



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년01월15일

(11) 등록번호 10-1483306

(24) 등록일자 2015년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B24D 3/02 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0079896

(22) 출원일자 2008년08월14일

심사청구일자 2013년04월23일

(65) 공개번호 10-2009-0017994

(43) 공개일자 2009년02월19일

(30) 우선권주장

11/893,785 2007년08월16일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP03098759 A

JP11099468 A

JP2000024911 A

US20060178099 A1

전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자

롭 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 씨 엠피 홀딩
스, 인코포레이티드

미국 19713 엘라웨어주 뉴워크 벨레뷰 로드 451

(72) 발명자

지양, 보

미국 19702 엘라웨어주 뉴워크 벨리 스트립 드라
이브 816

멜다우니, 그레고리 피.

미국 21919 메릴랜드주 얼리빌 이스트 틸 포인트
로드 3

(74) 대리인

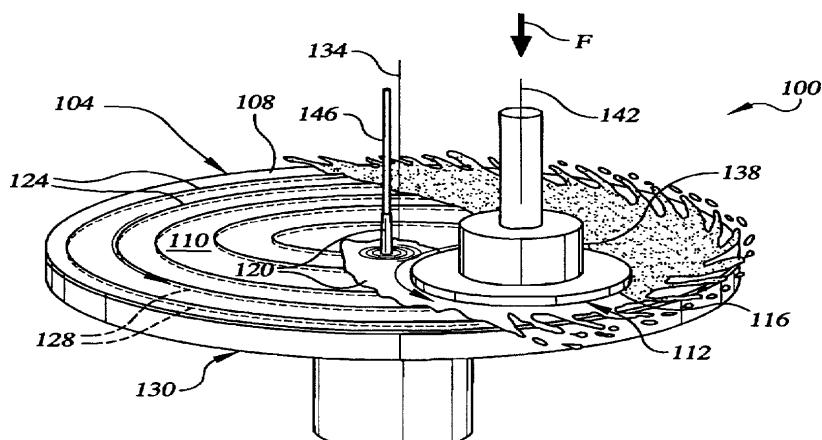
장수길, 김영

심사관 : 이정학

(54) 발명의 명칭 상호연결된-다중-요소-격자 연마 패드

(57) 요약

연마 패드 (104)는 연마 매체 (120)의 존재하에 자기, 광학 및 반도체 기판 (112) 중 하나 이상을 연마하는데 유용하다. 연마 패드 (104)는 다수개의 연마 요소 (402, 502, 602, 702)를 포함한다. 연마 요소 (402, 502, 602, 702)들은 수직 방향으로 정렬되어 있고, 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는다. 다수개의 접합부 (404, 510, 604, 710)는 단을 형성하기 위해 다수개의 접합부 (404, 510, 604, 710) 각각에 3개 이상의 연마 요소를 가지면서 연마 요소 (402, 502, 602, 702)의 제1 말단부와 제2 말단부를 연결시킨다. 각 단은 연마 요소 (402, 502, 602, 702)의 제1 말단부와 제2 말단부 사이에 수직 방향의 두께를 나타낸다. 그리고, 상호연결된 격자 구조체 (400, 600)는 연마 요소 (402, 502, 602, 702)들을 연결시키는 다수개의 접합부 (404, 604)의 순차적인 단을 연결시킴으로써 형성된다.

대 표 도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

- a) 수직 방향으로 정렬되고, 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는 다수개의 연마 요소;
- b) 각각 연마 요소를 3개 이상 가지면서 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부를 연결시키고, 단(tier)을 형성하는 다수개의 접합부 (여기서, 각 단은 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부 사이에 수직 방향의 두께를 나타냄); 및
- c) 연마 요소들을 연결시키는 다수개의 접합부의 순차적인 단을 연결시킴으로써 형성된 상호연결된 격자 구조체를 포함하는,

연마 매체의 존재하에 자기, 광학 및 반도체 기판 중 하나 이상을 연마하는데 유용한 연마 패드.

청구항 2

제1항에 있어서, 접합부에서 3 내지 6개의 연마 요소가 연결되어 있는 연마 패드.

청구항 3

제1항에 있어서, 연마 요소들이 각 접합부 위아래에서 연마 요소들과 정렬되어 있는 연마 패드.

청구항 4

제1항에 있어서, 각 연마 요소가 일련의 충계참(landing)을 포함하는 연마 패드.

청구항 5

제1항에 있어서, 상호연결된 격자에 수평 연마 요소가 결여된 것인 연마 패드.

청구항 6

- a) 수직 방향으로 정렬되고, 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는 다수개의 연마 요소;
- b) 각각 연마 요소를 3개 이상 가지면서 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부를 연결시키고, 단을 형성하는 다수개의 접합부 (여기서, 각 단은 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부 사이에 수직 방향의 두께를 나타냄); 및
- c) 다중 접합부를 통해 일정한 방향으로 정렬된 연마 요소를 가지면서 연마 요소들을 연결시키는 다수개의 접합부의 순차적인 단을 연결시킴으로써 형성된 상호연결된 격자 구조체를 포함하는,

연마 매체의 존재하에 자기, 광학 및 반도체 기판 중 하나 이상을 연마하는데 유용한 연마 패드.

청구항 7

제6항에 있어서, 접합부에서 3 내지 6개의 연마 요소가 연결되어 있는 연마 패드.

청구항 8

제6항에 있어서, 접합부에서 3개의 연마 요소가 연결되어 있는 연마 패드.

청구항 9

제6항에 있어서, 각 연마 요소가 일련의 충계참을 포함하는 연마 패드.

청구항 10

제6항에 있어서, 상호연결된 격자에 수평 연마 요소가 결여된 것인 연마 패드.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 화학적 기계적 연마를 위한 연마 패드 분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 자기, 광학 및 반도체 기판의 화학적 기계적 연마에 유용한 연마 구조체를 갖는 화학적 기계적 연마 패드에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

집적 회로 및 여타 전자 장치의 제조에서, 전도성, 반도체성 및 유전성 물질의 다중 층은 반도체 웨이퍼의 표면에 증착되고, 이로부터 제거된다. 전도성, 반도체성 및 유전성 물질의 박층은 다수개의 증착 기술을 사용하여 증착될 수 있다. 현대의 웨이퍼 처리에서의 통상적인 증착 기술로는 특히 스퍼터링으로도 공지된 물리적 증착 (PVD), 화학적 증착(CVD), 플라즈마 증강 화학적 증착(PECVD) 및 전기화학적 도금이 있다. 통상적인 제거 기술로는 특히 습식 및 건식 등방성 및 비등방성 애칭이 있다.

[0003]

물질의 층이 순차적으로 증착 및 제거됨에 따라, 웨이퍼의 최상부 표면은 비-평면형이 된다. 후속적 반도체 처리(예를 들어, 금속화)는 편평한 표면을 갖는 웨이퍼를 필요로 하기 때문에, 웨이퍼는 평탄화되어야 한다. 평탄화는 원치 않는 표면 토포그래피 및 표면 결점, 예컨대 거친 표면, 응집된 물질, 결정 격자 손상, 스크래치 및 오염된 층 또는 물질을 제거하는데 유용하다.

[0004]

화학적 기계적 평탄화 또는 화학적 기계적 연마(CMP)는 가공품, 예컨대 반도체 웨이퍼를 평탄화 또는 연마시키는데 사용되는 통상적인 기술이다. 통상적인 CMP에서, 웨이퍼 운반체 또는 연마 헤드는 운반체 조립체에 장착된다. 연마 헤드에는 웨이퍼가 지지되고, CMP 장치내에서 테이블 또는 압반 상에 장착되는 연마 패드의 연마층과 접촉하는 웨이퍼가 배치된다. 운반체 조립체는 웨이퍼와 연마 패드 사이의 조절가능한 압력을 제공한다. 동시에, 슬러리 또는 여타 연마 매체는 연마 패드에 분배되어 웨이퍼와 연마층 사이의 간극으로 보내진다. 연마를 수행하기 위하여, 연마 패드 및 웨이퍼는 통상적으로 서로에 대해 회전한다. 연마 패드가 웨이퍼 아래에서 회전함에 따라, 웨이퍼는 통상적으로 환상인 연마 트랙 또는 연마 구역을 지나가고, 여기서 웨이퍼의 표면은 연마층에 직접 대면한다. 웨이퍼 표면은 연마되고, 표면에서의 연마층 및 연마 매체의 화학적 및 기계적 작용에 의하여 평탄하게 만들어진다.

[0005]

CMP 동안의 연마층, 연마 매체 및 웨이퍼 표면 사이의 상호작용은 연마 패드 디자인을 최적화시키기 위한 노력으로 지난 10년간 증가되고 있는 연구, 분석, 및 진보된 수치적 모델링의 주제가 되어 왔다. 반도체 제조 공정으로서의 CMP의 개시 이래로 대부분의 연마 패드 개발은 다수개의 각종 다공성 및 비다공성 중합체성 물질의 실험을 비롯하여 본질적으로 실험에 의한 것이었다. 연마면 또는 연마층의 대부분의 디자인은 연마 속도를 증가시키고 연마 균일성을 개선시키거나 또는 연마 결점 (스크래치, 퍼트, 탈리된 구역 및 여타 표면 또는 표면 하부의 손상)을 감소시키는 것을 요구하는 다양한 미세구조, 또는 공극(void) 영역과 실체(solid) 영역의 패턴, 및 거대구조, 또는 표면 천공 또는 홈의 정렬을 갖는 층을 제공하는데 집중되어 있다. 수년에 걸쳐, 다수개의 각종 미세구조 및 거대구조가 CMP 성능을 향상시키기 위하여 제안되어 왔다.

[0006]

통상적인 연마 패드의 경우, 패드 표면 "컨디셔닝(conditioning)" 또는 "드레싱(dressing)"은 안정한 연마 성능을 위한 일정한 연마면을 유지하는데 중요하다. 시간이 경과함에 따라, 연마 패드의 연마면은 마모되고, 연마면의 미세텍스쳐가 평탄하게 되는데, 이러한 현상을 "글레이징"으로 지칭한다. 글레이징의 기원은 패드와 가공품 사이에서의 접촉 지점에서의 마찰 가열 및 전단력에 기인한 중합체성 물질의 소성 유동이다. 추가로, CMP 공정으로부터의 부스러기는 슬러리가 연마면을 가로질러 흐르는 것을 통해 미세-채널뿐 아니라 표면 공극을 폐색시킬 수 있다. 이것이 발생할 경우, CMP 공정의 연마 속도가 감소되고, 이는 웨이퍼 사이에서 또는 웨이퍼 내에서 불균일한 연마가 초래될 수 있다. 컨디셔닝은 CMP 공정에서의 원하는 연마 속도 및 균일성을 유지하는 데 유용한 연마면상에 새로운 텍스쳐를 생성한다.

[0007]

통상적인 연마 패드 컨디셔닝은 컨디셔닝 디스크를 사용하여 연마면을 기계적으로 마모시켜 달성된다. 컨디셔닝 디스크는 매립된 다이아몬드 포인트로 통상적으로 이루어진 거친 컨디셔닝 표면을 갖는다. 연마를 중지할 때 ("현장외") 또는 CMP 공정을 진행하는 동안("현장내") CMP 공정에서의 간헐적인 중단 중에 컨디셔닝 디스크는 연마면과 접촉하게 된다. 통상적으로 컨디셔닝 디스크는 연마 패드의 회전축에 대해 고정된 위치에서 회전하며, 연마 패드가 회전함에 따라 환상의 컨디셔닝 구역을 지나간다. 기재한 바와 같은 컨디셔닝 공정은 패드 표면으로 미시적 주름을 절삭하고, 패드 물질을 마모시키고 주름을 잡아, 연마 텍스쳐를 재생시킨다.

[0008]

패드 설계자가 패드 물질 제조와 표면 컨디셔닝 모두를 통해 표면 텍스쳐의 다양한 미세구조 및 배열을 생성하기는 하였으나, 기존의 CMP 패드 연마 텍스쳐는 2 가지 중요한 관점에서 최적 수준 미만이다. 첫째, CMP에서

실시된 가해진 압력하에서 통상적인 CMP 패드와 통상적인 가공품 사이의 실제의 접촉 면적이 작으며, 일반적으로 전체 대면 면적의 수 % 정도밖에 되지 않는다. 이는 구조체 중의 실제 구역을 무작위로 해지게 인열시켜, 다양한 형태 및 높이 (가장 긴 것만이 가공품과 실질적으로 접촉함)를 갖는 일군의 특징부 또는 요철부 (asperity)를 제공하는 통상적인 표면 컨디셔닝의 부정확성의 직접적인 결과이다. 둘째, 연마 폐기물이 가공품의 하부로부터 완전하게 통과될 때까지 가공품과 근접하여 유지되도록, 슬러리 유동이 연마 부스러기 및 열을 이송하기 위한 가용 공간은 패드 표면에서 박충을 차지한다. 패드와 가공품 사이의 슬러리 유동은 패드에서 가공품까지의 완전 수직 거리로 이어지는 임의의 요철부 주위를 그리고 매우 불규칙한 표면을 가로질러 통과되어야만 한다. 이는 가공품이 사용된 화합물 및 사전 제거된 물질 모두에 다시 노출될 높은 가능성을 초래한다. 따라서, 통상적인 패드 미세구조체는 표면 텍스쳐 내에서 접촉 역학 및 유체 역학이 커플링되기 때문에 최적이 아니며, 요철부의 높이 분포는 양호한 접촉이나 효과적인 유체 유동 및 수송에 유리하지 않다.

[0009] CMP에서의 결점 형성은 통상적인 패드 미세구조체의 단점 모두에서 기인한다. 예를 들면, 미국 특허 제 5,578,362호(Reinhardt et al.)에는 텍스처를 폴리우레탄 연마 패드에 도입하기 위한 중합체성 구체의 사용이 개시되어 있다. 정확한 결점 형성 메카니즘이 완전히 이해되지는 않았지만, 일반적으로 결점 형성을 감소시키는 것은 가공품에서의 극한의 접 응력을 최소화시킬 것을 요구하는 것이 명백하다. 소정의 가해진 하중 또는 연마 압력 하에서, 실제 접 접촉 압력은 진정한 접촉 면적에 반비례한다. 3 psi (20.7 kPa)의 연마 압력에서 실시되고 모든 요철부 텁(tip)에 걸쳐 2% 실제 접촉 면적을 갖는 CMP 공정에서는, 실제로 평균 150 psi (1 MPa)의 정상 응력이 가공품에 가해진다. 이러한 크기의 응력은 표면 및 표면 하부의 손상을 초래하기에 충분하다. 무디고 불규칙한 형상인 통상적인 CMP 패드상에서의 요철부는 또한 바람직하지 않은 유동 패턴을 생성하고, 요철부 상의 유체 충돌의 국소화된 압력은 상당할 수 있으며, 정체되거나 분리된 유동의 구역은 연마 부스러기 및 열의 축적을 초래하거나 또는 입자 응집을 위한 환경을 생성할 수 있다.

[0010] 잠재적인 결점 형성원을 제공하는 것 이외에, 통상적인 연마 패드 미세텍스처는 패드 표면 컨디셔닝이 통상적으로 정확하게 재현되지 않기 때문에 최적이 아니다. 컨디셔닝 디스크 상의 다이아몬드는 사용시 무뎌지게 되어 컨디셔너를 소정 기간 후 교체하여야만 하고; 따라서 이의 수명 기간 중에, 컨디셔너의 효율성은 지속적으로 변한다. 또한, 컨디셔닝은 CMP 패드의 마모 속도에 상당히 기여한다. 패드 마모의 약 95%가 다이아몬드 컨디셔너의 마모로부터 초래되고, 가공품과의 접촉으로부터는 약 5%만이 초래되는 것이 통상적이다. 따라서, 결점 감소 이외에, 개선된 패드 미세구조체는 컨디셔닝의 필요를 제거하고 보다 긴 패드 수명을 허용할 수 있다.

[0011] 패드 컨디셔닝을 제거하기 위한 핵심 사항은 자가-재생되는, 즉, 마모시에도 동일한 필수 기하 및 구조를 보유하는 연마면을 연구하는 것이다. 따라서, 자가-재생을 위하여, 연마면은 마모가 실제 구역을 상당하게 재형성 하지 않도록 하여야만 한다. 따라서, 상당한 정도의 소성 유동을 야기하기에 충분한 연속적인 전단력 및 열이 실제 구역에 가해지지 않거나, 또는 여타 실제 영역으로 전단력 및 열을 분배하는 방식으로 전단력 또는 열에 대해 반응하도록 실제 구역이 구성되는 것을 요구한다.

[0012] 적은 결점 이외에, CMP 패드 연마 구조체는 양호한 평탄화 효율을 달성해야만 한다. 물질을 보다 연질이고 보다 순응성이 되게 함으로써 적은 결점이 달성되나, 이들의 동일한 특성 변화는 평탄화 효율을 억제하기 때문에, 통상적인 패드 물질은 이들 2 가지 성능 측정 간에 타협을 요구한다. 궁극적으로, 평탄화는 강성인 편평한 물질을 요구하는 반면; 적은 결점은 덜 강성인 순응성 물질을 요구한다. 따라서, 단일의 물질을 사용한 이들 측정 간의 필수적인 타협을 극복하는 것은 어려운 일이다. 통상적인 패드 구조체는 서로 결합된 경질 및 연질 층을 갖는 복합 물질의 사용을 비롯한 다양한 방법으로 이러한 문제점에 접근한다. 복합재가 단일-층 구조에 비하여 개선점을 제공하는 반면, 이상적인 평탄화 효율과 0의 결점 형성을 동시에 달성하는 어떠한 물질도 아직 개발되지 않았다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0013] 결과적으로, 패드 미세구조체 및 컨디셔닝 수단이 현재의 CMP 적용에 대하여 존재하는 반면, 가공품과의 보다 높은 실제 접촉 면적, 및 연마 부스러기의 제거에 보다 효과적인 슬러리 유동 패턴을 달성하고, 재텍스처화에 대한 필요성을 감소 또는 제거하는 CMP 패드 디자인에 대한 요구가 존재한다. 또한, 양호한 평탄화 효율에 요구되는 강건한 강성 구조와, 적은 결점에 요구되는 덜 강성인 순응성 구조를 합한 CMP 패드 구조에 대한 요구도 존재한다.

[0014] 최근에, 격자 디자인은 적은 결점을 달성하면서 평탄화를 개선하기 위한 노력으로 제안되어 왔다. 본 발명은

일부 격자 디자인의 잠재적으로 차선의 특징을 제기하며, 즉, 높은 강성을 달성하기 위해 교차-지지되는 반복 단위 셀에 기반한 격자가, 구조체 내에 규칙적으로 이격된 높이에서 수평 또는 거의 수평 배향을 차지하는 구성 원을 함유할 수 있다는 것을 제기한다. 이러한 특징은 일부 CMP 적용에 대해 바람직하지 않을 수 있는데, 왜냐하면 격자의 마모시에, 한 평면 내의 풍부한 수평 구성원이 가공품과의 통상적이지 않게 큰 접촉 면적을 초래하기 때문이다. 구조체가 마모됨에 따라 단지 약간씩만 변하는 접촉 면적을 가져서 패드-가공품 접촉 면적 및 압력이 크게 변하지 않는 것이 바람직하다.

[0015] 많은 수평 구성원이 한 평면을 차지하는 것을 방지하기 위한 2 가지 접근법은 (1) 구성원의 높이를 엇갈리게 하는 것(stagger)과 (2) 격자의 기저층을 경사지게 하여 다른 수평 구성원들이 유의한 각도를 갖게 하는 것이다. 이들 접근법은 실현 가능하나, 한계가 있다. 구성원을 엇갈리게 하는 것은 보다 높은 고도에 걸쳐 접촉 면적의 변화를 늘이며, 단순 단위 셀 구조체를 교란시키고, 제조 복잡성 및 시간을 증가시킨다. 기저층을 경사지게 하는 것은 짧은 측면 확장에 걸쳐서만 실용적이어서, 주기적으로 경사진 베이스는 실제적으로 격자 구조체에서 특정 경우의 구성원을 유도하는 것이 요구된다. 이러한 특징은 다시 제조 복잡성 및 시간을 증가시키고, 격자의 전체 강성을 억제할 수 있다. 과도한 결점은 기판에 도입하지 않고 평탄화를 용이하게 하면서 다중 연마 주기 동안 일관성 있는 연마 성능을 전달할 수 있는 격자 연마 구조체에 대한 계속적인 요구가 있다.

과제 해결手段

[0016] 본 발명의 한 측면은

- a) 수직 방향으로 정렬되고, 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는 다수개의 연마 요소;
- b) 각각 연마 요소를 3개 이상 가지면서 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부를 연결시키고, 단(tier)을 형성하는 다수개의 접합부 (여기서, 각 단은 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부 사이에 수직 방향의 두께를 나타냄); 및
- c) 연마 요소들을 연결시키는 다수개의 접합부의 순차적인 단을 연결시킴으로써 형성된 상호연결된 격자 구조체를 포함하는,

[0020] 연마 매체의 존재하에 자기, 광학 및 반도체 기판 중 하나 이상을 연마하는데 유용한 연마 패드를 제공한다.

[0021] 본 발명의 다른 측면은

- a) 수직 방향으로 정렬되고, 제1 말단부 및 제2 말단부를 갖는 다수개의 연마 요소;
- b) 각각 연마 요소를 3개 이상 가지면서 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부를 연결시키고, 단을 형성하는 다수개의 접합부 (여기서, 각 단은 연마 요소의 제1 말단부와 제2 말단부 사이에 수직 방향의 두께를 나타냄); 및
- c) 다중 접합부를 통해 일정한 방향으로 정렬된 연마 요소를 가지면서 연마 요소들을 연결시키는 다수개의 접합부의 순차적인 단을 연결시킴으로써 형성된 상호연결된 격자 구조체를 포함하는,

[0025] 연마 매체의 존재하에 자기, 광학 및 반도체 기판 중 하나 이상을 연마하는데 유용한 연마 패드를 제공한다.

효과

[0026] 본 발명은 유체 역학으로부터 디커플링(decoupling) 접촉 역학의 이점을 제공한다. 특히, 본 발명에서 패드 내에서의 효과적인 유체 유동에 의해 연마 부스러기를 용이하게 제거하는 것이 허용된다. 또한, 본 발명에서 연마 요소들의 강성, 높이 및 피치의 조정에 의해 기판과의 접촉 역학을 제어하는 것이 허용된다. 또한, 연마 요소의 형태는 연마 패드 수명의 증가를 위해 컨디셔닝의 감소 또는 제거를 허용한다. 최종적으로, 균일한 단면적은 다중 기판, 예컨대 유사한 연마 특성을 갖는 패턴화된 웨이퍼를 연마시키는 것을 허용한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0027] 도면을 참고하면, 도 1은 본 발명의 연마 패드 (104)로 사용하기에 적합한 2중-축 화학적 기계적 연마 (CMP) 연마기 (100)의 주요 특징부를 도시한다. 연마 패드 (104)는 일반적으로 연마 매체 (120)의 존재하에 가공품의 폐연마면 (116)의 연마를 수행하기 위하여 제품, 예컨대 반도체 웨이퍼 (112) (가공되거나 가공되지 않음) 또는 여타 가공품, 예를 들어 특히 유리, 평판 디스플레이 또는 자기 정보 저장 디스크와 대면하는 연마면 (110)을 갖는 연마층 (108)을 포함한다. 연마 매체 (120)은 깊이 (128)를 갖는 임의적인 나선형 홈 (124)를 통해 이동 한다. 편의를 위하여, 용어 "웨이퍼"는 보편성을 상실하지 않으면서 하기에 사용하였다. 또한, 특허청구범위

를 포함하여 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "연마 매체"는 입자-함유 연마액, 및 입자-비함유 연마액, 예컨대 연마제-무함유 및 반응성-액체 연마액을 포함한다.

[0028] 본 발명은, 요소들에 의해 차지되는 총 공간이 총 가용 공간에 비해 작고, 개별 요소들의 간격이 웨이퍼의 크기에 비해 작고, 요소들이 전단력 및 굽힘에 대해 망상조직(network)을 강성화시키기 위해 3차원으로 상호연결되도록, 일련의 유사하거나 동일한 육안적 또는 현미경적 가느다란(slender) 요소(각 요소는 하나 이상의 말단부에 고정됨)로부터 연마층(108)을 형성함으로써, 실체 부피에 비해 개방 부피의 공극 비율 또는 백분율이 높은 연마 텍스쳐(200) (도 2)을 갖는 연마층(108)을 제공하는 것을 포함한다. 바람직하게는, 요소들은 미세텍스쳐를 생성하기 위한 현미경적 치수를 갖는다. 이들 특징은, 다이아몬드 패드 컨디셔닝에 대한 요구를 없앨 수 있는 자가-재생 구조를 제공할 뿐만 아니라, 통상적인 연마 패드를 사용하여 달성되는 것보다 더 높은 패드와 웨이퍼 간의 실제 접촉 면적, 및 더 바람직한 패드와 웨이퍼 간의 슬리리 유동 패턴을 제공한다는 것이 나타내어질 것이다. 또한, 이들 특징은, 적은 결점을 위해 요구되는 보다 짧은 길이 규모에서 순응성을 허용하면서, 양호한 평탄화 효율을 위해 요구되는 길이 규모에서 패드에 강성을 부여하는 방식으로 기능한다는 것이 나타내어질 것이다.

[0029] 연마기(100)은 압반(130) 상에 장착된 연마 패드(104)를 포함할 수 있다. 압반(130)은 압반 구동기(나타내지 않음)에 의해 회전 축(134)에 대해 회전가능하다. 웨이퍼(112)는, 압반(130)의 회전 축(134)로부터 이격되고 평행한 회전 축(142)에 대해 회전가능한 웨이퍼 운반체(138)에 의해 지지될 수 있다. 웨이퍼 운반체(138)은 웨이퍼(112)가 연마층(108)에 대해 매우 약간 비-평행하다는 상황(이 경우, 회전 축(134, 142)는 매우 약간 뒤틀려 있을 수 있음)을 가정하는 것을 허용하는 짐벌식(gimbaled) 연결장치(나타내지 않음)의 특징을 가질 수 있다. 웨이퍼(112)는 연마층(108)과 마주한 피연마면(116)을 포함하고, 연마 동안에 평탄화된다. 웨이퍼 운반체(138)은 웨이퍼(112)를 회전시키기에 적합한 운반체 지지 조립체(나타내지 않음)에 의해 지지되고, 연마 동안에 원하는 압력이 피연마면과 연마층 간에 존재하도록 연마층(108)에 대해 피연마면(116)을 압축시키는 하향력 F를 제공할 수 있다. 연마기(100)은 또한 연마 매체(120)를 연마층(108)에 공급하기 위한 연마 매체 주입구(146)를 포함할 수 있다.

[0030] 연마기(100)은 여타 구성요소(나타내지 않음), 예컨대 시스템 제어장치, 연마 매체 저장 및 분주 시스템, 가열 시스템, 세정 시스템, 및 연마 공정의 다양한 측면을 제어하기 위한 다양한 제어기, 예컨대 특히 (1) 웨이퍼(112)와 연마 패드(104)의 회전 속도 중 하나 또는 둘 다에 대한 속도 제어기 및 선별기; (2) 연마 매체(120)의 패드로의 전달 속도 및 위치를 변화시키는 제어기 및 선별기; (3) 웨이퍼와 연마 패드 간에 가해지는 힘 F의 크기를 조절하는 제어기 및 선별기; 및 (4) 패드의 회전 축(134)에 대한 웨이퍼의 회전 축(142)의 위치를 조절하는 제어기, 작동기 및 선별기를 포함할 수 있다.

[0031] 연마 동안에, 연마 패드(104) 및 웨이퍼(112)는 그들 각각의 회전 축(134, 142)에 대해 회전하고, 연마 매체(120)은 회전하는 연마 패드 상에서 연마 매체 주입구(146)으로부터 분주된다. 연마 매체(120)은 웨이퍼(112) 아래와 연마 패드(104)의 간극을 포함하여 연마층(108)에 펴진다. 연마 패드(104) 및 웨이퍼(112)는 반드시 그렇지는 않지만 통상적으로 0.1 rpm 내지 150 rpm의 특정 속도로 회전한다. 힘 F는 반드시 그렇지는 않지만 통상적으로 웨이퍼(112)와 연마 패드(104) 간에 0.1 psi 내지 15 psi (6.9 내지 103 kPa)의 원하는 압력을 유도하도록 선택된 크기를 갖는다. 당업계에 인식되는 바와 같이, 웹 형태의 연마 패드, 또는 연마될 기판의 직경 미만의 직경을 갖는 연마 패드를 구성하는 것도 가능하다.

[0032] 수평 구성원이 결여된 구조체가 고려되면서, 이들은 종종 높은 강성을 부여하는 내부 지지가 결여된다. 이에 따라, 엄밀하게 수평 구성원이 없는 구조를 갖는 것이 바람직하지만, 교차-버팀 구조의 강성에 도달하기 위한 충분한 내부 지지를 달성하는 것이 바람직하다. 도 2 및 3은 각각 수평면에서 타원형 및 원형 단면을 갖는 본 발명의 상호연결된 격자 구조체를 도시한다. 특히, 이들 SEM 현미경사진은 일련의 층계 또는 층계참(landing), 예컨대 원형 층계참으로부터 조립된 연마 요소를 도시한다. 도 2 및 3은 수평 층계참을 도시하지만, 격자 구조체는 층계참, 또는 층계참이 수평일 것을 요구하지는 않는다. 연마 요소의 각 말단부는 다른 두 연마 요소들과 꼭지점 또는 접합부에서 연결된다. 이는 각 접합부를 지지하는 3개의 연마 요소를 갖는 상호연결된 4면체 격자를 형성한다. 수평 요소가 결여된 구조는 다중 웨이퍼에 대한 일관성 있는 연마를 수행하고 촉진하기 때문에 접촉 면적의 변화를 감소시킨다.

[0033] 일반적으로, 바람직하게 일관성 있는 접촉 면적은 수직에 대해 60-도 각도보다 작게 형성되는 다중-요소 구성원의 격자를 구축함으로써 본 발명에서의 교차-버팀의 이접과 조합된다. 본 명세서의 목적을 위해, 수직에 대해 60-도 각도보다 크게 형성되는 연마 구성원은 수평 연마 구성원을 나타낸다. 바람직하게는, 격자 구조체는 연

마 동안에 국소적으로 변형된 연마 구성원을 제외하고는 수평 연마 구성원을 갖지 않는다. 바람직하게는, 연마 구성원은 수직에 대해 45-도 각도보다 작게 형성된다. 가장 바람직하게는, 연마 구성원은 수직에 대해 30-도 각도보다 작게 형성된다. 각 다중-요소 조립체는 공통 꼭지점에 결합된 3개 이상의 구성원으로 이루어진다. 바람직하게는, 각 구성원들은 동일한 길이를 갖고, 수직에 대해 동일한 각도로 형성될 수 있다. 3 내지 6개, 예컨대 3, 4 또는 6개의 연마 구성원을 갖는 다중-요소 조립체가 가장 바람직한데, 왜냐하면 이들은 삼각형, 정사각형 및 육각형의 공간을 각각 차지하고, 동일한 단위들이 간극 없이 부피를 채우게 되기 때문이다. 완전한 격자를 형성하기 위해, 각 다중-요소 조립체의 최하부는 단 아래의 다중-요소 조립체의 접합부 또는 꼭지점에 위치한다. 이러한 방식으로, 예를 들어 삼각뿔 격자는, 삼각대들을 정돈된 열로 먼저 배열하여 제1 단을 형성한 후에, 각 삼각대가 삼각형을 형성하는 제1 단의 세 꼭지점에 위치하는 제2 단을 형성함으로써, 삼각대들로부터 형성된다.

[0034] 이제 도면 4 및 4a를 참고하면, 도 1의 연마 패드 (104)의 실시양태는 특히 격자 연마 구조체 (400)과 관련하여 보다 상세하게 설명될 것이다. 표면 텍스쳐 또는 요철부가 물질의 제거 또는 재형성 과정 (즉, 다이아몬드 컨디셔닝)의 잔류물인 종래 기술의 CMP 패드와는 달리, 격자 연마 구조체 (400)은 정확한 기하학을 갖는 일련의 동일하거나 유사한 연마 요소 (402)들로 조립된다. 연마 요소 (402)들은 그들의 꼭지점에서 결합하여 접합부 (404)들을 형성한다. 각 접합부 (404)는 3개 이상의 연마 요소 (402)를 포함한다. 접합부 (404) 각각은 3개의 연마 요소를 포함한다. 격자 연마 구조체 (400)은, (4개의) 각 면이 삼각형이고, 실제 구성원은 공간 단위의 모서리만을 따라 존재하며, 각 면 및 공간 단위의 중심을 완전히 빈공간으로 두는 공간 단위인 실질적으로 일군의 4면체 단위 셀이다.

[0035] 교차-지지는 쌓여진 다중-요소 격자 구조체에서 달성되는데, 왜냐하면 각 접합부 또는 꼭지점 (404)가 일군의 다른 접합부 (404)로 분지화되고, 차례로 보다 넓은 군으로 마찬가지로 분지화되기 때문이다. 바람직하게는, 연마 구성원들은 각 다중-요소 접합부에서 단에서 단으로 정렬된다. 격자 구조체 (400)의 최상단 상의 접합부 또는 꼭지점 (404)에 가해지는 하중은 각 단 하부에서 기하적으로 확장되는 수의 접합부 또는 꼭지점 (404)로 분배된다. 예를 들어, 삼각뿔 격자 구조체 (400)에서, 최상단의 접합부 또는 꼭지점 (404)에 가해지는 하중은 3개의 요소 (402)를 통해 다음 단의 3개의 접합부 또는 꼭지점 (404)에 전달된다. 이들 각각으로부터, 하중은 3개의 구성원 셀, 또는 총 9개의 연마 요소 (402)를 통해, 다음 단의 6개의 접합부 또는 꼭지점 (404)에 전달된다. 이 6개의 접합부 또는 꼭지점 (404)로부터, 하중은 18개의 연마 요소 (402)를 통해 다음 단의 10개의 접합부 또는 꼭지점 (404)로 전달되고, 이하 마찬가지이다. 하중 분배의 이러한 특징은 격자 구조체 (400)을 전체적으로 바람직하게 강성으로 만들고, 이는 높은 평탄화 효율에 대한 이점이다. 그러나, 최상단에서, 가느다란 구성원은 국소적으로 가요성이고, 가공품과의 양호한 접촉 및 우수한 결점 성능을 허용한다.

[0036] 일반적으로, 최상단 접합부 (404) 위로 돌출된 요소 (402)의 속박되지 않은 말단부만이 연마 동안에 전단력하에 구부러지는데 자유롭다. 최상단 접합부 (404) 아래의 요소 (402)의 높이는 매우 고정되고, 임의의 하나의 요소 (402)에 가해지는 힘은 다중 단, 또는 브릿지 다발(truss) 또는 외부 지지물과 유사한 연마 요소들의 층을 통해 수많은 인접 요소 (402)에 의해 효과적으로 운반된다. 이러한 방식에서, 격자 연마 구조체 (400)은 양호한 평탄화에 요구되는 길이 규모에서 강건하며, 요소 (402)의 지지되지 않는 말단부의 국소 변형 및 가요성에 의해 보다 짧은 길이 규모에서는 국소적으로 유연하다.

[0037] 상호연결 요소 (402)들은 합해져 단위 셀 (406)을 형성하고, 단위 셀은 평균 너비 및 평균 높이를 갖는다. 이들 단위 셀은, 합해져 3차원적 격자 망상조직을 형성하는 망상형 또는 개방형-셀 구조를 갖는다. 격자 연마 구조체 (400)은 3개 이상의 단위 셀, 및 바람직하게는 10개 이상의 단위 셀들의 높이를 갖는다. 일반적으로, 연마 패드의 높이의 증가는 연마 패드의 수명 및 그의 벌크 강성을 증가시키고, 여기서 후자는 평탄화의 개선에 기여한다. 선택적으로, 단위 셀의 평균 너비는 그의 평균 높이와 동일하지 않다. 예를 들어, 평균 너비 대 평균 높이의 비는 일부 연마 적용에 대해 연마 성능을 더 개선하기 위해 2 이상 또는 4 이상일 수 있다. 예를 들어, 확장된 수평 너비를 갖는 단위 셀은 평탄화의 개선을 위해 보다 강성인 연마 요소를 제공하는 경향이 있을 것이고, 확장된 수직 높이를 갖는 단위 셀은 결점 성능의 개선을 위해 보다 가요성인 연마 구성원을 갖는 경향이 있을 것이다.

[0038] 요소 (402)의 평균 높이 대 평균 너비의 비가 높으면 총 연마 면적이 연장된 기간 동안 일정하게 유지된다는 이점이 있다. 본 명세서의 목적을 위해, 연마면은 연마면에 대해 평행한 면에서 측정된 연마 요소 (402)의 표면적을 나타낸다. 도 4a에 나타낸 바와 같이, 연마층의 수명에서의 임의의 시점에서, 격자 연마 텍스쳐 (400)의 대부분 또는 모든 접촉 면적은, 마모 면이 요소 한 단의 높이 내에 있는 경우 직립 요소 (402)의 단면으로 이루어지고, 마모 면이 접합부 (404)의 상부에 있는 경우 접합부 (404)의 단면으로 이루어진다. 선택적으로, 접합

부 (404)의 수직 위치는 마모 면이 특정 시점에서 접합부 (404)의 단지 작은 부분과 대면하도록 엇갈리고, 이들은 총 접촉 면적의 작은 부분을 구성한다. 격자 연마 텍스쳐 (400)에 의해 제공된 접촉 면적의 일관성은 유사한 연마 특성을 갖는 여러 기관들의 연마를 허용하고, 주기적으로 패드를 드레싱 또는 컨디셔닝해야 하는 필요를 감소시키거나 제거한다. 그러나, 많은 적용에 대해, 워터 젯(water jet)을 수반한 중합체성 솔 브러시는 패드를 청결하게 하는 것을 용이하게 한다. 이러한 컨디셔닝의 감소는 패드의 수명을 연장시키고, 그의 작동 비용을 감소시킨다.

[0039] 또한, 패드를 통한 천공, 전도성 라이닝된 흄의 도입 또는 전도체의 도입, 예컨대 전도성 섬유, 전도성 망상조직, 금속 그리드 또는 금속 와이어의 도입은 패드를 eCMP ("전기화학적 기계적 평탄화") 연마 패드로 변형시킬 수 있다. 이들 패드의 3차원적 망상조직 구조는 유체 유동을 용이하게 하고, eCMP 적용을 요구하기 위한 일관성 있는 표면 구조를 유지할 수 있다. 유체 유동의 증가는 eCMP 공정으로부터의 사용된 전해질의 제거를 개선하여 eCMP 공정의 균일성을 개선할 수 있다.

[0040] 바람직하게는, 연마 요소 (402) 내에 함유되지 않는 격자 연마 구조체 (400) 내에는 어떠한 실체 물질도 존재하지 않는다. 선택적으로, 연마 요소 (402)에 대해 연마성 입자 또는 섬유를 고정시키는 것이 가능하다. 상응하게, 임의의 개별 요소 (402) 내에는 어떠한 공극 부피도 존재하지 않고; 격자 연마 구조체 (400)의 모든 공극 부피는 바람직하게는 연마 요소 (402)들 사이에 그리고 명백하게 바깥에 존재한다. 그러나, 선택적으로, 연마 요소 (402)는 중공성(hollow) 또는 다공성 구조를 가질 수 있다. 연마 요소 (402)들은 연마 요소 (402)를 실질적으로 직립 배향으로 유지시키는 기저층에 대해 하나의 말단부에 단단하게 부착되어 있다. 접합부 (404)는 연마 요소 (402)를 고정시키는 접착성 또는 화학적 결합을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 접합부 (402)는 동일한 물질의 상호연결을 나타내고, 가장 바람직하게는 동일한 물질의 이음매 없는 상호연결을 나타낸다.

[0041] 연마 요소 (402)의 너비 및 피치는 접합부들 (404) 사이의 말단부에서 말단부까지의 모든 연마 요소 (402)에 걸쳐 균일하거나 거의 균일하고, 또는 연마 요소 (402)의 하위군에 걸쳐 균일한 것이 바람직하다. 예를 들어, 바람직하게는 연마 요소 (402)는 격자 구조체 (400)의 접합부들 (404) 사이의 평균 너비 또는 피치의 50% 이내로 유지되는 각각의 너비 및 피치를 갖는다. 보다 바람직하게는, 연마 요소 (402)는 격자 구조체 (400)의 접합부들 (404) 사이의 평균 너비 또는 피치의 20% 이내로 유지되는 각각의 너비 및 피치를 갖는다. 가장 바람직하게는, 연마 요소 (402)는 격자 구조체 (400)의 접합부 (404) 사이의 평균 너비 또는 피치의 10% 이내로 유지되는 각각의 너비 및 피치를 갖는다. 특히, 인접 접합부들 (404) 사이의 연마 요소 (402)의 단면적을 30% 이내로 유지하는 것은 일관성 있는 연마 성능을 촉진한다. 바람직하게는, 패드는 인접 접합부들 (404) 사이에서 단면적을 20% 이내로 유지하고, 가장 바람직하게는 10% 이내로 유지한다. 또한, 연마 요소 (402)는 바람직하게는 일관성 있는 연마를 더 촉진하기 위한 선형 형태를 가진다. 이들 특정의 직접적인 결과는 연마 요소 (402)의 단면적이 수직 방향에서 상당하게 변하지 않는다는 것이다. 따라서, 연마 요소 (402)가 연마 동안에 마모될 때, 웨이퍼에 노출된 면적의 변화가 거의 없다. 이러한 접촉 면적의 일관성은 균일한 연마면을 위해 제공되고, 반복된 연마 작업에 대해 일관성 있는 연마를 허용한다. 예를 들어, 균일한 구조는 도구 세팅의 조정 없이 다중 패턴화된 웨이퍼의 연마를 허용한다. 바람직하게는, 연마 요소 (402)의 총 단면적은 초기 연마면 또는 접촉 요소와 격자 구조체 (400)의 절반-높이 사이의 25% 이내로 유지된다. 가장 바람직하게는, 연마 요소 (402)의 총 단면적은 초기 연마면과 격자 구조체 (400)의 절반-높이 사이의 10% 이내로 유지된다. 상기 언급한 바와 같이, 접합부 (404)의 수직 위치가 요소의 마모시에 총 단면적의 변화를 감소시키기 위해 엇갈리는 것이 또한 바람직하다.

[0042] 선택적으로, 연마 요소 (402)들을 여러 연마 요소 (402)들의 이격된 그룹으로 배열하는 것이 가능하고, 예를 들어 연마 요소들은 연마 요소가 없는 영역에 의해 둘러싸인 원형 그룹을 포함할 수 있다. 각 그룹 내에서, 접합부 (404)는 요소 (402)의 그룹의 간격 및 효과적인 강성을 유지시킨다. 또한, 상이한 구역에서의 연마 요소 (402)의 밀도를 정교하게 조절된 제거 속도, 및 연마 또는 웨이퍼 균일성에 대해 조정하는 것이 가능하다. 예를 들어, 원형 연마 패드는 중심 구역에서 접합부 당 4개의 연마 요소, 및 나머지 구역에서 접합부 당 3개의 연마 요소를 가질 수 있다. 또한, 개방형 채널 또는 흄을 형성하는 방식, 예컨대 원형 채널, X-Y 채널, 방사상 채널, 굽은-방사상 채널 또는 나선형 채널로 연마 요소를 배열하는 것도 가능하다. 임의적인 채널의 도입은 큰 부스러기의 제거를 용이하게 하고, 연마 또는 웨이퍼 균일성을 개선할 수 있다.

[0043] 연마 요소 (402)의 수직 높이 및 기울기가 모든 요소에 걸쳐 균일한 것이 바람직하다. 높이 및 기울기가 격자 구조체 (400) 내에서의 평균 높이 및 기울기의 20% 이내로 유지되는 것이 바람직하고, 평균 높이 및 기울기의 10% 이내로 유지되는 것이 보다 바람직하고, 평균 높이 및 기울기의 1% 이내로 유지되는 것이 보다 더욱 바람직하다. 선택적으로, 절삭 장치, 예컨대 나이프, 고속 회전식 블레이드 또는 레이저로 연마 요소를 균일한 높

이로 주기적으로 절삭할 수 있다. 또한, 절삭 블레이드의 직경 및 속도는 연마면을 개조하기 위한 각도에서 연마 요소들을 선택적으로 절삭할 수 있다. 예를 들어, 소정의 각도에서 원형 단면을 갖는 연마 요소를 절삭하는 것은 기관과 상호작용하는 연마 텁의 텍스쳐를 생성할 것이다. 높이의 균일성은 격자 구조체 (400)의 모든 연마 요소 (402), 및 마모 면에서의 모든 상호연결된 접촉 요소가 가공품과 접촉할 가능성이 있다는 것을 확실하게 한다. 실제로는, 산업용 CMP 도구는 웨이퍼 상의 상이한 위치에서 동일하지 않은 연마 압력을 가하는 기계를 갖고, 웨이퍼 아래에 생성되는 유체 압력이 웨이퍼가 패드의 평균 면에 정확히 수평이고 평행한 위치로부터 벗어나는 것을 유도하기에 충분하기 때문에, 일부 연마 요소 (402)가 웨이퍼와 접촉하지 않는 것이 가능하다. 그러나, 접촉이 발생한 경우 연마 패드 (104)의 임의의 구역에서, 가능한 많은 연마 요소 (402)들이 접촉을 제공하기 위한 충분한 높이로 이루어지는 것이 바람직하다. 또한, 연마 요소 (402)의 지지되지 않는 말단부가 통상적으로 연마의 접촉 동력학에 의해 구부러질 것이기 때문에, 초기 연마 면적은 통상적으로 마모되어 굽은 각도에 순응할 것이다. 예를 들어, 초기 원형 상단 표면은 마모되어 모난 상단 표면을 형성할 것이고, 연마 동안에 겪게되는 방향의 변화는 다중 마모 패턴을 생성할 것이다.

[0044] 연마 요소 (402)의 치수 및 간격은 패드와 웨이퍼 간의 큰 접촉 면적, 및 연마 부스러기를 제거하는 슬러리에 대한 적당한 개방 유동 영역 모두를 제공하기 위해 선택된다. 통상적으로, 연마 요소 (402)는 연마 격자 (400)에서의 연마 패드 부피의 80% 미만을 구성한다. 바람직하게는, 연마 요소 (402)는 연마 격자 (400)에서 연마 패드 부피의 75% 미만을 구성한다. 예를 들어, 통상적으로 요소 (402)는 상기 연마 격자 (400)에서 측정된 연마 패드 부피의 5 내지 75%를 차지할 것이다. 큰 접촉 면적을 위해 고안된 연마 패드는 통상적으로 연마 패드의 연마면 또는 압반 (130)에 평행한 단면에서 측정된 연마 패드 부피의 40 내지 80%를 차지한다. 이들 목적 간에는 고유한 상호 의존성이 존재한다: 격자 구조체 (400)의 가용 공간에 연마 요소 (402)를 더 첨가하는 것은 총 접촉 면적을 증가시키나 유동 영역은 감소시켜서, 슬러리 유동 및 연마 부스러기의 제거에 대해 더 많은 장애물을 생성한다. 본 발명의 필수적인 특징은, 연마 요소 (402)가 접촉 면적과 유동 영역의 바람직한 균형을 허용하도록 충분히 가느다랗고 넓게 이격되어 있다는 것이다. 이러한 균형에 따라, 연마 요소 (402)의 퍼치 대 연마 요소 (402)의 너비의 비는 선택적으로 2 이상일 수 있다. 이들 한도로, 연마 격자 (400)의 접촉 면적은 50% 이상에 도달할 수 있고, 유동 영역은 가용 영역의 50% 이상일 수 있다. 통상적으로, 연마 요소 (402)는 패드의 표면 아래의 위치에서 연마 부스러기를 포획하거나 수집하도록 작용한다. 이러한 특징은 연마 동안에 제품의 표면과 접촉하거나 이를 스크래치하지 않을 위치에서 해로운 부스러기를 포획함으로써 결점을 감소시키는 것을 용이하게 한다. 유동 영역을 최대화하고, 수송된 부스러기와 웨이퍼 간의 수직 간격을 여전히 제공하면서 연마 부스러기가 연마 요소 (402)들 사이로 수평으로 수송되게 하기 위해, 연마 요소 (402)의 높이 대 너비의 비가 선택적으로 4 이상일 수 있다는 것도 추가로 가능하다.

[0045] 격자 구조체 (400)은 연마 요소 (402)의 단면 형태를 수평 방향으로 우세하게 발생하는 슬러리 유동에 대해 유선형이 되게 선택함으로써 더 최적화될 수 있다. 최소 유체 장애(drag)를 달성하기 위해 체형을 유선형화시키는 것은 공학의 잘 정립된 규칙이고, 항공기, 선박, 자동차, 발사체, 및 기체 또는 액체 중에 또는 그와 관련하여 이동하는 여타 대상체의 고안에 통상적으로 적용되는 과학의 일부를 형성한다. 이들 후자의 인간-규모 대상체를 관리하는 유체 유동의 인자들은 CMP 패드 거대구조 또는 미세구조의 규모에서 동일하게 적용된다. 필수적으로, 유선형화는, 표면으로부터 분리되지 않고 유체 에너지를 소비하는 재순환 소용돌이를 형성하지 않으면서 외부 유체 유동이 단면 주위를 통과할 수 있도록, 날카로운 변화 없이 서서히 굽은 단면을 선택하는 것을 내재한다. 이러한 고려에 따라, 연마 요소 (402)에 대해 정사각형 또는 직사각형 단면보다 원형 단면이 바람직하다. 연마 요소 (402)의 형태의 추가 유선형화는 슬러리 유동의 국소 방향의 지식을 요구한다. 패드와 웨이퍼 모두가 회전하기 때문에, 슬러리 유동은 다양한 각도로부터 연마 요소 (402)로 접근할 수 있고, 한 각도의 접근에 대한 올바른 유선형화는 여타 각도의 접근에 대해 차선일 것이다. 모든 방향의 유체 접근에 동일하게 유선형화되는 유일한 형태는 원형 단면이고, 따라서 이는 일반적인 경우에 바람직하다. 우세한 유동 방향이 결정될 수 있는 경우, 압반 속도 대 운반체 속도의 비가 매우 높은 CMP 공정의 경우에서와 같이, 그 방향에 대해 연마 요소 (402)의 단면을 유선형화시키는 것이 보다 바람직하다.

[0046] 연마 패드 (104)는 상호연결된-다중-요소 격자 구조체 (400)을 포함하고, 선택적으로 서브패드 (도시하지 않음)를 포함할 수 있다. 격자 구조체 (400)이 연마기의 압반, 예를 들어 도 1의 압반 (130)에 직접적으로 고정될 수 있다는 것을 주목해야 한다. 격자 구조체 (400)은 임의의 적합한 방식으로, 예컨대 접착성 결합, 예를 들어 압력 민감성 접착층 또는 핫-멜트 접착, 열 결합, 화학적 결합, 초음파 결합 등을 사용하여 서브패드에 고정될 수 있다. 기저층 또는 서브패드는 연마 요소 (402)의 부착을 위해 연마 베이스로서 기능할 수 있다.

[0047] 격자 구조체 (400)에 대한 다양한 제조 방법이 가능하다. 보다 큰-규모 망상조직을 위해, 이들에는 미세 기계

가공, 레이저 또는 유체-제트 애칭, 및 출발 실제 질량으로부터의 물질 제거의 여타 방법; 및 집중 레이저 중합, 필라멘트 압출, 섬유 방적, 우선적 광 경화, 생물학적 성장, 및 초기의 빈 부피 내에서의 물질 구성의 여타 방법이 있다. 보다 작은 규모 망상조직을 위해서는, 결정화, 시드 중합, 리소그래피, 포지티브 인쇄, 네가티브 인쇄, 또는 이용될 수 있는 우선적 물질 중착의 여타 기술, 및 전기영동, 상 핵형성(phase nucleation), 또는 후속 물질 자가-조립체에 대한 주형을 수립하는 여타 방법이 있다. 시험에서는 격자 구조체 (400)을 제조하는 효과적인 방법을 제공하기 위한 입체리소그래피를 입증하였다.

[0048] 격자 구조체 (400)의 연마 요소 (402)는 임의의 적합한 물질, 예컨대 폴리카르보네이트, 폴리솔폰, 나일론, 폴리에테르, 폴리에스테르, 폴리스티렌, 아크릴산 중합체, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐플루오라이드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부타디엔, 폴리에틸렌 이민, 폴리우레탄, 폴리에테르 솔폰, 폴리아미드, 폴리에테르 이미드, 폴리케톤, 에폭시, 실리콘, 이들의 공중합체 (예컨대, 폴리에테르-폴리에스테르 공중합체), 및 이들의 혼합물로 이루어질 수 있다. 연마 요소 (402)는 또한 비-중합체성 물질, 예컨대 세라믹, 유리, 금속, 돌, 목재, 또는 단순한 물질의 고체상, 예컨대 열음으로 이루어질 수 있다. 연마 요소 (402)는 또한 중합체와 하나 이상의 비-중합체성 물질의 복합재로 이루어질 수 있다.

[0049] 일반적으로, 연마 요소 (402)에 대한 물질의 선택은, 원하는 방식으로 특정 물질로 이루어진 제품을 연마하기 위한 그의 적합성에 의해 제한된다. 유사하게, 임의적인 서브페드는 임의의 적합한 물질, 예컨대 연마 요소 (402)에 대해 상기 언급한 물질로 이루어질 수 있다. 연마 패드 (104)는 연마기의 압반, 예를 들어 도 1의 압반 (130)에 대해 패드를 고정시키기 위한 패스너(fastener)를 선택적으로 포함할 수 있다. 패스너는, 예를 들어 접착층, 예컨대 압력 민감성 접착층, 핫 멜트 접착, 기계적 패스너, 예컨대 후크 및 루프 패스너의 후크 또는 루프 부분일 수 있다. 하나 이상의 광섬유 종결 장치, 또는 격자 구조체 (400)의 하나 이상의 공극 공간을 차지하는 유사한 전달 장치를 이용하는 것 또한 본 발명의 범주 내에 있다.

[0050] 진정으로 변하지 않는 접촉 면적을 달성하기 위해, 임의의 특정 다중-요소 조립체의 구성원들은 꼭지점에서 교차하지 않으면서 접해야 한다. 이것은 도 5에 나타나 있다. 다중-요소 조립체 (500)의 높이를 따라 임의의 고도에서, 잠재적인 총 접촉 면적은 요소 (502)의 수에 의해 배가되는, 수평면 (즉, 연마면에 평행)에서 하나의 요소 (502)의 단면적이다. 꼭지점 (510)에서 만나는 경우 요소 단면의 임의의 겹침은 잠재적인 총 접촉 면적을 감소시킨다. 그러나, 실질적으로, 양호한 구조적 일체성을 위해 꼭지점 (510)에서 요소 (502)들을 일부 병합시키는 것이 바람직하다. 이것은 도 5a에 나타나 있다. 따라서, 이들 특징은 꼭지점에서 강한 결합을 허용하면서, 상당히 일정한 단면을 유지하도록 균형을 맞추어야 한다. 대안적으로, 요소 (502)는 꼭지점 (512)에 접근하는 말단부에서 퍼져서, 그들의 단면이 부분적으로 겹침에도 불구하고 수평면에서의 제시된 총 접촉 면적은 높아지면서 대략 일정하다.

[0051] 본 발명의 대안적인 실시양태는 각 다중-요소 조립체에서 4개의 요소들을 갖는 도 6 및 6a에 나타나 있다. 격자 연마 텍스쳐 (600)은 접합부 또는 꼭지점 (604)에서 만나는 4개의 요소 (602)로 각각 이루어진 단위 셀 (606)으로 구성된다. 각 접합부 또는 꼭지점 (604)는 일군의 다른 접합부 (604)로 분지화되고, 차례로 보다 넓은 군으로 마찬가지로 분지화된다. 바람직하게는, 연마 구성원들은 각각의 다중-요소 접합부에서 단에서 단으로 정렬된다. 격자 구조체 (600)의 최상단 상의 접합부 또는 꼭지점 (604)에 가해지는 하중은 각 단 하부의 기하적으로 확장되는 수의 접합부 또는 꼭지점 (604)로 분배된다. 예를 들어, 피라미드형 격자 구조체 (600)에서, 최상단의 접합부 또는 꼭지점 (604)에 가해지는 하중은 4개의 요소 (602)를 통해 다음 단의 4개의 접합부 또는 꼭지점 (604)에 전달된다. 이를 각각으로부터, 하중은 4개의 구성원 셀 또는 총 16개의 연마 요소 (602)를 통해 다음 단의 9개의 접합부 또는 꼭지점 (604)에 전달된다. 이 9개의 접합부 또는 꼭지점 (604)로부터, 하중은 36개의 연마 요소 (602)를 통해 다음 단의 16개의 접합부 또는 꼭지점 (604)로 전달되고, 이하 마찬가지이다. 하중 분배의 이러한 특징은 격자 구조체 (600)를 바람직한 전체 강성으로 만들고, 이는 높은 평탄화 효율에 대한 이점이다. 그러나, 최상단에서, 가느다란 구성원은 국소적으로 가요성이고, 가공품과의 양호한 접촉 및 우수한 결점 성능을 허용한다.

[0052] 6개의 구성원을 갖는 다중-요소 조립체가 도 7에 나타나 있다. 조립체 (700)은 접합부 또는 꼭지점 (710)에서 만나는 6개의 요소 (702)들로 이루어진다. 도 5 및 도 6에 각각 나타낸 격자 구조체 (500) 및 (600)과 유사하게, 조립체 (700)은, 요소 (702)들이 격자를 통한 하중의 바람직한 전달을 제공하기 위해 하부 말단부가 아래단 접합부 또는 꼭지점 (710)에 위치하는 단 배열을 갖는 것이 적합하다.

도면의 간단한 설명

[0053] 도 1은 본 발명에 사용하기에 적합한 2중-축 연마기의 일부의 투시도이고;

[0054] 도 2는 50× 배율 하에 본 발명의 상호연결된-다중-요소 격자 망상조직의 SEM 현미경사진의 상면도이고;

[0055] 도 3은 25× 배율 하에 본 발명의 상호연결된-다중-요소 격자 망상조직의 SEM 현미경사진의 상면도이고;

[0056] 도 4는 예시적 목적을 위해 분리시킨 단을 나타내는, 접합부 당 3개의 연마 요소를 갖는 본 발명의 상호연결된-다중-요소 격자 망상조직의 3개의 단의 모식도이고;

[0057] 도 4a는 접합부에 연결된 연마 요소를 나타내는 도 4의 상호연결된-다중-요소 격자 망상조직의 3개의 단의 모식도이고;

[0058] 도 5는 교차하지 않으면서 꼭지점을 형성하는 3개의 연마 요소의 모식도이고;

[0059] 도 5a는 접합부 또는 꼭지점을 형성하는 변형된 말단부를 갖는 3개의 연마 요소의 모식도이고;

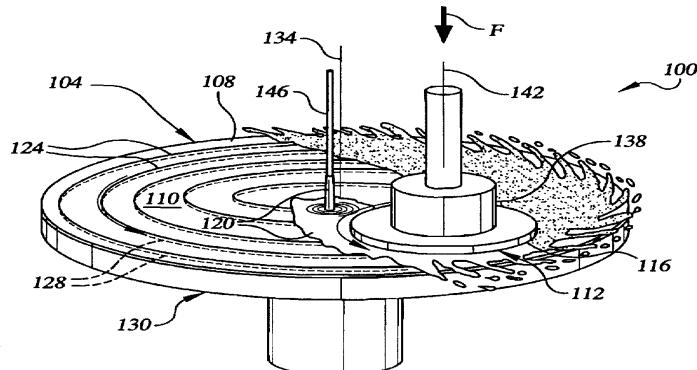
[0060] 도 6은 예시적 목적을 위해 분리시킨 단을 나타내는, 접합부 당 4개의 연마 요소를 갖는 본 발명의 상호연결된-다중-요소 격자 망상조직의 3개의 단의 모식도이고;

[0061] 도 6a는 접합부에 연결된 4개의 연마 요소를 나타내는 도 6의 상호연결된-다중-요소 격자 망상조직의 3개의 단의 모식도이고;

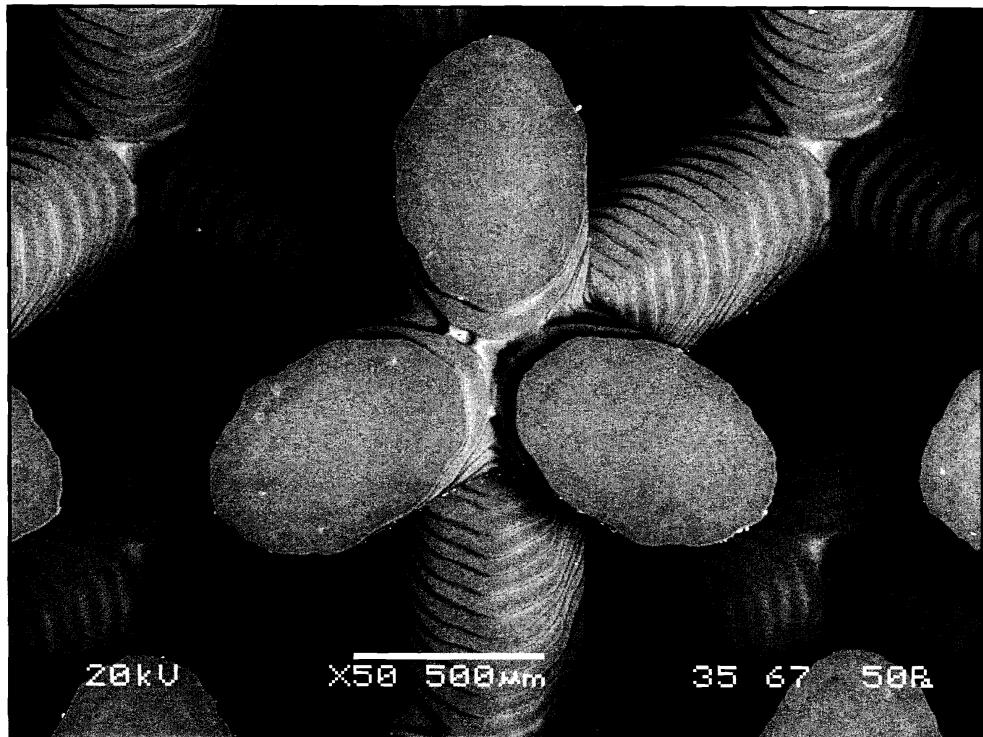
[0062] 도 7은 교차하지 않으면서 꼭지점을 형성하는 6개의 연마 요소의 모식도이다.

도면

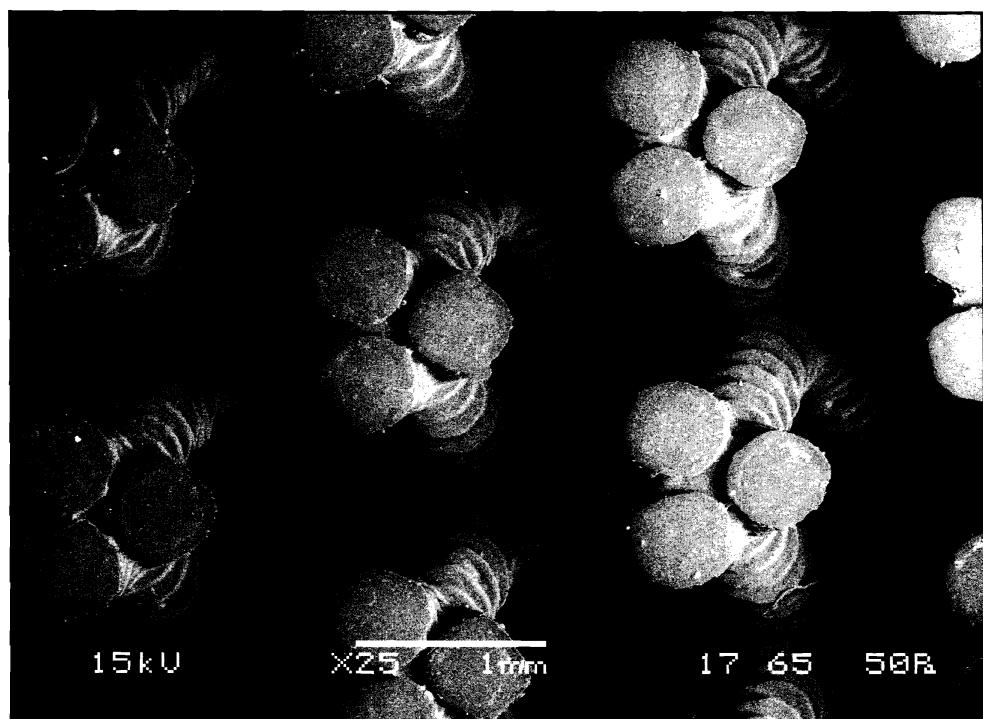
도면1



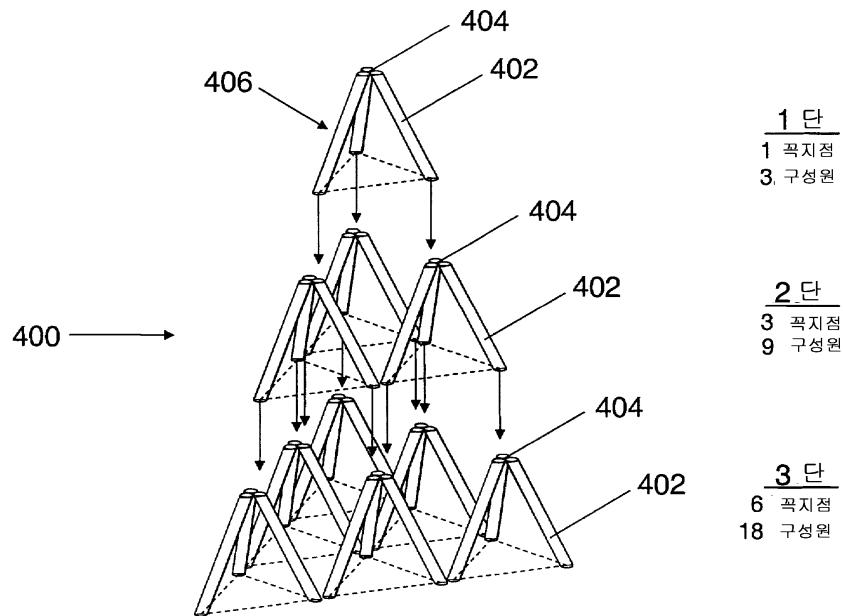
도면2



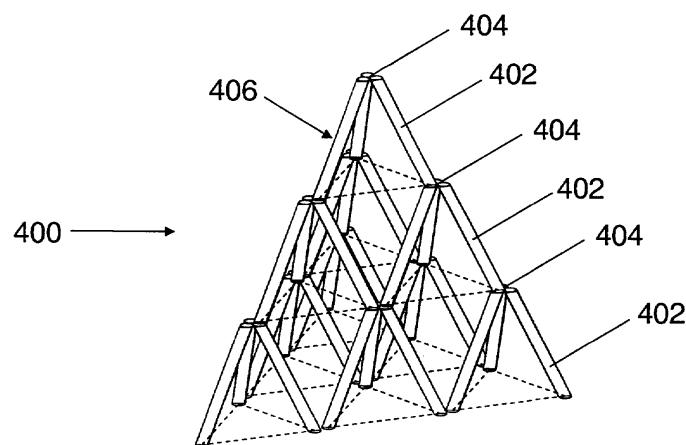
도면3



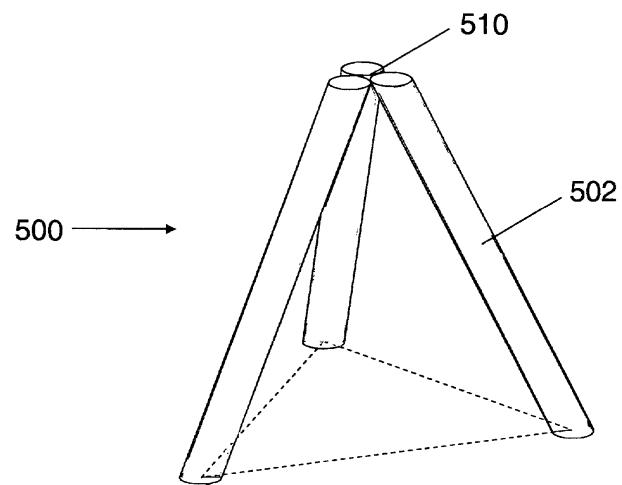
도면4



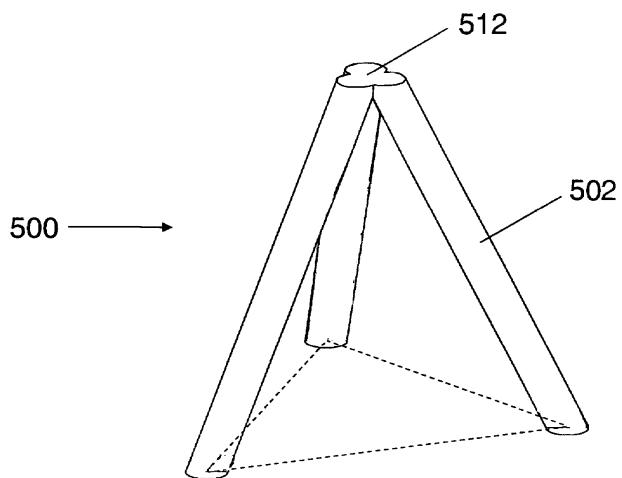
도면4a



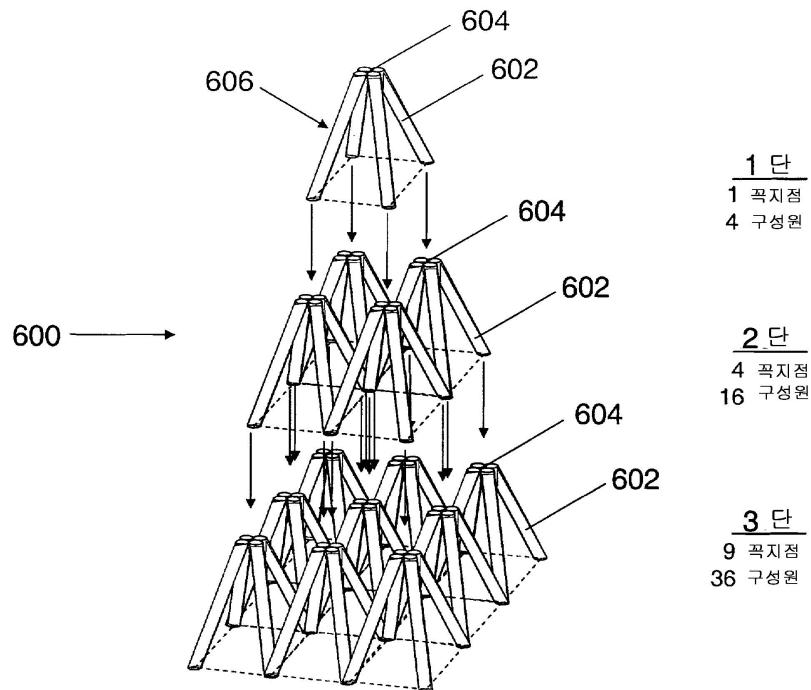
도면5



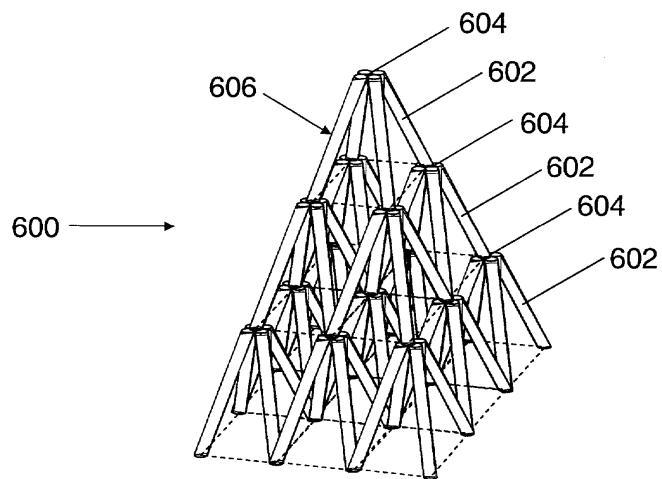
도면5a



도면6



도면6a



도면7

