



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0098709
(43) 공개일자 2020년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/321 (2006.01) C09G 1/02 (2006.01)
C09K 3/14 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
H01L 21/3105 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01L 21/32115 (2013.01)
C09G 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7022655
(22) 출원일자(국제) 2019년01월04일
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2020년08월05일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/012268
(87) 국제공개번호 WO 2019/139828
국제공개일자 2019년07월18일

(30) 우선권주장
15/866,008 2018년01월09일 미국(US)

(71) 출원인
캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션
미국 60504 일리노이주 오토라 노쓰 코몬스 드라이브 870

(72) 발명자
워드, 윌리엄 제이.
미국 60504 일리노이주 오토라 노쓰 코몬스 드라이브 870 캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션
카네스, 매튜 이.
미국 60504 일리노이주 오토라 노쓰 코몬스 드라이브 870 캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
양영준, 이상남

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 개선된 토포그래피를 갖는 텅스텐 벌크 연마 방법

(57) 요약

본 발명은 기판의 표면 상에 텅스텐 층 및 기판의 표면 상에 산화규소 층을 포함하는 기판을 제공하는 단계, a) 음전하, 약 90 nm 내지 약 350 nm의 입자 크기, 및 약 2의 pH에서 약 -20 mV 내지 약 -70 mV의 제타 전위를 가지며, 입자의 표면 상에 음으로 하전된 기를 포함하는, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자, b) 철 화합물, c) 안정화제, 및 d) 수성 담체를 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 텅스텐 층 및 산화규소 층을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 제공하는 단계, 및 연마 패드와 기판을 접촉시키는 단계를 포함하는 기판을 화학적으로-기계적으로 연마하는 방법 및 기판을 연마하기 위한 화학적 기계적 연마 조성물을 제공한다.

(52) CPC특허분류

C09K 3/1409 (2013.01)

H01L 21/304 (2013.01)

H01L 21/31051 (2013.01)

(72) 발명자

킴, 지

미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이
브 870 캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션

룽, 킴

미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이
브 870 캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션

명세서

청구범위

청구항 1

(i) 기관의 표면 상에 텅스텐 층 및 기관의 표면 상에 산화규소 층을 포함하는 기관을 제공하는 단계;

(ii) 연마 패드를 제공하는 단계;

(iii)

(a) 음전하,

약 90 nm 내지 약 350 nm의 입자 크기, 및

약 2의 pH에서 약 -20 mV 내지 약 -70 mV의 제타 전위

를 가지며, 입자의 표면 상에 음으로 하전된 기를 포함하는, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자,

(b) 철 화합물,

(c) 안정화제, 및

(d) 수성 담체

를 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 제공하는 단계;

(iv) 기관을 연마 패드 및 화학적 기계적 연마 조성물과 접촉시키는 단계; 및

(v) 연마 패드 및 화학적-기계적 연마 조성물을 기관에 대해 이동시켜, 텅스텐 층의 적어도 일부 및 산화규소 층의 적어도 일부를 마모하여 기관을 연마하는 단계

를 포함하는 기관을 화학적으로-기계적으로 연마하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자의 표면 상의 음으로 하전된 기가 술포네이트 기, 카르복실레이트 기, 포스포네이트 기 또는 그의 조합을 포함하는 것인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 표면 개질된 콜로이드성 실리카 입자가 약 90 nm 내지 약 180 nm의 입자 크기를 갖는 것인 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 표면 개질된 콜로이드성 실리카 입자가 약 120 nm 내지 약 180 nm의 입자 크기를 갖는 것인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 연마 조성물의 pH가 약 1.5 내지 약 3인 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 연마 조성물의 pH가 약 2 내지 약 3인 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 표면 개질된 콜로이드성 실리카 입자가 연마 조성물 중에 약 0.01 중량% 내지 약 6 중량%의 농도로 존재하는 것인 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 표면 개질된 콜로이드성 실리카 입자가 연마 조성물 중에 약 0.1 중량% 내지 약 4.5 중량%의 농도로 존재하는 것인 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 철 화합물이 질산제2철 또는 그의 수화물을 포함하는 것인 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 철 화합물이 연마 조성물 중에 약 0.001 중량% 내지 약 1.0 중량%의 농도로 존재하는 것인 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 안정화제가 인산, *o*-포스포릴에탄올아민, 알렌드론산, 아세트산, 프탈산, 시트르산, 아디프산, 옥살산, 말론산, 아스파르트산, 숙신산, 글루타르산, 피멜산, 수베르산, 아젤라산, 세바스산, 말레산, 글루타콘산, 뮌콘산, 에틸렌디아민테트라아세트산, 프로필렌디아민테트라아세트산, 또는 이들의 조합을 포함하는 것인 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 안정화제가 말론산을 포함하는 것인 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 안정화제가 약 0.01 중량% 내지 약 1.50 중량%의 농도로 연마 조성물 중에 존재하는 것인 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 텅스텐 층의 적어도 일부의 마모가 텅스텐에 대한 제거 속도를 제공하고, 산화규소 층의 적어도 일부의 마모가 산화규소에 대한 제거 속도를 제공하고, 산화규소 제거 속도에 대한 텅스텐 제거 속도의 비는 약 20:1 초과인 방법.

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 집적 회로 및 다른 전자 장치의 제작에서, 다층의 도체, 반도체, 및 유전체 재료는 기판 표면 상에 침착되거나 또는 그로부터 제거된다. 물질의 층들이 기판 상에 순차적으로 침착되고 제거되므로, 기판의 최상 표면은 비평면형이 되어 평탄화를 필요로 할 수 있다. 표면을 평탄화하거나, 표면을 "연마"하는 것은 물질이 기판의 표면으로부터 제거되어 전체적으로 평탄한 평면 표면을 형성하는 공정이다. 평탄화는 원하지 않는 표면 토포그래피 및 표면 결함, 예컨대 거친 표면, 응집된 물질, 결정 격자 손상, 스크래치, 및 오염된 층 또는 물질을 제거하는데 유용하다. 평탄화는 또한 피처(feature)를 채우는 데 사용되는 과량의 침착된 물질을 제거하고 후속 금속화 및 가공 수준에 균일한 표면을 제공함으로써 기판 상에 피처를 형성하는데 유용하다.

[0002] 기판의 표면을 평탄화하거나 연마하기 위한 조성물 및 방법은 관련 기술분야에 널리 공지되어 있다. 화학적-기계적 평탄화, 또는 화학적-기계적 연마 (CMP)는, 기판을 평탄화하기 위해 사용되는 통상적 기법이다. CMP는 기판으로부터 선택적으로 물질을 제거하기 위해, CMP 조성물 또는 더욱 간단히 연마 조성물 (또한 연마 슬러리로 지칭됨)로 공지된 화학적 조성물을 이용한다. 연마 조성물은 전형적으로는 기판의 표면과 연마 조성물로 포화된 연마 패드 (예를 들어, 연마용 천 또는 연마 디스크)를 접촉시킴으로써 기판에 사용된다. 기판의 연마는, 연마 조성물의 화학적 작용 및/또는 연마 조성물 중에 현탁된 또는 연마 패드 (예를 들어, 고정된 마모제 연마 패드) 내에 혼입된 마모제의 기계적 작용에 의해 전형적으로 추가로 보조된다.

[0003] 유전체 피처들 사이에 배치된 텅스텐 피처를 갖는 기판은 유전체 재료의 피처들 사이에 제공된 텅스텐 "플러그"

및 "상호연결" 구조를 포함하는 반도체 기판을 포함한다. 유전체 재료 (예를 들어, 산화규소)는 기판의 근본적인 토포그래피에 따르고, 따라서, 유전체 재료의 표면은 전형적으로 유전체 재료의 트렌치에 의해 분리된 유전체 재료의 용기된 영역의 불균일한 조합을 특징으로 한다. 용기된 유전체 재료 및 트렌치를 포함하는 기판 표면의 영역은 기판의 패턴 필드, 예를 들어, "패턴 재료", "패턴 산화물" 또는 "패턴 유전체"로 지칭된다.

[0004] 텅스텐 "플러그" 및 "상호연결" 구조를 제조하기 위해, 텅스텐을 적어도 부분적으로 유전체 재료로 제조된 패턴화된 구조를 함유하는 표면 위에 적용한다. 트렌치의 깊이의 변동으로 인해, 전형적으로 모든 트렌치의 완전한 충전을 보장하기 위해 기판 위에 과량의 텅스텐을 침착시키는 것이 필요하다. 이어서, 과량의 텅스텐을 CMP 공에 의해 제거하여 밑에 있는 유전체 층을 노출시키고, 유전체 재료의 공간 사이에 배치된 텅스텐의 평면 표면을 생성한다. 텅스텐의 비교적 큰 부분은 "벌크" 연마 동안 제거되며, 이는 바람직하게는 높은 텅스텐 제거 속도를 특징으로 한다. 그러나, 벌크 텅스텐 연마는 또한 적합한 토포그래피 성능을 나타내어야 한다.

[0005] 공지된 CMP 슬러리는 다수의 단점을 겪고 있으며, 예를 들어, 텅스텐 제거 속도 능력을 갖는 슬러리는 수율 손실을 야기할 수 있는 과도한 에지 오버 이로전 (edge-over erosion (EOE)) (때때로, 팽잉(fanging)으로 지칭됨)을 겪을 수 있다. 명칭에 의해 알 수 있듯이, EOE 또는 팽잉은 패턴화된 영역의 가장자리 근처에서 국소 침식을 지칭한다. 대안적으로, 원하는 토포그래피 성능을 달성할 수 있는 많은 슬러리는 공정 시간을 증가시키는 낮은 필름 제거 속도를 겪고, 이는 장치 처리량을 감소시킨다. 또한, 토포그래피 성능 및 결함도가 기존의 실리콘-기재 텅스텐 버핑 슬러리에서의 값으로서 확인되었다. 음이온성 시스템은 개선된 저장 수명에 대해 개선된 콜로이드 안정성을 제공하면서도 결함을 개선시킬 수 있다. 그러나, 음이온성 실리콘의 사용은 현재 다수의 요인으로 인해 제한되고, 예를 들어 알루미늄-도핑된 실리콘은 pH 제한으로 인해 제한된 작동 제제 공간을 갖고, Al-침출에 기인한다. 또한, MPS (메르캅토-프로필실란 술폰화 콜로이드성 실리콘)와 같은 음이온성 입자로 제제화된 공지된 슬러리는 낮은 필름 제거 속도 및 불량한 패턴 성능 (예를 들어, 높은 침식 또는 EOE)으로 인해 제한된다.

[0006] EOE 현상은 규소, 구리 및 텅스텐 CMP를 비롯한 다양한 CMP 응용에서 공지되어 있지만, 현상은 잘 이해되지 않는다. 미국 특허 6,114,248은 폴리규소 연마에서 EOE를 개선하기 위해 감소된 수준의 콜로이드성 및 발연 실리콘 및 증가된 알칼리성 화학을 사용하는 것을 개시하고 있다. 또한, 구리 CMP에서의 EOE 현상은 구리의 전기화학 특성 특성을 개질함으로써 해결될 수 있다고 제안되었다 (예를 들어, 문헌 [G. Banerjee and R. L. Rhoades (ECS Transactions, 2008, vol. 13, pp. 1-19) 참조]). 그러나, 팽잉하기 위한 텅스텐 연마 응용에서의 화학적-기반 용액은 텅스텐이 본래 구리 및 규소와 상이한 전기화학 특성을 갖기 때문에 적합할 것 같지 않다. 텅스텐 CMP에서 EOE를 제안하는 것은 기계적 인자 (예를 들어, 작은 입자 콜로이드성 실리콘을 사용함) 또는 가공 조건 (예를 들어, 2-단계 높은 하향력에 이어서 연마 어셈블리의 재구성 동안 낮은 하향력 설정에 의해)을 개질하는 것에 의해 다루어질 수 있다 (예를 들어, 문헌 [R. Vacassy and Z. Chen, "Edge Over Erosion in Tungsten CMP", 2006, <https://www.researchgate.net/publication/290577656>; S.H. Shin et al., "Relative Motion and Asymetry Effect Analyses in Tungsten CMP Process," <http://www.planarization-cmp.org/contents/ICPT/PacRim2005/S5-2.pdf>] 참조).

[0007] 그러나, 공정 파라미터의 변형은 전형적으로 수반되는 복잡한 작업으로 인해 및 증가된 연마 시간으로 인한 처리량의 감소의 가능성으로 인해 바람직하지 않다. 공정 파라미터의 변형은 또한 장치 수율에 부정적인 영향을 줄 수 있는 균일한 연마 특성의 결여를 초래할 수 있다. 또한, 본 발명자들은 작은 콜로이드성 실리콘으로 제제화된 텅스텐 연마 슬러리가 텅스텐 연마 응용에서 높은 EOE 현상 성향을 초래한다는 것을 발견하였다.

[0008] 따라서, 개선된 평탄화 효율을 제공하면서도 유용한 벌크 연마 제거 속도 (예를 들어, 텅스텐 벌크 연마)를 제공하는 기판의 화학적-기계적 연마를 위한 조성물 및 방법에 대한 필요성이 남아 있다. 본 발명은 그러한 연마 조성물 및 방법을 제공한다. 본 발명의 이들 및 다른 장점뿐만 아니라 추가의 특징은 본 명세서에 제공되는 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 내용

[0009] 본 발명은 (i) 기판의 표면 상에 텅스텐 층 및 기판의 표면 상에 산화규소 층을 포함하는 기판을 제공하는 단계; (ii) 연마 패드를 제공하는 단계; (iii) (a) 음전하, 약 90 nm 내지 약 350 nm의 입자 크기, 및 약 2의 pH에서 약 -20 mV 내지 약 -70 mV의 제타 전위를 가지며, 입자의 표면 상에 음으로 하전된 기를 포함하는, 표면-개질된 콜로이드성 실리콘 입자, (b) 철 화합물, (c) 안정화제, 및 (d) 수성 담체를 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; (iv) 기판을 연마 패드 및 화학적-기계적 연마 조성물과 접촉시키는 단계; 및 (v) 연마 패드 및 화학적-기계적 연마 조성물을 기판에 대해 이동시켜, 텅스텐 층의 적어도 일부 및 산화규소

층의 적어도 일부를 마모하여 기판을 연마하는 단계를 포함하는 기판을 화학적으로-기계적으로 연마하는 방법을 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 본 발명은 (i) 기판의 표면 상에 텅스텐 층 및 기판의 표면 상에 산화규소 층을 포함하는 기판을 제공하는 단계; (ii) 연마 패드를 제공하는 단계; (iii) (a) 음전하, 약 90 nm 내지 약 350 nm의 입자 크기, 및 약 2의 pH에서 약 -20 mV 내지 약 -70 mV의 제타 전위를 가지며, 입자의 표면 상에 음으로 하전된 기를 포함하는, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자, (b) 철 화합물, (c) 안정화제, 및 (d) 수성 담체를 포함하거나, 그로 본질적으로 이루어지거나, 또는 이로 이루어진 화학적-기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; (iv) 기판을 연마 패드 및 화학적-기계적 연마 조성물과 접촉시키는 단계; 및 (v) 연마 패드 및 화학적-기계적 연마 조성물을 기판에 대해 이동시켜, 텅스텐 층의 적어도 일부 및 산화규소 층의 적어도 일부를 마모하여 기판을 연마하는 단계를 포함하는 기판을 화학적으로-기계적으로 연마하는 방법을 제공한다.
- [0011] 임의의 특정 이론에 얽매하고자 하는 것은 아니나, 본 출원인은, 음전하, 약 90 nm 내지 약 350 nm의 입자 크기, 및 약 2의 pH에서 약 -20 mV 내지 약 -70 mV의 제타 전위를 갖는, 본원에 기재된 표면-개질된 입자를 포함하는 연마 조성물이 개선된 텅스텐 제거 속도 및 산화규소 제거 속도 성능을 나타내고 더 낮은 침식 및 팽이를 포함한 개선된 토포그래피 성능을 나타낸다는 것을 발견하였다.
- [0012] 연마 조성물은 개질된 콜로이드성 실리카 입자가 입자의 표면 상에 음으로 하전된 기를 갖도록 콜로이드성 실리카 입자가 표면-개질된, 표면-개질된 (예를 들어, 표면-관능화된) 콜로이드성 실리카 입자를 포함하거나, 그로 본질적으로 이루어지거나, 또는 이로 이루어진 연마제를 포함한다. 따라서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 음전하를 갖는다. 음전하는 실리카 입자를 실리카 표면에 공유결합으로 부착된 음으로 하전된 기로 개질함으로써 제공된다.
- [0013] 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "음전하"는, 예를 들어 플라싱, 희석 또는 여과를 통해 용이하게 가역적이지 않은 (즉, 비가역적 또는 영구적) 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자 상의 음전하를 지칭한다. 음전하는 예를 들어 음이온 종 (예를 들어, 음으로 하전된 기)을 콜로이드성 실리카와 공유 결합시키는 결과일 수 있다. 대조적으로, 가역적 음전하 (비-영구적 음전하)는 예를 들어 음이온 종과 콜로이드성 실리카, 예컨대 음이온성 계면활성제 또는 음이온성 중합체 (예를 들어, 실리카 입자의 표면에 정전기적으로 결합할 수 있음) 사이의 정전기적 상호작용의 결과일 수 있다.
- [0014] 음으로 하전된 기는 콜로이드성 실리카 입자의 표면 상에 음전하에 영향을 미칠 수 있는 임의의 적합한 기일 수 있다. 예를 들어, 음으로 하전된 기는 유기 산 (예를 들어, 카르복실산, 술폰산 및/또는 포스포산)일 수 있다. 바람직한 실시양태에서, 음으로 하전된 기는 술포네이트 기, 카르복실레이트 기, 포스포네이트 기 및 그의 조합을 포함한다.
- [0015] 바람직한 실시양태에서, 술포네이트 기는 하나 이상의 술포네이트 기 또는 술페이트 기를 함유하는 실란이다. 술포네이트 기는 또한 술포네이트 또는 술페이트 전구체일 수 있고, 이는 후속적으로 예를 들어 산화에 의해 술포네이트 또는 술페이트로 변환될 수 있다. 적합한 술포네이트 기는 예를 들어 3-(트리히드록시실릴)-1-프로판술폰산, 트리에톡시실릴프로필(폴리에틸렌옥시)프로필술폰산 염, 예컨대 칼륨 염, 3-메르캅토프로필트리메톡시실란, (메르캅토메틸)메틸디에톡시실란 및 3-메르캅토프로필메틸디메톡시실란을 포함한다.
- [0016] 적합한 카르복실레이트 기 또는 카르복실레이트 전구체는, 예를 들어, (3-트리에톡시실릴)프로필숙신산 무수물, 카르복시에틸실란 트리올 또는 그의 염, 및 N-(트리메톡시실릴프로필)에틸렌디아민트리아세트산 또는 그의 염을 포함한다.
- [0017] 적합한 포스포네이트 기는 예를 들어 3-(트리히드록시실릴)프로필 메틸포스포산 및 그의 염을 포함한다.
- [0018] 음으로 하전된 기는 또한 실란 커플링제일 수 있다. 실란 커플링제를 사용하여 실리카 표면을 개질시켜 본 발명에 따른 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자를 제공할 수 있다. 음으로 하전된 기 또는 음으로 하전된 기를 위한 전구체를 포함하는 실란 커플링제의 예는 겔레스트, 인크. (Gelest, Inc.) (미국 펜실베이니아주 모리스빌의 겔레스트, 인크의 문헌[Silane Coupling Agents, Copyright 2014])에 의해 기재되어 있고 본원에 참고로 포함된다.
- [0019] 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 임의의 적합한 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 전형적으로, 콜로이드성 실리카 입자는 음으로 하전된 기(들) (즉, 개질되지 않은 콜로이드성 실리카 입자)로의 표면-개질 전에, 음

으로 하전된 기를 함유하지 않거나 실질적으로 함유하지 않는다. 개질되지 않은 콜로이드성 실리카 입자는 임의의 적합한 콜로이드성 실리카 입자일 수 있고, 전형적으로 "습식 공정" 콜로이드성 실리카 입자이다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "습식 공정" 실리카는 침전, 축합-중합 또는 유사한 공정 (예를 들어 발연 또는 발열성 실리카와 대조적으로)에 의해 제조된 실리카를 지칭한다. 바람직한 실시양태에서, 콜로이드성 실리카 입자는 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 의 축합-중합에 의해 제조된다. 전구체 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 는 예를 들어, 테트라메틸오르토실리케이트 (TMOS)와 같은 고순도 알콕시실란의 가수분해에 의해 수득될 수 있다. 이러한 콜로이드성 실리카 입자는 다양한 시판 제품, 예컨대 푸소 케미칼 캄파니 (Fuso Chemical Co.)의 "PL" 콜로이드성 실리카 생성물, 예컨대 PL-5 및 PL-7로서 수득될 수 있다. 또 다른 바람직한 실시양태에서, 실리카 입자는 규산나트륨으로부터 제조된다. 본 발명에 유용한 규산나트륨은 예를 들어 날코(Nalco)로부터 수득될 수 있다. 규산나트륨으로부터 유래된 상업적 콜로이드성 실리카의 예는 날코 1050, 2327 및 2329 제품, 뿐만 아니라 듀폰 (DuPont), 바이엘 (Bayer), 어플라이드 리서치 (Applied Research), 니산 케미칼 (Nissan Chemical) 및 클라리언트 (Clariant)로부터 입수가 가능한 다른 유사한 제품을 포함한다.

[0020] 콜로이드성 실리카 입자는 임의의 적합한 방법을 사용하여 표면-개질될 수 있다. 한 실시양태에서, 음으로 하전된 기를 콜로이드성 실리카 입자의 표면에 제공하기 위한 표면 처리는 콜로이드성 실리카와의 실란 표면 반응을 통한 것이다. 예를 들어, 콜로이드성 실리카에 유기 산인 술폰산 (예를 들어, 술포네이트 기)을 공유적으로 부착시키는 경우에, 부착은 문헌 [Cano-Serrano *et al.*, "Sulfonic acid-functionalized silica through quantitative oxidation of thiol groups", *Chem. Commun.*, 2003(2): 246-247 (2003)]의 방법에 따라 수행될 수 있다. 구체적으로, 티올 기, 예컨대 (3-메르카프토프로필)트리메톡시실란을 갖는 실란 커플링제를 콜로이드성 실리카와 커플링시키고, 이어서 과산화수소를 사용하여 티올 기를 산화시킴으로써, 그의 표면에 공유 부착된 술폰산을 갖는 콜로이드성 실리카를 수득한다. 대안적으로, 예를 들어, 카르복실산 (즉, 카르복실레이트 기)을 콜로이드성 실리카에 공유적으로 부착시키는 경우에, 부착은 문헌 [Yamaguchi *et al.*, "Novel silane coupling agents containing a photolabile 2-nitrobenzyl ester for introduction of a carboxy group", *Chemistry Letters*, 3: 228-229 (2000)]의 방법에 따라 수행할 수 있다. 구체적으로, 감광성 2-니트로벤질 에스테르를 함유하는 실란 커플링제를 콜로이드성 실리카와 커플링시킨 후에 광을 조사함으로써, 그의 표면에 공유결합으로 부착된 카르복실산을 갖는 콜로이드성 실리카를 사용하여 수득한다.

[0021] 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 약 90 nm 내지 약 350 nm의 입자 크기를 갖는다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 입자 크기는 입자를 포함하는 가장 작은 구체의 직경을 지칭한다. 콜로이드성 실리카 입자의 입자 크기는 임의의 적합한 기술, 예를 들어 광 산란 기술을 사용하여 측정될 수 있다. 적합한 입자 크기 측정 기기는 예를 들어 맬번 인스트루먼트즈 (Malvern Instruments, 영국 맬번)로부터 입수가 가능하다. 입자 크기는 통상의 기술자에게 공지된 임의의 적합한 기술, 예를 들어, 레이저 회절 기술, 예를 들어 CPS 인스트루먼트즈 (CPS Instruments, 미국 루이지애나주 프레리빌)로부터의 디스크 원심분리기를 사용하는 분별 원심분리 침강 (DCS)을 사용하여 측정할 수 있다 (예를 들어, CPS 디스크 원심분리 모델 DC24000UHR).

[0022] 따라서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 약 90 nm 이상, 예를 들어 약 95 nm 이상, 약 100 nm 이상, 약 105 nm 이상, 약 110 nm 이상, 약 115 nm 이상, 약 120 nm 이상, 약 125 nm 이상, 약 130 nm 이상, 약 135 nm 이상, 약 140 nm 이상, 약 145 nm 이상, 약 150 nm 이상, 약 155 nm 이상, 약 160 nm 이상, 약 165 nm 이상, 약 170 nm 이상, 약 175 nm 이상, 약 180 nm 이상, 약 185 nm 이상, 약 190 nm 이상, 약 195 nm 이상 또는 약 200 nm 이상의 입자 크기를 가질 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 콜로이드성 실리카 입자는 약 350 nm 이하, 예를 들어 약 345 nm 이하, 약 340 nm 이하, 약 335 nm 이하, 약 330 nm 이하, 약 325 nm 이하, 약 320 nm 이하, 약 315 nm 이하, 약 310 nm 이하, 약 305 nm 이하, 약 300 nm 이하, 약 295 nm 이하, 약 290 nm 이하, 약 285 nm 이하, 약 280 nm 이하, 약 275 nm 이하, 약 270 nm 이하, 약 265 nm 이하, 약 260 nm 이하, 약 255 nm 이하, 약 250 nm 이하, 약 245 nm 이하, 약 240 nm 이하, 약 235 nm 이하, 약 230 nm 이하, 약 225 nm 이하, 약 220 nm 이하, 약 215 nm 이하, 약 210 nm 이하, 또는 약 205 nm 이하의 입자 크기를 가질 수 있다. 따라서, 콜로이드성 실리카 입자는 상기 언급된 종점들 중 임의의 2 개에 의해 한계가 지정된 입자 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 콜로이드성 실리카 입자는 약 90 nm 내지 약 350 nm, 약 95 nm 내지 약 345 nm, 약 90 nm 내지 약 340 nm, 또는 약 85 nm 내지 약 335 nm의 입자 크기를 가질 수 있다.

[0023] 한 실시양태에서, 콜로이드성 실리카 입자는 약 90 nm 내지 약 180 nm의 입자 크기를 갖는다.

[0024] 또 다른 실시양태에서, 콜로이드성 실리카 입자는 약 120 nm 내지 약 180 nm의 입자 크기를 갖는다.

[0025] 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 음의 제타 전위, 보다 특히 약 2의 pH에서 약 -20 mV 내지 약 -70 mV

(예를 들어, 약 -25 mV, 약 -30 mV, 약 -35 mV, 약 -40 mV, 약 -45 mV, 약 -50 mV, 약 -55 mV, 약 -60 mV, 또는 약 -65 mV)의 제타 전위를 갖는다. 입자의 제타 전위는 입자를 둘러싸는 이온의 전하와 벌크 용액의 전하 (예를 들어, 수성 담체 및 그 안에 용해된 임의의 다른 성분) 사이의 차이를 지칭한다. 제타 전위는 전형적으로 수성 매질 (예를 들어, 수성 담체)의 pH에 의존한다. 주어진 연마 조성물에서, 입자의 등전점은 제타 전위가 0인 pH로서 정의된다. pH가 등전점으로부터 증가하거나 또는 감소할수록, 표면 전하 (및 그에 따른 제타 전위)는 상응하게 감소하거나 또는 증가한다 (음의 또는 양의 제타 전위 값으로). 또한, 본 발명의 문맥에서, 제타 전위는 콜로이드성 실리카 입자의 표면-개질 정도의 지표이고, 약 1.5 내지 약 3의 pH 범위에 걸쳐 보다 음의 제타 전위가 일반적으로 보다 높은 정도의 표면-개질에 상응한다.

[0026] 따라서, 상기 언급된 제타 전위 값 중 임의의 2 개가 범위를 규정하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 약 1.5 내지 약 3의 pH에서, 약 -25 mV 내지 약 -65 mV, 약 -30 mV 내지 약 -60 mV, 약 -35 mV 내지 약 -55 mV, 또는 약 -40 mV 내지 약 -50 mV의 제타 전위를 가질 수 있다. 추가의 예로서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 약 2의 pH에서 약 -20 mV, 약 -21 mV, 약 -22 mV, 약 -23 mV, 약 -24 mV, 약 -25 mV, 약 -26 mV, 약 -27 mV, 약 -28 mV, 약 -29 mV, 약 -30 mV, 약 -31 mV, 약 -32 mV, 약 -33 mV, 약 -34 mV, 약 -35 mV, 약 -36 mV, 약 -37 mV, 약 -38 mV, 약 -39 mV, 약 -40 mV, 약 -41 mV, 약 -42 mV, 약 -43 mV, 약 -44 mV, 약 -45 mV, 약 -46 mV, 약 -47 mV, 약 -48 mV, 약 -49 mV, 약 -50 mV, 약 -51 mV, 약 -52 mV, 약 -53 mV, 약 -54 mV, 약 -55 mV, 약 -56 mV, 약 -57 mV, 약 -58 mV, 약 -59 mV, 약 -60 mV, 약 -61 mV, 약 -62 mV, 약 -63 mV, 약 -64 mV, 약 -65 mV, 약 -66 mV, 약 -67 mV, 약 -68 mV, 약 -69 mV, 또는 약 -70 mV의 제타 전위를 가질 수 있다. 따라서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 적합한 pH 범위에 걸쳐 적합한 제타 전위를 갖는다. 전형적으로, 연마 조성물의 pH는 약 1.5 내지 약 3 (예를 들어, 약 1.6, 약 1.7, 약 1.8, 약 1.9, 약 2, 약 2.1, 약 2.2, 약 2.3, 약 2.4, 약 2.5, 약 2.6, 약 2.7, 약 2.8, 또는 약 2.9의 pH)이다. 예를 들어, 연마 조성물의 pH는 약 1.6 내지 약 2.9, 약 1.7 내지 약 2.8, 약 1.8 내지 약 2.7, 약 1.9 내지 약 2.6, 약 2 내지 약 2.5, 약 2.1 내지 약 2.4, 또는 약 2.2 내지 약 2.3일 수 있다.

[0027] 한 실시양태에서, 연마 조성물의 pH는 약 1.8 내지 약 3이다.

[0028] 일부 실시양태에서, 표면 개질된 콜로이드성 실리카 입자는 약 1.5 내지 약 3의 pH 범위에 걸쳐 약 -35 mV 내지 약 -45 mV의 제타 전위를 갖는다.

[0029] 일부 실시양태에서, 표면 개질된 콜로이드성 실리카 입자는 약 2 내지 약 3의 pH 범위에 걸쳐 약 -40 mV 내지 약 -45 mV의 제타 전위를 갖는다.

[0030] 연마 조성물의 제타 전위는 임의의 적합한 수단에 의해, 예를 들어, 상업적으로 입수가 가능한 기기, 예컨대 디스퍼전 테크놀로지, 인크. (Dispersion Technology, Inc.) (미국 뉴욕주 베드포드 힐스)로부터 입수가 가능한 전기-음향 분광계인 DT-1202를 사용하여 측정할 수 있다. DT-1202 상의 제타-전위를 측정하기 위해, 용액을 화학적 기계적 연마에 사용되는 연마 농도, 예를 들어 2 % 고체에 상응하는 고체 농도에서 측정하는 것이 바람직하다.

[0031] 화학적-기계적 연마 조성물은 임의의 적합한 양의 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자를 포함할 수 있다. 조성물이 너무 적은 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자를 포함하는 경우, 조성물은 충분한 제거 속도를 나타내지 않을 수 있다. 대조적으로, 연마 조성물이 너무 많은 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자를 포함하는 경우, 조성물은 바람직하지 않은 연마 성능을 나타낼 수 있고/거나, 비용 효과적이지 않을 수 있고/거나, 안정성이 부족할 수 있다.

[0032] 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자가 바람직하게는 콜로이드적으로 안정하도록 연마 조성물의 수성 담체 중에 현탁된다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 용어 "콜로이드적으로 안정한"은 수성 담체 (예를 들어, 물) 중의 연마 입자의 현탁액을 지칭하고, 시간 경과에 따른 현탁액의 유지를 지칭한다. 본 발명의 문맥에서, 연마 입자들이 100 mL 눈금 실린더 내에 놓이고 2 시간의 시간 동안 진탕되지 않도록 허용되는 경우, 눈금 실린더의 하부 50 mL 내의 입자들의 농도 (g/mL 단위의 [B]), 및 눈금 실린더의 상부 50 mL 내의 입자들의 농도 (g/mL 단위의 [T]) 사이의 차를 연마 조성물 내의 입자들의 초기 농도(g/mL 단위의 [C])로 나눈 것이 0.5 이하인 경우에 (즉, $\frac{[B]-[T]}{[C]} \leq 0.5$), 연마 입자(즉, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자)들이 콜로이드적으로 안정한 것으로 간주된다. $\frac{[B]-[T]}{[C]}$ 의 값은 바람직하게는 0.3 이하, 보다 바람직하게는 0.1 이하이다.

[0033] 따라서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 전형적으로 연마 조성물 중에 약 6 중량% 이하, 예를 들어 약

5.5 중량% 이하, 약 5 중량% 이하, 약 4.5 중량% 이하, 약 4 중량% 이하, 약 3.5 중량% 이하, 약 3 중량% 이하 또는 약 2.5 중량% 이하의 농도로 존재한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 연마 조성물 중에 약 0.1 중량% 이상, 예를 들어 약 0.2 중량% 이상, 약 0.3 중량% 이상, 약 0.4 중량% 이상, 약 0.5 중량% 이상, 약 1 중량% 이상, 약 1.5 중량% 이상, 또는 약 2 중량% 이상의 농도로 존재할 수 있다. 따라서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 상기 언급된 중점들 중 임의의 2 개에 의해 한계가 지정된 농도로 연마 조성물 중에 존재할 수 있다. 예를 들어, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 연마 조성물 중에 약 0.1 중량% 내지 약 6 중량%, 예를 들어, 약 0.2 중량% 내지 약 5.5 중량%, 약 0.3 중량% 내지 약 5 중량%, 약 0.4 중량% 내지 약 4.5 중량%, 예를 들어, 약 0.5 중량% 내지 약 4 중량%, 약 1 중량% 내지 약 3.5 중량%, 약 1.5 중량% 내지 약 3 중량%, 또는 약 2 중량% 내지 약 2.5 중량%의 농도로 존재할 수 있다.

[0034] 바람직한 실시양태에서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자는 연마 조성물 중에 약 0.1 중량% 내지 약 4.5 중량%의 농도로 존재한다.

[0035] 본 발명의 연마 조성물은 철 화합물을 포함한다. 철-함유 염의 예는 미국 특허 제 5,958,288 호 및 제 5,980,775 호에 기재되어 있다 (둘 다 본원에 참조로 포함됨). 적합한 철 화합물 (예를 들어, 철 함유 염)은 예를 들어 제2철 (철 III) 또는 제1철 (철 II) 화합물의 염, 예컨대 질산철, 황산철, 철 할라이드 (플루오라이드, 클로라이드, 브로마이드, 아이오다이드, 뿐만 아니라 퍼클로레이트, 퍼브로메이트 및 퍼아이오테이트 포함), 또는 유기 철 화합물, 예컨대 아세트산철, 아세틸아세토네이트, 시트레이트, 글루코네이트, 말로네이트, 옥살레이트, 프탈레이트, 또는 숙시네이트를 포함한다.

[0036] 바람직한 실시양태에서, 철 화합물은 질산제2철 또는 그의 수화물 (예를 들어 질산제2철 9수화물)이다.

[0037] 연마 조성물은 임의의 적합한 양의 철 화합물을 함유할 수 있다. 이해되는 바와 같이, 활성 증은 철 양이온이고, 따라서, 본원에 기재된 양은 용액 중 철 이온의 등량을 제공하는 철 화합물의 양을 지칭한다. 연마 조성물이 너무 적은 철 화합물을 포함하는 경우, 조성물은 충분한 제거 속도를 나타내지 않을 수 있다. 대조적으로, 연마 조성물이 너무 많은 철 화합물을 포함하는 경우, 조성물은 바람직하지 않은 연마 성능을 나타낼 수 있고/거나, 비용 효과적이지 않을 수 있고/있거나 안정성이 부족할 수 있다. 따라서, 철 화합물은 전형적으로 연마 조성물 중에 약 1 중량% 이하, 예를 들어, 약 0.9 중량% 이하, 약 0.8 중량% 이하, 약 0.7 중량% 이하, 약 0.6 중량% 이하, 약 0.5 중량% 이하, 약 0.4 중량% 이하, 약 0.3 중량% 이하, 약 0.2 중량% 이하, 약 0.1 중량% 이하, 또는 약 0.05 중량% 이하의 농도로 존재한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 철 화합물은 연마 조성물 중에 약 0.001 중량% 이상, 예를 들어 약 0.005 중량% 이상, 또는 약 0.01 중량% 이상의 농도로 존재할 수 있다. 따라서, 철 화합물은, 예를 들어 약 0.001 중량% 내지 약 1 중량%, 약 0.005 중량% 내지 약 0.9 중량%, 약 0.01 중량% 내지 약 0.8 중량%, 약 0.05 중량% 내지 약 0.7 중량%, 약 0.1 중량% 내지 약 0.6 중량%, 약 0.2 중량% 내지 약 0.5 중량%, 또는 약 0.3 중량% 내지 약 0.4 중량%의 농도로 상기 언급된 중점들 중 임의의 2 개에 의해 한계가 지정된 농도로 연마 조성물 중에 존재할 수 있다.

[0038] 바람직한 실시양태에서, 철 화합물은 연마 조성물 중에 약 0.005 중량% 내지 약 0.1 중량%의 농도로 존재한다.

[0039] 본 발명의 연마 조성물은 안정화제를 포함한다. 임의의 특정 이론에 얽매하고자 하는 것은 아니나, 안정화제는 미국 특허 5,980,775 호 및 6,068,787 호(둘 다 본원에 참조로 포함됨)에서 기술된 바와 같이, 조성물 중 자유 금속 양이온의 양을 조절하여, 연마 성능을 최적화하기 위해 촉매의 속도를 감소시키는 것을 돕는다.

[0040] 본 발명의 또 다른 실시양태에서, 철 화합물은 연마제의 표면 상에 고정될 수 있다. 예를 들어, 철 화합물은 연마제의 표면에 부착된 안정화제를 갖는 철염으로 구성될 수 있다.

[0041] 한 실시양태에서, 안정화제는 인산, *o*-포스포릴에탄올아민, 포스폰산, 알렌드론산, 아세트산, 프탈산, 시트르산, 아디프산, 옥살산, 말론산, 아스파르트산, 숙신산, 글루타르산, 피멜산, 수베르산, 아젤라산, 세바스산, 옥살산, 말레산, 글루타콘산, 뮌콘산, 에틸렌디아민테트라아세트산, 프로필렌디아민테트라아세트산, 또는 이들의 조합을 포함한다.

[0042] 바람직한 실시양태에서, 안정화제는 말론산을 포함한다.

[0043] 연마 조성물은 임의의 적합한 양의 안정화제를 포함할 수 있다. 조성물이 너무 적은 안정화제를 포함하는 경우, 조성물은 충분한 안정성을 나타내지 않을 수 있다. 대조적으로, 연마 조성물이 너무 많은 안정화제를 포함하는 경우, 조성물은 바람직하지 않은 연마 성능을 나타낼 수 있고/거나, 비용 효과적이지 않을 수 있고/있거나 불안정해질 수 있다. 따라서, 안정화제는 전형적으로 연마 조성물 중에 약 1 중량% 이하, 예를 들어 약 0.5 중량% 이하, 약 0.1 중량% 이하, 약 0.05 중량% 이하 또는 약 0.01 중량% 이하의 농도로 존재한다. 대안적으로

또는 추가로, 안정화제는 연마 조성물 중에 약 0.0001 중량% 이상, 예를 들어 약 0.0005 중량% 이상, 약 0.001 중량% 이상, 또는 약 0.005 중량% 이상의 농도로 존재할 수 있다. 따라서, 안정화제는 연마 조성물 중에 상기 언급된 중점 중 임의의 2 개에 의해 한계가 지정된 농도로 존재할 수 있다. 예를 들어, 안정화제는 연마 조성물 중에 약 0.0001 중량% 내지 약 1 중량%, 예를 들어, 약 0.0005 중량% 내지 약 0.5 중량%, 약 0.001 중량% 내지 약 0.1 중량%, 또는 약 0.005 중량% 내지 약 0.05 중량%의 농도로 존재할 수 있다.

- [0044] 바람직한 실시양태에서, 연마 조성물은 안정화제를 약 0.0001 중량% 내지 약 0.1 중량%의 농도로 포함한다.
- [0045] 연마 조성물은 수성 담체를 포함한다. 수성 담체는 물 (예를 들어, 탈이온수)을 포함하고, 하나 이상의 수산화성 유기 용매를 함유할 수 있다. 사용될 수 있는 유기 용매의 예는 알콜, 예컨대 프로페닐 알콜, 이소프로필 알콜, 에탄올, 1-프로판올, 메탄올, 1-헥산올 등; 알데히드, 예컨대 아세틸알데히드 등; 케톤, 예컨대 아세톤, 디아세톤 알콜, 메틸 에틸 케톤 등; 에스테르, 예컨대 에틸 포르메이트, 프로필 포르메이트, 에틸 아세테이트, 메틸 아세테이트, 메틸 락테이트, 부틸 락테이트, 에틸 락테이트 등; 술폭시드를 포함하는 에테르, 예컨대 디메틸 술폭시드 (DMSO), 테트라히드로푸란, 디옥산, 디글라임 등; 아마이드, 예컨대 N,N-디메틸포름아미드, 디메틸이미다졸리디온, N-메틸피롤리돈 등; 다가 알콜 및 그의 유도체, 예컨대 에틸렌 글리콜, 글리세롤, 디에틸렌 글리콜, 디에틸렌 글리콜 모노메틸 에테르 등; 질소-함유 유기 화합물, 예컨대 아세토니트릴, 아밀아민, 이소프로필아민, 이미다졸, 디메틸아민 등을 포함한다. 바람직하게는, 수성 담체는 물 단독으로, 즉 유기 용매의 존재가 없는 것이다.
- [0046] 본 발명의 연마 조성물은 바람직하게는 제조, 연장된 저장, 수송 및 사용 동안 안정하다. 안정한 슬러리는 저장 동안 (예를 들어, 현탁된 연마 입자의 침강에 의해) 과도하게 분리되거나 침강되지 않고, 저장 동안 과도한 입자 크기 성장을 나타내지 않고, 사용 동안 과도한 입자 크기 성장을 나타내지 않으며, 이는 가공된 기관의 표면에 존재하는 결함 (특히 스크래치)의 수준을 증가시킬 것이다.
- [0047] 연마 조성물은 임의로 하나 이상의 다른 추가 성분 (즉, 첨가제)을 추가로 포함한다. 예를 들어, 목적하는 연마 적용에 따라, 본 발명의 연마 조성물은 연마 성능을 개선 또는 향상시키기 위해 하나 이상의 첨가제를 포함할 수 있다. 첨가제는 바람직하게는 연마 조성물의 다른 성분과 상용성이다. 예시적인 추가 성분은 키티서너, 스케일 억제제, 분산제, 산화제, pH 개질 화합물 (예를 들어, 산 또는 염기), 및 pH 완충 화합물을 포함한다. 연마 조성물은 점도 증진제 및 응고제 (예를 들어, 우레탄 중합체와 같은 예를 들어, 중합체성 레올로지 조절제), 분산제, 살생물제 (예를 들어, 카톤(KATHON™ LX) 등을 비롯한, 계면활성제 및/또는 레올로지 조절제를 포함할 수 있다. 적합한 계면활성제에는, 예를 들어 양이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 음이온성 고분자전해질, 비이온성 계면활성제, 양쪽성 계면활성제, 플루오린화 계면활성제 및 이들의 혼합물이 포함된다.
- [0048] 연마 조성물은 적절한 임의의 기술로 제조될 수 있으며, 다수의 기술이 관련 기술분야에 알려져 있다. 연마 조성물은 배치 또는 연속 공정으로 제조될 수 있다. 일반적으로, 연마 조성물은 본 명세서에 기재된 성분들을 임의의 순서로 합하여 제조될 수 있다. 본원에 사용된 용어 "성분"은 개별 성분 (예를 들어, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자, 철 화합물, 안정화제 등)뿐만 아니라 성분들의 임의의 조합을 포함한다.
- [0049] 예를 들어, 철 화합물, 및 안정화제를 원하는 농도(들)에서 수성 담체 (예를 들어, 물)에 첨가할 수 있다. 이어서, pH를 (원하는 대로) 조정할 수 있고, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자를 목적하는 농도로 혼합물에 첨가하여 연마 조성물을 형성할 수 있다. 연마 조성물은 사용 직전에 연마 조성물에 하나 이상의 성분이 첨가되어, 사용 전에 제조될 수 있다 (예를 들어, 사용 전 약 1 분 이내에, 또는 사용 전에 약 1 시간 이내에, 또는 사용 전에 약 7 일 이내에). 연마 조성물은 또한 연마 작업 동안 기관의 표면에서 성분들을 혼합함으로써 제조될 수 있다.
- [0050] 연마 조성물은 또한 사용 전에, 적절한 양의 수성 담체, 특히 물로 희석되도록 의도된 농축물로서 제공될 수 있다. 이러한 실시양태에서, 연마 조성물 농축물은, 적절한 양의 물로 농축물을 희석할 때 연마 조성물의 각각의 성분이 각각의 성분에 대해 상기 언급된 적절한 범위 내의 농도로 연마 조성물 중에 존재할 수 있도록 하는 양의, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자, 철 화합물, 안정화제 및 수성 담체를 포함할 수 있다. 또한, 통상의 기술자에 의해 이해될 것인, 다른 성분이 적어도 부분적으로 또는 완전히 농축물에 용해되는 것을 보장하기 위해 농축물은 최종 연마 조성물 중에 존재하는 적절한 분율의 물을 함유할 수 있다.
- [0051] 연마 조성물은 사용하기 상당히 전에, 또는 심지어 바로 전에 제조될 수 있지만, 연마 조성물은 또한 사용-지점에서 또는 그 근처에서 연마 조성물의 성분을 혼합함으로써 제조될 수 있다. 본원에서 사용되는 용어 "사용 지점"은 연마 조성물이 기관 표면 (예를 들어, 연마 패드 또는 기관 표면 자체)에 적용되는 지점을 지칭한다. 연

마 조성물이 사용-지점 혼합을 이용하여 제조되어야 할 경우, 연마 조성물의 성분은 2개 이상의 저장 장치에서 개별적으로 저장된다.

- [0052] 본원에 기재된 바와 같이, 본 발명은 기관의 표면 상에 텅스텐 층 및 기관의 표면 상에 산화규소 층을 포함하는 기관을 화학적으로-기계적으로 연마하는 방법을 제공한다.
- [0053] 본 발명의 연마 방법을 사용하여 텅스텐 층 및 산화규소 층을 포함하는 임의의 적합한 기관을 연마할 수 있다. 적합한 기관은 평판 디스플레이, 집적 회로, 메모리 또는 경질 디스크, 금속, 반도체, 층간 유전체 (ILD) 장치, 미세전자기계 시스템 (MEMS), 3D NAND 장치, 강유전체 및 자기 헤드를 포함하고 이로 제한되지 않는다. 연마 조성물은 특히 얇은 트렌치 (trench) 단리 (STI) 가공을 받은 기관을 평탄화 또는 연마하는데 매우 적합하다. 바람직하게는, 기관은 유전체-함유 (예를 들어, 산화규소 함유) 표면, 특히 유전체 재료의 트렌치 영역에 의해 분리된 상승된 유전체 영역을 포함하는 패턴 유전체 재료의 영역을 갖는 것을 포함한다. 기관은 적어도 하나의 다른 층, 예를 들어, 절연 층을 추가로 포함할 수 있다. 절연 층은 금속 산화물, 다공성 금속 산화물, 유리, 유기 중합체, 불소화 유기 중합체, 또는 임의의 다른 적합한 고 또는 저- κ 절연 층일 수 있다. 절연 층은 산화규소, 질화규소, 또는 그의 조합을 포함하거나, 그것으로 본질적으로 이루어지거나, 또는 그것으로 이루어질 수 있다. 산화규소 층은 임의의 적합한 산화규소를 포함하거나, 그것으로 본질적으로 이루어지거나, 또는 그것으로 이루어질 수 있으며, 이들 중 다수는 관련 기술분야에 공지되어 있다. 예를 들어, 산화규소 층은 테트라에톡시실란 (TEOS), 고밀도 플라즈마 (HDP) 산화물, 보로포스포실리케이트 유리 (BPSG), 고 중형비 공정 (HARP) 산화물, 스핀 온 유전체 (SOD) 산화물, 화학 증착 (CVD) 산화물, 플라즈마-강화(plasma-enhanced) 테트라에틸 오르토 실리케이트 (PETEOS), 열 산화물, 또는 비도핑된 실리케이트 유리를 포함할 수 있다. 기관은 금속 층을 추가로 포함할 수 있다. 금속은 임의의 적합한 금속을 포함하거나, 그것으로 본질적으로 이루어지거나, 또는 그것으로 이루어질 수 있으며, 이들 중 다수는 예를 들어, 구리, 탄탈럼, 텅스텐, 티타늄, 플래티넘, 루테튬, 이리듐, 알루미늄, 니켈, 또는 그의 조합과 같이 관련 기술분야에 공지되어 있다.
- [0054] 또 다른 바람직한 실시양태에서, 기관은 텅스텐 플러그 및 상호연결 구조를 포함한다.
- [0055] 연마 조성물은 연마 적용에 따라 적합한 연마 성능을 얻기 위해 적합한 "선택성" 또는 "조정가능성"을 갖는 것이 바람직하다. 전형적으로, 적합한 결합도 또는 침식 성능을 여전히 나타내면서, 적합한 가공 처리량을 얻기 위해 유전체 재료 (예를 들어, 산화규소)에 비해 텅스텐에 대한 높은 제거율을 갖는 것이 바람직하다. 본 발명의 연마 조성물은 유리하게는 제거 속도 선택성을 나타내어, 연마 조성물이 블랭킷 또는 벌크 연마 적용에 적합하다. 또한, 본 발명의 연마 조성물은 유리하게는 가공된 기관으로부터 고품질 장치의 제조에 매우 적합한 개선된 연마 성능 (예를 들어, 개선된 결합도, 감소된 침식 및 감소된 EOE)을 나타낸다.
- [0056] 본 발명의 일부 실시양태에서, 텅스텐 층의 제거 속도 대 산화규소 층의 제거 속도의 비(즉, W:TEOS 비)는 약 20:1 초과, 예를 들어 약 25:1 초과, 약 30:1 초과, 약 35:1 초과, 약 40:1 초과, 약 45:1 초과, 약 50:1 초과, 약 55:1 초과, 약 60:1 초과, 약 65:1 초과, 약 70:1 초과, 또는 약 75:1 초과이다.
- [0057] 본 발명의 조성물의 연마 성능은 임의의 적합한 기관 또는 방법을 사용하여 평가될 수 있다. 연마 성능을 평가하기에 적합한 기관의 한 유형은 라인 및 공간 (L&S) 패턴을 포함하는 기관이며, 여기서 표면은 라인 필드 및 공간을 포함한다. 라인 필드, 또는 패턴화 필드는 금속 및 산화물의 라인 어레이를 포함하고, 다른 지속적인 산화물 필드에서 단리된 금속의 라인을 포함할 수 있다. 라인 필드는 연속 유전체 재료의 필드 (공간) 사이에 분포된다. 라인 어레이는 금속 및 산화물 라인, 예컨대 텅스텐 및 산화규소의 라인을 포함하고, 임의의 밀도 또는 크기, 예를 들어 교호하는 1 μm -폭의 금속 라인 및 1 μm -폭의 산화물 라인, 특히 50 % 1 μm 어레이, 또는 상이한 크기 또는 밀도의 교호 라인, 예를 들어 1 μm -폭의 금속 라인 및 3 μm -폭의 산화물의 라인, 즉 25 % 1 x 3 μm 어레이를 포함한다. 단리된 금속 라인은 전형적으로 라인 어레이와 회합되고, 어레이로부터 일부 거리를 갖는 산화물 필드에 위치하고, 전형적으로 어레이 내의 금속 라인과 동일한 치수 (폭)를 갖는다. 예를 들어, 1 x 1 μm 라인 어레이의 한쪽 면에는, 다른 지속적인 산화물 필드에 위치하고 서로로부터 그리고 어레이로부터 > 100 μm 까지 분리된, 2 개의 1 μm 단리된 금속 라인이 존재할 수 있다. 비교를 위한 연속 유전체 재료의 분야는 전형적으로 치수가 클 수 있고, 산화규소, 예를 들어 TEOS와 같은 연속 유전체 재료의 표면을 가질 수 있다. 연속 유전체 재료의 예시적인 필드 (또는 "공간")는 100 x 100 μm 면적일 수 있다.
- [0058] 상기 L&S 기관의 후-연마 패턴 성능을 평가하기 위해, 연속적인 유전체 전기장에서 발생하는 절대 산화물 손실 (재료 제거)을 상업적으로 입수가 가능한 장비 (미국 캘리포니아주 밀피타스의 KLA 텐코르 (Tencor)에 의해 공급되는 F5X 도구)를 사용하는 광학 방법에 의해 결정한다. 연속 유전체 전기장은 어레이에서 상대적인 패턴 측정을 위한 기준으로서 사용된다. 예를 들어, 교호하는 텅스텐 금속 및 TEOS 산화물 라인으로 이루어진 라인 어레이

는 연속 필드 산화물에 대하여 프로필로메트리 또는 원자력 현미경 (AFM)에 의해 측정될 수 있다. 침식은 연속 필드 산화물에 비해 라인 어레이에서 산화물의 상대 높이, 예컨대 1 μm TEOS 라인의 차이로서 특성화된다. 양의 침식 값은 연속 필드 산화물에 비해 산화물 라인의 상대적인 오목부로서 해석된다. 금속 디싱은 전형적으로 라인 어레이 내의 산화물 라인과 비교하여 금속 라인의 상대적인 높이를 지칭한다. 예를 들어, 50 % 1 x 1 μm 라인 어레이에서, 200 Å 디싱 값은 산화물 라인에 대한 텅스텐 라인의 200 Å 오목부로서 해석된다. 침식 및 디싱을 첨가하는 것은 총 단계 높이, 이 경우에서는 합몰된 (디싱된 텅스텐)으로부터 필드 산화물까지의 것을 제공한다. 어레이 내의 전체 산화물 또는 금속 손실은 디싱 및 침식 값을 연속 필드에 대해 결정된 절대 산화물 손실 값과 조합함으로써 결정될 수 있다.

[0059] 패턴과 관련된 다른 침식 현상은 국소화된 침식의 영역, 예컨대 라인 어레이의 가장자리와 관련된 증가된 침식 또는 단리된 라인에서의 부근 영역에서의 증가된 침식이다. 예를 들어, 산화물 필드에서의 1 μm 단리된 라인에서, 국소화된 침식은 1 μm 초과인 라인폭에서의 증가로서 관찰될 수 있다. 침식은 참조 영역에 대한 특정 깊이까지의 증가된 라인폭의 측면에서 또는 라인폭 증가의 측면에서 또는 이들 두 가지 특성의 조합으로 표현될 수 있다.

[0060] 본 발명에 기재된 화학적-기계적 연마 조성물 및 방법은 화학적-기계적 연마 장치와 함께 사용하기에 특히 적합하다. 전형적으로, 장치는 사용 시 움직임이 있으며 케도, 선형 또는 원형 운동으로 생성된 속도를 갖는 압판, 압판과 접촉하여 운동 시 압판과 함께 움직이는 연마 패드, 및 기관을 연마 패드의 표면에 대해 접촉 및 상대적으로 이동시킴으로써 연마되는 기관을 유지시키는 캐리어를 포함한다. 기관의 연마는 기관을 연마 패드 및 본 발명의 연마 조성물과 접촉한 상태로 놓고, 이어서 연마 패드를 기관에 대해 이동시켜 기관의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마함으로써 일어난다.

[0061] 기관을 임의의 적합한 연마 패드 (예를 들어, 연마 표면)를 사용하여 화학적-기계적 연마 조성물로 연마할 수 있다. 적합한 연마 패드는, 예를 들어, 직조 및 부직 연마 패드를 포함한다. 또한, 적합한 연마 패드는 다양한 밀도, 경도, 두께, 압축성, 압축시 회복 능력, 및 압축 모듈러스를 갖는 임의의 적합한 중합체를 포함할 수 있다. 적합한 중합체에는, 예를 들어, 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐플루오라이드, 나일론, 플루오로카본, 폴리카르보네이트, 폴리에스테르, 폴리아크릴레이트, 폴리에테르, 폴리에틸렌, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 그의 공-형성된 생성물, 및 그의 혼합물이 포함된다. 연질 폴리우레탄 연마 패드가 본 발명의 연마 방법과 함께 특히 유용하다. 전형적인 패드에는 (SURFIN)TM000, SURFINTM SSW1, SPM3100 (에미네스 테크놀로지스 (Eminess Technologies)), 폴리텍스 (POLITEXTM (다우 케미칼 캄파니 (Dow Chemical Company))), 및 폴리파스 (POLYPAS)TM27 (후지보 (Fujibo)), 넥스플라나 (NEXPLANARTM E6088 및 EPICTM D100 패드 (캐봇 마이크로일렉트로닉스 (Cabot Microelectronics)로부터 시판됨)가 포함되나, 이에 제한되지는 않는다. 특히 바람직한 연마 패드는 다우 케미칼로부터 상업적으로 입수가능한 경질 미세다공성 폴리우레탄 패드 (IC 1010TM)이다.

[0062] 바람직하게는, 화학적-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 진행의 검사 또는 모니터링은 연마 종결점의 결정, 즉, 특정 기관에 대해 연마 공정을 종결할 시점의 결정을 가능하게 한다.

[0063] 실시양태

[0064] (1) 실시양태 (1)에서, (i) 기관의 표면 상에 텅스텐 층 및 기관의 표면 상에 산화규소 층을 포함하는 기관을 제공하는 단계; (ii) 연마 패드를 제공하는 단계; (iii) (a) 음전하, 약 90 nm 내지 약 350 nm의 입자 크기, 및 약 2의 pH에서 약 -20 mV 내지 약 -70 mV의 제타 전위를 가지며, 입자의 표면 상에 음으로 하전된 기를 포함하는, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자, (b) 철 화합물, (c) 안정화제, 및 (d) 수성 담체를 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; (iv) 기관을 연마 패드 및 화학적 기계적 연마 조성물과 접촉시키는 단계; 및 (v) 연마 패드 및 화학적-기계적 연마 조성물을 기관에 대해 이동시켜, 텅스텐 층의 적어도 일부 및 산화규소 층의 적어도 일부를 마모하여 기관을 연마하는 단계를 포함하는 기관을 화학적으로-기계적으로 연마하는 방법이 제시된다.

[0065] 실시양태 (2)에서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자의 표면 상의 음으로 하전된 기가 술포네이트 기, 카르

복실레이트 기, 포스포네이트 기 또는 그의 조합을 포함하는 것인 실시양태 (1)의 방법이 제시된다.

- [0066] 실시양태 (3)에서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자가 약 90 nm 내지 약 180 nm의 입자 크기를 갖는, 실시양태 (1) 또는 (2)의 방법이 제시된다.
- [0067] 실시양태 (4)에서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자가 약 120 nm 내지 약 180 nm의 입자 크기를 갖는, 실시양태 (3)의 방법이 제시된다.
- [0068] 실시양태 (5)에서, 연마 조성물의 pH가 약 1.5 내지 약 3인 실시양태 (1) 내지 (4) 중 어느 하나의 방법이 제시된다.
- [0069] 실시양태 (6)에서, 연마 조성물의 pH가 약 2 내지 약 3인 실시양태 (5)의 방법이 제시된다.
- [0070] 실시양태 (7)에서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자가 약 0.01 중량% 내지 약 6 중량%의 농도로 연마 조성물 중에 존재하는 것인 실시양태 (1) 내지 (6) 중 어느 하나의 방법이 제시된다.
- [0071] 실시양태 (8)에서, 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자가 연마 조성물 중에 약 0.1 중량% 내지 약 4.5 중량%의 농도로 존재하는 것인 실시양태 (7)의 방법이 제시된다.
- [0072] 실시양태 (9)에서, 철 화합물이 질산제2철 또는 그의 수화물을 포함하는, 실시양태 (1) 내지 (8) 중 어느 하나의 방법이 제시된다.
- [0073] 실시양태 (10)에서, 철 화합물이 연마 조성물 중에 약 0.005 중량% 내지 약 0.1 중량%의 농도로 존재하는 것인 실시양태 (9)의 방법이 제시된다.
- [0074] 실시양태 (11)에서, 안정화제가 인산, *o*-포스포릴에탄올아민, 알렌드론산, 아세트산, 프탈산, 시트르산, 아디프산, 옥살산, 말론산, 아스파르트산, 숙신산, 글루타르산, 피멜산, 수베르산, 아젤라산, 세바스산, 말레산, 글루타콘산, 뮌콘산, 에틸렌디아민테트라아세트산, 프로필렌디아민테트라아세트산, 또는 이들의 조합을 포함하는 실시양태 (1) 내지 (10) 중 어느 하나의 방법이 제시된다.
- [0075] 실시양태 (12)에서, 안정화제가 말론산을 포함하는 실시양태 (11)의 방법이 제시된다.
- [0076] 실시양태 (13)에서, 안정화제가 연마 조성물 중에 약 0.01 중량% 내지 약 1.5 중량%의 농도로 존재하는 것인 실시양태 (1) 내지 (12) 중 어느 하나의 방법이 제시된다.
- [0077] 실시양태 (14)에서, 텅스텐 층의 적어도 일부의 마모가 텅스텐에 대한 제거 속도를 제공하고, 산화규소 층의 적어도 일부의 마모가 산화규소에 대한 제거 속도를 제공하고, 텅스텐 제거 속도 대 산화규소 제거 속도의 비가 약 20:1 초과인, 실시양태 (1) 내지 (13) 중 어느 하나의 방법이 제시된다.
- [0078] 실시예
- [0079] 하기 실시예는 본 발명을 더욱 상세히 설명하는 것으로, 어떠한 의미에서든 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안된다.
- [0080] 하기 약어가 본원에서 사용된다: MPS는 (3-메르카프토프로필)트리메톡시실란을 지칭하고; W는 텅스텐을 지칭하고; TEOS는 테트라에톡시실란을 지칭하고; RR은 제거 속도를 지칭한다.
- [0081] 실시예 1
- [0082] 본 실시예는 본 발명의 실시양태에 따라 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자, 철 화합물, 안정화제, 및 수성 담체를 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 본 발명의 방법에 의해 제공된 기관의 표면 상에 텅스텐 층 및 기관의 표면 상에 산화규소 층을 포함하는 기관을 연마하는 것의 효과를 입증한다.
- [0083] 표 1 및 2에 기재된 바와 같은 8 개의 상이한 콜로이드성 실리카 입자 (P1-P8) 중 하나를 사용하여 8 개의 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 1A-1H)을 제조하였다. 콜로이드성 실리카 입자 P1은 68 nm의 평균 입자 크기를 갖는 비교예 콜로이드성 실리카 입자였다.
- [0084] 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자 (P1-P8)의 제조는 하기와 같다: 반응기 (10 L)에 탈이온수 및 콜로이드성 실리카 분산액을 충전하여 3.5 kg의 10 % (w/v) SiO₂ 콜로이드 분산액을 제공하였다. 여기에 KOH (45 %) 용액 0.5 g을 첨가하여 pH를 대략 8.5로 조정하고, 이어서 표 1에 나타난 양으로 교반하면서 MPS를 첨가하였다. 반응기를 45 °C로 가열하고, 48 시간 동안 이 온도에서 유지한 후, 과산화수소 (30 %)를 H₂O₂:MPS 3:1 몰비로 첨

가하고, 용액을 45 °C에서 6 시간 동안 교반하였다. MPS 및 H₂O₂ 반응 화학량론은 표 1에 기재되어 있다.

[0085] 표 1: 표면-개질된 콜로이드성 실리카 입자

콜로이드성 실리카 입자	입자 크기	MPS (중량%)	첨가된 H ₂ O ₂ (중량%)
P1 (비교예)	68 nm	0.129	0.224
P2	100 nm	0.079	0.137
P3	120 nm	0.028	0.049
P4	120 nm	0.042	0.073
P5	120 nm	0.057	0.098
P6	160 nm	0.03	0.052
P7	174 nm	0.028	0.048

[0086]

[0087] 연마 조성물 1A-1G를 하기와 같이 입자 P1-P7을 사용하여 제조하였다: 물 (5.2 kg)의 교반 용액에 안정화제로서 말론산 (5.3 g), 철 화합물로서 질산철 9수화물 (질산철 9수화물의 10 % 용액 41.3 g), 음이온성 콜로이드성 실리카 (입자의 11 % 용액 250 g) 및 카톤™ LX (10.6 % 용액 0.3 g)를 살생물제로서 첨가하였다. 필요에 따라 질산 (70 %) 또는 수산화칼륨 (45 %)을 사용하여 용액의 pH를 2.3으로 조정하였다. 연마 전에, 산화제로서 2 % 과산화수소 (30 %)를 각각의 슬러리에 첨가하였다.

[0088] 연마 조성물 1A-1G를 사용하여 텅스텐 층 및 산화규소 층을 포함하는 기판을 별도로 연마하였다. 하기 연마 조건 하에 E6088 연마 패드 (캐봇 마이크로일렉트로닉스, 미국 일리노이주 오로라)를 사용하여 기판을 연마하였다: 도구= MIRRA™, SFR= 150 mL/분, 평판 속도/헤드 속도= 115/121 rpm, 내부 튜브 압력= 159 hPa; 유지 링 압력= 186 hPa; 막 압력= 138 hPa; 및 제외 컨디셔너 = SAESOL™ D4 26.7 N.

[0089] 제거 속도 (RR)를 포함하는 블랭킷 연마 성능 결과는 표 2에 기재되어 있다.

[0090] 표 2: 블랭킷 필름 성능: W-벌크

연마 조성물	콜로이드성 실리카 입자	입자 크기	제타 전위	W (2k) RR (nm/분)	TEOS RR (nm/분)	W:TEOS 비
1A (비교예)	P1	68 nm	-30 mV	146.6	5.0	29
1B (본 발명)	P2	100 nm	-30 mV	267.1	6.7	40
1C (본 발명)	P4	120 nm	-20 mV	317.5	7.3	43
1D (본 발명)	P5	120 nm	-32 mV	316.6	6.5	49
1E (본 발명)	P6	120 nm	-32 mV	297.0	4.9	61
1F (본 발명)	P7	160 nm	-29 mV	329.8	5.7	58
1G (본 발명)	P8	174 nm	-36 mV	329.2	5.9	56

[0091]

[0092] 표 2에 기재된 결과로부터 명백한 바와 같이, 본 발명의 연마 조성물은 개선된 벌크 연마 성능을 나타낸다. 예를 들어, 연마 조성물 1B-1G는 비교예 연마 조성물 1A보다 TEOS에 비해 더 높은 텅스텐 선택성으로 더 높은 텅스텐 제거 속도를 나타내었다. 본 발명의 연마 조성물 1E는 비교예 연마 조성물 1A의 텅스텐 제거 속도의 거의 2 배인 텅스텐 블랭킷 제거 속도를 나타내었고, 본 발명의 연마 조성물 1F는 비교예 연마 조성물 1A와 비교시 TEOS에 비해 텅스텐에 대한 선택성의 약 2 배를 나타내었다.

[0093] 하기의 조건을 사용하여, 텅스텐 층 및 산화규소 층을 포함하는 패터닝된 기판을 연마하였다: 슬러리 유량= 150 mL/분, 내부 튜브/유지 고리/막 압력= 3.3/2.7/2 (psi), 평판 속도/헤드 속도= 115/121, 컨디셔너= SAESOL™ D4 6 lbs 제외, 연마 시간= 종점+ 20 초, 4 부위의 중앙값. 패터를 레이저 종점으로 연마하고, 이어서 고정된 20 초 동안 연마하고, 값은 패턴 상의 4 개의 부위의 평균을 나타낸다.

[0094] 패턴 연마 성능 결과는 표 3에 기재되어 있다.

[0095] 표 3: 패턴 (MIT 2 k W854) 필름 성능: W-벌크

연마 조성물	입자 크기	제타 전위	0.18x0.18 μm 침식 (+/- 1 nm)	0.18 μm 단리된 라인 국소 침식 (nm) (오차)	1 μm 단리된 라인 국소 침식 (nm) (오차)
1A (비교예)	68 nm	-30 mV	4 nm	5 (2)	11.1 (2.2)
1B (본 발명)	100 nm	-30 mV	7 nm	2 (1)	8.8 (1.6)
1C (본 발명)	120 nm	-20 mV	6 nm	1 (0.6)	5.5 (0.7)
1D (본 발명)	120 nm	-32 mV	6 nm	1 (0.6)	6.1 (0.7)
1E (본 발명)	120 nm	-32 mV	5 nm	1 (0.6)	4.8 (0.8)
1F (본 발명)	160 nm	-29 mV	6 nm	1 (0.6)	5.8 (0.6)
1G (본 발명)	174 nm	-36 mV	7 nm	1 (0.6)	5.7 (0.8)

[0096]

[0097]

표 3의 결과로부터 명백한 바와 같이, 본 발명의 연마 조성물은 패턴화된 기관 상에서 개선된 연마 성능을 나타내었다. 예를 들어, 본 발명의 연마 조성물 1E는 비교예 연마 조성물 1A의 것과 0.18 x 0.18 μm 라인 상에서는 실험 오차 내에서 동일한 침식 값 (즉, 5 nm 대 4 nm)를 나타내었지만, 0.18 μm 단리된 라인 상에서의 국소화된 침식의 단지 20 % (즉, 1 nm 대 5 nm)를 나타내었고, 1 μm 단리된 라인 상의 국소화된 침식의 절반 (즉, 4.8 nm 대 11.1 nm)을 나타내었다.

[0098]

본원에서 인용된 공개 문헌, 특허 출원, 및 특허를 포함한 모든 참조 문헌은 각각의 참조 문헌이 개별적으로, 또한 구체적으로 참조로 포함된다고 기재되며 그 전문이 본원에 기재되는 것과 같이, 동일한 정도로 참조로 포함된다.

[0099]

본 발명을 기재하는 것과 관련하여 단수 용어 및 "하나 이상의" 및 유사 지시대상은, 본원에서 달리 기재되거나 문맥에서 명백하게 모순되지 않는 한, 단수형 및 복수형 둘 다를 포괄하는 것으로 해석되어야 한다. 일련의 하나 이상의 항목이 이어지는 용어 "하나 이상"의 사용 (예를 들어, "A 및 B 중 하나 이상")은, 본원에서 달리 기재되거나 문맥에서 명백하게 모순되지 않는 한, 열거된 항목으로부터 선택된 하나의 항목 (A 또는 B) 또는 열거된 항목 중 둘 이상의 임의의 조합 (A 및 B)을 의미하는 것으로 해석되어야 한다. 용어 "포함하는", "갖는", "비롯한", 및 "함유하는"은 달리 언급되지 않는 한 개방형(open-ended) 용어 (즉, "포함하나 그에 제한되지는 않는"을 의미함)로서 해석되어야 한다. 본원의 수치 범위의 언급은 반대의 의미로 본원에 나타내지 않는다면 단지 이러한 범위내에 포함되는 각각의 별도의 값으로 개별적으로 지칭하는 약칭 방법으로서 작용하고자 하며, 각각의 별도의 값은 마치 이 값이 본원에 개별적으로 언급되는 바와 같이 명세서에 포함된다. 본원에 기재된 모든 방법은 본원에 달리 나타내거나 또는 문맥상 명백히 모순되지 않는 한, 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 본원에 제공된 임의의 및 모든 예, 또는 예시적 언어 (예를 들어, "예컨대")의 사용은 단지 본 발명을 보다 잘 설명하도록 의도되는 것이며, 달리 청구되지 않는 한 본 발명의 범위에 대한 제한을 부여하지 않는다. 본 명세서의 어떠한 언어도 임의의 청구되지 않은 요소를 본 발명의 실시예에 필수적인 것으로 나타내는 것으로서 간주되어서는 안 된다.

[0100]

본 발명자들이 알고 있는 본 발명의 실시를 위한 최선의 방법을 포함하여, 본 발명의 바람직한 실시양태가 본 명세서에 기재되어 있다. 상기한 기재로부터 이러한 바람직한 실시양태의 변형이 통상의 기술자에게 자명할 것이다. 본 발명자들은 그와 같은 변형이 통상의 기술자에 의해 적절히 이용되고, 본 발명이 본 명세서에 구체적으로 기재된 것과 다른 식으로 실시되는 것을 예상한다. 따라서, 본 발명은 첨부된 특허청구범위에 청구된 발명 주제의 관련법에 의해 허용되는 모든 변형 및 균등물을 포함한다. 또한, 본 발명의 모든 가능한 변형에서 상기 기재된 요소의 임의의 조합은 본원에 달리 명시되거나 또는 문맥상 달리 명백하게 모순되지 않는 한 본 발명에 포함된다.