

명세서

발명의 명칭: 연마 슬러리 조성물

기술분야

- [1] 본 발명은, 나노 세리아 연마입자를 포함하는 연마 슬러리 조성물에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 화학적 기계적 연마(Chemical Mechanical Polishing; CMP) 공정은, 연마 입자가 포함된 슬러리를 기판 상에 투입하고 연마 장치에 장착된 연마 패드를 이용하여 실시하게 된다. 이때, 연마입자는 연마 장치로부터 압력을 받아 기계적으로 표면을 연마하게 되고, 연마 슬러리 조성물에 포함된 화학적 성분이 기판의 표면을 화학적으로 반응시켜 기판의 표면 부위를 화학적으로 제거하게 된다.
- [3] 일반적으로 연마 슬러리 조성물은 제거 대상의 종류 및 특성에 따라 다양한 종류가 있다. 그 중에서 특정 피연마막을 선택적으로 제거하는 연마 슬러리 조성물은 매우 다양하나 최근 반도체 장치 구조에서는 실리콘산화막, 실리콘질화막 및 폴리실리콘막을 동시에 연마할 수 있는 슬러리 조성물이 필요하다. 그러나, 종래의 슬러리 조성물은 실리콘산화막, 실리콘질화막 및 폴리실리콘막을 선택적으로 연마할 수 없고, 원하는 수준의 연마 속도를 얻지 못하거나 결함 및 스크래치가 발생하고 낮은 분산 안정성으로 응집이 일어나는 문제가 있다. 또한, 세리아 입자는 각진 결정립 형상과 광범위한 입경 분포를 가질 경우에, 폴리실리콘막의 마이크로 스크래치의 발생이 불가피하게 된다. 또한, 연마막질의 디펙, 스크래치를 개선하고, 패턴에서 디싱 및 에로전(Erosion) 값을 개선하기 위해서는 작은 사이즈의 입자 적용의 필요성이 증가되고 있다.
- [4] 세리아 입자는 크기가 40 nm 이하일 경우 절연막 연마율이 매우 낮고, 입경이 100 nm 이상일 경우 다면체 구조의 날카로운 결정면 부분에 의해서 마이크로 스크래치 수가 급격히 증가하게 된다. 이는 입자의 크기가 감소할수록 연마 입자의 연마막질 사이 압력이 감소하여 연마막질의 연마율이 감소하고, 또한, 입자 사이즈가 특정 사이즈 이하가 되면 연마 메커니즘이 변화하여 비활성(inactive) 연마 입자의 수가 증가하게 된다. 이론적으로 입자의 사이즈가 감소하면 입자는 일부 "Hydrodynamical Contact model"을 따른다. 이는 "IEEE TRANSACTIONS ON SEMICONDUCTOP MANUFACTURING, VOL. 14, NO. 2, MAY 2001" 문헌에서 제안되었다. CMP 장치의 연마 패드와 입자, 입자와 연마면의 거리에 따라 연마 메커니즘이 달라지게 되며, 입자의 사이즈가 감소함에 따라 비활성 연마입자들이 연마율을 하락시키는 원인으로 작용한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 상기 언급한 문제점을 해결하기 위해서, 세리아 연마입자의 적절한

분산 환경을 제공하여 입자 사이즈 감소에 따른 비활성 연마 입자의 발생을 억제하고, 연마 입자가 균일하게 연마 공정에 참여하여 연마막질의 연마율을 향상시킬 수 있는, 연마 슬러리 조성물을 제공하는 것이다.

- [6] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 분야 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명의 일 실시예에 따라, 나노 세리아 연마입자; 및 분자 내 친수성기를 포함하는 수용성 화합물;을 포함하고, 하기의 식 1의 결과값(S)이 0.9 내지 1.1인 것인, 연마 슬러리 조성물에 관한 것이다.

- [8] [식 1]

$$S = \frac{A * (b)^{-1/3}}{B * (a)^{-1/3}}$$

- [9] (식 1에서
 [10] a: 기준이 되는 세리아 연마입자의 1차 입도 사이즈
 [11] b: 상기 나노 세리아 연마입자의 1차 입도 사이즈
 [12] A: a 사이즈의 세리아 연마입자를 포함하는 연마 슬러리 조성물의 연마 대상막의 연마율
 [13] B: b 사이즈의 세리아 연마입자를 포함하는 연마 슬러리 조성물의 연마 대상막의 연마율)
 [14] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 b는 30 nm 이하의 1차 입도 사이즈인 것일 수 있다.
 [15] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 연마입자는, 상기 슬러리 조성물 중 0.0001 중량% 내지 5 중량%인 것일 수 있다.
 [16] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 수용성 화합물은, 상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001 중량% 내지 1 중량%인 것일 수 있다.
 [17] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 수용성 화합물의 분자량은, 3000 미만인 것일 수 있다.
 [18] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 수용성 화합물은, 알킬렌글리콜, 옥시알킬렌알킬에테르, 옥시알킬렌알케닐에테르, 옥시알킬렌알킬아릴에테르 및 옥시알킬렌알킬에테르 카르복실산으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 모노머를 포함하는 폴리머, 코폴리머 또는 이 둘을 포함하는 것일 수 있다.
 [19] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 수용성 화합물은, 알킬아크릴레이트; 알킬(메트)아크릴레이트; 지방족 고리 또는 방향족 고리를 포함하는

- (메트)아크릴레이트; 및 지방족 고리 또는 방향족 고리를 포함하는 아크릴레이트; 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 모노머를 포함하는 폴리머, 코폴리머 또는 이 둘을 포함하는 것일 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에 따라, 양쪽성 화합물을 더 포함하고, 상기 양쪽성 화합물은, 양쪽성 아미노산, 아민기 및 카르복실기 함유 유기산 또는 이 둘을 포함하는 것일 수 있다.
- [21] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 양쪽성 화합물의 PI 값은 5.5 내지 6.5이고, 상기 양쪽성 화합물의 분자량은 1000 이하인 것일 수 있다.
- [22] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 양쪽성 아미노산은, 라이신, 메티오닌, 시스테인, 티로신, 글리신, 글루탐산, 알라닌, 세린(Serine), 아스파라긴, 페닐알라닌, 트레오닌, 발린, 류신, 이소류신, 프롤린, 히스티딘, 리신, 아르기닌, 아스파르트산, 트립토판, 글루타민, 시스테인(cysteine), 베타인(betaine), 코코미도프로필베타인(cocomidopropylbetaine), 라우릴베타인, 스테아릴베타인, 라우릴프로필베타인(laurylpropylbetaine), 코코디메틸 카르복시메틸 베타인, 라우릴디메틸 카르복시메틸 베타인, 라우릴디메틸 알파-카르복시에틸 베타인, 세틸디메틸 카르복시메틸 베타인, 아미노카르복실산염, 이미다졸륨베타인, 2-알킬-N-카르복시 메틸-N-히드록시에틸이미다졸리늄 베타인, 라우릴디메틸아민옥사이드 및 레시틴으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 아민기 및 카르복실기 함유 유기산은, 사르코신(sarcosine), 아미노부티르산(Aminobutyric acid, 4-aminobutyric acid), 디아미노부티르산, 라우릴프로필베타인, 오르니틴, 코코미도프로필베타인, 테아닌(Theanine), 아미노아디프산, 이미노디아세트산(Iminodiacetic acid), 니트릴로트리아세트산(Nitrilotriacetic acid), 안트라닐산(Anthranilic acid), 3-아미노벤조산(3-aminobenzoic acid), 4-아미노벤조산(4-aminobenzoic acid), 3-아미노-1,2,4-트리아졸-5-카르복실산(3-amino-1,2,4-triazole-5-carboxylic acid), 1,2,3,4-테트라하이드로이소퀴놀린-3-카르복실산(1,2,3,4-tetrahydroisoquinoline-3-carboxylic acid), 피페콜산(pipecolic acid), 니페코트산(Nipecotic acid), 이소니페코트산(Isonipecotic acid), 4-아미노-3-하이드록시부티르산(4-amino-3-hydroxybutyric acid), 6-아미노헥사노산(6-aminohexanoic acid, Aminocaproic acid), 2-아미노-티아졸린-4-카르복실산(2-amino-2-thiazoline-4-carboxylic acid), 3-아미노-3-메틸 벤조산(3-amino-3-methyl Benzoic acid), 3-아미노메틸부티르산(3-aminomethylbutanoic acid), 5-아미노펜탄산(5-aminopentanoic acid), 2-아미노티오펜아세트산(2-aminothiopheneacetic acid), 아미노나프티온산(Aminonaphthoic acid), 3-아미노피라조 4-카르복실산(3-aminopyrazo 4-carboxylic acid),

2-아미노-4-펜텐노익산(2-amino-4-pentenoic acid),
3-아미노부티르산(3-aminobutyric acid), 아미노레불린산(Aminolevulinic acid) 및
8-아미노카프릴산(8-aminocaprylic acid)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도
하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[24] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 양쪽성 화합물은, 상기 연마 슬러리 조성물
중 0.001 중량% 내지 1 중량%인 것일 수 있다.

[25] 본 발명의 일 실시예에 따라, 유기산을 포함하는 표면 개질제를 더 포함하고,
상기 유기산은 모노카르복실산을 포함하는 것일 수 있다.

[26] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 모노카르복실산은, 포름산(formic acid),
아세트산(acetic acid), 프로피온산(propionic acid), 부티르산(butyric acid),
발레르산(valeric acid), 헥사노산(hexanoic acid), 헵타노산(heptanoic acid),
카프릴산(caprylic acid), 노나노산(nonanoic acid), 데카노산(decanoic acid),
운데실산(undecylenic acid), 라우릴산(lauric acid), 트리데실산(tridecylic acid),
미리스트산(myristic acid), 펜타데카노산(pentadecanoic acid), 팔미트산(palmitic
acid), 페닐아세트산(Phenylacetic acid), 2-페닐프로피온산(2-Phenylpropionic acid),
트리페닐아세트산(Triphenylacetic acid), 만델산(Mandelic acid),
하이드로신남산(Hydrocinnamic acid), 톨릴아세트산(o-, p-, m-Tolylacetic acid),
4-하이드록시페닐아세트산(Hydroxyphenyl acetic acid), 벤조산(Benzoic acid),
톨루익산(Toluic acid), 디메틸벤조산(Dimethylbenzoic acid),
디클로로아세트산(Dichlorophenylacetic acid), 나프토산(Naphthoic acid,
1-나프토산, 2-나프토산 등) 및 살리실산(Salicylic acid)으로 이루어진 군에서
선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

[27] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 유기산은, 상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001
중량% 내지 0.1 중량%인 것일 수 있다.

[28] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 pH 조절제를 더 포함하고, 상기 pH 조절제는,
산성 물질, 염기성 물질 또는 이 둘을 포함하고, 상기 산성 물질은, 염산, 황산,
질산, 인산, 과염소산, 브롬산, 과염소산, 불산, 요오드산, 아질산, 과황산, 아황산,
차아황산, 보론산, 요오드산, 인산, 아인산, 차아인산, 과인산, 아염소산,
차아염소산, 과염소산, 아브롬산, 차아브롬산, 과브롬산, 차아요오드산,
과요오드산, 불화수소, 3불화붕소, 테트라플루오로붕산, 인불화수소산 및
각각의 염으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하고, 상기
염기성 물질은, 암모늄메틸프로판올(ammonium methyl propanol; AMP),
테트라메틸암모늄하이드록사이드(tetra methyl ammonium hydroxide; TMAH),
수산화암모늄, 암모니아, 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화마그네슘,
수산화루비듐, 수산화세슘, 탄산수소나트륨, 탄산나트륨, 이미다졸 및 각각의
염으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.

발명의 효과

- [29] 본 발명은, 연마 입자의 사이즈가 작아질 경우에 연마 메커니즘의 변화에 의한 비활성 연마 입자가 증가되는 것을 방지하여 연마 조성물 내의 연마 입자의 연마 공정 참여율을 증가시킬 수 있는 연마 슬러리 조성물을 제공할 수 있다. 즉, 입자의 사이즈가 감소하게 되면 "Hydrodynamic Contact Model"을 통한 연마 메커니즘으로 연마가 진행되고, 이때 비활성 입자들이 증가하고, 예를 들어, 30nm 이하의 입자 사이즈에서 연마율이 감소하게 된다. 하지만, 본 발명의 연마 슬러리 조성물은, 연마 슬러리 조성물 내에서 연마 입자의 적절한 분산 환경을 제공하고, 연마 입자의 사이즈가 감소하여도 연마 입자의 연마 공정 참여율을 향상시켜 연마막질에 대한 연마율을 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 이하 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [31] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [32] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [33] 이하, 본 발명은, 연마 슬러리 조성물에 대하여 실시예를 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명이 이러한 실시예에 제한되는 것은 아니다.
- [34] 본 발명은, 연마 슬러리 조성물에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 연마 슬러리 조성물은, 세리아 연마입자; 및 수용성 화합물;을 포함하고, 선택적으로 양쪽성 화합물, 표면 개질제, 및 pH 조절제 중 적어도 하나 이상;을 더 포함할 수 있다.
- [35] 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명은, 모든 연마입자가 연마 공정에 활성(active) 연마 입자를 증가시켜 연마율을 개선시키고, 디싱, 에로전, 스트래치 등을 개선시킬 있는 연마 슬러리 조성물을 제공하는 것이다. 상기 연마율은 연마 입자와 연마면의 접촉 면적에 비례하고, "Journal of The Electrochemical Society, 147 (9) 3523-3528 (2000)" 문헌을 참조하여 입자의 비표면적이 증가할수록 연마율이 증가하는 것을 확인할 수 있다. 하지만, 연마 입자의 사이즈가 감소할 경우에 이러한 연마면의 접촉 면적이 감소하거나 연마 공정에 비활성적으로 참여하는 연마 입자가 증가되어 연마율이 낮아질 수 있다. 본 발명에 의한 연마

슬러리 조성물은, 하기의 식 1에 나노 세리아 연마입자의 1차 입도 사이즈 및 이의 연마율을 대입할 경우에 식 1의 결과값(S)은 0.9 내지 1.1이고, 바람직하게는 거의 1에 근접한 값을 획득할 수 있다. 즉, 본 발명에 의한 연마 슬러리 조성물은, 나노 세리아 연마입자의 적절한 분산 환경을 제공할 수 있고, 이는 연마 입자의 사이즈가 감소될 경우에 발생하는 비활성 연마 입자의 증가를 방지하고, 연마 슬러리 조성물 내에 구성된 (거의) 모든 나노 세리아 연마입자가 균일하게 연마 공정에 참여할 수 있는 환경을 제공할 수 있다. 예를 들어, 30 nm 이하의 1차 입도 사이즈의 나노 세리아 연마입자를 적용하여도 연마율을 향상시킬 수 있다.

[36] [식 1]

$$S = \frac{A * (b)^{-1/3}}{B * (a)^{-1/3}}$$

[37] 상기 식 1에서 a는 기준이 되는 연마입자의 1차 입도 사이즈이고, b는 본 발명에 따른 연마입자의 1차 입도 사이즈이고, A는 a 사이즈의 세리아 연마입자를 포함하는 연마 슬러리 조성물의 연마 대상막의 연마율이고, B는 b 사이즈의 세리아 연마입자를 포함하는 연마 슬러리 조성물의 연마 대상막의 연마율이다. 예를 들어, a는 30 nm (또는, 초과) 내지 40 nm의 1차 입도 사이즈를 갖는 연마입자일 수 있고, b는 30 nm 이하, 20 nm 이하, 또는 10 nm 이하의 1차 입도 사이즈를 갖는 연마입자일 수 있다. a 및 b는 서로 상이한 1차 입도 사이즈에 해당된다.

[38] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 세리아 연마입자는, 본 발명의 기술 분야에서 알려진 금속 산화물 입자 제조 방법이라면 특별히 제한되지 않으나, 바람직하게는 수열합성법, 졸-겔법, 공침법, 스프레이 드라이법, 열증발법 등이 사용되고, 세륨 3가 전구체를 이용하여 제조될 수 있다. 상기 세리아 연마입자는, (평균) 1차 입도 사이즈는, 30 nm 이하; 20 nm 이하; 또는 10 nm 이하일 수 있다. 상기 입도 사이즈 범위 내에 포함되면 연마 조성물 내에서 분산 안정성이 우수하고, 장기간의 연마 공정에서 성능 저하를 방지할 수 있다.

[39] 본 발명의 일 예로, 상기 1차 입도를 갖는 세리아 연마입자의 비표면적은, 31 m²/g 이상; 40 m²/g 이상; 31 m²/g 내지 200 m²/g; 또는 40 m²/g 내지 150 m²/g 이고, 상기 비표면적 범위 내에 포함되면 연마 대상막과 접촉 부분의 면적을 충분히 확보하여 높은 수준의 연마 속도를 제공하고, 연마 대상막의 표면에 스크래치 및 디싱 발생을 낮출 수 있다. 상기 비표면적은, BET(Brunauer-Emmett-Teller; BET)법으로 측정할 수 있다. 예를 들어, 기공분포 측정기(Porosimetry analyzer; Bell Japan Inc, Belsorp-II mini)를 사용하여 질소 가스 흡착 유통법에 의해 BET 6 점법으로 측정할 수 있다.

- [40] 본 발명의 일 예로, 상기 세리아 연마입자는, 상기 연마 슬러리 조성물 중 0.01 내지 5 중량%; 0.05 내지 2 중량%; 또는 0.05 내지 1 중량%를 포함할 수 있다. 상기 연마입자의 함량이 0.01 중량% 미만이면 높은 수준의 연마율을 확보하는 것이 어렵고, 5 중량%를 초과하면 연마입자의 분산 안정성이 낮아지고, 디펙(Defect) 발생이 증가하고, 디싱 발생을 저감시키는 효과를 얻는 것이 어려울 수 있다.
- [41] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 수용성 화합물은, 분자 내 친수성기를 포함하는 수용성 화합물일 수 있다. 즉, 상기 친수성기를 갖는 수용성 화합물과 하기의 아민기를 갖는 양쪽성 화합물의 농도 및 분자량을 제어하여 (거의) 모든 세리아 연마입자가 균일하게 연마 공정에 참여할 수 있는 환경을 제공하고, 이는 상기 식 1의 계산된 값이 1에 근접하도록 슬러리 조성물을 설계하여 나노 세리아 입자의 연마 공정에서 연마 대상막과 접촉 면적의 급격한 변화 없이 연마 공정 참여율을 증가시키고 연마율을 향상시킬 수 있다.
- [42] 본 발명의 일 예로, 상기 수용성 화합물은, 친수성기를 갖는 단분자, 모노머, 폴리머 및 코폴리머 중 적어도 하나 이상을 포함하고, 예를 들어, 상기 친수성기는, 수산기(hydroxyl group), 카르복시기(carboxyl group), 에테르기(ether group), 에스테르기(ester group), 아미노기(amino group) 등일 수 있다. 상기 수용성 화합물은, 알킬렌 글리콜계 화합물, 아크릴레이트계 화합물 또는 이 둘을 포함하고, 상기 알킬렌 글리콜계 화합물 및 아크릴레이트계 화합물은, 각각 분자 내 모이어티, 단분자, 모노머, 폴리머 및 코폴리머를 의미할 수 있다.
- [43] 본 발명의 일 예로, 상기 알킬렌 글리콜계 화합물은, 알킬렌글리콜, 옥시알킬렌 알킬에테르, 옥시알킬렌알케닐에테르, 옥시알킬렌알킬아릴에테르 및 옥시알킬렌알킬에테르 카르복실산에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 모노머, 폴리머, 코폴리머 및 각각의 염 중 적어도 하나 이상을 포함하고, 예를 들어, 폴리알킬렌글리콜(polyalkylene glycol), 폴리옥시알킬렌 알킬에테르(polyoxyalkylene alkyl ether), 폴리옥시알킬렌알케닐에테르, 폴리옥시알킬렌알킬아릴에테르 및 폴리옥시알킬렌알킬에테르 카르복실산에서 선택될 수 있다(알킬 및 알킬렌은, 탄소수 1 내지 20; 탄소수 1 내지 10; 또는 탄소수 2 내지 5에서 선택되고, 알케닐은 탄소수 2 내지 20에서 선택되며, 아릴은 탄소수 5 내지 30에서 선택된다. 보다 구체적으로, 상기 수용성 화합물은, 폴리에틸렌글리콜, 폴리프로필렌글리콜, 폴리(이소프로필렌 글리콜), 폴리부틸렌글리콜 폴리옥시에틸렌메틸에테르, 폴리에틸렌글리콜술포닉산, 폴리비닐알코올, 폴리에틸렌옥사이드-프로필렌옥사이드 공중합체, 폴리(에틸렌 글리콜)-말단 캡핑된 폴리(프로필렌 글리콜) (PEG-PPG-PEG 블록 공중합체) 등일 수 있다.
- [44] 본 발명의 일 예로, 상기 아크릴레이트계 화합물은, 알킬 아크릴레이트, 알킬(메트)아크릴레이트; 및 지방족 고리 또는 방향족 고리를 포함하는 (메트)아크릴레이트; 및 지방족 고리 또는 방향족 고리를 포함하는

아크릴레이트; 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 모노머, 폴리머, 코폴리머 및 각각의 염 중 적어도 하나 이상을 포함하고, 상기 알킬은 탄소수 1 내지 30에서 선택되고, 상기 지방족 고리는 탄소수 4 내지 30에서 선택되고, 상기 방향족 고리는 탄소수 6 내지 30에서 선택된다. 보다 구체적으로, 아크릴레이트(acrylate), 메틸 아크릴레이트(methyl acrylate), 에틸 아크릴레이트(ethyl acrylate), 프로필 아크릴레이트(propyl acrylate), 이소프로필 아크릴레이트(isopropyl acrylate), 부틸 아크릴레이트(butyl acrylate), 이소부틸 아크릴레이트(isobutyl acrylate), 펜틸 아크릴레이트(pentyl acrylate), 이소펜틸 아크릴레이트(isopentyl acrylate), 헥실 아크릴레이트(hexyl acrylate), 이소헥실 아크릴레이트(isohexyl acrylate), 헵틸 아크릴레이트(heptyl acrylate), 옥틸 아크릴레이트(octyl acrylate), 이소옥틸 아크릴레이트(isooctyl acrylate), 노닐 아크릴레이트(nonyl acrylate), 라우릴 아크릴레이트(lauryl acrylate), 카르복시에틸 아크릴레이트(carboxyethyl acrylate), 카르복시에틸 아크릴레이트 올리고머(carboxyethyl acrylate oligomers), (메타크릴로일옥시)에틸 말레이에이트((methacryloyloxy)ethyl maleate), (메타크릴로일옥시)에틸 숙시네이트((methacryloyloxy)ethyl succinate), 및 암모늄 아크릴레이트(ammonium acrylate), 시클로헥실 메타크릴레이트, 시클로헥실 메타크릴레이트, 벤질 메타크릴레이트, 시클로헥실 아크릴레이트 및 2-페녹시에틸 아크릴레이트 중 적어도 하나의 모노머를 포함하는 폴리머, 코폴리머 및 이의 염; 및 말레인산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of maleic acid/acrylate), 푸마르산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of fumaric acid/acrylate), 이타콘산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of itaconic acid/acrylate), 시트라콘산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of citraconic acid/acrylate), 아크릴산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of acrylic acid/acrylate), 메타아크릴산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of methacrylic acid/acrylate), 크로톤산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of crotonic acid/acrylate), 비닐아세트산/아크릴레이트의 코폴리머(copolymer of vinylacetic acid/acrylate), 폴리아크릴아마이드/아크릴산 코폴리머, 폴리아크릴산/술폰산 코폴리머, 폴리술폰산/아크릴아마이드 코폴리머, 폴리아크릴아미드메틸프로판술폰산, 폴리아크릴산/스티렌 코폴리머 폴리아크릴산-말론산 공중합체카르복시메틸셀포에틸셀룰로오스 폴리아크릴산, 폴리아크릴 말레인산, 폴리메타크릴산 및 폴리메타크릴산 암모늄염;으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [45] 본 발명의 일 예로, 상기 수용성 화합물은, 상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001 중량% 내지 1 중량%; 0.01 중량% 내지 1 중량%; 또는 0.1 중량% 내지 1 중량%이고, 상기 범위 내에 포함되면 연마입자의 연마 공정 참여율을 증가시키고 연마율을 향상시킬 수 있다.

- [46] 본 발명의 일 예로, 상기 수용성 화합물의 분자량은, 3000 미만이며, 예를 들어,

상기 분자량 범위 내에 포함되면 분자량 증가에 따른 연마입자와 연마 대상막 사이의 쿠션 작용으로 인한 연마율 하락을 방지하여 양호한 연마율을 확보하면서 디싱, 스크래치 등의 결함을 낮출 수 있다.

- [47] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 양쪽성 화합물은, 연마 슬러리 조성물의 분산 안정성 및 연마율 향상을 위한 것으로, 상기 양쪽성 화합물은 산성 물질에 대해서는 염기의 작용을 하고, 염기성 물질에 대해서는 산의 작용을 하는 화합물을 의미한다. 본 발명에서 양쪽성 화합물은 아민기 및 카르복실기 함유 화합물이며, 양쪽성 전하를 가지는 아미노산; 및 아민기 및 카르복실기 함유 유기산; 또는 이 둘을 포함할 수 있다.
- [48] 본 발명의 일 예로, 아미노산은 하나의 분자 중에 산성을 나타내는 카르복실기(-COOH)와 염기성을 나타내는 아미노기(-NH₂)를 동시에 가지고 있다. 물에 녹으면 pH에 따라 산이나 염기로 작용되기 때문에 아미노산을 양쪽성 화합물이라고 한다. 용액의 pH에 따라 분자구조 중 수소이온(H⁺)을 받아들인 (염기) 양이온(-NH₂ + H⁺ >>> -NH₃⁺)과 수소이온(H⁺)을 방출한(산) 음이온(-COOH >>> -COO⁻ + H⁺)을 동시에 지닐 수 있기 때문에 양성이온을 형성하는 것이다. 예를 들어, 라이신, 메티오닌, 시스테인, 티로신, 글리신, 글루탐산, 알라닌, 세린(Serine), 아스파라긴, 페닐알라닌, 트레오닌, 발린, 류신, 이소류신, 프롤린, 히스티딘, 리신, 아르기닌, 아스파르트산, 트립토판, 글루타민, 시스테인(cysteine), 베타인(betaine), 코코미도프로필베타인(cocamidopropylbetaine), 라우릴베타인, 스테아릴베타인, 라우릴프로필베타인(laurylpropylbetaine), 코코디메틸 카르복시메틸 베타인, 라우릴디메틸 카르복시메틸 베타인, 라우릴디메틸 알파-카르복시에틸 베타인, 세틸디메틸 카르복시메틸 베타인, 아미노카르복실산염, 이미다졸류페타인, 2-알킬-N-카르복시 메틸-N-히드록시에틸이미다졸리늄 베타인, 라우릴디메틸아민옥사이드 및 레시틴으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [49] 본 발명의 일 예로, 상기 아민기 및 카르복실기 함유 유기산은, 사르코신(sarcosine), 아미노부티르산(aminobutyric acid, 4-aminobutyric acid), 디아미노부티르산, 라우릴프로필베타인, 오르니틴, 코코미도프로필베타인, 테아닌(theanine), 아미노아디프산, 이미노디아세트산(iminodiacetic acid), 니트릴로트리아세트산(nitrilotriacetic acid), 안트라닐산(anthranilic acid), 3-아미노벤조산(3-aminobenzoic acid), 4-아미노벤조산(4-aminobenzoic acid), 3-아미노-1,2,4-트리아졸-5-카르복실산(3-amino-1,2,4-triazole-5-carboxylic acid), 1,2,3,4-테트라하이드로이소퀴놀린-3-카르복실산(1,2,3,4-tetrahydroisoquinoline-3-carboxylic acid), 피페콜산(pipicolinic acid), 니페코트산(Nipecotic acid), 이소니페코트산(isonipecotic acid), 4-아미노-3-하이드록시부티르산(4-amino-3-hydroxybutyric acid), 6-아미노헥사노산(6-aminohexanoic acid, Aminocaproic acid),

2-아미노-티아졸린-4-카르복실산(2-amino-2-thiazoline-4-carboxylic acid),
 3-아미노-3-메틸 벤조산(3-amino-3-methyl Benzoic acid),
 3-아미노메틸부티르산(3-aminomethylbutanoic acid),
 5-아미노펜탄산(5-aminopentanoic acid),
 2-아미노티오펜아세트산(2-aminothiopheneacetic acid),
 아미노나프티온산(Aminonaphthoic acid), 3-아미노피라조
 4-카르복실산(3-aminopyrazo 4-carboxylic acid),
 2-아미노-4-펜텐노익산(2-amino-4-pentenoic acid),
 3-아미노부티르산(3-aminobutyric acid), 아미노레불린산(aminolevulinic acid) 및
 8-아미노카프릴산(8-aminocaprylic acid)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도
 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [50] 본 발명의 일 예로, 상기 양쪽성 화합물은, PI 값이 5.5 내지 6.5이고, 분자량이 1000 이하인 것일 수 있다. 상기 범위 내에 포함되면 연마입자의 연마 공정에서 참여율을 증가시켜 연마 대상막의 연마율을 향상시키고, 디싱, 에로전 등의 결함을 낮추는데 유리할 수 있다.
- [51] 본 발명의 일 예로, 상기 양쪽성 화합물은, 상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001 중량% 내지 1 중량%; 또는 0.01 중량% 내지 0.5 중량%인 것일 수 있다. 상기 범위 내에 포함되면 나노 연마입자의 연마 대상막에 대한 접촉 면적이 감소되는 것을 방지하여 연마 대상막에 대한 연마율을 향상시킬 수 있다.
- [52] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 표면 개질제는, 유기산을 포함할 수 있다. 상기 유기산은 카르복실기 1개를 갖는 모노카르복실산을 포함하고, 상기 모노카르복실산은, 지방족 모노카르복실산 및 방향족 모노카르복실산 중 적어도 하나 이상을 포함할 수 있으며, 상기 지방족 모노카르복실산은, 포름산(formic acid), 아세트산(acetic acid), 프로피온산(propionic acid), 부티르산(butyric acid), 발레르산(valeric acid), 헥사노산(hexanoic acid), 헵타노산(heptanoic acid), 카프릴산(caprylic acid), 노나노산(nonanoic acid), 데카노산(decanoic acid), 운데실산(undecylenic acid), 라우릴산(lauric acid), 트리데실산(tridecylic acid), 미리스트산(myristic acid), 펜타데카노산(pentadecanoic acid) 및 팔미트산(palmitic acid)으로 이루어진 군에서 선택되는 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다. 상기 방향족 모노카르복실산은, 페닐아세트산(phenylacetic acid), 2-페닐프로피온산(2-phenylpropionic acid), 트리페닐아세트산(triphenylacetic acid), 만델산(mandelic acid), 하이드로신남산(hydrocinnamic acid), 톨릴아세트산(o-, p-, m-tolylacetic acid), 4-하이드록시페닐아세트산(hydroxyphenyl acetic acid), 벤조산(benzoic acid), 톨루익산(toluiic acid), 디메틸벤조산(dimethylbenzoic acid), 디클로로아세트산(dichlorophenylacetic acid), 나프토산(naphthoic acid), 1-나프토산, 2-나프토산 등) 및 살리실산(salicylic acid)으로 이루어진 군에서

선택된 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [53] 본 발명의 일 예로, 상기 유기산은, 상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001 중량% 내지 0.1 중량%; 또는 0.005 중량% 내지 0.1 중량%이고, 상기 범위 내에 포함되면 입자들의 응집 (Aggregation)을 방지하며, 이는 입자의 일정한 비표면적 유지를 통해 일정한 막질의 연마율을 확보하는데 유리할 수 있다.
- [54] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 pH 조절제는, 산성 물질, 염기성 물질 또는 이들을 포함하고, 상기 산성 물질은, 염산, 황산, 질산, 인산, 과염소산, 브롬산, 과염소산, 불산, 요오드산, 아질산, 과황산, 아황산, 차아황산, 보론산, 요오드산, 인산, 아인산, 차아인산, 과인산, 아염소산, 차아염소산, 과염소산, 아브롬산, 차아브롬산, 과브롬산, 차아요오드산, 과요오드산, 불화수소, 3불화붕소, 테트라플루오로붕산, 인불화수소산 및 각각의 염으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하고, 상기 염기성 물질은, 암모늄메틸프로판올(ammonium methyl propanol; AMP), 테트라메틸암모늄하이드록사이드(tetra methyl ammonium hydroxide; TMAH), 수산화암모늄, 암모니아(무수물 또는 수용액), 수산화칼륨, 수산화나트륨, 수산화마그네슘, 수산화루비듐, 수산화세슘, 탄산수소나트륨, 탄산나트륨, 이미다졸 및 각각의 염으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 pH 조절제는, 상기 연마 슬러리 조성물의 pH 2 내지 11, 바람직하게는 pH를 5 내지 7 범위로 조절하기에 적절한 양으로 사용할 수 있다.
- [55] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 연마 슬러리 조성물은, 실리콘 질화막, 실리콘 산화막, 폴리실리콘막 및 실리콘막 중 적어도 하나 이상의 막을 포함하는 반도체 웨이퍼의 CMP 연마 공정에 이용될 수 있다. 상기 연마 슬러리 조성물은, 실리콘 산화막을 높은 연마율로 제거하는 공정, 또는 실리콘 산화막을 높은 연마율로 제거하면서 폴리실리콘막에서 연마 정지하는 공정에 이용될 수 있다. 연마 공정에서 실리콘 산화막에 대한 연마율은 2,000 Å/min 내지 6,000 Å/min 일 수 있다.
- [56] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 하나, 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다.
- [57] **참조예 1**
- [58] 표 1에 따라 세리아 입자 (1차 입도 사이즈, 32 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 600, 0.5 wt%), L-알라닌 (PI Value 6.11, 0.1 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제 (암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.
- [59] **실시예 1**
- [60] 표 1에 따라 세리아 입자 (1차 입도 사이즈, 18 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 600, 0.5 wt%), L-알라닌 (PI Value 6.11, 0.1 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제 (암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[61] 실시예 2

[62] 표 1에 따라 세리아 입자(1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 600, 0.5 wt%), L-알라닌 (PI Value 6.11, 0.1 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제 (암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[63] 실시예 3

[64] 표 1에 따라 세리아 입자(1차 입도 사이즈, 4 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 600, 0.5 wt%), L-알라닌 (PI Value 6.11, 0.1 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제 (암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[65] 실시예 4

[66] 표 1에 따라 세리아 입자(1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리옥시에틸렌폴리글리세릴에테르(polyoxyethylene polyglyceryl ethers, 분자량: 1000, 0.5wt%), L-바닐린 (PI Value 5.97, 0.1wt%), 아세트산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제(암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[67] 실시예 5

[68] 표 1에 따라 세리아 입자(1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리옥시에틸렌폴리글리세릴에테르 (polyoxyethylene polyglyceryl ethers, 분자량: 1000, 0.5 wt%), L-(-)-프롤린 (PI Value 6.30, 0.1 wt%), 아세트산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제 암모니아를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[69] 실시예 6

[70] 표 1에 따라 세리아 입자(1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리옥시에틸렌폴리글리세릴에테르(polyoxyethylene polyglyceryl ethers, 분자량: 1000, 0.5 wt%), L-(-)-프롤린 (PI Value 6.30, 0.1 wt%), 부티르산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제 암모니아를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[71] 비교예 1

[72] 표 1에 따라 세리아 입자 (1차 입도 사이즈, 52 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 600, 0.5wt%), L-알라닌 (PI Value 6.11, 0.1 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제(암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[73] 비교예 2

[74] 표 1에 따라 습식 세리아 입자(1차 입도 사이즈, 61 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 600, 0.5 wt%), L-알라닌 (PI Value 6.11, 0.1 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제(암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[75] 비교예 3

[76] 표 1에 따라 세리아 입자 (1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 600, 0.5 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제(암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[77] 비교예 4

[78] 표 1에 따라 세리아 입자 (1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜

(분자량 : 600, 0.5 wt%), L-바닐린 (PI Value 5.97, 0.1 wt%) 및 pH 조절제(암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[79] **비교예 5**

[80] 표 1에 따라 세리아 입자 (1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리옥시에틸렌폴리글리세릴에테르(polyoxyethylene polyglyceryl ethers, 분자량: 1000, 0.5 wt%), 부티르산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제(암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[81] **비교예 6**

[82] 표 1에 따라 습식 세리아 입자 (1차 입도 사이즈, 7 nm, 0.1 wt%), 폴리에틸렌글리콜 (분자량 : 4000, 0.5 wt%), L-알라닌 (PI Value 6.11, 0.1 wt%), 폼산 (0.02 wt%) 및 pH 조절제(암모니아)를 혼합하여 pH=6의 연마 슬러리 조성물을 제조하였다.

[83] **연마 특성 평가**

[84] 참조예, 실시예 및 비교예의 연마 슬러리 조성물을 이용하여 하기와 같은 연마 조건으로 PETEOS 함유 기판을 연마하였다.

[85] [연마 조건]

[86] (1) 연마장비 : ST#01(KCT)

[87] (2) Carrier rpm : 60/63

[88] (3) Wafer Pressure : 2 psi

[89] (4) Flow rate(ml/min) : 200

[90] (5) 패드 : IC 1000

[91] (6) 시간 : 60s

[92] (7) R-ring pressure : 4.5 psi

[93] 연마 특성을 평가하기 위하여, 실시예 및 비교예에 따른 연마 슬러리 조성물을 이용하여 PETEOS 웨이퍼 기판 연마 후 연마속도를 측정하였으며, 그 결과는, 표 1에 나타내었다. 또한, 실시예 및 비교예의 연마 입자의 비표면적은 BET(Brunauer-Emmett-Teller; BET)법으로 측정하여 표 2에 나타내었다.

[94]

【표 1】

	세리아 입자		첨가제-1			PETEOS (Å/min)	Real Contact/Theory Contact
	입자 사이즈 (1차 입도)	wt%	Chemical 1	Chemical 2	Chemical 3		
참조예 1	32 nm	0.1	A-1	B-1	C-1	2452	-
실시예 1	18 nm	0.1	A-1	B-1	C-1	3001	0.990
실시예 2	7 nm	0.1	A-1	B-1	C-1	4234	0.961
실시예 3	4 nm	0.1	A-1	B-1	C-1	5102	0.961
실시예 4	7 nm	0.1	A-2	B-2	C-2	4120	0.987
실시예 5	7 nm	0.1	A-2	B-3	C-2	4028	1.010
실시예 6	7 nm	0.1	A-2	B-3	C-3	4215	0.965
비교예 1	52 nm	0.1	A-1	B-1	C-1	4501	0.463
비교예 2	61 nm	0.1	A-1	B-1	C-1	5513	0.358
비교예 3	7 nm	0.1	A-1	-	C-1	1985	2.05
비교예 4	7 nm	0.1	A-1	B-2	-	2510	1.621
비교예 5	7 nm	0.1	A-2	-	C-2	1854	1.225
비교예 6	7 nm	0.1	A-3	B-1	C-1	2105	1.933

[95] A-1 : PEG 600(중량 평균 분자량600)

[96] A-2 : POE(20) polyglyceryl ether (중량 평균 분자량 1,000)

[97] A-3 : PEG 4000(중량 평균 분자량 4,000)

[98] B-1 : L-Alanine (PI Value 6.11)

[99] B-2 : L-Valine (PI Value 5.97)

[100] B-3 : L-(-)-Proline (PI Value 6.30)

[101] C-1 : Formic acid

[102] C-2 : Acetic acid

[103] C-3 : Butyric acid

[104] *1차 입도 사이즈는, TEM으로 확인하였음.

[105] 표 1의 입도 사이즈 및 연마율을 대입하여 하기의 Real Contact/Theory Contact
계산식에 대입하여 계산하였다.

[106]

$$S = \frac{A * (b)^{-1/3}}{B * (a)^{-1/3}}$$

[107] a: 참조예 1의 세리아 나노입자의 1차 입도 사이즈

[108] A: a의 1차 입도 사이즈를 갖는 세리아 나노입자의 PETEOS 연마율

[109] b: 세리아 나노입자의 1차 입도 사이즈(비율 계산을 원하는 대상의 입도 사이즈)

[110] B: b의 1차 입도 사이즈를 갖는 세리아 나노입자의 PETEOS 연마율

[111] 【표 2】

	입자 사이즈	비표면적(m ² /g)
실시예 3	4nm	138.5
실시예 2	7nm	86.7
실시예 1	18nm	48.2
참조예 1	32nm	30.3
비교예1	52nm	14.1
비교예2	61nm	10.5

[112] 표 1에서 나타난 바와 같이, 본 발명에 의한 연마 슬러리 조성물은, 나노 크기, 예를 들어, 30 nm 이하의 세리아 입자를 적용할 경우에 이들의 분산성을 향상시켜 연마 공정에서 비활성 연마입자의 비율을 낮추어 연마 대상막과의 접촉 면적이 낮아지는 것을 방지할 수 있다. 즉, 표 1에서 나타난 실시예 1 내지 실시예 6의 연마 슬러리 조성물은, 조성물 내에서 다양한 범위의 나노 크기를 적용하여도 식 1에 따라 기준이 되는 참조예 1을 대입하여 이들의 연마율에 따른 접촉 면적의 비교 시 거의 1에 가까운 값을 나타내고 있다. 즉, 본 발명에 의한 연마 슬러리 조성물 내에서 나노 크기의 세리아 입자의 연마 공정에서 비활성 입자의 발생을 낮추고, 모든 입자가 균일하게 연마 공정에 참여시켜 연마율을 향상시킬 수 있다.

[113] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도

적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

청구범위

- [청구항 1] 나노 세리아 연마입자; 및
분자 내 친수성기를 포함하는 수용성 화합물;
을 포함하고,
하기의 식 1의 결과값(S)이 0.9 내지 1.1인 것인, 연마 슬러리 조성물:
[식 1]

$$S = \frac{A * (b)^{-1/3}}{B * (a)^{-1/3}}$$

(식 1에서

a: 기준이 되는 세리아 연마입자의 1차 입도 사이즈

b: 상기 나노 세리아 연마입자의 1차 입도 사이즈

A: a 사이즈의 세리아 연마입자를 포함하는 연마 슬러리 조성물의 연마 대상막의 연마율

B: b 사이즈의 세리아 연마입자를 포함하는 연마 슬러리 조성물의 연마 대상막의 연마율)

- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 b는,
30 nm 이하의 1차 입도 사이즈인 것인,
연마 슬러리 조성물.

- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 연마입자는,
상기 슬러리 조성물 중 0.0001 중량% 내지 5 중량%인 것인,
연마 슬러리 조성물.

- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 수용성 화합물은,
상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001 중량% 내지 1 중량%인 것인,
연마 슬러리 조성물.

- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 수용성 화합물의 분자량은,
3000 미만인 것인,
연마 슬러리 조성물.

- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 수용성 화합물은,
알킬렌글리콜, 옥시알킬렌알킬에테르, 옥시알킬렌알케닐에테르,
옥시알킬렌알킬아릴에테르 및 옥시알킬렌알킬에테르 카르복실산으로

이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 모노머를 포함하는 폴리머, 코폴리머 또는 이 둘을 포함하는 것인, 연마 슬러리 조성물.

- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 수용성 화합물은,
알킬아크릴레이트; 알킬(메트)아크릴레이트; 지방족 고리 또는 방향족 고리를 포함하는 (메트)아크릴레이트; 및 지방족 고리 또는 방향족 고리를 포함하는 아크릴레이트; 로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상의 모노머를 포함하는 폴리머, 코폴리머 또는 이 둘을 포함하는 것인, 연마 슬러리 조성물.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
양쪽성 화합물을 더 포함하고,
상기 양쪽성 화합물은, 양쪽성 아미노산, 아민기 및 카르복실기 함유 유기산 또는 이 둘을 포함하는 것인, 연마 슬러리 조성물.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 양쪽성 화합물의 PI 값은 5.5 내지 6.5이고,
상기 양쪽성 화합물의 분자량은 1000 이하인 것인, 연마 슬러리 조성물.
- [청구항 10] 제8항에 있어서,
상기 양쪽성 아미노산은,
라이신, 메티오닌, 시스테인, 티로신, 글리신, 글루탐산, 알라닌, 세린(Serine), 아스파라긴, 페닐알라닌, 트레오닌, 발린, 류신, 이소류신, 프롤린, 히스티딘, 리신, 아르기닌, 아스파르트산, 트립토판, 글루타민, 시스테인(cysteine), 베타인(betaine), 코코미도프로필베타인(cocomidopropylbetaine), 라우릴베타인, 스테아릴베타인, 라우릴프로필베타인(laurylpropylbetaine), 코코디메틸 카르복시메틸 베타인, 라우릴디메틸 카르복시메틸 베타인, 라우릴디메틸 알파-카르복시에틸 베타인, 세틸디메틸 카르복시메틸 베타인, 아미노카르복실산염, 이미다졸륨베타인, 2-알킬-N-카르복시메틸-N-히드록시에틸이미다졸리늄 베타인, 라우릴디메틸아민옥사이드 및 레시틴으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것인, 연마 슬러리 조성물.
- [청구항 11] 제8항에 있어서,
상기 아민기 및 카르복실기 함유 유기산은,
사르코신(sarcosine), 아미노부티르산(Aminobutyric acid, 4-aminobutyric acid), 디아미노부티르산, 라우릴프로필베타인, 오르니틴,

코코미도프로필베타인, 테아닌(Theanine), 아미노아디프산,
 이미노디아세트산(Iminodiacetic acid),
 니트릴로트리아세트산(Nitrilotriacetic acid), 안트라닐산(Anthranilic acid),
 3-아미노벤조산(3-aminobenzoic acid),
 4-아미노벤조산(4-aminobenzoic acid),
 3-아미노-1,2,4-트리아졸-5-카르복실산(3-amino-1,2,4-triazole-5-carboxylic acid),
 1,2,3,4-테트라하이드로이소퀴놀린-3-카르복실산(1,2,3,4-tetrahydroisoquinoline-3-carboxylic acid), 피페콜산(pipecolic acid),
 니페코트산(Nipecotic acid), 이소니페코트산(Isonipecotic acid),
 4-아미노-3-하이드록시부티르산(4-amino-3-hydroxybutyric acid),
 6-아미노헥사노산(6-aminohexanoic acid, Aminocaproic acid),
 2-아미노-티아졸린-4-카르복실산(2-amino-2-thiazoline-4-carboxylic acid),
 3-아미노-3-메틸 벤조산(3-amino-3-methyl Benzoic acid),
 3-아미노메틸부티르산(3-aminomethylbutanoic acid),
 5-아미노펜탄산(5-aminopentanoic acid),
 2-아미노티오펜아세트산(2-aminothiopheneacetic acid),
 아미노나프티온산(Aminonaphthoic acid), 3-아미노피라조
 4-카르복실산(3-aminopyrazo 4-carboxylic acid),
 2-아미노-4-펜텐노익산(2-amino-4-pentenoic acid),
 3-아미노부티르산(3-aminobutyric acid),
 아미노레불린산(Aminolevulinic acid) 및
 8-아미노카르릴산(8-aminocaprylic acid)으로 이루어진 군에서 선택된
 적어도 하나 이상을 포함하는 것인,
 연마 슬러리 조성물.

[청구항 12] 제8항에 있어서,
 상기 양쪽성 화합물은,
 상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001 중량% 내지 1 중량%인 것인,
 연마 슬러리 조성물.

[청구항 13] 제1항에 있어서,
 유기산을 포함하는 표면 개질제를 더 포함하고,
 상기 유기산은 모노카르복실산을 포함하는 것인,
 연마 슬러리 조성물.

[청구항 14] 제13항에 있어서,
 상기 모노카르복실산은,
 폼산(formic acid), 아세트산(acetic acid), 프로피온산(propionic acid),
 부티르산(butyric acid), 발레르산(valeric acid), 헥사노산(hexanoic acid),
 헵타노산(heptanoic acid), 카프릴산(caprylic acid), 노나노산(nonanoic acid),

데카노산(decanoic acid), 운테실산(undecylenic acid), 라우릴산(lauric acid), 트리테실산(tridecylic acid), 미리스트산(myristic acid), 펜타데카노산(pentadecanoic acid), 팔미트산(palmitic acid), 페닐아세트산(Phenylacetic acid), 2-페닐프로피온산(2-Phenylpropionic acid), 트리페닐아세트산(Triphenylacetic acid), 만델산(Mandelic acid), 하이드로신남산(Hydrocinnamic acid), 톨릴아세트산(o-, p-, m-Tolylacetic acid), 4-하이드록시페닐아세트산(Hydroxyphenyl acetic acid), 벤조산(Benzoic acid), 톨루익산(Toluic acid), 디메틸벤조산(Dimethylbenzoic acid), 디클로로아세트산(Dichlorophenylacetic acid), 나프토산(Naphthoic acid, 1-나프토산, 2-나프토산 등) 및 살리실산(Salicylic acid)으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것인, 연마 슬러리 조성물.

[청구항 15]

제13항에 있어서,
상기 유기산은,
상기 연마 슬러리 조성물 중 0.001 중량% 내지 0.1 중량%인 것인,
연마 슬러리 조성물.

[청구항 16]

제1항에 있어서,
상기 pH 조절제를 더 포함하고,
상기 pH 조절제는, 산성 물질, 염기성 물질 또는 이 둘을 포함하고,
상기 산성 물질은, 염산, 황산, 질산, 인산, 과염소산, 브롬산, 과염소산, 불산, 요오드산, 아질산, 과황산, 아황산, 차아황산, 보론산, 요오드산, 인산, 아인산, 차아인산, 과인산, 아염소산, 차아염소산, 과염소산, 아브롬산, 차아브롬산, 과브롬산, 차아요오드산, 과요오드산, 불화수소, 3불화붕소, 테트라플루오로붕산, 인불화수소산 및 각각의 염으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하고,
상기 염기성 물질은, 암모늄메틸프로판올(ammonium methyl propanol; AMP), 테트라메틸암모늄하이드록사이드(tetra methyl ammonium hydroxide; TMAH), 수산화암모늄, 암모니아, 수산화칼륨, 수화나트륨, 수산화마그네슘, 수산화루비듐, 수산화세슘, 탄산수소나트륨, 탄산나트륨, 이미다졸 및 각각의 염으로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것인,
연마용 슬러리 조성물.