



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0114627  
(43) 공개일자 2016년10월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B24B 37/26 (2012.01) B24B 1/00 (2006.01)  
C23C 14/06 (2006.01) C23C 16/26 (2006.01)  
C23C 16/32 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B24B 37/26 (2013.01)  
B24B 1/00 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-7022667  
(22) 출원일자(국제) 2015년01월21일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2016년08월19일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/012158  
(87) 국제공개번호 WO 2015/112540  
국제공개일자 2015년07월30일  
(30) 우선권주장  
61/931,136 2014년01월24일 미국(US)

(71) 출원인  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
스 33427 쓰리엠 센터  
(72) 발명자  
미나미 히데키  
일본 141-8684 도쿄 시나가와구 기타시나가와  
6-7-29  
와타세 도시히코  
일본 141-8684 도쿄 시나가와구 기타시나가와  
6-7-29  
(74) 대리인  
양영준, 조윤성, 김영  
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 9 항

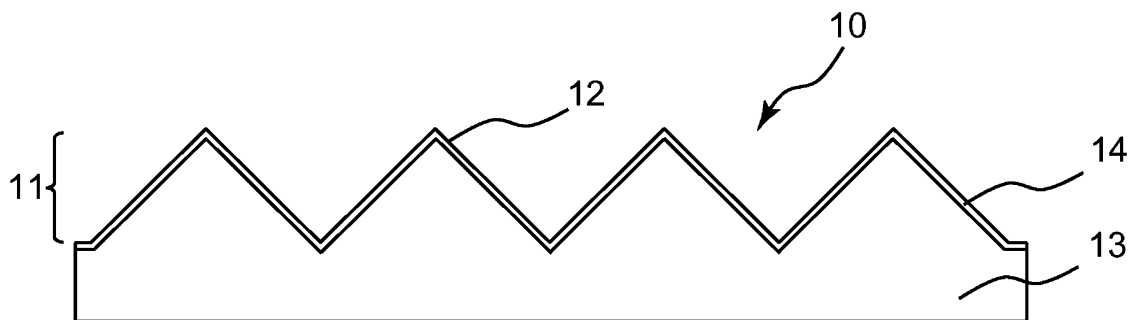
(54) 발명의 명칭 구조화된 표면을 갖는 연마 재료

(57) 요약

이물질의 접촉 및 축적을 방지하는 데 뛰어난 구조화된 표면을 갖는 연마 재료, 및 이의 제조 방법을 제공함.

본 발명의 실시 형태의 연마 재료는 상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖는 구조화된 표면을 가진 연마 층을 갖는 연마 재료로서, 불소 처리 및 규소 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는 표면 처리가 구조화된 표면의 적어도 일부에 대해 수행되며, 불소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착, 물리 증착, 및 불소 기체 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 재료이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**C23C 14/0605** (2013.01)

**C23C 14/0635** (2013.01)

**C23C 16/26** (2013.01)

**C23C 16/325** (2013.01)

**C23C 16/45525** (2013.01)

(72) 발명자

**나카무라 요코**

일본 141-8684 도쿄 시나가와구 기타시나가와  
6-7-29

**마스다 쇼이치**

일본 141-8684 도쿄 시나가와구 기타시나가와  
6-7-29

**하토리 지로**

일본 141-8684 도쿄 시나가와구 기타시나가와  
6-7-29

**데이비드 모세 엠**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖는 구조화된 표면(structured surface)을 가진 연마 층을 포함하는 연마 재료로서, 불소 처리 및 규소 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는 표면 처리가 구조화된 표면의 적어도 일부에 대해 수행되며, 불소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착, 물리 증착, 및 불소 기체 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 재료.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 복수의 3차원 요소는 구조화된 표면 상에 주기적으로 배열되는, 연마 재료.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 규소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착, 물리 증착, 및 원자 층 침착(atom layer deposition)으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 재료.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 연마 층은 탄화규소를 포함하는 벌크 층(bulk layer) 및 벌크 층의 적어도 일부 상에 제공된 다이아몬드 유사 탄소(diamond like carbon)를 포함하는 표면 코팅 층을 포함하는, 연마 재료.

#### 청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 연마 층은 연마 입자 및 결합제를 포함하는, 연마 재료.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 복수의 3차원 요소는 원형 기둥(round cylinder), 난형 기둥(oval cylinder), 프리즘(prism), 반구(hemisphere), 반-타원체(semi-ellipsoid), 원추(cone), 각뿔(pyramid), 절두형 원추(truncated cone), 절두형 각뿔(truncated pyramid), 모임 지붕 형상(hipped roof shape), 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 형상을 갖는, 연마 재료.

#### 청구항 7

상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖도록 구성된 구조화된 표면을 가진 연마 층을 포함하는 연마 재료를 제공하는 단계; 및

불소 처리 및 규소 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는 표면 처리를 연마 재료의 구조화된 표면의 적어도 일부에 대해 수행하는 단계를 포함하며,

불소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착, 물리 증착, 및 불소 기체 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 재료의 제조 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 규소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착, 물리 증착, 및 원자 층 침착으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 방법.

#### 청구항 9

상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖도록 구성된 구조화된 표면을 가진 연마 층을 갖는 연마 재료로서, 구조화된 표면의 적어도 일부는, (a) 고밀화 플루오로카본, 옥시탄화규소, 및 산화규소로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는 필름; (b) 불소 종결된 표면; 또는 (c) 이들의 조합을 포함하는, 연마 재료.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 구조화된 표면(structured surface)을 갖는 연마 재료에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 표면 처리된 구조화된 표면을 갖는 연마 층을 포함하는 연마 재료에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 연마 재료는 반도체 웨이퍼, 자기 기록 매체, 유리 판, 렌즈, 프리즘, 자동차 도장된 표면, 광섬유 커넥터 단부 표면 등과 같은 다양한 표면의 거친 폴리싱(rough polishing), 챔퍼링(chamfering), 마무리 폴리싱(final polishing) 등에서 널리 사용된다.

[0003] 예를 들어, 반도체 웨이퍼의 화학 기계적 폴리싱(chemical mechanical polishing, CMP) 공정에서, 사각뿔 형상, 반구 형상 등을 갖는 3차원 요소와 같은 복수의 3차원 요소를 체계적으로 배치한 구조화된 표면을 갖는 연마 층을 포함하는 연마 재료 (컨디셔너(conditioner) 또는 드레서 디스크(dresser disk)로 또한 지칭됨)가 폴리싱 패드의 거친 폴리싱 (드레싱 또는 컨디셔닝으로 또한 지칭됨)을 위해 사용된다. CMP 공정은 폴리싱 패드와 반도체 웨이퍼 사이에 연마 입자를 포함하는 슬러리(slurry)를 제공함으로써 CMP를 수행하는 단계를 포함한다. 컨디셔너는 연마 층으로서 모놀리식(monolithic) 다이아몬드 층으로 코팅된 탄화규소 층을 포함하고, 예를 들어 지지 디스크 또는 링에 부착된다. 연마 재료는 폴리싱 패드의 표면을 조면화하고, 폴리싱 패드 표면의 막힘(clogging)을 제거한다. CMP 공정은 이러한 방식으로 안정화된다. 구조화된 표면을 갖는 연마 층을 포함하는 이러한 종류의 컨디셔너는, 니켈 도금, 납땜, 소결 등에 의해 베이스 재료(base material) 상에 접착된 응집 다이아몬드 입자와 같은 연마 입자를 갖는 다른 종래의 컨디셔너에 비해, 탈락된(dislodged) 연마 입자에 의해 유발되는 대형 스크래치가 반도체 웨이퍼 표면 상에서 발생하지 않는다는 점에서 유리하다.

[0004] 구조화된 표면을 갖는 연마 재료는 또한 액정 디스플레이 제조 등에서 사용되는 대형 유리 판의 표면 폴리싱에서, 광섬유 커넥터 단부 표면, 자동차 도장된 표면 등의 거친 폴리싱 및 마무리 폴리싱에서 사용된다. 예를 들어, 연마 층이 응집 다이아몬드 입자, 알루미늄, 탄화규소, 산화세륨 등과 같은 연마 입자, 및 경화된 우레탄 아크릴레이트, 에폭시 수지 등과 같은 결합제를 포함하는 연마 재료가 사용된다. 폴리싱될 물체와 접촉하는 연마 층의 부분은 폴리싱될 물체의 경도에 따라 거친 폴리싱 또는 마무리 폴리싱 동안에 마모되고, 새로운 연마 입자가 구조화된 표면 상에서 노출된다. 예를 들어, 유리 판 등의 경도를 갖는 폴리싱될 물체가 폴리싱되는 경우, 연마 층은 보통 폴리싱 동안 마모된다. 반면에, 최외층 층에서 아크릴 수지, 우레탄 수지 등을 사용하는 자동차 도장된 표면과 같은 저 경도를 갖는 표면이 폴리싱되는 경우, 연마 층은 유의하게 마모되지 않을 수 있다.

[0005] 특허문헌 1 (국제 공개 WO 2005-012592호)은 (a) (1) 적어도 하나의 유형의 세라믹 재료를 함유하는 제1 상(phase), 및 (2) 적어도 하나의 유형의 탄화물 형성 재료를 포함하는 제2 상을 포함하는 표면을 갖는 베이스 재료; 및 (b) 베이스 재료의 표면의 적어도 일부 상에 배치된 화학 증착 다이아몬드 코팅을 포함하는 CVD 다이아몬드 코팅 복합 재료를 기술하고 있다.

[0006] 특허문헌 2 (공개된 PCT 출원 제2002-542057호의 일본어 번역문)는 "배킹 재료(backing material) 및 배킹 재료의 표면 상에 결합된 적어도 하나의 3차원 연마 코팅을 포함하며, 연마 코팅은 복수의 다이아몬드 비드 연마 입자를 분산시킨 경화된 결합제 전구체로부터 형성된 결합제 및 연마 코팅의 대략 40 내지 대략 60 중량%를 구성하는 충전제를 포함하는, 유리 또는 유리 세라믹 작업물(work piece)을 폴리싱하는 데 이상적인 연마 물품"을 기술하고 있다.

[0007] 특허문헌 3 (일본 특허 출원 공개 제2001-179640호)은 "광섬유 커넥터 단부 표면을 미리 결정된 형상으로 폴리싱하는 데 사용되는 연마 재료로서, 연마 재료는 베이스 재료 및 베이스 재료 상에 제공된 연마 층을 포함하며, 연마 층은 구성요소로서 연마 입자 및 결합제를 포함하는 연마 복합체를 갖고, 연마 층은 미리 결정된 형상의 복수의 체계적으로 배치된 입체 요소에 의해 구성된 공간적 구조를 갖는, 연마 재료"를 기술한다.

### 선행기술문헌

[0008] 특허문헌 1: 국제 공개 WO 2005/012592호

[0009] 특허문헌 2: 공개된 PCT 출원 제2002-542057호의 일본어 번역문

[0010] 특허문헌 3: 일본 특허 출원 공개 제2001-179640호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 원인은 불명확하지만, 구조화된 표면을 갖는 연마 층을 포함하는 연마 재료를 사용하는 CMP 공정 동안 우레탄 폼 패드 컨디셔닝이 수행될 때, 반도체 웨이퍼 표면의 결함 밀도가 컨디셔닝 주기의 증가와 함께 증가할 수 있다. 더욱이, CMP 슬러리에 포함된 연마 입자, 우레탄 폼 패드로부터 떨어진 폴리우레탄 입자 등과 같은 이물질(foreign object)의 축적이 연마 층의 구조화된 표면의 밸리 부분(valley part) (오목 부분)에서 관찰될 수 있다. 이물질의 축적은 연마 재료와 우레탄 폼 패드 사이에서의 CMP 슬러리의 매끄러운 유동을 방해하는 것으로 여겨진다.

[0012] 구조화된 표면의 밸리 부분에서의 유리 판의 표면 폴리싱에 의해 떨어진 유리 분말 (폴리싱 분말)의 축적, 및 자동차 도장된 표면을 거친 폴리싱 및 마무리 폴리싱할 때 아크릴 수지, 우레탄 수지 등과 같은 구조화된 표면의 접착 (이 경우, 연마 층은 유의하게 마모되지 않고, 접착은 구조화된 표면의 돌출 부분 또는 팁(tip)에서 발생함)은 바람직하게는 방지되거나 억제되는데, 왜냐하면 생산 효율이 감소될 수 있고, 이에 따라 제품 품질에 영향을 미칠 수 있기 때문이다.

[0013] 본 발명의 목적은 이물질의 접착 및 축적을 방지하는 데 뛰어난 구조화된 표면을 갖는 연마 재료, 및 이의 제조 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 실시 형태는 상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖는 구조화된 표면을 가진 연마 층을 갖는 연마 재료로서, 불소 처리 및 규소 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는 표면 처리가 구조화된 표면의 적어도 일부에 대해 수행되며, 불소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착, 물리 증착, 및 불소 기체 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 재료를 제공한다.

[0015] 본 발명의 다른 실시 형태는 상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖는 구조화된 표면을 가진 연마 층을 포함하는 연마 재료를 제공하는 단계; 및 불소 처리 및 규소 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는 표면 처리를 연마 재료의 구조화된 표면의 적어도 일부에 대해 수행하는 단계를 포함하며, 불소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착, 물리 증착, 및 불소 기체 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 재료의 제조 방법을 제공한다.

[0016] 본 발명의 또 다른 실시 형태는 상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖도록 구성된 구조화된 표면을 가진 연마 층을 갖는 연마 재료로서, 구조화된 표면의 적어도 일부는, (a) 고밀화 플루오로카본, 옥시탄화규소, 및 산화규소로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는 필름; (b) 불소 종결된 표면; 또는 (c) 이들의 조합을 포함하는, 연마 재료를 제공한다.

### 발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 구조화된 표면, 특히 구조화된 표면의 밸리 부분 (오목 부분)에서 이물질이 접착되거나 축적됨이 없이 방출될 수 있는 연마 재료가 제공될 수 있다.

[0018] 상기의 설명은 본 발명의 모든 실시 형태 또는 본 발명에 관련된 이점의 완전한 개시로서 간주되어서는 안 되는 것에 유의한다.

### 도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시 형태의 연마 재료의 단면도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시 형태의 연마 재료의 단면도이다.

도 3a는 삼각뿔 형상을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다.

도 3b는 사각뿔 형상을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다.

도 3c는 절두형 각뿔 형상(truncated pyramid shape)을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다.

도 3d는 반구 형상을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다.

도 3e는 3차원 요소가 측방향으로 배향 및 정렬된 삼각형 프리즘인 구조화된 표면의 단면도이다.

도 3f는 모임 지붕 형상(hipped roof shape)을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다.

도 3g는 다양한 형상의 복수의 3차원 요소의 조합이 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다.

도 4a 내지 도 4d는 CMP 드레싱 시험을 수행한 후의, 각각, 실시예 1 및 실시예 2와 비교예 1 및 비교예 2의 연마 재료의 구조화된 표면의 광학 현미경 사진이다.

도 5a는 자동차 코팅 폴리싱 시험을 수행한 후의, 실시예 3 내지 실시예 5와 비교예 3의 연마 재료 A 내지 연마 재료 C의 전체 사진이다.

도 5b는 자동차 코팅 폴리싱 시험을 수행한 후의, 실시예 3 내지 실시예 5와 비교예 3의 연마 재료 A 내지 연마 재료 C의 구조화된 표면의 광학 현미경 사진이다.

도 5c는 자동차 코팅 폴리싱 시험을 수행하고 이어서 물로 세정한 후의, 실시예 3 내지 실시예 5와 비교예 3의 연마 재료 A 내지 연마 재료 C의 구조화된 표면의 광학 현미경 사진이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명의 대표적인 실시 형태의 예를 목적으로 하는 상세한 설명이 하기에 주어지지만, 이들 실시 형태는 본 발명을 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.
- [0021] 본 개시에서 "연마 표면"은 폴리싱될 물체와의 접촉 표면, 다시 말하면, 연마 재료가 폴리싱될 평평한 물체와 접촉할 때 폴리싱될 물체의 표면에 평행한 수평면을 지칭한다.
- [0022] 본 개시에서 3차원 요소의 "높이"는 연마 표면의 수직 선을 따른, 3차원 요소의 하단부 표면으로부터 3차원 요소의 상단부 지점 또는 상단부 표면까지의 거리를 지칭한다.
- [0023] 본 발명의 실시 형태의 연마 재료는 구조화된 표면을 갖는 연마 층을 포함하고, 복수의 3차원 요소가 구조화된 표면 상에 배치된다. 불소 처리 또는 규소 처리로 이루어진 군으로부터 선택되는 표면 처리가 구조화된 표면의 적어도 일부에 대해 수행된다. 본 개시에서 "불소 처리"는 불소를 함유하는 재료를 사용하는 표면 처리를 지칭하고, "규소 처리"는 규소를 함유하는 재료를 사용하는 표면 처리를 지칭한다. 불소 및 규소 이외의 다른 원자, 예컨대 수소, 산소, 탄소, 질소 등이 표면 처리에서 기여할 수 있고, 이러한 다른 원자는 불소를 함유하는 재료 또는 규소를 함유하는 재료로부터 유래될 수 있거나, 다른 공급원으로부터 유래될 수 있다.
- [0024] 연마 층은 다양한 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 도 1은 본 발명의 실시 형태의 연마 재료의 단면도를 예시한다. 도 1에 예시된 연마 재료(10)는 연마 층(11)을 포함하고, 연마 층(11)은 벌크 층(bulk layer)(13) 및 벌크 층(13)의 적어도 일부 상에 배치된 표면 코팅 층(14)을 포함한다. 표면 코팅 층(14)은 복수의 3차원 요소(12)가 배치된 구조화된 표면에 적용된다. 도 1에 예시된 실시 형태에서, 벌크 층(13)은 3차원 요소(12)의 형상을 결정할 뿐만 아니라, 연마 재료(10)를 다른 도구 등에 부착하기 위한 베이스 재료로서 기능한다. 다른 베이스 재료가 구조화된 표면과는 반대편에 있는 측에서 벌크 층(13)의 표면에 부착될 수 있다.
- [0025] 벌크 층은 3차원 요소의 형상을 결정한다. 벌크 층은, 폴리싱될 물체의 재료 특성 및 경도 등을 고려하여, 예를 들어 소결된 세라믹과 같은 무기 재료와 같은 다양한 경질 재료에 의해 형성될 수 있다. 소결된 세라믹에는, 예를 들어 탄화규소, 질화규소, 알루미늄, 지르코니아, 탄화텅스텐 등이 포함될 수 있다. 이들 중에서, 탄화규소 및 질화규소, 그리고 특히 탄화규소가 강도, 경도, 내마모성 등의 관점에서 유리하게 사용될 수 있다.
- [0026] 벌크 층은 탄화규소 등과 같은 세라믹 입자, 결합제, 및 필요에 따라 다른 재료를 혼합하고, 구조화된 표면의 네거티브 패턴(negative pattern)을 갖는 금속 다이(die) 내로 가압 사출하고, 이어서 소결함으로써 형성될 수 있다.
- [0027] 표면 코팅 층은 일반적으로 벌크 층보다 더 경질인 재료에 의해 형성되고, 폴리싱 동안 폴리싱될 물체와 접촉함으로써 폴리싱될 물체를 폴리싱하는 데 기여한다. 사용될 수 있는 표면 코팅 층의 예에는 다이아몬드-유사 탄소(diamond-like carbon) (DLC로 약칭됨), 및 다른 다이아몬드 재료, 탄화텅스텐 (WC), 질화티탄 (TiN), 탄화티탄 (TiC) 등이 포함된다. 표면 코팅 층의 두께는 일반적으로 대략 0.5  $\mu\text{m}$  이상 또는 대략 1  $\mu\text{m}$  이상, 및

대략 30  $\mu\text{m}$  이하 또는 대략 20  $\mu\text{m}$  이하이다. 표면 코팅 층의 두께를 대략 1  $\mu\text{m}$  이상으로 설정함으로써, 단지 표면 코팅 층만이 폴리싱 동안 폴리싱될 물체와 접촉하고, 이에 따라 폴리싱될 물체는 벌크 층과의 접촉으로부터 보호될 수 있다. 반면에, 표면 코팅 층과 벌크 층의 접착력이 낮은 경우, 표면 코팅 층의 두께는 바람직 하게는 비교적 얇게 만들어진다.

[0028] 다이아몬드 재료를 함유한 필름이 표면 코팅 층으로서 유리하게 사용될 수 있다. 필름은 예를 들어 다이아몬드-유사 탄소를 포함할 수 있다. 다이아몬드-유사 탄소는 비정질이고, 수소에 의해 안정화된 다량의  $\text{sp}^3$ 을 포함한다 (예를 들어, 탄소 원자는 대략 40 원자% 이상 또는 대략 50 원자% 이상, 및 대략 99 원자% 이하 또는 대략 98 원자% 이하이다). 다이아몬드 필름은 기체 탄소 공급원, 예컨대 메탄 등 또는 고체 탄소 공급원, 예컨대 흑연 등, 및 필요에 따라 수소를 사용하여, 플라즈마 강화 화학 증착 (PECVD) 방법, 핫 와이어 화학 증착 (HWCVD) 방법, 이온 빔, 레이저 어블레이션, RF 플라즈마, 초음파, 아크 방전, 캐소드 아크 플라즈마 침착 등과 같은 종래의 기술에 의해 벌크 층 상에 침착될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 고 결정도를 갖는 필름이 안정화되고 생성될 수 있으며, 이에 따라 HWCVD 방법이 두꺼운 다이아몬드 필름을 침착하는 데 유리하게 사용될 수 있다.

[0029] 도 2는 본 발명의 다른 실시 형태의 연마 재료의 단면도를 예시한다. 도 2에 예시된 연마 재료(10)는 베킹 재료(15) 상에 연마 입자(16) 및 결합제(17)를 포함하는 연마 층(11)을 포함하고, 연마 층(11)은 복수의 3차원 요소(12)가 배치된 구조화된 표면을 갖는다. 베킹 재료(15)는 연마 재료(10)의 베이스 재료로서의 역할을 한다. 연마 입자(16)는 결합제(17) 전체를 걸쳐 균일하게 또는 비균일하게 분포된다. 이러한 실시 형태에서, 폴리싱될 물체의 표면이 연마 재료(10)를 사용하여 폴리싱될 때, 폴리싱될 물체와 접촉하는 부분이, 폴리싱될 물체의 경도에 따라, 점차적으로 파괴됨으로써, 미사용된 연마 입자(16)를 노출시킨다.

[0030] 이러한 실시 형태에서, 연마 입자, 결합제 전구체, 및 개시제를 포함하는 경화성 조성물이 구조화된 표면의 네거티브 패턴을 갖는 금속 다이 내로 충전되고, 조성물은 열 또는 방사선을 사용하여 경화되며, 이에 따라 연마 입자 및 결합제를 포함하는 연마 층이 형성될 수 있다.

[0031] 사용될 수 있는 연마 입자의 예에는 다이아몬드, 입방정 질화붕소, 산화세륨, 용융 산화알루미늄, 열처리된 산화알루미늄, 졸-겔(sol-gel) 공정에 의해 제조된 산화알루미늄, 탄화규소, 산화크롬, 실리카, 지르코니아, 알루미늄 나 지르코니아, 산화철, 가넷(garnet) 및 이들의 혼합물이 포함된다. 연마 입자의 모스 경도(Mohs' hardness)는 바람직하게는 8 이상 또는 9 이상이다. 연마 입자의 유형은 의도된 폴리싱에 기초해 선택될 수 있고, 다이아몬드, 입방정 질화붕소, 산화알루미늄 및 탄화규소가 디버링(deburring) 등과 같은 거친 폴리싱에, 그리고 만족된 표면 형성 등과 같은 챔퍼링에 유리하게 사용될 수 있고, 실리카 및 산화알루미늄이 마무리 폴리싱에 유리하게 사용될 수 있다.

[0032] 연마 입자의 평균 입자 크기는 연마 입자의 유형, 연마 재료의 응용 등에 기초해 다양한 범위 내에 있을 수 있고, 일반적으로 대략 10 nm 이상, 대략 1  $\mu\text{m}$  이상, 또는 대략 5  $\mu\text{m}$  이상, 및 대략 500  $\mu\text{m}$  이하, 대략 200  $\mu\text{m}$  이하, 또는 대략 80  $\mu\text{m}$  이하이다. 예를 들어, 평균 입자 크기가 대략 0.5  $\mu\text{m}$  이상 및 대략 20  $\mu\text{m}$  이하, 또는 대략 10  $\mu\text{m}$  이하인 연마 입자는 디버링 등과 같은 거친 폴리싱에, 그리고 만족된 형상 형성 등과 같은 챔퍼링에 유리하게 사용될 수 있고, 평균 입자 크기가 대략 10 nm 이상 및 대략 1  $\mu\text{m}$  이하, 대략 0.5  $\mu\text{m}$  이하, 또는 대략 0.1  $\mu\text{m}$  이하인 연마 입자는 마무리 폴리싱에 유리하게 사용될 수 있다.

[0033] 입자 크기가 대략 1  $\mu\text{m}$  내지 대략 100  $\mu\text{m}$ 인 다이아몬드 입자를 유리, 세라믹, 금속, 금속 산화물, 유기 수지 등과 같은 매트릭스에 분산시킨 응집 다이아몬드가 사용될 수 있다. 15  $\mu\text{m}$  초과인 입자 크기를 갖는 다이아몬드 입자를 포함하는 응집 다이아몬드의 평균 입자 크기는 일반적으로 대략 100  $\mu\text{m}$  이상 또는 대략 250  $\mu\text{m}$  이상, 및 대략 1000  $\mu\text{m}$  이하 또는 대략 400  $\mu\text{m}$  이하이다. 15  $\mu\text{m}$  이하의 입자 크기를 갖는 다이아몬드 입자를 포함하는 응집 다이아몬드의 평균 입자 크기는 일반적으로 대략 20  $\mu\text{m}$  이상, 대략 40  $\mu\text{m}$  이상, 또는 대략 70  $\mu\text{m}$  이상, 및 대략 450  $\mu\text{m}$  이하, 대략 400  $\mu\text{m}$  이하, 또는 대략 300  $\mu\text{m}$  이하이다.

[0034] 열 또는 방사선에 의해 경화되는 경화성 수지가 결합제 전구체로서 사용될 수 있다. 경화성 수지는 일반적으로 라디칼 중합 또는 양이온 중합에 의해 경화된다. 결합제 전구체의 예에는 페놀 수지, 레졸-페놀 수지, 아미노플라스틱 수지, 우레탄 수지, 에폭시 수지, 아크릴 수지, 폴리에스테르 수지, 비닐 수지, 멜라민 수지, 아이소시아누레이트 아크릴레이트 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 아이소시아누레이트 수지, 우레탄 아크릴레이트 수지, 에폭시 아크릴레이트 수지 및 이들의 혼합물이 포함된다. 결합제 전구체에 대해 사용되는 용어 "아크릴레이트"는 아크릴레이트 및 메타크릴레이트를 포함한다.

[0035] 종래의 열 개시제 또는 광개시제가 개시제로서 사용될 수 있다. 개시제의 예에는 유기 과산화물, 아조 화합물,

퀴논, 벤조페논, 니트록소 화합물, 할로젠화 아크릴, 하이드라존, 메르캅토 화합물, 피릴리움 화합물, 트라이아크릴이미다졸, 비스이미다졸, 클로로알킬 트라이아진, 벤조인 에테르, 벤질 케탈, 티옥산톤, 아세토펜, 요오도늄 염, 설포늄 염 및 이들의 유도체가 포함된다.

- [0036] 연마 입자는 일반적으로 결합제 전구체 100 질량부에 대해 대략 150 질량부 이상 또는 대략 200 질량부 이상, 및 대략 1000 질량부 이하 또는 대략 700 질량부 이하의 양으로 경화성 조성물에 포함된다. 개시제는 일반적으로 결합제 전구체 100 질량부에 대해 대략 0.1 질량부 이상 또는 대략 0.5 질량부 이상, 및 대략 10 질량부 이하 또는 대략 2 질량부 이하의 양으로 경화성 조성물에 포함된다.
- [0037] 경화성 조성물은 커플링제, 충전제, 습윤제, 염료, 안료, 가소제, 충전제, 이형제, 폴리싱 보조제 등과 같은 선택적인 성분을 추가로 포함할 수 있다.
- [0038] 배킹 재료는 중합체 필름, 예컨대 폴리에스테르, 폴리이미드, 폴리아미드 등; 종이; 경화 섬유; 성형된 또는 캐스팅된 탄성중합체, 가공된 부직포 천 또는 직포 천 등일 수 있다. 배킹 재료는 접착제 층을 사용하여 연마 층에 접착될 수 있다.
- [0039] 연마 층과 배킹 재료는 열가소성 수지 또는 열경화성 수지를 사용하여 일체로 형성될 수 있다. 열가소성 수지 또는 열경화성 수지의 예에는 페놀 수지, 아미노플라스틱 수지, 우레탄 수지, 에폭시 수지, 에틸렌계 불포화 수지, 아이소시아누레이트 아크릴레이트 수지, 우레아-포름알데히드 수지, 아이소시아누레이트 수지, 우레탄 아크릴레이트 수지, 에폭시 아크릴레이트 수지, 바이말레이미드 수지 및 이들의 혼합물이 포함된다. 이들 중에서, 폴리아미드 수지, 폴리에스테르 수지 및 폴리우레탄 수지 (폴리우레탄-우레아 수지 포함)가 유리하게 사용될 수 있다.
- [0040] 배킹 재료의 두께는 일반적으로 대략 1 mm 이상 또는 대략 0.5 cm 이상, 및 대략 2 cm 이하 또는 대략 1 cm 이하로 설정될 수 있다. 탄성 재료로서의 배킹 재료와 함께 형상 추적 특성이 또한 배킹 재료에 적용될 수 있다. 배킹 재료를 예비 성형함으로써 미리 결정된 곡률이 배킹 재료에 적용될 수 있다.
- [0041] 연마 재료의 3차원 요소의 폴리싱 기능이 그의 상단부에서 입증된다. 연마 입자 및 결합제를 포함하는 연마 층을 갖는 연마 재료에서, 3차원 요소는 폴리싱 동안 상단부 부분으로부터 열화되고, 미사용된 연마 입자가 노출된다. 따라서, 3차원 요소의 상단부 부분에 존재하는 연마 입자의 농도를 증가시킴으로써, 연마 재료의 절삭 특성 및 연마 특성이 증가될 수 있으며, 이에 따라 연마 재료가 유리하게 사용될 수 있다. 3차원 요소의 기부 부분, 다시 말하면, 베이스 재료에 접착되거나 베이스 재료와 일체로 형성된 연마 층의 하부 부분은 보통 폴리싱 기능을 필요로 하지 않으며, 이에 따라 연마 입자를 포함함이 없이 결합제에 의해서만 형성될 수 있다.
- [0042] 연마 층의 구조화된 표면은 다양한 형상의 3차원 요소를 포함할 수 있다. 3차원 요소 형상의 예에는 기둥(cylinder), 타원형 기둥(elliptic cylinder), 프리즘, 반구(hemisphere), 반-타원형 구(semi-elliptical sphere), 원추(cone), 각뿔, 절두형 원추, 절두형 각뿔, 모임 지붕 등이 포함된다. 구조화된 표면은 또한 다양한 형상을 갖는 복수의 3차원 요소의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 구조화된 표면은 복수의 기둥과 복수의 각뿔의 조합일 수 있다. 3차원 요소의 기부 부분의 단면 형상은 상단부 부분의 단면 형상과는 상이할 수 있다. 예를 들어, 기부 부분의 단면은 정사각형 형상일 수 있는 반면, 상단부 부분의 단면은 원형 형상일 수 있다. 3차원 요소는 보통 상단부 부분의 단면적보다 큰 단면적을 갖는 기부 부분을 갖는다. 3차원 요소의 기부 부분은 서로 또는 교대로 접촉할 수 있고, 인접한 3차원 요소들의 기부 부분은 미리 결정된 거리로 서로 분리될 수 있다.
- [0043] 몇몇 실시 형태에서, 복수의 3차원 요소는 구조화된 표면 상에 체계적으로 배치된다. 본 개시에서, 3차원 요소의 위치와 관련하여 사용되는 "체계적으로"는 동일한 형상 또는 유사한 형상을 갖는 3차원 요소가, 연마 표면에 평행한 수평면 상의 하나의 또는 복수의 방향을 따라, 구조화된 표면 상에 반복적으로 배치되는 것을 의미한다. 연마 표면에 평행한 수평면 상의 하나의 또는 복수의 방향은 선형 방향, 동심 방향, 나선 (소용돌이) 방향 또는 이들의 조합일 수 있다. 복수의 3차원 요소가 구조화된 표면 상에 체계적으로 배치되는 실시 형태에서, 예를 들어 홈과 같은, 3차원 요소들 사이에 존재하는 공간은 슬러리, 연마 분말 등의 유동 및 방출에 유리한 패턴으로 구조화된 표면 전체 상에 배치될 수 있다. 복수의 3차원 요소는, 예를 들어, 표면 처리, 레이저 처리에 의한 다결정 다이아몬드 침착 방법, 또는 다이아몬드 휠, 절삭 휠에 의한 CVD, 또는 사출 성형, 즉 구조화된 표면의 네거티브 패턴을 갖는 금속 3차원 요소 내에 결합제 전구체를 충전하고, 이어서 열 또는 방사선을 사용하여 경화하는 방법 등에 의해 형성될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 연마 재료에 사용될 수 있는 구조화된 표면이, 도 3a 내지 도 3g를 참조하면서, 예를 사용하여 기재

된다. 도 3a는 삼각뿔 형상을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다. 도 3a에서, 기호  $o$ 는 3차원 요소(12)의 기부(13)의 길이를 나타내고, 기호  $p$ 는 3차원 요소(12)의 상단부 부분들 간의 거리를 나타낸다. 삼각뿔의 기부들의 길이는 서로 동일하거나 상이할 수 있고, 측부들의 길이는 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어,  $o$ 는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $p$ 는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다. 도 3a에 예시되지 않지만, 3차원 요소(12)의 높이  $h$ 는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $4\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $600\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $300\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $h$ 의 변화는 바람직하게는 3차원 요소(12)의 높이의 대략 20% 이하, 그리고 더 바람직하게는 대략 10% 이하이다.

[0045] 도 3b는 사각뿔 형상을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다. 도 3b에서, 기호  $o$ 는 3차원 요소(12)의 기부(13)의 길이를 나타내고, 기호  $p$ 는 3차원 요소(12)의 상단부 부분들 간의 거리를 나타낸다. 사각뿔의 기부들의 길이는 서로 동일하거나 상이할 수 있고, 측부들의 길이는 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어,  $o$ 는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $p$ 는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다. 도 3b에 예시되지 않지만, 3차원 요소(12)의 높이  $h$ 는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $4\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $600\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $300\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $h$ 의 변화는 바람직하게는 3차원 요소(12)의 높이의 대략 20% 이하, 그리고 더 바람직하게는 대략 10% 이하이다.

[0046] 본 발명의 다른 실시 형태에서, 3차원 요소는 절두형 삼각뿔 또는 절두형 사각뿔일 수 있다. 이러한 실시 형태의 3차원 요소의 상단부 표면은 일반적으로 연마 표면에 평행한 삼각형 또는 사각형 수평면으로 구성된다. 실질적으로 모든 상단부 표면이 바람직하게는 연마 층에 평행한 수평면 상에 존재한다.

[0047] 도 3c는 절두형 사각뿔을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다. 상단부 부분을 절단하기 전의 사각뿔 형상이 왼쪽 상단에 예시된다. 도 3c에서, 기호  $o$ 는 3차원 요소(12)의 기부(13)의 길이를 나타내고, 기호  $u$ 는 3차원 요소(12)의 기부들 간의 거리를 나타내고, 기호  $y$ 는 상단부 표면의 측부(14)의 길이를 나타낸다. 절두형 사각뿔의 기부들의 길이는 서로 동일하거나 상이할 수 있고, 측부들의 길이는 서로 동일하거나 상이할 수 있고, 상단부 표면의 측부들의 길이는 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 예를 들어,  $o$ 는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $6000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $3000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $u$ 는  $0\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $10,000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $5000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $y$ 는 대략  $0.5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $1\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $6000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $3000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다. 도 3c에 예시되지 않지만, 3차원 요소(12)의 높이  $h$ 는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $10,000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $5000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $h$ 의 변화는 바람직하게는 3차원 요소(12)의 높이의 대략 20% 이하, 그리고 더 바람직하게는 대략 10% 이하이다.

[0048] 도 3d는 반구 형상을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다. 도 3d에서, 기호  $r$ 은 3차원 요소(12)의 반경을 나타내고, 기호  $p$ 는 3차원 요소(12)들의 중앙 간의 거리를 나타낸다. 예를 들어,  $r$ 은 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $p$ 는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다. 도 3d에 예시되지 않지만, 반구 형상을 갖는 3차원 요소의 높이  $h$ 는 보통 반경  $r$ 과 동일하다.  $h$ 의 변화는 바람직하게는 3차원 요소(12)의 높이의 대략 20% 이하, 그리고 더 바람직하게는 대략 10% 이하이다.

[0049] 도 3e는 본 발명의 다른 실시 형태의 단면 개략도이고, 복수의 3차원 요소(12)는 측방향으로 배향된 삼각형 프리즘이고, 리지(ridge)를 갖는다. 3차원 요소(12)는 베이스 재료(15) 상에 배치되고, 연마 입자 및 결합제를 포함하는 연마 층 상부 부분(18)과, 결합제를 포함하지만 연마 입자를 포함하지 않는 연마 층 하부 부분(19)의 2층 구조로서 예시된다. 리지는 바람직하게는 실질적으로 연마 재료 전체를 가로질러 연마 층에 평행한 수평면 상에 있다. 일부 실시 형태에서, 실질적으로 모든 리지가 연마 층에 평행한 동일한 수평면 상에 존재한다. 도 3e에서, 기호  $\alpha$ 는 3차원 요소(12)의 정각(vertical angle)을 나타내고; 기호  $w$ 는 3차원 요소(12)의 하단부 부분의 폭을 나타내고; 기호  $p$ 는 3차원 요소(12)의 상단부 부분들 간의 거리를 나타내고; 기호  $u$ 는 3차원 요소(12)의 긴 기부들 간의 거리를 나타내고; 기호  $h$ 는 베이스 재료(15)의 표면으로부터의 3차원 요소(12)의 높이를 나타내고; 기호  $s$ 는 연마 층 상부 부분(18)의 높이를 나타낸다. 예를 들어,  $\alpha$ 는 대략 30도 이상 또는 대략 45도 이상, 및 대략 150도 이하 또는 대략 140도 이하로 설정될 수 있다.  $w$ 는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $4\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $2000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $p$ 는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $4\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $4000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $2000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $u$ 는  $0\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $2000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $h$ 는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $4\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $2000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.

$\mu\text{m}$  이상, 및 대략  $600\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $300\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.  $s$ 는 3차원 요소(12)의 높이  $h$ 의 대략 5% 이상 또는 대략 10% 이상, 및 대략 95% 이하 또는 대략 90% 이하로 설정될 수 있다.  $h$ 의 변화는 바람직하게는 3차원 요소(12)의 높이의 대략 20% 이하, 그리고 더 바람직하게는 대략 10% 이하이다.

[0050] 도 3e에 예시된 개개의 3차원 요소(12)는 연마 재료의 표면 전체를 가로질러 연장될 수 있다. 이러한 경우, 3차원 요소(12)의 긴 기부 방향의 양 단부 부분은 연마 재료의 단부 부분 부근에 있고, 복수의 3차원 요소(12)는 밴드 형상으로 배치된다.

[0051] 본 발명의 다른 실시 형태에서, 3차원 요소는 모임 지붕 형상을 갖는다. 본 개시에서 "모임 지붕" 형상은 측부 표면이 2개의 대응하는 삼각형 형상 및 2개의 대응하는 사각형 형상으로 구성된 3차원 형상을 가리키며, 이때 인접한 삼각형 측부 표면과 사각형 측부 표면은 영역을 공유하고, 대응하는 2개의 사각형 측부 표면에 의해 공유되는 영역은 리지이다. 리지는 바람직하게는 실질적으로 연마 재료 전체를 가로질러 연마 층에 평행한 수평면 상에 있다. 일부 실시 형태에서, 실질적으로 모든 리지가 연마 층에 평행한 동일한 수평면 상에 존재한다. 2개의 삼각형 측부 표면과 2개의 사각형 측부 표면은 서로 동일한 형상 또는 상이한 형상을 가질 수 있다. 따라서, 모임 지붕 형상의 하단부 표면은 직사각형, 사다리꼴 등일 수 있고, 4개의 측부의 길이는 서로 상이한 정사각형 형상일 수 있다.

[0052] 도 3f는 모임 지붕 형상을 갖는 복수의 3차원 요소가 배치된 구조화된 표면의 상부 표면 개략도이다. 도 3f는 직사각형 하단부 표면을 갖는 모임 지붕 형상을 예시한다. 도 3f에서, 기호 1은 3차원 요소(12)의 긴 기부의 길이를 나타내고, 기호  $x$ 는 인접한 3차원 요소(12)들의 짧은 기부들 간의 거리를 나타낸다. 예를 들어, 1은 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $10\ \text{mm}$  이하 또는 대략  $5\ \text{mm}$  이하로 설정될 수 있다.  $x$ 는  $0\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $2000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다. 기호  $w$ , 기호  $p$  및 기호  $u$ , 및 비록 도 3f에 예시되지 않지만 기호  $h$ , 기호  $s$ , 기호  $a$  등의 정의 및 예시적인 수치 범위는 도 3e에서 설명된 것과 동일하다.

[0053] 다른 실시 형태에서, 구조화된 표면은 다양한 형상을 갖는 복수의 3차원 요소의 조합을 포함한다. 도 3g는 그러한 실시 형태의 예를 예시한다. 도 3g에 예시된 구조화된 표면은 제1 삼각뿔(121), 제2 삼각뿔(122), 육각뿔(123) 및 모임 지붕(124)의 조합을 포함한다. 3차원 요소들 각각의 기부의 길이는 대략  $5\ \mu\text{m}$  이상 또는  $10\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있고, 높이는 각각 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $4\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $600\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $300\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다. 인접한 3차원 요소들의 기부들 간의 거리는  $0\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $2\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $10,000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $5000\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다. 모임 지붕(124)의 리지의 길이는 대략  $0.5\ \mu\text{m}$  이상 또는 대략  $1\ \mu\text{m}$  이상, 및 대략  $1000\ \mu\text{m}$  이하 또는 대략  $500\ \mu\text{m}$  이하로 설정될 수 있다.

[0054] 몇몇 실시 형태에서, 연마 재료의 3차원 요소의 밀도, 다시 말하면, 연마 재료  $1\ \text{cm}^2$ 당 3차원 요소의 개수는 대략 0.5개 요소/ $\text{cm}^2$  이상 또는 1.0개 요소/ $\text{cm}^2$  이상, 및 대략  $1 \times 10^7$ 개 요소/ $\text{cm}^2$  이하 또는 대략  $4 \times 10^6$ 개 요소/ $\text{cm}^2$  이하이다. 복수의 3차원 요소가 구조화된 표면 상에 체계적으로 배치된 실시 형태에서, 연마 재료  $1\ \text{cm}^2$ 당 3차원 요소의 개수는 대략 0.05개 요소/ $\text{cm}^2$  이상 또는 대략 0.10개 요소/ $\text{cm}^2$  이상, 및 대략  $1 \times 10^6$ 개 요소/ $\text{cm}^2$  이하 또는 대략  $4 \times 10^5$ 개 요소/ $\text{cm}^2$  이하로 설정될 수 있다. 이러한 실시 형태에서, 3차원 요소를 구조화된 표면 상에 고 밀도로 배열함으로써 고 폴리싱 효율이 달성되는 반면, 슬러리, 연마 분말 등은, 예를 들어 흡과 같은, 3차원 요소들 사이에 존재하는 미리 결정된 패턴을 갖는 공간을 사용하고, 조합하여 구조화된 표면에 대해 표면 처리를 수행함으로써 효율적으로 방출될 수 있다.

[0055] 본 발명의 연마 재료의 경우, 불소 처리 또는 규소 처리가 구조화된 표면의 적어도 일부에 대해 수행된다. 어떠한 이론에도 구애됨이 없이, 구조화된 표면이 다이아몬드-유사 탄소 등과 같은 표면 코팅 층에 의해 덮인 연마 재료, 및 연마 층이 연마 입자 및 수지 결합체를 포함하는 연마 재료는 구조화된 표면 상의 전하-증가(charge-up) 또는 구조화된 표면의 표면 에너지를 유발하는 것으로 여겨지며, 이에 따라 연마 입자가 전도성 Ni 도금 등에 의해 베이스 재료 상에 접착된 종래의 연마 재료와 비교해, 이물질이 정전기에 의해 또는 다른 상호작용에 의해 구조화된 표면에 매달리기 쉽다. 본 발명에 따르면, 구조화된 표면이 비교적 높은 밀도로 3차원 요소를 포함할지라도, 구조화된 표면의 표면 에너지는 이러한 3차원 요소의 표면 처리에 의해 감소될 수 있고, 이물질의 구조화된 표면 상에의 접착, 예컨대 연마 슬러리 중의 연마 입자, 유기 화합물 등, 폴리우레탄 폼 패드로부터 발생된 폴리우레탄 입자 등의 접착 또는 축적이 방지되거나 억제될 수 있다.

[0056] 본 발명에서, 불소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착 (CVD) 방법, 물리 증착 (PVD) 방법 또는 불소 기체 처리에

의해 유리하게 수행될 수 있다.

- [0057] 본 발명에 따른 "플라즈마 처리"는 플라즈마에 의해 활성화된 원료 기체를 사용하여 처리될 물체의 표면의 화학 조성을 변화시키는 처리를 지칭하고, 처리될 물체로부터 유래된 재료를 비롯한 반응 생성물은 플라즈마 처리된 표면 상에 포함된다. 반면에, 화학 증착 및 물리 증착에서, 기체, 액체 또는 고체 원료로부터 유래된 성분을 포함하는 필름이 처리될 물체의 표면 상에 침착에 의해 형성된다. 화학 증착 방법에는, 예를 들어 열 CVD 방법, 직접 플라즈마 강화 CVD 방법, 원격 플라즈마 CVD 방법, 핫 와이어 CVD 방법 등이 포함된다. 물리 증착 방법에는 스퍼터링, 진공 침착, 아크 분무, 플라즈마 분무, 에어로졸 침착 방법 등이 포함된다.
- [0058] 어떠한 이론에도 구애됨이 없이, 불소 처리는 불소가 표면 코팅 층, 예컨대 다이아몬드-유사 탄소 또는 연마 입자의 표면 주위에 도포되는 것, 재료의 표면이 결합체에 포함된 중합체 중의 C-F 결합의 생성으로 인해 불소 중 결되는 것, 많은 C-C 결합을 포함하는 고밀도 플루오로카본을 포함하는 코팅이 구조화된 표면 상에 형성되는 것 등과 같은 현상을 생성하는 것으로 여겨진다.
- [0059] 몇몇 실시 형태에서, 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에 의한 불소 처리는 감압가능 챔버를 갖는 저압 플라즈마 장치 또는 대기압 플라즈마 장치를 사용하여 수행될 수 있다. 플라즈마 장치를 사용하는 화학 증착 방법은 일반적으로 플라즈마 강화 CVD 방법으로 지칭된다. 대기압 플라즈마 장치를 사용하는 경우, 불소-함유 기체 외에도, 질소 기체 및/또는 주기율표의 18족 원자, 구체적으로 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 제논, 라돈 등이 방전 기체로서 사용된다. 이들 중에서, 질소, 헬륨 및 아르곤이 유리하게 사용될 수 있고, 질소가 비용 관점에서 특히 유리하다. 저압 플라즈마 장치는 일반적으로 배치 처리(batch treating)에 사용된다. 긴 웨빙(webbing) 등의 연속 처리가 필요한 경우, 대기압 플라즈마 장치를 사용하는 것이 생산성 관점에서 유리할 수 있다. 종래의 방법, 예컨대 코로나 방전, 유전체 장벽 방전, 예컨대 13.56 MHz 고주파 전원을 사용하는 단일 또는 이중 RF 방전, 2.45 GHz 마이크로파 방전, 아크 방전 등이 플라즈마를 발생시키는 방법으로서 사용될 수 있다. 이러한 발생 방법 중에서, 13.56 MHz 고주파 전원을 사용하는 단일 RF 방전이 유리하게 사용될 수 있다.
- [0060] 플루오로카본, 예컨대  $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_3F_8$ ,  $C_4F_8$ ,  $C_4F_{10}$ ,  $C_6F_{14}$ , 삼플루오르화질소( $NF_3$ ),  $SF_6$  등은 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에서 사용되는 불소-함유 기체로서 사용될 수 있다. 안전성, 반응성 등의 관점에서,  $C_3F_8$ ,  $C_6F_{14}$  및  $CF_4$ 가 유리하게 사용될 수 있다. 불소-함유 기체의 유량은 대략 20 sccm 이상 또는 대략 50 sccm 이상, 및 대략 1000 sccm 이하 또는 대략 500 sccm 이하로 설정될 수 있다. 대략 50 sccm 이상 및 대략 5000 sccm 이하의 유량을 갖는 캐리어 기체, 예컨대 질소, 헬륨 또는 아르곤이 장치에 공급되는 기체 유동에 추가로 포함될 수 있다.
- [0061] 일부 실시 형태에서, 원료 기체 C/F 비(ratio)를 대략 3 이하로 설정함으로써 양호한 필름을 침착할 가능성이 알려져 있고, 이 경우, C/F 비는 비불소계 기체, 예컨대 아세틸렌, 아세톤 등을 첨가함으로써 조정될 수 있다. 원료 기체의 C/F 비가 대략 2 이상 및 대략 3 이하인 실시 형태에서, 바이어스 전압(bias voltage)에 따라, 플라즈마 처리로 인한 표면 개질이 우선적으로 발생할 수 있거나, 화학 증착 방법으로 인한 필름 침착이 우선적으로 발생할 수 있다. 그러한 실시 형태에서 바이어스 전압을 조정함으로써, 불소 처리는 플라즈마 처리 또는 화학 증착 또는 이들의 조합일 수 있다. 바이어스 전압의 범위는 장치의 크기 또는 설계 등에 기초해 다르지만, 일반적으로 대략 100 V 이하, 대략 0 V 이하 내지 대략 -1000 V 이상 또는 대략 -100,000 V 이상으로 설정될 수 있다.
- [0062] 플라즈마 발생에 필요한 인가되는 전력은 처리될 연마 재료의 치수에 기초해 결정될 수 있고, 방전 공간 내의 전력 밀도는 일반적으로 대략  $0.00003 \text{ W/cm}^2$  이상 또는 대략  $0.0002 \text{ W/cm}^2$  이상, 및 대략  $10 \text{ W/cm}^2$  이하 또는 대략  $1 \text{ W/cm}^2$  이하로 선택될 수 있다. 예를 들어, 불소 처리될 연마 재료의 치수가 10 cm (길이)  $\times$  10 cm (폭) 이하인 경우, 인가되는 전력은 대략 200 W 이상 또는 대략 500 W 이상, 및 대략 4 kW 이하 또는 대략 2.5 kW 이하로 설정될 수 있다.
- [0063] 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법의 온도는 바람직하게는 처리될 연마 재료의 특징 및 성능 등을 손상시키지 않는 온도이고, 처리될 연마 재료의 표면 온도는 대략  $-15^\circ\text{C}$  이상, 대략  $0^\circ\text{C}$  이상 또는 대략  $15^\circ\text{C}$  이상, 및 대략  $400^\circ\text{C}$  이하, 대략  $200^\circ\text{C}$  이하 또는 대략  $100^\circ\text{C}$  이하로 설정될 수 있다. 연마 재료의 표면 온도는 연마 재료와 접촉하는 열전쌍, 방사 온도계 등에 의해 측정될 수 있다.
- [0064] 저압 플라즈마 장치를 사용하는 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법을 수행할 때의 처리 압력은 대략 10 mTorr 이상 또는 대략 20 mTorr 이상, 및 대략 1500 mTorr 이하 또는 대략 1000 mTorr 이하로 설정될 수 있다.

- [0065] 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에 대한 처리 시간은 대략 2초 이상, 대략 5초 이상 또는 대략 10초 이상, 및 대략 300초 이하, 대략 180초 이하 또는 대략 120초 이하로 설정될 수 있다.
- [0066] 다른 실시 형태에서, 원격 플라즈마 장치가 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에 의한 불소 처리로서 사용될 수 있다. 원격 플라즈마 장치를 사용하는 화학 증착 방법은 일반적으로 원격 플라즈마 CVD 방법으로 지칭된다. 원격 플라즈마 장치에서, 플라즈마는 처리 챔버와는 상이한 플라즈마 여기 챔버 내에서 발생되고, 여기 활성종은 원료 기체를 플라즈마 여기 챔버 내에 도입시킴으로써 발생되고, 발생된 여기 활성종은 질소, 헬륨, 네온, 아르곤 등과 같은 캐리어 기체와 함께 처리 챔버 내로 유동되고, 이에 따라 연마 재료의 구조화된 표면의 불소 처리가 수행된다.
- [0067] 감압 처리 챔버를 갖는 저압 원격 플라즈마 장치 또는 대기압 원격 플라즈마 장치가 원격 플라즈마 장치로서 사용될 수 있다. 사용될 수 있는 방전 기체 및 양호한 방전 기체는 저압 플라즈마 장치 및 대기압 플라즈마 장치에 대해 상기에 기재된 바와 같다. 고주파 (13.56 MHz) RF 방전, 2.45 GHz 마이크로파 방전, 2.45 GHz 마이크로파 방전 / 전자 사이클로트론 공명(electron cyclotron resonance, ECR) 등이 일반적으로 플라즈마 발생 방법으로서 사용되고, 2.45 GHz 마이크로파 방전 및 2.45 GHz 마이크로파 방전 / 전자 사이클로트론 공명 (ECR)이 유리하게 사용되는데, 왜냐하면 원격 플라즈마에서 바람직한 높은 플라즈마 밀도가 달성될 수 있기 때문이다.
- [0068] 플루오로카본, 예컨대  $CF_4$ ,  $C_4F_8$ ,  $C_5F_6$ ,  $C_4F_6$ ,  $CHF_3$ ,  $CH_2F_2$ ,  $CH_3F$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_3F_8$ ,  $C_4F_{10}$ ,  $C_6F_{14}$  등, 삼플루오로화질소 ( $NF_3$ ),  $SF_6$  등은 원격 플라즈마 장치를 사용하는 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에서 사용되는 불소-함유 기체로서 사용될 수 있다. 여기 활성종의 수명이 더 길고, 안전성이 높으며, 이에 따라  $NF_3$  및  $SF_6$ 이 유리하게 사용될 수 있다. 불소-함유 기체의 유량은 대략 20 sccm 이상 또는 대략 50 sccm 이상, 및 대략 1000 sccm 이하 또는 대략 500 sccm 이하로 설정될 수 있다. 캐리어 기체의 유량은 대략 100 sccm 이상 또는 대략 200 sccm 이상, 및 대략 5000 sccm 이하 또는 대략 200 sccm 이하로 설정될 수 있다.
- [0069] 일부 실시 형태에서, 원료 기체 C/F 비를 대략 3 이하로 설정함으로써 양호한 필름을 침착할 가능성이 알려져 있고, 이 경우, C/F 비는 비불소계 기체, 예컨대 아세틸렌, 아세톤 등을 첨가함으로써 조정될 수 있다. 원료 기체의 C/F 비가 대략 2 이상 및 대략 3 이하인 실시 형태에서, 바이어스 전압에 따라, 플라즈마 처리로 인한 표면 개질이 우선적으로 발생할 수 있거나, 화학 증착 방법으로 인한 필름 침착이 우선적으로 발생할 수 있다. 그러한 실시 형태에서 바이어스 전압을 조정함으로써, 불소 처리는 플라즈마 처리 또는 화학 증착 또는 이들의 조합일 수 있다. 바이어스 전압의 범위는 장치의 크기 또는 설계 등에 기초해 다르지만, 일반적으로 대략 100 V 이하, 대략 0 V 이하 내지 대략 -1000 V 이상 또는 대략 -100,000 V 이상으로 설정될 수 있다.
- [0070] 플라즈마 발생에 필요한 인가되는 전력은, 예를 들어 대략 1 W 이상 또는 대략 10 W 이상, 및 대략 300 kW 이하 또는 대략 30 kW 이하로 설정될 수 있다.
- [0071] 원격 플라즈마 장치에서, 불소 처리는 처리될 연마 재료를 저온에 유지하면서 수행될 수 있다. 예를 들어, 처리될 연마 재료의 표면 온도는 대략 -15°C 이상, 대략 0°C 이상 또는 대략 15°C 이상, 및 대략 200°C 이하, 대략 100°C 이하 또는 대략 50°C 이하로 설정될 수 있다. 연마 재료의 표면 온도는 연마 재료와 접촉하는 열전쌍, 방사 온도계 등에 의해 측정될 수 있다.
- [0072] 저압 원격 플라즈마 장치를 사용하는 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법을 수행할 때의 처리 압력은 대략 1 mTorr 이상 또는 대략 10 mTorr 이상, 및 대략 1500 mTorr 이하 또는 대략 1000 mTorr 이하로 설정될 수 있다.
- [0073] 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에 대한 처리 시간은 대략 2초 이상, 대략 5초 이상 또는 대략 10초 이상, 및 대략 300초 이하, 대략 180초 이하 또는 대략 120초 이하로 설정될 수 있다.
- [0074] 다른 실시 형태에서, 스퍼터링이 물리 증착 방법에 의한 불소 처리로서 사용될 수 있다. 스퍼터링은 전형적인 스퍼터링 장치, 예컨대 이온 스퍼터링 장치, DC 마그네트론 스퍼터링 장치, RF 마그네트론 스퍼터링 장치 등을 사용하여 수행될 수 있다.
- [0075] 플루오로중합체, 예컨대 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE), 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF) 등이 불소 처리의 스퍼터링 타겟(target)으로서 사용될 수 있다. 플루오로카본, 예컨대  $CF_4$ ,  $C_4F_8$ ,  $C_5F_6$ ,  $C_4F_6$ ,  $CHF_3$ ,  $CH_2F_2$ ,  $CH_3F$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_3F_8$ ,  $C_4F_{10}$ ,  $C_6F_{14}$  등, 플루오로화질소 ( $NF_3$ ),  $SF_6$  등을 처리 챔버 내에 제공함으로써 반응성 스퍼터링이 수행될 수 있다.
- [0076] 스퍼터링 온도는 대략 -193°C 이상 또는 대략 25°C 이상, 및 대략 600°C 이하 또는 대략 1300°C 이하로 설정될

수 있다.

- [0077] 스퍼터링의 처리 압력은 대략  $1 \times 10^{-5}$  Torr 이상 또는 대략  $1 \times 10^{-3}$  Torr 이상, 및 대략 10 mTorr 이하 또는 대략 100 mTorr 이하로 설정될 수 있다.
- [0078] 스퍼터링의 처리 시간은 대략 1초 이상, 대략 5초 이상 또는 대략 10초 이상, 및 대략 30초 이하, 대략 60초 이하 또는 대략 180초 이하로 설정될 수 있다.
- [0079] 다른 실시 형태에서, 진공 침착이 물리 증착에 의한 불소 처리로서 사용될 수 있다. 진공 침착은 전형적인 침착 장치, 예컨대 저항 가열식 침착 장치, 전자 빔 침착 장치, 이온 도금 장치 등을 사용하여 수행될 수 있다.
- [0080] 폴리테트라플루오로에틸렌 (PTFE), 폴리비닐리덴 플루오라이드 (PVDF) 및 다른 플루오로중합체, 플루오르화칼슘 (CaF<sub>2</sub>) 및 다른 불소-함유 유기 화합물 등이 침착 공급원으로서 사용될 수 있다.
- [0081] 침착 온도는 대략 -193℃ 이상 또는 대략 25℃ 이상, 및 대략 600℃ 이하 또는 대략 1000℃ 이하로 설정될 수 있다.
- [0082] 침착의 처리 압력은 대략  $1 \times 10^{-6}$  Torr 이상 또는 대략  $1 \times 10^{-5}$  Torr 이상, 및 대략  $1 \times 10^{-3}$  Torr 이하 또는 대략  $1 \times 10^{-2}$  Torr 이하로 설정될 수 있다.
- [0083] 침착의 처리 시간은 대략 5초 이상, 대략 10초 이상 또는 대략 30초 이상, 및 대략 120초 이하, 대략 600초 이하 또는 대략 1200초 이하로 설정될 수 있다.
- [0084] 다른 실시 형태에서, 불소 기체 (F<sub>2</sub>) 처리가 불소 처리로서 사용될 수 있다. 불소 기체는 질소, 헬륨, 아르곤, 이산화탄소 등과 같은 불활성 기체로 희석될 수 있고, 또한 희석 없이 있는 그대로 사용될 수 있다. 불소 기체 처리는 일반적으로 대기압에서 수행된다.
- [0085] 불소 기체가 연마 재료의 구조화된 표면과 접촉될 때의 온도는 실온 이상, 대략 50℃ 이상 또는 대략 100℃ 이상, 및 대략 250℃ 이하, 대략 220℃ 이하 또는 대략 200℃ 이하로 설정될 수 있다.
- [0086] 불소 기체 처리의 처리 시간은 대략 1분 이상 또는 대략 1시간 이상, 및 대략 1주 이하 또는 대략 50시간 이하로 설정될 수 있다.
- [0087] 본 발명에서, 규소 처리는 플라즈마 처리, 화학 증착 방법, 물리 증착 방법 또는 원자 층 침착 방법에 의해 유리하게 수행될 수 있다. 어떠한 이론에도 구애됨이 없이, 규소 처리는 결합체에 포함된 중합체 중에 또는 연마 입자의 표면 또는 다이아몬드-유사 탄소 등과 같은 표면 코팅 상에 Si-O-Si 결합, Si-C-Si 결합, Si-O-C 결합 등을 형성함으로써 구조화된 표면이 개선되는 현상; Si-O-Si 결합, Si-C-Si 결합, Si-O-C 결합 등을 통해 형성된 비교적 밀도가 높은 네트워크 구조를 갖는 옥시탄화규소 또는 산화규소를 포함하는 코팅이 구조화된 표면 상에 형성되는 현상 등을 생성하는 것으로 여겨진다.
- [0088] 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에 의한 규소 처리는 앞서 기재된 불소 처리에 대해서와 동일한, 저압 플라즈마 장치, 대기압 플라즈마 장치, 저압 원격 플라즈마 장치, 대기압 원격 플라즈마 장치 등을 사용하여 수행될 수 있다. 방전 기체 및 플라즈마 발생 방법은 불소 처리에 대해 기재된 것과 동일하다.
- [0089] 실란 (SiH<sub>4</sub>), 테트라메틸실란 (TMS), 헥사메틸다이실록산 (HMDSO), 헥사메틸다이실라잔 (HMDS), 테트라에톡시실란 (TEOS) 등이 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에 사용되는 불소-함유 기체로서 사용될 수 있다. 이들 중에서, 모노실란 또는 테트라메틸실란이 반응성이 높고 확산 계수가 크기 때문에 유리하게 사용될 수 있다. 대기압 플라즈마 장치가 사용되는 경우, 저 비등점을 갖고 비가연성인 테트라메틸실란이 사용된다. 규소-함유 기체의 유량은 대략 20 sccm 이상 또는 대략 50 sccm 이상, 및 대략 1000 sccm 이하 또는 대략 500 sccm 이하로 설정될 수 있다. 대략 50 sccm 이상 및 대략 5000 sccm 이하의 유량을 갖는 캐리어 기체, 예컨대 질소, 헬륨 또는 아르곤이 장치에 공급되는 기체 유동에 추가로 포함될 수 있다.
- [0090] 산소 원자가 규소-함유 기체에 포함되지 않는 경우, 산소가 플라즈마 장치에 공급되는 기체 유동에 첨가된다. 산소는 규소-함유 기체와는 별개의 라인을 통해 플라즈마 장치의 챔버 내로 공급될 수 있거나, 챔버 내에 배치된 샤워헤드(showerhead)를 통해 규소-함유 기체와 함께 혼합 기체로서 공급될 수 있다. 산소의 유량은 대략 5 sccm 이상 또는 대략 10 sccm 이상, 및 대략 500 sccm 이하 또는 대략 300 sccm 이하로 설정될 수 있다. 규소-함유 기체의 유량이 1로 설정된 상태에서, 산소와 규소-함유 기체의 유량 비는 대략 0.1:1 이상, 대략 0.2:1

이상 또는 대략 0.3:1 이상, 및 대략 5:1 이하, 대략 4:1 이하 또는 대략 3:1 이하로 설정될 수 있다. 규소-함유 기체의 공급을 중단한 후, 예를 들어 대략 5 sccm 이상 또는 대략 10 sccm 이상, 및 대략 500 sccm 이하 또는 대략 300 sccm 이하의 유량으로 오직 산소만을 공급함으로써 후처리가 수행될 수 있다.

- [0091] 플라즈마 발생에 필요한 인가되는 전력은 처리될 연마 재료의 치수에 기초해 결정될 수 있고, 방전 공간 내의 전력 밀도는 일반적으로 대략  $0.00003 \text{ W/cm}^2$  이상 또는 대략  $0.0002 \text{ W/cm}^2$  이상, 및 대략  $10 \text{ W/cm}^2$  이하 또는 대략  $1 \text{ W/cm}^2$  이하로 선택될 수 있다. 예를 들어, 규소 처리될 연마 재료의 치수가  $10 \text{ cm}$  (길이)  $\times$   $10 \text{ cm}$  (폭) 이한 경우, 인가되는 전력은 대략  $1 \text{ W}$  이상 또는 대략  $10 \text{ W}$  이상, 및 대략  $300 \text{ kW}$  이하 또는 대략  $30 \text{ kW}$  이하로 설정될 수 있다.
- [0092] 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법의 온도는 바람직하게는 처리될 연마 재료의 특징 및 성능 등을 손상시키지 않는 온도이고, 처리될 연마 재료의 표면 온도는 대략  $-15^\circ\text{C}$  이상, 대략  $0^\circ\text{C}$  이상 또는 대략  $15^\circ\text{C}$  이상, 및 대략  $400^\circ\text{C}$  이하, 대략  $200^\circ\text{C}$  이하 또는 대략  $100^\circ\text{C}$  이하로 설정될 수 있다. 연마 재료의 표면 온도는 연마 재료와 접촉하는 열전쌍, 방사 온도계 등에 의해 측정될 수 있다.
- [0093] 저압 플라즈마 장치를 사용하는 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법을 수행할 때의 처리 압력은 대략  $10 \text{ mTorr}$  이상 또는 대략  $20 \text{ mTorr}$  이상, 및 대략  $1500 \text{ mTorr}$  이하 또는 대략  $1000 \text{ mTorr}$  이하로 설정될 수 있다.
- [0094] 플라즈마 처리 또는 화학 증착 방법에 대한 처리 시간은 대략 2초 이상, 대략 5초 이상 또는 대략 10초 이상, 및 대략 300초 이하, 대략 180초 이하 또는 대략 120초 이하로 설정될 수 있다.
- [0095] 다른 실시 형태에서, 스퍼터링 또는 진공 침착이 물리 증착에 의한 규소 처리로서 사용될 수 있다. 물리 증착 방법을 사용하는 규소 처리는 표준 스퍼터링 장비, 예컨대 불소 처리에 대해 기재된 동일한 이온 스퍼터링 장비, DC 마그네트론 스퍼터링 장비, RF 마그네트론 스퍼터링 장비 등, 또는 표준 증착 장비, 예컨대 저항 가열식 증착 장비, 전자 빔 증착 장비, 이온 도금 장비 등을 사용하여 수행될 수 있다.
- [0096] 규소 처리의 스퍼터링 타겟은 이산화규소 ( $\text{SiO}_2$ )일 수 있다. 반응성 스퍼터링은 규소 ( $\text{Si}$ )를 스퍼터링 타겟으로서 사용할 경우 산소를 처리 챔버 내로 공급함으로써 수행될 수 있다.
- [0097] 스퍼터링 온도는 대략  $-193^\circ\text{C}$  이상 또는 대략  $25^\circ\text{C}$  이상, 및 대략  $600^\circ\text{C}$  이하 또는 대략  $1300^\circ\text{C}$  이하로 설정될 수 있다.
- [0098] 스퍼터링의 처리 압력은 대략  $1 \times 10^{-5} \text{ Torr}$  이상 또는 대략  $1 \times 10^{-3} \text{ Torr}$  이상, 및 대략  $10 \text{ mTorr}$  이하 또는 대략  $100 \text{ mTorr}$  이하로 설정될 수 있다.
- [0099] 스퍼터링의 처리 시간은 대략 1초 이상, 대략 5초 이상 또는 대략 10초 이상, 및 대략 30초 이하, 대략 60초 이하 또는 대략 180초 이하로 설정될 수 있다.
- [0100] 이산화규소 ( $\text{SiO}_2$ )는 진공 증착의 증착 공급원으로서 사용될 수 있다. 전자 빔 증착은 이산화규소 증착과 함께 유리하게 사용될 수 있다. 규소 처리는 증착 공급원으로서 일산화규소 ( $\text{SiO}$ )를 사용한 후 산화 분위기에서 어닐링(annealing) 산화를 수행하는 증착, 및 증착 챔버 내로 산소 플라즈마를 도입하면서 일산화규소를 증착하는 것에 의해 수행될 수 있다.
- [0101] 침착 온도는 대략  $-193^\circ\text{C}$  이상 또는 대략  $25^\circ\text{C}$  이상, 및 대략  $600^\circ\text{C}$  이하 또는 대략  $1000^\circ\text{C}$  이하로 설정될 수 있다.
- [0102] 침착의 처리 압력은 대략  $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$  이상 또는 대략  $1 \times 10^{-5} \text{ Torr}$  이상, 및 대략  $1 \times 10^{-3} \text{ Torr}$  이하 또는 대략  $1 \times 10^{-2} \text{ Torr}$  이하로 설정될 수 있다.
- [0103] 침착의 처리 시간은 대략 5초 이상, 대략 10초 이상 또는 대략 30초 이상, 및 대략 120초 이하, 대략 600초 이하 또는 대략 1200초 이하로 설정될 수 있다.
- [0104] 다른 실시 형태에서, 원자 층 침착(atom layer deposition) 방법 (ALD)이 규소 처리로서 사용될 수 있다. 원자 층 침착 방법은 적어도 2가지 유형의 전구체 기체를 반응 챔버 내로 교대로 제공하는 단계, 이러한 전구체 기체의 단일 층을 매번 구조화된 표면 상에 침착하는 단계, 및 이러한 전구체 기체를 구조화된 표면 상에서 반응시키는 단계를 포함한다.
- [0105] 사용될 수 있는 전구체 기체 A의 예에는 테트라에톡시실란, 비스 (tert-부톡시) (아이소프로폭시) 실란올, 비스

(아이소프로폭시) (tert-부톡시) 실란올, 비스 (tert-펜톡시) (아이소프로폭시) 실란올, 비스 (아이소프로폭시) (tert-펜톡시) 실란올, 비스 (tert-펜톡시) (tert-부톡시) 실란올, 비스 (tert-부톡시) (tert-펜톡시) 실란올, 트리스 (tert-펜톡시) 실란올 등이 포함된다. 전구체 기체 B의 예에는 물 ( $H_2O$ ), 산소 ( $O_2$ ), 오존 ( $O_3$ ) 등이 포함된다.

- [0106] 전구체 기체 A의 유량은 대략 0.1 sccm 이상 또는 대략 1 sccm 이상, 및 대략 100 sccm 이하 또는 대략 1000 sccm 이하로 설정될 수 있다. 전구체 기체 A를 반응 챔버로 도입시키는 시간은 대략 0.01초 이상 또는 대략 0.1초 이상, 및 대략 10초 이하 또는 대략 100초 이하 동안일 수 있다.
- [0107] 전구체 기체 B의 유량은 대략 0.1 sccm 이상 또는 대략 1 sccm 이상, 및 대략 100 sccm 이하 또는 대략 1000 sccm 이하로 설정될 수 있다. 전구체 기체 B를 반응 챔버로 도입시키는 시간은 대략 0.01초 이상 또는 대략 0.1초 이상, 및 대략 10초 이하 또는 대략 100초 이하 동안일 수 있다.
- [0108] 미반응된 전구체 기체 및/또는 반응 부산물은 전구체 기체 A의 도입과 전구체 기체 B의 도입 사이에 퍼지 기체를 반응 챔버 내로 도입시킴으로써 반응 챔버로부터 퍼지될 수 있다. 퍼지 기체는 전구체 기체와 반응하지 않을 불활성 기체이다. 사용될 수 있는 퍼지 기체의 예에는 질소 기체, 헬륨, 네온, 아르곤 및 이들의 혼합물이 포함된다. 퍼지 기체의 유량은, 예를 들어 대략 10 sccm 이상 또는 대략 50 sccm 이상, 및 대략 500 sccm 이하 또는 대략 1000 sccm 이하일 수 있고, 퍼지 기체의 도입 시간은 대략 1초 이상 또는 대략 10초 이상, 및 대략 30초 이하 또는 대략 60초 이하일 수 있다.
- [0109] 미리 결정된 두께의 옥시탄화규소 또는 산화규소를 포함하는 필름은 전구체 기체 A 및 전구체 기체 B를 도입하는 횟수뿐만 아니라 전구체 기체 A 및 전구체 기체 B의 유량 및 도입 시간을 변경함으로써 구조화된 표면 상에 형성될 수 있다. 전구체 기체 A 및/또는 전구체 기체 B를 도입한 후, 전구체 기체 A와 전구체 기체 B 간의 반응은 열, 플라즈마, 펄스 플라즈마, 헬리콘 플라즈마, 고밀도 플라즈마, 유도성 결합 플라즈마, X-선, 전자 빔, 광자, 원격 플라즈마 등을 사용하여 촉진될 수 있다.
- [0110] 이러한 방식으로 표면 처리된 구조화된 표면의 물리적 특성은, 예를 들어 접촉각, 경도 등에 의해 평가될 수 있다.
- [0111] 몇몇 실시 형태에서, 예를 들어 구조화된 표면이 불소 처리된 실시 형태에서, 표면 처리된 구조화된 표면의 물 접촉각은 대략  $70^\circ$  이상 또는 대략  $90^\circ$  이상, 및 대략  $120^\circ$  이하 또는 대략  $150^\circ$  이하였다. 물 접촉각은 소적(droplet) 방법, 팽창/수축 방법, 빌헬미(Wilhelmy) 방법 등에 의해 결정될 수 있다.
- [0112] 다른 몇몇 실시 형태에서, 예를 들어 구조화된 표면이 친수성 표면을 제공하도록 규소 처리된 실시 형태에서, 표면 처리된 구조화된 표면의 물 접촉각은 대략  $0^\circ$  이상 또는 대략  $10^\circ$  이상, 및 대략  $30^\circ$  이하 또는 대략  $45^\circ$  이하였다. 물 접촉각은 소적 방법, 팽창/수축 방법, 빌헬미 방법 등에 의해 결정될 수 있다.
- [0113] 다른 실시 형태에서, 표면 처리된 구조화된 표면의 경도는, 쇼어(Shore) 경도로 변환할 경우, 대략 40 이상 또는 대략 50 이상, 및 대략 87 이하 또는 대략 97 이하였다. 표면 처리된 구조화된 표면의 경도는, 예를 들어 나노 압입(nano indentation) 방법에 의해 결정될 수 있다. 쇼어 경도로서 계산될 때 표면 처리된 구조화된 표면의 경도가 대략 50 이상인 경우, 비교적 연질인 이물질, 예컨대 폴리우레탄의 중합체 입자 등의 구조화된 표면의 접착이 방지될 수 있다.
- [0114] 구조화된 표면 또는 불소 처리되거나 규소 처리된 개질된 상태의 구조화된 표면 상에 침착된 필름의 조성은 x-선 광전자 분광법(XPS), 또는 비행 시간을 사용하는 2차 이온 질량 분광법(TOF-SIMS) 등을 사용하여 정성적으로 또는 정량적으로 평가될 수 있다. XPS 스펙트럼은, 예를 들어 표면에 대해  $90^\circ$ 의 전자 방출 편각에서 단색 Al K  $\alpha$  광자 공급원을 사용하는 크라토스 액세스 울트라 분광계(Kratos Axis Ultra spectrometer)를 사용하여 획득될 수 있다. TOF-SIMS는, 예를 들어 빔 직경이 대략  $1\ \mu m$ 인  $400 \times 400$  마이크로미터 면적에 의해 래스터화된(rasterized) 펄스 25 keV Ga<sup>+</sup> 1차 이온 빔을 사용할 수 있다.
- [0115] 본 발명의 또 다른 실시 형태는 상부에 배열된 복수의 3차원 요소를 갖도록 구성된 구조화된 표면을 가진 연마층을 포함하는 연마 재료로서, 구조화된 표면의 적어도 일부는, (a) 고밀화 플루오로카본, 옥시탄화규소, 및 산화규소로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는 필름; (b) 불소 종결된 표면; 또는 (c) 이들의 조합을 포함하는, 연마 재료를 제공한다.
- [0116] 본 발명에서, "고밀화 플루오로카본"은 비교적 많은 양의 4차 탄소 원자를 포함하는 결과로서 C-C 결합을 갖도록 형성된 밀도가 높은 3차원 네트워크 구조를 포함하는 플루오로카본 재료를 지칭한다. 고밀화 플루오로카본

은, 가교결합되거나 가교결합되지 않은 표준 플루오로중합체에 비해, 고 경도 및 뛰어난 내마모성 및 이물질 내접착성을 갖는다.

[0117] 고밀화 플루오로카본은 탄소 및 불소 외에도 수소, 산소, 질소 등과 같은 다른 원자를 포함할 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 고밀화 플루오로카본은 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 20 원자% 이상 또는 대략 25 원자% 이상, 및 대략 65 원자% 이하 또는 대략 60 원자% 이하의 탄소 원자를 포함한다. 다른 몇몇 실시 형태에서, 고밀화 플루오로카본은 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 30 원자% 이상 또는 대략 35 원자% 이상, 및 대략 75 원자% 이하 또는 대략 70 원자% 이하의 탄소 원자를 포함한다. 더욱이, 다른 몇몇 실시 형태에서, 고밀화 플루오로카본은 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 25 원자% 이상 또는 대략 30 원자% 이상, 및 대략 80 원자% 이하 또는 대략 70 원자% 이하의 4개의 인접한 탄소 원자에 결합된 4차 탄소 원자를 포함한다. 고밀화 플루오로카본의 탄소 원자 및 불소 원자의 원자 백분율은, 예를 들어 XPS를 사용하여 결정될 수 있고, 4차 탄소 원자의 원자 백분율은, 예를 들어  $^{13}\text{C}$ -NMR 등을 사용하여 결정될 수 있다.

[0118] 옥시탄화규소는 규소, 산소 및 탄소를 포함하지만 3차원 원소인 다른 원자, 예를 들어 수소, 질소 등을 포함할 수 있는 화합물이다. 옥시탄화규소는 경질이고, 뛰어난 내마모성, 이물질 내접착성 등을 갖고, 조성을 변화시킴으로써 친수성 또는 소수성으로 만들어질 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 옥시탄화규소는 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 10 원자% 이상 또는 대략 15 원자% 이상, 및 대략 90 원자% 이하 또는 대략 80 원자% 이하의 규소 원자를 함유한다. 다른 몇몇 실시 형태에서, 옥시탄화규소는 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 5 원자% 이상 또는 대략 10 원자% 이상, 및 대략 80 원자% 이하 또는 대략 70 원자% 이하의 산소 원자를 함유한다. 더욱이, 다른 몇몇 실시 형태에서, 옥시탄화규소는 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 1 원자% 이상 또는 대략 5 원자% 이상, 및 대략 90 원자% 이하 또는 대략 80 원자% 이하의 탄소 원자를 함유한다. 옥시탄화규소 내의 규소 원자, 산소 원자 및 탄소 원자의 원자 백분율은 XPS, TOF-SIMS 등을 사용하여 결정될 수 있다.

[0119] 산화규소는 규소 및 산소를 포함하지만, 탄소를 제외하고, 수소, 질소 등과 같은 다른 원자를 포함할 수 있는 화합물이다. 산화규소, 특히 말단에  $\text{Si-O-H}$  결합을 갖는 산화규소는 일반적으로 친수성이고, 소수성 재료의 구조화된 표면의 접착을 효과적으로 방지할 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 산화규소는 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 30 원자% 이상 또는 대략 33 원자% 이상, 및 대략 55 원자% 이하 또는 대략 50 원자% 이하의 규소 원자를 함유한다. 다른 몇몇 실시 형태에서, 옥시탄화규소는 수소 이외의 원소들의 총량을 기준으로 대략 45 원자% 이상 또는 대략 50 원자% 이상, 및 대략 70 원자% 이하 또는 대략 67 원자% 이하의 산소 원자를 함유한다. 산화규소 내의 규소 원자 및 산소 원자의 원자 백분율은 XPS, TOF-SIMS 등을 사용하여 결정될 수 있다.

[0120] 고밀화 플루오로카본, 옥시탄화규소 및 산화규소를 포함하는 필름의 두께는 일반적으로 대략 0.05 nm 이상 또는 0.5 nm 이상, 및 대략 200  $\mu\text{m}$  이하 또는 대략 150  $\mu\text{m}$  이하이다. 필름 두께는 XPS, TOF-SIMS 등을 사용하여 결정될 수 있다.

[0121] 불소 중결된 구조화된 표면의 불소 원자 밀도는 일반적으로 대략  $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  이상 또는 대략  $5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  이상, 및 대략  $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  이하 또는 대략  $3 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  이하이다. 구조화된 표면의 불소 원자 밀도는 XPS, TOF-SIMS 등을 사용하여 결정될 수 있다.

[0122] 본 발명의 연마 재료는 반도체 웨이퍼, 자기 기록 매체, 유리 판, 렌즈, 프리즘, 자동차 도료, 광섬유 커넥터 단자 표면 등과 같은 다양한 표면의 거친 폴리싱, 챔퍼링 및 미세 폴리싱뿐만 아니라 다른 폴리싱 도구를 위한 드레싱 등과 같은 다양한 응용에 사용될 수 있다. 본 발명의 연마 재료는 또한 연마 슬러리를 사용하는 응용에 대해 유리하게 사용될 수 있다.

## [0123] 실시예

[0124] 하기의 실시예에서, 본 발명의 특정 실시 형태가 예시되지만, 본 발명은 이로 제한되지 않는다. 모든 "부" 및 "백분율"은 달리 명시되지 않는 한 질량 기준이다.

[0125] 1. CMP 드레싱 시험

[0126] 실시예 1 및 실시예 2와 비교예 1 및 비교예 2에서, 직경 11 mm 및 두께 3 mm를 갖는 5개의 디스크 형상의 연마 재료를, 직경 110 mm 및 두께 5 mm를 갖는 스테인레스강 디스크 형상의 베이스 재료의 중심으로부터 43 mm 거리에 원주 상에 동일한 간격으로 접착한 후 CMP 드레싱으로서 사용하였다. 디스크 형상의 연마 재료는 기부 길이

360  $\mu\text{m}$  및 높이 160  $\mu\text{m}$ 를 갖는 정사각뿔 (각뿔)이 주기적으로 배열된 구조화된 표면을 갖는 탄화규소 벌크 층을 가졌고, 정사각뿔들의 기부 부분은 서로 접촉하였다. 다이아몬드 층을 탄화규소 벌크 층 상에 코팅하였다.

[0127] 연마 재료의 구조화된 표면을 배치 타입 용량 결합형 플라즈마 장치 WB 7000 (플라즈마 섬 인더스트리얼 프로덕츠, 인크.(Plasma Therm Industrial Products, Inc.))을 사용하여 불소 처리 (실시에 1) 또는 규소 처리 (실시에 2)하였다. 비교예 1의 구조화된 표면을, 고체 분율이 0.1 질량%가 되도록 플루오로중합체 쓰리엠(3M) (등록상표) 노백(Novec) (등록상표) EGC 1720 (쓰리엠에 의해 제조됨)을 용매 노백 (등록상표) 7100 (쓰리엠에 의해 제조됨)을 사용하여 용해시킴으로써 제조된 코팅 용액을 구조화된 표면 상에 적용함으로써 플루오로중합체 코팅 필름을 갖도록 형성하였다. 비교예 2는 처리하지 않았다 (대조군 시험). 실시예 1 및 실시예 2의 상세한 처리 조건이 표 1에 제시되어 있다.

[0128] 실시예 1 및 실시예 2뿐만 아니라 비교예 1 및 비교예 2의 연마 재료를 디스크에 부착하고, 불러(Buehler) (등록상표) 에코멧(EcoMet) (등록상표) 4000 (불러에 의해 제조됨)에 설정하였다. CMP 슬러리 대신에 물을 폴리싱 시스템에 공급하였다. 하향력 5 kgf (연마 재료당 1 kgf) 및 회전 속도 150 RPM (디스크)/10 rpm (우레탄 패드)을 갖는 우레탄 폼 패드 ICE 1000 패드 (다우(Dow)의 제품)를 사용하여 CMP 드레싱 시험을 1시간 동안 수행한 후, 디스크를 수욕에 5분 동안 침지시켜 표준 컴파운딩 처리를 시뮬레이션하였고, 연마 재료의 구조화된 표면을 아래로 향하게 하고 자연 건조시킨 후, 광학 현미경 (300배 확대)을 사용하여 구조화된 표면을 관찰하여 이물질 (우레탄 입자)의 축적에 대해 검사하였다 (도 4). 실시예 1 및 실시예 2에서, 우레탄 입자가 거의 축적되지 않았고, 비교예 2와 비교해 현저한 개선이 관찰되었다. 비교예 1은 심지어 비교예 2에 비해 많은 양의 폴리우레탄 입자 축적을 가졌다.

[0129] 다음으로, 물을 사용하여 연마 재료를 초음파 세정하였고, 광학 현미경 (1500배 확대)을 사용하여 실시예 1 및 실시예 2의 구조화된 표면을 상세하게 관찰하였다. 특히 표면에 대한 손상이 실시예 1에서 관찰되지 않았지만, 실시예 2에서 규소 필름의 부분적인 박리가 존재하였다.

[0130] 2. 자동차 도료 폴리싱 시험

[0131] 실시예 3 내지 실시예 5와 비교예 3에서, 하기 연마 재료 A 내지 연마 재료 C를 자동차 도료의 표면 상의 미세한 돌출부를 제거하기 위한 폴리싱 패드로서 사용하였다.

[0132] 연마 재료 A: 트라이엑트(Trizact) (등록상표) 필름 디스크 롤 466 LA-A5 (쓰리엠에 의해 제조됨, 그릿(grit) 크기 #3000과 비슷함).

[0133] 연마 재료 B: 트라이엑트 (등록상표) 필름 디스크 롤 466 LA-A3 (쓰리엠에 의해 제조됨, 그릿 크기 #4000과 비슷함).

[0134] 연마 재료 C: 트라이엑트 (등록상표) 다이아몬드 디스크 662 XA (스미토모 쓰리엠(Sumitomo 3M)에 의해 제조됨).

[0135] 연마 재료 A 내지 연마 재료 C의 구조화된 표면을 배치 타입 용량 결합형 플라즈마 장치 WB 7000 (플라즈마 섬 인더스트리얼 프로덕츠, 인크.)을 사용하여 불소 처리 (실시에 3) 또는 규소 처리 (실시에 4 및 실시예 5)하였다. 비교예 3은 처리하지 않았다 (대조군 시험). 실시예 3 내지 실시예 5의 상세한 처리 조건이 표 1에 제시되어 있다.

[0136] 접착제 시트를 표면 처리되거나 처리되지 않은 연마 재료 A 내지 연마 재료 C의 배면 표면에 적용하였고, 직경이 32 mm인 디스크를 편칭하였다. 흑색 도료 및 투명 도료 (니폰 페인트(Nippon Paint)에 의해 제조된 LX 클리어(Clear))가 인산 피막화된 강철 판 상에 코팅된 도장된 판을 하나의 수평 방향으로 샌더(sander)를 작동시킬 수 있는 장치에 부착하였고, 연마 재료 A 내지 연마 재료 C 중 하나를 3 mm 오비탈 움직임(orbital movement)을 갖는 3M (등록상표) 폴리싱 샌더 3125 (쓰리엠에 의해 제조됨)의 폴리싱 표면에 부착하였고, 대략 5000 rpm으로 회전하면서 1 kgf의 하중이 가해졌고, 도장된 판의 표면을 20 cm 거리에 대해 1 m/분의 속도로 전후 5회 폴리싱하였다. 폴리싱 후에, 연마 재료 A 내지 연마 재료 C의 표면에 접착된 연마 분말의 양을 시각적으로 관찰하였고, 그 결과가 도 5a에서 전체 사진에 의해, 그리고 도 5b에서 광학 현미경 사진 (300배 확대)에 의해 나타난다. 규소 처리된 연마 재료 A 내지 연마 재료 C의 구조화된 표면에 접착된 연마 분말의 최저량은 실시예 4에서였다.

[0137] 다음으로, 물을 사용하여 연마 재료 A 내지 연마 재료 C를 세척하였고, 그의 구조화된 표면을 광학 현미경 (300배 확대)에 의해 관찰하였다 (도 5c). 실시예 3 내지 실시예 5는 모두 비교예 3에 비해 양호한 세정 특성을 입

증하였고, 규소 처리된 실시예 4 및 실시예 5는 훨씬 더 양호한 세정 특성을 입증하였다. 자동차 도료 폴리싱 응용의 경우, 연마 재료의 표면은 일반적으로 수회의 폴리싱 후에 물로 세척되고, 이에 따라 양호한 세척 특성을 갖는 연마 재료가 이러한 응용에 대해 극히 유리하다.

[0138] 3. 유리 판 표면 폴리싱 시험

[0139] 실시예 6 및 실시예 7뿐만 아니라 비교예 4에서, 트라이펙트 (등록상표) 다이아몬드 타일 패드 9  $\mu\text{m}$  (쓰리엠에 의해 제조됨)를 유리 판 표면을 폴리싱하는 데 사용되는 폴리싱 패드로서 사용하였다.

[0140] 폴리싱 패드의 구조화된 표면을 배치 타입 용량 결합형 플라스마 장치 WB 7000 (플라스마 섬 인더스트리얼 프로덕츠, 인크.)을 사용하여 불소 처리 (실시예 6) 또는 규소 처리 (실시예 8)하였다. 비교예 4는 처리하지 않았다 (대조군 시험). 실시예 6 및 실시예 7의 상세한 처리 조건이 표 1에 제시되어 있다.

[0141] 실시예 6 및 실시예 7뿐만 아니라 비교예 4의 연마 패드를 디스크에 부착하고, 블러 (등록상표) 에코멧 (등록상표) 4000 (블러에 의해 제조됨)에 설정하였다. LA-20 5% 수용액 (네오스(Neos)에 의해 제조됨)을 폴리싱 용액으로서 폴리싱 시스템에 적용하였다. 아오이타 글라스(Aoita Glass) (아사이 글라스(Asahi Glass)에 의해 제조됨)를 80 N의 하중, 60 rpm의 상부 판 회전 속도, 및 450 rpm의 하부 판 회전 속도의 조건하에 150분 동안 폴리싱하였다. 폴리싱 동안에 폴리싱 패드의 구조화된 표면의 세정을 수행하지 않았다.

[0142] 폴리싱 후, 폴리싱 패드를 60°C에서 오븐에 넣어 폴리싱 용액을 증발시켰다. 건조 후 폴리싱 패드의 중량을 측정하였다 ( $W_1$ ). 다음으로, 폴리싱 패드를 물로 세척하고, 60°C에서 오븐에 넣고 건조하였다. 건조 후 폴리싱 패드의 중량을 측정하였다 ( $W_2$ ). 집착된 연마 분말의 양을 식  $W_2 - W_1$ 에 의해 계산하였고, 그 값은 실시예 6에 대해 210 mg이었고, 실시예 7에 대해 110 mg이었지만, 비교예 4에 대해서는 250 mg이었다. 실시예 6 및 실시예 7은 둘 모두가 비교예 4에 비해 양호한 세정 특성을 입증하였고, 규소 처리된 실시예 7은 훨씬 더 양호한 세정 특성을 입증하였다.

[0143] [표 1]

실시예	원료 기체	압력 [mTorr]	유량 [sccm]	온도 [°C]	인가된 전력 [W]	전력 밀도 [W/cm <sup>2</sup> ]	시간 (초)
1	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	300	300	23	2000	0.7	60
2	TMS/O <sub>2</sub> →O <sub>2</sub>	130	75/250 250	23	300	0.1	30 60
3	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	150	300	23	1000	0.35	60
4	TMS/O <sub>2</sub> →O <sub>2</sub>	150	75/250 250	23	1000	0.35	30 60
5	TMS/O <sub>2</sub>	150	300/30 200	23	200	0.07	120
6	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	150	300	23	1000	0.35	60
7	TMS/O <sub>2</sub> →O <sub>2</sub>	150	75/250 250	23	1000	0.35	30 60

[0144]

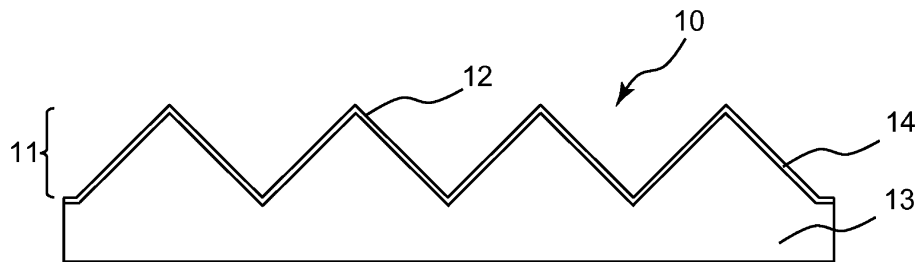
## 부호의 설명

- [0145]
- 10 연마 재료
  - 11 연마 층
  - 12 3차원 요소
  - 13 벌크 층
  - 14 표면 코팅 층
  - 15 배킹
  - 16 연마 입자
  - 17 결합제
  - 18 연마 층의 상부 부분
  - 19 연마 층의 하부 부분

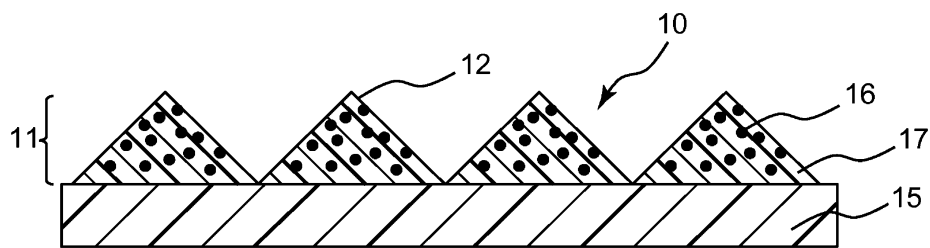
- 121 제1 삼각뿔
- 122 제2 삼각뿔
- 123 육각뿔
- 124 모임 지붕 형상

## 도면

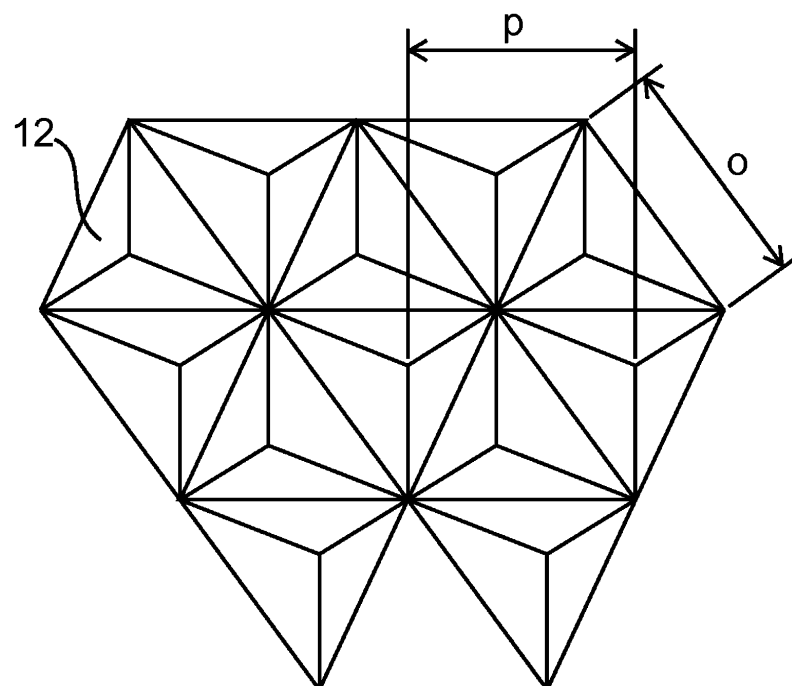
### 도면1



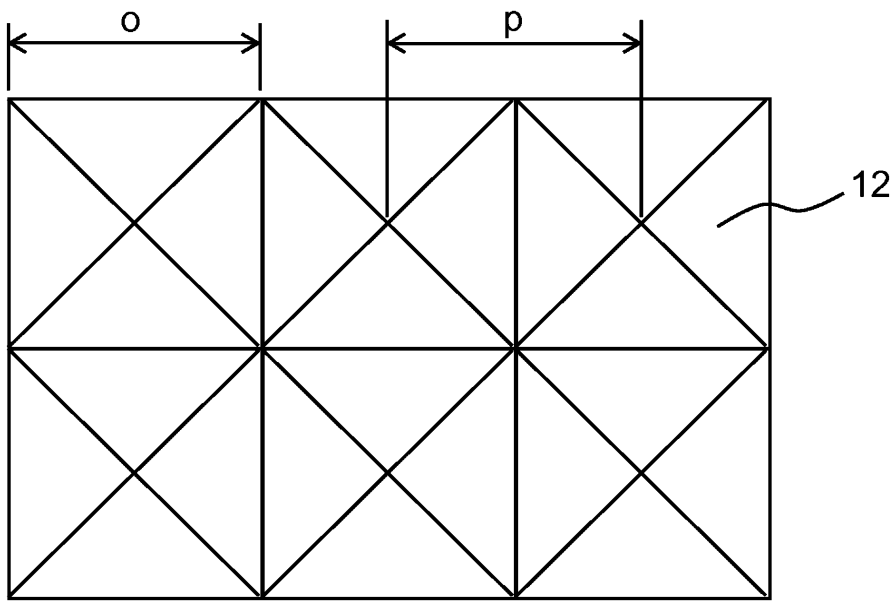
### 도면2



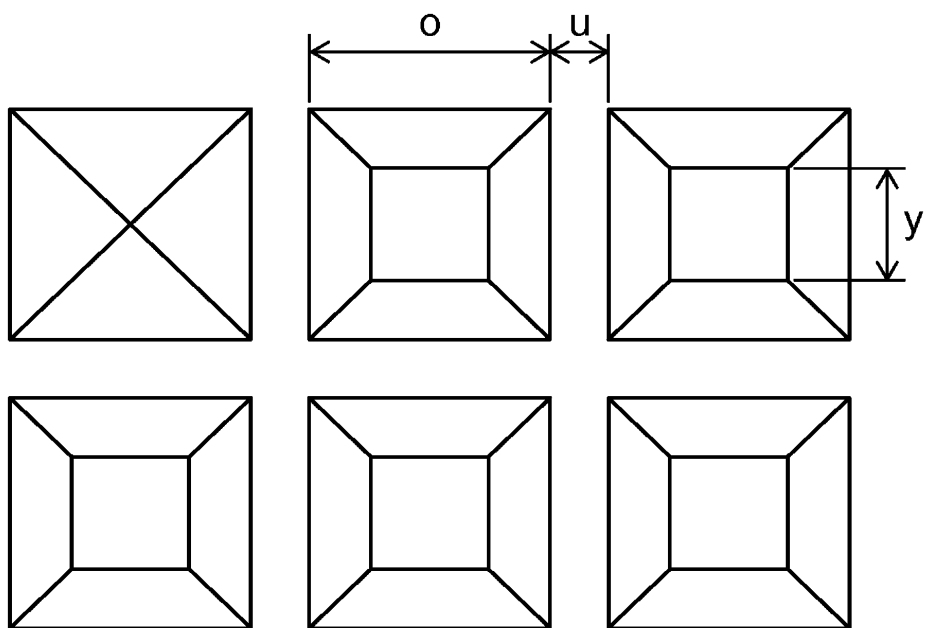
### 도면3a



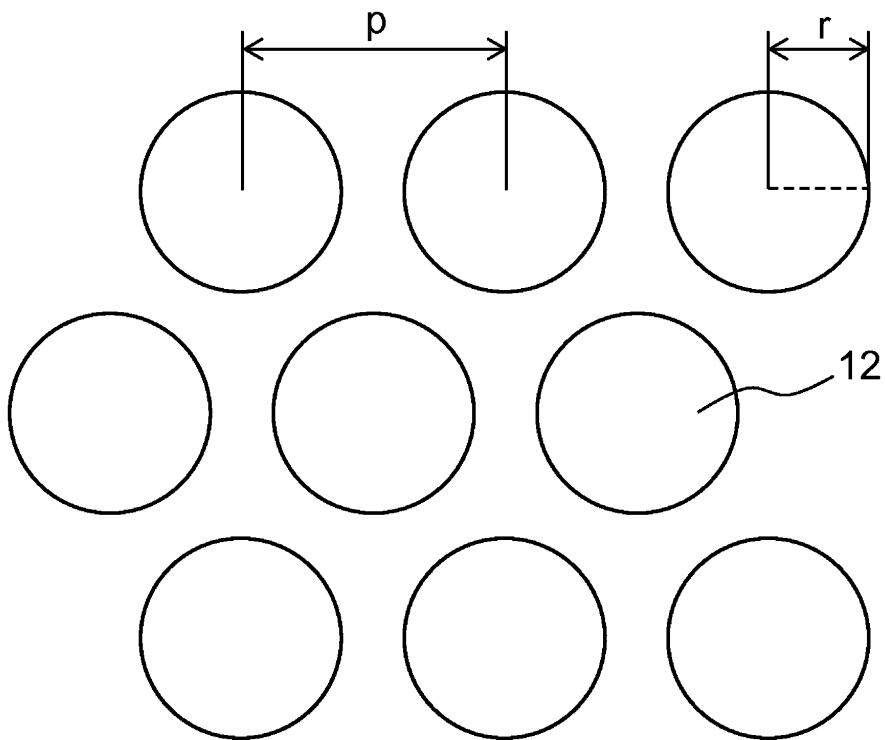
도면3b



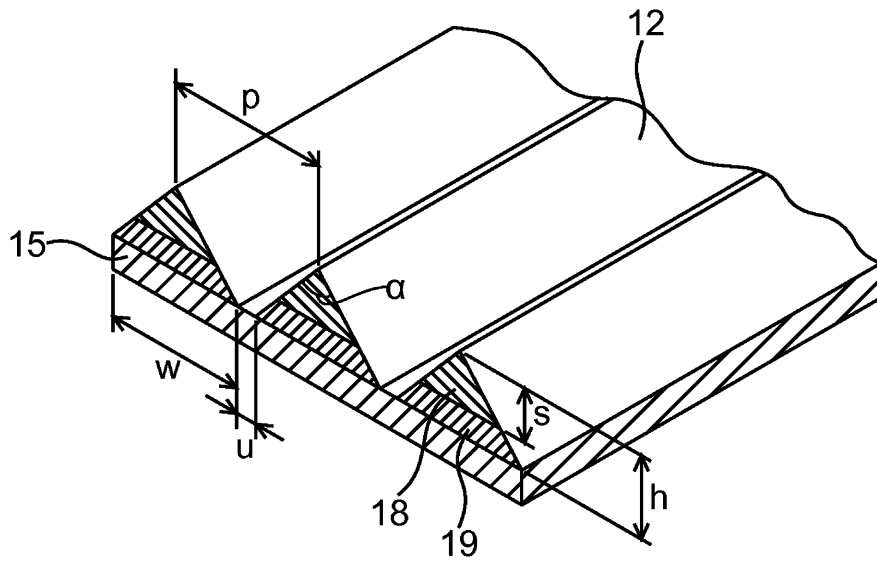
도면3c



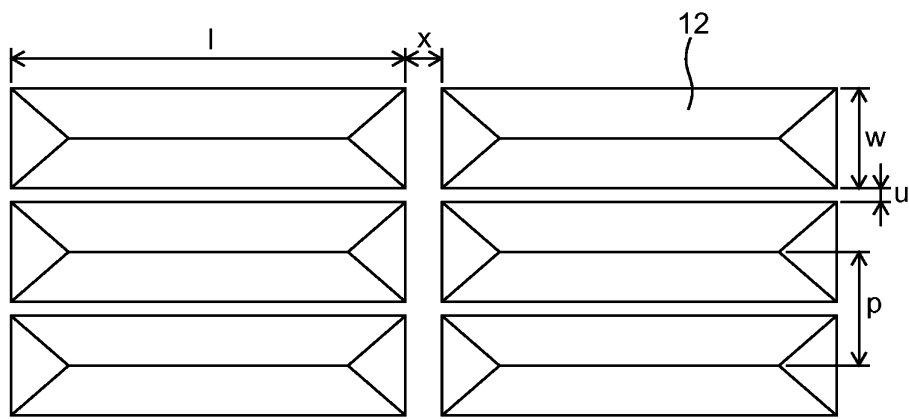
도면3d



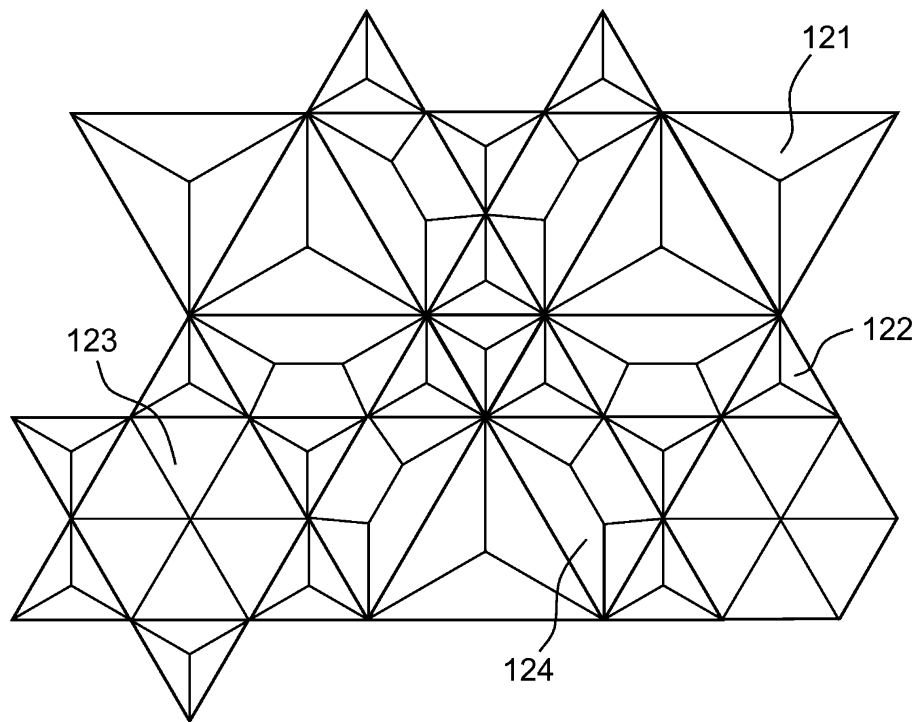
도면3e



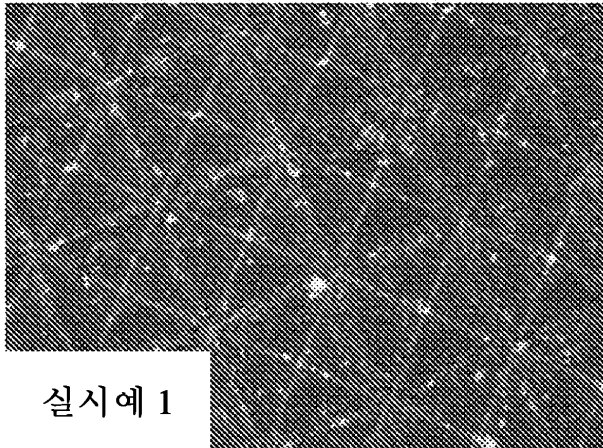
도면3f



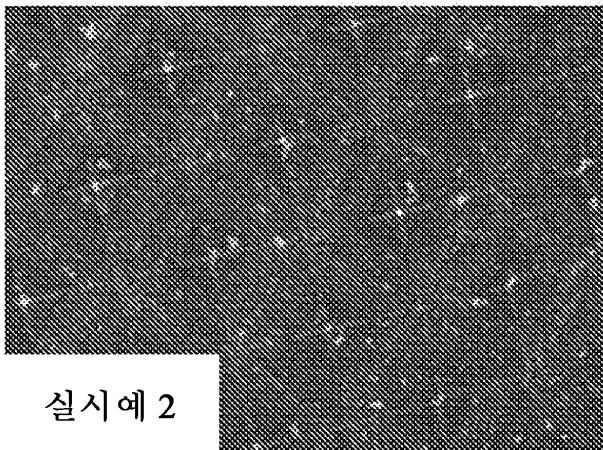
도면3g



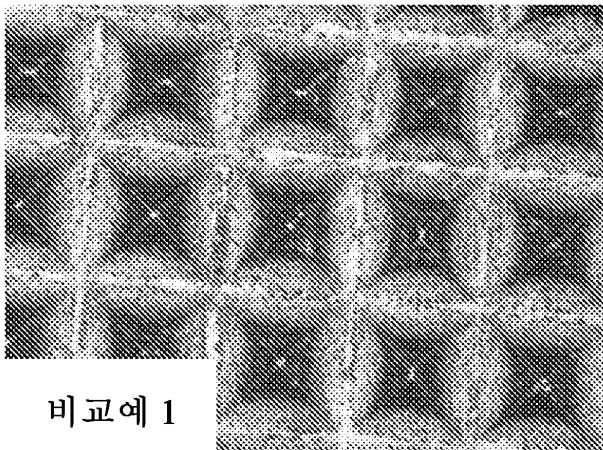
도면4a



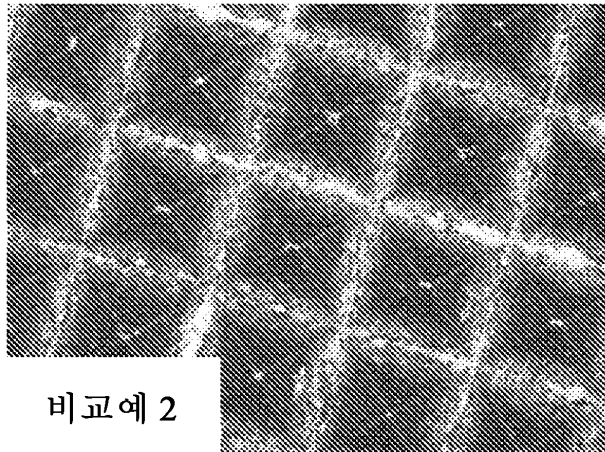
도면4b



도면4c



도면4d



도면5a

	비교예 3	실시예 3	실시예 4	실시예 5
연마 재료 A				
연마 재료 B				
연마 재료 C				

도면5b

	비교예 3	실시예 3	실시예 4	실시예 5
연마 재료 A				
연마 재료 B				
연마 재료 C				

도면5c

