



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0081599
(43) 공개일자 2013년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 3/14 (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0002668

(22) 출원일자 2012년01월09일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

에스케이하이닉스 주식회사

경기도 이천시 부발읍 경충대로 2091

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

임대순

서울시 강남구 개포동 140번지 주공아파트 201동 145호

신동희

경기도 고양시 덕양구 화정2동 옥빛마을 1204동 506호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김권석

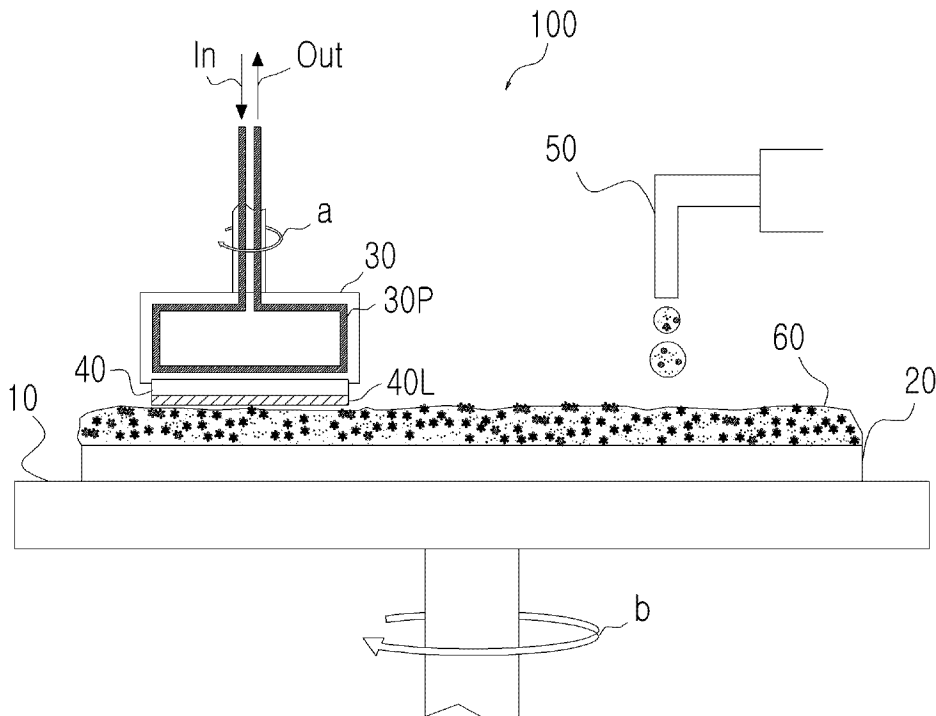
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 연마 조성물 및 이를 이용한 화학기계적 평탄화 방법

(57) 요약

본 발명은 화학기계적 평탄화를 위한 연마 조성물 및 이를 이용한 화학기계적 평탄화 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막의 평탄화를 위한 연마 조성물이 제공된다. 상기 연마 조성물은, 연마 입자들; 및 상기 연마 입자들보다 작은 크기를 가지며, 실리콘과 산소의 결합을 포함하는 다면체 구조의 나노 스케일 입자들을 포함할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

이동현

서울시 양천구 목3동 롯데캐슬위너아파트 105동
801호

양일호

경기도 이천시 신둔면 도봉리 대신푸른마을 102동
802호

이양복

서울시 은평구 진관동 마고정 동부아파트 320동
216

특허청구의 범위

청구항 1

2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막의 평탄화를 위한 연마 조성물로서, 연마 입자들; 및

상기 연마 입자들보다 작은 크기를 가지며, 실리콘과 산소의 결합을 포함하는 다면체 구조의 나노 스케일 입자들을 포함하는 연마 조성물.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 연마 입자들은, 알루미늄(AlO_x), 세리아(CeO_x), 지르코니아(ZrO_x), 타이타니아(TiO_x), 게르마니아(GeO_x), 산화크롬(CrO_x), 망간 산화물(MnO_x), 및 실리카(SiO_x) 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 연마 입자들의 크기는 10 nm 내지 150 nm의 평균 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 연마 입자들의 크기는 10 nm 내지 약 100 nm의 평균 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 다면체 구조의 나노 스케일 입자는, 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane; POSS) 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산 화합물은 화학식 $(RSiO_{1.5})_m(R'SiO_{1.5})_n(XSiO_{1.5})_l$ 을 갖는 화합물을 포함하며,

상기 R 및 R'는 유기 치환체이고, 상기 X는 관능화기이며, 상기 m, n, l은 0 이상의 정수로서 $m+n+l \geq 6$ 인 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 유기 치환체는 수소, 산류, 알콜계, 카르복실계, 에스테르계, 에테르계, 아민계, 티올계, 케톤계, 포스포이트계, 및 오레핀계 작용기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 관능화기는 수산화기, 할로젠기, 알콕사이드기, 아세테이트기, 페옥사이드기, 아민기, 및 이소시아네이트기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 $m+n+1 \leq 12$ 인 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligmeric Silsquioxane; POSS) 화합물은 상기 연마 조성물 내에서 중합화가 제한되는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

탈이온수, 산화제, 계면 활성제 및 pH 조절제 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 금속 화합물 박막은 칼코게나이드 재료 또는 칼코게나이드 글래스 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 금속 화합물 박막은 테루륨(Te)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 조성물.

청구항 14

2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막이 형성된 표면을 갖는 기판의 화학기계적 평탄화 방법으로서,

상기 기판의 상기 표면을 폴리싱 패드와 접촉하도록 제공하는 단계;

연마 입자들; 및 상기 연마 입자들보다 작은 크기를 가지며, 실리콘과 산소의 결합을 포함하는 다면체 구조의 나노 스케일 입자들을 포함하는 연마 조성물을 상기 연마 패드와 상기 기판의 상기 표면 사이에 제공하는 단계; 및

상기 금속 화합물 박막을 상기 연마 조성물로 연마하는 단계를 포함하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 연마 입자들은, 알루미늄(AlO_x), 세리아(CeO_x), 지르코니아(ZrO_x), 타이타니아(TiO_x), 게르마니아(GeO_x), 산화크롬(CrO_x), 망간 산화물(MnO_x), 및 실리카(SiO_x) 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 연마 입자들의 크기는 10 nm 내지 150 nm의 평균 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 연마 입자들의 크기는 10 nm 내지 100 nm의 평균 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 다면체 구조의 나노 스케일 입자는, 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligmeric Silsquioxane; POSS) 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산 화합물은 화학식 $(R\text{SiO}_{1.5})_m(R'\text{SiO}_{1.5})_n(X\text{SiO}_{1.5})_l$ 을 갖는 화합물을 포함하며,

상기 R 및 R'는 유기 치환체이고, 상기 X는 관능화기이며, 상기 m, n, l은 0 이상의 정수로서 $m+n+l \geq 6$ 인 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 유기 치환체는 수소, 산류, 알콜계, 카르복실계, 에스테르계, 에테르계, 아민계, 티올계, 케톤계, 포스페이트계, 및 오레핀계 작용기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 21

제 18 항에 있어서,

상기 관능화기는 수산화기, 할로젠기, 알콕사이드기, 아세테이트기, 페옥사이드기, 아민기, 및 이소시아네이트기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 22

제 18 항에 있어서,

상기 $m+n+l \leq 12$ 인 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 23

제 18 항에 있어서,

상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligmeric Silsquioxane; POSS) 화합물은 상기 연마하는 단계 동안 중합화가 제한되는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 24

제 14 항에 있어서,

상기 연마 조성물은 탈이온수, 산화제, 계면 활성제 및 pH 조절제 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 25

제 14 항에 있어서,

상기 금속 화합물 박막은 칼코게나이드 재료 또는 칼코게나이드 글래스 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

청구항 26

제 14 항에 있어서,

상기 금속 화합물 박막은 테루륨(Te)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 화학기계적 평탄화 방법.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 반도체 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 금속 화합물 박막의 화학기계적 평탄화를 위한 연마 조성물 및 이를 이용한 화학기계적 평탄화 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 최근, 디지털 카메라, MP3 플레이어, PDA(personal digital assistants) 및 휴대폰과 같은 휴대용 디지털 응용 기기들의 수요가 증가하면서 비휘발성 메모리 시장은 급속도로 팽창하고 있다. 프로그래밍 가능한 비휘발성 메모리 장치인 플래시 메모리가 스케일링의 한계에 도달함에 따라, 이를 대체할 수 있는 비휘발성 메모리 장치로서 가역적으로 저항값이 변할 수 있는 가변 저항체를 이용한 상변화 메모리 장치(PcRAM) 또는 저항성 메모리 장치(ReRAM)와 같은 비휘발성 메모리 장치가 주목을 받고 있다. 이들 비휘발성 메모리 장치들은 상기 가변 저항체의 물리적 특성을 그 자체로 데이터 상태로서 이용할 수 있기 때문에, 셀 구성이 단순화되어, 메모리 장치의 미세화를 실현할 수 있다.
- [0003] 칼코게나이드 재료, 예를 들면, 게르마늄(Ge)-안티모니(Sb)-텔루륨(Te) 합금은 상변화에 따라 저항값이 변하거나 인가되는 전기적 신호의 크기 또는 폭에 따라 저항값이 변함으로써 전술한 비휘발성 메모리 소자용 재료로서 광범위하게 연구되고 있다. 상기 비휘발성 메모리 소자에서, 상기 칼코게나이드 재료는 일반적으로 집적도의 증가를 위해 층간 절연막에 형성된 홀들을 매립하는 다마신 구조로 형성되기 때문에, 에치백을 위한 평탄화 방법으로서 화학기계적 연마(CMP)가 평탄화를 위한 가용의 방법이 될 수 있다.
- [0004] 이러한 칼코게나이드 재료의 경우, 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 다성분계 금속 합금체이므로, 종래의 배선용 구리 또는 알루미늄의 CMP 공정과 다른 새로운 도전에 직면할 수 있다. 또한, 다마신 구조로 형성되는 경우, 상기 칼코게나이드 재료는 고집적이 가능하도록 20 nm 이하의 셀 피치로 형성될 수 있기 때문에 연마 표면의 낮은 표면 조도 및 낮은 결함 수준이 확보되어야 한다. 또한, 칼코게나이드 재료는 2 성분계 이상의 합금으로서 그 성분들에 대한 균일한 화학적 연마가 수행되어야 하고, 양산에 적합한 수준의 연마 속도를 확보할 필요가 있다. 이러한 요구 사항들은 칼코게나이드 재료와 같은 상변화 가변 저항 메모리 재료뿐만 아니라, $PbZr_xTi_{1-x}O_3$ 와 같은페로브스카이트계 금속 화합물과 같은 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 산화물 재료의 경우에도 마찬가지이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 비휘발성 메모리 소자에 적용되는 다성분계 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막에 대하여 신뢰성 있고 경제적인 화학기계적 연마 공정이 가능한 연마 조성물을 제공하는 것이다.
- [0006] 또한, 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 다성분계 금속 화합물 박막이 형성된 표면을 갖는 기판의 화학기계적 평탄화 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막의 평탄화를 위한 연마 조성물이 제공된다. 상기 연마 조성물은, 연마 입자들; 및 상기 연마 입자들보다 작은 크기를 가지며, 실리콘과 산소의 결합을 포함하는 다면체 구조의 나노 스케일 입자들을 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 연마 입자들은, 알루미늄(AlO_x), 세리아(CeO_x), 지르코니아(ZrO_x), 타이타니아(TiO_x), 게르마니아(GeO_x),

산화크롬(CrO_x), 망간 산화물(MnO_x), 및 실리카(SiO_x) 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 또한, 상기 연마 입자들의 크기는 약 10 nm 내지 약 150 nm의 평균 크기를 가질 수도 있다. 일부 실시예에서는, 상기 연마 입자들의 크기는 약 10 nm 내지 약 100 nm의 평균 크기를 가질 수도 있다.

[0009] 상기 다면체 구조의 나노 스케일 입자는, 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligomeric Silsquioxane; POSS) 화합물을 포함할 수 있다. 상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산 화합물은 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_m((\text{R}'\text{iO}_{1.5})_n(\text{XSiO}_{1.5})_l)$ 을 갖는 화합물을 포함한다. 상기 R 및 R'은 유기 치환체이고, 상기 X는 관능화기이며, 상기 m, n, l은 0 이상의 정수로서 $m+n+l \geq 6$ 일 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 상기 $m+n+l \leq 12$ 일 수 있다.

[0010] 일부 실시예에서, 상기 유기 치환체는 수소, 산류, 알콜계, 카르복실계, 에스테르계, 에테르계, 아민계, 티올계, 케톤계, 포스페이트계, 및 오레핀계 작용기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 또한, 상기 관능화기는 수산화기, 할로젠기, 알콕사이드기, 아세테이트기, 퍼옥사이드기, 아민기, 및 이소시아네이트기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0011] 일부 실시예에서, 상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligomeric Silsquioxane; POSS) 화합물은 상기 연마 조성물 내에서 중합화가 제한될 수 있다. 또한, 상기 연마 조성물은 탈이온수, 산화제, 계면 활성제 및 pH 조절제 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 더 포함할 수도 있다.

[0012] 상기 금속 화합물 박막은 칼코게나이드 재료 또는 칼코게나이드 글래스 재료를 포함할 수 있다. 상기 금속 합박막은 테루륨(Te)을 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 다른 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막이 형성된 표면을 갖는 기관의 화학기계적 평탄화 방법이 제공될 수 있다. 상기 화학기계적 평탄화 방법에서, 상기 기관의 상기 표면을 폴리싱 패드와 접촉하도록 제공하는 단계; 연마 입자들; 및 상기 연마 입자들보다 작은 크기를 가지며, 실리콘과 산소의 결합을 포함하는 다면체 구조의 나노 스케일 입자들을 포함하는 연마 조성물을 상기 연마 패드와 상기 기관의 상기 표면 사이에 제공하는 단계; 및 상기 금속 화합물 박막을 상기 연마 조성물로 연마하는 단계가 수행될 수 있다.

[0014] 상기 연마 입자들은, 알루미늄(AlO_x), 세리아(CeO_x), 지르코니아(ZrO_x), 타이타니아(TiO_x), 게르마니아(GeO_x), 산화크롬(CrO_x), 망간 산화물(MnO_x), 및 실리카(SiO_x) 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기 연마 입자들의 크기는 약 10 nm 내지 약 150 nm의 평균 크기를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 연마 입자들의 크기는 약 10 nm 내지 약 100 nm의 평균 크기를 가질 수 있다.

[0015] 상기 다면체 구조의 나노 스케일 입자는, 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligomeric Silsquioxane; POSS) 화합물을 포함할 수 있다. 상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산 화합물은 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_m(\text{R}'\text{iO}_{1.5})_n(\text{XSiO}_{1.5})_l$ 을 갖는 화합물을 포함하며, 상기 R 및 R'은 유기 치환체이고, 상기 X는 관능화기이며, 상기 m, n, l은 0 이상의 정수로서 $m+n+l \geq 6$ 일 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 $m+n+l \leq 12$ 일 수 있다.

[0016] 일부 실시예에서, 상기 유기 치환체는 수소, 산류, 알콜계, 카르복실계, 에스테르계, 에테르계, 아민계, 티올계, 케톤계, 포스페이트계, 및 오레핀계 작용기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 또한, 상기 관능화기는 수산화기, 할로젠기, 알콕사이드기, 아세테이트기, 퍼옥사이드기, 아민기, 및 이소시아네이트기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수도 있다.

[0017] 상기 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligomeric Silsquioxane; POSS) 화합물은 상기 연마하는 단계 동안 중합화가 제한될 수 있다. 또한, 상기 연마 조성물은 탈이온수, 산화제, 계면 활성제 및 pH 조절제 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 더 포함할 수도 있다.

[0018] 상기 금속 화합물 박막은 칼코게나이드 재료 또는 칼코게나이드 글래스 재료를 포함할 수 있다. 또한, 상기 금속 화합물 박막은 테루륨(Te)을 더 포함할 수도 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명의 실시예들에 따르면, 연마 조성물에 연마 입자들과 함께 연마 입자들보다 작은 크기를 갖는 다면체 구조의 나노 스케일 입자들이 첨가된 연마 조성물이 첨가됨으로써, 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막을 구성하는 금속 원소들마다 서로 다른 산화율을 갖기 때문에 발생할 수 있는 연마 특성의 편차가 해소될 수 있는 연마 조성물이 제공될 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 연마 조성물을 사용하여 연마 공정을 수행함으로써, 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막의 연마시 서로 다른 금속 원소들 사이의 산화율의 편차를 완하시키고, 동시에 연마 속도를 향상시킬 수 있으며, 우수한 표면 조도를 확보할 수 있는 금속 화합물 박막의 화학기계적 평탄화 방법이 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 화학기계적 평탄화 장치를 이용한 금속 합금막이 형성된 기판의 화학기계적 평탄화 방법을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- 도 2a 내지 도 2d는 다양한 실시예들에 따른 POSS 화합물들을 도시한다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 POSS 화합물을 사용한 금속 화합물 박막의 연마 메커니즘을 개략적으로 설명하는 모식도이다.
- 도 4a는 실시예1과 비교예들 1-4의 연마 속도를 나타내는 그래프이고, 도 4b는 실시예1과 비교예들 1-4의 AFM(Atomic Force Microscope)의 이미지이다.
- 도 5a는 실시예1 내지 5와 비교예 1의 연마 속도를 나타내는 그래프이고, 도 5b는 실시예1 내지 5와 비교예 1의 AFM(Atomic Force Microscope)의 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0023] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.
- [0024] 도면에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.
- [0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것이 아니다. 또한, 본 명세서에서 단수로 기재되어 있다 하더라도, 문맥상 단수를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"이란 용어는 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [0026] 본 명세서에서 기판 또는 다른 층 "상에(on)" 형성된 층에 대한 언급은 상기 기판 또는 다른 층의 바로 위에 형성된 층을 지칭하거나, 상기 기판 또는 다른 층 상에 형성된 중간 층 또는 중간 층들 상에 형성된 층을 지칭할 수도 있다. 또한, 당해 기술 분야에서 숙련된 자들에게 있어서, 다른 형상에 "인접하여(adjacent)" 배치된 구조 또는 형상은 상기 인접하는 형상에 중첩되거나 하부에 배치되는 부분을 가질 수도 있다.
- [0027] 본 명세서에서, "아래로(below)", "위로(above)", "상부의(upper)", "하부의(lower)", "수평의(horizontal)" 또는 "수직의(vertical)"와 같은 상대적 용어들은, 도면들 상에 도시된 바와 같이, 일 구성 부재, 층 또는 영역들이 다른 구성 부재, 층 또는 영역과 갖는 관계를 기술하기 위하여 사용될 수 있다. 이들 용어들은 도면들에 표시된 방향뿐만 아니라 소자의 다른 방향들도 포괄하는 것임을 이해하여야 한다.
- [0028] 이하에서, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들(및 중간 구조들)을 개략적으로 도시하는 단면도

들을 참조하여 설명될 것이다. 이들 도면들에 있어서, 예를 들면, 부재들의 크기와 형상은 설명의 편의와 명확성을 위하여 과장될 수 있으며, 실제 구현시, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 된다. 또한, 도면의 부재들의 참조 부호는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부재를 지칭한다.

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 화학기계적 평탄화 장치(100)를 이용한 금속 화합물 박막(40L)이 형성된 기판(40)의 화학기계적 평탄화 방법을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 화학기계적 평탄화 장치(100)는, 연마 플랫폼인 플레튼(platen; 10), 연마 패드(20), 및 연마 헤드(30)를 포함할 수 있다. 연마 헤드(30)는 기판(40)을 지지하고 기판(40)에 회전력을 부여할 수 있는 메커니즘을 더 포함할 수 있다.
- [0031] 기판(40)은 피연마면인 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막(40L)이 연마 패드(20)를 향하도록 연마 헤드(30)에 의해 지지되고, 연마 헤드(30)는 연마 패드(20)에 대해 기판(40)에 일정한 압력을 인가할 수 있다. 상기 압력은 약 0.02 kg/cm^2 내지 약 0.1 kg/cm^2 일 수 있다. 연마 패드(30)의 재질은 그 정도와 기공률에 의해 적절히 선택될 수 있다.
- [0032] 기판(40)과 연마 패드(20)는 각각 화살표들(a, b)로 나타낸 바와 같이 서로 회전될 수 있다. 일부 실시예에서, 연마 패드(20)는 약 30 RPM 내지 약 120 RPM으로 회전할 수 있다. 또한, 기판(4)은 약 70 RPM 내지 약 120 RPM으로 회전할 수 있다.
- [0033] 슬러리 디스펜서(50)에 의해 연마 패드(20) 상으로 연마 조성물(60)이 공급된다. 연마 조성물(60)은 연마 패드(20) 상에서 포화될 때까지 공급될 수 있다. 연마 패드(20)는 회전하는 연마 헤드(30) 밑으로 연마 조성물(60)을 끌어 오게 되며, 연마 조성물(60)을 매개로 하여 기판(40) 상의 금속 합금막(40L)이 화학기계적으로 연마될 수 있다.
- [0034] 금속 화합물 박막(40L)의 연마 특성을 조절하기 위해 화학기계적 평탄화 장치(100)는 온도 조절 수단을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 상기 온도 조절 수단은 연마 헤드(30)에 형성된 냉각 수단을 더 포함할 수 있다. 상기 냉각 수단은 연마 공정이 약 10°C 내지 약 40°C 에서, 바람직하게는 저온인 약 15°C 내지 약 30°C 에서 수행되도록 기판(40)을 냉각할 수 있다. 예를 들면, 상기 냉각 수단은, 도 1에 도시된 바와 같이, 연마 헤드(30) 내에 부설되는 유로(30P)와 상기 유로를 순환하는 냉각 유체에 의해 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 연마 조성물(60)의 냉각을 위해 슬러리 디스펜서(50)에도 상기 유로(30P) 및 냉각 유체와 같은 냉각 수단이 제공될 수도 있다.
- [0035] 도 1에 도시된 실시예에서, 화학기계적 평탄화 장치(100)는 하나의 연마 헤드(30)만을 가지고 있으나, 복수의 연마 헤드들이 제공되어 연마 패드(20) 상에서 동시에 운영될 수도 있다. 또한, 하나의 연마 헤드(30)에 복수의 기판들이 지지되어 화학기계적 평탄화 공정이 수행될 수도 있다. 다른 실시예에서, 연마 패드(20)와 기판(40)이 모두 회전하는 도 1에 도시된 화학기계적 평탄화 장치(100)와 달리, 어느 하나는 회전하고 다른 하나는 선형 운동을 하는 구성을 갖는 평탄화 장치가 제공될 수도 있다. 예를 들면, 변형된 화학기계적 평탄화 장치는 기판을 지지하는 연마 헤드는 회전하고, 연마 패드는 선형으로 연마 헤드(30)를 경과하는 구성을 가질 수도 있다.
- [0036] 연마 조성물(60)은 연마 입자들, 및 다면체 구조의 나노 스케일 입자들을 포함할 수 있다. 상기 연마 입자들은 100 중량%의 연마 조성물 중에 0.1 중량% 내지 약 20 중량%의 농도를 가질 수 있다. 상기 나노 스케일 입자들은 100 중량%의 연마 조성물 중에 약 0.1 중량% 내지 약 3 중량%의 농도를 가질 수 있다.
- [0037] 연마 조성물(60)의 나머지 성분들은 연마 조성물(60)의 액상화를 위한 탈이온수 및 산화제를 포함할 수 있다. 상기 산화제는 과산화수소 또는 질산철일 수 있으며, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 일부 실시예에서는, 연마 조성물(60)의 안정성을 개선하기 위해 계면 활성제 및 pH 조절제가 더 첨가될 수도 있다. 상기 계면 활성제는 상용의 적합한 비이온성, 음이온성, 양이온성 또는 양쪽성 계면 활성제일 수 있다. 상기 pH 조절제는 연마 조성물(60)의 pH를 감소시키거나 증가시키기 위해 적절한 산 또는 염기가 사용될 수 있다.
- [0038] 상기 연마 입자들은 알루미늄(AlO_x), 세리아(CeO_x), 지르코니아(ZrO_x), 타이타니아(TiO_x), 게르마니아(GeO_x), 산화크롬(CrO_x), 망간 산화물(MnO_x), 및 실리카(SiO_x) 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 상기

실리카 입자들은, 예를 들면, 건식 실리카 입자들(fumed silica)일 수 있다. 상기 연마 입자들은 약 10 nm 내지 약 150 nm의 평균 크기를 가질 수 있다. 바람직하게는, 상기 연마 입자들은 약 10 nm 내지 약 100 nm의 평균 크기를 가질 수도 있다.

[0039] 상기 나노 스케일 입자들은, 상기 연마 입자들보다 작은 크기를 가지는다면체 구조의 화합물일 수 있다. 상기 다면체 구조의 나노 스케일 입자는, 실리콘과 산소 사이의 결합을 포함하는 폴리헤드럴 올리고머릭 실스퀴옥산(Polyhedral Oligomeric Silsesquioxane; 이하 POSS라 함) 화합물을 포함할 수 있다.

[0040] 상기 POSS 화합물은 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_m$ 을 갖는 화합물을 포함할 수 있다. 상기 다면체 구조를 제공하기 위해, 상기 m은 6 이상의 정수일 수 있다. 상기 R은 적합한 유기 치환체이다. 상기 유기 치환체는, 예를 들면, 수소, 산류, 알콜계, 카르복실계, 에스테르계, 에테르계, 아민계, 케톤계 및 오레핀계 작용기 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 POSS 화합물은 호모렙틱(homoleptic) 구조를 가질 수 있다. 상기 유기 치환체는 상기 연마 입자들, 예를 들면, 실리카 입자들과 상기 POSS 화합물을 화학적 및/또는 전기적으로 결합시킬 수 있으며, 그 결과, 후술하는 도 3에 도시된 바와 같이 상기 연마 입자들 표면을 상기 POSS 화합물이 둘러싸 형성된 연마용 중간 입자 구조가 제공될 수 있다.

[0041] 다른 실시예에서, 상기 POSS 화합물은 서로 다른 종류의 유기 치환체들(R, R')을 포함할 수 있으며, 이 경우 상기 POSS 화합물은 헤테로렙틱(heteroleptic) 구조를 갖는다. 상기 POSS 화합물은 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_n(\text{R}'\text{SiO}_{1.5})_1$ 으로 표시될 수 있다. n + 1의 값은 6 이상의 정수이다. 상기 유기 치환체들은, 전술한 유기 치환체들 중에서 선택된 서로 다른 종류의 유기 치환체일 수 있다.

[0042] 또 다른 실시예에서, 상기 POSS 화합물은 관능화기를 포함할 수도 있다. 이 경우, 상기 POSS 화합물은 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_m(\text{XSiO}_{1.5})_1$ 로 나타내질 수 있다. m + 1의 값은 6 이상의 정수일 수 있으며, 상기 관능화기는 수산화기(-OH), 할로겐기(예를 들면, F, Cl, Br 및 I 일 수 있음), 알콕사이드기(-OR), 아세테이트기(OOCR), 피옥사이드기(OOR), 아민기(NR₂), 및 이소시아네이트기(NCO) 중 어느 하나 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0043] 도 2a 내지 도 2d는 다양한 실시예들에 따른 POSS 화합물들을 도시한다.

[0044] 도 2a를 참조하면, 상기 POSS 화합물은 6개의 Si 원자들을 가지며, 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_6$ 으로 표시되는 나노 스케일 입자 구조의 화합물일 수 있다. 상기 R은 전술한 유기 치환체일 수 있다. 상기 유기 치환체는 도 2a에 도시된 바와 같이 서로 동종일 수 있으며, 이 경우 상기 POSS 화합물은 호모렙틱 구조를 가질 수 있다.

[0045] 도시하지는 않았지만, 전술한 바와 같이, 상기 유기 치환체는 서로 이종일 수 있으며, 이 경우, 상기 POSS 화합물은 헤테로렙틱 구조를 가질 수 있다. 또한, 상기 유기 치환체 대신에 전술한 관능화기가 실리콘 원자와 결합될 수도 있다.

[0046] 도 2b를 참조하면, 상기 POSS 화합물은 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_7(\text{R}'\text{SiO}_{1.5})_1$ 을 갖는 헤테로렙틱 구조를 가질 수 있다. 상기 POSS 화합물은 8 개의 Si 원자들을 포함한다. 그러나, 이는 예시적이며, 도시하지는 않았지만, 전술한 바와 같이, Si 원자들 중 적어도 하나에 관능화기가 더 결합될 수도 있다. 또한, 상기 8 개의 Si 원자들을 포함하는 상기 POSS 화합물은 단일한 종류의 유기 치환체만이 결합된 호모렙틱 구조를 가질 수도 있다.

[0047] 도 2c를 참조하면, 상기 POSS 화합물은 10 개의 Si 원자들을 갖는 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_9(\text{XSiO}_{1.5})_1$ 을 갖는 나노 스케일 입자 구조의 화합물일 수 있다. 도 2c에 도시된 화합물은 관능화기(X)가 결합된 나노 스케일 입자 구조의 헤테로렙틱 구조의 화합물을 도시하지만, 이는 예시적이다. 상기 관능화기는 2 이상 결합될 수도 있으며, 모든 실리콘 원자에 상기 관능화기가 결합된 호모렙틱 구조를 가질 수도 있다. 또 다른 실시예에서는, 관능화기 없이 유기 치환체만이 결합된 화합물도 본 발명에 포함될 수 있다.

[0048] 도 2d를 참조하면, 상기 POSS 화합물은 12 개의 Si 원자들을 포함하는 화학식 $(\text{RSiO}_{1.5})_{10}(\text{R}'\text{SiO}_{1.5})_1(\text{XSiO}_{1.5})_1$ 을 갖는 나노 스케일 입자 구조의 화합물일 수 있다. 도 2d의 화합물은 서로 다른 3 종의 리간드들이 Si 원자에 결합된 것을 나타내지만, 이는 예시적이다. 예를 들면, 상기 화합물은 한 종류의 유기 치환체 또는 한 종류의 관능화기를 포함하는 호모렙틱 구조를 가질 수도 있다.

[0049] 전술한 실시예들의 화합물은 Si와 O 사이에 $1.64 \pm 0.03 \text{ \AA}$ 정도의 길이를 가지고, σ -본딩 구조를 갖는 반복적 결합을 포함하며, 이러한 반복적 결합을 통해 견고한 케이지(rigid cage)를 가질 수 있다. 상기 POSS 화합

물은 단분자 자체로서 입자 구조를 가질 수 있으므로, 이를 이용함으로써 나노 스케일의 입자 구조가 제공될 수 있다. 전술한 상기 POSS 화합물은 반복적 $-O-Si-O-$ 결합을 포함하는 점에서 실록산 화합물과 유사하지만, 분자 자체로서 나노 스케일로 입자화될 수 있기 때문에, 다른 실록산 화합물인 헥사메틸사이클로트리실록산(hexamethylcyclotrisiloxane) 또는 데카메틸사이크로펜타실록산(decamethylcyclopentasiloxane)과 같은 사이클릭 실록산(Cyclic siloxanes), 및 헥사메틸디실록산(hexamethyldisiloxane), 또는 데카메틸테트라실록산(decamethyltetrasiloxane)과 같은 선형 실록산(linear siloxanes) 화합물과 구별될 수 있다.

[0050] 상기 POSS 화합물은 단분자들끼리 서로 중합되어 고분자화될 수 있지만, 후술하는 바와 같이 고분자화되는 것은 연마 특성을 열화시킬 수 있으므로, 연마 조성물 내에서 상기 POSS 화합물의 농도를 제한함으로써 이러한 고분자화를 방지할 수 있다. 또한, 상기 POSS 화합물 내의 Si 원자의 수가 증가함에 따라 케이지 구조가 약해지고, 연마 공정 중에 상기 POSS 화합물의 파괴 또는 중합이 일어나기 쉽다. 따라서, 단분자의 상기 POSS 화합물의 Si 원자의 개수는 나노 스케일의 단단한 입자 구조를 확보하도록 12 이하인 것이 바람직하다.

[0051] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 POSS 화합물을 사용한 금속 화합물 박막(40L)의 연마 메커니즘을 개략적으로 설명하는 모식도이다.

[0052] 도 3을 참조하면, 연마 조성물(60)은, 도 1을 참조하여 전술한 바와 같은, 연마 입자들(61) 및 나노 스케일 입자들(62)을 포함한다. 또한, 연마 조성물(60) 내에는, 전술한 바와 같이, 탈이온수, 산화제, 계면 활성제 또는 pH 조절제가 더 첨가될 수도 있다.

[0053] 기관(40) 상의 피연마층인 금속 화합물 박막(40L)의 연마 공정 동안, 연마 조성물(60) 내의 산화제, 예를 들면, 과산화수소에 의해 금속 화합물 박막(40L)의 금속 원소들이 산화될 수 있으며, 그 결과, 금속 화합물 박막(40L)의 표면은 연마 공정 동안 상기 산화제에 지속적으로 노출되기 때문에, 산화물층(40R)이 지속적으로 형성될 수 있다. 연마 입자들(61)과 나노 스케일 입자들(62)은 산화물층(40R)을 기계적으로 연마함으로써 금속 화합물 박막(40L)의 연마가 달성될 수 있다.

[0054] 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막의 경우, 금속 원소마다 서로 다른 산화율을 갖기 때문에, 산화물층(40R)의 형성과 제거에 따른 연마 메커니즘(또는, 기구)이 균형적으로 일어나기 어렵다. 그에 따라, 연마 속도가 감소되거나, 실제 피연마된 금속 화합물 박막의 표면 거칠기가 증대될 수 있으며, 금속 화합물 박막의 표면 조성이 상기 금속 화합물 박막의 내부 조성과 상이해질 수 있다. 이러한 연마 불균일 특성은 후속하는 다른 재료층, 예를 들면, 전극 형성 공정시 상기 금속 합금막과 상기 전극 사이에 소자 성능에 역효과를 미치는 계면 결합을 유도하거나, 금속 화합물 박막 자체의 전기적 특성을 열화시켜, 신뢰성 있는 소자를 얻는 데에 장애가 될 수 있다.

[0055] 본 발명의 실시예에 따르면, 나노 스케일 입자들(62), 바람직하게는, 상기 POSS 화합물에 의해, 금속 화합물 박막(40L)을 구성하는 금속 원소들마다 서로 다른 산화율을 갖기 때문에 발생할 수 있는 연마 특성의 편차가 해소될 수 있다. 나노 스케일 입자들(62)은 단단한 케이지 구조를 갖지만, 연마 입자들(61)보다 그 경도가 작으며, 크기가 작아, 금속 화합물 박막(40L)에 더욱 미세한 기계적 손상을 줄 수 있으며, 그에 따라 금속 화합물 박막(40L)의 반응 표면적 증대 효과가 생길 수 있으며, 서로 다른 금속 원소들 사이의 산화율의 편차를 완화시키고, 동시에 연마 속도를 향상시킬 수도 있다.

[0056] 또한, 연마 공정 동안, 나노 스케일 입자들(62)은, 도 3에 도시된 바와 같이, 연마 입자들(61)과 산화물층(40R) 사이에 존재하여, 연마 입자들(61)에 의한 기계적 손상을 완화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 직접 기계적 연마에도 참여하여, 2 성분 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 금속 화합물 박막의 연마시 우수한 표면 조도를 제공할 수 있다.

[0057] 기관(40)에는, 당해 기술 분야에서 잘 알려진 바와 같이, 워드 라인 또는 비트 라인과 같은 배선 구조, 다이오드 또는 트랜지스터와 같은 선택 소자가 형성될 수 있다. 이들 회로 요소들에 전기적으로 접속된 메모리 셀들을 구성하기 위해 금속 화합물 박막(40L)이 이용될 수 있다. 일부 실시예에서, 금속 화합물 박막(40L)은 층간 절연막 내에 형성된 복수의 홀들 내에 매립됨으로써 상기 회로 요소들과 전기적으로 연결된 어레이 구조로 배열될 수 있다.

[0058] 예를 들면, 상변화 메모리 소자의 경우, 상기 금속 화합물 박막(40L)이 상기 홀들 내에 일부가 매립되고, 다른 부분은 상기 층간 절연막의 상부 표면으로 연장되는 버섯형 구조 또는 상기 층간 절연막 내에 완전히 매립되는 필라 구조를 가질 수 있으며, 이러한 다양한 구조의 금속 화합물 박막의 미세 패턴을 형성하기 위한 에치백 또

는 평탄화 공정으로서 본 발명의 실시예에 따른 화학기계적 연마 공정이 수행될 수 있다.

[0059] 금속 화합물 박막(40L)은, 예를 들면, 칼코게나이드 재료, 예를 들면, 게르마늄(Ge)-안티모니(Sb)-텔루륨(Te) 합금일 수 있다. 상기 텔루륨의 경우, 게르마늄 및 안티모니에 비하여, 산화가 비교적 어렵다. 그 결과, 화학기계적 연마 공정시 텔루륨이 다른 게르마늄 및/또는 안티모니에 비해 식각이 잘 일어나지 않기 때문에, 연마 특성의 불균일이 초래될 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시예에 따른 연마 조성물에 의하면, 이러한 구성 금속 원소의 특성 차이에 따른 연마 공정의 불균일이 해소될 수 있다.

[0060] 전술한 Ge-Sb-Te 재료는 예시적이며, GeSe, GeTeAs, GeSnTe, SeSnTe, GaSeTe, GeTeSnAu, SeSb₂, InSe, GeTe, BiSeSb, PdTeGeSn, InSeTiCo, InSbTe, In₃SbTe₂, GeTeSb₂, GeTe₃Sb, GeSbTePd, AgInSbTe 또는 CuSe 와 같은 다른 칼코게나이드 재료 또는 칼코게나이드 글래스 재료의 경우에도 동일한 이점이 달성될 수 있을 것이다. 또한, 본 발명의 실시예들에 따른 금속 화합물 박막은 전술한 칼코게나이드 또는 칼코게나이드 글래스와 같은 금속 합금막에 한정되는 것은 아니며, 2 이상의 서로 다른 종류의 금속 원소들을 포함하는 NiFe 및 CoZr과 같은 자성 박막 및 다른 가변 저항성 박막과 같이 메모리 분야에서 사용되는 PbZr_xTi_{1-x}O₃와 같은 페로브스카이트계 금속 산화물 박막일 수도 있다.

[0061] 이하에서는 구체적인 실시예들을 들어, 본 발명에 관하여 더욱 상세하게 설명할 것이다. 하기의 개시 사항은 단지 설명을 목적으로 하는 것일 뿐 본 발명이 이에 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.

[0062] 실험예 1

[0063] 상기 연마 조성물은 전술한 일 실시예에 따라 다음과 같이 제조되었다. 상기 연마 조성물은 연마 입자로서 약 20 nm의 크기를 갖는 건식 실리카 입자를 포함하며, 상기 연마 조성물의 전체 중량에 대하여 1중량%의 농도를 갖도록 혼합되었다. 또한, 나노 스케일 입자들로서 8 개의 Si 원자들을 갖는 POSS 화합물을 상기 연마 조성물의 전체 중량에 대하여 약 1 중량% 농도만큼 첨가하였다. 상기 연마 조성물의 나머지 성분들은 탈이온수, 과산화수소수, pH 조절제, 및 계면 활성제를 포함할 수 있다. 이하에서는, 이와 같이 제조된 연마 조성물을 실시예 1이라 한다.

[0064] 피연마막은 원자층 증착법에 의해 증착된 Ge₁Sb₆Te₃이 조성비를 갖는 칼코게나이드 박막이다. 칼코게나이드 박막은 전술한 원자층 증착법 이외에 화학기상증착법 및 스퍼터링법, 레이저 용발법에 의해 형성될 수도 있으며, 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0065] 사용된 화학기계적 연마 장치는 도 1에 도시된 장치(100)와 동일한 구성을 가지며, 연마 패드는 폴리텍스 패드이고, 플레튼의 속도는 약 50 RPM, 기관 홀더의 속도는 약 90 RPM으로 고정하고 하향 압력은 약 0.05 kg/cm²으로 유지하였다. 연마 시간은 대략 20 초 안팎이다.

[0066] 상기 실시예1의 연마 특성과의 비교를 위해, 나노 스케일 입자들을 넣지 않은 경우(비교예 1), 상기 나노 스케일 입자들 대신에 중합체인 폴리아크릴 산 5000(polyacrylic acid 5000; PAA 5000)을 넣은 경우(비교예 2), 폴리아크릴 산 25000(polyacrylic acid 25000; PAA 25000)을 넣은 경우(비교예 3), 또 다른 중합체인 폴리비닐알코올 1500(PVA 1500)을 넣은 경우(비교예 4)로 비교 실시예들을 정의하고, 다른 연마 공정 변수들은 상기 실시예1과 동일한 조건에서 연마 공정을 수행하였다.

[0067] 실시예1과 비교예들 1-4의 연마 특성에 관하여 도 4a 및 4b에 나타내었다. 도 4a는 실시예1과 비교예들 1-4의 연마 속도를 나타내는 그래프이고, 도 4b는 실시예1과 비교예들 1-4의 AFM(Atomic Force Microscope)의 이미지이다.

[0068] 도 4a를 참조하면, 비교예 1 내지 4의 연마 속도는 각각, 0.82, 0.7, 0.73, 및 0.60 nm/sec 이다. 그러나, 실시예1의 연마 속도(nm/sec)는 1.37 nm/sec 이다. 연마 조성물에 중합체가 첨가된 비교예 2 내지 4에 비하여, 상기 POSS 화합물이 첨가된 실시예 1의 경우, 2 배 정도의 연마 속도의 향상을 얻을 수 있다. 연마 입자만이 사용된 비교예 1의 경우, 비교예 2 내지 4보다 연마 속도는 크지만, 도 4b를 참조하여 후술하는 바와 같이 피연마면의 표면 조도가 열악하여 상기 POSS 화합물의 첨가는 표면 조도의 개선을 위하여 요구된다.

[0069] 도 4b를 참조하면, 증착 상태(as deposited)의 표면 조도가 2.7 nm 인 것에 비하여, 연마 공정에 의해 표면 조

도가 감소하는 것을 확인할 수 있다. 비교예 1 내지 4의 경우, 표면 조도는 각각 1.7 nm, 1.3 nm, 1.3 nm 및 1.4 nm 이다. 피연막면의 표면 조도가 감소될수록, 포토리소그래피공정의 초점 심도(Depth of Focus; DOF)가 증가하고 이로 인해 고해상도의 포토리소그래피 공정이 가능해진다. 실시예 1의 경우, 표면 조도는 1.0 nm로 최소값을 갖는다. 실시예 1을 통하여 얻어진 표면 조도는 실질적으로 20 nm의 디자인룰을 갖는 소자에 까지 적용가능한 적합한 성능에 해당한다.

[0070] 실험예 2

[0071] 실험예 2는, 연마 조성물에 첨가되는 상기 POSS 화합물의 농도를 변화시키면서, 실험예 1에서의 연마 조건과 동일한 조건에서 $\text{Ge}_1\text{Sb}_6\text{Te}_3$ 이 조성비를 갖는 칼로게나이드 박막에 대한 연마 공정에 관한 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 상기 POSS 화합물의 농도는 100 중량%의 전체 연마 조성물에 대하여, 0.5 중량%, 1.0 중량%, 2.0 중량%, 2.5 중량% 및 5 중량%만큼 각각 첨가되었다.

[0072] 비교를 위하여, 상기 POSS 화합물이 첨가되지 않은 경우에 대하여도 평가하였으며, 이는 전술한 실험예 1의 비교예 1과 동일하다. 실험예 2에서, 상기 POSS 화합물의 농도가 0.5 중량%인 경우는 실시예 2, 2.0 중량%인 경우는 실시예 3, 2.5 중량%인 경우는 실시예 4, 5.0 중량%인 경우는 실시예 5라고 지칭한다. 상기 POSS 화합물의 농도가 1.0 중량%인 경우는 상기 실험예 1의 실시예 1과 동일하다.

[0073] 실시예1 내지 5와 비교예 1의 연마 특성에 관하여 도 5a 및 도 5b에 나타내었다. 도 5a는 실시예1 내지 5와 비교예 1의 연마 속도를 나타내는 그래프이고, 도 5b는 실시예1 내지 5와 비교예 1의 AFM(Atomic Force Microscope)의 이미지이다.

[0074] 도 5a를 참조하면, 상기 연마 조성물 내의 상기 POSS 화합물의 농도가 증가할수록, 연마 속도는 비교예 1의 0.82 에 비하여, 0.9 nm/sec (실시예 2), 1.37 nm/sec (실시예 1), 2.20 nm/sec (실시예 3), 2.30 nm/sec (실시예 4) 및 2.90 nm/sec (실시예 5)로 점차적으로 증가한다.

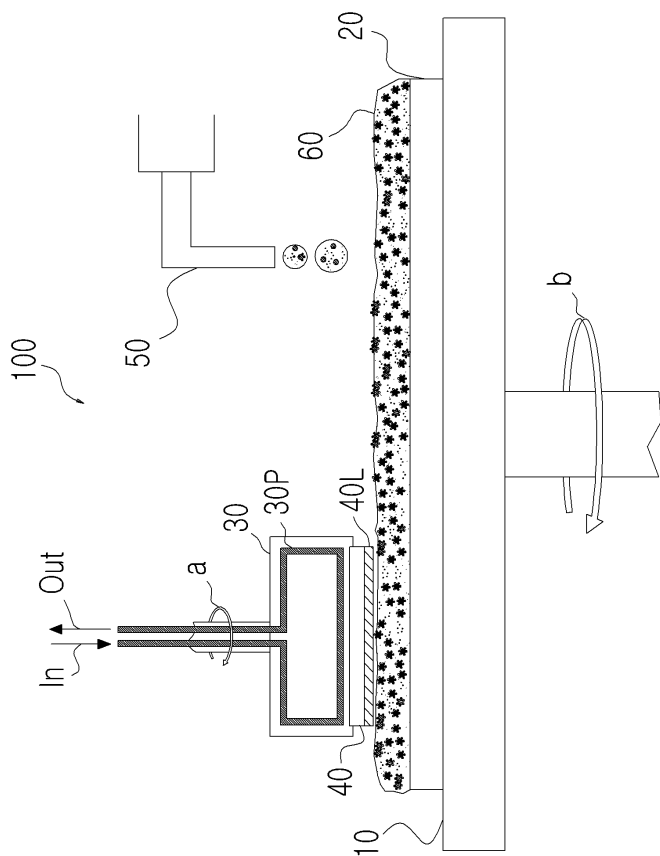
[0075] 상기 POSS 화합물의 농도가 증가할수록 연마 속도는 증가되어 유리하지만, 연마 종료 후 피연막면의 표면 조도는 악화될 수 있다. 실시예 5에서와 같이, 상기 POSS 화합물의 농도가 5.0 중량% 가 되면 표면 조도가 3.5 nm로 급격히 증가된다. 이러한 표면 조도의 증가는 첨가된 POSS 화합물의 농도가 증가함에 따라, 상기 POSS 화합물 사이의 중합화가 진행되었기 때문인 것으로 추측된다. 상기 POSS 화합물이 중합화되면서 나노 스케일 입자 특성이 상실되기 때문이다. 상기 POSS 화합물의 중합화는 상기 POSS 화합물의 단분자가 12 개 이상으로 중합되지 않도록 제한되는 것이 바람직하다.

[0076] 일부 실시예에서, 상기 연마 조성물 100 중량%에 대한 상기 POSS 화합물의 농도는 0.5 중량%, 1.0 중량 %, 2.0 중량% 내지 2.5 중량%를 포함하는 약 0.1 중량% 내지 약 3 중량% 일 수 있다. 바람직하게는, 상기 연마 조성물 100 중량%에 대한 상기 POSS 화합물의 농도는 약 0.5 중량% 내지 약 2.5 중량%일 수 있다. 상기 POSS 화합물의 상기 농도 범위 내에서, 연마 속도의 향상과 표면 조도의 향상을 동시에 얻을 수 있다.

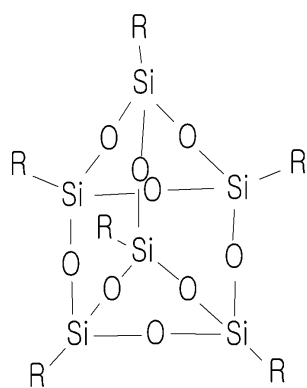
[0077] 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 개시된 다양한 연마 조성물에 특징들은 모순되지 않는 한 서로 대체되거나 조합되어 실시될 수 있다. 또한, 이상에서 설명한 본 발명이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

도면

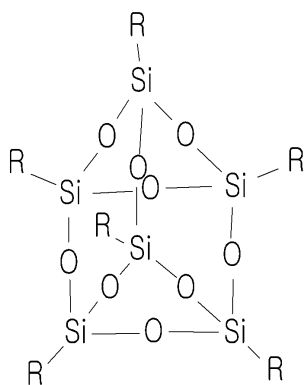
도면1



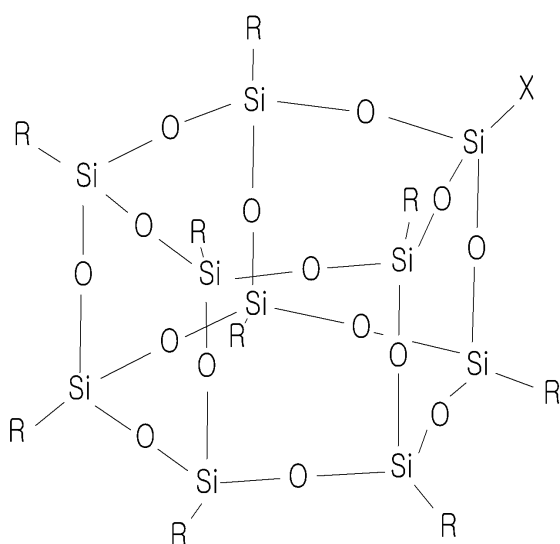
도면2a



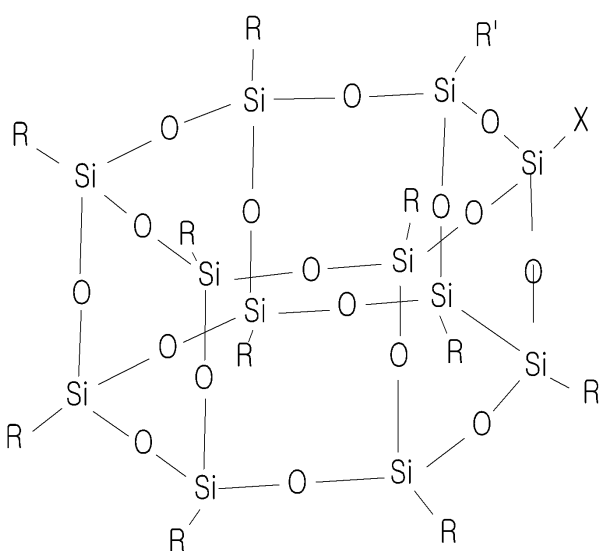
도면2b



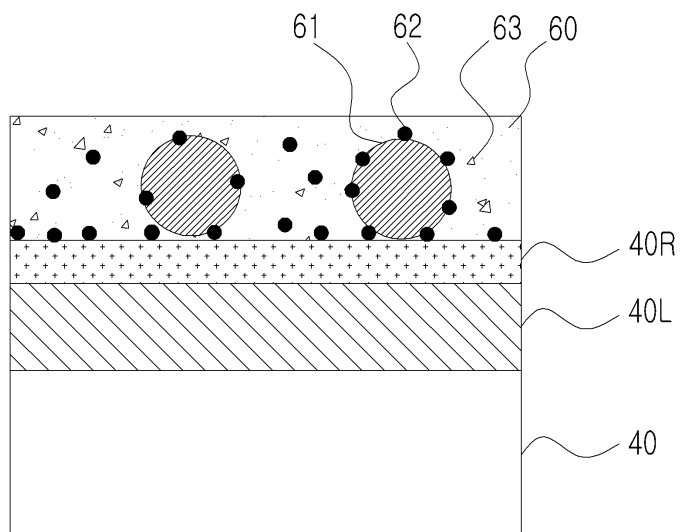
도면2c



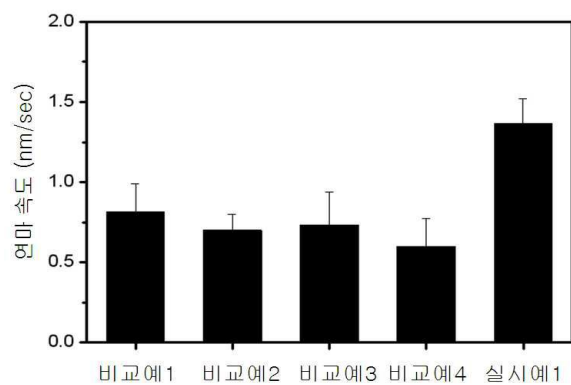
도면2d



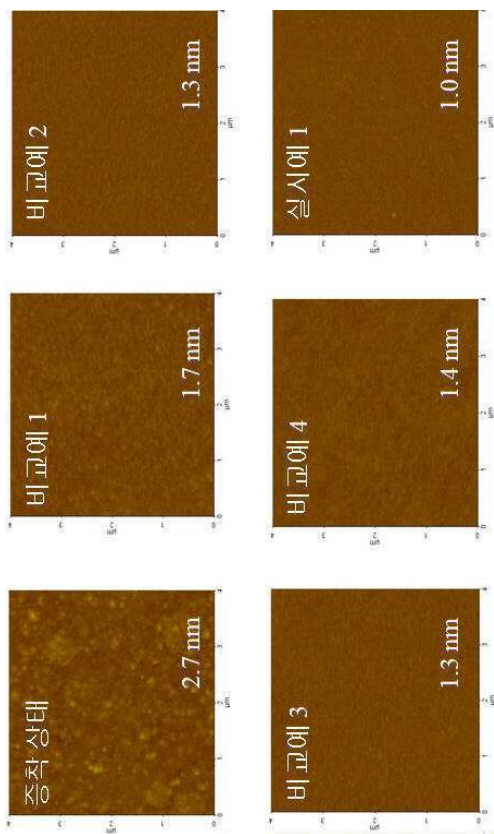
도면3



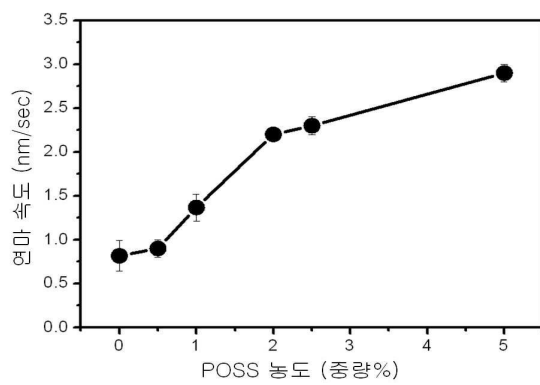
도면4a



도면4b



도면5a



도면5b

