(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월20일
(11) 등록번호 10-1562157
(24) 등록일자 2015년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22F 3/14 (2006.01) *B22F 7/06* (2006.01)
B23C 5/10 (2006.01) *B23P 15/34* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7032122
(22) 출원일자(국제) 2013년04월17일
심사청구일자 2014년11월17일
(85) 번역문제출일자 2014년11월17일
(65) 공개번호 10-2015-0003337
(43) 공개일자 2015년01월08일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/058026
(87) 국제공개번호 WO 2013/156536
국제공개일자 2013년10월24일
(30) 우선권주장
1206965.4 2012년04월20일 영국(GB)
61/636,428 2012년04월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US07104160 B2
US20070102199 A1
WO2011157667 A1

(73) 특허권자
엘리먼트 씩스 어브레시브스 에스.아.
룩셈부르크 엘-1255 뤼 드 브라강스 48
엘리먼트 씩스 리미티드
아일랜드 카운티 클레어 샨논 에어포트
(72) 발명자
카손데 마웨자
영국 오엑스11 0큐알 옥스포드셔 디드코트 하웰 캠퍼스 페르미 애비뉴 엘리먼트 식스 글로벌 이노베이션 센터
코엔야네 레스호프 조세프
남아프리카공화국 1559 스프링스 누프필드 데비드 로드 엘리먼트 식스 (프로덕션) (피티와이) 엘티디
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 안국찬

전체 청구항 수 : 총 17 항 심사관 : 이상호

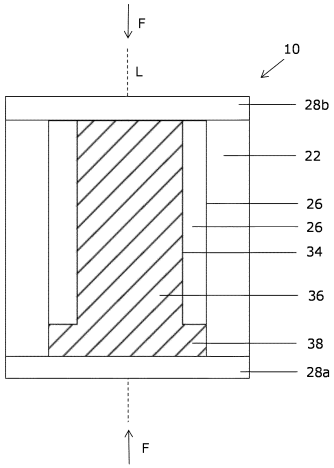
(54) 발명의 명칭 **초경 구조물의 제조 방법**

(57) 요 약

세장형 기판의 측면에 결합된 다결정 초경 구조체를 포함하는 구조물을 제조하는 방법이 개시되어 있다. 상기 방법은 극초고압-고온로용으로 구성된 용기를 제공하는 단계를 포함하고, 용기는 종축을 형성하고 예비 소결 조립체를 수용하기 위한 세장형 공동을 가지며, 상기 공동은 공동 벽체에 의해 연결된 대향 단부들을 갖는다. 상

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1a



기 예비 소결 조립체는 기판과, 기판의 측면의 적어도 일부 위에 배열된 복수의 초경 그레인을 포함하는 응집체와, 상기 공동 벽체로부터 기판을 이격시키도록 구성된 스페이서 구조체를 포함한다. 스페이서 구조체는 적어도 300㎬의 영률을 가진 물질을 포함한다. 상기 방법은 기판이 실질적으로 길이 방향으로 정렬되고 스페이서 구조체가 기판의 측면과 상기 공동 벽체 사이에 배열되도록 하여, 상기 예비 소결 조립체를 상기 공동 속으로 삽입하는 단계와; 상기 예비 소결 조립체에 힘을 가하고 상기 예비 소결 조립체를 소정 온도로 가열하는 단계로서, 상기 온도에서 응집체를 소결시키는 압력을 용기 내에 발생시키기에 충분한 힘을 가하는 단계와; 구조물을 제공하는 단계를 더 포함한다.

(72) 발명자

라데베 에렌스 트쉐포

남아프리카공화국 1559 스프링스 누프필드 데비드 로드 엘리먼트 식스 (프로덕션) (피티와이) 엘티디

배리 존 제임스

아일랜드 씨오. 클레어 새논 에어포트 엘리먼트 식스 리미티드

명 세 서

청구범위

청구항 1

세장형 기판의 측면에 결합된 다결정 초경 구조체를 포함하는 구조물을 제조하는 방법이며,

상기 방법은, 극초고압-고온로용으로 구성된 용기를 제공하는 단계로서, 용기는 종축을 형성하고 예비 소결 조립체를 수용하기 위한 세장형 공동을 가지며, 공동은 공동 벽체에 의해 연결된 대향 단부들을 갖고; 예비 소결 조립체는 기판과, 기판의 측면의 적어도 일부 위에 배열된 복수의 초경 그레인을 포함하는 응집체와, 공동 벽체로부터 기판을 이격시키도록 구성된 스페이서 구조체를 포함하며; 스페이서 구조체는 적어도 300㎬의 영률을 가진 물질을 포함하는, 용기를 제공하는 단계를 포함하고,

상기 방법은, 예비 소결 조립체를 공동 속으로 삽입하는 단계로서, 기판이 실질적으로 길이 방향으로 정렬되고 스페이서 구조체가 기판의 측면과 공동 벽체 사이에 배열되는, 예비 소결 조립체를 공동 속으로 삽입하는 단계와;

예비 소결 조립체에 힘을 가하고 예비 소결 조립체를 소정 온도로 가열하는 단계로서, 상기 힘은 상기 온도에서 응집체를 소결시키기 위해 용기 내에 압력을 발생시키기에 충분한, 단계와;

상기 구조물을 제공하는 단계를 더 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

스페이서 구조체는 기판의 일체부이거나 또는 기판에 당접하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

기판은 세장형 코어 구조체와, 기판의 근위 단부면을 형성하고 코어 구조체를 지나 측 방향으로 연장하는 단부 캡을 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

스페이서 구조체는 기판의 단부와 일체로 형성된 단부 디스크로 구성되는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

기판의 적어도 일부와 스페이서 구조체의 적어도 일부 사이에 중간 구조체가 존재하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

스페이서 구조체는 공동 벽체에 당접하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

스페이서 구조체의 적어도 일부와 공동 벽체의 적어도 일부 사이에 중간 구조체가 존재하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 방법은 기판을 따라 각각의 상이한 종방향 위치에 각각 배열되는 1개 초과의 스페이서 구조체를 이용하는 단계를 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

스페이서 구조체는 적어도 1,000℃의 온도에서 적어도 300GPa의 영률을 가진 물질을 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

스페이서 구조체는 경금속, 세라믹 물질, 니켈계 초합금 물질 또는 초경 물질을 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

다결정 초경 구조체는 다결정 다이아몬드(PCD) 물질, 다결정 입방정계 질화 붕소(PCBN) 물질, 실리콘 탄화물이 결합된 다이아몬드(SCD) 물질, 또는 초경 그레인을 포함한 초경합금 물질을 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

응집체는 초경 그레인을 포함하는 복수의 필라멘트, 호일 또는 시트를 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

응집체는 초경 그레인을 포함하는 압출된 압출 본체를 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

응집체는 스페이서 구조체에 의해 기판의 적어도 일단부로부터 이격되는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

절삭 에지를 제공하기 위해 초경 구조체를 처리하는 단계를 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

공구 캐리어에 구조물의 일단부를 납땜하는 단계를 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

공구 캐리어에 부착하기 위한 부착 수단을 구조물에 제공하는 단계를 포함하는,

구조물을 제조하는 방법.

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

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초경 구조물의 제조 방법에 관한 것으로, 특히, 전적으로 그러한 것은 아니지만, 엔드 밀(end mill) 및 라우터(router)와 같은 로터리 공구의 커터 요소를 만들기 위한 블랭크 바디용의 초경 구조물의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 미국 특허 번호 제 7,104,160 호는 극초경 물질을 생성하기에 적합한 극초경 연마재 입자를 포함하는 일관된 비소결 층으로 부분적으로 또는 완전히 덮인 세장형 측면과 단부를 가진 원통형 코어를 포함하는 비결합 조립체를 제공하는 단계와, 극초경 연마재가 결정학적으로 안정되는 높은 온도 및 압력 조건 하에 상기 비결합 조립체가 놓이도록 하는 단계와, 원통형 코어와 코어에 결합된 극초경 연마재 물질을 포함하는 소결체를 회수하는 단계와, 극초경 연마재 물질에 하나 이상의 절삭 에지를 생성하기 위해 상기 소결체를 가공하는 단계를 포함하는 절삭 공구의 제조 방법을 개시하고 있다.

[0003] 국제 특허 출원 공개 번호 제 WO/2011/157667 호는 로터리 기계 공구를 위한 커터 요소의 제조 방법을 개시하고 있다. 상기 방법은 초경합금(cemented carbide) 기판에 결합된 PCD 또는 PCBN 구조체와 같은 초경 구조체를 포함하는 전구체 바디를 제공하는 단계를 포함하며, 전구체 바디는 근위 단부, 원위 단부 및 상기 근위 단부와 원위 단부를 연결하는 주연 측면을 갖고, 초경 구조체는 주연 측면 상에 배치된다. 상기 방법은 연속적인 절삭 에지들이 서로로부터 최대 약 10㎜ 이격되도록 복수의 절삭 에지를 주연 측면 상에 형성하기 위해, 주연 측면으로부터 초경 구조체의 일부를 제거하는 단계를 더 포함한다.

[0004] 초경 구조물의 효과적인 제조 방법, 특히, 전적으로 그러한 것은 아니지만, 로터리 기계 공구의 커터 요소를 만

드는데 사용하기 위한 초경 구조물의 효과적인 제조 방법이 필요하다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0005] 제1 양태에서 보면, 대체로 세장형인 기판의 측면에 결합된 다결정 초경 구조체를 포함하는 구조물의 제조 방법이 제공되며, 상기 방법은 극초고압-고온로를 위한 용기를 제공하는 단계를 포함하며, 용기는 종축을 형성하고 예비 소결 조립체를 수용하기 위한 대체로 세장형인 공동을 가지며, 공동은 공동 벽체에 의해 연결된 대향 단부들을 갖고; 예비 소결 조립체는 기판과, 기판의 측면의 적어도 일부 위에 배열된 복수의 초경 그레인을 포함하는 응집체와, 공동 벽체로부터 기판을 이격시키도록 구성된 스페이서 구조체를 포함하며; 스페이서 구조체는 적어도 약 300㎬ 또는 적어도 약 500㎬의 영률을 가진 물질을 포함하거나, 본질적으로 그 물질로 구성되고; 상기 방법은 예비 소결 조립체를 공동 속으로 삽입하는 단계로서, 기판이 실질적으로 길이 방향으로 정렬되고 스페이서 구조체가 기판의 측면과 공동 벽체 사이에 배열되는, 단계와; 예비 소결 조립체에 힘을 가하고 예비 소결 조립체를 소정 온도로 가열하는 단계로서, 힘은 상기 온도에서 응집체를 소결시키기 위해 용기 내에 압력을 발생시키기에 충분한, 단계와; 구조물을 제공하는 단계를 더 포함한다.

[0006] 스페이서 구조체는 기판에 측 방향 지지를 제공하도록 구성될 것이다.

[0007] 본 발명에 의해 용기, 예비 소결 조립체 및 예비 소결 조립체의 부품들의 다양한 구성과 조합, 그리고 상기 방법의 변형들이 예상되며, 비한정적이며 비배타적인 예들이 후술되어 있다.

[0008] 용기는 (극초고압-고온 프레스 또는 단순히 HPHT 프레스라고도 하는) 극초고압-고온로의 챔버 속에 삽입되도록 구성될 수 있다. (압력 챔버라고도 할 수 있는) 챔버는 용기를 수용하도록 구성될 것이며, HPHT 프레스는 챔버 내의 용기 상에 부하를 인가함으로써 용기의 내용물 내에 압력을 발생시킬 수 있도록 구성된다. 일부 예시적인 구성에서, HPHT 프레스는 벨트 타입 프레스일 수 있으며, 챔버는 대체로 원통형이고, 초경합금 물질을 포함하는 다이에 의해 형성될 수 있으며, 용기의 대향 단부들에 충돌하는 반대 방향으로 이동하는 앤빌(anvil)에 의해 용기에 부하가 인가될 수 있다. 이러한 구성에서, 앤빌에 의해 용기에 부하가 인가될 때 다이는 용기에 대해 외부 측 방향 지지를 제공할 것이다.

[0009] 힘은 예비 소결 조립체에 길이 방향으로 또는 삼축 방향으로 인가될 수 있다.

[0010] 일부 예시적인 구성에서, 스페이서 구조체는 기판의 일체부일 수 있다(즉, 스페이서 구조체와 기판의 나머지가 단일체를 형성할 수 있다). 대체로 세장형인 기판은 기판의 길이 방향 코어 구조체로부터 측 방향으로 연장하는 스페이서 구조체를 포함할 수 있다. 스페이서 구조체가 기판의 일부에 의해 제공되는 구성은, (스페이서 구조체와 코어 구조체 사이에 갭이 없을 것이기 때문에) 응집체로부터의 초경 그레인이 스페이서 구조체와 코어 구조체 사이로 침입할 가능성이 적은 양태를 가질 가능성이 높다.

[0011] 일부 예시적인 구성에서, 스페이서 구조체는 기판에 직접 당접할 수 있으며/또는 중간 구조체(예컨대, 지지 구조체 또는 밀폐 구조체)가 기판의 적어도 일부와 스페이서 구조체의 적어도 일부 사이에 존재할 수 있다.

[0012] 스페이서 구조체는 공동 벽체에 직접 당접할 수 있으며/또는 중간 구조체(예컨대, 지지 구조체 또는 밀폐 구조체)가 스페이서 구조체의 적어도 일부와 공동 벽체의 적어도 일부 사이에 존재할 수 있다.

[0013] 상기 방법은 기판을 따라 각각의 상이한 종방향 위치에 각각 배열된 1개 초과의 스페이서 구조체를 이용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 일부 예시적인 구성에서, 스페이서 구조체는 링형 또는 환형 구조체를 포함할 수 있거나, 스페이서 구조체는 일반적으로 기판의 단부와 일체로 형성되거나, 기판의 단부에 부착되거나, 기판의 단부에 당접하는 단부 디스크로 구성될 수 있다.

[0015] 일부 예시적인 구성에서, 스페이서 구조체는 기판의 일부가 삽입될 수 있는 활주 가능한 링을 포함할 수 있다. 활주 가능한 링은 기판의 단부에 또는 기판의 단부로부터 원위된 축 방향 위치에 배치될 수 있으며, 예컨대, 기판의 축 방향 중심에 또는 그 부근에 배치될 수 있다. 1개 초과의 링이 사용될 수 있으며, 기판을 따라 상이한 축 방향 위치에, 예컨대, 기판의 대향 단부들에 배치될 수 있다. 초경 그레인의 응집체는 활주 가능한 링에 당접하도록 예비 소결 조립체 내에 배치될 수 있다. 링은 기판에 포함된 물질과 동일하거나 상이한 물질을 포함할 수 있다. 링은 초경 구조물의 제조 중에, 특히, 다결정 초경 구조체를 소결시키는 단계 중에, 기판에 결합

될 수 있다. 링은, 예컨대, 전기 방전 가공(EDM) 또는 그라인딩에 의해, 구조물로부터 제거될 수 있다.

[0016] 일부 예시적인 구성에서, 기판은 세장형 코어 구조체와, 기판의 근위 단부면을 형성하며 코어 구조체를 지나 측방향 범위로 연장하는 단부 캡을 포함할 수 있다. 일부 예에서, 측 방향 범위는 적어도 약 1㎜, 적어도 약 2㎜ 또는 적어도 약 3㎜일 수 있다. 측 방향 범위는 최대 약 10㎜ 또는 최대 약 5㎜일 수 있다. 단부 캡은 스페이서 구조체를 제공할 수 있다.

[0017] 일부 예시적인 구성에서, 기판은 (용기 내에 조립되었을 때) 종축을 중심으로 회전 대칭일 수 있다.

[0018] 일부 예시적인 구성에서, 기판은 (비교적 예리하기 보다는) 둥글거나 비스듬한 에지 또는 코너를 가질 수 있다. 이는 구조물이나 구조물로 제조된 공구의 균열 위험을 줄일 수 있다.

[0019] 일부 예시적인 구성에서, 기판은 제1 단면 측 방향 치수(예컨대, 제1 직경)를 가진 세장형 코어 구조체와, 일단이 제2 측 방향 치수(예컨대, 제2 직경)를 갖는 반경 방향으로 연장하는 주연 단부 구조체를 포함할 수 있으며, 제2 치수는 제1 치수보다 실질적으로 더 크고, 기판의 단면 측 방향 치수는 제1 치수로부터 제2 치수까지 연속적으로 변한다. 일부 예에서, 측 방향 치수의 변화는 기판의 측면의 곡률 반경을 형성할 수 있다. 곡률 반경은 적어도 약 2㎜이며/또는 최대 약 20㎜일 수 있다. 작은 코어 직경에서 큰 단부 직경으로의 연속적인 천이는 기판 내에서 내부 응력을 감소시키는 효과를 가질 수 있으며, 응집체를 극초고압으로 소결하는 저온 압축 단계 중에(즉, 온도는 비교적 낮게 유지되면서 압력이 극초고압으로 상승할 때) 기판의 파단 위험을 줄일 가능성이 있다.

[0020] 일부 예에서, 스페이서 구조체 및/또는 기판은, 주변 온도(약 20 내지 약 30℃)에서 및/또는 적어도 약 1,000℃의 온도에서, 적어도 약 300GPa 또는 적어도 약 500GPa의 영률을 가진 물질을 포함하거나, 본질적으로 그 물질로 구성될 수 있다.

[0021] 일부 예에서, 스페이서 구조체는 결합된 텅스텐 카바이드 물질과 같은 경금속; 알루미나, 질화 규소, 탄화 규소, 산화 지르코늄(지르코니아) 또는 산화 탄탈늄과 같은 세라믹 물질; Inconel™과 같은 니켈계 초합금 물질; 다이아몬드 또는 입방정계 질화 붕소(cBN)의 그레인들이 내부에 분산되어 포함된 세라믹 물질 또는 경금속과 같은, 초경 그레인을 포함한 물질 및/또는 초경 물질을 포함할 수 있다. 기판은 결합된 텅스텐 카바이드 물질과 같은 초경합금 물질을 포함하거나, 본질적으로 그 물질로 구성될 수 있다.

[0022] 용기 및/또는 중간 지지 구조체는 파이로필라이트(pyrophyllite), 멀라이트(mullite), 키아나이트(kyanite), 카올리나이트(kaolinite), 칼륨 염(예컨대, 염화 칼륨)과 같은 염, 또는 산화 마그네슘과 같은 세라믹 물질을 포함할 수 있다. 파이로필라이트는 알루미늄 실리케이트 수산화물($Al_2Si_4O_{10}(OH)$)을 포함한다. 포세라이나이트(porcelainite)라고도 하는 멀라이트는 희귀한 실리케이트 광물이며, 2개의 화학양론적 형태인 3Al2O3(2SiO2) 또는 2Al2O3.SiO2를 형성할 수 있다. 카올리나이트(Al2Si2O5(OH)4)는 카올린을 포함하는 암석에서 발견할 수 있는 광물이다. 키아나이트는 다형 안다루사이트와 다형 실리마나이트를 또한 포함하는 알루미노실리케이트 계열의 일원이다.

[0023] 초경 그레인은 천연 또는 합성 다이아몬드 및/또는 입방정계 질화 붕소(cBN)를 포함할 수 있으며, 소결된 다결정 초경 구조체는 다결정 다이아몬드(PCD) 물질, 다결정 입방정계 질화 붕소(PCBN) 물질, 실리콘 탄화물이 결합된 다이아몬드(SCD) 물질, 및/또는 초경 그레인을 포함한 초경합금 물질을 포함할 수 있다.

[0024] 상기 극초고압은 적어도 약 4GPa, 적어도 약 5GPa, 적어도 약 7GPa 또는 적어도 약 8GPa일 수 있다. 상기 고온은 적어도 약 1,000℃ 또는 적어도 약 1,200℃일 수 있다.

[0025] 구조물은 로터리 기계 공구의 커터 요소를 제조할 수 있는 블랭크 바디용일 수 있다. 예컨대, 구조물은 라우터 또는 엔드 밀의 커터 요소를 형성하기 위해 처리될 수 있도록 구성될 수 있다.

[0026] 응집체는 실질적으로 느슨한 초경 그레인들, 또는 그레인들을 함께 결합하기 위한 결합재 물질에 의해 결합된 초경 그레인들을 포함할 수 있다. 응집체는 초경 그레인을 포함한 복수의 필라멘트, 호일 또는 시트를 포함할 수 있다. 상기 방법은 과립을 제공하기 위해 시트를 파쇄하거나 해체하는 단계를 포함할 수 있다. 응집체는 초경 그레인을 포함한 압출된 본체를 포함할 수 있다. 일반적으로, 결합재 물질에 의해 그레인들이 함께 유지되는 응집체는 용기와 예비 소결 구조체의 구성 요소들 사이에 그레인들이 박히게 되는 위험이나 응집체의 형상이 왜곡되는 위험이 감소되는 양태를 가질 가능성이 있다.

[0027] 상기 방법은 초경 그레인을 포함한 과립을 제공하고, 과립을 기판에 대해 결합 및 압축(compact)하는 단계를 포

함할 수 있다.

[0028] 일부 예에서, 상기 방법은 초경 그레인을 포함한 슬러리를 제공하고, 응집체를 제공하기 위해 슬러리를 사출 성형하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 일부 예시적인 구성에서, 기판은 응집체가 배치될 수 있는 측면을 가진 세장형 코어 구조체를 포함할 수 있다. 응집체는 기판의 적어도 일단부로부터 적어도 약 1㎜ 또는 적어도 약 2㎜ 이격될 수 있다. 일부 구성에서, 응집체는 스페이서 구조체에 의해 기판의 단부로부터 이격될 수 있다.

[0030] 일부 예시적인 구성에서, 응집체는 기판의 적어도 일부분 전체에서 원주 방향과 같은 주연 방향으로 연장할 수 있다.

[0031] 상기 방법은 절삭 에지를 제공하기 위해 초경 구조체를 처리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 방법은 공구 캐리어에 구조물의 일단부를 납땜하는(brazing) 단계를 포함할 수 있다.

[0033] 상기 방법은 공구 캐리어에 부착하기 위한 부착 수단을 구조물에 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 예컨대, 부착 수단은 (나사산이 형성된 스크류 수단에 의해 부착되는) 스레딩, 플랜지 또는 보어를 포함한다.

[0034] 초경합금 물질과 같이 덜 경한 물질로 제조된 코어 본체의 측면 주위에 배열된 초경 구조체를 포함할 수 있는 전구체 구조물(흔히 블랭크 바디라고도 함)을 처리하여 초경 로터리 커터 요소를 제조하는 것이 실용적인 이유 또는 경제적인 이유로 바람직할 수 있다. 이러한 처리는 절삭 에지 또는 복수의 절삭 에지를 제공하기 위해 초경 구조체를 절삭하거나 연마하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 접근법이 경제적이기 위해서는, 전구체 구조물에 대해 매우 높은 치수 정밀도가 필요할 것 같다. 불행하게도, 세장형 기판의 측면에 초경 그레인을 소결시키는 것은 상당한 실용적 과제를 제기할 것으로 일반적으로 예상할 수 있다. 예비 소결 조립체의 제조는 기판의 측면에 대해 응집체를 압축하는 단계를 포함할 가능성이 있으며, 그 처리 중에 기판이 오정렬될 수 있거나, 초경 물질의 그레인들이 예비 소결 조립체 내의 바람직하지 않은 위치에 박힐 수 있다. 이러한 오정렬과 왜곡은, 응집체가 극초고압에서 소결될 때, 구조물에 영구적으로 확정될 가능성이 있다. 초경 구조체가 잘못 형성되는 경우 필요하게 될 초경 구조체의 비교적 높은 처리 비용 때문에, 약간의 오정렬과 왜곡도 중요할 수 있다. 본 발명에 따른 방법은 예비 소결 조립체를 제조하는 도중에 및/또는 극초고압에서 응집체를 소결시키는 단계에서 기판 및/또는 응집체의 변형과, 그에 따른 초경 구조체의 변형의 위험이 감소된 양태를 갖는다.

[0035] 본 발명은 세장형 코어 구조체의 측면에 결합되어 코어 구조체의 적어도 일부를 둘러싸는 초경 구조체를 포함하는 로터리 기계 공구의 커터 요소를 위한 블랭크 바디를 제공할 수 있으며, 근위 단부면의 적어도 일부가 불활성 납땜 합금과 같은 납땜 합금에 결합될 수 있는 물질을 포함하고; 초경 구조체는 블랭크 바디의 근위 단부면으로부터 이격되어 있다. 불활성 납땜 합금의 사용은 납땜에 필요한 온도가 활성 납땜 합금을 위해 필요한 온도보다 낮고, 열 응력과 그에 따른 공구의 고장 위험을 줄일 가능성이 있는 양태를 갖는다.

[0036] 일부 예시적인 구성에서, 단부면을 형성하는 코어 구조체의 일부는 디스크형 또는 중실 원통형 형성물을 포함할 수 있으며, 그 주연 환형 체적은 단부면으로부터 초경 구조체를 분리할 수 있다.

[0037] 일부 예시적인 구성에서, 초경 구조체는 코어 구조체의 체적을 완전히 둘러쌀 수 있거나, 초경 구조체는 코어 구조체의 체적을 부분적으로 둘러쌀(또는 감쌀) 수 있다.

[0038] 일부 예시적인 구성에서, 블랭크 바디는 중앙 종축을 가질 수 있으며, 코어 구조체 또는 초경 구조체는 중앙 종축을 중심으로 회전 대칭이 된다.

[0039] 일부 예시적인 구성에서, 초경 구조체는 블랭크 바디의 외측 영역을 형성할 수 있으며, 코어 구조체의 체적 주위로 연속적으로 연장할 수 있다.

[0040] 개시된 블랭크 바디와 커터 요소는, 블랭크 바디 또는 커터 요소가 공구 캐리어에 납땜될 때, 초경 구조체의 균열이나 박리 위험이 감소되는 양태를 가질 수 있다.

[0041] 첨부 도면을 참조하여 비한정적인 예시적 구성에 대해 후술할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1a는 벨트 타입 극초고압 로(미도시)의 챔버 속에 삽입하기 위한 예시적인 용기의 매우 개략적인 단면도를 도시하고 있다.

도 1b는 예시적인 초경 구조물을 소결시키기 위한 예비 소결 조립체의 개략적인 단면도를 도시하고 있다.

도 1c는 도 1a 및 도 1b에 도시된 예비 소결 조립체와 용기의 예시적인 조립체의 개략도를 도시하고 있다.

도 2는 예시적인 기판의 개략적인 길이 방향 측면도를 도시하고 있다.

도 3 내지 도 11은 로터리 공구를 위한 예시적인 블랭크 바디의 개략적인 길이 방향 단면도를 도시하고 있다.

도 13은 예시적인 블랭크 바디의 사시도를 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0043] 도 1a를 참조하면, 벨트 타입 극초고압 로(미도시)의 챔버 속에 삽입되는 예시적인 용기(20)는 종축(L)을 형성하며 예비 소결 조립체를 수용하기 위한 원통형 공동(24)을 가진 대체로 원통형인 튜브(22)를 포함한다. 공동(24)은 공동 벽체(26)에 의해 연결된 대향 단부(24a, 24b)를 갖는다. 도시된 특수한 예에서는, 각각의 단부(24a, 24b)에서 공동(24)을 폐쇄하기 위해 튜브의 각 단부에 디스크(28a, 28b)가 제공된다. 이 특수한 예에서, 튜브(22)와 디스크(28a, 28b)는 파이로필라이트를 포함한다. 도 1b를 부가적으로 참조하면, 예시적인 예비 소결 조립체(30)는 원통형으로 대칭적인 기판(32)과, 기판(32)의 측면(36)의 주위에 원주 방향으로 배열된 복수의 초경 그레인을 포함하는 응집체(34)와, 스페이서 구조체(38)를 포함한다. 기판(32)은 경금속 물질의 일례인 코발트 결합 텅스텐 카바이드 물질로 본질적으로 구성된다. 기판(32)은 원통 형상의 코어 구조체(33)를 포함하며, 코어 구조체의 일단부로부터 스페이서 구조체(38)가 반경 방향으로 연장된다. 이 특수한 예에서, 스페이서 구조체(38)는 기판(32)의 일체부이며, 기판(32)의 코어 구조체(33) 주위에서 원주 방향으로 동일한 반경 방향 거리 만큼 연장된다. 스페이서 구조체(38)는 약 400㎬의 영률을 가진 초경합금 물질로 본질적으로 구성된다. 도 1c를 부가적으로 참조하면, (도 1b의) 예비 소결 조립체(30)는 용기(20)의 공동(24) 속에 삽입되며, 기판(32)은 실질적으로 길이 방향으로 정렬되고, 스페이서 구조체(38)는 기판(32)의 코어 구조체(33)의 측면(36)과 공동 벽체(26) 사이에 배열된다.

[0044] 일부 예에서는, 코발트를 용융시키기에 충분한 온도로 예비 소결 조립체(30)를 가열하여 코발트의 일부가 응집체(34)로 침투하게 하고, 예비 소결 조립체에 적어도 약 5.5㎬의 극초고압을 인가함으로써, 다이아몬드 입자의 응집체(34)가 기판(32)에 포함된 코발트의 존재하에서 소결될 수 있다. 일부 예에서, 응집체(34)는 다이아몬드를 위한 코발트나 다른 촉매 물질을 포함할 수 있다. 상기 압력은 디스크(28a, 28b)를 통해 예비 소결 조립체(30)에 충분히 큰 대향하는 길이 방향의 힘(F)을 인가함으로써 발생될 수 있다. 조립체(10)에 전류를 통과시킴으로써 열이 인가될 수 있으며, 이러한 목적을 위해 예비 소결 조립체(30)에 제공되는 경우를 포함하여, 조립체(10)에 히터 요소(미도시)가 제공될 수 있다. 스페이서 구조체(38)는 기판(32)에 약간의 측 방향 지지를 제공할 것이다.

[0045] 일부 예시적인 구성에서, 예비 소결 조립체는 금속 컨테이너에 내장된 기판, 응집체 및 스페이서 구조체를 포함할 수 있으며, 상기 금속 컨테이너는, 예컨대, 적어도 약 1,480℃의 융점을 가진 니오븀, 탄탈륨 또는 몰리브덴 등의 내화 금속을 포함할 수 있다. 용기는 외측 튜브와, 외측 튜브에 당접하는 동심형 내측 튜브를 포함할 수 있으며, 내측 튜브는 예비 소결 조립체를 수용하기 위한 용기의 원통형 공동을 형성한다. 내측 튜브는 염화나트륨이나 어떤 다른 염과 같은, 고온에서 압력을 전달할 수 있는 물질을 포함할 수 있다. 예비 소결 조립체는, 금속 컨테이너의 외주면이 내측 튜브의 내면(즉, 공동 벽체)에 당접하도록, 내측 튜브에 의해 형성된 공동 속에 삽입될 수 있다. 이러한 예시적인 구성에서는, 금속 컨테이너의 일부가 그 내부에 수용된 스페이서 구조체와 공동 벽체 사이에 배치될 것이다.

[0046] 도 2를 참조하면, 특수한 예시적 기판(32)은 약 8㎜의 직경(D1)을 가진 원통형 코어 구조체(33)와, 약 12.5㎜의 직경(D2)을 갖고 일단부에 있는 반경 방향으로 연장하는 주연 단부 구조체(38)를 포함한다. 기판(32)의 직경은 코어 구조체(33)의 더 작은 직경(D1)에서 단부 구조체(38)의 더 큰 직경(D2)으로 연속적으로 천이하며, 상기 천이는 약 7.95㎜의 곡률 반경(R)을 형성한다. 도 2에 도시된 특수한 예에서, L1은 약 17.5㎜이며, L2는 약 15.5㎜이고, L3은 약 10㎜이며, 단부 구조체(38)에서 사면의 높이(H)는 약 0.5㎜이다.

[0047] 도 3 내지 도 11을 참조하면, 로터리 절삭 공구(미도시)를 위한 블랭크 바디(또는 전구체)로서 사용하기에 적합한 구조물(40)의 예시적인 구성은 결합된 텅스텐 카바이드로 본질적으로 구성되어 있는 기판(42)의 측면(46)에 결합된 다결정 초경 구조체(44)를 포함한다. 초경 구조체는 일부 예에서 PCD 또는 PCBN으로 본질적으로 구성될 수 있다.

[0048] 도 3을 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 기판(42)의 코어 구조체(43)로부터 반경 방향 외측으로 돌출된 단부

구조체(48)를 포함하며, 단부 구조체(48)는 구조물(40)의 근위 단부에 위치한다. 단부 구조체(48)는 전술한 바와 같이 구조물(40)이 제조되었을 때 스페이서 구조체로서의 역할을 하였다. PCD 구조체(44)는 전술한 바와 같이 응집체를 소결시킴으로써 발생하였다. 초경 구조체(44)가 단부 구조체(48)에 의해 구조물(40)의 단부로부터 약 1㎜ 이격되도록, 단부 구조체(48)와 초경 구조체(44)는 서로에 대해 배열된다. 초경 구조체(44)는 코어 구조체(43)를 동심으로 둘러싸며 구조물(40)의 원위 단부에서 노출된다.

[0049] 도 4, 도 5 및 도 6을 참조하면, 예시적인 구조물(40)들은 구조물(40)들의 개별 원위 단부(41)를 형성하며 기판 본체(42)들의 개별 코어 구조체(43)들의 개별 원위 단부들 위로 연장하는 초경 구조체(44)들을 포함한다. 도 3에 도시된 바와 같은 일부 변형들에서, 초경 구조체(44)는 구조물(40)의 원위 단부(41)에 정점을 형성할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같은 일부 변형들에서, 초경 구조체(44)는 구조물(40)의 실질적으로 평탄한 원위 단부면(41)을 형성할 수 있다. 평탄한 단부(41)에는 주연 모따기가 제공될 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같은 일부 변형들에서, 초경 구조체(44)는 구조물(40)의 볼록한 원형 단부(41)를 형성할 수 있다.

[0050] 도 7을 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 원통형 코어 구조체(43)와 대향 단부들에서 반경 방향으로 돌출한 단부 구조체(48, 48a)들을 가진 초경합금 기판(42)과, 단부 구조체(48, 48a)들을 연결하며 코어 구조체(43) 주위 전체에서 원주 방향으로 연장하는 초경 구조체(44)를 포함할 수 있다. 단부 구조체(48, 48a)들은 코어 구조체(43)로부터 반경 방향으로 약 2㎜ 돌출하며 그 주위에서 원주 방향으로 연장할 수 있다. 단부 구조체(48, 48a)들은 약 1㎜의 축 방향 두께를 가짐으로써, 구조물(40)의 개별 단부(49, 41)들로부터 초경 구조체를 이격시킬 수 있다. 단부 구조체(48, 48a)들은 본 발명에 따른 구조물(40)을 제조할 때 개별 스페이서 구조체들로서 기능할 것이다. 구조물은, 예컨대, 초경 구조체(44) 상에 적어도 하나의 절삭 에지를 제공하여 라우터 또는 엔드밀과 같은 로터리 절삭 공구를 위한 공구 요소를 제조하기 위해, 절삭이나 연마에 의해 처리될 수 있다. 단부 구조체(48, 48a)들 중 적어도 하나는 공구 요소(미도시)의 일부로서 유지될 수 있으며, 이는, 특히 초경 구조체(44)가 다이아몬드 물질을 포함하는 경우, 초경 구조체(44)를 열적으로 열화시킬 위험이 저감된 납땜을 이용하여 공구 캐리어에 구조물을 용이하게 결합할 수 있도록 하는 양태를 제공할 수 있다. 이는 어떤 초경 물질보다, 특히 다이아몬드 물질보다, 초경합금의 납땜이 실질적으로 더 용이하기 때문이고, 초경 구조체(44)가 납땜된 단부로부터 이격됨으로써 열 손상의 위험이 감소될 것이기 때문이다. 일부 예에서, 단부 구조체(48, 48a)들 중 적어도 하나는 구조물(40)을 절삭하거나 연마함으로써 제거될 수 있다.

[0051] 도 8을 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 (배럴 형상이라고도 할 수 있는) 대체로 볼록한 원통형 코어 구조체(43) 및 일단부에 있는 반경 방향으로 돌출한 단부 구조체(48)를 가진 기판(42)과, 단부 구조체(48)의 외주면과 실질적으로 동일 평면에 놓인 원통형 외측면을 가진 초경 구조체(44)를 포함할 수 있다.

[0052] 도 9를 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 (모래 시계 형상이라고도 할 수 있는) 대체로 오목한 원통형 코어 구조체(43) 및 일단부에 있는 반경 방향으로 돌출한 단부 구조체(48)를 가진 기판(42)과, 단부 구조체(48)의 외주면과 실질적으로 동일 평면에 놓인 원통형 외측면을 가진 초경 구조체(44)를 포함할 수 있다.

[0053] 도 10을 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 (배럴 형상이라고도 할 수 있는) 대체로 볼록한 원통형 코어 구조체(43) 및 일단부에 있는 반경 방향으로 돌출한 단부 구조체(48)를 가진 기판(42)과, 코어 구조체(43)의 형상과 실질적으로 일치하며 동심인 원통형 외측면을 가진 초경 구조체(44)를 포함할 수 있다(즉, 초경 구조체(42)도 볼록한 배럴 형상의 외측면을 가질 수 있음).

[0054] 도 11을 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 (모래 시계 형상이라고도 할 수 있는) 대체로 오목한 원통형 코어 구조체(43) 및 일단부에 있는 반경 방향으로 돌출한 단부 구조체(48)를 가진 기판(42)과, 코어 구조체(43)의 형상과 실질적으로 일치하며 동심인 원통형 외측면을 가진 초경 구조체(44)를 포함할 수 있다(즉, 초경 구조체(44)도 오목한 모래 시계 형상의 외측면을 가질 수 있음).

[0055] 도 12를 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 대체로 오목한 단차식 원통형 코어 구조체(43) 및 일단부에 있는 반경 방향으로 돌출한 단부 구조체(48)를 가진 기판(42)과, 구조물(40)의 근위 단부(49)를 형성하는 단부 구조체(48)의 외주면과 실질적으로 동일 평면에 놓인 원통형 외측면을 가진 초경 구조체(44)를 포함할 수 있다. 이 예에서는, 코어 구조체(43)가 서로에 대해 축 방향으로 배치되고 각각 상이한 반경을 가진 복수의 직원통형 영역들을 포함하는 것으로 보일 것이다. 구조물(40)은 코어 구조체(43)의 원위 단부에 결합되어 구조물(40)의 원위 단부(41)를 형성하는 단부 디스크(45)를 포함할 수 있다. 코어 구조체(43)와 함께 단부 구조체(48)는 극초고압에서 구조물을 제조하기 전에 예비 소결 조립체에서 일체형 기판(42)을 형성한 반면(즉, 단부 구조체(48)는 코어 구조체(43)와 일체임), 단부 디스크(45)는 예비 소결 조립체에서 기판과는 별개의 구성 요소였다. 단부 구조체(48)와 단부 디스크(49)는 구조물(40)을 제조할 때 예비 소결 조립체에서 스페이서 구조체로서 기능할 것

이다. 단부 구조체(48) 또는 단부 디스크(45) 중 하나 또는 모두는 구조물(40)의 후속 처리에 의해 제거되거나, 절삭 공구 요소의 일부로서 유지될 수 있다.

[0056] 도 13을 참조하면, 예시적인 구조물(40)은 다소 복잡한 형상을 가진 코어 구조체(43)와 초경 구조체(44)를 포함하는, 실질적으로 비원통형인 형상을 가질 수 있다. 본 발명에 따른 방법은, 제조 공정 중에, 특히 예비 소결 조립체를 제조하는 도중에, 형상 왜곡의 위험을 스페이서 구조체 또는 구조체들이 저감할 가능성이 있기 때문에, 보다 복잡한 형상을 가진 초경 구조물을 더 용이하게 제공할 수 있도록 할 것이다. 도 13에 도시된 예에서는, 구조물(40)의 제조에 사용된 스페이서 구조체가 제거되었다.

[0057] 이제, 블랭크 바디를 제조하기 위한 예시적인 방법에 대해 보다 구체적으로 간단히 설명한다.

[0058] 유기 결합재에 의해 함께 유지된 적어도 약 0.1 미크론 내지 최대 약 30 미크론의 평균 크기를 가진 다이아몬드 그레인을 각각 포함하는 복수의 시트 형태로 다이아몬드 그레인의 응집체가 제공될 수 있다. 시트들 중 적어도 일부는 텅스텐 카바이드 그레인을 포함할 수도 있다. 시트는 압출 또는 테이프 캐스팅 방법 등의 당업계에 공지된 방법으로 제조될 수 있으며, 다이아몬드 그레인과 결합재 물질을 포함한 슬러리가 표면에 도포되어 건조된다. 미국 특허 번호 제 5,766,394 호 및 제 6,446,740 호에 기술된 것과 같은, 다이아몬드 내포 시트를 제조하기 위한 다른 방법이 사용될 수도 있다. 다이아몬드 내포 층을 증착하기 위한 다른 방법에는 용사와 같은 분무법이 포함된다. 일부 예에서, 응집체는 다이아몬드 그레인과, Co, Ni, Fe, Mn 등의 다이아몬드를 위한 촉매 물질의 혼합물을 포함할 수 있으며, 이들은 밀링(예컨대, 볼 빌링(ball billing))에 의해 함께 결합된 다음, PMMA, DBP 등과 같은 가소제 결합재 물질을 이용하여 시트로 캐스팅될 수 있다. 일부 예에서, 초경 그레인은 cBN 그레인이며, 초경 구조체는 PCBN 물질을 포함할 수 있다. 그러한 예에서, 응집체는 질화 붕소 분말과 Ti, Al, W 또는 Co를 함유한 결합재 물질의 혼합물을 포함할 수 있으며, 혼합물은 가소제 물질을 이용하여 시트로 캐스팅된다.

[0059] 어느 하나 또는 둘 모두가 (이들로 한정되는 것은 아니지만) 본원에 기술된 예들 중 어느 하나에 따른 것일 수 있는 기판과 스페이서 구조체가 제공될 것이다. 일부 예시적인 구성에서, 기판은 세장형 코어 구조체와, 일단부에 있는 단부 구조체를 포함할 수 있다. 단부 구조체는 본 발명에 따른 스페이서 구조체로서 기능하도록 코어 구조체 주위에 구성되어, 코어 구조체로부터 반경 방향으로 소정 거리 만큼 연장될 수 있다. 일부 예시적인 구성에서는, 스페이서 구조체가 기판 주위에 배열된 링을 포함할 수 있거나, 스페이서 구조체가 기판의 일단부에 배열된 디스크를 포함할 수 있다.

[0060] 다이아몬드 그레인을 포함한 시트가 코어 구조체 주위에 맞는 크기로 절단될 수 있으며, 코어 구조체 주위에 시트를 랩핑함으로써 예비 소결 조립체가 구성될 수 있다. 일부 예에서, 시트의 대향 에지들이 원위 단부에서 노출될 수 있거나, 시트의 대향 에지들이 기판의 대향 단부들에서 개별 스페이서 구조체들에 당접할 수 있다. 일부 예시적인 구성에서, 다이아몬드 그레인과 텅스텐 카바이드 그레인을 모두 함유한 시트는 코어 구조체에 대해 배치될 수 있고, 텅스텐 카바이드 그레인을 함유하지 않은 시트는 코어 구조체로부터 멀리 배치될 수 있으며, 이에 따라, 카바이드를 함유한 시트는 코어 구조체와 카바이드 비함유 시트 중간에 배치된다. 일단 소결되면, 이 중간 시트는, 그들의 어떤 특성들이 PCD와 초경합금 물질 특성들의 중간이 될 것이기 때문에, PCD 구조체와 코어 구조체 간의 응력을 저감하는데 도움이 될 수 있다.

[0061] 일부 예에서, 시트는 복수의 판상 과립을 제공하도록 분쇄될 수 있거나, 다른 수단에 의해 과립이 제공될 수 있고, 응집체를 형성하도록 기판의 측면에 대해 과립들이 함께 압축될 수 있다. 일부 예에서, 상기 방법은 초경 그레인을 포함한 슬러리를 제공하는 단계와, 슬러리를 사출 성형하여 응집체를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0062] 상기 방법의 다른 예시적인 변형에서, 코어 구조체는 컨테이너의 내벽이 단부 형성물의 측면의 형상 및 치수에 대응하도록 실질적으로 치수 결정되도록 구성되는 컵과 같은 컨테이너 내에 배치될 수 있고, 컨테이너의 내벽과 중앙 칼럼 사이에 형성된 갭 속에 실질적으로 느슨한 초경 그레인들이 주입될 수 있다. 초경 그레인을 소결시키기 위한 소정량의 가소제 및/또는 결합재 물질 및/또는 촉매 물질이 이러한 방식으로 응집체에 도입될 수도 있으며, 응집체는 압축될 수 있다. 컨테이너는 예비 소결 조립체의 일부를 형성할 수 있다.

[0063] 예비 소결 조립체는 극초고압 로(또는 프레스)의 캡슐 속에 조립될 수 있으며, 휘발성 가스를 제거하고/또는 결합재 물질을 태우기 위해 노에서 가열될 수 있고, 적어도 약 1,300℃의 온도와 적어도 약 5GPa의 압력을 받을 수 있으며, 함께 소결된 다이아몬드 그레인들은 코어 구조체에 결합되어 코어 구조체의 중앙 칼럼을 둘러싸는 대체로 관형인 PCD 구조체를 포함한 소결 구조물을 형성한다. 다이아몬드의 소결을 촉진하고 중간 층 또는 층들의

그레인들을 결합하기 위한 코발트가 초경합금 기판으로부터 공급될 수 있다.

[0064] 극초고압에서의 소결 처리 후, 극초고압 장치로부터 소결 구조물이 회수될 수 있으며, 그로부터 캡슐 물질이 제거될 수 있다. 그 다음, 구조물은 블랭크 바디를 제공하도록, 예컨대, 연마에 의해 처리될 수 있다. 블랭크 바디는 초경 구조체 상에 적어도 하나의 절삭 에지를 형성하는 단계를 포함하는 방법에 의해 로터리 공구의 절삭 요소를 형성하도록 더 처리될 수 있다. 하나의 예시적인 구성에서, 블랭크 바디는 초경 구조체에 의해 형성되는 대체로 둥글거나 돔 형상의 원위 단부를 가질 수 있으며, 복잡한 공동을 밀링하기 위한 볼-노우즈 공구를 제작하기에 적합할 수 있다. 이러한 공구는 약 10㎜ 내지 약 25㎜ 범위의 측 방향 단면 직경을 가질 수 있다.

[0065] 로터리 기계 공구의 커터 요소를 제조하기 위한 예시적인 방법은 초경합금 코어 구조체에 결합된 초경 구조체를 포함한 블랭크 바디를 제공하는 단계를 포함할 수 있으며, 초경 구조체는 실질적으로 코어 구조체의 중앙 칼럼의 주연 측면 주위에 배치된다. 초경 구조체는 초경 구조체와 기판 사이에 있는 3개의 중간 층들에 의해 초경합금 기판에 결합될 수 있다. 중간 층들은 코발트를 포함한 매트릭스에 분산된 초경 물질 그레인과 텅스텐 카바이드 그레인을 포함할 수 있다. 중간 층 내의 코발트 함량은 층 내에서의 함량보다 작은 층 내에서의 함량보다 작다. 각각의 중간 층은 적어도 약 0.2㎜의 두께와 최대 약 0.3㎜의 두께를 갖는다. 초경 구조체의 일부가 제거되어 제거된 부분 아래에 있는 기판 물질을 노출시킴으로써, 초경 구조체에 의해 형성된 이격된 절삭 에지들을 주연 측면 상에 제공할 수 있으며, 전구체 바디의 주연 측면 상의 연속적인 절삭 에지들은 서로로부터 이격되어 있다. 일부 예에서, 절삭 에지들은 최대 약 10㎜ 서로로부터 원주 방향으로 이격될 수 있다.

[0066] 예시적인 방법에서, 블랭크 바디는 PCD 또는 PCBN를 포함할 수 있는 초경 구조체에 의해 형성된 대체로 볼록하거나, 둥글거나, 돔 형상인 원위 단부를 가질 수 있다. 볼-노우즈 커터 요소를 형성하기 위해 (예컨대, 전기 방전 가공, 레이저 절삭 또는 연마와 같은) 가공 방법으로 복수의 절삭 에지가 PCD 또는 PCBN 구조체로 형성될 수 있다. 절삭 에지의 개수는 응용예에 따라 선택될 수 있다. 일 실시예에서, 나선형 '스위프(sweep)'를 제공하여 칩의 제어를 개선하기 위해 에지들이 대체로 나선형으로 구성될 수 있다. 예컨대, 볼-노우즈 커터 요소는 PCBN 구조체로 형성된 절삭 에지를 포함할 수 있다.

[0067] 개시된 커터 요소를 포함하는 예시적인 기계 공구는 피가공물, 특히 금속, 세라믹 물질, 복합 물질, 목재, 석재, 콘크리트 또는 조적재 등의 경질 물질 또는 연마재 물질을 포함하는 피가공물을 밀링하거나 라우팅(routing)하기 위한 것일 수 있다. 예컨대, 기계 공구는 섬유 강화 플라스틱 물질을 포함한 바디를 에지-트리밍(edge-trimming)하기 위한 압축 라우터, 또는 복합 물질을 포함한 바디를 에지-피니싱(edge-finishing)하기 위한 나선형 멀티-플루트 라우터 또는 버(burr)일 수 있다. 커터 요소는 라우팅 공구를 위한 것이거나, 바디, 특히 탄소 섬유로 보강된 물질을 포함한 바디의 에지를 밀링하거나 트리밍하기 위한 공구를 위한 것일 수 있다. 다른 예에서, 커터 요소는 볼-노우즈 공구를 위한 것이다.

[0068] 개시된 방법은 초경 구조체가 왜곡되어 형성될 위험이 저감되고 왜곡 또는 구조물을 교정하기 위한 처리가 필요없는 양태를 가질 가능성이 있다. 초경 물질의 처리는 비교적 고가여서 일반적으로 바람직하지 않을 수 있다. 스페이서 구조체는 기판의 오정렬을 줄이는 효과를 가질 수 있으며, 약간의 오정렬도 초경 구조체의 변형과 형상 교정을 위한 고비용으로 이어질 수 있기 때문에, 스페이서 구조체의 사용에 따른 장점은 매우 상당할 수 있다.

[0069] 이하, 비한정적인 예에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0070] 예 1

[0071] PCD 엔드 밀 또는 라우터를 제조할 수 있는 환형 블랭크 구조물을 다음과 같이 제조할 수 있다.

[0072] 다이아몬드 입자와 다이아몬드를 위한 코발트 촉매 물질을 포함한 분말을 혼합함으로써, 적어도 약 1 미크론 내지 최대 약 15 미크론의 평균 크기를 가진 다이아몬드 입자를 포함한 응집체가 제조될 수 있다. 캐스팅될 수 있는 충분한 점성을 가진 슬러리를 만들기 위해 혼합물 속에 PMMA 또는 DBP와 같은 가소제 물질이 도입될 수 있다. 볼 밀을 사용하여 혼합이 이루어질 수 있다. 슬러리를 시트로 캐스팅할 수 있으며, 시트는 복수의 판상 과립을 제공하도록 건조 및 분쇄될 수 있다.

[0073] 약 8㎜의 직경을 가진 원통형의 코발트가 결합된 텅스텐 카바이드 로드를 제공할 수 있다. 환형 PCD 구조체를 위한 기판으로서 기능하게 될 로드가 분말을 압축하기 위한 원통형 다이 내에 동심으로 배치될 수 있으며, 다이의 직경은 12.5㎜이다. 약 1㎜의 두께를 가진 제1 초경합금 스페이서 링이 로드와 다이 바닥의 다이 벽체 사이에서 로드 주위에 배치될 수 있으며, 제1 초경합금 스페이서 링은 로드와 다이 벽체에 당접하여 로드의 위치를

유지한다. 다이아몬드 함유 과립이 로드와 다이 벽체 사이의 공간에 주입되어, 로드와 다이 사이에 맞도록 구성된 환형 프레스 장치에 의해 반복적으로 압축될 수 있다. 부분적으로 압축된 과립에 의해 공간이 충전되면, 제2 초경합금 스페이서 링이 과립 위에 있는 다이 상단의 로드 주위에 배치될 수 있다. 제2 스페이서 링의 내경은, 제2 스페이서 링이 후술하는 소결 단계 중에 극초고압을 받을 때 로드를 따라 아래로 활주할 수 있도록, 로드의 직경보다 약 0.05㎜만큼 약간 더 커야 한다. 이는 응집체의 불균일한 압축과 구조물의 평탄하지 않은 단부 형성의 위험을 저감할 것이다. 제2 스페이서 링은 적어도 약 900℃의 온도에서 높은 크리프 저항을 가진 세라믹 또는 금속 합금 물질로 제조될 수 있다.

[0074] 환형상을 갖고 로드를 둘러싸는 밀집된 그린 바디 응집체(즉, 가소제를 여전히 포함하는 성형되고 압축된 응집체)를 제공하기 위해, 환형 프레스 장치가 제2(상부) 스페이서 링에 적용될 수 있으며, 프레스 장치에 부하가 인가될 수 있고, 과립이 압축될 수 있다. 압축 후, 로드, 그린 바디 응집체 및 로드의 대향 단부에 있는 스페이서 링을 포함하는 조립체가 제거되어, 내화 금속으로 제조된 컵 내부에 배치될 수 있다. 조립체는 가스 방출로 가소제 결합재 물질을 제거하기 위해 약 1,050℃의 진공에서 열처리될 수 있다. 그 다음, 내화 금속으로 제조된 제2 컵이 조립체의 캡핑되지 않은 단부 위에 배치될 수 있으며, 이에 따라, 대향하는 컵들의 쌍이 서로 중첩되어 조립체를 완전히 둘러쌈으로써, 완전한 예비 소결 조립체를 제공한다. 한 쌍의 컵은 전자 빔 용접 장치에 의해 컵들이 중첩되는 예비 소결 조립체의 원주 주위에 함께 용접될 수 있다. 다른 예에서는, 컵들을 기계적으로 결합하기 위해 예비 소결 조립체가 등압으로 압축될 수 있다.

[0075] 그 다음, 예비 소결 조립체는 벨트 타입 극초고압 프레스를 위한 캡슐 속에 조립될 수 있다. 캡슐은 파이로필라이트를 포함한 외측 튜브와, 염화나트륨 염을 포함한 내측 튜브를 포함할 수 있으며, 금속 용기의 외측면이 내측 튜브의 내면에 당접하도록, 예비 소결 조립체가 내측 튜브에 삽입된다. 예비 소결 조립체는, 기판과 응집체 내의 코발트가 용융되고 응집체의 다이아몬드 그레인이 서로 상호 성장하여 초경합금 코어에 결합된 PCD 환(annulus)을 형성하기에 충분한 기간 동안, 약 1,300℃의 온도와 약 5.5㎬의 극초고압을 받을 수 있다. 상기 압력과 온도가 주변 조건으로 감소될 수 있으며, 캡슐과 금속 컵 물질이 샌드 블라스팅 또는 산 처리에 의해 제거되어, 대향 단부들에 카바이드 링이 결합되는 카바이드 로드를 둘러싸는 PCD 구조체를 포함한 구조물을 제공한다. 구조물은 PCD 구조체 상에 절삭 에지를 형성하는 처리를 포함하는 또 다른 처리에 의해 엔드 밀 또는 라우터의 절삭 공구를 만들기 위한 블랭크로서 사용될 수 있다.

[0076] 예 2

[0077] 로드 구조체와 스페이서 구조체가 단일체일 수 있다는 것을 제외하고, 블랭크 바디는 실질적으로 예 1에 기술된 바와 같이 제조될 수 있다. 즉, 기판은 로드 구조체와, 제1 스페이서 링 대신 일단부에서 원주 방향 및 반경 방향으로 돌출된 단부 구조체를 포함할 수 있다. 기판의 중앙을 통해 길이 방향 단면에서 보았을 때, 이는 "T"자형 구조로 보일 것이다. 로드 구조체와 다이 벽체 사이의 공간에 과립이 주입될 수 있도록, 다이의 바닥에 있는 단부 구조체에 의해 기판이 다이 속으로 삽입될 것이다.

[0078] 예 3

[0079] 제1 스페이서 링 대신 디스크 스페이서 구조체가 사용될 수 있다는 것을 제외하고, 블랭크 바디는 실질적으로 예 1에 기술된 바와 같이 제조될 수 있다. 즉, 디스크가 다이의 바닥에 배치될 수 있으며, 로드가 디스크의 상단에 디스크와 동심으로 배치될 수 있다. 단부 스페이서 디스크가 초경합금 또는 금속 합금으로 제조되면, 디스크가 극초고압 및 고온에서 소결하는 단계 중에 로드에 결합될 가능성이 있다. 필요한 경우, 이는 연마나 절삭에 의해 제거될 수 있다.

[0080] 예 4

[0081] 슬러리가 압출에 의해 사출 성형될 수 있도록 충분한 점성을 갖도록 제조될 수 있다는 것을 제외하고, 블랭크 바디는 예 1, 예 2 또는 예 3에 기술된 바와 같이 제조될 수 있다. 슬러리는 환형 출구를 포함한 압출 장치 속으로 투입될 수 있으며, 슬러리를 포함한 튜브를 압출하도록 가압될 수 있다. 이 예의 일부 변형들에서, 튜브는 기판이 될 로드 주위를 향하여 압출될 수 있다. 다른 변형들에서, 튜브는 압출 장치로부터 멀리 떨어진 기판으로 이송되어 그 위에 배치되기에 충분한 강성을 가질 것이다.

[0082] 예 5

[0083] 슬러리가 다이아몬드 입자 대신 cBN 입자를 포함할 것이며 이들이 cBN 그레인을 위한 결합재 물질을 만들기 위해 Ti, Al, W 및 Co를 포함한 분말과 결합될 것이라는 것을 제외하고, PCBN 엔드 밀 또는 라우터를 제조할 수 있는 PCBN 환형 블랭크 바디는 실질적으로 예 1, 예 2, 예 3 또는 예 4에 기술된 바와 같은 PCD 블랭크 바디와

동일하게 제조될 수 있다. cBN 입자의 크기 분포는 적어도 약 0.5 미크론 내지 최대 약 10 미크론일 수 있다.

[0084] 이하, 본원에 사용된 특정 용어와 개념에 대해 간단하게 설명한다.

[0085] 기계 공구는 기계 가공에 의해 금속, 복합 물질, 목재 또는 중합체와 같은 물질을 포함하는 구성 요소들을 제작하기 위해 사용될 수 있는 동력 공급을 받는 기계 장치다. 기계 가공은 본체 또는 피가공물부터 물질을 선택적으로 제거하는 것이다. 로터리 기계 공구는 사용시 자체 축을 중심으로 회전하는, 예컨대, 드릴 비트와 같은, 커터 요소를 포함하는 기계 공구이다. 커터 요소의 경사면은 본체로부터 물질을 제거하기 위해 공구가 사용될 때 칩이 유동하는 표면 또는 표면들이며, 경사면은 새롭게 형성되는 칩의 유동을 지향시킨다. 칩은 사용시 기계 공구에 의해 본체의 작업면으로부터 제거되는 본체의 조각이다. 커터 요소의 플랭크는 기계 공구에 의해 본체 상에 생성되는 가공면 위를 지나는 기계 공구의 표면 또는 표면들이다. 플랭크는 본체로부터 틈새를 제공할 수 있고, 1개 초과의 플랭크 면을 포함할 수 있다. 절삭 에지는 본체의 절삭을 수행하도록 의도된 경사면의 에지이고, 플루트는 사용시 공구가 회전함에 따라 절삭 에지로부터 칩을 멀리 운반할 수 있는 로터리 기계 공구의 요홈부이다. 탭, 볼-노우즈 엔드 밀 및 직선형 엔드 밀("슬롯-드릴"이라고도 함)과 같은 예시적인 로터리 기계 공구는 최대 6개 이상의 절삭 에지와 플루트를 가질 수 있다. 나선형 플루트("스파이어럴" 플루트라고도 함)는 로터리 기계 공구의 회전축에 대해 대체로 그리고 적어도 부분적으로 나선형으로 배열된 플루트를 포함하고, 양방향 나선형 플루트 구조체는 상이하거나 대향하는 나선형 방향을 갖는 플루트들을 포함한다.

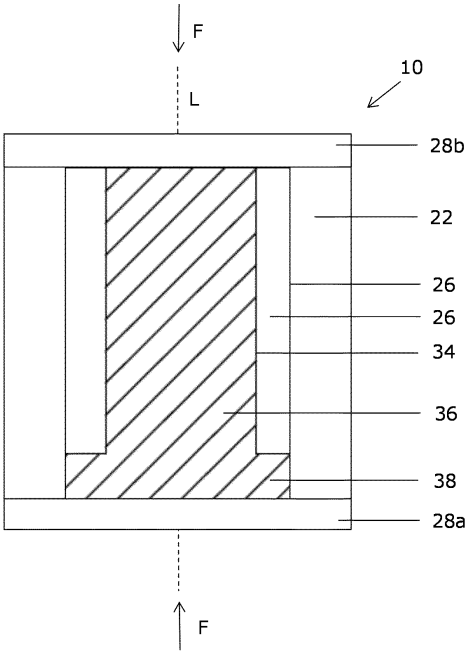
[0086] 본원에 사용된 바와 같이, 초경 물질은 적어도 약 28GPa의 비커스 경도를 갖는다. 다이아몬드 및 입방정계 질화붕소(cBN) 물질은 초경 물질의 예이다. 다결정 다이아몬드(PCD) 물질은 다이아몬드 그레인의 매스(복수의 다이아몬드 그레인의 응집체)를 포함하고, 그 상당 부분이 서로 직접 내부적으로 결합되며, 다이아몬드의 함량은 이 물질의 적어도 약 80 체적%이다. 다이아몬드 그레인들 사이의 간극은 합성 다이아몬드용 촉매 물질을 포함하는 결합재 물질로 적어도 부분적으로 충전될 수 있고, 또는 실질적으로 빌 수도 있다. 합성 다이아몬드용 촉매 물질은 합성 또는 천연 다이아몬드가 열역학적으로 안정되는 온도 및 압력에서 합성 또는 천연 다이아몬드 그레인들의 직접 내부 성장(direct inter-growth) 및/또는 합성 다이아몬드 그레인들의 성장을 촉진할 수 있다. 다이아몬드용 촉매 물질의 예는 Fe, Ni, Co, 및 Mn과, 이들을 포함하는 소정의 합금이 있다. PCD 물질을 포함하는 초경 구조체는 다이아몬드 그레인들 사이에 간극 보이드를 남기고 간극으로부터 촉매 물질이 제거된 영역을 적어도 포함할 수 있다. 촉매 물질이 촉매로서 비교적 덜 능동적인 형태를 취하거나, 다이아몬드용 촉매 물질이 공핍될 수 있는 적어도 상당한 영역을 갖는 PCD 구조체는 열적으로 안정한 PCD로 설명될 수 있다.

[0087] PCBN 물질은 금속 또는 세라믹 물질을 포함하는 매트릭스 내에 분산된 입방정계 질화 붕소(cBN)의 그레인을 포함한다. 예컨대, PCBN 물질은 티타늄 카본나이트라이드와 같은 Ti-함유 화합물, 및/또는, 알루미늄 나이트라이드와 같은 Al-함유 화합물, 및/또는 Co 및/또는 W와 같은 금속을 함유하는 화합물을 포함하는 결합재 매트릭스 물질에 분산된 적어도 약 60 체적%의 cBN 그레인을 포함할 수 있다. PCBN 물질의 일부 버전(또는 "그레이드")는 적어도 약 80 체적% 또는 심지어 적어도 약 85 체적%의 cBN 그레인을 포함할 수 있다.

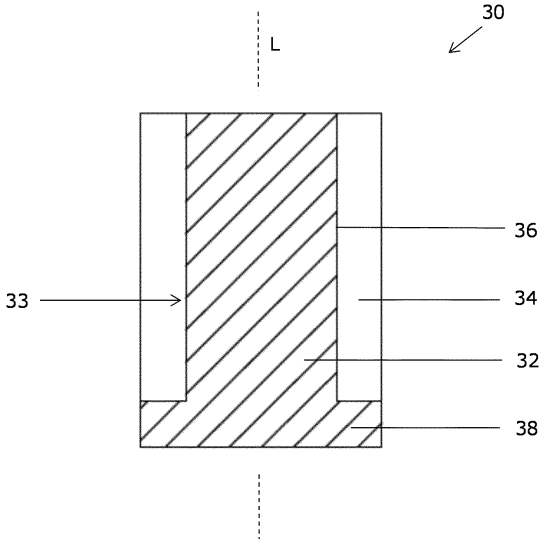
[0088] 더 일반적으로, 다결정 초경(PCS) 물질은, 충전재 또는 결합재 물질로 적어도 부분적으로 충전될 수 있는, 초경 그레인들 사이의 간극과 초경 물질의 그레인들의 매스를 포함하며, 초경 그레인의 함량은 물질의 적어도 약 체적%이다. 그레인들은 다이아몬드 또는 입방정계 질화 붕소(cBN)를 포함할 수 있다.

도면

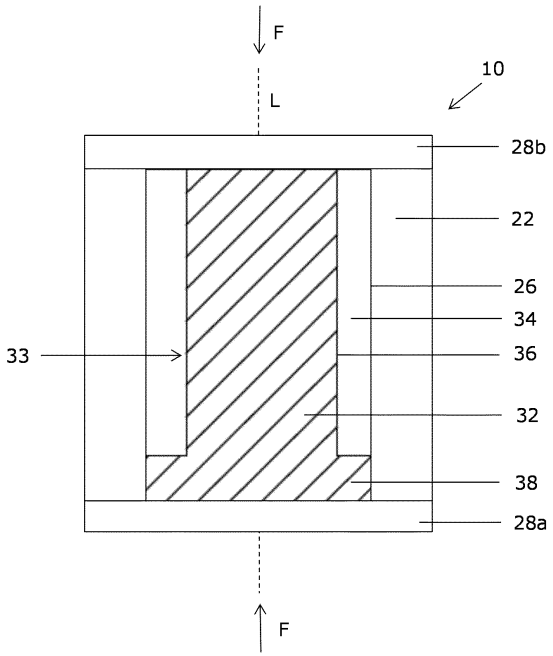
도면1a



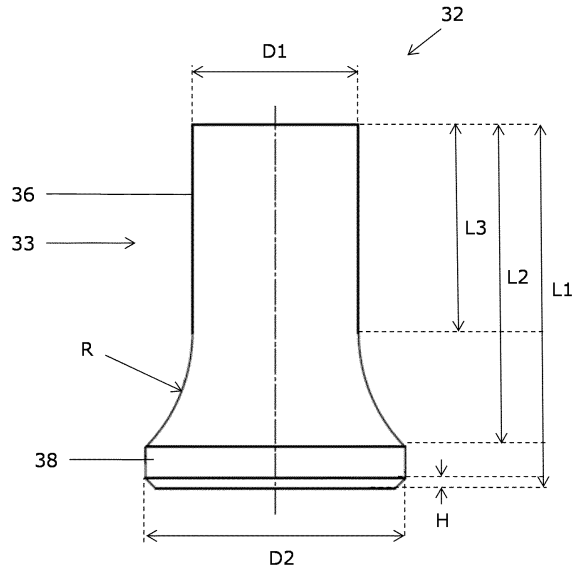
도면1b



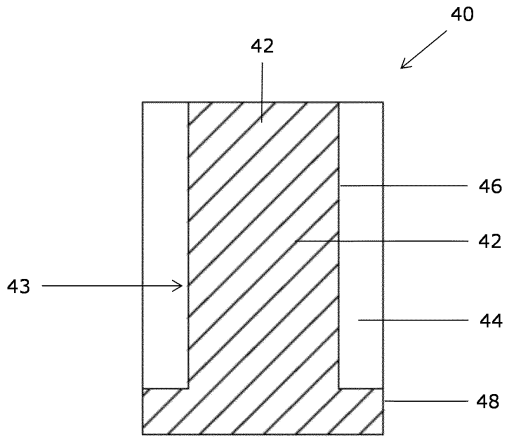
도면1c



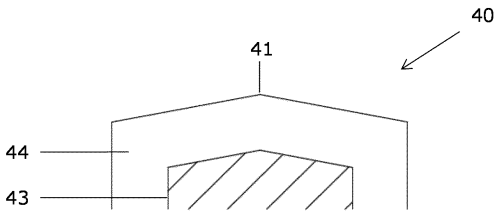
도면2



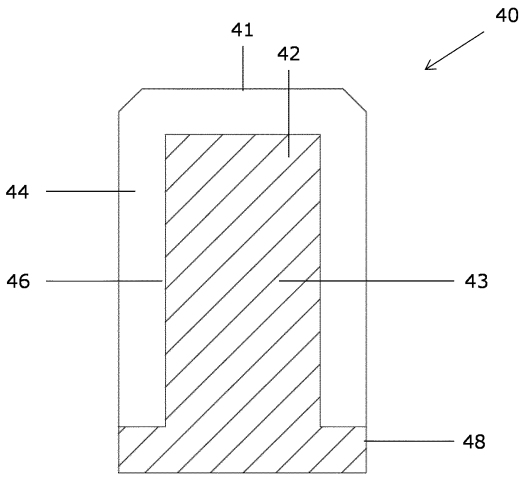
도면3



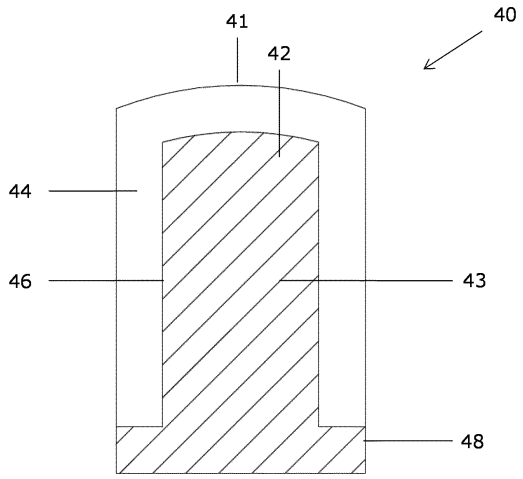
도면4



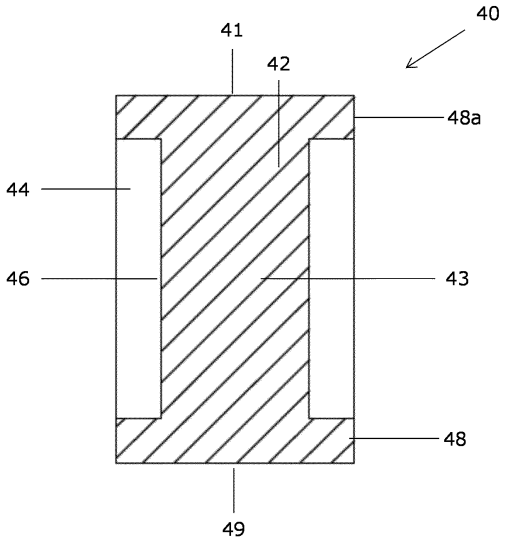
도면5



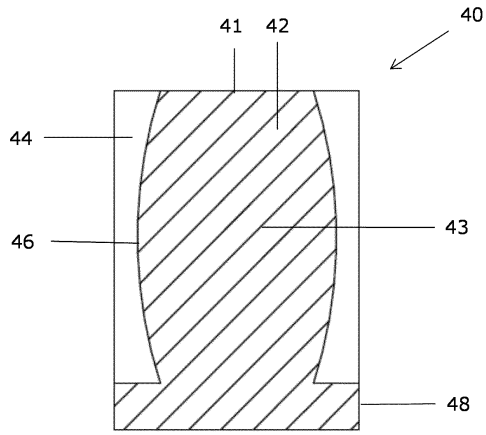
도면6



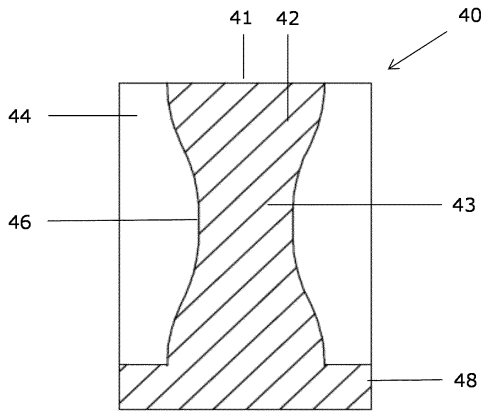
도면7



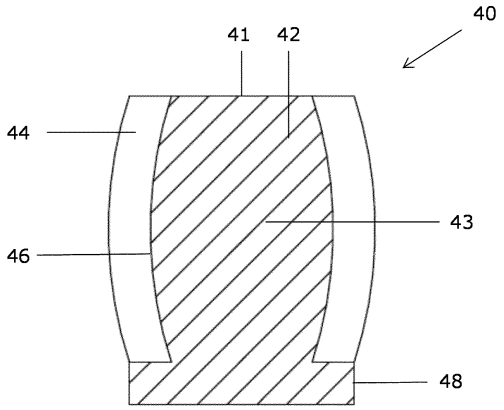
도면8



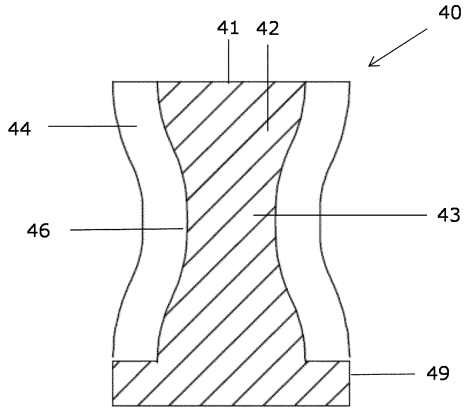
도면9



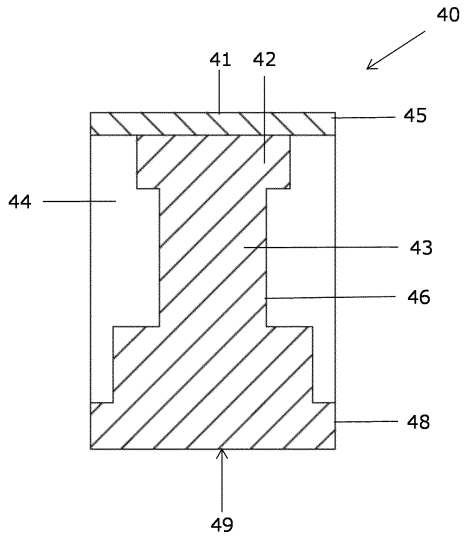
도면10



도면11



도면12



도면13

