



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월04일
(11) 등록번호 10-1618354
(24) 등록일자 2016년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/66 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7027520
(22) 출원일자(국제) 2009년05월08일
심사청구일자 2014년05월02일
(85) 번역문제출일자 2010년12월07일
(65) 공개번호 10-2011-0021861
(43) 공개일자 2011년03월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/043288
(87) 국제공개번호 WO 2009/137764
국제공개일자 2009년11월12일
(30) 우선권주장
61/051,634 2008년05월08일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003200342 A
KR100630754 B1

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
마넨스, 안토이네, 피.
미국 94086 캘리포니아 쉐니베일 # 23 벨플로워
애브뉴 678
수, 웨이-용
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 # 1104 칼리
레 코트 4501
마'사아드, 히첵
미국 94086 캘리포니아 쉐니베일 피에리노 애브뉴
714
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 13 항

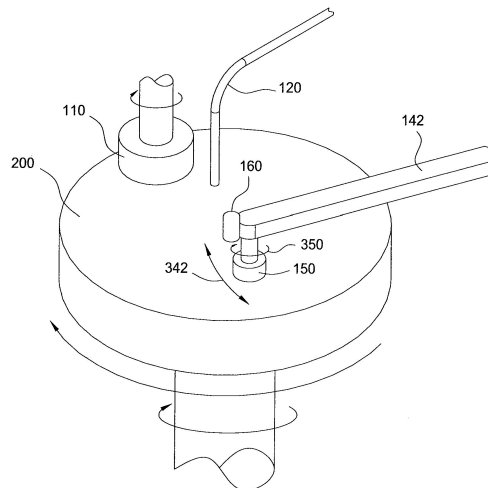
심사관 : 홍종선

(54) 발명의 명칭 CMP 패드 두께 및 프로파일 모니터링 시스템

(57) 요약

일 실시예에서, 반도체 기판 프로세싱 표면을 유지하기 위한 방법이 제공된다. 개략적으로 설명하면, 그러한 방법은 반도체 기판 프로세싱 표면 상에서 제 1 측정 세트를 실시하는 단계로서, 상기 측정 세트가 프로세싱 표면 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서를 이용하여 획득되는, 제 1 측정 세트 실시 단계; 상기 측정 세트를 기초로 프로세싱 표면 프로파일을 결정하는 단계; 상기 프로세싱 표면 프로파일을 최소 프로파일 문턱치에 비교하는 단계; 그리고 프로파일 비교 결과를 통신하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

기관 프로세싱 표면을 유지(maintaining)하기 위한 방법으로서:

기관 프로세싱 표면 상에서 제 1 측정 세트를 실시하는 단계로서, 상기 제 1 측정 세트가 프로세싱 표면 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서를 이용하여 획득되는, 제 1 측정 세트를 실시하는 단계;

상기 제 1 측정 세트를 기초로 프로세싱 표면 프로파일을 결정하는 단계;

상기 프로세싱 표면 프로파일을 최소 프로파일 문턱치에 비교하는 단계;

프로파일 비교 결과를 통신하는 단계로서, 상기 결과를 통신하는 단계는 상기 결과를 수반하는(convey) 피드백 신호를 전송하는 단계를 포함하는, 프로파일 비교 결과를 통신하는 단계;

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일한지를 평가하는 단계; 및

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일하지 않은 경우에, 상기 컨디셔닝 아암에 의해 상기 기관 프로세싱 표면과 접촉 상태로 위치되는 컨디셔닝 헤드의 스위핑 주기(frequency) 및 스위핑 범위 중 하나 이상을 조정함으로써, 상기 기관 프로세싱 표면의 연마 성능을 복원하는 단계;를 포함하는

기관 프로세싱 표면을 유지하기 위한 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일한지를 평가하는 단계는 상기 프로세싱 표면 프로파일이 미리 선택된 최소 프로파일 문턱치를 충족시키는 경우에 실시되는

기관 프로세싱 표면을 유지하기 위한 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

균일한 마모 평가의 결과를 통신하는 단계를 더 포함하고,

상기 균일한 마모 평가의 결과를 통신하는 단계는, 상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일하지 않을 때 에러 메시지를 생성하는 단계를 포함하는

기관 프로세싱 표면을 유지하기 위한 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기관 프로세싱 표면 상에서 제 2 측정 세트를 실시하는 단계를 더 포함하고,
상기 제 2 측정 세트가 변위 센서를 이용하여 얻어지는
기관 프로세싱 표면을 유지하기 위한 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 프로파일 비교 결과를 통신하는 단계는 상기 프로세싱 표면 프로파일이 최소 프로파일 문턱치를 충족시키지 못한 경우에 에러 메시지를 생성하는 단계를 포함하는
기관 프로세싱 표면을 유지하기 위한 방법.

청구항 8

기관 프로세싱 장치로서:
기관으로부터 물질을 제거하기 위한 기관 프로세싱 표면;
상기 기관 프로세싱 표면의 연마 성능을 복원하기 위한 컨디셔닝 헤드;
상기 컨디셔닝 헤드를 상기 기관 프로세싱 표면과 접촉 상태로 위치시키기 위한 컨디셔닝 아암;
상기 기관 프로세싱 표면 상에서 측정 세트를 실시하기 위해서 상기 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서; 및
로직을 포함하며,
상기 로직은
 상기 측정 세트를 기초로 프로세싱 표면 프로파일을 결정하고;
 상기 프로세싱 표면 프로파일을 최소 프로파일 문턱치와 비교하고;
 프로파일 비교 결과를 통신하고;
 상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일한지를 평가하고;
 균일한 마모 평가의 결과를 통신하고; 그리고
 상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일하지 않은 경우에, 상기 컨디셔닝 헤드의 스윙핑 주기 및 스윙핑 범위 중 하나 이상을 조정함으로써, 상기 기관 프로세싱 표면의 연마 성능을 복원하도록 구성되는
기관 프로세싱 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 컨디셔닝 헤드는 상기 기관 프로세싱 표면 상으로 제어가능한 하향력 압력을 제공하도록 구성되고,
상기 하향력 압력이 0.7 psi 내지 2 psi 인
기관 프로세싱 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 컨디셔닝 아암이 피봇 지점을 중심으로 상기 기관 프로세싱 표면에 대해서 측방향으로 회전되는
기관 프로세싱 장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 로직이:

상기 기관 프로세싱 표면 상에서 제 2 측정 세트를 실시하도록 추가로 구성되고,

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일하지 않은 경우에, 상기 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서를 이용하여 상기 제 2 측정 세트가 얻어지는

기관 프로세싱 장치.

청구항 12

기관 프로세싱 시스템으로서:

기관으로부터 물질을 제거하기 위한 기관 프로세싱 표면;

상기 기관 프로세싱 표면을 회전시키기 위한 평판부(platen);

상기 기관 프로세싱 표면의 연마 성능을 복원하기 위한 컨디셔닝 헤드;

상기 컨디셔닝 헤드를 상기 기관 프로세싱 표면과 접촉 상태로 위치시키기 위한 컨디셔닝 아암;

상기 기관 프로세싱 표면 상에서 측정 세트를 실시하도록 구성되고 상기 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서;
및

로직을 포함하며,

상기 로직이:

상기 측정 세트를 기초로 프로세싱 표면 프로파일을 결정하고;

상기 프로세싱 표면 프로파일을 최소 프로파일 문턱치와 비교하고;

프로파일 비교 결과를 통신하고;

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일한지를 평가하고;

균일한 마모 평가의 결과를 통신하고; 그리고

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일하지 않은 경우에, 상기 컨디셔닝 헤드의 스위핑 주기 및 스위핑 범위 중 하나 이상을 조정함으로써, 상기 기관 프로세싱 표면의 연마 성능을 복원하도록 구성되는

기관 프로세싱 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 컨디셔닝 헤드는 상기 기관 프로세싱 표면 상으로 제어가능한 하향력 압력을 제공하도록 구성되고,

상기 하향력 압력이 0.7 psi 내지 2 psi 인

기관 프로세싱 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 컨디셔닝 아암이 피봇 지점을 중심으로 상기 기관 프로세싱 표면에 대해서 측방향으로 회전되는
기관 프로세싱 시스템.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 로직이:

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일하지 않은 경우에, 상기 기관 프로세싱 표면을 교정하고; 그리고

상기 기관 프로세싱 표면 상에서 다른 측정 세트를 실시하도록 추가로 구성되고,

상기 기관 프로세싱 표면의 마모가 균일하지 않은 경우에, 프로세싱 표면 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서를 이용하여 상기 다른 측정 세트가 얻어지는

기관 프로세싱 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원 발명의 실시예들은 일반적으로 기관으로부터 물질을 제거하는 것에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본원 발명의 실시예들은 전기화학적 기계적 연마에 의해서 기관을 평탄화 또는 연마하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 집적 회로의 제조에서, 전도성 물질의 층들은 웨이퍼 상에서 원하는 회로를 생성하기 위해 반도체 웨이퍼 상에서 연속적으로 증착되고 그리고 제거된다.

[0003] 화학적 기계적 프로세싱(CMP)은 하향력 및 기계적 마모로 기관을 연마하는 동안 동시에 화학적 용해에 의해 반도체 웨이퍼 또는 기관 표면으로부터 전도성 물질들을 제거하기 위해 이용되는 기술이다. 전기화학적 기계적 프로세싱(ECMP)은 작은(감소된) 하향력으로 기관을 연마하는 동안 동시에 전기화학적 용해를 실시하는 CMP의 최근 개발된 변형이다. 통상적으로, 전기화학적 용해는 양극으로서 기능하는 기관 표면으로 바이어스를 인가함으로써, 그리고 기관 표면으로부터 주변 전해질로 전도성 물질들을 제거하기 위해서 음극으로 바이어스를 인가함으로써 수행된다. 바이어스는, 기관이 프로세싱되는 연마 물질 상에 또는 연마 물질을 통해서 배치되는 전도성 콘택 또는 상기 연마 물질 상에 배치되는 전도성 물질에 의해서 기관 표면으로 인가될 수 있다. 연마 물질은, 예를 들어, 평판부(platen) 상에 배치된 프로세싱 패드일 수 있다. 연마 프로세스의 기계적 성분은 기관과 연마 물질 사이에 상대적인 운동을 제공함으로써 실시되고, 이는 기관으로부터 전도성 물질의 제거를 향상시킨다. 일반적으로, ECMP 스테이션들은 기관과 전극 사이에 인가되는 바이어스의 극성을 반전시킴으로써 기관 상에 전도성 물질의 증착(deposition)을 위해서 적용될 수 있다.

[0004] 통상적으로 기관은, 비-평면형 배향(non-planar orientation)으로 그 위에 증착된 벌크(bulk) 전도성 물질을 가지는 평탄화 프로세스를 시작하고, 이는 하나 이상의 CMP, ECMP 또는 조합 CMP/ECMP 프로세스들에 의해서 제거될 수 있다. 하나 보다 많은 프로세스가 이용될 때, 벌크 제거는 높은 제거율을 제공하도록 그리고 다음 프로세스(예를 들어, 잔류물질 제거)로 가기 전에 실질적으로 평탄한 기관 표면을 제공하도록 설계된다. 일부 프로세스들에서, 기관으로 인가되는 하향력이 낮으면서 전도성 물질의 더 높은 제거율을 촉진시키기 위해 여러 가지 화학물질이 개발되어 왔다. 예를 들어, 패시베이션(passivation) 화학물질은 기관의 리세스(recessed) 구역들 상의 전도성 물질을 패시베이션시키고, 이에 따라 벌크 제거 프로세스 후 보다 평탄한 표면을 생성함으로써 기관 표면의 상승된 구역들 상에 보다 높은 제거율을 촉진시킨다.

[0005] 벌크 및 잔류물질 제거를 수행하는 프로세싱 패드는 연마 중 기관 내의 결함의 생성을 최소화하면서 기관 평탄

화를 위한 적절한 기계적 특성을 가져야 한다. 그러한 결합은, 전해질 용액으로부터 석출하는 가관으로부터 제거되는 전도성 물질의 응집체(accumulation), 패드의 마모된 부분, 연마 슬러리로부터의 연마 입자 덩어리 등과 같은, 패드 표면 상에 배치되는 부산물들의 연마 또는 패드의 상승 구역들에 의해 발생하는 기관 표면 내의 스크래치들 일 수 있다. 프로세싱 패드의 연마 성능은 일반적으로 패드 표면 상의 연마 부산물들의 축적 및/또는 마모로 인해 연마 동안에 감소되며, 그 결과 준-최적(sub-optimum)의 연마 품질이 얻어진다.

발명의 내용

[0006] 일 실시예에서, 반도체 기관 프로세싱 표면을 유지(maintaining)하기 위한 방법이 제공된다. 일반적으로, 그러한 방법은 반도체 기관 프로세싱 표면 상에서 제 1 측정 세트를 실시하는 단계로서, 상기 측정 세트가 프로세싱 표면 컨디셔닝 아암(conditioning arm)에 커플링된 변위 센서를 이용하여 획득되는, 제 1 측정 세트 실시 단계; 상기 측정 세트를 기초로 프로세싱 표면 프로파일을 결정하는 단계; 상기 프로세싱 표면 프로파일을 "최소 프로파일 문턱치(threshold)" 또는 "기준 프로파일"에 비교하는 단계; 그리고 프로파일 비교 결과를 통신하는 단계를 포함한다.

[0007] 일 실시예에서, 반도체 기관 프로세싱 표면을 유지하기 위한 장치가 제공된다. 일반적으로, 그러한 장치는 반도체 기관으로부터 물질을 제거하기 위한 반도체 기관 프로세싱 표면; 반도체 기관 프로세싱 표면의 연마 성능을 복원하기 위한 컨디셔닝 헤드; 상기 컨디셔닝 헤드를 상기 반도체 기관 프로세싱 표면과 접촉 상태로 위치시키기 위한 컨디셔닝 아암; 그리고 상기 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서를 포함한다. 상기 변위 센서는 반도체 기관 프로세싱 표면 상에서 측정 세트를 실시하고, 측정 세트를 기초로 프로세싱 표면 프로파일을 결정하고, 상기 프로세싱 표면 프로파일을 최소 프로파일 문턱치와 비교하고 그리고 프로파일 비교 결과를 통신하도록 구성될 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 반도체 기관 프로세싱 표면을 유지하기 위한 시스템이 제공된다. 일반적으로, 상기 시스템은 반도체 기관으로부터 물질을 제거하기 위한 반도체 기관 프로세싱 표면; 상기 반도체 기관 프로세싱 표면을 회전시키기 위한 전도성 평판부; 반도체 기관 프로세싱 표면의 연마 성능을 복원하기 위한 컨디셔닝 헤드; 상기 컨디셔닝 헤드를 상기 반도체 기관 프로세싱 표면과 접촉 상태로 위치시키기 위한 컨디셔닝 아암; 그리고 상기 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0009] 본원 발명의 기술한 특징들이 보다 상세하게 이해될 수 있도록, 첨부 도면들에 일부가 도시된 실시예들을 참조하여 앞서 설명된 본원 발명에 대해서 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 첨부 도면들은 단지 본원 발명의 통상적인 실시예만을 도시한 것이고 그에 따라 본원 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 할 것이며, 본원 발명은 다른 균등한 실시예들도 포함한다는 것을 이해하여야 할 것이다.

도 1은 ECMP 프로세싱 시스템의 일 실시예를 도시한 도면이다.

도 2는 패드 조립체의 일 실시예를 도시한 전개도이다.

도 3은 ECMP 스테이션의 일 실시예를 도시한 사시도이다.

도 4는 컨디셔닝 아암에 장착된 변위 센서와 함께 도시한 ECMP 스테이션의 개략도이다.

도 5는 연마 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

이해를 돕기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에서 공통되는 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 부여하였다. 특별한 언급이 없이도, 일 실시예에서 설명된 구성요소가 다른 실시예에서 유리하게 이용될 수 있을 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 본원 발명의 실시예들은 일반적으로 반도체 기관들의 제조에서 수행되는 연마 또는 평탄화 프로세스들에 관한 것이다. 전기화학적 기계적 평탄화(ECMP)는 기술한 연마 프로세스들 중 하나이고 그리고 대체로 기계적, 화학적 및/또는 전기화학적 힘들의 조합에 의해서 반도체 표면으로부터 사전에 증착된 물질을 제거하는 것을 포함한다. 기계적인 힘은 물리적인 접촉 또는 마찰(rubbing) 작용을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 그리고 화학적 및/또는 전기적 힘들은 양극 분해(anodic dissolution)에 의해서 물질을 제거하는 것을 포함할 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

- [0011] 통상적으로, 기판은 비-평면형 배향 상태로 그 위에 증착된 벌크 전도성 물질을 가지는 평탄화 프로세스를 시작하고, 평탄한 배향을 달성하기 위한 노력으로서 하나 이상의 ECMP 프로세스들에 의해서 그러한 전도성 물질의 일부가 제거될 수 있다. 이러한 벌크 제거를 수행하는 프로세싱 패드는 연마 동안 기판 내에서의 결함들의 발생을 최소화하면서 기판 평탄화를 위한 적절한 기계적 특성(예를 들어, 표면 조도(asperity)의 구조 및 크기)을 가져야 한다. 프로세싱 패드의 연마 성능은, 일반적으로 패드 표면 상의 연마 부산물의 축적 및/또는 마모로 인해서 연마 동안 감소되고, 그 결과로 준-최적의 연마 품질이 얻어진다. 이러한 연마 패드의 준-최적화(sub-optimization)는 패드 표면에 걸쳐 불균일한 또는 국부적인 패턴으로 발생할 수 있으며, 이는 전도성 물질의 불균일한 평탄화를 촉진할 수 있다. 따라서, 패드의 연마 성능을 복원하기 위해서 패드 표면은 주기적으로 리프레쉬(refresh), 또는 컨디셔닝되어야 할 것이다.
- [0012] 패드의 연마 성능의 감소는 패드 표면 상에서 불균일하게 발생될 수 있기 때문에, 통상적으로 패드 컨디셔닝 방식(regime)은 패드 표면에 걸쳐 균일한 방법으로 구현된다. 일반적으로, 이러한 균일한 컨디셔닝 방식은 패드를 무차별적으로(indiscriminately) 컨디셔닝하며, 이는 패드의 연마 성능을 개선할 수 있다. 그러나, 균일한 패드 컨디셔닝 방식은 연마 성능의 국부적인 손실을 나타내는 패드의 구역들을 고려하지 않을 뿐만 아니라, 적거나 없는 연마 성능의 감소를 나타내는 패드 구역들에 대한 고려도 하지 않는다. 따라서, 연마 성능 감소가 없거나 거의 없는 패드 부분들에서는 최적의 컨디션이 유지되는 반면, 연마 성능이 보다 많이 감소된 국부적인 부분들은 준-최적화의 상태로 유지될 수 있다.
- [0013] 준-최적의 연마 성능을 가지는 패드의 국부적인 부분들의 발생을 최소화하기 위해서, 프로세싱 패드가 모니터링될 수 있고 그리고 상기 패드의 두께가 여러 위치에서 측정될 수 있다. 본원 발명의 실시예들은 여러 위치에서 프로세싱 패드 두께를 측정하기 위해서 프로세싱 패드 컨디셔닝 아암에 커플링된 변위 센서를 포함할 수 있다. 변위 센서를 컨디셔닝 아암에 장착함으로써, 정상적인 작업 사이클 부분 동안에 프로세싱 패드 두께가 모니터링될 수 있고, 이는 ECMP 스테이션의 중단시간을 감소시킨다.
- [0014] 예시적인 시스템
- [0015] 도 1은 ECMP 시스템의 연마 스테이션(100)을 개략적으로 도시한 도면이다. 예를 들어, ECMP 스테이션은 Applied Materials Reflexion LK ECMP™ 또는 다른 제조업체에 의한 유사한 장치일 수 있다. 일반적으로, 연마 스테이션(100)은 컨디셔닝 장치(170) 및 모터(미도시)에 의해서 회전되는 평탄부(240)를 포함한다. 전도성 프로세싱 표면(210)이 연마 스테이션(100)의 프로세싱 표면을 형성하도록, 패드 조립체(200)는 평탄부(240)의 상부 표면에 배치된다. 캐리어 헤드(110)는 상기 패드 조립체(200) 위에 배치되고 그리고 프로세싱 동안에 기판을 패드 조립체(200)에 대해서 홀딩하도록 구성된다. 캐리어 헤드(110)는 프로세싱 동안에 기판과 패드 조립체(200) 사이에 제공되는 상대적 운동의 일부를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 캐리어 헤드(110)는 미국 캘리포니아 산타클라라에 소재하는 Applied Materials, Inc. 가 공급하는 TITAN HEAD™ 또는 TITAN PROFILER™ 웨이퍼 캐리어일 수 있다. 전해질과 같은 프로세싱 유체는 프로세싱 유체 공급원(미도시)에 커플링된 노즐(120)에 의해서 패드 조립체(200)의 프로세싱 표면(210)으로 제공될 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 컨디셔닝 장치(170)는 컨디셔닝 아암(142)을 사이에 두고 지지 조립체(140)에 의해서 지지되는 컨디셔닝 디스크 또는 컨디셔닝 헤드(150)에 커플링된 변위 센서(160)를 포함한다. 일 실시예에서, 변위 센서(160)는 컨디셔닝 아암(142)에 커플링된다. 지지 조립체(140)는 베이스(130)에 커플링되고 그리고 컨디셔닝 아암(142)을 통해서 컨디셔닝 헤드(150)를 패드 조립체(200)와 접촉하게끔 위치시키도록 구성되고, 그리고 그들 사이의 상대적 운동을 제공하도록 추가적으로 구성된다. 패드 조립체(200)에 대한 컨디셔닝 헤드(150)의 상대적 운동의 결과로서, 변위 센서(160)는 프로세싱 표면(210)의 두께 측정치들을 획득할 수 있다.
- [0017] 또한, 컨디셔닝 헤드(150)는, 패드 조립체(200)를 향해서 컨디셔닝 헤드를 제어가능하게 가압하기 위해서 제어 가능한 압력 또는 하향력을 제공하도록 구성된다. 하향력 압력은 약 0.7 psi 내지 약 2 psi 사이의 범위일 수 있다. 일반적으로, 컨디셔닝 헤드(150)는 도 3에서 화살표(350 및 342)로 표시된 바와 같이 패드 조립체(200)의 표면을 가로지르는 스위핑 운동(sweeping motion)에서 측방향으로 이동하거나 및/또는 회전한다. 일 실시예에서, 컨디셔닝 헤드(150)의 측방향 운동은 대략적으로 패드 조립체(200)의 중심에서 패드 조립체(200)의 외측 엣지(edge)까지의 범위에서 원호를 따르거나 또는 선형일 수 있으며, 그에 따라 패드 조립체(200)의 회전과 조합되어, 패드 조립체(200)의 전체 표면이 컨디셔닝될 수 있다. 컨디셔닝 헤드(150)는 사용중이지 않을 때 패드 조립체(200)의 엣지를 지나서 컨디셔닝 헤드(150)를 이동시키는 추가적인 운동 범위를 가질 수 있다.

- [0018] 연마 스테이션(100)이 제어기(미도시)에 의해서 제어될 수 있다는 것을 주지할 필요가 있다. 제어기는 연마 스테이션(100)으로부터 피드백 신호들을 수신하는 하드웨어 또는 소프트웨어 로직을 포함할 수 있다. 제어기는 수신된 피드백 신호들을 기초로 디스플레이를 위한 신호들을 생성하고 정보를 디스플레이로 전달할 수 있다. 또한, 제어기는 수신된 피드백 신호들을 기초로 이어지는 연마 스테이션(100) 동작들에 관한 결정을 내리고 작업을 실행할 수 있다.
- [0019] 도 2는 서브-패드(sub-pad; 220)를 사이에 두고 전극(230) 상에 배치된 전도성 프로세싱 표면(210)을 가지는 패드 조립체(200)를 도시한 전개도이다. 이러한 실시예에서, 전도성 프로세싱 표면(210)은 연마 스테이션(100)의 프로세싱 표면을 형성한다. 패드 조립체(200)를 전원(250)의 반대 전극들에 커플링하기 위해서, 전도성 프로세싱 표면(210) 및 전극(230)은 적어도 하나의 커넥터(252, 254)를 각각 구비한다. 전원(250)은 CMP 또는 ECMP 프로세스가 실시되는지의 여부에 따라서 선택적이다. 서브-패드(220)는 전도성 프로세싱 표면(210)에 대해서 강화된 압축성(compressibility)을 제공하고 그리고 ECMP 프로세스에서 전도성 프로세싱 표면(210)이 양극으로서 작용할 수 있도록 그리고 전극(230)이 음극으로서 기능할 수 있도록 2개의 전도성 부분들 사이에서 절연 엘리먼트로서 기능한다. 전극(230)은 고체 금속 시트, 호일 또는 금, 주석, 니켈, 은, 스테인리스 스틸, 이들의 유도체(derivatives) 및 이들의 조합으로 이루어진 메시(mesh)일 수 있다. 통상적으로, 패드 조립체(200)의 여러 부분들은 프로세스에 적용가능한 접착체에 의해서 함께 커플링되고, 그리고 도 1의 연마 스테이션(100)들 중의 하나 또는 양자(both) 내에 배치된 평탄부 조립체(240)의 상부 표면에 분리 가능하게 부착된다.
- [0020] 전도성 프로세싱 표면(210)은 전도성 물질로 제조될 수 있고 및/또는 폴리머 매트릭스 내에서 구속되는(bound) 전도성 입자들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전도성 물질은 프로세싱 표면(210)을 포함하는 물질을 포함하거나 그러한 물질로 일체적으로 분산(dispersed integrally)될 수 있고, 예를 들어 내부에 분산된 전도성 입자들 및/또는 전도성 코팅 직물 등을 가지는 폴리머 매트릭스일 수 있다. 전도성 입자들은 금, 니켈, 주석, 아연, 구리, 그 유도체 및 조합과 같은 금속 입자들일 수 있다. 전도성 폴리머는 전도성 호일 또는 메시일 수 있는 전도성 캐리어 상에 배치될 수 있다. 또한, 전도성 프로세싱 표면(210)은 서브-패드(220) 내의 홀들(222)과 적어도 부분적으로 정렬되는 하나 이상의 개구들(214)을 포함할 수 있다. 전도성 프로세싱 표면(210)이 기관 상의 전도성 물질에 대해서 가압될 때 전극 및 기관 표면 사이의 전해질 소통을 허용하기 위해서, 개구(214) 및 홀들은 전해질로 충전되도록 구성된다. 전해질 유동 및 유지를 향상시키기 위해서, 그리고 기관으로부터 제거되는 물질들이 프로세싱 표면으로부터 흘러내릴 수 있기 위한 경로를 제공하기 위해서, 홈(groove)들 또는 채널(212)들은 전도성 프로세싱 표면(210)에 형성될 수 있다. 패드 조립체들의 예들이 2006년 1월 31일자 미국 특허 제 6,991,528 호, 2003년 12월 23일자로 출원된 미국 출원 제 10/744,904 호에 기재되어 있다. 상기 특허 및 출원은 본원과 모순되지 않는 범위 내에서 본원에 참조로서 포함된다.
- [0021] 일반적으로, 프로세싱 패드(200)의 연마 성능은 패드 표면 상의 연마 부산물들의 축적 및/또는 마모로 인해서 연마 동안에 감소되며, 그에 따라 준-최적의 연마 품질들을 초래한다. 연마 패드의 이러한 마모는 패드 표면에 걸친 불균일하거나 또는 국부적인 패딩으로 발생될 수 있고, 이는 전도성 물질의 불균일한 평탄화를 촉진할 수 있다. 따라서, 패드의 연마 성능을 복원하기 위해서 패드 표면은 주기적으로 리프레쉬, 또는 컨디셔닝되어야 한다. 이는 컨디셔닝 헤드(150)에 의해서 이루어진다.
- [0022] 도 3은 ECMP 시스템의 연마 스테이션(100)을 개략적으로 도시한 상면도이다. 컨디셔닝 헤드(150)는 컨디셔닝 아암(142)에 커플링된 것으로 도시되어 있으며, 화살표(350 및 342)로 표시된 바와 같이, 일반적으로 패드의 연마 성능을 복원하기 위해서 패드 조립체(200)의 표면을 가로지르는 스위핑 운동에서 측방향으로 이동하거나 및/또는 회전한다. 일 실시예에서, 스위핑 범위는 패드의 둘레 부분으로부터 패드의 중심 부분까지이고, 다시 말해서 스위핑 범위는 패드의 반경의 컨디셔닝을 가능하게 하는 범위이므로 방사상 스위핑 범위이다. 다른 실시예들에서, 스위핑 범위는 1의 분수(some fraction of one) 만큼 방사상 스위핑 범위 보다 적다. 다른 실시예에서, 스위핑 범위가 방사상 스위핑 범위 보다 클 수 있다.
- [0023] 컨디셔닝 헤드(150)에 의한 반복 컨디셔닝의 결과로서, 결국 프로세싱 패드(200)는 교체될 필요가 있다. 그러나, 패드의 유입 공차(incoming tolerance), 디스크마다 다른 마모 속도, 그리고 공구(tool)마다 다른 변동(예를 들어, 컨디셔닝 하향력 교정)으로 인해서, 일반적으로 보수적인(conservative) 접근 방식이 수반되고, 그리고 프로세싱 패드의 수명이 최대화되지는 않는다.
- [0024] 도 4는 변위 센서(160)가 장착 장치(410)에 의해서 컨디셔닝 아암(142)에 커플링되는 본원 발명의 실시예들을 도시한다. 컨디셔닝 아암에 커플링된 센서로 인해서, 정상적인 동작 사이클의 일부 동안에 여러 지점들에서 프로세싱 패드(200)의 두께가 측정될 수 있는 한편, 수반하는 로직으로 인해서 측정 데이터가 캡처되고 그리고 디

스플레이(예를 들어, 프로세싱 패드의 2-차원적인 맵(map) 생성)될 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서(160)는 패드의 두께를 측정하기 위해 레이저를 사용할 수 있다. 다른 실시예들에서, 센서(160)는 유도형 센서일 수 있다.

- [0025] 레이저 기반 센서(160)를 포함하는 실시예들에서, 프로세싱 패드(200)의 두께는 직접적으로 측정된다. 컨디셔닝 아암은 평탄부(240)에 대해서 고정된 위치에 있고, 그리고 레이저(160)는 아암에 대해서 고정된 위치에 있다. 결과적으로, 레이저(160)가 평탄부(240)에 대해서 고정된 위치에 있게 된다. 프로세싱 패드까지의 거리를 측정하고 그리고 프로세싱 패드(200)까지의 거리 및 평탄부(240)까지의 거리 사이의 편차를 계산함으로써, 프로세싱 패드(200)의 나머지 두께가 결정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 기반 센서(160)를 이용하는 두께 측정의 해상도는 25 μm 이내가 될 수 있다.
- [0026] 유도형 센서(160)를 포함하는 실시예에서, 프로세싱 패드(200)의 두께가 간접적으로 측정된다. 컨디셔닝 헤드(150)가 프로세싱 패드(200)와 접촉할 때까지 컨디셔닝 아암이 피봇점을 중심으로 작동된다. 전자기장을 방출하는 유도형 센서는 피봇형 컨디셔닝 아암의 단부에 장착된다. 패러데이의 유도 법칙에 따라서, 폐쇄형 루프 내의 전압은 시간 변화에 따른 자기장의 변화에 직접적으로 비례한다. 인가되는 자기장이 강할수록 보다 큰 맵들이 전류가 생성되고 그리고 반대 필드(field)가 보다 더 커진다. 센서로부터의 신호는 센서의 선단부로부터 금속 평탄부(240)까지의 거리에 직접적으로 연관된다. 평탄부(240)가 회전될 때, 컨디셔닝 헤드(150)가 패드의 표면 상에 놓이고 그리고 프로세싱 패드(200)의 프로파일에 따라서 유도형 센서가 컨디셔닝 아암과 함께 상승되고 하강된다. 유도형 센서가 금속 평탄부(240)에 보다 더 근접함에 따라, 프로세싱 패드 마모 지수, 신호의 전압이 증대된다. 센서로부터의 신호가 프로세싱되고 그리고 프로세싱 패드 조립체(200)의 두께 변동이 캡처된다. 일부 실시예에서, 유도형 센서(160)를 이용한 두께 측정의 해상도가 1 μm 이내가 될 수 있다.
- [0027] 도 5는 ECMP 또는 CMP 프로세싱 패드 두께 및 프로파일을 측정하고 모니터링하도록 구성된 모니터링 방법(500)의 일 실시예이다. 상기 방법은 프로세싱 패드(200)의 설치와 함께 단계(502)에서 시작된다. 단계(504)에서, 컨디셔닝 아암(142)에 부착된 센서(160)는 여러 지점들에서 프로세싱 패드의 두께를 측정한다. 단계(506)에서, 상이한 지점들에서의 프로세싱 패드(200)의 두께는 프로세싱 표면 프로파일을 생성하기 위해 이용된다. 일 실시예에서, 프로세싱 표면 프로파일은 프로세싱 패드의 2-차원적인 맵이다.
- [0028] 단계(508)에서, 여러 지점들에서 측정된 패드 두께 및 최소 허용가능 패드 두께 또는 "최소 프로파일 문턱치" 사이의 비교가 이루어진다. 최소 허용가능 패드 두께는 최초 두께의 백분율을 기초로 작업자에 의해서 특정될 수 있고 또는 당업자에게 공지된 임의의 다른 수단에 의해서 특정될 수 있다는 것을 주지하여야 한다.
- [0029] 만약 패드 두께가 최소 허용가능 패드 두께 보다 두껍지 않다면, 수명이 다한 프로세싱 패드는 제거 및 폐기될 수 있고, 그리고 단계(510)로 도시된 바와 같이, 새로운 프로세싱 패드가 설치될 수 있다. 프로세싱 패드가 최소 허용가능 패드 두께 미만으로 마모된 후에 패드를 교체할 필요가 있는데, 이는 프로세싱 패드가 연마 성능을 복원하기에는 너무 얇을 수 있기 때문이다. 단계(510)에서 프로세싱 패드의 교체 후에, 동작들(504-508)은 반복될 수 있고 그리고 새로운 프로세싱 패드가 측정될 수 있다.
- [0030] 그러나, 만약 프로세싱 패드의 두께가 최소 허용가능 두께 보다 두껍다면, 단계(512)에서, 프로세싱 패드가 균일한 방식으로 마모되는지를 확인하기 위해 패드의 2차원적인 맵이 검사된다. 프로세싱 패드의 균일성을 모니터링함으로써, 패드의 이용가능한 수명이 효과적으로 연장되는 시기 적절한 방식으로 조정이 이루어질 수 있고, 이에 따라 ECMP 스테이션의 중단 시간이 감소된다. 예를 들어, 만약 프로세싱 패드가 불균일한 방식으로 마모된다면, 컨디셔닝 헤드 또는 컨디셔닝 아암의 배향이 프로세싱 패드를 따르는 컨디셔닝 헤드로부터의 압력 분포를 변경하기 위해 수정될 수 있다. 또한, 컨디셔닝 아암의 동작들을 국부적인 불균일성을 감소시킬 수 있도록 수정하기 위해 제어기 로직은 변경될 수 있다.
- [0031] 만약, 프로세싱 패드 마모가 균일하다면, 단계(514)에서, 추가적인 프로세싱 패드 측정들이 취해지기에 앞서서 표준 ECMP 프로세스들이 수행되는 지연(delay)이 있게 된다. 그러한 지연의 길이는 이벤트(event)의 발생에 따라서 작업자에 의해서 지정될 수 있을 것이고, 또는 당업자에게 공지된 다른 수단에 의해서 특정될 수 있다. 그러한 지연은 동작들(504-512)이 반복되기에 앞서서 정상 동작들이 이루어지는 동안의 시간이다.
- [0032] 만약 프로세싱 패드가 균일한 방식으로 마모되지 않는다면, 단계(516)에서, 프로세싱 패드(200)가 조정된다. 일부 실시예들에서, 동작들(504-512)은 프로세싱 패드의 조정에 즉각적으로 후속하여 반복될 수 있다. 이는 부정확한 패드 조정이 후속하여 프로세싱되는 기관들에 해로운 영향을 미치는 것을 방지 또는 제한할 수 있다.
- [0033] 일부 실시예들에서, 컨디셔닝 헤드 및 컨디셔닝 엘리먼트의 스위핑 주기(frequency)가 조정될 수 있다. 스위핑

주기는 연마 성능의 국부적인 손실이 결정된 프로세싱 표면 부분들에 대해서 보다 공격적으로 패드의 프로세싱 표면의 부분들을 컨디셔닝하도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 스위핑 주기는 부분적으로 원형 전도성 패드의 회전 속도를 기초로 할 수 있다. 이러한 예에서, 패드의 기하학적 형상 및 RPM은 프로파일 결정 및 기관과 전도성 패드 사이의 접촉 구역들을 기초로 보다 높은 또는 보다 낮은 스위핑 주기를 필요로 할 수 있다. 일 실시예에서, 스위핑 주기는 약 5 스위핑/분 내지 약 20 스위핑/분, 예를 들어 약 8 스위핑/분 내지 약 14 스위핑/분, 예를 들어 약 10 스위핑/분일 수 있다.

[0034] 다른 실시예에서, 스위핑 범위는 원형 전도성 패드의 프로세싱 표면에 걸친 스위핑 범위를 변화시킴으로써 조정될 수 있다. 예를 들어, 원형 전도성 패드의 중심은 원형 전도성 패드의 둘레에 비해서 연마 성능의 국부적 손실이 더 크기 쉽고, 따라서 중심 부분에서의 평탄화를 방해할 수 있다. 이러한 경우에, 스위핑 범위는 전체 반경 스위핑으로부터 3/4 스위핑까지 변경될 수 있으며, 이때 스위핑 범위는 패드의 대략적인 중심으로부터, 중심에서 반경까지의 약 3/4까지 컨디셔닝한다. 이러한 예에서, 패드 반경의 나머지 1/4은 컨디셔닝되지 않을 것이다. 만약 원형 패드의 둘레가 중심 부분에 비해서 감소된 평탄화 성능을 나타낸다면, 3/4 스위핑을 반대로 이용할 수 있을 것이고, 그에 따라 둘레부를 컨디셔닝하고 그리고 패드 중심에 근접한 패드 부분에서는 컨디셔닝을 실시하지 않을 수 있다. 스위핑 범위 조정은 전술한 비율로 제한되는 것이 아니고 패드의 컨디셔닝 요구에 따라서 임의의 비율로 이루어질 수 있다.

[0035] 다른 실시예들은 스위핑 범위 조정을 패드 회전 운동과 결합할 수 있고, 이때 스위핑 범위는 임의의 패드 회전수에 대한 분수 범위(fractional range)이다. 스위핑 범위는 패드 RPM의 희망하는 정수에 대한 분수일 수 있고 그리고 전체 스위핑 범위는 패드 RPM의 다른 희망하는 정수에 대해서 재개된다. 예를 들어, 중심에 비해 패드의 둘레에서 연마 성능의 보다 큰 국부적 손실이 결정된다면, 중심은 둘레보다 덜 컨디셔닝될 필요가 있을 것이다. 따라서, 패드의 둘레와 그 둘레로부터 반경의 약 절반 사이에서 반-스위핑(half-sweeping)이 실시될 수 있다. 이러한 반-스위핑은, 예를 들어, 약 5 내지 10의 패드 회전 동안 계속될 수 있다. 각각의 6번째 회전 또는 11번째 회전에서, 중심에서 패드의 절반 반경을 컨디셔닝하기 위해서 전체(full) 스위핑이 재개될 수 있다. 전체 스위핑은 임의의 희망하는 패드 RPM 정수에 대해서 계속될 수 있고 그리고 반-스위핑이 재개될 수 있다.

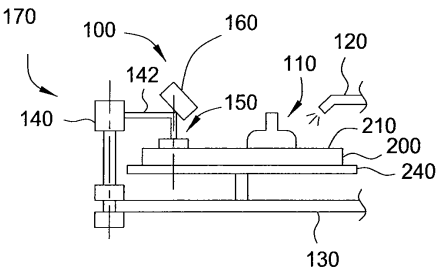
[0036] 컨디셔닝 엘리먼트 RPM은, 전도성 연마 패드의 프로세싱 표면의 여러 부분들로 향상된 컨디셔닝을 제공하기 위해 조정될 수 있다. 일 실시예에서, 컨디셔닝 엘리먼트 RPM은 컨디셔닝 동안에 임의의 정적(static) RPM으로 설정될 수 있다. 일 실시예에서, 컨디셔닝 엘리먼트 RPM은 약 30 RPM 내지 약 100 RPM, 예를 들어 약 40 RPM 내지 약 70 RPM이다. 다른 실시예들에서, 컨디셔닝 파라미터들은 전술한 바와 같이 조정될 수 있고, 컨디셔닝 엘리먼트 RPM은 변화될 수 있다. 예를 들어, 컨디셔닝 헤드가 패드의 둘레 부분을 컨디셔닝 할 때 컨디셔닝 엘리먼트 RPM은 증가될 수 있고, 그리고 중심 부분을 컨디셔닝 할 때 감소될 수 있다. 이러한 실시예에서, 둘레는 중심 부분 보다 더 공격적으로 컨디셔닝될 수 있다. 만약 중심 부분이 둘레 부분 보다 더 공격적인 컨디셔닝을 필요로 한다면, 컨디셔닝 엘리먼트 RPM은 둘레에 비해 중심을 컨디셔닝할 때 더 높을 수 있다.

[0037] 컨디셔닝 헤드 하향력 역시 조정될 수 있다. 일 실시예에서, 패드에 대해서 상대적으로 컨디셔닝 엘리먼트로 인가되는 하향력은 약 0.7 psi 내지 약 2.0 psi, 예를 들어 약 1.0 psi 내지 약 1.7 psi 범위에서 정적이다. 다른 실시예들에서, 컨디셔닝 파라미터들은 전술한 바와 같이 조정될 수 있고, 하향력은 변화될 수 있다. 예를 들어, 컨디셔닝 헤드가 패드의 프로세싱 표면의 둘레 부분을 컨디셔닝 할 때 하향력은 증대될 수 있고, 그리고 중심 부분의 프로세싱 표면을 컨디셔닝할 때에는 감소될 수 있다. 이러한 실시예에서, 둘레가 중심 부분 보다 더 공격적으로 컨디셔닝될 수 있다. 만약 둘레 부분 보다 중심 부분을 보다 더 공격적으로 컨디셔닝할 필요가 있다면, 둘레 보다 중심을 컨디셔닝 할 때 하향력이 보다 높을 수 있다.

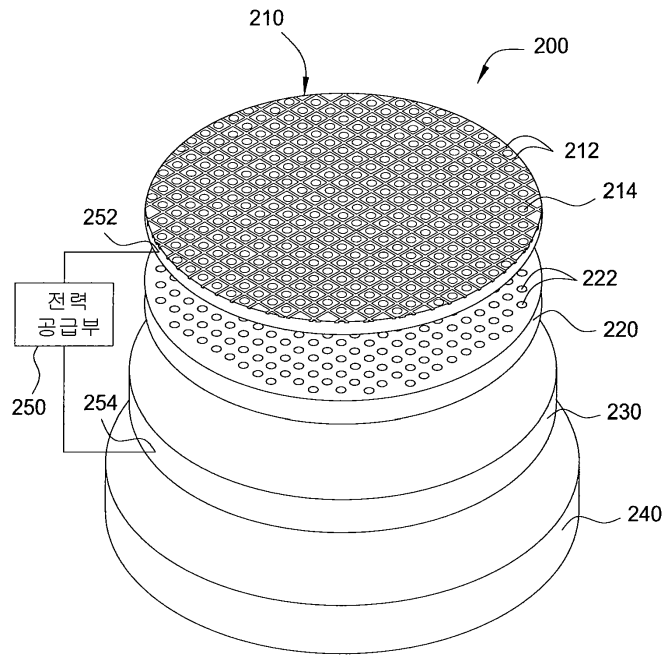
[0038] 전도성 패드를 컨디셔닝하는 것과 관련하여 컨디셔닝 방법을 예시적으로 설명하였지만, 비-전도성 패드의 프로세싱 표면에서도 컨디셔닝 방법을 유리하게 적용할 수 있을 것이며, 그에 따라 본원 발명은 전도성 패드로 제한되지 않는다 할 것이다. 또한, 본원에 기재된 방법들이 원형 패드와 관련하여 설명되었지만, 본원 발명이 이러한 개시 내용으로 제한되는 것이 아니고 예를 들어 무한 벨트, 공급 롤(roll)로부터 테이크-업 롤(take-up roll)까지 평탄부를 가로질러 진행하도록 구성된 패드를 이용하는 장치, 또는 연마 패드를 이용하는 연마 기관용 장치와 같은 선형 연마 시스템에서도 이용될 수 있을 것이다. 본원 발명의 기본 범위 내에서도 본원 발명의 다른 실시예들 및 추가적인 실시예들을 안출할 수 있을 것이며, 그에 따라 본원 발명의 범위는 특허청구범위에 의해서 결정될 것이다.

도면

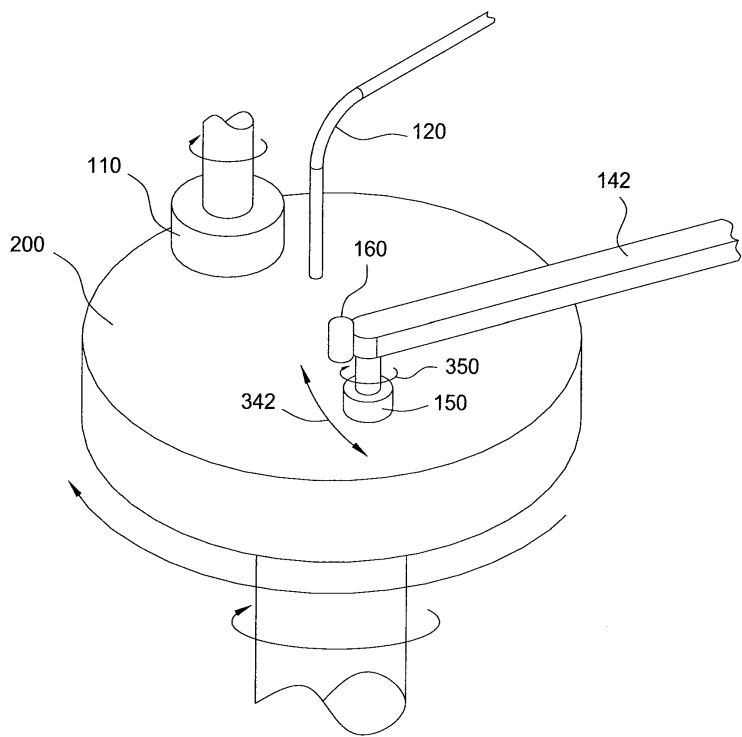
도면1



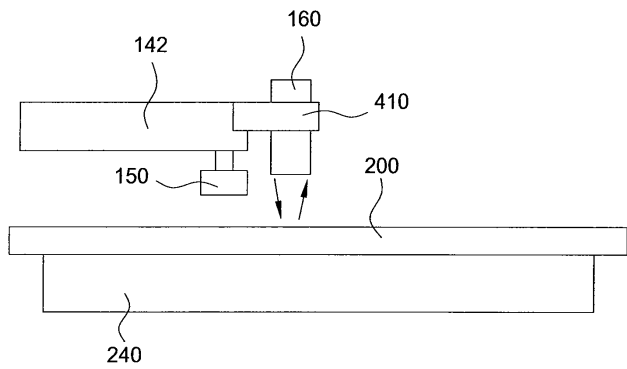
도면2



도면3



도면4



도면5

