



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월02일

(11) 등록번호 10-2439921

(24) 등록일자 2022년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22F 3/24 (2006.01) B22F 3/10 (2006.01)

B22F 5/00 (2006.01) C22C 1/04 (2006.01)

C22C 27/06 (2006.01) C22C 30/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B22F 3/24 (2013.01)

B22F 3/1007 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7002024

(22) 출원일자(국제) 2018년08월02일

심사청구일자 2021년06월02일

(85) 번역문제출일자 2020년01월21일

(65) 공개번호 10-2020-0029483

(43) 공개일자 2020년03월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2018/044965

(87) 국제공개번호 WO 2019/032367

국제공개일자 2019년02월14일

(30) 우선권주장

15/670,463 2017년08월07일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US20150377037 A1\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 10 항

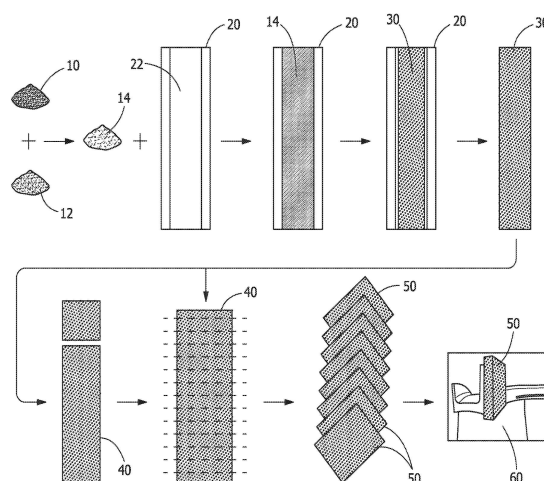
심사관 : 정현진

(54) 발명의 명칭 예비소결된 프리폼 및 공정

## (57) 요약

공정은 제1 합금의 제1 금속 분말 및 제2 합금의 제2 금속 분말의 분말 조성물을 세라믹 다이(die) 내에 넣는 단계 및 상기 세라믹 다이 내의 상기 분말 조성물을 소결하여 상기 세라믹 다이 내에서 소결된 로드(sintered rod)를 형성하는 단계를 포함한다. 상기 공정은 상기 세라믹 다이로부터 상기 소결된 로드 제거하는 단계 및 상기 소결된 로드 복수의 예비소결된 프리폼(pre-sintered preform)으로 슬라이싱하는 단계를 또한 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B22F 5/00* (2013.01)  
*C22C 1/0491* (2013.01)  
*C22C 27/06* (2013.01)  
*C22C 30/00* (2021.01)

(72) 발명자

**톨리슨, 브라이언 리**

미국 29615 사우스 캐롤라이나 그린빌 갈링튼 로드  
300

**레이록, 매튜**

미국 29615 사우스 캐롤라이나 그린빌 갈링튼 로드  
300

**플렛처, 티모시**

미국 29615 사우스 캐롤라이나 그린빌 갈링튼 로드  
300

(56) 선행기술조사문헌

US20160250725 A1\*  
EP01982781 A1  
US20060134454 A1  
US20150367456 A1  
US20160199930 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 합금의 제1 금속 분말(10) 및 제2 합금의 제2 금속 분말(12)의 분말 조성물(14)을 세라믹 다이(die)(20) 내에 넣는 단계;

상기 세라믹 다이(20) 내에서 소결된 로드(sintered rod)(30)를 형성하기 위하여 상기 세라믹 다이(20) 내의 상기 분말 조성물(14)을 소결하는 단계;

상기 세라믹 다이(20)로부터 상기 소결된 로드(30)를 제거하는 단계; 및

상기 소결된 로드(30)를 복수의 예비소결된 프리폼(pre-sintered preform)(50)으로 슬라이싱하는 단계를 포함하며,

상기 제1 금속 분말(10)과 상기 제2 금속 분말(12)은 상이한 용융 온도를 갖고,

상기 소결하는 단계는, 상기 제1 금속 분말(10)을 용융시키지 않고 상기 분말 조성물(14)을 소결하는, 공정.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 합금은 1320℃(2400°F) 이상의 제1 용점을 갖고, 상기 제2 합금은 1290℃(2350°F) 이하의 제2 용점을 갖는, 공정.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 소결된 로드(30)는 높이가 46 cm 내지 91 cm의 범위인, 공정.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 소결된 로드(30)를 슬라이싱하기 전에, 상기 소결된 로드(30)를 미리 결정된 단면 기하형상(cross sectional geometry)으로 기계가공하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 슬라이싱은 선삭(turning), 보링(boring), 밀링(milling), 연삭(grinding), 전기방전 기계가공(electro-discharge machining), 레이저 커팅(laser cutting), 워터 제팅(water jetting), 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 기계가공 공정을 포함하는, 공정.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 복수의 예비소결된 프리폼(50) 중 하나를 물품(60)에 브레이징(brazing)하는 단계를 추가로 포함하는, 공정.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 예비소결된 프리폼(50)은 두께가 3 mm 내지 10 mm인, 공정.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 금속 분말(10)과 상기 제2 금속 분말(12)은 90:10 내지 45:55의 범위의 비(중량 기준)로 상기 분말 조성물(14)에 존재하는, 공정.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 분말 조성물(14)은 결합제 재료를 포함하지 않는, 공정.

#### 청구항 10

제1항의 공정에 의해 형성되는, 예비소결된 프리폼(50).

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

#### 청구항 18

삭제

#### 청구항 19

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 실시 형태는 예비소결된 프리폼(pre-sintered preform) 및 예비소결된 프리폼을 형성하고 사용하는 공정에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 본 실시 형태는 소결된 로드(sintered rod)로부터 형성되는 칩렛(chiplet)-형상 예비소결된 프리폼에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일부 터빈 고온 가스 경로 구성요소는 아래에 놓인 구성요소의 일부분 또는 일부분들 위에 적용되는 하나 이상의 재료 시트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 예비소결된 프리폼(PSP) 제조 동안, 하나 이상의 재료 시트가 터빈 구성요소, 예컨대 슈라우드 블레이드(shrouded blade), 노즐, 또는 버킷 상에 브레이징된다(brazed). PSP 시트는 구성요소 상에 통상 덮어씌워지고 이어서 브레이징되어 외부 표면 또는 스킨(skin)을 형성한다. 전형적으로, 시트는 실질적으로 편평하거나 또는 이들이 부착되는 구성요소 표면의 전체 기하 형상(geometry)과 대체로 유사한 만곡부를 포함하지만, 압력, 굽힘 등을 통해, 이들 편평한 시트는 부착 공정 동안 아래에 놓인 구성요소 표면에 순응될 수 있다.

[0003] 소정의 가스 터빈 구성요소는 에어포일(airfoil)의 외측 극단(outer extremity)에 슈라우드를 갖는다. 블레이드 슈را드는 전형적으로, 통상 z-노치 형태의 인터로킹 특징부(interlocking feature)를 갖도록 설계되는데, 이러한 인터로킹 특징부는 각각의 구성요소가 터빈 디스크의 원주 둘레에 설치되는 경우에 그러한 구성요소가 그의 슈라우드에서 인접한 이웃 구성요소와 인터로킹될 수 있게 한다. 이러한 인터로킹 특징부는 에어포일이 진동하는 것을 방지하고, 그럼으로써 작동 중에 구성요소 상에 부여되는 응력을 감소시키는 데 도움이 된다.

- [0004] 터빈 고온 가스 경로 구성요소는 전형적으로 고온에서 고강도를 보유하도록 설계된 니켈계 초합금 또는 다른 고온 초합금으로 제조되며, 터빈 구성요소의 슈라우드 재료 및 인터로킹 z-노치는 터빈 엔진의 시동 및 정지 동안 발생하는 마모 응력 및 러빙(rubbing)을 견디기에 충분한 경도를 갖지 않을 수 있다. 이들 위치에서의 마모를 개선하기 위해, 하드페이스(hardface) 치클릿 PSP가 z-노치에 브레이징되거나 용접되어 마모 표면으로서의 역할을 할 수 있다. 각각의 z-노치에 접합된 하드페이스 재료는, 터빈 구성요소가 원심, 압력, 열, 및 진동 부하에 있을 때, 작동 동안에 마찰 접촉으로부터 발생하는 마모로부터 각각의 슈라우드 내의 각각의 노치를 보호한다.
- [0005] 코발트-크롬-몰리브덴 합금인 T800은 가스 터빈 버킷에서 z-노치 하드페이싱 위치에서의 마모를 억제하는 데 주로 사용된다. T800의 미세구조는 경질 금속간 라베스상(intermetallic laves phase)(규화몰리브덴)보다 더 연질인 코발트 합금 매트릭스 중에 분산된 약 50%의 경질 금속간 라베스상을 포함한다. 이것은 이례적인 금속-대-금속 마모 특성을 갖는 재료를 제공한다. 라베스상은 용점이 약 1560°C(약 2840°F)이며, 이는 T800이 고온에 대한 그의 내마모성을 보유하는 데 도움이 된다.
- [0006] 경질이고 취성인 라베스상의 존재로 인해, T800의 용접성은 매우 불량하다. 용접은 높은 예열 온도 하에서 통상 수행되며, T800은 여전히 그러한 조건 하에서 균열 경향을 갖는다.
- [0007] 균열 경향을 제거하기 위하여, PSP 치클릿 브레이징 재료가 개발되었다. 치클릿은 통상적으로 약 3.8 mm(약 0.15 인치) 내지 약 5.0 mm(약 0.20 인치)의 두께를 갖는 정사각형 PSP 플레이트이다. 치클릿은 통상적으로 소결된 편평한 플레이트로부터 기계가공된다. 그러나, 편평한 플레이트로부터 그러한 치클릿을 기계가공하는 것은 비용이 많이 들고 시간 소모적이다.

### 발명의 내용

- [0008] 일 실시 형태에서, 공정은 제1 합금의 제1 금속 분말 및 제2 합금의 제2 금속 분말의 분말 조성물을 세라믹 다이(die) 내에 넣는 단계 및 상기 세라믹 다이 내의 상기 분말 조성물을 소결하여 상기 세라믹 다이 내에서 소결된 로드를 형성하는 단계를 포함한다. 상기 공정은 상기 세라믹 다이로부터 상기 소결된 로드를 제거하는 단계 및 상기 소결된 로드를 복수의 예비소결된 프리폼으로 슬라이싱하는 단계를 또한 포함한다.
- [0009] 다른 실시 형태에서, 제1 합금의 제1 금속 분말 및 제2 합금의 제2 금속 분말의 분말 조성물을 세라믹 다이 내에 넣는 단계 및 상기 세라믹 다이 내의 상기 분말 조성물을 소결하여 상기 세라믹 다이 내에서 소결된 로드를 형성하는 단계를 포함하는 공정에 의해 예비소결된 프리폼이 형성된다. 상기 공정은 상기 세라믹 다이로부터 상기 소결된 로드를 제거하는 단계 및 상기 소결된 로드를 복수의 예비소결된 프리폼으로 슬라이싱하는 단계를 또한 포함한다.
- [0010] 본 발명의 다른 특징 및 이점은, 예로서, 본 발명의 원리를 예시하는 첨부 도면과 함께 취해진 하기의 더 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 예비소결된 프리폼을 형성하고 브레이징하는 공정을 개략적으로 나타낸다.
- 도 2는 편평한 위치에서 브레이징된 2개의 소결된 로드의 단부도를 나타낸다.
- 도 3은 도 2의 직사각형(3) 이내의 소결된 로드를 나타낸다.
- 도 4는 수직 위치에서 브레이징된 2개의 소결된 로드의 단부도를 나타낸다.
- 도 5는 도 4의 직사각형(5) 이내의 소결된 로드를 나타낸다.
- 가능한 모든 경우에 있어서, 동일한 도면 부호가 동일한 부분을 나타내기 위해 도면 전체에 걸쳐 사용될 것이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 예비소결된 프리폼(PSP), 및 근-실형상(near-net shape) 또는 실형상의 하드페이스 치클릿으로서 예비소결된 프리폼(PSP)을 생성하는 공정이 제공된다.
- [0013] 본 발명의 실시 형태는, 예를 들어, 본 명세서에 개시된 특징부들 중 하나 이상을 포함하지 못하는 개념과 대비

하여, PSP, 하드페이스 치클릿, 근-실형상 하드페이스 치클릿, 또는 실형상 하드페이스 치클릿의 제조를 단순화 하거나; PSP, 하드페이스 치클릿, 근-실형상 하드페이스 치클릿, 또는 실형상 하드페이스 치클릿의 제조 비용을 감소시키거나; 또는 이들의 조합이다.

- [0014] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "치클릿"은 미리 결정된 기하 형상을 갖는 PSP 조각이며, 이후에 구성요소 상에 브레이징된다. 일부 실시 형태에서, 미리 결정된 기하 형상은 실질적으로 직사각형인 기하 형상이다. 일부 실시 형태에서, 미리 결정된 기하 형상은 길이와 폭의 크기가 유사하고, 두께는 길이 및 폭보다 상당히 더 작다.
- [0015] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "로드"는, 미리 결정된 단면을 갖고 높이가 단면의 최대 길이보다 상당히 더 큰 물체를 지칭한다. 일부 실시 형태에서,로드의 단면은 원형, 둥근형, 정사각형, 직사각형, 타원형, 또는 다각형이다.
- [0016] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "B93"은 약 13.7% 내지 약 14.3% 크롬(Cr), 약 9.0% 내지 약 10.0% 코발트(Co), 4.6% 내지 약 5.0% 티타늄(Ti), 약 4.5% 내지 약 4.8% 규소(Si), 약 3.7% 내지 약 4.3% 몰리브덴(Mo), 약 3.7% 내지 약 4.0% 텅스텐(W), 약 2.8% 내지 약 3.2% 알루미늄(Al), 약 0.50% 내지 약 0.80% 붕소(B), 약 0.13% 내지 약 0.19% 탄소(C), 우연적 불순물, 및 잔부 니켈(Ni)의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. B93은, 예를 들어 Oerlikon Metco(스위스 페피콘 소재)로부터 구매가능하다.
- [0017] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BNi-2"는 약 7% Cr, 약 4.5% Si, 약 3% B, 약 3% 철(Fe), 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BNi-2는, 예를 들어 Lucas-Milhaupt, Inc.(미국 위스콘신주 쿤다이 소재)로부터 구매가능하다.
- [0018] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BNi-3"은 약 4.5% Si, 약 3% B, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BNi-3은, 예를 들어 Lucas-Milhaupt, Inc.로부터 구매가능하다.
- [0019] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BNi-5"는 약 19% Cr, 약 10% Si, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BNi-5는, 예를 들어 Lucas-Milhaupt, Inc.로부터 구매가능하다.
- [0020] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BNi-6"은 약 11% 인(P), 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BNi-6은, 예를 들어 Lucas-Milhaupt, Inc.로부터 구매가능하다.
- [0021] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BNi-7"은 약 14% Cr, 약 10% P, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BNi-7은, 예를 들어 Lucas-Milhaupt, Inc.로부터 구매가능하다.
- [0022] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BNi-9"는 약 15% Cr, 약 3% B, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BNi-9는, 예를 들어 Lucas-Milhaupt, Inc.로부터 구매가능하다.
- [0023] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BNi-10"은 약 16% W, 약 11.5% Cr, 약 3.5% Si, 약 3.5% Fe, 약 2.5% B, 약 0.5% C, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BNi-10은, 예를 들어 AnHui Huazhong Welding Manufacturing Co., Ltd.(중국 허페이 소재)로부터 구매가능하다.
- [0024] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "BRB"는 약 13.0% 내지 약 14.0% Cr, 약 9.0% 내지 약 10.0% Co, 약 3.5% 내지 약 3.8% Al, 약 2.25% 내지 약 2.75% B, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. BRB는, 예를 들어 Oerlikon Metco로부터 구매가능하다.
- [0025] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "CM64"는 약 26.0% 내지 약 30.0% Cr, 약 18.0% 내지 약 21.0% W, 약 4.0% 내지 약 6.0% Ni, 약 0.75% 내지 약 1.25% 바나듐(V), 약 0.7% 내지 약 1.0% C, 약 0.005% 내지 약 0.1% B, 최대 약 3.0% Fe, 최대 약 1.0% Mg, 최대 약 1.0% Si, 최대 약 0.5% Mo, 우연적 불순물, 및 잔부 Co의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. CM64는, 예를 들어 Morgan Advanced Ceramics(캘리포니아 헤이워드 소재)의 디비전인 WESGO Ceramics로부터 구매가능하다.
- [0026] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "D15"는 약 14.8% 내지 약 15.8% Cr, 약 9.5% 내지 약 11.0% Co, 약 3.2% 내지 약 3.7% Al, 약 3.0% 내지 약 3.8% 탄탈륨(Ta), 약 2.1% 내지 약 2.5% B, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. D15는, 예를 들어 Oerlikon Metco로부터 구매가능하다.
- [0027] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "DF4B"는 약 13.0% 내지 약 15% Cr, 약 9.0% 내지 약 11.0% Co, 약 3.25% 내지 약 3.75% Al, 약 2.25% 내지 약 2.75% Ta, 약 2.5% 내지 약 3.0% B, 약 0.01% 내지 약 0.10% 이트륨(Y), 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. DF4B는, 예를 들어 Oerlikon Metco

로부터 구매가능하다.

- [0028] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "GTD 111"은 약 13.70% 내지 약 14.30% Cr, 약 9.0% 내지 약 10.0% Co, 약 4.7% 내지 약 5.1% Ti, 약 3.5% 내지 약 4.1% W, 약 2.8% 내지 약 3.2% Al, 약 2.4% 내지 약 3.1% Ta, 약 1.4% 내지 약 1.7% Mo, 약 0.35% Fe, 약 0.3% Si, 약 0.15% 니오븀(Nb), 약 0.08% 내지 약 0.12% C, 약 0.1% 망간(Mn), 약 0.1% 구리(Cu), 약 0.04% 지르코늄(Zr), 약 0.005% 내지 약 0.020% B, 약 0.015% P, 약 0.005% 황(S), 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0029] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "GTD 444"는 약 9.75% Cr, 약 7.5% Co, 약 4.2% Al, 약 3.5% Ti, 약 4.8% Ta, 약 6% W, 약 1.5% Mo, 최대 약 0.5% Nb, 최대 약 0.2% Fe, 최대 약 0.2% Si, 최대 약 0.15% 하프늄(Hf), 최대 약 0.08% C, 최대 약 0.009% Zr, 최대 약 0.009% B, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0030] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "HAYNES 188"은 약 21% 내지 약 23% Cr, 약 20% 내지 약 24% Ni, 약 13% 내지 약 15% W, 최대 약 3% Fe, 최대 약 1.25% Mn, 약 0.2% 내지 약 0.5% Si, 약 0.05% 내지 약 0.15% C, 약 0.03% 내지 약 0.12% 란탄(La), 최대 약 0.02% P, 최대 약 0.015% B, 최대 약 0.015% S, 우연적 불순물, 및 잔부 Co의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0031] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "HAYNES 230"은 약 22% Cr, 약 2% Mo, 약 0.5% Mn, 약 0.4% Si, 약 14% W, 약 0.3% Al, 약 0.1% C, 약 0.02% La, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0032] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "INCONEL 738"은 약 15.7% 내지 약 16.3% Cr, 약 8.0% 내지 약 9.0% Co, 약 3.2% 내지 약 3.7% Ti, 약 3.2% 내지 약 3.7% Al, 약 2.4% 내지 약 2.8% W, 약 1.5% 내지 약 2.0% Ta, 약 1.5% 내지 약 2.0% Mo, 약 0.6% 내지 약 1.1% Nb, 최대 약 0.5% Fe, 최대 약 0.3% Si, 최대 약 0.2% Mn, 약 0.15% 내지 약 0.20% C, 약 0.05% 내지 약 0.15% Zr, 최대 약 0.015% S, 약 0.005% 내지 약 0.015% B, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0033] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "L605"는 약 19% 내지 약 21% Cr, 약 14% 내지 약 16% W, 약 9% 내지 약 11% Ni, 최대 약 3% Fe, 약 1% 내지 약 2% Mn, 약 0.05% 내지 약 0.15% C, 최대 약 0.4% Si, 최대 약 0.04% P, 최대 약 0.03% S, 우연적 불순물, 및 잔부 Co의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0034] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "MarM247"은 약 9.3% 내지 약 9.7% W, 약 9.0% 내지 약 9.5% Co, 약 8.0% 내지 약 8.5% Cr, 약 5.4% 내지 약 5.7% Al, 선택적으로 약 3.2% Ta, 선택적으로 약 1.4% Hf, 최대 약 0.25% Si, 최대 약 0.1% Mn, 약 0.06% 내지 약 0.09% C, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0035] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "MarM509"는 약 22.5% 내지 약 24.25% Cr, 약 9% 내지 약 11% Ni, 약 6.5% 내지 약 7.5% W, 약 3% 내지 약 4% Ta, 최대 약 0.3% Ti(예를 들어, 약 0.15% 내지 약 0.3% Ti), 최대 약 0.65% C(예를 들어, 약 0.55% 내지 약 0.65% C), 최대 약 0.55% Zr(예를 들어, 약 0.45% 내지 약 0.55% Zr), 우연적 불순물, 및 잔부 Co의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0036] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "MarM509B"는 약 22.00% 내지 약 24.75% Cr, 약 9.0% 내지 약 11.0% Ni, 약 6.5% 내지 약 7.6% W, 약 3.0% 내지 약 4.0% Ta, 약 2.6% 내지 약 3.16% B, 약 0.55% 내지 약 0.64% C, 약 0.30% 내지 약 0.60% Zr, 약 0.15% 내지 약 0.30% Ti, 최대 약 1.30% Fe, 최대 약 0.40% Si, 최대 약 0.10% Mn, 최대 약 0.02% S, 우연적 불순물, 및 잔부 Co의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. MarM509B는, 예를 들어 WESGO Ceramics로부터 구매가능하다.
- [0037] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "René 108"은 약 9% 내지 약 10% Co, 약 9.3% 내지 약 9.7% W, 약 8.0% 내지 약 8.7% Cr, 약 5.25% 내지 약 5.75% Al, 약 2.8% 내지 약 3.3% Ta, 약 1.3% 내지 약 1.7% Hf, 최대 약 0.9% Ti(예를 들어, 약 0.6% 내지 약 0.9% Ti), 최대 약 0.6% Mo(예를 들어, 약 0.4% 내지 약 0.6% Mo), 최대 약 0.2% Fe, 최대 약 0.12% Si, 최대 약 0.1% Mn, 최대 약 0.1% Cu, 최대 약 0.1% C(예를 들어, 약 0.07% 내지 약 0.1% C), 최대 약 0.1% Nb, 최대 약 0.02% Zr(예를 들어, 약 0.005% 내지 약 0.02% Zr), 최대 약 0.02% B(예를 들어, 약 0.01% 내지 약 0.02% B), 최대 약 0.01% P, 최대 약 0.004% S, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.



- [0038] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "René 142"는 약 12% Co, 약 6.8% Cr, 약 6.4% Ta, 약 6.1% Al, 약 4.9% W, 약 2.8% 레늄(Re), 약 1.5% Mo, 약 1.5% Hf, 약 0.12% C, 약 0.02% Zr, 약 0.015% B, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0039] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "René 195"는 약 7.6% Cr, 약 3.1% Co, 약 7.8% Al, 약 5.5% Ta, 약 0.1% Mo, 약 3.9% W, 약 1.7% Re, 약 0.15% Hf, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0040] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "René N2"는 약 13% Cr, 약 7.5% Co, 약 6.6% Al, 약 5% Ta, 약 3.8% W, 약 1.6% Re, 약 0.15% Hf, 우연적 불순물, 및 잔부 Ni의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다.
- [0041] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "STELLITE 6"은 약 27.0% 내지 약 32.0% Cr, 약 4.0% 내지 약 6.0% W, 약 0.9% 내지 약 1.4% C, 최대 약 3.0% Ni, 최대 약 3.0% Fe, 최대 약 2.0% Si, 최대 약 1.0% Mo, 우연적 불순물, 및 잔부 Co의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. STELLITE 6은, 예를 들어 Deloro Stellite Inc. (캐나다 온타리오주 벨빌 소재)에 의해 상업적으로 생산된다.
- [0042] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "T800"은 약 27.0% 내지 약 30.0% Mo, 약 16.5% 내지 약 18.5% Cr, 약 3.0% 내지 3.8% Si, 최대 약 1.5% Fe, 최대 약 1.5% Ni, 최대 약 0.15% 산소(O), 최대 약 0.08% C, 최대 약 0.03% P, 최대 약 0.03% S, 우연적 불순물, 및 잔부 Co의 조성(중량 기준)을 포함하는 합금을 지칭한다. T800은, 예를 들어 Deloro Stellite Inc.에 의해 생산되고, 예를 들어 WESGO Ceramics로부터 구매가능하다.
- [0043] 도 1을 참조하면, 공정은 제1 합금의 제1 용점 분말(10)과 제2 합금의 제2 용점 분말(12)을 배합하고 혼합하여 분말 조성물(14)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 제1 합금과 제2 합금은 상이한 용융 온도를 가지며, 이로써 분말 조성물(14)의 소결 온도로의 가열이 제1 금속 분말(10)을 용융시키지 않고서 분말 조성물을 소결된 로드(30)로 소결시키게 한다. 상기 공정은 세라믹 다이(20)의 공동(cavity)(22)을 분말 조성물(14)로 충전하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 세라믹 다이(20)는 세라믹 튜브, 세라믹 용기, 또는 세라믹 보트이다. 세라믹 다이(20)는 소결 조건을 견딜 수 있는 어떠한 세라믹 재료로도 제조될 수 있으며, 이러한 세라믹 재료에는 산화알루미늄( $Al_2O_3$ ), 산화지르코늄( $ZrO_2$ ), 탄화규소( $SiC$ ), 질화규소( $Si_3N_4$ ), 또는 질화알루미늄( $AlN$ )이 포함될 수 있지만 이로 한정되지 않는다.
- [0044] 상기 공정은, 공동(22)이 분말 조성물(14)로 충전된 세라믹 다이(20)를 소결 온도로 가열하여 분말 조성물(14)로부터 공동(22) 내에 소결된 로드(30)를 형성하는 단계를 추가로 포함한다. 일부 실시 형태에서, 소결은 진공로(vacuum furnace) 내에서 일어난다. 일부 실시 형태에서, 소결 온도는 약 1150°C(약 2100°F) 내지 약 1290°C(약 2350°F)의 범위이다.
- [0045] 상기 공정은 소결된 로드(30)를 기계가공하여 소결된 로드(30)의 단면 기하 형상을 변경시키고, 미리 결정된 단면 기하 형상을 갖는 기계가공된 소결된 로드(40)를 형성하는 단계를 선택적으로 포함한다.
- [0046] 이어서, 상기 공정은 소결된 로드(30) 또는 기계가공된 소결된 로드(40)를 작은 슬라이스로 기계가공하여 복수의 PSP(50)를 형성하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 기계가공은 선삭(turning), 보링(boring), 밀링(milling), 연삭(grinding), 전기방전 기계가공(electro-discharge machining, EDM), 레이저 커팅(laser cutting), 워터 제팅(water jetting), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있지만 이로 한정되지 않는다. 슬라이스 위치 및 두께는 바람직하게는 미리 결정된 두께를 갖는 소결된 로드(30) 또는 기계가공된 소결된 로드(40)로부터 PSP(50)를 형성하도록 선택된다. 일부 실시 형태에서, PSP(50)는 실형상 또는 근-실형상 하드페이스 치클릿이다. 미리 결정된 두께는 단일 소결된 로드(30) 또는 기계가공된 소결된 로드(40)로부터의 PSP(50)들 중 일부 또는 전부와 동일할 수 있거나, 또는 이들 중 어느 것보다도 동일하지 않을 수 있다.
- [0047] 상기 공정은 물품(60)의 표면에 PSP(50)를 브레이징하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 브레이징 온도는 약 1150°C(약 2100°F) 내지 약 1290°C(약 2350°F)의 범위이다.
- [0048] 도 2를 참조하면, 한 쌍의 PSP(50)를 PSP(50)의 편평한 단부 표면의 편평한 위치에서 물품(60)에 브레이징하여 탁월한 브레이즈 조인트(braze joint)를 형성하였다. 도 3은 도 2의 이미지로부터의 물품(60) 상의 PSP(50)들 중 하나를 직사각형(3) 이내에서 더 상세하게 도시한다.
- [0049] 도 4를 참조하면, 한 쌍의 PSP(50)를 PSP(50)의 만곡된 측 표면의 수직 위치에서 2개의 유사한 물품(60)에 브레이징하여 탁월한 브레이즈 조인트를 형성하였다. 도 5는 도 4의 이미지로부터의 물품(60)들 중 하나의 물품 상



의 PSP(50)들 중 하나를 직사각형(5) 이내에서 더 상세하게 도시한다.

- [0050] 일부 실시 형태에서, 분말 조성물(14)은 별개의 상으로서 서로 상호혼합된 제1 합금과 제2 합금을 포함한다. 제1 합금은 제2 합금보다 더 높은 용융 온도를 갖는다. 제1 합금은 고융점 합금 분말이고 적어도 약 1320℃(약 2400°F)의 제1 용점을 포함할 수 있고, 제2 합금은 저융점 합금 분말이고 약 1290℃(약 2350°F) 미만의 제2 용점을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제1 합금은 하드페이징 재료이다.
- [0051] 제1 합금은 하나 이상의 HTW(hard to-weld) 합금, 내화 합금, 초합금, 니켈계 초합금, 코발트계 초합금, 철계 초합금, 티타늄-알루미늄 초합금, 철계 합금, 강 합금, 스테인리스 강 합금, 코발트계 합금, 니켈계 합금, 티타늄계 합금, 경질 표면처리(hard surfacing) 합금, T800, CM64, GTD 111, GTD 444, HAYNES 188, HAYNES 230, INCONEL 738, L605, MarM247, MarM509, René 108, René 142, René 195, René N2, STELLITE 6, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0052] 제2 합금은 하나 이상의 브레이즈 합금, 철계 합금, 강 합금, 스테인리스 강 합금, 코발트계 합금, 니켈계 합금, 티타늄계 합금, B93, BNi-2, BNi-3, BNi-5, BNi-6, BNi-7, BNi-9, BNi-10, BRB, DF4B, D15, MarM509B, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0053] 일부 실시 형태에서, 분말 조성물(14)은 산화알루미늄, 탄화규소, 탄화텅스텐, 질화티타늄, 탄질화티타늄, 탄화티타늄, 또는 이들의 조합과 같은, 그러나 이로 한정되지 않는 하나 이상의 세라믹 첨가제를 추가로 포함한다.
- [0054] 일부 실시 형태에서, 분말 조성물(14)은 약 90 중량%의 제1 합금 및 약 10 중량%의 제2 합금, 대안적으로 약 80 중량%의 제1 합금 및 약 20 중량%의 제2 합금, 대안적으로 약 70 중량%의 제1 합금 및 약 30 중량%의 제2 합금, 대안적으로 약 60 중량%의 제1 합금 및 약 40 중량%의 제2 합금, 대안적으로 약 50 중량%의 제1 합금 및 약 50 중량%의 제2 합금, 대안적으로 약 45 중량%의 제1 합금 및 약 55 중량%의 제2 합금의 혼합물, 또는 이들 사이의 임의의 값, 범위, 또는 하위범위를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제1 합금은 T800이다. 일부 실시 형태에서, 제2 합금은 MarM509B이다.
- [0055] 미리 결정된 단면 기하 형상을 갖는 소결된 로드(30)를 생성하도록 윤곽 형성된 공동(22)을 갖는 세라믹 다이(20)가 미리 결정된 비의 제1 용점 분말(10)과 제2 용점 분말(12)의 혼합물로 충전된다. 일부 실시 형태에서, 세라믹 다이(20)는 세라믹 튜브이다. 튜브의 단면은 둥근형, 정사각형, 직사각형, 또는 난형(oval)을 포함하지만 이로 한정되지 않는 임의의 기하 형상일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 공동(22)은 내경이 약 1.3 cm(약 0.50 인치)인 원통형이다. 일부 실시 형태에서, 어떠한 결합재 재료도 사용되지 않는다. 소결된 로드(30)의 단면은 세라믹 다이(20)의 단면의 기하 형상에 따라 원형, 둥근형, 정사각형, 직사각형, 난형, 또는 다각형을 포함하지만 이로 제한되지 않는 임의의 기하 형상일 수 있다.
- [0056] 분말 조성물(14)은 공동(22) 내에서 가열함으로써 소결되어 소결된 로드(30)를 형성한다. 소결된 로드(30)는 이미 실형상 또는 근-실형상인 단면을 가질 수 있다. 대안적으로, 소결된 로드(30)를 연삭하거나 달리 기계가 공하여, 기계가공된 소결된 로드(40)를 형성함으로써 실형상 또는 근-실형상을 갖는 단면이 달성될 수 있다.
- [0057] 실형상 또는 근-실형상의 소결된 로드(30) 또는 기계가공된 소결된 로드(40)는 실형상 또는 근-실형상 단면 및 미리 결정된 두께를 갖는 절편으로 슬라이싱된다. 일부 실시 형태에서, 미리 결정된 두께는 PSP 하드페이스 치클릿의 두께이다.
- [0058] PSP 하드페이스 치클릿은 물품(60)의 표면에 브레이징된다. 일부 실시 형태에서, PSP 하드페이스 치클릿은 하드페이징된 표면을 형성하기 위해 브레이징 공정을 수행하기 전에 미리 결정된 위치에서 물품(60)의 표면에 가 용접된다(tack welded).
- [0059] 일부 실시 형태에서, 소결된 로드(30)의 높이는 약 46 cm(약 18 in) 내지 약 91 cm(약 36 in), 대안적으로 약 61 cm(약 24 in) 내지 약 76 cm(약 30 in), 대안적으로 약 46 cm(약 18 in) 내지 약 61 cm(약 24 in)의 범위, 대안적으로 약 46 cm(약 18 in), 대안적으로 약 61 cm(약 24 in), 대안적으로 약 76 cm(약 30 in), 대안적으로 약 91 cm(약 36 in), 또는 이들 사이의 임의의 값, 범위, 또는 하위범위이다. 일부 실시 형태에서, 소결된 로드(30)의 최대 단면 길이는 약 6.4 mm(약 0.25 in) 내지 약 2.5 cm(약 1 in), 대안적으로 약 1.0 cm(약 0.4 in) 내지 약 1.9 cm(약 0.75 in)의 범위, 대안적으로 약 1.3 cm(약 0.5 in), 또는 이들 사이의 임의의 값, 범위, 또는 하위범위이다. 일부 실시 형태에서, PSP(50)의 두께는 약 2.5 mm(약 0.1 in) 내지 약 6.4 mm(약 0.25 in), 대안적으로 약 3.8 mm(약 0.15 in) 내지 약 5.1 mm(약 0.2 in)의 범위, 대안적으로 약 3.8 mm(약 0.15 in), 대안적으로 약 5.1 mm(약 0.2 in), 또는 이들 사이의 임의의 값, 범위, 또는 하위범위이다.

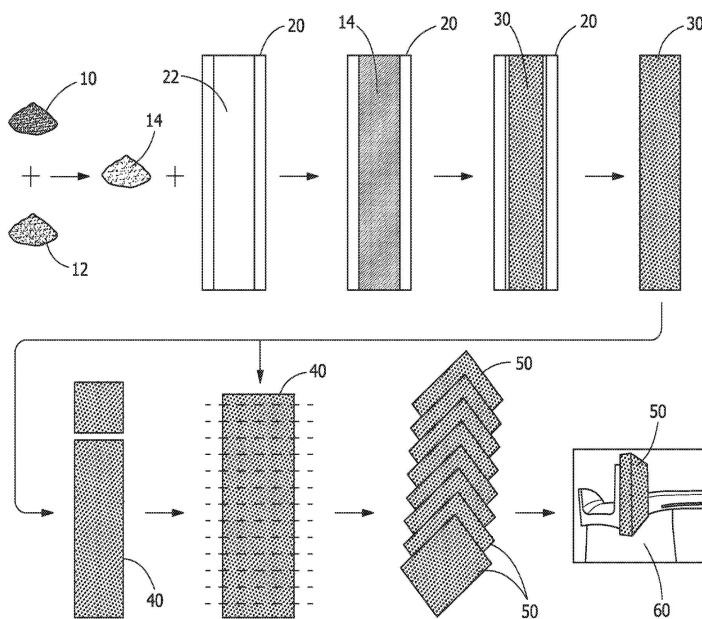
[0060] 일부 실시 형태에서, 물품(60)은 OEM(original equipment manufacturer, 주문자 상표 부착 제조업체) 부품이거나, 또는 물품(60)의 표면은 하드페이스로부터 이득을 얻을 임의의 표면 또는 시일(seal)로부터 이득을 얻을 임의의 구멍일 수 있다.

[0061] 일부 실시 형태에서, 소결된 로드(30) 또는 기계가공된 소결된 로드(40)는 코어로서 사용되고, 고용점 분말, 저융점 분말, 및 결합제의 혼합물이 코팅으로서의 역할을 하는데, 이때 이러한 복합체는 압출되고 소결되어 소정 응용을 위한 하이브리드 PSP 재료 복합체를 제공한다. 코팅은 코어와 동일한 제1 용점 분말(10) 및/또는 제2 용점 분말(12)을 포함할 수 있거나, 대안적인 합금 재료가 대신 사용될 수 있다. 코팅의 단면 영역의 기하 형상은 둥근형, 정사각형, 직사각형, 또는 난형(oval)을 포함하지만 이로 한정되지 않는 임의의 기하 형상일 수 있다.

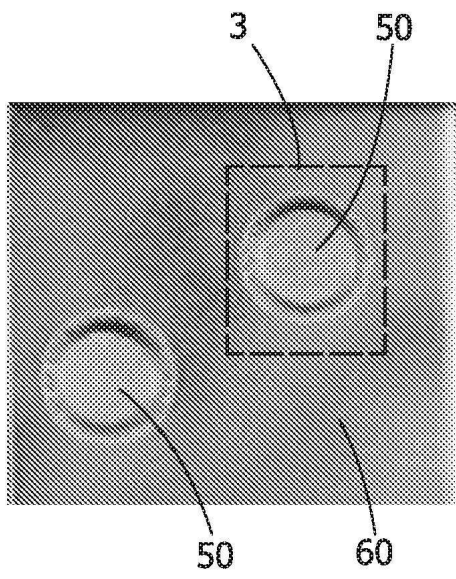
[0062] 본 발명이 하나 이상의 실시 형태를 참조하여 설명되어 있지만, 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 변화가 이루어질 수 있고 등가물이 그의 요소를 대신할 수 있다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 더욱이, 본 발명의 본질적인 범주로부터 벗어나지 않고서 특정 상황 또는 재료를 본 발명의 교시 내용에 적응시키도록 많은 변형이 이루어질 수 있다. 따라서, 본 발명을 수행하기 위해 고려되는 최상의 양태로서 개시된 특정 실시 형태로 본 발명을 제한하고자 하는 것이 아니고, 본 발명은 첨부된 청구범위의 범주 내에 속하는 모든 실시 형태를 포함하는 것으로 의도된다. 더욱이, 상세한 설명에서 확인되는 모든 수치 값은 정확한 값 및 대략적인 값 둘 모두가 명확히 확인되는 것처럼 해석될 것이다.

## 도면

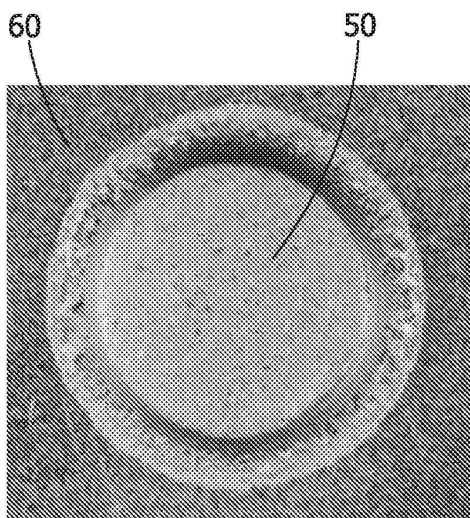
### 도면1



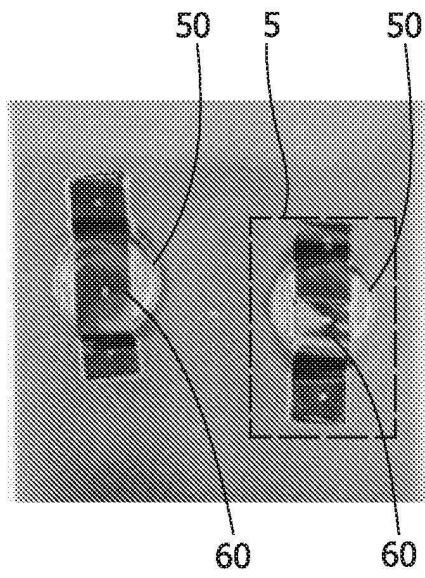
도면2



도면3



도면4



도면5

