



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월16일
(11) 등록번호 10-1473353
(24) 등록일자 2014년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 1/00 (2006.01) B22D 7/00 (2006.01)
B22D 21/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0071740
(22) 출원일자 2013년06월21일
심사청구일자 2013년06월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020120106201 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이재철
서울 도봉구 덕릉로 371, 103동 2101호 (창동, 대
우그린아파트)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 5 항

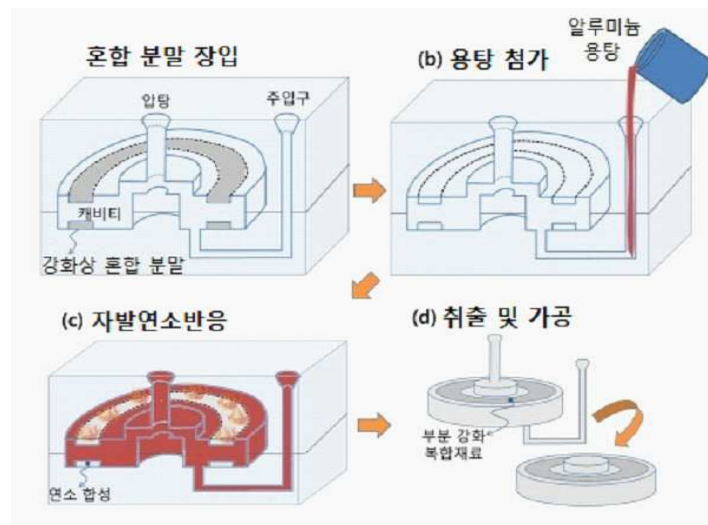
심사관 : 조광현

(54) 발명의 명칭 부품의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 부품의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 제조방법에 따르면, 저온의 알루미늄 용탕을 사용하면서 반응 속도가 빠르고, 저가의 원료 분말 사용하여 경제성이 높으며, 또한 강화상의 파괴분율이 높은 복합재료를 형성할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R1007443

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술평가관리원

연구사업명 소재원천기술개발사업

연구과제명 액상반응제어 복합소재 제조 기술(총괄과제명:자발반응제어 다기능성 금속복합소재 기술)

기 여 율 1/1

주관기관 기계연 부설재료연구소

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리(CuO)를 포함하는 혼합 분말을 준비하는 단계;

상기 혼합 분말을 주형의 일부분에 장입하는 단계; 및

상기 주형의 나머지 부분에 알루미늄 용탕을 첨가하는 단계를 포함하며,

10 내지 60%의 강화상 부피비율을 가지는 부품의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 혼합 분말과 상기 알루미늄 용탕이 자발 연소 반응을 수행하는 부품의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 금속 산화물은 티타늄 산화물(TiO_2), 및 보론 산화물(B_2O_3)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 부품의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 용탕은 800 내지 850℃의 온도 범위인 부품의 제조방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 혼합 분말은 예비성형체(preform)로 성형하여 주형에 장입하는 부품의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 부품의 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 알루미늄과 강화상 혼합분말의 자발연소반응을 이용하는 알루미늄 기지 복합재료를 포함하는 부품의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 알루미늄 기지 복합재료는 강화상의 종류 및 부피분율에 따라 비강도, 내마모성, 내열성, 내식성 및 열적 특성을 제어할 수 있어서, 다양한 산업적 요구를 충족시킬 수 있는 소재로 각광받고 있다. 최근 환경과 에너지에 대한 관심이 증대됨에 따라 수송기기의 연비 향상 및 배출 가스 저감을 위한 소재로 금속복합재료의 중요성은 더욱 증대되고 있다.

[0003] 최근 10년간 금속복합재료는 다양한 산업 분야(자동차/운송 산업, 전기/열관리 산업, 우주항공 산업, 공업용 재료 산업 등)에서 지속적으로 사용량이 증가되었으며, 특히 최근 5년간의 증가량은 현저하였다. 이러한 경향성은 최근의 에너지, 환경 문제에 대한 급격한 관심의 증가에 따라 부품 소재의 경량화, 고성능화를 위하여 기존의 철강 소재를 알루미늄 기지의 복합재료로 대체하는 연구가 급증한 결과이다.

[0004] 하지만 우수한 기계적/물리적 특성에도 불구하고 알루미늄 복합재료는 제조공정의 비경제성으로 인하여 고가의

부품 소재에만 제한적으로 사용되고 있는 실정이다.

[0005] 기존의 알루미늄 기지 복합재료는 단순히 알루미늄 모재 내에 강화재(SiC, Al_2O_3 , B_4C 및 TiC 등의 세라믹 강화상)를 물리적으로 첨가하는 엑스-시튜(ex-situ) 공정에 기반하여 제조하였다. 이렇게 물리적으로 첨가된 강화상은 용융된 알루미늄 모재와의 젖음성이 낮아 균일하게 분산하기 힘들다. 또한 제조 시 발생하는 계면반응으로 인하여 복합재료의 기계적, 물리적 특성을 저하시킬 뿐만 아니라 공정 자체가 경제적이지 못하여 현재는 거의 연구되고 있지 않다. 이러한 엑스-시튜 공정이 가지는 여러 문제점을 해결하기 위한 방안으로 최근 인-시튜(in-situ) 공정에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0006] 인-시튜 공정은 알루미늄 모재 내에 강화상을 형성할 수 있는 원료 분말을 첨가한 후 고온으로 가열하여 반응을 유도시킴으로써 원하는 강화상을 생성시키는 기술이다.

[0007] 그러나, 인-시튜 반응에 기반한 알루미늄 복합재료를 상용화하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 극복해야 할 문제들이 있다.

[0008] 여러 가지 문제점 중 가장 큰 문제는 인-시튜 공정에서 자발적인 반응을 유도하기 위해서는 알루미늄 용탕을 $1100^{\circ}C$ 이상의 고온으로 가열해야 한다는 점이다. 알루미늄 용탕을 $1100^{\circ}C$ 이상으로 가열할 경우 알루미늄 모재 내의 가스 혼입, 장치의 수명단축, 조업의 어려움 등의 여러 가지 문제가 일어날 수 있다. 이 외에도 강화상의 부피 분율이 높은 복합재료를 제조하기가 힘들고, 반응 속도가 느리며, 고가의 원료 분말을 사용해야만 한다는 문제를 해결할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하고자, 본 발명은 저온의 알루미늄 용탕을 사용하면서 반응 속도가 빠르고, 저가의 원료 분말 사용하여 경제성이 높으며, 또한 강화상의 부피 분율이 높은 복합재료를 형성할 수 있는 부품의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은

[0011] 알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리(CuO)를 포함하는 혼합 분말을 준비하는 단계;

[0012] 상기 혼합 분말을 주형의 일부분에 장입하는 단계; 및

[0013] 상기 주형의 나머지 부분에 알루미늄 용탕을 첨가하는 단계를 포함하는 부품의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 부품 제조방법에 따르면, 낮은 반응 온도 및 빠른 속도의 자발연소반응을 이용하여 고온의 알루미늄 용탕을 사용할 경우의 문제점을 방지할 수 있다.

[0015] 또한, 제조하고자 하는 제품의 크기 및 형상에 제약을 받지 않기 때문에 대량생산에 적용할 수 있다.

[0016] 더하여 저렴한 원료 분말로부터 열역학적, 화학적으로 안정하고 기계적 물성이 강화되며 강화상의 부피분율이 높은 복합재료를 알루미늄 기지 복합재료를 포함하는 부품을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 부품 제조방법을 보여주는 모식도이다.

도 2는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 알루미늄 기지 복합재료를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진이다.

도 3은 본 발명의 실시예 2에 따라 제조된 알루미늄 기지 복합재료를 EDS로 관찰한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명에서, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용되며, 상기 용어들은 하나의 구성 요

소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [0019] 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어는 단지 예시적인 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도는 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다", "구비하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 구성 요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 구성 요소, 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0020] 또한 본 발명에 있어서, 각 층 또는 요소가 각 층들 또는 요소들의 "상에" 또는 "위에" 형성되는 것으로 언급되는 경우에는 각 층 또는 요소가 직접 각 층들 또는 요소들의 위에 형성되는 것을 의미하거나, 다른 층 또는 요소가 각 층 사이, 대상체, 기재 상에 추가적으로 형성될 수 있음을 의미한다.
- [0021] 본 명세서에서, 강화상이란, 알루미늄 기지 내에 분산되어 있으며, 알루미늄의 물리적 성상을 강화시키는 역할을 하는 금속/비금속 원소, 질화물, 붕화물, 산화물 또는 탄화물과 같은 형태의 화합물을 의미한다.
- [0022] 본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 예시하고 하기에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변형, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0023] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0024] 본 발명의 부품의 제조방법은 알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리(CuO)를 포함하는 혼합 분말을 준비하는 단계;
- [0025] 상기 혼합 분말을 주형의 일부분에 장입하는 단계; 및
- [0026] 상기 주형의 나머지 부분에 알루미늄 용탕을 첨가하는 단계를 포함한다.
- [0027] 본 발명의 부품의 제조방법에 의하면, 강화상을 형성하기 위한 혼합 분말과 알루미늄 용탕과의 자발연소반응을 원리로 하며 저온에서 인-시튜(in-situ)로 알루미늄 기지의 강화상 복합 재료를 포함하는 부품을 제조할 수 있다.
- [0028] 특히, 본 발명의 부품의 제조방법은 종래의 자발연소반응이 나타내는 빠른 반응 특성을 그대로 유지하면서 제조하고자 하는 제품의 크기 및 형상에 제약을 받지 않기 때문에 대량생산에 적용할 수 있다. 또한 저렴한 원료 분말로부터 열역학적, 화학적으로 안정하고 기계적으로 유용한 강화상을 생성시킬 수 있어 산업적으로 유용하며 매우 경제적인 방법이다.
- [0029] 최근 알루미늄과 같은 모재 내에 강화상을 형성할 수 있는 원료 분말을 첨가한 후, 고온에서 인-시튜 반응을 유도하여 원하는 강화상을 형성시키는 복합 재료 제조 공정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0030] 그러나, 인-시튜 반응에 기반한 알루미늄 기지 복합재료 제조공정은, 1100℃ 이상의 고온에서 이루어지고, 반응속도가 느릴 뿐만 아니라 고가의 원료 분말을 사용하고 있어 공정의 경제성이 떨어진다는 단점이 있다.
- [0031] 본 발명의 부품의 제조방법에 따르면, 원료 분말로 저가의 금속 산화물을 사용하여 경제성을 향상시킬 수 있다. 또한, 반응 촉진제로 산화구리를 포함함으로써, 반응 온도를 상대적으로 저온으로 낮추면서도 빠른 반응 속도를 달성하여 산업적으로 매우 유용하다.
- [0032] 더하여, 별도의 부품 성형 가공 공정이 필요치 않고 자발연소반응과 동시에 3차원의 실형상의 부품 성형이 가능하여 경제적이면서 동시에 제조하고자 하는 제품의 크기 및 형상에 제약 없이, 복잡한 형태의 부품 제조가 용이하다. 이에 따라, 자동차 브레이크 로터와 같이 내마모성이 요구되는 다양한 부품 소재 제조 공정에 응용될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 부품의 제조방법에서 먼저, 알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리를 포함하는 혼합 분말을 준비한다.
- [0034] 상기 알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리는 분말 형태를 사용할 수 있으며, 입자의 크기는 특별히 제한되지 않는다.
- [0035] 알루미늄 기지 복합재료(Aluminum matrix composites)를 제조하는 공정 중, 인-시튜 공정은 금속 모재(Al) 내에

강화상을 형성할 수 있는 원료 분말을 첨가한 후 고온으로 가열하여 반응을 유도시킴으로써 원하는 강화상을 생성시키는 방법이다. 알루미늄과 금속 산화물(Metal oxide, MO)은 하기 식 1과 같은 반응에 의해 금속을 환원시키고 동시에 Al_2O_3 를 생성한다.

[0036] [식 1]

[0037] $Al + MO \rightarrow Al_2O_3 + M + Q$

[0038] 이때 높은 반응열(Q)이 생성되며 이 반응열은 주위의 분말을 가열하여 상기 식1의 반응을 연속적으로 유지시킨다.

[0039] 이와 같은 반응을 이용하여 알루미늄 기지 복합재료를 합성할 수 있으며 이러한 제조법을 연소합성(combustion synthesis) 또는 자전연소합성(self-propagating high-temperature synthesis)이라고 한다. 이때 강화상을 생성시키는 반응은 자발적인 반응이며, 생성된 강화상은 열역학적, 화학적으로 안정한 장점이 있다. 따라서 자발 반응을 이용한 복합소재의 인-시튜 제조공정은 기존의 엑스-시튜(ex-situ) 공정이 가지는 단점, 특히 강화상의 응집, 계면의 안정성, 경제성의 문제를 해결하는데 효과적이다.

[0040] $Al-TiO_2-C$ 계는 인-시튜 공정을 이용한 알루미늄 기지 복합재료를 제조하기 위한 또 다른 대표적인 반응계로서, 이 반응계는 하기 식 2와 같은 반응에 의해 알루미늄 기지 내에 TiC와 Al_2O_3 를 자발적으로 생성시킨다.

[0041] [식 2]

[0042] $4Al + 3TiO_2 + 3C \rightarrow 3TiC + 2Al_2O_3$

[0043] 이 때 생성된 TiC와 Al_2O_3 같은 강화상은 열역학, 화학적으로 안정한 특성을 가진다. 특히 TiC의 경우 탄성계수 및 경도가 높고, 알루미늄 용탕과의 젖음성이 우수하기 때문에 알루미늄 기지 복합재료의 강화상으로 주목 받고 있다.

[0044] 그러나, 인-시튜 반응에 기반한 알루미늄 기지 복합재료를 상용화하기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 극복해야 할 여러 가지 문제들이 있다. 이 중 가장 큰 문제는 인-시튜 공정에서 자발적인 반응을 유도하기 위해서는 알루미늄 용탕을 $1100^\circ C$ 이상의 고온으로 가열해야 한다는 점이다. 알루미늄 용탕을 $1100^\circ C$ 이상으로 가열할 경우 모재 내의 가스 혼입, 장치의 수명단축, 조업의 어려움 등의 여러 가지 금속학적, 기술적, 경제적 문제가 일어날 수 있다. 이 외에도 강화상의 부피분율이 높은 복합재료를 제조하기가 힘들고, 반응 속도가 느리며, 고가의 원료 분말이 사용된다는 기술적, 경제적 문제를 해결할 필요가 있다.

[0045] 본 발명의 부품의 제조방법에 따르면, 강화상을 형성하기 위한 혼합 분말로 알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리를 포함한다.

[0046] 본 발명에 있어서 상기 탄소 화합물은 탄소 분말 또는 탄화물이 될 수 있으며, 탄소를 포함하기만 하면 그 종류는 특별히 제한되지 않는다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 탄소 화합물로 탄소 분말, 탄화 붕소(B_4C), 또는 탄화티타늄(TiC) 등을 사용할 수 있다.

[0047] 본 발명에 있어서, 상기 금속 산화물 또한 강화상을 생성시킬 수 있는 것이면 그 종류는 특별히 제한되지 않는다. . 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 금속 산화물은 산화 티타늄(TiO_2), 또는 산화 붕소(B_2O_3) 등을 사용할 수 있다.

[0048] 본 발명에 있어서, 산화구리(CuO)는 반응 촉진제로 사용된다. 종래의 자발연소반응을 이용한 알루미늄 기지 복합재료 제조 공정은 자발적인 반응을 유도하기 위하여 알루미늄 용탕을 $1100^\circ C$ 이상의 고온으로 가열해야 한다. 하지만 이와 같이 고온에서의 공정은 경제적, 기술적으로 어려움이 있다. 이를 해결하기 위하여 고에너지 불밀을 이용한 전처리 공정을 추가하거나, 예열 처리 및 초음파 진동 에너지를 이용하여 합성 온도를 낮추려는 연구들이 보고된 바 있다. 하지만 이러한 연구들은 추가적인 전, 후처리 공정이 필요하여 오히려 공정의 경제성을 저하할 우려가 높다.

[0049] 한편 본 발명의 부품의 제조방법에 따르면, 산화구리를 반응 촉진제로 포함하여 부수적인 공정을 추가하지 않고 강화상의 합성 온도를 상대적으로 저온으로 낮출 수 있는 장점이 있다.

[0050] 산화구리의 경우 환원 반응이 약 $800^\circ C$ 근처에서 일어나며, 이 온도는 TiC를 생성시키는 반응 온도인 $1100^\circ C$ 보

다 현저히 낮다. 또한 산화구리가 환원될 때 발생하는 열은 주위의 분말을 2771℃까지 가열시킬 수 있으며, 이 온도는 TiC와 같은 강화상을 생성시키는 온도보다 높다. 산화구리의 환원과 관련된 이와 같은 두 가지 특성으로 인하여 낮은 온도에서도 강화상의 생성반응을 유도할 수 있다.

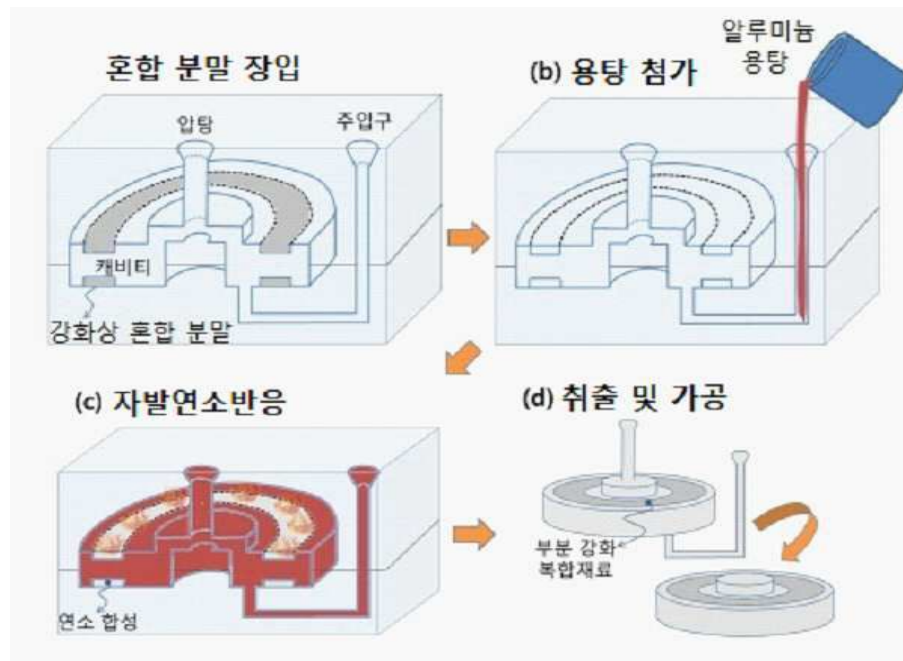
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 약 800 내지 약 850℃의 범위의 온도를 갖는 알루미늄 용탕을 첨가하여 강화상을 합성할 수 있다.
- [0052] 또한 종래의 자발연소반응의 경우 수 분 내지 수 시간이 소요되었으나, 본 발명의 부품의 제조방법에 따르면 수 초 내지 수십 초 내에 강화상을 생성시킬 수 있다. 이는 산화구리와 알루미늄 분말 사이의 매우 빠른 반응속도에 근거한다.
- [0053] 더하여, 산화구리는 환원 반응에 의해 구리(Cu) 원소를 생성하는데, 이 구리는 기지인 알루미늄의 물리적 특성 향상에 기여할 수 있다는 추가적인 장점이 있다.
- [0054] 본 발명의 부품의 제조방법에 따르면, 혼합 분말에 저가의 금속 산화물을 포함하여 공정의 생산성을 높일 수 있다.
- [0055] 종래에는 반응 속도 및 합성 온도의 문제로 순수 티타늄(Ti) 원료 분말을 사용하였다. 하지만 순수 티타늄 원료 분말은 공정의 경제성을 저하하는 주된 요인 중 하나이며, 그 결과로 공정의 상업화에 큰 문제점이 되고 있다. 그러나, 본 발명의 부품의 제조방법에 따르면, 상대적으로 저렴한 TiO_2 와 B_2O_3 와 같은 금속 산화물을 사용하여도 효과적인 공정이 가능하며, 저가의 원료 분말을 사용함으로써 공정의 현실화를 달성할 수 있다.
- [0056] 알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리의 조성비는 생성하고자 하는 강화상의 종류 및 부피분율에 따라 조절할 수 있으며 특별히 제한되지는 않으나, 예를 들어, 상기 탄소 화합물은 상기 알루미늄 1몰에 대하여 약 0.1 내지 약 0.8몰로 포함될 수 있다. 또한, 상기 금속 산화물은 상기 알루미늄 1몰에 대하여 약 0.1 내지 약 0.8몰로 포함될 수 있다. 또한, 상기 산화구리는 상기 알루미늄 1몰에 대하여 약 0.01 내지 약 0.8몰로 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함될 때 낮은 온도에서도 충분한 자발연소반응이 일어날 수 있다.
- [0057] 다음에, 상기 혼합 분말을 주형의 일부분에 장입한다.
- [0058] 상기 주형(mold)은 제조하고자 하는 부품의 종류에 따라 달라질 수 있으며, 그 형상이나 크기가 특별히 제한되지는 않는다. 또한, 상기 혼합 분말을 주형의 일부분에 장입한다는 것은, 상기 혼합 분말이 상기 주형을 전부 채우는 것이 아니라, 상기 주형으로 제조하고자 하는 부품의 부피 중 일부, 특히 알루미늄 기지 복합재료의 형성이 요구되는 부분을 채우도록 장입하는 것을 의미한다.
- [0059] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 혼합 분말은 예비 성형체(preform) 형태로 성형하여 제조하고자 하는 부품에 따라 만들어진 주형에 장입할 수 있다.
- [0060] 또한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 혼합 분말을 균일하게 혼합하고 반응을 촉진하기 위하여, 기계적으로 압력을 가하여 펠렛(pellet) 형태로 만들거나, 혼합 분말에 볼밀(ball-mill)등을 실시한 후 장입할 수 있다.
- [0061] 상기 주형의 형태와 크기 등에는 제한이 없으며, 만들고자 하는 부품에 따라 적절한 주형을 사용할 수 있다.
- [0062] 또한 상기 혼합 분말이 상기 주형에서 차지하는 부피는 특별히 제한되지 않으며, 특히, 상기 만들고자 하는 부품에서 내마모성이 심한 부분으로 높은 물리적 강도가 요청되는 부분에 장입할 수 있다.
- [0063] 다음에, 상기 주형의 나머지 부분에 알루미늄 용탕을 첨가한다.
- [0064] 첨가된 상기 알루미늄 용탕은 미리 장입된 상기 혼합 분말 사이의 공극으로 침투하여 자발연소반응이 일어나게 된다.
- [0065] 상기 혼합 분말이 금속 산화물로 티타늄 산화물(TiO_2)을 포함할 때, 하기 식 3과 같은 반응이 일어날 수 있다.
- [0066] [식 3]
- [0067] $(4+x)Al + 3TiO_2 + 3C + (CuO) \rightarrow 3TiC + 2Al_2O_3 + xAl$ (x는 임의의 정수)
- [0068] 또한, 상기 혼합 분말이 금속 산화물로 보론 산화물(B_2O_3)을 포함할 때, 하기 식 4와 같은 반응이 일어날 수 있다.

- [0069] [식 4]
- [0070] $(4+x)Al + 3TiO_2 + 2B_2O_3 + 4C + (CuO) \rightarrow 3TiC + B_4C + 4Al_2O_3 + xAl$ (x는 임의의 정수)
- [0071] 상기 식 3과 식 4에서 TiC는 모재인 알루미늄과의 젖음성이 높으며, 이를 이용하여 3차원적인 골격구조를 이룰 수 있다. 이러한 특성은 강화상 생성 반응과 동시에 강화상 사이로 알루미늄 모재의 "자발적인 침투"를 유도할 수 있다. 이에 따라, 종래의 무가압 침투와 비교하여 약 200 내지 약 600배 정도의 빠른 침투속도를 나타낼 수 있다.
- [0072] 또한, 종래의 복합재료를 포함하는 부품의 제조 공정에서는 강화상 원료 분말과 알루미늄 용탕을 반응시킨 후, 이 반응물을 주조하여 부품을 만들었으나, 본 발명의 제조방법에 따르면, 미리 강화상 혼합 분말이 일정한 부피로 장입된 주형의 나머지 빈 공간(cavity)으로 알루미늄 용탕을 첨가하여 반응을 수행함으로써, 반응과 동시에 실형상 성형(near-net shaping)이 가능하다. 또한, 강화상 혼합 분말의 장입 형태, 장입량을 자유롭게 조절가능하여 3차원 구조로 알루미늄 기지 복합재료를 형성할 수 있다.
- [0073] 또한, 종래의 혼합 방식에 의한 반응에 의하면, 느린 반응 속도 및 강화상의 응집 현상 등으로 인하여 고부피비율의 강화상을 갖는 알루미늄 기지 복합 재료를 형성하는 것이 매우 어려웠으나, 본 발명의 제조방법에 따르면, 알루미늄 모재의 자발적이고 균일한 침투 및 빠른 반응 속도로 알루미늄 기지 복합재료를 형성할 수 있다.
- [0074] 이에 따라, 본 발명의 부품의 제조방법에 따라 수득된 부품은 적어도 약 10% 이상, 예를 들어 약 10 내지 약 60%의 고부피비율의 강화상을 포함할 수 있다.
- [0075] 또한 상기 강화상은 종류에 따라 약 1 내지 약 20 μm 의 입경을 나타낼 수 있으며, 알루미늄 모재의 자발적이고 균일한 침투로 인하여, 응집 현상 없이 고른 분포를 나타낼 수 있다.
- [0076] 그 결과 알루미늄 기지 복합재료 제조 과정을 단일 공정화할 수 있게 되어 공정의 경제성이 높아질 뿐만 아니라 다양한 형상 및 용도에 맞는 부품 제조에 응용될 수 있다.
- [0077] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 부품의 제조방법을 보여주는 모식도이다.
- [0078] 도 1을 참조하면, 먼저, 알루미늄, 탄소 화합물, 금속 산화물 및 산화구리를 포함하는 혼합 분말을 준비하여 주형에 장입한다.
- [0079] 도 1에는 브레이크 로터를 만들기 위한 주형을 예시하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 만들고자 하는 부품에 따라 다양한 주형을 사용하여 원하는 부피 및 위치로 상기 혼합 분말을 장입할 수 있다.
- [0080] 다음에, 알루미늄 용탕을 상기 주형의 나머지 빈 부분에 첨가한다. 이대, 상기 알루미늄 용탕의 온도는 상술한 바와 같이 종래의 자발연소반응에 요구되는 온도인 1100℃보다 훨씬 낮은 800 내지 850℃의 온도 범위를 가질 수 있다. 상기와 같은 낮은 온도 범위에도 불구하고 상기 혼합 분말이 산화구리를 포함함으로써 자발연소반응이 충분히 일어날 수 있으며, 이와 동시에 알루미늄 모재의 자발적 침투로 수 초 정도의 빠른 반응속도로 강화상을 생성할 수 있다.
- [0081] 강화상 생성이 완료되면 주형으로부터 만들어진 부품을 취출하여 후가공을 거쳐 최종적으로 부품을 수득할 수 있다.
- [0082] 상기와 같이 본 발명의 제조방법으로 제조된 부품은 열전도도, 열팽창계수, 강도, 내마모특성 등과 같은 다양한 물리적, 기계적 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0083] 본 발명의 제조방법으로 제조할 수 있는 부품의 종류는 특별히 제한되지 않으며, 금속 복합재료의 필요성이 있는 모든 산업분야의 다양한 부품 제조에 용될 수 있다. 그 중에서도 특히, 실린더 라이너, 브레이크 로터, 에어 컴프레서 등과 같은 내마모성 부품의 제조에 유용하게 적용할 수 있다.
- [0084] 이하, 실시예를 통해, 발명의 작용 및 효과를 보다 상술하기로 한다. 다만, 이러한 실시예는 발명의 예시로 제시된 것에 불과하며, 이에 의해 발명의 권리범위가 정해지는 것은 아니다.
- [0085] <실시예>
- [0086] 실시예 1

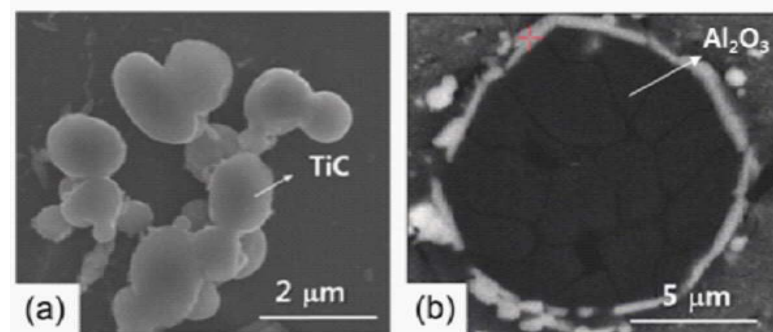
- [0087] 알루미늄 134.2g, 탄소 6.6g, 산화 티타늄(TiO_2) 44.2g, 및 산화구리 44.0g을 혼합한 후, 가압하여 펠렛(pellet)을 제조하였다.
- [0088] 상기 펠렛을 브레이크 로터 주형의 일부분에 장입한 후, 850℃ 알루미늄 용탕을 상기 주형의 나머지 빈 부분에 첨가하였다..
- [0089] 수득한 알루미늄 기지 복합재료를 포함하는 브레이크 로터를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 사진을 도2에 나타내었다.
- [0090] 도 2에서, (a)는 TiC를 관찰한 사진이고, (b)는 Al_2O_3 를 관찰한 사진이다.
- [0091] 도 2를 참조하면, 제조된 알루미늄 기지 복합재료 내에는 원하는 강화상(TiC 및 Al_2O_3)이 형성되었으며, TiC는 약 1 내지 약 2 μm 크기의 구상으로 존재하였고, Al_2O_3 는 약 5 내지 약 20 μm 의 다양한 크기 및 형태를 나타내었다.
- [0092] **실시예 2**
- [0093] 알루미늄 87.7g, 탄소 15.6g, 산화 붕소(B_2O_3) 45.3g, 산화 티타늄(TiO_2) 77.9g, 및 산화구리 77.6g을 혼합한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 알루미늄 기지 복합재료를 포함하는 브레이크 로터를 제조하였다.
- [0094] 상기와 같은 공정으로 수득한 알루미늄 기지 복합재료에서 강화상(TiC 및 B_4C)의 부피분율은 약 50%이었다.
- [0095] 또한, 실시예 2의 알루미늄 기지 복합재료를 EDS(Energy Dispersive Spectrometer)로 관찰한 사진을 도 3에 나타내었다.
- [0096] 도 3에서, (a)는 SEM의 2차 전자(secondary electron), (b)는 Al성분, (c)는 후방산란전자(backscattered electron) 그리고 (d)는 Ti성분을 관찰한 사진이다.
- [0097] 도 3을 참조하면, 생성된 TiC 강화상이 B_4C 상 주위로 서로 연결되어 3차원 골격구조를 형성한 모습을 보여주었다.

도면

도면1



도면2



도면3

