



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월09일
 (11) 등록번호 10-1082268
 (24) 등록일자 2011년11월03일

(51) Int. Cl.
C09G 1/02 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2005-7015903
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2004년02월19일
 심사청구일자 2009년02월13일
 (85) 번역문제출일자 2005년08월26일
 (65) 공개번호 10-2005-0105495
 (43) 공개일자 2005년11월04일
 (86) 국제출원번호 PCT/IB2004/000993
 (87) 국제공개번호 WO 2004/076574
 국제공개일자 2004년09월10일
 (30) 우선권주장
 10/376,172 2003년02월27일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2002158194 A*
 KR1020020082837 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
캐보트 마이크로일렉트로닉스 코포레이션
 미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이브 870
 (72) 발명자
드 레게 데소로, 프란세스코
 미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이브 870 캐보트마이크로일렉트로닉스 코포레이션 리갈 디파트먼트
브루직, 블라스타
 미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이브 870 캐보트마이크로일렉트로닉스 코포레이션 리갈 디파트먼트
바이엘, 벤자민, 피.
 미국 60504 일리노이주 오로라 노쓰 코몬스 드라이브 870 캐보트마이크로일렉트로닉스 코포레이션 리갈 디파트먼트
 (74) 대리인
장수길, 김영

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 이옥주

(54) 귀금속의 CMP 방법

(57) 요약

본 발명은 (i) 기판을 CMP 시스템과 접촉시키고 (ii) 기판의 적어도 일부를 마모시켜 기판을 연마하는 단계를 포함하는, 귀금속을 포함하는 기판의 연마 방법을 제공한다. CMP 시스템은 연마제 및(또는) 연마 패드, 액체 담체, 및 슬폰산 화합물을 포함한다.

특허청구의 범위

청구항 1

(i) 백금, 이리듐, 레늄, 루테튬, 로듐, 팔라듐, 은, 오스뮴, 및 금으로 이루어진 군 중에서 선택된 귀금속을 포함하는 기관을

(a) 연마제, 연마 패드, 또는 이들의 조합,

(b) 액체 담체, 및

(c) 피리딘에탄술폰산, 피리딘 술폰산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 술포닐산, 도데실디메틸(3-술포프로필)암모늄 히드록시드, 2-(N-모르폴리노)에탄술폰산, N-2-아세트아미도-2-아미노에탄술폰산, 3-(N-모르폴린)프로판술폰산, N-트리스(히드록시메틸)메틸-2-아미노에탄술폰산, N-2-히드록시에틸피페라진-N'-2-에탄술폰산, N-2-히드록시에틸피페라진-N'-3-프로판술폰산, 시클로헥실아미노에탄술폰산, 3-(시클로헥실아미노)프로판술폰산, 2-아크릴아미도-2-메틸프로판술폰산, 벤젠술폰산, 히드로퀴논술폰산, 히드로퀴놀린술폰산, 이세티온산, 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린디술폰산, 1,2-나프토퀴논-4-술폰산, 아미노안트라퀴논 술폰산, 2-포르밀벤젠술폰산, 3-아미노-4-히드록시벤젠술폰산, 4-히드록시벤젠술폰산, 6-아미노톨루엔-3-술폰산, 벤지딘-3-술폰산, 디페닐아민-4-술폰산, 히드록실아민-0-술폰산, 피페리딘 술폰산, p-아니시딘-3-술폰산, p-자일렌-2-술폰산, 메탄술폰산, 3-시클로헥실아미노-1-프로판술폰산, 5-포르밀-2-푸란술폰산, 이들의 염, 및 이들의 조합물로 이루어진 군 중에서 선택된 술폰산 화합물 또는 그의 염을 포함하며, pH가 2 내지 12인 화학적-기계적 연마 시스템과 접촉시키는 단계, 및

(ii) 기관의 적어도 일부를 마모시켜 기관을 연마하는 단계를 포함하는, 기관의 연마 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 화학적-기계적 연마 시스템이 연마제를 포함하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 연마제가 알루미늄, 실리카, 티타니아, 세리아, 지르코니아, 게르마니아, 마그네시아, 이들의 코폼드 생성물(coformed product), 및 이들의 조합물로 이루어진 군 중에서 선택된 금속 산화물인 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 연마제가 α-알루미나를 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, α -알루미나의 평균 입자 크기가 200 nm 이상인 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 연마제가 폼드 알루미늄을 더 포함하는 방법.

청구항 13

제8항에 있어서, 시스템이 담체 중에 현탁되어 있는 0.05 중량% 이상의 연마제, 및 0.01 내지 10 중량%의 술폰산 화합물을 포함하는 방법.

청구항 14

제8항에 있어서, 연마제가 연마 패드에 고정되어 있는 방법.

청구항 15

제8항에 있어서, 연마제가 미립자 형태이고 담체 중에 현탁되어 있는 방법.

청구항 16

제1항에 있어서, 액체 담체가 물을 포함하는 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

제1항에 있어서, 시스템의 pH가 2 내지 7인 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 귀금속을 포함하는 기판을 연마하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 기판의 표면을 평탄화하거나 연마하기 위한 조성물 및 그 방법은 당분야에 널리 알려져 있다. 연마 조성물 (연마 슬러리라고도 알려짐)은 전형적으로 수용액 중에 연마제를 함유하고 표면을 슬러리 조성물로 포화된 연마 패드와 접촉시킴으로써 표면에 적용된다. 전형적인 연마제로는 이산화규소, 산화세륨, 산화알루미늄, 산화지르코늄 및 산화주석이 포함된다. 예를 들어, 미국 특허 제5,527,423호에는 표면을 수성 매질 중에 고 순도의 미세한 금속 산화물 입자를 포함하는 연마 슬러리와 접촉시킴으로써 금속층을 화학적-기계적으로 연마하는 방법이 개시되어 있다. 별법으로, 연마제는 연마 패드에 혼입될 수 있다. 미국 특허 제5,489,233호에는 표면 텍스처 (texture) 또는 패턴이 있는 연마 패드를 사용하는 것에 대해 개시되어 있고, 미국 특허 제5,958,794호에는 고정된 연마제 연마 패드가 개시되어 있다.

[0003] 통상의 연마 시스템 및 연마 방법은 전형적으로 반도체 웨이퍼를 평탄화하는 데 있어서 매우 만족스럽지는 않다. 특히, 연마 조성물 및 연마 패드는 목적하는 연마 속도보다 느린 연마 속도를 가질 수 있고, 반도체 표면의 화학적-기계적 연마에서 이들을 사용할 경우 불량한 표면 품질을 초래할 수 있다. 반도체 웨이퍼의 성능

이 그 표면의 평탄도와 직접적으로 관련있기 때문에, 높은 연마 효율성, 균일성 및 제거 속도를 초래하고 표면 결함을 최소화하면서 고급의 연마를 초래하는 연마 조성물 및 방법을 사용하는 것이 중요하다.

[0004] 반도체 웨이퍼를 위한 효율적인 연마 시스템을 제조하는 데 있어서의 어려움은 반도체 웨이퍼의 복잡성 때문이다. 반도체 웨이퍼는 전형적으로, 그 위에 복수 개의 트랜지스터가 형성되어 있는 기판으로 구성되어 있다. 집적회로는 기판에서의 영역 및 기판 상의 층을 패턴화함으로써 기판에 화학적 및 물리적으로 연결된다. 작동 가능한 반도체 웨이퍼를 제작하고 웨이퍼의 양품률, 성능, 및 신뢰도를 최대화하기 위해, 기본 구조 또는 형상에 불리하게 영향을 미치지 않으면서 웨이퍼의 표면을 선택 연마하는 것이 바람직하다. 실제로, 공정 단계가 적절하게 평탄화된 웨이퍼 표면에서 수행되지 않는다면 반도체 제작 중에 여러가지 문제가 발생할 수 있다.

[0005] 티탄, 티탄 질화물, 알루미늄-구리, 알루미늄-구소, 구리, 텅스텐, 백금, 백금-텅스텐, 백금-주석, 루테튬, 및 이들의 조합물을 비롯한, 다양한 금속 및 금속 합금이 상호접속면과 장치 간의 전기적 접촉을 형성하기 위해 사용되어 왔다. 귀금속은 기계적으로 경질이고 화학적으로 내성이어서, 화학적-기계적 연마를 통해 효율적으로 제거하기가 어렵다는 점에서 특별한 시도가 요구된다.

[0006] 하기 특허에는 귀금속을 위한 연마 조성물이 개시되어 있다. 미국 특허 제5,691,219호에는 귀금속 전도성 층을 포함하는 반도체 메모리 소자 및 귀금속을 연마하기 위한 할로-화합물을 포함하는 연마 조성물이 개시되어 있다. 미국 특허 제6,274,063호에는 니켈 기판을 위한, 화학적 에칭액 (예, 알루미늄 질산염), 연마제 입자, 및 산화제를 포함하는 연마 조성물이 개시되어 있다. 미국 특허 제6,290,736호에는 귀금속을 위한, 염기성 수용액 중에 연마제 및 할로젠을 포함하는 화학적으로 활성인 연마 조성물이 개시되어 있다. 일본 특허 제 63096599 A2호에는 금속 루테튬을 용해시키는 방법이 개시되어 있다. 일본 특허 제11121411 A2호에는 백금족 금속 (예, Ru, Pt)을 위한, 백금족 금속 산화물의 미세한 입자를 포함하는 연마 조성물이 개시되어 있다. 일본 특허 제1270512 A2호에는 귀금속을 위한, 과산화수소, 알칼리 시아나이드, 및 포스페이트 이온 및(또는) 보레이트 이온을 포함하는 용해액이 개시되어 있다. WO 00/77107 A1은 귀금속 (예, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt)을 위한, 연마제, 액체 담체, 산화제, 및 EDTA, 질소 함유 매크로사이클(macrocycl) (예, 테트라아자시클로테트라데칸), 크라운 에테르, 할라이드, 시아나이드, 시트르산, 포스핀, 및 포스포네이트를 비롯한 연마 첨가제를 포함하는 연마 조성물이 개시되어 있다. WO 01/44396 A1에는 귀금속을 위한, 황 함유 화합물, 연마제 입자, 및 연마제 입자의 분산을 개선하고 금속 제거 속도 및 선택성을 증대시키는 것으로 알려져 있는 수용성 유기 첨가제를 포함하는 연마 조성물이 개시되어 있다.

[0007] 그러나, 연마 및 평탄화 중에 표면 불량 및 기본 구조와 형상에의 손상과 같은 결함을 최소로 하면서, 기판의 연마 및 평탄화 중에 목적하는 평탄화 효율성, 균일성, 및 제거 속도를 나타낼 연마 시스템 및 연마 방법을 여전히 필요로 한다. 개선된 연마 시스템은 특히 화학적으로 안정하고 기계적으로 경질인 귀금속 함유 기판을 연마하기 위해 요구된다.

[0008] 본 발명은 이러한 화학적-기계적 연마 시스템 및 방법을 제공하고자 한다. 본 발명의 이러한 이점 및 그 외의 이점은 본원의 상세한 설명으로부터 자명할 것이다.

[0009] <발명의 요약>

[0010] 본 발명은 (i) 귀금속을 포함하는 기판을 (a) 연마제 및(또는) 연마 패드, (b) 액체 담체, 및 (c) 술폰산 화합물 또는 그의 염을 포함하며, pH가 2 내지 12인 화학적-기계적 연마 시스템과 접촉시키는 단계, 및 (ii) 기판의 적어도 일부를 마모시켜 기판을 연마하는 단계를 포함하는 기판의 연마 방법을 제공한다.

발명의 상세한 설명

[0011] 본 발명은 귀금속을 포함하는 기판의 연마 방법에 관한 것이다. 기판을 (a) 연마제 및(또는) 연마 패드, (b) 액체 담체, 및 임의로는 (c) 적어도 1종의 연마 첨가제 (즉, 1종 이상의 연마 첨가제)를 포함하는 화학적-기계적 연마 ("CMP") 시스템과 접촉시킨다. 연마 첨가제는 시스템이 기판의 적어도 하나의 귀금속 층을 연마하는 속도를 바람직하게 증가시키는 임의의 적합한 화합물일 수 있다. 기판의 적어도 일부를 마모시켜 기판의 표면을 연마한다. 연마제 (액체 담체 중에 현탁되어 존재함), 액체 담체, 및 임의의 연마 첨가제(들) 뿐만 아니라, 액체 담체 중에 현탁된 임의의 다른 성분들이 CMP 시스템의 연마 조성물을 형성한다.

[0012] 본원에 기술되어 있는 CMP 시스템은 연마제 또는 연마 패드를 포함하거나 또는 둘 모두를 포함한다. 바람직하게는, CMP 시스템은 연마제와 연마 패드를 둘다 포함한다. 연마제는 연마 패드에 고정될 수 있고(있거나) 미립자 형태로 액체 담체 중에 현탁될 수도 있다. 연마 패드는 임의의 적합한 연마 패드릴 수 있다.

- [0013] 연마제는 임의의 적합한 연마제일 수 있고, 그들 중 다수가 당분야에 알려져 있다. 예를 들면, 연마제는 천연 또는 합성일 수 있고 다이아몬드 (예, 다결정질 다이아몬드), 가넷(garnet), 유리, 카르보런덤(carborundum), 금속 산화물, 질화물, 카바이드, 중합체, 복합체 (예, 중합체 복합체 또는 중합체/금속 산화물 복합체) 등을 포함할 수 있다. 연마제는 연마되는 기관의 특정한 성질에 따라 선택될 수 있다. 연마제는 바람직하게는 금속 산화물, 다이아몬드, 규소 카바이드, 규소 질화물, 붕소 질화물, 또는 이들의 조합물을 포함한다. 금속 산화물은 바람직하게는 알루미늄, 실리카, 티타니아, 세리아, 지르코니아, 게르마니아, 마그네시아, 이들의 코폼드 생성물(coformed product), 및 이들의 조합물로 이루어진 군 중에서 선택된다. 보다 바람직하게는, 연마제는 실리카, 알루미늄 (예, α -알루미나, 폼드 알루미늄(fumed alumina)), 규소 질화물, 및(또는) 규소 카바이드를 포함한다. 몇몇 실시양태에서, 연마제는 바람직하게는 평균 입자 크기가 150 nm 이상 (예, 200 nm 이상, 또는 250 nm 이상)인 α -알루미나를 포함한다. 전형적으로, α -알루미나는 연성 연마제 (예, 폼드 알루미늄)와 함께 사용된다. 연마제는 임의의 적합한 입자 크기를 가질 수 있다. 몇몇 실시양태에서, 평균 입자 크기가 150 nm 이상 (예, 200 nm 이상, 또는 250 nm 이상)인 α -알루미나를 사용하는 것이 바람직하다. 기록되어 있는 평균 입자 크기는 광 산란법, 예를 들면 하리바 LA-910 (Hariba LA-910) 장치를 사용하여 측정된 것이다.
- [0014] 연마제가 CMP 시스템 중에 존재하고 액체 담체 중에 현탁되어 있을 때 (즉, 연마제가 연마 조성물의 성분일 때), 임의의 적합한 양의 연마제가 연마 조성물 중에 존재할 수 있다. 전형적으로, 0.01 중량% 이상 (예, 0.03 중량% 이상, 또는 0.05 중량% 이상)의 연마제가 연마 조성물 중에 존재할 것이다. 보다 전형적으로, 0.1 중량% 이상의 연마제가 연마 조성물 중에 존재할 것이다. 연마 조성물 중의 연마제의 양은 전형적으로 50 중량%를 초과하지 않을 것이고, 보다 전형적으로는 20 중량%를 초과하지 않을 것이다. 바람직하게는, 연마 조성물 중의 연마제의 양은 0.5 중량% 내지 10 중량%이다. 몇몇 실시양태에서, 연마 조성물 중의 연마제의 양은 바람직하게는 0.1 중량% 내지 5 중량%이다.
- [0015] 액체 담체를 사용하여 연마제 (존재할 때), 1종 이상의 연마 첨가제, 및 임의의 첨가제를 연마 또는 평탄화할 적합한 기관의 표면에 적용하는 것을 용이하게 한다. 액체 담체는 전형적으로 수성 담체이며 물 단독일 수 있거나, 물 및 적합한 수-혼화성 용매를 포함할 수 있거나, 에멀션일 수 있다. 적합한 수-혼화성 용매로는 메탄올, 에탄올 등과 같은 알콜이 포함된다. 바람직하게는, 수성 담체는 물, 보다 바람직하게는 탈이온수로 이루어진다.
- [0016] 본 발명의 제1 실시양태에서, 연마 첨가제가 화학적-기계적 연마 시스템 중에 존재한다. 연마 첨가제는 귀금속 표면과 상호작용하여 화학적-기계적 연마 중에 그의 용해를 촉진한다. 적합한 연마 첨가제로는 디케톤, 디케토네이트, 우레아 화합물, 헤테로시클릭 질소 함유 화합물, 헤테로시클릭 산소 함유 화합물, 헤테로시클릭 인 함유 화합물, 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물, 술폰산 화합물, 이들의 염 및 이들의 조합물이 포함된다.
- [0017] 적합한 디케톤 및 디케토네이트로는 예를 들면, 시클로헥산디온, 시클로헥산디온, 시클로부탄디온, 시클로헥탄디온, 선형 디케톤, 및 알킬암모늄-2,4-펜탄디오네이트 염이 포함된다. 적합한 헤테로시클릭 질소 함유 화합물로는 예를 들면, 피리딘, 비피리딘, 퀴놀린, 페난트롤린, 피리미딘, 히드로피리미딘, 피라진, 피라졸, 이미다졸, 이미다졸린, 이미다졸리딘, 피페라진, 트리아진, 푸린, 옥사졸, 옥사진, 피롤, 피롤린, 피롤리딘, 인돌, 인돌린, 이소인돌, 카르바졸, 및 이들의 조합물이 포함된다. 적합한 헤테로시클릭 산소 함유 화합물로는 예를 들면, 디옥솔란, 트리옥솔란, 푸란, 피론, 모르폴린, 쿠머린, 벤조피론, 디옥산, 트리옥산, 및 오존화물이 포함된다. 적합한 헤테로시클릭 인 함유 화합물로는 예를 들면, 포스폴, 포스포란, 포스포렌, 및 포스포리딘이 포함된다. 헤테로시클릭 질소-, 산소-, 및 인 함유 화합물은 1종 이상의 알콜, 아마이드, 케톤, 카르복실산, 또는 술폰산 기를 더 포함할 수 있다. 예를 들면, 헤테로시클릭 질소 함유 연마 첨가제는 피콜린산, 2-피리딘카르복스알데히드, 3-피리딘카르복스알데히드, 4-피리딘카르복스알데히드, 2-피리딘메탄올, 2,3-피리딘디카르복실산, 2,6-피리딘디카르복실산, 2-피리딘아세트산 HCl, 3-피리딘아세트산 HCl, 2-피리딘에탄술폰산, 4-피리딘에탄술폰산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 아데닌, 구아닌, 시토신, 및 티민일 수 있다.
- [0018] 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물은 특정 pH에서 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물이다. 양쪽성이온 화합물은 인접하지 않은 원자에서 표면적으로 반대 전하를 갖는 중성 화합물이다. 양쪽성이온 화합물은 전형적으로 산성 잔기의 pKa가 염기성 잔기의 pKa와 상이한, 산성 잔기와 염기성 잔기를 둘다 함유하여, pH가 산성 잔기의 pKa와 염기성 잔기의 pKa 사이에 있을 때 화합물은 양쪽성이온이다. 양쪽성이온 화합물은 또한 분자내 염(inner salt)이라고도 지칭한다. 예를 들어, 아미노산은 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물이지만, 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물이 아미노산일 필요는 없다. 이러한 측면에서, 상기에서 언급한 연마 첨가제에 있어서, 피리딘에탄술폰산, 피리딘 술폰산, 피리딘 아세트산, 3-(3-피

리딜)프로프리오산, 피라진 카르복실산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 및 피콜린산이 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물이다. 본 발명의 연마 조성물에서 유용한, 양쪽성이온 화합물일 수 있는 또다른 질소 함유 화합물로는 술폰산, 도데실디메틸(3-술포프로필)암모늄 히드록시드 (라우릴 술포베타인), (카르복시메틸)트리메틸암모늄 히드록시드 (베타인), 2-(N-모르폴리노)에탄술폰산, N-2-아세트아미도이미노디아세트산, 1,3-비스[트리스(히드록시메틸)메틸아미노]프로판, N-2-아세트아미도-2-아미노에탄술폰산, 3-(N-모르폴린)프로판술폰산, N-트리스(히드록시메틸)메틸-2-아미노에탄술폰산, N-2-히드록시에틸피페라진-N'-2-에탄술폰산, N-2-히드록시에틸피페라진-N'-3-프로판술폰산, N-트리스(히드록시메틸)메틸글리신, 시클로헥실아미노에탄술폰산, 3-(시클로헥실아미노)프로판술폰산, 2-아크릴아미도-2-메틸프로판술폰산, 이들의 염, 및 이들의 조합물이 포함된다.

[0019] 술폰산 화합물은 모노-, 디-, 트리-, 또는 폴리-술폰산 화합물 또는 이들의 염이다. 바람직하게는, 술폰산 화합물은 모노-, 디-, 또는 트리-술폰산 화합물 또는 이들의 염이다. 전형적으로, 술폰산 화합물은 아릴 술폰산, 알킬 술폰산, 헤테로시클릭 술폰산, 또는 이들의 염으로 이루어진 군 중에서 선택된다. 적합한 술폰산 화합물로는 전술한 모든 술폰산 화합물, 예를 들면 피리딘에탄술폰산, 피리딘 술폰산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 술폰산, 도데실디메틸(3-술포프로필)암모늄 히드록시드, 2-(N-모르폴리노)에탄술폰산, N-2-아세트아미도-2-아미노에탄술폰산, 3-(N-모르폴린)프로판술폰산, N-트리스(히드록시메틸)메틸-2-아미노에탄술폰산, N-2-히드록시에틸피페라진-N'-2-에탄술폰산, N-2-히드록시에틸피페라진-N'-3-프로판술폰산, 시클로헥실아미노에탄술폰산, 3-(시클로헥실아미노)프로판술폰산, 및 2-아크릴아미도-2-메틸프로판술폰산이 포함된다. 또한, 술폰산 화합물은 벤젠술폰산, 히드로퀴논술폰산, 이세티온산, 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린디술폰산, 1,2-나프토퀴논-4-술폰산, 아미노안트라퀴논 술폰산, 2-포르밀벤젠술폰산, 3-아미노-4-히드록시벤젠술폰산, 4-히드록시벤젠술폰산, 6-아미노톨루엔-3-술폰산, 벤지딘-3-술폰산, 디페닐아민-4-술폰산, 히드록실아민-O-술폰산, 피페리딘 술폰산, p-아니시딘-3-술폰산, p-자일렌-2-술폰산, 메탄술폰산, 3-시클로헥실아미노-1-프로판술폰산, 5-포르밀-2-푸란술폰산, 이들의 염, 및 이들의 조합물로 이루어진 군 중에서 선택될 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 연마 첨가제는 피콜린산, 2-피리딘카르복살데히드, 2-피리딘메탄올, 2,3-피리딘디카르복실산, 2,6-피리딘디카르복실산, 2-피리딘아세트산 HCl, 2-피리딘에탄술폰산, 4-피리딘에탄술폰산, 1,10-페난트롤린, 1,2-벤타디온, 술폰산, 피리딘술폰산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 히드로퀴논술폰산, N-트리스(히드록시메틸)메틸-2-아미노에탄술폰산, 벤젠술폰산, 이세티온산, 이들의 염, 및 이들의 조합물로 이루어진 군 중에서 선택된다.

[0021] 연마 첨가제가 술폰산 화합물일 때, 바람직하게는 연마제는 알루미늄, 특히 α-알루미늄을 포함한다. 바람직하게는, 연마제는 α-알루미늄과 폼드 알루미늄의 혼합물 (예, α-알루미늄 60% 및 폼드 알루미늄 40%)을 포함한다. 보다 바람직하게는, 연마제는 평균 입자 크기가 150 nm 이상 (예, 200 nm 이상, 또는 250 nm 이상)인 α-알루미늄을 포함한다.

[0022] CMP 시스템은 임의의 적합한 양의 제1 실시양태의 연마 첨가제(들)를 포함할 수 있고 전형적으로는 0.01 중량% 이상의 이러한 연마 첨가제(들)를 포함한다. 바람직하게는, CMP 시스템은 0.01 중량% 내지 10 중량% (예, 0.1 중량% 내지 10 중량%)의 이러한 연마 첨가제(들)를 포함한다. 보다 바람직하게는, CMP 시스템은 0.1 중량% 내지 5 중량% (예, 0.1 중량% 내지 2 중량%)의 이러한 연마 첨가제(들)를 포함한다.

[0023] 본 발명의 제2 실시양태에서, 연마 첨가제 및 피옥시형 산화제가 화학적-기계적 연마 시스템 중에 존재한다. 연마 첨가제는 2가지 이상의 산화 상태를 갖는 금속 화합물이다. 연마 첨가제는 금속염 또는 금속 리간드 복합체일 수 있다. 예를 들면, 연마 첨가제는 화학식 MX, MX₂, MX₃, 또는 M₂X₃의 철, 구리, 또는 망간 화합물일 수 있고, 이때 M은 Fe, Cu, 또는 Mn이고, X는 질산염, 불소화물, 염화물, 브롬화물, 요오드화물, 산화물, 수산화물, 황산염, 아세트산염, 옥살레이트, 아세틸아세토네이트, 시트레이트, 타르트레이트, 말로네이트, 글루코네이트, 프탈레이트, 숙시네이트, 과염소산염, 과브롬산염, 과요오드산염, 및 이들의 조합물로 이루어진 군 중에서 선택된다. 연마 첨가제는 또한 화학식 CeX₂의 세륨 화합물일 수 있고, 이때 X는 산화물, 수산화물, 및 이들의 조합물 중에서 선택된다. 바람직하게는, 연마 첨가제는 황산철, 질산철, 질산구리, 또는 과염소산망간이다. CMP 시스템은 1종 이상의 연마 첨가제를 함유할 수 있고 전술한 연마 첨가제의 혼합물을 함유할 수 있다.

[0024] CMP 시스템은 임의의 적합한 양의 제2 실시양태의 연마 첨가제(들)를 포함할 수 있고 전형적으로는 0.0001 중량% 이상의 이러한 연마 첨가제(들)를 포함한다. 바람직하게는, CMP 시스템은 0.001 중량% 내지 5 중량%의 이러한 연마 첨가제(들)를 포함한다. 보다 바람직하게는, CMP 시스템은 0.001 중량% 내지 2 중량%의 이러한 연

마 첨가제(들)를 포함한다.

- [0025] 제3 실시양태에서, 연마제가 화학적-기계적 연마 시스템 중에 존재하고 액체 담체 중에 현탁된다. 연마제 혼합물은 α -알루미나 및 폼드 알루미나를 포함한다. 전형적으로, α -알루미나 대 폼드 알루미나의 중량비는 0.6:1 내지 9:1이다. 바람직하게는, α -알루미나 대 폼드 알루미나의 중량비는 1:1 내지 4:1 (예, 1.5:1 내지 3:1)이다.
- [0026] 제3 실시양태의 CMP 시스템은 임의로 연마 첨가제를 더 포함한다. 연마 첨가제는 임의의 적합한 연마 첨가제일 수 있다. 예를 들면, 연마 첨가제는 상기 제1 및 제2 실시양태에서 언급한 모든 연마 첨가제일 수 있다. 적합한 연마 첨가제로는 카르복실레이트 및 그의 산, 히드록실레이트 및 그의 산, 카르보닐레이트 및 그의 산, 피로포스페이트, 축합된 포스페이트, 포스폰산 및 그의 염, 아민, 아미노 알콜, 아마이드, 이민, 이미노산 및 그의 염, 니트릴, 니트로, 티올, 티오에스테르, 티오에테르, 카르보티올산 및 그의 염, 카르보티온산 및 그의 염, 티오카르복실산 및 그의 염, 술폰산 및 그의 염, 티오살리실산 및 그의 염, 및 이들의 혼합물이 추가로 포함된다.
- [0027] CMP 시스템은 임의로 퍼-유형(per-type)의 산화제를 더 포함한다. 제2 실시양태의 CMP 시스템은 퍼옥시형 산화제를 포함한다. 퍼-유형의 산화제는 임의의 적합한 퍼-유형 산화제일 수 있다. 적합한 퍼-유형의 산화제로는 무기 및 유기 퍼-화합물이 포함된다. 퍼-화합물 (문헌 [Hawley's Condensed Chemical Dictionary]에서 정의됨)은 적어도 하나의 퍼옥시기 (-O-O-)를 함유하는 화합물 또는 원소를 그의 최고 산화 상태로 함유하는 화합물이다. 적어도 하나의 퍼옥시기를 함유하는 화합물의 예로는 과산화수소 및 우레아 과산화수소 및 과탄산염과 같은 그의 부가물, 벤조일 퍼옥시드, 피아세트산, 및 디-tert-부틸 퍼옥시드와 같은 유기 퍼옥시드, 모노퍼술페이트 (SO_5^{2-}), 디퍼술페이트 ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$), 및 나트륨 퍼옥시드가 포함되나, 이들로 한정하지는 않는다. 원소를 그의 최고 산화 상태로 함유하는 화합물의 예로는 과요오드산, 과요오드산염, 과브롬산, 과브롬산염, 과염소산, 과염소산염, 과붕산, 과붕산염, 및 과망간산염이 포함되나, 이들로 한정하지는 않는다. 퍼-유형의 산화제는 바람직하게는 과산화수소, 퍼술페이트염 (예, 암모늄 퍼술페이트), 과요오드산염, 및 과망간산염으로 이루어진 군 중에서 선택된다. 보다 바람직하게는, 퍼-유형의 산화제는 암모늄 퍼술페이트 또는 과산화수소이다.
- [0028] 퍼옥시형 산화제는 적어도 하나의 퍼옥시기를 함유하는 화합물이고 유기 퍼옥시드, 무기 퍼옥시드, 및 이들의 혼합물로 이루어진 군 중에서 선택된다. 적어도 하나의 퍼옥시기를 함유하는 화합물의 예로는 과산화수소 및 우레아 과산화수소 및 과탄산염과 같은 그의 부가물, 벤조일 퍼옥시드, 피아세트산, 및 디-tert-부틸 퍼옥시드와 같은 유기 퍼옥시드, 모노퍼술페이트 (SO_5^{2-}), 디퍼술페이트 ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$), 및 나트륨 퍼옥시드가 포함되나, 이들로 한정하지는 않는다. 바람직하게는, 퍼옥시형의 산화제는 과산화수소이다.
- [0029] CMP 시스템은 임의의 적합한 양의 퍼-유형 또는 퍼옥시형 산화제를 함유할 수 있다. CMP 시스템은 바람직하게는 제1 실시양태의 연마 첨가제(들)와 함께 0.5 내지 20 중량%의 퍼-유형 산화제를 포함한다. CMP 시스템은 바람직하게는 제2 실시양태의 연마 첨가제(들)와 함께 0.1 중량% 내지 20 중량% (예, 1 중량% 내지 10 중량%)의 퍼옥시형 산화제를 포함한다. CMP 시스템은 바람직하게는 제3 실시양태의 연마제와 함께 0.5 내지 20 중량%의 퍼-유형 산화제를 포함한다.
- [0030] 상기 모든 실시양태의 CMP 시스템은 바람직하게는 pH가 2 내지 12이다. 실제 pH 범위는 적어도 연마되는 기관의 유형에 좌우될 것이다. CMP 시스템을 사용하여 백금 함유 기관을 연마할 때, pH는 바람직하게는 2 내지 7이다. CMP 시스템을 사용하여 루테튬 함유 기관을 연마할 때, pH는 바람직하게는 5 이상, 바람직하게는 7 내지 11이다. CMP 시스템을 사용하여 이리듐 함유 기관을 연마할 때, pH는 바람직하게는 5 내지 12, 바람직하게는 7 내지 9이다. 보다 높은 pH를 사용하는 것이 귀금속의 제거 속도를 증가시키는 경향이 있지만, 이산화규소 층의 제거 속도도 마찬가지로 증가시켜 연마 선택성을 전체적으로 감소시킨다.
- [0031] 상기 모든 실시양태의 CMP 시스템은 임의로 이산화규소 층의 제거 속도를 감소시키는 데 도움이 되는, 아민 함유 단량체, 올리고머, 또는 중합체 화합물을 더 포함한다. 적합한 아민 함유 화합물로는 폴리에틸렌아민, 디메틸아미노프로필아민, 1,4-비스(3-아미노프로필)피페라진 등이 포함된다.
- [0032] 상기 모든 실시양태의 CMP 시스템은 바람직하게는, 기관을 화학적-기계적 연마 시스템과 접촉시키고, 기관의 금속층 또는 절연층 (존재한다면)의 적어도 일부를 마모시켜 금속층 또는 절연층을 연마하는, 적어도 하나의 귀금속층과 임의로는 절연층을 포함하는 기관의 연마 방법에 사용된다. 기관은 임의의 적합한 기관 (예, 집적회로, 메모리 디스크 또는 하드 디스크(rigid disk), 금속, ILD 층, 반도체, 미세-전자-기계 시스템(micro-electro-mechanical system), 강유전체, 자기 헤드(magnetic head), 중합체 필름, 및 저 또는 고 유전상수 필름)일 수

있고 임의의 적합한 귀금속 또는 귀금속 합금층 (예, 금속 전도성 층)을 함유할 수 있다. 절연층은 금속 산화물, 다공성 금속 산화물, 유리, 유기 중합체, 불소화된 유기 중합체, 또는 임의의 다른 적합한 고 또는 저-유전율(k) 절연체와 같은 임의의 적합한 절연체를 포함할 수 있다. 절연층은 바람직하게는 귀소 기재의 금속 산화물을 포함한다. 귀금속, 귀금속 합금, 또는 귀금속 산화물 층은 바람직하게는 백금(Pt), 이리듐(Ir), 레늄(Re), 루테튬(Ru), 로듐(Rh), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 오스뮴(Os), 또는 금(Au)을 포함한다. 바람직하게는, 귀금속 또는 귀금속 합금 층은 백금, 루테튬 (예, RuO₂), 또는 이리듐 (예, IrO₂)을 포함한다.

[0033] 하기 실시예가 본 발명을 보다 자세히 예시하고 있지만, 물론 본 발명의 범주를 어떤 식으로든 한정하는 것으로 이해되어서는 안된다.

실시예

[0034] <실시예 1>

[0035] 본 실시예는 연마 첨가제가 백금의 용해 속도에 미치는 영향을 설명하였다.

[0036] 백금의 용해 속도 및 부식 속도를 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 1A-1L 및 1A'-1L)의 존재하에서 백금 회전 디스크 전극(RDE)을 사용하여 전기화학적으로 평가하였다. 백금 전극을 500 rpm으로 회전시켰고 90 kPa (13 psi)의 다운 포스(down force)로 연마 패드와 접촉시켰다. 금속 용해 속도를 전극 표면이 마모될 때 (용해 속도) 및 마모 후에 (부식 속도) 평가하였다. 백금 활동도를 전류 밀도로서 측정하였고 그 후에 패러데이의 법칙 (Faraday's law)을 사용하여 용해 속도 또는 부식 속도 (Å/분)로 다시 계산하였다. 과산화수소를 산화제로서 사용할 때, 용해 속도 및 부식 속도의 계산값은 전극에서 과산화수소의 전기화학적 활동으로 인한 추가의 전류 밀도를 포함하였다. 따라서, 과산화수소의 존재하에서 기록되어 있는 백금의 용해 속도 및 부식 속도는 실제 백금 용해 속도 및 부식 속도보다 클 수 있다.

[0037] 각 연마 조성물은 α-알루미나 6 중량%, 암모늄 퍼슬페이트 1 중량% (연마 조성물 1A-1L) 또는 과산화수소 1 중량% 및 0.1 N의 K₂SO₄ 지지 전해질 (연마 조성물 1A'-1L)을 함유하였다. 연마 조성물 1A 및 1A' (대조용)는 연마 첨가제를 함유하지 않았다. 각 연마 조성물 1B-1J 및 1B'-1J (비교용)는 글리신, 메티오닌, 히스티딘, 프롤린, 머캅토숙신산, 2-이미노-4-티오부렛, 2-아미노-2-메틸프로판올, 및 KBr을 각각 1 중량% 함유하였다. 각 연마 조성물 1K-1L 및 1K'-1L' (본 발명)은 피콜린산, 2,5-시클로펜타디온, 및 피라졸을 각각 1 중량% 함유하였다. 백금의 용해 속도 및 부식 속도를 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 암모늄 퍼슬페이트 및 과산화수소의 존재하에서 백금의 용해 속도 및 부식 속도를 각각 표 1 및 표 2에 요약하였다.

표 1

[0038] 암모늄 퍼슬페이트의 존재하에서 백금 용해 속도 및 부식 속도

연마 조성물	연마 첨가제	산화제	pH	백금 용해 속도	백금 부식 속도
1A (대조용)	없음	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	4.6	16.8	<0.1
			7.2	34.6	1.2
			9.0	42	0.2
1B (비교용)	글리신	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5.1	17.4	--
			7.1	37.7	
			8.5	34.8	
1C (비교용)	메티오닌	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	2.1	14.5	0.1
			6.1	14.5	0.1
			8.0	1.74	0.1
1D (비교용)	히스티딘	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	4.1	29	0.1
			7.0	29	0.1
			9	34.9	0.1
1E (비교용)	프롤린	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	4.9	34.8	0.1
			7.4	34.8	0.3
			8.9	58	0.1

1F (비교용)	머캅토숙신산	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	2.2	29	--
			6.2	29	
			8.3	29	
1G (비교용)	2-이미노-4-티오뷰렛	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	3.9	31.9	0.1
			6.1	29	0.1
			8.5	23.2	0.1
1H (비교용)	2-아미노-2-메틸프로판올	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	3.9	31.9	0.6
			6.8	34.8	2.9
			9.6	46.4	2.9
1I (비교용)	KBr	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	4	34.8	0.1
			7	37.7	0.3
			9	58	0.9
1J (본 발명)	피콜린산	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	4.0	20.2	0.2
			6.9	52.2	0.9
			9.8	55.1	0.2
1K (본 발명)	2,5-시클로펜탄디온	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	3.9	22.6	1.5
			6.2	20.3	2
			8.2	24.8	1.5
1L (본 발명)	피라졸	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5.1	21	0.1
			7.0	26.1	0.5
			8.9	29	0.9

표 2

과산화수소의 존재하에서 백금 용해 속도 및 부식 속도

연마 조성물	연마 첨가제	산화제	pH	백금 용해 속도	백금 부식 속도
1A (대조용)	없음	H ₂ O ₂	3.6	34.8	34.8
			6.0	5.8	0.93
			8.9	20.3	9.3
1B (비교용)	글리신	H ₂ O ₂	4	63.8	--
			6	20.3	
			8.5	130.5	
1C (비교용)	메티오닌	H ₂ O ₂	3.8	69.6	--
			5.9	66.7	
			8.2	101.5	
1D (비교용)	히스티딘	H ₂ O ₂	3.6	174	--
			7.9	116	
			9.1	261	
1E (비교용)	프롤린	H ₂ O ₂	4.1	43.5	--
			6.1	14.5	
			9.1	29	
1F (비교용)	머캅토숙신산	H ₂ O ₂	2.2	174	--
			6.2	377	
			8.3	290	
1G (비교용)	2-이미노-4-티오뷰렛	H ₂ O ₂	3.8	26.1	5.2
			6.1	29	5.8
			8.2	34.8	10.2
1H (비교용)	2-아미노-2-메틸프로판올	H ₂ O ₂	4.0	29	34.8
			7.5	31	31.9
			11.2	232	290

1I (비교용)	KBr	H ₂ O ₂	4.0	26.1	0.2
			6.1	6.1	0.3
			9.5	37.7	0.2
1J (본 발명)	피콜린산	H ₂ O ₂	3.8	319	290
			7.2	63.8	58
			9.8	34.8	--
1K (본 발명)	2,5-시클로펜탄 디온	H ₂ O ₂	5.4	20.3	1.7
			6.8	18.3	2.9
			8.7	29	17.4
1L (본 발명)	피라졸	H ₂ O ₂	4.1	34.8	--
			6.2	26.1	--
			8.9	26.1	--

[0040] 이러한 결과는 빠른 귀금속 용해 속도가 본 발명의 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0041] <실시예 2>

[0042] 본 실시예는 연마 첨가제가 루테튬의 용해 속도에 미치는 영향을 설명하였다.

[0043] 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도를 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 2A-2G 및 2A-2G)의 존재하에서 루테튬 회전 디스크 전극 (0.32 cm²)을 사용하여 전기화학적으로 평가하였다. 루테튬 전극을 500 rpm으로 회전시켰고 90 kPa (13 psi)의 다운 포스로 연마 패드와 접촉시켰다. 금속 용해 속도를 전극 표면이 마모될 때 (용해 속도) 및 마모 후에 (부식 속도) 평가하였다. 루테튬 활동도를 전류 밀도로서 측정하였고 그 후에 패러데이의 법칙을 사용하여 용해 속도 또는 부식 속도 (Å/분)로 다시 계산하였다. 과산화수소를 산화제로서 사용할 때, 용해 속도 및 부식 속도의 계산값은 전극에서 과산화수소의 전기화학적 활동으로 인한 추가의 전류 밀도를 포함하였다. 따라서, 과산화수소의 존재하에서 기록되어 있는 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도는 실제 루테튬 용해 속도 및 부식 속도보다 클 수 있다.

[0044] 각 연마 조성물은 α-알루미나 6 중량%, 암모늄 퍼슬페이트 1 중량% (연마 조성물 2A-2G) 또는 과산화수소 1 중량% 및 0.1 N의 K₂SO₄ 지지 전해질 (연마 조성물 2A-2G)을 함유하였다. 연마 조성물 2A 및 2A (대조용)는 연마 첨가제를 함유하지 않았다. 각 연마 조성물 2B-2E 및 2B-2E (비교용)는 글리신, 머캅토숙신산, 칼륨 옥살레이트, 및 1-히드록시에틸리덴-1,1-디포스포산 (즉, 데퀘스트[®] 2010 (Dequest[®] 2010) 제품)을 각각 1 중량% 함유하였다. 각 연마 조성물 2F-2G 및 2F-2G (본 발명)은 피콜린산 및 2,5-시클로펜탄디온을 각각 1 중량% 함유하였다. 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도를 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 암모늄 퍼슬페이트 산화제 및 과산화수소의 존재하에서 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도를 각각 표 3 및 표 4에 요약하였다.

표 3

[0045] 암모늄 퍼슬페이트의 존재하에서 루테튬 용해 속도 및 부식 속도

연마 조성물	연마 첨가제	산화제	pH	루테튬 용해 속도	루테튬 부식 속도
2A (대조용)	없음	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5.0	100	2.75
			8.2	63	2.5
2B (비교용)	글리신	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5.1	145	1.1
			8.2	250	4.5
2C (비교용)	머캅토숙신산	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5	40	2.38
			8.4	80	0.45
2D (비교용)	칼륨 옥살레이트	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5.4	95	5
			8.2	145	1.75

2E (비교용)	1-히드록시에틸리덴-1,1-디포스폰산 (데퀘스트® 2010)	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5.0	85-125	0.3
			8.3	250	0.83
2F (본 발명)	피콜린산	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	4.9	110	0.75
			8.2	250	1.2
2G (본 발명)	2,5-시클로펜탄디온	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	5.2	195	2.5
			8.1	250	2.5

표 4

과산화수소의 존재하에서 루테늄 용해 속도 및 부식 속도

연마 조성물	연마 첨가제	산화제	pH	루테늄 용해 속도	루테늄 부식 속도
2A (대조용)	없음	H ₂ O ₂	5.0	75	9.5
			8.0	145	10
2B (비교용)	글리신	H ₂ O ₂	6.1	250	0.5
			8.6	1250	200
2C (비교용)	머캅토숙신산	H ₂ O ₂	5.0	3000	127
			8.5	825	237
2D (비교용)	칼륨 옥살레이트	H ₂ O ₂	5.3	250	250
			8.1	300-1250	24
2E (비교용)	1-히드록시에틸리덴-1,1-디포스폰산 (데퀘스트® 2010)	H ₂ O ₂	5.4	800	212
			8.5	2500	250
2F (본 발명)	피콜린산	H ₂ O ₂	5.0	2500	400
			8.6	2250	25
2G (본 발명)	2,5-시클로펜탄디온	H ₂ O ₂	5.2	1000	3.25
			8.1	950-2000	25

이러한 결과는 빠른 귀금속 용해 속도가 본 발명의 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

<실시예 3>

본 실시예는 상이한 연마 첨가제가 백금 및 루테늄의 용해 속도에 미치는 영향을 설명하였다.

백금 및 루테늄의 용해 속도 및 부식 속도를 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 3A-3AA)의 존재하에서 백금 또는 루테늄 회전 디스크 전극을 사용하여 전기화학적으로 평가하였다. 백금 및 루테늄 금속 전극을 500 rpm으로 회전시켰고 90 kPa (13 psi)의 다운 포스로 연마 패드와 접촉시켰다. 백금 및 루테늄 용해 속도를 전극 표면이 마모될 때 (용해 속도) 및 마모 후에 (부식 속도) 평가하였다. 백금 및 루테늄 활동도를 전류 밀도로서 측정하였고 그 후에 패러데이의 법칙을 사용하여 용해 속도 또는 부식 속도 (Å/분)로 다시 계산하였다. 과산화수소를 산화제로서 사용할 때, 용해 속도 및 부식 속도의 계산값은 전극에서 과산화수소의 전기화학적 활동으로 인한 추가의 전류 밀도를 포함하였다. 따라서, 과산화수소의 존재하에서 기록되어 있는 백금 또는 루테늄의 용해 속도 및 부식 속도는 실제 백금 또는 루테늄의 용해 속도 및 부식 속도보다 클 수 있다.

연마 조성물에 대한 용해 속도 및 부식 속도를 두 그룹으로 평가하였다. 제1 데이터 세트는 연마 조성물 3A-3Q로 이루어져 있다. 제2 데이터 세트는 연마 조성물 3R-3AA로 이루어져 있다.

각 연마 조성물 3A-3Q는 α-알루미나 6 중량%, 과산화수소 1 중량%, 및 0.1 N의 K₂SO₄ 지지 전해질을 함유하였다. 연마 조성물 3A (대조용)는 연마 첨가제를 함유하지 않았다. 각 연마 조성물 3B-3G (비교용)는 시클로부

탄 디카르복실산, 락트산, 1-히드록시에틸리덴-1,1-디포스폰산 (즉, 데퀘스트® 2010 제품), 글리신, 수크로스 및 에탄올을 각각 1 중량% 함유하였다. 각 연마 조성물 3H-3Q (본 발명)는 3-(3-피리딜)프로피온산, 2-피리딘 메탄올, 2-피리딘 카르복스알데히드, 2-피리딘카르복스아미드, 2,3-피리딘 디카르복실산, 2-피리딜아세트산 HCl, 4-피리딘에탄술폰산, 2,5-시클로펜탄디온, FeSO₄, 및 Fe(NO₃)₃를 각각 1 중량% 함유하였다.

[0053] 과산화수소를 함유하지 않는 연마 조성물 3S 및 3W를 제외하고, 각 연마 조성물 3R-3AA는 α-알루미나 6 중량%, 과산화수소 1 중량%, 및 0.1 N의 K₂SO₄ 지지 전해질을 함유하였다. 각 연마 조성물 3R-3AA (본 발명)는 술파닐산, 2-피리딘에탄술폰산 (HPO 없음), 2-피리딘에탄술폰산, 2-피리딘술폰산, 3-피리딜아세트산 HCl, 4-피리딜아세트산 HCl (HPO 없음), 4-피리딜아세트산 HCl, 2-피라진 카르복실산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 및 4-피리딘에탄술폰산을 각각 1 중량% 함유하였다.

[0054] 백금 및 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도를 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대하여 백금 및 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도를 표 5 및 표 6에 요약하였다.

표 5

[0055] 백금 및 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도

연마 조성물	연마 첨가제	pH	백금 용해 속도	백금 부식 속도	루테튬 용해 속도	루테튬 부식 속도
3A (대조용)	없음	5	29	2.9	55	10
		9.5	150	35	130	30
3B (비교용)	시클로부탄 디카르복실산	5	10150	3480	1550	375
		9.5	64	377	3000	25
3C (비교용)	락트산	5	1160	290	700	400
		9.5	29	9	1450	6.25
3D (비교용)	1-히드록시에틸리덴-1,1-디포스폰산 (데퀘스트® 2010)	5	377	116	1000	140
		9.5	348	174	2500	105
3E (비교용)	글리신	5	46	116	50	5
		9.5	93	129	125	125
3F (비교용)	수크로스	5	29	2.9	33	7.5
		9.5	116	61	138	40
3G (비교용)	에탄올	5	93	26	125	35
		9.5	23	20	145	40
3H (본 발명)	3-(3-피리딜)프로피온산	5	2175	841	1250	178
		9.5	377	46	700	73
3I (본 발명)	2-피리딘 메탄올	5	2900	2030	1735	250
		9.5	116	580	750	200
3J (본 발명)	2-피리딘카르복스알데히드	5	1421	667	800	120
		9.5	81	24	200	8
3K (본 발명)	2-피리딘카르복스아미드	5	32	14	25	5
		9.5	87	35	123	33
3L (본 발명)	2,3-피리딘디카르복실산	5	3770	1769	1500	325
		9.5	174	67	2025	113
3M (본 발명)	2-피리딜아세트산 HCl	5	1740	580	1500	200
		9.5	101	90	2750	55
3N (본 발명)	4-피리딘에탄술폰산	5	2900	667	1675	250
		9.5	116	87	1625	175
3O (본 발명)	2,5-시클로펜탄디온	5	46	4	105	15
		9.5	197	102	1800	800

3P (본 발명)	FeSO ₄	5	232	63	88	50
		9.5	87	35	130	33
3Q (본 발명)	Fe(NO ₃) ₃	5	52	20	150	15
		9.5	116	58	145	100

표 6

백금 및 루테튬의 용해 속도 및 부식 속도

연마 조성물	연마 첨가제	pH	백금 용해 속도	백금 부식 속도	루테튬 용해 속도	루테튬 부식 속도
3R (본 발명)	술폰산	5	37	22	450	95
		9.5	348	116	450	50
3S (본 발명)	2-피리딘에탄술폰산 (HPO 없음)	5	12	4	25	1
		9.5	29	5	7.5	2
3T (본 발명)	2-피리딘에탄술폰산	5	1740	1247	300	150
		9.5	551	203	250	145
3U (본 발명)	2-피리딘 술폰산	5	58	35	250	33
		9.5	667	174	550	40
3V (본 발명)	3-피리딜아세트산 HCl	5	899	580	950	88
		9.5	319	290	1025	100
3W (본 발명)	4-피리딜아세트산 HCl (HPO 없음)	5	13	4	30	4.5
		9.5	19	6	23	0.8
3X (본 발명)	4-피리딜아세트산 HCl	5	928	158	750	158
		9.5	1450	116	525	175
3Y (본 발명)	2-피라진 카르복실산	5	29	8	150	8
		9.5	348	87	500	90
3Z (본 발명)	1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드	5	29	13	300	2.5
		9.5	377	87	375	75
3AA (본 발명)	4-피리딘에탄술폰산	5	957	377	925	170
		9.5	928	116	400	78

[0057] 이러한 결과는 빠른 귀금속 용해 속도가 본 발명의 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0058] <실시예 4>

[0059] 본 실시예는 연마 첨가제가 백금의 용해 속도에 미치는 영향을 설명하였다.

[0060] 백금의 용해 속도 및 부식 속도를 두 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 4A 및 4B)의 존재하에서 백금 회전 디스크 전극을 사용하여 전기화학적으로 평가하였다. 백금 전극을 500 rpm으로 회전시켰고 90 kPa (13 psi)의 다운 포스로 연마 패드와 접촉시켰다. 백금 용해 속도를 전극 표면이 마모될 때 (용해 속도) 및 마모 후에 (부식 속도) 평가하였다. 백금 활동도를 전류 밀도로서 측정하였고 그 후에 패러데이의 법칙을 사용하여 용해 속도 또는 부식 속도 (Å/분)로 다시 계산하였다.

[0061] 각 연마 조성물은 α-알루미나 6 중량%, 암모늄 퍼슬페이트 1 중량%, 및 연마 첨가제 1 중량%를 함유하였다. 연마 조성물 4A (비교용)는 연마 첨가제로서 트리에틸아민 1 중량%를 함유하였다. 연마 조성물 4B (본 발명)는 연마 첨가제로서 1,10-페난트롤린 1 중량%를 함유하였다. 백금의 용해 속도 및 부식 속도를 5 내지 10의 pH에서 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대한 백금의 용해 속도 및 부식 속도를 표 7에 요약하였다.

표 7

[0062] 백금의 용해 속도 및 부식 속도

연마 조성물	산화제	연마 첨가제	pH	백금 용해 속도	백금 부식 속도
4A (비교용)	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	NEt ₃	8.5	146	4.5
4B (본 발명)	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	1,10-페난트롤린	5.8	33.6	0.01
			7.2	53.2	0.5
			8.0	168	1.4
			8.7	128	1.54
			9.5	203	1.78

[0063] 이러한 결과는 빠른 귀금속 용해 속도가 본 발명의 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0064] <실시예 5>

[0065] 본 실시예는 헤테로시클릭 질소 함유 화합물을 포함하는 연마 조성물이 백금 또는 루테튬 제거 속도에 미치는 영향을 비교하였다.

[0066] 백금 또는 루테튬 층을 포함하는 유사한 기판을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 5A-5G)을 사용하여 탁상용 연마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물 5A (비교용) 및 5B-5G (본 발명)는 알루미늄 (α-알루미늄 60%/폼드 알루미늄 40%) 8 중량%, 과산화수소 1 중량%, 및 시클로부탄 디카르복실산, 2-피리딘카르복스알데히드, 2-피리딘메탄올, 2,3-피리딘 디카르복실산, 2,6-피리딘 디카르복실산, 2-피리딘아세트산 HCl, 또는 2-피리딘에탄술폰산을 각각 1 중량% 함유하였다. 백금 또는 루테튬의 제거 속도를 두 상이한 pH 값 (4.9-5.5 및 9-9.8)에서 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 화학적-기계적 연마 시스템에 대한 백금 및 루테튬의 제거 속도를 표 8에 요약하였다.

표 8

[0067] 다양한 연마 첨가제에 대한 백금 및 루테튬의 제거 속도

연마 조성물	연마 첨가제	pH	Pt RR (Å/분)	Ru RR (Å/분)
5A (비교용)	시클로부탄 디카르복실산	4.9	454	424
		9.4	632	576
5B (본 발명)	2-피리딘 카르복스알데히드	5.1	749	293
		9.5	601	378
5C (본 발명)	2-피리딘메탄올	5.5	546	247
		9.5	489	496
5D (본 발명)	2,3-피리딘디카르복실산	5	566	335
		9.5	530	414
5E (본 발명)	2,6-피리딘디카르복실산	5	663	413
		9.2	324	594
5F (본 발명)	2-피리딘아세트산 HCl	5.1	1043	216
		9.8	511	531
5G (본 발명)	2-피리딘에탄술폰산	5.0	1077	200
		9.7	463	270

[0068] 이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 연마 첨가제로서 헤테로시클릭 질소 함유 화합물을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0069] <실시예 6>

[0070] 본 실시예는 헤테로시클릭 질소 함유 화합물을 포함하는 연마 조성물과 연마 첨가제를 포함하지 않는 연마 조성물이 백금 또는 루테튬 제거 속도에 미치는 영향을 비교하였다.

[0071] 백금 또는 루테튬, 실리카, 및 티탄 층을 포함하는 유사한 기판을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 6A-6F)을 사용하여 탁상용 연마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물은 알루미늄 (α-알루미늄 60%/폼드 알루미늄 40%) 4 중량% 및 과산화수소 1 중량%를 함유하였다. 연마 조성물 6A 및 6F (대조용)는 연마 첨가제를 함유하지 않

있고, 산화제도 존재하지 않았다. 연마 조성물 6B 및 6G (대조용)는 연마 첨가제를 함유하지 않았고, 과산화수소 1 중량%를 함유하였다. 각 연마 조성물 6C, 6D, 및 6E (본 발명)는 2-피리딜아세트산 HCl (산화제를 포함 및 포함하지 않음) 또는 피콜린산을 각각 1 중량% 함유하였다. 각 연마 조성물 6H, 6I, 및 6J (본 발명)는 알루미늄 (α-알루미나 60%/폼드 알루미늄 40%) 6 중량% 및 4-피리딘에탄술폰산 (산화제를 포함 및 포함하지 않음) 또는 2-피리딜아세트산 HCl을 각각 1 중량% 함유하였다. 루테튬의 제거 속도를 9.5의 pH에서 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 백금의 제거 속도를 2의 pH에서 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 화학적-기계적 연마 시스템에 대한 루테튬 및 백금의 제거 속도를 표 9 및 표 10에 요약하였다.

표 9

[0072] 다양한 연마 첨가제에 대한 루테튬의 제거 속도

연마 조성물	연마 첨가제	연마제	산화제	pH	Ru RR (Å/분)	SiO ₂ RR (Å/분)	Ti RR (Å/분)
6A (대조용)	없음	알루미나 4 중량%	없음	9.5	87	1423	1327
6B (대조용)	없음	알루미나 4 중량%	H ₂ O ₂ 1 중량%	9.5	960	1172	1988
6C (본 발명)	2-피리딜아세트산 HCl 1 중량%	알루미나 4 중량%	없음	9.5	38	1054	1309
6D (본 발명)	2-피리딜아세트산 HCl 1 중량%	알루미나 4 중량%	H ₂ O ₂ 1 중량%	9.5	1119	809	1896
6E (본 발명)	피콜린산 1 중량%	알루미나 4 중량%	H ₂ O ₂ 1 중량%	9.5	1028	567	1263

표 10

[0073] 다양한 연마 첨가제에 대한 백금의 제거 속도

연마 조성물	연마 첨가제	연마제	산화제	pH	Pt RR (Å/분)	SiO ₂ RR (Å/분)	Ti RR (Å/분)
6F (대조용)	없음	알루미나 6 중량%	없음	2	2098	89	442
6G (대조용)	없음	알루미나 6 중량%	H ₂ O ₂ 1 중량%	2	1961	94	2163
6H (본 발명)	4-피리딘에탄술폰산 1 중량%	알루미나 6 중량%	없음	2	>5000	79	597
6I (본 발명)	4-피리딘에탄술폰산 1 중량%	알루미나 6 중량%	H ₂ O ₂ 1 중량%	2	>5000	92	1392
6J (본 발명)	2-피리딜아세트산 HCl 1 중량%	알루미나 6 중량%	H ₂ O ₂ 1 중량%	2	3000	104	966

[0074] 이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 연마 첨가제로서 헤테로시클릭 질소 함유 화합물을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0075] <실시예 7>

[0076] 본 실시예는 금속 화합물 및 염을 포함하는 연마 조성물과 연마 첨가제를 포함하지 않는 연마 조성물이 백금 및 루테튬의 제거 속도에 미치는 영향을 비교하였다.

[0077] 백금 또는 루테튬 층을 포함하는 유사한 기판을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 7A-7F)을 사용하여 탁상용 연

마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물은 알루미나 (α -알루미나 60%/폼드 알루미나 40%) 5 중량% 및 과산화수소 1 중량%를 함유하였다. 연마 조성물 7A (대조용)는 철 염 또는 연마 첨가제를 함유하지 않았다. 각 연마 조성물 7B, 7C, 7D, 7E, 및 7F (본 발명)는 질산철(III) 0.01 중량%, 황산철(II) 0.01 중량%, 과염소산 Mn(II) 100 ppm, 질산 Cu(II) 100 ppm, 및 산화 Ce(IV) 100 ppm을 각각 함유하였다. 백금 또는 루테튬의 제거 속도를 pH 2, 5 및(또는) 9.5에서 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였다. 화학적-기계적 연마 시스템에 대한 백금 및 루테튬의 제거 속도를 표 11에 요약하였다.

표 11

다양한 철 화합물에 대한 백금 및 루테튬의 제거 속도

연마 조성물	연마 첨가제	산화제	pH	Pt RR (Å/분)	Ru RR (Å/분)
7A (대조용)	없음	H ₂ O ₂	5	1186	150
			9.5	1036	262
7B (본 발명)	질산 Fe(III)	H ₂ O ₂	5	1614	258
			9.5	677	331
7C (본 발명)	황산 Fe(II)	H ₂ O ₂	5	1451	221
			9.5	656	546
7D (본 발명)	과염소산 Mn(II)	H ₂ O ₂	2	938	--
			5	598	353
			9.5	1101	544
7E (본 발명)	질산 Cu(II)	H ₂ O ₂	2	881	--
			5	266	469
			9.5	898	508
7F (본 발명)	산화 Ce(IV)	H ₂ O ₂	5	--	428

이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 퍼옥시형 산화제와 함께 금속 화합물 또는 염을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

<실시예 8>

본 실시예는 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물을 포함하는 연마 조성물이 백금 또는 루테튬 제거 속도에 미치는 영향을 비교하였다.

백금, 루테튬, 또는 산화물 층을 포함하는 유사한 기관을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 8A-8C)을 사용하여 탁상용 연마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물 8A-8C (본 발명)는 알루미나 (α -알루미나 60%/폼드 알루미나 40%) 8 중량%, 과산화수소 1 중량%, 및 3-피리딘술폰산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 또는 술포닐산을 각각 1 중량% 함유하였다. 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대한 백금, 루테튬 및 산화물의 제거 속도를 측정하였고, 그 결과를 표 12에 요약하였다.

표 12

다양한 연마 첨가제에 대한 백금 및 루테튬의 제거 속도

연마 조성물	연마 첨가제	pH	Pt RR (Å/분)	Ru RR (Å/분)	산화물 RR (Å/분)
8A (본 발명)	3-피리딘술폰산	5.1	584	485	274
8B (본 발명)	1-(술포프로필)피리디늄 히드록시드	5	950	282	187
8C (본 발명)	술포닐산	5	636	395	160

이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 연마 첨가제로서 양쪽성이온 화합물일 수 있는 질소 함유 화합물을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0085] <실시예 9>

[0086] 본 실시예는 α-알루미나 대 폼드 알루미늄의 상이한 비율로 이들을 포함하는 연마 조성물이 백금 또는 루테튬 제거 속도에 미치는 영향을 비교하였다.

[0087] 백금, 티탄 또는 산화물 층을 포함하는 유사한 기판을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 9A-9F)을 사용하여 탁상용 연마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물 9A 및 9F (비교용)와 9B-9E (본 발명)는 알루미나 8 중량%를 함유하였고, 각각 α-알루미나는 20%, 40%, 50%, 60%, 80%, 및 100%이었고 폼드 알루미늄은 80%, 60%, 50%, 40%, 20% 및 0%이었다. 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대한 백금, 티탄 및 이산화규소의 제거 속도를 측정하였고, 그 결과를 표 13에 요약하였다.

표 13

[0088] 다양한 연마제 혼합물에 대한 백금, 티탄, 및 산화물의 제거 속도

연마 조성물	α-알루미나 %	폼드 알루미늄 %	Pt RR (Å/분)	Ti RR (Å/분)	산화물 RR (Å/분)
9A (비교용)	20	80	884	--	--
9B (본 발명)	40	60	1262	1155	55
9C (본 발명)	50	50	1550	--	--
9D (본 발명)	60	40	1649	1097	50
9E (본 발명)	80	20	1640	1174	58
9F (비교용)	100	0	354	--	--

[0089] 이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 0.6:1 내지 4:1의 α-알루미나 대 폼드 알루미늄의 중량비를 나타내는, 40% 내지 90%의 α-알루미나 및 60% 내지 10%의 폼드 알루미늄을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0090] <실시예 10>

[0091] 본 실시예는 술폰산 화합물을 포함하는 연마 조성물이 백금 제거 속도에 미치는 영향을 비교하였다.

[0092] 백금을 포함하는 유사한 기판을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 10A-10L)을 사용하여 IPEC 472 연마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물은 알루미나 (α-알루미나 60%/폼드 알루미늄 40%) 3 중량%를 함유하였고 pH가 3이었다. 연마 조성물 10A (대조용)는 연마 첨가제를 함유하지 않았다. 연마 조성물 10B-10I (본 발명)는 4.4 mM의 히드로퀴논술폰산, 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드, 벤젠술폰산, 4-피리딘에탄술폰산, 술폰산, N-트리스(히드록시메틸)메틸-2-아미노에탄술폰산, 이세티온산, 및 칼륨 트리플루오로메탄술폰네이트를 각각 함유하였다. 연마 조성물 10J-10L (비교용)은 황산칼륨, 2,5-디히드록시벤조산, 및 히드로퀴논을 각각 함유하였다.

[0093] 백금의 제거 속도 (RR) 및 웨이퍼 전면에서의 불균일성 (WIWNU)을 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였고, 그 결과를 표 14에 요약하였다.

표 14

[0094] 술폰산 화합물에 대한 백금의 제거 속도

연마 조성물	연마 첨가제	RR (Å/분)	WIWNU (%)
10A (대조용)	없음	631	34.8
10B (본 발명)	히드로퀴논 술폰산	2879	23.4
10C (본 발명)	1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드	3634	10.8
10D (본 발명)	벤젠술폰산	3600	12.2
10E (본 발명)	4-피리딘에탄술폰산	2968	26.3
10F (본 발명)	술폰산	2342	25.3
10G (본 발명)	N-트리스(히드록시메틸)메틸-2-아미노에탄 술폰산	950	22.3
10H (본 발명)	이세티온산	896	26.6
10I (본 발명)	칼륨 트리플루오로메탄술폰네이트	539	42.2

10J (비교용)	황산칼륨	498	15.9
10K (비교용)	2,5-디히드록시벤조산	118	64.5
10L (비교용)	히드로퀴논	605	23.7

[0095] 이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 술폰산 화합물을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0096] <실시예 11>

[0097] 본 실시예는 상이한 연마제와 함께 술폰산 화합물을 포함하는 연마 조성물이 백금 제거 속도에 미치는 영향을 비교하였다.

[0098] 백금을 포함하는 유사한 기관을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 11A-11G)을 사용하여 IPEC 472 연마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물 11A 및 11B는 히드로퀴논술폰산 (HQSA) 1 중량%를 함유하였고 pH는 3이었다. 연마 조성물 11A는 폼드 알루미늄 8 중량%를 함유하였다. 연마 조성물 11B는 폼드 실리카 8 중량%를 함유하였다. 각 연마 조성물 11C-11G는 알루미늄 (α-알루미늄 60%/폼드 알루미늄 40%) 3 중량%를 함유하였고 pH는 3이었다. 연마 조성물 11C 및 11D는 평균 입자 크기가 100 nm인 α-알루미늄을 함유하였고, 히드로퀴논술폰산 (HQSA)을 각각 0 및 1 중량% 함유하였다. 연마 조성물 11E-11G는 평균 입자 크기가 250 nm인 α-알루미늄을 함유하였고, 히드로퀴논술폰산 (HQSA)을 각각 0, 0.5, 및 1 중량% 함유하였다.

[0099] 백금의 제거 속도 (RR) 및 웨이퍼 전면에서의 불균일성 (WIWNU)을 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였고, 그 결과를 표 15에 요약하였다.

표 15

[0100] 백금 제거 속도

연마 조성물	연마제	α-알루미늄의 평균 입자 크기	연마 첨가제	RR (Å/분)	WIWNU (%)
11A (본 발명)	폼드 알루미늄 8 중량%	N/A	HQSA 1 중량%	0	N/A
11B (본 발명)	폼드 실리카 8 중량%	N/A	HQSA 1 중량%	0	N/A
11C (대조용)	α-알루미늄 1.8 중량%, 폼드 알루미늄 1.2 중량%	100 nm	HQSA 0 중량%	269	18.5
11D (본 발명)	α-알루미늄 1.8 중량%, 폼드 알루미늄 1.2 중량%	100 nm	HQSA 1 중량%	9	36.3
11E (대조용)	α-알루미늄 1.8 중량%, 폼드 알루미늄 1.2 중량%	250 nm	HQSA 0 중량%	631	34.8
11F (본 발명)	α-알루미늄 1.8 중량%, 폼드 알루미늄 1.2 중량%	250 nm	HQSA 0.5 중량%	1808	22.5
11G (본 발명)	α-알루미늄 1.8 중량%, 폼드 알루미늄 1.2 중량%	250 nm	HQSA 1 중량%	2984	21.6

[0101] 이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 술폰산 화합물과 함께 α-알루미늄을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.

[0102] <실시예 12>

[0103] 본 실시예는 술폰산 화합물을 포함하는 연마 조성물과 포스폰산 화합물을 포함하는 연마 조성물이 백금의 제거

속도에 미치는 영향을 비교하였다.

[0104] 백금을 포함하는 유사한 기관을 상이한 연마 조성물 (연마 조성물 12A-12E)을 사용하여 IPEC 472 연마기에서 연마하였다. 각 연마 조성물 12A-12E는 알루미나 (α -알루미나 60%/폼드 알루미나 40%) 3 중량%를 함유하였고, pH가 3이었다. 연마 조성물 12A (대조용)는 연마 첨가제를 함유하지 않았다. 연마 조성물 12B 및 12C (본 발명)는 5-포르밀-2-푸란 술폰산 및 1-(3-술포프로필)피리디늄 히드록시드를 각각 1 중량% 함유하였다. 연마 조성물 12D 및 12E는 페닐포스폰산 및 2-카르복시에틸포스폰산을 각각 함유하였다.

[0105] 백금의 제거 속도 (RR) 및 웨이퍼 전면에서의 불균일성 (WIWNU)을 각 화학적-기계적 연마 시스템에 대해 측정하였고, 그 결과를 표 16에 요약하였다.

표 16

[0106] 백금 제거 속도

연마 조성물	연마 첨가제	RR (Å/분)	WIWNU (%)
12A (대조용)	없음	1101.4	14.8
12B (본 발명)	5-포르밀-2-푸란 술폰산	2141.7	26.0
12C (대조용)	1-(3-술포프로필)피리 디늄 히드록시드	2638.1	13.8
12D (비교용)	페닐포스폰산	102.0	21.9
12E (비교용)	2-카르복시에틸포스폰산	139.8	37.2

[0107] 이러한 결과는 빠른 귀금속 제거 속도가 술폰산 화합물을 포함하는 화학적-기계적 연마 조성물을 사용하여 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다.