

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.⁷ (11) 공개번호 10-2005-0110014
B24D 3/28 (43) 공개일자 2005년11월22일

(21) 출원번호 10-2005-7017420
(22) 출원일자 2005년09월16일
번역문 제출일자 2005년09월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2004/004221 (87) 국제공개번호 WO 2004/094110
국제출원일자 2004년02월13일 국제공개일자 2004년11월04일

(30) 우선권주장 10/393,412 2003년03월20일 미국(US)

(71) 출원인 쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자 아데프리스, 네구스, 비.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427
에릭슨, 칼, 피.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427
니쿰, 브렌트, 디.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427
세이저, 토마스, 에이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427
슈뢰더, 크레이그, 에프.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427
테스텐, 테오도르, 제이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427

(74) 대리인 장수길
김영

심사청구 : 없음

(54) 응집체를 갖는 연마 제품의 용도

요약

본 발명은 공작물의 연마 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 응집체 내에 초연마 입자를 포함하는 연마 제품을 공급하는 것을 포함한다. 상기 방법은 그 후 상기 연마 제품과 열 분무 경질 상을 포함하는 공작물 외부 표면을 접촉시키고, 상기 연마 제품 및 상기 공작물을 상대적으로 이동시키는 것을 포함한다. 공작물 외부 표면은 추가로 결합 상을 포함할 수 있다. 연마 제품은 연속식 벨트, 연마 테이프 또는 수지 결합 디스크일 수 있다.

대표도

도 1

색인어

공작물, 연마 제품, 연마 입자, 응집체, 열 분무 코팅, 결합제

명세서

기술분야

본 발명은 연마 제품 및 이 연마 제품의 사용 방법에 관한 것이다.

배경기술

롤 연삭 산업은 금속 부품에 바람직한 다듬질을 부여하기 위해 연마 단계를 요구한다. 현재, 이 연마 단계는 연삭 스톤 또는 가요성 다이아몬드 벨트 중 어느 하나를 사용하여 수행된다. 통상적인 다이아몬드 벨트는 전형적으로 배킹(backing)에 부착된 연마 입자의 단일 층을 포함한다. 가요성 다이아몬드 벨트의 예는, 모두 미네소타주 세인트 폴의 3M 캄파니(Company)로부터 입수 가능하고 6450J 플렉스(Flex) 다이아몬드 50, 6450J 플렉스 다이아몬드 74, 및 1451J 플렉스 CBN 40의 상품명으로 판매되는 것들을 포함한다. 그러나, 코팅 연마제에 있어서 더 효율적인 연마제의 사용을 얻기 위해, 일부 코팅 연마제는 연마 응집체를 사용하여 제조되어왔다.

그러나, 연마 다듬질에 적합한 연마 지식은 느린 제조 공정을 초래하는, 사용되는 동안의 낮은 물질 제거 속도를 갖고 분해 또는 분쇄에 의해 완전히 분해될 가능성을 가진다. 통상적인 가요성 다이아몬드 벨트는 제한된 수명을 가지며 고가이다.

요약

본 발명은 공작물의 연마 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 응집체 내에 초연마 입자를 포함하는 연마 제품을 공급하는 것을 포함한다. 상기 방법은 그 후 상기 연마 제품과 열 분무 경질 상(thermal spray hard phase)을 포함하는 공작물 외부 표면을 접촉시키고, 상기 연마 제품 및 상기 공작물을 상대적으로 이동시키는 것을 포함한다. 공작물 외부 표면은 추가로 결합 상을 포함할 수 있다. 연마 제품은 연속식 벨트, 연마 테이프 또는 수지 결합 디스크일 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 연마 제품의 단면도이다.

발명의 상세한 설명

연마 제품

도 1은 본 발명에 사용하기 위한 연마 제품(10)의 한 실시태양을 도시한다. 연마 제품(10)은 배킹(12) 및 연마 코팅을 포함한다. 연마 코팅은 결합제(14) 및 결합제(14) 내에 분산된 연마 응집체(16)를 포함한다. 연마 응집체(16)은 응집체 결합제(20) 내에 유지된 연마 입자(18)를 포함한다. 본 발명에 적합한 연마 제품의 예는 또한 크리스찬슨(Christianson)의 미국 특허 제 6,217,413호에 기술된다.

배킹

연마 제품(10)을 위한 배킹(12)은 본 출원에 사용하기에 적합한 임의의 물질일 수 있다. 구체적으로, 배킹은 연마 제품 배킹으로서 적합한 임의의 물질일 수 있고 응집체의 성분과 양립할 수 있고 경화 및 연마 조건하에서 그 일체성을 유지한다. 일반적으로, 배킹은 순응성, 가요성 시트이다. 배킹의 예는 당업계에 공지되어 있고 가황 섬유, 중합체, 종이, 직포 및 부직포, 및 포일을 포함한다. 배킹의 구체적인 예는 폴리에스테르 및 폴리에스테르 직물을 포함한다.

결합제

결합제(14)가 배킹(12) 상에 코팅된다. 전형적으로, 결합제는 도 1의 실시태양에 도시된 바와 같이 단일층이다. 그러나, 결합제는 또한 배킹 상의 층(메이크 코트(make coat)) 및 응집체 위쪽의 제2층(사이즈 코트(size coat))일 수 있다.

일반적으로, 결합제는 유기-계 결합제 전구체, 예를 들면, 수지로부터 형성된다. 적절한 에너지 공급원과 같은 적합한 환경에 노출하면, 수지는 중합되어 가교 결합한 열경화성 중합체 또는 결합제를 형성한다. 전형적인 수지 접착제의 예는 페놀 수지, 즉 알파, 베타, 불포화 카르보닐 기를 갖는 아미노플라스트(aminoplast) 수지, 우레탄 수지, 에폭시 수지, 에틸렌성 불포화 수지, 아크릴화 이소시아누레이트 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 이소시아누레이트 수지, 아크릴화 우레탄 수지, 아크릴화 에폭시 수지, 비스말레이미드 수지, 불소 변성 에폭시 수지, 및 그들의 혼합물을 포함한다. 일반적으로, 에폭시 수지 및 페놀 수지가 사용된다.

페놀 수지는 그 열적 성질, 이용가능성, 비용 및 취급 용이함 때문에 결합제 전구체로서 널리 사용된다. 두 가지 유형의 페놀 수지, 즉, 레졸 및 노볼락이 있다. 레졸 페놀 수지는 전형적으로 1:1 이상의, 전형적으로 1.5:1 내지 3:1 사이인 페놀에 대한 포름알데히드의 몰비를 가진다. 노볼락 수지는 전형적으로 1:1 미만의 페놀에 대한 포름알데히드의 몰비를 가진다.

에폭시 수지는 옥시란 고리를 가지며 개환에 의해 중합된다. 적합한 에폭시 수지는 단량체 에폭시 수지 및 중합체 에폭시 수지를 포함하며 다양한 주쇄 및 치환기를 가질 수 있다. 일반적으로, 주쇄는 통상적으로 에폭시 수지, 예를 들면, 비스-페놀 A와 관련된 임의의 유형일 수 있고 치환기는 실온에서 옥시란 고리와 반응을 하는 활성 수소 원자가 없는 임의의 기를 포함할 수 있다. 적합한 치환기의 대표적인 예는 할로젠, 에스테르 기, 에테르 기, 술포네이트 기, 실록산 기, 니트로 기 및 포스페이트 기를 포함한다.

에폭시 수지의 예는 2,2-비스[4-(2,3-에폭시프로폭시)-페닐]프로판(비스페놀의 디글리시딜 에테르)을 포함한다. 다른 적합한 에폭시 수지는 페놀 포름알데히드 노볼락의 글리시딜 에테르를 포함한다.

에틸렌 불포화 수지는 탄소, 수소, 및 산소 원자, 및 임의로, 질소 및 할로젠 원자를 함유하는 단량체 및 중합체 화합물 모두를 포함한다. 산소 또는 질소 원자 또는 양자는 일반적으로 에테르, 에스테르, 우레탄, 아마이드, 및 우레아 기에 존재한다. 에틸렌 불포화 화합물은 일반적으로 약 4,000 미만의 분자량을 가지며 지방족 모노히드록시 기 또는 지방족 폴리히드록시기를 함유하는 화합물과 아크릴산, 메타크릴산, 이타콘산, 크로톤산, 이소크로톤산, 및 말레산과 같은 불포화 카르복실산의 반응으로부터 제조된 에스테르일 수 있다.

아크릴레이트 수지의 대표적인 예는 메틸 메타크릴레이트, 에틸 메타크릴레이트 스티렌, 디비닐벤젠, 비닐 톨루엔, 에틸렌 글리콜 디아크릴레이트, 에틸렌 글리콜 메타크릴레이트, 헥사디올 디아크릴레이트, 트리에틸렌 글리콜 디아크릴레이트, 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 글리세롤 트리아크릴레이트, 펜타에리트리톨 트리아크릴레이트, 펜타에리트리톨 메타크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트 및 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트를 포함한다.

다른 에틸렌 불포화 수지는 디알릴 프탈레이트, 디알릴 아디페이트, 및 N,N-디아릴아드립아미드 같은 카르복실산의 모노알릴, 폴리알릴, 및 폴리메탈릴 에스테르 및 아마이드를 포함한다. 다른 적합한 질소-함유 화합물은 트리스(2-아크릴로일-옥시에틸)이소시아누레이트, 1,3,5-트리(2-메타아크릴옥시에틸)-s-트리아진, 아크릴아미드, 메틸아크릴아미드, N-메틸아크릴아미드, N,N-디메틸아크릴아미드, N-비닐피롤리돈, 및 N-비닐피페리돈을 포함한다.

결합제는 추가로, 예를 들면, 충전제(미분쇄 조제 포함), 섬유, 정전기 방지제, 윤활제, 습윤제, 계면 활성제, 안료, 염료, 커플링제, 가소제, 및 현탁제 같은 임의의 첨가제를 포함할 수 있다. 이들 물질들의 양은 바람직한 성질을 제공하도록 선택될 수 있다.

본 발명에 대한 유용한 충전제의 예는 금속 카르보네이트(예를 들면, 칼슘 카르보네이트(예를 들면, 초크, 방해석, 이회토, 트라버틴(travertine), 대리석 및 석회석), 칼슘 마그네슘 카르보네이트, 소듐 카르보네이트, 및 마그네슘 카르보네이트); 실리카(예를 들면, 석영, 유리 구슬, 유리 방울(bubble), 및 유리 섬유); 실리케이트(예를 들면, 활석, 점토(예를 들면, 몬모릴로나이트) 장식, 운모, 칼슘 실리케이트, 칼슘 메타실리케이트, 소듐 알루미늄실리케이트, 소듐 실리케이트); 금속 술페이트(예를 들면, 칼슘 술페이트, 바륨 술페이트, 소듐 술페이트, 알루미늄 소듐 술페이트, 알루미늄 술페이트); 석고; 질석; 목재 분말; 알루미늄 삼수화물; 카본 블랙; 금속 산화물(예를 들면, 산화 칼슘(석회), 산화 알루미늄(알루미나), 및 이산화 티탄); 및 금속 술페이트(예를 들면, 칼슘 술페이트)를 포함한다. 충전제는 전형적으로 약 0.1 내지 100마이크로미터, 바람직하게는 1 내지 50마이크로미터 사이, 더 바람직하게는 1 내지 25마이크로미터 사이의 범위의 평균 입자 크기를 가진다.

적합한 미분쇄 조제는 그 첨가가 연마의 화학적 및 물리적 처리에 현저한 효과를 가져와 성능의 향상을 초래하는 입자 물질을 포함한다. 특히, 미분쇄 조제는 1) 연마 입자와 연마되는 공작물 간의 마찰을 줄일 수 있고, 2) 연마 입자를 "캐핑"으로부터 방지, 즉, 금속 입자가 연마 입자의 상부에 용착되는 것을 방지할 수 있고, 3) 연마 입자와 공작물 사이의 경계부 온도를 감소시킬 수 있고(있거나) 4) 연삭력을 감소시킬 수 있다. 일반적으로, 미분쇄 조제의 첨가는 코팅 연마제의 유용한 수명을 증가시킨다. 미분쇄 조제는 다양한 다른 물질들을 포함하고 무기- 또는 유기-계일 수 있다.

미분쇄 조제의 예는 왁스, 유기 할라이드 화합물, 할라이드 염 및 금속 및 그들의 합금을 포함한다. 유기 할라이드 화합물은 전형적으로 연마 동안 분해될 것이고 할로젠 산 또는 기체 할라이드 화합물을 방출할 것이다. 상기 물질의 예는 테트라클로로나프탈렌, 펜타클로로나프탈렌 같은 염소화 왁스; 및 폴리비닐 클로리드를 포함한다. 할라이드 염의 예는 소듐 클로리드, 포타슘 크라이올라이트, 소듐 크라이올라이트, 암모늄 크라이올라이트, 포타슘 테트라플루오로보레이트, 소듐 테트라플루오로보레이트, 실리콘 플루오리드, 포타슘 클로리드, 마그네슘 클로리드를 포함한다. 금속의 예는 주석, 납, 비스무스, 코발트, 안티몬, 카드뮴, 철, 및 티탄을 포함한다. 다른 미분쇄 조제의 예는 황, 유기 황 화합물, 흑연, 및 금속 술피드를 포함한다. 상이한 미분쇄 조제의 조합물 역시 사용될 수 있다. 상기 미분쇄 조제의 예는 미분쇄 조제의 대표적인 예를 의미하지만 모든 미분쇄 조제를 포함한다고 의미하는 것은 아니다.

정전기 방지제의 예는 흑연, 카본 블랙, 산화 바나듐, 보습제 등을 포함한다. 이들 정전기 방지제들은 미국 특허 제 5,061,294호; 제 5,137,542호; 및 제 5,203,884호에 개시된다.

일반적으로, 결합제를 제조하는데 사용되는 슬러리는 결합제 전구체 약 5 내지 95 중량%, 및 연마 입자 및 임의의 첨가제 약 5 내지 95 중량%를 포함한다.

연마 응집체

응집체는 불규칙하게 형상화될 수 있거나 또는 그와 관련된 정확한 형상, 예를 들면, 정육면체, 각뿔, 각뿔대, 또는 구를 가질 수 있다. 응집체는 영구적인 결합제 매트릭스 내에 연마 입자 또는 난알(grain)을 포함한다. 영구적인 결합제 매트릭스는 유기성 또는 무기성일 수 있다. 유기 결합제의 예는 페놀 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 및 에폭시 수지를 포함한다. 무기 결합제의 예는 금속(예를 들면, 니켈), 및 금속 산화물을 포함한다. 금속 산화물은 통상적으로 유리(유리화), 세라믹(결정질), 또는 유리-세라믹 중 하나로서 분류된다. 영구적인 결합제의 구체적인 예는 유리 분말 및 콜로이드 금속 산화물, 예를 들면, 실리카를 포함한다.

본 발명의 응집체는 하기 공정에 의해 제조될 수 있다. 연마 입자는 용액 내에서 임시 결합제 및 영구적인 결합제와 혼합되어 슬러리를 형성한다. 일반적으로, 혼합물은 교반되어 연마 입자를 분산시킨다. 임시 결합제의 구체적인 예는 물 내의 텍스트린을 포함한다.

혼합 단계가 완료된 후, 슬러리는 금형, 예를 들면, 여러 개의 공동(空洞)을 갖는 공구 내로 이동된다. 공구 내의 공동은 여러 상이한 형상, 예를 들면, 각뿔대 형상을 가질 수 있다. 과도한 슬러리는 제거되고, 이는 슬러리로 충전된 분리 금형을 초래한다. 슬러리는 그 후, 예를 들면, 실온에서 약 15 내지 약 20 시간 동안의 건조에 의해 응고된다. 응고는 혼합물로부터의 액체의 제거의 결과이다. 건조된 입자가 임시 결합제에 의해 서로 결합한 응집체 전구체이다. 임시 결합제 물질은 최종 점화 전에 응집체를 결합하지만, 점화 단계에서 타버리는 것과 같이 일반적으로 영구적인 결합제가 활성화되면 제거될 것이다.

응집체 전구체는 그 후 공구로부터 제거되고, 영구적인 결합제가 활성화된다. 이는 일반적으로 열에 의해 수행되어 영구적인 결합제를 융합하거나, 또는 복사에 의해 수행되어 응고 과정을 활성화한다. 예를 들면, 유리 영구적인 결합제와 함께, 응집체 전구체는 약 400℃에서 약 2시간 동안 오븐을 가열하는 것에 의해 융합되고 그 후 온도는 약 1시간 동안 유리의 연화점인 약 30℃ 내로 상승한다.

평균 응집체 크기는 일반적으로 약 20마이크로미터 이상이고, 일부 실시태양에서는 약 38마이크로미터 이상이다. 일부 실시태양에 있어서, 연마 입자는 600마이크로미터만큼이나 크고, 심지어는 1000마이크로미터만큼이나 크다.

본 발명의 응집체는 그 후 코팅 연마 제품, 결합 연마 제품, 예를 들면, 연삭 스톨, 부직포 연마 제품, 및 연마 입자가 전형적으로 사용되는 다른 제품을 제조하는데 사용된다.

연마 입자

본 발명에 적합한 연마 입자는 초연마 입자로서 알려진 연마 입자를 포함한다. 초연마 입자는 일반적으로 8 초과의 모스(Mohs) 경도를 가진다. 상기 초연마 입자의 예는 다이아몬드 및 입방정 질화 붕소를 포함한다. 연마 입자는 형상화되거나(예를 들면, 봉형, 삼각형, 또는 각뿔) 또는 형상화되지 않을(즉, 불규칙) 수 있다.

본 발명의 유리한 응용을 위한 연마 입자의 평균 입자 크기는 약 0.1마이크로미터 이상이고, 일부 실시태양에서는 약 0.5마이크로미터 이상, 및 다른 실시태양에서는 약 1.5마이크로미터 이상이다. 일부 실시태양에 있어서, 연마 입자는 300마이크로미터만큼이나 클 수 있다. 연마 입자는 그 후 본 발명의 연마 응집체 내에 위치한다.

연마 제품의 제조 방법

코팅 연마 제품은 상기한 바와 같은 응집체를 사용하여 제조될 수 있다. 응집체 및 결합제를 포함하는 연마 코팅은 배킹에 도포되어 코팅 연마제를 형성한다. 연마 코팅은 임의의 공지된 수단, 즉, 드롭 코팅, 슬러리 코팅, 정전 코팅, 롤 코팅 등에 의해 도포될 수 있다. 본 발명에 적합한 연마 제품의 제조 방법은 또한 크리스찬슨의 미국 특허 제 6,217,413호에 기술된다.

코팅 연마제는 통상적인 방법, 예를 들면, 배킹 상에 메이크 코트를 도포하고, 메이크 코트 상에 응집체를 드롭 코팅하고, 사이즈 코트를 도포하고, 그 후 이렇게-도포된 코팅을 경화하는 것에 의해 제조될 수 있다. 사이즈 코트가 응집체의 침식 가능성에 악영향을 주지 않도록, 즉, 사이즈 코트가 코팅 연마제의 표면을 플러딩(flood)하지 않도록 주의를 기울여야 한다. 별법으로, 대다수의 경우에 있어서, 특히 응집체의 수지 결합제가 사이즈 코트를 제조하는데 통상적으로 사용되는 물질일 경우 사이즈 코트는 필요하지 않다.

연마 제품은 또한 슬러리 코팅 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 이런 방법에 있어서, 응집체, 결합체 전구체, 및 임의의 첨가제가 교반되어 슬러리를 형성한다. 슬러리는 그 후 배킹 상에 코팅된다. 슬러리는 응집체의 단일 층을 가능하게 하기 위해 얇게 코팅될 수 있거나, 또는 코팅의 두께 전체에 분산된 다수의 응집체를 생성하는 더욱 두꺼운 코트일 수 있다. 결합체가 그 후, 예를 들면 중합 반응을 시작하는 것에 의해 응고된다.

본 발명의 연마 제품은 손으로 사용하거나 또는 벨트 연삭기 같은 기계와 함께 사용될 수 있다. 연마 제품은, 예를 들면, 벨트, 테이프 롤, 디스크, 또는 시트로 전환될 수 있다.

벨트 응용을 위해, 연마 시트의 두 자유 단부가 함께 결합하고 접합하고, 이로써 무단 벨트를 형성한다. 접합하지 않은 벨트 또한 사용될 수 있다. 일반적으로, 무단 연마 벨트는 아이들러 롤 및 연마판 또는 접촉 휠 중 적어도 하나 상을 가로지를 수 있다. 연마판 또는 접촉 휠의 경도는 바람직한 절삭 속도 및 공작물 표면 다듬질을 얻도록 조절된다. 연마 벨트 속도는 바람직한 절삭 속도 및 표면 다듬질에 의존하고 일반적으로 초당 약 20 내지 100 표면 미터, 전형적으로는 초당 30 내지 70 표면 미터 사이의 범위를 가진다. 벨트 디멘션은 약 0.5cm 내지 100cm, 바람직하게는 1.0 내지 30cm의 폭, 및 약 5cm 내지 1000cm, 바람직하게는 50 내지 500cm의 길이를 가질 수 있다.

연마 테이프는 연마 제품의 연속적 길이이고 약 1mm 내지 1000mm, 바람직하게는 5mm 내지 250mm의 폭을 가질 수 있다. 연마 테이프는 통상적으로 감기지 않고 공작물에 대해 테이프를 가압하는 지지체 패드 상을 가로지르고, 그 후 다시 감긴다. 연마 테이프는 연마 경계부를 통해 연속적으로 공급될 수 있고 색인이 붙을 수 있다.

형상에 있어서 연마 기술 분야에서 "테이지"로 알려진 것을 또한 포함할 수 있는 연마 디스크는 약 50mm 내지 1000mm, 바람직하게는 50mm 내지 100mm의 지름을 가질 수 있다. 전형적으로, 연마 디스크는 부착 수단에 의해 예비 패드에 고정될 수 있고 분당 100 내지 20000회전, 전형적으로는 분당 1000 내지 15000회전으로 회전할 수 있다.

공작물

여러 공작물, 예를 들면, 크랭크축이 가벼워지고 경질이 되는 것으로부터 이득을 얻는다. 공작물은 경합금, 예를 들면, 알루미늄 합금, 또는 스틸로 형성될 수 있다. 그러나, 이 공작물은 열등한 마모 저항성과 같은 기계적 성질을 가질 수 있다.

그러므로, 공작물은 코팅으로 피복될 수 있다. 이 코팅은 통상적으로 성분상의 연마 저항성 코팅, 롤 코팅, 열 장벽 코팅, 열 저항 코팅, 치수 복수 코팅 및 표면 기계적 성질을 개선하는 목적을 위해 표면에 도포될 수 있는 다른 연마가 힘든 코팅으로서 도포된다. 경질 코팅의 한 유형은 열 분무 코팅으로서 언급된다. 용융된 또는 거의 용융된 입자를 높은 속도로 기관 상에 충돌시키는 것은 상기 코팅을 생성한다.

구체적인 실시태양에 있어서, 코팅은 열 분무 코팅이다. 코팅은 코팅을 포함하는 외부 표면을 생성한다. 코팅은 일반적으로 내구성을 개선하기 위하여 경질 상 물질, 예를 들면 금속 합금, 세라믹 또는 금속 및 세라믹의 조합물이다. 일부 실시태양에 있어서, 코팅은 경질 상 및 결합 상 양자를 포함할 것이다.

경질 상 코팅의 예는, 예를 들면, 산화 알루미늄 및 산화 지르코늄과 같은 금속 산화물, 탄화 티탄 및 탄화 크롬과 같은 탄화물, 질화 티탄 및 질화 규소와 같은 질화물, 및 크롬-니켈-붕소 합금과 같은 경질 금속 코팅을 포함한다. 구체적인 예에 있어서, 코팅은 탄화 텅스텐이다.

특정 실시태양에 있어서, 코팅은 경질 상 및 결합 상을 포함한다. 결합 상은 경질 상을 공작물에 결합한다. 일반적으로, 결합 상은 경질 상의 용융점보다 낮은 용융점을 가질 것이고, 이는 결합제로서 작용하는 것을 촉진한다. 결합 상 물질의 예는 금속 및 금속 산화물을 포함한다. 구체적인 예는 코발트를 포함한다. 하나의 구체적인 코팅은 탄화 텅스텐 및 코발트이다. 일반적으로, 경질 상은 코팅의 85 중량%와 99 중량% 사이이고 결합 상의 약 1 중량%와 약 15 중량% 사이이다.

열 분무 코팅은 일반적으로 화염 분무, 플라즈마 아크 분무, 이송식(transferred) 플라즈마 아크 분무, 전기 아크 분무 및 화염 분무 및 융합을 포함하는 임의의 적합한 방법에 의해 공작물에 코팅된다.

연마 제품의 사용 방법

공작물은, 상기 논의한 바와 같이, 강도를 증강하기 위해 코팅될 수 있다. 그런 경우에 있어서, 연마될 표면은 공작물의 외부 표면을 포함한다. 상기 방법은 응집체 내에 초연마 입자를 포함하는 연마 제품을 제공하는 것, 및 연마 제품과 공작물을 접촉시키는 것을 수반한다. 공작물은 일반적으로 열 분무 경질 상을 포함하는 외부 표면을 가진다. 일부 실시태양에 있어서, 외부 표면은 추가로 결합 상을 포함한다.

연마 제품은 공작물의 외부 표면과 접촉한다. 연마 제품은 그 후 공작물에 대해 이동한다. 냉각수가 경계부에 도입될 수 있다. 일반적으로, 벨트가 응집체 내의 연마 입자에 대한 최적의 속도, 일반적으로 시스템이 허용하는 만큼의 빠른 속도로 작동할 것이다.

실시예

본 발명은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는 하기 실시예들에 의해 추가로 설명될 것이다. 이들 실시예들은 단지 예시적인 목적만을 위한 것이고 첨부된 청구항의 범위를 제한하는 것을 의미하지는 않는다.

응집체의 제조

응집체 1-2

임시 결합제 용액에 대한 제제를 표 1에 보고하였다. 이 결합제는 점화 전에 응집체의 적절한 미처리 강도를 제공하였고 점화 공정 동안 완전히 연소하였다. 제제를 초음파 바스 내의 밀폐된 비커 내에서 용해될 때까지 혼합하였다.

[표 1]

광물에 대한 임시 결합제	
덱스트린	25.0g
탈이온수	75.0g
총	100.0g

사용한 유리 분말은 플로리다주 말보로의 스페셜티 글래스 인코포레이티드(Specialty Glass Incorporated)로부터 SP1086 또는 SP2014의 상표로 입수한 알루미늄-보로실리케이트 유형이었다. 다른 성분들은 뉴저지주 웨스트 패터슨의 사이텍 코포레이션(Cytec Corporation)으로부터 에어로졸(Aerosol) AY100의 상표로 입수한 소듐 디아밀 술포숙시네이트, 계면 활성제, 및 미시간주 미드랜드의 다우 코닝 코포레이션(Dow Corning Corporation)으로부터 입수한 다우-코닝

65 소포제를 포함하였다. 표 2의 제제를 높은 강도 및 낮은 강도 입자들이 각각 응집된 50미크론 다이아몬드를 제조하는데 사용하였다. 다이아몬드 입자를 미시간주 체스터필드의 내셔널 리서치 캄파니(National Research Company)로부터 SMB-5의 상품명으로 입수하였다.

[표 2]

광물에 대한 슬러리 제제(중량%)		
	응집체 1	응집체 2
평균 크러쉬 강도	5476psi	2987psi
유리 분말(SP1086)	-	38.07
유리 분말(SP2014)	38.07	-
다이아몬드(50미크론)	38.07	38.07
물 중 25% 덱스트린	22.84	22.84
AY50(50% MEK)	0.76	0.76
다우 65	0.25	0.25
총	100	100

각각의 경우에 있어서, 슬러리를 개봉 비커 시스템 내에서의 5분간의 교반 및 후속하는 30분간의 초음파 바스에 의해 완전히 혼합하였다. 그 다음으로 0.36mm×0.36mm×0.36mm의 디멘션을 갖는 정사각뿔대 형상의 공동들 및 10°의 테이퍼 각도를 갖는 폴리프로필렌 공구를 위에서 제조된 슬러리로 공동을 충전하기 위해 코팅하였다. 과도한 물질은 제거하였다. 공구 공동을 충전한 후, 슬러리를 실온에서 밤새 건조시켰다. 건조 후, 응집체 전구체를 초음파 호른(horn)을 사용하여 공구로부터 제거하였다. 수득한 미가공 몸체를 그 후 내화 세이거(sager)로 옮겼고 분당 1.5℃의 가열 속도로 400℃로 가열하였고 그 온도에서 2시간 동안 유지하였다.

그 후 온도를 분당 2℃의 가열 속도로 유리의 연화점의 30℃ 내로 상승시켰고 그 온도에서 1시간 동안 유지하여 응집체를 용합하였다. 이 온도는 주어진 유리에 대해 바람직한 성질을 얻도록 선택하였다. 더 낮은 온도는 더 낮은 결합 강도를 초래하려는 경향이 있고 더 높은 온도는 더 높은 결합 강도를 초래하려는 경향이 있다. 용합 후, 노(furnace)의 온도를 분당 2℃의 냉각 속도로 실온까지 냉각시켰다.

응집체의 강도를 응집체의 응압 시험을 사용하고 강도 분포를 정량하여 산정하였다. 응집체가 50%의 생존 가능성으로 견딜 수 있는 평균 로드(load)를 제조된 응집체의 모든 배치(batch)에 대해 정량하였다. 입자를 분쇄하기 위해 필요한 힘을 일리노이주 이타스카의 심포 인스트루먼트즈(Shimpo Instruments)로부터 입수한 상표명 FGE-50의 심포 포스 게이지(Shimpo Force Gage)를 사용하여 측정하였다.

플로리다주 말보로의 스페셜티 글래스 인코포레이티드로부터 입수한 두 유리 프릿, SP1086 및 SP2014는, 685℃ 및 820℃에서 점화될 때, 각각 2987psi 및 5476psi의 평균 강도를 제공하였다.

응집체 3

응집체 1 및 2에 대해 기술한 방법을 하기 표 3의 제제를 사용하여 74미크론 다이아몬드를 혼입한 응집체를 제조하는데 사용하였다. 이 응집체를 0.36mm×0.36mm×0.36mm의 포켓 디멘션을 갖는 공동 내에서 그것을 성형하는 것에 의해 형성하였다. 이 응집체를 내화 세이거 내에서 710℃에서 1시간 동안 점화하였다. 나머지 가열 및 냉각 사이클 조건은 상기 응집체 1 및 2에 대한 것과 동일하였다.

[표 3]

물질	중량(그램)
유리 분말(SP1086)	38.07
다이아몬드 74미크론	38.07
물 중 25% 덱스트린	22.84

AY50(50% MEK)	0.76
다우 65	0.25
총	100

응집체 4-5

캘리포니아주 월넷 크릭의 피나클 어브레이시브즈(Pinnacle Abrasives)로부터 상품명 HS-2로 입수한 입방정 질화 붕소(CBN) 입자를 응집체 1 및 2를 형성하는데 사용한 공정 내에서 하기 제제를 사용하여 응집체로 형성하였다. 사용한 유리 분말은 SP2014였다. CBN 및 다이아몬드 응집체의 제조 방법은 동일하였다. 하기 표 4는 CBN 입자에 대한 슬러리를 제조하는데 사용한 성분을 나타낸다.

[표 4]

	응집체 4	응집체 5
크기	40미크론	74미크론
유리 분말(SP2014)	36.68	38.07
CBN	36.68	38.07
물 중 25% 덱스트린	25.67	22.84
AY50(50% MEK)	0.73	0.76
다우 65	0.24	0.25
총	100	100

배킹

이태리 밀라노의 샘플라 벨팅 에스피에이(Sampla Belting SPA)로부터 입수한 이중 층 직포 폴리에스테르 천 타입(Type) X642인 폴리에스테르 직물 배킹 물질을 코팅 연마제에 대한 배킹으로서 사용하였다. 이 천을, 연마제가 직포 배킹에 대한 연마제의 접착을 증강하기 위해 전면 상에 코팅되기 전에 프라이머 에폭시 수지로 처리하였다. 프리코트(precoat) 처리로서 사용된 제제를 표 5에 보고하였다. 이 수지를 노치(notched) 바 피복기를 사용하여 0.025mm(0.001인치) 간격에서 도포하였고 실온에서 밤새 경화시켰다.

[표 5]

배킹 프리코트 제제				
성분	공급원	중량	고체	중량%
에폰(Epon) 828 수지	텍사스주 휴스턴의 레졸루션 퍼포먼스 프러덕츠(Resolution Performance Products)	408.6	100%	30
버사미드(Versamid) 125	펜실베이니아주 암블러의 헨켈 코포레이션(Henkel Corporation)	272.4	100%	20
폴리솔브(Polysolve)	델라웨어주 윌밍턴의 듀폰 코포레이션(Dupont Corporation)	681	-	50
총		1362		100

그 후 전면을 결합제 전구체 및 응집된 입자의 혼합물로 코팅하였다. 전구체는 표 6에 보고한 제제에 따라 제조하였다. 전구체에 대한 수지 기재는 수성 중합체 용액 페놀 수지였다. 사용된 수성 페놀 수지는 내부적으로 제조한, 0.75 내지 1.4%의 유리 포름알데히드 및 6 내지 8%의 유리 페놀, 나머지는 물인 채로 약 78%의 고체를 함유하고 약 8.5의 pH를 갖고, 1% 미만의 수산화나트륨 촉매를 갖고 약 2400 내지 2800 센티푸아즈의 점도를 갖는 레졸 페놀 수지였다. 동등한 레졸 페

놀 수지는 쉐터키주 코빙턴의 애쉬랜드 케미칼 캄파니(Ashland Chemical Company)로부터 아로펜(Arofene)의 상품명으로 상업적으로 입수가 가능하다. 이 수지를 일리노이주 투스콜라의 캐봇 코포레이션(Cabot Corporation)으로부터 캐보실(Cabosil)의 상품명으로 입수한 훈증 실리카; 오스트리아 빌라흐의 트라이바허 슬라이프미텔 아게(Treibacher Schleifmittel AG)로부터 입수한 9미크론의 산화알루미늄 분말; 코네티컷주 노르워크의 알.티. 반더빌트 캄파니(R.T. Vanderbilt Company)로부터 ASP 600 피어리스(peerless) 점토의 상표명으로 입수한 피어리스 점토; 및 뉴저지주 뉴 브룬스윅의 아크로스 케미칼즈(Akcros Chemicals)로부터 입수한 인터웨트(Interwet) 33과 표 6에 나타난 비율로 혼합하였다. 혼합물을 사용하기 전에 약 30 내지 45분 동안 완전히 교반하였다.

[표 6]

응집체 결합제 전구체 제제			
원료	회사	중량%	퍼센트 고체
페놀 수지	3M	66.96	76%
물	-	16.99	0%
습윤제	아크로스 케미칼즈	0.45	100%
ASP 600	알티 반더빌트	5.94	100%
훈증 실리카	캐봇 코포레이션	1.20	100%
Al ₂ O ₃ , 9미크론	트라이바허 슬라이프미텔 아게	8.46	100%

실시에 1-7

실시에 1 및 2의 벨트를 벨트 상의 연마 입자의 평균 크러쉬 강도 수준이 각각 높고 낮도록 제조하였다. 두 가지 강도 수준은 두 가지 상이한 유리를 연마 응집체 1 및 2의 결합제로서 사용하여 얻었다.

다이아몬드 응집체에 대한 최종 코팅 혼합물을 표 7에 보고한 응집체를 전구체와 함께 30:200의 비율로 사용하여 제조하였다. 혼합물을 앞서 기술한 전처리된 직포 배킹 상에 닥터 블레이드(doctor blade) 코팅하였다. 그 후 코팅된 배킹을 오븐으로 옮기고 실온으로부터 93℃로 1.5℃/분의 속도로 가열하였다. 오븐 내의 온도를 93℃로 90분 동안 유지하였다. 그 후 오븐을 0.7℃/분의 속도로 110℃로 가열하였고 그 온도에서 9.25시간 동안 유지하였다.

실시에 3 및 4의 벨트를 벨트 상의 연마 입자의 평균 크러쉬 강도 수준이 각각 높고 낮도록 제조하였다. 두 가지 강도 수준은 실시에 1 및 2에서와 같이 두 가지 상이한 유리를 연마 응집체 1 및 2의 결합제로서 사용하여 얻었다. 벨트를 우선 0.125mm의 간격에서 닥터 블레이드를 사용하여 전구체로 코팅하였고 입자를 드롭 코팅하고 고무 롤로 패킹하였다. 실온에서 건조시킨 후 더 많은 전구체를 페인트 롤러를 사용하여 사이즈 코트로서 도포하였다. 그 후 코팅된 배킹을 오븐으로 옮기고 실온으로부터 93℃로 1.5℃/분의 속도로 가열하였다. 오븐 내의 온도를 93℃로 90분 동안 유지하였다. 그 후 오븐을 0.7℃/분의 속도로 110℃로 가열하였고 그 온도에서 9.25시간 동안 유지하였다.

실시에 5에 대한 최종 코팅 혼합물을 응집체 3을 전구체와 함께 86:200의 비율로 사용하여 제조하였고 앞서 기술한 전처리된 직포 배킹 상에 닥터 블레이드 코팅하였다. 그 후 코팅된 배킹을 오븐으로 옮기고 실온으로부터 93℃로 1.5℃/분의 속도로 가열하였다. 오븐 내의 온도를 93℃로 90분 동안 유지하였다. 그 후 오븐을 0.7℃/분의 속도로 110℃로 가열하였고 그 온도에서 9.25시간 동안 유지하였다.

실시에 6 및 7을 각각 응집체 4 및 5를, 86:200의 응집체와 전구체의 비율로 사용하여 제조하였다. 그들을 실시에 1 및 2와 동일한 조건하에서 코팅하고, 건조하고, 경화시켰다.

[표 7]

	응집체	강도	응집체 밀도 (1/cm ²)	응집체:전구체 비율	연마제
실시에 1	응집체 1	높음	74	30:200	50미크론 다이아몬드
실시에 2	응집체 2	낮음	74	30:200	50미크론 다이아몬드

실시예 3	응집체 1	높음	273	-	50미크론 다이아몬드
실시예 4	응집체 2	낮음	273	-	50미크론 다이아몬드
실시예 5	응집체 3	낮음	172	86:200	74미크론 다이아몬드
실시예 6	응집체 4	높음	172	86:200	40미크론 CBN
실시예 7	응집체 5	높음	172	86:200	74미크론 CBN

시험 공정

145.5mm(5.73인치) 지름의 드라이브 휠이 장착된 다이나브레이드(Dynabrade) 3마력 연삭기를 사용하여 1.17m(46인치) 길이의 벨트를 작동하였다. 휠은 4000rpm으로 작동하여 30.5m/s(6000피트/분)의 표면 속도를 야기하였다. 연삭기를 어떠한 로드(load)도 없이 10초 동안 작동하여 냉각수 유량을 보장하였고 벨트 속도가 형성되었다. 오하이오주 페리스버그의 마스터 케미칼 코퍼레이션(Master Chemical Corporation)으로부터 입수한 C320인 냉각수를 물을 사용하여 4%로 희석하였고 노즐을 사용하여 연삭 경계부에 공급하였다. 공작물을 일리노이주 모네의 빔바 매뉴팩처링 캄파니(Bimba Manufacturing Company)로부터 입수한 빔바 1712 공기 식 실린더를 사용하여 구동 연마 벨트 내로 플런지(plunge)하였다. 시간의 함수로서 제거되는 물질을 기록하였다. 시험의 개시 시 및 종료 시에, 공작물의 중량 및(또는) 길이를 측정하고 기록하였다. 벨트를 90 듀로미터 폴리우레탄 접촉 휠을 사용하여 공작물이 플런지된 곳에서 지지하였다.

이 산정에 사용한 공작물을 하기 표 8에 나타내었다.

[표 8]

연삭된 공작물의 설명		
공작물	공급원	크기
D2 스틸	노던 스테이트 스틸(Northern State Steel)(브릿지뷰, 일리노이주)	12.5mm × 25mm (0.5인치 × 1인치)
GC712 탄화 텅스텐 (WC)(88% WC/12% Co)	제너럴 카바이드 코퍼레이션(General Carbide Corporation)(그린스버그, 펜실베이니아주)	12.5mm × 25mm (0.5인치 × 1인치)
CRC-410 코팅된 D2 스틸	프랙세어 서피스 테크놀로지스(Praxair Surface Technologies)(인디애나 폴리스, 인디애나주)	12.5mm × 25mm (0.5인치 × 1인치)
1350 코팅된 D2 스틸	프랙세어 서피스 테크놀로지스(인디애나폴리스, 인디애나주)	12.5mm × 25mm (0.5인치 × 1인치)

통상적인 단일-층 다이아몬드 또는 CBN 벨트는 일반적으로 표 9에 나타낸 바와 같이 사용하는 동안 물질 제거 능력의 감소를 보였다. 비교예 A인 단일-층 벨트(미네소타주 메이플우드의 3M 코퍼레이션(3M Corporation)으로부터 입수한 6450J 플렉스 다이아몬드 50)의 초기 절삭 속도가 약 0.2mm/분(0.008인치/분)으로 시작한다 하더라도, 1시간의 연마 후에 절삭 속도는 0.0813mm/분(0.0032인치/분)으로 감소하였고 6시간의 연마 후에는 절삭 속도는 0.0076mm/분(0.0003인치/분)으로 추가로 감소하였다.

실시예 3 벨트와 관련된 절삭 속도는 1시간 내에 0.0965mm/분(0.0038인치/분)으로 떨어졌다. 추가적인 6시간 후에 절삭 속도는 아직 약 0.0864mm/분(0.0034인치/분)이었다.

모든 벨트는 높은 탄화 텅스텐 제거 속도로 시작하였다. 속도는 1시간 동안 현저하게 감소하였다. 이는 대다수의 코팅 연마 벨트에 공통적인 거동이다. 연삭 작업의 대부분은 초기의 날카로운 감소 후에 수행된다. 표 9는 시간의 함수로서의 연마 벨트에 의한 탄화 텅스텐의 제거 속도를 나타낸다. 통상적인 단일층 다이아몬드 벨트인 비교예 A 또한 표 9에 나타내었다.

[표 9]

시간의 함수로서의 각각의 벨트에 의한 WC 제거 속도(mm/분)					
시간[시간]	비교예 A	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4
1	0.0813	0.0889	0.0864	0.0965	0.0991
2	0.0635	0.0889	0.0838	0.0991	0.1016
3	0.0533	0.0762	0.0838	0.0991	0.1016
4	0.0432	0.0711	0.0787	0.1041	0.0965
5	0.0305	0.0559	0.0711	0.0991	0.0889
6	0.0076	0.0432	0.0559	0.0864	0.0762

CBN 응집체 벨트인 실시예 6 및 7, 및 비교예 B(미네소타주 메이플우드의 3M 코포레이션으로부터 입수한 상표명 6450J 플렉스 다이아몬드 74) 및 통상적인 단일층 도금 가요성 CBN 벨트인 비교예 C(미네소타주 메이플우드의 3M 코포레이션으로부터 입수한 상표명 1451J 플렉스 CBN 125)를 비교한 시험을 표 10에 요약하였다. CRC-410 코팅을 코네티컷주 덴버리의 프랙세어사(Praxair Inc.)로부터 입수하였다. 시험된 샘플을 D2 스틸 공작물 상에 공급하였다. 인디애나주 인디애나폴리스에 위치한 프랙세어 서피스 테크놀로지스가 이 코팅을 도포하였다. 모든 연삭 시험을 코팅이 기재 공작물을 노출하기 전에 종결하였다.

[표 10]

D2 스틸 상의 프랙세어 CRC-410 코팅에 대한 연마 속도(g/분) 결과				
	바 1/코팅 제거 속도(g/min)	바 2/코팅 제거 속도(g/min)	바 3/코팅 제거 속도(g/min)	바 4/코팅 제거 속도(g/min)
비교예 B	0.0018	0.0018	-	-
실시예 6	0.0013	0.0013	-	-
비교예 C	0.0233	0.0220	0.0217	0.019
실시예 7	0.1060	0.1080	0.097	0.09

CBN 응집체 벨트, 다이아몬드 응집체 벨트 및 통상적인 단일층 도금 가요성 다이아몬드 벨트인 비교예 B(미네소타주 메이플우드의 3M 코포레이션으로부터 입수한 상표명 6450J 플렉스 다이아몬드 74)를 비교한 시험을 표 11에 나타내었다. CRC-1350 코팅은 코네티컷주 덴버리의 프랙세어사로부터 상업적으로 입수 가능하였다. 시험된 샘플을 D2 스틸 공작물 상에 공급하였다. 인디애나주 인디애나폴리스에 위치한 프랙세어 서피스 테크놀로지스 인크가 이 코팅을 도포하였다. 모든 연마 시험을 코팅이 기재 공작물을 노출하기 전에 종결하였다.

[표 11]

D2 스틸 상의 프랙세어 1350 코팅에 대한 연마 속도 결과				
	바 1/코팅 제거 속도(g/min)	바 2/코팅 제거 속도(g/min)	바 3/코팅 제거 속도(g/min)	바 4/코팅 제거 속도(g/min)
비교예 B	0.0195	0.0168	0.0158	0.0148
실시예 5	0.0218	0.0475	0.0517	0.0475
실시예 7	0.0250	0.0130	0.0130	0.0090

본 발명의 다양한 변경 및 변형이 본 발명의 취지 및 범위에서 벗어나지 않고 당업자에게 명백할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

응집체 내에 초연마 입자를 포함하는 연마 제품을 제공하는 단계;
상기 연마 제품과 열 분무(thermal spray) 경질 상을 포함하는 공작물 외부 표면을 접촉시키는 단계; 및
상기 연마 제품 및 상기 공작물을 상대적으로 이동시키는 단계
를 포함하는 공작물의 연마 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 열 분무 경질 상이 금속 산화물을 포함하는 것인 방법.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 금속 산화물이 산화 알루미늄을 포함하는 것인 방법.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 금속 산화물이 산화 지르코늄을 포함하는 것인 방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 열 분무 경질 상이 탄화물을 포함하는 것인 방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 탄화물이 탄화 티탄을 포함하는 것인 방법.

청구항 7.

제5항에 있어서, 상기 탄화물이 탄화 크롬을 포함하는 것인 방법.

청구항 8.

제5항에 있어서, 상기 탄화물이 탄화 텅스텐을 포함하는 것인 방법.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 열 분무 코팅이 질화물을 포함하는 것인 방법.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 질화물이 질화 티탄을 포함하는 것인 방법.

청구항 11.

제9항에 있어서, 상기 질화물이 질화 규소를 포함하는 것인 방법.

청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 열 분무 코팅이 금속을 포함하는 것인 방법.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 금속이 크롬-니켈-붕소 합금을 포함하는 것인 방법.

청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 공작물 외부 표면이 결합 상을 추가로 포함하는 것인 방법.

청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 결합 상이 금속 물질을 포함하는 것인 방법.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 금속 물질이 니켈, 크롬, 코발트, 또는 그들의 조합물을 포함하는 것인 방법.

청구항 17.

제14항에 있어서, 상기 결합 상이 금속 산화물 물질을 포함하는 것인 방법.

청구항 18.

제14항에 있어서, 상기 열 분무 경질 상이 탄화 텅스텐이고 결합 상이 코발트인 것인 방법.

청구항 19.

제1항에 있어서, 상기 응집체가 유리 결합제 내에 연마 입자를 포함하는 것인 방법.

청구항 20.

제1항에 있어서, 상기 연마 제품이 연속식 벨트인 것인 방법.

청구항 21.

제1항에 있어서, 상기 연마 제품이 수지 결합 디스크인 것인 방법.

청구항 22.

제1항에 있어서, 상기 응집체가 불규칙하게 형상화된 것인 방법.

청구항 23.

제1항에 있어서, 상기 응집체가 정확한 형상을 갖는 것인 방법.

청구항 24.

제23항에 있어서, 상기 응집체가 정육면체, 각뿔, 각뿔대, 또는 구인 것인 방법.

도면

도면1

