



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월30일
(11) 등록번호 10-1323577
(24) 등록일자 2013년10월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 41/50 (2006.01) C09K 3/14 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01) C04B 35/565 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7028263(분할)
(22) 출원일자(국제) 2008년10월03일
심사청구일자 2012년10월29일
(85) 번역문제출일자 2012년10월29일
(65) 공개번호 10-2012-0131237
(43) 공개일자 2012년12월04일
(62) 원출원 특허 10-2010-7007976
원출원일자(국제) 2008년10월03일
심사청구일자 2010년04월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2008/078741
(87) 국제공개번호 WO 2009/046293
국제공개일자 2009년04월09일
(30) 우선권주장
60/997,935 2007년10월05일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003321276 A*
KR1020000047799 A*
EP1006166 A
US4959113 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
생-고뱅 세라믹스 앤드 플라스틱, 인코포레이티드
미국 매사추세츠 01615-0138, 우스터 피.오.박스
15138 뉴 본드 스트리트 1
(72) 발명자
박쉬 압하야 케이.
미국 01886 매사추세츠 웨스트포드 러셀 웨이 66
체리안 이삭 케이.
미국 01545 매사추세츠 슈루즈버리 트로브리지 레
인 49
(74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 13 항

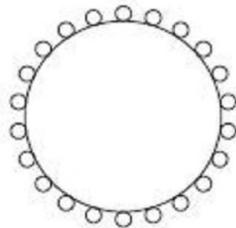
심사관 : 장기완

(54) 발명의 명칭 개선된 탄화규소 입자, 그 제조방법 및 그의 이용 방법

(57) 요약

개선된 탄화규소 입자, 개선된 탄화규소 연마 입자, 및 화학기계적 평탄화(CMP) 공정에 사용되는 연마재 슬러리 조성물이 개시된다. 이들 입자는 나노크기의 탄화물 입자로 이루어질 수 있으며, 특히 실리카와 유사한 표면 화학성을 가지는 탄화규소 입자로 이루어질 수 있다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

평균 입경이 400nm 이하인 탄화규소 입자와 콜로이드 실리카의 블렌드를 포함하는 연마재 슬러리로서,
상기 탄화규소 입자가, 탄화규소 입자의 총 중량을 기준으로 하여, 5 내지 20중량% 범위의 산소 함량을 갖고,
상기 탄화규소 입자와 상기 콜로이드 실리카가 둘 다 음의 표면 전위(negative surface potential)를 갖는, 연마재 슬러리.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 탄화규소 입자의 실리카 피복물이 열적 산화반응, 화학적 산화반응 또는 이의 조합에 의해 형성된, 연마재 슬러리.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 탄화규소 입자의 산화반응이 15% 이하의 입경 증가를 초래하는, 연마재 슬러리.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 탄화규소 입자가 α -탄화규소로 필수적으로 이루어지는, 연마재 슬러리.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 연마재 슬러리의 주요 매질이 물인, 연마재 슬러리.

청구항 6

제1항에 있어서, 유변성 작용제(rheology agent), 산화제, 킬레이트제, 부식억제제 및 용매로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 첨가제를 추가로 포함하는, 연마재 슬러리.

청구항 7

제1항에 있어서, 탄화규소 입자 대 콜로이드 실리카의 비가 1:2.33인, 연마재 슬러리.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 슬러리의 총 고체 함량이 5중량% 이상 50중량% 이하인, 연마재 슬러리.

청구항 9

제1항에 있어서, pH가 8 내지 12의 범위인, 연마재 슬러리.

청구항 10

연마재 슬러리의 제조방법으로서, 상기 방법이,
실리카로 피복된 탄화규소 입자와 콜로이드 실리카를 제공하는 단계,
상기 피복된 탄화규소 입자와 콜로이드 실리카를 혼합(blending)시키는 단계, 및
상기 슬러리의 pH를 조절하여 상기 피복된 탄화규소 입자와 상기 콜로이드 실리카의 음의 표면 전위를 제공하는 단계를 포함하는, 연마재 슬러리의 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 탄화규소 입자 대 콜로이드 실리카의 비가 1:2.33인, 연마재 슬러리의 제조방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 슬러리의 총 고체 함량이 5중량% 이상 50중량% 이하인, 연마제 슬러리의 제조방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 슬러리의 pH가 8 내지 12인, 연마제 슬러리의 제조방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 개선된 탄화규소 입자, 구체적으로 나노크기 탄화규소 입자를 제공하며, 보다 구체적으로는 실리카와 유사한 표면 화학성을 가지는 탄화규소 입자를 제공한다. 일부 구현예에서, 탄화규소 입자는 연마입자로서의 특정 용도를 가진다. 본 발명은 또한 본 발명의 탄화규소 입자의 제조방법, 본 발명의 탄화규소 입자를 포함하는 화학기계적 평탄화 조성물(CMP) 및 그 조성물을 이용하여 표면을 평탄화시키고 연마(polish)하는 방법을 제공한다.

배경 기술

[0002] 연마제 슬러리는 액체(류) 내 연마입자의 2상계(two-phase systems) 또는 분산체이다. 줄톱 슬라이싱, 연마 및 다양한 재료(예컨대, 규소, 사파이어, 탄화규소, 알루미늄, 글래스, 금속 및 다양한 세라믹)의 평탄화 공정을 포함하는 기계가공에 각종 연마제 슬러리를 사용할 수 있다.

[0003] 화학기계적 연마("CMP") 공정을 포함하는 연마 및 평탄화 공정은, 화학적 상호반응과 기계적 상호반응이 조합된, 표면 평활화 및 물질 제거공정이다. 일반적으로, 연마제 슬러리가 피가공물의 표면과 회전 연마패드 사이에 제공되는 동안에 피가공물의 표면을 패드에 대해 가압한다. 이러한 경우 대부분의 연마제 슬러리는 수용액에 분산된 연마 미립자의 고-액 분산계를 통상 포함한다. 또한, 연마제 이외에도, 산화제(예컨대, 과산화수소, 질산철(ferric nitrate), 요오드화칼륨 등); 부식억제제(예컨대, 벤조트리아졸); 세정제와 계면활성제를 포함하는 기타 첨가제가 통상 슬러리에 포함되어 있다. CMP 슬러리에서, 연마제 분말이 기계적 작용을 하는 반면, 수용액은 통상 화학적 작용을 위한 반응성 화학 작용제를 함유하고 있다. 일반적으로, 연마제 분말은 표면을 연마하여 피가공물의 표면에 있는 돌기와 요철을 제거한다. 반응성 화학 작용제는 제거대상 재료와 반응하고/하거나 그 재료를 약하게 하고, 기계적으로 제거된 재료를 용액에 용해시킴으로써 용해성에 기여를 하며, 산화보호층을 형성하기 위해 표면층을 산화시키는 것과 같이 다양한 기능들을 제공한다. 많은 경우에, 콜로이드 실리카와 세리아(ceria) 입자를 포함하는 슬러리와 같이, 연마입자 또한 기판 표면과 반응하여 상부층을 부드럽게 한다. 연마 패드의 도움으로, 반응 및 연마된 재료를 표면에서 제거한다. 이런 식으로, CMP는 피가공물이 매우 높은 수준의 국부 평탄도와 전체 평탄도를 가지도록 피가공물을 편평하게 하고 매끄럽게 하는데 사용될 수 있다.

[0004] CMP는 반도체 소자의 형성에 있어서 특히 매끄러운 표면형태와 균일한 두께를 제공할 수 있는 기술로 알려져 왔

다. 반도체 소자 산업의 급속한 발전으로 인해 배선밀도의 증가와 소자 크기의 감소가 지속적으로 요구된다. 이러한 기술 발전과 함께, 각종 반도체 부품의 표면을 평탄화시키고 연마하는 작업이 점점 더 중요해지고 있다. 통상 반도체 소자는, 비전도성 구조물 사이의 공간에 구리와 같은 금속을 증착시킨 후에, 비전도성 구조물이 노출될 때까지 금속층을 제거함으로써 제조되며, 이로써 구조물 사이의 공간은 금속으로 채워진 상태로 유지된다. 연마제에 대한 요구사항들은 여러 면에서 모순적이다. 금속을 제거해야 하되, 비전도성 물질은 제거하지 않는 것이 바람직하다. 이러한 제거공정을 효율적으로 수행하되, 원하는 수준으로 제거가 이루어지기 전에 공정이 완료될 정도로 빨라서도 안 된다.

[0005] 평탄화 및 연마처리가 요구되는 많은 물질의 경우, 경도 및/또는 내화학성으로 인해 연마하기가 어렵다. 예를 들어, 반도체 소자의 형성에 사용되어 온 사파이어(Al_2O_3)는 자외선, 가시광선, 적외선 및 극초단파를 투과시키는 단단하고 강한 물질이고, 대부분의 통상적인 공업 용액에서 화학적으로 불활성이고 불용성이며, 내부식성을 띠고, 낮은 유전율과 높은 열전도성을 가진다. 하지만, 사파이어의 경도와 내화학성으로 인해, 사파이어를 연마하고 평탄화시키는데 많은 어려움이 있다. 과거에는, 산화알루미늄과 실리카 연마입자를 함유한 슬러리를 물질(사파이어 웨이퍼 포함) 연마 목적으로 이용하여 왔다. 합리적인 가격에 광범위하게 입수가 가능하다는 이유 때문에, 콜로이드 실리카와 흙드 실리카(fumed silica)가 연마제 슬러리용으로 바람직하다. 또한 이들 실리카는 광범위하고 다양한 화학성을 가진 수용액 내에서 콜로이드 안정성을 지닌다. 표면과 화학적으로 반응하기도 하며, 이 반응은 종종 물질제거(율)를 향상시킨다. 실리카 연마제는 상대적으로 연성이기 때문에, 광범위하고 다양한 표면을 연마시킬 수 있는 동시에 결함과 흠집(scratching)을 최소화할 수 있다. 그러나 실리카의 연성은 이들의 연마능력을 제한하므로, 단단하면서 내화학성을 띠는 사파이어와 같이 여러 유형의 기판상에서 물질제거율이 낮아지는 결과를 가져온다. 세리아 또한 연마에 대해 유사한 특성을 제공하며, 기판의 표면과 아주 양호한 화학적 상호반응을 한다. 하지만, 세리아는 적당한 제거율을 제공하기에 종종 너무 연성이다. 실리카-함유 슬러리의 낮은 물질제거율을 보상하기 위해, 더 높은 경도의 연마제를 때때로 사용한다. 이러한 물질 중 하나가 산화알루미늄이다. 흙드 실리카와 콜로이드 실리카와 비해 산화알루미늄은 광범위하고 다양한 적용분야에서 제거율을 상당히 증가시킨다는 점이 밝혀졌다. 그러나, 종종 연마를 위해 중대한 메커니즘인 유사 화학적 작용이 제공되지 않을 수 있다. 또한, 산화알루미늄으로 된 표면의 화학성이 실리카로 된 표면의 화학성과 매우 상이하다는 이유로 실리카 입자가 사용된 적용분야에서는, 산화알루미늄이 바로 실리카 입자를 대체할 수는 없다. 특히, 실리카는 넓은 pH 범위에 걸쳐(전형적으로 pH가 약 2 이상) 음의 제타전위(negative zeta potential)를 가진다. 반면에, 산화알루미늄은 넓은 pH 범위에 걸쳐(전형적으로 pH가 약 9 이하) 양의(positive) 제타전위를 가진다. 그 결과, 실리카 입자가 안정적인 상태로 있게 되는 조건하에서, 산화알루미늄은 응집되기 쉽다. 응집현상은 슬러리의 성능을 저하시키는데 그 이유는 피가공물의 표면에 흠집을 발생시킬 뿐만 아니라 연마율이 균일하지 않고 예측불가능하게 되기 때문이다. 게다가, 산화알루미늄의 서로 상이한 표면 화학성이 실리카-함유 슬러리와 사용된 일부 화학성과 융화되지 않게 된다. 이는 만일 산화알루미늄의 표면 화학성을 토대로 신중하게 분산체가 제조하지 않는다면, 기판의 표면 결함을 초래할 수 있다. 더욱이, 산화알루미늄이 화학적으로 매우 활성적(aggressive)이므로, 인접한 비전도성 물질 구조물 사이에 위치되는 금속층에 함몰부를 형성하는 현상인 “디싱(dishing)”을 막기가 매우 어렵다. 디싱현상은 반도체의 성능에 부정적인 영향을 미치므로 매우 바람직하지 않은 것으로 간주된다.

[0006] 종래 기술에서의 이들과 기타 결함들을 고려할 때, 신속한 제거율을 제공하는 동시에 결함과 흠집을 최소화하는, 개선된 연마제 슬러리 조성물을 개발하는 일이 상당히 바람직할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 개선된 탄화규소 입자를 제공한다. 이들 탄화규소 입자는 다양한 적용분야에서 유용한 특성들을 보여준다. 특정 구현예에서, 탄화규소 입자는 연마입자로서 사용하기에 적합하다. 본 발명은 또한 종래 조성물의 결함들을 해결하는 연마제 슬러리 조성물을 제공한다. 본 조성물은 연마 및 평탄화 성능과, 다양한 표면의 평탄화 및 연마 효율을 상당히 개선시킨다. 본 조성물은 표면의 결함을 줄이는 동시에 높은 물질제거율과 함께 우수한 평탄도를 달성한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 양상에서, 일반적으로 본 발명은 탄화규소를 포함하는 나노크기 입자에 관한 것이다.

- [0009] 본 발명의 이 양상에 따른 구현예는 하기의 특징을 포함할 수 있다. 탄화규소 입자는 연마입자의 형태일 수 있다. 탄화규소 입자는 실리카와 유사한 표면 화학성을 가지고 있다. 실리카와 유사한 표면 화학성을 가지도록, 탄화규소 입자는 적어도 그 표면 일부가 실리카로 피복된 부분을 가진 입자들로 이루어질 수 있다. 탄화규소 입자는 그 표면의 50% 이상, 일부 구현예에서는 80% 이상이 실리카로 피복된 입자들로 이루어질 수 있다. 탄화규소 입자는 실리카에 의해 실질적으로 캡슐화될 수 있다. 탄화규소 입자의 평균 입경은 400nm 이하, 300nm 이하, 200nm 이하, 그리고 100nm 이하일 수 있다. 실리카 코팅제(도막)는 탄화규소 입자의 산화반응에 의해 형성될 수 있다. 산화반응의 결과, 실리카 코팅제를 포함하는 탄화규소 입자는 산화되기 전의 탄화규소 입자의 입경과 실질적으로 같은 입경을 가진다. 탄화규소는 나노크기 α -탄화규소일 수 있다. 탄화규소는 β -탄화규소일 수 있다.
- [0010] 다른 양상에서, 일반적으로 본 발명은 본원에 설명된 바와 같은 탄화규소 입자의 분산체를 포함하는 연마제 슬러리 조성물에 관한 것이다.
- [0011] 본 발명의 이 양상에 따른 구현예는 하기의 특징을 포함할 수 있다. 탄화규소는 수성매질에 약 0.01 중량% 이상의 농도로, 일부 구현예에서는 약 0.1 중량% 이상의 농도로, 다른 일부 구현예에서는 약 1 중량%의 농도로 존재할 수 있다. 탄화규소는 수성매질에 약 5% 내지 약 50% 범위의 농도로 존재할 수 있다.
- [0012] 또 다른 양상에서, 일반적으로 본 발명은 탄화규소로 이루어진 나노크기 연마입자를 제조하는 단계를 포함하는 입자 제조방법에 관한 것이다.
- [0013] 본 발명의 이 양상에 따른 구현예는 하기의 특징을 포함할 수 있다. 전술된 입자는 연마입자일 수 있다. 탄화규소 입자가 실리카와 유사한 표면 화학성을 가지도록 탄화규소 입자를 제조할 수 있다. 이러한 표면 화학성은 탄화규소의 산화반응에 의해 제공된다. 산화된 탄화규소 입자의 입경은 산화되기 전의 탄화규소 입자의 입경과 실질적으로 같을 수 있다. 탄화규소 입자는 α -탄화규소 입자로 이루어질 수 있다. 탄화규소 입자는 β -탄화규소 입자로 이루어질 수 있다. 탄화규소 입자는 실리카에 의해 실질적으로 캡슐화될 수 있다. 실리카와 탄소의 혼합물을 2000°C 이상의 온도에서 반응시킴으로써 탄화규소 입자를 제조할 수 있다.
- [0014] 또 다른 양상에서, 일반적으로 본 발명은, 본원에 설명된 바와 같은 탄화규소 입자의 분산체를 포함하는 연마제 슬러리 조성물로 기판을 연마하는 단계를 포함하는, 화학기계적 평탄화(CMP) 방법에 관한 것이다.
- [0015] 본 발명의 이 양상에 따른 구현예는 하기의 특징을 포함할 수 있다. 전술된 기판은 연마되는 금속층을 포함할 수 있다. 금속층은 귀금속(noble metal)일 수 있다. 기판은 연마되는 절연층을 포함할 수 있다. 절연층은 규산염 그룹을 함유할 수 있다.
- [0016] 또 다른 양상에서, 일반적으로 본 발명은, 유사한 조건하에서 실리카 슬러리에 제공된 제거율과 표면 평활도(surface finish)에 비해 기판의 제거율과 표면 평활도를 증가시키는 방법에 관한 것으로, 실리카 연마입자를 포함하는 슬러리를 제공하는 단계와, 탄화규소로 이루어진 나노크기 연마입자를 슬러리에 첨가하는 단계를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노크기 탄화규소 입자는 실리카와 유사한 표면 화학성을 가질 수 있다.
- [0017] 또 다른 양상에서, 일반적으로 본 발명은 기판의 제거율과 표면 평활도를 증가시키는 방법에 관한 것으로, 이 방법은 탄화규소 입자로 이루어진 나노크기 연마입자를, 연성의 연마입자로 이루어진 슬러리에 첨가하는 단계를 포함하며, 여기서 제거율과 표면 평활도는 탄화규소를 포함하지 않은 연성의 연마입자로 이루어진 슬러리에 비해 증가된다. 일부 구현예에서, 나노크기 탄화규소 입자는 실리카와 유사한 표면 화학성을 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 또 다른 양상에서, 일반적으로 본 발명은 슬러리의 화학반응과 경도를 증가시키는 방법에 관한 것으로, 이 방법은 탄화규소 입자로 이루어진 나노크기 연마입자를 슬러리에 첨가하는 단계를 포함하며, 여기서 슬러리는 연성의 연마입자로 이루어져 있고, 화학반응과 경도는 탄화규소 입자를 포함하지 않은 연성의 연마입자로 이루어진 슬러리에 비해 증가된다. 일부 구현예에서, 나노크기 탄화규소 입자는 실리카와 유사한 표면 화학성을 가질 수 있다.
- [0019] 본 발명의 기타 양상과 이점들은, 본 발명의 원리를 단지 예시적으로 도시하는 첨부도면과 함께, 하기의 상세한 설명으로 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 본 발명의 기술한 목적과 기타 목적, 특징 및 이점들은 물론 본 발명 자체는, 첨부된 도면과 함께 다양한 구현예들의 상세한 설명에 의해 더 자세하게 이해될 것이다.

도 1a는 미립자 코팅제로 피복된 탄화규소 입자의 단면도.

도 1b는 필름상(film-like) 코팅제로 피복된 탄화규소 입자의 단면도.

도 2는 α -SiC 및 β -SiC 나노입자의 등전점(iso-electric points)을 보여주는 도면.

도 3은 α -SiC 나노입자의 침강거동을 보여주는 도면.

도 4는 복합슬러리를 이용한 실리콘 기판 대 본원에 설명된 실시예에 따른 콜로이드 실리카 슬러리를 이용한 실리콘 기판의 누적질량손실과 표면 평활도를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명이 제공하는 입자는 다양한 적용분야용으로 적합하다. 예를 들면, 본 입자는 특히 연마입자로서 사용된다. 비록 본원에서는 연마입자로서, 그리고 연마입자로서의 용도에 관련하여 설명되지만, 이들 입자가 연마입자와 이러한 용도에 제한되지 않는다는 것을 주목한다. 일부 구현예에서, 본 발명의 입자는 연마제 슬러리 조성물과 같은 슬러리 조성물로 제공된다. 본 발명이 제공하는 연마제 슬러리 조성물은, CMP, 초기연마(stock removal)를 위한 프리폴리싱(pre-polishing) 단계, 텍스처링 등을 포함하는 다양한 연마 및 평탄화 공정용으로 적합하다. 이러한 공정들은 반도체 소자에서의 다양한 층을 포함한 다양한 물질의 표면을 연마하고 평탄화시키는데 사용될 수 있다. 본 슬러리가 연마하고 평탄화시키는 일에 사용가능한 반도체 물질의 일부 예로는 사파이어(Al_2O_3), 다이아몬드(C), 실리콘(Si), 게르마늄(Ge), 탄화규소(SiC), 실리콘 게르마나이드(SiGe), 알루미늄 안티모나이드(AlSb), 알루미늄 아세나이드(AlAs), 질화알루미늄(AlN), 인화알루미늄(AlP), 질화붕소(BN), 붕소 아세나이드(BAs), 갈륨 안티모나이드(GaSb), 갈륨 아세나이드(GaAs), 질화갈륨(GaN), 인화갈륨(GaP), 인듐 안티모나이드(InSb), 인듐 아세나이드(InAs), 질화인듐(InN) 및 인화인듐(InP)이 있다. 따라서 이하의 설명이 한정적 의미보다는 예시적 의미로서 이해되어야 한다. 예를 들어, 임의 조합의 물질과 농도를 제공할 수 있지만, 물질과 농도의 이러한 조합은 특정 물질의 CMP 공정에 기초를 두며, 기타 다른 유형의 공정을 위해 그리고 다양한 물질의 연마 및 평탄화를 위해 적합하게 수정될 수 있을 것이다.

[0022] 본 발명의 입자는 나노크기 탄화규소 입자로 이루어져 있다. 특정 구현예에서, 탄화규소 입자는 실리카와 유사하게 거동한다. 예를 들어, 실리카와 유사하게 거동하도록, 탄화규소 입자는 실리카와 유사한 표면 화학성을 가질 수 있다. 그 결과, 슬러리에 사용되는 경우 이들 입자는 실리카 입자 주변으로 제형화된 모든 슬러리 화학성과 잘 용해됨으로써, 탄화규소 입자가 이들 슬러리 화학성에 용이하게 분산된다. 일부 구현예에서는, 단지 요구에 따라 pH를 조절함으로써(예컨대, 탄화규소 입자의 등전점을 초과하는 pH, 예를 들어 pH=3.0) 분산공정을 더 촉진시킬 수 있다. 따라서 실리카 입자가 안정적인 상태로 있게 되는 조건하에서 본 탄화규소 입자가 안정되는 경향이 있으며, 이는 응집현상의 감소를 초래한다.

[0023] 일부 구현예에서, 표면 화학성은 특히 나노크기 α -탄화규소를 형성하는 공정에서 탄화규소 입자를 형성할 때 제공된다. 이렇게 형성된 나노크기 α -탄화규소는 실리카와 유사한 표면 화학성과 등전점을 나타낸다. 특히, 일부 구현예에서 본 발명의 탄화규소는 실리카와 유사한 표면전위를 가지고 등전점이 약 2.2인 나노크기 α -탄화규소이다. 나노크기 α -탄화규소 입자는 육방형 결정구조를 가질 수 있고 높은 pH에서 쉽게 분산된다(도 3 참조, pH 8-12와 같은 높은 pH값에서 입자가 분산 상태로 유지되어 있음). 이론적으로 구속받고자 함은 아니지만, 어느 정도 이러한 입자는 자신들의 표면에 실리카를 가지고 있으며, 이로써 이들 특성이 제공되는 것이다.

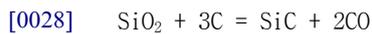
[0024] 일부 구현예에서, 탄화규소 입자는 실리카로 피복되며, 이는 실리카와 유사하거나 동일한 표면 화학성을 입자에 제공한다. 실리카 코팅제를 제공할 수 있는 조성물을 사용하여 실리카 코팅을 탄화규소 입자 상에 증착함으로써, 전술된 코팅제를 제공할 수 있다. 기타 구현예에서는, 탄화규소 입자를 산화시킴으로써 코팅제를 제공한다. 이러한 구현예에서, 탄화규소는 α -탄화규소이거나 또는 β -탄화규소일 수 있다. α -탄화규소는 실리카와 유사한 표면 화학성을 초기에 가질 수 있으며, 더 나아가 전술된 방법들 중 하나를 이용하여 실리카로 피복될 수 있거나; 또는 실리카와 상이한 표면 화학성을 가질 수 있으며, 실리카로 피복될 수 있다. 기타 다른 구현예에서, 탄화규소는 일반적으로 나노크기 탄화규소 중 상업적으로 입수가 가능한 형태인 나노크기 β -탄화규소이다. 상업적으로 입수가 가능한 β -탄화규소는 나노크기 α -탄화규소보다 높은 등전점을 가지는 경향이 있다(도 2에 도시된 바와 같음). 이러한 이유로 인해, 상업적으로 입수가 가능한 β -탄화규소는 분산되지 않으려는 경향을 보이며, 오히려 넓은 범위의 pH값에 걸쳐 신속하게 침강할 것이다. 예를 들어, 도 3에 도시한 바와 같이 높은 pH값

에서 분산 상태로 유지되어 있는 α-탄화규소의 침강거동에 비해, β-탄화규소는 pH 2-12 범위의 모든 pH값에 대해 침강한다. 상업적으로 입수가능한 이러한 β-탄화규소는 또한 쉽게 응집하는 경향을 보이는데, 이는 예를 들어 연마공정에 부정적으로 영향을 미친다. 나노크기 β-탄화규소는, 상업적으로 입수가능한 다른 것과 마찬가지로 피복되거나 산화되어, 실리카와 유사한 표면전위/등전점을 제공한다.

[0025] 탄화규소가 “연화(soften)” 되도록 실리카 코팅재를 제공하는 것이 유익하며, 그리하여 이러한 코팅재를 연마 입자로서 사용하는 경우에, 보통은 탄화규소로 연마된 피가공물과 관련되는 결함과 흠집현상을 감소시키게 된다. 더욱이, 본 발명의 피복입자를 생성하기 위해 사용되는 산화반응이 탄화규소의 날카로운 모서리를 “무디게” 하거나 예리함을 감소시킴으로써, 연마된 피가공물의 결함과 흠집현상을 더 줄일 수 있다는 점을 또한 발견하였다. 더욱이, 그 하부의 코어가 단단하고 이들 피복입자가 통상의 실리카 입자보다 높은 밀도를 가지기 때문에, 피복된 탄화규소 입자를 이용하여 피복입자의 물질제거율을 개선하고 있다.

[0026] 본원에 사용된 바와 같이, “코팅재(coating)” 가 탄화규소 연마입자의 실리카 코팅재를 가리키는 경우, 코팅재가 일반적으로 의미하는 것은 실리카와 유사한 표면 화학성을 가지는 탄화규소 입자를 제공하기 위해 탄화규소 입자가 그 표면의 적어도 일부분에 실리카를 어느 정도 가지고 있다는 점이다. 코팅재는 탄화규소 코어(1) 상에 실리카 재질의 미립자 코팅재(2)(예컨대, 도 1a와 도 2b 참조), 탄화규소 코어(1) 상에 실리카 재질의 비미립자형 필름상 코팅재(2)(예컨대, 도 1b 참조) 및 이들이 조합된 형태로 있을 수 있다. 도 1a와 도 1b에는 구형의 입자가 도시하고 있지만, 이들 도면은 불규칙 형상의 탄화규소 입자에도 적용되며, 이때 실리카 코팅재는 이들 불규칙 형상의 입자의 많은 부분 또는 전체 외면에 제공된다. 일부 구현예에서는, 입자 표면의 평균 약 50% 이상이 실리카로 피복된다. 실리카로 피복된 소정의 입자의 표면 피복량은 약 50% 내지 약 100%의 범위, 예를 들어, 약 60% 70%, 80%, 90% 및 95% 이상일 수 있다. 소정의 입자 상의 코팅재는 균일한 두께를 가질 수 있되, 일부 구현예에서는 다양한 두께를 가지기도 한다. 더욱이, 슬러리에 사용되는 경우, 슬러리 내의 입자 상 코팅재의 두께는 일정하거나, 또는 슬러리 내의 입자들 사이에서 다양할 수 있다.

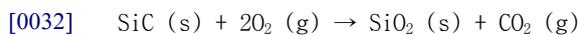
[0027] 일부 구현예에서, 탄화규소는 아치슨(Acheson) 공정으로 알려진 방법으로 형성된다. 특히, 실리카와 탄소의 혼합물이 일반적으로 2000°C를 상회하는 온도에서 반응하여 최대 약 2700°C의 온도에 이른다. 전체 반응을 다음과 같이 도시한다:



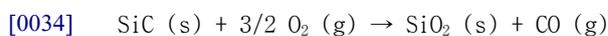
[0029] 혼합물에 다공성을 제공하기 위해 톱밥이 더 포함되며, 이를 통해 반응 중의 일산화탄소가 빠져나갈 수 있게 한다. 혼합물의 정제를 돕기 위해 염이 추가될 수 있다. 이 반응은 예를 들어 전기로에서 수행될 수 있다. 아치슨 공정과 유사한 기타 공지된 방법들을 또한 이용하여 탄화규소를 생성할 수도 있다.

[0030] 본 발명의 일부 구현예에 따르면, 피복된 탄화규소 입자는 탄화규소 입자의 산화반응에 의해 형성되며, 여기서 산화반응은 예를 들어 열적 산화반응, 화학적 산화반응 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 산화반응은 반응물 입자의 표면에서 일어나는 것으로 밝혀졌다. 일반적으로, 적합한 온도와 적합한 시간 동안에 수행된 탄화규소의 산화반응의 결과로 입자 표면의 탄화규소가 실리카로 변환되며, 이로써 입자 표면에 “코팅재” 또는 실리카층이 형성된다. 입자 표면에서 탄화규소가 실리카로 변환되면, “피복된” 탄화규소의 입경이 출발물질 탄화규소의 입경과 거의 동일하게 된다. 일부 구현예에서, 나노크기 탄화규소 입자의 입경은 일반적으로 15%보다 더 많이 변화되지 않는다. 일부 구현예에서, 나노크기 탄화규소 입자의 입경은 일반적으로 10-60nm 보다 더 많이 변화되지 않는다.

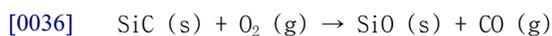
[0031] 탄화규소의 산화에 대한 세부사항들이 공지되어 있으며, 본 발명의 산화반응은 이들 공지된 원리를 따른다. 일반적으로, 탄화규소의 산화반응 도중에, Si와 C가 동시에 산화된다. 충분히 높은 O₂ 압력에서, 반응은 다음과 같다:



[0033] 낮은 압력에서는, 반응이 다음과 같다:



[0035] 매우 낮은 압력에서는, SiO(g)이 하기와 같이 형성될 수도 있다:



- [0037] 산화공정시, O₂가 내부로 확산되어 계면에서 SiC와 반응하며, CO₂와 CO가 외부로 확산된다. 열적산화 동안, 이 공정은 통상적으로 약 800 내지 1200° C의 고온에서 수행된다. O₂를 내부로 확산시키는 단계가 반응속도를 결정하고, 예를 들어 입경 조절은 반응동력학(reaction kinetics)에 영향을 미칠 수 있으며, SiC의 입경이 감소될수록 반응속도가 증가한다.
- [0038] 본 발명에 따르면, 산화된 입자 내의 산소 함량을 측정하여 “코팅재”의 피복량 또는 실리카층의 두께를 측정할 수 있다. 본 발명의 피복입자는 일반적으로 전체 입자 중량을 기준으로 약 5 중량% 내지 약 20 중량%의 산소를 함유한다. 이러한 산소 함량은 반응온도 및 반응시간과 같은 요인을 가변함으로써 조절가능하다. 높은 반응온도와 긴 반응시간에서보다, 낮은 반응온도와 더 짧은 반응시간에서 산소 함량이 더 적다. 또한, 산소함량은 출발물질인 탄화규소 입자의 입경에 영향을 받는다. 탄화규소 입자의 입경이 작을수록 반응속도가 증가할 것으로 예상되기 때문에 반응온도와 반응시간이 일정한 조건하에서의 산소 함량은 증가하게 된다. 과도한 산화반응은 출발물질인 탄화규소 물질의 경도 특성을 허용되지 못할 정도로 감소시키고 제거시킨다는 것이 밝혀졌다. 이러한 이유로 인해, 반응속도와 피복입자 내의 산소 함량에 영향을 미치는 다양한 요인들을 감시하고 제어하여, 원하는 수준의 산소 함량을 제공하도록 해야 한다.
- [0039] 산화공정은, 소정의 입자 상에, 균일한 두께를 가지거나 또는 입자의 여러 부분 상에서 상이한 두께(더 두껍거나 더 얇음)를 가지는 “코팅재” 또는 복수의 층을 제공할 수 있다. 이론적으로 구속받고자 함은 아니지만, 탄화규소 입자의 비등방성(non-isotropic) 구조로 인해, 산화공정이 탄화규소 입자 상에 균일하지 않은 코팅재 또는 실리콘층을 초래할 수 있다고 여겨진다.
- [0040] 일부 구현예에서는, 균일하지 않은 크기를 가지며 상업적으로 입수가능한 탄화규소 입자가 사용된다. 그 결과, 이러한 상업적으로 입수가능한 입자의 산화반응으로 인해 피복 탄화규소 입자의 일부 입자는 더 많은 산소 함량(따라서 더 두꺼운 코팅재나 실리콘층)을 가지는 반면 다른 입자는 더 적은 산소 함량을 가지게 된다.
- [0041] 본 탄화규소 입자가 연마재 슬러리 조성물에서 연마입자로서 사용되는 경우, 이러한 조성물은 특히 반도체 소자를 형성하는데 요구되는 매끄러운 표면지형과 균일한 두께를 제공할 수 있다. 본 발명에 따르면, 화학적-기계적 상호반응의 속도를 적당하게 균형을 맞추어 최적의 연마 성능을 제공하도록 한다. 기계적 연마는 연마입자의 크기, 연마입자의 농도 및 입경분포에 따라 가변된다는 것이 밝혀졌다. 따라서 적당한 수준의 기계적 상호반응을 제공하기 위해, 본 슬러리 조성물은 적절한 입자의 크기, 입자의 농도 및 입경분포를 가진 연마입자를 포함한다. 또한, 본 슬러리 조성물을 CMP 공정에 사용하되, CMP 공정에서는 원하는 연마 및 평탄화 특성을 제공하도록 작동변수(예컨대, 연마패드에 대한 인가압력과 속도)를 제어한다.
- [0042] 일부 구현예에서, 본 발명의 연마재 슬러리 조성물은 나노크기 탄화규소 연마입자를 포함한다. 특정 구현예에서, 탄화규소 연마입자는 본원에 설명된 바와 같이 실리카와 유사하게 거동한다. 예를 들어, 실리카와 유사하게 거동하도록, 탄화규소 입자는 실리카와 유사한 표면 화학성을 가질 수 있다. 그 결과, 이들 입자는 실리카 입자 주변으로 제형화된 모든 연마재 슬러리 화학성과 잘 용화됨으로써, 탄화규소 연마 입자가 이들 슬러리 화학성에 용이하게 분산된다. 일부 구현예에서는, 단지 요구에 따라 슬러리의 pH를 조절함으로써(예컨대, 탄화규소 입자의 등전점 초과, 예를 들어 pH=3.0) 분산을 더 촉진시킬 수 있다. 따라서 실리카 입자가 안정적인 상태로 있게 되는 조건하에서 본 탄화규소 입자가 안정되는 경향이 있으며, 이는 응집현상의 감소를 초래한다.
- [0043] 이론적으로 구속받고자 함은 아니지만, 실리카-유사 특성이 기관(예컨대, 결정 기관, 세라믹 기관 또는 무기질 기관)의 표면에 대한 전기화학적 공격을 초래하기 때문에, 실리카와 유사한 특성을 가지는 탄화규소 입자가 CMP 및 기타 연마 공정을 향상시키는 것으로 여겨진다. 그리하여 반응층(reacted layer)을 입자의 연마 성질로 인해 쉽게 제거할 수 있게 된다. 예를 들어, (실리카와 유사한 표면전위와 등전점으로 증명된 바와 같이) 실리카와 유사한 표면 화학성을 가지며 실리카 코팅재가 그 외면에 제공되어 있는 탄화규소 입자는 기관(예컨대, 결정 기관, 세라믹 기관 또는 무기질 기관)의 표면에 대해 전기화학적 공격을 하는 코팅재 또는 표면 화학성을 발생시킨다. 바꾸어 말하면, 탄화규소 입자의 표면 화학성, “코팅재” 또는 산화된 부분(들)이 실리카 입자처럼 거동한다. 그리하여 입자의 연마 성질 덕분에 반응층을 쉽게 제거할 수 있게 된다.
- [0044] 일반적으로 탄화규소 입자의 함량에 해당하는 연마입자의 총량은 보통 슬러리의 중량을 기준으로 약 0.01% 이상이다. 일부 구현예에서는, 슬러리 내 연마입자의 총량은 약 0.05% 이상, 약 0.1% 이상, 약 0.2% 이상, 약 0.3% 이상, 약 0.4% 이상, 약 0.5% 이상, 약 0.6% 이상, 약 0.7% 이상, 약 0.8% 이상, 약 0.9% 이상 또는 약 1% 이상이다. 일부 구현예에서는 연마입자의 총량이 약 2% 이상이고, 일부 다른 구현예에서는 약 5% 이상이고, 일부 다른 구현예에서는 약 7% 이상이다. 일부 구현예에서는 슬러리 내 연마입자의 총량이 슬러리의 중량을 기준으로

약 7% 내지 약 40%의 범위에 있고, 일부 구현예에서는 슬러리 중량을 기준으로 약 10% 내지 약 50% 범위에 있다. 그러나, 연마입자의 총량은 여러 요인들, 예컨대 연마대상 표면, 탄화규소 입자 상의 실리카 “코팅제”의 함량, 실리카에 유사한 탄화규소의 표면 화학성 수준 및/또는 탄화규소가 가지는 실리카 특성의 수준을 근거로 하여 조절될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 더 강한 연마가 요구될 경우에는, 입자의 총량을 증가하고/하거나 실리카 “코팅제”/표면 화학성/실리카 특성을 조절하고, 동시에 입자의 총량을 증가시키거나, 유지하거나 감소시킬 수 있다. 게다가, 연마 조건(예컨대, 가해지는 압력과 슬러리의 pH)을 조절하여 원하는 연마 특성을 제공할 수 있다.

[0045] 일부 구현예에서는, 부가적인 연마 입자가 염화규소 슬러리에 추가되어 복합 슬러리를 형성할 수 있다. 슬러리가 높은 pH(예컨대, 약 7 내지 12)를 가지는 경우마다, 보통은 다른 입자와 본 발명의 탄화규소 입자를 조합하여 사용할 수 있다. 일부 구현예에 따르면, 본 탄화규소 입자와 조합으로 사용되는 이들 입자의 예로는 (콜로이드 및 흙)실리카, 알루미늄 및 세리아가 포함된다. 3.0 미만의 등전점을 가지는 본 발명의 탄화규소 입자의 특성(예를 들어 표면 화학성(예컨대, 산화물층))이 이들 입자가 더 수월하게 수성매질에 분산될 수 있게 하고 그로써 침강하거나 응집물을 형성하지 않기 때문에, 기타 탄화규소 입자에 비해 개선된 복합 슬러리를 제공하는 것이라 여겨진다. 더욱이, 이러한 입자는 기관 표면에 대해 전기화학적 공격을 제공함으로써, 연마/기계적 제거율에 대해 기관의 표면을 연화시킨다.

[0046] 이렇게 형성된 탄화규소 연마 입자는 수성매질 내에 분산되어 연마제 슬러리를 형성한다. 수성매질은 임의 조합의 통상적 성분들, 예를 들면 용매, pH 조절제, 킬레이트제, 윤활제, 부식억제제, 표면개질제, 억제제, 유변성(rheology) 작용제, 산화제 및 탈이온수를 함유할 수 있다. 본원에 사용된 바와 같이, “분산”은 연마입자가 수성매질을 통해, 바람직하게는 균일하게 분포되는 것을 의미하는 것으로 이해하면 된다.

[0047] 대개는 유변성 작용제를 연마제 슬러리에 첨가하여 슬러리의 점도를 증가시키고, 또한 슬러리의 라미나 플로우(laminar flow)를 구성하여 유체의 수직방향 운동이 감소되도록 한다. 본 슬러리 조성물에는 임의의 통상적 유변성 작용제가 사용될 수 있으며, 그 예로는 가교된 아크릴 중합체 및 수용성 중합체(WSPs)가 포함되되, 이에 한정되지는 않는다. 일부 예로는 변성 셀룰로오스 유도체, 셀룰로오스 에테르, 전분 유도체, 펙틴 유도체, 폴리 아크릴아미드, 하이드록시프로필셀룰로오스, 하이드록시에틸셀룰로오스 및 카복시메틸셀룰로오스가 포함된다.

[0048] 다양한 산화제가 슬러리 조성물에 포함될 수 있다. 일반적으로 이들 산화제는 금속 전자를 제거하고 원자가를 높이는 임의의 물질을 포함할 수 있다. 산화제의 예로는 과산화수소, 요소 수소 과산화물, 모노퍼설페이트, 디포 설페이트, 피아세트산, 과탄산염(percarbonates), 유기 과산화물(예컨대, 벤조일퍼옥사이드, 디-t-부틸 퍼옥사이드), 과요오드산, 과요오드산염(periodate salt), 과브로민산, 과브로민산염(perbromate salts), 과염소산, 과염소산염(perchloric salts), 과붕산, 과붕산염(perborate salts), 과망간산, 과망간산염(permanganate salts), 하이드록실아민, 질산철 및 질산이 포함되되, 이에 한정되지는 않는다.

[0049] 또한 킬레이트제도 사용될 수 있다. 이러한 킬레이트제는 연마된/평탄화된 표면에서 제거된 금속 이온과 화학적으로 반응하여 가용성 금속 착화합물을 형성함으로써 금속 이온이 기관의 표면에 재증착되는 것을 최소화한다. 임의의 통상적 킬레이트제를 사용할 수 있으며, 그 예로는 아민기 또는 아미드기(예컨대, 에틸렌디아민테트라아세트산, 에틸렌디아민 및 메틸포르미아미드) 중에서 1종 이상과 유기산(예컨대, 이미노디아세트산 및 옥살산)이 포함된다.

[0050] 다양한 부식억제제가 또한 조성물에 포함될 수 있다. 이들 물질은 일반적으로 새로 연마된/평탄화된 표면 및/또는 산화된 표면과 반응하여 CMP 동안에 표면을 보호하고 표면이 지나치게 식각되지 않도록 한다. 임의의 통상적 부식억제제를 사용할 수 있으며, 그 예로는 알킬아민, 이미다졸, 아미노테트라졸, 벤조트리아졸, 머캅토벤조트리아졸, 5-메틸-1-벤조트리아졸, 벤즈이미다졸, 아미노-, 이미노-, 카복시-, 머캅토-, 니트로-, 알킬-, 우레아- 및 티오우레아- 화합물과 그 유도체, 디카복실산(예컨대, 옥살산, 말론산, 숙신산, 니트릴로트리아세트산, 이미노디아세트산 및 이들의 조합물)이 포함되되, 이에 한정되지는 않는다.

[0051] 연마제 슬러리에 통상 사용되는 다양한 용매를 또한 포함시켜, 연마제가 분산되고 기타 성분들이 혼합되는 매질(medium)을 제공한다. 이러한 용매는 임의의 통상적 용매로부터 선택될 수 있으며, 그 예로는 물, 알콜(예컨대, 이소프로필 알콜, 메탄올, 에탄올, 프로판올, 부탄올, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜), 글리세린, 케톤(예컨대, 아세톤), 에테르(예컨대, 디에틸에테르), 테트라하이드로퓨란(THF) 및 물-알콜 용액이 포함되되, 이에 한정되지는 않는다.

[0052] 계면활성제가 또한 연마제 슬러리에 포함될 수 있다. 적합한 계면활성제로는 비이온성-, 음이온성-, 양이온성-,

양쪽성(zwitterionic)-, 양성(amphoteric)- 계면활성제 및 고분자전해질 화합물이 포함된다. 본 발명에 사용되는 일부 계면활성제의 예들이, 가령, Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Terminology, 3rd Edition, Vol. 22 (John Wiley & Sons, 1983), Sislet & Wood, Encyclopedia of Surface Active Agents (Chemical Publishing Co., Inc. 1964), Ash, The Condensed Encyclopedia of Surfactants (chemical Publishing Co., Inc., 1989), Tadros, Surfactants (Academic Press, 1984)에 개시되어 있으며 이들 모두는 본원에 참조로써 통합된다. 일부 예로는 유기산염, 알칸 설페이트, 알칸 설포네이트, 수산화물, 치환된 아민염, 베타인, 산화 폴리에틸렌, 폴리비닐 알콜, 폴리비닐 아세테이트, 폴리아크릴산, 폴리비닐 피롤리돈, 폴리에틸렌이민 (polyethyleneimine), 무수술틸 에스테르, 4급 암모늄 할로겐화물(예컨대, 테트라메틸암모늄 할로겐화물), 세틸트리메틸암모늄 할로겐화물, 노닐에테르 및 이들의 조합물이 포함된다.

[0053] 본 연마재 슬러리 조성물의 pH는 그 조성물이 활용되는 구체적 연마조작에 대해 효과 있는 임의의 적합한 값일 수 있다. 원하는 pH값을 제공하기 위해, 1종 이상의 pH 조절제가 또한 조성물에 포함될 수 있다. pH 조절제의 예로는 각종 염기(예컨대, 수산화칼륨(KOH), 수산화나트륨(NaOH) 및 수산화암모늄), 무기 및/또는 유기산(예컨대, 아세트산, 인산 또는 옥살산) 중 임의의 것이 포함될 수 있다.

[0054] 일부 구현예에서, 탄화규소 입자를 산화반응에 의해 형성함으로써, 출발물질(산화되지 않은 물질)에 비해 입경이 변하지 않거나 두드러지게 변하지 않는 입경을 가진 피복입자를 제공하도록 한다. 따라서, 용이하게 입경을 제어할 수 있게 된다.

[0055] 본 출원 전체에 인용된 모든 참조들(참조문헌, 등록된 특허, 공개된 특허출원을 포함함)의 내용이 특별히 본원에 참조로써 통합된다. 본 발명의 구현은 달리 명시되지 않는 한 당업분야의 기술 범위 내에 있는 통상적 기술들을 활용한다. 이러한 기술들은 문헌에 충분히 설명되어 있다.

[0056] 본 발명을 하기 실시예에 의해 상세히 설명되되, 하기 실시예는 본 발명을 어떤 식으로든 한정하고자 함이 아니다. 본 출원 전체에 인용된 모든 참조들(참조문헌, 등록된 특허, 공개된 특허출원을 포함함)의 내용이 특별히 본원에 참조로써 통합된다. 본 발명의 구현은 달리 명시되지 않는 한 당업분야의 기술 범위 내에 있는 통상적 기술들을 활용한다. 이러한 기술들은 문헌에 충분히 설명되어 있다.

[0057] **실시예:**

[0058] 물질(세라믹, 플라스틱, 금속)의 초기연마에 사용되는 슬러리 조성물은 2가지 종류(콜로이드 실리카 및 탄화규소)의 초미세 입자 혼합물을 수성매질에 포함한다. 콜로이드 실리카 슬러리의 등급은 Eka Chemicals에서 제조된 Bindzil 50/80으로, 이들의 제품 조사보고서에 기술된 바와 같이, 실리카 입경은 약 40nm이고, pH가 약 9.5인 알칼리성 수성매질 내에서의 농도가 50 중량%이다. 탄화규소 슬러리는, Horiba LA 920 미립자 분석기 상에서 측정된 중간 입경이 135nm이면서 87nm-340nm의 범위에 초미세 탄화규소 입자의 분포를 가지는 수성 슬러리이다.

[0059] 실리카 및 탄화규소로 된 2종류의 수성 슬러리를 혼합하고 균질화하여, 총 고형물 농도가 30 중량%(이 중, 실리카는 21 중량%, 탄화규소는 9 중량%)이고 pH가 9-9.5의 범위에 있도록 한다. 연마 적용분야에 따라 결정된 적합한 산을 이용하여 복합 슬러리의 pH를 7까지 조절할 수 있다.

[0060] 통상 초기연마를 위해, 시편은 래핑(lapping)과 같은 이전의 공정으로부터 비롯된 매우 거친 표면 평활도를 가지고 있다. 초기연마 공정은 슬러리와 연마기를 활용하여 시편의 표면을 경면가공(mirror finish) 한다.

[0061] 본 실시예에서 실리콘의 경우, 2" 직경의 샘플을 약 7000Å의 표면 평활도로 래핑하였다. 복합 슬러리의 초기 연마 성능을 콜로이드 실리카에 대해 벤치 마크하였으며, 이때 양측 모두의 고형물 총량은 pH 9.6에서 30 중량%로 동일하였다.

[0062] 하기의 조건하에서, 연마대상 샘플 상의 압력을 4 psi로 하고 연마공정을 Buehler Ecomet 4 연마기에서 수행하였다. 연마상에서의 정반(platen) 속도는 400 RPM(반시계방향)이고, 샘플 캐리어의 속도는 70 RPM(시계방향)이었다. 20 ml/분의 슬러리 유량을 가지며 Rohm & Haas Electronic Materials에서 제조된 Suba H2 패드에 연마공정을 수행하였다. 연마를 시작하기에 앞서, 샘플의 중량을 그램 수로 소수점 4자리까지 측정하고, 간섭계(interferometer)를 사용하여 표면조도를 측정하였다. 하기의 표 1과 표 2에 나타낸 바와 같이, 단독형 콜로이드 실리카 슬러리 뿐만 아니라 복합 슬러리 양측 모두에 대해, 실리콘 누적질량손실과 표면 평활도를 5분 간격으로 측정하였다.

표 1

[0063] 복합 슬러리 vs 콜로이드 실리카의 실리콘 누적질량손실

시간	CMR-ums-복합 슬러리	CMR-ums-C-SiO ₂
5	1.7	2.3
10	6.4	2.4
15	8.3	5.4
25	15.4	10.0

표 2

[0064] 복합 슬러리 vs 콜로이드 실리카의 표면 평활도

시간	Ra(A)-복합 슬러리	Ra(A)-C-SiO ₂
0	7102	6899
5	1040	1395
10	363	740
15	219	322
25	8.3	72

[0065] 데이터 표로부터 알 수 있듯이, 콜로이드 실리카에 비해 더 높은 누적물질제거율을 가진다는 것과 더불어, 복합 슬러리의 성능은 소정의 표면 평활도를 얻기 위해 필요한 시간을 단축시킨다는 점에서 더 월등하다. 이 데이터는 도 4에서도 나타나 있다.

[0066] 앞서 언급된 동일한 연마 매개변수 하에 실리콘 초기연마에 대한 다른 실험에서, 복합 슬러리로 30분 연마한 후의 물질제거(율)는, 표 3에 나타난 바와 같이, 콜로이드 실리카 단독으로 연마한 후의 물질제거(율)에 비해 49% 증가하였다.

표 3

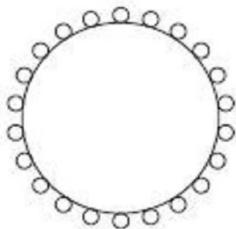
[0067] 복합 슬러리 vs 콜로이드 실리카의 실리콘 물질제거율

연속식 연마	
슬러리	30분-MR(μm)
콜로이드 실리카-30 중량%-pH 9.6	11.4
복합 슬러리-nSiC-30 중량%-pH 9.6	17

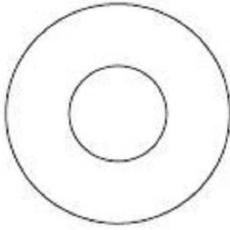
[0068] 유사한 개선점들이 기타 물질들, 예컨대 폴리이미드, 다결정 질화알루미늄 등에서도 증명되었다.

도면

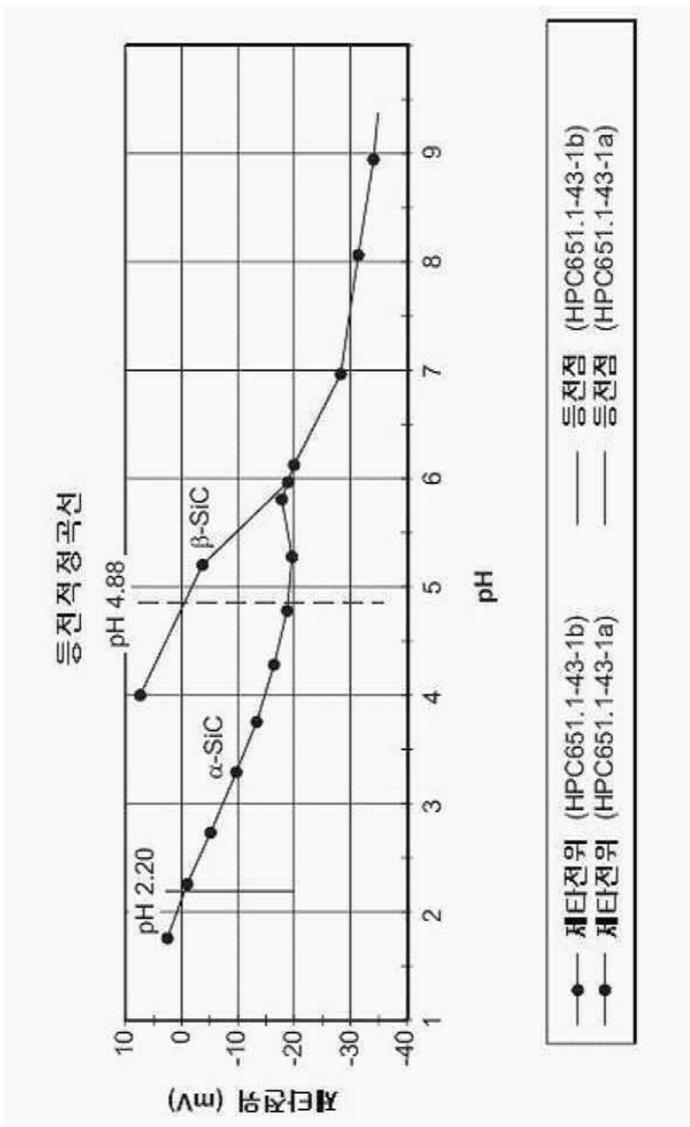
도면1a



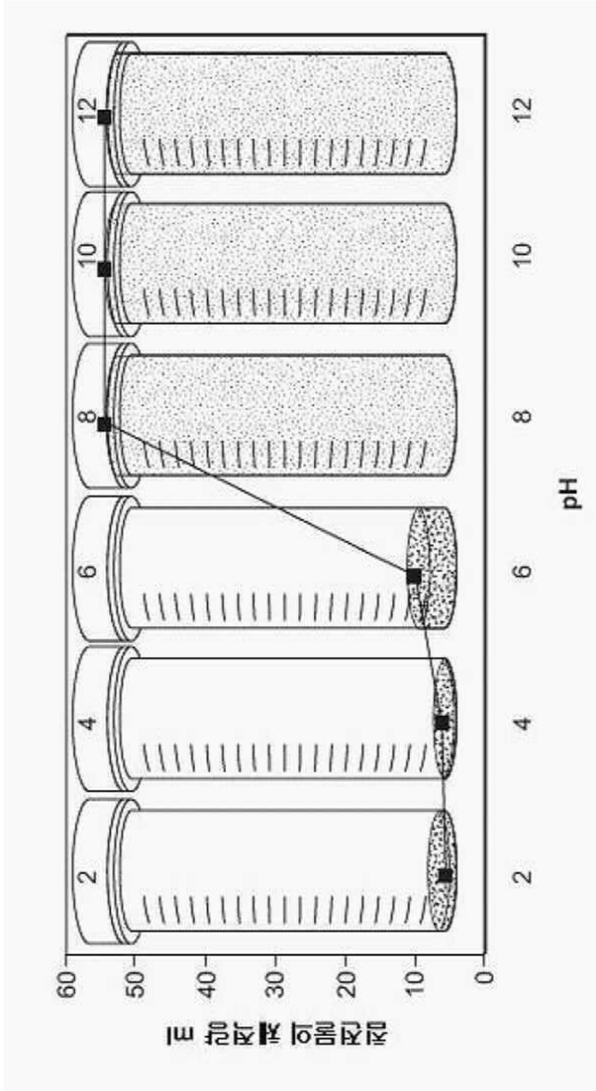
도면1b



도면2



도면3



도면4

