(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0028538
(43) 공개일자 2013년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 21/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0092162
(22) 출원일자 2011년09월09일
심사청구일자 2011년09월09일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
이정무
경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79, 115동 502호 (성주동, 유니온빌리지)
김수현
경상남도 창원시 성산구 가음동 자이 아파트 103-1304
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김남식, 양기혁, 박기원, 한윤호, 이인행

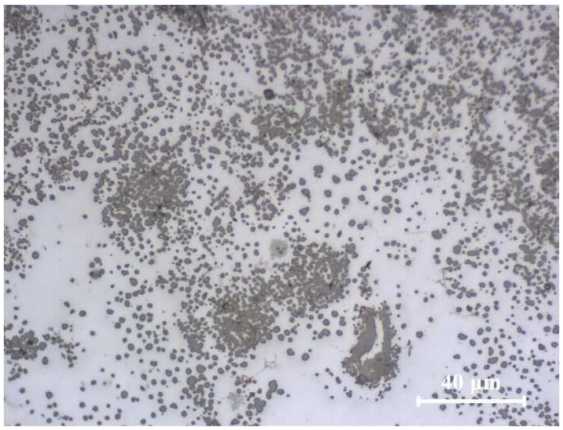
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **알루미늄 기지 복합재료 제조방법 및 이에 의해 제조된 알루미늄 기지 복합재료**

(57) 요 약

본 발명은 본 발명은 알루미늄 용탕의 온도를 950℃ 이하로 유지하면서 탄화 티타늄으로 강화된 알루미늄 복합재료를 안정적으로 제조하는 방법의 제공한다. 본 발명의 일 관점에 따르면, 티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 및 활성화 물질이 혼합된 전구체를 준비하는 단계; 상기 전구체를 알루미늄 용탕에 첨가하는 단계; 및 상기 알루미늄 용탕을 주조하는 단계;를 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법이 제공된다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

조영희

부산광역시 사하구 다대동 롯데캐슬 몰운대 305-902

강석봉

경상남도 창원시 성산구 트리비앙아파트 206-1003

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	100373081-55590
부처명	지식경제부
연구사업명	소재원천기술개발사업
연구과제명	액상반응제어 복합소재 제조 기술
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2011.06.01 ~ 2012.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 및 활성화 물질이 혼합된 전구체를 준비하는 단계;

상기 전구체를 알루미늄 용탕에 첨가하는 단계; 및

상기 알루미늄 용탕을 주조하는 단계;

를 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 활성화 물질은 상기 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말 중 적어도 어느 하나와 발열반응을 일으키는 물질인, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 활성화 물질은 산화 구리, 산화 코발트, 산화 망간, 산화 니켈, 산화 철, 산화 바나듐, 산화 크롬 및 산화 텅스텐 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전구체는 기계적 가압으로 성형하여 제조한 펠렛 또는 상기 펠렛을 파쇄한 것을 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 중 어느 하나 이상에 소성가공을 인가하는 단계를 더 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 용탕은 순수 알루미늄 용탕 또는 1종 이상의 합금원소를 포함하는 알루미늄 합금 용탕을 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 합금원소는 마그네슘(Mg), 실리콘(Si), 구리(Cu), 망간(Mn), 크롬(Cr), 아연(Zn), 니켈(Ni), 철(Fe), 주석(Sn) 또는 리튬(Li)을 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 8

티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말이 혼합된 전구체를 준비하는 단계;

상기 전구체를 알루미늄 용탕에 첨가하는 단계; 및

상기 용탕을 주조하는 단계;

를 포함하며, 상기 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말 중 어느 하나 이상은 소성가공을 인가받은 것인, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 9

제1항 또는 제8항의 제조방법에 의해 제조된 알루미늄 기지 복합재료를 용해하여 용탕을 형성하는 단계;

상기 용탕에 합금원소를 첨가하는 단계; 및

상기 용탕을 주조하는 단계를 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법.

청구항 10

알루미늄 기지; 및

상기 알루미늄 기지 상에 분포하는 탄화 티타늄 입자;를 포함하며,

상기 탄화 티타늄 입자는 티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 및 활성화 물질이 혼합된 전구체로부터 형성된 것인, 알루미늄 기지 복합재료.

청구항 11

알루미늄 기지;

상기 알루미늄 기지 상에 분포하는 탄화 티타늄 입자;를 포함하며,

상기 탄화 티타늄은 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말이 혼합된 전구체로부터 형성된 것이며, 상기 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말 중 어느 하나 이상은 소성가공을 인가받은 것인, 알루미늄 기지 복합재료.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 탄화물과 같은 비금속 재료를 알루미늄 기지 상에 강화상(또는 강화재)으로 분포시켜 기계적 특성을 향상시키는 알루미늄 기지 복합재료에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 주요 강화상으로 탄화 티타늄(TiC)을 생성시킨 알루미늄 기지 복합재료의 제조방법 및 이에 의해 제조된 알루미늄 기지 복합재료에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 알루미늄 기지 복합재료는 순수 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 이루어진 기지 내에 산화물 또는 탄화물 등과 같은 비금속 재료를 강화상으로 분포시킨 것으로서, 경량이면서 강도 및 강성이 높고 내마모성과 고온특성이 우수하기 때문에 수송기기용 구조재료, 기계산업소재, 전기전자재료 등으로의 사용이 기대되고 있다. 금속기지 복합재료의 기계적 특성은 첨가되는 강화재의 종류, 크기, 형상, 부피분율, 기지/강화재의 계면 특성 등에 큰 영향을 받는다. 액상의 기지금속에 세라믹 강화재를 외부에서 주입하여 복합재료를 제조할 경우, 세라믹 강화재와 기지금속간의 낮은 젖음성으로 인하여 세라믹 강화재를 용탕 내에 주입하기가 용이하지 않을 뿐만 아니라, 기지금속/강화재에서 원치 않는 계면 반응의 발생이나 기지/강화재의 낮은 계면 결합력으로 인하여 소재의 기계적 특성이 저하되기도 한다. 이러한 문제점들을 극복하기 위하여 최근에는 용탕 내부에서 강화상을 자발적으로 생성시키는 공정에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 용탕에서 자발 반응으로 생성되는 강화상은 열역학적으로 안정하고, 강화상의 계면이 깨끗하기 때문에 기지/강화상의 계면 결합력이 우수하다. 이러한 이유로 자발 반응을 이용하여 제조되는 금속기지 복합재료의 기계적 특성은 외부에서 강화재를 주입하는 공정으로 제조된 복합재료에 비하여 우수한 기계적 특성을 갖는다.

[0003] 탄화 티타늄(TiC)은 경도 및 탄성계수가 크고 고온 특성이 우수하여 알루미늄 합금에 강화상으로 분포하는 경우, 재료의 강도, 강성, 고온 강도, 내마모성 등을 현저히 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다. 이런 이유로 지금까지 탄화 티타늄 입자를 자발 반응을 이용한 공정으로 제조하는 다양한 시도가 이루어져 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나 기존의 알루미늄 용탕에 자발적으로 탄화 티타늄 입자를 생성시킨 복합재료는 제조시에 알루미늄 용탕의 온도를 1000℃ 이상으로 가열해야 반응이 일어나는 것으로 보고되고 있다. 알루미늄 용탕의 온도는 가능하면 낮게 유지하는 것이 소재의 제조에 유리하다. 이는 장치적인 측면뿐만 아니라 용탕의 온도가 높으면 알루미늄 용

탕 내 첨가 원소의 증발이 발생하기 쉽고, 알루미늄 합금의 특성을 저하시키는 수소 농도가 증가하기 때문이다.

[0005] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하여, 알루미늄 용탕의 온도를 950℃ 이하로 유지하면서 탄화티타늄으로 강화된 알루미늄 복합재료를 안정적으로 제조하는 방법의 제공을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 관점에 따르면, 티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 및 활성화 물질이 혼합된 전구체를 준비하는 단계; 상기 전구체를 알루미늄 용탕에 첨가하는 단계; 및 상기 알루미늄 용탕을 주조하는 단계;를 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법이 제공된다.

[0007] 이때 상기 활성화 물질은 상기 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말 중 적어도 어느 하나와 발열반응을 일으키는 물질일 수 있다.

[0008] 또한 상기 활성화 물질은 산화 구리, 산화 코발트, 산화 망간, 산화 니켈, 산화 철, 산화 바나듐, 산화 크롬 및 산화 텅스텐 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0009] 또한 상기 전구체는 기계적 가압으로 성형하여 제조한 펠렛 또는 상기 펠렛을 파쇄한 것을 포함할 수 있다.

[0010] 또한 상기 티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 및 활성화 물질 중 어느 하나 이상에 소성가공을 인가하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 알루미늄 용탕은 순수 알루미늄 용탕 또는 1종 이상의 합금원소를 포함하는 알루미늄 합금 용탕을 포함할 수 있다.

[0012] 이때 상기 합금원소는 마그네슘(Mg), 실리콘(Si), 구리(Cu), 망간(Mn), 크롬(Cr), 아연(Zn), 니켈(Ni), 철(Fe), 주석(Sn) 또는 리튬(Li)을 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 관점에 의하면, 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말이 혼합된 전구체를 준비하는 단계; 상기 전구체를 알루미늄 용탕에 첨가하는 단계; 및 상기 용탕을 주조하는 단계;를 포함하며, 상기 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말 중 어느 하나 이상은 소성가공을 인가받은 것인, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법이 제공된다.

[0014] 본 발명의 또 다른 관점에 의하면, 상술한 제조방법에 의해 제조된 알루미늄 기지 복합재료를 용해하여 용탕을 형성하는 단계; 상기 용탕에 합금원소를 첨가하는 단계; 및 상기 용탕을 주조하는 단계를 포함하는, 알루미늄 기지 복합재료 제조방법이 제공된다.

[0015] 본 발명의 또 다른 관점에 의하면, 알루미늄 기지; 및 상기 알루미늄 기지 상에 분포하는 탄화 티타늄 입자;를 포함하며, 상기 탄화 티타늄 입자는 티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 및 활성화 물질이 혼합된 전구체로부터 형성된 것인, 알루미늄 기지 복합재료가 제공된다.

[0016] 본 발명의 또 다른 관점에 의하면, 알루미늄 기지; 상기 알루미늄 기지 상에 분포하는 탄화 티타늄 입자;를 포함하며, 상기 탄화 티타늄은 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말이 혼합된 전구체로부터 형성된 것이며, 상기 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말 중 어느 하나 이상은 소성가공을 인가받은 것인, 알루미늄 기지 복합재료가 제공된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 알루미늄 기지 복합재료의 제조방법은 종래의 제조방법에 비하여 낮은 용탕온도에서 반응합성이 가능하고, 반응이 촉진되어 제조공정 시간을 단축시킬 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 반응식 1의 단열온도를 계산한 결과로, 알루미늄 분말 첨가에 따른 단열온도의 변화이다.

도 2는 산화 구리를 7 내지 8중량% 첨가한 전구체에서 알루미늄 분말 첨가에 따른 단열온도의 변화이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 알루미늄 기지 복합재료의 미세조직을 관찰한 결과이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 알루미늄 기지 복합재료의 X-선 회절분석결과를 나타낸 것이다.

도 5는 비교예에 따라 제조된 알루미늄 기지 복합재료의 미세조직을 관찰한 결과이다.

도 6은 비교예에 따라 제조된 알루미늄 기지 복합재료의 X-선 회절분석결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.

[0020] 본 명세서 및 특허청구범위에서는 순수 알루미늄을 용해한 용탕 또는 1종 이상의 합금원소를 포함하는 알루미늄 합금 용탕을 모두 알루미늄 용탕으로 지칭한다.

[0021] 본 발명의 일 실시예를 따르는 제조방법을 따르면, 우선 알루미늄 기지에 분포시킬 강화상을 형성하기 위한 전구체가 제공된다. 여기서 전구체는 알루미늄 용탕 내에서 서로 반응하여 탄화 티타늄을 생성할 수 있는 반응물질들이 혼합되어 있는 혼합체를 의미한다. 이때 상기 전구체는 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말이 혼합되어 있는 혼합체 일 수 있다.

[0022] 탄소와 티타늄에서는 반응식 1과 같은 반응을 통해 탄화 티타늄이 생성된다.

[0023] $Ti + C \rightarrow TiC$ [반응식 1]

[0024] 이 반응은 발열반응이며, 일단 반응이 시작되면 자발적으로 반응이 일어난다. 이러한 자발반응을 이용한 자전연소반응에 의할 경우, 자체 반응에 의해 생성된 반응열을 이용하여 외부에서 에너지를 공급하지 않아도 자발적으로 반응이 전파되면서 지속되게 된다. 다만 알루미늄 용탕에서 반응식 1의 반응으로 탄화 티타늄이 생성될 때, 티타늄과 탄소는 직접 반응하여 탄화 티타늄이 생성되는 것이 아니라 중간 매개체로 알루미늄이 필요하다. 즉, 반응식 2와 반응식 3과 같은 중간 매개물인 Al_3Ti와 Al_4C_3가 생성되고, 이들의 반응으로 인해 최종적으로 반응식 4와 같이 탄화 티타늄이 생성된다.

[0025] $3Al + Ti = Al_3Ti$ [반응식 2]

[0026] $4Al + 3C = Al_4C_3$ [반응식 3]

[0027] $3Al_3Ti + Al_4C_3 = 3TiC + 13Al$ [반응식 4]

[0028] 따라서 알루미늄 분말, 티타늄 분말 및 탄소 분말로 이루어진 전구체를 고온의 알루미늄 용탕에 첨가하는 경우, 반응식 1의 반응이 자발적으로 일어나면서 탄화 티타늄이 생성되게 된다.

[0029] 도 1은 탄화 티타늄의 단열온도를 계산한 결과로, 펠렛(pellet)내 첨가된 알루미늄 분말의 중량%(wt.%)에 따른 반응식 1의 단열온도(Adiabatic Temperature, K) 의 변화를 나타낸 것이다.

[0030] 도 1을 참조하여 설명하면 위에서 설명한 것과 같이 반응식 1의 반응을 통해 알루미늄 용탕에서 탄화 티타늄을 생성시키기 위해서는 중간 매개물을 생성해야 하고, 이러한 중간 매개물의 생성은 일정량 이상의 알루미늄을 혼합분말에 첨가해야 한다. 하지만, 알루미늄을 첨가하게 되면 단열온도가 급격히 감소하게 되는데, 이는 반응열이 작아지고, 반응이 느려지게 되는 것을 의미한다.

[0031] 단열온도가 감소하면 알루미늄 용탕에서 반응식 1의 반응이 완전하게 일어나지 않게 되어 알루미늄 기지에는 Al_3Ti 같은 금속간화합물이 생성될 수 있다. 이러한 금속간화합물은 매우 경도가 높지만 취성 또한 높아서 미세조직 중에 이러한 상들이 다량 존재하게 되면 기계적 특성을 저하시키게 되는 문제가 발생한다. 따라서 이와 같이 반응식 1의 자발반응을 유도하기 위해서는 용탕의 온도를 1000℃ 이상으로 유지하여야 한다.

[0032] 알루미늄의 주조에 있어서, 알루미늄 용탕의 온도는 가능하면 낮게 유지하는 것이 소재의 제조 측면에서 유리하다. 즉, 용탕의 온도를 1000℃ 이상의 고온으로 유지하기 위해서는 높은 에너지를 공급하기 위한 추가적인 장치가 필요하게 된다. 또한 용탕 내 첨가된 합금원소가 용탕이 유지되는 동안 증발되기 쉬우며, 알루미늄 합금의 특성을 저하시키는 수소 농도가 증가할 수 있다.

[0033] 그러므로 알루미늄 용탕의 온도는 감소시키면서, 탄화 티타늄이 생성되는 반응에는 지장을 주지 않기 위해 상기 전구체는 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말 중 어느 하나 이상과 발열반응을 일으켜 반응을 촉진시키기 위한 활성화 물질을 더 포함할 수 있다.

[0034] 예를 들어 산화 구리(CuO)의 경우 알루미늄과 아래 반응식 5와 같은 반응이 일어난다.

[0035] $2Al + 3CuO \rightarrow Al_2O_3 + 3Cu$ [반응식 5]

[0036] 반응식 5는 발열반응이므로 이러한 반응에 의해 생성된 열로 인하여 단열온도를 증가시킬 수 있다. 따라서 알루미늄의 추가로 인해 발생하는 단열온도의 저하를 막아줄 수 있고, 더 낮은 온도에서 완전한 반응이 이루어 질 수 있도록 도와줄 수 있다.

[0037] 즉, 반응식 1의 반응에 추가로 혼합되는 알루미늄으로 인하여 낮아지는 단열온도를 금속산화물의 발열반응으로 보상해주고, 더 낮은 알루미늄 용탕온도에서도 반응식 1의 반응이 자발적으로 일어날 수 있게 하며, 반응을 촉진시켜 금속간화합물의 잔량을 억제하고, 탄화 티타늄의 합성반응을 원활하게 해 줄 수 있다.

[0038] 도 2는 반응식 1의 반응에 산화 구리를 7 내지 8중량% 첨가한 후의 단열 온도의 변화를 계산한 결과를 보여주는 그림이다.

[0039] 도 1 및 도 2를 참조하면, 알루미늄 분말의 첨가함량이 20중량% 이상인 경우에는 반응식 1의 반응만으로 이루어지는 단열온도에 비하여 단열온도가 증가함을 확인할 수 있었다. 반응식 1의 경우 알루미늄 분말을 20중량% 첨가하게 되면 단열온도가 2750K였으나, 산화 구리를 더 첨가할 경우 동일한 알루미늄 분량 함량에서 단열온도가 2793K로 증가하는 것을 알 수 있다. 알루미늄 분말의 함량이 30중량%인 경우에는 산화 구리를 첨가하지 않은 경우 및 첨가한 경우에 각각 단열온도가 2148K 및 2495K로, 산화 구리의 첨가에 따라 단열온도가 약 350K정도 증가한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 산화 구리의 첨가로 탄화 티타늄의 합성 반응이 촉진될 수 있으며, 이에 대응하여 반응식 1이 자발적으로 반응하게 하기 위한 알루미늄 용탕의 최소 온도를 감소시킬 수 있게 된다.

[0040] 여기서 산화 구리는 활성화 물질의 일 예로서, 알루미늄 분말을 포함한 전구체 분말과 발열반응을 일으킬 수 있다. 이러한 활성화 물질은 알루미늄을 포함한 전구체 물질들과의 반응을 통해 반응열을 생성하여 반응식 1에 의해 발생되는 반응열에 추가적으로 반응을 위한 열량을 공급할 수 있다.

[0041] 이러한 활성화 물질은 알루미늄과 반응하여 발열반응을 일으키는 물질일 수 있으며, 산화 구리, 산화 코발트, 산화 망간, 산화 니켈, 산화 철, 산화 바나듐, 산화 크롬 및 산화 텅스텐 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0042] 이때 알루미늄과의 반응을 통해 단열온도를 향상시키기 위해 첨가되는 활성화 물질은 전구체 내에서 1중량% 이상 첨가될 수 있다. 1중량% 미만에서는 이러한 단열온도 상승의 효과가 현저하지 않을 수 있으므로, 1중량% 이상 첨가하여 알루미늄과 완전한 반응이 일어나도록 한다. 또한, 활성화 물질은 40중량%이하로 첨가하는 것이 바람직하다. 일례로 산화 구리를 활성화 물질로 사용할 경우 산화 구리의 분해로 구리(Cu)가 만들어지며 이들은 알루미늄 용탕으로 녹아들어간다. 이렇게 녹아들어간 구리는 알루미늄 합금을 형성하게되며 다량의 구리가 알루미늄에 합금화 될 경우 주조시에 주조성을 저하시키고, 제조된 소재를 압연이나 압출등으로 가공할 경우 가공성을 나쁘게 할 수 있다.

[0043] 전구체를 구성하는 분말들 간의 반응을 촉진시키기 위한 또 다른 예로서, 알루미늄 용탕에 첨가되는 전구체를 구성하는 분말들 중 어느 하나 이상은 소성가공을 인가받은 것일 수 있다.

[0044] 예를 들어 티타늄 분말, 탄소 분말 및 알루미늄 분말을 볼밀(ball-mill) 등과 같은 분말을 소성가공을 인가할 수 있는 장치에 투입한 후, 소정 시간 동안 위 분말들에 기계적으로 소성가공함으로써, 위 분말들 각각을 에너지적으로 활성화 시킬 수 있다.

[0045] 이러한 방법에 의할 경우 소성가공에 의해 분말들의 활성화가 이루어짐에 따라, 반응식 1의 반응이 촉진되게 되며, 결과적으로 더 낮은 알루미늄 용탕 온도에서도 반응식 1이 자발적으로 일어날 수 있게 된다.

[0046] 이상과 같이 예시된 전구체를 구성하는 분말들의 반응을 촉진하는 방법들은 서로 조합되어 적용될 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 알루미늄 분말, 티타늄 분말 및 탄소 분말을 혼합하여 기계적으로 소성가공을 인가한 후 알루미늄과 발열반응하는 활성화 물질도 첨가하여 전구체를 제조하거나 혹은 알루미늄과 발열반응하는 활성화 물질을 알루미늄 분말, 티타늄 분말 및 탄소 분말과 같이 혼합 한 후 기계적으로 소성가공을 부여하여 전구체를 제조할 수 있다.

[0047] 이와 같이 활성화 물질을 첨가하거나 또는 소성가공을 부여한 분말을 소정의 형틀에서 가압함으로써 펠렛(pellet) 형태의 전구체를 제조할 수 있다. 이때 펠렛은 직접 알루미늄 용탕에 투입되거나 혹은 소정의 크기로 파쇄되어 투입될 수 있다. 이러한 전구체를 알루미늄 용탕 내에 투입하고 소정 시간 유지한 후 이를 주조함으로써 탄화 티타늄이 강화상으로 분포하는 알루미늄 기지 복합재료를 제조할 수 있다. 이때 용탕의 온도가 950℃ 이하의 온도로 유지하는 것이 가능하다.

[0048] 알루미늄 용탕은 순수한 알루미늄을 용해하거나 순수한 알루미늄에 합금원소를 1종 이상 첨가하여 제조할 수 있다. 첨가될 수 있는 합금원소는 마그네슘(Mg), 실리콘(Si), 구리(Cu), 망간(Mn), 크롬(Cr), 아연(Zn), 니켈(Ni), 철(Fe), 주석(Sn) 및 리튬(Li)을 포함한다.

[0049] 한편 이와 같이 본 발명의 실시예들에 의해 제조된 알루미늄 기지 복합재료(제1알루미늄 기지 복합재료)를 다시 재용해하여 용탕을 형성한 후, 상술한 합금원소들을 첨가한 후 주조하여 알루미늄 기지 복합재료(제2알루미늄 기지 복합재료)를 제조할 수 있다. 예를 들어 제1알루미늄 기지 복합재료는 순수 알루미늄 기지에 탄화 티타늄을 강화상으로 포함하는 것일 수 있으며, 이를 재용해한 후 용도 또는 합금설계의 목적을 고려하여 적절한 합금원소를 선택하여 첨가함으로써 특성에 맞는 제2알루미늄 기지 복합재료를 제조할 수 있다.

[0050] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위해서 실험예들을 제공한다. 다만, 하기의 실험예들은 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명이 아래의 실험예들에 의해서 한정되는 것은 아니다.

[0051] 표 1에는 실험예 및 비교예의 알루미늄 기지 복합재료를 제조하기 위해 사용한 전구체의 조성 및 반응시 유지한 용탕의 온도가 나타나 있다.

[0052] 실험예 1 내지 실험예 6의 전구체는 티타늄 분말, 탄소 분말, 알루미늄 분말 및 활성화 물질로서 산화 구리 분말의 첨가량을 달리하여 혼합시켜 제조 하였다. 전구체는 완전히 혼합한 후 프레스로 가압성형하여 펠렛으로 제조하였다.

[0053] 알루미늄 용탕은 실험예 6을 제외하고, 순 알루미늄 주괴를 절단하여 용해로에서 완전히 용해한 후 일정한 온도로 유지하였는데, 이때 용탕의 온도를 약 810℃ 내지 920℃로 달리하였다. 용해된 알루미늄 용탕에 제조된 펠렛을 투입하고, 투입된 펠렛이 완전히 반응하여 용탕속으로 스며들면 흑연봉으로 교반을 시키고, 이후 금형몰드에 주조하여 복합재료를 제조하였다.

표 1

[0054]

시편	용탕	펠렛의 조성 (중량%)			용탕 온도 (℃)	반응여부
		CuO	Al	Ti + C		
실험예1	순수알루미늄	7.2	37.5	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	916	완전 반응
실험예2	순수알루미늄	9.5	19.2	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	815	완전 반응
실험예3	순수알루미늄	15.4	26.3	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	815	완전 반응
실험예4	순수알루미늄	8.4	28.4	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	816	완전 반응
실험예5	순수알루미늄	3.1	20.6	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	814	완전 반응
실험예6	A6061	7.2	37.5	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	901	완전 반응
비교예1	순수알루미늄	0	12.0	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	815	불완전 반응
비교예2	순수알루미늄	0	21.3	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	810	불완전 반응
비교예3	순수알루미늄	0	40.4	잔량, Ti:C 비율은 원자비로 1:1	920	불완전 반응

[0055] 표 1을 참조하면, 실험예 1 내지 실험예 6은 모두 용탕의 온도가 916℃ 이하의 온도에서 탄화 티타늄이 생성되

었음을 확인할 수 있었다. 도 3은 실험예 3의 미세조직을 관찰한 결과로서, 미세한 탄화 티타늄 입자(진한회색 부분)가 기지에 생성된 것을 볼 수 있었으며, 이는 도 4의 X-선 회절 분석 결과를 통해서도 확인할 수 있었다.

[0056] 실험예 5의 경우 산화 구리 분말을 3.1중량%만 첨가하여도 반응이 완전하게 일어났으며, 실험예 6의 경우 알루미늄 용탕으로 A6061 합금을 사용하여 반응이 완전하게 일어났다. 실험예 5 및 6 모두 미세조직 내부에 금속간화합물인 Al_3Ti가 거의 없고 탄화 티타늄으로 이루어진 복합재료를 얻을 수 있었다.

[0057] 한편, 비교예 1 내지 3을 참조하면, 산화 구리 분말을 첨가하지 않았을 경우, 불완전한 반응이 일어났다. 비교예 1의 경우, 815℃의 알루미늄 용탕에 알루미늄을 12 중량% 밖에 첨가하지 않았음에도 불구하고, 완전한 반응이 일어나지 않았다.

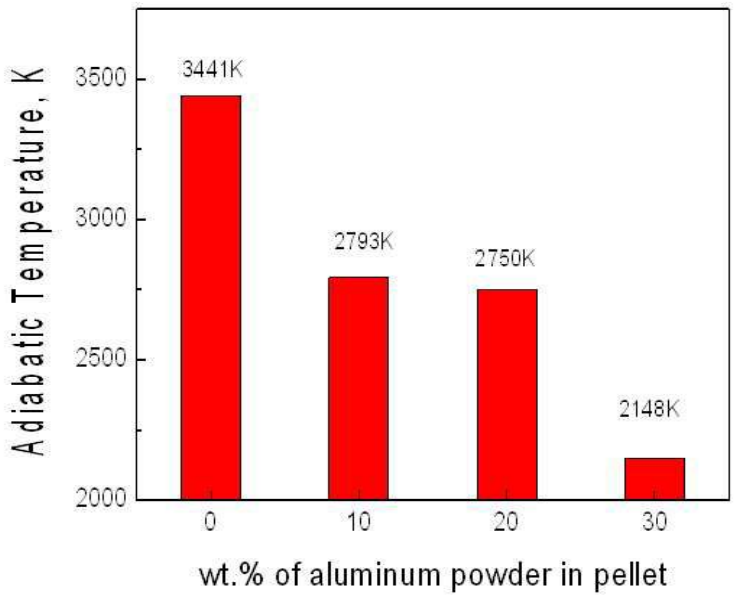
[0058] 이와 반대로, 산화 구리를 3.1중량% 첨가한 실험예 5의 경우 비교예 1 보다 낮은 온도인 814℃의 알루미늄 용탕에 알루미늄을 20.6중량%로 더 많이 첨가 하였음에도 불구하고 완전한 반응이 일어났다. 이를 통해 산화 구리를 첨가하게 되면 더 낮은 용탕 온도에서 탄화 티타늄 입자를 생성하는 완전한 반응이 일어난다는 것을 확일 할 수 있었다.

[0059] 비교예 3의 경우에는 용탕의 온도를 920℃ 까지 증가시켜도 완전한 반응이 일어나지 않았다. 도 5는 비교예 3의 미세조직을 관찰한 결과로서 미세조직 내부에 탄화 티타늄 이외에 조대한 금속간화합물(연회색 입자)인 Al_3Ti가 형성된 것을 확인할 수 있었다. 이는 도 6의 X-선 회절 분석 결과를 통해서도 확인할 수 있었다.

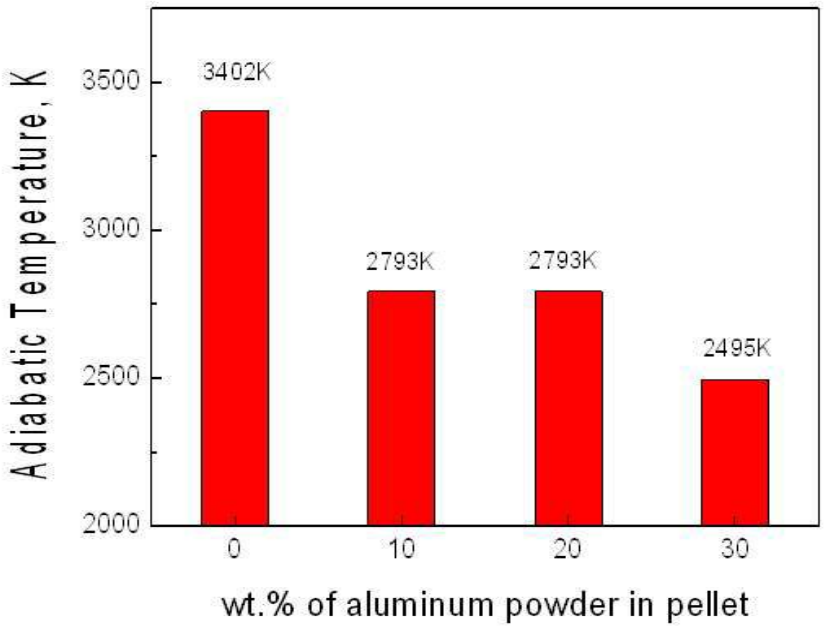
[0060] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

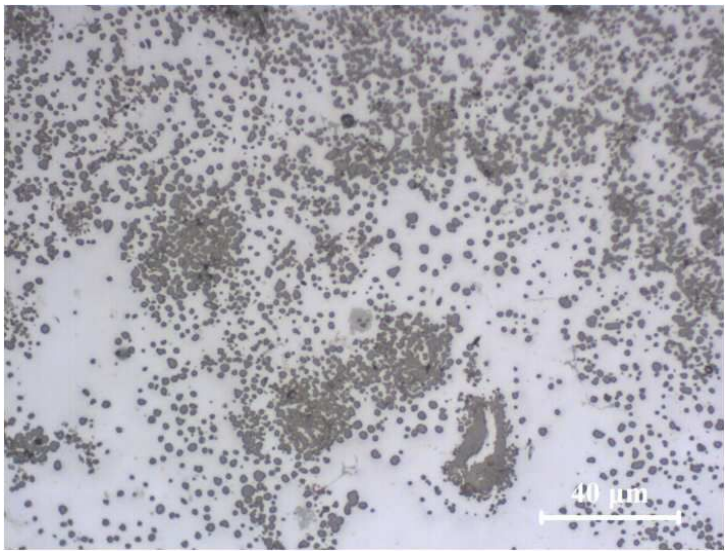
도면1



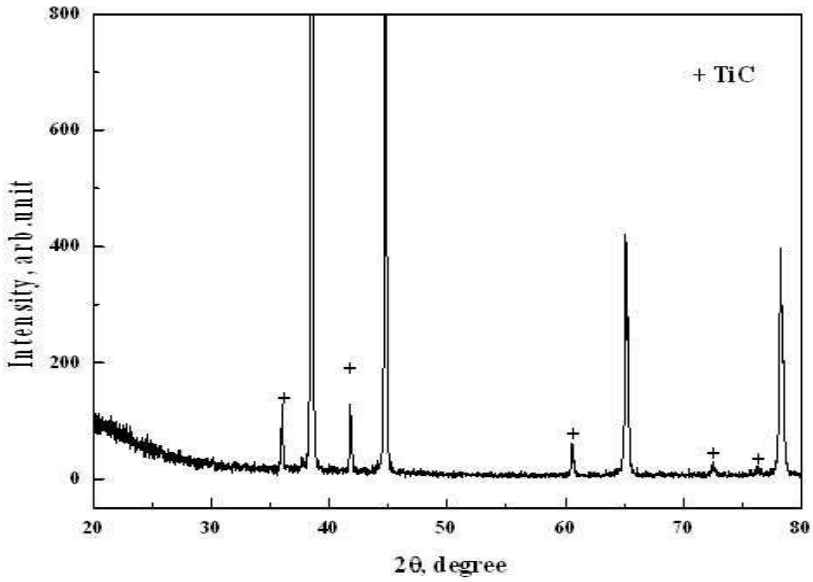
도면2


Adiabatic Temperature, K
3500
3000
2500
2000
3402K
2793K
2793K
2495K
0
10
20
30
wt.% of aluminum powder in pellet

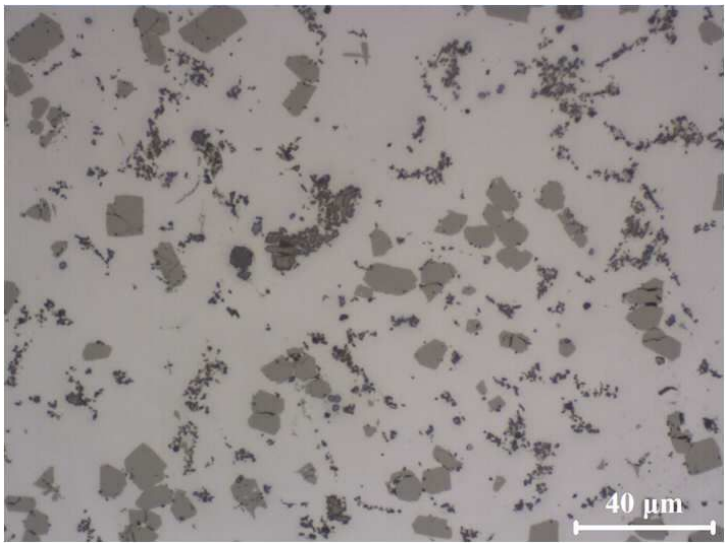
도면3


40 μm

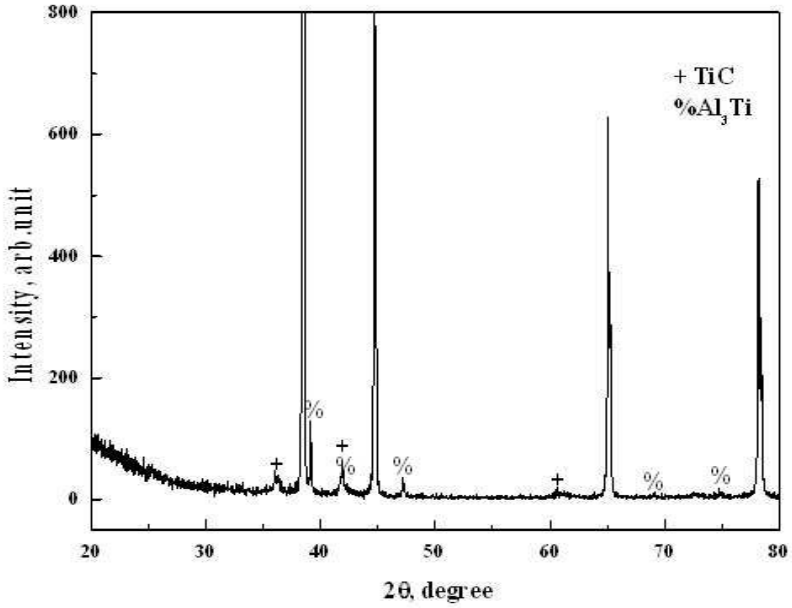
도면4


+ TiC
Intensity, arb.unit
2θ, degree
800
600
400
200
0
20
30
40
50
60
70
80

도면5


40 μm

도면6


+ TiC
%Al3Ti
Intensity, arb.unit
2θ, degree
0
200
400
600
800
20
30
40
50
60
70
80