에 클램핑된다.

[0013] 윗부분은 이러한 목적을 위해 프레스 플레이트를 포함하며, 이를 통해 압착력이 균일하게 분산되고 표면에 가해

져 워크피스가 균일하게 프레싱되게 할 수 있다. 워크피스의 의도된 용도 또는 형상에 따라, 프레스 플레이트는 평평한 표면을 가져 워크피스는 프레스 플레이트의 표면을 통해 균일하게 압착력을 받을 수 있다. 또한, 프레스 플레이트는 프레스 플레이트를 워크피스 또는 워크피스들의 원하는 표면에 맞게 성형하기 위해 홈, 돌출부 또는 단차부를 가질 수 있다. 따라서, 프레스 플레이트는 일반적으로 "프레스 요소"로 설명될 수 있다. 이하에서, 용어 "프레스 플레이트"가 사용되는데, 그 이유는 이 용어가 본 설명에 비추어 볼 때 당업자에게 일반적인 것으로 보이기 때문이다.

[0014] 프레스 플레이트에는 프레스 플레이트 및/또는 워크피스를 가열하기 위한 프레스 플레이트 가열 장치가 장착되어 있다. 예를 들어, 프레스 플레이트는 프레스 장치에 의해 생성되어 워크피스에 가해지는 압착력을 워크피스 표면에 걸쳐 분배하는 압력 분배 플레이트이다. 프레스 플레이트 가열 장치를 이용하여, 프레스 플레이트는 그 표면에 걸쳐 가능한 한 고르고 균일하게 템퍼링 또는 가열될 수 있다. 또한, 이것은 프레스 플레이트 전체에 걸쳐 균일한 열 발산을 가능하게 하여 워크피스 또한 균일하게 가열될 수 있다. 다시 말해, 워크피스는 프레스 플레이트 가열 장치를 이용하여 전도 가열될 수 있고, 이는 워크피스로의 상당히 더 빠른 열 전달을 가능하게 하고 또한 워크피스의 표면에 걸쳐 보다 균일한 열 입력을 가능하게 한다. 더욱이, 프레스 플레이트 가열 장치를 사용하는 것은 상당히 낮은 공정 온도를 필요로 하는 재료의 사용을 가능하게 할 수 있고, 이러한 낮은 공정 온도에서는 복사열이 워크피스로 충분한 열 출력을 전달할 수 없으므로 복사열만 사용해서는 워크피스 내의 균일한 온도 분포가 불가능할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 프레스 플레이트 가열 장치는 이전에는 확산 본딩에 사용할 수 없었던 새로운 재료를 워크피스로서 사용할 수 있게 해준다.

[0015] 프레스 플레이트 가열 장치는 바람직하게는 프레스 플레이트에 통합되며, 즉 완전히 통합될 수 있다. 이 경우, 열 공급 장치는 외부에서 프레스 플레이트에 피딩 또는 연결되어 프레스 플레이트 가열 장치에 열을 공급할 수 있다. 프레스 플레이트 가열 장치가 프레스 플레이트에 통합된 경우, 프레스 플레이트로의 열 전달은 가능한 한 매끄럽고, 즉 전도성이다.

[0016] 프레스 플레이트는 멀티-파트 프레스 플레이트일 수 있다. 멀티-파트 프레스 플레이트에는 워크피스 측 층 및 프레스 측 층이 포함될 수 있으며, 프레스 플레이트 가열 장치는 바람직하게는 프레스 플레이트의 워크피스 측 층과 프레스 측 층 사이에 배치될 수 있다.

[0017] 접합로는 프레스 플레이트 가열 장치를 에너지원에 연결하기 위한 가요성 커넥터를 가질 수 있다. 예를 들어, 가요성 커넥터는 전기적 접촉을 유지하면서 움직임, 충격 또는 진동을 보상할 수 있는, 구리 스트립과 같은 금속 스트립 재료를 포함할 수 있다.

[0018] 프레스 플레이트 가열 장치는 프레스 플레이트에 전도적 열 출력을 제공한다. 즉, 그것은 전도적 프레스 플레이트 가열 장치이다. 예를 들어, 프레스 플레이트 가열 장치는 전기적으로 작동 가능하게 설계되어 에너지원으로부터 전력을 공급받은 때 열을 방출한다. 대안으로서 또는 추가적으로, 프레스 플레이트 가열 장치는 그것을 통해 유체가 흐를 수 있도록 설정될 수 있어, 에너지원에 의해 그것에 고온의 유체가 적용될 때 열을 방출한다.

[0019] 프레스 플레이트는 이동 가능할 수 있다. 예를 들어, 프레스 플레이트는 하나 이상의 프레싱 펀치에 의해 변위되고, 프레싱 펀치(들)는 하나 이상의 프레스 실린더에 의해 움직인다. 압착력이 가해지면 워크피스는 연속적으로 변형되거나 접합된다.

[0020] 또한, 프레스 장치는 예를 들어 이동 가능한 워크피스 홀더를 제공하고 워크피스를 워크피스 홀더 상에서 위로 이동시킴으로써 아래에서 워크피스를 프레싱하도록 배치될 수 있다. 본 발명의 추가 실시예에서, 양쪽에 힘을 가하기 위해 제1 및 제2 프레스 플레이트, 예를 들어 상부 및 하부 프레스 플레이트 또는 좌측 및 우측 프레스 플레이트가 제공될 수 있다.

[0021] 워크피스를 프레싱하기 위해, 일반적으로 프레싱 펀치와 유사하게 기능하는 부품이 사용되는데, 이 부품은 외부로부터 그리고 압착력에 반작용하는 카운터-프레싱 요소로부터 힘을 받을 수 있다. 워크피스는 프레싱 펀치와 카운터-프레싱 요소 사이에 클램핑되고, 그곳에서 접합 또는 형성된다.

[0022] 접합로는 퍼니스 챔버 내에 벽면 가열 장치 또는 로 가열 장치를 포함할 수 있다. 벽면 가열 장치는 열 복사를 이용하여 워크피스를 가열하도록 설계될 수 있다. 저압(즉, 가능한 가장 높은 품질의 진공)이 일반적으로 퍼니스 챔버 내에 설정되므로, 퍼니스 챔버 내에는 실질적으로 대류가 없고 따라서 벽면 가열 장치는 본질적으로 복사 파워를 전달할 수 있다. 벽면 가열 장치는 퍼니스 챔버 내에 배치된 워크피스가 복사 열을 통해 지속적으로 일정량의 열을 방출한다는 사실로 인해 발생하는 임의의 열 손실을 보상할 수 있다. 따라서, 벽면 가열 장치는 워크피스 내의 온도 분포를 더욱 균일화하기 위한 서포트(support)로서 사용될 수 있다. 또한, 로 가열 장치는

복사 열을 퍼니스 챔버로 방출하기 위해 단독으로 제공될 수 있다. 2개의 가열 장치(즉, 프레스 플레이트 가열 장치 및 로 가열 장치)는 로 가열 장치가 열을 워크피스로 복사하여 워크피스로부터 방출되는 열 복사를 보상한다는 점에서 서로 보완할 수 있다. 이러한 방식으로, 특히 측면 가장자리에서, 워크피스에 발생할 수 있는 임의의 콜드 스폿(cold spot)을 회피할 수 있다. 그러나, 프레스될 워크피스의 설계 또는 요구사항에 따라, 프레스 플레이트 가열 장치가 전도성 전달에 의해 워크피스의 표면에 걸쳐 유리하게 균일한 열 출력을 제공할 수 있다면, 로 가열 장치가 필요하지 않을 수 있다.

[0023] 센서 장치가 접합로 내에 제공될 수 있으며, 이는 적어도 하나의 센서 신호를 제공한다. 예를 들어, 센서 장치는 프레싱 펀치의 위치 또는 연장된 길이, 또는 프레스 플레이트의 위치를 감지할 수 있다. 센서 신호는 적어도 하나의 센서 신호에 응답하여 적어도 프레스 장치를 제어하도록 설계된 제어 장치로 전송되거나 제어 장치에 의해 처리될 수 있다.

[0024] 접합로의 센서 장치는 공정 파라미터를 감지할 수 있다. 공정 파라미터는 워크피스의 두께, 프레스 장치의 압력 램 또는 프레싱 램의 위치일 수 있다. 또한, 공정 파라미터는 적용된 압착력, 유압 또는 프레스 장치가 이동한 거리일 수 있다. 그 다음, 센서 장치에 의해 기록된 값 베이스, 즉 상기 언급된 공정 파라미터 중 하나로부터 센서 신호가 생성될 수 있다. 다양한 공정 파라미터들을 동시에 기록하기 위해 여러 센서 장치들이 제공된다. 추가 센서 장치는 제1 센서 장치와 동시에 하나 이상의 공정 파라미터를 감지하여 적어도 하나 이상의 추가 센서 신호를 생성할 수 있다. 하나 이상의 센서 신호는 접합 공정 또는 접합로를 제어하도록 프로세싱될 수 있으므로 제어 시 다양한 공정 파라미터들이 고려될 수 있다.

[0025] 프레스 장치는 유압 장치를 포함할 수 있으며, 유압 압력을 빌드업함으로써 압착력이 빌드업된다. 또한, 프레스 장치는 예를 들어 회전에 의해 피드를 생성하고 워크피스에 압착력을 가하는 전기 스핀들(electric spindle)을 포함할 수 있다.

[0026] 접합로는 공정 파라미터 설정을 입력하기 위한 입력 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 입력 장치는 사용자 조작 단말일 수 있다. 접합 공정을 시작하기 전에 저장될 수 있는 공정 파라미터 사양은 예를 들어 희망 공정 온도, 공정 시간, 워크피스의 재료 또는 재료들, 기본 재료에 대한 파라미터 또는 기타 데이터, 워크피스의 접합면 또는 접합면들의 수 및/또는 양이다.

[0027] 예를 들어, 워크피스는 서로 다른 재료(예를 들어, 서로 위에 적층된 적어도 2개의 서로 다른 재료)의 다수의 층으로 구성될 수 있으며, 2개의 서로 다른 재료 사이에 접합될 표면 각각은 접합면으로 설명된다. 예를 들어, 25개의 층을 포함하는 플레이트 형상의 워크피스의 경우, 워크피스에는 24개의 접합면이 배치된다. 워크피스 내의 공동(cavity)에 대한 정보도 공정 파라미터 사양에서 고려될 수 있다.

[0028] 또한, 접합로는 예를 들어 공정 파라미터 및/또는 제어 프로그램을 디스플레이하거나 선택하기 위한 출력 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 접합로가 현재 어떤 공정 단계에 있는지에 대한 정보가 출력 장치에 디스플레이될 수 있다.

[0029] 프레스 장치는 압착력을 전달하는 프레싱 펀치를 포함할 수 있고, 및/또는 압착력을 워크피스에 가하는 프레스 플레이트를 포함할 수 있다.

[0030] 프레스 장치는 프레스 실린더를 포함할 수 있다. 프레싱 펀치는 프레스 실린더에 연결되어 프레스 실린더가 압착력을 프레싱 펀치에 가하고 프레싱 펀치를 워크피스 방향으로 조정하도록 할 수 있다. 프레스 장치는 여러 프레스 실린더, 예를 들어 2, 3 또는 4개의 프레스 실린더를 포함할 수 있다.

[0031] 예를 들어, 표면에 걸쳐 가능한 한 균일하게 또는 고르게 분배된, 2개 이상의 프레싱 펀치에 의한 압착력을 받는, 프레스 플레이트를 통해 워크피스에 함께 작용하는 여러 개의 프레싱 펀치를 사용하는 것이 바람직하다. 여러 개의 프레싱 펀치는 나란히 배치되어 프레싱 펀치의 어레이가 프레스 플레이트에 작용하도록 할 수 있다. 여기서의 목표는 압착력을 접합될 워크피스에 가능한 한 균일하게 분배하는 것이다. 그렇지 않으면, 접합에 필요한 압착력이 프레스 플레이트 또는 프레스 요소를 변형시켜 접합될 워크피스가 압착력을 균일하게 받지 못할 수 있기 때문이다.

[0032] 고온 접합로는 하우징을 포함할 수 있다. 예를 들어, 가열 장치, 가열 챔버, 워크피스 홀더 및/또는 프레스 장치가 하우징 내에 수용될 수 있다. 프레스 장치는 프레스 마운트를 통해 하우징에 배치될 수 있고, 및/또는 하우징 상에 지지될 수 있다. 예를 들어, 프레스 마운트는 하우징에 부착되거나 하우징에 기대어 있어, 프레스 마운트에 연결된 프레스 실린더가 고온 접합로의 하우징에 의해 지지될 수 있다.

[0033] 하우징 상에 프레스 장치를 지지하기 위해, 하우징은 지지 프레임 또는 지지 케이지와 같은, 지지부 또는 유지 구조체를 가질 수 있다. 지지부 또는 유지 구조체는 하우징과 분리된 컴포넌트일 수도 있고 또는 하우징과 통합된 것일 수도 있다.

[0034] 지지부 또는 유지 구조체 및/또는 프레스 마운트는 이동 가능하고 및/또는 변형 가능하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 프레스 장치는 워크피스에 압착력이 가해질 때 프레스 마운트에 대해 자체적으로 반대 방향으로 지지(counter-support)할 수 있으며, 따라서 예를 들어 지지부 또는 유지 구조체를 변형시켜 프레스 마운트를 변위 및/또는 변형시킬 수 있다. 여기서, 스프링의 프리텐션(pre-tension)과 유사하게, 프레스 마운트와 프레스 장치, 예를 들어 프레싱 펀치를 갖는 프레스 실린더 사이에 저장력(storage force)이 흡수될 수 있고, 그로 인해 예를 들어 압착력이 증가될 때 워크피스에 대한 프레싱 효과가 고르게 또는 더 부드럽게 증가될 수 있다. 프레스 마운트 또는 지지부 또는 유지 구조체의 이동 가능한 및/또는 변형 가능한 설계는 프레스 장치를 준비하는데 사용될 수 있으며, 프레스 장치는 사전 압착력이 이미 워크피스에 가해져 있는 초기 위치에서 준비된다.

[0035] 접합로는 프레스 장치에 의해 워크피스에 압축력(compressive force)을 가함으로써 프레스 마운트의 측방향 변위 및/또는 변형이 발생하도록 하는 방식으로 설정될 수 있다. 다시 말해, 프레스에 대한 어부트먼트(abutment)로서 역할을 하는 프레스 마운트에 압축력을 가하면 프레스 마운트의 측방향 변위 및/또는 변형이 발생한다. 프레스 마운트 내에 또는 그 영역 내에 압축력을 흡수함으로써, 프레스 마운트와 프레스 장치 사이 또는 프레스 마운트, 프레스 실린더 및 프레싱 펀치 사이에 스프링 효과가 발생된다.

[0036] 프레스 장치는 프레싱 공정 동안 또는 압착력이 빌드업 될 때 프레싱 펀치와 하우징 사이에 사전-장력이 빌드업 될 수 있는 방식으로 설정될 수 있다. 프레스 장치 내에 사전-장력이 존재하면 보다 미세한 투여가 가능해지고 따라서 프레싱 공정 중 펀치 위치를 보다 정확하게 감지 및/또는 추적할 수 있다. 또한, 사전-장력의 빌드업은 압력 보정 또는 압착력 보정을 보다 정확하게 설정 또는 측정할 수 있게 해준다.

[0037] 예를 들어, 프레스 마운트는 압축력이 가해질 때 1㎜ 초과, 예를 들어 3㎜ 초과, 더 구체적으로는 5㎜ 초과, 또는 심지어 10㎜ 초과만큼 변위 또는 변형될 수 있다. 이것은 일종의 "스프링 메커니즘", 즉 예압(preload)을 형성할 수 있다. 또한, 프레스 마운트는 압축력이 가해질 때 3㎜ 미만, 바람직하게는 6㎜ 미만, 더 바람직하게는 12㎜ 미만으로 변위 또는 변형될 수 있다. 최소 및 최대 변위 값은 하나의 구간으로 결합될 수 있다. 예를 들어, 3㎜ 초과 및 6㎜ 미만은 "3 내지 6㎜ 범위 이내"로 결합될 수 있다.

[0038] 센서 장치는 프레싱 펀치의 위치를 감지하도록 설계될 수 있다. 또한, 센서 장치는 워크피스에 가해지는 압착력을 감지하도록 설계될 수 있다.

[0039] 제어 장치는 센서 신호(들)를 기록하고 평가하여 접합 공정을 위해 삽입된 워크피스에 필요한 압착력을 결정하도록 설정될 수 있다. 더욱이, 제어 장치는 결정된 필요 압착력에 기초하여 프레스 장치를 자동으로 제어할 수 있다. 다시 말해, 제어 장치는 기록되거나 평가된 센서 신호를 고려하여 프레스 장치를 제어한다.

[0040] 필요한 경우, 제어 장치는 또한 가열 장치를 조절하거나 제어하여 접합 공정 중 다른 시간에 가열 챔버 내에 다른 온도가 유지될 수 있도록 할 수 있다.

[0041] 접합로는 충전 및 제거 개구부를 가질 수 있다. 일례에서, 충전 및 제거 개구부는 개구부의 상태를 감지하는 안전 회로에 연결된다.

[0042] 워크피스 홀더는 프레스 장치에 대한 카운터-프레싱 요소로서 유리하게 역할할 수 있다. 따라서, 프레스 장치는 워크피스를 워크피스 홀더에 대항하게 프레싱하여 워크피스가 프레스 장치와 워크피스 홀더 사이에 클램핑되도록 할 수 있다.

[0043] 제어 장치는 적어도 하나의 선택 가능한 제어 프로그램을 제공할 수 있다. 선택 가능한 제어 프로그램은 기본 파라미터, 예를 들어, 특정 재료 조합에 자주 적용되는 일반적인 압착력 또는 접합 공정을 시작할 수 있는 최소 압착 장력을 사전 선택할 수 있다. 선택 가능한 제어 프로그램은 사전 처리 프로그램 및/또는 프레스 실행 프로그램을 포함할 수 있다.

[0044] 제어 장치는 특히 제어 프로그램의 실행 중에 적어도 하나의 센서 신호에 응답하여 선택된 제어 프로그램을 조정하도록 설계되는 것이 바람직하다. 제어 프로그램은, 예를 들어 압착력, 온도 및/또는 프레스 장치의 경로와 같은, 공정 파라미터가 접합 공정 중에 변경되거나 영향을 받도록 하는 방식으로 조정될 수 있다.

[0045] 적어도 하나의 제어 프로그램은 고온 접합로의 프로그램 메모리에 저장될 수 있다. 제어 장치는 프로그래밍 가

능한 로직 컨트롤러를 포함할 수 있다.

[0046] 접합로는 예를 들어 금속 또는 금속 워크피스의 경우에 1200℃ 이하, 바람직하게는 1000℃ 이하, 더 바람직하게는 950℃ 이하의 온도에서 접합 공정을 수행하도록 설계되는 것이 바람직하다. 이것은 고온 접합로가 금속 또는 금속 워크피스 용으로 이전에 알려진 것보다 낮은 온도에서 확산 본딩 공정을 수행할 수 있음을 의미하며, 따라서 이전에는 이 방법을 사용하여 처리될 수 없었던 새로운 재료를 확산 본딩에 도입할 수 있다. 더 낮은 온도에서는, 처리될 워크피스에 충분한 복사 에너지를 도입하는데 필요한 시간이 상당히 더 길어지고, 심지어 조사와 복사가 균형을 이루거나 워크피스 내부에 균일한 온도 분포를 달성할 수 없는 경우도 있다. 이러한 문제는 여기에 제시된 프레스 플레이트 가열 장치로 해결된다. 또한, 접합로는 450℃ 이상, 예를 들어 500℃ 이상, 바람직하게는 550℃ 이상, 및 더욱 바람직하게는 600℃ 이상의 온도에서 접합 공정을 수행하도록 설계될 수 있다.

[0047] 또한, 접합로는 예를 들어 플라스틱, 세라믹 또는 대응하는 워크피스와 같은 비금속의 경우에, 350℃ 이하, 바람직하게는 300℃ 이하, 더 바람직하게는 250℃ 이하, 또는 심지어 200℃ 이하의 온도에서 접합 공정을 수행하도록 설정될 수 있다. 또한, 이 온도 범위는 확산 본딩 공정을 위한 새로운 재료에 대한 접근성을 열어준다. 또한, 접합로는 80℃ 이상, 예를 들어 100℃ 이상, 바람직하게는 120℃ 이상, 및 더 바람직하게는 140℃ 이상의 온도에서 접합 공정을 수행하도록 설계될 수 있다.

[0048] 본 발명은 예를 들어 상기 설명한 바와 같은 고온 접합로에서 확산 본딩하는 방법을 더 설명한다. 이 확산 본딩 방법은 접합로를 워크피스로 채우는 단계; 프레스 장치의 적어도 하나의 프레스 플레이트를 워크피스에 적용하는 단계; 주로 프레스 플레이트 가열 장치를 이용하여 워크피스를 접합 온도까지 가열하는 단계; 프레스 장치로 워크피스를 프레스하여 예를 들어 확산 본딩 공정을 수행하는 단계를 포함한다.

[0049] 이 방법은 프레싱 동안 프레스 플레이트 가열 장치를 이용하여 프레스 플레이트를 템퍼링 또는 가열하여 워크피스의 온도 분포를 균일하게 하는 단계에 의해 더욱 발전될 수 있다.

[0050] 더욱이, 이 방법은 예를 들어 프로그래밍 가능 로직 컨트롤러(PLC)와 같은 자동 제어 장치를 통해 프레싱 동안 접합 공정에 필요한 압착력을 감지 또는 결정하는 단계; 및 접합 공정에 필요한 감지 또는 결정된 압착력에 응답하여 프레스 장치를 제어하는 단계로 구성될 수 있다. 예를 들어, 필요 압착력은 프레싱 경로를 통한 거리 측정을 이용하여 결정될 수 있다.

[0051] 또한, 이 방법은 예를 들어 고정된 시간 인터벌로 접합 공정에 필요한 압착력을 반복적으로 감지 또는 결정하고, 반복적으로 감지 또는 결정된 압착력에 응답하여 프레스 장치를 적응적으로 제어하는 단계에 의해 더욱 발전될 수 있다.

[0052] 또한, 이 방법은 적어도 하나의 센서 장치를 이용하여 접합 공정을 지속적으로 모니터링하고, 목표 값으로부터의 모니터링된 값의 편차가 감지된 때 접합 공정을 지속적으로 조정하는 단계에 의해 더욱 발전될 수 있다.

[0053] 또한, 이 방법은 워크피스를 프레싱하기 전에 예를 들어 사용자가 공정 파라미터 사양을 입력하는 단계를 통해 더욱 발전될 수 있다.

[0054] 게다가, 자동화된 공정 제어를 위한 설정포인트를 제공할 때 공정 파라미터 사양을 고려하는 단계도 이 방법을 더욱 발전시킬 수 있다.

[0055] 또한, 본 설명은 예를 들어 상기 설명한 바와 같은, 고온 접합로용 가열 가능한 프레스 플레이트를 설명한다. 이 프레스 플레이트는 고온 접합로에 놓인 워크피스에 압착력을 균일하게 가하도록 설계된다. 이 프레스 플레이트는 프레스 플레이트 및/또는 워크피스를 가열하기 위한 통합된 프레스 플레이트 가열 장치가 프레스 플레이트에 장착되어 있다는 것을 특징으로 한다.

[0056] 유리한 실시예에서, 프레스 플레이트 가열 장치는 프레스 플레이트에 통합되며, 바람직하게는 완전히 통합된다. 프레스 플레이트는 멀티-파트 프레스 플레이트일 수 있으며, 예를 들어 프레스 플레이트의 워크피스 측 층 및 프레스 측 층을 포함한다. 프레스 플레이트 가열 장치는 워크피스 측 층 및 프레스 측 층 사이에 배치될 수 있다.

[0057] 프레스 플레이트의 각 부분(즉, 예를 들어 워크피스 측 층, 프레스 측 층 및 프레스 플레이트 가열 장치)은 동일한 기본 재료로 구성될 수 있지만 상이한 도핑을 가질 수 있다. 프레스 플레이트는 세라믹 재료를 포함할 수 있다. 워크피스 측 층 및/또는 프레스 측 층은 세라믹 재료를 포함할 수도 있고 또는 세라믹 재료로 구성될 수도 있다. 더 나아가, 프레스 플레이트 가열 장치는 세라믹 재료 또는 금속 재료를 포함하거나 세라믹 재료 또

는 금속 재료로 구성될 수 있다.

[0058] 가열 가능한 프레스 플레이트의 세라믹 재료는 탄소 섬유 강화 흑연, 탄소 섬유 강화 실리콘 카바이드, 티타늄 지르코늄 강화 몰리브덴, 실리콘 카바이드 또는 알루미늄 산화물 섬유 강화 산화물 세라믹 중 적어도 하나를 포함할 수 있습니다. 또한, 워크피스 측 층 및/또는 프레스 측 층은 상기 언급된 재료들 중 하나로 구성될 수 있다.

[0059] 가열 가능한 프레스 플레이트의 프레스 플레이트 가열 장치는 텅스텐, 몰리브덴, 마이크로퍼(Microfer)와 같은 니켈 기반 합금, 실리콘 카바이드 또는 흑연과 같은 비산화물 세라믹, 또는 탄소 섬유 강화 탄소(CFC: carbon fiber-reinforced carbon) 중 적어도 하나를 포함하거나 그것으로 구성될 수 있다.

[0060] 프레스 플레이트 가열 장치는 플레이트 형상일 수 있다. 또한, 프레스 플레이트 가열 장치는 미앤더(meander) 형상일 수도 있다. 프레스 플레이트 가열 장치는 채널 또는 트랙을 가질 수 있다. 채널 또는 트랙은 프레스 플레이트의 재료와 채널 또는 트랙 중 하나의 거리가 하나의 채널 또는 트랙의 폭의 최대 2배가 되도록, 프레스 플레이트를 균일하게 관통할 수 있다. 프레스 플레이트 내의 채널 또는 트랙의 이러한 분포는 프레스 플레이트에 가능한 가장 균일한 열 분포를 제공한다.

[0061] 프레스 플레이트 가열 장치는 전기적으로 작동하여 그것에 전류가 인가될 때 열을 방출할 수 있다. 대안으로서 또는 부가적으로, 프레스 플레이트 가열 장치는 그것을 통해 유체가 흐르도록 설정되어 그것에 고온의 유체가 적용될 때 열을 방출할 수 있다.

[0062] 프레스 플레이트 가열 장치는 바람직하게는 2개 이상의 가열 플레이트를 가질 수 있다. 또한, 프레스 플레이트 가열 장치는 2개 이상의 서브-영역(예컨대, 가열 플레이트)을 연결하기 위한 연결 피스를 가질 수 있으며, 이 연결 피스는 예를 들어 흑연을 포함하거나 흑연으로 구성된다.

[0063] 연결 피스는 가역적으로 변형 가능하도록 설계되어, 예를 들어 압축력이 가해질 때 변형되고, 예컨대 더 넓어지고, 프레스 플레이트 가열 장치의 섹션들 간의 전기적 접촉을 개선하거나 확립할 수 있다. 다시 말해, 연결 피스는 프레스 플레이트에 압축력이 가해지는 순간에 프레스 플레이트 가열 장치의 섹션들 간의 전기적 접촉이 연결 피스에 의해 개선되거나 제1 위치에서 확립되도록 프레스 플레이트 가열 장치 내에 배치되어, 프레스 플레이트 가열 장치의 작동 안전성이 향상된다. 또한, 프레스 플레이트에 가해지는 압축력이 매우 높고, 적합한 재료들은 한편으로는 주어진 압력 및 온도 조건을 견디고, 다른 한편으로는 사용된 재료가 접합 결과에 나타나지 않는다는 특징을 갖는다는 점도 고려되어야 한다. 예를 들어, 서로 다른 밀도의 재료들은 그것들이 종종 스탬프처럼 처리될 워크피스에 임프린트되어 있다는 것에 의해 인식 가능하며, 완성된 워크피스에서 서로 다른 밀도 또는 적어도 서로 다른 경도의 재료 배치가 인식될 수 있다. 이것은 가능한 한 방지되어야 한다. 이것 또한 여기에 제시된 프레스 플레이트 가열 장치를 사용하여 달성될 수 있다.

[0064] 또한, 가열 가능한 프레스 플레이트는 정확히 이 양태를 위해 압력 균등화 층(pressure equalization layer)을 포함할 수 있다. 압력 균등화 층은 전체 표면을 덮도록 설계될 수 있으며, 가요성이거나 압축 가능할 수 있다. 압력 균등화 층은 프레스 플레이트 가열 장치에 인접하게 배치될 수 있으며, 예를 들어 프레스 플레이트 가열 장치 상에 배치되고 프레스 플레이트 가열 장치를 완전히 덮을 수 있다. 압력 균등화 층은 흑연 포일(graphite foil)일 수 있다. 압력 균등화 층은 프레스 플레이트 전체에 걸쳐 압축력을 더욱 균일화할 수 있게 하며, 이로 인해 프레스 플레이트 가열 장치에 사용되는 재료의 경도 또는 밀도의 국소적 차이가 접합될 워크피스에 스탬프와 같은 자국으로 이어지지 않거나, 또는 훨씬 덜 이어진다.

[0065] 프레스 측 층 및/또는 워크피스 측 층은 타일 카펫, 예를 들어 세라믹 타일 카펫으로 설계될 수 있다. 예를 들어, 타일 카펫과 같은 작은 컴포넌트를 사용하면 불균일함(예를 들어, 가열 장치의 가장자리)이 보상될 수 있고 힘이 타일 카펫의 타일을 통해 따라서 프레스 플레이트를 통해 분산될 수 있다. 프레스 플레이트 가열 장치는 가열 평면 내에 배치될 수 있다. 즉, 프레스 플레이트 가열 장치는 프레스 플레이트 내의 수직 영역으로 제한되고 아랫면과 윗면 모두에서 프레스 플레이트 재료로 둘러싸여 있다. 세라믹 타일은 프레스 플레이트 가열 장치의 컴포넌트들 사이에 배치될 수 있다.

[0066] 이하에서, 본 발명은 실시예 및 도면을 참조하여 보다 자세히 설명되고, 동일하고 유사한 요소에는 때때로 동일한 부재 번호가 부여되며, 다양한 실시예의 특징들은 서로 결합될 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0067] 도 1은 워크피스가 삽입되어 있는 고온 접합로의 제1 실시예를 측단면도로 도시한다.

도 2는 고온 접합로의 추가 실시예를 측단면도로 도시하며, 여기서는 프레스 장치가 워크피스에 적용되거나 압착력을 가한다.

도 3은 프레스 플레이트 가열 장치의 가열 플레이트의 평면도를 도시한다.

도 4는 가열 플레이트의 측단면도를 도시한다.

도 5는 가열 플레이트의 측면도를 도시한다.

도 6은 연속적인 가열 플레이트의 사시도를 도시한다.

도 7은 연속적인 가열 플레이트의 사시 단면도를 도시한다.

도 8은 분할된 가열 플레이트를 갖는 프레스 플레이트 가열 장치의 사시 부분 단면도를 도시한다.

도 9는 도 8의 실시예의 측단면도를 도시한다.

도 10은 분할된 가열 플레이트의 도면을 도시한다.

도 11은 가열 플레이트의 측면도를 도시한다.

도 12는 프레스 플레이트 가열 장치를 갖는 프레스 플레이트의 측면도를 도시한다.

도 13은 프레스 플레이트 가열 장치를 갖는 프레스 플레이트의 도면을 도시한다.

도 14는 프레스 플레이트 가열 장치를 갖는 프레스 플레이트의 사시도를 도시한다.

도 15는 프레스 플레이트 가열 장치를 갖는 프레스 플레이트의 사시 부분 단면도를 도시한다.

도 16은 프레스 플레이트 가열 장치를 갖는 프레스 플레이트의 다른 사시 부분 단면도를 도시한다.

도 17은 프레스 플레이트 가열 장치용 가요성 커넥터의 사시도를 도시한다.

도 18은 가요성 커넥터의 측면도를 도시한다.

도 19는 세라믹 미앤더를 갖는 프레스 플레이트 가열 장치를 갖는 프레스 플레이트의 추가 실시예의 사시 부분 단면도를 도시한다.

도 20은 세라믹 타일을 갖는 프레스 플레이트 가열 장치를 갖는 프레스 플레이트의 추가 실시예의 사시 부분 단면도를 도시한다.

도 21은 고온 접합로의 사시도를 도시한다.

도 22는 고온 접합로의 다른 사시도를 도시한다.

도 23은 주변 부착물을 갖는 고온 접합로의 사시도를 도시한다.

도 24는 고온 접합로의 평면도를 도시한다.

도 25는 고온 접합로의 사시도를 도시한다.

도 26은 접합 공정의 흐름도를 도시한다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0068] 도 1은 하우징(12) 내부에 가열 챔버(15)가 배치되어 있고, 그 안에 후속 프레싱 공정을 위해 워크피스(50)가 배치되어 있는 고온 접합로(1)의 제1 실시예를 도시한다. 접합로(1)는 충전 또는 제거 개구부(11)를 가지며, 이 개구부를 통해 워크피스(50)(또는 여러 워크피스(50) 또는 배치)는 가열 챔버(15)로 삽입되거나 가열 챔버(15)로부터 제거될 수 있다. 워크피스(50)는 가열 챔버(15)의 아랫면에 배치된 워크피스 홀더(34) 위에 놓인다. 워크피스 홀더(34)는 카운터-프레싱 요소(38)일 수도 있고, 또는 카운터-프레싱 요소(38)로 설계될 수도 있고, 또는 카운터-프레싱 요소(38) 위에 배치될 수도 있다. 도 1에 도시된 예에서, 워크피스(50)는 카운터-프레싱 요소(38) 바로 위에 놓이며, 카운터-프레싱 요소(38) 또한 워크피스 홀더(34)를 형성한다. 워크피스(50)의 디자인에 따라, 워크피스 홀더(34)는 카운터-프레싱 요소(38) 위에 놓일 수 있다.

[0069] 이 실시예에서, 프레스 장치(20)는 접합로(1)의 하우징(12)의 윗면에 배치되어 워크피스 홀더(34) 또는 카운터-프레싱 요소(38)에 대향하는, 위에서 워크피스(50) 상으로의 압착력을 발생시킬 수 있다. 복수의 프레싱 펀치

(32)(도 1에 도시된 예에서는 4개의 프레싱 펀치(32))가 프레스 실린더(24)에 연결된다. 프레스 실린더(24)는 예컨대 유압 실린더이며, 프레싱 펀치(32)는 프레스 실린더(24)에 의해 전달 피스(26)를 통해 워크피스(50)의 방향으로 설정된다. 압력 분배 요소(22)는 하우징(12)의 수용 영역(6)에 배치되어 프레스 장치(20)의 압착력을 복수의 프레싱 펀치(32)로 분배한다.

[0070] 복수의 프레싱 플런저(32) 대신, 필요한 경우 단일 프레싱 플런저(32)가 사용될 수도 있다. 복수의 프레싱 펀치(32)(예를 들어 4, 8 또는 12개의 프레싱 펀치(32)를 사용하면, 한편으로는 압착력이 프레싱 요소(36)에 걸쳐 고르게(더 고르게) 분배될 수 있다. 예를 들어, 각각의 프레싱 플런저(32)가 가열 챔버(15)의 단열재(16)에 비교적 작은 개구부만을 필요로 하므로 가열 챔버(15)로부터의 에너지 손실을 낮출 수 있기 때문에, 복수의 프레스 플런저(32)를 사용하면 가열 챔버(15)의 열 밀봉 또한 향상될 수 있다. 또한, 복수의 프레스 플런저(32)를 사용함으로써, 열 에너지 손실이 가열 챔버(15)의 외측면을 통해 더 잘 균일화되고 가열 챔버(15) 내의 온도 분포의 균일화도 전반적으로 향상될 수 있다. 이것은 또한 가열 챔버(15)의 아랫면에 있는 카운터-프레싱 플런저(29)에도 유사하게 적용되며, 이에 의해 카운터-프레싱 요소(38) 걸쳐 보다 균일한 압력 분포뿐만 아니라 더 낮고 및/또는 더 균일한 열 손실이 고려된다.

[0071] 압착력 생성기(28)(이 예에서는 유압 장치(28))는 프레스 실린더(24)에 가압된 유압 유체를 적용하여 그것이 압착력 생성기(28)에 의해 릴리스되거나 분리되어 워크피스(50)에 적용되도록 한다. 예를 들어, 모터 장치(3)는 압착력 생성기(28) 내에 유압을 생성할 수 있다.

[0072] 제1 센서 장치(4)는 상면에 배치되어 있으며, 이는 프레스 실린더(24)의 경로를 측정하는데 사용된다. 따라서, 제1 센서(4)는 프레스 실린더(24)의 거리 또는 프레스 플런저(32)의 거리 또는 프레스 실린더(24)의 익스텐션(extension)(스트로크)을 감지하고 이로부터 제1 센서 신호를 제공한다. 추가 센서(5)는 예를 들어 유압을 측정하기 위해 압착력 생성기(28) 및/또는 프레스 실린더(24) 내에 배치되어, 적용된 압착력에 대한 정보를 도출하고 그것을 센서 신호로서 제공할 수 있다.

[0073] 워크피스 홀더(34)는 가열 챔버(15) 내에 워크피스(50)를 수용하기 위해 가열 장치(14) 내에 배치된다. 또한, 가열 챔버(15)를 수용하는 단열재(16)를 가능한 한 적게 손상시키기 위해, 워크피스 홀더(34)에는 카운터 프레싱 요소(38)로부터의 힘 분포를 가능한 한 고르게 분산시키는 복수의 카운터 프레싱 펀치(29)가 제공되어 있어, 카운터 프레싱 요소(38)가 가능한 한 적게 변형되게 한다. 카운터-프레싱 펀치(29)가 단열재(16)를 통과하고 단열재(16)가 가능한 한 적게 손상되어야 하기 때문에, 전반적으로 비교적 작은 관통 영역이 발생될 수 있고 또는 카운터-프레싱 펀치(29)가 더 우수하게 열적으로 밀봉될 수 있다.

[0074] 또한, 예를 들어, 워크피스(50)에 가해지는 압착력을 감지할 수 있는 제2 센서 장치(42)가 아랫면에 배치된다. 예를 들어, 제2 센서 장치(42)는 압력 센서이다. 또한, 제2 센서 장치(42)로서 복수의 2개 이상의 압력 센서(예를 들면, 카운터-프레싱 펀치(29)의 영역 내에 각각 하나씩)가 사용되어, 카운터-프레싱 요소(38)에 작용하는 압력 분포가 감지되어 센서 신호로서 출력될 수 있다. 이러한 방식으로, 워크피스 또는 충전물(50) 상의 압력 분포가 원하는 방식으로 발생하는지 여부, 예를 들어, 워크피스 또는 충전물(50)에 걸쳐 균일하게 발생하는지 여부를 감지하는 것이 가능하다.

[0075] 대안의 실시예에서, 압착력은 양쪽에서 워크피스 또는 충전물(50)에 가해질 수 있다. 예를 들어, 도 1의 실시예는 (수동적인) 서브어셈블리 대신, 예를 들어 카운터-프레싱 펀치(29) 및 카운터-프레싱 요소(38)를 포함하는 대신, 고온 접합로의 아랫면에 추가 프레스 장치(20')가 배치되도록 수정될 수 있다.

[0076] 이 예에서, 자동 공정 제어 장치(44)가 접합로(1)의 서브 구조체(8)의 영역에 배치된다. 입력 장치(48) 및 출력 장치(46), 예를 들어 키보드(48) 및 스크린(46)은 제어 장치(44)로의 입력 및 출력을 가능하게 하며, 따라서 공정 시퀀스 또는 공정 파라미터의 입력에 수동적 영향을 줄 수 있게 한다.

[0077] 도 1에 도시된 고온 접합로(1)에서는, 상면 프레스 플레이트(36)가 프레스 플레이트 가열 장치(62)를 갖고, 카운터-프레싱 요소(38)가 프레스 플레이트 가열 장치(64)를 가지며, 이 두 프레스 플레이트 가열 장치(62, 64)는 형태 및 기능 면에서 유사하거나 동일한 디자인일 수 있으며, 특히 프레스 플레이트(36)와 카운터-프레싱 요소(38) 모두가 프레스 플레이트 형태로 제공되는 경우 특히 그러하다. 두 플레이트(36, 38) 모두에 프레스 플레이트 가열 장치(62, 64)가 장착된 경우, 워크피스(50) 내의 열 분포가 더욱 균일화될 수 있으며, 필요한 경우 워크피스(50)를 가열하는데 필요한 시간이 더욱 단축될 수 있다.

[0078] 더 나아가, 도 1은 또한 접촉 장치(100)를 이용하여 프레스 플레이트 가열 장치(62, 64)를 전기적으로 접촉시키는 것의 가능성을 보여주는데, 이에 의해 전류 흐름의 경로는 연결 요소(112), 피드스루(114)를 거쳐 외부 컨택

트(116)로 이어진다. 접촉 장치(100)에 대한 추가 세부사항은 도 17 및 18에서 볼 수 있다.

[0079] 도 2를 참조하면, 작동 위치에 있는 프레스 장치(20)가 도시되어 있으며, 프레스 플레이트(36)는 워크피스(50)에 완전히 대향하게 위치하고 있고 워크피스(50)에 압착력이 가해지고 있다. 프레스 실린더(24) 또는 전달 피스(26)는 분리된 위치로 도시되어 있다. 이 실시예에서, 프레스 플런저(29 및 32) 각각에는 압력 분배 피스(37)가 장착되어 있으며, 이 압력 분배 피스(37)는 프레스 플레이트(36)와 각각의 프레스 플런저(32) 사이에 각을 이루도록 배치되어 있어 프레스 플레이트(36)에 압착력을 훨씬 더 균일하게 전달하는데 도움을 준다.

[0080] 프레스 장치(20)에 의해 워크피스(50)에 가해지는 압착력은 압력 센서(들)(42)에 의해 감지되어, 센서 신호(170)로서 제어 장치(44)로 전송된다. 그 외에는, 도 2의 실시예는 도 1에 도시되고 설명된 것과 상응한다. 또한, 도 2는 전기 접촉 장치(100)에 의한 프레스 플레이트 가열 장치(62, 64)의 전기 접촉을 보여준다.

[0081] 도 3은 고온 접합로(1)에서 사용하기 위한 가열 플레이트(62)의 제1 실시예를 도시한다. 도시된 평면도에서, 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 파스닝 수단을 위한 리셉터클(68)들이 제공되어 있는 가열 요소 커버 층(72)을 갖는다. 연결 돌출부(66)는 커버 층(72)의 치수를 넘어 양쪽에서 측방향으로 돌출되며 연결 돌출부(66)는 가열 요소(74)와 연결된다.

[0082] 도 4는 프레스 플레이트 가열 장치(62)의 단면도를 도시하며, 여기서 가열 요소 상층(72), 가열 요소(74) 및 가열 요소 하층(76)을 갖는 3층 구조가 인식 가능하다.

[0083] 도 5는 프레스 플레이트 가열 장치(62)의 측면도를 도시하며, 여기서 가열 요소(74)의 3층(72, 74, 76) 및 연결 돌출부(66)도 인식 가능하다. 가열 요소(74)는 측방향 둘레부(72a, 76a)에 의해 측방향으로 둘러싸여 있으므로, 연결 돌출부(66)를 제외한, 상층(72) 및 하층(76)에 의해 모든 면에서 둘러싸여 있다. 연결 돌출부(66)는 가열 요소(74)에 가열에 필요한 에너지를 도입하는 역할을 한다. 예를 들어, 연결 돌출부(66)에 의해 전기적 접촉이 확립될 수 있다.

[0084] 도 6을 참조하면, 프레스 플레이트 가열 장치(62)의 사시도가 도시되어 있다. 예를 들어, 도 6에 도시된 가열 장치(62)는 도 3 내지 도 5에 도시된 가열 장치(62)에 대응할 수 있다. 모든 도면에서, 동일한 부재번호는 동일한 요소 또는 구성요소를 나타낸다. 도 7을 참조하면, 도 6의 실시예가 계단형 단면으로 도시되어 있으며, 여기서 상층(72), 가열 요소(74) 및 하층(76)을 포함하는 3층 구조가 인식 가능하고, 가열 요소(74)가 인클로저(72a, 76a)에 의해 둘러싸여 있음도 인식 가능하다.

[0085] 도 8을 참조하면, 분할된 가열 플레이트(74)를 갖는 프레스 플레이트 가열 장치(62)의 추가 실시예가 도시되어 있다. 다시 말하자면, 상층(72) 및 하층(76)에 의해 공동으로 둘러싸여 있는 2개의 가열 플레이트(74)가 제공된다. 가열 요소(74)는 접촉 립(67) 및 연결 피스(78)를 통해 서로 전기적으로 접촉하고 있어, 제1 연결 돌출부(66)로부터 제1 가열 요소(74), 접촉 립(67) 또는 연결 피스(78), 제2 가열 요소(74a) 및 제2 연결 돌출부(66a)를 통하는 전류 흐름이 확립될 수 있다. 도 9는 도 8의 가열 요소(62)의 단면도를 도시하며, 여기서 연결 피스(78)를 볼 수 있다. 도 10 및 11은 예를 들어 분할된 가열 플레이트 또는 가열 평면의 일부인 단일 가열 플레이트(74)를 도시하며, 여기서 연결 돌출부(66) 및 접촉 립(67)을 볼 수 있다.

[0086] 하나의 연속적인 대형 가열 플레이트 대신 여러 개의 작은 가열 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)로 분할하는 데에는 여러 이유가 있을 수 있다. 한편으로는, 연속적인 대형 가열 플레이트(74)는 작동 중에 파손되기 쉽고 따라서 여러 개의 작은 가열 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)를 사용할 때보다 더 일찍 고장날 수 있다는 것을 알게 되었다. 더욱이, 프레스 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)를 제조하기 위한 임의의 바람직한 재료들은 본 출원을 준비할 당시의 프레스 플레이트(36)의 전체 크기에 대응하는 크기로 제조되지 않을 수도 있다. 마지막으로, 본 발명의 맥락에서 더 작은 가열 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)를 사용하는 것이 임의의 기존 재료 결함을 선택하기가 더 쉽고, 게다가 임의의 기존 재료 결함(균열, 박리, 부정확한 입자 크기, 기공 또는 공동 등)이 가열 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)에서 검출될 수 있다는 이점을 갖는다는 것도 확립되었다. 더 나아가, 가열 플레이트(74, 74a, 74b, 74c)에 임의의 기존 재료 결함(균열, 박리, 입자 결함, 기공 또는 공동 등)이 있으면, 발생하는 굽힘 모멘트(및 작동 중 변위)가 상당히 작아 파손을 덜 일으키고, 따라서 더 많은 재료 결함을 허용할 수 있어 제조 비용을 전반적으로 절감할 수 있다.

[0087] 도 12를 참조하면, 프레스 플레이트(36)에 설치된 프레스 플레이트 가열 장치(62)가 도시되어 있으며, 여기서 프레스 플레이트는 프레스 측 프레스 플레이트 요소(71), 워크피스 프레스 플레이트 요소(77) 및 이들 두 층 사이에 삽입된 프레스 플레이트 가열 장치(62)를 갖는다. 이러한 층들은 파스닝 수단(80)을 통해 서로 연결되며, 예를 들어 나사 결합된다.

[0088] 도 13을 참조하면, 프레스 플레이트 가열 장치(62)를 갖는 프레스 플레이트(36)의 평면도가 도시되어 있다. 도 13의 실시예는 도 14에 사시도로 도시되어 있다. 프레스 플레이트 가열 장치(62)는 프레스 측 프레스 플레이트 요소(71)와 워크피스 프레스 플레이트 요소(77) 사이에 둘러싸여 있고 나사(80)를 이용하여 이들과 함께 나사 결합되어 있다. 도 15를 참조하면, 도 13 및 14의 실시예가 계단형 단면으로 도시되어 있어, 복수의 가열 요소(74, 74a, 74b, 74c)가 드러나 있다. 가열 요소(74, 74a, 74b, 74c)는 연결 피스(78)를 통해 서로 전기적으로 접촉된다. 도 16은 동일한 프레스 플레이트(36)을 다른 계단형 단면으로 다시 도시하여, 4개의 가열 요소(74, 74a, 74b, 74c)가 드러나 있다. 4개의 가열 요소(74)는 공통의 가열 요소 평면에 배치된다, 즉 서로 나란히 배치된다.

[0089] 가열 요소들이 프레스 플레이트(36)에 배치되므로, 이들은 일반적으로 작동 중에 움직이게 된다. 따라서, 프레스 플레이트(36)는 워크피스에 대향하게 배치되고, 워크피스 등의 크기에 따라, 프레스 플레이트(36)는 작동 중에 다양한 삽입 위치에 있을 수 있다. 가열 요소(74)의 다양한 위치 또는 움직임을 보상하기 위해, 도 17에 도시된 바와 같이 가요성 접촉 장치(100)가 제공되는데, 이는 위치의 변화를 보상할 수 있을 뿐만 아니라 프레스 플레이트 또는 프레스 장치(20)의 충격 움직임 또는 진동 움직임과 같은, 움직임도 보상할 수 있다. 이러한 목적으로, 접촉 장치(100)는 오실레이션 및 진동을 감쇠시키고 분리시키는 가요성 보상 요소(104)를 갖는다. 접촉 장치(100)는 가열 요소 클램프(102)를 통해 가열 요소(74)에 부착되며, 이에 의해 연결 돌출부(66, 66a)가 클램핑되거나 둘러싸여진다. 또한, 그것을 연결 돌출부(66)에 나사로 고정하는 것도 가능하다. 접촉 장치(100)의 최상부는 예를 들어 추가적인 전류 전도를 위해 그것에 구리 스트립을 연결하기 위한 접촉 요소(106)를 가진다. 이 실시예에서는, 2개의 접촉 장치(100)가 전류를 공급하고 제거하기 위해 가열 요소(74)에 연결된다.

[0090] 도 18은 접촉 장치(100)를 단면도로 도시하고, 여기서 연결 돌출부(66)에 대한 부착이 추가 세부사항과 함께 제공되며, 스터드 볼트 리셉터클(108) 및 스터드 볼트(110)가 단면도로 도시되어 있다. 도 18에서, 접촉 장치(100)는 2개의 가열 요소(74)에 연결되어 있는데, 여기서는 더 나은 그래픽 가시성을 위해 단 하나의 연결 측만 도시되어 있다. 일반적으로, 제2 접촉 장치(100)는 전류 회로 또는 전류 흐름이 가열 요소(들)(74, 74a)를 통해 발생할 수 있도록 하기 위해 사용된다.

[0091] 도 19를 참조하면, 가열 장치(62)의 추가 실시예가 도시되어 있으며, 여기서 가열 요소(74)는 세라믹 미앤더의 형태로 제공된다. 가열 요소(74)는 예를 들어 흑연, 몰리브덴 또는 CFC 미앤더로 설계될 수도 있다. 세라믹 미앤더(74)는 전기 전도성이므로, 제1 연결 돌출부(66)로부터 세라믹 미앤더(74)를 거쳐 제2 연결 돌출부(66a)로의 전류 흐름이 실현될 수 있다. 가열 장치(62)는 프레스 플레이트(36) 내에 둘러싸여 있으며, 프레스 플레이트는 프레스 플레이트 요소(71, 77)를 갖는다. 파스닝 수단(80)은 명확성을 위해 이 실시예에서는 분명하게 도시되지는 않는다. 예를 들어, 플레이트는 서로 접착될 수도 있지만, 일반적으로 높은 작동 온도로 인해 나사 연결이 유리할 것이다.

[0092] 도 20을 참조하면, 프레스 플레이트 가열 요소(62)의 추가 실시예가 도시되어 있으며, 여기서 가열 요소 상층(72)과 가열 요소 하층(76)은 타일로 설계된다. 따라서, 가열 요소(74)는 타일(72, 76, 82) 내에 매립된다. 이것은 임의의 불균일부 또는 접합부가 균일해져 워크피스(50)의 제한요소가 될 정도로 드러나지 않는다는 장점을 가진다.

[0093] 도 21 및 도 22를 참조하면, 고온 접합로(1)가 도시되어 있으며, 여기서는 외측 프레임(7, 9, 10)이 프레스 장치(20)를 지지하기 위해 포함되어 있다. 프레스 실린더(24)는 지지 프레임 요소(10)에 의해 지지되어, 압착력은 프레스 장치(20)로부터 고온 접합로(1) 내부에 배치된 워크피스(50)(예컨대, 도 1, 2 참조)로 전달될 수 있다. 압착력이 가해지면, 전체 힘은 외측 프레임(7, 9, 10)에 의해 흡수되어, 외측 프레임(7, 9, 10)은 작동 중에 접합로(1)에서 멀어지는 한 방향으로 구부러질 수 있다. 이러한 외부 프레임(7, 9, 10)의 구부러짐은 프레스 장치(20)에 동적 베어링을 제공하여, 외부 프레임(7, 9, 10)에 의해 프레스 어부트먼트(press abutment)(18)가 형성된다. 도 23에서는, 프레스 어부트먼트(18)의 위치 변위를 감지할 수 있는 위치 센서(5)가 제공되어 있다. 또한, 위치 변위는 프레스 장치(20)에 의해 가해진 압착력에 대한 결론을 도출하는데 사용될 수 있으며, 이 정보는 센서 신호로서 제공될 수 있다.

[0094] 도 23 내지 도 25는 추가 부착물들과 함께 완성된 고온 접합로(1)의 추가 실시예를 도시한다. 진공 발생기(54), 예를 들어 터보 분자 펌프는 진공 추출 시스템을 제공하여 고온 접합로(1)에서의 접합 공정이 진공, 예를 들어 고진공 또는 초고진공에서 수행될 수 있게 해준다. 압착력 발생기(28)는 별개인 하우징 내에 위치하므로 필요한 경우 더 큰 장치가 그것에 수용될 수 있다. 입력 및/또는 출력 장치(48, 46)는 PLC(44) 및 입력/출력(48, 46)을 포함하는 사용자 단말(45)로 아웃소싱 된다.

[0095] 도 26을 참조하면, 접합 공정(200)의 흐름도가 도시되어 있다. 제1 단계(210)에서, 시스템은 워크피스(50) 또는 하나 이상의 워크피스의 배치로 채워진다. 이것은 일반적으로 사용자에 의해 수행되지만 자동화될 수도 있다. 단계(220)에서, 시스템(1)은 파라미터화되고, 여기서 다양한 사양(예를 들어 워크피스 또는 배치(50)의 재료 및 접합면)이 입력 장치(48)를 사용하여 제어 장치(44)에 저장될 수 있다. 예를 들어, 워크피스(50) 또는 배치의 의도된 압축은 또한 백분율 또는 거리(예컨대, 밀리미터 단위)로서 입력될 수 있다. 예를 들어, 온도 사양도 저장될 수 있다. 단계(220) 동안 입력된 파라미터들은 제어 장치(44)로 전송될 수 있다. 그 다음, 제어 장치(44)는 제어 파라미터들의 세트를 생성할 수 있다. 충전 개구부(11)를 닫은 후, 접합로(1)는 작동할 준비가 된다. 공정 단계(230)는 예를 들어 제어 장치(44)에 의해 제공되는 온도 파라미터와 함께 시작한다. 그 다음, 프레스(20)가 준비된다. 이것은 프레스 장치(20)에 사전 압력(pre-pressure)을 가하여 어부트먼트(18)가 변위 또는 변형되거나 사전 하중을 받아 프레스 장치(20)가 초기 위치를 취할 수 있도록 하는 단계를 포함할 수 있다. 이 공정 동안 또는 심지어 그 전이나 후에도, 워크피스(50)는 가열 단계(230)에서 가열되고, 이 단계 동안 프레스 플레이트 가열 장치(62, 64)가 가열되고 그 열은 전도에 의해 워크피스(50)로 고르게 전달된다.

[0096] 그 다음, 프레싱 공정 또는 접합 공정이 단계(240)에서 수행된다. 필요한 경우, 이것은 자동 공정 제어 장치(44)에 의해 모니터링되고 조정될 수 있다. 센서(4, 5, 42)는 공정 제어 장치(44)에 의해 처리되는 센서 신호를 제공할 수 있다. 준비된 제어 파라미터는 센서(4, 5, 42)에 의해 제공되는 센서 신호에 응답하여 확인 또는 조정될 수 있다. 제어 파라미터가 조정된 경우, 접합 공정(240)은 조정된 제어 파라미터를 사용하여 수정된 형태로 계속된다. 이것은, 예를 들어, 접합 공정 과정에서 개선된 파라미터 구성이 설정되고 개선된 접합 결과가 달성될 수 있도록 제어 루프로 구현될 수 있으며 반복적으로 수행될 수 있다. 다시 말해, 일례로서, 워크피스(50)×X%의 압축이 지정된다. 이것은 제어 시스템에 의해 계산될 수 있는 특정 시간 내에서 발생한다. 단계(240)에서 초기 압착력이 가해지고 실제 프레싱 공정이 시작한다. 프레싱 공정(240)을 실행하는 동안, 대응하는 단위 시간당 거리에 도달했는지 여부를 확인하고 필요한 경우 압착력을 변경하는 것이 가능하다.

[0097] 여기서, 예를 들어, 증가하는 압착력이 저장될 수 있으며, 이는 접합 공정(240) 동안 적응적으로 조정될 수 있다. 또한, 희망하는 최종 값에 대한 프레스 실린더(24)의 최대 또는 바람직한 변위가 오리지널 제어 파라미터 세트에 미리 저장될 수 있다. 제어 파라미터의 확인 또는 조정 동안, 프레스 실린더(24)의 변위 및/또는 워크피스의 변형에 대한 희망 최종 값이 워크피스 또는 배치(50)를 손상시키거나 과도하게 변형시킬 수 있는 과도한 압착력 없이도 달성될 수 있는지 여부도 판정될 수 있다.

[0098] 단계(250)에서, 워크피스 또는 배치(50)는 추가 처리를 거칠 수 있다. 이것은 정해진 온도 상수로의 추가 템퍼링, 추가 가열 또는 냉각일 수 있다. 후처리(250)에 이어, 워크피스 또는 배치(50)는 충분히 냉각되고 단계(260)에서 시스템(1)으로부터 제거될 수 있다.

[0099] 따라서, 본 설명에서, 예를 들어, 전도성 열 전달을 통해, 가열 장치(62, 64)를 프레스 플레이트(36, 38)에 직접 통합함으로써, 워크피스(50) 내의 열 분포의 균일성이 어떻게 개선될 수 있는지 및/또는 워크피스(50)을 가열하는데 필요한 시간이 어떻게 단축될 수 있는지에 관하여, 개별적으로 서로 결합될 수 있는 특정 특징들을 포함하는 다수의 예를 들어 기능적 솔루션을 제시할 수 있었다. 또한, 이전에는 낮은 온도 범위가 요구됨으로 인해 이 공정에 개방되지 않았던 재료들도 이제 확산 접합을 이용하여 가공될 수 있다.

[0100] 세라믹 또는 다른 가열 재료로 만들어질 수 있는 하나 이상의 가열 요소(74, 74a, 74b, 74c)에 의한 프레스 플레이트(36, 38)의 전도 가열이 이 목적에 유리하다는 것이 입증되었다. 가열 장치(62)는 바람직하게는 전기적으로 절연된 방식으로 통합된 전기 저항 히터이다. 환상 가열 장치(14)는 컴포넌트(50)의 가장자리와 모서리에서 온도를 균등화하기 위해 지지부에 제공될 수 있다. 이러한 지지부 또는 환상 가열 장치는 수직으로 이동될 수 있다. 이 지지부 가열 장치는 필요한 경우 다양한 온도 구역으로 분할될 수 있다. 필요한 경우, 수냉식 압력 분배 플레이트(36, 38)가 사용될 수 있다. 예를 들어, 구리 스트립(112)를 통해 가요성 히터 연결(100)이 실현될 수 있다.

[0101] 한 가지 목표는 대형-포맷 컴포넌트(아마도 DIN A3 포맷보다 더 클 수 있음)의 확산 본딩을 보다 효율적으로 만드는 것이다. 효율은 용접 사이클당 에너지 소모량 및 접합 사이클의 지속시간을 나타낸다. 이것은 전도를 통해, 즉, 접촉 가열을 통해 접합될 컴포넌트들을 가열함으로써 달성될 수 있다.

[0102] 적층 구조 방법으로 인해 설계 측면에서 자유도가 증가함에 따라, 이전의 컴포넌트 볼륨 크기를 확대하고자 하는 요구도 존재한다. 최근 수 년 동안 파우더 베드 시스템(powder bed system)의 빌드 볼륨 또한 증가하여 현재 500×280×850㎣ 크기의 시스템이 상업적으로 이용 가능하지만, 빌드 레이트(build rate)는 여전히 낮으며, 그것이 금형과 같은 대형 컴포넌트인 경우 특히 그러하다. 대안의 적층 빌드업 공정은 전기 아크 및

필러 재료로서 와이어를 사용하는 지향성 에너지 증착(DED: directed energy deposition)을 이용한 재료 증착법이다. 시간당 수 킬로그램 범위의 높은 빌드업 속도가 가능하다. 그러나, 여기서의 단점은 내부 채널을 생성할 가능성이 충분하지 않다는 것이다. 이론적으로, 이것은 실행 가능하지만, 치수 정확도 및 치수 안정성은 현재까지 냉각 채널에 대해서만 충분한 정도이다. 플라스틱 매스(mass)의 분배 또는 열교환기 구조체와 같은 기능은 현재 실행 가능하지 않다. 따라서, 확산 본딩은 오늘날 이러한 컴포넌트에 이미 사용되고 있다. 현재 시중에서 이용 가능한 프레스 플레이트에 대한 확산 본딩 시스템의 크기 스케일링은 1미터 초과의 범위 이내이다.

[0103] 본 설명의 한 가지 목적은 확산 본딩을 위한 가열 개념에 대한 설계 경계 조건을 개발하고 정교화하여 컴포넌트로의 열 입력을 균일하게 하고, 가능하다면 접촉 가열, 즉 열 전도를 통해 이것을 실현하는 것이었다. 목적은 예를 들어 최대 900℃의 공정 온도 및 동적 힘 적용의 가능성을 달성하는 것이다. 더 나아가, 이 시스템은 고진공로(high-vacuum furnace)에서 사용하도록 설계된 것이다. 전도 가열은 진공에서 발생하는 복사에 의한 손실 및 방출 의존적 열 전달을 방지하여, 대체로 플레이트 형상인 접합 부품으로의 에너지 입력이 상당히 더 효율적이고 균일하며 빠르다. 그 결과, 확산 본딩 동안의 에너지 효율을 크게 높이고 사이클 시간을 상당히 단축할 수 있는 가열 시스템이 달성된다. 이것은 확산 본딩 접합 공정의 비용을 상당히 절감하고 컴포넌트 품질을 향상시키며 이 공정의 경쟁력을 높인다.

[0104] 특히 중요한 것은 접합될 컴포넌트(50)의 열 전도 또는 가열이다. 특히, 접합 온도가 1,000C 미만인 비철 금속의 경우, 진공에서 열 복사에 의한 이전에 확립된 가열은 비효율적인 공정이다. 낮은 방사율로 인해, 매우 낮은 가열 속도만 가능할 뿐이며, 이는 사이클 시간 및 프로세스 비용에 부정적인 영향을 미친다. 프레스 플레이트(36, 38)를 통한 열 전도에 의한 직접(전도성) 컴포넌트 가열은 컴포넌트(50)로의 에너지 입력을 가속화하고 동시에 플레이트 형상의 컴포넌트의 가장 큰 표면에 걸쳐 열이 균일하게 도입되므로 더 균일한 온도 분포를 가능하게 하지만, 종래의 가열은 본질적으로 바깥쪽 가장자리를 통해 수행되어 경로 길이로 인해 컴포넌트의 바깥쪽과 중앙 사이에 구배(gradient)가 발생하고, 이는 대기함으로써(이는 사이클 시간을 늘림) 균등화되지 않으면 복합 형성물의 품질 차이를 유발한다.

[0105] 프레스 플레이트 표면의 크기는 유리하게는 적어도 300×500mm 이상일 수 있다. 시스템(1)의 주기적 부하 용량은 바람직하게는 0.1Hz 이상, 또는 심지어 0.5Hz 이상, 또는 심지어 1Hz 이상이다. 적어도 $10^{-5}$ mbar의 미세 진공 또는 고진공에서의 동작이 유리하다. 시스템 측에서 7N/mm² 이상의 전달 가능한 표면 압력 이 달성될 수 있다. 예를 들어, 프레스 플레이트(36, 38)를 사용하여 컴포넌트(50) 상에 적어도 0.1MPa(바람직하게는 적어도 0.5MPa)의 표면 압력이 달성될 수 있다. 예를 들어, 표면 압력은 최대 50MPa, 아마도 최대 40MPa까지 달성될 수 있다. 대안으로서 또는 부가적으로, 1톤 이상의 힘이 프레스 플레이트(36, 38)를 통해 컴포넌트(50)에 가해질 수 있으며, 이 경우 이 시스템은 PAB(power-assisted brazing)에도 사용될 수 있다. 바람직하게는, 5톤 이상의 힘이 프레스 플레이트(36, 38)를 통해 컴포넌트(50)에 가해질 수 있다. 필요한 경우, 프레스 플레이트(36, 38)를 통해 컴포넌트(50)에 가해지는 힘은 최대 5,000톤, 예를 들어 최대 4,000톤일 수 있다. 0.1MPa 미만의 낮은 표면 압력 또는 1톤 미만의 힘의 적용은 본 출원의 목적을 위한 압착력 또는 압착력의 적용인 것으로 이해되지 않는다. 예를 들어, 웨이퍼 본딩, 즉 반도체 보드의 접합을 위한 공정은 본 출원의 의미 내에서는 프레싱 공정이 아니다. 그보다는, 본 출원의 의미 내에서 확산 본딩 또는 가압 솔더링(force-applied soldering) 분야는 앞서 언급한 비교적 고압 체제에 속한다.

[0106] 시스템 측에서 확산 본딩 공정에 대해 3가지 주요 요인(즉, 접합이 이루어지는 분위기, 힘이 가해지는 방식, 가열 개념)이 중요하다. 이 프로세스와 더불어, 컴포넌트의 형상도 고려되는 경우, 시스템 개념, 즉 용접 시스템의 설계도 고려되어야 한다. 이론적으로, 진공에서 접합될 컴포넌트들은 열 복사, 레이저 또는 전자 빔, 대류, 직접 저항 가열, 유도, 열 전도(전도) 또는 이들의 개별 변형들의 조합을 통해, 다양한 방식으로 가열될 수 있다. 빔 기반 공정(레이저 또는 전자 빔)은 회전 대칭인 소형 부품에 특히 적합하지만, 시스템에 추가적인 축(워크피스를 회전시키기 위한 회전 축)이 제공되어야 한다는 단점이 있다. 접합될 컴포넌트에 직류를 인가하면 직접 저항 가열을 야기하지만, 전기적 변수들로 인해 컴포넌트 크기가 또한 제한된다. 직류를 펄스형 전류 흐름으로 대체하면, 더 큰 전류가 변환될 수 있다. 이 경우, 플라즈마 스파크 소결에 비견되는, 스파크오버(sparkover)가 또한 발생한다. 컴포넌트를 통과하는 직류 전류 흐름으로 인해, 전기 전도성 재료만이 접합될 수 있으며, 특히 대형 컴포넌트의 경우 전기장의 균일한 분포가 보장되어야 한다. 유도 가열은 특히 역사적으로 훨씬 더 자주 사용된다. 여기서, 열은 컴포넌트 표면 영역에서 직접 생성되어 해당 컴포넌트를 빠르게 가열한다. 대량 생산을 위한(예컨대, 연간 310만 유닛의 생산 수치를 갖는 밸브 디스크 시일링 링을 위한) 확산 본딩 시스템은 이미 1970년대에 유도 가열을 채택했다. 침투 깊이는 주파수 또는 전류와 같은 파라미터의 설정을 통해 조정될 수 있다. 그러나, 컴포넌트-인덕터 거리 또는 인덕터의 형상 또한 열 입력 및 컴포넌트 내의 온도

분포에 영향을 준다. 단점은 최적의 가열을 위해 인덕터가 컴포넌트 형상에 맞게 조정되어야 한다는 것과 모든 재료들이 유도 가열될 수 있는 것은 아니라는 점이다. 그럼에도 불구하고, 유도 가열은 예를 들어 얇은 컴포넌트 형상에 적합하다.

[0107] 그러나, 컴포넌트 치수 측면에서 현재 트렌드는 적어도 두 공간적 방향에서 큰 치수를 가진 단단하고 평평한 컴포넌트, 예를 들어 플레이트 열 교환기 또는 사출 몰드를 향하고 있다. 이러한 이유로, 최신 세대의 확산 본딩 시스템은 일반적으로 "로 원리(furnace principle)"에 따라 설계된다. 이것은 진공로 시스템이 용접 시스템을 위한 기반을 형성하고, 그 안에 "프레스 시스템"(20)도 통합되어야 한다는 것을 의미한다. 가열은 열 복사를 통해, 가장 빈번하게는 저항 가열 요소를 통해 이루어진다. 적외선 라디에이터(infrared radiator)는 소형 부품에도 사용될 수 있다. 진공 상태에서는 대류가 존재하지 않으므로, 열 전달은 가열 요소와 컴포넌트 간의 복사 가열로 제한된다. 복사 가열에 영향을 미치는 주요 요인은 컴포넌트 표면의 상태에 따라 달라지는 열 복사 흡수 정도이다. 주어진 파장에서 복사 흡수와 방출이 서로 대응한다는 것을 명시하는 키르히호프의 복사 법칙에 따라, 종종 방출률만 규정된다.

[0108] 몰리브덴은 공기 중에서 및 진공에서 가열 요소 재료로서 간주될 수 있다. 몰리브덴 상의 산화물 층은 진공에서 용해되므로, 진공에서 높은 수준의 방사율이 달성되며, 이것이 이 재료가 히터에 사용되는 이유이다. 더욱이, 접합될 컴포넌트들의 2가지 일반적인 재료 그룹에는 알루미늄 및 강철이 포함된다. 정제된 강철은 비교적 높은 방사율을 갖는다. 이것은 온도에 의존하며 온도에 따라 증가한다. 이에 비해, 알루미늄에 대한 값은 상당히 낮다. 세척된 알루미늄은 매우 낮은 값을 갖는 반면, 산화된 알루미늄 표면은 강철의 값보다 단지 2 내지 3배 낮은 값을 갖는다. 복사 기술의 관점에서, 산화된 표면은 열 복사의 흡수와 관련해서는 최적이지만, 확산 본딩의 관점에서는 산화물 층이 확산 장벽을 나타내기 때문에 최적이 아니다. 구리 재료는 알루미늄과 유사하게 거동한다. 이것은 복사로만 열 전도성이 높은 재료를 가열하는 것이 용접 공정에 충분하지 않을 수 있음을 의미한다. 환경과 반응하는 경향이 낮은 재료의 경우, 순수한 복사 가열에 추가하여 작업 챔버 내의 분압을 통한 열 전달이 증가될 수 있다(추가적인 대류 성분 포함). 알루미늄과 티타늄 합금의 경우, 가스(예컨대, 산소/질소)에 포함된 불순물이 표면과의 반응을 야기하고 층의 형성을 야기하는데, 이는 확산을 방해하는 효과를 가지며 기계적-기술적 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

[0109] 위에서 설명한 가열 개념의 다른 불리한 양태는 컴포넌트의 온도 균일성이다. 이론적으로, 열은 항상 컴포넌트 표면을 통해 전달되고 그 곳에서부터 열 전도에 의해 컴포넌트 내부로 전도된다. 따라서, 가열하는 동안 컴포넌트(50) 내부에 온도 구배가 형성되며, 이는 불균일한 팽창 및 내부 응력을 야기한다. 접합될 재료의 열 전도도에 따라, 열의 빌드업 및 컴포넌트 표면의 과열을 방지하기 위해는 그에 상응하게 가열 속도를 느리게 하여 이러한 상황에 대응해야 한다. 재료와 더불어, 컴포넌트의 종횡비가 여기서 중요한 역할을 한다. 위에서 설명한 개념들은 주로 컴포넌트의 측면을 통해 열 입력을 실현한다. 이것은 플레이트 형상의 컴포넌트의 경우 최대 열 전도 경로를 의미한다. 그러나, 낮은 종횡비를 갖는 이러한 컴포넌트 형상은 현재 점점 더 수요가 많아지고 있다(플레이트 열 교환기, 금형 인서트 등). 따라서, 베이스 및 상면을 통한 열 입력은 전도 경로를 단축시키고 따라서 더 높은 가열 속도를 가능하게 한다.

[0110] 확산 본딩 시스템을 위한 프레스 플레이트는 컴포넌트에 압착력을 도입하고 그 힘을 컴포넌트 또는 접합면에 걸쳐 가능한 한 균일하게 분배하는 작업을 수행한다. 이것은 먼저 낮은 탄성 계수 및 충분한 압축 및 굽힘 강도와 같은, 플레이트(36, 38)의 기계적 특성에 대한 기본적인 요구사항을 야기한다. 고진공로 시스템에서 사용되기 때문에, 이러한 특성들은 적용 온도의 전체 범위에서 보장되어야 한다. 더욱이, 프레스 플레이트 재료는 진공(높은 증기압)에서 사용하기에 적합해야 한다. 이와 더불어, 에너지 관점에서 볼 때 프레스 플레이트는 공정 동안 가열되어야 하고 다시 냉각해야 하는 데드 매스(dead mass)를 나타내기 때문에, 이상적인 프레스 플레이트 재료는 낮은 비열 용량을 가져야 한다. 다른 요구사항은 압력 임계값 범위 내의 동적 부하 하에서의 피로 강도이다.

[0111] 금속 재료 분야에서, 티타늄-지르코늄 강화 몰리브덴(TZM)은 좋은 시작점이며 진공로 시스템의 가열 영역에서 부하-베어링 요소로서 많은 영역에서 사용된다. 이것의 열적 및 기계적 특성과 더불어, 이것의 가공 중 거동은 CrNi 강철의 거동과 유사하다. 따라서, TZM도 본 설명과 관련이 있다. TZM의 단점은 그것의 비교적 높은 밀도(10.2g/㎤), 높은 열전도도 특성 및 높은 생산 관련 비용이다.

[0112] 모든 세라믹 프레스 플레이트는 기계적 관점에서 볼 때 이상적인 프레스 플레이트 재료이다. 예를 들어, 실리콘 카바이드 세라믹은 350 내지 450 GPa의 높은 탄성 계수 및 2500 Mpa를 초과하는 압축 강도를 가지고 있어 매우 치수 안정적인 재료이다. 세라믹의 주요 단점은 소결 상태에서 가공하는데 드는 높은 비용이다.

[0113] 내열강 1.4828과 같은 강철 재료가 프레스 플레이트 재료로서 고려될 수 있다. 그러나, 원하는 적용 온도(900℃)에서 5N/㎟ 미만의 낮은 크립 파단 강도는 제외 기준이다.

[0114] 앞서 언급한 것들에 대한 대안은 세라믹 기반 섬유 복합물(CMC)이다. 탄소 섬유 강화 플라스틱과 유사하게, 탄소 섬유 또는 세라믹 섬유가 세라믹 매트릭스에 매립된다. 이것은 내열성 및 압축 강도와 같은, 세라믹의 뛰어난 특성을 유지하지만, 섬유 강화물이 동적 사용에 필요한 파괴 인성(fracture toughness)을 증가시킨다.

[0115] 탄소 섬유 강화 흑연(CFC: carbon fiber reinforced graphite)은 정적 힘 적용과 함께 확산 본딩 시스템에서 사용될 수 있다. 여기에서 고려되는 다른 섬유 복합물에 비해 열 전도도가 높기 때문에, 가열 영역으로부터 더 많은 에너지가 추출된다.

[0116] 탄소섬유 강화 실리콘 카바이드는 복합 재료이다. 이 재료는 아직 확산 본딩 시스템에서 사용되지 않았다.

[0117] 산화 알루미늄 섬유 강화 산화 세라믹은 0.4~2.7 W/mK의 매우 낮은 열 전도도 및 비교적 낮은 탄성 계수(40 GPa)를 가지고 있어 우수한 단열성 및 매우 좋은 압력 분포를 이룰 수 있다. 그러나, 약 25 N/㎟ 의 낮은 압축 강도가 이 재료의 치명적 단점이다.

[0118] 가열 장치(62, 64)용 히터 재료의 일반적인 요구사항은 본질적으로 높은 전기 저항, 적용 온도를 상당히 초과해야 하는 높은 용융 온도, 및 진공 작동 시 히터 마모를 최소화하기 위한 낮은 증기압이다. 설계 관점에서 볼 때, 낮은 열 팽창 계수도 바람직하다. 금속 재료 분야에서, 몰리브덴은 텅스텐과 함께 히터 재료로서 두드러진다. 2623℃의 용융 온도, 0.056 · 10-6 - 0.452 · 10-6 Ωm(20 - 1500℃) 범위의 고유 전기 저항(specific electrical resistance), 5.8 · 10-6 K-1의 팽창 계수를 통해, 매우 높은 진공 품질로 최대 1600℃의 온도를 달성하는 것이 가능하다.

[0119] 이에 대한 대안은 니켈 기반 합금이며, 이것은 비슷한 전기 저항(예컨대, 니크로퍼(Nicrofer®)의 경우, 0.103 · 10-6 내지 0.114 · 10-6 Ωm (20 - 1000℃))과 함께 더 높은 기계적 강도 및 인성을 가진다. 그러나, 낮은 용융 온도(1370-1425℃) 및 비교적 높은 팽창 계수(16.9 · 10-6 K-1(1000℃))로 인해 적용 범위는 제한적이다.

[0120] 금속 재료 외에도, SiC와 같은 비산화물 세라믹으로 저항 가열을 실현하는 것도 가능하다. 현재 이러한 재료들은 최대 1100℃의 온도에 대한 가열 플레이트로서 상업적으로 이용 가능하며, 이는 균일한 온도 분포를 달성할 수 있게 해준다. 그러나, 높은 취성(brittleness) 및 굽힘 응력에 대한 민감성은 계획된 응용과 관련하여 치명적인 단점이다.

[0121] 흑연은 가열로 시스템을 위한 다른 대안이다. 여기서의 장점은 비교적 낮은 재료 가격 및 높은 전기 저항이다. 그러나, 증발하는 탄소가 접합될 부품을 오염시키고 재료 변형을 일으킬 수 있기 때문에, 흑연은 제한된 범위 내에서만 고진공에서 사용하기에 적합하다.

[0122] 상기 설명된 실시예들이 예시적인 것으로 이해되어야 하고, 본 발명이 이들 실시예로 한정되지 않으며, 청구항의 보호 범위를 벗어나지 않고 다양한 방식으로 변형될 수 있다는 것이 당업자들에게는 명백할 것이다.

[0123] 또한, 본 설명, 청구항, 또는 도면 등에 개시된 것이든 아니든 무관하게, 특징들이 다른 특징들과 함께 설명되어 있다 하더라도 본 발명의 필수 구성요소를 개별적으로 형성한다는 것 또한 명백하다. 모든 도면에서, 동일한 부재번호는 동일한 대상을 나타내므로, 하나의 도면에서만 언급되거나 또는 적어도 모든 도면과 관련하여 언급되지는 않은 대상에 대한 설명은 또한 다른 도면에도 적용될 수 있으며, 이와 관련된 해당 대상은 본 설명에서 분명하게 설명되지 않을 수 있다.

## *부호의 설명*

[0124] 1 고온 접합로

3 모터 장치

4 제1 센서 장치

5 추가 센서 장치

6 하우징(12)의 프레스 장착 영역

7 지지 프레임 요소(수평, 하부)

8 서브 구조체

9 지지 프레임 요소(수직)

10 지지 프레임 요소(수평, 상부)

11 충전 및/또는 제거 개구부

12 하우징

14 로 가열 장치

15 가열 챔버

16 단열재

18 프레스 어부트먼트

20 프레스 장치

22 압력 분배 요소

24 프레스 실린더

26 전달 피스

28 압착력 생성기

29 카운터프레싱 펀치

32 프레싱 펀치

34 워크피스 홀더

36 프레스 플레이트

37 압력 분배기

38 카운터프레스 요소

42 제2 센서 장치

44 프로그래밍 가능한 로직 컨트롤러

45 PLC, 입력 및 출력 장치를 갖는 사용자 단말

46 출력 장치

48 입력 장치

50 워크피스

54 진공 발생기(진공 펌프)

62 프레스 플레이트 내의 프레스 플레이트 가열 장치

64 워크피스 홀더 내의 프레스 플레이트 가열 장치

66, 66a 연결 돌출부, 돌출 칼라

67, 67a 접촉 립

68 파스너용 홀더

71 프레스 측 프레스 플레이트 요소

72 가열 요소 상층

72a 가열 요소(74)의 측면 인클로저

74, 74a, 74b, 74c 가열 요소

76 가열 요소 하층

76a 가열 요소(74)의 측면 인클로저

77 워크피스 프레스 플레이트 요소

78 연결 피스

80 파스너, 나사

82 타일

100 접촉 장치

102 가열 요소 클램프

104 가요성 보상 요소

106 접촉 요소

108 스터드 볼트 홀더

110 스터드 볼트

112 연결 요소, 예컨대, 구리 스트립

114 구현예

116 외부 컨택트

200 접합 공정

210 채우기

220 파라미터화

230 공정 단계

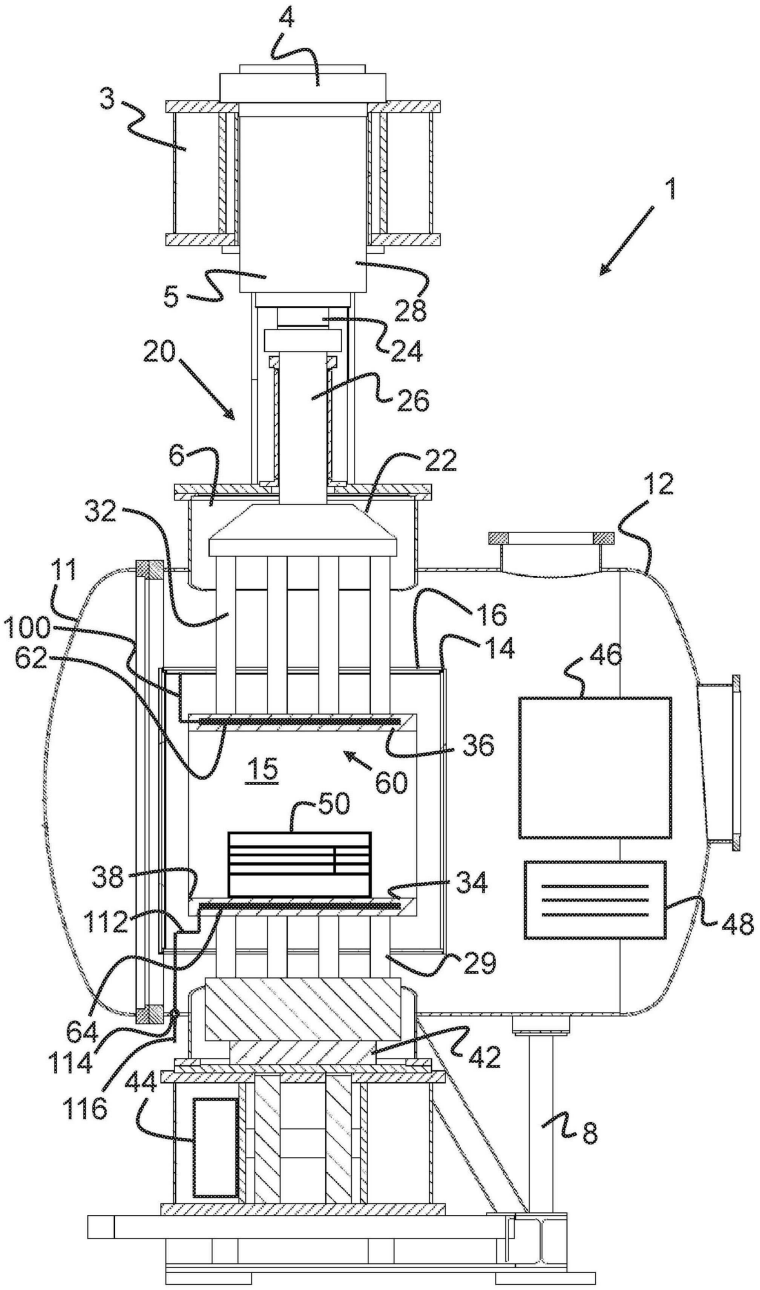
240 프레싱 또는 접합 단계

250 필요한 경우, 후처리

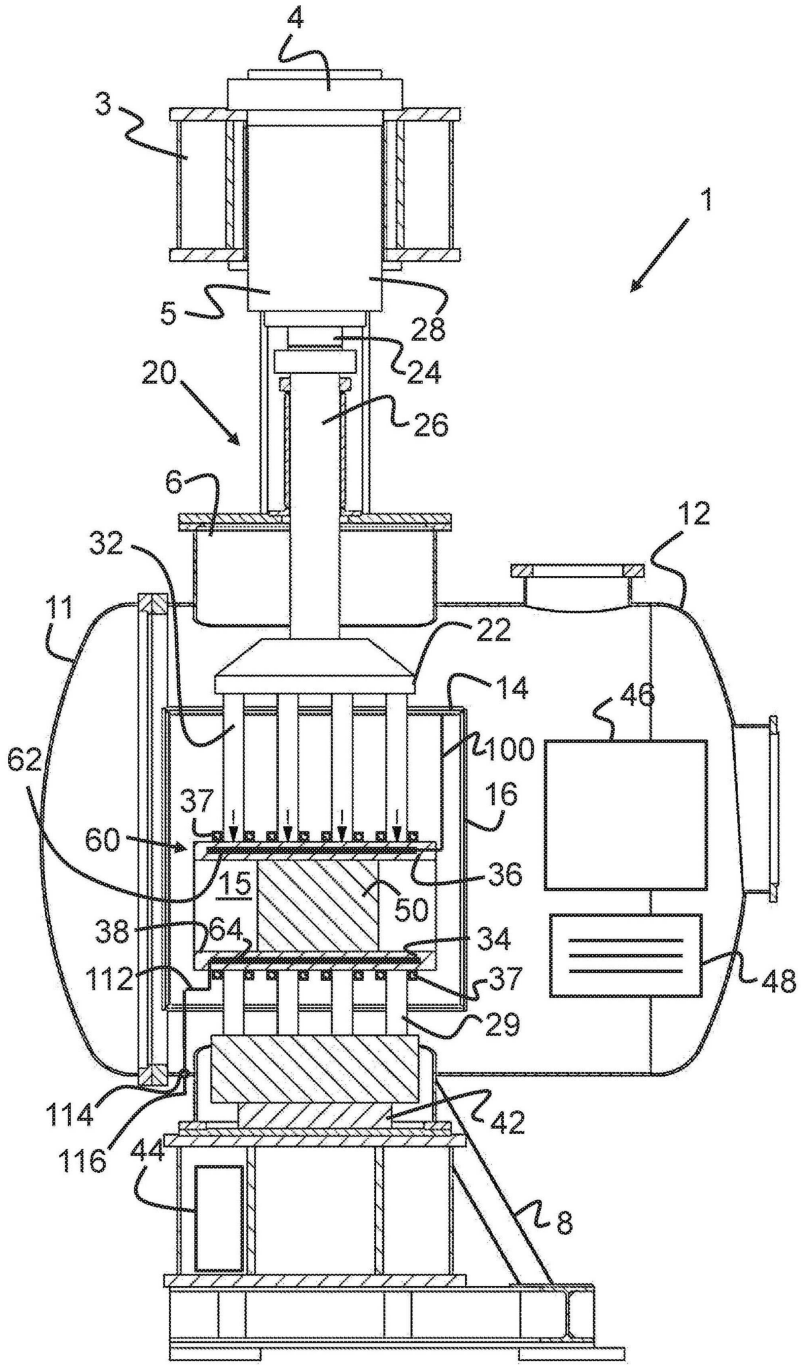
260 시스템 언로딩

도면

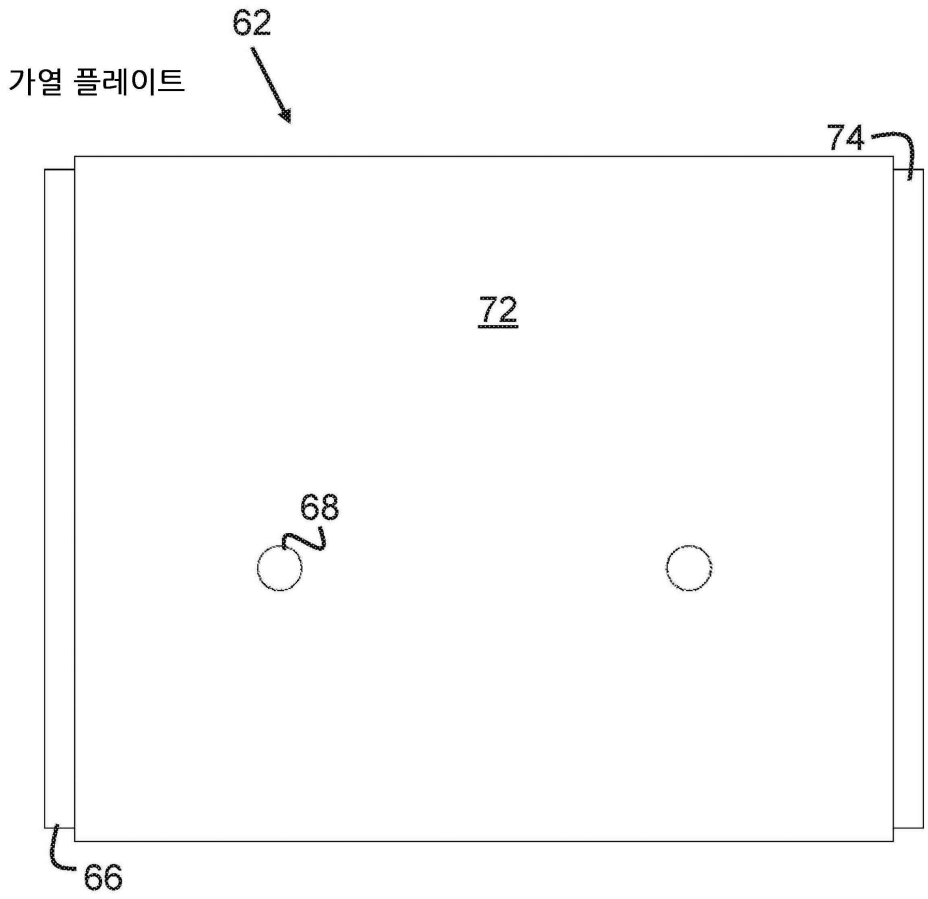
도면1


4
3
1
5
28
24
20
26
6
22
12
32
11
16
100
14
62
46
36
15
60
50
38
34
48
112
29
64
42
114
44
116
8

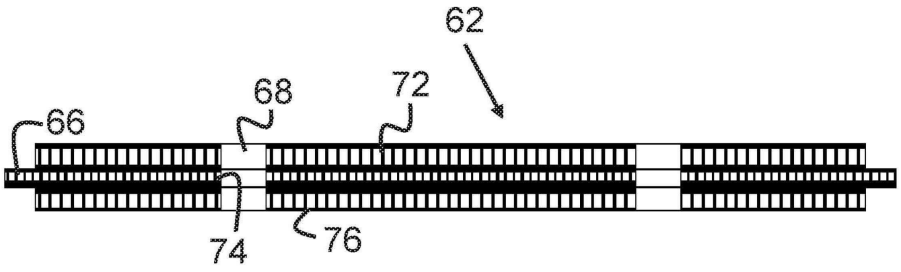
도면2


4
3
1
5
28
24
20
26
6
12
32
11
22
14
46
62
100
16
37
60
36
15
50
38
64
34
112
37
48
29
114
42
116
44
8

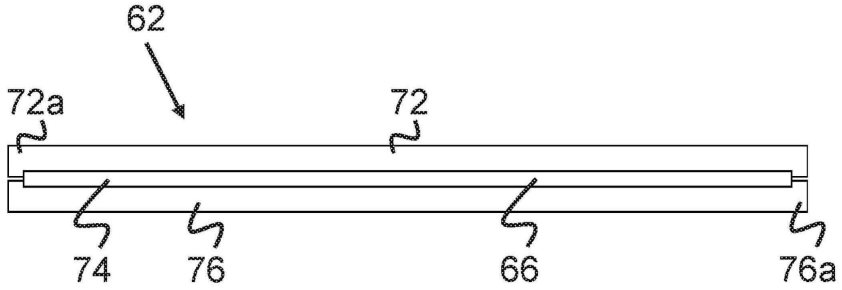
도면3



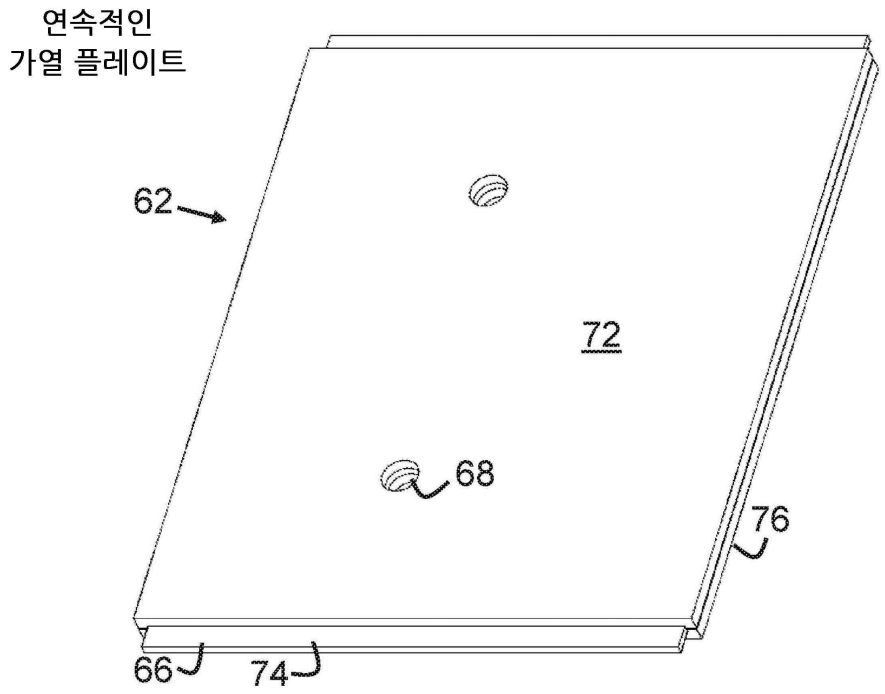

도면4



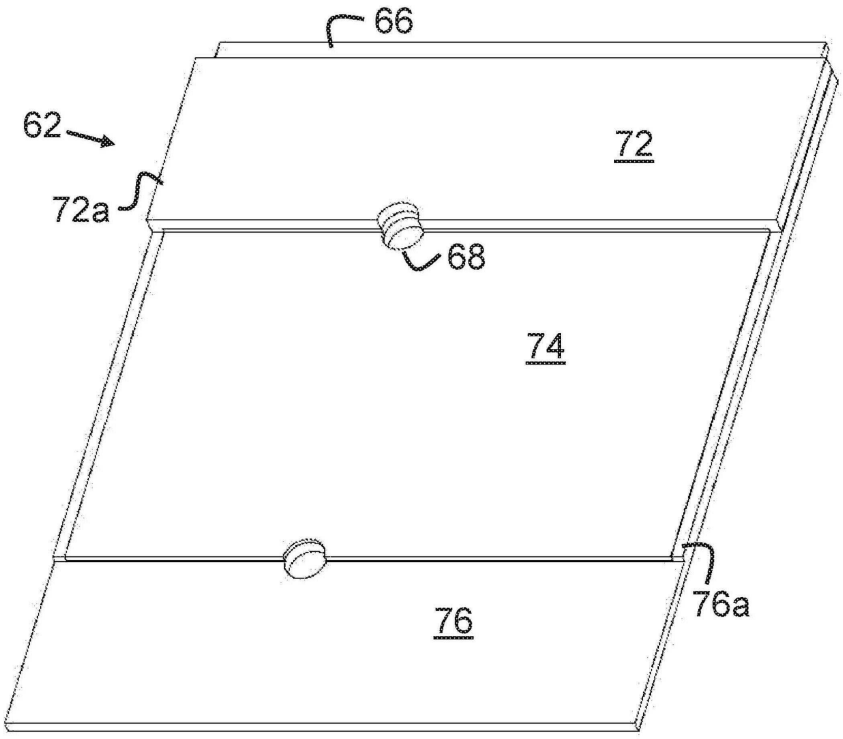

도면5



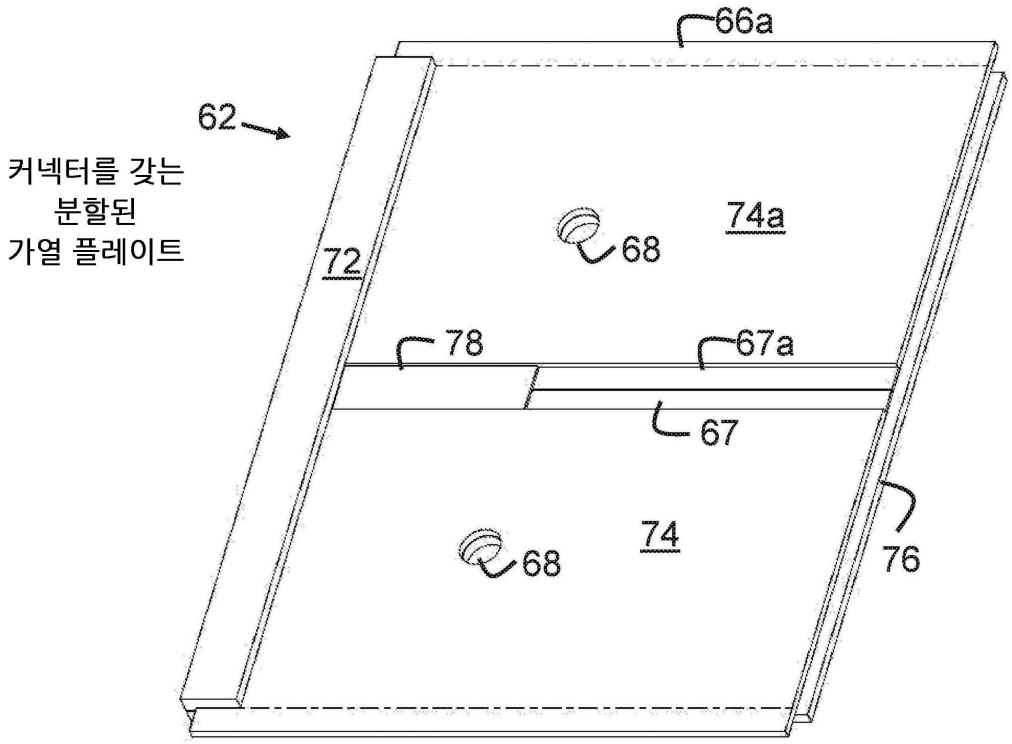
도면6



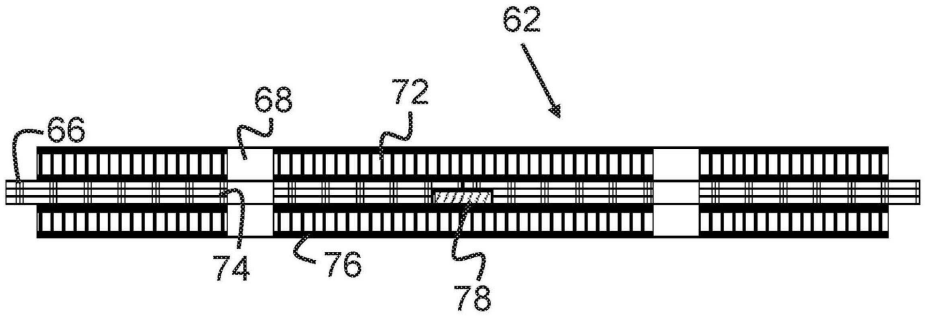

도면7



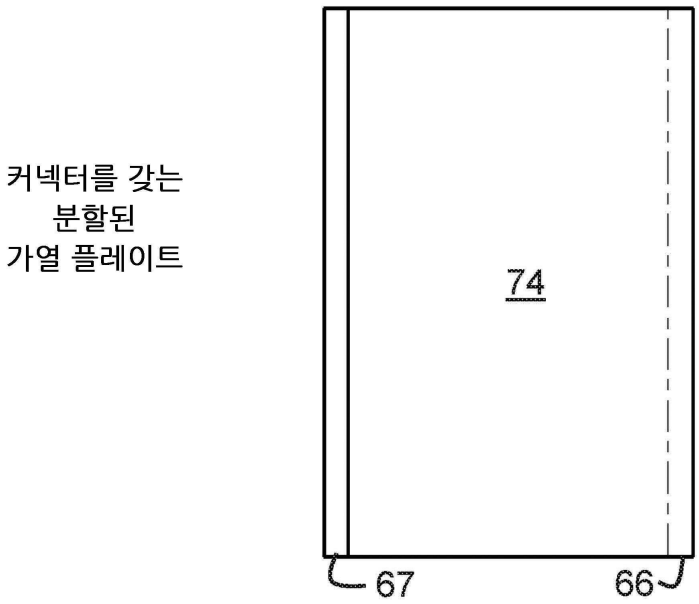
도면8


커넥터를 갖는
분할된
가열 플레이트
62
66a
72
68
74a
78
67a
67
68
74
76

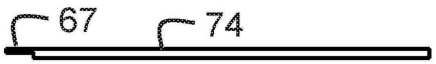
도면9


62
66
68
72
74
76
78

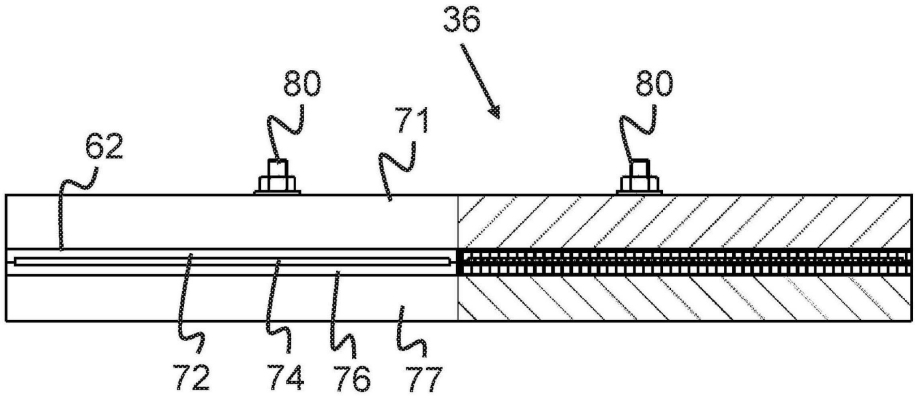
도면10



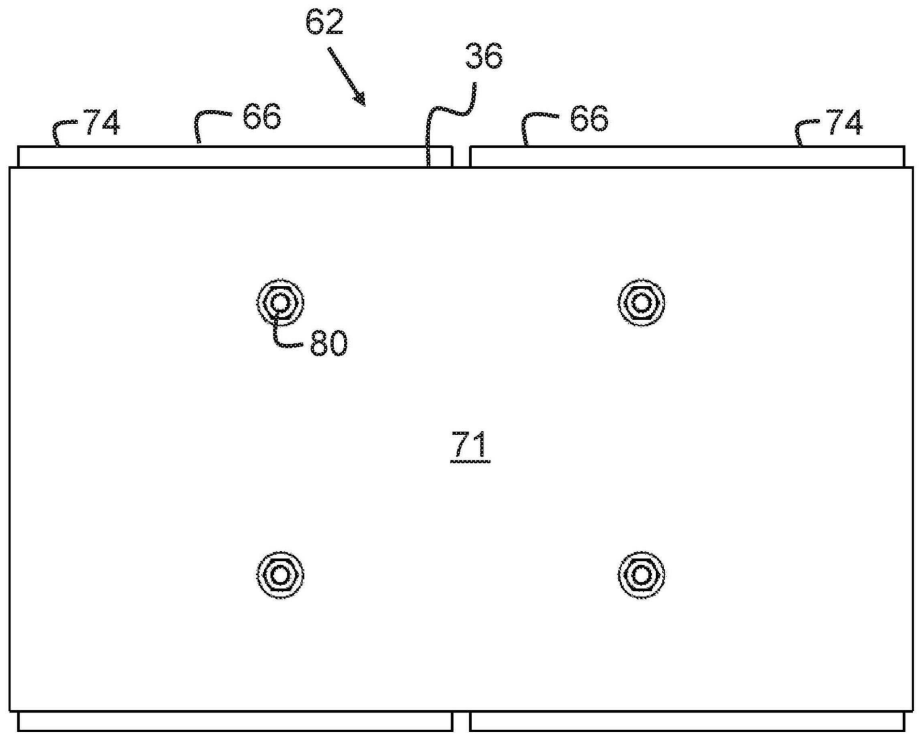

도면11



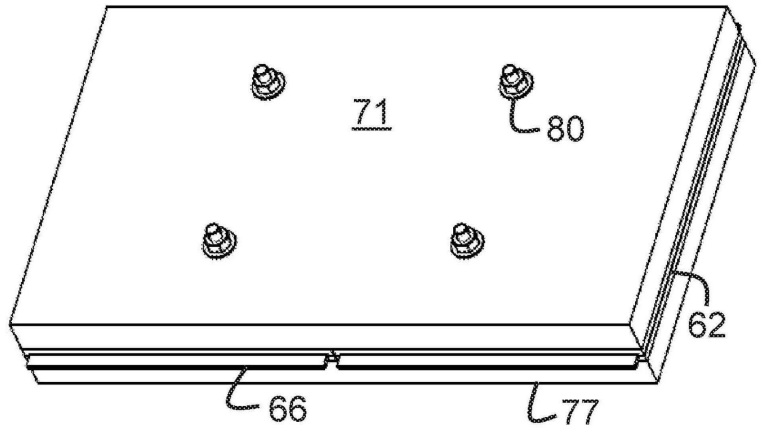

도면12



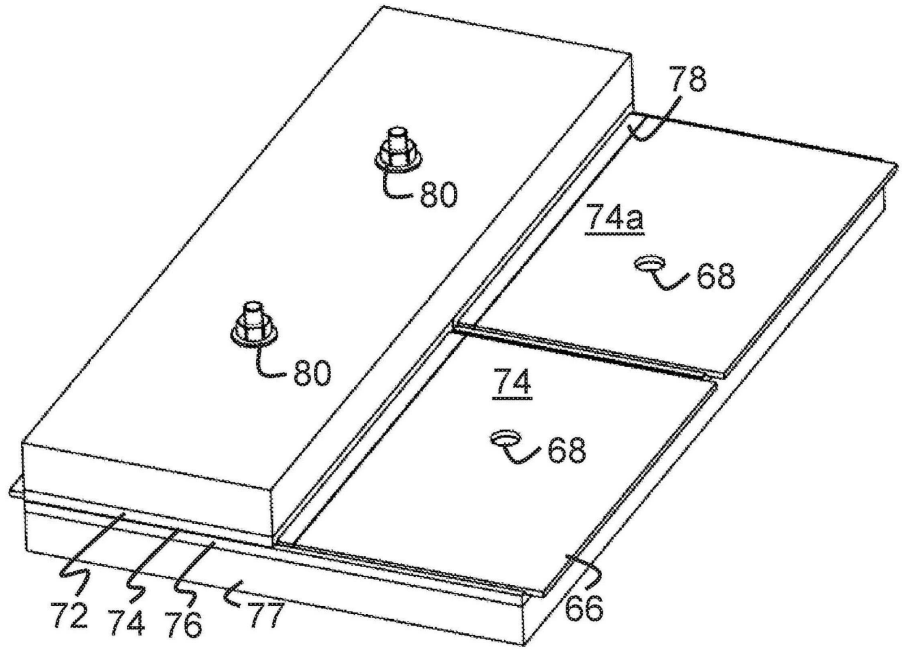
도면13



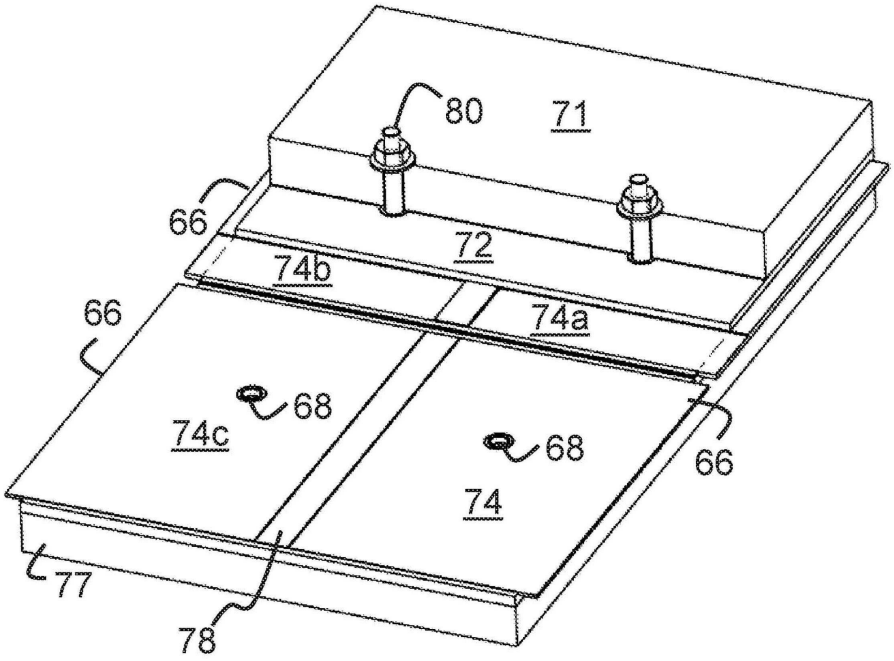

도면14



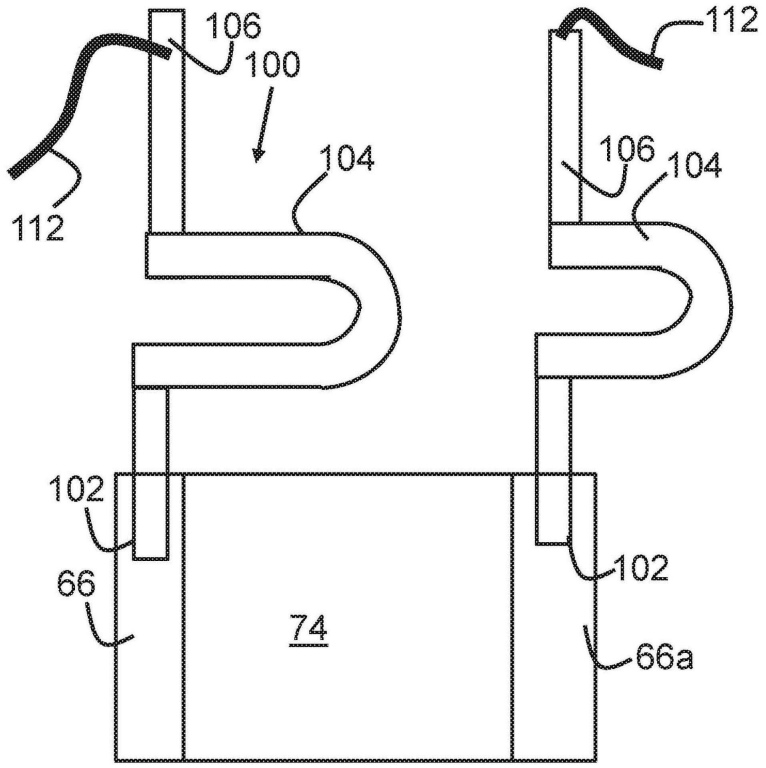
도면15


78
80
74a
68
80
74
68
72
74
76
77
66

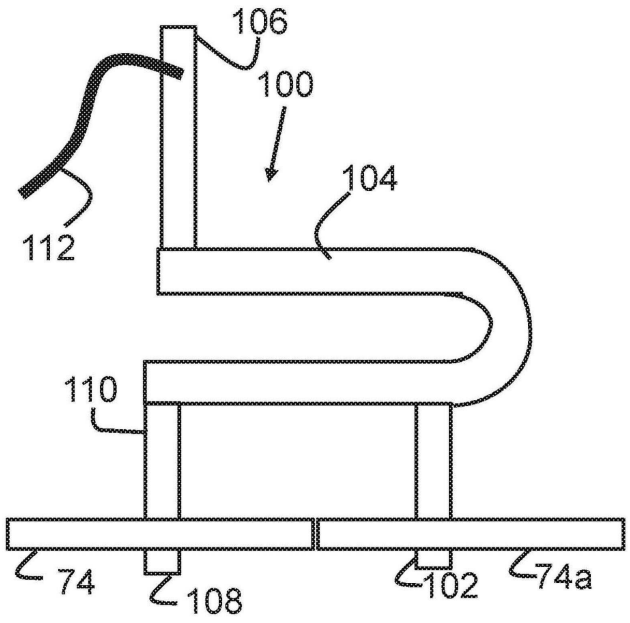
도면16


80
71
66
72
74b
66
74a
68
74c
68
66
74
77
78

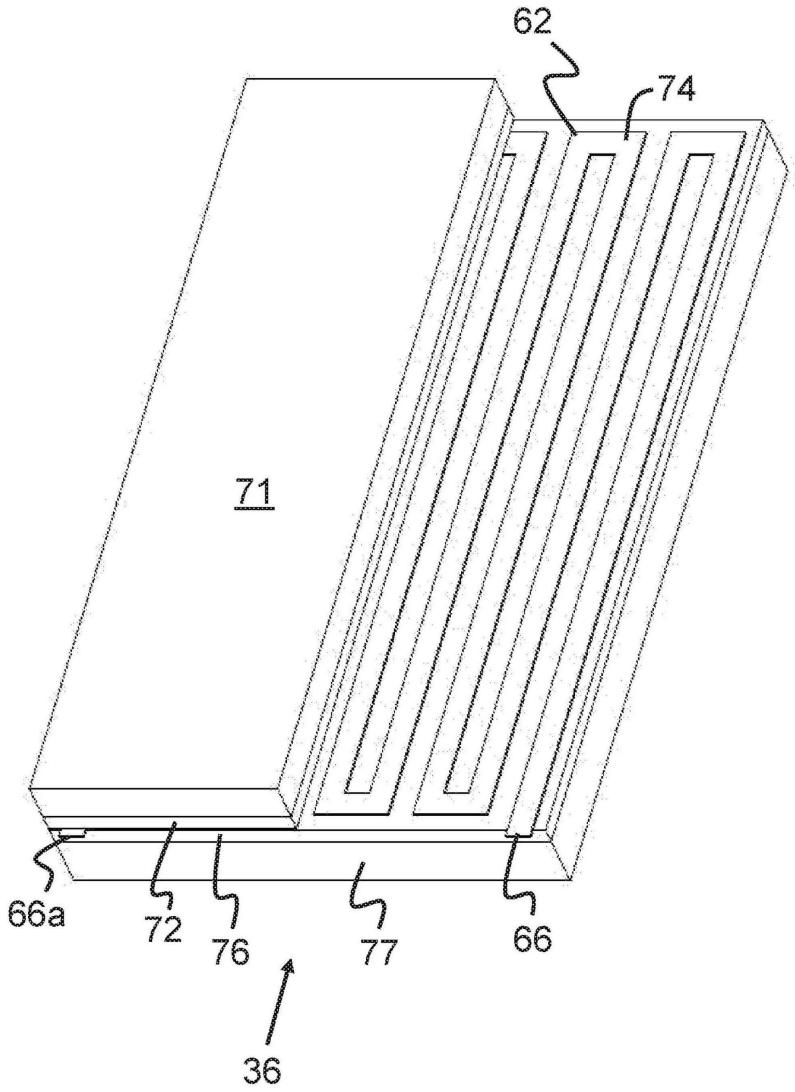
도면17


106
100
104
112
112
106
104
102
66
74
102
66a

도면18

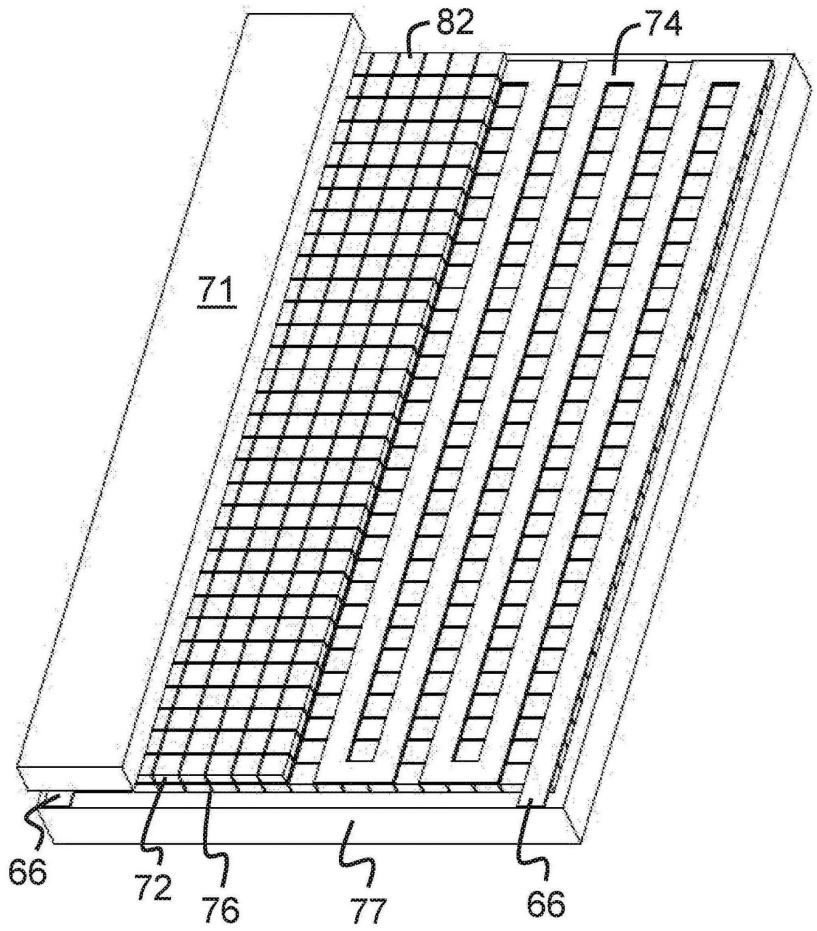

106
100
104
112
110
74
108
102
74a

도면19

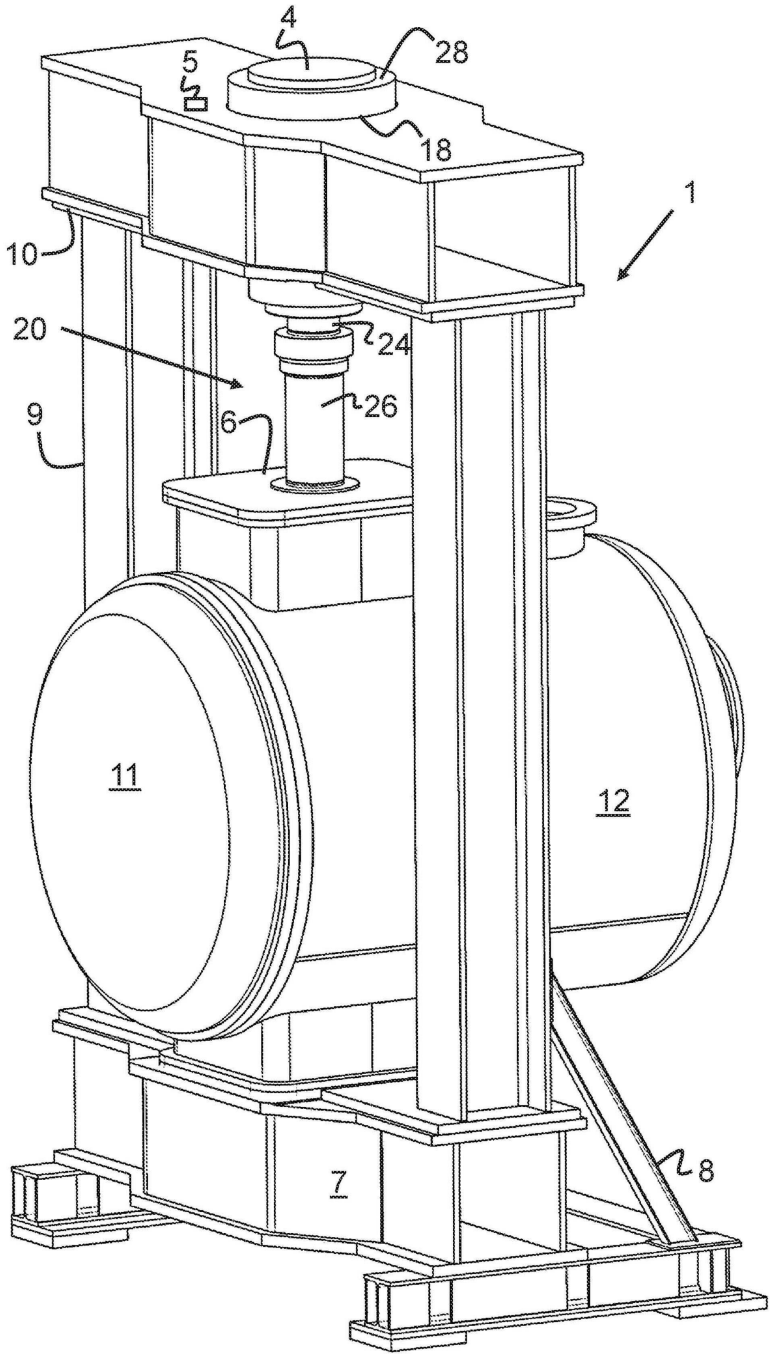


도면20

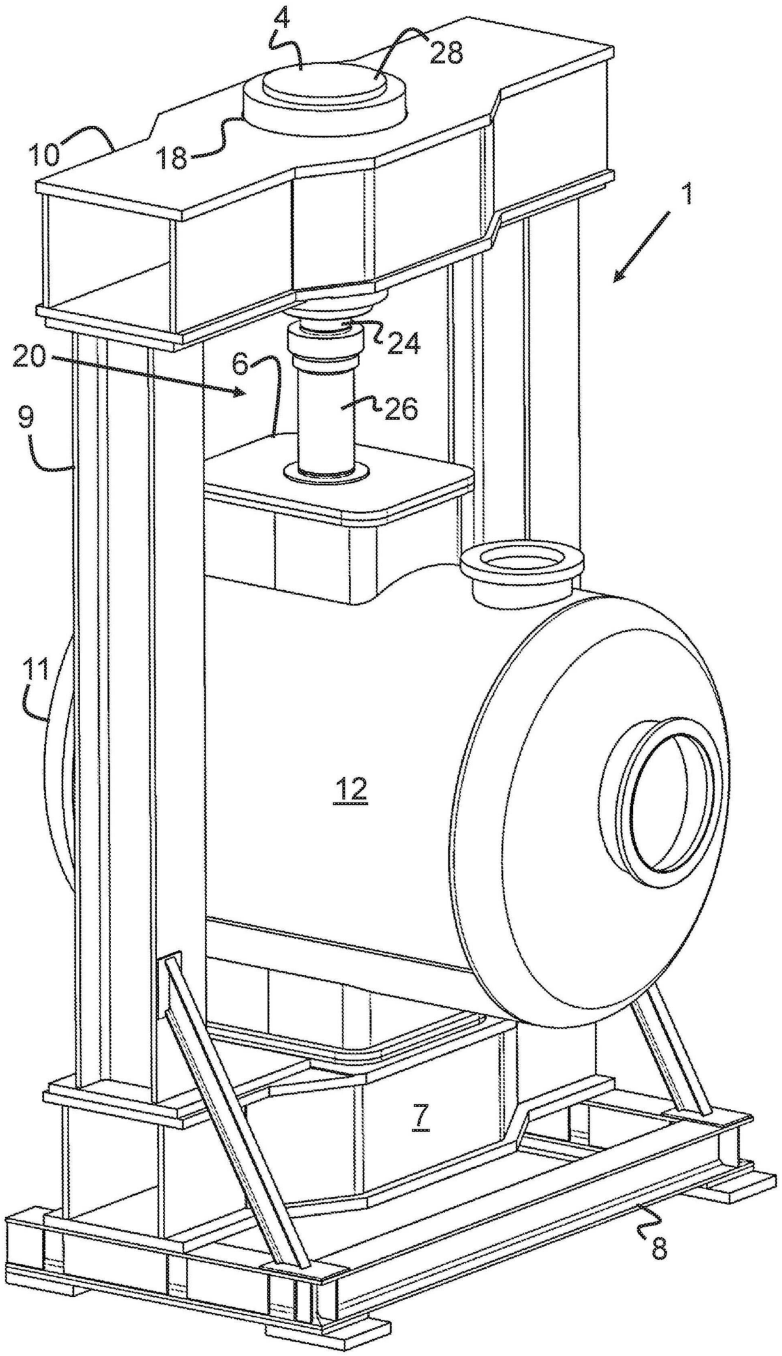
세라믹 타일



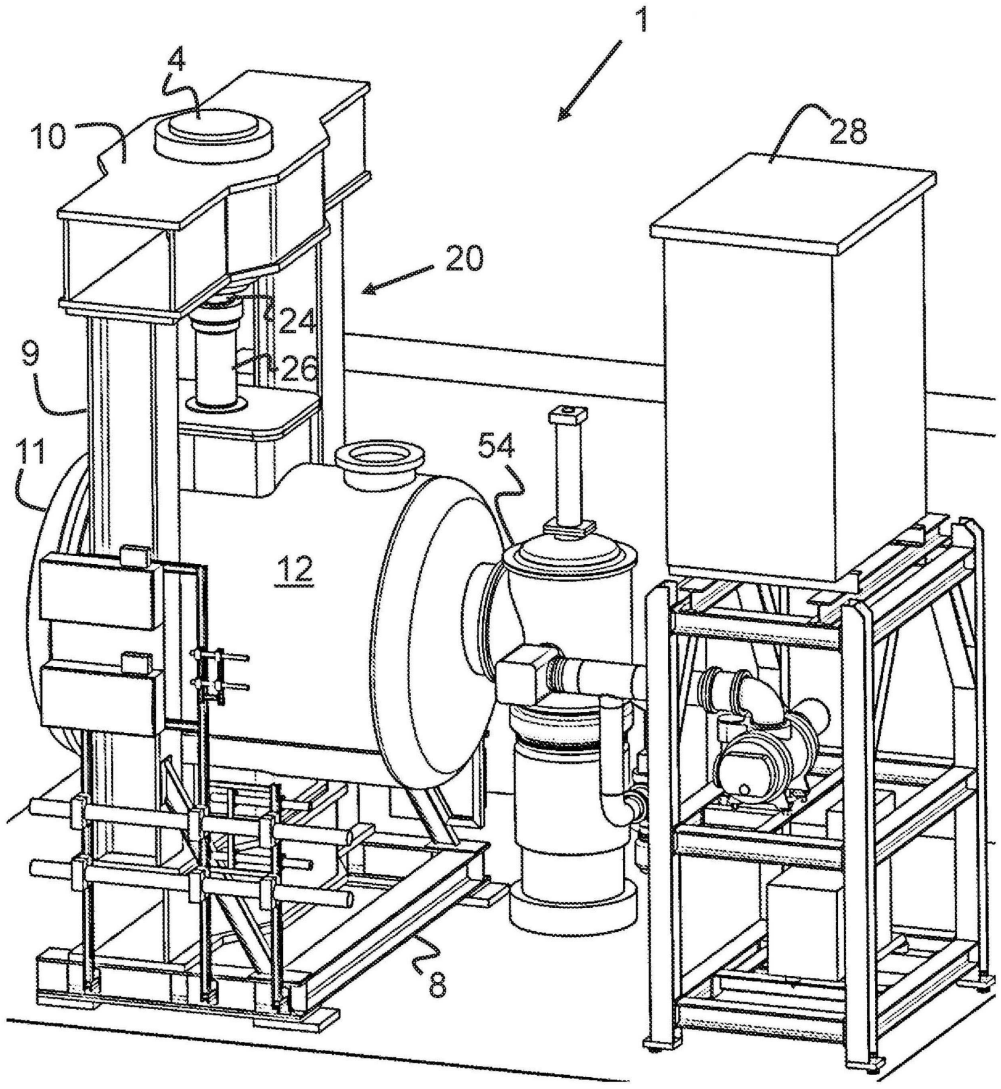
도면21



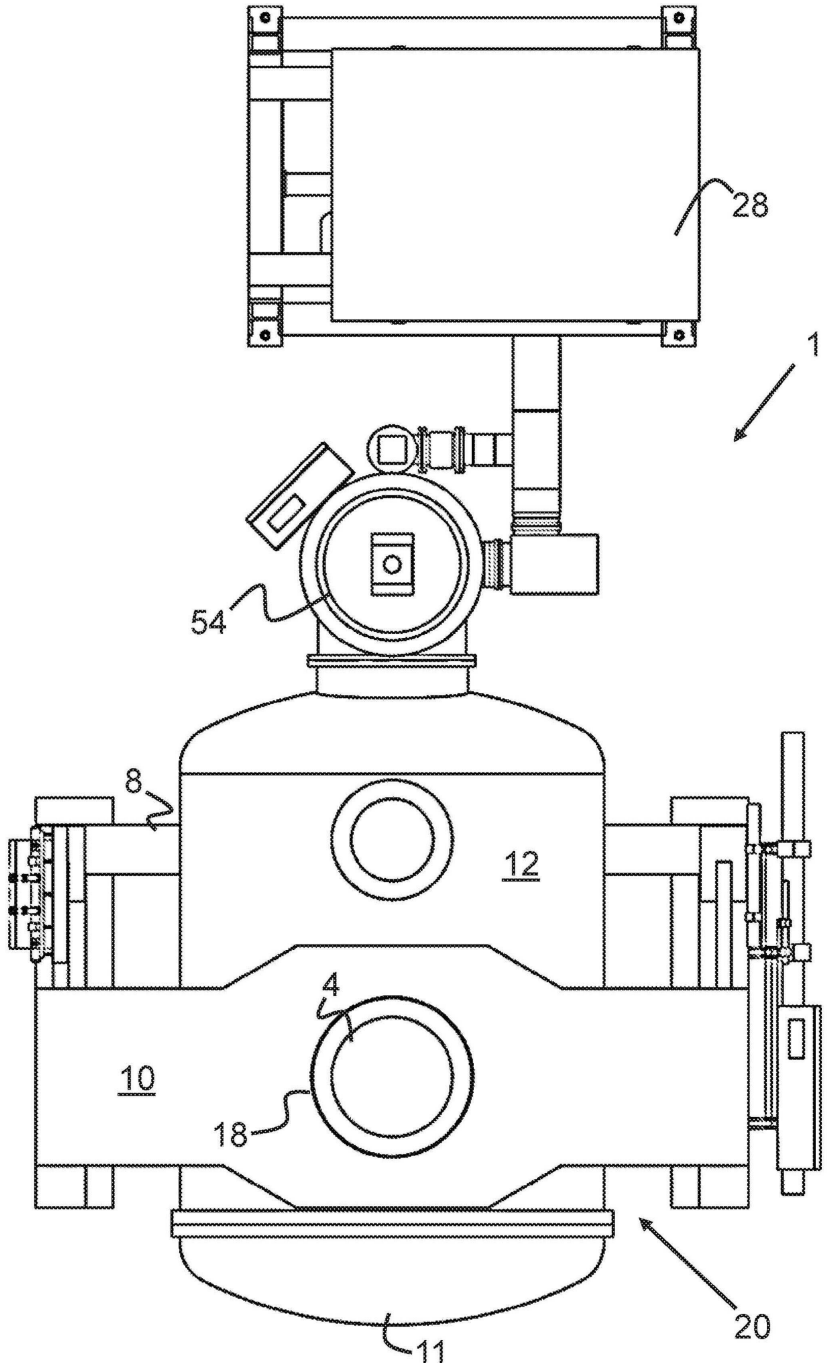
도면22



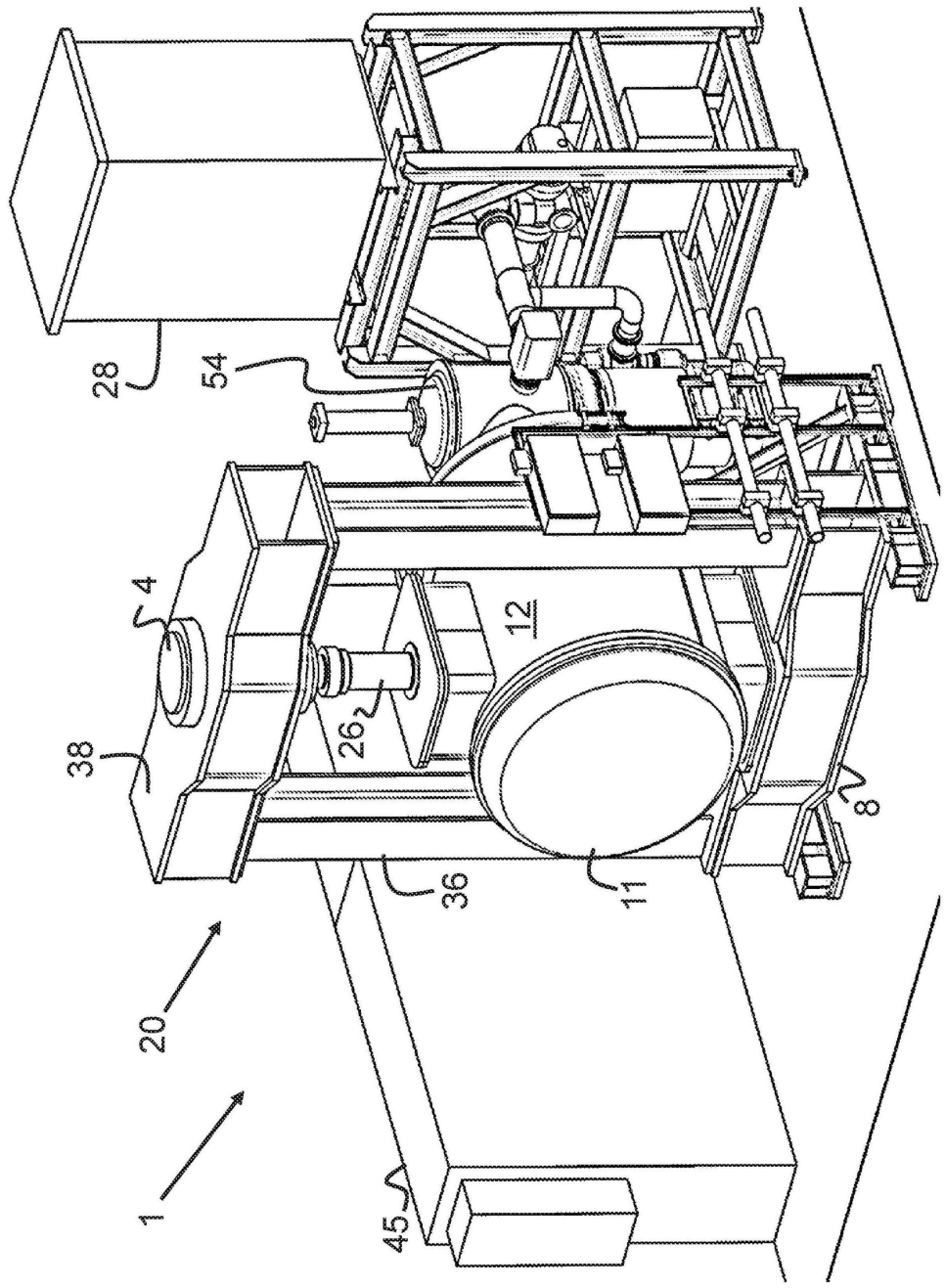
도면23



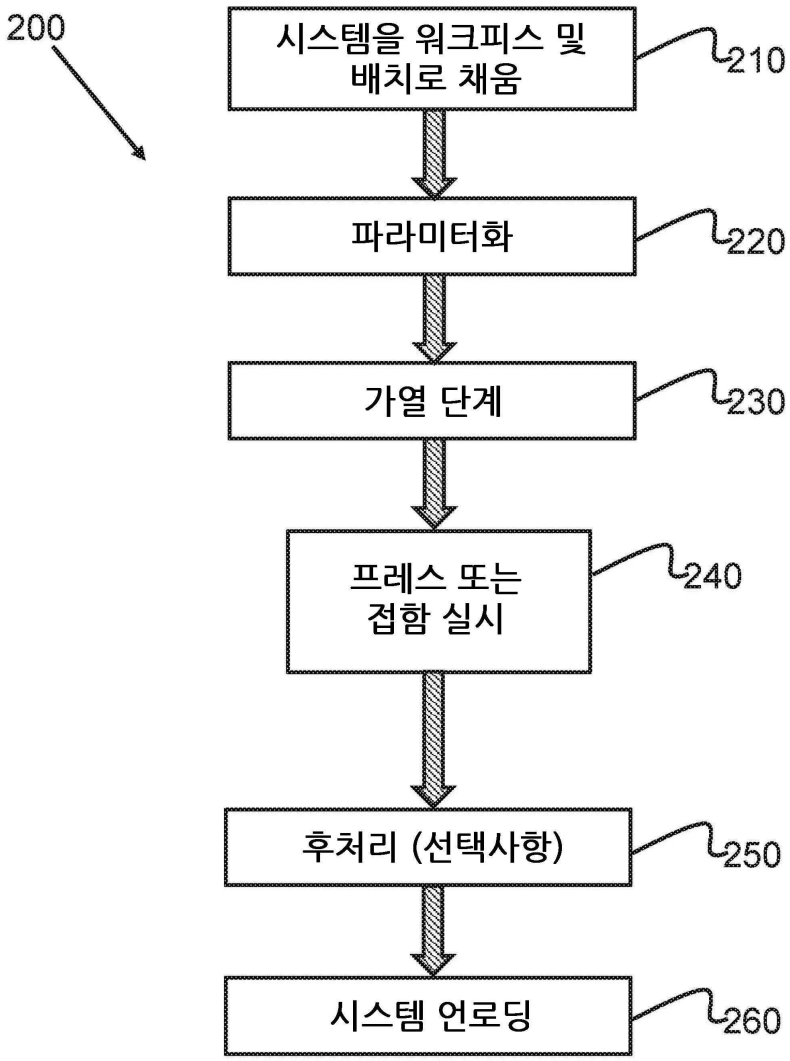
도면24



도면25



도면26


200
시스템을 워크피스 및 배치로 채움
210
파라미터화
220
가열 단계
230
프레스 또는 접함 실시
240
후처리 (선택사항)
250
시스템 언로딩
260