



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0066937
(43) 공개일자 2022년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09G 1/02 (2006.01) C09K 3/14 (2006.01)
H01L 21/306 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09G 1/02 (2013.01)
C09K 3/1463 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7013253
(22) 출원일자(국제) 2020년09월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년04월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/051901
(87) 국제공개번호 WO 2021/061591
국제공개일자 2021년04월01일
(30) 우선권주장
62/904,861 2019년09월24일 미국(US)

(71) 출원인
버슈머트리얼즈 유에스, 엘엘씨
미국 아리조나 템페 사우스 리버 파크웨이 8555
(우: 85284)
(72) 발명자
간 루
미국 085284 애리조나주 템페 사우스 리버 파크웨
이 8555 버슈머트리얼즈 유에스, 엘엘씨 내
슬루에터 제임스 알렌
미국 085284 애리조나주 템페 사우스 리버 파크웨
이 8555 버슈머트리얼즈 유에스, 엘엘씨 내
탐블리 드야니쉬 쉐드라칸트
미국 085284 애리조나주 템페 사우스 리버 파크웨
이 8555 버슈머트리얼즈 유에스, 엘엘씨 내
(74) 대리인
김진희, 김태홍

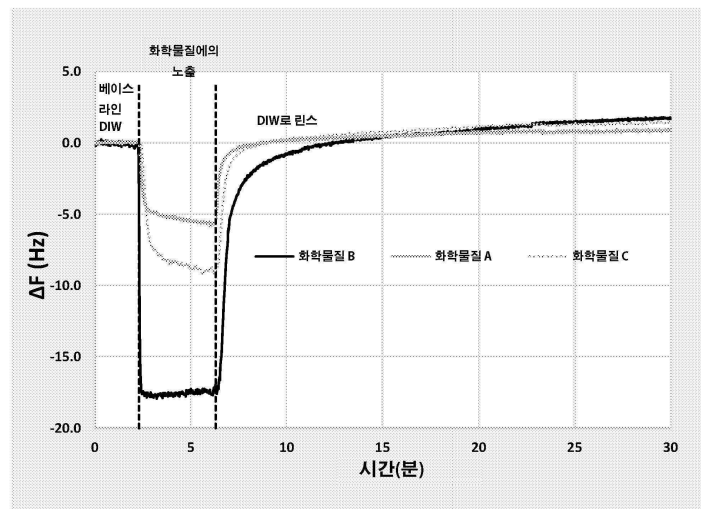
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **평탄화에 있어서 위드-인 다이 불균일성(WID-NU)**

(57) 요약

본 발명은 특히 위드-인 다이 불균일성(WID-NU)을 개선하기 위한 배리어 층 적용을 위한 화학적 기계적 평탄화(CMP) 연마 조성물을 제공한다. CMP 연마 조성물은 2.0 중량 %와 같거나 및/또는 2.0 중량 % 보다 더 큰 (\geq) 농도의 연마제; 에틸렌 옥사이드, 프로필렌 옥사이드, 부틸렌 옥사이드, 이들의 폴리머, 이들의 유도체, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 평탄화제(상기 폴리머는 분자량이 10 달톤 내지 5백만 달톤, 바람직하게는 50 달톤 내지 1백만 달톤이다); 부식 억제제; 수용성 용매; 및 임의적으로, 레이트 증강제, pH 조절제, 산화제 및 킬레이터를 함유한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/30625 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배리어 화학적 기계적 평탄화(CMP) 연마 조성물로서,

실리카, 알루미나, 세리아, 게르마니아, 티타니아, 지르코니아, 콜로이드 실리카, 알루미나 도핑된 콜로이드 실리카, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 연마제;

평탄화제;

부식 억제제;

수용성 용매;

임의적으로

습윤제;

레이트 증강제(rate boosting agent);

pH 조절제;

산화제; 및

킬레이터

를 포함하고,

평탄화제는 에틸렌 옥사이드, 그의 폴리머, 그의 유도체; 프로필렌 옥사이드, 그의 폴리머, 그의 유도체; 부틸렌 옥사이드, 그의 폴리머, 그의 유도체; 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되고;

연마 조성물은 pH가 2 내지 12, 3 내지 12, 7 내지 12, 또는 8 내지 12인, 배리어 화학적 기계적 평탄화(CMP) 연마 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 연마제는 콜로이드 실리카이고 콜로이드 실리카는 10 nm 내지 300 nm, 바람직하게는 20 nm 내지 200 nm, 및 더욱 바람직하게는 30 nm 내지 100 nm의 평균 입자 크기를 갖는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 3

제1항에 있어서, 평탄화제는 에탄올, 2-[(1-도데실시클로헥실)옥시]-; 환형 올리고당류; 폴리(옥시-1,2-에탄디일), α -(1-노닐데실)- ω -히드록시-; 폴리(옥시-1,2-에탄디일), α -(1-데실시클로헥실)- ω -히드록시-; 에탄올, 2-(시클로트리데실옥시)-; 분자량이 10 달톤 내지 5백만 달톤, 또는 50 달톤 내지 1백만 달톤 범위인 폴리에틸렌 옥사이드; 분자량이 10 달톤 내지 5백만 달톤, 또는 50 달톤 내지 1백만 달톤 범위인 폴리프로필렌 옥사이드; 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 4

제1항에 있어서, 평탄화제는, 10 달톤 내지 5백만 달톤, 또는 50 달톤 내지 1백만 달톤 범위의 분자량을 갖는 폴리머인, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 5

제1항에 있어서, 부식 억제제는 벤조트리아졸, 3-아미노-1,2,4-트리아졸, 3,5-디아민-1,2,4-트리아졸, 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되고; 부식 억제제는 약 0.0001 중량% 내지 약 2.0 중량%; 약 0.0005 중량% 내지 약 1.0 중량%, 또는 약 0.001 중량% 내지 약 0.5 중량%의 양으로 존재하는, 배리어 화학적 기계적

평탄화 연마 조성물.

청구항 6

제1항에 있어서, 수용성 용매는 DI 수, 극성 용매 및 DI 수와 극성 용매의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고; 극성 용매는 알코올, 에테르 및 케톤으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 7

제1항에 있어서, 습윤제는 비이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 양이온성 계면활성제, 양쪽성 계면활성제, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 8

제1항에 있어서, 습윤제는 아세틸렌 디올 계면활성제, 알코올 에톡실레이트 계면활성제, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되고; 계면활성제는 0.0001 중량% 내지 10.0 중량%; 0.001 중량% 내지 5.0 중량%; 0.005 중량% 내지 2.0 중량%, 또는 0.001 중량% 내지 1.0 중량%의 양으로 존재하는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 9

제1항에 있어서, 레이트 증강제는 칼륨 실리케이트, 나트륨 실리케이트, 암모늄 실리케이트, 테트라메틸암모늄 실리케이트, 테트라부틸암모늄 실리케이트, 테트라에틸암모늄 실리케이트, 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되고; 레이트 증강제는 약 0.001 중량% 내지 약 20.0 중량%; 0.01 중량% 내지 약 15.0 중량%, 또는 0.1 중량% 내지 약 10.0 중량% 범위의 양으로 사용되는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 10

제1항에 있어서, pH 조절제는 a) 연마 조성물의 pH를 낮추기 위한 질산, 황산, 타르타르산, 숙신산, 구연산, 말산, 말론산, 다양한 지방산, 다양한 폴리카르복실산 및 이들의 조합; 및 (b) 연마 조성물의 pH를 높이기 위한 수산화칼륨, 수산화나트륨, 암모니아, 수산화테트라에틸암모늄, 에틸렌디아민, 피페라진, 폴리에틸렌아민, 변성 폴리에틸렌아민 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되고; pH 조절제는 약 0.0001 중량% 내지 약 5.0 중량%; 0.001 중량% 내지 약 3.0 중량%; 0.01 중량% 내지 약 2.0 중량% 범위의 양으로 사용되는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 11

제1항에 있어서, 산화제는 과산화수소, 과요오드산, 요오드산칼륨, 과망간산칼륨, 과황산암모늄, 몰리브덴산암모늄, 질산제2철, 질산, 질산칼륨, 암모니아, 아민 화합물, 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되고; 산화제는 약 0.05 중량% 내지 약 10.0 중량%; 바람직하게는 약 0.2 중량% 내지 약 2.0 중량% 범위의 양으로 사용되는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 12

제1항에 있어서, 킬레이터는 구연산칼륨, 벤조설폰산, 4-톨릴설폰산, 2,4-디아미노-벤조설폰산, 말론산, 이타콘산, 말산, 타르타르산, 구연산, 옥살산, 글루콘산, 락트산, 만델산, 아미노산, 폴리카르복시 아미노산, 포스폰산, 및 이들의 염, 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되고; 킬레이터는 0.001 중량% 내지 약 10.0 중량%; 약 0.05 중량% 내지 약 5.0 중량%; 또는 0.01 중량% 내지 1.0 중량% 범위의 양으로 사용되는, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 13

제1항에 있어서, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물은 ≥ 2.0 중량%의 콜로이드 실리카; 벤조트리아졸; 2차 알코올 에톡실레이트, 폴리에틸렌 옥사이드, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 화학물질을 포함하는 평탄화제를 포함하고; 폴리에틸렌 옥사이드는 분자량이 10 달톤 내지 5백만 달톤, 또는 50 달톤 내지 1백만 달톤 범위이고; 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물은 pH가 8 내지 12인, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 14

제1항에 있어서, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물은 ≥ 2.0 중량%의 콜로이드 실리카; 벤조트리아졸; 2차 알코올 에톡실레이트, 폴리에틸렌 옥사이드, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 화학물질을 포함하는 평탄화제; 칼륨 실리케이트; 및 질산 또는 수산화칼륨을 포함하고; 폴리에틸렌 옥사이드는 분자량이 10 달톤 내지 5백만 달톤, 또는 50 달톤 내지 1백만 달톤 범위이고; 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물은 pH가 8 내지 12인, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 15

제1항에 있어서, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물은 ≥ 2.0 중량%의 콜로이드 실리카; 2차 알코올 에톡실레이트, 폴리에틸렌 옥사이드, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 화학물질을 포함하는 평탄화제; 아세틸렌 디올 계면활성제, 알코올 에톡실레이트 계면활성제 및 이들의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 습윤제, 및 질산 또는 수산화칼륨을 포함하고; 폴리에틸렌 옥사이드는 분자량이 10 달톤 내지 5백만 달톤, 또는 50 달톤 내지 1백만 달톤 범위이고; 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물은 pH가 8 내지 12인, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물.

청구항 16

적어도 배리어 층 및 유전체 층을 갖는 적어도 하나의 표면을 포함하는 반도체 디바이스의 화학적 기계적 평탄화를 위한 연마 방법으로서,

- a. 제1항 내지 제15항 중 어느 한 항의 연마 조성물을 상기 적어도 하나의 표면에 전달하는 단계;
- b. 연마 패드를 사용하여 상기 연마 조성물로 상기 적어도 하나의 표면을 연마하는 단계

를 포함하고;

상기 배리어 층은, 탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 탄탈륨 텅스텐 실리콘 탄화물, 티타늄, 티타늄 질화물, 티타늄-텅스텐, 티타늄 텅스텐 질화물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 탄탈륨 또는 티타늄 함유 필름을 포함하고; 상기 유전체 층은 산화물 필름, 저-k 재료, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 방법.

청구항 17

화학적 기계적 평탄화를 위한 시스템으로서,

적어도 배리어 층 및 유전체 층을 갖는 적어도 하나의 표면을 포함하는 반도체 디바이스;

연마 패드; 및

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항의 연마 조성물

을 포함하고;

상기 배리어 층은, 탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 탄탈륨 텅스텐 실리콘 탄화물, 티타늄, 티타늄 질화물, 티타늄-텅스텐, 티타늄 텅스텐 질화물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 탄탈륨 또는 티타늄 함유 필름을 포함하고; 상기 유전체 층은 산화물 필름, 저-k 재료, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되고;

상기 적어도 하나의 표면은 상기 연마 패드 및 상기 연마 조성물과 접촉하는, 화학적 기계적 평탄화를 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본원은 2019년 9월 24일자로 출원된 미국 특허 가출원 번호 제62/904,861호에 대한 우선권의 혜택을 주장하며, 이는 참조에 의해 전부 본 명세서에 원용된다.

[0003] 본 발명의 분야

[0004] 본 발명은 반도체 디바이스의 제조에 사용되는 배리어 화학적 기계적 평탄화("CMP") 연마 조성물(또는 슬러리), 및 화학적 기계적 평탄화를 수행하기 위한 연마 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 다유형 필름, 예를 들어 금속층, 배리어 필름, 및 하부(underlying) 층간 유전체(ILD) 구조 또는 패터닝된 유전체 층으로 구성된 패터닝된 반도체 웨이퍼를 연마하는 데 적합하게 사용되는 배리어 연마 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 일반적으로, 배리어 층이 패터닝된 유전체 층을 덮고 금속 층이 배리어 층을 덮는다. 금속 층은 회로 인터커넥트를 형성하기 위해 패터닝된 트렌치를 금속으로 채우기에 적어도 충분한 두께를 갖는다.

[0006] 배리어는 일반적으로 금속, 금속 합금 또는 금속간 화합물이며, 예로는 TaN, Ti, TiN 또는 TiW 등과 같은 Ta 또는 Ti 함유 필름이 있다. 배리어는 웨이퍼 내의 층간 이동 또는 확산을 방지하는 층을 형성한다. 예를 들어 배리어는 구리, 코발트 또는 은과 같은 인터커넥트 금속이 인접한 유전체로 확산되는 것을 방지한다. 배리어 재료는 대부분의 산에 의한 부식에 내성이 있어야 하고, 이에 의해, CMP용 유체 연마 조성물에서 용해에 저항해야 한다. 더욱이, 이러한 배리어 재료는 CMP 조성물에서 그리고 고정된 연마 패드로부터 마모 연마제 입자에 의한 제거에 저항하는 인성을 나타낼 수도 있다.

[0007] CMP와 관련하여, 이 기술의 현재 상태는 예를 들어 국부 및 전역 평탄화를 달성하기 위한 2단계 공정과 같은 다단계의 사용을 포함한다.

[0008] 통상적인 CMP 공정의 제1 단계 동안, 오버버든의 구리 층과 같은 금속 층은 통상적으로 제거되는 반면, 연마된 표면에 평면인 회로 인터커넥트를 제공하는 금속 충전 라인, 비아 및 트렌치가 있는 웨이퍼 상에 매끄러운 평면 표면을 남긴다. 따라서, 제1 단계는 구리 또는 코발트와 같은 과잉 인터커넥트 금속을 제거하는 경향이 있다. 그런 다음, 자주 배리어 CMP 공정이라고 지칭되는, 통상적인 CMP 공정의 제2 단계가 뒤따라 일어나 패터닝된 웨이퍼 표면의 배리어 층과 과잉 금속 층 및 기타 필름을 제거하여 유전체 층 상의 표면의 국부 및 전역 평탄화 양자 모두를 달성한다.

[0009] 배리어 층의 화학적 기계적 평탄화(CMP)는 임계 단차 웨이퍼 다마신 공정이다.

[0010] 위드-인 다이 불균일성(WID-NU)은 패턴 웨이퍼 상의 전역 단차 높이 변화이며, 이는 기능 다이의 성능을 저하시킬 수 있다. WID-NU는 다양한 구조 중 패턴 밀도의 초기 차이가 더 확연한 경우에 더 확연하다.

[0011] 따라서, 더 나은 위드-인-다이 불균일성(WID-NU)과 같은 평탄화를 개선할 뿐만 아니라 더 높은 제거율을 갖고, 더 신뢰적이며 일관적이고 균일한 CMP 슬러리를 제조할 필요가 있다.

발명의 내용

[0012] 본 발명의 간단한 요약

[0013] 본 발명은 보다 우수한 위드-다이 평면성(with-die planarity)을 갖는 안정적인 CMP 슬러리를 제공한다. 연마를 위한 배리어 CMP 조성물, 시스템 및 방법이 본 명세서에 기재되고 개시되어 있다. 본 명세서에 개시된 조성물은 개선되고 더 우수한 위드-인-다이 불균일성(WID-NU)을 제공한다.

[0014] 하나의 실시형태에서, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물로서,

[0015] 연마제;

[0016] 평탄화제;

[0017] 부식 억제제;

[0018] 수용성 용매;

[0019] 임의적으로

[0020] 습윤제;

[0021] 레이트 증강제(rate boosting agent);

[0022] pH 조절제;

- [0023] 산화제; 및
- [0024] 킬레이터(chelator)
- [0025] 를 포함하고;
- [0026] 상기 연마 조성물은 pH가 약 2 내지 약 12, 바람직하게는 약 3 내지 12, 보다 바람직하게는 약 7 내지 12, 가장 바람직하게는 약 8 내지 12인, 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물이 본 명세서에 기재된다.
- [0027] 다른 양태에서, 본 발명은 적어도 배리어 층 및 유전체 층을 갖는 적어도 하나의 표면을 포함하는 반도체 디바이스의 화학적 기계적 평탄화를 위한 연마 방법으로서,
- [0028] a. 상기 적어도 하나의 표면을 연마 패드와 접촉시키는 단계;
- [0029] b. 본 명세서에 기재된 연마 조성물을 상기 적어도 하나의 표면에 전달하는 단계, 및
- [0030] c. 상기 연마 조성물로 상기 적어도 하나의 표면을 연마하는 단계
- [0031] 를 포함하고;
- [0032] 상기 배리어 층은 탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 탄탈륨 텅스텐 실리콘 탄화물, 티타늄, 티타늄 질화물, 티타늄-텅스텐, 티타늄 텅스텐 질화물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 탄탈륨 또는 티타늄 함유 필름을 포함하고; 상기 유전체 층은 산화물 필름, 저-k 재료, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 방법을 제공한다.
- [0033] 또 다른 양태에서, 본 발명은 화학적 기계적 평탄화를 위한 시스템으로서,
- [0034] 적어도 배리어 층 및 유전체 층을 갖는 적어도 하나의 표면을 포함하는 반도체 디바이스;
- [0035] 연마 패드; 및
- [0036] 본 명세서에 기재된 연마 조성물
- [0037] 을 포함하고;
- [0038] 상기 배리어 층은 탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 탄탈륨 텅스텐 실리콘 탄화물, 티타늄, 티타늄 질화물, 티타늄-텅스텐, 티타늄 텅스텐 질화물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 탄탈륨 또는 티타늄 함유 필름을 포함하고; 상기 유전체 층은 산화물 필름, 저-k 재료, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되고;
- [0039] 상기 적어도 하나의 표면은 상기 연마 패드 및 상기 연마 조성물과 접촉하는, 화학적 기계적 평탄화를 위한 시스템을 제공한다.
- [0040] 연마제의 예는 콜로이드 실리카, 알루미늄, 세리아, 게르마니아, 실리카, 티타니아, 지르코니아, 알루미늄 도핑된 콜로이드 실리카, 유기 폴리머 입자, 무기 및 유기 입자의 복합 입자, 표면 개질된 무기/유기 입자, 및 이들의 조합을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.
- [0041] 연마제는 0.1 중량% 내지 약 25.0 중량%; 0.1 중량% 내지 20.0 중량%; 1 중량% 내지 20.0 중량%; 2.0 중량% 내지 15.0 중량%; 또는 3.0 중량% 내지 15.0 중량%; 바람직하게는 ≥ 2.0 중량%, 더 바람직하게는 ≥ 3.5 중량%의 양으로 사용된다.
- [0042] 평탄화제의 예는 에틸렌 옥사이드, 프로필렌 옥사이드, 부틸렌 옥사이드, 이들의 폴리머 및 이들의 유도체; 및 이들을 성분으로 하는 화학적 혼합물을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다. 폴리머는 분자량이 10 내지 5백만 달톤(Da), 바람직하게는 50 내지 1백만 Da이다.
- [0043] 평탄화제는 약 0.0001 중량% 내지 약 10.0 중량%, 0.0005 중량% 내지 5.0 중량%, 0.0001 내지 3.0 중량%, 또는 0.005 중량% 내지 2.0 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0044] 평탄화제의 예는 에탄올, 2-[(1-도데실시클로헥실)옥시]-; 폴리(옥시-1,2-에탄디일), α -(1-노닐테실)- ω -히드록시-; 폴리(옥시-1,2-에탄디일), α -(1-데실시클로헥실)- ω -히드록시-; 에탄올, 2-(시클로트리데실옥시)-; 폴리(에틸렌 옥사이드)(10 내지 5백만 DA, 바람직하게는 50 내지 1백만 DA 범위의 Mw); 폴리(프로필렌 옥사이드)(10 내지 5백만 DA, 바람직하게는 50 내지 1백만 DA 범위의 Mw); Tergitol™ 15s9; Tergitol™ 15s7; Surfyoil™ 485, Surfyoil™ 465; Zetasperse™ 179; 및 이들의 조합을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.

- [0045] 부식 억제제의 예는 벤조트리아졸 또는 벤조트리아졸 유도체, 3-아미노-1,2,4-트리아졸, 3,5-디아민-1,2,4-트리아졸, 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 제한되지는 않고; 약 0.0001 중량% 내지 약 2.0 중량%; 약 0.0005 중량% 내지 약 1.0 중량%, 또는 약 0.001 중량% 내지 약 0.5 중량% 범위의 양이다.
- [0046] 수용성 용매의 예는 DI 수, 극성 용매 및 DI 수와 극성 용매의 혼합물을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는다. 극성 용매는 임의의 알코올, 에테르, 케톤 또는 다른 극성 시약일 수 있다. 극성 용매의 예는 이소프로필 알코올과 같은 알코올, 테트라히드로푸란 및 디에틸에테르와 같은 에테르, 및 아세톤과 같은 케톤을 포함한다.
- [0047] 습윤제의 예는 a). 비이온성 표면 습윤제; b). 음이온성 표면 습윤제; c). 양이온성 표면 습윤제; d). 양쪽성 표면 습윤제; 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않고; 약 0.0001 중량% 내지 약 10.0 중량%; 0.001 중량% 내지 약 5.0 중량%; 0.005 중량% 내지 2.0 중량%, 또는 0.001 중량% 내지 1.0 중량% 범위의 양이다.
- [0048] 레이트 증강제는 칼륨 실리케이트, 나트륨 실리케이트, 암모늄 실리케이트, 테트라메틸암모늄 실리케이트, 테트라부틸암모늄 실리케이트, 테트라에틸암모늄 실리케이트, 및 이들의 조합을 포함할 수도 있지만 이들에 한정되지는 않는다.
- [0049] 레이트 증강제는 약 0.001 중량% 내지 약 20.0 중량%; 0.01 중량% 내지 약 15.0 중량%, 또는 0.1 중량% 내지 약 10.0 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0050] pH 조절제의 예는 (a) 연마 조성물의 pH를 낮추기 위한 질산, 황산, 타르타르산, 숙신산, 구연산, 말산, 말론산, 다양한 지방산, 다양한 폴리카르복실산 및 이들의 조합; 및 (b) 연마 조성물의 pH를 높이기 위한 수산화칼륨, 수산화나트륨, 암모니아, 수산화테트라에틸암모늄, 에틸렌디아민, 피페라진, 폴리에틸렌이민, 변성 폴리에틸렌이민 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않고; 약 0.0001 중량% 내지 약 5.0 중량%; 0.001 중량% 내지 약 3.0 중량%; 0.01 중량% 내지 약 2.0 중량% 범위의 양이고; 연마 조성물은 pH가 약 2 내지 약 12, 바람직하게는 약 3 내지 12, 보다 바람직하게는 약 7 내지 12, 가장 바람직하게는 약 8 내지 12이다.
- [0051] 산화제의 예는 과산화수소, 과요오드산, 요오드산칼륨, 과망간산칼륨, 과황산암모늄, 몰리브덴산암모늄, 질산제 2철, 질산, 질산칼륨, 암모니아, 아민 화합물, 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않고; 약 0.05 중량% 내지 약 10.0 중량%; 바람직하게는 약 0.2 중량% 내지 약 2.0 중량% 범위의 양이다.
- [0052] 적합한 킬레이터는 유기산 및 그의 염; 폴리머 산 및 그의 염; 수용성 코폴리머 및 그의 염; 코폴리머의 동일한 분자에 카르복실산기; 설폰산기; 인산; 및 피리딘산로부터 선택되는 적어도 2종의 상이한 유형의 산기를 함유하는 코폴리머 및 그의 염; 폴리비닐산 및 그 염; 폴리에틸렌 옥사이드; 폴리프로필렌 옥사이드; 피리딘, 피리딘 유도체, 비피리딘, 비피리딘 유도체, 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는다.
- [0053] 킬레이터의 예는 구연산칼륨, 벤조설폰산, 4-틸릴설폰산, 2,4-디아미노-벤조설폰산, 말론산, 이타콘산, 말산, 타르타르산, 구연산, 옥살산, 글루콘산, 락트산, 만델산, 아미노산, 폴리카르복시 아미노산, 포스폰산, 이들의 염, 및 이들의 조합을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.
- [0054] 킬레이터는 약 0.001 중량% 내지 약 10.0 중량%; 바람직하게는 약 0.05 중량% 내지 약 10.0 중량%; 바람직하게는 약 0.05 중량% 내지 약 5.0 중량%; 및 더 바람직하게는 0.01 중량% 내지 1.0 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0055] 모든 백분율은 달리 표시되지 않는 한 CMP 조성물의 총 중량에 대한 중량 백분율이다.

도면의 간단한 설명

- [0056] 도 1 화학물질 A, 화학물질 B 및 화학물질 C에 대한 QCM(Quartz Crystal Microbalance) 데이터
 도 2 화학물질 G, 화학물질 H, 화학물질 K 및 화학물질 N에 대한 QCM(Quartz Crystal Microbalance) 데이터

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0057] 본 발명의 상세한 설명
- [0058] 본 발명은 더 높은 배리어 및 ILD 제거율을 갖는 안정적인 CMP 슬러리를 제공한다. 연마를 위한 배리어 CMP 조성물, 시스템 및 방법이 본 명세서에 기재되고 개시된다. 본 명세서에 개시된 조성물은 배리어 필름 및 ILD 제거율을 증강시킨다.
- [0059] 전도성 금속층, 하부 배리어 필름, 및 매립된 금속 인터커넥트 구조를 갖는 유전체 층을 갖는 반도체 기판 또는

디바이스를 연마하는 안정한 CMP 슬러리가 본 명세서에 기재되어 있다.

- [0060] 전도성 금속 층은 Cu, CuMn, Co, CoMo, Al, AlCo, Ru, RuTa, RuTiN, Mn 및 이들의 조합과 같은 것을 포함한다. 배리어 또는 라이너 층은 Ta, TaN, Ti, TiN, TiW 또는 TiWN, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 탄탈륨 또는 티타늄 함유 필름을 포함한다. 하부 층간 유전체(ILD) 층은 SiO₂, TEOS와 같은 산화물 필름; 저-K 유전체 재료; 및 이들의 조합을 포함한다.
- [0061] 모든 백분율은 달리 표시되지 않는 한 CMP 조성물의 총 중량에 대한 중량 백분율이다.
- [0062] 배리어 화학적 기계적 평탄화 연마 조성물은
- [0063] 연마제;
- [0064] 평탄화제;
- [0065] 부식 억제제;
- [0066] 수용성 용매;
- [0067] 임의적으로
- [0068] 습윤제;
- [0069] 레이트 증강제;
- [0070] pH 조절제;
- [0071] 산화제; 및
- [0072] 킬레이터
- [0073] 를 포함하고;
- [0074] 상기 연마 조성물은 pH가 약 2 내지 약 12, 바람직하게는 약 3 내지 12, 보다 바람직하게는 약 7 내지 12, 가장 바람직하게는 약 8 내지 12이다.
- [0075] 본 발명의 연마 조성물은 연마제를 포함한다. 연마 조성물에 적합한 연마제는, 나노 크기의 콜로이드 실리카 또는 고순도 콜로이드 실리카 입자; 알루미늄, 티타니아, 지르코니아, 세리아 및 이들의 조합과 같은 나노 크기의 무기 금속 산화물 입자; 나노 크기의 다이아몬드 입자; 나노 크기의 질화규소 입자; 모노모달, 바이모달 또는 멀티모달 콜로이드 연마제 입자; 유기 폴리머계 연질 연마제; 표면 코팅 또는 개질된 연마제; 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는 나노 크기의 입자이다.
- [0076] 표면 코팅되거나 또는 개질된 연마제는 콜로이드 실리카의 격자 내 다른 금속 산화물에 의해 도핑된 콜로이드 실리카 입자, 이를테면, 알루미늄 도핑된 실리카 입자, 알파-, 베타- 및 감마- 유형의 알루미늄 산화물을 포함하는 콜로이드 알루미늄 산화물, 콜로이드 및 광활성 이산화티타늄, 산화세륨, 콜로이드 산화세륨, 나노 크기의 다이아몬드 입자, 나노 크기의 질화규소 입자, 모노모달, 바이모달, 멀티모달 콜로이드 연마제 입자, 산화지르코늄, 유기 폴리머계 연질 연마제, 표면 코팅 또는 개질된 연마제, 및 이들의 혼합물을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.
- [0077] 나노 크기의 입자는 좁거나 넓은 입도 분포, 다양한 크기 및 다양한 형상을 가진다. 연마제의 다양한 형상은 구형 형상, 코콘 형상(cocoon), 응집체(aggregate) 형상 및 다른 형상을 포함한다.
- [0078] 연마제 입자는 콜로이드 안정성을 개선하는 데 도움이 될 수도 있는 금속 불순물을 제거하기 위해 이온 교환과 같은 적절한 방법을 사용하여 정제될 수도 있다. 대안적으로, 금속 실리케이트 외의 전구체로부터 제조된 고순도 실리카 연마제 입자가 사용될 수 있다.
- [0079] 바람직한 연마제는 고순도 콜로이드 실리카(콜로이드 실리카), 알루미늄, 세리아, 게르마니아, 실리카, 티타니아, 지르코니아, 알루미늄 도핑된 콜로이드 실리카, 및 이들의 혼합물을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는다. 콜로이드 실리카가 가장 바람직한 연마제 입자이다.
- [0080] 실리카는 침전 실리카, 흡드 실리카(fumed silica), 실리카 흡드, 발열성 실리카, 하나 이상의 보조제로 도핑된 실리카, 또는 임의의 다른 실리카계 화합물 중 어느 것일 수 있다. 대안적인 실시형태에서, 실리카는 예를 들어 졸-겔 공정, 열수 공정, 플라즈마 공정, 발연 공정, 침전 공정, 및 이들의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터

터 선택된 공정에 의해 제조될 수 있다.

- [0081] 바람직하게는, DC(Disc Centrifuge) 입자 사이징 방법에 의해 측정된 연마제의 평균 입자 크기는 10 nm 내지 300 nm, 또는 보다 바람직하게는 20 nm 내지 200 nm, 및 더욱 더 바람직하게는 30 nm 내지 100 nm이다.
- [0082] 일반적으로, 위에 언급된 연마제 입자는 단독으로 또는 서로 조합하여 사용될 수도 있다. 또한, 크기가 다른 둘 이상의 연마제 입자를 조합하여 우수한 성능을 얻을 수도 있다.
- [0083] 통상적으로, 연마제는 약 0.1 중량% 내지 약 25.0 중량%; 0.1 중량% 내지 20.0 중량%; 1.0 중량% 내지 20.0 중량%; 2.0 중량% 내지 15.0 중량%; 또는 3.0 중량% 내지 15.0 중량%; 바람직하게는 ≥ 2.0 중량%, 더 바람직하게는 ≥ 3.5 중량%의 양으로 본 발명의 조성물에 존재한다.
- [0084] 수용성 용매의 예는 DI 수, 극성 용매 및 DI 수와 극성 용매의 혼합물을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는다. 극성 용매는 임의의 알코올, 에테르, 케톤 또는 다른 극성 시약일 수 있다. 극성 용매의 예는 이소프로필 알코올과 같은 알코올, 테트라히드로푸란 및 디에틸에테르와 같은 에테르, 및 아세톤과 같은 케톤을 포함한다.
- [0085] 평탄화제의 예로는 에틸렌 옥사이드, 그의 유도체, 그의 폴리머; 프로필렌 옥사이드, 그의 유도체, 그의 폴리머; 부틸렌 옥사이드, 그의 유도체, 그의 폴리머; 및 이들의 조합을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.
- [0086] 폴리머는 분자량이 10 내지 5백만 달톤(Da), 바람직하게는 50 내지 1백만 Da이다. 평탄화제는 약 0.0001 중량% 내지 약 10.0 중량%, 0.0005 중량% 내지 5.0 중량%, 0.0001 내지 3 중량 %, 또는 0.005 중량% 내지 2.0 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0087] 평탄화제의 예는 에탄올, 2-[(1-도데실시클로헥실)옥시]-; 폴리(옥시-1,2-에탄디일), α -(1-노닐테실)- ω -히드록시-; 폴리(옥시-1,2-에탄디일), α -(1-테실시클로헥실)- ω -히드록시-; 환형 올리고당류; 에탄올, 2-(시클로트리데실옥시)-; 폴리(에틸렌 옥사이드)(10 내지 5백만 Da, 바람직하게는 50 내지 1백만 Da 범위의 Mw); 폴리(프로필렌 옥사이드)(10 내지 5백만 Da, 바람직하게는 50 내지 1백만 Da 범위의 Mw); 및 이들의 조합을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.
- [0088] 계면활성제, 예를 들어 Dow Chemical로부터의 Tergitol™ 15s9 및 Tergitol™ 15s7; Polysorbate 20, 예컨대 BASF로부터의 Tween® 20; Cyclodextrin, BASF로부터의 Pluronic® F-108은 계면활성제에서 주요 활성 화학 2차 알코올 에톡실레이트를 갖는다.
- [0089] Surfyl® 계면활성제, Surfyl® 485, Surfyl® 465, Dynol™ 801, Dynol™ 980, 및 Zetaspense® 179 는 Evonik Industries로부터의 계면활성제이다. 계면활성제에서의 활성 주요 화학물질은 폴리에틸렌 옥사이드이다.
- [0090] 계면활성제는 배리어 CMP 슬러리에서 표면 습윤제로 사용될 수 있으며; 표면 습윤제로서 배리어 CMP 슬러리에 첨가될 수 있는 적합한 습윤제 화합물은 당업자에게 알려진 수많은 비이온성, 음이온성, 양이온성 또는 양쪽성 계면활성제 중 임의의 것을 포함한다. 비이온성 계면활성제의 일례는 트리코사에틸렌 글리콜 도데실 에테르이다.
- [0091] 습윤제의 예는 또한 도데실 설페이트 나트륨 염, 나트륨 라우릴 설페이트, 도데실 설페이트 암모늄 염, 2차 알칸 설포네이트, 알코올 에톡실레이트, 아세틸렌계 계면활성제, 및 이들의 임의의 조합을 포함하지만, 이들에 한정되지는 않는다.
- [0092] Evonik 으로부터의 에톡실화 아세틸렌계 제미니 계면활성제 Dynol™ 607 및 Dynol™ 604 가 습윤제로 사용된다.
- [0093] 사용되는 경우, 습윤제의 양은 통상적으로 0.0001 중량% 내지 약 10.0 중량%; 0.001 중량% 내지 약 5.0 중량%; 0.005 중량% 내지 2.0 중량%, 또는 0.001 중량% 내지 1.0 중량%의 범위이다.
- [0094] 부식 억제제의 예는 벤조트리아졸 또는 벤조트리아졸 유도체, 3-아미노-1,2,4-트리아졸, 3,5-디아민-1,2,4-트리아졸, 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는다.
- [0095] 부식 억제제는 약 0.0001 중량% 내지 약 2.0 중량%; 약 0.0005 중량% 내지 약 1 중량%, 또는 약 0.001 중량% 내지 약 0.5 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0096] 레이트 증강제는 칼륨 실리케이트, 나트륨 실리케이트, 암모늄 실리케이트, 테트라메틸암모늄 실리케이트, 테트라부틸암모늄 실리케이트, 테트라에틸암모늄 실리케이트, 및 이들의 조합을 포함할 수도 있지만 이들에 한정되

지는 않는다.

- [0097] 레이트 증강제는 약 0.001 중량% 내지 약 20.0 중량%; 0.01 중량% 내지 약 15.0 중량%, 또는 0.1 중량% 내지 약 10.0 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0098] pH 조절제의 예는 (a) 연마 조성물의 pH를 낮추기 위한 질산, 황산, 타르타르산, 숙신산, 구연산, 말산, 말론산, 다양한 지방산, 다양한 폴리카르복실산 및 이들의 조합; 및 (b) 연마 조성물의 pH를 높이기 위한 수산화칼륨, 수산화나트륨, 암모니아, 수산화테트라에틸암모늄, 에틸렌디아민, 피페라진, 폴리에틸렌이민, 변성 폴리에틸렌이민 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지 않고; 약 0.0001 중량% 내지 약 5.0 중량%; 0.001 중량% 내지 약 3.0 중량%; 0.01 중량% 내지 약 2.0 중량% 범위의 양으로 사용되고; 연마 조성물은 pH가 약 2 내지 약 12, 바람직하게는 약 3 내지 12, 보다 바람직하게는 약 7 내지 12, 가장 바람직하게는 약 8 내지 12이다.
- [0099] 산화제의 예는 과산화수소, 과요오드산, 요오드산칼륨, 과망간산칼륨, 과황산암모늄, 몰리브덴산암모늄, 질산제 2철, 질산, 질산칼륨, 암모니아, 아민 화합물, 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는다.
- [0100] 산화제는 약 0.05 중량% 내지 약 10.0 중량%; 바람직하게는 약 0.2 중량% 내지 약 2.0 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0101] 적합한 킬레이터는 유기산 및 그의 염; 폴리머 산 및 그의 염; 수용성 코폴리머 및 그의 염; 코폴리머의 동일한 분자에 카르복실산기; 설펜산기; 인산; 및 피리딘산로부터 선택되는 적어도 2종의 상이한 유형의 산기를 함유하는 코폴리머 및 그의 염; 폴리비닐산 및 그 염; 폴리에틸렌 옥사이드; 폴리프로필렌 옥사이드; 피리딘, 피리딘 유도체, 비피리딘, 비피리딘 유도체, 및 이들의 조합을 포함하지만 이들에 한정되지는 않는다.
- [0102] 킬레이터의 예는 구연산칼륨, 벤조설펜산, 4-톨릴설펜산, 2,4-디아미노-벤조설펜산, 말론산, 이타콘산, 말산, 타르타르산, 구연산, 옥살산, 글루콘산, 락트산, 만델산, 아미노산, 폴리카르복시 아미노산, 포스폰산 및 이들의 조합 및 이들의 염으로 이루어지는 군으로부터 선택된다.
- [0103] 킬레이터는 약 0.001 중량% 내지 약 10.0 중량%; 바람직하게는 약 0.05 중량% 내지 약 5.0 중량%; 및 더 바람직하게는 0.01 중량% 내지 1.0 중량% 범위의 양으로 사용된다.
- [0104] 본 발명은 또한 적어도 배리어 층 및 유전체 층을 갖는 적어도 하나의 표면을 포함하는 반도체 디바이스의 화학적 기계적 평탄화를 위한 연마 방법으로서,
- [0105] a. 상기 적어도 하나의 표면을 연마 패드와 접촉시키는 단계;
- [0106] b. 본 명세서에 기재된 연마 조성물을 상기 적어도 하나의 표면에 전달하는 단계, 및
- [0107] c. 상기 연마 조성물로 상기 적어도 하나의 표면을 연마하는 단계
- [0108] 를 포함하고;
- [0109] 상기 배리어 층은 탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 탄탈륨 텅스텐 실리콘 탄화물, 티타늄, 티타늄 질화물, 티타늄-텅스텐, 티타늄 텅스텐 질화물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 탄탈륨 또는 티타늄 함유 필름을 포함하고; 상기 유전체 층은 산화 필름, 저-k 재료, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 연마 방법을 제공한다.
- [0110] 본 발명은 또한, 화학적 기계적 평탄화를 위한 시스템으로서,
- [0111] 적어도 배리어 층 및 유전체 층을 갖는 적어도 하나의 표면을 포함하는 반도체 디바이스;
- [0112] 연마 패드; 및
- [0113] 본 명세서에 기재된 연마 조성물
- [0114] 을 포함하고;
- [0115] 상기 배리어 층은 탄탈륨, 탄탈륨 질화물, 탄탈륨 텅스텐 실리콘 탄화물, 티타늄, 티타늄 질화물, 티타늄-텅스텐, 티타늄 텅스텐 질화물, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 탄탈륨 또는 티타늄 함유 필름을 포함하고; 상기 유전체 층은 산화물 필름, 저-k 재료, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되고;
- [0116] 상기 적어도 하나의 표면은 상기 연마 패드 및 상기 연마 조성물과 접촉하는, 화학적 기계적 평탄화를 위한 시스템을 제공한다.

- [0117] 일반 실험 절차
- [0118] 모든 백분율은 달리 나타내지 않는 한 중량 백분율입니다. 물을 첨가하여 조성물을 100중량%로 만든다.
- [0119] 아래 제시된 예에서 CMP 실험은 아래 주어진 절차와 실험 조건을 사용하여 실행되었다.
- [0120] 연마는 300mm Reflection LK, Atec 상에서, 1.1 psi, 93RPM 테이블 속도, 300ml/분 플로우 레이트(flow rate)로 수행되었다. Fujibo H800 패드. MIT 레이아웃 Cu/TEOS 패턴.
- [0121] 일본의 Fuso Chemical Co. LTD로부터 구입한 약 60 nm(광 산란으로 측정됨)의 실리카 입자.
- [0122] 실시예 1
- [0123] 슬러리에 사용된 화학 성분은 표 1에 나와 있다. 슬러리 B, D, E 및 F에는 평탄화제가 포함되어 있는 반면, 슬러리 A 및 C에는 단지 습윤제가 포함되어 있다.
- [0124] DI 수를 첨가하여 조성물을 100 중량%로 만들었다. 슬러리의 pH는 약 10이었다.

표 1

조성		슬러리 A	슬러리 B	슬러리 C	슬러리 D	슬러리 E	슬러리 F
용매	DI 수	잔부	잔부	잔부	잔부	잔부	잔부
습윤제	Dynol™ 607	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	
평탄화제	Tergitol™ 15s9		0.0075				
	Zetaspense®179					0.055	
	Surfynol® 485				0.0075		0.075
억제제	벤조트리아졸	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
연마제	실리카 입자	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
레이트 증강제	칼륨 실리케이트	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
PH 조절제	질산	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
	수산화칼륨						0.1

- [0125]
- [0126] 슬러리는 각 성분으로부터 짧은 휴지 기간(몇 분)을 두고 실온에서 제조되었다.
- [0127] 슬러리는 1.0 중량% 과산화수소를 산화제로서 슬러리에 첨가한 후 (사용 시점에) 연마에 사용되었다.

[0128] MIT 레이아웃 Cu/TEOS 패턴 웨이퍼 상의 디싱(dishing) 및 침식에 대한 연마 결과는 표 2에 표시되어 있다.

표 2

	디싱 (Å)				침식 (Å)			
	10x10μm	9x1μm	1x9μm	5x5μm	10x10μm	9x1μm	1x9μm	5x5μm
슬러리 A	-370	-475	-48	-494	296	927	249	396
슬러리 B	-385	-318	67	-350	238	647	139	290
슬러리 C	-340	-452	-100	-452	312	1040	252	540
슬러리 D	-398	-302	52	-400	226	668	188	324
슬러리 E	-300	-280	34	-338	256	614	230	316
슬러리 F	-250	-270	41	-387	220	633	208	300

[0129]

[0130] 10x10 μm는 MIT 레이아웃 Cu/TEOS 패턴 상의 피쳐(feature), 10 μm Cu x 10 μm TEOS이다.

[0131] 표 2에 나타난 바와 같이, 모든 다양한 피쳐 크기에 걸쳐, 평탄화제가 있는 슬러리(슬러리 B, D, E 및 F)는 평탄화제가 없는 슬러리(슬러리 A 및 슬러리 C)에 비해 더 나은 디싱을 초래한다.

[0132] 유사하게, 표 2에 나타난 바와 같이, 모든 다양한 피쳐 크기에 걸쳐, 평탄화제가 있는 슬러리(슬러리 B, D, E 및 F)는 평탄화제가 없는 슬러리(슬러리 A 및 슬러리 C)에 비해 더 적은 침식을 초래한다.

[0133] 따라서, 슬러리로부터의 데이터는 평탄화제의 첨가가 워드-다이 평면성을 개선할 수 있음을 입증하였다.

[0134] 또한, 슬러리로부터의 데이터는 습윤제의 첨가가 워드-다이 평면성을 개선할 수 없음을 입증하였다.

[0135] 실시예 2

[0136] 슬러리에 사용된 화학 성분은 표 3에 나와 있다. 슬러리 H, I, J 및 K에는 평탄화제가 포함되어 있는 반면, 슬러리 G에는 단지 습윤제가 포함되어 있다.

[0137] DI 수를 첨가하여 조성물을 100 중량% 로 만들었다. 슬러리의 pH는 약 10이었다.

표 3

조성		슬러리 G	슬러리 H	슬러리 I	슬러리 J	슬러리 K
용매	DI 수	간부	간부	간부	간부	간부
습윤제	Dynol™ 604	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
평탄화제	Rhodafac® ASI 80		0.01			
	Tween® 20			0.006		
	Tergitol™ 15s7				0.0075	
	Pluronic® F-108					0.01
억제제	벤조트리아졸	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
연마제	실리카 입자	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
PH 조절제	수산화칼륨	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

[0138]

[0139] 슬러리는 각 성분으로부터 짧은 휴지 기간(몇 분)을 두고 실온에서 제조되었다.

[0140] 슬러리는 1.0 중량% 과산화수소를 산화제로서 슬러리에 첨가한 후 연마에 사용되었다.

[0141] MIT 레이아웃 Cu/TEOS 패턴 웨이퍼 상의 디싱 및 침식에 대한 연마 결과는 표 4에 표시되어 있다.

표 4

	디싱 (Å)				침식 (Å)			
	10x10μm	9x1μm	1x9μm	5x5μm	10x10μm	9x1μm	1x9μm	5x5μm
슬러리 G	-350	-495	-24	-444	276	1089	227	362
슬러리 H	-330	-143	35	-320	197	387	194	280
슬러리 I	-285	-303	12	-301	182	626	148	267
슬러리 J	-375	-305	78	-309	208	587	165	272
슬러리 K	-316	-332	19	-331	174	707	195	241

[0142]

[0143] 10x10 μm는 MIT 레이아웃 Cu/TEOS 패턴 상의 피처(feature), 10 μm Cu x 10 μm TEOS이다.

[0144] 표 4에 나타난 바와 같이, 모든 다양한 피처 크기에 걸쳐, 평탄화제가 있는 슬러리(슬러리 H, I, J 및 K)는 평탄화제가 없는 슬러리(슬러리 G)에 비해 더 나은 디싱을 초래한다.

[0145] 유사하게, 표 4에 나타난 바와 같이, 모든 다양한 피처 크기에 걸쳐, 평탄화제가 있는 슬러리(슬러리 H, I, J 및 K)는 평탄화제가 없는 슬러리(슬러리 G)에 비해 더 적은 침식을 초래한다.

[0146] 따라서, 실시예 2는 평탄화제의 첨가가 위드-다이 평면성을 개선할 수 있음을 입증하였다.

[0147] 실시예 3

[0148] 슬러리에 사용된 화학 성분은 표 5에 나와 있다. 슬러리 M, N, O 및 P에는 평탄화제가 포함되어 있는 반면, 슬러리 L에는 단지 습윤제가 포함되어 있다.

[0149] DI 수를 첨가하여 조성물을 100 중량% 로 만들었다. 슬러리의 pH는 약 10이었다.

표 5

조성		슬러리 L	슬러리 M	슬러리 N	슬러리 O	슬러리 P
용매	DI 수	잔부	잔부	잔부	잔부	잔부
습윤제	Dynol™ 604	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
평탄화제	Dynol™ 980		0.01			
	Cyclodextrin			0.012		
	Dynol™ 801				0.01	
	Surfynol® 465					0.01
억제제	벤조트리아졸	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
연마제	실리카 입자	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
PH 조절제	수산화칼륨	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

[0150]

[0151] 슬러리는 각 성분으로부터 짧은 휴지 기간(몇 분)을 두고 실온에서 제조되었다.

[0152] 슬러리는 1.0 중량% 과산화수소를 산화제로서 슬러리에 첨가한 후 연마에 사용되었다.

[0153] MIT 레이아웃 Cu/TEOS 패턴 웨이퍼 상의 디싱 및 침식에 대한 연마 결과는 표 6에 표시되어 있다.

표 6

	디싱 (A)				침식 (A)			
	10x10μ m	9x1μm	1x9μm	5x5μm	10x10μ m	9x1μm	1x9μm	5x5μm
슬러리 L	-345	-499	-30	-440	268	1099	233	371
슬러리 M	-378	-300	49	-380	201	672	173	311
슬러리 N	-291	-325	16	-315	192	402	180	285
슬러리 O	-328	-334	61	-366	187	653	168	296
슬러리 P	-351	-317	30	-398	190	681	151	293

[0154]

[0155] 10x10 μm는 MIT 레이아웃 Cu/TEOS 패턴 상의 피처, 10 μm Cu x 10 μm TEOS이다.

[0156] 표 4에 나타난 바와 같이, 모든 다양한 피처 크기에 걸쳐, 평탄화제가 있는 슬러리(슬러리 M, N, O 및 P)는 평탄화제가 없는 슬러리(슬러리 L)에 비해 더 나은 디싱을 초래한다.

[0157] 유사하게, 표 4에 나타난 바와 같이, 모든 다양한 피처 크기에 걸쳐, 평탄화제가 있는 슬러리(슬러리 M, N, O 및 P)는 평탄화제가 없는 슬러리(슬러리 L)에 비해 더 적은 침식을 초래한다.

[0158] 따라서, 실시예 3은 평탄화제의 첨가가 위드-다이 평면성을 개선할 수 있음을 입증하였다.

[0159] 실시예 4

[0160] 평탄화제 및 습윤제의 특성화.

[0161] QCM(Quartz Crystal Microbalanc)이 습윤제와 평탄화제 사이의 차이를 특성화하기 위해 분자 흡착을 측정하는데 사용되었다.

[0162] 표 7에 나타난 바와 같이 DI 수 희석된 화학물질을 제조하였다.

[0163] 이 실험에 사용된 센서는 양측에 금 전극이 있는 14mm 직경의 산화물을 가진 QSX 303 SiO2이었다.

[0164] 실험은 총 30분(min)의 시간으로 실행되게 설정되었다. 펌프는 1ml/분 플로우 레이트로 작동하도록 설정되었다. DI 수가 맨 먼저 2분 동안에 센서를 통과한 후 화학물질이 5분 동안 동일한 레이트로 센서를 통과하도록 설정된 다음, DI 수가 나머지 실험 동안 센서를 통과하도록 설정되었다.

표 7

Tergitol™ 15S9	평탄화제	화학물질 B,	0.8mM
Dynol™ 607	습윤제	화학물질 A,	0.8mM
Dynol™ 607	습윤제	화학물질 C	1.6mM

[0165]

[0166] 그 결과를 도 1에 나타내었다.

[0167] 도 1에 나타난 바와 같이, 화학물질 B는 더 큰 ΔF를 갖는 빠른 흡착을 보인 반면, 화학물질 A와 C는 상대적으로 더 작은 ΔF를 갖는 느린 흡착을 보였다.

[0168] 임의의 이론이나 설명에 구애되지 않을 것이며, 빠른 흡착은 노출된 유전체 표면에 대한 보호를 제공하여, 그러한 영역, 특히 고밀도 구리 영역(즉, 9x1μm)의 침식을 줄이는 것으로 생각된다. 침식을 줄이는 것은 이어서 WID-NU를 향상시킨다.

[0169] 세 가지 솔루션 모두 DI 수로만의 전체 린스 오프(rinse off)를 보여주었다.

[0170] 화학물질 B는 평탄화제로서 사용되었다.

[0171] 화학물질 A 및 C는 단지 습윤제로 사용되었다.

[0172] 실시예 5

[0173] 평탄화제 및 습윤제의 특성화.

[0174] QCM(Quartz Crystal Microbalanc)이 습윤제와 평탄화제 사이의 차이를 특성화하는 데 사용되었다.

[0175] 표 8에 나타난 바와 같이 DI 수 희석된 화학물질을 제조하였다.

[0176] 이 실험에 사용된 센서는 양측에 금 전극이 있는 14mm 직경의 산화물을 가진 QSX 303 SiO₂이었다.

[0177] 실험은 총 20분으로 실행되게 설정되었다. 펌프는 1ml/분 플로우 레이트로 작동하도록 설정되었다. DI 수가 맨 먼저 2분 동안에 센서를 통과한 후 화학물질이 5분 동안 동일한 레이트로 센서를 통과하도록 설정된 다음, DI 수가 나머지 실험 동안 센서를 통과하도록 설정되었다

표 8

Dynol™ 604	습윤제	화학물질 G,	0.8mM
Rhodafac® ASI 80	평탄화제	화학물질 H,	0.8mM
Pluronic® F-108	평탄화제	화학물질 K	0.8mM
Cyclodextrin	평탄화제	화학물질 N	0.8mM

[0178]

[0179] 그 결과를 도 2에 나타내었다.

[0180] 도 2에 나타난 바와 같이, 화학물질 H, K 및 N은 더 큰 ΔF를 갖는 빠른 흡착을 보인 반면, 화학물질 G는 상대적으로 더 작은 ΔF를 갖는 느린 흡착을 보였다.

[0181] 빠른 흡착은 노출된 유전체 표면에 대한 보호를 제공하여, 그러한 영역, 특히 고밀도 구리 영역(즉, 9x1μm)의 침식을 줄인다. 침식을 줄이는 것은 이어서 WID-NU를 향상시킨다.

[0182] 세 가지 솔루션 모두 DI 수로만의 전체 린스 오프를 보여주었다.

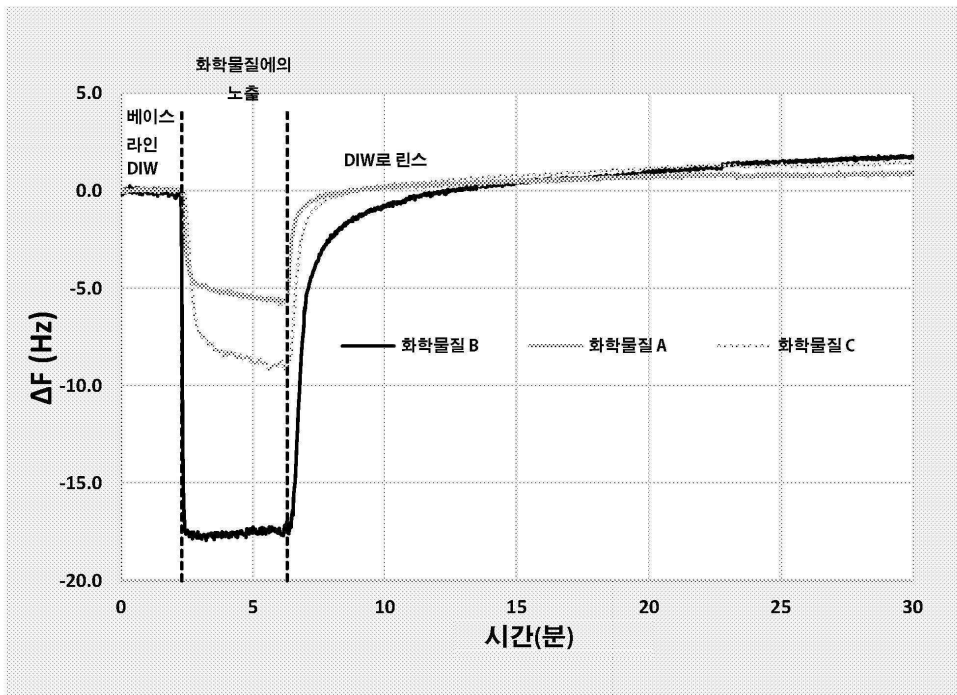
[0183] 화학물질 H, K 및 N은 평탄화제로서 사용되었다.

[0184] 화학물질 G는 단지 습윤제로 사용되었다.

[0185] 전술한 실시예 및 실시형태의 설명은 청구범위에 의해 정의되는 본 발명을 제한하는 것이 아니라 예시하는 것으로 간주되어야 한다. 쉽게 이해될 수 있는 바와 같이, 위에 제시된 피처들의 다양한 변형 및 조합이 청구범위에 제시된 본 발명을 벗어나지 않고서 이용될 수 있다. 그러한 변화들은 다음의 청구항들의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된다.

도면

도면1



도면2

