



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월04일

(11) 등록번호 10-1526010

(24) 등록일자 2015년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B24B 37/24 (2012.01) B24D 11/00 (2006.01)

B24D 11/04 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0008554

(22) 출원일자 2008년01월28일

심사청구일자 2012년09월19일

(65) 공개번호 10-2008-0071089

(43) 공개일자 2008년08월01일

(30) 우선권주장

11/699,775 2007년01월29일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020010005961 A

KR1020050034554 A

KR1020050107760 A

(73) 특허권자

룸 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 씨엠펜 홀딩스, 인코포레이티드

미국 19713 델라웨어주 뉴워크 벨레뷰 로드 451

(72) 발명자

크르크베나 티. 토드

미국 19707 델라웨어주 혹케션 혹케션 서클 226

로윙, 앤드류 스콧

미국 85003 애리조나주 피닉스 웨스트 몬테 비스타 로드 522

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장수길, 김영

전체 청구항 수 : 총 10 항

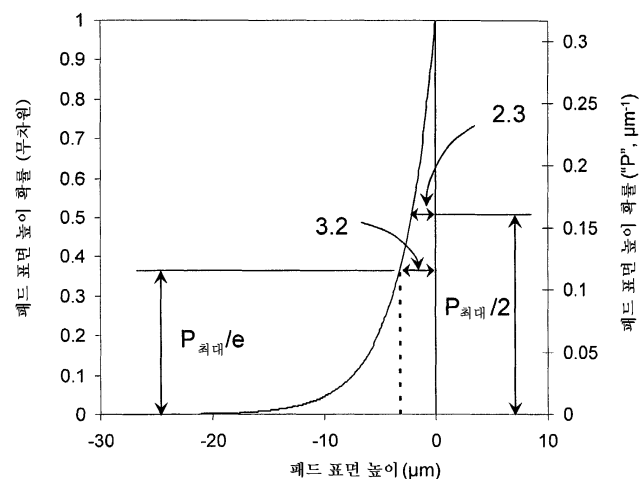
심사관 : 이정학

(54) 발명의 명칭 화학 기계적 연마 패드

(57) 요약

연마 패드는 반도체, 광학, 및 자기 기관 중 하나 이상을 평탄화시키는데 적합하다. 연마 패드는 4,000 psi (27.6 MPa) 이상의 벌크 최대 인장강도 및 밀폐 기포 공극을 함유하는 중합체 매트릭스를 갖는다. 밀폐 기포 공극은 1 내지 50 μm 의 평균 직경을 갖고 연마 패드의 1 내지 40 부피%를 나타낸다. 패드 질감은 중합체 매트릭스의 고유 공극율 (porosity)의 결과로서 1 내지 10 μm 의 지수 감쇠 상수 (τ) 및 연마체로 주기적 또는 연속적인 컨디셔닝을 수행함으로써 발달되는 표면 질감을 갖는다. 표면 질감은 τ 값 이하인 특징적인 절반 높이 절반 폭 ($W_{1/2}$)을 갖는다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

포셋, 클라이드 에이.

미국 19703 텔라웨어주 클레이몬트 하비 로드 204

프라이콘, 케네쓰 에이.

미국 19701 텔라웨어주 베어 빅토리아 드라이브
507

컬프, 메리 조

미국 19711 텔라웨어주 뉴워크 히긴스 로드 18

명세서

청구범위

청구항 1

4,000 내지 14,000 psi (27.6 내지 96.5 MPa)의 벌크 최대 인장강도, 개방 공극을 갖는 연마 표면, 및 1 내지 50 μm 의 평균 직경을 갖고 연마 표면 밑에 위치한 연마 패드의 1 내지 40 부피%이고 1 내지 10 μm 의 지수 감쇠 상수 (exponential decay constant; τ)로 특징지어지는 밀폐 기포 공극을 갖는 중합체 매트릭스를 갖고, τ 값 이하의 절반 높이 절반 폭 ($W_{1/2}$)을 갖는 연마제로 주기적 또는 연속적 컨디셔닝을 수행함으로써 결정되는 질감 (texture)을 갖는, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 2

제1항에 있어서, 밀폐 기포 공극이 연마 표면 아래 위치한 중합체 매트릭스의 2 내지 30 부피%를 형성하는 것인, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 3

제1항에 있어서, 중합체 매트릭스가 이관능성 또는 다관능성 이소시아네이트로부터 유래된 중합체를 포함하고, 상기 중합체가 폴리에테르우레아, 폴리이소시아누레이트, 폴리우레탄, 폴리우레아, 폴리우레탄우레아, 상기 중합체들의 공중합체 및 상기 중합체들의 혼합물로부터 선택된 하나 이상을 포함하는 것인, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 4

제3항에 있어서, 중합체 매트릭스가 경화제와 이소시아네이트-종결 중합체의 반응 생성물로부터 유래한 것이고, 경화제는 이소시아네이트-종결 반응 생성물을 경화시키는 경화성 아민을 함유하는 것이고, 이소시아네이트-종결 반응 생성물은 NCO에 대한 NH_2 의 화학량론 비가 90 내지 125%인, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 5

제1항에 있어서, 밀폐 기포 공극이 10 내지 45 μm 의 평균 직경을 갖는, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 6

4,000 내지 14,000 psi (27.6 내지 96.5 MPa)의 벌크 최대 인장강도, 개방 공극을 갖는 연마 표면, 및 1 내지 50 μm 의 평균 직경을 갖고 연마 표면 밑에 위치한 연마 패드의 2 내지 30 부피%이고 1 내지 5 μm 의 지수 감쇠 상수 (τ)로 특징지어지는 밀폐 기포 공극을 갖는 중합체 매트릭스를 갖고, τ 값 이하의 절반 높이 절반 폭 ($W_{1/2}$)을 갖는 연마제로 주기적 또는 연속적 컨디셔닝을 수행함으로써 결정되는 질감을 갖는, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 7

제6항에 있어서, 밀폐 기포 공극이 연마 표면 아래 위치한 중합체 매트릭스의 2 내지 25 부피%를 형성하는 것인, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 8

제6항에 있어서, 중합체 매트릭스가 이관능성 또는 다관능성 이소시아네이트로부터 유래된 중합체를 포함하고, 상기 중합체가 폴리에테르우레아, 폴리이소시아누레이트, 폴리우레탄, 폴리우레아, 폴리우레탄우레아, 상기 중합체들의 공중합체 및 상기 중합체들의 혼합물로부터 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 반도체 기관, 광학 기관 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 9

제8항에 있어서, 중합체 매트릭스가 경화제와 이소시아네이트-중결 중합체의 반응 생성물로부터 유래한 것이고, 경화제는 이소시아네이트-중결 반응 생성물을 경화시키는 경화성 아민을 함유하는 것이고, 이소시아네이트-중결 반응 생성물은 NCO에 대한 NH_2 의 화학량론 비가 90 내지 125%인, 반도체 기판, 광학 기판 및 자기 기판 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

청구항 10

제8항에 있어서, 밀폐 기포 공극이 10 내지 45 μm 의 평균 직경을 갖는, 반도체 기판, 광학 기판 및 자기 기판 중 하나 이상의 평탄화를 위한 연마 패드.

발명의 설명

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 반도체 기판 또는 자기 디스크와 같은 기판의 연마 및 평탄화에 유용한 연마 패드에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 폴리우레탄, 폴리아미드, 폴리부타디엔 및 폴리올레핀 연마 패드와 같은 중합체 연마 패드는 빠르게 성장하는 전자 산업에서 기판 평탄화를 위해 시판 중인 제품을 대표한다. 평탄화를 요구하는 전자 산업 기판은 규소 웨이퍼, 패터닝 웨이퍼, 평면 패널 표시장치 및 자기 저장 디스크를 포함한다. 평탄화에 추가로, 연마 패드는 과도한 수의 결점, 예를 들어 스크래치 또는 기타 웨이퍼 불균일성을 도입하지 않는 것이 필수적이다. 또한, 연마 패드의 평탄화 및 결점도 (defectivity) 성능이 전자 공학 산업의 계속된 발전으로 더욱 크게 요구되고 있다.

[0003] 예를 들어, 반도체 생산은 전형적으로 다수의 화학 기계적 평탄화 (CMP) 공정을 포함한다. 각 CMP 공정에서, 연마제-함유 연마 슬러리 또는 무-연마제 반응성 액체와 같은 연마 용액과 조합된 연마 패드는 후속 층의 수율을 위해 평탄화하거나 또는 평탄도를 유지하는 방식으로 잉여 물질을 제거한다. 이들 층의 적층은 집적 회로를 형성하는 방식으로 조합된다. 이러한 반도체 장치의 조립은 보다 높은 작업 속도, 보다 낮은 누설 전류 및 감소된 전력 소비를 갖춘 장치에 대한 요구로 인해 점점 복잡해져가고 있다. 장치 구조의 관점에서, 이는 더욱 미세한 특징부 기하구조 (feature geometry) 및 증가된 수의 금속화 수준으로 해석된다. 이렇게 증가하는 엄격한 장치 설계 요건은 패터닝 밀도의 상응하는 증가와 함께 더욱 더 작은 선 간격을 채택하게 만들고 있다. 장치의 더 작은 규모 및 복잡성 증가는 연마 패드 및 연마 용액과 같은 CMP 소모품에 대한 요건의 엄격화로 이어진다. 추가로, 집적 회로의 특징부 크기 (feature size)가 감소함에 따라, 스크래칭과 같은 CMP-유래의 결점이 보다 큰 문제가 되고 있다. 더욱이, 집적회로의 필름 두께 감소는 웨이퍼 기판에 허용가능한 지형 (topography)을 제공하는 것과 동시에 결점의 개선을 필요로 하며, 이러한 지형 요건은 더욱 엄격한 평탄성, 선 디싱 (dishing) 및 소특정부 배열의 부식 연마 사양을 요구한다.

[0004] 전통적으로, 주조 폴리우레탄 연마 패드는 집적 회로 제조에 사용되는 대부분의 연마 작업에 기계적 집적성 및 화학적 내성을 제공하였다. 전형적인 패드는 웨이퍼 균일성 및 물질 제거 속도를 향상시키는 표면 질감 (texture)의 생성을 위해 공극율, 거대 홈 (macrogroove) 또는 천공 및 다이아몬드 컨디셔닝의 조합에 의존하였다. 다이아몬드 컨디셔닝은 정상 상태의 연마 성능을 유지하기 위해 주기적인 "외부계 (ex-situ)" 방식 또는 연속적인 "동일계 (in-situ)" 방식으로 실시할 수 있으며, 컨디셔닝이 없을 경우 패드가 광택이 나고 그의 연마 성능을 잃어버리게 될 것이다. 연마 표준이 수년에 걸쳐 엄격해지면서, 대부분의 펫 (fab)은 동일계 컨디셔닝에 의존하여 허용가능한 제거 속도를 유지한다. 추가로, 펫은 증가된 안정성 및 증가된 제거 속도를 달성하기 위해 더욱 적극적인 다이아몬드 컨디셔닝을 이용하게 되었다.

[0005] 로잉 (Lawing)의 미국 특허 제6,899,612호는 연마 패드의 평탄화 성능을 최적화하기 위한 제어된 다이아몬드 컨디셔닝을 통한 표면 형상 (morphology)을 개시하고 있다. 연마 성능을 위한 컨디셔닝 최적화에 추가로, 차세대 연마 패드는 우수한 평탄화와 낮은 웨이퍼 결점도의 조합을 달성하는 특화된 중합체 매트릭스를 함유한다. 불운하게도, 이들 고성능 연마 패드 중 일부는 허용가능한 연마 성능, 예를 들어 가장 요구되는 연마 응용을 위한 제거 속도가 부족하다. 이들 고성능 연마 패드의 연마 성능 개선에 대한 요구가 있다.

[0006]

<발명의 설명>

[0007]

본 발명의 한 면은 4,000 psi (27.6 MPa) 이상의 벌크 최대 인장강도, 개방 기포 공극을 갖는 연마 표면, 및 평균 직경이 1 내지 50 μm 이고 연마 표면 밑에 위치한 연마 패드의 1 내지 40 부피%이고 1 내지 10 μm 의 지수 감쇠 상수 (exponential decay constant; τ)을 특징으로 하는 밀폐 기포 공극을 갖는 중합체 매트릭스를 갖고, τ 값 이하의 특징적인 절반 높이 절반 폭 ($W_{1/2}$)을 갖는 연마제로 주기적 또는 연속적 컨디셔닝을 수행함으로써 발달된 질감을 갖는, 반도체, 광학 및 자기 기관 중 하나 이상을 평탄화하는데 적합한 연마 패드를 제공한다.

[0008]

본 발명의 또다른 면은 4,000 psi (27.6 MPa) 이상의 벌크 최대 인장강도, 개방 기포 공극을 갖는 연마 표면, 및 평균 직경이 1 내지 50 μm 이고 연마 표면 밑에 위치한 연마 패드의 2 내지 30 부피%이고 1 내지 5 μm 의 지수 감쇠 상수 (τ)을 특징으로 하는 밀폐 기포 공극을 갖는 중합체 매트릭스를 갖고, τ 값 이하의 특징적인 절반 높이 절반 폭 ($W_{1/2}$)을 갖는 연마제로 주기적 또는 연속적 컨디셔닝을 수행함으로써 발달된 질감을 갖는, 반도체, 광학 및 자기 기관 중 하나 이상을 평탄화하는데 적합한 연마 패드를 제공한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0009]

집적 회로의 특징부 크기가 감소함에 따라, 스크래칭과 같은 CMP-유래의 결점이 보다 큰 문제가 되고 있으며, 더욱이, 집적회로의 필름 두께 감소로 웨이퍼 기관에 허용가능한 지형 (topography)를 제공하는 것과 동시에 결점의 개선을 필요로 하며, 이러한 지형 요건은 더욱 엄격한 평탄성, 선 디싱 (dishing) 및 소특징부 배열의 부식 연마 사양을 요구하기 때문에, 상기 문제점을 개선한 연마 패드가 요구된다.

과제 해결수단

[0010]

4,000 psi (27.6 MPa) 이상의 벌크 최대 인장강도, 개방 공극을 갖는 연마 표면, 및 1 내지 50 μm 의 평균 직경을 갖고 연마 표면 밑에 위치한 연마 패드의 1 내지 40 부피%이고 1 내지 10 μm 의 지수 감쇠 상수 (τ)로 특징지어지는 밀폐 기포 공극을 갖는 중합체 매트릭스를 갖고, τ 값 이하의 특징적인 절반 높이 절반 폭 ($W_{1/2}$)을 갖는 연마제로 주기적 또는 연속적 컨디셔닝을 수행함으로써 발달되는 질감을 갖는, 반도체, 광학 및 자기 기관 중 하나 이상의 평탄화에 적합한 연마 패드.

효과

[0011]

본 발명은 반도체, 광학 및 자기 기관 중 하나 이상을 평탄화시키는데 적합한 연마 패드를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012]

본 발명은 반도체, 광학 및 자기 기관 중 하나 이상을 평탄화시키는데 적합한 연마 패드를 제공한다. 초미세 컨디셔닝은 높은 최대 인장강도 및 비교적 낮은 농도의 밀폐 기포 공극 또는 미세공극을 갖는 연마 패드의 제거 속도를 증가시키는 것을 발견하였다. 본원의 목적을 위해, 벌크 물질의 인장강도는 공극도를 갖는 중합체, 예를 들어 가스 기포 또는 중합체 미소구 (microsphere)로부터의 공극도를 함유하는 매트릭스로 된 다공성 폴리우레탄 중합체의 특성을 나타낸다. 채널은 평균 폭 및 깊이를 갖고, 개방된 밀폐 기포의 일부 이상을 연결한다. 연마제를 사용한 주기적 또는 연속적 컨디셔닝은 중합체 매트릭스에, 추가의 채널을 형성하고 비교적 안정된 연마 상태로 연마 및 제거 속도를 유지한다. 이러한 연마 패드는 특히 STI 응용, 예를 들어 HDP/SiN, TEOS/SiN 또는 SACVD/SiN을 연마하고 평탄화하는데 적합하다.

[0013]

연마 패드의 고유 공극도는 다공성 물질을 통한 완전한 절단으로부터 발생하게 될 질감이라고 가정할 수 있다. 연마 패드의 고유 공극은 절단된 (truncated) 지수 분포로 조사될 수 있다. 패드의 고유 공극도 분포는 비코 (Veeco) NT3300 수직 주사 간섭계를 사용하여 얻어지는 것과 같은 패드 표면 높이 데이터로부터 추정될 수 있다. 도 1을 참조하면, 저 공극도 패드 1의 대략적인 고유 공극도를 기술하는 식 (실시예 참조)은 다음과 같다.

[0014]

$$P = P_{\text{최대}} \cdot e^{-(x/\tau)}$$

[0015]

$$P = \text{패드 표면 높이 확률}$$

[0016]

X = 패드 표면 높이

[0017]

$P_{\text{최대}}$ = 크기변형 상수

[0018]

τ = 감쇠 상수

[0019]

여기서, $P_{\text{최대}}$ 는 길이⁻¹ 단위의 크기변형 상수이고 전체 영역을 1로 정규화시킨 분포에서 $x=0$ 에서의 패드 표면 높이 확률을 나타낸다. 실시예의 패드 1은, $P_{\text{최대}} = 0.316 \mu\text{m}^{-1}$ 이고 지수 감쇠 상수 $\tau=3.2 \mu\text{m}$ 이다. 1 내지 $10 \mu\text{m}$ 의 감쇠 상수 (τ)가 우수한 연마 결과를 제공하는 것을 발견하였다. 바람직하게는 감쇠 상수 (τ)는 1 내지 $5 \mu\text{m}$ 이다.

[0020]

패드 컨디셔너의 절삭 특성은 특징적인 절반 높이 폭 (half height width), 또는 보다 편리하게 절반 높이 절반 폭 (half height half width; $W_{1/2}$)을 갖는 정규 분포에 의해 근사될 수 있다.

[0021]

컨디셔닝된 연마 패드의 질감은 고유 공극도 및 컨디셔너 절삭 특성의 조합에 의해서 결정된다. 컨디셔너의 특징적인 절반 높이 절반 폭이 패드 물질의 특징적인 지수 감쇠 상수 미만일 경우, 컨디셔너 절삭 특성은 고유 패드 공극도와 상용성 (compatible)이 있다고 정의될 수 있다.

[0022]

표 1은 고 및 저 인장강도 연마 패드, $44 \mu\text{m}$ 및 $180 \mu\text{m}$ 컨디셔너의 특성 상수의 통상적인 값 및 각 패드에서 각 컨디셔너의 수행으로부터 생성된 조도 (roughness)를 열거한다.

표 1

[0023]

패드/컨디셔너	R_a (μm)	τ (μm)	$W_{1/2}$ (μm)
저 인장강도 / $44 \mu\text{m}^*$	6.60	10.3	2.75
저 인장강도 / $180 \mu\text{m}^{**}$	6.82	10.3	7.5
고 인장강도 / $44 \mu\text{m}^*$	2.41	3.2	2.75
고 인장강도 / $180 \mu\text{m}^{**}$	4.57	3.2	7.5
고 인장강도는 패드 1을 나타내고 저 인장강도는 실시예로부터의 비교 패드 A를 나타낸다. $44 \mu\text{m}^*$ = 키닉사 (Kinik Co.)로부터의 SPD01; 다이아몬드 크기: 325 메쉬 ($44 \mu\text{m}$); 다이아몬드 간격: $150 \mu\text{m}$ (밀도 = $\sim 44/\text{mm}^2$); 및 형태: 미세. $180 \mu\text{m}^{**}$ = 키닉사로부터의 AD3CG-181060; 다이아몬드 크기: 공칭 $180 \mu\text{m}$; 다이아몬드 간격: $150 \mu\text{m}$ (밀도 = $\sim 2.8/\text{mm}^2$); 및 형태: 정육면체-팔면체.			

[0024]

표 1을 참조하면, $W_{1/2}$ 의 값 모두가 저 인장강도 패드의 τ 값 미만이기 때문에, 저 인장강도 패드는 $44 \mu\text{m}$ 및 $180 \mu\text{m}$ 컨디셔너 모두와 상용성이 있음에 주목하라. 추가로, $180 \mu\text{m}$ 컨디셔너에 대한 $W_{1/2}$ 의 값이 고 인장강도 패드의 τ 값을 초과하기 때문에, 단지 $44 \mu\text{m}$ 컨디셔너만이 고 인장강도 패드와 상용성이 있음에 주목하라. 또한, 저 인장강도 패드에 대한 조도 값은 사용된 컨디셔너에 무관하게 유사하지만, 고 인장강도 패드의 조도 값은 비상용적인 $180 \mu\text{m}$ 컨디셔너가 사용될 경우 유의하게 증가됨에 주목하라.

[0025]

비코 NT3300 수직 주사 간섭계를 사용하여 얻어진 패드 표면 데이터를 나타내는 도 2를 참조하면, 저 인장강도 패드에 대해 수행된 컨디셔너 중 어느 것도 패드 표면 높이 분포의 음수쪽 말단에 유의한 변화를 주지 않았다는 점에 주목하라. 또한, $180 \mu\text{m}$ 컨디셔너는 보다 높은 특징적 $W_{1/2}$ 값으로 인해 패드 표면 높이 분포의 양수쪽 선단을 상대적으로 확대시킴에 주목하라.

[0026]

비코 NT3300 수직 주사 간섭계를 사용하여 얻어진 패드 표면 데이터를 나타내는 도 3을 참조하면, 상용성인 $44 \mu\text{m}$ 컨디셔너는 고 인장강도 패드 상에서 수행될 경우 이렇게 짝지어지는 유사한 값의 $W_{1/2}$ 및 τ 로 인해 대략 대칭적인 패드 표면 높이 분포를 초래함에 주목하라. 대조적으로, 비상용적인 $180 \mu\text{m}$ 컨디셔너의 짝은 보다 큰 $W_{1/2}$ 값으로 인해 양수쪽 선단 및 음수쪽의 말단 둘다를 상대적으로 확대시킨다. 이렇게 비교적 더 큰 $W_{1/2}$ 값으로 인한 상기 패드 질감에 대한 보다 근본적인 변형이 컨디셔너를 고유 공극율과 비상용성이 되게 한다.

- [0027] 또한, 다양한 패드 및 컨디셔너 조합으로부터 생성된 질감 차이는 평탄화 성능에 유의한 의미를 가짐에 주목하는 것이 중요하다. 저 인장강도 패드 질감에 있어서, 상대적으로 더 낮은 특징적 $W_{1/2}$ 값을 갖는 44 μm 컨디셔너의 수행은 저 인장강도 패드와 180 μm 컨디셔너의 짝에 비해 우수한 평탄화를 나타낸다. 비교적 낮은 $W_{1/2}$ 및 τ 값의 조합을 갖는 44 μm 컨디셔너와 고 인장강도 패드의 짝은 상기 실시예에서 모든 조합 중에서 가장 우수한 평탄화 성능을 나타낸다.
- [0028] 도 4를 참조하면, 중합체 연마 패드 (10)는 중합체 매트릭스 (12) 및 상부 연마 표면 (14)을 함유한다. 연마 표면 (14)는 중합체 매트릭스 (12) 중의 개방 기포 공극 (16) 및 개방 기포 (16)를 연결한 채널 (18)을 포함한다. 채널 (18)은 평행 형태, 또는 회전 연마 디스크로 형성되는 것과 같은 무작위 중첩 형태를 가질 있을 수 있다. 예를 들어, 단일 채널 (18)은 다수의 다른 채널 (18)과 교차할 수 있다. 밀폐 기포 공극 (20)은 연마 표면 (14) 아래에 위치하는 연마 패드 (10)의 1 내지 40 부피%를 나타낸다. 연마 패드 (10)의 연마 표면 (14)이 닳게 되면, 밀폐 기포 (20)는 연마에 기여하는 개방 기포 (16)가 된다.
- [0029] 전형적으로, 경질 표면, 예를 들어 다이아몬드 컨디셔닝 디스크를 사용한 컨디셔닝은 연마 동안 채널 (18)을 형성한다. 예를 들어, 연마제를 사용한 주기적 "외부계" 또는 연속적인 "동일계" 컨디셔닝은 중합체 매트릭스 (12)에 추가 채널 (18)을 형성한다. 컨디셔닝은 외부계 방식으로, 예를 들어, 각 웨이퍼 후 30초 동안 작동하거나 또는 동일계 방식으로 작동할 수 있지만, 동일계 컨디셔닝이 제거 속도의 향상된 제어를 위한 정상 상태 연마 조건을 구축하는 이점을 제공한다. 컨디셔닝은 통상적으로 연마 패드 제거 속도를 증가시키고, 통상적으로 연마 패드의 마모와 연관된 제거 속도에서 감쇠를 방지한다. 컨디셔닝된 고유 다공성 물질 상의 채널은 그의 비연속적인 구조로 인해 항상 가시적일 수는 없지만, 채널 생성에 대한 설명은 표면 질감이 컨디셔닝된 패드 상에서 어떻게 형성되는지 시각화하는데 유용하다는 점에 주목하는 것이 중요하다. 또한, 이론적 채널의 기하 구조는 특정 컨디셔너 또는 컨디셔닝 방법을 위한 특징적 절반 높이 절반 폭 ($W_{1/2}$)에 관련됨에 주목하는 것이 유용하다. 컨디셔닝에 추가로, 흠 및 천공은 슬러리의 분포, 연마 균일성, 파편 제거 및 기관 제거 속도에 추가 이점을 제공할 수 있다.
- [0030] 다수의 경질 연마 물질, 예를 들어 다이아몬드, 붕화물, 질화물 및 탄화물을 사용하여 연마 패드를 컨디셔닝하거나 절삭할 수 있으며, 다이아몬드가 바람직한 연마제를 대표한다. 추가로, 다수의 인자는 목적하는 조도 프로파일을 달성하기 위한 적절한 컨디셔닝의 선택시에 중요하다. 예를 들어, 다이아몬드 형상, 다이아몬드 크기, 다이아몬드 밀도, 공구 설정 및 컨디셔너 하향힘 (downforce)이 모두 표면 조도 및 조도 프로파일에 영향을 미친다. 10 내지 300 μm 의 다이아몬드 크기가 고 인장강도 패드를 위한 허용가능한 연마 표면을 달성하는데 유용하다. 상기 범위 내에서, 20 내지 100 μm , 및 190 내지 250 μm 의 다이아몬드 크기가 고 인장강도 연마 패드에 유리하다. 20 내지 100 μm 의 크기 범위가 높은 속도에서 안정한 제거를 위한 고 인장강도 연마 패드에 가장 유용하다.
- [0031] 중합체는 다공성 연마 패드를 형성하는데 효과적이다. 본원의 목적을 위해, 다공성 연마 패드는 가스-충전 입자, 가스-충전 구멍 및 다른 수단, 예컨대 점성 계내에 기계적으로 기체 거품을 일으키거나, 폴리우레탄 용융물에 기체를 주입하거나, 기체 생성물과 화학 반응을 이용하여 동일계에서 기체를 도입하거나, 또는 용해된 기체를 감압에 의해 기포로 형성시키는 방법과 같은 다른 수단으로부터 생성된 공극을 포함한다. 공극은 1 내지 50 μm 의 평균 직경을 갖는다. 바람직하게는, 공극은 10 내지 45 μm , 가장 바람직하게는 10 내지 30 μm 의 평균 직경을 갖는다. 추가로, 공극의 부피는 1 내지 40 부피%, 바람직하게는 2 내지 30 부피%이다. 가장 바람직하게는, 공극은 매트릭스의 2 내지 25 부피%를 차지한다.
- [0032] 채널은 통상적으로 밀폐 기포 공극의 평균 직경 이하의 평균 폭 및 깊이를 갖는다. 예를 들어, 채널은 1.5 μm 의 평균 직경 및 2 μm 의 깊이를 가질 수 있다. 가장 바람직하게는, 채널의 폭 및 깊이는 0.5 내지 5 μm 로 유지된다. 전형적으로, 주사 전자 현미경 (SEM)이 채널 폭 및 깊이를 측정하는데 가장 우수한 수단을 대표한다.
- [0033] 중합체 연마 패드의 최대 인장강도는 요구된 연마 응용에 필요한 내구성 및 평탄화를 용이하게 한다. 특히, 고 인장강도를 갖는 연마 패드는 산화규소 제거 속도를 용이하게 하는 경향이 있다. 연마 패드는 3,000 psi (20.7 MPa) 이상, 보다 바람직하게는 4,000 psi (27.6 MPa) 이상의 벌크 최대 인장강도를 갖는다. 바람직하게는, 중합체 연마 패드는 4,000 내지 14,000 psi (27.6 내지 96.5 MPa)의 벌크 최대 인장강도를 갖는다. 가장 바람직하게는, 중합체 연마 패드는 벌크 최대 인장강도 4,000 내지 9,000 psi (27.6 내지 62 MPa)를 갖고, 특히 웨이퍼 연마에 유용하다. 중합체 연마 패드의 파단 신도는 임의로 100% 이상이고, 전형적으로 100 내지 300%이다. ASTM D412 (D412-02판)에 기술된 시험 방법은 특히 최대 인장강도 및 파단 신도를 결정하는데 유용

하다.

- [0034] 전형적인 중합체 연마 패드 물질은 폴리카르보네이트, 폴리술폰, 나일론, 에틸렌 공중합체, 폴리에테르, 폴리에스테르, 폴리에테르-폴리에스테르 공중합체, 아크릴 중합체, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리비닐 클로라이드, 폴리카르보네이트, 폴리에틸렌 공중합체, 폴리부타디엔, 폴리에틸렌 이민, 폴리우레탄, 폴리에테르 술폰, 폴리에테르 이미드, 폴리케톤, 에폭시, 실리콘, 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물을 포함한다. 바람직하게는, 중합체 물질은 가교 구조가 있거나 또는 없는 폴리우레탄이다. 본원의 목적을 위해, "폴리우레탄"은 이관능성 또는 다관능성 이소시아네이트로부터 유래된 생성물, 예를 들어 폴리에테르우레아, 폴리이소시아누레이트, 폴리우레탄, 폴리우레아, 폴리우레탄우레아, 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물이다.
- [0035] 주조 폴리우레탄 연마 패드는 반도체, 광학 및 자기 기판을 평탄화하는데 적합하다. 패드의 특히 연마 특성은 예비중합체 폴리올과 다관능성 이소시아네이트의 예비중합체 반응 생성물로부터 부분적으로 발생한다. 예비중합체 생성물은 경화성 폴리아민, 경화성 폴리올, 경화성 알코올 아민 및 이들의 혼합물을 포함하는 군으로부터 선택된 경화제로 경화되어 연마 패드를 형성한다. 예비중합체 반응 생성물에서 경화제 대 미반응 NCO의 비율을 제어하는 것이 연마 동안 다공성 패드의 결점도 성능을 향상시킬 수 있다는 것이 밝혀졌다.
- [0036] 가장 바람직한 중합체 물질은 폴리우레탄이다. 본원의 목적을 위해, "폴리우레탄"은 이관능성 또는 다관능성 이소시아네이트로부터 유래된 생성물, 예를 들어 폴리에테르우레아, 폴리에스테르우레아, 폴리이소시아누레이트, 폴리우레탄, 폴리우레아, 폴리우레탄우레아, 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물이다. 패드의 연마 특성을 제어하기 위한 접근법은 그의 화학 조성을 변경하는 것이다. 추가로, 원료 및 제조 공정의 선택은 중합체 형상 및 연마 패드 제조에 사용된 물질의 최종 특성에 영향을 미친다.
- [0037] 바람직하게는, 우레탄 제조는 다관능성 방향족 이소시아네이트 및 예비중합체 폴리올로부터 이소시아네이트-종결 우레탄 예비중합체를 제조하는 것을 포함한다. 본원의 목적을 위해, "예비중합체 폴리올"이라는 용어는 디올, 폴리올, 폴리올-디올, 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물을 포함한다. 바람직하게는, 예비중합체 폴리올은 폴리에테트라메틸렌 에테르 글리콜 [PTMEG], 폴리프로필렌 에테르 글리콜 [PPG], 에스테르계 폴리올, 예를 들어 에틸렌 또는 부틸렌 아디페이트, 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물을 포함하는 군으로부터 선택된다. 다관능성 방향족 이소시아네이트의 예는 2,4-톨루엔 디이소시아네이트, 2,6-톨루엔 디이소시아네이트, 4,4'-디페닐메탄 디이소시아네이트, 나프탈렌-1,5-디이소시아네이트, 톨리딘 디이소시아네이트, 파라-페닐렌 디이소시아네이트, 크실릴렌 디이소시아네이트 및 이들의 혼합물을 포함한다. 다관능성 방향족 이소시아네이트는 20 중량% 미만의 지방족 이소시아네이트, 예를 들어 4,4'-디시클로헥실메탄 디이소시아네이트, 이소포론 디이소시아네이트 및 시클로헥산디이소시아네이트를 함유한다. 바람직하게는, 다관능성 방향족 이소시아네이트는 15 중량% 미만의 지방족 이소시아네이트 및 보다 바람직하게는 12 중량% 미만의 지방족 이소시아네이트를 함유한다.
- [0038] 예비중합체 폴리올의 예는 폴리에테르 폴리올, 예를 들어 폴리(옥시테트라메틸렌)글리콜, 폴리(옥시프로필렌)글리콜 및 이들의 혼합물, 폴리카르보네이트 폴리올, 폴리에스테르 폴리올, 폴리카프로락톤 폴리올 및 이들의 혼합물을 포함한다. 폴리올의 예는 에틸렌 글리콜, 1,2-프로필렌 글리콜, 1,3-프로필렌 글리콜, 1,2-부탄디올, 1,3-부탄디올, 2-메틸-1,3-프로판디올, 1,4-부탄디올, 네오펜틸 글리콜, 1,5-펜탄디올, 3-메틸-1,5-펜탄디올, 1,6-헥산디올, 디에틸렌 글리콜, 디프로필렌 글리콜, 트리프로필렌 글리콜 및 이들의 혼합물을 포함하는 저분자량 폴리올과 함께 혼합될 수 있다.
- [0039] 바람직하게는 예비중합체 폴리올은 폴리에테트라메틸렌 에테르 글리콜, 폴리에스테르 폴리올, 폴리프로필렌 에테르 글리콜, 폴리카프로락톤 폴리올, 이들의 공중합체 및 이들의 혼합물을 포함하는 군으로부터 선택된다. 예비중합체 폴리올이 PTMEG, 그의 공중합체 또는 그의 혼합물일 경우, 이소시아네이트-종결 반응 생성물은 바람직하게는 8.0 내지 15.0 중량% 범위의 미반응 NCO 중량%를 갖는다. PTMEG 또는 PPG와 블렌딩된 PTMEG로 형성된 폴리우레탄의 경우, 가장 바람직한 NCO 중량%는 8.0 내지 10.0이다. PTMEG계열 폴리올의 특정 예는 하기와 같다: 인비스타사 (Invista)로부터의 테라탄 (Terathane, 등록상표) 2900, 2000, 1800, 1400, 1000, 650 및 250; 라이온델사 (Lyondell)로부터의 폴리맥 (Polymeg, 등록상표) 2900, 2000, 1000, 650; 바스프사 (BASF)로부터의 폴리THF (PolyTHF, 등록상표) 650, 1000, 2000; 및 저분자량 중, 예를 들어 1,2-부탄디올, 1,3-부탄디올 및 1,4-부탄디올. 예비중합체 폴리올이 PPG, 그의 공중합체 또는 그의 혼합물일 경우, 이소시아네이트-종결 반응 생성물은 가장 바람직하게는 7.9 내지 15.0 중량% 범위의 미반응 NCO 중량%를 갖는다. PPG 폴리올의 특정 예는 하기와 같다: 바이엘사 (Bayer)로부터의 아르콜 (Arcol, 등록상표) PPG-425, 725, 1000, 1025, 2000, 2025, 3025 및 4000; 다우사 (Dow)로부터의 보라놀 (Voranol, 등록상표) 1010L, 2000L, 및 P400; 두 제품 라인 모두 바이엘사로부터의 데스모펜 (Desmophen, 등록상표) 1110BD, 액클레임 (Acclaim, 등록상표) 폴리올 12200,

8200, 6300, 4200, 2200. 예비중합체 폴리올이 에스테르, 그의 공중합체 또는 그의 혼합물일 경우, 이소시아네이트-중결 반응 생성물은 가장 바람직하게는 6.5 내지 13.0 중량% 범위의 미반응 NCO 중량%를 갖는다. 에스테르 폴리올의 특정 예는 하기와 같다: 폴리우레탄 스페셜티스 컴파니사 (Polyurethane Specialties Company, Inc.)로부터의 밀에스테르 (Millester) 1, 11, 2, 23, 132, 231, 272, 4, 5, 510, 51, 7, 8, 9, 10, 16, 253; 바이엘사로부터의 데스모펜 (등록상표) 1700, 1800, 2000, 2001KS, 2001K², 2500, 2501, 2505, 2601, PE65B; 바이엘사로부터의 루코플렉스 (Rucoflex) S-1021-70, S-1043-46, S-1043-55.

[0040]

통상적으로, 예비중합체 반응 생성물을 경화성 폴리올, 폴리아민, 알코올 아민 또는 이들의 혼합물과 반응시키거나 경화시킨다. 본원의 목적을 위해, 폴리아민은 디아민 및 다른 다관능성 아민을 포함한다. 경화성 폴리아민의 예는 방향족 디아민 또는 폴리아민, 예를 들어 4,4'-메틸렌-비스-o-클로로아닐린 [MBCA], 4,4'-메틸렌-비스-(3-클로로-2,6-디에틸아닐린) [MCDEA]; 디메틸티오톨루엔디아민; 트리메틸렌글리콜 디-p-아미노벤조에이트; 폴리테트라메틸렌옥시드 디-p-아미노벤조에이트; 폴리테트라메틸렌옥시드 모노-p-아미노벤조에이트; 폴리프로필렌옥시드 디-p-아미노벤조에이트; 폴리프로필렌옥시드 모노-o-아미노벤조에이트; 1,2-비스(2-아미노페닐티오)에탄; 4,4'-메틸렌-비스-아닐린; 디에틸톨루엔디아민; 5-tert-부틸-2,4- 및 3-tert-부틸-2,6-톨루엔디아민; 5-tert-아밀-2,4- 및 3-tert-아밀-2,6-톨루엔디아민 및 클로로톨루엔디아민을 포함한다. 임의로, 예비중합체의 사용을 회피하는 단일 혼합 단계로 연마 패드를 위한 우레탄 중합체를 제조하는 것이 가능하다.

[0041]

연마 패드 제조에 사용되는 중합체의 성분은 바람직하게는 생성 패드 형상 (morphology)이 안정하고 쉽게 재현되도록 선택한다. 예를 들어, 4,4'-메틸렌-비스-o-클로로아닐린 [MBCA]과 디이소시아네이트를 혼합하여 폴리우레탄 중합체를 형성하는 경우, 모노아민, 디아민 및 트리아민의 수준을 제어하는 것이 종종 유리하다. 모노-, 디- 및 트리아민의 비율을 제어하는 것은 화학 비율 및 생성 중합체 분자량을 일관적인 범위 내로 유지하는데 기여한다. 추가로, 일관된 제조를 위해 산화방지제와 같은 첨가제, 및 물과 같은 불순물을 제어하는 것이 종종 중요하다. 예를 들어, 물은 이소시아네이트와 반응하여 기체 이산화탄소를 형성하기 때문에, 물 농도 제어는 중합체 매트릭스 중의 공극을 형성하는 이산화탄소 기포의 농도에 영향을 줄 수 있다. 또한, 외래의 물과의 이소시아네이트 반응은 사슬연장제와의 반응에 이용가능한 이소시아네이트를 감소시키고, 따라서 화학량론과 함께, 가고 수준 (과량의 이소시아네이트가 있는 경우) 및 생성 중합체 분자량을 변화시킨다.

[0042]

폴리우레탄 중합체 물질은 바람직하게는 톨루엔 디이소시아네이트 및 폴리테트라메틸렌 에테르 글리콜과 방향족 디아민의 예비중합체 반응 생성물로부터 형성된다. 가장 바람직하게는 방향족 디아민은 4,4'-메틸렌-비스-o-클로로아닐린 또는 4,4'-메틸렌-비스-(3-클로로-2,6-디에틸아닐린)이다. 바람직하게는, 예비중합체 반응 생성물은 6.5 내지 15.0 중량% 미반응 NCO를 갖는다. 상기 미반응 NCO 범위 내 적합한 예비중합체의 예는 에어 프로덕츠 앤드 케미칼스사 (Air Products and Chemicals, Inc.)에서 제조된 에어탄 (Airthane, 등록상표) 예비중합체 PET-70D, PHP-70D, PET-75D, PHP-75D, PPT-75D, PHP-80D 및 캠티라사 (Chemtura)에서 제조된 아디프렌 (Adiprene, 등록상표) 예비중합체, LFG740D, LF700D, LF750D, LF751D, LF753D, L325를 포함한다. 추가로, 상기 열거된 것 외에 다른 예비중합체의 블렌드는 블렌딩의 결과로서 적절한 %미반응 NCO 수준에 도달하는데 사용될 수 있다. 상기 열거된 다수의 예비중합체, 예를 들어 LFG740D, LF700D, LF750D, LF751D, 및 LF753D는 0.1 중량% 미만의 유리 TDI 단량체를 갖고 통상적인 예비중합체보다 더 일관된 예비중합체 분자량 분포를 가지므로, 따라서 우수한 연마 특성을 갖는 연마 패드 형성을 용이하게 하는 저-유리 이소시아네이트 예비중합체이다. 상기 개선된 예비중합체 분자의 일관성 및 저 유리 이소시아네이트 단량체는 보다 균일한 중합체 구조를 제공하고, 개선된 연마 패드 일관성에 기여한다. 대부분의 예비중합체의 경우, 저 유리 이소시아네이트 단량체는 바람직하게는 0.5 중량% 미만이다. 또한, 전형적으로 보다 높은 반응 수준을 갖는 "통상적인" 예비중합체 (즉, 각 말단에서 디이소시아네이트에 의해 캡핑된 하나 초과 폴리올) 및 보다 높은 수준의 유리 톨루엔 디이소시아네이트 예비중합체는 유사한 결과를 생성해야 한다. 추가로, 저분자량 폴리올 첨가제, 예를 들어, 디에틸렌 글리콜, 부탄디올 및 트리프로필렌 글리콜은 예비중합체 반응 생성물의 미반응 NCO 중량%의 제어를 용이하게 한다.

[0043]

미반응 NCO 중량%를 제어하는 것에 추가로, 경화제 및 예비중합체 반응 생성물은 전형적으로 미반응 NCO에 대한 OH 또는 NH₂의 화학량론적 비가 85 내지 125%, 바람직하게는 87 내지 115%이고, 가장 바람직하게는 미반응 NCO에 대한 OH 또는 NH₂ 화학량론 비가 90 초과 내지 110%이다. 이 화학량론은 원재료의 화학량론적 수준을 제공함으로써 직접적으로 또는 NCO 일부와 물을 의도적으로 반응시키거나 또는 외래의 수분에 노출시켜 반응시킴으로써 간접적으로 달성될 수 있다.

[0044] 연마 패드가 폴리우레탄 물질일 경우, 연마 패드는 바람직하게는 0.4 내지 1.3 g/cm³의 밀도를 갖는다. 가장 바람직하게는, 폴리우레탄 연마 패드는 0.5 내지 1.25 g/cm³의 밀도를 갖는다.

[0045] <실시예>

[0046] 실시예 1

[0047] 우레탄 예비중합체로서 다양한 양의 이소시아네이트를 4,4'-메틸렌-비스-o-클로로아닐린 [MBCA]과 예비중합체의 경우 50℃에서 MBCA의 경우 116℃에서 혼합하여 중합체 패드 물질을 제조하였다. 특히, 다양한 톨루엔 디이소시아네이트 [TDI]와 폴리에테트라메틸렌 에테르 글리콜 [PTMEG] 예비 중합체로 다양한 특성을 갖는 연마 패드를 제공하였다. 예비중합체와 사슬연장제를 혼합하기 전 또는 후에 우레탄/다관능성 아민 혼합물을 중공 중합체 미소구 (악조노벨사 (AkzoNobel)에서 제조한 익스판셀 (EXPANCEL, 등록상표) 551DE20d60 또는 551DE40d42)와 혼합하였다. 미소구는 15 내지 50 μm의 중량 평균 직경 (5 내지 200 μm의 범위)을 가졌고, 고 전단 혼합장치를 사용하여 대략 3,600 rpm으로 배합하여 혼합물 중에 미소구를 고르게 분포하였다. 최종 혼합물은 금형에 전달하고 약 15분 동안 겔로 만들었다.

[0048] 이어서, 금형을 경화 오븐에 넣고 하기 주기로 경화시켰다: 주변 온도에서 104℃의 설정 온도로 30분 동안 상승시키고, 104℃에서 15시간 30분을 유지하고 21℃로 감소된 설정 온도에서 2시간 동안. 성형품은 얇은 시트로 절단 또는 "벗겨내고" 거대-채널 (macrochannel) 또는 홈을 실온에서 표면에 기계가공하였으며, 보다 높은 온도에서 벗겨내는 것은 패드에 걸쳐 표면 거칠기 및 두께 변동을 개선할 수 있다. 표에서 나타난 바와 같이, 샘플 1 내지 6은 본 발명의 연마 패드를 나타내고, 샘플 A 내지 E는 비교예를 나타낸다.

표 2

[0049]

패드	예비중합체	화학량론 (%)	공칭 공극 크기 (μm)	공극 부피, 계산치 (%)	파단시 인장강도, ASTM D412-02 (psi/MPa)	파단시 신장률, ASTM D412-02 (%)
1	LF750D	105	20	19	4500/31	210
2	LF750D	105	40	19	4200/29	180
3	LF750D	85	20	18	4900/34	130
4	LF750D	105	20	35	3300/23	145
5	LF750D	95	20	17	5300/36	180
6	LF750D	105	20	11	5500/38	250
A	L325	87	40	32	2700/19	125
B	LF750D	85	40	41	2600/18	110
C	LF750D	85	20	41	2600/18	75
D	LF750D	105	20	50	2200/15	90
E	LF750D	120	20	19	2900/20	125

모든 샘플은 캠프라사로부터의 8.75-9.05 중량%의 NCO를 갖는 아디프렌 (Adiprene, 상표명) LF750D 우레탄 예비중합체를 함유하였다 - 제형은 TDI 및 PTMEG의 블렌드를 함유한다. 비교 샘플 A는 롬 앤드 하스 일렉트릭 머티리얼스 CMP 테크놀로지스 (Rohm and Haas Electronic Materials CMP Technologies)에서 제조한 IC 1010 (상표명) 패드에 상응하고, 캠프라사로부터의 8.95-9.25 중량%의 NCO를 갖는 아디프렌 (상표명) L325 우레탄 예비중합체를 함유하였다 - 제형은 H₁₂MDI/TDI-PTMEG 블렌드를 함유하였다. 이들을 시험전 25℃ 50% 상대 습도에 5일간 놓아둠으로써 패드 샘플을 준비하여 인장 실험의 재현성을 향상시켰다.

[0050] 표 2는 상이한 화학량론 비 및 다양한 양의 중합체 미소구를 갖는 폴리우레탄 주조물의 파단 신도를 예시한다. 상이한 화학량론 비는 폴리우레탄 가교의 양 및 분자량을 제어한다. 또한, 중합체 미소구의 양의 증가는 물리적 특성이 일반적으로 감소시키지만, 연마 결점도 성능을 개선시킨다.

[0051] 모든 패드는 셀렉시스 (Celexis, 상표명) 94S로 알려진 상용 CMPT 슬러리와 함께 어플라이드 머티리얼스 미라 (Applied Materials Mirra) 연마기 상에서 연마되었다. 모든 패드는 123 rpm의 평탄화 속도, 2.7 psi 압력 및 85 ml/분의 슬러리 유속을 사용하여 연마하였다. 모든 패드는 표 3에 열거된 키닉 (상표명) 컨디셔닝 디스크를 사용하여 예비 컨디셔닝하였다. 상기 응용에서 표준 작업 절차로서, 각 패드 상에서 연마 운전 동안 특정 디스크를 사용한 동일한 컨디셔닝을 수행하였다. 표 3은 시험 패드 제형을 사용한 웨이퍼 연마를 통해 발생된,

TEOS 제거 속도 (Å/분)에 대한 KLA - 텐코 스펙트라 (Tencor Spectra) FX200 메트롤로지 (metrology) 데이터를 포함한다.

표 3

	화학량론	44 μm^* 컨디셔너 (Å/분)	180 μm^{**} 컨디셔너 (Å/분)	파단시 인장강도, ASTM D412-02 (psi/MPa)	파단시 신장률, ASTM D412-02 (%)
1	105	2371	2313	4500/31	210
3	85	1983		4900/34	130
5	95	2392	2136	5300/36	180
E	120	2274	2624	2900/20	125
44 μm^* = 키크사 (Kink)로부터의 SPD01; 다이아몬드 크기: 325 메쉬 (44 μm); 다이아몬드 간격: 150 μm (밀도 = $\sim 44/\text{mm}^2$); 및 형태: 미세. 180 μm^{**} = 키크사로부터의 AD3CG-181060; 다이아몬드 크기: 공칭 180 μm ; 다이아몬드 간격: 150 μm (밀도 = $\sim 2.8/\text{mm}^2$); 및 형태: 정육면체-팔면체.					

표 3과 조합한 도 5는, 44 μm 컨디셔너가 2,900 psi (20 MPa) 초과인 인장강도 및 125% 초과인 파단 신도를 갖는 연마 패드에서 제거 속도의 증가를 제공함을 나타낸다. 온화한 컨디셔닝을 하는 연마 패드가 더욱 적극적인 컨디셔닝을 하는 연마 패드에 비해 제거 속도를 증가시킨다는 것은 직관에 어긋난다. 추가로, 실험은 제거 속도가 많은 수의 웨이퍼에 비해 안정함을 나타낸다.

실시예 2

표 4의 데이터는 공극 부피 백분율의 범위를 함유하는 시험 패드 제형에 대한 산화물 단리 트렌치 폭의 범위에 대한 디섀 성능을 나타낸다. 모든 패드 유형에 대한 데이터를 생성하는데 사용된 패턴화 웨이퍼는 MIT 864 마스크 패턴을 활용하였다. 상기 패턴은 다양한 높이 및 밀도의 HDP 산화물 트렌치 특징부를 포함한다. MIT 864 웨이퍼를 연마한 시험 패드 상에 사용된 장비, 방법, 공정 및 절차는 상기 표 3의 데이터와 함께 기술된 것들과 동일하였다. 디섀는 표 4에 특정된 트렌치에서의 잔여 산화물 두께를 측정함으로써 산출되었다. KLA-텐코 FX200 박막 메트롤로지 장치에서 측정하였다.

표 4

제형	공극 부피, %	44 μm^* 다이아몬드 50 μm 선 (Å)	180 μm^{**} 다이아몬드 50 μm (Å)	44 μm^* 다이아몬드 100 μm 선 (Å)	180 μm^{**} 다이아몬드 100 μm (Å)	44 μm^* 다이아몬드 500 μm 선 (Å)	180 μm^{**} 다이아몬드 500 μm (Å)
1	19	194	336	316	570	402	897
4	35	224	371	404	595	547	883
6	11	237	109	360	268	535	355
A	32	251	214	498	496	792	930
D	50	361	321	561	668	737	924
44 μm^* = 키크사로부터의 SPD01; 다이아몬드 크기: 325 메쉬 (44 μm); 다이아몬드 간격: 150 μm (밀도 = $\sim 44/\text{mm}^2$); 및 형태: 미세. 180 μm^{**} = 키크사로부터의 AD3CG-181060; 다이아몬드 크기: 공칭 180 μm ; 다이아몬드 간격: 150 μm (밀도 = $\sim 2.8/\text{mm}^2$); 및 형태: 정육면체-팔면체.							

도 6은 작은 다이아몬드 컨디셔닝제는 큰 특징부 간격 범위에 대해 우수한 디섀를 제공함을 나타낸다.

표 4는 50% 미만의 공극 부피를 갖는 연마 패드가 50% 초과인 공극을 갖는 연마 패드보다 디섀 성능에서보다 더 큰 개선을 제공하는 것을 나타낸다.

[0059] 실시예 3

[0060] 표 5a 및 5b는 44 μm 컨디셔너와 함께, 화학량론, 공극 크기 및 공극 부피 백분율의 제형 인자를 변화시키는 것이 어떻게 보다 적극적인 180 μm 다이아몬드 배치를 사용하여 컨디셔닝된 유사 패드에 비해 디싱 성능을 개선시키는지 예시하는 데이터를 포함한다. 하기 데이터 생성시 사용된, 슬러리 및 웨이퍼 유형 뿐만 아니라 연마 조건, 장비 및 프로토콜은 표 3 및 표 4의 데이터에 대해 상기 기술된 것과 동일하였다.

표 5a

[0061]

제형	화학량론	공극 크기 (μm)	공극 부피 (%)	50 μm 선 디싱* (Å)	100 μm 선 디싱* (Å)	500 μm 선 디싱* (Å)
1	105	20	19	142	254	495
2	105	40	19	-5	31	18
B	85	40	41	77	138	528
C	85	20	41	0	38	193
* 디싱은 180 μm 디싱 값에서 44 μm 디싱 값을 뺀 결과를 나타낸다.						

표 5b

[0062]

제형	50 μm 선 디싱* (Å)	100 μm 선 디싱* (Å)	500 μm 선 디싱* (Å)	50 μm 선 디싱** (Å)	100 μm 선 디싱** (Å)	500 μm 선 디싱** (Å)
1	194	316	402	336	570	897
2	318	485	651	313	516	669
B	244	511	581	321	649	1109
C	259	532	695	259	570	888
* 디싱은 44 μm 다이아몬드 컨디셔너를 사용하는 결과를 나타낸다.						
** 디싱은 180 μm 다이아몬드 컨디셔너를 사용하는 결과를 나타낸다.						

[0063] 표 5a는 저 부피 연마 패드에 대한 공극 크기 감소가 디싱 성능을 향상시킴을 예시한다. 구체적으로, 20 μm 평균 공극 직경 19 부피%를 갖는 패드 1은 디싱에서 가장 큰 감소를 제공한다. 표 5b는 낮은 공극 수준 및 작은 공극 크기를 사용할 경우 최상의 결과가 달성됨을 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0064] 도 1은 고 인장강도 연마 패드의 고유 공극도 분포를 제공한다.

[0065] 도 2는 44 및 180 μm 다이아몬드 컨디셔닝 디스크를 사용하는 저 인장강도 폴리우레탄 연마 패드에 대한 패드 표면 높이 확률 대 패드 표면 높이의 도면이다.

[0066] 도 3은 44 및 180 μm 다이아몬드 컨디셔닝 디스크를 사용하는 고 인장강도 폴리우레탄 연마 패드에 대한 패드 표면 높이 확률 대 패드 표면 높이의 도면이다.

[0067] 도 4는 밀폐 기포 공극 및 채널을 나타내는 연마 패드의 잘라낸 부분의 투시 개략도를 나타낸다.

[0068] 도 5는 통상적 및 초미세 컨디셔너 디스크에 대한 제거 속도 대 화학량론의 플롯을 나타낸다.

[0069] 도 6은 종래의 컨디셔너 디스크 및 초미세 컨디셔너 디스크에 대한 디싱 대 특징부 간격의 플롯을 나타낸다.

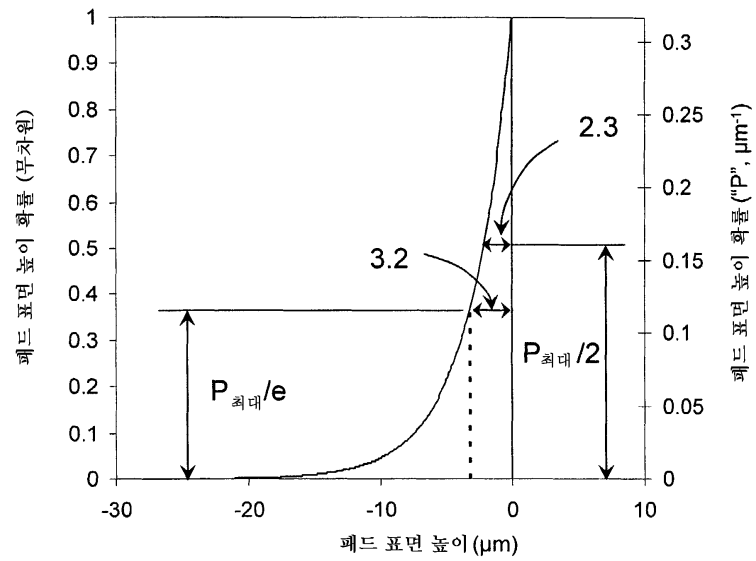
[0070] <도면 부호>

[0071] 10: 중합체 연마 패드

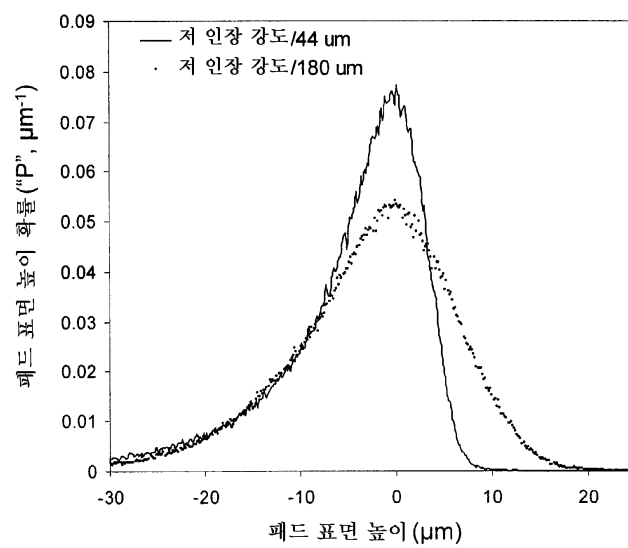
- [0072] 12: 중합체 매트릭스
- [0073] 14: 상부 연마 표면
- [0074] 18: 채널
- [0075] 20: 밀폐 기포 공극

도면

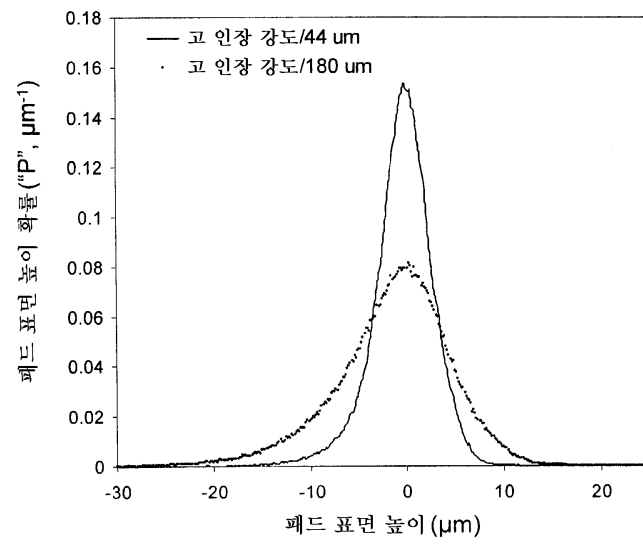
도면1



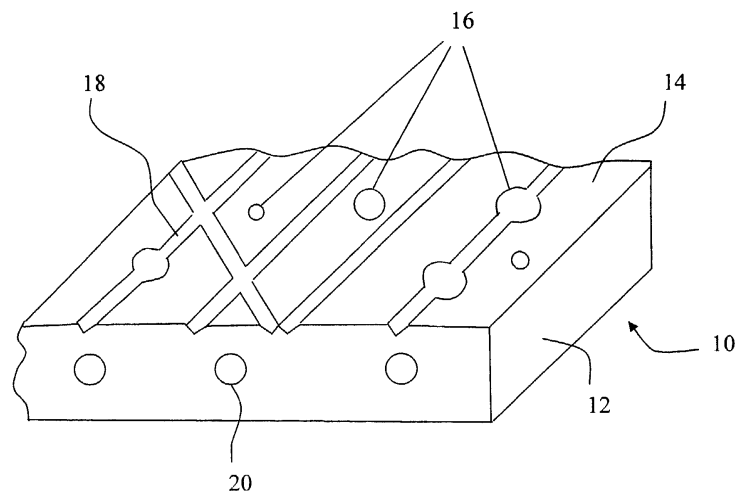
도면2



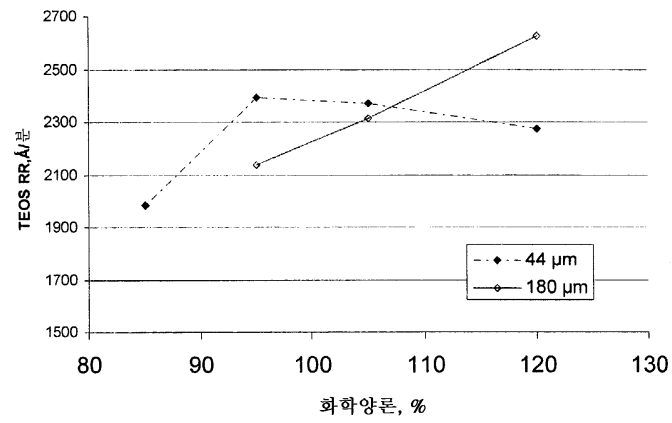
도면3



도면4



도면5



도면6

