



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0052182
(43) 공개일자 2015년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/683 (2013.01)
H01L 22/12 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7008248
(22) 출원일자(국제) 2013년09월02일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2015년03월31일
(86) 국제출원번호 PCT/SG2013/000382
(87) 국제공개번호 WO 2014/035347
국제공개일자 2014년03월06일
(30) 우선권주장
61/696,051 2012년08월31일 미국(US)

(71) 출원인
세미컨덕터 테크놀로지스 앤드 인스트루먼츠 퍼티
이 엘티디
싱가포르, 339416 싱가포르, 칼랑 바신 인더스트
리얼 에스테이트, 칼랑 애버뉴 #04-01, 블록 25
(72) 발명자
린, 정
싱가포르, 에스(522856), #11-152, 탬핀스 스트
리트 82, 비엘케이856비
(74) 대리인
특허법인 대아

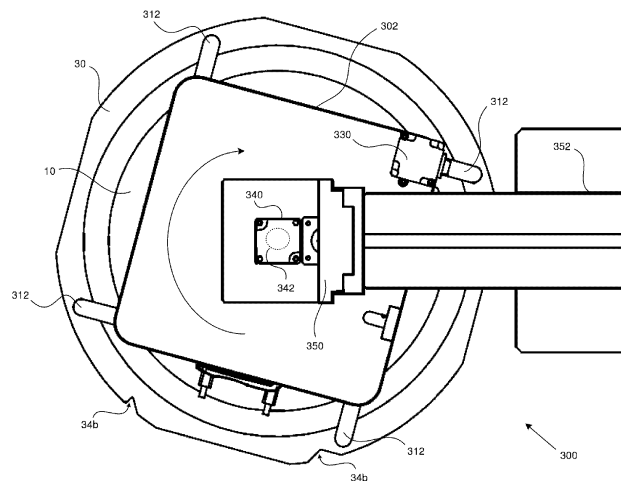
전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 발명의 명칭 필름 프레임 상의 웨이퍼의 회전 정렬불량을 자동 수정하기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

필름 프레임 상부에 적절치 못하게 장착된 웨이퍼의 회전 정렬불량을 자동 수정하는 단계는 검사 시스템에 의한 웨이퍼 검사 절차를 개시하기 전에 이미지 캡처 디바이스를 이용하여 웨이퍼 부분의 이미지를 캡처하는 단계; 상기 웨이퍼의 상기 필름 프레임 및/또는 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야의 기준축 세트에 대한 회전 정렬불량 각도 및 회전 정렬불량 방향을 디지털 방식으로 확인하는 단계; 및 상기 검사 시스템과 별개이고, 상기 회전 정렬불량의 반대 방향으로 상기 회전 정렬불량의 각도만큼 상기 필름 프레임을 회전시키도록 구성된 필름 프레임 조작 장치에 의해 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 단계를 포함한다. 이러한 필름 프레임의 회전은 필름 프레임 조작 처리율 또는 검사 공저 처리율을 저하시키지 않으면서, 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 위치하기 전에 수행될 수 있다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

필름 프레임 상부에 장착된 웨이퍼를 조작하기 위한 시스템으로,

필름 프레임을 그 상부에 안정적으로 유지하도록 구성된 웨이퍼 테이블 표면을 제공하는 웨이퍼 테이블;

필름 프레임 상부에 장착되고 상기 웨이퍼 테이블 표면에 의해 유지되는 웨이퍼에 대한 검사 절차를 수행하도록 구성된 제1 이미지 캡처 디바이스를 구비한 웨이퍼 검사 시스템;

상기 필름 프레임 상부에 장착된 상기 웨이퍼의 부분 중 적어도 하나의 이미지를 캡처하도록 구성된 제2 이미지 캡처 디바이스; 및

상부에 상기 웨이퍼가 장착된 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이송하고, 상기 필름 프레임, 상기 제1 이미지 캡처 디바이스, 및/또는 상기 제2 이미지 캡처 디바이스에 대한 상기 웨이퍼의 임의의 회전 정렬불량을 수정하기 위해 상기 필름 프레임을 회전시키도록 구성된 필름 프레임 조작 장치;를 포함하는 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 웨이퍼 검사 시스템은 필름 프레임 정렬 형상(alignment feature)을 등록 구성(registration element)의 세트와 맞대어 결합함으로써 확인하는 단계를 수반하는 필름 프레임 등록 절차의 필요성 없이 검사 절차를 시작하도록 구성된

시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 이미지 캡처 디바이스는 상기 제2 이미지 캡처 디바이스와 별개인

시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 이미지 캡처 디바이스는 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면에 위치시키기 전에 상기 필름 프레임 상의 상기 웨이퍼의 부분 중 적어도 하나의 이미지를 캡처하도록 구성된

시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 이미지 캡처 디바이스는 상기 필름 프레임이 이동하는 동안에 상기 필름 프레임 상의 상기 웨이퍼의 부분 중 적어도 하나의 이미지를 캡처하도록 구성된

시스템.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 이미지 캡처 디바이스 및 상기 제2 이미지 캡처 디바이스는 상기 웨이퍼 검사 시스템의 일부를 형성하는

시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 이미지의 처리 작업이 적어도 하나의 웨이퍼 플랫폼(wafer flat) 및 웨이퍼 눈금선 세트를 포함하는 하나 이상의 웨이퍼 구조 및/또는 시각적 형상을 확인하도록 구성된

시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 이미지의 처리 작업이 필름 프레임 플랫폼(film frame flat)을 포함하는 하나 이상의 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상을 확인하도록 구성된

시스템.

청구항 9

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필름 프레임 상부에 장착된 상기 웨이퍼 부분의 적어도 하나의 이미지를 분석하여, 상기 적어도 하나의 이미지에 대한 이미지 처리 작업을 수행하는 프로그램 명령을 실행함으로써 상기 필름 프레임 또는 상기 제1 이미지 캡처 디바이스 또는 상기 제2 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대한 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량 각도 및 회전 정렬불량 방향을 확인하도록 구성된 처리 유닛(processing unit)을 더 포함하는

시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

필름 프레임 조작 장치가 상기 필름 프레임을 상기 정렬불량 방향과는 반대 방향으로, 상기 회전 정렬불량 각도에 해당하는 각도 크기만큼 회전시키도록 구성된

시스템.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 회전 정렬불량에 대한 수정은 필름 프레임 조작 처리율 또는 검사 공정 처리율을 감소시키지 않

으면서 수행되는
시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 웨이퍼의 회전 정렬불량에 대한 수정은 상기 필름 프레임 조작 장치에 의하여 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이동시키는 동안에 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 위치시키기 전 수행되는
시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 시스템은 검사될 복수의 필름 프레임이 인출(retrievable)되는 필름 프레임 소스를 더 포함하고,
상기 시스템은 상기 필름 프레임 소스로부터 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이송되는 각각의 필름 프레임에 대한 각각의 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하도록 구성된
시스템.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 웨이퍼의 상기 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량의 수정은 오직 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량이 프로그램된 또는 소정의 정렬불량 각도 임계치를 초과하는 경우에만 수행되는
시스템.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필름 프레임 조작 장치는

본체;

상기 본체에 결합되고, 부압에 의해 상기 필름 프레임의 경계(border) 부분에 결합되도록 구성된 복수의 진공 구성(vacuum element); 및

상기 복수의 진공 구성을 상기 필름 프레임의 경계와 용이하게 결합시키기 위해 각각의 별개의 위치에 상기 복수의 진공 구성을 배치하기 위한 캡처 위치화 어셈블리(capture positioning assembly)를 포함하고,

상기 복수의 진공 구성은 상기 필름 프레임의 중심에 해당하는 공통축(common axis)에 다가가거나 멀어지도록 횡방향의 여러 별개의 위치로 제어 가능하게 이동할 수 있으며,

상기 각각의 별개의 위치는 서로 다른 필름 프레임 크기에 대응되는

시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 필름 프레임 조작 장치는 상기 본체에 결합되고, 상기 복수의 진공 구성을 운반하는 이동 가능한 복수의 캡처 암(capture arm)을 더 포함하는

시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 복수의 캡처 암을 웨이퍼 테이블 표면에 수직한(normal) 수직 방향을 따라 제어 가능하게 이동시키도록 구성된 수직 변위 구동기(vertical displacement driver)를 더 포함하는

시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 필름 프레임 조작 장치는 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 직접 위치시키도록 구성된

시스템.

청구항 19

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필름 프레임 조작 장치는 상기 필름 프레임에 대한 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량에 대한 정확한 수정을 용이하게 하기 위하여, 상기 공통축에 대한 공통의 방향으로 상기 복수의 캡처 암을 선택적으로 및 동시에 회전시키도록 구성된 회전 정렬불량 보정 모터(rotational misalignment compensation motor)를 더 포함하는

시스템.

청구항 20

필름 프레임 상부에 장착된 웨이퍼를 조작하는 방법으로,

웨이퍼 검사 시스템에 의한 웨이퍼의 검사 절차를 시작하기 전에, 이미지 캡처 디바이스를 이용하여 필름 프레임 상부에 장착된 웨이퍼의 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계;

이미지 처리 작업에 의하여 상기 적어도 하나의 이미지를 분석하여 상기 필름 프레임 및/또는 상기 이미지 캡처 디바이스 시야의 기준축(reference axes) 세트에 대한 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량 각도 및 회전 정렬불량 방향을 확인하는 단계;

상기 검사 시스템과는 별개인 필름 프레임 조작 장치에 의해 상기 필름 프레임 및/또는 상기 이미지 캡처 디바이스 시야의 기준축 세트에 대한 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 검사 공정을 시작하기 전에, 필름 프레임의 구조적 형상의 세트를 상기 필름 프레임의 구조적 형상의 세트와 맞대어 결합하도록 구성된 대응 등록 구성에 대해 정렬하는 필름 프레임 등록 절차가 배제되는

방법.

청구항 22

제20항 또는 제21항에 있어서,

상기 필름 프레임을 상기 검사 시스템에 해당하는 웨이퍼 테이블의 웨이퍼 테이블 표면으로 이송하는 단계를 더 포함하고,

여기서, 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 위치하기 전에 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량이 수정 되는 방법.

청구항 23

제20항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계는 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이송하는 중에 상기 필름 프레임이 움직이는 동안 수행되는

방법.

청구항 24

제20항에 있어서,

상기 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계는 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이송된 이후에 수행되는

방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 검사 시스템은 광학 검사 시스템이고, 상기 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계는 상기 광학 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스에 의해 수행되는

방법.

청구항 26

제20항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회전 정렬불량 각도 및 상기 회전 정렬불량 방향을 확인하는 단계는, 상기 적어도 하나의 캡처된 이미지에 대하여, 하나 이상의 웨이퍼 구조 및/또는 시각적 형상의 (i) 하나 이상의 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상, 또는 상기 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상에 관한 공간적 방향에 대한 배향을 검출하거나, (ii) 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야의 기준축 세트에 대한 배향을 검출하기 위한 이미지 처리 작업을 수행하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 웨이퍼 구조 및/또는 시각적 형상은 적어도 하나의 웨이퍼 플랫폼(wafer flat) 및 웨이퍼 눈금선 세트를 포함하는

방법.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상은 필름 프레임 플랫폼(film frame flat)을 포함하는

방법.

청구항 29

제20항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 단계는 상기 필름 프레임을 상기 정렬불량 방향과 반대 방향으로, 상기 회전 정렬불량 각도에 대응되는 각도 크기만큼 회전하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 30

제20항 내지 제29항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 단계는 필름 프레임 조작 처리율 또는 검사 공정의 처리율을 저하시키지 않으면서 수행되는

방법.

청구항 31

제20항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서,

상부에 웨이퍼가 장착된 복수의 필름 프레임이 배치된 필름 프레임 카세트를 제공하는 단계를 더 포함하고,

상기 복수의 필름 프레임 중 각각의 필름 프레임은 상기 검사 시스템에 의해 검사되며,

각각의 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량의 보정 또는 수정은 상기 필름 프레임 카세트로부터 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이송되는 각각의 필름 프레임에 대해 수행되는

방법.

청구항 32

제31항에 있어서,

상기 웨이퍼의 상기 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량의 보정 또는 수정은 오직 상기 웨이퍼의 상기 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량이 프로그램된 또는 소정의 회전 정렬불량 각도의 임계치를 초과한 경우에만 수행되는

방법.

청구항 33

제22항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이송하는 단계는 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 상에 직접 위치시키는 단계를 포함하는

방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명의 태양은 필름 프레임에 의해 운반되는 웨이퍼의 회전 정렬불량을 자동 검출하고, 수정 또는 보정함으로써 정확하고 높은 처리율의 검사 공정을 용이하게 하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

반도체 웨이퍼 처리 작업은 그 상부에 여러 다이(die) (예를 들어, 큰 또는 매우 큰 수의 다이)가 존재하는 반도체 웨이퍼에 대한 다양한 유형의 처리 단계 또는 순서의 수행을 포함한다. 각각의 다이에 있어서 지형학적인 치수, 선폭(linewidth), 또는 소자, 회로(circuit) 또는 구조의 피쳐(feature) 크기는 일반적으로 매우 작고, 예를 들어 마이크론(micron), 서브마이크론(submicron), 또는 나노미터 규모이다. 임의의 주어진 다이는 여러 통합 회로 또는 회로 구조를 포함하고, 이는 층상 구조를 기반(layer-by-layer basis)으로 예를 들어, 평면상의 웨이퍼 표면 상에 위치하는 웨이퍼에 처리 단계를 수행함으로써 설계(fabricated), 가공(processed), 및/또는 패턴화된(patterned)되며, 상기 웨이퍼에 의해 운반되는 다이가 일괄적으로 상기 처리 단계에 영향을 받게 된다.

[0003]

광범위한 반도체 장치 처리 작업은 웨이퍼 또는 필름 프레임 조작 작업을 수행하는 여러 조작 시스템을 포함하고, 이는 웨이퍼 또는 필름 프레임 상에 장착된 웨이퍼(이하, 간결하게 "필름 프레임" 이라 함)를 하나의 위치, 지점, 또는 대상으로부터 다른 곳으로 안정적이고 선택적으로 운반 (예를 들어, 수송, 이동, 전송 또는 이송)하는 것, 및/또는 웨이퍼 또는 필름 프레임을 처리하는 작업 중에, 웨이퍼 또는 필름 프레임을 특정 위치에 유지시키는 것을 포함한다. 예를 들어, 광학적 검사 공정(optical inspection process)을 개시하기 전에, 조작 시스템이 웨이퍼 또는 필름 프레임을 웨이퍼 카세트(wafer cassette)와 같은 웨이퍼 또는 필름 프레임 소스로부터 인출해야 하고, 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임을 웨이퍼 테이블로 수송해야 한다. 상기 웨이퍼 테이블은, 상기 검사 공정의 개시 전에, 이의 표면에 대한 상기 웨이퍼 또는 상기 필름 프레임의 안정적인 유지를 확립해야 하고, 상기 검사 공정이 완료된 후에, 이의 표면으로부터 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임을 방출해야 한다. 상기 검사 공정이 완료되면, 조작 시스템은 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블로부터 인출해야 하고, 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임을, 웨이퍼 또는 필름 프레임 카세트 또는 다른 처리 시스템과 같은 다음 목적지로 수송해야 한다.

[0004]

다양한 유형의 웨이퍼 조작 시스템 및 필름 프레임 조작 시스템이 해당 기술 분야에 알려져 있다. 이러한 조작 시스템은, 웨이퍼 테이블로 웨이퍼를 수송하고, 웨이퍼 테이블로부터 웨이퍼를 회수하는 것을 포함하는 웨이퍼 조작 작업을 수행하거나; 웨이퍼 테이블로 필름 프레임을 수송하거나, 웨이퍼 테이블로부터 필름 프레임을 회수하는 것을 포함하는 필름 프레임 조작 작업을 수행하기 위해 구성된 하나 이상의 기계식 또는 로봇식의 암(arm)을 포함할 수 있다. 각각의 로봇식 암(arm)은 이와 관련된 단부 작동기(end effector)를 포함하고, 이는 웨이퍼 또는 필름 프레임의 일부에 대하여 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 방식으로 진공력(vacuum force)을 인가 또는 중지하는 방법에 의해, 웨이퍼 또는 필름 프레임을 회수(retrieving), 선택(picking up), 유지(holding), 이동(transferring) 및 방출하기 위해 구성된 것이다.

[0005]

웨이퍼 테이블 자체는 조작 시스템의 일 형태로 여겨지거나 정의될 수 있고, 이는 광학 검사 시스템에 해당하는

하나 이상의 광원 및 하나 이상의 이미지 캡처 디바이스와 같은, 처리 시스템의 구성에 대하여 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임을 이동시키는 동안, 웨이퍼 테이블 표면 상의 웨이퍼 또는 필름 프레임을 확실하게, 안정적으로, 그리고 선택적으로 위치시키고 유지시켜야 한다. 하기 상세히 기재되는 바와 같이, 웨이퍼 테이블의 구조는 검사 시스템이 높은 평균 검사 처리율을 달성할 수 있는지 여부에 대해 상당한 영향을 미칠 수 있다. 나아가, 상기 웨이퍼 테이블의 구조는, 웨이퍼의 물리적 특성 및 필름 프레임의 물리적 특성과 관련하여, 광학 검사 공정이 신뢰할만한 정확한 검사 결과를 산출하는 경향성에 큰 영향을 미친다.

[0006]

정확한 검사 결과의 산출과 관련하여, 웨이퍼 또는 필름 프레임은 광학 검사 공정 중에 상기 웨이퍼 테이블 상에 안정적으로 유지되어야 한다. 또한, 상기 웨이퍼 테이블은 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임의 상부 또는 최상부 표면을 공통의 검사 평면(inspection plane)에 배치하고 유지하여, 모든 웨이퍼 다이, 또는 가능한 한 많은 웨이퍼 다이의 표면 영역이 공통면(common plane)에, 이로부터 최소의 또는 무시할만한 편차로 일괄적으로 존재하도록 해야 한다. 더 구체적으로는, 다이(die)의 적합한 또는 정확한 광학적 검사는 매우 높은 배율에서, 웨이퍼 테이블이 매우 평평하고, 바람직하게는 이미지 캡처 디바이스의 초점 심도(the depth of focus)의 1/3보다 더 적은 오차의 마진(margin)을 갖는 것을 요구한다. 만일 이미지 캡처 디바이스의 초점 심도가, 예를 들어 20 μm 이면, 이에 대응되는 웨이퍼 테이블 평면성의 오차는 6 μm 를 초과할 수 없다.

[0007]

매우 작은 크기(예를 들어, 0.5 x 0.5mm 또는 더 작은) 및/또는 두께(50 μm 또는 그 이하) 예를 들어, 매우 얇은 및/또는 유연한 웨이퍼 또는 기판)의 다이(die)를 조작하기 위하여, 이러한 평면성의 요구는 더욱 더 중요해진다. 매우 얇은 웨이퍼에 있어서, 웨이퍼 테이블이 극평면성(ultra-planar)인 것이 중요하고, 그렇지 않을 경우, 웨이퍼 또는 필름 프레임 상의 하나 이상의 다이(die)가 상기 초점 심도를 벗어나 위치하기 쉬워진다. 당업자는 다이(die)가 더 작을수록, 더 높은 배율이 요구됨을 인지할 것이고, 이에 따라 상기 검사 평면이 놓여야 하는 초점 심도의 밴드(band)는 더 좁아진다.

[0008]

전술된 이러한 평면성으로, 상기 웨이퍼 테이블 상에 위치하는 웨이퍼는 상기 웨이퍼 테이블 표면에 평평하게 놓이게 되고, 그 하부의 공기를 실질적으로 모두 배출하게 된다. 상기 웨이퍼가 상기 웨이퍼 테이블 상에 배치될 때, 상기 웨이퍼의 최상부 및 최하부 표면의 기압 차이로 인해, 상기 웨이퍼의 최상부 표면에 기압에 의한 큰 압력이 인가되고, 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 테이블 상에 아래쪽으로 강하게 또는 비교적 강하게 잡아두게 된다. 압력(pressure)은 표면적(surface area)의 함수이고, 상기 웨이퍼의 크기가 클수록, 상기 웨이퍼 상의 아래쪽으로 인가되는 힘(force)의 크기는 커진다. 이는 일반적으로, 상기 웨이퍼 상의 "고유 흡입력(inherent suction force)" 또는 "본연의 흡입력(natural suction force)"으로 지칭된다. 상기 웨이퍼 테이블 표면이 더 평평할수록, 상기 본연의 흡입력은 상기 웨이퍼의 한정된 표면에 의해 정의된 한계까지 커진다. 다만, 이러한 흡입력(suction force)의 강도는 상기 웨이퍼 테이블 표면이 얼마나 평평한지에 의존한다. 일부 웨이퍼 테이블은 평평하지 않고, 이의 표면에 다른 홈(groove) 또는 홀(hole)을 가질 수 있고, 이는 흡입력을 감소시킨다. 각각의 다이(die)를 검사하는 동안 상기 웨이퍼 테이블이 반복적으로 짧은 거리를 걸쳐 가속되면서, 종종 높은 진공력(vacuum force)이 상기 웨이퍼 테이블을 통하여 상기 웨이퍼 테이블 표면에 상기 웨이퍼의 하부면에 인가되어, 상기 웨이퍼가 가능한 평면으로 유지되고, 검사 중에 움직이지 않게 된다; 이는 상기 본연의 흡입력이 존재함에도 불구하고 그러하다.

[0009]

웨이퍼 또는 필름 프레임의 검사 작업 중에 웨이퍼 또는 필름 프레임을 안정적으로 유지하고, 검사 작업 중의 공통면(common plane)에 다이 개수의 최대치를 확실하게 유지하고 다양한 유형의 웨이퍼 테이블의 구조가 개발되어 왔다. 그러나, 웨이퍼 조작 시스템이 하기 기재된 하나 이상의 문제점 없이, 웨이퍼 및 필름 프레임 상부에 장착된 절단 웨이퍼(sawn wafer) 모두를 조작하도록 허용하는 디자인의 구조는 존재하지 않는다. 기존의 각각의 디자인 유형 및 이에 관한 문제점을 간단히 기재할 것이다.

[0010]

웨이퍼 척(chuck)의 일부 유형은 사용되어 왔거나, 현재 사용 중이다. 종래에는, 웨이퍼가 더 작았고 (예를 들어, 4, 6, 또는 8인치), 상당히 더 두꺼웠으며 (구체적으로, 이의 전체 표면에 대한 것이고, 예를 들어 웨이퍼의 표면적을 기초로 정규화된 웨이퍼 두께에 대한 것임), 각각의 다이(die) 크기는 더 컸다. 현재의 웨이퍼 크

기는 일반적으로 12 또는 16인치이나, 가공된 웨이퍼의 두께는 이들의 증가한 사이즈 및 다이(die) 크기 (예를 들어, 0.5 ~ 1.0mm) 각각에 비하여 감소했다 (예를 들어, 12-인치 웨이퍼는 시닝(thinning) / 백그라인딩(backgrinding) / 백랩핑(backlapping)하기 전의 두께가 0.70 ~ 1.0mm이고, 시닝/ 백그라인딩 이후의 두께가 50 ~ 150 μ m인 것이 통상적임). 표준 웨이퍼 크기는 시간이 지남에 따라 더 증가할 것으로 예측할 수 있다. 또한, 전자장치 및 모바일 폰 제조업에서 슬림-내장 전자 장치(slim-built electronic devices) (예를 들어, 평면 스크린 텔레비전, 모바일 폰, 노트북 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터 등)에 적합한 보다 얇은 다이(die)/ 보다 얇은 구성에 대한 수요 및 요구가 매년 증가함에 따라, 웨이퍼는 점점 더 얇아질 것으로 예측할 수 있다. 설명될 바와 같이, 이러한 사실은 웨이퍼 및 필름 프레임 모두를 조합함에 있어서 현재 웨이퍼 테이블 디자인의 결함이 증가하는 데에 기여한다.

[0011]

지금까지, 심지어 현재에도, 많은 웨이퍼 척이 스틸(steel)과 같은 금속으로 제조된다. 이러한 금속 웨이퍼 척은 홈(groove)의 네트워크로 세공되어 있고, 일반적으로 중앙의 위치로부터 선형적으로 방사된 홈에 의해 교차되는 원형의 홈이다. 이러한 홈을 통하여, 진공력이 상기 웨이퍼 테이블 표면과의 계면인 상기 웨이퍼의 하부면에 인가될 수 있고, 이로써 상기 웨이퍼 테이블 표면에 대한 상기 웨이퍼의 안정적인 유지를 용이하게 할 수 있다. 많은 웨이퍼 테이블 디자인에 있어서, 이러한 홈들은 크기가 증가하는 동심원으로 배열된다. 상기 웨이퍼의 사이즈에 따라, 상기 웨이퍼가 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 배치될 때, 하나 이상의 홈들이 상기 웨이퍼에 의해 덮인다. 상기 웨이퍼에 의해 덮인 홈들을 통해 진공이 활성화되고, 상기 웨이퍼를 웨이퍼 검사 작업과 같은 처리 작업 중에 아래로 유지시킨다. 검사 이후, 상기 진공은 비활성화되고, 방출핀(ejector pin)이 상기 웨이퍼 테이블 표면으로부터 상기 웨이퍼를 들어올리기 위해 배치되며, 이로써 상기 웨이퍼가 회수되거나, 단부 작동기(end effector)에 의해 제거될 수 있다. 선형의 홈들이 상기 금속 웨이퍼 테이블 표면의 중심으로부터 방사되므로, 일단 진공이 비활성화되면 상기 웨이퍼의 하부면에 대한 상기 진공력의 인가와 관련된 잔류 흡입력이 빠르게 소멸된다. 보다 두꺼운 웨이퍼는, 파손되지 않으면서, 상기 웨이퍼를 들어올리기 위해 상기 방출핀을 통해 인가되는 상당한 힘을 (만약 있다면, 잔류하는 흡입력에 대해) 더 적용할 여지가 있다.

[0012]

전술한 바와 같이, 오늘날 증가적으로 제조되는 웨이퍼는 전에 비해 더 얇거나, 더욱 더 얇은 것이고 (예를 들어, 현재 웨이퍼의 두께는 50 μ m만큼 얇을 수 있음), 그 상부에 각각의 다이(die)도 종래에 비하여 점점 더 작은 크기 (예를 들어, 0.5mm²)이다. 기술적인 진보는 더 작은 다이(die)의 크기 및 더 얇은 다이(die)의 결과를 낳았고, 이는 기존의 웨이퍼 테이블 디자인에 의해 웨이퍼를 조합함에 있어서 문제를 제기한다. 매우 종종, 크기가 상당히 작은 및/또는 매우 얇은 다이(die)를 갖는 백랩핑된(backlapped)/얇아진(thinned) 또는 절단된(sawn) 웨이퍼 (이하, 간단히 "절단된 웨이퍼(sawn wafer)"라 함)가 가공을 위해 필름 프레임 상부에 장착된다. 통상적인 금속 웨이퍼 테이블은, 상부에 장착된 절단된(sawn) 웨이퍼를 구비한 필름 프레임과 함께 사용하기에, 많은 이유 때문에 적절치 않다.

[0013]

다이(die)의 검사가 매우 높은 배율을 수반하는 점을 염두해 둘 때, 배율이 더 높을수록, 정확한 검사를 위한 허용 가능한 초점 심도의 밴드(band), 범위, 분산(variance), 또는 허용치(tolerance)가 좁아질 것이다. 동일 평면에 있지 않는 다이(die)는 이미지 캡처 디바이스의 초점 심도를 벗어날 것이다. 전술한 바와 같이, 웨이퍼 검사를 위한 현대 이미지 캡처 디바이스의 초점 심도는, 일반적으로 20 ~ 70 μ m 또는 그 이하이고, 상기 배율에 의존한다. 상기 웨이퍼 테이블 표면 상의 홈의 존재는, 이러한 시스템 상에서, 구체적으로 필름 프레임 상에 장착된 (작은 다이(die) 크기를 갖는) 절단된(sawn) 웨이퍼의 검사 중에 문제를 일으킨다.

[0014]

홈의 존재는 작은 다이(die) 크기를 갖는 상기 절단된(sawn) 웨이퍼가 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 적절하고 균일하게 놓이지 못하도록 하다. 더 구체적으로는, 홈이 (많이 존재할 수) 있는 영역에서, 상기 필름 프레임의 필름이 상기 홈 내부로 약간 처질 수 있고, 이는 모든 다이(die)에 걸쳐서 전체적인 웨이퍼 표면의 전체적인(collective) 또는 일반적인(common) 평면성을 부족하게 한다. 이러한 평면성의 부족은 절단된(sawn) 웨이퍼의 작은 또는 매우 작은 다이(die)에 대하여 더 뚜렷해진다. 나아가, 홈의 존재는 다이(die)가 다이(die)의 검사 평면에 대하여 각도를 갖도록 배치되게 하거나, 상기 다이(die)가 처져서 하나 이상의 서로 다른 낮은 평면에 놓이게 할 수 있다. 나아가, 홈 내부로 처져서 기울어진 다이(die)를 비추는 빛이 상기 이미지 캡처 디바이스로부터 반사되어 나올 것이고, 이로써 기울어진 다이(die)에 대응되는 이미지의 캡처가 상기 다이(die)에 관한 하나 이상의 영역의 정확한 세부 사항 및/또는 특징을 함유 또는 전송하지 않을 것이다. 이는 검사 중에 캡처

된 이미지의 질에 좋지 않은 영향을 미칠 것이고, 이는 부정확한 검사 결과로 이어질 수 있다.

[0015]

종래에 여러 접근 방법이 전술한 문제점들을 해결하기 위해 시도되었다. 예를 들어, 일 접근 방법에서, 금속 웨이퍼 테이블 지지체가 홈의 네트워크를 포함한다. 평평한 금속 플레이트가 상기 홈의 네트워크 최상부에 놓여진다. 상기 금속 플레이트는 작거나 매우 작은 여러 진공 홀을 포함하고, 이는 웨이퍼 또는 절단된(sawn) 웨이퍼에 대하여 이러한 천공(perforation)을 통해 진공이 인가되도록 한다. 고려 중인 웨이퍼의 크기에 따라, 적절한 패턴 또는 상응하는 여러 홈이 부여될 것이다. 복수의 작은 또는 매우 작은 진공 홀이 다이(die)가 전체적으로 동일 검사 평면을 유지할 수 있는 경향성을 증가시키지만, 다이(die)의 전체적인 평면성 문제는, 시간이 지남에 따라 점점 더 작은 다이(die) 사이즈 및 다이(die) 두께의 감소를 결과하는 지속적인 기술적 발전에 의하여 여전히 효과적으로 또는 완전히 제거되지 않는다. 이러한 디자인은 또한, 서로 다른 웨이퍼 크기에 대응되는 복수의 삼중 방출핀 세트, 즉, 복수의 표준 웨이퍼 크기에 대응되는 복수의 개별적인 3개의 방출핀 세트를 포함하고, 상기 웨이퍼 테이블이 이를 운반할 수 있다. 또한, 방출핀을 위한 복수의 홀(hole)이 존재할 수 있고, 이는 필름 프레임 상에 운반된 다이(die)를 검사할 때, 아마도 상기 설명한 것과 유사한 이유로, 전체적인 다이(die)의 평면성 문제를 더 악화시킬 수 있다.

[0016]

일부 제조사는 웨이퍼 테이블 전환 키트(wafer table conversion kit)를 사용하며, 여기서, 홈을 갖는 금속 웨이퍼 테이블이 모든 웨이퍼를 조작하기 위해 사용되고, 매우 작은 많은 개구부(opening)로 덮인 금속 웨이퍼 테이블이 필름 프레임 조작을 위해 사용된다. 불행히도, 전환 키트는 일 유형의 웨이퍼 테이블에서 다른 유형의 웨이퍼 테이블로 전환하고, 전환 이후 웨이퍼 테이블을 교정(calibration)하기 위해 검사 시스템 중단시간(downtime)을 요구하며, 이는 시간 소모적이고, 수동으로 수행된다. 이러한 중단시간은 평균 시스템 처리율(예를 들어, 순차적으로 또는 다같이, 웨이퍼 및 필름 프레임 모두를 검사하는 작업에 대한 전체적인 또는 평균적인 처리율)에 좋지 않은 영향을 미치므로, 웨이퍼 테이블 전환 키트를 요구하는 검사 시스템은 바람직하지 않다.

[0017]

US 특허 6,513,796에 기재된 것과 같은 다른 웨이퍼 테이블 디자인은, 웨이퍼 또는 필름 프레임이 처리되고 있는지 여부에 따라, 서로 다른 웨이퍼 테이블 중심을 삽입하도록 하는 웨이퍼 테이블 수용부(receptacle)를 포함한다. 웨이퍼 검사에 대해서는, 진공의 활성화를 위한 진공 홀을 구비한 고리 모양의 링(ring)을 갖는 금속 플레이트가 일반적으로 삽입된다. 필름 프레임에 대해서는, 진공의 활성화를 위한 미세한(fine) 여러 홀이 구비된 금속 플레이트가 삽입되고, 이는 여전히 전술한 바와 같이, 다이(die)의 전체적인 비평면성을 증가시킬 수 있다.

[0018]

US 공개특허 2007/0063453에 개시된 바와 같은 또 다른 웨이퍼 테이블 디자인은, 다공성 물질로 구성된 플레이트 유형의 삽입체를 갖는 웨이퍼 테이블 수용부를 이용하고, 여기서 얇은 필름 재료로 만들어진 고리 모양의 링(ring)에 의해 별개의 영역이 정의된다. 일반적으로, 이러한 웨이퍼 테이블 디자인은 설계가 복잡하고, 정밀하고 복잡한 제조 공정을 포함하며, 결과적으로 제조가 어렵고, 시간 또는 비용을 소모하게 된다. 더욱이, 이러한 디자인은, 웨이퍼 크기에 따라, 상기 웨이퍼 테이블 표면에 걸쳐 국부적인 진공력을 제어하기 용이하도록, 금속 환형 고리(metal annular ring)를 활용할 수 있다. 금속 환형 고리는 웨이퍼 테이블 표면을 평탄화할 때, 바람직하지 않게 긴 평탄화 시간을 필요로 하거나, 웨이퍼 테이블 표면을 연마하기 위해 사용되는 연마 장치(polishing device)에 손상을 줄 수 있다. 나아가, 금속 고리는 상기 웨이퍼 테이블 표면에 걸쳐 서로 차이가 있는 재료를 연마하는 특성 때문에 비평면성을 증가시킬 수 있고, 따라서 금속 환형 고리는 현대의 광학 검사 공정(예를 들어, 특히, 필름 프레임 상에 장착된 절단된(sawn) 웨이퍼를 수반함)에 있어서 적절하지 않다.

[0019]

불행히도, 종래의 웨이퍼 테이블 디자인은 (a) 구조적으로 불필요하게 복잡하고; (b) 제조가 어렵거나, 비싸거나, 시간 소모적이며; 및/또는 (c) 다양한 유형의 웨이퍼 처리 작업(예를 들어, 다이(die) 검사 작업, 특히 다이(die)가 필름 프레임에 의해 운반될 때)에 있어서, 더 작은 웨이퍼 다이(die)의 크기 및/또는 점차적으로 감소하는 웨이퍼 두께를 지속적으로 제공하는 기술적 발전의 관점에서, 불충분한 웨이퍼 테이블 표면의 평면 균일성의 결과 때문에 적절하지 않다. 전술한 문제점 또는 단점의 하나 이상을 극복하고, 웨이퍼 테이블로 하여금

웨이퍼 및 절단된(sawn) 웨이퍼 모두를 다루는 것을 가능하게 하는 웨이퍼 테이블 구조 및 이와 관련된 웨이퍼 테이블 제조 기술에 대한 필요성이 확실히 존재한다.

[0020]

평균 검사 처리율(average inspection throughput)과 웨이퍼 및 필름 프레임 검사의 정확성에 영향을 미칠 수 있는 전술한 웨이퍼 테이블 디자인의 태양에 더하여, 웨이퍼 또는 필름 프레임 조작 문제의 여러 다른 유형이 존재할 수 있고, 이는 웨이퍼 또는 필름 프레임 검사 작업에 악영향을 줄 수 있다. 이러한 문제점과 이에 대한 종래 기술의 해결 방법을 하기 상세히 설명한다.

[0021]

웨이퍼의 비평면성에 의한 웨이퍼-웨이퍼 테이블 유지(retention)의 실패

[0022]

웨이퍼 조작 문제의 일 유형은 웨이퍼의 비평면성 또는 휨(warpage)의 결과로서 발생한다. 이러한 문제는 (a) 제조될 웨이퍼의 증가하는 크기; (b) 조작될 웨이퍼의 감소하는 두께; 및 (c) 처리(processing) 이전 및 이후에 웨이퍼를 취급 또는 저장하는 방식을 포함하는 많은 요소로부터 야기된다. 광학적 검사와 같은 처리(processing)의 전후에, 웨이퍼는 카세트의 가장자리에서 유지된다. 웨이퍼의 직경이 증가하고 박형화(thinness)됨에 따라, 웨이퍼가 카세트에 유지되는 방식에 있어서, 이의 중심에서 웨이퍼가 처지거나, 휘는 것은 드문 일이 아니다. 또한, 요구되는 크기로 웨이퍼를 얇게 하기 위한 백랩핑(backlapping) 공정 중에, 상기 백랩핑 공정은, 비록 이러한 문제가 덜 흔하지만, 상기 웨이퍼를 역으로 휘게 할 수도 있다.

[0023]

비평면성 웨이퍼가 웨이퍼 테이블 표면 상에 놓이는 경우에는, 상기 웨이퍼 테이블 표면에 대하여 상기 웨이퍼의 최하부 표면을 전체적으로 안정적으로 유지시키고자 상기 웨이퍼 테이블 표면을 통해 인가되는 진공력이 웨이퍼 표면의 최하부를 오직 약하게만 잡고 있게 될 것이다. 상기 웨이퍼의 다른 부분은 상기 웨이퍼 테이블 표면 위에 존재할 것이고, 상기 웨이퍼 테이블을 통해 인가되는 진공이 누출될 것이며, 인가된 임의의 잔류하는 진공력이 매우 약할 것이다. 이러한 상황에서, 상기 웨이퍼는 아래로 안정적으로 유지되지 않을 것이고, 나아가 이러한 휘어진 웨이퍼(10)는 일반적으로, 신뢰성 있게 검사되거나 테스트될 수 없다.

[0024]

웨이퍼의 전체적인 표면 영역이 웨이퍼 테이블 표면 상에 안정적으로 유지되는 것을 보장하도록 하는 종래의 접근 방법은 불충분한 진공 유지력 (또는 진공 유지의 최소 임계치 이하의 진공 누출)이 검출될 때, 검사 시스템 작동자(inspection system operator) 또는 사용자가 수동적으로 개입될 때까지, 자동적으로 검사 시스템의 작동을 중지하는 것을 포함한다. 상기 문제를 해결하기 위하여, 상기 검사 시스템 작동자는, 상기 웨이퍼 테이블 표면을 통해 인가되는 진공력이 상기 웨이퍼의 전체적인 표면 영역에 가해지고, 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 테이블 표면에 대하여 안정적으로 유지할 때까지, 상기 웨이퍼 테이블 표면에 대하여 상기 웨이퍼에 수동적으로 압력을 가한다. 이와 같이, 상기 웨이퍼 테이블 표면 상의 상기 웨이퍼의 불충분한 진공 유지의 결과로서 검사 시스템의 작동이 자동적으로 중지되는 것은 상기 문제를 해결하기 위해 사용자가 수동적으로 개입한 이후에만 다시 시작될 수 있다. 이러한 중단시간(downtime)은 시스템 처리율에 악영향을 미친다.

[0025]

진공력의 중지에 따른 예측 불가능/제어 불가능한 웨이퍼의 횡방향 변위

[0026]

일반적으로, 웨이퍼의 검사에 있어서, 웨이퍼 테이블 상에 웨이퍼를 위치시키기 위해 다음 단계들을 수행한다: (a) 웨이퍼를 카세트로부터 인출하여 웨이퍼 (사전)정렬기로 보내는 단계; (b) 상기 웨이퍼 정렬기가 검사를 위해 상기 웨이퍼를 적절하게 배향하는 단계; (c) 웨이퍼의 정렬이 완료된 후에, 단부 작동기(end effector)가 상기 웨이퍼를, 그 중심이 웨이퍼 테이블의 중심과 일치하는 예정된 위치로 전송하는 단계; (d) 방출핀(ejector pin)이 상기 웨이퍼를 받기 위해 활성화되는 단계; (e) 상기 단부 작동기가 철수되기 전에 상기 웨이퍼를 상기 방출핀으로 하강시키는 단계; 및 (f) 이어서, 상기 웨이퍼가 검사를 위해 아래로 유지되도록 진공이 인가되는 동안, 상기 방출핀이 검사를 위해 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 테이블 상부로 하강시키는 단계.

[0027]

검사가 완료된 경우에는, (a) 진공이 비활성화되고; (b) 상기 웨이퍼가 상기 방출핀에 의해 들어올리며; (c) 상기 단부 작동기가 상기 웨이퍼 밑으로 미끄러져 상기 웨이퍼를 들어올리며; (d) 상기 단부 작동기가 검사된

웨이퍼를 카세트로 반환하고, 상기 카세트 내에 상기 웨이퍼를 놓는다.

[0028] 상기 작동기(effector)가 상기 웨이퍼를 상기 카세트 내에 위치시키는 데 있어서, 상기 웨이퍼가 상기 단부 작동기(end effector)에 대하여 이를 상기 웨이퍼 테이블 상에 위치시킨 시점부터 그 위치를 바꾸지 않고 소정의 위치에 남아 있는 것이 중요하며, 이에 주목하는 것이 적절하다. 이는 상기 웨이퍼가 상기 테이블 상에 위치된 순간부터 움직이지 말아야 함을 의미한다. 만약 상기 웨이퍼가 상당히 또는 두드러지게 상기 단부 작동기에 대한 위치를 벗어난다면, 상기 웨이퍼는 이송 중에 떨어지거나, 상기 단부 작동기가 이러한 위치를 벗어난(off-positioned) 웨이퍼를 상기 카세트 내에 밀어 넣으려고 할 때 손상을 입을 수 있다. 이러한 피해(mishap)를 방지하기 위해, 상기 웨이퍼는 검사 이후 최종적으로 상기 작동기에 의하여 들어올려질 때, 상기 단부 작동기에 대하여 검사 이전에 상기 웨이퍼 테이블 상에 위치한 경우와 동일한 위치에 있어야 한다. 상기 단부 작동기에 의한 배치에 따른 상기 웨이퍼의 위치를 유지하기 위해서 상기 흡을 통한 진공이 활성화되고, 이는 상기 웨이퍼의 전체 또는 부분이 상기 웨이퍼 테이블 상에 평탄하게 놓인 경우 발생하는 본연의 흡입성에 추가되는 것이다.

[0029] 특정 상황에서, 웨이퍼의 하부면에 인가되는 진공력 또는 부압이 중지된 이후에, 상기 웨이퍼는 후속 작업(event) 또는 공정 단계의 결과로서, 상기 웨이퍼 테이블 표면을 따라 횡방향으로(laterally) 미끄러질 수 있다. 상기 웨이퍼의 예측 불가능한 횡방향 움직임은 검사 이전 또는 시작 시에 상기 웨이퍼가 상기 웨이퍼 테이블 상에 애초에 위치했던 위치와는 다른 위치로 이동되거나 변화되도록 한다 (즉, 상기 웨이퍼는, 상기 작동기가 상기 웨이퍼를 배치하고 회수하는 위치인 웨이퍼 테이블 기준 위치(reference wafer table position)로부터 횡방향으로 미끄러진다). 결과적으로, 이러한 횡방향 이동의 결과에 의해 상기 작동기가 신뢰할 수 없고, 예측 불가능하게 잘못 위치된 웨이퍼를 회수하게 되며, 이때, 상기 웨이퍼는 떨어지거나, 상기 작동기가 상기 위치를 벗어난(out-of-position) 웨이퍼(10)를 웨이퍼 카세트에 반환하고자 할 때 손상을 입을 위험이 있다.

[0030] 진공력의 중지 이후, 웨이퍼 테이블 표면에 대한 의도되지 않은 웨이퍼의 횡방향 변위를 조절하기 위한 이전의 접근 방법은 수동적 개입을 포함하며, 이는 결과적으로 검사 또는 테스트 시스템의 작동을 방해하고, 생산 처리율에 악영향을 미치게 된다.

[0031] 웨이퍼-필름 프레임의 회전 정렬불량(Rotational Misalignment)

[0032] 웨이퍼 제조의 특정 단계에서, 웨이퍼는 필름 프레임 상에 장착될 수 있다. 예를 들어, 웨이퍼가 절단(sawn)될 때, 일반적으로 필름 프레임 상에 장착된다. 절단 이후, 이러한 필름 프레임 상의 절단된(sawn) 웨이퍼는 외관적(cosmetic) 및/또는 다른 유형의 결함에 대하여 추가적으로 검사된다. 도 1a는 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)를 개략적으로 나타낸 것이고, 상기 필름 프레임은 상기 웨이퍼(10)를 얇은 물질의 층 또는 필름(32)에 의해 운반하며, 이는 일반적으로 상기 웨이퍼(10)가 장착되는 접착제 또는 점착성 면(tacky side)을 포함하고, 당업자에 의해 용이하게 이해되는 방법에 의한다. 상기 웨이퍼(10)는 여러 다이(die, 12)를 포함하고, 이는 생성되었거나, 제조 중에 분명해지는 수평 눈금선(6) 및 수직 눈금선(8)에 의해 서로 분리 또는 구획된다. 이러한 수평 및 수직 눈금선(6, 8)은 각각 상기 다이(die)의 수평 및 수직면(11, 16)에 대응되거나, 이를 구획한다. 당업자는 웨이퍼(10)가 웨이퍼 정렬 작업을 용이하게 하기 위하여, 일반적으로 적어도 하나의 기준 형상(reference feature, 11)을 포함하는 것을 이해할 것이고, 예를 들어, 이는 원형 주변부 이외의 노치(notch) 또는 직선부(straight portion) 또는 "평평한" 부분이다. 관련 기술 분야의 당업자는 또한, 상기 필름 프레임(30)이 필름 프레임의 정렬 작업을 용이하게 하기 위하여, 여러 등록 또는 정렬 형상(34a-b)을 포함하는 것을 이해할 것이다. 상기 필름 프레임(30)은 또한, "플랫(flat)"(35a-b)과 같은 다른 여러 기준 형상을 포함할 수 있다.

[0033] 광학적 검사와 관련하여, 상기 웨이퍼(10) 상의 다이(12)는, 상기 다이(12) 상의 외관적(cosmetic) 또는 다른 (예를 들어, 구조적인) 결함의 확인을 용이하게 하는 검사 기준에 따라서 자동적으로 검사 또는 시험된다. 상기 검사 기준을 만족하는 다이(12), 뿐만 아니라 상기 검사 기준을 만족하지 못하는 다이(12)도 각각 "통과(pass)" 또는 "실패(fail)"의 지정에 따라 추적하거나 카테고리화 할 수 있다. 모든 검사 기준을 성공적으로

만족하는 다이(12)는 추가적인 처리(processing) 또는 통합 회로 패키지에 도입하기에 적절한 반면, 모든 검사 기준을 만족하지 못하는 다이(12)는 (a) 폐기; (b) 실패 원인(들)의 분석 및 추후 실패의 방지; 또는 (c) 특정 상황에서 재가공/재처리될 수 있다.

[0034] 광학적 검사는 각각의 다이(12) 또는 다이(12)의 배열에 대한 화상(illumination)을 감독하고; 이미지 캡처 디바이스를 사용하여 상기 다이(12)로부터 반사되는 화상을 캡처하고 상기 다이(12)에 해당하는 이미지 데이터를 생성하며; 상기 이미지 데이터에 대한 이미지 처리 작업을 수행하여 하나 이상의 결함이 상기 다이(12)에 존재하는지 여부를 확인하는 것을 포함한다. 광학적 검사는 일반적으로 상기 웨이퍼(12)가 움직이는 동안 "온-더-플라이(on-the-fly)"로 수행되고, 이로써 상기 웨이퍼(12)에 의해 운반되는 상기 다이(12)가 이미지의 캡처 작업 중에 상기 이미지 캡처 디바이스에 대하여 지속적으로 이동한다.

[0035] 웨이퍼(10) 전체의 검사는 상기 웨이퍼(10) 상의 각각의 다이(12)에 해당하는 검사 결과(예를 들어, 통과/실패 결과)의 산출을 요구한다. 주어진 임의의 다이(12)에 해당하는 검사 결과가 산출될 수 있기 전에, 상기 다이(12)의 전체 표면 영역은 우선 완전히 캡처되어야 한다. 다시 말해, 주어진 임의의 다이(12)의 완전한 검사는, 우선 상기 다이의 전체 표면 영역이 상기 이미지 캡처 디바이스에 의해 캡처되는 것을 요구하고, 각각의 상기 다이(12)의 전체적인 표면 영역에 해당하는 이미지 데이터가 산출 및 처리되어야 한다. 만약 상기 다이의 전체 표면 영역에 대한 이미지 데이터가 산출되지 않았다면, 상기 다이(12)에 대한 이미지 처리 작업은 완료될 수 없고, 검사 결과는, 상기 다이(12)의 전체 표면 영역 또는 "전체-다이 이미지"를 포괄하는 이미지 세트의 캡처가 생성될 때까지 산출될 수 없다. 그러므로, 만약 상기 다이(12)의 전체 표면 영역에 해당하는 이미지 데이터, 또는 전체-다이 이미지 데이터가 산출되지 않았다면, 상기 다이(12)에 대한 검사 결과의 산출은 불필요하게 연기되고, 이는 검사 공정의 처리율에 악영향을 미친다.

[0036] 이미지 처리를 위하여 다이의 전체 이미지를 완전하게 캡처하기 위해 요구되는 이미지 캡처 작업의 수가 더 클수록, 검사 처리율은 더 낮아진다. 이는 검사 공정의 처리율을 최대로 하기 위해서는, 모든 다이의 전체 표면 영역이 가능한 한 적게 캡처되는 것이 바람직하다.

[0037] 상기 웨이퍼(10)의 배향(orientation)의 오류는 필름 프레임(30) 상에 상기 웨이퍼(10)가 장착되는 중에 발생할 수 있다. 일반적으로, 웨이퍼 장착에 있어서의 오류는 필름 프레임 플랫폼(35a)과 같이, 주어진 필름 프레임 기준 형상에 대하여 웨이퍼 플랫폼 또는 노치(11)가 적절하게 배열되지 않는 것과 관련이 있다. 도 1b는 상기 웨이퍼(10)를 운반하는 필름 프레임(30)에 대하여 회전적으로 잘못 정렬된 웨이퍼(10)를 개략적으로 나타낸 것이다. 도 1b에 도시된 상기 웨이퍼(10)가 이의 필름 프레임(30)에 대해 나타내는 회전 배향이 도 1a에 도시된 웨이퍼(10)가 이의 필름 프레임(30)에 대해 나타내는 회전 배향과 명확하게 다른 것을 알 수 있다. 보다 구체적으로, 도 1b에서는 제1 필름 프레임 플랫폼(35a)에 대하여 각각 평행 또는 수직인 것으로 정의된 수평 기준축(36) 및/또는 수직축(38)에 대하여, 한 쌍의 수평 및 수직 웨이퍼 눈금선(6, 8)이 회전되어 있고, 도 1a에 도시된 웨이퍼(10)에 비하여 각도적인 단차(offset), 즉 각도 θ 만큼 잘못 정렬되어 있는 것을 알 수 있다.

[0038] 다시 말해, 도 1a에 도시된 상기 웨이퍼(10)에 있어서, 제1 필름 프레임 플랫폼(35a)에 대하여 소정의 배향을 갖는 기준축(36, 38)으로부터, 웨이퍼 눈금선(6, 8)이 회전된 각도의 크기를 나타내는 각도 θ 는 약 0(zero)이다. 도 1b에 도시된 웨이퍼(10)에 있어서는, 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량 각도 θ 가 0(zero)이 아니다. 웨이퍼의 크기가 커짐에 따라, 구체적으로 보다 큰 웨이퍼 크기(예를 들어, 12 인치 또는 그 이상)에 대해서는, 상기 필름 프레임(30)에 대면하여(vis-a-vis) 장착된 웨이퍼(10)의 회전 정렬불량이, 일반적으로 그 상부에 장착된 웨이퍼의 검사 중에 문제를 야기하며, 이하 추가적으로 상세히 설명한다.

[0039] 주어진 다이(12)의 이미지 캡처 중에, 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스는 오직 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야(FOV, field of view) 내에 위치하는 다이의 표면 영역 부분으로부터 반사된 화상(illumination)만 캡처할 수 있다. 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야(FOV)에서 벗어난 상기 다이의 표면 영역 부분은 상기 이미지의

일부로 캡처될 수 없고, 또 다른 이미지의 일부로 캡처되어야 한다. 전술한 바와 같이, 검사 공정 처리율의 최대화는 상기 웨이퍼(10) 상의 모든 다이(12)의 표면 전체 영역이 가능한 한 적게 캡처되는 것을 요구한다. 다수의 이미지 캡처 작업이 다이의 전체 표면 영역에 해당하는 이미지 데이터를 산출하기 위해 요구되는 경우, 상기 다이(12)에 대한 검사 결과의 생성은 지연되며, 처리율에 악영향을 미친다. 상기 웨이퍼(10) 상의 각각의 다이(12)는 그러므로, 상기 웨이퍼 상의 모든 다이(12)에 대한 전체-다이 이미지(entire-die image) 데이터를 생성하기 위해 요구되는 이미지 캡처 작업의 수를 최소화하기 위하여 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)에 대해 적절하게 정렬되어야 하고, 이로써 검사 공정 처리율이 최대화된다.

[0040]

상기 다이(12)의 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)에 대한 적절한 정렬은, 상기 이미지 캡처 디바이스 시야에 대한 상기 다이(12)의 어떠한 회전적 또는 각도적 정렬불량이 충분히 작거나, 최소이거나, 무시할 수 있고, 상기 다이의 전체 표면 영역이 상기 시야(FOV) 내에 위치하게 되는 상황으로 정의될 수 있다. 도 2a는 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)(50)에 대하여 적절하게 위치된 또는 정렬된 다이(12)를 개략적으로 나타낸 것이다. 도 2a에 명확하게 나타난 바와 같이, 상기 시야(50)에 대해 다이가 적절하게 정렬되면, 상기 다이(12)의 수평 경계(horizontal border) 또는 측면(14)이 실질적으로 시야(FOV)의 수평축(X_I)에 평행하게 정렬되고, 수직 경계(vertical border) 또는 측면(16)이 시야(FOV)의 수직축(Y_I)에 평행하게 정렬된다. 결과적으로, 이러한 다이(12)의 전체 표면 영역은 상기 시야(50) 내에 위치하고, 상기 다이(12)의 전체 표면 영역은 한 번의 이미지 캡처 작업(event, operation) 또는 "스냅(snap)"에 의해 캡처될 수 있다.

[0041]

도 2b는 이미지 캡처 디바이스 시야(50)에 대하여 적절하지 못하게 위치된 또는 잘못 정렬된 다이(12)를 개략적으로 나타낸 것이다. 도 2b는 상기 다이의 수직 및 수평 측면(14, 16)이, 상기 시야(FOV)의 수평축(X_I) 및 상기 시야(FOV)의 수직축(Y_I) 각각에 대하여 회전되거나, 각도적으로 단차(offset)를 갖고, 상기 다이의 표면 영역 일부가 상기 시야(50)를 벗어나 위치하는 것을 명확하게 나타낸다. 상기 다이(12)의 상기 시야(50)에 대한 이러한 정렬불량 때문에, 상기 다이(12)의 전체 표면 영역에 해당하는 이미지 데이터의 산출이, 상기 다이(12)의 서로 다른 부분을 캡처하는 여러 이미지 캡처를 요구하고, 검사 공정 처리율을 감소시키게 된다. 보다 구체적으로는, 도 2c에 나타난 바와 같이, 이러한 회전적으로 잘못 정렬된 다이(12)의 전체 표면 영역을 캡처하기 위해 최대 4개의 이미지가 요구되며, 이는 상기 시야(FOV)에 대한 상기 다이의 정렬불량의 정도에 의존한다.

[0042]

필름 프레임이 조작되는 경우, 일반적으로는 기계적 필름 프레임 등록 절차가 이루어져야 한다. 보통, 상기 필름 프레임 등록 절차는 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 상에 위치할 때 수행된다. 일부 시스템에서는, 2011년 5월 12일에 출원된 "웨이퍼 및 필름 프레임과 같은 구성 요소 구획을 조작 및 정렬하기 위한 시스템 및 방법(System and Method for Handling and Aligning Component Panes such as Wafers and Film Frames)"을 발명의 명칭으로 한 싱가포르 특허 출원번호 201103524-3에 기재된 바와 같이, 기계적인 필름 프레임 등록은 상기 웨이퍼 테이블 상에 상기 필름 프레임을 위치시키기 전에 이루어질 수 있고, 예를 들어, 상기 웨이퍼 테이블 상에 상기 필름 프레임을 위치시키기 전에, 상기 필름 프레임을 운반하는 단부 작동기(end effector)가 필름 프레임 정렬 형상(34a-b)을 필름 프레임 등록 요소 또는 구조와 결합시키는 때에 이루어질 수 있다.

[0043]

기계적인 필름 프레임 등록 절차는 일정량의 조작 시간을 수반한다. 그러나, 상기 필름 프레임 등록 절차는 일반적으로, 상기 필름 프레임(30)이 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)에 대해 적절하게 정렬 또는 등록되는 것을 보장한다. 그러나, 이는 상기 웨이퍼가 상기 필름 프레임 상의 첫 번째 위치에 적절하게 장착되되, 항상 그러한 것은 아님을 가정한다. 상기 필름 프레임 상에 장착된 상기 웨이퍼가 회전 정렬불량을 갖는 경우, 이는 검사에 문제 또는 지연을 일으키며, 하기 상세히 기재된 바와 같이 처리율에 악영향을 미친다.

[0044]

상기 필름 프레임 등록 절차는 필름 프레임 등록 형상(34a-b)과 하나 이상의 필름 프레임 등록 구성을 맞대어 결합하는 방법으로 수행되며, 이는 통상적으로 웨이퍼 테이블 어셈블리에 의해 수행된다. 필름 프레임(30)이 등록된 이후에, 상기 필름 프레임(30)에 장착된 상기 웨이퍼(10) 상의 다이(12)는 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)에 대하여 적절하게 정렬될 것으로 예상된다. 그러나, 만약, 상기 필름 프레임(30)에 장착된 상기 웨

이퍼(10)에 약간의 또는 최소한의 양보다 많은 회전적 또는 각도적 배향 불량이 존재하는 경우, 상기 다이(12)는 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)에 대해 적절하게 정렬되지 않을 것이다. 그러므로, 필름 프레임(30)상에 상기 웨이퍼(10)가 장착되는 중에 발생하는 웨이퍼(10)의 어떤 회전 정렬불량의 정도가 상기 웨이퍼(12)상의 각각의 다이(12)의 전체 표면 영역을 캡처하기 위해 요구되는 이미지의 수에 악영향을 미칠 수 있고, 결국 상기 웨이퍼(10)의 상기 필름 프레임(30)에 대한 어떤 회전 정렬불량의 정도가 검사 처리율에 악영향을 미칠 수 있음은 당연한 것이다.

[0045]

상기 웨이퍼(10)의 상기 필름 프레임(30)에 대한 적절한 정렬은 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(50)에 대한 상기 다이(12)의 적절한 정렬을 보장한다. 상기 웨이퍼(10)가 이의 필름 프레임(30)에 대하여 적절하게 정렬하는 것은 하나 이상의 웨이퍼 눈금선(6,8)이, 필름 프레임 플랫폼(35a-d) 및/또는 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)와 같은 하나 이상의 필름 프레임의 구조적 형상에 대하여 소정의 표준 정렬을 갖고, 이로써 상기 각각의 다이(12)가 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)에 대하여, 도 2a에 나타난 방식으로 위치되는 상황 (즉, 상기 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_I 및 Y_I) 및 각각의 다이의 수평 및 수직 측면(14, 16))으로 정의될 수 있다. 상기 웨이퍼(10)의 상기 필름 프레임(30)에 대한 이러한 정렬은 각각의 다이의 전체 표면 영역을 캡처하기 위해 요구되는 이미지 캡처 작업의 수를 최소화하며, 이로써 검사 공정 처리율을 최대화하게 된다.

[0046]

추가적으로 설명하기 위하여, 도 2d가 상기 필름 프레임(30)에 대하여 적절하게 장착되고 정렬된 웨이퍼(10)와 검사 공정 웨이퍼 이동 경로(inspection process wafer travel path)를 개략적으로 나타내며, 이미지 캡처 디바이스는 상기 검사 공정 웨이퍼 이동 경로를 따라서 상기 웨이퍼(10) 상의 다이(12)의 연속적인 행(row) 내의 각각의 다이(12)의 전체 표면 영역의 이미지를 캡처한다. 도 2d에는 대표적인 2개의 다이(die) 행(row)이 지정되어 있고, 행 "A"의 다이(12) 및 행 "B"의 다이로 지칭한다. 상기 웨이퍼(10)는 이의 필름 프레임(30)에 대하여 적절하게 정렬되었기 때문에, 검사 공정 중에, 행 "A" 내의 각각의 다이(12)의 전체 표면 영역이 (예를 들어, 상기 웨이퍼(10)가 이동하는 동안, 즉 "온-더-플라이(on-the-fly)"로 이동하는 동안) 한 번의 해당 이미지로 캡처될 수 있다. 상기 행 "A"의 다이에 해당하는 이미지가 캡처된 이후에, 상기 웨이퍼(10)는 즉시, 최근 처리된 행 "A"의 다이(12)에 근접한 행 "B"의 다이(12)의 표면 영역이 상기 이미지 캡처 디바이스에 의해 캡처되도록 배치되고, 반대 방향으로 이동하면서 검사가 지속된다. 즉, 상기 검사 이동 경로는 "구불구불(serpentine)"하다. 상기 웨이퍼(10)가 상기 필름 프레임(30)에 대하여 적절하게 정렬되어 있기 때문에, 한번 더 반복하는 경우, 상기 검사 공정 중에, 행 "B" 내의 각각의 다이(12)의 전체 표면 영역은 한 번의 해당 이미지로 캡처될 수 있다. 상기 웨이퍼(10)가 이의 필름 프레임(30)에 대해 적절히 정렬된 경우, 이러한 방식으로 상기 웨이퍼(10) 전체를 검사함으로써 검사 공정 처리율의 최대치를 얻게 된다.

[0047]

도 2e는 상기 웨이퍼를 운반하는 필름 프레임(30)에 대하여 회전적으로 잘못 정렬된 웨이퍼(10)를 개략적으로 도시한 것이고, 임의의 한 번의 이미지 캡처 작업(event) 중에 이미지 캡처 디바이스가 캡처하면서 지나게 되는 검사 공정 웨이퍼 이동 경로는, 상기 웨이퍼(10) 상의 다이(12)의 연속적인 행(row) 내에 있는 각각의 다이(12)의 전체 표면 영역보다 더 적다. 광학적 검사 공정 중에, 이러한 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량에 기인하여, 상기 웨이퍼(10)에 의해 운반되는 상기 다이(12)의 수평 및 수직 측면(14, 16)이, 각각 상기 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_I 및 Y_I)으로부터, 회전적으로 단차(offset)를 갖게 될 것이며, 심지어 상기 필름 프레임(30)이 그 자체로 상기 이미지 캡처 디바이스에 대해 적절하게 등록된 때에도 그러할 것이다. 결과적으로, 주어진 다이(12)의 전체 표면 영역은 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(50) 내에 놓일 수 없고, 개별적인 여러 이미지가 주어진 다이의 전체 표면 영역을 캡처하기 위해 요구될 것이다. 여러 이미지가 상기 다이의 전체 표면 영역을 캡처한 이후까지 상기 다이(12)에 대한 검사 결과가 산출될 수 없기 때문에, 상기 다이(12)에 해당하는 검사 결과의 산출은 바람직하지 않게 지연된다.

[0048]

전술한 바와 같은 유사한 고려 사항이, 다이(12)의 그룹(group)에 관한 검사 시에도 적용된다. 도 2f는 다이의 배열(18)을 개략적으로 도시한 것이고, 여기서 상기 다이의 배열(18) 내에 모든 다이(12)의 총 표면 영역이 이미지 캡처 디바이스 시야(50)보다 더 작으며, 이는 상기 다이의 배열(18) 내에 있는 각각의 다이(12)의 수평 및 수직 측면(14, 16)이 상기 시야(FOV)의 수평축(X_I) 및 상기 시야의 수직축(Y_I) 각각에 대하여 실질적으로 평행하

기 때문에 상기 다이의 배열(18)이 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(50)에 대하여 적절하게 정렬된 것이다. 결과적으로, 상기 다이의 배열(18)은 모두 상기 이미지 캡처 디바이스에 의해 단일의 이미지로 캡처될 수 있고, 이로써 검사 공정 처리율은 최대화된다. 도 2g는 상기 다이의 배열(18) 내에 있는 상기 다이(12)의 수평 및 수직 측면(14, 16)이 상기 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_L 및 Y_L)에 대하여 적절하게 정렬되지 않은 다이의 배열(18)을 개략적으로 도시한 것이다. 즉, 상기 다이의 배열(18)의 일부는 상기 시야(5)를 벗어나 위치한다. 결과적으로, 상기 다이의 배열(18)은 이에 대해 검사 결과가 산출되기 이전에, 여러 이미지가 캡처되어야 하고, 이로써 처리율을 저하시키게 된다.

[0049]

더욱이, 전술한 바와 유사한 고려 사항이, 단일의(예를 들어, 큰) 다이(12)가 상기 시야(50)보다 더 큰 표면 영역을 갖고, 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(50)에 대해 적절하게 배열된 경우의 검사 시에도 적용된다. 도 2h는 이미지 캡처 디바이스의 시야(50)보다 더 큰 표면 영역을 갖는 다이(12)를 개략적으로 도시한 것이다. 이러한 다이(12)는 또한, 상기 다이의 수평 및 수직 측면(14, 16)이 상기 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_L 및 Y_L)에 대하여 실질적으로 평행함으로써, 상기 시야(5)에 대해 적절하게 배치된다. 결과적으로, 상기 다이(12)의 전체 표면 영역은 최소의 이미지 캡처 작업으로 캡처될 수 있다. 이러한 예시에서, 상기 이미지 캡처 디바이스는 상기 다이(12)의 전체 표면 영역의 검사를 위한 이미지를 총 9개 캡처해야 하고, 이는 상기 다이의 전체 표면 영역의 서로 다른 부분들을 상기 이미지 캡처 디바이스에 대하여 연속적으로 위치시킴으로써 수행하며, 각각이 이러한 상대적 위치에 놓인 동안에, 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(50) 내에 위치한 상기 다이의 표면 영역의 각 부분의 이미지를 캡처한다.

[0050]

도 2i는 도 2h에 도시된 바와 같은 하나의 다이(12)를 개략적으로 도시한 것이고, 이는 시야(FOV)에 대하여 적절하게 정렬된 조건 하에서는 9개의 이미지를 캡처함으로써 완전히 검사될 수 있으나, 다이의 수평 및 수직 측면이 상기 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_L 및 Y_L)에 대하여 잘못 정렬된 경우에는 다이(12)의 일부가 9개의 이미지가 캡처된 이후임에도, 상기 이미지 캡처 디바이스 시야(50)를 벗어나 놓이게 된다.

[0051]

종래의 시스템 및 방법은 웨이퍼(10)와 필름 프레임(30)의 회전 정렬불량을 교정 또는 수정하기 위하여, 수동적 개입(manual intervention) 또는 회전 가능한 웨이퍼 테이블(rotatable wafer table) 중 어느 하나에 의한다. 전술한 바와 같이, 수동적 개입은 시스템 처리율에 악영향을 미친다. 회전 가능한 웨이퍼 테이블과 관련하여, 이러한 웨이퍼 테이블은 웨이퍼-필름 프레임의 회전 정렬불량을 교정 또는 실질적으로 교정하기에 충분한 회전 변위량을 선택적으로 제공하도록 구성된다. 웨이퍼(10)와 필름 프레임(30)의 정렬불량의 크기는 양의 방향 또는 음의 방향으로 예를 들어, 10 ~ 15도 또는 그 이상의 상당한 크기의 도(degree)의 범위로 나타날 수 있다. 불행히도, 회전을 제공하도록 구성된 웨이퍼 테이블은 기기적인 관점에서 복잡하여 바람직하지 못하며, 상대적으로 고가(예를 들어, 상당히 고가)이다. 나아가, 이러한 회전적인 웨이퍼 테이블의 변위를 제공하는 웨이퍼 테이블 어셈블리의 추가적인 구조적 복잡성은, 검사 중에, 상기 웨이퍼 테이블 표면을 상기 이미지 캡처 디바이스의 광학축(optical axis)에 수직한 단일 평면으로 균일하게 유지하는 것을 더욱 어렵게 한다.

[0052]

웨이퍼 및 필름 프레임을 모두 조작하기 위한 단일 웨이퍼 테이블 구조를 제공하는 웨이퍼 및 필름 프레임 조작 시스템에 대한 필요성이 존재하며, 이는 웨이퍼의 휨(warpage), 예측 불가능한 횡방향의 웨이퍼 이동, 및 웨이퍼-필름 프레임 회전 정렬불량으로부터 야기되는 전술한 문제점들 중 적어도 일부를 자동 극복할 수 있고, 검사 공정 처리율을 최대화하거나 향상시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0053]

웨이퍼 및 필름 프레임을 모두 조작하기 위한 단일 웨이퍼 테이블 구조를 제공하는 웨이퍼 및 필름 프레임 조작 시스템에 대한 필요성이 존재하며, 이는 웨이퍼의 휨(warpage), 예측 불가능한 횡방향의 웨이퍼 이동, 및 웨이

퍼-필름 프레임 회전 정렬불량으로부터 야기되는 전술한 문제점들 중 적어도 일부를 자동 극복할 수 있고, 검사 공정 처리율을 최대화하거나 향상시킬 수 있다.

과제의 해결 수단

[0054]

본 발명의 태양에 따르면, 필름 프레임 상부에 장착된 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하기 위한 시스템이 필름 프레임을 그 상부에 안정적으로 유지하도록 구성된 웨이퍼 테이블 표면을 제공하는 웨이퍼 테이블; 필름 프레임 상부에 장착되고 상기 웨이퍼 테이블 표면에 의해 유지되는 웨이퍼에 대한 검사 절차를 수행하도록 구성된 제1 이미지 캡처 디바이스를 구비한 웨이퍼 검사 시스템; 상기 필름 프레임 상부에 장착된 상기 웨이퍼의 부분 중 적어도 하나의 이미지를 캡처하도록 구성된 제2 이미지 캡처 디바이스; 및 상부에 상기 웨이퍼가 장착된 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면으로 이송하고, 상기 필름 프레임, 상기 제1 이미지 캡처 디바이스, 및/또는 상기 제2 이미지 캡처 디바이스에 대한 상기 웨이퍼의 임의의 회전 정렬불량을 수정하기 위해 상기 필름 프레임을 회전시키도록 구성된 필름 프레임 조작 장치를 포함한다. 상기 웨이퍼 검사 시스템은 필름 프레임 정렬 형상을 등록 구성의 세트와 맞대어 결합함으로써 확인하는 단계를 포함하는 필름 프레임 등록 절차에 대한 필요성 없이 상기 검사 절차를 시작하도록 구성될 수 있다.

[0055]

상기 제1 이미지 캡처 디바이스는 상기 제2 이미지 캡처 디바이스와 동일한 것이거나, 별개인 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 이미지 캡처 디바이스는 상기 웨이퍼 검사 시스템과 별개일 수 있으며, 상기 제2 이미지 캡처 디바이스는 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 위치하기 전에, 예를 들어 상기 필름 프레임이 이동하는 동안에, 상기 필름 프레임 상부의 상기 웨이퍼 부분의 적어도 하나의 이미지를 캡처하도록 구성될 수 있다.

[0056]

상기 시스템은 상기 필름 프레임 상부에 장착된 상기 웨이퍼 부분의 적어도 하나의 이미지를 분석하여, 상기 적어도 하나의 이미지에 대한 이미지 처리 작업을 수행하는 프로그램 명령의 실행에 의해, 상기 웨이퍼의 상기 필름 프레임 또는 상기 제1 이미지 캡처 디바이스 혹은 상기 제2 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대한 회전 정렬 불량 각도 및 회전 정렬불량 방향을 확인하기 위해 구성된 처리 유닛을 더 포함한다. 상기 이미지 처리 작업은 웨이퍼 플랫폼 및 웨이퍼 눈금선 세트 중 적어도 하나를 포함하는 하나 이상의 웨이퍼 구조 및/또는 시각적 형상; 및 가능하게는 필름 프레임 플랫폼을 포함하는 하나 이상의 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상을 확인하도록 구성된다.

[0057]

상기 필름 프레임 조작 장치는 상기 필름 프레임을 상기 정렬불량 방향과 반대 방향으로, 상기 회전 정렬불량 각도에 대응되는 각도 크기만큼 회전시키도록 구성된다. 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량의 수정은 필름 프레임 조작 처리율 또는 검사 공정의 처리율을 저하시키지 않으면서 수행되고, 예를 들어, 상기 필름 프레임이 상기 필름 프레임 조작 장치에 의해 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 위치하기 전, 이동 중에 수행된다.

[0058]

상기 필름 프레임 조작 장치는 본체; 상기 본체에 결합되고 부압에 의해 상기 필름 프레임의 경계 부분에 결합되도록 구성된 복수의 진공 구성; 및 상기 복수의 진공 구성과 상기 필름 프레임 경계를 용이하게 결합시키기 위한 각각의 별개 위치계 상기 복수의 진공 구성을 위치시키기 위해 구성된 캡처 위치화 어셈블리를 포함하며, 상기 복수의 진공 구성은 상기 필름 프레임의 중심에 해당하는 공통축(common axis)에 다가가거나 멀어지도록 횡방향의 여러 별개의 위치로 제어 가능하게 이동할 수 있으며, 상기 각각의 별개의 위치는 서로 다른 필름 프레임 크기에 대응된다.

[0059]

상기 필름 프레임 조작 장치는 또한, 상기 본체에 결합되고, 상기 복수의 진공 구성을 운반하는 이동 가능한 복수의 캡처 암(capture arm); 상기 필름 프레임에 대한 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량에 대한 정확한 수정을 용이하게 하기 위하여, 상기 공통축에 대한 공통의 방향으로 상기 복수의 캡처 암을 선택적으로 및 동시에 회전시키도록 구성된 회전 정렬불량 보정 모터(rotational misalignment compensation motor); 및 상기 복수의 캡처 암

을 웨이퍼 테이블 표면에 수직한(normal) 수직 방향을 따라 제어 가능하게 이동시키도록 구성된 수직 변위 구동기(vertical displacement driver)를 포함한다. 다양한 구현예에서, 상기 필름 프레임 조작 장치는 상기 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 상에 직접 위치시키도록 구성된다.

[0060] 본 발명의 일 태양에 따르면, 필름 프레임 상부에 장착된 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 공정은, 웨이퍼 검사 시스템 (예를 들어, 광학 검사 시스템)에 의해 상기 웨이퍼의 검사 절차를 시작하기 전에 이미지 캡처 디바이스를 이용하여 필름 프레임 상부에 장착된 웨이퍼의 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계; 상기 웨이퍼의 상기 필름 프레임 및/또는 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야의 기준축 세트에 대한 회전 정렬불량 각도 및 회전 정렬불량 방향을 확인하기 위해 상기 적어도 하나의 이미지를 이미지 처리 작업에 의해 디지털 방식으로 분석하는 단계; 상기 검사 시스템과 별개인 필름 프레임 조작 장치에 의해 상기 필름 프레임 및/또는 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야의 기준축에 대한 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 단계를 포함한다.

[0061] 상기 적어도 하나의 이미지를 캡처하고 분석하며, 이러한 분석에 기초하여 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량이 수정되기 때문에, 필름 프레임의 구조적 형상의 세트가, 상기 필름 프레임의 구조적 형상의 세트와 맞대어 결합하도록 구성된 대응 등록 구성의 세트에 대해 정렬되는 필름 프레임 등록 절차가 상기 검사 공정의 개시 전에 배제될 수 있다.

[0062] 상기 공정은 또한, 상기 필름 프레임을 상기 검사 시스템에 해당하는 웨이퍼 테이블의 웨이퍼 테이블 표면에 이송하는 단계를 포함한다. 상기 필름 프레임의 상기 웨이퍼 테이블로의 이송은 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 상기 필름 프레임을 직접 위치시키는 것을 포함한다. 상기 웨이퍼의 적어도 하나의 이미지를 캡처하고 회전 정렬불량을 수정하는 단계는 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 위치하기 전에 수행될 수 있다. 상기 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계는 상기 필름 프레임이 이동하는 동안에 수행될 수 있다. 대안적으로, 상기 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계는 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 이송된 이후에 수행될 수 있다. 즉, 상기 적어도 하나의 이미지를 캡처하는 단계는 상기 검사 시스템의 일부로 형성되거나, 이와는 별개인 이미지 캡처 디바이스에 의해 수행될 수 있다.

[0063] 상기 회전 정렬불량 각도 및 상기 회전 정렬불량 방향을 확인하는 단계는 상기 적어도 하나의 캡처된 이미지에 대하여, 하나 이상의 웨이퍼 구조 및/또는 시각적 형상의 (i) 하나 이상의 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상, 또는 상기 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상에 관한 공간적 방향에 대한 배향을 검출하거나, (ii) 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야의 기준축 세트에 대한 배향을 검출하기 위한 이미지 처리 작업을 수행하는 단계를 포함한다. 상기 웨이퍼 구조 및/또는 시각적 형상은 적어도 하나의 웨이퍼 플랫폼(wafer flat) 및 웨이퍼 눈금선 세트를 포함할 수 있고; 상기 필름 프레임 구조 및/또는 시각적 형상은 필름 프레임 플랫폼(film frame flat)을 포함할 수 있다.

[0064]

[0065] 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 단계는 상기 필름 프레임을 상기 정렬불량 방향과 반대 방향으로, 상기 회전 정렬불량 각도에 대응되는 각도 크기만큼 회전하는 단계를 포함한다. 상기 회전 정렬불량의 수정은 상기 필름 프레임이 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 위치하기 전에 수행되기 때문에, 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정하는 단계는 필름 프레임 조작 처리율 또는 검사 공정의 처리율을 저하시키지 않으면서 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0066] 웨이퍼 및 필름 프레임을 모두 조작하기 위한 단일 웨이퍼 테이블 구조를 제공하는 웨이퍼 및 필름 프레임 조작 시스템에 대한 필요성이 존재하며, 이는 웨이퍼의 휨(warpage), 예측 불가능한 형방향의 웨이퍼 이동, 및 웨이퍼-필름 프레임 회전 정렬불량으로부터 야기되는 전술한 문제점들 중 적어도 일부를 자동 극복할 수 있고, 검사 공정 처리율을 최대화하거나 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0067]

도 1a는 필름 프레임 상에 장착된 웨이퍼를 개략적으로 나타낸 것이고, 상기 필름 프레임은 상기 웨이퍼가 장착된 측의 접착제 또는 점착성 있는(tack) 면을 포함하는 얇은 물질의 층 또는 필름에 의해 이를 운반한다.

도 1b는 상기 웨이퍼를 운반하는 필름 프레임에 대하여 회전적으로 잘못 정렬된 웨이퍼를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2a는 이미지 캡처 디바이스의 시야(FOV)에 대하여 적절하게 위치되거나, 정렬된 다이(die)를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2b는 이미지 캡처 디바이스 시야(FOV)에 대하여 적절하지 않게 위치되거나, 잘못 정렬된 다이(die)를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2c는 상기 시야(FOV)에 대한 상기 다이(die)의 정렬불량의 정도에 따라, 도 2b에 도시된 바와 같은 회전적으로 잘못 정렬된 다이의 전체 표면 영역을 캡처하기 위해 최대 4개의 이미지가 요구됨을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2d는 필름 프레임에 대하여 적절하게 장착되거나 정렬된 웨이퍼와 검사 공정 웨이퍼 이동 경로(inspection process wafer travel path)를 개략적으로 나타낸 것이고, 이미지 캡처 디바이스는 상기 검사 공정 웨이퍼 이동 경로를 따라서 상기 웨이퍼 상의 다이(die)의 연속적인 행(row) 내에 있는 각각의 다이(die)의 전체 표면 영역의 이미지를 캡처한다.

도 2e는 필름 프레임에 대하여 회전적으로 잘못 정렬된 웨이퍼(10)와 검사 공정 웨이퍼 이동 경로를 개략적으로 나타낸 것이고, 이미지 캡처 디바이스는 상기 검사 공정 웨이퍼 이동 경로를 따라서 상기 웨이퍼 상의 다이(die)의 연속적인 행(row) 내에 있는 각각의 다이의 전체 표면 영역보다 적은 영역의 이미지를 캡처하게 된다.

도 2f는 다이의 배열(die array)을 개략적으로 나타낸 것이고, 여기서 상기 다이의 배열 내에 있는 모든 다이의 전체 표면 영역은 이미지 캡처 디바이스의 시야(FOV)보다 더 작으며, 상기 다이의 배열 내에 있는 각각의 다이의 수평 및 수직 측면이 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_I 및 Y_I)에 대해 각각 실질적으로 평행하므로 상기 다이의 배열이 상기 FOV에 대해 적절하게 정렬된 것이다.

도 2g는 다이의 배열(die array)을 개략적으로 나타낸 것이고, 여기서 상기 다이의 배열 내에 있는 다이의 수평 및 수직 측면은 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_I 및 Y_I)에 대해 적절하지 않게 정렬된 것이다.

도 2h는 이미지 캡처 디바이스의 시야(FOV)보다 큰 표면 영역을 갖는 단일 다이(die)를 개략적으로 나타낸 것이고, 여기서 상기 다이는 이의 수평 및 수직 측면이 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_I 및 Y_I)에 대해 각각 실질적으로 평행하므로 상기 시야(FOV)에 대해 적절하게 정렬된 것이다.

도 2i는 도 2h에 도시된 바와 같은 단일 다이(die)를 개략적으로 나타낸 것이고, 여기서 다이의 측면이 시야(FOV)의 수평 및 수직축(X_I 및 Y_I)에 대해 잘못 정렬되어 상기 다이의 일부가 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야(FOV)를 벗어나 위치하게 된다.

도 3a는 웨이퍼 및/또는 필름 프레임 조작 시스템의 부분들을 개략적으로 나타낸 것이고, 이는 웨이퍼 및 필름 프레임을 모두 조작하기 위한 하나의 다공성 웨이퍼 테이블 구조를 제공하며, 또한 본 발명에 개시된 구현예에 따라 회전 정렬불량 보정(rotational misalignment correction), 비평면성 교정(non-planarity remediation), 및/또는 횡방향 변위의 방지(lateral displacement prevention)를 제공한다.

도 3b는 웨이퍼 및/또는 필름 프레임 조작 시스템의 부분들을 개략적으로 나타낸 것이고, 이는 웨이퍼 및 필름 프레임을 모두 조작하기 위한 하나의 다공성 웨이퍼 테이블 구조를 제공하며, 또한 본 발명에 개시된 구현예에 따라 회전 정렬불량 보정, 비평면성 교정, 및/또는 횡방향 변위의 방지를 제공한다.

도 4a는 본 발명의 일 구현예에 따른 웨이퍼 테이블 베이스 트레이(wafer table base tray)의 사시도이고, 이는 비다공성 물질, 예를 들어 세라믹 계열의 비다공성 물질을 포함한다.

도 4b는 도 4a의 베이스 트레이의 A-A' 선에 대한 사시 단면도이다.

도 5a는 몰드성(moldable), 성형성(formable), 정합성(conformable) 또는 유동성(flowable)의 다공성 물질, 예를 들어 세라믹 계열의 다공성 물질이 내부에 존재하는 도 4a의 베이스 트레이의 사시도를 나타낸 것이다.

도 5b는 몰드성(moldable), 성형성(formable), 정합성(conformable) 또는 유동성(flowable)의 세라믹계 다공성 물질을 운반하는 도 5a의 베이스 트레이의 B-B' 선에 대한 사시 단면도 있다.

도 5c는 도 5a 및 5b에 해당하는 경화된 다공성 세라믹 물질을 운반하는 베이스 트레이에 대응되는, 평면화 공정 이후의(post-planarization process) 진공 척(vacuum chuck) 구조의 단면도이다.

도 5d는 본 발명의 일 구현예에 따라 제조된 진공 척 구조의 단면도이고, 이는 도 5c에 대응되며, 평면성의 진공 척 표면 상에 웨이퍼 또는 필름 프레임을 운반한다.

도 5e는 본 발명의 일 구현예에 따른, 진공 척 구조 상에 배치된 제1 표준 직경(예를 들어, 8인치)을 갖는 대표적인 제1 웨이퍼의 사시도이다.

도 5f는 본 발명의 일 구현예에 따른, 진공 척 구조 상에 배치된 제2 표준 직경(예를 들어, 12인치)을 갖는 대표적인 제2 웨이퍼의 사시도이다.

도 5g는 본 발명의 일 구현예에 따른, 진공 척 구조 상에 배치된 제3 표준 직경(예를 들어, 16인치)을 갖는 대표적인 제3 웨이퍼의 사시도이다.

도 6a는 본 발명의 다른 구현예에 따른 세라믹 계열의 진공 척 구조의 사시도이고, 이는 방출핀 가이드(ejector pin guide) 구성의 세트를 포함한다.

도 6b는 도 6a의 상기 세라믹 계열의 진공 척 구조의 C-C' 선에 대한 단면도이다.

도 7a는 도 4a 및 4b의 베이스 트레이의 사시도이고, 그 내부에 몰드성(moldable), 성형성(formable), 정합성(conformable) 또는 유동성(flowable)의 세라믹계 다공성 물질이 배치되어 있다.

도 7b는 도 7a에 해당하는 몰드성(moldable), 성형성(formable), 정합성(conformable) 또는 유동성(flowable)의 세라믹계 다공성 물질을 운반하는 상기 베이스 트레이의 D-D' 선에 대한 단면도이다.

도 8은 본 발명의 일 구현예에 따른 진공 척 구조를 제조하는 대표적인 공정의 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 일 구현예에 따른 진공 척 구조의 단면도이고, 이는 몰드성(moldable)의 세라믹계 다공성 물질의 초기 부피가 평면화 공정이 완료되기 전에 베이스 트레이의 구획부(compartment) 부피를 약간 초과하는 것을 나타낸다.

도 10a는 본 발명의 일 구현예에 따라 필름 프레임에 대한 웨이퍼의 회전적 또는 각도적 정렬불량의 정도를 확인하기 위해 구성된 정렬불량 검사 시스템(misalignment inspection system)의 구현예를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 10b는 본 발명의 일 구현예에 따라 도 10a에 도시된 바와 같은 정렬불량 검사 시스템에 의하여 필름 프레임에 대한 웨이퍼의 회전적 또는 각도적 정렬불량의 정도를 확인하는 양상을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 10c는 본 발명의 또 다른 구현예에 따라 필름 프레임에 대한 웨이퍼의 회전적 또는 각도적 정렬불량의 정도를 확인하기 위해 구성된 정렬불량 검사 시스템(misalignment inspection system)의 구현예를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 10d는 본 발명의 일 구현예에 따라 상기 도 10c에 도시된 바와 같은 정렬불량 검사 시스템에 의하여 필름 프레임에 대한 웨이퍼의 회전적 또는 각도적 정렬불량의 정도를 확인하는 태양을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 11은 제1 조작 하위시스템(first handling subsystem)의 등록 구성을 운반하는 적어도 하나의 단부 작동기(end effector)를 포함하는 단부 작동기의 세트를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 12a는 본 발명의 일 구현예에 따라 웨이퍼 및 필름 프레임의 조작을 수행하기 위하여, 회전 보정 장치(rotation compensation apparatus), 평탄화 장치(flattening apparatus) 및 제한 장치(confinement apparatus) 각각이 결합(combined), 통합(integrated), 또는 통일(unified)된 방식으로 구성된 대표적인 다기능 조작 장치(multifunction handling apparatus)의 태양을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 12b는 본 발명의 일 구현예에 따른 캡처 암(capture arm) 부분을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 12c는 본 발명의 일 구현예에 따른 캡처 위치 어셈블리(capture positioning assembly)의 부분을 개략적으로 나타낸 것이고, 이는 제1 필름 프레임의 직경 또는 단면 영역에 대응되는 제1 위치에 복수의 캡처 암을 위치시키는 대표적인 제1 위치화(first positioning)를 나타낸 것이다.

도 12d는 캡처 위치 어셈블리(capture positioning assembly)의 부분을 개략적으로 나타낸 것이고, 이는 제1 필름 프레임의 직경 또는 단면 영역보다 더 작은 제2 필름 프레임의 직경 또는 단면 영역에 대응되는 제2 위치에 복수의 캡처 암을 위치시키는 대표적인 제2 위치화(second positioning)를 나타낸 것이다.

도 13a는 본 발명의 일 구현예에 따라, 다기능 조작 장치에 의해 운반되는 필름 프레임을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 13b는 필름 프레임에 대한 제1 웨이퍼의 제1 각도 정렬불량을 보정하기 위해, 선택 및 위치의 z축(pick and place z axis, Z_{pp})에 대해 회전된 다기능 조작 장치의 부분을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 13c는 필름 프레임에 대한 제2 웨이퍼의 제2 각도 정렬불량을 보정하기 위해, 선택 및 위치의 z축(pick and place z axis, Z_{pp})에 대해 회전된 다기능 조작 장치의 부분을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 14a 내지 14b는 본 발명의 일 구현예에 따라, 다기능 조작 장치가 캡처 암 팁(capture arm tip) 구성을 웨이퍼 부분 위에 위치시켜 웨이퍼 테이블 표면 상의 상기 웨이퍼의 안정적인 캡처를 용이하게 하는 것을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 15a는 상기 웨이퍼의 하부면에 인가되는 본연의 흡입력(natural suction force) 또는 진공력(vacuum force)에 의하여, 웨이퍼 테이블 표면 상에 균일하게 보존되는 대표적인 웨이퍼를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 15b는 진공력의 중지 이후의 도 15a의 웨이퍼를 나타낸 것으로, 상기 웨이퍼의 하부면에 에어 퍼프(air puff)를 인가함에 따라 상기 웨이퍼 테이블 표면과 상기 웨이퍼 사이에 형성된 에어 쿠션(air cushion)을 나타낸 것이다.

도 15c는 도 15b에 도시된 에어 쿠션의 결과로, 상기 웨이퍼 테이블 표면에 대한 웨이퍼의 변위를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 15d 내지 15e는 본 발명의 일 구현예에 따라, 웨이퍼가 웨이퍼 테이블 표면을 지나 횡방향으로 이동하는 것을 제한 또는 한정하는 방식으로, 캡처 암 및 캡처 암 팁 구성을 웨이퍼에 대해 위치시키는 다기능 조작 장치를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 16은 본 발명의 일 구현예에 따라, 웨이퍼 테이블 표면에 대한 웨이퍼의 횡방향 변위를 제한, 제어 또는 방지하는 대표적인 공정의 흐름도이다.

도 17은 본 발명의 일 구현예에 따른 대표적인 웨이퍼 조작 공정의 흐름도이다.

도 18은 본 발명의 일 구현예에 따른 대표적인 필름 프레임 조작 공정의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0068]

본 발명에서, 주어진 구성의 묘사, 특정 도면에서 특정 구성 번호(element number)의 고려 또는 사용, 또는 해당 물질을 기재함에 있어서 이에 대한 참조 사항(reference)은, 동일한, 동등한 또는 유사한 구성 또는 다른 도면에 기재된 구성 번호(element number) 또는 이와 관련하여 기재된 물질을 포괄할 수 있다. 도면 또는 관련 텍스트(text)에서 "/"의 사용은 별도의 기재가 없다면 "및/또는"의 의미로 이해된다. 본 명세서에서 특정 수치 값 또는 값의 범위에 대한 언급은 이를 포함하거나, 이에 근접하는 수치 값 또는 값의 범위를 언급하는 것으로 이해된다.

[0069]

본 명세서에서 사용되는, 용어 "세트(set)"는 수학적으로 적어도 1의 카디널리티(cardinality)를 나타내는, 구성이 비어있지 않은(non-empty) 유한 조직체에 대응되거나, 이것으로 정의되고(즉, 본 명세서에서 정의되는 세트(set)는 일 유닛(unit), 단일체(singlet), 또는 단일의 구성 세트, 또는 여러 구성 세트로 정의됨), 이는 공지된 수학적 정의(예를 들어, *An Introduction to Mathematical Reasoning: Numbers, Sets, and Functions*, "Chapter 11: Properties of Finite Sets" (예를 들어, p. 140에 기재된 바와 같음), by Peter J. Eccles, Cambridge University Press (1998))에 따른다. 일반적으로, 일 세트의 구성은 고려되는 세트의 유형에 따라,

시스템(system), 장치(apparatus), 디바이스(device), 구조(structure), 대상(object), 공정(process), 물리적 파라미터(physical parameter), 또는 값(value)이거나, 이를 포함할 수 있다.

[0070]

간결성을 확보하고 이해를 돕기 위하여, 본 명세서에서 사용되는 용어 "웨이퍼(wafer)"는 웨이퍼 전체, 웨이퍼의 부분, 또는 광학적 검사 공정 및/또는 다른 공정 작업의 세트 시에 요구되는 하나 이상의 평면성 표면 영역을 갖는 다른 유형의 대상 또는 구성(예를 들어, 태양 전지)의 전체 또는 부분을 포괄할 수 있다. 본 명세서에서 용어 "필름 프레임(film frame)"은 일반적으로 웨이퍼, 박막화된(thinned) 또는 백랩핑된(backlapped) 웨이퍼, 절단된(sawn) 웨이퍼를 운반 또는 지지하기 위해 구성된 지지 구성 또는 프레임을 언급하며, 예를 들어, 필름 프레임의 표면 영역에 걸쳐 배치 또는 연신된(stretched) 물질의 얇은 층 또는 필름에 의하며, 웨이퍼가 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 방식으로 이에 장착되거나 부착된다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어 "웨이퍼 테이블(wafer table)"은, 웨이퍼 검사 공정 또는 필름 프레임 검사 공정 중에 각각 웨이퍼 또는 필름 프레임을 유지시키기 위한 장치를 포함하며, 상기 용어 "웨이퍼 테이블"은 관련 기술 분야의 당업자에 의해, 웨이퍼 척(wafer chuck), 진공 테이블(vacuum table) 또는 진공 척(vacuum chuck)과 동일한, 실질적으로 동일한, 또는 유사한 것으로 이해될 것이다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "비다공성 물질(non-porous material)"은 이를 통한 공기 또는 액체와 같은 유체의 흐름 또는 이동에 대해, 적어도 실질적으로 또는 본질적으로 불투과성(impermeable)인 물질을 의미하며, 이에 상응하여, 이를 통한 (예를 들어, 상기 비다공성 물질의 주어진 두께 또는 깊이, 예를 들어 약 0.50 ~ 1.0mm보다 더 깊은 깊이에 대한) 진공력(vacuum force)의 통과 또는 이동에 대해 적어도 실질적으로 또는 본질적으로 불투과성이다. 이와 유사하게, 용어 "다공성 물질(porous material)"은 이를 통한 공기 또는 액체와 같은 유체의 흐름 또는 이동에 대해, 적어도 적절하게/실질적으로 또는 본질적으로 투과성이며, 이에 상응하여, 이를 통한 (예를 들어, 상기 다공성 물질의 주어진 두께 또는 깊이, 예를 들어 약 0.50 ~ 1.0mm보다 더 깊은 깊이에 대한) 진공력(vacuum force)의 통과 또는 이동에 대해 적어도 실질적으로 또는 본질적으로 투과성이다. 마지막으로, 본 발명의 문맥에서 개시된 용어 "세라믹 계열의(ceramic based)" 및 "세라믹계 물질(ceramic based material)"은 전체적으로 또는 실질적으로 이의 물질 구조 및 특성이 세라믹(ceramic)인 물질을 의미한다.

[0071]

본 발명에 따른 구현예는 웨이퍼 및 필름 프레임을 조작하기 위한 시스템 및 공정에 관한 것이고, 이는 (a) 정확하고, 높은 처리율(throughput)의 검사 공정을 용이하게 하거나 가능하게 하는 방식으로 웨이퍼 및 필름 프레임 모두 조작하기 위해 구성된 단일 또는 통합 다공성 웨이퍼 테이블; 및 (b) 자동적으로 (i) 웨이퍼의 휨(warpage) 또는 비평면성(non-planarity)에 기인한 상기 웨이퍼 테이블 상의 웨이퍼의 불충분한 진공 유지를 교정하는 것; (ii) 진공력 중지 및/또는 에어 퍼지(air purge)의 적용에 기인한 웨이퍼의 횡방향 변위를 방지하는 것; 및/또는 (iii) 필름 프레임에 의해 운반되는 웨이퍼의 회전 정렬불량을 수정 또는 보정하는 것을 위해 구성된 하위시스템(subsystem), 디바이스(device) 또는 구성(element)을 제공한다. 본 발명에 따른 일부 구현예에서, 전술한 각각의 시스템 및 공정을 나타낸다.

[0072]

본 발명에 따른 여러 구현예에서 웨이퍼 및 필름 프레임 검사 시스템 (예를 들어, 광학 검사 시스템 (optical inspection system))을 나타내는 한편, 본 발명에 따른 일부 구현예는 추가적 또는 대안적으로, 다른 유형의 웨이퍼 및/또는 필름 프레임의 전단(front end) 및 후단(back end)의 처리 작업, 예를 들어 테스트 작업을 지지하거나, 수행하기 위해 구성될 수 있다. 본 발명에 따른 대표적인 구현예의 태양이 간결성의 목적 및 이해를 돕기 위해 검사 시스템 상의 주요 증점과 함께 하기 상세히 설명된다.

[0073]

본 발명에 따른 구현예는 웨이퍼 및 필름 프레임을 모두 조작하기 위해 구성된 단일의 또는 통합된 웨이퍼 테이블에 의하여, 웨이퍼 테이블 전환 키트(wafer table conversion kit)의 필요성을 배제하며, 즉, 웨이퍼-투-필름 프레임(wafer-to-film frame) 및 필름 프레임-투-웨이퍼(film frame-to-wafer) 전환 키트의 전환 및 교정 작업에 의한 생산 중단시간(downtime)을 배제하게 됨으로써 평균 검사 공정 처리율을 향상시킨다. 본 발명의 일 구현예에 따른 단일의 또는 통합된 웨이퍼 테이블은, 웨이퍼 다이(die)의 표면을 공통의 검사 평면 상에서, 높은 평면성의 웨이퍼 테이블 표면의 수직축(normal axis)에 평행한 방향을 따라, 이로부터의 최소로 또는 무시할 만하게 벗어나도록 유지시키는 높은 또는 매우 높은 정도의 평면성을 갖는 웨이퍼 테이블 표면을 제공함으로써

높은 정확성의 검사 작업을 용이하게 또는 가능하게 한다.

[0074]

또한, 본 발명에 따른 구현예는 종래에 (a) 웨이퍼의 휨 또는 비평면성으로 인해 웨이퍼 테이블 표면 상의 웨이퍼의 유지가 불충분한 것, 및 (b) 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 테이블 표면 상에 유지시키는 진공력의 중단 또는 중지 및/또는 임의의 잔류하는 진공 흡입을 제거하기 위한 상기 웨이퍼 테이블 측의 상기 웨이퍼의 하부면에 대한 정압(puff of positive air)의 순간적인 인가 이후에 상기 웨이퍼가 상기 웨이퍼 테이블 표면을 따라 예측 불가능하게 횡방향으로 이동하는 것을 해결하기 위해 필요했던 수동적인 개입을 배제할 수 있다. 나아가, 본 발명에 따른 구현예는 수동적 개입, 기기적 복잡성 및 바람직하지 않은 고가의 회전성 웨이퍼 테이블 어셈블리의 필요성을 배제할 수 있고, 이는 웨이퍼가 그 상부에 위치한 필름 프레임에 대한 웨이퍼의 회전 불량을 보정하기 위해 (예를 들어, 웨이퍼가 필름 프레임에 대하여 정렬불량 정도의 주어진 임계치를 초과하여 잘못 정렬된 경우에) 종래에 요구되었던 것이다.

[0075]

대표적인 시스템 구조 및 시스템 구성의 태양

[0076]

도 3a는 본 발명의 일 구현예에 따른, 웨이퍼(10) 및 필름 프레임(30)을 조작하기 위한 시스템(200)의 구성도(block diagram)이고, 이는 웨이퍼 테이블 어셈블리(610)를 포함하며, 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리는 단일의 또는 통합된 웨이퍼 테이블(620)을 구비하고, 상기 웨이퍼 테이블은 검사 시스템(600)에 의한 검사 공정 (예를 들어, 웨이퍼 검사 공정 및 필름 프레임 검사 공정, 각각) 중에 웨이퍼 및 필름 프레임 모두를 조작하기 위해 구성된 높은 또는 매우 높은 평면성 표면(622)을 제공한다. 상기 시스템(200)은 또한, 제1 조작 하위시스템(250) 및 제2 조작 하위시스템(300)을 포함하고, 이는 (a) 웨이퍼(10) 및 필름 프레임(30)을 상기 검사 시스템(600)으로 이송하는 것과 상기 검사 시스템 으로부터 이송하는 것, 및 (b) 사전-검사(pre-inspection) 조작 작업의 일부인 웨이퍼의 비평면성의 교정(wafer non-planarity remediation) 및 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량(rotational misalignment)의 보정과, 사후-검사(post-inspection) 조작 작업의 일부인 횡방향 변위 방지(lateral displacement prevention)를 위해 구성된 것이며, 하기 이를 상세히 설명한다.

[0077]

주어진 시간에 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)이 검사될지 여부에 따라서, 상기 시스템(200)은 웨이퍼 카세트(wafer cassette)와 같은 웨이퍼 소스(210), 또는 필름 프레임 카세트(film frame cassette)와 같은 필름 프레임 소스(230)를 각각 포함한다. 이와 유사하게, 만약 웨이퍼(10)가 검사될 것이라면, 상기 시스템(200)은 웨이퍼 카세트 (또는, 공정 스테이션(station)의 일부)와 같은 웨이퍼 목적지(220)를 포함하고; 만약 필름 프레임(30)이 검사될 것이라면, 상기 시스템(200)은 필름 프레임 카세트 (또는 공정 시스템의 일부)와 같은 필름 프레임 목적지(240)를 포함한다. 웨이퍼 소스(210) 및 웨이퍼 목적지(220)는 서로 대응되거나 동일한 위치 또는 구조 (예를 들어, 동일한 웨이퍼 카세트)일 수 있다. 이와 유사하게, 필름 프레임 소스(220) 및 필름 프레임 목적지(240)는 서로 대응되거나 동일한 위치 또는 구조 (예를 들어, 동일한 필름 프레임 카세트)일 수 있다.

[0078]

상기 시스템(200)은 또한, 웨이퍼(10)의 초기 또는 검사 이전의 정렬 상태를 확인하여 웨이퍼(10)가 상기 검사 시스템(600)에 대하여 적절하게 정렬되도록 하기 위해 구성된 웨이퍼 사전-정렬기(wafer pre-alignment) 또는 정렬 스테이션(400); 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)에 대한 회전 정렬불량 방향 및 회전 정렬불량 크기 (예를 들어, 회전 정렬불량 각도로 나타낼 수 있음)의 측정, 수신(receiving), 인출(retrieving), 또는 확인(determining)을 위해 구성된 회전 정렬불량 검사 시스템(500); 및 시스템의 작업 양상을 감독 또는 제어 (예를 들어, 저장된 프로그램 명령을 실행하는 방법으로)하기 위해 구성된 제어 유닛(1000)을 포함하며, 이는 하기 상세히 설명한다. 상기 제어 유닛(1000)은 컴퓨터 시스템 또는 컴퓨터 디바이스이거나, 이를 포함할 수 있고, 이는 처리 유닛(processing unit) (예를 들어, 마이크로 프로세서 또는 마이크로 컨트롤러), 메모리 (예를 들어, 고정된 및/또는 제거 가능한 랜덤 액세스 메모리(RAM) 및 판독-전용 메모리(ROM)), 통신 자원 (예를 들어, 표준 신호 전송기(standard signal transfer) 및/또는 네트워크 인터페이스(network interface)), 데이터 저장 자원 (예를 들어, 하드 디스크 드라이브, 광학 디스크 드라이브, 등) 및 디스플레이 디바이스 (예를 들어, 평면 패널 디스플레이 스크린(flat panel display screen))를 포함한다.

[0079] 여러 구현예에서, 상기 시스템(200)은 적어도 상기 제2 조작 하위시스템(300)을 지지 또는 운반하기 위해 구성되거나, 결합된 지지 구조(support structure), 기반(base), 하부 프레임(underframe), 또는 하체(undercarriage)(202)를 추가적으로 포함하고, 이로써 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 상기 제1 조작 하위시스템(250) 및 상기 처리 시스템(600)과 함께 작동 조정되어, 웨이퍼 또는 필름 프레임의 조작 작업을 용이하게 한다. 일부 구현예에서, 상기 지지 구조(202)는 상기 제1 조작 하위시스템(250), 상기 제2 조작 하위시스템(300), 상기 웨이퍼 정렬 스테이션(400), 상기 정렬불량 검사 시스템(500) 및 상기 검사 시스템(600) 각각을 지지하거나 운반한다.

[0080] 도 3b는 웨이퍼(10) 및 필름 프레임(30)을 조작하기 위한 시스템(200)의 구성도이고, 이는 검사 시스템(600)에 의한 검사 중에 웨이퍼 및 필름 프레임 모두를 조작하기 위해 구성된 단일의 또는 통합된 웨이퍼 테이블(620)을 제공하며, 이는 본 발명의 또 다른 구현예에 따라 제1 조작 하위시스템(250) 및 제2 조작 하위시스템(300)을 더 제공한다. 이러한 구현예에서, 웨이퍼 소스(210) 및 웨이퍼 목적지(230)는 동일하며, 예를 들어, 동일한 웨이퍼 카세트이고; 필름 프레임 소스(220) 및 필름 프레임 목적지(240)가 동일하며, 예를 들어 동일한 필름 프레임 카세트이다. 이러한 구현예는 더 작거나, 실질적으로 감소된 공간 면적(spatial footprint)을 제공할 수 있고, 결과적으로 소형의(compact) 공간 효율적인 시스템(200)이 된다.

[0081] 대표적인 구현예에서, 상기 검사 시스템(600)은 필름 프레임(30) 및 웨이퍼(10)에 대하여 2D 및/또는 3D 광학 검사 작업을 수행하기 위해 구성된다. 광학 검사 시스템(600)은 여러 광원(illumination source), 이미지를 캡처하고, 이에 대응되는 이미지 데이터 세트를 형성하기 위해 구성된 이미지 캡처 디바이스(예를 들어, 카메라), 및 빛(illumination)의 일부 또는 각각을 웨이퍼(10)를 향하도록 하고 웨이퍼 표면으로부터 반사된 빛을 특정 이미지 캡처 디바이스로 이끌기 위해 구성된 광학적 구성(optical element)을 포함할 수 있고, 상기 웨이퍼 표면에 입사되거나, 이로부터 반사되는 빛의 반사 또는 광학적인 영향(예를 들어, 빛의 필터링(filtering), 포커싱(focusing), 또는 시준(collimating))은 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 방식에 의한다. 상기 광학적 검사 시스템(600)은 또한, 저장된 프로그램의 명령을 실행하는 방법으로 이미지 데이터 세트를 분석하고, 검사 결과를 산출하기 위한 메모리 및 처리 유닛(processing unit)과의 통신을 포함하거나, 이를 위해 구성된다.

[0082] 전술한 바와 같이, 상기 검사 시스템(600)은 하기 사항 중 하나 이상이 바람직하거나, 요구되는 다른 유형의 처리 시스템을 포함하거나, 이것으로 대체될 수 있다: (a) 웨이퍼 다이(12)를 처리 작업 중의 공통면(common plane)에, 이로부터 무시할만한 평면성 일탈(deviation) 상태로, 전체적으로 유지시키기 위한 매우 높은 평면성을 갖는 웨이퍼 테이블 표면(622)을 제공하고, 웨이퍼(10) 및/또는 필름 프레임(30)을 조작하기 위해 구성된 웨이퍼 테이블(620); (b) 필름 프레임에 대하여 정렬불량의 임계치 크기 (예를 들어, 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량의 최대 허용치로서, 최대 검사 처리율을 만족해야 하며, 이는 또한 도 10a-10d를 참조로 하기 상세히 설명됨)를 초과하는 정렬불량 크기를 나타내는 웨이퍼(10) 정렬의 수정; (c) 비평면성이거나, 휘어진 웨이퍼(10)를 포함하는 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)의, 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의한 균일하고 안정적인 유지; 및/또는 (d) 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 웨이퍼의 의도되지 않은, 예측 불가능한, 또는 제어되지 않은 횡방향 변위의 방지.

[0083] 또한, 도 3c를 참조하면, 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리(610)에 의해 운반되는 상기 웨이퍼 테이블(620)은, 그 상부에 필름 프레임(30) 및 웨이퍼(10)가 위치되어 안정적으로 보존 또는 유지될 수 있는 고도의 평면성의 외부의 또는 노출된 웨이퍼 테이블 표면(622)을 제공하며, 이로써 웨이퍼 다이(12)가 공통의 검사 평면에서 전체적으로, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)의 중점(midpoint), 중앙(center) 또는 중심(centroid), 또는 대략적인 중점(midpoint), 중앙(center) 또는 중심(centroid)에 수직한 것으로 정의되는 상기 고도의 평면성의 웨이퍼 테이블 표면(622)의 수직축(Z_{wt})에 평행한 방향을 따라, 이로부터 최소의 또는 무시할만한 평면성 일탈(deviation) 상태로 유지된다. 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리(610)는 상기 웨이퍼 테이블(620)을 선택적이고, 제어 가능하게 이동시키기 위해 구성된 것이고, 즉, 이로 인해 임의의 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)이, 평면을 정의하거나 이에 대응되는 2개의 가로 공간 축(transverse spatial axes), 예를 들어, 각각이 Z_{wt} 축에 대해서도 가로 방향인 웨이퍼 테이블의 x 및 y 축 (X_{vt} 및 Y_{vt}) 각각을 따라, 운반되거나 안정적으로 유지된다.

[0084]

상기 웨이퍼 테이블(620)은 (a) 상기 웨이퍼의 하부 또는 하부면과 상기 웨이퍼의 최상부, 상부 또는 노출된 표면에 적용되는 기압의 압력 차이에 의해 존재하게 되는 고유의 또는 본연의 흡입력과 함께, (b) 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 대하여 선택적으로 인가되는 진공력 또는 부압(negative pressure)에 의해, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 또는 그 상부의 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)을 선택적이고, 안정적으로 보존 또는 유지하기 위해 구성된다. 상기 웨이퍼 테이블(620)은 또한, 인가되는 진공력의 중단 또는 중지 이후에 짧은/순간적인, 예를 들어 약 0.50초, 또는 0.25 ~ 0.75초의 정압(positive air pressure), 예를 들어, 에어 퍼지(air purge) 또는 에어 퍼프(air puff)를 상기 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)의 하부면과 상기 웨이퍼 테이블 표면 사이의 계면에 적용하거나 인가하기 위해 구성될 수 있다.

[0085]

다양한 구현예에서, 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리(610)는 방출핀(612) 세트를 포함하고, 이는 상기 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대하여 수직하게 이동시키는 상기 웨이퍼 테이블의 z 축(Z_{up})에 평행한, 혹은 이를 따르는 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 직각 또는 수직 방향으로, 선택적이고 제어 가능하게 이동될 수 있다. 여러 구현예에서, 상기 웨이퍼 테이블(620)은, 8, 12 및 16인치의 웨이퍼(10)와 같은 여러 표준 크기 웨이퍼(10)를 조작하기 위해 구성된 단일의 방출핀(612) 세트(예를 들어, 3개의 방출핀)를 포함한다. 상기 웨이퍼 테이블(620)은, 상기 단일의 방출핀(612) 세트를 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 위치시키고(예를 들어, 8인치 웨이퍼를 이의 주변과 다소 가까운, 일반적으로 가까운, 가까운 또는 근접한 곳으로 이동시키도록 위치시키고), 본 발명의 구현예에 따른 방식으로 웨이퍼 및 필름 프레임을 조작함으로써, 추가적인 방출핀(612) 세트(예를 들어, 추가적인 3개의 방출핀 세트)를 포함할 필요가 없고, 생략 또는 배제할 수 있다. 하기 더 상세히 기재된 바와 같이, 일부 구현예에서는, 웨이퍼(10)와 상기 웨이퍼 테이블(620) 사이의 수송 및 필름 프레임(30)과 상기 웨이퍼 테이블(620) 사이의 수송과 관련하여 방출핀(612)이 사용될 수 있는 반면, 상기 방출핀(612)의 사용이 수반될 필요가 없고, 생략 또는 완전히 배제될 수 있다.

[0086]

여러 구현예에서, 상기 웨이퍼 테이블(620)은 하기 도 4a 내지 도 9를 참조로 하여 기재된 웨이퍼 테이블 구조와 동일한, 본질적으로 동일한, 실질적으로 동일한 또는 유사한 구조를 갖는다.

[0087]

웨이퍼 및 필름 프레임 조작을 위한 대표적인 통합 웨이퍼 테이블 구조의 태양

[0088]

본 발명에 따른 구현예에서, 웨이퍼 테이블 구조는 상기 웨이퍼 테이블 구조의 내부 또는 기저 표면에 일체로 형성되거나 부착된 (돌출부(protrusion), 리지(ridge), 상승된 스트립(raised strip), 파티션(partition), 고랑(corrugation), 주름(crease), 또는 접힘(fold)을 포함할 수 있는) 여러 리지(ridge)를 구비한 베이스 트레이(base tray) (또는 베이스 수용부(base receptacle), 프레임, 형태(form), 저장소(repository), 또는 저장 구조체(reservoir structure))를 포함할 수 있다. 다양한 구현예에서, 상기 베이스 트레이는 적어도 일 유형의 비다공성 물질, 예를 들어 세라믹 계열의 물질을 포함할 수 있다. 상기 베이스 트레이는 진공력의 인가에 대하여, 기체(gas) 또는 유체(예를 들어, 공기)에 대하여 불투과성이거나, 본질적으로 기체 또는 유체에 대해 불투과성인 것이다. 즉, 상기 비다공성 물질은 인가된 진공력에 대하여, 이를 통과하는 기체, 유체 또는 진공력의 통과에 대해 불침투성이거나, 본질적으로 불침투성이다. 상기 비다공성 물질은 또한, 통상적인 연마 휠(polishing wheel)과 같은 보통의 기술 및 장비에 의해, 용이하게 또는 쉽게 기계 가공(machinable), 분쇄(grindable) 또는 연마(polishable) 가능할 것이다. 여러 구현예에서, 상기 비다공성 물질은 자기(porcelain)이거나, 이를 포함할 수 있다.

[0089]

상기 리지(ridge)는 상기 베이스 트레이를 여러 구획부(compartment), 챔버(chamber), 셀 구조(cell structure), 개구 영역(open region) 또는 홈부(recess)로 정의, 서술, 분할 또는 분리하며, 여기에 적어도 일 유형의 몰드 가능한 (moldable), 성형 가능한(formable), 정합성의(conformable), 또는 유동성의(flowable) 다공성 물질이 도입되거나(introduced), 제공되거나(provided), 증착되거나(deposited) 부어(poured)지고, 경화(cured), 고화(solidified) 또는 경화(hardened)될 수 있다. 상기 다공성 물질은 또한, 상기 베이스 트레이의 구획부에 안정적으로 결합(예를 들어, 경화(hardening), 고화(solidification), 또는 경화(curing) 공정과 관

련하여 화학적으로 결합)되거나, 부착될 수 있고, 이로써 경화된 상기 다공성 물질이 상기 구획부 내에 안정적으로 유지되거나, 결합된다. 추가적 또는 대안적으로, 상기 리지(ridge)는, 상기 다공성 물질이 상기 구획부 내에서 경화 또는 굳어진 때에 상기 리지(ridge)의 구조에 의해 안정적 또는 보존적일도록, 형상화될 수 있다. 상기 리지(ridge)는 곡선의(curved) 및/또는 돌출된(overhanging) 부분을 포함하도록 구조화될 수 있고, 혹은 바람직하거나 요구되는 바에 따라 다른 적절한 형상을 가질 수 있다.

[0090]

상기 구획부 내의 다공성 물질은 이에 대한 진공력의 인가에 대하여, 기체 또는 유체(예를 들어, 공기)의 통과를 허용하게 될 것이고, 이로써 (예를 들어, 이것이 경화되거나 굳어진 이후, 이에 대해 진공력이 인가된 후) 기체, 유체 또는 진공력이 이를 통과하여 전달 또는 전송될 수 있다. 나아가, 상기 다공성 물질은 통상적인 연마 휠(polishing wheel)과 같은 보통의 기술 및 장비에 의해, 용이하게 또는 쉽게 기계 가공(machinable), 분쇄(grindable) 또는 연마(polishable) 가능할 것이다.

[0091]

비다공성 베이스 트레이 물질 및/또는 베이스 트레이의 구획부에 도입되는 다공성 물질의 선택은, 상기 웨이퍼 테이블 구조에 있어서, 그 상부에 놓여진 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)에 수행될 적용(application) 또는 공정(process)과 관련하여 필요로 하거나 요구되는 특성에 의존한다. 예를 들어, 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 큰 직경의 절단된(sawn) 웨이퍼(10) 상부의 작은 또는 극도로 작은 다이(12)의 광학적 검사는, 상기 웨이퍼 테이블 구조가 매우 높은 또는 극도로 높은 정도의 평면성을 갖는 웨이퍼 테이블 표면을 제공할 것을 요구한다. 나아가, 비다공성 베이스 트레이 물질 및/또는 다공성 구획부 물질의 선택은 웨이퍼 테이블 구조가 노출될 예상 또는 의도된 유형의 웨이퍼 또는 필름 프레임의 처리 조건을 고려할 때, 상기 웨이퍼 테이블 구조가 만족해야 하는 화학적, 전기적/자성적, 열적 또는 음향적 요구 사항에 의존할 수 있다.

[0092]

다양한 구현예에서, 상기 비다공성 베이스 트레이 물질(들) 및 상기 다공성 구획부 물질(들)은, 적어도 2개의 구별되거나 상이한 물질이 노출된 복수의 표면에 걸쳐서, 하나의 분쇄(grinding) 또는 연마 장치에 의하여 (예를 들어, 실질적으로 또는 본질적으로 동시에 수행되는) 분쇄 또는 연마되기 용이한 특성(들) 또는 품질(들)을 갖는 물질을 기초로 선택된다. 더 구체적으로, 상기 2개 (또는 그 이상)의 구별되거나 상이한 비다공성 및 다공성 물질의 노출된 표면은, 표준 기계 가공, 분쇄 또는 연마 장비의 작동 또는 표준 기계 가공, 분쇄 또는 연마 기술에 따른 작업을 수반하는 단일의, 통상적인 또는 공통의 공정에 의하여, 동일한 또는 일치하는 방식으로 동시에 기계 가공, 분쇄 또는 연마될 수 있다. 비다공성 및 다공성 물질 각각에 대한 이러한 기계 가공(machining), 분쇄(grinding), 또는 연마(polishing)는, 기계 가공, 분쇄 또는 연마 요소, 디바이스 또는 도구, 예를 들어 연마 헤드(polishing head)에 낮은, 최소의 또는 무시할만한 손상을 주게 된다. 나아가, 여러 구현예에서, 상기 비다공성 베이스 트레이 물질(들) 및 다공성 구획부 물질(들)은, 상기 비다공성 베이스 트레이 물질(들)이 상기 기계 가공, 분쇄 또는 연마에 의해 영향을 받는 (예를 들어, 평면화(planarized)되는) 속도(rate)와 상기 다공성 구획부 물질(들)이 상기 기계 가공, 분쇄 또는 연마에 의해 영향을 받는 (예를 들어, 평면화되는) 속도(rate)가 실질적으로 또는 본질적으로 동일하도록 선택된다.

[0093]

간결성의 목적 및 이해의 용이성을 위하여, 하기 기재된 웨이퍼 테이블 구조의 대표적인 구현예에서, 상기 비다공성 베이스 트레이 물질은 비다공성 세라믹계 물질이거나 이를 포함하고, 상기 다공성 구획부 물질은 다공성 세라믹계 물질이거나 이를 포함한다. 관련 기술 분야의 당업자는 본 발명의 구현예에 따른 웨이퍼 테이블 구조가 하기 대표적인 구현예와 관련하여 제공되는 물질의 유형에 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다.

[0094]

매우 평평한, 고도의 평면성의, 또는 극평면성(ultra-planar)의 웨이퍼 테이블 표면의 생성이 바람직하거나 요구되는 경우, 상기 다공성 물질은 몰드 가능한(moldable) 세라믹 계열의 다공성 물질 및/또는 다른 화합물(chemical compound)을 포함할 수 있고, 이는 표준의/통상의 공정 기술, 공정 순서 및 공정 파라미터 (예를 들어, 경화 온도 또는 온도 범위, 및 이에 상응하는 경화 시간 또는 시간 간격)에 따라, 다공성 웨이퍼 테이블, 웨이퍼 척, 진공 테이블, 또는 진공 척을 성형(forming), 제조(fabricating) 또는 생산(manufacturing)하기 위해 적절한 것이며, 관련 기술 분야에서 당업자가 이해하는 방식에 의한다. 여러 구현예에서, 상기 다공성 물질은 CoorsTek에 의해 제공되는 상업적으로 이용가능한 물질(CoorsTek Inc., Hillsboro, OR USA, 503-693-

2193)이거나, 이를 포함할 수 있다. 이러한 다공성 물질은 알루미늄 옥사이드(Aluminum Oxide, Al₂O₃) 및 실리콘 카바이드(Silicon Carbide, SiC)와 같은 세라믹 계열의 물질 중 하나 이상이거나, 이를 포함할 수 있고, 경화 이후(post-hardened / post-cured)의 공극(pore) 크기가 5 내지 100 μ m (예를 들어, 약 5, 10, 30, 또는 70 μ m)를 나타낼 수 있으며, 공극률(porosity)이 20 내지 80% (예를 들어, 약 30 내지 60%)의 범위이다. 상기 다공성 구획부 물질의 공극 크기는 요구되는 응용 분야에 따라 적절하게 선택될 수 있고, 예를 들어 목적하는 또는 요구되는 수준의 진공력이 인가되기에 적절한 조건 하에서 (예를 들어, 필름 프레임(30) 상의 얇은 또는 매우 얇은 웨이퍼(10)에 대한 검사) 선택될 수 있으며, 이는 해당 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 바에 따른 것이다. 상기 세라믹 계열의 베이스 트레이 부분에 해당하는 노출된, 상부 또는 외부 표면 (예를 들어, 리지(ridge)의 세트, 및 가능하게는 베이스 트레이의 외부 경계) 및 베이스 트레이의 구획부에 의해 운반되는 몰드성(moldable)의 다공성 세라믹 물질은 (예를 들어, 통합 또는 단일 기계 가공 혹은 연마 공정에 의하여) 기계 가공되어, 매우 높은 혹은 극도로 높은 정도의 평면성 또는 평면 균일성을 나타내는 웨이퍼 테이블 표면을 제공하고, 이는 상기 웨이퍼 다이(die)의 표면을 (상기 웨이퍼 테이블 표면의 수직축에 수직한) 공통면(common plane) 내에 혹은 이에 걸쳐, 이로부터의 최소의 또는 무시할만한 일탈(deviation) 상태로, 안정적으로 유지하기에 적절하다.

[0095]

도 4a는 본 발명의 일 구현예에 따른 세라믹 계열의 베이스 트레이(100)의 사시도이고, 도 4b는 상기 도 4a의 베이스 트레이에서, A-A' 선에 대한 사시 단면도이다. 전술한 바와 같이, 다양한 구현예에서 상기 세라믹 계열의 베이스 트레이(100)는 비다공성 또는 본질적으로 비다공성이며, 즉, 인가된 진공력에 대하여 이를 통한 기체(gas), 유체(fluid), 또는 진공력의 전송이 비투과성 또는 본질적으로 비투과성이다. 즉, 상기 세라믹 계열의 베이스 트레이(100)는 일반적으로, 이를 통한 기체, 유체 또는 진공력의 전달 또는 전송에 대해 강한, 매우 강한, 또는 효과적인 불투과성 장벽(impenetrable barrier)을 제공할 것이다.

[0096]

일 구현예에서, 상기 베이스 트레이(100)는 진공 개구부(20)가 배치되는 곳 또는 그 주변 영역인 중앙(center) 또는 중심(centroid)(104); 평면 또는 가로 공간의 확장 영역(A_T); 외부의 주변부(periphery) 또는 경계(106); 내부에 여러 진공 개구부(20)를 포함할 수 있는 복수의 최하부 내부 표면(110a-c); 및 상기 베이스 트레이의 중심과 이의 외부 경계(106) 사이에 배치 (예를 들어, 고리형(annular) 또는 동심원형(concentric)으로 배열)된 하나 이상의 리지(ridge)(120a-b)를 정의하는 형상을 갖고, 또한 상기 베이스 트레이의 외부 경계(106)는 표준 웨이퍼 및/또는 필름 프레임의 크기, 형상 및/또는 치수 (예를 들어, 8인치, 12인치 및 16인치의 웨이퍼와 상기 웨이퍼 크기에 대응되는 하나 이상의 필름 프레임 크기)에 대응되거나, 이와 관련되도록 크기화, 형상화 및/또는 치수화된다. 상기 베이스 트레이(100)는 또한, 적어도 하나의 하부 표면(150)을 포함하고, 이는 여러 구현예에서, 단일 베이스 트레이의 하부 평면에 있어서 상당 부분에 또는 전체에 배치되거나, 실질적으로 배치된다.

[0097]

여러 구현예에서, 베이스 트레이의 수직축(Z_T)은 상기 베이스 트레이의 하부 표면(150) 및 상기 베이스 트레이의 최하부 내부 표면(110a-c)에 대해 수직한, 또는 실질적으로 수직하면서, 상기 베이스 트레이의 중앙 또는 중심(104)을 관통하도록 확장되는 것으로 정의될 수 있다. 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 상기 베이스 트레이의 수직축(Z_T)은 목적하는 웨이퍼 테이블의 평면성 표면에 대해 수직한 것으로 정의되거나, 이에 대해 웨이퍼 또는 필름 프레임이 안정적으로 보존 또는 유지될 수 있는 것으로 정의된다. 도 4a 및 4b에서, Z_T는 A-A' 선에 대해 수직할 수 있고, 이는 각각 진공 개구부(20)를 이등분한다.

[0098]

각각의 리지(ridge)는 상기 베이스 트레이(100)의 최하부 내부 표면(110a-c)에 경계를 형성하고, 각각의 리지(120a-b)는 전술한 바와 같은 몰드성(moldable), 성형성(formable), 정합성(conformable) 또는 유동성(flowable)의 다공성 물질을 수용하거나 운반할 수 있는 베이스 트레이 구획부 또는 수용부(130a-b)의 세트를 정의하는 서로 다른 베이스 트레이 내부 표면(110a-c) 부분을 분할하거나, 분리하거나, 구분한다. 더 구체적으로, 도 4a에 도시된 구현예에서, 제1 리지(120a)가 상기 베이스 트레이(100)의 제1 최하부 내부 표면(110a)을 지나 주변으로 (예를 들어, 동심원으로 둘러싸면서) 확장된다. 상기 제1 리지(120a)가 상기 제1 최하부 내부 표면(110a)을 둘러싸거나, 포위함으로써 정의되는 연속적인 또는 일반적으로 연속적인 구조의 홈(recess)이 이로써 제1 베이스 트레이 구획부 또는 수용부(130a)를 정의하고, 이의 하부 표면으로서 상기 제1 최하부 내부 표면(110a)을 갖는다. 이와 유사한 방식으로, 상기 제1 리지(120a) 및 제2 리지(120b)가 상기 베이스 트레이(100)의 제2 최하부 내부 표면(110b)을 지나 확장된다. 상기 제2 리지(120b)는 상기 제1 리지(120a)를 둘러막

고 (예를 들어, 상기 제1 및 제2 리지(120a-b)는 서로에 대해 동심원이며), 이로써 상기 제1 및 제2 리지(120a-b)가, 상기 제2 최하부 내부 표면(110b)을 하부 표면으로 갖는 연속적인 또는 일반적으로 연속적인 제2 베이스 트레이 구획부 또는 수용부(130b)를 정의한다. 또한, 이와 유사하게, 상기 베이스 트레이의 외부 경계(106)는 상기 제2 리지(120b)를 둘러싸고 (예를 들어, 상기 제2 리지(120b) 및 상기 외부 경계(106)는 서로에 대해 동심원이며), 이로써 이들이 하부 표면으로 베이스 트레이의 제3 최하부 내부 표면(110c)을 갖는 연속적인 또는 일반적으로 연속적인 베이스 트레이 구획부 또는 수용부(130c)를 정의한다. 임의의 주어진 리지(120)가 예를 들어, 약 1 내지 4mm (예를 들어, 약 3mm)의 가로 폭(transverse ridge width)을 갖고; 대응되는 리지의 깊이는 예를 들어 약 3 내지 6mm (예를 들어, 약 4mm)이며, 이는 구획부 또는 수용부(130)의 깊이를 정의한다. 하기 기재된 바와 같이, 다양한 구현예에서, 임의의 주어진 베이스 트레이 구획부 또는 수용부(130a-c)는 표준 웨이퍼 및/또는 필름 프레임의 크기, 형상 및/또는 치수의 공간적 범위(spatial extent), 평면성 표면 영역, 또는 직경과 관련된, 또는 이에 대응되는 공간적 범위, 평면성 표면 영역, 또는 직경을 갖는다.

[0099]

대안적인 구현예에서, 전술한 사항과 유사한(Similar 또는 analogous) 고려 사항들이 추가적인 또는 다른 유형의 베이스 트레이 구획부 또는 수용부(130)를 정의하기 위해 적용되며, 이러한 구현예는 하나의 리지(120)를 구비한 구현예; 2 이상의 리지(120a-b)를 구비한 구현예; 및/또는 하나 이상의 리지(120)들의 일부가 서로 완전하게 둘러싸지 않거나, 하나 이상의 다른 리지(120)에 대해 고리형/동심원형이 아닌 구현예 (예를 들어, 특정 리지(120)의 부분들이 다른 리지(120)에 대해서 횡방향(transversely), 반경 방향(radially) 또는 다른 방향으로 배치된 경우)을 포함한다. 리지(120)가 서로 다른 유형의 베이스 트레이 구획부 또는 수용부를 정의할 수 있는 다양한 형상, 크기, 치수 및/또는 구획(segment)을 나타내는 방법이 (예를 들어, 리지(120)는 타원형, 원형 또는 다른 유형의 기하학적 윤곽 또는 패턴과 관련하여 배치된 별개 또는 별도의 여러 구획(segment) 또는 구역(section)을 포함할 수 있음) 관련 기술 분야의 당업자에 의해 쉽게 이해될 수 있다.

[0100]

전술한 사항에 추가하여, 리지(120a-b) 및 상기 베이스 트레이의 외부 경계(106)는, 각각 상기 베이스 트레이(100)의 상부 표면 또는 상부면에 해당하는 노출된 리지의 상부 표면(122a-b) 및 노출된 외부 경계의 상부 표면(108)을 포함하고, 이는 상기 베이스 트레이의 하부면 표면(50)에 비해, 웨이퍼 테이블의 평면성 표면에 의해 운반되는 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)에 가장 근접하게 된다. 여러 구현예에서, 상기 베이스 트레이의 외부 경계 상부 표면(108)과 상기 베이스 트레이의 최하부 내부 표면(110a-c) 사이, 뿐만 아니라 각각의 리지 상부 표면(122a-b)과 상기 베이스 트레이의 최하부 내부 표면(110a-c) 사이의 수직 거리 (예를 들어, 상기 베이스 트레이의 중심 가로축(Z_T)에 평행한)는 베이스 트레이 구획부의 깊이(D_{TC})를 나타낸다. 상기 베이스 트레이의 외부 경계 상부 표면(108)과 상기 베이스 트레이의 하부 표면(150) 사이의 수직 거리는 전체 베이스 트레이의 두께(T_{OT})를 나타낸다. 마지막으로, 진공 개구부(20)가 확장되어 지나가는 수직 거리는 진공 통과 경로의 깊이(vacuum passage depth, D_V)를 나타낼 수 있고, 이는 T_{OT} 와 D_{TC} 의 차이와 같다.

[0101]

도 5a는 본 발명의 일 구현예에 따른 웨이퍼 테이블 구조(5)를 형성하거나, 이의 형성을 용이하게 또는 유효하게 하기 위한 기반(basis)을 효과적으로 제공하기 위하여, 내부에 몰드성, 성형성, 정합성 또는 유동성을 갖는 다공성 물질이 도입, 배치 또는 제공된 상기 도 4a의 베이스 트레이(100)의 사시도이다. 도 5b는 상기 다공성 물질을 운반하는 도 5a의 베이스 트레이(100)에 있어서, B-B' 선에 대한 사시 단면도이다. 도 5c는 상기 다공성 물질을 운반하는 도 5a 및 5b의 베이스 트레이(100)의 단면도이다.

[0102]

도 5a 및 5b에 있어서, 상기 다공성 물질은 고려 중인 웨이퍼 테이블 구조의 제조 단계에 따라, 상기 베이스 트레이 구획부(130a-c) 내에 경화되기 전/위치되기 전 (pre-hardened/pre-set), 또는 경화된 후/위치된 후(post-hardened/post-set)의 상태로 존재하는 것으로 고려될 수 있다. 나아가, 만약 경화된 후/위치된 후의 상태라면, 상기 다공성 물질 및 상기 비다공성 또는 진공 불투과성 세라믹계 베이스 트레이(100)는 평면화되기 전/기계가공되기 전(pre-planarized/pre-machined) 또는 평탄화된 후/기계가공된 후(post planarized/post-machined)의 상태로 고려될 수 있고, 이 또한, 고려 중인 웨이퍼 테이블 제조 단계에 의존한다. 본 발명의 일 구현예에 따른 대표적인 웨이퍼 테이블 제조 공정의 단계들은 하기 상세히 기재한다.

[0103]

도 5a 내지 5c 및 도 4a 및 4b에 나타난 상기 베이스 트레이의 구현예와 관련하여, 상기 베이스 트레이 구획부(130a-c) 내부의 상기 다공성 물질의 도입(introduction), 위치(placement), 증착(deposition) 또는 제공(provision)과 상기 베이스 트레이 구획부(130a-c)의 내부 구조(internal geometry)에 대한 상기 다공성 물질의 정합성(conformation)에 따라서, 상기 제1 베이스 트레이 구획부(130a)는 다공성 물질의 제1 부피(140a)로 채워지고; 상기 제2 베이스 트레이 구획부(130b)는 다공성 물질의 제2 부피(140b)로 채워지며; 상기 제3 베이스 트레이 구획부(130c)는 다공성 물질의 제3 부피(140c)로 채워진다. 다른 개수 및/또는 구조의 구획부(130)를 구비한 베이스 트레이 구현예에 대해서도, 유사한 고려 사항이 적용된다. 즉, 상기 다공성 물질이 베이스 트레이 구획부(130) 내에 도입된 이후에, 상기 구획부(130) 각각은 고려 중인 주어진 구획부(130)의 치수 또는 용적(volumetric capacity)에 대응되는 다공성 물질의 주어진 부피(140)로 채워진다. 소정의 주어진 베이스 트레이 구획부(130)에 도입된 다공성 물질의 초기 부피(140)는 상기 구획부의 부피와 동일하거나 이를 초과하며, 초과한 다공성 물질은 평탄화 공정과 관련하여, 하기 추가적으로 상세히 기재되는 바에 따라, 기계 가공되거나, 연마될 수 있다.

[0104]

상기 다공성 물질을 구획부(130)에 도입한 이후에, 다공성 물질의 소정의 주어진 부피(140)의 일부가 상기 구획부(130) 내의 여러 진공 개구부(20)로 노출된다. 더 구체적으로, 다공성 물질의 주어진 부피(140) 내에서, 베이스 트레이의 최하부 내부 표면(110)과 계면을 형성하는 다공성 물질이, 선택적으로, 베이스 트레이 최하부 내부 표면(110) 내에 형성 또는 배치된 하나 이상의 진공 개구부(20)로 노출된다. 예를 들어, 도 5b 및 5c에 도시된 구현예에서 더 구체적으로 나타난 바와 같이, 다공성 물질의 제1 부피(140a)가 상기 제1 베이스 트레이 구획부(130a)의 상기 제1 최하부 내부 표면(110a) 내에 있는 상기 베이스 트레이(100)의 중앙에 배치된 진공 개구부(20)로 노출된다. 이와 유사하게, 다공성 물질의 제2 부피(140b)가 상기 제2 베이스 트레이 구획부(130b)의 상기 제2 최하부 내부 표면(110b) 내에 배치된 진공 개구부(20)로 노출되며; 다공성 물질의 제3 부피(140c)가 상기 제3 베이스 트레이 구획부(130c)의 상기 제3 최하부 내부 표면(110c) 내에 배치된 진공 개구부(20)로 노출된다. 다공성 물질의 부피(140a-c) 각각은 대응되는 진공 개구부(20) 세트로 노출되기 때문에, 진공력이 선택적으로, 다공성 물질의 부피(140a-c)을 통해 상기 웨이퍼 테이블 구조(5)의 상부 표면에 해당하는 상기 다공성 물질의 상부 표면으로 전달(communicated), 분배(distributed), 또는 전송(transferred)될 수 있다. 즉, 상기 웨이퍼 테이블 구조(5)가, 평면성의 웨이퍼 테이블 표면 상에서 특정 크기 또는 형상의 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)을 운반할 때, 진공력은 웨이퍼 테이블의 평면성 표면 상에 배치된 상기 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)에 의해 덮인 해당 베이스 트레이 구획부를 통하여, 선택적으로, 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)의 하부면으로 전달 또는 전송될 수 있고, 하기 이를 상세히 설명한다.

[0105]

전술한 사항 및 하기 자세히 기술된 바에 따라, 상기 다공성 물질의 부피(140)가 상기 베이스 트레이 구획부(130)에 도입된 이후에, 상기 각각의 부피(140)는 경화 또는 고화되고, 최하부 내부 표면(110) 및 구획부(130)에 의해 정의되는 하나 이상의 리지(120)의 측면 또는 측벽에 결합(예를 들어, 경화/결합 공정은 일괄적으로 연관되어, 혹은 동시에 진행될)된다. 추가적으로, 경화/결합 공정에 이어서, 다공성 물질의 부피(140)의 노출된 상부 표면을 포함하는 상기 웨이퍼 테이블 구조(5)의 노출된 상부 표면, 리지의 노출된 상부 표면(122) 및 외부 경계의 노출된 상부 표면(108)은, 단일의 기계 가공, 분쇄 또는 연마 장치를 사용하는 하나 이상의 통상적이고, 기술적으로 간단하며, 저가(inexpensive)이고, 로봇식(robot)인 기계 가공 또는 연마의 기술 또는 공정의 방법으로, 2개의 구분되거나 서로 다른 물질의 표면에 걸쳐, 동시에 기계 가공, 연마 또는 평면화될 수 있다. 나아가, 단일의 기계 가공, 분쇄 또는 연마 장치를 사용하는 것은 웨이퍼 테이블의 평면성 표면이 매우 높은 혹은 극도로 높은 정도의 평면 균일성을 나타내도록 하거나, 이를 제공하거나 정의한다. 결과적으로, 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면 상에 배치되어 안정적으로 보존 또는 유지되는 필름 프레임(30) 또는 웨이퍼(10)에 의해 운반되는 다이(12)는, 심지어 매우 작은 다이 및/또는 매우 얇은 웨이퍼에 대해서도, 공통면 상에 유지되고, 이는 상부의 또는 노출된 다이(die)의 표면을 공통면(common plane)에, 이로부터 최소의 또는 무시할만한 일탈(deviation) 상태로 효과적으로 유지하는 방식에 따른다. 상기 다이(12)의 상부 표면은 이로써, 상기 고도의 평면성을 갖는 웨이퍼 테이블 표면의 수직축에 평행한 (예를 들어, 웨이퍼 테이블의 수직축(Z_T)에 해당하는, 이에 겹치는, 혹은 상기 베이스 트레이의 수직축(Z_T)을 포함하는) 방향을 따라, 상기 공통면으로부터 최소의 또는 무시할만한 위치적 일탈을 나타낸다. 본 발명의 여러 구현예에 의해 제공되는 상기 웨이퍼 테이블 표면의 극도

로 높은 평면성(ultra-high planarity)은 상기 필름 프레임(12) 또는 상기 웨이퍼 상의 다이(12)가 상기 웨이퍼 표면에 실질적으로 하나의 단일 평면 (예를 들어, 검사 평면(inspection plane)) 내에/위에 정확한 검사 및/또는 다른 공정이 용이하도록 놓여지게 한다.

[0106]

도 5d는 본 발명의 일 구현예에 따라 생산 또는 제조되는 웨이퍼 테이블 구조(5)의 단면도이고, 이는 도 5c에 대응되며, 평면성의 웨이퍼 테이블 표면 상에 웨이퍼 또는 필름 프레임을 운반한다. 상기 웨이퍼 테이블 구조(5)는 매우 높은 또는 극도로 높은 정도의 평면 균일성을 갖는 웨이퍼 테이블 평면성 표면(190)을 제공하며, 이로써 진공력에 의해 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면 상에 안정적으로 보존 또는 유지되고, 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 물질의 층, 다이(12) (예를 들어, 매우 작은 및/또는 매우 얇은 다이(12)) 또는 디바이스가 전체적으로, 또는 전반적으로(commonly) 웨이퍼 또는 필름 프레임 처리 평면(192) (예를 들어, 광학 검사 평면)에서, 웨이퍼 테이블의 수직축(Z_{WT})을 따라 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임 처리 평면(192)을 향하거나 이로부터 멀어지는 방향 (또는 이와 같게, 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면(190)을 향하거나, 이로부터 멀어지는 방향)의 최소 또는 무시할만한 위치적 일탈 또는 변위를 갖도록 유지되거나, 본질적으로 유지되거나, 매우 실질적으로 유지된다. 대표적인 구현예에서, 다이(12)의 노출 또는 상부 표면은 약 0.25 ~ 0.50mm² 또는 그 이상의 평면성 표면 영역 및 약 25 ~ 50 마이크로미터 또는 그 이상의 두께를 갖고, 전체적으로 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임 처리 평면(192)으로부터 약 $\pm 100\mu\text{m}$ 의 수직적 일탈을 나타내거나, 약 10 내지 90 μm (예를 들어, 약 ± 20 내지 80 μm , 또는 평균 약 50 μm)의 수직적 일탈을 나타낸다. 매우 작은 또는 극소형(ultra-small)의 다이(12) (예를 들어, 약 0.25 ~ 0.55mm²) 및/또는 매우 얇은 또는 극박막형(ultra-thin)의 다이(12) (예를 들어, 약 25 ~ 75 μm 또는 약 50 μm 두께)는 검사 평면(120) 내에서 이들의 검사 평면(192)을 벗어나는 일탈이 약 20 ~ 50 μm 가 되도록 유지될 수 있다.

[0107]

전술한 바와 같이, 특정 베이스 트레이 구획부(130) 내부의 다공성 물질의 주어진 부피(140)에 대한 최대 가로 치수 또는 직경과, 그 내부에 다공성 물질의 부피(140)가 존재하는 상기 구획부(130)의 최대 평면 공간의 확장 또는 표면 영역을 정의 또는 제한하는 리지(120)에 의해 범위화된 평면 공간의 확장 또는 표면 영역은 특정 표준 또는 예상 웨이퍼 및/또는 필름 프레임의 크기, 평면성 공간의 확장 또는 표면 영역, 치수 또는 직경에 비해 하거나, 이에 대응된다. 보다 구체적으로, 주어진 크기의 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면(190)에 안정적으로 보존 또는 유지하기 위해서, 현재 고려 중인 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임 크기의 가로 치수 또는 직경에 가장 가깝게 매칭(match)되는 최대 가로 치수 또는 직경을 갖는 구획부(130), 뿐만 아니라, 현재 고려 중인 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)의 크기보다 더 작은 웨이퍼 또는 필름 프레임 크기에 대응되는 각각의 구획부(130)의 내부에 배치되거나 이에 노출된 상기 진공 개구부(들)(20)에 또는 이를 통과하여, 진공력을 제공하거나 가한다. 즉, 특정 크기의 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)은, 고려 중인 상기 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)의 크기에 가장 가깝게 매칭(match)되는 가로 치수 또는 직경을 갖는 다공성 물질의 부피(140)의 상부 표면을 전체적으로 덮어야 한다. 또한, 웨이퍼(10) 및 필름 프레임(30)은 상기 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)의 크기에 가장 가깝게 매칭되는 리지(120), 뿐만 아니라, 고려 중인 상기 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30) 보다 더 작은 직경을 갖는 리지(120) 각각의 일부를 덮어야 한다.

[0108]

도 5e는 본 발명의 일 구현예에 따라, 웨이퍼 테이블 구조(5) 상에 배치된 제1 표준 직경 (예를 들어, 8인치)을 갖는 대표적인 제1 웨이퍼(10a)의 사시도이고, 이로써 상기 제1 웨이퍼(10a)는 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면(190) 상에 안정적으로 유지될 수 있고; 이는 (a) 상기 제1 웨이퍼(10a)가 다공성 물질의 상기 제2 부피(140b)로 확장되거나, 이에 겹치지는 않으면서 다공성 물질의 제1 부피(140a) 및 상기 제1 리지(120a)의 가로 폭의 적어도 일부를 덮는 단계; 및 (b) 진공력이 상기 제1 구획부의 진공 개구부(20)로 또는 이를 통과하여, 상기 다공성 물질의 제1 부피(140)로 및 이를 통과하여, 상기 제1 웨이퍼(10a)의 하부면으로 선택적 또는 우선적(preferential)으로 공급됨으로써, 상기 제1 웨이퍼(10a)에 진공력을 인가(application 또는 delivery)하는 단계에 의한다.

[0109]

도 5f는 본 발명의 일 구현예에 따라, 웨이퍼 테이블 구조(5) 상에 배치된 제2 표준 직경 (예를 들어, 12인치)을 갖는 대표적인 제2 웨이퍼(10b)의 사시도이다. 상기 제2 웨이퍼(10b)는 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면

(190) 상에 안정적으로 유지될 수 있고, 이는 (a) 상기 제2 웨이퍼(10b)가 다공성 물질의 상기 제1 및 제2 부피(140a-b)와 상기 제2 리지(120b)의 가로 폭의 적어도 일부를 덮는 단계; 및 (b) 진공력이 제1 구획부의 진공 개구부(20) 및 제2 구획부의 진공 개구부(20)로, 또는 이를 통과하고, 다공성 물질의 상기 제1 및 제2 부피(140a-b)로 및 이를 통과하여, 상기 제2 웨이퍼(10b)의 하부면에 선택적 또는 우선적(preferential)으로 공급됨으로써, 상기 제2 웨이퍼(10b)에 진공력을 인가(application 또는 delivery)하는 단계에 의한다.

[0110]

도 5g는 본 발명의 일 구현예에 따라, 웨이퍼 테이블 구조(5) 상에 배치된 제3 표준 직경 (예를 들어, 16인치)을 갖는 대표적인 제3 웨이퍼(10c)의 사시도이다. 상기 제3 웨이퍼(10c)는 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면(190) 상에 안정적으로 유지될 수 있고, 이는 (a) 상기 제3 웨이퍼(10c)가 다공성 물질의 상기 제1, 제2 및 제3 부피(140a-c)와 상기 베이스 트레이의 외부 경계(106)의 가로 폭 부분을 덮는 단계; 및 (b) 진공력이 제1 구획부의 진공 개구부(20), 제2 구획부의 진공 개구부(20) 및 제3 구획부의 진공 개구부(20)로, 또는 이를 통과하고, 다공성 물질의 상기 제1, 제2 및 제3 부피(140a-c)로 및 이를 통과하여, 상기 제3 웨이퍼(10c)의 하부면에 선택적 또는 우선적(preferential)으로 공급됨으로써, 상기 제3 웨이퍼(10c)에 진공력을 인가(application 또는 delivery)하는 단계에 의한다.

[0111]

전술한 사항 이외에, 여러 구현예에서, 세라믹 계열의 베이스 트레이(100)가 하나 이상의 추가적인 유형의 구조적 특성 또는 구성(element)을 수용하거나 제공하도록 형성되거나, 이를 포함할 수 있다. 이러한 세라믹 계열 트레이(102)의 특정 대표적인 비제한적 구현예가 하기 상세히 기재된다.

[0112]

도 6a는 본 발명의 다른 구현예에 따른 세라믹 계열의 웨이퍼 테이블 베이스 트레이(100)의 사시도이고, 이는 방출핀(ejector pin) 가이드 구성(160)의 세트를 포함한다. 도 6b는 도 6a의 상기 세라믹 계열의 웨이퍼 테이블 베이스 트레이의, C-C' 선에 대한 단면도이다. 상기 구현예에서, 상기 베이스 트레이(100)는 전술한 바와 유사한 또는 실질적으로 동일한, 전반적인(general) 또는 전체적인(overall) 구조를 가질 수 있다. 그러나, 상기 제1 리지(110a)가 여러 방출핀 가이드 구조(structure), 요소(element) 또는 구성(member)(106)을 포함한다. (예를 들어, 다양한 구현예에서 3개이며, 이는 상기 웨이퍼 크기에 해당하는 8인치, 12인치 및 16인치의 웨이퍼 각각을 조작하기 위한 3개의 방출핀을 작동 가능하게 하기에 충분하다.) 각각의 방출핀 가이드 구성(106a-c)은 방출핀이 이동하는 통로(passage) 또는 경로(pathway)를 정의하거나, 이에 대응되는 개구부(162)를 제공하도록 구성되고, 형상화된다. 여러 구현예에서, 임의의 주어진 방출핀 가이드 구성(160a-c)은 상기 제1 리지(110a)의 확장부 또는 통합부로 형성될 수 있고, 이로써 상기 방출핀 가이드 구성(160a-c)은 상기 제1 구획부(120a)의 일부로 돌출된다. 또한, 방출핀 가이드 구성(160a-c)은 웨이퍼 테이블 구조가 사용되는 중에 (예를 들어, 방출핀이 상승 또는 하강되는 중에) 상기 방출핀 가이드 구성(160a-c)을 통하여 발생하는 진공 손실이 본질적으로 없거나, 무시할 정도이거나, 최소가 되도록 치수화 및/또는 설계된다. 일부 구현예에서, 방출핀 가이드 구성(160a-c)은 전략적으로 단일의 방출핀(164) 세트가 웨이퍼 및 필름 프레임 크기 각각을 조작할 수 있도록 배치될 수 있으며, 상기 웨이퍼 테이블 구조(5)는 이를 조작하도록 디자인된다. 방출핀 가이드 구성(160a-c)이 대안적으로 또는 추가적으로, 상기 제1 리지(110a)로부터 분리되도록 형성되거나, 또 다른 리지(110) (예를 들어 제2 리지(110b))의 부분으로 형성될 수 있다는 것은 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해될 것이다.

[0113]

도 7a는 도 6a 및 6b의 상기 베이스 트레이(100)의 사시도이고, 그 내부에는 몰드성(moldable), 성형성(formable), 정합성(conformable) 또는 유동성(flowable)의 다공성 물질이 도입(introduced), 제공(provided), 또는 증착(disposed)된다. 도 7b는 도 7a에 해당하는 상기 몰드성의 다공성 물질을 운반하는 상기 베이스 트레이(100)의 D-D' 선에 대한 사시 단면도이다. 상기 몰드성의 다공성 물질이 상기 베이스 트레이(100) 내에 도입될 때, 각각의 방출핀 가이드 구성(160a-c)의 내부에 있고 이를 통과하는 상기 개구부(162)는 밀봉되거나 차단되어야 하고, 이로써 다공성 물질이 상기 개구부(162)에서 배제되며, 이로써 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면(190)에 대한 웨이퍼 또는 필름 프레임의 하강(lowering) 또는 상승(raising)을 수반하는 방출핀의 작동 중에, 상기 통로 및 상기 개구부(162)를 통한 방출핀(164a-c)의 이동을 보장하기 위한 방출핀 가이드 구성(160a-c)을 관통하는 통로가, 경화된 몰드성의 다공성 물질에 의해 차단되지 않는다는 것을 주목해야 한다.

- [0114] 일부 구현예에서, 상기 베이스 트레이(100)는 여러 가열 및/또는 냉각 요소를 운반, 포함 또는 통합할 수 있다. 예를 들어, 가열 요소는 저항 가열 요소(resistive heating element)를 포함할 수 있다. 냉각 요소는 냉각 물질 또는 유체 (예를 들어, 냉각 기체, 또는 액체)를 운반하도록 구성된 튜브, 채널 또는 통로; 또는 열전기 냉각 장치(thermoelectric cooling device)를 포함할 수 있다. 가열 및/또는 냉각 요소는 비다공성 세라믹계 베이스 트레이 물질 내에 밀봉(enclosed) 또는 봉입(encapsulated) (예를 들어, 상기 베이스 트레이(100)의 하나 이상의 부분 내에 통합적으로 형성)될 수 있다. 대안적으로, 가열 및/또는 냉각 요소는 상기 비다공성 세라믹계 베이스 트레이 물질의 외부에 존재할 수 있고, 상기 베이스 트레이의 수용부(130)를 차지하는 다공성 물질의 일부로 밀봉 또는 봉입될 수 있다. 전술한 바에 대한 추가 또는 대안으로, 상기 비다공성 세라믹계 베이스 트레이(100) 및/또는 상기 베이스 트레이 수용부(130)를 차지하는 다공성 물질은 추가적인 또는 다른 유형의 요소, 예를 들어 전극, 온도 검출 요소 (예를 들어, 열전쌍(thermocouple), 다른 유형의 검출 요소 (예를 들어, 가속도 센서(accelerometer), 진동 센서(vibration sensors) 또는 광학 센서(optical sensor)), 및/또는 상기 웨이퍼 테이블 구조(5)의 내부 및/또는 외부의 주변/환경적 조건을 검출하기 위해 구성된 다른 유형의 검출 요소를 운반, 포함 또는 통합할 수 있다.
- [0115] 도 8은 본 발명의 일 구현예에 따라 웨이퍼 테이블 구조(5)를 제조하는 대표적인 공정(170)에 대한 흐름도이다. 일 구현예에서, 웨이퍼 테이블 제조 공정(170)은, 복수의 구획부(130)를 구비한 비다공성 세라믹계 웨이퍼 테이블 베이스 트레이(100)를 제공하는 단계를 포함하는 제1 공정부(172); 몰드성(moldable)의 다공성 물질을 제공하는 단계를 포함하는 제2 공정부(174); 및 상기 몰드성의 다공성 물질을 상기 복수의 구획부(130)에 도입하고, 상기 몰드성의 다공성 물질이 각각의 구획부(130)의 내부 공간적 치수에 정합되거나, 채워지도록 상기 복수의 구획부(130) 중의 각각의 구획부(130)의 부피적 형상(volumetric geometry)을 상기 몰드성의 다공성 물질로 채우는 단계를 포함하는 제3 공정부(176)를 포함한다. 각각의 구획부(130) 내에서, 몰드성의 다공성 세라믹 물질의 초기 부피(142)는 상기 몰드성의 다공성 세라믹 물질이 베이스 트레이 구획부(130)의 깊이(D_{TC})를 초과하는 깊이 또는 두께를 나타냄으로써 상기 구획부(130)의 용적(volumetric capacity)을 초과하거나, 약간 초과할 수 있고, 예를 들어, 도 9에 도시된, 또는 일반적으로 도시된 바와 같다.
- [0116] 제4 공정부(178)는 상기 몰드성의 다공성 세라믹 물질을 경화(hardening 또는 curing)시키고, 각각의 구획부(130)를 정의하는 내부 표면 (즉, 상기 베이스 트레이(100)의 최하부 내부 표면 및 리지(120)에 해당하는 구획부 측벽)에 상기 다공성 물질을 결합시키는 단계를 포함한다. 상기 다공성 물질이 구획부의 내부 표면에 안정적으로 유지 또는 결합되면, 제5 공정부(180)가 상기 다공성 물질 (즉, 각각의 다공성 물질의 부피(140))과 베이스 트레이 리지(120)의 노출된 상부 표면(122) 및 상기 베이스 트레이 외부 경계(106)의 노출된 상부 표면(108)과 같은 상기 베이스 트레이(110)의 부분을 기계 가공(machining) 또는 연마(polishing)하여, 다공성 물질의 부피(140)의 노출된, 상부 또는 외부 표면, 베이스 트레이 리지(120)의 노출된 상부 표면(122), 및 상기 베이스 트레이 외부 경계(106)의 노출된 상부 표면(108)을 매우 높은 정도의 평면성을 갖도록 동시에 제공하는 단계를 포함하며, 이로써 상당히 균일한 평면성의 웨이퍼 테이블 표면(190)을 정의할 수 있고, 그 상부에 웨이퍼 및 필름 프레임이 안정적으로 유지될 수 있다. 평면화되면, 임의의 주어진 구획부(130)에 대응되는 각각의 다공성 물질의 부피(140)는 상기 구획부(130)의 부피와 동일하거나, 본질적으로 동일하다.
- [0117] 제6 공정부(182)는 상기 평면화된 웨이퍼 테이블 구조(5)를 이동 가능한 웨이퍼 테이블 또는 스테이지 어셈블리 (예를 들어, x-y 웨이퍼 스테이지)에 결합(coupling) 또는 장착하고, 상기 평면화된 웨이퍼 테이블 구조(5) 내부의 진공 개구부(20)를 스테이지 어셈블리 진공 라인(line), 링크(link) 및/또는 밸브(valve)에 결합하는 단계를 포함하며, 이로써 진공력이 상기 웨이퍼 테이블의 평면성 표면(190) 상에 배치된 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)에 선택적으로 적용 및 인가될 수 있다.
- [0118] 하나 이상의 금속으로 제조되거나 실질적으로 제조된 격벽(partition)에 의해 다공성 물질의 영역을 분리하는, 및/또는 하나 이상의 금속으로 제조되거나 실질적으로 제조된 외부 수용부 구조를 활용하는 종래의 임의의 웨이퍼 테이블 디자인과는 대조적으로, 본 발명에 따른 웨이퍼 테이블 구조의 다양한 구현예는, 하나 이상의 금속으로

로 제조되거나 실질적으로 제조된 리지(120)를 배제(avoid 또는 exclude)하고, 일반적으로 하나 이상의 금속으로 제조되거나 실질적으로 제조된 베이스 트레이(100)도 배제한다. 더 구체적으로, 종래의 웨이퍼 테이블 디자인은 적어도 부분적으로, 혹은 실질적으로 금속으로 제조된 상부의 또는 노출된 비다공성 웨이퍼 테이블 표면을 포함하고, 뿐만 아니라, 적어도 실질적으로 세라믹 물질로 제조된 상부의 또는 노출된 다공성 웨이퍼 테이블 표면을 포함하며, 상기 금속 표면은 상기 다공성 세라믹 물질의 표면과 매우 다른 기계 가공, 분쇄 또는 연마 특성(characteristics, properties, 또는 behavior)을 갖는다. 기계 가공, 분쇄 또는 연마 공정 중에, 상기 금속 표면은 상기 다공성 세라믹 물질의 표면만큼 쉽게 혹은 동일한 속도로 평면화되지 않을 것이다. 더욱이, 상기 금속 표면은 표면 기계 가공, 분쇄 또는 연마 요소(element), 장치(device) 또는 도구(tool) (예를 들어, 연마 헤드(polishing head))에 의해 쉽게 손상을 입을 수 있다. 이러한 금속 표면의 함유는 본 발명의 구현예에 따라 웨이퍼 테이블 구조가 제조되는 경우에 비하여, 상기 기계 가공, 분쇄 또는 연마 공정을, 실질적으로 더욱 어렵고, 고가이며, 시간 소모적이게 한다.

[0119]

나아가, 노출된 금속 표면 및 노출된 다공성 세라믹 표면에 대한 상기 기계 가공, 분쇄 또는 연마 특성의 차이는 실질적으로, 상기 웨이퍼 테이블 구조의 하나 이상의 구역(section) 또는 영역(region)에 걸쳐서, 최종 제조된 웨이퍼 테이블 구조가 바람직하지 않거나, 허용될 수 없는 비평면성, 또는 불충분한 평면성을 나타낼 경향성을 증가시킨다. 그러므로, 상기 종래의 웨이퍼 테이블 디자인은 그 상부에 연약한(fragile) 다이(12)를 구비한 직경이 크고, 얇은 웨이퍼(10), 예를 들어, 소형의 또는 초소형의 다이(12)를 운반하는 필름 프레임에 의해 운반되는 12인치 또는 그보다 큰 절단된(sawn) 웨이퍼의 검사에 있어서 적합하지 않다. 반면, 본 발명에 따른 웨이퍼 테이블 구조의 구현예는 이러한 단점을 용납하지 않으며, 상기 유형의 웨이퍼(10) 또는 필름 프레임(30)의 검사에 매우 적합한, 매우 균일한 또는 극도로 균일한(ultra-uniform) 평면성 웨이퍼 테이블 표면(622)을 제공한다.

[0120]

본 발명에 따라 제조된 웨이퍼 테이블 구조의 최종 결과에서, 웨이퍼 테이블(620)은 (a) 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)의 평면성에 악영향을 미치며, 전술한 바와 같이 이에 관한 하나 이상의 문제를 야기하는 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 홈(groove) 또는 진공 홀(예를 들어, 드릴 진공 홀(drilled vacuum hole))을 배제 또는 생략하며; (b) (i) 웨이퍼 테이블 전환 키트의 필요성을 배제한 웨이퍼(10) 및 필름 프레임(30) 모두, 및 (ii) 매우 얇은 또는 가요성(flexible)의 웨이퍼 (예를 들어, 75 μ m, 50 μ m, 또는 더 얇음) 상에 위치하는 매우 작은 또는 극도로 작은 다이(12) (예를 들어, 0.5mm x 0.5mm 평방, 또는 그 이하)를 조작하는데 적합한 매우 높은 또는 극도로 높은(ultra-high) 평면성의 웨이퍼 테이블 표면(622)을 구비하고, 상기 평면성의 웨이퍼 테이블 표면(622)은 종래의 웨이퍼 테이블 디자인을 사용하는 경우에 확보하기 어려울 수 있는 상기 다이(12)의 단일 평면 내/위의 위치 및 유지를 용이하게 하며; (c) 특히, 홈 또는 기계 가공/드릴 진공 홀(machined/drilled vacuum hole) 및/또는 노출된 금속 물질 (예를 들어, 금속 플레이트, 또는 상기 웨이퍼 테이블 표면에 걸친 여러 금속 격벽)을 웨이퍼 테이블 표면 상에 포함하는 종래의 웨이퍼 테이블 디자인에 비하여 구조적으로 간단하고, 저가이며, 제조하기 용이하다.

[0121]

대표적인 웨이퍼 정렬 스테이션(Wafer Alignment Station)의 태양

[0122]

도 3a에 도시된 상기 시스템(200)의 다른 부분에 관한 기재로 다시 돌아가면, 상기 웨이퍼의 (사전)정렬 스테이션(400)은 본질적으로, 정렬 장치 또는 디바이스의 임의의 유형을 포함할 수 있고, 이는 상기 웨이퍼 정렬 스테이션(400) 또는 상기 검사 시스템(600)과 관련한 하나 이상의 웨이퍼 정렬 형상(feature) 또는 구조의 위치(들) 또는 배향(들)에 기초한 상기 웨이퍼 정렬 스테이션(400) 및/또는 상기 검사 시스템(600)의 일부 또는 구성(element)에 관한 웨이퍼의 초기 배향 또는 정렬을 확인하기 위해 구성된다. 상기 웨이퍼 정렬 형상은, 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 방식으로, 메이저 평면(major flat) 및 가능하다면 마이너 평면(minor flat)을 포함할 수 있다.

[0123]

대표적인 정렬불량 검사 시스템의 태양

[0124]

전술한 바와 같이, 웨이퍼(10)의 필름 프레임(30)에 대한 회전 정렬불량(rotational misalignment)은, 회전적으로 잘못 정렬된 다이(12)의 전체-다이 이미지가 캡처되고 처리되기 전에 요구되는 이미지 캡처 작업(event) 또

는 프레임(frame)이 더 많기 때문에, 검사 처리율(throughput)의 감소를 야기할 수 있다. 하기 기재에서, 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 검출하기 위한 장치 및 공정의 특정 구현예가 도 3a 및 도 10a 내지 10c를 참조로 하여 기재된다.

[0125] 회전 정렬불량 검사 시스템(500)은 장치 또는 디바이스 세트를 포함하고, 이는 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)에 대하여, 웨이퍼의 회전 배향불량/정렬불량의 방향 및 이에 대응되는 웨이퍼 회전 배향불량/정렬불량의 각도, 크기 또는 값을 확인(determining), 검출(detected), 또는 평가(estimating)하기 위해 구성된다. 상세한 구현예에 따르면, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 필름 프레임의 지지 또는 위치화 장치 또는 디바이스; 하나 이상의 조명(illumination) 또는 광학 신호 소스 (예를 들어, 광대역 및/또는 협대역 광원, 예를 들어 LED); 및/또는 하나 이상의 조명 또는 광학 신호 검출기(optical signal detector) 또는 이미지 캡처 디바이스(image capture device)를 포함할 수 있다. 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 또한, 처리 유닛(processing unit)을 포함할 수 있다. (예를 들어, 프로그램 명령의 실행을 위한 마이크로 컨트롤러(microcontroller)와 상기 프로그램 명령이 저장될 수 있는 메모리; 및 신호 전달 또는 입력/출력 리소스를 포함하는 내장형 시스템의 일부임.)

[0126]

[0127] 다양한 정렬불량 검사 시스템의 구현예가 하기 기재에 따라 제공되며, 일부 구현예에서 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 정렬불량 각도/정렬불량 방향 및 각도의 크기를 확인하기 위해 구성되는 것으로, 이는 하나 이상의 필름 프레임의 구조적 및/또는 시각적 형상에 대하여, 웨이퍼의 눈금선 또는 플랫 세트(a set of flat)의 배향과 같은 웨이퍼의 하나 이상의 구조적 및/또는 시각적 형상, 예를 들어, 필름 프레임의 등록 형상(34a-b), 또는 상기 필름 프레임 특징에 관한 공간적 방향을 광학적으로 검사함으로써 수행된다. 다른 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 추가적으로, 또는 대안적으로 필름 프레임(30) 상에 배치된 웨이퍼(10)의 적어도 하나의 이미지를 캡처함으로써 정렬불량 방향 및 정렬불량 각도를 확인하도록 구성되고, 이는 상기 웨이퍼(10)의 캡처된 이미지와 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야(50)에 대응되는 기준축(reference axes)의 비교를 수반한 이미지 처리 작업으로 수행되고, 예를 들어, 상기 이미지 캡처 디바이스는 상기 정렬불량 검사 시스템(500) 및/또는 상기 검사 시스템(600) 내에 있다.

[0128] 나아가, 하기 기재되는 바와 같이, 본 발명의 일 구현예에 따른 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량 각도의 확인(determination) 및 보정(compensation)은 상기 이미지 캡처 디바이스에 대한 필름 프레임(30)의 기기적 등록을 회피, 생략, 배제 또는 제거할 수 있다. 대안적으로, 특정 구현예에서, 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량 각도의 확인은 (종래의 작업, 또는 초기 작업과 같이) 이미지 캡처 디바이스에 대한 필름 프레임(30)의 기기적 등록을 수반할 수도 있고, 이는 관련 기술 분야에서 당업자가 이해하는 바와 같이, 하나 이상의 등록 구성(element)을 갖는 필름 프레임 등록 형상(34a-b)을 맞대어 결합하는 방법에 의한다.

[0129] 다양한 구현예에서, 정렬불량 각도의 방향 및 이에 대응되는 정렬불량 각도의 크기를 확인하는 것은 이미지 처리 작업에 의해 수행되고; 상부에 상기 웨이퍼가 장착된 필름 프레임 및/또는 이미지 캡처 디바이스의 시야(FOV)에 대한 웨이퍼의 회전 정렬불량의 보정 또는 수정은 상기 필름 프레임을 상기 회전 정렬불량 각도의 크기만큼 상기 회전 정렬불량 방향과는 반대 방향으로 회전시킴으로써 수행된다. 본 발명에 따른 구현예는 이로써, 필름 프레임 등록 형상(34a-b)을 필름 프레임 등록 구성(element) 또는 구조와 맞대어 결합하는 것에 의하는 이미지 캡처 디바이스 (예를 들어, 제1 이미지 캡처 디바이스 및/또는 제2 이미지 캡처 디바이스)에 대한 상기 필름 프레임(30)의 기기적 등록을 배제할 수 있다.

[0130] 도 10a는 본 발명의 일 구현예에 따른 필름 프레임(30)에 대한 회전적 또는 각도적 배향불량/정렬불량의 크기를 확인하기 위해 구성된 정렬불량 검사 시스템(500)을 개략적으로 도시한 것이다. 일 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 정렬불량 처리 유닛(510)과 결합된 이미지 캡처 디바이스(540)를 포함한다. 상기 정렬불량 처리 유닛(510)은 웨이퍼(10)의 필름 프레임(30)에 대한 각도적 정렬불량의 방향 및 크기를 확인 또는 평가하기 위하여, 프로그램 명령 (예를 들어, 소프트웨어)을 실행시키기 위해 구성된 것이다. 상기 정렬불량 처리 유닛은 또한, 시스템 컨트롤러(1000)와 통신하고, 이는 제2 조작 하위시스템(300) 및 상기 검사 시스템(600)과 통신

하기 위해 구성된 것이다.

[0131]

도 10a에 도시된 상기 정렬불량 검사 시스템의 구현에는 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량을, 웨이퍼 구조적 특징을 필름 프레임 구조적 특징과 비교 또는 참고함으로써 확인하기 위해 구성된다. 더 구체적으로, 웨이퍼(10) 상의 개별적 다이(12)는 일반적으로, 시각적 동일성을 가지거나, 수평 눈금선(6) 및 수직 눈금선(8)과 같은 눈금선에 의해 분리되며, 이는 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해된다. 만약 상기 웨이퍼의 수평 또는 수직 눈금선(6, 8)이 필름 프레임 기준 형상(들)에 대하여 소정의 또는 표준의 기준 배향을 나타낸다면 (예를 들어, 상기 웨이퍼의 수평 또는 수직 눈금선(6, 8)이 소정의 특정 필름 프레임 특징(들)에 대하여 실질적으로 평행하거나 수직하다면), 상기 웨이퍼(10)가 상기 필름 프레임(30)에 대하여 적절하게 정렬된 것이고, 이에 상응하여, 상기 웨이퍼의 다이(12)도 상기 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스 시야에 대해 적절하게 정렬될 것이다. (이로써, 검사 처리율이 최대화됨) 한편, 만약 상기 웨이퍼의 수평 또는 수직 눈금선(6, 8)이 필름 프레임의 기준 형상(들)에 대하여, 상기 소정의 또는 표준의 기준 배향을 나타내지 않는다면 (예를 들어, 상기 웨이퍼의 수평 또는 수직 눈금선(6, 8)이 소정의 특정 필름 프레임 기준 형상(들)에 대해 실질적으로 평행 또는 수직하지 않다면), 상기 웨이퍼(10)는 상기 필름 프레임(30)에 대해 회전적으로 잘못 정렬된 것이고, 이러한 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량의 수정 또는 보정 없이는 상기 웨이퍼의 다이가 상기 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스 시야에 대해 잘못 정렬되며, 이로써 검사 처리율이 저하될 것이다. 여러 구현예에서, 상기 필름 프레임(30)에 대한 상기 웨이퍼의 배향불량/정렬불량의 각도 방향 및 각도 크기는, 적어도 하나의 필름 프레임 플랫폼(35a-d)에 대한 하나 이상의 웨이퍼 눈금선(6, 8)의 각도적 배치, 단차 또는 변위 (예를 들어, 여러 각도(degree) 또는 라디안(radian))와 상관 관계가 있거나, 이를 지시 또는 정의하는 웨이퍼 정렬불량 각도 (Θ_W)를 확장함으로써 확인될 수 있다. 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)는 각도 정렬불량 방향 (예를 들어, +/- 방향) 및 각도 정렬불량 크기 (예를 들어, 여러 각도(degree) 또는 라디안(radian))를 나타내거나 이를 포함할 수 있다.

[0132]

상기 도 10a의 정렬불량 검사 시스템에 의해 필름 프레임(30)이 고려 중인 경우, 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)는 상기 필름 프레임(30) 상부에 배치된 상기 웨이퍼(10)의 하나 이상의 이미지를 캡처하고, 이에 대응되는 이미지 데이터를 산출한다. 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)에 의해 캡처된 이미지(들)는 (a) 웨이퍼 눈금선(6, 8)이 적어도 부분적으로 확장되어 지나는 (예를 들어, 상기 웨이퍼의 표면 영역 중의 주요한 또는 상당한 부분을 지나거나 가로질러 확장되는) 하나 이상의 웨이퍼 영역; 및 (b) 상기 캡처된 이미지(들) 내에서 확인 또는 평가될 수 있는 눈금선(6, 8)의 각도적 배향에 관한 하나 이상의 필름 프레임 플랫폼(35a-d) 부분 (예를 들어, 주요한 또는 상당한 부분)을 포함한다. 즉, 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)는 상기 필름 프레임(30)에 대하여 배치되며, 이로써 적어도 하나의 웨이퍼 눈금선(6, 8)의 부분 (예를 들어, 하나 이상의 눈금선(6, 8)의 상당한 길이 부분) 및 적어도 하나의 기준 필름 프레임 플랫폼(35a-d)의 부분 (예를 들어, 하나 이상의 필름 프레임 플랫폼(35a-b)의 길이의 상당 부분)이 상기 이미지 캡처 디바이스(540)의 정렬불량 시야(FOV_W)(550) 내에 놓인다.

[0133]

상기 전술한 이미지 데이터는 상기 정렬불량 처리 유닛(510)으로 전달되고, 이는 상기 이미지 데이터를 분석하여 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인 또는 평가하기 위한 이미지 처리 작업 (예를 들어, 프로그램 명령의 실행에 의해, 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 방식으로 수행되는 통상적인 이미지 처리 작업)을 수행할 수 있고, 이는 (상기 캡처된 웨이퍼 눈금선(6, 8)의 상기 캡처된 필름 프레임 플랫폼(들)(35a-d)에 대한 각도 배향과 관련 있는 방식으로) 필름 프레임(30)에 대한 상기 웨이퍼(10)의 각도 정렬불량의 방향 및 크기를 나타낸다. 해당 기술 분야의 당업자는 상기 웨이퍼 눈금선(6, 8) 및 필름 프레임 플랫폼(35a-b)의 작은 부분 또는 구역 대신에, 각각, 하나 이상의 눈금선(6, 8)의 주요 길이 또는 공간적 확장 (예를 들어, 적어도 3 ~ 5cm) 및 하나 이상의 프레임 플랫폼(35a-b)의 주요 길이 또는 공간적 확장 (예를 들어, 적어도 2 ~ 4cm)에 대한 캡처가 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인함에 있어서 정확성을 향상시키기 용이하다는 것을 이해할 것이다.

[0134]

도 10b는 도 10a에 도시된 바와 같은 정렬불량 검사 시스템(500)을 이용하여, 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확

정하는 대표적인 태양을 개략적으로 도시한 것이다. 도 10a 및 10b의 대표적인 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(misalignment system)의 이미지 캡처 디바이스(540)는 이의 정렬불량 시야(FOV_M)(550) 내에 상기 필름 프레임 플랫폼(35a)에 근접한 상기 웨이퍼(10)의 표면 영역 (예를 들어, 웨이퍼 플랫폼 또는 노치(11)에 해당하는 웨이퍼 영역이 여기에 배치될 것으로 예상됨) 중 적어도 약 20% ~ 50% (예를 들어, 약 25% ~ 33%), 및 상기 웨이퍼(10)의 영역에 근접한 상기 제1 필름 프레임 플랫폼(35a)의 길이의 대부분을 캡처할 수 있도록 구성된다. 더 작은 필름 프레임(30) (예를 들어, 12인치 또는 8인치의 웨이퍼를 운반하는 필름 프레임(30))에 있어서, 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)는 이러한 더 작은 필름 프레임의 노출된 표면 영역 중 더 넓은 부분을 캡처할 수 있다.

[0135]

다양한 구현예에서, 단일의 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)는 상기 시스템(200)이 조작할 수 있는 각각의 필름 프레임(30) 크기의 이미지를 캡처하도록 구성될 수 있다. 다른 구현예가 여러 이미지 캡처 디바이스(540)를 포함할 수 있고, 예를 들어 웨이퍼(10)의 제1 표면 영역 (예를 들어, 하부 표면 영역)과 이에 대응되는 제1 필름 프레임 플랫폼(35a)에 해당하는 제1 이미지를 캡처하기 위해 구성된 제1 이미지 캡처 디바이스(540), 및 상기 웨이퍼(10)의 또 다른 표면 영역 (예를 들어, 상부 표면 영역)과 이에 대응되는 제2 필름 프레임 플랫폼(35c)에 해당하는 제2 이미지를 캡처하기 위해 구성된 제2 이미지 캡처 디바이스(540)를 포함할 수 있다. 상기 제1 및 제2 이미지의 캡처는 동시에, 실질적으로 동시에, 또는 순차적으로 이루어질 수 있다. 상기 제1 및 제2 이미지 캡처 디바이스는 구현예의 상세한 사항에 따라서, 동일하거나 상이한 정렬불량 시야(FOV_M)(550)를 가질 수 있다.

[0136]

일 구현예에서, 상기 정렬불량 처리 유닛(510)은 웨이퍼 노치(11) 또는 웨이퍼 플랫폼의 중점에서 혹은 이와 근접한 곳에서 끝나는 수직 웨이퍼 눈금선(6)과 같은 기준 웨이퍼 눈금선(reference wafer gridline)을 확정 또는 확인할 수 있고, 이에 대응되는 기준으로서, 상기 수직 웨이퍼 눈금선(6)이 선의 일부이며 이를 지나는 가상의(virtual) 또는 수학적인 눈금선(568)으로 확장되는 기준을 생성할 수 있으며, 이는 상기 필름 프레임의 제1 플랫폼(35a)을 지나 확장된다. 상기 정렬불량 처리 유닛(510)은 추가적으로, 상기 제1 필름 프레임 플랫폼(35a)과 상기 확장된 기준 눈금선(568) 사이의 각도를 확인 또는 평가할 수 있고, 이는 상기 웨이퍼의 정렬불량 각도(θ_W)와 상관 관계가 있다. 예를 들어, 도 10b에 나타난 바와 같이, 상기 확장된 기준 눈금선(568)과 상기 제1 필름 프레임 플랫폼(35a)이 선의 일부인 이를 지나는 결정된(determined) 또는 계산된(calculated) 선의 교차점에서, 또는 이를 기초로 하여, 상기 정렬불량 처리 유닛(510)이 예각(acute angle, α_W)을 결정할 수 있다. 관련 기술 분야의 당업자는 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)가 $90^\circ - \alpha_W$ 임을 인식할 것이다. 다른 구현예가, 추가적으로 또는 대안적으로, 표준 기하학적인 및/또는 삼각함수적인 관계를 기초로 비슷한, 유사한 또는 다른 유형의 계산을 수행할 수 있고, 이는 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 방식에 의한다.

[0137]

상기 정렬불량 처리 유닛(510)은 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)를 상기 시스템 제어 유닛(1000) 및/또는 제2 조작 하위시스템(300)으로 전달하여, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)가 메모리에 저장되도록 (예를 들어, 버퍼링(buffered) 되도록) 할 수 있다. 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 필름 프레임(30)이 조작되는 것에 상응하여 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)를 수신(receive), 회수(retrieve) 또는 접근(access)할 수 있고, 상기 필름 프레임(300) 전체를 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)와 반대로 회전시켜, 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량을 (예를 들어, 프로프램 명령 실행의 조건 하에서) 수정할 수 있다.

[0138]

도 10c는 본 발명의 또 다른 구현예에 따라, 필름 프레임(30)에 대한 웨이퍼의 회전 또는 각도 배향불량/정렬불량을 확인하기 위해 구성된 정렬불량 검사 시스템(500)을 개략적으로 도시한 것이다. 일 구현예에서, 상기 도 10c의 정렬불량 검사 시스템(500)은 정렬불량 처리 유닛(510)에 결합된 이미지 캡처 디바이스(540)를, 도 10a 및 10b와 관련하여 기술한 바와 비슷한 또는 유사한 방식으로 포함한다.

[0139]

관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 검사 시스템(600) 내에서, 이미지 캡처 디바이스(640)

(예를 들어, 카메라)는 검사 시스템 시야(FOV)의 축(X_I 및 Y_I)에 해당하는 시야(FOV_I , 650)를 제공한다. 이에 상응하여, 상기 정렬불량 검사 시스템(500) 내에서, 이미지 캡처 디바이스(540)는 정렬불량 검사 시스템 시야(FOV)의 축(X_M 및 Y_M)에 대응하는 시야 FOV_M , 550)를 제공한다.

[0140]

필름 프레임(30)이, 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)에 대해 등록된 상기 필름 프레임(30)에 대하여 정렬불량이 없는(zero misalignment) (즉, 정렬불량 각도(θ_W)가 0(zero)도인) 웨이퍼(10)를 운반하는 경우, 상기 웨이퍼의 수평 및 수직 눈금선(6, 8)은 상기 정렬불량 시스템 시야(FOV)의 축(X_M 및 Y_M)에 대해 소정의 배향을 갖게 될 것이다. 예를 들어, 이러한 조건 하에서, 상기 웨이퍼의 수평 및 수직 눈금선(6, 8)은 기하학적으로 상기 정렬불량 시스템 시야(FOV)의 축(X_M 및 Y_M)과 일치하거나, 이에 평행하게 정렬된다. 유사하게, 필름 프레임(30)이 상기 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(640)에 대해 등록된 상기 필름 프레임(30)에 대하여 정렬불량이 없는(zero misalignment) 웨이퍼(10)를 운반하는 경우, 상기 웨이퍼의 수평 및 수직 눈금선(6, 8)은 상기 검사 시스템 시야(FOV)의 축(X_I 및 Y_I)에 대해 소정의 배향을 갖게 될 것이다. (예를 들어, 상기 웨이퍼의 눈금선(6, 8)은 기하학적으로 상기 검사 시스템 시야(FOV)의 축(X_I 및 Y_I)과 일치하거나, 이에 평행하게 정렬된다.

[0141]

필름 프레임(30)이 상기 필름 프레임(30)에 대한 웨이퍼의 정렬불량을 확인하기 위해 고려중인 경우, 상기 정렬 불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)는 상기 필름 프레임(30) 상에 배치된 상기 웨이퍼(10)의 하나 이상의 이미지를 캡처하고, 이에 대응되는 이미지 데이터를 산출한다. 이러한 이미지 데이터는 상기 정렬불량 처리 유닛(510)으로 전달되고, 이미지 처리 작업 (예를 들어, 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 방식에 따른 통상적인 이미지 처리 작업)을 수행하여 상기 이미지 데이터를 분석하고, 상기 정렬불량 검사 시스템의 시야(FOV)의 축(X_M 및 Y_M)에 대한 웨이퍼의 하나 이상의 수평 눈금선(6) 및/또는 웨이퍼의 하나 이상의 수직 눈금선(8)의 배향불량 또는 정렬불량에 기초하여 상기 웨이퍼의 정렬불량 각도(θ_W)를 확정한다.

[0142]

도 10d는 도 10c에 도시된 바와 같은 정렬불량 검사 시스템(500)에 의해, 필름 프레임(30)에 대한 웨이퍼의 회전 또는 각도 정렬불량의 정도를 확인하는 태양을 개략적으로 도시한 것이다. 도 10d에 나타난 바와 같이, 웨이퍼의 수평 및 수직 눈금선(6, 8)이 상기 정렬불량 검사 시스템 시야(FOV)의 축(X_M 및 Y_M)에 대해 나타내는 회전적 또는 각도적 단차(offset)의 정도가 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)를 나타내며, 상기 정렬불량 처리 유닛(510)이 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)를 상기 시스템 제어 유닛(1000) 및/또는 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 전달하여, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)가 메모리에 저장될 수 있고, 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)에 접근하여 필름 프레임(30)에 대한 상기 웨이퍼(10)의 회전 정렬불량을 보정한다.

[0143]

하기 상세히 기재된 바와 같이, 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 주어진 필름 프레임(30)을 조작하는 경우, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)에 접근하거나, (예를 들어, 메모리로부터) 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_W)를 인출할 수 있고, 상기 필름 프레임(30)을 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 상기 웨이퍼(10)의 정렬불량을 보정하기 위해 회전시킬 수 있으며, 예를 들어, 상기 웨이퍼 정렬불량의 크기가 정렬불량 각도의 임계치(θ_{W-Max})를 초과하는 경우 (즉, $\theta_W > \theta_{W-Max}$)이며, 이는 소정의(predetermined), 프로그램된(programmable), 또는 선택된(selectable) 것일 수 있다. 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량의 산업 표준 임계치는 15도이다. 그러나, 본 특허 출원인은 경험적으로 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량이 5도 이상인 경우, 교정이 필요한 것을 알 수 있었고, 이는 다이(12)가 점점 더 작게 제조되고, 웨이퍼 크기가 점점 커지기 때문이다. 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량의 결과로서 이미지 처리를 위한 전체-다이 또는 모든-다이 이미지를 캡처하는 것이 지연되고, 이로써 보다 큰 웨이퍼에 의해 운반되는 많은 수의 다이 (예를 들어, 10,000 이상의 다이, 예를 들어 20,000 내지 30,000의 다이)에 대한 검사 공정의 처리율의 저하가, 다이 크기 및 웨이퍼 크기에 의존하여 확대 또는 악화된다. 예를 들어, θ_{W-Max} 는 대략 10도, 7.5도, 5도, 또는

3도의 각도 크기를 갖도록 정의될 수 있다. 일반적으로, 상기 정렬불량 각도 임계치의 최대치는 다이의 크기 및 이에 대한 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스 시야(650)에 의존할 수 있다.

[0144]

하기 추가적으로 기재되는 바와 같이, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 필름 프레임 조작 작업에 의한 어떠한 지연(delay) 없이, 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 수정할 수 있고, 이로써 필름 프레임 조작 또는 검사 공정의 처리율을 저하시키지 않게 된다. 예를 들어, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 필름 프레임을 회전시켜, 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상으로 전송되는 동안에 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 수정할 수 있고, 상기 웨이퍼 정렬불량의 각도(Θ_W)가 0(zero), 또는 본질적으로 0(zero)인 경우의 필름 프레임(30)을 이동시키는 데 요구되는 시간과 동일한 양의 시간이 소요될 수 있다. 결과적으로, 특정 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)에 의해 검출될 수 있는 (예를 들면, 확실하게 또는 반복적으로 검출될 수 있는) 웨이퍼의 필름 프레임에 대한(wafer-to-film frame) 어떠한 회전 정렬불량은, 정렬불량 각도 임계치의 최대치($\Theta_{W\text{-max}}$)와 관계 없이, 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 전달 및/또는 작용될 수 있고, 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 검사될 모든, 혹은 본질적으로 모든 필름 프레임(30)에 대하여, 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 필름 프레임 조작 처리율 및 검사 처리율에 영향을 미치지 않고, 자동 수정할 수 있다.

[0145]

여러 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 상기 제1 및 제2 조작 하위시스템(250, 300) 중 어느 하나 혹은 둘 모두와 독립적, 별도의, 혹은 별개일 수 있다. 예를 들어, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 상기 제1 및 제2 조작 하위시스템(250, 300) 각각에 대해 별개인 장치이거나, 이를 포함할 수 있고, 또 상기 시스템(200)에 내장되고, 예를 들어 상기 시스템의 지지 구조(202)에 의해 운반될 수 있다. 대안적으로, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 상기 시스템(200)의 외부에 있거나, 이로부터 떨어져 있을 수 있고, (예를 들어, 다른 공간(room)에 있을 수 있음) 예를 들어, 상기 시스템의 지지 구조(202)로부터 떨어져 배치되고, 상기 시스템(200)이 적어도 실질적으로 독립적으로 작동하도록 구성되어 필름 프레임 캐리어(carrier) 내에 배치된 여러 필름 프레임에 대하여 이에 대응되는 웨이퍼 각도 정렬불량 방향 및 각도 정렬불량 크기를 확인할 수 있고, 이는 메모리에 저장 및/또는 상기 시스템 제어 유닛(1000) 또는 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 전달 및/또는 이에 의해 회수되어 웨이퍼 정렬불량의 수정 작업을 용이하게 할 수 있다. 특정 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 또한, 하나 이상의 필름 프레임 등록 구성(element) (예를 들어, 필름 프레임 등록 형상(34a-b)과 맞대어 결합하도록 구성된 기기적 등록 구성)을 포함할 수 있고, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)이 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량의 정도를 확인하기 전에 필름 프레임의 기기적 등록을 수행하게 된다.

[0146]

특정 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)의 일부는 상기 제2 조작 하위시스템(300), 상기 웨이퍼 테이블(620), 및/또는 상기 검사 시스템(600)의 가능한 부분 (예를 들어, 웨이퍼 테이블 어셈블리(610) 및 하나 이상의 이미지 캡처 디바이스) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블(620)로 이동되고 위치된 이후에, 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스(640)가 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 상기 웨이퍼(10)의 이미지 세트를 캡처하고, 이에 대응되는 하나 이상의 이미지 데이터 세트를 산출할 수 있다. 상기 검사 시스템(600)에 결합된 처리 유닛은 상기 이미지 데이터 세트를 분석하여, 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 배치된 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 상기 웨이퍼(10)에 대하여, 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인할 수 있다. 상기 처리 유닛은, 또한, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 상기 각도 정렬불량 임계치의 최대치($\Theta_{W\text{-max}}$)와 비교하여, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도의 크기가 상기 각도 정렬불량 임계치의 최대치를 초과하는지 여부를 확인할 수 있다. 만약 그러하다면, 상기 처리 유닛은 상기 제2 조작 하위시스템(300)에 정렬불량의 수정을 요청할 수 있고, 이는 상기 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 들어올릴 수 있으며, 상기 필름 프레임(30)에 대한 상기 웨이퍼(10)의 정렬불량을 수정 또는 정정하려는 만큼의 방향 및 각도로 상기 필름 프레임(30)을 회전시킬 수 있다. 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 이어서, 상기 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 다시 위치시킬 수 있고, 이후에 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스 시야(650)에 대한 웨이퍼의 적절한 정렬 조건 하에 필름 프레임 검사가 시작될 수 있다.

- [0147] 다른 구현예에서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)의 일부는 상기 제1 조작 하위시스템(200); 및 필름 프레임 카세트의 외부에 배치된 이미지 캡처 디바이스(540)를 포함할 수 있고, 상기 이미지 캡처 디바이스(540)는 상기 제1 조작 하위시스템(200)이 상기 필름 프레임 카세트로부터 상기 필름 프레임(30)을 인출한 이후에 상기 필름 프레임(30) 상의 웨이퍼(10) 이미지를 캡처하기 위해 구성된다. 상기 제1 조작 하위시스템(200)은 상기 필름 프레임(30)을 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540) 아래에 위치시킬 수 있고, 이는 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 상기 웨이퍼(10)의 이미지 세트를 캡처하고 이에 대응되는 이미지 데이터를 분석/처리하고 대응되는 웨이퍼의 정렬불량 각도(Θ_w)를 확인하기 위해 상기 정렬불량 처리 유닛(510)으로 전달할 수 있다. 단부 작동기(270)와 같은 상기 제1 조작 하위시스템(200)은 기기적 필름 프레임 등록 구성(282)을 포함하고, 상기 필름 프레임(30)이 상기 필름 프레임 카세트로부터 상기 필름 프레임(30)을 인출하는 것과 관련하여, 상기 제1 조작 하위시스템(200)에 대해서 기기적으로 등록될 수 있다. 상기 제1 조작 하위시스템(200)은 상기 필름 프레임(30)을 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)에 대해, 공지된 또는 소정의 위치화(positioning)에 따라 위치시킬 수 있고, 상기 필름 프레임(30)이 상기 정렬불량 검사 시스템 시야의 축(X_M 및 Y_M)에 대하여 기기적으로 등록된다.
- [0148] 또 다른 추가적인 구현예에서, 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 상기 정렬불량 검사 시스템(500)의 하나 이상의 부분을 포함 또는 구현(implement)하거나, 이에 결합(combined) 또는 효과적으로 결합될 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 조작 하위시스템(300)의 하나 이상의 부분이 여러 광학 및/또는 이미지 캡처 구성에 대하여 위치되거나, 이를 포함할 수 있다. 특정 구현예에서, 필름 프레임(30)이 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 이동된 이후에, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 필름 프레임(30)에 대응되는 웨이퍼의 정렬불량 각도(Θ_w)를 확인할 수 있다. 이어서, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 상기 필름 프레임(30)을 회전시켜 상기 웨이퍼의 정렬불량 각도(Θ_w)로 나타나는 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량(wafer-to-film frame rotational misalignment)을 수정함으로써, 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 상기 다이(12)가 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대하여 적절한 배향을 갖도록 할 수 있다. 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 또한, 상기 필름 프레임(30)을 (예를 들어, 필름 프레임의 회전과 동시에, 혹은 후속하여) 상기 웨이퍼 테이블(622)로 이동시킬 수 있다.
- [0149] *필름 프레임 등록에 의해 보조되는 이미지 처리와 전적으로 기기적인 태양의 비교(Aspects of Purely Mechanical versus Image Processing Assisted Film Frame Registration)*
- [0150] 관련 기술분야의 당업자는 또한, 만약 필름 프레임에 의해 운반되는 웨이퍼가 상기 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량이 없거나, 혹은 최소인 상태로 정확히 상기 필름 프레임 상에 장착되는 경우라면, 필름 프레임 등록 형상(34a-b)을 필름 프레임 등록 구성 또는 구조와 결합하는 방법에 의한 필름 프레임의 기기적 등록이 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대해 적절하게 정렬되도록 하는 것이고, 이에 상응하여, 상기 웨이퍼도 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대해 적절하게 또는 수용가능하게 정렬되는 것임을 인지할 것이다.
- [0151] 그러나, 웨이퍼가 본연의(originally) 필름 프레임 상에 장착되는 경우에는, 상기 웨이퍼가 상기 필름 프레임에 대해 회전적으로 잘못 정렬될 수 있다. 결과적으로, 상기 필름 프레임에 대한 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량이 존재하는 경우, 필름 프레임의 기기적 등록은 상기 웨이퍼의 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대한 회전 정렬불량을 해결하지 못하게 된다. 다시 말하면, 상기 회전 정렬불량이 존재하는 경우, 그리고 그 크기가 수용가능한 범위를 넘거나 벗어나는 경우에는, 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대한 상기 필름 프레임의 기기적 등록이 상기 웨이퍼를 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대해 적절하게 배열되도록 하는 것과 관련하여 이점을 갖지 못한다.
- [0152] 본 발명에 따른 다양한 구현예는 이미지 캡처 디바이스의 시야에 대하여 필름 프레임에 의해 운반되는 웨이퍼의 등록에 의한 광학 또는 이미지 처리를 수행하기 위해 구성되며, 이는 웨이퍼 회전 정렬불량 각도 및 이에 상응하는 웨이퍼 회전 정렬불량 방향을 확인하기 위한 이미지 처리 작업을 수반한다. 결론적으로, 기기적인 필름 프레임 등록 절차는 생략, 회피 또는 배제될 수 있다. 관련 기술 분야의 당업자 각각은 제조 절차의 제거, 예

를 들어, 필름 프레임 등록 형상(34a-b)을 하나 이상의 등록 구성과 맞대어 결합해보는 것을 수반하는 기기적 필름 프레임 등록 절차와 같은 필름 프레임 조작 절차의 제거가 시간을 절약하고, 결과적으로 처리율을 증가시킬 수 있다는 것을 인지할 것이다. 본 발명에 따른 일부 구현에는 하기 기재되는 바와 같이, 기기적 필름 프레임 등록 절차를 필수적이지 않거나 불필요한 것이 되게 한다. 이러한 구현예의 일부는 여전히 기기적 필름 프레임 등록 절차를 수행하는 반면, 여러 구현예가 기기적 필름 프레임 등록 절차를 회피하거나, 제거할 수 있다.

[0153]

도 10a 내지 10b에 도시된 바와 같은 상기 정렬불량 검사 시스템(500)의 구현예는, (이미지 캡처 및 이미지 처리 작업에 의해) 웨이퍼의 구조 또는 시각적 형상과 필름 프레임의 구조 또는 시각적 형상 사이의 각도적 관계를 분석 또는 확인함으로써 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인하도록 구성된다. 상기 구현예는, 상기 필름 프레임(30)이 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대해 기기적으로 등록되었는지 여부와 무관하게 또는 이와 독립적으로, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 정확하게 확인할 수 있다. 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스(640)에 대해 등록 또는 정렬되고 (예를 들어, 이의 일부로 설치되거나, 초기 또는 일회성 구성/설치 절차에 따름), 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 검출된 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 수정하기 위해 필름 프레임(30)을 회전시키면, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 상기 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로 직접 이동시켜, 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 다이(12)가 적절하게 정렬되어, 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대해 정확한 회전 배향 (예를 들어, 최대 검사 공정 처리율 배향)을 나타내게 된다. 그 결과로서, 상기 검사 시스템(600)은 상기 필름 프레임(30)의 검사 이전에 별도의 또는 추가적인 기기적 필름 프레임 등록의 필요로 하지 않으면서, 필름 프레임 검사 작업을 직접 또는 즉시 시작할 수 있다.

[0154]

이와 유사하게, 도 10c 내지 10d에 도시된 바와 같은 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 웨이퍼의 구조 또는 시각적 형상과 하나 이상의 정렬불량 검사 시스템 시야의 축(X_W 및 Y_W) 사이의 각도적 관계를 확인 또는 분석하는 방법에 의해 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인하도록 구성된다. 상기 구현예는 또한, 상기 필름 프레임(30)이 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대해 기기적으로 등록되었는지 여부와 관계없이, 혹은 이와 독립적으로, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 정확하게 확인할 수 있다. 상기 정렬불량 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스(540)가 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스(640)에 대해 등록 또는 정렬되고 (예를 들어, 이의 일부로 설치되거나, 초기 또는 일회성 구성/설치 절차에 따름), 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 수정하기 위해 필름 프레임(30)을 회전시킨 후, 상기 필름 프레임(30) 상의 다이(12)가 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대해 적절하게 정렬된다. 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 상기 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 직접 이동시킬 수 있고, 상기 검사 시스템(600)은 상기 필름 프레임(30)의 검사를 시작하기 전에 별도의 혹은 추가적인 기기적 필름 프레임 등록 절차를 필요로 하지 않으면서, 필름 프레임 검사 작업을 직접 또는 즉시 시작할 수 있다.

[0155]

(a) 상기 정렬불량 검사 시스템이, 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650) 및/또는 상기 시스템(200)의 다른 부분에 대해 필름 프레임(30)이 기기적으로 등록되었는지 여부와 관계없이, 혹은 이와 독립적으로, 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)에 대하여 정확하게 확인하고; (b)상기 제2 조작 하위시스템이 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 수정하기 위해, Θ_W 에 따라 (예를 들어, Θ_W 에 의해 나타나는 방향과 반대 방향, Θ_W 에 의해 나타나는 각도와 동일한 또는 본질적으로 동일한 범위만큼) 상기 필름 프레임을 회전시켜, 이로써 회전적으로 수정된 필름 프레임(30)을 제공하며; (c) 상기 제2 조작 하위시스템이 상기 회전적으로 수정된 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로 직접 이동시키는 방법에 의하여, 본 발명에 따른 구현예는 상기 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스 시야(650)에 대해 필름 프레임(30)을 효과적으로 광학 등록할 수 있다.

[0156]

상기 정렬불량 검사 시스템(500)으로부터 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 상기 필름 프레임(30)을 이동시키는 것이, 상기 제2 조작 하위시스템의 필름 프레임 회전 작업 시작 전에, 각각의 필름 프레임의 회전 배향 또는

배치를 정확하고 확실하게 유지 또는 보존하는 한, 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대한 필름 프레임(30)의 등록에 의한 상기 광학/이미지 처리가 필름 프레임의 기기적 등록 절차의 필요성을 배제할 수 있다. 하기 상세히 기재되는 바와 같이, 본 발명에 따른 상기 구현예의 방법은 필름 프레임(30)을 상기 제1 조작 하위시스템(250)으로부터 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 이동시키고 상기 정렬불량 검사 시스템(500)이 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)의 이미지 세트를 캡처하는 시점부터 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)에 기초하여 필름 프레임 회전 작업을 시작하는 시점까지, 임의의 주어진 필름 프레임(30)의 회전 배향을 정확하고 확실하게 보존하는 것을 보장하거나 목적한다.

[0157]

나아가, 여러 구현예에서, 필름 프레임의 조작 및 등록 절차(registration sequence)에 의해 보조되는 광학 또는 광학적 처리는 (a) 상기 정렬불량 검사 시스템이 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)를 검사하고, 이에 대응되는 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인하는 것; (b) 상기 정렬불량 검사 시스템(50)으로부터 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로의 필름 프레임(30)을 이동시키는 것; (c) 상기 제2 조작 하위시스템이 웨이퍼에 대한 필름 프레임 회전 정렬불량을 수정하고, 이로써 상기 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대한 상기 필름 프레임(30)의 등록으로 보조되는 광학/이미지 처리를 실행하는 것; 및 (d) 상기 제2 조작 하위시스템이, 상기 필름 프레임(30)이 필름 프레임 카세트로부터 인출되는 시점부터 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 위치하는 시점까지 추가적인 필름 프레임 조작 시간의 도입을 회피하면서, 회전적으로 수정된 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로 이동시키는 것; 각각을 수반한다. 즉, 전술한 필름 프레임 조작 및 등록 절차에 의해 보조되는 광학/이미지 처리의 (a), (b), (c) 및 (d) 각각은 필름 프레임 조작 처리율의 감소를 회피하며, 이로써 검사 공정 처리율의 감소를 회피하게 된다. 더욱이, 소정의 기기적 등록 시간을 요구하는 통상적인/전적인(conventional/ purely) 기기적 필름 프레임 등록 절차의 생략 또는 배제로 시간을 절약하며, 이에 상응하여 처리율을 증가시키게 된다. 본 발명에 따른 구현예와는 대조적으로, 종래의 시스템 및 방법은 기기적 필름 프레임 등록 절차의 배제가 바람직하거나, 가능하다는 것을 인식하지 못하였다.

[0158]

일부 구현예에서 전술한 바를 더 자세히 설명하기 위하여, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은, 상기 제1 조작 하위시스템이 상기 필름 프레임(30)을 필름 프레임 카세트로부터 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 이동시키는 것과 관련하여, 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)의 이미지를 캡처하기 위해 구성된 이미지 캡처 디바이스(540)를 포함한다. 예를 들어, 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)는, 상기 제1 조작 하위시스템 (예를 들어, 하기 기재된 바와 같이 단부 작동기(270)에 결합된 로봇식 암(260))의 일부가 필름 프레임(30)을 상기 제1 조작 하위시스템(300)으로 이동시키면서 지나가게 되는 필름 프레임 이동 경로 부분 위에 배치될 수 있고, 상기 정렬불량 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(540)가 상기 필름 프레임이 상기 이동 경로 (예를 들어, "온-더-플라이(on-the-fly)")를 지나 이동함에 따라 상기 필름 프레임(30) 상부에 장착된 상기 웨이퍼(10)의 이미지를 캡처하게 된다. 이어서, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 전술한 바와 동일한, 본질적으로 동일한, 유사한 또는 일반적으로 유사한 방식으로 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인할 수 있고, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 상기 제2 조작 하위시스템(300)에 전달할 수 있다. 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 상기 정렬불량 검사 시스템이 확인한 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)에 대한 필름 프레임의 회전 배향이 정확하고 확실하게 유지되는 방식으로 상기 필름 프레임(30)을 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 이동시킬 수 있고, 이후, 상기 제2 조작 하위시스템이 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 수정하고, 상기 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(622)로 이동시킬 수 있다. 대안적인 또 다른 구현예에서, 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 상기 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)의 회전 정렬불량을 보정하기 위해 상기 필름 프레임(30)을 회전시키도록 구성될 수 있고, 이는 단부 작동기에 의해 상기 필름 프레임(30)을 운반하는 회전 가능한 로봇식 암에 의한다.

[0159]

상기 정렬불량 검사 시스템(500)의 하나 이상의 부분의 구현예에 적용되는 기기적 필름 프레임 등록의 생략, 배제 또는 효과적인 복제에 대해 전술한 사항과 비슷한 또는 유사한 고려 사항들이 상기 제2 조작 하위시스템(300)에 결합되거나, 이에 의해 구현될 수 있고, 이로써 상기 제2 조작 하위시스템(300)이 웨이퍼 정렬불량 각도(Θ_W)를 확인할 수 있다.

- [0160] 대표적인 제1 조작 하위시스템의 태양
- [0161] 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 조작 장치 또는 디바이스에 기반한 적어도 하나의 단부 작동기(end effector)를 포함하고, 예를 들어 하나 이상의 로봇식 암(robotic arm)(260)이 대응되는 단부 작동기(270) 세트에 결합된다. 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 특정 유형의 웨이퍼 조작 작업 및 특정 유형의 필름 프레임 조작 작업을 수행하도록 구성된다. 웨이퍼 조작 작업과 관련하여, 일부 구현예에서, 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 하기 구성의 각각으로 이루어진다:
- [0162] (a) 상기 검사 시스템(600)에 의한 웨이퍼 처리 전에, 웨이퍼 캐리어/카세트 또는 다른 처리 시스템 또는 스테이션이거나 이를 포함할 수 있는 하나 이상의 웨이퍼 소스(210)로부터 웨이퍼(10)를 인출하는 단계;
- [0163] (b) 웨이퍼(10)를 웨이퍼 정렬 스테이션(400)으로 이동시키는 단계;
- [0164] (c) 초기 정렬된 웨이퍼(10)를 웨이퍼 처리 작업을 용이하게 하기 위하여 상기 웨이퍼 정렬 스테이션(400)으로부터 상기 웨이퍼 테이블(620)로 이동시키는 단계 (예를 들어, 웨이퍼(10)를 이동시키고, 상기 웨이퍼(10)를 상기 방출핀(612) 상에 위치시키며, 이어서 상기 웨이퍼(10)를 방출시키는 단계에 의함);
- [0165] (d) 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 회수하는 단계 (예를 들어, 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 상승된 웨이퍼(10)를 상기 방출핀(612)으로 캡처하고, 상기 방출핀(612)으로부터 상기 웨이퍼(10)를 제거하는 단계에 의함); 및
- [0166] (e) 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 회수된 웨이퍼(10)를 웨이퍼 캐리어 또는 카세트 또는 다른 처리 시스템 또는 스테이션과 같은 하나 이상의 후-처리(post-processing) 웨이퍼 목적지(220)로 이동시키는 단계.
- [0167]
- [0168] 필름 프레임 조작 작업과 관련하여, 일부 구현예에서, 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 하기 구성의 각각으로 이루어진다:
- [0169] (a) 상기 검사 시스템(600)에 의한 필름 프레임의 처리 전에, 필름 프레임 캐리어/카세트, 또는 다른 처리 시스템 또는 스테이션이거나 이를 포함할 수 있는 하나 이상의 필름 프레임 소스(230)로부터 필름 프레임(30)을 인출하는 단계;
- [0170] (b) 일부 구현예에서, 필름 프레임의 등록 형상(34a-b)을, 예를 들어 도 11b를 추가적으로 참조할 때, 대응 또는 상보적인 등록 형상(284a-b)을 포함하는 제1 조작 하위시스템 등록 구성(282)에 대하여, 제1 조작 하위시스템 등록 구성(282)을 운반하는 적어도 하나의 단부 작동기(270a)를 구비한 단부 작동기 세트(270a-b)에 의해, 정렬(aligning), 매칭(matching), 결합(engaging) 또는 맞댐(mating)으로써, (상기 웨이퍼 테이블(620) 및/또는 상기 검사 시스템(600)의 하나 이상의 구성에 대해 유지될 수 있는) 초기 필름 프레임의 등록 또는 정렬을 확정하는 단계;
- [0171] (b) 필름 프레임(30)을 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로 이동시키는 단계; 및
- [0172] (c) 상기 제2 조작 하위시스템(300)으로부터 필름 프레임(30)을 인수(receiving)하고, 인수된 필름 프레임(30)을 필름 프레임 캐리어 또는 카세트 또는 필름 프레임 처리 스테이션을 포함할 수 있는 하나 이상의 후-처리 필름 프레임 목적지(240)로 이동시키는 단계.
- [0173] 여러 구현예에서, 상기 검사 시스템(600)에 대한 초기 필름 프레임의 등록 또는 정렬은 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리(610)에 의해 운반되는 등록 구성에 의해 통상적인 방식으로 확정되고, 필름 프레임 등록 형상(34a-b)을 상기 등록 구성에 맞대어 결합하고, 관련 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 이해되는 방식에 의한다.
- [0174] 일 구현예에서, 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 또한, (d) 필름 프레임(30)을 상기 정렬불량 검사 시스템(500)에 대해 위치시켜, 상기 웨이퍼(10)를 운반하는 필름 프레임(30)에 대한 웨이퍼 각도 정렬불량의 크기 및 방향을 확인 또는 측정하는 것을 용이하게 하는 단계로 구성된다.

- [0175] 대표적인 제2 조작 하위시스템의 태양
- [0176] 여러 구현예에서, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 하기 웨이퍼 및 필름 프레임 조작 작업을 위해 구성된다:
- [0177] 필름 프레임의 조작에 있어서,
- [0178] (a) 상기 제1 조작 하위시스템(300)으로 필름 프레임(30)을 교환하는 단계 (즉, 필름 프레임(30)을 인수하는 단계 및 필름 프레임(30)을 이동시키는 단계); 및
- [0179] (b) 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 위치시키는 단계.
- [0180] 웨이퍼 조작에 있어서,
- [0181] (c) 비평면성의 또는 휘어진 웨이퍼(10)에 대한 진공력의 웨이퍼 테이블 인가 (및 진공력의 충분성(vacuum force sufficiency)에 대한 자동의/센서-기반의 확인)와 관련하여, 비평면성 및 휨의 결과로 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 충분하게, 완전하게, 또는 안정적으로 유지될 수 없는 웨이퍼(10) 부분에 대해 평탄력(flattening force) 또는 압력을 선택적으로 인가하는 단계; 및
- [0182] (d) 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 웨이퍼가 방출되는 동안에 웨이퍼(10)를 공간적으로 제한하고, 상기 방출은 진공력의 중지 및 가능한 에어 퍼지(air purge)의 인가, 및 임의의 방출핀의 확장에 의해 수행되는 단계.
- [0183] 특정 구현예에서, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은, 대응적인 또는 상보적인 등록 형상을 포함하는 적어도 하나의 제2 조작 하위시스템 등록 구성 (미도시)에 대하여, 필름 프레임 등록 형상(34a-b)을 정렬(aligning), 매칭(matching), 결합(engaging), 또는 맞댐(mating)으로써 상기 검사 시스템(600)의 하나 이상의 부분 또는 구성에 대한 초기 필름 프레임의 등록 또는 정렬을 확정하도록 구성되고, 이는 상기 제1 조작 하위시스템(250)과 관련하여 전술한 바와 유사한 또는 일반적으로 유사한 방식에 의한다.
- [0184] 일 구현예에서, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 추가적으로, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)에 의해 확인된 상기 필름 프레임(30) 상의 상기 웨이퍼(10)에 해당하는 회전 정렬불량 정보 (예를 들어, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도($\Theta_{\parallel}$))에 대하여, 필름 프레임(30)을 회전시키도록 구성된다. 대안적으로, 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량은 상기 검사 시스템(600)에 의해 검사/확인될 수 있다 (예를 들어, 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블(622) 상에 위치된다면 정렬불량 검사 시스템(500)이 상기 검사 시스템(600)의 일부이거나, 이에 의해 구현될 수 있음). 전술한 바와 같이, 상기 정렬불량 검사 시스템(500)은 상기 검사 시스템(600)에 해당하는 이미지 캡처 디바이스(640) 및 상기 웨이퍼 테이블(620)을 포함할 수 있고, 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 (a) 상기 정렬불량 검사 시스템(500)이 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 각도 정렬불량 방향 및 크기를 확인할 수 있도록 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 위치시키고, (b) 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 회수하고 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량을 수정하며, (c) 후속적으로, 상기 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 다시 위치시키도록 구성될 수 있다.
- [0185] 전술한 관점에서, 상기 제1 조작 하위시스템(250)은 웨이퍼(10)를 웨이퍼 방출핀 위치에 대응되는 웨이퍼 테이블 위치와 상기 웨이퍼 테이블(620)과는 다른, 혹은 그 외부의 웨이퍼 소스/목적지 사이에서 이동시키기 위한 웨이퍼 이동 인터페이스(wafer transport interface)를 제공할 수 있다. 상기 제2 조작 하위시스템(300)은 상기 제1 웨이퍼 조작 하위시스템(200) 및 상기 웨이퍼 테이블(600) 사이에서 필름 프레임(30)을 이동시키기 위한 필름 프레임 이동 인터페이스(film frame transport interface); 필름 프레임 회전 인터페이스(film frame rotation interface); 웨이퍼 평탄화 인터페이스(wafer flattening interface); 및 웨이퍼 횡방향 제한 인터페이스(wafer lateral confinement interface)를 제공할 수 있다.

- [0186] 전술한 바와 같이, 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 보정하는 것과 관련하여, 상기 제2 조작 하위 시스템(300)은 정지된 상태에서 이러한 회전 정렬불량의 수정을 수행할 필요가 없다. 이는 상기 회전 정렬불량을 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블(620)로 이동하는 중간에 수정할 수 있다. 제2 조작 하위 시스템(300) 디자인의 이러한 태양은 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량을 수정하는 동안 시간을 손실하지 않는 것을 보장한다. 또한, 이는 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 수정하기 위해 시간 손실 없이 특정 크기 및 방향으로 상기 필름 프레임(30)을 회전시키는 것을 수반하므로, 필름 프레임(30) 상에 장착된 웨이퍼(10)의 모든 검사에 있어서 구현 가능하다.
- [0187] 즉, 상기 제2 조작 하위 시스템(300)은 (a) 필름 프레임(30)에 대한 웨이퍼(10)의 회전 정렬불량과 관련한 문제점을 회피하거나 극복하는 방식으로, 예를 들어 회전 정렬불량을 수정하기 위한 공정 시간의 손실 없이, 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 위치시킬 수 있고; (b) 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 제거할 수 있으며; (c) 웨이퍼의 비평면성 또는 휨에 의해 야기되는 진공력 손실에 기인한 상기 웨이퍼 테이블(620)의 불충분한 또는 불완전한 웨이퍼 표면 영역의 유지를 극복할 수 있고; (d) 진공력이 방출 또는 중단되고 연관된 어떤 에어 퍼지(air purge)가 인가된 이후에, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 웨이퍼(10)의 원치 않는 횡방향 변위를 방지할 수 있다.
- [0188] 여러 구현예에서, 상기 제2 조작 하위 시스템(300)은 하기의 각각을 포함한다:
- [0189] 필름 프레임의 조작에 있어서:
- [0190] (a) 상기 필름 프레임(30)에 대한 웨이퍼(10)의 회전 정렬불량을 (예를 들어, 가능하게는 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량 허용치가 허용하는 최대값과 상응 또는 대응될 수 있는 정렬불량 각도의 최대 임계치 또는 허용치의 관점에서, 각도 정렬불량 방향 및 크기에 따라) 수정하기 위해 필름 프레임(30)을 자동 회전하도록 구성된 회전 보정 장치(rotation compensation apparatus); 및
- [0191] (b) 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 위치시키고, 필름 프레임을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 제거하도록 구성된, 상기 웨이퍼 테이블에 대한 필름 프레임의 위치화 및 회수 장치 ("필름 프레임-웨이퍼 테이블 위치화/회수 장치").
- [0192] 웨이퍼의 조작에 있어서:
- [0193] (a) 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의한 진공력의 인가와 관련하여, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 수직한(normal) 또는 실질적으로 수직한 (예를 들어, 상기 웨이퍼 테이블의 z축(Z_{IT})과 평행한) 방향으로 웨이퍼(10)의 일부에 힘(force) 또는 압력을 인가하도록 구성된 평탄화 장치(flattening apparatus); 및
- [0194] (b) 상기 웨이퍼에 대해 인가되는 진공력의 중지 및 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의해/이를 통한 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 대한 에어 버스트 또는 퍼지(air burst or purge)의 인가 이후에, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 웨이퍼(10)의 횡방향 변위를 적어도 실질적으로 방지하도록 구성된 제한(confinement) 또는 억제(containment) 장치.
- [0195] 일부 구현예에서, 상기 제2 조작 하위 시스템(300)은 상기 회전 보정 장치, 상기 평탄화 장치 및 상기 제한 장치의 일부로 결합, 또는 통합(integrate 또는 unify)된 다기능 조작, 이동(transport), 및/또는 선택(pick) 및 위치(place) 장치를 포함하며, 하기 상세히 기재한다.
- [0196] 대표적인 다기능 선택 및 위치 장치의 태양
- [0197] 도 12a 내지 12d는 대표적인 다기능 조작(multifunction handling, MFH) 장치, 어셈블리, 유닛 또는 스테이션(300)을 개략적으로 도시한 것이고, 이는 본 발명의 일 구현예에 따른 웨이퍼 및 필름 프레임 조작 작업을 수행

하기 위하여, 회전 보정 장치, 평탄화 장치, 제한 장치 및 필름 프레임-웨이퍼 테이블 위치화/회수 장치와 결합 또는 통합되는 방식으로 구성된다. 일 구현예에서, 상기 MFH 장치(300)는 하기의 각각을 포함한다:

- [0198] (a) 본체, 프레임 구성(frame element) 또는 하우징(302);
- [0199] (b) 상기 하우징(302)에 결합되고, (i) 필름 프레임의 주변 또는 경계 부분에 제공되는 진공력의 인가 또는 중지
에 의해 서로 다른 치수, 크기 또는 직경의 필름 프레임(30)을 선택적으로 캡처하고, 안정적으로 유지하고,
선택적으로 방출하며, (ii) 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 웨이퍼(10)의 횡방향 변위를 선택적으로 제
한 또는 방지하도록 구성된 이동 가능한 복수의 캡처 암(310);
- [0200] (c) 상기 복수의 캡처 암(310)에 결합되고, 상기 필름 프레임(30)에 대한 상기 복수의 캡처 암에 의한 진공력
또는 부압의 인가를 용이하게 제어하는 진공 구성(318) (예를 들어, 진공 연결기(linkage), 라인(line) 및/또는
밸브(valve))의 세트;
- [0201] (d) 상기 복수의 캡처 암(310)을 여러 (예를 들어, 선택적인 또는 소정의) 특정 위치로 제어 가능하게 이동 시
키거나, 필름 프레임(30) 또는 이에 의해 운반되는 웨이퍼(10)의 중점(midpoint), 중앙(center) 또는 중심
(centroid)에 대응 또는 대략적으로 대응되는 선택 및 위치의 Z축(Z_{pp})과 같은 공통축(common axis)에 대해 횡
방향(traverse)으로, 이를 향하거나, 이로부터 멀어지는 거리(distance)를 제어 가능하게 이동시키며, 상기 특
정 위치 또는 Z_{pp} 로부터 멀어지거나 이를 향하는 거리는 서로 다른 치수, 크기 또는 직경의 필름 프레임에 각각
대응될 수 있는, 상기 복수의 캡처 암(310)에 결합된 변위 연결기(displacement linkage, 334) 및 캡처 암 변
위 모터 또는 구동기(330)를 포함하는 캡처 위치화 어셈블리(320);
- [0202] (e) 상기 복수의 캡처 암(310) 각각을 선택적으로 및 동시에, 회전의 공통축, 예를 들어, 상기 선택 및 위치의
z축(Z_{pp})에 대한 공통 방향으로 회전시켜 (즉, 상기 복수의 캡처 암(310)을 전체적으로 회전시켜) 웨이퍼의 각도
정렬불량 수정 작업을 용이하게 하도록 구성된 회전 정렬 보정 모터 또는 구동기(340);
- [0203] (f) 상기 하우징(302)을 운반하도록 구성된 지지 구성 또는 암(352); 및
- [0204] (g) 상기 복수의 캡처 암(310)을 상기 웨이퍼 테이블의 z축(Z_{wt}) 및 상기 선택 및 위치의 축(Z_{pp}) 각각에 평행한
(즉, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대해 수직인 또는 실질적으로 수직인) 수직 방향을 따라, 예를 들어 상기
하우징(302)의 수직 변위에 의해 선택적으로, 또는 제어 가능하게 이동시켜 필름 프레임-웨이퍼 테이블 위치화/
회수를 용이하게 하도록 구성된 수직 변위 모터 또는 구동기(350).
- [0205] 일부 구현예에서, 상기 MFH 장치는, 도 10a 내지 10d를 참조로 전술하거나 기재한 방식에 의해 필름 프레임(30)의 이미지를 캡처하도록 구성된 정렬불량 검사 시스템 이미지 캡처 디바이스(540)에 대해 배치되거나, 이를 운반(carrying) 또는 구현(implementing)하거나, 이에 광학적으로 전달(optically communicating)하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 MFH 장치의 하우징(302)은 광학 및/또는 이미지 캡처 구성의 세트를, 즉 이미지 센서의 세트를 포함하는 이미지 캡처 디바이스(540)를 이의 하우징(302) 상에 또는 그 내부에 운반할 수 있다. 대안적으로, 상기 하우징(302)은 상기 이미지 캡처 디바이스(540)의 아래에 배치될 수 있다 (이러한 경우, 상기 하우징의 하나 이상의 부분이 하나 이상의 개구부(opening)를 포함하고, 이를 통해서 이미지 캡처를 용이하게 할 수 있다). 또 다른 대안으로, 상기 하우징(302)은 광섬유 다발에 결합 가능한 마이크로렌즈 어레이(microlens array)와 같은 광학 구성의 세트를 운반할 수 있고, 이는 상기 하우징(302)으로부터 떨어져서, 혹은 그 외부에 배치될 수 있는 이미지 캡처 디바이스 (예를 들어, 카메라)에 필름 프레임 이미지에 대응되는 광학 또는 이미지 신호를 전달하도록 구성된다. 이러한 구현예에서, 상기 광학 구성의 세트는 여러 광원(illumination source) (예를 들어, LEDs)을 포함할 수 있다.
- [0206] 도 12b는 본 발명의 일 구현예에 따른 캡처 암(310)의 일부를 개략적으로 도시한 것이다. 일 구현예에서, 각각의 캡처 암(310)은 상기 선택 및 위치의 z축(Z_{pp})에 대한 실질적인 횡방향의 평면 또는 그 방향으로 확장되는 암 구성(312) 및 상기 암 구성(312)으로부터 Z_{pp} 에 실질적으로 평행한 방향으로 돌출되거나, 이로부터 멀어지도록 확장되는 대응 종결부(terminal portion) 또는 단부(end segment)(314)를 포함한다. 각각의 암 구성(312) 및

이에 대응되는 단부(314)는 채널(channel) 또는 통로를 포함하고, 이를 통해 진공력이 전달, 제공 또는 공급되도록 구성된다. 나아가, 각각의 단부(314)는 필름 프레임의 안정적인 진공력 유지를 용이하게 하는 부드럽고 탄성적으로 변형 가능한, 또는 유연한 팁 구성(316)을 운반 또는 포함하거나, 이에 결합되며, 웨이퍼(10)의 표면 상에 근접하게 위치되는 경우, 원치 않는 공기의 침입 또는 진공 손실을 최소화하거나 무시할만한 정도로 감소시키고, 결함(defect) 또는 손상(damage)의 도입 경향성을 최소화하거나 무시할만하게 감소시킨다.

[0207]

대표적인 필름 프레임 캡처 및 방출의 태양

[0208]

도 12c는 본 발명의 일 구현예에 따른 캡처 위치 어셈블리(capture positioning assembly, 320)를 개략적으로 나타낸 것이고, 상기 복수의 캡처 암(310)이 제1 위치 또는 상기 선택 및 위치의 Z_{pp} 로부터 반경(radial distance) 거리에 제1 위치화되고, 이는 제1 필름 프레임의 직경 또는 단면 영역에 대응된다. 도 12c는 상기 캡처 위치 어셈블리(320)를 개략적으로 나타낸 것이고, 상기 복수의 캡처 암(310)이 제2 위치 또는 Z_{pp} 로부터 반경 거리에 제2 위치화되며, 이는 제2 필름 프레임의 직경 또는 단면 영역에 대응되고, 이는 상기 제1 필름 프레임의 직경 또는 단면 영역보다 더 작다.

[0209]

상기 캡처 암 위치화 모터(capture arm positioning motor, 330)는 상기 복수의 캡처 암(320)을 이들 서로와 상기 선택 및 위치의 Z_{pp} 에 대하여 선택적으로 배향시키도록 구성되고, 이로써 상기 복수의 캡처 암(320)은 여러 캡처 위치에 혹은 이에 대하여 선택적으로 배치될 수 있으며, 각각의 캡처 위치는 필름 프레임의 치수, 크기, 영역 또는 직경에 대응된다. 도 12b 내지 12c에 도시된 구현예에서, 상기 복수의 캡처 암(310)의 선택적인 위치화는 풀리(pulley, 332a-e)에 의해 이루어진다. 보다 구체적으로, 임의의 주어진 캡처 암(310a-d)이 대응되는 풀리(332a-d)에 결합되어 이의 암 구성(312a-d)이 상기 캡처 암의 대응 풀리(332a-d)의 중심축에 대해 용이하게 회전하도록 하며; 각각의 캡처 암(310a-d)에 대응되는 각각의 풀리(332a-d)는 예를 들어, 벨트(belt) 또는 밴드(band)일 수 있다. 추가적인 풀리(332e)가 상기 변위 연결기(displacement linkage, 334) 상의 장력(tension)을 조절(regulating), 제공(providing), 제어(cotrolling) 또는 선택(selecting)하기 위해 구성될 수 있다. 상기 캡처 암 위치화 모터(330)는 상기 풀리(332d) 중 어느 하나에 결합될 수 있고, 이는 구동 풀리(drive pulley, 332d)로 작용한다.

[0210]

상기 캡처 암 위치화 모터(330)에 의해 상기 구동 풀리(332d)에 인가되는 회전 운동 또는 힘(force)은 각각의 풀리(332a-e)가 상기 변위 연결기(334)에 의해 동시에, 혹은 본질적으로 동시에 정확하고 제어된 회전을 하도록 하며, 각각의 암 구성(312a-d)이 이의 대응 풀리(332a-d)의 중심축에 대하여 동시에 회전하도록 한다. 상기 모터(330)가 상기 구동 풀리(332d)를 회전시키는 방향에 따라, 상기 암 구성(312a-d)의 회전이 각각의 캡처 암의 팁 구성(314a-d)을 상기 선택 및 위치의 Z_{pp} 을 향하거나 이로부터 멀어지는 방향으로 반경 변위, 혹은 이동하게 한다. 결과적으로, 상기 복수의 캡처 암(310)에 대응되는 상기 팁 구성(314a-d)은 일괄적으로 상기 선택 및 위치의 Z_{pp} 에 대한 공통의 횡방향 평면에서, 혹은 이를 가로질러 이동(displaced 또는 translated)되며, 이는 각각의 팁 구성(314a-d)이 Z_{pp} 로부터 배치된 반경 거리의 자동 조절을 용이하게 한다. 상기 팁 구성(314a-d)이 Z_{pp} 로부터 떨어진 거리에 해당하는 구체적인 특정 반경 거리 (예를 들어, 선택가능한 혹은 소정의 거리)는 서로 다른 치수, 크기 또는 직경 (예를 들어, 더 크거나, 더 작은 직경)을 갖는 필름 프레임(30)의 캡처를 용이하게 한다. 상기 팁 구성(316)이 Z_{pp} 로부터 동일 반경으로 가까워지거나 멀어지도록 이동하는 능력은 또한, 하기 상세히 기재되는 바와 같은 웨이퍼 조작 공정과 관련하여, 웨이퍼(10) (예를 들어, 휘어진 웨이퍼(10))를 가볍게 누르거나, 잡아서 아래로 내리는 것을 용이하게 한다.

[0211]

상기 복수의 캡처 암(310)이 고려 중인 필름 프레임(30)의 크기에 대응되는 Z_{pp} 로부터의 반경 거리에 배치된 경우, 상기 복수의 캡처 암(310)은 상기 캡처 암의 팁 구성(316)이 상기 필름 프레임(30)의 주변부(peripheral portion)에 접하도록 위치될 수 있다. 이후, 진공(vacuum)이 활성화되어 진공력 또는 부압이 상기 복수의 캡처 암(310)을 통하여 상기 필름 프레임(30)의 주변부에 인가될 수 있다. 상기 복수의 캡처 암(310)은 이를 통해 인가되는 진공력에 의해 상기 필름 프레임(30)을 안정적으로 운반, 보존 또는 유지할 수 있다. 유사하게, 상기 복수의 캡처 암(310)은 이를 통해 인가되는 진공력을 중지함으로써 상기 필름 프레임(30)을 방출할 수 있다.

[0212] 다양한 구현예에서, 상기 MFH 장치(300)는 상기 제1 조작 하위시스템(250) (예를 들어, 단부 작동기(270)) 부분에 대한 위치화를 위해 구성될 수 있고, 이로써 상기 복수의 캡처 암(310)은 상기 제1 조작 하위시스템(250)으로부터 필름 프레임(30)을 캡처할 수 있다. 예를 들어, 단부 작동기(270)가 필름 프레임(30)을 캡처한 경우, 상기 단부 작동기는 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 방식에 따라 진공력 또는 부압을 상기 필름 프레임의 하부면의 주변부 상에 가한다. 상기 제1 조작 하위시스템의 단부 작동기(270)가 필름 프레임(30)을 운반하는 경우, 상기 복수의 캡처 암(310)은 상기 단부 작동기(270)의 위 및 상기 필름 프레임(30)의 표면 또는 상부 또는 최상부측 위에 위치될 수 있다. 이어서, 상기 복수의 캡처 암(310)은 상기 단부 작동기(270)에 대하여 수직으로 이동되어 (예를 들어, 상기 수직 변위 모터(350), 및/또는 상기 단부 작동기(270)에 결합된 로봇식 암(260)의 수직 변위에 의해) 상기 복수의 캡처 암의 팁 구성(316)이 상기 필름 프레임 최상부 표면의 주변부에 접하게 된다. 상기 복수의 캡처 암(310)의 이러한 수직 변위 중에, 진공이 활성화되고, 진공력 또는 부압이 상기 복수의 캡처 암을 통해 흐르게 된다. 상기 제2 조작 하위시스템(300)에 결합된 진공 센서의 세트가 상기 복수의 캡처 암(310)에 결합된 진공 라인 내부의 진공력을 자동 감시한다. 상기 복수의 캡처 암(310)이 상기 필름 프레임 상부측의 주변부에 접하게 되면, 상기 복수의 캡처 암(310)은 이를 통해 인가되는 상기 진공력에 의하여 상기 필름 프레임(30)을 안정적으로 부착 또는 캡처할 수 있다. 상기 진공 센서가 상기 진공력이 적절한 캡처 임계치를 초과하는 것으로 검출한 후에는, 상기 필름 프레임의 하부면 부분을 잡고 있던 단부 작동기(270)가 상기 필름 프레임의 하부면에 인가되던 진공력을 방출할 수 있고, 이로써 상기 필름 프레임이 상기 단부 작동기(270)로부터 방출되고 상기 필름 프레임(30)을 상기 MFH 장치(300)로 이동시키는 것이 완료된다.

[0213] 전술한 바와 유사한 방식으로, 상기 MFH 장치(300)는 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의해 운반되는 필름 프레임(30) (예를 들어, 상기 필름 프레임(30)의 하부면에 인가되는 진공력에 의해 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 보존되는 필름 프레임)을 캡처하기 위해, 상기 웨이퍼 테이블(620)에 대하여 수직으로 이동될 수 있다. 이러한 상황에서, 특정 구현예에서는, 비록 상기 웨이퍼 테이블(620)의 상기 필름 프레임(30)의 하부면에 대한 진공력의 인가가, 상기 MFH 장치(300)에 의한 상기 필름 프레임의 진공력 캡처가 완료될 때까지, 대략적으로 완료될 때까지, 혹은 거의 완료될 때까지 유지될 수 있으나, (예를 들어, 필름 프레임(30)의 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 횡방향 변위는 심지어 웨이퍼 테이블의 진공력 부재 중인 경우에도 거의 일어나지 않으므로) 상기 웨이퍼 테이블(620)은 상기 필름 프레임(30)이 상기 MFH 장치(300)로 이동하는 동안에, 상기 필름 프레임(30)에 대한 진공력의 인가를 내내 유지할 필요가 없다.

[0214] 전술한 관점에서, 상기 MFH 장치(300)가 이에 의해 캡처되거나, 안정적으로 운반되는 필름 프레임을 단부 작동기(270) 위 또는 상기 진공 테이블 표면(622)과 같은 주어진 목적지로 이동시킨다면, 상기 필름 프레임(30)이 고려 중인 상기 목적지로 이동되거나, 오프로드(offloaded)되어 방출될 수 있다. 상기 오프로드(offload) 목적지가 단부 작동기(270) 또는 상기 웨이퍼 테이블(620)인 경우, 상기 MFH 장치(300)는 상기 단부 작동기(270) 또는 웨이퍼 테이블(620)에 의해 상기 필름 프레임(30)이 안정적으로 캡처될 때까지, 상기 필름 프레임을 캡처하고 안정적으로 유지할 것이며, 이는 각각 이루어질 수 있다 (예를 들어, 상기 단부 작동기(270) 또는 웨이퍼 테이블(620) 각각에 결합된 진공 센서에 의해 관련 기술 분야의 당업자가 쉽게 이해하는 방식에 의해 결정됨.) 이후, 상기 MFH 장치(300)는 상기 오프로드(offload) 목적지로부터 벗어나도록 이동될 수 있다 (예를 들어, 상기 단부 작동기(270) 또는 상기 웨이퍼 테이블(620)에 대하여 수직으로 이동됨).

[0215] 대표적인 웨이퍼 회전 정렬불량 보정의 태안

[0216] 필름 프레임(30)이 상기 복수의 캡처 암(310)에 의해 캡처되면, 상기 회전 정렬불량 보정 모터(340)는 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 웨이퍼(10)의 회전 배향불량을 수정 또는 보정하기 위해 선택적으로 작동될 수 있다. 이러한 정렬불량의 보정은 상기 필름 프레임(30) 전체를 상기 선택 및 위치의 z축(Z_{pp})에 대하여, 정렬불량 방향 및 상기 웨이퍼(10)에 의해 결정되는 정렬불량 크기 또는 각도에 따라 회전시킴으로써 수행된다.

[0217] 도 13a는 본 발명의 일 구현예에 따라서 상기 MFH 장치(300)에 의해 운반되는 필름 프레임(30)을 개략적으로 나

타낸 것이다. 상기 필름 프레임(30)에 의해 지지되는 상기 웨이퍼(10)가 각도적으로, 정렬불량 임계치 크기의 값($\Theta_{\text{W-Max}}$) (예를 들어, 최대 허용 가능한 정렬불량 임계치, 예를 들어 프로그램 가능한, 선택 가능한, 소정의 여러 각도)을 초과하는 크기 또는 각도에 의해 상기 필름 프레임(30)에 대하여 잘못 정렬되었을 때, 상기 정렬 불량 보정 모터(340)는 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼의 정렬불량 방향과는 반대 방향으로, 상기 웨이퍼(10)에 의해 결정된 정렬불량의 크기와 대응되는, 동일한, 혹은 대략적으로 동일한 각도 범위, 호의 길이, 각도 값(number of degree)만큼 회전하도록 한다. 상기 MFH 장치(300)가 상기 회전된 필름 프레임(30)을 상기 검사 시스템의 웨이퍼 테이블(620) 상에 위치시킨 경우, 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 상기 웨이퍼(10)는 상기 검사 시스템의 이미지 캡처 디바이스(640)에 대하여 정확한(correct) 혹은 적절한 회전 정렬 (즉, 각도 정렬불량이 약 0(zero) 도)을 갖게 된다. 상기 웨이퍼의 회전 정렬불량의 수정은 이에 상응하여, 다이(12)가 상기 이미지 캡처 디바이스의 시야(650)에 대해 적절하게 배열되도록 한다.

[0218]

여러 구현예에서, 상기 MFH 장치(300)에 의한 필름 프레임의 회전은, 상기 복수의 캡처 암(310) 내 각각의 캡처 암(310)의 상기 선택 및 위치의 z축(Z_{pp})에 대한 동시, 혹은 일괄적인(collective) 회전에 의해 수행되고, 예를 들어 상기 캡처 암(310)이 결합된 상기 하우징(302)의 회전에 의해 수행된다. 일부 구현예에서, 상기 정렬불량 보정 모터(340)는 상기 하우징(302)을 회전시키도록 구성된 회전축(rotatable shaft, 342); 및 하우징의 회전의 방향 및 크기를 제어하는 것을 용이하게 하거나 실행시키도록 구성된 회전 운동 인코더(rotational motion encoder) 또는 회전 인코더(rotary encoder)를 제공 또는 포함하거나, 이에 결합되며, 이는 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 바에 의한다.

[0219]

도 13b는 본 발명의 일 구현예에 따라, 제1 정렬불량 보정 방향으로 제1 정렬불량 보정의 양(amount), 크기(magnitude), 각도 또는 각도적 경로의 길이만큼, 상기 선택 및 위치의 z축(Z_{pp})에 대해 회전된 상기 MFH 장치(310)를 개략적으로 도시한 것이고, 이로써 필름 프레임(30)에 대한 제1 웨이퍼(10a)의 제1 각도 정렬불량을 보정 또는 수정한다. 도 13c는 본 발명의 일 구현예에 따라, 상기 제1 정렬불량 보정 방향과는 반대 방향인 제2 정렬불량 보정 방향으로 제2 정렬불량 보정의 양, 크기, 각도 또는 각도적 경로의 길이만큼, Z_{pp} 에 대해 회전된 상기 MFH 장치(310)를 개략적으로 나타낸 것이고, 이로써 필름 프레임(30)에 대한 제2 웨이퍼(10b)의 제2 각도 정렬불량을 보정 또는 수정한다.

[0220]

잘못 정렬된 웨이퍼(10)를 운반하는 필름 프레임(30)이 상기 MFH 장치(300)에 의해 운반되는 경우, 상기 하우징(302)은 상기 잘못 정렬된 웨이퍼의 정렬불량 각도(Θ_{W})와 동일하거나, 대략적으로 동일한 각도만큼 상기 웨이퍼의 정렬불량의 각도 방향과는 반대 방향으로 회전하고, 이로써 상기 검사 시스템(600)의 하나 이상의 구성 (예를 들어, 이미지 캡처 디바이스, 및 이에 의해 제공되는 시야(FOV))에 대한 상기 웨이퍼의 정확한 혹은 적절한 배향을 확립하게 된다. 상기 회전된 필름 프레임(30) 및 상기 필름 프레임(30)에 의해 운반되는 결과적으로 정확하게 (재)배향된 웨이퍼(10)는 이어서 상기 검사 시스템(600)으로 이동될 수 있다. 나아가, 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 회전 정렬불량을 보정하기 위한 상기 MFH 장치(300)에 따른 필름 프레임(30)의 이러한 회전은 상기 MFH 장치가 이동하는 동안 (예를 들어, 필름 프레임 이동 중의 "온 더 플라이(on the fly)" 필름 프레임 회전) 수행될 수 있고, 예를 들어, 상기 MFH 장치(300)가 상기 필름 프레임(300)을 상기 웨이퍼 테이블(620)로 이동시키는 동안 수행될 수 있다. 즉, 상기 하우징이 도 13a에 나타난 바와 같이 상기 제1 정렬불량 보정 방향으로 상기 제1 정렬불량의 양, 크기, 각도 또는 각도적 경로의 길이에 의해 회전되는 동안, 혹은 그 이후에, 상기 제1 웨이퍼(10a)를 운반하는 상기 필름 프레임(30)이 웨이퍼 테이블(620)로 이동될 수 있고, 웨이퍼 다이의 시야(FOV)에 대한 배향 (wafer die-to-FOV orientation)이 최대 처리율인 조건 하에서 검사가 시작될 수 있다. 유사하게, 상기 하우징(302)이 도 13b에 나타난 바와 같이 상기 제2 정렬불량 보정의 방향으로, 상기 제2 정렬불량 보정의 양, 크기, 각도 또는 각도적 경로의 길이에 의해 회전되는 동안, 혹은 그 이후에, 상기 제2 웨이퍼(10b)를 운반하는 상기 필름 프레임(30)이 검사를 위해 상기 웨이퍼 테이블(620)로 이동될 수 있다.

[0221]

상기 웨이퍼 테이블(620)로 이동된 필름 프레임(30)은 상기 필름 프레임(30)에 의해 지지되는 상기 웨이퍼(10)의 각도 정렬불량을 보정 또는 수정하기 위해 회전된 것이므로, 일부 구현예에서, 필름 프레임 등록 작업이 상

기 웨이퍼 테이블(620)로부터 떨어져서, 혹은 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 벗어나서 이루어진다. (그렇지 않으면, 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의해 운반되는 임의의 필름 프레임 등록 구성이 상기 필름 프레임(30)이 회전된 각도 크기에 따라 회전되거나 재배치될 필요가 있게 된다.) 따라서, 본 발명의 여러 구현에 따라, 웨이퍼 테이블 어셈블리(610) 또는 웨이퍼 테이블(620)은 필름 프레임 등록 구성 또는 메커니즘(mechanism), 예를 들어, 상기 제1 조작 하위시스템(250)을 참조로 전송된 유형의 하나 이상의 필름 프레임 등록 구성(282)을 포함할 필요가 없고, 생략 또는 배제할 수 있다.

[0222]

나아가, 전송한 바와 같이, 일부 구현예에서 상기 MFH 장치(300)는 상기 필름 프레임 등록 절차가 부재, 생략 또는 배제 중인 경우, (a) 상기 MFH 장치에 의해 필름 프레임을 캡처하기 전, 및 (b) 상기 MFH 장치(300)가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로 직접 이동시킨 필름 프레임(30)에 대한 상기 검사 시스템의 필름 프레임 검사 작업의 개시 전에, 상기 웨이퍼 정렬불량 각도(θ_w)를 확인 및 보정할 수 있다. 결과적으로, 상기 MFH 장치(300)의 구현에는, 필름 프레임 조작 중에 상기 필름 프레임 등록 절차의 배제를 용이하게 또는 가능하게 할 수 있고, 이로써 시간을 절약하고, 처리율을 증가시키게 된다.

[0223]

대표적인 필름 프레임 이동의 태양

[0224]

다양한 구현예에서, 상기 MFH 장치(300)는 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620)로 이동시키도록 구성되며, 예를 들어 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 직접 위치(placing 또는 positioning)시키는 방법에 의한다. 일부 구현예에서, 상기 수직 변위 모터(350)는 상기 하우징(302)을 특정 또는 소정의 거리에 걸쳐, 상기 선택 및 위치의 z축(Z_{pp}) 및 상기 웨이퍼 테이블의 z축(Z_{wt}) 각각에 평행한 방향으로 수직 이동시키도록 구성되고, 이로써 상기 필름 프레임(30) 및 이의 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 직접 위치시키게 된다. 이러한 구현예에서, 상기 필름 프레임(30)의 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 배치(placement) 및/또는 상기 필름 프레임(30)의 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터의 회수(retrieval)는 웨이퍼 테이블 방출핀(612)의 사용을 수반할 필요가 없고, 생략, 회피 또는 배제할 수 있다. 상기 하우징(302)이 고려 중인 상기 필름 프레임(300)과 이격하여 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)의 근접(proximate), 인접(adjacent to), 본질적으로 상부, 또는 상부에 배치되는 경우, 진공력이 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리(620)에 의해 인가될 수 있고, 상기 필름 프레임(30) 및 이의 대응 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대하여, 혹은 그 상부에 안정적으로 결합, 캡처 또는 유지시킬 수 있으며, 이는 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 방식에 의한다. 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 상기 필름 프레임을 위치시키고, 그 상부에 상기 필름 프레임을 안정적으로 캡처하거나 유지하는 것과 관련하여, 상기 필름 프레임(30)에 인가되는 진공력이 상기 복수의 캡처 압구(310)에 의해 방출될 수 있고, 상기 수직 변위 모터(350)가 상기 하우징(302)을 이동시키거나 상승시킬 수 있으며, 이에 상응하여 상기 복수의 캡처 압구(310)를 상기 웨이퍼 테이블(622)로부터 주어진 거리만큼 멀어지도록 이동시키거나 상승시킨다.

[0225]

상기 MFH 장치(300)에 의해 보존되는 필름 프레임(30)이 상기 제1 조작 하위시스템(200)으로 이동하는 것은 전송한 바와 유사한 방식으로 수행될 수 있고, 예를 들어, 상기 제1 조작 하위시스템이 로봇식 암(260)에 결합된 단부 작동기(270)를 상기 복수의 캡처 압구(310) 아래, 또는 하부에 위치시킴으로써 수행될 수 있다. 본 명세서에 상세하게 기재된 구현예들에서 MFH 장치(300)는 z-축 변위용으로 구성되어 있으나, 본 발명에 따른 MFH 장치는 오직 z-축 운동에만 제한되지 아니한다.

[0226]

웨이퍼의 휨(warping) 또는 비평면성 교정의 대표적인 태양

[0227]

웨이퍼(10)가 휨 경우, 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에서 수행되고자 하는 다음 공정(예를 들어, 웨이퍼의 검사)은 수행될 수 없다. 수동적인 개입 없이는, 상기 웨이퍼의 검사 또는 제조 공정이 중단될 것이고, 처리율의 손실을 야기하게 된다. 본 발명에 따른 구현예는, 웨이퍼 테이블(620) 상에 위치한 웨이퍼(10)가 휘어진 것이 자동 검출된 경우, 자동 교정(corrective 또는 remedial)의 반응을 제공하며, 따라서 수동적인 개입의 필요성을 배제, 또는 본질적으로 배제하고, 이에 상응하여 휘어진 웨이퍼(10)로 인해 야기되는 검사 시스템의 중단 시간(downtime 또는 halt-time)을 배제, 또는 효과적으로 배제함으로써, 검사 처리율 (예를 들어, 예상되는 여

러 휘어진 웨이퍼(10)에 대해 하나 이상의 검사 작업을 수행한 것을 기초로 결정/계산된 평균 검사 처리율)을 증가시킨다.

[0228]

상기 제1 조작 하위시스템이 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로 이동시키는 것에 이어서, 및/또는 이와 관련하여, 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의한 (예를 들어, 하나 이상의 진공 밸브를 활성화시키는 것에 의한) 진공력의 활성화 또는 인가는, 상기 웨이퍼(10)가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 또는 이에 대하여 (예를 들어, 상기 웨이퍼(10)의 하부 면의 전체 표면 영역에 인가되는 진공력에 의해) 안정적으로 결합, 캡처 또는 유지되는 것을 용이하게 할 것으로 의도되거나 기대된다. 그러나, 웨이퍼(10)가 하나 이상의 비평면성인, 실질적으로 비평면성인, 또는 휘어진 부분을 포함하는 경우, 상기 웨이퍼(10)의 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 안정적인 유지는 (예를 들어, 휘어진 정도에 따라) 불가능할 것이다. 웨이퍼(10)의 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 안정적인(secure), 적절한(suitable), 충분한(sufficient), 또는 적합한(appropriate) 결합의 부족성은 인가되는 (예를 들어, 진공 게이지(vacuum gage)에 의해 자동 제공 또는 출력되는) 진공력 또는 부압의 크기가, 수용 가능한 진공 결합 압력(vacuum engagement pressure)의 임계치 값 (예를 들어, 프로그램 가능한, 선택 가능한, 혹은 소정의 값)의 이상 또는 이하인지 여부를 확인함으로써 나타낼 수 있다.

[0229]

본 발명에 따르면, 상기 MFH 장치(300)의 여러 구현예가 하나 이상의 진공 결합 보조(vacuum engagement assistance), 평면화(planarizing), 평탄화(flattening) 또는 탭핑(tapping) (예를 들어, 가벼운 탭핑) 압력 또는 힘을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 의해 지지되는 웨이퍼(10) 부분에 선택적으로 인가(applying 또는 delivering)하도록 구성되고, 이는 웨이퍼의 비평면성 또는 휨의 결과로서 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 안정적인, 적절한(adequate), 또는 적합한 진공 결합이 확립될 수 없기 때문이다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 진공 구성 (예를 들어, 진공 밸브)의 활성화가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 웨이퍼(10)의 안정적인 또는 적합한 진공 결합을 결과하지 못하는 지시(indication) 또는 확인(determination) (예를 들어, 프로그램 실행 명령에 의해 수행되는 자동 확인)에 대한 반응으로, 상기 MFH 장치(300)는 상기 복수의 캡처 암(310)을 상기 웨이퍼 (10)의 부분 위에 위치시킬 수 있고, 이로써 각각의 캡처 암의 팁 구성(316) 중 적어도 일부가, 고려 중인 상기 웨이퍼(10)의 노출된, 상부 또는 최상부 표면의 부분 위에 직접 위치하거나, 결합 또는 접하게 될 수 있다.

[0230]

도 14a 내지 14b는 본 발명의 일 구현예에 따라 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 상기 웨이퍼(10)의 안정적인 캡처를 용이하게 하기 위하여, MFH 장치가 캡처 암의 팁 구성(316)을 웨이퍼(10)의 부분 위에 위치시키는 것을 개략적으로 도시한 것이다. 고려 중인 웨이퍼(10)에 대하여, 상기 방법으로 캡처 암의 팁 구성(316)을 위치시키는 것은 각각의 팁 구성(316)을 상기 웨이퍼(10)의 주변 또는 외부 경계 또는 경계에 근접하게, 혹은 인접하게, 및/또는 겹치도록 배치할 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 캡처 암(310) 내에 있는 각각의 캡처 암(310)은 상기 선택 및 위치의 z축(Zpp)으로부터, 고려 중인 상기 웨이퍼(10)의 공간적 확장, 범위 또는 직경과 대략적으로 동일하거나, 이보다 약간 작은 반경 거리만큼 떨어져 위치될 수 있다. 여러 구현예에서, 상기 장치(300)는 상기 복수의 캡처 암(310)을 (a) 각각의 캡처 암의 단부 구성(314)의 중앙(center) 또는 중점(central point)을 교차하는 원이, 웨이퍼(10)의 원형 또는 실질적으로 원형인 주변 경계와 동심원인, 또는 실질적으로 동심원이고, (b) 각각의 캡처 암의 팁 구성(316)이 상기 웨이퍼(10)의 노출된 상부 또는 최상부 표면의 주변부와 직접 접할 수 있도록 배치할 수 있다.

[0231]

상기 복수의 캡처 암(310)을 웨이퍼(10)의 노출된 부분 위에 위치시키는 것은 상기 캡처 암(310) 및/또는 이에 대응되는 팁 구성(316)의 결합 보조 구조(engagement assistance configuration)를 정의할 수 있고, 이는 상기 MFH 장치(300)가 결합 보조 힘 또는 압력 (예를 들어, 하향력(downward force) 또는 압력)을 상기 웨이퍼의 특정 영역 또는 지점에, 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리의 상기 웨이퍼(10) 하부면에 대한 진공력의 인가와 동시에, 인가함에 따른 것이고, 이는 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 상기 웨이퍼(10)의 안정적인 캡처를 용이하게 또는 가능하게 한다. 구체적인 또는 상이한 웨이퍼 치수, 크기, 영역 또는 직경에 해당하는 캡처 암(310)의 공간적 위치를 정의하는 하나 이상의 결합 보조 구조(engagement assistance configuration)는 미리 정해지고 (예를 들어, 표준 웨이퍼 크기에 따라서), 메모리에 저장되고, 이로부터 인출될 수 있다.

[0232] 상기 MFH 장치(300)는 상기 복수의 캡처 암의 팁 구성(316)을 웨이퍼(10)의 노출된, 상부 또는 최상부 부분 (예를 들어, 주변 또는 외곽(outermost) 부분) 위에 (예를 들어, 특정 결합 보조 구조에 따라서) 위치시킨 후에, 상기 캡처 암의 팁 구성(316)을 상기 선택 및 위치의 z 축(Z_{pp}) 및 상기 웨이퍼의 z 축(Z_{wt}) 각각에 대해 평행한 수직 방향으로, 상기 웨이퍼 테이블(620)의 표면(624)을 향하여 (예를 들어, 상기 하우징(302)의 이동에 의해서) 이동시킬 수 있다. 상기 팁 구성(316)은 이로써 상기 웨이퍼 또는 필름 프레임의 표면 상의 특정 영역 또는 지점에 접하게 될 수 있고, 상기 웨이퍼(10)의 부분 상에 결합 보조, 평탄화 또는 평면화 힘 (예를 들어, 하향력 또는 압력)을 인가할 수 있다. 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리(620)는, MFH 장치가 상기 웨이퍼(10)에 결합 보조력(engagement assistance force)을 인가함과 동시에 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 진공력을 인가한다.

[0233] (a) 상기 웨이퍼(10)의 최상부 표면 부분에 대한 결합 보조력, 및 (b) 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 대한 진공력이 동시에 인가된 결과로서, 비평면성의 또는 휘어진 웨이퍼(10)가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 안정적으로 자동 캡처되고, 이어서 유지될 수 있다. 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 상기 웨이퍼(10)의 안정적인 캡처는 관련 기술 분야의 당업자가 이해하는 방식에 의해, 현재 진공 압력의 판독(reading), 측정 또는 값을 진공 결합 압력 임계값(vacuum engagement pressure threshold value)과 비교함으로써 나타나거나, 확인될 수 있다. 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 상기 웨이퍼(10)가 안정적으로 캡처된 후, 상기 MFH 장치(300)는 상기 복수의 캡처 암(310)을 상기 웨이퍼(10)로부터 멀어지도록 수직 이동시킬 수 있고, 예를 들어, 상기 하우징(302)을 소정의 기본(default), 또는 대기/준비 위치로 상승 또는 반환(returning) 함에 의한다.

[0234] 전술한 웨이퍼 조작 공정은 구체적으로 본 발명의 구현예에 따른 웨이퍼 테이블 구조(5)를 갖는 웨이퍼 테이블(620)에 적합하거나, 이에 의해 가능할 수 있고, 이는 상기 웨이퍼 테이블 구조(5)에 존재하는 리지(120)가 상기 웨이퍼(10)로 덮인 상기 웨이퍼 테이블의 표면 영역 부분 아래에 진공력을 가두거나, 밀봉할 수 있기 때문이다. 이러한 효과적인 진공의 밀봉은 진공의 손실을 방지하고, 강한 진공력이 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 인가 또는 적용되도록 하며, 추가로 상기 본연의 흡입력이 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 위치되는 위치에 유지되도록 한다. 상기 리지(120)가 없다면, 인가되는 진공력의 대부분이 상기 웨이퍼(10)에 의해 덮이지 않는 웨이퍼 테이블 표면 영역을 통해 손실되기 때문에 효과적인 진공력이 활성화될 수 없다.

[0235] 전술한 관점에서, 본 발명에 따른 구현예는, 비평면성의 혹은 휘어진 웨이퍼(10)가 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 자동 캡처되고, 안정적으로 유지되는 경향성을 극적으로 증가시킬 수 있다. 본 발명에 따른 구현예는 그러므로, 종래의 시스템과 관련하여 수동적 개입의 필요성을 대폭 감소시키거나, 실질적으로 배제하게 된다.

[0236] 웨이퍼의 횡방향 변위에 대한 제어/방지의 대표적인 태양

[0237] 하기 추가적으로 상세히 기재되는 바와 같이, 매우 얇은 웨이퍼(10)를 다공성 웨이퍼 테이블에 의해 조작하는 경우, 간단한(brief) 혹은 매우 간단한 에어 스퍼트(spurt), 버스트(burst), 퍼지(purge) 또는 퍼프(puff)가, 상기 웨이퍼 테이블 표면으로부터 상기 웨이퍼(10)의 방출을 용이하게 하기 위해, 상기 웨이퍼(10)에 인가된다. 이는 상기 웨이퍼(10)를 공중에 뜨게 하고, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 상기 웨이퍼(10)의 바람직하지 않은, 제어되지 않은, 혹은 예상치 못한 횡방향 변위를 야기한다. 이러한 횡방향 변위는 상기 웨이퍼(10)를 소정의 웨이퍼 로드/언로드(load/unload) 위치, 즉 단부 작동기(270)가 상기 웨이퍼를 조작하는 위치로부터 멀어지도록 (예를 들어, 실질적으로 멀어지도록) 쉽게 이동시킨다. 이는 단부 작동기(270)가 상기 웨이퍼(10)를 인출하는 것을 신뢰할 수 없도록, 혹은 예상할 수 없도록 하며, 또한 상기 단부 작동기(270)가 상기 웨이퍼(10)를 웨이퍼 카세트에 삽입하거나, 상기 웨이퍼(10)를 후속 공정 스테이션에 위치시키는 데 있어서 안전하고 확실하지 못하도록 하고, 아마도 웨이퍼 손상 또는 파손의 결과를 야기할 것이다.

[0238] 종래에 웨이퍼가 보다 두꺼운 (예를 들어, 그 표면 영역에 대해 정규화(normalized)한 것을 기반으로 함) 경우,

상기 웨이퍼를 상기 흡입력에 대해 들어 올리기 위해서 상기 웨이퍼의 아래로부터 밀어 올리는 방출핀을 사용하는 것이 가능했고, 이는 특히 상기 웨이퍼 테이블에 홈(groove)이 있는 경우였다. 그러나, 홈이 없는 경우라면, 상기 웨이퍼 테이블(620)을 통한 진공력의 인가로부터 남아있을 수 있는 잔류 진공은 별론으로 하고, 상기 웨이퍼(10) 상의 본연의 흡입력이 매우 강해질 수 있다. 이는 상기 웨이퍼(10) 하부의 진공이 배출되기가 보다 어렵다는 것을 의미한다. 나아가, 오늘날, 웨이퍼(10)는 더욱 더 얇게 가공되고 있다. 이러한 새로운 제약에 따라, 흡입력에 의해 아래로 유지되는 얇은 웨이퍼(10)를 들어올리기 위해 단순히 방출핀을 사용하는 것은 불가능하다. 이러한 방식은 얇고 연약한 웨이퍼(10)를 파손시킬 우려가 있다.

[0239]

다공성 웨이퍼 테이블은 종래에 백랩핑(backlapping) 시스템/공정에서 사용되어 왔으나, "System and Method for Handling and Aligning Component Panes such as Film Frames and Wafers"를 발명의 명칭으로 하여, 웨이퍼(10)를 조작하기 위해 사용될 수 있는 다공성 웨이퍼 테이블(620)을 포함하는, 2011년 5월 12일 출원된 싱가포르 특허 출원 201103425-3에서 기재된 바와 같은 검사 시스템 이전까지는 검사 시스템/공정에서 사용되지 아니하였다. 그러나, 이는 매우 얇은, 혹은 극도로 얇은 웨이퍼(10)를 매우 평평한, 혹은 극도로 평평한 다공성 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 방출시키되, 얇고 연약한 웨이퍼(10)가 후속하는 웨이퍼 조작 중에 확실히 손상되지 않도록 방출시키는 것에 인간의 개입이 요구될 수 있다고 개시하였다.

[0240]

본 명세서의 기재는 상기 문제점에 대한 해결책을 제공한다. 매우 얇은 웨이퍼(10)를 매우 평평한 혹은 극도로 평평한 다공성 웨이퍼 테이블(622)로부터 방출시키되, 얇고 연약한 웨이퍼(10)가 확실히 손상되지 않도록 방출시키는 것을 용이하게 하기 위하여, 정압(positive air pressure)의 순간적인 스퍼트(spurt), 버스트(burst), 퍼지(purge), 또는 퍼프(puff)가 상기 웨이퍼 테이블(620) 내 다공성 구획부 물질을 통하여 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 인가된다. 상기 정압(positive air pressure)의 인가는 상기 본연의 흡입력을 방출시키고, 상기 웨이퍼(10) 하부의 잔류 진공력을 역류시킨다. 상기 웨이퍼(10)의 표면 하부에 공기가 도입되면, 상기 웨이퍼(10)의 최상부 및 최하부 표면 사이의 기압 차이가 동등해진다. 그러나, 이는 웨이퍼 조작에 있어서 또 다른 특정 문제점을 야기하고, 이러한 문제점은 상기 웨이퍼(10)의 하부에 에어 쿠션이 생성되는 것이며, 상기 에어 쿠션이 상기 웨이퍼(10)의 하부에 균일하게 분포되지 못할 수 있어서, 공중에 뜬 웨이퍼(10)로 하여금 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대해 의도하지 않은, 예상치 못한 횡방향 이동을 야기하게 된다. 조작될 상기 웨이퍼(10)가 더 얇아수록 상기 에어 쿠션의 효과는 더욱 현저하게 나타났다.

[0241]

도 15a는 상기 본연의 흡입력과 상기 웨이퍼(10) 하부면에 인가된 진공력 또는 부압에 의하여, 다공성 진공 척의 표면(40)에 대해 균일하게 유지되는 대표적인 웨이퍼(10)를 개략적으로 나타낸 것이다. 도 15b는 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 대한 진공력이 중지되고, 에어 퍼프가 인가되어, 상기 웨이퍼(10)의 하부에 에어 쿠션(42)이 생성된 도 15a의 상기 웨이퍼(10)를 개략적으로 도시한 것이다. 상기 웨이퍼(10) 하부에 에어 쿠션(42)의 존재는 상기 웨이퍼(10)를 횡방향으로, 예상치 못하게 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 따라 미끄러지게 하고, 이는 웨이퍼의 중량(weight) 분포 및/또는 하부의 에어 쿠션(42)에 의해 상기 웨이퍼(10)에 제공되는 차등적 지지력(differential support)에 따른다. 도 15c는 도 15b의 상기 웨이퍼(10)를 개략적으로 도시한 것이고, 상기 에어 쿠션(42)의 결과로서, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 상기 웨이퍼(10)의 의도되지 않거나 예상치 못한 횡방향 변위(Δx)를 나타낸다.

[0242]

도 15d 내지 15e는 본 발명의 일 구현예에 따라 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 웨이퍼 변위를 제한 또는 억제하는 방식으로, 웨이퍼(10)에 대해 캡처 암(310) 및 캡처 암 팁(316)을 위치시키는 MFH 장치를 개략적으로 도시한 것이다. 일부 구현예에서, 웨이퍼 검사 작업 이후에, 상기 MFH 장치(300)는 상기 복수의 캡처 암(310)을 선택적으로 배치하여 상기 캡처 암(310) 및/또는 캡처 암의 팁 구성(316)이 제한 구조(confinement configuration)에 따라 위치되도록 구성되며, 상기 팁 구성(316)은 어떠한 횡방향 이동도 방지할 목적으로, 서로에 대해 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 상기 웨이퍼(10)의 표면 영역보다 아주 약간 더 큰 평면 공간의 제한 영역(planar spatial confinement area)을 정의하는 방식으로 배치된다. 수직 이동은 제한되지 않는다.

[0243]

복수의 캡처 암 팁 구성(316)이 (a) 주어진 표면 영역 A 및 두께 t 를 갖는 웨이퍼(10)에 해당하는 제한 구조에

따라 배치되고, (b) 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 접하거나, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 상기 웨이퍼의 두께 t 보다는 상당히 작은 거리만큼 이격되도록 위치되며, 각각의 팁 구성(316)은 상기 웨이퍼(10)의 주변을 아주 약간 벗어나, 상기 웨이퍼 표면 영역 A 의 외부에 위치된다. 상기 웨이퍼(10) 및 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대해 위치된 상기 팁 구성은 상기 웨이퍼(10)가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나서, 상기 공간적 제한 영역을 넘거나, 벗어나 횡방향으로 이동하는 것을 방지하거나 제한한다. 여러 제한 구조(confinement configuration)가 정의될 수 있고, 메모리에 저장되거나 이로부터 인출될 수 있다. 각각의 제한 구조는 구체적인 치수, 크기, 영역 또는 직경에 대응된다.

[0244]

대표적인 실시예와 같이, 표면적 A_w 및 직경 D_w 를 갖는 원형의, 또는 일반적인/실질적인 원형의 웨이퍼(10)에 대하여, 팁 구성의 제한 구조는 팁 구성(316)의 상호간 위치, 상기 선택 및 위치의 z 축(Z_{pp}), 및 상기 웨이퍼 표면적(A_w) 및 직경(D_w)을 정의 또는 확립할 수 있고, 이로써 (a) Z_{pp} 에 근접한 각각의 팁 구성(316)의 공통점(common point)을 교차하고, (b) 상기 웨이퍼(10)보다 약간, 아주 약간, 혹은 소폭으로(marginally) 더 큰 동심원인, 혹은 실질적으로 동심원인 원이 공간적 제한 면적(A_c) 및 이에 대응되는 공간적 제한 직경(D_c)을 정의하고, 여기서 A_c 는 A_w 보다 약간, 아주 약간, 혹은 소폭으로 더 크며, D_c 는 D_w 보다 약간, 아주 약간, 혹은 소폭으로 더 크다. 상기 웨이퍼(10) 상의 흡입력 또는 진공의 중단 또는 중지 앞서, 상기 MFH 장치(300)는 상기 팁 구성(316)을 상기 제한 구조에 따라 위치시킬 수 있고, 이로써 각각의 팁 구성(316)이 (a) 상기 웨이퍼의 표면적 A_w 를 아주 약간, 약간, 혹은 소폭으로 넘거나 벗어나고, (b) 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 아주 약간, 혹은 소폭으로 이격되어 접하게 된다. 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 인가되는 진공력의 중단 또는 중지 이후에, 상기 웨이퍼(10)가 A_c 를 넘거나 벗어나서 이동하는 것은 심지어 상기 웨이퍼(10)의 하부면에 대한 에어 퍼지의 인가 중, 혹은 그 이후에도 불가능하거나, 거의 일어나지 않게 될 것이다.

[0245]

진공력의 중지 또는 중단 및 이에 관한 에어 퍼지의 인가 (예를 들어, 거의 또는 본질적으로 진공력 중지 이후 즉시 인가됨) 이후에, 상기 캡처 암의 팁 구성(316)은 단순히 상기 제한 구조 내에 유지되고, 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 인접/근접하거나 그 상부에 위치함으로써 상기 웨이퍼(10)의 횡방향 변위가 제한 또는 방지되도록 보장한다. 소정의 시간 (예를 들어, 약 50msec ~ 250msec 또는 더 긴 시간)이 지난 이후, 및/또는 상기 방출핀(612)이 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 들어올리기 위해 활성화 될 때, 상기 캡처 암의 팁 구성(316)은 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 멀어지도록 상승될 수 있고, 예를 들어, 상기 선택 및 위치의 z 축(Z_{pp})을 따라 상기 하우징(302)을 수직 이동시킴에 의한다.

[0246]

상기 방출핀(612)이 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대해 최종 수직 위치로 들어올리면, 상기 제1 조작 하위시스템(250)이 상기 웨이퍼(10)를 캡처하여 웨이퍼 목적지(240)로 이송 또는 반송(retrieve)할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 기준 웨이퍼 로드/언로드 위치에 대해 배치된 단부 작동기(260)가 상기 방출핀(612)에 의해 지지되는 상기 웨이퍼(10)를 확실하게 캡처할 수 있고, 상기 웨이퍼(10)를 다음 웨이퍼 목적지(230), 예를 들어, 웨이퍼 카세트로 확실하게 이송할 수 있으며, 상기 웨이퍼 목적지(230)에 (예를 들어, 상기 웨이퍼 카세트 내부에), 웨이퍼가 상기 단부 작동기(260)에 대해서/그 상부에 잘못 배치됨으로써 손상될 위험이 최소인, 무시할 만한, 혹은 본질적으로 없는 상태로, 확실하게 위치시킬 수 있다.

[0247]

매우 얇은 웨이퍼는 그 하부에 정압(positive air)을 인가함으로써 예상치 못하게 이동하는 경향이 있기 때문에, 상기 공정은 구체적으로, 상기 조작 시스템이 매우 얇은 웨이퍼(10)를 이의 본연의 위치에 제한하는 가공을 수행하는 경우 적합하다.

[0248]

대안적인 일 구현예에서, 웨이퍼의 횡방향 변위를 제어 또는 방지하는 것은 정확하게 시간이 제한된 웨이퍼의 방출 및 웨이퍼 수직 이동의 공정 또는 순서에 의해 이루어지고, 상기 공정 또는 순서는 (a) 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리가 상기 웨이퍼(10)의 배면(backside)에 인가되는 진공력을 중지하고; (b) 상기 웨이퍼의 배면에 짧은 에어 퍼프를 인가하며; (c) 에어 퍼프의 인가 또는 개시에 대해 정확하게 시간이 제한된 방식으로, 상기 웨

이퍼 테이블 표면(622)으로부터 상기 웨이퍼를 들어올리기 위해 방출핀(612) 세트를 활성화 또는 확장시키는 것을 포함한다.

[0249]

도 16은 본 발명의 일 구현예에 따라, 웨이퍼 테이블 표면(622)을 지나는 웨이퍼의 의도치 않은, 예상치 못한, 제어되지 않은 변위를 제한, 제어 또는 방지하는 공정(700)의 흐름도(flow diagram)이다. 일 구현예에서, 상기 웨이퍼 상승 공정(700)은 제1 공정부(702)를 포함하고, 상기 제1 공정부는 웨이퍼 검사 작업 완료 이후 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리(610)가 상기 웨이퍼 테이블(622) 상에 대한 상기 웨이퍼(10)의 안정적인 유지를 용이하게 하기 위해 상기 웨이퍼(10)의 배면에 진공력을 인가하는 동안에, 상기 웨이퍼 테이블(620)을 소정의(predetermined), 기준(reference) 또는 기본(default) 웨이퍼 로드/언로드 위치에 위치시키는 것을 포함한다.

[0250]

상기 공정(700)은 추가적으로 제2 공정부(704)를 포함하고, 상기 제2 공정부는 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리의 상기 웨이퍼(10) 배면에 대한 진공력 인가의 중지를 포함하고, 제3 공정부(706)가 즉시, 본질적으로 즉시, 또는 거의 즉시 이에 후속하며, 상기 제3 공정부는 상기 웨이퍼 테이블 어셈블리가 에어 퍼프 개시 시점(air puff onset time)부터 에어 퍼프 중지 시점(air puff cessation time)까지 상기 웨이퍼의 배면에 에어 퍼프를 인가하는 것을 포함하며, 그 차이는 에어 퍼프의 주기(air puff duration)에 의해 정의될 수 있다. 상기 에어 퍼프의 주기는 예를 들어, 약 500msec 이하 (예를 들어, 약 250 msec 이하)일 수 있다. 상기 웨이퍼(10)의 배면에 대한 상기 에어 퍼프의 인가로 인하여, 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대해 유지시킬 수 있는 상기 웨이퍼(10) 하부의 진공력이 배출되고, 상기 웨이퍼 상의 본연의 흡입력도 배출된다.

[0251]

상기 공정(700)은 제4 공정부(708)를 더 포함하고, 상기 제4 공정부는 상기 에어 퍼프가 개시되고 상기 방출핀(612)을 상기 웨이퍼 테이블의 z축(Z_{wt})에 평행한 수직 방향으로 위로 이동시키거나 활성화시키기 전에, 매우 짧은 방출핀 활성화 지연 시간(ejector pin activation delay time)을 기다리는 것을 포함한다. 상기 방출핀 활성화 지연 시간은 일반적으로 매우 짧다. 예를 들어, 상기 방출핀 활성화 지연 시간은 상기 에어 퍼프 개시 시점 이후 약 5 내지 50msec (예를 들어, 약 10 내지 25msec)일 수 있고, 또는 실험적으로 결정될 수 있는 적절한 지연 시간일 수 있다. 상기 방출핀 활성화 지연 시간이 경과된 즉시, 혹은 본질적으로 즉시, 제5 공정부(710)가 상기 방출핀(612)을 위로 상승 또는 활성화하여 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(600)으로부터 상승시키는 것을 포함하고, 제6 공정부(712)가 상기 에어 퍼프 개시 시점 (즉, 상기 에어 퍼프가 상기 웨이퍼의 배면에 처음으로 인가된 시점)에 대한 매우 짧은 방출핀 활성화 지연 시간의 결과로서, 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 최소의, 혹은 무시할만한 횡방향 변위와 함께 들어올리는 것을 포함한다. 마지막으로, 제7 공정부(714)가 상기 단부 작동기(270)를 사용하여, 상기 웨이퍼(10)를 상기 방출핀(612)으로부터 확실하게 회수하는 것을 포함한다.

[0252]

상기 에어 퍼프 개시 시점에 대한 상기 방출핀 활성화 지연 시간이 정확하게 또는 고도로 제어됨으로써, 상기 방출핀(612)은 상기 에어 퍼프 주기의 개시(initial portion) 동안에 상기 웨이퍼(10)의 배면에 접하게 되고, 상기 에어 퍼프에 대한 반응으로 상기 웨이퍼(10)가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 방출됨과 본질적으로 또는 실질적으로 동시에, 혹은 본질적으로 또는 실질적으로 그 이후에 즉시, 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 들어올리거나 상승시키게 된다. 상기 방출핀(316)은 상기 에어 퍼프 개시 시점 이후 매우 짧고, 잘 제어된, 예측 가능한, 또는 정확하게 시간 제어된 인터벌(interval) 이후에, 활성화 또는 상승되어 상기 웨이퍼(10)의 배면에 결합되기 때문에, 상기 방출핀(612)에 의한 상기 웨이퍼(10)의 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터의 상승 이전에, 상기 웨이퍼(10)의 어떠한 횡방향 이동도 수용 가능할 정도로 작거나, 최소이거나, 무시할만한 것으로 예상된다. 전술한 바와 유사한 또는 동일한 방식으로, 상기 기준 웨이퍼 로드/언로드 위치에 대해 배치된 단부 작동기(260)가 상기 방출핀(612)에 의해 지지되는 상기 웨이퍼(10)를 확실하게 캡처할 수 있고, 상기 웨이퍼(10)를 다음 웨이퍼 목적지(230)로 확실하게 이송할 수 있으며, 상기 단부 작동기(260)에 대해 웨이퍼가 잘못 배치됨으로써 야기되는 웨이퍼의 손상의 위험이 최소인, 무시할만한, 또는 본질적으로 없는 상태로 상기 웨이퍼 목적지(230)에 대해 확실하게 위치시킬 수 있다.

[0253] 특정 구현예에서, 서로 다른 치수, 크기, 영역 또는 직경의 웨이퍼(10)는 예상되는 최적의 방출핀 활성화 지연 시간이 서로 다를 수 있다. 서로 다른 웨이퍼 크기에 대응되는 예상 최적 방출핀 활성화 지연 시간의 차이는 실험 또는 과거의 결과에 기초하여 결정될 수 있고, 상기 제어 유닛(1000)에 의해 자동 인출되도록 메모리 또는 컴퓨터 판독 가능한 매개체에 저장될 수 있으며, 이로써 적절한 방출핀 활성화 지연 시간이 검사될 웨이퍼의 현재 크기에 따라 선택된다.

[0254] 대표적인 웨이퍼 조작 공정의 태양

[0255] 도 17은 보 발명의 일 구현예에 따른 대표적인 웨이퍼 조작 공정(800)의 흐름도이다. 상기 웨이퍼 조작 공정(800)은 제어기(controller) 또는 제어 유닛(1000) (예를 들어, 컴퓨터 시스템, 컴퓨터 디바이스(computing device), 또는 내장형 시스템(embedded system)에 의해, (예를 들어, 컴퓨터 판독 가능한 매개체, 예를 들어 고정된 혹은 제거 가능한 RAM 또는 ROM, 하드디스크 드라이브, 광학 디스크 드라이브, 등등에 저장된) 프로그램 명령을 실행함으로써 감독 또는 제어될 수 있다. 상기 저장된 프로그램 명령의 실행은 웨이퍼(10)가 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 안정적으로 유지되는지 여부를 확인하는 것을 포함하고, 메모리 또는 컴퓨터 판독 가능한 데이터 저장 매개체로부터 진공력 결합 임계치 값(vacuum force engagement threshold value)과, 가능하다면, 캡처 제한 구조의 파라미터(confinement capture configuration parameter)를 인출하는 것을 포함한다.

[0256] 일 구현예에서, 상기 웨이퍼 조작 공정(800)은 단부 작동기(270)를 사용하여 웨이퍼(10)를 웨이퍼 카세트로부터 인출하는 것을 포함하는 제1 공정부(802); 상기 웨이퍼(10)를 사전 정렬하는 것을 포함하는 제2 공정부(804); 및 상기 웨이퍼 테이블(620)이 기준 웨이퍼 로드/언로드 위치에 위치되었을 때 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블(620)로 이송하는 것을 포함하는 제3 공정부(806)를 포함한다. 제4 공정부(808)는 상기 웨이퍼(10)의 배면에 진공력을 인가하는 것을 포함하고, 제5 공정부(810)는 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의한 상기 웨이퍼(10)의 안정적인 유지가 확립되었는지 확인하는 것을 포함한다. 이러한 확인은 현재의 진공 또는 흡입력 기록(reading), 또는 진공 또는 흡입력 누출(leakage)의 기록을 진공력 결합 값의 임계치와 비교하는 것을 포함하고, 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 방식에 의한다.

[0257] 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의한 상기 웨이퍼(10)의 안정적 유지가 주어진 시간 (예를 들어, 약 0.5 ~ 2.0초) 내에 확립되지 못할 경우, 제6 공정부(812)는 상기 웨이퍼(10)가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 유지되는 동안 상기 MFH 장치의 캡처 암 구성의 팁(316)을 상기 웨이퍼(10)의 주변부 위에 위치시키는 것을 포함하고, 제7 공정부(814)는 상기 웨이퍼 테이블(620) 상의 상기 웨이퍼(10)의 안정적인 캡처 또는 유지를 확립하기 위해, 상기 웨이퍼 테이블(620)이 상기 웨이퍼(10)의 배면에 진공력을 지속적으로 인가하는 동안, 상기 MFH 장치(300)를 사용하여 상기 웨이퍼(10)의 주변부 상에 하향력(downward force)을 인가하는 것을 포함한다. 특정 구현예에서, 공정부(810, 812 및 814)는 첫 번째 시도에서 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 상기 웨이퍼(10)의 안정적인 유지의 확립이 성공적이지 않은 경우, 가능하게는 상기 캡처 암의 팁 구성(316)의 회전 배향이 별개인 또는 서로 다른 상태로, 여러 번 반복될 수 있다. 상기 제6 및 제7 공정부(812, 814)와 연관된 상기 웨이퍼(10)의 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 대한 안정적 유지의 확립은, 관련 기술 분야의 당업자에 의해 이해되는 바에 따라, 현재의 진공력 기록 또는 진공력 누출 기록을 진공력 결합 값의 임계치와 자동 비교함으로써 결정될 수 있다.

[0258] 상기 제7 공정부(814) 이후에, 또는 MFH 장치의 도움 없이 상기 웨이퍼(10)가 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상에 안정적으로 진공 결합된 경우인 상기 제5 공정부(810) 이후에, 제8 공정부(816)가 상기 웨이퍼(10)를 검사하는 것을 포함한다. 웨이퍼의 검사가 완료되면, 제9 공정부(818)가 상기 웨이퍼 테이블(620)을 상기 웨이퍼 로드/언로드 위치에 배치하는 것을 포함한다.

[0259] 제10 공정부(820)는 상기 웨이퍼(10)에 상기 MFH 장치(300)를 이용해 제한 또는 방지되어야 할 원치 않는 횡방향 변위가 있는지 여부를 확인하는 것을 포함한다. 만약 있다면, 제11 공정부(822)가 MFH 장치의 캡처 암 팁 구성(316)을 상기 웨이퍼의 직경과 관련하여 적합한 웨이퍼 제한 구조에 위치시키는 것을 포함하고, 제12 공정

부(824)가 상기 팁 구성(316)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 상기 제한 구조에 배치하여 상기 웨이퍼 주변이 상기 제한 구조에 의해 정의되는 상기 캡처 제한 영역(A_c) 내에 있게 된다. 제13 공정부(626)는 상기 웨이퍼(10)의 배면에 대한 상기 웨이퍼 테이블의 진공력 인가를 종결하고, 상기 웨이퍼의 배면에 에어 퍼프를 인가하는 것을 포함하며, 제14 공정부(628)는 상승한 방출핀(612)이 상기 웨이퍼(10)에 결합되어 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 멀어지게 할 때까지 상기 캡처 암의 팁 구성(316)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상의 상기 제한 구조 내에 유지시키는 것을 포함한다. 상기 캡처 암의 팁 구성(316)이 상기 제한 구조 내에 유지되고 상기 웨이퍼 테이블 표면(316)에 접하는 동안, 상기 웨이퍼(10)가 상기 제한 영역(A_c)을 넘어 횡방향으로 이동하는 것이 방지되며, 따라서, 상기 웨이퍼(10)가 소정의 웨이퍼 인출 위치에, 혹은 대략적으로 그 위치에 존재하여, 단부 작동기(270)에 의한 후속적인 확실한 손상-방지(damage-free) 웨이퍼 조작을 용이하게 한다.

[0260]

상기 방출핀(612)이 상기 웨이퍼(10)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 멀어지도록 들어올리기 시작하면, 제15 공정부(830)가 상기 MFH 장치(300)를 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 멀어지도록 이동시키는 것(예를 들어, 상기 MFH 장치의 하우징(302)을 수직 이동시키는 것)을 포함하며; 최종 공정부(840)가 상기 단부 작동기(270)를 이용하여 상기 웨이퍼(10)를 상기 방출핀(612)으로부터 인출하고 상기 웨이퍼 카세트에 상기 웨이퍼를 반환하는 것을 포함한다.

[0261]

대표적인 필름 프레임 조작 공정의 태양

[0262]

도 18은 본 발명의 일 구현예에 따른 대표적인 필름 프레임 조작 공정(900)의 흐름도이다. 전술한 바와 유사한 방식으로, 필름 프레임 조작 공정(900)은 (예를 들어, 고정되거나 제거 가능한 임의처리메모리(RAM), 판독전용 기억장치(ROM), 하드 디스크 드라이브, 광학 디스크 드라이브 등과 같은 컴퓨터 판독 가능한 매개체에 저장된) 프로그램 명령을 실행함으로써, 상기 제어 유닛(1000)에 의해 감독 또는 제어된다. 상기 저장된 프로그램 명령의 실행은 메모리로부터 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량 임계치의 최대값을 인출하는 것; 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량의 정도 또는 크기가 정렬불량 임계치의 최대값의 미만 또는 이상인지 여부를 확인하는 것; 및 고려 중인 필름 프레임 크기에 대응하는 MFH 장치의 캡처 암 세트의 위치를 메모리로부터 인출하는 것을 포함한다.

[0263]

일 구현예에서, 상기 필름 프레임 조작 공정(900)은 제1 공정부(902)를 포함하고, 상기 제1 공정부는 단부 작동기(270)를 사용하여 필름 프레임(30)을 필름 프레임 카세트로부터 인출하는 것을 포함하며, 상기 필름 프레임의 하부면, 배면 또는 최하부 표면의 주변부에 진공력을 인가한다. 필름 프레임 조작 공정(900)의 일부 구현예는 제2 공정부(904)를 포함할 수 있고, 상기 제2 공정부는 필름 프레임 정렬 형상을 필름 프레임 등록 구성(282)의 세트와 맞대어 결합하는 기기적 필름 프레임 등록 절차를 포함한다. 예를 들어, 등록 구성(282)은 상기 단부 작동기(270), 상기 MFH 장치(300)의 일부, 정렬불량 검사 시스템(500)의 일부, 또는 상기 웨이퍼 테이블(620)의 일부에 의해 운반될 수 있다.

[0264]

전술한 바와 같이, 여러 구현예에서, 상기 기기적 필름 프레임 등록 절차는 (필름 프레임 등록 절차에 기반한 광학 또는 이미지 처리의 관점에서) 회피되거나, 생략되거나, 배제되거나, 삭제될 수 있고, 이로써 통상적인 필름 프레임 조작 작업 또는 절차를 회피 또는 제거하고, 시간을 절약하며, 처리율을 증가시키게 된다. 결과적으로, 구현예의 상세 사항에 따라, 상기 제2 공정부(904)가 생략 또는 제거되거나, 상기 제2 공정부(904)가 상기 정렬불량 검사 시스템(500) 및 상기 MFH(300)에 의해 수행되는 광학 필름 프레임 등록 절차의 관점에서 선택될 수 있다.

[0265]

제3 공정부(906)는 상기 정렬불량 검사 시스템(500)을 이용하여 웨이퍼의 상기 필름 프레임(30)에 대한 정렬불량의 각도 또는 회전 방향 및 크기를 결정하는 것을 포함한다. 전술한 바와 같이, 구현예의 상세 사항에 따라, 웨이퍼의 상기 필름 프레임(30)에 대한 각도 정렬불량을 확인하는 것은 (a) 상기 시스템(200)의 외부에서, 혹은 이로부터 이격되어, 상기 제1 공정부(902)와 연관된 상기 단부 작동기(270)에 의해 상기 필름 프레임(30)에 인

출되기 전; 또는 (b) 상기 단부 작동기(270)에 의해 상기 필름 프레임(30)이 인출된 이후의 어떠한 시점, 단, 상기 검사 시스템(600)에 의해 필름 프레임의 검사가 시작되기 전에 수행될 수 있다.

[0266]

제4 공정부(908)는 상기 필름 프레임(30)을 상기 MFH 장치(300) 아래에 위치시키는 것을 포함하고, 예를 들어 MFH 장치의 캡처 암 회전의 공통축(common axis), 예를 들어 상기 선택 및 위치의 z 축(Z_{pp})이 상기 필름 프레임(30)의 중심(center) 또는 대략적인 중심과 일치하거나, 이를 관통하여 확장되도록 위치시킨다. 제5 공정부(910)는 상기 MFH 장치의 캡처 암의 팁 구성(316)을 상기 필름 프레임의 상부 또는 최상부 표면의 주변부에 위치시키고, 상기 캡처 암(310)을 통하여 진공력을 인가함으로써 상기 MFH 장치(300)가 상기 필름 프레임(30)을 안정적으로 캡처하는 것을 포함한다. 제6 공정부(912)는 상기 필름 프레임의 하부면의 주변부에 인가되는 상기 단부 작동기의 진공력을 종결하거나 배출하고, 상기 단부 작동기(270)을 상기 MFH 장치(300)로부터 이격시키는 것을 포함한다.

[0267]

제7 공정부(914)는 상기 제3 공정부(906)와 관련하여 확인된 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량이 상기 정렬불량 임계치의 최대값을 초과하거나, 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량이 검출 또는 확인된 경우, 상기 MFH 장치를 이용하여 상기 필름 프레임(30)을 회전시키는 것 (예를 들어, 전술한 캡처 암 회전의 공통축에 대해 상기 캡처 암(310)을 동시에 회전시키는 것)을 포함한다. 이러한 회전은 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량을 수정하는 방향 및 각도, 즉, 상기 웨이퍼의 필름 프레임에 대한 정렬불량과 역으로 수행된다.

[0268]

제8 공정부(916)는 상기 웨이퍼 테이블(620)을 필름 프레임 로드/언로드 위치로 이동시키는 것을 포함하고, 이는 상기 제7 공정부(914)와 동시에 수행될 수 있으며, 이로써 시간을 절약하고 처리율을 증가시키게 된다. 제9 공정부(918)는 상기 MFH 장치(300)를 이용하여, 예를 들어 상기 MFH 장치의 하우징(302)을 수직 이동시킴으로써 상기 필름 프레임(30)을 상기 웨이퍼 테이블(620) 상에 위치시키는 것을 포함한다. 상기 제9 공정부(918)는 상기 MFH 장치의 하우징(302)을 소정의 거리만큼 이동시키는 것, 및/또는 상기 웨이퍼 테이블(620)을 이용하여 상기 필름 프레임(30)의 하부면에 진공력을 인가하는 것에 관한 제10 공정부(920)와 관련하여, 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의해 안정적으로 캡처되었는지 여부를 확인하는 것을 포함한다. 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블(620)에 의해 안정적으로 캡처되면, 상기 제10 공정부(920)는 상기 캡처 암(310)을 통해 상기 필름 프레임(30)의 최상부 표면에 인가되는 진공력의 인가를 종결하는 것과 상기 MFH 장치(300)를 상기 웨이퍼 테이블(620)으로부터 이격되도록 이동하는 것을 더 포함하고, 이로써 후속하는 필름 프레임 검사를 가능하게 한다. 구체적인 구현예에서, 상기 제9 공정부(918)은 추가적으로, 또는 대안적으로, 상기 캡처 암의 팁 구성(316)이 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)에 접할 때까지 상기 하우징(302)을 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)을 향하도록 이동시키는 단계를 포함하고, 이는 센서(예를 들어, 광학 센서)의 세트에 의해 확인될 수 있다.

[0269]

제11 공정부(922)는 상기 필름 프레임(30)을 검사하는 것을 포함하고, 제12 공정부(924)는 상기 웨이퍼 테이블(620)을 상기 필름 프레임 로드/언로드 위치에 배치하는 것을 포함한다. 제13 공정부(926)는 상기 MFH 장치의 캡처 암의 팁 구성(316)을 상기 필름 프레임의 최상부 측의 주변부 상에 위치시키고, 상기 필름 프레임(30)이 상기 웨이퍼 테이블 표면(622) 상부에 유지되는 (예를 들어, 안정적으로 보존되는) 동안에 상기 필름 프레임(30)을 캡처하기 위해 상기 필름 프레임(30)의 최상부 측에 진공력을 인가하는 것을 포함한다. 제14 공정부(928)는 상기 필름 프레임의 하부에 대한 상기 웨이퍼 테이블의 진공력 인가를 중단(discontinuing)시켜, 상기 MFH 장치가 상기 웨이퍼 테이블(620)로부터 상기 필름 프레임(30)을 캡처하고 제거할 수 있도록 하는 것을 포함한다.

[0270]

제15 공정부(930)는 상기 필름 프레임을 안정적으로 유지시키는 상기 MFH 장치(300)를 상기 웨이퍼 테이블 표면(622)으로부터 이격되도록 이동시키는 것을 포함하고, 예를 들어, 상기 MFH 장치의 하우징(302)을 수직 이동시키는 것에 의한다. 제16 공정부(932)는 상기 단부 작동기(270)를 상기 MFH 장치(300) 하부에 위치시키는 것을 포함하고, 제17 공정부(934)는 상기 단부 작동기(270)를 이용하여 상기 단부 작동기(270)를 통한 진공력의 인가로 상기 필름 프레임의 배면 주변부를 캡처하는 것을 포함하고, 이로써 상기 필름 프레임(30)이 상기 단부 작동

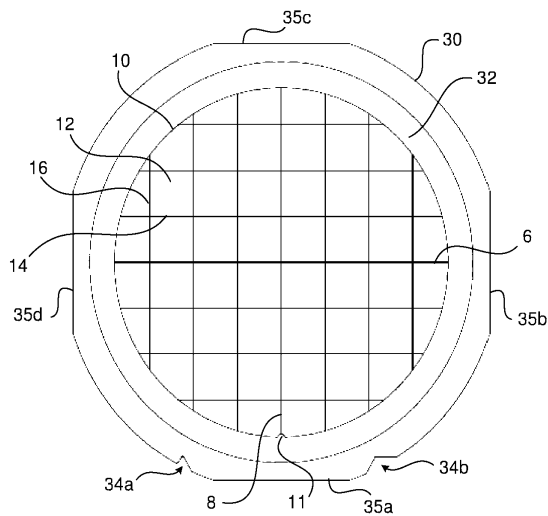
기(270) (및 동시에 상기 MFH 장치(300))에 의해 안정적으로 유지된다. 제18 공정부(936)는 상기 MFH 장치(300)에 의해 상기 필름 프레임의 주변부에 인가되는 진공력을 중단시키는 것을 포함하고, 이로써 상기 필름 프레임(30)이 상기 MFH 장치(300)로부터 방출된다. 최종적으로, 제19 공정부(938)는 상기 MFH 장치(300)에 대하여 상기 단부 작동기(270)를 하강시키고, 상기 단부 작동기(270)를 이용하여 상기 필름 프레임(30)을 상기 필름 프레임 카세트에 다시 이동시키는 것을 포함한다.

[0271]

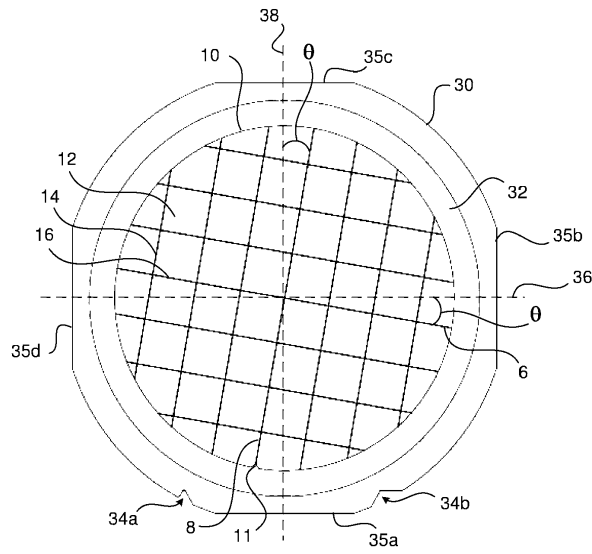
본 발명에 개시된 다양한 구현예의 태양 중 적어도 일 태양은, 웨이퍼 및/또는 필름 프레임을 조작하기 위한 기존의 시스템 및 방법과 관련된 문제점, 한계 및/또는 단점을 해결한다. 본 발명에 따른 여러 구현예의 태양들은 웨이퍼 및/또는 필름 프레임을 조작하기 위한 기존의 시스템 및 방법과 관련하여 전술된 각각의 문제점, 한계, 및/또는 단점을 해결한다. 나아가, 본 발명에 따른 여러 구현예는 웨이퍼 및/또는 필름 프레임의 조작을, 종래의 시스템 및 방법이 수행하지 않거나, 할 수 없었던 하나 이상의 방식으로, 개선하며, 예를 들어 특정 조작 작업 또는 절차를 배제하여 처리율을 향상시킨다. 본 명세서에 기재된 특징, 태양 및/또는 이점이 특정 구현예와 관련된 한편, 다른 구현예가 또한 이러한 특징, 태양, 및/또는 이점을 나타낼 수 있고, 본 발명의 범위 내에서 모든 구현예가 필수적으로 이러한 특징, 태양, 및/또는 이점을 나타내야하는 것은 아니다. 기술 분야의 당업자에 의해 전술된 시스템, 구성, 공정 또는 이들의 대안 사항들이 이해될 것이고, 바람직하게는 다른 시스템, 구성, 공정, 및/또는 응용 분야에 조합될 수 있다. 추가로, 다양한 개질(modification), 대체(alteration), 및/또는 개선이 본 발명의 범위 내에서 기술 분야의 당업자에 의해 다양한 구현예로서 나타날 수 있다.

도면

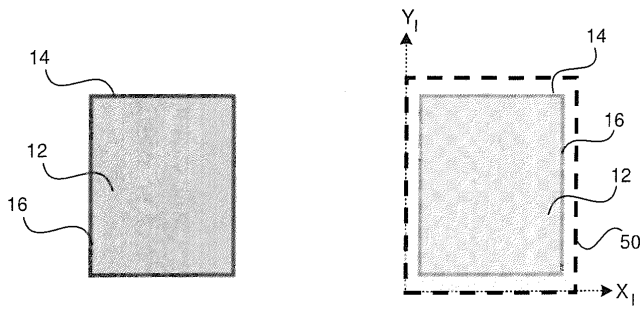
도면1a



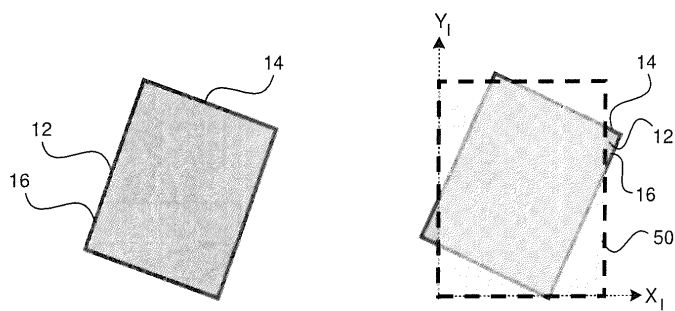
도면1b



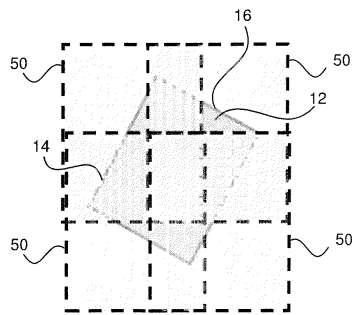
도면2a



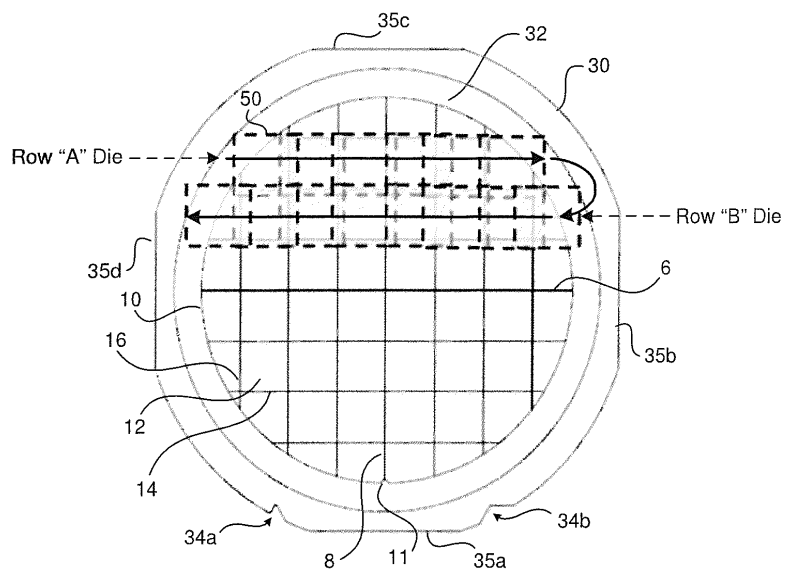
도면2b



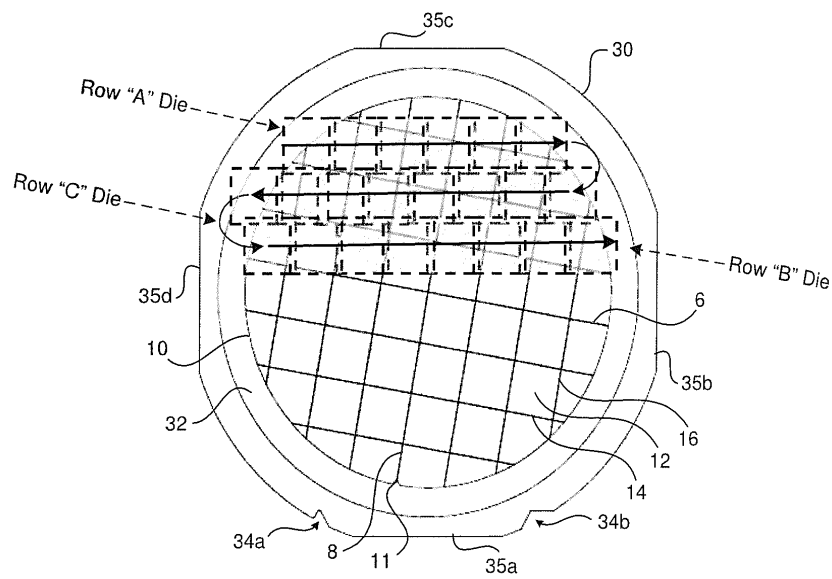
도면2c



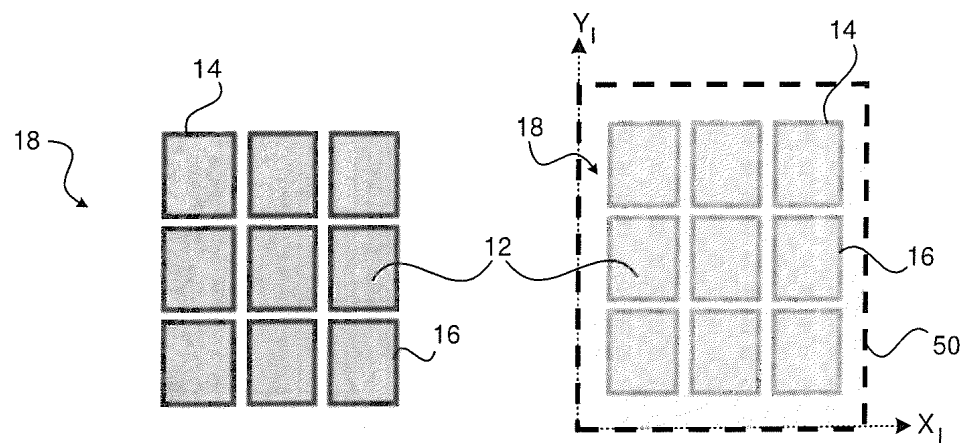
도면2d



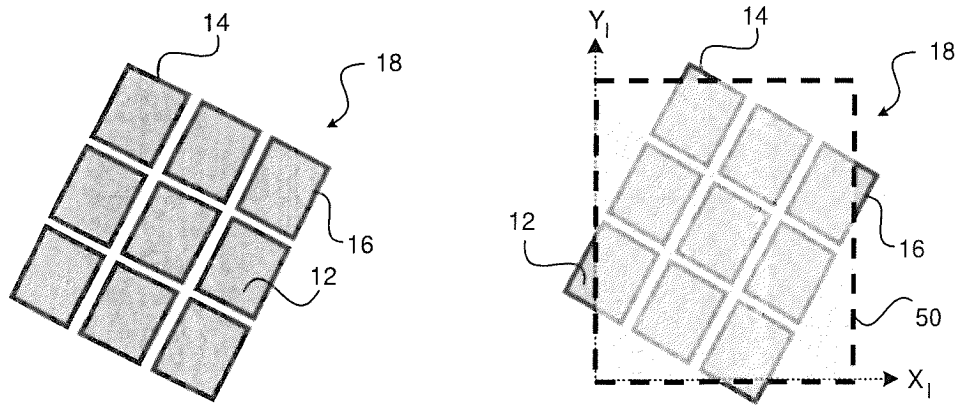
도면2e



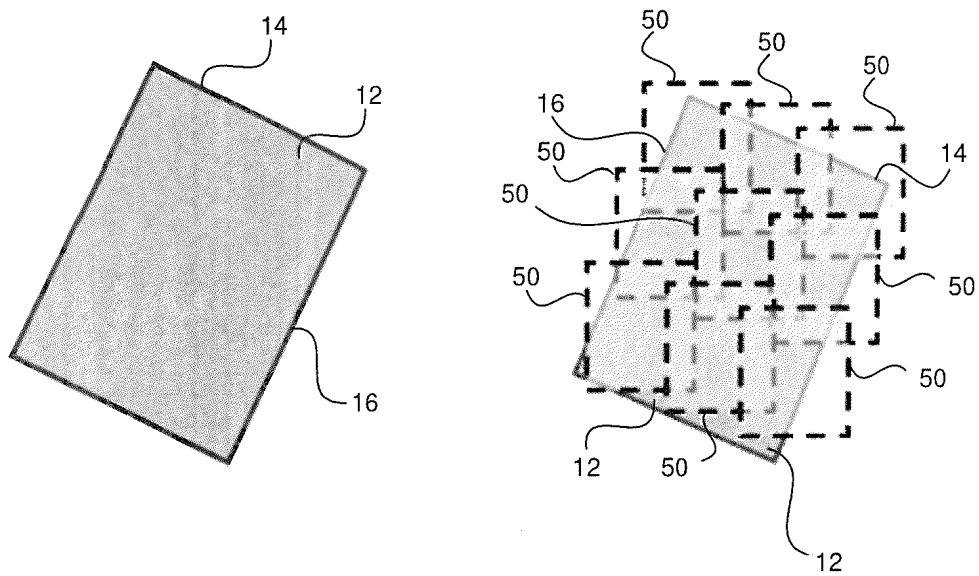
도면2f



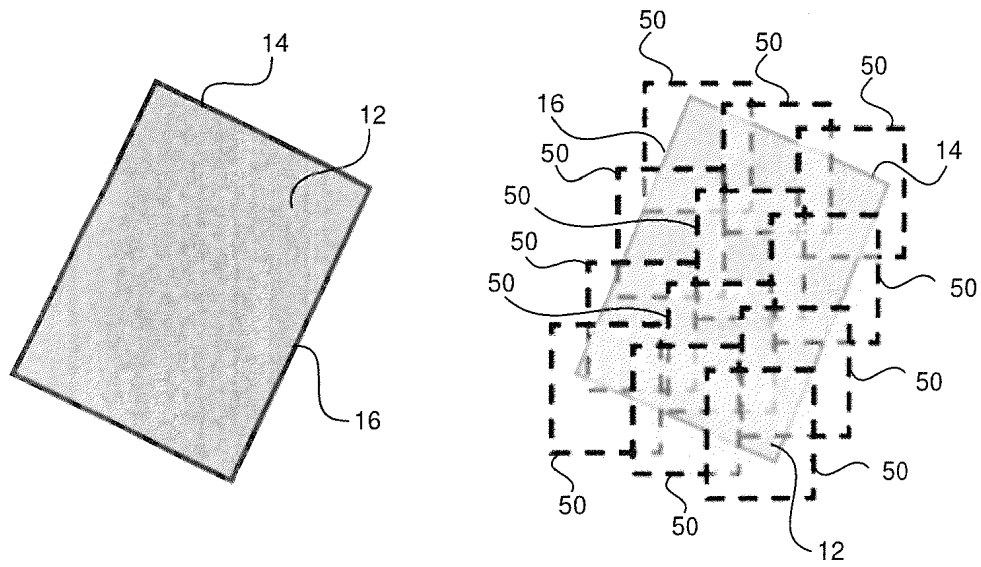
도면2g



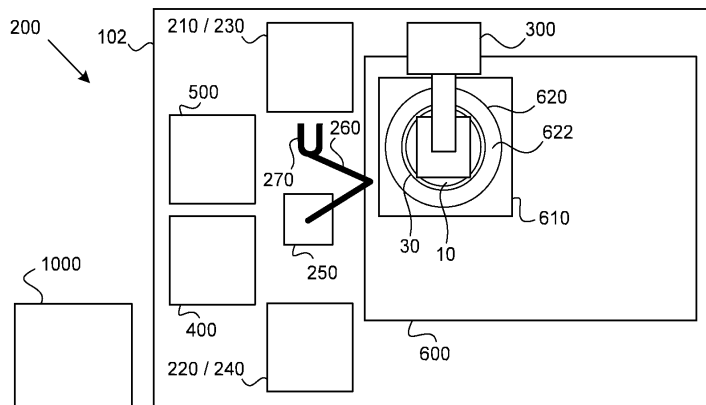
도면2h



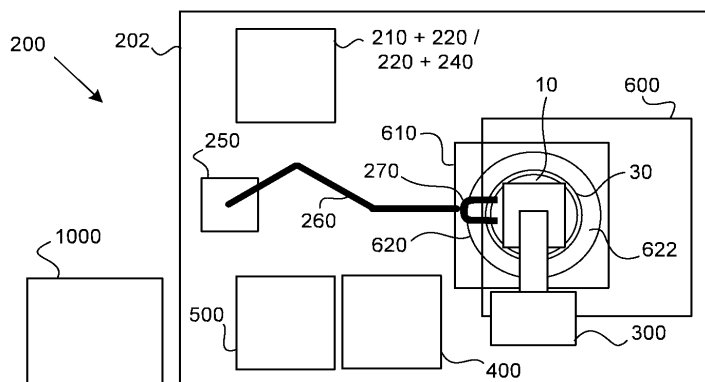
도면2i



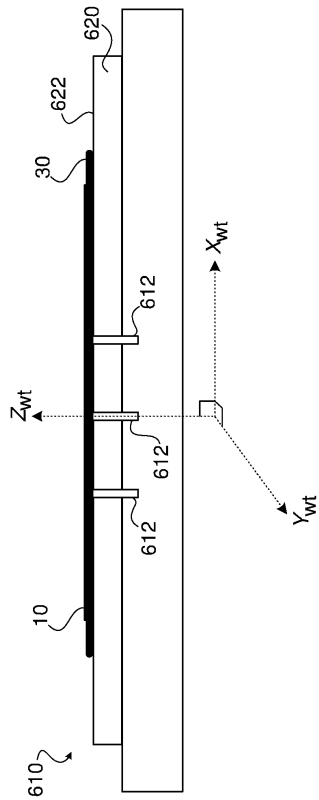
도면3a



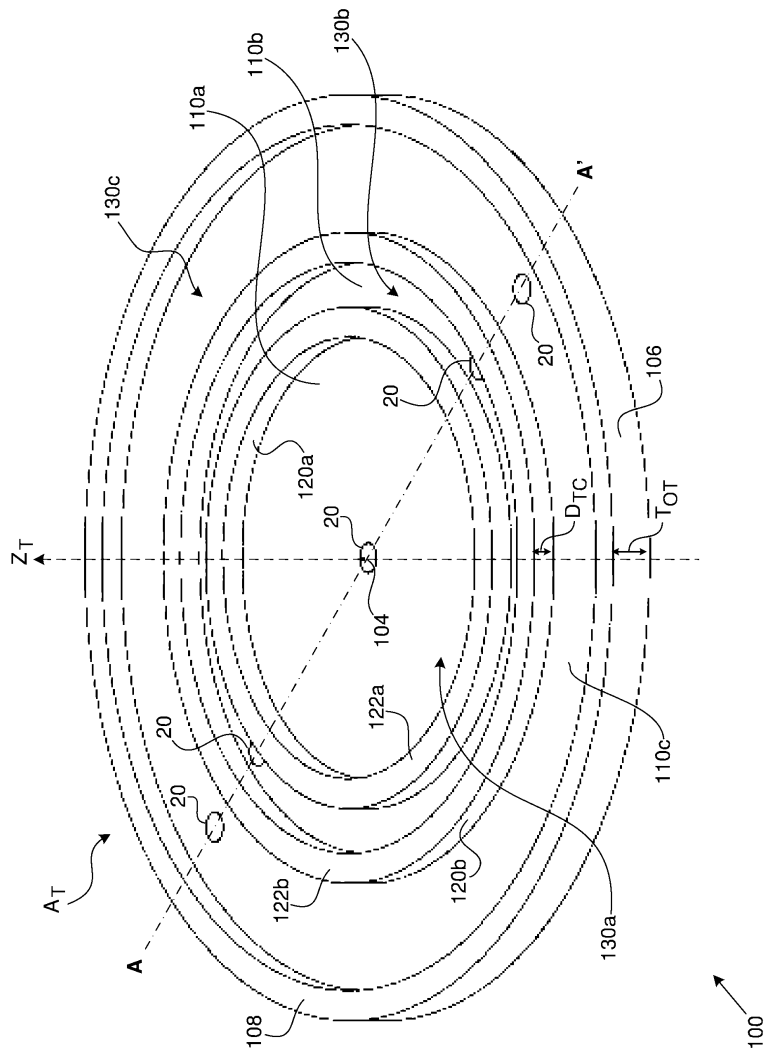
도면3b



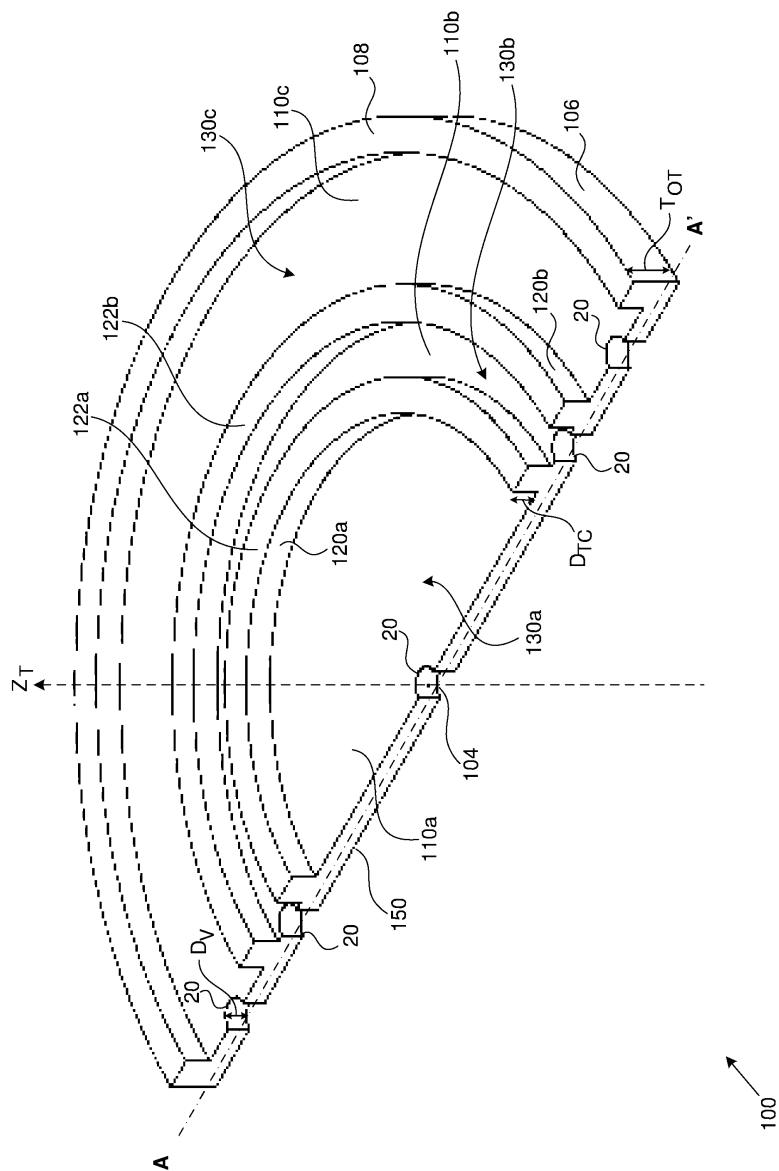
도면3c



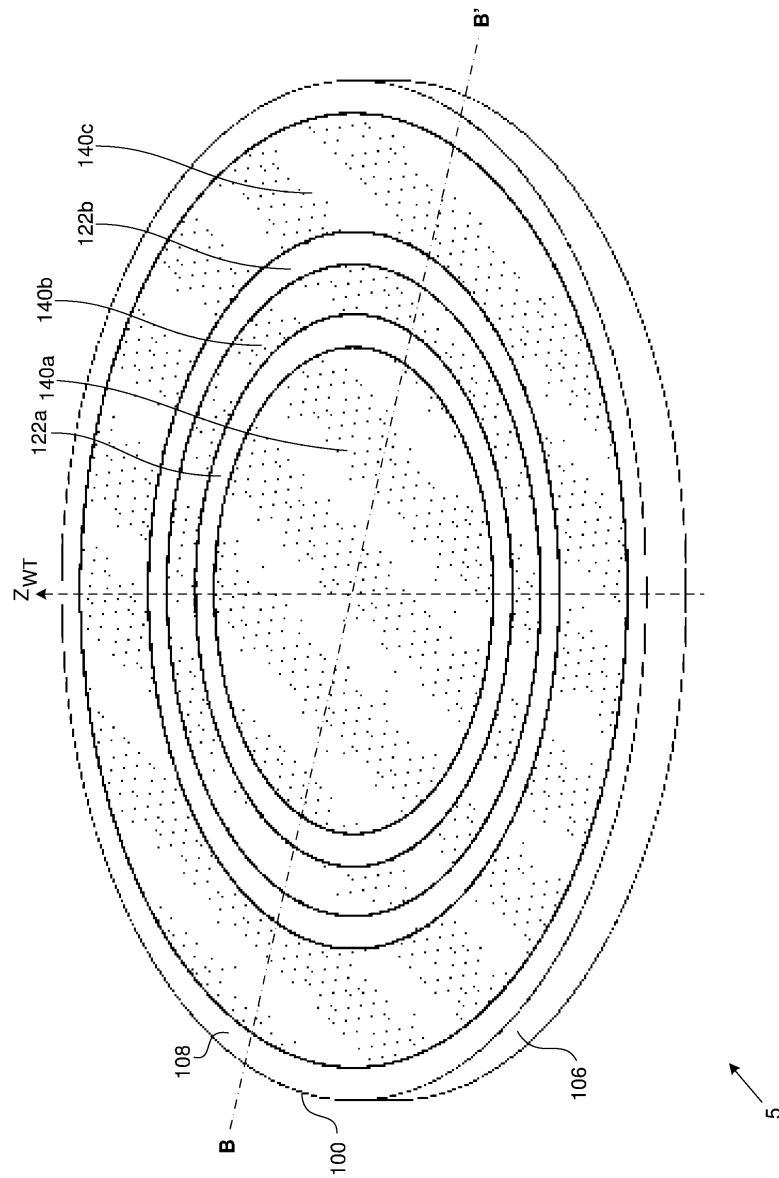
도면4a



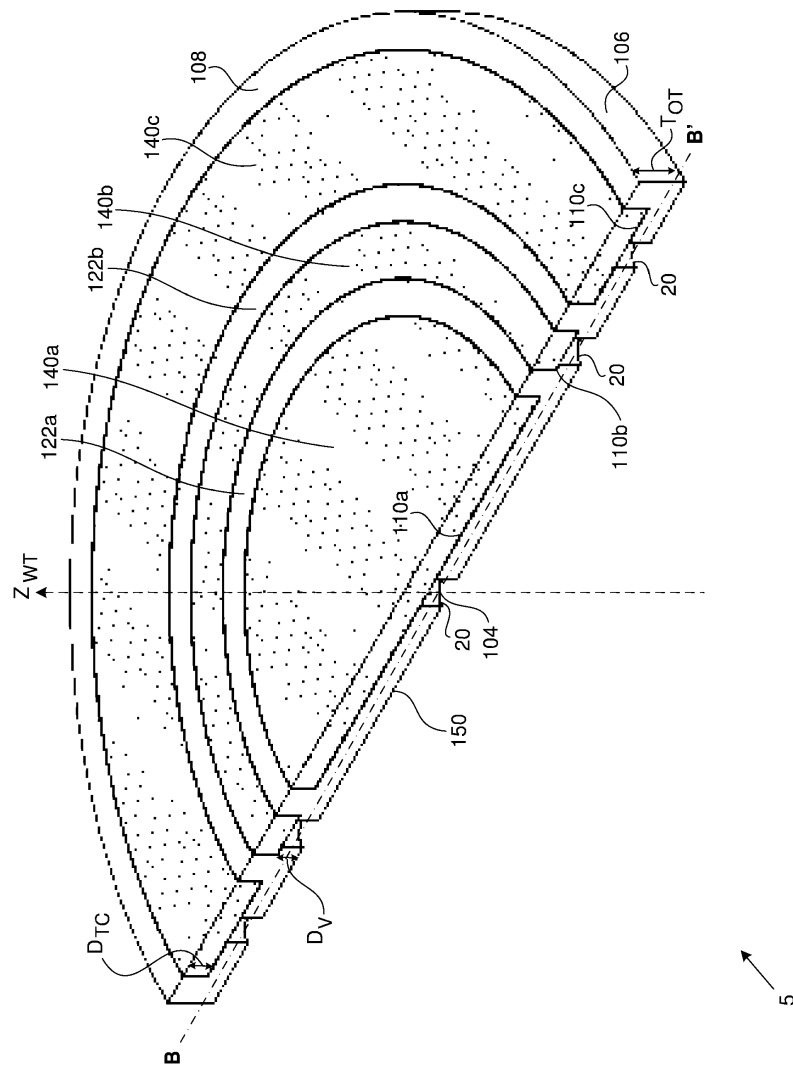
도면4b



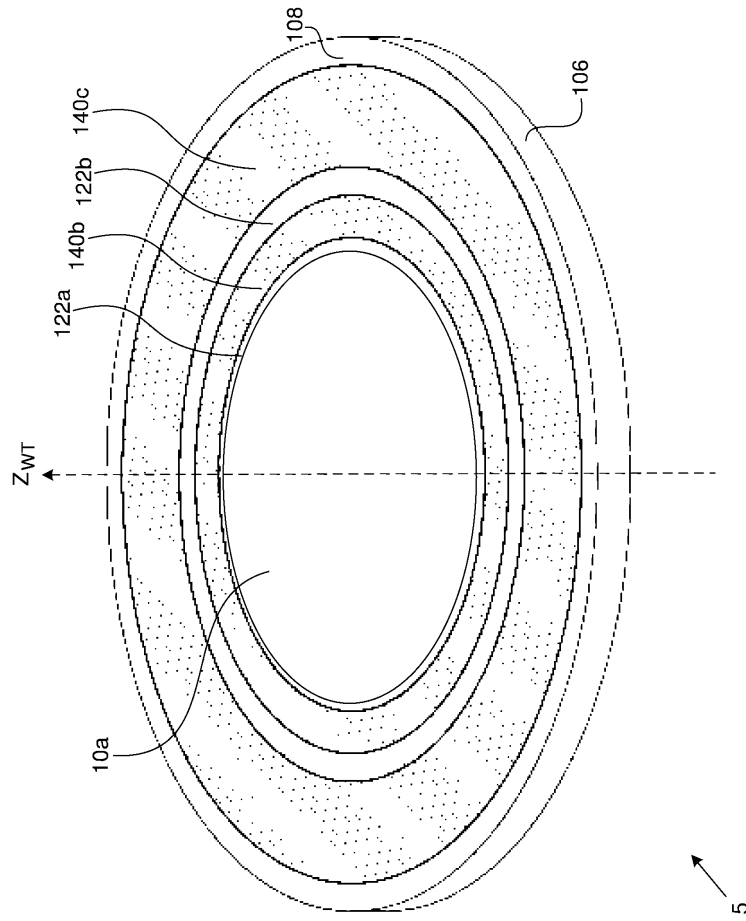
도면5a



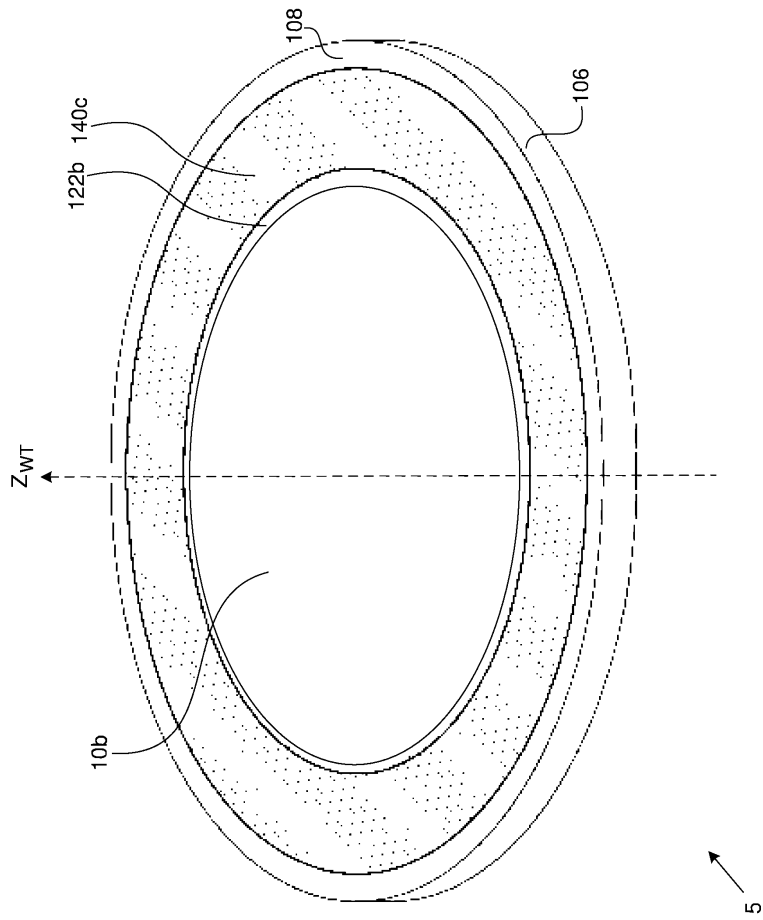
도면5b



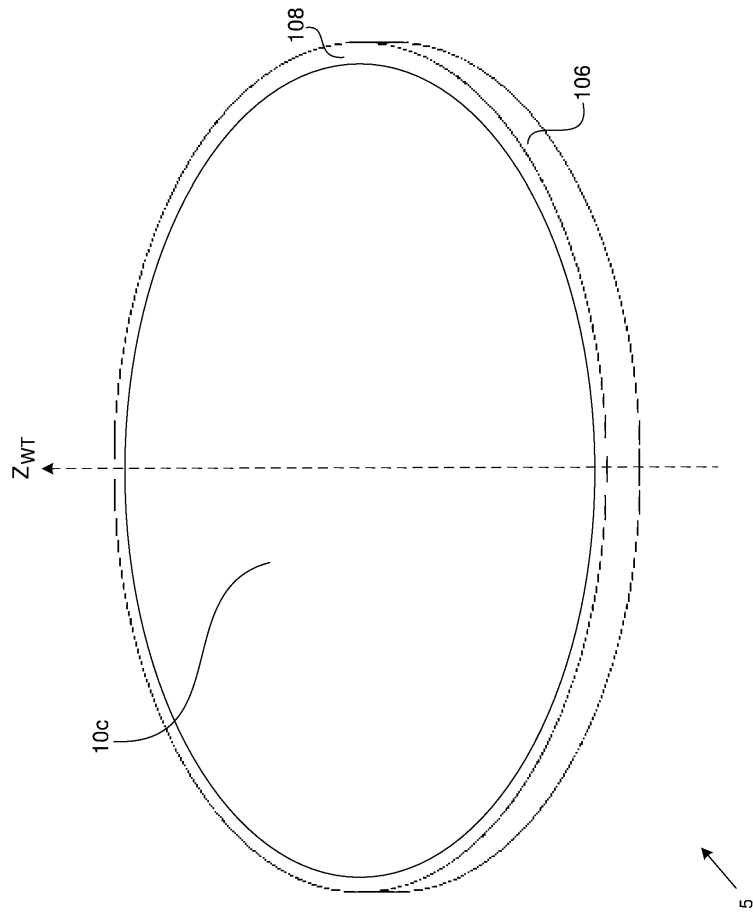
도면5e



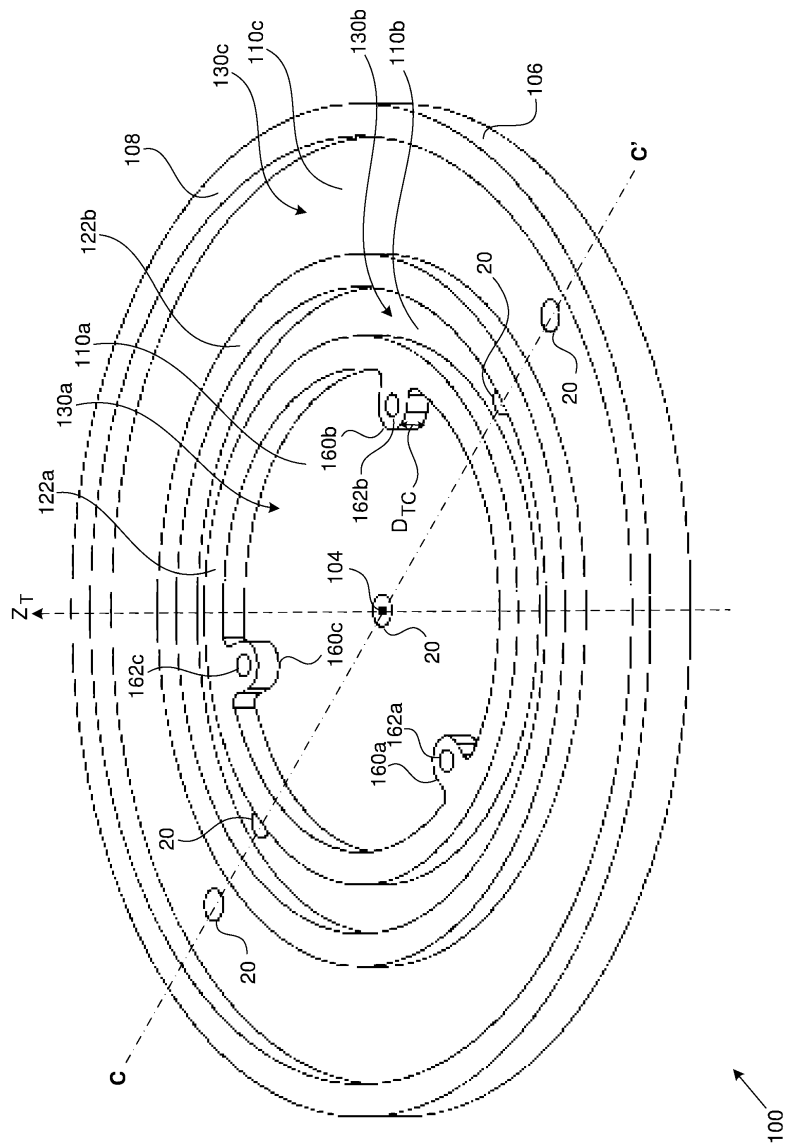
도면5f



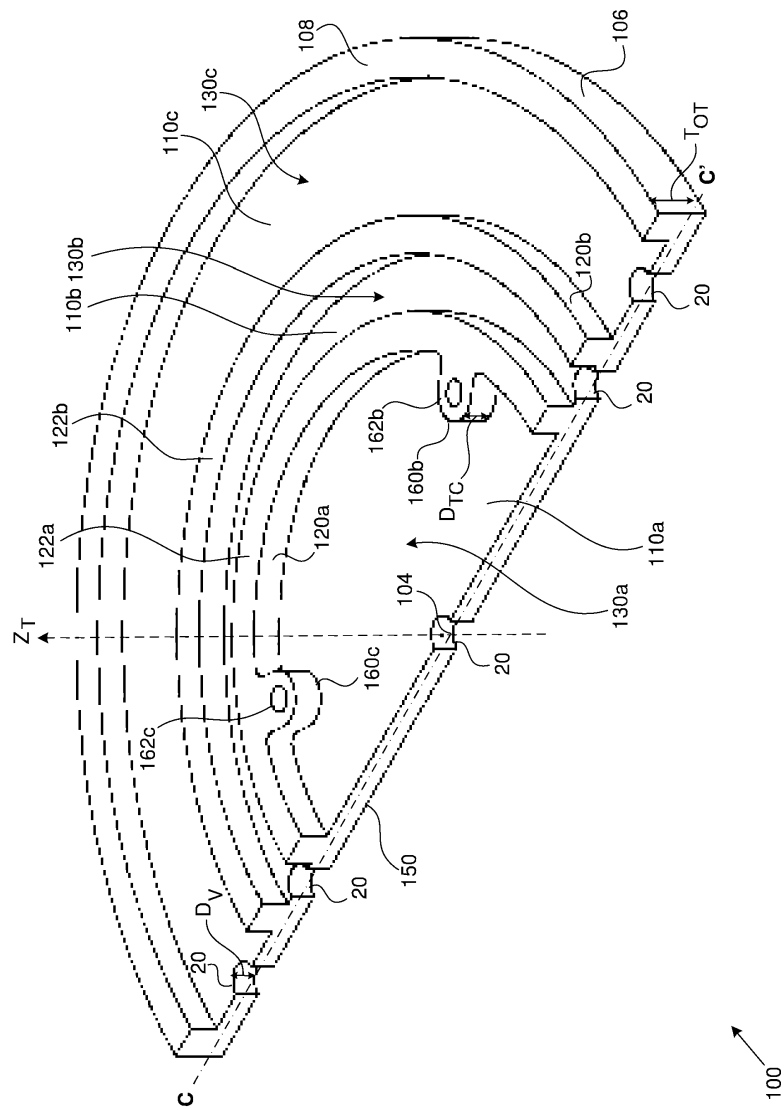
도면5g



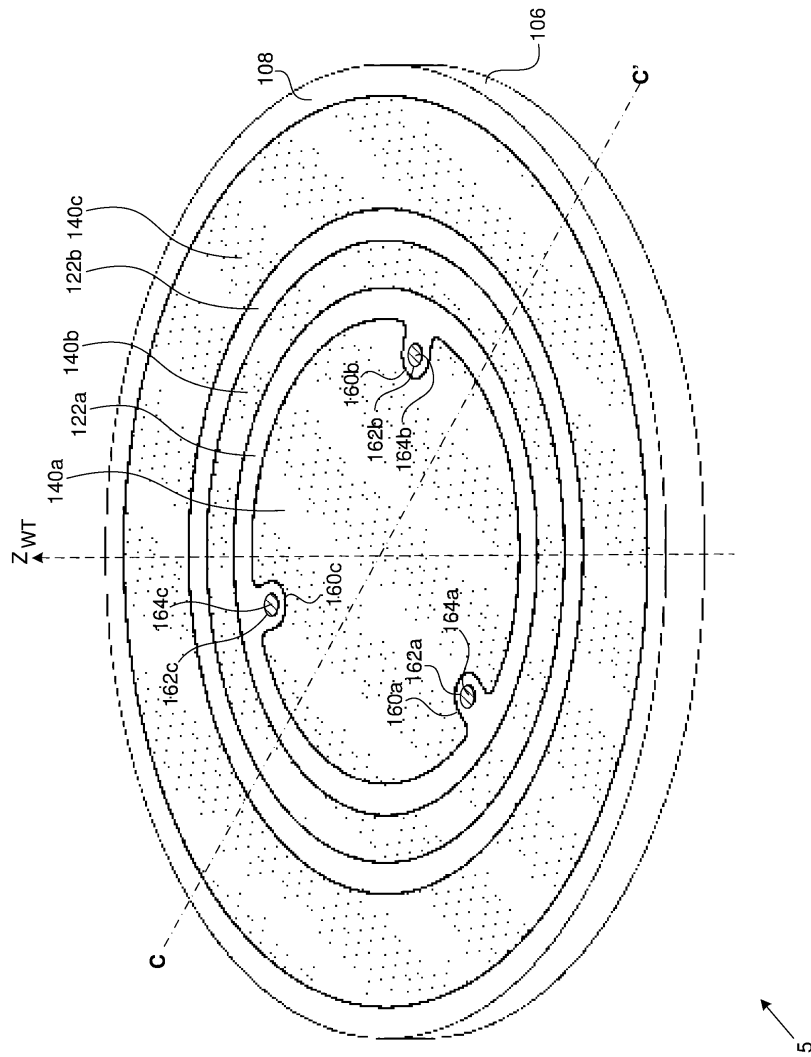
도면6a



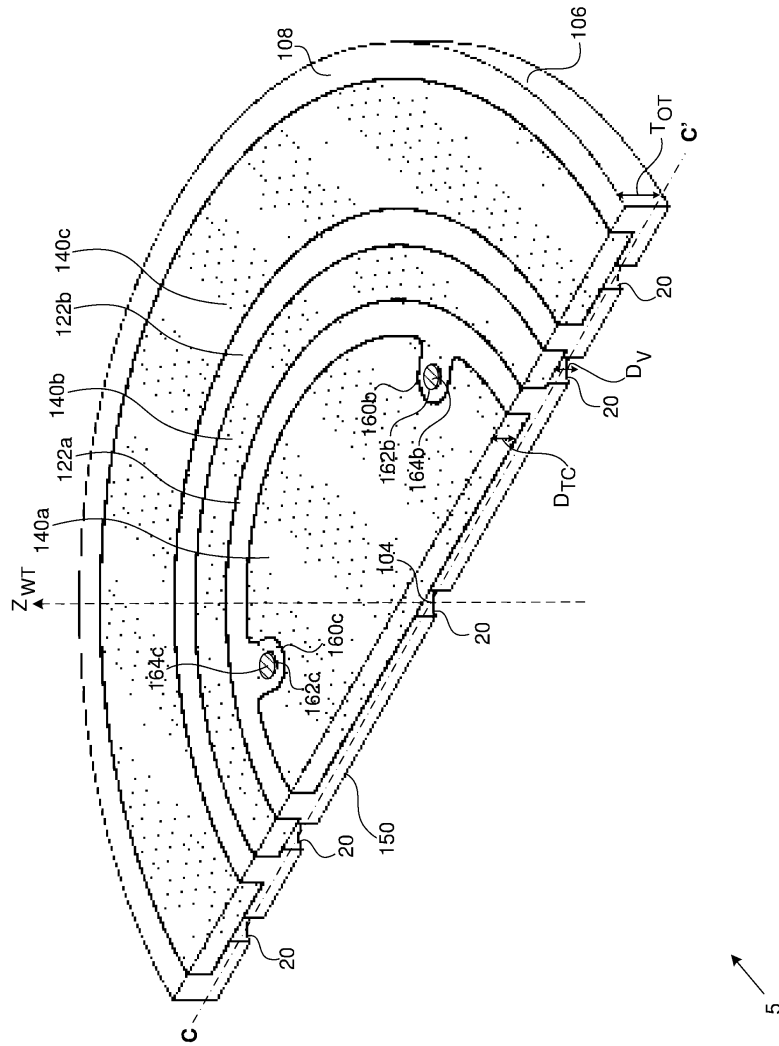
도면6b



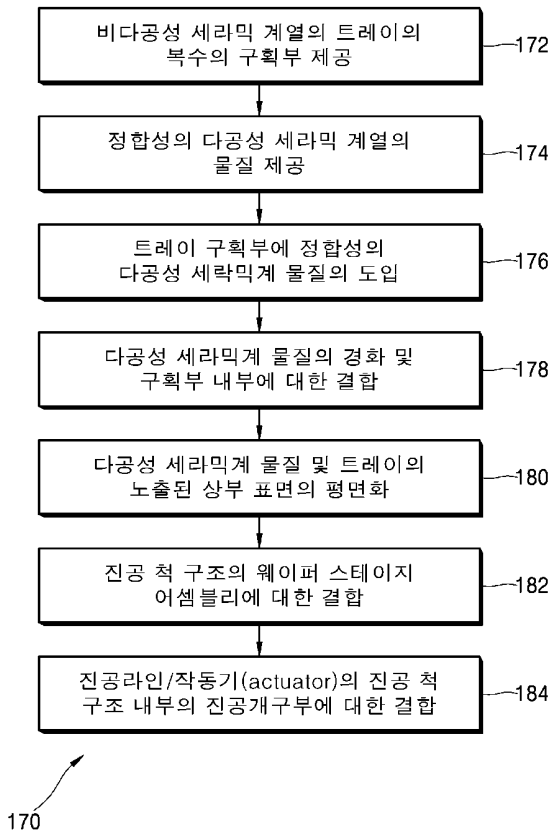
도면7a



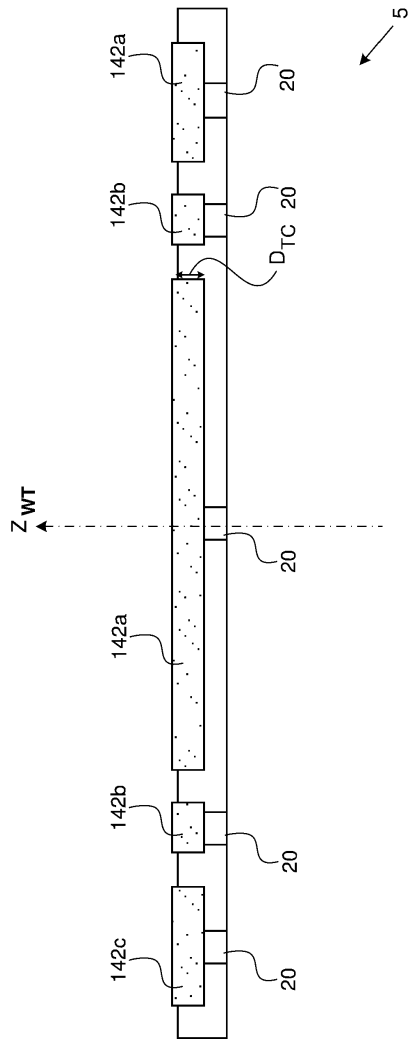
도면7b



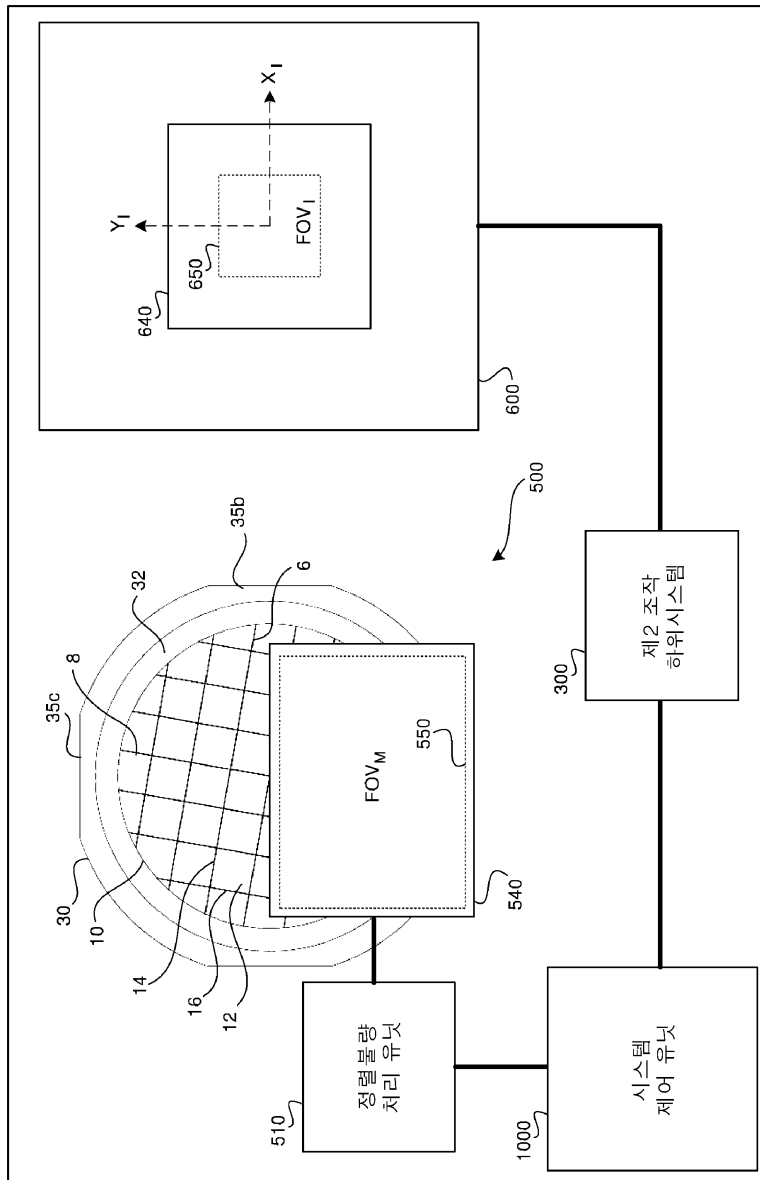
도면8



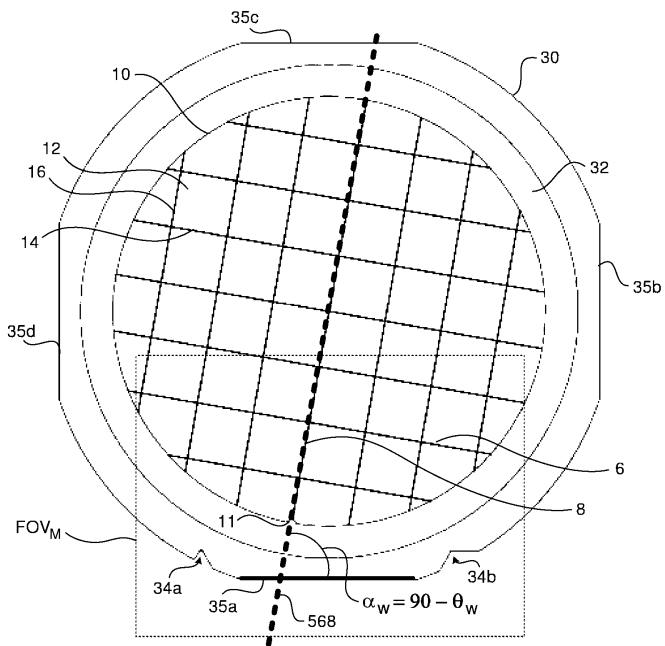
도면9



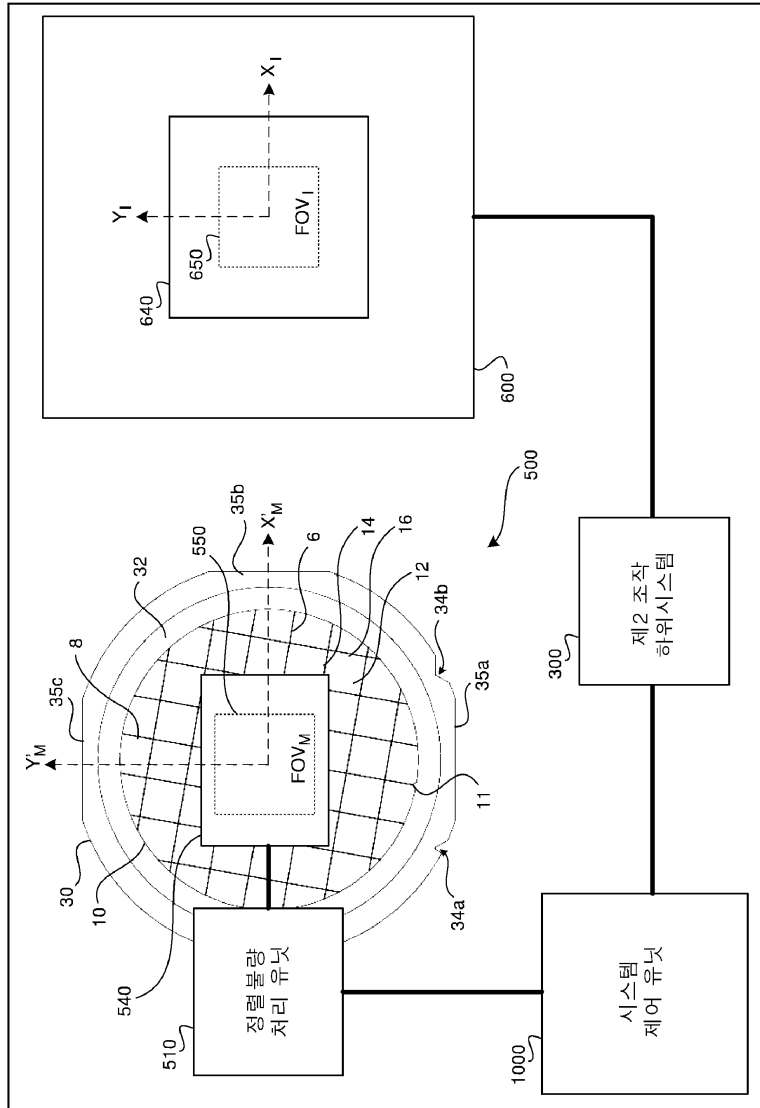
도면10a



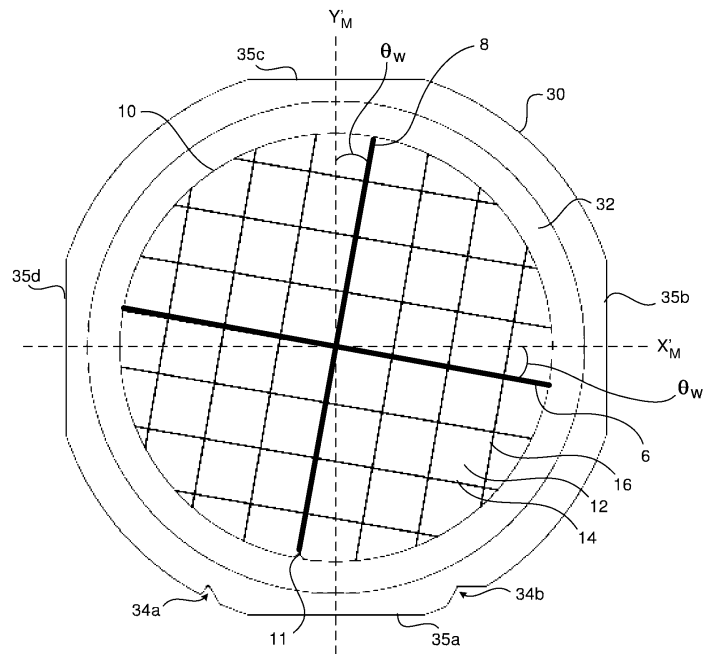
도면10b



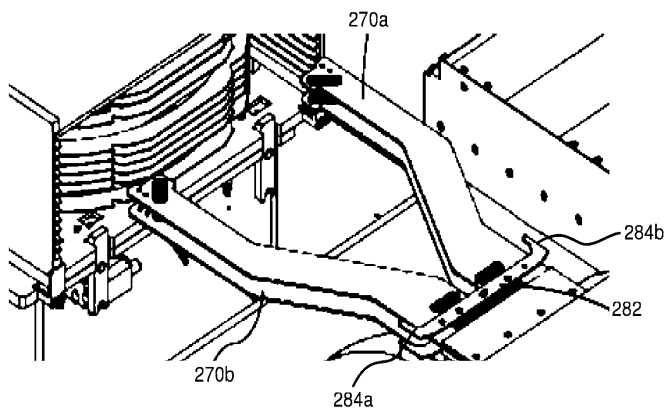
도면10c



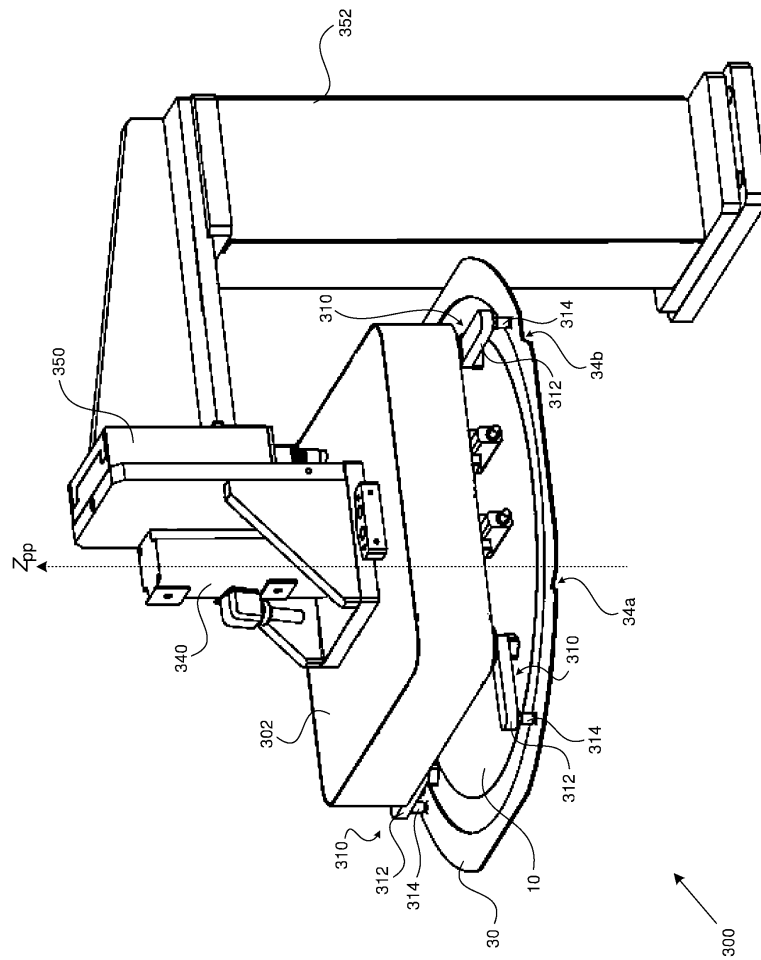
도면10d



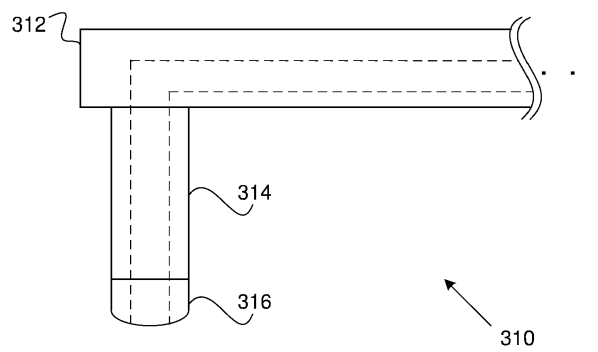
도면11



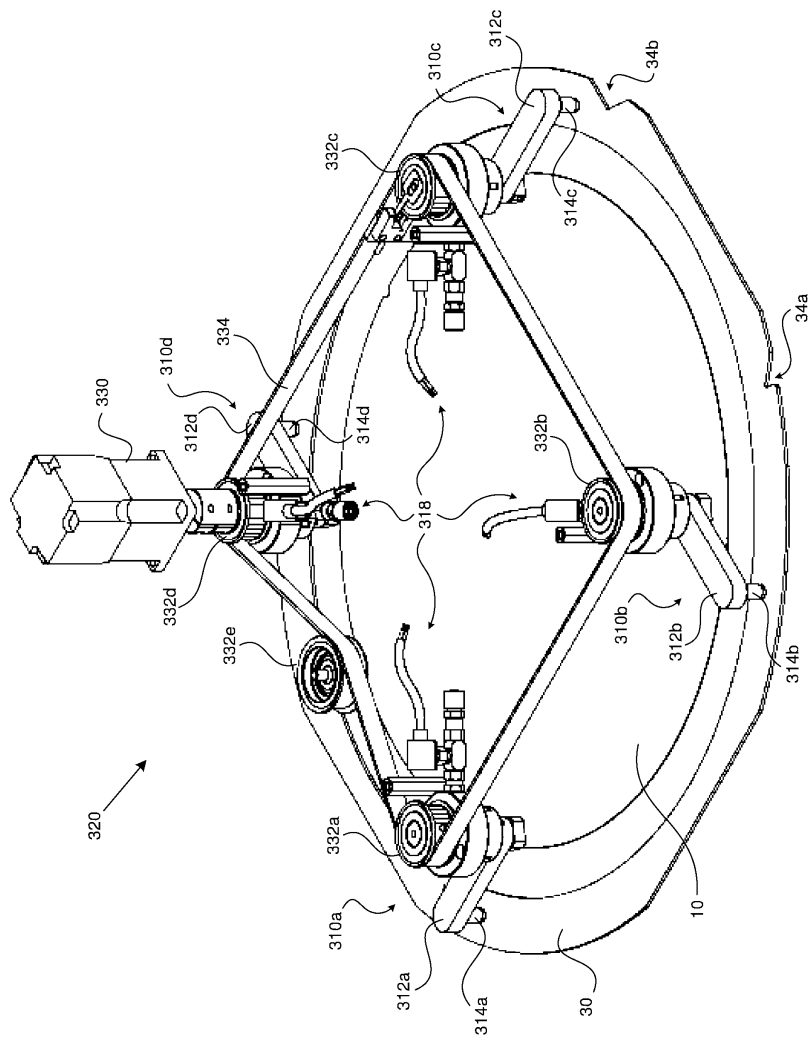
도면12a



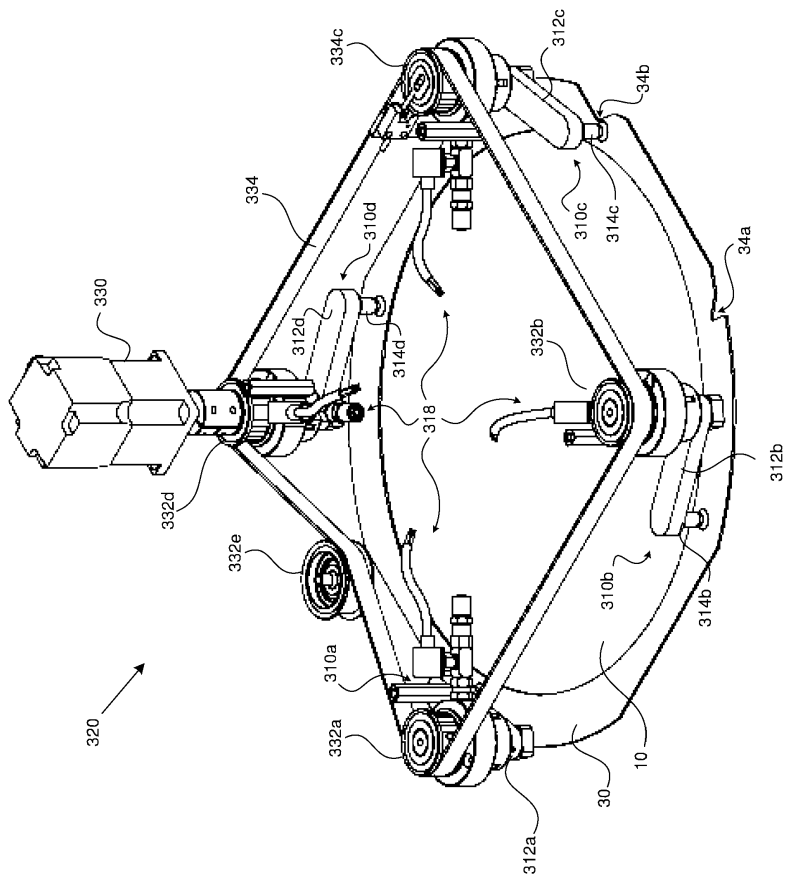
도면12b



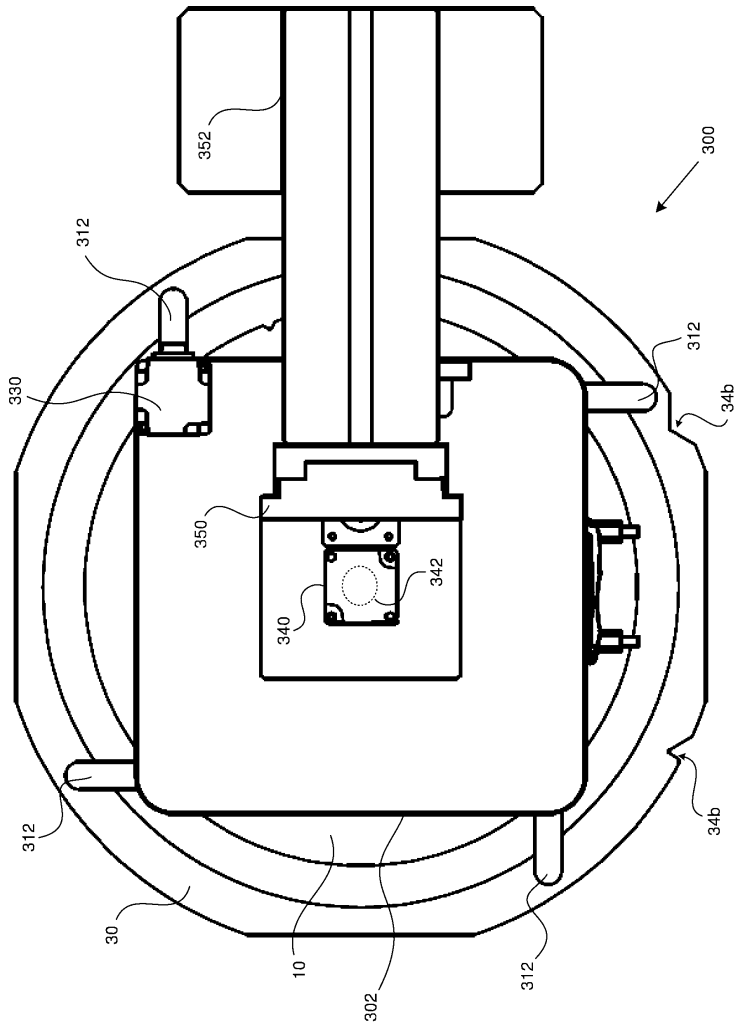
도면12c



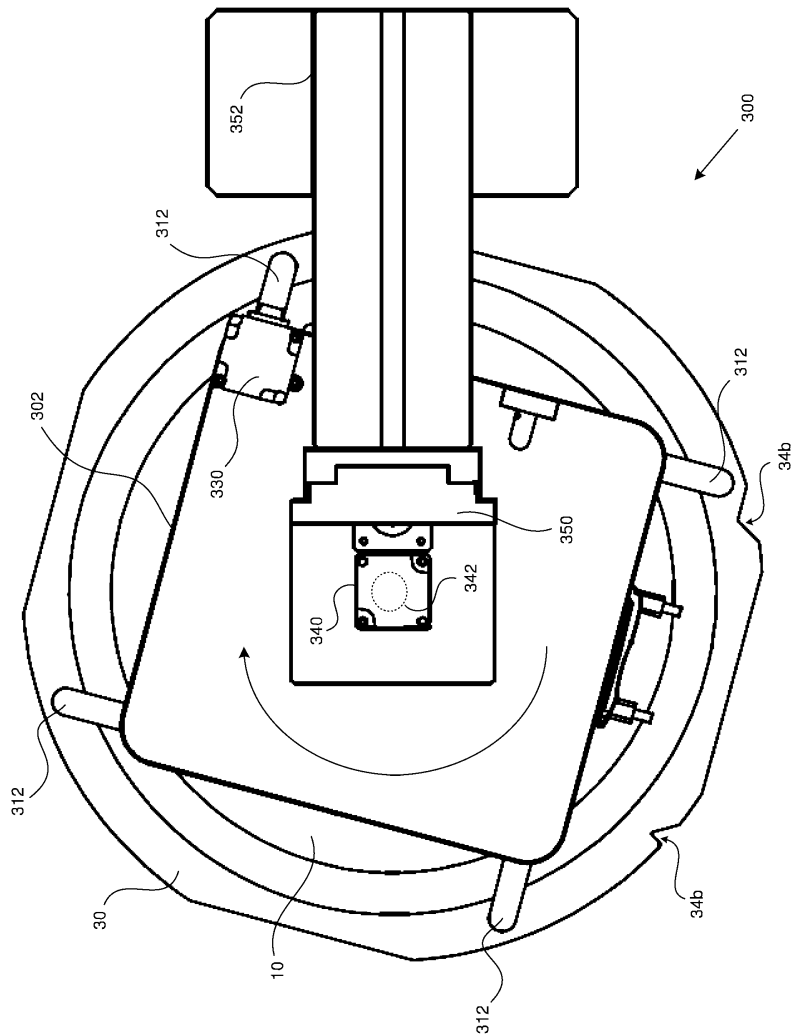
도면12d



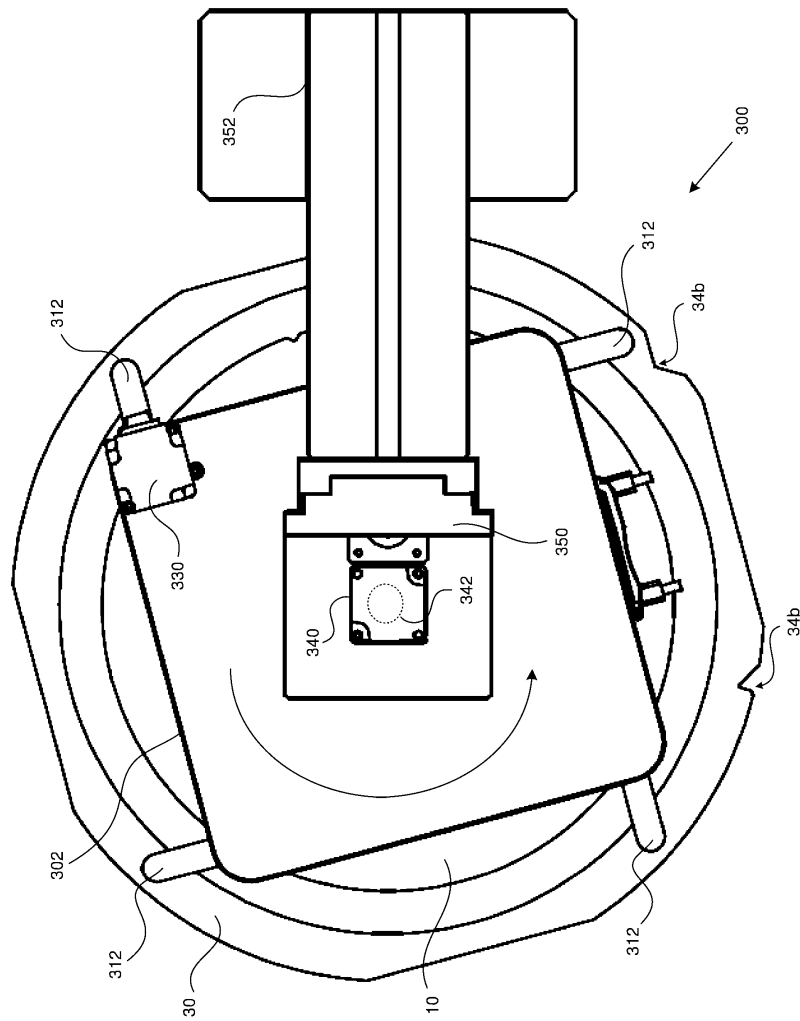
도면13a



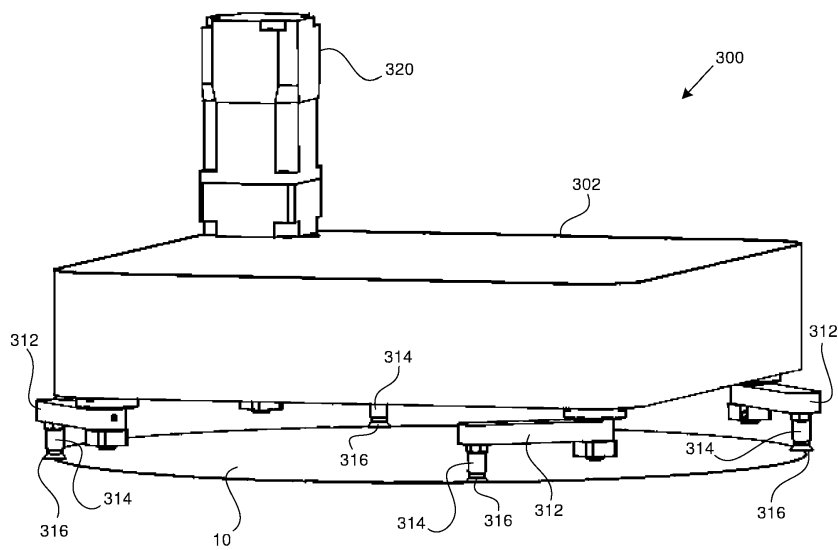
도면 13b



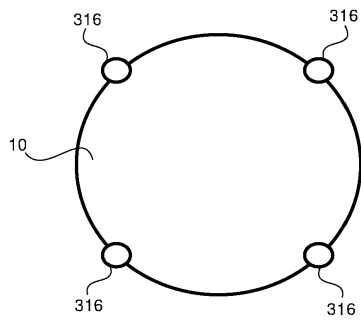
도면13c



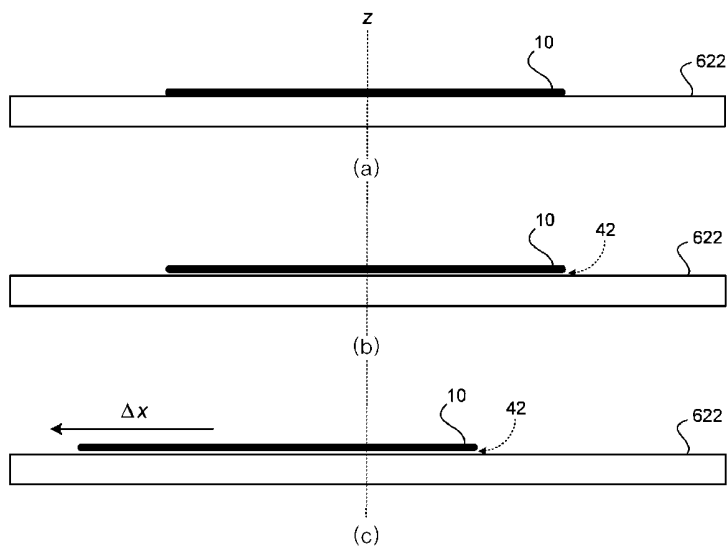
도면14a



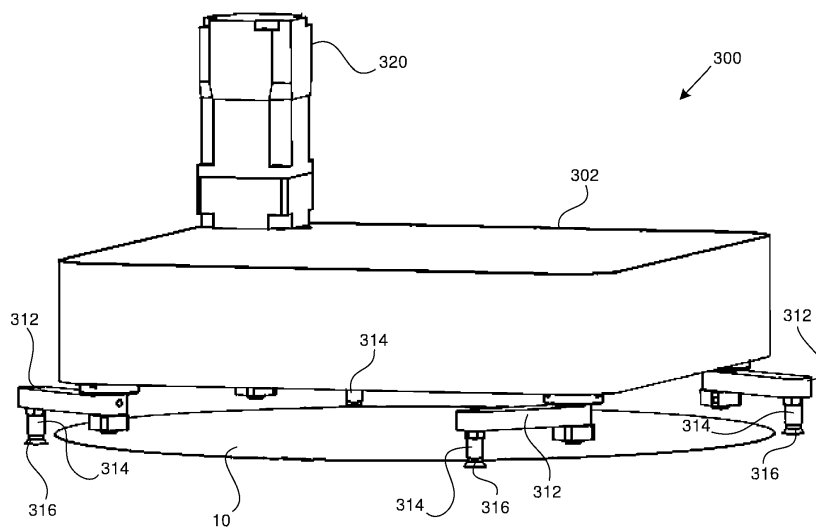
도면14b



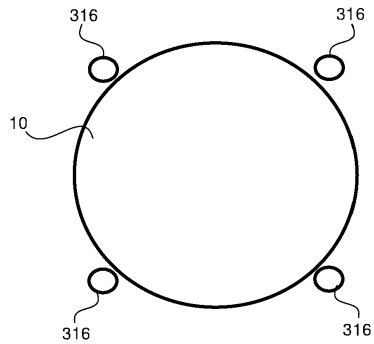
도면15abc



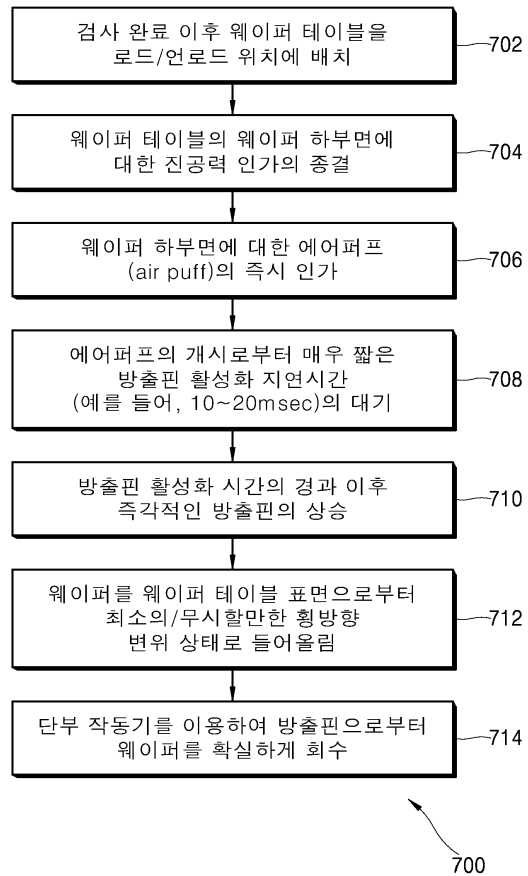
도면15d



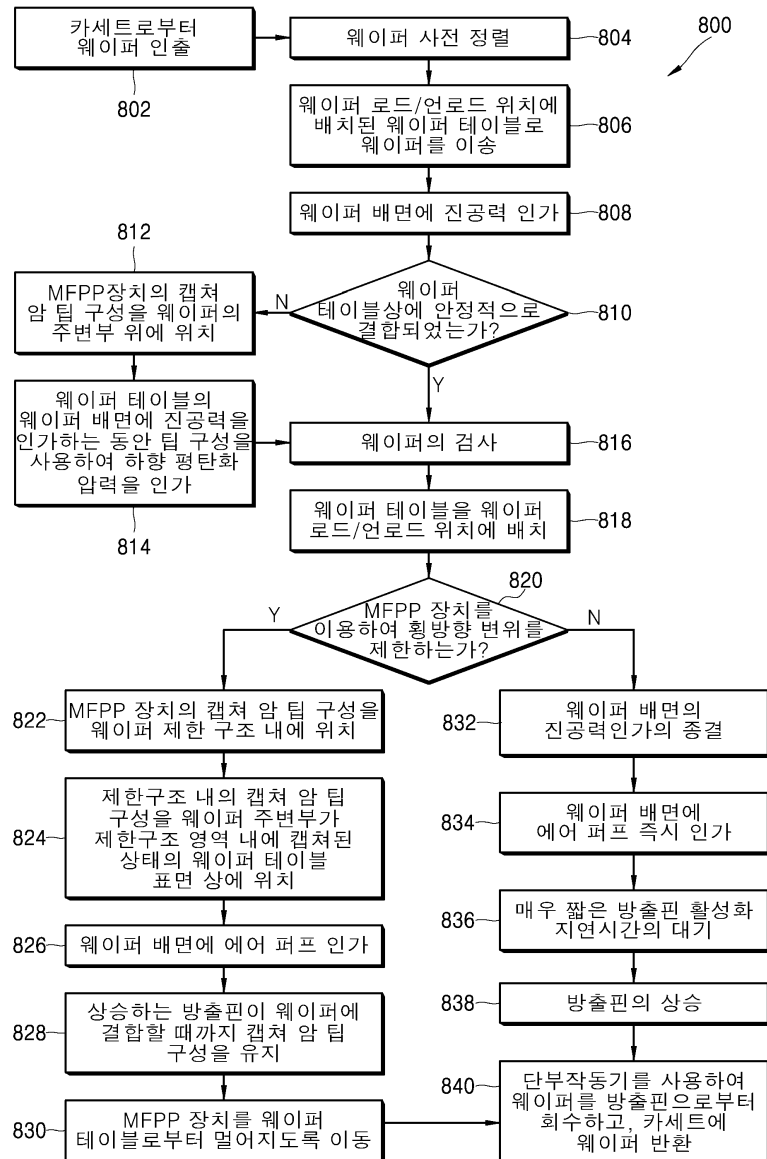
도면15e



도면16



도면17



도면18

