



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월28일
 (11) 등록번호 10-1279819
 (24) 등록일자 2013년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 37/24 (2012.01) *B24B 37/26* (2012.01)
B24B 53/017 (2012.01) *H01L 21/304* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0025061
 (22) 출원일자 2006년03월17일
 심사청구일자 2011년03월15일
 (65) 공개번호 10-2006-0108211
 (43) 공개일자 2006년10월17일
 (30) 우선권주장
 60/670,466 2005년04월12일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP09117855 A*
 JP2003303793 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
룸 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 씨앰피 홀딩스 인코포레이티드
 미국 델라웨어 19899 윌밍톤 스위트 1300 노쓰 마켓 스트리트 1105
 (72) 발명자
멀도우니 그레고리 피
 미국 메릴랜드 21919 얼빌 3 이스트 킬 포인트 로드
 (74) 대리인
최규팔

전체 청구항 수 : 총 4 항

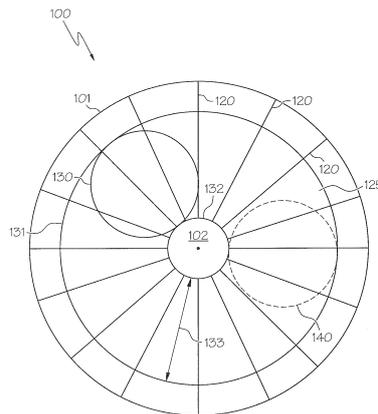
심사관 : 박행란

(54) 발명의 명칭 **방사-편향 연마 패드**

(57) 요약

본 발명의 연마 패드는 자성, 광학 및 반도체 기판 중 적어도 하나를 연마하는 데에 유용하다. 상기 패드는 회전 중심과 상기 회전 중심과 동심인 환형 연마 트랙을 구비하며, 일정한 폭을 갖는다. 상기 환형 연마 트랙의 폭은 비방사형 홈이 없다. 그리고 상기 패드는 대다수가 주로 방사형 방위와 50 μ m 이하의 평균 폭을 갖는, 상기 환형 연마 트랙의 폭 내의 상기 연마 층 내에 위치한 다수의 방사형 마이크로-채널을 구비한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

- a) 회전 중심을 가지며, 상기 회전 중심과 동심의 환형 연마 트랙을 포함하며, 폭을 갖되, 상기 환형 연마 트랙의 폭은 평균 단면적을 갖는 방사형 홈을 포함하는 연마 층; 및
- b) 상기 환형 연마 트랙의 폭 내의 상기 연마 층 내에 있으며, 상기 방사형 홈의 평균 단면적보다 10배 이상 작은 평균 단면적을 가지며, 대다수는 방사형의 방위를 갖는 복수의 방사형 마이크로-채널을 포함하는 것을 특징으로 하는, 자성, 광학 및 반도체 기관 중 적어도 하나를 연마하는 데에 유용한 연마 패드.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 대다수의 방사형 마이크로-채널은 상기 방사형 홈과 교차하지 않는 것을 특징으로 하는 연마 패드.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 연마 층은 만곡된 방사형 홈을 포함하며, 상기 마이크로-채널은 만곡된 방사형 마이크로-채널을 포함하는 것을 특징으로 하는 연마 패드.

청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 연마 층은 상기 환형 연마 트랙 내에서 $15,000\mu\text{m}^2$ 이상의 평균 단면적을 갖는 홈을 포함하지 않는 연마 패드.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로는 화학적 기계적 연마(CMP)용 연마 패드 분야에 관련된 것이다. 구체적으로는, 본 발명은 자성, 광학 및 반도체 기관을 화학적 기계적 연마하는 데에 유용하게 컨디셔닝된 연마 패드에 관한 것이다.

[0009]

- [0010] 집적회로 및 다른 전자 디바이스들의 제조에 있어서, 다층의 도전성 물질, 반도체 물질 및 유전 물질이 반도체 웨이퍼의 표면에 적층되거나 이로부터 제거된다. 도전성 물질, 반도체 물질 및 유전 물질들의 박막들은 많은 적층 기술들 중 어느 것을 사용하여 적층될 수 있다. 현대의 웨이퍼 처리 공정에서의 일반적인 적층기술들은 스퍼터링으로도 알려진 물리증착법(PVD), 화학기상성장법(CVD), 플라즈마 화학기상성장법(PECVD) 및 전기화학 도금 등을 포함한다. 일반적인 제거 기술은 습식 및 건식 등방성 및 이방성 식각 등을 포함한다.
- [0011] 물질층들이 순차적으로 적층되고 식각되면서, 웨이퍼의 최상부 면은 평평하지 않게 된다. 후속 반도체 공정(예를 들면, 배선공정)은 웨이퍼가 평탄한 면을 가질 것을 요구하기 때문에, 웨이퍼는 평탄화될 필요가 있다. 평탄화는 거친 면, 응집된 물질, 결정 격자 손상, 스크래치 및 오염된 층이나 물질 등의 표면 결함 및 원하지 않는 표면 토포그래피(topography)를 제거하는 데에 유용하다. 상기 평탄화는 균일도(uniformity)의 측면에서 웨이퍼 스케일에서 측정된다. 통상, 박막의 두께는 웨이퍼의 수십 내지 수백 지점에서 측정되어 표준 편차가 산출된다. 평탄화는 디바이스 형상 스케일에서도 측정된다. 이러한 나노토포그래피(nanotopography)는 디싱(dishing) 및 침식 등의 측면에서 측정된다. 통상 나노토포그래피는 더 높은 주기로 분석되나, 더 적은 영역에 걸쳐 측정된다.
- [0012] 화학적 기계적 평탄화, 또는 화학적 기계적 연마(CMP)는 반도체 웨이퍼와 같은 소재(workpieces)를 평탄화하거나 연마하기 위해 쓰이는 일반적인 기술이다. 종래의 CMP에서, 웨이퍼 캐리어 또는 연마 헤드는 캐리어 어셈블리 상에 탑재된다. 상기 연마 헤드는 웨이퍼를 잡아서 연마기 내의 연마 패드의 연마층과 접촉하도록 위치시킨다. 캐리어 어셈블리는 웨이퍼와 연마 패드의 사이에 제어 가능한 압력을 제공한다. 이와 동시에, 슬러리 또는 다른 연마 매개체가 연마 패드 위로 유입되어 웨이퍼와 연마층의 사이로 흘러들어온다. 연마를 하기 위해, 연마 패드와 웨이퍼는 통상 서로에 대해 회전하는 방식으로 운동한다. 웨이퍼 표면은 표면에서 연마 매개체와 연마층 간의 화학적 기계적 활동에 의해 연마되어 평탄화된다. 연마 패드가 웨이퍼의 밑에서 회전하기 때문에, 웨이퍼는 통상적으로 고리 모양의 연마 트랙, 또는 연마 영역을 휩쓸고 지나가되, 웨이퍼의 표면은 연마층과 직면하게 된다.
- [0013] 연마층을 설계하는 데에 있어야 고려해야 할 중요한 사항에는, 연마층의 표면에서의 연마 매개체의 분포, 연마 트랙으로의 새로운 연마 매개체의 흐름, 연마 트랙으로부터 사용된 연마 매개체의 흐름 및 본래 활용되지 않는 연마 존을 통해 흐르는 연마 매개체의 양 등이 포함된다. 이러한 고려 사항들에 대처하기 위한 방법 중의 하나는 연마 패드에 홈이 형성된 매크로-텍스처를 제공하는 것이다. 수년 걸쳐 매우 많은 다양한 홈 패턴 및 형상들이 실행되었다. 일반적인 홈 패턴에는 방사형, 동심원형, 데카르트적 격자(Cartesian-grid) 및 나선형 등이 있다.
- [0014] 연마 매개체의 흐름 및 분산 이외에도, 홈의 패턴이나 형상이 연마 속도, 에지 효과, 디싱 등과 같은 CMP 공정의 다른 중요한 측면들, 그리고 궁극적으로 웨이퍼의 평탄도에 영향을 미친다. 또한, 홈 패턴 및 형상은 "홈 패턴 전사"라는 현상을 통해 웨이퍼 평탄도에 영향을 미친다. 이러한 현상의 결과는 특정 홈 패턴이 연마 패드의 상기 홈의 패턴에 대응하는 웨이퍼의 표면에 결맞음 구조(coherent structure)를 생성하게 된다는 것이다. 중요한 것은, 원주형의 홈(연마 패드의 속도에 대한 접선과 작은 각을 이루는 홈), 즉 원형 홈, 원형 x-y 홈 또는 나선형의 홈은 x-y 홈이나 방사형의 홈보다 명백한 홈 패턴 전사 효과를 생성한다는 것이다.
- [0015] 연마 패드 컨디셔닝은 일정한 연마 능률을 위한 일정한 연마 표면을 유지하기 위해 중요하다. 시간이 흐르면서, 연마 패드의 연마 면은 마모되어, 상기 연마 면의 매크로-텍스처 상에서 무더지게 된다("glazing"). 또한, CMP 공정의 찌꺼기가 슬러리가 흐르게 되는 연마 면상의 마이크로-채널을 막히게 할 수도 있다. 이러한 때에는, CMP의 연마율이 저하되고, 하나의 웨이퍼에서 또는 웨이퍼들 간에 불균일한 연마를 초래한다. 정기적 또는 지속적인 "인-시튜(in-situ)" 컨디셔닝은 CMP 공정에서 바람직한 연마율 및 균일성을 유지하기 위해 유용한 연마 면의 새로운 텍스처를 생성한다.
- [0016] 종래의 연마 패드 컨디셔닝은 컨디셔닝 디스크를 이용하여 기계적으로 연마 면을 마찰시켜 수행된다. 상기 컨디셔닝 디스크는 통상 함입 다이아몬드 포인트로 이루어진 거친 컨디셔닝 면을 구비한다. 상기 컨디셔닝 디스크는 CMP 공정의 휴식 기간이나 CMP 공정이 진행되는 동안에 연마 면과 접촉하게 된다. 통상 컨디셔닝 디스크는 연마 패드의 회전 축에 대해 고정되어 있는 위치에서 회전되고, 연마 패드가 회전되면서 고리 모양의 컨디셔닝 영역을 쓸고 지나간다. 이러한 컨디셔닝 공정은 연마 테이블의 선형 속도가 상기 컨디셔닝 디스크 상의 어느 지점에서의 선형 속도를 능가하기 때문에 통상 원주형으로 편향된 방위를 갖는 마이크로-채널을 갖는 컨디셔닝 영역에서 균일한 컨디셔닝을 생성한다.
- [0017] 불균일한 컨디셔닝은 연마 면 상의 연마 매개체의 흐름을 증가시키기 위해 종래기술에서 개시되었다. 예를

들어, Breivogel 등의 미국특허 제5,216,843호는 다이아몬드 포인트 컨디셔닝 공정에 의해 생성된 방사형 미세 홈 및 원주형 거시 홈을 구비한 연마 패드를 개시하고 있다. 그러나, Breivogel 등의 연마 패드는 홈 패턴 전사라는 바람직하지 못한 효과를 낳는 원주형 홈을 포함한다. 이러한 홈 패턴 전사는 불충분하게 연마된 영역에 이르게 되는 바람직하지 못한 결맞음 구조를 갖는 불균일한 웨이퍼를 생성할 수 있다. 홈 패턴 전사로부터 발생하는 결맞음 구조는 통상 수십 나노미터 이상의 높이기 때문에 향후 반도체 웨이퍼의 제조에는 적용될 수 없을 것이다.

[0018] 이에, CMP 연마 공정에서 연마 매개체의 분산 및 흐름을 제어하고 보다 고도의 평탄도를 갖는 균일한 웨이퍼를 생성할 수 있는 연마 패드에 대한 요구가 존재한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0019] 따라서, 본 발명은 CMP 연마 공정에서 연마 매개체의 분산 및 흐름을 제어하고, 보다 고도의 평탄도를 갖는 균일한 웨이퍼를 생성할 수 있는 연마 패드에 대한 요구를 충족시키는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

[0020] 본 발명의 일 태양은, a) 회전 중심을 가지며, 상기 회전 중심과 동심의 환형 연마 트랙을 포함하며, 폭을 갖되, 상기 환형 연마 트랙의 폭은 홈 패턴 전사를 저감하기 위한, 상기 회전 중심에 대해 원주의 30도 이내의 방위를 갖는 홈인 비방사형의 홈이 없는 연마 층; 및 b) 상기 환형 연마 트랙의 폭 내의 상기 연마 층 내에 있으며, 대다수는 주로 방사형 방위를 가지며 50 μ m 이내의 평균 폭을 갖는 다수의 방사형 마이크로-채널을 포함하는, 자성, 광학 및 반도체 기관 중 적어도 하나를 연마하는 데에 유용한 연마 패드를 포함한다.

[0021] 본 발명의 다른 태양은, a) 회전 중심을 가지며, 상기 회전 중심과 동심의 환형 연마 트랙을 포함하며, 폭을 갖되, 상기 환형 연마 트랙의 폭은 평균 단면적을 갖는 방사형 홈을 포함하는 연마 층; 및 b) 상기 환형 연마 트랙의 폭 내의 상기 연마 층 내에 있으며, 상기 방사형 홈의 평균 단면적보다 10배 이상 작은 평균 단면적을 가지며, 대다수는 주로 방사형의 방위를 갖는 복수의 방사형 마이크로-채널을 포함하는, 자성, 광학 및 반도체 기관 중 적어도 하나를 연마하는 데에 유용한 연마 패드를 포함한다.

[0022] 본 발명의 또 다른 태양은, 회전 중심을 가지며, 상기 회전 중심과 동심의 환형 연마 트랙을 포함하며, 폭을 갖되, 상기 환형 연마 트랙의 폭은 홈 패턴 전사를 저감하기 위한, 상기 회전 중심에 대해 원주의 30도 이내의 방위를 갖는 홈인 비방사형의 홈이 없는 연마 층; 및 상기 환형 연마 트랙의 폭 내의 상기 연마 층 내에 있으며, 대다수는 주로 방사형 방위를 가지며 50 μ m 이내의 평균 폭을 갖는 다수의 방사형 마이크로-채널을 포함하는 연마 패드로 연마하는 단계; 및 연마 중에 상기 패드를 컨디셔닝하여 추가 방사형 마이크로-채널을 도입하는 단계를 포함하는 연마 매개체가 존재하는 자성, 광학 및 반도체 기관 중 적어도 하나를 연마하는 방법을 포함한다.

[0023] 본 발명의 또 다른 태양은, 회전 중심을 가지며, 상기 회전 중심과 동심의 환형 연마 트랙을 포함하며, 폭을 갖되, 상기 환형 연마 트랙의 폭은 평균 단면적을 갖는 방사형 홈을 포함하는 연마 층; 및 상기 환형 연마 트랙의 폭 내의 상기 연마 층 내에 있으며, 상기 방사형 홈의 평균 단면적보다 10배 이상 작은 평균 단면적을 가지며, 대다수는 주로 방사형의 방위를 갖는 복수의 방사형 마이크로-채널을 포함하는, 연마 패드로 연마하는 단계; 및 연마 중에 상기 패드를 컨디셔닝하여 추가 방사형 마이크로-채널을 도입하는 단계를 포함하는 연마 매개체가 존재하는 자성, 광학 및 반도체 기관 중 적어도 하나를 연마하는 방법을 포함한다.

[0024] 본 발명은 연마된 기관상에 홈 패턴 전사 효과를 저감시키는 매크로- 및 마이크로-텍스처를 갖는 연마 패드에 관한 것이다. 방사형 컨디셔닝이 자성, 광학 및 반도체 기관상에 표면 불균일성을 저감시킬 수 있다는 것이 발견되었다. 본 명세서의 목적상, 방사 방향은 연마 패드의 중심에서 원주로의 60도 범위 내에 있는 직선 경로를 말한다("방사 방향"). 바람직하게는, 마이크로-채널은 방사 방향의 45 범위 내에 있으며, 가장 바람직하게는, 상기 방사 방향의 30도 범위 내에 위치한다. 컨디셔닝에 의해 생성되는 상기 방사형 마이크로-채널은 홈 패턴 전사 현상과 관련된 미연마 영역을 저감할 수 있는 외측으로의 슬러리 분포를 용이하게 한다. 통상, 방사 방향을 갖는 마이크로-채널의 퍼센티지(percentage)가 클수록 더 적은 미연마 영역이 연마로부터 발생한다. 본 명세서의 목적상, 대다수의 방사 편향 마이크로-채널이라 함은 직선 총계로 측정된 방사형 마이크로-채널의 총계가 직선 총계로 측정된 비방사형 마이크로-채널보다 크다는 것을 지칭한다. 이러한 방사형으로 컨디셔닝된 패드는 연마 매개체로 기관을 연마할 때에 마이크로-채널의 주기에 대응하는 스케일 상에서 웨이퍼의 균일도를 용이하게 한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "연마 매개체"라는 용어는 입자-함유 연마액, 및 무연마제와 반응

-용액 연마액과 같은 입자-미합유 연마액을 포함한다.

[0025] 통상의 폴리머 연마 패드 물질은 폴라카보네이트, 폴리술폰, 나일론, 폴리에스테르, 폴리에테르-폴리에스테르 코폴리머, 아크릴 폴리머, 폴리메틸 메타크릴레이트, 폴리비닐 클로라이드, 폴리에틸렌 폴리머, 폴리부타디엔, 폴리에틸렌 이민, 폴리우레탄, 올리에테르 술폰, 폴리에테르 아마이드, 폴리케톤, 에폭시, 실리콘, 이들의 코폴리머 및 혼합물을 포함한다. 바람직하게는, 상기 폴리머 물질은 폴리우레탄이고, 가장 바람직하게는, 롬 앤드 하스 일렉트로닉 머티리얼스 CMP 테크놀로지스사에서 제조되는 IC1000™ 및 VisionPad™ 연마 패드와 같은 교차 결합된 폴리우레탄이다. 이러한 패드는 통상 이중 또는 다중 기능기의 이소시아네이트, 예를 들어, 폴리에테르 우레아(polyetherurea), 폴리이소시아네이트, 폴리우레탄, 폴리우레아, 폴리우레탄우레아, 이들의 코폴리머 및 이들의 혼합물로부터 유도된 폴리우레탄으로 구성된다.

[0026] 이러한 연마 패드는 다공성 또는 비다공성일 수 있다. 다공성일 경우, 이러한 연마 패드는 통상 적어도 0.1 중량 퍼센트의 공극률을 포함한다. 이러한 공극률은 연마 패드가 연마 유체를 전달할 수 있도록 기여한다. 바람직하게는, 상기 연마 패드는 0.2 내지 70 중량 퍼센트의 공극률을 갖는다. 가장 바람직하게는, 상기 연마 패드는 0.25 내지 60 중량 퍼센트의 공극률을 갖는다. 바람직하게는, 기공 또는 충전체 입자들이 1 내지 100 μm 의 중량 평균 직경(weight average diameter)을 갖는다. 가장 바람직하게는, 상기 기공이나 충전체 입자들은 10 내지 90 μm 의 중량 평균 직경을 갖는다. 또한, 10 내지 30 μm (가장 바람직하게는, 15 내지 25 μm)의 평균 중량 직경은 연마 성능을 더 향상시킨다. 팽창된 중공-폴리머 마이크로스피어들의 중량 평균 직경의 공칭 범위는 통상 10 내지 50 μm 이다. 선택에 따라, 액상 프리폴리머 블렌드에 비팽창된 중공-폴리머 마이크로스피어를 첨가하는 것도 가능하다. 통상적으로, 비팽창된 마이크로스피어는 캐스팅중에 인 시튜(in situ) 상태로 팽창한다.

[0027] 사전에 팽창된 또는 인 시튜 상태로 팽창된 중공의 마이크로스피어를 캐스팅하는 방법; 화학 기포제를 사용하는 방법; 아르곤이나, 이산화탄소, 헬륨, 질소 및 공기와 같은 유용성 가스, 또는 초임계(supercritical) 이산화탄소와 같은 초임계 유체를 사용하는 방법; 폴리머 입자들을 소결하는 방법; 선택적 용액을 이용한 방법; 스티어링(stirring)과 같은 기계적 에어레이션(aeration); 또는 폴리머 입자들을 응집하는 접착제를 사용하는 방법에 의해 다공성을 도입하는 것이 가능하다.

[0028] 또한, 폴리머 연마 패드는 액상 용제액을 이루는 폴리머 필름-형성 물질을 포함할 수 있으며, 상기 액상 용제 용액의 층이 건조되면 정상 상태에서 고체인 폴리머 필름(즉, 정상 대기 온도에서 고체)을 형성한다. 상기 폴리머 물질은 순수 폴리머 또는 경화제, 착색제, 가소제, 안정제 및 충전제와 같은 첨가제와 폴리머의 혼합물로 구성될 수 있다. 대표적인 폴리머는 폴리우레탄 폴리머, 비닐 할라이드 폴리머, 폴리아마이드, 폴리에스테르아마이드, 폴리에스테르, 폴라카보네이트, 폴리비닐 부티랄, 폴리알파메틸스티렌, 폴리비닐리덴 클로라이드, 아크릴 및 메타아크릴산의 알킬 에스테르, 클로로술폰화 폴리에틸렌, 부타디엔 및 아크릴로니트릴의 코폴리머, 셀룰로오스 에스테르 및 에테르, 폴리스티렌 및 이들의 조합을 포함한다. 바람직하게는, 다공성 응고 연마 패드는 폴리우레탄 폴리머로 형성된 다공성 매트릭스를 갖는다. 가장 바람직하게는, 상기 다공성 연마 패드는 롬 앤드 하스 일렉트로닉스 머티리얼스 CMP 테크놀로지스사의 Mylar™ 와 같이 폴리에테르우레탄 폴리머를 폴리비닐 클로라이드로 응고시켜 형성된다. 상기 다공성 매트릭스는 비섬유질의 연마 층을 갖는다. 본 명세서의 목적상, 연마 층은 연마중에 기관과 접촉할 수 있는 연마 패드의 부분이다. 폐쇄된 셀 또는 비망상 구조가 적용 가능하더라도, 가장 바람직하게는 이러한 구조는 상기 셀과 연결되는 미세 다공성 개구를 함유하는 개방 또는 망상 셀 구조이다. 상기 미세 다공성 망상 구조는 기공을 통한 가스 흐름을 허용하지만, 연마중에 더욱 균일한 연마 패드를 유지할 수 있도록 슬러리가 연마 패드에 침투하는 것을 제한한다.

[0029] 통상의 방사형 마이크로-채널은 50 μm 이하의 평균 폭을 갖지만, 거친 다이아몬드 컨디셔닝에 의해 100, 150 또는 200 μm 의 폭을 가질 수도 있다. 다이아몬드의 형상, 절삭률 및 기관에 따라, 상기 마이크로-채널은 통상 적어도 상기 마이크로-채널의 폭과 동일하거나 두 배, 또는 세 배의 깊이를 갖는다. 연마 및 연속 또는 반연속 컨디셔닝과 연관된 마모 상태 때문에, 상기 패드는 마이크로-채널 높이 및 폭의 범위를 갖는 마이크로-채널을 포함할 것이다. 이러한 마이크로-채널의 대다수는 웨이퍼 트랙에서 방사형 배향을 갖지만, 바람직하게는 적어도 80 퍼센트가 상기 웨이퍼 트랙 내에서 방사형 배향을 갖는다. 가장 바람직하게는, 모든 채널이 웨이퍼 트랙 내에서 방사 방향을 갖는다. 통상의 CMP 연마 작업은 균일성을 증가시키기 위해 연마시의 웨이퍼의 진동에 의존할 수 있더라도, 본 명세서의 목적상, 연마 트랙 또는 웨이퍼 트랙에서의 말(phrase)은 진동 없이 생산되는 웨이퍼 트랙을 말한다.

[0030] 다공성 연마 패드 기관에 대해, 패드는 통상 평균 기공 직경의 100 배 이상의 방사형 마이크로-채널 길이를 갖는다. 바람직하게는, 상기 다공성 패드는 평균 기공 직경의 10,000 배 이상의 방사형 마이크로-채널 길이를 갖

는다. 방사 방향에서의 길이의 증가는 슬러리의 흐름, 찌꺼기의 제거를 용이하게 하고, 반도체 웨이퍼와 같은 기관상으로의 패턴 전사를 저감시키는 경향이 있다.

[0031] 또한, 홈과 연관된 미연마 영역을 피하기 위해, 상기 연마 패드는 바람직하게는 웨이퍼 트랙 내에서 원형 또는 나선형의 홈을 포함하지 않는다. 가장 바람직하게는, 상기 패드는 회전 중심에 대해 원주의 30도 내에는 홈을 전혀 포함하지 않는다. 이는 최악의 홈 패턴 전사 문제와 연관된 홈 형상을 피한다. 홈 패턴 전사를 더 제한하기 위해, 연마 패드는 선택에 따라 환형 연마 트랙 내에서 $15,000\mu\text{m}^2$ 이상의 평균 단면적(직사각형의 홈 단면에 대해서는 평균 홈 깊이와 평균 홈 폭의 곱)을 갖는 홈을 전혀 포함하지 않을 수 있다. 이는 상기 환형 연마 트랙 내에서 $7,500\mu\text{m}^2$ 이상의 단면적의 홈을 제거하는 것에 대해 선택에 따라 더욱 제한될 수 있다.

[0032] 상기 연마 패드는 방사형 마이크로-채널과 함께 직선-방사형, 만곡-방사형, 계단-방사형 또는 기타 방사 방향으로 편향된 홈과 같은 방사형 매크로-홈을 임의로 포함한다. 방사형 마이크로-채널에 방사형 홈을 부가하는 것은 제거율을 증가시키고 찌꺼기 제거를 용이하게 한다. 만곡-방사형 홈을 도입하면 기관의 전 영역에 걸쳐 연마 균일도를 향상시킨다는 다른 장점이 있을 수 있다. 이러한 만곡-방사형 설계는 300mm 반도체 웨이퍼를 연마하는 것과 같은 큰 스케일의 연마에 특히 효과적이다. 방사형 홈을 추가할 때에, 상기 홈들은 통상 상기 마이크로-채널의 단면적보다 10 배 이상 큰 단면적을 갖는다. 바람직하게는, 상기 홈들은 통상 상기 마이크로-채널의 단면적보다 100 배 이상 큰 단면적을 갖는다. 본 명세서의 목적상, 단면적 비는 연마중의 초기 비율을 말하며, 컨디셔닝과 패드 마모가 홈의 깊이를 크게 감소시키는 연마 공정의 최종 단계에서 얻어지는 최종 비율을 말하는 것은 아니다.

[0033] 이제 도면을 참조하면, 도 1은 원주(101) 및 회전 중심(102)을 갖는 연마 패드(100)를 도시하고 있다. 연마 패드(100)가 CMP 공정 중에 회전되면서, 연마 층(미 도시)과 접하도록 지지가 되는 웨이퍼(130)는 폭(133)을 갖는, 외측 경계(131)와 내측 경계(132)에 의해 정의되는 환형 연마 트랙(또는 웨이퍼 트랙)(125)을 쓸고 지나간다. 또한, 상기 연마 패드는 슬러리의 체류 시간을 증가시키고 연마 효율을 촉진하기 위해 직선-방사형 홈(120)과 같은 홈을 포함할 수 있다.

[0034] 도 1a는, 도 1의 연마 패드(100)와 관련하여, 도 1의 영역(140) 내에서의 연마 층에 대한 확대 평면도를 도시하고 있다. 직선-방사형 홈(120)은 폭(121)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 상기 폭은 변할 수 있지만, 바람직하게는 폭(121)은 모든 홈에 대해 동일하고 각 홈의 길이를 따라 일정하다. 상기 직선-방사형 홈(120)은 컨디셔닝 및 연마와 더불어 점차 감소하게 되는 깊이를 또한 갖는다. 직선-방사형 홈들(120) 사이의 영역에는 방사형 마이크로-채널(151, 152, 153 및 154)이 있다. 상기 마이크로-채널(151, 152, 153 및 154)은 또한 폭(미 도시)을 갖는다. 상기 폭 및 상기 마이크로-채널의 단면적은 상기 홈(121)의 폭 및 단면적에 비해 작다.

[0035] 상기 방사형 마이크로-채널은 다양한 패턴 및 형상을 가질 수 있다. 예를 들면, 상기 방사형 마이크로-채널은 직선-방사형 마이크로-채널(151, 152 및 153)이거나, 방사형 마이크로-채널(154)과 같이 만곡될 수도 있다. 상기 방사형 마이크로-채널은 방사형 마이크로-채널(152)과 같은 연마 트랙을 통해 연속되거나, 또는 분할된 방사형 마이크로-채널(151 또는 153)일 수 있다. 상기 방사형 마이크로-채널 세그먼트들은 방사형 마이크로-채널(153)과 같이 규칙적으로 이격되고 균일한 길이를 가질 수도 있거나, 방사형 마이크로-채널(151)과 같이 불규칙적으로 이격되고 불규칙한 길이를 가질 수도 있다. 또한, 상기 방사형 마이크로-채널들은 상기 연마 트랙의 폭에 걸쳐 균일한 밀도를 가질 수도 있거나, 상기 밀도는 방사 방향, 원주 방향 또는 양 방향 모두로 변화할 수 있다. 통상, 상기 마이크로-채널의 밀도를 증가시키면 제거율의 국부적인 증가에 대응할 것이다. 선택적으로, 상기 방사형 마이크로-채널(151, 152, 153 및 154)은 홈(120)과 교차하여 연마 매개체의 방사 방향의 흐름을 촉진하고 연마 찌꺼기의 제거를 향상시킨다. 다른 사용 실시예에서, 상기 방사형 마이크로-채널들(151, 152, 153 및 154)은 홈(120)과 교차하지 않는다.

[0036] 방사형 마이크로-채널(151, 152, 153 및 154)은 편의상 동일 도면에 도시된다. 연마 패드(100)와 같은 본 발명의 연마 패드가 홈들 사이의 다양한 영역(또는 홈이 없는 연마 패드에서의 다양한 영역)에서 다양한 마이크로-채널 패턴 및 형상을 가질 수 있지만, 연마 패드가 단지 하나의 마이크로-채널 패턴과 형상을 가지거나 대칭적인 방식으로 상기 연마 표면에 위치한 다수의 마이크로-채널 형상을 갖는 것이 바람직하다.

[0037] 도 2를 참조하면, 만곡-방사형 연마 패드(200)는 원주(201), 회전 중심(202) 및 폭(233)을 갖는 외측 경계(231) 및 내측 경계(232)에 의해 정의되는 웨이퍼(230)에 대한 연마 트랙(225)을 구비한다. 연마 패드(200)는 만곡-방사형 홈(220)을 구비한다. 만곡-방사형 홈(220)은 연마 트랙(232)의 내측 경계에 위치한 제 1 단과 원주(201)에 위치한 제 2 단을 갖는 것으로 도시되어 있다. 만곡-방사형 홈들은 특히 웨이퍼에 걸쳐 제거율을 제어하고, 중

심-빠름 및 중심-느림 연마를 조정하는 데에 유용하다. 다르게는, 만곡된 방사형 홈(220)(본 발명의 어떠한 방사형 홈과 마찬가지로)은 상기 회전 중심(202)에 근접하거나 또는 상기 연마 트랙의 내에 위치한 제 1 단을 구비할 수 있다. 마찬가지로, 만곡된 방사형 홈(220)(또는 다른 것)도 외측 경계(231)에 근접하거나 또는 상기 연마 트랙의 내에 위치한 제 2단을 구비할 수 있다.

[0038] 도 2a는 도 2의 영역(240)에서의 연마 층의 확대도에서의 마이크로-채널을 도시하고 있다. 만곡-방사형 홈(220)은 폭(221)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 방사형 마이크로-채널(251, 252, 253 및 254)은 방사형 홈들(220) 사이의 그들의 각 영역에 도시되어 있다. 만곡-방사형 홈(220)을 포함하는 일부 실시예에서, 상기 방사형 마이크로-채널, 즉 직선-방사형 마이크로-채널(251) 또는 만곡-방사형 마이크로-채널(254)가 상기 홈들, 즉 만곡-방사형 홈들(220)과 교차하는 것이 유리하다. 이는 슬러리 흐름 및 찌꺼기 제거를 용이하게 한다. 다른 실시예에서, 상기 방사형 마이크로-채널이 상기 방사형 홈, 즉 만곡-방사형 마이크로-채널(252) 및 분할-만곡-방사형 마이크로-채널(253)과 교차하지 않는 방식으로 대다수가 도입되는 것이 유리하다.

[0039] 도 3에 있어서, 계단-방사형 홈 연마 패드(300)는 원주(301), 회전 중심(302), 및 외측 경계(331), 내측 경계(332) 및 폭(333)을 갖는 연마 트랙(325)을 점유하는 웨이퍼(330)를 갖는다. 연마 패드(300)는 만곡-방사형 홈들(320 및 321)을 갖는다. 만곡-방사형 홈(321)은 상기 회전 중심(302)에 근접하여 위치한 제 1 단 및 상기 연마 트랙(325) 내에 위치한 제 2 단을 갖는다. 만곡-방사형 홈(320)은 상기 연마 트랙(325) 내에 위치한 제 1 단 및 상기 원주(301)에 근접하여 위치한 제 2 단을 갖는다. 만곡-방사형 홈들(320, 321)은 연마 매개체에 대한 연마 효율 증가를 촉진할 수 있다. 상기 도면은 동일한 패턴 및 배향을 갖는 만곡-방사형 홈들(320 및 321)을 도시하고 있지만, 이들은 서로 다른 패턴과 배향을 가질 수 있다. 예를 들어, 선택에 따라 둘 이상의 방사형 홈의 세트가 있을 수 있으며, 상기 방사형 홈들은 각 세트의 홈들 사이에서 교호할 필요는 없다. 바람직하게는, 상기 홈들은 하나의 세트의 홈들 사이에서 (두 세트의 홈을 갖는 연마 패드에 대해 도시된 바와 같이) 규칙적인 패턴으로 교호할 수 있다. 만곡-방사형 홈들(320 및 321)은 중첩 영역(310)을 갖는 것으로 도시되어 있지만, 이것이 반드시 필요한 것은 아니다. 여러 세트의 방사형 홈들 구비한 연마 패드에 대해서 상기 중첩 영역(310)은 상기 연마 트랙(325)의 폭(333)의 20 퍼센트 이상인 것이 바람직하다. 가장 바람직하게는, 중첩(310)은 연마 트랙(325)의 폭(333)의 50 퍼센트 이상이다.

[0040] 도 3a에서, 도 3의 연마 영역(340)은 만곡-방사형 홈들(320 및 321)을 도시하고 있다. 이러한 홈들은 홈들(320, 321)에 대해 동일하거나, 홈들(320, 321)에 대해 상이한 폭(322)을 갖는다. 만곡된 방사형 마이크로-채널(351)은 만곡된 방사형 홈들(320, 321) 사이의 영역에 도시되어 있다. 만곡된 방사형 마이크로-채널(351)은 일반적으로 교차를 피하기 위해 홈(320 및 321)의 아크를 따른다. 상기 직선-방사형 마이크로-채널(352)은 만곡-방사형 홈들(320 및 321)과 교차한다. 마지막으로, 만곡-방사형 마이크로-채널(353)은 만곡-방사형 홈들(320 및 321)과 교차하도록 편향된 곡률을 갖는다.

[0041] 도 4를 참조하면, 홈이 없는 연마 패드(400)는 원주(401), 회전 중심(402), 및 외측 경계(431)와 내측 경계(432) 및 폭(433)을 갖는 연마 트랙(425)을 점유하는 웨이퍼(430)를 구비한다. 연마 패드(400)은 종래-차원의 홈이 없고, 컨디셔닝 플레이트(460)는 패드(400)의 연마 면(미 도시)을 컨디셔닝하기 위해 방향(465)으로 전후로 진동한다. 상기 컨디셔닝 플레이트(460)의 표면은 바람직하게는 소정의 패턴으로 배열된 다이아몬드 돌기와 같은 절삭 수단(미 도시)을 포함한다. 상기 패턴은 규칙 또는 불규칙적일 수 있으며, 컨디셔닝 표면 내에서 돌기의 변화하는 밀도를 가질 수 있다. 바람직하게는, 상기 컨디셔닝 플레이트는 췌기 형상을 가지거나 연마 트랙(425)에 걸쳐 더욱 균일한 컨디셔닝을 제공하기 위해 다양한 스트로크 길이를 사용할 수 있다.

[0042] 연마 패드(400)를 컨디셔닝하기 위해, 컨디셔닝 플레이트(460)의 적어도 일부가 연마 패드(400)의 연마 층과 접촉한다. 그 다음, 상기 컨디셔닝 플레이트가 상기 연마 패드에 대하여 방향(465)으로 이동된다. 방향(465)은 다른 방향도 생각할 수 있으나 직선 및 방사상으로 도시되어 있다. 또한, 상기 연마 패드에 대한 상기 컨디셔닝 플레이트의 운동은 진동으로 도시되어 있으나, 단방향 운동도 생각할 수 있다. 상기 컨디셔닝 플레이트는 피벗 암 또는 슬라이드(slide)와 같은 종래의 단축 수단, 또는 x-y 슬라이드 또는 연장 가능한 피벗 암과 같은 종래의 다축 수단에 의해 제어될 수 있다. 상기 컨디셔닝 플레이트의 운동은 연마 패드(400)의 단기 연마 층과 비연속적으로 접촉하도록 하는 수직 운동을 포함할 수도 있다. 본 발명의 요건들을 만족시키기 위해, 상기 연마 패드(400)의 연마 층에 평행한 평면에서의 컨디셔닝 플레이트(460)의 운동이 연마 패드(400)의 선속도에 비해 빠른 것이 필수적이다.

[0043] 도 4a를 참조하면, 임의의 마이크로-채널 패턴은 평행-방사형 마이크로-채널(451), 방사형 마이크로-채널(452), 만곡-방사형 마이크로-채널(453), 계단 또는 바이패스 마이크로-채널(454) 및 분할-방사형 마이크로-채널(455)

을 포함한다. 또한, 이러한 마이크로-채널은 연마 매개체의 흐름을 바람직하게 유도하도록 설계된 다른 패턴 및 패턴 밀도를 가질 수 있다. 이러한 마이크로-채널은 작은 스케일 상에서 연마 매개체의 흐름을 제어한다는 장점을 제공한다. 예를 들어, 만곡-방사형 마이크로-채널은 중심-빠름 또는 중심-느림 불균일성 문제와 같은 웨이퍼 불균일성을 수정할 수 있으며, 계단-방사형 마이크로-채널은 연마 매개체의 효율을 증가시킬 수 있다.

[0044] 대안으로는, 상기 컨디셔닝 플레이트는 회전 가능한 디스크일 수 있다. 상기 컨디셔닝 플레이트는 평평하거나, 만곡되어 있거나(사발 모양 또는 평판 디스크의 에지가 사용될 수 있음) 또는 다른 평면들에서 다수의 평평한 표면을 가질 수 있다. 예를 들면, 컨디셔닝 플레이트는, 상기 연마 패드의 연마 면과 접촉한 상기 컨디셔닝 플레이트의 컨디셔닝 표면의 적어도 일부를 갖는 연마 패드가 놓이는 평면과 다른 평면상에 상기 디스크를 회전시킴으로써 방사형 마이크로-채널을 생성하는 데 사용될 수 있다. 또한, 더 긴 컨디셔닝 스트로크와 더 넓은 컨디셔닝 플레이트는 각각 평행한 마이크로-홈의 비율을 증가시키게 된다. 바람직하게는, 상기 컨디셔닝 공정은 방사형 마이크로-채널의 비율을 증가시키기 위해 더 좁은 컨디셔닝 플레이트와 더 많은 수의 고속 스트로크에 의존한다. 이러한 스트로크는 바람직하게는 상기 패드의 회전 속도와 비동기되어 상기 연마 트랙 내에서 상기 마이크로-채널의 분포를 고르게 한다. 따라서, 상기 패드의 회전 방향으로 컨디셔닝 플레이트의 피벗 암을 호상으로 이동시키면 상기 마이크로-채널들의 방사형 배향을 더 향상시킬 수 있다.

[0045] 다른 대안은 컨디셔닝 디스크의 사용 없이, 예를 들어 CNC 도구와 같은 밀링 도구나 나이프와 같은 블레이드로 상기 연마 패드의 연마 면을 긁어서 연마 패드의 컨디셔닝을 하는 것이다. 또한, 마이크로-채널들은, 레이저, 고압 액체 또는 가스 제트 등을 이용하여 연마 층의 연마 면을 지우거나 긁어서 임의로 도입될 수도 있다. 가장 바람직하게는, 연속 인 시튜 컨디셔닝이 연마 공정 중에 발생하는 것이다. 또한, 임의의 실시예에서, 원형 다이아몬드 디스크와 같은 원형 디스크를 회전시키는 것과 연관된 종래의 컨디셔닝으로 상기 방사형 컨디셔닝을 보충할 수 있다. 바람직하게는, 그러나, 대다수의 마이크로-채널들은 홈 패턴 전사 효과를 저감하기 위해 주로 방사 배향을 갖는다.

발명의 효과

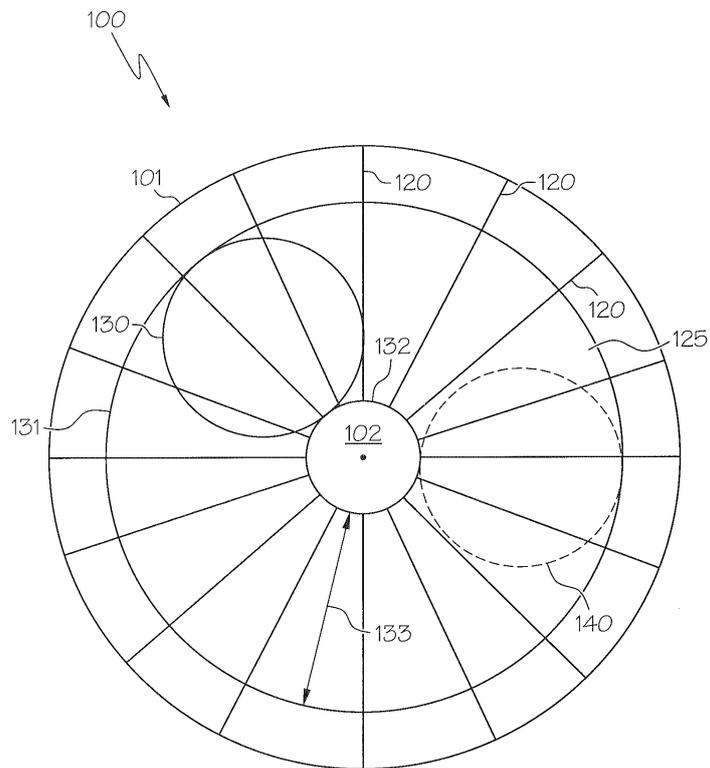
[0046] 본 발명에 의하면 CMP 연마 공정에서 연마 매개체의 분산 및 흐름을 제어하고, 보다 고도의 평탄도를 갖는 균일한 웨이퍼를 생성할 수 있는 연마 패드를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

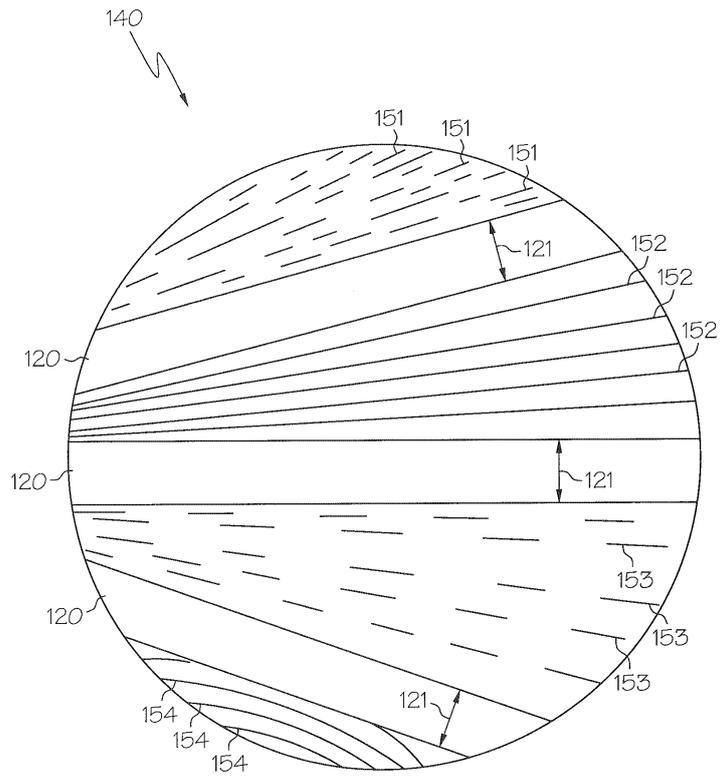
- [0001] 도 1은 방사형 홈을 구비한 본 발명의 연마 패드의 평면도이다.
- [0002] 도 1A는 도 1의 연마 패드의 확대 평면도이다.
- [0003] 도 2는 만곡 방사형 홈을 구비한 본 발명의 다른 연마 패드의 평면도이다.
- [0004] 도 2A는 도 2의 연마 패드의 확대 평면도이다.
- [0005] 도 3은 계단상의 방사형 홈을 구비한 본 발명의 또 다른 연마 패드의 평면도이다.
- [0006] 도 3A는 도 3의 연마 패드의 확대 평면도이다.
- [0007] 도 4는 홈이 없는 패드를 가지고 본 발명의 방법을 실행하기 위한 컨디셔닝 패드와 도 1의 연마 패드의 개략 평면도이다.
- [0008] 도 4A는 도 4의 연마 패드의 개략 평면도이다.

도면

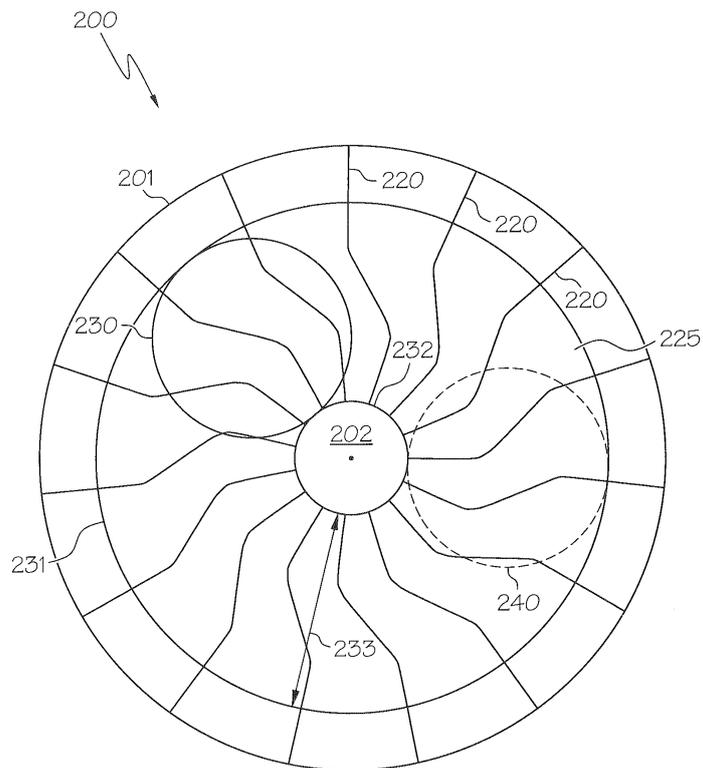
도면1



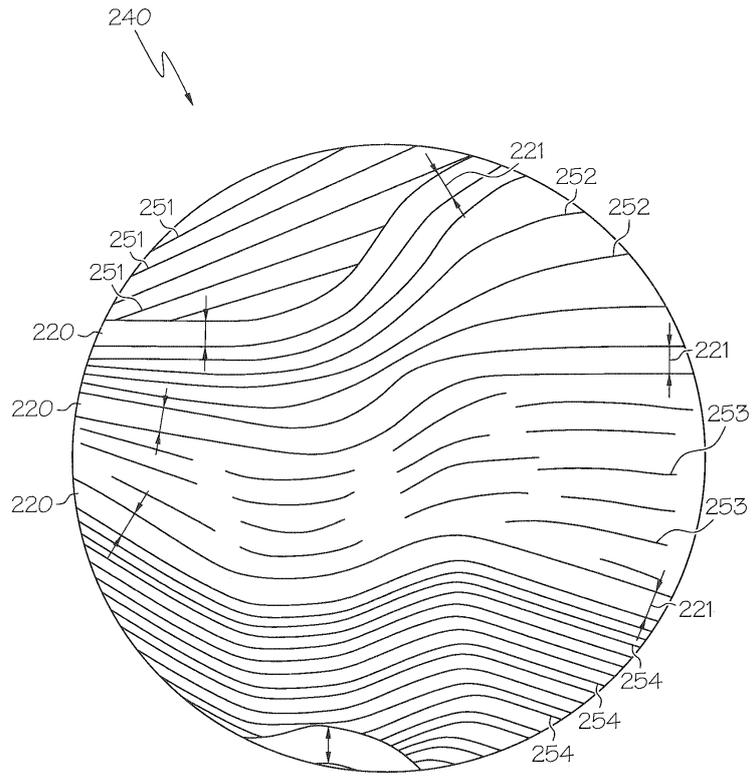
도면1a



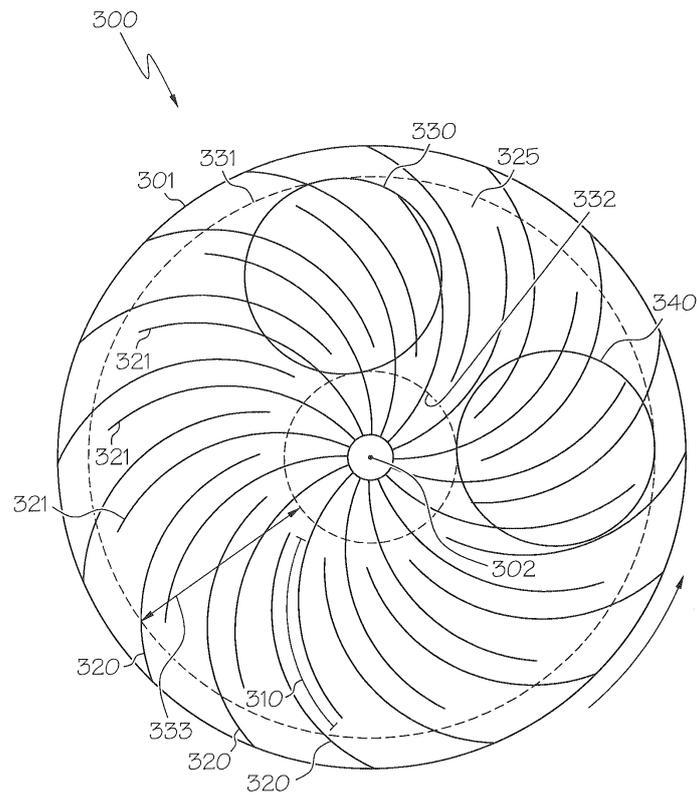
도면2



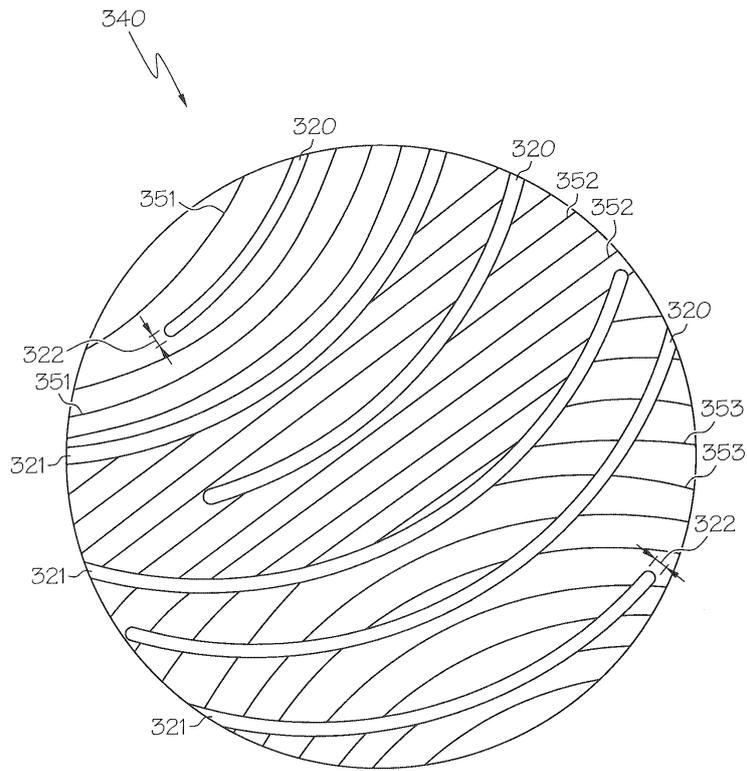
도면2a



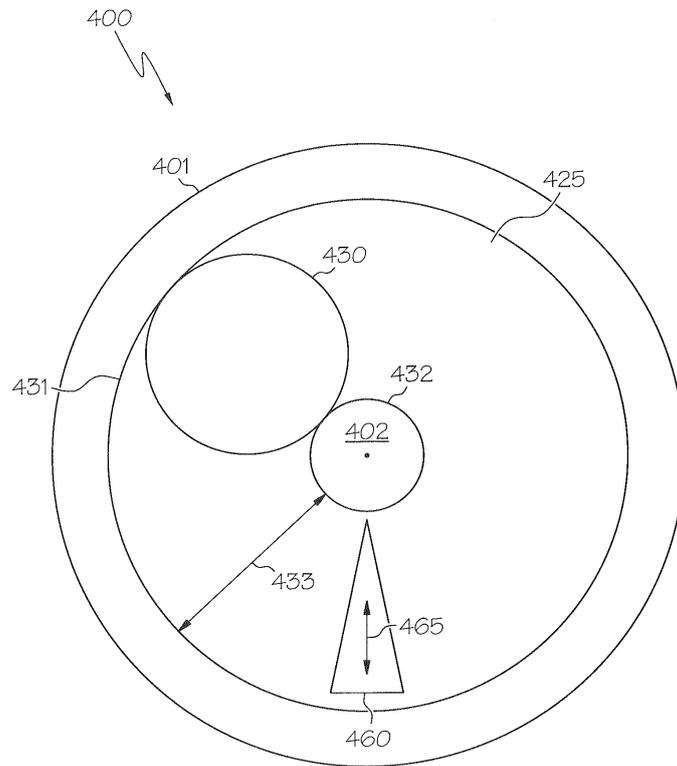
도면3



도면3b



도면4



도면4b

