



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월24일

(11) 등록번호 10-1539462

(24) 등록일자 2015년07월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B24D 11/00 (2006.01) HO1L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0079826

(22) 출원일자 2008년08월14일

심사청구일자 2013년05월02일

(65) 공개번호 10-2009-0017992

(43) 공개일자 2009년02월19일

(30) 우선권주장

11/893,495 2007년08월16일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

US20030013397 A1*

JP2000288916 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자

롭 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 씨 엠피 홀딩
스, 인코포레이티드

미국 19713 멜라웨어주 뉴워크 벨레뷰 로드 451

(72) 발명자

멜다우니, 그레고리 피.

미국 21919 메릴랜드주 얼리빌 이스트 틸 포인트
로드 3

(74) 대리인

장수길, 김영

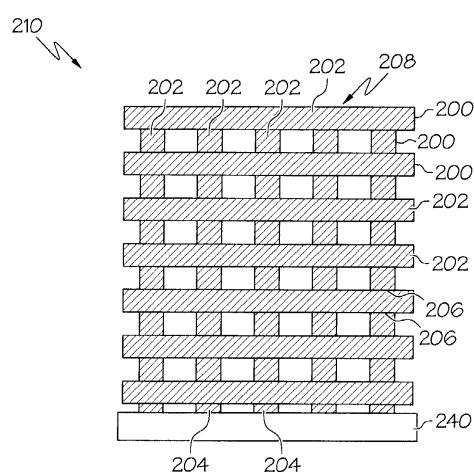
전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이정학

(54) 발명의 명칭 화학적 기계적 연마를 위한 적층된-필라멘트 격자

(57) 요약

본 발명은 연마 매체(120)의 존재하에서 자기, 광학 및 반도체 기판(112) 중 1 이상을 연마시키기에 유용한 연마 패드(104)에 관한 것이다. 연마 패드(104)는 연마 필라멘트의 베이스 층(204, 404, 504)에 적층된 연마 필라멘트의 복수개의 층(200, 300, 400, 500)을 포함하며, 연마 필라멘트의 복수개의 층(200, 300, 400, 500)은 각각의 연마 필라멘트 층이 하부 연마 필라멘트 위에 놓여 그에 부착되는 순차적 적층을 형성하며, 연마 필라멘트의 복수개의 층(200, 300, 400, 500)은 연마 패드(104)의 연마면과 평행하며, 연마 필라멘트의 복수개의 층(200, 300, 400, 500)의 각각의 연마 필라멘트(202, 302, 402)는 평균 3개 이상의 연마 필라멘트(202, 302, 402) 위에 놓여, 상호연결된 연마 필라멘트의 개방 격자 구조체(210, 310, 410, 510, 610)를 갖는 연마 패드를 형성한다.

대 표 도 - 도2

명세서

청구범위

청구항 1

연마 필라멘트의 베이스 층에 적층된 연마 필라멘트의 복수개의 층을 포함하며, 여기서 연마 필라멘트의 복수개의 층은, 연마 필라멘트의 각각의 층이 1개 이상의 하부 연마 필라멘트 위에 놓여 그에 부착되는 순차적 적층을 형성하며, 연마 필라멘트의 복수개의 층은 연마 패드의 연마면과 평행하고, 여기서 연마 필라멘트의 복수개의 층의 개별 연마 필라멘트는 평균 3개 이상의 연마 필라멘트 위에 놓여, 상호연결된 연마 필라멘트의 개방 격자 구조체를 갖는 연마 패드를 형성하고, 연마 패드는 연마 패드가 마모될 때 균일한 접촉 면적을 제공하는, 연마 매체의 존재하에서 자기, 광학 및 반도체 기판 중 하나 이상을 연마시키기에 유용한 연마 패드.

청구항 2

제1항에 있어서, 종합체 물질이 연마 필라멘트의 층을 형성하며, 각각의 연마 필라멘트의 평균 폭이 1 mm 미만인 연마 패드.

청구항 3

제1항에 있어서, 각각의 연마 필라멘트가 연마 패드의 연마면에 대하여 직교하는 수직 측벽을 갖는 연마 패드.

청구항 4

제3항에 있어서, 각각의 연마 필라멘트가 정사각형 또는 직사각형 단면을 갖고, 연마 패드가 연마 필라멘트의 각각의 층을 통하여 마모될 때 연마 필라멘트의 평균 단면이 20% 미만으로 변경되는 연마 패드.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 화학적 기계적 연마를 위한 연마 패드 분야에 관한 것이다. 구체적으로, 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 기타의 전자 장치의 제조에서는, 전도성, 반도체성 및 유전체성 물질의 복수개의 층을 반도체 웨이퍼의 표면에 증착시키고 그 표면으로부터 제거한다. 전도성, 반도성 및 유전성 물질의 박층은 다수의 증착 기법을 사용하여 증착시킬 수 있다. 현대의 웨이퍼 처리에서의 통상의 증착 기법으로는 스퍼터링으로도 공지된 물리적 증착(PVD), 화학적 증착(CVD), 플라즈마 증강 화학적 증착(PECVD) 및 전기화학적 도금 등이 있다. 통상의 제거 기법의 예로는 습식 및 건식 등방성 및 비등방성 애칭 등이 있다.

[0003]

물질의 층이 순차적으로 증착 및 제거됨에 따라, 웨이퍼의 최상부의 표면은 비-평면형이 된다. 차후의 반도체 처리(예를 들면 금속화)는 평면한 표면을 갖는 웨이퍼를 필요로 하기 때문에, 웨이퍼는 평탄화되어야 한다. 평탄화는 원치 않는 표면 토포그래피 및 표면 결함, 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 피가공품, 예컨대 반도체 웨이퍼를 평탄화 또는 연마시키는데 사용되는 통상의 기법이다. 통상의 CMP에서, 웨이퍼 캐리어 또는 연마 헤드를 캐리어 어셈블리에 장착 시킨다. 연마 헤드는 웨이퍼를 지지하고, CMP 장치내에서 테이블 또는 압반상에 장착되는 연마 패드의 연마층과 접촉되도록 웨이퍼를 배치한다. 캐리어 어셈블리는 웨이퍼 및 연마 패드 사이의 조절 가능한 압력을 제공한다. 동시에, 슬러리 또는 기타의 연마 매체는 연마 패드에 분배되어 웨이퍼와 연마층 사이의 간극으로 보내진다. 연마를 실시하기 위하여, 연마 패드 및 웨이퍼는 통상적으로 서로에 대하여 회전하게 된다. 연마 패드가 웨이퍼 아래에서 회전함에 따라, 웨이퍼는 통상적으로 환상 연마 트랙 또는 연마 영역을 지나가며, 여기서 웨이퍼의 표면이 직접 연마층에 대면한다. 표면에서 연마층과 연마 매체의 화학적 및 기계적 작용에 의하여 웨이퍼 표면이 연마되고, 평탄하게 만들어진다.

[0005]

CMP 동안의 연마층, 연마 매체 및 웨이퍼 표면 사이의 상호작용은 연마 패드 디자인을 최적화시키기 위하여 과거 10년간 증가되고 있는 실험, 분석 및, 진보된 수치 모델링의 주제가 되어 왔다. 반도체 제조 공정으로서 CMP의 개시 이래로 대부분의 연마 패드 개발은 다수의 각종 다공성 및 비다공성 중합체 재료에 대한 시도를 비롯하여 사실상 경험적인 것이었다. 연마면 또는 연마층에 대한 많은 디자인은 연마율을 증가시키거나, 연마 균일성을 개선시키거나 또는 연마 결함(스크래치, 퍼트, 탈리된 영역 및 기타의 표면 또는 표면 하부의 손상)을 감소시키는 것으로 주장되는 각종 미세구조체, 또는 공극 부위와 중실 부위의 패턴 및 거대구조체 또는, 표면 천공 또는 홈의 정렬을 갖는 층을 제공하는데 집중되어 있다. 수년에 걸쳐, 다수의 각종 미세구조체 및 거대구조체가 CMP 성능을 향상시키기 위하여 제안되어 왔다.

[0006]

통상의 연마 패드의 경우, 패드면 "컨디셔닝(conditioning)" 또는 "드레싱(dressing)"은 안정한 연마 성능을 위한 일정한 연마면을 유지하는데 있어서 중요하다. 시간이 경과함에 따라, 연마 패드의 연마면은 마모되고, 연마면의 미세조직 위가 평활하게 되는데, 이러한 현상을 "글레이징"으로 지칭한다. 글레이징의 원인은 패드와 피가공품 사이의 접촉 지점에서 마찰 가열 및 전단력으로 인한 중합체 물질의 소성 흐름이다. 또한, CMP 공정으로부터의 부스러기는 표면 공극과 미세-채널(슬러리가 채널을 통해 연마면을 가로지러 흐름)을 폐색시킬 수 있다. 폐색이 발생하는 경우, CMP 공정의 연마율이 감소되며, 그 결과 웨이퍼들 간에 또는 웨이퍼 내에서 불균일한 연마가 초래될 수 있다. 컨디셔닝은 CMP 공정에서의 목적하는 연마율 및 균일성을 유지하는데 유용한 연마면에 새로운 조직을 생성한다.

[0007]

통상의 연마 패드 컨디셔닝은 컨디셔닝 디스크를 사용하여 연마면을 기계적으로 마모시켜 달성된다. 컨디셔닝 디스크는 통상적으로 매립된 다이아몬드 포인트로 이루어진 거친 컨디셔닝 표면을 갖는다. 연마를 중지할 때 ("현장외") CMP 공정에서의 간헐적인 중단중에 또는 CMP 공정을 진행하는 동안("현장내") 컨디셔닝 디스크는 연마면과 접촉하게 된다. 통상적으로 컨디셔닝 디스크는 연마 패드의 회전축에 대하여 고정된 위치에서 회전되며, 연마 패드가 회전함에 따라 환상 컨디셔닝 영역을 지나간다. 기재한 바와 같은 컨디셔닝 공정은 패드면으로 미시적 주름을 절삭하고, 패드 물질을 마모시키고, 주름을 형성시키고 그리고 연마 조직을 재생시킨다.

[0008]

패드 설계자들이 패드 재료 제조와 표면 컨디셔닝 모두를 통하여 표면 조직다양한 미세구조 및 형태를 만들어내었지만, 기존의 CMP 패드 연마 조직은 2 가지의 중요한 관점에서 최적이 아니다. 첫째, CMP에 가해진 압력에서 통상의 CMP 패드 및 통상의 피가공품 사이의 실제 접촉 면적은 작으며, 보통 전체 대면 면적의 단지 수 % 정도밖에 되지 않는다. 이는 구조체의 중실 영역을 무작위로 거친 구조체가 되도록 인열시켜 다양한 형상 및 높이(가장 긴 것만이 피가공품과 실질적으로 접촉한다)의 여러가지 피쳐(feature) 또는 요철부(asperity)를 제

공하는 통상의 부정확한 표면 컨디셔닝의 직접적인 결과이다. 둘째, 슬러리 흐름이 연마 부스러기 및 열을 이송하기 위한 가용 공간이 패드면에서 박충을 이루어, 연마 폐기물이 피가공품의 아래로부터 완전하게 통과해 나갈 때까지 폐기물이 피가공품과 근접하여 존재하게 된다. 패드와 피가공품 사이의 슬러리 흐름은 패드로부터 피가공품까지의 전체 수직 거리를 연결하는 임의의 요철부 주위를 그리고 고도의 불규칙한 표면을 가로질러 통과되어야만 한다. 이는 피가공품이 폐화학물질 및 미리 제거된 물질 모두에 다시 노출될 높은 가능성을 초래한다. 그래서, 통상의 패드 미세구조체는 표면 조직내에서의 접촉 역학 및 유체 역학이 결부되기 때문에 최적이 아니며, 요철부의 이러한 높이 분포는 우수한 접촉이나 효과적인 유체 흐름 및 수송에 유리하지 않다.

[0009] CMP에서의 결합 형성은 통상의 패드 미세구조체의 두 가지 단점 모두에 원인이 있다. 예를 들면, 미국 특허 제 5,578,362호(Reinhardt et al.)에는 조직을 폴리우레탄 연마 패드에 도입하기 위한 중합체 구체의 사용이 개시되어 있다. 정확한 결합 형성 메카니즘이 완전히 규명된 것은 아니라, 일반적으로, 결합 형성을 감소시키는 것은 피가공품에서의 극한의 점 응력을 최소화시킬 것을 필요로 하고 있음이 명백하다. 소정의 가한 부하 또는 연마 압력하에서, 실제의 점 접촉압은 실제의 접촉 면적에 반비례한다. 3 psi(20.7 kPa)의 연마 압력에서 실시되며 그리고 모든 요철부 단부에 걸쳐 2% 실제 접촉 면적을 갖는 CMP 공정은 실제 피가공품에 평균 150 psi(1 MPa)의 수직 응력을 적용한다. 이러한 크기의 응력을 표면 및 표면 하부의 손상을 야기하기에 충분하다. 무디며 불규칙한 형상을 지녀서 통상의 CMP 패드상의 요철부는 바람직하지 못한 흐름 패턴을 야기하며, 요철부에서의 유체 충돌로 인한 국부적인 압력은 상당할 수 있으며, 경체되거나 또는 분리된 흐름의 영역은 연마 부스러기 및 열의 축적을 야기할 수 있거나 또는 입자의 응집 환경을 야기 할 수 있다.

[0010] 잠재적인 결합 형성원을 제공하는 것 이외에, 통상의 연마 패드 미세조직은 패드면 컨디셔닝이 통상적으로 정확하게 재현되지 않기 때문에 최적이 아니다. 컨디셔닝 디스크상의 다이아몬드는 사용시 무뎌지게 되어 컨디셔너를 소정 기간 후 교체하여야만 하며; 이의 수명 기간중에, 컨디셔너의 효율성은 지속적으로 변경된다. 또한, 컨디셔닝은 CMP 패드의 마모율에 상당히 기여한다. 패드 마모의 약 95%가 다이아몬드 컨디셔너의 마모로부터 초래되며 그리고, 피가공품과의 접촉으로부터는 약 5%만이 초래되는 것이 통상적이다. 그래서, 결합 감소 이외에도, 개선된 패드 미세구조체는 컨디셔닝의 필요성이 배제되며 그리고 더 긴 패드 수명이 가능해야 한다.

[0011] 패드 컨디셔닝을 배제시키기 위한 핵심 사항은 자동 재생되는, 즉 마모시 동일한 필수 기하구조 및 형태를 보유하는 연마면을 연구하는 것이다. 그래서, 자동 재생을 위하여, 연마면은 마모가 중실 영역을 상당하게 재형성 하지 않도록 하여야만 한다. 따라서, 중실 영역에 상당한 정도의 소성 흐름을 야기하기에 충분한 연속 전단력 및 열이 가해지지 않거나 또는, 중실 영역을 다른 중실 영역으로 전단력 및 열을 분배하도록 하는 방식으로 전단력 또는 열에 반응하도록 형상화해야만 한다.

[0012] 낮은 결합율 이외에, CMP 패드 연마 구조체는 우수한 평탄화 효율을 달성하여야만 한다. 패드 재료를 더 연질이고 더 순응성이 되도록 함으로써 더 낮은 결합율이 달성되나, 이러한 동일한 특성의 변경이 평탄화 효율을 손상시키기 때문에, 통상의 패드 재료는 2 가지 성능 계측값 사이에서의 조정을 필요로 한다. 궁극적으로, 평탄화는 단단하고 평편한 물질을 필요로 하며; 낮은 결합율은 덜 단단한 순응성 물질을 필요로 한다. 그래서, 단일의 물질을 사용하여 이를 계측값 사이의 필수적인 조정을 극복하는 것은 곤란하다. 통상의 패드 구조체는 서로 접합된 경질 및 연질 층을 갖는 복합 물질의 사용을 비롯한 다수의 방법으로 이러한 문제점을 접근한다. 복합체가 단일의 층 구조체에 비하여 개선점을 제공하지만, 이상적인 평탄화 효율 및 0의 결합 형성을 동시에 달성하는 물질이 개발되지는 않았다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0013] 그래서, 패드 미세구조체 및 컨디셔닝 수단이 현재 CMP 적용에 대하여 존재하긴 하나, 피가공품과의 더 높은 실제 접촉 면적 및, 연마 부스러기의 제거에 더 효과적인 슬러리 흐름 패턴을 달성하면서 재조직화에 대한 필요성을 감소 또는 배제시키는 CMP 패드 디자인에 대한 필요성이 존재한다. 또한, 우수한 평탄화 효율에 요구되는 경질의 단단한 구조와, 낮은 결합율에 요구되는 덜 단단한 순응성 구조를 합한 CMP 패드 구조체에 대한 필요성이 존재한다.

과제 해결수단

[0014] 본 발명의 실시태양은 연마 필라멘트의 베이스 층에 적층된 연마 필라멘트의 복수개의 층을 포함하며, 여기서 연마 필라멘트의 복수개의 층은, 연마 필라멘트의 각각의 층이 1개 이상의 하부 연마 필라멘트 위에 놓여 그에

부착되는 순차적 적층을 형성하며, 연마 필라멘트의 복수개의 층은 연마 패드의 연마면과 평행하고, 여기서 연마 필라멘트의 복수개의 층의 개별 연마 필라멘트는 평균 3개 이상의 연마 필라멘트 위에 놓여, 상호연결된 연마 필라멘트의 개방 격자 구조를 갖는 연마 패드를 형성하는, 연마 매체의 존재하에서 자기, 광학 및 반도체 기판 중 1 이상을 연마시키기에 유용한 연마 패드에 관한 것이다.

[0015] 본 발명의 또다른 실시태양은 연마 필라멘트의 베이스 층에 적층된 연마 필라멘트의 복수개의 층을 포함하며, 여기서 연마 필라멘트의 복수개의 층은, 연마 필라멘트의 각각의 층이 하부 연마 필라멘트 위에 놓여 연마 필라멘트들 사이의 각각의 교차부에서 그에 부착되는 순차적 적층을 형성하고, 연마 필라멘트의 복수개의 층은 연마 패드의 연마면과 평행하며, 여기서 연마 필라멘트의 복수개의 층의 각각의 연마 필라멘트는 종합체이며, 평균 3개 이상의 연마 필라멘트 위에 위치하여, 상호연결된 연마 필라멘트의 개방 격자 구조를 갖는 연마 패드를 형성하는, 연마 매체의 존재하에서 자기, 광학 및 반도체 기판 중 1 이상을 연마시키기에 유용한 연마 패드에 관한 것이다.

효과

[0016] 본 발명은 연마 패드의 강성도와 함께 접촉 면적이 증가되는 잇점을 제공한다. 특히 연마 부스러기를 용이하게 제거하는 패드내에서 효과적인 유체 흐름과 함께 높은 접촉 표면적을 제공한다. 또한, 연마 필라멘트의 강성도, 높이 및 폐치를 조정하여 기판과의 접촉 역학을 조절할 수 있다. 게다가, 연마 필라멘트의 일정한 단면적은 복수개의 기판, 예컨대 유사한 연마 특징을 갖는 패턴화된 웨이퍼의 연마가 가능하도록 한다. 마지막으로, 표면에서의 강성도 및 국부 변형율을 위한 격자 구조체의 적용은 통상의 패드를 사용하여 달성되지 않는 낮은 결합 평탄화의 능력을 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0017] 도면을 살펴보면, 도 1은 일반적으로 본 발명의 연마 패드(104)와 함께 사용하기에 적절한 2중 축 화학적 기계적 연마(CMP) 연마기(100)의 주요 특징을 도시한다. 연마 패드(104)는 일반적으로 연마 매체(120)의 존재하에서 폐가공품의 연마면(116)을 연마하도록, 물품, 예컨대 반도체 웨이퍼(112)(처리되거나 또는 처리되지 않음) 또는 기타의 폐가공품, 예를 들면 유리, 평판 디스플레이 또는 자기 정보 저장 디스크에 대면하기 위한 연마면(110)을 갖는 연마층(108)를 포함한다. 연마 매체(120)는 깊이(128)를 갖는 임의의 나선형 홈(124)을 통하여 연마 패드 둘레(122)로 이동한다. 편의상, 용어 "웨이퍼"는 일반적인 원리를 상실하지 않고 하기에서 사용한다. 또한, 청구의 범위를 비롯한 본 명세서에서 사용한 바와 같이 용어 "연마 매체"는 입자-함유 연마용액 및 비-입자-함유 용액, 예컨대 무-연마제 및 반응성 액체 연마 용액을 포함한다.

[0018] 연마기(100)는 압반(130)에 장착된 연마 패드(104)를 포함할 수 있다. 압반(130)은 압반 드라이버(도시하지 않음)에 의하여 회전축(134) 주위에서 회전 가능하다. 웨이퍼(112)는 압반(130)의 회전축(134)에 평행하며 그로부터 이격된 회전축(142) 주위에서 회전 가능한 웨이퍼 캐리어(138)에 의하여 지지될 수 있다. 웨이퍼 캐리어(138)는 웨이퍼(112)가 연마층(108)에 대하여 아주 약간 평행하지 않은 양상을 가정하도록 하는 짐벌(gimbaled) 결합(도시하지 않음)을 특징으로 하며, 이 경우, 회전축(134, 142)은 아주 조금 비스듬할 수 있다. 웨이퍼(112)는 연마층(108)에 대면하며 연마중에 평탄화되는 연마면(116)을 포함한다. 웨이퍼 캐리어(138)는 웨이퍼(112)를 회전시키고 그리고 연마층(108)에 대하여 연마면(116)을 압착시키는 하향력(F)을 제공하여 소정의 압력이 연마중에 연마면 및 연마층 사이에 존재하도록 하기 위해 적절한 캐리어 지지 어셈블리(도시하지 않음)에 의하여 지지될 수 있다. 또한, 연마기(100)는 연마 매체(120)를 연마층(108)에 공급하기 위한 연마 매체 분배기(146)를 포함할 수 있다.

[0019] 당업자가 숙지하고 있는 바와 같이, 연마기(100)는 기타의 부품(도시하지 않음), 예컨대 시스템 제어기, 연마 매체 저장 및 분배 시스템, 가열 시스템, 행굼 시스템 및, 연마 공정의 각종 양상을 제어하기 위한 각종 제어기, 예컨대 (1) 웨이퍼(112) 및 연마 패드(104)의 회전 속도중 하나 또는 모두를 위한 속도 제어기 및 선택기; (2) 연마 매체(120)를 패드에 전달하는 속도 및 위치를 변경시키기 위한 제어기 및 선택기; (3) 웨이퍼 및 연마 패드 사이에 가한 하향력 F의 크기를 조절하기 위한 제어기 및 선택기 및 (4) 패드의 회전축(134)에 대하여 웨이퍼의 회전축(142)의 위치를 제어하기 위한 제어기, 작동기 및 선택기를 포함할 수 있다.

[0020] 연마중에, 연마 패드(104) 및 웨이퍼(112)는 각각의 회전축(134, 142)에 대하여 회전하며, 연마 매체(120)는 연마 매체 투입구(146)로부터 회전중인 연마 패드로 분배된다. 연마 매체(120)는 웨이퍼(112) 아래의 간극과 연마 패드(104)를 비롯하여 연마층(108) 위에 분배된다. 연마 패드(104) 및 웨이퍼(112)는 통상적으로 0.1 rpm 내지 150 rpm의 소정의 속도에서 회전하지만, 반드시 그러한 것은 아니다. 하향력 F는 통상적으로 웨이퍼(112)

및 연마 패드(104) 사이에서 0.1 psi 내지 15 psi(6.9 내지 103 kPa)의 압력을 유도하도록 선택된 크기이지만, 반드시 그러한 것은 아니다. 연마되는 기판의 직경보다 작은 직경을 갖는 연마 패드로 또는 웹 형태로 연마 패드를 형상화할 수 있다.

[0021] 본 발명은 연마 매체의 존재하에 자기, 광학 및 반도체 기판 중 1 이상의 연마에 유용한 연마 패드(104)에 관한 것이다. 도 2 내지 도 2b를 살펴보면, 연마 패드(104)(도 1)는 연마 필라멘트(202)의 베이스 층(204)상에서 수직 배열로 적층된 연마 필라멘트(202)(도 2)의 복수개의 필라멘트 층(200)을 갖는다. 연마 필라멘트(202)의 베이스 층(204)은 압반(130)의 표면에 연마 패드(104)의 장착 및 이에 대한 접착을 돋는 베이스 물질(240)에 부착될 수 있다. 베이스 층(204) 위의 연마 필라멘트(202)의 각각의 순차적인 필라멘트 층(200)은 하부의 필라멘트 층(200)으로부터의 지지 및 이에 대한 부착을 위하여 이의 연마면(208)에 대하여 평행한 수평면에서 기하학적으로 회전된다. 본 명세서에 있어, 연마면에 평행하다는 것은 연마면(116)에 대면하는 연마 패드(104)의 전체 제시된 표면에 평행하다는 것을 나타낸다. 각각의 층(200)의 연마 필라멘트(202)가 필라멘트 층(200) 위 및 필라멘트 층(200) 아래의 연마 필라멘트(202)와 각을 형성하도록, 수평면에서의 기하학적 회전에 의하여 필라멘트 층(200)의 위 및 필라멘트 층(200)의 아래와는 다른 방향을 갖는 각각의 필라멘트 층(200)이 생성된다.

[0022] 각각의 연마 필라멘트(202)는 3개 이상의 하부 연마 필라멘트(202)로부터의 지지에 충분한 길이를 갖는 것이 이롭다. 이롭게는, 각각의 연마 필라멘트(202)는 2 개의 단부를 가지며, 각각의 단부는 연마 패드(104)의 둘레에 있다. 연마 필라멘트(202)의 연장된 선형 형상은 연마중에 방열을 돋는 매우 높은 표면적 대 부피비를 제공한다. 이러한 실시태양에서, 각각의 필라멘트 층(200)은 연마면(208)에 대하여 평행한 면에서 위의 필라멘트 층(200)에 대하여 90° 회전하여 각각의 교차부(206)에서 고정된 연마 필라멘트(202)를 갖는 필라멘트 층(200)의 순차적인 적층체를 형성하여 상호연결된 연마 필라멘트(202)의 개방 격자 구조체(210)를 갖는 연마 패드(104)를 형성한다. 연마 필라멘트(202)는 구조적 일체성을 위하여 1 이상의 교차부(206)를 사용하여 또다른 연마 필라멘트(202)에 고정시켜야만 한다. 그리하여 개방 격자 구조체(210)는 상호연결된 필라멘트(202)의 변경된 구조체를 구성한다. 또다른 실시태양에서, 교호하는 교차부에서 또는 램덤 교차부에서 연마 필라멘트를 고정시킬 수 있다. 그러나, 가장 일정한 연마 성능을 위하여, 각각의 교차부(206)는 하부 연마 필라멘트를 상부 연마 필라멘트에 부착시킨다. 상호연결된 개방 격자 구조체(210)는 연마면에서 국부 변형율을 갖는 단단한 연마 패드를 형성하도록 할 수 있다. 강성도 및 국부 변형율의 조합은 통상의 패드를 사용하여 달성되지 않는 낮은 결함 평탄화 능력을 제공한다. 게다가, 개방 격자 구조체(210)는 더 낮은 공극 분율 및 더 낮은 표면-대-부피 비를 갖는 하부 미세구조체를 갖는 통상의 패드에 비하여 개선된 유체 흐름 및 방열을 갖는 잇점을 제공한다.

[0023] 도 3은 개방 부피 대 중실 부피의 높은 공극 분율 또는 비율을 갖는 개방 격자 망상조직 구조체(310)를 형성하기 위하여 순차적으로 적층시키는 필라멘트 층(300)을 예시한다. 필라멘트 층(300)은 일련의 유사하거나 또는 동일한 거시적 또는 미시적 연마 필라멘트(302)로부터의 연마층을 형성하며, 각각의 필라멘트(302)는 복수개의 부위에서 구속된다. 바람직하게는, 연마 필라멘트(302)는 미시적 치수를 가져서 미세조직을 생성한다. 미시적 치수는 접촉 지점으로부터의 방열을 돋기 위하여 부피에 대한 표면적의 비를 증가시키는 추가의 잇점을 제공한다. 통상적으로, 필라멘트는 평균 폭이 1 μm 미만이다. 바람직하게는, 필라멘트는 폭이 0.2 μm (200 μm) 미만이다. 평균 폭이 10 μm 정도로 작은 필라멘트를 제조하는 것이 가능하나, 통상적으로 100 μm 이상의 평균 폭이 개선된 평탄화에 충분한 강성도를 제공한다. 임의로 필라멘트 층(300)은 베이스 필라멘트 층(304)위에 위치한다. 또한 베이스 물질(340)이 제공될 수 있다.

[0024] 필라멘트(302)를 구속하는 것은 3차원으로 상호연결된 개방 격자 구조체를 형성하여 전단력, 굽힘 및 압착에 관련하여 격자 망상조직 구조체(310)를 강성화한다. 이러한 특징은 낮은 결함율에 요구되는 더 짧은 길이 비율에서의 순응성을 가능케 하면서, 우수한 평탄화 효율에 요구되는 길이 비율에서의 강성도를 패드에 부여하는 방식으로 작용한다. 또한, 이러한 특징은 통상의 연마 패드를 사용하여 실현되는 것보다 패드와 웨이퍼 사이에서 더 높은 실제 접촉 면적 및, 패드와 웨이퍼 사이에서 더 바람직한 슬러리 흐름 패턴 모두를 제공할 뿐 아니라, 통상의 다이아몬드 패드 컨디셔닝에 대한 필요성을 배제시킬 수 있는 자동 재생되는 구조체를 제공한다. 그러나, 다수의 적용예에서, 브러쉬, 예컨대 중합체 브러쉬를 사용한 컨디셔닝에 의하여 부스러기를 제거할 수 있는 것이 바람직하다.

[0025] 물질의 제거 또는 재형성 과정(즉 컨디셔닝)의 결과로 표면 조직 또는 요철이 얻어지는 선행기술의 CMP 패드와는 반대로, 패드의 연마 조직은 정확한 기하구조를 갖는 연마 필라멘트의 적층된 층으로서 형성된다. 예시를 위하여, 연마 조직은 연마면에 대하여 평행한 실질적으로 수평인 엘리먼트로 이루어지는 것으로 제시된다. 이러한 필라멘트는 원형, 정사각형, 삼각형, 직사각형, 다각형 또는 기타의 단면을 가질 수 있다. 정사각형 및 직사각형 단면은 동일한 평균 치수를 갖는 원형 또는 삼각형 단면에 비하여 연마중에 접촉 면적을 증가시킨다.

본 명세서의 경우, 접촉 면적은 2 ps¹(13.8 kPa)의 정적 하향력을 갖는 광학적 평판한 슬라이드와 접촉하는 면적을 나타낸다. 본 발명에 의하여 생성된 통상의 연마 패드는 논문[A Novel Optical Technique to Measure Pad-Wafer Contact Area in Chemical Mechanical Planarization", C. L. Elmufdi and G. P. Muldowney, *Proceedings of Material Research Society (MRS) Spring Meeting*, 2006]에 개시된 기법을 사용하여 공초점 현미경을 사용하여 측정시 10% 이상의 접촉 면적을 갖는다. 예를 들면, 연마 패드는 공초점 현미경을 사용하여 측정시 10 내지 80%, 이롭게는 20 내지 75%의 접촉 면적을 가질 수 있다. 연마중에 접촉 면적을 증가시키는 것은 제거율을 제공하기 위하여 연마 패드의 요철부와의 접촉에 의존하는 무-연마제 연마 용액에 특히 유용하다. 게다가, 정사각형 또는 직사각형 단면을 갖는 필라멘트에 의하여 제공되는 연마면에 직교하는 수직 측벽은 패드가 마모될 때 균일한 접촉 면적을 제공하여 다른 필라멘트 단면을 사용하여 얻는 것보다 더 일정한 연마 성능을 제공하게 된다. 바람직하게는, 연마 패드가 연마 필라멘트의 각각의 층을 통하여 마모될 때 필라멘트의 평균 단면은 20% 미만으로 변경된다. 가장 바람직하게는, 연마 패드가 연마 필라멘트의 각각의 층을 통하여 마모될 때 필라멘트의 평균 단면은 10% 미만으로 변경된다.

[0026] 필라멘트의 순차적인 층이 마모됨에 따라, 필라멘트의 각각의 층은 실질적으로 일정한 접촉 면적을 갖는 신규한 연마면이 된다. 소정의 층의 불연속 도메인내에서 필라멘트의 방향이 변경될 경우도 접촉 면적은 변경되지 않는다. 임의로, 도 4 및 도 4a에서 도시한 바와 같이, 소정의 도메인(412)내에서 모든 필라멘트(402)가 실질적으로 동일한 방향을 갖지만, 도메인(412) 사이에서는 필라멘트(402)의 방향이 상이할 수 있도록, 각각의 필라멘트 층(400)내에서의 수평 연마 필라멘트(402)가 배열되어 도메인(412)을 형성한다. 특히, 하나의 필라멘트 층(400)내에서 필라멘트(402)의 방향은 통상의 경계를 공유하는 임의의 2 개의 도메인(412)에서 상이하다. 각각의 도메인(412)내에서, 연마 필라멘트의 층(400)은 베이스 층(404)상에서 순차적으로 적층되어 일정한 연마면(408)을 형성한다. 각각의 연마 필라멘트(202)가 2 개의 단부를 갖고 각각의 단부는 연마 패드(104)의 둘레에 위치하는 도 2 내지 도 2b에 도시된 실시태양과는 반대로, 도 4 및 도 4a에 도시된 실시태양에서의 연마 필라멘트(402)는, 도메인(412)이 연마 패드(104)의 둘레에 존재하지 않을 경우에는 단부가 도메인(412)의 가장자리에 위치하고, 도메인(412) 자체가 연마 패드(104)의 둘레에 존재하여 1 이상의 면에서 연마 패드(104)의 원주에 의하여 한정되어 지는 경우에는 단부가 연마 패드(104)의 둘레에 존재한다. 도 4 및 도 4a에 도시된 실시태양은 도 2 내지 도 2b에 도시된 개방 격자와 동일한 잇점을 제공하며, 여기서 연마 필라멘트(202)에 의하여 정해지는 단일의 방향으로 발생하는 임의의 소정의 필라멘트 층(200)에서의 연마 액체의 흐름과는 반대로, 임의의 소정의 필라멘트 층(400)에서의 연마 액체의 흐름은 여러 도메인(412)에서 연마 필라멘트(402)의 서로 다른 배향에 의하여 정해지는 여러 방향을 따라 동시에 발생하는 것을 추가의 특징으로 한다.

[0027] 게다가, 패드를 통한 천공, 전도성-라이닝 흄의 도입 또는 1 이상의 도체, 예컨대 전도성 섬유, 전도성 망상조직, 금속 격자 또는 금속 와이어의 혼입을 통해 패드를 eCMP(전기화학적 기계적 평탄화) 연마 패드로 전환시킬 수 있다. 이러한 패드의 3차원 망상조직 구조체는 유체 흐름을 촉진시키고, 요구되는 eCMP 적용에 대하여 일정한 표면 구조를 유지할 수 있다. 증가된 유체 흐름은 eCMP 공정으로부터 폐 전해질의 제거를 개선시킬 수 있어 eCMP 공정의 균일성을 개선시킬 수 있다.

[0028] 도 5 및 도 5a는 연마 필라멘트의 층(500)으로부터 제조된 eCMP 연마 패드의 예를 예시한다. 연마 필라멘트의 층(500) 각각은 교호하는 전도성 필라멘트(501) 및 비-전도성 필라멘트(503)를 포함한다. 전도성 필라멘트(501) 및 비-전도성 필라멘트(503)는 더 나아가 도메인(512)으로 구성된다. eCMP 패드를 형성하기 위하여, 웨이퍼상에 하전을 배치하고, 전도성 필라멘트(501)상에 하전을 배치할 수 있다. 전도성 필라멘트(501)와 웨이퍼 사이의 전위는 웨이퍼상에서의 금속면의 전기용해를 돋는다. 임의로, 도메인(512)은 교호하는 애노드(514) 및 캐쏘드(516)로 추가로 분할되어 각각의 도메인내에서 필라멘트 사이에서 국부 전위를 생성한다. 또한, 이와 같은 필라멘트 사이의 전위는 eCMP를 위한 금속의 전기용해를 실시할 수 있다. 임의로, 도 5 및 도 5a에 도시하지 않았지만, 소정의 도메인(512)내의 모든 필라멘트는 캐쏘드로서 적절한 물질을 가질 수 있으며, 이웃하는 도메인(512)내에서의 모든 필라멘트는 애노드로서 적절한 물질을 가질 수 있다. 이러한 구조는 교호하는 애노드 및 캐쏘드 필라멘트가 단일의 도메인(512)내에 배치되는 경우 달성될 수 있는 것보다 더 큰 길이 비율에서, eCMP를 위한 금속의 전기용해를 실시하기 위하여 이웃하는 도메인(512) 사이에서의 국부 전위를 생성하는데 사용될 수 있다.

[0029] 도 6은 하부 연마 필라멘트 층(605) 위의 수평면에서 45° 회전한 상부 연마 필라멘트 층(607)을 갖는 연마 격자(610)를 예시한다. 45° 회전의 잇점은 교차부(606)가 90°에서 교차하는 동일한 크기를 갖는 필라멘트에 의하여 형성된 교차부에 비하여 더 강한 결합 및 지지에 대하여 증가된 표면적을 갖는다는 점이다. 이롭게는, 연마 필라멘트 층(605 및 607)은 필라멘트 층 사이에서 연속 물질을 제공하기 위한 무이음매 연결을 갖는다.

[0030]

본 발명은 규칙적인 적층 격자뿐 아니라, 불규칙한 격자를 포함한다. 격자는 여러 가지 방법으로 불규칙할 수 있다. 첫째, 소정의 층에서의 평행한 부재의 이격은 주기적이거나, 랜덤하거나 또는 달리 일정하지 않을 수 있다. 둘째, 층의 두께가 일정하지 않을 수 있다. 셋째, 상이한 층들에서 부재의 주요 방향 사이의 편향 각도는 가변적이다. 넷째, 임의의 소정의 층내에서, 국소적으로 평행한 엘리먼트의 도메인은, 존재할 경우, 도 5에 도시된 동일한 크기보다는 여러 가지의 크기를 가질 수 있다. 다섯째, 필라멘트는 굴곡형, 파상형 또는 나선형 패턴을 가질 수 있다.

[0031]

연마 필라멘트의 폭 및 피치는 전체 연마 패드를 통하여 일정하거나 또는 거의 일정하거나 또는, 연마 필라멘트의 도메인들 간에 균일한 것이 바람직하다. 임의로, 제거율 및 연마 또는 웨이퍼 균일도를 미세 조정하기 위하여 여러 영역에서의 연마 엘리먼트의 밀도를 조절할 수 있다. 또한, 개방된 채널 또는 홈, 예컨대 원형인 채널, X-Y 채널, 방사상 채널, 굴곡된 방사상 채널 또는 나선형 채널을 형성하는 방식으로 연마 엘리먼트를 배열할 수 있다. 이러한 임의의 채널의 도입은 커다란 부스러기의 제거를 도울 수 있으며, 연마 또는 웨이퍼 균일도를 개선시킬 수 있다.

[0032]

연마 필라멘트의 치수 및 간격은 패드와 웨이퍼 사이의 높은 접촉 면적과, 슬러리가 연마 부스러기를 제거하기에 적절한 개방 흐름 면적을 제공하도록 선택된다. 이러한 목적 사이에서는 고유한 조정이 존재한다: 연마 조직의 사용 공간에 더 많은 연마 필라멘트 또는 더 큰 필라멘트를 추가하는 것은 전체 접촉 면적을 증가시키나, 개방 흐름 면적을 감소시켜 슬러리에 의한 연마 부스러기의 제거에 더 많은 장애를 생성하게 된다. 또한, 연마 필라멘트의 단면을 감소시키는 것은 패드에서 웨이퍼가 미끄러지는 경향을 감소시키고, 연마 패드 및 웨이퍼 사이의 마찰을 감소시키는 역할을 한다. 임의로, 연마 필라멘트는 베이스 층 위에서 측정된 연마 패드 부피의 80% 미만을 구성할 수 있다. 예를 들면, 연마 필라멘트는 베이스 층 위에서 측정한 연마 패드 부피의 75% 미만을 구성할 수 있으며; 통상적으로 연마 필라멘트는 베이스 층 위에서 측정한 연마 패드 부피의 5 내지 75%를 차지한다. 높은 접촉 면적을 위하여 설계된 연마 패드는 통상적으로 베이스 층 위에서 측정된 연마 패드 부피의 40 내지 80%를 차지한다.

[0033]

본 발명의 필수 특징은 접촉 면적 및 흐름 면적의 바람직한 균형이기 때문에, 연마 필라멘트는 적절하게 가늘고 그리고 적절하게 이격되어야만 한다. 일반적으로, 폭 w 및 피치 p (중심에서 중심까지 측정함)를 갖는 정사각형 단면의 필라멘트의 경우, 웨이퍼에 대면하는 접촉 면적 분율은 (w/p) 이고, 소정의 필라멘트 층에서의 흐름 면적 분율은 $(1-w/p)$ 이다. 연마 필라멘트의 피치에 대한 연마 필라멘트의 폭의 비는 임의로 80% 접촉 면적 분율 및 20% 흐름 면적 분율에 해당하는 0.8 이하, 그리고 바람직하게는 60% 접촉 면적 분율 및 40% 흐름 면적 분율에 해당하는 0.6 이하가 될 수 있다. 예를 들면, 동일한 폭 및 필라멘트 간격을 갖는 필라멘트는 접촉 면적 분율 및 흐름 면적 분율이 모두 50%인 것에 해당하는 0.5의 피치에 대한 폭의 비를 갖는다. 특정의 적용예에서, 매우 큰 흐름 면적, 예를 들면 20% 접촉 면적 분율 및 80% 흐름 면적 분율에 해당하는 0.2의 필라멘트 피치에 대한 필라멘트 폭의 비를 갖는 것이 바람직하다. 20% 접촉 면적 분율도 다이아먼드 컨디셔닝 이후 통상의 연마 패드 물질을 사용하여 실현되는 분율보다는 훨씬 더 크다는 것이 중요하다.

[0034]

통상적으로, 격자로 배열된 연마 필라멘트는 패드의 표면 아래의 위치에서 연마 부스러기를 수집 또는 포획하는 작용을 한다. 이러한 특징은 연마중에 물품의 표면에 접촉하거나 표면을 스크래치시키지 않는 위치에서 해로운 부스러기를 포획시켜 결함율의 감소를 증진시킨다. 또한, 필라멘트는 연마중에 발생된 마찰열로 인한 필라멘트의 국부 변형 및 소성 흐름이 필라멘트들 간의 간극을 연결하기에는 불충분하도록 필라멘트 사이에 충분히 큰 간격을 지니는 것이 이롭다.

[0035]

임의로는, 주로 수평 방향으로 발생하는 슬러리 흐름에 대하여 유선형이 되도록 연마 필라멘트의 단면 형상을 선택하여 연마 슬러리 흐름을 더욱 최적화한다. 최소의 유체 장애물을 달성하기 위한 바디의 유선형화는 이미 확립된 기술이며, 항공기, 선박, 자동차, 발사체 및, 기타의 기체 또는 액체 내에서 또는 이에 대하여 이동하는 물체의 설계에서 통상적으로 적용되는 기술의 일부를 형성한다. 이와 같은 후자의 사람 규모의 물체를 관리하는 유체 흐름의 방정식은 CMP 패드 거대구조체 또는 미세구조체의 규모에도 동일하게 적용된다. 사실상, 유선형은 외부 유체 흐름이 표면으로부터 분리되지 않고 그리고 유체 에너지를 소비하는 재순환 와동을 형성하지 않으면서 단면을 통과될 수 있도록 뚜렷한 변화점이 없는 점진적으로 굴곡된 단면을 선택하는 것으로 구성된다. 이와 같은 사항만을 고려하면, 원형인 단면이 연마 필라멘트에 정사각형 또는 직사각형 단면에 비하여 바람직하다. 그러나, 정사각형 또는 직사각형 단면은 필라멘트의 마모 도중 접촉 면적의 변화를 최소로 하기에 바람직하다. 임의로는, 필라멘트는 이와 같은 2 가지의 목적의 균형을 갖는 단면, 예컨대 유선형의 일부 잇점을 실현하면서 작은, 예를 들면 20% 미만의 접촉 면적 변화가 가능하도록 하는 모서리가 둥근 정사각형과 같은 단면을

가질 수 있다.

[0036] 연마 패드는 임의로 서브패드를 포함할 수 있다. 서브패드는 필요요건은 아니며, 연마층이 베이스 층을 경유하여 연마기의 압반, 예를 들면 도 1의 압반(130)에 직접 고정될 수 있는 것에 유의한다. 연마층은 임의의 적절한 방법, 예컨대 접착제 접합, 예를 들면 감압 접착제 층 또는 고온 용융 접착제, 열 접합, 화학적 접합, 초음파 접합 등을 사용하여 베이스 층을 경유하여 서브패드에 고정시킬 수 있다. 베이스 층 또는 서브패드는 연마 엘리먼트의 부착을 위한 연마 베이스로서 작용할 수 있다.

[0037] 각종 제조 방법이 가능하다. 더 큰 규모의 망상조직의 경우, 이는 미세기계가공, 레이저 또는 유체-제트 에칭 및 출발 고체 물질로부터 기타 물질 제거 방법; 접속된 레이저 중합, 필라멘트 압출, 섬유 방직, 선택적인 광학 경화, 생물학적 증식 및, 초기의 공 부피내에서 기타 물질 구조 방법을 포함한다. 더 작은 규모의 망상조직의 경우, 결정화, 씨드(seed) 중합, 리쏘그래피 또는 기타의 선택적인 물질 증착 기법뿐 아니라, 전기영동, 상 핵화 또는, 차후의 물질 자동 어셈블리를 위한 템플레이트를 생성하기 위한 기타의 방법을 사용할 수 있다.

[0038] 연마 필라멘트는 예컨대 폴리카보네이트, 폴리설퐧, 나일론, 폴리에테르, 폴리에스테르, 폴리스티렌, 아크릴 중합체, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리염화비닐, 폴리불화비닐, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리부타디엔, 폴리에틸렌 이민, 폴리우레탄, 폴리에테르 설퐧, 폴리아미드, 폴리에테르 이미드, 폴리케톤, 에폭시, 실리콘, 이의 공중합체(예컨대, 폴리에테르-폴리에스테르 공중합체) 및 이의 혼합물로 생성될 수 있다. 연마 필라멘트는 또한 비-중합체 물질, 예컨대 세라믹, 유리, 금속, 돌, 목재 또는, 단순 물질의 고체 상, 예컨대 얼음으로 생성될 수 있다. 연마 엘리먼트는 또한 중합체와 1 이상의 비-중합체 물질의 복합체로 생성될 수 있다.

[0039] 일반적으로, 연마 필라멘트에 대한 물질의 선택은 목적한 방법으로 특정의 물질로 생성된 물품의 연마에 대한 그 물질의 적합성 여부에 의하여 제한된다. 유사하게, 서브패드는 임의의 적절한 물질, 예컨대 연마 필라멘트에 대하여 상기 언급된 물질로 제조될 수 있다. 연마 패드는 연마기의 압반, 예를 들면 도 1의 압반(130)에 패드를 고정시키기 위한 파스너를 임의로 포함할 수 있다. 파스너는 예를 들면 접착제 층, 예컨대 감압 접착제 층, 고온 용융 접착제, 기계적 파스너, 예컨대 후크 및 루프 파스너의 후크 또는 루프 부분이 될 수 있다. 또한, 본 발명의 범위내에서, 격자 구조체의 빈 공간중 1 이상을 차지하는 1 이상의 섬유-광학 종단점 장치 또는 유사한 전송 장치를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명에 사용하기에 적절한 2중 측 연마기의 일부분의 사시도를 도시한다.

[0041] 도 2는 본 발명의 적층된 필라멘트 연마 패드의 전면도를 도시한다.

[0042] 도 2a는 도 2의 측면도를 도시한다.

[0043] 도 2b는 도 2의 상면도를 도시한다.

[0044] 도 3은 본 발명의 적층된 필라멘트 연마 패드의 사시도를 도시한다.

[0045] 도 4 및 도 4a는 단일의 구조체내에서 교호하는 도메인을 갖는 적층된 필라멘트 연마 패드의 상면도 및 측면도를 도시한다.

[0046] 도 5 및 도 5a는 전해연마에 유용한 교호하는 전도성 및 비-전도성 필라멘트를 갖는 적층된 필라멘트 연마 패드의 상면도 및 측면도를 도시한다.

[0047] 도 6은 각을 이루는 필라멘트를 갖는 적층된 필라멘트 연마 패드의 상면도를 도시한다.

[0048] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[0049] 104 : 연마 패드

[0050] 112 : 기판

[0051] 120 : 연마 매체

[0052] 202, 302, 402 : 연마 필라멘트

[0053] 204, 404, 504 : 연마 필라멘트의 베이스 층

[0054]

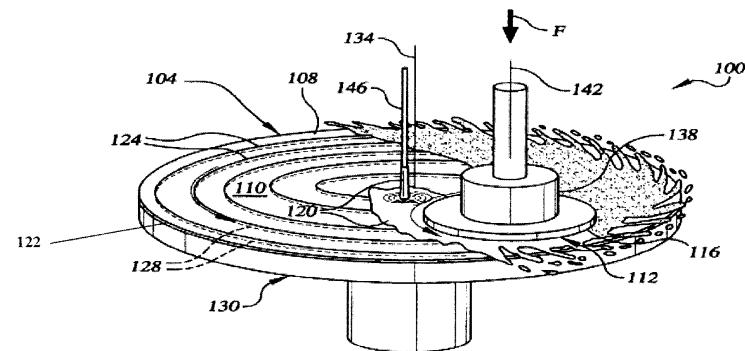
200, 300, 400, 500 : 연마 필라멘트의 층

[0055]

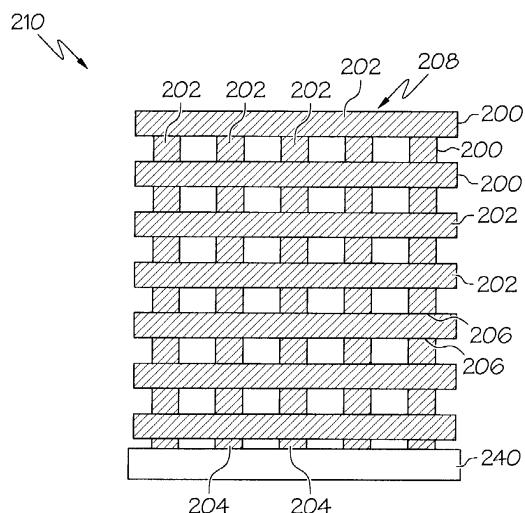
210, 310, 410, 510, 610 : 상호연결된 연마 필라멘트의 개방 격자 구조체

도면

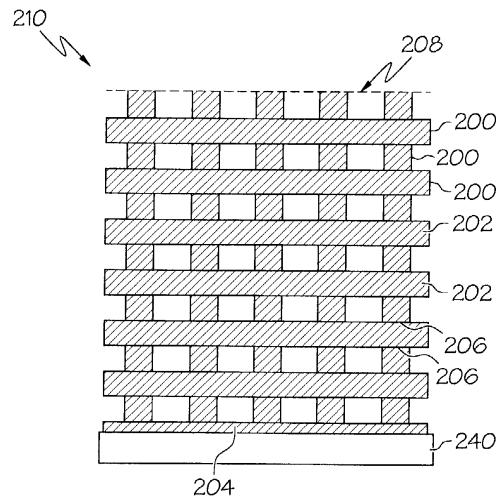
도면1



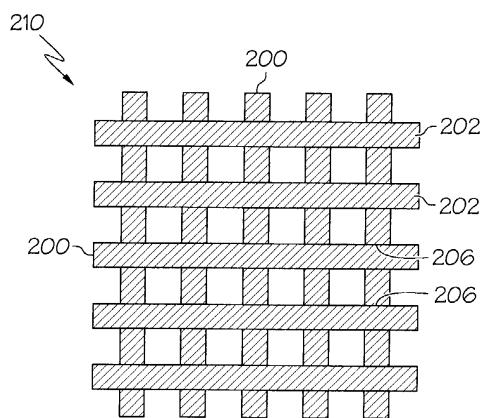
도면2



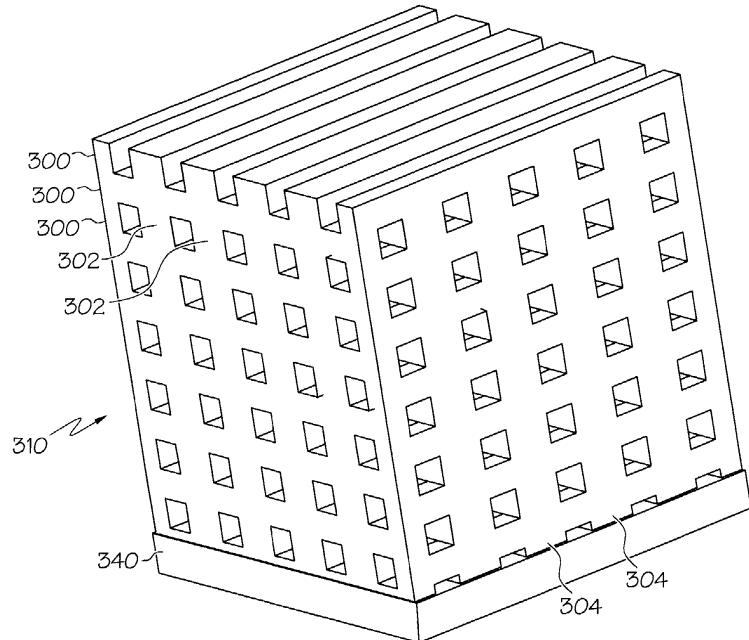
도면2a



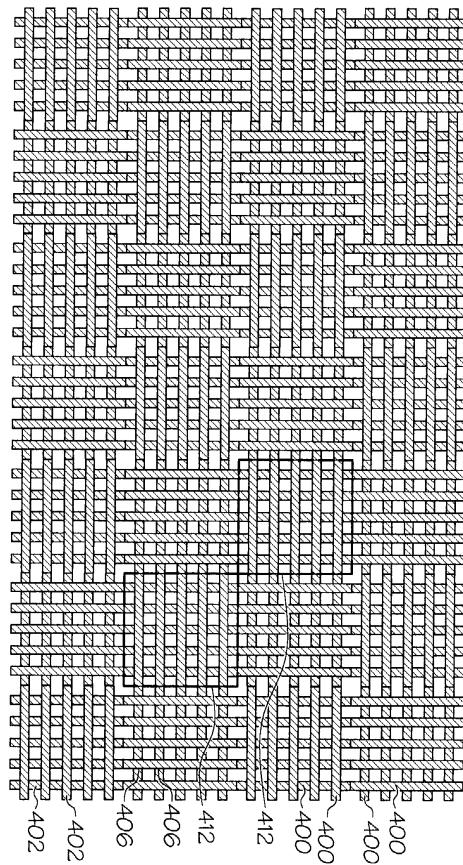
도면2b



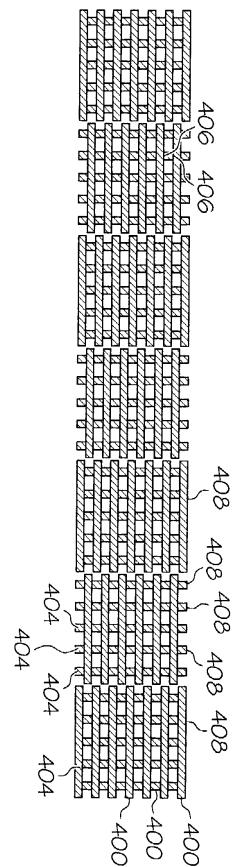
도면3



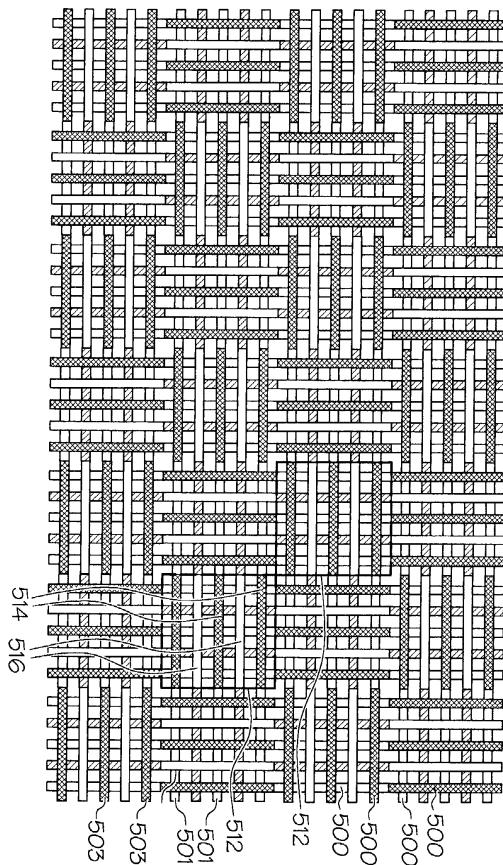
도면4



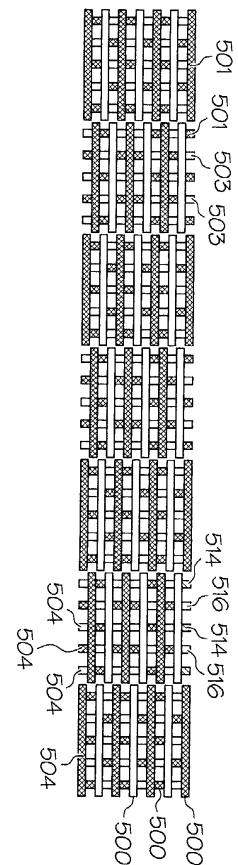
도면4a



도면5



도면5a



도면6

