

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

C22C 1/08 (2006.01)

C22C 21/00 (2006.01)

C22C 1/04 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0095140

(43) 공개일자 2006년08월31일

(21) 출원번호 10-2005-0016566

(22) 출원일자 2005년02월28일

(71) 출원인 인하대학교 산학협력단
 인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 김목순
 서울특별시 강남구 대치1동 1014-3 대치삼성APT 107동 904호
 양윤석
 인천 서구 가정동 546번지 한신빌리지 25동 207호
 이동석
 서울 강서구 등촌2동 532-6 401호

(74) 대리인 이원희

심사청구 : 있음

(54) 이방성 다공질 금속간화합물 및 그 제조방법

요약

본 발명은 이방성 다공질 금속간화합물 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 원자량 기준으로 알루미늄(Al)이 25~75 % 이고, 잔부가 티타늄(Ti), 니켈(Ni) 및 철(Fe)로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종의 원소로 이루어지고, 상기 금속간화합물이 체적량 기준으로 15~98 % 이고 형상비가 2 이상인 방향성 기공을 함유하는 이방성 알루미늄나이드계 다공질 금속간화합물 및 그 제조방법에 관한 것으로, 본 발명은 기공이 방향성을 가짐과 동시에 경량이고, 내열성이 우수한 알루미늄나이드계 금속간화합물을 다공질 재료의 구성상으로 채택함으로써, 종래 금속 또는 합금상으로 구성된 등방성 다공질 재료에 비해 강도, 내열성, 내식성 및 내마모성 등이 우수한 기공소재를 얻을 수 있다.

색인어

이방성 다공질 재료, 알루미늄, 티타늄, 니켈, 철, 알루미늄나이드계, 금속간화합물

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이방성 다공질 금속간화합물 및 그 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로, 다공질 재료(porous materials)는 기공이 체적량 기준으로 15~98 % 함유된 재료를 의미하는 것으로, 이러한 기공으로 인해 충격에너지 흡수능, 기체 및 액체 투과능, 음향차폐성, 낮은 열전도성, 전기 절연성 등의 특성을 가지고 있어 충격흡수재, 필터, 차음재, 절연재 등으로 쓰이고 있거나, 향후 실용화가 기대되고 있다.

또한, 다공질 재료는 경량성으로 인해 경량구조체, 샌드위치 구조의 심재 등으로도 그 응용이 기대되고 있다. 현재까지 제조된 금속 및 합금계 다공질 재료는 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 철(Fe), 납(Pb), 금(Au), 은(Ag), 지르코늄(Zr), 구리(Cu), 니켈(Ni), 티타늄(Ti), 코발트(Co), 니켈-크롬(Ni-Co) 합금 및 스테인레스강 등이 알려져 있다.

구체적으로, 종래 금속 및 합금계 다공질 재료로는 적용분야에 따라 충격 흡수재 및 구조재료에 알루미늄(Al), 구리(Cu), 니켈(Ni) 등이 사용되고, 필터재료에 구리(Cu), 스테인레스강, 금(Au) 및 니켈(Ni) 등이 사용되며, 차음재료에 구리(Cu) 등이 사용되고 있다.

그러나, 항공 및 우주분야, 자동차분야, 산업기계분야, 전기전자분야 등의 고성능화 및 품질향상의 요구에 따라, 다공질 재료의 사용 환경이 더욱 가혹해지고 있으며, 기존의 금속 및 합금을 구성상으로 하는 다공질 재료로는 이러한 요구에 부응하기에는 한계가 있다.

한편, 금속간화합물은 두 종류 이상의 금속 원소 혹은 금속과 비금속 원소가 규칙적으로 배열되어 있는 결정구조를 가지고 있는 화합물로서, 용질원자가 용매원자 중에 불규칙적으로 배열되어 있는 통상의 합금에 비해 내열성, 내식성 및 내마모성 등이 우수한 것으로 알려져 있다. 특히, 알루미늄을 주성분 원소의 하나로 함유하는 금속간화합물(이하 '알루미나이드계 금속간화합물'이라 칭함)은 비중이 작고 고온에서의 강도 및 내식성 등이 우수하여 경량내열 소재로 주목받고 있다.

이에, 본 발명자들은 특허출원 제10-2003-0001591호에서 종래의 금속 또는 합금상으로 구성된 다공질 재료에 비해 내열성, 내식성 및 내마모성 등이 우수한 기공소재로서, 알루미나이드계 금속간화합물 및 그 제조방법을 소개한 바 있다.

그러나, 다공질 재료는 기공이 등방성(무방향성)인 경우가 대부분이며, 이와 같은 경우 기공을 함유하지 않는 치밀체에 비해 강도가 급격히 감소하게 되므로, 고응력이 부가되는 조건하에서는 이들 등방성 다공질 재료는 사용하기가 곤란한 문제가 있다.(M. F. Ashby, A. Evans, N. A. Fleck, L. J. Gibson, J. W. Hutchinson and H. N. G. Wadley, "Metal foams", Butterworth - Heinemann, 2000).

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에, 본 발명자들은 기공이 방향성을 갖는 이방성 기공을 도입함과 동시에 알루미나이드계 금속간화합물을 다공질 재료의 구성상으로 채택함으로써 종래 금속 또는 합금상으로 구성된 등방성 다공질 재료에 비해 강도, 내열성, 내식성 및 내마모성 등이 우수한 놀라운 효과를 발견하고 본 발명을 완성하였다.

본 발명의 목적은 이방성 다공질 금속간화합물 및 그 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 형상비가 2 이상인 이방성 다공질 금속간화합물을 제공한다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 상기 금속간화합물은 원자량 기준으로 알루미늄(Al)이 25~75 % 이고, 잔부가 티타늄(Ti), 니켈(Ni) 및 철(Fe)로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종의 원소로 이루어지고, 체적량 기준으로 15~98 %의 기공률과 형상비(Asspect Ratio)가 2 이상인 이방성 다공질 금속간화합물을 포함한다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 상기 금속간화합물은 Ti-Al계, Ni-Al계, Fe-Al계 금속간화합물을 포함한다.

상기 'Ti-Al계 금속간화합물'이라 함은 TiAl, Ti₃Al 및 TiAl₃로 표시되는 금속간화합물을 의미한다.

상기 'Ni-Al계 금속간화합물'이라 함은 NiAl, Ni₃Al 및 NiAl₃로 표시되는 금속간화합물을 의미한다.

또한, 상기 'Fe-Al계 금속간화합물'이라 함은 FeAl, Fe₃Al 및 FeAl₃로 표시되는 금속간화합물을 의미한다.

알루미늄(Al)은 가공성이 좋으며 내식성이 크고 밀도가 작아 여러 공업용 재료로 널리 사용되는 금속으로, 본 발명의 금속간화합물에서는 원자량 기준으로 25~75 % 포함된다.

티타늄(Ti)은 고온에서 산화되기 쉬운 결점을 제외하고는, 강도 및 내식성이 크고 밀도가 작기 때문에 공업용 재료로서 매우 중요한 금속이며, 니켈(Ni)은 내식성과 높은 용점을 갖는 금속이며, 철(Fe)은 높은 용점과 저가격의 특징을 가진다. 본 발명에서는 티타늄(Ti), 니켈(Ni) 및 철(Fe)로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종의 원소가 상기 금속간화합물의 잔부를 이루고 있다.

상기 알루미늄의 조성범위를 벗어난 경우, Ti-Al계, Ni-Al계, Fe-Al계 금속간화합물 외에 Al 고용체, Ti 고용체, Fe 고용체 등이 형성되어 본 발명의 알루미늄나이드계 금속간화합물의 특성이 충분히 발휘되지 않는다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 금속간화합물은 상온연성 또는 내열성 등을 개선하기 위하여 실리콘(Si), 망간(Mn), 크롬(Cr), 바나듐(V), 몰리브덴(Mo), 지르코늄(Zr), 니오브(Nb), 텅스텐(W), 탄탈(Ta), 하프늄(Hf), 코발트(Co), 이트륨(Y), 세슘(Ce), 네오디뮴(Nd), 붕소(B), 질소(N) 및 탄소(C)로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상의 첨가원소를 포함한다.

상기 첨가원소의 조성범위는 원자량 기준으로 0.1~5 % 포함한다. 조성범위가 상기 범위 미만인 경우, 상온연성 또는 내열성의 향상 효과가 발생하지 않으며, 상기 범위를 초과한 경우, 상온연성 또는 내열성의 향상 효과가 포화되어 더욱 향상된 효과가 나타나지 않는다.

아울러, 본 발명의 금속간화합물은 산소(O), 수소(H), 탄소(C), 질소(N), 염소(Cl), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg) 등 원료 또는 시편 제조시 불가피하게 혼합되는 미량의 불순물 원소를 함유한다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 금속간화합물은 체적량 기준으로 15~98 %의 기공을 함유하고 기공의 형상비가 2 이상이다. 기공의 형상비라 함은 기공의 길이방향의 길이를 그 수직방향의 길이로 나눈 값을 의미한다.

상기 금속간화합물은 이방성 기공으로 인해 경량성, 충격에너지 흡수능, 기체 및 액체 투과능, 음향차폐성, 진동 억제능, 낮은 열전도성, 낮은 열팽창율, 낮은 전기전도성 등의 특성을 나타낸다.

또한, 본 발명은 2종 이상의 금속분말을 혼합하여 금속혼합물을 제조하는 단계(단계 1), 상기 금속혼합물을 화합물반응온도 이하에서 성형하여 형상비가 2 이상인 성형체를 제조하는 단계(단계 2) 및 상기 성형체를 화합물반응온도 이상 내지 생성되는 금속간화합물의 고상선온도 이하의 온도범위에서 가열하여 금속간화합물을 제조하는 단계(단계 3)를 포함하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법을 제공한다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 상기 단계 1에 있어서, 상기 금속분말은 티타늄, 니켈 및 철로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종의 금속분말을 알루미늄 분말과 혼합하여 금속혼합물을 제조하는 것을 포함한다. 본 발명에서 "분말"이라 함은 종래의 분말제조방법 또는 주괴, 선, 판, 리본 등의 절삭으로 제작된 것을 의미한다.

상기 단계 1에 있어서, 이러한 금속분말은 25~75 원자%가 알루미늄 또는 알루미늄 합금분말이고, 그 잔부가 Ti, Ti 합금, Ni, Ni 합금, Fe, Fe 합금으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종의 분말이 되도록 혼합할 수 있으며, 또한 첨가원소(Si, Mn, Cr, V, Mo, Zr, Nb, W, Ta, Hf, Co, Y, Ce, Nd, B, N, C; "X"라 칭함)는 Al-X, Ti-X, Fe-X, Ni-X의 합금 형태로 혼합하거나 첨가원소 단독으로도 혼합할 수 있다. 첨가되는 원소는 원자량 기준으로 0.1 ~ 5 %의 범위에서 포함되는 것이 바람직하다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 단계 2에 있어서, 상기 "화합물반응온도"라 함은 두가지 금속원소가 반응하여 화합물을 생성하는 온도를 의미하는 것으로, Ti 원소와 Al 원소; Ni 원소와 Al 원소; Fe 원소와 Al 원소가 반응하여 화합물을 생성하는 온도를 의미한다. 단계 2에서 성형시 온도를 화합물반응온도 이하로 하는 것이 바람직하다. 이는 성형시 온도가 화합물반응온도보다 높게 되면 다음 단계에서 생성되어야 할 금속간화합물이 생성되어 성형이 곤란해지기 때문이다.

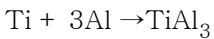
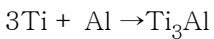
또한, 상기 단계 2에서 상기 성형체의 형상비라 함은 성형체를 구성하는 금속상에 있어서 길이방향의 길이를 그 수직방향의 길이로 나눈 값을 의미하는 것으로, 상기 단계에 의해 제조된 성형체는 형상비가 2 이상인 것이 바람직하다. 이는 형상비가 2 보다 낮으면 다음 단계에서 형상비가 2 이상인 이방성 기공을 얻기가 곤란해지기 때문이다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 상기 단계 2에 있어서, 형상비가 2 이상인 상기 성형체는 압출, 압연, 단조 등 통상의 소성가공 장비 등을 활용하여 얻을 수 있다.

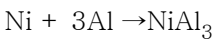
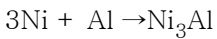
또한, 형상비가 2 이상인 상기 성형체는 길이방향의 길이가 그 수직방향의 길이보다 2배 이상 큰 금속분말, 금속선, 금속판, 금속리본 등을 적층하여 얻을 수도 있다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 단계 3에 있어서, 성형체에 가해진 열이 화합물반응온도에 도달하면, 하기 반응식 1~3과 같은 화합물반응이 금속간의 발열반응에 의해 자발적으로 진행하여 이방성 기공을 함유하는 금속간화합물이 생성된다.

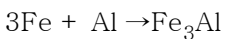
반응식 1



반응식 2



반응식 3



상기 단계 3에서 가열온도를 화합물반응온도 이상 내지 생성되는 금속간화합물의 고상선온도 이하로 제한하는 이유는 가열온도가 화합물반응온도 미만이면 금속간화합물이 생성되지 않으며, 가열온도가 고상선온도를 초과하면 시편 형상을 유지하기가 곤란하기 때문이다.

본 발명의 일 실시형태에 따른 단계 3에 있어서, 성형체에 가해주는 압력은 바람직하게는 50 MPa 이하이며, 더욱 바람직하게는 0.0001~10 MPa 이하이다. 압력을 50 MPa 이하로 제한하는 이유는 압력이 50 MPa를 초과하면 기공율을 15~98 체적% 범위로 조정하기가 곤란하기 때문이다.

또한, 상기 단계에서 가열은 대기, 진공, 아르곤 또는 헬륨 등의 불활성 가스 등 어떠한 분위기 하에서도 가능하며, 압력의 부가는 통상의 프레스 또는 압력매체(고체, 액체, 기체) 등을 이용하면 된다. 또한, 성형과 가열처리를 하나의 장치로 행하는 것도 가능하다.

이하 실시예에 의하여 본 발명을 상세히 설명한다.

단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것으로 본 발명의 내용이 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

<실시예 1~24> 본 발명의 이방성 다공질 금속간화합물의 제조

입경 150 μm 이하의 Al 분말, Ti 분말, Ni 분말, Fe 분말 및 첨가원소(Si, Mn, Cr, V, Mo, Zr, Nb, W, Ta, Hf, Co, Y, Ce, Nd, B, N, C)분말을 하기 표 1에 표시한 조성으로 혼합하였다.

혼합된 분말은 압출, 단조, 압연 및 압축성형에 의해 성형처리를 행하였으며, 이때, 성형조건 및 성형체의 형상비를 하기 표 1에 나타내었다.

얻어진 성형체를 유압프레스가 장착된 진공로를 이용하여 하기 표 1에 나타낸 조건으로 가열처리를 실시하였다.

이러한 각 공정에 의해 제조된 소결체에 대하여 X-ray 회절법(DMAX 2500, Rigaku사)으로 상분석을 행하였으며, 화상분석기(Image-Pro 3.0, Media Cybernetics사)에 의해 기공율 및 기공의 형상비를 측정하였다.

소결체를 직경 5 mm, 길이 8 mm 의 봉상 압축 시편으로 가공한 다음, 실온에서 변형속도 $1 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ 의 조건으로 압축시험을 실시하였다. 압축시험에 의해 압축파괴강도를 측정하였으며, 그 값이 200 MPa 미만인 경우는 $\times$, 200 MPa 이상 400 MPa 미만인 경우는 Δ , 400 MPa 이상인 경우는 $\bigcirc$ 으로 표기하였다.

<비교예 1~12>

하기 표 1에 나타낸 조건을 제외하고, 상기 실시예와 동일하게 제조하였다.

하기 표 1은 각 제조조건에 따른 실험결과를 나타내었다. 구체적으로 본 발명에 의한 실시예 1~24와, 이와 비교하기 위한 비교예 1~12로 구분된다.

하기 실시예 1, 2, 3, 9, 13, 17, 22 및 24의 조성에서 기공이 15~98 부피 % 함유되고, 기공의 형상비가 2 이상인 Ti-Al계, Ni-Al계 및 Fe-Al계 이방성 다공질 금속간화합물을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

또한, 실시예 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21 및 23으로부터 Si, Mn, Cr, V, Mo, Zr, Nb, W, Ta, Hf, Co, Y, Ce, Nd, B, N 및 C 중에서 선택된 1종 이상의 원소가 0.1~5 원자% 첨가되어 있는 경우에도 Ti-Al계, Ni-Al계 및 Fe-Al계 이방성 다공질 금속간화합물을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

아울러, 실시예 1~24에서 보듯이, 본 발명에 의한 조건으로 성형 및 가열처리가 이루어지면 기공이 15~98 부피% 함유되고 기공의 형상비가 2 이상인 Ti-Al계, Ni-Al계 및 Fe-Al계 이방성 다공질 금속간화합물을 간단하게 제조할 수 있음을 알 수 있다.

한편, Al 조성을 본 발명의 하한치 미만으로 첨가한 비교예 1, 3 및 5의 경우에는 Ti-Al계, Ni-Al계 및 Fe-Al계 금속간화합물이 얻어지지 않는다. 또한 Al 조성을 본 발명의 상한치보다 높게 한 비교예 2, 4 및 6의 경우에도 Ti-Al계, Ni-Al계 및 Fe-Al계 금속간화합물이 얻어지지 않는다.

성형처리시 성형체의 형상비를 본 발명의 하한치 미만으로 하여, 기공의 형상비가 본 발명의 하한치 미만으로 된 비교예 7, 8 및 9의 경우에는 시편의 강도가 낮다.

가열처리시 가압력을 본 발명의 상한치보다 높게 한 비교예 10의 경우에는 기공율이 15 부피% 미만이 되어 다공질 재료로 간주하기가 곤란하다.

가열처리시 가열온도를 본 발명의 하한치 미만으로 한 비교예 11의 경우에는 금속간화합물이 얻어지지 않는다. 가열처리시 가열온도를 본 발명의 상한치보다 높게 한 비교예 12의 경우에는 시편의 형상 유지가 곤란하다.

[표 1]

시 료 No.	조성(at%)					성형처리 방법/ 온도(℃)/ 형상비	가열처리			주요 생성상	기공율 (Vol%)	기공 형상비	압축 파괴 강도	비고
	Al	첨가 원소	Ti	Ni	Fe		최고 온도 (℃)	압력 (MPa)	시간 (h)					
1	25	-	잔부	-	-	단조/300/2	1000	50	0.2	Ti ₃ Al	15.3	2	△	
2	37	-	잔부	-	-	압출/300/5	1000	15	0.2	Ti ₃ Al	33.5	5	△	
3	47	-	잔부	-	-	압출/300/7	1100	10	0.5	TiAl, Ti ₃ Al	37.7	7	○	
4	47	Cr:1	잔부	-	-	압출/350/15	1200	0.1	0.5	TiAl, Ti ₃ Al	41.2	15	○	
5	47	Mn:3	잔부	-	-	압연/냉간/ 30	1300	0.01	1.0	TiAl, Ti ₃ Al	35.6	28	○	
6	52	V:2	잔부	-	-	단조/400/6	1100	0.0001	1.0	TiAl	45.2	6	△	
7	55	Si:1 Mo:2	잔부	-	-	압출/350/20	1200	0.001	1.0	TiAl	48.1	19	○	
8	65	Ni:2	잔부	-	-	압출/400/5	1300	0.001	1.0	TiAl, TiAl ₃	74.5	5	△	
9	75	-	잔부	-	-	압출/400/3	1100	0.0001	1.0	TiAl ₃	98.0	3	△	
10	25	B:0.1	-	잔부	-	압연/냉간/ 30	1200	0.001	3.0	Ni ₃ Al	16.5	29	○	
11	45	Nb:2, Co:1	-	잔부	-	압출/400/10	1100	40	0.5	NiAl	27.8	10	○	
12	45	Fe:5	-	잔부	-	압출/300/30	1100	0.0001	1.0	NiAl	35.2	28	○	
13	50	-	-	잔부	-	단조/400/5	1400	0.01	0.5	NiAl	42.4	5	△	
14	55	W:2, Y:0.5	-	잔부	-	단조/400/5	1000	0.01	0.2	NiAl	51.2	5	△	
15	65	V:1, Ce:2	-	잔부	-	압출/300/6	800	0.1	0.5	NiAl, NiAl ₃	64.0	6	△	
16	75	Ta:1, C:0.2	-	잔부	-	단조/400/5	650	0.1	0.5	NiAl ₃	97.6	5	△	
17	25	-	-	-	잔부	압출/300/20	1100	10	1.5	Fe ₃ Al	20.5	19	○	
18	41	Nd:3	-	-	잔부	압출/300/20	1100	0.1	1.0	FeAl	34.7	20	○	
19	46	N:0.3	-	-	잔부	압출/300/50	1100	0.01	1.0	FeAl	36.9	47	○	
20	47	Zr:2, Hf:2	-	-	잔부	압출/300/10	1000	0.01	0.5	FeAl	34.6	10	○	
21	47	Ti:1, Ni:3	-	-	잔부	압출/300/20	1000	0.0001	0.5	FeAl	39.5	19	○	
22	55	-	-	-	잔부	압출/300/5	900	0.1	1.0	FeAl, FeAl ₃	42.1	5	△	
23	62	Cr:1	-	-	잔부	단조/400/5	1000	0.1	1.0	FeAl, FeAl ₃	45.5	5	△	
24	75	-	-	-	잔부	단조/400/5	1000	0.1	0.5	FeAl ₃	55.2	5	△	
1	20	-	잔부	-	-	압출/300/5	1000	0.1	0.5	Ti	미측정	미측정	미측정	Al하한치 미만
2	80	-	잔부	-	-	압출/300/5	1000	0.1	0.5	Al	미측정	미측정	미측정	Al상한치 초과
3	17	-	-	잔부	-	압출/300/5	1100	0.1	0.5	Ni	미측정	미측정	미측정	Al하한치 미만

비 교 예	4	85	-	-	잔부	-	압출/300/5	750	0.1	0.5	Al	미측정	미측정	미측정	Al상한치 초과
	5	15	-	-	-	잔부	압출/300/5	1050	0.1	0.5	Fe	미측정	미측정	미측정	Al하한치 미만
	6	90	-	-	-	잔부	압출/300/5	950	0.1	0.5	Al	미측정	미측정	미측정	Al상한치 초과
	7	52	V:2	잔부	-	-	단조/400/1.5	1100	0.0001	1.0	TiAl	46.8	1.5	X	기공 형상비 하한치 미만
	8	50	-	-	잔부	-	압출/400/1	1400	0.01	0.5	NiAl	45.9	1	X	기공 형상비 하한치 미만
	9	62	Cr:1	-	-	잔부	압출/냉간/1	1000	0.1	1.0	FeAl, FeAl ₃	52.3	1	X	기공 형상비 하한치 미만
	10	45	Nb:2, Co:1	-	잔부	-	압출/400/10	1100	54	0.5	NiAl	14.3	미측정	미측정	가압력 상한치 초과
	11	55	-	-	-	잔부	압출/300/5	400	0.1	1.0	Fe, Al	미측정	미측정	미측정	가열온도 화합물반응 온도 미만
	12	55	-	-	-	잔부	압출/300/5	1550	0.1	1.0	미측정 (형상 유지 곤란)	미측정	미측정	미측정	가열온도 고상선 온도 초과
	1) 압축파괴강도 : ○(400MPa 이상), △(200MPa 이상 400MPa 미만) 및 X(200MPa 미만) 로 구분하였음														
	2) - : 없음을 의미함														

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명의 조성 및 제조방법에 따른 이방성 다공질 금속간화합물은 기공이 이방성을 나타냄과 동시에 경량이고, 내열성이 우수한 알루미늄계 금속간화합물을 다공질 재료의 구성상으로 채택함으로써, 종래 금속 또는 합금상으로 구성된 등방성 다공질 재료에 비해 강도, 내열성, 내식성 및 내마모성 등이 우수한 기공소재를 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

형상비가 2 이상인 방향성 기공을 갖는 이방성 다공질 금속간화합물.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 기공율이 체적량 기준으로 15~98 %인 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 금속간화합물은 원자량 기준으로 알루미늄이 25 ~ 75 % 이고, 잔부가 티타늄, 니켈 및 철로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종의 원소로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물.

청구항 4.

제 3항에 있어서, Si, Mn, Cr, V, Mo, Zr, Nb, W, Ta, Hf, Co, Y, Ce, Nd, B, N 및 C 로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상의 원소가 추가로 포함된 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물.

청구항 5.

제 4항에 있어서, 상기 추가된 원소가 원자량 기준으로 0.1 ~ 5 % 포함된 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물.

청구항 6.

2종 이상의 금속분말을 혼합하여 금속혼합물을 제조하는 단계(단계 1);

상기 금속혼합물을 화합물 반응온도 이하에서 성형하여 형상비가 2 이상인 성형체를 제조하는 단계(단계 2); 및

상기 성형체를 화합물 반응온도 이상 내지 생성되는 금속간화합물의 고상선온도 이하의 온도범위에서 가열하여 금속간화합물을 제조하는 단계(단계 3)로 이루어진 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법.

청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 단계 1의 금속분말은 원자량 기준으로 알루미늄이 25 ~ 75 % 이고, 잔부가 티타늄, 니켈 및 철로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종의 원소로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법.

청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 단계 1의 금속분말은 Si, Mn, Cr, V, Mo, Zr, Nb, W, Ta, Hf, Co, Y, Ce, Nd, B, N 및 C 로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 1종 이상의 원소가 추가로 포함된 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법.

청구항 9.

제 8항에 있어서, 상기 추가된 원소가 원자량 기준으로 0.1 ~ 5 % 포함된 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법.

청구항 10.

제 6항에 있어서, 상기 단계 2는 압출, 압연 또는 단조로 수행되는 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법.

청구항 11.

제 6항에 있어서, 상기 단계 2는 길이 방향의 길이가 그 수직방향의 길이보다 2배 이상 큰 금속분말, 금속선, 금속판 또는 금속리본을 적층하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법.

청구항 12.

제 6항에 있어서, 상기 단계 3의 성형체를 가열할 때의 압력은 50 MPa 이하인 것을 특징으로 하는 이방성 다공질 금속간화합물의 제조방법.