



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0089068
 (43) 공개일자 2015년08월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 35/645 (2006.01) *C04B 37/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C04B 35/645 (2013.01)
C04B 37/001 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7016997
- (22) 출원일자(국제) 2013년11월21일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년06월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/071119
- (87) 국제공개번호 WO 2014/081904
 국제공개일자 2014년05월30일
- (30) 우선권주장
 13/685,149 2012년11월26일 미국(US)
- (71) 출원인
코닝 인코포레이티드
 미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트
 플라자
- (72) 발명자
에디에고, 윌리엄 피터
 미국, 뉴욕 14814, 빅 플레츠, 앤틀러 로드 41
베니트, 마이클 존
 미국, 뉴욕 14830, 코닝, 아파트 204, 더블유. 월
 리암 스트리트 125
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
청운특허법인

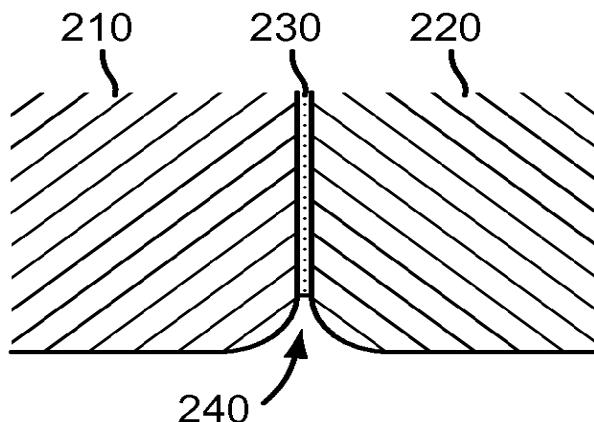
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 지르콘 기판을 결합하는 방법

(57) 요약

본 명세서에서는 접착제의 사용 없이 지르콘 기판과 같은 내화성 기판들을 결합하는 방법이 개시된다. 예시적 방법은 (a) 각각의 컴포넌트가 적어도 하나의 결합될 표면을 갖는 복수의 내화성 컴포넌트들을 제공하는 단계, (b) 각각의 결합될 표면을 200 nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기(R_a)로 폴리싱하는 단계, (c) 결합되지 않은 내화성 기판을 형성하도록 상기 결합될 표면들을 접촉시키는 단계, (d) 상기 결합되지 않은 내화성 기판을 소성하는 단계, 및 (e) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력을 가하는 단계를 포함한다. 내화성 성형체를 제조하는 방법 역시 본 명세서에서 개시된다.

대 표 도 - 도2a



(52) CPC특허분류
C04B 2235/6567 (2013.01)
C04B 2235/96 (2013.01)
C04B 2235/963 (2013.01)
C04B 2237/343 (2013.01)
C04B 2237/348 (2013.01)
C04B 2237/80 (2013.01)

(72) 발명자

카슨, 마이클 페트릭
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 신틀라 레인 웨스트 77
데이비스, 제프리 스콧
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 스워사우트 로드 1188
풀러, 마틴 허버트
미국, 뉴욕 14821, 캠프벨, 8591 스테이트 루트 415

핸슨, 벤자민 제인
미국, 뉴욕 14814, 빅 플랫츠, 우드랜드 드라이브 51
티몬스, 트레이시 린
미국, 뉴욕 14814, 빅 플랫츠, 다우닝 스트리트 2897

명세서

청구범위

청구항 1

각각 적어도 하나의 결합될 표면을 갖는 복수의 내화성 컴포넌트들을 함께 결합하는 방법으로서,

- (a) 각각의 결합될 표면을 200 nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기 R_a 로 폴리싱하는 단계;
- (b) 결합되지 않은(unbonded) 내화성 기판을 형성하도록 상기 결합될 표면들을 직접 접촉시키는 단계;
- (c) 상기 결합되지 않은 내화성 기판을 소성하는 단계; 및
- (d) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력을 가하는 단계;

를 포함하고,

여기서, 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 상기 내화성 컴포넌트들을 소결하고 표면에서 결합을 수행하는데 충분한 온도에서, 그리고 충분한 시간 동안 소성되는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 내화성 컴포넌트들은 지르콘 컴포넌트들, 알루미나 컴포넌트들, 및 전기 주조 지르코니아 컴포넌트들로 이루어진 군으로부터 선택되는 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 결합될 표면들은 100 nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기 R_a 로 폴리싱되는 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 결합될 표면들은 밀링, 그라운딩 및/또는 폴리싱되어 상기 결합될 표면들이 실질적으로 서로에 대하여 상호보완적인(complimentary) 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 내화성 컴포넌트들은 결합될 서로 맞물리는 표면들을 갖는 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 압축력은 상기 결합될 표면들에 수직인 방향으로 적용되는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 적어도 제1 내화성 컴포넌트 및 제2 내화성 컴포넌트가 함께 결합되고, 상기 제1 내화성 컴포넌트 및 제2 내화성 컴포넌트 각각은 결합될 표면을 포함하는 근위 단부 및 상기 근위 단부 반대편에 있는 원위 단부를 포함함;

상기 제1 내화성 컴포넌트의 근위 단부는 상기 제2 내화성 컴포넌트의 근위 단부 상에 수직으로 위치하여 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고;

선택적으로, 각각 결합될 표면을 포함하는 2개의 근위 단부를 갖는 1 또는 그 이상의 제3 내화성 컴포넌트들이 상기 제1 내화성 컴포넌트와 제2 내화성 컴포넌트 사이에 위치하여 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고; 그리고

상기 압축력은 적어도 상기 제1 내화성 컴포넌트의 원위 단부에 적용되는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 적어도 제1 내화성 컴포넌트 및 제2 내화성 컴포넌트가 함께 결합되고, 상기 제1 내화성 컴

포넌트 및 제2 내화성 컴포넌트 각각은 결합될 표면을 포함하는 근위 단부 및 상기 근위 단부 반대편에 있는 원위 단부를 포함함;

상기 제1 내화성 컴포넌트의 근위 단부 및 상기 제2 내화성 컴포넌트의 근위 단부는 엔드-투-엔드(end-to-end) 방식에 의하여 수평으로 배열되어 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고;

선택적으로, 각각 결합될 표면을 포함하는 2개의 근위 단부를 갖는 1 또는 그 이상의 제3 내화성 컴포넌트들이 상기 제1 내화성 컴포넌트와 제2 내화성 컴포넌트 사이에 위치하여 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고; 그리고

여기서, 상기 압축력은 적어도 상기 제1 내화성 컴포넌트 및 제2 내화성 컴포넌트의 원위 단부에 적용되는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 적어도 1200°C의 온도에서 소성되는 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 적어도 12시간 동안 소성되는 방법.

청구항 11

각각 적어도 하나의 결합될 표면을 갖는 복수의 지르콘 컴포넌트들을 함께 결합하는 방법으로서,

- (a) 각각의 결합될 표면을 200 nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기 R_a 로 폴리싱하는 단계;
- (b) 결합되지 않은 지르콘 기판을 형성하도록 상기 결합될 표면들을 직접 접촉시키는 단계;
- (c) 상기 결합되지 않은 지르콘 기판을 소성하는 단계; 및
- (d) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력을 가하는 단계;

를 포함하고,

여기서, 상기 결합되지 않은 지르콘 기판은 상기 지르콘 컴포넌트들을 소결하고 표면들에서 결합을 수행하는데 충분한 온도에서, 그리고 충분한 시간 동안 소성되는 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 결합될 표면은 100 nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기 R_a 로 폴리싱되는 방법.

청구항 13

청구항 11에 있어서, 상기 결합될 표면들이 밀링, 그라운딩 및/또는 폴리싱되어 상기 결합될 표면들이 실질적으로 서로에 대하여 상호보완적인(complimentary) 방법.

청구항 14

청구항 11에 있어서, 상기 지르콘 컴포넌트들은 결합될 서로 맞물리는 표면들을 갖는 방법.

청구항 15

청구항 11에 있어서, 상기 압축력은 상기 결합될 표면들에 수직인 방향으로 적용되는 방법.

청구항 16

청구항 11에 있어서, 적어도 제1 지르콘 컴포넌트 및 제2 지르콘 컴포넌트가 함께 결합되고, 상기 제1 지르콘 컴포넌트 및 제2 지르콘 컴포넌트 각각은 결합될 표면을 포함하는 근위 단부 및 상기 근위 단부 반대편에 있는 원위 단부를 포함함;

상기 제1 지르콘 컴포넌트의 근위 단부는 상기 제2 지르콘 컴포넌트의 근위 단부 상에 수직으로 위치하여 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고;

선택적으로, 각각 결합될 표면을 포함하는 2개의 근위 단부를 갖는 1 또는 그 이상의 제3 지르콘 컴포넌트들이 상기 제1 지르콘 컴포넌트와 제2 지르콘 컴포넌트 사이에 위치하여 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고; 그리고

상기 압축력을 적어도 상기 제1 지르콘 컴포넌트의 원위 단부에 적용되는 방법.

청구항 17

청구항 11에 있어서, 적어도 제1 지르콘 컴포넌트 및 제2 지르콘 컴포넌트가 함께 결합되고, 상기 제1 지르콘 컴포넌트 및 제2 지르콘 컴포넌트 각각은 결합될 표면을 포함하는 근위 단부 및 상기 근위 단부 반대편에 있는 원위 단부를 포함함;

상기 제1 지르콘 컴포넌트의 근위 단부 및 상기 제2 지르콘 컴포넌트의 근위 단부는 엔드-투-엔드(end-to-end) 방식에 의하여 수평으로 배열되어 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고;

선택적으로, 각각 결합될 표면을 포함하는 2개의 근위 단부를 갖는 1 또는 그 이상의 제3 지르콘 컴포넌트들이 상기 제1 지르콘 컴포넌트와 제2 지르콘 컴포넌트 사이에 위치하여 상기 결합될 표면들이 직접 접촉되고; 그리고

상기 압축력을 적어도 상기 제1 지르콘 컴포넌트 및 제2 지르콘 컴포넌트의 원위 단부에 적용되는 방법.

청구항 18

청구항 11에 있어서, 상기 결합되지 않은 지르콘 기판은 적어도 1500°C의 온도에서 소성되는 방법.

청구항 19

청구항 11에 있어서, 상기 결합되지 않은 지르콘 기판은 적어도 12시간 동안 소성되는 방법.

청구항 20

내화성 성형체를 제조하는 방법으로서,

(a) 각각 적어도 하나의 결합될 표면을 갖는 복수의 내화성 컴포넌트들을 함께 결합함으로써 내화성 기판을 제조하는 단계, 여기서 상기 결합은,

(i) 각각의 결합될 표면을 200 nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기 R_a 로 폴리싱하는 단계;

(ii) 결합되지 않은(unbonded) 내화성 기판을 형성하도록 상기 결합될 상기 표면들을 직접 접촉시키는 단계;

(iii) 상기 결합되지 않은 내화성 기판을 소성하는 단계; 및

(iv) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력을 가하는 단계;

를 포함하며,

여기서, 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 상기 내화성 컴포넌트들을 소결하고 표면들에서 결합을 수행하는데 충분한 온도에서, 그리고 충분한 시간 동안 소성됨; 및

(b) 내화성 성형체를 제조하도록 상기 내화성 기판을 원하는 형상 및 치수로 가공하는 단계;

를 포함하고,

여기서, 상기 내화성 컴포넌트들은 지르콘 컴포넌트들 및 알루미나 컴포넌트들로부터 선택되는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2012년 11월 26일 출원된 미국 특허출원 제13/685,149호의 우선권을 주장하며, 상기 출원의 전체적인 내용은 본 발명에 참조로서 포함된다.

[0002] 본 개시 내용은, 전체적으로, 보다 큰 내화성 기판(refractory substrate)을 형성하기 위하여 결합제(bonding agent)의 사용 없이 내화성 컴포넌트(refractory component)들을 함께 결합하는 방법에 관한 것이다. 상기 내화성 기판은 액정 디스플레이(LCDs) 및 플라즈마 디스플레이와 같은 고정밀도 유리 기판의 제조에 있어서 용융 다운-드로우 공정(fusion down-draw process)을 위한 내화성 성형체(refractory forming body)를 제조하는데 유용할 수 있다.

배경기술

[0003] 현재 시판 중인 액정 및 플라즈마 디스플레이와 같은 고-성능 디스플레이 디바이스들은 전형적으로 2개의 고정밀 유리 시트를 사용하는데, 하나는 전자 회로 부품용 기판이고, 다른 하나는 컬러필터용 기판이다. 이러한 고품질 유리 기판을 제조하기 위한 리딩 기술은 코닝 인코포레이트사에 의하여 개발된, 오버플로우 용융 다운-드로우 공정(overflow fusion down-draw process)인 바, 미국특허 제3,338,696호 및 제3,682,609호에 개시되어 있다.

[0004] 상기 용융 다운-드로우 공정은 전형적으로 2개의 상측 트러프 벽(trough wall) 및 트러프 바닥(trough bottom)을 포함하는 상측 트러프 부분(upper trough portion), 그리고 루트(root)에서 합쳐지도록 아래쪽으로 경사진 2개의 주된 사이드 표면(major side surfaces)을 갖는 웨지(wedge) 형상의 단면을 구비하는 하측 부분(lower portion)을 포함하는 성형체를 이용한다. 상기 상측 트러프 벽들 및 상기 하측 부분의 주된 사이드 표면들은 2개의 연속적인 성형 표면을 형성하고, 이는 루트에서 합쳐진다. 작업 과정에서, 용융 유리(molten glass)는 상측 트러프 내에 채워지고, 상기 트러프의 상면(또는 웨어)을 흘러 넘쳐 2개의 성형 표면을 따라 아래로 흐르도록 하여, 궁극적으로 성형체의 표면에 노출되지 않은 2개의 처음 상태의(pristine) 외측 표면을 갖는 단일 유리 리본을 형성하도록 상기 루트에서 합쳐진다. 상기 리본은 하측으로 드로잉되고 냉각되어 바람직한 두께 및 처음 상태의 표면 품질을 갖는 탄성 유리 시트를 형성한다.

[0005] 점차 증가하는 사이즈 및 이미지 품질 요건들을 갖는 고-성능 디스플레이에 대한 소비자 수요는, 보다 큰 처음 상태의 유리 시트를 생산하는데 사용되는 제조 공정 면에서 도전을 불러일으킨다. 기판을 제조하기 위하여 유리 기판이 더 커질수록 성형체가 더욱 커져야만 한다. 전통적으로, 성형체는 지르콘과 같은 내화성 재료의 하나의 단일 피스를 냉간 등압 프레싱(cold isostatically pressing)하여 성형된다. 당연하게도, 단일 내화 재료로부터 보다 큰 성형체를 제조하기 위하여는 보다 큰 등압 프레스가 요구된다. 그러나, 상기 성형체 생성을 위하여, 소성(firing) 및 후속 내화성 기판의 가공(machining) 과정 동안 그린 내화물(green refractory)의 수축에 의해 야기되는 사이즈 감소를 고려할 때, 성형체의 원하는 사이즈가 커짐에 따라 요구되는 이소프레스의 사이즈는 상당히 더 커질 수 있다. 특히 Gen-10(2850×3050 mm) 및 그 이상과 같은 보다 큰 유리 기판의 경우, 이러한 대형 이소프레스에 대한 높은 자본 투자는 과도한 비용이 될 수 있다.

[0006] 따라서, 보다 큰 성형체가 가공될 수 있는 보다 큰 내화성 기판을 제조하기 위한 효율적이고 비용 면에서 효율적인 공정에 대한 요구가 관련 산업분야에 존재한다. 미국특허 제7,988,804호는 결합제를 사용하여 몇개의 보다 작은 지르콘 컴포넌트들을 함께 결합하는 단계를 포함하는, 보다 큰 지르콘 블록을 제조하는 방법을 제안하고 있다. 그러나, 이러한 방법이 결과적으로 관련 산업에서 두드러진 개선을 가져오기는 했으나, 여전히 강도 감소, 비상용성(incompatibility), 부식, 스트리킹(줄무늬) 이슈들과 같은 특정 단점들을 갖고 있다. 본 명세서에 개시된 방법은 전술한 단점을 없이 보다 큰 내화성 기판을 제공할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 다양한 구현 예에 있어서, 본 개시 내용은 결합제의 사용 없이 몇개의 내화성 컴포넌트들을 함께 결합함으로써, 지르콘 기판과 같은 보다 큰 내화성 기판을 제조하는 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 구현 예에 따르면, 지르콘 기판은 복수의 지르콘 컴포넌트들(각각의 컴포넌트는 적어도 하나의 결합될 표면을 가짐)을 함께 결합함으로써 형성되고, 상기 방법은 (a) 각각의 결합될 표면을 200 nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기(R_a)로 폴리싱(polishing)하는 단계, (b) 결합되지 않은(unbonded) 지르콘 기판을 형성하기 위하여 상기 결합될 표면들을 직접 접촉시키는 단계, (c) 상기 결합되지 않은 지르콘 기판을 소성하는 단계, 및 (d) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력(compressive force)을 가하는 단계를 포함한다. 특정 구현 예에 있어서,

상기 결합되지 않은 지르콘 기판은 상기 지르콘 컴포넌트들을 소결(sintering)하고 상기 표면에서 결합(bonding)을 수행하는데 충분한 온도에서 그리고 충분한 시간 동안 소성된다.

[0009] 본 발명의 다른 구현 예는 복수의 내화성 컴포넌트들(각각의 컴포넌트는 적어도 하나의 결합될 표면을 가짐)을 함께 결합함으로써 내화성 기판을 형성하는 방법에 관한 것으로, 상기 방법은 (a) 각각의 결합될 표면을 200nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기(R_a)로 폴리싱하는 단계, (b) 결합되지 않은 내화성 기판을 형성하기 위하여 상기 결합될 표면들을 접촉시키는 단계, (c) 상기 결합되지 않은 내화성 기판을 소성하는 단계, 및 (d) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력을 가하는 단계를 포함하고, 여기서 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 상기 내화성 컴포넌트들을 소결하고 상기 표면들에서 결합(bonding)을 수행하는데 충분한 온도에서 그리고 충분한 시간 동안 소성된다. 다양한 구현 예에 있어서, 상기 내화 재료는 예컨대 지르콘 또는 알루미나로부터 선택될 수 있다.

[0010] 본 개시 내용의 추가적인 구현 예는 지르콘 성형체와 같은 내화성 성형체를 제조하는 방법에 관한 것으로, (a) 복수의 내화성 컴포넌트들(각각의 컴포넌트는 적어도 하나의 결합될 표면을 가짐)을 함께 결합함으로써 내화성 기판을 제조하는 단계, 여기서 상기 결합은 (i) 각각의 결합될 표면을 200nm 또는 보다 미세한 표면 거칠기(R_a)로 폴리싱하는 단계, (ii) 결합되지 않은 내화성 기판을 형성하기 위하여 상기 결합될 표면들을 직접 접촉시키는 단계, (iii) 상기 결합되지 않은 내화성 기판을 소성하는 단계, 및 (iv) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력을 가하는 단계를 포함함; 및 (b) 내화성 성형체를 형성하기 위하여 상기 내화성 기판을 원하는 형상 및 치수로 가공하는 단계를 포함한다. 특정 구현 예에 있어서, 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 내화성 컴포넌트들을 소결하고 상기 표면들에서 결합(bonding)을 수행하는데 충분한 온도에서 그리고 충분한 시간 동안 소성된다. 다양한 구현 예에 있어서, 상기 내화성 컴포넌트들은 예컨대 지르콘 컴포넌트들 또는 알루미나 컴포넌트들일 수 있다.

[0011] 추가적인 특정 및 장점은 후술하는 상세한 설명에서 기재될 것이며, 부분적으로는 당업자에게 자명하거나, 첨부된 도면뿐만 아니라 본 명세서의 상세한 설명 및 청구범위에 기재된 구체예를 실시함으로써 용이하게 인식될 수 있을 것이다.

[0012] 전술한 전체적인 설명 및 후술하는 상세한 설명은 단지 예시적인 것으로 이해되어야 하며, 청구항의 본질 및 특성을 이해하기 위한 개요 또는 프레임워크를 제공하도록 의도된다.

발명의 효과

[0013] 본 개시 내용에 따른 방법은 결합제의 사용 없이 지르콘 기판과 같은 보다 큰 내화성 기판을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 첨부된 도면들은 본 개시 내용의 추가적인 이해를 제공하기 위하여 포함되며, 본 명세서의 일부에 포함되고, 일부를 구성한다. 상기 도면들은 하나 또는 그 이상의 예시적인 구현 예들을 나타내고, 발명의 설명과 함께 다양한 구현 예들의 원리 및 작동을 설명하는 역할을 한다.

도 1은 종래 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 지르콘 컴포넌트들의 후방산란 전자 이미지(backscattered electron image)이다.

도 2a는 종래 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 내화성 컴포넌트들을 도시한다.

도 2b는 종래 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 내화성 컴포넌트들을 도시한다.

도 2c는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 내화성 컴포넌트들을 도시한다.

도 3a는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 함께 결합되는 2 또는 그 이상의 내화성 컴포넌트들을 도시한다.

도 3b는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 함께 결합되는 2 또는 그 이상의 내화성 컴포넌트들을 도시한다.

도 4a는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 측면도이다.

도 4b는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 평면도(top view)이다.

도 4c는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 단면도(end view)이다.

도 5a는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 측면도이다.

도 5b는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 평면도이다.

도 5c는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 단면도이다.

도 6a는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 측면도이다.

도 6b는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 평면도이다.

도 6c는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 단면도이다.

도 7은 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 제조된 성형체의 단면도이다.

도 8a는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 지르콘 컴포넌트들의 후방산란 전자 이미지이다.

도 8b는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 지르콘 컴포넌트들의 후방산란 전자 이미지이다.

도 9a는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 지르콘 컴포넌트들의 후방산란 이미지이다.

도 9b는 개시 내용에 따른 방법을 이용하여 함께 결합되는 2개의 지르콘 컴포넌트들의 후방산란 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 다양한 구현 예에 따르면, 보다 큰 내화성 기판은 결합제의 사용 없이, 적어도 2개의 보다 작은 내화성 컴포넌트들을 함께 결합함으로써 제조될 수 있다. 예를 들면, 2 이상의 내화성 컴포넌트들은 폴리싱되고 그리고/또는 그렇지 않으면 제조되며; 접촉되고; 그리고 하중 하에서 소성되어 하나의 내화성 기판을 제조할 수 있다. 따라서, 본 개시 내용의 방법은 요구되는 등압 프레싱 서비스를 업그레이드하는데 수반되는 비용 증가 없이, 유리 기판의 성형과 같은 대규모의 성형체 제조를 가능케 한다. 본 개시 내용이 Gen-10 및 그 이상과 같은 보다 큰 유리 기판의 제조를 위한 성형체의 제조를 상정하고는 있으나, 본 명세서에 개시된 방법은 또한 단일(unitary) 이소프레싱 접근법을 이용하여 달리 제조될 수 있는 Gen-8 및 그 이하와 같은 보다 작은 유리 기판의 제조를 위하여도 이용될 수 있음을 주목해야 한다.

[0016] 본 명세서에 개시된 방법은 종래의 방법에 비하여 개선점을 제공할 수 있는데, 이는 적어도 본 방법이 결합제를 요구하지 않기 때문이다. 결합제(bonding agent)는 전형적으로 효과적인 결합(bond)을 형성하기 위하여 이의 구성 성분들과 내화성 컴포넌트들 간에 화학 반응이 일어날 것을 요구한다. 상기 반응이 결합제 모두가 반응하는 지점까지 성공적으로 진행된다면, 상기 내화성 컴포넌트들 간에는 반응물들의 박막을 포함하는 접합부(junction) 또는 조인트(joint)가 형성될 것이다. 그러나, 결합제가 너무 두꺼운 하나의 층으로 도포될 경우, 이는 내화성 재료와 완전히 반응하지 않을 수 있고, 따라서 결합의 강도를 절충할 수 있는 1 또는 그 이상의 중간 상(intermediate phase)을 생성한다. 또한, 미반응 재료 또는 예상된 반응 생성물은 유리 내 화물 또는 반응물의 차이나는 용해도(differential solubilities)로 인하여, 작업 과정에서 용융된 유리에 의하여 부식 증가 또는 부식 감소가 나타날 수 있다.

[0017] 도 1은 종래 방법에 따라 결합제를 사용하여 2개의 지르콘 컴포넌트들 간 불량한 결합을 주사전자현미경(SEM)을 사용하여 찍은 후방산란 이미지(backscattered electron image)를 나타낸다. 상기 결합 불량은, 예컨대 아래적으로 두꺼운 결합제 층의 결과에 해당된다. 결합될 지르콘 내화재(110)는 상기 이미지의 우측 상에서 도시된다. 상기 결합제는 지르콘 내화재(110)와 불완전하게 반응하여 지르코니아-퐁부 티타니아(120) 및 지르코늄 티타네이트(130)의 혼합물을 형성하였다. 복수의 결합 상들의 존재는 약한 결합, 상 비상용성, 및/또는 부식 이슈를 야기할 수 있다. 완전한 반응, 따라서 보다 성공적인 결합은 중간 상들(120, 130)의 존재 없이, 티타늄-퐁부 지르코니아 박막(140)에 의하여 지시될 것이다.

[0018] 이론에 구속되는 것은 아니지만, 본 방법은 상용성(compatibility) 및/또는 부식 이슈를 감소하거나, 심지어 제거할 수 있는 것으로 판단되는데, 이는 용융된 유리가 뚜렷한 결합제 상의 존재 없이 오직 내화재와 접촉할 것이기 때문이다. 또한, 본 개시 내용의 방법에 따라 제조되는 내화성 기판 또는 성형체는, 결합제 조인트가 존재하지 않기 때문에, 개선된 강도(예를 들면, MOR 강도)를 나타낼 수 있다. 특정 구현 예에 있어서, 내화성 기판 또는 성형체는 또한 개선된 열 충격 특성을 가질 수 있는데, 이는 결합제가 존재하지 않아 예컨대 소성 또는 작업 과정 중 결합제 및 내화재의 열 특성 및/또는 거동에 차이가 없기 때문이다.

[0019] 결합제의 사용과 관련된 또 다른 잠재적인 문제는 변화하는 유리 부식 거동이다. 예를 들어, 작업 과정에서 조

인트 재료가 내화재보다 더욱 또는 덜 용이하게 부식한다면, 결과물인 유리 시트는 줄무늬 선(streak line) 또는 두께 밴드 변동(thickness band variations)을 가질 수 있다. 도 2a 및 2b는 결합제의 사용과 관련된 2개의 잠재적으로 문제있는 마모(wear) 패턴을 나타낸다.

[0020] 도 2a에서, 2개의 내화성 컴포넌트(210, 220)는 결합제(230)에 의하여 합쳐진다. 이 경우, 결합제(230)는 유리 내에서 내화성 컴포넌트(210, 220)보다 높은 용해도(즉, 더 높은 부식성)를 갖는다. 따라서, 도 2a에서의 결합된 기판은, 결국 시간이 지나고 사용 후에 딥(dip, 패인 부분, 240)을 성장시키고, 이는 최종 유리 제품 내에 줄무늬(긁힘 선)를 야기시킬 것이다. 도 2b에서는, 2개의 내화성 컴포넌트(210, 220)가 결합제(230)에 의하여 합쳐진다. 이 경우, 결합제(230)는 유리 내에서 내화성 컴포넌트(210, 220)보다 낮은 용해도(즉, 더 낮은 부식성)를 갖는다. 따라서, 도 2b에서 결합된 기판은, 결국 시간이 지나고 사용 후에 럭지(ridge, 융기한 부분, 250)를 성장시키고, 이는 최종 유리 제품 내에 줄무늬(긁힘 선)를 야기시킬 것이다.

[0021] 이와 달리, 도 2c는 본 개시 내용에 따라 제조된(즉, 결합제를 사용하지 않음) 내화성 기판을 도시한다. 내화성 컴포넌트(210, 220)는 결합제 없이 합쳐지고, 딥(dip) 또는 럭지(ridge)와 같이 바람직하지 않은 마모 패턴을 나타내지도 않는다. 조인트(260)는 상기 2개의 컴포넌트 사이에 위치하나, 보이지 않거나 달리 감지할 수 없다. 종래 방법은 결합제 및 내화성 컴포넌트들이 유리 내에서 동등한 용해도를 나타낼 때에만 본 개시 내용의 부식 프로파일을 이론적으로 달성할 수 있음이 주목된다. 따라서, 결합제 존재에 의하여 야기되는 조인트를 제거함으로써, 본 방법에 따라 제조되는 유리 성형체는 감소된 줄무늬를 갖거나 또는 특정 구현 예에서는 줄무늬가 없는 유리 시트를 제조할 수 있다.

[0022] 본 명세서에 개시된 방법은 임의의 내화재로 이루어지는 2 또는 그 이상의 컴포넌트들을 결합하는데 이용될 수 있다. 예를 들면, 내화성 컴포넌트들은 지르콘, 알루미나, 전기 주조 지르코니아(fused cast zirconia), 또는 원자 격자나 입계(grain boundary) 확산을 통하여 소결 가능한 임의의 기타 내화성 산화물로부터 선택될 수 있다. 일 구현 예에 따르면, 함께 결합될 내화성 컴포넌트들은 지르콘 컴포넌트들이다. 다른 비제한적인 구현 예에 있어서, 상기 내화성 컴포넌트들은 동일한 내화물의 다른 타입일 수 있으며, 예컨대 상기 내화재들은 지르콘 또는 알루미나와 같은 동일한 주된(major) 구성 성분들을 포함할 수 있으나, 다른 입도(grain size) 또는 소수(minor) 구성 성분들을 가질 수 있다. 비제한적인 실시 예로서, 내화재들은 크리프 내성 및 강도와 같이 특정 내화성 거동을 개선할 수 있는 다른 종(species)들의 다양한 농도를 갖는 지르콘 내화물의 다른 타입일 수 있다. 다른 내화재들 또는 다른 타입의 내화재들의 조합은 단일 이소프레싱 방법을 사용했을 때에는 가능하지 않다.

[0023] 다양한 구현 예에 따르면, 상기 결합될 내화성 컴포넌트들은 무기 내화성 파우더와 다양한 기타 구성 성분들을 넣간 등압 프레싱하고 후속적으로 결과 생성물을 소성함으로써 제조되는 소성된 내화성 바디일 수 있다. 상기 내화물 조성은 소결 조제 및 바인더와 같은 세라믹스에서 일반적으로 활용되는 기타 출발 물질들을 포함할 수 있다. 특정 구현 예에 있어서, 상기 내화물 컴포넌트는 소성된 지르콘 바디(zircon body)일 수 있다. 상기 내화물 조성은 주된(major) 성분들 이외에도, TiO_2 , SiO_2 , Fe_2O_3 , Y_2O_3 , B_2O_3 , La_2O_3 , BaO , Na_2O , K_2O , Li_2O , CaO 및 다양한 기타 미량 성분(trace)과 같은 다양한 소량(minor) 성분들, 그리고 원료 물질에 내재된 소량 성분들을 함유할 수 있다.

[0024] 용어 "소성된," "소성체 또는 소성 바디," "소성된 컴포넌트," 및 이들의 기타 변형 표현들은, 등압 프레싱되고 내화물 조성을 소결하는데 충분한 온도로 처리된 내화물 조성을 가리키도록 본 명세서에서 상호 대체 사용된다. 예를 들어, 내화물 컴포넌트들은 본 개시 내용에 따라 함께 결합되기 전에, 약 1000°C 보다 높은 온도(예컨대, 약 1200°C 보다 높은 온도, 약 1400°C 보다 높은 온도, 또는 약 1500°C 보다 높은 온도)에서 소성된 것일 수 있다.

[0025] 다양한 구현 예에 따르면, 각각의 내화성 컴포넌트는 적어도 하나의 결합될 표면(또한, 본 명세서에서는 결합면으로 언급됨)을 포함한다. 예컨대, 2개의 내화성 컴포넌트들을 결합하는 경우, 각각의 컴포넌트는 결합 면 및 원위 면(distal surface)을 가질 것이다. 상기 결합 면은 함께 합쳐지고, 원위 면은 새로 형성된 내화성 기판의 원위 단부(distal end)가 된다. 2 초과의 내화성 컴포넌트들이 함께 결합될 때(예컨대 3개 성분), 2개의 말단 컴포넌트들은 결합 면 및 원위 면을 가질 것이고, 중간 컴포넌트는 2 개의 결합 면을 가질 것이다. 중간 컴포넌트는 2개의 말단 컴포넌트들 사이에 위치하고, 결합 면들은 함께 합쳐지고, 그리고 상기 원위 면들은 새로 형성된 내화성 기판의 원위 단부가 된다. 유사하게, 3 초과의 컴포넌트들은 말단 컴포넌트들 사이에서 2개의 결합 면을 갖는 1 이상의 추가적인 중간 컴포넌트들을 추가함으로써 동일한 방식으로 함께 결합될 수 있다.

[0026] 결합될 표면들은 서로 접촉하기 전에 각각 그라운딩 및/또는 폴리싱된다. 특정 구현 예에 있어서, 상기 표면들

은, 적어도 상기 결합될 컴포넌트 내에 존재하는 가장 큰 입자만큼 미세한 그릿 사이즈(grit size)를 갖는 연마제(abrasive)를 사용하여 그라운딩 및/또는 폴리싱된다. 예를 들어, 결합될 컴포넌트들 내에서 가장 큰 입자 크기가 약 75 마이크론이라면, 상기 결합될 표면은 약 75 마이크론 또는 보다 미세한 그릿을 사용하여 폴리싱될 수 있다. 특정한 보다 거친 표면 마무리는 보다 미세한 폴리싱을 필요로 하지 않고 상기 결합면들을 그라인딩함으로써 얻어질 수 있다.

[0027] 다양한 구현 예에 따르면, 상기 결합면들은 약 35 마이크론 또는 보다 미세한 그릿 사이즈를 갖는 연마제를 사용하여 폴리싱될 수 있다. 예를 들어, 상기 결합면들은 약 25 마이크론 또는 보다 미세한 그릿, 약 15 마이크론 또는 보다 미세한 그릿, 또는 약 10 마이크론 또는 보다 미세한 그릿을 사용하여 폴리싱될 수 있다. 상기 결합면들은 당해 기술분야에서 공지된 임의의 테크닉, 예컨대 다이아몬드 러지(rouge) 또는 휠(wheel)을 이용한 폴리싱 또는 SiC 페이퍼를 이용한 핸드 폴리싱을 이용하여 폴리싱될 수 있다. 상기 표면은 예를 들어, 원하는 표면 거칠기를 달성하기 위하여 순차적으로 내려가는 다양한 그릿 사이즈의 연마제를 이용하여 그라운딩 및/또는 폴리싱될 수 있다. 비제한적인 예로서, 상기 표면은 약 50 마이크론의 그릿 사이즈를 이용하여 그라운딩 및/또는 밀링(milling)된 다음, 약 35 마이크론의 그릿 사이즈를 갖는 다이아몬드 러지로 폴리싱되고, 이후 20 마이크론 또는 보다 미세한 그릿 사이즈를 갖는 SiC 페이퍼로 핸드 폴리싱될 수 있다.

[0028] 결합될 표면의 표면 거칠기는 폴리싱 방법과 관련된 다양한 인자들에 의존할 수 있다. 예컨대, 연마제의 그릿 사이즈, 연마제의 경도, 내화성 컴포넌트의 경도, 및/또는 폴리싱 과정 중 사용된 하중은 얻어진 최종 표면 거칠기에 영향을 미칠 수 있다. 본 명세서에 있어서, 용어 "표면 거칠기"는 R_a 欲, 즉 평균 표면 거칠기를 표시하는 것으로 의도된다. 몇몇 구현 예에 있어서, 결합될 표면들은 약 200 nm 미만의 R_a (표면 거칠기)를 얻기 위하여 폴리싱될 것이다. 예를 들어, 표면 거칠기는 약 150 nm 미만, 약 100 nm 미만, 약 50 nm 미만, 또는 약 10 nm 미만일 수 있다. 표면 거칠기(R_a)는 원자력 현미경(AFM)과 같이 당해 기술 분야에서 잘 알려진 방법을 이용하여 이미지화되거나 계산될 수 있다. 이론에 구속되지는 않지만, 표면들이 보다 미세한 마무리로 그라운딩 및/또는 폴리싱됨에 따라 결합될 표면들 간의 접촉 정도가 증가하고, 따라서 상기 컴포넌트들 간에 보다 강한 결합이 얻어진다고 판단된다.

[0029] 특정 구현 예에 있어서, 결합될 표면은 가공되거나, 그라운딩되거나, 및/또는 폴리싱되어 서로에 대하여 실질적으로 상호보완적(complimentary)이다. 환언하면, 이러한 구현 예에 있어서, 각각의 결합면은 대향 면의 거울 이미지이다. 예를 들어, 결합될 2개의 평면 표면은 서로 평행할 것이다. 그러나, 함께 결합될 표면들은 평면일 필요는 없다는 것이 이해되어야 한다. 본 명세서에서 용어 "결합면 쌍(bonding surface pair)" 및 이의 변형들은 서로 접촉되는 2개의 결합면을 가리키기 위하여 사용된다. 2개의 내화성 컴포넌트들이 함께 결합되는 경우, 상기 2개의 결합면은 서로에 대하여 평행하도록 폴리싱될 수 있다. 3개의 내화성 컴포넌트들이 함께 결합되는 경우, 중간 컴포넌트는 2개의 상이한 결합면을 가질 수 있는 데, 하나는 제1 단부 컴포넌트의 결합면과 평행하고, 그리고 하나는 제2 단부 컴포넌트의 결합면과 평행하다. 이러한 구현 예에 있어서, 2개의 결합면 쌍은 동일하거나 상이한 구성(configuration)을 가질 수 있다. 유사하게, 3 초과의 컴포넌트들이 함께 결합될 때, 다양한 결합면 쌍 구성이 가능하고, 본 발명의 범위 내에 있다.

[0030] 또 다른 구현 예에 있어서, 상기 결합될 표면은 서로 맞물리는 조인트(interlocking joint)를 형성하는 표면일 수 있다. 비제한적인 예로서, 하나의 컴포넌트의 결합면은 장부 조인트(mortise and tenon joint)와 같은 또 다른 결합면의 오목한 부분 내에 실질적으로 들어맞는 돌출부를 가질 수 있다. 이러한 구현 예에 있어서, 컴포넌트들이 합쳐질 때 실질적으로 보이드(void)가 없는 들어 맞음(fit)을 제공하기 위하여 조인트의 대응되는 면들이 실질적으로 평행하도록 상기 결합면은 폴리싱되거나 및/또는 가공된다. 앞서 논의된 바와 같이, 3 또는 그 이상의 컴포넌트들을 결합할 때, 동일하거나 상이한 서로 맞물리는 조인트를 포함하여 다양한 결합면 쌍 구성들이 가능하다. 특정 응용에 적합한 결합면 구성을 선택하는 것은 당업자의 능력 범위 내에 있다.

[0031] 용어 "조인트" 및 이의 다른 변형들은, 본 명세서에서 2개의 결합면이 접촉되고, 궁극적으로 가해진 압축력 하에서 소성에 의하여 합쳐지는 계면을 가리키기 위하여 사용된다. 결합제를 사용하는 종래 방법은 상기 결합제 반응물을 포함하는 가시적이거나 달리 감지 가능한 조인트를 초래한다. 그러나, 특정 구현 예에 있어서, 본 출원 중 "조인트"는 2개의 컴포넌트들 간에 결합제가 없기 때문에, 가시적이거나 달리 감지되는 것은 가능하지 않다. 따라서, 본 명세서에서 사용되는 용어 "조인트"는 2개의 컴포넌트들이 합쳐되는 이론적인 라인(line)을 가리킬 수 있으나, 가시적이지도 감지 가능하지도 않다. 몇몇 구현 예에 있어서, 조인트는 가시적이거나 감지 가능할 수 있다.

[0032]

내화성 컴포넌트들은 결합될 표면들 간에 적당한 접촉을 수행하는데 적합한 임의의 수단에 의하여 배열될 수 있다. 본 명세서에 있어서, 용어 "직접 접촉," "직접적으로 접촉되는" 및 이의 변형들은 결합될 표면들이 임의의 개체 컴포넌트 없이(예컨대, 결합 재료 또는 페이스트의 부존재 하에서) 상호 접촉하는 것을 가리키기 위하여 상호 대체 가능하도록 사용된다.

[0033]

내화성 컴포넌트들은, 결합될 표면들이 직접 접촉되도록 엔드-투-엔드(end-to-end) 방식에 의하여 수평적으로 배열될 수 있다. 본 구현 예는 도 3a에 도시되는데, 상기 도면은 비제한적이고 예시적인 수평적 구성을 제공한다. 2개의 결합될 컴포넌트의 경우, 2개의 단부 컴포넌트들(310)이 제공되고, 이들 각각은 결합될 표면을 포함하는 근위 단부(proximal end, 320)와 상기 근위 단부(320)에 반대편에 있는 원위 단부(distal end, 330)를 갖는다. 결합될 표면들이 직접 접촉되도록 상기 근위 단부(320)를 함께 갖다 놓음으로써, 상기 단부 컴포넌트들(310)은 엔드-투-엔드 방식에 의하여 수평적으로 배열된다. 선택적으로, 3 또는 그 이상의 컴포넌트들이 결합되는 경우, 1 또는 그 이상의 중간 컴포넌트(340)가 제공되는데, 이들 각각은 결합될 표면을 포함하는 2개의 근위 단부(350)를 갖는다. 상기 중간 컴포넌트(340)는 단부 컴포넌트들(310) 사이에 위치하고, 결합될 표면들이 직접 접촉되도록 상기 근위 단부들(320, 350)이 함께 놓여진다.

[0034]

또 다른 구현 예에 있어서, 내화성 컴포넌트들은, 도 3b에 도시된 바와 같이, 결합될 표면들이 직접 접촉되도록 수직적으로 배열되거나 적층(stacked)될 수 있다. 2개의 결합될 컴포넌트의 경우, 2개의 단부 컴포넌트들(310)이 제공되는데, 이들 각각은 결합될 표면을 포함하는 근위 단부(320) 및 상기 근위 단부(320)에 반대편에 있는 원위 단부(330)를 갖는다. 결합될 표면들이 직접 접촉되도록 하나의 단부 컴포넌트(310)의 근위 단부(320)를 또 다른 단부 컴포넌트(310)의 근위 단부(320) 상에 배치함으로써 상기 2개의 단부 컴포넌트들(310)이 수직적으로 배열된다. 3 또는 그 이상의 컴포넌트들이 결합되는 경우, 1 또는 그 이상의 중간 컴포넌트(340)가 제공되고, 각각은 결합될 표면을 포함하는 2개의 근위 단부(350)를 갖는다. 상기 중간 컴포넌트(340)는 2개의 단부 컴포넌트들(310) 사이에 위치되고, 결합될 표면들이 직접 접촉되도록 상기 근위 단부(320, 350)가 함께 놓여진다.

[0035]

수평적으로, 수직적으로, 또는 임의의 다른 방식으로 접촉될 수 있는 내화성 컴포넌트들은, 이후 하중 하에서 소성될 수 있는, 결합되지 않은(unbonded) 내화성 기판을 형성한다. 다양한 구현 예에 따르면, 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 소성 과정에서 압축력을 받는다. 이론에 구속되는 것은 아니지만, 상기 압축력은 조인트를 가로질러 내화성 결경 성장을 촉진하도록 상기 결합면들 간의 양호한 접촉을 보장할 수 있고, 이는 내화성 컴포넌트들 간의 강한 결합을 발생시킬 것으로 판단된다. 상기 압축력은 다양한 방법으로 적용될 수 있다. 특정 구현 예에 있어서, 압축력은 결합될 표면에 수직인 방향으로 적용될 수 있다.

[0036]

비제한적인 예로서, 내화성 컴포넌트들이 결합되지 않은 내화성 기판을 형성하도록 수직적으로 적층될 때, 상기 압축력은 오직 중력에 의하여 제공될 수 있다(즉, 상부 컴포넌트의 중량에 의함). 또 다른 구현 예에 있어서, 1 또는 그 이상의 웨이트(weight)가 상기 결합되지 않은 기판의 원위 단부에 선택적으로 적용될 수 있다. 이러한 구현 예에 있어서, 웨이트는 결합될 표면 상에 가해지는 압축력의 적어도 일부를 제공한다. 예를 들어, 웨이트는 대략 10 kPa로 결합될 표면 상에 추가적인 압력을 가하도록 상기 원위 단부 상에 위치될 수 있다. 택일적으로, 압축력은 예컨대, 외부 유압 프레스와 같은 기계적인 수단을 통하여 적용될 수 있다. 다양한 구현 예에 따르면, 상부 컴포넌트(들)의 중량 및 임의의 추가적으로 적용되는 웨이트 및/또는 힘을 고려하면, 총 압축력은 약 650 kPa 내지 3,500 kPa(예컨대, 약 1,000 kPa 내지 약 2,000 kPa) 범위로, 결합될 표면 상에 총 압력을 가하는데 충분하다.

[0037]

또 다른 구현 예에 있어서, 내화성 컴포넌트들이 결합되지 않은 내화성 기판을 형성하도록 엔드-투-엔드 수평 방식으로 배열될 때, 압축력은 기판의 원위 단부들 중 적어도 하나에 적용될 수 있다. 상기 기판의 적어도 하나의 원위 단부에 압축력을 적용하기 위하여, 예를 들어 클램프, 스크류, 또는 다른 적절한 디바이스가 사용될 수 있다. 상기 압축력은 표면 계면에서 적절한 결합(bonding)을 촉진하는데 충분한 임의의 힘일 수 있다. 특정 구현 예에 있어서, 상기 압축력은 약 650 kPa 내지 3,500 kPa, 또는 약 1,000 kPa 내지 약 2,000 kPa 범위에서 결합될 표면 상에 압력을 가하는데 충분하다.

[0038]

웨이트 또는 클램프와 같은 다른 기계 디바이스가 결합되지 않은 내화성 기판의 하나 또는 모든 원위 단부에 적용될 때, 특정 구현 예에서는 상기 기판과 상기 웨이트 및/또는 디바이스 사이에 화학적으로 비활성하거나 비반응성인 물질을 배치하는 것이 바람직할 수 있다. 비제한적인 예로서, 백금 포일의 박막 피스(thin piece)가 기판과 웨이트 및/또는 디바이스 사이에 위치할 수 있다.

[0039]

상기 결합되지 않은 내화성 기판은 소성을 위하여 로(furnace)에 놓여지기 전에, 또는 로(furnace)에 놓여진 후(다만, 소성 전)에 압축력을 받을 수 있다. 그 다음, 결합되지 않은 내화성 기판은 상기 결합되지 않은 기판을

소결하고 결합면에서 개별 내화성 컴포넌트들 간에 결합이 수행되는데 충분한 온도에서, 그리고 충분한 시간 동안 소성된다. 다양한 구현 예에 따르면, 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 적어도 약 12시간 동안 적어도 약 1200°C의 온도에서 소성된다. 다양한 구현 예에 따르면, 소성 온도는 상기 내화 재료 및/또는 소성 사이클의 원하는 길이에 따라 변화할 것이다.

[0040] 예를 들어, 지르콘 컴포넌트들의 경우, 결합되지 않은 기판은 적어도 약 1500°C, 적어도 약 1580°C, 또는 적어도 약 1600°C의 온도에서 소성될 수 있다. 알루미나 컴포넌트들의 경우와 같은 다른 구현 예에 있어서, 상기 결합되지 않은 기판은 적어도 약 1200°C, 적어도 약 1300°C, 또는 적어도 약 1400°C의 온도에서 소성될 수 있다. 내화 재료, 소성 시간, 및/또는 원하는 적용분야(또는 응용)에 근거하여 적절한 소성 온도를 선택하는 것은 당업자의 능력 범위 내에 있다. 상기 결합되지 않은 내화성 기판은 적어도 약 12시간 동안 소성될 수 있는데, 예컨대 적어도 약 20시간 동안, 적어도 약 48시간 동안, 적어도 약 60시간 동안, 또는 적어도 약 120 시간 동안 소성될 수 있다.

[0041] 소성이 완료된 후, 상기 내화성 컴포넌트들은 함께 결합되어 단일 내화성 기판을 형성하여야 한다. 몇몇 구현 예에 있어서, 상기 결합된 내화성 기판은 동일 내화 재료의 결합되지 않은 피스(piece)의 MOR과 대략적으로 동등한 MOR 강도를 가질 수 있다. 다른 구현 예에 있어서, 상기 결합된 내화성 기판은 동일 내화 재료의 결합되지 않은 피스의 MOR보다 높은 MOR 강도를 가질 수 있다. 예를 들어, MOR 강도는 ASTM C1674-11에서 설명된 것처럼, 4점 벤딩 테스트(four-point bending test)를 이용하여 내화성 기판을 시험함으로써 결정될 수 있다.

[0042] 본 개시 내용은, 또한 복수의 지르콘 컴포넌트들(각각의 컴포넌트는 적어도 하나의 결합될 표면을 가짐)을 함께 결합함으로써 지르콘 기판을 제조하는 방법에 관한 것으로, 상기 방법은 (a) 각각의 결합될 표면을 200 nm 또는 더욱 미세한 표면 거칠기(R_a)로 폴리싱하는 단계, (b) 결합되지 않은 지르콘 기판을 형성하기 위하여 상기 결합될 표면들을 직접 접촉시키는 단계, (c) 상기 결합되지 않은 지르콘 기판을 소성하는 단계, 및 (d) 소성하는 동안 상기 결합될 표면들에 압축력을 가하는 단계를 포함한다. 본 명세서에 개시된 내화성 기판을 제조하는 방법 및 이에 관련된 모든 다양한 구현 예들은 지르콘 기판을 제조하기 위한 방법에 동등하게 적용될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 지르콘 기판을 제조하기 위하여 본 명세서에 개시된 다양한 구현 예들을 상호 대체하거나 및/또는 변경하는 것은 당업자의 능력 범위 내에 있다. 유사하게, 알루미나와 같은 특정 내화 재료로부터 임의의 기판을 제조하기 위하여 본 명세서에 개시된 다양한 구현 예들을 변경하는 것 또한 당업자의 능력 범위 내에 있다.

[0043] 특정 구현 예에 있어서, 결합된 내화성 기판은 성형체, 트러프(trough) 또는 임의의 기타 원하는 세라믹 제품과 같은 최종 제품을 제조하기 위하여 후-본딩 마감(post-bonding finishing) 처리될 수 있다. 이와 같은 후-본딩 마감 공정은 예컨대, 가공, 표면 그라인딩, 및/또는 폴리싱을 포함할 수 있다. 상기 내화성 기판은 임의의 원하는 형상 또는 사이즈로 가공될 수 있다. 최종 제품의 표면은 그 위에서 유리가 균등하게 흐를 수 있는 매끄러운 표면을 보장하기 위하여 선택적으로 추가 그라운딩 및/또는 폴리싱이 수행될 수 있다. 기타 후-본딩 마감 공정들이 본 개시 내용에 의하여 상정되며, 이는 본 개시 내용의 범위 내이다.

[0044] 유리 기판의 제조에 사용되는 성형체는 다양한 구성(configuration)의 내화성 컴포넌트들을 사용하여 본 개시 내용에 따라 제조될 수 있다. 예를 들어, 도 4a 내지 4c에 도시된 구현 예에 있어서, 내화성 컴포넌트(405)는 수직 조인트(415)를 형성하도록 엔드-투-엔드 방식에 의하여 수평으로 접촉되고, 이와 같이 형성된 내화성 기판은 후속적으로 성형체(400)의 형상으로 가공된다. 가공된 성형체(400)는 상측 트러프(410), 상측 트러프 벽(420), 트러프 바닥(430), 웨지(wedge) 형상의 단면을 갖는 바닥 부분(440), 및 루트(460)에서 합쳐지도록 하측으로 경사진 2개의 주된 사이드 표면(450)을 포함한다. 유리(470)는 트러프 벽(420)을 넘쳐 흐르고, 사이드 표면(450)으로 흘러내리고 루트(460)에서 수렴한다.

[0045] 이러한 구현 예에 있어서, 내화성 컴포넌트(405)는 원하는 치수의 내화성 기판이 달성될 때까지 나란히(side-by-side) 위치한다. 성형체가 이와 같이 형성된 내화성 기판으로부터 가공될 때, 조인트들은 측면도(도 4a) 및 평면도(도 4b)로부터는 이론적으로 "가시적"이지만, 단면도(도 4c)로부터는 그렇지 않다. 상기 수직 조인트 구성의 일 장점은 보다 작은 개별 컴포넌트들을 사용할 수 있는 것이다. 도 4a 내지 4c가 상대적으로 균등하게 배치되고 평행한 수직 조인트(415)를 갖는 5개의 내화성 컴포넌트(405)를 포함하는 성형체(400)를 도시하고 있기는 하나, 이러한 구성은 단지 예시적인 것임을 주목해야 한다. 다양한 크기와 다양한 결합면 구성을 갖는 임의의 개수의 내화성 컴포넌트들이 본 개시 내용에 따른 성형체 제조에 사용될 수 있다.

[0046] 도 5a 내지 5c에 도시된 또 다른 구현 예에 있어서, 성형체(500)는 수평 조인트(515)를 형성하도록 수직적으로 접촉하는 복수의 내화성 컴포넌트(505)를 포함할 수 있다. 이러한 구현 예에 있어서, 하나의 내화성 컴포넌트의

근위 단부는, 원하는 크기의 내화성 기판이 달성될 때까지 유사하게 수직적으로 접촉하는 추가적인 컴포넌트들을 갖는 또 다른 내화성 컴포넌트의 근위 단부 상에 놓여진다. 성형체가 이와 같이 형성된 내화성 기판으로부터 가공될 때, 상기 조인트들은 측면도(도 5a) 및 단면도(도 5c)로부터는 이론적으로 "가시적"이지만, 평면도(도 5b)로부터는 그렇지 않다.

[0047] 상기 수평 조인트 구성은 수직 조인트 구성과 비교하면 상대적으로 보다 큰 내화성 컴포넌트들을 요구할 수 있는데, 이는 상기 내화성 컴포넌트들이 성형체의 원하는 길이에 적어도 동등한 길이를 가져야 하기 때문이다. 그러나, 사용 기간 후 조인트 마모 및/또는 부식의 경우, 그 효과는 수평 조인트 배열이 채택될 때 덜 뚜렷해질 수 있는데, 이는 적어도 상기 효과는 그 위에 유리(570)가 흐르는 표면의 전체 길이 상에서 작용할 것이기 때문이다. 그러므로, 결과물인 유리 시트 상에 대한 임의의 마모 효과는 덜 감지될 수 있다. 도 5a 내지 5c는 트러프 바닥(530) 및 바닥 부분(540)에서 성형체(500)를 가로지르는, 상대적으로 균등히 배치되고 평행한 수평 조인트(515)를 구비하는 3개의 내화성 컴포넌트(505)를 포함하는 성형체(500)를 도시하고 있으나, 이러한 구성은 단지 예시적인 것임을 주목해야 한다. 다양한 크기와 다양한 결합면 구성을 갖는 임의 개수의 내화성 컴포넌트들이 본 개시 내용에 따른 성형체 제조에 사용될 수 있고, 수평 조인트들은 임의의 위치에서 성형체를 가로지를 수 있다.

[0048] 도 6a 내지 6c는 개시 내용의 추가적인 구현 예를 도시하는데, 여기서 성형체(600)는 비스듬하게 기울어진 조인트(615)를 형성하도록 수평으로 접촉하는 복수의 내화성 컴포넌트(605)를 포함한다. 이러한 구현 예에 있어서, 내화성 컴포넌트(605)는 원하는 치수의 내화성 기판이 달성될 때까지, 나란히(side-by-side) 배치되어 평행하면서 비스듬하게 기울어진(parallel slanted) 결합면이 접촉한다. 성형체가 이와 같이 형성된 내화성 기판으로부터 가공될 때, 조인트들은 측면도(도 6a) 및 평면도(도 6b)로부터는 이론적으로 "가시적"이지만, 단면도(도 6c)로부터는 그렇지 않다.

[0049] 수평 조인트 구성과 유사하게, 임의의 잠재적인 조인트 마모 및/또는 부식은 덜 뚜렷한 효과를 생성할 것인데, 이는 상기 효과가 보다 넓은 면적의 성형체, 따라서 결과물인 유리 시트에 걸쳐 작용할 것이기 때문이다. 또한, 상기 비스듬하게 기울어진 조인트 배열은 상대적으로 보다 작은 내화성 컴포넌트들의 사용을 가능케 한다. 도 6a 내지 6c는, 각각이 서로에 대하여 평행한, 상대적으로 균등히 배치되고 비스듬하게 기울어진 조인트(615)를 갖는 5개의 내화성 컴포넌트(605)를 포함하는 성형체(600)를 도시하고 있으나, 이러한 구성은 단지 예시적인 것임을 주목하여야 한다. 다양한 크기와 다양한 결합면 구성을 갖는 임의의 개수의 내화성 컴포넌트들이 본 개시 내용에 따른 성형체 제조에 사용될 수 있다.

[0050] 도 4 내지 6은 종래 형상을 갖는 성형체를 도시하고 있으나, 임의의 다양한 형상 또는 치수를 갖는 임의의 성형체들이 본 개시 내용의 결합된 내화성 기판으로부터 제조될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 추가적으로, 트러프(trough)와 같은 임의의 세라믹 물품들이 본 개시 내용의 결합된 내화성 기판으로부터 임의의 원하는 형상 또는 사이즈를 갖도록 가공될 수 있다.

[0051] 예를 들어, 도 7은 전로(forehearth) 트러프(700)를 도시하고 있는데, 이는 2개의 트러프 벽(710)을 트러프 바닥(720)에 결합함으로써 몇개의 내화성 컴포넌트들로부터 제조될 수 있다. 조인트(730)는 트러프 벽(710)과 트러프 바닥(720)이 만나는 곳에서 형성된다. 도 7은 2개의 트러프 벽(710)이 트러프 바닥(720)의 상부 상에 수직으로 배열된 것을 도시하고 있으나, 상기 트러프 벽(710) 사이에 트러프 바닥(720)을 수평으로 배열하는 것 역시 가능하다. 기타 배열들이 상정되고, 본 개시 내용의 일부를 구성한다. 상기 전로 트러프 구성은 가공과 관련된 시간 및 비용을 절감시키고 결합된 내화성 컴포넌트들 사이의 원하지 않는 보이드(void)와 같은 제조 결함 가능성을 낮추는 한편, 조인트의 개수를 감소시키는 장점을 제공한다.

[0052] 상술한 다양한 조인트 구성의 조합들 역시 본 개시 내용의 범위 내이다. 상이한 치수의 성형체 또는 세라믹 물품을 제조하든 간에 원하는 적용 또는 응용에 적합한 조인트의 임의 조합을 선택하는 것은 당업자의 능력 범위 내이다. 유사하게, 유리 성형체의 구성, 치수 및 배향(orientation)에 대한 기타 변형들은 당업자에게 자명할 것이며, 개시 내용의 범위 및 사상 내에 있다.

[0053] 실시 예

[0054] 다양한 구현 예들이 하기의 비 제한적인 실시 예에 의하여 보다 명확해질 것이다.

[0055] 수개의 결합된 지르콘 기판이 2개의 상이한 타입의 지르콘(지르콘 A 및 지르콘 B)의 다양한 조합을 사용하여 제조되었다. 각각의 경우에서, 하나의 지르콘 기판은 대략 11.43 cm × 5.08 cm × 3.81 cm의 치수를 갖는 2개의 소성된 지르콘 컴포넌트로부터 제조되었다. 각각의 블록의 결합면(11.43 cm × 3.81 cm 측)은 다이아몬드 훨을

이용하여 폴리싱되었고, 이어서 점차적으로 보다 미세한 그릿들(P360 그릿(40.5 마이크론)으로부터 시작하여, P800 (25.8 마이크론) 및 P1200 (15.3 마이크론)으로 이어짐)을 갖는 SiC 폐이퍼들을 이용하여 핸드 폴리싱되었다. 폴리싱 후, 상기 컴포넌트들은 대략 15분 동안 초음파로 세정되었고 약 120°C에서 작동하는 건조 오븐에서 하룻밤 동안 건조되었다. 상기 지르콘 컴포넌트들은 수직으로 스택되었고, 백금 포일의 박막 피스 및 대략 20g의 웨이트가 상기 스택된 컴포넌트들의 상부(원위 단부) 상에 놓여졌고, 이와 같이 형성된 결합되지 않은 기판은 대략 1580°C에서 소성되었다. 상기 2개의 지르콘 컴포넌트들 사이에는 어떠한 결합제도 사용되지 않았다.

[0056] 소성 시간은 테스트된 샘플들 중에서 변화되었다. 지르콘 A-A 기판은 약 12 시간 동안 소성되었고, 상기 지르콘 A-B 기판은 약 48 시간 동안 소성되었으며, 그리고 상기 지르콘 B-B 기판은 약 120 시간 동안 소성되었다. 결과물인 결합된 지르콘 기판들은 이후 실질적으로 동일한 치수(대략 1.27 cm × 0.63 cm × 11.43 cm)의 대략 10개의 보다 작은 기판을 제조하도록 가공되었는데, 각각은 기판의 길이(11.43 cm)의 대략 중앙 지점(midpoint)에서 결합된 조인트를 가졌다. 그 다음, 가공된 기판들에 대하여 상온에서 4점 벤딩 테스트가 수행되었다. 상기 결합된 지르콘 기판들의 MOR 강도는 지르콘 A 및 지르콘 B로부터 제조되고 결합된 지르콘 기판과 대략 같은 치수를 갖는, 결합되지 않은 지르콘 기판의 MOR 강도와 비교하였다.

[0057] 하기의 [표 1]은 MOR 4점 벤딩 테스트 결과를 제공한다. 대략 120 시간 동안 소성된, 결합된 지르콘 B-B 기판은 결합되지 않은 지르콘 A 또는 지르콘 B 기판보다 높은 MOR 강도를 나타내었다. 유사하게, 약 48 시간 동안 소성된, 결합된 지르콘 A-B 기판은 결합되지 않은 지르콘 A 및 지르콘 B 기판과 대체적으로 동등한 MOR 강도를 나타냈다. 약 12시간 동안 소성된, 결합된 지르콘 A-A 기판은 수용 가능한 MOR 강도를 나타내었으나, 측정된 MOR 강도는 결합되지 않은 지르콘 A 및 지르콘 B 기판의 그것보다 낮았다. 따라서, 이론에 구속되는 것은 아니지만, 소성 시간은 결과물인 결합된 기판의 MOR 강도에 영향을 미칠 수 있다. 몇몇 구현 예에 있어서, 보다 긴 소성 시간이 보다 강한 결합을 생성할 수 있다.

표 1

평균 MOR 강도

	지르콘 A	지르콘 B	지르콘 B-B 1580°C 120시간	지르콘 A-B 1580°C 48시간	지르콘 A-A 1580°C 12시간
평균 MOR 강도 (MPa)	132.0	130.8	135.6	126.7	89.3

[표 2]는 테스트되는 각각의 결합된 지르콘 기판에 대한 불량 위치(파손점)를 요약한 것이다. 지르콘 A-A 샘플은 가장 낮은 MOR 강도를 나타낼 뿐만 아니라, 지르콘 A-A에서 발생된 모든 불량이 기판 내에서 보다는 결합 지점에서 일어남을 뒷받침하였다.

표 2

결합된 기판의 불량 위치

	지르콘 B-B 1580°C 120시간	지르콘 A-B 1580°C 48시간	지르콘 A-A 1580°C 12시간
결합지점에서의 불량 개수	2	7	9
기판에서의 불량 개수	7	5 (기판 A에서 불량)	0
샘플의 총 개수	9	12	9

[0061] 도 8a는 한 쌍의 결합된 지르콘 컴포넌트들(810, 820; 지르콘 A-A)의 SEM 이미지(배율: ×200)를 보여주는데, 상기 지르콘 컴포넌트들은 다이아몬드 훈을 사용하여 폴리싱된 다음, 대략 35 마이크론의 그릿 사이즈를 갖는 다이아몬드 필름으로 폴리싱되었고, 결합제의 사용 없이 약 48 시간 동안 대략 1580°C에서 소성되었다. 상기 2개의 컴포넌트들 간의 조인트는 접선(830)으로 표시되었다. SEM 이미지에 이러한 선을 추가하는 것 없이는, 심지어 확대 하에서도 2개의 별개의 지르콘 피스의 조인트를 보기가 매우 곤란하다. 상기 지르콘 입자(grain)들은 계면을 가로질러 성장하였고, 이는 경계를 가로질러 실질적으로 균일한 미세구조를 생성하였다.

[0062] 도 8b는 같은 샘플에 대한 보다 높은 배율의 SEM 이미지(배율: ×750)를 나타낸다. 마찬가지로, 상기 2개의 컴포넌트(810, 820) 간의 조인트는 접선(830)으로 나타내었다. 상기 접선의 양 측에 위치한 보다 큰 단일 입자들

은 2개의 기판들의 계면에서 결정립 성장이 일어나 강한 결합을 형성함을 나타낸다.

[0063] 도 9a는 한 쌍의 결합된 지르콘 컴포넌트(910, 920; 지르콘 A-A)의 SEM 이미지(배율: ×200)를 보여주는데, 상기 지르콘 컴포넌트들은 다이아몬드 휠을 사용하여 폴리싱된 다음, 점차적으로 보다 미세한 그릿들(대략 35, 9, 6, 및 3 마이크론)을 갖는 다이아몬드 필름으로 폴리싱되었고, 결합제의 사용 없이 약 48 시간 동안 대략 1580 °C에서 소성되었다. 상기 2개의 컴포넌트들 간의 조인트는 점선(930)으로 나타내었다. SEM 이미지에 이러한 선을 추가하는 것 없이는, 심지어 확대 하에서도 2개의 별개의 지르콘 피스의 조인트를 보기는 매우 곤란하다. 상기 지르콘 입자들은 계면을 가로질러 성장하여, 경계를 가로질러 실질적으로 균일한 미세구조를 생성하였다.

[0064] 도 9b는 같은 샘플의 보다 높은 배율의 SEM 이미지(배율: ×750)를 나타낸다. 마찬가지로, 상기 2개의 컴포넌트(910, 920) 간의 조인트는 점선(930)으로 표시된다. 결정립 성장은 상기 2개의 기판의 계면을 가로질러 발생하였고, 선의 양 측에 위치하는 보다 큰 단일 입자들로써 용이하게 관찰될 수 있다. 계면에서의 결정립 성장은 강한 결합의 형성을 가리킨다. 계면을 가로지르는 결정립 성장은 도 8b(35 마이크론 그릿)에서보다 도 9b(3 마이크론 그릿)에서 더욱 확연한 것처럼 보인다. 이론에 구속되는 것은 아니지만, 표면 거칠기는 보다 미세한 그릿으로 폴리싱됨으로써 감소되고, 이는 결합될 표면들 간의 접촉 정도를 증가시켜, 결국 계면을 가로지르는 결정립 성장 정도를 증가시키는 것으로 판단된다.

[0065] 별도의 명시적 언급이 없는 한, 본 명세서에서 기재된 임의의 방법은 단계들이 특정 순서로 수행될 것을 요구하는 것으로는 해석되지 않는다. 따라서, 방법 청구항이 단계들에 의하여 따르게 되는 순서를 실제로 기재하지 않거나, 또는 이와 달리 해당 단계들이 특정 순서로 한정된다고 청구항 또는 발명의 상세한 설명에서 구체적으로 기술되지 않는 경우, 임의의 특정 순서가 추론되는 것으로 의도되지는 않는다.

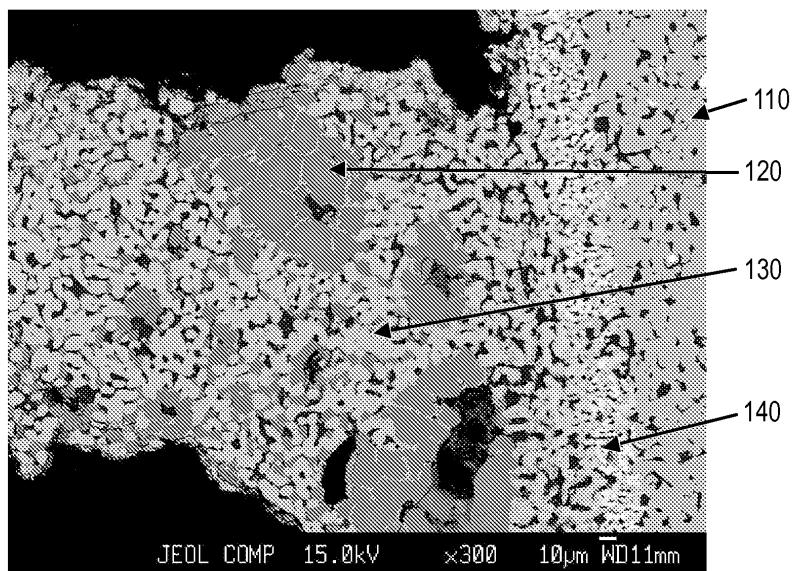
[0066] 전술한 설명은 오직 예시적이고 설명하기 위한 것으로 이해되어야 하고, 개시 내용을 한정하는 것으로 해석되지 않는다. 더욱이, 본 명세서에서 기재된 다양한 특징 및/또는 다른 구현 예들의 특성들은 서로 조합될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 상기 예시적 구현 예들에 변경 및 변형이 이루어질 수 있고, 기타 배열들이 발명의 사상 또는 범위로부터 이탈함이 없이 도출될 수 있다. 발명의 사상과 실질을 포함하는 개시된 구현 예의 변경, 조합, 서브-조합 및 변형들이 당업자에 의하여 이루어질 수 있는 바, 발명은 첨부된 청구범위 및 이들의 균등물 범위 내의 모든 것을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

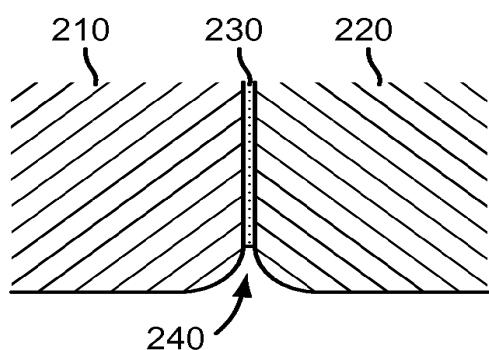
- 110: 지르콘 내화재 120: 지르코니아-풍부 티타니아
- 130: 지르코늄 티타네이트 210, 220, 405: 내화성 컴포넌트
- 230: 결합제 240: 딥
- 250: 럿지 260: 조인트
- 310: 단부 컴포넌트 320, 350: 근위 단부
- 330: 원위 단부 340: 중간 컴포넌트
- 400, 500, 600: 성형체 405, 505, 605: 내화성 컴포넌트
- 410: 상부 트러프 415: 수직 조인트
- 420: 상부 트러프 벽 430, 530: 트러프 바닥
- 440, 540: 바닥 부분 450: 주된 사이드 표면
- 460: 루트 470, 570: 유리
- 515: 수평 조인트 615: 기울어진 조인트
- 700: 전로 트러프 710: 트러프 벽
- 720: 트러프 바닥 730: 조인트

도면

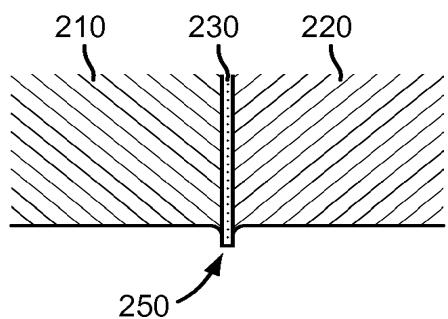
도면1



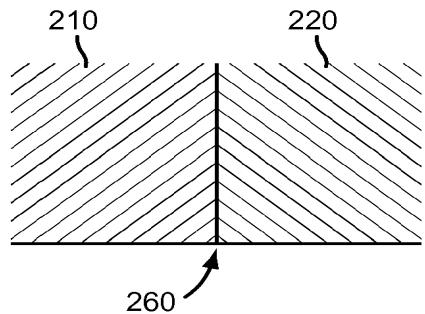
도면2a



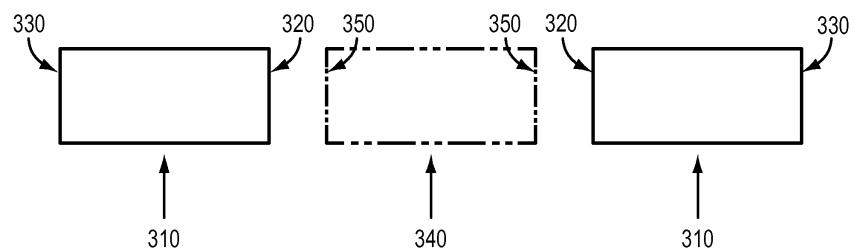
도면2b



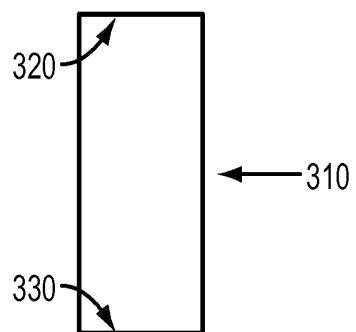
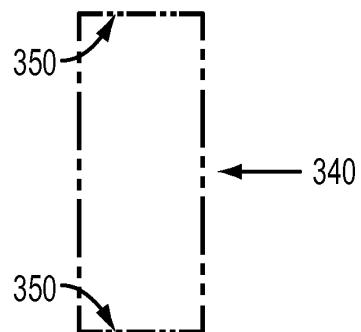
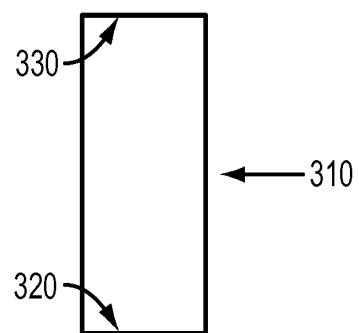
도면2c



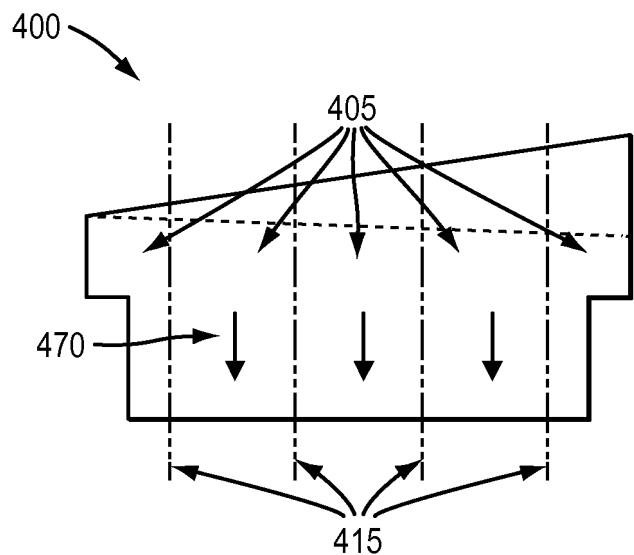
도면3a



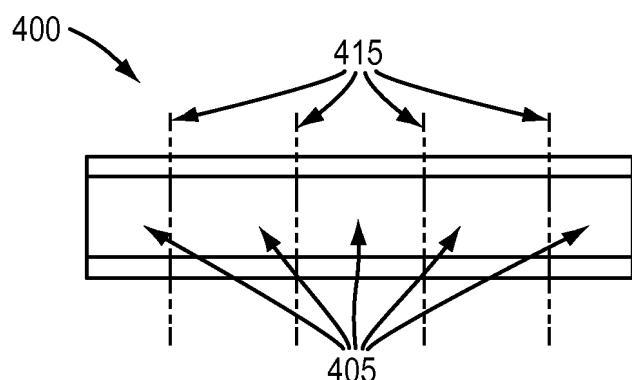
도면3b



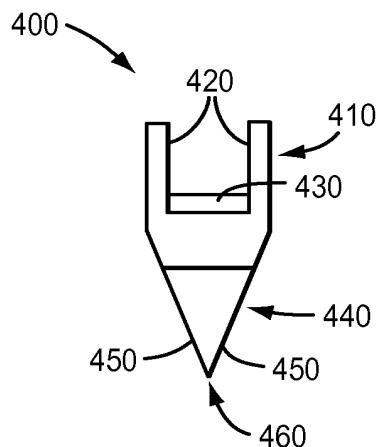
도면4a



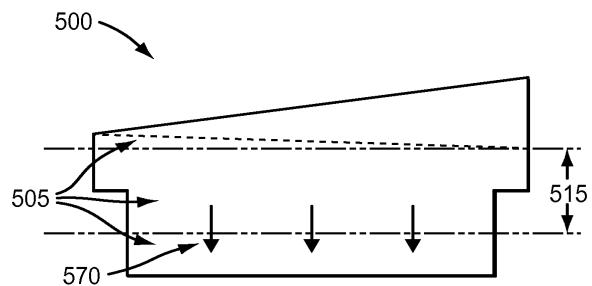
도면4b



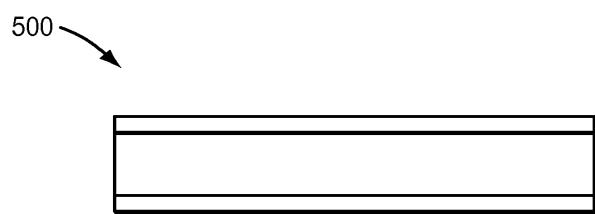
도면4c



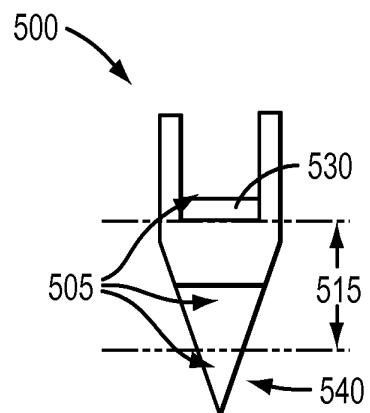
도면5a



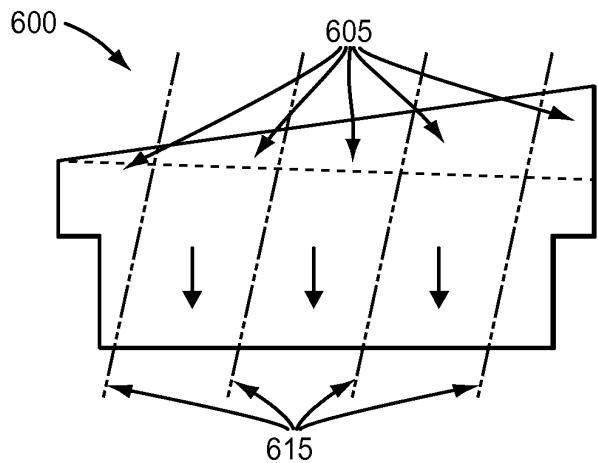
도면5b



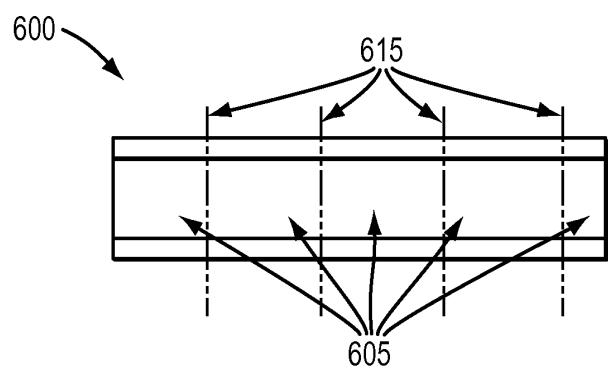
도면5c



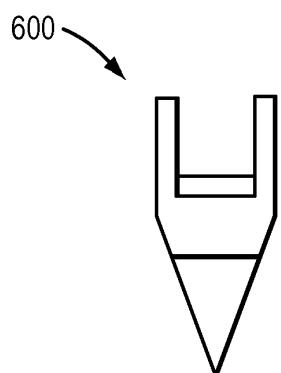
도면6a



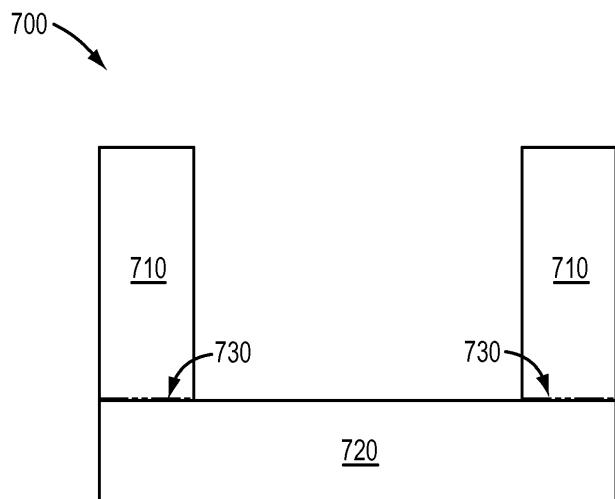
도면6b



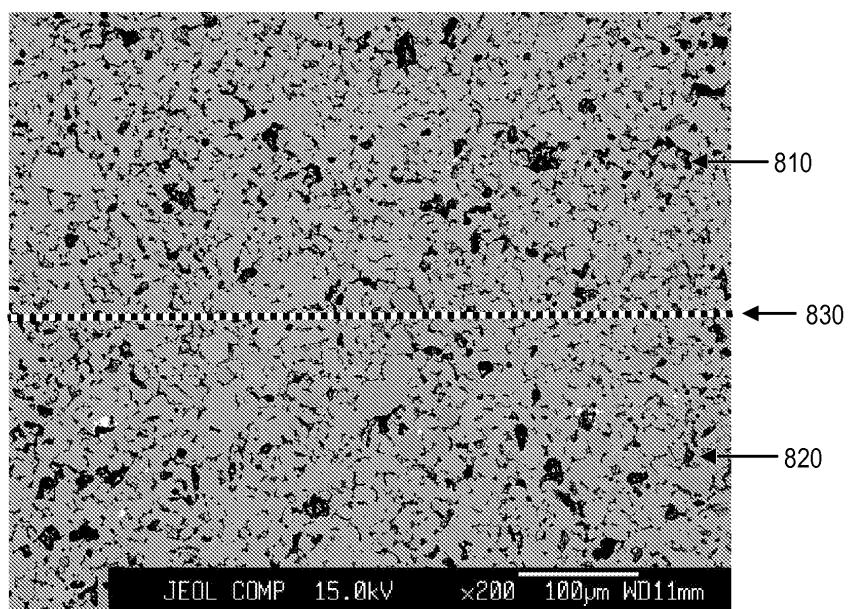
도면6c



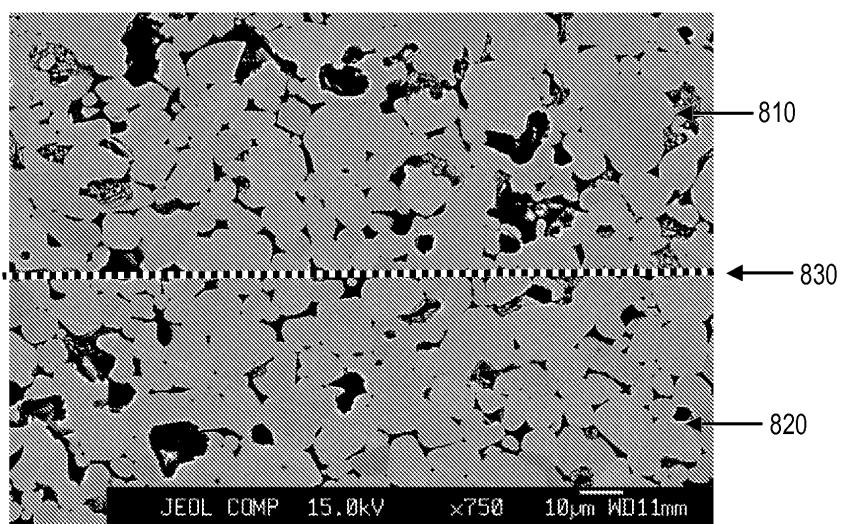
도면7



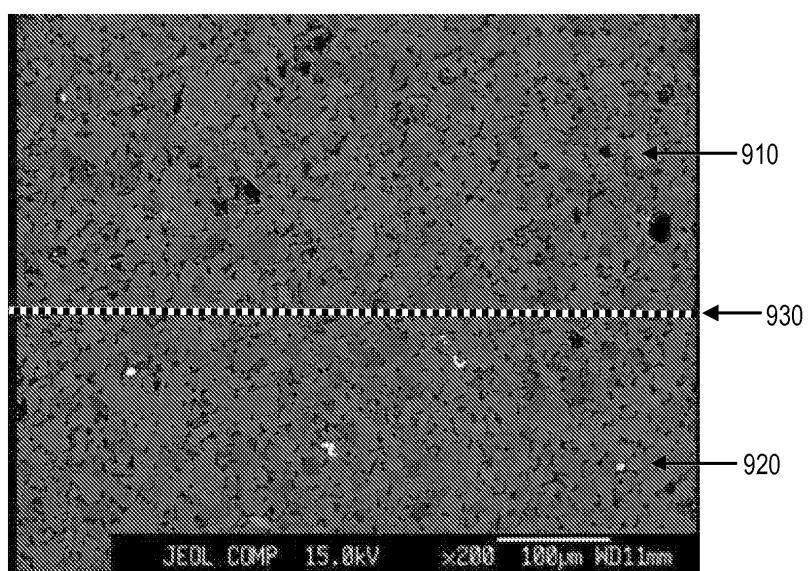
도면8a



도면8b



도면9a



도면9b

