



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0110703
(43) 공개일자 2017년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 33/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 33/0228 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7024883
(22) 출원일자(국제) 2016년02월01일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년09월04일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2016/052048
(87) 국제공개번호 WO 2016/124532
국제공개일자 2016년08월11일
(30) 우선권주장
15153617.4 2015년02월03일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
회가네스 아베 (피유비엘)
스웨덴 회가네스 브룩스가탄 35 (우:263 83)
(72) 발명자
후, 보
미국 15601 펜실베이니아 그린즈버그 베스우드 코
트 305
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

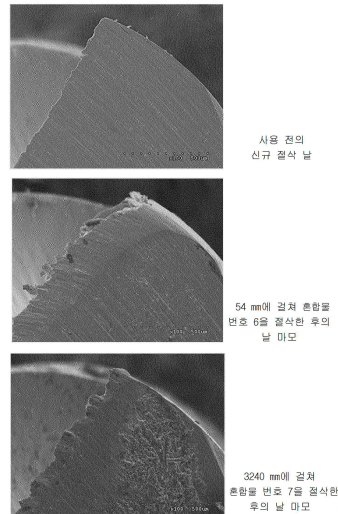
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 용이한 기계가공을 위한 분말 금속 조성물

(57) 요약

본 발명은 적어도 철계 분말 및 보다 적은 양의 기계가공성 증진 첨가제를 포함하는 철계 분말 조성물에 관한 것
이며, 상기 첨가제는 적어도 하나의 티타네이트 화합물을 포함한다. 본 발명은 추가적으로 기계가공성 증진 첨
가제의 용도 및 용이한 기계가공을 위한 철계 소결된 컴포넌트를 제조하기 위한 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

철계 분말 조성물로서,

상기 철계 분말 조성물은 보다 적은 양의 기계가공성 증진 첨가제(machinability enhancing additive)를 포함하며, 상기 첨가제는 분말 형태의 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물(synthetic titanate compound)을 포함하며, 상기 티타네이트 화합물은 다음의 화학식: MxO_nTiO_2 에 따르며, 여기서 x는 1 또는 2일 수 있으며 그리고 n은 적어도 1로부터 그리고 20 미만, 바람직하게는 10 미만의 숫자이며, M은 Li, Na, K와 같은 알칼리 금속이거나, Mg, Ca, Ba와 같은 알칼리 토금속(alkaline earth metal) 또는 이의 조합인,

철계 분말 조성물.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 합성 티타네이트 화합물은 적어도 하나의 알칼리 금속을 포함하는,

철계 분말 조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 합성 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택되는,

철계 분말 조성물.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 합성 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택되는,

철계 분말 조성물.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 합성 티타네이트 화합물은 칼륨 티타네이트 및 칼륨 마그네슘 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택되는,

철계 분말 조성물.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

X95로서 표현되는 상기 티타네이트 화합물의 입자 크기는 $50\mu\text{m}$ 미만, 바람직하게는 $40\mu\text{m}$ 미만, 더 바람직하게는 $30\mu\text{m}$ 미만, 더 바람직하게는 $20\mu\text{m}$ 미만, 예컨대 $15\mu\text{m}$ 미만 또는 $10\mu\text{m}$ 미만인,

철계 분말 조성물.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

X50로서 표현되는 상기 티타네이트의 입자 크기는 $25\mu\text{m}$ 미만, 바람직하게는 $20\mu\text{m}$ 미만, 더 바람직하게는 $15\mu\text{m}$ 미만, 더 바람직하게는 $10\mu\text{m}$ 미만, 예컨대 $8\mu\text{m}$ 미만 또는 $5\mu\text{m}$ 미만인,

철계 분말 조성물.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 티타네이트 화합물의 종횡비(aspect ratio)는 최대 5인,

철계 분말 조성물.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기계가공성 증진 첨가제의 함량은 0.05 중량% 내지 1.0 중량%이고, 바람직하게는 0.05 중량% 내지 0.4 중량%이고, 그리고 가장 바람직하게는 0.1 중량% 내지 0.3 중량%인,

철계 분말 조성물.

청구항 10

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

티타네이트 화합물의 함량은 0.1 중량% 초과이고 0.5 중량%보다 적으며, 바람직하게는 0.12 중량% 초과이고 최대 0.4 중량%이며, 그리고 가장 바람직하게는 0.12 중량% 초과이고 최대 0.3 중량%인,

철계 분말 조성물.

청구항 11

철계 분말 조성물에서의 기계가공성 증진 첨가제에 포함되는 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물의 용도로서,

상기 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물은 분말 형태이며, 그리고 상기 티타네이트 화합물은 다음의 화학식; $\text{MxO} \cdot \text{nTiO}_2$ 에 따르며, 여기서 x는 1 또는 2일 수 있으며 그리고 n은 적어도 1로부터 그리고 20 미만, 바람직하게는 10 미만의 숫자이며, M은 Li, Na, K와 같은 알칼리 금속이거나, Mg, Ca, Ba와 같은 알칼리 토금속(alkaline earth metal) 또는 이의 조합인,

철계 분말 조성물에서의 기계가공성 증진 첨가제에 포함되는 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물의 용도.

청구항 12

철계 분말 조성물을 준비하는 방법으로서,

철계 분말을 제공하는 단계; 및

기계가공성 증진 첨가제, 및 선택적인 다른 분말 재료들과 상기 철계 분말 조성물을 혼합하는 단계를 포함하며, 상기 기계가공성 증진 첨가제는 적어도 하나의 티타네이트 화합물을 포함하며, 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물은 분말 형태이며, 그리고 상기 티타네이트 화합물은 다음의 화학식: $MxO \cdot nTiO_2$ 에 따르며, 여기서 x 는 1 또는 2일 수 있으며 그리고 n 은 적어도 1로부터 그리고 20 미만, 바람직하게는 10 미만의 숫자이며, M 은 Li, Na, K와 같은 알칼리 금속이거나, Mg, Ca, Ba와 같은 알칼리 토금속(alkaline earth metal) 또는 이의 조합인, 철계 분말 조성물을 준비하는 방법.

청구항 13

개선된 기계가공성을 가지는 철계 소결된 부품을 제조하기 위한 방법으로서,

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 따른 철계 분말 조성물을 준비하는 단계;

400 내지 1200 MPa의 압분 압력(compaction pressure)으로 상기 철계 분말 조성물을 압분하는 단계;

700 내지 1350℃의 온도로 상기 압분된 부품을 소결하는 단계; 및

상기 소결된 부품을 선택적으로 열 처리하는 단계를 포함하는,

개선된 기계가공성을 가지는 철계 소결된 부품을 제조하기 위한 방법.

청구항 14

기계가공성 증진제를 포함하는 소결된 컴포넌트로서,

상기 기계가공성 증진제는 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물을 포함하며, 상기 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물은 분말 형태이며, 그리고 상기 티타네이트 화합물은 다음의 화학식: $MxO \cdot nTiO_2$ 에 따르며, 여기서 x 는 1 또는 2일 수 있으며 그리고 n 은 적어도 1로부터 그리고 그 초과인 숫자인,

기계가공성 증진제를 포함하는 소결된 컴포넌트.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택되는,

기계가공성 증진제를 포함하는 소결된 컴포넌트.

청구항 16

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

상기 티타네이트 화합물은 0.1 중량% 초과이고 0.5 중량%보다 적으며, 바람직하게는 0.12 중량% 초과이고 최대 0.4 중량%이며, 그리고 가장 바람직하게는 0.12 중량% 초과이고 최대 0.3 중량%의 양으로 제공되는,

기계가공성 증진제를 포함하는 소결된 컴포넌트.

청구항 17

제 14 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 소결된 컴포넌트는 철, 구리 및 탄소를 더 포함하는,
기계가공성 증진제를 포함하는 소결된 컴포넌트.

청구항 18

제 14 항 내지 제 17 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 소결된 컴포넌트는 커넥팅 로드들(connecting rods), 메인 베어링 캡들(main bearing caps) 및 VVT(variable valve timing) 컴포넌트들의 그룹으로부터 선택되는,
기계가공성 증진제를 포함하는 소결된 컴포넌트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 신규한 기계가공성 증진제(machinability enhancing agent)를 포함하는 분말 금속 부품들의 제조를 위한 분말 금속 조성물뿐만 아니라, 개선된 기계가공성을 가지는 분말 금속 부품들을 제조하기 위한 방법을 지칭한다.

배경 기술

[0002] 분말-야금학적 제작의 주요한 이점들 중 하나의 이점은 압분하고(compacting) 소결함으로써 최종 또는 거의 최종 형상의 컴포넌트들을 제조하는 것이 가능해진다. 그러나, 후속하는 기계가공이 요구되는 예들이 존재한다. 예를 들어, 이는 높은 허용오차 요구들 때문에 또는, 최종 컴포넌트가 직접적으로 가압될 수 없지만 소결 후에 기계가공을 요구하는 이러한 형상을 최종 컴포넌트가 가지기 때문에 필수일 수 있다. 더 구체적으로는, 압분 방향에 대해 횡 방향인 홀들, 언더컷들(undercuts) 및 스레드들(threads)과 같은 기하학적 형상들은 후속하는 기계가공을 요구한다.

[0003] 보다 높은 강도 및 보다 높은 경도를 갖는 신규한 소결된 강들을 연속적으로 개발함으로써, 기계가공은 컴포넌트들의 분말-야금학적 제작에 있어서 도전이 되고 있다. 이는, 종종 분말 야금 제작이 컴포넌트를 제작하기 위한 가장 비용-효율적인 방법인지의 여부를 평가할 때의 제한 인자이다.

[0004] 오늘날, 소결 후에 컴포넌트들의 기계가공을 용이하게 하기 위해 철계 분말 혼합물들에 추가되는 다수의 공지된 물질들이 존재한다. 가장 일반적인 분말 첨가제는, 예를 들어, 소결된 강의 기계가공성이 이러한 분말의 혼합에 의해 어떻게 개선되는지를 설명하는 문헌 EP 0 183 666에서 언급된 MnS(망간 황화물)이다.

[0005] 미국 특허 번호 4 927 461은 소결 후 기계가공성을 개선하기 위해 철계 분말 혼합물에 0.01 중량% 내지 0.5 중량%의 육방정 BN(boron nitride)의 추가를 설명한다.

[0006] 미국 특허 번호 5 631 431은 철계 분말 조성물들의 기계가공성을 개선하기 위한 첨가제에 관한 것이다. 이 특허에 따라, 첨가제는 분말 조성물의 0.1 중량% 내지 0.6 중량%의 양으로 포함된 칼슘 플루오르화물 입자들을 함유한다.

[0007] 일본 특허 출원 JP08-095649는 기계가공성 증진제를 설명한다. 이 증진제는 Al_2O_3 - SiO_2 -CaO를 포함하고, 회장석(anorthite) 또는 겔레나이트(gehlenite) 결정 구조를 가진다. 회장석은 정장석 그룹에 속하며 6 내지 6.5의 모스 경도(Mohs hardness)를 가지는 텍토규산염(tectosilicate)이며, 그리고 겔레나이트는 5 내지 6의 모스 경도를 가지는 소로규산염(sorosilicate)이다.

[0008] 미국 특허 US 7,300,490은 망간 황화물 분말(MnS) 및 칼슘 포스페이트 분말 또는 수산화인회석 분말의 조합으로 구성되는 가압되고 소결된 부품들을 제조하기 위한 분말 혼합물을 설명하고 있다.

[0009] 공보 WO 2005/102567는 기계가공 강화제(machining enhancing agent)로서 사용되는 육방정 질화붕소 및 칼슘

플루오르화물 분말의 조합을 개시한다.

- [0010] 황과 조합하여 붕소 산화물, 붕산, 또는 암모늄 붕산염과 같은 분말들을 포함하는 붕소가 US 5,938,814에서 설명된다.
- [0011] 기계가공 첨가제들로서 사용될 분말의 다른 조합들은 EP 1985393A1에 설명되며, 이 조합은 활석 및 동석 및 지방산으로부터 선택된 적어도 하나를 포함한다.
- [0012] 기계가공 증진제로서 활석은 JP1-255604에 언급된다.
- [0013] 출원 EP1002883은 금속 부품들, 특히 베벨 시트 인서트들을 만들기 위한 분말화된 금속 블렌드(blend) 혼합물을 설명한다. 설명된 블렌드들은 낮은 마찰 및 미끄럼 마모뿐만 아니라 기계가공성의 개선을 제공하기 위해 0.5 % 내지 5 %의 고체 윤활제들을 포함한다. 실시예들 중 하나의 실시예에서, 운모(mica)는 고체 윤활제로서 언급된다. 내마모성이 있고 고온 안정 컴포넌트들의 제조를 위해 사용되는 이러한 유형들의 분말 혼합물들은 항상 높은 양들의, 전형적으로 10 중량% 초과와 합금 원소들 및 경화상들(hard phases), 전형적으로 카바이드들을 포함한다.
- [0014] US 4,274,875는, 0.5 중량% 내지 2 중량% 사이의 양들로 압분 및 소결 전에 금속 분말에 분말화된 운모를 추가하는 단계를 포함하는 분말 야금에 의해 EP1002883에서 설명된 것과 유사한 물품들의 제조를 위한 프로세스를 교시한다. 구체적으로, 임의 유형의 운모가 사용될 수 있음이 개시된다.
- [0015] 추가적으로, 일본 특허 출원 JP10317002은 감소된 마찰 계수를 가지는 분말 또는 소결된 압분체(compact)를 설명한다. 분말은 1 중량% 내지 10 중량%의 황, 3 중량% 내지 25 중량%의 폴리브덴 및 나머지 철의 화학적 조성물을 가진다. 추가적으로, 고체 윤활제 및 경질상 재료들이 추가된다.
- [0016] W02010/074627은, 철계 분말 이외에도, 보다 적은 양의 기계가공성 증진 첨가제를 포함하는 철계 분말 조성물을 개시하며, 상기 첨가제는 필로규산염광물(phyllsilicates)의 그룹으로부터 적어도 하나의 규산염을 포함한다. 첨가제의 구체적인 예들은 백운모, 벤토나이트 및 카올리나이트이다.
- [0017] 가압되고 소결된 컴포넌트들의 기계가공은 매우 복잡하고, 컴포넌트의 합금 시스템의 유형, 합금 원소들의 양, 온도, 분위기 및 냉각 속도와 같은 소결 조건들, 컴포넌트의 소결된 밀도, 컴포넌트의 크기 및 형상과 같은 매개변수들에 의해 영향을 받는다. 기계가공 작동의 유형 및 기계가공의 속도가 기계가공 작업의 결과의 큰 중요성을 가지는 매개 변수라는 것도 또한 분명하다. 분말 야금학적 조성물들에 추가될 다양한 제한된 기계가공 증진제들은 PM 기계가공 기술의 복잡한 특성을 반영한다.

발명의 내용

- [0018] 본 발명은 소결된 강들의 기계가공성을 개선하기 위해 특정 티타네이트를 포함하는 신규한 첨가제를 개시한다. 구체적으로, 새로운 첨가제는 기계가공 작동들, 예컨대 소결된 강들의 드릴링, 특히 커넥팅 로드들(connecting rods), 메인 베어링 캡들(main bearing caps) 및 VVT(variable valve timing) 컴포넌트들과 같은 철, 구리 및 탄소를 포함하는 소결된 컴포넌트들의 드릴링을 용이하게 한다. 다른 기계가공 작동들, 예컨대, 선삭(turning), 밀링(milling), 그루빙(grooving), 리밍(reaming), 스레딩(threading) 등은 또한 신규한 기계가공성 증진제에 의해 용이하게 된다. 신규 첨가제가 사전합금된, 확산 합금된, 소결-경화된 강들 및 스테인리스 강들 내로 추가될 때, 기계가공성을 개선하기에 우수한 성능이 달성될 수 있다. 추가적으로, 신규한 첨가제는 수 개의 유형들의 공구 재료들, 예컨대 고속 강, 텅스텐 카바이드들, 서멧들(cermets), 세라믹 및 입방정 질화 붕소에 의해 기계가공될 컴포넌트들에 사용될 수 있으며, 그리고 공구가 또한 코팅될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 목적은 기계가공성의 개선을 위한 분말 금속 조성물에서 신규한 첨가제를 제공하는 것이다.
- [0020] 본 발명의 다른 목적은 소결된 강들의 상이한 유형들의 다양한 기계가공 작동들에서 사용될 이러한 첨가제를 제공하는 것이다.
- [0021] 본 발명의 다른 목적은 가압되고 소결된 컴포넌트의 기계적 특성들에 대한 영향이 없거나 무시해도 될 정도의 영향을 가지는 신규한 기계가공성 증진 물질을 제공하는 것이다.
- [0022] 본 발명의 추가적인 목적은 신규한 기계가공성 증진 첨가제를 포함하는 분말 야금학적 조성물뿐만 아니라, 이러한 조성물로부터 압분되는 부품을 준비하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0023] 본 발명의 다른 목적은 개선된 기계가공성을 가지는 소결된 컴포넌트, 특히 철-구리-탄소를 포함하는 소결된 컴

포넌트를 제공하는 것이다.

[0024] 철계 분말 조성물로 규정된 분말 형태의 티타네이트 화합물을 포함하는 기계가공성 증진제를 포함함으로써, 철계 분말 조성물로부터 만들어진 소결된 컴포넌트들의 기계가공성의 놀랍게 큰 개선이 달성된다는 것이 현재 밝혀져 있다. 게다가, 기계가공성에 대한 긍정적인 효과가 심지어 매우 적게 추가된 양들에서도 획득되며, 따라서 추가의 물질들을 추가함에 의한 압축성(compressibility)에 대한 부정적인 영향이 최소화될 것이다. 추가되는 티타네이트로부터 기계적 특성들에 대한 영향이 허용가능하다는 것이 또한 나타난다.

[0025] 본 발명에 따르면, 상기 목적들 중 적어도 하나의 목적뿐만 아니라 아래의 논의로부터 분명한 다른 목적들이 본 발명의 상이한 양태들에 의해 달성된다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1 및 도 2는 소결된 샘플들의 기계가공 전후의 기계가공 도구들의 절삭 날 마모를 제시한다.

도 3은 부식 시험을 받은 소결된 샘플들을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명의 제 1 양태에 따라, 적어도 철계 분말을 포함하는 철계 분말 조성물, 및 분말 형태의 적은 양의 기계가공성 증진 첨가제가 제공되며, 상기 첨가제는 다음의 화학식에 따른 분말 형태의 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물을 포함하며; MxO_nTiO_2 , 여기서 x 는 1 또는 2일 수 있으며 그리고 n은 적어도 1로부터 그리고 20 미만, 바람직하게는 10 미만의 숫자이다. M은 Li, Na, K와 같은 알칼리 금속이거나, Mg, Ca, Ba와 같은 알칼리 토금속 또는 이의 조합이다. 제 1 양태의 일 실시예에 따라, 티타네이트는 적어도 하나의 알칼리 금속을 포함한다.

[0028] 제 1 양태의 다른 실시예에 따라, 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 제 1 양태의 다른 실시예에 따라, 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택될 수 있으며, 바람직하게는 티타네이트 화합물은 칼륨 티타네이트 및 칼륨 마그네슘 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택된다.

[0029] 본 발명의 제 2 양태에 따라, 신규한 기계가공성 증진 첨가제가 제공되며, 상기 첨가제는 다음의 화학식에 따른 분말 형태의 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물을 포함하며; MxO_nTiO_2 , 여기서 x 는 1 또는 2일 수 있으며 그리고 n은 적어도 1로부터 그리고 20 미만, 바람직하게는 10 미만의 숫자이다. M은 Li, Na, K와 같은 알칼리 금속이거나, Mg, Ca, Ba와 같은 알칼리 토금속 또는 이의 조합이다.

[0030] 제 2 양태의 일 실시예에서, 티타네이트는 적어도 하나의 알칼리 금속을 포함한다.

[0031] 제 2 양태의 다른 실시예에 따라, 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 제 2 양태의 다른 실시예에 따라, 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택될 수 있으며, 바람직하게는 티타네이트 화합물은 칼륨 티타네이트 및 칼륨 마그네슘 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택된다.

[0032] 본 발명의 제 3 양태에 따라, 철계 분말 조성물의 기계가공성 개선 첨가제로 포함되는, 분말 형태의 티타네이트 화합물의 사용이 제공된다. 상기 티타네이트는 다음의 화학식에 따른 분말 형태의 적어도 하나의 합성 티타네이트 화합물이며, MxO_nTiO_2 , 여기서 x 는 1 또는 2일 수 있으며 그리고 n은 적어도 1로부터 그리고 20 미만, 바람직하게는 10 미만의 숫자이다. M은 Li, Na, K와 같은 알칼리 금속이거나, Mg, Ca, Ba와 같은 알칼리 토금속 또는 이의 조합이다.

[0033] 제 3 양태의 일 실시예에서, 티타네이트는 적어도 하나의 알칼리 금속을 포함한다.

[0034] 제 3 양태의 실시예에 따라, 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물의 그룹으로부터 선택될 수 있다. 제 3 양태의 다른 실시예에서, 티타네이트 화합물은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트

트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 또는 이의 혼합물의 그룹으로부터 선택될 수 있으며, 바람직하게는 티타네이트 화합물은 칼륨 티타네이트 및 칼륨 마그네슘 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택된다.

[0035] 본 발명의 제 4 양태에 따라, 철계 분말 조성물을 준비하는 방법이 제공되며, 이 방법은 철계 분말을 제공하는 단계; 및 철계 분말을 기계가공성 증진 첨가제 및 상기 양태들에 따른 분말 형태의 선택적인 다른 재료들과 혼합하는 단계를 포함한다.

[0036] 본 발명의 제 5 양태에 따라, 개선된 기계가공성을 가지는 철계 소결된 컴포넌트를 제조하기 위한 방법이 제공되며, 이 방법은 상기 양태에 따른 철계 분말 조성물을 준비하는 단계; 철계 분말 조성물을 400 내지 1200MPa의 압분 압력으로 압분하는 단계; 압분된 부품을 700 내지 1350℃의 온도로 소결하는 단계; 및 소결된 컴포넌트를 선택적으로 열 처리하는 단계를 포함한다.

[0037] 본 발명의 제 6 양태에 따라, 상기 양태에 따른 신규한 기계가공성 증진제를 포함하는 소결된 컴포넌트가 제공된다. 제 6 양태의 일 실시예에서, 소결된 컴포넌트는 철, 구리 및 탄소를 포함한다. 다른 실시예에서, 소결된 컴포넌트는 커넥팅 로드들, 메인 베어링 캡들 및 VVT(variable valve timing) 컴포넌트들의 그룹으로부터 선택된다. 제 6 양태의 다른 실시예에 따라, 소결된 컴포넌트는 Ni, Mo, Cr, Si, V, Co, Mn 등과 같은 다른 합금 원소들 중 하나 또는 그 초과를 포함한다.

[0038] 기계가공성 증진 첨가제 또는 증진제는 분말 형태의 규정된 티타네이트 화합물을 포함한다. 분말 형태의 티타네이트는 바람직하게는 티타네이트 화합물의 입자들의 평균 종횡비(aspect ratio)가 최대 5라는 점에서 동일한 화학적 조성을 가지는 섬유 상 티타네이트와 구별되는 형상을 가진다. 종횡비는 작은 치수들 중 하나의 치수에 대한 큰 치수의 비율로서 규정되며, 일반적으로 평균 직경에 대한 평균 길이의 비율, 즉 평균 길이를 평균 직경으로 나눈 것으로서 규정된다. 종횡비는 현미경에 의한 이미지 분석에 따라 결정될 수 있다. 섬유 상 형태의, 즉 5보다 큰 종횡비인 티타네이트는 균일한 혼합물을 획득하기 위해 다른 Fe계 분말 조성물과 혼합하는 것이 어려울 수 있다.

[0039] 티타네이트 화합물은 $MxO \cdot nTiO_2$ 화학식을 갖는 합성 세라믹의 그룹이며, 여기서 M은 Li, Na, K와 같은 알칼리 금속 또는 Mg, Ca, Ba와 같은 알칼리 토금속 또는 이의 조합들이며, x는 1 또는 2일 수 있으며, 그리고 n은 1로부터 그 초과이며, 그리고 20 미만의, 바람직하게는 10 미만의 숫자이고, 반드시 정수일 필요는 없다. 본 발명에 따른 기계가공성 증진 첨가제에 포함될 수 있거나, 기계가공성 증진 첨가제를 구성할 수 있는 티타네이트 화합물들의 예들은 리튬 티타네이트, 나트륨 티타네이트, 칼륨 티타네이트, 칼륨 리튬 티타네이트, 칼륨 마그네슘 티타네이트, 및 바륨 티타네이트 또는 이의 혼합물들이며; 바람직하게는 티타네이트 화합물은 칼륨 티타네이트 및 칼륨 마그네슘 티타네이트 또는 이의 혼합물들의 그룹으로부터 선택된다.

[0040] 본 발명에 따른 기계가공성 증진 첨가제는 다른 공지된 기계가공 증진 첨가제들, 예컨대 망간 황화물, 육방정 질화붕소, 다른 붕소 함유 물질들, 칼슘 플루오르화물, 백운모와 같은 운모(mica), 활석, 완화 휘석, 벤토나이트, 카올리나이트 등이 포함되거나 혼합될 수 있다.

[0041] 철계 분말 조성물에서, 그리고 이에 따라 소결된 컴포넌트에서 기계가공성 증진 첨가제의 양은, 0.05 중량% 내지 1.0 중량%, 바람직하게는 0.05 중량% 내지 0.5 중량%, 바람직하게는 0.05 중량% 내지 0.4 중량%, 바람직하게는 0.05 중량% 내지 0.3 중량%, 그리고 더 바람직하게는 0.1 중량% 내지 0.3 중량% 일 수 있다. 특정 당해의, 철계 분말 조성물에서의 본 발명에 따른 티타네이트 또는 기계가공성 증진 첨가제의 추가된 양은 0.1 중량% 초과 그리고 0.5 중량% 미만이며, 바람직하게는 0.12 중량% 초과 그리고 최대 0.4 중량%, 예컨대 0.15 중량% 내지 0.4 중량%이며, 그리고 가장 바람직하게는 0.12 중량% 초과 그리고 최대 0.3 중량%, 예컨대 0.15 중량% 내지 0.3 중량%이다.

[0042] 보다 적은 양들은 기계가공성에 의도된 효과를 제공할 수 없으며, 그리고 보다 많은 양들은 기계적 특성들에 부정적 영향을 가질 수 있다.

[0043] 본 발명에 따른 기계가공성 증진 첨가제에 포함되는 티타네이트의 (SS-ISO 13320-1에 따라 측정된 바와 같은) 입자 크기(X95)는 50 μ m 미만일 수 있으며, 바람직하게는 40 μ m 미만일 수 있으며, 더 바람직하게는 30 μ m 미만일 수 있으며, 더 바람직하게는 20 μ m 미만, 예컨대 15 μ m 미만이거나 10 μ m 미만일 수 있다. 대안적으로, 또는 부가적으로 평균 입자 크기(X50)는 25 μ m 미만일 수 있으며, 바람직하게는 20 μ m 미만일 수 있으며, 더 바람직하게는 15 μ m 미만일 수 있으며, 더 바람직하게는 10 μ m 미만, 예컨대 8 μ m 미만이거나 5 μ m 미만일 수 있다. 그러나, 입자 크기는 0.1 μ m 초과이며, 바람직하게는 0.5 μ m 초과이며, 즉 적어도 입자들의 95 중량%는 0.5 μ m초과일 수

있다. 입자 크기가 $0.5\mu\text{m}$ 미만인 경우, 균일한 분말 혼합물을 획득하기 위해 다른 철계 분말 조성물들과 첨가제를 혼합하는 것은 어렵게 될 수 있다. 너무 미세한 입자 크기는 또한 소결 특성들에 부정적으로 영향을 줄 수 있다. $50\mu\text{m}$ 초과 입자 크기는 기계가공성 및 기계적 특성들에 부정적으로 영향을 줄 수 있다.

[0044] 따라서, 본 발명에 따른 기계가공성 증진제에 포함되는 티타나이트들의 바람직한 입자 크기 분포들의 예들은 다음과 같다:

[0045] X95는 $50\mu\text{m}$ 미만이며, X50은 $25\mu\text{m}$ 미만이며 그리고 적어도 95중량%는 $0.1\mu\text{m}$ 초과이거나,

[0046] X95는 $30\mu\text{m}$ 미만이며, X50은 $15\mu\text{m}$ 미만이며 그리고 적어도 95중량%는 $0.1\mu\text{m}$ 초과이거나,

[0047] X95는 $20\mu\text{m}$ 미만이며, X50은 $10\mu\text{m}$ 미만이며 그리고 적어도 95중량%는 $0.5\mu\text{m}$ 초과이다.

[0048] 철계 분말 조성물

[0049] 본 발명에 따른 기계가공성 증진 첨가제는 본질적으로 임의의 철 함유(ferrous) 분말 조성물들에 사용될 수 있다. 따라서, 철계 분말 조성물에 포함되는 철계 분말은 순수 철 분말, 예컨대 분무화된 철 분말(atomized iron powder), 환원된 철 분말(reduced iron powder) 등일 수 있다. 또한, 예컨대 Ni, Mo, Cr, Si, V, Co, Mn, Cu와 같은 합금 원소들을 포함하는 스테인리스 강 분말 및 저합금된 강 분말과 같은 사전-합금 분말들(pre-alloyed powders)뿐만 아니라 합금 원소들이 철계 분말의 표면에 확산 결합되는(diffusion bonded) 부분적으로 합금된 강 분말이 사용될 수 있다. 철계 분말 조성물은 분말 형태의 합금 원소들을 또한 포함할 수 있으며, 즉 합금 원소(들)를 포함하는 분말 또는 분말들이 별개의 입자들로서 철계 분말 조성물에 제공된다.

[0050] 기계가공성 증진 첨가제가 분말 형태의 조성물에 제공된다. 첨가제 분말 입자들은 자유(free) 분말 입자들로서의 철계 분말 조성물과 혼합될 수 있거나, 예컨대 결합제(binding agent)에 의해 철계 분말 입자들에 결합될 수 있다.

[0051] 본 발명에 따른 철계 분말 조성물은 또한 그래파이트(graphite), 바인더들(binders) 및 윤활제들과 같은 다른 첨가제들 및 다른 종래의 기계가공성 증진제들을 포함할 수 있다. 윤활제는 0.05 중량% 내지 2 중량%으로, 바람직하게는 0.1 중량% 내지 1 중량%으로 추가될 수 있다. 그래파이트는 0.05 중량% 내지 2 중량%으로, 바람직하게는 0.1 중량% 내지 1 중량%으로 추가될 수 있다.

[0052] 프로세스

[0053] 본 발명에 따른 컴포넌트들의 분말-야금학적 제작이 종래 방식으로, 즉 다음의 프로세스에 의해 수행될 수 있다: 철계 분말, 예컨대 철 또는 강 분말이 본 발명에 따른 기계가공성 증진 첨가제뿐만 아니라 임의의 바람직한 합금 원소들, 예컨대 니켈, 구리, 몰리브덴 및 선택적으로 탄소와 혼합될 수 있다. 합금 원소들은 또한 철계 분말에 사전합금되거나 확산 합금되는 바와 같이 또는 혼합된 합금 원소들, 확산 합금된 분말 또는 사전합금된 분말 사이의 조합으로서 추가될 수 있다. 이러한 분말 혼합물은 압분하기 전에 종래의 윤활제, 예를 들어, 아연 스테아르산염 또는 아마이드 왁스(amide wax)와 혼합될 수 있다. 혼합물에서의 보다 미세한 입자들은 편석(segregation)을 최소화하고 분말 혼합물의 유동성을 개선하기 위한 결합 물질에 의해 철계 분말에 결합될 수 있다. 분말 혼합물은, 이 후, 최종 기하학적 형상에 가까운 생소지(green body)로서 공지되어 있는 것을 생산하는 프레스 공구(press tool)에서 압분될 수 있다. 압분이 일반적으로 400 내지 1200MPa의 압력으로 발생한다. 압분 후에, 압분체는 700 내지 1350°C의 온도로 소결될 수 있으며, 그리고 이의 최종 강도, 경도, 연신율 등이 주어진다. 선택적으로, 소결된 부품은 바람직한 미세조직들을 달성하기 위해 추가적으로 열-처리될 수 있다.

[0054] 예들

[0055] 본 발명은 하기의 비제한적인 예들에서 설명될 것이다:

[0056] 기계가공성 증진제들

[0057] 다음 표(표 1)에 따른 물질들이 본 발명에 따른 기계가공성 증진제들의 예들로서 사용되었다.

표 1

사용되는 기계가공성 증진제들의 화학적 조성

기계가공성 증진제	ID	중량% TiO ₂	중량% BaO	중량% CaO	중량% K ₂ O	중량% Na ₂ O	중량% MgO	중량% Li ₂ O ₂	중량% 다른 산화물들*	TiO ₂ / M _x O 몰 비율* *
리튬 티타네이트	LT	85.9						5.6	8.5	5.7
칼륨 리튬 티타네이트	PLT	79.9			15.0			1.3	3.8	4.9
칼륨 티타네이트	PT	76.3			20.8				2.9	4.3
칼륨 마그네슘 티타네이트	PMT	66.6			20.3		10.9		2.2	1.7
나트륨 티타네이트	ST	81.0				14.4			4.6	4.4
바륨 티타네이트	BT	33.9	65.1						1.0	1.0
칼슘 티타네이트	CT	58.3		40.9					0.8	1.0

* 다른 산화물들은 SiO₂, Al₂O₃, ZrO₂, Fe₂O₃를 포함함

** 비율은 티타네이트 화학식, M_xO*nTiO₂에서 숫자 'n' 으로서 나타냄.

[0058]

[0059]

표 2는 표 1에서 나열된 물질들에 대한 SS-ISO 13320-1에 따라 측정된 바와 같은 전형적인 입자 크기를 나타낸다.

표 2

표 1에 따른 물질들의 전형적인 입자 크기 분포

	X10	X50	X90	X95
크기 μ m	1.6	4.5	22.3	38.0

[0060]

[0061]

예 1

[0062]

5 개의 철계 분말 조성물들은, 스웨덴의 Hoeganaaes AB로부터 이용가능한 순수 분무화된 철 분말 ASC100.29, 미국의 ACuPowder로부터 이용가능한 2 중량%의 구리 분말 Cu165, 미국의 Asbury Graphite로부터 이용가능한 0.85 중량%의 그래파이트 분말 Gr1651 및 미국의 Lonza로부터 이용가능한 0.75 중량%의 윤활제 Acrawax C를 혼합함으로써 준비되었다. 혼합물 번호 1가 기준으로 사용되었고, 임의의 기계가공성 증진 물질을 포함하지 않았던 반면, 혼합물 번호 2 내지 5는 본 발명에 따른 0.15중량%의 기계가공성 증진제를 포함하였다.

[0063]

혼합물들은 SS-ISO 3325에 따른 TRS(Transvers Rapture Strength) 샘플들 내로 6.8g/cm³의 미소 밀도(green density)로 압분되었고, 이후에 30분의 시간의 기간 동안 90% 질소/10% 수소의 분위기에서 1120℃으로 소결되었다. 주변 온도로 냉각한 후에, 샘플들은 SS-ISO 3325에 따른 가로 파열 강도(transvers rapture strength), SS-EN ISO 6506에 따른 경도(HRB)에 대해 검사되었다. 압분 다이(die)와 소결된 샘플들 사이의 DC(dimensional change)가 또한 측정되었다.

표 3

기계적 시험으로부터의 결과들

혼합물 번호	기계가공성 증진제	DC [%]	HRB	TRS (MPa)
1	-	0.28	76	990
2	0.15%LT	0.27	74	993
3	0.15%PT	0.30	75	986
4	0.15%PMT	0.28	73	972
5	0.15%ST	0.32	75	980

[0064]

[0065]

표 3으로부터 분명한 바와 같이, 0.15중량%의 함량으로 추가되는, 본 발명에 따른 다양한 기계가공성 증진제들의 추가는 소결 특성 그리고 기계적 특성에 대한 중요한 영향을 가지지 않는다.

[0066]

또한, 혼합물들은, 6.9g/cm³의 미소 밀도로 일축가압성형함(uniaxial pressing)으로써, 링들의 형상(높이=20mm, 내경=35mm, 외경=55mm)의 그린(green) 샘플들 내로 압분되었으며, 이후 30분의 시간의 기간 동안 90% 질소/10% 수소의 분위기에서 1120℃으로 소결하였다. 주변 온도로 냉각한 후에, 샘플들은 기계가공성에 대해 검사되었다.

[0067]

기계가공성 검사들은 습윤 조건들에서, 즉 냉각제와 함께 18 mm의 깊이를 갖는 블라인드 홀들(blind holes)을 드릴링하기 위해 1/8 인치의 보통의 (코팅되지 않은) 고속도 강 드릴 비트들(high speed steel drill bits)을 사용하여 수행되었다. 본 발명에 따른 다양한 기계가공성 증진제들이 드릴 고장(예를 들어, 절삭 공구가 과도하게 마모되거나 파괴됨) 전에 총 절삭 거리에 대해 평가되었다. 표 4는 기계가공성 검사로부터의 결과들을 나타낸다.

표 4

기계가공성 시험으로부터의 결과들

혼합물 번호	기계가공성 증진제	절삭 속도 [미터/분]	이송 [mm/회전]	절삭 거리 [mm]
1	-	200	0.2	126
2	0.15%LT	200	0.2	1656
3	0.15%PT	200	0.2	2232
4	0.15%PMT	200	0.2	1994
5	0.15%ST	200	0.2	1530

[0068]

[0069]

표 4는, 본 발명에 따른, 검사된 기계가공성 증진제들 모두가 증진제 없는 재료에 비해 소결된 재료의 기계가공성에서의 큰 개선을 제공하는 것을 명백하게 나타낸다.

[0070]

예 2

[0071]

다음의 예는 기계가공성에 대한 기계가공성 증진제 칼륨 티타네이트의 입자 크기의 영향을 예시한다.

[0072]

다양한 입자 크기 분포들을 가지는 칼륨 티타네이트가 사용되었던 것을 제외하고, 예 1에서 설명된 바와 같은 유사한 철계 분말 조성물들이 준비되었다. 예 1에 따른 소결된 샘플들이 준비되었으며, 그리고 예 1에서 설명

된 바와 같은 유사한 드릴 검사가 수행되었다. 다음의 표 5는 기계가공 매개변수들 및 결과들을 나타낸다.

표 5

기계가공 매개변수들 및 기계가공성 시험으로부터의 결과들

혼합물 번호	기계가공성 증진제	절삭 속도 [미터/분]	이송 [mm/회전]	절삭 거리 [mm]
6	-	400	0.1	54
7	0.15% PT, X95=9 μ m	400	0.1	3240*
8	0.15% PT, X95=13 μ m	400	0.1	3240*
9	0.15% PT, X95=16 μ m	400	0.1	3240*
10	0.15% PT, X95=38 μ m	400	0.1	954

* 시험은 공구가 파괴됨 없이 종료되었음

혼합물 번호 7 내지 9에 대해, 심지어 3240 mm의 절삭 후에조차, 절삭 공구 고장이 획득되지 않았으며, 혼합물 번호 10에 대해, 954 mm의 절삭 거리 후에, 절삭 공구 고장이 획득되었지만, 이는 여전히 기계가공성 증진제의 추가를 가지지 않는 혼합물 번호 6으로부터 획득된 결과와 비교하여 큰 개선이다. 도 1은 기계가공 전 그리고 기계가공 후의 드릴 비트의 절삭 날 마모를 제시한다. 도면은, 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 절삭 날 마모를 놀랄만큼 높은 레벨로 완화시키는 것을 드러낸다. 기계가공 증진제가 사용되지 않을 때 단지 54 mm의 절삭거리 후에 공구가 파괴되는 것을 유발시켰던 과도한 절삭 날 마모와 비교하여, 단지 작은 마모가 3240 mm의 절삭 거리 후에 검출될 수 있다.

예 3

다음의 예는 공지된 이러한 증진제들과 비교하여 본 발명에 따른 기계가공성 증진제의 효과를 예시한다. 비교 철계 분말 조성물들에서, 공지된 기계가공성 증진제들이 사용되었으며: 혼합물 번호 12에서, X95=9 μ m의 입자 크기 분포를 가지는 칼슘 플루오르화물 분말, 그리고 혼합물 번호 13에서, X95=10 μ m의 입자 크기 분포를 가지는 망간 황화물 분말(MnS). 혼합물 번호 14 내지 16, 16a 및 16b은, 혼합물 번호 7의 제 2 예에서 설명되는 것과 동일하게 본 발명에 따른 기계가공성 증진제를 포함하였다. 철계 분말 조성물들 및 검사 샘플들은 예 1에서의 설명에 따라 준비되었다. 기계가공성 검사는, TiN으로 코팅된 고속 강 드릴들이 사용되고, 드릴들이 1/8 인치의 직경을 가지며, 그리고 홀들이 10 mm의 깊이로 건조한 조건으로, 즉 냉각제 없이 드릴링되었던 것을 제외하면, 예 1에 따라 수행되었다.

다음의 표 6은 기계가공성 증진 첨가제 및 검사로부터의 결과들을 나타낸다.

표 6

기계가공 매개변수들 및 기계가공성 시험으로부터의 결과들

혼합물 번호	기계가공성 증진제	절삭 속도 [미터/분]	이송 [mm/회전]	절삭 거리 [mm]
11	-	200	0.2	400
12	0.3% 칼슘 플루오르화물	200	0.2	2130
13	0.5% MnS	200	0.2	3600*
14	0.05% PT	200	0.2	850
15	0.10% PT	200	0.2	2160
16	0.15% PT	200	0.2	3600*
16a	0.30% PT	200	0.2	3600*
16b	0.50% PT	200	0.2	3600*

* 시험은 공구가 파괴됨 없이 종료되었음

[0078]

[0079]

혼합물 번호 13 및 16, 16a 및 16b로부터 만들어지는 샘플들의 기계가공성 검사가 공구 고장 없이 3600 mm의 절삭 거리 후에 중단되었다. 결과들은, 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 0.15 중량%보다 적은 양으로 추가되었을 때, 기계가공성을 개선하는 성능이 제한되고 일관성이 없는 것을 나타낸다. 그러나, 심지어 0.05% 만큼 낮은 양들에서조차 기계가공성 증진제가 사용되지 않을 때와 비교하여 약간의 개선을 여전히 제공한다.

[0080]

압분 전에, ISO 4490-2008에 따른 홀 유동(Hall Flow)은 다음의 표 6a에 따른 혼합물들을 위해 결정되었다. SS-ISO 3325에 따른 TRS(transverse rupture strength) 샘플들은 예 1에서 설명되는 바와 같은 동일한 방식으로 준비되었다. ISO 3995-1985에 따른 미소 강도(green strength)가 소결되지 않은 그린(green) TRS 샘플들 중 일부에 대해 결정되었으며, 그리고 잔여 TRS 샘플들은 소결 프로세스를 받았고, 그 후에, 예 1에서 설명되는 바와 같이 가로 파열 강도에 대해 검사되었다. 압분 다이와 소결된 샘플들 사이의 치수 변화가 또한 결정되었다.

[0081]

표 6a는 홀 유동 검사, 소결되지 않은 샘플들에 대한 미소 강도 검사, 다이와 소결된 샘플들 사이의 치수 변화의 결정 및 소결된 샘플들의 가로 파열 강도의 검사로부터의 결과들을 제시한다.

[0082]

[표 6a]

유동, GS(Green Strength), DC(Dimensional Change) 및 TRS(Transverse rupture strength)

혼합물 번호	기계가공성 증진제	유동 [초 /50g]	GS [MPa]	DC [%]	TRS [MPa]
11	-	29.5	12	0.30	1020
16	0.15%PT	30.2	12	0.32	1000
16a	0.30%PT	31.3	11	0.35	958
16b	0.50%PT	38.0	8	0.48	855
16c	0.75%PT	유동 없음	6	0.52	800

[0083]

[0084]

표 6a로부터 분명한 바와 같이, 0.5% 또는 그 초과량의 함량으로의 티타네이트의 추가들은, 분말 혼합물의 유동, 압분된 샘플들의 미소 강도, 치수 변화 및 가로 파열 강도와 같은 재료 특성들에 상당한 영향을 준다.

[0085] 예 4

[0086] 다음의 예는, 90% 초과 마텐자이트계(martensitic) 미세조직을 포함하는 소결-경화된 샘플들을 절삭할 때 공지된 이러한 개선제들과 비교하여 본 발명에 따른 기계가공성 개선제의 효과를 예시한다. 철계 분말 조성물들은, 미국의 North American Hoeganaaes로부터 이용가능한 사전 합금된 철 분말 Astaloy MoNi(Fe +1.2%Mo +1.35%Ni +0.4%Mn), 미국의 ACuPowder로부터 이용가능한 2 중량%의 구리 분말 Cu165, 미국의 Asbury Graphite로부터 이용가능한 0.9 중량%의 그라파이트 분말 Gr1651 및 스웨덴의 Hoeganaaes AB로부터 이용가능한 0.6 중량%의 윤활제, Introlube E를 혼합함으로써 준비되었다. 혼합물 번호 17이 기준으로 사용되었고, 어떠한 기계가공성 증진 물질도 포함하지 않았던 반면, 혼합물 번호 18은, 예 3에서 설명된 0.5 중량%의 공지된 기계가공성 증진제, 망간 황화물(MnS)을 포함하였다. 혼합물 번호 19는 예 3에서 설명된 바와 같은 본 발명에 따른 0.15 중량%의 기계가공성 증진제를 포함하였다.

[0087] 혼합물들은 예 1에서의 설명에 따른 링들의 형상의 그린 샘플들로 압분되었다. 초 당 섭씨 2 도의 냉각 속도가 주변 온도로 샘플들을 냉각시키는데 사용되었다는 것을 제외하면, 그린 샘플들은, 그 후, 예 1의 설명에 따라 소결되었다. 공기 중에서 한 시간 동안 204℃로 템퍼링된(tempered) 후, 샘플들은 기계가공성 검사들을 위해 사용되었다.

[0088] 기계가공성 검사는 선삭 작동(turning operation)으로 수행되었다. CBN(cubic boron nitride) 인서트들이, 과도한 (200μm보다 큰) 공구 마모가 관찰될 때까지, 건조 조건에서, 즉 냉각제 없이 샘플들을 절삭하는데 사용되었다.

[0089] 다음의 표 7은 기계가공성 검사로부터의 결과들 및 기계가공성 매개변수들을 나타낸다.

표 7

기계가공 매개변수들 및 기계가공성 시험으로부터의 결과들

혼합물 번호	기계가공성 증진제	절삭 속도 [미터/분]	이송 [mm/회전]	절삭 거리 [m]	공구 마모 (μm)
17	-	183	0.3	754	파괴됨
18	0.5% MnS	183	0.3	1036	파괴됨
19	0.15% PT	183	0.3	4898	54*

* 시험은 작은 크레이터 공구 마모로 종료되었음

[0090]

[0091] 도 2는 기계가공성 증진제를 포함하는 샘플들의 기계가공 후에 공구 마모의 상태를 제시한다. 표 및 도면은, 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 공구 마모를 놀랄만큼 높은 레벨로 완화시키는 것을 드러낸다. 기계가공성 증진제가 사용되지 않았을 때 754m 절삭 거리 후에 관찰된 파괴된 공구 및 공지된 기계가공성 증진제(MnS)가 사용되었을 때 1036m 절삭 거리 후에 관찰된 파괴된 공구들과 비교하여, 4898m 절삭 거리 후에, 단지 작은 크레이터 마모가 검출될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 소결-경화된 강들에 대한 큰 기계가공성 개선을 제공할 수 있다는 것이 증명된다.

[0092] 예 5

[0093] 다음의 예는, 스테인리스 강 샘플들을 절삭할 때 공지된 이러한 개선제들과 비교하여 본 발명에 따른 기계가공성 개선제의 효과를 예시한다. 철계 분말 조성물들은, 미국의 North American Hoeganaaes으로부터 이용가능한 304L 스테인리스 강 분말(Fe +18.5%Cr +11%Ni +0.9%Si), 및 미국의 Lonza로부터 이용가능한 1.0 중량%의 윤활제, Acrawax C를 혼합함으로써 준비되었다. 혼합물 번호 20이 기준으로 사용되었고, 어떠한 기계가공성 증진 물질도 포함하지 않았던 반면, 혼합물 번호 21은, 예 3에서 설명된 0.5 중량%의 공지된 기계가공성 증진제, 망간 황화물(MnS)을 포함하였다. 혼합물 번호 22는 예 3에서 설명된 바와 같은 본 발명에 따른 0.15 중량%의 기계가공성 증진제를 포함하였다.

[0094] 혼합물들은 예 1의 설명에 따른 링들의 형상의 그린 샘플들 내로 6.5g/cm³의 미소 밀도(green density)로 압분되었고, 이후 45분의 시간의 기간 동안 100% 수소의 분위기에서 1315℃로 소결하였다. 주변 온도로 냉각한 후에,

샘플들은 기계가공성 검사들을 위해 사용되었다.

[0095] 기계가공성 검사는 선삭 작동(turning operation)으로 수행되었다. 코팅된 텅스텐 카바이드 인서트들은, 과도한 (200 μ m보다 큰) 공구 마모가 관찰될 때까지, 습윤 조건에서, 즉 냉각제와 함께 샘플들을 절삭하는데 사용되었다.

[0096] 다음의 표 8은 기계가공성 검사로부터의 결과들 및 기계가공성 매개변수들을 나타낸다.

표 8

기계가공 매개변수들 및 기계가공성 시험으로부터의 결과들

혼합물 번호	기계가공성 증진제	절삭 속도 [미터/분]	이송 [mm/회전]	절삭 거리 [m]	공구 마모 (μ m)
20	-	274	0.2	5087	373
21	0.5% MnS	274	0.2	5087	204
22	0.15% PT	274	0.2	5087	65

[0097]

[0098] 혼합물 번호 22에 대해, 단지 작은 초기 공구 마모가 5087 mm의 절삭 후에 획득되었지만, 혼합물 번호 20 및 21에 대해서는, 과도한 공구 마모가 동일한 거리를 절삭한 후 획득되었다. 비록 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 보다 적은 양으로 추가되었지만, 결과들은, 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 공지된 기계가공성 증진제 MnS보다 매우 더 양호하게 기계가공 작동을 가능하게 것을 나타낸다. 0.15% 만큼 적은 함량으로, 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 스테인리스 강들의 기계가공성을 개선함에 대한 우수한 효과를 가지는 것이 또한 유의될 수 있다.

[0099] 예 6

[0100] 이러한 예는 소결된 샘플들의 부식에 대한 본 발명에 따른 기계가공성 증진제를 위한 영향을 도시한다.

[0101] 예 1에서 설명된 바와 같은 철계 분말 조성물들이 준비되었다. 하나의 조성물은 기계가공성 증진제를 포함하지 않았으며, 다른 조성물은 0.5 중량%의 MnS를 포함하였으며, 그리고 제 3 조성물은 X95=9 μ m를 가지는 0.15%의 칼륨 티타네이트를 포함하였다. 링들의 형상의 그린 샘플 및 소결된 샘플은 예 1에서 설명된 바와 같이 준비되었다. 소결된 샘플들은, 이후, 45 $^{\circ}$ C에서 그리고 95%의 상대 습도로 습도 챔버(humidity chamber)에 배치되었다. 샘플들은, 검사의 시작 시, 1 일 후에, 그리고 4 일 후에 시각적으로 시험되었다.

[0102] 도 3은, 심각한 부식을 나타내는 MnS를 포함하는 샘플과는 대조적으로, 어떠한 부식도 신규한 기계가공성 증진제를 포함하는 샘플에 대해 4일 후에 거의 검출될 수 없는 것을 나타낸다. 어떠한 추가된 기계가공성 증진제도 없는 샘플들과 비교될 때, 심지어 본 발명에 따른 기계가공성 증진제가 약간의 부식 방지 효과를 가지는 것으로 결론을 내릴 수 있다.

[0103] 예 7

[0104] 예 7은, 기계가공성 증진제로서의 티타네이트가 어떠한 알칼리 금속도 포함하지 않을 때, 즉 알칼리 토금속 티타네이트로 구성되지 않을 때, 기계가공성이 단지 제한된 범위에서만 영향을 받는 것을 예시한다.

[0105] 4 개의 철계 분말 조성물들은, 스웨덴의 Hoeganaaes AB로부터 이용가능한 순수 분무 철 분말 ASC100.29, 미국의 ACuPowder로부터 이용가능한 2 중량%의 구리 분말 Cu165, 미국의 Asbury Graphite로부터 이용가능한 0.85 중량%의 그라파이트 분말 Gr1651 및 미국의 Lonza로부터 이용가능한 0.75 중량%의 윤활제 Acrawax C를 혼합함으로써 준비되었다. 혼합물 번호 23가 기준으로 사용되었고, 어떠한 기계가공성 증진 물질도 포함하지 않았던 반면, 혼합물 번호 24 내지 26는 0.15중량%의 기계가공성 증진제를 포함하였다. 물질 PT의 입자 크기는 X95=9 μ m이었으며, 물질 BT에 대해, 입자 크기는 X95=7 μ m였으며, 그리고 물질 CT에 대해, 입자 크기는 X95=10 μ m였다.

[0106] 혼합물들은, 6.9 g/cm³의 미소 밀도로 일축가압성형함(uniaxial pressing)으로써, 링들의 형상(높이=20mm, 내경=35mm, 외경=55mm)의 그린(green) 샘플들 내로 압분되었다. 이후 30분의 시간의 기간 동안 90% 질소/10% 수소의 분위기에서 1120 $^{\circ}$ C으로 소결하였다. 주변 온도로 냉각한 후에, 샘플들은 기계가공성에 대해 검사되었다.

[0107] 기계가공성 검사들은 습윤 조건들에서, 즉 냉각제와 함께 18 mm의 깊이를 갖는 블라인드 홀들(blind holes)을 드릴링하기 위해 1/8 인치의 보통의 (코팅되지 않은) 고속도 강 드릴 비트들을 사용하여 수행되었다. 기계가공성 증진제들이 드릴 고장(예를 들어, 절삭 공구가 과도하게 마모되거나 파괴됨) 전에 총 절삭 거리에 대해 평가되었다. 표 9는 기계가공성 검사로부터의 결과들을 나타낸다.

표 9

기계가공 매개변수들 및 기계가공성 시험으로부터의 결과들

혼합물 번호	기계가공성 증진제	절삭 속도 [미터/분]	이송 [mm/회전]	절삭 거리 [m]
23	-	300	0.13	54
24	0.15% PT	300	0.13	1296*
25	0.15% BT	300	0.13	198
26	0.15% CT	300	0.13	90

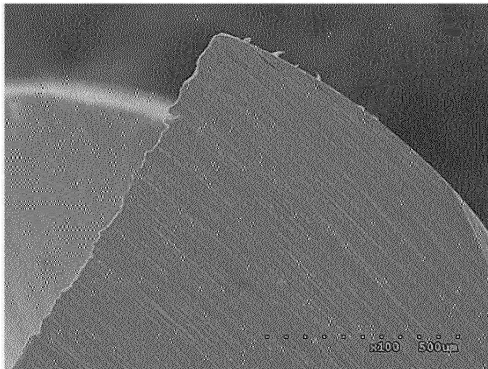
*시험은 공구가 파괴됨 없이 종료되었음

[0108]

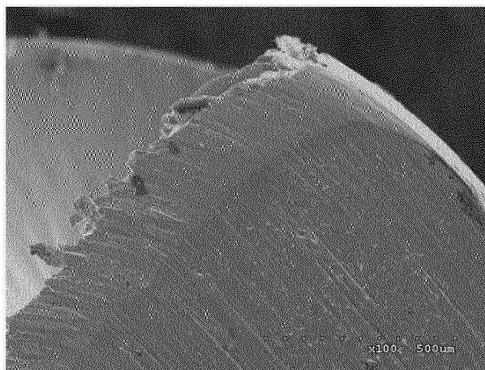
[0109] 표 9는, 본 발명에 따른 샘플(혼합물 번호 24)에 대해 유의된 기계가공성의 상당한 개선과 비교하여 혼합물 번호 26에 대해 제한된 개선이 획득되었다는 것을 나타낸다. 혼합물 번호 25는 일부 개선들을 나타낸다.

도면

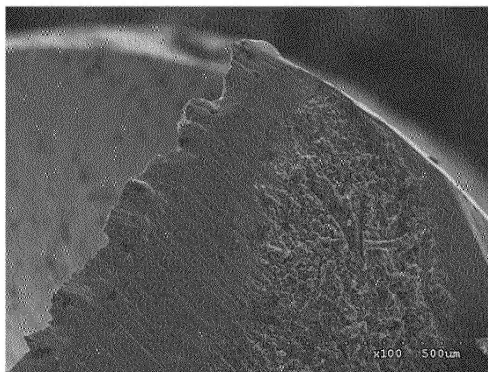
도면1



사용 전의
신규 절삭 날

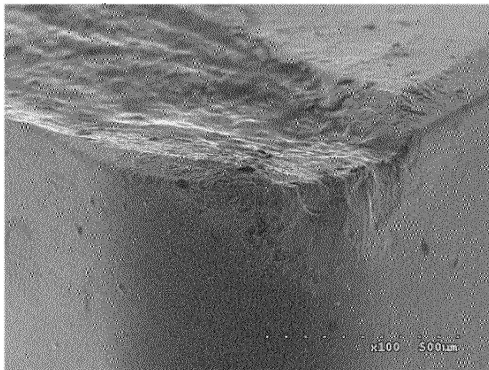


54 mm에 걸쳐 혼합물
번호 6을 절삭한 후의
날 마모

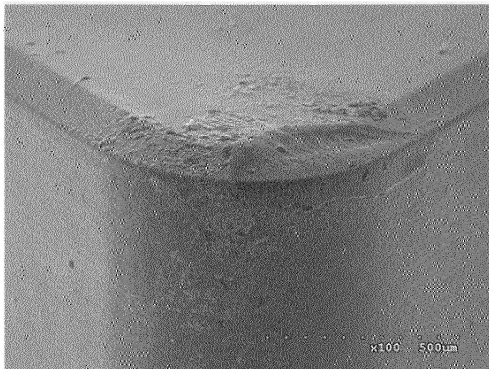


3240 mm에 걸쳐
혼합물 번호 7을 절삭한
후의 날 마모

도면2



1036 m에 걸쳐 혼합물
번호 18을 절삭한 후에
파괴된 공구



4898m에 걸쳐 혼합물 번호
19를 절삭한 후의 작은
크레이터 마모

도면3

