



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0121728
(43) 공개일자 2015년10월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24D 18/00 (2006.01) *B24D 3/06* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B24D 18/0009 (2013.01)
B24D 3/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7029947(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2008년01월25일
심사청구일자 2015년10월16일
- (62) 원출원 특허 10-2009-7014166
원출원일자(국제) 2008년01월25일
심사청구일자 2013년01월14일
- (85) 번역문제출일자 2015년10월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2008/052076
- (87) 국제공개번호 WO 2008/092093
국제공개일자 2008년07월31일
- (30) 우선권주장
60/886,711 2007년01월26일 미국(US)
- (71) 출원인
다이아몬드 이노베이션즈, 인크.
미합중국 오하이오 43085 워싱톤 헌트레이 로드 6325
- (72) 발명자
완 산
미국 45242 오하이오주 신시내티 크릭 로드 4545
- (74) 대리인
특허법인코리아나

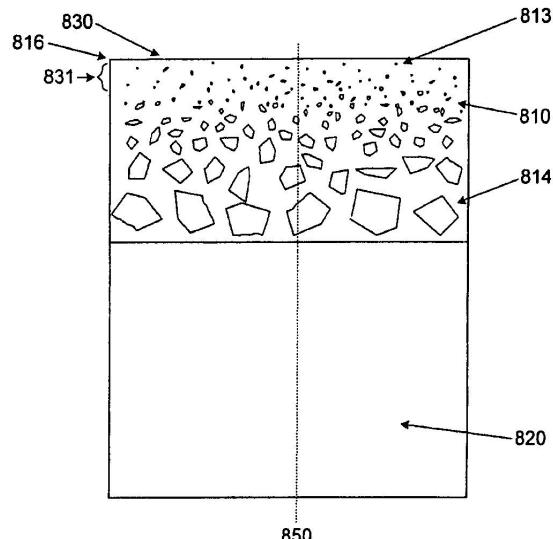
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 그레이드된 드릴링 커터

(57) 요 약

일 실시형태에서, 연마용 콤팩트는 소결, 접착 또는 다른 방법으로 고체로 통합되는 초경질 입자를 포함한다. 또한, 콤팩트는 연속 구배, 다중 축선 구배 또는 다수의 독립 구배를 갖는 다양한 물리적 특징을 포함한다.

대 표 도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

본원 발명의 상세한 설명에 기재된 연마용 공구 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2007년 1월 26일에 출원된 미국 특허출원 No. 60/886,711을 우선권으로 주장한다.

[0002] 본 발명은 연속 구배, 다축 구배 또는 다수의 독립 구배를 갖는 콤팩트와 같이 다양한 물리적 특징을 갖는 연마용 콤팩트에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 연마용 콤팩트는 드릴링, 보링, 커팅, 밀링, 연삭 및 다른 재료 제거 작업에서 널리 사용된다. 연마용 콤팩트는 고체로 소결, 접합 또는 다른 방법으로 통합되는 초경질 (ultra-hard) 입자를 포함한다. 초경질 입자는 천연 혹은 인조 다이아몬드, 입방 질화붕소 (cubic boron nitride, CBN), 탄질화 (carbo-nitride, CN) 화합물, 붕소-탄소-질소-산소 (BCNO) 화합물 또는 탄화 붕소보다 더 단단한 재료를 포함할 수 있다. 초경질 입자는 단일결정, 다결정질 (polycrystalline) 접합체 또는 양자 모두 가능하다.

[0004] 상업적으로, 연마용 콤팩트는 다이아몬드계인 경우 종종 다결정질 다이아몬드 (PCD), 또는 다이아몬드 콤팩트라고 불린다. CBN 계 연마용 콤팩트는 보통 다결정질 입방 질화붕소 (PCBN) 또는 CBN 콤팩트라고 불린다. 잔류 소결 촉매가 부분적으로 또는 완전히 제거된 연마용 콤팩트는 종종 리치된 (leached) 또는 열적으로 안정한 콤팩트라고 불리운다. 시멘티드 카바이드 (cemented carbide) 나 다른 기재와 결합된 연마용 콤팩트는 때로 지지된 콤팩트라고 불린다.

[0005] 연마용 콤팩트는 내마모성, 내부식성, 내열응력성, 내충격성 및 강도를 크게 요구하는 용도에 유용하다. 연마용 콤팩트를 지지 기재에 부착하는 것, 소결 처리의 제한, 또는 내부식성을 위한 소결 첨가물의 필요성과 같이 역으로 변하는 특성을 균형을 맞추는 것의 어려움이 있기 때문에, 이러한 연마용 콤팩트에 대한 설계의 절충안을 고려하게 된다. 종래 기술의 연마용 콤팩트는 이러한 설계 절충안을 극복하기 위해 층상 (layered) 미세구조를 사용한다. 종래 기술에서의, 상이한 초경질 입자 크기를 갖는 층간 천이는 도 1에 나타나 있고, 여기서 미세한 입자 (114)가 있는 일정한 미세한 입자 영역 (111) 및 조대한 입자 (113)가 있는 일정하게 조대한 영역 (112)을 각각 볼 수 있다. 도 2는 도 1의 콤팩트의 입자 크기의 급격한 변화를 나타내고 있고, 이 급격한 변화는 커터의 작용 커팅면으로부터 550 미크론에서 나타난다.

[0006] 종래 기술의 콤팩트는 또한 급격한 화학적 천이가 존재한다. 도 3의 전자 광학현미경 사진은 종래 기술의 지지된 연마용 콤팩트에서의 촉매 농도 변화 (213, 214)를 나타내고 있다. 촉매 금속 고갈 영역 (211)은 작용 커팅면 (217)의 근처에 있다. 촉매 금속은 금속이 풍부한 영역 (212)에서 밝은 회색 라인의 미세한 네트워크로 보인다. 또한, 천이는 일면 (215)에서 다른 면 (216)으로 향하는 라인을 따라 수행되는 전자빔 마이크로프로브 분석에 의해 나타날 수 있다. 도 4는 표면 (215 및 216) 사이의 라인을 따른 도 3의 커터의 촉매 농도의 5 배 감소를 그래프로 나타내고 있다. 두 천이 모두는 대략 하나의 조대한 결정립 직경에서 발생한다.

[0007] 종래 기술의 연마용 콤팩트의 물리적 특성이나 구조의 급격한 천이는 예를 들어 미국 특허 No. 5,135,061, No. 6,187,068 및 No. 4,604,106에 지지되고 있고, 이 개시 내용은 본 명세서에서 전체적으로 참조한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 전술한 연마용 콤팩트 전부는, 영역 간에 급격한 천이가 있고 본질적으로 일정한 물리적 특성을 갖는, 개별적인

충을 포함한다. 물리적, 화학적 또는 구조적 특징의 급격한 천이는 연마용 콤팩트의 성능을 줄일 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 일 실시형태에서, 연마용 콤팩트는 고체 덩어리로 통합되는 다수의 초연마용 입자를 포함한다. 이 입자는 연속적이고, 단조적이며 또한 단축적인 특징 구배를 갖는다.

[0010] 선택적으로, 특징 구배는 입자 크기 구배이다. 추가적으로, 축선 방향으로 입자 크기의 최대 변화율은 1 미크론 이동 당 직경이 1 미크론 미만일 수 있다.

[0011] 대안적으로, 특징 구배는 기공 (pore) 크기 구배가 될 수 있다. 추가적으로, 축선 방향으로 기공 크기의 최대 변화율은 1 미크론 이동 당 직경이 1 미크론 미만일 수 있다.

[0012] 다른 선택으로, 특징 구배는 입자 형태 구배가 될 수 있다. 추가적으로, 축선 방향으로 입자 가로세로비의 최대 변화율은 1 미크론 이동 당 0.1 미만일 수 있다.

[0013] 또 다른 선택으로, 특징 구배는 초연마용 입자 농도가 될 수 있다.

[0014] 다른 실시형태에서, 연마용 콤팩트는 고체 덩어리로 통합되는 초연마 재료를 포함한다. 이 덩어리는 각각 연속인 2 이상의 특징 구배를 갖는다. 이 구배는 (i) 단조적인 단축 구배 또는 (ii) 진동 구배일 수 있다.

[0015] 일 실시형태에서, 연마용 콤팩트 제조 방법은, 다양한 입자 크기를 갖는, 준비된 인조 다이아몬드와 같은 일군의 초경질 입자로 시작한다. 이 입자들은 조합되고 알콜 또는 다른 유체와 혼합되어 혼합 슬러리를 형성한다. 이 슬러리는 침전되거나 그렇지 않으면 분리된다. 혼합 슬러리는 실질적으로 고체의 그레이드된 층으로 침전되고, 선택적으로는 이 층에서 다수의 조대한 입자가 먼저 침전되고 다수의 가장 미세한 입자는 맨 나중에 침전된다. 전부는 아니지만, 대부분의 남은 액체는 건조, 원심분리 또는 다른 방법으로 제거된다. 그레이드된 층의 일부는 제거되고, 전형적으로는 HPHT 조건 하에서 소결에 의해 처리되어 연마용 콤팩트를 형성하게 된다. 그레이드된 층의 일부는 선택적으로 기재에 위치할 수 있다. 초경질 입자 층은, 더 조대한 다이아몬드 입자를 갖는 표면이 기재 근처에 위치되도록 배향되어 초기 결합체를 형성하고, 이 초기 결합체는 전형적으로 HPHT 조건 하에서 소결 처리되어, 처리된 결합체를 형성하게 된다. 이 처리된 결합체로부터, 코발트 시멘티드 텅스텐 카바이드 기재에 지지된 소결 다이아몬드 연마용 콤팩트가 제조되고 회수된다. 결과적으로 얻어진 지지된 소결 콤팩트는 마무리되어 연마용 공구로 될 수 있다.

[0016] [색인어]

[0017] 드릴링 커터, 연마용 콤팩트

발명의 효과

[0018] 선택적으로, 혼합 슬러리는 비평면 고정구에서 분리되도록 된다. 추가적으로, 기재는 그레이드된 층과 맞는 계면을 가질 수 있고, 더 미세한 입자를 갖는 콤팩트의 부분에 대하여 위치할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1 은 급격한 천이와 입자 크기를 나타내는, 종래 기술의 PCD 콤팩트 구조의 전자 광학현미경 사진이다.

도 2 는 도 1 의 커터와 관계된, 커팅면으로부터의 거리에 따른 입자 크기 변화를 나타내는 그래프이다.

도 3 은 종래 기술의 열적으로 안정한 지지된 연마용 복합재에서 급격한 측면 농도 변화를 나타내는 전자 광학현미경 사진이다.

도 4 는 도 3 의 커터와 관계된, 커터 경계면으로부터의 거리에 따른 코발트 측면 농도를 나타낸 그래프이다.

도 5 은 초연마용 커터의 다양한 층을 나타내는, 종래 기술에서의 블록도이다.

도 4 는 원주 구역에 위치한 다른 크기의 입자를 갖는 종래 기술의 커터를 나타내는 도면이다.

도 5 는 예시적인, 원통으로 지지되는 연마용 복합재의 단면을 나타내는 도면이다.

도 6 은 도 5 와 같은 실시형태의 예시적인 미세구조를 나타내는 전자 광학현미경 사진이다.

도 7 은 도 3 및 도 5 의 실시형태에서, 커팅면으로부터의 거리에 따른 결정립 크기를 비교한 그래프이다.

도 8 은 고배율 삽입도를 포함하는, 여러 독립 구배를 갖는 예시적인 커터의 전자 광학현미경 사진을 포함한다.

도 9 는 도 8 의 실시형태를 기초로 하는, 작용 커팅면으로부터의 거리에 따른 결정립 크기를 나타내는 그래프이다.

도 10 은 예시적인 커터에서 텅스텐 함량, 촉매 금속 농도, 및 입자 크기 구배를 나타내는 그래프이다.

도 11 은 여러 축선상에 존재하는 다모드 구배를 갖는, 지지된 연마용 콤팩트의 개략적인 단면이다.

도 12 는 도 11 의 커터 영역에서의 구배를 나타내는 광학현미경 사진이다.

도 13 은 도 12 의 예시적인 커터의 일방향에서의 입자 크기 구배를 나타내는 그래프이다.

도 14 는 도 12 의 예시적인 커터의 일방향에서의, 촉매 금속 농도를 나타낸다.

도 15 및 도 16 은 도 13 및 도 14 에 나타난 방향과는 다른 방향으로의, 도 12 의 예시적인 커터의 촉매 금속 농도 및 입자 크기 구배를 나타내는 도면이다.

도 17 은 예 3 의 예시적인 커터의 입자 크기 분포를 나타내는 그래프이다.

도 18 은 예 4 에서 사용된 다이아몬드 분말의 입자 크기 분포를 나타내는 그래프이다.

도 19 는 예 5 에서 사용된 텅스텐 분말의 입자 크기 분포를 나타내는 그래프이다.

도 20 은 콤팩트와 예시적인 침전 고정구를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 방법, 시스템 및 재료에 대해 설명하기 전에, 본 명세서는 설명한 특정 방법론, 시스템 및 재료에 한정되지 않고, 매우 다양할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용된 용어는 특정한 버전이나 실시형태만을 설명하기 위한 것으로, 발명의 범위를 한정하기 위한 것은 아니다. 예를 들어, 여기 사용된 것처럼, 단수 형태는 문맥상 명확하게 다르게 나타내지 않는 한 복수 형태도 포함한다. 더불어, 여기서 "~을 포함한다" 라는 단어는 "~을 포함하나 이에 한정되지 않는다" 는 것을 의미한다. 다르게 규정되어 있지 않다면, 사용된 모든 기술적, 과학적 용어는 당업자들이 통상 이해하고 있는 것과 같은 의미를 갖는다.

[0021] 본 명세서는, 구조나 다른 물리적 특징과 같은 하나 이상의 특징이 재료의 위치에 따라 다른 고체 재료에 관한 것이다. 이하의 용어는 다음과 같이 정의된다.

[0022] 면적 평균 - 구배축선에 대한 콤팩트의 일단면에서 산정된 측정된 특징의 평균. 구배 축선에 수직인 치수는 특징을 잘 예측하기에 충분히 크고, 적어도 30 개의 조대한 입자 직경이고, 어떠한 경우는 100 이상이다. 구배에 평행한 치수는 불연속의 존재를 불분명하게 하지 않기에 충분히 작고, 관심 단면에서 가장 조대한 입자의 직경의 적어도 1 ~ 3 배이다.

[0023] 조대한 결정립 - 콤팩트의 샘플 영역에 존재하는 결정립의 99 번째의 (제일 큰) 백분위수 직경을 갖는 다결정질 콤팩트의 결정립.

[0024] 부수적인 구배 - 대상물의 하나 또는 여러 축선을 따라 동시에 변하는 구조적 또는 물리적 특징 또는 위치에 따라 동시에 변하는 여러 구조적 또는 물리적 특징. 구배 간에 인과 관계가 존재한다.

[0025] 연속 구배 - 콤팩트의 미세구조 스케일에서 급격한 변화가 없는 매끈한 구배. 수학적으로 나타내면, 연속 구배는 유한한 1 차 도함수를 가질 수 있다.

[0026] 연속 특징 구배 - 콤팩트의 미세구조 스케일이나 그 이하에서 위치에 따라 변하는 특징. 연속 특징은 구배 축선을 따른 특징의, 임의로 선택된 30 이상의 다른 라인 차단 산정 평균의 매끈한 위치 의존성을 보여준다. 다르게는, 연속 특징 구배는 더 작은 치수의 산정 영역이 구배축선에 평행하게 향하고 있는 때 특징의 면적 평균의 매끈한 위치 의존성을 보여준다.

[0027] 연속 변수 - 상대적으로 작은 변화부분에서 큰 변동이 발생하지 않도록 작은 충분으로 변화가 발생하는 변수.

[0028] 구배 - 고체 내의 위치를 기초로 한 구조적 또는 물리적 특성의 변화. 이 정의는 구조적 및/또는 물리적 특징의 변화를 포함한다. 여기서 종종 구배는 "특징 구배" 를 일컫기도 하는데, 이 특징은 변화하는 구조적 또는 물리적 특성이다.

- [0029] 선형 구배 - 입자 크기, 화학적 조성 또는 양자 모두가 위치의 선형 함수에 따라 변화하는 구배.
- [0030] 단조 구배 - 위치에 따라 특징이 계속 증가하거나 감소하나, 진동하지는 않는 구배.
- [0031] 단축 구배 - 하나보다 많은 축선을 따라 변하는 구배.
- [0032] 다모드 구배 - 하나보다 많은 독립된 구조적 또는 물리적 특징 구배. 이 구배는 서로 인과 관계를 가질 수도 있고 아닐 수도 있다. 비제한적인 예로서, 초경질 입자 크기와 조성 모두가 동시에 변하는 콤팩트는 다모드 구배를 갖는다.
- [0033] 진동 구배 - 한계값 사이에서 위치에 따라 특징이 반복적으로 변하는 연속 구배.
- [0034] 초경질 재료 - 다이아몬드, 입방 질화붕소 또는 약 3000 kg/mm^2 보다 큰, 선택적으로 약 3200 kg/mm^2 보다 큰 비커스 (Vickers) 경도를 갖는 다른 재료. 종종 초경질 재료는 초연마용 재료라고 한다.
- [0035] 단축 구배 - 하나의 방향의 축선을 따른 구배.
- [0036] 단모드 구배 - 하나의 구조적 또는 물리적 특징의 구배. 비제한적인 예로서, 연마용 콤팩트에서 일 방향을 따라 증가하는 초경질 입자 직경은 단모드 구배가 된다. 대상물의 여러 축선을 따른 부수적인 구배는 단모드 구배와 연관될 수 있다.
- [0037] 여기서 개시된 실시형태에 따르면, 연마용 콤팩트는 고체 덩어리로 통합되는 다이아몬드, 입방 질화붕소 (CBN) 또는 다른 초경질 재료 입자를 포함한다. 이하에 알려진 모든 통합 방법은, 고압/고온 (HPHT) 조건으로 알려진, 상승된 온도와 압력에서 소결시키는 것과 같이, 덩어리를 만들어내도록 이용될 수 있다. 다결정질 다이아몬드 (PCD) 또는 다결정질 CBN (PCBN)의 경우, 이러한 조건은 전형적으로 4 기가파스칼 (Gpa)을 넘고 온도는 1200°C 를 넘는다. 연마용 콤팩트는 자유롭게 서 있을 수 있고, 기재에 부착되어 지지된 연마용 콤팩트를 형성할 수 있고/있거나, 처리되어 열적으로 안정된 또는 여과된 연마용 콤팩트를 형성할 수 있다.
- [0038] 일 형태에서, 연마용 콤팩트는 연속적으로 분포된 구조적 또는 물리적 특징의 연속 단축 특징 구배를 하나 이상 가질 수 있다. 도 5는 굴착 비트 (earth-boring bit)에서 드릴링 커터로 사용될 수 있는 형태와 같은 원통형의 지지된 연마용 복합재의 개략적인 단면도이다. 도시된 단면은 드릴링 커터의 원통 축선 (850)과 평행하다. 이러한 커터는, 시멘티드 텅스텐 카바이드와 같은 지지 재료로 만들어진 기재 (820)를 포함하고, 소결된 초경질 입자의 콤팩트 (810)가 동축으로 상기 기재의 하나 이상의 단부에 부착되어 있다. 연마용 콤팩트의 자유 평면 단부 (830)와 원통형 연마용 콤팩트 측면 (831)의 일부분은 작용 커팅면이다.
- [0039] 개시된 실시형태에서, 연마용 콤팩트 미세구조는 전형적으로는 입자 형태인 초경질 재료의 연속적인 크기 구배를 갖는다. 도 5에 도시된 구배는 커터 원통 축선 (850)과 실질적으로 평행하다. 그러나 상부면 (830)과 측면 (831)으로부터 원하는 각도로 오프셋된 라인을 따라 콤팩트의 코너 (816)로부터 내측으로 향하는 구배와 같은, 다른 위치 구배도 가능하다. 도시된 초경질 입자 크기의 단모드 단축 구배는 독립적인 연속 특징 구배이다. 미세한 초경질 입자 (813)의 상대적으로 높은 농도는 커팅면 근방에서 높은 내연삭 마멸성 및 내파괴성을 제공하고, 더 조대한 입자 (814)의 상대적으로 높은 농도가 텅스텐 카바이드 기재 (820) 근방에 존재하게 된다. 미세한 입자 (811) 영역은 기재 (820)를 향하여 어느 정도의 축선 방향 거리만큼 형성되어, 작용 커팅면 (830 및 831) 전체를 둘러싸게 된다. 전술한 바와 같이 측정된 선 또는 면적 평균 입자 크기는 기재 (820) 쪽으로 축선 방향으로 매끈하고 연속적으로 증가한다.
- [0040] 도 6의 광학현미경 사진은 도 5에 개략적으로 도시된 것과 같은 실시형태의 일 미세구조를 나타낸다. 초경질 입자 크기 (910)는 광학현미경 사진에서 측정하고 기록된다. 작용 커팅면 (930 및 931)은, 이 실시예에서 높은 내마모성 (abrasion resistance)을 위해 크기가 약 6 ~ 8 미크론인 초경질 입자를 포함한다. 다른 크기의 입자도 사용될 수 있다. 초경질 입자 크기는 기재 경계면 (940)을 향하는 방향으로 약 40 미크론까지 연속적으로 증가한다. 초경질 입자 크기 특징은 연속 구배로 변화하고, 따라서 종래 기술의 충상화된 불연속적인 혼합 구배와는 확연히 다르다. 어떤 실시형태에서, 입자 크기 구배의 최대 변화율은 구배 축선을 따라서 1 미크론 이동 (즉, 물리적 거리) 당 입자 크기가 1 미크론 미만일 수 있다. 대안적인 구배는 기공 크기가 될 수 있으며, 비슷한 최대 변화율을 갖는다.
- [0041] 도 7은 (도 3에 도시된 것과 같은) 종래 기술의 콤팩트 (1001)와 도 5 및 도 6의 실시형태에서의 초경질 입자 크기 변화를 그래프로 나타내어 비교한 것이다. 초경질 입자 크기는 드릴링 커터의 원통 축선 (도 5의 축선 (850))과 평행한 방향으로 측정된다. 도 7은 도 5의 실시형태에서의 초경질 입자 크기의 연속 구배

(1002) 를, 도 3 의 종래 기술의 급격한 입자 크기 변화 (1001) 와 명확하게 대비하여 나타낸다. 도 5 의 실시형태가 입자 크기는 공정적으로 선형 구배 (1002) 이지만, 선형 구배가 요구되는 것은 아니고, 본 발명의 범위가 선형 구배에 한정되는 것도 아니다. 이 콤팩트는 또한 몇 개의 부수적인 구배를 가질 수 있는데, (i) 부수적인 연속 단축 내마모성 구배 (연속 변수), (ii) 부수적인 연속 단축 조성 구배 (불연속 변수), 및 (iii) 촉매 금속 풀 (pool) 크기, 열 전도성 및/또는 열팽창과 같은 다른 것 등이 있다. 설명된 구배는 나타난 연마용 콤팩트 부피의 일부 또는 전체 부피를 포함할 수 있다. 설명된 연마용 콤팩트는 총상 구조의 불연속 계면의 응력 집중이나 오염 없이 종래기술의 목적을 달성할 수 있다. 설명된 연마용 콤팩트는 연속적으로 분포된 콤팩트 변수의 연속 단축 구배의 제 1 실시예이다.

[0042] 다른 실시형태는 다모드 구배를 갖는 연마용 콤팩트이다. 이러한 독립 구배는 연속적이거나 아닐 수 있고, 연속적 또는 불연속적으로 분포된 구조적 또는 물리적 특징을 포함할 수 있다. 이 구배는 단조적이거나 혹은 진동할 수 있다. 예를 들어, 연마용 콤팩트는 연속적으로 분포된 초경질 입자와 첨가물 입자의 크기 및 불연속적으로 분포된 조성 특징의 독립 구배를 포함할 수 있다.

[0043] 도 8 에 나타난 것을 예로 드는 이러한 실시형태에서, 드릴링 커터의 단면의 광학현미경 사진은 다수의 독립 동축 구배를 갖는 연마용 복합재를 나타내고, 텅스텐 카바이드 및/또는 다른 재료로 된 기재 (1120) 를 포함하고, 다이아몬드와 텅스텐 카바이드 및/또는 다른 재료로 된 연마용 콤팩트 (1110) 가 상기 기재에 동축선으로 부착되어 있다. 연마용 콤팩트의 자유 평면 단부 (1130) 와 원통형 연마용 콤팩트 표면의 인접부 (1135) 가 작용 커팅면이다. 고배율 삽입도 (1115) 에 나타난 바와 같이, 이 실시예에서 약 3 미크론 미만의 입자 크기를 갖는 미세한 초경질 입자 (1113) 는 작용 커팅면을 포함하고, 높은 내연삭 마멸성 및 내파괴성을 제공하고, 고배율 삽입도 (1116) 에 나타난 조대한 입자는 약 20 미크론을 넘는 입자 크기 (1114) 를 갖고 텅스텐 카바이드 기재 (1120) 근처에서 HPHT 소결을 향상시킨다. 미세한 초경질 입자 영역은 텅스텐 카바이드 기재 (1120) 를 향하여 어느 정도의 축선 방향 거리만큼 연장되고, 작용 커팅면 (1135) 의 연장부를 둘러싼다. 특정 입자 크기 구배는 약 3 미크론의 평균 입자 크기에서 시작하고, 자유 평면 단부 (1130) 에서 기재 (1120) 방향을 향하여 축선 방향으로 연속적으로 증가하여, 약 20 미크론의 최종 입자 직경에 도달한다. 도 9 는 자유 평면 단부 및/또는 작용 커팅면으로부터의 거리에 따른 다이아몬드 크기 구배 (1220) 를 나타내는 그래프를 나타낸다.

[0044] 본 실시형태의 제 2 구배는 전술한 초경질 입자 크기 구배와 독립적이고 동축이며, 텅스텐 카바이드 첨가물 특징의 구배를 포함한다. 텅스텐 카바이드 첨가물은 입자 크기 및 혼합물 조성 구배를 모두 갖는다. 도 8 의 삽입도 A 및 B 와 도 9 의 그래프에 나타난 바와 같이, 평균 텅스텐 카바이드 입자 크기 구배 (1210) 는 텅스텐 카바이드 기재 (1120) 근처에서의 약 15 미크론 (1114) 에서부터 작용 커팅면 (1130) 에서의 거의 0 미크론 (1113) (텅스텐 카바이드가 거의 존재하지 않는 것을 의미한다) 까지 연속적으로 감소한다. 초경질 입자 크기 구배와 동축인 연속 텅스텐 카바이드 조성 구배는 텅스텐 카바이드 기재 (1120) 근처에서의 약 50 중량 % 에서부터 평면 단부 및/또는 작용 커팅면 (1130) 에서의 대략 0 % 까지 감소한다.

[0045] 도 10 (원소 농도 미시분석) 은 임의적인 조성 유닛에서 이러한 구배의 독립성을 나타낸다. 텅스텐 원소로 측정한, 연마용 콤팩트의 텅스텐 카바이드 함량 (1310) 은 텅스텐 카바이드 기재에서 멀어지는 축선 방향으로 감소한다. 독립적인 초경질 입자 크기 구배 (1320) 또한 기재에서 멀어질수록 감소할 수 있음을 보여주고, 코발트 촉매 금속 농도 (1320) 는 동일한 방향으로 증가할 수 있다. 앞의 실시형태처럼, 코발트 입자 크기나 다이아몬드 농도와 같은 다른 부수적인 구배가 존재할 수 있다. 독립 구배는 연마용 콤팩트의 일부 부피 또는 전체 부피를 포함할 수 있다. 다모드 구배는, 종래기술에서의 오염과 응력 집중을 줄이면서 추가적으로 콤팩트 설계의 유연성을 제공할 수 있다.

[0046] 또다른 실시형태는 연마용 콤팩트 내의 다수 축선 상의 독립 연속 구배를 포함한다. 이 구배는 전술한 어떠한 유형이 되어도 좋다. 도 11 은 다수 축선상에 다모드 구배가 존재하는, 지지된 연마용 콤팩트 (1400) 의 개략적인 단면이다. 개략적인 단면은 콤팩트의 실린더 축선 (1450) 과 교차한다. 반경 방향 (1460) 또한 도시하였다. 연마용 콤팩트의 외부는 평면 작용 커팅면 (1410) 과 원주면 (1411) 을 포함하고, 이 원주면의 일부가 작용 커팅면이 될 수 있다. 본 실시형태에서 미세한 것 (1431) 에서 조대한 것 (1432) 까지 다양할 수 있는 초경질 입자가 연마용 콤팩트에 존재한다. 조성 구배, 특성 또는 다른 구배와 같은 제 2 구배 (1440) 가 연마용 콤팩트에 존재한다. 이 제 2 구배 특징은 쉐이드가 변화하는 것으로 나타내었다. 지난 기재 (1420) 와 연마용 콤팩트 (1400) 의 계면에 비평면부 (1470) 가 존재할 수 있다. 이 비제한적인 예에서, 연마용 콤팩트의 외부면에 본질적으로 하나의 크기의 입자가 존재한다. 입자는 정확하게 크기가 같을 필요는 없으나, 10 % 이하의 변동, 5 % 이하의 변동 또는 1 % 이하의 변동과 같이 크기가 거의 비슷할 필요만

있으면 된다. 내부에 다른 크기의 입자가 존재할 수 있다. 입자는 1 이상의 축선에서 평균 또는 중간 크기가 변할 수 있고, 입자 크기 변화율은 축선 방향 (1450), 반경 방향 (1460) 또는 다른 방향과 같이, 다른 축선에 따라 다양할 수 있다. 다른 특징 구배는 축매 금속 농도; 축매 금속 분포; 기공 분율로 알려진, 다른 공성 콤팩트의 양 또는 분율인 초경질 입자 농도; 기공 크기로 알려진, 콤팩트에 존재하는 기공의 크기; 및 형상 분포의 부수적인 구배 및 다른 물리적 특징에서 파생되는 구배를 포함할 수 있다. 제 2 구배 (1440)는 전술한 어떠한 형태의 구배일 수 있고, 예를 들어 추가적인 상의 농도 또는 입자 크기의 구배이다. 다중 구배는 진동, 단조적이거나 선형 또는 다른 형태일 수 있다.

[0047] 도 12 는 도 11 의 영역 (1470) 에서의 실제 다축, 다모드 구배의 광학현미경 사진이다. 커터 원통 축선 (1550) 과 평행한 방향 및 반경 방향 (1560) 이 나타나 있다. 지지 기재 (1520), 조대한 초경질 연마용 결정립 (1532) 및 미세한 초경질 연마용 결정립 (1531) 이 나타나 있다. 반경방향 및 축선방향 초경질 입자 크기 구배가 존재한다. 또한, 입자 크기의 변화율은 선택된 축선에 따라 다양하다.

[0048] 도 13 은 콤팩트의 외부 근처에서의 약 5 미크론에서부터 카바이드 기재 (1520) 근처에서의 약 35 미크론까지 초경질 입자 크기의 매끄러운 축선방향 구배 (1570) 를 보여준다. 도 14 는 단일 선스캔으로 평가했을 때 동일 방향으로의 축매 금속 농도 구배 (1580) 를 나타낸다. 연마용 입자에 존재하는 훨씬 더 낮은 레벨의 축매로 인한 축매 농도의 변화성은 구배의 존재를 불확실하게 하지 않는다. 전술한 바와 같이 구배와 평행한 선스캔의 통계학적으로 의미있는 수 또는 또는 면적 평가를 평균하여 변화성을 줄여들 수 있다. 도 15 및 도 16 은 반경 방향으로의 동일한 물리적 특징 구배를 나타낸다. 더 낮은 변화율이 반경 방향으로 존재한다. 다축 구배가 설계의 유연성을 더 향상시킨다.

[0049] 전체 표면 또는 부피, 예를 들어 전체 외부 표면이 하나 이상의 실질적으로 일정한 물리적 특징을 갖고, 다른 영역에서는 구배를 갖는 연마용 콤팩트에서 일 형태의 다축 구배를 발견할 수 있다. 예를 들어, 이 실시형태는, 전체 외부 표면에서 일정한 초경질 입자 크기를 갖고 소결 또는 응력 관리를 향상시키기 위한 내부 구배가 있는 굴착 비트 커터를 위한 지지된 연마용 복합재를 포함할 수 있다. 이러한 실시형태에서, 부수적인 구배가 존재할 수 있다. 이 실시형태는 커터를 사용하는 동안 바람직하지 않은 우선적인 마모를 없애면서 설계의 유연성을 더 높힐 수 있다.

[0050] 다른 실시형태에서, 몇몇 구조적 또는 물리적 특징은, 모든 방향은 아니나 어떠한 방향으로는 변할 수 있다. 예를 들어, 연속 축선 방향 조성 구배가 반경 방향 초경질 입자 크기 구배와 함께 존재할 수 있다. 이러한 실시형태에서, 부수적인 구배가 존재할 수 있다.

[0051] 또 다른 형태에서, 개시된 콤팩트는 초경질 입자와 혼합된 다른 상의 불연속 구배를 보여줄 수 있다. 일 실시예에서, 반응성 금속 가공용 커팅 공구는 작업물에 대해 비반응성인 작용 커팅면을 가지며 동시에 기재에 대해서는 고반응성인 지지된 연마용 콤팩트를 필요로 한다. 연마용 복합재에 산화 알루미늄을 첨가하면 커팅면 반응성을 유리하게 줄일 수 있으나, 불리하게도 연마용 복합재와 텡스텐 카바이드 기재의 계면 결합 강도가 감소된다. 다양한 실시형태의 연마용 콤팩트는 기재 경계면에서 더 낮은 산화 알루미늄 농도 조성까지 연속적으로 변하는, 산화 알루미늄이 풍부한 작용 커팅면을 가질 수 있다. 이렇게 해서, 커팅 공구는 수명이 더 향상되고, 바람직하지 않은 급격한 변화가 거의 없거나 전혀 없으며, 텡스텐 카바이드 기재에 더 강하게 부착되게 된다.

[0052] 다른 실시형태는 입자 형태 구배를 갖는다. 연마용 콤팩트의 입자는 다양한 형태를 가질 수 있다. 가로 세로비 (aspect ratio), 입자의 주축선과 부축선 간의 수치비 또는 입자의 직경은 입자 형태를 정량화하는데 이 용될 수 있다. 입자 형태 구배가 있는 연마용 콤팩트는, 일부 부피나 영역에서 구형 또는 둉어리 형태의 입자로 이루어지며 다른 부피나 영역에서는 더 편원 (oblate), 평면, 위스커형 (whiskery) 의 입자를 갖는다. 연마용 콤팩트는 낮은 가로세로비의 입자를 가지며 연속 구배를 통해 작은판 (platelet) 또는 위스커 (whisker) 와 같이 높은 가로세로비 입자를 갖는 영역이 되는 영역을 가질 수 있다. 가로세로비가 더 큰 영역은 다른 파괴, 강도 또는 트라이볼로지 (tribological), 화학 또는 전기적 특징을 제공한다. 어떤 실시형태에서, 가로세로비의 최대 변화율은 축선을 따라 1 미크론 이동 (즉, 거리) 당 0.1 을 넘지 않는다.

[0053] 다른 실시형태에서, 전기 전도성 및 내마모성 구배는 제조된 목재 제품을 가공하기 위한 초경질 입자 연마용 콤팩트를 제공한다. 이러한 용도로, 높은 레벨의 별크 전기 전도성을 갖는 다이아몬드계 연마용 콤팩트가 다이아몬드 커터의 전자 불꽃 가공에 적합하다. 또한, 이 용도에서, 조대한 다이아몬드 입자를 최대 함량으로 갖는 구조에서 높은 내마모성이 얻어진다. 이러한 조대한 다이아몬드 입자가, 단체형의 균질한 연마용 콤팩트에 포함되는 경우, 전자 불꽃 가공이 더욱 어려워진다. 이 실시형태는, 더 미세한 초경질 입자로의 구배

가 있고 부수적인 더 높은 전기 전도성을 갖는 작용 커팅면에서의 조대한 초경질 입자를 통해 이러한 문제점을 해결할 수 있다. 입자 크기의 일정한 연속 구배는 높은 내마모성 연마면과 함께 높은 별크 전기 전도성을 제공할 수 있다.

[0054] 다른 실시형태는 발명된 연속 구배를 다른 형태에 적용한다. 환형 연마용 콤팩트 형상은 와이어 드로잉 디이 (wire drawing die)에 적합하다. 이 연마용 콤팩트에서 구조적 또는 물리적 특징은 변화하여, 원하는 특성을 갖는 환형 표면을 생성한다. 환형 형태에서, 어떠한 구배는 테이퍼진 원통형 또는 환상 마모면에 대략 수직 (반경방향) 이 될 것이다.

[0055] 조성 및 초경질 입자 크기 구배에 대해 설명하였고, 다른 구배도 효용성을 가질 것이다. 잠재적으로 이용되는 단모드, 다모드, 단축 및 다축 구배는 다음과 같다 : 상 조성, 입자 형태, 전기 전도성, 열 전도성 또는 팽창, 음향 및 탄성 특성, 초경질 입자 재료 외의 다른 재료의 포함, 밀도, 기공 크기 및 형태, 강도, 파괴 인성, 광학적 특성.

[0056] 일 실시형태에서, 연마용 콤팩트를 만드는 방법은 일정 범위의 입자 크기를 가진 준비된 일군의 초경질 입자 (인조 다이아몬드와 같은)로부터 시작한다. 입자는 알코올 또는 다른 유체와 결합되고 혼합되어 혼합 슬러리를 형성한다. 혼합 슬러리는 중력, 원심력, 전기장, 자가장 또는 다른 방법에 의해 영향을 받아서 분리된다. 혼합 슬러리는 실질적으로 고체인 그레이드된 층으로 침전되며, 선택적으로 이 층에서는 다수의 조대한 입자들이 먼저 침전되고 다수의 가장 미세한 입자들이 마지막에 침전된다. 전부는 아니나, 몇몇 남은 액체는 건조, 원심분리 또는 다른 방법으로 제거된다. 그레이드된 층의 일부는 제거되어 선택적으로 기재에 위치한다. 초경질 입자 층은, 더 조대한 다이아몬드 입자를 갖는 표면이 기재 근처에 위치하도록 배향되어 초기 결합체를 형성할 수 있고, 이 초기 결합체는, 전형적으로는 HPHT 조건 하에서 소결 처리되어 처리된 결합체를 형성한다. 이 처리된 결합체로부터, 코발트 시멘티드 텅스텐 기재에 지지된 소결된 다이아몬드 연마용 콤팩트가 생산되고 회수된다. 결과적으로 얻어진 지지된 소결 콤팩트는 마무리되어 연마용 공구로 될 수 있다.

[0057] 선택적으로, 혼합 슬러리는 비평면 고정구 내에서 분리되게 된다. 고정구 (2000)의 비평면 요소의 예는 도 20에 나타나 있다. 도 20에 나타난 바와 같이, 고정구 (2000)는 평면부분 (2010)과 비평면부분 (2020)을 포함할 수 있다. 비평면부분은 두 경사가 하나의 피크에서 만나는 것, 원뿔 형태, 반구 형태, 피라미드 형태 또는 다른 비평면 형태와 같이, 어떠한 비평면 형태가 되어도 좋다. 더 큰 농도의 조대한 입자 (2030)는 비평면 구조 근처에 침전되고, 더 큰 농도의 미세한 입자 (2040)는 비평면 구조에서 멀리 떨어진 더 높은 지점에 침전된다. 또한 선택적으로, 카바이드 또는 다른 기재는, 그것이 배치되는 침전된 다이아몬드 층의 크기와 형태와 맞는 계면 크기 및 형태를 가질 수 있다.

실시예

[0059] 예 1 - 종래 기술. 이하는 미국 특허 No. 3,831,428; 3,745,623 및 4,311,490 이다. Diamond Innovations, Inc에서 제조한 MBM® 그레이드, 3 미크론 직경의 인조 다이아몬드가 16 mm 직경의 고순도 탄탈륨 호일 컵 내에 대략 1.5 mm의 일정한 깊이로 위치하였다. 이 미세한 층 상부에 제 2의, 1.5 mm로 일정한 두께의 40 미크론 MBM 분말 층이 추가되었다. 16 mm의 실린더형 13 중량 % 코발트 시멘티드 텅스텐 카바이드 기재 또한 탄탈륨 호일 컵 내에 위치하였다. 이 결합체는 약 15 ~ 45 분간 55 ~ 65 Kbar의 압력과 약 1500 °C의 온도로, 인용된 특허의 셀 구조체 및 교시에 따라 처리되었다. 회수된 지지된 연마용 콤팩트는 시멘티드 카바이드 기재에 지지된, 소결된 다이아몬드 층 구조체를 가졌다. 이 커터의 구조는 도 1 및 도 2에 나타나 있다.

[0060] 예 2 - 종래 기술. 드릴링 커터는 미국 특허 No. 4,224,380에 설명된 것과 같은 방법을 이용하여 3HCl : 1HNO₃ 산에서 가열될 수 있고, 여기서 카바이드 기재는 보호층에 의해 피복되어 있어서, 코발트가 고갈된 영역을 얻는다. 이러한 커터의 구조는 도 2 및 도 3에 나타나 있다.

[0061] 예 3. 도 17에 나타나 있는 입자 크기 분포의 45 g의 인조 다이아몬드가 준비되어 450 cc의 99.9 % 순도의 이소프로필 알콜 (isopropyl alcohol)과 결합될 수 있다. 이러한 재료는 TURBULA® 믹서에서 2 분간 혼합될 수 있다. 혼합 슬러리를 100 mm 직경의 플라스틱 용기에 봇고 8 시간 동안 침전되도록 할 수 있다. 남은 액체를 디캔팅 (decanting)과 증발을 통해 조심스럽게 제거할 수 있다. 침전된 다이아몬드 층이 굳어지면, 침전된 층에서 16mm 디스크가 잘려나올 수 있다. 다이아몬드 층은 탄탈륨 (Ta) 호일 컵 안에서 배향되어 조대한 입자를 텅스텐 카바이드 기재 주위에 위치하도록 할 수 있다. 원통형 코발트 시멘티드 텅

스텐 카바이드 기재는 조대한 다이아몬드 입자의 위에 위치할 수 있다. 이 결합체는 약 15 ~ 45 분간 55 ~ 65 Kbar 의 압력과 약 1500 °C 의 온도로 HPHT 처리를 이용하여 처리될 수 있다. 정확한 조건은 여러가지 변수에 의하지만, 이 변수들은 가이드라인으로 제시된다. 회수된 결합체는 시멘티드 텅스텐 카바이드 기재에 지지되는 소결된 다이아몬드 연마용 콤팩트를 생산할 것이고, 이는 마무리되어 연마용 공구로 될 수 있다. 이러한 구조의 샘플은 구조 평가를 위해 축선방향으로 반으로 잘려서 연마되었고, 이 예에 따른 구조는 도 6에 나타나 있다.

[0062]

이 예의 단축의 연속적으로 그레이드된 구조의 효용을 설명하기 위하여, 몇 개의 커터가 준비되고 내충격성 및 내마모성에 대해 실험하였다. 이 결과를 Diamond Innovations, Inc. 의 TITAN 상업용 드릴링 커터와 비교하였다. 충격 실험은 INSTRON 9250 낙하 테스터에서 수행되었다. 내마모성 실험 (부피 효율 또는 G 비율) 은 화강암 원통을 날카롭고 모따기 (chamfer) 되지 않은 커터로 선삭하여 측정하였다. 이 예의 커터의 성능은 충격 성능에서는 100 % 이상, 마모에서는 500 % 이상 상업 연마용 커터를 능가하였다. 자세한 실험 결과는 표 1 과 같다.

[0063]

표 1

	그레이드된 커터	상업용 커터
평균 마모 G 비율(10^5)	85	15
20J 로 10 회 낙하 후 평균 다이아몬드 테이블 충격 손상	6.3 %	13.0 %

[0064]

예 4. 예 3 에 나타나 있는 바와 같이, 입자 크기 분포가 도 19 에 나타난 45 g 의 인조 다이아몬드 분말이, 입자 크기 분포가 도 19 에 나타난 12 g 의 텅스텐 분말 (99 % 순도 및 소스) 과 결합되었다. 제조 및 소결 처리는 도 3 과 같이 이루어졌다. 회수된 복합재 콤팩트는 시멘티드 카바이드 기재에 지지된, 소결된 다이아몬드 층 구조를 가졌고, 연마용 공구를 얻기 위해 마무리될 수 있다. 소결된 하나의 공구가 구조 평가를 위해 잘려져서 연마되었다. 이 예의 미세 구조는 도 8 에 나타나 있다.

[0065]

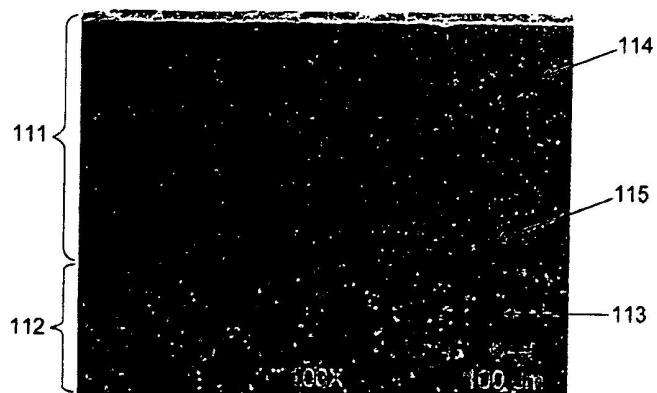
예 5. 8 시간 동안 슬러리가 도 20 에 나타난 바와 같은 비평면 고정구에서 분리되도록 한 것을 제외하고는, 예 3 에서의 침전된 다이아몬드 층 처리와 똑같다. 도 20 에 나타난 바와 같이, 조대한 입자 (2030) 는 비평면 구조 근처에 주로 침전하였고, 미세한 입자 (2040) 는 주로 비평면 구조의 상방에서 분리되었다. 예 3 에서의 견조 및 결합 처리가 이루어졌으나, 침전된 다이아몬드 층 표면의 계면의 크기 및 형상과 맞는 계면을 갖는 원통형 코발트 시멘티드 텅스텐 카바이드 기재 (2050) 가 다이아몬드 입자 위에 위치되었다는 점은 예외다. 예 3 의 소결이 반복되었다. 회수된 복합재 콤팩트는, 시멘티드 카바이드 기재에 지지된 소결된 다이아몬드 층 구조를 가졌고, 연마용 공구를 얻기 위해 마무리될 수 있었다. 소결된 하나의 공구가 구조 평가를 위해 잘려져서 연마되었다. 이 예의 미세구조는 도 12 에 나타나 있다.

[0066]

전술한 예는 제한적인 것이 아니다. 침적을 설명하였으나, 원심분리, 여과, 진동, 자기, 정전기, 전기이동, 진공 및 다른 방법과 같은 방법도 가능하다. 전술한 것들 및 다른 형태와 기능 또는 이들의 대안은 바람직 하게는 다양한 다른 시스템이나 적용예에 결합할 수 있다. 또한, 당업자들에 의해, 이하의 청구범위에서 포함하고자 하는 현재 예상하거나 예측하지 못한 다양한 대안, 개선, 변형이나 개량들이 결과적으로 이루어질 수 있다.

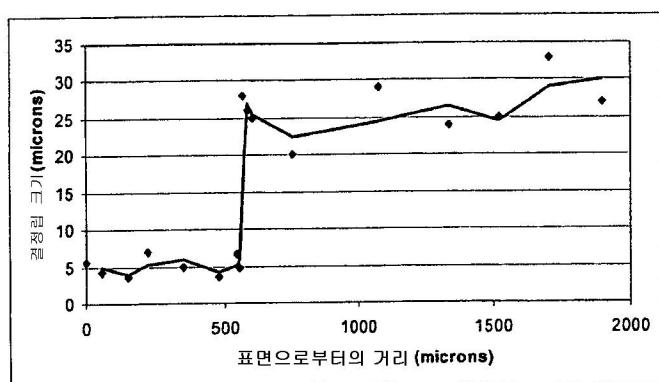
도면

도면1



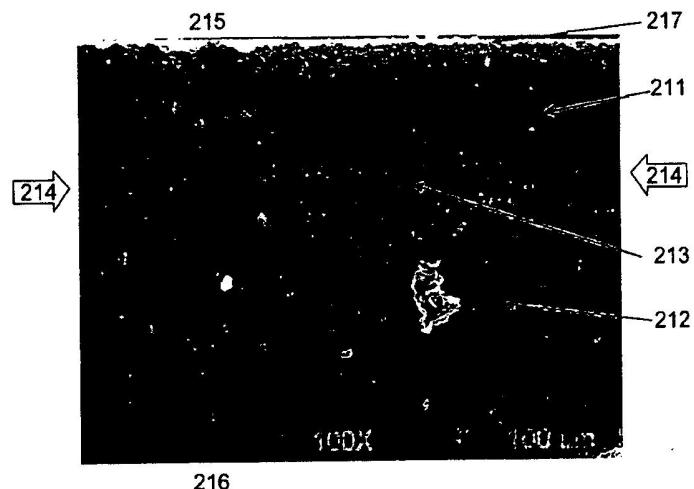
종래 기술

도면2



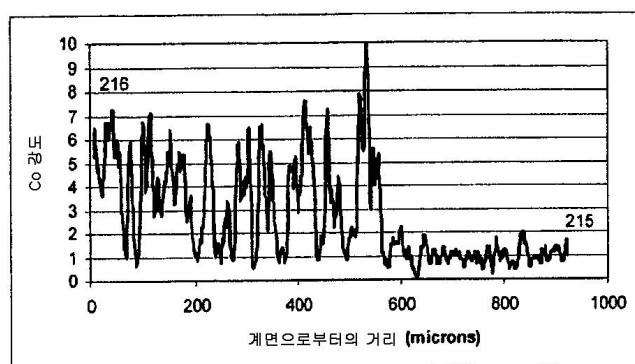
종래 기술

도면3



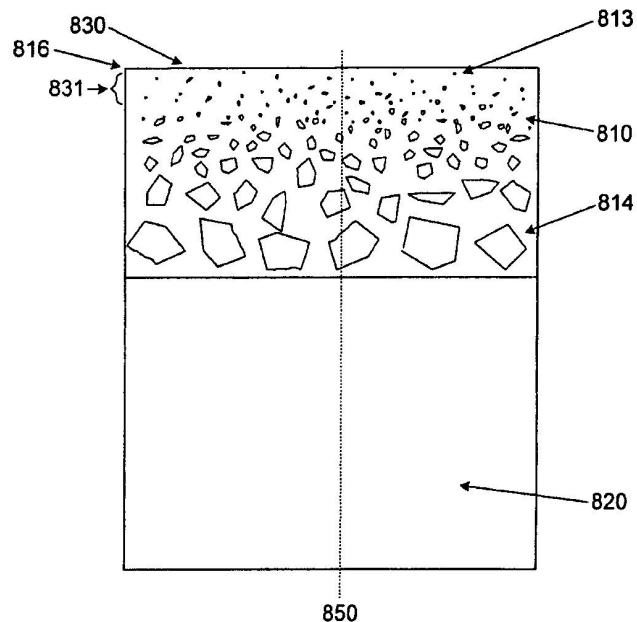
종래 기술

도면4

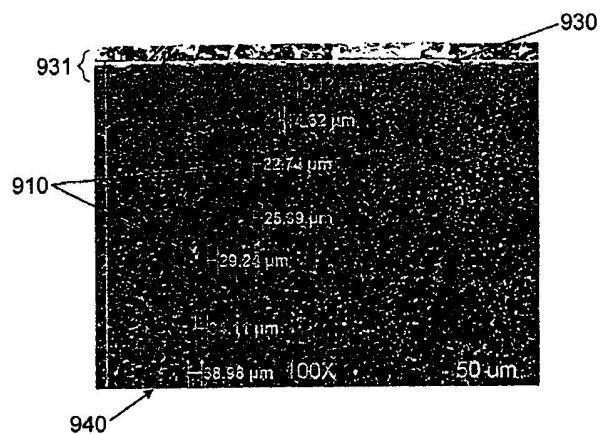


종래 기술

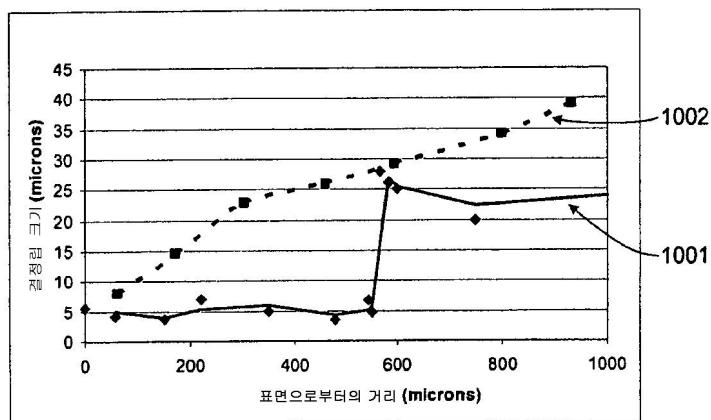
도면5



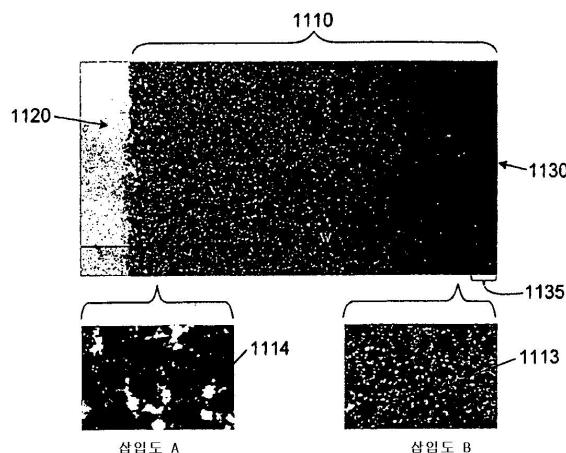
도면6



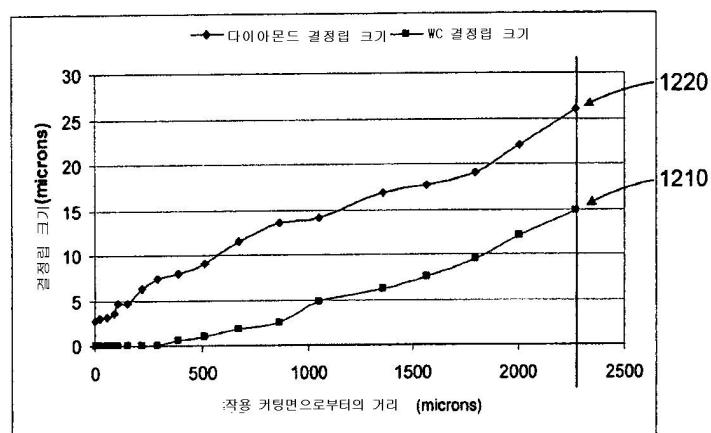
도면7



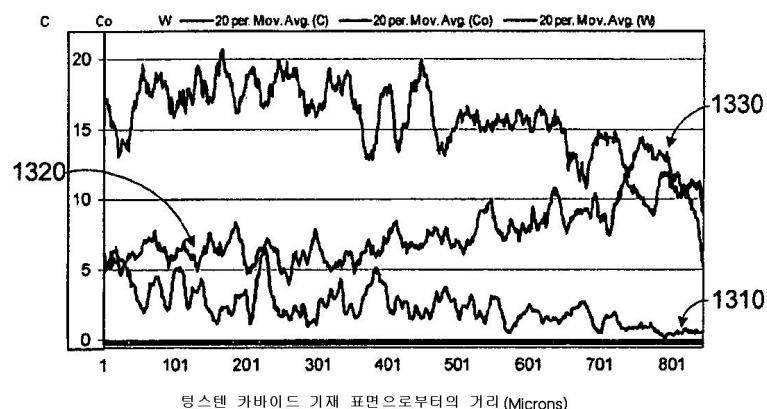
도면8



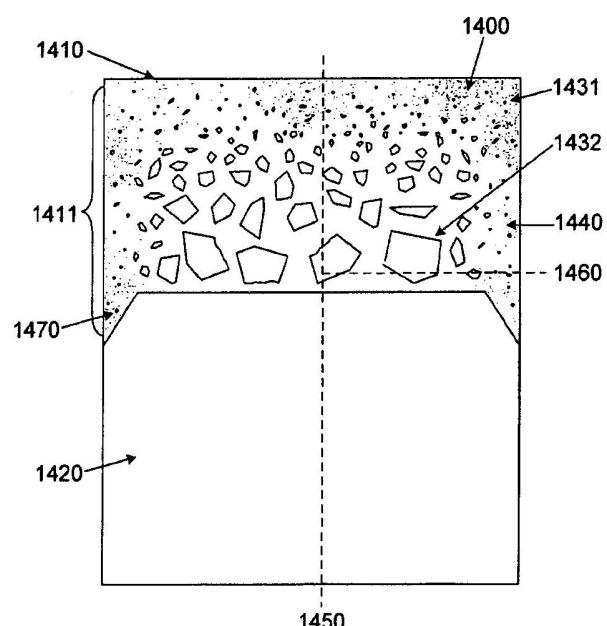
도면9



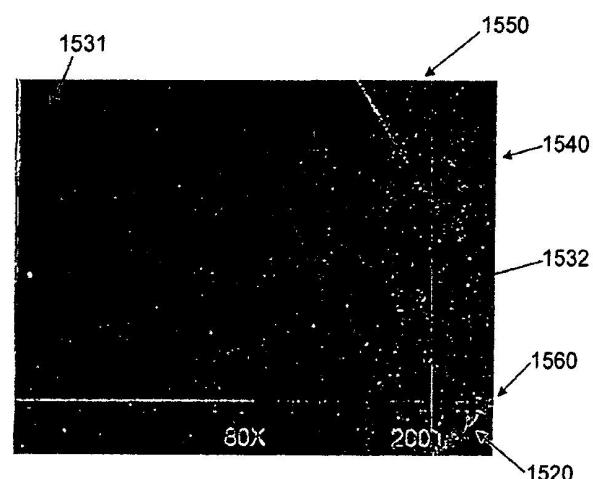
도면10



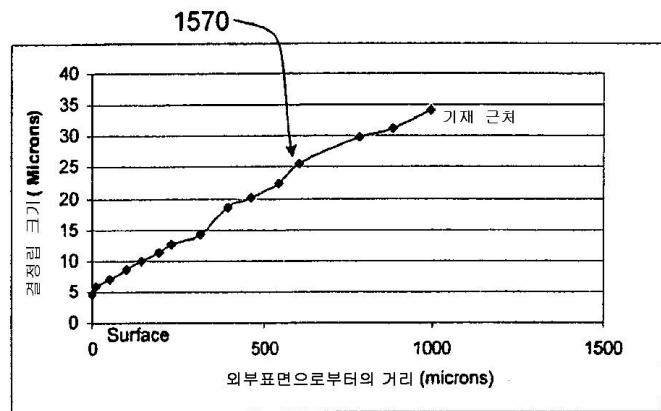
도면11



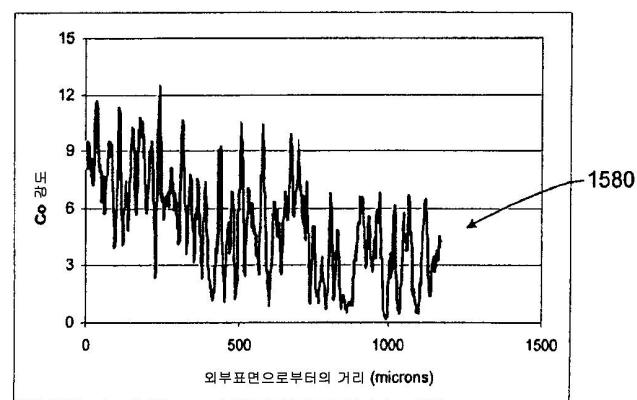
도면12



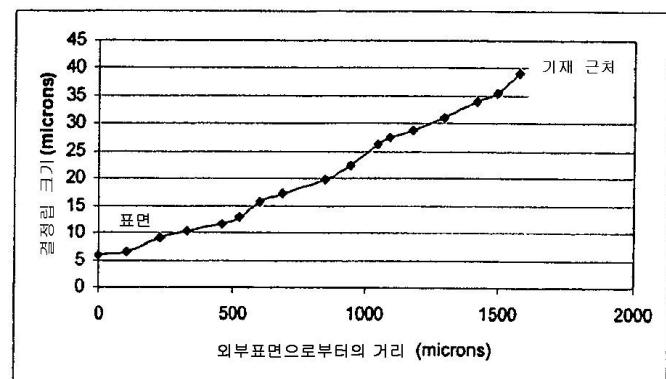
도면13



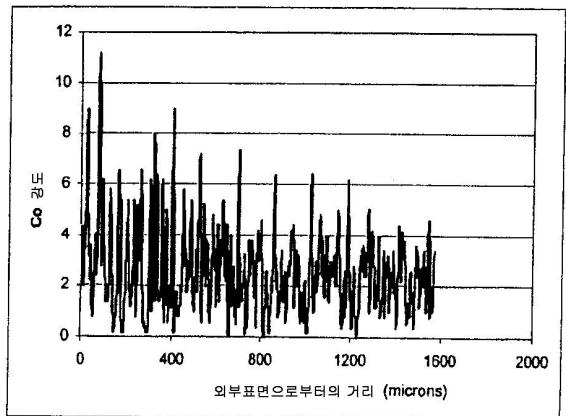
도면14



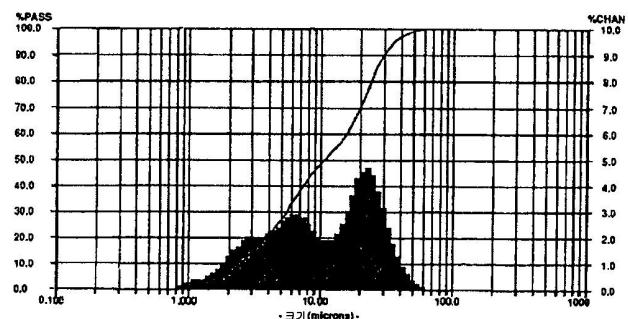
도면15



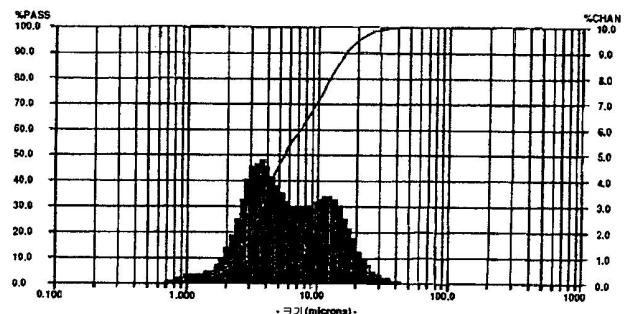
도면16



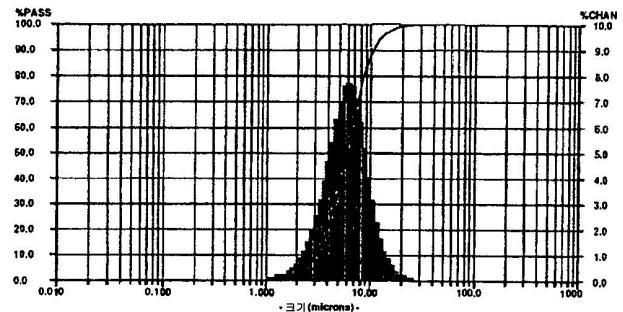
도면17



도면18



도면19



도면20

