(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0093653
(43) 공개일자 2021년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23P 15/10 (2006.01) *B21C 23/04* (2006.01)
B22F 3/15 (2006.01) *C22C 1/05* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23P 15/10 (2013.01)
B21C 23/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0007517
(22) 출원일자 2020년01월20일
심사청구일자 2020년01월20일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)
(72) 발명자
권한상
부산광역시 수영구 광안해변로 459-5, 402호(민락동, 화인 아트빌리지)
(74) 대리인
김정수

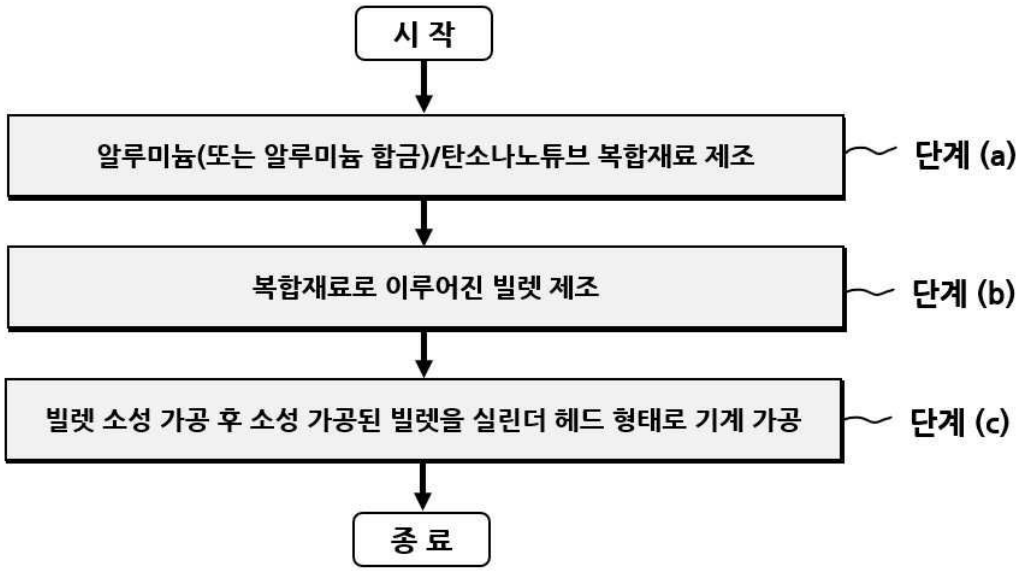
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법 및 이에 의해 제조된 실린더 헤드**

(57) 요 약

본 발명은, (a) (i) 알루미늄 또는 알루미늄 합금 및 (ii) 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)를 포함하는 복합재료를 제조하는 단계; (b) 상기 복합재료로 이루어진 빌렛(billet)을 제조하는 단계; 및 (c) 상기 빌렛을 소성 가공하고 실린더 헤드 형태로 기계 가공하는 단계를 포함하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법에 대한 것으로서, 본 발명에 의하면 탄소나노튜브로 강화된 알루미늄 기지의 이종 복합재료를 이용해 실린더 헤드를 제조함으로써 기존의 압착 기계용 실린더 헤드의 다양한 문제점을 극복하고 고강도, 초경량성 및 고내구성을 가지는 압착 기계용 실린더 헤드를 제조할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B22F 3/15 (2013.01)
C22C 1/053 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) (i) 알루미늄 또는 알루미늄 합금 및 (ii) 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)를 포함하는 복합재료를 제조하는 단계;

(b) 상기 복합재료로 이루어진 빌렛(billet)을 제조하는 단계; 및

(c) 상기 빌렛을 소성 가공하고 실린더 헤드 형태로 기계 가공하는 단계;를 포함하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 (a)에서,

(i) 알루미늄 또는 알루미늄 합금과 (ii) 단일벽 탄소나노튜브(SWCNT) 분말을 볼밀링(ball milling)을 통해 혼합하고 복합화하여 복합재료를 제조하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계 (b)에서,

상기 복합재료를 핫프레스(hot press) 또는 열간 정수압 프레스(hot isostatic press, HIP)를 이용해 가압하여 빌렛을 제조하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 (c)에서,

상기 빌렛을 압출 다이스(extrusion dies)를 이용하여 직접 압출(direct extrusion)시키는 소성 가공을 실시하고 실린더 헤드 형태로 기계 가공하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복합재료는 80 ~ 99 vol%의 알루미늄 또는 알루미늄 합금 및 1 ~ 20 vol%의 탄소나노튜브를 포함하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 방법에 의해 제조된 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 신발제조용 압착기 등과 같은 압착 기계의 압착판에 연결된 피스톤을 수용하는 실린더의 윗부분을 씌우는 덮개인 실린더 헤드를 제조하는 방법에 대한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 신발제조용 압착기는 신발의 구성품인 갑피와 밑창(미드솔 및 아웃솔로 구성됨)을 압착시켜 접합시키는 장치로서, 접합 전의 갑피 및 밑창 주변을 따라 다수의 실린더가 구비되어 각 실린더의 피스톤 로드의 일단에 고정된 압착 패드가 소정의 경로를 따라 이동해 갑피 및 밑창이 그 둘레면에 밀착된 상태에서 갑피 및 밑창을 압착해 신발을 제조하게 된다.

[0003] 한편, 상기 신발제조용 압착기를 비롯한 각종 압착 기계의 실린더에 포함되는 실린더 헤드는 대부분 탄소강 및 주강으로 제조되고 있는데, 이들 원재료의 가격은 낮은 편이지만 가공성이 떨어져 후속 공정에 많은 비용이 소요된다. 또한, 중량이 크며 단순한 기능으로 인해 고강도, 경량성, 고내구성을 가지는 소재의 적용이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국 공개실용신안 제20-1998-058790호 (공개일: 1998.10.26.)

(특허문헌 0002) 한국 공개특허 제10-2017-0128669호 (공개일: 2017.11.23.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 고강도, 경량성 및 고내구성을 가지는 압착 기계용 실린더 헤드의 제조방법 및 이에 의해 제조된 실린더 헤드의 제공을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은, 전술한 기술적 과제를 해결하기 (a) (i) 알루미늄 또는 알루미늄 합금 및 (ii) 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)를 포함하는 복합재료를 제조하는 단계; (b) 상기 복합재료로 이루어진 빌렛(billet)을 제조하는 단계; 및 (c) 상기 빌렛을 소성 가공하고 실린더 헤드 형태로 기계 가공하는 단계;를 포함하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법을 제안한다.

[0007] 또한, 상기 단계 (a)에서, (i) 알루미늄 또는 알루미늄 합금과 (ii) 단일벽 탄소나노튜브(SWCNT) 분말을 볼밀링(ball milling)을 통해 혼합하고 복합화하여 복합재료를 제조하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법을 제안한다.

[0008] 또한, 상기 단계 (b)에서, 상기 복합재료를 핫프레스(hot press) 또는 열간 정수압 프레스(hot isostatic press, HIP)를 이용해 가압하여 빌렛을 제조하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법을 제안한다.

[0009] 또한, 상기 단계 (c)에서, 상기 빌렛을 압출 다이스(extrusion dies)를 이용하여 직접 압출(direct extrusion)시키는 소성 가공을 실시하고 실린더 헤드 형태로 기계 가공하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법을 제안한다.

[0010] 또한, 상기 복합재료는 80 ~ 99 vol%의 알루미늄 또는 알루미늄 합금 및 1 ~ 20 vol%의 탄소나노튜브를 포함하는 것을 특징으로 하는 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법을 제안한다.

[0011] 그리고, 본 발명은 발명의 다른 측면에서 상기 제조방법에 의해 제조된 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드를 제안한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 압착 기계용 실린더 헤드의 제조방법에 의하면, 탄소나노튜브로 강화된 알루미늄 기지의 이종 복합재료를 이용해 실린더 헤드를 제조함으로써 기존의 압착 기계용 실린더 헤드의 다양한 문제점을 극복하고 고강도, 초경량성 및 고내구성을 가지는 압착 기계용 실린더 헤드를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드 제조방법의 각 단계를 도시한 공정 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0015] 본 발명의 개념에 따른 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0016] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 이하, 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압착 기계용 알루미늄 복합재료 실린더 헤드의 제조방법의 공정 순서도이다.

[0019] 도 1을 참조하면, 본 발명은 (a) (i) 알루미늄 또는 알루미늄 합금 및 (ii) 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT)를 포함하는 복합재료를 제조하는 단계; (b) 상기 복합재료로 이루어진 빌렛(billet)을 제조하는 단계; 및 (c) 상기 빌렛을 소성 가공하고 실린더 헤드 형태로 기계 가공하는 단계를 포함해 이루어진다.

[0020] 먼저, 상기 단계 (a)에서는 이종(異種) 재료인 알루미늄(또는 알루미늄 합금)과 탄소나노튜브(CNT)를 복합화해 탄소나노튜브로 강화된 알루미늄 기지의 이종 복합재료를 제조한다.

[0021] 일례로, 본 단계 (a)에서는 알루미늄(또는 알루미늄 합금) 분말 및 탄소나노튜브(CNT)을 볼 밀(ball mill)하여 분말 형태를 가지는 복합재료를 제조할 수 있다.

[0022] 여기서, 상기 알루미늄 합금 분말은 1000번대 계열, 2000번대 계열, 3000번대 계열, 4000번대 계열, 5000번대 계열, 6000번대 계열, 7000번대 계열 및 8000번대 계열로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나일 수 있다.

[0023] 상기 알루미늄 합금 분말은 평균 입자 크기가 0.1 내지 5 ㎛인 것을 사용할 수 있다. 알루미늄 합금 분말의 평균 입자 크기가 0.1 ㎛ 미만인 경우에는, 탄소나노튜브 분말과 함께 응집되어 균질한 복합재료를 수득하기 어렵고, 평균 입자 크기가 5 ㎛를 초과하는 경우에는, 탄소나노튜브의 균일한 분산이 어려워 불균일한 복합재료가 형성될 수 있어, 상기 수치 범위의 평균 입경을 가지는 알루미늄 합금 분말을 사용하는 것이 바람직하며, 보다 바람직하게는 상기 알루미늄 합금 분말은 평균 입경이 0.1 내지 2 ㎛인 것을 사용할 수 있다.

[0024] 한편, 마이크로 사이즈의 상기 알루미늄 또는 알루미늄 합금 입자는 나노 사이즈의 상기 탄소나노튜브와 사이즈 차이가 커서 분산이 어렵고, 상기 탄소나노튜브는 강한 반데르발스 힘에 의해서 응집되기 쉬워 상기 탄소나노튜브를 상기 알루미늄 또는 알루미늄 합금 분말과 균일하게 분산시키기 위해서 분산 유도제가 더 첨가될 수 있다.

[0025] 상기 분산 유도제로는 나노 SiC, 나노 SiO_2 나노 Al_2O_3,나노 TiO_2,나노 Fe_3O_4,나노 MgO, 나노 ZrO_2및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나의 나노 크기의 세라믹을 사용할 수 있으며, 상기 분산 유도제는 알루미늄 또는 알루미늄 합금 분말 100 부피부에 대하여 0.1 ~ 10 부피부로 포함될 수 있다.

[0026] 또한, 탄소나노튜브와 알루미늄 사이의 계면 특성을 향상시켜 탄소나노튜브의 우수한 기계적 특성을 최대한으로 활용하기 위해, 탄소나노튜브를 알루미늄 또는 알루미늄 합금과 복합화하기 전에 탄소나노튜브 표면을 칼륨 지르코늄 플루오라이드(potassium zirconium fluoride)로 코팅하는 전처리 과정을 거치는 것이 바람직하다.

[0027] 또한, 탄소나노튜브의 알루미늄 또는 알루미늄 합금 기지 내 분산성을 향상시키기 위해 탄소나노튜브를 알루미늄 또는 알루미늄 합금과 복합화하기 전에 탄소나노튜브를 산(acid)으로 표면 처리하고 이를 유기 용매(바람직

하게는, 에탄올)에 분산시킨 후 알루미늄 또는 알루미늄 합금 분말과 혼합하여 볼밀링하는 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 복합재료 제조 공정 중 분말 간의 마찰계수를 감소시키기 위해서 알루미늄 또는 알루미늄 합금과 탄소나노튜브 분말의 합산 부피 100 부피부에 대하여 공정 제어제로서 헵탄, 헥산 및 알코올에서 선택되는 하나 또는 둘 이상의 유기 용매를 10 ~ 50 부피부로 사용할 수 있다. 상기 유기 용매는 볼 밀 후 용기를 오픈하여 복합재료 분말 회수시 후드에서 모두 증발되고, 회수되는 복합재료 분말에는 알루미늄 또는 알루미늄 합금 분말과 탄소나노튜브만 남는다.

[0029] 본 단계 (a)에서 제조되는 상기 복합재료 분말은 80 ~ 99 vol%의 알루미늄 또는 알루미늄 합금 분말 및 1 ~ 20 vol%의 탄소나노튜브 분말을 포함하는 것이 바람직한데, 이는 상기 탄소나노튜브 분말이 1 vol% 미만인 경우 탄소나노튜브 첨가에 따른 복합재료의 기계적 특성 향상을 기대하기 어려우며, 20 vol%를 초과할 경우에는 추가적인 물성 향상을 기대하기 어렵기 때문이다. 더욱 바람직하게는 상기 복합재료는 탄소나노튜브 분말 1 ~ 10 vol% 및 알루미늄 또는 알루미늄 합금 잔부로 구성할 수 있다.

[0030] 본 단계 (a)에서 실시하는 볼밀링 공정은 전동 볼밀링, 교반 볼밀링, 유성 볼밀링 등의 다양한 방식 중에서 택할 수 있으나, 바람직하게는, 유성 볼밀링 공정(planatary ball milling process)을 수행하여 복합분말을 제조할 수 있으며, 이때, 볼(ball)에 대한 상기 알루미늄 합금 분말 및 탄소나노튜브 분말의 중량비(BPR)를 10 : 1 내지 1 : 1로 설정하여 유성 볼밀링 공정을 수행할 수 있으며, 보다 바람직하게는 BPR을 6 : 1로 설정하여 유성 볼밀링 공정을 수행함으로써 균질한 복합재료 분말을 제조할 수 있다. 특히, 상기 유성 볼밀링 공정에 사용되는 볼은 자기 윤활성, 인성 및 기계적 강도 등의 특성이 우수한 지르코니아 볼을 사용할 수 있다.

[0031] 나아가, 상기 유성 볼밀링 공정을 100 내지 500 rpm으로 1 내지 20시간 동안 수행할 수 있다. 상기 유성 볼밀링 공정을 수행하는 시간이 1시간 미만인 경우, 금속 분말 및 단일벽 탄소나노튜브 분말이 조대한 입자를 형성하여 후술할 단계에서 빌렛 제조 및 소성 가공 통해 탄소나노튜브 강화 알루미늄 기지 복합재료를 제조할 때 복합재료의 물성이 떨어지는 문제가 있을 수 있다. 보다 바람직하게는, 상기 유성 볼밀링 공정을 250 rpm으로 5 내지 10시간 동안 수행하도록 구성하여 균질한 복합재료 분말을 제조할 수 있다.

[0032] 전술한 볼밀링 공정을 통한 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료 제조방법 외에, 본 단계 (a)에서는 알루미늄(또는 알루미늄 합금) 포일(foil) 또는 조각(chip)에 탄소나노튜브를 증착시킨 후 상기 탄소나노튜브가 증착된 다수의 알루미늄(또는 알루미늄 합금) 포일 또는 조각들을 방전 플라즈마 소결(spark plasma sintering, SPS)시켜 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료를 제조할 수 있다.

[0033] 보다 구체적으로, 산(acid)으로 전처리한 탄소나노튜브 및 알루미늄 전구체 (질산알루미늄 등)를 유기 용매(알코올 및 아세톤의 혼합 용매 등)에 분산시켜 제조한 용액을 전기 도금액으로 사용하고, 알루미늄(또는 알루미늄 합금) 포일 또는 조각과 스테인리스스틸 각각을 전극으로 이용해 전기 도금을 실시함으로써 표면에 탄소나노튜브가 증착된 알루미늄(또는 알루미늄 합금) 포일 또는 조각을 제조할 수 있다. 이어서, 상기 표면에 탄소나노튜브가 증착된 알루미늄(또는 알루미늄 합금) 포일 또는 조각들을 방전 플라즈마 소결해 탄소나노튜브로 강화된 알루미늄 기지 복합재료를 제조할 수 있다.

[0034] 본 단계 (a)에서 전술한 바에 따라 제조되는 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료는 탄소나노튜브를 포함함에 따라 후술할 공정에서 이를 이용해 빌렛 형태로 성형한 후 압출, 압연, 단조 등의 소성 가공을 통해 얻어진 복합재료에 고열전도성, 고강도, 경량화 특성을 부여할 수 있기 때문에, 기존의 실린더 헤드가 지니는 한계를 극복한 우수한 물성의 실린더 헤드의 구현에 매우 유용하게 활용될 수 있다.

[0035] 다음으로, 상기 단계 (b)에서는 이전 단계에서 얻어진 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료로 이루어지는 빌렛(billet)을 제조한다.

[0036] 본 단계 (b)에서는 후술하는 단계 (c)의 빌렛 소성 가공 및 기계 가공에 제공되는 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료로 이루어진 빌렛을 제공하기 위해, 이전 단계에서 제조된 상기 복합재료를 핫프레스(hot press) 또는 열간 정수압 프레스(hot isostatic press, HIP)를 이용해 400 ~ 700 MPa의 압력 하에서 200 ~ 600 ℃ 온도로 1 ~ 30 분 동안 가압하여 빌렛 형태로 가공한다.

[0037] 본 단계 (b)에서 빌렛을 제조함에 있어서 상기와 같이 열간 가압 소결법을 사용할 수도 있지만, 단시간 내에 정밀하게 소결할 필요가 있을 경우에는 방전 플라즈마 소결을 사용할 수 있으며, 예를 들어, 400 ~ 700 MPa의 압력 하에서 200 ~ 600 ℃ 온도로, 1 ~ 30 분 동안 방전 플라즈마 소결을 실시해 상기 복합재료로 이루어진 빌렛을 제조할 수 있다.

[0038] 마지막으로, 상기 단계 (c)에서는 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료로 이루어진 빌렛을 소성 가공하고 실린더 헤드 형태로 기계 가공해 최종적으로 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료로 이루어진 압착 기계용 실린더 헤드를 얻게 된다.

[0039] 일례로, 본 단계 (c)에서는 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료로 이루어진 빌렛 빌렛을 압출 다이스(extrusion dies)를 이용하여 직접 압출(direct extrusion)시켜 직사각형 단면을 가지는 형재를 제조한 후, 상기 형재를 각종 기계 가공 공정(선반 가공, 밀링 머신 가공, 연산 가공, 프레스 가공 등)을 통해 실린터 헤드 형태로 가공해 최종적으로 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료로 이루어진 압착 기계용 실린더 헤드를 얻게 된다.

[0040] 앞서 상세히 설명한 본 발명에 따른 압착 기계용 실린더 헤드의 제조방법에 의하면, 탄소나노튜브로 강화된 알루미늄 기지의 이종 복합재료를 이용해 실린더 헤드를 제조함으로써 기존의 압착 기계용 실린더 헤드의 다양한 문제점을 극복하고 고강도, 초경량성 및 고내구성을 가지는 압착 기계용 실린더 헤드를 제조할 수 있다.

[0041] 예를 들어, 신발제조용 압착기에 적용할 경우 기존의 실린더 헤드 소재(탄소강, 주강 등)에 비해 고강도, 경량성, 고내구성을 고루 가지는 알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료를 이용해 실린더 헤드를 제조하기 때문에 종래 기술과 비교해 실린더 개수의 증가가 용이하고 그에 따라 결과적으로 갑피와 밑창의 접합력 향상을 통해 보다 향상된 품질의 신발 제조에 기여할 수 있다.

[0042] 이하, 본 발명을 실시예를 들어 상세하게 설명하기로 한다.

[0043] 본 명세서에 따른 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 명세서의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들에 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 본 명세서의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 명세서를 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[0044] **<실시예>**

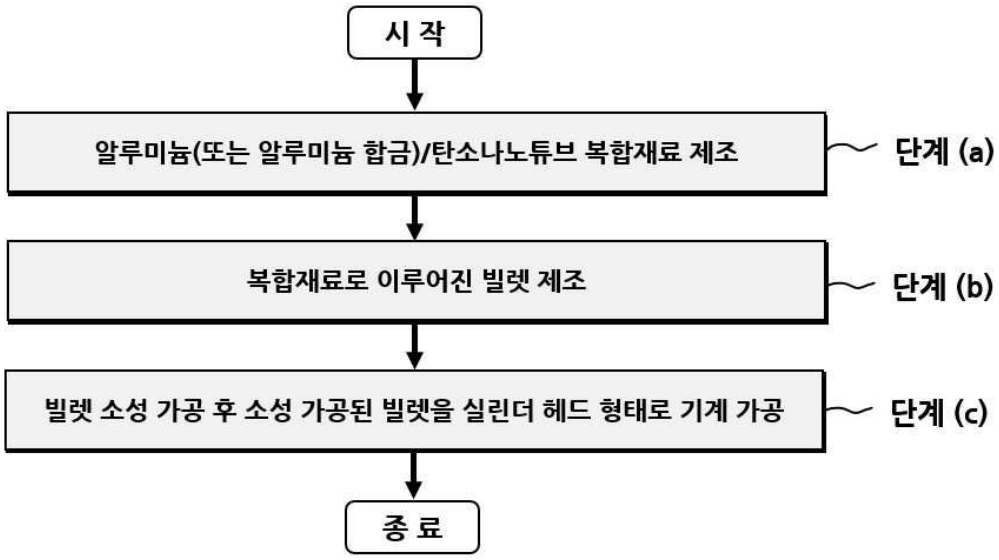
[0045] 알루미늄 합금 분말 97 vol% 및 단일벽 탄소나노튜브(SWCNT) 분말 3 vol%을 볼밀링 공정을 통해서 혼합하여 제조한 복합재료 분말(Aluminium 5052 alloy - 3 vol% CNT 복합재료 분말)을 핫프레스로 가압(250℃, 5분, 500MPa)하여 압출용 빌렛 형상으로 성형체를 제조하고, 이를 460℃에서 열간 직접 압출하여 단면이 직사각형인 형재로 이루어진 복합재료를 제조하였다. 해당 복합재료의 기계적 물성을 측정한 결과, 비커스 경도(HV) 250, 인장강도 300MPa, 연신율 15%, 열전도도 250/mK인 것으로 확인되었다.

[0046] 상기 압출로 얻어진 직사각형의 형재를 기계 가공하여 기존 압착기(실린더 9개)에 비해 증설된 10개의 실린더를 가지는 압착기 제조에 사용될 수 있는 실린더 헤드를 제조하였다.

[0047] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 상기한 실시예는 본 발명의 특정한 일예로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명의 권리범위는 후술할 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

도면1


시 작
알루미늄(또는 알루미늄 합금)/탄소나노튜브 복합재료 제조
단계 (a)
복합재료로 이루어진 빌렛 제조
단계 (b)
빌렛 소성 가공 후 소성 가공된 빌렛을 실린더 헤드 형태로 기계 가공
단계 (c)
종 료