(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0120617
(43) 공개일자 2012년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 33/02 (2006.01) *C22C 38/18* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0038312
(22) 출원일자 2011년04월25일
심사청구일자 2012년01월17일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산 남구 무거2동 산29
(72) 발명자
김병기
서울특별시 강서구 양천로 489, 우성 아파트 102동 205호 (가양동)
공영민
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 75-25, 동문굿모닝힐아파트 102동 102호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
안승태

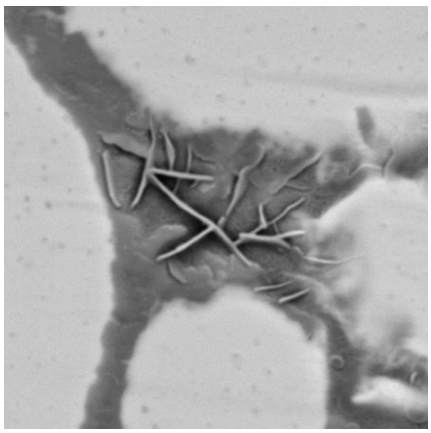
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **철-크롬-알루미늄계 합금 소결체**

(57) 요 약

Fe-Cr-Al계 합금의 조성을 변경하여 내산화성을 개선한 Fe-Cr-Al계 합금의 분말 소결체를 제시한다. 그 소결체는 이트륨(Y), 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr) 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 첨가하여, 산화중량증가가 5~14%이고, 중량%로, Y; 0.02~0.1%, La; 0.03~0.2%, Zr; 0.01~0.20%이며, La과 Zr의 합은 중량 %로 0.02%~0.50%가 바람직하다.

대 표 도 - 도4b



(72) 발명자

이기안

경상북도 안동시 경동로 1375 (송천동)

윤중열

경상남도 창원시 성산구 외리로34번길 13, 한림푸르지오아파트 101동 102호 (성주동)

특허청구의 범위

청구항 1

이트륨(Y), 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr) 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 첨가하여, 산화중량증가가 5~14%인 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 2

제1항에 있어서, 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr) 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 첨가하여, 산화중량증가가 7~10%인 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 3

제1항에 있어서, 이트륨(Y), 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr)의 혼합물을 첨가하여, 산화중량증가가 5~7%인 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 4

중량 %로 Fe; 55~85%, Cr; 17~35%, Al; 1~15% 및 Y; 0.02~0.1%를 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 5

중량 %로 Fe; 55~85%, Cr; 17~35%, Al; 1~15%에 La; 0.03~0.2% 또는 Zr; 0.01~0.20%를 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 La과 Zr의 합은 중량 %로 0.02%~0.50%인 것을 특징으로 하는 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 La과 Zr의 합은 중량 %로 0.02%~0.30%인 것을 특징으로 하는 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 8

제5항에 있어서, 상기 합금 소결체에 Y; 0.02~0.1%를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 9

제8항에 있어서, 중량%로, 상기 La과 Zr의 합은 0.02%~0.50%이고, 상기 Y는 0.02~0.1%인 것을 특징으로 하는 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

청구항 10

제8항에 있어서, 중량%로, 상기 La과 Zr의 합은 0.02%~0.30%이고, 상기 Y는 0.02~0.1%인 것을 특징으로 하는 Fe-Cr-Al계 합금 소결체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 Fe-Cr-Al계 합금 분말의 소결체에 관한 것으로, 보다 상세하게는 합금의 조성을 변화시켜 내산화성을 개선시킨 Fe-Cr-Al계 합금 분말의 소결체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] Fe-Cr-Al계 합금은 내산화성이 우수하여 1000℃ 이상의 고온에서도 내구성이 뛰어나다. 이러한 Fe-Cr-Al계 합금

의 특성을 이용하여 전열선, 자동차 배기필터, 촉매 담체 등 다양한 분야에 적용되고 있다. Fe-Cr-Al계 합금이 필터 등의 다양한 부품의 재료로 사용되려면, 상기 부품의 형상에 맞추어 다양하게 제조할 수 있어야 한다. 이에 따라, 다양한 형상을 구현하기 위하여 기존의 벌크(bulk)재가 아닌 분말 소결체를 적용할 필요성이 증대되고 있다. 하지만, 분말 소결체는 내산화성, 특히 Fe-Cr-Al계 합금이 주로 적용되는 고온에서의 내산화성이 벌크재에 비하여 취약하다고 알려지고 있다.

[0003] 도 1은 동일한 조성을 가진 벌크재 및 분말 소결체인 Fe-Cr-Al계 합금의 각각에 대하여 산화에 의한 산화중량증가(weight gain)를 온도에 따라 나타낸 그래프이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 동일한 조성을 가진 Fe-Cr-Al계 합금은 온도에 따라 현저한 내산화성의 차이를 보인다. 구체적으로, 온도가 900℃인 경우, 벌크재의 중량증가(mg/㎠)는 0.078이었으나 분말 소결체는 22.24이었고, 온도가 1100℃인 경우, 벌크재의 중량증가는 0.858이었고 분말 소결체는 107.9이었다. 즉, 온도에 따라 커다란 산화중량증가를 차이를 보였고, 이는 분말 소결체가 벌크재에 산화에 매우 취약하다는 것을 보여주고 있다.

[0005] 도 2 및 도 3은 각각 벌크재인 Fe-Cr-Al계 합금과 분말 소결체인 Fe-Cr-Al계 합금의 경시적인 산화기구를 모식적으로 나타낸 도면이다.

[0006] 도 2에 의하면, 벌크재인 Fe-Cr-Al계 합금(10)은 표면에서만 산화가 일어난다. 구체적으로, 산소 분위기에서 시간이 경과됨에 따라 알루미늄 산화물(11, 12), 크롬 산화물(13) 및 크롬-철 산화물(14)이 도시된 것과 같이 순차적으로 표면에만 형성된다. 즉, 표면의 산화물이 추가적인 산화가 일어나는 것을 막기 때문에, 벌크재인 Fe-Cr-Al계 합금(10)은 분말 소결체에 비하여 상대적으로 우수한 내산화성을 갖게 된다.

[0007] 이에 반해, 분말 소결체인 Fe-Cr-Al계 합금(20)은 도 3에 도시된 바와 같이, 표면뿐 만아니라 분말과 분말 사이의 계면에서도 알루미늄 산화물(21, 22)과 크롬-철 산화물(23)이 형성된다. 또한, 시간이 경과됨에 따라, 상기 산화물이 형성되는 과정은 멈추지 않고 진행되어, 상기 분말 소결체의 표면과 계면을 포함한 소결체의 내부까지 깊이 산화되어 거의 모든 부위가 산화물에 의해 잠식되어 간다. 이에 따라, 분말 소결체의 Fe-Cr-Al계 합금(20)은 벌크재의 Fe-Cr-Al계 합금(10)에 비해 내산화성이 현저하게 떨어진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명이 해결하려는 과제는 Fe-Cr-Al계 합금의 조성을 변경하여 내산화성을 개선한 Fe-Cr-Al계 합금의 분말 소결체를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 Fe-Cr-Al계 합금 소결체는 이트륨(Y), 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr) 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 첨가하여, 산화중량증가가 5~14%이다. 또한, 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr) 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 첨가하여, 산화중량증가가 7~10%일 수 있다. 나아가, 이트륨(Y), 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr)의 혼합물을 첨가하여, 산화중량증가가 5~7%일 수 있다.

[0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 Fe-Cr-Al계 합금 소결체의 다른 예는 중량 %로 Fe; 55~85%, Cr; 17~35%, Al; 1~15% 및 Y; 0.02~0.1%를 포함한다.

[0011] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 Fe-Cr-Al계 합금 소결체의 또 다른 예는 중량 %로 Fe; 55~85%, Cr; 17~35%, Al; 1~15%에 La; 0.03~0.2% 또는 Zr; 0.01~0.20%를 포함한다. 이때, 상기 La과 Zr의 합은 중량 %로 0.02%~0.50%가 바람직하고, 상기 La과 Zr의 합은 중량 %로 0.02%~0.30%가 더욱 바람직하다.

[0012] 본 발명의 또 다른 예의 바람직한 실시예에 있어서, 상기 합금 소결체에 Y; 0.02~0.1%를 더 포함할 수 있다. 또한, 중량%로, 상기 La과 Zr의 합은 0.02%~0.50%이고 상기 Y는 0.02~0.1%일 수 있고, 중량%로, 상기 La과 Zr의 합은 0.02%~0.30%이고, 상기 Y는 0.02~0.1%일 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 Fe-Cr-Al계 합금의 분말 소결체에 따르면, 이트륨(Y), 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr) 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 첨가함으로써, Fe-Cr-Al계 합금의 분말 소결체의 내산화성을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 동일한 조성을 가진 벌크재 및 분말 소결체인 Fe-Cr-Al계 합금의 각각에 대하여 산화에 의한 산화중량증가(weight gain)를 온도에 따라 나타낸 그래프이다.

도 2 및 도 3은 각각 벌크재인 Fe-Cr-Al계 합금과 분말 소결체인 Fe-Cr-Al계 합금의 경시적인 산화기구를 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 각각 표 1의 비교예5 및 실시예1의 산화 후의 조직을 보여주는 SEM 사진이다.

도 5는 본 발명의 실시예3-7에서 (La, Zr)의 첨가 효과를 모식적으로 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예들은 상세히 설명한다. 다음에서 설명되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술되는 실시예들에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예들은 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.

[0016] 본 발명의 실시예는 Fe-Cr-Al계 합금에 이트륨(Y), 란타늄(La) 및 지르코늄(Zr) 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 첨가하여, 내산화성을 개선한 Fe-Cr-Al계 합금의 분말 소결체를 제시한다. 여기서, 분말 소결체는 반드시 소결 공정에 의해 제조되는 것에 한정되는 것이 아니고 본 발명의 범주 내에서 소결 이외의 공정에 의한 것도 포함한다. 구체적으로, 분말 입자를 가공하여 성형하는 것으로 분말 소결법 이외에 HIP(Hot Isostatic Pressing), VPS(Vacuum Plasma Sintering) 등으로 만든 분말 소결체 및 다공체를 지칭한다.

[0017] <Fe-Cr-Al계 합금>

[0018] 분말 소결체를 제조하기 위한 Fe-Cr-Al계 합금은 다음과 같은 조성을 가지며, 여기서는 각각의 조성에 따른 수치한정의 이유를 함께 설명하기로 한다. 이때, %는 중량%를 나타낸다.

[0019] (1) 철(Fe): 55~85%

[0020] Fe의 함량이 85%보다 많으면 내열성, 내식성, 열변형성이 나빠지며, 55%보다 적으면 강도 특성이 떨어지는 문제가 있다.

[0021] (2) 크롬(Cr): 17~35%

[0022] Cr 성분 첨가시 안정한 Cr_2O_3 산화층을 우선적으로 생성하여 고온 내산화성을 향상시키는 작용이 있다. 그러나 17%미만이면 고온 내산화성을 확보하지 못하기 어렵고, 35%보다 크면 분말재의 제조가 어려워지고 비용이 상승한다.

[0023] (3) 알루미늄(Al): 1~15%

[0024] Al 성분 첨가시 안정한 Al_2O_3 산화층을 우선적으로 생성하여 산화층의 추가적으로 성장하는 것을 저하시키고 내부 밀봉 효과를 통해 내산화성을 향상시킨다. 그러나 1% 미만에는 효과가 미미하고, 15%가 넘어가면 분말재의 제조가 용이하지 않고 비용이 상승하는 문제가 있다.

[0025] (4) 이트륨(Y) : 0.02~0.1%

[0026] Y는 Fe-Cr-Al계 합금의 산화층에 대한 접착력을 증대시키며, 그 함유량이 0.02%보다 작으면 그 효과가 나타나지 않고, 0.1%를 넘게 되면 다시 고온 내산화성을 떨어뜨린다. Fe-Cr-Al 분말 소결체는 산소의 내부 확산(inward diffusion)에 의해 Al_2O_3, Cr_2O_3 등과 같은 산화물 생성이 되고, 장시간 동안 고온에 노출되면 산화물의 박리가 일어나고 이로 인해 새로운 산화물이 생성되어 내부확산(inward growth)이 다시 일어나 내산화성이 저하된다. 하지만 Y를 첨가하면 새로운 Y 산화생성물이 침상형으로 생성되어 Al_2O_3, Cr_2O_3 등과 같은 산화물 층과 기지(substrate)를 잡아준다. 이에 따라, Y에 의해 장시간 노출할 때 발생하는 산화물 층의 박리를 저지하여, 더 이상의 산화물을 생성시키지 않게 되어 높은 내산화성을 가지게 된다.

[0027] (5) 란타늄(La) 또는 지르코늄(Zr)

[0028] La 및 Zr은 Fe-Cr-Al계 합금과 산화층의 대한 밀착력을 높이고, Al의 산화속도 억제하며, Cr, Al 산화층이 형성

되는 시간을 늘리는 효과가 있다. 이때, La과 Zr은 각각 0.03~0.2%, 0.01~0.20%가 바람직하다. 특히, Zr 및 La을 각각 첨가하였을 때보다 (La+Zr)의 특정한 비율로 첨가할 때 더욱 우수한 내산화성을 보인다. 구체적으로, 0.02%<(La+Zr)<0.50%가 바람직하며, (La+Zr)가 0.02%보다 작으면 내산화성 효과가 거의 나타나지 않고, 0.5%보다 크면 오히려 내산화성이 떨어진다. 여기서, 0.02%<(La+Zr)<0.30%가 보다 바람직하다.

[0029] (6) 기타

[0030] 베릴늄(Be)과 티타늄(Ti)은 각각 0.01% 이하로 첨가되면, 부식성과 가공성이 증대된다.

[0031] 이하, 실시예를 통하여 본 발명의 Fe-Cr-Al계 합금 분말의 소결체의 특성을 살펴보기로 한다. 이를 위해, Y첨가, (La, Zr)첨가 및 [Y와 (La, Zr)]가 첨가된 경우를 순차적으로 살펴보기로 한다.

[0032] [Y 첨가의 경우]

[0033] 실시예 1-2

[0034] 액중 전기폭발법에 의해 제조된 평균입도가 0.1㎛이고, 중량 %로 Cr; 35%, Al; 9.5%에 Y가 각각 0.02%, 0.05%, 0.10%를 포함되는 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체(0.8g)를 준비하였다. 이때, Cr과 Al의 함량은 비교예1-5 중에서 산화중량증가가 가장 적은 Cr; 35%, Al; 9.5%로 설정하였다. 상기 소결체를 박스형 전기로(ThermAll사, TAG-061015)내에 장입한 후, 승온속도 5℃/분, 79% N_2와 20% O_2의 혼합가스를 1L/분의 조건으로 흐르게 하면서 1000℃의 온도에서 24시간 동안 유지하였다. 이어서, 상기 소결체를 냉각시킨 후에 증가된 무게를 측정하여 전기로에 투입하기 전의 중량과 상기 증가된 무게의 비인 산화중량증가를 계산하였다.

[0035] 비교예1-5

[0036] 실시예1과 동일한 방법으로, 중량 %로 각각 (Cr; 11%와 Al; 5.8%), (Cr; 15%와 Al; 5.8%), (Cr; 22%와 Al; 5.8%), (Cr; 30%와 Al; 9.5%) 및 (Cr; 35%와 Al; 9.5%)을 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체에 대한 산화중량증가를 확인하였다. 즉, Y를 첨가하지 않은 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체에 대한 산화중량증가를 확인하였다.

[0037] 비교예6-7

[0038] 실시예1과 동일한 방법으로, 중량 %로 Cr; 35%, Al; 9.5% 및 Y가 각각 0.01%, 0.20%를 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체에 대한 산화중량증가를 계산하였다.

[0039] 표 1은 본 발명의 실시예1-2와 이와 비교되는 비교예1-7에 대한 산화중량증가를 나타낸 도표이다.

표 1

[0040]

구분	합금조성(중량%)				산화중량증가(%)
	Fe	Cr	Al	Y	
실시예1	Bal.	35	9.5	0.02	12.92
실시예2	Bal.	35	9.5	0.05	13.65
비교예1	Bal.	11	5.8	/	32.27
비교예2	Bal.	15	5.8	/	29.56
비교예3	Bal.	22	5.8	/	26.68
비교예4	Bal.	30	9.5	/	20.35
비교예5	Bal.	35	9.5	/	15.55
비교예6	Bal.	35	9.5	0.01	15.13
비교예7	Bal.	35	9.5	0.20	15.20

[0041] 표 1에 의하면, 본 발명에 적용된 Y를 포함하지 않은 비교예1-5는 15.55%로부터 32.27%인 상대적으로 큰 산화중량증가를 나타내었다. 그 중에서도 Cr; 35%, Al; 9.5%인 비교예5의 산화중량증가가 가장 낮았다. 즉, 비교예5를 Y, La, Zr 등과 같은 다른 원소를 첨가하여 산화중량증가를 비교하는 기준으로 하였다. 이에 반해, Y가 각각 0.02%, 0.05% 및 0.10%가 첨가된 실시예1-2는 Y를 포함하지 않은 비교예1-5, 특히 비교예5보다 산화중량증가가 작았다. 그런데, Y를 0.01%가 포함된 비교예6과 0.20%를 포함한 비교예7은 오히려 산화중량증가가 커져 내산화성이 저하되었음을 알 수 있었다.

[0042] [(La, Zr)을 첨가한 경우]

[0043] 실시예3-4

[0044] 실시예1과 동일한 방법으로, 중량 %로 Cr; 35%, Al; 9.5%에 각각 La; 0.02%, Zr; 0.07%를 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체에 대한 산화중량증가를 계산하였다.

[0045] 실시예5-7

[0046] 실시예1과 동일한 방법으로, 중량 %로 Cr; 35%, Al; 9.5%에 각각 (La; 0.03%와 Zr; 0.01%), (La; 0.05%와 Zr; 0.07%) 및 (La; 0.20%와 Zr; 0.20%)을 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체에 대한 산화중량증가를 알아보았다.

[0047] 비교예8-9

[0048] 실시예1과 동일한 방법으로, 중량 %로 Cr; 35%, Al; 9.5%에 각각 (La; 0.007%와 Zr; 0.008%) 및 (La; 0.30%와 Zr; 0.30%)을 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체에 대한 산화중량증가를 확인하였다.

[0049] 도 4a 및 도 4b는 각각 표 1의 비교예5 및 실시예1의 산화 후의 조직을 보여주는 SEM 사진이다. 도시된 바에 의하면, Y를 첨가하면, 분말 모재 사이의 산화막에 침상형태의 생성물이 자라나면서 산화막과 모재 사이의 접착력을 향상시키는 것을 확인하였다.

[0050] 구체적으로, Fe-Cr-Al 분말 소결체는 산소의 내부확산(inward diffusion)에 의해 Al_2O_3, Cr_2O_3 등과 같은 산화물 생성이 되고, 장시간 동안 고온에 노출되면 산화물의 박리가 일어나고 이로 인해 새로운 산화물이 생성되어 내부확산(inward growth)이 다시 일어나 내산화성이 저하된다. 하지만 Y를 첨가하면 새로운 Y 산화생성물이 침상형으로 생성되어 Al_2O_3, Cr_2O_3 등과 같은 산화물 층과 기지(matrix)를 잡아준다. 이에 따라, Y에 의해 장시간 노출할 때 발생하는 산화물 층의 박리를 저지하여, 더 이상의 산화물을 생성시키지 않게 되어 높은 내산화성을 가지게 된다.

[0051] 표 2는 본 발명의 실시예3-7과 이와 비교되는 비교예8-9에 대한 산화중량증가를 나타낸 도표이다.

표 2

[0052]

구분	합금조성(중량%)					산화중량증가(%)
	Fe	Cr	Al	La	Zr	
실시예3	Bal.	35	9.5	0.05	/	9.63
실시예4	Bal.	35	9.5	/	0.07	9.85
실시예5	Bal.	35	9.5	0.03	0.01	8.93
실시예6	Bal.	35	9.5	0.05	0.07	7.78
실시예7	Bal.	35	9.5	0.20	0.20	13.93
비교예8	Bal.	35	9.5	0.007	0.008	15.51
비교예9	Bal.	35	9.5	0.30	0.30	15.53

[0053] 표 2에 나타난 바와 같이, La이 0.02% 그리고 Zr이 0.07% 포함된 실시예3-4에서는 산화중량증가가 앞의 비교예5에 비하여 급격하게 떨어졌다. 나아가, (La; 0.03%와 Zr; 0.01%), (La; 0.05%와 Zr; 0.07%) 및 (La; 0.20%와 Zr; 0.20%)을 포함하는 실시예5-7에서는 산화중량증가가 더욱 감소하여 이와 같은 조건에서 내산화성이 크게 증가하였다. 한편, 비교예8과 같이 (La; 0.007%와 Zr; 0.0008%)로 La과 Zr의 합이 0.02%보다 작거나 0.5%보다 크면, 상기 비교예5와 산화중량증가가 거의 유사하여 산화중량증가의 감소되는 효과가 없음을 알 수 있었다.

[0054] 도 5는 본 발명의 실시예3-7에서 (La, Zr)의 첨가 효과를 모식적으로 설명하는 도면이다. 이때, (La, Zr)를 첨가하지 않았을 때에 생성된 산화물을 통칭하여 1차 산화물(Al_2O_3, Cr_2O_3 등)이라고 한다.

[0055] 도시된 바와 같이, Fe-Cr-Al 분말 소결체에 (La, Zr)가 첨가되면 내부확산(inward diffusion)에 대해 복합적으로 작용하여 산소의 확산을 저지한다. La은 산화반응의 활성화 에너지가 증가하여 1차 산화물 층의 형성속도를 줄이고 Fe-Cr-Al 기지(substrate) 내의 Al, Cr의 소모를 감소시킨다. 또한 La는 산화물가 아니어서, 기지 내에서 1차 산화물을 일으키는 Al, Cr의 확산 경로는 결정립계에 편석되어 Al, Cr의 외부확산 경로를 차단한다.

[0056] Zr은 산화를 활성화하는 원소로써 산화물의 성장을 느리게 하며 내부에 Al, Cr의 확산 경로를 막아 외부확산을 막고 내부확산을 유도한다. 이로 인해, 산화물의 생성이 없이 계면에 ZrO_2를 형성한다. 그래서 산화물 층과 기지

의 접착력을 증진시켜 내산화성을 증가시킨다. 한편, (La, Zr)을 동시에 첨가하는 경우, 위와 같이 복합적인 기구(mechanism)로 인해서 La 또는 Zr 중에 어느 하나의 원소 첨가할 때보다 더 우수한 내산화성을 가지게 된다.

[0057] [Y와 (La, Zr)의 혼합물을 첨가한 경우]

[0058] 실시예 8-9

[0059] 실시예1과 동일한 방법으로, 중량 %로 Cr; 35%, Al; 9.5%에 각각 (Y; 0.02%, La; 0.02%, Zr; 0.07%) 및 (Y; 0.05%, La; 0.05%, Zr; 0.07)을 포함하는 Fe-Cr-Al계 합금 분말 소결체에 대한 산화중량증가를 계산하였다.

[0060] 표 2는 본 발명의 실시예8-9에 의한 산화중량증가를 나타낸 도표이다.

표 3

[0061]

구분	합금조성(중량%)						산화중량증가(%)
	Fe	Cr	Al	Y	La	Zr	
실시예8	Bal.	35	9.5	0.02	0.03	0.01	7.46
실시예9	Bal.	35	9.5	0.05	0.05	0.07	6.84

[0062] 표 3에 따르면, 본 발명의 실시예8-9에서와 같이 Y와 (La, Zr)의 혼합물을 첨가한 경우는 산화중량증가율이 실시예1-7에서 보다 더욱 감소한 것을 알 수 있었다. 다시 말해, Y와 (La, Zr)의 혼합물을 첨가하면, Y에 의한 산화중량감소와 (La, Zr)에 의한 산화중량감소가 복합적으로 작용하여 산화중량증가율이 더 떨어진 결과를 보였다. 이때, 중량%로, La과 Zr의 합은 0.02%~0.50%, Y는 0.02~0.1%가 바람직하고, La과 Zr의 합은 0.02%~0.30%이고 Y는 0.02~0.1%인 것이 더욱 바람직하다.

[0063] 이상, 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다.

부호의 설명

[0064] 10; 벌크재

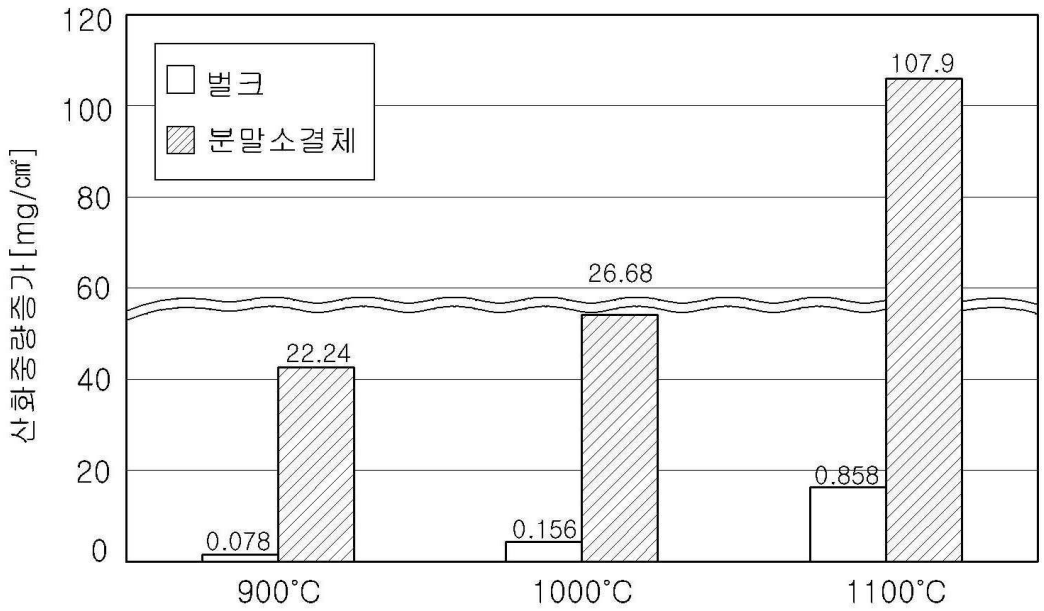
11, 12, 21, 22; 알루미늄 산화물

13; 크롬 산화물

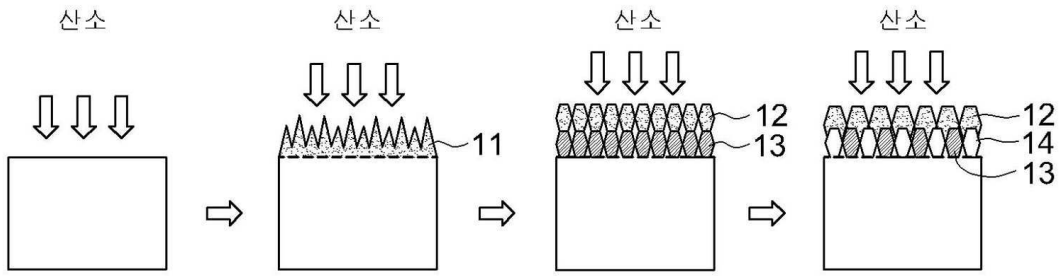
14, 23; 크롬-철 산화물

도면

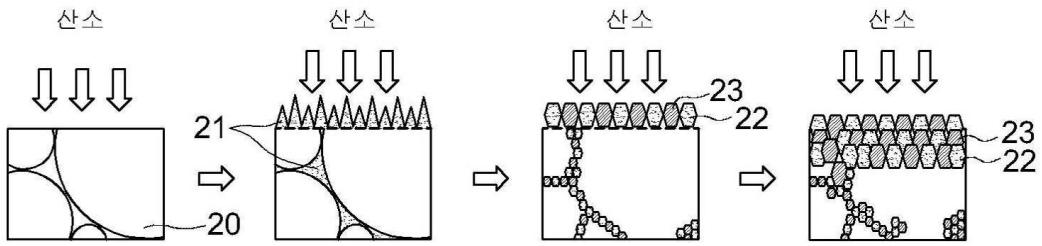
도면1



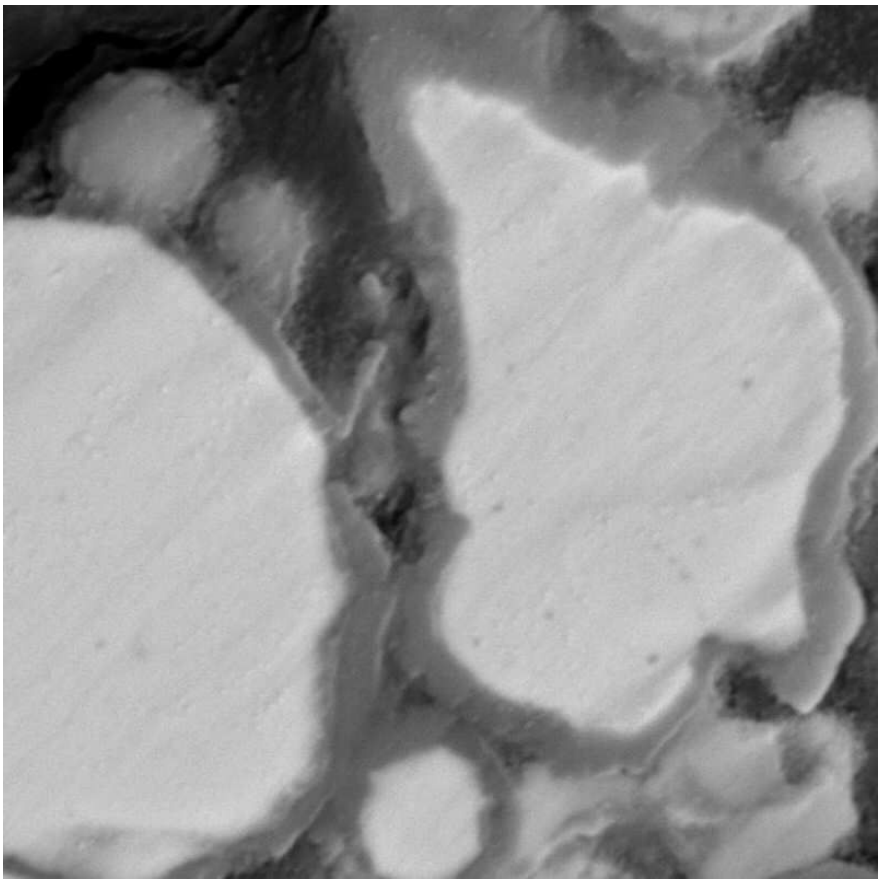
도면2



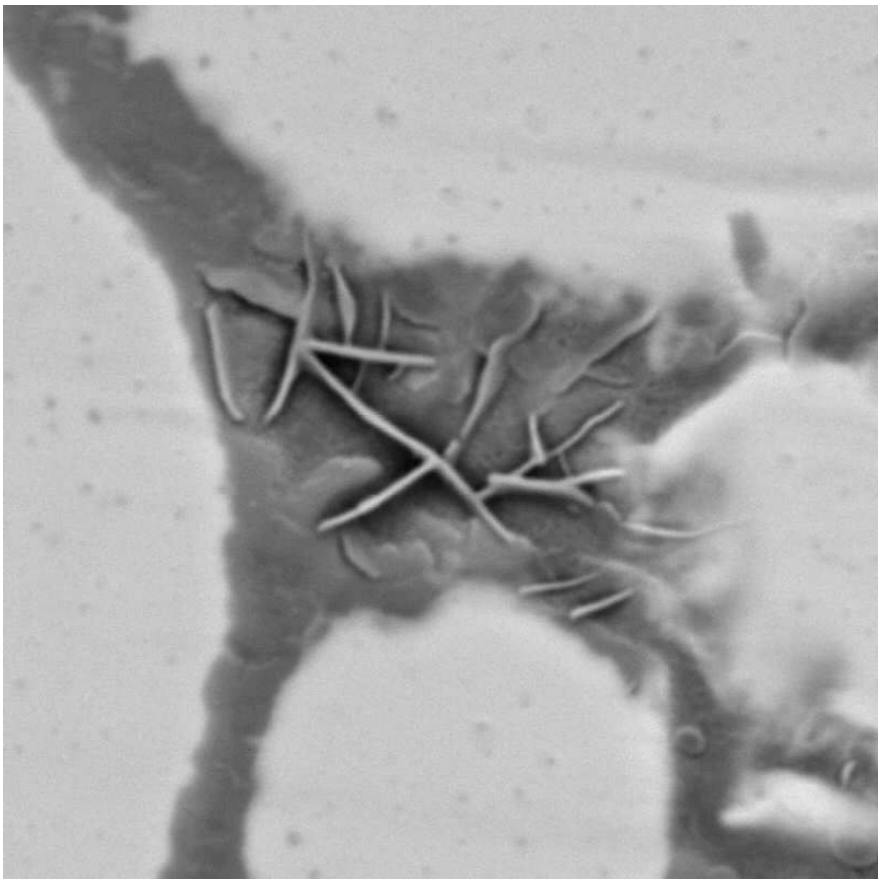
도면3



도면4a



도면4b



도면5

