



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0055483
(43) 공개일자 2011년05월25일

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7026670

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년05월19일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년11월29일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/044501

(87) 국제공개번호 WO 2009/146274

국제공개일자 2009년12월03일

(30) 우선권주장

12/130, 190 2008년05월30일 미국(US)

(71) 출원인

엠이엠씨 일렉트로닉 머티리얼즈, 인크.

미합중국 미주리 (우:63376-5000) 세인트 피터스
피.오.박스 8 펄 드라이브 501

(72) 발명자

알브레츠, 피터, 디.

미국 63376 미주리주 에스티. 피터스 펄 드라이브
501 엠이엠씨 일렉트로닉 머티리얼즈, 인크.

구오치앙, 장

미국 63376 미주리주 에스티. 피터스 펄 드라이브
501 엠이엠씨 일렉트로닉 머티리얼즈, 인크.

(74) 대리인

양영준, 백만기, 정은진

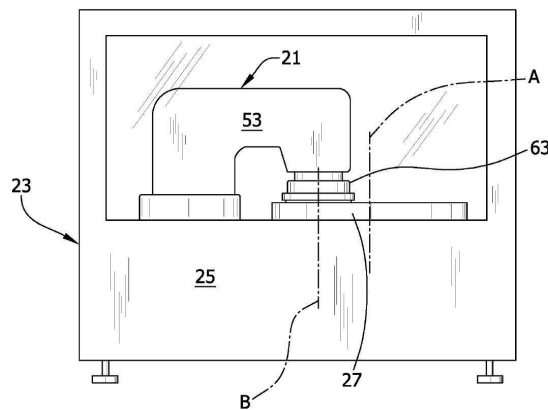
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 반도체 웨이퍼 폴리싱 장치 및 폴리싱 방법

(57) 요약

웨이퍼 폴리싱 장치는 턴테이블과 폴리싱 패드에 직교하는 축을 중심으로 기재(23)에 대하여 턴테이블(27)과 폴리싱 패드(29)의 회전을 위하여, 기재(23) 및 그 위에 폴리싱 패드(29)를 가지며 상기 기재(23) 상에 설치되는 턴테이블(27)을 갖는다. 폴리싱 패드(29)는 웨이퍼의 앞면을 폴리싱하기 위하여 웨이퍼의 앞면과 결합가능한 작업 표면을 포함한다. 턴테이블의 축에 실질적으로 평행한 축을 중심으로 회전 동작을 부여하기 위한 구동 메카니즘(45)이 기재 상에 설치된다. 폴리싱 헤드(63)는 폴리싱 헤드의 회전을 구동하기 위한 구동 메카니즘(45)에 연결된다. 폴리싱 헤드(45)는 폴리싱 패드(29)의 작업 표면과 웨이퍼의 앞면을 결합하기 위하여 웨이퍼를 유지하도록 구성되는 압력판(115)을 갖는다. 압력판(115)은 대략 평평한 상태를 가지며, 평평한 상태에서부터 볼록한 상태 및 오목한 상태에 선택적으로 이동가능하다.

대 표 도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

기재(base);

그 위에 폴리싱 패드를 가지며 상기 기재 상에 설치되는 턴테이블 - 상기 턴테이블과 폴리싱 패드는, 상기 턴테이블과 폴리싱 패드에 직교하는 축을 중심으로 상기 기재에 대하여 회전하며, 상기 폴리싱 패드는 웨이퍼의 앞면을 폴리싱하기 위하여 상기 웨이퍼의 앞면에 결합가능한(engageable) 작업 표면을 가짐 -;

상기 턴테이블의 축에 실질적으로 평행한 축을 중심으로 회전 운동을 부여하기 위하여 상기 기재에 설치되는 구동 메카니즘; 및

상기 구동 메카니즘에 연결되는 폴리싱 헤드 - 상기 폴리싱 헤드는 상기 폴리싱 헤드의 회전을 구동하기 위하여 상기 구동 메카니즘에 연결되며 상기 웨이퍼의 앞면을 상기 폴리싱 패드의 작업 표면과 결합하기 위하여 상기 웨이퍼를 유지하도록 구성되는 압력판을 갖고, 상기 압력판은 대략 평평한 상태를 가지며 상기 평평한 상태에서 볼록한 상태 및 오목한 상태로 선택적으로 이동가능함 -

를 포함하는 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 압력판에 양의 압력을 가하여 상기 압력판을 상기 평평한 상태에서 상기 볼록한 상태로 이동시키고, 진공을 인입하여 상기 압력판을 상기 평평한 상태에서 상기 오목한 상태로 이동시키는 제1 압력원을 더 포함하는 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 압력판은 지지판과 상기 지지판으로부터 연장되는 환형 벽체를 구비하며, 상기 지지판과 상기 환형 벽체는 제1 내부 챔버를 적어도 부분적으로 정의하는, 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 유지판을 더 포함하며, 상기 유지판, 상기 지지판, 및 상기 환형 벽체는 상기 제1 내부 챔버를 정의하는 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 지지판은 힌지(hinge)를 중심으로 상기 환형 벽체에 대하여 편향할 수 있는, 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 환형 벽체는 상기 지지판이 편향할 수 있는 상기 힌지를 정의하는 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 환형 벽체는 약 2 millimeters (0.079 inches)와 약 3 millimeters (0.118 inches) 사이의 두께를 갖는, 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 압력판은 상기 압력판을 통해 연장되는 복수의 통로를 포함하는, 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 압력판을 통해 연장되는 상기 통로에 압력을 가하기 위한 제2 압력원을 더 포함하는, 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 압력판에 설치되는 상기 방해판을 더 포함하며, 상기 방해판과 상기 압력판은 협동하여 제2 내부 챔버를 정의하는, 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 압력판은 스테인리스 스틸로 이루어지는, 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 12

폴리싱 장치에서 웨이퍼를 유지하기 위한 폴리싱 헤드로서,

상기 폴리싱 장치의 동작 중에 상기 웨이퍼를 결합하여 유지하기 위한 지지판을 포함하는 압력판을 구비하며, 상기 지지판은 대략 평평한 상태를 가지며, 상기 평평한 상태에서 볼록한 상태 및 오목한 상태로 선택적으로 이동가능한, 폴리싱 헤드.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 압력판은 상기 지지판으로부터 외측으로 연장되는 환형 벽체를 더 구비하는 폴리싱 헤드.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 환형 벽체는 힌지 - 상기 지지판은 상기 힌지를 중심으로 편향할 수 있음 - 를 정의하는, 폴리싱 헤드.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 지지판 및 상기 환형 벽체는 단체(one-piece)로서 형성되는, 폴리싱 헤드.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 지지판은 이를 통해 연장되는 복수의 통로를 포함하는, 폴리싱 헤드.

청구항 17

제12항에 있어서, 상기 압력판은 내부 챔버를 적어도 부분적으로 정의하는, 폴리싱 헤드.

청구항 18

제12항에 있어서, 상기 압력판은 스테인리스 스틸로 이루어지는, 폴리싱 헤드.

청구항 19

반도체 웨이퍼를 폴리싱하는 방법으로서,

상기 반도체 웨이퍼의 앞면의 평탄도를 정량화하는 단계;

웨이퍼 폴리싱 장치의 폴리싱 헤드와 접촉하여 상기 반도체 웨이퍼를 배치하는 단계 - 상기 폴리싱 헤드는 압력판을 가지며, 상기 웨이퍼는 상기 압력판과 직접 접촉하여 배치됨 -;

상기 폴리싱 패드의 작업 표면과 상기 웨이퍼의 앞면이 결합되도록 상기 폴리싱 헤드에 의해 유지되는 상기 웨이퍼를 위치시키는 단계;

상기 폴리싱 패드에 대하여 상기 웨이퍼의 앞면을 압압하는(urgings) 단계;

상기 웨이퍼의 앞면의 평탄도에 기초하여 대략 평평한 상태에서 볼록한 상태 및 오목한 상태 중 하나로 상기 압력판을 편향시키는 단계;

제1 축을 중심으로 상기 폴리싱 장치의 턴테이블 상의 폴리싱 패드의 회전을 구동하는 단계;

대략 상기 제1 축과 일치하지 않는 제2 축을 중심으로 상기 폴리싱 헤드의 회전을 구동하여, 상기 웨이퍼의 앞

면을 폴리싱하는 단계;
 상기 턴테이블로부터 상기 웨이퍼를 분리하는(disengaging) 단계; 및
 상기 웨이퍼를 상기 폴리싱 헤드로부터 제거하는 단계
 를 포함하는 폴리싱 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 압력판을 편향시키는 단계는, 대략 돔형태의 앞면을 갖는 웨이퍼를 폴리싱하기 위하여 대략 평평한 상태에서 볼록한 상태로 상기 압력판을 편향시키는 단계를 포함하는, 폴리싱 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 압력판을 편향시키기 위하여 상기 폴리싱 헤드의 제1 내부 챔버를 가압하는 단계를 더 포함하는 폴리싱 방법.

청구항 22

제19항에 있어서, 상기 압력판을 편향시키는 단계는, 대략 접시형태의 앞면을 갖는 웨이퍼를 폴리싱하기 위하여 대략 평평한 상태에서 오목한 상태로 상기 압력판을 편향시키는 단계를 포함하는, 폴리싱 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 압력판을 편향시키기 위하여 상기 폴리싱 헤드의 제1 내부 챔버에 진공을 인가하는(applying) 단계를 더 포함하는 폴리싱 방법.

청구항 24

제19항에 있어서, 상기 압력판과 직접 접촉하여 상기 반도체 웨이퍼를 배치하는 단계는, 압력판을 통해 상기 웨이퍼의 배면에 진공을 인가하는 단계를 포함하는, 폴리싱 방법.

청구항 25

제19항에 있어서, 상기 폴리싱 패드의 작업 표면에 대하여 상기 웨이퍼의 앞면을 진동시키는 단계를 더 포함하는 폴리싱 방법.

청구항 26

반도체 웨이퍼의 묶음(batch)을 폴리싱하는 방법으로서,
 상기 묶음 중 하나의 반도체 웨이퍼를 웨이퍼 폴리싱 장치의 폴리싱 헤드와 접촉하여 배치하는 단계 - 상기 폴리싱 헤드는 압력판을 가지며, 상기 웨이퍼는 상기 압력판과 직접 접촉하여 배치됨 -;
 상기 웨이퍼의 앞면이 상기 폴리싱 패드의 작업 표면과 결합되도록, 상기 폴리싱 헤드에 의해 유지되는 상기 웨이퍼를 위치시키는 단계 - 상기 작업 표면은 마모를 가짐 - ;
 상기 폴리싱 패드의 작업 표면의 마모량에 기초하여, 대략 평평한 상태에서 볼록한 상태 및 오목한 상태 중 하나로 상기 압력판을 편향시키는 단계;
 상기 폴리싱 패드에 대하여 상기 웨이퍼의 앞면을 압압하는 단계;
 제1 축을 중심으로 상기 폴리싱 장치의 턴테이블 상의 폴리싱 패드의 회전을 구동하는 단계;
 대략 상기 제1 축과 일치하지 않는 제2 축을 중심으로 상기 폴리싱 헤드의 회전을 구동하여, 상기 웨이퍼의 앞면을 폴리싱하는 단계;
 상기 턴테이블로부터 상기 웨이퍼를 분리하는 단계; 및
 상기 폴리싱 헤드로부터 상기 웨이퍼를 제거하는 단계
 를 포함하는 폴리싱 방법.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 웨이퍼의 앞면의 평탄도를 정량화하는 단계를 더 포함하는 폴리싱 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체 웨이퍼 또는 동일 종류의 물건을 폴리싱하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 특히, 평면을 갖는 반도체 웨이퍼의 폴리싱을 용이하게 하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 물건을 폴리싱하여 손상에 자유로운 평탄하고 고반사성의 표면을 만드는 것은, 많은 분야에서 활용예를 갖는다. 전자칩 리소그래피 또는 포토리소그래피 공정(이하, "리소그래피")에 의해 웨이퍼 상에 회로를 인쇄하기 위한 준비로서 반도체 재료의 웨이퍼와 같은 물건을 폴리싱하는 경우에, 특히 양호한 마무리가 요구된다. 0.13 microns (5.1 microinches) 이하로 얇을 수 있는 라인의 해상도를 유지하기 위하여 회로가 인쇄되어야 하는 웨이퍼 표면의 평탄도가 중요하다. 평탄한 웨이퍼 표면에 대한 필요성, 특히, 표면상의 이산 영역에서의 국지적인 평탄도는, 스텝퍼 리소그래피 처리가 채용되는 경우 높아진다.

[0003] 웨이퍼 표면의 평탄도는, 웨이퍼의 기준면(예컨대, Site Best Fit Reference Plane)에 대하여 측정되는, 전역적 평탄도 변동 파라미터[예컨대, TTV(Total Thickness Variation)], 또는 국지적 영역 평탄도 변동 파라미터[예컨대, STIR(Site Total Indicated Reading) 또는 SFPD(Site Focal Plane Deviation)]에 관하여 정량화될 수 있다. STIR은 "초점(focal)" 면이라고 하는 기준면으로부터 웨이퍼의 소영역에서 표면의 최대의 양의 편차 및 음의 편차의 합이다. SFQR은 앞면 최적합 기준면으로부터 측정되는 바와 같은 특정 유형의 STIR 측정이다. 웨이퍼 평탄도의 특징의 더 구체적인 설명은 「F. Shimura, Semiconductor Silicon Crystal Technology 191, 195 (Academic Press 1989)」에서 찾을 수 있다. 현재, 편면 폴리싱 웨이퍼의 폴리싱된 표면의 평탄도 파라미터들은 통상적으로 새로운 폴리싱 패드가 사용중인 경우에 허용가능하지만, 폴리싱 패드가 이하와 같이 노후화됨에 따라 평탄도 파라미터들이 허용가능하지 않게 된다.

[0004] 종래의 폴리싱 머신의 구성과 동작은 허용가능하지 않은 평탄도 측정에 기여한다. 폴리싱 머신은 통상적으로 패드의 중심을 관통하는 수직축 주위의 구동 회전을 위한 턴테이블 상에 설치되는 원형 또는 환형의 폴리싱 패드를 포함한다. 웨이퍼는 폴리싱 패드 위의 압력판에 고정 설치되며, 회전 폴리싱 패드와의 폴리싱 결합(polishing engagement)으로 하강한다. 통상 화학 폴리싱 약제 및 연마성 입자들을 포함하는 폴리싱 슬러리는 폴리싱 패드와 웨이퍼 사이의 더 큰 폴리싱 상호작용을 위해 패드에 적용된다. 이러한 유형의 폴리싱 동작을 통상 화학기계적 폴리싱 또는 간단히 CMP라고 한다.

[0005] 동작 중에, 패드가 회전하고, 웨이퍼가 압력판을 이용하여 패드와 접촉되게 된다. 압력판은 웨이퍼에 걸쳐서 대략 균일한 하방의 힘을 가하여 패드에 대하여 웨이퍼를 압압한다. 패드가 회전함에 따라서, 웨이퍼가 회전하고, 탈중심의 패드의 부분을 중심으로 전후로 진동한다. 그 결과, 패드의 선회시마다 웨이퍼에 접촉되는, 도 1에 흑색으로 표시한, 환형 밴드(AB)에서 패드 마모가 가장 심각하다. 패드 마모는 환형 밴드(AB)로부터 멀리 연장하는 영역(LA)에서 점차 덜 심하게 된다. 이러한 영역들은 패드의 선회의 일부 동안에만 웨이퍼와 접촉된다. 또한, 환형 밴드로부터 멀리 떨어진 패드의 부분이 환형 밴드에 더 가까운 패드의 부분보다 낮은 빈도로 접촉된다. 그 결과, 도 1에서 환형 밴드로부터 멀어질수록 점점 열리지게 흑색으로 나타낸 이러한 영역들(LA)은 환형 밴드로부터 멀어질수록 덜 심하고, 가까울수록 더 심한 패드 마모를 점진적으로(gradationally) 받게 된다. 패드의 최외부(OM)와 최내부(IM)는 폴리싱 동작중에 웨이퍼와 접촉하지 않으므로, 어떠한 심한 마모도 받지 않는다. 이러한 영역들(OM, IM)은 도 1에서 흑색과는 무관하다.

[0006] 예컨대, 수 백개의 웨이퍼 후에, 패드가 마모되는 경우 웨이퍼 평탄도가 열화되는데, 이는 패드가 더 이상 평탄하지 않으며, 그대신, 도 1의 환형 밴드(AB)에 해당하는 환형 침하(annular depression)를 가지기 때문이다. 통상적으로, 이러한 패드 마모는 2개의 방식 중 하나로 웨이퍼 평탄도에 영향을 준다: "접시형(dishing)" 및 "돔형(doming)". 도 2에 도시된 바와 같은 "돔형"은 "접시형"보다 더 흔한 것으로서, 웨이퍼가 대략 볼록한 앞면을 갖도록 한다(웨이퍼의 앞면이 패드에 의해 폴리싱된 표면임). 이는 도 1에 도시된 바와 같이 패드가 마모되는 경우에 일어나며, 그 결과로서, 웨이퍼 외연부에 더 가까운 영역에서부터보다 웨이퍼의 앞면의 중심으로부터 재료를 더 적게 제거한다. 이는 패드의 제거율이 그 마모에 반대이기 때문이다. 즉, 더 적은 마모를 갖는

패드의 부분이 더 많은 마모를 갖는 패드의 부분보다 더 많은 재료를 제거하는 것이다. 환형 밴드(AB)에 해당하는 패드의 부분에 의해 웨이퍼로부터 가장 적은 량의 재료가 제거된다. 그 결과, 웨이퍼의 앞면이 대략 "돛형"을 가지게 된다.

[0007] 웨이퍼 표면의 "접시형"은, 도 3에 도시된 바와 같이, 웨이퍼의 앞면이 오복한 상부 표면을 가지게 되는 때에 발생한다. 이러한 발생의 잠재적 원인중 하나는 폴리싱 패드에 연마제(즉, 슬러리로부터의 콜로이드 물질, 이전에 폴리싱된 웨이퍼들로부터의 부스러기, 잔여 링으로부터의 부스러기)가 식재되어, 마모 영역에서 제거율을 증가시키는 것이다. 즉, 패드의 제거율은 그 마모에 직접 비례한다. 따라서, 더 마모가 심한 패드의 부분은 더 마모가 적은 패드의 부분보다 폴리싱 공정 중에 웨이퍼로부터 더 많은 재료를 제거한다. 그 결과, 환형 밴드로부터 외부로 향하는 패드의 부분들보다는 도 1에 도시된 환형 밴드(AB)에 해당하는 패드의 부분에서 웨이퍼로부터 더 많은 재료가 제거된다. 이러한 제거율에 있어서의 결함은 그 외연부보다 웨이퍼의 중앙에서 더 많은 재료가 제거되도록 하여, 대략 "접시형"을 갖는 웨이퍼의 앞면을 가져온다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 웨이퍼의 평탄도가 허용가능하지 않게 되는 경우(예컨대, 너무 "돛형" 또는 심한 "접시형"), 마모된 폴리싱 패드는 새로운 것으로 교환되어야 한다. 자주 패드를 교환하면, 큰 수의 패드들이 구매, 저장, 처분되어야 할 뿐만 아니라, 폴리싱 패드를 바꾸는데 필요한 불용 시간의 실질적인 양이 증가되어, 폴리싱 장치의 동작에 대하여 큰 비용을 부담시킨다.

[0009] 따라서, 폴리싱 공정 중에 웨이퍼의 앞면의 돛형 또는 접시형 모두를 금지시켜 폴리싱 패드의 사용 수명을 연장하는 폴리싱 장치에 대한 필요가 있다고 하겠다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 양태에 있어서, 웨이퍼 폴리싱 장치는 일반적으로 기재 및, 턴테이블과 폴리싱 패드에 직교하는 축을 중심으로 기재에 대한 턴테이블과 폴리싱 패드의 회전을 위하여, 그 위에 폴리싱 패드를 가지며 기재 위에 설치되는 턴테이블을 구비한다. 폴리싱 패드는 웨이퍼의 앞면을 폴리싱하기 위하여 웨이퍼의 앞면에 결합가능한(engageable) 작업 표면을 포함한다. 턴테이블의 축과 실질적으로 평행한 축을 중심으로 회전 동작을 부여하기 위한 구동 메카니즘이 기재 상에 설치된다. 폴리싱 헤드는 폴리싱 헤드의 회전을 구동하기 위해 구동 메카니즘에 연결된다. 폴리싱 헤드는 웨이퍼의 앞면을 폴리싱 패드의 작업 표면과 결합하기(engaging) 위하여 웨이퍼를 유지하도록 구성되는 압력판을 갖는다. 압력판은 대략 평평한 상태(planar position)를 가지며, 평평한 상태에서 볼록한 상태(convex position) 및 오목한 상태(concave position)로 선택적으로 이동가능하다.

[0011] 또 다른 양태에 있어서, 폴리싱 장치에서 웨이퍼를 유지하기 위한 폴리싱 헤드는 일반적으로 폴리싱 장치의 동작 중에 웨이퍼를 결합하여 유지하기 위한 지지판을 포함하는 압력판을 구비한다. 지지판은 일반적으로 평평한 상태를 가지며, 평평한 상태에서 볼록한 상태 및 오목한 상태로 선택적으로 이동가능하다.

[0012] 또 다른 양태에 있어서, 반도체 웨이퍼를 폴리싱하는 방법은, 반도체 웨이퍼의 앞면의 편평도를 정량화하기 위한 단계를 포함한다. 반도체 웨이퍼는 웨이퍼 폴리싱 장치의 폴리싱 헤드와 접촉하여 배치된다. 폴리싱 헤드는 압력판을 가지며, 웨이퍼는 압력판과 직접 접촉하여 배치된다. 웨이퍼의 앞면이 폴리싱 패드의 작업 표면을 결합하도록 웨이퍼가 폴리싱 헤드에 의해 유지된다. 웨이퍼의 앞면은 폴리싱 패드에 대하여 압압된다. 압력판은 웨이퍼의 앞면의 평탄도에 기초하여 대략 평평한 상태에서부터 오목한 상태 및 볼록한 상태 중 하나로 편향된다. 폴리싱 패드는 제1 축을 중심으로 폴리싱 장치의 턴테이블 상에서 회전되며, 폴리싱 패드는 제1 축과 일치하지 않는 제2 축을 대략 중심으로 회전되어, 웨이퍼의 앞면을 폴리싱한다. 웨이퍼는 턴테이블로부터 분리되어, 폴리싱 패드로부터 제거된다.

[0013] 또 다른 양태에 있어서, 반도체 웨이퍼의 묵음을 폴리싱하는 방법은, 일반적으로, 웨이퍼 폴리싱 장치의 폴리싱 헤드와 접촉하게 상기 묵음으로부터 반도체 웨이퍼들 중 하나를 위치시키는 단계를 포함한다. 폴리싱 헤드는 압력판을 가지며, 웨이퍼는 압력판과 직접 접촉하게 배치된다. 웨이퍼는 웨이퍼의 앞면이 폴리싱 패드의 작업 표면을 결합하도록 폴리싱 헤드에 의해 유지된다. 작업 표면이 마모된다. 압력판은 폴리싱 패드의 작업 표면에서의 마모량에 기초하여 대략 평평한 상태에서부터 볼록한 상태 및 오목한 상태 중 하나에 편향된다. 웨이퍼의 앞면은 폴리싱 패드에 대하여 압압된다. 폴리싱 패드는 제1 축을 중심으로 폴리싱 장치의 턴테이블 상에서 회전되며, 폴리싱 헤드는 제1 축과는 일치하지 않는 제2 축을 대략 중심으로 회전되어, 웨이퍼의 앞면을 폴리싱한

다. 웨이퍼가 턴테이블로부터 분리되어, 폴리싱 헤드로부터 제거된다.

[0014] 상기 양태들과 관련하여 기재된 특징들 중에서 다양한 개선이 존재한다. 상기 양태에 대하여 특징들이 더욱 더 포함될 수도 있다. 이러한 개선과 추가의 특징들은 개별적으로 또는 조합하여 있을 수 있다. 예를 들어, 예시된 실시예들 중 임의의 것에 관련하여 이하에 기재된 다양한 특징들이 상기 양태들 중 임의의 것에 대하여 개별적으로 또는 조합하여 포함될 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 패드 마모의 영역을 나타낸 종래의 폴리싱 패드의 상면도이다.

도 2는 돔형 웨이퍼의 측면도이다.

도 3은 접시형 웨이퍼의 측면도이다.

도 4는 비오염 부스 내의 웨이퍼 폴리싱 장치의 측면도이다.

도 5는 명확화를 위하여 비오염 부스로부터 생략된 도 4의 웨이퍼 폴리싱 장치의 측면도 및 부분도이다.

도 6은 부분적으로 그 위에 폴리싱 헤드를 나타낸 웨이퍼 폴리싱 장치의 확대 파단 개략도이다.

도 7은 오목한 상태에 폴리싱 헤드의 압력판을 나타낸 도 6과 마찬가지로의 웨이퍼 폴리싱 장치의 확대 파단 개략도이다.

도 8은 볼록한 상태에서의 압력판을 나타낸 도 7과 유사한 개략도이다.

도 9는 균일한 두께와 평탄도의 폴리싱된 웨이퍼의 측면도이다.

도면들의 수개의 그림을 통하여 상응하는 참조 문자는 상응하는 부분을 지칭한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 도면을 참조하여, 구체적으로 도 4를 참조하면, 21로 개략적으로 나타낸 웨이퍼 폴리싱 장치가 도시되어 있으며, 대략 23으로 나타낸 기재를 갖는다. 기재(23)는 다양한 구성일 수 있으며, 바람직하게는, 폴리싱 장치(21)에 대하여 안정한 지지를 제공하도록 형성된다. 도시된 실시예에 있어서, 부스(25)는 웨이퍼 폴리싱 장치(21)를 봉입하여 대기의 오염물질이 부스에 들어가 장치와 폴리싱되는 반도체 웨이퍼(또는 기타 물건)를 오염시키지 않도록 한다. 이하에서 지적하는 바를 제외하고, 폴리싱 장치의 구성의 종래의 것이다. 본 명세서에서 논의되는 유형의 이러한 종래의 편면 폴리싱 장치의 예는, San Luis Obispo, Calif의 Strasbaugh 사의 Strasbaugh Model 6DZ가 있다.

[0017] 이하, 도 4 및 도 5를 참조하면, 턴테이블(27)이 기재에 대하여 회전하기 위하여 기재(23) 상에 설치된다. 턴테이블(27)은 원형으로서, 반도체 웨이퍼(35) 폴리싱을 위하여 그 위에 설치되는 폴리싱 패드(29)를 갖는다. 이에 의해 턴테이블과 폴리싱 패드(29)는 턴테이블 및 폴리싱 패드에 직교하는 축(A)을 중심으로 기재(23)에 대하여 함께 회전한다(도 4). 하나의 적합한 구성으로서, 폴리싱 패드(29)는 패드를 턴테이블(27)에 고정하기 위하여 배면 접촉된다. 폴리싱 패드의 반대측은 반도체 웨이퍼(35)의 앞면(39)에 결합가능한 작업 표면(37)을 포함한다. 폴리싱 중에, 폴리싱 패드(29)는 폴리싱 슬러리의 연속 공급을 받아들이도록 설계된다. 폴리싱 슬러리는 슬러리 이송 시스템(도시 생략)을 통해 패드(29)에 이송된다. 적합한 폴리싱 패드, 폴리싱 슬러리, 및 슬러리 이송 시스템은 종래 기술에 공지되어 있다.

[0018] 턴테이블 모터 및 턴테이블 제어 장치(도시 생략)에 의해 턴테이블(27)의 회전이 제어된다. 턴테이블 제어 장치는, 이하에서 더 자세하게 설명하는 바와 같이, 턴테이블(27)의 회전 속도를 제어하여, 웨이퍼(35)의 폴리싱을 더 조정한다. 적합한 턴테이블 제어 장치 및 모터는 종래 기술에 공지되어 있다.

[0019] 턴테이블의 축(A)과 실질적으로 평행한 축(B)을 중심으로 구동 메카니즘의 회전 동작을 부여하기 위하여, 도 5에 개략적으로 나타낸 구동 메카니즘(45)이 턴테이블(27) 위의 기재(23) 상에 설치된다(도 4). 구동 메카니즘(45)은 가동형 아암(53)에 격납되는 기어박스(49) 및 모터(47)를 구비한다. 폴리싱 공정 중에 아암이 반도체 웨이퍼(35)를 파지하여, 지지하고, 방출할 수 있도록, 도 4에 도시된 가동형 아암(53)은 종횡으로 피봇팅된다. 구동 메카니즘(45)은 또한 폴리싱 공정의 폴리싱 특성을 향상시키기 위하여, 구동 메카니즘의 회전 속도를 제어하기 위한 제어 장치(도시 생략)를 포함한다. 모터(47)는 아암(53) 내에서 수평으로 배향되어, 수평축을 중심으로 한 모터의 회전을 축(B)을 중심으로 한 출력 샤프트(55)의 회전으로 변환하기 위하여, 적합한 웜기어 어셈

블리(도시 생략)를 포함하는 기어박스(49)에 연결된다. 출력 샤프트(55)는 샤프트 배향을 제어하기 위한 방사형 베어링(57)을 통해 기어박스(49)로부터 아래로 통과한다.

[0020] 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 폴리싱 장치(21)는 폴리싱 헤드의 구동 회전을 위하여 구동 메카니즘(45)에 피봇팅 가능하고 회전가능하게 연결되는, 63으로 개략적으로 나타낸, 폴리싱 헤드를 더 포함한다. 폴리싱 헤드(63)는 웨이퍼가 끌고루 폴리싱될 수 있도록 폴리싱 중에 안전하게 웨이퍼(35)를 유지한다. 폴리싱 헤드(63)는 결합 회전(conjoint rotation)을 위하여 출력 샤프트(55)의 하단에 설치된다. 폴리싱 헤드(63)는 대략 75로 나타낸 구형 베어링 어셈블리를 더 포함한다. 어셈블리는 상부 베어링 부재(77), 하부 베어링 부재(79), 및 복수의 볼 베어링(81)을 포함한다. 상부 베어링 부재(77) 및 하부 베어링 부재(79)는 서로 견고하게 연결되지 않으며, 서로에 대하여 이동될 수 있다. 볼 베어링(81)은, 폴리싱 헤드(63)가 구동 메카니즘(45)에 대하여 피봇팅 할 수 있도록, 상부 베어링(77)과 하부 베어링(79)과의 상대적인 이동을 위하여 상부 베어링(77)과 하부 베어링(79)에 결합가능하다. 베어링(81)은 종래 기술에 잘 알려진 바와 같이 베어링 부재(77 및 79) 사이의 위치에서 베어링을 유지하기 위하여 종래의 베어링 레이스(도시 생략) 내에 유지되는 것이 바람직하다. 상부 베어링 부재(77)는 구동 메카니즘(45)에 견고하게 설치되는 한편, 하부 베어링 부재(79)는 폴리싱 헤드(63)에 견고하게 설치된다. 그 전체를 참조로서 인용하는, 미국 특허 제 7,137,874호에 상세하게 기재된 바와 같이, 상부 베어링 부재(77) 및 하부 베어링 부재(79)는 각각의 구형 베어링 표면의 곡률 중심이 짐벌(gimbal) 포인트에 해당하도록 배치되는 구형의 베어링 표면을 갖는다. 일 실시예에 있어서, 베어링 부재(77 및 79) 및 볼 베어링(81)은 폴리싱 헤드(63)가 회전함에 따라 이의 반복된 피봇팅 동작을 견딜 수 있는 경화 스틸 또는 기타의 재료로 형성된다. 표면은 마모 부스러기 발생을 방지하고 구형 베어링 어셈블리(75) 내의 마찰을 최소화하여 매우 매끄러운 베어링 어셈블리의 피봇팅 이동을 생성하도록 고도로 폴리싱된다.

[0021] 도 1을 참조하면, 아암(53)은 웨이퍼 폴리싱 중에 폴리싱 헤드(63)에 대하여 하방의 압력을 가한다. 전술한 바와 같이, 아암(53)은 아암의 최근접 단부 근처의 수평축(도시 생략)을 중심으로 수직으로 피봇팅 한다. 폴리싱 아암(53)을 구성하기 위하여 유압 및 공압 작동 시스템이 널리 사용되며, 기타의 구성 시스템이 본 발명의 범주 내에서 상정될 수 있다. 이러한 시스템들은 종래 기술에 공지되어 있으며, 여기서는 상세하게 설명하지 않는다. 작동 시스템으로부터 하방 작용력은 출력 샤프트(55), 상부 베어링 부재(77), 볼 베어링(81), 및 하부 베어링 부재(79)를 통해서 웨이퍼(35)에 전달된다.

[0022] 웨이퍼 폴리싱 장치(21)는, 구동 메카니즘으로부터의 회전력을 폴리싱 헤드(도 5 및 도 6 참조)에 부여하기 위하여 구동 메카니즘(45)과 폴리싱 헤드(63) 사이에 대략 89로 나타낸 반전고형 연결구를 더 포함한다. 반전고형 연결구(89)는 확실하게 폴리싱 헤드(63)와 구동 메카니즘(45)이 결합하여 회전하여, 제어 장치가 구동 메카니즘의 속도, 이에 의한, 웨이퍼(35)의 회전을 단속할 수 있도록 한다. 반전고형 연결구(89)가 없다면, 상부 베어링 부재(77)는 구동 메카니즘(45)과 함께 회전하게 되는 한편, 하부 베어링 부재(79)와 웨이퍼(35)는 구형 베어링 부재(75) 아래에서 회전하지 못하게 될 것이다. 구동 메카니즘(45)과 폴리싱 헤드(63)와의 사이의 연결은, 구형 베어링 부재(75)를 중심으로 한 구동 메카니즘에 대한 폴리싱 헤드의 종합적인 피봇팅 동작이 구동 메카니즘의 구동력에 의해 영향을 받지 않도록 반전고형인 것이 바람직하다. 반전고형 연결구(89)는 유연한 연결구로서, 제1 실시예에 있어서는, 구동 메카니즘(45)과 폴리싱 헤드(63)에 부착되는 토크 전달 부트(93)이다. 부트(93)는, 구동 메카니즘으로부터의 회전을 폴리싱 헤드에 전달하기 위하여, 폴리싱 헤드(63)가 구형 베어링 부재(75)의 짐벌 포인트를 통과하는 수평축을 중심으로 구동 메카니즘(45)에 대하여 피봇팅하도록 한다.

[0023] 토크 전달 부트(93)의 외연부 상에 링(95)이 피팅되어, 부트를 폴리싱 헤드(63)에 안착시킨다. 링(95)과 부트(93)는, 부트를 폴리싱 헤드(63)에 단단하게 유지하기 위하여 복수의 볼트(103)가 링과 부트를 통과할 수 있도록 복수의 대응 개구들을 각각 포함한다. 링(95)은 부트를 통과한 회전력이 부트의 외주부 상에 끌고루 퍼질 수 있도록 부트(93)를 강화시킨다. 일 실시예에 있어서, 토크 전달 부트(93)는, 구동 메카니즘(45)의 회전 에너지를 폴리싱 헤드(63)에 전달할 수 있는 단단함과 폴리싱 헤드의 피봇팅 이동을 가능하게 할 수 있는 탄성을 갖는 고무(예컨대, 우레탄) 등의 엘라스토퍼 재료로 이루어진다. 회전 에너지를 전달하고 폴리싱 헤드(63)의 피봇팅 동작을 가능하게 할 수 있는 기타의 재료 또한 본 발명의 범주 내인 것으로 상정된다.

[0024] 도 5에 도시된 바와 같이, 폴리싱 헤드(63)는 또한 폴리싱 패드(29)의 작업 표면(27)과 웨이퍼의 앞면(39)을 결합하기 위하여 웨이퍼(35)를 유지하도록 구성된다. 헤드(63)는 하부 베어링 부재(79) 상에 설치되는 대략 109로 나타낸 하체를 포함한다. 하체(109)는 하부 베어링 부재(79)와 결합하여 회전하며, 전술한 바와 같이, 토크 전달 부트(93)에 견고하게 연결된다. 따라서, 부트(93)는 출력 샤프트(55)의 회전 에너지를 직접 폴리싱 헤드(63)의 하체(109)에 전달한다.

- [0025] 하체(109)는 아암(53)이 폴리싱 헤드(63)를 상방으로 리프팅할 때 하체(109), 압력판(115), 및 웨이퍼(35)의 무게가 토크 전달 부트(93)가 아니라 견고한 상부 베어링 부재 상에 안주하도록 상부 베어링 부재(77)의 일부 위에서 내측으로 돌출되는 내향 환형 플랜지(111)를 더 포함한다. 이 플랜지(111)는 아암(53)이 구동 메카니즘(45)과 폴리싱 헤드(63)를 리프팅할 때 반복된 수직 인장 하중을 받지 않도록 하여, 토크 전달 부트(93)를 보호하는데 도움이 된다. 하체(109)는 폴리싱 헤드(63) 상에 압력판(115)을 설치하기 위하여 유지판(117)을 더 포함한다. 더 구체적으로, 압력판(115)은 압력판(115)에 대한 안착부를 함께 생성하기 위해 유지판(117) 아래에 설치되는 마운팅 플랜지(119)를 포함한다. 복수의 볼트(121)가 유지판(117)과 마운팅 플랜지(119)를 통하여 연장하여, 압력판(115)을 폴리싱 헤드(63)에 고정한다.
- [0026] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 압력판(115)은 마운팅 플랜지(119)로부터 하방으로 연장하는 비교적 얇은 환형 벽체(123)를 포함한다. 예를 들어, 환형 벽체(123)는 약 2 millimeters (0.079 inches)와 약 3 millimeter (0.118 inches) 사이의 두께를 가지지만, 본 발명의 범주로부터 이탈하지 않고서, 환형 벽체는 다른 두께를 가질 수 있는 것으로 이해된다. 웨이퍼 지지판(125)이 아래에 배치되어, 환형 벽체(123)와 마운팅 플랜지(119)와 통합 형성된다. 지지판(125)은 이하에서 자세하게 설명하는 바와 같이 폴리싱 동작 중에 웨이퍼(35)를 결합시켜 유지하기 위한 크기와 형상으로 되어 있다. 웨이퍼 지지판(125)은 이를 통해 연장하는 복수의 통로(127)를 포함한다. 마운팅 플랜지(119), 환형 벽체(123), 및 지지판(125)은 2개 이상의 별도의 단체로 형성되어 서로 연결될 수 있는 것으로 상정한다. 또한, 유지판(117)은 마운팅 플랜지(119), 환형 벽체(123), 및 지지판(125)과 통합 형성될 수 있는 것으로 상정한다.
- [0027] 제1 내부 챔버(131)가 압력판(115)과 유지판(117) 사이에 배치되어 이에 의해 통합하여 정의된다. 제1 내부 챔버(131)는 도관(143)을 통하여 제1 내부 압력원(145)에 유체 연결된다. 제1 압력원(145)은 제1 내부 챔버(131)에 대하여 음의 압력(즉, 진공) 또는 양의 압력을 가하도록 동작가능하다. 하나의 적합한 실시예로서, 제1 압력원(145)은 약 29 in.Hg (inches of mercury)까지의 진공을 또는 약 40 psi (pounds per square inch)까지의 양의 압력을 가할 수 있다. 하지만, 제1 압력원은 본 발명의 범주로부터 이탈하지 않고서 제공된 것과는 다른 범위의 압력을 가할 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0028] 도 7에 도시된 바와 같이, 제1 압력원(145)을 사용하여 내부 챔버(131)에 진공을 가하는 것은, 압력판(115), 더 구체적으로는, 지지판(125)을 상방으로 편향시키게 되어(즉, 웨이퍼(35)로부터 멀리), 지지판이 대략 오목한 형상을 갖도록 한다. 따라서, 지지판(125)은 대략 평평한 상태(도 5 및 도 6)로부터 대략 오목한 상태(도 7)로 이동가능하다. 지지판(125)에서의 상방으로의 편향의 양은, 제1 압력원(145)에 의해 내부 챔버(131)에 가해지는 진공의 양에 정비례한다. 즉, 가해지는 진공이 클수록, 더 상방으로 편향한다. 또한, 지지판(125)의 편향하는 양은 중앙에서 가장 크고, 압력판의 외연부로 향할수록 방사상으로 감소한다.
- [0029] 도 8을 참조하면, 제1 압력원(145)을 이용하여 내부 챔버(131)에 양의 압력을 가하는 것은, 지지판(125)이 웨이퍼(35)를 향하여 하방으로 편향시켜, 압력판이 대략 볼록한 형상을 가지도록 한다. 지지판(125)의 하방의 편향의 양은 내부 챔버(131)에 가해지는 양의 압력의 양에 정비례한다. 즉, 양의 압력이 클수록, 하방의 편향이 더 크다. 따라서, 압력판(115), 더 자세하게는, 지지판(125)이 도 8에 도시된 바와 같이 볼록한 상태로 이동될 수 있다.
- [0030] 압력판(115)의 오목한 상태와 볼록한 상태 양측에 있어서, 지지판(125)의 편향의 양은 그 중심에서 가장 크며, 지지판의 외연부로 향하여 대략 방사상의 외부로 갈수록 감소한다. 그 결과, 지지판(125)은 대략 매끄러운 곡선의 편향이 가능하게 된다. 일 실시예에 있어서, 그 중심에서 지지판(125)의 편향의 양은 약 100 micrometers 보다 작고, 더 적합하게는, 약 50 micrometers 보다 작다. 예를 들어, 지지판(125)은 약 0 micrometers 내지 약 50 micrometers 사이에서 그 중심에서 편향이 가능하다. 지지판(125) 본 발명의 범주를 이탈하지 않고서 그 중심에서 편향의 범위를 가질 수 있다는 것으로 이해된다.
- [0031] 도시된 실시예에 있어서, 비교적 얇은 환형 벽체(123)는 이를 중심으로 지지판(125)이 편향되는 힌지로서 기능한다. 즉, 비교적 얇은 환형 벽체(123)는 지지판(125)의 편향에 관계하여 굽어진다. 지지판(125)이 하방으로 편향하는 경우(즉, 압력판(115)의 오목한 상태), 환형 벽체(123)는 구동 메카니즘(45)의 출력 샤프트(55)로부터 멀리 떨어져 외측으로 굽어지며, 지지판이 하방으로 편향하는 경우(즉, 압력판의 볼록한 상태), 환형 벽체는 구동 메카니즘의 출력 샤프트로 향하여 내측으로 굽어진다. 또 다른 실시예에 있어서, 지지판(125)은 지지판과 환형 벽체와의 사이의 코너(151)를 중심으로 환형 벽체(123)에 대하여 상하로 피봇팅이 가능하다. 즉, 코너(151)는 힌지로서 기능한다. 환형 벽체(123)와 지지판(125)의 상대 이동은 사용되는 재료의 종류와 재료의 두께의 함수이다.

- [0032] 환형 벽체(123)의 두께는 지지판(125)이 성취할 수 있는 편향의 양에 직접 영향을 미치는 하나의 변수이다. (지지판(125)의 편향에 영향을 주는 다른 변수로서는, 예를 들어, 압력판(115)이 만들어지는 재료, 압력판(115)의 두께, 및 환형 벽체(123)의 높이를 포함한다). 환형 벽체(123)가 얇게 형성될수록, 지지판(125)이 더 용이하게 더 균일하게 편향하게 된다. 그러나, 환형 벽체(123)는 폴리싱 동작을 견딜 수 있도록 충분히 견고할 필요가 있다. 하나의 적합한 실시예에 있어서, 전술한 바와 같이, 환형 벽체의 두께는 약 2 millimeters (0.079 inches)와 약 3 millimeters (0.118 inches) 사이일 수 있다. 그러나, 환형 벽체는 본 발명의 범주로부터 이탈하지 않고서 상이한 두께를 가질 수 있는 것으로 이해된다. 하나의 적합한 실시예에 있어서, 압력판(115)은 스테인리스 스틸로 10 millimeters의 두께로 이루어지지만, 압력판은 다른 종류의 재료로 이루어질 수 있는 것으로 이해된다. 예를 들어, 압력판(115)은 폴리에테르에테르케톤 (PEEK) 또는 기타의 적합한 플라스틱으로 이루어질 수 있다.
- [0033] 도 5 및 도 6을 참조하면, 제1 내부 챔버(131)의 지지판(125)에 방해판(133)이 설치된다(예컨대, 볼트(135)에 의해). 방해판(133) 및 지지판(125)은 제2 내부 챔버(137)를 통합하여 정의한다. 제2 내부 챔버(137)는 제2 압력원(147) 및 지지판(125)에 형성된 통로(127) 양측 모두와 유체로 연통하고 있다. 제2 압력원(147)은 도관(141)을 통해 제2 내부 챔버(137)와 연결된다. 제2 압력원(147)은 지지판(125)의 통로(127)를 통해 웨이퍼(35)의 배면(155)에 대하여 양의 압력 또는 진공을 직접 가할 수 있다. 사용에 있어서, 제2 압력원(147)에 의해 진공이 가해져, 지지판(125)에 대하여 웨이퍼(35)를 유지할 수 있으며, 이에 의해, 폴리싱 패드(29) 상에 웨이퍼를 배치하고, 패드로부터 웨이퍼를 제거하기 위하여 웨이퍼를 리프트할 수 있다. 지지판(125)의 경로(127)의 존재를 취소시키기 위하여 폴리싱 동작 중에 제2 압력원(147)에 의해 양의 압력이 가해질 수 있다. 예시된 실시예에 있어서, 도관(141, 143)은 샤프트(55)와 동축 상에 정렬되어 있지만, 상이한 경로를 따라서 제1 내부 챔버(131) 및 제2 내부 챔버(137)로 도관(conduits)이 향할 수 있는 것으로 이해된다.
- [0034] 도 6을 다시 참조하면, 복수의 환형 공간 볼트(도시 생략)에 의해 지지판(125)의 저부에 유지 링(153)이 설치된다. 유지 링(153)은 웨이퍼가 폴리싱 헤드(63) 아래로부터 측방으로 이동하지 못하도록 하는 격벽을 형성함으로써 폴리싱 중에 웨이퍼(35)를 유지한다. 유지 링(153)은 폴리싱 동작 중에 웨이퍼(35)의 외연부와는 방사상으로 반대의 관계에 있다. 유지 링(153)은 기타의 적합한 방식(예컨대, 접착)으로 지지판(125) 상에 설치될 수 있다.
- [0035] 사용에 있어서, 하나 이상의 반도체 웨이퍼(35)가 폴리싱을 위하여 웨이퍼 폴리싱 장치(21)에 이송된다. 웨이퍼(35)는 단결정 실리콘으로 형성되는 것이 바람직하며, 본 명세서에 기재된 폴리싱 장치와 폴리싱 방법은 다른 재료의 폴리싱에 용이하게 채택될 수 있다. 반도체 웨이퍼(35)는 임의의 적합한 방식을 이용하여 웨이퍼 폴리싱 장치에 이송될 수 있다. 하나의 구성예로서, 복수의 웨이퍼(35)들은 복수의 웨이퍼의 저장과 전달을 위하여 편리하게 사용될 수 있는 카세트(도시 생략)로 폴리싱 장치(21)에 이송된다. 이러한 카세트는 카세트당 25, 20, 15, 13, 또는 10개의 웨이퍼 등의 임의의 수의 웨이퍼를 유지하기 위하여 다양한 사이즈를 가질 수 있다.
- [0036] 일 실시예에 있어서, 카세트로부터 하나의 웨이퍼(35)가 제거되며, 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 표면 평탄도가 임의의 종래의 방법을 이용하여 정량화된다. 전술한 바와 같이, 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 평탄도는, 웨이퍼의 기준면에 대하여 측정하여 (예컨대, Site Best Fit Reference Plane), 전역적 평탄도 변동 파라미터[예를 들어, TTV(Total Thickness Variation)] 또는 국지적 영역 평탄도 변동 파라미터[예컨대, STIR(Site Total Indicated Reading) 또는 SFPD(Site Focal Plane Deviation)]의 향으로 정량화될 수 있다. 또 다른 실시예에 있어서, 웨이퍼(39)의 평탄도는 폴리싱 동작 이전에 정량화되지 않는다. 그 대신, 웨이퍼(39)가 폴리싱된 후에만 평탄도가 판정된다.
- [0037] 웨이퍼의 앞면(39)의 표면 평탄도가 정량화된 후에, 웨이퍼(35)는 폴리싱 장치(21)의 폴리싱 헤드(63)에서 받아들이기에 적합한 상태로 이동한다. 더 구체적으로, 웨이퍼(35)의 배면(155)이 압력판(115)의 지지판(125)에 의해 접촉된다. 제2 압력원(147)에 의해 발생한 진공은 지지판의 경로(127)를 통해 웨이퍼(35)의 배면(155)에 가해져서, 웨이퍼를 폴리싱 헤드(63)와 접촉하게 유지한다. 지지판(125)에 설치되는 유지 링(153)은 지지판에 대하여 웨이퍼(35)의 측방 이동을 금지시킨다. 아암(53)을 이용하여, 웨이퍼(35)가 리프팅되고, 이동되고, 폴리싱 패드(29)와 접촉하여 배치되어, 웨이퍼의 앞면(39)이 폴리싱 패드의 작업 표면(37)과 직접 접촉하게 된다. 폴리싱 장치(21)의 아암(53)에 의해 하방력이 작용되어 웨이퍼(35)를 폴리싱 패드(29)에 대하여 압압한다.
- [0038] 기재(23) 상에 턴테이블(27)이 설치되고, 이에 의해, 폴리싱 패드(29)가 축(A)을 중심으로 기재(23)에 대하여 결합하여 회전된다. 폴리싱 패드(29)가 회전하면서, 폴리싱 슬러리의 연속적인 공급이 슬러리 이송 시스템(도시 생략)을 통해 패드에 이송된다. 폴리싱 패드(29)의 회전 속도를 선택적으로 설정하도록 턴테이블 모터 및

턴테이블 제어 장치(도시 생략)에 의해 턴테이블(27)의 회전이 제어가능하다. 슬러리 이송은 슬러리 이송 시스템을 사용하여 제어가능하다.

- [0039] 턴테이블의 축(A)로부터 떨어져 실질적으로 평행한 축(B)을 중심으로 구동 메카니즘(45)을 이용하여 폴리싱 헤드(63)가 회전한다(도 4). 폴리싱 헤드(63)의 회전 속도는 구동 메카니즘(45)의 제어 장치(도시 생략)를 이용하여 제어된다. 하나의 적합한 실시예로서, 턴테이블(27)과 폴리싱 헤드(63)가 반대 방향으로 상이한 속도로 회전한다. 회전되는 것과 아울러, 폴리싱 헤드(63)는 폴리싱 패드(29)에 대하여 아암(53)에 의해 진동한다. 웨이퍼(35)는 폴리싱 헤드(63)에 튼튼하게 유지되므로, 아암이 폴리싱 패드(29)와 웨이퍼(35)의 앞면(39)을 접촉시키는 동안 웨이퍼는 폴리싱 헤드와 함께 회전 및 진동한다.
- [0040] 웨이퍼(35)가 폴리싱 패드(29)와 접촉하게 하여, 제2 압력원(147)이 지지판(125)의 통로(127)의 존재를 취소하도록 양의 압력을 가하도록 동작한다. 제2 압력원(147)에 의해 가해지는 양의 압력과 진공은 웨이퍼(35)의 배면(155)에 직접 전달된다. 제2 압력원(147)은 도관(141)을 통해, 방해판(133)과 지지판(125)에 의해 정의되는, 제2 내부 챔버(137)에 대하여 선택적으로 가압하거나 진공을 가한다. 지지판(125)의 통로(127)를 통해 웨이퍼(35)의 배면(155)에 압력/진공이 직접 가해진다.
- [0041] 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 평탄도에 기초하여, 압력판(115)의 지지판(125)의 적합한 상태 또는 최적의 상태가 판정된다. 전술한 바와 같이, 지지판(125)은 대략 평평한 상태(도 6), 오목한 상태(도 7), 또는 볼록한 상태(도 8)로 있을 수 있다. 웨이퍼(35)의 앞면(39)이 대략 평탄하면, 지지판(125)이 폴리싱 동작 중에 평평한 또는 중립 상태로 남아있게 된다. 웨이퍼(35)의 앞면(39)이 "돔형"을 가지면, 지지판(125)은 웨이퍼의 외연부 보다 웨이퍼의 중심에 더 큰 압력이 가해지도록 볼록한 상태로 이동되게 된다. 웨이퍼의 앞면(39)이 "접시형"을 가지면, 지지판(125)은 웨이퍼의 중심보다 웨이퍼의 외연부에 더 큰 압력이 가해지도록 오목한 상태로 이동되게 된다.
- [0042] 압력판(115)의 지지판(125)은 압력판(115)과 유지판(117)에 의해 정의되는 제1 내부 챔버(131)를 가압함으로써, 대략 평평한 상태에서부터 볼록한 상태로 이동된다. 내부 챔버(131)로 양의 압력을 가하는 것은, 지지판(125)이 웨이퍼(35)를 향해 하방으로 편향되게 하여 지지판이 대략 볼록한 형상을 갖도록 한다. 지지판(125)의 하방 편향의 양은, 내부 챔버(131)에 가해지는 양의 압력의 양에 정비례한다. 즉, 양의 압력이 더 클수록, 하방 편향이 더 크게 된다. 지지판(125)이 편향되는 양은 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 돔형의 정도에 기초한다. 지지판(125)은 더 돔형의 웨이퍼가 덜 돔형의 웨이퍼보다 더 큰 양으로 편향되게 된다.
- [0043] 지지판(125)의 볼록한 상태는, 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 중심이 웨이퍼의 외연부보다 더 큰 압력하에서 폴리싱 패드(29)와 접촉하도록 압입되는 결과를 가져온다. 그 결과, 웨이퍼의 외연부보다 웨이퍼의 중심으로부터 더 많은 웨이퍼(35) 재료가 제거된다. 즉, 웨이퍼(35)의 중심은 그 외연부보다 더 많이 폴리싱된다. 이러한 웨이퍼(35)의 앞면(39)으로부터 재료 제거에 있어서의 불일치는, 돔형 앞면을 갖는 웨이퍼가 대략 평탄한 앞면을 갖는 웨이퍼로 폴리싱되는 결과를 가져온다.
- [0044] 제1 내부 챔버(131)에 진공을 가함으로써, 압력판(115)의 지지판(125)이 대략 평평한 상태에서부터 오목한 상태로 이동된다. 내부 챔버(131)에 진공을 가하는 것은, 지지판(125)이 웨이퍼(35)로부터 멀리 상방으로 편향되도록 하여, 지지판이 대략 오목한 형상을 가지도록 한다. 지지판(125)의 상방 편향의 양은 내부 챔버(131)에 가해지는 진공의 양에 정비례한다. 즉, 진공이 강할수록, 상방 편향이 더 크다. 지지판(125)이 편향되는 양은 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 접시모양 정도에 기초한다. 지지판(125)은 웨이퍼가 접시모양을 덜 갖는 것보다 접시모양을 더 갖는 웨이퍼에 대하여 더 많은 양이 편향되게 된다.
- [0045] 지지판(125)의 오목한 상태는, 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 외연부가 웨이퍼의 중심보다 더 큰 압력 하에서 폴리싱 패드(29)와 접촉하도록 압입되는 결과를 가져온다. 그 결과, 웨이퍼 중심보다도 웨이퍼 외연부에 인접한 부분에서 더 많은 웨이퍼(35) 재료가 제거된다. 즉, 웨이퍼(35)의 외연부가 그 중심보다도 더 많이 폴리싱된다. 이러한 웨이퍼(35)의 앞면(39)으로부터의 재료 제거의 불일치는 대략 접시형의 앞면을 갖는 웨이퍼가 대략 평탄한 앞면을 갖는 웨이퍼로 폴리싱되는 결과를 가져온다.
- [0046] 압력판(115)의 오목한 상태 및 볼록한 상태 양측 모두에 있어서, 지지판(125)의 편향의 양은 그 중심에서 가장 크며, 지지판의 외연부를 향하여 방사상으로 외측으로 갈수록 감소된다. 전술한 바와 같이, 지지판(125)은 환형 벽체(123)에 힌지로 연결된다. 그 결과, 지지판(125)은 환형 벽체(123)에 대하여 피벗팅이 가능하다.
- [0047] 또 다른 실시예에 있어서, 지지판(125)의 (있다면) 편향의 상태와 양은 폴리싱 패드(29)의 마모에 기초하여 판정된다. 도 1에 예시되어 전술한 바와 같이, 웨이퍼(35)는 패드가 선회할 때마다 환형 패드 내의 패드의 부분

과 접촉하므로, 패드 마모는 패드의 환형 밴드(AB)가 패드의 다른 부분들보다 더 많이 마모되는 결과를 가져온다. 패드 마모는 환형 밴드(AB)로부터 멀어지게 연장하는 영역(LA)에서, 이러한 영역들만이 패드의 일부 선회 중에 웨이퍼에 접촉되므로, 점차적으로 덜 심하다. 또한, 환형 밴드로부터 더 멀어지는 패드의 부분들일수록 환형 밴드에 더 가까운 패드의 부분들보다 더 작은 빈도로 접촉된다. 그 결과, 도 1에서 환형 밴드로부터 멀어질수록 점차 열어지는 흑색으로 나타낸 이러한 영역(LA)들은 환형 밴드로부터 멀어질수록 덜 심하며 환형 밴드에 가장 가까울수록 더 심한 점진적인 패드 마모를 거치게 된다. 패드의 최외부와 최내부(OM 및 IM)는 폴리싱 동작 중에 웨이퍼와 접촉하지 않으므로, 어떠한 심한 마모도 겪지 않는다. 이러한 영역들은 도 1에서 흑색과는 무관하다.

[0048] 패드가 마모되는 때에, 패드는 더 이상 평탄하지는 않지만, 그 대신 도 1의 환형 밴드(AB)에 해당하는 환형 침하를 갖는다. 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 중심으로부터 제거되는 재료의 감소를 가져오는 패드 마모를 보상하기 위한 일 실시예에 있어서, 지지판(125)이 대략 평평한 상태에서부터 볼록한 상태로 이동되어, 웨이퍼 외연부보다 웨이퍼 중심에서 더 큰 압력이 가해진다. 압력판(115)의 지지판(125)은 제1 내부 챔버(131)를 가압함으로써 대략 평평한 상태에서부터 볼록한 상태로 이동되어, 전술한 바와 같이, 지지판(125)이 웨이퍼(35)를 향하여 하방으로 편향시킨다. 지지판(125)은 마모를 덜 갖는 폴리싱 패드보다 마모를 더 갖는 폴리싱 패드(29)에 있어서 더 큰 양으로 편향되게 된다.

[0049] 일 실시예에 있어서, 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 중심으로부터 제거되는 재료의 증가를 가져오는 패드 마모를 보상하기 위하여, 제1 내부 챔버(131)에 진공을 가함으로써 지지판(125)이 대략 평평한 상태에서부터 오목한 상태로 이동된다. 이는 전술한 바와 같이 웨이퍼(35)로부터 멀어질수록 상방으로 지지판을 편향시킨다. 지지판(125)의 오목한 상태는, 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 외연부가 웨이퍼의 중심보다 더 큰 압력하에서 폴리싱 패드(29)와 접촉하여 압압되도록 하는 결과를 가져온다.

[0050] 웨이퍼(35)의 앞면(39)은 선택된 기간동안 폴리싱 장치(21)에 의해 활발하게 폴리싱된다. 폴리싱 동작 중에, 웨이퍼(35)의 앞면(39)은 마감 폴리시까지 폴리싱되는 반면, 웨이퍼의 배면(155)은 마감 폴리시까지 폴리싱되지 않는다. 폴리싱 동작이 완료한 때에, 폴리싱 헤드(63) 및 폴리싱 장치(21)로부터 웨이퍼가 제거된다. 웨이퍼(35)의 제거는 홀(127)로부터 에어를 불어내어 챔버(137)에 공기 압력을 가함으로써 용이하게 되어, 웨이퍼가 폴리싱 헤드(63)로부터 방출되도록 한다.

[0051] 폴리싱 장치(21)로부터 웨이퍼(35)가 제거된 후에, 임의의 종래의 방법을 이용하여 웨이퍼(35)의 앞면(39)의 표면 평탄도가 정량화된다. 전술한 바와 같이, 웨이퍼(35)의 평탄도는 웨이퍼의 기준면에 대하여 측정하여 (예컨대, Site Best Fit Reference Plane), 전역적 평탄도 변동 파라미터[예를 들어, TTV(Total Thickness Variation)] 또는 국지적 영역 평탄도 변동 파라미터[예컨대, STIR(Site Total Indicated Reading) 또는 SFPD(Site Focal Plane Deviation)]의 향으로 정량화될 수 있다. 웨이퍼(35)의 표면 평탄도에 기초하여, (예를 들면, 평평한, 볼록한, 및 오목한) 지지판(125)의 상태는 후속의 웨이퍼들의 폴리싱을 위하여 변경될 수 있다. 따라서, 폴리싱 패드(29)가 패드의 폴리싱 특성의 변화를 보상하기 위해 마모되도록 지지판(125)의 조정이 계속하여 이루어질 수 있다. 그러한 방식으로, 후속하여 폴리싱되는 웨이퍼들의 평탄도가 패드 마모로 악영향을 받지 않는다. 웨이퍼의 표면 평탄도가 허용불가능한 경우, 웨이퍼(35)가 재폴리싱될 수 있는 것으로 이해된다.

[0052] 따라서, 폴리싱 패드(63), 더 구체적으로는, 본 명세서에 개시되어 있는 압력판(115)은 폴리싱 패드(29)의 마모를 보상하여, 마모 및 폴리싱 패드로 폴리싱 중인 웨이퍼의 TTV를 개선하고, 폴리싱 패드의 사용 수명을 연장한다. 이는 구매해야할 폴리싱 패드(29)의 수를 감소시키고, 패드 교환 횟수를 감소시킨다.

[0053] 도 9를 참조하면, 본 발명은 또한 전술한 웨이퍼 폴리싱 장치(21) 상에서 폴리싱되는, 하나 이상의 편면 폴리싱 단결정 반도체 웨이퍼(35)에 관한 것이다. 웨이퍼(35)는 단결정 실리콘으로 형성되는 것이 바람직하지만, 본 발명의 폴리싱 장치 및 방법은 다른 물질의 폴리싱에도 용이하게 채택가능하다. 웨이퍼(35) 앞면(39)은 마감 폴리시로 폴리싱되는 반면, 웨이퍼의 배면(155)은 마감 폴리시로 폴리싱되지 않는다. 그러나, 웨이퍼를 뒤집어 그 배면을 폴리싱하는 것으로, 웨이퍼(35)의 배면(155)이 마감 폴리시로 폴리싱될 수 있는 것으로 이해된다. 대부분의 웨이퍼(35)는 또한 웨이퍼의 외연부로부터 제거되는 작은 코드의 재료 또는 노치를 갖는다(도시 생략). 웨이퍼(35)의 앞면(39)은 균일하다. 웨이퍼는 기타의 사용 중에서도 회로의 리소그래피 인쇄에서 사용될 수 있다.

[0054] 본 발명 또는 그 바람직한 실시예(들)을 소개하는 경우, 관사 "a", "an", "the", 및 "상기"는 하나 이상의 구성 요소가 존재함을 의미하고자 한 것이다. "구비한다"("comprising", "including", 및 "having")는 용어는 모든

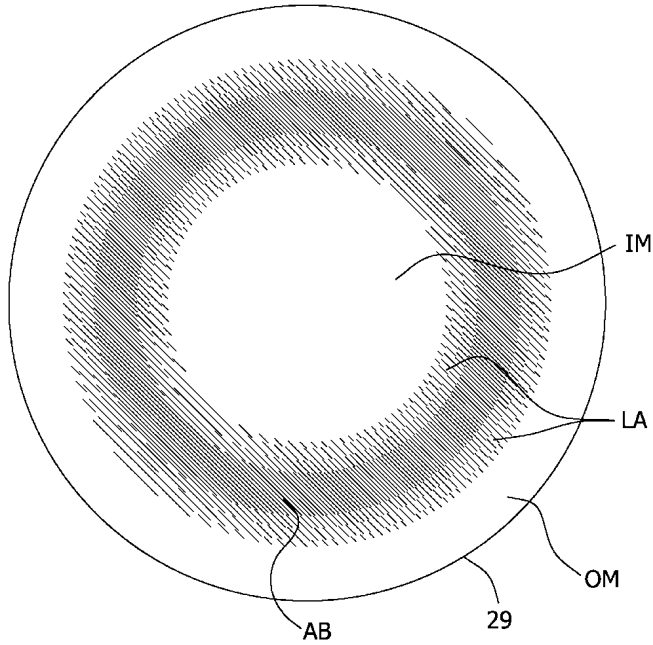
것을 포함하고자 한 것으로서, 열거된 구성요소 외에도 추가의 구성요소가 존재할 수 있음을 의미한다.

[0055]

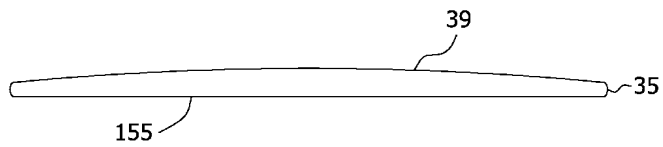
상기 구성에 있어서 본 발명의 범주를 일탈하지 않고서 다양한 변경예가 이루어질 수 있으므로, 상기의 설명과 첨부 도면에 나타난 모든 사항들은 예시적인 것이지 한정적인 의미로 해석되어서는 아니 된다.

도면

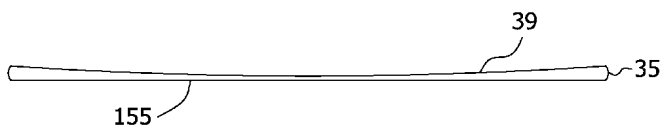
도면1



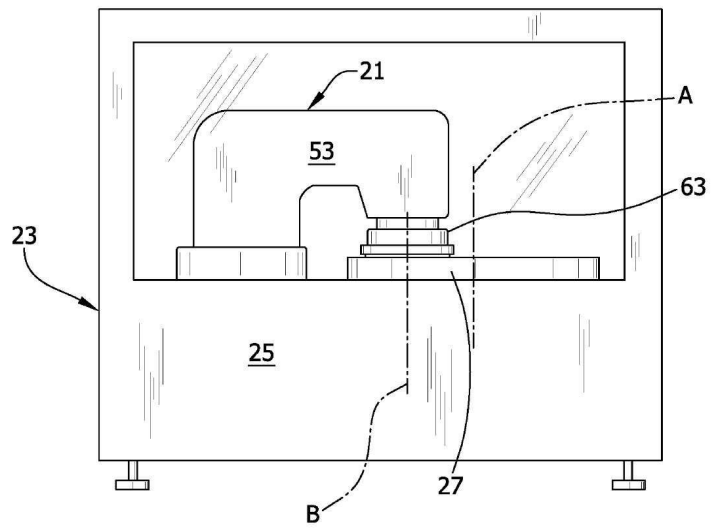
도면2



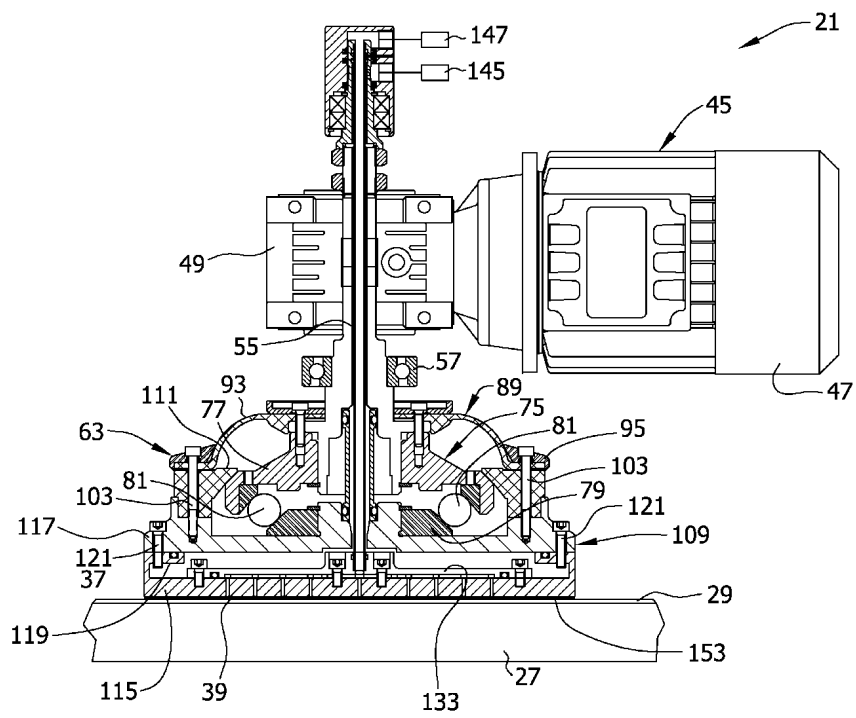
도면3



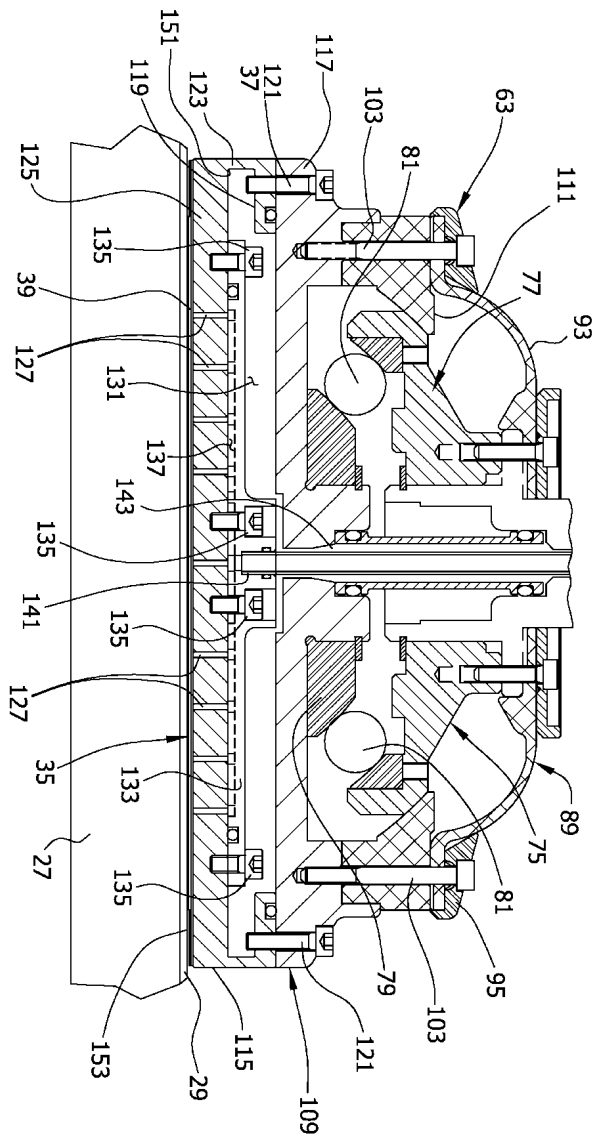
도면4



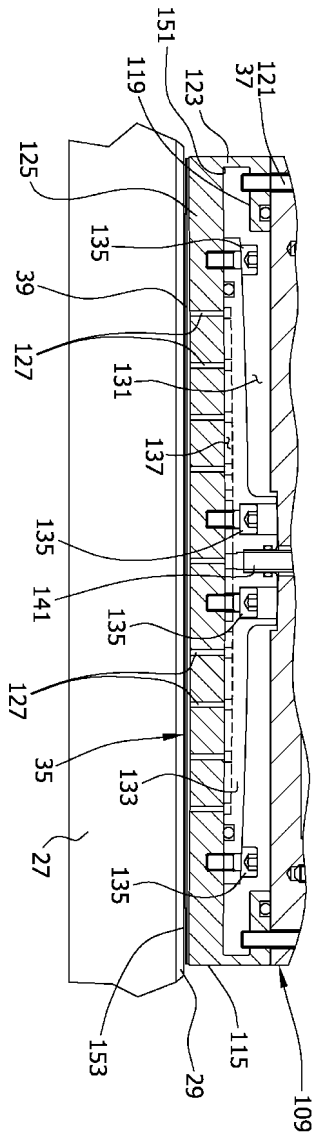
도면5



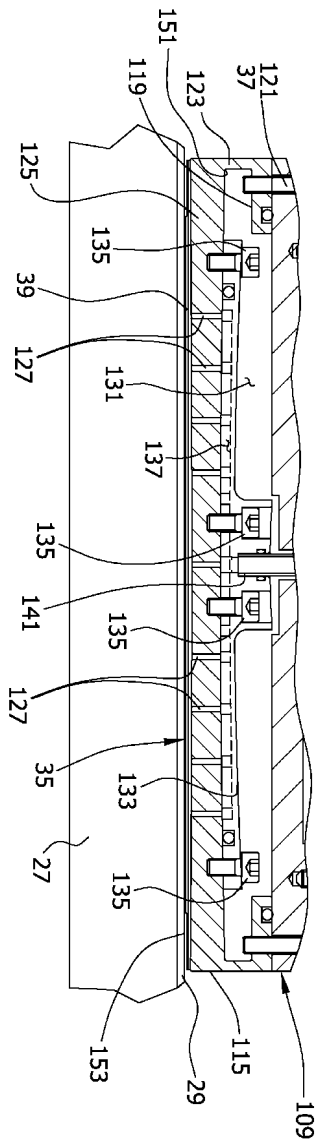
도면6



도면7



도면8



도면9

