



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년01월31일
(11) 등록번호 10-1109334
(24) 등록일자 2012년01월17일

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01) *C09G 1/04* (2006.01)

H01L 21/321 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7006318

(22) 출원일자(국제출원일자) 2006년08월09일

심사청구일자 2009년08월11일

(85) 번역문제출일자 2008년03월14일

(65) 공개번호 10-2008-0035699

(43) 공개일자 2008년04월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2006/030982

(87) 국제공개번호 WO 2007/021716

국제공개일자 2007년02월22일

(30) 우선권주장

11/205,428 2005년08월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US05885334 A1*

WO2001019935 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션

미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라
이브 870

(72) 발명자

체리안, 아이삭

미국 60504 일리노이즈 오로라 870 노스 코몬스
드라이브 캐보트마이크로일렉트로닉스 코포레이션
법무부서내

뇌겐보르그, 케빈

미국 60504 일리노이즈 오로라 870 노스 코몬스
드라이브 캐보트마이크로일렉트로닉스 코포레이션
법무부서내

(74) 대리인

양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 이옥주

(54) 연마제 없는 연마 시스템

(57) 요 약

본 발명은 수용성 실리케이트 화합물, 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제, 물, 및 연마 패드를 포함하고 실질적으로 연마제 입자들이 없는, 화학적-기계적 연마 시스템을 제공한다. 본 발명은 기판을 상기 연마 시스템으로 화학적-기계적으로 연마하는 방법을 추가로 제공한다. 연마 시스템은 특히 탄탈륨의 제거에 있어 유용하다.

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 0.5 중량% 내지 8 중량%의 SiO_2 를 제공하기에 충분한 양의 수용성 실리케이트 화합물,
- (b) 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제,
- (c) 물, 및
- (d) 연마 패드

를 포함하고, 연마제 입자들이 없으며, pH가 11 내지 12이며, 상기 수용성 실리케이트 화합물이 상기 물에 용해되는 것인, 기판을 연마하기 위한 화학적-기계적 연마 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수용성 실리케이트 화합물이 규산칼륨, 규산나트륨, 메타규산칼륨, 및 메타규산나트륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 연마 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 수용성 실리케이트 화합물이 규산칼륨이고 상기 규산칼륨이 $\text{SiO}_2:\text{K}_2\text{O}$ 의 몰 비가 2.8 내지 3.9인 연마 시스템.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 산화제가 과산화수소, 요오드산칼륨, 과망간산칼륨, 과황산암모늄, 과산화일황산수소칼륨 황산염, 몰리브덴산암모늄, 질산제2철, 질산칼륨, 및 그들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 연마 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연마 시스템이 1 ppm 내지 50 ppm의 칼슘이온을 추가로 포함하는 연마 시스템.

청구항 8

(i) (a) 0.5 중량% 내지 8 중량%의 SiO_2 를 제공하기에 충분한 양의 수용성 실리케이트 화합물, (b) 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제, (c) 물, 및 (d) 연마 패드를 포함하고, 연마제 입자들이 없으며, pH가 11 내지 12이며, 상기 수용성 실리케이트 화합물이 상기 물에 용해되는 것인 연마 시스템으로 기판을 접촉하는 단계,

(ii) 기판에 대해 연마 패드를 이동시키는 단계, 및

(iii) 적어도 기판의 일부를 마모시켜 기판을 연마하는 단계

를 포함하는 기판 연마 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 수용성 실리케이트 화합물이 규산칼륨, 규산나트륨, 메타규산칼륨, 및 메타규산나트륨으로 이루어진 군으로부터 선택된 기판 연마 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 수용성 실리케이트 화합물이 규산칼륨이고 상기 규산칼륨이 $\text{SiO}_2:\text{K}_2\text{O}$ 몰 비를 2.8 내지 3.9로 가지는 기판 연마 방법.

청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 산화제가 과산화수소, 요오드산칼륨, 과망간산칼륨, 과황산암모늄, 과산화일황산수소칼륨 황산염, 몰리브덴산암모늄, 질산제2철, 질산칼륨, 및 그들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 기판 연마 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연마 시스템이 1 ppm 내지 50 ppm의 칼슘이온을 더 포함하는 기판 연마 방법.

청구항 15

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기판이 탄탈륨을 포함하는 기판 연마 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 연마 시스템 및 그 연마 시스템을 사용하여 기판을 연마하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

기판 표면의 평탄화 또는 연마, 특히 화학적-기계적 연마 (CMP)에 있어서의 조성물들 및 방법들은 당업계에 널리 알려져 있다. 연마 조성물들 (또한 연마 슬러리들로 알려진)은 전형적으로 수용액 중에 연마재를 함유하고, 연마 조성물로 포화된 연마 패드를 표면에 접촉시킴으로써 표면에 적용된다. 전형적인 연마재들은 이산화규소, 산화세륨, 산화알루미늄, 산화지르코늄, 및 산화주석을 포함한다. 연마 조성물은 전형적으로 연마 패드 (예를 들어, 연마 천 또는 디스크)와 함께 사용된다. 별법으로, 연마재는 연마 패드에 혼입될 수도 있다.

[0003]

규소 기재 금속간 유전체층에 있어서의 연마 조성물은 반도체 산업에서 특히 잘 개발되어 왔고, 규소 기재 유전체의 연마 및 마멸의 화학적 및 기계적 성질은 상당히 잘 이해되고 있다. 그러나 규소 기재 유전체 물질들의 한 가지 문제점은, 잔류 수분 함량 같은 인자에 따라 그들의 유전상수가 대략 3.9 이상으로 상대적으로 높다는 것이다. 결과적으로, 전도층들 사이의 전기용량이 또한 상대적으로 높아서, 회로가 작동할 수 있는 속도 (주파수)를 제한한다. 전기용량을 감소시키기 위해 개발된 전략은 (1) 더 낮은 비저항 값을 가진 금속 (예를 들어, 구리)의 혼입, 및 (2) 이산화규소에 비해 더 낮은 유전상수를 가지는 절연 물질로 전기적 고립을 제공하는 것을 포함한다.

[0004]

이산화규소 기판상에 평평한 구리 회로 트레이스를 제작하는 하나의 방식은 다마신(damascene) 공정이라 불린다. 이 공정에 따르면, 이산화규소 유전체 표면은 전통적인 견식 에치 공정에 의해 패턴화되어 수평 및 수직의 접속부를 위한 정공들 및 홈들을 형성한다. 패턴화된 표면은 티타늄 또는 탄탈륨 같은 접착 촉진층 및/또는 질화티타늄 또는 질화탄탈륨 같은 확산 차단층으로 코팅된다. 그 다음 접착 촉진층 및/또는 확산 차단층은 구리층으로 오버코팅된다. 화학적-기계적 연마는 이산화규소 표면의 상승된 부분이 드러나는 평평한 표면이 얻어질 때까지 임의의 접착 촉진층 및/또는 확산 차단층의 두께 뿐만 아니라 구리 상층의 두께를 감소시키기 위해 사용된다. 비아들 및 홈들은 회로 접속부를 형성하는 전기 전도성 구리로 채워진 채 남겨진다.

[0005]

탄탈륨 및 질화탄탈륨은 구리 기재 장치를 위한 접착 촉진층 및/또는 확산 차단층으로써 다마신 공정에서 사용되기 특히 적합한 물질이다. 상당히 화학적으로 더 비활성인 탄탈륨 및 질화탄탈륨의 특성은 구리의 그것과는 달라서, 구리를 연마하기에 유용한 연마 조성물들이 종종 저변의 탄탈륨 및 질화탄탈륨의 제거에 있어 부적합하다. 따라서, 첫 단계가 구리의 대부분을 제거하는 것을 포함하고, 둘째 단계가 잔여 구리 및 차단 필름 (예를 들어, 탄탈륨)의 제거를 포함하는 두 단계의 접근은 일반적으로 구리-탄탈륨 유전체들의 연마를 위해 사용된다. 탄탈륨 및 질화탄탈륨의 연마는 전형적으로 연마제의 사용을 요구한다. 연마제는 종종 비아들 및 홈들 내에 남은 구리의 스크래치를 야기하고, 표면상의 잔여 연마제는 종종 장치생산량의 감소 및 제조 단가의 증가를 야기하는 연마 후의 후속적 세정단계를 요구한다.

[0006]

따라서, 향상된 연마 조성물들 및 탄탈륨을 포함하는 기판의 화학적-기계적 연마를 위한 방법들에 대한 당업계의 요구가 남아있다.

[0007]

<본 발명의 간단한 요약>

[0008]

본 발명은 (a) 수용성 실리케이트 화합물, (b) 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제, (c) 물, 및 (d) 연마 패드를 포함하는 기판을 연마하는 화학적-기계적 연마 시스템을 제공하는데, 여기서 연마 시스템은 실질적으로 연마제 입자들이 없다. 본 발명은 (i) (a) 수용성 실리케이트 화합물, (b) 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제, (c) 물, 및 (d) 연마 패드를 포함하고, 실질적으로 연마제 입자들이 없는 연마 시스템으로 기판을 접촉하는 단계, (ii) 기판에 대해 연마 패드를 이동시키는 단계, 및 (iii) 적어도 기판의 일부를 마모시켜 기판을 연마하

는 단계를 포함하는 기판 연마 방법을 추가로 제공한다.

발명의 상세한 설명

- [0009] 본 발명은 (a) 수용성 실리케이트 화합물, (b) 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제, (c) 물, 및 (d) 연마 폐드를 포함하는 화학적-기계적 연마 시스템을 제공한다. 연마 시스템은 실질적으로 연마제 입자가 없다.
- [0010] 연마 시스템은 수용성 실리케이트 화합물을 포함한다. 수용성 실리케이트 화합물은 임의의 적합한 수용성 실리케이트 화합물일 수 있다. 수용성 실리케이트 화합물은 알칼리금속 실리케이트인 것이 바람직하다. 수용성 실리케이트 화합물은 규산칼륨, 규산나트륨, 메타규산칼륨, 및 메타규산나트륨으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것이 바람직하다. 수용성 실리케이트 화합물은 규산칼륨인 것이 더욱 바람직하다.
- [0011] 본 발명에서 사용하기 적합한 수용성 실리케이트 화합물들은 실리케이트 유리이다. 실리케이트 유리는 전형적으로 규사를 적합한 알칼리금속 화합물 (예를 들어, 탄산나트륨 또는 탄산칼륨)과 고온 융합하여 제조한다.
- [0012] 수용성 실리케이트는 일반식 $M_2O?mSiO_2?nH_2O$ 를 가지는데, 여기서 M은 나트륨, 칼륨 및 리튬으로 이루어진 군으로부터 선택된 알칼리금속이고, m은 계수를 말하고, n은 M_2O 의 몰당 SiO_2 및 H_2O 각각의 몰수이다. 계수 m은 SiO_2 대 M_2O 의 몰비이다. SiO_2 대 M_2O 의 중량비는 또한 수용성 알칼리금속 실리케이트의 조성물을 기술하는데 보통 사용된다. 계수 m은 임의의 적합한 영이 아닌 양수, 전형적으로 1 내지 4, 및 더욱 전형적으로는 2 내지 4 (예를 들어, 2.8 내지 3.9 또는 3 내지 3.6)일 수 있다.
- [0013] 바람직한 실시태양에 있어서, 수용성 실리케이트 화합물은 일반식 $M_2O?mSiO_2$ 를 가지는 (여기서, 상기 계수 m (예를 들어, SiO_2 대 M_2O 의 몰비)은 영이 아닌 양수) 규산칼륨이다. 수용성 규산칼륨은 임의의 적합한 계수를 가질 수 있다. 계수는 2.8 내지 3.9인 것이 바람직하다. 계수는 3 내지 3.6인 것이 더욱 바람직하다.
- [0014] 수용성 실리케이트 화합물은 본 발명의 연마 조성물에서 수용액에 존재한다. 수용성 실리케이트 화합물을 제공하는 방법은 수용성 실리케이트 화합물의 고체 형태를 물에 용해하여 용액을 제공하는 것이다. 별법으로, 수용성 실리케이트 화합물의 농축 용액을 회석하여, 원하는 농도의 용액 중의 SiO_2 를 얻을 수 있다. 다양한 등급의 물 중의 규산칼륨 및 규산나트륨 용액들은 시판되고, 여기서 용액은 용액의 SiO_2 의 중량% 및 K_2O 또는 Na_2O 의 중량% 뿐만 아니라 용액의 제조에 사용되는 실리케이트의 특정 계수에 의해 특성화된다. 주식회사 자클론 (Zaclon, Inc.) (오하이오주 클리블랜드) 및 주식회사 PQ (PQ Corporation) (펜실베니아주 밸리 포지)는 규산칼륨 및 규산나트륨의 고체 형태 및 용액 모두의 두 주요 공급자들이다.
- [0015] 규산칼륨의 수용액은 또한 열수 공정에 의해 얻을 수 있는데, 여기서 상기 이산화규소 (예를 들어, SiO_2) 공급원은 승온 및/또는 승압의 조건하에서 수산화 칼륨의 수용액과 함께 반응했다. 규산칼륨의 수용액 제조에 있어서의 적합한 열수 공정의 실시예들은 미국 특허 5,084,262 및 5,238,668에 기재되었다.
- [0016] 연마 시스템은 임의의 적합한 양의 수용성 실리케이트 화합물을 포함할 수 있다. 일반적으로, 연마 시스템 내에 존재하는 수용성 실리케이트 화합물의 함량은 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하는, 수용성 실리케이트 화합물에 의해 제공된 SiO_2 의 중량%로 표현된다. 전형적으로, 연마 시스템은 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 0.1 중량% 이상 (예를 들어, 0.2 중량% 이상, 0.5 중량% 이상 또는 1 중량% 이상)의 SiO_2 를 제공하기에 충분한 수용성 실리케이트 화합물을 포함한다. 바람직하게는, 연마 시스템은 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 8 중량% 이하 (예를 들어, 6 중량% 이하 또는 4 중량% 이하 또는 심지어 2 중량% 이하)의 SiO_2 를 제공하기에 충분한 수용성 실리케이트 화합물을 포함한다. 가장 바람직하게는, 연마 시스템은 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 0.5 중량% 내지 2 중량%의 SiO_2 를 포함한다.
- [0017] 연마 시스템은 임의의 적합한 pH를 가질 수 있다. 첫째 실시태양에 있어서, 연마 시스템은 바람직하게 9 이상 (예를 들어, 10 이상 또는 11 이상)의 pH를 가진다. 바람직하게는, 연마 시스템은 9 내지 12, 더욱 바람직하게는 10 내지 12, 및 더욱 더 바람직하게는 11 내지 12의 pH를 가진다.
- [0018] 둘째 실시태양에 있어서, 연마 시스템은 바람직하게는 4 이하 (예를 들어, 3 이하)의 pH를 가진다. 바람직하게는, 연마 시스템은 2 내지 3의 pH를 가진다.

- [0019] 실리케이트 유리 (예를 들어, 알칼리금속 실리케이트)의 용해에 의해 얻어진 또는 열수 공정에 의해 제조된 수용성 실리케이트 화합물들의 수용액은 강염기 및 약산의 염으로 이루어진 11 이상의 pH인 강염기성을 가지고, 고체 물질의 침전 또는 젤의 형성에 안정하다. pH 11의 값 미만으로 pH가 낮아질 때, 용액은 시간이 지남에 따라 실리카 히드로겔을 형성하는 고분자량 규산 중합체를 형성할 것이다. 실리카 히드로겔 형성의 반응 속도 (예를 들어, 실리카 히드로겔이 형성되는 속도)는 몇 가지 인자들에 의존할 것이며, 이들 중 pH, 용액의 이온 세기, 농도, 및 온도가 중요하다고 여겨진다. 수용성 실리케이트 화합물들의 수용액의 침전 또는 젤 형성에 대한 안정성은 9 초과 및 4 미만의 pH에서 일반적으로 가장 높다.
- [0020] 바람직하게는, 임의의 젤 또는 침전물이 육안으로 관측 가능하기 전에 연마 시스템이 사용된다. 침전 및 연마 조성물의 사용 사이의 시간은 연마 시스템이 받는 온도 뿐만 아니라 pH, SiO_2 의 농도, 산화제, 및 연마 시스템 내에 존재하는 임의의 선택적인 성분들의 농도에 따라 다양할 것이다. 본 명세서에 기재된 발명의 방법은 연마 시스템이 기판을 연마하는 중에 연마 시스템을 사용하는 동안 실질적으로 미립자 물질 또는 젤 없이 유지되는 연마 시스템의 사용을 제공한다.
- [0021] 연마 시스템은 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제를 포함한다. 임의의 적합한 산화제가 본 발명과 함께 사용될 수 있다. 바람직하게는, 산화제는 과산화수소, 요오드산칼륨, 과망간산칼륨, 과황산암모늄, 과산화일황산 수소칼륨 황산염(potassium hydrogen peroxymonosulfate sulfate), 몰리브덴산암모늄, 질산제2철, 질산칼륨, 및 그들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 더욱 바람직하게는, 산화제는 과산화수소이다. 연마 시스템은 전형적으로 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 0.1 중량% 이상 (예를 들어, 0.2 중량% 이상, 또는 0.5 중량% 이상, 또는 1 중량% 이상)의 산화제를 포함한다. 연마 시스템은 일반적으로 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 10 중량% 이하 (예를 들어, 8 중량% 이하, 또는 5 중량% 이하, 또는 3 중량% 이하)의 산화제를 포함한다.
- [0022] 연마 시스템은 임의로 칼슘이온을 추가로 포함한다. 칼슘이온은 임의의 적합한 수용성 칼슘 화합물에 의해 제공될 수 있다. 바람직한 칼슘이온의 공급원은 염화칼슘이다. 존재할 때, 전형적으로 연마 조성물은 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 0.1 ppm 이상 (예를 들어, 1 ppm 이상, 또는 5 ppm 이상)의 칼슘이온을 포함한다. 일반적으로, 연마 조성물은 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 50 ppm 이하 (예를 들어, 40 ppm 이하, 또는 30 ppm 이하)의 칼슘이온을 포함한다.
- [0023] 원하는 경우, 연마 시스템의 pH는 수용성 실리케이트 화합물의 강염기성 용액을 원하는 pH를 얻기 위해 존재하는 충분한 M_2O 를 중화하기 충분한 양의 산을 첨가하여 산성화함으로써 조절될 수 있다. 산은 원하는 최종 pH를 제조하기 충분히 강한 임의의 적합한 산일 수 있다. 적합한 산의 비제한적인 예들은 염산, 질산, 황산, 인산, 포름산, 아세트산, 및 그들의 혼합물을 포함한다. 연마 조성물의 pH는 임의의 적합한 시점에서 조절될 수 있다. 예를 들어, 연마 시스템의 pH는 산화제 및 임의의 선택적인 성분들을 첨가하기 전에 조절될 수 있다. 다른 실시태양들에서, 수용성 실리케이트 화합물의 용액은 시스템의 pH의 조절 전에 산화제 및 임의의 선택적인 성분들과 조합된다. 또 다른 실시태양들에서, 시스템의 pH는 사용 지점 (예를 들어, 기판의 표면에서)에서 조절된다.
- [0024] pH는 또한 완충제의 사용에 의해 조절될 수 있다. 전형적으로, 완충제는 산 및 이것의 짹염기를 포함한다. 완충제가 연마 시스템의 pH를 조절하는데 사용될 때, 연마 시스템에 충분한 완충제가 첨가되어 충분한 M_2O 를 중화함으로써 원하는 pH를 제공하는 것으로 이해될 것이다. pH 완충제는 임의의 적합한 완충제, 예를 들어, 포스페이트, 셀레이트, 아세테이트, 보레이트, 암모늄염, 및 기타일 수 있다. 원하는 pH 범위 내의 연마 시스템의 pH를 달성 및/또는 유지하는 임의의 적합한 양이 사용된다면, 연마 시스템은 임의의 적합한 양의 pH 조절제 (예를 들어, 산 또는 염기) 및/또는 pH 완충제를 포함할 수 있다.
- [0025] 연마 시스템은 임의로 하나 이상의 다른 첨가제들을 더 포함한다. 그러한 첨가제들은 임의의 적합한 계면활성제 및/또는 유변학적 조절제를 포함한다. 적합한 계면활성제들은, 예를 들어, 양이온성 계면활성제, 음이온성 계면활성제, 음이온성 고분자전해질, 비이온성 계면활성제, 양쪽성 계면활성제, 플루오르화 계면활성제, 그들의 혼합물 및 기타를 포함한다.
- [0026] 연마 시스템은 임의로 소포제를 더 포함한다. 소포제는 임의의 적합한 소포제일 수 있다. 적합한 소포제는 규소 기재 및 아세틸렌 디올 기재 소포제를 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 연마 시스템 내에 존재하는 소포제의 양은 전형적으로 물 및 여기에 용해된 임의의 성분들의 총중량을 기초로 하여 40 ppm 내지 140 ppm이다.

- [0027] 연마 시스템은 임의로 살생물체를 더 포함한다. 살생물체는 임의의 적합한 살생물체, 예를 들어, 이소티아졸리논 살생물체일 수 있다. 연마 시스템에서 사용되는 살생물체의 양은 전형적으로 1 ppm 내지 500 ppm, 및 바람직하게는 10 ppm 내지 200 ppm이다.
- [0028] 본 발명과 함께 사용하는 임의의 성분들은 혼합물 또는 물 중의 용액의 형태로 제공될 수 있다. 그 다음 둘 이상의 성분들은 바람직하게는 개별적으로 저장되고, 후속적으로 연마 시스템을 형성하기 위해 혼합된다. 이에 대해, 이것은 연마 시스템을 제조한 다음 (예를 들어, 모든 성분을 함께 혼합한 다음), 임의의 겔 또는 미립자 물질이 나타나기 전에 기판의 표면에 전달하는 것이 적합하다. 둘 이상의 별개의 공급원들로부터의 연마 시스템 성분의 전달을 통해, 연마 시스템이 기판의 표면에 제조되는 것이 또한 적합하고, 이에 의해 연마 시스템의 성분들이 기판의 표면에서 (예를 들어, 사용 지점에서) 만난다. 각 경우에 있어서, 기판의 표면에 연마 시스템의 성분들을 전달하는 유속 (즉, 연마 시스템의 특정 성분들의 전달된 양)은 연마 공정 전 및/또는 연마 공정 도중에, 연마 속도와 같은 연마 시스템의 연마 특성이 변화되도록 변화될 수 있다.
- [0029] 연마 시스템의 성분은 사용 전 또는 심지어 사용 직전에 잘 조합될 수 있지만, 연마 조성물의 성분들은 사용 지점에서 또는 사용 지점 근방에서 조합될 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, "사용 지점"이란 용어는 연마 시스템이 기판 표면과 접촉하는 지점을 언급한다. 연마 시스템의 성분들이 사용 지점 혼합을 사용하여 조합될 때, 연마 시스템의 성분들은 개별적으로 둘 이상의 저장 장치들에 저장된다.
- [0030] 저장 장치 내에 함유한 연마 시스템의 성분들을 사용 지점에서 또는 사용 지점 근방에서 혼합하기 위해서, 저장 장치에는 전형적으로 각 저장 장치로부터 연마 시스템 사용 지점 (예를 들어, 평판 또는 기판 표면)에 이르게 하는 하나 이상의 흐름줄(flow line)이 제공된다. "흐름줄"이란 용어는 개개의 저장 용기로부터 여기에 저장된 성분의 사용 지점으로의 흐름의 경로를 의미한다. 하나 이상의 각 흐름줄들은 직접 사용 지점에 이르게 되거나, 또는 하나 초과의 흐름줄이 사용된 경우에 있어서, 둘 이상의 흐름줄은 임의의 지점에서 사용 지점에 이르게 하는 하나의 흐름줄로 합쳐질 수 있다. 더욱이, 하나 이상의 임의의 흐름줄 (예를 들어, 개개의 흐름줄 또는 합쳐진 흐름줄)은 성분(들)의 사용 지점에 도달하기 전에 먼저 하나 이상의 다른 장치 (예를 들어, 펌핑 장치, 측정 장치, 혼합 장치 등)로 이어질 수 있다.
- [0031] 연마 시스템의 성분들은 개별적으로 사용 지점으로 전달될 수 있거나 (예를 들어, 성분들은 기판 표면으로 전달되고, 그곳에서 연마 공정 동안 성분들이 혼합된다), 또는 성분들은 사용 지점으로의 전달 바로 전에 합쳐질 수 있다. 사용 지점에 도달하기 10초 미만 전, 바람직하게는 사용 지점에 도달하기 5초 미만 전, 더욱 바람직하게는 사용 지점에 도달하기 1초 미만 전, 또는 심지어 성분의 전달과 동시에 사용 지점에서 합쳐지는 경우 (예를 들어, 성분들은 분배기에서 합쳐진다), 성분들은 "사용 지점으로의 전달 바로 전"에 합쳐진다. 사용 지점의 5 m 내, 예를 들면, 사용 지점의 1 m 내, 또는 심지어 사용 지점의 10 cm 내 (예를 들어, 사용 지점의 1 cm 내)에서 합쳐지는 경우, 성분들은 또한 "사용 지점으로 전달하기 바로 전"에 합쳐진다.
- [0032] 연마 시스템의 둘 이상의 성분들이 사용 지점에 도달하기 전에 합쳐질 때, 성분들은 흐름줄에서 합쳐질 수 있고, 혼합 장치를 사용하지 않고 사용 지점으로 전달할 수 있다. 별법으로, 하나 이상의 흐름줄들은 둘 이상의 성분들의 조합을 용이하게 하기 위해 혼합 장치로 이어질 수 있다. 임의의 적합한 혼합 장치들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 혼합 장치는 둘 이상의 성분들이 이를 통해 흐르는 노즐 또는 제트 (예를 들어, 고압 노즐 또는 제트)일 수 있다. 별법으로, 혼합 장치는 연마 시스템의 둘 이상 성분들이 이에 의해 혼합기로 주입되는 하나 이상의 주입구 및 혼합된 성분이 이를 통해 혼합기를 빠져나가 직접 또는 기구의 다른 구성요소들을 거쳐 (예를 들어, 하나 이상의 흐름줄을 거쳐) 사용 지점으로 전달되는 하나 이상의 배출구를 포함하는 용기-타입의 혼합 장치일 수 있다. 더욱이, 혼합 장치는 하나 초과의 챔버들을 포함할 수 있고, 각 챔버는 하나 이상의 주입구 및 하나 이상의 배출구를 가지며, 이 때 둘 이상 성분들은 각 챔버에서 합쳐진다. 용기-타입 혼합 장치가 사용되는 경우, 바람직하게는 혼합 장치는 혼합 메커니즘을 포함하여 성분들의 조합을 더욱 용이하게 한다. 혼합 메커니즘들은 일반적으로 당업계에서 공지되었고, 교반기, 블렌더, 진탕기, 패들 달린 배풀, 기체 살포기 시스템, 바이브레이터 등을 포함한다.
- [0033] 연마 시스템은 임의의 적합한 연마 패드 (예를 들어, 연마 표면)를 포함한다. 적합한 연마 패드들은, 예를 들어, 제직 및 부직 연마 패드들을 포함한다. 더욱이, 적합한 연마 패드들은 다양한 밀도, 경도, 두께, 압축성, 압축 탄성력, 및 압축 계수의 임의의 적합한 중합체를 포함할 수 있다. 적합한 중합체는, 예를 들어, 폴리비닐 클로리드, 폴리비닐플루오리드, 나일론, 플루오로카본, 폴리카보네이트, 폴리에스테르, 폴리아크릴레이트, 폴리에테르, 폴리에틸렌, 폴리아미드, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 폴리프로필렌, 그들의 공성형된 생성물, 및 그들의 혼합물들을 포함한다.

- [0034] 비록 본 발명의 연마 시스템이 임의의 기판을 연마하는 데 유용하지만, 연마 시스템은 탄탈룸을 포함하는 하나 이상의 금속층을 포함하는 기판의 연마에 있어 특히 유용하다. 기판은 임의의 적합한 탄탈룸-함유 기판 (예를 들어, 접착 회로, 금속, ILD층, 반도체, 미세 필름, MEMS, 자기 헤드)일 수 있고, 임의의 적합한 절연층, 금속 층, 또는 금속 합금층 (예를 들어, 금속 전도층)을 더 포함할 수 있다. 절연층은 금속 산화물, 다공성 금속 산화물, 유리, 유기 중합체, 폴리오르하 유기 중합체, 또는 임의의 다른 적합한 고 또는 저-κ 절연층일 수 있다. 절연층은 규소 기재 금속 산화물인 것이 바람직하다. 기판은 구리를 포함하는 금속층을 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0035] 본 발명은 본 발명의 연마 조성물을 사용하여 기판을 연마하는 방법을 추가로 제공한다. 특히, 본 발명의 방법은 (i) (a) 수용성 실리케이트 화합물, (b) 적어도 기판의 일부를 산화하는 산화제, (c) 물, 및 (d) 연마 패드를 포함하고, 실질적으로 연마제 입자들이 없는 연마 시스템으로 기판을 접촉하는 단계, (ii) 기판에 대해 연마 패드를 이동시키는 단계, 및 (iii) 적어도 기판의 일부를 연마하여 기판을 연마하는 단계를 포함한다.
- [0036] 본 발명에 따라 기판은 임의의 적합한 기술에 의해 여기에 기재된 연마 시스템으로 연마될 수 있다. 본 발명의 방법은 화학적-기계적 연마 (CMP) 기구와 함께 사용하기에 특히 적합하다. 전형적으로, 이 기구는, 사용될 때 운전 중이고, 궤도상(orbital), 직선, 또는 원형 운동으로부터 기인한 속도를 가지는 평판, 평판과 접촉하고 있어 운전 중에 평판과 함께 이동하는 연마 패드, 및 연마 패드의 표면에 대한 접촉 및 이동에 의해 연마 될 기판을 잡고 있는 캐리어를 포함한다. 적어도 기판의 일부를 연마 하도록 기판의 일부를 연마하고 제거하기 위해, 기판의 연마는 기판을 본 발명의 연마 시스템과 접촉하게 위치시킴으로써 및 기판에 대해 그 사이의 다른 연마 시스템의 성분들과 함께 연마 패드를 이동시킴으로써 이루어진다.
- [0037] 본 발명의 방법을 CMP 기구와 함께 실시할 때, 연마 시스템의 연마 패드는 CMP 기구의 연마 패드를 포함한다. 연마 패드는 이전에 기술된 바와 같을 수 있다.
- [0038] 바람직하게는, CMP 기구는 다수가 당업계에서 알려진 현장(*in situ*) 연마 종결점 검출 시스템을 더 포함한다. 기판의 표면으로부터 반사된 빛 또는 다른 복사선을 분석하여 연마 공정을 점검하고 모니터링 하는 기술들은 당업계에 알려져 있다. 바람직하게는, 연마되는 기판에 대한 연마 공정의 진행상황의 점검 또는 모니터링은 연마의 종결점의 결정, 즉, 특정 기판에 관한 연마 공정의 종결 시점의 결정을 가능하게 한다.

실시 예

- [0039] 하기의 실시예들은 본 발명을 더 설명하지만, 어떤 방식으로도 이것의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 물론 안 된다.
- [0040] 하기의 실시예들에 있어서, 이산화규소의 기판상에 탄탈룸층을 포함하는 유사 기판은 로지텍(Logitech) CDP 연마 기구를 사용하여 연마하였다. 연마 파라미터들은 9.3 kPa (1.35 psi)의 다운 포스, 69 rpm의 평판 속도, 65 rpm의 캐리어 속도, 및 160 mL/분의 연마 조성물 유속, 및 현장 상태조정된 동심원 형상의 홈 CMP 패드의 사용과 같다.
- [0041] <실시예 1>
- [0042] 이 실시예는 본 발명의 연마 시스템과 함께 관측된 증가하는 규산칼륨의 농도가 탄탈룸층의 제거 속도상에 주는 효과를 보여주었다.
- [0043] 이산화규소 위에 탄탈룸층을 포함하는 유사 기판들은 네 개의 다른 연마 시스템들 (시스템 1A-1D)로 개별적으로 연마되었다. 각각의 시스템들은 pH 11에서 물 중의 3 중량% 과산화수소 및 표 1에서와 같이 규산칼륨에 의해 제공되는 SiO₂의 최종농도로 표현된 다양한 규산칼륨의 양으로 이루어졌다. 규산칼륨은 규산칼륨의 30 중량% 용액 (카실 2130 (Kasil 2130); 주식회사 PQ, 펜실베니아주 벨리 포지)을 물 중에 희석함으로써 제공되어 기재된 농도의 SiO₂를 제공하도록 모든 연마 시스템은 사용 전 및 후에 육안 점검에 의하면 균질했다. 연마 시스템의 사용 후, 탄탈룸 제거 속도들이 결정되었다. 결과들은 표 1에 기재했다.

[0044] 표 1 : 규산칼륨의 농도가 탄탈륨 제거 속도상에 주는 효과

시스템	SiO ₂ 의 중량% (규산칼륨으로서)	탄탈륨 제거 속도 (Å/분)
1A (발명)	0.25	14
1B (발명)	0.75	70
1C (발명)	2.0	236
1D (발명)	6.0	318

[0045]

[0046] 이러한 결과들은 가용성 규산칼륨을 포함하는 연마 시스템에 의해 나타나는 탄탈륨 제거 속도가 연마 시스템 내에 존재하는 가용성 규산칼륨의 농도에 의존한다는 것을 보여주었다. 2 중량% 이상, 구체적으로 2.0 중량% 및 6.0 중량%의 SiO₂를 제공하는 가용성 규산칼륨의 농도들 (시스템 1C 및 1D)은 연마제를 사용하지 않고서 실용적인 탄탈륨 제거 속도를 나타내었다.

[0047] <실시예 2>

[0048] 이 실시예는 본 발명의 연마 시스템과 함께 관측된 칼슘이온의 존재 하에 증가하는 규산칼륨의 농도가 탄탈륨층의 제거 속도상에 주는 효과를 보여주었다.

[0049]

이산화규소 위에 탄탈륨층을 포함하는 유사 기관들은 다섯 개의 다른 연마 시스템들 (시스템 2A-2E)로 개별적으로 연마되었다. 시스템 2A-2D는 pH 11에서 물 중의 3 중량% 과산화수소, 20 ppm의 칼슘이온 (염화칼슘으로서), 및 표 2에서와 같이 규산칼륨에 의해 제공되는 SiO₂의 최종농도로 표현되는 다양한 규산칼륨의 양으로 이루어졌다. 시스템 2E는 6 중량%의 발연 실리카 (연마제 입자), 0.5 중량%의 아세트산 칼륨, 0.05 중량%의 벤조트리아졸, 3 중량%의 과산화수소, 및 pH 10에서 물 중의 20 ppm의 칼슘이온 (염화칼슘으로서)을 포함하는 비교용 연마 시스템이었다. 규산칼륨은 규산칼륨의 30 중량% 용액 (카실 2130; 주식회사 PQ, 펜실베니아주 벨리 포지)을 물 중에 희석함으로써 제공되어, 기재된 농도의 SiO₂를 제공했다. 모든 본 발명의 연마 시스템들은 사용 전 및 후의 육안 점검에 의하면 균질했다. 연마 시스템의 사용 후 탄탈륨 제거 속도들이 결정되었다. 결과들은 표 2에 기재되었다.

[0050]

표 2: 칼슘이온이 첨가된 규산칼륨의 농도가 탄탈륨 제거 속도상에 주는 효과

시스템	SiO ₂ 의 중량% (규산칼륨으로서)	탄탈륨 제거 속도 (Å/분)
2A (발명)	0.25	232
2B (발명)	0.75	324
2C (발명)	2.0	482
2D (발명)	6.0	289
2E (비교)	0	456*

*두 실험의 평균

[0051]

[0052] 이러한 결과들은 가용성 규산칼륨 및 20 ppm의 칼슘이온을 포함하는 연마 시스템에 의해 나타나는 탄탈륨 제거 속도가 연마 시스템 내에 존재하는 가용성 규산칼륨의 농도에 의존한다는 것을 보여주었으며, 0.25 중량% 이상의 SiO₂로 실용적인 탄탈륨 제거 속도가 달성되고, 2.0 중량% SiO₂로 최대 탄탈륨 제거 속도가 관측된다. SiO₂를 2.0 중량%로, 칼슘이온을 20ppm (시스템 2C)으로 하여 관측된 탄탈륨 제거 속도는 근본적으로 발연 실리카 연마제 입자를 포함하는 비교 시스템 (시스템 2E)으로 관측된 탄탈륨 제거 속도와 동일하다.