



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0039176  
(43) 공개일자 2018년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09K 3/14 (2006.01) C09G 1/04 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C09K 3/1463 (2013.01)  
C09G 1/04 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7009503  
(22) 출원일자(국제) 2016년08월29일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2018년04월04일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/049299  
(87) 국제공개번호 WO 2017/044340  
국제공개일자 2017년03월16일  
(30) 우선권주장  
14/849,066 2015년09월06일 미국(US)

(71) 출원인  
캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션  
미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이브 870  
(72) 발명자  
판데이, 프라티바  
미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 캐보트 드라이브 870 캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션  
장, 주연  
미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이브 870 캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션  
리스, 브라이언  
미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이브 870 캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션  
(74) 대리인  
양영준, 이상남

전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 개선된 안정성 및 개선된 연마 특징을 갖는 선택적 질화물 슬러리

**(57) 요약**

본 발명은 (a) 약 0.01 중량% 내지 약 1 중량%의 습식-공정 세리아, (b) 약 10 ppm 내지 약 200 ppm의, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, (c) 약 10 ppm 내지 약 2000 ppm의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, (d) 아미노산, 및 (e) 물을 포함하거나, 그로 본질적으로 이루어지거나, 또는 그로 이루어지며 약 3 내지 약 8의 pH를 갖는 화학-기계적 연마 조성물을 제공한다. 본 발명은 상기 연마 조성물을 사용하여 기관을 연마하는 방법을 추가로 제공한다.

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

- (a) 약 0.01 중량% 내지 약 1 중량%의 습식-공정 세리아,
- (b) 약 10 ppm 내지 약 200 ppm의, 4급 아미노 기를 포함하는 양이온성 중합체,
- (c) 약 10 ppm 내지 약 2000 ppm의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제,
- (d) 아미노산, 및
- (e) 물

을 포함하며 약 3 내지 약 8의 pH를 갖는 화학-기계적 연마 조성물.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 습식-공정 세리아가 약 10 nm 내지 약 60 nm의 평균 입자 크기를 갖는 제1 세리아, 및 약 60 nm 내지 약 150 nm의 평균 입자 크기를 갖는 제2 세리아의 혼합물을 포함하는 것인 연마 조성물.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 양이온성 중합체가 디알릴 디메틸 암모늄 단량체 단위를 포함하는 것인 연마 조성물.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 양이온성 중합체가 메타크릴옥시에틸트리메틸암모늄 단량체 단위, N,N-디메틸-2-히드록시프로필암모늄 단량체 단위, (3-메틸-1-비닐이미다졸륨 클로라이드) 단위, 4급화 [비스(2-클로로에틸) 에테르-알트-1,3-비스[3-(디메틸아미노)프로필]우레아] 단위, 4급화 안히드로글루코스 단위, 또는 그의 조합을 포함하는 것인 연마 조성물.

**청구항 5**

제1항에 있어서, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제가 폴리옥시에틸렌-폴리옥시프로필렌 블록 공중합체, 또는 폴리에틸렌 글리콜 알킬 에테르인 연마 조성물.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제가 약 500 달톤 내지 약 2000 달톤의 평균 분자량을 갖는 것인 연마 조성물.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 아미노산이 글리신, 알라닌, 또는 발린, 또는 그의 조합인 연마 조성물.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 플루오린화 비이온성 계면활성제를 추가로 포함하는 연마 조성물.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 약 1 ppm 내지 약 500 ppm의 폴리비닐 알콜을 추가로 포함하는 연마 조성물.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 약 4 내지 약 7의 pH를 갖는 연마 조성물.

**청구항 11**

- (i) 기관을 연마 패드, 및

- (a) 약 0.01 중량% 내지 약 1 중량%의 습식-공정 세리아,
  - (b) 약 10 ppm 내지 약 200 ppm의, 4급 아미노 기를 포함하는 양이온성 중합체,
  - (c) 약 10 ppm 내지 약 2000 ppm의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제,
  - (d) 아미노산, 및
  - (e) 물
- 을 포함하며 약 3 내지 약 8의 pH를 갖는 화학-기계적 연마 조성물과 접촉시키고,
- (ii) 기관에 대해 연마 패드 및 화학-기계적 연마 조성물을 이동시키고,
  - (iii) 기관의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마하는 것
- 을 포함하는, 기관을 화학-기계적으로 연마하는 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 습식-공정 세리아가 약 10 nm 내지 약 60 nm의 평균 입자 크기를 갖는 제1 세리아, 및 약 60 nm 내지 약 150 nm의 평균 입자 크기를 갖는 제2 세리아의 혼합물을 포함하는 것인 방법.

**청구항 13**

제11항에 있어서, 양이온성 중합체가 디알릴 디메틸 암모늄 단량체 단위를 포함하는 것인 방법.

**청구항 14**

제11항에 있어서, 양이온성 중합체가 메타크릴옥시에틸트리메틸암모늄 단량체 단위, N,N-디메틸-2-히드록시프로필암모늄 단량체 단위, (3-메틸-1-비닐이미다졸륨 클로라이드) 단위, 4급화 [비스(2-클로로에틸) 에테르-알트-1,3-비스[3-(디메틸아미노)프로필]우레아] 단위, 4급화 안히드로글루코스 단위를 포함하는 것인 방법.

**청구항 15**

제11항에 있어서, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제가 폴리옥시에틸렌-폴리옥시프로필렌 블록 공중합체, 또는 폴리에틸렌 글리콜 알킬 에테르인 방법.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제가 약 500 달톤 내지 약 2000 달톤의 평균 분자량을 갖는 것인 방법.

**청구항 17**

제11항에 있어서, 아미노산이 글리신, 알라닌, 또는 발린, 또는 그의 조합인 방법.

**청구항 18**

제11항에 있어서, 연마 조성물이 플루오린화 비이온성 계면활성제를 추가로 포함하는 것인 방법.

**청구항 19**

제11항에 있어서, 연마 조성물이 약 1 ppm 내지 약 500 ppm의 폴리비닐 알콜을 추가로 포함하는 것인 연마 조성물.

**청구항 20**

제11항에 있어서, 연마 조성물이 약 4 내지 약 7의 pH를 갖는 것인 방법.

**청구항 21**

제11항에 있어서, 기관이 질화규소를 포함하는 것이며, 질화규소의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마하는 것인 방법.

**청구항 22**

제21항에 있어서, 기관이 산화규소를 추가로 포함하는 것이며, 산화규소의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마하는 것인 방법.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 기관이 폴리실리콘을 추가로 포함하는 것이며, 폴리실리콘의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마하는 것인 방법.

**발명의 설명**

**기술분야**

**배경기술**

- [0001] 기관의 표면을 평탄화 또는 연마하기 위한 조성물 및 방법은 관련 기술분야에 널리 공지되어 있다. 연마 조성물 (연마 슬러리로도 공지됨)은 전형적으로 액체 담체 중에 연마제 재료를 함유하며, 표면을 연마 조성물로 포화된 연마 패드와 접촉시킴으로써 표면에 적용된다. 전형적인 연마제 재료는 이산화규소, 산화세륨, 산화알루미늄, 산화지르코늄, 및 산화주석을 포함한다. 연마 조성물은 전형적으로 연마 패드 (예를 들어, 연마 클로스 또는 디스크)와 함께 사용된다. 연마 조성물 중에 현탁되는 대신에 또는 그에 추가로, 연마제 재료는 연마 패드에 혼입될 수 있다.
- [0002] 반도체 디바이스의 요소를 격리하는 방법으로서, 질화규소 층을 실리콘 기관 상에 형성하고, 에칭 또는 포토리소그래피를 통해 얇은 트렌치를 형성하고, 유전 층 (예를 들어, 산화물)을 침착시켜 트렌치를 충전하는, 얇은 트렌치 격리 (STI) 공정이 크게 주목받고 있다. 이러한 방식으로 형성된 트렌치 또는 라인의 깊이에서의 변동으로 인해, 전형적으로 모든 트렌치의 완전한 충전을 보장하기 위해서는 기관의 상부에 과량의 유전 물질을 침착시키는 것이 필요하다. 이어서, 과량의 유전 물질을 전형적으로 화학-기계적 평탄화 공정에 의해 제거하여 질화규소 층을 노출시킨다. 질화규소 층이 노출된 경우에, 화학-기계적 연마 조성물에 노출된 기관의 가장 큰 면적이 질화규소를 포함하며, 고도로 평탄하고 균일한 표면을 달성하기 위해서는 이를 연마해야 한다.
- [0003] 일반적으로, 예전의 실시에서는 질화규소 연마에 비해 우선적인 산화물 연마에 대한 선택성이 강조된 바 있다. 따라서, 질화규소 층의 노출 시에 전반적인 연마 속도가 감소되기 때문에, 질화규소 층은 화학-기계적 평탄화 공정 동안 중단 층으로서 제공된 바 있다. 질화규소 층의 제거는 산화물 연마에 비해 우선적인 질화규소 연마에 대한 선택성을 필요로 한다.
- [0004] STI 기관은 전형적으로 통상적인 연마 매체 및 연마제-함유 연마 조성물을 사용하여 연마된다. 그러나, STI 기관을 통상적인 연마 매체 및 연마제-함유 연마 조성물로 연마하는 것은 기관 표면의 과다연마 또는 STI 특색부에서의 오목부 및 기관 표면 상의 다른 지형학적 결함 예컨대 마이크로스크래치의 형성을 유발하는 것으로 관찰된 바 있다. 과다연마 및 STI 특색부에서의 오목부의 형성의 이러한 현상은 디싱으로 지칭된다. 기관 특색부의 디싱은 트랜지스터 및 트랜지스터 구성요소를 서로 격리하는 것에 대한 실패를 초래함으로써 디바이스 제작에 유해한 영향을 미치고, 그에 의해 단락을 유발할 수 있기 때문에, 디싱은 바람직하지 않다. 추가로, 기관의 과다연마는 또한 산화물 손실 및 연마 또는 화학 활성으로 인한 손상에 대한 아래에 놓인 산화물의 노출을 유발할 수 있으며, 이는 디바이스 품질 및 성능에 유해한 영향을 미친다.
- [0005] 추가로, 특히 세리아 연마제를 함유하는 다수의 기존 연마 조성물은, 연마제 성분의 침강으로 이어지는 특정 농도 초과에서의 연마 조성물의 불안정성으로 인해, 제한적인 농축 능력을 나타낸다. 따라서, 농축된 연마 조성물의 불안정성은 더 희석된 연마 조성물의 제조를 필요로 하며, 이는 운송 및 저장되어야 하는 물질의 부피를 증가시킨다.
- [0006] 따라서, 관련 기술분야에서는, 산화규소, 질화규소 및 폴리실리콘의 바람직한 선택성을 제공할 수 있으며 적합한 제거 속도, 낮은 결함성 및 적합한 디싱 성능을 가지면서 향상된 분산 안정성을 추가로 나타내는 연마 조성물 및 방법이 요구되고 있다.

**발명의 내용**

[0007] 본 발명은 (a) 약 0.01 중량% 내지 약 1 중량%의 습식-공정 세리아, (b) 약 10 ppm 내지 약 200 ppm의, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, (c) 약 10 ppm 내지 약 2000 ppm의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, (d) 아미노산, 및 (e) 물을 포함하며 약 3 내지 약 8의 pH를 갖는 화학-기계적 연마 조성물을 제공한다.

[0008] 본 발명은 (i) 기관을 연마 패드, 및 (a) 약 0.01 중량% 내지 약 1 중량%의 습식-공정 세리아, (b) 약 10 ppm 내지 약 200 ppm의, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, (c) 약 10 ppm 내지 약 2000 ppm의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, (d) 아미노산, 및 (e) 물을 포함하며 약 3 내지 약 8의 pH를 갖는 화학-기계적 연마 조성물과 접촉시키고, (ii) 기관에 대해 연마 패드 및 화학-기계적 연마 조성물을 이동시키고, (iii) 기관의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마하는 것을 포함하는, 기관을 화학-기계적으로 연마하는 방법을 또한 제공한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0009] 본 발명은 (a) 약 0.01 중량% 내지 약 1 중량%의 습식-공정 세리아, (b) 약 10 ppm 내지 약 200 ppm의, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, (c) 약 10 ppm 내지 약 2000 ppm의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, (d) 아미노산, 및 (e) 물을 포함하거나, 그로 본질적으로 이루어지거나, 또는 그로 이루어지며 약 3 내지 약 8의 pH를 갖는 화학-기계적 연마 조성물을 제공한다.

[0010] 화학-기계적 연마 조성물은 세리아 연마제를 포함한다. 널리 공지된 바와 같이, 세리아는 희토류 금속 세륨의 산화물이며, 산화제2세륨, 산화세륨 (예를 들어, 산화세륨(IV)), 또는 이산화세륨으로도 공지되어 있다. 산화세륨(IV) ( $Ce_2O_3$ )은 옥살산세륨 또는 수산화세륨을 하소시킴으로써 형성될 수 있다. 세륨은 또한 산화세륨(III) 예컨대 예를 들어  $Ce_2O_3$ 을 형성한다. 세리아 연마제는 세리아의 이들 또는 다른 산화물 중 임의의 1종 이상일 수 있다.

[0011] 세리아 연마제는 임의의 적합한 유형의 것일 수 있다. 본원에 사용된 "습식-공정" 세리아는 침강, 촉합-중합 또는 유사 공정에 의해 제조된 세리아 (예를 들어, 발연 또는 발열 세리아와 대조적임)를 지칭한다. 습식-공정 세리아 연마제를 포함하는 본 발명의 연마 조성물은 전형적으로 본 발명의 방법에 따라 기관을 연마하기 위해 사용되는 경우에 더 적은 결함을 나타내는 것으로 밝혀진 바 있다. 특정한 이론에 얽매이는 것을 원하지는 않지만, 습식-공정 세리아는 구형 세리아 입자 및/또는 더 작은 응집체 세리아 입자를 포함하고, 그에 의해 본 발명의 방법에 사용되는 경우에 더 낮은 기관 결함성을 생성하는 것으로 여겨진다. 예시적인 습식-공정 세리아는 로디아(Rhodia)로부터 상업적으로 입수가 가능한 HC-60™ 세리아이다.

[0012] 세리아 입자는 임의의 적합한 평균 크기 (즉, 평균 입자 직경)를 가질 수 있다. 평균 세리아 입자 크기가 너무 작은 경우에, 연마 조성물은 충분한 제거 속도를 나타내지 않을 수 있다. 반대로, 평균 세리아 입자 크기가 너무 큰 경우에, 연마 조성물은 바람직하지 않은 연마 성능 예컨대 예를 들어 불량한 기관 결함성을 나타낼 수 있다. 따라서, 세리아 입자는 약 10 nm 이상, 예를 들어 약 15 nm 이상, 약 20 nm 이상, 약 25 nm 이상, 약 30 nm 이상, 약 35 nm 이상, 약 40 nm 이상, 약 45 nm 이상, 또는 약 50 nm 이상의 평균 입자 크기를 가질 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 세리아는 약 1,000 nm 이하, 예를 들어 약 750 nm 이하, 약 500 nm 이하, 약 250 nm 이하, 약 150 nm 이하, 약 100 nm 이하, 약 75 nm 이하, 또는 약 50 nm 이하의 평균 입자 크기를 가질 수 있다. 따라서, 세리아는 상기 언급된 종점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 평균 입자 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 세리아는 약 10 nm 내지 약 1,000 nm, 약 10 nm 내지 약 750 nm, 약 15 nm 내지 약 500 nm, 약 20 nm 내지 약 250 nm, 약 20 nm 내지 약 150 nm, 약 25 nm 내지 약 150 nm, 약 25 nm 내지 약 100 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 150 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 100 nm의 평균 입자 크기를 가질 수 있다. 구형 세리아 입자에 대해, 입자의 크기는 입자의 직경이다. 비-구형 세리아 입자에 대해, 입자의 크기는 입자를 포괄하는 가장 작은 구체의 직경이다. 세리아의 입자 크기는 임의의 적합한 기술을 사용하여, 예를 들어 레이저 회절 기술을 사용하여 측정될 수 있다. 적합한 입자 크기 측정 기기는, 예를 들어 말번 인스트루먼트(Malvern Instruments) (영국 말번)로부터 입수가 가능하다.

[0013] 일부 실시양태에서, 연마 조성물의 세리아 연마제는 다중모드 입자 크기 분포를 나타낸다. 본원에 사용된 용어 "다중모드"는 세리아 연마제가 적어도 2개의 최대치 (예를 들어, 2개 이상의 최대치, 3개 이상의 최대치, 4개 이상의 최대치, 또는 5개 이상의 최대치)를 갖는 평균 입자 크기 분포를 나타내는 것을 의미한다. 바람직하게는, 이들 실시양태에서, 세리아 연마제는 이중모드 입자 크기 분포를 나타내며, 즉 세리아 연마제는 2개의 평균

입자 크기 최대치를 갖는 입자 크기 분포를 나타낸다. 용어 "최대치" 및 "최대치들"은 입자 크기 분포에서 피크 또는 피크들을 의미한다. 피크 또는 피크들은 세리아 연마제 입자에 대해 본원에 기재된 평균 입자 크기에 상응한다. 따라서, 예를 들어 입자의 수 대비 입자 크기의 플롯은, 약 75 nm 내지 약 150 nm, 예를 들어 약 80 nm 내지 약 140 nm, 약 85 nm 내지 약 130 nm, 또는 약 90 nm 내지 약 120 nm의 입자 크기 범위의 제1 피크, 및 약 25 nm 내지 약 70 nm, 예를 들어 약 30 nm 내지 약 65 nm, 약 35 nm 내지 약 65 nm, 또는 약 40 nm 내지 약 60 nm의 입자 크기 범위의 제2 피크를 갖는 이중모드 입자 크기 분포를 반영할 것이다. 다중모드 입자 크기 분포를 갖는 세리아 연마제는 각각 단일모드 입자 크기 분포를 갖는 2종의 상이한 세리아 연마제를 조합함으로써 수득될 수 있다.

[0014] 세리아 입자는 바람직하게는 본 발명의 연마 조성물 중에서 콜로이드적으로 안정하다. 용어 콜로이드는 액체 담체 (예를 들어, 물) 중 세리아 입자의 현탁액을 지칭한다. 콜로이드 안정성은 시간 경과에 따른 그 현탁액의 유지를 지칭한다. 본 발명의 문맥에서, 연마제를 100 mL 눈금 실린더에 넣고, 2시간의 시간 동안 교반하지 않으면서 정치되도록 하였을 때에, 눈금 실린더의 저부 50 mL에서의 입자의 농도 (g/mL 단위의 [B])와 눈금 실린더의 상부 50 mL에서의 입자의 농도 (g/mL 단위의 [T]) 사이의 차이를 연마제 조성물 중 입자의 초기 농도 (g/mL 단위의 [C])로 나눈 값이 0.5 이하 (즉,  $\{[B] - [T]\}/[C] \leq 0.5$ )인 경우에, 연마제는 콜로이드적으로 안정한 것으로 간주된다. 보다 바람직하게는,  $[B]-[T]/[C]$ 의 값은 0.3 이하, 가장 바람직하게는 0.1 이하이다.

[0015] 연마 조성물은 임의의 적합한 양의 세리아 연마제를 포함할 수 있다. 본 발명의 연마 조성물이 너무 적은 세리아 연마제를 포함하는 경우에, 조성물은 충분한 제거 속도를 나타내지 않을 수 있다. 반대로, 연마 조성물이 너무 많은 세리아 연마제를 포함하는 경우에, 연마 조성물은 바람직하지 않은 연마 성능을 나타낼 수 있고/거나, 비용 효과적이지 않을 수 있고/거나, 안정성이 부족할 수 있다. 연마 조성물은 약 10 중량% 이하의 세리아, 예를 들어 약 9 중량% 이하, 약 8 중량% 이하, 약 7 중량% 이하, 약 6 중량% 이하, 약 5 중량% 이하, 약 4 중량% 이하, 약 3 중량% 이하, 약 2 중량% 이하, 약 1 중량% 이하, 약 0.9 중량% 이하, 약 0.8 중량% 이하, 약 0.7 중량% 이하, 약 0.6 중량% 이하의 세리아, 또는 약 0.5 중량% 이하의 세리아를 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 연마 조성물은 약 0.05 중량% 이상, 예를 들어 약 0.1 중량% 이상, 약 0.2 중량% 이상, 약 0.3 중량% 이상, 약 0.4 중량% 이상, 약 0.5 중량% 이상, 또는 약 1 중량% 이상의 세리아를 포함할 수 있다. 따라서, 연마 조성물은 상기 언급된 중점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 양의 세리아를 포함할 수 있다. 예를 들어, 연마 조성물은 약 0.05 중량% 내지 약 10 중량%의 세리아, 예를 들어 0.1 중량% 내지 약 10 중량%, 약 0.1 중량% 내지 약 9 중량%, 약 0.1 중량% 내지 약 8 중량%, 약 0.1 중량% 내지 약 7 중량%, 약 0.1 중량% 내지 약 6 중량%, 약 0.1 중량% 내지 약 5 중량%의 세리아, 약 0.1 중량% 내지 약 4 중량%, 약 0.1 중량% 내지 약 3 중량%의 세리아, 약 0.1 중량% 내지 약 2 중량%의 세리아, 약 0.1 중량% 내지 약 1 중량%의 세리아, 약 0.2 중량% 내지 약 2 중량%의 세리아, 약 0.2 중량% 내지 약 1 중량%의 세리아, 약 0.2 중량% 내지 약 0.6 중량%의 세리아, 또는 약 0.3 중량% 내지 약 0.5 중량%의 세리아를 포함할 수 있다. 한 실시양태에서, 연마 조성물은 사용 지점에서, 약 0.2 중량% 내지 약 0.6 중량%의 세리아 (예를 들어, 약 0.4 중량%의 세리아)를 포함한다. 또 다른 실시양태에서, 연마 조성물은 농축물로서, 약 1-2 중량% (예를 들어, 약 1.2 중량% 또는 약 1.6 중량%)의 세리아를 포함한다.

[0016] 연마 조성물은 4급 암모늄 기를 포함하는 1종 이상의 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함한다. 양이온성 중합체 또는 공중합체는 임의의 적합한 양이온성 중합체 또는 공중합체일 수 있다. 적합한 양이온성 중합체 또는 공중합체의 비제한적 예는 디알릴디메틸암모늄 단량체 단위, 메타크릴옥시에틸트리메틸암모늄 단량체 단위, N,N-디메틸-2-히드록시프로필암모늄 단량체 단위, (3-메틸-1-비닐이미다졸륨 클로라이드) 단위, 4급화 [비스(2-클로로에틸) 에테르-알트-1,3-비스[3-(디메틸아미노)프로필]우레아] 단위, 4급화 안히드로글루코스 단위, 또는 그의 조합을 포함하는 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함한다. 양이온성 중합체 또는 공중합체가 4급화 안히드로글루코스 단위를 포함하는 경우에, 양이온성 중합체 또는 공중합체는 4급화 셀룰로스로서 공지된 물질일 수 있다. 양이온성 중합체 또는 공중합체가 4급 암모늄 기를 보유하는 2개 이상의 단량체 단위를 포함하기 때문에, 양이온성 중합체 또는 공중합체는 전형적으로 2개 이상의 4급 암모늄 기를 함유하는 것으로 이해될 것이다.

[0017] 한 실시양태에서, 연마 조성물은 디알릴디메틸암모늄 단량체 단위를 포함하는 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함한다. 다른 실시양태에서, 연마 조성물은 디알릴디메틸암모늄 단량체 단위를 포함하는 양이온성 중합체 또는 공중합체를, 메타크릴옥시에틸트리메틸암모늄 단량체 단위, N,N-디메틸-2-히드록시프로필암모늄 단량체 단위, (3-메틸-1-비닐이미다졸륨 클로라이드) 단위, 4급화 [비스(2-클로로에틸) 에테르-알트-1,3-비스[3-(디메틸아미노)프로필]우레아] 단위, 4급화 안히드로글루코스 단위를 포함하는 양이온성 중합체 또는 공중합체와 조



합하여 포함한다. 또 다른 실시양태에서, 연마 조성물은 메타크릴옥시에틸트리메틸암모늄 단량체 단위, N,N-디메틸-2-히드록시프로필암모늄 단량체 단위, (3-메틸-1-비닐이미다졸륨 클로라이드) 단위, 4급화 [비스(2-클로로에틸) 에테르-알트-1,3-비스[3-(디메틸아미노)프로필]우레아] 단위, 4급화 안히드로글루코스 단위를 포함하는 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함한다.

[0018] 양이온성 중합체 또는 공중합체는 임의의 적합한 분자량을 가질 수 있다. 양이온성 중합체 또는 공중합체는 약 250 g/mol 이상, 예를 들어 약 300 g/mol 이상, 약 400 g/mol 이상, 약 500 g/mol 이상, 약 600 g/mol 이상, 약 750 g/mol 이상, 약 1,000 g/mol 이상, 약 1,500 g/mol 이상, 약 2,000 g/mol 이상, 약 2,500 g/mol 이상, 약 3,000 g/mol 이상, 약 3,500 g/mol 이상, 약 4,000 g/mol 이상, 약 4,500 g/mol 이상, 약 5,000 g/mol 이상, 약 5,500 g/mol 이상, 약 6,000 g/mol 이상, 약 6,500 g/mol 이상, 약 7,000 g/mol 이상, 또는 약 7,500 g/mol 이상의 평균 분자량을 가질 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 양이온성 중합체 또는 공중합체는 약 50,000 g/mol 이하, 예를 들어 약 45,000 g/mol 이하, 약 40,000 g/mol 이하, 약 35,000 g/mol 이하, 약 30,000 g/mol 이하, 약 25,000 g/mol 이하, 약 20,000 g/mol 이하, 약 15,000 g/mol 이하, 또는 약 10,000 g/mol 이하의 평균 분자량을 가질 수 있다. 따라서, 양이온성 중합체 또는 공중합체는 상기 언급된 중점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 평균 분자량을 가질 수 있다. 예를 들어, 양이온성 중합체 또는 공중합체는 약 250 g/mol 내지 약 50,000 g/mol, 약 250 g/mol 내지 약 45,000 g/mol, 약 250 g/mol 내지 약 40,000 g/mol, 약 250 g/mol 내지 약 35,000 g/mol, 약 1,000 g/mol 내지 약 30,000 g/mol, 약 1,000 g/mol 내지 약 25,000 g/mol, 약 1,000 g/mol 내지 약 20,000 g/mol, 약 2,000 g/mol 내지 약 15,000 g/mol, 약 3,000 g/mol 내지 약 10,000 g/mol, 약 7,500 g/mol 내지 약 50,000 g/mol, 약 7,500 g/mol 내지 약 40,000 g/mol, 약 7,500 g/mol 내지 약 35,000 g/mol의 평균 분자량을 가질 수 있다.

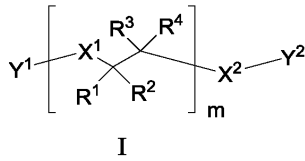
[0019] 연마 조성물은 사용 지점에서 임의의 적합한 양의 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함한다. 양이온성 중합체 또는 공중합체의 양은 연마 조성물에 존재하는 양이온성 중합체 또는 공중합체의 총량을 지칭한다. 연마 조성물은 약 1 ppm 이상, 예를 들어 약 5 ppm 이상, 약 10 ppm 이상, 약 20 ppm 이상, 약 30 ppm 이상, 약 40 ppm 이상, 또는 약 50 ppm 이상의 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 연마 조성물은 약 1000 ppm 이하, 예를 들어 약 900 ppm 이하, 약 800 ppm 이하, 약 700 ppm 이하, 약 600 ppm 이하, 약 500 ppm 이하, 약 400 ppm 이하, 약 300 ppm 이하, 또는 약 200 ppm 이하의 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함할 수 있다. 따라서, 연마 조성물은 상기 언급된 중점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 양의 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 연마 조성물은 약 1 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 10 ppm 내지 약 900 ppm, 약 10 ppm 내지 약 800 ppm, 약 10 ppm 내지 약 700 ppm, 약 10 ppm 내지 약 600 ppm, 약 10 ppm 내지 약 500 ppm, 약 10 ppm 내지 약 400 ppm, 약 20 ppm 내지 약 300 ppm, 약 30 ppm 내지 약 200 ppm, 약 30 ppm 내지 약 150 ppm, 약 30 ppm 내지 약 100 ppm, 또는 약 30 ppm 내지 약 750 ppm의 양이온성 중합체 또는 공중합체를 포함할 수 있다.

[0020] 연마 조성물은 비-플루오린화 비이온성 계면활성제를 포함한다. 비-플루오린화 비이온성 계면활성제는 임의의 적합한 비-플루오린화 비이온성 계면활성제일 수 있다. 본 발명의 한 실시양태에 따르면, 연마 조성물은 폴리알킬렌 글리콜, 폴리에테르아민, 폴리에틸렌 옥시드/폴리프로필렌 옥시드 공중합체, 폴리에틸렌 글리콜 알킬 에테르, 폴리아크릴아미드, 폴리비닐피롤리돈, 실록산 폴리알킬렌옥시드 공중합체, 소수성으로 개질된 폴리아크릴레이트 공중합체, 친수성 비이온성 중합체, 폴리스카라이드, 및 그의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제를 포함한다. 비-플루오린화 비이온성 계면활성제는 바람직하게는 수용성이며, 연마 조성물의 다른 성분과 상용성이다.

[0021] 비-플루오린화 비이온성 계면활성제는 임의의 적합한 분자량을 가질 수 있다. 비-플루오린화 비이온성 계면활성제는 약 500 g/mol 이상, 예를 들어 약 600 g/mol 이상, 약 750 g/mol 이상, 약 1,000 g/mol 이상, 약 1,500 g/mol 이상, 또는 약 2,000 g/mol 이상의 평균 분자량을 가질 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제는 약 10,000 g/mol 이하, 예를 들어 약 9,000 g/mol 이하, 약 8,000 g/mol 이하, 약 7,500 g/mol 이하, 약 7,000 g/mol 이하, 약 6,500 g/mol 이하, 약 6,000 g/mol 이하, 약 5,500 g/mol 이하, 또는 약 5,000 g/mol 이하의 평균 분자량을 가질 수 있다. 따라서, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제는 상기 언급된 중점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 평균 분자량을 가질 수 있다. 예를 들어, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제는 약 500 g/mol 내지 약 10,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 9,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 8,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 7,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 6,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 5,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 10,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 9,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 8,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 7,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 6,000 g/mol, 또는 약 1000

g/mol 내지 약 5,000 g/mol의 평균 분자량을 가질 수 있다.

[0022] 연마 조성물은 플루오린화 비이온성 계면활성제를 임의로 추가로 포함한다. 플루오린화 비이온성 계면활성제는 임의의 적합한 플루오린화 비이온성 계면활성제일 수 있다. 실시양태에서, 플루오린화 비이온성 계면활성제는 화학식 I의 중합체를 포함할 수 있다.



[0023]

[0024] 여기서  $X^1$  및  $X^2$ 는 독립적으로 O, C, 및 S로부터 선택되고,  $Y^1$  및  $Y^2$ 는 독립적으로 OH,  $C_1$ - $C_{10}$  알킬, 및 화학식  $C_xH_yF_z$ 의 기로부터 선택되고,  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ , 및  $R^4$ 는 독립적으로 수소, F,  $C_1$ - $C_{10}$  알킬,  $C_6$ - $C_{10}$  아릴, 및 헤테로방향족으로부터 선택되고, x는 1 내지 약 20의 정수이고, z는 1 내지 약 41의 정수이고, m은 약 3 내지 약 500의 정수이고,  $Y^1$  또는  $Y^2$  중 적어도 1개는  $C_xH_yF_z$ 이거나, 또는  $R^1$ - $R^4$  중 적어도 1개는 F이다.

[0025] 특정 실시양태에서, 플루오린화 비이온성 계면활성제는,  $Y^1$  또는  $Y^2$  중 적어도 1개가  $C_xH_yF_z$ 인 화학식 I의 중합체이다. 특정 실시양태에서, 중합체는  $Y^1$  및  $Y^2$  둘 다가  $C_xH_yF_z$ 인 화학식 I의 것이다. 특정 실시양태에서, x는 1 내지 9의 정수이다. 특정 실시양태에서, x는 1 내지 8의 정수이고, y는 1 내지 40의 정수이다. 관련 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이해되는 바와 같이, 화학식  $C_xH_yF_z$ 의 기에서,  $y+z=2x+1$ 이므로, x, y, 및 z 중 임의의 2개를 명시하는 것은 제3 변수의 계산을 가능하게 한다. 특정의 바람직한 실시양태에서, 중합체는 각각의  $X^1$  및  $X^2$ 가 O인 화학식 I의 것이다. 특정 실시양태에서, 각각의  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ , 및  $R^4$ 는 독립적으로 수소 또는 F이다. 이들 중 특정의 실시양태에서,  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ , 및  $R^4$  중 적어도 1개는 F이고,  $Y^1$  및  $Y^2$ 는  $Y^1$  및  $Y^2$ 에 대해 본원에 기재된 기 중 임의의 것일 수 있다. 화학식 I의 적합한 중합체의 비제한적 예는 듀폰(DuPont)에 의해 공급되는 캡스톤(Capstone)<sup>TM</sup> 시리즈의 중합체의 구성원, 예를 들어 캡스톤<sup>TM</sup> FS-30, 캡스톤<sup>TM</sup> FS-31, 캡스톤<sup>TM</sup> FS-34, 캡스톤<sup>TM</sup> FS-35, 캡스톤<sup>TM</sup> FS-65, 캡스톤<sup>TM</sup> FS-81, 캡스톤<sup>TM</sup> FS-3100, 및 캡스톤<sup>TM</sup> ST-100HS를 포함한다.

[0026] 플루오린화 비이온성 계면활성제는 임의의 적합한 분자량을 가질 수 있다. 플루오린화 비이온성 계면활성제는 약 500 g/mol 이상, 예를 들어 약 600 g/mol 이상, 약 750 g/mol 이상, 약 1,000 g/mol 이상, 약 1,500 g/mol 이상, 약 2,000 g/mol 이상, 약 2,500 g/mol 이상, 약 3,000 g/mol 이상, 약 3,500 g/mol 이상, 약 4,000 g/mol 이상, 약 4,500 g/mol 이상, 약 5,000 g/mol 이상, 약 5,500 g/mol 이상, 약 6,000 g/mol 이상, 약 6,500 g/mol 이상, 약 7,000 g/mol 이상, 또는 약 7,500 g/mol 이상의 평균 분자량을 가질 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 플루오린화 비이온성 계면활성제는 약 10,000 g/mol 이하, 예를 들어 약 9,000 g/mol 이하, 약 8,000 g/mol 이하, 약 7,500 g/mol 이하, 약 7,000 g/mol 이하, 약 6,500 g/mol 이하, 약 6,000 g/mol 이하, 약 5,500 g/mol 이하, 약 5,000 g/mol 이하, 약 4,500 g/mol 이하, 약 4,000 g/mol 이하, 약 3,500 g/mol 이하, 약 3,000 g/mol 이하, 약 2,500 g/mol 이하, 또는 약 2,000 g/mol 이하의 평균 분자량을 가질 수 있다. 따라서, 플루오린화 비이온성 계면활성제는 상기 언급된 중점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 평균 분자량을 가질 수 있다. 예를 들어, 플루오린화 비이온성 계면활성제는 약 500 g/mol 내지 약 10,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 9,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 8,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 7,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 6,000 g/mol, 약 500 g/mol 내지 약 5,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 10,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 9,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 8,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 7,000 g/mol, 약 1000 g/mol 내지 약 6,000 g/mol, 또는 약 1000 g/mol 내지 약 5,000 g/mol의 평균 분자량을 가질 수 있다.

[0027] 연마 조성물은 사용 지점에서 임의의 적합한 양의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제 및 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제를 포함한다. 연마 조성물은 약 10 ppm 이상, 예를 들어 약 15 ppm 이상, 약 20 ppm 이상, 약 25 ppm 이상, 약 30 ppm 이상, 약 35 ppm 이상, 또는 약 40 ppm 이상의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제 및 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제를 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 연마 조성물은 약 1000 ppm 이하, 예를 들어 약 800 ppm 이하, 약 600 ppm 이하, 약 400 ppm 이하, 약 200 ppm 이하, 약 100 ppm



이하, 약 80 ppm 이하, 약 60 ppm 이하, 또는 약 40 ppm 이하의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제 및 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제를 포함할 수 있다. 따라서, 연마 조성물은 상기 언급된 종점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 양의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제 및 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제를 포함할 수 있다. 예를 들어, 연마 조성물은 약 10 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 15 ppm 내지 약 800 ppm, 약 15 ppm 내지 약 600 ppm, 약 15 ppm 내지 약 400 ppm, 약 15 ppm 내지 약 200 ppm, 약 15 ppm 내지 약 100 ppm, 약 15 ppm 내지 약 80 ppm, 약 15 ppm 내지 약 60 ppm, 또는 약 15 ppm 내지 약 40 ppm의 비-플루오린화 비이온성 계면활성제 및 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제를 포함할 수 있다.

[0028] 연마 조성물은 1종 이상의 아미노산을 포함한다. 아미노산은 임의의 적합한 아미노산일 수 있다. 적합한 아미노산의 비제한적 예는 글리신, 발린 (예를 들어, L-발린), 및 알라닌 (예를 들어, L-알라닌), 또는 그의 조합을 포함한다.

[0029] 연마 조성물은 임의의 적합한 양의 아미노산을 포함할 수 있다. 연마 조성물은 약 10 ppm 이상, 예를 들어 약 20 ppm 이상, 약 30 ppm 이상, 약 40 ppm 이상, 또는 약 50 ppm 이상의 아미노산을 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 연마 조성물은 약 1000 ppm 이하, 예를 들어 약 800 ppm 이하, 약 600 ppm 이하, 약 400 ppm 이하, 약 200 ppm 이하의 아미노산을 포함할 수 있다. 따라서, 연마 조성물은 상기 언급된 종점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 양의 아미노산을 포함할 수 있다. 예를 들어, 연마 조성물은 약 10 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 10 ppm 내지 약 800 ppm, 약 10 ppm 내지 약 600 ppm, 약 10 ppm 내지 약 400 ppm, 약 10 ppm 내지 약 200 ppm의 아미노산을 포함할 수 있다.

[0030] 화학-기계적 연마 조성물은 1종 이상의 폴리비닐 알콜을 임의로 포함한다. 폴리비닐 알콜은 임의의 적합한 폴리비닐 알콜일 수 있으며, 선형 또는 분지형 폴리비닐 알콜일 수 있다. 적합한 분지형 폴리비닐 알콜의 비제한적 예는 일본 소재의 니폰 고세이(Nippon Gohsei)로부터 입수가 가능한 니치고(Nichigo) G-중합체, 예컨대 OKS-1009 및 OKS-1083 제품이다.

[0031] 폴리비닐 알콜은 임의의 적합한 가수분해도를 가질 수 있다. 가수분해도는 유리 히드록실 기 및 아세틸화 히드록실 기의 합계와 비교 시의 폴리비닐 알콜 상에 존재하는 유리 히드록실 기의 양을 지칭한다. 바람직하게는, 폴리비닐 알콜은 약 90% 이상, 예를 들어 약 92% 이상, 약 94% 이상, 약 96% 이상, 약 98% 이상, 또는 약 99% 이상의 가수분해도를 갖는다.

[0032] 폴리비닐 알콜은 임의의 적합한 분자량을 가질 수 있다. 폴리비닐 알콜은 약 250 g/mol 이상, 예를 들어 약 300 g/mol 이상, 약 400 g/mol 이상, 약 500 g/mol 이상, 약 600 g/mol 이상, 약 750 g/mol 이상, 약 1,000 g/mol 이상, 약 2,000 g/mol 이상, 약 3,000 g/mol 이상, 약 4,000 g/mol 이상, 약 5,000 g/mol 이상, 약 7,500 g/mol 이상, 약 10,000 g/mol 이상, 약 15,000 g/mol 이상, 약 20,000 g/mol 이상, 약 25,000 g/mol 이상, 약 30,000 g/mol 이상, 약 50,000 g/mol 이상, 또는 약 75,000 g/mol 이상의 평균 분자량을 가질 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 폴리비닐 알콜은 약 250,000 g/mol 이하, 예를 들어 약 200,000 g/mol 이하, 약 180,000 g/mol 이하, 약 150,000 g/mol 이하, 약 100,000 g/mol 이하, 약 90,000 g/mol 이하, 약 80,000 g/mol 이하, 약 70,000 g/mol 이하, 약 60,000 g/mol 이하, 약 50,000 g/mol 이하, 약 45,000 g/mol 이하, 약 40,000 g/mol 이하, 약 35,000 g/mol 이하, 약 30,000 g/mol 이하, 약 25,000 g/mol 이하, 약 20,000 g/mol 이하, 약 15,000 g/mol 이하, 약 12,500 g/mol 이하, 또는 약 10,000 g/mol 이하의 평균 분자량을 가질 수 있다. 따라서, 폴리비닐 알콜은 상기 언급된 종점 중 임의의 2개에 의해 한정되는 평균 분자량을 가질 수 있다. 예를 들어, 폴리비닐 알콜은 약 250 g/mol 내지 약 250,000 g/mol, 250 g/mol 내지 약 200,000 g/mol, 250 g/mol 내지 약 180,000 g/mol, 250 g/mol 내지 약 150,000 g/mol, 250 g/mol 내지 약 100,000 g/mol, 약 250 g/mol 내지 약 70,000 g/mol, 약 250 g/mol 내지 약 50,000 g/mol, 약 250 g/mol 내지 약 25,000 g/mol, 약 250 g/mol 내지 약 10,000 g/mol, 약 10,000 g/mol 내지 약 100,000 g/mol, 약 10,000 g/mol 내지 약 75,000 g/mol, 약 10,000 g/mol 내지 약 50,000 g/mol, 약 10,000 g/mol 내지 약 40,000 g/mol, 약 50,000 g/mol 내지 약 100,000 g/mol, 약 75,000 g/mol 내지 약 100,000 g/mol, 약 25,000 g/mol 내지 약 200,000 g/mol, 또는 약 50,000 g/mol 내지 약 180,000 g/mol의 평균 분자량을 가질 수 있다.

[0033] 연마 조성물은 사용 지점에서 임의의 적합한 양의 폴리비닐 알콜을 포함한다. 연마 조성물은 약 1 ppm 이상, 예를 들어 약 5 ppm 이상, 약 10 ppm 이상, 약 20 ppm 이상, 약 30 ppm 이상, 약 40 ppm 이상, 또는 약 50 ppm 이상의 폴리비닐 알콜을 포함할 수 있다. 대안적으로 또는 추가로, 연마 조성물은 약 1000 ppm 이하, 예를 들어 약 800 ppm 이하, 약 600 ppm 이하, 약 400 ppm 이하, 약 300 ppm 이하, 약 200 ppm 이하, 또는 약 100 ppm 이하의 폴리비닐 알콜을 포함할 수 있다. 따라서, 연마 조성물은 상기 언급된 종점 중 임의의 2개에 의해 한정

되는 양의 이온성 중합체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 연마 조성물은 약 1 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 10 ppm 내지 약 800 ppm, 약 10 ppm 내지 약 600 ppm, 약 20 ppm 내지 약 400 ppm, 약 20 ppm 내지 약 200 ppm, 또는 약 20 ppm 내지 약 100 ppm의 폴리비닐 알콜을 포함할 수 있다.

- [0034] 화학-기계적 연마 조성물은 연마 조성물의 pH를 조정할 수 있는 (즉, 조정하는) 1종 이상의 화합물 (즉, pH 조정 화합물)을 포함할 수 있다. 연마 조성물의 pH는 연마 조성물의 pH를 조정할 수 있는 임의의 적합한 화합물을 사용하여 조정될 수 있다. pH 조정 화합물은 바람직하게는 수용성이며, 연마 조성물의 다른 성분과 상용성이다. 전형적으로, 화학-기계적 연마 조성물은 사용 지점에서 약 4 내지 약 7의 pH를 갖는다.
- [0035] 아미노산은 완충제로서 작용하는 것으로 여겨진다. 일부 실시양태에서, 연마 조성물은, pH를 조정할 수 있으며 개별적으로 연마 조성물의 산성 pH를 완충시킬 수 있는 또 다른 화합물을 포함하는 것이 바람직하다. 따라서, 이들 실시양태에서, 연마 조성물의 pH는 7.0 미만 (예를 들어, 6.5 +/- 0.5, 6.0 +/- 0.5, 5.5 +/- 0.5, 5.0 +/- 0.5, 4.5 +/- 0.5, 또는 4.0 +/- 0.5)인 것이 바람직하다. 연마 조성물의 pH를 조정할 수 있는 화합물은 전형적으로 25°C에서 측정 시에 약 3 내지 약 7의 pKa를 갖는 적어도 1개의 이온화성기를 갖는다.
- [0036] pH를 조정 및 완충시킬 수 있는 화합물은 암모늄 염, 알칼리 금속 염, 카르복실산, 알칼리 금속 히드록시드, 알칼리 금속 카르보네이트, 알칼리 금속 비카르보네이트, 보레이트, 및 그의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.
- [0037] 화학-기계적 연마 조성물은 1종 이상의 첨가제를 임의로 추가로 포함한다. 예시적인 첨가제는 컨디셔너, 산 (예를 들어, 술폰산), 착물화제 (예를 들어, 음이온성 중합체 착물화제), 킬레이트화제, 살생물제, 스케일 억제제, 분산제 등을 포함한다.
- [0038] 살생물제는 존재하는 경우에 임의의 적합한 살생물제일 수 있으며, 연마 조성물 중에 임의의 적합한 양으로 존재할 수 있다. 적합한 살생물제는 이소티아졸리논 살생물제이다. 연마 조성물 중 살생물제의 양은 전형적으로 약 1 내지 약 50 ppm, 바람직하게는 약 10 내지 약 20 ppm이다.
- [0039] 연마 조성물은 임의의 적합한 기술에 의해 제조될 수 있으며, 이들 중 다수는 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 공지되어 있다. 연마 조성물은 배치 또는 연속 공정으로 제조될 수 있다. 일반적으로, 연마 조성물은 연마 조성물의 성분을 조합함으로써 제조된다. 본원에 사용된 용어 "성분"은 개별 성분 (예를 들어, 세리아 연마제, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제) 뿐만 아니라 성분 (예를 들어, 세리아 연마제, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제 등)의 임의의 조합을 포함한다.
- [0040] 예를 들어, 연마 조성물은 (i) 액체 담체의 전부 또는 일부를 제공하고, (ii) 세리아 연마제, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제를, 분산액을 제조하기 위한 임의의 적합한 수단을 사용하여 분산시키고, (iii) 적절한 경우에 분산액의 pH를 조정하고, (iv) 임의로, 적합한 양의 임의의 다른 임의적인 성분 및/또는 첨가제를 혼합물에 첨가함으로써 제조될 수 있다.
- [0041] 대안적으로, 연마 조성물은 (i) 산화세륨 슬러리 중 1종 이상의 성분 (예를 들어, 액체 담체, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제)를 제공하고, (ii) 첨가제 용액 중 1종 이상의 성분 (예를 들어, 액체 담체, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제)을 제공하고, (iii) 산화세륨 슬러리 및 첨가제 용액을 조합하여 혼합물을 형성하고, (iv) 임의로, 적합한 양의 임의의 다른 임의적인 첨가제를 혼합물에 첨가하고, (v) 적절한 경우에 혼합물의 pH를 조정함으로써 제조될 수 있다.
- [0042] 연마 조성물은 세리아 연마제, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제, 및 물을 포함하는 1-패키지 시스템으로서 공급될 수 있다. 대안적으로, 본 발명의 연마 조성물은 제1 패키지 내의 산화세륨 슬러리 및 제2 패키지 내의 첨가제 용액을 포함하는 2-패키지 시스템으로서 공급되며, 여기서 세리아 산화물 슬러리는 세리아 연마제, 4급 아미노기를 포함하는 양이온성

중합체, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제, 및 물로 본질적으로 이루어지거나, 또는 그로 이루어지고, 여기서 첨가제 용액은 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제로 본질적으로 이루어지거나, 또는 그로 이루어진다. 2-패키지 시스템은 2개의 패키지, 즉 산화세륨 슬러리 및 첨가제 용액의 블렌딩 비를 변화시킴으로써 기관 전반적 평탄화 특징 및 연마 속도의 조정을 가능하게 한다.

[0043] 다양한 방법이 이러한 2-패키지 연마 시스템을 이용하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 산화세륨 슬러리 및 첨가제 용액을 공급 파이프의 유출구에서 결합 및 접속된 상이한 파이프에 의해 연마 테이블에 전달할 수 있다. 산화세륨 슬러리 및 첨가제 용액을 연마 바로 전에 또는 직전에 혼합할 수 있거나, 또는 연마 테이블 상에 동시에 공급할 수 있다. 게다가, 2개의 패키지의 혼합 시에, 원하는 경우에 연마 조성물 및 생성된 기관 연마 특징을 조정하기 위해 탈이온수가 첨가될 수 있다.

[0044] 유사하게, 3-, 4-, 또는 그 초과 패키지 시스템이 본 발명과 함께 이용될 수 있으며, 여기서 각각의 다수의 용기는 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물의 상이한 성분, 1종 이상의 임의적인 성분, 및/또는 상이한 농도의 상기 성분 중 1종 이상을 함유한다.

[0045] 2개 이상의 저장 디바이스에 함유된 성분을 혼합하여 사용 지점에서 또는 그 부근에서 연마 조성물을 제조하기 위해, 저장 디바이스에는 전형적으로 각각의 저장 디바이스로부터 연마 조성물의 사용 지점 (예를 들어, 압반, 연마 패드, 또는 기관 표면)으로 이어지는 1개 이상의 유동 라인이 제공된다. 본원에 이용된 용어 "사용 지점"은 연마 조성물이 기관 표면 (예를 들어, 연마 패드 또는 기관 표면 그 자체)에 적용되는 지점을 지칭한다. 용어 "유동 라인"은 개별 저장 용기로부터 그에 저장된 성분의 사용 지점으로의 유동의 경로를 의미한다. 유동 라인은 각각 사용 지점으로 직접 이어질 수 있거나, 또는 유동 라인 중 2개 이상은 사용 지점으로 이어지는 단일 유동 라인으로 임의의 지점에서 합해질 수 있다. 게다가, 유동 라인 중 임의의 것 (예를 들어, 개별 유동 라인 또는 합해진 유동 라인)은 성분(들)의 사용 지점에 도달하기 전에 먼저 1개 이상의 다른 디바이스 (예를 들어, 펌핑 디바이스, 측정 디바이스, 혼합 디바이스 등)로 이어질 수 있다.

[0046] 연마 조성물의 성분은 사용 지점에 독립적으로 전달될 수 있거나 (예를 들어, 성분이 기관 표면에 전달되고, 그 후 성분이 연마 공정 동안 혼합됨), 또는 성분 중 1종 이상은 사용 지점에 전달되기 전에, 예를 들어 사용 지점에 전달되기 바로 전에 또는 직전에 조합될 수 있다. 성분이 압반 상에 혼합된 형태로 첨가되기 전 약 5분 이내, 예를 들어 압반 상에 혼합된 형태로 첨가되기 전 약 4분 이내, 약 3분 이내, 약 2분 이내, 약 1분 이내, 약 45초 이내, 약 30초 이내, 약 10초 이내, 또는 사용 지점에서 성분의 전달과 동시에 (예를 들어, 성분이 분배기에서 조합됨) 조합되는 경우에, 성분은 "사용 지점에 전달되기 직전에" 조합된다. 성분이 사용 지점의 5 m 내, 예컨대 사용 지점의 1 m 내 또는 심지어 사용 지점의 10 cm 내 (예를 들어, 사용 지점의 1 cm 내)에서 조합되는 경우에, 성분은 또한 "사용 지점에 전달되기 직전에" 조합된다.

[0047] 연마 조성물의 성분 중 2종 이상이 사용 지점에 도달하기 전에 조합되는 경우에, 성분은 혼합 디바이스의 사용 없이 유동 라인에서 조합되고, 사용 지점에 전달될 수 있다. 대안적으로, 유동 라인 중 1개 이상은 성분 중 2종 이상의 조합을 용이하게 하기 위한 혼합 디바이스로 이어질 수 있다. 임의의 적합한 혼합 디바이스가 사용될 수 있다. 예를 들어, 혼합 디바이스는 성분 중 2종 이상이 유동하는 노즐 또는 제트 (예를 들어, 고압 노즐 또는 제트)일 수 있다. 대안적으로, 혼합 디바이스는 연마 슬러리의 2종 이상의 성분이 혼합기로 도입되는 1개 이상의 유입구, 및 혼합된 성분이 혼합기를 나와서 직접 또는 장치의 다른 요소를 통해 (예를 들어, 1개 이상의 유동 라인을 통해) 사용 지점에 전달되는 적어도 1개의 유출구를 포함하는 용기-유형 혼합 디바이스일 수 있다. 게다가, 혼합 디바이스는 1개 초과 챔버를 포함할 수 있으며, 여기서 각각의 챔버는 적어도 1개의 유입구 및 적어도 1개의 유출구를 갖고, 여기서 2종 이상의 성분은 각각의 챔버에서 조합된다. 용기-유형 혼합 디바이스가 사용되는 경우에, 혼합 디바이스는 바람직하게는 성분의 조합을 더욱 용이하게 하는 혼합 메커니즘을 포함한다. 혼합 메커니즘은 일반적으로 관련 기술분야에 공지되어 있으며, 교반기, 블렌더, 진탕기, 패들 배플, 기체 스파저 시스템, 진동기 등을 포함한다.

[0048] 연마 조성물은 또한 사용 전에 적절한 양의 물로 희석되도록 의도된 농축물로서 제공될 수 있다. 이러한 한 실시양태에서, 연마 조성물 농축물은, 적절한 양의 물로의 농축물의 희석 시에, 연마 조성물의 각각의 성분이 각각의 성분에 대해 상기 열거된 적절한 범위 내의 양으로 연마 조성물 중에 존재하도록 하는 양의 연마 조성물의 성분을 포함한다. 예를 들어, 세리아 연마제, 4급 아미노 기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제는 각각, 농축물을 동등 부피의 물 (예를 들어, 각각 2 동등 부피의

물, 3 동등 부피의 물, 또는 4 동등 부피의 물)로 희석하는 경우에, 각각의 성분이 각각의 성분에 대해 상기 제시된 범위 내의 양으로 연마 조성물 중에 존재하도록, 각각의 성분에 대해 상기 열거된 농도보다 약 2배 (예를 들어, 약 3배, 약 4배, 또는 약 5배) 더 많은 양으로 농축물 중에 존재할 수 있다. 게다가, 관련 기술분야의 통상의 기술자가 이해하는 바와 같이, 농축물은 4급 아미노 기를 포함하는 양이온성 중합체, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 플루오린화 비이온성 계면활성제, 임의적인 폴리비닐 알콜, 아미노산, 임의적인 pH 조정제, 및/또는 임의의 임의적인 첨가제가 농축물 중에 적어도 부분적으로 또는 완전히 용해되는 것을 보장하기 위해 최종 연마 조성물 중에 존재하는 적절한 분획의 물을 함유할 수 있다. 바람직하게는, 본 발명의 연마 조성물은, 사용 지점에서의 연마 조성물보다 4배 더 농축된 농축물 형태인 경우에 콜로이드적으로 안정하다.

[0049] 본 발명은 (i) 기관을 연마 패드 및 본원에 기재된 바와 같은 화학-기계적 연마 조성물과 접촉시키고, (ii) 기관에 대해 연마 패드를 그들 사이의 화학-기계적 연마 조성물과 함께 이동시키고, (iii) 기관의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마하는 것을 포함하는, 기관을 화학-기계적으로 연마하는 방법을 또한 제공한다.

[0050] 화학-기계적 연마 조성물은 임의의 적합한 기관을 연마하기 위해 사용될 수 있으며, 저유전 물질로 구성된 적어도 1개의 층 (전형적으로 표면 층)을 포함하는 기관을 연마하기에 특히 유용하다. 적합한 기관은 반도체 산업에 사용되는 웨이퍼를 포함한다. 웨이퍼는 전형적으로, 예를 들어 금속, 금속 산화물, 금속 질화물, 금속 복합체, 금속 합금, 저유전 물질, 또는 그의 조합을 포함하거나, 또는 그로 이루어진다. 본 발명의 방법은 산화규소, 질화규소, 및/또는 폴리실리콘, 예를 들어 상기 언급된 물질 중 임의의 1종, 2종, 또는 특히 모든 3종을 포함하는 기관을 연마하기에 특히 유용하다.

[0051] 특정 실시양태에서, 기관은 폴리실리콘을 산화규소 및/또는 질화규소와 조합하여 포함한다. 폴리실리콘은 임의의 적합한 폴리실리콘일 수 있으며, 이들 중 다수는 관련 기술분야에 공지되어 있다. 폴리실리콘은 임의의 적합한 상을 가질 수 있으며, 무정형, 결정질, 또는 그의 조합일 수 있다. 유사하게, 산화규소는 임의의 적합한 산화규소일 수 있으며, 이들 중 다수는 관련 기술분야에 공지되어 있다. 적합한 유형의 산화규소는 보로포스포실리케이트 유리 (BPSG), PETEOS, 열 산화물, 비도핑 실리케이트 유리, 및 HDP 산화물을 포함하나, 이에 제한되지는 않는다.

[0052] 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물은 바람직하게는 질화규소를 포함하는 기관을 본 발명의 방법에 따라 연마하는 경우에 높은 제거 속도를 나타낸다. 예를 들어, 질화규소를 포함하는 실리콘 웨이퍼를 본 발명의 한 실시양태에 따라 연마하는 경우에, 연마 조성물은 바람직하게는 약 500 Å/분 이상, 700 Å/분 이상, 약 1,000 Å/분 이상, 약 1,250 Å/분 이상, 약 1,500 Å/분 이상, 약 1,750 Å/분 이상, 또는 약 2,000 Å/분 이상의 질화규소 제거 속도를 나타낸다.

[0053] 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물은 바람직하게는 산화규소를 포함하는 기관을 본 발명의 방법에 따라 연마하는 경우에 낮은 제거 속도를 나타낸다. 예를 들어, 산화규소를 포함하는 실리콘 웨이퍼, 예컨대 고밀도 플라즈마 (HDP) 산화물 및/또는 플라즈마-강화 테트라에틸 오르토실리케이트 (PETEOS) 및/또는 테트라에틸 오르토실리케이트 (TEOS)를 본 발명의 한 실시양태에 따라 연마하는 경우에, 연마 조성물은 바람직하게는 약 500 Å/분 이하, 예를 들어 약 400 Å/분 이하, 약 200 Å/분 이하, 약 100 Å/분 이하, 약 75 Å/분 이하, 약 50 Å/분 이하, 또는 심지어 약 25 Å/분 이하의 산화규소 제거 속도를 나타낸다.

[0054] 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물은 바람직하게는 폴리실리콘을 포함하는 기관을 본 발명의 방법에 따라 연마하는 경우에 낮은 제거 속도를 나타낸다. 예를 들어, 폴리실리콘을 포함하는 실리콘 웨이퍼를 본 발명의 한 실시양태에 따라 연마하는 경우에, 연마 조성물은 바람직하게는 약 1,000 Å/분 이하, 약 750 Å/분 이하, 약 500 Å/분 이하, 약 250 Å/분 이하, 약 100 Å/분 이하, 약 50 Å/분 이하, 약 25 Å/분 이하, 약 10 Å/분 이하, 또는 심지어 약 5 Å/분 이하의 폴리실리콘 제거 속도를 나타낸다.

[0055] 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물은 특정한 박층 물질에 대해 선택적인 원하는 연마 범위에서 효과적인 연마를 제공하는 동시에, 표면 결점, 결함, 부식, 침식 및 중단 층의 제거를 최소화하도록 맞춰질 수 있다. 선택성은 연마 조성물의 성분의 상대 농도를 변경시킴으로써 어느 정도로 제어될 수 있다. 바람직한 경우에, 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물은 약 5:1 이상 (예를 들어, 약 10:1 이상, 약 15:1 이상, 약 25:1 이상, 약 50:1 이상, 약 100:1 이상, 또는 약 150:1 이상)의 질화규소 대 폴리실리콘 연마 선택성으로 기관을 연마하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물은 약 2:1 이상 (예를 들어, 약 4:1 이상, 또는 약 6:1 이상)의 질화규소 대 산화규소 연마 선택성으로 기관을 연마하기 위해 사용될 수 있다. 특정 배합물은 심지어 더 높은 질화규소 대 산화규소 선택성, 예컨대 약 20:1 이상, 또는 심지어 약 30:1 이상을 나타낼 수 있다.



- [0056] 본 발명의 화학-기계적 연마 조성물 및 방법은 화학-기계적 연마 장치와 함께 사용하기에 특히 적합하다. 전형적으로, 장치는 사용 시에 움직이고 웨도형, 선형 또는 원형 운동으로부터 생성된 속도를 갖는 압반, 압반과 접촉하고 운동 시에 압반과 함께 움직이는 연마 패드, 및 연마 패드의 표면에 대해 기관을 접촉 및 이동시킴으로써 연마되는 기관을 보유지지하는 캐리어를 포함한다. 기관의 연마는 기관을 연마 패드 및 본 발명의 연마 조성물과 접촉하도록 배치한 다음, 기관에 대해 연마 패드를 이동시켜, 기관의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마함으로써 수행된다.
- [0057] 기관은 임의의 적합한 연마 패드 (예를 들어, 연마 표면)를 사용하여 화학-기계적 연마 조성물로 연마될 수 있다. 적합한 연마 패드는, 예를 들어 제직 및 부직 연마 패드를 포함한다. 더욱이, 적합한 연마 패드는 다양한 밀도, 경도, 두께, 압축성, 압축 시의 반발 능력 및 압축 탄성률의 임의의 적합한 중합체를 포함할 수 있다. 적합한 중합체는, 예를 들어 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐플루오라이드, 나일론, 플루오로카본, 폴리카르보네이트, 폴리에스테르, 폴리아크릴레이트, 폴리에테르, 폴리에틸렌, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 그의 공형성물 및 그의 혼합물을 포함한다. 본 발명의 연마 방법과 함께 연질 폴리우레탄 연마 패드가 특히 유용하다. 전형적인 패드는 서프인(SURFIN)<sup>TM</sup> 000, 서프인<sup>TM</sup> SSW1, SPM3100 (예를 들어, 에미네스 테크놀로지스(Eminess Technologies)로부터 상업적으로 입수가 가능함), 폴리텍스(POLITEX)<sup>TM</sup>, 및 후지보 폴리파스(Fujibo POLYPAS)<sup>TM</sup> 27을 포함하나, 이에 제한되지는 않는다. 특히 바람직한 연마 패드는 캐보트 마이크로일렉트로닉스(Cabot Microelectronics)로부터 상업적으로 입수가 가능한 에픽(EPIC)<sup>TM</sup> D100 패드이다.
- [0058] 바람직하게는, 화학-기계적 연마 장치는 계내 연마 중점 검출 시스템을 추가로 포함하며, 이들 중 다수는 관련 기술분야에 공지되어 있다. 연마되는 기관의 표면으로부터 반사되는 빛 또는 다른 방사선을 분석함으로써 연마 공정을 검사 및 모니터링하는 기술은 관련 기술분야에 공지되어 있다. 이러한 방법은, 예를 들어 미국 특허 5,196,353, 미국 특허 5,433,651, 미국 특허 5,609,511, 미국 특허 5,643,046, 미국 특허 5,658,183, 미국 특허 5,730,642, 미국 특허 5,838,447, 미국 특허 5,872,633, 미국 특허 5,893,796, 미국 특허 5,949,927 및 미국 특허 5,964,643에 기재되어 있다. 바람직하게는, 연마되는 기관에 대한 연마 공정의 검사 또는 진행 모니터링은 연마 중점의 결정, 즉 특정한 기관에 대해 연마 공정을 종결할 때의 결정을 가능하게 한다.
- [0059] 이들 하기 실시예는 본 발명을 추가로 예시하지만, 물론 어떠한 방식으로든 그 범주를 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.
- [0060] 하기 약어가 실시예 전반에 걸쳐 사용된다: 제거 속도 (RR); 테트라에틸 오르토실리케이트 (TEOS); 질화규소 (SiN); 폴리실리콘 (폴리Si); 분자량 (MW); 및 폴리에틸렌 글리콜 (PEG).
- [0061] 하기 실시예에서, 기관, 실리콘 상에 코팅된 TEOS 산화규소 (테트라에톡시실란으로부터 제조됨), 실리콘 상에 코팅된 HDP (고밀도 플라즈마) 산화규소, 실리콘 상에 코팅된 폴리실리콘, 실리콘 상에 코팅된 질화규소, 및 실리콘 잉크.(Silyb Inc.)로부터 입수된 패턴화된 웨이퍼를, 미라(MIRRA)<sup>TM</sup> (어플라이드 머티리얼스, 잉크.(Applied Materials, Inc.)) 또는 AP-300<sup>TM</sup> 도구 (CTS 캄파니, 리미티드(CTS Co., Ltd.))를 사용하여 연마하였다. 패턴화된 웨이퍼는 산화규소-코팅된 기관 상에 100  $\mu$ m 질화규소 특색부를 포함하였다. IC 1010<sup>TM</sup> 연마 패드 (롬 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스(Rohm and Haas Electronic Materials))를 모든 조성물에 대해 동일한 연마 파라미터로 사용하였다. 표준 미라 연마 파라미터는 하기와 같다: IC1010<sup>TM</sup> 패드, 하향력 = 20.7 kPa (3 psi) 또는 13.8 kPa (2 psi), 헤드 속도 = 85 rpm, 압반 속도 = 100 rpm, 총 유량 = 150 mL/분. 제거 속도는 필름 두께를 측정하고, 분광계 타원편광측정법을 사용하고, 최초 두께로부터 최종 두께를 뺀으로써 계산하였다.
- [0062] 실시예 1
- [0063] 본 실시예는 산화규소 제거 속도 대비 질화규소 및 폴리실리콘 제거 속도에 대한 4급 아미노 기를 포함하는 양이온성 중합체의 영향을 증명한다.
- [0064] TEOS-코팅된 실리콘, 질화규소-코팅된 실리콘, 및 폴리실리콘-코팅된 실리콘을 포함하는 별개의 기관을, 7종의 상이한 연마 조성물인 연마 조성물 1A-1G로 연마하였다. 기관을, IC1010<sup>TM</sup> 패드를 20.7 kPa 하향력으로 사용하여 300 mm 압반을 갖는 CTS 연마 도구 상에서 연마하였다. 각각의 연마 조성물은 pH 4.3에서 0.4 중량%의 습식-공정 세리아 및 320 ppm의 질산암모늄을 함유하였다. 각각의 연마 조성물은 폴리MADQUAT (폴리(메타크릴옥시 에틸트리메틸암모늄) 클로라이드), 폴리쿼트(PolyQuat)-2 (4급화 [비스(2-클로로에틸) 에테르-알트-1,3-비스(3-(디메틸아미노)프로필)우레아]), 및 폴리DADMAC (폴리(디알릴디메틸암모늄) 클로라이드) 중 1종 이상을 표 1에 제시된 바와 같은 양으로 추가로 포함하였다.
- [0065] 연마 후, TEOS, 질화규소 및 폴리실리콘에 대한 제거 속도를 결정하였다. 결과는 표 1에 제시되어 있다.

[0066] 표 1

| 연마 조성물 | 폴리-MADQUAT | 폴리퀴트-2 | 폴리-DADMAC | TEOS RR (Å/분) | SiN RR (Å/분) | 폴리Si RR (Å/분) |
|--------|------------|--------|-----------|---------------|--------------|---------------|
| 1A     | 50         | 0      | 0         | 5626          | 1770         | 2436          |
| 1B     | 25         | 25     | 0         | 294           | 1560         | 2871          |
| 1C     | 0          | 50     | 0         | 200           | 1184         | 3172          |
| 1D     | 50         | 50     | 0         | 198           | 1298         | 3190          |
| 1E     | 25         | 0      | 25        | 224           | 1614         | 3256          |
| 1F     | 0          | 0      | 50        | 176           | 914          | 3566          |
| 1G     | 50         | 0      | 50        | 186           | 784          | 3356          |

[0067]

[0068]

표 1에 제시된 결과로부터 명백한 바와 같이, 50 ppm의 폴리MADQUAT를 함유하는 연마 조성물 1A는, 가장 높은 질화규소 제거 속도, 및 대략 0.31:1의 질화규소 대 TEOS 선택성을 나타내었다. 폴리MADQUAT와 폴리퀴트-2의 조합 (연마 조성물 1B 및 1D), 폴리MADQUAT와 폴리DADMAC의 조합 (연마 조성물 1E 및 1G), 폴리퀴트-2 단독 (연마 조성물 1C), 및 폴리DADMAC 단독 (연마 조성물 1F)을 함유하는 연마 조성물 1B-1G는, 대략 4.2:1 내지 7.2:1 범위의 질화규소 대 TEOS 선택성을 나타내었다. 모든 연마 조성물 1A-1G는 대략 0.23:1 (연마 조성물 1G) 내지 0.73:1 (연마 조성물 1A) 범위의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 연마 조성물 1A에 대해 관찰된 높은 TEOS 제거 속도는 이상치(anomalous)이며, 300 mm CTS 연마 도구의 가장자리 근처에서의 높은 선형 연마 표면 속도로 인한 것으로 여겨진다.

[0069]

실시예 2

[0070]

본 실시예는 질화규소, 산화규소 및 폴리실리콘 제거 속도에 대한 4급 아미노 기를 포함하는 양이온성 중합체 및 비-플루오린화 비이온성 계면활성제의 영향을 증명한다.

[0071]

TEOS-코팅된 실리콘, 질화규소-코팅된 실리콘, 및 폴리실리콘-코팅된 실리콘을 포함하는 별개의 기관을, 7종의 상이한 연마 조성물인 연마 조성물 2A-2G로 연마하였다. 기관을 IC1010™ 패드를 13.8 kPa 하향력으로 사용하여 200 mm 압반을 갖는 미라 도구 상에서 연마하였다. 연마 조성물 2A (비교예)는 0.4 중량%의 습식-공정 세리아 및 50 ppm의 폴리MADQUAT를 함유하였다. 연마 조성물 2B (비교예)는 0.4 중량%의 습식-공정 세리아, 25 ppm의 폴리MADQUAT, 및 25 ppm의 폴리퀴트-2를 함유하였다. 연마 조성물 2A 또는 2B 중 어느 것도 비-플루오린화 비이온성 계면활성제를 함유하지 않았다. 각각의 연마 조성물 2C-2G는 110 nm의 평균 입자 크기를 갖는 0.2 중량%의 습식-공정 세리아 및 50 nm의 평균 입자 크기를 갖는 0.2 중량%의 습식-공정 세리아, 25 ppm의 폴리MADQUAT, 25 ppm의 폴리퀴트-2, 및 60 ppm의 아세트산을 함유하였다. 연마 조성물 2C 및 2E-2G는 400 ppm의 질산칼륨을 추가로 함유하였다. 모든 연마 조성물을 질산 또는 수산화암모늄을 사용하여 pH 5.3으로 조정하였다. 연마 조성물 2B 및 2D (본 발명)는 플루로닉(Pluronic)™ L31을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 2E (본 발명)는 플루로닉™ L31 및 폴리비닐 알콜을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 2F (본 발명)는 플루로닉™ L31 및 플루로닉™ P123을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 2G (본 발명)는 플루로닉™ P123 및 브리즈(Brij) 58을 추가로 함유하였다.

[0072]

연마 후, TEOS, 질화규소, 및 폴리실리콘에 대한 제거 속도를 결정하고, SiN/TEOS 및 SiN/폴리Si 선택성을 계산하였다. 결과는 표 2에 제시되어 있다.



[0073] 표 2

| 연마 조성물    | 비이온성 계면활성제                      | TEOS RR (Å/분) | SiN RR (Å/분) | 폴리Si RR (Å/분) | SiN/TEOS | SiN/폴리Si |
|-----------|---------------------------------|---------------|--------------|---------------|----------|----------|
| 2A (비교예)  | 없음                              | 532           | 1573         | 430           | 3.0      | 3.7      |
| 2B (비교예)  | 없음                              | 37            | 678          | 409           | 18       | 1.7      |
| 2C (본 발명) | 플루로닉™ L31                       | 11            | 881          | 25            | 80       | 35       |
| 2D (본 발명) | 플루로닉™ L31 (KNO <sub>3</sub> 없음) | 168           | 929          | 11            | 5.5      | 84       |
| 2E (본 발명) | 플루로닉™ L31 + 폴리비닐 알콜             | 43            | 899          | 47            | 21       | 19       |
| 2F (본 발명) | 플루로닉™ L31 + 플루로닉™ P123          | 0             | 773          | 31            | >100     | 24       |
| 2G (본 발명) | 플루로닉™ P123 + 브리즈 58             | 17            | 864          | 34            | 51       | 25       |

[0074]

[0075] 표 2에 제시된 결과로부터 명백한 바와 같이, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제를 추가로 함유하는 연마 조성물 2C-2G는, 대략 19.1 내지 대략 84.5 범위의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 비-플루오린화 비이온성 계면활성제를 함유하지 않는 연마 조성물 2A 및 2B는, 대략 3.7 및 1.7의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 플루로닉™ L31과 플루로닉™ P123의 조합을 추가로 함유하는 연마 조성물 2F는, TEOS에 대해 실질적으로 0의 제거 속도를 나타내었다.

[0076] 실시예 3

[0077] 본 실시예는 본 발명의 한 실시양태에 따른 연마 조성물의 콜로이드성 안정성을 증명한다.

[0078] 6종의 연마 조성물인 연마 조성물 3A-3F를 제조하였다. 연마 조성물 3A, 3B, 및 3D-3F는 1.2 중량%의 습식-공정 세리아를 함유하였으며, 이는 사용 지점에서 의도된 세리아의 양의 3배 농도를 나타낸다. 연마 조성물 3C는 1.6 중량%의 습식-공정 세리아를 함유하였으며, 이는 사용 지점에서 의도된 세리아의 양의 4배 농도를 나타낸다. 연마 조성물 3A (비교예)는 156 ppm의 폴리비닐이미다졸 (PVI) 및 완충제로서의 트리에탄올아민 (TEA)을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 3B-3F는 폴리DADMAC 및 완충제로서의 글리신 또는 발린을 추가로 함유하였다. 연마 조성물의 조성 및 그의 pH 값은 표 3에 제시되어 있다. 제조 후, 연마 조성물을 정치되도록 한 다음, 침강의 증거에 대해 관찰하였다.

[0079] 표 3

| 연마 조성물    | 농도 수준 | 양이온성<br>중합체         | 완충제 | pH  | 안정성                 |
|-----------|-------|---------------------|-----|-----|---------------------|
| 3A (비교예)  | 3X    | 156 ppm PVI         | TEA | 7   | 불안정함 -<br>침강됨       |
| 3B (본 발명) | 3X    | 156 ppm<br>폴리DADMAC | 글리신 | 7   | 안정함 -<br>침강되지<br>않음 |
| 3C (본 발명) | 4X    | 208 ppm<br>폴리DADMAC | 글리신 | 7   | 안정함 -<br>침강되지<br>않음 |
| 3D (본 발명) | 3X    | 30 ppm<br>폴리DADMAC  | 발린  | 7   | 안정함 -<br>침강되지<br>않음 |
| 3E (본 발명) | 3X    | 90 ppm<br>폴리DADMAC  | 발린  | 5.3 | 안정함 -<br>침강되지<br>않음 |
| 3F (본 발명) | 3X    | 90 ppm<br>폴리DADMAC  | 발린  | 4.3 | 안정함 -<br>침강되지<br>않음 |

[0080]

[0081]

표 3에 제시된 결과로부터 명백한 바와 같이, 4급 아미노기를 포함하지 않는 양이온성 중합체를 함유하며 아미노산을 함유하지 않는 연마 조성물 3A는, 사용 지점에서의 농도의 3배의 농도에서 불안정하였다. 4급 아미노기를 포함하는 양이온성 중합체를 함유하며 아미노산을 함유하는 연마 조성물 3B-3F는, 4.3 내지 7 범위의 pH 값에서 사용 지점에서의 농도의 3배 및 4배인 농도에서 안정성을 나타내었다.

[0082]

실시예 4

[0083]

본 실시예는 질화규소, 산화규소 및 폴리실리콘 제거 속도에 대한 플루오린화 비이온성 계면활성제와 비-플루오린화 비이온성 계면활성제의 조합의 영향을 증명한다.

[0084]

TEOS-코팅된 실리콘, 질화규소-코팅된 실리콘, 및 폴리실리콘-코팅된 실리콘을 포함하는 별개의 기판을, 4종의 상이한 연마 조성물인 연마 조성물 4A-4D로 연마하였다. 기판을, IC1010™ 패드를 20.7 kPa 하향력으로 사용하여 200 mm 압반을 갖는 미라 도구 상에서 연마하였다. 각각의 연마 조성물은 물 중 0.4 중량%의 습식-공정 세리아를 함유하였다. 연마 조성물 4A (비교예)는 pH 4.3에서 50 ppm의 폴리MADQUAT 및 질산암모늄을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 4B (본 발명)는 pH 5.3에서 15 ppm의 폴리DADMAC, 글리신, 플루로닉 L13 (즉, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제), 및 캡스톤 FS3100 (즉, 플루오린화 비이온성 계면활성제)을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 4C (본 발명)는 pH 3.3에서 25 ppm의 폴리DADMAC, 글리신, 플루로닉 L13 (즉, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제), 및 캡스톤 FS3100 (즉, 플루오린화 비이온성 계면활성제)을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 4D (본 발명)는 pH 4.3에서 25 ppm의 폴리DADMAC, 글리신, 플루로닉 L13 (즉, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제), 캡스톤 FS3100 (즉, 플루오린화 비이온성 계면활성제), 및 OKS1009 (즉, 폴리비닐 알콜)을 추가로 함유하였다.

[0085]

연마 후, TEOS, 질화규소, 및 폴리실리콘에 대한 제거 속도를 결정하였다. 결과는 표 4에 제시되어 있다.

[0086] 표 4

| 연마 조성물    | 양이온성 중합체          | 완중제/염 | 계면활성제                  | pH  | SiN RR (Å/분) | TEOS RR (Å/분) | 폴리Si RR (Å/분) |
|-----------|-------------------|-------|------------------------|-----|--------------|---------------|---------------|
| 4A (비교예)  | 50 ppm 폴리-MADQUAT | 질산암모늄 | 없음                     | 4.3 | 1573         | 532           | 430           |
| 4B (본 발명) | 15 ppm 폴리-DADMAC  | 글리신   | L31 + FS3100           | 5.3 | 821          | 197           | 24            |
| 4C (본 발명) | 25 ppm 폴리-DADMAC  | 발린    | L31 + FS3100           | 4.3 | 416          | 180           | 16            |
| 4D (본 발명) | 25 ppm 폴리-DADMAC  | 발린    | L31 + FS3100 + OKS1009 | 4.3 | 542          | 61            | 3             |

[0087]

[0088]

표 4에 제시된 결과로부터 명백한 바와 같이, 연마 조성물 4A는 대략 3.0:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 3.7:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 연마 조성물 4B는 대략 4.2:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 34:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 연마 조성물 4C는 대략 2.3:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 26:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 연마 조성물 4D는 대략 8.9:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 181:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다.

[0089]

실시예 5

[0090]

본 실시예는 질화규소, 산화규소 및 폴리실리콘 제거 속도에 대한 플루오린화 비이온성 계면활성제와 비-플루오린화 비이온성 계면활성제의 조합의 영향을 증명한다.

[0091]

TEOS-코팅된 실리콘, 질화규소-코팅된 실리콘, 및 폴리실리콘-코팅된 실리콘을 포함하는 별개의 기판을, 4종의 상이한 연마 조성물인 연마 조성물 5A-5D로 연마하였다. 기판을, IC1010™ 패드를 20.7 kPa 하향력으로 사용하여 200 mm 압반을 갖는 미라 도구 상에서 연마하였다. 각각의 연마 조성물은 pH 7에서 물 중 0.4 중량%의 습식-공정 세리아, 폴리DADMAC, 및 발린을 함유하였다. 연마 조성물 5A-5C는 40 ppm의 폴리DADMAC를 함유하고, 연마 조성물 5D는 48 ppm의 폴리DADMAC를 함유하였다. 연마 조성물 5A (비교예)는 비이온성 계면활성제를 추가로 함유하지 않았다. 연마 조성물 5B (본 발명)는 플루로닉 P123 (즉, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제)을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 5C (본 발명)는 플루로닉 P123 (즉, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제) 및 브리즈 58 (즉, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제)을 추가로 함유하였다. 연마 조성물 5D (본 발명)는 브리즈 58 (즉, 비-플루오린화 비이온성 계면활성제) 및 캡스톤 FS 3100 (즉, 플루오린화 비이온성 계면활성제)을 추가로 함유하였다.

[0092]

연마 후, TEOS, 질화규소, 및 폴리실리콘에 대한 제거 속도를 결정하였다. 결과는 표 5에 제시되어 있다.

[0093] 표 5

| 연마 조성물    | 폴리-DADMAC (ppm) | 비이온성 계면활성제           | SiN RR (Å/분) | TEOS RR (Å/분) | 폴리Si RR (Å/분) |
|-----------|-----------------|----------------------|--------------|---------------|---------------|
| 5A (비교예)  | 40              | 없음                   | 290          | 119           | 268           |
| 5B (본 발명) | 40              | 플루로닉 P123            | 832          | 115           | 14            |
| 5C (본 발명) | 40              | 플루로닉 P123 + 브리즈 58   | 730          | 115           | 14            |
| 5D (본 발명) | 48              | 브리즈 58 + 캡스톤 FS 3100 | 534          | 117           | 23            |

[0094]

[0095]

표 5에 제시된 결과로부터 명백한 바와 같이, 연마 조성물 5A는 대략 2.4:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 1.1:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 연마 조성물 5B 대략 7.2:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 59:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 연마 조성물 5C는 대략 6.4:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 52:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다. 연마 조성물 5D는 대략 4.6:1의 질화규소 대 산화규소 선택성, 및 대략 23:1의 질화규소 대 폴리실리콘 선택성을 나타내었다.

[0096]

본원에 인용된 간행물, 특허 출원 및 특허를 포함한 모든 참고문헌은 각각의 참고문헌이 참조로 포함된 것으로 제시되고, 그 전문이 본원에 제시된 것처럼 동일한 정도로 본원에 참조로 포함된다.

[0097]

본 발명을 기재하는 문맥에서 (특히, 하기 청구범위의 문맥에서) 단수 용어 및 "적어도 1개" 및 유사 지시대상의 사용은 본원에 달리 나타내지 않거나 문맥에 의해 명백하게 모순되지 않는 한, 단수 및 복수를 둘 다 포괄하는 것으로 해석되어야 한다. 1개 이상의 항목의 목록이 이어지는 용어 "적어도 1개" (예를 들어, "A 및 B 중 적어도 1개")의 사용은 본원에 달리 나타내지 않거나 문맥에 의해 명백하게 모순되지 않는 한, 열거된 항목으로부터 선택된 1개의 항목 (A 또는 B) 또는 열거된 항목 (A 및 B) 중 2개 이상의 임의의 조합을 의미하는 것으로 해석되어야 한다. 용어 "포함하는", "갖는", "포함한" 및 "함유하는"은 달리 나타내지 않는 한, 개방형 용어 (즉, "포함하나, 이에 제한되지 않는"을 의미함)로 해석되어야 한다. 본원에서 값의 범위에 대한 언급은 본원에 달리 나타내지 않는 한, 단지 상기 범위 내에 해당하는 각각의 개별 값을 개별적으로 지칭하는 약칭 방법으로서 기능하도록 의도되며, 각각의 개별 값은 본원에 개별적으로 열거된 것처럼 본 명세서에 포함된다. 본원에 기재된 모든 방법은 본원에 달리 나타내지 않거나 문맥에 의해 명백히 모순되지 않는 한, 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 본원에 제공된 임의의 모든 예 또는 예시적인 언어 (예를 들어, "예컨대")의 사용은 단지 본 발명을 더 잘 설명하도록 의도되며, 달리 청구되는 않는 한, 본 발명의 범주에 대한 제한을 부여하지는 않는다. 본 명세서에서의 언어는 임의의 청구되지 않은 요소가 본 발명의 실시예 필수적임을 나타내는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0098]

본 발명을 수행하기 위해 본 발명자들에게 공지된 최적 방식을 포함한 본 발명의 바람직한 실시양태가 본원에 기재되어 있다. 이들 바람직한 실시양태의 변경은 상기 기재된 것을 읽으면 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백해질 수 있다. 본 발명자들은 통상의 기술자가 적절한 경우에 이러한 변경을 사용할 것으로 예상하며, 본 발명자들은 본 발명을 본원에 구체적으로 기재된 것과 달리 실시하도록 의도한다. 따라서, 본 발명은 적용 법령에 의해 허용되는 바와 같이, 본원에 첨부된 청구범위에 열거된 대상의 모든 변형 및 등가물을 포함한다. 더욱이, 모든 가능한 변경의 상기 기재된 요소의 임의의 조합은 본원에서 달리 나타내지 않거나 문맥에 의해 명백히 모순되지 않는 한, 본 발명에 의해 포괄된다.