(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년02월22일
(11) 등록번호 10-1831360
(24) 등록일자 2018년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/324 (2017.01) *H01L 21/67* (2006.01)
H01L 21/68 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
H01L 21/687 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/324 (2013.01)
H01L 21/67098 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7005275(분할)
(22) 출원일자(국제) 2009년11월05일
심사청구일자 2016년03월23일
(85) 번역문제출일자 2016년02월26일
(65) 공개번호 10-2016-0030329
(43) 공개일자 2016년03월16일
(62) 원출원 특허 10-2011-7013036
원출원일자(국제) 2009년11월05일
심사청구일자 2014년10월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/063394
(87) 국제공개번호 WO 2010/054076
국제공개일자 2010년05월14일
(30) 우선권주장
61/112,008 2008년11월06일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080055608 A*
KR1019980063689 A*
JP2004031396 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자
소라브지, 쿠르쉬드
미국 95120 캘리포니아 샌어제이 오스텐베르크 드라이브 6114
라니쉬, 조셉 엠.
미국 95117 캘리포니아 샌어제이 우드리프 코트 3751
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

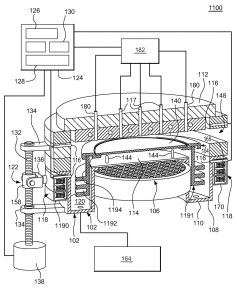
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 **마이크로 위치결정 시스템을 갖는 급속 열처리 챔버**

(57) 요 약

기판과 기판 지지부를 동축으로 정렬하는 것, 또는 경험적으로 결정된 위치를 가지는 평판형 기판의 급속 열처리를 위한 방법 및 장치가 개시된다. 방법 및 장치는 기판 및 기판 지지부의 상대적 방향을 결정하는 센서 시스템을 포함하는 장치 및 방법을 포함한다.

대 표 도 - 도11



(52) CPC특허분류
H01L 21/67115 (2013.01)
H01L 21/67259 (2013.01)
H01L 21/681 (2013.01)
H01L 21/683 (2013.01)
H01L 21/68742 (2013.01)

(72) 발명자
아더홀드, 볼프강
미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 바인야드 스프링 코트 11652
헌터, 아론 엠.
미국 95060 캘리포니아 산타 크루즈 에밀린 애브뉴 430
코엘멜, 블라크 알.
미국 94043 캘리포니아 마운틴 뷰 더블유. 미들필드 로드 777 아파트먼트 85
러너, 알렉산더 엔.
미국 95120 캘리포니아 샌어제이 페블우드 코트 6661
메리, 니어
미국 94040 캘리포니아 마운틴 뷰 라임트리 레인 1909

(30) 우선권주장
61/112,015 2008년11월06일 미국(US)
12/611,958 2009년11월04일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

평판형 기판을 처리하기 위한 급속 열처리 장치로서,

열 소스를 포함하는 챔버;

제1 위치에서 상기 챔버 내의 상기 기판을 홀딩하기 위한 제1 기판 지지부;

상기 기판을 상기 열 소스에 더 가까이 그리고 상기 열 소스로부터 더 멀리 위치시키는 방향으로 이동가능하며, 열 처리 동안 상기 기판을 홀딩하기 위한 제2 위치 내의 제2 기판 지지부;

상기 제2 기판 지지부에 대한 상기 기판의 위치를 감지하기 위한 센서; 및

상기 제2 기판 지지부의 축 방향 위치에 대한 상기 기판의 위치를 변화시키기 위해 상기 센서와 통신하는 액츄에이터를 포함하고,

상기 센서는,

상기 기판의 표면 상으로 광을 향하게 하기 위한 광 소스;

상기 기판의 표면으로부터 반사되는 빛의 강도를 모니터링하기 위한 광학 검출기 - 상기 광학 검출기는 상기 기판에 대해 이동가능함 - ; 및

상기 광학 검출기와 통신하는 전기 제어부를 포함하고,

상기 전기 제어부는, 상기 광학 검출기에 의해 검출되는 반사들로부터 복수의 측정값들을 생성함에 따라, 상기 측정값들 중 어느 것이 상기 기판의 에지에 대응하는지 결정하는 것을 포함하여, 반사가 일어나는 상기 기판의 표면 상의 위치를 계산하고,

상기 센서는 상기 제2 기판 지지부의 위치에 대한 상기 기판의 위치를 검출하기 위하여 상기 기판 상의 상기 제2 기판 지지부에 의해 또는 상기 제2 기판 지지부 상의 상기 기판에 의해 형성되는(cast) 투영(shadow)을 평가하는,

급속 열처리 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 센서는 상기 제2 기판 지지부 및 기판의 중심들을 검출하는 시각 이미지 분석 시스템, 조명 시스템 및 카메라를 포함하는,

급속 열처리 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

두 개 이상의 위치 센서들 및 챔버 리드를 더 포함하며,

상기 두 개 이상의 위치 센서들은 상기 챔버 리드 상에 위치되고, 반사 광선이 상기 챔버 리드를 통하여 상기

두 개 이상의 위치 센서들로부터 선택적으로 투과되는(transmit),

급속 열처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

복수의 축 방향 위치들로 상기 기판을 이동시키기 위하여 상기 기판에 인접하여 위치되는 액체 또는 가스 제트들을 더 포함하는,

급속 열처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기판의 평면 내에서 복수의 방향들로 상기 기판을 푸싱하기 위하여 상기 기판의 에지와 접촉하도록 제공되는 복수의 위치결정 로드들을 더 포함하고,

상기 복수의 위치결정 로드들은 상기 기판과 동일한 평면으로 배향되는,

급속 열처리 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2 기판 지지부는, 상기 기판 상의 대응하는 정렬 마크와 정렬되는 상기 제2 기판 지지부의 내부 표면 상의 정렬 마크를 포함하는 에지 링을 포함하는,

급속 열처리 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 기판 지지부는 로봇 블레이드 및 리프트 핀 조립체로부터 선택되며, 상기 제2 기판 지지부는 에지 링인,

급속 열처리 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제2 기판 지지부는 자기 부양 로터(magnetically levitated rotor)에 커플링되는,

급속 열처리 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 기판의 평면 내에서 복수의 축 방향들로 상기 자기 부양 로터를 이동시키기 위한 자기장 생성 수단을 더

포함하며,

상기 자기장 생성 수단은 상기 자기 부양 로터에 커플링되는,

급속 열처리 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 기판에 대한 상기 제2 기판 지지부의 위치를 조정하기 위해, 상기 센서로부터 위치 신호를 획득하도록, 그리고 하나 또는 둘 이상의 전자석으로 신호를 보내도록 제공되는 시스템 제어부를 더 포함하는,

급속 열처리 장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 기판의 평면에 평행한 복수의 방향들로 상기 제2 기판 지지부 또는 상기 자기 부양 로터를 푸싱하기 위하여, 상기 제2 기판 지지부 또는 상기 자기 부양 로터와 접촉하도록 위치되는 복수의 위치결정 로드를 더 포함하는,

급속 열처리 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 기판들의 급속 열처리를 위한 방법 및 관련 장치가 개시된다. 보다 상세하게는, 마이크로 위치결정 시스템을 포함하는 기판들의 급속 열처리를 위한 방법들 및 장치가 개시된다.

배 경 기 술

[0002] 집적 회로들은 하나의 칩 상에 수백만의 트랜지스터들, 캐패시터들 및 저항기들을 포함할 수 있는 복잡한 소자들로 진화하여 왔다. 칩 설계의 진화는 갈수록 더 정확한 제조 공정을 요구하는 더 빠른 전기 회로망(circuitry) 및 더 큰 회로 밀도(circuit density)를 필요로 한다.

[0003] 급속 열처리(RTP)는 일반적으로 램프 및/또는 저항 가열 요소들 같은 복사 열 소스로부터 가열하는 단계를 포함한다. 종래의 RTP 시스템에서, 기판이 원하는 온도로 가열된 이후에 복사 열 소스가 꺼지고, 기판의 냉각이 유발되었다. 몇몇 시스템에서, 냉각을 향상시키기 위하여 가스가 기판으로 유동할 수 있다. 그러나, 처리 변수들이 계속하여 진화할수록, RTP 동안의 온도 램프 업(ramp up) 및 가열 균일성은 더 정밀한 모니터링과 제어를 요구하였다.

[0004] 기판들(본 명세서에 "웨이퍼"로도 언급됨)을 처리하기 위해 빈번하게 이용되는 공정은 이온 주입(ion implantation)이다. 이온 주입은 대체로 상온(room tempereture)에서부터 대략 450℃ 내지 약 1400℃로 기판을 가열할 수 있는 균일하게 분배된 열적 사이클을 제공하는 급속 열처리(RTP) 챔버 내에서 수행되는 열적 공정을 통해 기판을 취한다. 종래의 RTP 시스템에서, 로봇 암은 RTP 챔버 내에서 기판들을 지지하는 구조물로 기판을 이송시키는데 이용된다. 기판 표면 전역에 균일한 열 분배를 촉진하기 위해 기판들이 구조물의 중심 상에 위치될 것이 요구된다. 그러나, 기판이 구조물 상으로 이송될 때에, 종종 링 구조물 상에의 기판의 위치결정은 정확하게 반복될 수 없다. 예를 들어, 로봇 암은 연속적인 기판들을 기판 상의 동일한 중심 위치로 배치하지 못할 수 있다. 기판들의 위치결정의 차이는 기판 표면 전역에의 불균일한 열 분배를 유발하여, 이는 기판의 생산량 감소를 유발할 수 있다.

[0005] 몇몇 급속 열처리 장치는 기판 또는 웨이퍼를 지지하기 위하여 "에지 링(edge ring)" 형태의 기판 지지부를 이용한다. 이러한 이름이 암시하는 바와 같이, 에지 링은 기판과의 접촉을 최소화하기 위해 대체로 웨이퍼라 불리는 기판을 오직 에지 주위에서만 홀딩한다. 웨이퍼가 에지 링 또는 다른 웨이퍼 지지대의 중심에 위치되지 않는다면, 웨이퍼의 어느 한쪽 면 상의 불균일한 오버랩(overlap)이 웨이퍼(및 웨이퍼 지지대)와 함께 회전하는 좌우(side to side) 불균일을 발생시킨다. 로봇의 배치 정확도는 ± 0.007 인치로 제한된다. 그러나, 웨이퍼가 웨이퍼 지지대의 중심으로부터 벗어나 배치되는 매 0.001 인치마다 웨이퍼는 1℃의 좌우 온도 차이를 경험할 수 있다. 이렇듯, ± 2℃의 범위 내의 온도 균일성을 달성하기 위하여, 웨이퍼 및 웨이퍼 지지대가 ± 0.002 인치 내에서 동축에 있도록, 웨이퍼는 상기 웨이퍼 지지대 상에 위치될 필요가 있다.

[0006] 이에 따라, 급속 열처리 챔버 내에서 웨이퍼 지지대 상에의 기판의 정확한 제어 또는 기판의 마이크로-위치결정을 위한 방법 및 장치에 대한 수요가 존재한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 급속 열처리 챔버의 단순화된 등각도(isometric view)이다.

도 2a는 일 실시예에 따른 기판의 위치를 감지하기 위한 센서 시스템을 구비하는 위치결정 시스템의 부분적인 측면도이다.

도 2b는 일 실시예에 따른 기판의 위치를 감지하기 위한 센서 시스템을 구비하는 위치결정 시스템의 부분적인 측면도이다.

도 3a는 일 실시예에 따른 위치결정 시스템의 부분적인 측면도이다.

도 3b는 일 실시예에 따른 위치결정 시스템의 부분적인 측면도이다.

도 3c는 일 실시예에 따른 위치결정 시스템의 부분적인 사시도(perspective view)이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 챔버의 부분적인 사시도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 챔버의 부분적인 사시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 챔버의 부분적인 사시도이다.

도 7은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 위치결정 메커니즘의 측면도이다.

도 8a는 위치결정 메커니즘의 실시예의 측면도이다.

도 8b는 위치결정 메커니즘의 실시예의 측면도이다.

도 9a는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 기판 지지부의 평면도(top view)이다.

도 9b는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 기판 지지부의 단면도이다.

도 9c는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 에지 링을 개략적으로 나타내는 도면이다.

도 10a는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 처리 챔버 내의 기판 지지부의 평면도이다.

도 10b는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 기판 및 기판 지지부의 에지 링 사이의 단면도이다.

도 10c는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 처리 챔버 내의 기판 지지부의 평면도이다.

도 11은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 급속 열처리 챔버의 단순화된 등각도이다.

도 12는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따라 제거된 하우징을 갖는 스테이터 조립체의 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 발명의 양상은 급속 열처리 챔버 내에서 실질적으로 평판형인 기판을 기판 지지부와 동축으로 정렬하기 위한 마이크로 위치결정 시스템의 이용을 포함한다. 이는 처리 동안 기판 전역의 보다 균일한 가열을 가능하게 한다.

[0009] 하나 이상의 실시예에 따르면, 웨이퍼, 기판 지지부, 또는 선택적인 자기 부양 로터 중 하나 이상의 위치를 웨이퍼가 기판 지지부와 실질적으로 동축에 있도록 조정함으로써 기판 지지부 상에 웨이퍼를 중심 배치하는 것이 가능하게 된다. 기판 및 기판 지지부의 동축 정렬을 정확하고 재현가능하게 달성하기 위해, 위치결정 메커니즘에 대한 피드백을 제공할 수 있는 위치 센서 시스템에 의해 기판 지지부에 대한 기판의 위치가 모니터링될 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 평판형 기판들을 처리하기 위한 급속 열처리 장치는 가열 소스 및 제1 위치 내에서 챔버 내의 기판을 홀딩하기 위한 제1 기판 지지부를 갖는 챔버를 포함한다. 제2 위치 내의, 제2 기판 지지부는 기판을 홀딩하기 위해 챔버 내에 배치된다. 일 실시예에서, 제 2 기판 지지부는 열 처리 동안 주위에서 기판을 홀딩한다. 제2 기판 지지부는 열 소스로부터 더 멀리 그리고 더 가까이 기판 지지부를 위치시키기 위한 방향으로 이동 가능하다.

[0011] 제2 기판 지지부에 대한 기판의 위치를 감지하기 위한 센서가 기판의 평면 내에서 제2 기판 지지부의 위치에 대한 기판의 위치를 변경하기 위해 액츄에이터와 통신한다. 여기에 사용되는 바와 같이, "기판의 평면 내에서"는, 예를 들어 데카르트(Cartesian) 좌표 시스템의 x-y 평면 내에서와 같이, 기판의 평평한 표면과 실질적으로 평행한 평면을 언급하기 위해 이용된다.

[0012] 센서는 다양한 방식으로 구성될 수 있다. 하나 이상의 실시예에 따른 센서는 광학 검출기를 포함한다. 광학 센서는 기판의 표면 상으로 광선(light beam)을 향하게 하기 위한 광 소스를 포함할 수 있다. 시스템은 또한 광선에 대응하여 기판으로부터 반사되는 광의 세기를 모니터링하기 위해 위치되는 검출기를 포함할 수도 있다. 검출기와 기판 중 하나 또는 모두는 검출기와 기판 사이의 상대적 동작을 제공하기 위해 이동 가능할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 센서는 검출기와 통신하는 전자 제어부를 더 포함할 수 있는데, 제어부는 검출기에 의해 검출되는 반사들로부터 복수의 측정값들을 생성하며, 측정값들 중 어느 것이 상기 기판의 에지에 대응하는 것인지 결정하는 단계를 포함하면서, 반사가 일어나는 기판 표면 상의 위치를 계산한다.

[0013] 몇몇 실시예에서, 광학 검출기는 제2 기판 지지부의 위치에 대한 기판의 위치를 검출하기 위하여 기판 상의 제2 기판 지지부 또는 제2 기판 지지부 상의 기판에 의해 형성되는 투영을 평가한다.

[0014] 대안적인 센서는 제2 기판 지지부 및 기판의 중심들을 검출하는 시각 이미지 분석 시스템, 카메라 및 조명 시스템을 포함한다. 다른 실시예에서, 센서는, 기판 지지부의 위치에 대한 기판의 위치를 검출하기 위하여, 기판 상의 기판 지지부, 또는 기판 지지부 상의 기판에 의해 형성되는 투영을 평가한다.

[0015] 구체적인 실시예에서, 제1 기판 지지부는 로봇 블레이드 및 리프트 핀 조립체로부터 선택되며, 제2 기판 지지부는 에지 링이다. 구체적인 실시예에서, 챔버는 챔버 리드 및 두 개 이상의 위치 센서들을 더 포함한다. 두 개 이상의 위치 센서들이 챔버 리드 상에 위치된다. 반사 광선은 챔버 리드를 통해 두 개의 이상의 센서들로부터 선택적으로 투과된다.

[0016] 몇몇 실시예에서, 챔버는 기판을 복수의 방향들로 이동시키기 위하여 기판에 인접하여 위치되는 액체 또는 가스 제트를 더 포함한다.

[0017] 다양한 실시예에서, 챔버는 기판과 동일한 평면 상에 배향(oriented)되는 복수의 위치결정 로드들을 더 포함하며, 기판의 평면 내에서 복수의 방향들로 기판을 푸싱하기 위해, 위치결정 로드는 기판의 에지와 접촉하도록 위치된다.

[0018] 추가 실시예들은 기판의 평면 내에서 복수의 방향들로 기판을 이동시키도록 구성되는 메커니즘을 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 이는 기판, 기판 지지부 또는 자기 부양 로터와 같은 평면으로 배향된 복수의 위치결정 로드들에 의해 구현된다. 위치결정 로드들은 기판의 에지, 기판 지지부 또는 자기 부양 로터와 접촉하도록 구성된다. 로드는 복수의 방향들로, 예를 들어, 기판의 평면과 평행한 복수의 방향들로 기판을 푸싱할 수 있다.

[0019] 몇몇 실시예들에 따르면, 기판 지지부는 자기 부양 로터에 커플링된다. 구체적인 실시예들에서, 자기 부양 로터는 기판의 평면과 평행한 복수의 방향들로 이동될 수 있다. 하나 이상의 실시예들에서, 자기 부양 로터는 자기 부양 로터에 커플링되는 자기장을 생성하도록 구성되는 자기장 생성 디바이스를 포함하는 메커니즘에 커플링되고, 자기장은 기판의 평면과 평행한 복수의 방향들로 부양 로터를 이동시키기 위해 변형 가능하다.

[0020] 몇몇 구체적인 실시예들에 따르면, 챔버는 자기 부양 로터에 커플링되는 자기장 생성 디바이스를 더 포함한다. 자기장은 기판의 평면내의 복수의 축 방향들로 부양 로터를 이동시키기 위해 변형 가능하다.

[0021] 몇몇 구체화된 실시예들에서, 챔버는 상기 기판에 대한 상기 제2 기판 지지부의 위치를 조정하기 위해, 센서로부터의 위치 신호들을 획득하기 위한, 그리고 하나 이상의 전자석들로 신호를 보내기 위한 시스템 제어부를 더 포함한다.

[0022] 몇몇 특정 실시예들에서, 제2 기판 지지부는 기판의 정렬 마크와 대응하도록 정렬되는 기판 지지부의 내부 표면 상의 정렬 마크를 포함하는 에지 링을 포함한다.

[0023] 하나 이상의 실시예들에서, 제1 기판 지지부는 제2 기판 지지부와 로딩 블레이드 사이의 기판을 이송하기 위한 리프트 핀들을 포함한다. 리프트 핀들은 기판 지지부 내의 개구를 통하여 지나가도록 구성될 수 있으며, 기판과 접촉하여 들어올릴 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 기판 지지부의 축 방향 위치를 이동하는 일 없이 기판 지지부 홀들 내의 리프트 핀들을 이동시키도록 구성되는 메커니즘이 도입되었다.

[0024] 하나 이상의 구체화된 실시예들의 장치는 동축인 것의 약 ± 0.005 인치 내에서 기판 지지부와 기판을 정확하게 그리고 재현가능하게 위치시킬 수 있다. 더 상세한 실시예들에서, 기판 및 기판 지지부는 동축인 것의 약 ± 0.002 인치 내에, 또는 동축인 것의 약 ± 0.001 인치 내에 있도록 위치된다.

[0025] 본 발명의 다른 면은 기판을 처리하는 방법을 지시한다. 방법은 처리 챔버 내로 기판을 이송하는 단계를 포함한다. 기판은 리프트 핀들의 세트로 이송된다. 기판의 에지의 위치는 결정된다. 기판 및 기판 지지부가 동축에 있도록 기판 지지부에 대한 기판의 위치가 조정된다. 기판은 기판 지지부로 이송된다. 기판은 이후에 처리되도록 준비된다.

[0026] 이러한 단계들의 순서는 이용되는 특정 실시예에 따라 가변되며, 엄격한 절차적 시퀀스로서 받아들여지지 않아야 한다. 몇몇 실시예들에서, 기판이 리프트 핀들 상으로 이송되기 이전에 기판 지지부에 대한 기판의 상대적 위치가 조정된다. 다른 실시예들에서, 리프트 핀들로 기판을 이송한 이후에 기판 지지부에 대한 상대적인 위치가 조정된다. 다양한 실시예들에서, 기판 지지부에 대한 기판의 상대적 위치는 기판의 위치, 에지 링의 위치, 리프트 핀들의 위치 중 하나 이상을 변경함으로써 조정된다.

[0027] 본 발명의 하나 이상의 실시예들은 기판을 처리하는 방법을 지시한다. 에지를 가지는 평판형 기판은 중간 기판 지지부 상으로 처리 챔버로 이송된다. 기판의 에지의 위치는 결정된다. 제2 기판 지지부에 대한 기판의 위치는 기판과 제2 기판 지지부가 실질적으로 중심 배향되도록 조정된다. 제2 기판 지지부로 기판이 이송되며, 기판은 처리된다.

[0028] 상세한 실시예들에서, 기판은 처리 챔버 내의 로봇 블레이드 상으로 이송된다. 중간 기판 지지부는 리프트 핀들을 포함할 수 있으며, 제2 기판 지지부에 대한 기판의 상대적인 위치는 리프트 핀들 상으로 기판을 이송하기 이전에 조정될 수 있다.

[0029] 상세한 실시예들에서, 제2 기판 지지부에 대한 기판의 상대적인 위치는 기판의 위치, 제2 기판 지지부의 위치, 또는 중간 기판 지지부의 위치 중 하나 이상을 변경함으로써 조정될 수 있다.

[0030] 몇몇 특정 실시예들에서, 방법은 제2 기판 지지부의 중심 위치에 기판을 위치시키기 위한 세타 조정 값을 결정하기 위해 기판과 기판 지지부 사이의 공간을 통하여 하나의 센서로부터 반사 광선을 투과시키는 단계를 더 포함한다. 추가적인 상세 실시예들에서, 세타 조정 값은 제2 기판 지지부와 기판 사이의 두 개 이상의 위치들 X 및 Y로부터의 거리를 측정함으로써 결정되며, 두 개 이상의 센서들은 세타 조정을 위한 두 개 이상의 위치들 X 및 Y로로부터의 거리를 결정하는데 이용된다.

[0031] 하나 이상의 실시예들에서, 제2 기판 지지부의 위치는 기판 지지부에 인접하는 하나 이상의 자기장들을 적용함으로써 조정된다. 상세한 실시예들에 따르면, 하나 이상의 센서들은 기판 지지부에 인접한 복수의 자석들과 통신하는 제어 시스템과 통신하며, 자기장은 센서에 의해 획득되는 위치에 대응하여 적용된다.

[0032] 전술한 내용이 동축 위치결정을 언급한다 하더라도, 여기에 개시되는 본 발명(들)이, 동축 위치결정으로 제한되지는 아니하며, 동축 위치의 임의의 규정된 양으로(예를 들어, ± 7㎜ 이내로), 그리고 임의의 원하는 규정된 r, 세타 위치로 기판 지지부에 대하여 기판을 위치시키는데 이용될 수 있다. 기판의 기하학적 중심은 기판의 열적 중심이 아닐 수 있다. 또한, 기판 지지부의 가변성 때문에, 비록 웨이퍼가 기판 지지부와 물리적으로 동축이 아니라 할지라도, 최적의 위치(r, 세타)가 최상의 열처리 반복성을 위해 결정될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예들은, 비록 그 위치가 물리적으로 기판 지지부와 동축이 아니라 할지라도, 웨이퍼가 최적으로 위치되는 것을 보장하는데 이용될 수 있다.

[0033] 본원 발명의 몇 가지 예시적인 실시예들을 설명하기에 앞서서, 본원 발명은 후속하는 설명에 기재된 구성 또는 공정 단계들의 구체적인 사항으로 한정되지 않는다는 것을 이해하여야 할 것이다. 본원 발명은 다른 실시예들로 구현될 수 있을 것이고 그리고 여러 가지 방식으로 실시 또는 실행될 수 있을 것이다.

[0034] 일반적으로, 이하에서 설명되는 실시예들은 기판의 평면 내에서 기판 지지부 및 기판을 축 방향으로 정렬하기 위한 마이크로 위치결정 시스템을 포함하는 RTP 시스템에 관한 것이다. 여기에 설명되는 바와 같이, 급속 열처리 또는 RTP는 약 50 ℃/초 및 그 초과의 속도로, 예를 들어, 100 내지 150 ℃/초, 및 200 내지 400 ℃/초의 속도로 웨이퍼를 균일하게 가열할 수 있는 장치 또는 공정을 지칭한다. RTP 챔버들 내에서의 통상적인 램프-다운(냉각) 속도는 80-150 ℃/초의 범위에 있다. RTP 챔버들 내에서 수행되는 일부 공정들에서는 기판에 걸친 온도 변동이 몇 ℃ 미만이 될 것을 요구한다. 그에 따라, RTP 챔버는 100 내지 150 ℃/초, 그리고 200 내지 400 ℃/초의 속도까지 가열할 수 있는 램프 또는 다른 적절한 가열 시스템 그리고 가열 시스템 제어부를 포함할 수 있으며, 상기 가열 속도는 그러한 가열 속도로 급속히 가열할 수 있는 가열 시스템 및 가열 제어 시스템을 구비하지 않는 다른 타입의 열 챔버들로부터 급속 열처리 챔버들을 구분짓는다. 도시된 실시예에서, RTP 챔버는 챔버의 내측 벽들과 접촉하지 않고 챔버 내에서 부양되고 회전하도록 구성되는 기판 지지부를 선택적으로 포함한다.

[0035] 도 1을 참조하면, 급속 열처리 챔버(100)의 예시적 실시예가 도시되어 있다. 처리 챔버(100)는 기판 지지부(104) 및 챔버 바디(102)를 포함하고, 챔버 바디는 내부 체적부(volume; 120)를 형성하는 벽들(108), 바닥(110), 및 상부 또는 리드(112)를 구비한다. 통상적으로, 벽들(108)은 기판(140)(일부가 도 1에 도시됨)의 진출입을 돕기 위한 하나 이상의 기판 접근(access) 포트(148)를 포함한다. 접근 포트는 이송 챔버(도시하지 않음) 또는 로드 록 챔버(도시하지 않음)에 커플링될 수 있고 그리고 슬릿 밸브(도시하지 않음)와 같이 내부 체적부(120)를 주변 대기(atmosphere)로부터 밀봉하는 밸브에 의해서 선택적으로 밀봉될 수 있다. 일 실시예에서, 기판 지지부(104)는 환형이고 그리고 챔버(100)는 기판 지지부(104)의 내경 내에 배치된 복사 열 소스(106)를 포함한다. 통상적으로, 복사 열 소스(106)는 복수의 램프들을 포함한다. 변경될 수 있는 RTP 챔버 및 사용될 수 있는 기판 지지부의 예가 미국 특허 제 6,800,833 호 및 미국 특허 출원 공개번호 제 2005/0191044 호에 기재되어 있다.

[0036] RTP 챔버(100)는 또한 상부(112)에 인접하는, 커플링된, 또는 그 내부에 형성된 냉각 블록(180)을 포함한다. 일반적으로, 냉각 블록(180)은 복사 열 소스(106)에 이격되고 그리고 대향한다. 냉각 블록(180)은 유입구(181A) 및 배출구(181B)에 커플링된 하나 이상의 냉매 채널들(184)을 포함한다. 냉각 블록(180)은 스테인리스 스틸, 알루미늄, 폴리머, 또는 세라믹 물질과 같은 공정 내성 물질로 제조될 수 있을 것이다. 냉매 채널들(184)은 나선형 패턴, 장방형 패턴, 원형 패턴, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있고, 그리고, 예를 들어, 냉각 블록(180)을 주조함으로써(casting) 및/또는 냉각 블록(180)을 둘 또는 셋 이상의 피스들로부터 제조하고 그 피스들을 조합함으로써, 채널들(184)은 냉각 블록(180) 내에 일체로 형성될 수 있을 것이다. 부가적으로 또는 대안적으로, 냉매 채널들(184)이 냉각 블록(180) 내로 드릴 가공될 수 있을 것이다.

[0037] 유입구(181A) 및 배출구(181B)가 밸브들 및 적절한 배관에 의해서 냉매 공급원(182)에 커플링될 수 있고 그리고 냉매 공급원(182)이 제어부(124)와 통신되어 내부에 배치된 유체의 압력 및/또는 유동의 제어를 용이하게 할 수

있게 한다. 유체는 물, 에틸렌 글리콜, 질소(N_2), 헬륨(He) 또는 열-교환 매체로서 이용되는 다른 유체일 수 있다.

[0038] 도시된 실시예에서, 기판 지지부(104)는 내부 체적부(120) 내에서 자기적으로 부양하고 그리고 회전되도록 선택적으로 구성된다. 도시된 기판 지지부(104)는 처리 중에 수직으로 상승 및 하강하는 동안에 회전될 수 있으며, 처리 이전에, 도중에 또는 그 후에, 회전되지 않으면서 상승 또는 하강될 수 있을 것이다. 이러한 자기적 부양 및/또는 자기적 회전은 입자 발생을 방지하거나 최소화하는데, 이는 기판 지지부를 상승/하강 및/또는 회전시키는데 통상적으로 필요한 이동 부분들의 감소 또는 부재로 인한 것이다.

[0039] 챔버(100)는 또한 적외선(IR) 스펙트럼 내의 빛을 포함할 수 있는 다양한 파장의 빛 및 열을 투과하는 물질로 제조된 윈도우(114)를 포함할 수 있고, 상기 윈도우를 통해서 복사 열 소스(106)로부터의 광자가 기판(140)을 가열할 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 윈도우(114)는 석영 물질로 제조되는데, 사파이어와 같이 열 및 빛을 투과하는 다른 물질들도 이용될 수 있을 것이다. 윈도우(114)는 윈도우(114)의 상부 표면에 커플링된 복수의 리프트 핀들(144)을 또한 포함할 수 있고, 상기 리프트 핀들은 챔버(100) 내외로의 기판 이송을 돕기 위해서 기판(140)과 선택적으로 접촉하고 지지하도록 구성된다. 복수의 리프트 핀들(144)의 각각은 복사 열 소스(106)로부터의 에너지 흡수를 최소화하도록 구성되고 그리고 석영 물질과 같이 윈도우(114)를 위해서 사용되는 것과 동일한 물질로 제조될 수 있을 것이다. 복수의 리프트 핀들(144)은 이송 로봇(도시하지 않음)에 커플링된 엔드 이펙터(end effector)의 통과를 돕기 위해서 서로로부터 방사상으로 이격되어 배치될 수 있다. 선택적으로, 엔드 이펙터 및/또는 로봇이 기판(140)의 이송을 돕기 위해서 수평 및 수직으로 이동될 수 있을 것이다.

[0040] 일 실시예에서, 복사 열 소스(106)는 냉매 공급원(183)에 커플링된 냉매 조립체(도시하지 않음) 내의 복수의 하니컴 튜브들(160)을 포함하는 하우징으로부터 형성된 램프 조립체를 포함한다. 냉매 공급원(183)은 물, 에틸렌 글리콜, 질소(N_2), 및 헬륨 중 하나 또는 조합일 수 있다. 하우징 벽들(108, 110)은 냉매 공급원(183)으로부터의 냉매 유동을 위해서 내부에 형성된 적절한 냉매 채널들을 가지는 구리 물질 또는 다른 적합한 물질로 제조될 수 있다. 냉매는 챔버(100)의 하우징을 냉각시키고 그에 따라 하우징이 기판(140) 보다 온도가 더 냉각된다. 각 튜브(160)가 반사부 및 높은-세기의 램프 조립체 또는 IR 방출기를 포함할 수 있으며, 이로부터 하니컴 유사 파이프 정렬체가 형성된다. 이러한 파이프들의 조밀육방(close-packed hexagonal) 구조는 높은 파워 밀도 및 양호한 공간 해상도(spatial resolution)의 복사 에너지 소스들을 제공한다. 일 실시예에서, 복사 열 소스(106)는 기판을 열적으로 처리하는데 충분한, 예를 들어, 기판(140) 상에 배치된 실리콘 층을 어닐링(annealing)하는데 충분한 복사 에너지를 제공한다. 복사 열 소스(106)는 환형 영역들을 더 포함할 수 있으며, 여기에서 제어부(124)에 의해서 복수의 튜브들로(160)로 공급되는 전압이 변화되어 튜브(160)로부터의 에너지의 방사상 분포를 개선할 수 있을 것이다. 기판(140) 가열의 다이나믹 제어가 기판(140)에 걸친 온도를 측정하도록 구성된 하나 이상의 온도 센서들(117)에 의해서 영향을 받을 수 있다.

[0041] 도시된 실시예에서, 선택적인 스테이터 조립체(118)가 챔버 바디(102)의 벽들(108)을 둘러싸고 그리고 챔버 바디(102)의 외부를 따라서 스테이터 조립체(118)의 높이를 제어하는 하나 이상의 액츄에이터 조립체들(122)에 커플링된다. 일 실시예(도시하지 않음)에서, 챔버(100)는, 예를 들어, 챔버 바디(102)를 중심으로 약 120° 의 각도로 챔버 바디를 중심으로 방사상으로 배치된 3개의 액츄에이터 조립체들(122)을 포함한다. 스테이터 조립체(118)는 챔버 바디(102)의 내부 체적부(120) 내에 배치된 기판 지지부(104)에 자기적으로 커플링된다. 기판 지지부(104)는 로터로서 기능하기 위한 자기적 부분을 포함하거나 가질 수 있고, 그에 따라 기판 지지부(104)를 상승 및/또는 회전시키기 위한 자기 베어링 조립체를 형성한다. 일 실시예에서, 기판 지지부(104)의 적어도 일부가 유체 소스(186)에 커플링된 트로프(trough)(도시하지 않음)에 의해서 부분적으로 둘러싸이고, 상기 유체 소스는 기판 지지부를 위한 열 교환 매체로서 구성된 물, 에틸렌 글리콜, 질소(N_2), 헬륨(He), 또는 그 조합을 포함할 수 있을 것이다. 스테이터 조립체(118)는 또한 스테이터 조립체(118)의 여러 부분들 및 성분들을 둘러싸기 위한 하우징(190)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 스테이터 조립체(118)는 서스펜션 코일 조립체(170)에 적층된 드라이브 코일 조립체(168)를 포함한다. 드라이브 코일 조립체(168)는 기판 지지부(104)를 회전 및/또는 상승/하강시키도록 구성되는 한편, 서스펜션 코일 조립체(170)는 처리 챔버(100) 내에서 기판 지지부(104)를 수동적으로 센터링하도록 구성될 수 있다. 그 대신에, 회전 및 센터링 기능들이 단일 코어 조립체를 구비하는 스테이터에 의해서 수행될 수 있을 것이다.

[0042] 또한, 대기 제어 시스템(164)이 챔버 바디(102)의 내부 체적부(120)에 커플링된다. 대기 제어 시스템(164)은 일반적으로, 챔버 압력을 제어하기 위한 스로틀 밸브들 및 진공 펌프들을 포함한다. 대기 제어 시스템(164)은 내부 체적부(120)로 공정 가스 또는 다른 가스를 제공하기 위한 가스 소스들을 추가적으로 포함할 수 있다. 또

한, 대기 제어 시스템(164)은 챔버 부품들의 열 증착 공정들, 열 에칭 공정들, 및 인-시츄 세정을 위한 공정 가스들을 전달하도록 구성될 수 있다.

[0043] 또한, 챔버(100)는 제어부(124)를 포함하고, 그러한 제어부는 일반적으로 중앙 처리 유닛(CPU; 130), 지원 회로들(128) 및 메모리(126)를 포함한다. CPU(130)는 다양한 활동을 제어하기 위해서 산업적 셋팅에서 사용될 수 있는 임의 형태의 컴퓨터 프로세서 및 서브-프로세서들 중 하나일 수 있다. 메모리(126) 또는 컴퓨터-판독형 매체는 랜덤 억세스 메모리(RAM), 리드 온리 메모리(ROM), 플로피 디스크, 하드 디스크, 또는 임의의 다른 형태의 로컬 또는 리모트 디지털 스토리지와 같은 용이하게 이용할 수 있는 하나 이상의 메모리일 수 있고, 그리고 통상적으로 CPI(130)에 커플링된다. 지원 회로들(128)은 제어부(124)를 지원하기 위해서 통상적인 방법으로 CPU(130)에 커플링된다. 이들 회로는 캐시, 전원 서플라이들, 클록 회로들, 입출력 회로들, 서브시스템, 등을 포함한다.

[0044] 일 실시예에서, 액츄에이터 조립체들(122) 각각은 일반적으로 챔버 바디(102)의 벽들(108)로부터 연장하는 두 개의 플랜지들(134) 사이에 커플링된 정밀 리드 스크류(132)를 포함한다. 리드 스크류(132)는 스크류가 회전할 때 리드 스크류(132)를 따라 축 방향으로 이동하는 너트(158)를 가진다. 커플링(136)은 스테이터(118)와 너트(158) 사이에 커플링되어 리드 스크류(132)가 회전할 때 커플링(136)이 커플링(136)과의 인터페이스에서 스테이터(118)의 높이를 제어하도록 리드 스크류(132)를 따라 이동하도록 한다. 따라서, 액츄에이터들(122) 중 하나의 리드 스크류(132)가 다른 액츄에이터들(122)의 너트들(158) 사이에 상대적인 변위를 형성하도록 회전될 때, 스테이터(118)의 수평면은 챔버 바디(102)의 중앙 축선에 대해 변경된다.

[0045] 일 실시예에서, 스테퍼 또는 서보 모터와 같은, 모터(138)는 제어부(124)에 의한 신호에 반응하여 제어가능한 회전을 제공하도록 리드 스크류(132)에 커플링된다. 선택적으로, 공기압 실린더들, 유압 실린더들, 볼 스크류들, 솔레노이드들, 선형 액츄에이터들 및 캠 팔로워들, 등과 같은, 다른 타입의 액츄에이터들(122)이 스테이터(118)의 선형 위치를 제어하기 위해 이용될 수 있다.

[0046] 선택적인 스테이터 조립체(118)를 포함하는 실시예에서, 챔버(100)는 또한 하나 이상의 센서들(116)을 포함하며, 센서는 일반적으로 챔버 바디(102)의 내부 체적부(120) 내의 기판 지지부(104)(또는 기판(140))의 높이를 검출하도록 구성된다. 센서들(116)은 챔버 바디(102) 및/또는 처리 챔버(100)의 다른 부분들에 커플링될 수 있으며 챔버 바디(102)의 상부(112) 및/또는 바닥(110)과 기판 지지부(104) 사이의 거리를 표시하는 출력을 제공하도록 구성되고, 또한 기판 지지부(104) 및/또는 기판(140)의 오정렬을 검출할 수 있다.

[0047] 하나 이상의 센서들(116)은, 센서들(116)로부터의 출력 계량치(metric)를 수용하고 기판 지지부(104)의 적어도 일 부분을 상승 또는 하강시키도록 하나 이상의 액츄에이터 조립체들(122)로 신호 또는 신호들을 제공하는 제어부(124)로 커플링된다. 제어부(124)는 각각의 액츄에이터 조립체(122)에서 스테이터(118)의 높이를 조정하도록 센서들(116)로부터 획득된 위치 계량치를 이용하여, 기판 지지부(104) 및 그 위에 놓여진 기판(140)의 높이 및 평탄성(planarity) 모두가 RTP 챔버(100)의 중앙 축선 및/또는 복사 열 소스(106)에 대해 조정되도록 할 수 있다. 예를 들면, 제어부(124)는 하나의 액츄에이터(122)의 작동에 의해 기판 지지부를 상승시키도록 신호들을 제공하여 기판 지지부(104)의 축 방향 오정렬을 정정하도록 하고, 또는 제어부가 기판 지지부(104)의 동시 수직 이동을 용이하게 하도록 모든 액츄에이터들(122)로 신호를 제공할 수 있다.

[0048] 하나 이상의 센서들(116)은 초음속, 레이저, 유도성, 용량성, 또는 챔버 바디(102) 내의 기판 지지부(104)의 근접성을 검출할 수 있는 다른 타입의 센서일 수 있다. 비록 챔버(100)의 외부에서 스테이터(118)에 커플링되는 것과 같이, 챔버 바디(102) 내부 및 주위의 다른 장소들이 적절할 수 있지만, 센서들(116)은 상부(112) 근처 챔버 바디(102)로 커플링될 수 있거나, 벽들(108)로 커플링될 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 센서들(116)은 스테이터(118)로 커플링될 수 있고 벽들(118)을 통하여 기판 지지부(104)(또는 기판(140))의 높이 및/또는 위치를 감지하도록 구성된다. 이러한 실시예에서, 벽들(108)은 벽들(108)을 통한 위치 감지를 용이하게 하도록 더 얇은 단면을 포함할 수 있다.

[0049] 챔버(100)는 또한 처리 전, 처리 중, 및 처리 후 기판(140)의 온도를 감지하도록 구성될 수 있는, 하나 이상의 온도 센서들(117)을 포함한다. 도 1에 도시된 실시예에서, 비록 챔버 바디(102) 내 및 주위의 다른 위치들이 이용될 수 있지만, 온도 센서들(117)은 상부(112)를 통하여 배치된다. 온도 센서들(117)은 광학 고온계, 일 예로서 광 섬유 탐침들을 가지는 고온계일 수 있다. 센서들(117)은 기판의 전체 직경, 또는 기판의 일 부분을 감지하기 위한 구성으로 상부(112)에 커플링되도록 구성될 수 있다. 센서(117)는 기판의 직경과 실질적으로 동일한 감지 영역 또는 기판의 반경과 실질적으로 동일한 감지 영역을 정의하는 패턴을 포함할 수 있다. 예를 들면, 복수의 센서들(117)은 기판의 반경 또는 직경을 가로지르는 센싱영역이 가능하도록 방사상 또는 선형 구

성으로 상부(112)에 커플링될 수 있다. 일 실시예(도시되지 않음)에서, 복수의 센서들(117)은 상부(112)의 거의 중앙으로부터 상부(112)의 주변 부분으로 방사상으로 연장하는 라인에 배치될 수 있다. 이러한 방식으로, 기판의 반경은 센서들(117)에 의해 모니터링될 수 있고, 이는 회전 동안 기판의 직경을 감지할 수 있게 한다.

[0050] 여기에 설명된 바와 같이, 챔버(100)는 "페이스가 위를 향하는(face-up)" 배향으로 기판을 수용하도록 구성되고, 기판의 측부 또는 페이스를 수용하는 배치부(deposit)가 상부(112)를 향하여 배향되고 기판의 "배면"이 복사 열 소스(106)를 향한다. 기판의 배면이 때때로 포함된 처리(즉, Ni 코팅)에 따라 기판의 페이스 보다 적게 반사되기 때문에, "페이스가 위를 향하는" 배향은 복사 열 소스(106)로부터의 에너지가 기판(140)에 의해 더 신속히 흡수되도록 할 수 있다. 통상적으로, 패턴화되지 않은 "페이스가 위를 향하는" 배향은 방사 소스로 더욱 균일하게 흡수하는 페이스를 제공한다.

[0051] 비록 냉각 블록(180) 및 복사 열 소스(106)가 각각 내부 체적부(120)의 상부 및 하부 부분에 위치되는 것으로 설명되었지만, 냉각 블록(180) 및 복사 열 소스(106)의 위치가 역전될 수 있다. 예를 들면, 냉각 블록(180)은 기판 지지부(104)의 내경 내에 위치되도록 하는 크기를 가지고 및 구성될 수 있으며, 복사 열 소스(106)는 상부(112)에 커플링될 수 있다. 이러한 배치에서, 석영 윈도우(114)는 챔버(100)의 상부 부분 내의 복사 열 소스(106)에 인접한 것과 같이, 기판 지지부(104)와 복사 열 소스(106) 사이에 배치될 수 있다. 비록 기판(140)은 배면이 복사 열 소스(106)를 향할 때 더욱 용이하게 열을 흡수할 수 있고 방사 에너지를 더욱 균일하게 흡수할 수 있지만, 기판(140)은 페이스가 상방으로 향하는 배향 또는 페이스가 하방으로 향하는 배향 중 어느 하나의 구성으로 배향될 수 있다.

[0052] 하나 이상의 실시예들에 따라, 기판 지지부(104)에 대한 기판의 위치결정은 예를 들면 일반적인 평면 기판의 에지를 검출함으로써, 제 2 기판 지지부에 대한 기판의 위치를 감지하기 위한 위치 센서 시스템(220)을 이용한 기판 위치의 검출에 의해 달성된다. 기판의 에지의 검출은 다양한 방식으로 달성될 수 있다. 아래에 설명된 예들은 본 발명의 범위를 제한하기 위한 의도가 아니다. 다른 기판 위치 센서 시스템들(220)은 본 발명의 범위 내에 있다. 예를 들면, 특정 기판 위치 센서 시스템은 초음파, 레이저, 유도성, 용량성, 또는 기판 지지부에 대한 기판의 위치를 검출할 수 있는 다른 타입의 센서를 이용할 수 있다.

[0053] 기판 위치 센서 시스템들(220)의 예는 미국 특허 제 7,153,185호(" '185 특허 ")에 상세하게 설명된다. 기판 위치 검출 또는 센서 시스템(220)의 일 예가 도 2a에 도시된다. 기판(200)의 표면 상으로 광선(227)을 지향시키기 위한 광 소스(225)가 제공되며, 광선(227)은 반사된 비임(beam)(229)으로서 반사된다. 검출기(231)는 기판(200)으로부터 반사된 광선(229)의 세기를 모니터링하도록 위치된다. 검출기(231) 및 기판(200) 중 하나 또는 둘다 검출기(231)와 기판(200) 사이의 상대적인 운동을 제공하도록 이동가능할 수 있다. 센서 시스템(220)은 검출기와 통신되는 전자 제어부(235)를 더 포함할 수 있으며, 제어부(235)는 검출기(231)에 의해 검출된 반사들로부터 복수의 측정치들을 발생하도록 작동 가능하다.

[0054] 전자 제어부(235)는 광학 센서 시스템으로부터 신호들을 수신하는 일반적 목적의 프로그램가능한 디지털 컴퓨터를 포함하거나 이 디지털 컴퓨터와 통신될 수 있다. 측정치들은 이어서 데카르트 x-y 좌표 시스템을 이용하여 기판의 평면과의 방사상 위치들과 관련될 수 있다.

[0055] 알고리즘 및/또는 경험적으로 결정된 측정치를 통하여, 전자 제어부(235)는 반사가 일어나는 기판 표면 상의 위치를 계산할 수 있다. 기판 표면으로부터의 반사의 특성을 기초로 하여, 제어부는 측정치들 중 어느 것이 기판의 에지에 대응하는지를 결정할 수 있다. 이는 기판으로부터의 약한 반사 또는 반사가 전혀 없는 것을 검출함으로써 결정될 수 있다. 센서 시스템(220)이 기판 아래 위치하는 것으로 보여지지만, 램프 또는 기판을 가열하기 위한 다른 가열 요소들에 의해 전달되는 방사선과 간섭되지 않도록 부품들이 유용하게는(advantageously) 기판 위에 위치되는 것이 인정될 것이다. 또한, 센서 시스템(220)의 부품들은 광 파이프들 및 고온계를 포함할 수 있는 온도 검출 시스템과의 간섭을 피하도록 위치되어야 한다.

[0056] 시스템(220)의 특정 실시예는 아래 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 광선(227)은 기판의 표면 상에 약 1 밀리미터 보다 작은 스폿 크기를 가질 수 있다. 시스템은 굴절성 광학 요소(예를 들면, 렌즈), 반사성 광학 요소(예를 들면, 거울), 회절성 광학 요소(예를 들면 그레이팅(grating), 및/또는 홀로그래픽 광학 요소(예를 들면 홀로그래픽 그레이팅)을 포함하는 비임 포커싱 옵틱(optic)을 더 포함할 수 있다. 장치는, 검출기에 의해 검출된 반사 광 앞에 기판 표면으로부터 반사된 광을 시준(collimate)하도록 위치되는 시준 옵틱을 더 포함할 수 있다.

[0057] 도 2b에 도시된, 광학 검출기 시스템의 또 다른 실시예에서, 광학 검출 시스템은 광 소스 및 검출기(252)를 포

함할 수 있고 제 2 기판 지지부의 위치에 대한 기판의 위치를 검출하도록 기판 상의 제 2 기판 지지부 또는 제 2 기판 지지부 상의 기판 중 어느 하나에 의해 형성된(cast) 투영(shadow)을 평가하기 위해 구성된다. 도 2b에 도시된 실시예에서, 검출기(252)는 기판 지지부(에지 링)(206)에 의해 형성된 기판(200) 상의 투영을 검출하도록 위치된다. 광 소스(250) 및 검출기(252)가 기판 지지부(206) 상의 기판(200)에 의해 형성된 투영을 검출하도록 기판(200) 및 기판 지지부(206) 위에 위치될 수 있다는 것이 인정될 것이다.

[0058] 광학 검출 시스템의 또 다른 변형예에서, 광 소스 또는 다른 적절한 조명 시스템(250)은 카메라일 수 있고 관찰 분석 시스템(254)과 통신되는 검출기(252)와 협동할 수 있다. 경험 데이터 및/또는 룩업(look up) 테이블들을 포함할 수 있고 일반적인 목적의 컴퓨터를 포함할 수 있는 관찰 분석 시스템(254)은 기판 지지부(206) 및 기판(200)의 중앙들을 검출하기 위해 이용될 수 있다.

[0059] 상술된 광학 시스템들 각각 또는 기판 및 웨이퍼 지지부의 상대적인 위치들을 검출 또는 감지하기 위한 소정의 다른 적절한 방법은 기판 지지부 및 기판 중 하나 또는 둘 다를 이동시키기 위한 시스템과 함께 이용될 수 있다. 이 같은 시스템들의 예시적인 실시예들은 아래에서 추가로 설명될 것이다.

[0060] 상술된 위치 센서 시스템들(220)의 개별 부품들은 처리 챔버의 상부 또는 리드(112)에 장착될 수 있다. 센서 부품들은 웨이퍼의 중앙 위치를 검출하는 것을 보조하도록 챔버의 X 및 Y 축선을 따라 상이한 위치들에 위치될 수 있다. 선택적으로, 센서 시스템(220)의 부품들은 처리 챔버의 측벽들에 배치될 수 있다.

[0061] 도 3a 및 도 3b는 또한 위치결정 메커니즘들의 실시예들을 보여준다. 도 3a에서, 기판(200)은 로딩 블레이드(202)(또한 로봇 블레이드(202)로 지칭됨) 상의 챔버 내로 로딩된다. 복수의 리프트 핀들(204)은 반사기 판(214)을 통하여 돌출될 수 있고 로딩 블레이드로부터 기판(200)을 리프팅할 수 있다. 이는 반사기 판(214)의 외주변 상에 리프트 핀들을 위치결정하고, 기판(200)의 에지들이 로봇 블레이드(202)로부터 기판을 리프트하도록 리프트 핀을 기판의 외주변 에지와 접촉하도록 하는 로봇 블레이드(202)의 적어도 일 부분을 매달도록 로봇 블레이드의 평면 영역을 최소화함으로써 달성될 수 있다. 따라서, 로봇 블레이드(202)는 연장된 리프트 핀들(204) 사이에서 그리고 이를 통하여 연장할 수 있어, 핀들(204)이 로봇 블레이드(202)로부터 기판(200)을 리프팅한 후 로봇 블레이드(202)를 끌어들이는 것을 가능하게 한다. 또 다른 변형예에서, 로봇 블레이드(202)는 로봇 블레이드로부터 기판을 리프팅하도록 리프트 핀들의 위치와 정렬되는 미리 선택된 위치들에 슬롯들 또는 절개부들(cutouts)(도시안됨)을 가질 수 있다. 로봇 블레이드로부터 기판의 리프팅을 달성하는 적절한 방식은 미국 특허 제 6,722,834호 및 제 6,709,218호에서 찾아 볼 수 있다. 반사기 판(214)의 구멍들은 확대되어, 핀들이 에지 링(206)의 형태의 기판 지지부로서 동일한 X-Y 평면(210) 내에서 뿐 아니라, 에지 링(206)에 대해 수직한 방향(화살표(212)에 의해 도시됨)으로 이동하는 것을 허용한다. 로딩 블레이드(202)는 이어서 챔버로부터 철회될 수 있다. 기판 위치 센서 시스템은 경험적으로 미리 결정될 수 있는, 미리-선택된 위치로 기판(200) 위치를 이동하기 위해 요구되는 특별한 조정들을 결정할 수 있다. 미리-선택된 배향은 기판(200)이 챔버 중앙에 대해 중심이 맞추어지는 배향이며, 이는 X-Y 평면에서 기판 지지부(206)에 대한 기판의 상대적인 위치에 의해 결정된다.

[0062] 일반적으로, 기판 지지부(206)가 챔버 중심에 대해 중심이 맞춰지는 경우, 기판(200) 및 기판 지지부(206)가 중심이 일치된 배향(centered orientation)에 있을 때, 기판(200)은 챔버 내에서 중심이 맞춰져야 한다. 리프트 핀들(204)은 그 후 기판(200)이 에지 링(206)과 동축일 때까지 반사기 플레이트(214)의 확대 구멍(enlargd holes; 208) 내에서 이동할 수 있다. 일단 기판(200)이 희망 위치에 있으면, 리프트 핀들(204)은 원위치로 돌아가, 도 3b에 도시된 바와 같이 기판(200)을 에지 링(206)으로 낮출 수 있다. 이는 바람직할 수 있지만, 리프트 핀들(204)이 에지 링(206)과 교차하지 않을 때, 구멍들은 에지 링(206) 내에 드릴링되거나 조각될 필요가 없다.

[0063] 대안적으로, 리프트 핀들(204)은 반사기 플레이트(214) 내에 고정될 수 있다. 반사기 플레이트는 그 후 에지 링(206)에 직각(212)일 뿐 아니라 에지 링(206)과 동일한 평면(210) 내에서 이동할 수 있다. 기판(200)을 에지 링(206) 상에 위치되게 한다.

[0064] 도 3c는 반사기 플레이트(214) 및 에지 링(206)의 횡단면도를 도시한다. 반사기 플레이트(214) 내의 구멍들(208)은 리프트 핀들(204)의 직경보다 더 큰 것으로 보여질 수 있다. 이는 기판의 위치를 조정하기 위해 리프트 핀들(204)이 3차원으로 이동될 수 있도록 한다.

[0065] 도 4는 위치결정 메커니즘(positioning mechanism)를 활용하는 챔버의 예시적인 실시예를 도시한다. 기판(302)은 개구(320)를 통해 로딩 블레이드(318) 상에서 챔버(300)로 로딩되며, 기판(320)을 지지하는 로딩 블레이드

(318)는 하기에 설명되는 바와 같이 최적 위치가 얻어질 때까지 챔버 내에 남아 있는다. (예를 들면, 전술된 타입의) 기판 위치 센서 시스템(304)은 기판(320)의 에지들에서 기판을 지지하는 에지 링으로서 도시된 제2 기판 지지부(306)에 대하여 기판(320)의 위치에 대해 조정이 필요한지 여부를 결정할 수 있다. 위치결정 메커니즘과 통신하고 기판 위치 센서 시스템(304)과 통신하는 컴퓨터 또는 다른 적합한 프로세서가 그 후 기판 지지부(306)에 대해 기판(320)의 위치를 조정하는데 사용될 수 있다. 원하는 방사상 위치에서 에지 링(306)을 이동시키거나 푸쉬하는 푸셔들(pusher; 310)을 포함하는 방사상 위치결정 메커니즘을 사용하여 방향 힘(directional force)을 가함으로써 에지 링(306)에 대한 조정이 이루어질 수 있다. 대안적으로, 푸셔(310)는 원하는 방향으로 기판 지지부(306)를 이동시키도록 기계적 부양 로터(mechanically levitated roter; 308)에 방향 힘을 가할 수 있다. 기판 지지부(306)가 기판(302)과 동축으로 위치되면, 리프트 핀들(312)은 로딩 블레이드로부터 기판(302)을 들어 올린다. 로딩 블레이드가 제거된 후, 리프트 핀들(312)은 기판(302)을 기판 지지부(306)로 낮출 수 있어서, 기판 지지부(306)와 기판(302)의 동축 정렬을 초래한다.

[0066] 방향 힘을 가함으로 인한 기계적 부양 로터 또는 에지 링의 이동은 다양한 다른 방법으로 성취될 수 있다. 방사상 위치결정 메커니즘의 비제한적인 예시들은 에지 링(306) 또는 로터(308)를 푸쉬하는 일련의 위치결정 로드들(310) ; 로터 또는 에지 링을 푸쉬하도록 하는 액체 또는 가스의 제트들; 또는 에지 링(306) 또는 로터(308)를 이동하게 하도록 스테이터를 사용하는 자기장의 적용을 포함한다. 스크류 작동, 유압 작동, 또는 공압 작동되는 푸셔 메커니즘과 같은 임의의 적합한 푸셔 메커니즘들이 사용되어 위치결정 로드들(310)을 구동시킬 수 있다.

[0067] 도 5에 도시된 바와 같은 다른 실시예에서, 기판(402)은 로딩 블레이드(404) 상에서 챔버(400)로 로딩된다. (예를 들면, 전술된 타입의) 기판 위치 센서 시스템(406)은 에지 링(408)과 기판(402)을 동축으로 위치시키는데 필요한 조정들을 결정할 수 있다. 로딩 블레이드(404)는 기판(402)을 위치결정 하기 위해, 프로세서 또는 컴퓨터를 통해 기판 위치 센서 시스템(406)과 통신하는 모터(412)에 의해, 또는 푸싱 메커니즘들(410)에 의해 이동될 수 있다. 리프트 핀들(414)은 로딩 블레이드(404)로부터 기판(402)을 들어 올린다. 로딩 블레이드(404)가 제거되면, 리프트 핀들(414)은 낮춰질 수 있으며, 그에 따라 에지 링(408) 상에 기판(402)을 동축 관계로 배치할 수 있다.

[0068] 도 6에 도시된 추가 실시예에서, 기판(502)은 로딩 블레이드(504) 상에서 챔버(500)로 오게 된다. 전술된 타입의 기판 위치 센서 시스템(506)은 기판(502) 및 에지 링(508)을 동축 관계로 배치하는데 요구되는 필요한 조정들을 결정한다. 기판 위치 센서 시스템은 프로세서 또는 컴퓨터 및 위치결정 메커니즘과 통신한다. 기판(502)이 로딩 블레이드(504) 상에 있는 동안 기판(502)은 그 후 모터 구동되는 위치결정 로드, 유압 또는 공압 위치결정 로드, 액체 또는 가스 제트, 또는 다른 유사한 수단(510) 중 하나 이상으로부터 선택되는 위치결정 메커니즘을 사용하는 위치로 푸쉬된다. 이들 위치결정 메커니즘들은 블레이드 자체 상에 위치될 수도 있다. 일단 정렬되면, 리프트 핀들(512)은 로딩 블레이드(504)로부터 기판(502)을 들어올린다. 로딩 블레이드(504)는 수축하며, 리프트 핀들(512)은 동축 관계로 기판(502)을 에지 링(508) 상으로 낮춘다.

[0069] 도 7에 도시된 다른 실시예에서, 기판(600)이 리프트 핀들(604) 상에 있는 동안 기판(600)은 에지 링(602)과 동축으로 정렬될 수 있다. 이들 실시예들에서, 기판(600)은 모터 구동되는 위치결정 로드들(606), 유압 또는 공압 구동되는 위치결정 로드들 및/또는 노즐들(608)을 통과하는 가스 또는 액체 제트로부터의 압력을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 임의의 적합한 수단에 의해 측면으로부터 압박될 수 있다. 일단 정렬되면, 리프트 핀들(604)은 수축하며, 동축으로 정렬된 관계로 기판(600)을 에지 링(602)으로 낮춘다.

[0070] 도 8a 및 8b에 도시된 추가 실시예들은 기판(700)이 에지 링(702) 상에 배치된 후, 에지 링(702)과 기판(700)의 동축 정렬을 허용한다. 이러한 정렬은 모터 구동되는 위치결정 로드들(704), 유압 또는 공압 구동되는 위치결정 로드들, 또는 노즐들(706)을 통과하는 액체 제트들 또는 가스로부터의 압력을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 임의의 적합한 수단에 의해 이루어질 수 있다. 일단 에지 링(702)과 동축으로 정렬되면, 기판(700)은 처리될 준비가 된다.

[0071] 하나 또는 그보다 많은 상세한 실시예들의 장치는 동축이 되는 기판 및 에지 링을 약 ± 0.005 인치 이내로 정확하고 재현 가능하게 위치결정할 수 있다. 보다 상세한 실시예에서, 기판 및 에지 링은 동축이 되는 약 ± 0.002 인치 이내로 또는 동축이 되는 약 ± 0.001 인치 이내로 위치결정된다.

[0072] 따라서, 본 발명의 하나 이상의 실시예들은 기판을 처리하는 급속 열처리 장치에 관한 것이다. 이 장치는 열소스를 포함하는 챔버를 포함한다. 이 장치는 제1 위치에서 챔버 내에 기판을 지지하기 위한 통상적으로 로봇 블레이드 또는 리프트 핀들의 형태인 제1 기판 지지부 및 제2 위치에서 기판을 지지하기 위한 제2 기판 지지부,

예를 들면 에지 링을 포함한다. 특정 실시예들에서, 기판을 기판의 에지들에서 지지하는 에지 링을 포함하는 제2 기판 지지부는 열처리 동안 기판을 지지하도록 구성되며, 기판을 열 소스에 더 가까이 그리고 열 소스로부터 더 멀리 배치하는 방향으로 이동 가능하다. 기판의 축 방향 위치를 감지하는 센서 시스템이 포함된다. 이 센서 시스템은 제2 기판 지지부의 축 방향 위치에 대한 기판의 축 방향 위치가 변화되게 하도록 작동하는 액츄에이터와 통신한다. 제1 기판 지지부는 임시 기판 지지부로서 작용하며, 임시 기판 지지부로 지칭될 수 있다.

[0073] 도 9a는 기판 지지부(900)의 일 실시예의 평면도이다. 도 9b는 기판 지지부(900)의 횡단면도이다. 기판 지지부(900)는 에지 링(910), 지지 링(920) 및 지지 실린더(930)를 포함하는 복수의 부분들로 된 조립체로부터 형성된다. 에지 링(910)은 기판(902)의 배치를 돕는 환형 형상을 갖는다. 도 9b에 도시된 바와 같이, 에지 링(910)은 외부 표면(912) 및 이 외부 표면(912)으로부터 오목해지며 이에 평행한 내부 표면(914)을 포함한다. 외부 표면(912)은 그에 따라 내부 표면(914)보다 더 높은 레벨에 위치되며, 측벽(915)에 의해 경계가 정해지는 외부 테두리(border)를 갖는다. 측벽(915)은 내부 표면(914) 상에서의 기판의 배치를 돕기 위해 기판(902)의 두께보다 다소 더 두꺼울 수 있다. 에지 링(910)은 외부 표면(912)으로부터 아래로 연장하는 외부 플랜지(916)를 포함할 수도 있다. 외부 플랜지(916)와 측벽(915) 사이에는 갭(918)이 형성되어, 지지 링(920) 상에서 에지 링(910)의 조립을 용이하게 한다. 일 실시예에서, 에지 링(910)은 용이한 제거 및 교체를 위해 부착하지 않고 지지 링(920) 상에 단순히 배치될 수 있다. 상세한 실시예에서, 제2 기판 지지부는 얇은 중실형의 리세스형 디스크(thin solid recessed disk)일 수 있다.

[0074] 지지 링(920)은 상부로 연장하는 내부 플랜지(922) 및 하부로 연장하는 외부 플랜지(924)를 갖는 얇고 편평한 섹션을 포함한다. 상부로 연장하는 내부 플랜지(922)는 에지 링(910)의 외부 플랜지(916)에 커플링된다. 하부로 연장하는 외부 플랜지(924)는 지지 실린더(930)에 커플링된다. 지지 실린더(930)는 지지 링(920)에 대해 수직한 지지를 제공한다. 도 9a에 도시된 바와 같이, 지지 실린더(930)의 바닥(932)은 지지 실린더(930) 안으로의 기류를 허용하는 톱니형 프로파일(indented profile)을 포함한다.

[0075] 에지 링(910)의 대안적인 실시예가 도 9c에 도시된다. 이 실시예에서, 내부 표면(914)은 기판(902) 상에 제공되는 대응하는 정렬 마크(904)의 정렬을 용이하게 하도록 기준으로서 사용될 수 있는 정렬 마크(919)를 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 내부 표면(914) 상의 정렬 마크(919)는 돌기(protrusion)로서 형성될 수 있으며, 기판(902)의 림(rim) 상의 정렬 마크(904)는 노치(notch)일 수 있다. 에지 링(910) 상에서의 기판(902)의 적절한 정렬 및 배향은 그에 따라 가벼운 누설로 인한 불균일한 열 분포를 방지하며, 열 전달을 향상시킬 수 있다.

[0076] 도 10a의 평면도 및 도 10b의 측면도에 도시된 바와 같이, 위치 센서들(1014, 1016)은 또한 기판(1002)이 처리 챔버(1001) 내에서 기판 지지부(1004)의 에지 링(1003)에 대해 적절하게 중심이 맞춰지도록 보장하는데 사용될 수도 있다. 일 실시예에서, 위치 센서들(1014, 1016)은, 예를 들면 챔버 리드에 근접하여 위치 센서들(1014, 1016)을 장착함으로써, 기판 지지부(1004) 위에 배치될 수 있다. 위치 센서들(1014, 1016)은 초음파 센서들, 광학 센서들, 유도 센서들, 용량성 센서들, 또는 에지 링(1003)의 측벽(1005)과 기판(1002)의 에지(1006) 사이의 거리를 검출할 수 있는 다른 타입의 위치 센서들을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 위치 센서들(1014, 1016)은 에지 링(1003)에 대한 기판(1002)의 임의의 부적절한 센터링(centering)을 검출하도록 광선을 방출할 수 있다.

[0077] 도 10b에 도시된 바와 같이, 기판(1002)은 지지 핀들(1007)을 낮춤으로써 에지 링(1003) 상에 배치될 수 있다. 기판 표면에 걸쳐서 균일한 열 처리된 기판(1002)을 공급하기 위해, 기판(1002)은 에지 링(1003)의 중심 상에 위치될 수 있다. 에지 링(1003)은 X축 및 Y축의 방향으로 기판 지지부(1004)를 이동시킴으로써 기판(1002)을 만나도록 조정될 수 있다. 위치될 기판(1002)에 대한 에지 링(1003)의 중심 위치를 찾기 위해, 위치 센서들(1014, 1016)은 중심 위치에 대한 검출를 돕도록 상이한 위치들에 위치결정될 수 있다. 일 실시예에서, 위치 센서들(1014)은 도 10b에 도시된 바와 같은 에지 링(1003)의 측벽(1005)과 기판(1002)의 에지(1006) 사이의 지점(spot)에 대한 챔버 리드(1015) 상에 장착될 수 있다. 각 지점에서 에지 링(1003)의 측벽(1005)과 기판(1002)의 에지(1006) 사이에 거리(1008)가 존재한다. 각각의 지점은 축(axis) 및 특정한 축에 대한 거리에 대응할 수 있다. 예를 들면, 위치 센서(1014)에 대한 지점은 X축에 대응할 수 있으며, 위치 센서(1016)에 대한 지점은 Y축에 대응할 수 있다. 각각의 지점은 위치 센서들(1014, 1016)에 의해 측정될 수 있는 거리(1008)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 위치 센서들(1014, 1016)은 이 지점 내에서 거리(1008)를 검출하기 위해 광선(1011)을 방출할 수 있다. 다른 실시예에서, 반사 광선(1011)은 둥근 점(round spot) 또는 선일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 둥근 점 또는 선의 점 크기는 4.5㎜ 이상일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 반사 광선(1011)은 약 25 내지 50㎜의 범위 내에서 전파될 수 있다. 각 지점에서 측정된 거리(1008)는 세타 조정 값(theta

adjustment value)을 찾도록 비교될 수 있다. 일 실시예에서, 측정된 거리에 대한 정확도는 약 ± 10 μm 또는 그 이상의 범위를 가질 수 있다. 세타 조정 값은 X축에 대해 조정 가능한 거리 및 Y축에 대해 조정 가능한 거리를 포함한다. 조정 가능한 거리들은 에지 링(1003)이 X축 및 Y축에서 중심 위치로 이동하기 위해 요구되는 조정들이다. 세타 조정 값이 획득된 후, 에지 링(1003)은 적절한 위치로 이동하도록 조정될 수 있다. 그 후 신호가 로봇 암으로 보내짐에 따라, 지지 핀들(1007)로부터 기판(1002)을 픽업하고, 열 처리를 위해 이 기판(1002)을 기판 지지부(1004) 상의 적절한 위치로 이동시킬 수 있다. 일 실시예에서, 기판으로부터 에지 링까지의 거리는 약 0 내지 4.342㎜의 범위를 갖는다. 특정 실시예에서, 기판으로부터 에지 링까지의 거리는 약 2.171㎜에 있다. 상세한 실시예들에서, 세타 조정 값은 수직 이동을 통해 조정될 수 있는 Z 위치에 관한 조정 정보와 연관된다.

[0078] 도 10c 본 발명의 다른 실시예에 따라 처리 챔버(1050) 내의 기판 지지부(1052)의 평면도이다. 대안적으로, 에지 링(1056)과 기판(1054) 사이의 거리(1008)는 또한 처리 챔버(1050)의 내부 측벽들에 센서들을 위치시켜서 측정될 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 광 송신기(1068)는 내부 측벽의 한 쪽에 커플링될 수 있고, 제 1 광 수신기(1070)는 제 1 광 송신기(1068)가 X축에 대응하는 거리(1058)에 대해 측정하도록 위치되는 측벽과 인접한 측벽에 커플링될 수 있다. 제 2 광 송신기(1072)는 다른 내부 측벽에 커플링되며, 제 2 광 수신기(1074)는 제 2 광 송신기(1072)가 Y 축에 대응하는 거리(1059)에 대해 측정하도록 위치되는 내부 측벽과 인접한 측벽에 커플링될 수 있다. 거리들(1058, 1059)은 광 파이프(1078)를 통해 광 송신기들(1068 및 1072)에 의해 전송된 광선들(1076)에 의해 측정될 수 있다. 광선들(1076)은 에지 링(1056)과 기판(1054) 사이에 거리들(1058, 1059)을 관통하며, 광 수신기들(1070, 1074)에 의해 수신될 수 있다. 거리들(1058, 1059)이 획득되고 시스템 제어부(1124)로 다시 전송된 후에, 세타 조정값은 이제 계산될 수 있고 에지 링(1003)은 이후 기판이 위치될 수 있는 중심 위치로 X 및 Y 축의 방향으로 이동함으로써 세타 조정 값에 따라 조정될 수 있다.

[0079] 도 11은 급속 열 처리 챔버(1100)의 상세한 실시예의 단순화된 등각 투영도이다. 처리 챔버(1100)는 도 1에 대해 설명된 구성요소들을 포함하고, 도면 부호들은 균등한 구성요소들과 일치한다. 챔버(1100)는 챔버의 외측에 일반적으로 위치되고 챔버 바디(102)의 내부 체적부(120) 내에서 기판 지지부(104)(또는 기판(140))의 높이를 검출하도록 구성된 하나 이상의 센서들(116)을 포함한다. 센서들(116)은 도시된 관형 포트들 및/또는 처리 챔버(1100)의 다른 부분들을 통해 챔버 바디(102)에 커플링될 수 있고 기판 지지부(104)와 챔버 바디(102)의 상부(112) 및/또는 바닥(110) 사이의 거리를 나타내는 출력을 제공하도록 구성될 수 있으며, 또한 기판 지지부(104) 및/또는 기판(140)의 오정렬을 검출할 수 있다. 다른 실시예(미도시)에서, 센서들(116)은 센서들(316)이 스테이터(118)와 함께 위 아래로 이동하도록 허용하는 스테이터 하우징(1190) 내부에 위치될 수 있다. 이 실시예는 센서들(116)이 링 섹션(192) 상에 기준 포인트를 획득하도록 허용한다. 이러한 실시예에서, 신호는 일정할 수 있고 신호의 편차를 탐색할 수 있으며, 수직 위치는 모터(138)로부터 피드백에서 결정될 수 있다.

[0080] 하나 이상의 센서들(116)은 센서들(116)로부터 출력 계량치를을 수신하는 제어부(124)에 커플링되어 하나 이상의 액츄에이터 조립체들(122)에 신호 또는 신호들을 제공하여서 기판 지지부(104)를 상승 또는 하강시킨다. 제어부(124)는 각각의 액츄에이터 조립체(122)에서 스테이터(118)의 높이를 조정하도록 센서들(116)로부터 획득된 위치 계량치를 활용하여서 기판 지지부(104)와 그 위에 시팅된(seated) 기판(140)의 높이 및 평탄도 양쪽이 챔버(100) 및/또는 복사 열 소스(106)의 중심 축에 대해 조정되도록 할 수 있다. 예를 들어, 제어부(124)는 기판 지지부(104)의 축선 오정렬을 수정하도록 액츄에이터(122)의 동작에 의해 기판 지지부를 상승시키는 신호들을 제공할 수 있고, 또는 제어부는 기판 지지부(104)의 동시적인 수직 운동을 촉진하도록 모든 액츄에이터들(122)에 신호를 제공할 수 있다.

[0081] 센서들(116)은 챔버 바디(102) 내에 그리고 주위에 다른 위치들이 적절할 수 있을지라도, 챔버(1100)의 외측에 있는 스테이터(118)에 커플링되는 것과 같이, 벽들(108)에 커플링될 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 센서들(116)은 스테이터(118)에 커플링될 수 있으며 벽들(108)을 통해 기판 지지부(104)(또는 기판(140))의 높이 및/또는 위치를 감지하도록 구성된다. 이러한 실시예들에서 벽들(108)은 더 얇은 단면을 포함할 수 있으며, 벽들(108)을 통해 위치 감지를 촉진할 수 있다.

[0082] 도 11의 기판 지지부(104)는 복사 열 소스(106) 및 다른 하드웨어(미도시)를 수용하도록 크기화된 내부 직경을 갖는 환형 바디(1191)를 포함한다. 기판 지지부(104)는 자기 링 섹션(1192) 및 지지 섹션(1194)으로 적어도 부분적으로 구성된다. 자기 링 섹션(1192)은 철 함유 소재와 같은 자기 소재로 적어도 부분적으로 구성되어 스테이터(118)에 기판 지지부(104)의 자기적 커플링을 촉진할 수 있다. 철 함유 소재는 니켈과 같은 도금을 포함할 수 있는 스테인리스강, 저탄소강을 포함한다. 일 실시예에서, 자기 링 섹션(1192)은 중심 축에 대해 원형 배열로 배치된 복수의 영구 자석들로 구성된다. 자기 링 섹션(1192)은 그 안에 형성된 하나 이상의 채널들을 갖는

외측 표면을 추가로 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 자석 링 섹션(1192)은 그 안에 형성된 하나 이상의 채널들을 갖는 "E" 형상 또는 "C" 형상과 같은 모양의 프로파일을 포함한다.

[0083] 하나 이상의 실시예들에서, 기판(140)을 리프팅하기 전에 리프팅 핀들(144) 상에 기판(140)과 공동 축이 되도록 자기적으로 부양된 기판 지지부(104)의 위치를 조정함으로써 에지 링(104) 상에 기판(140)을 중심에 놓는 것이 가능하다. 시스템 제어부(124)와 통신하는 한 세트의 광학 센서들(116) 또는 비젼 시스템을 포함하는 피드백 시스템이 기판의 중심 배치를 달성하는데 사용될 수 있다. 기판(140)의 위치배열(placement)은 이러한 시스템으로부터 피드백을 사용하여 행해질 수 있다. 스테이터(118)는 고정밀로, 예를 들어 0.001"까지 또는 더 양호하게 기판(140) 아래에 에지 링(104)의 중심 배치에 사용될 수 있고 최대 0.010"의 변위까지 보상할 수 있다.

[0084] 본 발명의 하나 이상의 실시예들은 챔버(1100) 내로 기판(140)을 가져오는 로봇(미도시)을 포함하고, 이는 리프트 핀들(144) 상에 전달된다. 기판 지지부(104)는 챔버에서 기판 지지부(104)의 위치를 변경시키는, 스테이터(118)에 의해 발생된 가변 자기장들을 사용하여 기판(140) 아래에 중심 배치된다. 도 12는 하우징이 제거된 스테이터 조립체(118)의 실시예에 대한 평면도이다. 시스템 제어부와 통신하는 일련의 전자석들(1200)의 자기장 세기는 챔버 내에서 기판 지지부를 밀고/당길 수 있는 전자기 바이어스를 생성하도록 조정될 수 있다. 적어도 하나의 전자석은 기판 지지부를 밀도록 바이어스될 수 있고, 적어도 하나의 전자석은 기판 지지부를 당기도록 바이어스될 수 있다. 스테이터(118) 주위에 다양한 위치들에 위치된 전자석들(1200)의 자기장의 세기를 조정함으로써, 기판 지지부가 정밀하게 위치될 수 있다. 시스템 제어부(124)와 통신하는, 와전류(eddy current) 센서들일 수 있는 센서들(1202)은 챔버 내에 기판 지지부의 위치를 검출하도록 채용될 수 있어서, 위치 신호들의 형태로 시스템 제어부(124)에 피드백을 제공한다. 이러한 센서들(1202)로부터 피드백은 시스템 제어부(124)에 의해 평가될 수 있고, 차례로 하나 이상의 전자석들을 바이어스하도록 신호를 제공하여서 기판 지지부의 위치를 조정할 수 있다.

[0085] 도 12는 약 120° 위치로 떨어져 위치된 전자석들(1200) 및 센서들(1202)을 도시한다. 이것은 단지 설명을 위한 것이고, 본 발명을 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다. 임의의 적절한 수의 센서들 및 전자석들이 활용될 수 있다. 예를 들어, 6 개의 전자석들이 3 개의 센서들로부터 발생된 피드백을 이용하여 시스템 제어부(124)에 의해 제어될 수 있다.

[0086] 본 발명의 다른 실시예들은 기판을 처리하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 기판을 처리 챔버 내로 전달하는 것을 포함한다. 기판은, 예를 들어, 한 세트의 리프트 핀들일 수 있는 중간 기판 지지부로 전달된다. 기판의 위치는 예를 들어, 하나 이상의 기판 에지들을 검출함으로써 결정된다. 기판 지지부에 대한 기판의 위치는 기판 및 기판 지지부가 미리 선택된 상대적 배향으로 정렬되도록 조정된다. 기판 위치 센서 시스템은 위치 메커니즘에 의해 중앙 처리 장치, 예를 들어 일반적 목적의 컴퓨터를 통해 통신하고, 이는 기판 지지부와 관련된 기판의 위치에 대해 바람직한 조정을 한다. 피드백 제어 시스템은 기판 및 기판 지지부가 실질적으로 공동 축선 정렬 위치에 있을 때까지 기판과 기판 지지부의 상대적 위치가 최적화되는 것을 보장하는데 사용될 수 있다. 기판은 에지 링일 수 있는 제 2 기판 지지부로 전달된다. 기판은 이후 처리 준비가 된다. 소정의 상대적인 배향은 상기 에지 링에 의힌 기판의 축선 정렬일 수 있거나, 경험적으로 결정된 위치에 기초하여 에지 링에 의한 기판의 정렬일 수 있다. 예를 들어, 경험적으로 결정된 위치가 기판 및 에지 링을 공동 축으로 정렬하지 않을 수 있지만, 에지 링의 중심에 의해 기판의 열적 질량 중심(thermal center of mass)을 정렬할 수 있다.

[0087] 기판은 로봇 블레이드를 사용하여 처리 챔버 내로 전달될 수 있다. 중간 지지부는 리프트 핀 조립체 상에 위치된 복수의 리프트 핀들일 수 있다. 챔버에 기판을 도입하고 중간 지지부를 제공하는 다른 방법들이 또한 본 발명의 범주에 있다.

[0088] 이러한 단계들의 순서는 특정 사용 실시예에 따라 가변되어 엄격한 절차적 시퀀스로서 간주되지 않아야 한다. 일부 실시예들에서, 에지 링에 대해 기판의 상대적 위치는 리프트 핀들 상에 기판을 전달하기 전에 조정된다. 다른 실시예들에서, 에지 링에 대한 상대적 위치는 리프트 핀들에 기판을 전달한 후에 조정된다. 다양한 실시예들에서, 에지 링에 대한 기판의 상대적 위치는 기판의 위치, 에지 링의 위치 또는 리프트 핀들의 위치 중 하나 이상을 변경함으로써 조정된다.

[0089] 세부적 실시예들은 공중 부양된 기판 지지부 상에 기판의 동심적 위치 결정에 대한 방법에 관한 것이다. 기판은 처리 챔버 내로 전달되어 일시적인 지지 엘리먼트 상에 위치된다. 기판 지지부에 대한 기판 위치는 센서들을 사용하여 측정된다. 기판 지지부의 위치는 기판 지지부를 기판과 동심 정렬로 가져오도록 조정된다. 기판은 일시적인 지지 요소로부터 기판 지지부에 전달된다.

[0090] 특정 실시예들에서, 지지부 상에 기판의 동심적 위치결정은 기판 지지부를 당기거나 기판 지지부를 밀도록 적어도 하나의 자석을 바이어스하는 것을 포함한다.

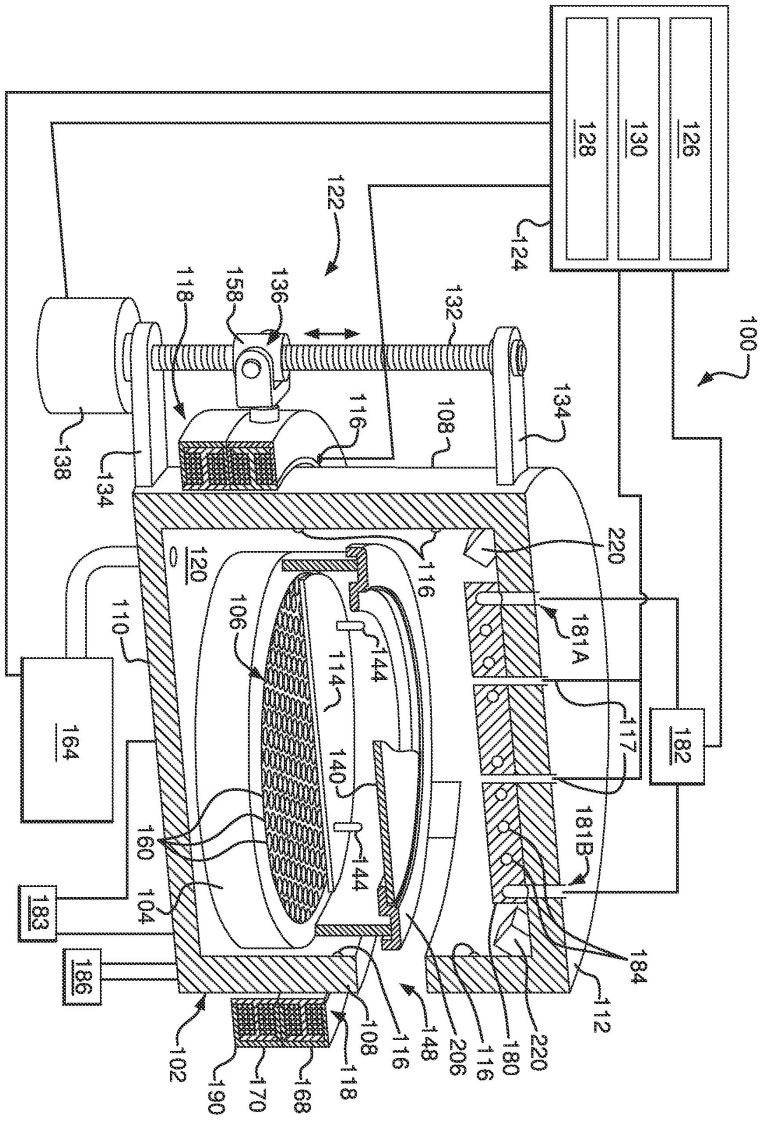
[0091] 더 구체적인 실시예들은 챔버, 기판 지지부, 위치 센서 및 시스템 제어부를 포함하는 기판 처리 장치에 관한 것이다. 기판 지지부가 챔버에 배치되고 상부 표면 상에 기판을 지지하도록 구성된 환형 바디를 포함한다. 기판 지지부는 기판 지지부에 인접하게 배치된 복수의 전자석들에 자기적으로 커플링된다. 위치 센서는 기판 지지부에 대한 기판의 위치를 검출할 수 있다. 시스템 제어부는 전자석들과 통신하여 전자석들 중 적어도 하나를 바이어스하여 기판에 대해 기판 지지부를 이동(즉, 밀거나 당김)시키도록 작동한다.

[0092] "하나 실시예", "특정 실시예들," "하나 이상의 실시예들" 또는 "실시예"에 대한 이러한 명세서의 전체적인 참조는 상기 실시예와 연결되어 기술된 특정 기능, 구조, 소재, 또는 특징이 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함됨을 의미한다. 따라서, 이러한 명세서의 전체적으로 여러 위치들에서 "하나 이상의 실시예들에서", "특정 실시예들에서", "하나의 실시예에서", 또는 "실시예에서"와 같은 문구들의 사용은 반드시 본 발명의 동일한 실시예들을 참조해야 하는 것은 아니다. 또한, 특정 기능들, 구조들, 소재들, 또는 특성들은 하나 이상의 실시예들에서 임의의 적합한 방식으로 결합할 수 있다.

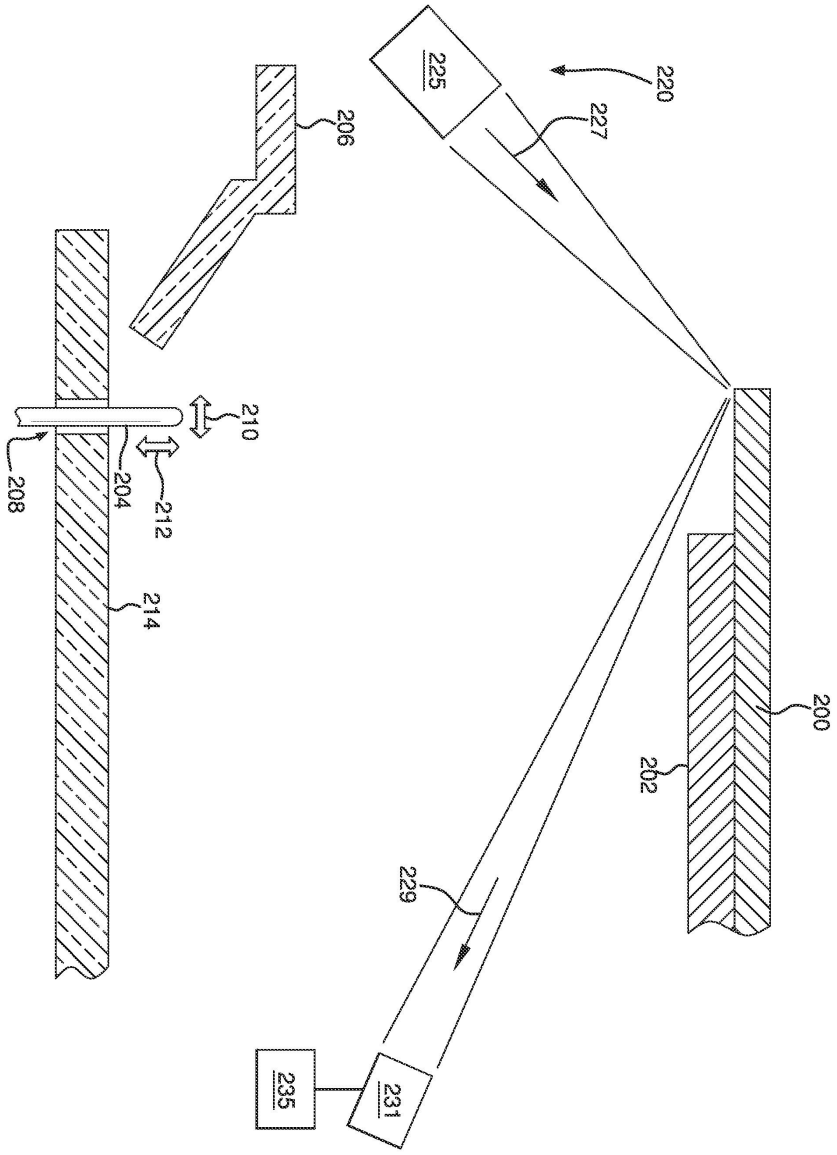
[0093] 여기 본 발명이 특정 실시예들을 참조하여 기술되었다고 할지라도, 이러한 실시예들은 본 발명의 원리들 및 어플리케이션들을 단지 설명하는 것이라는 것이 이해되어져야 한다. 다양한 수정예들 및 변형예들이 본 발명의 사상 및 범주를 벗어남 없이 본 발명의 방법 및 장치로 만들어질 수 있다는 것이 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다. 그러므로, 본 발명은 첨부된 청구범위들 및 그 균등물들의 범위 내에 있는 수정예들 및 변형예들을 포함하도록 의도된다.

도면

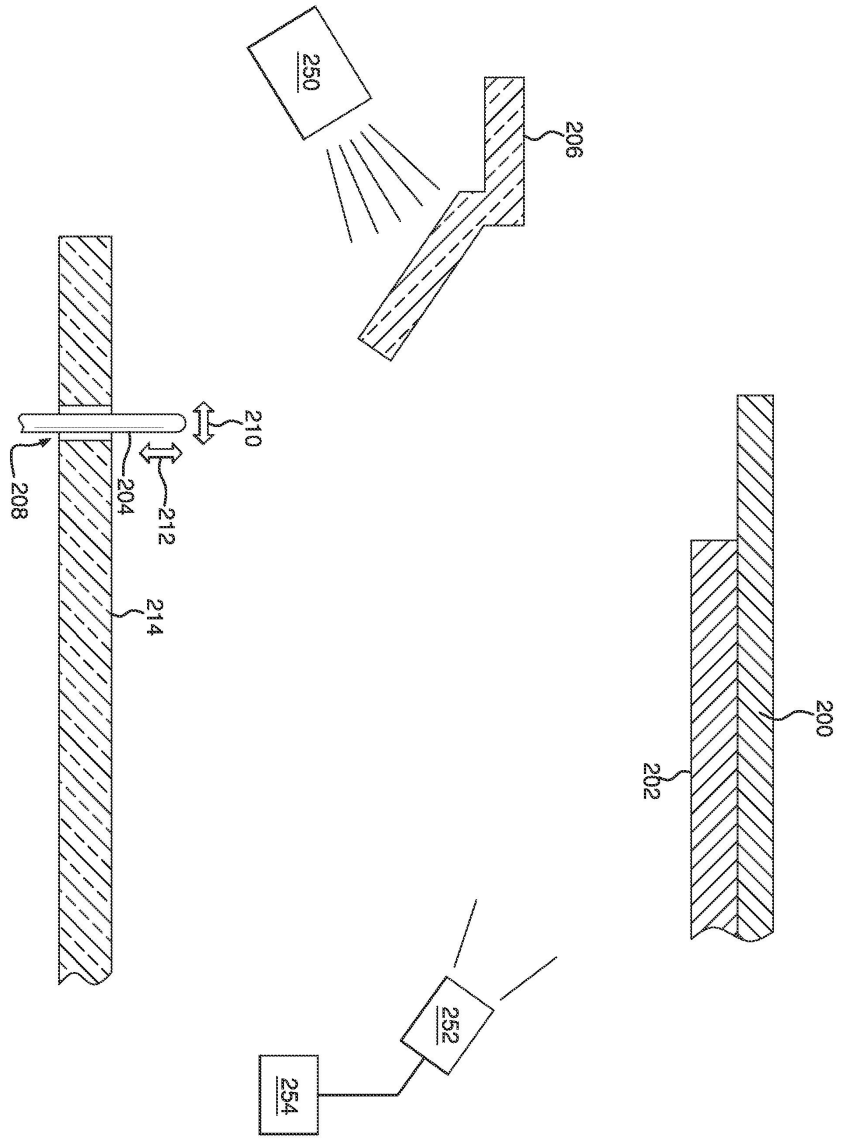
도면1


100
102
104
106
108
110
112
114
116
117
118
120
122
124
126
128
130
132
134
136
138
140
144
148
158
160
164
168
170
180
181A
181B
182
183
184
186
190
206
220

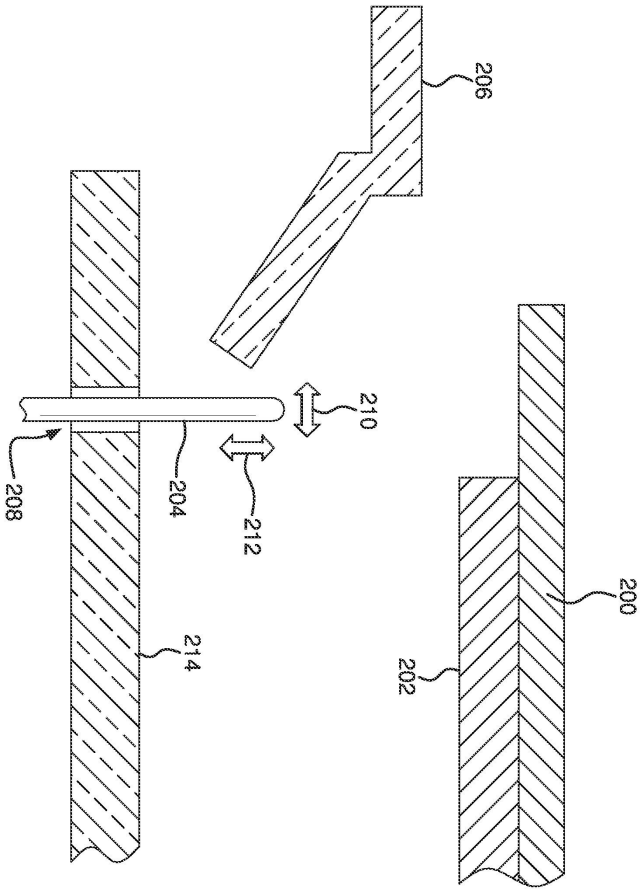
도면2a



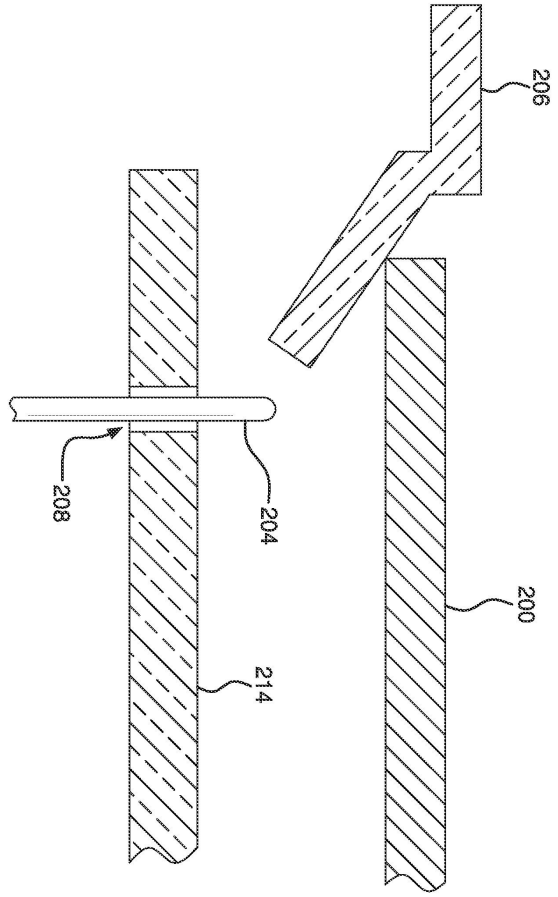
도면2b



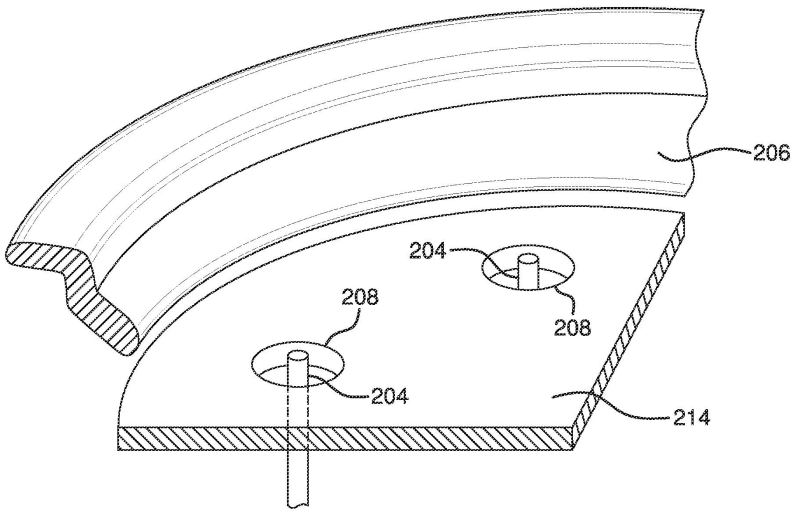
도면3a



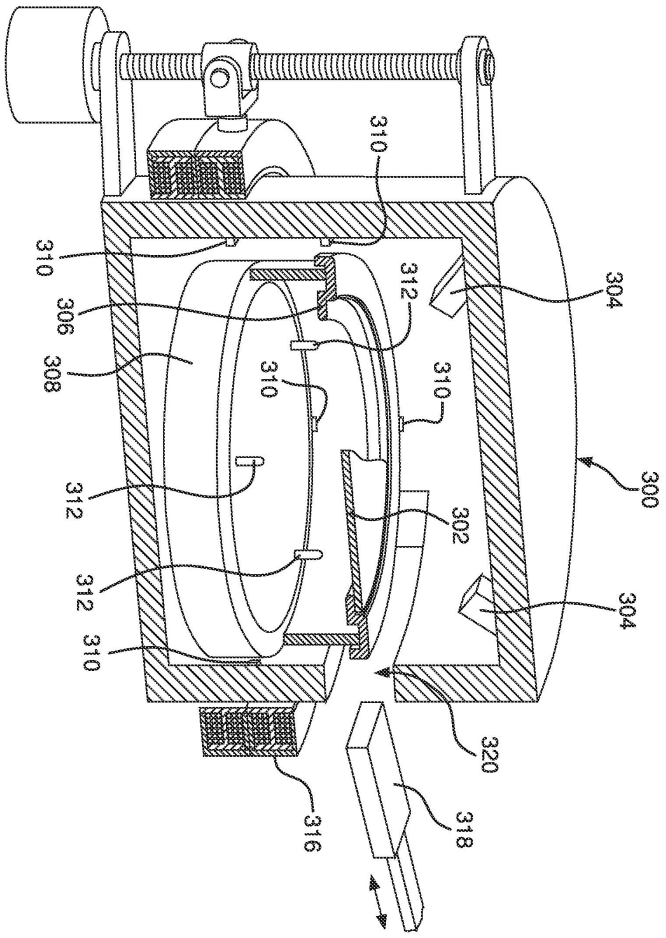
도면3b



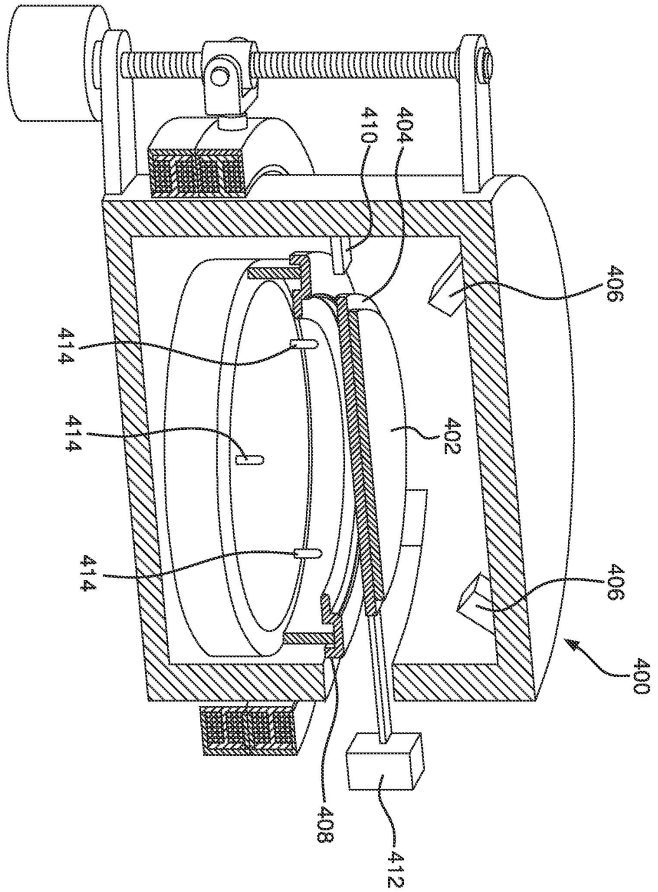
도면3c



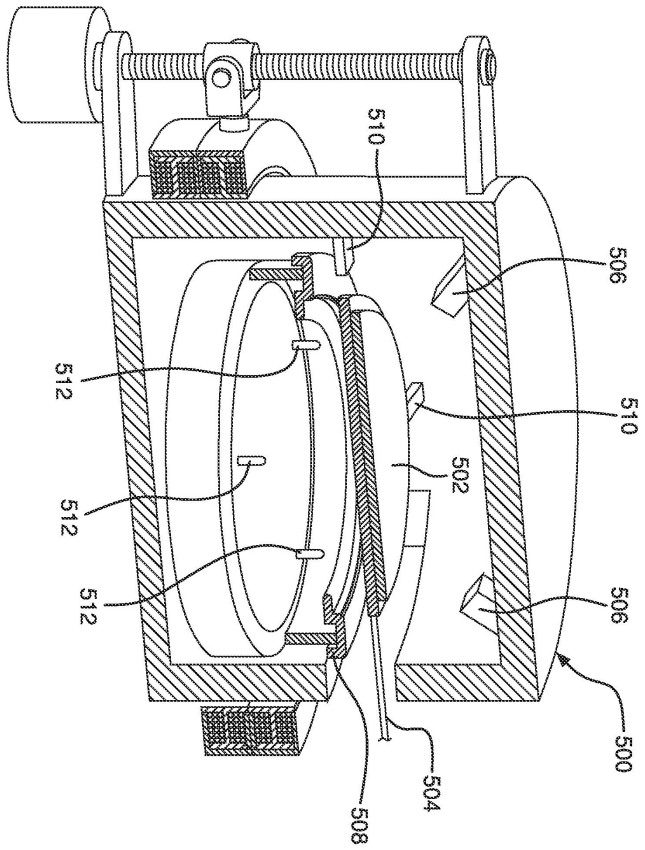
도면4


310
310
306
308
312
310
310
304
300
312
302
312
304
310
320
316
318

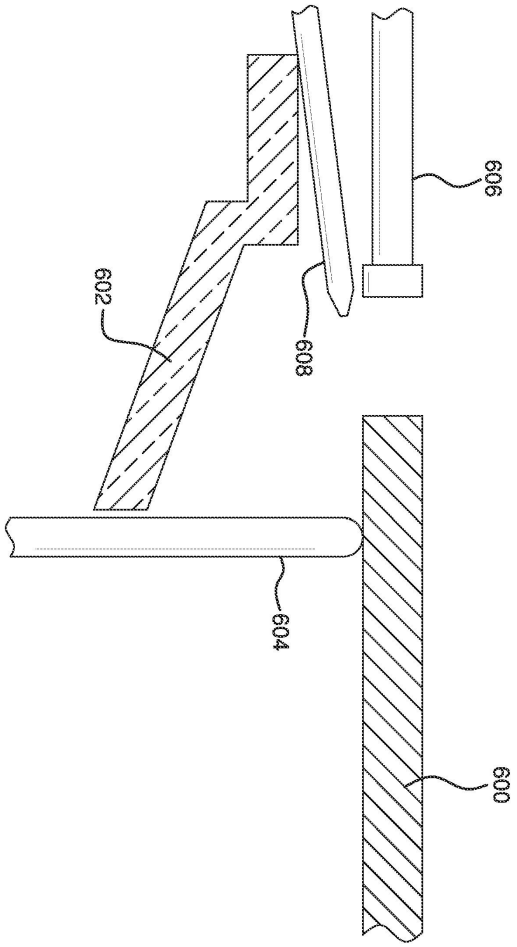
도면5



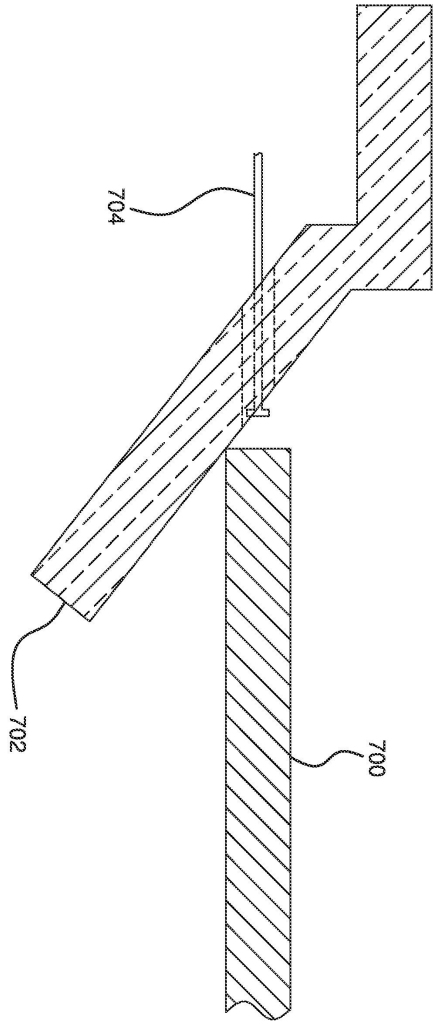
도면6



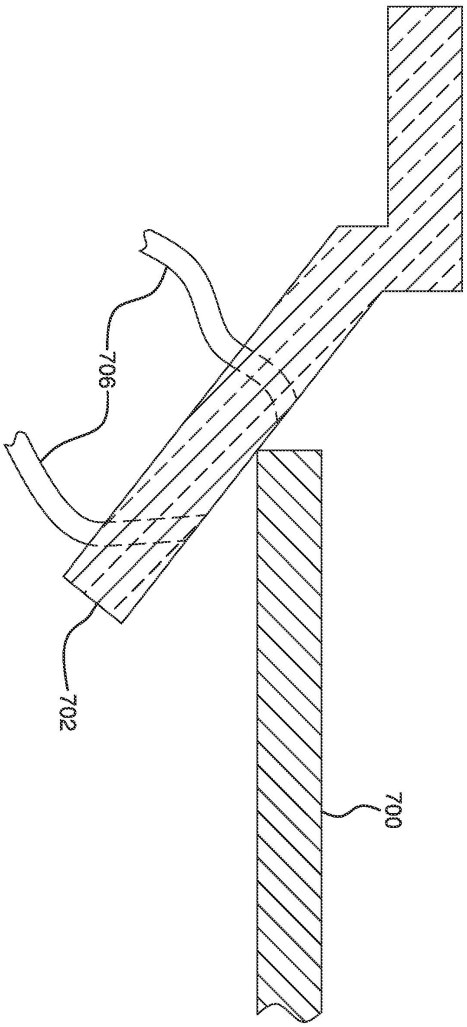
도면7



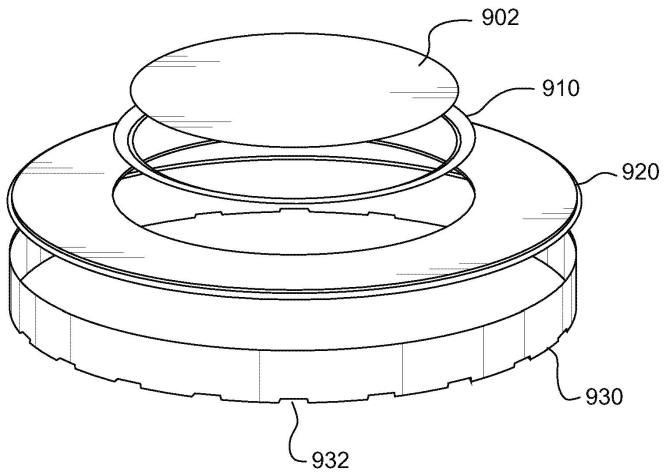
도면8a



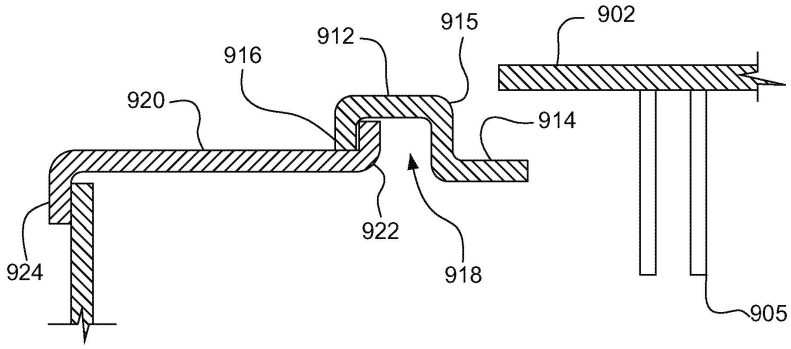
도면8b



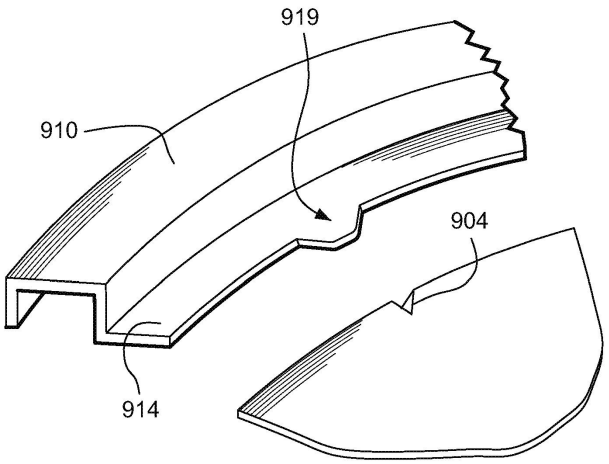
도면9a



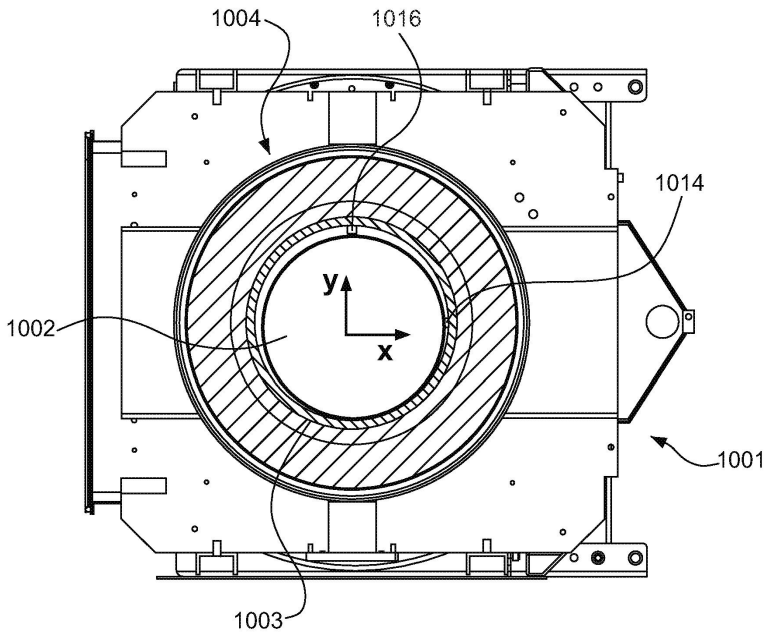
도면9b



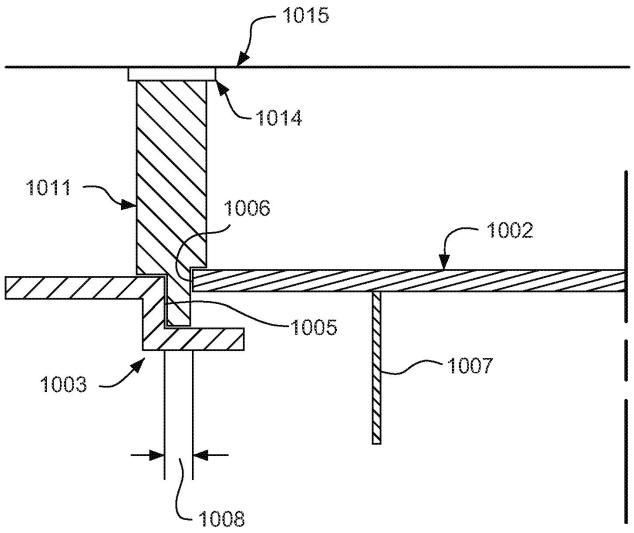
도면9c



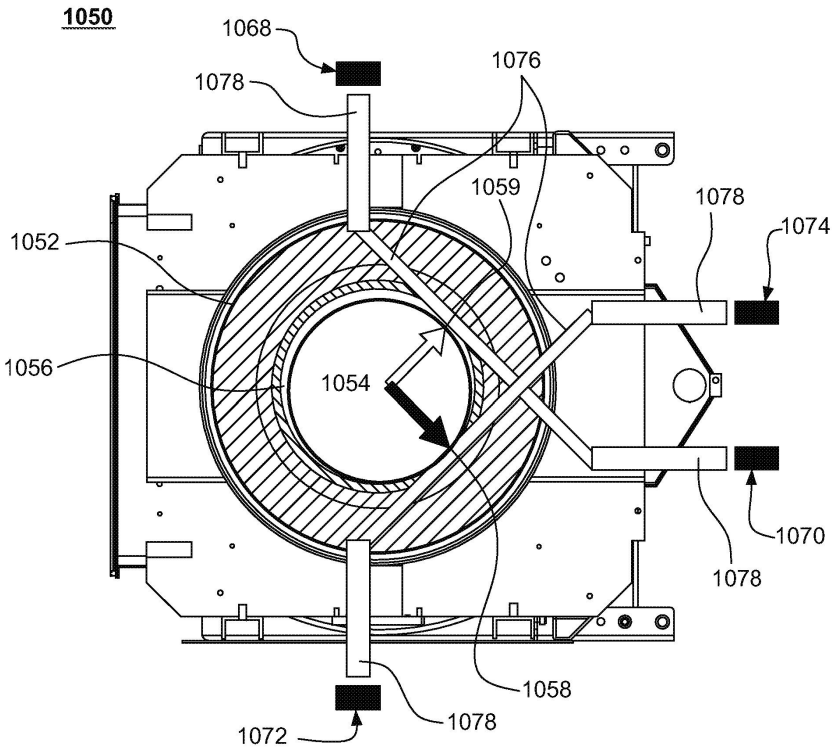
도면10a


1004
1016
1014
y
x
1002
1001
1003

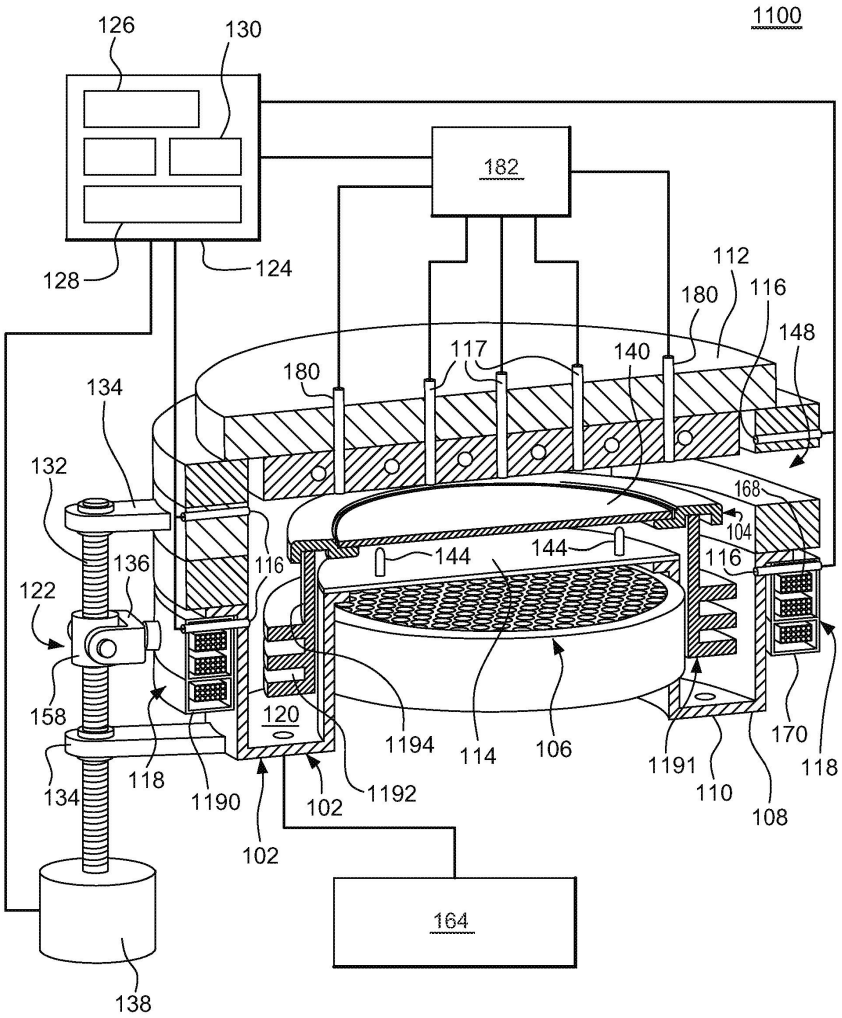
도면10b


1015
1014
1011
1006
1002
1005
1007
1003
1008

도면10c


1050
1068
1078
1076
1059
1078
1074
1052
1056
1054
1070
1078
1058
1078
1072

도면11


1100
126
130
182
128
124
112
180
116
148
117
140
180
134
132
168
104
144
144
116
136
116
122
158
120
1194
114
106
170
118
1191
110
108
118
134
1190
102
1192
102
164
138

도면12

