



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월25일
 (11) 등록번호 10-1433747
 (24) 등록일자 2014년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B24B 1/00 (2006.01) B24D 5/02 (2006.01)
 B24D 3/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-7023627
 (22) 출원일자(국제) 2011년08월16일
 심사청구일자 2012년09월10일
 (85) 번역문제출일자 2012년09월10일
 (65) 공개번호 10-2012-0128670
 (43) 공개일자 2012년11월27일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2011/047870
 (87) 국제공개번호 WO 2012/024267
 국제공개일자 2012년02월23일
 (30) 우선권주장
 61/374,176 2010년08월16일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20050026553 A1
 US20080293328 A1
 US20030194947 A1
 US20100159806 A1

(73) 특허권자
생-고뱅 어브레이시브즈, 인코포레이티드
 미국 매사추세츠 01615-0138 워체스터 박스 15138
 뉴 본드 스트리트 1
생-고뱅 아브라시프
 프랑스, 에프-78700 키프랑스-생트-아너린, 튀 뒤
 라 엠버서더
 (72) 발명자
우파드아이, 라차나
 미국, 01545 메사추세츠, 슈루즈버리, 11 암허스
 트 로드
라마나, 스리니바산
 미국, 01520 메사추세츠, 홀턴, 28 에이버리 로드
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 15 항

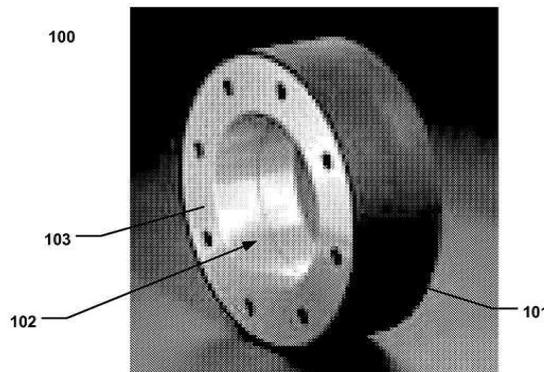
심사관 : 강녕

(54) 발명의 명칭 **초연마 재료들을 포함하는 가공대상물을 그라인딩하는 방법들**

(57) 요약

초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법은 초연마재 가공대상물과 접촉되게 본딩된 연마 물품을 배치하는 단계로서, 본딩된 연마 물품은 본드 재료 내에 함유되는 연마 입자들을 포함하는 몸체를 포함하며, 초연마재 가공대상물은 적어도 약 1 GPa의 평균 비커스 경도를 가지는 연마 물품을 배치하는 단계, 및 센터리스 그라인딩 작동을 위해 적어도 약 8 mm³/sec의 평균 재료 제거 속도(MRR)로 약 350 J/mm³ 이하의 평균 비연삭 에너지(SGE)에서 초연마재 가공대상물로부터 재료를 제거하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

알코나 크리스토퍼

미국, 01532 메사추세츠, 노스버러, 214 바운더리
스트리트

길레스피, 존, 이.

미국, 01571 메사추세츠, 더들리, 9 일리스 스트리트

특허청구의 범위

청구항 1

초연마재 가공대상물과 접촉되게 본딩된 연마 물품을 배치하는 단계로서, 상기 본딩된 연마 물품은 본드 재료 내에 함유되는 연마 입자들을 포함하는 몸체를 포함하며, 상기 초연마재 가공대상물은 적어도 5 GPa의 평균 비커스 경도를 가지는, 상기 연마 물품을 배치하는 단계; 및

센터리스 그라인딩 작동을 위해 적어도 $8 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 의 평균 재료 제거 속도(MRR)로 50 J/mm^3 내지 350 J/mm^3 의 범위의 평균 비연삭 에너지(specific grinding energy; SGE)에서 상기 초연마재 가공대상물로부터 재료를 제거하는 단계를 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 2

초연마재 가공대상물과 접촉되게 본딩된 연마 물품을 배치하는 단계로서, 상기 본딩된 연마 물품은 유기 재료와 금속 재료를 포함하는 복합 본드 재료 내에 함유되는 연마 입자들을 포함하는 몸체를 포함하며, 상기 복합 본드 재료는 0.02 내지 0.25의 범위의 금속 재료 체적(MM)에 대한 유기 재료 체적(OM)의 비율(OM/MM)을 포함하는, 상기 연마 물품을 배치하는 단계; 및

상기 초연마재 가공대상물로부터 재료를 제거하기 위해 상기 초연마재 가공대상물에 대해 상기 본딩된 연마 물품을 회전시키는 단계를 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 3

초연마재 가공대상물과 접촉되게 본딩된 연마 물품을 배치하는 단계로서, 상기 본딩된 연마 물품은 유기 재료와 금속 재료를 포함하는 복합 본드 재료 내에 함유되는 연마 입자들을 포함하는 몸체를 포함하는, 상기 연마 물품을 배치하는 단계; 및

상기 초연마재 가공대상물로부터 재료를 제거하기 위해 상기 초연마재 가공대상물에 대해 상기 본딩된 연마 물품을 회전시키는 단계로서, 상기 재료를 제거하는 단계 중에, 한계 파워가 20 W/mm 내지 140 W/mm 의 범위인, 상기 연마 물품을 회전시키는 단계를 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 4

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 가공대상물은 다결정 다이아몬드 콤팩트(PDC) 커팅 요소를 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 5

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 가공대상물은 기재와 상기 기재를 덮고 있는 연마 층을 포함하는 복합 재료인, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 기재는 적어도 8의 모스 경도를 가지는 금속을 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 기재는 전이 금속 재료를 포함하는 금속 원소를 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 연마 층은 적어도 9의 모스 경도를 가지는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 9

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 가공대상물은 원통형 물체의 형상인, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 10

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 본딩된 연마 물품은 적어도 900 m/min의 속도로 상기 가공대상물에 대해 회전되는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 11

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

제어 휠의 속도는 적어도 5 m/min인, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 12

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 물체는 $1.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 내지 $3.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 의 범위의 파괴 인성(fracture toughness)을 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 13

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 물체는 상기 연마 물품의 엣지의 둘레에 원주방향으로 연장되는 연마 림을 한정하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 14

제1항, 제2항, 또는 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 가공대상물은 $4.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 내지 $16.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 의 범위의 파괴 인성을 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 15

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 복합 본드 재료는 $1.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 내지 $3.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 의 범위의 파괴 인성을 포함하는, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

- 청구항 19
- 삭제
- 청구항 20
- 삭제
- 청구항 21
- 삭제
- 청구항 22
- 삭제
- 청구항 23
- 삭제
- 청구항 24
- 삭제
- 청구항 25
- 삭제
- 청구항 26
- 삭제
- 청구항 27
- 삭제
- 청구항 28
- 삭제
- 청구항 29
- 삭제
- 청구항 30
- 삭제
- 청구항 31
- 삭제
- 청구항 32
- 삭제
- 청구항 33
- 삭제
- 청구항 34
- 삭제

- 청구항 35
- 삭제
- 청구항 36
- 삭제
- 청구항 37
- 삭제
- 청구항 38
- 삭제
- 청구항 39
- 삭제
- 청구항 40
- 삭제
- 청구항 41
- 삭제
- 청구항 42
- 삭제
- 청구항 43
- 삭제
- 청구항 44
- 삭제
- 청구항 45
- 삭제
- 청구항 46
- 삭제
- 청구항 47
- 삭제
- 청구항 48
- 삭제
- 청구항 49
- 삭제
- 청구항 50
- 삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

명세서

기술분야

[0001] 다음은 연마 물품들을 대상으로 하며, 더 구체적으로는, 초연마재 가공대상물들을 그라인딩하기 위한 연마 물품들을 사용하는 방법을 대상으로 한다.

배경기술

[0002] 기계 가공 적용들에 사용되는 연마재들은 일반적으로 본딩된 연마 물품들과 코팅된 연마 물품들을 포함한다. 코팅된 연마 물품들은 일반적으로 백킹에 연마 입자들을 고정시키기 위해 백킹 및 접착제 코트를 포함하는 층상의 물품을 포함하며, 이의 가장 일반적인 예는 샌드페이퍼이다. 본딩된 연마 공구들은 그라인딩 또는 폴리싱 장치와 같은 기계 가공 장치에 장착될 수 있는, 휠들, 디스크들, 세그먼트들, 장착된 포인트들, 혼들 및 다른 공구형상들의 형태의 강성이 있고, 일반적으로 단일 결정이며, 삼차원의 연마 복합재료들로 이루어진다.

[0003] 본딩된 연마 공구들은 연마 입자들, 본드 재료, 및 공극을 포함하는 세 가지의 상을 통상적으로 가지며, 연마 복합재료의 상대 경도 및 밀도(등급)에 의해 그리고 이 복합재료 내에 있는 연마 입자, 본드, 및 공극의 체적 퍼센트(구조)에 의해 본 기술분야의 관행에 따라 한정되는 다양한 '등급들' 및 '구조들' 로 제조될 수 있다.

[0004] 몇몇의 본딩된 연마 공구들은 시추와 같은 산업적 적용들에 사용하기 위한 초연마 재료들뿐만 아니라 전자 및 광학 산업계에 사용되는 단결정 재료들과 같은 경질 재료들을 그라인딩하고 폴리싱하는데 특히 유용할 수 있다. 예를 들면, 다결정 다이아몬드 콤팩트(PDC) 커팅 요소들은 일반적으로 오일 및 가스 산업의 시추 적용들을 위해 드릴 비트들의 헤드에 고정된다. PDC 커팅 요소들은 특정 규격으로 그라인딩되어야 하는 초연마 재료의 층(예를 들면, 다이아몬드)을 포함한다. PDC 커팅 요소들을 형상화하는 하나의 방법은 일반적으로 유기 본드 매트릭스 내에 함유된 연마 입자들을 포함하는 본딩된 연마 공구들의 의 사용이다.

[0005] 본 산업계는 초연마재 가공대상물들을 그라인딩할 수 있는 개선된 방법들 및 물품들을 계속 요구하고 있다.

발명의 내용

[0006] 일 양상에 따르면, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법은 초연마재 가공대상물과 접촉하게 본딩된 연마 물품을 배치하는 단계를 포함하며, 본딩된 연마 물품은 유기 재료 및 금속 재료를 포함하는 복합 본드 재료 내에 함유된 연마 입자들을 포함하는 몸체를 포함한다. 방법은 초연마재 가공대상물로부터 재료를 제거하기 위해 초연마재 가공대상물에 대하여 본딩된 연마 물품을 회전시키는 단계를 더 포함하며, 재료를 제거하는 단계 중에, 한계 파워는 약 140 W/mm 이하이다.

[0007] 다른 양상에서, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법은 초연마재 가공대상물과 접촉되게 본딩된 연마 물품을 배치하는 단계를 포함하며, 본딩된 연마 물품은 유기 재료 및 금속 재료를 포함하는 복합 본드 재료 내에 함유된 연마 입자들을 포함하는 몸체를 포함하며, 복합 본드 재료는 약 0.25 이하의 금속 재료(MM)에 대한 유기 재료(OM)의 비율(OM/MM)을 포함한다. 방법은 초연마재 가공대상물로부터 재료를 제거하기 위해 초연마재 가공대상물에 대해 본딩된 연마 물품을 회전시키는 단계를 더 포함한다.

[0008] 또 다른 양상에서, 초연마재 가공대상물을 그라인딩하는 방법은 초연마재 가공대상물과 접촉되게 본딩된 연마

물품을 배치하는 단계를 포함하며, 본딩된 연마 물품은 본드 재료 내에 함유된 연마 입자들을 포함하는 몸체를 포함하며, 초연마제 가공대상물은 적어도 약 5 GPa의 평균 비커스 경도를 가진다. 방법은 센터리스 그라인딩 작동에 대해 적어도 약 8 mm³/sec의 평균 재료 제거 속도(MRR)에서 약 350 J/mm³ 이하의 평균 비연삭 에너지(SG E)로 초연마제 가공대상물로부터 재료를 제거하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0009] 첨부한 도면들을 참조함으로써 본 발명은 더 잘 이해될 수 있으며 이의 수많은 특징들과 이점들은 본 기술분야에서 기술자들에게 분명해질 것이다.

도 1은 일 실시예에 따른 연마 물품의 도면을 포함한다.

도 2는 일 실시예에 따른 그라인딩 작동의 도면을 포함한다.

도 3은 일 실시예에 따르는 본딩된 연마 몸체와 종래 샘플에 대한 평균 파워(kW) 대 평균 재료 제거 속도(mm³/sec)의 선도를 포함한다.

도 4는 그라인딩 작동을 실행한 후에 일 실시예에 따른 연마 물품의 표면의 이미지를 포함한다.

도 5는 그라인딩 작동을 실행한 후에 종래의 연마 물품의 표면의 이미지를 포함한다.

상기한 도면들에서 동일한 참조 부호들의 사용은 유사하거나 동일한 품목들을 가리킨다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 다음은 일반적으로 연마 물품들 및 특정 그라인딩 작동들을 위해 이와 같은 연마 물품들을 사용하는 방법들을 대상으로 한다. 특히 본딩된 연마 물품을 형성하는 공정을 참조하면, 처음에, 연마 입자들은 본드 재료와 결합될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 본드 재료는 함께 혼합된 유기 재료 및 금속 재료의 요소들을 가지는 복합 본드 재료일 수 있다. 그러나, 연마 입자들은 본드 재료의 요소들 중의 하나와 먼저 혼합될 수 있다. 예를 들면, 연마 입자들은 유기 재료와 혼합될 수 있다.

[0011] 연마 입자들은 산화물들, 탄화물들, 붕소화물들, 및 질화물들과 같은 재료들 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 특정한 예에서, 연마 입자들은 다이아몬드, 입방정 질화붕소, 및 이들의 조합과 같은 초연마 재료들을 포함할 수 있다. 몇몇의 실시예들은 기본적으로 다이아몬드로 이루어진 연마 입자들을 이용할 수 있다.

[0012] 연마 입자들을 더 참조하면, 연마 입자들은 250 미크론 미만의 평균 그릿 크기를 가질 수 있다. 다른 예들에서, 연마 입자들은 170 미크론 미만과 같이 200 미크론 미만의 평균 그릿 크기를 가질 수 있다. 몇몇의 연마 입자들은 50 미크론과 약 250 미크론 사이와 같이 1 미크론과 약 250 미크론 사이에 있으며 더 구체적으로는 약 100 미크론과 약 200 미크론 사이 범위 내에 있는 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들을 이용할 수 있다.

[0013] 혼합물은 둘 이상의 형태의 연마 입자를 이용할 수 있다. 게다가, 혼합물은 둘 이상의 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들을 사용할 수 있다. 즉, 예를 들면, 큰 그릿 크기 및 작은 그릿 크기를 포함하는 연마 입자들의 혼합물이 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 예를 들면, 큰 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들의 제1 부분은, 예를 들면, 제1 부분의 큰 평균 입자들보다 더 작은 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들의 제2 부분과 결합될 수 있다. 제1 및 제2 부분들은 혼합물 내에 있는 동일한 부들(parts)(예를 들면, 중량 퍼센트)일 수 있다. 다른 실시예들에서, 상호 비교하여 더 크거나 더 작은 퍼센트의 큰 입자들 및 작은 입자들을 가지는 혼합물을 이용할 수 있다.

[0014] 150 미크론보다 큰 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들과 조합하여, 약 150 미크론 미만의 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들의 제1 부분을 포함하는 본딩된 연마 물품이 형성될 수 있다. 일 특정 예에서, 혼합물은 100 미크론과 150 미크론 사이의 범위 내에 있는 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들의 제1 부분 및 150 미크론과 200 미크론 사이의 범위 내에 있는 평균 그릿 크기를 가지는 연마 입자들의 제2 부분을 포함할 수 있다.

[0015] 혼합물은 최종적으로 형성된 본딩된 연마 몸체가 몸체의 전체 체적에 대해 적어도 약 5 체적%의 연마 입자들을 포함하도록 특정 함량의 연마 입자들을 함유할 수 있다. 다른 예시적인 연마 물품들에 대해, 몸체 내에 있는 연마 입자들의 함량은 몸체의 전체 체적의 적어도 약 10 체적%, 적어도 약 20 체적%, 적어도 약 30 체적% 또는 심지어 적어도 약 40 체적%와 같이 더 클 수 있다는 것이 인식될 것이다. 몇몇의 연마 물품들에서, 혼합물은 최종적으로 형성된 몸체가 몸체의 전체 체적에 대해 약 5 체적%와 약 60 체적% 사이에 있으며 더 구체적으로는 약 5

체적%와 50 체적% 사이에 있는 연마 입자들을 함유하도록 일정량의 연마 입자들을 함유할 수 있다.

- [0016] 본드 재료의 유기 재료 요소를 참조하면, 몇몇의 적합한 유기 재료들은 열경화성 수지 및 열가소성 수지를 포함한다. 특히, 본드 재료는 폴리이미드들, 폴리아미드들, 수지들, 아라미드들, 에폭시들, 폴리에스테르들, 폴리우레탄들과 같은 재료들 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 구체적인 실시예에 따르면, 유기 재료는 폴리아렌아졸을 포함할 수 있다. 더 구체적인 실시예에서, 유기 재료는 폴리벤즈이미다졸(PBI)을 포함할 수 있다. 게다가, 본드 재료는 페놀 수지와 같은 약간의 함량의 수지 재료를 포함할 수 있다. 수지를 이용하는 이와 같은 실시예들에서, 수지는 소량으로 존재할 수 있으며, 다른 유기 재료들과 조합하여 사용될 수 있다.
- [0017] 혼합물은 최종적으로 형성된 본딩된 연마 몸체가 본드 재료의 전체 체적에 대해 약 20 체적% 이하의 유기 재료를 포함하도록 특정한 함량의 유기 재료를 함유할 수 있다. 다른 실시예들에서, 본드 재료 내의 유기 재료의 양은 더 적을 수 있으며, 예를 들면, 약 18 체적% 이하이거나, 약 16 체적% 이하이거나, 약 14 체적% 이하이거나, 또는 심지어 약 10 체적% 이하일 수 있다. 특정 예들에서, 몸체는 유기 재료가 약 1 체적%와 약 19 체적% 사이와 같이 약 1 체적%와 약 20 체적% 사이의 범위 내에 있으며, 더 구체적으로는 약 2 체적%와 약 12 체적% 사이의 범위 내의 양으로 존재하도록 형성될 수 있다.
- [0018] 유기 재료와 연마 입자들의 혼합물을 형성한 후에, 금속 재료가 복합 본드 재료의 형성을 용이하게 하기 위해 첨가될 수 있으며, 복합 본드 재료는 유기 재료와 금속 재료를 함유한다. 특정 예들에서, 금속 재료는 금속들 또는 금속 합금들을 포함할 수 있다. 금속 재료는 하나 이상의 전이 금속 원소들을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 금속 재료는 구리, 주석, 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 사실상, 여기에 있는 실시예들은 기본적으로 청동으로 이루어지며, 약 60:40의 구리:주석의 중량 비율을 가지는 금속 재료를 이용할 수 있다.
- [0019] 최종적으로 형성된 본딩된 연마 몸체가 본드 재료의 전체 체적에 대해 적어도 약 20 체적%의 금속 재료를 함유하도록, 특정한 함량의 금속 재료가 혼합물에 첨가될 수 있다. 다른 예들에서, 복합 본드 재료 내의 금속 재료의 양은 대략 적어도 약 30 체적%, 적어도 약 40 체적%, 적어도 약 50 체적%, 또는 심지어 적어도 약 60 체적%와 같이 더 클 수 있다. 특정 실시예들은 복합 본드 재료의 전체 체적에 대해 약 30 체적%와 약 95 체적% 사이, 또는 심지어 약 50 체적%와 약 95 체적% 사이와 같이 약 20 체적%와 약 99 체적% 사이의 범위 내에 있는 일정한 양의 금속 재료를 이용할 수 있다.
- [0020] 연마 입자들, 유기 재료, 및 금속 재료를 함유하는 혼합물을 형성한 후에, 혼합물은 서로의 내에 있는 요소들의 균일한 분포를 확실하게 하기 위해 충분한 시간 동안 교반되거나 혼합될 수 있다. 혼합물이 적당하게 혼합되는 것을 확실하게 한 후에, 연마 물품을 형성하는 공정이 혼합물을 처리함으로써 계속될 수 있다.
- [0021] 일 실시예에 따르면, 혼합물을 처리하는 것은 프레싱 공정을 포함할 수 있다. 더 구체적으로는, 프레싱 공정은 고온 프레싱 공정을 포함할 수 있으며, 혼합물은 혼합물에 적당한 형상을 제공하기 위해 가열되며 동시에 프레싱된다. 고온 프레싱 작동은 몰드를 이용할 수 있으며, 혼합물은 몰드에 배치되며, 고온 프레싱 작동 중에, 열과 압력의 적용은 몰드의 외형에 맞추어 혼합물을 성형하며 혼합물에 적당한 최종적으로 형성된 형상을 제공하는데 이용된다.
- [0022] 일 실시예에 따르면, 고온 프레싱 작동은 약 600°C 이하의 프레싱 온도에서 실행될 수 있다. 프레싱 온도는 고온 프레싱 중에 본드 재료의 적절한 형성을 용이하게 하는데 이용되는 최대 소킹 온도(soaking temperature)로 생각된다. 다른 실시예에 따르면, 고온 프레싱 공정은 500°C 이하와 같이 약 550°C 이하의 프레싱 온도에서 실행될 수 있다. 특정 예들에서, 고온 프레싱은 약 400°C와 600°C 사이의 범위를 가지며 더 구체적으로는 약 400°C와 490°C 사이의 범위 내에 있는 프레싱 온도에서 완료될 수 있다.
- [0023] 프레싱 공정은 혼합물을 원하는 형상으로 형성하는데 적합한 혼합물에 가해지는 최대의 지속되는 압력인 특정 압력에서 실행될 수 있다. 예를 들면, 고온 프레싱 공정은 약 10 톤/in² 이하의 최대 프레싱 압력에서 실행될 수 있다. 다른 실시예들에서, 최대 프레싱 압력은 약 8 톤/in² 이하, 또는 약 6 톤/in² 이하와 같이 더 낮을 수 있다. 그럼에도 불구하고, 몇몇의 고온 프레싱 공정들은 0.5 톤/in²과 6 톤/in² 사이의 범위 내와 같이 약 0.5 톤/in²과 약 10 톤/in² 사이의 범위 내에 있는 프레싱 압력을 이용할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따르면, 프레싱 공정은 프레싱 압력과 프레싱 온도가 적어도 약 5분의 시간 동안 유지되도록 실행될 수 있다. 다른 실시예들에서, 이런 시간은 적어도 약 10분, 적어도 약 20분, 또는 심지어 적어도 30분과 같이 더 길 수 있다.

- [0025] 일반적으로, 처리 작동 중에 이용되는 분위기는 불활성 증들(예를 들면, 불활성 가스)을 포함하는 불활성 분위기이거나, 제한된 양의 산소를 가지는 환원 분위기일 수 있다. 다른 예들에서, 프레싱 작동은 주변 대기에서 실행될 수 있다.
- [0026] 고온 프레싱 작동의 완료 후에, 그 결과로 나온 형상은 복합 본드 재료 내에 함유되는 연마 입자들을 포함하는 연마 물품일 수 있다.
- [0027] 도 1은 일 실시예에 따른 연마 물품을 포함한다. 이에 도시된 바와 같이, 연마 물품(100)은 일반적으로 환형의 형상을 가지고 몸체(101)를 통해 축방향으로 연장되는 중심 구멍(102)을 한정하는 본딩된 연마 몸체(101)를 포함할 수 있다. 본딩된 연마 몸체(101)는 여기에서 설명된 바와 같은 복합 본드 재료 내에 함유되는 연마 입자들을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 연마 물품(100)은 재료 제거 작동을 위해 연마 물품을 회전시키도록 설계된 적당한 그라인딩 기계에 대한 본딩된 연마 몸체의 결합을 돕는 중심 구멍(102)을 가지는 연마 휠일 수 있다. 게다가, 인서트(103)가 몸체(101)의 둘레에 배치될 수 있고 중앙 구멍(102)을 한정할 수 있으며, 특정 예들에서, 인서트(103)는 기계에 대한 몸체의 결합을 용이하게 할 수 있는 금속 재료일 수 있다.
- [0028] 본딩된 연마 몸체(101)는 연마 물품(100)의 엣지의 둘레에 원주방향으로 연장되는 연마 림(abrasive rim)을 한정할 수 있다. 즉, 몸체(101)는 (예를 들면, 파스너, 접착제, 및 이들의 조합을 사용하여) 몸체(101)에 고정되는 인서트(103)의 외주 엣지를 따라 연장될 수 있다.
- [0029] 몸체(101)는 특정한 양의 연마 입자, 본드 재료, 및 공극을 가질 수 있다. 몸체(101)는 여기에서 설명된 것과 동일한 양(체적%)의 연마 입자들을 포함할 수 있다. 몸체(101)는 몸체의 전체 체적에 대해 적어도 10 체적%의 복합 본드 재료를 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 몸체(101)는 몸체(101)의 전체 체적에 대해 적어도 20 체적%, 적어도 약 30 체적%, 적어도 약 40 체적%, 또는 심지어 적어도 약 50 체적%와 같이 더 많은 함량의 복합 본드 재료를 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 몸체(101)는 복합 본드 재료가 몸체(101)의 전체 체적에 대해 약 10 체적%와 60 체적% 사이, 또는 심지어 약 20 체적%와 약 60 체적% 사이와 같이 약 10 체적%와 약 80 체적% 사이를 포함하도록 형성될 수 있다.
- [0030] 특히, 몸체(101)는 복합 본드 재료 내에 함유되는 금속 재료들(MM)에 대한 유기 재료들(OM)의 체적 퍼센트에 근거하여 특정한 비율을 가지도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 복합 본드 재료는 약 0.25 이하의 값을 가지는 금속 재료 체적(MM)에 대한 유기 재료 체적(OM)의 비율(OM/MM)을 가질 수 있다. 다른 실시예들에 따르면, 연마 물품은 복합 본드 재료 비가 약 0.20 이하, 약 0.18 이하, 약 0.15 이하, 또는 심지어 약 0.12 이하와 같이 약 0.23 이하가 되도록 형성될 수 있다. 특정 예들에서, 몸체는 복합 본드 재료가 약 0.05와 0.20 사이, 약 0.05와 약 0.18 사이, 약 0.05와 약 0.15 사이, 또는 심지어 약 0.05와 약 0.12 사이와 같이 약 0.02와 0.25 사이의 범위 내의 금속 재료에 대한 유기 재료의 비율(OM/MM)을 가지도록 형성될 수 있다.
- [0031] 연마 물품은 몸체(101)가 특정 함량의 공극을 함유하도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 몸체(101)는 몸체(101)의 전체 체적에 대해 약 10 체적% 이하의 공극을 가질 수 있다. 다른 예들에서, 몸체(101)는 약 5 체적% 이하, 또는 심지어 약 3 체적% 이하와 같이 약 8 체적% 이하의 공극을 가질 수 있다. 그럼에도 불구하고, 몸체(101)는 공극이 0.5 체적%와 약 8 체적% 사이, 약 0.5 체적%와 5 체적% 사이, 또는 심지어 약 0.5 체적%와 3 체적% 사이와 같이 0.5 체적%와 10 체적% 사이의 범위 내에 있도록 형성될 수 있다. 대부분의 공극은 본드 재료 내에 있는 폐쇄되고 분리된 구멍들을 포함하는 폐쇄된 공극일 수 있다. 사실상, 몇몇의 예들에서, 기본적으로 몸체(101) 내에 있는 모든 공극은 폐쇄된 공극일 수 있다.
- [0032] 여기에서 설명된 특징에 추가하여, 몸체(101)는 몸체(101) 내에 있는 약 82% 이상의 연마 입자들이 복합 본드 재료의 금속 재료 내에 함유되는 복합 본드 재료를 가지도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 몸체(101)는 몸체(101) 내에 있는 약 87% 이상, 약 90% 이상, 또는 심지어 약 92% 이상과 같이 85% 이상의 연마 입자들이 복합 본드 재료의 금속 재료 내에 함유되도록 형성될 수 있다. 몸체(101)는 몸체(101) 내에 있는 약 82% 내지 약 97% 사이이고, 더 구체적으로는 85%와 약 95% 사이의 연마 입자들이 본드 재료의 금속 재료 내에 함유될 수 있도록 형성될 수 있다.
- [0033] 이런 실시예들의 본딩된 연마 물품은 $3.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 이하의 파괴 인성을 가지는 복합 본드를 이용할 수 있다. 사실상, 몇몇의 본딩된 연마 물품들은 $2.0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 이하, 또는 심지어 약 $1.8 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 이하와 같이 약 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 이하의 파괴 인성을 가지는 본드 재료를 가질 수 있다. 몇몇의 본딩된 연마 물품들은 약 $1.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 과 약 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 사이의 범위 내, 심지어 약 $1.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 과 약 $2.3 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ 사이의 범위 내와 같이 약 1.5

MPa · m^{0.5} 과 약 3.0 MPa · m^{0.5} 사이의 파괴 인성을 가지는 복합 본드 재료를 이용할 수 있다.

- [0034] 여기에 있는 연마 물품들은 그라인딩 공정과 같은 것에 의해 특정 가공대상물들로부터 재료를 제거하는데 특히 적합할 수 있다. 특정 실시예들에서, 여기에 있는 실시예들의 본딩된 연마 물품들은 초경질 재료들 또는 초연마 재료들을 포함하는 가공대상물들의 그라인딩과 마무리 가공에 특히 적합할 수 있다. 즉, 가공대상물들은 5 GPa 이상의 평균 비커스 경도를 가질 수 있다. 사실상, 여기에 있는 실시예들의 본딩된 연마 물품들에 의해 마무리 가공될 수 있는 몇몇의 가공대상물들은 적어도 약 15 GPa, 또는 심지어 적어도 약 25 GPa와 같이 적어도 약 10 GPa의 평균 비커스 경도를 가질 수 있다.
- [0035] 사실상, 몇몇의 예들에서, 여기에 있는 본딩된 연마 물품들은 연마 적용들에 또한 사용되는 재료들을 그라인딩 하는데 특히 적합하다. 이와 같은 가공대상물들의 일 특정 예는 오일 및 가스 산업에 사용되는 시추 드릴 비트들의 헤드에 배치될 수 있는 다결정 다이아몬드 콤팩트(PDC) 커팅 요소들을 포함한다. 일반적으로, PDC 커팅 요소들은 기재를 덮고 있는 연마 층을 가지는 복합 재료를 포함할 수 있다. 기재는 서멧(세라믹/금속) 재료일 수 있다. 즉, 기재는 약간의 함량의 금속, 일반적으로 합금 또는 초합금 재료를 포함할 수 있다. 예를 들면, 기재는 적어도 약 8의 모스 경도를 가지는 금속 재료를 가질 수 있다. 기재는 하나 이상의 전이 금속 원소들을 포함할 수 있는 금속 원소를 포함할 수 있다. 더 구체적인 예들에서, 기재는 기본적으로 텅스텐 탄화물로 이루어질 수 있도록 탄화물 재료, 더 구체적으로는 텅스텐 탄화물을 포함할 수 있다.
- [0036] 여기에 있는 본딩된 연마 물품들에 의해 그라인딩될 수 있는 가공대상물들은 커팅 요소들을 포함할 수 있다. 게다가, 몇몇의 가공대상물들은 특히 적어도 약 4.0 MPa · m^{0.5}의 파괴 인성을 가지는 취성 재료들일 수 있다. 사실상, 가공대상물은 적어도 약 6.0 MPa · m^{0.5}, 또는 심지어 적어도 약 8.0 MPa · m^{0.5}과 같이 적어도 약 5.0 MPa · m^{0.5}의 파괴 인성을 가질 수 있다. 게다가, 몇몇의 예들에서, 가공대상물은 15.0 MPa · m^{0.5}, 12.0 MPa · m^{0.5}, 또는 10.0 MPa · m^{0.5} 이하와 같이 약 16.0 MPa · m^{0.5} 이하의 파괴 인성을 가질 수 있다. 몇몇의 가공대상물들은 약 4.0 MPa · m^{0.5} 내지 12.0 MPa · m^{0.5}을 포함하는 범위 내, 또는 심지어 약 4.0 MPa · m^{0.5} 내지 약 10.0 MPa · m^{0.5}을 포함하는 범위 내에서와 같이 약 4.0 MPa · m^{0.5} 내지 약 16.0 MPa · m^{0.5}을 포함하는 범위 내에 있는 파괴 인성을 가지는 재료를 이용할 수 있다.
- [0037] 가공대상물의 연마 층은 기재의 표면에 직접 본딩될 수 있다. 연마 층은 탄소, 풀러렌들, 탄화물들, 붕소화물들, 및 이들의 조합과 같은 경질 재료들을 포함할 수 있다. 일 특정 예에서, 연마 층은 다이아몬드를 포함할 수 있으며, 더 구체적으로는 다결정 다이아몬드 층일 수 있다. 몇몇의 가공대상물들, 및 특히 PDC 커팅 요소들은 기본적으로 다이아몬드로 이루어지는 연마 층을 가질 수 있다. 적어도 일 실시예에 따르면, 연마 층은 적어도 약 9의 모스 경도를 가지는 재료로 형성될 수 있다. 게다가, 가공대상물은, 특히 PDC 커팅 요소들과 관련하여, 일반적으로 원통형으로 형상화된 몸체를 가질 수 있다.
- [0038] 여기에 있는 실시예들의 본딩된 연마 물품들이 초경질 재료들(예를 들면, 금속 및 니켈계 초합금들과 티타늄계 초합금들과 같은 금속 합금들, 탄화물들, 질화물들, 붕소화물들, 풀러렌들, 다이아몬드, 및 이들의 조합)을 포함하는 가공대상물의 그라인딩 및/또는 마무리 가공에 특히 적합하다는 것이 발견되었다. 재료의 제거(즉, 그라인딩) 작동 중에, 본딩된 연마 몸체는 가공대상물로부터 재료의 제거를 용이하게 하기 위해 가공대상물에 대하여 회전될 수 있다.
- [0039] 하나의 이와 같은 재료 제거 공정은 도 2에 도시된다. 도 2는 일 실시예에 따른 그라인딩 작동의 도면을 포함한다. 특히, 도 2는 본딩된 연마 몸체(101)를 포함하는 연마 휠의 형태의 연마 물품(100)을 이용하는 센터리스 그라인딩 작동을 도시한다. 센터리스 그라인딩 작동은 그라인딩 공정을 제어하기 위해 특정 속도로 회전될 수 있는 제어 휠(201)을 더 포함할 수 있다. 추가로 도시된 바와 같이, 특정한 센터리스 그라인딩 작동을 위해, 가공대상물(203)은 연마 휠(100)과 제어 휠(201) 사이에 배치될 수 있다. 가공대상물(203)은 그라인딩 중에 가공대상물(203)의 위치를 유지하도록 구성되는, 지지대(205)에 의해 연마 휠(100)과 제어 휠(201) 사이의 특정 위치에 지지될 수 있다.
- [0040] 일 실시예에 따르면, 센터리스 그라인딩 중에, 연마 휠(100)은 가공대상물(203)에 대하여 회전될 수 있으며, 여기서 연마 휠(100)의 회전은 가공대상물(203)의 특정 표면(예를 들면, 원통형 가공대상물의 외주측 표면)에 대한 본딩된 연마 몸체(101)의 운동 및 그에 따른 가공대상물(203)의 표면의 그라인딩을 용이하게 한다. 게다가, 제어 휠(201)은 가공대상물(203)의 회전을 제어하고 그라인딩 작동의 몇몇의 매개변수들을 제어하기 위해 연마

휠(100)이 회전될 때 동시에 회전될 수 있다. 몇몇의 예들에서, 제어 휠(201)은 연마 휠(100)과 동일한 방향으로 회전될 수 있다. 다른 그라인딩 공정들에서, 제어 휠(201)과 연마 휠(100)은 서로에 대하여 반대 방향으로 회전될 수 있다.

[0041] 여기에 있는 실시예들의 본딩된 연마 몸체들을 이용함으로써, 재료 제거 공정들이 선행 기술의 제품들 및 공정들과 비교하여 특히 효과적인 방식으로 실행될 수 있다는 것이 주목되어 왔다. 예를 들면, 본딩된 연마 몸체는 약 350 J/mm^3 이하의 평균 비연삭 에너지(SGE)로 초연마 재료를 포함하는 가공대상물의 그라인딩을 실행할 수 있다. 다른 실시예들에서, SGE는 약 325 J/mm^3 이하와 같이 더 작을 수 있고, 예컨대 약 310 J/mm^3 이하, 약 300 J/mm^3 이하, 또는 심지어 290 J/mm^3 이하일 수 있다. 그럼에도 불구하고, 몇몇의 그라인딩 작동들을 위해, 본딩된 연마 재료는 약 75 J/mm^3 와 약 325 J/mm^3 사이 또는 심지어 약 75 J/mm^3 와 약 300 J/mm^3 사이의 범위와 같이, 약 50 J/mm^3 와 약 350 J/mm^3 사이의 범위 내에 있는 평균 SGE로 가공대상물로부터 재료를 제거할 수 있다.

[0042] 몇몇의 그라인딩 매개변수들(예를 들면, 비연삭 에너지)이, 예를 들면, 특정한 재료 제거 속도들(MRR)을 포함하는 다른 매개변수들과 조합하여 획득될 수 있다는 것이 주목되어야 한다. 예를 들면, 평균 재료 제거 속도는 적어도 약 $8 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 일 수 있다. 사실상, 적어도 약 $12 \text{ mm}^3/\text{sec}$, 적어도 약 $14 \text{ mm}^3/\text{sec}$, 적어도 약 $16 \text{ mm}^3/\text{sec}$, 또는 심지어 적어도 약 $18 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 와 같이 대략 적어도 약 $10 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 의 더 큰 재료 제거 속도들이 획득되었다. 특정 실시예들에 따르면, 여기에 있는 본딩된 연마 몸체들을 이용하는 그라인딩 작동들은 약 $14 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 와 약 $40 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 사이, 약 $18 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 와 약 $40 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 사이, 및 심지어 약 $20 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 와 약 $40 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 사이와 같이, 약 $8 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 와 약 $40 \text{ mm}^3/\text{sec}$ 사이의 범위 내에 있는 평균 재료 제거 속도들을 획득할 수 있다.

[0043] 여기에 있는 실시예들의 본딩된 연마 물품들 및 초연마 재료를 포함하는 가공대상물을 이용하는 그라인딩 작동은 약 150 W/mm 이하의 한계 파워에서 실행될 수 있다. 특히, 한계 파워는 연마 물품들의 접촉 폭에 대해 정규화된다. 다른 실시예들에서, 그라인딩 작동 중의 한계 파워는 약 140 W/mm 이하, 약 130 W/mm 이하, 약 110 W/mm 이하, 약 100 W/mm 이하, 약 90 W/mm 이하, 또는 심지어 약 75 W/mm 이하와 같이 더 낮을 수 있다. 몇몇의 그라인딩 작동들은 약 20 W/mm 와 약 130 W/mm 사이, 약 20 W/mm 와 110 W/mm 사이, 또는 심지어 20 W/mm 와 90 W/mm 사이와 같이, 약 20 W/mm 와 약 150 W/mm 사이의 범위 내에 있는 한계 파워에서 실행될 수 있다.

[0044] 몇몇의 그라인딩 특성들(예를 들면, 비연삭 에너지, 한계 파워, 재료 제거 속도들 등)은, 예를 들면, 특정 휠 구조들을 포함하는 본딩된 연마 및 그라인딩 공정의 특정 양상들과 조합하여 획득될 수 있다. 예를 들면, 여기에 있는 그라인딩 특성들은 연마 휠들의 형상의 연마 물품들에 대해 획득될 수 있으며(도 1을 참조), 휠들은 적어도 약 5 인치, 적어도 약 7인치, 적어도 약 10인치, 또는 심지어 적어도 약 20인치의 직경을 가진다. 몇몇의 예들에서, 연마 휠은 약 7인치와 약 30인치 사이와 같이 약 5인치와 약 40인치 사이의 범위 내에 있는 외부 직경을 가질 수 있다.

[0045] 여기에 있는 그라인딩 특성들은 연마 휠들의 형상의 연마 물품들에 대해 획득될 수 있으며(도 1을 참조), 휠들은 적어도 약 0.5인치, 적어도 약 1인치, 적어도 약 1.5인치, 적어도 약 2인치, 적어도 약 4인치, 또는 심지어 적어도 약 5인치의 휠의 림을 한정하는 연마 층의 폭을 가로질러 측정된 바와 같은 폭을 가질 수 있다. 특정 실시예들은 약 0.5인치와 약 4인치 사이, 또는 심지어 약 1인치와 약 2인치 사이와 같이 약 0.5인치와 약 5인치 사이의 범위 내에 있는 폭을 가지는 연마 휠을 이용할 수 있다.

[0046] 특정 예들에서, 재료 제거 작동들은 센터리스 그라인딩 작동을 포함하며, 연마 휠의 속도는 대략 적어도 약 1000 m/min , 적어도 약 1200 m/min , 또는 심지어 적어도 약 1500 m/min 과 같이 적어도 약 900 m/min 이다. 특정 공정들은 약 1200 m/min 과 약 2800 m/min 사이, 또는 심지어 약 1500 m/min 과 약 2500 m/min 사이와 같이 약 1000 m/min 과 약 3000 m/min 사이의 범위 내에 있는 그라인딩 휠 속도를 이용할 수 있다.

[0047] 특정 예들에서, 재료 제거 작동들은 센터리스 그라인딩 작동을 포함하며, 제어 휠의 속도는 대략 적어도 약 10 m/min , 적어도 약 12 m/min , 또는 심지어 적어도 약 20 m/min 과 같이 적어도 약 5 m/min 이다. 특정 공정들은 약 10 m/min 과 약 40 m/min 사이, 또는 심지어 약 20 m/min 과 약 30 m/min 사이와 같이 약 5 m/min 과 약 50 m/min 사이의 범위 내에 있는 제어 휠 속도를 이용할 수 있다.

[0048] 그라인딩 공정은 또한 연마 물품과 가공대상물 사이의 맞물림의 반경방향 깊이의 척도인 그라인딩 작동당 특정

통과 송입 속도를 이용할 수 있다. 특정 예들에서, 그라인딩당 송입 속도는 적어도 약 0.01 mm, 적어도 약 0.02 mm, 심지어 적어도 약 0.03 mm일 수 있다. 그럼에도 불구하고, 그라인딩 작동은 일반적으로 그라인딩당 송입 속도가 약 0.01 mm와 약 0.5 mm 사이, 또는 심지어 약 0.02 mm와 약 0.2 mm 사이의 범위 내에 있도록 설정된다. 게다가, 그라인딩 공정은 가공대상물들의 통과 공급 속도가 약 20 cm/min과 약 150 cm/min 사이에 있으며 더 구체적으로 약 50 cm/min과 약 130 cm/min 사이에 있도록 완료될 수 있다.

[0049] 몇몇의 센터리스 그라인딩 작동들에서, 제어 휠은 가공대상물들의 통과 공급을 용이하게 하기 위해 가공대상물과 연마 휠에 대해 각도를 형성할 수 있다는 것이 더 인정될 것이다. 특정 예들에서, 제어 휠 각도는 약 8도 이하, 약 6도 이하, 심지어 약 4도 이하와 같이 약 10도 이하이다. 몇몇의 센터리스 그라인딩 작동들을 위해, 제어 휠은 약 0.5도와 약 5도 사이와 같이 약 0.2도와 약 10도 사이의 범위 내에 있으며, 더 구체적으로는 약 1도와 약 3도 사이의 범위 내에 있는 가공대상물과 연마 휠에 대한 각도를 형성할 수 있다.

[0050] 예

[0051] 다음은 초연마 재료들을 그라인딩하도록 설계된 종래의 연마 재료(C1)와 비교하여 여기에 있는 일 실시예에 따라 형성된 본딩된 연마 몸체(S1)의 비교 예를 포함한다.

[0052] 샘플 S1은 큰 다이아몬드 입자들 및 작은 다이아몬드 입자들의 혼합물을 조합함으로써 형성되며, 작은 다이아몬드 입자들은 U.S. 메시 100/120의 평균 크기(즉, 125 내지 150 미크론의 평균 그릿 크기)를 가지며, 큰 다이아몬드 입자들은 80/100의 U.S. 메시 크기(즉, 150 내지 175 미크론의 평균 그릿 크기)를 가진다. 큰 다이아몬드 입자들 및 작은 다이아몬드 입자들의 혼합물은 동일한 부들로 혼합된다.

[0053] 큰 다이아몬드 및 작은 다이아몬드들의 혼합물은 Boedeker Plastics Inc로부터 상업적으로 이용 가능한 폴리벤즈이미다졸(PBI)로 이루어진 약 25 그램의 유기 본드 재료와 혼합된다. 그 다음에, 약 1520 그램의 금속 본드 혼합물에 첨가된다. 금속 본드 재료는 Connecticut Engineering Associates Corporation으로부터 나온 DA410으로서 이용 가능한 청동(60/40의 Sn/Cu) 조성물이다.

[0054] 혼합물은 완전히 혼합되고 몰드로 부어진다. 그 다음에, 혼합물은 다음의 과정들에 따라 고온 프레싱된다. 초기에는, 60 psi의 라인 압력이 혼합물에 가해진다. 혼합물은 그 다음에 395°C로 가열된다. 10 tons/in²의 전체 압력이 그 다음에 가해지며 혼합물은 20분 동안 450°C로 가열되며, 그 다음에 냉각된다.

[0055] 최종적으로 형성된 본딩된 연마 물품은 8인치의 외부 직경과 약 1인치의 휠 폭을 가지는 연마 휠의 형상으로 형성된다. 본딩된 연마 물품은 약 62 체적%의 복합 본드 재료를 가지며, 90%의 본드 재료가 금속 본드 재료이며 10%의 본드 재료가 유기 재료이다. 샘플 S1의 본딩된 연마 물품은 약 38 체적%의 연마 입자들을 가진다. 본딩된 연마 물품은 일반적으로 1 체적%보다 작은 소량의 공극을 포함한다.

[0056] 종래의 샘플(C1)은 큰 다이아몬드 입자들 및 작은 다이아몬드 입자들의 혼합물을 조합시킴으로써 형성되며, 작은 다이아몬드 입자들은 U.S. 메시 140/170(즉, 150 미크론)의 평균 그릿 크기를 가지며 큰 다이아몬드 입자들은 U.S. 메시 170/200(즉, 181 미크론)의 평균 그릿 크기를 가진다. 큰 다이아몬드 입자들 및 작은 다이아몬드 입자들의 혼합물은 동일한 부들로 혼합된다.

[0057] 큰 다이아몬드들 및 작은 다이아몬드들의 혼합물은 Saint-Gobain Abrasives로부터 나온 DA69로서 일반적으로 이용 가능한 수지와 석회로 이루어진 유기 본드 재료와 혼합된다. 일정한 양의 SiC 입자들이 또한 혼합물에 첨가되며, SiC 입자들은 800 U.S. 메시의 평균 그릿 크기를 가지며 Saint-Gobain Abrasives Corporation으로부터 나온 DA49 800 Grit으로서 이용 가능하다. 게다가, 소량(즉, 3 ~ 4 체적%)의 푸르푸랄이 미국 뉴저지 소재의 Rogers Corporation으로부터 이용 가능한 DA148로서 혼합물에 첨가된다.

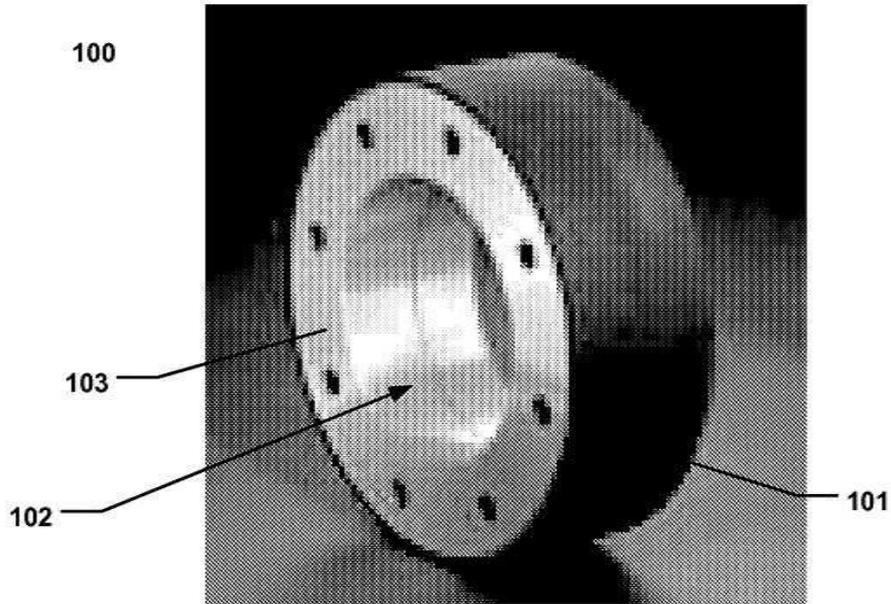
[0058] 혼합물은 완전히 혼합되고 몰드에 부어진다. 그 다음에, 혼합물은 다음의 과정들에 따라 고온 프레싱된다. 초기에, 혼합물은 몰드에 배치되며 혼합물은 190°C로 가열된다. 3 톤/in²의 전체 압력이 그 다음에 15분 동안 가해지며, 그 다음에 냉각된다. 고온 프레싱 후에, 형성된 연마재는 210°C에서 16시간 동안 성형 후 베이킹을 겪는다.

[0059] 샘플 C1은 샘플 S1의 연마 휠과 기본적으로 동일한 치수를 가지는 연마 휠로 형성된다. 샘플 C1은 약 28 체적%의 연마 입자들, 42 체적%의 유기 본드 재료(페놀 수지), 약 25 체적%의 SiC 그릿(U.S. 메시 800), 및 약 3 내지 4 체적%의 푸르푸랄을 가진다. 샘플 C1은 PCD 수지성 그라인딩 휠로서 Norton Abrasives로부터 이용 가능하다. 샘플 C1은 샘플 S1 휠과 동일한 치수를 가졌다.

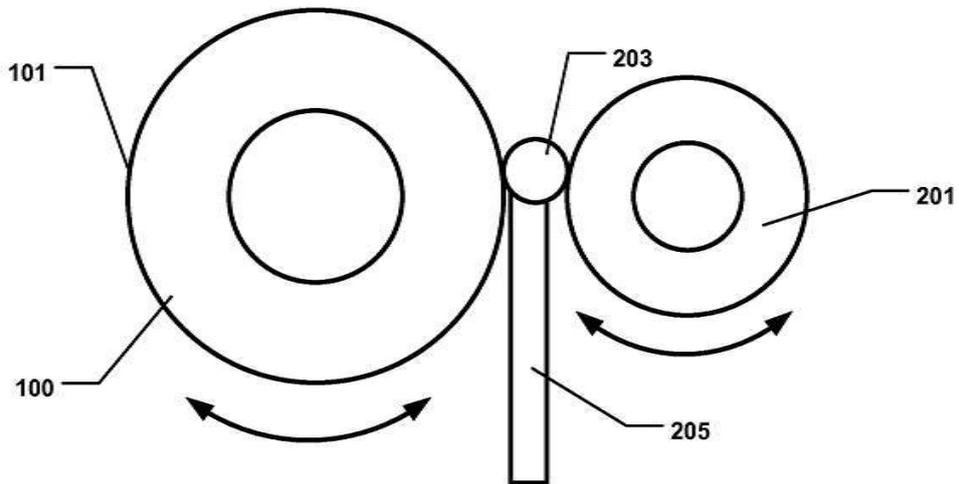
- [0060] 샘플 C1 및 S1은 센터리스 그라인딩 작동에서 초연마재 가공대상물들(즉, 텅스텐 탄화물 기재들 및 다결정 다이아몬드 연마 층들을 가지는 PDC 커팅 요소들)을 그라인딩하는데 사용된다. 센터리스 그라인딩 작동의 매개변수들은 다음과 같다: 6500 ft/min[1981 m/min]의 연마 휠 속도, 94 ft/min[29 m/min]의 제어 휠 속도, 2도의 제어 휠 각도, 반경방향으로 약 0.001 in의 절삭 깊이(그라인드 당 목표로 삼은 직경의 0.002 in 변화), 및 수동 보조장치를 사용한 약 40 in/min[101 cm/min]의 통과 공급 속도.
- [0061] 도 3은 샘플 S1(선도 301)과 C1(선도 302)을 사용하여 실행되는 그라인딩 작동에 대한 평균 파워(kW) 대 평균 재료 제거 속도(mm^3/sec)의 선도를 포함한다. 명확하게 도시된 바와 같이, 샘플 S1은 샘플 C1과 비교하여 모든 측정된 평균 재료 제거 속도들에서 더 낮은 파워를 이용하며, 이에 따라서 샘플 S1이 샘플 C1보다 더 효과적인 방식으로 그라인딩을 실행할 수 있었다는 것을 보여준다. 사실상, 심지어 샘플 S1에 대한 가장 높은 재료 제거 속도($27 \text{ mm}^3/\text{sec}$ [$1.2 \text{ in}^3/\text{mm}$])에서, 평균 파워(약 4.5 kW)는 샘플 C1의 한계 파워(약 4.8 kW)와 거의 같거나 이보다 낮았으며, 이는 평균 파워의 y축을 가로지르는 선도(302)에 근거하여 추정된다. $4\text{kW}/25.4 \text{ mm}$ 의 정규화된 한계 파워가 150 W/mm 와 같도록, 한계 파워는 휠의 접촉 폭에 근거하여 샘플들의 크기로 정규화될 수 있다는 것에 주목하라.
- [0062] 게다가, 몇몇의 가공대상물들에 대한 센터리스 그라인딩 작동들을 실행한 후에 본딩된 연마 샘플들 S1과 C1의 표면들을 평가하면, 샘플들 S1과 C1이 상당히 상이한 표면 형태를 보여주었다는 것이 주목되었다.
- [0063] 도 4 및 5는 그라인딩 작동들을 실행한 후에 샘플들 S1과 C1 각각의 표면들의 이미지들을 포함한다. 도시된 바와 같이, 도 4에 제공되는 바와 같은 샘플 S1의 표면은 상당한 표면 거칠기를 유지한 표면을 따른 영역들(401 및 403)을 보여주며, 그에 따라 연마 물품이 연마 작동을 계속할 수 있다는 증거를 제공한다. 게다가, 거친 영역들(401 및 403)은 본딩된 연마 물품이 효과적인 방식으로 연마 임무를 실행할 수 있으며 개선된 수명을 가질 수 있다는 것을 보여준다. 이와 대조적으로, 샘플 C1의 표면은, 도 5에 도시된 바와 같이, 평평하게 퍼지고 매끄러워진 본드의 영역들(501)을 보여준다. 이런 영역들(501)은 가공대상물과 높은 양의 마찰을 가지는 본드를 보여주며, 이는 샘플 S1과 비교하여 효과적이지 않은 그라인딩 작동의 증거이다. 간단히 말해서, 샘플 S1은 종래의 샘플 C1보다 초경질 가공대상물들의 그라인딩 중에 더 큰 효율을 획득할 수 있다.
- [0064] 여기에 있는 실시예들의 앞서 말한 본딩된 연마 물품들 및 이와 같은 본딩된 연마 물품들을 형성하고 사용하는 방법들은 종래 기술로부터 이탈을 보여준다. 특히, 본딩된 연마 몸체들은 연마 입자들의 혼합물, 연마 입자 형태들 및 크기들, 금속과 유기 재료들의 특정 비율들을 가지는 복합 본드 재료, 및 초경질 및/또는 초연마재 가공대상물들에 대한 그라인딩 작동의 효율을 개선하는 특정한 특성들을 포함하는 특징들의 조합을 이용한다. 더구나, 본딩된 연마재를 제조하는 방법 및 특정 그라인딩 작동을 위해 본딩된 연마재를 사용하는 방법을 포함하는 여기에 설명된 방법들은 종래 기술로부터 이탈을 보여준다. 몇몇의 그라인딩 작동들에서 여기에 있는 실시예들에 따른 본딩된 연마 물품들의 사용이 본딩된 연마 물품의 더 효과적인 그라인딩과 연장된 수명을 허용한다는 것이 주목된다.
- [0065] 상술한 것에서, 특정 실시예들과 특정 요소들의 연결들에 대한 언급은 설명을 위한 것이다. 결합되거나 연결되는 것으로서의 요소들에 대한 언급은 여기에 설명된 바와 같은 방법들을 실행하기 위해 이런 요소들 사이의 직접적인 연결 또는 하나 이상의 개재 요소들을 통한 간접적인 연결을 개시하기 위한 것이라고 인정될 것이다. 이와 같이, 위에서 개시된 요지는 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것으로 생각되며, 첨부된 청구항들은 본 발명의 진정한 범위 내에 있는 모든 이와 같은 변형들, 향상들, 및 다른 실시예들을 커버하기 위한 것이다. 따라서, 법이 허용하는 최대한으로, 본 발명의 범위는 다음의 청구항들과 이들의 균등물들의 가장 넓은 허용 가능한 해석에 의해 결정되어야 하며, 위의 상세한 설명에 의해 한정되거나 제한되지 않아야 한다.
- [0066] 본 명세서는 청구항들의 범위 또는 의미를 해석하거나 제한하는데 사용되지 않아야 한다. 게다가, 위의 설명은 본 명세서를 간략화하기 위해 함께 그룹화될 수 있거나 단일 실시예로 설명될 수 있는 다양한 특징들을 포함한다. 본 명세서는 청구된 실시예들이 각각의 청구항에 명시적으로 열거된 것보다 더 많은 특징들을 필요로 한다는 의도를 보여 주는 것으로서 해석되지 않아야 한다. 오히려, 다음의 청구항들이 보여 주는 것과 같이, 본 발명의 요지는 임의의 개시된 실시예들의 전체보다 적은 특징들에 관한 것일 수 있다.

도면

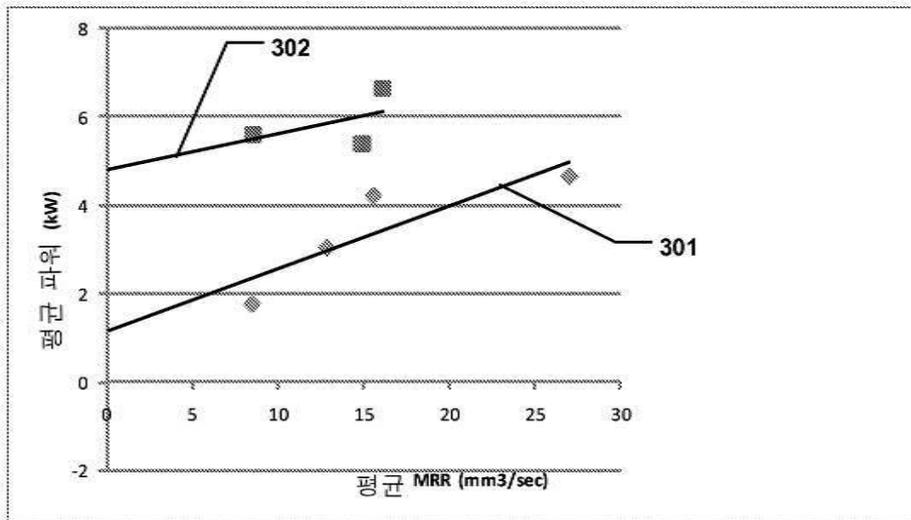
도면1



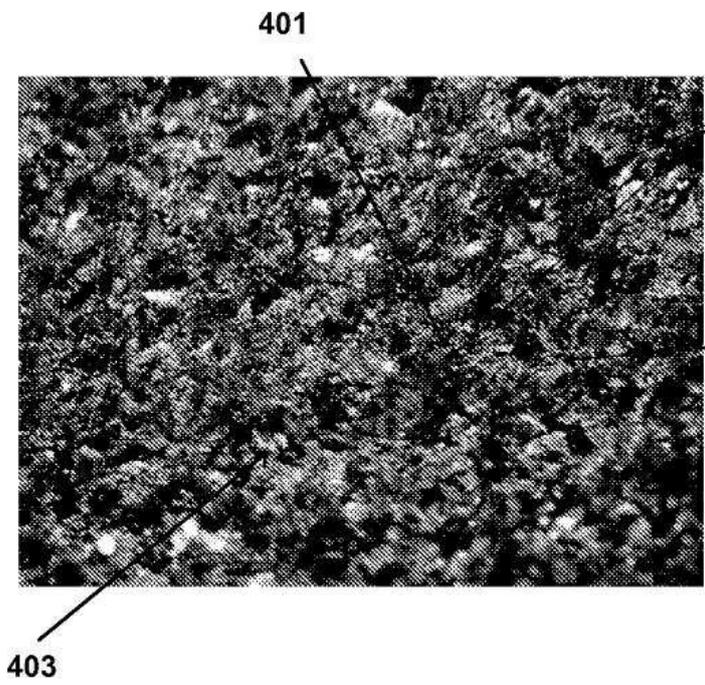
도면2



도면3



도면4



도면5

