(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0074045
(43) 공개일자 2014년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 21/00 (2006.01) *B22D 23/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0142211
(22) 출원일자 2012년12월07일
심사청구일자 2012년12월07일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
이상복
경남 김해시 팔판로 93, 407동 305호 (관동동, 팔판마을4단지푸르지오)
이진우
경남 창원시 성산구 가음정로43번길 22, A-102 (가음동, 효성기계아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 12 항

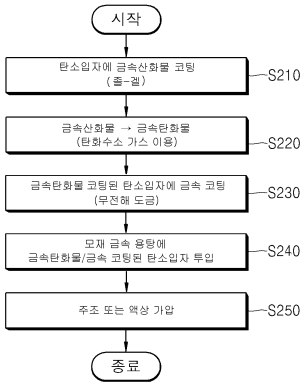
(54) 발명의 명칭 **기계적 특성이 우수한 금속-탄소 복합재 제조 방법**

(57) 요 약

기계적 특성이 우수한 금속-탄소 복합재 제조 방법에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 금속-탄소 복합재 제조 방법은 (a) 졸-겔(Sol-Gel)법을 이용하여 탄소 입자에 금속산화물을 코팅하는 단계; (b) 상기 금속산화물이 코팅된 탄소 입자를 탄화수소 가스에 접촉시켜 상기 금속산화물을 탄화시켜 금속탄화물을 형성하는 단계; (c) 상기 금속탄화물이 코팅된 탄소 입자에 금속을 코팅하는 단계; (d) 상기 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자를 모재 금속 용탕에 첨가하는 단계; 및 (e) 상기 탄소 입자가 첨가된 모재 금속 용탕을 주조하거나 액상 가압하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

이상관

경남 창원시 의창구 용지로 229, 13동 506호 (용호동, 롯데아파트)

엄문광

경남 창원시 성산구 창원대로 797, (상남동)

정병문

경남 창원시 성산구 창원대로 797, (상남동)

이원오

경남 창원시 성산구 창원대로 797, (상남동)

이제욱

서울 영등포구 도신로 31, 302동 2104호 (대림동, 현대3차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10037878
부처명	지식경제부
연구사업명	WPM사업
연구과제명	초경량 구조용 나노 복합소재(3/9)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2012.04.01 ~ 2013.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

(a) 졸-겔(Sol-Gel)법을 이용하여 탄소 입자에 금속산화물을 코팅하는 단계;

(b) 상기 금속산화물을 탄화시켜 금속탄화물을 형성하는 단계;

(c) 상기 금속탄화물이 코팅된 탄소 입자에 금속을 코팅하는 단계;

(d) 상기 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자를 모재 금속 용탕에 첨가하는 단계; 및

(e) 상기 탄소 입자가 첨가된 모재 금속 용탕을 주조하거나 액상 가압하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속산화물은

티타늄옥사이드(TiO_2) 또는 실리콘옥사이드(SiO_2)인 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는

상기 금속산화물이 코팅된 탄소 입자를 탄화수소 가스에 접촉시켜 상기 금속산화물을 탄화시키는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 탄화수소는

불포화 탄화수소 가스인 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는

상기 금속산화물과 탄화물을 용기에 넣고 고에너지 밀링하는 방법으로 상기 금속산화물을 탄화시키는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 탄소 입자는

탄소나노튜브, 탄노나소섬유 및 그라핀 중에서 1종 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 탄소 입자에 코팅되는 금속은

니켈(Ni) 및 구리(Cu) 중 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계는

무전해 도금 방식으로 수행되는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 모재 금속 용탕은

알루미늄 또는 알루미늄 합금을 용융하여 형성하는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 (d) 단계는

모재 금속 용탕 100 부피부에 대하여, 표면에 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자 10~100부피부를 첨가하는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 11

(a) 졸-겔(Sol-Gel)법을 이용하여 탄소 입자에 금속산화물을 코팅하는 단계;

(b) 상기 금속산화물을 탄화시켜 금속탄화물을 형성하는 단계;

(c) 상기 금속탄화물이 코팅된 탄소 입자를 모재 금속 용탕에 첨가하는 단계; 및

(d) 상기 탄소 입자가 첨가된 모재 금속 용탕을 주조하거나 액상 가압하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 금속-탄소 복합재 제조 방법.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 하나의 방법으로 제조된 금속-탄소 복합재.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속-탄소 복합재 제조 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 용융 금속을 이용한 금속-탄소 복합재 제조에 있어 탄소의 분산성을 향상시킬 수 있으며 아울러 제조되는 금속-탄소 복합재의 기계적 특성을 향상시킬 수 있는 금속-탄소 복합재를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 항공기, 자동차 등의 소재는 연비 개선, 에너지 사용량 절감 등을 목표로 점차 경량화 및 고강도화되고 있다. 이러한 이유에서, 복합재료에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

[0003] 금속-탄소 복합재, 특히, 알루미늄-탄소 복합재는 경량성, 고강도, 우수한 성형성 등 많은 장점이 있는 소재로서, 항공기 구조 부재 등 다양한 용도로 사용되고 있다.

[0004] 도 1은 종래의 알루미늄-탄소나노튜브 복합재 제조 방법을 나타낸 것이다.

[0005] 도 1을 참조하면, 종래의 알루미늄-탄소나노튜브 복합재는 알루미늄 파우더와 탄소나노튜브 파우더를 혼합하고(S110), 이를 밀링(milling)한 후(S120), 소결(sintering)하는 과정을 통하여 제조된다.

[0006] 즉, 종래의 알루미늄-탄소나노튜브 복합재는 분말야금법에 기초하여 제조되었다. 그러나, 이러한 방법은 제조 비용이 과다하게 많이 소요되고, 많은 양의 알루미늄-탄소나노튜브 복합재를 연속적으로 제조하기 어려운 문제점이 있다.

[0007] 본 발명과 관련된 배경기술로는 대한민국 공개특허공보 제10-2010-0096377호(2010.09.02. 공개)에 개시된 탄소나노튜브(CNT)- 알루미늄 복합재료의 제조방법이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 주조법 또는 액상 가압법을 이용하여 금속-탄소 복합재를 제조하되, 탄소 입자의 젖음성 및 분산안정성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 제조된 복합재의 기계적 특성을 향상시킬 수 있는 금속-탄소 복합재 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 금속-탄소 복합재 제조 방법은 (a) 졸-겔(Sol-Gel)법을 이용하여 탄소 입자에 금속산화물을 코팅하는 단계; (b) 상기 금속산화물을 탄화시켜 금속탄화물을 형성하는 단계; (c) 상기 금속탄화물이 코팅된 탄소 입자에 금속을 코팅하는 단계; (d) 상기 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자를 모재 금속 용탕에 첨가하는 단계; 및 (e) 상기 탄소 입자가 첨가된 모재 금속 용탕을 주조하거나 액상 가압하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 금속-탄소 복합재 제조 방법은 (a) 졸-겔(Sol-Gel)법을 이용하여 탄소 입자에 금속산화물을 코팅하는 단계; (b) 상기 금속산화물을 탄화시켜 금속탄화물을 형성하는 단계; (c) 상기 금속탄화물이 코팅된 탄소 입자를 모재 금속 용탕에 첨가하는 단계; 및 (d) 상기 탄소 입자가 첨가된 모재 금속 용탕을 주조하거나 액상 가압하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 금속-탄소 복합재 제조 방법은 주조법 또는 액상 가압법을 이용하여 금속-탄소 복합재를 제조함에 있어, 졸-겔법을 이용하여 탄소입자 표면에 미리 금속산화물을 코팅하고 에틸렌 가스와 같은 탄화수소 가스

를 접촉시켜 금속산화물을 금속탄화물로 변화시키는 과정을 포함함으로써, 액상 공정으로 금속-탄소 복합재 제조시 용탕의 안정성 및 탄소 입자의 분산성을 향상시킬 수 있으며, 제조된 금속-탄소 복합재의 기계적 특성을 보다 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 종래의 알루미늄-탄소나노튜브 복합재 제조 방법을 나타낸 것이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 금속-탄소 복합재 제조 방법을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 기계적 특성이 우수한 금속-탄소 복합재 제조 방법에 대하여 상세히 설명하기로 한다.

[0015] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 금속-탄소 복합재 제조 방법을 나타낸 것이다.

[0016] 도 2를 참조하면, 도시된 금속-탄소 복합재 제조 방법은 금속산화물 코팅 단계(S210), 금속산화물 탄화 단계(S220), 금속 코팅 단계 (S230), 금속탄화물/금속 코팅 탄소 입자 첨가 단계(S240) 및 주조 또는 액상 가압 단계(S250)를 포함한다.

[0017] 먼저, 금속산화물 코팅 단계(S210)에서는 졸-겔(Sol-Gel)법을 이용하여 탄소입자 표면에 금속산화물을 코팅한다.

[0018] 탄소 입자는 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube; CNT), 탄노나소섬유(Carbon Nano Fiber; CNF) 및 그라핀(Graphene) 중에서 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0019] 금속산화물은 졸-겔법에 의해 쉽게 형성될 수 있는 티타늄옥사이드(TiO_2) 또는 실리콘옥사이드(SiO_2)가 될 수 있다. 이들 티타늄옥사이드, 실리콘옥사이드를 졸-겔법으로 코팅하기 위하여 티타늄 알콕사이드, 실리콘 알콕사이드 등의 전구체가 이용될 수 있다.

[0020] 다음으로, 금속산화물 탄화 단계(S220)에서는 탄소입자에 코팅된 금속산화물을 탄화시킴으로써 금속산화물이 금속탄화물로 변화되도록 한다.

[0021] 금속탄화물의 경우, 금속산화물에 비하여 기계적 특성이 보다 우수한 것으로 알려져 있다. 따라서, 탄소입자의 경우, 금속산화물이 형성되어 있는 것 보다 금속탄화물이 형성되어 있는 것이 보다 바람직하다. 그러나, TiC, SiC와 같은 금속탄화물의 경우, 전구체의 부재로 인하여 졸-겔법으로 탄소 입자에 직접 코팅하기 어렵다.

[0022] 이에, 본 발명에서는 먼저 TiO_2, SiO_2와 같은 금속산화물을 형성한 후, 탄화를 통하여 금속산화물이 TiC, SiC와 같은 금속탄화물로 변화되도록 함으로써, 탄소 입자 표면에 금속탄화물을 형성하는 효과를 얻을 수 있다.

[0023] 금속산화물의 탄화를 위하여, 금속산화물이 코팅된 탄소입자를 탄화수소 가스에 접촉시킬 수 있다. 탄화수소 가스와 금속산화물과의 접촉을 위하여, 탄화수소 가스를 계속 흘려주거나, 탄화수소 가스 분위기 하에서 열처리하는 방법 등이 이용될 수 있다. 또한, 금속산화물의 탄화를 위하여, 금속산화물과 탄화물을 용기에 넣고 고에너지 밀링하는 방법 등도 이용될 수 있다.

[0024] 이때, 탄화수소 가스는 포화 탄화수소 가스에 비하여 반응성이 상대적으로 큰 불포화 탄화수소 가스를 이용하는 것이 바람직하고, 일예로 에틸렌계 가스, 아세틸렌계 가스 등을 제시할 수 있다.

[0025] 다음으로, 금속 코팅 단계(S230)에서는 금속탄화물이 코팅된 탄소 입자에 금속을 코팅한다.

[0026] 금속 코팅은 반드시 필수적인 것은 아니나, 금속 코팅을 통하여, 모재 금속 용탕에서 탄소입자의 젖음성을 보다 향상시킬 수 있다.

[0027] 탄소 입자 자체의 경우, 응집성이 강하고, 금속 용탕에 젖음성이 좋지 않다. 또한 탄소 입자 자체의 경우, 예를 들어, 알루미늄의 비중은 대략 2.7, CNT의 비중은 대략 1.5로서, 용탕을 구성하는 금속에 비하여 비중이 상대적으로 낮아, 금속 용탕 내에 제대로 분산되기 어렵다.

[0028] 이에 본 발명에서는 탄소 입자 자체를 투입할 때의 문제점을 해결하기 위하여, 탄소 입자 표면에 금속을 코팅한 후 모재 금속 용탕에 투입한다.

[0029] 탄소 입자에 코팅되는 금속은, 금속 용탕에의 젖음성을 향상시키는 역할을 한다. 이러한 금속으로는 니켈(Ni), 구리(Cu) 등이 제시될 수 있다. 이러한 금속은 무전해 도금 방식으로 금속탄화물이 코팅된 탄소 입자에 코팅될 수 있다.

[0030] 다만, 탄소나노튜브와 같은 탄소입자의 경우, 그 사이즈가 너무 작아 금속의 코팅안정성을 확보하기 어렵다. 또한, 탄소입자에 금속만 코팅할 경우, 탄소 입자의 모재 금속 용탕 내에서의 젖음성은 향상시킬 수 있으나, 금속 용탕에 쉽게 용해되어 그 효과가 불충분하다.

[0031] 이에 본 발명에서는 금속 코팅 이전에 미리 전술한 바와 같은 과정(S210, S220)을 통하여 금속탄화물을 코팅함으로써, 탄소입자의 사이즈 증대를 통하여 금속이 탄소 입자 표면에 코팅이 제대로 이루어질 수 있도록 하며, 금속 모재 용탕 내에서 코팅된 금속이 용해되더라도 금속탄화물의 존재로 인하여 분산 안정성이 유지될 수 있도록 한다.

[0032] 한편, 탄소입자 표면에 코팅되는 금속은 탄소입자 100부피부 대비 50~400부피부인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 100~200부피부를 제시할 수 있다. 코팅되는 금속이 탄소입자 100부피부 대비 50부피부 미만일 경우, 젖음성 향상이 불충분하다. 반대로, 코팅되는 금속이 탄소입자 100부피부 대비 400부피부를 초과하는 경우, 더 이상의 젖음성 향상없이 금속-탄소 복합재 제조 비용만 증가시킬 수 있다.

[0033] 다음으로, 탄소 입자 첨가 단계(S240)에서는 모재 금속 용탕에, 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자를 첨가한다.

[0034] 이때, 모재 금속은 순수한 알루미늄 또는 알루미늄 합금이 될 수 있다.

[0035] 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자는 금속 용탕 100부피부 대비 10~100부피부로 첨가되는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 15~50부피부를 제시할 수 있다.

[0036] 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자의 첨가량이 금속 용탕 100 부피부 대비 10부피부 미만일 경우, 탄소 입자 첨가로 인한 강도 향상 등의 효과가 불충분하다. 반대로, 금속탄화물 및 금속이 코팅된 탄소 입자의 첨가량이 금속 용탕 100 부피부 대비 100 부피부를 초과하는 경우, 탄소 입자들의 응집으로 인하여 주조 또는 액상 가압 공정이 어려워질 수 있다.

[0037] 다음으로, 주조 또는 액상 가압 단계(S250)에서는 탄소 입자가 첨가된 모재 금속 용탕을 주조하거나 액상 가압하여 정해진 형태의 금속-탄소 복합재를 제조한다.

[0038] **실시예**

[0039] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 본 발명의 구성 및 작용을 더욱 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 본 발명의 바람직한 예시로 제시된 것이며 어떠한 의미로도 이에 의해 본 발명이 제한되는 것으로 해석될 수는

없다.

[0040] 여기에 기재되지 않은 내용은 이 기술 분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.

[0041] **1. 금속-탄소 복합재 시편의 제조**

[0042] 실시예 1

[0043] 알루미늄을 용융시켜 100부피부의 용탕을 형성하고, 졸-겔법으로 티타늄옥사이드가 코팅되고 에틸렌 가스에 의하여 티타늄카바이드로 변화되었으며, 티타늄카바이드 위에 무전해 도금 방식으로 니켈이 코팅된 탄소나노튜브(MWNT-CM95, 비중 1.34, 한화나노텍 제조) 20부피부를 투입한 후, 출탕 및 자연냉각하여, 실시예 1에 따른 복합재 시편을 제조하였다.

[0044] 실시예 2

[0045] 알루미늄을 용융시켜 100부피부의 용탕을 형성하고, 졸-겔법으로 실리콘옥사이드가 코팅되고 에틸렌 가스에 의하여 실리콘카바이드로 변화되었으며, 실리콘카바이드 위에 무전해 도금 방식으로 구리가 코팅된 탄소나노섬유(VGCF-H, 비중 1.6, 쇼와덴코카본 제조) 20부피부를 투입한 후, 출탕 및 자연냉각하여, 실시예 2에 따른 복합재 시편을 제조하였다.

[0046] 비교예 1

[0047] 알루미늄을 용융시켜 100부피부의 용탕을 형성하고, 니켈이 코팅된 탄소나노섬유(VGCF-H, 비중 1.6, 쇼와덴코카본 제조) 20부피부를 투입한 후, 출탕 및 자연냉각하여, 비교예 1에 따른 복합재 시편을 제조하였다.

[0048] **2. 물성 평가**

[0049] 표 1은 실시예 1~2 및 비교예 1에 따라 제조된 금속-탄소 복합재의 물성을 나타낸 것이다.

[0050] [표 1]

[0051]

구 분	인장강도 (MPa)	탄성계수 (GPa)	비중
실시예 1	247	95	2.82
실시예 2	253	99	2.84
비교예 1	43	-	2.79

[0052] 표 1을 참조하면, 실시예 1~2에 따른 금속-탄소 복합재의 경우, 비교예 1에 따른 복합재에 비하여 현저히 높은 강도를 나타내었다. 이는 복합재 제조 과정에서 실시예 1~2의 경우 금속 용탕 내에 탄소 입자가 고르게 분산되었으며, 아울러 탄소입자 표면에 금속 탄화물이 형성되었기 때문이라 볼 수 있다.

[0053] 본 발명은 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

부호의 설명

[0054] S210 : 금속산화물 코팅 단계

S220 : 금속산화물 탄화 단계

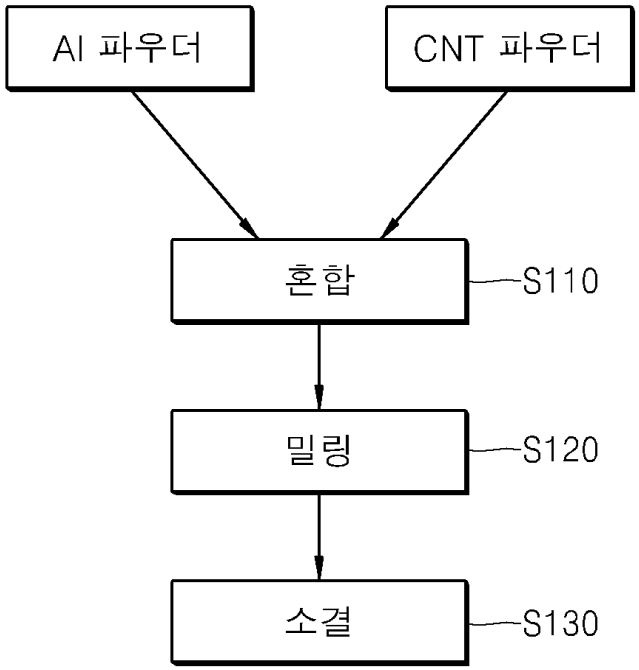
S230 : 금속 코팅 단계

S240 : 금속탄화물/금속 코팅 탄소입자 첨가 단계

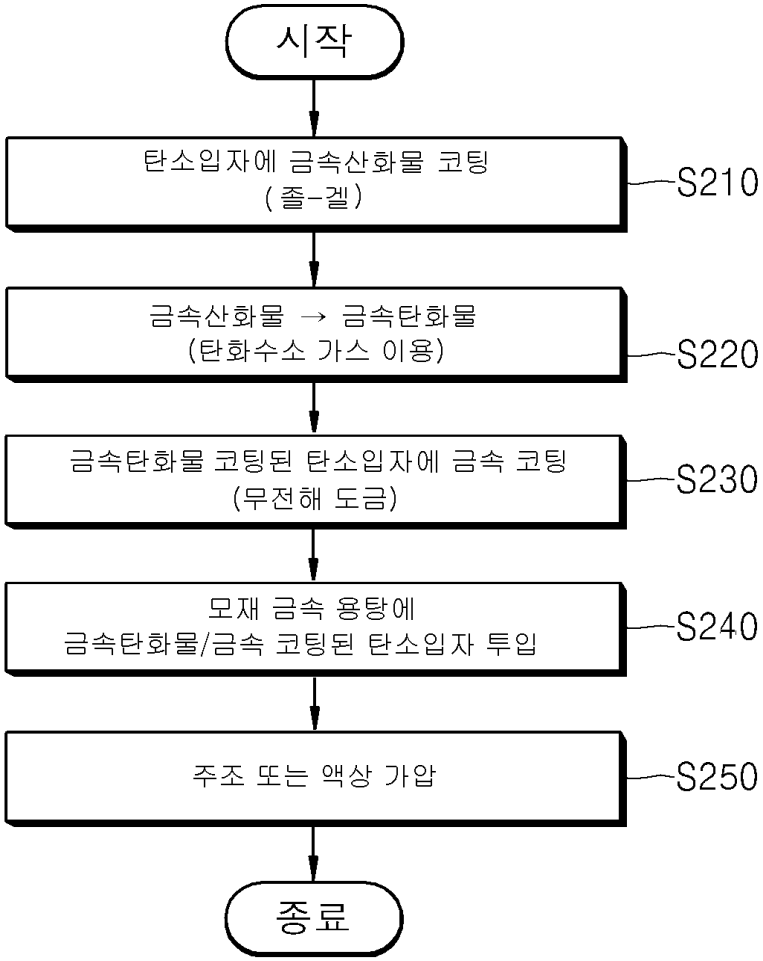
S250 : 주조 또는 액상 가압 단계

도면

도면1



도면2


시작
탄소입자에 금속산화물 코팅
(졸-겔)
S210
금속산화물 → 금속탄화물
(탄화수소 가스 이용)
S220
금속탄화물 코팅된 탄소입자에 금속 코팅
(무전해 도금)
S230
모재 금속 용탕에
금속탄화물/금속 코팅된 탄소입자 투입
S240
주조 또는 액상 가압
S250
종료