



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월28일  
(11) 등록번호 10-2392271  
(24) 등록일자 2022년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/306 (2006.01)  
H01L 21/677 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/67069 (2013.01)  
H01L 21/306 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0033162  
(22) 출원일자 2017년03월16일  
심사청구일자 2020년03월09일  
(65) 공개번호 10-2017-0108871  
(43) 공개일자 2017년09월27일  
(30) 우선권주장  
15/073,368 2016년03월17일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2005527099 A  
JP2007035874 A  
JP2010503210 A

(73) 특허권자  
램 리서치 아게  
오스트리아, 아-9500 빌라흐, 세즈-스트라쎄 1  
(72) 발명자  
릴 토르스텐  
미국, 캘리포니아 95051, 산타 클라라, 뮤어 예비  
뉴 88  
피셔 안드레아스  
미국, 캘리포니아 94552, 카스트로 밸리, 마운트  
라센 드라이브 18989  
(74) 대리인  
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 20 항

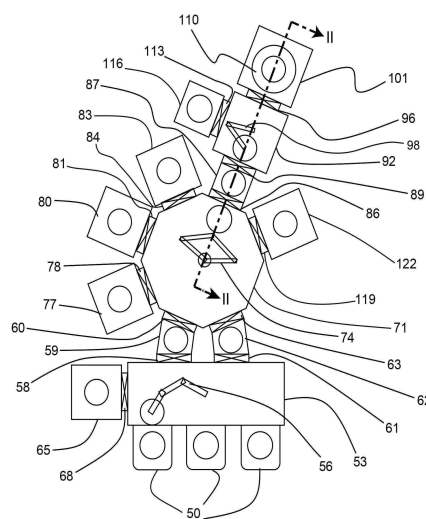
심사관 : 정아람

(54) 발명의 명칭 습식-건식 통합된 웨이퍼 프로세싱 시스템

(57) 요약

웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치는 진공 이송 모듈 및 대기 (atmospheric) 이송 모듈을 포함한다. 제 1 에어락은 진공 이송 모듈과 대기 이송 모듈을 상호연결한다. 대기 프로세스 모듈은 대기 이송 모듈에 연결된다. 가스 공급 시스템은, (i) 제 1 에어락 및 대기 이송 모듈이 상호 간 열려 있을 때 제 1 에어락으로부터 대기 이송 모듈로의 가스의 플로우, 및 (ii) 대기 이송 모듈 및 대기 프로세스 모듈이 상호 간 열려 있을 때 대기 이송 모듈로부터 대기 프로세스 모듈로의 가스의 플로우를 야기하기 위해, 가스를 대기 이송 모듈, 제 1 에어락 및 대기 프로세스 모듈 각각으로 개별적으로 또는 상이하게 제어된 플로우들로 공급하도록 구성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01L 21/6719* (2013.01)

*H01L 21/67739* (2013.01)

*H01L 21/67742* (2013.01)

(72) 발명자

**굴드 리처드 에이치.**

미국, 캘리포니아 94536, 프리몬트, 토레스 애비뉴  
4367

**미스로바티 마이클**

미국, 캘리포니아 95129, 산 호세, 화이트 오크 드  
라이브 1025

**엔게서 필립**

오스트리아, 에이-9500, 빌라흐, 바이센펠서 베그  
10

**오코른-슈미트 해럴드**

오스트리아, 에이-9020, 클라겐푸르트, 젤리첸베그  
10

**브조르크 앤더스 조엘**

오스트리아, 에이-9500, 빌라흐, 무흘렌베그 2

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치에 있어서,

진공 이송 모듈;

대기 (atmospheric) 이송 모듈;

상기 진공 이송 모듈과 상기 대기 이송 모듈을 상호연결하는 제 1 에어락;

상기 대기 이송 모듈에 연결된 대기 프로세스 모듈; 및

가스 공급 시스템을 포함하고,

상기 가스 공급 시스템은,

(i) 상기 제 1 에어락 및 상기 대기 이송 모듈이 상호 간 열려 있을 때 상기 제 1 에어락으로부터 상기 대기 이송 모듈로의 가스의 플로우, 및

(ii) 상기 대기 이송 모듈 및 상기 대기 프로세스 모듈이 상호 간 열려 있을 때 상기 대기 이송 모듈로부터 상기 대기 프로세스 모듈로의 가스의 플로우를 야기하기 위해 가스를 상기 대기 이송 모듈, 상기 제 1 에어락 및 상기 대기 프로세스 모듈 각각으로 개별적으로 그리고 상이하게 제어된 플로우들로 공급하도록 구성되고,

상기 가스 공급 시스템은,

상기 제 1 에어락의 상부 영역에 위치되고, 상기 제 1 에어락 내에서 하향으로 가스를 디스펜싱하도록 구성된 제 1 가스 샤워헤드,

상기 대기 이송 모듈의 상부 영역에 위치되고, 상기 대기 이송 모듈 내에서 하향으로 가스를 디스펜싱하도록 구성된 제 2 가스 샤워헤드, 및

상기 대기 프로세스 모듈의 상부 영역에 위치되고, 상기 대기 프로세스 모듈 내에서 하향으로 가스를 디스펜싱하도록 구성된 제 3 가스 샤워헤드를 포함하고,

상기 가스 공급 시스템은 상기 제 1 가스 샤워헤드, 상기 제 2 가스 샤워헤드, 및 상기 제 3 가스 샤워헤드의 각각의 플로우들을 개별적으로 제어하도록 구성되는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 에어락은, 미리 결정된 직경의 적어도 하나의 웨이퍼-형상 물품을 수용하도록 구성되고, 그리고 상기 제 1 가스 샤워헤드는 상기 제 1 에어락 내에 위치될 때 상기 미리 결정된 직경의 웨이퍼-형상 물품의 방사상 외측으로 위치된 하향으로 지향된 가스 배출 개구부들을 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 대기 이송 모듈은, 미리 결정된 직경의 적어도 하나의 웨이퍼-형상 물품을 수용하도록 구성되고, 그리고 상기 제 2 가스 샤워헤드는 상기 대기 이송 모듈 내에 위치될 때 상기 미리 결정된 직경의 웨이퍼-형상 물품의 방사상 외측으로 위치된 하향으로 지향된 가스 배출 개구부들을 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 시스템은, 상기 대기 이송 모듈의 하부 영역 내에 위치되고, 그리고 상기 제 2 가스 샤워헤드로부터 배출된 상기 가스의 적어도 일부를 상기 대기 이송 모듈, 상기 제 1 에어락 및 상기 대기 프로세스 모듈 각각으로부터 배기하도록 구성된 제 1 배기부를 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 대기 이송 모듈은 진공 펌프를 구비하지 않는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 가스 샤워헤드는 상기 대기 이송 모듈로부터 유입부 개구부에 인접하게 위치되는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 시스템은, 상기 대기 프로세스 모듈 내에 위치되고, 그리고 상기 제 3 가스 샤워헤드로부터 배출된 상기 가스의 적어도 일부를 상기 대기 이송 모듈 및 상기 대기 프로세스 모듈 각각으로부터 배기하도록 구성된 제 1 배기부를 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 대기 프로세스 모듈은 진공 펌프를 구비하지 않는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 대기 프로세스 모듈은 상기 대기 이송 모듈에 연결된 외측 챔버, 및 웨이퍼-형상 물품의 습식 프로세싱을 수행하도록 구성된 내측 챔버를 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 내측 챔버는 하부 보울 및 상부 리드를 포함하고, 상기 하부 보울 및 상기 상부 리드는 서로에 대해 수직으로 이동가능한, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 내측 챔버는 상기 웨이퍼-형상 물품이 프로세싱되는 동안 상기 웨이퍼-형상 물품을 홀딩하고 회전시키기 위한 스핀 척을 수용하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 스핀 척은 공중부양 척 (levitating chuck) 인, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 대기 프로세스 모듈은 상기 대기 이송 모듈에 연결된 외측 챔버, 및 웨이퍼-형상 물품의 습식 프로세싱을 수행하도록 구성된 내측 챔버를 포함하고, 그리고 상기 제 3 가스 샤워헤드는 상기 외측 챔버 내 그리고 상기 내측 챔버 외부에 위치되는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 에어락에 독립적으로 상기 진공 이송 모듈에 부착된 적어도 하나의 진공 프로세스 모듈을 더 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 15

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 제 2 에어락을 통해 상기 진공 이송 모듈에 연결된 EFEM (Equipment Front End Module) 을 더 포함하고, 상기 EFEM은 웨이퍼-형상 물품을 상기 EFEM으로 도입하고 상기 EFEM으로부터 상기 웨이퍼-형상 물품을 제거하기 위해 적어도 하나의 FOUP (front-opening unified pod) 를 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 16

제 1 항에 있어서,

웨이퍼-형상 물품은 상기 대기 이송 모듈, 상기 제 1 에어락 및 상기 진공 이송 모듈을 통과 (passing through) 함으로써 상기 대기 프로세스 모듈에만 도입될 수도 있고 상기 대기 프로세스 모듈만으로부터 제거될 수도 있는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 대기 이송 모듈 및 상기 제 1 에어락 중 적어도 하나에 위치된 히터를 더 포함하고, 상기 히터는 상기 대기 프로세스 모듈로부터 상기 진공 이송 모듈로 복귀될 웨이퍼-형상 물품에 존재하는 모든 잔여 수분을 기화하도록 구성되는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 진공 이송 모듈은 상기 진공 이송 모듈로부터 상기 제 1 에어락으로 웨이퍼-형상 물품을 이송하도록 동작 가능한 진공 이송 로봇을 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 진공 이송 모듈은 상기 적어도 하나의 제 2 에어락으로부터 상기 진공 이송 모듈로, 그리고 상기 진공 이송 모듈로부터 상기 제 1 에어락으로 상기 웨이퍼-형상 물품을 이송하도록 동작 가능한 진공 이송 로봇을 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 대기 이송 모듈은 상기 제 1 에어락으로부터 상기 대기 이송 모듈로, 그리고 상기 대기 이송 모듈로부터 상기 대기 프로세스 모듈로 웨이퍼-형상 물품을 이송하도록 동작 가능한 대기 이송 로봇을 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치.

#### 청구항 21

삭제

## 청구항 22

삭제

## 청구항 23

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 습식 프로세스 모듈 및 건식 프로세스 모듈이 통합된, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 반도체 웨이퍼들의 프로세싱은 다양한 프로세스 모듈들을 사용하여 수행된다. 일부 프로세스 모듈들, 예컨대 플라즈마 에칭을 위한 모듈들은 진공 분위기에서 수행되고 "건식" 프로세스들을 수반하는 것으로 간주된다. 다른 프로세스 모듈들은 다양한 프로세스 액들을 활용하고 환경 압력 분위기에서 수행되고, 예를 들어 습식 에칭 및/또는 세정, 그리고 "습식" 프로세스들로 간주된다.

[0003] 미국 특허 공개공보 제 2008/0057221 호는 실험실-환경 분위기 및 제어된 환경 분위기가 결합되는, 인터페이스 엔지니어링을 위한 제어된 환경 시스템을 기술한다.

[0004] 그러나, 실제로, 습식 및 건식 타입의 모듈들에 대한 웨이퍼 쓰루풋이 상당히 다르기 때문에, 습식 프로세스 모듈 및 건식 프로세스 모듈을 결합하는데 좀처럼 효율적이지 않다. 따라서, 습식 프로세스 모듈 및 건식 프로세스 모듈은 관습적으로 서로 독립적으로 동작된다. 일 타입의 모듈에서 프로세싱될 웨이퍼들에 대한 대기 시간들은 다른 타입의 모듈에서 프로세싱된 후 상당할 수 있다. 예를 들어, 반도체 제조 설비에서, 웨이퍼가 습식 프로세스 모듈에서 린싱될 수 있기 전에, 플라즈마 에칭을 겪은 후 몇 시간의 대기 시간을 갖는 것이 웨이퍼에 대해 이상하지 않다.

[0005] 본 발명자들은 습식 프로세싱의 순서를 기다리는 웨이퍼들이, 웨이퍼 표면 상에 남아 있는 할로젠들과 같은 반응성 에칭 잔여물들의 결과로서, 웨이퍼들 상에 형성된 디바이스 구조체들 상에서 저-레이트 반응들을 겪을 수 있다는 것을 발견하였다. 이는 웨이퍼들의 습식 프로세싱 수행과 건식 프로세싱 수행 사이의 대기 시간들을 상당히 감소시키도록, 습식 프로세스 모듈 및 건식 프로세스 모듈을 통합하는 개선된 시스템들을 개발할 원동력을 제공한다.

### 발명의 내용

[0006] 따라서, 일 양태에서, 본 발명은 진공 이송 모듈 및 대기 (atmospheric) 이송 모듈을 포함하는, 웨이퍼-형상 물품들을 프로세싱하기 위한 장치에 관한 것이다. 제 1 에어락은 진공 이송 모듈과 대기 이송 모듈을 상호연결한다. 대기 프로세스 모듈은 대기 이송 모듈에 연결된다. 가스 공급 시스템은,

[0007] (i) 제 1 에어락 및 대기 이송 모듈이 상호 간 열려 있는 때 제 1 에어락으로부터 대기 이송 모듈로의 가스의 플로우, 및

[0008] (ii) 대기 이송 모듈 및 대기 프로세스 모듈이 상호 간 열려 있을 때 대기 이송 모듈로부터 대기 프로세스 모듈로의 가스의 플로우를 야기하기 위해, 가스를 대기 이송 모듈, 제 1 에어락 및 대기 프로세스 모듈 각각으로 개별적으로 또는 상이하게 제어된 플로우들로 공급하도록 구성된다.

[0009] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 가스 공급 시스템은, 제 1 에어락의 상부 영역 내에 위치되고, 그리고 제 1 에어락 내에서 하향으로 가스를 디스펜싱하도록 구성된 제 1 가스 샤워헤드를 포함한다.

[0010] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 제 1 에어락은, 미리 결정된 직경의 적어도 하나의 웨이퍼-형상 물품을 수용하도록 구성되고, 그리고 제 1 가스 샤워헤드는 제 1 에어락 내에 위치될 때 미리 결정된 직경의 웨이퍼-형상 물품의 방사상 외측으로 위치된 하향으로 지향된 가스 배출 개구부들을 포함한다. 바람직하게, 가스

배출 개구부들은 제 1 에어락의 수직 챔버 벽들에 대해 5 cm 미만의 거리에 위치된다.

- [0011] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 가스 공급 시스템은, 대기 이송 모듈의 상부 영역 내에 위치되고, 그리고 대기 이송 모듈 내에서 하향으로 가스를 디스펜싱하도록 구성된 제 2 가스 샤워헤드를 포함한다.
- [0012] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 대기 이송 모듈은, 미리 결정된 직경의 적어도 하나의 웨이퍼-형상 물품을 수용하도록 구성되고, 그리고 제 2 가스 샤워헤드는 대기 이송 모듈 내에 위치될 때 미리 결정된 직경의 웨이퍼-형상 물품의 방사상 외측으로 위치된 하향으로 지향된 가스 배출 개구부들을 포함한다. 바람직하게 가스 배출 개구부들은 대기 이송 모듈의 수직 챔버 벽들에 대해 5 cm 미만의 거리에 위치된다. 대안적으로, 가스 배출 개구부들은 처리될 적어도 5 mm보다 큰 직경의 웨이퍼-형상 물품을 갖는 링 내에 환형으로 배열된다.
- [0013] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 가스 공급 시스템은 대기 이송 모듈의 하부 영역 내에 위치되고, 제 2 가스 샤워헤드로부터 배출된 가스의 적어도 일부를 대기 이송 모듈, 제 1 에어락 및 대기 프로세스 모듈 각각으로부터 배기하도록 구성된 제 1 배기부를 포함한다.
- [0014] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 대기 이송 모듈은 진공 펌프를 구비하지 않는다.
- [0015] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 가스 공급 시스템은, 대기 프로세스 모듈의 상부 영역 내에 위치되고, 그리고 대기 프로세스 모듈 내에서 하향으로 가스를 디스펜싱하도록 구성된 제 3 가스 샤워헤드를 포함한다.
- [0016] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 제 3 가스 샤워헤드는 대기 이송 모듈로부터 유입부 개구부에 인접하게 위치된다.
- [0017] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 가스 공급 시스템은, 대기 프로세스 모듈 내에 위치되고, 그리고 제 3 가스 샤워헤드로부터 배출된 가스의 적어도 일부를 대기 이송 모듈 및 대기 프로세스 모듈 각각으로부터 배기하도록 구성되는 제 2 배기부를 포함한다.
- [0018] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 대기 프로세스 모듈은 진공 펌프를 구비하지 않는다.
- [0019] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 대기 프로세스 모듈은 대기 이송 모듈에 연결된 외측 챔버, 및 웨이퍼-형상 물품의 습식 프로세싱을 수행하도록 구성된 내측 챔버를 포함한다.
- [0020] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 내측 챔버는 하부 보울 및 상부 리드를 포함하고, 하부 보울 및 상부 리드는 서로에 대해 수직으로 이동가능하다.
- [0021] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 내측 챔버는 프로세싱을 겪는 웨이퍼-형상 물품을 홀딩하고 회전시키기 위한 스핀 척을 수용한다.
- [0022] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 스핀 척은 공중부양 척 (levitating chuck) 이다.
- [0023] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 대기 프로세스 모듈은 대기 이송 모듈에 연결된 외측 챔버, 및 웨이퍼-형상 물품의 습식 프로세싱을 수행하도록 구성된 내측 챔버를 포함하고, 그리고 제 3 가스 샤워헤드는 외측 챔버 내 그리고 내측 챔버 외부에 위치된다.
- [0024] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 적어도 하나의 진공 프로세스 모듈이 제 1 에어락에 독립적으로 진공 이송 모듈에 부착된다.
- [0025] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 적어도 하나의 제 2 에어락을 통해 진공 이송 모듈에 연결된 EFEM을 더 포함하고, EFEM은 웨이퍼-형상 물품을 EFEM으로 도입하고 EFEM으로부터 웨이퍼-형상 물품을 제거하기 위해 적어도 하나의 FOUP (front-opening unified pod) 를 포함한다.
- [0026] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 웨이퍼-형상 물품은 대기 이송 모듈, 제 1 에어락 및 진공 이송 모듈을 통과 (passing through) 함으로써 대기 프로세스 모듈에만 도입될 수도 있고 대기 프로세스 모듈만으로부터 제거될 수도 있다.
- [0027] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 대기 이송 모듈 및 제 1 에어락 중 적어도 하나에 위치된 히터를 더 포함하고, 히터는 대기 프로세스 모듈로부터 진공 이송 모듈로 복귀될 웨이퍼-형상 물품에 존재하는 모든 잔여 수분을 기화하도록 구성된다. 이러한 히터는 LED-히팅 엘리먼트들과 같은 복사 히터를 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 진공 이송 모듈은 진공 이송 모듈로부터 제 1 에어락으로 웨이퍼-형상 물품을 이송하도록 동작가능한 진공 이송 로봇을 포함한다.

[0029] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 진공 이송 모듈은 적어도 하나의 제 2 에어락으로부터 진공 이송 모듈로, 그리고 진공 이송 모듈로부터 제 1 에어락으로 웨이퍼-형상 물품을 이송하도록 동작가능한 진공 이송 로봇을 포함한다.

[0030] 본 발명에 따른 장치의 바람직한 실시예들에서, 대기 이송 모듈은 제 1 에어락으로부터 대기 이송 모듈로, 그리고 대기 이송 모듈로부터 대기 프로세스 모듈로 웨이퍼-형상 물품을 이송하도록 동작가능한 대기 이송 로봇을 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0031] 본 발명의 다른 목적들, 특징들 및 장점들은, 첨부된 도면들을 참조하여 주어진, 본 발명의 바람직한 실시예들의 이하의 상세한 기술을 읽은 후 보다 자명해질 것이다.

도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 통합된 습식 프로세스 모듈 및 건식 프로세스 모듈을 포함하는 장치의 상단 평면도이다.

도 2는 도 1의 선 II-II을 따라 취해진 개략 단면도이다.

도 3은 본 발명에 따른 장치에 사용하기 적합한 습식 프로세싱 디바이스의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른, 통합된 습식 프로세스 모듈 및 건식 프로세스 모듈을 포함하는 장치의 상단 평면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이제 도면들을 참조하면, 도 1의 시스템은 장치로 웨이퍼의 진입 그리고 장치로부터 웨이퍼의 퇴거(exit) 지점인 일련의 FOUNP들(Front-Opening Unified Pods)(50)을 포함한다. EFEM(Equipment Front End Module)로봇(56)을 포함하는 EFEM(53)은 FOUNP(50)로부터 IN 에어락(59)으로, 슬롯 밸브(58)를 통해 웨이퍼들을 이송하기 위해 제공된다. EFEM로봇(56)은 유사하게 OUT 에어락(62)으로부터, 슬롯 밸브(61)를 통해, FOUNP(50)로 웨이퍼들을 이송한다. 선택가능한 대기 검사 모듈(65)이 슬롯 밸브(68)를 통해 EFEM(53)에 연결된다.

[0033] IN 에어락(59) 및 OUT 에어락(62)은 각각 슬롯 밸브들(60 및 63)을 통해 차례로 진공 이송 모듈(VTM)(71)에 연결된다. VTM(71)은 IN 에어락(59)으로부터 슬롯 밸브(60)를 통해 제 1 진공 프로세스 모듈(80) 및 제 2 진공 프로세스 모듈(83) 중 선택된 하나로 각각의 슬롯 밸브(81 또는 84)를 통해 웨이퍼를 이동시키는 VTM로봇(74)을 구비한다. 진공 프로세스 모듈들(80 및 83)은 예를 들어 플라즈마 에칭을 위한 프로세스 모듈들이다.

[0034] 대안적으로, VTM로봇(74)은 IN 에어락(59)으로부터 슬롯 밸브(60)를 통해, 제 3 진공 프로세스 모듈(122)로, 슬롯 밸브(119)를 통해 웨이퍼를 이동시킨다. 제 3 진공 프로세스 모듈(122)은 예를 들어 증착 모듈이다.

[0035] VTM로봇(74)은 또한 IN 에어락(59)으로부터 슬롯 밸브(60)를 통해 연관된 슬롯 밸브(78)를 통해 선택가능한 진공 검사 모듈(77)로, 또는 연관된 슬롯 밸브(86)를 통해 PTM(pass-through module)(87)으로 웨이퍼를 이동시키도록 구성된다.

[0036] 모든 전술한 이송들 동안, VTM로봇은 연관된 슬롯 밸브(61)를 통해 뿐만 아니라 어떤 방향으로든 진공 프로세스 모듈들(80, 83, 122) 중 선택된 임의의 하나와 PTM(87) 사이에서, OUT 에어락(62)으로의 반대 경로를 따라 웨이퍼를 이동시키도록 구성된다.

[0037] PTM(87) 자체가 VTM(71) 및 대기 이송 모듈(ATM)(92)을, 진공측 상의 슬롯 밸브(86) 및 대기측 상의 슬롯 밸브(89)를 통해 연결하는 에어락이다. ATM(92)은 PTM(87)으로부터 슬롯 밸브(89)를 통해 대기 프로세스 모듈(APM)(101)로 슬롯 밸브(96)를 통해 웨이퍼를 이송하도록 구성되는 ATM로봇(98)을 구비한다. APM(101)은 예를 들어 반도체 웨이퍼의 습식 세정을 위한 프로세스 모듈이다. 이 실시예에서 APM(101)은, 이하에 보다 상세히 기술될 바와 같이, 스핀 척을 둘러싸는 내측 챔버(110)를 포함한다.



- [0038] ATM 로봇 (98) 은 또한 PTM (87) 으로부터 슬롯 밸브 (89) 를 통해 선택가능한 대기 검사 모듈 (116) 로 슬롯 밸브 (113) 를 통해 웨이퍼를 이송하도록 구성된다.
- [0039] 이제 도 2를 참조하면, VTM 로봇 (74) 에 의해 웨이퍼가 이송될 때 제 1 압력  $p_1$ 이 VTM (71) 내를 압도한다. PTM (87) 은 질소 가스와 같은 불활성 가스를 PTM (87) 으로 제공하는, 환형 가스 분배기 (88) 를 구비한다. 환형 가스 분배기 (88) 는 바람직하게 웨이퍼가 PTM (87) 내에 존재할 때 분배기 (88) 의 가스 유출부들이 웨이퍼의 방사상으로 외부에 위치되도록 장치가 프로세싱하기 위해 설계되는 웨이퍼의 직경보다 큰 내경을 갖는다. 이러한 방식으로, 가스 분배기 (88) 로부터 배출된 가스는 웨이퍼가 PTM (87) 내에 존재할 때 웨이퍼의 상향으로-대면하는 표면 상에 강력한 방식으로 충돌하지 않을 것이다.
- [0040] PTM (87) 을 퍼지하기 위해 가스 분배기 (88) 에 의해 생성된 가스 플로우는 도 2에서 G1로 지정된다. V1은 PTM (87) 으로부터 퍼지 가스를 배기하기 위한 벤팅부 (vent) 를 나타낸다. 가스 분배기 (88) 및 벤팅부 (V1) 는 압력  $p_2$ 가 PTM (87) 내를 압도하도록 동작된다. PTM (87) 내에서 압도하는 조건들 내에서 웨이퍼가 안정화된 후, ATM 로봇 (98) 은 PTM (87) 으로부터 슬롯 밸브 (89) 를 통해 웨이퍼를 페치하고 (fetch) 웨이퍼를 ATM (92) 내로 가지고 간다.
- [0041] ATM (92) 은 불활성 가스로 ATM (92) 을 퍼지하기 위한 고유의 가스 분배기 (95), 및 ATM (92) 을 배기하기 위해 가스를 수용하는 가스 수집기 (94) 를 구비한다. 가스 분배기 (95) 에 의해 생성된 가스 플로우는 도 2에서 G2로 지정되고, 배기는 E1로 지정된다. 가스 분배기 (95) 및 가스 수집기 (94) 는 압력  $p_3$ 이 ATM (92) 내를 압도하도록 제어된다.
- [0042] ATM 로봇 (98) 은 다음에 ATM (92) 으로부터 APM (101) 으로 슬롯 밸브 (96) 를 통해 웨이퍼를 이송한다. APM (101) 에서, 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이, 상부에 웨이퍼가 장착되는 스핀 척을 포함하는 내측 챔버 (110) 가 있다. 내측 챔버 (110) 의 외부의 APM (101) 내 공간은 제어된 분위기로서 압도하는 압력  $p_4$ 으로 유지된다. 특히, 가스 분배기 (104) 는 슬롯 밸브 (96) 에 인접한 APM (101) 의 외측 챔버 내에 위치되고, 하향 가스 플로우 G3을 생성한다. 내측 챔버 (110) 는 또한 고유의 가스 플로우 G4를 수용한다. 2 개의 배기부들이 APM (101) 과 연관되고, 배기부 E2는 내측 챔버 (110) 용이고, 배기부 E3은 외측 분위기 (107) 용이다.
- [0043] 본 명세서의 진공 프로세스 모듈에 대한 참조는 압도하는 압력이 대기압의 10 % 미만, 바람직하게 10 torr 이하, 보다 바람직하게 1 torr 미만인 모듈을 암시한다. 본 명세서의 대기 프로세스 모듈에 대한 참조는 압도하는 압력이 0.5 내지 1.5 bar, 바람직하게 0.9 내지 1.1 bar의 범위 내인 모듈을 암시한다.
- [0044] 압도하는 압력들  $p_1$  내지  $p_4$ 가 장치를 통한 웨이퍼의 이송 방향과 무관하게,  $p_1 > p_2 > p_3 > p_4$  관계를 만족하도록 상기 기술된 불활성 가스 G1, G2, G3, G4의 플로우들, 뿐만 아니라 벤팅부들 및 배기부들 (V1, E1, E2, 및 E3) 은 각각 독립적으로 제어된다. 이 방식으로, (모듈들이 서로를 향해 개방될 때) PTM (87) 으로부터 ATM (92) 으로, ATM (92) 으로부터 외측 챔버 분위기 (107) 로, 그리고 외측 챔버 분위기 (107) 로부터 배기부 E3으로의 가스 플로우가 있다. 이는 모두 진공 시스템으로부터 산소를 배제하는 동안, 진공 프로세스 모듈 내에서 웨이퍼를 처리하고, 대기 프로세스 모듈에서의 처리를 위해 웨이퍼를 이송하고, 그리고 이어서 웨이퍼를 다시 진공 시스템을 통해 복귀하는 것을 인에이블한다.
- [0045] 이 실시예의 ATM (92) 은, 바람직하게 진공 펌프들이 사용되지 않는 종래의 대기 이송 모듈들과 상이하다. 대신, ATM (92) 내 압력은 가스 플로우 G2 및 스크러빙된 배기부 E1을 통해 제어된다. 더욱이, 이 실시예의 ATM (92) 은 바람직하게 완전히 시일링되고, EFEM (53) 으로부터 진공 프로세스 모듈로 그리고 이어서 대기 프로세스 모듈로 웨이퍼가 이송되고, 이어서 진공 분위기 및 EFEM (53) 으로 복귀하는 것을 인에이블한다. 이 시일링된 분위기는 또한 웨이퍼가 플라즈마 에칭 후 그리고 액체 세정 전에 산소에 노출되는 것을 방지하는 것을 돕는다.
- [0046] 상기 논의된 바와 같이, 질소와 같은 불활성 가스는, 이 실시예에서 형상이 환형이고, 처리될 웨이퍼의 직경보다 큰 직경이고 하향으로 가스를 디스펜싱하도록 각각의 챔버의 상단 근방에 위치되는, 개시된 가스 분배기들을 통해 공급된다. 대안적으로, 가스 분배기들은 측면-장착 확산기들의 형태를 취할 수 있다.
- [0047] 가스는 바람직하게 재순환되지 않기 때문에, 예를 들어 질소의 플로우는 약 500 slm으로 제한된다.
- [0048] 대안적으로, 본 명세서에 기술된 하나 이상의 가스 분배기들은 FFU (filter fan unit) 의 형태를 취할 수 있고, 이 경우 가스는 재순환된다.
- [0049] ATM (92) 및/또는 PTM (87) 은 바람직하게 웨이퍼가 진공 시스템 내로 들어가기 전 (VTM으로 들어가기 전) 웨이

퍼로부터 (액체 처리로부터 나오는) 흡착된 수분을 탈착하기 위해 히터 (예를 들어, 블루 LED 히팅 어셈블리와 같은 복사 히터) 를 구비한다.

[0050] 이제 도 3을 참조하면, 대기 프로세스 모듈 (101) 의 예가 도시된다. 이 디바이스는 일반적으로 공동으로 소유된 계류중인 특허 공개 번호 제 2013/0062839 호에 기술된 바와 같고, 전체가 본 명세서에 언급되지 않은 모든 구조적 상세들에 대해 이 출원에 대한 참조가 이루어질 수도 있다.

[0051] 외측 프로세스 챔버 (108) 는 바람직하게 PFA (perfluoroalkoxy) 수지로 코팅된 알루미늄으로 이루어진다. 이 실시예에서 챔버는 주 실린더형 벽 (10), 하부 부분/벽 (14) 및 상부 부분 (15) 을 갖는다. 상부 부분 (15) 으로부터 리드 (36) 로 폐쇄되는, 보다 좁은 실린더형 벽 (34) 이 연장한다. 웨이퍼는 바람직하게 측면 개구 (미도시) 를 통해 챔버 (110) 내로 로딩되고 언로딩된다.

[0052] 회전 척 (rotary chuck) (30) 이 챔버 (108) 의 상부 부분에 배치되고 실린더형 벽 (34) 에 의해 둘러싸인다. 회전 척 (30) 은 장치의 사용 동안 웨이퍼 W를 회전할 수 있게 지지한다. 회전 척 (30) 은, 이하에 상세히 기술될 바와 같이, 웨이퍼 W의 주변 에지에 선택적으로 콘택트하고 릴리스하기 위해 (releasing) 복수의 중심이 다르게 (eccentrically) 이동가능한 파지 부재들 (40) 을 인게이지하고 구동하는, 링 기어 (38) 를 포함하는 회전 드라이브를 통합한다.

[0053] 이 실시예에서, 회전 척 (30) 은 실린더형 벽 (34) 의 내부 벽에 인접하게 제공된 링 로터이다. 스테이터 (32) 는 실린더형 벽 (34) 의 외측 벽에 인접한 링 로터 반대편에 제공된다. 로터 (30) 및 스테이터 (32) 는 링 로터 (30) (그리고 따라서 지지된 웨이퍼 W) 가 회전될 수도 있고 능동 자기 베어링을 통해 공중부양될 수도 있는 모터로서 역할을 한다. 예를 들어, 스테이터 (32) 는 로터 상에 제공된 대응하는 영구 자석을 통해 회전 척 (30) 을 회전할 수 있게 구동하도록 능동 제어될 수도 있는 복수의 전자기 코일들 또는 와인딩들을 포함할 수 있다. 회전 척 (30) 의 축방향 및 방사상 베어링은 스테이터의 능동 제어에 의해 또는 영구 자석들에 의해 또한 달성될 수도 있다. 따라서, 회전 척 (30) 은 기계적 콘택트로부터 자유롭게 회전할 수 있게 구동되고 공중부양될 수도 있다. 대안적으로, 로터는, 로터의 자석들이 챔버 외부의 외측 로터 상에 원주방향으로 배열되는 대응하는 HTS (high-temperature-superconducting) 자석들에 의해 홀딩되는 수동 베어링에 의해 홀딩될 수도 있다. 이 대안적인 실시예를 사용하여, 링 로터의 자석 각각은 외측 로터의 대응하는 HTS-자석에 피닝된다 (pinned). 따라서, 내측 로터는 물리적으로 연결되지 않고 외측 로터로서 동일한 운동을 만든다.

[0054] 리드 (36) 는 리드 (36) 를 가로질러 웨이퍼 W 위의 챔버 내로 개방되는 매질 유입부 (44) 를 공급하는 외부 상에 장착된 매니폴드 (42) 를 갖는다. 이 실시예에서 웨이퍼 W는, 유입부 (44) 를 통해 공급된 유체들이 웨이퍼 W의 상향으로 대면하는 표면 위에 충돌하도록 회전 척 (30) 으로부터 하향으로 매달리고 (hang), 파지 부재들 (40) 에 의해 지지된다는 것을 주의해야 한다. 웨이퍼는 바람직하게 아래로부터 척 (30) 상으로 로딩되고, 따라서 척 (30) 의 내경은 웨이퍼 W의 직경보다 작을 수도 있다. 게다가, 리드 (36) 는 이동될 필요가 없다.

[0055] 웨이퍼 W가 예를 들어 300 mm 또는 450 mm 직경의 반도체 웨이퍼인 경우, 웨이퍼 W의 상향으로 대면하는 측면은 디바이스 측 또는 웨이퍼 W의 앞면 (obverse) 측일 수 있고, 이는 회전 척 (30) 상에 위치되는 방법에 의해 결정되고, 이는 결국 챔버 (110) 내에서 수행될 특정한 프로세스에 의해 구슬된다.

[0056] 도 3의 장치는 외측 챔버 (108) 에 대해 이동가능한 내부 커버 (2) 를 더 포함한다. 내부 커버 (2) 는, 회전 척 (30) 이 챔버 (108) 의 외측 실린더형 벽 (10) 과 연통하는, 제 1 위치 또는 개방 위치로 도 3에 도시된다. 이 실시예에서 내부 커버 (2) 는 일반적으로 직립 실린더형 벽 (21) 에 의해 둘러싸인 베이스 (20) 를 포함하는, 컵-형상이다. 내부 커버 (2) 는 베이스 (20) 를 지지하고 챔버 (108) 의 하부 벽 (14) 을 가로지르는 중공 샤프트 (22) 를 더 포함한다.

[0057] 중공 샤프트 (22) 는 주 챔버 (108) 내에 형성된 보스 (boss) (12) 에 의해 둘러싸이고, 이들 엘리먼트들은 챔버 (108) 와 가스-기밀 시일링을 유지하는 동안 중공 샤프트 (22) 로 하여금 보스 (12) 에 대해 배치되게 하는 동적 시일을 통해 연결된다.

[0058] 실린더형 벽 (21) 의 상부에 상향으로 대면하는 표면 상에 가스켓 (26) 을 반송하는, 환형 편향 부재 (24) 가 부착된다. 내부 커버 (2) 는 바람직하게, 프로세스 유체들 및 린싱 액체가 웨이퍼 W의 하향으로 대면하는 표면 상으로 챔버 내로 도입될 수도 있도록, 베이스 (20) 를 가로지르는 유체 매질 유입부 (28) 를 포함한다.

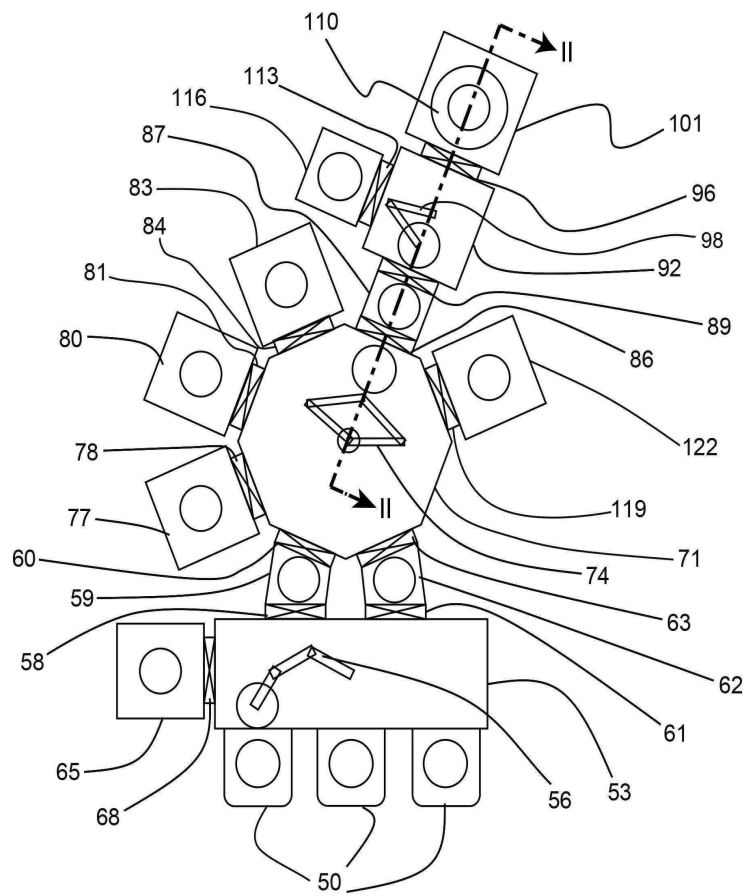
[0059] 내부 커버 (2) 는 배출 파이프 (25) 내로 개방되는, 프로세스 액체 배출 개구부 (23) 를 더 포함한다. 파이프 (25) 가 내부 커버 (2) 의 베이스 (20) 에 움직이지 않게 장착되지만, 파이프가 가스-기밀 시일링을 유지하는 동안 하단 벽 (14) 에 대해 축방향으로 슬라이드할 수도 있도록 파이프는 동적 시일 (17) 을 통해 챔버 (108)

의 하단 벽을 가로지른다.

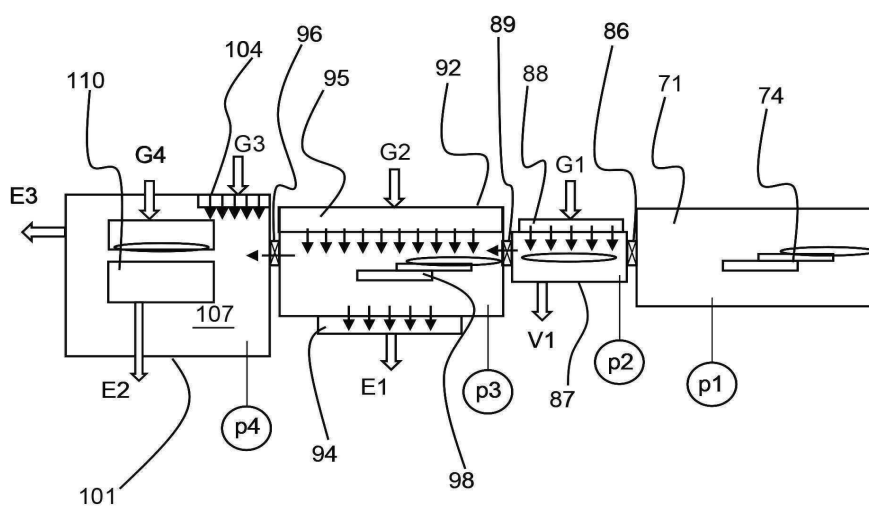
- [0060] 배기 개구부 (16) 는 챔버 (108) 의 벽 (10) 을 가로지르지만, 별도의 배기 개구부 (46) 가 회전 척 (30) 의 내측 표면 근방에서 리드 (36) 를 가로지른다. 배기 개구부 각각은, 바람직하게 각각의 밸브들 및 벤팅 디바이스들을 통해 독립적으로 제어되는 적합한 배기 도관들 (미도시) 에 연결된다.
- [0061] 도 3에 도시된 위치는 웨이퍼 W의 로딩 또는 언로딩에 대응한다. 특히, 웨이퍼 W는 리드 (36) 를 통해, 또는 보다 바람직하게, 챔버 벽 (10) 의 측면 도어 (미도시) 를 통해 회전 척 (30) 상으로 로딩될 수 있다. 그러나, 리드 (36) 가 제자리에 있을 때 그리고 모든 측면 도어가 폐쇄될 때, 챔버 (108) 는 기밀이고 규정된 내부 압력을 유지할 수 있다.
- [0062] 내부 커버 (2) 상의 시일링 가스켓 (26) 이 챔버 (108) 의 내부에 콘택트하고 챔버 (108) 의 내부 상의 가스켓 (18) 이 편향기 부재 (24) 와 콘택트할 때까지 하부 컵 (2) 은 외측 챔버 (108) 에 대해 수직으로 이동가능하여, 웨이퍼 W의 프로세싱이 수행되는 시일링된 내측 챔버 (110) 가 형성된다.
- [0063] 상기 기술된 바와 같이, 가스 플로우 G3은 챔버 (108) 내부 볼륨 및 내측 챔버 (110) 외부로 제공되고, 그리고 배기부 E3을 통해 배출되지만, 개구부 (46) 는 예를 들어 내측 가스 플로우 G4로 하여금 예를 들어 파이프 (25) 를 통해 나중에 배기될 수 있게 (E2) 허용하도록 활용될 수 있다.
- [0064] 도 4는 APM (101) 과 함께 제 2 대기 프로세스 모듈 (125) 이 제공되는 대안적인 실시예를 도시한다. 따라서 이 실시예의 ATM (128) 은, 하나는 진입을 위해 다른 하나는 퇴거를 위해 사용될 수 있도록, 2 개의 APM들 및 또한 2 개의 PTM들에 액세스한다. 그 외에는 도 4의 실시예는 도 1 내지 도 3과 함께 기술된 바와 같다.
- [0065] 본 발명이 다양한 바람직한 실시예들과 함께 기술되었지만, 이들 실시예들은 단지 본 발명을 예시하도록 제공되고, 첨부된 청구항들의 진정한 범위 및 정신에 의해 부여된 보호의 범위를 제한하기 위한 명목으로서 사용되지 않아야 한다.

도면

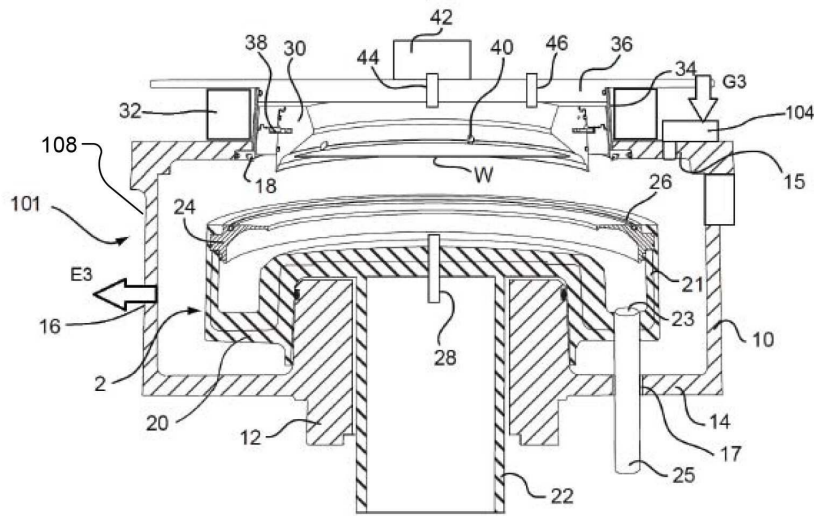
도면1



도면2



도면3



도면4

