



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월29일

(11) 등록번호 10-2629658

(24) 등록일자 2024년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B24D 3/06 (2006.01) B22F 3/00 (2021.01)
B22F 3/105 (2006.01) B24D 18/00 (2006.01)
B24D 3/14 (2006.01) B24D 5/10 (2006.01)
B24D 7/10 (2006.01) B29C 64/153 (2017.01)
B33Y 10/00 (2015.01) B33Y 70/00 (2020.01)
B33Y 80/00 (2015.01)

(52) CPC특허분류

B24D 3/06 (2013.01)
B22F 10/00 (2023.08)

(21) 출원번호 10-2018-7023371

(22) 출원일자(국제) 2017년01월18일

심사청구일자 2022년01월13일

(85) 번역문제출일자 2018년08월14일

(65) 공개번호 10-2018-0104654

(43) 공개일자 2018년09월21일

(86) 국제출원번호 PCT/US2017/013867

(87) 국제공개번호 WO 2017/127392

국제공개일자 2017년07월27일

(30) 우선권주장

62/281,349 2016년01월21일 미국(US)

62/315,044 2016년03월30일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2008531306 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

프랑케 카르스텐

미국 미네소타주 55104 세인트 폴 라폰드 애비뉴
1152

기보트 마이켄

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 박환수

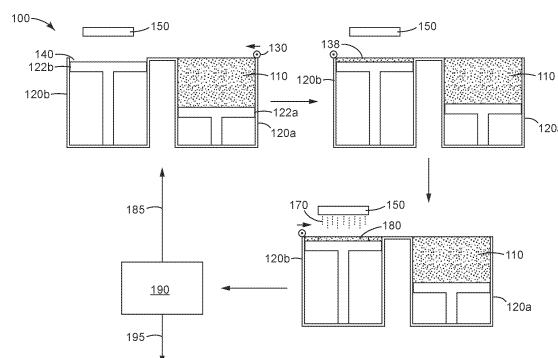
(54) 발명의 명칭 금속 접합제 및 유리질 접합제 연마 용품의 제조 방법, 및 연마 용품 전구체

(57) 요약

본 발명은 유리질 접합제 연마 용품 및 금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법들을 제공한다. 방법들은 순차적인 단계들을 포함한다. 단계 a)는, 순차적으로: i) 제한된 구역 내에 성긴 분말 입자의 층을 침착시키는 단계; 및 ii) 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하기 위해, 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1a



를 포함하는 하위공정을 포함한다. 성긴 분말 입자는 연마 입자 및 유기 화합물 입자 뿐만 아니라 유리질 접합제 전구체 입자 또는 금속 입자를 포함한다. 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는다. 단계 b)는 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하기 위해 단계 a)를 다수 회 독립적으로 수행하는 단계를 포함한다. 단계 c)는 나머지 성긴 분말 입자를 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계를 포함한다. 단계 d)는 유리질 접합제 재료 내에 유지된 연마 입자를 포함하는 유리질 접합제 연마 용품을 제공하기 위해, 또는 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 연마 용품 예비성형품을 가열하는 단계를 포함한다. 금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법은 임의적으로, 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 연마 용품 예비성형품에 용융된 저용융 금속을 주입하고 용융된 저용융 금속을 고형화하는 단계를 포함한다. 본 발명은 유리질 접합제 연마 용품 전구체 및 금속 접합제 연마 용품 전구체를 더 제공한다.

(52) CPC특허분류

B22F 10/00 (2023.08)

B24D 18/00 (2013.01)

B24D 3/14 (2021.08)

B24D 5/10 (2013.01)

B24D 7/10 (2013.01)

B29C 64/153 (2017.08)

B33Y 10/00 (2013.01)

B33Y 70/00 (2023.05)

B33Y 80/00 (2013.01)

(72) 발명자

코르텐 말테

독일 데-82229 제펠트 에스페 플라츠

스미스슨 로버트 엘더블유

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

교우어스 브라이언 디

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

에이드프리스 니저스 비

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

앤더슨 토마스 제이

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

슈클라 브라이언 에이

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

하퍼 마이클 씨

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

플로트니코브 엘리자베타 와이

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

유리질(vitreous) 접합제 연마 용품을 제조하는 방법으로서,

a) 순차적으로

i) 성긴(loose) 분말 입자의 층을 제한된 구역 내에 침착시키되, 상기 성긴 분말 입자는 유리질 접합제 전구체 입자, 연마 입자, 및 유기 화합물 입자를 포함하고, 상기 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는, 단계; 및

ii) 전도 또는 조사(irradiation)를 통해 선택적으로 열을 인가하여 상기 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하는 단계

를 포함하는 하위공정;

b) 독립적으로 단계 a)를 복수 회 수행하여, 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하되, 각각의 단계 a)에서, 상기 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택되는, 단계;

c) 상기 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 상기 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계; 및

d) 상기 연마 용품 예비성형품을 가열하여, 유리질 접합제 재료 내에 유지되는 상기 연마 입자를 포함하는 상기 유리질 접합제 연마 용품을 제공하는 단계

를 순차적으로 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 연마 입자는 다이아몬드 입자 또는 입방정계 질화붕소 입자 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 유기 화합물 입자는 왁스, 당, 텍스트린, 250℃ 이하의 용점을 갖는 열가소성 물질, 아크릴레이트, 메타크릴레이트 및 이들의 조합으로부터 선택되는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 유기 화합물 입자는 상기 성긴 분말 입자의 2.5 중량% 내지 30 중량%의 양으로 존재하는, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 단계 ii)에서 상기 열은 단일의 가열식 팁을 사용하여 인가되는, 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법으로서,

a) 순차적으로

i) 성긴 분말 입자의 층을 제한된 구역 내에 침착시키되, 상기 성긴 분말 입자는 고용융 금속 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함하고, 상기 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는, 단계; 및

ii) 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하여 상기 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하는 단계

를 포함하는 하위공정;

b) 독립적으로 단계 a)를 복수 회 수행하여, 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하되, 각각의 단계 a)에서, 상기 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택되는, 단계;

c) 상기 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 상기 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계;

d) 상기 연마 용품 예비성형품에 용융된 저용융 금속을 주입하되, 상기 고용융 금속 입자 중 적어도 일부는 상기 용융된 저용융 금속에 접촉될 때 완전히 용융되지 않는, 단계; 및

e) 상기 용융된 저용융 금속을 고형화하여 상기 금속 접합제 연마 용품을 제공하는 단계

를 순차적으로 포함하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 단계 c)와 단계 d) 사이에, 상기 유기 화합물 재료의 적어도 일부분을 전소시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 9

금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법으로서,

a) 순차적으로

i) 성긴 분말 입자의 층을 제한된 구역 내에 침착시키되, 상기 성긴 분말 입자는 금속 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함하고, 상기 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는, 단계; 및

ii) 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하여 상기 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하는 단계

를 포함하는 하위공정;

b) 독립적으로 단계 a)를 복수 회 수행하여, 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하되, 상기 연마 용품 예비성형품은 미리결정된 형상을 가지고, 각각의 단계 a)에서, 상기 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택되는, 단계;

c) 상기 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 상기 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계; 및

d) 상기 연마 용품 예비성형품을 가열하여 상기 금속 접합제 연마 용품을 제공하는 단계

를 순차적으로 포함하는 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광범위하게 금속성 접합제 매트릭스 또는 유리질(vitreous) 접합제 매트릭스 내에 연마 입자를 갖는 연마 용품을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전통적으로, 유리질화된 접합제 연마 용품들(예컨대, 연마 휠들, 연마 세그먼트들 및 연석들)은 연마 입자(예컨대, 다이아몬드, 입방정계 질화붕소, 알루미늄 나이트라이드 또는 SiC), 유리질 접합제 전구체(예컨대, 유리 프릿, 세라믹 전구체), 임의적인 기공 유도제(예컨대, 유리 거품, 나프탈렌, 분쇄된 코코넛 또는 호두 껍질 또는 아크릴 유리 또는 PMMA) 및 액체 비히클(liquid vehicle) 중의 일시적 유기 결합제(예컨대, 페놀 수지의 수용액들, 폴리비닐 알코올, 요소-포름알데하이드 수지 또는 텍스트린)의 블렌드를 압축함으로써 제조된다. 연마 입자, 유리질 접합제 전구체, 및 통상적으로 기공 유도제는 전형적으로 함께 건식 블렌딩된다. 이어서, 일시적 유기 결합제 용액이 첨가되어 그레인 혼합물을 웨트 아웃(wet out)한다. 블렌딩된 혼합물은 이어서 주형 이형체로 처리된 경화된 스틸 주형 내에 놓인다. 충전된 주형은 이어서 성형된 생소지를 형성하기 위해 프레스에서 압축된다. 이어서 생소지는 주형으로부터 배출되고, 일시적 유기 결합제가 전소되고(burned out) 유리질 접합제 전구체가 유리질 접합제 매트릭스("유리질 접합제" 및 "유리질 결합제"라고도 지칭함)로 변환될 때까지 후속적으로 가열된다.

[0003] 전통적으로, 금속 접합제 연마 용품들은 다이아몬드, 입방정계 질화붕소(cBN) 또는 다른 연마 그레인(grain)과 같은 연마 그릿(grit)을 비-용융 금속 분말(예컨대, 텅스텐, 스테인리스강 또는 기타), 용융 금속 분말(예컨대, 청동 또는 구리) 또는 이들의 조합과 혼합함으로써 제조된다. 기공 유도제들, 일시적 결합제들 및 기타 첨가제들이 첨가될 수 있다. 이어서 혼합물은 주형 이형체로 코팅된 주형 내로 도입된다. 충전된 주형은 이어서 프레스에서 압축되어 성형된 생소지를 형성한다. 이어서, 생소지는 주형으로부터 배출되고 후속적으로 금속 조성의 일부를 용융시키기 위해 고온의 노에서 가열되거나, 생소지에 용융 금속이 주입된다. 가열은 전형적으로 비활성 또는 환원성 가스(예컨대, 질소, 아르곤, 수소)의 적절한 제어된 분위기 또는 진공 상태에서 수행된다.

[0004] 이러한 제조 접근법들에는 많은 단점들이 있다: 각각의 연마 용품 형상마다 특수 주형이 요구되고; 주형들은 전형적으로 고비용이고 제조하는데 긴 리드 타임(lead time)을 가지고; 임의의 설계 변경은 새로운 주형의 제조를 요구하고; 성형될 수 있는 형상들에 제한들이 있으며, 언더컷들 또는 냉각 채널들과 같은 내부 구조들이 있는 복잡한 형상은 일반적으로 가능하지 않고; 주형들은 마모되고, 주형 당 제조될 수 있는 단위들의 제한된 수를 가지며; 주형들에 연마 혼합물이 충전되는 동안, 용이하게 가시화되며 성능 변화를 유발할 수 있는 불균질한 연마 성분 및 밀도 변화를 유발하는 성분들의 분리가 발생할 수 있다. 또한, 공정들이 종종 수동적이고 노동 집약적이다.

[0005] 선택적 레이저 소결에서, 금속 분말 및 연마 그레인을 포함하는 분말의 층은 불활성 분위기 인클로저(enclosure) 내에서 균일 층으로 확산된다. 미리결정된 영역들에서, 분말은 금속 분말을 그의 소결 온도로 가열하기 위해 레이저 빔에 의해 가열된다. 전통적인 레이저 소결의 단점은 고출력의 레이저가 요구되고(예컨대, 30 내지 150 와트의 범위임) 인쇄 공정에 걸쳐 불활성 분위기가 유지될 필요가 있다는 것이다.

발명의 내용

- [0006] 제1 양태에서, 본 발명은 유리질 접합제 연마 용품을 제조하는 방법을 제공하고, 방법은 순차적인 단계들을 포함한다. 단계 a)는, 순차적으로: i) 제한된 구역 내에 성긴(loose) 분말 입자의 층을 침착시키는 단계; 및 ii) 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하기 위해, 전도 또는 조사(irradiation)를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계를 포함하는 하위공정을 포함한다. 성긴 분말 입자는 유리질 접합제 전구체 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함한다. 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는다. 단계 b)는 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품(preform)을 생성하기 위해 단계 a)를 복수 회 독립적으로 수행하는 단계를 포함한다. 각각의 단계 a)에서, 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택된다. 단계 c)는 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계를 포함하고; 단계 d)는 유리질 접합제 재료 내에 유지된 연마 입자를 포함하는 유리질 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 연마 용품 예비성형품을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0007] 제2 양태에서, 본 발명은 유리질 접합제 전구체 재료 및 유기 화합물에 의해 함께 접합된 연마 입자를 포함하는 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 제공하며, 유리질 접합제 연마 용품 전구체는, 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 사행형(tortuous) 냉각 채널; 또는 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 아치형(arcuate) 냉각 채널 중 적어도 하나를 더 포함한다.
- [0008] 제3 양태에서, 본 발명은 금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법을 제공하며, 방법은 순차적인 단계들을 포함한다. 단계 a)는, 순차적으로: i) 제한된 구역 내에 성긴 분말 입자의 층을 침착시키는 단계; 및 ii) 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하기 위해, 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계를 포함하는 하위공정을 포함한다. 성긴 분말 입자는 고용용 금속 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함한다. 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는다. 단계 b)는 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하기 위해 단계 a)를 복수 회 독립적으로 수행하는 단계를 포함한다. 각각의 단계 a)에서, 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택된다. 단계 c)는 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계를 포함한다. 단계 d)는 연마 용품 예비성형품에 용융된 저용용 금속을 주입하는 단계를 포함하며, 고용용 금속 입자 중 적어도 일부는 용융된 저용용 금속에 접촉될 때 완전히 용융되지 않는다. 단계 e)는 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 용융된 저용용 금속을 고형화하는 단계를 포함한다.
- [0009] 제4 양태에서, 본 발명은 금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법을 제공하며, 방법은 순차적인 단계들을 포함한다. 단계 a)는, 순차적으로: i) 제한된 구역 내에 성긴 분말 입자의 층을 침착시키는 단계; 및 ii) 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하기 위해, 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계를 포함하는 하위공정을 포함한다. 성긴 분말 입자는 금속 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함한다. 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는다. 단계는 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하기 위해 독립적으로 단계 a)를 복수 회 수행하는 단계 b)를 포함하며, 연마 용품 예비성형품은 미리결정된 형상을 갖는다. 각각의 단계 a)에서, 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택된다. 단계 c)는 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계를 포함한다. 단계 d)는 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 연마 용품 예비성형품을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0010] 제5 양태에서, 본 발명은 유기 화합물 재료에 의해 함께 접합된 금속 입자 및 연마 입자를 포함하는 금속 접합제 연마 용품 전구체를 제공하며, 금속 접합제 연마 용품 전구체는: 금속 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 사행형 냉각 채널; 및 금속 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 아치형 냉각 채널 중 적어도 하나를 더 포함한다.
- [0011] 본 발명의 특징 및 이점이 상세한 설명뿐만 아니라 첨부된 청구범위를 고려할 때 추가로 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1a는 본 발명에 따른 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법의 개략적인 공정 흐름도이다.
- 도 1b는 감열식(thermal) 인쇄 헤드 열 공급원을 갖는 도 1a의 공정의 제3 단계의 개략적인 측면면도이다.

도 1c는 가열식(heated) 팁 열 공급원을 갖는 도 1a의 공정의 제3 단계의 개략적인 측단면도이다.

도 1d는 레이저 열 공급원을 갖는 도 1a의 공정의 제3 단계의 개략적인 측단면도이다.

도 2는 본 발명에 따라 제조가능한 예시적인 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 휠(200)의 개략적인 단면 평면도이다.

도 3은 본 발명에 따라 제조가능한 예시적인 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 휠(300)의 개략적인 단면 평면도이다.

도 4는 본 발명에 따라 제조가능한 예시적인 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 세그먼트(400)의 개략적인 사시도이다.

도 5는 본 발명에 따라 제조가능한 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 휠(500)의 개략적인 사시도이다.

도 6a는 본 발명에 따라 제조가능한 단일 구조화된 연마 디스크(600)의 개략적인 사시도이다.

도 6b는 단일 구조화된 연마 디스크(600)의 개략적인 평면도이다.

도 7a는 본 발명에 따라 제조가능한 단일 구조화된 연마 디스크(700)의 개략적인 사시도이다.

도 7b는 단일 구조화된 연마 디스크(700)의 개략적인 평면도이다.

도 8은 본 발명에 따라 제조가능한 회전 연마 공구(800)의 개략적인 사시도이다.

도 9는 본 발명에 따라 제조가능한 예시적인 치아용 버(bur)(900)의 개략적인 사시도이다.

본 명세서 및 도면에서의 도면 부호의 반복된 사용은 본 발명의 동일한 또는 유사한 특징부 또는 요소를 나타내도록 의도된다. 본 발명의 원리의 범주 및 사상에 속하는 다수의 다른 변형 형태 및 실시 형태가 당업자에 의해 창안될 수 있음을 이해하여야 한다. 도면은 일정한 축척으로 작성되지 않을 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명에 따른 유리질 접합제 연마 용품들 및 금속 접합제 연마 용품들을 제조하는 방법들은 통상적인 첨가제 하위공정을 포함한다. 하위공정은 순차적으로, (필수는 아닐지라도) 바람직하게는 연속적으로 적어도 세 단계를 수행하는 단계를 포함한다. 유리하게는, 방법들은 어떠한 고출력 장비도 열 공급원으로 요구하지 않고, 또한 불활성 분위기를 필요로 하지 않으면서 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계를 포함한다.
- [0014] 도 1a는 유리질 접합제 연마 용품 또는 금속 접합제 연마 용품을 제조하는데 사용되는 예시적인 분말 베드(powder bed) 공정(100)을 개략적으로 도시한다.
- [0015] 제1 단계에서, 이동 피스톤(122a)을 갖는 분말 챔버(120a)로부터의 성긴 분말 입자들(110)의 층(138)이 이동 피스톤(122b)을 갖는 분말 챔버(120b) 내의 제한된 구역(140) 내에 침착된다. 층(138)은 실질적으로 균일한 두께이어야 한다. 예를 들어, 층의 두께는 50 마이크로미터 미만, 바람직하게는 30 마이크로미터 미만, 보다 바람직하게는 10 마이크로미터 미만으로 변경될 수 있다. 층들은 열이 인가되는 모든 성긴 분말을 결합할 수 있는 한 최대 약 1 밀리미터의 임의의 두께를 가질 수 있다. 바람직하게는, 층의 두께는 약 10 마이크로미터 내지 약 500 마이크로미터, 10 마이크로미터 내지 약 250 마이크로미터, 보다 바람직하게는 약 50 마이크로미터 내지 약 250 마이크로미터, 보다 바람직하게는 약 100 마이크로미터 내지 약 200 마이크로미터이다.
- [0016] 연마 입자는 연마 산업에서 사용되는 임의의 연마 입자를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 연마 입자는 4 이상, 바람직하게는 5 이상, 보다 바람직하게는 6 이상, 보다 바람직하게는 7 이상, 보다 바람직하게는 8 이상, 보다 바람직하게는 8.5 이상, 보다 바람직하게는 9 이상의 모스(Mohs) 경도를 갖는다. 특정 실시 형태들에서, 연마 입자는 초연마(superabrasive) 입자를 포함한다. 본 명세서에서 사용된 용어 "초연마"는 탄화규소의 경도 이상의 경도를 갖는 임의의 연마 입자(예컨대, 탄화규소, 탄화붕소, 입방정계 질화붕소 및 다이아몬드)를 지칭한다.
- [0017] 적합한 연마 재료의 특정 예들은 산화알루미늄(예컨대, 알파 알루미나) 재료(예컨대, 융합된, 열처리된, 세라믹 및/또는 소결된 산화알루미늄 재료), 탄화규소, 이붕화티타늄, 질화티타늄, 탄화붕소, 탄화텅스텐, 탄화티타늄, 질화알루미늄, 다이아몬드, 입방정계 질화붕소(CBN), 석류석(garnet), 융합된 알루미늄-지르코니아, 졸-겔 유도된 연마 입자, 산화세륨, 산화지르코늄, 산화티타늄과 같은 금속 산화물 및 이들의 조합을 포함한다. 특정 실시 형태들에서, 연마 입자는 금속 산화물 세라믹 입자를 포함한다. 졸-겔-유도 연마 입자의 예들은 미국 특허 제4,314,827호(라이트하이제르(Leitheiser) 등), 미국 특허 제4,623,364호(코트링어(Cottringer) 등), 미국 특허

허 제4,744,802호(슈와벨(Schwabel)), 미국 특허 제4,770,671호(몬로(Monroe) 등), 및 미국 특허 제4,881,951호(몬로 등)에서 찾아볼 수 있다. 유리질 접합제 매트릭스(예컨대, 미국 특허 제6,551,366호(디소우자(D'Souza) 등)에 기재된 바와 같음) 내에 보다 미세한 연마 입자를 포함하는 응집체 연마 입자가 또한 사용될 수 있다.

- [0018] 상기에 언급된 바와 같이, 성긴 분말 입자는 유기 화합물 입자를 포함하며, 유기 화합물 입자는 열의 선택 적용 시 연마 입자(뿐만 아니라 성긴 분말 입자 중에 존재하는 다른 유형들의 입자)를 함께 결속시킬 수 있는 것으로 밝혀졌다. 많은 실시 형태들에서, 유기 화합물 입자는 50℃ 내지 250℃(중점 포함), 예컨대 100℃ 내지 180℃(중점 포함)의 용점을 갖는다. 달리 말하면, 특정 실시 형태들에서, 유기 화합물 입자는 50℃ 이상, 또는 60℃ 이상, 또는 70℃ 이상, 또는 80℃ 이상, 또는 90℃ 이상, 또는 100℃ 이상, 또는 110℃ 이상, 또는 120℃ 이상, 또는 130℃ 이상의 용점을 가지며; 최대 250℃, 또는 최대 240℃, 또는 최대 230℃, 또는 최대 220℃, 또는 최대 210℃, 또는 최대 200℃, 또는 최대 190℃, 또는 최대 180℃, 또는 최대 170℃, 또는 최대 160℃의 용점을 갖는다.
- [0019] 유기 화합물 입자는 특별히 제한되지 않으며, 왁스, 당, 텍스트린, 용점이 250℃ 이하인 열가소성 물질, 아크릴레이트, 메타크릴레이트 및 이들의 조합으로부터 임의적으로 선택된다.
- [0020] 적합한 왁스는 예를 들어 그리고 제한 없이, 식물, 동물, 석유 및/또는 미네랄 유래의 재료를 포함한다. 대표적인 왁스로는 카르나우바 왁스, 칸델릴라 왁스, 산화피셔-트롭쉬 왁스, 미정질 왁스, 라놀린, 베이베리 왁스, 팜 커널 왁스, 양지방 왁스, 폴리에틸렌 왁스, 폴리에틸렌 공중합체 왁스, 석유 유래 왁스, 몬탄 왁스 유도체, 폴리프로필렌 왁스, 산화된 폴리에틸렌 왁스 및 이들의 조합을 포함한다.
- [0021] 적합한 당은 예를 들어 그리고 제한 없이, 락토오스, 트레할로스, 글루코스, 수크로스, 레불로스, 텍스트로스 및 이들의 조합을 포함한다.
- [0022] 적합한 텍스트린은 예를 들어 그리고 제한 없이, 감마-사이클로텍스트린, 알파-사이클로텍스트린, 베타-사이클로텍스트린, 글루코실-알파-사이클로텍스트린, 말토실-알파-사이클로텍스트린, 글루코실-베타-사이클로텍스트린, 말토실-베타-사이클로텍스트린, 2-하이드록시-베타-사이클로텍스트린, 2-하이드록시프로필-감마-사이클로텍스트린, 2-하이드록시프로필-베타-사이클로텍스트린, 메틸-베타-사이클로텍스트린, 설포부틸에테르-알파-사이클로텍스트린, 설포부틸에테르-베타-사이클로텍스트린, 설포부틸에테르-감마-사이클로텍스트린 및 이들의 조합을 포함한다.
- [0023] 적합한 열가소성 물질은 예를 들어 그리고 제한 없이, 250℃ 이하의 용점을 갖는 열가소성 물질, 예컨대, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리락트 산(PLA), 폴리비닐 클로라이드(PVC), 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA), 폴리프로필렌(PP), 비스페놀-A 폴리 카보네이트(BPA-PC), 폴리설폰(PSF), 폴리에테르 이미드(PEI), 및 이들의 조합을 포함한다.
- [0024] 적합한 아크릴레이트 및 메타크릴레이트는 예를 들어 그리고 제한 없이, 우레탄 아크릴레이트, 에폭시 아크릴레이트, 폴리에스테르 아크릴레이트, 아크릴화 (메트)아크릴, 폴리에테르 아크릴레이트, 아크릴화 폴리올레핀 및 이들의 조합 또는 이들의 메타크릴레이트 유사체를 포함한다.
- [0025] 유기 화합물 입자는 전형적으로 성긴 분말 입자의 2.5 중량% 내지 30 중량%(중점 포함), 예컨대, 성긴 분말 입자의 5 중량% 내지 20 중량%(중점 포함)의 양으로 존재한다. 달리 말하면, 특정 실시 형태들에서, 유기 화합물 입자는 성긴 분말 입자의 2.5 중량% 이상, 또는 3 중량% 이상, 또는 4 중량% 이상, 또는 5 중량% 이상, 또는 7 중량% 이상, 또는 8 중량% 이상, 또는 10 중량% 이상, 또는 12 중량% 이상; 및 성긴 분말 입자의 최대 30 중량%, 또는 최대 28 중량%, 또는 최대 25 중량%, 또는 최대 23 중량%, 또는 최대 20 중량%, 또는 최대 18 중량%의 양으로 존재한다. 전형적으로, 유기 화합물 입자의 평균 입자 크기는 약 1 마이크로미터 내지 약 100 마이크로미터, 바람직하게는 약 5 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터, 및 가장 바람직하게는 약 10 마이크로미터 내지 약 30 마이크로미터의 범위이다.
- [0026] 유리질 접합제 연마 용품을 형성할 때, 성긴 분말 입자는 유리질 접합제 전구체 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함한다. 금속 접합제 연마 용품을 형성할 때, 성긴 분말 입자는 금속 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함한다. 금속 접합제 연마 용품을 형성하는 특정 실시 형태들에서, 금속 입자는 고용용 금속 입자를 포함한다.
- [0027] 유리질 접합제 전구체 입자는 유리질 재료로 열적으로 변환될 수 있는 임의의 재료의 입자를 포함할 수 있다.

예들은 유리 프리트 입자, 세라믹 입자, 세라믹 전구체 입자 및 이들의 조합을 포함한다.

- [0028] 본 명세서에 따라 연마 그레인을 함께 결합시키는 유리질 접합체는 연마 분야에 공지된 임의의 적합한 조성의 것일 수 있다. 당업계에서 (예컨대, 조성에 따라) "세라믹 접합체", "유리질 상", "유리질 매트릭스" 또는 "유리질 접합체"로도 다양하게 알려진 유리질 접합체 상은 하나 이상의 산화물(예컨대, 금속 산화물 및/또는 보리아) 및/또는 프리트(즉, 작은 입자)으로서의 적어도 하나의 규산염으로부터 제조될 수 있으며, 고온으로 가열될 때 반응하여 일체적인 유리질 접합체 상을 형성한다. 예들은 유리 입자(예컨대, 재생된 유리 프리트, 몰 유리 프리트), 실리카 프리트(예컨대, 졸-겔 실리카 프리트), 알루미늄 산화물 입자, 알루미늄 입자, 지르코니아 입자 및 이들의 조합을 포함한다. 적합한 프리트, 그의 공급원 및 조성은 당업계에 잘 알려져 있다.
- [0029] 연마 용품들은 전형적으로 연마 그레인, 유리질 접합체 전구체, 임의적인 기공 형성제 및 일시적 결합제로 구성된 미가공 구조체(green structure)형성함으로써 제조된다. 이어서, 미가공 구조체가 소성된다. 유리질 접합체 상은 일반적으로 본 발명의 연마 용품을 제조하기 위한 공정의 소성 단계에서 제조된다. 전형적인 소성 온도는 540°C 내지 1700°C(1000°F 내지 3100°F) 범위 내에 있다. 소성 단계에 대해 선택되는 온도 및 유리질 접합체 상의 조성은 유리질 접합체 연마 용품 내에 함유된 연마 입자의 물리적 특성 및/또는 조성에 유해한 영향을 미치지 않도록 선택되어야 한다는 것이 이해되어야 한다.
- [0030] 유용한 유리 프리트 입자는 유리질 접합체 연마 용품들에 사용되는 것으로 알려진 임의의 유리 프리트 재료를 포함할 수 있다. 예들은 실리카 유리 프리트, 실리케이트 유리 프리트, 붕규산염 유리 프리트 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 유리 프리트를 포함한다. 하나의 실시 형태에서, 전형적인 유리질 결합 재료는 약 70 내지 90%의 $\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$, 1 내지 20%의 알칼리 산화물, 1 내지 20%의 알칼리성 토양 산화물, 및 1 내지 20%의 전이 금속 산화물을 함유한다. 다른 실시 형태에서, 유리질 결합 재료는 약 82%의 $\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$, 5%의 알칼리 금속 산화물, 5%의 전이 계열 금속 산화물, 4%의 Al_2O_3 , 및 4%의 알칼리 토양 산화물의 조성물을 갖는다. 다른 실시 형태에서, 약 20%의 B_2O_3 , 60%의 실리카, 2%의 소다 및 4%의 마그네시아를 갖는 프리트가 유리질 결합 재료로서 이용될 수 있다. 당업자는 조성물로부터 형성된 최종 연마 용품들의 특정 특성을 제공하기 위해 특정 성분들 및 이들 성분의 양이 부분적으로 선택될 수 있음을 이해할 것이다.
- [0031] 유리 프리트의 크기는 다양할 수 있다. 예를 들어, 유리 프리트는 연마 입자와 크기가 같거나 상이할 수 있다. 전형적으로, 유리 프리트의 평균 입자 크기는 약 0.01 마이크로미터 내지 약 100 마이크로미터, 바람직하게는 약 0.05 마이크로미터 내지 약 50 마이크로미터, 및 가장 바람직하게는 약 0.1 마이크로미터 내지 약 25 마이크로미터의 범위이다. 적어도 약 4 모스 경도를 갖는 연마 입자의 평균 입자 크기에 대한 유리 프리트의 평균 입자 크기는 다양할 수 있다. 전형적으로, 유리 프리트의 평균 입자 크기는 연마제의 평균 입자 크기의 약 1 내지 약 200%, 바람직하게는 약 10 내지 약 100%, 및 가장 바람직하게는 약 15 내지 약 50%이다.
- [0032] 전형적으로, 성긴 분말 입자 중의 연마 입자에 대한 유리질 접합체 전구체 입자의 중량비는 약 10:90 내지 약 90:10의 범위이다. 유리질 접합체 전구체 입자의 형상 또한 다양할 수 있다. 전형적으로, 이들은 불규칙한 형상이지만(예컨대, 분쇄되고 임의적으로 구매됨(graded)), 이는 필수조건은 아니다. 예를 들어, 이들은 회전타원형, 입방형 또는 일부 다른 미리결정된 형상일 수 있다.
- [0033] 바람직하게는, 유리질 접합체 전구체 입자의 열팽창 계수는 연마 입자의 열팽창 계수와 동일하거나 실질적으로 동일하다.
- [0034] 하나의 바람직한 유리질 접합체는 다음의 산화물계 몰 퍼센트(%) 조성을 갖는다: SiO_2 63.28; TiO_2 0.32; Al_2O_3 10.99; B_2O_3 5.11; Fe_2O_3 0.13; K_2O 3.81; Na_2O 4.20; Li_2O 4.98; CaO 3.88; MgO 3.04 및 BaO 0.26. 이러한 성분들의 소성은 전형적으로, 장시간(예컨대, 약 25 내지 26 시간)에 걸쳐서 실온으로부터 원하는 소결 온도(예컨대, 1149°C(2100°F))로 상승시키고, (예컨대, 수 시간 동안) 최대 온도에서 유지시키고, 이어서, 소성된 용품들을 연장된 기간(예컨대, 25 내지 30 시간)에 걸쳐 실온으로 냉각시킴으로써 달성된다.
- [0035] 연마 용품들의 제조를 돕고/돕거나 그러한 용품들의 성능을 개선하기 위해 유리질 접합된 연마 용품들의 제조 시 다양한 첨가제를 사용하는 것이 당업계에 알려져 있다. 본 발명의 실시예에 있어서 또한 사용될 수 있는 그러한 종래의 첨가제는 윤활제, 충전제, 기공 유도제 및 가공 조제를 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 윤활제의 예들은 흑연, 황, 폴리테트라플루오로에틸렌 및 이황화 몰리브덴을 포함한다. 기공 유도제의 예들은 유리 버블 및 유기 입자를 포함한다. 예를 들어, 첨가제의 의도된 목적을 위해 당업계에 공지된 첨가제의 농도가 채용될 수 있다. 바람직하게는, 첨가제는 본 명세서의 실시예에 채용된 연마 입자에 거의 또는 전혀 영향을 미치지 않는다.

다.

- [0036] 유리질 접합제 전구체 입자는 세라믹 입자를 포함할 수 있다. 이러한 경우들에서, 세라믹 입자의 소결 및/또는 용합은 유리질 매트릭스를 형성한다. 임의의 소결가능하고/하거나 용합가능한 세라믹 재료가 사용될 수 있다. 바람직한 세라믹 재료는 알루미늄, 지르코니아 및 이들의 조합을 포함한다. 무기 유리질 접합제 전구체는 임의적으로 알파 알루미늄의 전구체를 포함한다. 특정 실시 형태들에서, 연마 입자 및 유리질 접합제 재료는 동일한 화학적 조성을 갖는다.
- [0037] 필요하다면, 알파-알루미나 세라믹 입자는 마그네슘, 니켈, 아연, 이트리아, 희토류 산화물, 지르코니아, 하프늄, 크롬 등과 같은 금속의 산화물로 개질될 수 있다. 알루미나 및 지르코니아 연마 입자는 예를 들어, 아래의 미국 특허에 개시된 바와 같이, 졸-겔 공정에 의해 제조될 수 있다: 제4,314,827호(라이트하이제르 등); 제4,518,397호(라이트하이제르 등); 제4,574,003호(게르크(Gerk)); 제4,623,364호(코트링어(Cottringer) 등); 제4,744,802호(슈와벨); 제5,551,963호(라르미에).
- [0038] 유리질 접합제 전구체 입자는 유리질 접합제 전구체 입자 및 연마 입자의 조합된 부피의 10 부피% 내지 40 부피%, 바람직하게는 연마 조성물의 15 부피% 내지 35 부피%의 양으로 존재할 수 있다.
- [0039] 금속 접합제 전구체 입자의 경우, 임의적인 고용용 금속 입자는 예를 들어 원소의 주기율표의 제2 족 내지 제15 족 중의 임의의 금속을 포함할 수 있다. 이들 금속들의 합금 및 임의적으로 주기율표의 제1 족 및 제15 족 중의 하나 이상의 원소(예컨대, 금속 및/또는 탄소, 규소, 붕소와 같은 비금속)도 사용될 수 있다. 적합한 금속 입자의 예는 마그네슘, 알루미늄, 철, 티타늄, 니오븀, 텅스텐, 크롬, 탄탈륨, 코발트, 니켈, 바나듐, 지르코늄, 몰리브덴, 팔라듐, 백금, 구리, 은, 금, 카드뮴, 주석, 인듐, 아연, 임의의 전술된 것들 중 임의의 것의 합금 및 이들의 조합을 포함하는 분말을 포함한다.
- [0040] 바람직하게는 약 1100℃ 이상, 보다 바람직하게는 1200℃ 이상의 용점을 갖는 고용용 금속 입자가 사용되나, 저용용 금속도 사용될 수 있다. 예들은 스테인레스강(약 1360℃ 내지 1450℃), 니켈(1452℃), 강(1371℃), 텅스텐(3400℃), 크롬(1615℃), 인코넬(Ni+Cr+Fe, 1390℃ 내지 1425℃), 철(1530℃), 망간(1245℃ 내지 1260℃), 코발트(1132℃), 몰리브덴(2625℃), 모넬(Ni+Cu, 1300℃ 내지 1350℃), 니오븀(2470℃), 티타늄(1670℃), 바나듐(1900℃), 안티몬(1167℃), 니크롬(Ni+Cr, 1400℃), 전술된 것들의 합금(임의적으로 탄소, 규소 및 붕소 중 하나 이상을 또한 포함함), 및 이들의 조합을 포함한다. 둘 이상의 상이한 고용용 금속 입자의 조합들이 또한 사용될 수 있다.
- [0041] 성긴 분말 입자는 임의적으로 저용용 금속 입자(예컨대, 브레이즈(braze) 입자)를 더 포함할 수 있다. 저용용 금속 입자는 바람직하게는 고용용 금속 입자의 최저 용점보다 적어도 50℃ 더 낮은(바람직하게는 적어도 75℃ 더 낮은, 적어도 100℃ 또는 심지어 적어도 150℃ 더 낮은) 최대 용점을 갖는다. 본 명세서에 사용된 용어 "용점"은 재료의 용융 온도 범위 내의 모든 온도를 포함한다. 적합한 저용용 금속 입자의 예들은 알루미늄(660℃), 인듐(157℃), 황동(905℃ 내지 1083℃), 청동(798℃ 내지 1083℃), 은(961℃), 구리(1083℃), 금(1064℃), 납(327℃), 마그네슘(671℃), 니켈(1452℃, 고용점 금속과 함께 사용되는 경우), 아연(419℃), 주석(232℃), 활성 금속 브레이즈(예컨대, InCuAg, TiCuAg, CuAg), 전술된 것들의 합금 및 이들의 조합과 같은 금속의 입자를 포함한다.
- [0042] 전형적으로, 고용용 금속 입자 및/또는 임의적인 저용용 금속 입자 대 연마 입자의 중량비는 약 10:90 내지 약 90:10의 범위이되, 이는 필수조건은 아니다.
- [0043] 성긴 분말 입자는 임의적으로, 예를 들어, 기공 유도제, 충전제 및/또는 용제(fluxing agent) 입자와 같은 다른 성분들을 더 포함할 수 있다. 기공 유도제의 예들은 유리 버블 및 유기 입자를 포함한다. 일부 실시 형태들에서, 저용용 금속 입자는 또한, 예를 들어, 미국 특허 제6,858,050호(팜그렌(Palmgren))에 기술된 바와 같이, 용제로서 작용할 수 있다.
- [0044] 성긴 분말 입자는 그 유동성 및 확산된 층의 균일성을 향상시키기 위해 임의적으로 개질될 수 있다. 분말을 개선시키는 방법들은 응집, 분무 건조, 가스 또는 수 분무, 화염 형성, 과립화, 밀링(milling) 및 체질(sieving)을 포함한다. 또한, 예를 들어, 흡수 실리카, 나노실리카, 스테아레이트 및 전분과 같은 유동제가 임의적으로 첨가될 수 있다.
- [0045] 미세한 해상도를 달성하기 위해, 성긴 분말 입자는 바람직하게는 400 마이크로미터 이하, 바람직하게는 250 마이크로미터 이하, 보다 바람직하게는 200 마이크로미터 이하, 보다 바람직하게는 150 마이크로미터 이하, 100 마이크로미터 이하 또는 심지어 80 마이크로미터 이하의 최대 크기를 갖도록 (예컨대, 스크리닝에 의해) 크기가

정해질 수 있되, 다만 더 큰 크기도 사용될 수 있다. 특정 실시 형태들에서, 성긴 분말 입자는 1 마이크로미터 이하(예컨대, "서브마이크로미터")의 평균 입자 직경, 예를 들어, 500 나노미터(nm) 이하, 또는 심지어 150 nm 이하의 직경을 갖는다. 성긴 분말 입자의 다양한 성분은 동일한 또는 상이한 최대 입자 크기, D_{90} , D_{50} , 및/또는 D_{10} 입자 크기 분포 파라미터를 가질 수 있다.

[0046] 다시 도 1a를 참조하면, 열(170)은 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 인가되어 층(138)의 (예컨대, 미리결정된) 영역(180)을 열처리한다. 열의 공급원(150)은 특별히 제한되지 않으며, 예를 들어 단일 공급원 또는 다중점 공급원을 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 적합한 단일점 공급원은 예를 들어, 가열식 팁(156) 및 레이저(158)를 포함한다. 전형적으로 가열식 팁은 일반적인 납땜 공구 상에서 발견되는 금속 팁과 같은 가열식 금속 팁 또는 가열식 세라믹 팁을 포함한다. 통상의 지식을 가진 자는 적합한 저출력 레이저, 예를 들어 코히어런트 인크.(Coherent Inc.(미국 캘리포니아주 산타클라라 소재))로부터의 큐브(CUBE) 405-100C 다이오드 레이저 시스템을 선택할 수 있다. 유용한 다중점 공급원은 직접감열식 인쇄 또는 열전사 인쇄에 일반적으로 사용되는 감열식 인쇄 헤드와 2개 이상의 레이저를 포함한다. 예를 들어, 하나의 적합한 감열식 인쇄 헤드는 교세라 코포레이션(KYOCERA Corporation(일본 교토 소재))으로부터 입수가능한 모델번호 KEE-57-24GAG4-STA이다. 따라서, 도 1b를 참조하면, 도 1a의 공정의 제3 단계는 감열식 인쇄 헤드(152) 열 공급원으로 도시되어 있다. 감열식 인쇄 헤드(152) 열 공급원과 층(138)의 영역(180) 사이에 장벽을 제공하기 위해 층(138) 상에 필름(154)이 배치된다. 적합한 필름은 예를 들어 그리고 제한 없이, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리이미드, 폴리테트라플루오르에틸렌(PTFE), 퍼플루오로알콕시(PFA) 및 고온에서 안정한 것으로 알려진 다른 필름을 포함한다.

[0047] 도 1c를 참조하면, 단일 팁(156) 열 공급원을 갖는 도 1a의 공정의 제3 단계가 도시되어 있다. 단일 팁(156) 열 공급원과 층(138)의 영역(180) 사이에 장벽을 제공하기 위해 층(138) 상에 필름(154)이 배치된다. 도 1d를 참조하면, 도 1a의 공정의 제3 단계는 레이저(158) 열 공급원으로 도시되어 있다. 도 1d는 층(138)의 영역(180)으로 지향되는 레이저 빔(170)을 더 포함한다. 이 예시된 예시적인 실시 형태에서는 어떠한 필름도 제공되지 않는다.

[0048] 열은 층(138)의 선택된 영역(180)의 유기 화합물 입자를 연화시키고/시키거나 용융시켜 미리결정된 패턴(및 다중 반복 시 궁극적인 3차원 형상)에 따라 성긴 분말 입자를 함께 접합시킨다. 단일의 가열식 팁을 사용하여 열이 인가되는 특정 실시 형태들에서, 팁은 임의적으로 성긴 분말 입자의 층의 (예컨대, 미리결정된) 영역에 압력을 더 인가한다. 압력을 인가하는 이점은 압력이 분말 입자의 치밀화에 효과적일 수 있으며, 특히 성긴 분말 입자가 다량의 유기 화합물 입자를 함유하는 경우에 효과적일 수 있다.

[0049] 다시 도 1a를 참조하면, 유기 화합물 재료는 예를 들어, 유기 화합물 입자의 적어도 일부분을 연화시키고/시키거나 용융시킴으로써 성긴 분말 입자의 적어도 하나의 미리결정된 구역(또는 영역) 내의 성긴 분말 입자를 함께 접합시켜 접합된 분말 입자의 층을 형성한다.

[0050] 이어서, 미리결정된 설계에 따라 열을 인가하는 단계가 수행되는 구역에 변화를 가하면서 위의 단계들을 반복하여(단계 185), 반복을 통해, 층층이, 3차원(3-D) 연마 용품 예비성형품이 생성된다. 각각의 반복마다, 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택될 수 있다; 즉, 성긴 분말 입자의 일부 또는 전부는 인접한 침착된 층들의 것과 동일하거나 상이할 수 있다.

[0051] 연마 용품 예비성형품은 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함한다. 연마 용품 예비성형품을 형성하기에 충분한 반복이 수행되면, 바람직하게는 나머지 성긴 분말 입자들의 실질적으로 전부(예컨대, 85% 이상, 90% 이상, 바람직하게는 95% 이상, 보다 바람직하게는 99% 이상)로부터 분리되지만, 이는 필수조건은 아니다. 특정 실시 형태들에서, 유기 화합물 재료의 적어도 일부분은 접합된 분말 입자의 분리 후에, 그리고 금속으로 주입하기 전에 또는 주입하는 것과 동시에 전소(burned off)(예컨대, 휘발 및/또는 분해)된다.

[0052] 원하는 경우, 각각 상이한 분말을 함유하는 다수의 입자 저장소가 사용될 수 있다. 마찬가지로, 다수의 상이한 유기 화합물 입자가 사용될 수 있다. 이는 상이한 분말/결합제들이 연마 용품의 상이한 불연속 구역들 내에 분포되게 한다. 예를 들어, 상대적으로 저렴하지만 보다 낮은 성능의 연마 입자 및/또는 유리질 접합제 전구체 입자는 고성능 특성을 갖는 것이 특별히 중요하지는 않은 유리질화된 접합제 연마 용품의 구역으로(예컨대, 연마 표면으로부터 멀리 떨어진 내부로) 밀려날 수 있다. 금속 접합제 연마 용품들에도 동일한 접근법이 적용될 수 있다.

[0053] 다른 양태에서, 본 발명은 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 제공한다. 유리질 접합제 연마 용품 전구체는 유

리질 접합제 전구체 재료 및 유기 화합물에 의해 함께 접합된 연마 입자를 포함하며, 유리질 접합제 연마 용품 전구체는: 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 사행형 냉각 채널; 또는 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 아치형 냉각 채널 중 적어도 하나를 더 포함한다. 연마 입자는 종종 탄화규소, 탄화붕소, 질화규소 또는 금속 산화물 세라믹 입자 중 적어도 하나를 포함한다.

[0054] 일반적으로, 본 발명에 따른 방식들로 제조된 유리질 접합제 연마 용품들은 그의 체적 전체에 걸쳐 상당한 다공성을 갖는다. 따라서, 연마 용품 예비성형품에는 이어서 추가의 유리질 접합제 전구체 재료 또는 그레인 성장 개질제(grain growth modifier)의 용액 또는 분산액이 주입될 수 있다.

[0055] 성긴 분말 입자가 고용용 금속 입자 및 저용용 금속 입자를 포함하는 실시 형태들에서, 연마 용품 예비성형품은 저용용 금속 입자가 연화/용융되고 성긴 분말 입자의 적어도 일부분에 접합되도록 충분히 가열될 수 있으며, 이어서, 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 냉각될 수 있다. 성긴 분말 입자가 고용용 금속 입자를 포함하고 저용용 금속 입자를 포함하지 않는 실시 형태들에서, 연마 용품 예비성형품은 고용용 금속 입자가 적어도 소결되고 성긴 분말 입자의 적어도 일부분에 접합되도록 충분히 가열될 수 있으며, 이어서, 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 냉각될 수 있다. 냉각은 당업계에 알려진 임의의 수단; 예를 들어, 냉간 급랭 또는 실온으로 공냉(air cooling)에 의해 달성될 수 있다.

[0056] 본 발명에 따라 제조된 금속 접합제 연마 용품들 및/또는 연마 용품 예비성형품들은 그의 체적 전체에 걸쳐 상당한 다공성을 갖는 다공성 금속-함유 매트릭스(예컨대, 금속 입자 및 연마 입자를 포함할 수 있고, 소결될 수 있음)를 포함할 수 있지만, 이는 필수조건은 아니다. 예를 들어, 다공성 금속-함유 매트릭스는 1 부피% 내지 60 부피%, 바람직하게는 5 부피% 내지 50 부피%, 보다 바람직하게는 15 부피% 내지 50 부피%, 보다 바람직하게는 40 부피% 내지 50 부피%의 공극 분율을 가질 수 있지만, 이는 필수조건은 아니다. 따라서, 연마 용품 예비성형품에는 이어서 임의의 다른 금속 성분의 용점(들)보다 낮은 온도를 갖는 용융 금속이 주입되고, 이어서 냉각될 수 있다. 연마 용품 예비성형품 내에 용융되고 주입될 수 있는 적합한 금속의 예들은, 알루미늄, 인듐, 황동, 청동, 은, 구리, 금, 납, 코발트, 마그네슘, 니켈, 아연, 주석, 철, 크롬, 규소 합금, 전술된 것들의 합금 및 이들의 조합을 포함한다.

[0057] 소결 및 뒤이은 용융 금속의 주입에 관한 더 상세한 내용은 예를 들어, 미국 특허 제2,367,404호(코트(Kott)) 및 미국 특허 출원 공개 제2002/095875호(데블린(D'Evelyn) 등)에서 찾을 수 있다.

[0058] 유리하게는, 본 발명에 따른 방법들은 다른 방법들에 의해 용이하게 또는 쉽게 제조될 수 없는 다양한 금속 접합제 연마 용품들을 제조하기에 적합하다. 예를 들어, 접합되지 않은 성긴 분말의 제거를 위해 연마 예비성형품 외부로의 개구가 존재하는 한 내부 공극의 포함이 가능하다. 따라서, 사행형 및 또는 아치형 경로들을 갖는 냉각 채널들은 본 발명의 방법들을 사용하여 용이하게 제조될 수 있다. 냉각 채널들은 금속 접합제 연마 용품의 외부로 개방되어 있다. 일부 실시 형태들에서, 이들은 단일 개구를 가지지만, 보다 전형적으로는 이들은 2개 이상의 개구를 갖는다. 냉매(예컨대, 공기, 물, 에멀전 또는 오일)는 연마 공정에서 생성된 열을 제거하기 위해 냉각 채널(들)을 통해 순환한다.

[0059] 따라서, 또 다른 양태에서, 본 발명은 유기 화합물 재료에 의해 함께 접합된 금속 입자 및 연마 입자를 포함하는 금속 접합제 연마 용품 전구체를 제공하며, 금속 접합제 연마 용품 전구체는: 금속 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 사행형 냉각 채널; 금속 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 아치형 냉각 채널 중 적어도 하나를 더 포함한다.

[0060] 이어서, 연마 용품 예비성형품(190)은 존재할 수 있는 임의의 유기 화합물 재료를 제거하기 위해 가열되고(도 1a의 단계(195)), (예컨대, 유기 화합물 재료를 전소시킴으로써) 연마 입자를 금속 또는 유리질 접합제 전구체 입자로 소결시킴으로써, 금속 접합제 또는 유리질 접합제 연마 용품들을 각각 제공한다.

[0061] 특정 실시 형태들에서, 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 용품은 단일 구조화된 연마 디스크, 연마 연삭 비트(abrasive grinding bit), 연마 세그먼트들, 연마재 림들(abrasive rims), 형상화된 연마 입자(예컨대, 삼각형 연마 입자) 및 연마 휠 뿐만 아니라 지금까지 알려지지 않은 많은 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 용품들로 이루어진 군으로부터 선택된다. 일부 바람직한 실시 형태들에서, 금속 접합제 연마 용품은 회전식 치아용 공구(예컨대, 치아용 드릴 비트, 치아용 버 또는 치아용 연마 기구)의 적어도 일부분을 포함한다.

[0062] 이제 도 2를 참조하면, 예시적인 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 휠(200)은 아치형 및 사행형 냉각 채널(220)들을 각각 갖는다.

- [0063] 도 3은 사행형 냉각 채널(320)들을 갖는 다른 예시적인 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 휠(300)을 도시한다.
- [0064] 도 4는 예시적인 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 세그먼트(400)를 도시한다. 전형적인 사용에서, 다수의 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 세그먼트(400)는 연마 휠을 형성하기 위해 금속 디스크의 원주를 따라 균일하게 이격되어 장착된다.
- [0065] 도 5는 유리질 접합제 또는 금속 접합제 연마 디스크(500)가 2개의 구역(510, 520)을 갖는 것을 도시한다. 각각의 구역은 유리질 접합제 또는 금속 접합제 매트릭스 재료(550, 560) 내에 유지된 연마 입자(530, 540)를 각각 갖는다.
- [0066] 도 6a 및 도 6b 및 도 7a 및 도 7b는 세라믹 평면 베이스들(620, 720)과 일체로 형성된 정밀-성형된 세라믹 연마 요소들(610, 710)을 갖는 다양한 단일 구조화된 연마 디스크들을 각각 도시한다.
- [0067] 도 8은 회전식 연마 공구(800)(예를 들어, 드레멜(Dremel) 공구와 같은 핸드헬드 모터 구동 샤프트 용 비트)를 도시한다.
- [0068] 예시적인 치아용 버(900)가 도 9에 도시되어 있다. 이제 도 9를 참조하면, 치아용 버(900)는 생크(shank)(920)에 고정된 헤드(930)를 포함한다. 치아용 버(900)는 다공성 금속 접합제 또는 유리질 접합제(910)에 고정된 연마 입자(905)를 포함한다.
- [0069] 도 2 및 도 3에 도시된 전술한 연마 휠들은 대응되는 생소지들(즉, 동일한 일반적인 형상 특징을 갖지만, 일시적 결합제에 의해 함께 결속된 유리질 접합제 또는 금속 접합제 전구체 입자를 포함함)을 소성시킴으로써 제조될 수 있다.
- [0070] **본 발명의 선택적 실시 형태**
- [0071] 실시 형태 1은 하기의 순차적 단계들을 포함하는 유리질 접합제 연마 용품을 제조하는 방법으로서,
- [0072] a) 순차적으로:
- [0073] i) 성긴 분말 입자의 층을 제한된 구역 내에 침착시키는 단계 - 성긴 분말 입자는 유리질 접합제 전구체 입자, 연마 입자, 및 유기 화합물 입자를 포함하고 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 가짐 -; 및
- [0074] ii) 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하기 위해, 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계
- [0075] 를 포함하는 하위공정;
- [0076] b) 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하기 위해 독립적으로 단계 a)를 복수 회 수행하는 단계로서, 각각의 단계 a)에서, 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택되는, 단계;
- [0077] c) 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계; 및
- [0078] d) 유리질 접합제 재료 내에 유지되는 연마 입자를 포함하는 유리질 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 연마 용품 예비성형품을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0079] 실시 형태 2는 실시 형태 1의 방법으로서, 연마 입자는 다이아몬드 입자 또는 입방정계 질화붕소 입자 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0080] 실시 형태 3은 실시 형태 1의 방법으로서, 연마 입자는 금속 산화물 세라믹 입자를 포함한다.
- [0081] 실시 형태 4는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 연마 입자 및 유리질 접합제 재료는 동일한 화학적 조성을 갖는다.
- [0082] 실시 형태 5는 실시 형태 1 내지 실시 형태 4 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유리질 접합제 연마 용품은 적어도 하나의 냉각 채널을 포함한다.
- [0083] 실시 형태 6은 실시 형태 1 내지 실시 형태 5 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유리질 접합제 연마 용품은 단일 구조화된 연마 디스크, 연마 연삭 비트, 연마 세그먼트들, 연마재 림들 및 연마 휠로 이루어진 군으로부터 선택된다.

- [0084] 실시 형태 7은 실시 형태 1 내지 실시 형태 6 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 50℃ 내지 250℃(중점 포함)의 용점을 갖는다.
- [0085] 실시 형태 8은 실시 형태 1 내지 실시 형태 7 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 100℃ 내지 180℃(중점 포함)의 용점을 갖는다.
- [0086] 실시 형태 9는 실시 형태 1 내지 실시 형태 8 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 왁스, 당, 텍스트린, 250℃ 이하의 용점을 갖는 열가소성 물질, 아크릴레이트, 메타크릴레이트 및 이들의 조합으로부터 선택된다.
- [0087] 실시 형태 10은 실시 형태 7 내지 실시 형태 9 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 왁스, 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리락트 산(PLA) 및 이들의 조합으로부터 선택된다.
- [0088] 실시 형태 11은 실시 형태 1 내지 실시 형태 10 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 성긴 분말 입자의 2.5 중량% 내지 30 중량%의 양으로 존재한다.
- [0089] 실시 형태 12는 실시 형태 1 내지 실시 형태 11 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 성긴 분말 입자의 5 중량% 내지 20 중량%의 양으로 존재한다.
- [0090] 실시 형태 13은 실시 형태 11 또는 실시 형태 12의 방법으로서, 무기 유리질 접합제 전구체는 알과 알루미늄의 전구체를 포함한다.
- [0091] 실시 형태 14는 실시 형태 8 내지 실시 형태 13 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 성긴 분말 입자는 서브마이크로미터 세라믹 입자를 포함한다.
- [0092] 실시 형태 15는 실시 형태 1 내지 실시 형태 14 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 성긴 분말 입자는 유동제 입자를 더 포함한다.
- [0093] 실시 형태 16은 실시 형태 1 내지 실시 형태 15 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 d)는 유기 화합물 재료를 전소시키는 단계를 더 포함한다.
- [0094] 실시 형태 17은 실시 형태 1 내지 실시 형태 16 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 ii)에서 열은 단일의 가열식 팁 또는 감열식 인쇄 헤드를 사용하여 인가된다.
- [0095] 실시 형태 18은 실시 형태 17의 방법으로서, 단계 ii)에서 단일의 가열식 팁은 성긴 분말 입자의 층의 영역에 압력을 더 인가한다.
- [0096] 실시 형태 19는 실시 형태 1 내지 실시 형태 16 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 ii)에서 열은 적어도 하나의 레이저를 사용하여 인가된다.
- [0097] 실시 형태 20은 유리질 접합제 전구체 재료 및 유기 화합물에 의해 함께 접합된 연마 입자를 포함하는 유리질 접합제 연마 용품 전구체로서, 유리질 접합제 연마 용품 전구체는 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 사행형 냉각 채널; 또는 유리질 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 아치형 냉각 채널 중 적어도 하나를 더 포함한다.
- [0098] 실시 형태 21은 실시 형태 20의 유리질 접합제 연마 용품 전구체로서, 연마 입자는 탄화규소, 탄화붕소, 질화규소 또는 금속 산화물 세라믹 입자 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0099] 실시 형태 22는 하기의 순차적 단계들을 포함하는 금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법으로서,
- [0100] a) 순차적으로:
- [0101] i) 성긴 분말 입자의 층을 제한된 구역 내에 침착시키는 단계 - - 성긴 분말 입자는 고용용 금속 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함하고, 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 가짐 -; 및
- [0102] ii) 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하기 위해, 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계
- [0103] 를 포함하는 하위공정;
- [0104] b) 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하기 위해 독립적으로

단계 a)를 복수 회 수행하는 단계로서, 각각의 단계 a)에서, 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택되는, 단계;

- [0105] c) 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계;
- [0106] d) 연마 용품 예비성형품에 용융된 저용융 금속을 주입하는 단계로서, 고용융 금속 입자 중 적어도 일부는 용융된 저용융 금속에 접촉될 때 완전히 용융되지 않는, 단계; 및
- [0107] e) 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 용융된 저용융 금속을 고형화하는 단계를 포함한다.
- [0108] 실시 형태 23은 실시 형태 22의 방법으로서, 성긴 분말 입자는 용제 입자를 더 포함한다.
- [0109] 실시 형태 24는 실시 형태 22 또는 실시 형태 23의 방법으로서, 연마 입자는 다이아몬드 입자 또는 입방정계 질화붕소 입자 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0110] 실시 형태 25는 실시 형태 22 또는 실시 형태 23의 방법으로서, 연마 입자는 금속 산화물 세라믹 입자를 포함한다.
- [0111] 실시 형태 26은 실시 형태 22 내지 실시 형태 25 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 금속 접합제 연마 용품은 적어도 하나의 냉각 채널을 포함한다.
- [0112] 실시 형태 27은 실시 형태 22 내지 실시 형태 26 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 금속 접합제 연마 용품은 연마 패드, 연마 연삭 비트, 연마 세그먼트들 및 연마 휠로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0113] 실시 형태 28은 실시 형태 22 내지 실시 형태 26 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 금속 접합제 연마 용품은 회전식 치아용 공구의 적어도 일부분을 포함한다.
- [0114] 실시 형태 29는 실시 형태 22 내지 실시 형태 28 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 50℃ 내지 250℃(중점 포함)의 용점을 갖는다.
- [0115] 실시 형태 30은 실시 형태 22 내지 실시 형태 29 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 100℃ 내지 180℃(중점 포함)의 용점을 갖는다.
- [0116] 실시 형태 31은 실시 형태 22 내지 실시 형태 30 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 왁스, 당, 텍스트린, 250℃ 이하의 용점을 갖는 열가소성 물질, 아크릴레이트, 메타크릴레이트 및 이들의 조합으로부터 선택된다.
- [0117] 실시 형태 32는 실시 형태 29 내지 실시 형태 31 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 왁스, 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리락트 산(PLA) 및 이들의 조합으로부터 선택된다.
- [0118] 실시 형태 33은 실시 형태 22 내지 실시 형태 32 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 성긴 분말 입자의 1.5 중량% 내지 25 중량%의 양으로 존재한다.
- [0119] 실시 형태 34는 실시 형태 22 내지 실시 형태 33 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 성긴 분말 입자의 3 중량% 내지 20 중량%의 양으로 존재한다.
- [0120] 실시 형태 35는 실시 형태 22 내지 실시 형태 34 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 고용융 금속 입자는 용융된 저용융 금속의 온도보다 적어도 50℃ 높은 용점을 갖는다.
- [0121] 실시 형태 36은 실시 형태 22 내지 실시 형태 35 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 c)와 단계 d) 사이에, 유기 화합물 재료의 적어도 일부를 전소시키는 단계를 더 포함한다.
- [0122] 실시 형태 37은 실시 형태 22 내지 실시 형태 36 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 ii)에서 열은 단일의 가열식 팁 또는 감열식 인쇄 헤드를 사용하여 인가된다.
- [0123] 실시 형태 38은 실시 형태 37의 방법으로서, 단계 ii)에서 단일의 가열식 팁은 성긴 분말 입자의 층의 영역에 압력을 더 인가한다.
- [0124] 실시 형태 39는 실시 형태 22 내지 실시 형태 36 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 ii)에서 열은 적어도 하나의 레이저를 사용하여 인가된다.
- [0125] 실시 형태 40은 하기의 순차적 단계들을 포함하는 금속 접합제 연마 용품을 제조하는 방법으로서,

- [0126] a) 순차적으로:
- [0127] i) 성긴 분말 입자의 층을 제한된 구역 내에 침착시키는 단계 - 성긴 분말 입자는 금속 입자, 연마 입자 및 유기 화합물 입자를 포함하고, 성긴 분말 입자의 층은 실질적으로 균일한 두께를 가짐 -; 및
- [0128] ii) 성긴 분말 입자의 층의 영역을 열처리하기 위해, 전도 또는 조사를 통해 선택적으로 열을 인가하는 단계
- [0129] 를 포함하는 하위공정;
- [0130] b) 접합된 분말 입자 및 나머지 성긴 분말 입자를 포함하는 연마 용품 예비성형품을 생성하기 위해 독립적으로 단계 a)를 복수 회 수행하는 단계로서, 연마 용품 예비성형품은 미리결정된 형상을 가지고, 각각의 단계 a)에서, 성긴 분말 입자는 독립적으로 선택되는, 단계;
- [0131] c) 나머지 성긴 분말 입자의 실질적으로 전부를 연마 용품 예비성형품으로부터 분리시키는 단계; 및
- [0132] d) 금속 접합제 연마 용품을 제공하기 위해 연마 용품 예비성형품을 가열하는 단계를 포함한다.
- [0133] 실시 형태 41은 실시 형태 40의 방법으로서, 성긴 분말 입자는 용제 입자를 더 포함한다.
- [0134] 실시 형태 42는 실시 형태 40 또는 실시 형태 41의 방법으로서, 연마 입자는 다이아몬드 입자 또는 입방정계 질화붕소 입자 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0135] 실시 형태 43은 실시 형태 40 또는 실시 형태 41의 방법으로서, 연마 입자는 금속 산화물 세라믹 입자를 포함한다.
- [0136] 실시 형태 44는 실시 형태 40 내지 실시 형태 43 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 금속 입자는 고용용 금속 입자 및 저용용 금속 입자의 조합을 포함하고, 고용용 금속 입자는 용융된 저온 금속의 온도보다 적어도 50℃ 높은 용점을 갖는다.
- [0137] 실시 형태 45는 실시 형태 40 내지 실시 형태 44 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 금속 접합제 연마 용품은 적어도 하나의 냉각 채널을 포함한다.
- [0138] 실시 형태 46은 실시 형태 40 내지 실시 형태 45 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 금속 접합제 연마 용품은 연마 패드, 연마 연삭 비트, 연마 세그먼트들 및 연마 휠로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0139] 실시 형태 47은 실시 형태 40 내지 실시 형태 45 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 금속 접합제 연마 용품은 회전식 치아용 공구의 적어도 일부분을 포함한다.
- [0140] 실시 형태 48은 실시 형태 40 내지 실시 형태 47 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 50℃ 내지 250℃(중점 포함)의 용점을 갖는다.
- [0141] 실시 형태 49는 실시 형태 40 내지 실시 형태 48 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 100℃ 내지 180℃(중점 포함)의 용점을 갖는다.
- [0142] 실시 형태 50은 실시 형태 40 내지 실시 형태 49 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 왁스, 당, 텍스트린, 250℃ 이하의 용점을 갖는 열가소성 물질, 아크릴레이트, 메타크릴레이트 및 이들의 조합으로부터 선택된다.
- [0143] 실시 형태 51은 실시 형태 48 내지 실시 형태 50 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 왁스, 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리락트 산(PLA) 및 이들의 조합으로부터 선택된다.
- [0144] 실시 형태 52는 실시 형태 40 내지 실시 형태 51 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 성긴 분말 입자의 1.5 중량% 내지 25 중량%의 양으로 존재한다.
- [0145] 실시 형태 53은 실시 형태 40 내지 실시 형태 52 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 유기 화합물 입자는 성긴 분말 입자의 3 중량% 내지 20 중량%의 양으로 존재한다.
- [0146] 실시 형태 54는 실시 형태 40 내지 실시 형태 53 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 ii)에서 열은 단일의 가열식 팁 또는 감열식 인쇄 헤드를 사용하여 인가된다.
- [0147] 실시 형태 55는 실시 형태 54의 방법으로서, 단계 ii)에서 단일의 가열식 팁은 성긴 분말 입자의 층의 영역에

압력을 더 인가한다.

[0148] 실시 형태 56은 실시 형태 40 내지 실시 형태 53 중 어느 한 실시 형태의 방법으로서, 단계 ii)에서 열은 적어도 하나의 레이저를 사용하여 인가된다.

[0149] 실시 형태 57은 유기 화합물 재료에 의해 함께 접합된 금속 입자 및 연마 입자를 포함하는 금속 접합제 연마 용품 전구체로서, 금속 접합제 연마 용품 전구체는: 금속 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 사행형 냉각 채널; 및 금속 접합제 연마 용품 전구체를 적어도 부분적으로 통과하여 연장되는 적어도 하나의 아치형 냉각 채널 중 적어도 하나를 더 포함한다.

[0150] **실시예**

[0151] 달리 언급되지 않는 한, 실시예 및 본 명세서의 나머지 부분에서의 모든 부, 백분율, 비 등은 중량 기준이다.

[0152] [표 1]

약어	설명
PDR1	트리바허 슬라이프미텔 아게(Triebacher Schleifmittel AG) (오스트리아 펠라흐 소재)로부터의 ALODUR BFRPL 산화알루미늄 입자, 등급 P320
PDR2	독일 켈른 소재의 라임볼트 앤드 스트리크(Reimbold & Strick)로부터의 98.5% 유리질화된 접합제 VO82069 및 라임볼트 앤드 스트리크(독일 켈른 소재)로부터의 유약용 1.5% 착색제 K90084의 혼합물
PDR3	마이크로 파우더즈 인크.(Micro Powders, Inc.)(미국 뉴욕주 테리타운 소재)로부터의 폴리에틸렌 및 카르나우바 왁스의 미세화된 블랜드인 마이크로크리어 116(MicroKlear 116), 입자 크기 4.5 내지 5.5 마이크로미터, 최대 입자 크기 15.6 마이크로미터, 용점 248°F 내지 257°F
PDR4	마이크로 파우더즈 인크.(미국 뉴욕주 테리타운 소재)로부터의 미세화된 폴리에틸렌 왁스인 마이크로프로 400(MicroPro 400), 입자 크기 5.0 내지 7.0 마이크로미터, 최대 입자 크기 22 마이크로미터, 용점 284°F 내지 289°F(140°C 내지 143°C)

[0153]

[0154] **실시예 1**

[0155] 혼합물 중량 기준으로, 77.3 중량%의 PDR1, 13.6 중량%의 PDR2 및 9.1 중량%의 PDR3을 혼합하여 인쇄 재료(P1)를 제조하였다. 분말 혼합물을 유리 병에 넣고 롤링 뱅크 혼합기 상에서 약 50 rpm으로 15분 동안 회전시켰다. 직선형 금속 블레이드를 사용하여 종이 조각 상에 인쇄 재료를 펴 바르고 한 장의 종이를 심(shim)으로 사용하였으며, 생성된 제1 분말 층의 두께는 대략적으로 100 마이크로미터였다. 2 밀(50.8 마이크로미터) 두께의 PET 필름으로 덮었다. 납땀 인두를 대략적으로 425°F(약 218°C)로 가열하고 뜨거운 팁을 미리결정된 대략적으로 1 센티미터(cm) × 1 cm 영역 위로 천천히 이동시켰다. 단지 약간의 압력을 인가하였으며 PET 필름은 거의 변형되지 않았다. 이어서, PET 필름을 제거하여 가열식 팁이 PET 필름에 닿은 영역에서 인쇄 재료(P1)가 약간 회색에서 어두운 회색으로 변한 것을 관찰하였다. 종이의 제2 층을 심으로 사용하여, 인쇄 재료의 0.1 밀리미터(mm) 두께의 제2 층을 인쇄 재료의 제1 층 위에 펴 발랐다. 다시 PET 필름으로 덮고 동일한 1 cm × 1 cm 영역을 납땀용 인두 팁으로 다시 가열했다. 이어서, 이 절차를 제3 층에 대해 반복했다. PET 필름을 제거한 후, 성긴 분말로부터 고형물을 추출하였다. 3개의 층이 함께 용융되어 생소지를 형성하는 것이 관찰되었다. 이어서, 생소지를 노에 넣고 400°C에서 2 시간 동안 전소시킨 다음, 700°C에서 4 시간 동안 소결하여, 대략적으로 1 cm × 1 cm 및 0.3 mm 두께의 연마 정사각형을 얻었다.

[0156] **실시예 2**

[0157] 실험 장치 및 제조

[0158] 미국 캘리포니아주 산타 클라라 소재의 코히런트로부터 입수가 가능한 CO2 레이저, 모델번호 E-400 및 미국 매사추세츠주 빌레리카 소재의 지에스아이 그룹 인크(GSI Group, Inc)로부터 입수가 가능한 3축 모듈러 스캐너, 모델번호 HPLK 1330-17, CO2 30MM으로 이루어진 레이저 마킹 디바이스를 조립하였다. 미국 뉴햄프셔주 허드슨 소재의 너트필드 테크놀로지(Nutfield Technology)에 의한 웨이브러너 어드밴스드 레이저 스캐닝 소프트웨어(WaveRunner

Advanced Laser Scanning Software) 버전 3.3.5 build-0200을 실행하는 컴퓨터를 이용하여 제어하였다.

[0159] 웨이브러너 스캐닝 소프트웨어 프로그램에서, 스캐닝 필드의 대략 중앙에 1.5 cm 정사각형 형상을 그렸다. 프로그램 내에서 "해치(Hatch)"기능을 인에이블하여 정사각형을 교차 해치하는 데 사용하였다. 제1 해치 패턴은 0도의 각도였고, 제2 해치 패턴은 90도의 각도였다. 두 가지 해치 패턴 모두에서, 선들은 0.5mm 간격으로 설정하였다. 해치 패턴들만 마킹하였고; 형상의 윤곽은 마킹하지 않았다.

[0160] 웨이브러너에서 레이저 스캐닝 조건을 다음과 같이 설정하였다: 속도 2000 mm/sec, 출력: 8%, 주파수 20 kHz. 출력 설정 8%는 27.8 와트의 레이저 빔 출력과 동일하다.

[0161] 실험 절차

[0162] 2장의 종이를 레이저 마킹 디바이스의 레이저 스캐닝 영역에 놓았다. 종이 상부 상에, 직선 금속 블레이드를 사용하여 인쇄 재료(P1)를 펴 바르고, 서로의 상부 상에 적층된 2장의 종이를 심으로 사용하였으며, 생성된 제1 분말 층의 두께는 대략적으로 200 마이크로미터였다. 이어서, 이 제1 분말 층은 전술한 조건을 사용하여 레이저 스캐너로 마킹하였다. 레이저가 층을 마킹한 영역에서 인쇄 재료(P1)가 약간 회색에서 어두운 회색으로 변한 것이 관찰되었다. 후속적으로, 두께가 각각 200 마이크로미터인 인쇄 재료(P1)의 제2 및 제3 층을 놓고 동일한 방법으로 마킹하였다. 마지막으로, 제4 층을 이전 세 개의 층 상에 놓았으며, 이 최종 층은 레이저의 2회 통과로 마킹했다.

[0163] 성긴 분말로부터 고체물을 추출하였다. 4개의 층이 함께 용융되어 분해되지 않고 안전하게 처리할 수 있는 생소지를 형성한 것이 관찰되었다. 이어서, 생소지를 노에 넣고 400℃에서 2 시간 동안 전소시킨 다음, 700℃에서 4 시간 동안 소결하여, 대략적으로 1.5 cm × 1.5 cm 및 0.8 mm 두께의 연마 정사각형을 얻었다.

[0164] 실시예 3

[0165] 실험 장치 및 준비

[0166] 분말을 이용한 3D 인쇄 장치를 도 1에 일반적으로 도시된 바와 같이 구성하였다. xy 평면에서 약 3 인치 × 2 인치(7.62 cm × 5.08 cm), z 방향으로 2 인치(5.08 cm)로 각각 측정되는 2개의 인접한 챔버를 2 인치(5.08 cm) 두께의 알루미늄 블록으로 밀링했다. 알루미늄으로 제조된 2개의 역지 끼워맞춘 정사각형 피스톤을 챔버 내에 삽입하고, 미국 캘리포니아주 미션 비에호 소재의 유에스오토메이션(USAutomation)으로부터 입수가 가능한 6 인치(15.24) 길이의 리드 스크류를 갖는 스테퍼 모터 선형 액추에이터, 버사드라이브(VersaDrive) 17, 모델번호 USV17-110-AB-0506에 연결시켰다. 하나의 챔버와 피스톤을 분말 공급 장치로 지정하였고, 다른 하나는 빌드 챔버로 지정하였다. 선형 액추에이터들은 피스톤들을 z 방향으로 위아래로 움직일 수 있게 한다. 모터에 의해 구동되는 회전형 알루미늄 롤러를 챔버들 위로 약 1 mm의 평면에 설치하였다. 이 롤러는 미국 캘리포니아주 미션 비에호 소재의 유에스오토메이션으로부터 입수가 가능한 12 인치(30.48cm) 길이의 리드 스크류를 갖는 스테퍼 모터 선형 액추에이터, 버사드라이브 17, 모델번호 USV17-110-AB-2512를 사용하여 × 방향으로 작동시켰다. 이 작동된 롤러는 분말이 분말 공급 챔버로부터 빌드 챔버로 이동하게 한다.

[0167] 모터들은 미국 캘리포니아주 유니온 시티 소재의 올모션(AllMotion)으로부터 입수가 가능한 모션 컨트롤러 보드 모델번호 EZ4AXIS에 연결하였다. 모션 컨트롤러는 다음과 같은 순서로 실행되도록 프로그래밍하였다: 먼저 빌드 피스톤을 0.10 mm 하강시키고 이어서, 파우더 공급 피스톤을 0.16 mm 승강시키고 이어서, 롤러 모터를 켜고, 롤러를 작동시켜 분말 공급 챔버로부터 빌드 챔버로 분말을 이동시키고, 롤러 모터를 정지시키고 롤러를 원점으로 복귀시킨다. 이 절차는 빌드 영역에 균일한 0.1 mm 두께의 분말 층을 생성한다. 2개의 챔버 어셈블리 위에, 모터식 xy 포지셔닝 스테이지를 장착하고, 중국 후베이 우한 소재의 티엠-레이저(TEM-Laser)로부터 입수가 가능한 500 mW, 405 nm 다이오드 레이저 모델번호 M-33A405-500-G를 부착하였다. xy 테이블에 레이저 각인기용 Grbl 컨트롤러 보드가 포함되어 기계의 동작을 제어하기 위한 오픈 소스 소프트웨어인 Grbl 0.9에 의해 제어할 수 있었다. 그래픽은 오픈 소스 그래픽 소프트웨어인 레이저 각인기 플러그인을 갖는 잉크스케이프(Inkscape) 0.48 내에 로딩하였다. 이 소프트웨어는 도면으로부터 xy 모션 컨트롤과 레이저 출력 코드를 생성하고 Grbl 0.9 소프트웨어로 전송했다.

[0168] 혼합물 중량 기준으로, 77.3 중량%의 PDR1, 13.6 중량%의 PDR2 및 9.1 중량%의 PDR4를 혼합하여 인쇄 재료(P2)를 제조하였다. 분말 혼합물을 유리 병에 넣고 롤링 뱅크 혼합기 상에서 약 50 rpm으로 15분 동안 회전시켰다. 분말 공급 피스톤을 저부로 하강시키고, 챔버에 인쇄 재료(P2)를 충전하였다. 빌드 피스톤을 상부로 승강시켰다. 이어서, 분말 펴 바르기 절차를 10회 실시하여 균일한 분말 베이스를 빌드 영역에 형성하였다.

[0169] 잉크스케이프 소프트웨어에서 글꼴 에리얼(Arial), 글꼴 크기 14pt를 선택하고 "Test"라는 단어를 작성하였다. 이어서, 레이저 각인기 플러그인을 선택했다. 레이저를 100% 출력으로 설정하고, 10 mm/초의 이동 속도를 선택하고, Grbl 코드를 생성하여 Grbl 0.9 소프트웨어로 전송했다. 이어서, 인쇄 재료(P2)의 0.1 mm 두께의 제1층을 펴 발랐다. 다음으로, Grbl 코드를 실행하였다. 레이저가 켜지고 "Test"라는 단어의 형상으로 이동하였고, 분말이 밝은 회색에서 어두운 회색으로 "Test"라는 단어 형상으로 바뀌었다.

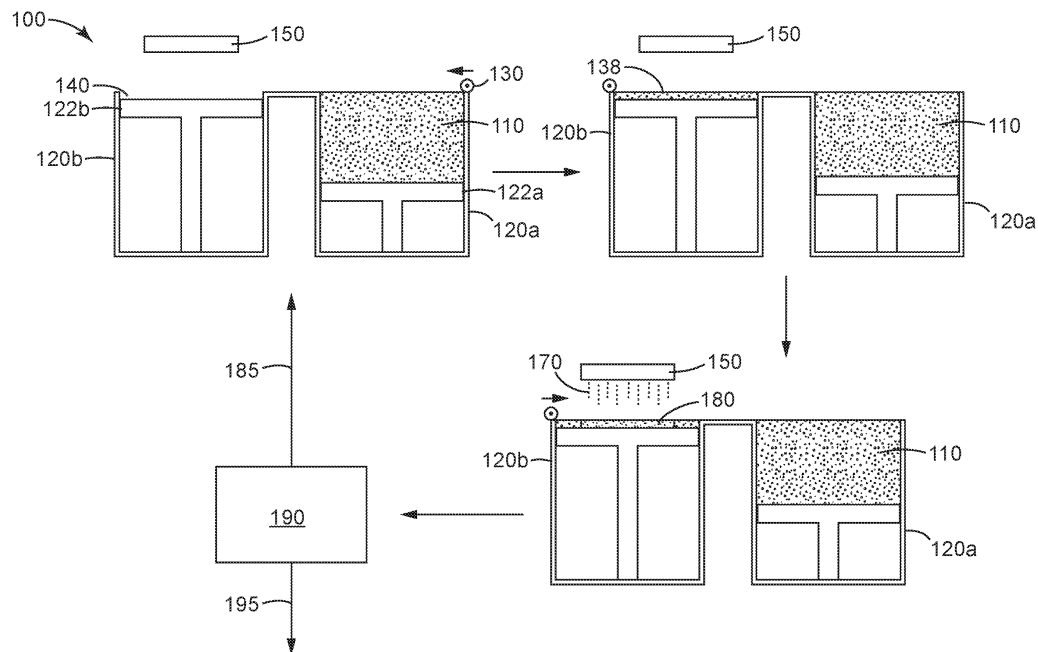
[0170] 인쇄 재료(P2)의 역시 0.1 mm 두께인 제2 층을 펴 바르고, Grb1 코드를 다시 실행하였다. 총 20개의 층이 펴져 레이저에 노출될 때까지 이 순서를 반복하였다.

[0171] 이어서, 주걱을 사용하여 주변 분말로부터 대상물을 제거하였다. 성긴 분말을 제거하고 2.05 mm 두께의 "Test"라는 단어의 형상의 대상물을 회복시켰다.

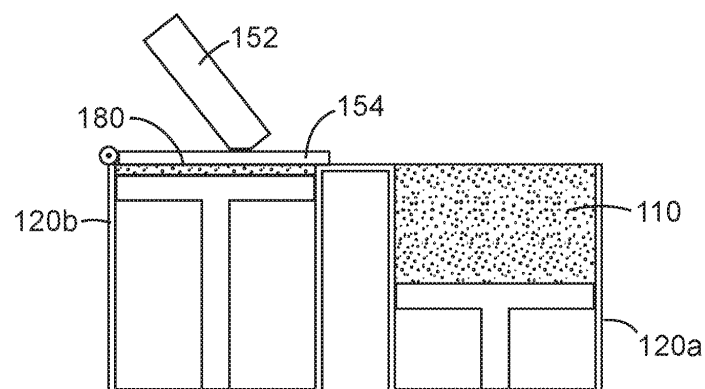
[0172] 20개의 층이 함께 용융되어 분해되지 않고 안전하게 처리할 수 있는 생소지를 형성한 것이 관찰되었다. 생소지를 노에 넣고 400℃에서 2시간 동안 전소시킨 다음, 700℃에서 4시간 동안 소결시켜 연마 용품들을 "Test"라는 단어 형상으로 생성시켰다. 물품을 알루미늄 블록에 문질러 마모 패턴을 관찰하였다.

도면

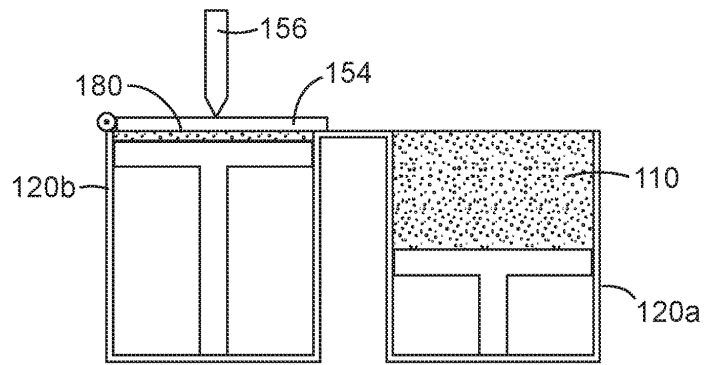
도면 1a



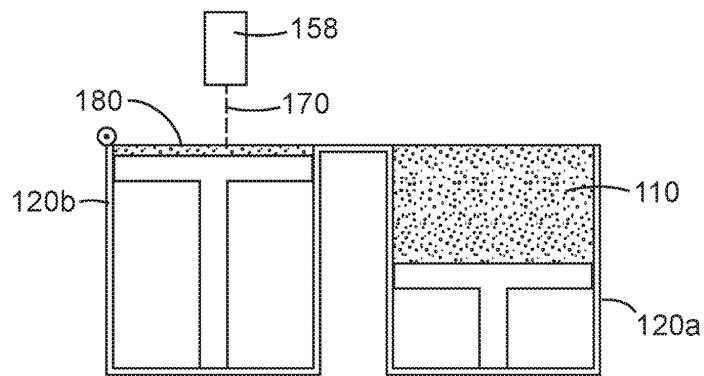
도면 1b



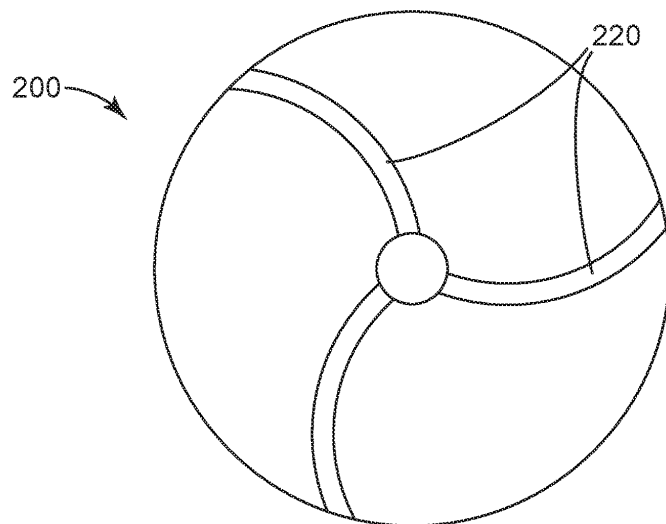
도면1c



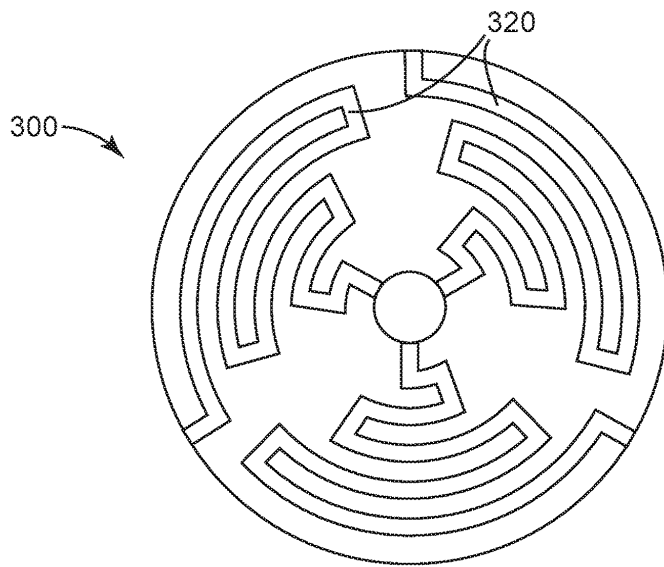
도면1d



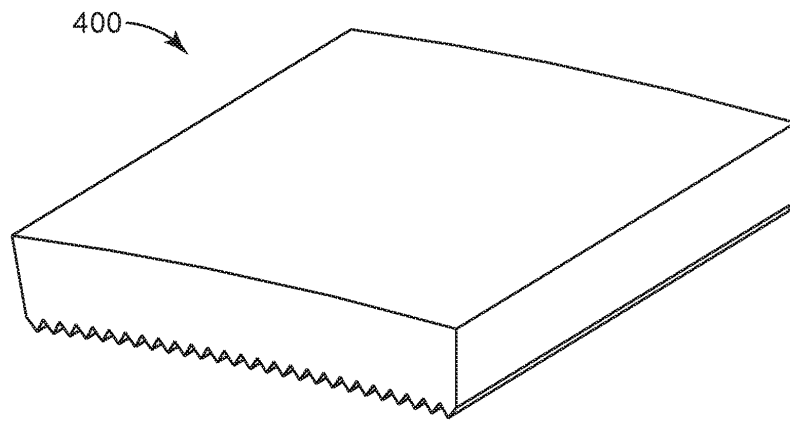
도면2



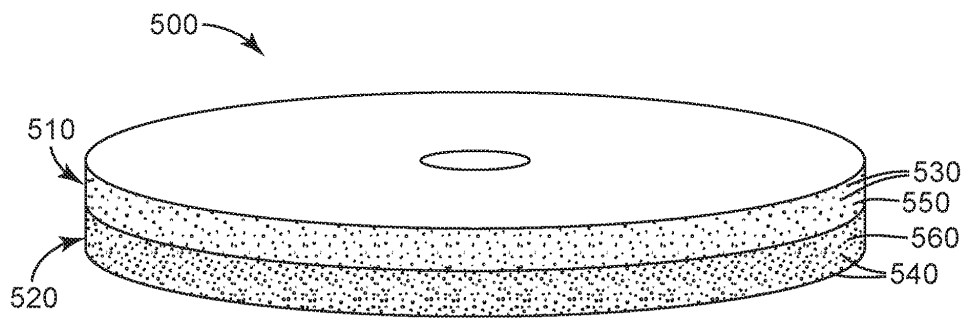
도면3



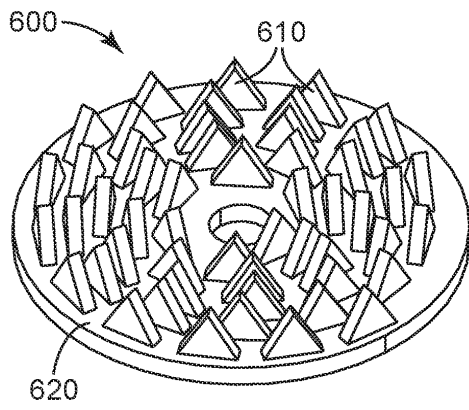
도면4



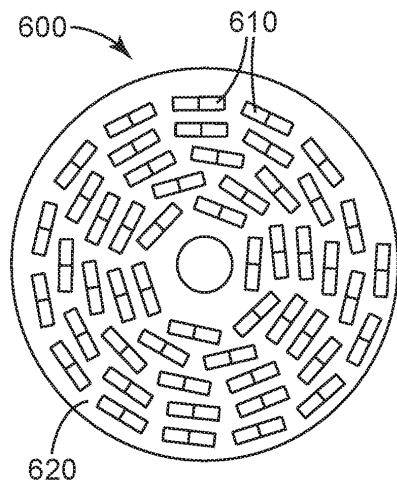
도면5



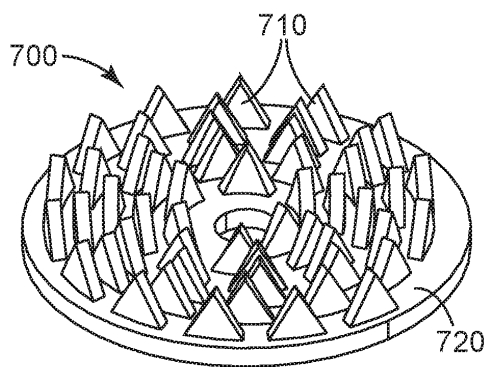
도면6a



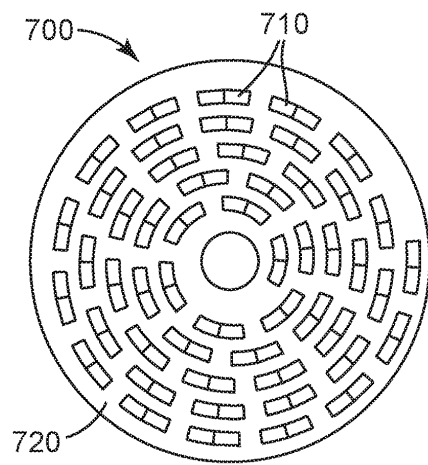
도면6b



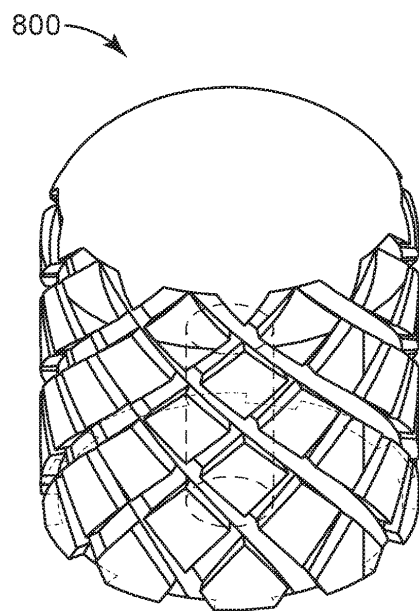
도면7a



도면7b



도면8



도면9

