



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월09일
(11) 등록번호 10-1855073
(24) 등록일자 2018년04월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24D 3/28 (2006.01) B24D 3/34 (2006.01)
H01L 21/304 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7019080
(22) 출원일자(국제) 2010년12월20일
심사청구일자 2015년12월18일
(85) 번역문제출일자 2012년07월19일
(65) 공개번호 10-2012-0120247
(43) 공개일자 2012년11월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/061199
(87) 국제공개번호 WO 2011/087737
국제공개일자 2011년07월21일
(30) 우선권주장
61/288,982 2009년12월22일 미국(US)
61/422,442 2010년12월13일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009544830 A*
KR1020030062343 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
리, 나이차오
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
조셉, 윌리엄 디.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 4 항

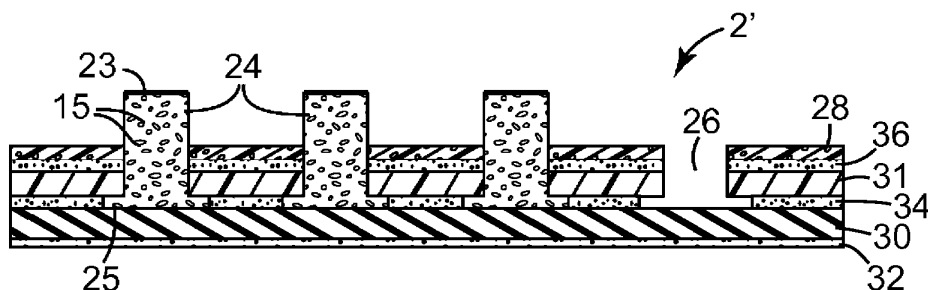
심사관 : 이준희

(54) 발명의 명칭 연마 패드 및 그의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 다공성 연마 층을 가진 연마 패드, 그러한 연마 패드의 제조 방법, 및 그러한 패드를 연마 방법에 이용하는 방법에 관한 것이다. 연마 패드는 제1 및 제2 대향면을 가진 컴플라이언트 층 및 컴플라이언트 층의 제1면 상에 배치된 다공성 연마 층을 포함한다. 다공성 연마 층은 열 경화된 성분과 방사선 경화된 성분을 포함하는 가교결합된 네트워크를 포함하며, 여기서 방사선 경화된 성분과 열 경화된 성분은 가교결합된 네트워크에서 공유결합된다. 다공성 연마 층은 또한 가교결합된 네트워크 내에 분산된 중합체 입자를 포함하며, 여기서 중합체 입자는 열가소성 중합체 또는 열경화성 중합체 중 적어도 하나를 포함한다. 다공성 연마 층은 전형적으로 또한 가교결합된 네트워크 내에 분산된 폐쇄 셀 세공을 포함한다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

제 1 및 제 2 대향 면을 가진 컴플라이언트(compliant) 층; 및

컴플라이언트 층의 제 1 면 상에 배치된 다공성 연마 층을 포함하며, 다공성 연마 층은

열 경화된 성분과 방사선 경화된 성분을 포함하는 가교결합된 네트워크로서, 상기 방사선 경화된 성분과 열 경화된 성분은 가교결합된 네트워크에서 공유결합되는 가교결합된 네트워크;

가교결합된 네트워크 내에 분산된 중합체 입자; 및

가교결합된 네트워크 내에 분산된 폐쇄 셀 세공(pore)을 포함하는, 연마 패드.

청구항 2

제 1항에 있어서, 컴플라이언트 층과 다공성 연마 층 사이에 개재된 지지 층을 추가로 포함하는, 연마 패드.

청구항 3

열 경화성 수지 조성물, 방사선 경화성 수지 조성물, 및 중합체 입자를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;

조성물에 세공을 형성하는 단계;

지지 층 상에 조성물을 위치시키는 단계; 및

방사선 경화성 수지 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키기 위해 조성물을 방사선에 노출시키고, 열 경화성 수지 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키기 위해 조성물을 가열하여 지지 층 상에 다공성 연마 층을 형성하는 단계를 포함하는, 연마 패드의 제조 방법.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항의 연마 패드의 다공성 연마 층과 기재 표면을 접촉시키는 단계; 및

연마 패드를 기재에 대해 상대적으로 이동시켜서 기재 표면을 연마하는 단계를 포함하는, 연마 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

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

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 관련 출원과의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2009년 12월 22일에 출원된 미국 가특허 출원 제 61/288,982호 및 2010년 12월 13일에 출원된 미국 가특허 출원 제61/422,442호의 이득을 주장하며, 이들의 개시 내용은 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다.

- [0003] 반도체 소자와 집적 회로의 제조 동안, 기소 웨이퍼는 일련의 침착 및 에칭 단계를 통해 반복적으로 가공되어 중첩하는 재료층과 소자 구조물을 형성한다. 웨이퍼 표면을 가로질러 높은 균일도를 가지고서, 굽힘이나 (디싱(dishing))으로 알려진 함몰이 없는 평탄한 웨이퍼 표면을 얻을 목적으로, 화학적 기계적 평탄화(CMP)로 알려진 연마 기술을 이용하여 침착과 에칭 단계 후 남아 있는 표면 요철부(예를 들어, 범프, 불균일한 상승 영역, 골, 및 트렌치)를 제거할 수 있다.
- [0004] 전형적인 CMP 연마 공정에서는, 웨이퍼와 같은 기재가, 전형적으로 에칭 화학물질 및 또는 물 중의 연마 입자의 슬러리인 작업 액체의 존재 하에서 연마 패드에 대해 압착되고 연마 패드에 대하여 상대 이동된다. 연마 슬러리와 사용하기 위한 다양한 CMP 연마 패드가, 예를 들어 미국 특허 제5,257,478호(하이드(Hyde) 등); 제5,921,855호(오스테르헬트(Osterheld) 등); 제6,126,532호(세빌라(Sevilla) 등); 제6,899,598호(프라사드(Prasad)); 및 제7,267,610호(엘무프디(Elmufdi) 등)에 개시되었다. 고정된 연마성 연마 패드가 또한 알려져 있으며, 예를 들어 미국 특허 제6,908,366호(가그리아르디(Gagliardi))에 의해 예시된 바와 같은데, 여기서는 연마 입자가 일반적으로 종종 패드 표면으로부터 연장되는 정밀하게 형상화된 연마 복합체 형태로 패드 표면에 고정된다. 최근에는, 압축성 하부층으로부터 연장하는 다수의 연마 요소를 가진 연마 패드가 국제 특허 공개 WO/2006057714(바자즈(Bajaj))에 설명되었다. 매우 다양한 연마 패드가 알려지고 사용되고 있지만, 본 기술은 CMP를 위한, 특히 큰 다이 직경이 이용되고 있는 또는 높은 수준의 웨이퍼 표면 평탄성 및 연마 균일도가 요구되는 CMP 공정에서 새롭고 개선된 연마 패드를 계속 찾고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0005] 본 발명은 연마 층이 열 경화된 성분과 방사선 경화된 성분을 가진 다공성 연마 패드 및 그러한 연마 패드의 제조 방법을 제공한다. 중합체 입자의 이용을 통해 연마 층 내로 세공(pore)이 포함된다. 본 명세서에 개시된 다공성 연마 패드 내의 세공은, 일반적으로 종래의 열 경화된 연마 패드의 세공보다 세공 크기 불균일도가 낮으며 세공 크기가 작은 폐쇄 셀 세공이다. 세공 크기 및 분포에 대한 제어는, 예를 들어 연마 패드의 연마 성능에 유리할 수 있다.
- [0006] 일 태양에서, 본 발명은
- [0007] 제1 및 제2 대향 면을 가진 컴플라이언트(compliant) 층; 및
- [0008] 컴플라이언트 층의 제1 면 상에 배치된 다공성 연마 층을 포함하는 연마 패드를 제공하며, 다공성 연마 층은
- [0009] 열 경화된 성분과 방사선 경화된 성분을 포함하는 가교결합된 네트워크 - 여기서 방사선 경화된 성분과 열 경화된 성분은 가교결합된 네트워크에서 공유결합됨 - ;
- [0010] 가교결합된 네트워크 내에 분산된 중합체 입자; 및
- [0011] 가교결합된 네트워크 내에 분산된 폐쇄 셀 세공을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 연마 패드는 컴플라이언트 층과 다공성 연마 층 사이에 개재된 지지 층을 추가로 포함한다.
- [0012] 다른 태양에서, 본 발명은 연마 패드의 제조 방법을 제공하는데, 본 방법은
- [0013] 열 경화성 수지 조성물, 방사선 경화성 수지 조성물, 및 중합체 입자를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;
- [0014] 조성물에 세공을 형성하는 단계;
- [0015] 지지 층 상에 조성물을 위치시키는 단계; 및
- [0016] 방사선 경화성 수지 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키기 위해 조성물을 방사선에 노출시키고 열 경화성 수지 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키기 위해 조성물을 가열하여 지지 층 상에 다공성 연마 층을 형성하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 본 방법은 다공성 연마 층에 대향하는 지지 층의 표면에 컴플라이언트 층을 접착 접합시키는 단계를 추가로 포함한다.
- [0017] 추가 태양에서, 본 발명은 연마 방법을 제공하는데, 본 방법은

- [0018] 본 발명에 따른 연마 패드의 다공성 연마 층과 기재 표면을 접촉시키는 단계; 및
- [0019] 연마 패드를 기재에 대하여 상대 이동시켜서 기재 표면을 연마하는 단계를 포함한다.
- [0020] 본 발명에 따른 연마 패드의 예시적 실시 형태는 다양한 연마 응용에서 그들의 사용을 가능하게 하는 다양한 특징과 특성을 갖는다. 일부 실시 형태에서, 본 발명의 연마 패드는 집적 회로와 반도체 소자의 제조에 사용되는 웨이퍼의 화학적 기계적 평탄화(CMP)에 특히 매우 적합할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 본 명세서에서 설명된 연마 패드는 다음 이점 중 일부 또는 전부를 제공할 수 있다.
- [0021] 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 본 발명에 따른 연마 패드는 패드의 연마 표면과 연마되는 기재 표면 사이의 계면에서 CMP 공정에 사용되는 작업 액체를 더 잘 보유하도록 작용하여, 연마를 증대시키는 데 있어서 작업 액체의 유효성을 향상시킬 수 있다. 다른 예시적 실시 형태에서, 본 발명에 따른 연마 패드는 연마 동안 웨이퍼 표면의 디싱 및/또는 에지 부식을 감소시키거나 제거할 수 있다. 일부 예시적 실시 형태에서, 본 발명에 따른 연마 패드를 CMP 공정에서 사용하여 개선된 웨이퍼 내 연마 균일성, 더 평탄한 연마된 웨이퍼 표면, 웨이퍼로부터 에지 다이 수율의 증가, 및 개선된 CMP 공정 작업 조건 및 일관성을 가져올 수 있다. 추가 실시 형태에서, 본 발명에 따른 연마 패드를 사용함으로써, 높은 칩 수율을 얻기 위해 요구되는 표면 균일도를 유지하거나, 웨이퍼 표면의 연마 균일성을 유지하기 위해 패드 표면의 컨디셔닝이 요구되기 전에 더 많은 웨이퍼를 가공하거나, 또는 공정 시간 및 패드 컨디셔너(conditioner)의 마모를 감소시키면서 더 큰 직경의 웨이퍼의 가공을 허용할 수 있다.
- [0022] 본 발명에서:
- [0023] "세공 크기 불균일도"는 세공 크기 평균의 표준 편차를 평균 세공 크기로 나누고 100을 곱한 것을 말한다.
- [0024] 용어 "폴리우레탄"은 임의의 조합의 하나 초과와 우레탄 결합($-\text{NH}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-$), 우레아 결합($-\text{NH}-\text{C}(\text{O})-\text{NH}-$ 또는 $-\text{NH}-\text{C}(\text{O})-\text{N}(\text{R})-$, 여기서 R은 수소, 지방족, 지환족 또는 방향족 기일 수 있음), 뷰렛, 알로파네이트, 우렛다이온, 또는 아이소시아누레이트 결합을 가진 중합체를 말한다.
- [0025] 용어 "(메트)아크릴레이트"는, 우레탄 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 및 아크릴레이트와 메타크릴레이트의 조합을 포함할 수 있는 아크릴레이트와 메타크릴레이트를 말한다.
- [0026] 용어 "중합체성"은 낮은 상대 분자 질량의 분자로부터 유도된 단위가 여러번 반복되는 구조를 가진 분자를 말한다. 용어 "중합체성"은 "올리고머성"을 포함한다.
- [0027] 부정관사("a", "an") 및 정관사("the")와 같은 용어는 단수만을 말하고자 하는 것이 아니며, 예시를 위해 사용될 수 있는 구체적인 예의 일반 부류를 포함한다. 용어 부정관사 및 정관사는 용어 "적어도 하나"와 상호교환적으로 사용된다.
- [0028] 목록이 뒤따르는 어구 "~ 중 적어도 하나" 및 "~ 중 적어도 하나를 포함한다"는 목록 내의 항목 중 어느 하나 및 목록 내의 둘 이상의 항목의 임의의 조합을 말한다.
- [0029] 모든 수치 범위는 달리 표시되지 않으면 그들의 중점 및 중점 사이의 정수가 아닌 값을 포함한다.
- [0030] 본 개시 내용의 예시적인 실시 형태의 다양한 태양 및 장점에 대해 요약하였다. 상기의 발명의 내용은 본 발명의 각각의 예시된 실시 형태 또는 모든 구현예를 개시하고자 하는 것은 아니다. 이하의 도면 및 상세한 설명은 본 발명의 일부 실시 형태를 보다 구체적으로 예시한다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 본 발명의 예시적인 실시 형태가 첨부 도면을 참조하여 추가로 설명된다.

<도 1a 및 도 1b>

도 1a 및 도 1b는 각각 종래 기술의 다공성 연마 패드의 단면 및 평면 현미경사진.

<도 2>

도 2는 본 발명에 따른 연마 패드의 일 실시 형태의 개략 측면도.

<도 3>

도 3은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 돌출 연마 요소를 가진 연마 패드의 측면도.

<도 4>

도 4는 본 발명의 또 다른 실시 형태에 따른 돌출 연마 요소를 가진 연마 패드의 측면도.

<도 5a 및 도 5b>

도 5a 및 도 5b는 각각 본 발명에 따른 연마 층을 형성하는 데 유용한 실시예 2의 경화된 조성물의 단면 및 평면 현미경사진.

<도 6a 및 도 6b>

도 6a 및 도 6b는 각각 비교예 3의 경화된 조성물의 단면 및 평면 현미경사진.

<도 7a 및 도 7b>

도 7a 및 도 7b는 각각 본 발명에 따른 연마 층을 형성하는 데 유용한 실시예 15의 경화된 조성물의 단면 및 평면 현미경사진.

<도 8>

도 8은 본 발명에 따른 연마 층을 형성하는 데 유용한 실시예 11의 경화된 조성물의 단면 현미경사진.

도면에서 유사한 참조 번호는 유사한 요소를 나타낸다. 본 명세서의 도면은 축척대로 도시되어 있지 않고, 도면에서 연마 패드의 구성요소는 선택된 특징부를 강조하도록 크기가 설정되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 전형적인 CMP 패드는 세공을 가진 열경화성(예를 들어, 폴리우레탄) 재료로부터 제작된다. 세공은 마이크로벌룬(microballoon), 가용성 섬유, (예를 들어, 현장에서 또는 현장 밖에서 생성된) 기체 포획, 및 물리적 공기 포획과 같은 다양한 방법을 이용하여 생성될 수 있다. 세공 크기, 세공 부피, 및 패드에 걸친 세공 분포의 제어는, 이들 방법을 이용할 경우 중합 동안 생성되는 온도 구배, 성형 작업으로부터 야기되는 스킨/코어 효과, 섬유의 분포, 가용성 섬유의 용해 속도, 및 연마 화학물질로 인하여 어려울 수 있다.
- [0033] 일부 구매가능한 CMP 패드는 아이소시아네이트 수지의 열 경화 동안 생성된 개방 셀 패드 구성을 갖는다. 도 1은 미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의 피피지 인더스트리즈(PPG Industries)로부터 상표명 "S7"로 입수가능한 상업적으로 제조된 개방 셀 CMP 패드의 단면도와 평면도를 보여준다. 도 1에 나타난 바와 같이, 이 패드 내의 세공의 크기, 형상, 및 분포는 제어되어 있지 않다.
- [0034] 본 발명은, 전형적으로 폐쇄 셀 세공이 제어된 크기와 균일도를 가지고서 형성된 개선된 다공성 연마 패드에 관한 것이다. 본 발명의 다양한 예시적인 실시 형태가 이제 설명될 것이다. 본 발명의 예시적인 실시 형태는 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 다양한 수정 및 변경을 가질 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 형태는 하기에 설명된 예시적인 실시 형태로 제한되어서는 안되며, 특허청구범위에 기재된 한정 및 그의 임의의 등가물에 의해 제한되어야 함을 이해하여야 한다.
- [0035] 이제 도 2를 참조하면, 다공성 연마 패드(2a)는 컴플라이언트 층(10a) 및 컴플라이언트 층의 일면(즉, 하나의 주요 표면) 상에 배치된 다공성 연마 층(12a)을 포함한다. 다공성 연마 층(12a)과 컴플라이언트 층(10a) 사이에는 본 발명의 다공성 연마 패드 및 방법의 일부 실시 형태에 유용한, 선택적인 지지 층(8a)이 개재된다. 다공성 연마 층은 가교결합된 네트워크, 가교결합된 네트워크 내에 분산된 중합체 입자, 및 가교결합된 네트워크 내에 분산된 폐쇄 셀 세공을 포함한다. 연마 패드의 성분이 연마 동안 제거되어 (예를 들어, 부식 또는 용해에 의해) 공극을 형성하는 연마 패드 및 방법과는 대조적으로, 본 발명에 따른 연마 패드는 연마 공정이 시작되기 전에 다공성이다.
- [0036] 연마 층 내의 예시적인 중합체 입자는 열가소성 중합체 입자, 열경화성 중합체 입자, 및 그의 혼합물을 포함할 수 있다. 용어 "열가소성 중합체"는, 본질적으로 가교결합되지 않으며 본질적으로 3차원 네트워크를 형성하지 않는 중합체성 재료를 말한다. 용어 "열경화성"은, 적어도 실질적으로 가교결합되는 중합체를 말하는데, 여기서 상기 중합체는 본질적으로 3차원 네트워크를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 가열시에 입자의 소결이 최소이도록 선택될 수 있다(즉, 중합체 입자의 경계에서 소성 유동이 최소이며, 본 발명의 연마 패드 내의 중합체 입자의 입자들 사이에서 응집이 거의 내지는 전혀 없다). 일부 실시 형태에서, 패드의 중합체 입자가 미립자 열가소성 중합체를 포함할 경우, 연마 패드는 미립자 열가소성 중합체의 용융 또는 소결 점 미만에서

제조될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 중합체 입자는 열경화성 중합체를 포함한다.

[0037] 본 발명의 실시예에 유용한 중합체 입자는 다양한 방법(예를 들어, 축합 반응, 자유 라디칼 개시 반응, 또는 그의 조합)에 의해 제조될 수 있다. 또 다른 실시 형태에서, 중합체는 단계적 또는 동시 축합 및 자유 라디칼 중합 반응에 의해 형성된 상호침투 중합체 네트워크를 포함할 수 있다. 본 발명에서, 용어 "상호침투 중합체 네트워크(IPN)"는 둘 모두가 네트워크 형태인 2가지 중합체의 조합으로서, 적어도 하나의 중합체는 다른 하나가 존재하는 즉시 합성 또는 가교결합되는 것을 지칭한다. 전형적으로 IPN에서, 두 중합체들 사이에는 유도된 공유 결합이 없다. 따라서, 기계적 블렌딩과 공중합에 더하여, IPN은 상이한 중합체가 물리적으로 조합될 수 있게 하는 다른 메커니즘을 나타낸다.

[0038] 중합체 입자는 다양한 방법에 의해 제조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 벌크 중합체는 극저온에 의해 분쇄되고 원하는 입자 크기 범위로 분류될 수 있다. 중합체 입자의 형상은 규칙적이거나 불규칙적일 수 있으며, 구, 섬유, 디스크, 플레이크, 및 그의 조합 또는 혼합인 형상을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 실질적으로 구형이다. 용어 "실질적으로 구형"은 구형도가 0.75 이상(일부 실시 형태에서, 0.8, 0.85, 0.9, 0.95, 0.96, 0.97, 또는 0.98 이상)인 입자를 말한다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 섬유이다. 본 발명을 실시하는 데 유용한 섬유는 전형적으로 종횡비(즉, 최단 치수에 대한 최장 치수)가 1.5:1 이상, 예를 들어 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, 10:1, 25:1, 50:1, 75:1, 100:1 이상, 또는 그 이상이다. 본 발명의 실시예에 유용한 섬유는 종횡비가 2:1 내지 100:1, 5:1 내지 75:1, 또는 10:1 내지 50:1 범위일 수 있다.

[0039] 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 평균 입자 크기가 5 마이크로미터 이상(일부 실시 형태에서, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 또는 50 이상)일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 평균 입자 크기가 최대 500 (일부 실시 형태에서, 최대 400, 300, 200, 또는 100) 마이크로미터일 수 있다. 입자 크기는 일반적으로 입자의 직경을 말하지만, 입자가 구형이 아닌 실시 형태(예를 들어, 섬유)에서는, 입자 크기는 입자의 최장 치수를 말할 수 있다. 중합체 입자의 평균 입자 크기는 종래 방법에 의해 측정할 수 있다. 예를 들어, 중합체 입자의 평균 입자 크기는 벡만 코울터 인코포레이티드(Beckman Coulter Incorporated)에서 제조되고 그로부터 구매가 가능한 코울터 LS 입자 크기 분석기와 같은, 광 산란 기술을 이용하여 측정할 수 있다. 본 명세서와 특허청구범위에서 사용되는 바와 같이, "입자 크기"는 코울터 카운터 LS 입자 크기 분석기를 이용한 광 산란에 의해 측정할 때 부피%를 기준으로 한 입자의 직경 또는 최장 치수를 말한다. 이러한 광 산란 기술에서, 크기는 입자의 실제 형상에 관계없이 유체역학적 회전반경으로부터 측정된다. "평균" 입자 크기는 부피%를 기준으로 한 입자의 평균 직경이다. 일부 실시 형태에서, 특히 입자가 섬유인 실시 형태에서, 종래의 스크리닝 기술에 의해 측정할 때, 섬유는 최대 입자 크기가 최대 약 600, 500, 또는 450 마이크로미터(30, 35, 또는 40 U. S. 메쉬)이다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 섬유의 97, 98, 또는 99% 이상이 600, 500, 또는 400 마이크로미터(30, 35, 또는 40 U.S. 메쉬)의 개구를 가진 스크린을 통과한다.

[0040] 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 높은 균일도를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자 크기의 불균일도는 최대 75(일부 실시 형태에서, 최대 70, 65, 60, 65, 또는 50)%이다. 입자 크기 불균일도는 입자 크기 표준 편차를 평균 입자 크기로 나누고 100을 곱한 것을 말한다.

[0041] 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 실질적으로 중실이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 용어 "실질적으로 중실"은 미립자 중합체가 중공이 아니며, 예를 들어 중합체 입자가 중공 미세캡슐 형태가 아님을 의미한다. 그러나, 일부 실시 형태에서, 실질적으로 중공인 중합체 입자는 포획된 기포를 함유할 수 있다.

[0042] 적합한 중합체 입자에는 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐플루오라이드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 나일론, 폴리카르보네이트, 폴리에스테르, 폴리(메트)아크릴레이트, 폴리에테르, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리에폭사이드, 폴리스티렌, 폴리아미드(예를 들어, 폴리에테르이미드), 폴리설폰 및 그의 혼합물이 포함된다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 폴리(메트)아크릴레이트, 폴리우레탄, 폴리에폭사이드 및 그의 혼합물로부터 선택될 수 있다.

[0043] 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 수용성 입자를 포함한다. 예시적인 유용한 수용성 입자에는 당류(예를 들어, 텍스트린, 사이클로텍스트린, 전분, 만니톨, 및 락토스와 같은 다당류), 셀룰로오스(예를 들어, 하이드록시프로필셀룰로오스 및 메틸셀룰로오스), 단백질, 폴리비닐 알코올, 폴리비닐 피롤리돈, 폴리아크릴산, 폴리에틸렌 옥사이드, 수용성 감광 수지, 설폰화 폴리아이소프렌, 설폰화 폴리아이소프렌 공중합체, 및 이들의 임의의 조합으로 제조된 입자가 포함된다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 셀룰로오스를 포함한다. 이들 실시 형태 중 일부에서, 중합체 입자는 메틸셀룰로오스를 포함한다. 이들 실시 형태에서 중합체 입자는 수용성 입자를 포함하더라도, 중합체 입자는 연마 층이 형성될 때 연마 층에 세공을 형성할 수 있다. 연마 동안 입자를 용해

시킬 수 있는 작업 액체는 세공 형성에 필요하지 않다.

- [0044] 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 폴리우레탄을 포함하며, 폴리우레탄은, 예를 들어 적어도 2개의 아이소시아네이트 기, 및/또는 적어도 2개의 캡핑된 아이소시아네이트 기를 가진 캡핑된 아이소시아네이트 반응물을 포함하는 수지; 및 아이소시아네이트 기와 반응성인 적어도 2개의 기를 가진 제2 수지로부터 제조될 수 있다.
- [0045] 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 수지는 함께 혼합되고 중합되거나 경화되어 벌크 폴리우레탄을 형성할 수 있으며, 이는 그 후 분쇄되고(예를 들어, 극저온으로 분쇄됨), 선택적으로 분류될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 제1 및 제2 수지를 함께 혼합하고, 혼합물을 교반 하에서 (선택적으로 유기 공용매 및/또는 계면활성제의 존재 하에서) 가열된 탈이온수 내로 천천히 붓고, 형성된 미립자 재료를 (예를 들어, 여과에 의해) 단리하고, 단리된 미립자 재료를 건조시키고, 선택적으로 건조된 미립자 폴리우레탄을 분류함으로써 형성될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 아이소시아네이트와 수소 재료는 유기 용매(예를 들어, 알코올, 수불용성 에테르, 분지형 및 직쇄 탄화수소, 케톤, 톨루엔, 자일렌 및 그의 혼합물)의 존재 하에서 함께 혼합될 수 있다.
- [0046] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 포함하는 제1 수지는 아이소시아네이트 작용성 단량체, 아이소시아네이트 작용성 예비중합체 및 그의 조합으로부터 선택될 수 있다. 예시적인 적합한 아이소시아네이트 단량체에는 지방족 폴리아이소시아네이트; 에틸렌계 불포화 폴리아이소시아네이트; 지환족 폴리아이소시아네이트; 아이소시아네이트 기가 방향족 고리에 직접 결합되지 않은 방향족 폴리아이소시아네이트, 예를 들어 알파,알파'-자일렌 다이아이소시아네이트; 아이소시아네이트 기가 방향족 고리에 직접 결합된 방향족 폴리아이소시아네이트, 예를 들어 벤젠 다이아이소시아네이트; 이들 폴리아이소시아네이트의 할로젠화, 알킬화, 알콕실화, 질산화, 카르보다이이미드 개질된, 우레아 개질된, 및 뷰렛 개질된 유도체; 및 이들 폴리아이소시아네이트의 이량체화 및 삼량체화 생성물이 포함된다.
- [0047] 예시적인 지방족 폴리아이소시아네이트에는 에틸렌 다이아이소시아네이트, 트라이메틸렌 다이아이소시아네이트, 테트라메틸렌 다이아이소시아네이트, 헥사메틸렌 다이아이소시아네이트, 옥타메틸렌 다이아이소시아네이트, 노나메틸렌 다이아이소시아네이트, 2,2'-다이메틸헥산 다이아이소시아네이트, 2,2,4-트라이메틸헥산 다이아이소시아네이트, 데카메틸렌 다이아이소시아네이트, 2,4,4,-트라이메틸헥사메틸렌 다이아이소시아네이트, 1,6,1-운데칸트라이아이소시아네이트, 1,3,6-헥사메틸렌 트라이아이소시아네이트, 1,8-다이아이소시아나토-4-(아이소시아나토메틸)옥탄, 2,5,7-트라이메틸-1,8-다이아이소시아나토-5-(아이소시아나토메틸)옥탄, 비스(아이소시아나토에틸)-카르보네이트, 비스(아이소시아나토에틸)에테르, 2-아이소시아나토프로필-2,6-다이아이소시아나토헥사노에이트, 라이신다이아이소시아네이트 메틸 에스테르, 라이신트라이아이소시아네이트 메틸 에스테르 및 그의 혼합물이 포함된다.
- [0048] 예시적인 적합한 에틸렌계 불포화 폴리아이소시아네이트에는 부텐 다이아이소시아네이트 및 1,3-부타다이엔-1,4-다이아이소시아네이트가 포함될 수 있다. 예시적인 적합한 지환족 폴리아이소시아네이트에는 아이소포론 다이아이소시아네이트, 사이클로헥산 다이아이소시아네이트, 메틸사이클로헥산 다이아이소시아네이트, 비스(아이소시아나토메틸)사이클로헥산, 비스(아이소시아나토사이클로헥실)메탄, 비스(아이소시아나토사이클로헥실)-2,2-프로판, 비스(아이소시아나토사이클로헥실)-1,2-에탄, 2-아이소시아나토메틸-3-(3-아이소시아나토프로필)-5-아이소시아나토메틸-바이사이클로[2.2.1]-헵탄, 2-아이소시아나토메틸-3-(3-아이소시아나토프로필)-6-아이소시아나토메틸-바이사이클로[2.2.1]-헵탄, 2-아이소시아나토메틸-2-(3-아이소시아나토프로필)-5-아이소시아나토메틸-바이사이클로[2.2.1]-헵탄, 2-아이소시아나토메틸-2-(3-아이소시아나토프로필)-6-아이소시아나토메틸-바이사이클로[2.2.1]-헵탄, 2-아이소시아나토메틸-3-(3-아이소시아나토프로필)-6-(2-아이소시아나토에틸)-바이사이클로[2.2.1]-헵탄, 2-아이소시아나토메틸-2-(3-아이소시아나토프로필)-5-(2-아이소시아나토에틸)-바이사이클로[2.2.1]-헵탄, 2-아이소시아나토메틸-2-(3-아이소시아나토프로필)-6-(2-아이소시아나토에틸)-바이사이클로[2.2.1]-헵탄 및 그의 혼합물이 포함된다.
- [0049] 아이소시아네이트 기가 방향족 고리에 직접 결합되지 않는 예시적인 방향족 폴리아이소시아네이트에는 비스(아이소시아나토에틸)벤젠, 알파, 알파, 알파', 알파'-테트라메틸자일렌 다이아이소시아네이트, 1,3-비스(1-아이소시아나토-1-메틸에틸)벤젠, 비스(아이소시아나토부틸)벤젠, 비스(아이소시아나토메틸)나프탈렌, 비스(아이소시아나토메틸)다이페닐 에테르, 비스(아이소시아나토에틸)프탈레이트, 메시틸렌 트라이아이소시아네이트, 2,5-다이(아이소시아나토메틸)푸란 및 그의 혼합물이 포함된다.
- [0050] 방향족 고리에 직접 결합된 아이소시아네이트 기를 가진 예시적인 적합한 방향족 폴리아이소시아네이트에는 페닐렌 다이아이소시아네이트, 에틸페닐렌 다이아이소시아네이트, 아이소프로필페닐렌 다이아이소시아네이트, 다이메틸페닐렌 다이아이소시아네이트, 다이에틸페닐렌 다이아이소시아네이트, 다이아이소프로필페닐렌 다이아이소

시아네이트, 트라이메틸벤젠 트라이아이소시아네이트, 벤젠 트라이아이소시아네이트, 나프탈렌 다이아이소시아네이트, 메틸나프탈렌 다이아이소시아네이트, 바이페닐 다이아이소시아네이트, 오르토-톨리딘 다이아이소시아네이트, 4,4'-다이페닐메탄 다이아이소시아네이트, 비스(3-메틸-4-아이소시아나토페닐)메탄, 비스(아이소시아나토페닐)에틸렌, 3,3'-다이메톡시-바이페닐-4,4'-다이아이소시아네이트, 트라이페닐메탄 트라이아이소시아네이트, 중합체성 4,4'-다이페닐메탄 다이아이소시아네이트, 나프탈렌 트라이아이소시아네이트, 다이페닐메탄-2,4,4'-트라이아이소시아네이트, 4-메틸다이페닐메탄-3,5,2',4',6'-펜타아이소시아네이트, 다이페닐에테르 다이아이소시아네이트, 비스(아이소시아나토페닐에테르)에틸렌글리콜, 비스(아이소시아나토페닐에테르)-1,3-프로필렌글리콜, 벤조페논 다이아이소시아네이트, 카르바졸 다이아이소시아네이트, 에틸카르바졸 다이아이소시아네이트, 다이클로로카르바졸 다이아이소시아네이트 및 그의 혼합물이 포함된다.

[0051] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 포함하는 제1 수지는 알파, 알파'-자일렌 다이아이소시아네이트, 알파, 알파, 알파', 알파'-테트라메틸자일렌 다이아이소시아네이트, 아이소포론 다이아이소시아네이트, 비스(아이소시아나토사이클로헥실)메탄, 톨루엔 다이아이소시아네이트, 4,4'-다이페닐메탄 다이아이소시아네이트, 및 그의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0052] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 가진 제1 수지는 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체를 포함할 수 있다. 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체는 다양한 종래 기술에 의해 제조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 다이올과 같은 적어도 하나의 폴리올, 및 다이아이소시아네이트 단량체와 같은 적어도 하나의 아이소시아네이트 작용성 단량체는 함께 반응되어 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 가진 폴리우레탄 예비중합체를 형성할 수 있다. 예시적인 적합한 아이소시아네이트 작용성 단량체에는 전술한 아이소시아네이트 작용성 단량체가 포함된다.

[0053] 본 발명의 실시예에 유용한 적합한 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체는 분자량이 넓은 범위 내에서 변할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체는 수평균 분자량(Mn)이, 예를 들어 폴리스티렌 표준물을 이용한 겔 투과 크로마토그래피(GPC)에 의해 측정될 때, 500 내지 15,000, 또는 500 내지 5000일 수 있다.

[0054] 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체의 제조에 유용한 예시적인 폴리올에는 직쇄 또는 분지쇄 알칸 폴리올, 예를 들어 1,2-에탄다이올, 1,3-프로판다이올, 1,2-프로판다이올, 1,4-부탄다이올, 1,3-부탄다이올, 글리세롤, 네오펜틸 글리콜, 트라이메틸올에탄, 트라이메틸올프로판, 다이-트라이메틸올프로판, 에리트리톨, 펜타에리트리톨 및 다이-펜타에리트리톨; 폴리알킬렌 글리콜, 예를 들어 다이-, 트라이-, 및 테트라에틸렌 글리콜, 및 다이-, 트라이- 및 테트라프로필렌 글리콜; 환형 알칸 폴리올, 예를 들어 사이클로헥산다이올, 사이클로헥산트라이올, 사이클로헥산다이메탄올, 하이드록시프로필사이클로헥산올 및 사이클로헥산다이에탄올; 방향족 폴리올, 예를 들어 다이하이드록시벤젠, 벤젠트라이올, 하이드록시벤질 알코올 및 다이하이드록시톨루엔; 비스페놀, 예를 들어 4,4'-아이소프로필리덴다이페놀 (비스페놀 A); 4,4'-옥시비스페놀, 4,4'-다이하이드록시벤조페논, 4,4'-티오비스페놀, 페놀프탈레인, 비스(4-하이드록시페닐)메탄 (비스페놀 F), 4,4'-(1,2-에텐다이일)비스페놀 및 4,4'-설포닐비스페놀; 할로겐화 비스페놀, 예를 들어 4,4'-아이소프로필리덴비스(2,6-다이브로모페놀), 4,4'-아이소프로필리덴비스(2,6-다이클로로페놀) 및 4,4'-아이소프로필리덴비스(2,3,5,6-테트라클로로페놀); 알콕실화 비스페놀, 예를 들어 에톡시, 프로폭시, 알파-부톡시 및 베타-부톡시 기와 같은 하나 이상의 알콕시 기를 가진 알콕실화 4,4'-아이소프로필리덴다이페놀; 및 4,4'-아이소프로필리덴-비스사이클로헥산올, 4,4'-옥시비스사이클로헥산올, 4,4'-티오비스사이클로헥산올 및 비스(4-하이드록시사이클로헥산올)메탄과 같은 상응하는 비스페놀을 수소화시켜 제조될 수 있는 비스사이클로헥산올이 포함된다.

[0055] 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체의 제조에 유용한 적합한 폴리올의 추가 예에는 고급 폴리알킬렌 글리콜, 예를 들어 수평균 분자량(Mn)이 200 내지 2000 그램/몰인 폴리에틸렌 글리콜; 하이드록실-보유 아크릴, 예를 들어 (메트)아크릴레이트와 하이드록시 작용성 (메트)아크릴레이트의 공중합으로부터 형성된 것들, 예를 들어 메틸 메타크릴레이트 및 하이드록시에틸 메타크릴레이트 공중합체; 및 하이드록시 작용성 폴리에스테르, 예를 들어 부탄 다이올과 같은 다이올과 아디프산 또는 다이에틸 아디페이트와 같은 이산 또는 다이에스테르의 반응으로부터 형성된 것들이 포함된다. 일부 실시 형태에서, 본 발명의 실시예에 유용한 폴리올은 수평균 분자량(Mn)이 200 내지 2000 그램/몰일 수 있다.

[0056] 일부 실시 형태에서, 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체는 다이아이소시아네이트, 예를 들어 톨루엔 다이아이소시아네이트를 폴리알킬렌 글리콜, 예를 들어 폴리(테트라하이드로푸란)과 반응시킴으로써 제조될 수 있다.

- [0057] 일부 실시 형태에서, 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체는 촉매의 존재 하에서 제조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 사용된 촉매의 양은 폴리올과 아이소시아네이트 작용성 단량체의 총중량을 기준으로, 5 중량% 미만, 또는 3 중량% 미만, 또는 1 중량% 미만일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 예시적인 적합한 촉매에는 유기산의 주석함유 부가물, 예를 들어 2가주석 옥토에이트, 다이부틸 주석 다이라우레이트, 다이부틸 주석 다이아세테이트, 다이부틸 주석 메르캅타이드, 다이부틸 주석 다이말레에이트, 다이메틸 주석 다이아세테이트, 다이메틸 주석 다이라우레이트, 1,4-다이아자바이사이클로[2.2.2]옥탄, 및 그의 혼합물이 포함된다. 다른 실시 형태에서, 촉매는 아연 옥토에이트, 비스무스, 또는 아세틸아세트산 제2철일 수 있다. 추가의 예시적인 적합한 촉매에는 3차 아민, 예를 들어 트라이에틸아민, 트라이아이소프로필아민 및 N,N-다이메틸벤질아민이 포함된다.
- [0058] 일부 실시 형태에서, 중합체 입자의 제조에 유용한 폴리우레탄의 경우, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 가진 제1 수지는 적어도 2개의 캡핑된 아이소시아네이트 기를 가진 캡핑된 아이소시아네이트 화합물을 포함한다. 용어 "캡핑된 아이소시아네이트 화합물"은 캡핑이 제거된 (즉, 유리) 아이소시아네이트 기 및 별도의 또는 유리 캡핑 기로 전환될 수 있는 말단 및/또는 펜던트 캡핑된 아이소시아네이트 기를 가진 단량체 또는 예비중합체를 말한다. 적합한 아이소시아네이트 화합물의 전술한 예 중 임의의 것이 캡핑될 수 있다. 캡핑된 아이소시아네이트의 예시적인 비일시적 캡핑 기에는 1H-아졸, 예를 들어 1H-이미다졸, 1H-피라졸, 3,5-다이메틸-1H-피라졸, 1H-1,2,3-트리아아졸, 1H-1,2,3-벤조트리아아졸, 1H-1,2,4-트리아아졸, 1H-5-메틸-1,2,4-트리아아졸 및 1H-3-아미노-1,2,4-트리아아졸; 락탐, 예를 들어 ε-카프로락탐 및 2-피롤리디논; 모르폴린, 예를 들어 3-아미노프로필 모르폴린; 및 N-하이드록시 프탈이미드가 포함된다. 캡핑된 아이소시아네이트 화합물의 예시적인 일시적 캡핑 기에는 알코올, 예를 들어 프로판올, 아이소프로판올, 부탄올, 아이소부탄올, tert-부탄올 및 헥산올; 알킬렌 글리콜 모노알킬 에테르, 예를 들어 에틸렌 글리콜 모노알킬 에테르(예를 들어, 에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르 및 에틸렌 글리콜 모노헥실 에테르), 및 프로필렌 글리콜 모노알킬 에테르(예를 들어, 프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르); 및 케톡심, 예를 들어 메틸 에틸 케톡심이 포함된다.
- [0059] 어떤 이론에도 구애되고자 함이 없이, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 가진 제1 수지에 캡핑된 아이소시아네이트 재료를 포함시키는 것은 (a) 미립자 폴리우레탄 입자의 적어도 일부 사이에서; 그리고/또는 (b) 미립자 폴리우레탄의 적어도 일부와 가교결합된 네트워크의 적어도 일부 사이에서 공유 결합의 형성을 야기할 수 있는 것으로 여겨진다. 일부 실시 형태에서, 캡핑된 아이소시아네이트 화합물은, 유리 아이소시아네이트 및 캡핑된 아이소시아네이트 기의 총 몰당량을 기준으로, 제1 수지가 5 몰% 이상, 또는 10 몰% 이상, 또는 40 몰% 미만, 또는 50 몰% 미만의 양의 캡핑된 아이소시아네이트 기를 지니도록 하는 양으로 존재할 수 있다.
- [0060] 아이소시아네이트 기와 반응성인 적어도 2개의 기를 가진 제2 수지는 매우 다양한 재료로부터 선택될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 수지는 하이드록실, 메르캅토, 1차 아민, 2차 아민 및 그의 조합으로부터 선택된 작용기를 갖는다. 예시적인 적합한 제2 수지는 전술한 폴리올을 포함한다.
- [0061] 일부 실시 형태에서, 아이소시아네이트 기와 반응성인 적어도 2개의 기를 가질 수 있는 제2 수지는 폴리아민을 포함한다. 예시적인 폴리아민에는 에틸렌아민, 예를 들어 에틸렌다이아민(EDA), 다이에틸렌트리아민(DETA), 트라이에틸렌테트라민(TETA), 테트라에틸렌펜타민(TEPA), 펜타에틸렌헥사민(PEHA), 피페라진, 다이에틸렌다이아민(DED), 및 2-아미노-1-에틸피페라진이 포함된다. 추가의 예시적인 적합한 폴리아민에는 다이알킬 톨루엔다이아민의 하나 이상의 이성체, 예를 들어 3,5-다이메틸-2,4-톨루엔다이아민, 3,5-다이메틸-2,6-톨루엔다이아민, 3,5-다이메틸-2,4-톨루엔다이아민, 3,5-다이메틸-2,6-톨루엔다이아민, 3,5-다이아미소프로필-2,4-톨루엔다이아민, 3,5-다이아미소프로필-2,6-톨루엔다이아민 및 그의 혼합물이 포함된다. 일부 실시 형태에서, 폴리아민은 메틸렌 다이아닐린, 트라이메틸렌글리콜 다이(파라-아미노벤조에이트), 및 아민-종결된 올리고머 및 예비중합체로부터 선택될 수 있다.
- [0062] 일부 실시 형태에서, 적합한 폴리아민은 4,4'-메틸렌-비스(다이알킬아닐린)(예를 들어, 4,4'-메틸렌-비스(2,6-다이메틸아닐린), 4,4'-메틸렌-비스(2,6-다이에틸아닐린), 4,4'-메틸렌-비스(2-에틸-6-메틸아닐린), 4,4'-메틸렌-비스(2,6-다이아이소프로필아닐린), 4,4'-메틸렌-비스(2-아이소프로필-6-메틸아닐린), 4,4'-메틸렌-비스(2,6-다이에틸-3-클로로아닐린) 및 그의 혼합물을 기제로 하는 것들로부터 선택될 수 있다.
- [0063] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 포함하는 제1 수지와 아이소시아네이트와 반응성인 적어도 2개의 기를 포함하는 제2 수지로부터 미립자 폴리우레탄을 제조하는 것은 촉매의 존재 하에서 실시될 수 있다. 적합한 촉매에는 아이소시아네이트 작용성 폴리우레탄 예비중합체의 제조를 위해 상기에 열거한 것들이 포함된다.
- [0064] 일부 실시 형태에서, 미립자 폴리우레탄 제조에 유용한, 아이소시아네이트 기와 선택적인 캡핑된 아이소시아네

이트 기 대 아이소시아네이트-반응성 기의 몰 당량비는 0.5:1.0 내지 1.5:1.0, 예를 들어 0.7:1.0 내지 1.3:1.0 또는 0.8:1.0 내지 1.2:1.0이다. 일부 실시 형태에서, 가교결합된 폴리우레탄은 우레탄 또는 우레아 결합이 나머지 아이소시아네이트와 반응하려고 하도록 제2 수지의 화학양론적 필요량 미만을 이용하여 제조될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 3작용성 화합물에 의한 2작용성의 부분 치환은 보다 열적으로 안정한 화학적 가교결합을 가져올 것이다.

[0065] 일부 유용한 미립자 폴리우레탄은, 예를 들어 일본 도쿄 소재의 어드밴스트 폴리머스 그룹의 다이니치세이가 컬러 앤드 케미칼스 매뉴팩처링 컴퍼니, 리미티드(Dainichiseika Color & Chemicals Mfg. Co., Ltd. Advanced Polymers Group)로부터, 상표명 "다이믹-베아즈(DAIMIC-BEAZ)"로 등급 "UCN-5350D", "UCN-5150D", 및 "UCN-5070D"로 구매가능하며; 폴리우레탄 입자는 일본 노미시 소재의 네가미 케미칼 인더스트리얼 컴퍼니, 리미티드(Negami Chemical Industrial Co., Ltd.)로부터 상표명 "아트 펄(ART PEARL)"로 입수가가능하며; 지방족 폴리에테르계 열가소성 폴리우레탄은, 예를 들어 바이엘 코퍼레이션(Bayer Corporation)으로부터 상표명 "텍신(TEXIN)"으로 입수가가능하다.

[0066] 일부 실시 형태에서, 본 발명의 실시예에 유용한 적합한 중합체 입자는 미립자 폴리에폭사이드를 포함한다. 미립자 폴리에폭사이드는, 예를 들어 적어도 2개의 에폭사이드 기를 가진 제1 수지와 에폭사이드의 에폭사이드 기와 반응성인 적어도 2개의 기를 가진 제2 수지의 반응 생성물로부터 제조될 수 있다.

[0067] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 에폭사이드 기를 포함하는 제1 수지와 제2 수지는 함께 혼합되어 중합되거나 경화되어 벌크 폴리에폭사이드를 형성할 수 있으며, 이것은 그 후 분쇄되고(예를 들어 극저온으로 분쇄됨), 선택적으로 분류될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 미립자 폴리에폭사이드는 에폭사이드 작용성 및 수소 작용성 재료를 함께 혼합하고, 혼합물을 교반 하에서 가열된 탈이온수에 천천히 붓고, 형성된 미립자 재료를 (예를 들어, 여과에 의해) 단리하고, 단리된 미립자 재료를 건조시키고, 선택적으로 건조된 미립자 폴리에폭사이드를 분류함으로써 형성될 수 있다.

[0068] 일부 실시 형태에서, 본 발명의 실시예에 유용한 적합한 에폭사이드 작용성 재료에는 에폭사이드 작용성 단량체, 에폭사이드 작용성 예비중합체 및 그의 조합이 포함된다. 예시적인 적합한 에폭사이드 작용성 단량체에는 지방족 폴리에폭사이드, 예를 들어 1,2,3,4-다이에폭시부탄, 1,2,7,8-다이에폭시옥탄; 치환족 폴리에폭사이드, 예를 들어 1,2,4,5-다이에폭시사이클로hex산, 1,2,5,6-다이에폭시사이클로옥탄, 7-옥사-바이사이클로[4.1.0]헵탄-3-카르복실산 7-옥사-바이사이클로[4.1.0]헵트-3-일메틸 에스테르, 1,2-에폭시-4-옥시라닐-사이클로hex산 및 2,3-(에폭시프로필)사이클로hex산; 방향족 폴리에폭사이드, 예를 들어 비스(4-하이드록시페닐)메탄 다이글리시딜 에테르; 수소화 비스페놀 A 다이에폭사이드 및 그의 혼합물이 포함될 수 있다. 본 발명에 유용할 수 있는 에폭사이드 작용성 단량체는 전형적으로 폴리올과 에피할로하이드린, 예를 들어 에피클로로하이드린의 반응으로부터 제조된다. 에폭사이드 작용성 단량체를 제조하기 위해 이용될 수 있는 폴리올은 아이소시아네이트 작용성 예비중합체의 제조와 관련하여 본 명세서에서 앞서 언급된 것들을 포함한다. 유용한 부류의 에폭사이드 작용성 단량체에는 비스페놀과 에피클로로하이드린의 반응(예를 들어, 4,4'-아이소프로필리덴다이페놀 다이글리시딜 에테르를 제조하기 위한 4,4'-아이소프로필리덴다이페놀과 에피클로로하이드린의 반응)으로부터 제조된 것들이 포함된다.

[0069] 일부 실시 형태에서, 미립자 에폭사이드의 제조에 유용한 에폭사이드 작용성 예비중합체는 중합체성 폴리올과 에피클로로하이드린을 반응시킴으로써 제조될 수 있다. 예시적인 적합한 중합체성 폴리올에는 폴리알킬렌 글리콜, 예를 들어 폴리에틸렌 글리콜 및 폴리테트라하이드로푸란; 폴리에스테르 폴리올; 폴리우레탄 폴리올; 폴리((메트)아크릴레이트) 폴리올; 및 그의 혼합물이 포함될 수 있다.

[0070] 본 발명의 일부 실시 형태에서, 에폭사이드 작용성 예비중합체는 (메트)아크릴레이트 단량체와 에폭사이드 작용성 라디칼 중합성 단량체(예를 들어, 글리시딜 (메트)아크릴레이트)로부터 제조될 수 있는 에폭시 작용성 폴리((메트)아크릴레이트) 중합체를 포함할 수 있다. 적합한 에폭사이드 작용성 예비중합체는 넓은 범위의 분자량을 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 에폭사이드 작용성 예비중합체의 분자량은 폴리스티렌 표준물을 이용하여 겔 투과 크로마토그래피(GPC)에 의해 측정될 때, 500 내지 15,000 그램/몰, 또는 500 내지 5000 그램/몰일 수 있다.

[0071] 에폭사이드와 반응성인 적어도 2개의 기를 가진 제2 수지는 하이드록실, 메르캅토, 카르복실산, 1차 아민 또는 2차 아민 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 제2 수지는 본 명세서에서 앞서 언급된 폴리올을 포함할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 제2 수지는 본 명세서에서 앞서 언급된 폴리아민을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 적합한 폴리아민은 1차 아민, 2차 아민, 및 그의 조합으로부터 선택된 적어도 2개

의 아민기를 가진 폴리아미드 예비중합체를 포함할 수 있다. 적합한 예시적인 폴리아미드 예비중합체에는, 예를 들어 독일 몬하임 소재의 코그니스 코포레이션, 코팅 앤드 잉크스 디비전(Cognis Corporation, Coating & Inks Division)으로부터 상표명 "베르사미드(VERSAMID)"로 입수가능한 것들이 포함될 수 있다.

[0072] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 에폭사이드 기를 포함하는 제1 수지와 에폭사이드와 반응성인 적어도 2개의 기를 포함하는 제2 수지로부터 미립자 에폭사이드를 제조하는 것은 촉매의 존재 하에서 실시될 수 있다. 예시적인 적합한 촉매에는 3차 아민, 예를 들어 트라이에틸아민, 트라이아이소프로필아민, 트라이-3차부틸 아민, 테트라플루오로붕산 및 N,N-다이메틸벤질아민이 포함된다. 일부 실시 형태에서, 촉매는 제2 수지가 에폭사이드 작용성 재료와 배합되기 전에 제2 수지 내로 혼입될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 사용된 촉매의 양은 배합된 제1 및 제2 수지의 총중량을 기준으로, 5 중량% 미만, 또는 3 중량% 미만, 또는 1 중량% 미만일 수 있다.

[0073] 미립자 가교결합 폴리에폭사이드를 제조하기 위해 사용되는 반응물의 에폭사이드 기 대 에폭사이드-반응성 기의 몰당량 비는 전형적으로 0.5:1.0 내지 2.0:1.0, 예를 들어 0.7:1.0 내지 1.3:1.0 또는 0.8:1.0 내지 1.2:1.0이다.

[0074] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기 또는 적어도 2개의 에폭사이드 기를 가진 제1 수지, 및/또는 제2 수지는 선택적으로 공지의 종래 첨가제를 포함할 수 있다. 그러한 첨가제의 예에는 열 안정제, 산화 방지제, 몰드 이형제, 정적 염료, 안료, 유연화 첨가제, 예를 들어 알콕실화 페놀 벤조에이트 및 폴리(알킬렌 글리콜) 다이벤조에이트, 및 계면활성제, 예를 들어 에틸렌 옥사이드/프로필렌 옥사이드 블록 공중합체 계면활성제가 포함된다. 일부 실시 형태에서, 그러한 첨가제는 배합된 제1 및 제2 수지의 총중량을 기준으로, 최대 10 중량%, 또는 최대 5 중량%, 또는 최대 3 중량%의 총량으로 존재할 수 있다.

[0075] 본 발명의 실시예에 유용한 다른 중합체 입자에는, 예를 들어 미국 조지아주 로렌스빌 소재의 롬 아메리카, 인코포레이티드(ROHM America, Incorporated)로부터 상표명 "로하돈(ROHADON)"으로, 그리고 네가미 케미칼 인터스 트리얼 컴퍼니, 리미티드로부터 상표명 "아트 펄"로 구매가능한 열가소성 폴리(메트)아크릴레이트가 포함된다. 본 발명의 실시예에 유용한 또 다른 중합체 입자에는, 예를 들어 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼 컴퍼니(Dow Chemical Company)로부터 상표명 "메토셀(METHOCEL)"로 구매가능한 셀룰로오스 입자가 포함된다.

[0076] 본 발명에 따른 연마 패드에 존재하는 중합체 입자의 양은 변할 수 있다. 흥미롭게도, 일부 실시 형태에서 소정의 기술을 이용하여 혼합된 중합체 입자의 양이 생성된 연마 층의 다공도에 예상치 못한 방식으로 영향을 준다는 것이 밝혀졌다. 예를 들어, 공전과 자전이 조합된 혼합기를 이용할 경우, 최대 20 중량%의 입자 수준이 최대 15 중량%의 입자 수준보다 적은 세공을 제공하는 것으로 밝혀졌다. 그러나, 다른 혼합 기술은 상이한 결과를 제공할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 미립자 중합체와 가교결합된 네트워크의 총중량을 기준으로, 1 중량% 이상, 또는 2.5 중량% 이상, 또는 5 중량% 이상의 양으로 존재한다. 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 중합체 입자와 가교결합된 네트워크의 총중량을 기준으로, 최대 25 중량%, 또는 최대 20 중량%, 또는 20 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있다.

[0077] 중합체 입자가 섬유인 실시 형태를 비롯한 일부 실시 형태에서, 중합체 입자는 중합체 입자와 가교결합된 네트워크의 총중량을 기준으로, 최대 10 중량%, 또는 최대 5 중량%, 또는 5 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있다. 유리하게도, 섬유 형태의 중합체 입자는 중합체 입자와 가교결합된 네트워크의 총중량을 기준으로, 최대 2 중량%의 수준에서도 유용한 수준의 다공도를 제공할 수 있다. 이들 실시 형태 중 일부에서, 중합체 입자는 수용성 섬유(예를 들어, 메틸셀룰로오스 섬유)이다. 실시예의 표 1과 표 2에 나타난 바와 같이, 구형 폴리우레탄 입자의 중량을 기준으로 한 등가량에서보다 메틸셀룰로오스 섬유에서 더 높은 수준의 다공도가 얻어진다. 실시예 12의 경화된 조성물의 단면 현미경사진인 도 8과, 각각 실시예 15의 경화된 조성물의 단면 및 평면 현미경사진인 도 7a와 7b 사이의 시각적 비교는, 2 중량%의 섬유(도 8)에서 10 중량% 입자(도 7a 및 도 7b)에서와 동일한 수준의 다공도가 얻어질 수 있음을 보여준다.

[0078] 동일한 다공도를 얻기 위하여 낮은 수준의 입자를 포함하는 것은, 예를 들어 가교결합된 네트워크에 걸친 입자 분포에서의 균일성 개선을 위하여, 그리고 연마 동안 패드 표면에서의 경도 유지를 위하여 유리할 수 있다.

[0079] 본 발명에 따른 연마 패드는 중합체 입자를 포함하는 연마 층 및 열 경화된 성분과 방사선 경화된 성분을 포함하는 가교결합된 네트워크를 포함한다. 매우 다양한 적합한 중합체가 가교결합된 네트워크의 형성에 유용할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 열 경화된 성분은 폴리우레탄, 폴리에폭사이드, 또는 우레탄-개질된 폴리에폭사이드 중 적어도 하나를 포함한다.

[0080] 전형적으로, 본 발명의 가교결합된 네트워크는 중합체 입자의 존재 하에서 형성된다. 일부 실시 형태에서, 열

경화성 수지 조성물 및 방사선 경화성 수지 조성물은 경화성 조성물이 중합체 입자의 존재 하에 있는 동안 반응하여 가교결합된 네트워크를 형성할 수 있다.

- [0081] 일부 실시 형태에서, 본 명세서에 개시된 연마 층은 중합체 입자와 가교결합된 네트워크의 총중량을 기준으로, 75 중량% 이상, 또는 80 중량% 이상, 또는 85 중량% 이상의 가교결합된 네트워크를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 가교결합된 네트워크는 중합체 입자와 가교결합된 네트워크의 총중량을 기준으로, 최대 99 중량%, 또는 최대 95 중량%, 또는 최대 90 중량%의 양으로 연마 층에 존재할 수 있다.
- [0082] 가교결합된 네트워크는 종래의 중합 기술 방법에 의해 제조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 가교결합된 네트워크는 축합 반응, 자유 라디칼 개시 반응, 또는 그의 조합에 의해 형성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 열 경화된 성분은 폴리우레탄 예비중합체를 포함하는 열 경화성 수지 조성물을 폴리아민과 축합시켜 형성된 폴리우레탄을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 방사선 경화된 성분은 우레탄-다이아크릴레이트 또는 우레탄-다이메타크릴레이트를 광개시제의 존재 하에서 중합시켜 형성된 우레탄-폴리아크릴레이트 또는 우레탄-폴리메타크릴레이트를 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 가교결합된 네트워크는 단계적 또는 동시 열 경화 및 방사선 경화 중합에 의해 형성된 상호침투 중합체 네트워크이다. 일부 실시 형태에서, 방사선 경화된 성분(일부 실시 형태에서 폴리아크릴레이트 또는 폴리메타크릴레이트)은, 예를 들어 우레탄 또는 우레아 결합 기를 통해, 열 경화된 성분에 공유 결합된다.
- [0083] 본 발명의 실시예에 유용한 적합한 열 경화성 수지 조성물은 단량체, 예비중합체, 및 그의 혼합물을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 열 경화성 수지 조성물은 촉매, 가교결합제, 경화제, 용매, 및 본 기술 분야에서 공지된 기타 종래의 첨가제를 함유할 수 있다.
- [0084] 일부 실시 형태에서, 열 경화성 수지 조성물은 캡핑된 아이소시아네이트 기일 수 있는 적어도 2개의 아이소시아네이트 기, 또는 적어도 2개의 에폭사이드 기를 가진 제1 수지; 및 에폭사이드 및/또는 아이소시아네이트와 반응성인 적어도 2개의 기(예를 들어, 하이드록실, 아미노, 카르복시, 또는 메르캅탄 기)를 가진 제2 수지를 포함한다.
- [0085] 열 경화된 성분을 제조하기 위해 사용될 수 있는 예시적인 적합한 제1 및 제2 수지는 각각, 미립자 폴리우레탄에 대하여, 본 명세서에서 앞서 개시된 아이소시아네이트(예비중합체 포함), 캡핑된 아이소시아네이트, 폴리올 및 폴리아민으로부터 선택될 수 있다. 캡핑된 아이소시아네이트의 사용은, 예를 들어 제1 및 제2 수지가 배합될 때 겔화의 개시를 지연시킬 수 있으며, 이는 제1 및 제2 수지와 중합체 입자의 혼합을 위해 더 많은 시간을 허용할 수 있다.
- [0086] 제1 수지로서 유용한 일부 아이소시아네이트 예비중합체는 구매가능하며, 예를 들어 아이소시아네이트 예비중합체는 미국 펜실베이니아주 알렌타운 소재의 에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인크.(Air Products and Chemicals, Inc.)로부터 상표명 "에어탄(AIRTHANE) PHP-75D"로 구매가능하다. 제2 수지로서 유용한 일부 다이아민은 구매가능하며, 예를 들어 올리고머 다이아민이 에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인크.로부터 상표명 "베르사링크(VERSALINK) P250" 및 "베르사링크 P650"으로 입수가가능하다.
- [0087] 일부 실시 형태에서, 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 가진 제1 수지 및 아이소시아네이트 기와 반응성인 적어도 2개의 기를 가진 제2 수지를 포함하는 방사선 경화성 수지 및 열 경화성 수지를 포함하는 조성물은 촉매를 추가로 포함할 수 있다. 예시적인 적합한 촉매에는 미립자 폴리우레탄의 제조에 대하여 본 명세서에서 앞서 인용된 것들이 포함될 수 있다(예를 들어, 트라이에틸아민과 같은 3차 아민 및 다이부틸틴 다이라우레이트와 같은 유기금속 화합물). 일부 실시 형태에서, 촉매는 제1 및 제2 수지를 배합하기 전에 제2 수지 내로 혼입될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 촉매는 배합된 제1 및 제2 수지의 총중량을 기준으로, 5 중량% 미만, 또는 3 중량% 미만, 또는 1 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있다. 각각 제1 및 제2 수지 내의 아이소시아네이트 기와 선택적인 캡핑된 아이소시아네이트 기 대 아이소시아네이트-반응성 기의 몰당량 비는 0.5:1.0 내지 2.0:1.0, 또는 0.7:1.0 내지 1.3:1.0, 또는 0.8:1.0 내지 1.2:1.0일 수 있다.
- [0088] 일부 실시 형태에서, 열 경화된 성분은 적어도 2개의 에폭사이드 기를 가진 제1 수지, 및 에폭사이드 기와 반응성인 적어도 2개의 기(예를 들어, 하이드록실, 아미노, 카르복시, 또는 메르캅토 기)를 가진 제2 수지를 반응시킴으로써 제조될 수 있다. 적어도 2개의 에폭사이드 기를 가진 예시적인 적합한 제1 수지와, 제2 수지는 본 명세서에서 앞서 논의된 바와 같이 미립자 폴리에폭사이드를 제조하기 위해 이용되는 그들 에폭사이드, 폴리아민, 및 폴리올 중 임의의 것을 포함한다.
- [0089] 일부 실시 형태에서, 폴리에폭사이드 열 경화된 성분을 제조하기 위해 사용되는 제1 및 제2 수지를 포함하는 방

사선 경화성 수지 및 열 경화성 수지를 포함하는 조성물은 에폭사이드 개환 촉매를 추가로 포함할 수 있다. 에폭사이드의 개환을 위한 예시적인 적합한 촉매는 상기된 것들 중 임의의 것(예를 들어, 트라이-tert-부틸 아민과 같은 3차 아민 및 테트라플루오로붕산)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 촉매는 제1 및 제2 수지를 혼합하기 전에 제2 수지 내로 첨가될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 에폭사이드 개환 촉매는 제1 및 제2 수지의 총중량을 기준으로, 5 중량% 미만, 또는 3 중량% 미만, 또는 1 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있다. 각각 제1 및 제2 수지 내의 에폭사이드 기 대 에폭사이드-반응성 기의 몰당량 비는 0.5:1.0 내지 2.0:1.0, 또는 0.7:1.0 내지 1.3:1.0, 또는 0.8:1.0 내지 1.2:1.0일 수 있다.

[0090] 일부 실시 형태에서, 열 경화성 수지는 종래의 첨가제를 포함할 수 있다. 예시적인 적합한 종래의 첨가제는 미립자 폴리우레탄 및 미립자 폴리에폭사이드의 제조에 대하여 본 명세서에서 앞서 설명한 그들 첨가제 중 임의의 것, 예를 들어 몰드 이형제, 염료, 및 유연화제를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 첨가제는 가교결합된 네트워크의 총중량을 기준으로, 10 중량% 미만, 또는 5 중량% 미만, 또는 3 중량% 미만의 총량으로 존재할 수 있다. 종래의 첨가제는, 예를 들어 제1 또는 제2 수지 중 어느 하나에 첨가될 수 있다.

[0091] 본 발명에 따른 다공성 연마 패드는 방사선 경화된 성분을 가진 연마 층을 포함한다. 방사선 경화된 성분은 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리(비닐 에테르), 폴리비닐, 또는 폴리에폭사이드 중 적어도 하나를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 방사선 경화된 성분은 폴리아크릴레이트 또는 폴리메타크릴레이트 중 적어도 하나를 포함한다. 방사선 경화된 성분은 적어도 2개의 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 비닐(예를 들어, 비닐, 알릴, 또는 스티릴 기), 또는 에폭사이드 기를 포함하는 방사선 경화성 수지로부터 제조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 방사선 경화성 수지는 적어도 2개의 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트 기를 포함한다.

[0092] 일부 실시 형태에서, 방사선 경화성 수지는 적어도 2개의 (메트)아크릴레이트-개질된 아이소시아네이트 기를 가진 (메트)아크릴레이트-개질된 다작용성 아이소시아네이트 재료를 포함할 수 있으며, 이는 말단 및/또는 펜던트 아이소시아네이트 기를 가진 폴리우레탄 예비중합체(예를 들어, 미립자 폴리우레탄의 제조와 관련하여 상기된 폴리우레탄 예비중합체)와 아이소시아네이트 반응성 작용 기(예를 들어, 하이드록실, 아미노 기, 또는 메르캅토기)를 가진 (메트)아크릴레이트의 반응 생성물일 수 있다.

[0093] 예시적인 적합한 하이드록시 또는 아미노 작용성 (메트)아크릴레이트에는 하이드록시알킬 아크릴레이트 및 메타크릴레이트(예를 들어, 2-하이드록시에틸아크릴레이트(HEA), 2-하이드록시에틸메틸아크릴레이트(HEMA), 2-하이드록시프로필아크릴레이트, 3-하이드록시프로필아크릴레이트(HPA), 2-하이드록시프로필 메타크릴레이트, 3-하이드록시프로필 메타크릴레이트, 1,3-다이하이드록시프로필아크릴레이트, 2,3-다이하이드록시프로필아크릴레이트 및 메타크릴레이트, 2-하이드록시에틸아크릴아미드 및 메타크릴아미드, 2-하이드록시부틸(메트)아크릴레이트, 4-하이드록시부틸(메트)아크릴레이트, 2-하이드록시-3-페닐옥시프로필(메트)아크릴레이트, 1,4-부탄다이올 모노(메트)아크릴레이트, 2-하이드록시 알킬(메트)아크릴로일 포스페이트, 4-하이드록시사이클로헥실(메트)아크릴레이트, 1,6-헥산다이올 모노(메트)아크릴레이트, 네오펜틸 글리콜 모노(메트)아크릴레이트, 트라이메틸올프로판다이(메트)아크릴레이트, 트라이메틸올에탄다이(메트)아크릴레이트, 펜타에리트리톨트라이(메트)아크릴레이트, 다이펜타에리트리톨 펜타(메트)아크릴레이트; N-알킬-N-하이드록시에틸아크릴아미드 및 메타크릴아미드, 하이드록시에틸-베타카르복시에틸아크릴레이트, 하이드록시헥실 아크릴레이트, 하이드록시옥틸 메타크릴레이트, 폴리프로필렌글리콜 모노메타크릴레이트, 프로필렌글리콜 모노메타크릴레이트, 카프로락톤 아크릴레이트, t-부틸 아미노에틸 메타크릴레이트, 및 그의 혼합물)가 포함된다. 이들 중 다수는 상업적 공급처로부터 입수가 가능하며, 예를 들어 유용한 하이드록시에틸아크릴레이트 및 하이드록시프로필아크릴레이트는 다우 케미칼(미국 미시간주 미들랜드 소재) 및 오사카 오가닉 케미칼 인더스트리 리미티드(Osaka Organic Chemical Industry Ltd.)(일본 오사카 소재)로부터 구매가능하다. 유용한 하이드록시부틸 아크릴레이트는 오사카 오가닉 케미칼 인더스트리 리미티드로부터 구매가능하다. 유용한 하이드록시 폴리에스테르 아크릴레이트는 다우 케미칼 컴퍼니로부터 상표명 "톤 모노머(TONE MONOMER) M-100" 로 그리고 오사카 오가닉 케미칼 인더스트리 리미티드로부터 "비스코트(VISCOAT) 2308"로 구매가능하다. 유용한 하이드록시 폴리에테르 아크릴레이트는 바이엘 케미칼스(미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재)로부터 상표명 "아르콜(ARCOL) R-2731"로 구매가능하다.

[0094] (메트)아크릴레이트 기는 예비중합체 상에 펜던트로, 말단에, 또는 그의 조합으로 위치될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 예비중합체는 (메트)아크릴레이트 기로 말단 캡핑될 수 있다. 방사선 경화성 수지는, 예를 들어 아이소시아네이트 반응성 작용 기를 가진 (메트)아크릴레이트를 전형적으로 과량의 아이소시아네이트의 존재 하에서 폴리아이소시아네이트 예비중합체와 반응시킴으로써 제조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 아이소시아네이트 반응성 작용 기를 가진 (메트)아크릴레이트는, 아이소시아네이트 작용성 예비중합체 상의 아이소시아네이트 기의 약 10% 내지 약 80%, 약 20% 내지 약 70%, 또는 약 30% 내지 약 60%가 아이소시아네이트 반응성 작용 기를

가진 (메트)아크릴레이트와 반응하도록 하는 양으로 아이소시아네이트 작용성 예비중합체와 반응된다.

[0095] 적어도 2개의 (메트)아크릴레이트-개질된 아이소시아네이트 기를 가진 일부 (메트)아크릴레이트-개질된 다작용성 아이소시아네이트 재료는 구매가능하며, 예를 들어 아이소시아네이트 우레탄 아크릴레이트가 미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의 바이엘 머티리얼스 사이언스(Bayer Materials Science)로부터 상표명 "데스모룩스(DESMOLUX) D100", "데스모룩스 VPLS 2396", 및 "데스모룩스 XP2510"로 구매가능하다.

[0096] 방사선 경화성 조성물과 열 경화성 조성물을 포함하는 조성물은 전형적으로 또한 광개시제 또는 광개시제들의 조합을 포함한다. 유용한 광개시제에는, 예를 들어, 벤조인, 벤조인 아세탈(예를 들어, 벤질 다이메틸 케탈), 벤조인 에테르(예를 들어, 벤조인 에틸 에테르, 벤조인 아이소프로필 에테르, 및 벤조인 아이소부틸 에테르), 하이드록시 알킬 페닐 케톤(예를 들어, 1-하이드록시사이클로헥실 페닐 케톤, 2-하이드록시-2-메틸-1-페닐프로판-1-온, 및 1-(4-아이소프로필페닐)-2-하이드록시-2-메틸프로판-1-온), 벤조일 사이클로헥산올, 다이알콕시 아세토페논 유도체(예를 들어, 2,2-다이메톡시아세토페논), 아실포스핀 옥사이드(예를 들어, 비스(2,4,6-트라이메틸벤조일)-페닐포스핀 옥사이드, 비스(2,6-다이메톡시벤조일)-(2,4,4-트라이메틸펜틸)포스핀 옥사이드, 및 2,4,4-트라이메틸벤조일 다이페닐포스핀 옥사이드), 메틸 티오 페닐 모르폴리노 케톤(예를 들어, 2-메틸-1-4(메틸티오) 및 페닐-2-모르폴리노-1-프로판온), 및 모르폴리노 페닐 아미노 케톤을 비롯한, "알과 벽개형" 광개시제; 벤조페논, 티오잔톤, 벤질, 캄포르퀴논, 및 케토쿠마린을 기재로 한, 광개시제와 공개시제를 포함하는 수소추출 광개시제; 및 그의 조합이 포함된다. 일부 실시 형태에서, 광개시제는 아실포스핀 옥사이드(예를 들어, 비스(2,4,6-트라이메틸벤조일)-페닐포스핀 옥사이드, 비스(2,6-다이메톡시벤조일)-(2,4,4-트라이메틸펜틸)포스핀 옥사이드, 및 2,4,4-트라이메틸벤조일 다이페닐포스핀 옥사이드)이다.

[0097] 예시적인 유용한 구매가능한 광개시제는, 모두가 시바 스페셜티 케미칼스(Ciba Specialty Chemicals)(미국 뉴욕주 아슬리 소재)로부터 입수가 가능한, 하기의 상표명 "이르가큐어(IRGACURE) 369", "이르가큐어 819", "이르가큐어 CGI 403", "이르가큐어 651", "이르가큐어 1841", "이르가큐어 29594", "다로큐르(DAROCUR) 1173", "다로큐르 4265", 및 "CGI1700"로 입수가 가능하다. 광개시제는 바람직하게는 원하는 광중합 속도를 제공하기에 충분한 양으로 존재한다. 그 양은 부분적으로, 광원, 방사선 에너지에 노출될 층의 두께, 및 파장에 따른 광개시제의 소멸계수에 좌우될 것이다. 전형적으로, 광개시제 성분은 약 0.01 중량% 이상, 약 0.1 중량% 이상, 약 0.2 중량% 이상, 최대 약 10 중량%, 또는 최대 약 5 중량%의 양으로 존재할 것이다.

[0098] 방사선 경화성 조성물과 열 경화성 조성물은 본 명세서에 개시된 다공성 연마 패드를 제조하기 위한 조성물 내에서 완전히 혼합될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 조성물은 조성물의 총중량을 기준으로, 약 10 (일부 실시 형태에서, 약 15, 20, 25, 30, 또는 40 이상) 중량% 이상의 방사선 경화성 조성물 및 최대 약 85 (일부 실시 형태에서, 최대 약 80, 75, 70, 65, 60, 55, 또는 50) 중량%의 방사선 경화성 조성물을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 조성물은 조성물의 총중량을 기준으로, 약 15 (일부 실시 형태에서, 약 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 또는 60) 중량% 이상의 열 경화성 조성물 및 최대 약 90 (일부 실시 형태에서, 최대 약 85, 80, 또는 75) 중량%의 열 경화성 조성물을 포함한다.

[0099] 일부 실시 형태에서, 열 경화성 수지 조성물, 방사선 경화성 수지 조성물, 및 중합체 입자를 포함하는 조성물은 계면활성제를 추가로 포함한다. 유사하게, 일부 실시 형태에서, 열 경화된 성분과 방사선 경화된 성분을 포함하는 가교결합된 네트워크, 가교결합된 네트워크 내에 분산된 중합체 입자, 및 가교결합된 네트워크 내에 분산된 폐쇄 셀 세공을 포함하는 다공성 연마 층은 가교결합된 네트워크 내에 분산된 계면활성제를 추가로 포함한다. 본 발명의 실시예에 유용할 수 있는 계면활성제의 예에는 음이온성 계면활성제, 양이온성 계면활성제, 비이온성 계면활성제, 양쪽성 계면활성제(예를 들어, 쯔비터이온성 계면활성제), 및 그의 조합이 포함된다. 이들 유형의 계면활성제의 각각은 불소화합물계, 실리콘 및 탄화수소기반 계면활성제를 포함할 수 있다.

[0100] 예시적인 유용한 양이온성 계면활성제에는 지방족 암모늄염이 포함된다. 예시적인 유용한 음이온성 계면활성제에는 카르복실산염(예를 들어, 지방산염 및 알킬에테르 카르복실산염), 설포산염(예를 들어, 알킬벤설포산염, 알킬나프탈렌 설포산염, 및 알파-올레핀설포산염), 황산염(예를 들어, 고급 알코올 황산 에스테르 염 및 알킬에테르 황산염), 및 인산염(예를 들어, 알킬인산염)이 포함된다. 예시적인 유용한 비이온성 계면활성제에는 폴리옥시에틸렌 알킬 에테르, 에테르 에스테르(예를 들어, 글리세린 에스테르의 폴리옥시에틸렌 에테르), 에스테르(예를 들어, 폴리에틸렌 글리콜 지방산 에스테르, 글리세린 에스테르, 소르비탄 에스테르), 및 실리콘 글리콜 공중합체, 예를 들어 미국 펜실베이니아주 알렌타운 소재의 에어 프로덕츠로부터 상표명 "덱코(DABCO)"로 입수가 가능한 것들이 포함된다. 계면활성제는 조성물 또는 다공성 연마 층의 총중량을 기준으로, 예를 들어 최대 10 중량%(일부 실시 형태에서, 최대 4, 3, 또는 2 중량%)의 양으로 조성물에 또는 연마 층에 존재할 수 있다. 일부

실시 형태에서, 계면활성제는 조성물 또는 다공성 연마 층의 총중량을 기준으로 1% 이상의 양으로 존재한다. 본 발명은 본 명세서에 설명된 연마 패드의 제조 방법을 제공한다. 본 방법은 열 경화성 수지 조성물, 방사선 경화성 수지 조성물, 및 중합체 입자를 포함하는 조성물에 세공을 형성하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 조성물에 세공을 형성하는 단계는 조성물을 혼합함으로써 수행된다. 혼합은 다양한 기술로, 예를 들어 기계 혼합기 또는 수동 혼합을 이용하여 이루어질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 혼합 공정(및 기계 혼합기)은 공전과 자전 둘 모두를 포함할 수 있다. 입자 크기 및 중합체 입자의 로딩은, 상기한 바와 같이, 생성되는 연마 층의 다공도에 영향을 줄 수 있다.

[0101] 일부 실시 형태에서, 열 경화성 수지 조성물, 방사선 경화성 수지 조성물, 및 중합체 입자를 포함하는 조성물은 함께 혼합되어 지지 층 상에 위치될 수 있다. 지지 층 상부 상의 개방 몰드(예를 들어, 상부 또는 뚜껑이 없는 몰드)가 연마 층의 원하는 형상을 형성하는 데 유용할 수 있다. 혼합물은 몰드를 균일하게 충전하기 위해 기계적 수단에 의해 몰드 내로 분배될 수 있다. 적합한 기계적 수단은 저압 압착 또는 압축 롤러의 사용을 포함할 수 있다.

[0102] 본 명세서에 개시된 연마 패드의 제조 방법은 또한 조성물을 방사선에 노출시켜 방사선 경화성 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키고 조성물을 가열하여 열 경화성 수지를 적어도 부분적으로 경화시킴으로써 연마 층을 형성하는 단계를 포함한다. 방사선은 전형적으로 자외 방사선(즉, 약 200 nm 내지 약 400 nm 범위의 방사선)이다. 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키기 위해 필요한 방사선의 양은, 예를 들어 방사선에 대한 노출 각도, 조성물의 두께, 조성물 내의 중합성 기의 양, 및 광개시제의 유형과 양을 비롯한 다양한 요인에 좌우될 것이다. 전형적으로, 약 200 nm 내지 약 400 nm의 파장을 가진 UV 광원이, 조성물의 방사선 흡수 프로파일에 적합한 UV 공급원을 지나는 통과 속도를 제공하는 컨베이어 시스템 상에서 수송되는 조성물을 향하게 된다. 유용한 UV 광원은, 예를 들어 초고압 수은 램프, 고압 수은 램프, 중압 수은 램프, 저강도 형광 램프, 금속 할라이드 램프, 마이크로웨이브 구동 램프, 크세논 램프, 예를 들어 엑시머 레이저 및 아르곤-이온 레이저를 비롯한 레이저빔 공급원, 및 그의 조합을 포함한다. 그 후, 조성물은, 예를 들어 최대 약 180°C, 최대 약 150°C, 최대 약 135°C, 또는 최대 약 120°C(예를 들어, 80°C 내지 120°C, 80°C 내지 110°C, 또는 90°C 내지 100°C 범위)의 승온의 오븐에서 소정 기간(예를 들어, 30분 내지 24시간) 동안 놓여질 수 있다. 방사선에 대한 노출 및 가열은 순차적으로 또는 동시에 수행될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 방사선에 대한 노출은 가열 전에 수행된다.

[0103] 본 발명의 연마 패드는 하나 이상의 작업 표면을 가질 수 있으며, 여기서 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "작업 표면"은 연마될 용품의 표면과 접촉할 수 있는 연마 패드의 표면을 말한다. 일부 실시 형태에서, 연마될 용품은 규소 웨이퍼일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 연마 패드의 작업 표면은 채널, 홈, 구멍 및 그의 조합과 같은 표면 특징부를 가질 수 있다. 이들 표면 특징부는 다음 특징 중 하나 이상을 향상시킬 수 있다: (1) 패드의 작업 표면과 연마 중인 용품의 표면 사이의 연마 슬러리의 이동; (2) 연마 중인 용품의 표면으로부터 연마된 재료의 제거 및 수송; 또는 (3) 연마 패드의 연마 또는 평탄화 효율.

[0104] 표면 특징부는 다양한 방법에 의해 연마 패드의 작업 표면 내로 포함될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 패드의 작업 표면은, 예를 들어 연마 또는 절단에 의해 기계적으로 변경될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 표면 특징부는, 예를 들어 패드의 형성 동안 패드의 작업 표면 내로 임프린트(imprint)될 수 있는 융기된 특징부를 몰드의 적어도 하나의 내부 표면에 제공함으로써, 성형 공정 동안 패드의 작업 표면 내로 포함될 수 있다. 표면 특징부는 연마 패드의 작업 표면을 가로질러 무작위 또는 균일 패턴의 형태로 분포될 수 있다. 예시적인 표면 특징부 패턴은 나선형, 원형, 정사각형, 망상선 및 와플형 패턴을 포함할 수 있다.

[0105] 일부 실시 형태에서, 본 발명에 따른 또는 본 발명에 따라 제조된 연마 패드는 지지 층으로부터 돌출하는 분리된 연마 요소를 포함한다. 이제 도 3을 참조하면, 복수개의 연마 요소(4)를 포함하는 연마 패드(2)의 실시 형태가 도시되는데, 각각의 연마 요소(4)는 선택적 지지 층(8)에 고정되어 있다. 연마 패드(2)는 컴플라이언트 층(10)을 추가로 포함한다. 전형적으로, 분리된 연마 요소를 포함하는 연마 층은 연속 층이지만 이는 도 3에 도시되어 있지 않다. 분리된 연마 요소 사이에서, 필름은 두께가, 예를 들어 최대 0.01, 0.02, 또는 0.03 mm일 수 있다. 다른 실시 형태에서, 분리된 연마 요소를 포함하는 연마 층은, 예를 들어 분리된 연마 요소들 사이에서 필름 내에 불연속성을 가질 수 있다. 연마 요소(4)들은 연마 요소(4)들 사이에 박막 층(도시되지 않음)을 가진 예시된 실시 형태에서 지지 층에 고정되므로, 연마 요소(4)의 다른 연마 요소(4)들 중 하나 이상에 대한 측방 운동이 제한되지만, 연마 요소(4)는 전형적으로 연마 요소(4) 각각의 연마 표면(14)에 수직인 축에서 독립적으로 운동가능하게 남아 있다. 도시된 바와 같이, 연마 요소(4)의 각각은 일반적으로, 사실상 전체 연마 요소(4)에 걸쳐 분포된 복수개의 세공(15)을 갖는다.

- [0106] 도 3에 의해 예시된 실시 형태에서, 연마 요소(4)는, 예를 들어 지지 층(8)에 대한 직접 접합에 의해, 지지 층(8)의 제1 주요 면에 고정되어 도시된다. 연마 요소(4)는 지지 층(8) 상에서 직접 성형 및 경화될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 연마 요소(4)는 지지 층(8)에 부착되거나 또는 접착제를 이용하여 컴플라이언트 층(10)에 직접 부착될 수 있다. 이들 실시 형태에서, 다공성 연마 층은 전형적으로 불연속 층이다. 도 3에 의해 예시되는 특정 실시 형태에서, CMP 연마 장치(도 3에 도시되지 않음)의 연마 압반(도 3에 도시되지 않음)에 연마 패드(2)를 고정하기 위해 이용될 수 있는 선택적 감압 접착제 층(12)이 지지 층(8)에 대향하는 컴플라이언트 층(10)에 인접하게 도시된다.
- [0107] 도 4를 참조하면, 다른 예시적 실시 형태의 연마 패드(2')가 도시되는데, 연마 패드(2')는 제1 주요 면 및 제1 주요 면에 대향하는 제2 주요 면을 가진 컴플라이언트 층(30); 복수개의 연마 요소(24) - 각각의 연마 요소(24)는 컴플라이언트 층(30)의 제1 주요 면에 각각의 연마 요소(24)를 고정하기 위한 랜드 영역(25)을 가짐 - ; 및 제1 주요 표면 및 제1 주요 표면에 대향하는 제2 주요 표면을 가진 선택적인 가이드 플레이트(31) - 가이드 플레이트(31)는 컴플라이언트 층(30)의 제1 주요 면 상에 복수개의 연마 요소(24)를 배열하기 위해 위치되며, 가이드 플레이트(31)의 제1 주요 표면은 컴플라이언트 층(30)으로부터 원위에 있음 -를 포함한다.
- [0108] 도 4에 의해 예시되는 바와 같이, 각각의 연마 요소(24)는 제1 주요 면에 실질적으로 수직인 제1 방향을 따라 가이드 플레이트(31)의 제1 주요 표면으로부터 연장한다. 도 4에 의해 예시된 특정 실시 형태에서, 다공성 연마 요소(24)의 각각은 또한 사실상 전체 연마 요소(24)에 걸쳐 분포된 복수개의 세공(15)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 부가적으로, 도 4에 의해 예시되는 특정 실시 형태에서, 3개의 연마 요소(24)가 도시되는데, 모든 연마 요소(24)는 다공성 연마 표면(23) 및 사실상 전체 연마 요소(24)에 걸쳐 분포된 세공(15) 둘 모두를 포함하는 다공성 연마 요소로서 나타난다. 그러나, 많은 수의 연마 요소(24)가 사용될 수 있으며, 다공성 연마 요소의 수는 1개의 연마 요소만큼 적게, 연마 요소 전부만큼 많이, 또는 그 사이의 임의의 수만큼 선택될 수 있음이 이해될 것이다.
- [0109] 선택적 연마 조성물 분배 층(28)이 도 4에 의해 추가로 예시된다. 연마 공정 동안, 선택적 연마 조성물 분배 층(28)은 개별 연마 요소(24)에 작업 액체 및/또는 연마 슬러리를 분배하는 것을 돕는다. 도 4에 의해 예시된 바와 같이, 적어도 가이드 플레이트(31)와 선택적 연마 조성물 분배 층(28)을 통해 연장하는 복수개의 개구(26)가 또한 제공될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 가이드 플레이트(31)는 또한 연마 조성물 분배 층으로 작용할 수 있다.
- [0110] 도 4에 의해 예시된 바와 같이, 일부 실시 형태에서, 각각의 연마 요소(24)는 랜드 영역(25)을 가지며, 각각의 연마 요소(24)는 상응하는 랜드 영역(25)을 가이드 플레이트(31)의 제2 주요 표면에 맞물리게 함으로써 컴플라이언트 층(30)의 제1 주요 면에 고정된다. 각각의 연마 요소(24)의 적어도 일부는 상응하는 개구(26) 내로 연장하며, 각각의 연마 요소(24)는 또한 상응하는 개구(26)를 통과하여 가이드 플레이트(31)의 제1 주요 표면으로부터 외향 연장한다. 따라서, 가이드 플레이트(31)의 복수개의 개구(26)는 지지 층(30) 상의 연마 요소(24)의 측방 배열을 안내하는 작용을 하는 한편, 또한 각각의 랜드 영역(25)과 맞물리게 하여 각각의 상응하는 연마 요소(24)를 지지 층(30)에 고정시킨다.
- [0111] 결과적으로, 연마 공정동안, 연마 요소(24)는 지지 층(30)의 제1 주요 면에 실질적으로 수직인 방향으로 독립적으로 변위되기에 자유로운 한편, 여전히 가이드 플레이트(31)에 의해 컴플라이언트 층(30)에 고정된 채 남아 있다. 일부 실시 형태에서, 이것은 비컴플라이언트 연마 요소, 예를 들어 단지 연마 표면에 또는 그 근처에 실질적으로 분포된 세공을 가진 다공성 연마 요소의 사용을 허용할 수 있다.
- [0112] 도 4에 의해 예시된 특정 실시 형태에서, 연마 요소(24)는 부가적으로 컴플라이언트 층(30)과 가이드 플레이트(31) 사이의 계면에 위치한 선택적 접착제 층(34)을 이용하여 컴플라이언트 층(30)의 제1 주요 면에 고정된다. 그러나, 다른 접합 방법이 이용될 수 있는데, 예를 들어 열 및 압력을 이용하여 컴플라이언트 층(30)에 연마 요소(24)를 직접 접합시키는 것을 포함한다.
- [0113] 도 4에 예시되지 않은 관련 예시적 실시 형태에서, 복수개의 개구는 개구의 어레이로서 배열될 수 있으며, 여기서 개구(26)의 적어도 일부는 주요 보어 및 가이드 플레이트(31)의 언더컷(undercut) 영역을 포함하며, 언더컷 영역은 상응하는 연마 요소 랜드 영역(25)과 맞물리는 건부(shoulder)를 형성하여, 연마 요소(24)와 컴플라이언트 층(30) 사이에서 접착제를 요구하지 않고 연마 요소(24)를 보유한다.
- [0114] 또한, 제2 선택적 접착제 층(36)은, 도 4에 의해 예시된 바와 같이, 가이드 플레이트(31)의 제1 주요 표면에 선택적 연마 조성물 분배 층(28)을 고정하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 도 4에 의해 예시되는 특정 실시 형태

에서, CMP 연마 장치(도 4에 도시되지 않음)의 연마 압반(도 4에 도시되지 않음)에 연마 패드(2')를 고정하기 위해 이용될 수 있는 선택적 감압 접촉체 층(32)이 가이드 플레이트(31)에 대향하는, 지지 층(30)에 인접하여 도시되어 있다.

- [0115] 가이드 플레이트 및/또는 분배 층은 또한 다공성 연마 요소(4)가 랜드 영역을 갖지 않는 도 3에 도시된 실시 형태와 관련하여 사용될 수 있다. 지지 층(8)은 가이드 플레이트의 존재 하에서 제거될 수 있으며, 다공성 연마 요소는, 예를 들어 접촉체를 이용하여, 컴플라이언트 층(10)에 고정될 수 있다.
- [0116] 연마 표면(14, 23)에 대체로 평행한 방향으로 연마 요소(4, 24)를 통해 취한, 연마 요소(4, 24)의 단면 형상은 의도한 응용에 따라 폭넓게 변할 수 있다. 도 3 및 도 4가 대체로 원형 단면을 가진 원통형 연마 요소(4, 24)를 대체적으로 도시하지만, 다른 단면 형상이 가능하며 이는 일부 실시 형태에서 바람직할 수 있다. 예를 들어, 원형, 타원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 육각형, 및 사다리꼴 단면 형상이 유용할 수 있다.
- [0117] 원형 단면을 가진 원통형 연마 요소(4, 24)의 경우, 연마 표면(14, 23)에 대체로 평행한 방향으로의 연마 요소(4, 24)의 단면 직경은 약 50 μm 내지 약 20 mm일 수 있으며, 일부 실시 형태에서 단면 직경은 약 1 mm 내지 약 15 mm이며, 다른 실시 형태에서, 단면 직경은 약 5 mm 내지 약 15 mm(또는 심지어 약 5 mm 내지 약 10 mm)이다. 비원형 단면을 가진 비원통형 연마 요소의 경우, 특징적인 치수를 이용하여 특정 높이, 폭, 및 길이에 의하여 연마 요소 크기를 특성화할 수 있다. 일부 예시적 실시 형태에서, 특징적 치수는 약 0.1 mm 내지 약 30 mm이도록 선택될 수 있다.
- [0118] 다른 예시적 실시 형태에서, 연마 표면(14, 23)에 대체로 평행한 방향으로의 연마 요소(4, 24) 각각의 단면적은 약 1 mm² 내지 약 1,000 mm²일 수 있으며, 다른 실시 형태에서는 약 10 mm² 내지 약 500 mm²일 수 있으며, 또 다른 실시 형태에서, 약 20 mm² 내지 약 250 mm²일 수 있다.
- [0119] 연마 요소(도 3에서 4, 도 4에서 24)는 의도한 응용에 따라, 매우 다양한 패턴으로 컴플라이언트 층(도 3에서 10, 도 4에서 30)의 주요 면 상에 분포될 수 있으며, 패턴은 규칙적이거나 불규칙적일 수 있다. 연마 요소는 사실상 컴플라이언트 층의 전체 표면에 존재할 수 있거나, 또는 연마 요소를 포함하지 않는 지지 층 영역이 있을 수 있다. 일부 실시 형태에서, 연마 요소는, 연마 요소의 개수, 각 연마 요소의 단면적, 및 연마 패드의 단면적에 의해 결정되는 바와 같이, 컴플라이언트 층의 평균 표면 커버리지가 컴플라이언트 층의 주요 표면의 전체 면적의 약 30 내지 약 95%일 수 있다.
- [0120] 연마 패드의 주요 표면에 대체로 평행한 방향으로의 연마 패드의 단면적은, 일부 예시적 실시 형태에서 약 100 cm² 내지 약 300,000 cm², 다른 실시 형태에서 약 1,000 cm² 내지 약 100,000 cm², 그리고 또 다른 실시 형태에서 약 2,000 cm² 내지 약 50,000 cm² 범위일 수 있다.
- [0121] 연마 작업에서 연마 패드(도 3에서 2, 도 4에서 2')의 처음 사용 전에, 일부 예시적 실시 형태에서, 각각의 연마 요소(도 3에서 4, 도 4에서 24)는 컴플라이언트 층(도 3에서 10, 도 4에서 30)의 제1 주요 면에 실질적으로 수직인 제1 방향을 따라 연장한다. 다른 예시적 실시 형태에서, 각각의 연마 요소는 가이드 플레이트(도 4에서 31)를 포함하는 평면 위 약 0.25 mm 이상의 제1 방향을 따라 연장한다. 추가의 예시적 실시 형태에서, 각각의 연마 요소는 지지 층(도 3에서 10)을 포함하는 평면 위 약 0.25 mm 이상의 제1 방향을 따라 연장한다. 추가의 예시적 실시 형태에서, 연마 요소(도 3에서 2, 도 4에서 2')의 기부 또는 바닥 위 연마 표면(도 3에서 14, 도 4에서 23)의 높이는 사용되는 연마 조성물 및 연마 요소를 위해 선택된 재료에 따라, 0.25 mm, 0.5 mm, 1.5 mm, 2.0 mm, 2.5 mm, 3.0 mm, 5.0 mm, 10 mm 또는 그 이상일 수 있다.
- [0122] 다시 도 4를 참조하면, 연마 조성물 분배 층(28) 및 가이드 플레이트(31)에 걸쳐 있는 개구(26)의 깊이와 간격은 특정 CMP 공정에 필요한 바에 따라 변할 수 있다. 연마 요소(24) 각각은 서로에 대하여 그리고 연마 조성물 분배 층(28) 및 가이드 플레이트(31)에 대하여 평면 배향으로 유지되고, 연마 조성물 분배 층(28) 및 가이드 플레이트(31)의 표면 위에 돌출한다.
- [0123] 일부 예시적 실시 형태에서, 가이드 플레이트(31)와 임의의 연마 조성물 분배 층(도 4에서 28) 또는 지지 층(도 3에서 8) 위의 연마 요소(도 3에서 4, 도 4에서 24)의 연장에 의해 생성되는 부피는 연마 조성물 분배 층(도 4에서 28) 또는 지지 층(도 3에서 8)의 표면 상에 연마 조성물을 분배하기 위한 공간을 제공할 수 있다. 연마 요소(도 3에서 4, 도 4에서 24)는 연마 요소의 재료 특징 및 연마 조성물 분배 층(도 4에서 28) 또는 지지 층(도 3에서 8)의 표면 위에서의 연마 조성물(작업 액체 및 또는 연마 슬러리)의 원하는 유동에 적어도 부분적으로 종속하는 양만큼 연마 조성물 분배 층(도 4에서 28) 또는 지지 층(도 3에서 8) 위에 돌출한다.
- [0124] 일부 실시 형태에 유용한 가이드 플레이트는 중합체, 공중합체, 중합체 블렌드, 중합체 복합체 또는 그의 조합

과 같은 매우 다양한 재료로 제조될 수 있다. 비전도성 및 액체 불투과성 중합체 재료가 대체로 바람직하며, 폴리카르보네이트가 특히 유용한 것으로 밝혀졌다.

- [0125] 일부 실시 형태에 유용한 선택적 연마 조성물 분배 층은 또한 매우 다양한 중합체 재료로 제조될 수 있다. 연마 조성물 분배 층은, 일부 실시 형태에서, 적어도 하나의 친수성 중합체를 포함한다. 바람직한 친수성 중합체에는 폴리우레탄, 폴리아크릴레이트, 폴리비닐 알코올, 폴리옥시메틸렌, 및 그의 조합이 포함된다. 중합체 재료는 바람직하게는 다공성이며, 더욱 바람직하게는 연마 조성물 분배 층이 압축될 때 연마 작업 동안 기재를 향하는 양압을 제공하기 위해 폼을 포함한다. 개방 또는 폐쇄 셀을 가진 발포된 또는 다공성 재료가 일부 실시 형태에서 바람직할 수 있다. 일부 특정 실시 형태에서, 연마 조성물 분배 층은 다공도가 약 10 내지 약 90%이다. 대안적 실시 형태에서, 연마 조성물 층은 연마 작업 동안 윤활성 표면을 제공하기 위하여 바람직하게는 약 5 내지 약 60 중량% 범위로 물을 흡수할 수 있는, 예를 들어 친수성 우레탄과 같은, 하이드로겔 재료를 포함할 수 있다.
- [0126] 일부 예시적 실시 형태에서, 연마 조성물 분배 층은 연마되는 기재의 표면을 가로질러 연마 조성물을 사실상 균일하게 분배하여, 더 균일한 연마를 제공할 수 있다. 연마 조성물 분배 층은 선택적으로 유동 저항 요소, 예를 들어 배플, 홈(도면에 도시되지 않음), 세공 등을 포함하여, 연마 동안 연마 조성물의 유량을 조절할 수 있다. 추가의 예시적 실시 형태에서, 연마 조성물 분배 층은 연마 표면으로부터 변하는 깊이에서 원하는 연마 조성물 유량을 이루기 위하여 상이한 재료의 다양한 층을 포함할 수 있다.
- [0127] 일부 예시적 실시 형태에서, 하나 이상의 연마 요소는 연마 요소 내에 한정된 개방 코어 영역 또는 캐비티를 포함할 수 있으나, 그러한 배열이 필요하지는 않다. 일부 실시 형태에서, 국제 특허 공개 WO 2006/055720호(토저슨(Torgerson) 등)에 기재된 바와 같이, 연마 요소의 코어는 압력, 전도성, 커패시턴스, 와전류 등을 검출하기 위한 센서를 포함할 수 있다.
- [0128] 본 명세서에 개시된 연마 패드 및/또는 연마 패드의 제조 방법의 일부 실시 형태에서, 지지 층은 가요성 및 순응성 재료를 포함한다. 지지 층은 전형적으로 열 경화성 수지 조성물과 방사선 경화성 수지 조성물을 포함하는 조성물이 위에 경화될 수 있는 표면을 제공하는 필름이다. 다공성 연마 층이 연마 요소를 포함하는 일부 예시적 실시 형태에서, 적어도 일부가 다공성 연마 요소를 포함하는 연마 요소에는 지지 층에 고정된 연마 요소의 단일 시트로서 지지 층이 형성될 수 있다.
- [0129] 지지 층은 또한 연마 패드가 사용 중인 동안 연마 조성물 내의 물 또는 다른 유체로부터 컴플라이언트 층을 보호하는 역할을 한다. 지지 층은 일반적으로 유체 불투과성이지만, 투과성 재료가 선택적 장벽과 조합되어 사용되어 지지 층을 통한 유체 침투를 방지하거나 억제할 수 있다. 일부 예시적 실시 형태에서, 지지 층은 실리콘, 천연 고무, 스티렌-부타다이엔 고무, 네오프렌, 폴리우레탄, 폴리올레핀, 및 그의 조합으로부터 선택된 중합체 재료를 포함한다. 지지 층은 매우 다양한 추가 재료, 예를 들어 충전제, 미립자, 섬유, 보강제 등을 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 지지 층은 투명하다.
- [0130] 지지 층은, 예를 들어 재료(예를 들어, 실리콘, 천연 고무, 스티렌-부타다이엔 고무, 네오프렌, 폴리우레탄, 폴리올레핀, 및 그의 조합)를 필름으로 압출시켜 제조될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 재료는, 예를 들어 미국 오하이오주 클리블랜드 소재의 루브리졸어드밴스드 머티리얼스, 인크.(Lubrizol Advanced Materials, Inc.)로부터 상표명 "에스탄(ESTANE) 5887-NAT02"로 또는 미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼로부터 상표명 "펠레탄(PELLETHANE)", 예를 들어 "펠레탄 2102-65D"으로 입수가능한 폴리우레탄이다. 지지 층으로 유용한 구매가능한 필름은, 예를 들어 미국 매사추세츠주 이스트햄튼 소재의 스티븐스 우레탄(Stevens Urethane)으로부터 상표명 "ST-1882", "ST-1035", "SS-3331", "SS-1495L", 및 "ST-1880"으로 입수가능한 폴리우레탄 필름을 포함한다.
- [0131] 본 명세서에 개시된 연마 패드 및/또는 연마 패드의 제조 방법의 일부 실시 형태에서, 컴플라이언트 층은 가요성 및 순응성 재료, 예를 들어 순응성 고무 또는 중합체를 포함한다. 컴플라이언트 층은 대체로 압축성이어서 연마 표면을 향하는 양압을 제공하며, 예를 들어 연마 패드와 연마 중인 기재의 표면 사이에 접촉 균일성을 제공하도록 도울 수 있다. 일부 예시적 실시 형태에서, 컴플라이언트 층은 압축성 중합체 재료(예를 들어, 천연 고무, 합성 고무, 또는 열가소성 탄성중합체로 제조된 발포된 중합체 재료)로 제조된다. 폐쇄 셀 다공성 재료가 유용할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 컴플라이언트 층은 폴리우레탄을 포함하며, 예를 들어 발포된 폴리우레탄 또는 폴리우레탄 함침 펠트일 수 있다. 컴플라이언트 층의 두께는, 예를 들어 0.2 내지 3 mm 범위일 수 있다. 연마 층이 연마 요소를 포함하는 일부 예시적 실시 형태에서, 적어도 일부가 다공성 연마 요소를 포함하는 연마 요소에는 다공성 컴플라이언트 층일 수 있는 컴플라이언트 층에 고정된 연마 요소의 단일 시트로서 컴

플라이언트 층이 형성될 수 있다.

- [0132] 일부 예시적 실시 형태에서, 컴플라이언트 층은 실리콘, 천연 고무, 스티렌-부타다이엔 고무, 네오프렌, 폴리올레핀, 폴리우레탄, 및 그의 조합으로부터 선택된 중합체 재료를 포함한다. 컴플라이언트 층은 매우 다양한 추가 재료, 예를 들어 충전제, 미립자, 섬유, 보강제 등을 추가로 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 컴플라이언트 층은 (투과성 재료가 상기한 바와 같이 지지 층과 조합되어 사용될 수 있지만) 유체 불투과성이다.
- [0133] 적합한 구매가능한 컴플라이언트 층에는, 예를 들어 제품 설명 4701-60-20062-04, 4701-50-20062-04, 4701-40-20062-04를 가진, 미국 코네티컷주 로저스 소재의 로저스 코퍼레이션(Rogers Corp.)으로부터 상표명 "포론(PORON)"으로 입수가 가능한 마이크로셀 폴리우레탄이 포함된다. 다른 적합한 컴플라이언트 층에는, 예를 들어 미국 델라웨어주 뉴왁 소재의 로델, 인코포레이티드(Rodel, Incorporated)로부터 상표명 "수바(SUBA) IV"로 입수가 가능한 폴리우레탄 함침된 폴리에스테르 펠트, 및 미국 캘리포니아주 산타 아나 소재의 루버라이트 사이프레스 스폰지 루버 프로덕츠, 인크.(Rubberite Cypress Sponge Rubber Products, Inc.)로부터 상표명 "본드텍스(BONDTEX)"로 입수가 가능한 접합된 고무 시트가 포함된다.
- [0134] 본 명세서에 개시된 연마 패드 및/또는 연마 패드의 제조 방법의 일부 실시 형태에서, 연마 패드는 연마 표면에 수직인 방향으로 패드를 통해 연장하는 윈도우를 포함할 수 있거나, 또는 국제 특허 공개 WO 2009/140622호(바자즈 등)에 기재된 바와 같이, 연마 공정의 광학적 중점을 허용하기 위한, 투명층 및/또는 투명 연마 요소를 사용할 수 있다.
- [0135] 상기에 사용되는 바와 같이 용어 "투명층"은 투명 영역을 포함하는 층을 포함하는데, 이는 층의 나머지와 동일하거나 상이한 재료로 제조될 수 있다. 일부 예시적 실시 형태에서, 연마 요소, 지지 층, 컴플라이언트 층, 또는 연마 층 또는 지지 층의 영역 중 적어도 하나는 투명할 수 있거나, 재료에 열 및/또는 압력을 인가하여 투명하게 될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 투명 재료는 층 내에 적절하게 위치한 개구 내에 (예를 들어, 몰드를 이용하여) 제자리에서 캐스팅되어 (예를 들어, 연마 층, 지지 층, 또는 컴플라이언트 층 내에) 투명 영역을 생성할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 연마 층은 예비성형된 윈도우의 존재 하에서 경화되어 연마 층 내에 투명 영역을 생성한다. 일부 실시 형태에서, 전체 지지 층 및/또는 컴플라이언트 층은 중점 검출 장치에 의해 이용되는 관심 파장(들)의 범위 내의 에너지에 투명하거나 투명하게 될 수 있는 재료로 제조될 수 있다. 투명한 요소, 층 또는 영역에 적합한 투명 재료에는, 예를 들어 투명 폴리우레탄이 포함된다.
- [0136] 더욱이, 상기에 사용되는 바와 같이, 용어 "투명한"은 중점 검출 장치에 의해 이용되는 관심 파장(들)의 범위 내의 에너지에 실질적으로 투명한 요소, 층 및 또는 영역을 포함하고자 한다. 일부 예시적 실시 형태에서, 중점 검출 장치는 자외선 광, 가시광, 적외선 광, 마이크로웨이브, 전파, 그의 조합 등의 형태로 방사선을 방출하기 위해 하나 이상의 전자기 에너지 공급원을 이용한다. 일부 실시 형태에서, 용어 "투명한"은 투명 요소, 층 또는 영역 상에 충돌하는 관심 파장에서 에너지의 약 25% 이상(예를 들어, 약 35% 이상, 약 50% 이상, 약 60% 이상, 약 70% 이상, 약 80% 이상, 약 90% 이상, 약 95% 이상)이 그를 통해 투과됨을 의미한다.
- [0137] 일부 예시적 실시 형태에서, 지지 층은 투명하다. 일부 실시 형태에서, 연마 층은 투명하다. 상기 도 3에서 예시된 실시 형태를 비롯하여 일부 예시적 실시 형태에서, 적어도 하나의 연마 요소는 투명하다. 일부 실시 형태에서, 지지 층은 투명하고, 연마 층의 적어도 일부(예를 들어, 연마 요소)가 투명하고, 연마 층의 투명한 부분과 정렬된 컴플라이언트 층 내에는 구멍이 있다.
- [0138] 상기 도 4에 예시된 실시 형태를 비롯한 추가의 예시적 실시 형태에서, 적어도 하나의 연마 요소가 투명하고, 접착제 층 및 컴플라이언트 층 또한 투명하다. 추가의 예시적 실시 형태에서, 컴플라이언트 층, 가이드 플레이트, 연마 조성물 분배 층, 적어도 하나의 연마 요소, 또는 그의 조합이 투명하다.
- [0139] 본 발명은 추가로 연마 공정에서 상기에 설명된 바와 같은 연마 패드를 이용하는 방법에 관한 것이며, 본 방법은 기재의 표면을 본 발명에 따른 연마 패드의 다공성 연마 층과 접촉시키는 단계와 연마 패드를 기재에 대하여 상대 이동시켜 기재 표면을 연마하는 단계를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 연마 패드의 다공성 연마 층은 복수개의 연마 요소를 포함하며, 그 중 적어도 일부는 다공성이다. 일부 예시적 실시 형태에서, 작업 액체는 연마 패드 표면과 기재 표면 사이의 계면에 제공될 수 있다. 적합한 작업 액체는, 예를 들어 미국 특허 제 6,238,592호(하디(Hardy) 등) 및 제 6,491,843호(스리니바산(Srinivasan) 등) 및 국제 특허 공개 WO 2002/33736호(허(Her) 등)에서 설명된 것들을 포함한다.
- [0140] 일부 실시 형태에서, 본 발명의 연마 패드 및/또는 본 발명의 방법에 따라 제조된 연마 패드의 연마 층은 평균 세공 크기가 5 마이크로미터 이상, 10 마이크로미터 이상, 또는 15 마이크로미터 이상일 수 있다. 일부 실시

형태에서, 연마 패드는 평균 세공 크기가 최대 100, 75, 50, 45, 또는 40 마이크로미터일 수 있다. 예를 들어, 평균 세공 크기는 5 내지 100, 5 내지 75, 5 내지 50, 5 내지 40, 또는 5 내지 30 마이크로미터일 수 있다. 일부 실시 형태(예를 들어, 계면활성제 중 적어도 하나가 포함되어거나 중합체 입자가 섬유인 실시 형태)에서, 연마 패드는 평균 세공 크기가 최대 30, 25, 또는 20 마이크로미터일 수 있다. 세공 크기는 일반적으로 세공의 직경을 말한다. 그러나, 세공이 비구형인 실시 형태에서, 세공 크기는 세공의 최대 치수를 말할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 세공 크기 불균일도는 40 내지 75% 범위 또는 40 내지 60% 범위이다. 일부 실시 형태에서, 세공 크기 불균일도는 최대 75, 70, 65, 60, 55, 또는 50%이다. 그에 반해서, 열 경화성 조성물을 포함하는 비교 조성물은 세공 크기 불균일도가 80, 90 또는 100%보다 클 수 있다. 일부 실시 형태에서, 본 발명에 따른 연마 패드 내의 연마 층은 다공도가 5 내지 60% 범위 또는 5 내지 55% 범위, 10 내지 50% 범위, 또는 10 내지 40% 범위일 수 있다.

[0141] 본 발명에 따른 연마 층 내의 그리고 비교용 열 경화성 조성물 내의 세공 크기의 제어 사이의 차이는 도 5a, 도 5b, 도 6a 및 도 6b에 예시되어 있다. 도 5a 및 도 5b는 각각 하기 실시예들 중 실시예 2에서 설명된 경화된 조성물의 단면 및 평면 현미경사진이다. 그에 반해서, 도 6a 및 도 6b는 각각 비교예 3의 경화된 조성물의 단면 및 평면 현미경사진이다. 실시예 2 및 비교예 3 둘 모두는 10 중량%의 중합체 입자를 이용하여 제조하였으며 동일한 방식으로 혼합하였다. 그러나, 실시예 2는 방사선 경화 및 열 경화 둘 모두에 의해 경화시켰으며, 비교예 3은 열 경화만으로 경화시켰다. 실시예 2의 세공이 비교예 3의 세공보다 더 잘 제어됨을 현미경사진이 예시한다. 하기 실시예의 표 1의 데이터는 또한 비교예 3에서보다 실시예 2에서 크기 범위가 더 낮고, 세공 크기 불균일도가 더 낮고, 정도는 더 높다는 것을 뒷받침한다.

[0142] 이론에 구애되고자 함이 없이, 세공 크기 및 세공 크기 불균일도에 대한 제어가 연마 층의 정도에 상관될 수 있는 것으로 여겨진다. 일부 실시 형태에서, 다공성 연마 층은 정도가 40, 45, 또는 50 쇼어(Shore) D 이상이다. 정도는, 예를 들어 하기 실시예에서 설명되는 바와 같이 시험 방법 2에 따라 측정할 수 있다. 그에 반해서, 열 경화성 조성물을 포함하는 비교용 조성물은 정도가 40 쇼어 D 미만일 수 있다.

[0143] 계면활성제는, 예를 들어 전형적으로 계면활성제의 부재 하에서의 이중 경화법에서보다 훨씬 더 세공 크기와 세공 크기 범위를 감소시키고 세공 분포를 향상시키기 위하여, 본 명세서에 개시된 조성물과 다공성 연마 층에서 유용하다. 다시 말하면, 계면활성제의 첨가는 세공 크기 분포 및 세공의 크기, 밀도 및 형상에 대한 더 나은 제어를 제공하는 것을 도울 수 있으며, 이것은 다시 균일한 성능(예를 들어, 제거 속도 및 웨이퍼 내 균일도)의 핵심 측정기준에 긍정적 영향을 가질 수 있다. 각각이 하기 실시예들 중 실시예 15에서 설명되는 경화된 조성물의 단면 및 평면 현미경사진인 도 7a 및 도 7b의 현미경사진은 계면활성제의 첨가가 세공 크기 범위 및 세공 분포에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 예시한다. 예를 들어, 동일한 수의 중합체 입자를 가지며 동일한 방식으로 제조되지만 계면활성제가 없는 실시예 2에서보다 실시예 15에서 세공 크기 범위가 낮다.

[0144] 본 발명의 선택된 실시 형태

[0145] 제1 실시 형태에서, 본 발명은

[0146] 제1 및 제2 대향 면을 가진 컴플라이언트 층; 및

[0147] 컴플라이언트 층의 제1 면 상에 배치된 다공성 연마 층을 포함하는 연마 패드를 제공하며, 다공성 연마 층은

[0148] 열 경화된 성분과 방사선 경화된 성분을 포함하는 가교결합된 네트워크 - 여기서 방사선 경화된 성분과 열 경화된 성분은 가교결합된 네트워크에서 공유결합됨 - ;

[0149] 가교결합된 네트워크 내에 분산된 중합체 입자; 및

[0150] 가교결합된 네트워크 내에 분산된 폐쇄 셀 세공을 포함한다.

[0151] 제2 실시 형태에서, 본 발명은 컴플라이언트 층과 다공성 연마 층 사이에 개재된 지지 층을 추가로 포함하는, 제1 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공한다.

[0152] 제3 실시 형태에서, 본 발명은 제1 또는 제2 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 열 경화된 성분은 폴리우레탄 또는 폴리에폭사이드 중 적어도 하나를 포함하며, 방사선 경화된 성분은 폴리아크릴레이트, 폴리메타크릴레이트, 폴리(비닐 에테르), 폴리비닐, 또는 폴리에폭사이드 중 적어도 하나를 포함한다.

[0153] 제4 실시 형태에서, 본 발명은 제1 또는 제2 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 열 경화된 성분과 중합체 입자는 각각 독립적으로 폴리우레탄을 포함한다.

- [0154] 제5 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제4 실시 형태 중 어느 하나에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 가교결합된 네트워크 내의 열 경화된 성분 또는 방사선 경화된 성분 중 적어도 하나에 공유 결합된다.
- [0155] 제6 실시 형태에서, 본 발명은 제1 내지 제5 실시 형태 중 어느 하나에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 방사선 경화된 성분은 폴리아크릴레이트 또는 폴리메타크릴레이트 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0156] 제7 실시 형태에서, 본 발명은 제6 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 폴리아크릴레이트 또는 폴리메타크릴레이트는 우레탄 또는 우레아 결합 기를 통해 열 경화된 성분에 공유 결합된다.
- [0157] 제8 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 다공성 연마 층은 경도가 시험 방법 2에 의해 측정할 때 40 쇼어 D 이상이다.
- [0158] 제9 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 평균 입자 크기가 5 마이크로미터 내지 500 마이크로미터 범위이다.
- [0159] 제10 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 실질적으로 구형이다.
- [0160] 제11 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 섬유이다.
- [0161] 제12 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 다공성 연마 층의 총중량을 기준으로 최대 20 중량%로 존재한다.
- [0162] 제13 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 세공은 세공 크기 불균일도가 최대 75%이다.
- [0163] 제14 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 세공은 평균 세공 크기가 5 마이크로미터 내지 100 마이크로미터 범위이다.
- [0164] 제15 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 연마 층은 지지 층 또는 컴플라이언트 층으로부터 돌출하는 분리된 연마 요소를 포함한다.
- [0165] 제16 실시 형태에서, 본 발명은 제15 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 연마 요소는 각각 지지 층으로부터 원위에 있는 단부를 가지며, 원위 단부는 연마 요소의 연마 표면에 수직인 축에서 이동가능하다.
- [0166] 제17 실시 형태에서, 본 발명은 복수개의 개구를 가진 가이드 플레이트를 추가로 포함하며, 분리된 연마 요소 각각은 복수개의 개구 중 하나를 통해 돌출하는 제15 또는 제16 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공한다.
- [0167] 제18 실시 형태에서, 본 발명은 제15 내지 제17 실시 형태 중 어느 하나에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 연마 요소는 접착제를 이용하여 컴플라이언트 층에 고정된다.
- [0168] 제19 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 컴플라이언트 층은 실리콘, 천연 고무, 스티렌-부타다이엔 고무, 네오프렌, 폴리올레핀, 또는 폴리우레탄 중 적어도 하나를 포함한다.
- [0169] 제20 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 연마 패드의 적어도 일부는 투명하다.
- [0170] 제21 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 물에서 가용성이다.
- [0171] 제22 실시 형태에서, 본 발명은 임의의 이전 실시 형태에 따른 연마 패드를 제공하는데, 여기서 다공성 연마 층은 가교결합된 네트워크 내에 계면활성제를 추가로 포함한다.
- [0172] 제23 실시 형태에서, 본 발명은 연마 패드의 제조 방법을 제공하는데, 본 방법은
- [0173] 열 경화성 수지 조성물, 방사선 경화성 수지 조성물, 및 중합체 입자를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;
- [0174] 조성물에 세공을 형성하는 단계;
- [0175] 지지 층 상에 조성물을 위치시키는 단계; 및

- [0176] 방사선 경화성 수지 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키기 위해 조성물을 방사선에 노출시키고 열 경화성 수지 조성물을 적어도 부분적으로 경화시키기 위해 조성물을 가열하여 지지 층 상에 다공성 연마 층을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0177] 제24 실시 형태에서, 본 발명은 다공성 연마 층에 대향하는 지지 층의 표면에 컴플라이언트 층을 접착 접합하는 단계를 추가로 포함하는, 제23 실시 형태에 따른 방법을 제공한다.
- [0178] 제25 실시 형태에서, 본 발명은 제23 또는 제24 실시 형태에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 열 경화성 수지 조성물은 적어도 2개의 아이소시아네이트 기 또는 적어도 2개의 에폭사이드 기를 가진 제1 수지 및 적어도 2개의 하이드록실, 아미노, 카르복시, 또는 메르캅탄 기를 가진 적어도 제2 수지를 포함하며, 방사선 경화성 조성물은 적어도 2개의 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 비닐, 또는 에폭사이드 기를 포함한다.
- [0179] 제26 실시 형태에서, 본 발명은 제25 실시 형태에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 제1 수지는 적어도 2개의 아이소시아네이트 기를 가지며, 제2 수지는 적어도 2개의 하이드록실 기 또는 적어도 2개의 아미노 기를 가지며, 방사선 경화성 조성물은 적어도 2개의 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트 기를 포함하며, 방사선 경화성 조성물은 아이소시아네이트 기 또는 하이드록실 기 중 적어도 하나를 추가로 포함한다.
- [0180] 제27 실시 형태에서, 본 발명은 제26 실시 형태에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 방사선 경화성 조성물은 지방족, 아이소시아네이트-작용성 우레탄 아크릴레이트 또는 메타크릴레이트이다.
- [0181] 제28 실시 형태에서, 본 발명은 다공성 연마 층이 형성되기 전에 지지 층 상의 조성물 내에 개방 물드를 위치시키는 단계를 추가로 포함하는 제23 내지 제27 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공한다.
- [0182] 제29 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제28 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 세공은 폐쇄 셀 세공이다.
- [0183] 제30 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제29 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 조성물은 계면활성제를 추가로 포함한다.
- [0184] 제31 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제30 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 다공성 연마 층은 경도가 시험 방법 2에 의해 측정할 때 40 쇼어 D 이상이다.
- [0185] 제32 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제31 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 평균 입자 크기가 5 마이크로미터 내지 500 마이크로미터 범위이다.
- [0186] 제33 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제32 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 실질적으로 구형이다.
- [0187] 제34 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제33 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 섬유이다.
- [0188] 제35 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제34 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 물에서 가용성이다.
- [0189] 제36 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제35 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 중합체 입자는 다공성 연마 층의 총중량을 기준으로 최대 20 중량%로 존재한다.
- [0190] 제37 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제36 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 세공은 세공 크기 불균일도가 최대 75%이다.
- [0191] 제38 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제37 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 세공은 평균 세공 크기가 5 마이크로미터 내지 100 마이크로미터 범위이다.
- [0192] 제39 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제38 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 연마 층은 지지 층에 고정되어 그로부터 돌출하는 분리된 연마 요소를 포함한다.
- [0193] 제40 실시 형태에서, 본 발명은 제39 실시 형태에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 분리된 연마 요소 각각은 고정 단부 및 지지 층으로부터 원위에 있는 단부를 가지며, 원위 단부는 연마 요소의 연마 표면에 수직인 축에서 이동가능하다.
- [0194] 제41 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제38 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 연

마 층은 컴플라이언트 층으로부터 돌출하는 분리된 연마 요소를 포함하며, 연마 요소 각각은 지지 층으로부터 원위에 있는 단부를 가지며, 원위 단부는 연마 요소의 연마 표면에 수직인 축에서 이동가능하다.

[0195] 제42 실시 형태에서, 본 발명은 복수개의 개구를 가지며 복수개의 개구 중 하나를 통해 분리된 연마 요소가 각각 돌출하는 가이드 플레이트를 추가로 포함하는 제39 내지 제41 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공한다.

[0196] 제43 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제42 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 지지 층은 실리콘, 천연 고무, 스티렌-부타다이엔 고무, 네오프렌, 폴리올레핀 또는 폴리우레탄 중 적어도 하나를 포함한다.

[0197] 제44 실시 형태에서, 본 발명은 제23 내지 제43 실시 형태 중 어느 하나에 따른 방법을 제공하는데, 여기서 연마 패드의 적어도 일부는 투명하다.

[0198] 제45 실시 형태에서, 본 발명은 연마 방법을 제공하는데, 본 방법은

[0199] 기재 표면을 제1 내지 제22 실시 형태 중 어느 하나에 따른 연마 패드의 다공성 연마 층과 접촉시키는 단계; 및

[0200] 연마 패드를 기재에 대하여 상대 이동시켜서 기재 표면을 연마하는 단계를 포함한다.

[0201] 제46 실시 형태에서, 본 발명은 다공성 연마 층과 기재 표면 사이의 계면에 작업 액체를 제공하는 단계를 추가로 포함하는 제45 실시 형태의 방법을 제공한다.

[0202] 이제, 본 발명에 따른 예시적인 연마 패드가 후속하는 비제한적 실시예를 참고로 예시될 것이다.

실시예	
약어 또는 상표명	재료
D100	미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의 마이엘 머티리얼스 사이언스로부터 상표명 "테스토크스 D100"으로 입수가능한 아이소시아네이트 우레탄 아크릴레이트.
PHP-75D	미국 펜실베이니아주 알렌타운 소재의 에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인크.로부터 상표명 "에어탄 PHP-75D"로 입수가능한 아이소시아네이트 에비중합체.
P250	에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인크.로부터 상표명 "베르사링크 P250"으로 입수가능한 올리고머 다이아민.
P650	에어 프로덕츠 앤드 케미칼스, 인크.로부터 상표명 "베르사링크 P650"으로 입수가능한 올리고머 다이아민.
M1	690 g의 P250과 430 g의 P-650의 혼합물.
5350D	일본 도쿄 소재의 어드밴스트 폴리머스 그룹의 다이니치세이가 컬러 앤드 케미칼스 매뉴팩처링 컴퍼니, 리미티드로부터 상표명 "다이믹-베아즈 UCN-5350D"로 입수가능한 폴리우레탄 입자, 35 마이크로미터 크기.
5150D	어드밴스트 폴리머스 그룹의 다이니치세이가 컬러 앤드 케미칼스 매뉴팩처링 컴퍼니, 리미티드로부터 상표명 "다이믹-베아즈 UCN-5150D"로 입수가능한 폴리우레탄 입자, 15 마이크로미터 크기.
5070D	어드밴스트 폴리머스 그룹의 다이니치세이가 컬러 앤드 케미칼스 매뉴팩처링 컴퍼니, 리미티드로부터 상표명 "다이믹-베아즈 UCN-5070D"로 입수가능한 폴리우레탄 입자, 7 마이크로미터 크기.
TPO-L	미국 뉴저지주 플로라파크 소재의 바스프(BASF)로부터 상표명 "루시린(Lucirin) TPO-L"로 입수가능한 2,4,6-트라이메틸벤조일페닐포스핀산 에틸 에스테르.
ST-1880	미국 매사추세츠주 이스트햄튼 소재의 스티븐스 우레탄으로부터 상표명 "ST-1880"으로 입수가능한 방향족 폴리우레탄 필름.
A15LV	미국 미시간주 미들랜드 소재의 다우 케미칼 컴퍼니로부터 상표명 메토셀 A15 프리미엄 LV로 입수가능한 메틸셀룰로오스.
DC5604	미국 펜실베이니아주 알렌타운 소재의 에어 프로덕츠 케미칼스, 인크.로부터 상표명 "덱코 DC5604"로 입수가능한 실리콘 글리콜 공중합체 계면활성제.

[0203]

[0204] 시험 방법 1: FESEM

[0205] 종래 절차에 따라, 일본 도쿄 소재의 히타치 하이-테크놀로지스 코퍼레이션(Hitachi High-Technologies Corporation)으로부터 입수가능한 히타치 S-4500 FESEM을 이용하여 용품의 주사 전자 현미경사진(평면도 및 단면도)을 얻었다. 용품의 단면도는 예리한 면도날을 이용하여 절단하여 얻었다. 후속하여 샘플을 SEM 검사 전에 종래 기술을 이용하여 Au/Pd로 스퍼터 코팅하였다. 용품의 단면과 평면의 이미지를 얻었다.

- [0206] 시험 방법: 2: 경도
- [0207] 경도 측정은 미국 일리노이주 버팔로 그로브 소재의 렉스 게이지 컴퍼니, 인크.(Rex Gauge Company, Inc.)로부터 입수가 가능한 모델 1500 쇼어 D 경도계를 이용하여 이루어졌다. 표 1에 기록된 값은 5회 측정값의 평균이며, 각각의 측정은 실시예의 상이한 연마 특징부에 대해 이루어졌다.
- [0208] 시험 방법 3: 광학 현미경을 통한 세공 크기 측정
- [0209] 세공 크기 평균, 세공 크기 표준 편차(Std. Dev.), 세공 크기 범위(관찰된 최대 크기 세공 - 관찰된 최소 크기 세공), 세공 크기 불균일도(세공 크기 표준 편차/평균 세공 크기 \times 100) 및 다공도(세공으로 이루어진 이미지의 측정된 면적/이미지 전체 면적 \times 100)를 미국 메릴랜드주 베데스다 소재의 미디어 사이버네틱스(Media Cybernetics)로부터 입수가 가능한 이미지-프로 플러스 분석 소프트웨어와 함께, 미국 일리노이주 엘진 소재의 니콘 이스트루먼츠, 인크.(Nikon Instruments, Inc.)로부터 입수가 가능한 MM-40 니콘 측정 현미경을 이용하여 얻은 광학 이미지의 이미지 분석을 이용하여 측정하였다.
- [0210] 광학 이미지 형성 전에, 샘플을 다음 순서로 제조하였다. 3개의 연마 특징부를 용품으로부터 절단하여, 미국 미네소타주 세인트폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 상표명 "쓰리엠 스카치-웰드 에폭시 팟팅 컴파운드/어드헤시브(3M SCOTCH-WELD Epoxy Potting Compound/Adhesive) DP270 클리어(CLEAR)"로 입수한 팟팅 화합물을 이용하여, 미국 일리노이주 레이크 블러프 41 소재의 뵐러 리미티드(Buehler Ltd.)로부터 입수가 가능한 2.5 cm 외경 \times 2.2 cm 내경의 페놀 고리 형태로 밀봉하였다. 에폭시에 매립된 특징부를 29.3 kPa(4.25 psi)의 아래로 누르는 힘(down force)으로 6 단계 공정을 이용하여, 뵐러 리미티드로부터 입수가 가능한 에코멧(Ecomet) 3 연삭기-연마기를 이용하여 미세 연마하였으며, 모든 6 단계 동안 헤드 및 압반 속도는 120 rpm이었다. 모든 경우에, 표시된 샌드 페이퍼 또는 연마 패드를 감압 접착제(psa)를 이용하여 에코멧 3의 압반에 장착시켰다.
- [0211] 단계 1: 쓰리엠 컴퍼니로부터 상표명 "쓰리엠 웨트드라이 피에스에이 디스크(3M WETORDRY PSA Disc) 21366"으로 입수한 20.3 cm(8 인치) 직경, 240 그릿 디스크, 연삭 시간은 연삭 유체로서 물을 이용하여 3분이었다.
- [0212] 단계 2: 뵐러 리미티드로부터 상표명 "카르비멧(CARBIMET) 8" PSA 디스크 30-5118-600-100으로 입수한 20.3 cm(8 인치) 직경, 600 그릿 디스크, 연삭 시간은 연삭 유체로서 물을 이용하여 6분이었다.
- [0213] 단계 3: 뵐러 리미티드로부터 상표명 "텍스멧(TEXMET) 1500 폴리싱 패드(Polishing Pad)", 40-8618로 입수한 20.3 cm(8") 직경 패드, 연마 시간은 연마 유체로서 미국 캘리포니아주 란초 도민구에즈 소재의 엘라이드 하이 테크 프로덕츠, 인크.(Allied High Tech Products, Inc.)로부터 입수가 가능한 15 μ m 등급 다결정질 다이아몬드 현탁액 90-30035를 이용하여 6분이었다.
- [0214] 단계 4: 뵐러 리미티드로부터 상표명 "텍스멧 1500 폴리싱 패드", 40-8618로 입수한 20.3 cm(8 인치) 직경 패드, 연마 시간은 연마 유체로서 엘라이드 하이 테크 프로덕츠, 인크.로부터 입수가 가능한 6 μ m 등급 다결정질 다이아몬드 현탁액 90-30025를 이용하여 6분이었다.
- [0215] 단계 5: 뵐러 리미티드로부터 상표명 "텍스멧 1500 폴리싱 패드", 40-8618로 입수한 20.3 cm(8 인치) 직경 패드, 연마 시간은 연마 유체로서 엘라이드 하이 테크 프로덕츠, 인크.로부터 입수가 가능한 3 μ m 등급 다결정질 다이아몬드 현탁액 90-30020을 이용하여 6분이었다.
- [0216] 단계 6: 뵐러 리미티드로부터 상표명 "텍스멧 1500 폴리싱 패드", 40-8618로 입수한 20.3 cm(8 인치) 직경 패드, 연마 시간은 연마 유체로서 엘라이드 하이 테크 프로덕츠, 인크.로부터 입수가 가능한 1 μ m 등급 다결정질 다이아몬드 현탁액 90-30015를 이용하여 6분이었다.
- [0217] 연마 후, 특징부의 연마된 표면을 종래 기술을 이용하여 미국 뉴저지주 무어스타운 소재의 덴톤 배큘, 엘엘씨(Denton Vacuum, LLC)로부터 입수가 가능한 스퍼터링 코팅기를 이용하여 탄소로 코팅하였다. 광학 이미지 형성을 후속하여 실시하였다.
- [0218] 실시예 1
- [0219] 실시예 1은 0.28 g의 5350D, 2.15 g의 M1, 1.83 g의 PHP-75D, 1.27 g의 D100 및 0.06 g의 TPO-L을 50 ml 플라 스틱 비이커에 넣음으로써 제조하였다. 비이커를 아와토리-렌타로(Awatori-Rentaro) AR-500 텅키 믹서(Thinky Mixer)(일본 도쿄 소재의 텅키 코퍼레이션(Thinky Corporation)으로부터 입수)에 넣고 2단계 공정으로 AR-500을 작동시킴으로써 성분들을 함께 혼합하였다. 제1 단계는 5분 동안 1000 rpm의 자전 및 1000 rpm의 공전으로 실시하였다. 제2 단계는 제1 단계 후 즉시 이어졌으며 15초 동안 30 rpm의 자전 및 2000 rpm의 공전으로 실시되

어, 수지 혼합물을 형성하였다. 수지 혼합물을 길이가 19.5 cm이고 폭이 9.2 cm인 알루미늄 플레이트로부터 형성된 테플론 코팅되고 Ni로 도금된 알루미늄 몰드 내로 부었다. 몰드는 테이퍼가 형성된 원통형 캐비티의 정사각형 어레이로 이루어졌다. 캐비티는 캐비티의 상부에서 직경이 7.8 mm이고 캐비티의 바닥에서 직경이 6.5 mm이고 깊이가 1.8 mm였다. 캐비티들 사이의 중심에서 중심까지 거리는 약 11.7 mm였다. 한 조각의 폴리우레탄 필름 ST-1880을 배킹으로 이용하였다. 배킹을 약 12 cm × 10 cm의 크기로 절단하고, 수지 혼합물을 함유한 몰드의 영역 위에 두었다. 28 cm 길이 × 17 cm 폭 × 3.5 mm 두께의 석영 플레이트를 폴리우레탄 배킹의 상부에 두고, 수지를 캐비티 내로 힘을 가하고, 캐비티들 사이에 수지 혼합물의 약 0.5 mm 두께의 얇은 랜드 영역을 생성하였다.

[0220] 몰드, 수지 혼합물, 배킹 및 석영 플레이트를 약 157.5 와트/cm(400 와트/인치)에서 작동하는 2개의 자외선 램프(미국 메릴랜드주 게이터스버그 소재의 퓨전 시스템즈 인크.(Fusion Systems Inc.)로부터 입수가능한 "V" 밸브) 아래로 통과시켜 수지 혼합물을 UV 경화시켰다. 몰드는 약 2.4 미터/분(8 피트/분)의 속도로 광 아래로 통과시켰으며 방사선은 석영 플레이트와 폴리우레탄 배킹을 통과하여 수지 혼합물에 도달하였다. 그 후, 몰드, 부분 경화된 수지 혼합물 및 폴리우레탄 배킹을 2시간 동안 100℃의 설정 온도를 가진 오븐을 통해 공기 유동으로 이동시켜 수지 혼합물을 열 경화시켰다. 폴리우레탄 배킹을 부드럽게 당겨서 경화된 용품을 몰드로부터 제거하여, 구조화된 연마 특징부를 가진 용품인 실시예 1을 형성하였다.

[0221] 실시예 2

[0222] 실시예 2는 수지 혼합물의 조성이 0.58 g의 5350D, 2.15 g의 M1, 1.83 g의 PHP-75D, 1.27 g의 D100 및 0.06 g의 TPO-L인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0223] 실시예 3

[0224] 실시예 3은 경화를 역순으로 실시하여 열 경화를 먼저하고 이어서 UV 경화를 한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0225] 실시예 4

[0226] 실시예 4는 경화를 역순으로 실시하여 열 경화를 먼저하고 이어서 UV 경화를 한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일하게 제조하였다.

[0227] 비교예 C1

[0228] 비교예 C1은 5350D가 수지 혼합물의 조성으로부터 생략된 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0229] 비교예 C2

[0230] 비교예 C2는 수지 혼합물의 조성이 0.31 g의 5350D, 2.15 g의 M1, 및 3.65 g의 PHP-75D이고 2시간 동안 100℃에서의 열 경화만을 이용하였으며 UV 경화 단계를 생략한 것을 제외하고는 비교예 C1과 동일하게 제조하였다.

[0231] 비교예 C3

[0232] 비교예 C3은 수지 혼합물의 조성이 0.65 g의 5350D, 2.15 g의 M1, 및 3.65 g의 PHP-75D인 것을 제외하고는 비교예 C2와 동일하게 제조하였다.

[0233] 실시예 5

[0234] 실시예 5는 9.49 g의 5350D, 35.00 g의 M1, 29.69 g의 PHP-75D, 20.63 g의 D100 및 1.03 g의 TPO-L을 500 mL 플라스틱 비이커에 넣음으로써 제조하였다. 비이커를 아와토리-렌타로 AR-500 텅키 믹서에 넣고 2단계 공정으로 AR-500을 작동시킴으로써 성분들을 함께 혼합하였다. 제1 단계는 5분 동안 1000 rpm의 자전 및 1000 rpm의 공전으로 실시하였다. 제2 단계는 제1 단계 후 즉시 이어졌으며 15초 동안 30 rpm의 자전 및 2000 rpm의 공전으로 실시되어 수지 혼합물을 형성하였다.

[0235] 폭이 약 53 cm(21 인치)이고, 갭이 1.52 mm(60 mil)인 나이프 코팅기를 이용하여, 수지 혼합물의 대략 28 cm × 28 cm 코팅을, 열가소성 폴리우레탄(TPU), 에스탄 58887-NAT02(미국 오하이오주 클리블랜드 소재의 루브리졸 어드밴스트 머티리얼스, 인크.로부터 입수가가능)를 종이 이형 라이너 상에 182℃에서 필름 형태로 압출시켜 형성된 26 μm 두께의 배킹 상에서 제조하였다.

[0236] 코팅된 수지 혼합물과 배킹을 두께가 6.35 mm(0.25 인치)인 30.5 cm × 30.5 cm(12 인치 × 12 인치)의 알루미늄 플레이트 상에 두었다. 직경이 9.6 mm(0.375 인치)이고 두께가 3.2 mm(0.125 인치)인 36개의 자석을 알루미늄

납 플레이트의 후면의 리세스 내로 끼워 맞추었다. 36개의 리세스는 리세스들 사이의 중심에서 중심까지 거리가 약 5 cm인 정사각형 어레이였다. 리세스의 직경과 깊이는 각각 9.8 mm와 4.3 mm였다. 각각 직경이 약 6.2 mm이고 중심에서 중심까지 거리가 약 8 mm인 원형 구멍의 육각형 어레이를 가진, 약 1.6 mm 두께를 갖는 약 41 cm × 30 cm의 테플론 코팅된 금속 스크린을 수지 혼합물 코팅의 상부에 두었다. 스크린과 알루미늄 플레이트 내의 자석 사이의 자기 인력(magnetic attraction)은 스크린이 수지 혼합물 코팅을 통과하도록 강제하여, 금속 스크린과 배킹 사이에 코팅의 얇은 랜드 영역을 남겼다. 석영 플레이트를 사용하지 않은 것을 제외하고, 코팅의 UV 경화를 실시예 1과 동일하게 실시하였다. 실시예 1에서 설명된 것과 동일한 절차를 이용하여 열 경화가 이어졌다.

[0237] 오븐에서 꺼낸 후, 금속 스크린을 경화된 수지로부터 제거하여, 원래의 종이로 배킹된 폴리우레탄 배킹에 접착된 텍스처링된 패드 표면을 형성하였다. 종이를 제거하여 폴리우레탄 배킹의 대향면을 노출시켰다. 127 μ m 두께 전사 접착제인 쓰리엠 접착 전사 테이프(3M Adhesive Transfer Tape) 9672(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능)를 이용하여, 텍스처링된 패드 표면의 폴리우레탄 배킹을 1.59 mm(0.0625 인치) 두께를 갖는 대략 30 cm × 30 cm의 폴리우레탄 폼 조각(로저스 "포론(PORON)" 우레탄 폼, 부품 번호 4701-50-20062-04(미국 미네소타주 차스카 소재의 아메리칸 플렉서블 프로덕츠, 인크.(American Flexible Products, Inc.)로부터 입수가능)에 손으로 라미네이팅시켰다. 18 mm 직경의 중심 구멍을 가진 23 cm 직경의 패드를 라미네이트로부터 다이 절단하여 본 발명의 구조화된 연마 특징부를 가진 패드, 실시예 5를 형성하였다.

[0238] 비교예 C4

[0239] 비교예 C4는 수지 혼합물의 조성이 10.48 g의 5350D, 35.00 g의 M1, 및 59.38 g의 PHP-75D이고, 2시간 동안 100°C에서의 열 경화만을 이용하였으며 UV 경화 단계를 생략한 것을 제외하고는 실시예 5와 동일하게 제조하였다.

[0240] 시험 방법 2 및 시험 방법 3을 이용하여, 실시예 1 내지 실시예 5 및 비교예 C1 내지 비교예 C4의 경도, 세공 크기 평균, 세공 크기 표준 편차, 세공 크기 범위, 세공 크기 불균일도 및 다공도를 측정하였다. 결과가 하기의 표 1에 나타나 있다.

[0241] [표 1]

경도, 세공 크기 및 다공도 데이터

실시예	경도	세공 크기 평균 (μ m)	세공 크기 표준 편차 (μ m)	세공 크기 범위 (μ m)	세공 크기 불균일도 (%)	다공도 (%)
1	55	31.5	18.2	84.4	57.8	21.3
2	55	32.5	17.8	76.6	54.7	11.2
3	60	30.8	21.9	97.4	71.1	12.1
4	60	26.2	14.0	90.3	53.3	18.4
5	50	33.7	15.7	93.7	46.6	37.3
C1*	60	-	-	-	-	-
C2	35	37.1	40.1	189.1	107.9	21.1
C3	35	37.7	31.9	161.0	84.8	23.1
C4	35	42.1	37.1	190.3	88.0	26.6

* 비교예 C1은 세공이 없으므로, 세공 크기 데이터가 측정가능하지 않았다.

[0242]

[0243] 실시예 6

[0244] 실시예 6은 수지 혼합물의 조성이 0.28 g의 5150D, 2.15 g의 M1, 1.83 g의 PHP-75D, 1.27 g의 D100 및 0.06 g의 TPO-L인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0245] 예시적인 실시예 I-1

[0246] 예시적 실시예 I-1은 수지 혼합물의 조성이 0.28 g의 5070D, 2.15 g의 M1, 1.83 g의 PHP-75D, 1.27 g의 D100 및 0.06 g의 TPO-L인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0247] 실시예 7

[0248] 실시예 7은 5350D의 양이 0.05 g인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.

[0249] 실시예 8

- [0250] 실시예 8은 5350D의 양이 0.14 g인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0251] 실시예 9
- [0252] 실시예 9는 5350D의 양이 0.93 g인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0253] 예시적인 실시예 I-2
- [0254] 예시적 실시예 I-2는 5350D의 양이 1.31 g인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 제조하였다.
- [0255] 실시예 6 내지 실시예 9의 FESEM(시험 방법 1) 결과는 그들이 허용가능한 수준의 다공도를 가짐을 나타냈다. 예시적 실시예 I-1 및 실시예 I-2의 FESEM(시험 방법 1) 결과는 그들이 낮은 수준의 다공도를 가짐을 나타냈다.
- [0256] 실시예 10
- [0257] 실시예 10은 다음 변화를 제외하고는 실시예 5와 동일하게 제조하였다. 수지 혼합물의 조성은 0.62 g의 A15LV, 23 g의 P-250, 15.83 g의 PHP-75D, 22 g의 D100, 1.1g의 TPO-L 및 0.68 g의 DC5604였다. 성분을 500 ml 플라스틱 용기에 넣고 혼합하였다.
- [0258] TPU 배킹과 수지 혼합물을 가진 스크린을 157.5 와트/cm(400 와트/인치)에서 작동하는 2개의 자외선 광 램프(미국 메릴랜드주 게이더스버그 소재의 퓨전 시스템즈 인크.로부터 입수가능한 "V" 벌브) 아래로 통과시켜 수지 혼합물을 UV 경화시켰다. 수지 혼합물을 약 2.4 미터/분(8 피트/분)의 속도로 광 아래로 통과시켰으며 방사선은 수지 혼합물을 통과하였다. 그 후, 쓰리엠 컴퍼니로부터 상표명 "쓰리엠 스카치팩(SCOTCHPAK) 1022 릴리즈 라이너(Release Liner)"로 입수한 플루오로중합체 코팅된 폴리에스테르 필름 이형 라이너를 스크린 상부에 두고 수지 혼합물을 부분 경화시켰다. 이어서, 조립체를 뒤집어 폴리우레탄 배킹이 위로 가도록 하고 플루오로중합체 코팅된 폴리에스테르 필름/스크린/부분 경화된 수지 혼합물이 바닥에 가도록 하였다. 석영 플레이트를 배킹의 상부에 두고 전체 조립체를 두 번째로 동일한 UV 경화 공정을 통과시켰다. 두 번째 UV 경화가 완료된 후, 석영 플레이트와 플루오로중합체 코팅된 폴리에스테르 필름을 제거하고 스크린/부분 경화 수지 혼합물/배킹 조립체를 2시간 동안 100℃의 설정 온도를 가진 오븐을 통한 공기 유동으로 이동시켜 수지 혼합물을 열 경화시켰다. 실온으로 냉각한 후, 18 mm 직경의 중심 구멍을 가진 23 cm 직경의 패드를 실시예 5에서 설명된 바와 같이 제작하여 실시예 10을 생성하였다.
- [0259] 실시예 11
- [0260] 실시예 11은 A15LV의 중량이 1.25 g인 것을 제외하고는 실시예 10과 동일하게 제조하였다.
- [0261] 실시예 12
- [0262] 실시예 12는 A15LV의 중량이 3.20 g인 것을 제외하고는 실시예 10과 동일하게 제조하였다.
- [0263] 실시예 13
- [0264] 실시예 13은 A15LV의 중량이 6.76 g인 것을 제외하고는 실시예 10과 동일하게 제조하였다.
- [0265] 실시예 14
- [0266] 실시예 14는 6.88 g의 A15LV, 127.78 g의 P-250, 6.11 g의 TPO-L 및 3.51 g의 DC5604를 650 ml 플라스틱 용기에 넣음으로써 제조하였다. 용기를 아와토리-렌타로 AR-500 텅키 믹서에 넣고 1000 rpm의 자전 및 1000 rpm의 공전으로 4분 동안 AR-500을 작동시킴으로써 성분들을 함께 혼합하였다. 용기를 믹서에서 꺼내고 87.29 g의 PHP-75D와 122.22 g의 D100을 용기에 첨가하였다. 혼합물은 2단계 혼합 공정을 거쳤다. 제1 단계는 4분 동안 1000 rpm의 자전 및 1000 rpm의 공전으로 실시하였다. 제2 단계는 제1 단계 후 즉시 이어졌으며 15초 동안 30 rpm의 자전 및 2000 rpm의 공전으로 실시되어 수지 혼합물을 형성하였다.
- [0267] 폭이 약 53 cm(21 인치)이고, 갭이 1.52 mm(60 mil)인 나이프 코팅기를 이용하여, 수지 혼합물의 대략 53.3 cm × 58.4 cm(21 in × 23 in) 코팅을, TPU, "에스탄 58309-022"를 종래의 102 μm(4 mil) 폴리에스테르 이형 라이너 상에 210℃에서 필름 형태로 압출시켜 형성된 102 μm(4 mil) 두께의 배킹 상에서 제조하였다.
- [0268] 코팅된 수지 혼합물과 배킹을 두께가 6.35 mm(0.25 인치)인 61.0 cm × 61.0 cm(24 인치 × 24 인치)의 알루미늄 플레이트 상에 두었다. 직경이 9.6 mm(0.375 인치)이고 두께가 3.2 mm(0.125 인치)인 113개의 자석을 알루미늄 플레이트의 후면의 리세스 내로 끼워 맞추었다. 리세스는 15열로 이루어진 선형 어레이였다. 8개의 열은 열 당 8개 리세스를 갖는 한편 7개의 열은 열 당 7개 리세스를 가졌다. 열들 사이의 간격은 4 mm인 한편 열 내

의 리세스들 사이의 간격은 7.5 mm였다. 리세스의 제1 열(플레이트의 가장자리 근처)은 8개의 리세스를 가졌으며, 제2 열은 7개의 리세스를 가졌다. 이러한 교번하는 패턴은 8개의 리세스를 가진 15번째 열까지 계속되었다. 짝수 열의 리세스는 그들이 상응하는 인접 열의 리세스들 사이에 중심이 설정되도록 위치되었다. 리세스의 직경과 깊이는 각각 9.8 mm와 4.3 mm였다. 고온에서 취급될 수 있는 테이프를 이용하여 리세스 내에 자석을 고정시켰다. 각각 직경이 약 6.2 mm이고 중심에서 중심까지 거리가 약 8 mm인 원형 구멍의 육각형 어레이를 가진, 약 1.6 mm 두께를 갖는 약 61.0 cm × 61.0 cm(24 in × 24 in)의 테플론 코팅된 금속 스크린을 수지 혼합물 코팅의 상부에 두었다. 스크린과 알루미늄 플레이트 내의 자석 사이의 자기 인력은 스크린이 수지 혼합물 코팅을 통과하도록 강제하여, 금속 스크린과 배킹 사이에 코팅의 얇은 랜드 영역을 남겼다.

[0269] 실시예 10의 동일한 경화 절차를 따라 수지 혼합물을 경화시켰다. 오븐에서 꺼낸 후, 금속 스크린을 경화된 수지로부터 제거하여, 원래의 폴리에스테르로 배킹된 폴리우레탄 TPU 배킹에 접촉된 텍스처링된 패드 표면을 형성하였다. 127 μ m 두께의 전사 접착제인, "쓰리엠 접착 전사 테이프 9672"(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능)를 이용하여, 텍스처링된 패드 표면의 폴리에스테르 이형 라이너를 2 mm(0.0787 인치) 두께를 갖는 대략 53.3 cm × 58.4 cm(21 in × 23 in)의 폴리우레탄 폼 조각에 손으로 라미네이팅시켰다. 직경이 50.8 cm(20.0 in)인 패드를 라미네이트로부터 다이 절단하여 본 발명의 구조화된 연마 특징부를 가진 패드, 실시예 14를 형성하였다.

[0270] 비교예 C5

[0271] 비교예 C5는 A15LV가 수지 혼합물의 조성으로부터 생략된 것을 제외하고는 실시예 10과 동일하게 제조하였다.

[0272] 비교예 C6

[0273] 비교예 C6은 수지 혼합물의 조성이 1.44 g의 A15LV, 23 g의 P-250, 47.50 g의 PHP-75D, 및 0.68 g의 DC5604이고 2시간 동안 100°C에서의 열 경화만을 이용하였으며 UV 경화 단계를 생략한 것을 제외하고는 실시예 10과 동일하게 제조하였다.

[0274] 비교예 C7

[0275] 비교예 C7은 A15LV가 수지 혼합물의 조성으로부터 생략된 것을 제외하고는 비교예 C6과 동일하게 제조하였다.

[0276] 실시예 15

[0277] 실시예 15는 수지 혼합물의 조성이 7.58 g의 5350D, 28.00 g의 M1, 23.75 g의 PHP- 75D, 16.50 g의 D100, 0.83 g의 TP0-L 및 0.77 g의 DC5604인 것을 제외하고는 실시예 5와 동일하게 제조하였다.

[0278] 비교예 C8

[0279] 비교예 C8은 수지 혼합물의 조성이 8.39 g의 5350D, 28.00 g의 M1, 47.50 g의 PHP-75D 및 3.5 g의 DC5604이고 2시간 동안 100°C에서의 열 경화만을 이용하였으며 UV 경화 단계를 생략한 것을 제외하고는 실시예 15와 동일하게 제조하였다.

[0280] 시험 방법 2 및 시험 방법 3을 이용하여, 실시예 10 내지 실시예 15 및 비교예 C5 내지 비교예 C8의 경도, 세공 크기 평균, 세공 크기 표준 편차, 세공 크기 범위, 세공 크기 불균일도 및 다공도를 측정하였다. 결과가 하기의 표 2에 나타나 있다.

[0281] [표 2]

경도, 세공 크기 및 다공도 데이터

실시에	경도	세공 크기 평균 (μm)	세공 크기 표준 편차 (μm)	세공 크기 범위 (μm)	세공 크기 불균일도 (%)	다공도 (%)
10	60	16.2	10.6	63.2	65.6	16.9
11	60	16.0	10.7	61.6	67.2	21.3
12	55	14.0	11.8	57.7	83.8	33.9
13	45	14.9	13.3	81.42	89.5	46.5
14	60	16.2	12.2	62.7	75.5	18.9
15	50	17.2	9.6	51.6	55.9	27.0
C5	65	26.5	25.0	68.9	94.4	0.33
C6	30	18.8	21.0	128.9	111.7	33.3
C7	30	44.5	34.1	105.5	76.6	4.7
C8	30	15.9	16.7	121.7	105.2	22.5

[0282]

[0283]

본 명세서에 걸쳐 "일 실시 형태", "일부 실시 형태", "하나 이상의 실시 형태", 또는 "실시 형태"라고 하는 것은, 실시 형태라는 용어 앞에 "예시적인"이라는 용어를 포함하든 포함하지 않든 간에, 그 실시 형태와 관련하여 기술된 특성의 특징, 구조, 재료 또는 특성이 본 발명의 예시적인 일부 실시 형태들 중 적어도 하나의 실시 형태에 포함되어 있다는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서에 걸쳐 여러 곳에서 나오는 "하나 이상의 실시 형태에서", "일부 실시 형태에서", "하나의 실시 형태에서" 또는 "일 실시 형태에서"라는 문구가 반드시 본 개시 내용의 예시적인 일부 실시 형태들 중 동일한 실시 형태를 말하는 것은 아니다. 또한, 특성의 특징들, 구조들, 재료들, 또는 특성들은 하나 이상의 실시 형태에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.

[0284]

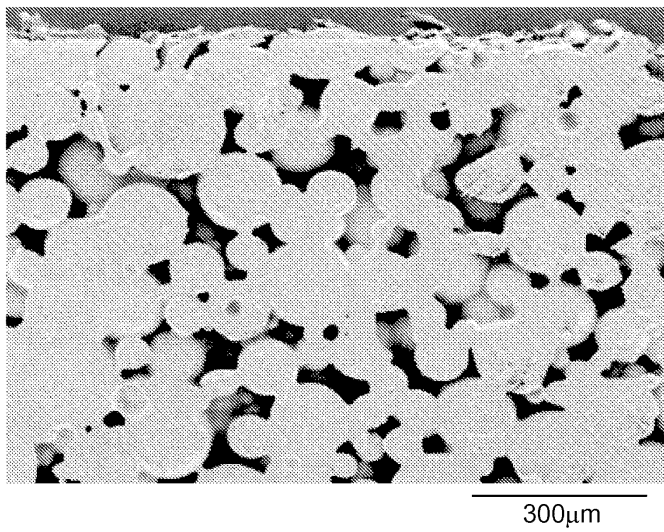
명세서가 예시적인 일부 실시 형태를 상세히 기술하고 있지만, 당업자라면 이상의 내용을 이해할 때 이들 실시 형태에 대한 여러 수정, 변형 및 그 등가물을 용이하게 안출할 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 따라서, 본 발명이 이상에 기재된 예시적인 실시 형태로 부당하게 제한되어서는 안됨을 이해하여야 한다. 특히, 본 명세서에 사용된 바와 같이, 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내에 포함되는 모든 숫자를 포함하고자 한다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 및 5를 포함함). 또한, 본 명세서에 사용된 모든 숫자는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 가정된다. 게다가, 본 명세서에 인용된 모든 간행물 및 특허는, 각각의 개별 간행물 또는 특허가 인용에 의해 포함되는 것으로 구체적이고 개별적으로 명시된 것처럼, 인용에 의해 그 전체 내용이 본 명세서에 포함된다.

[0285]

다양한 예시적인 실시 형태가 설명되었다. 이들 및 다른 실시 형태는 하기의 특허청구범위의 범주 내에 속한다.

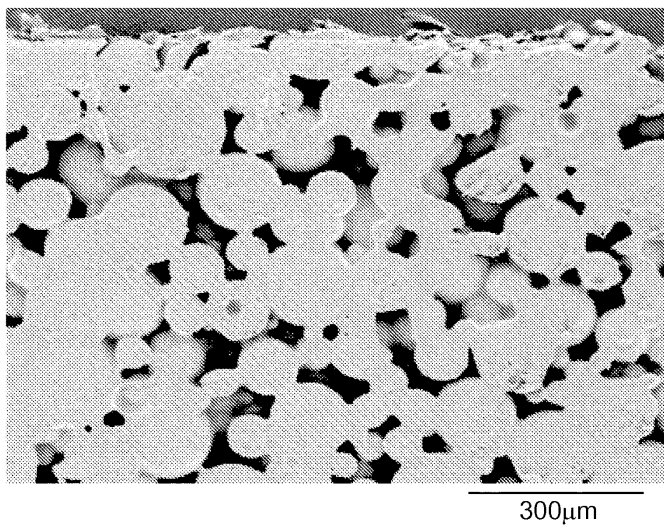
도면

도면1a



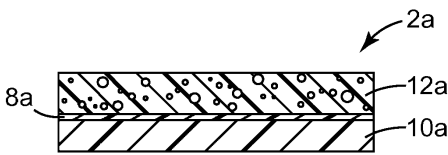
종래 기술

도면1b

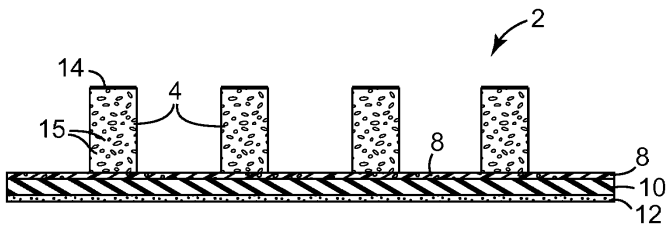


종래 기술

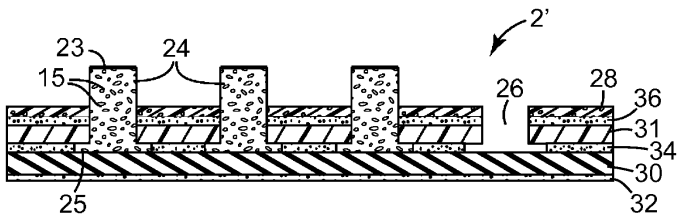
도면2



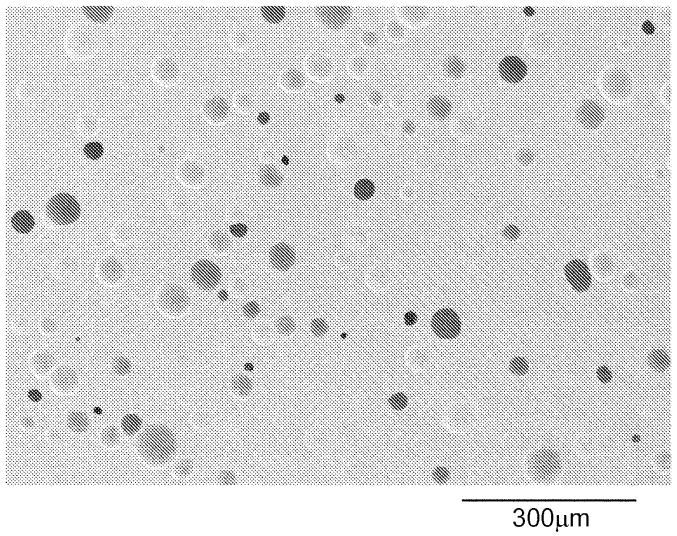
도면3



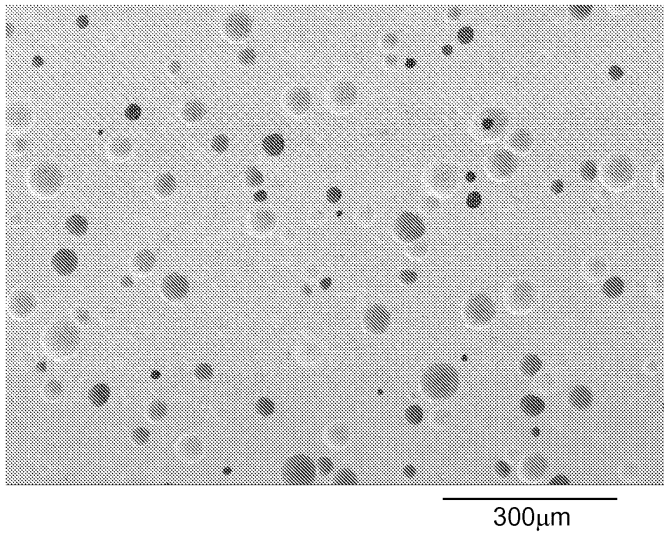
도면4



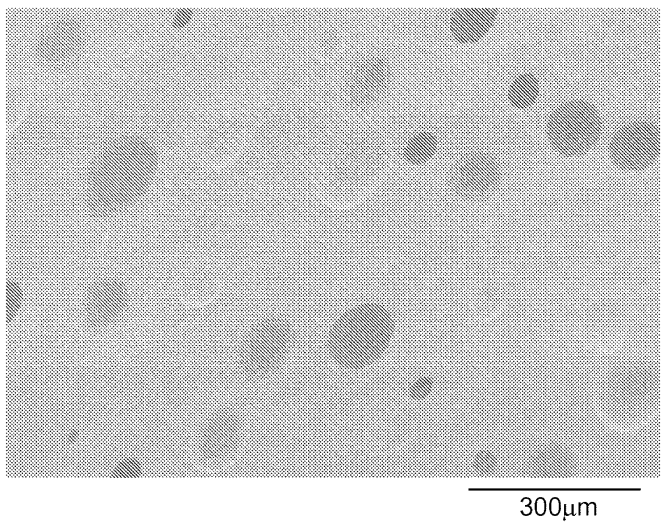
도면5a



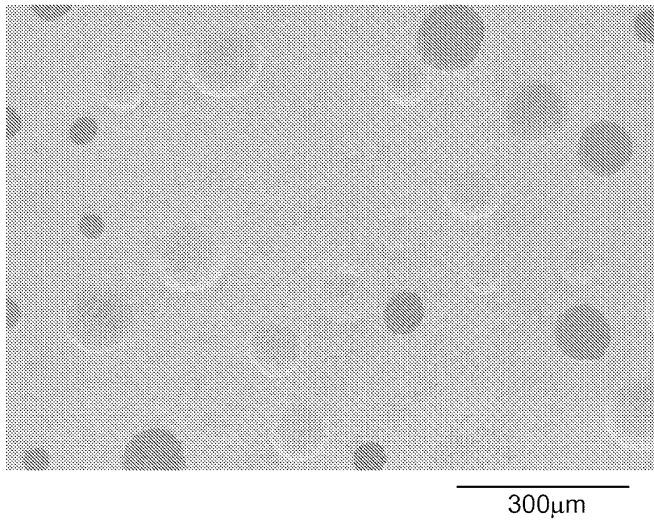
도면5b



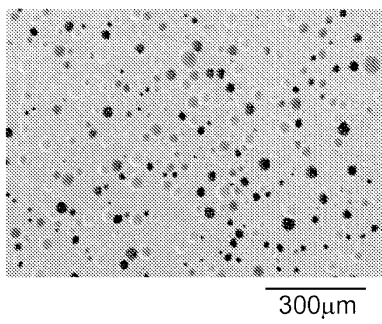
도면6a



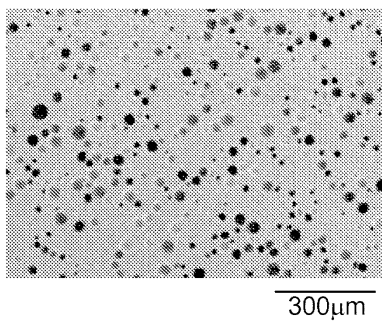
도면6b



도면7a



도면7b



도면8

