(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
B24D 3/00

(45) 공고일자 2004년09월13일
(11) 등록번호 10-0448301
(24) 등록일자 2004년09월02일

(21) 출원번호 10-2002-7001166
(22) 출원일자 2002년01월28일
번역문 제출일자 2002년01월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2000/013627
(86) 국제출원출원일자 2000년05월17일
(65) 공개번호 10-2002-0019583
(43) 공개일자 2002년03월12일
(87) 국제공개번호 WO 2001/08848
(87) 국제공개일자 2001년02월08일

(81) 지정국 국내특허 : 오스트레일리아, 브라질, 캐나다, 중국, 체코, 헝가리, 인도네시아, 인도, 일본, 대한민국, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 루마니아, 남아프리카,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀랜드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴,

(30) 우선권주장 09/363,581 1999년07월29일 미국(US)

(73) 특허권자 생-고뱅 어브레이시브즈, 인코포레이티드
미국 매사추세츠 01615-0138 워체스터 박스 15138 뉴 본드 스트리트 1

(72) 발명자 맨윌러케네스이.
미국뉴햄프셔주03071뉴입스위치테이어로드5

하디앤비.
미국매사추세츠주01720액턴알링턴스트리트284

(74) 대리인 이병호

심사관 : 김상배

(54) 미세연마기의 제조방법

요약

본 발명은 액체, 연마 입자, 결합제 및 중합체(22), 예를 들면, 겔랑 검을 포함하는 슬러리로부터 형성되는 미세연마기에 관한 것이다. 슬러리는 금형 속에서 주조시키고, 중합체는 이온 가교결합한다. 중합체를 가교결합시키면 결합제와 연마 입자의 가교결합된 구조(24)가 고정되어 연마 입자가 결합제 내에서 실질적으로 균일하게 분산되게 된다. 이어서, 결합제와 연마 입자의 이온 가교결합된 구조(24)를 연소시켜 미세연마기를 형성한다.

대표도

도 1

색인어

연마, 가교결합, 연마 입자, 결합제, 슬러리

명세서

초정밀 다듬질(superfinishing)은 가공물로부터 소량의 스톡(stock)을 제거하는 데 사용되는 공정이다. 초정밀 다듬질은 다음과 같은 목적을 달성하기 위하여 연삭 후에 일반적으로 수행된다: 연삭에 의해 생성된 무정형 표면층을 제거하고, 표면 조도를 감소시키고, 부분 기하를 개선시키고, 목적하는 표면 지형을 제공한다. 무정형 층의 제거는 가공물의 내마모성을 개선시킨다. 감소된 표면 조도는 가공물의 지지력(load-bearing capability)을 추가로 증가시키고, 특징적인 위상 패턴은 오일 보유를 촉진한다.

초정밀 다듬질은 일반적으로 결합 매트릭스 중의 연마 입자로 형성된 유리질 결합된 미세연마기를 사용하여 수행된다. '미세연마기'는 일반적으로 연마 입자의 크기가 240그릿(63㎛ 또는 μ) 이하인 연마기로서 정의된다. 미세연마기는 일반적으로 몇 가지의 익히 인정된 방법 중의 하나에 따라 제조한다.

하나의 방법에 따르면, 연마 입자(abrasive grain, 砥粒)와 결합제(bonding material)를 소량(예를 들면, 4중량% 미만)의 액체에 의해 보조되는 바인더(binder)와 혼합한다. 액체는 일반적으로 물이다. 이어서, 이러한 '반' 건조 혼합물을 냉압시켜 압분 밀도로 성형한다. 최종적으로, 미가공 형태를 연소시켜 연마기를 제조한다.

미세연마 제품을 제조하기 위한 또 다른 더욱 오래된 방법은 이른바 '퍼들(puddle)'법이다. 퍼들법에 따르면, 연마 입자와 결합제를 충분한 물과 혼합하여 유동성 슬러리를 제조한다. 결과적으로, 퍼들법은 습식 방법으로 간주된다. 슬러리를 금형에 주입한 다음 건조시킨다. 이어서, 건조된 혼합물을 연소시켜 연마기를 제조한다.

퍼들법의 한가지 이점은 슬러리 중에서 연마 입자와 결합제를 혼합함으로써, 통상적으로 건식 또는 반건식 혼합으로 수득되는 것과 비교하여 연마 입자와 결합제의 더 우수한 분포(즉, 더 우수한 혼합)가 수득될 수 있다는 것이다.

그럼에도 불구하고, 이들 성형법 둘 다에서는, 결합제와 연마제의 입자들이 불균일하게 분산된 연마 제품이 제조된다. 반건식 방법에서, 이러한 불균일 분산은 결합제와 연마 입자의 불완전한 혼합으로 인한 것이다. 습식 방법에서, 불균일성은 일반적으로 서로에 대한 결합제와 연마 입자의 침강으로 인한 것이다.

본 발명은 일반적으로 미세연마기의 제조방법 및 미세연마기를 형성하는 슬러리 및 미가공 단계 제품(green stage article)의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 방법에서, 미세연마기는 액체, 연마 입자, 유리 결합제 혼합물, 중합체 및 하나 이상의 가교결합제를 포함하는 슬러리를 주조시켜 미가공 주형품 구조물을 형성함으로써 제작한다. 이어서, 중합체를 금형 내에서 이온 가교결합시켜, 이온 가교결합된 중합체가 미가공 주형품 구조물을 고정시킨다.

본 발명의 슬러리는 액체, 연마 입자, 유리 결합제 혼합물, 이온 가교결합성 중합체 및 하나 이상의 가교결합제를 포함한다.

본 발명의 미가공 단계 제품은 연마 입자, 유리 결합제 혼합물 및 이온 가교결합된 중합체를 포함한다.

본 발명의 방법을 사용하여 통상적인 반건식 프레스 및 퍼들법에 의해 형성된 제품보다 균질도가 개선된 미세연마기를 제조할 수 있다. 슬러리 중에서 연마 입자와 유리 결합제 혼합물을 혼합하면 공지된 습식 방법에 의해 일반적으로 수득 가능한 것보다 더욱 균일한 성분 분포를 이용할 수 있다. 그러나, 이는 반드시 통상적인 습식 방법의 전형적인 단점을 수반한다. 본 발명의 방법에서, 중합체의 신속한 경화 작용은 이러한 균질한 시스템의 미세구조를 고정시키거나 감금시켜, 습식 방법에서 관찰된 불균일 침강 경향을 감소시키거나 제거한다. 결과적으로, 주형품은 공지된 방법에 따라 제조된 제품과 비교하여 더욱 균일한 밀도 및 경도를 갖는다. 미세연마기의 균질도가 개선되면 미세연마기의 초정밀 다듬질 성능의 조도, 균등성 및 효율성이 더욱 크게 촉진된다. 추가로, 고품질 주형품을 본 발명의 방법으로 더욱 일정하게 제조할 수 있고, 결과적으로 제품 반품률이 감소될 수 있다. 더욱이, 본 발명의 방법은 개조 가능하고 일반적으로 수행하기에 저렴하다.

도 1은 본 발명에 따르는 중합체의 가교결합의 예시도이다.

도 2a는 가압된 미세연마 샘플의 결합제(어두운 부분) 중의 연마제(밝은 부분)의 분산을 나타내는, 250배 배율의 SEM 현미경 사진이다.

도 2b는 본 발명의 가교결합된 미세연마 샘플의 결합제(어두운 부분) 중의 연마제(밝은 부분)의 분산을 나타내는, 250배 배율의 SEM 현미경 사진이다.

도 3a는 가압된 미세연마 샘플의 결합제(어두운 부분) 중의 연마제(밝은 부 분)의 분산을 나타내는, 1000배 배율의 SEM 현미경 사진이다.

도 3b는 본 발명의 가교결합된 미세연마 샘플의 결합제(어두운 부분) 중의 연마제(밝은 부분)의 분산을 나타내는, 1000배 배율의 SEM 현미경 사진이다.

본 발명의 방법의 특성 및 기타의 세부사항을 첨부한 도면을 참조하여 더욱 구체적으로 기재하고 청구항에서 지적할 것이다. 본 발명의 특정한 양태는 본 발명을 설명하기 위하여 나타낸 것이고 본 발명을 제한하려는 것이 아님을 이해할 것이다. 본 발명의 주요 특성은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 다양한 양태에 사용될 수 있다.

본 발명의 방법은 액체, 연마 입자, 유리 결합제 혼합물, 이온 가교결합성 중합체 및 가교결합제를 포함한 슬러리를 주조시킴을 포함한다. 슬러리의 성분은 어떠한 순서로든 합할 수 있다. 그러나, 중합체를 액체 성분과 혼합한 다음, 연마 입자를 첨가하는 것이 바람직하다. 그 후, 결합제 및 최종적으로, 양이온 원료를 첨가하여 슬러리를 완성한다.

슬러리를 적합한 금형 속에서 주조시킨 다음, 냉각시켜 중합체의 이온 가교결합을 발생시켜 미가공 주형품을 형성한다. 미가공 주형품을 오븐 건조시키고 후속적으로 연소시켜 결합제를 유리화시키고 이온 가교결합된 중합체를 제거한다.

슬러리의 액체 성분을 사용하여 슬러리를 주조시키기에 충분히 유동성이 되도록 한다. 적합한 액체의 예는 물 및 물과 미량의 알콜 또는 유기 용매(들), pH 개질제(들), 레올로지 개질제, 분산제(들) 또는 이들의 혼합물과의 혼합물을 포함한다. 바람직하게는, 액체는 탈이온(DI)수이다. 특히 바람직한 양태에서, 액체 성분은 분산제를 포함하며, 이는

슬러리 중의 연마 입자의 분산 및 안정화에 조력하는데 사용된다. 바람직한 분산제는 암모늄 폴리아크릴레이트 용액, 예를 들면, 다반(Darvan) ® 821A 암모늄 폴리아크릴레이트 용액(제조원: R.T. Vanderbilt of Norwalk, Connecticut, USA)이다. 암모늄 시트레이트는 사용될 수 있는 또 다른 적합한 분산제이다. 다른 양태에서는, 비이온성 계면활성제, 예를 들면, 옥틸페놀 에틸렌 옥사이드 축합물(상표명: TRITON X-100, 제조원: Union Carbide, Danbury, Connecticut, USA)이 분산제로서 사용될 수 있다. 전형적으로, 분산제는 액체 성분 중에서 약 0.01 내지 10용적%, 바람직하게는 1 내지 6용적%의 범위로 존재한다. 바람직한 양태에서, 분산제의 양은 액체 성분의 약 2용적%이다.

연마제는 금속, 세라믹 물질, 복합재 및 기타 가공물로부터 물질을 제거하기에 적합한 입상 물질이다. 어떠한 연마 입자도 사용될 수 있다. 특히 적합한 연마 입자의 예는 알루미늄 옥사이드, 알루미나 지르코니아, 졸 겔 소결된 알파-알루미나, 탄화규소, 다이아몬드, 입방정 질화붕소 및 이들의 혼합물로 형성된 것을 포함한다. 연마 입자는 일반적으로 고체 중에 약 80 내지 약 95중량%의 범위로, 또한 전체 슬러리 중에 약 55 내지 약 70중량%의 범위로 존재한다. 적합한 연마 입자의 밀도의 예는 SiC 약 3.21g/㎤, 다이아몬드 약 3.5g/㎤ 및 Al_2O_3 약 3.95g/㎤을 포함한다.

슬러리는 주입하기에 충분히 유동성이고 기포를 방지하거나 제거하도록 유지시킨다. 바람직하게는, 슬러리 중의 고형분은 과도한 슬러리 점도를 방지하기 위하여 약 45용적% 이하이다. 추가로, 슬러리 점도는 입자 크기가 더 미세해질수록 일반적으로 고체 하중에 더욱 좌우되게 되는데, 이는 더 작은 입자가 일반적으로 분산시키기 더 힘들기 때문이다. 예를 들면, 고형분이 약 45용적%인 슬러리의 점도는 그릿 크기가 약 320그릿 또는 이에 가까운 경우 허용 가능할 수 있지만, 고형분이 약 43용적% 초과인 슬러리의 점도 및 1000그릿의 그릿 크기는 허용되지 않을 수 있다.

일반적으로, 연마 입자의 직경 범위는 약 1800 내지 약 320그릿(이는 약 1 내지 약 29㎛임)이다. 연마 입자가 약 30㎛ 이하인 제품이 본 발명의 방법에 사용하기에 바람직하다.

슬립을 주입한 시점에서 이것이 겔화되는 시점까지의 시간 동안, 연마 입자는 침강될 기회를 갖는다. 입자가 침강되는 속도는 부분적으로는 입자 크기 및 슬립의 점도에 좌우된다. 입자의 크기가 증가되거나 슬러리의 점도가 감소되면, 입자가 침강하는 속도가 빨라질 것이다. 예를 들면, 약 600그릿(약 8㎛) 이하인 연마 입자로는 최소의 침강이 관찰되는 반면, 320그릿인 연마 입자는 바람직한 슬러리 점도에서 더욱 빠른 침강 속도를 나타낼 수 있다.

슬러리의 침강 속도는 이의 점도를 증가시켜 느리게 할 수 있다. 점도는 예를 들면, 아크릴 중합체 또는 폴리비닐 알콜 등의 수용성 중합체를 첨가하여 증가시킬 수 있다. 특정한 양태에서, 점도는 폴리비닐 알콜을 슬러리에 첨가하여 증가시킬 수 있다. 특히 바람직한 양태에서, 폴리비닐 알콜 용액은 슬러리의 액체 성분의 약 4중량%(Airvol ® 203, Air Products and Chemicals) 또는 약 6중량%(Airvol ® 205, Air Products and Chemicals)의 양으로 슬러리에 첨가할 수 있다. 적합한 폴리비닐 알콜 용액의 예는 에어볼(Airvol) ® 203 및 에어볼 ® 205 를 포함하며, 이들 둘 다 에어프로덕츠 앤드 케미칼스, 인코포레이티드(Air Products and Chemicals, Inc.)로부터 시판중이다. 폴리비닐 알콜의 첨가에 따른 기포 형성은 적합한 소포제(예: 오일)를 첨가하여 감소시키거나 제거할 수 있다.

결합제는 적합한 유리질 결합제, 예를 들면, 당해 기술분야에 공지된 것이다. 적합한 유리질 결합제의 예는 쉘던(Sheldon) 등에 허여된 미국 특허 제5,401,284호에 기재되어 있으며, 이의 교시는 전체적으로 본원에 참조로 인용된다. 바람직한 양태에서, 결합제는 알루미노실리케이트($Al_2O_3 \cdot SiO_2$) 유리를 포함하지만, 또한 기타의 성분, 예를 들면, 점토, 장석 및/또는 석영도 포함한다. 결합제는 통상적으로 유리화 매트릭스로 연소시킨 다음 분산되고 균질한 복합 유리질 구조 형태의 연마 입자를 고정시키기에 적합한 유리 프릿 입자 형태 또는 유리 결합제 혼합물이다. 적합한 유리 프릿 입자는 일반적으로 직경 범위가 약 5 내지 약 30㎛이다. 본 발명에 사용하기에 특히 바람직한 결합제는 미국 특허 제5,401,284호의 '실시예 I'에 기재되어 있으며, 미국 특허 제5,401,284호의 교시는 본원에서 전체적으로 참조로 인용된다. 일반적으로, 결합제 형태는 슬러리의 약 3.5 내지 약 7중량%를 형성한다. 결합제의 밀도는 3.0g/㎤ 미만, 통상적으로 약 2.1 내지 약 2.7g/㎤의 범위이다. 특히 적합한 결합제의 밀도의 예는 약 2.4g/㎤이다. 따라서, 그레인과 결합제 밀도는 현저히 상이하므로 입자 크기는 현저히 상이할 수 있다. 따라서, 가교결합 중합체는 구체적으로는 결합된 이러한 상이한 물질을 취급하도록 고안되어야 한다.

본 발명에 사용하기에 적합한 중합체는 일반적으로 높은 고체 하중에 적용되 도록 점도가 충분히 낮고, 제조에 사용하기에 용이하며, 신속하게 가교결합될 수 있다. 바람직하게는, 중합체는 수용성 다당류인 겔랑 검이다. 겔랑 검은 수도모나스 엘로데아(Pseudomonas elodea)(ATCC 31461)의 발효에 의해 생성된 식품 등급의 이종다당류이며, 상표명 켈코겔(Kelcogel) ® K9A50(제조원: Monsanto, NutraSweet Kelco Co., St. Louis, Missouri, USA)으로 시판중이다. 겔랑 검은 통상적으로 점도가 25℃에서 브룩필드(Brookfield) LVF 점도계로 60rpm에서 측정하는 경우, 0.1% 농도에서 약 40 내지 80cP이고, 0.5% 농도에서 1000 내지 2000cP이다. 검은 또한 레올로지 항복점이 높으며, 1%의 검 용액의 사용 항복값은 0.01s $^{-1}$ 의 전단 속도에서의 전단 응력에 의해 정의된 바와 같이 60dynes/㎠이다. 또한, 겔랑 검의 점도는 통상적으로 pH 3 내지 11 범위로 변경시키면 영향받지 않는다. 겔랑 검의 제조방법은 미국 특허 제4,326,052호 및 제4,326,053호에 기재되어 있으며, 당해 문헌들 각각은 본원에서 전체적으로 참조로 인용된다. 겔랑 검은 전통적으로 식품 분야의 겔화제로서 산업적으로 사용되어 왔다.

켈코겔 ® K9A50 겔랑 검이 본 발명에 사용하기에 바람직한 중합체인 한편, 다른 중합체를 사용할 수도 있다. 예를 들면, 켈톤(Keltone) ® LV 알긴산나트륨(제조원: Monsanto, NutraSweet Kelco Co., St. Louis, Missouri, USA)를 사용할 수 있다. 바람직한 양태에서, 켈톤 ® LV 나트륨 알기네이트는 승온, 예를 들면, 약 80℃의 온도에서 수욕 중의 켈톤 ® LV 나트륨 알기네이트를 혼합하여 수화시킨다. 적합한 아크릴레이트 중합체는 겔랑 검과 유사한 수성 분산액 중에서의 점도 특성 을 갖는다.

일반적으로, 본 발명의 방법에 의해 사용되는 중합체의 양은 통상적으로 세라믹 겔 주조 기술에 사용되는 아크릴아미드 또는 아크릴레이트 단량체의 양에 약간 비례한다. 예를 들면, 겔 주조에 사용되는 단량체가 통상적으로 총 단량체/액체 함량의 약 15 내지 25중량%를 형성하는 반면, 본 발명에 사용되는 중합체 함량은 통상적으로 총 중합체/액체 함

량의 약 0.2 내지 약 1.0중량%의 범위이다.
별도의 양이온 원료가 가교결합제로서 사용되어 중합체의 이온성 가교결합을 가능하게 하거나 촉진시킬 수 있다. 적합한 양이온 원료의 예는 염화칼슘($CaCl_2$) 및 질산이트륨($Y(NO_3)_3$)을 포함한다. 사용될 수 있는 다른 적합한 양이온은 나트륨, 칼륨, 마그네슘, 칼슘, 바륨, 알루미늄 및 크롬의 이온을 포함한다.
가교결합제의 농도를 감소시키면 슬러리의 점도가 감소되어, 슬러리의 혼합 및 유동성을 개선시키고 달성 가능한 고체 하중을 증가시킨다. 가교결합제의 비교적 낮은 농도는 필요한 염색 시간을 감소시키고 제조하는데 대한 에너지 비용을 절감시킬 수 있다. 예를 들면, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$가 사용되는 경우, 액체 중의 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 약 0.4중량%의 농도가 상대적으로 광범위한 그릿 크기에 걸쳐, 예를 들면, 약 600 내지 약 1200의 그릿 크기에 걸쳐, 상이한 결합 유형으로, 적합하게 경질인, 가교결합된 구조를 형성하는데 충분할 수 있다. 매우 가중된 슬러리 중에서는, 가교결합제의 농도를 약간 감소시켜 슬러리의 유동성을 개선시킬 수 있다. 또한, 가교결합제(이온) 농도를 증가시키면 일반적으로 가교결합이 발생하는 온도가 상승된다.
슬러리 성분은 적합한 혼합기, 예를 들면, 전단 작용 혼합기 속에서 또는 볼밀(ball mill)이 달린 롤러 혼합기에 의해 혼합할 수 있다. 바람직하게는, 슬러리의 오염을 방지하기 위해 세라믹 볼보다는 고무가 사용된다. 볼 밀을 사용하면 추가로 고전단 혼합기 속에서 후속적으로 혼합시킬 수 있다. 중합체는 고전단 혼합기로 바꾼 후 슬러리로 가하여 수화시킨 다음, 가교결합제를 가한다.
슬러리는 적합한 금형 속에서 주조시킨다. 주조 부품용 금형은 거의 임의의 누출 방지용 용기로 제조될 수 있다. 적합한 용기 재료의 예는 플라스틱, 금속, 유리, 테플론(Teflon) ® 폴리테트라플루오로에틸렌 수지(제조원: E.I. du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Delaware, USA) 및 실리콘 고무를 포함한다.
본원에 사용된 바와 같이, 용어 '주조'는 형태를 부여하거나 틀에 맞춤을 의미한다. 이어서, 중합체를 가교결합시켜 연마 입자와 결합제의 구조가 고정된 제품을 형성한다. 불연속 중합체 쇄(22)를 가교결합시켜 내부 고정된 구조(24)를 형성한 것이 도 1에 나타나 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, 용어 '고정'은 일반적으로 구조의 보전성을 증가시키고 서로에 대한 상이한 상 각각의 서로에 대한 치환을 제한하는 것을 의미한다. 가교결합이 발생하는 온도 및 고정된 구조의 강성은 둘 다 양이온 유형 및 농도에 좌우된다.
주조 슬러리는 중합체 성분의 이온성 가교결합을 유발하는 온도로 냉각시킨다. 통상적으로, 가교결합이 발생하는 온도는 약 45℃ 미만이다. 바람직한 양태에서, 겔랑 검을 사용하면, 가교결합은 통상적으로 예를 들면, 약 34℃에서 냉각시켜 발생한다. 중합체가 가교결합하는 속도는 기온을 강하시켜 빠르게 할 수 있다. 하나의 예로서, 금형은 냉동기 속에서 예를 들면, -25℃에서 냉각시킬 수 있다. 또 다른 방법으로, 금형은 수욕 중에서 냉각시킬 수 있다.
중합체 쇄를 이온 가교결합시켜 매트릭스를 형성하여 주조 슬러리 중의 고체의 구조를 고정시킨 후, 제품을 금형으로부터 옮기고 실온 또는 100℃ 이하, 예를 들면, 60 내지 80℃에서 공기 건조 또는 오븐 건조시켜 미가공 단계의 건조 제품을 형성한다.
건조시킨 제품은 연소시켜 결합제를 유리화시키고 중합체 성분을 소모시킨다. 일반적으로, 연소는 약 800 내지 약 1300℃의 온도 범위에서 수행한다. 바람직하게는, 연소는 제품이 초연마제(예: 다이아몬드 또는 입방정 질화붕소)를 함유하는 경우, 불활성 대기중에서 수행한다. 특히 바람직한 양태에서, 건조 제품은 40℃/hr의 속도로 980℃까지 가열한다. 이 양태에서, 제품은 980℃에서 약 4시간 동안 유지한 다음, 다시 5℃로 냉각시킨다.
연소 제품이 미세연마기의 형태인 경우, 연소 제품의 다공도는 통상적으로 약 30 내지 약 70용적%의 범위이다. 바람직하게는, 다공도는 약 40 내지 약 60용적%의 범위이다. 중간 기공 크기는 통상적으로 약 3 내지 약 10㎛의 범위이고, 기공은 실질적으로 제품의 전체에 균일하게 분산되어 있다. 또한, 연마 입자는 구조물 전체적으로 잘 분산되어 있다.
통상적인 미세연마 제품은 예를 들면, 휠, 스틱, 스톤, 실린더, 컵, 디스크 또는 콘의 형태를 취할 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 본 발명의 방법에 의해 형성된 미세연마기는 다양한 가공물을 초정밀 다듬질하는데 사용될 수 있다. 초정밀 다듬질은 일반적으로 회전 가공물에 대한 미세연마의 고주파수, 저진폭의 진동을 수반한다. 이러한 공정은 통상적으로 비교적 낮은 온도 및 비교적 낮은 압력(즉, 90lb/in^2)에서 수행한다. 제품 표면으로부터 제거한 스톡의 양은 통상적으로 약 25㎛ 미만이다. 이러한 가공물의 예는 표면이 초정밀 다듬질되어 낮은 조도의 다듬질을 제공하고 원형성(roundedness)과 같은 부분 기하를 개선시킨, 볼 및 롤러 베어링 뿐만 아니라 베어링 궤도(bearing raceway)를 포함한다. 본 발명의 결합된 연마 제품의 기타 용도는 이들로 제한하려는 것은 아니지만, 호닝(honing) 및 연마 작업을 포함한다.
결합된 연마 제품, 예를 들면, 미세연마 스틱이 가공물, 예를 들면, 베어링 궤도를 초정밀 다듬질하는데 사용되는 경우, 스틱의 표면상의 연마 입자가 가공물의 표면을 절단, 플로우잉(plowing) 또는 마찰시켜 가공물을 초정밀 다듬질한다. 이러한 메카니즘에 의해 생성된 기계력은 결합을 파괴시키고, 이는 골격 구조의 연마 입자를 유지시킨다. 그 결과, 미세연마 스틱의 초정밀 다듬질 표면은 재처리되고, 골격 구조 내에 매봉된 새로운 연마 입자가 연속적으로 노출되어 가공물의 표면을 절단한다. 구조의 기공은 스워프(즉, 초정밀 다듬질 동안 제거된 부스러기)를 회수하고 제거하기 위한 수단을 제공하여 미세연마 스틱과 가공물 사이의 청정한 계면을 보존한다. 기공은 또한 기구와 가공물의 계면에서의 냉각제 유동을 위한 수단을 제공한다.
초정밀 다듬질 기구는 정확한 성분의 미세한 다듬질에 사용되기 때문에, 기구 조성의 작은 불규칙성은 기구를 불만족스럽게 한다. 따라서, 본 발명의 방법은 균일한 균질 구조를 생성하여, 우수한 초정밀 다듬질 기구가 제조되도록 한다.

실시예 1

아래의 표 1 및 2는 본 발명의 슬러리의 200g 배치를 형성하는데 사용되는 각각의 다양한 성분의 바람직한 질량을 나타낸다. 표 1의 조성에서, 결합제의 질량(m_b)은 연마제의 질량(m_a)의 약 6중량%이다. 표 2의 조성에서, m_b는 m_a의 약 10중량%이다. '고체 용적%' 컬럼은 결합한 연마제와 결합제에 의해 형성된 슬러리의 용적%를 나타낸다.

각각의 챠트에 일렬로 기재된 샘플은 고체 약 30 내지 약 45용적%의 범위이지만, 더 작거나 더 큰 용적%가 사용될 수도 있다. 그러나, 바람직하게는, 고체는 슬러리의 약 60용적% 미만으로 제한되며, 이는 약 60용적%를 초과하는 고체 비율(%)에서는, 슬러리의 점도가 본 발명의 방법으로 사용하기에 실질적인 점도를 초과할 수 있기 때문이다. 표 1 및 2에서, 연마제의 밀도는 3.95g/㎤이고, 결합제의 밀도는 2.4g/㎤이다.

[표 1]

($m_b = 0.06m_a$)

고체 용적(%)	고체 중량(%)	고체 (g)	H_2O와 분산제 (g)	겔 중합체 (g)	입자 (Al_2O_3) (g)	결합제	$CaCl_2$-$2H_2O$ (g)	분산제 (g)
30	62.33	124.65	73.35	0.440	117.60	7.05	0.293	1.467
31	63.43	126.85	71.15	0.427	119.67	7.18	0.285	1.423
32	64.49	128.99	69.01	0.414	121.69	7.30	0.276	1.380
33	65.53	131.06	66.94	0.402	123.65	7.42	0.268	1.339
34	66.54	133.08	64.92	0.390	125.55	7.53	0.260	1.298
35	67.52	135.03	62.97	0.378	127.39	7.64	0.252	1.259
36	68.47	136.93	61.07	0.366	129.18	7.75	0.244	1.221
37	69.39	138.78	59.22	0.355	130.93	7.85	0.237	1.184
38	70.29	140.58	57.42	0.345	132.62	7.96	0.230	1.148
39	71.16	142.33	55.67	0.334	134.27	8.05	0.223	1.113
40	72.01	144.03	53.97	0.324	135.88	8.15	0.216	1.079
41	72.84	145.69	52.31	0.314	137.44	8.24	0.209	1.046
42	73.65	147.30	50.70	0.304	138.97	8.34	0.203	1.014
43	74.44	148.87	49.13	0.295	140.45	8.42	0.197	0.983
44	75.20	150.41	47.59	0.286	141.90	8.51	0.190	0.952
45	75.95	151.90	46.10	0.277	143.31	8.60	0.184	0.922

[표 2]

($m_b = 0.10m_a$)

고체 용적(%)	고체 중량(%)	고체 (g)	H_2O와 분산제 (g)	겔 중합체 (g)	입자 (Al_2O_3) (g)	결합제 (g)	$CaCl_2 2H_2O$ (g)	분산제 (g)
30	62.02	124.04	73.96	0.444	112.76	11.27	0.296	1.479
31	63.12	126.25	71.75	0.431	114.77	11.48	0.287	1.435
32	64.20	128.39	69.61	0.418	116.72	11.67	0.278	1.392
33	65.24	130.47	67.53	0.405	118.61	11.86	0.270	1.351
34	66.25	132.49	65.51	0.393	120.45	12.04	0.262	1.310
35	67.23	134.46	63.54	0.381	122.24	12.22	0.254	1.271
36	68.18	136.37	61.63	0.370	123.97	12.40	0.247	1.233
37	69.11	138.23	59.77	0.359	125.66	12.56	0.239	1.195
38	70.02	140.03	57.97	0.348	127.30	12.73	0.232	1.159
39	70.90	141.79	56.21	0.337	128.90	12.89	0.225	1.124
40	71.75	143.50	54.50	0.327	130.46	13.04	0.218	1.090
41	72.58	145.17	52.83	0.317	131.97	13.20	0.211	1.057
42	73.40	146.79	51.21	0.307	133.45	13.34	0.205	1.024
43	74.19	148.38	49.62	0.298	134.89	13.49	0.198	0.992
44	74.96	149.92	48.08	0.288	136.29	13.63	0.192	0.962
45	75.71	151.42	46.58	0.279	137.66	13.76	0.186	0.932

실시예 2

4-x-6-x-1 인치 블랭크의 형태로 가교결합된 미세연마제 샘플을 고체를 32.5용적%(64.23중량%) 함유한 슬립으로부터 형성한다. 슬립은 물(104.29g), 켈코겔 ® KA50 겔랑 검(0.625g)(제조원: NutraSweet Kelco Co., St. Louis, Missouri, USA), 600그릿(10 내지 12㎛) 알루미나 연마 입자(175.18g)(제조원: Saint-Gobain Industrial Ceramics, Worcester, Massachusetts, U.S.A.), 유리 결합제 혼합물(17.527g)(미국 특허 제5,401,284호, 실시예 1에 기재된 바와 같은 VH 결합제 혼합물, 제조원: Norton Company, Worcester, MA), $CaCl_2 \cdot 2H_2O$(0.417g) 및 다반 ® 821A 폴리아크릴레이트(2.086g)(제조원: R.T. Vanderbilt, Norwalk, Connecticut, USA)를 포함한다. 성분들을 혼합하고 80℃로 가열하여 균일한 가열된 슬러리를 형성한다. 이어서, 가열된 슬러리를 금형에 따라내고 켈코겔 ® KA50 중합체가 가교결합된 구조를 형성할 때까지 냉동기 속에서 냉동시킨다.

샘플을 냉동기로부터 제거하고, 약 2시간 동안 공기 건조시킨 다음, 노에서 30℃/hr의 경사로 1000℃로 연소시키고, 이 온도에서 4시간 동안 유지한다. 이어서, 노에 가한 힘을 차단하여 샘플을 자연 냉각시킨다.

비교를 위하여, 또 다른 미세연마 샘플을, 연마 입자 84.7중량%와 결합제 15.3중량%를 함유하는 연마 입자와 결합제의 600그릿 알루미나 노턴 캄파니(Norton Company) 시판품 혼합물(즉, 노턴 캄파니 NSA600H8V 제품을 제조하는데 사용되는 혼합물)을 포함하는 조성물을 냉압시켜 형성한다. 이 샘플을 가교결합된 미세연마 샘플과 유사하게 연소시킨다.

가교결합된 샘플의 밀도는 1.59g/㎤인 반면, 시판중인 혼합물 냉압된 비교용 샘플의 밀도는 1.75g/㎤이다.

각각의 미세연마 샘플의 경도 변동은 샘플의 표면 위에서 경도 측정을 6회 실시하여 측정한다(상부에서 3회, 하부에서 3회). 이러한 6회의 측정치로부터, 평 균 경도값 및 표준 편차를 계산한다. 이어서, 평균 경도 변동률(%Hv)을 다음 수학식 1에 나타낸 바와 같이, 표준 편차를 평균 경도값으로 나누고 이를 %로 나타내어 계산한다:

수학식 1

$$\%Hv = 100 * \frac{(\text{표준편차})}{(\text{평균경도값})}$$

아틀랜틱-로크웰(Atlantic-Rockwell) 단위로 나타낸, 가교결합되고 가압된 샘플에 대한 경도(H) 값을 아래 표 3에,

이들 값의 표준 편차 뿐만 아니라 경도 변동률(%)과 함께 제공한다.

[표 3]

	평균 경도	표준 편차	%Hv
비교용 가압 블랭크	119	12	9.7
겔 주조 블랭크 발명	128	8	6.2

도 2a 및 2b는 각각 가압된 샘플 및 가교결합된 샘플의 주사 전자 현미경으로부터의 비교용 현미경 사진이다. 양 이미지의 배율은 250배이다. 이미지를 비교해 보면, 도 2a의 가압된 샘플에서보다 도 2b의 가교결합된 샘플에서 밝은 색상의 알루미나 입자가 어두운 색상의 유리 입자에 걸쳐 더욱 균일하게 분산되어 있어 균질한 제품을 수득할 수 있음을 쉽게 알 수 있다.
도 3a 및 3b의 이미지는 각각 가압된 샘플 및 가교결합된 샘플의 더 높은 배율의 현미경 사진을 포함한다. 이들 이미지의 배율은 1,000배이다. 역시, 도 3a의 가압된 샘플에서보다 도 3b의 가교결합된 샘플에서 밝은 색상의 알루미나 입자 가 어두운 색상의 유리 결합제에 더욱 균일하게 분산되어 있음을 알 수 있다.
본 발명을 이의 바람직한 양태를 참조로 하여 구체적으로 나타내고 기술하였지만, 당해 기술분야의 숙련가는 그 안에서 정의된 것에 상당하는 부분을 포함하는 첨부된 청구의 범위에 포함되는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않고 그 안에서 다양한 형태 및 세부사항의 변경이 가능할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
액체 및 연마 입자(abrasive grain), 유리 결합제 혼합물, 중합체 및 하나 이상의 가교결합제를 포함하며 슬러리 중의 고체 함량이 45 용적 % 이하인 고체를 포함하는 슬러리를 금형으로 주조시켜 미가공 주형품(green cast article) 구조물을 형성하는 단계(a),
금형 내에서 중합체를 이온 가교결합시켜 이온 가교결합된 중합체가 미가공 주형품 구조물을 고정시키는 단계(b), 및 미가공 주형품을 연소시켜 미세연마기를 수득하는 단계(c)를 포함하는, 미세연마기의 제조방법.

청구항 2.
삭제

청구항 3.
삭제

청구항 4.
삭제

청구항 5.
삭제

청구항 6.
삭제

청구항 7.
제1항에 있어서, 이온 가교결합성 중합체가 식품 등급 이종다당류를 포함하는 수용성 다당류인 방법.

청구항 8.
삭제

청구항 9.
삭제

청구항 10.
삭제

청구항 11.
삭제

청구항 12.
삭제

청구항 13.
삭제

청구항 14.
삭제

청구항 15.
삭제

청구항 16.
삭제
청구항 17.
액체(a), 및 (i) 연마 입자, (ii) 유리 결합제 혼합물, (iii) 이온 가교결합성 중합체 및 (iv) 하나 이상의 가교결합제를 포함하며 고체 함량이 45 용적 % 이하인 고체(b)를 포함하는 슬러리.
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.
제17항에 있어서, 이온 가교결합성 중합체가 식품 등급 이종다당류를 포함하는 수용성 다당류인 슬러리.
청구항 31.
삭제
청구항 32.
삭제
청구항 33.
삭제
청구항 34.
삭제
청구항 35.
연마 입자(a) 89.7 내지 93.7 중량%,
유리 결합제 혼합물(b) 6.0 내지 9.0 중량%, 및
이온 가교결합된 중합체(c) 0.3 내지 1.3 중량%를 포함하는 미가공 단계 제품.
청구항 36.
삭제
청구항 37.
삭제
청구항 38.
삭제
청구항 39.
삭제
청구항 40.
제35항에 있어서, 이온 가교결합된 중합체가 식품 등급 이종다당류를 포함하는 수용성 다당류인 제품.
청구항 41.
삭제
청구항 42.

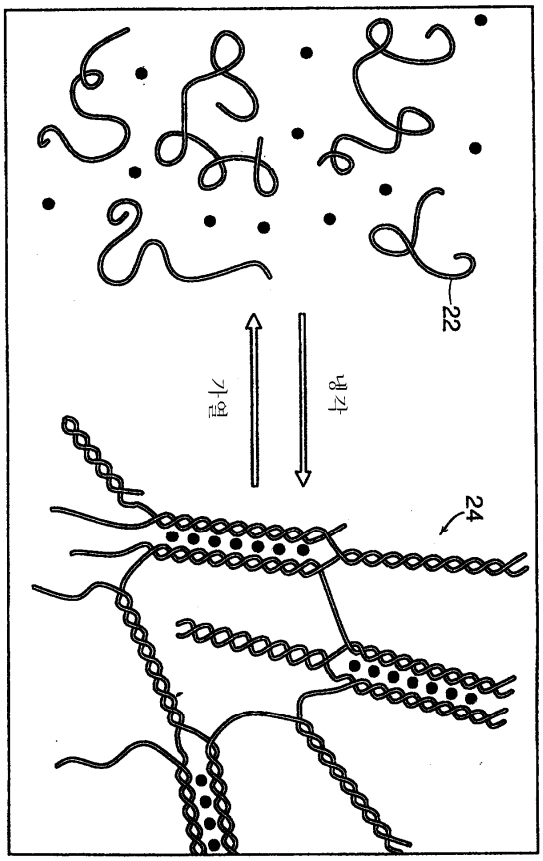
제40항에 있어서, 식품 등급 이종다당류가 겔랑 검 또는 알긴산나트륨인 제품.

청구항 43.

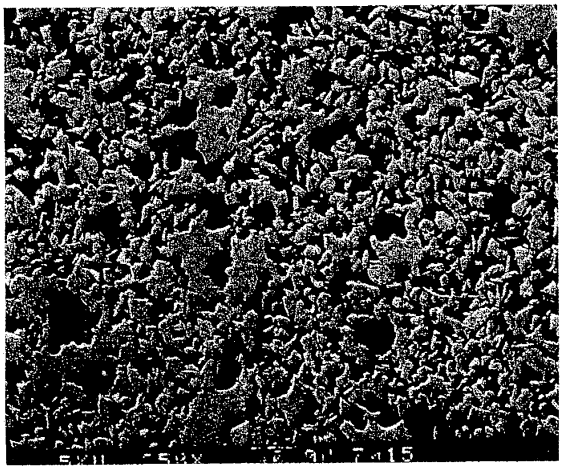
삭제

도면

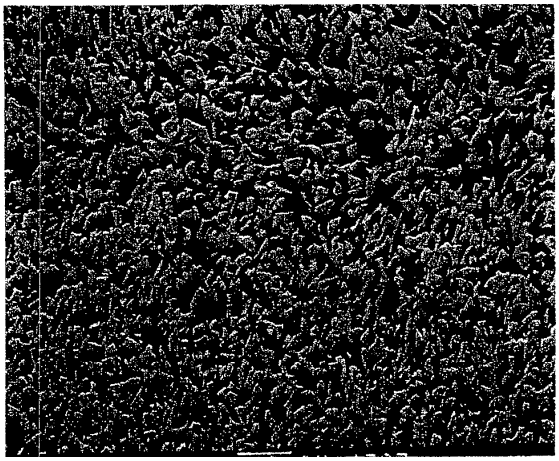
도면1



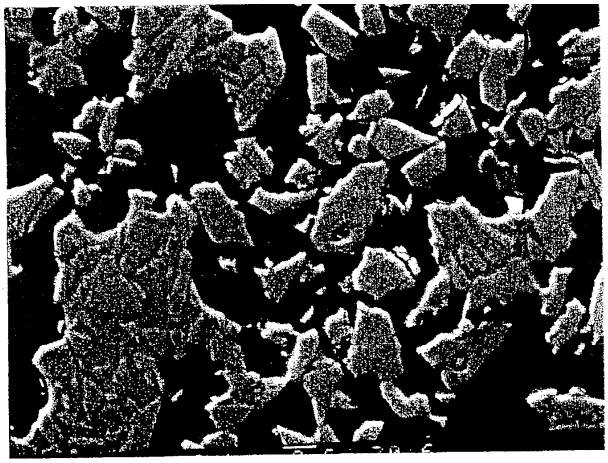
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

