(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0107617
(43) 공개일자 2024년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 5/10 (2006.01) *B05B 15/18* (2018.01)
B22F 3/04 (2006.01) *B22F 3/16* (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01) *B33Y 10/00* (2015.01)
(52) CPC특허분류
B22F 5/106 (2013.01)
B05B 15/18 (2020.08)
(21) 출원번호 10-2022-0190415
(22) 출원일자 2022년12월30일
심사청구일자 2022년12월30일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
하국현
부산광역시 북구 금곡대로 166 롯데캐슬카이저
장경미
경상남도 창원시 진해구 웅천동로 16 (남문동, 남문1차 시티프라디움)
(74) 대리인
특허법인 피씨알

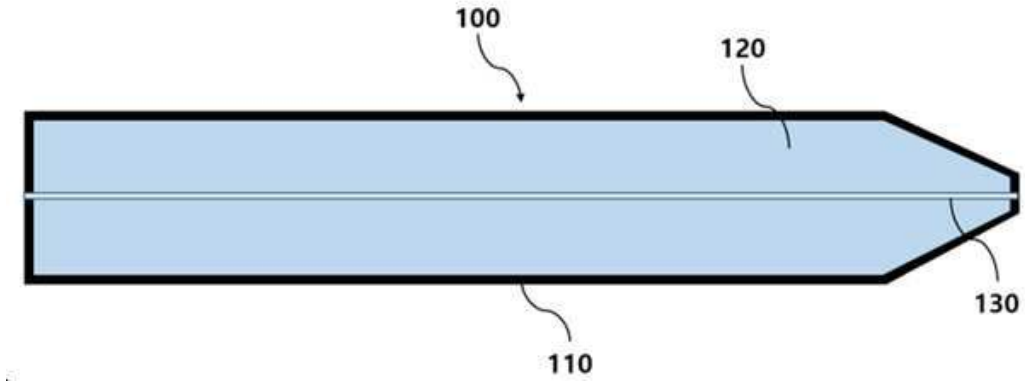
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **이중구조 초고압 노즐의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 이중구조를 가지는 초고압 노즐의 제조방법에 관한 것으로, 초고압 노즐의 심부는 높은 내마모성 및 내식성을 가지는 텅스텐 카바이드로 형성되고, 표면부에는 내충격성을 가지는 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도 구배층이 형성된 이중구조 초고압 노즐의 제조방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B22F 3/04 (2013.01)
B22F 3/16 (2013.01)
B22F 3/24 (2013.01)
B33Y 10/00 (2013.01)
B22F 2003/248 (2013.01)
B22F 2301/15 (2013.01)
B22F 2302/10 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711149185
과제번호 2021M3H4A6A03103769
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 나노·소재기술개발(R&D)
연구과제명 폐 초경 스크랩 활용 고내마모 초경 소재 및 부품 제조 기술 개발
기 여 율 51/100
과제수행기관명 한국재료연구원
연구기간 2021.12.15 ~ 2022.12.14
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415179473
과제번호 20011520
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 전략핵심소재자립화기술개발
연구과제명 스크랩을 활용한 정밀가공용100㎚급 텅스텐계 소재 및 공구제조기술개발
기 여 율 49/100
과제수행기관명 (주)베사
연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체 표면에 코발트 용탕 또는 코발트 시트를 이용하여 코발트를 도포하는 단계; 및

상기 코발트가 도포된 성형체를 2차 소결하는 단계;를 포함하는 초고압 노즐의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 코발트를 도포하는 단계 이전에,

상기 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체를 1차 소결하는 단계;를 더 포함하는, 초고압 노즐의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 1차 소결하는 단계는 1700 ℃ 이상의 온도에서 수행되는 것인, 초고압 노즐의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 2차 소결하는 단계는 열간가압소결 또는 열간등가압소결 공정으로 수행되는 것인, 초고압 노즐의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 2차 소결하는 단계는 1300 ℃ 이상의 온도에서 수행되는 것인, 초고압 노즐의 제조방법.

청구항 6

제1항의 제조방법으로 제조되고,

초고압 노즐의 심부는 텅스텐 카바이드로 형성되고,

초고압 노즐의 표면부는 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도구배층이 형성된 것인, 초고압 노즐.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도구배층은 초고압 노즐의 심부로 갈수록 코발트의 함량이 줄어드는 것인, 초고압 노즐.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이중구조를 가지는 초고압 노즐의 제조방법에 관한 것이다. 구체적으로 초고압 노즐의 심부는 높은 내마모성 및 내식성을 가지고, 표면부는 내충격성을 가지는 이중구조 초고압 노즐의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로, 초고압 노즐(Water jet Nozzle)을 이용한 절단 가공은 초고압 발생 장치에서 토출된 압력을 이용하여 물과 연마재를 초고속으로 분사하는 방식으로 가공대상물을 절단하는 기술을 말한다.

[0004] 이러한 초고압 노즐을 이용한 절단 가공 방법은 최고 4,000 Bar 이상의 압력으로 최소 1,000 m/sec 이상의 빠른 속도 에너지를 이용한 물리력과 마찰력을 이용하여 가공대상물을 절단할 할 수 있다.

[0005] 구체적으로, 초고압 절단 가공은 열 손상 및 열 영향부가 없고, 기계적/열적 응력이 없어 가공 후 소재의 변형이나 변질이 없다. 아울러 다양한 재질(CFRP, 내열소재 등의 난삭재)과 형상, 두께의 고속 가공이 가능함에 따라 레이저 가공을 대체할 수 있다. 또한 절단에 의한 재료의 손실이 적고, 다층소재, 겹침 소재의 절단이 가능하며, 후속가공이 불필요하거나 줄일 수 있는 장점이 있다.

[0006] 그러나 상기와 같은 절단 가공법은 초고압으로 유체를 초고속으로 분사(> 1,000m/sec)함에 따라 초고압 노즐의 심부는 높은 내마모성과 내식성이 요구되고, 표면부는 조립부로써 내충격성을 가지는 초고압 노즐의 개발이 필요한 상황이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 초고압 노즐의 심부는 높은 내마모성 및 내식성을 가지고, 표면부는 인성 및 연성이 향상된 초고압 노즐의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0009] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 하기의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 측면에 따르면, 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체 표면에 코발트 용탕 또는 코발트 시트를 이용하여 코발트를 도포하는 단계; 및 상기 코발트가 도포된 성형체를 2차 소결하는 단계;를 포함하는 초고압 노즐의 제조방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명의 다른 일 측면에 따르면, 상기 초고압 노즐의 제조방법으로 제조되고, 초고압 노즐의 심부는 텅스텐 카바이드로 형성되고, 초고압 노즐의 표면부는 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도구배층이 형성된, 초고압 노즐을 제공한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 초고압 노즐의 제조방법은 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체 표면에 코발트 용탕 또는 코발트 시트를 이용하여 코발트를 도포하는 것으로, 코발트 분말을 이용하는 공정에 비해 간단하며, 균일한 두께로 코발트를 도포할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 초고압 노즐의 심부는 고강도의 텅스텐 카바이드로 형성되어 높은 내마모성 및 내

식성을 가지고, 표면부는 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도구배층이 형성되어 인성 및 연성이 향상되고, 내충격성을 가질 수 있다.

[0017] 본 발명의 효과는 상술한 효과로 한정되는 것은 아니며, 언급되지 아니한 효과들은 본원 명세서로부터 당업자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 이중구조 초고압 노즐을 나타낸 것이다.

도 2는 코발트 함량에 따른 텅스텐 카바이드와 코발트 복합상의 항절력(TRS, Transverse Rupture Strength) 및 경도(Hardness) 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 명세서에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함 할 수 있는 것을 의미한다.

[0021] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0022] 본원 명세서 전체에서, 단위 "중량부"는 각 성분간의 중량의 비율을 의미할 수 있다.

[0023] 이하, 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체 표면에 코발트 용탕 또는 코발트 시트를 이용하여 코발트를 도포하는 단계; 및 상기 코발트가 도포된 성형체를 2차 소결하는 단계;를 포함하는 초고압 노즐의 제조방법을 제공한다.

[0026] 상기 텅스텐 카바이드 분말의 평균입도는 0.05 ㎛ 내지 2.0 ㎛일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 또한, 상기 텅스텐 카바이드 분말은 한가지 이상의 크기를 갖는 분말일 수 있으며, 서로 다른 크기의 분말을 사용하여 소결체를 형성함에 따라, 분말 사이의 기공을 제어하여 충진 밀도를 제어할 수 있으며, 고밀도의 성형체를 형성할 수 있다.

[0027] 상기 코발트를 도포하는 단계 이전에, 상기 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체를 1차 소결하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0028] 상기 형성된 성형체를 1차 소결하는 단계는 1700 ℃ 이상, 1700 ℃ 내지 2500 ℃, 1700 ℃ 내지 2000 ℃ 또는 1700 ℃ 내지 1800 ℃의 온도에서 수행되는 것일 수 있다.

[0029] 상기 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체 표면에 코발트를 도포하는 단계는 코발트 용탕 또는 코발트 시트를 이용하여 코발트를 도포하는 것일 수 있다. 상기 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체 표면에 저융점의 코발트를 도포하고 온도 또는 압력을 가하는 경우, 코발트가 용융되고, 기공을 통하여 심부로 침투하여 기공을 차단할 수 있다. 따라서, 소결 시 외부로부터 가하여지는 압력을 심부로 전달하여 균일하게 수축할 수 있게 되고, 이에 따라 고밀도, 고강도의 이중구조 초고압 노즐을 제조할 수 있다.

[0030] 상기 코발트 용탕을 이용하는 공정은 1500 ℃의 코발트 용탕에 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체를 담가 코발트를 도포하는 것일 수 있다. 상기 코발트 용탕을 이용하여 도포된 코발트는 이미 1500 ℃ 이상의 온도이기 때문에 성형체의 표면부터 코발트가 함침되면서 표면부는 텅스텐 카바이드와 코발트 농도구배층이고, 심부는 텅스텐 카바이드로 형성된 이중구조 초고압 노즐을 제조할 수 있다.

[0031] 상기 코발트 시트를 이용하는 공정은 코발트를 테이프 시트 형태로 만들고, 텅스텐 카바이드 분말로 형성된 성형체 표면에 상기 코발트 시트를 붙여 코발트를 도포하는 것 일 수 있다. 상기 코발트 시트를 이용하여 도포된 코발트를 1300 ℃ 이상의 온도에서 소결하여 표면부는 텅스텐 카바이드와 코발트 농도구배층이고, 심부는 텅스텐 카바이드로 형성된 이중구조 초고압 노즐을 제조할 수 있다.

[0032] 상기 코발트 용탕을 이용하여 코발트를 도포하는 공정은 코발트 용탕에 성형체를 담가 코발트를 도포하는 것으로, 공정이 매우 간단하며, 상기 코발트 시트를 이용하여 코발트를 도포하는 공정은 에너지(비용)이 적게드는 장점이 있다. 또한, 상기 두 공정 모두 코발트 분말을 이용하는 공정에 비해 균일한 두께의 코발트를 도포할 수 있다.

[0033] 상기 코발트가 도포된 성형체를 2차 소결하는 단계는 열간가압소결(Hot isostatic press, HIP) 또는 열간등가압소결(Hot press, HP) 공정으로 수행되는 것일 수 있다.

[0034] 상기 코발트가 도포된 성형체를 2차 소결하는 단계는 1300 ℃ 이상, 1300 ℃ 내지 2000 ℃, 1300 ℃ 내지 1800 ℃ 또는 1300 ℃ 내지 1500 ℃의 온도에서 수행되는 것일 수 있다. 상기 2차 소결을 통하여 텅스텐 카바이드와 코발트가 계면에서 반응하여 텅스텐 카바이드 및 코발트 농도구배층(복합상)을 형성할 수 있다. 상기 텅스텐 카바이드 및 코발트 복합상은 1320 ℃ 정도의 용융점을 가지기 때문에 1300 ℃보다 낮은 온도에서 텅스텐 카바이드 및 코발트 농도구배층이 잘 형성되지 않을 수 있고, 2000 ℃보다 높은 온도에서는 입자의 지나친 성장이 일어나는 문제점이 발생할 수 있다.

[0035] 상기 코발트가 도포된 성형체를 2차 소결하는 단계는 200 mbar 내지 1500 mbar, 500 mbar 내지 1500 mbar 또는 800 mbar 내지 1500 mbar의 압력조건에서 수행되는 것일 수 있다. 상기 압력이 1500 mbar보다 높은 경우 비경제적이고, 200 mbar보다 낮은 경우 기공의 제어가 어려울 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제조방법으로 제조되고, 초고압 노즐의 심부는 텅스텐 카바이드로 형성되고, 초고압 노즐의 표면부는 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도구배층이 형성된 것일 수 있다.

[0037] 상기 초고압 노즐의 심부가 고강도의 텅스텐 카바이드로 형성되어 초고압 노즐의 심부는 높은 내마모성 및 내식성을 가질 수 있다.

[0038] 도 1은 이중구조 초고압 노즐(100)을 나타낸 것으로, 초고압 노즐의 표면부(110)는 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도구배층, 초고압 노즐의 심부(120)는 텅스텐 카바이드층 및 물과 연마재가 초고속으로 분사되는 분사홀(130)을 가지는 것을 알 수 있다.

[0039] 상기 텅스텐 카바이드와 코발트의 농도구배층은 심부로 갈수록 코발트의 함량이 줄어드는 것일 수 있다. 마찬가지로, 농도구배층은 표면부로 갈수록 코발트의 함량이 증가하여 표면부 최외각에는 코발트만으로 구성된 층이 있을 수 있다.

[0040] 도 2는 코발트 함량에 따른 텅스텐 카바이드와 코발트 복합상의 항절력(TRS, Transverse Rupture Strength) 및 경도(Hardness) 변화를 나타낸 그래프로, 코발트의 함량이 줄어들수록 항절력이 감소하고, 경도가 증가하는 것을 알 수 있다. 따라서, 상기 초고압 노즐의 표면부가 인성 및 연성이 향상된 텅스텐 카바이드와 코발트 농도구배층으로 형성되어 초고압 노즐의 표면부는 높은 내충격성을 가질 수 있다.

[0042] 이하, 본 발명을 구체적으로 설명하기 위해 실시예, 실험예를 들어 상세하게 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명에 따른 실시예, 실험예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 기술하는 실시예, 실험예들에 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 본 명세서의 실시예, 실험예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다.

[0044] **실시예 1. 코발트 용탕을 이용한 이중구조 초고압 노즐의 제조**

[0045] 0.05 ㎛ 내지 2.0 ㎛의 텅스텐 카바이드 분말을 볼 밀링 혼합 공정으로 혼합한 후, 중공이 있는 초고압 노즐 형태로 성형하고, 상기 성형체를 1700 ℃ 이상의 온도에서 1차 소결하였다. 상기 1차 소결된 성형체의 표면을 1500 ℃의 코발트 용탕에 담가 코발트로 도포하고, 1300 ℃ 이상의 온도에서 소결하여 이중구조 초고압 노즐을 제조하였다.

[0047] **실시예 2. 코발트 시트를 이용한 이중구조 초고압 노즐의 제조**

[0048] 1차 소결된 성형체의 표면을 코발트 시트를 붙여 코발트를 도포하는 것을 제외하고 상기 실시예 1의 제조방법과 동일한 방법으로 이중구조 초고압 노즐을 제조하였다.

[0050] **비교예 1. 코발트 분말을 이용한 이중구조 초고압 노즐의 제조**

[0051] 1차 소결된 성형체의 표면을 코발트 분말을 포함하는 슬러리 용액으로 딥코팅하여 코발트를 도포하는 것을 제외하고 상기 실시예 1의 제조방법과 동일한 방법으로 이중구조 초고압 노즐을 제조하였다.

[0053] 이상에서 본 발명은 비록 한정된 실시예에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

[0055] 100 : 이중구조 초고압 노즐

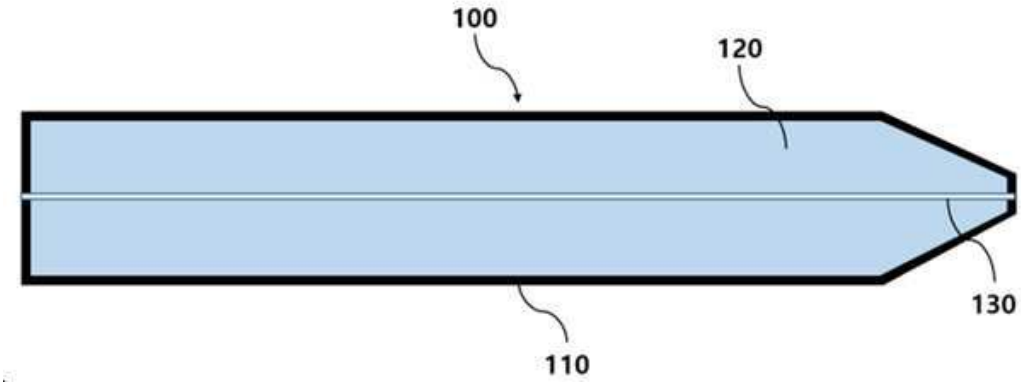
110 : 표면부

120 : 심부

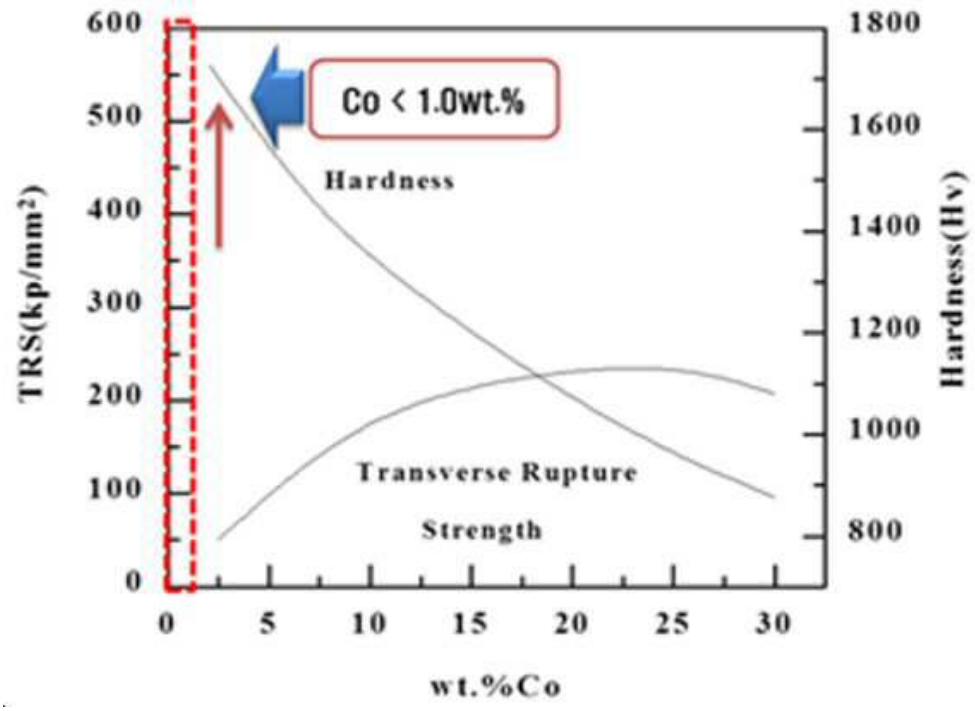
130 : 분사홀

도면

도면1



도면2


Co < 1.0wt.%
Hardness
Transverse Rupture
Strength
TRS(kp/mm²)
Hardness(Hv)
wt.%Co
600
500
400
300
200
100
0
1800
1600
1400
1200
1000
800
0
5
10
15
20
25
30