



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. C04B 35/10 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년03월16일 10-0695618 2007년03월09일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0018553 2006년02월27일 2006년02월27일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자 창원대학교 산학협력단
 경남 창원시 사림동 9 창원대학교내

(72) 발명자 정연길
 경남 창원시 상남동 대동아파트 113-807

(74) 대리인 이민영

(56) 선행기술조사문헌
 KR 10-2002-66025
 * 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 배여울

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조 공정

(57) 요약

본 발명은 볼 베어링의 제조에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 기존의 볼 베어링에서 사용하던 금속의 대체 재료로서 금속의 단점을 보완하기 위하여

알루미늄 가루와 단량체, 이량체, 분산제, 증류수를 혼합하는 단계;

혼합된 재료로서 슬러리를 주조하는 단계;

주조된 슬러리에 기폭제와 촉매제를 첨가하여 겔화현상에 의해 알루미늄 성형체를 제조하는 단계;

제조된 알루미늄 성형체를 건조하는 단계;

건조된 알루미늄 성형체를 900℃ 정도의 온도에서 1시간 동안 1차 소결하는 단계;

1차 소결된 알루미늄 성형체를 예비 습식하는 단계;

예비 습식된 알루미늄 성형체에 지르코니아를 딥-코팅(dip-coating)하는 단계;

딤-코팅(dip-coating)된 재료를 1600℃의 온도에서 3시간 동안 2차 소결하는 단계;

평가,사정하는 단계;

로 구성된 것이 특징인 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조 공정에 관한 것이다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

공작기계를 구성하는 볼 베어링 중 세라믹 소재를 이용하여 볼 베어링을 제조하는 공정에 있어서,

알루미늄가루와 단량체(Acrylamide), 이량체(N,N'-Methylenbisacrylamide), 분산제(D-3019), 증류수를 혼합하는 단계;

혼합된 재료로서 슬러리를 주조하는 단계;

주조된 슬러리에 기폭제와 촉매제(N,N,N',N'-Tetre-methylethylenediamine)를 첨가하여 겔화현상에 의해 알루미늄 성형체를 제조하는 단계;

제조된 알루미늄 성형체를 건조하는 단계;

건조된 알루미늄 성형체를 900℃ 정도의 온도에서 1시간 동안 1차 소결하는 단계;

1차 소결된 알루미늄 성형체를 예비 습식하는 단계;

예비 습식된 알루미늄 성형체에 지르코니아를 딤-코팅(Dip-coating)하는 단계;

딤-코팅(dip-coating)된 재료를 1600℃의 온도에서 3시간 동안 2차 소결하는 단계;

평가,사정하는 단계;

로 구성된 것이 특징인 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조 공정.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

예비 습식된 알루미늄 성형체에 지르코니아를 딤-코팅(Dip-coating)하는 단계는 상기 알루미늄 성형체와 지르코니아의 코팅층 사이에 상기 알루미늄 성형체에 지르코니아를 모체로 하여 알루미늄이 첨가된 딤-코팅(Dip-coating)용 슬러리를 제조하여 딤-코팅(Dip-coating)을 하는 단계로서 상기 알루미늄성형체에 지르코니아와 알루미늄이 몰비로 1:9에서 9:1 까지 차례로 코팅하여 알루미늄과 지르코니아가 열팽창계수에 의해 일어나는 계면 박리현상을 방지한 것이 특징인 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조 공정.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 볼 베어링의 제조에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 기존의 볼 베어링에서 사용하던 금속의 대체 재료로서 금속의 단점을 보완하기 위하여 세라믹을 사용하여 볼 베어링을 제조하는 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조에 관한 것이다.

차세대 공작기계에서 고 효율성 및 정밀성 그리고 고속화를 이루기 위해서는 공작기계를 구성하는 각 부분에서의 새로운 재료개발이 중요한 요소기술이 될 수 있으며, 이들 중 생산성과 직접적으로 연관되는 구성부품으로써 볼 베어링에 대한 재료개발의 필요성이 부각되고 있다.

일반적으로 볼 베어링은 금속재료로서 사용되고 있으나 한 가지 금속의 볼 베어링은 부식성, 경제성 등 모든 면에서 합리적인 평가를 얻기 어려운 금속의 한계성을 극복하지 못하면서 금속의 단점이 크게 지적 되었다.

이에 상기 금속재료의 대체 재료로서 여러 가지 재료가 개발되어 왔으나 그 중에서도 세라믹은 내열성, 내마모성, 내산화성 등이 뛰어나며 고온에서도 변형이나 강도저하가 적기 때문에 기계부품이나 절삭공구와 같은 내열성, 내마모성 재료로 널리 사용되고 있다.

특히, 알루미늄이나 경도는 다른 세라믹에 비해서 뛰어난 성질을 보이지만, 인성이 좋지 않아 볼 베어링으로 적용할 경우 외부충격에 견디질 못하고 입계가 떨어져 나가는 현상이 일어나며, 지르코니아는 인성은 세라믹 중에서 가장 뛰어난 값을 나타내지만 강도와 경도는 그 적용 범위가 한정되어 졌다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명은 상기한 문제점을 보완하기 위하여 안출된 것으로, 고 효율성 및 정밀성 그리고 고속화를 이루기 위해 상기의 알루미늄과 지르코니아의 장점을 복합하여 공작기계부품으로 사용되고 있는 볼 베어링을 구성하기 위해서 상호 보완할 수 있는 세라믹의 이중층 또는 계면특성 향상을 위해 밀도 구배를 가지는 층상구조 또는 복합체로 제조하는 것이다

상기한 이중층 또는 구배를 가지는 세라믹 또는 복합체를 제조하기 위해서 연구된 여러 가지 공정 중 하나로 딥-코팅(Dip-coating)방법은 층상구조용 형상 그대로 제조가 가능한 방법이다. 그러나 다른 재료의 세라믹을 계면에 코팅할 경우 열팽창계수 차이에 의한 박리현상이 일어나게 된다.

따라서, 본 발명에서 첫째, 위의 경계면의 박리현상을 방지하기 위하여 지르코니아를 모체로 알루미늄을 첨가한 코팅용 슬러리를 사용하여 딥-코팅(Dip-coating)을 하였다. 그리고 이러한 슬러리의 코팅을 위한 성형체의 표면개질과 코팅용 슬러리의 최적 고용분량, 점도, 교결제의 양을 정함으로써 알루미늄 성형체에 알루미늄과 지르코니아가 함께 함유한 슬러리를 사용하여 바깥쪽으로 갈수록 지르코니아의 함유량이 증가할 수 있도록 그라디언트(gradient)를 주어 내부층은 알루미늄 성형체, 외부층은 지르코니아로 코팅된 볼 베어링을 제조하는 것이다.

발명의 구성

본 발명은 볼 베어링의 제조에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 기존의 볼 베어링에서 사용하던 금속의 대체 재료로서 금속의 단점을 보완하기 위하여 세라믹을 사용하여 볼 베어링을 제조하는 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조에 관한 것이다.

상기한 이중층 구조의 세라믹 볼 베어링을 첨부한 도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 1은 본 발명의 이중층 구조를 가지는 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조 공정을 나타낸 공정도이다.

참고로 본 공정을 설명하기 앞서 겔-캐스팅(Gel-casting) 공정은 세라믹 분말과 단량체, 이량체, 분산제, 증류수와 에탄올로 제조된 슬러리에 촉매와 개시제 등의 첨가제가 첨가하게 되면 겔화현상이 일어난 성형체를 제조하는 공정으로 몰드의 형상 그대로 겔화현상이 일어나므로 형상 그대로 성형체의 제조가 가능한 것이 특징인 공정이다.

따라서, 본 발명을 대략적으로 요약하면 상기한 것에서 세라믹 재료로 알루미나 분말가루를 사용하여 겔-캐스팅(Gel-casting)공정으로 알루미나 성형체를 제조한 후 지르코니아를 딥-코팅(Dip-coating)하여 볼 베어링을 제조하는 것이다.

1단계로 먼저 단량체(Acrylamide), 이량체(N,N'-Methylenbisacrylamide) 등에 알루미나 분말가루와 분산제(D-3019) 및 증류수를 적절하게 혼합하는 단계이며, 그 다음의 2단계로 상기 혼합된 재료로서 슬러리를 주조하는 단계이다. 단량체는 고분자화합물 또는 회합체를 구성하는 단위가 되는 분자량이 작은 물질이며, 이량체는 분자 2개가 중합하여 생성하는 물질을 의미한다.

그리고 3단계로 2단계에서 주조된 알루미나 슬러리에 기폭제나 촉매제(N,N,N',N'-Tetre-methylethyldiamine)를 첨가하여 겔화현상에 의해 알루미나 성형체를 제조하는 단계가 이어진다.

상기의 겔화현상은 주조성을 고려하여 5~10분 정도에 조절되어 진다.

제 4단계로 제조된 알루미나 성형체를 건조하는 단계가 이어지면 5단계로서 건조된 알루미나 성형체를 900℃ 정도의 온도에서 1시간 동안 1차 소결하는 단계이다.

6단계로는 1차 소결된 알루미나 성형체를 예비 습식하는 단계로 5단계는 다음 단계의 딥-코팅(Dip-coating)을 원활하게 하기 위한 전단계이다.

7단계로는 예비 습식된 알루미나 성형체에 지르코니아를 딥-코팅(Dip-coating)하는 단계로서 경도가 좋은 알루미나를 내부에 하고 인성이 좋은 지르코니아를 외부에 코팅을 하는 것이다.

그리고 8단계로는 상기 딥-코팅(Dip-coating)된 재료를 1600℃의 온도에서 3시간 동안 2차 소결하는 단계이며 끝으로 9단계로 상기 공정에 의해 제조된 제품을 평가,사정하는 단계이다.

도 2는 지르코니아와 알루미나의 그라디언트(gradient)를 가지는 코팅층을 나타낸 개략도이다.

상기 6단계인 예비 습식된 알루미나 성형체에 지르코니아를 딥-코팅(Dip-coating)하는 단계에서 알루미나의 성형체에 지르코니아를 바로 코팅해 버리면 다음단계에 2차소결시 알루미나와 지르코니아의 각각 다른 열팽창계수에 의해 두 계층간의 박리현상이 일어나게 된다.

따라서, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 도 2와 같은 개념으로 내부의 강도가 좋은 알루미나와 인성이 좋은 외부의 지르코니아의 코팅층 사이에 지르코니아와 알루미나를 몰비로 1:9에서 9:1까지인 혼합 슬러리로 차례로 코팅함으로써 두 계층간의 밀도구배를 가는 중간층을 두게 하였다.

그리고 딥-코팅(Dip-coating)공정을 이용할 때 단점으로 부각되는 것이 두께조절이다. 이를 제어하기 위해서는 알루미나와 지르코니아 혼합 슬러리의 최적 분산조건과 최적의 고용분량을 알아야 두께 조절이 가능하게 된다.

최적의 분산조건을 잡기 위해서 지르코니아 대 알루미나 혼합 슬러리 각각의 비에서 점도를 측정하면 되고 이렇게 구한 최적의 분산조건에서 최적의 고용분량을 구하면 된다.

도 3은 본 발명의 공정에서 겔-캐스팅(Gel-casting)으로 성형한 알루미나 성형체에 지르코니아와 알루미나를 8:2의 몰비로 혼합한 슬러리를 이용하여 딥-코팅(Dip-coating)한 것을 주사전자 현미경(SEM)으로 촬영한 단층사진으로서 도 3에 나타난 것처럼 두 계층간의 박리현상이 일어나지 않음을 확인할 수 있다.

따라서, 알루미나와 지르코니아의 서로 다른 성질이 융화되는 단계에 의해 두 계층간의 열팽창계수에 의해 생기는 박리현상을 방지할 수 있다.

도 4는 알루미나와 지르코니아/알루미나 층상재료의 강도 및 응력-변형곡선을 나타낸 비교 도표이다.

도 1의 제조 공정에 의해 제조된 알루미나/지르코니아 층상 복합체 시험편과 알루미나만으로 이루어진 시험편에 대한 4점곡강도 시험결과와 이때 얻어진 응력-변형 곡선을 나타낸 것으로 알루미나 단일상의 강도가 층상재료의 강도에 비해서 높게 나왔지만 응력-변형곡선을 보면 전형적인 취성과괴 거동을 나타내고 있다.

한편, 알루미늄/지르코니아 층상재료에 있어서는 계면에서의 결합 및 각 층상의 도입에 따르는 응력형성 등으로 절대적인 강도는 낮은 값을 나타내었다.

그러나 응력-변형 거동에서는 층상재료에 나타나는 전형적인 층상구조 파괴가 관찰되었다.

이러한 층상구조 파괴는 재료의 인성을 증가시켜 주는 결과로 해석될 수 있다.

도 5는 지르코니아/알루미늄 층상재료의 경도 변화를 나타낸 도표이다.

도 5에 나타난 의미에서와 같이 지르코니아가 많은 외부 층에서 알루미늄이 많은 내부 층으로 갈수록 경도가 증가하는 것을 보여주고 있으며, 이러한 경도값의 변화로부터 조성경사화를 확인할 수 있었다.

이를 위해서는 층들의 두께를 줄이고 조성경사화를 세분화 할 필요성이 있다.

이러한 제반의 공정변수는 우선 지르코니아 대 알루미늄의 각각의 비에서 점도를 측정하여 최적의 분산 조건을 찾아서 딥-코팅(Dip-coating)시 일어날 수 있는 두께의 편차를 줄이고, 디핑(dipping)시간제어를 통해 이루어질 수 있을 것이다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 알루미늄의 강도 특성 및 신뢰성 향상을 위해 겔-캐스팅(Gel-casting)방법으로 성형한 알루미늄 성형체에 지르코니아를 코팅하는 방법으로 알루미늄과 지르코니아가 함께 있는 그라디언트(gradient) 중간층을 두어 바깥쪽은 인성이 좋은 지르코니아를 존재하게 하고 안쪽은 강도가 좋은 알루미늄을 존재하는 층상구조로 함으로써 지르코니아와 알루미늄 그라디언트(gradient)를 가지는 이중층 구조의 세라믹 볼 베어링은 알루미늄이 충격을 받을시 나타나는 조직이 떨어져 나가는 현상과 지르코니아와 알루미늄 간의 박리현상을 방지하여 세라믹 볼 베어링은 공작기계 산업에서 정밀도 향상 및 국제 경쟁력 확보를 할 수 있다.

이를 통해 확보된 기초 기반지식 및 핵심기술은 다른 공작기계용 부품소재로 세라믹 공정을 적용할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 기술개발 과정에서 부가적으로 얻어지는 세라믹 분말의 구조해석 및 특성평가 기술은 재료의 특성향상에 따른 고부가가치 기능성 소재의 개발 및 경제적 생산에 의한 관련 제품의 개발로 확대될 수 있을 것이다.

삭제

삭제

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 이중층 구조를 가지는 나노 복합 세라믹 볼 베어링 제조 공정을 나타낸 공정도.

도 2는 지르코니아와 알루미늄의 그라디언트(gradient)를 가지는 코팅층을 나타낸 개략도.

도 3은 본 발명의 공정에서 겔-캐스팅(Gel-casting)으로 성형한 알루미늄 성형체에 지르코니아와 알루미늄을 8:2의 몰비로 혼합한 슬러리를 이용하여 딥-코팅(Dip-coating)한 것을 주사전자 현미경(SEM)으로 촬영한 단층사진.

도 4는 알루미늄과 지르코니아/알루미늄 층상재료의 강도 및 응력-변형곡선을 나타낸 비교 도표.

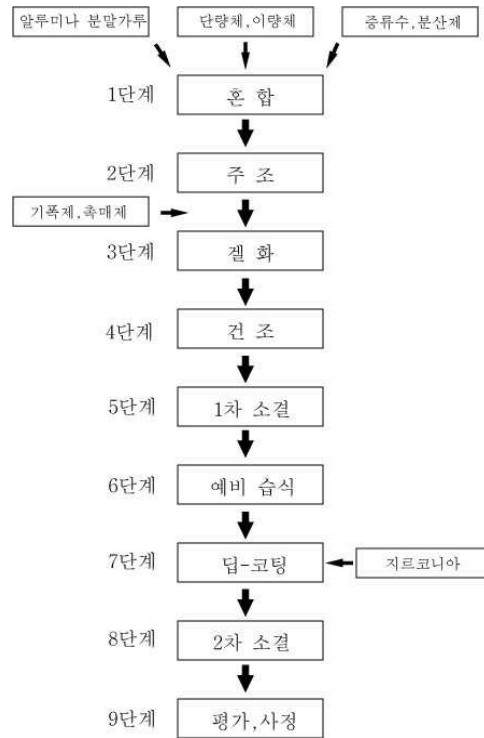
도 5는 지르코니아/알루미늄 층상재료의 경도 변화를 나타낸 도표.

<도면의 주요 부분에 대한 부호설명>

A: 외부층 B: 중간층 C: 내부층

도면

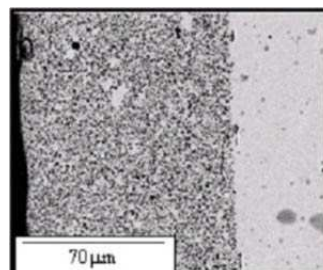
도면1



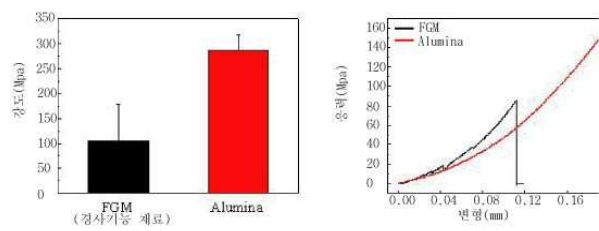
도면2



도면3



도면4



도면5

