



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월08일
 (11) 등록번호 10-1745134
 (24) 등록일자 2017년06월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 5/00 (2006.01) *B22F 3/12* (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01) *C21D 9/00* (2014.01)
C22C 33/02 (2006.01) *C22C 38/22* (2006.01)
C22C 38/24 (2006.01) *C22C 38/38* (2006.01)
F16J 1/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B22F 5/008 (2013.01)
B22F 3/12 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0129422
- (22) 출원일자 2015년09월14일
 심사청구일자 2015년09월14일
- (65) 공개번호 10-2017-0031889
- (43) 공개일자 2017년03월22일
- (56) 선행기술조사문헌
 KR1020150019053 A*
 JP2012087340 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
현대자동차주식회사
 서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)
- (72) 발명자
김학수
 서울특별시 송파구 송파대로 106, 603호 (문정동, 동부주택브리앙뜨)
- (74) 대리인
특허법인 신세기

전체 청구항 수 : 총 7 항

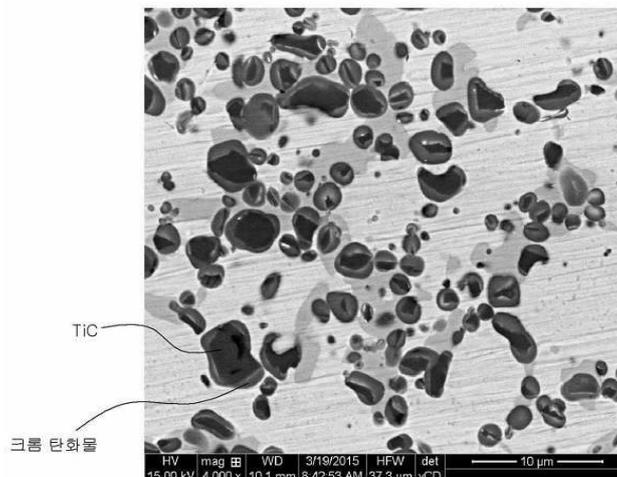
심사관 : 김동훈

(54) 발명의 명칭 **경량 피스톤핀 제조방법**

(57) 요약

본 발명에 의한 경량 피스톤핀 제조방법은 크롬, 탄소 및 철이 포함된 베이스금속분말, TiC 분말, 바인더가 혼합된 혼합물을 제조하는 준비단계; 상기 준비단계에서 제조된 혼합물을 피스톤핀 형상으로 금속사출성형(MIM)하는 성형단계; 상기 성형단계에서 성형된 혼합물에서 바인더를 제거하는 탈지단계; 상기 탈지단계에서 바인더가 제거된 혼합물을 소결시키는 소결단계; 크롬 탄화물이 상기 TiC 분말을 감쌀 수 있도록 상기 소결단계에서 소결된 혼합물을 1000~1050℃에서 2~4시간동안 유지시켜 상기 TiC 분말 주변에 크롬 탄화물을 석출시키고, 600℃ 이하까지 냉각시키는 중간층 형성단계; 및 상기 중간층 형성단계 이후에 기지 조직을 마르텐사이트로 변태시키는 마르텐사이트화 단계;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C21D 9/00 (2013.01)
C21D 9/0075 (2013.01)
C22C 33/0292 (2013.01)
C22C 38/22 (2013.01)
C22C 38/24 (2013.01)
C22C 38/38 (2013.01)
F16J 1/16 (2013.01)
B22F 2003/248 (2013.01)
C21D 2211/008 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

크롬, 탄소 및 철이 포함된 베이스금속분말, TiC 분말, 바인더가 혼합된 혼합물을 제조하는 준비단계;
 상기 준비단계에서 제조된 혼합물을 피스톤핀 형상으로 금속사출성형(MIM)하는 성형단계;
 상기 성형단계에서 성형된 혼합물에서 바인더를 제거하는 탈지단계;
 상기 탈지단계에서 바인더가 제거된 혼합물을 소결시키는 소결단계;
 크롬 탄화물이 상기 TiC 분말을 감쌀 수 있도록 상기 소결단계에서 소결된 혼합물을 1000~1050℃에서 2~4시간동안 유지시켜 상기 TiC 분말 주변에 크롬 탄화물을 석출시키고, 600℃ 이하까지 냉각시키는 중간층 형성단계; 및
 상기 중간층 형성단계 이후에 기지 조직을 마르텐사이트로 변태시키는 마르텐사이트화 단계를 포함하는, 경량 피스톤핀 제조방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 준비단계는, 1~10 μ m 크기의 베이스금속분말과, 0.5~5 μ m 크기의 TiC 분말과, 액상의 바인더를 혼합하여 혼합물을 제조하는 것을 특징으로 하는, 경량 피스톤핀 제조방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 준비단계는, 중량%로, C: 1.4~1.6%, Si: 0.4% 이하(0% 제외), Mn: 0.6% 이하(0% 제외), P: 0.03% 이하(0% 제외), S: 0.03% 이하(0% 제외), Cr: 11~13%, Mo: 0.8~1.2%, V: 0.2~0.5%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스금속분말을 사용하여 혼합물을 제조하고,
 상기 혼합물은, 중량%로, TiC분말: 18~22%, 베이스금속분말: 78~82%로 구성된 혼합 분말에 바인더를 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 하는, 경량 피스톤핀 제조방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
 상기 성형단계는, 180~205℃ 분위기에서 수행하는 것을 특징으로 하는, 경량 피스톤핀 제조방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,
 상기 탈지단계는, 120℃에서 7시간 이상 수행하는 것을 특징으로 하는, 경량 피스톤핀 제조방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 소결단계는, 1200~1250℃의 진공 분위기에서 20시간 이상 수행하는 것을 특징으로 하는, 경량 피스톤핀 제조방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 마르텐사이트화 단계는, 950~1050℃로 가열한 후 300℃ 이하로 공랭하여 기지 조직을 마르텐사이트로 변태 시키고, 그 이후 500~600℃에서 템퍼링하는 것을 특징으로 하는, 경량 피스톤핀 제조방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 경량 피스톤핀 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탄성이 향상되어 경량화가 가능해진 경량 피스톤핀 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 피스톤의 왕복에 의해 동력을 제공하는 왕복형 엔진은 연소실에서 발생한 압력을 크랭크샤프트로 전달하기 위해 피스톤을 커넥팅로드를 통하여 크랭크샤프트에 연결하는 구조를 가지고 있다.

[0003] 커넥팅로드의 대단부는 크랭크샤프트의 크랭크핀에 회전 가능한 상태로 연결되고, 소단부는 피스톤핀을 통해 피스톤에 연결되어, 피스톤에 작용하는 연소실 압력을 크랭크샤프트로 전달함으로써, 크랭크샤프트를 회전시키도록 되어 있다.

[0004] 일반적으로 원통형으로 형성되는 피스톤핀은, 피스톤의 보스와 커넥팅로드를 관통하여 피스톤과 커넥팅로드를 연결한다. 이러한 피스톤핀은 피스톤의 운동을 커넥팅로드로 전달하는데, 피스톤핀의 탄성이 낮으면 운동 과정에서 파손될 수 있고, 피스톤핀의 중량이 높을수록 엔진에서 발생된 동력이 손실되는 양이 커지게 된다. 따라서 보다 높은 내구성과 연비 증가를 위해, 고탄성이면서도 저중량인 피스톤핀이 요구되고 있다.

[0005] 종래의 피스톤핀은 일반적인 단조, 열처리를 거친 강재를 소재로써 사용하였지만, 이렇게 제조된 피스톤핀은 밀도가 높고, 탄성이 비교적 부족한 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 금속 분말 사출성형(이하 MIM: Metal powder Injection Molding)법을 이용하면 밀도를 낮출 수는 있지만, 종래의 재질에 비해 강도, 탄성 등의 물성이 저하되는 문제가 있었다.

[0006] 따라서, MIM을 이용하여 제조할 때, 금속 분말에 추가적으로 TiC 분말을 혼합하여 물성을 증가시키고자 하는 시도가 있어 왔다. 이러한 제조 방법을 이용한 종래의 소재가 "티탄 함유 공구강 금속분말 및 그 소결체 (일본 등록특허 5355527 (2013.09.06))"에 공지되어 있다.

[0007] 상기 발명에는, 1.4~2.0wt%의 탄소, 1.0wt% 이하의 실리콘, 1.0wt% 이하의 망간, 11.0~13.0 wt%의 크롬,

0.3~2.3 wt%의 티탄, 0.75 wt% 이하의 니켈과 구리의 조합, 5.0wt% 이하의 몰리브덴, 바나듐, 텅스텐, 혹은 그 혼합물로 구성된 강화 원소를 포함하는 공구강이 개시되어 있다.

- [0008] 상기 발명은 티타늄 탄화물에 의해 결정립 조대화를 억제하고, 소결 온도 범위를 확장시켜 생산성을 향상시키며, 티타늄의 사용량을 감소시켜 원가를 절감하는 효과가 있다.
- [0009] 그러나 상기 발명은 공구강에 관한 것으로서, 피스톤핀과 같은 고진동에 노출될 때 내구성을 유지시킬 수 있는 탄성 증가에 관한 고려가 없는 한계가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본 등록특허 5355527 (2013.09.06)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 저밀도 고탄성의 특성을 가지는 경량 피스톤핀 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 위 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 경량 피스톤핀 제조방법은, 크롬, 탄소 및 철이 포함된 베이스금속분말, TiC 분말, 바인더가 혼합된 혼합물을 제조하는 준비단계; 상기 준비단계에서 제조된 혼합물을 피스톤핀 형상으로 금속사출성형(MIM)하는 성형단계; 상기 성형단계에서 성형된 혼합물에서 바인더를 제거하는 탈지단계; 상기 탈지단계에서 바인더가 제거된 혼합물을 소결시키는 소결단계; 크롬 탄화물이 상기 TiC 분말을 감쌀 수 있도록 상기 소결단계에서 소결된 혼합물을 1000~1050℃에서 2~4시간동안 유지시켜 상기 TiC 분말 주변에 크롬 탄화물을 석출시키고, 600℃ 이하까지 냉각시키는 중간층 형성단계; 및 상기 중간층 형성단계 이후에 기지 조직을 마르텐사이트로 변태시키는 마르텐사이트화 단계;를 포함한다.

- [0013] 삭제

- [0014] 상기 준비단계는, 1~10 μ m 크기의 베이스금속분말과, 0.5~5 μ m 크기의 TiC 분말과, 액상의 바인더를 혼합하여 혼합물을 제조하는 것을 특징으로 한다.

- [0015] 상기 준비단계는, 중량%로, C: 1.4~1.6%, Si: 0.4% 이하(0% 제외), Mn: 0.6% 이하(0% 제외), P: 0.03% 이하(0% 제외), S: 0.03% 이하(0% 제외), Cr: 11~13%, Mo: 0.8~1.2%, V: 0.2~0.5%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 베이스금속분말을 사용하여 혼합물을 제조하고, 상기 혼합물은, 중량%로, TiC분말: 18~22%, 베이스금속분말: 78~82%로 구성된 혼합 분말에 바인더를 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 한다.

- [0016] 상기 성형단계는, 180~205℃ 분위기에서 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [0017] 상기 탈지단계는, 120℃에서 7시간 이상 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 상기 소결단계는, 1200~1250℃의 진공 분위기에서 20시간 이상 수행하는 것을 특징으로 한다.

- [0019] 상기 마르텐사이트화 단계는, 950~1050℃로 가열한 후 300℃ 이하로 공랭하여 기지 조직을 마르텐사이트로 변태시키고, 그 이후 500~600℃에서 템퍼링하는 것을 특징으로 한다.

- [0021] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 경량 피스톤핀은, 크롬, 탄소 및 철이 포함된 베이스금속분말과 TiC 분말이 혼합된 혼합물을 금속사출성형(MIM)하여, 마르텐사이트 기지에 크롬 탄화물로 감싸인 TiC 분말이 분산되도록 제조된 것을 특징으로 한다.

- [0022] 상기 베이스금속분말은, 중량%로, C: 1.4~1.6%, Si: 0.4% 이하(0% 제외), Mn: 0.6% 이하(0% 제외), P: 0.03% 이하(0% 제외), S: 0.03% 이하(0% 제외), Cr: 11~13%, Mo: 0.8~1.2%, V: 0.2~0.5%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한

불순물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 혼합물은, 중량%로, TiC분말: 18~22%, 베이스금속분말: 78~82%로 구성된 혼합 분말에 바인더를 혼합하여 제조되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 의한 경량 피스톤핀 및 그 제조방법에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[0025] 첫째, 밀도 감소로 인해 피스톤핀을 경량화하고, 이에 따라 연비를 향상시킬 수 있다.

[0026] 둘째, 탄성이 향상되어 피스톤핀의 수명이 증가할 수 있다.

[0027] 셋째, 종래의 피스톤핀에 비해 작은 부피로도 동등한 물성을 나타낼 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 피스톤핀의 조직 구조에서, TiC가 크롬 탄화물로 감싸여 마르텐사이트 기지 내에 분포된 모습을 나타낸 사진,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 피스톤핀의 조직 구조에서, 소결 이후 재가열 시간에 따른 조직 구조의 변화를 나타낸 사진,

도 3은 분말 크기에 따라 소결시 TiC 밀집 여부가 달라지는 모습을 나타낸 사진,

도 4는 본 발명의 실시예와 비교예의 피스톤핀 압축 시험 결과를 나타낸 사진,

도 5는 본 발명의 실시예와 비교예의 피스톤핀 압축 시험시 응력-인장 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 여기서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0030] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 경량 피스톤핀 제조방법에 대하여 설명하기로 한다. 이후 언급되는 %는 다른 언급이 없는 한 중량%를 의미한다.

[0033] 본 발명은 최소한 크롬, 탄소, 철이 혼합된 베이스금속분말과 TiC 분말이 혼합된 혼합 분말을 이용하여 제조된다. 베이스금속분말은, 소결과 열처리 과정을 거쳐서 마르텐사이트 기지를 이룰 수 있는 것이어야 한다. 베이스금속분말의 조성은 SKD11강에 준하는 것이 바람직하지만, 이에 구속되지는 않는다.

[0034] SKD11강은 C: 1.4~1.6%, Si: 0.4% 이하(0% 제외), Mn: 0.6% 이하(0% 제외), P: 0.03% 이하(0% 제외), S: 0.03% 이하(0% 제외), Cr: 11~13%, Mo: 0.8~1.2%, V: 0.2~0.5%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 조성으로 구성되며, 가공성은 낮지만 내마모성이 우수한 특징을 가지고 있다. 이러한 낮은 가공성을 극복하고 가공할 수 있도록 MIM 공법을 사용하는 것이다.

[0035] 바인더의 종류나 혼합 비율은 특별히 한정하지 않는다. 바인더의 종류 및 혼합 비율은 성형성과 유동성을 고려하여 선택될 수 있다. 다만, 금속 분말을 사용하는 특성상, 액상의 유기 바인더를 사용하는 것이 바람직할 것이다.

[0036] 더 자세히는 후술하겠지만, 베이스금속분말의 크기는 1~10 μ m이고, TiC 분말의 크기는 0.5~5 μ m이며, TiC분말과 베이스금속분말의 중량비는 18~22%:78~82%인 것이 바람직하다.

[0037] 베이스금속분말과 TiC분말이 혼합된 혼합 분말에 바인더를 혼합한 혼합물이 준비되면, 이를 피스톤핀 형상으로

금속사출성형(MIM)하는 성형단계를 거치게 된다. 이때 성형된 혼합물은 추후 바인더가 제거되면서 수축하게 되므로, 실제 피스톤핀에 비해 큰 크기로 성형된다.

- [0038] 이후 성형된 혼합물에서 바인더를 제거하는 탈지단계와, 탈지단계에서 바인더가 제거된 혼합물을 소결시키는 소결단계, 소결단계에서 소결된 혼합물에 포함된 TiC 분말을 감싸는 크롬 탄화물을 형성시키는 중간층 형성단계 및 중간층 형성단계 이후에 기지 조직을 마르텐사이트로 변태시키는 마르텐사이트화 단계를 거쳐 피스톤핀을 완성시키게 된다.
- [0039] 성형단계, 탈지단계 및 소결단계는 일반적인 MIM 공법에 준하여 제조될 수 있다. 바람직하게는, 성형단계는 180~205℃ 분위기에서 수행하고, 탈지단계는 120℃에서 7시간 이상 수행하며, 소결단계는 1200~1250℃의 진공 분위기에서 20시간 이상 수행될 수 있다. 소결이 종료된 후에 바로 중간층 형성단계를 수행할 수도 있지만, 소결 장치와 열처리 장치가 다를 경우, 600℃ 이하로 냉각시킨 후 다음 단계로 진행된다.
- [0040] TiC는 고경도 소재이기 때문에 취성 파손의 위험이 있다. 따라서 이를 비교적 높은 인성을 갖는 마르텐사이트로 감싸 지지시켜 높은 탄성과 적절한 수준의 인성을 가지도록 할 수 있다. 그러나 TiC를 직접 마르텐사이트 조직에 분포시킬 경우, TiC가 마르텐사이트 기지에서 탈락되는 현상이 발생하게 된다. 이렇게 TiC가 마르텐사이트에서 탈락될 경우 취성 파손이 발생할 수 있다. 따라서, TiC를 보다 안정적으로 마르텐사이트에 결합시킬 수 있도록 TiC 주변을 크롬 탄화물로 감싸는 것이 바람직하다.
- [0041] 도 2의 (a)에 소결단계가 종료된 직후에 재가열 없이 공랭시켜 기지 조직을 마르텐사이트화시킨 상태의 조직 사진이 나타나 있다. 이렇게 TiC(검은색), 크롬 탄화물(짙은 회색), 마르텐사이트(얇은 회색)이 개별적으로 형성될 경우, TiC가 마르텐사이트 기지로부터 탈락되는 문제가 발생하는 것이다.
- [0042] 반면 도 1 및 도 2의 (b) 및 (c)에는 TiC(검은색) 주변을 크롬 탄화물(TiC 주변을 감싼 회색)이 감싸고 있는 모습이 나타나 있다. 이렇게 TiC 주변을 크롬 탄화물이 감싼 상태로 마르텐사이트 내부에 분포되면, TiC에 의해 탄성이 향상되면서도 취성 파괴가 일어나는 것을 방지할 수 있다.
- [0043] 이러한 조직을 형성시키기 위해서는, 소결 이후에 특정 온도로 재가열하는 중간층 형성단계를 수행해야 한다.
- [0044] 중간층 형성단계는 소결단계에서 소결된 혼합물을 1000~1050℃에서 2~4시간동안 유지시켜 TiC 분말 주변에 크롬 탄화물을 석출시키고, 600℃ 이하까지 노냉시켜 상을 안정화시킨다. 노냉시키면 냉각 속도가 낮아지기 때문에, 상의 급격한 변화 없이 안정적인 상을 얻을 수 있다. 또한 경우에 따라, 노냉 이후 황삭 가공을 수행할 수도 있다.
- [0045] TiC 주변에 크롬 탄화물을 석출시킬 때, 가열 시간이 2시간 미만일 경우 크롬 탄화물의 석출이 불충분하여 TiC를 감싸지 못하고, 4시간을 초과할 경우 작업시간의 증가와 소모 에너지가 증가할 뿐만 아니라, TiC 입자가 조대해지는 문제가 발생할 수 있다.
- [0046] 중간층 형성 단계 이후에, 950~1050℃로 가열한 후 300℃ 이하로 공랭하여 기지 조직을 마르텐사이트로 변태시키는 마르텐사이트화 단계를 거치게 된다. 그 이후 500~600℃에서 템퍼링하여 과도한 강성을 완화시키고 인성을 확보시킨다.
- [0048] 이하에서는 본 발명의 실시예와, 그에 따른 물성 및 효과에 대해 살펴본다.
- [0049] 도 4 및 5에 실시예 1, 2 및 비교예 1, 2가 나타나 있다.
- [0050] 비교예 1은 종래의 스틸 양산품으로써, SCM415침탄 재질에, 두께 4.25mm(Φ18*9.5*42), 56.9g의 규격으로 제조되었다.
- [0051] 비교예 2는 Fe-25%TiC 재질에, 두께 2.5mm, (Φ18*13*42) 220도 템퍼링, 33.2g의 규격으로 제조되었다.
- [0052] 실시예 1은 Fe-20%TiC 재질에, 두께 4.25mm (Φ18*9.5*42), 220도 템퍼링, 50.7g의 규격으로 제조되었다.
- [0053] 실시예 2는 Fe-20%TiC 재질에, 두께 3.5mm, (Φ18*11*42) 550도 템퍼링, 46.3g의 규격으로 제조되었다.
- [0054] 도 4에 나타난 바와 같이, 콘로드(connecting rod)에 결합된 피스톤핀에 압축 시험을 수행한 결과, 비교예 1, 실시예 1, 2는 콘로드에 휨 발생(80KN 이상)할 때까지 피스톤핀의 변형 및 파손이 관측되지 않았다. 본 발명에 따라 제조된 피스톤핀은 종래의 양산품과 동등한 수준의 물성을 나타내면서도, 종래의 스틸 양산품에 비해 중량이 감소되는 효과가 있는 것을 알 수 있다.
- [0055] 반면 비교예 2의 경우, TiC 함량을 본 발명의 범위 이상으로 늘린 결과, 중량을 더욱 감소시킬 수는 있었지만

취성 파괴가 발생하였다. 상술하였듯이, TiC는 고경도 소재로서 함량이 증가할수록 취성 파괴가 발생하기 쉬워지는 것이다.

[0056] 도 5에는 실시예 및 비교예들의 압축 시험시 힘-변형(스트레스-스트레인) 그래프가 나타나 있다. 도 5에 나타난 바와 같이, 비교예 1 및 실시예 1, 2는 82KN 시점에서 변형이 발생하였는데, 이는 피스톤핀이 아니라 콘로드에 휨 현상이 발생하는 것을 나타낸다. 즉, 피스톤핀의 파손 이전에 피스톤핀을 고정하는 콘로드가 변형되는 것이다. 비교예 2는 70KN 시점에 피스톤핀의 변형이 발생되고, 결국 파손되는 것을 알 수 있다.

[0057] 베이스금속분말과 TiC의 배합 비율에서 TiC를 18% 미만으로 첨가할 경우, 밀도가 높아져 중량 감소 효과가 미미해지고, 이에 따라 연비 향상 효과를 기대할 수 없게 된다. TiC를 22% 초과하여 첨가할 경우, TiC가 지나치게 많아져 TiC를 기지 내부에 고르게 분포시키는 것이 어려워진다. TiC가 고르게 분포되지 못하고 일부분에 응집될 경우, 취성 파괴의 발생 가능성이 높아지고 가공성이 저하된다. 따라서, 베이스금속분말과 TiC의 혼합 분말 중 TiC의 비율은 18~22%인 것이 바람직하다.

[0058] 또한, 베이스금속분말과 TiC분말의 입경이 일정 이상 커질 경우, TiC가 고르게 분산되지 못하고 응집되는 현상이 발생한다. 이렇게 TiC의 응집 현상이 발생한 모습이 도 3에 나타나 있다.

[0059] 도 3의 (a)에 나타난 바와 같이, 베이스금속분말이 1~10 μ m이고 TiC분말이 0.5~5 μ m일 경우 마르텐사이트 기지 내에 TiC가 고르게 분포되는 것을 알 수 있다.

[0060] 반면 도 3의 (b)에는 베이스금속분말이 10 μ m를 초과하고 TiC분말이 5 μ m를 초과할 경우, TiC가 응집된 밀집구역이 발생하는 것을 알 수 있다. TiC의 응집은 취성 증가와 가공성 저하를 불러오므로, 베이스금속분말과 TiC분말의 입경은 각각 10 μ m 이하, 5 μ m 이하가 바람직하다. 다만, 입경을 작게 만들수록 필요한 시간 및 에너지가 급증하므로, 베이스금속분말과 TiC분말의 입경은 각각 1 μ m 이상, 0.5 μ m 이상이 바람직할 것이다.

[0061] 결과적으로, 이러한 과정을 거쳐 제조된 피스톤핀 내부 조직의 TiC 입자는 뾰아송비 0.24~0.26일 경우 가장 바람직한 물성을 나타내게 된다. 뾰아송비가 0.24 미만일 경우, TiC 입자의 형상이 길쭉한 로드 형상으로 형성되어 취성이 증가되고, 뾰아송비가 0.26을 초과할 경우, TiC의 밀집도가 높아져 역시 취성이 증가되는 것이다.

[0063] 또한, 본 발명에 따른 경량 피스톤핀은, 크롬, 탄소 및 철이 포함된 베이스금속분말과 TiC 분말이 혼합된 혼합물을 금속사출성형(MIM)하여, 마르텐사이트 기지에 크롬 탄화물로 감싸인 TiC 분말이 분산되도록 제조된 것을 특징으로 한다.

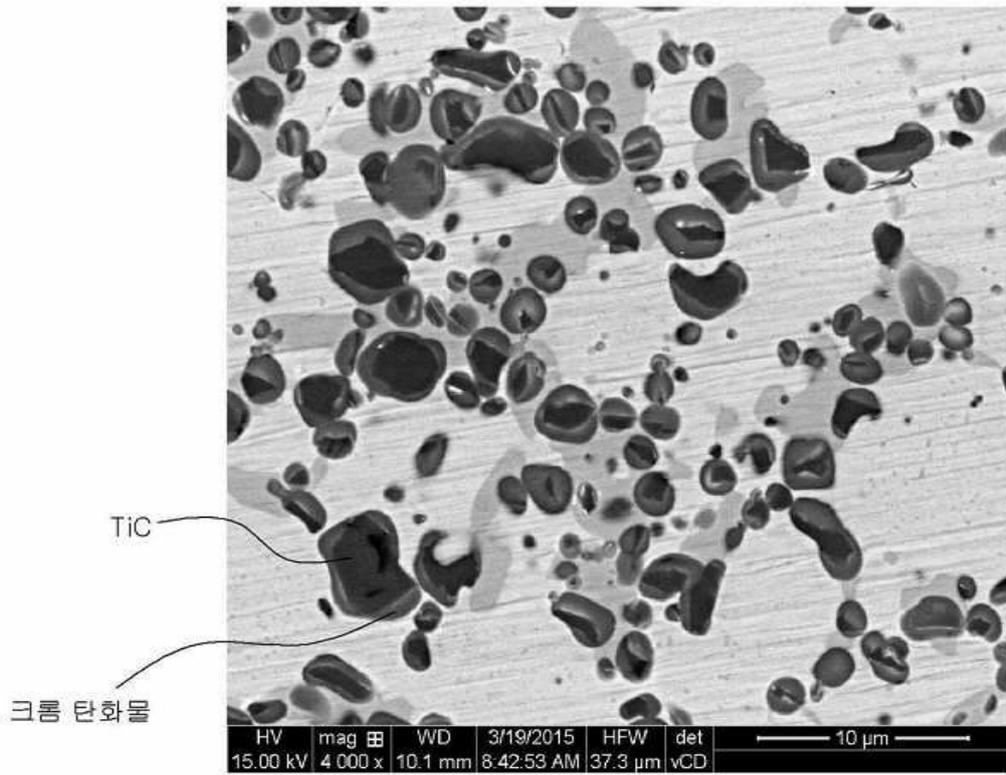
[0064] 이에 대한 상세한 내용은 상술한 경량 피스톤핀 제조방법에 대한 설명으로 갈음한다.

[0066] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

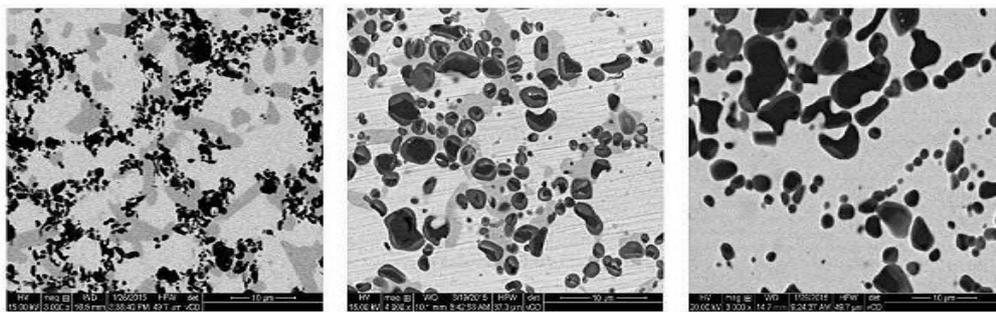
[0067] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

도면1



도면2

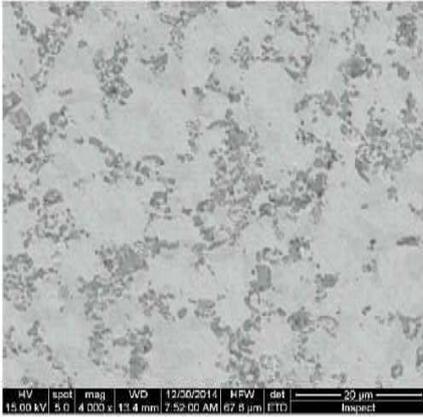


(a) 소결후 제거열 없음

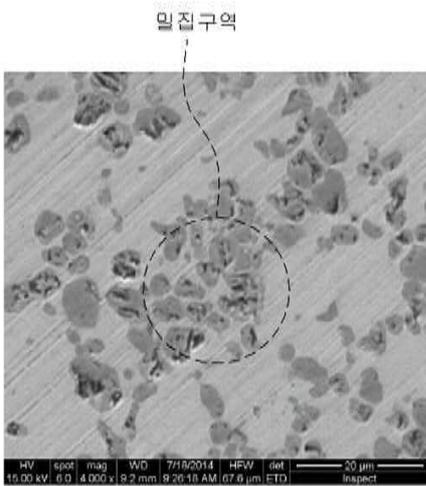
(b) 소결후 제거열 2h

(c) 소결후 제거열 4h

도면3



(a) 베이스금속분말: 1~10 μm , TIC 분말: 0.5~5 μm



(b) 베이스금속분말: 10 μm 초과, TIC 분말: 5 μm 초과

도면4



도면5

