



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월30일
(11) 등록번호 10-1992132
(24) 등록일자 2019년06월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/304 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0089111
(22) 출원일자 2012년08월14일
심사청구일자 2017년07월18일
(65) 공개번호 10-2013-0020587
(43) 공개일자 2013년02월27일
(30) 우선권주장
13/209,749 2011년08월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090031821 A*
KR1020040089631 A
KR1020090031589 A
JP평성10163142 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
롭 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 씨애플 홀딩스 인코포레이티드
미국 19713 델라웨어 뉴아크 벨레부 로드 451
(72) 발명자
구오 이
미국 델라웨어주 19702 뉴워크 더블유. 크리스티나 플레이스 16
이 제리
미국 델라웨어주 월밍턴 에스. 리딩 블루버드 139
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인한성

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 안선형

(54) 발명의 명칭 텅스텐의 화학 기계적 폴리싱 방법

(57) 요약

비선택성 화학 기계적 폴리싱 조성물을 사용하는 텅스텐을 포함하는 기판의 화학 기계적 폴리싱 방법.

(72) 발명자

라부아 레이몬드 엘. 주니어

미국 델라웨어주 19966 밀스버로 빅 오크 레인
24234

장 광윤

미국 펜실베이니아주 18925 퍼롱 더비셔 로드 2075

명세서

청구범위

청구항 1

텅스텐을 포함하는 기판을 제공하는 단계;

화학 기계적 폴리싱 슬러리(polishing slurry) 조성물을 제공하는 단계;

폴리싱 표면을 갖는 화학 기계적 폴리싱 패드를 제공하는 단계;

화학 기계적 폴리싱 패드의 폴리싱 표면과 기판 사이의 인터페이스에 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스(down force)로 동적 접촉(dynamic contact)을 발생시키는 단계; 및

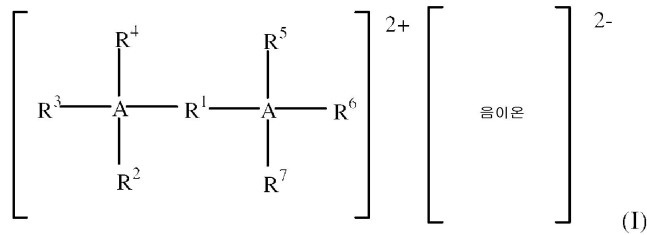
화학 기계적 폴리싱 패드와 기판 사이의 인터페이스 또는 그 부근의 화학 기계적 폴리싱 패드상에 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 분배하는 단계를 포함하고,

여기에서, 상기 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물은 초기 성분으로서:

물;

연마재(abrasive) 0.1 내지 5 wt%;

하기 화학식 (I)의 디-4급(di-quatarnary) 화합물 0.005 내지 0.1 wt%



프탈산, 프탈산 무수물, 프탈레이트 화합물 및 프탈산 유도체 중 적어도 하나 0.001 내지 10 wt%; 및

포타슘 아이오데이트 0.001 내지 10 wt%;로 이루어지고,

상기 식에서,

각각의 A는 N 및 P로부터 독립적으로 선택되고;

R¹은 포화 C₁-C₁₅ 알킬렌 그룹, 불포화 C₂-C₁₅ 알킬렌 그룹, C₆-C₁₅ 아릴렌 그룹 및 C₇-C₁₅ 아르알킬렌 그룹으로부터 선택되며;

R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 수소, 포화 C₁-C₁₅ 알킬 그룹, 불포화 C₂-C₁₅ 알킬 그룹, C₆-C₁₅ 아릴 그룹, C₇-C₁₅ 아르알킬 그룹 및 C₇-C₁₅ 알크아릴 그룹으로부터 독립적으로 선택되고;

화학식 (I)의 음이온은 화학식 (I)의 양이온상의 2+ 전하와 균형을 이루는 임의의 음이온 또는 음이온의 조합일 수 있으며;

여기에서, 상기 제공되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 1 내지 4의 pH를 가지며, 5 Å/분 이하의 텅스텐 정적 에칭 속도(static etch rate) 및 100 Å/분 이상의 텅스텐 제거 속도를 나타내고, 0.001 wt% 미만의 퍼-옥시 산화제를 함유하며, 0.0001 wt% 미만의 부식 저해제를 함유하고;

여기에서, 기판은 폴리싱되며, 기판으로부터 텅스텐의 일부가 제거되는,

기판의 화학 기계적 폴리싱 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 화학 기계적 폴리싱 조성물이 300 Å/분 이상의 텅스텐 제거 속도를 나타내는 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 기관이 테트라에틸오르토실리케이트를 추가로 포함하고; 적어도 테트라에틸오르토실리케이트의 일부가 기관으로부터 제거되며; 화학 기계적 폴리싱 조성물의 텅스텐 제거 속도 대 테트라에틸오르토실리케이트 제거 속도 선택성이 5:1 내지 1:5를 나타내는 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 기관이 Si₃N₄를 추가로 포함하고; 적어도 Si₃N₄의 일부가 기관으로부터 제거되며; 화학 기계적 폴리싱 조성물의 텅스텐 제거 속도 대 Si₃N₄ 제거 속도 선택성이 2:1 내지 1:2를 나타내는 방법.

청구항 5

텅스텐을 포함하는 기관을 제공하는 단계;

화학 기계적 폴리싱 슬러리(polishing slurry) 조성물을 제공하는 단계;

폴리싱 표면을 갖는 화학 기계적 폴리싱 패드를 제공하는 단계;

화학 기계적 폴리싱 패드의 폴리싱 표면과 기관 사이의 인터페이스에 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스(down force)로 동적 접촉(dynamic contact)을 발생시키는 단계; 및

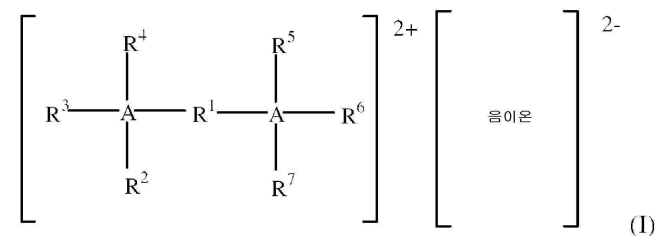
화학 기계적 폴리싱 패드와 기관 사이의 인터페이스 또는 그 부근의 화학 기계적 폴리싱 패드상에 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 분배하는 단계를 포함하고,

여기에서, 상기 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물은 초기 성분으로서:

물;

10 내지 100 nm의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카 연마제 1.5 내지 3.5 wt%;

하기 화학식 (I)의 디-4급(di-quaternary) 화합물 0.01 내지 0.1 wt%



암모늄 수소 프탈레이트 0.01 내지 1 wt%;

포타슘 아이오데이트 0.01 내지 1 wt%; 및

임의로 질산, 황산 및 염산으로 이루어진 군에서 선택되는 산;으로 이루어지고,

상기 식에서,

각각의 A는 N이고; R¹은 -(CH₂)₄- 그룹이고; R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 -(CH₂)₃CH₃ 그룹이며; 화학식 (I)의 음이온은 화학식 (I)의 양이온상의 2+ 전하와 균형을 이루는 임의의 음이온 또는 음이온의 조합일 수 있으며;

여기에서, 상기 제공되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 2 내지 3의 pH를 가지며, 5 Å/분 이하의 텅스텐 정적 에칭 속도(static etch rate) 및 100 Å/분 이상의 텅스텐 제거 속도를 나타내고, 0.001 wt% 미만의 퍼-옥시 산화제를 함유하며, 0.0001 wt% 미만의 부식 저해제를 함유하고;

여기에서, 기관은 폴리싱되며, 기관으로부터 텅스텐의 일부가 제거되는,

기관의 화학 기계적 폴리싱 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서, 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 폴리우레탄 함침(impregnated) 부직포 폴리싱 패드를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 패드를 사용하여, 133rpm(분당 회전수)의 플래튼(platen) 속도, 111rpm의 캐리어(carrier) 속도, 200 ml/분의 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 및 200 mm 폴리싱 기계상의 공칭 다운 포스 13.8 kPa에서, 텅스텐 제거 속도를 300 Å/분 이상으로 촉진하는 방법.

청구항 7

제 6항에 있어서, 기관이 테트라에틸오르토실리케이트를 추가로 포함하고; 적어도 테트라에틸오르토실리케이트의 일부가 기관으로부터 제거되며; 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 폴리우레탄 함침 부직포 폴리싱 패드를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 패드를 사용하여, 133rpm의 플래튼 속도, 111rpm의 캐리어 속도, 200 ml/분의 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 및 200 mm 폴리싱 기계상의 공칭 다운 포스 13.8 kPa에서, 텅스텐 제거 속도 대 테트라에틸오르토실리케이트 제거 속도 선택성이 5:1 내지 1:5를 나타내는 방법.

청구항 8

제 6항에 있어서, 기관이 Si₃N₄를 추가로 포함하고; 적어도 Si₃N₄의 일부가 기관으로부터 제거되며; 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 폴리우레탄 함침 부직포 폴리싱 패드를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 패드를 사용하여, 133rpm의 플래튼 속도, 111rpm의 캐리어 속도, 200 ml/분의 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 및 200 mm 폴리싱 기계상의 공칭 다운 포스 13.8 kPa에서, 텅스텐 제거 속도 대 Si₃N₄ 제거 속도 선택성이 2:1 내지 1:2를 나타내는 방법.

청구항 9

제 5항에 있어서, 제공되는 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물이 초기 성분으로서:

물;

25 내지 75 nm의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카 연마제 1.5 내지 3.5 wt%;

각각의 A는 N이고, R¹은 -(CH₂)₄- 그룹이고, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 -(CH₂)₃CH₃ 그룹인 화학식 (I)의 디-4급 화합물 0.01 내지 0.03 wt%;

암모늄 수소 프탈레이트 0.05 내지 0.5 wt%;

포타슘 아이오데이트 0.1 내지 0.5 wt%; 및

임의로 질산, 황산 및 염산으로 이루어진 군에서 선택되는 산;으로 이루어지는, 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서, 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 폴리우레탄 함침 부직포 폴리싱 패드를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 패드를 사용하여, 133rpm의 플래튼 속도, 111rpm의 캐리어 속도, 200 ml/분의 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 및 200 mm 폴리싱 기계상의 공칭 다운 포스 13.8 kPa에서, 텅스텐 제거 속도를 300 Å/분 이상으로 촉진하고;

기관은 Si₃N₄를 추가로 포함하며, 여기에서 적어도 Si₃N₄의 일부가 기관으로부터 제거되고;

여기에서 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 폴리우레탄 함침 부직포 폴리싱 패드를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 패드를 사용하여, 133rpm의 플래튼 속도, 111rpm의 캐리어 속도, 200 ml/분의 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 및 200 mm 폴리싱 기계상의 공칭 다운 포스 13.8 kPa에서, 텅스텐 제거 속도 대 Si₃N₄ 제거 속도 선택성이 2:1 내지 1:2을 나타내는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 텅스텐을 포함하는 기판의 화학 기계적 폴리싱 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 텅스텐 비아(vias)를 포함하는 반도체 기판의 화학 기계적 폴리싱 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 텅스텐은 반도체 생산에 있어서 집적 회로 제작시 내부 층 금속 라인(lines)을 연결하는 비아 및 홀(holes)의 접착을 형성하는데 널리 사용된다. 전형적으로, 비아 홀은 연결 라인(interconnection lines)에 또는 반도체 기판에 층간 절연막(interlevel dielectric) (ILD)을 통해 에칭된다(etched). 그 다음, 예를 들면, 티타늄 니트라이드 또는 티타늄의 얇은 접착 층은 ILD 위 및 에칭되는 비아 홀 내로 형성될 수 있다. 그 다음, 텅스텐 필름은 접착 층 위 및 비아 내로 블랭킷 증착된다(blanket deposited). 그 다음, 과량의 텅스텐은 화학 기계적 폴리싱 (CMP)에 의해 제거되고 텅스텐 비아를 형성한다.

[0003] CMP 내에서 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 CMP의 성공을 결정하는데 있어서 가변적으로 중요하다. 연마재(abrasive) 및 기타 첨가제의 선택에 따라, 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 원하는 폴리싱 속도로 존재하는 가변 층의 효과적인 폴리싱을 제공하는 반면, 표면 불완전성, 결함, 부식 및 텅스텐 비아 부근 층간 절연막의 침식을 최소화하기 위해 맞춤 제작될 수 있다. 또한, 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 예를 들면, 티타늄, 티타늄 니트라이드, 실리콘 니트라이드 및 이와 유사한 것과 같은 폴리싱되는 기판의 표면에 존재하는 기타 물질에 대한 제어된 폴리싱 선택성을 제공하기 위해 사용될 수 있다.

[0004] 전형적으로, 텅스텐 CMP 공정은 연마제 입자 및 화학적 시약을 포함하는 화학 기계적 폴리싱 조성물을 사용하여 수행된다. 텅스텐 CMP에 대한 종래의 폴리싱 조성물은 극심한 산화 환경에서 연마제 물질로 알루미늄 (Al₂O₃) 또는 실리카 (SiO₂) 미립자를 사용한다. 산화제의 선택은 폴리싱 조성물의 전체적인 배합 및 텅스텐 CMP 집적 공정의 구체적인 조건에 의존한다. 조성물에 의해 나타나는 텅스텐 제거 속도를 강화하기 위한 노력으로, 사용되는 폴리싱 조성물은 텅스텐을 에칭하기 위해 디자인된 재료와 증가적으로 배합된다. 그러나 많은 경우에 있어서 생성된 조성물은, 기계적 연마에 의해서 표면으로부터 텅스텐을 더욱 쉽게 제거하여 연한 산화 필름으로 전환하는 것 대신에, 텅스텐을 표면으로부터 화학적으로 에칭하는 방식으로 텅스텐을 에칭한다. 이러한 강화된 화학적 반응에 기인하여, 그러한 조성물은 텅스텐 플러그(plug)의 리세싱(recessing)을 일으키는 경향이 있다. 리세싱된 텅스텐 비아는, 비아 내 텅스텐의 표면이 주위의 층간 절연막 물질의 아래에 존재하는 경우, 장치의 기타 영역에 대한 전기 접촉 문제를 일으킬 수 있다. 또한, 텅스텐 비아 중심에서의 리세싱은 후속 레벨링의 장치에 증가된 비편평성(nonplanarity)을 야기할 수 있다. 또한, 비아 중심으로부터 텅스텐의 에칭은 바람직하지 않은 "키홀링(keyholing)"을 일으킬 수 있다.

[0005] 텅스텐 비아 형성을 개선시키기 위해 제안된 하나의 해법은 미국 특허 제6,136,711호에서 Grumbine 등에 의해 개시된다. Grumbine 등은 텅스텐의 에칭이 가능한 화합물 및 적어도 하나의 텅스텐 에칭 저해제를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 조성물을 개시하고, 여기에서 텅스텐 에칭의 저해제는 알킬암모늄 이온을 형성하는 3개 이상의 탄소 원자를 갖는 화합물, 3개 이상의 탄소 원자를 갖는 아미노 알킬, 황 함유 아미노산 외의 아미노산 및 이의 혼합물로부터 선택되는 질소 함유 작용기를 포함하는 화합물이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

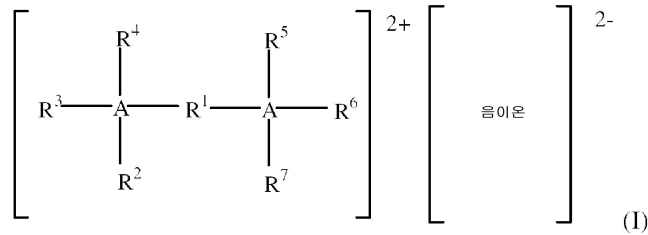
[0006] 텅스텐 폴리싱 단계 다음에 산화물 버프(buff) 단계의 사용은 더 나은 텅스텐 비아 표면형태(topography)를 형성하기 위한 대체적인 수단을 제공한다. 그러한 산화물 버프 단계는 계속해서 수축하는 반도체 기판상의 접촉 크기로 인해 점점 더 중요해지고 있다.

[0007] 따라서, 새로운 화학 기계적 폴리싱 조성물 및 더 나은 표면형태 형성을 수행하기 위한 텅스텐 버프 제제로서의 사용방법에 대한 지속적인 필요가 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은 텅스텐을 포함하는 기판을 제공하는 단계;
- [0009] 화학 기계적 폴리싱 슬러리(polishing slurry) 조성물을 제공하는 단계;
- [0010] 폴리싱 표면을 갖는 화학 기계적 폴리싱 패드를 제공하는 단계;

- [0011] 화학 기계적 폴리싱 패드의 폴리싱 표면과 기판 사이의 인터페이스에 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스(down force)로 동적 접촉(dynamic contact)을 발생시키는 단계; 및
- [0012] 화학 기계적 폴리싱 패드와 기판 사이의 인터페이스 또는 그 부근의 화학 기계적 폴리싱 패드상에 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 분배하는 단계를 포함하고,
- [0013] 여기에서, 상기 화학 기계적 폴리싱 조성물은 초기 성분으로서:
- [0014] 물;
- [0015] 연마재 0.1 내지 5 wt%;
- [0016] 하기 화학식 (I)의 디-4급(diquaternary) 화합물 0.005 내지 0.1 wt%



- [0017] ;
- [0018] 프탈산, 프탈산 무수물, 프탈레이트 화합물 및 프탈산 유도체 중 적어도 하나 0.001 내지 10 wt%; 및
- [0019] 0.001 내지 10 wt% 포타슘 아이오데이트를 포함하며 (필수적으로 구성되며),
- [0020] 상기 식에서, 각각의 A는 N 및 P로부터 독립적으로 선택되고;
- [0021] R¹은 포화 또는 불포화 C₁-C₁₅ 알킬 그룹, C₆-C₁₅ 아릴 그룹 및 C₆-C₁₅ 아르알킬 그룹으로부터 선택되며;
- [0022] R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 수소, 포화 또는 불포화 C₁-C₁₅ 알킬 그룹, C₆-C₁₅ 아릴 그룹, C₆-C₁₅ 아르알킬 그룹 및 C₆-C₁₅ 알크아릴 그룹으로부터 독립적으로 선택되고;
- [0023] 화학식 (I)의 음이온은 화학식 (I)의 양이온상의 2+ 전하와 균형을 이루는 임의의 음이온 또는 음이온의 조합일 수 있으며;
- [0024] 여기에서, 제공되는 화학 기계적 폴리싱 조성물의 pH가 1 내지 4이고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 5 Å/분 이하의 텅스텐 정적 에칭 속도(static etch rate) 및 100 Å/분 이상의 텅스텐 제거 속도를 나타내고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.001 wt% 미만의 퍼-옥시 산화제를 함유하며, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.005 wt% 미만의 부식 저해제를 함유하고;
- [0025] 여기에서, 기판은 폴리싱되며, 기판으로부터 텅스텐의 일부가 제거되는 기판의 화학 기계적 폴리싱 방법을 제공한다.
- [0026] 본 발명은 또한 텅스텐을 포함하는 기판을 제공하는 단계;
- [0027] 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 제공하는 단계;
- [0028] 폴리싱 표면을 갖는 화학 기계적 폴리싱 패드를 제공하는 단계;
- [0029] 화학 기계적 폴리싱 패드의 폴리싱 표면과 기판 사이의 인터페이스에 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스로 동적 접촉을 발생시키는 단계; 및
- [0030] 화학 기계적 폴리싱 패드와 기판 사이의 인터페이스 또는 그 부근의 화학 기계적 폴리싱 패드상에 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 분배하는 단계를 포함하고,
- [0031] 여기에서, 상기 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물은 초기 성분으로서:
- [0032] 물;
- [0033] 10 내지 100 nm의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카 연마재 1.5 내지 3.5 wt%;

- [0034] 각각의 A는 N이고, R¹은 -(CH₂)₄- 그룹이고, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 -(CH₂)₃CH₃ 그룹인 화학식 (I)의 디-4급 화합물 0.01 내지 0.1 wt%;
- [0035] 암모늄 수소 프탈레이트 0.01 내지 1 wt%; 및
- [0036] 포타슘 아이오데이트 0.01 내지 1 wt%를 포함하며 (필수적으로 구성되며),
- [0037] 여기에서, 제공되는 화학 기계적 폴리싱 조성물의 pH가 2 내지 3이고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 5 Å/분 이하의 텅스텐 정적 에칭 속도(static etch rate) 및 100 Å/분 이상의 텅스텐 제거 속도를 나타내고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.001 wt% 미만의 퍼-옥시 산화제를 함유하며, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.005 wt% 미만의 부식 저해제를 함유하고;
- [0038] 기관은 폴리싱되며, 기관으로부터 텅스텐의 일부가 제거되는 기관의 화학 기계적 폴리싱 방법을 제공한다.
- [0039] 본 발명은 또한 텅스텐을 포함하는 기관을 제공하는 단계;
- [0040] 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 제공하는 단계;
- [0041] 폴리싱 표면을 갖는 화학 기계적 폴리싱 패드를 제공하는 단계;
- [0042] 화학 기계적 폴리싱 패드의 폴리싱 표면과 기관 사이의 인터페이스에 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스로 동적 접촉을 발생시키는 단계; 및
- [0043] 화학 기계적 폴리싱 패드와 기관 사이의 인터페이스 또는 그 부근의 화학 기계적 폴리싱 패드상에 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 분배하는 단계를 포함하고,
- [0044] 여기에서, 상기 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물은 초기 성분으로서:
- [0045] 물;
- [0046] 25 내지 75 nm의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카 연마제 1.5 내지 3.5 wt%;
- [0047] 각각의 A는 N이고, R¹은 -(CH₂)₄- 그룹이고, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 -(CH₂)₃CH₃ 그룹인 화학식 (I)의 디-4급 화합물 0.01 내지 0.03 wt%;
- [0048] 암모늄 수소 프탈레이트 0.05 내지 0.5 wt%; 및
- [0049] 포타슘 아이오데이트 0.1 내지 0.5 wt%를 포함하며 (필수적으로 구성되며),
- [0050] 여기에서, 제공되는 화학 기계적 폴리싱 조성물의 pH가 2 내지 3이고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 5 Å/분 이하의 텅스텐 정적 에칭 속도(static etch rate) 및 100 Å/분 이상의 텅스텐 제거 속도를 나타내고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.001 wt% 미만의 퍼-옥시 산화제를 함유하며, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.005 wt% 미만의 부식 저해제를 함유하고;
- [0051] 기관은 폴리싱되며, 기관으로부터 텅스텐의 일부가 제거되고;
- [0052] 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 폴리우레탄 함침 부직포 폴리싱 패드를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 패드를 사용하여, 133rpm (분당 회전수)의 플래튼(platen) 속도, 111rpm의 캐리어(carrier) 속도, 200 ml/분의 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 및 200 mm 폴리싱 기계상의 공칭 다운 포스(down force) 13.8 kPa에서, 300 Å/분 이상의 텅스텐 제거 속도를 촉진하고;
- [0053] 기관은 Si₃N₄를 추가로 포함하며, 적어도 Si₃N₄의 일부가 기관으로부터 제거되고;
- [0054] 여기에서 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 폴리우레탄 함침 부직포 폴리싱 패드를 포함하는 화학 기계적 폴리싱 패드를 사용하여, 133rpm의 플래튼 속도, 111rpm의 캐리어 속도, 200 ml/분의 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 및 200 mm 폴리싱 기계상의 공칭 다운 포스 13.8 kPa에서, 텅스텐 제거 속도 대 Si₃N₄ 제거 속도 선택성이 2:1 내지 1:2를 나타내는 기관의 화학 기계적 폴리싱 방법을 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0055] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법은 폴리싱 텅스텐을 포함하는 기관, 특히 텅스텐 비아를 포함하는 반도체 웨

이퍼(wafers)를 폴리싱하는데 유용하다. 본 발명의 방법에서 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은, 바람직하게 비선택성의 적용가능한 제제 내에서 낮은 텅스텐 정적 에칭 속도 ($\leq 5 \text{ \AA/분}$)를 나타낸다.

[0056] 본 발명의 기관의 화학 기계적 폴리싱 방법은 텅스텐을 포함하는 기관의 화학 기계적 폴리싱에 유용하다. 본 발명의 기관의 화학 기계적 폴리싱 방법은 특히 텅스텐 비아를 갖는 반도체 웨이퍼의 화학 기계적 폴리싱에 유용하다.

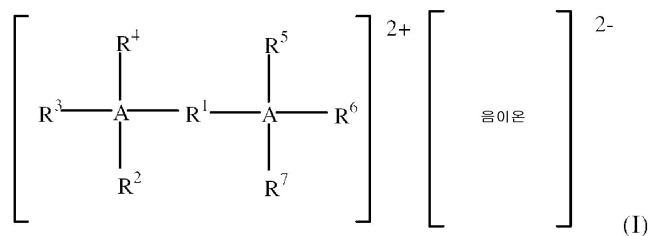
[0057] 바람직하게, 본 발명의 방법을 사용하여 폴리싱되는 기관은 임의로 포스포르 실리케이트 글래스 (PSG), 보로-포스포르 실리케이트 글래스 (BPSG), 도핑되지 않은(undoped) 실리케이트 글래스 (USG), 스핀-온-글래스(spin-on-glass) (SOG), 테트라에틸 오르토실리케이트 (TEOS), 플라즈마-강화 TEOS (PETEOS), 유동성 옥사이드 (FOX), 고밀도 플라즈마 화학 증착 (HDP-CVD) 옥사이드 및 실리콘 니트라이드 (Si_3N_4)로부터 선택되는 추가적인 물질을 추가로 포함한다. 바람직하게, 본 발명의 방법을 사용하여 폴리싱되는 기관이 TEOS 및 Si_3N_4 로부터 선택되는 추가적인 물질을 추가로 포함한다.

[0058] 바람직하게, 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물 내의 초기 성분으로서 사용되는 물은, 부차적인 불순물을 제한하기 위해 적어도 탈이온화되고 증류된 것이다.

[0059] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물에 사용하기 적합한 연마제는, 예를 들면, 무기 옥사이드, 무기 하이드록사이드, 무기 하이드록사이드 옥사이드, 금속 보라이드, 금속 카르바이드, 금속 니트라이드, 중합체 입자 및 전술한 것 중 적어도 하나를 포함하는 혼합물을 포함한다. 적합한 무기 옥사이드는, 예를 들면, 실리카 (SiO_2), 알루미나 (Al_2O_3), 지르코니아 (ZrO_2), 세리아 (CeO_2), 망가니즈 옥사이드 (MnO_2), 티타늄 옥사이드 (TiO_2) 또는 전술한 옥사이드 중 적어도 하나를 포함하는 조합을 포함한다. 또한, 유기 중합체-코팅된 무기 옥사이드 입자 및 무기 코팅된 입자와 같은 이러한 무기 옥사이드의 변형된 형태는 바람직한 경우 활용될 수 있다. 적합한 금속 카르바이드, 보라이드 및 니트라이드는, 예를 들면, 실리콘 카르바이드, 실리콘 니트라이드, 실리콘 카르보니트라이드 (SiCN), 보론 카르바이드, 텅스텐 카르바이드, 지르코늄 카르바이드, 알루미늄 보라이드, 탄탈륨 카르바이드, 티타늄 카르바이드 또는 전술한 금속 카르바이드, 보라이드 및 니트라이드 중 적어도 하나를 포함하는 조합을 포함한다. 바람직하게, 사용되는 연마제는 콜로이드성 실리카 연마제이다. 더욱 바람직하게, 사용되는 연마제는 잘 알려진 레이저 광 산란 기법(laser light scattering techniques)에 의해 결정된 1 내지 100 nm (더욱 바람직하게 10 내지 100 nm, 더욱더 바람직하게 25 내지 75 nm)의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카이다.

[0060] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 바람직하게 초기 성분으로서, 0.1 내지 5 wt% (더욱 바람직하게 1.5 내지 3.5 wt%) 연마제를 포함한다. 바람직하게, 연마제는 콜로이드성 실리카 연마제이다. 가장 바람직하게, 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 조성물은 초기 성분으로서, 1 내지 100 nm (더욱 바람직하게 10 내지 100 nm, 더욱더 바람직하게 25 내지 75 nm)의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카 연마제 0.1 내지 5 wt% (더욱더 바람직하게 1.5 내지 3.5 wt%) 를 포함한다.

[0061] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 바람직하게 초기 성분으로서, 화학식 (I)의 디-4급 기관을 포함한다:



[0062]

[0063] 상기 식에서 각각의 A는 N 및 P로부터 독립적으로 선택되고, 바람직하게 각각의 A는 N이고, R^1 은 포화 또는 불포화 $\text{C}_1\text{-C}_{15}$ 알킬 그룹, $\text{C}_6\text{-C}_{15}$ 아릴 그룹 및 $\text{C}_6\text{-C}_{15}$ 아르알킬 그룹으로부터 선택되고 (바람직하게 $\text{C}_2\text{-C}_{10}$ 알킬 그룹; 더욱 바람직하게 $\text{C}_2\text{-C}_6$ 알킬 그룹, 더욱더 바람직하게 $\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-}$ 그룹 및 $\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-}$ 그룹, 가장 바람직하게 $\text{-(CH}_2\text{)}_4\text{-}$ 그룹), $\text{R}^2, \text{R}^3, \text{R}^4, \text{R}^5, \text{R}^6$ 및 R^7 은 각각 수소, 포화 또는 불포화 $\text{C}_1\text{-C}_{15}$ 알킬 그룹, $\text{C}_6\text{-C}_{15}$ 아릴 그룹, $\text{C}_6\text{-C}_{15}$ 아르알킬 그룹 및 $\text{C}_6\text{-C}_{15}$ 알킬아릴 그룹으로부터 독립적으로 선택되고 (바람직하게 수소 및 $\text{C}_1\text{-C}_6$ 알킬 그

룹, 더욱 바람직하게 수소 및 부틸 그룹, 가장 바람직하게 부틸 그룹), 화학식 (I)의 음이온은 화학식 (I)의 양이온상의 2+ 전하와 균형을 이루는 임의의 음이온 또는 음이온의 조합일 수 있다 (화학식 (I)의 음이온은 바람직하게 할라이드 음이온, 하이드록사이드 음이온, 니트레이트 음이온, 설페이트 음이온 및 포스페이트 음이온, 더욱 바람직하게 할라이드 음이온 및 하이드록사이드 음이온, 가장 바람직하게 하이드록사이드 음이온으로부터 선택된다).

[0064] 바람직하게, 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 초기 성분으로서, 화학식 (I)의 디-4급 기관 0.005 내지 0.1 wt% (더욱 바람직하게 0.01 내지 0.1 wt%, 가장 바람직하게 0.01 내지 0.03 wt%)를 포함한다. 가장 바람직하게, 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 초기 성분으로서, 화학식 (I)의 디-4급 기관 0.005 내지 0.1 wt% (더욱 바람직하게 0.01 내지 0.1 wt%, 가장 바람직하게 0.01 내지 0.03 wt%)를 포함하고, 각각의 A는 N이고, R¹은 -(CH₂)₄- 그룹이고, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 -(CH₂)₃CH₃ 그룹이다. 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물 내에 임의의 화학식 (I)의 디-4급 기관의 포함은 (실시예에 제시된 폴리싱 조건 하에서) 증가된 실리콘 옥사이드 제거 속도, 감소된 Si₃N₄ 제거 속도 및 약간 강화된 텅스텐 제거 속도를 제공한다.

[0065] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 바람직하게 초기 성분으로서, 프탈산, 프탈산 무수물, 프탈레이트 화합물 및 프탈산 유도체 중 적어도 하나 0.001 내지 10 wt% (더욱 바람직하게 0.01 내지 1 wt%, 가장 바람직하게 0.05 내지 0.5 wt%)를 포함한다. 바람직하게, 프탈산은 예를 들면, 수소 포타슘 프탈레이트와 같은 프탈레이트 화합물의 첨가를 통해; 또는 예를 들면, 암모늄 수소 프탈레이트와 같은 프탈산 유도체의 첨가를 통해, 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물 내로 포함된다. 가장 바람직하게, 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 초기 성분으로서, 암모늄 수소 프탈레이트 0.001 내지 10 wt% (더욱 바람직하게 0.01 내지 1 wt%, 가장 바람직하게 0.05 내지 0.5 wt%)를 포함한다.

[0066] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 바람직하게 초기 성분으로서, 포타슘 아이오데이트 0.001 내지 10 wt% (더욱 바람직하게 0.01 내지 1 wt%, 가장 바람직하게 0.1 내지 0.5 wt%)를 포함한다.

[0067] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 바람직하게 pH가 1 내지 4 (더욱 바람직하게 2 내지 3)이다. 화학 기계적 폴리싱 조성물의 pH를 조정하기에 적합한 산은, 예를 들면, 질산, 황산 및 염산을 포함한다. 화학 기계적 폴리싱 조성물의 pH를 조정하기에 적합한 염기는, 예를 들면, 암모늄 하이드록사이드, 포타슘 하이드록사이드, 테트라메틸암모늄 하이드록사이드 및 바이카르보네이트; 바람직하게 테트라메틸암모늄 하이드록사이드를 포함한다.

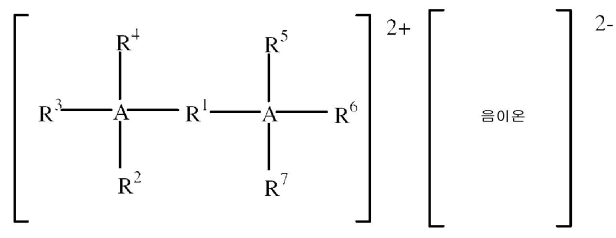
[0068] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 임의로 소포제, 분산제, 계면활성제 및 버퍼로부터 선택되는 추가적인 첨가제를 추가로 포함한다.

[0069] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 퍼-옥시 산화제 프리(free)이다. 여기 및 첨부된 청구항에서 사용되는 바와 같이, 용어 "퍼-옥시 산화제"는 수소 퍼옥사이드, 우레아 수소 퍼옥사이드, 퍼카르보네이트 염, 벤조일 퍼옥사이드, 피아세트산, 소듐 퍼옥사이드, 디-tert-부틸 퍼옥사이드, 모노 퍼셀페이트 염, 디퍼셀페이트 염, 철(III) 화합물로부터 선택되는 산화제를 의미한다. 여기 및 첨부된 청구항에서 사용되는 바와 같이, 용어 "퍼-옥시 산화제 프리"는 화학 기계적 폴리싱 조성물이 퍼-옥시 산화제 0.001 wt% 미만을 함유한다는 의미이다. 바람직하게, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.0005wt% 미만 (더욱 바람직하게 0.0001 wt% 미만) 퍼-옥시 산화제를 함유한다.

[0070] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법에 사용되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 부식 저해제 프리이다. 여기 및 첨부된 청구항에서 사용되는 바와 같이, 용어 "부식 저해제"는 폴리싱할 표면에 흡착하고 그 위에 필름을 형성함으로써 텅스텐의 부식을 저해하는 작용을 하는 성분이다. 부식 저해제, 예를 들면: 벤조트리아졸; 1,2,3-벤조트리아졸; 5,6-디메틸-1,2,3-벤조트리아졸; 1-(1,2-디카르복시에틸)벤조트리아졸; 1-[N,N-비스(하이드록시에틸)아미노메틸]벤조트리아졸; 또는 1-(하이드록시메틸)벤조트리아졸. 여기 및 첨부된 청구항에서 사용되는 바와 같이, 용어 "부식 저해제 프리"는 화학 기계적 폴리싱 조성물이 부식 저해제 0.005 wt% 미만을 함유한다는 의미이다. 바람직하게, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 부식 저해제 0.001wt% 미만 (더욱 바람직하게 0.0001 wt% 미만)을 함유한다.

[0071] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법은 바람직하게, 텅스텐을 포함하는 기관 (바람직하게 기관은 텅스텐 비아를 포함하는 반도체 웨이퍼이다)을 제공하는 단계;

- [0072] 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 제공하는 단계;
- [0073] 폴리싱 표면을 갖는 화학 기계적 폴리싱 패드를 제공하는 단계;
- [0074] 화학 기계적 폴리싱 패드의 폴리싱 표면과 기판 사이의 인터페이스에 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스로 동적 접촉을 발생시키는 단계; 및
- [0075] 화학 기계적 폴리싱 패드와 기판 사이의 인터페이스 또는 그 부근의 화학 기계적 폴리싱 패드상에 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 분배하는 단계를 포함하고,
- [0076] 여기에서, 상기 화학 기계적 폴리싱 조성물은 초기 성분으로서:
- [0077] 물;
- [0078] 연마재 (바람직하게 연마재는 10 내지 100 nm (바람직하게 25 내지 50 nm)의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카 연마제이다) 0.1 내지 5 wt% (바람직하게 1.5 내지 3.5 wt%);
- [0079] 하기 화학식 (I)의 디-4급 화합물 0.005 내지 0.1 wt% (바람직하게 0.01 내지 0.1 wt%; 더욱 바람직하게 0.01 내지 0.03 wt%)



- [0080] ;
- [0081] 프탈산, 프탈산 무수물, 프탈레이트 화합물 및 프탈산 유도체 (바람직하게 암모늄 수소 프탈레이트) 중 적어도 하나 0.001 내지 10 wt% (바람직하게 0.01 내지 1 wt%, 더욱 바람직하게 0.05 내지 0.5 wt%); 및
- [0082] 0.01 내지 10 wt% (바람직하게 0.01 내지 1 wt%; 더욱 바람직하게 0.1 내지 0.5 wt%) 포타슘 아이오데이트를 포함하며 (필수적으로 구성되며),
- [0083] 상기 식에서,
- [0084] 각각의 A는 N 및 P로부터 독립적으로 선택되고 (바람직하게 각각의 A는 N이다);
- [0085] R¹은 포화 또는 불포화 C₁-C₁₅ 알킬 그룹, C₆-C₁₅ 아릴 그룹 및 C₆-C₁₅ 아르알킬 그룹으로부터 선택되며 (바람직하게 R¹은 -(CH₂)₄- 그룹이다);
- [0086] R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 수소, 포화 또는 불포화 C₁-C₁₅ 알킬 그룹, C₆-C₁₅ 아릴 그룹, C₆-C₁₅ 아르알킬 그룹 및 C₆-C₁₅ 알크아릴 그룹으로부터 독립적으로 선택되고 (바람직하게 R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ 및 R⁷은 각각 -(CH₂)₃CH₃ 그룹이다);
- [0087] 화학식 (I)의 음이온은 화학식 (I)의 양이온상의 2+ 전하와 균형을 이루는 임의의 음이온 또는 음이온의 조합일 수 있으며;
- [0088] 여기에서, 제공되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 pH가 1 내지 4 (바람직하게 2 내지 3)이고, 화학 기계적 폴리싱 조성물이 (실시에에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와 같이) 5 Å/분 이하의 텅스텐 정적 에칭 속도 및 (실시에에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와 같이) 100 Å/분 이상 (바람직하게 300 Å/분 이상)의 텅스텐 제거 속도를 나타내고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.001 wt% 미만의 퍼-옥시 산화제를 함유하며, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.005 wt% 미만의 부식 저해제를 함유하고;
- [0089] 여기에서, 기판은 폴리싱되며, 기판으로부터 텅스텐의 일부가 제거된다.
- [0090] 바람직하게, 기판이 TEOS를 추가로 포함하고, 적어도 TEOS의 일부가 기판으로부터 제거되며, 화학 기계적 폴리싱 조성물의 텅스텐 제거 속도 대 TEOS 제거 속도 선택성이 (실시에에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와

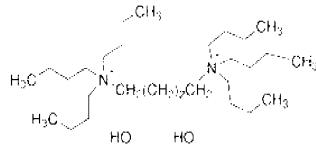
같이) 5:1 내지 1:5를 나타낸다. 바람직하게, 기판이 Si_3N_4 를 추가로 포함하고, 적어도 Si_3N_4 의 일부가 기판으로부터 제거되며, 화학 기계적 폴리싱 조성물의 텅스텐 제거 속도 대 Si_3N_4 제거 속도 선택성이 (실시예에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와 같이) 2:1 내지 1:2를 나타낸다.

- [0091] 본 발명의 화학 기계적 폴리싱 방법은 바람직하게 텅스텐을 포함하는 기판 (바람직하게 기판은 텅스텐 비아를 포함하는 반도체 웨이퍼이다)을 제공하는 단계;
- [0092] 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 제공하는 단계;
- [0093] 폴리싱 표면을 갖는 화학 기계적 폴리싱 패드를 제공하는 단계;
- [0094] 화학 기계적 폴리싱 패드의 폴리싱 표면과 기판 사이의 인터페이스에 0.69 내지 34.5 kPa의 다운 포스로 동적 접촉을 발생시키는 단계; 및
- [0095] 화학 기계적 폴리싱 패드와 기판 사이의 인터페이스 또는 그 부근의 화학 기계적 폴리싱 패드상에 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물을 분배하는 단계를 포함하고,
- [0096] 여기에서, 상기 화학 기계적 폴리싱 슬러리 조성물은 초기 성분으로서:
- [0097] 물;
- [0098] 25 내지 75 nm의 평균 입자 크기를 갖는 콜로이드성 실리카 연마제 1.5 내지 3.5 wt%;
- [0099] 각각의 A는 N이고, R^1 은 $-(\text{CH}_2)_4-$ 그룹이고, R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 및 R^7 은 각각 $-(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ 그룹인 화학식 (I)의 디-4급 화합물 0.01 내지 0.03 wt%;
- [0100] 암모늄 수소 프탈레이트 0.05 내지 0.5 wt%; 및
- [0101] 0.1 내지 0.5 wt% 포타슘 아이오데이트를 포함하며 (필수적으로 구성되며),
- [0102] 여기에서, 제공되는 화학 기계적 폴리싱 조성물은 pH가 2 내지 3이고, 화학 기계적 폴리싱 조성물이 (실시예에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와 같이) 5 Å/분 이하의 텅스텐 정적 에칭 속도 및 (실시예에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와 같이) 100 Å/분 이상 (바람직하게 300 Å/분 이상)의 텅스텐 제거 속도를 나타내고, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.001 wt% 미만의 퍼-옥시 산화제를 함유하며, 화학 기계적 폴리싱 조성물은 0.005 wt% 미만의 부식 저해제를 함유하고;
- [0103] 여기에서, 기판은 폴리싱되며, 기판으로부터 텅스텐의 일부가 제거된다.
- [0104] 바람직하게, 기판이 TEOS를 추가로 포함하고, 적어도 TEOS의 일부가 기판으로부터 제거되고, 화학 기계적 폴리싱 조성물의 텅스텐 제거 속도 대 TEOS 제거 속도 선택성이 (실시예에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와 같이) 5:1 내지 1:5를 나타낸다. 바람직하게, 기판이 Si_3N_4 를 추가로 포함하고, 적어도 Si_3N_4 의 일부가 기판으로부터 제거되고, 화학 기계적 폴리싱 조성물의 텅스텐 제거 속도 대 Si_3N_4 제거 속도 선택성이 (실시예에 제시된 폴리싱 조건 하에서 측정된 바와 같이) 2:1 내지 1:2를 나타낸다.
- [0105] 본 발명의 일부 구체에는 다음의 실시예에서 자세히 기술될 것이다.
- [0106] **실시예**
- [0107] **화학 기계적 폴리싱 조성물**
- [0108] 테스트된 화학 기계적 폴리싱 조성물 (CMPC's)을 표 1에 기술한다. 화학 기계적 폴리싱 조성물 A-F는 청구된 발명의 범위 외 비교 제제이다.

표 1

CMPC	연마제 A†	연마제 B‡	디-4 급 -	AHP	KIO ₃	H ₂ O ₂	글리신	pH
A	2.4	0.6	--	0.16	0.1	--	--	2.7
B	2.4	0.6	0.02	--	0.1	--	--	2.7
C	2.4	0.6	--	--	0.1	--	0.0033	2.7
D	2.4	0.6	--	--	0.1	--	--	2.7
E	2.4	--	0.015	0.2	0.05	2	--	2.3
F	2.4	0.6	0.03	0.3	0.05	2	--	2.3
1	2	0.4	0.015	0.3	0.5	--	--	2.3
2	2	0.4	0.015	0.3	1	--	--	2.3
3	2	0.4	0.015	0.3	2	--	--	2.3
4	2.4	0.6	0.03	0.3	1	--	--	2.3
5	2.4	0.6	0.02	0.16	0.1	--	--	2.3
6	2.4	0.6	0.02	0.24	0.2	--	--	2.3
7	2.4	0.6	0.02	0.08	0.2	--	--	2.7
8	2.4	0.6	0.02	0.08	0.3	--	--	2.5
9	2.4	0.6	0.02	0.16	0.1	--	--	2.7
10	2.4	0.6	0.02	0.16	0.2	--	--	2.5
11	2.4	0.6	0.02	0.08	0.1	--	--	2.5
12	2.4	0.6	0.02	0.16	0.3	--	--	2.7
13	2.4	0.6	0.02	0.24	0.1	--	--	2.5
14	2.4	0.6	0.02	0.24	0.2	--	--	2.7
15	2.4	0.6	0.02	0.16	0.3	--	--	2.3
16	2.4	0.6	0.02	0.24	0.3	--	--	2.5
17	2.4	0.6	0.02	0.08	0.2	--	--	2.3
18	2.8	0.8	0.02	0.16	0.2	--	--	2.5
19	2.4	0.6	0.02	0.16	0.1	--	--	2.7

† AZ Electronic Materials 에 의해 측정된 평균 입자 크기 25 nm 를 갖고 Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.로부터 상업적으로 이용가능한 Klebosol™ PL1598-B25 콜로이드성 실리카.
 ‡ AZ Electronic Materials 에 의해 측정된 평균 입자 크기 50 nm 를 갖고 Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.로부터 상업적으로 이용가능한 Klebosol® II 1501-50 콜로이드성 실리카.
 □ HBBAl: Schem, Inc. 의 N,N,N',N' -헥사부틸-1,4-부탄디암모늄 디하이드록사이드이고 구조는 하기와 같다:



[0109]

정적 예칭 테스트

[0110]

[0111]

텅스텐 블랭킷 웨이퍼를 각각 벌크(bulk) 텅스텐 슬러리 (비교예 CMPC G), 실시예 5에 따른 CMPC 및 실시예 7에 따른 CMPC를 함유하는 종래의 수소 퍼옥사이드에서 30분 동안 이물질하였다(immersed). 관찰된 정적 예칭 속도를 표 2에 기록한다.

표 2

CMPC	총 W 제거 (Å)	정적 예칭 속도 (Å/분)
G	920	31
5	60	2
7	40	1.5

[0112]

폴리싱 테스트

[0113]

[0114]

표 1에 기술된 화학 기계적 폴리싱 조성물을 사용하여, 각각 SVTC, Advantiv 및 SKW Associates Inc.로부터 이용가능한 테트라에틸오르토실리케이트 (TEOS), 실리콘 니트라이드 (Si₃N₄) 및 텅스텐 (W) 블랭킷 웨이퍼에 대한 폴리싱 실험을 수행하였다. 2 psi (13.8 kPa) 다운 포스, 화학 기계적 폴리싱 조성물 유속 200 ml/min, 플래튼 속도 133 rpm 및 캐리어 속도 111 rpm하에서 IC1010™ 폴리우레탄 폴리싱 패드 (Rohm and Haas Electronic Materials CMP Inc.로부터 상업적으로 이용가능함)를 사용하고 ISRM 검출기 시스템이 장착된 Applied Materials, Inc.사의 Mirra® 200 mm 폴리싱 기계를 사용하여 폴리싱 실험을 수행하였다. Diagrid® AD3BG-150855 다이아몬드 패드 컨디셔너(conditioner) (Kinik Company로부터 상업적으로 이용가능함)를 사용하였다. 20분 동안 7.0 lbs (3.18 kg)의 다운 포스를 사용하여 폴리싱 패드에 컨디셔너를 끼워 넣었다(broken in with). 다운 포스 5.2 lbs (2.36 kg)를 사용하기 전에 엑스 시츄(ex situ)로 폴리싱 패드를 추가로 컨디셔닝(conditioned)했다. Jordan Valley JVX-5200T 계측학 도구를 사용하여 표 3에 기록된 W 제거 속도 데이터를 결정하였다. KLA-Tencor FX200 계측학 도구를 사용하여 폴리싱 전후에 필름 두께를 측정함으로써 표 3에 기록된 Si₃N₄ 및 TEOS 제거 속도를 결정하였다. 폴리싱 테스트 결과는 표 3에 나타낸다.

표 3

CMPC	TEOS RR (Å/분)	W RR (Å/분)	Si ₃ N ₄ RR (Å/분)	T:W 선택성	W:T 선택성	T:S 선택성	S:T 선택성	W:S 선택성	S:W 선택성
A	240	110	1070	2.18	0.46	0.22	4.46	0.10	9.73
B	650	130	100	5.00	0.20	6.50	0.15	1.30	0.77
C	160	90	1090	1.78	0.56	0.15	6.81	0.08	12.11
D	160	80	1070	2.00	0.50	0.15	6.69	0.07	13.38
E	246	592	--	0.42	2.41	--	--	--	--
F	334	453	--	0.74	1.36	--	--	--	--
1	214	477	--	0.45	2.23	--	--	--	--
2	187	611	--	0.31	3.27	--	--	--	--
3	159	672	--	0.24	4.23	--	--	--	--
4	224	563	--	0.40	2.51	--	--	--	--
5	421	459	--	0.92	1.09	--	--	--	--
6	338	544	--	0.62	1.61	--	--	--	--
7	396	471	--	0.84	1.19	--	--	--	--
8	360	522	--	0.69	1.45	--	--	--	--
9	374	375	--	1.00	1.00	--	--	--	--
10	307	433	--	0.71	1.41	--	--	--	--
11	366	315	--	1.16	0.86	--	--	--	--
12	251	458	--	0.55	1.82	--	--	--	--
13	244	339	--	0.72	1.39	--	--	--	--
14	193	411	--	0.47	2.13	--	--	--	--
15	224	430	--	0.52	1.92	--	--	--	--
16	187	418	--	0.45	2.24	--	--	--	--
17	232	336	--	0.69	1.45	--	--	--	--
18	266	377	--	0.71	1.42	--	--	--	--
19	460	120	80	3.83	0.26	5.75	0.17	1.50	0.67

[0115]

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

티타늄 제거 속도를

【변경후】

텅스텐 제거 속도를