



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2023년11월08일  
(11) 등록번호 10-2600276  
(24) 등록일자 2023년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C09G 1/02 (2006.01) C09K 3/14 (2006.01)  
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
C09G 1/02 (2013.01)  
C09K 3/1463 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7022944  
(22) 출원일자(국제) 2018년03월01일  
심사청구일자 2021년02월16일

(85) 번역문제출일자 2018년08월09일  
(65) 공개번호 10-2018-0117608  
(43) 공개일자 2018년10월29일  
(86) 국제출원번호 PCT/CN2016/075070  
(87) 국제공개번호 WO 2017/147767  
국제공개일자 2017년09월08일

(56) 선행기술조사문헌  
JP2004235317 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
롭 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 씨애플 홀딩스, 인코포레이티드  
미국 19713 델라웨어주 뉴워크 벨레뷰 로드 451

(72) 발명자  
트사이, 웨이-웬  
중국 35053 대만 신추 과학 기반 산업 파크 주난 사이트 마오리 주만 케시 세컨드 로드 넘버 6  
호, 린-첸  
중국 35053 대만 신추 과학 기반 산업 파크 주난 사이트 마오리 주만 케시 세컨드 로드 넘버 6  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인한성

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 유필

(54) 발명의 명칭 **화학적 기계적 연마 방법**

**(57) 요약**

텅스텐 및 티탄을 포함하는 기관의 화학적 기계적 연마를 위한 방법이 제공되며, 이는 기관을 제공하는 단계; 초기 성분으로서 물; 산화제; 키토산; 프로판이산 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어진 균으로부터 선택되는 디카복실산; 철 이온의 공급원; 표면 양전하를 갖는 콜로이드 실리카 연마제; 및 임의로 pH 조절제를 포함하는 연마 조성물을 제공하는 단계; 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 연마 표면에 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하며; 여기서 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄 (Ti)의 일부가 티탄 (Ti)에 상대적인 텅스텐 (W)에 대한 제거 선택도로 기관으로부터 연마되어 제거된다.

(52) CPC특허분류

*H01L 21/02024* (2013.01)

*H01L 21/30625* (2013.01)

(72) 발명자

**리, 첩-평**

중국 35053 대만 신주 과학 기반 산업 파크 주난  
사이트 마오리 주만 케시 세컨드 로드 넘버 6

**왕, 지운-광**

중국 35053 대만 신주 과학 기반 산업 파크 주난  
사이트 마오리 주만 케시 세컨드 로드 넘버 6

(56) 선행기술조사문헌

JP2008288398 A\*

KR1019990014245 A\*

KR1020090029794 A

WO2008151918 A1

KR1020130133174 A

KR1020090125049 A

JP2011009783 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판을 연마하는 방법으로서,

텅스텐(W) 및 티탄(Ti)을 포함하는 기판을 제공하는 단계;

초기 성분으로서,

물;

산화제;

30 내지 110 질량ppm의 키토산;

영구적 표면 양전하를 갖는 콜로이드 실리카 연마제;

프로판이산(propanedioic acid) 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어진 군으로부터 선택된 디카복실산;

철(III) 이온의 공급원; 및

임의로 pH 조절제

를 포함하는 화학적 기계적 연마 조성물을 제공하는 단계;

연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계;

상기 화학적 기계적 연마 패드와 상기 기판 사이에 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및

상기 화학적 기계적 연마 패드와 상기 기판 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 상기 화학적 기계적 연마 패드의 상기 연마 표면 상에 상기 화학적 기계적 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하되,

상기 텅스텐(W)의 적어도 일부 및 상기 티탄(Ti)의 적어도 일부가 상기 기판으로부터 연마되어 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 이상의 상기 텅스텐(W)과 상기 티탄(Ti) 사이의 제거 속도 선택도를 가지는, 기판을 연마하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 200 mm 연마 기계 상에서 80 회전수/분(rpm)의 가압관 속도, 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 21.4 kPa의 공칭 다운 포스에서 1,000 Å/min 이상의 텅스텐 제거 속도를 가지며; 상기 화학적 기계적 연마 패드가 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 50 Å/min 이하의 티탄 제거 속도를 가지며, 상기 텅스텐(W)과 상기 티탄(Ti) 사이의 상기 제거 속도 선택도는 100 이상인, 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은, 초기 성분으로서,

상기 물;

0.01 내지 10 wt%의 상기 산화제로서, 과산화수소인, 상기 산화제;

30 내지 110 질량ppm의 상기 키토산으로서, 50,000 내지 500,000 달톤의 중량 평균 분자량 분포를 가지는, 상기 키토산;

0.01 내지 10 wt%의 상기 콜로이드 실리카 연마제;

100 내지 1,300 질량ppm의 상기 디카복실산으로서, 프로판이산인, 상기 디카복실산;

100 내지 1,000 질량ppm의 상기 철(III) 이온의 공급원으로서, 질산제2철 9수화물인, 상기 철(III) 이온의 공급원; 및

임의로 상기 pH 조절제

를 포함하며;

상기 화학적 기계적 연마 조성물이 1 내지 4의 pH를 가지는, 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 200 mm 연마 기계 상에서 80 회전수/분의 가압판 속도, 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 21.4 kPa의 공칭 다운 포스에서 1,500 Å/min 이상의 텅스텐 제거 속도를 가지며; 상기 화학적 기계적 연마 패드가 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함하는, 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 50 Å/min 이하의 티탄 제거 속도를 가지며, 상기 텅스텐(W)과 상기 티탄(Ti) 사이의 상기 제거 속도 선택도가 100 이상인, 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은, 초기 성분으로서,

상기 물;

1.75 내지 3 wt%의 상기 산화제로서, 과산화수소인, 상기 산화제;

50 내지 80 질량ppm의 상기 키토산으로서, 150,000 내지 350,000 달톤의 중량 평균 분자량 분포를 가지는, 상기 키토산;

0.2 내지 2 wt%의 상기 콜로이드 실리카 연마제;

900 내지 1,100 질량ppm의 상기 디카복실산으로서, 프로판이산인 상기 디카복실산;

250 내지 400 질량ppm의 상기 철(III) 이온의 공급원으로서, 질산제2철 9수화물인, 상기 철(III) 이온의 공급원; 및

임의로 상기 pH 조절제

를 포함하며;

상기 화학적 기계적 연마 조성물이 2 내지 2.5의 pH를 가지는, 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 200 mm 연마 기계 상에서 80 회전수/분의 가압판 속도, 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 21.4 kPa의 공칭 다운 포스에서 2,000 Å/min 이상의 텅스텐 제거 속도를 가지며; 상기 화학적 기계적 연마 패드가 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함하는, 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 25 Å/min 이하의 티탄 제거 속도를 가지며, 상기 텅스텐(W)과 상기 티탄(Ti) 사이의 상기 제거 속도 선택도가 200 이상인, 방법.

#### 청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 25 Å/min 이하의 티탄 제거 속도를 가지며, 상기 텅스텐(W)과 상기 티탄(Ti) 사이의 상기 제거 속도 선택도가 300 이상인, 방법.

### 발명의 설명

**기술분야**

[0001] 본 발명은 화학적 기계적 연마의 기술분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 텅스텐 및 티탄을 포함하는 기판의 화학적 기계적 연마 방법에 관한 것으로, 기판을 제공하는 단계; 초기 성분으로서 물; 산화제; 키토산; 프로판 이산 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어진 균으로부터 선택되는 디카복실산; 철 이온의 공급원; 표면 양전하를 갖는 콜로이드 실리카 연마제; 및 임의로 pH 조절제를 포함하는 연마 조성물을 제공하는 단계; 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 연마 패드와 기판 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 연마 패드와 기판 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 연마 표면 상에 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하되, 상기 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄의 일부가 티탄 (Ti) 제거에 대한 텅스텐 (W) 제거에 관한 선택도로 기판으로부터 연마되어 제거된다.

**배경기술**

[0002] 집적 회로 및 다른 전자 장치의 제조에 있어서, 전도성, 반도체성 및 유전체 물질의 복수개의 층은 반도체 웨이퍼의 표면 상에 증착되거나 또는 이로부터 제거된다. 전도성, 반도체성 및 유전체 물질의 박막은 다수의 증착 기술에 의해 증착될 수 있다. 현대 공정에서의 일반 증착 기술은 스퍼터링으로도 알려진 물리적 기상 증착 (PVD), 화학적 기상 증착 (CVD), 플라즈마-강화 화학적 기상 증착 (PECVD), 및 전기화학적 도금 (ECP)을 포함한다.

[0003] 물질의 층이 순차적으로 증착되고 제거되기 때문에, 웨이퍼의 최상부 표면은 비-평면화된다. 후속 반도체 공정 (예를 들면, 금속화)은 웨이퍼가 평면 표면을 가질 것을 요구하기 때문에, 웨이퍼는 평면화될 것이 필요하다. 평면화는 원하지 않는 표면 형상 및 표면 결함, 예컨대 거친 표면, 응집된 물질, 결정 격자 손상, 스크래치, 및 오염된 층 또는 물질을 제거함에 있어서 유용하다.

[0004] 화학적 기계적 평면화, 또는 화학적 기계적 연마 (CMP)는 기판, 예컨대 반도체 웨이퍼를 평면화하는데 사용되는 일반적인 기술이다. 종래의 CMP에서, 웨이퍼는 캐리어 어셈블리 상에 설치되고, CMP 장치에서 연마 패드와 접촉되어 배치된다. 캐리어 어셈블리는 웨이퍼에 조절가능한 압력을 제공하며, 이는 연마 패드에 대해 이를 가압시킨다. 패드는 외부 구동력에 의해 웨이퍼에 대해 이동된다 (예를 들면, 회전된다). 이와 동시에, 연마 조성물 ("슬러리") 또는 다른 연마 용액이 웨이퍼와 연마 패드 사이에 제공된다. 이에 따라, 웨이퍼 표면이 연마되고, 패드 표면과 슬러리의 화학적 및 기계적 작용에 의해 평면화된다.

[0005] 화학적 기계적 연마는 집적 회로 설계에서의 텅스텐 인터커넥트 및 콘택트 플러그의 형성 과정에서 텅스텐을 연마하기 위한 바람직한 방법이 된다. 텅스텐은 콘택트/비아 플러그에 대한 집적 회로 설계에서 빈번하게 사용된다. 전형적으로, 콘택트 또는 비아 홀은 기판 상의 유전체층을 통해 형성되어 기저 성분의 영역 (예를 들면, 제 1 수준 금속화 또는 인터커넥트)이 노출된다. 티탄 (Ti)은 종종 텅스텐의 증착 이전에 콘택트 또는 비아 홀의 측면 및 바닥 상에 접착제층으로서 도포된다. 텅스텐 피복층 및 티탄 접착제층은 이후 연마되어 유전체를 가진 공면 표면(coplanar surface)을 제공한다.

[0006] 집적 회로 설계에서의 텅스텐에 대한 다른 응용은 동일한 장치 수준으로 피처들 사이에 전도성 라인을 형성하는 국소적 인터커넥트로서의 것이다. 국소적 인터커넥트를 형성하는 하나의 방법은 다마스쿠스 공정을 필요로 한다. 제1 금속은 최소 유전체층(ILDO)으로 새겨진다. 이는 우선 ILDO를 증착하고, 이후 패터닝하고, 유전체층에 오목형 트렌치를 에칭한다. 전형적으로, 트렌치 내에 그리고 유전체 표면 위에 증착된 티탄 및 텅스텐으로 이루어진 오목형 트렌치 내의 층상 구조의 형성 이후, 티탄이 텅스텐과 유전체 사이에 개재된다. 화학적 기계적 연마는 이후 유전체 표면 아래로 티탄 및 텅스텐을 제거하기 위해 사용되고, 이는 국소적 인터커넥트로서 기능하도록 트렌치 내에 텅스텐 라인을 남기게 된다. 이러한 응용을 위해 작업되는 화학적 연마적 연마의 경우, 텅스텐 및 티탄의 모든 전도성 잔류물은 소자 단락(device shorting)을 방지하기 위해 유전체의 표면으로부터 제거되어야 한다. 화학적 기계적 연마에 후속되는 다음 공정 단계는 다음 수준의 유전체의 증착이다. 그리하여, 더 낮은 수준의 유전체층으로부터 텅스텐 및 티탄을 제거하는 것의 불능은 제조된 소자에서 매립 단락(buried short)을 남길 것이다.

[0007] 종래의 모든 화학적 기계적 연마 전략은 바람직한 텅스텐 피처 형성에 대해 이상적인 것보다 좋지 않다. 다양한 결함 문제는 모든 화학적 기계적 연마 방법을 방해한다. 예를 들면, 요구되는 다양한 물질에 대한 이상적인 연마 속도 프로파일은 환상적인 것이었다.

[0008] 그 결과, 다양한 대안적인 전략이 반도체 기판에서의 인트라 수준 및 인터 수준 텅스텐 인터커넥트 모두의 형성

에서 사용하기 위해 고안되었다. 예를 들면, Gabriel 등의 미국특허번호 6,211,087는 2개 부분 전략을 제공한다. 특히, Gabriel 등은 기판을 평탄화하는 방법을 교시하며, 여기서 텅스텐층은 기판에 형성된 홀 또는 트렌치 내의 티탄 접착제층 상에 증착되었다. 우선, 화학적 기계적 연마 단계는 텅스텐 피복층을 제거하기 위해 티탄 접착제층에 대해 선택적으로 텅스텐을 제거하는 연마 슬러리를 사용하여 수행된다. 이후, 화학적 에칭 단계가 유전체에 대한 에칭 백(etch back)을 촉진하기 위해 티탄 접착제층을 선택적으로 표적화하는 화학적 습식 에칭제를 사용하여 수행된다.

[0009]

그럼에도 불구하고, 미국특허번호 6,211,087에 교시된 것과 같은 대안적인 공정 전략을 사용하기 위한 반도체 기판 내의 인트라 수준 및 인터 수준 텅스텐 인터커넥트 모두의 형성시 사용하기 위한 신규한 화학적 기계적 연마 조성물에 대한 지속적인 필요성이 존재하고, 여기서 화학적 기계적 연마 조성물은 티탄에 대한 텅스텐의 선택적 제거를 위해 제공된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

**발명의 효과**

**도면의 간단한 설명**

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0010]

본 발명은 기판을 연마하는 방법을 제공하며, 이는 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하는 기판을 제공하는 단계; 초기 성분으로서 물; 산화제; 키토산; 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마제; 프로판이산 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어진 군으로부터 선택되는 디카복실산; 철 (III) 이온의 공급원; 및 임의로 pH 조절제를 포함하는 화학적 기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 화학적 기계적 연마 패드와 기판 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 화학적 기계적 연마 패드와 기판 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면 상에 화학적 기계적 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하되, 상기 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄 (Ti)의 일부가 기판으로부터 연마되어 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 이상의 텅스텐 (W)과 티탄 (Ti) 사이의 제거 속도 선택도(removal rate selectivity)를 가진다.

[0011]

본 발명은 기판을 연마하는 방법을 제공하며, 이는 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하는 기판을 제공하는 단계; 초기 성분으로서 물; 산화제; 키토산; 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마제; 프로판이산 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어진 군으로부터 선택되는 디카복실산; 철 (III) 이온의 공급원; 및 임의로 pH 조절제를 포함하는 화학적 기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 화학적 기계적 연마 패드와 기판 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 화학적 기계적 연마 패드와 기판 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면 상에 화학적 기계적 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하되, 상기 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄 (Ti)의 일부가 기판으로부터 연마되어 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 이상의 텅스텐 (W)과 티탄 (Ti) 사이의 제거 속도 선택도를 가지며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 80 회전수/분의 가압판 속도 (platen speed), 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 200 mm 연마 기계에 대해 21.4 kPa의 공칭 다운 포스(down force)로 1,000 Å/min 이상의 텅스텐 제거 속도를 가지며; 화학적 기계적 연마 패드는 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함한다.

[0012]

본 발명은 기판의 연마 방법을 제공하며; 이는 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하는 기판을 제공하는 단계; 초기 성분으로서 물; 산화제; 키토산; 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마제; 프로판이산 및 2-하

이드록시프로판이산으로 이루어진 균으로부터 선택되는 디카복실산; 철 (III) 이온의 공급원; 및 임의로 pH 조절제를 포함하는 화학적 기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면 상에 화학적 기계적 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하되, 상기 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄 (Ti)의 일부가 기관으로부터 연마되어 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 이상의 텅스텐 (W)과 티탄 (Ti) 사이의 제거 속도 선택도를 가지며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 80 회전수/분의 가압판 속도, 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 200 mm 연마 기계에 대해 21.4 kPa의 공칭 다운 포스로 1,000 Å/min 이상의 텅스텐 제거 속도를 가지며; 화학적 기계적 연마 패드는 중합성 증공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함하고; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 50 Å/min 이하의 티탄 제거 속도를 가지며, 텅스텐 (W)과 티탄 (Ti) 사이의 제거 속도 선택도는 100 이상이다.

[0013] 본 발명은 기관을 연마하는 방법을 제공하며; 이는 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하는 기관을 제공하는 단계; 초기 성분으로서 물; 0.01 내지 10 wt%의 산화제로서, 과산화수소인 산화제; 30 내지 110 질량ppm의 키토산으로서 50,000 내지 500,000 달톤의 중량 평균 분자량 분포를 가지는 키토산; 0.01 내지 10 wt%의 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마제; 100 내지 1,300 질량ppm의 디카복실산으로서, 프로판이산인 디카복실산; 100 내지 1,000 질량ppm의 철 (III) 이온의 공급원으로서, 질산제2철9수화물인 철 (III) 이온의 공급원; 및 임의로 pH 조절제를 포함하며, 1 내지 4의 pH를 갖는 화학적 기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면 상에 화학적 기계적 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하며; 여기서 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄 (Ti)의 일부가 기관으로부터 연마되어 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 이상의 텅스텐 (W)과 티탄 (Ti) 사이의 제거 속도 선택도를 가진다.

[0014] 본 발명은 기관을 연마하는 방법을 제공하며; 이는 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하는 기관을 제공하는 단계; 초기 성분으로서 물; 1.75 내지 3 wt%의 산화제로서, 과산화수소인 산화제; 50 내지 80 질량ppm의 키토산으로서 150,000 내지 350,000 달톤의 중량 평균 분자량 분포를 가지는 키토산; 0.2 내지 2 wt%의 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마제; 900 내지 1,100 질량ppm의 디카복실산으로서, 프로판이산인 디카복실산; 250 내지 400 질량ppm의 철 (III) 이온의 공급원으로서, 질산제2철9수화물인 철 (III) 이온의 공급원; 및 임의로 pH 조절제를 포함하며, 2 내지 2.5의 pH를 갖는 화학적 기계적 연마 조성물을 제공하는 단계; 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면 상에 화학적 기계적 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하며; 여기서 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄 (Ti)의 일부가 기관으로부터 연마되어 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 이상의 텅스텐 (W)과 티탄 (Ti) 사이의 제거 속도 선택도를 가진다.

[0015] 상세한 설명

[0016] 본 발명의 기관을 연마하는 방법은 산화제, 키토산, 프로판이산 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어지는 균으로부터 선택되는 디카복실산, 및 철 (III) 이온의 공급원의 상승작용적 조합을 포함하는 화학적 기계적 연마 조성물을 사용한다. 놀랍게도, 상기 주지된 상승작용적 조합은 연마 과정에서 기관 표면으로부터 티탄 (Ti)의 제거를 상당히 억제하면서 텅스텐 (W)의 신속한 제거를 위해 제공하는 것을 발견하였다.

[0017] 바람직하게는, 본 발명의 기관을 연마하는 방법은 기관을 제공하는 단계로서 기관이 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하는 단계; 초기 성분으로서 물; (바람직하게는, 0.01 내지 10 wt%; 보다 바람직하게는, 0.1 내지 5 wt%; 가장 바람직하게는, 1 내지 3 wt%의) 산화제; (바람직하게는; 30 내지 110 질량ppm; 보다 바람직하게는, 40 내지 100 질량ppm; 보다 더 바람직하게는, 45 내지 90 질량ppm; 가장 바람직하게는, 50 내지 80 질량ppm의) 키토산 (바람직하게는, 상기 키토산은 50,000 내지 500,000 달톤; 보다 바람직하게는, 100,000 내지 400,000 달톤; 가장 바람직하게는, 150,000 내지 350,000 달톤의 분자량을 가짐); (바람직하게는; 0.01 내지 10 wt%; 보다 바람직하게는, 0.05 내지 7.5 wt%; 보다 더 바람직하게는, 0.1 내지 5 wt%; 가장 바람직하게는, 0.2 내지 2 wt%의) 영구적 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마제; (바람직하게는; 100 내지 1,300 질량ppm; 보다 바람직하게는, 500 내지 1,250 질량ppm; 보다 더 바람직하게는, 750 내지 1,200 질량ppm; 가장 바람직하게는, 900 내지 1,100 질량ppm의) 디카복실산으로서 프로판이산 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어진 균으로부터 선택되

는 디카복실산 (바람직하게는, 프로판이산); (바람직하게는; 100 내지 1,000 질량ppm; 보다 바람직하게는, 150 내지 750 질량ppm; 보다 더 바람직하게는, 200 내지 500 질량ppm; 가장 바람직하게는, 250 내지 400 질량ppm의) 철 (III) 이온의 공급원 (바람직하게는, 철 (III) 이온의 공급원은 질산제2철9수화물임); 및 임의로 pH 조절제를 포함하는 화학적 기계적 연마 조성물을 제공하는 단계 (바람직하게는, 화학적 기계적 연마 조성물은 1 내지 6; 보다 바람직하게는, 1 내지 4; 보다 더 바람직하게는, 1.5 내지 3.5; 가장 바람직하게는, 2 내지 2.5의 pH를 가짐); 연마 표면을 갖는 화학적 기계적 연마 패드를 제공하는 단계; 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 동적 접촉을 생성하는 단계; 및 및 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면 상에 화학적 기계적 연마 조성물을 분배하는 단계를 포함하며; 여기서 텅스텐 (W)의 일부 및 티탄 (Ti)의 일부가 기관으로부터 연마되어 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 이상의 텅스텐 (W)과 티탄 (Ti) 사이의 제거 속도 선택도를 가진다.

[0018] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 기관은 텅스텐 및 티탄을 포함한다. 보다 바람직하게는, 제공되는 기관은 텅스텐 및 티탄을 포함하는 반도체 기관이다. 가장 바람직하게는, 제공되는 기관은 유전체 (예를 들면, TEOS) 내에 형성된 홀 및 트렌치 중 적어도 하나 내에 증착된 텅스텐을 포함하는 반도체 기관이고, 티탄은 텅스텐과 유전체 사이에 개재된다.

[0019] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물에서 초기 성분으로서 포함된 물은 부수적인 불순물을 제한하기 위해 탈이온수 및 증류수 중 하나 이상이다.

[0020] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 산화제를 포함하고, 여기서 산화제는 과산화수소 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 모노과황산염, 요오드산염, 마그네슘 퍼프탈레이트, 과산화아세트산 및 다른 과산, 과황산염, 브롬산염, 과브롬산염, 과황산염, 과산화아세트산, 과요오드산염, 질산염, 철염, 세륨염, Mn (III), Mn (IV) 및 Mn (VI) 염, 은염, 구리염, 크롬염, 코발트염, 할로젠, 차아염소산염 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다. 보다 바람직하게는, 산화제는 과산화수소, 과염소산염, 과브롬산염; 과요오드산염 및 과산화아세트산으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, 산화제는 과산화수소이다.

[0021] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 0.01 내지 10 wt% (보다 바람직하게는, 0.1 내지 5 wt%; 가장 바람직하게는, 1 내지 3 wt%)의 산화제를 포함한다.

[0022] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 철 (III) 이온의 공급원을 포함한다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 철 (III) 이온의 공급원을 포함하며, 여기서 철 (III) 이온의 공급원은 철 (III) 염으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 철 (III) 이온의 공급원을 포함하고, 여기서 철 (III) 이온의 공급원은 질산제2철9수화물, (Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> · 9H<sub>2</sub>O)이다.

[0023] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 화학적 기계적 연마 조성물에 1 내지 200 질량ppm (바람직하게는, 5 내지 150 질량ppm; 보다 바람직하게는, 7.5 내지 125 질량ppm; 가장 바람직하게는, 10 내지 100 질량ppm)의 철 (III) 이온을 도입하기 위해 충분한 철 (III) 이온의 공급원을 포함한다.

[0024] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 철 (III) 이온의 공급원을 포함한다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 100 내지 1,000 질량ppm (바람직하게는, 150 내지 750 질량ppm; 보다 바람직하게는, 200 내지 500 질량ppm; 가장 바람직하게는, 250 내지 400 질량ppm)의 철 (III) 이온의 공급원을 포함한다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 100 내지 1,000 질량ppm (바람직하게는, 150 내지 750 질량ppm; 보다 바람직하게는, 200 내지 500 질량ppm; 가장 바람직하게는, 250 내지 400 질량ppm)의 철 (III) 이온의 공급원을 포함하고, 철 (III) 이온의 공급원은 질산제2철9수화물, (Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> · 9H<sub>2</sub>O)이다.

[0025] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 키토산을 포함한다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 50,000 내지 500,000 달톤 (보다 바람직하게는, 100,000 내지 400,000 달톤; 가장 바람직하게는, 150,000 내지 350,000 달톤)의 중량 평균 분자량을 갖는 키토산을 포함한다.

- [0026] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 5 내지 300 질량ppm (바람직하게는, 30 내지 110 ppm; 보다 바람직하게는, 40 내지 100 질량ppm; 보다 더 바람직하게는, 45 내지 90 질량ppm; 가장 바람직하게는, 50 내지 80 질량ppm)의 키토산을 포함한다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 5 내지 300 질량ppm (바람직하게는, 30 내지 110 ppm; 보다 바람직하게는, 40 내지 100 질량ppm; 보다 더 바람직하게는, 45 내지 90 질량ppm; 가장 바람직하게는, 50 내지 80 질량ppm)의 키토산을 포함하며, 여기서 키토산은 50,000 내지 500,000 달톤 (보다 바람직하게는, 100,000 내지 400,000 달톤; 가장 바람직하게는, 150,000 내지 350,000 달톤)의 중량 평균 분자량을 가진다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 50 내지 80 질량ppm의 키토산을 포함하며, 여기서 키토산은 150,000 내지 350,000 달톤의 중량 평균 분자량을 가진다.
- [0027] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마재를 포함한다. 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마재를 포함하며, 여기서 화학적 기계적 연마 조성물은 1 내지 6 (바람직하게는, 1 내지 4; 보다 바람직하게는, 1.5 내지 3.5; 보다 더 바람직하게는, 1.75 내지 3; 가장 바람직하게는, 2 내지 2.5)의 pH를 가진다. 보다 더 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 1 mV 초과의 제타 포텐셜로 나타나는 1 내지 6 (바람직하게는, 1 내지 4; 보다 바람직하게는, 1.5 내지 3.5; 보다 더 바람직하게는, 1.75 내지 3; 가장 바람직하게는, 2 내지 2.5)의 pH를 가진다.
- [0028] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마재를 포함하고, 여기서 콜로이달 실리카 연마재는 동적 광산란 기술에 의해 측정되는 100 nm 이하 (바람직하게는, 5 내지 100nm; 보다 바람직하게는, 10 내지 60 nm; 가장 바람직하게는, 20 내지 60 nm)의 평균 입자 크기를 가진다.
- [0029] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 0.01 내지 10 wt% (바람직하게는 0.05 내지 7.5 wt%; 보다 바람직하게는, 0.1 내지 5 wt%; 가장 바람직하게는, 0.2 내지 2 wt%)의 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이달 실리카 연마재를 포함한다.
- [0030] 본원에 사용되는 바와 같은 용어 영구적인 표면 양전하는 실리카 입자 상의 양전하는 용이하게 가역적이지 않은 것을 의미한다. 즉, 실리카 입자 상의 양전하는 플러싱(flushing), 희석 또는 여과를 통해 가역되지 않는다. 영구적인 양전하는 예를 들면 콜로이달 실리카 입자에의 양이온성 종의 공유 결합의 결과일 수 있다. 영구적인 양전하를 갖는 콜로이달 실리카는 용이하게 가역적인 양전하를 갖는 콜로이달 실리카에 대조적인 것이고, 이는 양이온성 종과 콜로이달 실리카 사이의 정전기 상호작용의 결과일 수 있다.
- [0031] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 디카복실산을 포함하고, 여기서 디카복실산은 프로판이산 (말론산으로도 알려짐) 및 2-하이드록시프로판이산 (타르트론산으로도 알려짐)으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 디카복실산을 포함하고, 여기서 디카복실산은 프로판이산이다.
- [0032] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 1 내지 2,600 질량ppm (바람직하게는, 100 내지 1,300 질량ppm; 보다 바람직하게는, 500 내지 1,250 질량ppm; 보다 더 바람직하게는, 750 내지 1,200 질량ppm; 가장 바람직하게는, 900 내지 1,100 질량ppm)의 디카복실산을 포함하고, 여기서 디카복실산은 프로판이산 및 2-하이드록시프로판이산으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 1 내지 2,600 질량ppm (바람직하게는, 100 내지 1,300 질량ppm; 보다 바람직하게는, 500 내지 1,250 질량ppm; 보다 더 바람직하게는, 750 내지 1,200 질량ppm; 가장 바람직하게는, 900 내지 1,100 질량ppm)의 디카복실산을 포함하고, 여기서 디카복실산은 프로판이산이다.
- [0033] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 초기 성분으로서 1 내지 6의 pH를 가진다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 1 내지 4의 pH를 가진다. 보다 더 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 1.5 내지 3.5의 pH를 가진다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는

화학적 기계적 연마 조성물은 2.0 내지 2.5의 pH를 가진다.

- [0034] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 임의로 pH 조절제를 포함한다. 바람직하게는, pH 조절제는 무기 및 유기 pH 조절제로 이루어진 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, pH 조절제는 무기 산 및 무기 염기로 이루어진 군으로부터 선택된다. 바람직하게는, pH 조절제는 질산 및 수산 화칼륨으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 가장 바람직하게는, pH 조절제는 수산화칼륨이다.
- [0035] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 패드는 본 기술분야에 알려진 임의의 적합한 연마 패드에 의한 것일 수 있다. 본 기술분야의 당업자는 본 발명의 방법에서 사용하기 위해 적절한 화학적 기계적 연마 패드를 선택하는 것을 알고 있을 것이다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 패드는 직물 및 부직포 연마 패드로부터 선택된다. 보다 더 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 패드는 폴리우레탄 연마층을 포함한다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 패드는 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함한다. 바람직하게는, 제공되는 화학적 기계적 연마 패드는 연마 표면 상에 적어도 하나의 그루브를 가진다.
- [0036] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 또는 그 부근에서 제공되는 화학적 기계적 연마 패드의 연마 표면 상에 분배된다.
- [0037] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 동적 접촉은 제공되는 화학적 기계적 연마 패드와 기관 사이의 계면에서 연마되는 기관의 표면에 수직인 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스로 생성된다.
- [0038] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 500 Å/min 이상 (보다 바람직하게는,  $\geq 1,000$  Å/min; 보다 더 바람직하게는,  $\geq 1,500$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\geq 2,000$  Å/min)의 텅스텐 (W) 제거 속도를 가진다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 1,000 Å/min 이상 (보다 바람직하게는,  $\geq 1,500$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\geq 2,000$  Å/min)의 텅스텐 (W) 제거 속도를 가진다. 보다 더 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 텅스텐 (W)은 1,000 Å/min 이상 (보다 바람직하게는,  $\geq 1,500$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\geq 2,000$  Å/min)의 제거 속도로 기관으로부터 제거된다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 텅스텐 (W)은 1,000 Å/min 이상 (보다 바람직하게는,  $\geq 1,500$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\geq 2,000$  Å/min)의 제거 속도로 기관으로부터 제거되고; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 80 회전수/분의 가압판 속도, 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 200 mm 연마 기계에 대해 21.4 kPa의 공칭 다운 포스로 1,000 Å/min 이상 (보다 바람직하게는,  $\geq 1,500$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\geq 2,000$  Å/min)의 텅스텐 (W) 제거 속도를 가지며; 화학적 기계적 연마 패드는 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함한다.
- [0039] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 100 Å/min 이하 (보다 바람직하게는,  $\leq 50$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\leq 25$  Å/min)의 티탄 (Ti) 제거 속도를 가진다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 티탄 (Ti)은 100 Å/min 이하 (보다 바람직하게는,  $\leq 50$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\leq 25$  Å/min)의 제거 속도로 기관으로부터 제거된다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 티탄 (Ti)은 100 Å/min 이하 (보다 바람직하게는,  $\leq 50$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\leq 25$  Å/min)의 제거 속도로 기관으로부터 제거되고; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 80 회전수/분의 가압판 속도, 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 200 mm 연마 기계에 대해 21.4 kPa의 공칭 다운 포스로 100 Å/min 이하 (보다 바람직하게는,  $\leq 50$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\leq 25$  Å/min)의 티탄 (Ti) 제거 속도를 가지며, 화학적 기계적 연마 패드는 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함한다.
- [0040] 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 500 Å/min 이상 (보다 바람직하게는,  $\geq 1,000$  Å/min; 보다 더 바람직하게는,  $\geq 1,500$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\geq 2,000$  Å/min)의 텅스텐 (W) 제거 속도 및 100 Å/min 이하의 티탄 (Ti) 제거속를 가진다. 보다 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 기관은 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하며; 텅스텐 (W)은 1,500 Å/min 이상의 제거 속도로 기관으로부터 제거되고, 티탄 (Ti)은 100 Å/min 이하 (보다 바람직하게는,  $\leq 50$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\leq 25$  Å/min)의 제거 속도로 기관으로부터 제거된다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 기관의 연마 방법에서, 제공되는 기관은 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti)을 포함하고, 텅스텐 (W)은 1,000 Å/min 이상 (보다 바람직하게는,  $\geq 1,500$  Å/min; 가장 바람직하게는,  $\geq 2,000$  Å/min)의 제거 속도로 기관으로부터 제거되

며; 티탄 (Ti)은 100 Å/min 이하 (보다 바람직하게는, ≤ 50 Å/min; 가장 바람직하게는, ≤ 25 Å/min)의 제거 속도로 기관으로부터 제거되며; 제공되는 화학적 기계적 연마 조성물은 80 회전수/분의 가압판 속도, 81 회전수/분의 캐리어 속도, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물의 유량, 200 mm 연마 기계에 대해 21.4 kPa의 공칭 다운 포스로 100 이상 (바람직하게는, ≥ 150; 보다 바람직하게는, ≥ 200; 가장 바람직하게는, ≥ 300)의 텅스텐 (W) 대 티탄 (Ti) 제거 속도 선택도, (W/Ti 선택도)를 가지며; 화학적 기계적 연마 패드는 중합성 중공 코어 미세입자를 포함하는 폴리우레탄 연마층 및 폴리우레탄 함침된 부직포 서브패드를 포함한다.

[0041] 본 발명의 일부 구현에는 이하 실시예에서 보다 상세하게 기재될 것이다.

[0042] **비교 실시예 C1-C5 및 실시예 1-8**

[0043] 화학적 기계적 연마 조성물 제조

[0044] 비교 실시예 C1-C5 및 실시예 1-8의 화학적 기계적 연마 조성물을 표 1에 열거된 양으로 성분(그 나머지는 탈이온수임)을 조합하고, 수산화칼륨 또는 질산으로 표 1에 열거된 최종 pH로 조성물의 pH를 조정함으로써 제조하였다.

[0045] **표 1.**

실시예 #	연마재* (wt%)	키토산 (ppm)		Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (ppm)	말론산 (ppm)	석신산 (ppm)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (wt%)	pH
		L**	M***					
C1	0.2	--	--	362	1320	--	2.0	2.3
C2	0.6	--	--	362	1320	--	2.0	2.3
C3	0.6	--	80	362	--	1181	2.0	2.3
C4	0.6	--	120	362	--	1181	2.0	2.3
C5	1.0	--	120	362	--	1181	2.0	2.3
1	0.6	50	--	362	1320	--	2.0	2.3
2	0.6	200	--	362	1320	--	2.0	2.3
3	0.6	--	50	362	1320	--	2.0	2.3
4	0.6	--	50	362	1041	--	2.0	2.3
5	0.6	--	80	362	1041	--	2.0	2.3
6	0.6	--	120	362	1041	--	2.0	2.3
7	1.0	--	80	362	1041	--	2.0	2.3
8	1.0	--	120	362	1041	--	2.0	2.3

\* Fuso Chemical Co., Ltd로부터 이용가능한 영구적인 표면 양전하를 갖는 콜로이드알 실리카 연마재  
 \*\* Sigma-Aldrich Co. LLC로부터 이용가능한 50,000 내지 190,000 달톤의 중량 평균 분자량 분포를 갖는 저분자량 키토산  
 \*\*\* Sigma-Aldrich Co. LLC로부터 이용가능한 190,000 내지 310,000 달톤의 중량 평균 분자량 분포를 갖는 중간 분자량 키토산.

[0046]

[0047] **비교 실시예 PC1-PC5 및 실시예 P1-P8**

[0048] 화학적 기계적 연마 제거 속도 실험

[0049] 제거 속도 연마 시험을 각각 비교 실시예 C1-C5 및 실시예 1-8에 따라 제조되는 화학적 기계적 연마 조성물을 사용하는 비교 실시예 PC1-PC5 및 실시예 P1-P8에서 수행하였다. 연마 제거 속도 실험을 Applied Materials 200 mm Mirra® 연마 기계 상에 설치된 200 mm 블랭크 웨이퍼에 대해 수행하였다. 연마 제거 속도 실험을 SEMATECH SVTC로부터 이용가능한 200 mm 텅스텐 (W) 블랭크 웨이퍼 및 SEMATECH SVTC로부터 이용가능한 티탄 (Ti) 블랭크 웨이퍼에 대해 수행하였다. 모든 연마 실험을 60초 연마 기간 동안 21.4 kPa (3.1 psi)의 다운 포스, 125 mL/min의 화학적 기계적 연마 조성물 유량, 80 회전수/분의 테이블 회전 속도 및 81 회전수/분의 캐리어 회전 속도로 SP2310 서브패드 (Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.로부터 상업적으로 이용가능함)와 쌍을 이룬 IC1010™ 폴리우레탄 연마 패드를 사용하여 수행하였다. 다이아몬드 패드 컨디셔너 PDA33A-D (Kinik Company로부터 상업적으로 이용가능함)을 사용하여 연마 패드를 컨디셔닝하였다. 연마 패드를 15분 동안 9 lbs (4.1 kg)의 컨디셔닝 다운 포스, 이후 추가의 15분 동안 7 lbs (3.18 kg)의 컨디셔닝 다운 포스를 사용하여 컨디셔너에서 파쇄하였다. 연마 패드를 연마 실험들 사이에 24초 동안 7 lbs (3.18 kg)의 다운

포스를 사용하여 연마하기 이전에 현장 외에서 추가로 컨디셔닝시켰다. 텅스텐 (W) 및 티탄 (Ti) 제거 속도를 Jordan Valley JVX-5200T 계측 장비를 사용하여 결정하였다. 제거 속도 실험의 결과는 표 2에 제공되어 있다.

[0050]

**표 2**

실시예 #	슬러리 조성물	W ( $\text{\AA}/\text{min}$ )	Ti ( $\text{\AA}/\text{min}$ )	W/Ti 선택도
PC1	비교 실시예 C1	1871	--	--
PC2	비교 실시예 C2	3431	--	--
PC3	비교 실시예 C3	3334	1349	2.5
PC4	비교 실시예 C4	3259	1124	2.9
PC5	비교 실시예 C5	3655	1087	3.4
P1	실시예 1	>4000	--	--
P2	실시예 2	227	--	--
P3	실시예 3	>4000	--	--
P4	실시예 4	2019	13	155.3
P5	실시예 5	2105	6	350.8
P6	실시예 6	173	4	43.3
P7	실시예 7	3131	20	156.6
P8	실시예 8	227	7	32.4

[0051]