



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월31일  
(11) 등록번호 10-2439085  
(24) 등록일자 2022년08월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/677 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 21/67742 (2013.01)  
H01L 21/67017 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7022613
- (22) 출원일자(국제) 2017년12월21일  
심사청구일자 2020년12월18일
- (85) 번역문제출일자 2019년07월31일
- (65) 공개번호 10-2019-0093693
- (43) 공개일자 2019년08월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/067923
- (87) 국제공개번호 WO 2018/125752  
국제공개일자 2018년07월05일
- (30) 우선권주장  
62/441,324 2016년12월31일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020010020943 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
- (72) 발명자  
위버, 윌리엄 티.  
미국 텍사스 오스틴 오버랜드 패스 13708  
유도프스키, 조셉  
미국 95008 캘리포니아 캠벨 스모키 코트 594  
블라닉, 제프리  
미국 78641 텍사스 볼렌테 뷰리가드 드라이브 8132
- (74) 대리인  
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 14 항

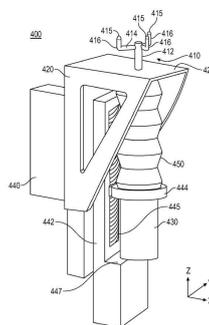
심사관 : 양광혁

(54) 발명의 명칭 공간적 ALD 프로세스 균일성을 개선하기 위한 웨이퍼 회전을 위한 장치 및 방법들

(57) 요약

프로세싱 동안 웨이퍼들을 회전시키기 위한 방법들 및 장치들은, 샤프트에 연결된 지지 픽스처를 갖는 웨이퍼 회전 조립체, 및 로봇 블레이드를 갖는 웨이퍼 이송 조립체를 포함하며, 로봇 블레이드는 그 로봇 블레이드를 관통하는 개구를 갖고, 개구는 지지 픽스처의 지지 표면이 개구를 통과할 수 있게 하도록 사이즈가 설정된다. 샤프트의 축을 중심으로 지지 픽스처 조립체를 회전시키기 위해, 제1 액추에이터가 웨이퍼 회전 조립체에 연결된다. 샤프트의 축을 따라 스트로크 거리만큼 지지 픽스처 조립체를 이동시키기 위해, 제2 액추에이터가 웨이퍼 회전 조립체에 연결된다. 웨이퍼 회전 조립체들, 및 개구들을 갖는 로봇 블레이드들을 포함하는 프로세스 키트들이 기존의 메인프레임 프로세싱 챔버들을 개조하기 위해 사용될 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류  
*H01L 21/67103* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

바닥 및 측벽을 갖는 하우징(housing) - 상기 측벽은 상기 측벽을 통해 연장되는 적어도 하나의 개구를 포함하고, 상기 바닥은 웨이퍼 운송 조립체와 연결하기 위한 로봇 어댑터 플레이트를 포함함 -;

로봇 허브(robot hub), 상기 로봇 허브에 커플링된 메인 로봇 링크지(main robot linkage), 및 상기 메인 로봇 링크지에 커플링된 로봇 블레이드를 포함하는 웨이퍼 운송 조립체 - 상기 로봇 블레이드는 원위 단부와 길이, 및 상기 로봇 블레이드를 관통하는 개구를 가짐 -; 및

웨이퍼 회전 조립체

를 포함하며,

상기 웨이퍼 회전 조립체는,

샤프트에 연결된 지지 픽스처(support fixture)를 포함하는 지지 픽스처 조립체 - 상기 지지 픽스처는 지지 표면을 갖고, 상기 로봇 블레이드 내의 개구를 통과하도록 사이즈가 설정됨 -;

상기 샤프트의 축을 중심으로 상기 지지 픽스처 조립체를 회전시키기 위한 제1 액추에이터; 및

상기 샤프트의 축을 따라 상기 지지 픽스처 조립체를 이동시키기 위한 제2 액추에이터

를 포함하는,

장치.

**청구항 2**

제1 항에 있어서,

상기 웨이퍼 회전 조립체는 지지 하우징을 더 포함하며,

상기 지지 하우징은 상기 로봇 어댑터 플레이트의 하면에 상기 지지 하우징을 연결하기 위한 플랜지를 갖고,

상기 지지 하우징은 상기 하우징 내에서 진공이 유지될 수 있도록 상기 로봇 어댑터 플레이트 내의 개구를 밀봉하는,

장치.

**청구항 3**

제1 항에 있어서,

상기 로봇 블레이드 내의 개구는, 상기 로봇 블레이드에 의해 이송될 웨이퍼의 반경과 동일한 양만큼, 상기 로봇 블레이드의 원위 단부로부터 거리를 두고 센터링(center)되는,

장치.

**청구항 4**

제1 항에 있어서,

상기 로봇 블레이드는 연장 암을 통해 상기 메인 로봇 링크지에 커플링되며,

상기 로봇 블레이드는 로봇 블레이드 허브에서 상기 연장 암에 연결되고, 상기 연장 암은 연장 허브에서 상기 메인 로봇 링크지에 연결되는,

장치.

**청구항 5**

제4 항에 있어서,  
 상기 웨이퍼 운송 조립체는 상기 메인 로봇 링키지에 커플링된 제2 로봇 블레이드를 더 포함하며,  
 상기 제2 로봇 블레이드는 제2 길이 및 원위 단부를 갖고, 상기 제2 로봇 블레이드를 관통하는 개구를 갖는,  
 장치.

**청구항 6**

제1 항에 있어서,  
 상기 하우징의 바닥은 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구를 가지며,  
 상기 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구는 상기 웨이퍼 운송 조립체 반대편에 있는, 상기 바닥의 면 상에 상기 웨이퍼 회전 조립체가 포지셔닝될 수 있게 하고, 그리고 상기 웨이퍼 회전 조립체의 상기 샤프트 및 상기 지지 픽스처가 상기 개구를 통해 이동할 수 있게 하는,  
 장치.

**청구항 7**

제1 항에 있어서,  
 상기 하우징의 바닥은 상기 측벽 내의 각각의 개구 근방에 웨이퍼 회전 개구를 갖는,  
 장치.

**청구항 8**

제1 항에 있어서,  
 상기 지지 픽스처는 최대 600 °C의 온도에서 웨이퍼를 핸들링(handle)할 수 있는 재료를 포함하는,  
 장치.

**청구항 9**

제8 항에 있어서,  
 상기 지지 픽스처는, 상기 지지 픽스처 상의 상기 웨이퍼의 미끄러짐 또는 손상을 야기하지 않으면서 상기 웨이퍼를 회전시킬 수 있는, 유전체 재료를 포함하는 지지 표면을 갖는,  
 장치.

**청구항 10**

제1 항에 있어서,  
 상기 지지 픽스처는 웨이퍼의 고정 영역에 걸쳐 하나의 접촉 포인트를 제공하는 지지 표면을 갖는,  
 장치.

**청구항 11**

제1 항에 있어서,  
 상기 지지 픽스처는 실질적으로 동시에 웨이퍼와 접촉하도록 구성된 다수의 지지 포스트(support post)들을 포함하는,  
 장치.

**청구항 12**

제1 항에 있어서,

상기 제2 액추에이터는, 0.5 인치 내지 6 인치의 범위의 스트로크 거리(stroke distance)만큼, 상기 샤프트 및 상기 지지 픽스처를 이동시키도록 구성되는,

장치.

**청구항 13**

제1 항에 있어서,

상기 지지 픽스처는 상기 로봇 블레이드 내의 개구보다 더 작은,

장치.

**청구항 14**

제1 항에 있어서,

상기 웨이퍼 운송 조립체 및 상기 웨이퍼 회전 조립체에 연결된 제어기를 더 포함하며,

상기 제어기는,

상기 하우징의 측면에 연결된 프로세싱 챔버 내로 그리고/또는 밖으로 상기 로봇 블레이드를 이동시키기 위한 제1 구성;

상기 웨이퍼 회전 조립체의 상기 지지 픽스처와 상기 로봇 블레이드 내의 개구를 정렬하기 위한 제2 구성;

상기 지지 픽스처가 상기 로봇 블레이드 내의 개구를 통과하도록, 상기 웨이퍼 회전 조립체의 상기 샤프트 및 상기 지지 픽스처를 상승시키기 위해, 상기 제2 액추에이터를 동작시키기 위한 제3 구성;

상기 웨이퍼 회전 조립체의 상기 샤프트 및 상기 지지 픽스처를 고정 양만큼 회전시키기 위해, 상기 제1 액추에이터를 동작시키기 위한 제4 구성; 및

상기 지지 픽스처가 상기 로봇 블레이드 내의 개구를 통해 하강되도록, 상기 웨이퍼 회전 조립체의 상기 샤프트 및 상기 지지 픽스처를 하강시키기 위해, 상기 제2 액추에이터를 동작시키기 위한 제5 구성

으로부터 선택되는 하나 이상의 구성들을 갖는,

장치.

**청구항 15**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시내용은 일반적으로, 프로세스 균일성을 개선하기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다. 특히, 본 개시내용은 공간적 원자 층 증착 프로세스 균일성을 개선하기 위해 웨이퍼들을 회전시키기 위한 방법들 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 메인프레임 프로세싱 챔버들에서의 프로세스 균일성은 다양한 요인들로 인해 불량할 수 있다. 프로세스 전체에 걸쳐 웨이퍼들을 회전시키는 것은 웨이퍼 내 균일성을 개선하는 것을 도울 수 있다. 작은 회전량 및 /또는 소수의 회전들은 균일성을 개선할 수 있다. 프로세싱 동안 웨이퍼를 회전시키는 것은 시간 소모적일 수 있고, 부가적인 프로세스 하드웨어 또는 공간을 사용한다. 예컨대, 웨이퍼들은, 웨이퍼들이 회전될 수 있는, 프로세싱 툴의 전용 구역으로 이동될 수 있다. 이는 처리량 측면에서 비효율적이고, 배치 프로세싱 툴 또는 클러스터 툴을 위한 부가적인 플로어 공간을 사용한다.

[0003] 따라서, 웨이퍼 내 균일성을 증가시키기 위해 메인프레임 프로세스 챔버들에서 프로세싱 동안 웨이퍼들

을 회전시키기 위한 방법들 및 장치가 본 기술분야에 필요하다.

**발명의 내용**

[0004] 본 개시내용의 하나 이상의 실시예들은, 하우징, 웨이퍼 운송 조립체, 및 웨이퍼 회전 조립체를 포함하는 장치에 관한 것이다. 하우징은 바닥 및 측벽을 갖는다. 측벽은 측벽을 통해 연장되는 적어도 하나의 개구를 포함한다. 바닥은 웨이퍼 운송 조립체와 연결하기 위한 로봇 어댑터 플레이트를 포함한다. 웨이퍼 운송 조립체는 로봇 허브(robot hub), 로봇 허브에 커플링된 메인 로봇 링크지(main robot linkage), 및 메인 로봇 링크지에 커플링된 로봇 블레이드를 포함한다. 로봇 블레이드는 원위 단부를 갖는 길이, 및 로봇 블레이드를 관통하는 개구를 갖는다. 웨이퍼 회전 조립체는 샤프트에 연결된 지지 픽스처(support fixture)를 포함하는 지지 픽스처 조립체를 포함한다. 지지 픽스처는 지지 표면을 갖고, 그리고 로봇 블레이드 내의 개구를 통과하도록 사이즈가 설정된다. 제1 액추에이터가 샤프트의 축을 중심으로 지지 픽스처 조립체를 회전시킨다. 제2 액추에이터가 샤프트의 축을 따라 지지 픽스처 조립체를 이동시킨다.

[0005] 본 개시내용의 부가적인 실시예들은, 웨이퍼 회전 조립체, 로봇 어댑터 플레이트, 및 적어도 하나의 로봇 블레이드를 포함하는 프로세스 키트들에 관한 것이다. 웨이퍼 회전 조립체는 샤프트에 연결된 지지 픽스처를 포함하는 지지 픽스처 조립체를 포함한다. 지지 픽스처는 지지 표면을 갖고, 제1 액추에이터가 샤프트의 축을 중심으로 지지 픽스처 조립체를 회전시키며, 제2 액추에이터가 샤프트의 축을 따라 스트로크 거리(stroke distance)만큼 지지 픽스처 조립체를 이동시킨다. 로봇 어댑터 플레이트는 클러스터 툴의 이송 스테이션에 연결되도록 구성된다. 로봇 어댑터 플레이트는 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구를 가지며, 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구는 지지 픽스처 조립체의 샤프트 및 지지 픽스처가 그 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구를 통과할 수 있게 한다. 로봇 블레이드는 로봇 블레이드의 근위 단부에서 웨이퍼 이송 조립체의 로봇 블레이드 허브에 연결되도록 구성된다. 로봇 블레이드는 원위 단부, 및 원위 단부에 인접한 개구를 갖는다. 개구는 웨이퍼 회전 조립체의 지지 픽스처의 지지 표면이 그 개구를 통과할 수 있게 하도록 사이즈가 설정된다.

[0006] 본 개시내용의 추가적인 실시예들은 방법들에 관한 것이며, 그 방법들은, 이송 스테이션의 측벽 내의 슬릿 밸브를 통해, 그리고 이송 스테이션에 연결된 프로세싱 챔버 내로 로봇 블레이드를 이동시키는 단계를 포함한다. 로봇 블레이드는 측벽 내의 슬릿 밸브를 통해 프로세싱 챔버로부터 이송 스테이션 내로 이동되며, 로봇 블레이드는 프로세싱 챔버로부터 제거된 웨이퍼를 지지한다. 웨이퍼 회전 조립체의 지지 픽스처는 로봇 블레이드로부터 일정 거리만큼 웨이퍼를 이동시키기 위해, 로봇 블레이드 내의 개구를 통해 이동된다. 지지 픽스처, 및 지지 픽스처 상의 웨이퍼는 미리 결정된 양만큼 회전된다. 웨이퍼 회전 조립체의 지지 픽스처는, 로봇 블레이드 상의 웨이퍼의 배향이 변화되도록, 웨이퍼를 로봇 블레이드 상으로 다시 이동시키기 위해, 로봇 블레이드 내의 개구를 통해 이동된다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 본 개시내용의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된 본 개시내용의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 개시내용의 단지 전형적인 실시예들을 예시하는 것이므로 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 개시내용이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다. 본원에서 설명되는 바와 같은 실시예들은, 유사한 참조부호들이 유사한 엘리먼트들을 표시하는 첨부 도면들의 도들에서 제한적인 것이 아니라 예로서 예시된다.

[0008] 도 1은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예들에 따른 클러스터 툴의 평면도를 예시한다.

[0009] 도 2는 도 1의 클러스터 툴의 이송 챔버 및 로봇의 부분적인 평면도를 예시한다.

[0010] 도 3은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 웨이퍼 회전 조립체들을 갖는 이송 챔버의 등각 투영도를 예시한다.

[0011] 도 4는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 이송 챔버와 함께 사용하기 위한 로봇 어댑터 플레이트의 저면 사시도이다.

[0012] 도 5는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 이송 챔버의 부분적인 단면 사시도를 도시한다.

[0013] 도 6a 및 도 6b는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 웨이퍼 회전 조립체와 함께 사용하기 위한 로봇 블레이드들을 예시한다.

[0014] 도 7은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 웨이퍼 회전 조립체의 등각 투영도를 예시한다.

[0015] 도 8은 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 웨이퍼 회전 조립체의 측단면도를 예시한다.

[0016] 도 8a는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 웨이퍼 회전 조립체와 함께 사용하기 위한 웨이퍼 지지 픽스처의 확대도를 도시한다.

[0017] 도 9는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 개구를 갖는 로봇 블레이드 및 지지 픽스처의 부분적인 등각 투영도를 예시한다.

[0018] 도 10a 내지 도 10h는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른, 웨이퍼 회전 조립체를 사용하여 웨이퍼를 프로세싱하는 방법을 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008] [0019] 본 개시내용의 여러 예시적인 실시예들을 설명하기 전에, 본 개시내용이 다음의 설명에서 제시되는 구성 또는 프로세스 단계들의 세부사항들로 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 본 개시내용에 대해 다른 실시예들이 이루어질 수 있고, 본 개시내용은 다양한 방식으로 실시 또는 수행될 수 있다.

[0009] [0020] 본원에서 사용되는 바와 같은 "기판"은 제작 프로세스 동안 막 프로세싱이 수행되는 임의의 기판 또는 기판 상에 형성된 재료 표면을 지칭한다. 예컨대, 프로세싱이 수행될 수 있는 기판 표면은, 애플리케이션에 따라, 재료들, 이를테면 실리콘, 실리콘 산화물, 스트레인드 실리콘(strained silicon), SOI(silicon on insulator), 탄소 도핑된 실리콘 산화물들, 실리콘 질화물, 도핑된 실리콘, 게르마늄, 갈륨 비소, 유리, 사파이어, 및 임의의 다른 재료들, 이를테면 금속들, 금속 질화물들, 금속 합금들, 및 다른 전도성 재료들을 포함한다. 기판들은 반도체 웨이퍼들을 포함한다(그러나 이에 제한되지는 않음). 기판들은 기판 표면을 폴리싱, 에칭, 환원, 산화, 히드록실화, 어닐링, 및/또는 베이킹하기 위해 전처리 프로세스에 노출될 수 있다. 기판 그 자체의 표면에 대해 직접적인 막 프로세싱에 부가하여, 본 개시내용에서, 개시되는 막 프로세싱 단계들 중 임의의 단계는 또한, 아래에서 더 상세히 개시되는 바와 같이 기판 상에 형성된 하층에 대해 수행될 수 있고, "기판 표면"이라는 용어는, 문맥상 표시되는 바와 같이, 그러한 하층을 포함하도록 의도된다. 따라서, 예컨대, 막/층 또는 부분적인 막/층이 기판 표면 상에 증착된 경우, 새롭게 증착된 막/층의 노출된 표면이 기판 표면이 된다.

[0010] [0021] 도 1은 챔버들 또는 프로세스 챔버들 사이에서 기판들을 이송하기 위해 단일, 이중, 또는 다수의 블레이드 로봇들을 갖도록 구성될 수 있는 클러스터 툴(100)의 일 실시예의 개략도를 도시한다. 클러스터 툴의 전형적인 실시예의 동작 및 구성이 설명되지만, 당업자는 본 개시내용의 실시예들과 함께 다른 구성들 및 동작들이 활용될 수 있음을 인식할 것이다.

[0011] [0022] 도 1에 도시된 클러스터 툴(100)은 4개의 프로세스 챔버들(101), 이송 챔버(112), 사전세정(preclean) 챔버(114), 버퍼 챔버(116), 기판 오리엔터(orienter)/탈기 챔버(118), 냉각(cooldown) 챔버(102), 계측 챔버(123), 및 한 쌍의 로드 락 챔버들(120 및 122)을 포함한다. 각각의 프로세스 챔버(101)는 반도체 기판 프로세싱의 상이한 스테이지 또는 페이지를 제공하도록 구성될 수 있다. 버퍼 챔버(116)는, 이송 챔버(112), 복수의 로드 락 챔버들(120 및 122), 계측 챔버(123), 기판 오리엔터/탈기 챔버(118), 사전세정 챔버(114), 및 냉각 챔버(102) 사이에서 중앙에 위치되고, 이들 사이에서 유체 연통한다. 이송 챔버(112)는 복수의 프로세스 챔버들(101), 사전세정 챔버(114), 및 냉각 챔버(102)와 유체 연통한다.

[0012] [0023] 버퍼 챔버(116)는, 버퍼 챔버(116) 주위에 있는 챔버들 사이의 기판 이송을 실시하기 위한 제1 로봇 이송 조립체(124)를 수용한다. 전형적으로, 기판들(웨이퍼들(128))은, 제1 로봇 이송 조립체(124)에 의해 이송되기 전에 그리고 그 후에, 카세트(126)에 수용된다. 로드 락 챔버들(120 또는 122) 각각 내에 하나의 카세트(126)가 탑재된다. 제1 웨이퍼 운송 조립체(124)는 카세트(126)로부터 챔버들(118, 102, 120, 122, 123, 또는 114) 중 임의의 챔버로 직접적으로 기판들(웨이퍼들(128))을 한 번에 하나씩 운송한다. 예시적인 로봇 운동으로서, 클러스터 툴 내의 프로세싱 동안, 기판은 먼저 기판 오리엔터/탈기 챔버(118)에 배치된 후에 사전세정 챔버(114)로 이동된다. 일반적으로, 냉각 챔버(102)는 프로세스 챔버들(101) 내에서 기판이 프로세싱될 때까지 사용되지 않는다. 기판(웨이퍼(128))은, 기판의 전기적 또는 물리적 특성들을 측정 또는 검사하기 위해, 프로세스 챔버(101) 내의 프로세싱 전에 또는 그 후에, 계측 챔버(123)에 삽입될 수 있다. 개별 기판들(웨이퍼들(128))은, 제1 웨이퍼 운송 조립체(124)의 원위 단부에 위치된 기판 운송 블레이드(130) 상에서 운반된다.

[0013] [0024] 웨이퍼 운송 조립체(132)는 프로세스 챔버들(101) 중 상이한 프로세스 챔버들 사이에서 하나의 기판 또

는 한 쌍의 기관들을 운송한다. 도 1에서의 웨이퍼 운송 조립체(132)의 실시예는 제1 로봇 이송 조립체(124)와 유사하지만, 당업자는 상이한 로봇 운송 조립체들이 사용될 수 있음을 이해할 것이다. 웨이퍼 운송 조립체(132)는 이송 챔버(112) 및/또는 사전설정 챔버(114)에 대하여 기관들을 내려놓거나(drop off) 또는 픽업(pick up)할 수 있다. 대안적으로, 웨이퍼 운송 조립체(132)는 챔버들(102 및/또는 114)에 대하여 기관들을 내려놓을 수 있거나 또는 픽업할 수 있다.

[0014] [0025] 제어기(136)는 웨이퍼 운송 조립체들(124, 132) 둘 모두의 운송 동작 및/또는 클러스터 툴(100)의 동작을 제어한다. 제어기(136)는 단일 제어기일 수 있거나, 또는 하나 초과인 제어기일 수 있다. 제어기(136)는 클러스터 툴(100)에 의해 수행되는 프로세싱, 검사, 기관 이송, 및 다른 프로세스들을 제어한다. 제어기(136)는 프로세서(138)(CPU), 제어 루틴들을 저장하기 위한 메모리(140), 및 지원 회로들(142), 이를테면 전력 공급부들, 클럭 회로들, 캐시 등을 포함한다. 제어기(136)는 또한, 입력/출력 주변기기들(144), 이를테면 키보드, 마우스, 및 디스플레이를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제어기(136)는, 기관들의 로봇 이송 및 기관 프로세싱 동작들의 시퀀싱 및 스케줄링을 수행하도록 프로그래밍된 범용 컴퓨터이다. 소프트웨어 프로세스들로서 본원에서 설명되는 프로세스 단계들 중 일부는 또한, 다양한 프로세스 단계들을 수행하기 위해 협동하는 (예컨대, 회로망으로서의) 하드웨어로 구현될 수 있음이 고려된다. 제어기(136)에 의해 수행되는 프로세스들은 또한, ASIC(application specific integrated circuit) 또는 별개의 회로 컴포넌트들로서 구현될 수 있다.

[0015] [0026] 프로세스 챔버들(101)의 구조 및 동작은 하나 이상의 프로세스 챔버 내에서 수행될 프로세스를 위해 구성될 수 있다. 예컨대, 프로세스 챔버들은, 물리 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 원자 층 증착(ALD), 에칭, 또는 세정 전기도금, 또는 다른 증착 프로세스들을 수행할 수 있다.

[0016] [0027] 도 2는 도 1에 도시된 바와 같은 웨이퍼 운송 조립체(132)의 일 실시예의 평면도를 도시한다. 이송 챔버(112)에 포지셔닝된 웨이퍼 운송 조립체(132)는 버퍼 챔버(116)에 수용된 제1 웨이퍼 운송 조립체(124)와 구조적으로 그리고 기능적으로 동일할 수 있다(또는 동일하지 않을 수 있음). 도 2에 도시된 웨이퍼 운송 조립체(132)는, 로봇 허브(202), 액슬(axle)(252), 로봇 허브(202)를 중심으로 원위에 포지셔닝된 제1 단부(270) 및 제2 단부(272)를 갖는 메인 로봇 링크지(208), 제1 연장 허브(230), 제1 연장 액슬(231), 제2 연장 허브(232), 제2 연장 액슬(233), 제1 연장 암(212), 제2 연장 암(214), 제1 로봇 블레이드(218), 제2 로봇 블레이드(219), 제1 로봇 블레이드 허브(240), 및 제2 로봇 블레이드 허브(242)를 포함한다. 웨이퍼 운송 조립체(132)는 또한, 로봇 컴포넌트들의 이동을 가능하게 하기 위해, 하나 이상의 풀리(pulley)들, 벨트들, 액추에이터들, 및/또는 와이어링(wiring)을 포함할 수 있다.

[0017] [0028] "로봇 블레이드"라는 용어는, 기관 또는 복수의 기관들을 홀딩하도록 구성된 임의의 엔드 이펙터, 로봇 블레이드, 또는 유사한 구조를 설명하는 것으로 의도된다. 각각의 로봇 블레이드들(218, 219)은, 하나 이상의 프로세스 챔버들 내로의 복수의 기관들의 순차적인 삽입을 제공하거나, 또는 복수의 프로세스 챔버들 내로의 복수의 기관들의 동시적인 삽입을 제공하기 위해, 측-대-측(side-to-side) 구성으로 또는 적층(one above the other) 구성으로 구성될 수 있다.

[0018] [0029] 액슬(252)은, 화살표(A1)에 의해 표시되는 바와 같이, 로봇 허브(202)의 (도면의 x-y 평면 밖으로 연장되는) 축(250)을 중심으로 하는, 메인 로봇 링크지(208)의 실질적인 수평 평면 내에서의 제어가능한 회전을 액추에이터(미도시)가 제공하도록 하는 방식으로, 로봇 허브(202)에 (예컨대, 파스너(fastener), 리벳(rivet), 접착제, 용접들, 키(key) 등에 의해) 부착된다.

[0019] [0030] 허브 모터(M1)(뿐만 아니라 연장 모터들(M2 및 M3))는 스테퍼 또는 전자기계식 모터인 것이 바람직하지만, 소정의 증분각들을 통해 작동될 수 있는 임의의 디바이스가 사용될 수 있다. 허브 모터(M1)가 메인 로봇 링크지(208)를 회전시키는 증분각들은 어레인지먼트(arrangement), 및 웨이퍼 운송 조립체(132) 주위에 있는, 클러스터 툴 내의 셀들의 각도에 따라 좌우된다.

[0020] [0031] 허브 모터(미도시)가 메인 로봇 링크지(208)를 회전시켜서 메인 로봇 링크지(208)가 챔버(101)와 정렬될 때, 연장 암들(212, 214) 중 하나의 연장 암, 및 그 하나의 연장 암의 연관된 로봇 블레이드(218, 219)가 프로세스 챔버들(101) 중 하나의 프로세스 챔버에 대하여 소정의 각도로 동시에 변위된다. 예컨대, 허브 모터는, 웨이퍼 운송 조립체(132)의 메인 로봇 링크지(208)(그리고 각각의 연장 암들(212, 214)과 함께 각각의 로봇 블레이드들(218, 219))를, 단일 프로세스 챔버(101)에 대하여, 도 2에 도시된 바와 같은 제1 정렬 포지션으로, 증분적으로 회전시키도록 구성될 수 있다. 제1 정렬 포지션에서, 제1 연장 암(212) 및 제1 로봇 블레이드(218)는 프로세스 챔버(101)에 제1 로봇 블레이드(218)를 삽입하기 위해 연장된다. 제2 정렬 포지션(예시되지 않음)에서, 제2 연장 암(214) 및 제2 로봇 블레이드(219)가 연장되고, 그에 따라, 제2 로봇 블레이드(219)가 프로세스

챔버에 삽입된다. 로봇 허브(202)는, 전형적으로 폴라 로봇들이 고정적으로 탑재되어 있는 타입일 수 있지만, 메인 로봇 링크지(208)를 회전가능하게 인덱싱할 수 있는 임의의 타입의 적합한 로봇 허브가 본 개시내용의 범위 내에 속한다.

- [0021] [0032] 제1 연장 암(212) 및 제2 연장 암(214)은, 대향 측방향(lateral) 단부들 또는 원위 단부들에서 메인 로봇 링크지(208)에 부착된다. 예시된 실시예에서, 제1 연장 액슬(231)은, 볼트, 키, 접착제, 용접, 또는 다른 그러한 파스너에 의해, 메인 로봇 링크지(208)에 회전 불가능하게 고정된다. 제1 연장 허브(230)는 메인 로봇 링크지(208)의 제1 단부(270)에서 제1 연장 암(212)에 고정적으로 탑재된다. 제1 연장 허브(230)의 회전은, 실질적인 수평 평면 내에서, 메인 로봇 링크지(208)에 대한 제1 연장 암의 회전을 발생시킨다. 제1 허브 폴리(미도시)가 베어링들에 의해 액슬(252) 주위에 탑재될 수 있고, 그에 따라, 제1 연장 모터가 프랙션 구동(fraction drive) 또는 다른 알려진 시스템에 의해 제1 허브 폴리를 회전가능하게 구동시킨다. 제1 허브 폴리 상의 벨트는 제1 허브 폴리와 제1 연장 폴리(미도시) 사이에서 연장될 수 있고, 제1 허브 폴리와 제1 연장 폴리(미도시) 사이에 회전 원동력을 전달한다. 제1 연장 폴리는, 제1 연장 폴리와 제1 연장 허브(230) 사이에 회전을 전달하기 위해, 제1 연장 허브(230)에 대하여 고정적으로 탑재될 수 있다.
- [0022] [0033] 제2 연장 허브(232)는 제2 연장 액슬(233)과 동축이고, 그리고 메인 로봇 링크지(208)의 제2 단부(272)에서 제2 연장 암(214)에 고정적으로 탑재된다. 따라서, 제2 연장 허브(232)의 회전은, 실질적인 수평 평면 내에서, 메인 로봇 링크지(208)에 대한 제2 연장 암(214)의 회전을 발생시킨다. 제2 허브 폴리(미도시)가 베어링들에 의해 액슬(252) 주위에 동심으로 회전가능하게 탑재될 수 있고, 그에 따라, 모터(미도시)가 제2 허브 폴리를 회전가능하게 구동시킨다. 제2 허브 폴리 상의 벨트는 제2 허브 폴리와 제2 연장 폴리(미도시) 사이에서 연장될 수 있고, 제2 허브 폴리와 제2 연장 폴리(미도시) 사이에 회전 원동력을 전달할 수 있다. 제2 연장 폴리는, 제2 연장 폴리와 제2 연장 허브 사이에 회전을 전달하기 위해, 제2 연장 허브에 대하여 고정적으로 탑재된다.
- [0023] [0034] 도 2에 대하여 설명되는 구성은, 화살표(A2)에 의해 표시되는 바와 같이, 제1 연장 암(212)으로 하여금, 다양한 상이한 각도 포지션들 사이에서 메인 로봇 링크지(208)의 제1 단부(270)를 중심으로 회전할 수 있게 한다. 유사하게, 화살표(A3)에 의해 표시되는 바와 같이, 제2 연장 암(214)은 다양한 상이한 각도 포지션들 사이에서 메인 로봇 링크지(208)의 제2 단부(272)를 중심으로 회전할 수 있다. 메인 로봇 링크지의 제2 단부(272)는 로봇 허브(202)를 중심으로 제1 단부(270)와 반대편에 있는 측방향 측에 위치된다.
- [0024] [0035] 제1 로봇 블레이드(218)는 제1 로봇 블레이드 허브(240)에 고정적으로 탑재될 수 있다. 제1 로봇 블레이드 허브(240)는, 제1 연장 허브(230)로부터 원위에 있는, 제1 연장 암(212)의 원위 단부에, 화살표(A4)에 의해 표시되는 바와 같이 수평 평면 내에서 회전할 수 있도록 탑재된다. 제2 로봇 블레이드(219)는 제2 로봇 블레이드 허브(242)에 고정적으로 탑재된다. 제2 로봇 블레이드 허브(242)는, 제2 연장 허브(232)로부터 원위에 있는, 제2 연장 암(214)의 원위 단부에, 화살표(A5)에 의해 표시되는 바와 같이 수평 평면 내에서 회전할 수 있도록 탑재된다.
- [0025] [0036] 본 개시내용의 하나 이상의 실시예들은, 최소의 변화들로 기존의 메인프레임에 대해 개조될 수 있는 개조가능한 외부 웨이퍼 회전 조립체들에 관한 것이다. 외부 웨이퍼 회전 조립체는 웨이퍼를  $\pm 180^\circ$  로, 또는 완전한 원들로, 또는 원들의 증분들로 회전시킬 수 있다. 조립체는 상층 온도들(예컨대, 최대 약  $600^\circ\text{C}$ )에서 웨이퍼들을 핸들링할 수 있다.
- [0026] [0037] 하나 초과회 회전 조립체가 단일 프로세스 챔버 또는 이송 스테이션에 부가될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이송 스테이션은 2개의 회전 조립체들을 갖는다.
- [0027] [0038] 웨이퍼 핸들링 로봇은 회전 조립체가 웨이퍼 이동들을 방해하지 않으면서 동작할 수 있게 하도록 변형 또는 교체될 수 있다. 일부 실시예들에서, 로봇 블레이드는 개구를 포함하도록 변형되며, 그 개구는 웨이퍼 회전 조립체 지지 픽스처가 그 개구를 통과할 수 있게 할 것이다. 이는 회전 조립체로 하여금, 로봇 블레이드로부터 웨이퍼를 리프팅할 수 있게 하고, 웨이퍼를 회전시킬 수 있게 하며, 웨이퍼를 다시 로봇 블레이드로 하강시킬 수 있게 한다.
- [0028] [0039] 웨이퍼 회전 조립체 상의 지지 픽스처 조립체는, 웨이퍼의 고정 영역에 걸쳐 하나의 접촉 포인트를 갖는 단일 지지 포스트(support post)일 수 있거나, 또는 다수의 지지 포스트들을 가질 수 있다. 포스트들은, 지지 픽스처 지지 포스트 상의 웨이퍼의 미끄러짐 또는 손상을 야기하지 않으면서, 웨이퍼를 지지 및 회전시킬 수 있는 임의의 적합한 재료로 제조될 수 있다. 예컨대, 지지 포스트들은 알루미늄 또는 일부 다른 유전체 재료일

수 있다. 지지 픽스처 조립체의 회전 속도는 웨이퍼 접촉 표면의 마찰에 따라 변화될 수 있다. 더 낮은 마찰 계수를 갖는 접촉 표면을 갖는 지지 포스트는 더 높은 마찰 계수를 갖는 지지 포스트보다 더 느린 레이트로 회전될 수 있다. 일부 실시예들에서, 지지 포스트는, 웨이퍼 상의 전하 축적을 최소화하기 위해 접지 경로를 제공할 수 있는 전도성 재료이다.

[0029] [0040] 회전 조립체는 지지 픽스처 지지 포스트를 일정 수직 거리(스트로크라고 또한 지칭됨)만큼 이동시킬 수 있다. 지지 포스트의 스트로크는 약 0.5 인치 내지 약 12 인치의 범위일 수 있다. 일부 실시예들에서, 스트로크는 최대 약 8 인치, 7 인치, 또는 6 인치이다. 일부 실시예들의 회전 조립체는 메인프레임 또는 클러스터 튜의 중앙 이송 스테이션에서 로봇 어댑터 플레이트의 하면에 탑재된다. 로봇 어댑터 플레이트는 변형되지 않을 수 있거나, 또는 상이한 어댑터 플레이트로 교체될 수 있다.

[0030] [0041] 사용 시, 이송 스테이션에 위치한 로봇 블레이드는 배치 프로세스 챔버 내에 도달할 수 있고, 웨이퍼를 회수할 수 있다. 이송 스테이션에서, 회전 조립체는, 로봇 블레이드로부터 웨이퍼를 리프팅하기 위해, 회전 조립체의 지지 픽스처가 로봇 블레이드 내의 홀을 통과하게 하도록 상승될 수 있다. 회전 조립체는 웨이퍼를 고정 양(예컨대, 180°)만큼 회전시킬 수 있고, 웨이퍼를 다시 로봇 블레이드로 하강시킬 수 있다. 이어서, 로봇 블레이드는 배치 프로세스 챔버 내로 다시 연장될 수 있고, 추가적인 프로세싱을 위해 웨이퍼를 교체할 수 있다.

[0031] [0042] 도 3을 참조하면, 본 개시내용의 하나 이상의 실시예들은 도 1에 예시된 바와 같은 메인프레임 프로세싱 튜(클러스터 튜이라고 또한 지칭됨)을 위한 이송 챔버들(312)에 관한 것이다. 예시되는 이송 챔버(312)는 하우징(313)을 포함하며, 그 하우징(313)은 바닥(315) 및 측벽(314)을 갖는다. 도 3에 예시된 하우징(313)은 정사각형 형상 구성으로 배열된 4개의 측면들을 갖는다. 이는 단지 하나의 가능한 구성을 예시할 뿐이며, 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 이해되지 않아야 한다. 일부 실시예들에서, 4개 미만 또는 4개 초과 측면들이 있다. 측벽들(314)은 이송 챔버(312)에 외측 경계를 제공하고, 그리고 그 측벽들(314)에 하나 이상의 프로세싱 챔버들을 연결하기 위한 컴포넌트들을 포함할 수 있다.

[0032] [0043] 도시되는 하우징(313)은 상단 플레이트(미도시)로 폐쇄될 수 있는 개방 상단부를 갖거나, 또는 측벽들(314)에 연결된 중실(solid) 컴포넌트일 수 있다. 상단 플레이트는 유지보수 목적들을 위해, 하우징(313)의 내부로의 용이한 접근을 제공할 수 있다.

[0033] [0044] 하우징(313)의 측벽(314)은, 측벽(314)을 관통하여 연장되는 적어도 하나의 개구(316)를 포함한다. 적어도 하나의 개구(316)는, 하우징(313)의 내부를 인접 컴포넌트로부터 분리하기 위해, 개방 및 폐쇄될 수 있는 슬릿 밸브 또는 유사한 컴포넌트로서 구성될 수 있다. 예컨대, 프로세싱 챔버(101)가 (도 2에 도시된 바와 같이) 측벽(314)에 연결될 수 있고, 그리고 슬릿 밸브가 개방될 때 하우징(313)의 내부와 프로세싱 챔버(101) 사이에서 웨이퍼가 통과될 수 있도록 구성될 수 있다.

[0034] [0045] 하우징(313)의 바닥(315)은 단일 컴포넌트 또는 다수의 컴포넌트들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 하우징(313)의 바닥(315)은, 하우징(313)의 내부를 밀봉하기 위해 바닥(315)에 연결될 수 있는 로봇 어댑터 플레이트(317)를 포함한다. 로봇 어댑터 플레이트(317)는 바닥(315)에 실질적으로 영구적으로(즉, 함께 용접됨으로써) 부착될 수 있거나, 또는 바닥(315)에 제거가능하게(즉, 함께 볼트 체결됨으로써) 부착될 수 있다.

[0035] [0046] 도 4는 본 개시내용의 하나 이상의 실시예에 따른 로봇 어댑터 플레이트(317)의 실시예를 도시한다. 로봇 어댑터 플레이트(317)는 하나의 가능한 구성의 예시이며, 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 이해되지 않아야 한다. 로봇 어댑터 플레이트(317)는 상단 표면(391) 및 바닥 표면(392)을 갖는다. 예시되는 실시예에서의 바닥 표면(392)은 바닥 표면(392)으로부터 일정 거리만큼 연장되는 연결 플레이트(393)를 포함한다. 연결 플레이트(393)는 로봇 어댑터 플레이트(317)의 바닥 표면(392)에 부착된 별개의 컴포넌트일 수 있거나, 또는 로봇 어댑터 플레이트(317)와 일체로 형성될 수 있다. 연결 플레이트(393)는, 다른 컴포넌트들이 로봇 어댑터 플레이트(317)에 부착될 수 있게 하기 위해, 커넥터들(예컨대, 볼트들, 너트들, 클램프들)을 가질 수 있다. 연결 플레이트(393)의 형상 및 사이즈는, 예컨대, 하우징(313)의 측벽(314) 내의 개구들(316)의 수 및 하우징(313)의 형상에 따라 변화될 수 있다. 연결 플레이트(393)가 바닥 표면(392)으로부터 연장되는 거리는, 약 0.05 인치 내지 약 5 인치(약 1.25 mm 내지 약 125 mm)의 범위, 또는 약 0.1 인치 내지 약 4 인치(약 2.5 mm 내지 약 100 mm)의 범위, 또는 약 0.25 인치 내지 약 3 인치(약 6 mm 내지 약 75 mm)의 범위, 또는 약 0.375 인치 내지 약 2 인치(약 9.5 mm 내지 약 50 mm)의 범위, 또는 약 0.5 인치 내지 약 1.5 인치(약 13 mm 내지 약 30 mm)의 범위일 수 있다.

- [0036] [0047] 로봇 어댑터 플레이트(317)는 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구(395)를 갖는다. 일부 실시예들에서, 웨이퍼 회전 개구들(395)은 연결 플레이트(393) 상에 포지셔닝된다. 예시되는 실시예에는 4개의 웨이퍼 회전 개구들(395)을 가지며, 각각의 개구는 연결 플레이트(393)의 일부에 있다. 웨이퍼 회전 개구들(395)은 웨이퍼 운송 조립체(132) 반대편에 있는, 바닥(315)의 면 상에 웨이퍼 회전 조립체가 포지셔닝될 수 있게 하고, 그리고 웨이퍼 회전 조립체의 샤프트 및 지지 픽스처가 웨이퍼 회전 개구(395)를 통해 이동할 수 있게 한다. 웨이퍼 회전 개구들(395)은 필요하지 않은 경우 밀봉될 수 있다. 일부 실시예들에서, 바닥(315) 또는 로봇 어댑터 플레이트(317)(및/또는 연결 플레이트(393))는 하우징(313)의 측벽(314) 내의 각각의 개구(316) 근방에 웨이퍼 회전 개구(395)를 갖도록 구성된다.
- [0037] [0048] 일부 실시예들에서, 하우징(313)의 바닥(315)은 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구(395)를 가지며, 그 적어도 하나의 웨이퍼 회전 개구(395)는 웨이퍼 운송 조립체(132) 반대편에 있는, 바닥(315)의 면 상에 웨이퍼 회전 조립체(400)가 포지셔닝될 수 있게 하고, 그리고 웨이퍼 회전 조립체(400)의 샤프트(412) 및 지지 픽스처(414)가 그 개구를 통해 이동할 수 있게 한다. 일부 실시예들에서, 로봇 어댑터 플레이트(317)는 개구(318)를 가지며, 그 개구(318)를 통해, 진공 소스 또는 로봇 조립체가 하우징(313)의 내부에 포지셔닝될 수 있다. 일부 실시예들에서, 하우징(313)의 바닥(315), 또는 로봇 어댑터 플레이트(317)는 2개, 3개, 4개, 5개, 또는 6개의 웨이퍼 회전 개구들(395)을 갖는다.
- [0038] [0049] 일부 실시예들에서, 로봇 어댑터 플레이트(317)는 기존의 이송 챔버를 개조하기 위한 프로세스 키트에 포함된다. 로봇 어댑터 플레이트(317)는, 기존의 클러스터 툴에 웨이퍼 회전 조립체가 부가될 수 있도록, 기존의 이송 챔버의 바닥을 대체하기 위해 사용될 수 있다.
- [0039] [0050] 예시 목적들을 위해, 도 3에 도시된 이송 챔버(312)는 웨이퍼 운송 조립체(로봇 조립체라고 또한 지칭됨)를 포함하지 않는다. 도 5에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 운송 조립체(132)는 로봇 어댑터 플레이트(317) 내의 개구(318)에 포지셔닝될 수 있거나, 또는 하우징의 바닥(315)에 포지셔닝될 수 있다. 도 2 및 도 5를 참조하면, 웨이퍼 운송 조립체(132)는 로봇 허브(202)를 포함하며, 그 로봇 허브(202)에 메인 로봇 링키지(208)가 커플링된다. 하나 이상의 로봇 블레이드(218, 219)가 메인 로봇 링키지(208)에 커플링된다. 로봇 블레이드(218)는 일정 길이를 갖고, 근위 단부(328) 및 원위 단부(319)를 갖는다. 로봇 블레이드(218)는, 당업자에게 알려져 있는 임의의 적합한 커플링 컴포넌트를 통해, 메인 로봇 링키지(208)에 커플링될 수 있다. 일부 실시예들에서, 로봇 블레이드(218)는 연장 암(212)을 통해 메인 로봇 링키지(208)에 커플링된다. 로봇 블레이드(218)는 로봇 블레이드 허브(240)에서 연장 암(212)에 연결될 수 있으며, 연장 암(212)은 연장 허브(230)에서 메인 로봇 링키지(208)에 연결될 수 있다. 일부 실시예들에서, 웨이퍼 운송 조립체(132)는 메인 로봇 링키지(208)에 커플링된 제2 로봇 블레이드(219)를 더 포함한다. 제2 로봇 블레이드(219)는 근위 단부 및 원위 단부를 갖는다.
- [0040] [0051] 하나 이상의 로봇 블레이드(218)는 로봇 블레이드의 바디를 통해 연장되는 개구(360)를 갖는다. 개구(360)는 원위 단부(329) 근방에 또는 근처에 포지셔닝되고, 임의의 적합한 형상 및 사이즈일 수 있다. 도 6a에 예시된 바와 같이, 로봇 블레이드(218) 내의 개구(360)는 로봇 블레이드(218)의 원위 단부(329)로부터 거리( $D_E$ )를 두고 센터링(center)될 수 있다. 일부 실시예들에서, 로봇 블레이드(218) 내의 개구(360)는, 로봇 블레이드(218)에 의해 이송될 웨이퍼의 대략 반경과 동일한 양만큼, 로봇 블레이드(218)의 원위 단부(329)로부터 거리( $D_E$ )를 두고 센터링된다. 예컨대, 로봇 블레이드(218)에 의해 이송될 웨이퍼가 직경이 300 mm인 경우, 개구(360)의 중심은 로봇 블레이드(218)의 원위 단부(329)로부터 약 150 mm에 위치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 개구(360)의 중심은, 이송될 웨이퍼의 반경의 약 80% 내지 약 120% 내에 있거나, 또는 약 85% 내지 약 115% 내에 있거나, 또는 약 90% 내지 약 110% 내에 있거나, 또는 약 95% 내지 약 105% 내에 있거나, 또는 약 98% 내지 약 102% 내에 있거나, 또는 약 99% 내지 약 101% 내에 있다. 300 mm 웨이퍼가 이송될 실시예들에서, 개구(360)의 중심은, 로봇 블레이드(218)의 원위 단부(329)로부터 약 120 mm 내지 약 180 mm 내에 있거나, 또는 약 135 mm 내지 약 165 mm 내에 있거나, 또는 약 140 mm 내지 약 160 mm 내에 있거나, 또는 약 145 mm 내지 약 155 mm 내에 있거나, 또는 약 148 mm 내지 약 152 mm 내에 있다. 개구의 직경( $D_o$ ) 및 반경( $R_o$ )이 또한 도면에 예시된다. 일부 실시예들에서, 도 6b에 도시된 바와 같이, 개구(360)는 로봇 블레이드(218)의 원위 단부(329)까지 연장되고, 그에 따라, 슬롯이 형성된다. 슬롯형 개구의 단부까지의 거리( $D_s$ )는 지지 픽스처(414)로 하여금, 개구를 통해 연장될 수 있게 하고, 로봇 블레이드(218)에 의해 지지되는 웨이퍼 상에 센터링될 수 있게 하기에 충분하다. 예컨대, 지지되는 웨이퍼가 300 mm 웨이퍼이고, 웨이퍼의 에지가 로봇 블레이드의 원위 단부(329)의 에지와 평행한 경우, 슬롯형 개구의 단부까지의 거리( $D_s$ )는 적어도 150 mm(웨이퍼의 중심)에 지지 픽스처의 반경

(또는 사이즈의 절반)을 더한 것일 것이다.

- [0041] [0052] 일부 실시예들에서, 개구(360)의 위치는, 웨이퍼를 지지할 때, 로봇 블레이드(218) 상에서의 웨이퍼의 질량 중심에 대한 포지션에 기초한다. 예컨대, 웨이퍼가 이동 동안 로봇 블레이드(218)의 원위 단부(329)를 넘어서 연장되는 경우, 개구(360)의 중심은 웨이퍼의 질량 중심에 기초할 것이다. 로봇 블레이드 상의 웨이퍼의 질량 중심이 로봇 블레이드의 원위 단부(329)로부터 130 mm에 위치되는 경우(단지 예일 뿐임), 개구(360)의 중심은 130 mm(질량 중심의 위치)의 약 80% 내지 약 120% 내에 있을 수 있거나, 또는 약 85% 내지 약 115% 내에 있을 수 있거나, 또는 약 90% 내지 약 110% 내에 있을 수 있거나, 또는 약 95% 내지 약 105% 내에 있을 수 있거나, 또는 약 98% 내지 약 102% 내에 있을 수 있거나, 또는 약 99% 내지 약 101% 내에 있을 수 있다.
- [0042] [0053] 하나 이상의 웨이퍼 회전 조립체(400)가 하우징(313)의 바닥(315)에 연결될 수 있거나, 또는 로봇 어댑터 플레이트(317)에 연결될 수 있다. 도 3에 예시된 실시예는 이송 챔버(312)의 하우징(313)에 연결된 2개의 웨이퍼 회전 조립체들(400)을 도시한다. 그러나, 당업자는 2개 초과 또는 2개 미만의 웨이퍼 회전 조립체들(400)이 이송 챔버(312)에 연결되어 있을 수 있음을 이해할 것이다.
- [0043] [0054] 도 7 및 도 8은 웨이퍼 회전 조립체(400)의 일부 실시예들을 예시한다. 예시되는 예시적인 실시예들이 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 이해되지 않아야 하는데, 이는 당업자에 의해 다른 어레인지먼트들이 이해될 것이기 때문이다. 웨이퍼 회전 조립체(400)는 지지 픽스처 조립체(410)를 포함한다. 지지 픽스처 조립체(410)는 샤프트(412)에 연결된 지지 픽스처(414)를 포함한다. 지지 픽스처(414)는 지지 표면(415)을 갖고, 그리고 로봇 블레이드(218) 내의 개구(360)를 통과하도록 사이즈가 설정된다. 지지 픽스처 조립체(410)는, 지지 표면(415)이 개구(360)를 통해 이동될 수 있도록, 지지 표면(415)에 직각인 방향으로 이동가능하다.
- [0044] [0055] 일부 실시예들의 웨이퍼 회전 조립체(400)는 플랜지(flange)(422)를 갖는 지지 하우징(420)을 포함한다. 플랜지(422)는 지지 하우징(420)을 로봇 어댑터 플레이트(317)의 하면 또는 하우징(313)의 바닥(315)에 연결하기 위해 사용될 수 있다. 지지 하우징(420)은, 실질적으로 영구적인 연결들(예컨대, 용접들) 또는 제거가능한 연결들(예컨대, 볼트들)을 포함하는 임의의 적합한 연결 방법에 의해 연결될 수 있다. 예시되는 실시예에서, 2개의 볼트들(423)이 플랜지(422)를 통과하는 것으로 도시된다. 로봇 어댑터 플레이트(317) 또는 바닥(315)에 연결되는 경우, 지지 하우징(420)은 로봇 어댑터 플레이트(317) 내의 개구(395)를 밀봉하는 것을 돕고, 그에 따라, 하우징(313) 내에서 진공이 유지될 수 있다. 하나 이상의 o-링들(미도시)이, 기밀 밀봉을 형성하는 것을 돕기 위해, 하우징(313)의 바닥(315) 또는 로봇 어댑터 플레이트(317)와 지지 하우징(420) 사이에 포지셔닝될 수 있다.
- [0045] [0056] 지지 픽스처(414)는, 회전을 위해 웨이퍼를 지지하도록 사이즈가 설정된 지지 표면(415)을 갖는다. 지지 표면(415)의 사이즈는, 예컨대, 프로세싱되는 웨이퍼의 사이즈에 따라 변화될 수 있으며; 더 큰 웨이퍼들은 더 작은 웨이퍼보다 더 큰 지지 표면적을 사용할 수 있다.
- [0046] [0057] 일부 실시예들에서, 지지 표면(415)은 웨이퍼의 고정 영역에 걸쳐 하나의 접촉 포인트를 제공한다. 예컨대, 도 8에 예시된 실시예는 실질적으로 평탄한 지지 표면(415)을 갖는 둥근 지지 픽스처(414)를 갖는다. 이러한 방식으로 사용되는 바와 같이, "실질적으로 평탄한"이라는 용어는, 지지 표면 상에 웨이퍼가 놓일 때, 지지 표면(415)의 표면적의 약 90%, 95%, 98%, 또는 99% 이상이 웨이퍼와 접촉함을 의미한다.
- [0047] [0058] 일부 실시예들에서, 지지 표면(415)은 오목한 형상(도 8a에 도시된 바와 같음)을 갖는다. 오목한 형상의 지지 표면(415)은, 지지 표면(415)의 중심 구역(419)이 웨이퍼(128)와 접촉하지 않으면서, 지지 픽스처(414)의 주변 에지(418)에서 웨이퍼(128)와 접촉할 것이다. 오목한 형상은 웨이퍼에 대한 접촉 면적 및 잠재적인 손상을 최소화하면서 웨이퍼의 충분한 지지를 제공할 수 있다.
- [0048] [0059] 일부 실시예들에서, 도 7에 예시된 바와 같이, 지지 픽스처(414)는 웨이퍼와 접촉하도록 구성된 복수의 지지 포스트들(416)을 갖는다. 다수의 지지 포스트들(416)을 갖는 지지 픽스처(414)를 사용하는 것은 웨이퍼와의 접촉을 최소화하면서 더 넓은 면적에 걸쳐 웨이퍼를 지지할 수 있다. 지지 포스트들(416)은 실질적으로 동시에 웨이퍼와 접촉하도록 구성된다. 이러한 방식으로 사용되는 바와 같이, "실질적으로 동시에"라는 용어는, 지지 포스트들(416)의 높이가 지지 포스트들의 평균 높이의  $\pm 0.5$  mm,  $\pm 0.4$  mm,  $\pm 0.3$  mm,  $\pm 0.2$  mm,  $\pm 0.1$  mm, 또는  $\pm 0.05$  mm 내에 있음을 의미한다.
- [0049] [0060] 지지 픽스처(414)의 지지 표면(415)은, 지지 픽스처 상의 웨이퍼의 미끄러짐 또는 손상을 야기하지 않으면서, 웨이퍼의 회전을 가능하게 하기 위해, 충분한 마찰을 제공하도록 적응된다. 일부 실시예들에서, 지지 픽스처(414)의 회전은 웨이퍼가  $\pm 0.5^\circ$  내의 동일한 양만큼 회전하게 한다. 지지 표면(415)은 지지 픽스처

(414)의 상단 상의 층일 수 있거나, 또는 전체 지지 픽스처(414)일 수 있다. (도 7과 같이) 다수의 지지 포스트들(416)이 있는 실시예들에서, 지지 표면(415)을 제공하는 지지 포스트들(416)의 상단부는 지지 포스트들(416)과 상이한 재료일 수 있다. 일부 실시예들의 지지 표면(415)은, 최대 약 600 °C의 온도들에서 웨이퍼들을 핸들링할 수 있는 재료를 포함한다. 일부 실시예들에서, 지지 표면(415)은, 300 °C, 400 °C, 500 °C, 또는 600 °C 초과 온도들에서 웨이퍼들을 핸들링할 수 있는 재료를 포함한다.

[0050] [0061] 샤프트(412)의 중심 축(417)을 중심으로 지지 픽스처 조립체를 회전시키기 위해, 제1 액추에이터(430)가 지지 픽스처 조립체(410)에 연결된다. 축(417)은 샤프트의 길이에 걸쳐 연장되고, 그리고 지지 픽스처(414)의 지지 표면(415)에 실질적으로 직각이다. 제1 액추에이터(430)는 축을 중심으로 하는 샤프트의 회전을 발생시킬 수 있는 임의의 적합한 액추에이터 또는 모터일 수 있고, 그리고 당업자에게 알려져 있는 임의의 방식으로 지지 픽스처 조립체(410)에 연결될 수 있다. 적합한 액추에이터들의 예들은, 스테퍼 모터들, 서보 모터들, 및 공압 실린더들을 포함한다(그러나 이에 제한되지는 않음). 일부 실시예들에서, 제1 액추에이터(430)는 지지 픽스처 조립체(410)를 5°, 10°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°, 120°, 150°, 180° 이상의 증분들로 회전시키도록 구성된다.

[0051] [0062] 제2 액추에이터(440)는 샤프트(412)의 축(417)을 따라 지지 픽스처 조립체(410)를 이동시킬 수 있다. 도 8에 예시된 실시예에서, 축(417)을 따르는 이동은 도면의 z-축을 따르는 이동일 것이다. 제2 액추에이터(440)는 또한, z-축 액추에이터 또는 리프트 모터라고 지칭될 수 있다. 도 7 및 도 8에서의 제2 액추에이터(440)는 샤프트 지지부(444)에 연결된 선형 액추에이터(442)를 통해 지지 픽스처 조립체(410)에 연결된다. 샤프트 지지부(444)는 임의의 적합한 이동 컴포넌트들을 사용하여 선형 액추에이터(442)를 따라 이동될 수 있다. 도 7에 예시된 실시예에서, 제2 액추에이터(440)에 의해 스크루 샤프트(445)가 터닝된다. 스크루 샤프트(445)는 샤프트 지지부(444)와 접촉하고, 그에 따라, 스크루 샤프트(445)의 이동은 샤프트 지지부(444)가 샤프트의 축(417)을 따라 이동하게 한다.

[0052] [0063] 하드 스톱(hard stop)(447)이 샤프트 지지부(444)의 이동을 정지시킬 수 있다. 도 7의 실시예에서, 하드 스톱(447)은, 선형 액추에이터(442) 또는 지지 하우징(420)에 연결된 컴포넌트이다. 샤프트 지지부(444) 또는 제1 액추에이터(430)는 지지 픽스처 조립체(410)의 추가적인 이동을 방지하기 위해 하드 스톱(447)과 접촉할 수 있다. 도 8의 실시예에서, 샤프트 지지부(444)는, z-축을 따르는 어느 하나의 방향으로의 z-축을 따르는 추가적인 이동을 방지하기 위해, 하드 스톱(447) 또는 하드 스톱(448)과 접촉할 수 있다.

[0053] [0064] Z-축을 따르는 총 이동량은 스트로크 거리라고 지칭된다. 도 8에서, 스트로크 거리는 하드 스톱(447)과 하드 스톱(448) 사이의 거리에서 샤프트 지지부(444)의 두께를 뺀 것이다. 일부 실시예들에서, 스트로크 거리는, 약 0.5 인치(약 12 mm), 약 1 인치(약 25 mm), 약 2 인치(약 50 mm), 약 3 인치(약 75 mm), 약 4 인치(약 100 mm), 약 5 인치(약 125 mm), 또는 약 6 인치(약 150 mm) 이상이다. 일부 실시예들에서, 스트로크 거리는 약 0.5 인치 내지 약 6 인치의 범위이다.

[0054] [0065] 기밀 밀봉을 유지하기 위해, 샤프트(412)는 밀봉 환경에 밀폐될 수 있다. 예시되는 실시예들은 샤프트 지지부(444)와 플랜지(422) 사이에 벨로즈(450)를 갖는다. 기밀 환경을 유지하면서 샤프트 지지부(444)의 이동에 따라 벨로즈(450)의 팽창 및 수축이 발생된다.

[0055] [0066] 도 9는 지지 픽스처(414) 및 샤프트(412)와 함께 로봇 블레이드(218)의 부분도를 도시한다. 예시되는 로봇 블레이드(218)는 원위 단부(329)에서 핑거들(429)을 갖는다. 핑거들(429)은 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)과 동일 평면 상에 있지 않은 방향으로 연장된다. 핑거들(429)은 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)의 방향으로 일정 각도를 이루어 연장되고, 그에 따라, 핑거들(429)은 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428) 상에 포지셔닝된 웨이퍼의 원위 이동에 대한 방해물이 된다. 예시되는 실시예에서, 로봇 블레이드(218)에 의해 이동되는 웨이퍼는 상단 표면(428) 상에 놓일 것이다. 웨이퍼가 이동 동안 로봇 블레이드(218) 상에서 원위로 슬라이딩하는 것을 방지하기 위해, 웨이퍼의 에지는 핑거(429)에 의해 지지될 것이다.

[0056] [0067] 예시되는 지지 픽스처(414)는 로봇 블레이드(218) 내의 개구(360)보다 더 작은 직경을 갖는다. 이는, 로봇 블레이드의 상단 표면(428) 상에 포지셔닝된 웨이퍼와 지지 표면(415)이 접촉할 수 있도록, 지지 픽스처(414)가 개구(360)를 통해 이동할 수 있게 한다. 일부 실시예들에서, 지지 픽스처(414)는, 약 0.05 mm, 0.1 mm, 0.15 mm, 0.2 mm, 또는 0.25 mm 이상의 양만큼, 개구(360)보다 더 작은 직경을 갖는다. 일부 실시예들에서, 지지 픽스처(414)는, 약 10 mm, 8 mm, 6 mm, 4 mm, 또는 2 mm 이하의 양만큼, 개구(360)보다 더 작은 직경을 갖는다. 일부 실시예들에서, 개구(360)는, 약 0.05 mm 내지 약 10 mm의 범위, 또는 약 0.1mm 내지 약 8 mm의 범위, 또는 약 0.15 mm 내지 약 4 mm의 범위, 또는 약 0.2 mm 내지 약 2 mm의 범위의 양만큼, 지지 픽스처

(414)의 직경보다 더 큰 직경을 갖는다. 이러한 방식으로 사용되는 바와 같이, 지지 픽스처(414)의 직경은 샤프트(412)의 축(417)으로부터 주변 예지(418) 상의 포인트의 최장 거리이다.

[0057] [0068] 도면들에서 둥근 개구(360)가 예시되어 있지만, 당업자는, 개구(360)의 형상이 임의의 적합한 형상일 수 있고, 지지 픽스처(414)의 형상이 로봇 블레이드(218) 내의 개구(360)를 통해 피팅(fit)될 수 있는 임의의 적합한 형상일 수 있음을 인식할 것이다. 일부 실시예들에서, 개구(360)는, 타원형, 삼각형, 정사각형, 오각형, 육각형, 칠각형, 팔각형, 구각형, 또는 십각형 중 하나 이상이다. 일부 실시예들에서, 지지 픽스처(414)의 형상은 개구(360)의 형상에 대해 상보적이다. 예컨대, 도 7에 예시된 지지 픽스처(414)는 둥근 또는 삼각형 형상 개구(360)에 대해 상보적일 수 있다.

[0058] [0069] 본 개시내용의 일부 실시예들은, 웨이퍼 회전 조립체(400) 및 상보적인 로봇 블레이드를 갖는, 이송 챔버 또는 다른 챔버에 피팅하기 위한 프로세스 키트들을 제공한다. 일부 실시예들에서, 프로세스 키트는 적어도 하나의 웨이퍼 회전 조립체(400), 로봇 어댑터 플레이트(317), 및 적어도 하나의 로봇 블레이드(218)를 포함한다. 이송 챔버의 바닥은 제거될 수 있고, 로봇 어댑터 플레이트(317)로 교체될 수 있다. 웨이퍼 회전 조립체들(400)은, 지지 픽스처 조립체가 로봇 어댑터 플레이트(317) 내의 개구(395)를 통해 돌출하도록, 로봇 어댑터 플레이트(317)에 연결될 수 있다. 이송 챔버 내의 기존의 로봇은, 개구(360)를 포함하는 새로운 로봇 블레이드(218)로 기존의 로봇 블레이드를 교체하기 위해 개장(refit)될 수 있다. 로봇 블레이드(218)는 로봇 블레이드(218)의 근위 단부(328)에서 로봇 블레이드 허브에 연결되도록 구성된다. 일부 실시예들의 프로세스 키트는, 웨이퍼 회전 조립체(400)의 개시되는 실시예들 중 하나 이상, 로봇 블레이드(218)의 개시되는 실시예들 중 하나 이상, 및 로봇 어댑터 플레이트(317)의 개시되는 실시예들 중 하나 이상을 포함한다. 일부 실시예들에서, 키트는 웨이퍼 회전 조립체(400)의 개시되는 실시예들 중 하나 이상, 및 개시되는 로봇 블레이드들(218) 중 하나 이상을 포함한다. 키트는 로봇 어댑터 플레이트(317)를 포함할 수 있거나, 또는 웨이퍼 회전 조립체(400)가 동작할 수 있게 하기에 충분한 개구들(395)을 바닥에 갖는 이송 챔버와 함께 사용될 수 있다.

[0059] [0070] 도 10a 내지 도 10h를 참조하면, 본 개시내용의 하나 이상의 실시예들은 웨이퍼(128)를 프로세싱하는 방법들에 관한 것이다. 방법들은 이송 챔버(312)의 일부의 단면도들로서 예시된다. 예시되는 부분은 이송 챔버(312)의 바닥(315) 내의 개구(395), 및 이송 챔버(312)의 측벽 내의 개구(316)(예컨대, 슬릿 밸브)를 포함한다. 웨이퍼 회전 조립체(400)는 도면들의 뷰(view) 밖에 있고, 단지 지지 픽스처 조립체(410)(샤프트(412) 및 지지 픽스처(414))만이 예시되어 있다.

[0060] [0071] 도 10a에서, 개구(360)를 갖는 로봇 블레이드(218)가 이송 챔버(312)의 측벽 내의 개구(316)를 통해 이동된다. 로봇 블레이드(218)의 이동은, 로봇 블레이드 허브(240) 및 연장 암(212)의 이동을 수반할 수 있다. 샤프트(412)에 연결된 지지 픽스처(414)는 하강 포지션에 있고, 그에 따라, 지지 표면(415)이 노출된다. 로봇 블레이드(218)의 이동은 방향(551)으로 발생되며, 이는 개구(360)의 다른 측에 있는 프로세싱 챔버로부터 웨이퍼(128)를 제거하는 것으로 표시된다. 방향(551)으로의 이동 전에, 당업자에 의해 이해될 바와 같이, 로봇 블레이드(218)는 방향(551)과 반대인 방향으로 인접 프로세싱 챔버 내로 이동되고, 그 인접 프로세싱 챔버에서, 로봇 블레이드(218) 상에 웨이퍼(128)가 포지셔닝되고, 그에 따라, 로봇 블레이드(218)가 방향(551)으로 이동될 때, 웨이퍼(128)는 로봇 블레이드(218)에 의해 지지된다.

[0061] [0072] 방향(551)으로의 이동이 완료되면, 컴포넌트들은 도 10b에 예시된 바와 같은 포지션에 있다. 여기서, 샤프트(412) 및 지지 픽스처(414)는 로봇 블레이드(218) 내의 개구(360)와 정렬된다. 참조 층(510)이 시각적 및 설명적 목적들을 위해 웨이퍼(128) 상에 도시되며, 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 이해되지 않아야 한다.

[0062] [0073] 도 10c에서, 샤프트(412) 및 지지 픽스처(414)가 방향(552)으로 이동되고, 그에 따라, 지지 픽스처(414)의 지지 표면(415)이 웨이퍼(128)의 바닥 표면(511)과 접촉한다. 방향(552)으로의 이동은, 지지 픽스처(414)가 웨이퍼(128)와 접촉하고 있을 때보다 웨이퍼(128)와 접촉하고 있지 않을 때 더 빠르게 이동될 수 있도록, 제1 속도로 발생된다. 제1 속도는 일정한 속도일 수 있거나, 또는 가변적일 수 있고, 그에 따라, 지지 표면(415)이 웨이퍼(128)에 접근함에 따라 이동이 느려진다.

[0063] [0074] 도 10d에서, 지지 표면(415)이 웨이퍼(128)의 바닥 표면(511)과 접촉한 후에, 지지 픽스처(414)는 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)으로부터 떨어지게 웨이퍼(128)를 이동시키도록 방향(553)으로 이동된다. 방향(553)의 속도(제2 속도)는 방향(552)의 제1 속도와 동일할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방향(553)의 속도는 방향(552)의 속도보다 더 느리다. 제1 속도와 제2 속도는, 도 10c와 도 10d 사이에서 전체 속도가 변화되지 않도록, 지속적으로(seamlessly) 동일할 수 있다.

- [0064] [0075] 방향(553)으로의 이동은 웨이퍼(128)의 바닥 표면(511)이 거리( $D_R$ )만큼 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)으로부터 분리되게 한다. 일부 실시예들의 거리( $D_R$ )는, 약 0.1 mm 내지 약 50 mm의 범위, 또는 약 0.5 mm 내지 약 25 mm의 범위, 또는 약 1 mm 내지 약 20 mm의 범위이다. 일부 실시예들에서, 거리( $D_R$ )는 웨이퍼(128)의 회전 동안 웨이퍼(128)가 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)과 접촉하지 않는 것을 보장하기에 충분하다. 그러한 접촉은 상승된 웨이퍼와 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)이 평행하지 않은 경우 발생할 수 있다. 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)과 웨이퍼(128)의 바닥 표면(511)이 평행하지 않을 때, 더 큰 거리( $D_R$ )가 웨이퍼(128)를 손상시키지 않으면서 회전을 가능하게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 웨이퍼(128)와 로봇 블레이드(218)는, 약  $1^\circ$ ,  $0.9^\circ$ ,  $0.8^\circ$ ,  $0.7^\circ$ ,  $0.6^\circ$ ,  $0.5^\circ$ ,  $0.4^\circ$ ,  $0.3^\circ$ ,  $0.2^\circ$  또는  $0.1^\circ$  또는  $0.08^\circ$  이하의 양만큼 평행하지 않다.
- [0065] [0076] 도 10e에서, 웨이퍼(128)가 상승된 후에, 방향(553)으로의 지지 픽스처(414)의 이동이 중단된다. 샤프트(412)는 미리 결정된 양만큼 방향(554)으로 회전된다. 회전량의 비-제한적인 예들은  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ , 또는  $180^\circ$  를 포함한다. 예시되는 실시예에서, 샤프트(412)는 방향(554)으로  $180^\circ$  만큼 회전되고, 그에 따라, 지지 픽스처(414) 및 웨이퍼(128)가 동일한 양만큼 회전된다. 예시되는 실시예에서, 참조 층(510)은 개구(316)에 가장 가까이 있는, 웨이퍼(128)의 측으로부터 개구(316)로부터 가장 멀리 있는, 웨이퍼의 측으로 이동된다. 다르게 말하자면, 샤프트(412)의 회전은 로봇 블레이드(218) 상의 웨이퍼(128)의 배향이 회전량과 대략 동일한 양만큼 변경되게 한다.
- [0066] [0077] 도 10f에서, 웨이퍼(128)가 로봇 블레이드(218) 상에 놓이게 되도록, 웨이퍼(128)의 바닥 표면(511)이 로봇 블레이드(218)의 상단 표면(428)과 접촉할 수 있게 하기 위해, 샤프트(412) 및 지지 픽스처(414)가 제3 속도로 방향(555)으로 이동된다.
- [0067] [0078] 도 10g에서, 지지 표면(415)을 로봇 블레이드(218) 아래의 포지션으로 이동시키기 위해, 샤프트(412) 및 지지 픽스처(414)가 제4 속도로 방향(556)으로 이동된다. 이는 로봇 블레이드(218)가, 지지 픽스처(414) 또는 샤프트(412)와 접촉하거나 또는 지지 픽스처(414) 또는 샤프트(412)를 손상시키지 않으면서, 이동될 수 있게 한다. 지지 픽스처(414) 및 샤프트(412)가 방향(556)으로 이동되는 거리는, 예컨대, 샤프트(412)의 길이 및 로봇 컴포넌트들에 따라 변화될 수 있다. 제4 속도는 제3 속도와 동일할 수 있거나 또는 상이할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제4 속도가 제3 속도보다 더 빠르고, 그에 따라, 웨이퍼(128)가 로봇 블레이드(218) 상에 포지셔닝된 후에, 지지 픽스처(414)는 웨이퍼(128)를 지지하고 있을 때보다 덜 섬세하게 이동될 수 있다.
- [0068] [0079] 도 10h에서, 로봇 블레이드(218)는 개구(316)를 통해 인접 프로세싱 챔버에 웨이퍼(128)를 리턴하기 위해 방향(557)으로 이동된다. 지지 픽스처(414) 상에서의  $180^\circ$  터닝으로 인해, 웨이퍼(128)는 프로세싱 챔버에서 반대 배향으로 있지 않는다. 프로세싱 챔버 내로 그리고 밖으로의 트립(trip)들의 수는 채용되는 프로세스에 따라 변화될 수 있다. 일부 실시예들에서, 웨이퍼는 정수 값에서 1을 제한 완전 회전(integer value of a full circle less one)을 완성하기 위해, 프로세싱 사이에서 충분한 횟수로 회전된다.
- [0069] [0080] 일부 실시예들에서, 프로세싱 챔버, 클러스터 툴, 또는 프로세스 키트는, 웨이퍼 운송 조립체 및 웨이퍼 회전 조립체에 연결될 수 있는 제어기를 포함한다. 제어기는, 하우징의 측면에 연결된 프로세싱 챔버 내로 그리고/또는 밖으로 로봇 블레이드를 이동시키기 위한 제1 구성; 웨이퍼 회전 조립체의 지지 픽스처와 로봇 블레이드 내의 개구를 정렬하기 위한 제2 구성; 지지 픽스처가 로봇 블레이드 내의 개구를 통과하도록, 웨이퍼 회전 조립체의 샤프트 및 지지 픽스처를 상승시키기 위해, 제2 액추에이터를 동작시키기 위한 제3 구성; 웨이퍼 회전 조립체의 샤프트 및 지지 픽스처를 고정 양만큼 회전시키기 위해, 제1 액추에이터를 동작시키기 위한 제4 구성; 및 지지 픽스처가 로봇 블레이드 내의 개구를 통해 하강되도록, 웨이퍼 회전 조립체의 샤프트 및 지지 픽스처를 하강시키기 위해, 제2 액추에이터를 동작시키기 위한 제5 구성으로부터 선택되는 하나 이상의 구성들을 갖는다. 구성들 각각은 프로세스를 달성하기 위해 임의의 특정 하드웨어를 제어하기 위한 명령들을 포함할 수 있다. 예컨대, 로봇 블레이드를 이동시키는 경우, 제어기는, 슬릿 밸브 및 로봇에 연결된 하나 이상의 액추에이터들을 제어할 수 있다.
- [0070] [0081] 본 명세서의 전체에 걸친 "일 실시예", "특정 실시예들", "하나 이상의 실시예들", 또는 "실시예"에 대한 언급은, 그 실시예에 관하여 설명되는 특정한 피처, 구조, 재료, 또는 특성이 본 개시내용의 적어도 하나의 실시예에 포함되는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서의 전체에 걸친 다양한 위치들에서의 "하나 이상의 실시예들에서", "특정 실시예들에서", "일 실시예에서", 또는 "실시예에서"와 같은 문구들의 출현들은 반드시 본 개시내용의 동일한 실시예를 지칭하는 것은 아니다. 게다가, 특정한 피처들, 구조들, 재료들, 또는 특성들은 하

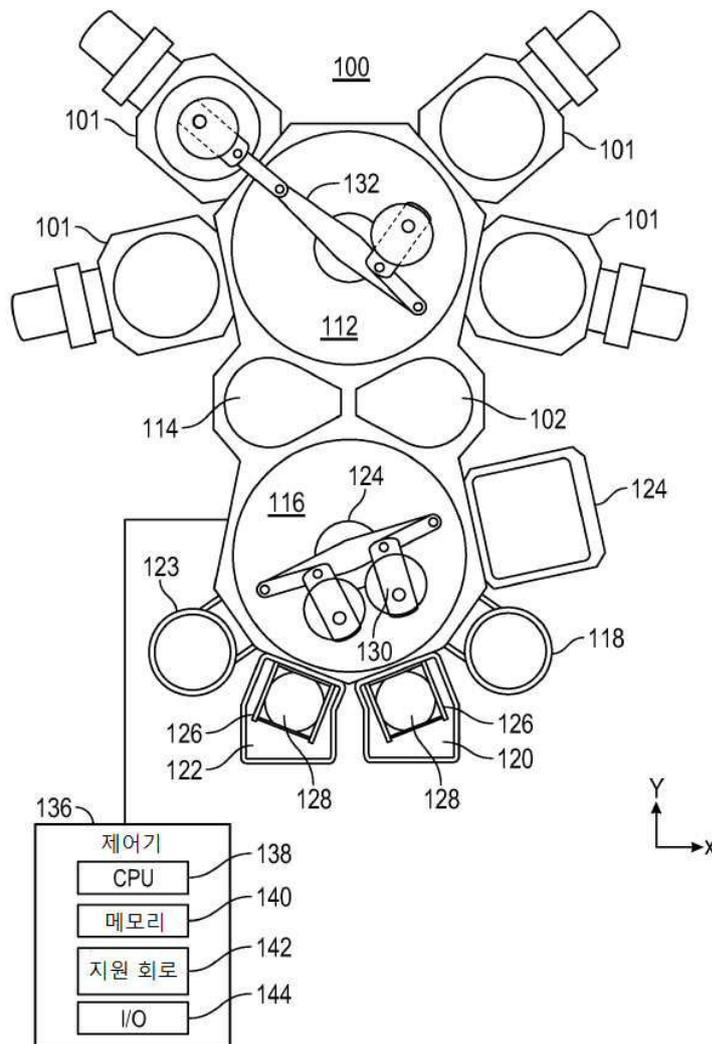
나 이상의 실시예들에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.

[0071]

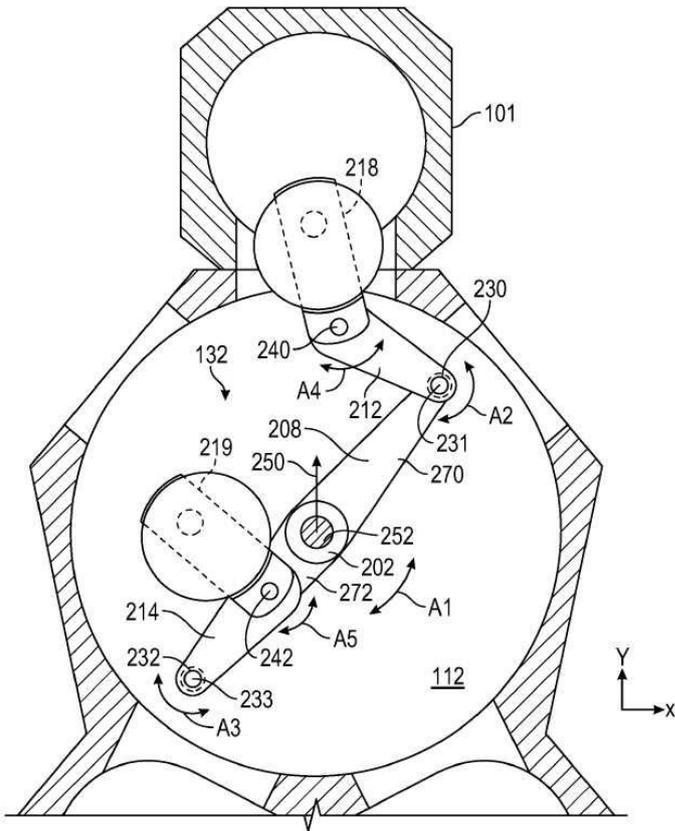
[0082] 본원의 개시내용이 특정한 실시예들을 참조하여 설명되었지만, 이들 실시예들이 단지, 본 개시내용의 애플리케이션들 및 원리들을 예시할 뿐이라는 것이 이해될 것이다. 본 개시내용의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않으면서, 본 개시내용의 방법 및 장치에 대해 다양한 변형들 및 변화들이 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 개시내용이 첨부된 청구항들 및 이들의 등가물들의 범위 내에 있는 변형들 및 변화들을 포함하도록 의도된다.

**도면**

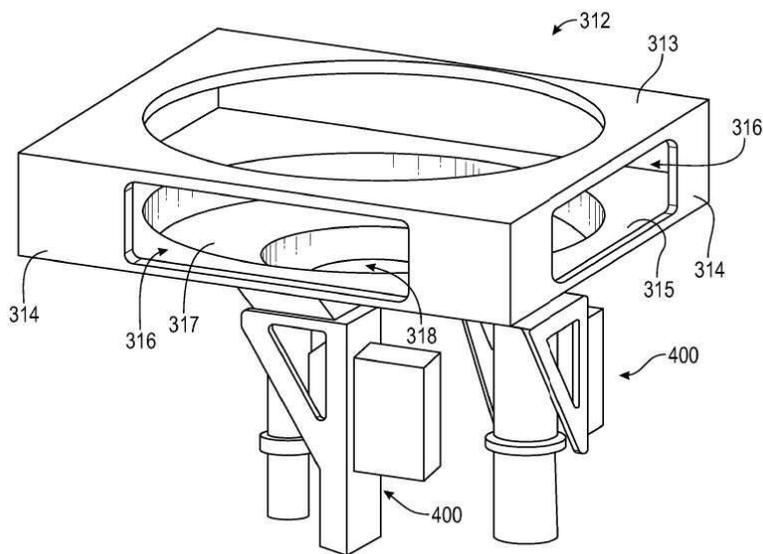
**도면1**



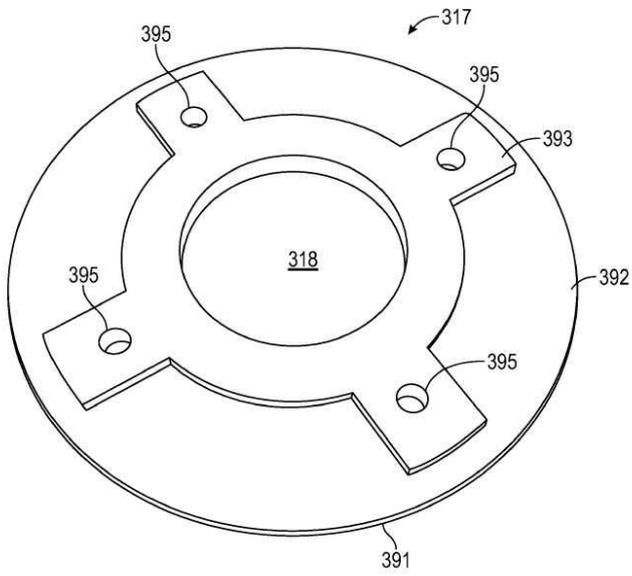
도면2



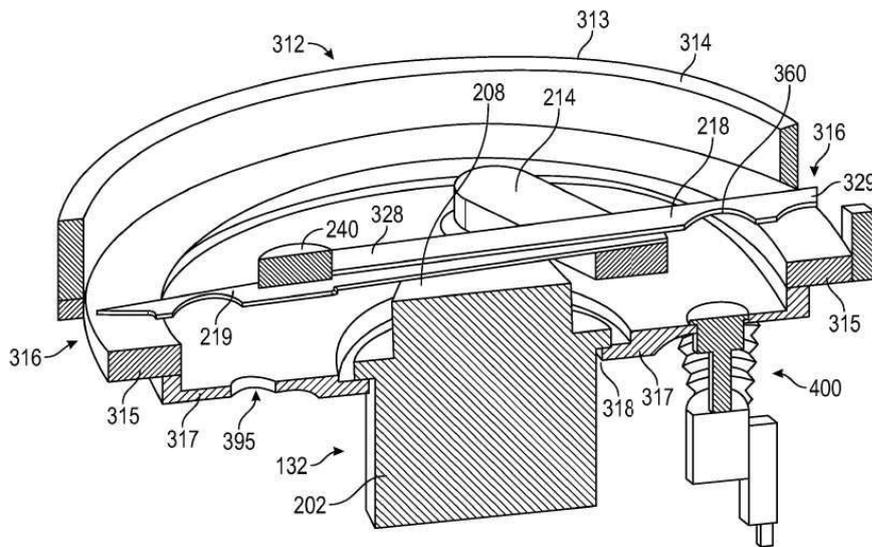
도면3



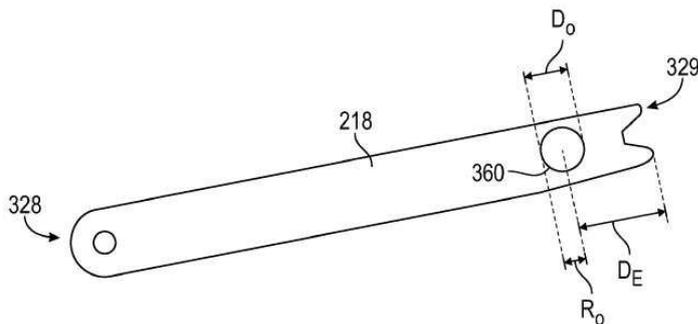
도면4



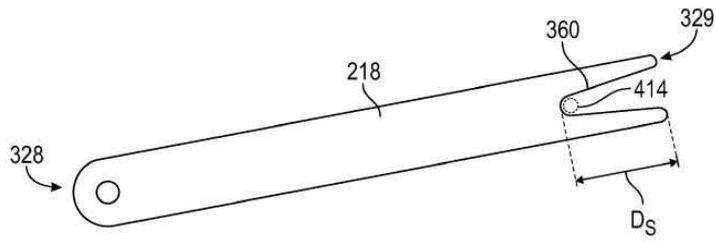
도면5



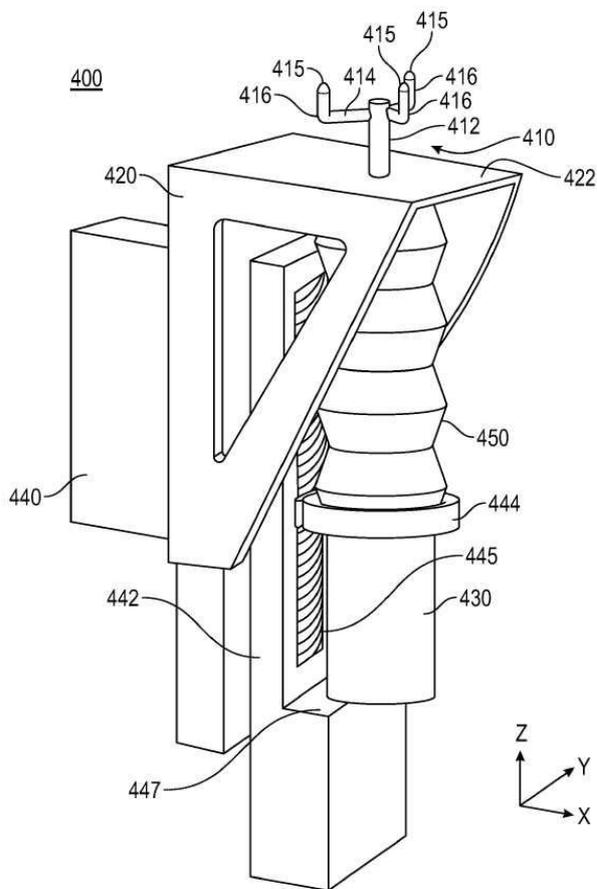
도면6a



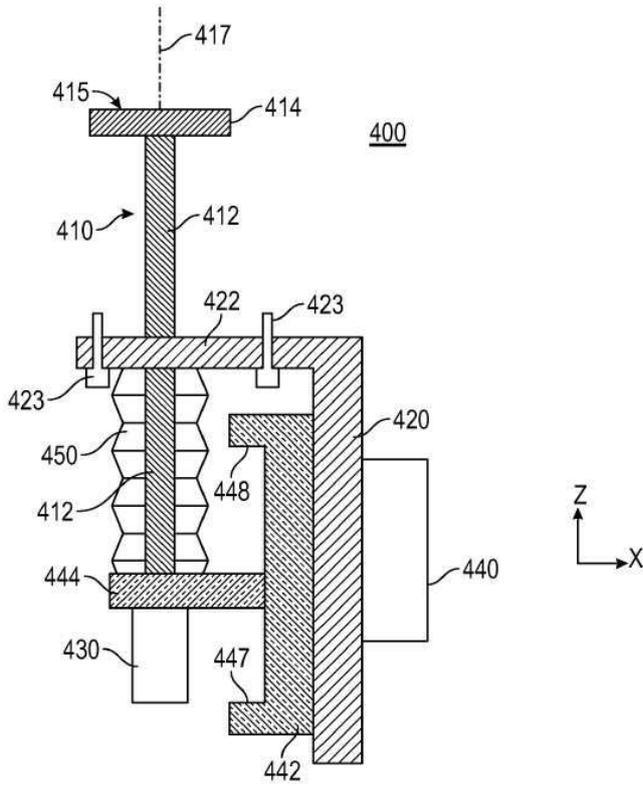
도면6b



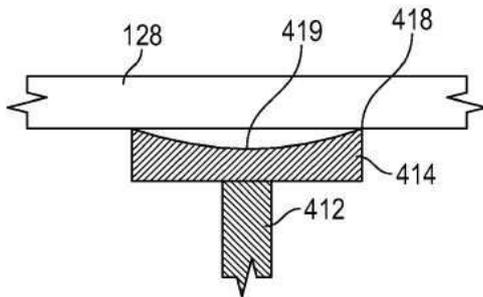
도면7



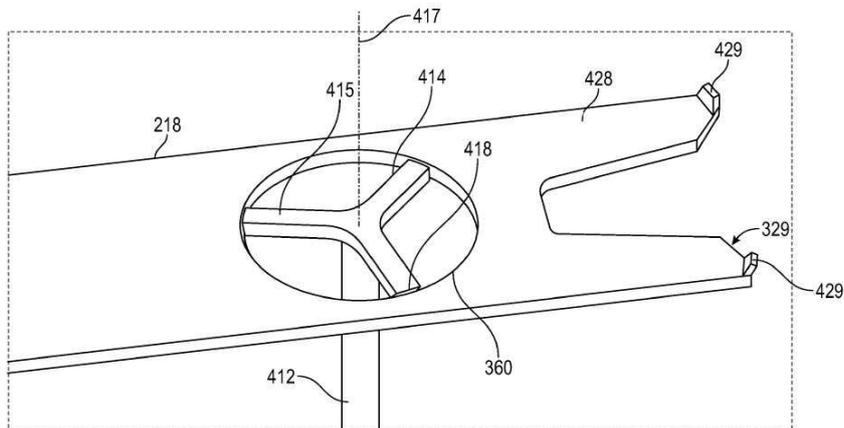
도면8



도면8a

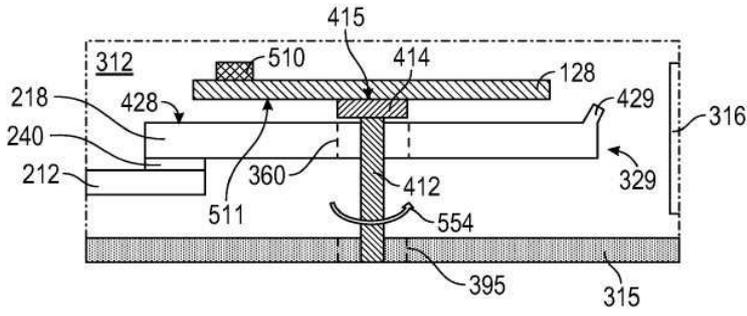


도면9

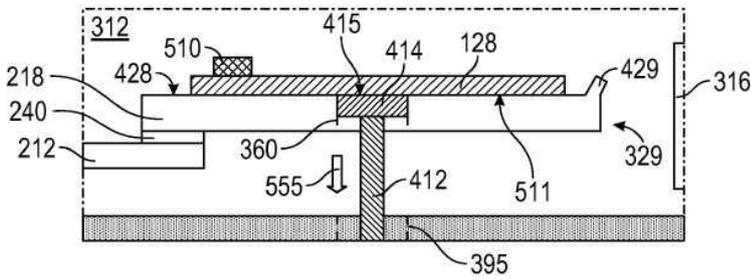




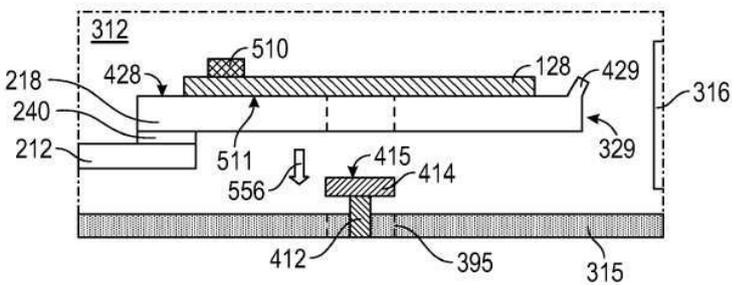
도면10e



도면10f



도면10g



도면10h

