



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0104894
(43) 공개일자 2017년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B32B 9/00 (2006.01) B32B 18/00 (2006.01)
B32B 9/04 (2006.01) C09D 1/00 (2006.01)
C09D 7/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B32B 9/005 (2013.01)
B32B 18/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0027918

(22) 출원일자 2016년03월08일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

국민대학교산학협력단

서울특별시 성북구 정릉로 77 (정릉동, 국민대학교)

한국원자력연구원

대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)

(주)세원하드페이징

전라북도 전주시 덕진구 서귀로 183 (여의동)

(72) 발명자

이기성

서울특별시 강남구 개포로 303, 102동 1205호 (개포동, 현대1차아파트)

문홍수

전라북도 전주시 완산구 고사평5길 20 (서신동, 모든빌라)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

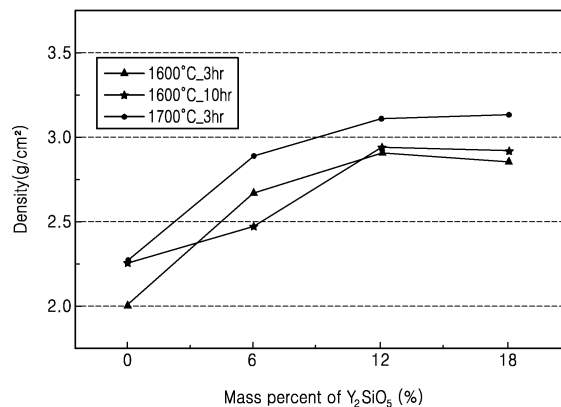
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 내환경 코팅재가 코팅된 구조체 및 상기 내환경 코팅재를 코팅하는 방법.

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는 모재 및 상기 모재의 표면에 코팅된 내환경 코팅재를 포함하고, 상기 내환경 코팅재는 물라이트 파우더에 12wt% 이상의 희토류계 산화물 파우더를 첨가하여 소결한 소결체인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체를 개시한다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

B32B 9/041 (2013.01)

B32B 9/045 (2013.01)

C09D 1/00 (2013.01)

C09D 7/1216 (2013.01)

(72) 발명자

박찬원

전라북도 전주시 완산구 호암로 40, 203동 501호
(효자동2가, 골든팰리스휴먼시아아파트)

박지연

대전광역시 유성구 어은로 57, 131동 1102호 (어은동, 한빛아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10043819

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원(KEIT)

연구사업명 핵심방산소재기술개발사업

연구과제명 고효율 제트엔진 및 마이크로 가스터빈용 고신뢰성 SiC 섬유강화 세라믹 복합소재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국원자력연구원

연구기간 2014.12.01 ~ 2015.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

모재; 및

상기 모재의 표면에 코팅된 내환경 코팅재;를 포함하고,

상기 내환경 코팅재는 플라이트 파우더에 12wt% 이상의 희토류계 산화물 파우더를 첨가하여 소결된 소결체인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 내환경 코팅재는 상기 모재의 표면에 단층으로 코팅되는 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 모재는 섬유를 강화재로 이용하는 복합재료인 섬유 강화 복합재료(SiCf-SiC)로 이루어지는 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 섬유 강화 복합재료는 섬유강화 플라스틱(FRP), 섬유강화 금속(FRM), 섬유강화 세라믹(FRC), 섬유강화 콘크리트(FRC) 중 어느 하나인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 모재 및 상기 내환경 코팅재 사이에 구비되는 실리콘(Si) 층을 더 포함하는 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 모재는 엔지니어링 세라믹스, 단결정 또는 내열합금 중 어느 하나로 이루어지는 기판인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 엔지니어링 세라믹스는 알루미늄, 지르코니아, 탄화규소, 질화규소 또는 이트리아 중 어느 하나인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 희토류계 산화물은 이트리아(Y2O3)인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 희토류계 산화물은 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 희토류계 산화물은 산화이트[테르]븀(Yb_2O_3)인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 희토류계 산화물은 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5)인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 12

제2항에 있어서,

상기 섬유의 재질은 금속, 글래스, 탄소, 세라믹, 유기물(인공 및 천연) 중 어느 하나인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 내환경 코팅재는 1600°C 이상의 온도 조건에서 희토류계 산화물 파우더가 첨가된 플라이트 파우더가 소결되어 형성되는 내환경 코팅재가 코팅된 구조체.

청구항 14

이트리아(Y_2O_3)와 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하여 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성하는 단계;

플라이트 파우더에 12wt% 이상의 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 첨가하는 단계; 및

12wt% 이상의 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 상기 플라이트 파우더를 혼합한 후 혼합된 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더 및 플라이트 파우더를 소결하여 모재의 일면에 내환경 코팅재를 코팅하는 단계;

를 포함하는 내환경 코팅재를 코팅하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

혼합된 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더 및 상기 플라이트 파우더를 소결하는 단계는 1600°C 이상의 온도에서 10시간 이상 가열하는 단계를 포함하는 내환경 코팅재를 코팅하는 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

혼합된 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더 및 상기 플라이트 파우더를 소결하는 단계는 1700°C 이상의 온도에서 3시간 이상 가열하는 단계를 포함하는 내환경 코팅재를 코팅하는 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 이트리아(Y_2O_3)와 상기 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하는 단계 및 상기 플라이트 파우더와 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 혼합하는 단계는 볼 밀링(ball milling) 공정에 의해 수행되는 내환경 코팅재를 코팅하는 방법.

청구항 18

산화이트[테르]븀(Yb_2O_3)과 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하여 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더를 형성하는 단계;

플라이트 파우더에 12wt% 이상의 상기 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더를 첨가하는 단계; 및

12wt% 이상의 상기 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더와 상기 플라이트 파우더를 혼합한 후 혼합된 상기 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 및 플라이트 파우더를 소결하여 모재의 일면에 내환경 코팅재를 코팅하는 단계;

를 포함하는 내환경 코팅재를 코팅하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 내환경 코팅재가 코팅된 구조체 및 상기 내환경 코팅재를 코팅하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가스터빈 열차폐 재료, 원자력 관련 부품소재, 항공우주용 부품소재로 사용되기 위하여는 고온에서 적용 가능한 열적특성과 고강도 등의 기계적 특성이 요구된다. Si계 세라믹스 중 탄화규소(SiC), 질화규소(Si_3N_4) 세라믹스는 내열성, 내열충격성, 저열팽창성, 높은 열전도도 등의 고온에서 적용 가능한 열적특성과 내마모성, 고강도, 고경도 등의 우수한 기계적 특성과 우수한 내방사성을 갖고 있어서 상기 부품의 소재로 주목 받고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 다만, Si계 세라믹스는 고온에서 산화가 일어나고, 특히 수증기(water vapour)와 Si의 반응이 일어나 침식에 의한 부식(steam corrosion)으로 질량감소가 일어나는 단점이 있다.

[0004] 본 발명의 목적은, Si계 세라믹스와 수증기가 만나 반응이 일어나는 경로를 차단하기 위해 Si계 세라믹스 위에 코팅되는 고온 및 부식에 대한 내식성이 우수한 내환경 코팅(Environmental barrier coatings)재 및 상기 내환경 코팅재를 코팅하는 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예는 모재 및 상기 모재의 표면에 코팅된 내환경 코팅재를 포함하고, 상기 내환경 코팅재는 플라이트 파우더에 12wt% 이상의 희토류계 산화물 파우더를 첨가하여 소결된 소결체인 내환경 코팅재가 코팅된 구조체를 개시한다.

[0006] 본 실시예에 있어서, 상기 내환경 코팅재는 상기 모재의 표면에 단층으로 코팅될 수 있다.

[0007] 본 실시예에 있어서, 상기 모재는 섬유를 강화재로 이용하는 복합재료인 섬유 강화 복합재료(SiCf-SiC)로 이루어질 수 있다.

[0008] 본 실시예에 있어서, 상기 섬유 강화 복합재료는 섬유강화 플라스틱(FRP), 섬유강화 금속(FRM), 섬유강화 세라믹(FRC), 섬유강화 콘크리트(FRC) 중 어느 하나일 수 있다.

[0009] 본 실시예에 있어서, 상기 모재 및 상기 내환경 코팅재 사이에 구비되는 실리콘(Si) 층을 더 포함할 수 있다.

[0010] 본 실시예에 있어서, 상기 모재는 엔지니어링 세라믹스, 단결정 또는 내열합금 중 어느 하나로 이루어지는 기관일 수 있다.

[0011] 본 실시예에 있어서, 상기 엔지니어링 세라믹스는 알루미늄, 지르코니아, 탄화규소, 질화규소 또는 이트리아 중 어느 하나일 수 있다.

[0012] 본 실시예에 있어서, 상기 희토류계 산화물은 이트리아(Y_2O_3)일 수 있다.

[0013] 본 실시예에 있어서, 상기 희토류계 산화물은 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)일 수 있다.

- [0014] 본 실시예에 있어서, 상기 희토류계 산화물은 산화이트[테르]븀(Yb_2O_3)일 수 있다.
- [0015] 본 실시예에 있어서, 상기 희토류계 산화물은 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5)일 수 있다.
- [0016] 본 실시예에 있어서, 상기 섬유의 재질은 금속, 글래스, 탄소, 세라믹, 유기물(인공 및 천연) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0017] 본 실시예에 있어서, 상기 내환경 코팅재는 1600°C 이상의 온도 조건에서 희토류계 산화물 파우더가 첨가된 플라이트 파우더가 소결되어 형성될 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 다른 실시예는, 이트리아(Y_2O_3)와 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하여 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성하는 단계, 플라이트 파우더에 12wt% 이상의 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 첨가하는 단계 및 12wt% 이상의 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 상기 플라이트 파우더를 혼합한 후 혼합된 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더 및 플라이트 파우더를 소결하여 모재의 일면에 내환경 코팅재를 코팅하는 단계를 포함하는 내환경 코팅재를 코팅하는 방법을 개시한다.
- [0019] 본 실시예에 있어서, 혼합된 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더 및 상기 플라이트 파우더를 소결하는 단계는 1600°C 이상의 온도에서 10시간 이상 가열하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 실시예에 있어서, 혼합된 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더 및 상기 플라이트 파우더를 소결하는 단계는 1700°C 이상의 온도에서 3시간 이상 가열하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 실시예에 있어서, 상기 이트리아(Y_2O_3)와 상기 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하는 단계 및 상기 플라이트 파우더와 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 혼합하는 단계는 볼 밀링(ball milling) 공정에 의해 수행될 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명의 또 다른 실시예는, 산화이트[테르]븀(Yb_2O_3)과 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하여 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더를 형성하는 단계, 플라이트 파우더에 12wt% 이상의 상기 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더를 첨가하는 단계 및 12wt% 이상의 상기 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더와 상기 플라이트 파우더를 혼합한 후 혼합된 상기 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 및 플라이트 파우더를 소결하여 모재의 일면에 내환경 코팅재를 코팅하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 내환경 코팅재로 코팅된 구조체가 고온에 잘 견디면서 수증기 및 플라즈마의 침투를 방지하는데 유리한 효과가 있다.
- [0024] 결과적으로 내환경 코팅재가 쉽게 박리되지 않으며 내환경 코팅재 및 구조체의 내구력 및 수명이 효율적으로 향상되는 유리한 효과가 있다.
- [0025] 본 발명의 효과는 상술한 내용 이외에도, 도면을 참조하여 이하에서 설명할 내용으로부터도 도출될 수 있음은 물론이다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예인 내환경 코팅재가 코팅된 가스터빈 고온용 부품을 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 2a 및 도 2b는 실험 결과에 따른 그래프로서, 도 2a는 플라이트(Mullite) 파우더에 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더가 포함된 내환경 코팅재(100)의 밀도 변화를 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더의 질량비에 따라 도시한 그래프이고, 도 2b는 플라이트(Mullite) 파우더에 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더가 포함된 내환경 코팅재(100)의 밀도 변화를 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더의 질량비에 따라 도시한 그래프이다.
- 도 3a 내지 도 3c는 SEM 사진으로써, 도 3a 내지 도 3c 각각은 플라이트 100wt%, 플라이트 + 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 12wt%, 플라이트 + 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 12wt% 소결체이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과

함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0029] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용된다.
- [0030] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0031] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0032] 이하의 실시예에서, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 "위"에 또는 "상"에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0033] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0034] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 수행될 수도 있다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예인 내환경 코팅재가 코팅된 가스터빈 고온용 부품을 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0036] 또한, 도 1에는 내환경 코팅재(100)가 코팅된 모재(10)인 터빈용 부품의 일부분을 확대하여 그 단면을 개략적으로 도시하였다.
- [0037] 가스터빈(gas turbine)은 고온, 고압의 연소가스로 터빈을 가동시키는 회전형 열기관으로서, 기본적인 요소로서 도 1에 도시된 바와 같이 공기 압축기, 연소실, 터빈 등을 포함할 수 있다. 가스터빈은 공기 압축기로 공기를 압축하고 압축된 공기를 연소실로 이끌어, 여기서 연료를 분산해서 연소시킨다. 이때 생긴 고온, 고압의 가스를 터빈에 내뿜으면서 팽창시켜 터빈을 회전시킨다. 보통 공기 압축기와 터빈은 직접 또는 간접적으로 1개의 축(출력축)으로 연결되어 있는데, 공기 압축기를 가동시키는 동력은 터빈에서 발생하는 출력의 25~30%를 사용한다. 따라서 가스 터빈으로 발전기?프로펠러 등을 회전시키는 출력은 터빈에서 발생하는 출력에서 공기 압축기를 가동시키는 데 소요되는 출력을 뺀 것이 된다.
- [0038] 상술한 바와 같이 가스터빈(gas turbine)은 고온의 조건 하에서 작동되므로, 터빈용 부품은 고온에서 뛰어난 열적 특성을 갖는 질화규소(Si₃N₄) 또는 탄화규소(SiC)와 같은 물질로 형성될 수 있다.
- [0039] 다만, 가스터빈(gas turbine)은 고온의 조건뿐만 아니라 고온, 고압의 가스, 수증기 등에 노출되므로 이러한 환경 하에서 터빈용 부품의 내구성 저하 및 수명이 줄어들 염려가 있다.
- [0040] 따라서, 본 실시예에 따른 내환경 코팅재가 코팅된 구조체(1000)는 모재(10)가 되는 가스터빈 고온용 부품 및 상기 부품에 코팅되는 내환경 코팅재(100)를 포함하여, 내구성과 수명이 효율적으로 향상될 수 있는 유리한 효과가 있다.
- [0041] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)를 이루는 물질들 및 물질의 질량비 등에 대하여는 이후 상세히 설명하도록 한다.
- [0042] 도 1은 가스터빈용 부품을 일 실시예로 도시하고 있으나 본 발명이 이에 한정되지 않음은 물론이며 본 발명 내환경 코팅재가 코팅된 구조체(1000)는 모재(10)가 되는 원자력 부품, 반도체 부품 등 다양한 부품 및 상기 부품을 보호하기 위하여 부품들에 코팅되는 내환경 코팅재(100)를 포함할 수 있다.
- [0043] 즉, 본 실시예에 따른 내환경 코팅재가 코팅된 구조체(1000)는 내환경 코팅재(100)가 고온, 수증기 또는 플라스마의 환경에 노출되기 쉬운 원자력 부품, 반도체 부품 등의 모재(10)에 코팅되어 수증기나 플라스마가 침투할 수 있는 공공(pore)의 면적을 줄여주고 공공(pore)을 고립시켜 수증기나 플라스마의 침입을 차단시킴으로써 궁극적으로 구조체의 내구성과 수명이 효율적으로 향상될 수 있는 유리한 효과가 있다.

- [0044] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)는 모재(10)의 일면에 코팅되어 내환경 코팅재가 코팅된 구조체(1000)를 형성할 수 있다.
- [0045] 다른 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)는 모재(10)의 표면에 코팅되어 내환경 코팅재가 코팅된 구조체(1000)를 형성할 수 있다.
- [0046] 모재(10)는 섬유를 강화제로 이용하는 복합재료인 섬유 강화 복합재료(SiCf -SiC)로 이루어질 수 있다.
- [0047] 선택적 실시예로서, 섬유의 재질은 금속, 글래스, 탄소, 세라믹, 유기물(인공 및 천연) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0048] 복합 재료(複合材料)는 종류가 다른 재료를 짝지우는 것으로서, 단독의 재료로는 얻을 수 없는 특성을 지니게 한 소재이다. 한 가지 물질로 이루어진 재료와 달리 복합재료의 미세구조는 일정하지 않고, 연속적이지도 않으며 상이 두 가지 이상인 다상(multiphase)의 상태이다.
- [0049] 복합재료는 두 가지의 상으로 이루어질 수 있다. 두 개 중 하나를 기지(matrix)라고 일컫고, 다른 하나를 분산상(dispersed phase)이라고 부른다. 기지(matrix)는 연속적이고 분산상(dispersed phase)을 감싸고 있는데, 복합재료의 성질은 재료를 구성하는 상들과 그것들의 배열, 그리고 분산상(dispersed phase)의 기하학적 구조와 관련되어 있다. 분산상(dispersed phase)의 기하적 구조라 함은 입자의 모양과 입자의 크기, 분포, 배향 등을 포함할 수 있다.
- [0050] 섬유 강화 복합재료(SiCf -SiC)는 분산상의 기하적 구조가 길이와 지름의 비가 큰 섬유와 같다. 섬유 강화 복합재료(SiCf -SiC)는 섬유가 연속된 것과 짧게 끊어진 것 두 가지가 있다.
- [0051] 섬유 강화 복합재료(SiCf -SiC)는 탄소 섬유일 수 있다. 탄소섬유는 유기섬유를 질소기류(窒素氣流) 속에서 700 ~ 1800℃로 가열해서 만들 수 있다. 섬유는 탄화되어 결정화되며, 가볍고 튼튼해질 수 있다.
- [0052] 탄소섬유는 원료에 따라 품질, 성능에 차이가 있다. 크게 나누어 PAN(폴리아크릴로니트릴)계와 피치(석유, 석탄에서 방향족계 탄화수소)계의 두 가지가 있다. 또한 인장강도, 탄성률 등의 기계적 특성치에 의해서 분류된다. 저탄성률과 고탄성률, 저강도와 고강도 넷으로 나눈다. 보통 고탄성, 고강도의 것을 고성능(HP=하이 퍼포먼스)탄소섬유라 부르고 저탄성, 저강도의 것을 일반성능(GP=제너럴 퍼포먼스)탄소섬유라 부른다.
- [0053] 즉, 탄소 섬유는 비강도, 비탄성, 내열성과 같은 물성이 다른 종류의 섬유에 비해서 월등하게 우수하고, 경량이면서 고강도, 고탄성 복합체를 만들 수 있는 유리한 효과가 있다.
- [0054] 섬유 강화 복합재료(SiCf -SiC)는 기지(matrix)에 따라 다양한 종류를 포함할 수 있다.
- [0055] 선택적 실시예로서, 섬유 강화 복합재료(SiCf -SiC)는 섬유강화 플라스틱(FRP), 섬유강화 금속(FRM), 섬유강화 세라믹(FRC), 섬유강화 콘크리트(FRC) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0056] 섬유강화 플라스틱(FRP)은 일반적인 플라스틱이 강도가 약하거나 내열성이 떨어진다는 등의 결점을 탄소섬유, 케블러, 글라스파이버(유리섬유) 등의 섬유와 복합시켜서 보충하는 것이다.
- [0057] 섬유강화 금속(FRM)은 알루미늄(Al), 티탄(Ti), 마그네슘(Mg) 등과 같은 비교적 가벼운 금속 속에 알루미늄(Al2O3)나 탄화규소(SiC) 등과 같이 인장 강도가 높고 고온에서 견딜 수 있는 세라믹 섬유를 복합시킨 고온 고강도용 복합 재료일 수 있다. 일 실시예로서, 섬유 강화 금속은 고온에서 작동되는 자동차의 엔진이나 제트 엔진의 터빈 등을 만드는 데 쓰일 수 있다.
- [0058] 섬유강화 세라믹(FRC)은 열적, 구조적으로 특성이 우수한 세라믹스 복합재료로 항공우주 고온 환경용 최첨단 소재로 사용될 수 있다. 세라믹 복합재료는 단일 세라믹 소재 (Monolithic ceramic)의 특성을 향상시키기 위하여, 입자, 휘스커(whisker) 또는 섬유를 내부에 분산시켜 제조한다. 이러한 복합재료는 강화 섬유매열이나 섬유/기지간 계면 및 결합특성의 제어를 통해 세라믹 기지의 낮은 파괴인성을 향상시킬 수 있다.
- [0059] 선택적 실시예로서, 모재(10)는 엔지니어링 세라믹스, 단결정 또는 내열합금 중 어느 하나로 이루어지는 기관일 수 있다.
- [0060] 엔지니어링 세라믹스는 세라믹스 가운데 전자세라믹스를 제외하고 기계적, 열적, 화학적 성질을 이용하는 세라믹스일 수 있다. 엔지니어링 세라믹스는 선택적으로 자동차 엔진 부품, 산업용 기계부품, 내열·내화학용 부품, 생체재료 등에 사용될 수 있다. 엔지니어링 세라믹스는 강도, 경도, 내열성, 내식성, 열충격 저항성이 큰 유리한 효과가 있다.

- [0061] 선택적 실시예로서, 엔지니어링 세라믹스는 알루미늄(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2), 탄화규소(SiC), 질화규소(Si_3N_4) 또는 이트리아(Y_2O_3) 중 어느 하나일 수 있다.
- [0062] 알루미늄(alumina) 또는 산화 알루미늄(酸化aluminium)은 화합물로 천연에서 강옥(鋼玉)으로 산출되는 산소와 알루미늄의 이성분(二成分) 화합물이다. 알루미늄(Al_2O_3)는 분자량이 101.96이고, 비중이 3.965이며, 용융점이 $2072^{\circ}C$ 인 백색의 분말로서 육방정($a=4.758$, $c=12.991$ Å)의 결정구조를 갖는다. 대부분의 알루미늄은 보오크사이트(bauxite) 광물을 원료로 하여 Bayer 공정을 통하여 제조될 수 있다. 높은 내열성과 내화학적, 내식성, 고강도 등에 기인하여 내마모재, 스파크 플러그, 절연애자, 연마재, 내화물, 세라믹 타일, 유리, 절삭공구, 생체 재료, 촉매담체, 필터, 열교환기 부품, 내화물, 수지의 필러(resin filler), 섬유 등 광범위하게 사용되고 있다.
- [0063] 지르코니아(ZrO_2)는 엔지니어링용 세라믹스 중 상온에서는 가장 우수한 기계적 강도를 보유하고 있으며 열전도율이 낮다. 또한, 인성이 높고 세라믹스의 약점이었던 무릎을 극복한 재료이다.
- [0064] 탄화규소(SiC)는 공유결합성이 높은 세라믹스이고 알루미늄보다 경도가 강하다. 특히 고온강도 및 내식성이 뛰어나며, 경도가 높기 때문에 접동마모(Fretting corrosion 마찰 부식)에 강하다는 특성도 가지고 있다.
- [0065] 질화규소(Si_3N_4)는 공유 결합성의 고내열 재료(분해온도 $1880^{\circ}C$)이기 때문에, 고온 고강도 특성을 이용한 고온 구조재료 이용될 수 있다. 또한 내열 충격성이 뛰어나고, 상온에서 고온까지 광범위하게 고강도를 유지하기 때문에, 세라믹 터빈이나 엔진 재료로 이용될 수 있으며, 이 밖에도 내열·내식성이 요구되는 용도의 베어링 등 내마모 부품, 제강 플랜트의 기계 부품, 알루미늄 등 비열금속의 용탕내식(非熱金屬 溶湯耐蝕) 부품으로서 이용될 수 있다.
- [0066] 이트리아(Yttria)는 이트륨의 산화로서 백열 가스등의 등피를 만드는 데 사용될 수 있다. 이트리아(Y_2O_3)의 녹는점은 $2,410^{\circ}C$ 로 전자복사용 필라멘트의 피복재 및 형광재, 레이저 재료, 자성 재료의 원료로 사용되며, 열적으로 안정된 무색의 결정이다.
- [0067] 도 1에 도시된 바와 같이 터빈용 부품은 모재(10)에 내환경 코팅재(100)가 코팅된 구조체(1000)일 수 있다. 이하에서는 본 실시예에 따른 내환경 코팅재의 조성물 및 조성비에 대하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0068] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)는 모재(10)의 표면에 코팅될 수 있으며 단층으로 코팅될 수 있다. 즉, 하나의 층으로 이루어지는 내환경 코팅재(100)가 모재(10)를 커버하도록 코팅될 수 있다.
- [0069] 다른 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)가 코팅된 구조체(1000)는 모재(10)와 내환경 코팅재(100) 사이에 구비되는 실리콘(Si) 층을 더 포함할 수 있다.
- [0070] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)는 플라이트(Mullite) 파우더에 12wt% 이상의 희토류계 산화물 파우더를 첨가하여 형성된 것일 수 있다.
- [0071] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)는 플라이트(Mullite) 파우더에 희토류계 산화물 파우더가 적어도 12wt% 첨가되어 형성된 것일 수 있다.
- [0072] 플라이트(Mullite)는 실리카·알루미나계의 내화물로서, $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ 의 조성을 지니며, $1800^{\circ}C$ 이상의 고온에 견딜 수 있어 고온 강도가 높다는 장점이 있다. 이에 따라, 플라이트(Mullite)는 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)의 원료로 사용될 수 있다.
- [0073] 플라이트(Mullite)는 상기 두 성분인 실리카 및 알루미늄으로 이루어진 물질 중 유일하게 상압에서 안정한 상태로 존재하며, 도자기나 점토질의 내화물을 구성하는 주요한 결정상이다. 즉, 플라이트(Mullite)는 산화알루미늄과 산화규소의 화합물로서 주상결정(柱狀結晶)을 이루며 고온·고압 하에서도 안정하다.
- [0074] 고온 강도를 갖는 고순도의 플라이트는 졸-겔(Sol-Gel)법, 알콕사이드(alkoxide)법 및 공침법 등 다양한 방법으로 합성될 수 있다.
- [0075] 플라이트(Mullite)는 본질적으로 서로 화학적으로 결합된 침상 플라이트 입자(즉, 침상 플라이트 결정)로 구성된다. 플라이트(Mullite)는 배기 가스로부터 미립자 물질을 여과할 뿐만 아니라 재생 사이클 동안 손상에 저항하기에 충분한 양의 입자를 함유하는 것이 바람직하다.
- [0076] 선택적 실시예로서, 플라이트(Mullite)는 임의의 기공률을 가질 수 있다.
- [0077] 플라이트 입자는 플라이트(Mullite)의 약 80부피% 이상, 약 85부피% 이상, 또는 약 90부피% 이상을 구성할 수

있다. 플라이트 입자는 조성물의 약 99부피% 이하, 약 98부피% 이하, 또는 약 97부피% 이하를 차지할 수 있다.

- [0078] 플라이트(Mullite)는 플라이트 입자에 덧붙여 실리카, 알루미나 및 산화물 형태의 금속으로 구성되는 유리질 상을 함유할 수 있다. 유리질 상은 통상 플라이트 입자 표면 및 교차하는 입자 표면에 위치된다.
- [0079] 입자(예컨대, 바늘, 섬유, 결정 또는 이들의 조합)의 직경(예를 들어, 구형 단면 길이)은 침상 플라이트 물체 전체에 걸쳐 변할 수 있거나 또는 플라이트 물체와 플라이트 물체 사이에서 다를 수 있다.
- [0080] 침상 플라이트 물체는 작은 입자만으로 구성될 수 있다. 침상 플라이트 물체는 큰 입자만으로 구성될 수 있다. 침상 플라이트 물체는 중간 크기의 입자만으로 구성될 수 있다. 바람직하게는, 침상 플라이트 물체는 큰 입자 및 중간 입자 둘 다를 포함할 수 있다. 더욱 바람직하게는, 침상 플라이트 물체는 주로 작은 입자 및 중간 입자를 포함할 수 있다.
- [0081] 플라이트 물체는 강도를 가질 수 있다. 플라이트 물체의 강도는 바람직하게는 플라이트 물체가 미립자를 제거하기에 충분히 높은 공극률을 갖고 진동 및 반복되는 열 사이클 동안 손상되지 않도록 하는 것이다.
- [0082] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)는 상술한 플라이트(Mullite)의 기공률을 낮추기 위해, 즉, 수증기나 플라즈마가 침투할 수 있는 공공(Pore)의 면적을 줄이고 공공을 고립시켜 수증기나 플라즈마의 침입을 차단시키기 위해 회토류계 산화물 파우더를 포함할 수 있다.
- [0083] 도 2a는 플라이트(Mullite) 파우더에 회토류계 산화물 가운데 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더가 포함된 내환경 코팅재(100)의 밀도 변화를 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더의 질량비에 따라 도시한 그래프이고, 도 2b는 플라이트(Mullite) 파우더에 회토류계 산화물 가운데 이터[이트레]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더가 포함된 내환경 코팅재(100)의 밀도 변화를 이터[이트레]븀 실리케이트(Yb_2SiO_5) 파우더의 질량비에 따라 도시한 그래프이다.
- [0084] 이하에서는 도1, 도 2a 및 도 2b를 참고하여, 플라이트(Mullite)에 회토류계 산화물 파우더가 첨가된 내환경 코팅재(100) 및 내환경 코팅재(100)의 코팅 방법에 대하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0085] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)는 회토류계 산화물 파우더를 적어도 12wt% 포함할 수 있다.
- [0086] 회토류(稀土類, Rare Earth Elements)는 원소기호 57번부터 71번까지의 란타넘(란탄)계 원소 15개와, 21번인 스칸듐(Sc), 그리고 39번인 이트륨(Y) 등 총 17개 원소를 총칭하는 것으로 대개 은백색 또는 회색 금속이다. 회토류계 원소는 산소에 대한 친화력이 크며, 이에 따라 발화합금, 전구 및 진공관 등 가스의 흡수제(getter)로 사용될 수 있다. 또한, 회토류는 화학적으로 매우 안정하고, 건조한 공기에서도 잘 견디며, 열을 잘 전도하는 특징이 있으며, 상대적으로 탁월한 화학적·전기적·자성적·발광적 성질을 갖는다.
- [0087] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)에 포함되는 회토류계 산화물은 이트리아(Y_2O_3)일 수 있다. 이트리아(Y_2O_3)는 이트륨의 수산화물, 질산염, 황산염, 탄산염, 옥살산염 등을 공기 중에서 강열하면 얻을 수 있다.
- [0088] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)에 포함되는 회토류계 산화물은 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)일 수 있다.
- [0089] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재의 코팅 방법은 이트리아(Y_2O_3)와 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하여 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 즉, 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성하기 위한 출발 원료로 이트리아(Y_2O_3) 파우더와 실리콘옥사이드(SiO_2) 파우더를 사용할 수 있다. 이하에서는 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성하는 방법에 대하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0090] 먼저, 이트리아(Y_2O_3) 파우더와 실리콘옥사이드(SiO_2) 파우더가 각각 600℃ 온도 조건의 전기 용광로(electronic furnace) 내에서 1시간 가량 가열될 수 있다.
- [0091] 이후, 컨테이너 내에 이트리아(Y_2O_3) 파우더와 실리콘옥사이드(SiO_2) 파우더를 1:1의 몰비에 대응되는 질량비로 포함하고, 알콜 및 지르코니아(ZrO_2) 볼도 함께 포함시켜 볼 밀 기계 내에서 약 24 시간 동안 볼 밀링(ball milling)할 수 있다.
- [0092] 다음으로, 이트리아(Y_2O_3) 파우더와 실리콘옥사이드(SiO_2) 파우더를 상온에서 약 48시간, 80℃가 유지된 오븐(oven) 내에서 약 4 시간 동안 건조할 수 있다.
- [0093] 마지막으로, 볼 밀링(ball milling)된 이트리아(Y_2O_3)* 실리콘옥사이드(SiO_2) 혼합 파우더를 약 20시간 동안 약 1400℃ 온도 조건에서 가열하여 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)로 소결할 수 있다. 결과적으로, 소결된 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성할 수 있다.

- [0094] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재의 코팅 방법은 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성한 후, 물라이트 파우더에 12wt% 이상의 상기 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 첨가할 수 있다.
- [0095] 선택적 실시예로서, 물라이트 파우더는 상업용 파우더(DURAMUL 325F, Washington Mills, NY, USA)일 수 있다.
- [0096] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)는 소결된 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더가 물라이트 파우더에 적어도 12wt% 첨가될 수 있다.
- [0097] 도 2a는 물라이트(Mullite) 파우더에 포함되는 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더의 질량비(wt%)에 따른 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³) 변화를 도시하고 있다.
- [0098] 도 2a에 도시된 바와 같이 물라이트에 포함되는 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더의 질량비(wt%)가 증가할수록 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³)가 증가할 수 있다.
- [0099] 도 2a에 따르면, 상술한 바와 같이 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)가 첨가됨에 따라 물라이트의 밀도가 향상되고, 이에 따라 수증기나 플라스마가 침투할 수 있는 공극(pore)의 면적이 줄어들어 궁극적으로 내환경 코팅재(100) 및 내환경 코팅재(100)가 코팅된 모재(10)의 내구성과 수명이 효율적으로 향상되는 유리한 효과가 있다.
- [0100] 또한, 물라이트는 1800℃ 이상의 고온에 견딜 수 있어 고온 강도가 높다는 장점이 있고, 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)가 첨가됨에 따라 밀도가 향상되므로 1100~1200℃의 고온에서 장시간 유지하거나, 상온까지의 열충격싸이클을 가해도 내환경 코팅재(100)가 모재(10)로부터 박리되지 않고 우수한 내구성을 나타낼 수 있는 유리한 효과가 있다.
- [0101] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)는 도 2a에 도시된 그래프와 같이 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)의 질량비가 대략 12wt% 포함되는 경우 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³)가 최대 값을 가질 수 있다.
- [0102] 즉, 물라이트에 첨가되는 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)의 질량비가 12wt%를 초과하는 경우 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³) 값은 saturation되어 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)의 질량비가 12wt%인 경우와 같은 값을 가질 수 있다.
- [0103] 따라서, 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)는 물라이트 파우더에 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)가 12wt% 첨가되어 형성될 수 있다.
- [0104] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)는 물라이트 파우더에 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)가 적어도 12wt% 이상 첨가되어 형성될 수 있다.
- [0105] 물라이트 파우더에 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 첨가한 후 혼합된 상기 12wt% 이상의 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 상기 물라이트 파우더가 소결되어 모재의 일면에 내환경 코팅재(100)가 코팅될 수 있다.
- [0106] 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 상기 물라이트 파우더를 혼합하여 소결시키는 단계는 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 형성하는 방법과 동일하게 볼 밀링(ball milling) 공정에 의해 수행될 수 있다.
- [0107] 즉, 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 물라이트 파우더는 상술한 이트리아(Y_2O_3)와 실리콘옥사이드(SiO_2)를 혼합하기 위한 방법과 동일한 방법으로 혼합할 수 있다.
- [0108] 내환경 코팅재(100)는 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 물라이트 파우더를 건조(drying), 그라인딩(grinding), 체거름(sieving) 하는 단계 거쳐 형성될 수 있다.
- [0109] 상기 단계들을 수행한 후 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)와 물라이트 혼합 파우더는 40MPa의 압력으로 압축되고, 분당 5℃의 가열 속도로 10 시간 동안 1600℃ 온도 하에서 소결되어 모재(10)의 표면에 형성됨에 따라 내환경 코팅재(100)가 코팅될 수 있다.
- [0110] 물론, 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5)와 물라이트 혼합 파우더를 가열하는 시간과 가열하는 온도 조건이 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 다른 선택적 실시예로서, 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 물라이트 파우더를 혼합한 후 3시간 동안 1600℃ 온도 하에서 소결하여 내환경 코팅재(100)를 형성할 수 있다.
- [0111] 또 다른 선택적 실시예로서, 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 물라이트 파우더를 혼합한 후 3시간 동안 1700℃ 온도 하에서 소결하여 내환경 코팅재(100)를 형성될 수 있다.
- [0112] 도 2a는 물라이트에 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더를 첨가하여 세 가지 조건 즉, 10 시간 동안 1600℃, 3시간 동안 1600℃, 3시간 동안 1700℃ 조건 하에서 이트륨 실리케이트(Y_2SiO_5) 파우더와 물라이트 파우더를 소결

하여 내환경 코팅재(100)를 형성하는 경우 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³) 변화를 각각 도시하고 있다.

- [0113] 도 2a에 도시된 그래프에 따르면 이트륨 실리케이트(Y₂SiO₅) 파우더와 물라이트 파우더를 혼합하여 3시간 동안 1700℃ 온도 조건 하에서 소결하는 경우 형성되는 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³)가 1600℃ 온도 조건 하에서 소결하는 경우 형성되는 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³)보다 크다는 것을 알 수 있다.
- [0114] 또한, 이트륨 실리케이트(Y₂SiO₅) 파우더를 12wt% 이상 첨가하는 경우에는 1600℃ 온도 조건에서 10시간 동안 가열하여 소결하는 경우에 3시간 동안 가열하여 소결하는 경우보다 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³)가 크다는 것을 알 수 있다.
- [0115] 선택적 실시예로서, 희토류계 산화물은 산화이트[테르]븀(Yb₂O₃) 또는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)일 수 있다.
- [0116] 선택적 실시예로서, 내환경 코팅재(100)에 포함되는 희토류계 산화물은 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)일 수 있다.
- [0117] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재의 코팅 방법은 산화이트[테르]븀(Yb₂O₃)과 실리콘옥사이드(SiO₂)를 혼합하여 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 파우더를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0118] 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 파우더를 형성하는 단계는 상술한 이트륨 실리케이트(Y₂SiO₅) 파우더를 형성하는 단계와 초기 원료만이 상이하며 나머지 방법 및 조건은 동일할 수 있다.
- [0119] 즉, 이트륨 실리케이트(Y₂SiO₅) 파우더의 초기 원료는 이트리아(Y₂O₃)이고, 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 파우더의 초기 원료는 산화이트[테르]븀(Yb₂O₃)인 것에만 차이가 있고 나머지 방법은 동일하며 이에 따라 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 파우더를 형성하는 방법은 중복 설명을 피하기 위하여 별도로 설명하지 않는다.
- [0120] 형성된 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 파우더를 물라이트 파우더에 첨가하여 내환경 코팅재(100)를 형성할 수 있다.
- [0121] 선택적 실시예로서, 선택적 실시예로서, 물라이트 파우더는 상업용 파우더(DURAMUL 325F, Washington Mills, NY, USA)일 수 있다.
- [0122] 선택적 실시예로서, 물라이트 파우더에 첨가되는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)의 질량비는 12wt%일 수 있다.
- [0123] 다른 실시예로서, 물라이트 파우더에 첨가되는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)의 질량비는 12wt% 이상일 수 있다.
- [0124] 도 2b는 물라이트(Mullite) 파우더에 포함되는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 파우더의 질량비(wt%)에 따른 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³) 변화를 도시하고 있다.
- [0125] 도 2b에 도시된 바와 같이 물라이트에 포함되는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 파우더의 질량비(wt%)가 증가할수록 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³)가 증가할 수 있다.
- [0126] 도 2b에 따르면, 상술한 바와 같이 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)가 첨가됨에 따라 물라이트의 밀도가 향상되고, 이에 따라 수증기나 플라즈마가 침투할 수 있는 공공(pore)의 면적이 줄어들어 궁극적으로 내환경 코팅재(100) 및 내환경 코팅재(100)가 코팅된 모재(10)의 내구성과 수명이 효율적으로 향상되는 유리한 효과가 있다.
- [0127] 또한, 물라이트는 1800℃ 이상의 고온에 견딜 수 있어 고온 강도가 높다는 장점이 있고, 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)가 첨가됨에 따라 밀도가 향상되므로 1100~1200℃의 고온에서 장시간 유지하거나, 상온까지의 열충격사이클을 가해도 내환경 코팅재(100)가 모재(10)로부터 박리되지 않고 우수한 내구성을 나타낼 수 있는 유리한 효과가 있다.
- [0128] 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)는 도 2b에 도시된 그래프와 같이 물라이트에 첨가되는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)의 질량비가 12wt%를 초과하는 경우 내환경 코팅재(100)의 밀도(g/cm³) 값은 거의 saturation될 수 있다.
- [0129] 다만, 이에 한정되는 것은 아니며 도 2b는 물라이트에 첨가되는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)의 질량비가 12wt%를 초과하는 경우 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)의 질량비가 12wt%인 경우보다 내환경 코팅재

(100)의 밀도(g/cm³) 값이 조금씩 증가하는 것을 알 수 있다.

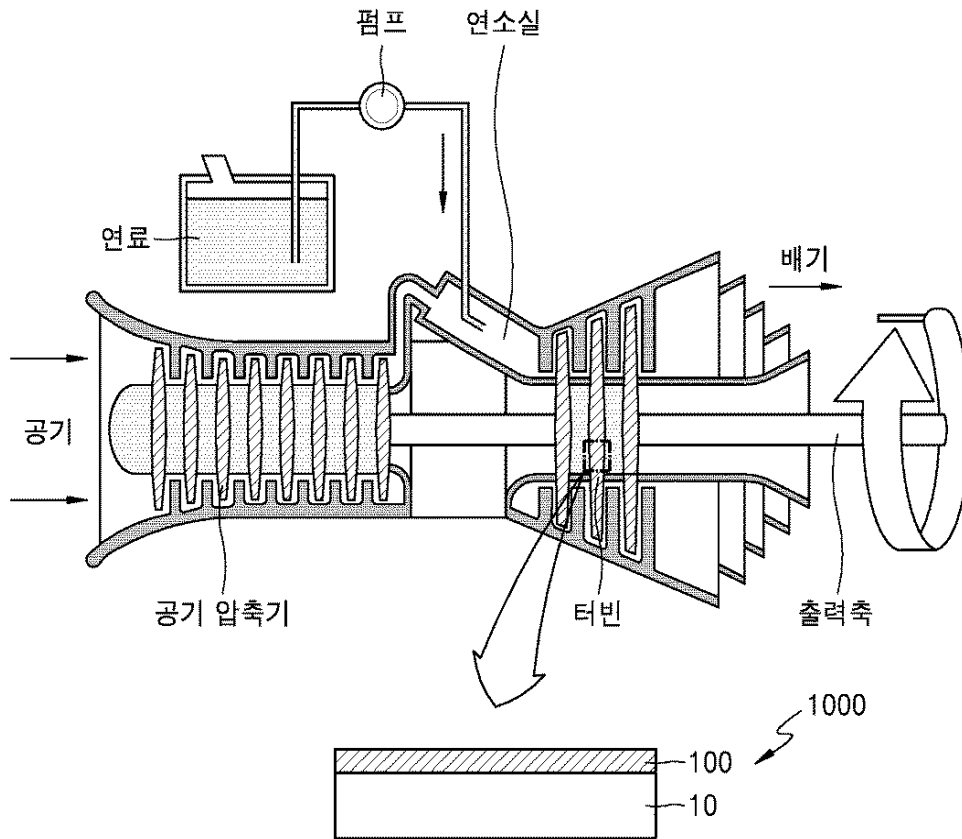
- [0130] 따라서, 본 실시예에 따른 내환경 코팅재(100)는 물라이트 파우더에 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)가 적어도 12wt% 이상 첨가되어 형성될 수 있다.
- [0131] 도 3a 내지 도 3c는 물라이트 100wt%, 물라이트 + 이트륨 실리케이트(Y₂SiO₅) 12wt%, 물라이트 + 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅) 12wt% 소결체 각각의 SEM 사진을 도시한 것이다.
- [0132] 도 3a 내지 도 3c에 도시된 사진을 통하여 알 수 있는 바와 같이 물라이트에 이트륨 실리케이트(Y₂SiO₅) 또는 이터[이테르]븀 실리케이트(Yb₂SiO₅)를 첨가하여 소결체를 형성하는 경우에는, 물라이트만으로 형성되는 소결체의 경우보다 밀도(g/cm³)가 높아지므로 고온에 잘 견딜 뿐만 아니라 가스 및 플라즈마 등의 침투 또한 방지할 수 있는 유리한 효과가 있다.
- [0133] 결과적으로, 본 실시예에 따른 내환경 코팅재가 코팅된 구조체는 터빈용 부품, 반도체용 부품, 원자력 부품 등의 부품을 모재로 하여 물라이트 파우더에 희토류 산화물 파우더를 적어도 12wt% 첨가하여 소결 형성한 내환경 코팅재를 코팅하여 형성되는바 고온, 고압의 환경에서 잘 견딜 뿐만 아니라 높은 밀도를 가져 가스나 플라즈마가 침투하지 못하는바 내구성 및 수명이 효율적으로 향상되는 유리한 효과가 있다.
- [0134] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안될 것이다.

부호의 설명

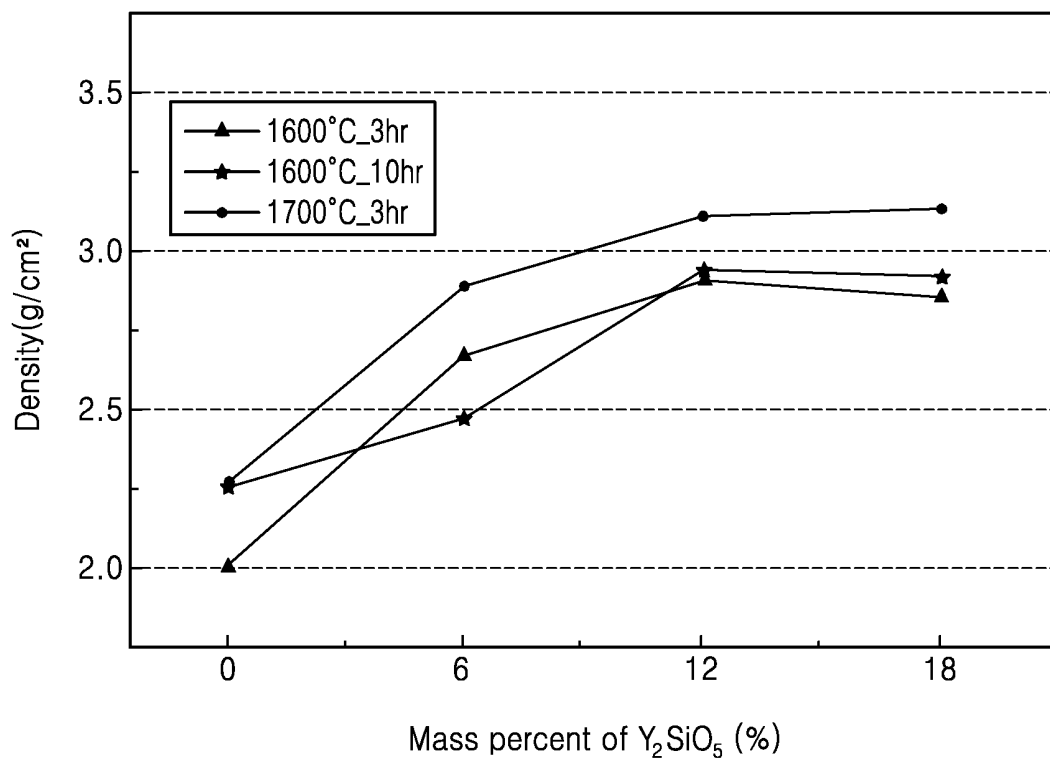
- [0135] 10: 모재
- 100: 내환경 코팅재
- 1000: 내환경 코팅재가 코팅된 구조체

도면

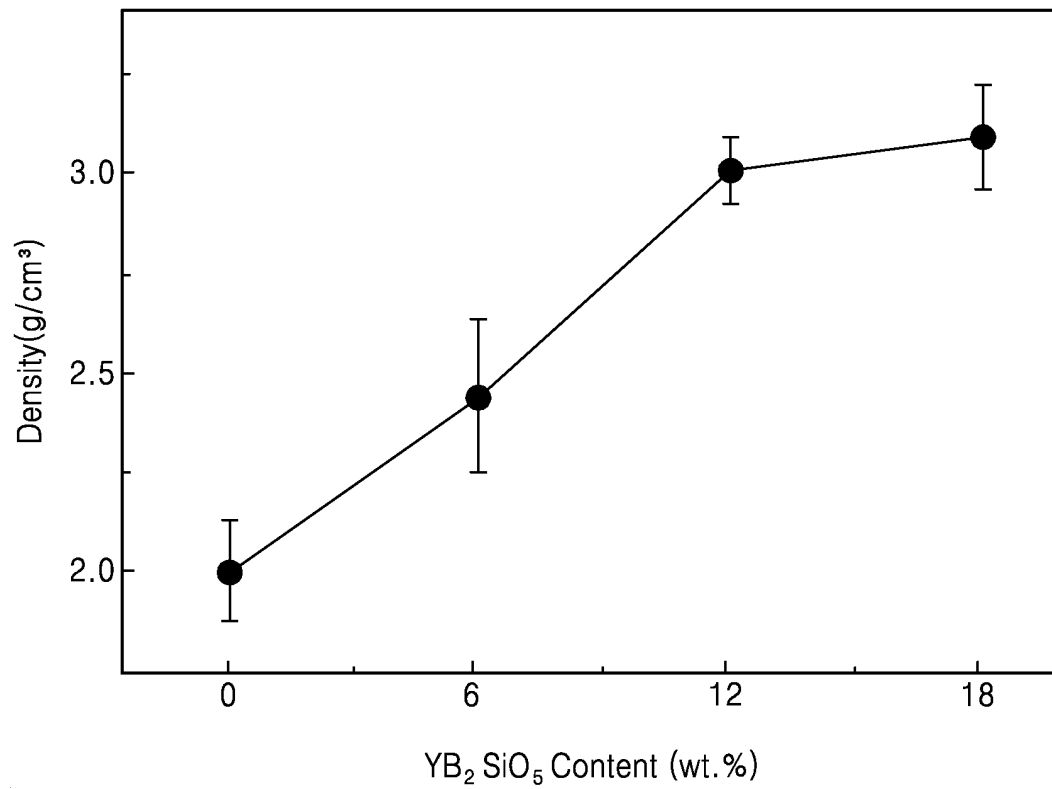
도면1



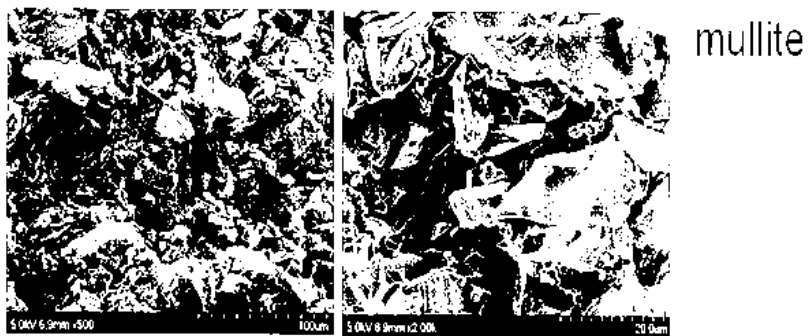
도면2a



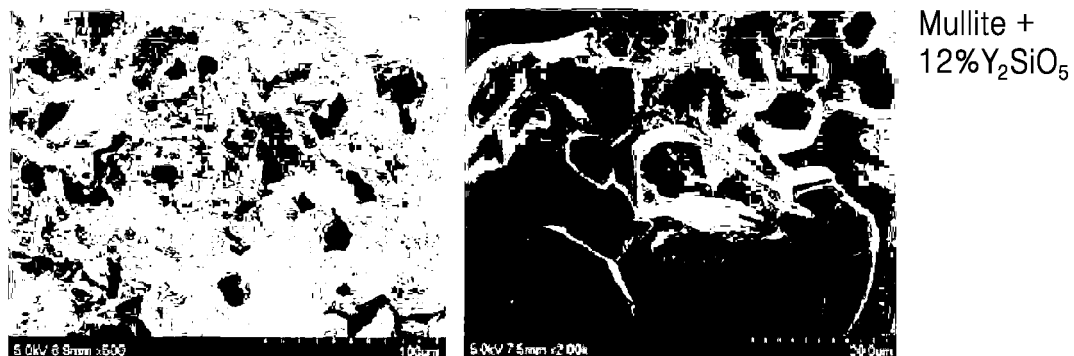
도면2b



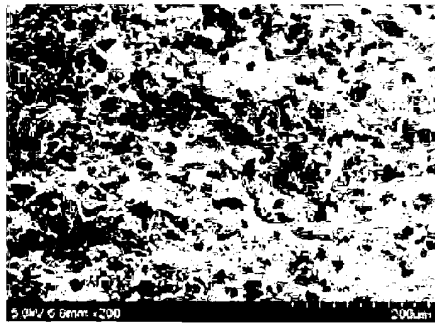
도면3a



도면3b



도면3c



Mullite +
12%Yb₂SiO₅