



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월04일  
 (11) 등록번호 10-1895307  
 (24) 등록일자 2018년08월30일

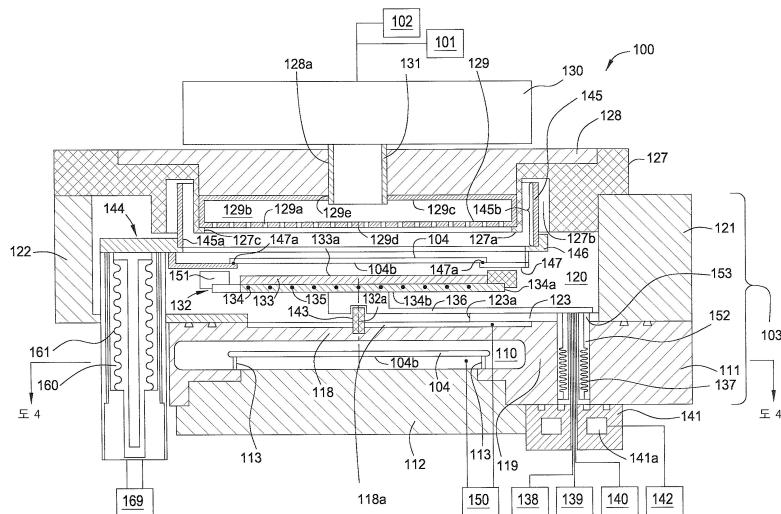
- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 21/67* (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)  
*H01L 21/677* (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7025383
- (22) 출원일자(국제) 2012년02월29일  
 심사청구일자 2017년01월03일
- (85) 번역문제출일자 2013년09월26일
- (65) 공개번호 10-2014-0012694
- (43) 공개일자 2014년02월03일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2012/027135
- (87) 국제공개번호 WO 2012/118897  
 국제공개일자 2012년09월07일
- (30) 우선권주장  
 61/448,027 2011년03월01일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
 JP10189541 A\*  
 (뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 김대웅

(54) 발명의 명칭 **듀얼 로드락 구성의 저감 및 스트립 프로세스 챔버****(57) 요 약**

본 발명의 실시예들은 기판을 프로세싱할 수 있는 듀얼 로드락 챔버를 제공한다. 하나의 실시예에서는, 듀얼 로드락 챔버가 서로 격리된 제 1 챔버 용적 및 제 2 챔버 용적을 정의하는 챔버 본체를 포함한다. 하부 및 제 2 챔버 용적들의 각각은 기판 이송을 위하여 구성된 2개의 개구부들을 통해 2개의 프로세싱 환경들에 선택적으로 연결가능하다. 또한, 듀얼 로드락 챔버는 제 2 챔버 용적 내에 배치된 피가열 기판 지지 어셈블리를 포함한다. 피가열 기판 지지 어셈블리는 그 위의 기판을 지지 및 가열하도록 구성된다. 또한, 듀얼 로드락 챔버는 플라즈마를 제 2 챔버 용적에 공급하기 위해 제 2 챔버 용적에 연결된 원격지 플라즈마 소스를 포함한다.

**대 표 도**

(72) 발명자

**팔, 아니루다**

미국 95051 캘리포니아 산타클라라 벤톤 스트리트  
#141 3665

**리, 자레드, 아흐마드**

미국 95051 캘리포니아 산타클라라 버킹엄 드라이  
브 #32 121

**요시프, 이마드**

미국 95121 캘리포니아 산호세 웬도버 레인 2103

(56) 선행기술조사문현

JP2009152635 A\*

KR1020090056919 A\*

US20040226514 A1\*

US20070151514 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

서로 격리된 제 1 챔버 용적 및 제 2 챔버 용적을 정의하는 챔버 본체로서, 상기 제 1 챔버 용적은 기판 이송을 위해 구성된 제 1 개구부 및 제 2 개구부를 통하여 주위 환경(ambient environment) 및 진공 환경(vacuum environment)에 선택적으로 연결가능하고, 상기 제 2 챔버 용적은 제 3 개구부 및 제 4 개구부를 통하여 상기 주위 환경 및 상기 진공 환경에 선택적으로 연결되는 챔버 본체;

상기 주위 환경과 상기 진공 환경 사이에서 상기 제 1 챔버 용적 및 상기 제 2 챔버 용적내의 압력을 제어하도록 동작가능한 압력 제어 시스템;

상기 제 2 챔버 용적 내에 배치된 피가열 기판 지지 어셈블리로서, 상기 제 2 챔버 용적내 플라즈마 프로세싱 동안에 상기 피가열 기판 지지 어셈블리 상의 기판을 지지 및 가열하도록 구성된 피가열 기판 지지 어셈블리(heated substrate support assembly);

상기 기판을 리프트하도록 구성되고 상기 피가열 기판 지지 어셈블리를 둘러싸는 상기 제 2 챔버 용적 내에 배치된 리프트 후프 어셈블리(lift hoop assembly)로서, 상기 리프트 후프 어셈블리는 링-형상(ring-shaped) 후프 본체, 프로세싱 영역을 정의하는 상기 후프 본체로부터 수직으로 위쪽으로 연장되고 상기 후프 본체위에 배치된 후프 라이너, 및 상기 후프 본체에 부착되고 상기 후프 본체 밑에 수직으로 아래쪽으로 그리고 상기 후프 본체로부터 방사상으로 안쪽으로 연장되는 3개 이상의 리프팅 팅거(lifting finger)들을 포함하는, 상기 리프트 후프 어셈블리; 및

플라즈마를 상기 제 2 챔버 용적으로 공급하기 위해 상기 제 2 챔버 용적에 연결된 원격지 플라즈마 소스로서, 산소-함유 가스, 수소 함유 가스 및 불활성 가스를 함유하는 가스 혼합물을 이온화하는, 상기 원격지 플라즈마 소스를 포함하는, 로드락 챔버.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 피가열 기판 지지 어셈블리 및 상기 챔버 본체 사이의 상기 제 2 챔버 용적 내에 배치된 열 절연체(thermal insulator)를 더 포함하고, 상기 피가열 기판 지지 어셈블리는 상기 챔버 본체와 직접 접촉하지 않는, 로드락 챔버.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 챔버 본체는,

상부 벽, 측벽들, 및 챔버 바닥부를 갖는 제 1 챔버 본체로서, 상기 상부 벽, 측벽들 및 챔버 바닥부가 상기 제 1 챔버 용적을 정의하는 제 1 챔버 본체;

상기 제 1 챔버 본체의 상기 상부 벽 상에 적층된 제 2 챔버 본체로서, 상기 제 2 챔버 본체 및 상기 제 1 챔버 본체의 상기 상부 벽이 상기 제 2 챔버 용적을 정의하는 상기 제 2 챔버 본체를 포함하는, 로드락 챔버.

#### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 피가열 기판 지지 어셈블리는,

그 위에서 기판을 지지하기 위한 상부 표면을 갖는 상부 히터 판;

상기 상부 히터 판의 하부 표면에 부착된 하부 히터 판; 및

상기 상부 히터 판 및 상기 하부 히터 판 사이에 배치된 히터를 포함하는, 로드락 챔버.

### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 피가열 기판 지지 어셈블리는 상기 하부 히터 판의 중심에 부착된 캔틸레버 튜브를 더 포함하는, 로드락 챔버.

### 청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 피가열 기판 지지 어셈블리는 상기 기판을 상기 상부 히터 판의 상기 상부 표면에 척킹(chucking)하도록 구성된 척킹 기구를 더 포함하는, 로드락 챔버.

### 청구항 7

청구항 3에 있어서,

상기 제 2 챔버 본체에 의해 정의된 중심 개구부 내에 배치된 샤워헤드를 더 포함하고, 상기 샤워헤드는 프로세싱 가스를 상기 제 2 챔버 용적으로 제공하도록 구성된, 로드락 챔버.

### 청구항 8

청구항 3에 있어서,

상기 제 2 챔버 본체 상부에 배치되고 상기 제 2 챔버 용적을 향해 복사 에너지를 제공하도록 구성된 램프 어셈블리를 더 포함하는, 로드락 챔버.

### 청구항 9

청구항 3에 있어서,

하부 진공 포트가 상기 제 1 챔버 본체의 상기 챔버 바닥부를 관통하여 형성되고, 상기 하부 진공 포트는 펌핑 채널을 상기 제 1 챔버 용적에 제공하는, 로드락 챔버.

### 청구항 10

청구항 9에 있어서,

상부 진공 포트가 상기 제 1 챔버 본체의 상기 측벽들을 관통하여 형성되고, 상기 상부 진공 포트는 상기 제 2 챔버 용적으로 개방되는, 로드락 챔버.

### 청구항 11

삭제

### 청구항 12

삭제

### 청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 후프 본체는 상기 피가열 기판 지지 어셈블리 주위에 원형 구속 벽을 제공하는, 로드락 챔버.

### 청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 제 3 개구부 및 상기 제 4 개구부는 기판 이송을 위해 구성되는, 로드락 챔버.

### 청구항 15

청구항 1 내지 청구항 10, 청구항 13, 청구항 14 중 어느 한 항의 로드락 챔버의 제 1 챔버 용적을 통해 기판을 기판 프로세싱 시스템으로 이송하되, 상기 로드락 챔버는 상기 기판 프로세싱 시스템에 결합되고;

할로겐을 포함하는 화학물질로 상기 기판 프로세싱 시스템의 기판 프로세싱 챔버에서 상기 기판을 식각하고;

상기 로드락 챔버의 상기 제 2 챔버 용적 내에서 상기 식각된 기판으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하는 것을 포함하고,

상기 할로겐-함유 잔류물들을 제거하는 것은,

상기 제 2 챔버 용적 내에 배치된 상기 피가열 기판 지지 어셈블리 상에서 상기 식각된 기판을 가열하고;

프로세싱 가스를 상기 제 2 챔버 용적으로 흘리는 것을 포함하는, 기판으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 반도체 기판 상에서 디바이스들을 제조하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명의 실시예들은 2개의 챔버 용적(chamber volume)들을 포함하는 로드락 챔버(load lock chamber)에 관한 것이고, 적어도 하나의 챔버 용적은 기판을 프로세싱하기 위하여 구성된다.

### 배경 기술

[0002] 본 발명의 실시예는 일반적으로 반도체 기판 상에서 디바이스(device)들을 제조하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명의 실시예들은 2개의 로드락(load lock)들을 포함하고 기판을 프로세싱할 수 있는 로드락 챔버에 관한 것이다.

[0003] 초대규모 집적(ULSI : Ultra-large-scale integrated) 회로들은 실리콘(Si) 기판과 같은 반도체 기판 상에 형성되고 디바이스 내에서 다양한 기능들을 수행하도록 협력하는 백 만개를 초과하는 전자 디바이스들(예를 들어, 트랜ジ스터들)을 포함할 수 있다. 전형적으로, ULSI 회로들에서 이용되는 트랜ジ스터들은 상보형 금속-산화물-반도체(CMOS : complementary metal-oxide-semiconductor) 전계효과 트랜ジ스터들이다. CMOS 트랜ジ스터는 폴리실리콘(polysilicon) 게이트 전극 및 게이트 유전체(gate dielectric)를 포함하는 게이트 구조를 가지고, 기판에 형성되는 소스 영역 및 드레인 영역들 사이에 배치된다.

[0004] 플라즈마 식각(plasma etching)은 트랜ジ스터들 및 다른 전자 디바이스들의 제조에서 통상 이용된다. 트랜지스터 구조들을 형성하기 위하여 이용되는 플라즈마 식각 프로세스들 동안에는, 필름 적층체(film stack)의 하나 이상의 층들(예를 들어, 실리콘, 폴리실리콘, 이산화 하프늄(hafnium dioxide)(HfO<sub>2</sub>), 이산화 실리콘(silicon dioxide)(SiO<sub>2</sub>), 금속 재료들 등의 층들)은 브롬화 수소(hydrogen bromide)(HBr), 염소(Cl<sub>2</sub>), 4불화탄소(carbon tetrafluoride)(CF<sub>4</sub>) 등과 같은 적어도 하나의 할로겐-함유(halogen-containing) 가스를 포함하는 식각제(etchant)들에 전형적으로 노출된다. 이러한 프로세스들은 할로겐-함유 잔류물이 식각된 특징부들, 식각 마스크들, 및 기판 상의 어딘가의 표면들 상에 축적하도록 한다.

[0005] 비-진공(non-vacuumed) 환경(예를 들어, 팩토리 인터페이스들 또는 기판 저장 카세트들 내부)에 노출될 때, 및/ 또는 연속되는 프로세싱 동안에는, 가스 할로겐들 및 할로겐계(halogen-based) 반응물들(예를 들어, 브롬(Br<sub>2</sub>), 염소(Cl<sub>2</sub>), 염화수소(HCl) 등)이 식각 동안에 퇴적된 할로겐-함유 잔유물들로부터 배출될 수 있다. 배출된 할로겐들 및 할로겐계 반응물들은 입자 오염(particle contamination)을 생성하고, 기판 상의 금속 층들의 노출된 부분들의 부식뿐만 아니라, 프로세싱 시스템들 및 팩토리 인터페이스들의 내부의 부식을 야기시킨다. 프로세싱 시스템들 및 팩토리 인터페이스들의 세정과, 부식된 부분들의 교체는 시간 소모적이며 고가의 절차이다.

[0006] 몇몇 프로세스들은 식각된 기판들 상의 할로겐-함유 잔류물들을 제거하도록 개발되었다. 예를 들어, 가스로 방출되어 반응기로부터 펌핑될 수 있는 비-부식성 휘발성 화합물(non-corrosive volatile compound)들로 할로겐-함유 잔류물들을 변환시키는 가스 혼합물에 식각된 기판을 노출하기 위해, 식각된 기판이 원격지 플라즈마 반응기로 이송될 수 있다. 그러나, 이러한 프로세스는 추가적인 단계와 함께 전용 프로세스 챔버를 요구하고, 증가된 도구 비용, 감소된 제조 생산성(productivity) 및 스루풋(throughput)을 야기시키고, 높은 제조 비용으로 귀

착된다.

[0007] 그러므로, 기관으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 향상된 방법 및 장치에 대한 필요성이 있다.

### 발명의 내용

[0008] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 기관을 프로세싱하기 위한 장치 및 방법들을 제공한다. 구체적으로, 본 발명들의 실시예들은 예를 들어, 그 내부에 위치된 기관을 반응종(reactive species)에 노출함으로써 기관을 프로세싱할 수 있는 듀얼 로드락 챔버를 제공한다.

[0009] 본 발명의 하나의 실시예는 로드락 챔버를 제공한다. 로드락 챔버는 서로 격리된 제 1 챔버 용적 및 제 2 챔버 용적을 정의하는 챔버 본체를 포함한다. 제 1 챔버 용적은 기관 이송을 위하여 구성된 2개의 개구부들을 통해 2개의 프로세싱 환경들에 선택적으로 연결가능하다. 제 2 챔버 용적은 2개의 프로세싱 환경들 중의 적어도 하나에 선택적으로 연결된다. 로드락 챔버는 제 2 챔버 용적 내에 배치된 피가열 기관 지지 어셈블리(heated substrate support assembly), 및 플라즈마를 제 2 챔버 용적에 공급하기 위해 제 2 챔버 용적에 연결된 원격지 플라즈마 소스를 더 포함한다. 피가열 기관 지지 어셈블리는 그 위의 기관을 지지 및 가열하도록 구성된다.

[0010] 본 발명의 하나의 실시예는 듀얼 로드락 챔버를 제공한다. 듀얼 로드락 챔버는 서로 격리된 제 1 챔버 용적 및 제 2 챔버 용적을 정의하는 챔버 본체를 포함한다. 제 1 및 제 2 챔버 용적들의 각각은 기관 이송을 위하여 구성된 2개의 개구부들을 통해 2개의 별개의 인접한 환경들에 선택적으로 연결가능하다. 또한, 듀얼 로드락 챔버는 제 2 챔버 용적 내에 배치된 피가열 기관 지지 어셈블리를 포함한다. 피가열 기관 지지 어셈블리는 그 위의 기관을 지지 및 가열하도록 구성된다. 또한, 듀얼 로드락 챔버는 반응종을 제 2 챔버 용적에 공급하기 위해 제 2 챔버 용적에 연결된 원격지 플라즈마 소스를 포함한다.

[0011] 본 발명의 또 다른 실시예는 듀얼 로드락 챔버를 제공한다. 듀얼 로드락 챔버는 서로 격리된 하부 로드락 용적 및 제 2 챔버 용적을 정의하는 챔버 본체, 제 1 챔버 용적 내에 배치된 기관을 지지하도록 구성된 기관 지지 어셈블리, 및 제 2 챔버 용적 내에 배치된 기관을 지지 및 가열하도록 구성된 피가열 기관 지지 어셈블리를 포함한다. 제 1 및 제 2 챔버 용적들의 각각은 기관 이송을 위하여 구성된 2개의 개구부들을 통해 2개의 인접한 환경들에 선택적으로 연결가능하다. 또한, 듀얼 로드락 챔버는 피가열 기관 지지 어셈블리 상부에 배치된 샤워헤드 어셈블리를 포함하고, 상기 샤워헤드 어셈블리는 하나 이상의 프로세싱 가스를 제 2 챔버 용적으로 분배하도록 구성된다.

[0012] 본 발명의 또 다른 실시예는 기관으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법을 제공한다. 상기 방법은 기관 프로세싱 시스템에 결합된 이중 로드락 챔버의 유입 로드락을 통해 기관 프로세싱 시스템으로 기관을 이송하고, 할로겐을 포함하는 화학물질로 기관 프로세싱 시스템에서 기관을 식각하는 것을 포함한다. 또한, 상기 방법은 이중 로드락 챔버의 유출 로드락 내의 식각된 기관으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하는 것을 포함하고, 유출 로드락은 단일 챔버 본체 내의 유입 로드락으로부터 격리된다. 할로겐-함유 잔류물들을 제거하는 것은 유출 로드락의 피가열 기관 지지 어셈블리 상에서 식각된 기관을 가열하고, 프로세싱 가스를 유출 로드락으로 흘리는 것을 포함한다.

[0013] 위에서 설명된 방법에서, 할로겐-함유 잔류물들을 제거하는 것은 피가열 기관 지지 어셈블리를 둘러싸는 후프라이너(hoop liner)를 이용하여 대칭적인 프로세싱 환경을 생성하는 것을 포함한다.

[0014] 위에서 설명된 방법에서, 프로세싱 가스를 흘리는 것은 원격지 플라즈마 소스에서 프로세싱 가스의 플라즈마를 발생하는 것을 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0015] 본 발명의 위에서 설명된 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에서 간략하게 요약된 발명의 더욱 구체적인 설명이 실시예들을 참조하여 행해질 수 있고, 그 일부는 첨부 도면들에서 예시된다. 그러나, 본 발명은 다른 동등하게 효과적인 실시예들을 허용할 수 있기 때문에, 첨부된 도면들은 이 발명의 전형적인 실시예들만을 예시하고 있고, 그러므로, 그 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 하는 것에 주목해야 한다.

도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 듀얼 로드락 챔버의 개략적인 단면도이다.

도 2는 적재/하적 위치에 리프팅 후프(lifting hoop)를 구비한 도 1의 듀얼 로드락 챔버의 개략적인 단면도이다.

도 3은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 듀얼 로드락 챔버의 제 2 챔버 용적의 개략적인 상면도이다.

도 4는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 듀얼 로드락 챔버의 제 1 챔버 용적의 개략적인 상면도이다.

도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 듀얼 로드락 챔버의 제 1 챔버 본체의 개략적인 사시도이다.

도 6은 함께 조립된 제 1 챔버 본체 및 제 2 챔버 본체를 도시하는 사시 단면도이다.

도 7은 히터 기판 지지 어셈블리가 제거된 제 1 챔버 본체 및 제 2 챔버 본체에 형성된 펌핑 채널들을 예시하는 사시 단면도이다.

도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 듀얼 로드락 챔버의 개략적인 단면도이다.

도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 듀얼 로드락 챔버들을 포함하는 기판 프로세싱 시스템의 개략적인 평면도이다.

도 10은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 기판을 프로세싱하기 위한 방법을 예시하는 순서도이다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기판을 프로세싱하기 위한 방법을 예시하는 순서도이다.

이해를 용이하게 하기 위하여, 가능한 경우, 도면들에 공통적인 동일한 구성요소들을 지시하도록 동일한 참조 번호들이 이용되었다. 하나의 실시예에서 개시된 구성요소들은 특정한 인용 없이 다른 실시예들에서 유익하게 사용될 수 있다는 것을 고려해야 한다.

### **발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0016]

본 발명의 실시예들은 반도체 기판 상에 디바이스들을 제조하기 위한 장치 및 방법들을 제공한다. 더욱 구체적으로, 본 발명의 실시예들은 2개의 격리된 챔버 용적들을 포함하되, 적어도 하나의 챔버 용적이 예를 들어, 기판을 반응중에 노출함으로써 기판을 프로세싱하도록 구성되는 듀얼 로드락 챔버(dual load lock chamber)에 관한 것이다.

[0017]

본 발명의 하나의 실시예는 본체 어셈블리에 형성된 적어도 2개의 격리된 챔버 용적들을 갖는 로드락 챔버를 제공한다. 2개의 격리된 챔버 용적들은 수직으로 적층되거나 나란하게 배치될 수 있다. 2개의 챔버 용적들은 독립적으로 동작가능하여 스루풋(throughput)을 증가시킨다. 하나의 실시예에서, 제 1 챔버 용적은 제 1 챔버 용적의 내부에 배치된 기판을 반응중에 노출하도록 구성되어, 예를 들어, 기판으로부터 할로겐 잔류물(halogen residual)을 제거하거나 기판으로부터 포토레지스트(photoresist)를 제거한다. 제 2 챔버 용적은 팩토리 인터페이스(factory interface) 및 이송 챔버의 환경과 같은 인접한 환경들 사이에서 교환하기 위해서만 사용된다. 본 발명의 하나의 실시예는 그 내부의 기판을 가열하기 위한 얇은 피가열 기판 지지체(thin heated substrate support) 및 하나 이상의 프로세싱 가스(processsing gas)들을 로드락 챔버에 균일하게 공급하기 위해 얇은 피가열 기판 지지체 상부에 배치된 샤워헤드(showerhead)를 포함하는 로드락 챔버를 제공한다. 하나의 실시예에서, 샤워헤드는 원격지 플라즈마 소스에 연결되어 반응중을 로드락 챔버에 공급한다. 또한, 본 발명의 로드락 챔버는 기판을 프로세스하기 위하여 사용된 챔버 용적 내부에 대칭적인 프로세싱 환경을 생성하기 위한 후프 라이너(hoop liner)를 포함할 수 있다. 본 발명의 하나의 실시예에서, 후프 라이너는 로드락 챔버의 외부에 배치된 기판 이송 로봇들과 기판들을 교환하도록 구성된 하나 또는 그 이상의 리프트 팡거(lift finger)들에 결합될 수 있다.

[0018]

도 1은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 듀얼 로드락 챔버(100)의 개략적인 단면도이다. 듀얼 로드락 챔버(100)는 기판(104)을 이송하기 위한 제 1 챔버 용적(110), 및 기판(104)을 이송 및 프로세싱하기 위한 제 2 챔버 용적(120)을 포함한다. 제 2 챔버 용적(120) 및 제 1 챔버 용적(110)은 수직으로 함께 적층되고 서로로부터 격리된다.

[0019]

듀얼 로드락 챔버(100)는 챔버 본체 어셈블리(103)를 포함한다. 하나의 실시예에서, 챔버 본체 어셈블리(103)는 제 1 및 제 2 챔버 용적들(120, 110)을 수용하는 통합 구조를 정의하기 위하여 함께 결합된 제 1 챔버 본체(111) 및 제 2 챔버 본체(121)를 포함한다. 하나의 실시예에서, 제 1 챔버 본체(111) 및 제 2 챔버 본체(121)는 수직으로 적층된다. 제 1 챔버 본체(111)가 제 2 챔버 본체(121) 아래에 적층된 것으로 도시되어 있지만, 제 1 챔버 본체(111)가 제 2 챔버 본체(121) 위에 적층될 수 있거나 수평으로 나란하게 위치될 수도 있다는 것이 고려된다.

[0020]

듀얼 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적(120)은 샤워헤드(129), 피가열 기판 지지 어셈블리(132), 및 리프트

후프 어셈블리(144)를 가진다. 샤워헤드(129)는 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 상부에 배치된다. 리프트 후프 어셈블리(144)는 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 및 기판 이송 로봇들(도시되지 않음)로부터 기판들을 적재(load) 및 하역(unload)하도록 동작할 뿐만 아니라, 제 2 챔버 용적(120) 내부의 프로세싱 환경을 구속하도록 구성된다.

[0021] 제 2 챔버 용적(120)은 제 2 챔버 본체(121)의 측벽들(122), 측벽들(122) 상부에 배치된 덮개 라이너(lid liner)(127), 제 2 챔버 본체(121)의 저부 벽(123), 및 제 1 챔버 본체(111)의 상부 벽(118)에 의해 정의된다. 덮개 라이너(127)는 중심 개구부(127c)를 형성하는 내부 립(inner lip)(127a)을 가진다. 내부 립(127a)은 샤워헤드(129) 및 소스 어댑터 판(source adapter plate)(128)을 유지한다. 하나의 실시예에서, 덮개 라이너(127)는 제 2 챔버 본체(121)의 상부에 제거 가능하게 배치되어, 챔버 부품들로의 접근을 가능하게 한다.

[0022] 샤워헤드(129)는 관통하여 형성된 복수의 관통 구멍들(129a)을 갖는 앞면판(face plate)(129d), 및 중심 개구부(129e)를 갖는 배면판(back plate)(129c)을 포함한다. 앞면판(129d) 및 배면판(129c)은 내부 용적(129b)을 둘러싼다. 내부 용적(129b)은 앞면판(129d)을 관통하여 형성된 관통 구멍들(129a)을 통해 제 2 챔버 용적(120)으로 제공된 가스의 방사상 균일성을 증대시키기 위한 플레넘(plenum)으로서 작용한다.

[0023] 소스 어댑터 판(128)은 샤워헤드(129)의 배면판(129c) 상부에 배치된다. 소스 어댑터 판(128)은 샤워헤드(129)의 중심 개구부(129e)와 일치하는 중심 개구부(128a)를 가진다. 원격지 플라즈마 소스(130)는 개구부들(129e 및 128a)에 배치된 석영 삽입부(quartz insert)(131)를 통해 샤워헤드(129)의 내부 용적(129b)과 유체 연통하고 있다. 원격지 플라즈마 소스(130)로부터의 해리(disassociate)된 반응종은 석영 삽입부(131)를 통해 샤워헤드(129)의 내부 용적(129b)으로, 그 다음으로, 샤워헤드(129)의 관통 구멍들(129a)을 통해 제 2 챔버 용적(120)으로 진입한다.

[0024] 하나의 실시예에서, 샤워헤드(129)는 플레넘 내부의 반응종에 노출된 내부 용적(129b)의 표면들이 석영에 의해 마감되도록 석영으로 형성되어 제조된다. 석영 삽입부(131) 및 샤워헤드(129)는 원격지 플라즈마 소스(130)로부터 제공된 반응종에 노출되는 것으로부터 금속 챔버 부품들을 차폐하고, 이에 따라, 종 재결합(species recombination), 금속 챔버 부품들의 공격 및 입자 발생을 실질적으로 감소시킨다.

[0025] 원격지 플라즈마 소스(130)는 하나 이상의 프로세싱 가스를 원격지 플라즈마 소스(130)를 통해 상부 챔버 용적(110)으로 공급하기 위한 하나 이상의 가스 패널들에 일반적으로 연결된다. 하나의 실시예에서는, 원격지 플라즈마 소스(130)는 식각 후에 잔류 재료를 제거하기 위한 저감 프로세스(abatement process)를 위하여 프로세싱 가스들을 제공하기 위해 구성된 제 1 가스 패널(101)과, 포토레지스트(photoresist)를 제거하기 위한 애싱 프로세스(ashing process)를 위하여 프로세싱 가스들을 제공하기 위해 구성된 제 2 가스 패널(102)에 연결된다.

[0026] 피가열 기판 지지 어셈블리(132)는 듀얼 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적(120)에 끼워지도록 구성된다. 피가열 기판 지지 어셈블리(132)는 챔버 본체 어셈블리(103)로부터 실질적으로 열적으로 절연되도록 설치된다. 하나의 실시예에서는, 피가열 기판 지지 어셈블리(132)가 기판(104)을 300°C까지 가열하도록 구성되는 반면, 챔버 본체 어셈블리(103)는 냉각 상태로 유지된다.

[0027] 하나의 실시예에서, 피가열 기판 지지 어셈블리(132)는 상부 히터 판(133), 상부 히터 판(133)에 부착된 하부 히터 판(134), 및 상부 히터 판(133) 및 하부 히터 판(134) 사이에 배치된 히터(135)를 포함한다. 하나의 실시예에서, 히터(135)는 하부 히터 판(134)의 상부 표면 상에 형성된 채널들 내에 배치될 수 있다. 히터(135)는 저항성 히터(resistive heater) 또는 열 전달 유체(heat transfer fluid)를 흘리도록 배열된 도관(conduit)들일 수 있다. 상부 히터 판(133) 및 하부 히터 판(134)은 볼트(bolt)들, 용접(welding) 또는 납땜(brazing)에 의해 함께 합쳐질 수 있다. 하나의 실시예에서, 상부 히터 판(133) 및 하부 히터 판(134)은 알루미늄(aluminum)과 같은 금속으로 형성될 수 있다.

[0028] 상부 히터 판(133)은 기판(104)의 이면(104b)을 지지하도록 구성된다. 하나의 실시예에서, 하부 히터 판(134)은 상부 히터 판(133)의 외부 직경보다 큰 외부 직경을 가진다. 포커스 링(focus ring)(151)은 상부 히터 판(133)의 방사상으로 외부를 향해 노출된 하부 히터 판(134)의 외부 애지(outer edge)(134a) 상에 배치될 수 있다. 포커스 링(151)은 상부 히터 판(133) 및 그 위에 배치된 기판(104)을 둘러싼다. 포커스 링(151)은 기판(104)을 유지하고 프로세싱 동안에 기판(104)의 애지 영역 주위의 프로세싱 레이트를 수정하도록 작용한다. 하나의 실시예에서, 포커스 링(151), 상부 및 하부 히터 판들(133, 134)은 리프트 평거들(147)을 위한 통로를 제공하도록 구성된 일치하는 절개부(cut out)들(155)을 가질 수 있다.

[0029] 피가열 기판 지지 어셈블리(132)는 제 2 챔버 본체(121)의 저부 벽(123) 내의 중심 개구부(123a)를 통해 제 1

챔버 본체(111)의 상부 벽(118) 상에 배치된 열 절연체(thermal insulator)(143) 상에 장착된다. 하나의 실시 예에서는, 오목부(118a)가 제 1 챔버 본체(111)의 상부 벽(118) 상에 형성될 수 있다. 오목부(recess)(118a)는 제 1 챔버 본체(111)에 형성된 진공 포트들이 제 2 챔버 용적(120)과 연결되도록 할 수 있다. 피가열 기판 지지 어셈블리(132)는 챔버 본체 어셈블리(103)와 직접 접촉하지 않는다. 제 2 챔버 본체(121) 및 제 1 챔버 본체(111)의 둘 모두를 포함하는 챔버 본체 어셈블리(103) 및 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 사이의 열 교환을 방지하기 위하여, 열 절연체(143)가 세라믹(ceramic)과 같은 열 절연성 재료(thermal insulative material)로 형성될 수 있다.

[0030] 열 절연체(143)는 제 2 챔버 용적(120) 내의 다른 부품들, 예를 들어, 샤큐헤드(129) 및 리프트 후프 어셈블리(144)에 대해 피가열 기판 지지 어셈블리(132)를 중심에 놓도록 위치된다. 하나의 실시예에서는, 피가열 기판 지지 어셈블리(132)가 열 팽창 동안에 중심에 놓여진 상태로 유지되는 것을 보장하기 위하여, 열 절연체(143)는 피가열 기판 지지 어셈블리(132)의 중심축(132a)과 정렬한다.

[0031] 캔틸레버 튜브(cantilever tube)(136)는 하부 히터 판(134)의 중심 근처에서 이면(134b)으로부터 연장된다. 캔틸레버 튜브(136)는 제 2 챔버 본체(121)의 개구부(153) 및 제 1 챔버 본체(111)의 개구부(152)를 통해 배치된 수직 튜브(137)와 연결되도록 방사상으로 외부를 향해 연장된다. 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 및 챔버 본체들(111, 121) 사이의 열 교환을 더욱 희화하기 위하여, 튜브들(136, 137)은 제 2 챔버 본체(121) 또는 제 1 챔버 본체(111)와 접촉하지 않는다. 캔틸레버 튜브(136) 및 수직 튜브(137)는 피가열 기판 지지 어셈블리(132)에 의해 이용될 전력 공급 장치들, 센서들 및 다른 배선을 위한 통로를 제공한다. 하나의 실시예에서, 히터 전원(heater power source)(138), 센서 신호 수신기(139) 및 척킹 제어 유닛(140)은 캔틸레버 튜브(136) 및 수직 튜브(137) 내의 통로를 통해 피가열 기판 지지 어셈블리(132)에 배선으로 연결된다. 하나의 실시예에서, 척킹 제어 유닛(140)은 진공 척킹 기구를 제공하도록 구성된다.

[0032] 냉각 어댑터(cooling adaptor)(141)는 제 1 챔버 본체(111)의 외부로부터 수직 튜브(137) 및 제 1 챔버 본체(111)에 결합된다. 냉각 어댑터(141)는 그 내부에 형성된 냉각 채널들(141a)을 가진다. 냉각 어댑터(141) 및 수직 튜브(137), 캔틸레버 튜브(136), 및 피가열 기판 지지 어셈블리(133)의 다른 부품들에 대해 냉각을 제공하기 위하여, 냉각 유체를 위한 소스(142)가 냉각 채널들(141a)에 연결된다. 냉각 어댑터(141)는 프로세싱하는 동안에 일반적으로 냉각 상태로 있고, 이에 따라, 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 및 챔버 본체 어셈블리(103) 사이에서 열 절연체(thermal insulator)로서 기능한다.

[0033] 하나의 실시예에서는, 균일한 온도 제어를 제공하기 위하여, 바이메탈 커넥터(bi-metal connector)들이 피가열 기판 지지 어셈블리(132)의 다양한 부품들을 연결하기 위해 이용될 수 있다.

[0034] 피가열 기판 지지 어셈블리(132)의 더욱 상세한 설명은 "Thin Heater Substrate support"(관리 번호 제15750호)라는 명칭으로, 2011년 3월 1일자로 출원된 미국 특허 가출원 제61/448,018호에서 발견될 수 있다.

[0035] 또한, 듀얼 로드락 챔버(100)는 외부 로봇들 및 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 사이에서 기판들을 이송하고 제 2 챔버 용적(120)에서 대칭적인 프로세싱 환경을 제공하기 위한 리프트 후프 어셈블리(lift hoop assembly)(144)를 포함한다. 리프트 후프 어셈블리(144)는 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 주위의 제 2 챔버 용적(120) 내부에 배치된 링-형상(ring-shaped) 후프 본체(146)를 포함한다. 후프 본체(146)는 제 2 챔버 용적(120)의 외부 영역 내에 배치된 리프트(160)에 결합된다. 리프트(160)는 제 2 챔버 용적(120) 내부에서 후프 본체(146)를 수직으로 이동시킨다. 하나의 실시예에서, 리프트(160)는 수직 이동들을 위한 벨로우즈(bellows)(161)를 포함한다. 리프트(160)는 챔버 본체 어셈블리(103)의 외부에 배치된 모터 구동식 액추에이터(motorized actuator)(169)에 결합될 수 있다.

[0036] 3개 이상의 리프팅 평거들(147)이 후프 본체(146)에 부착된다. 리프팅 평거들(147)은 수직으로 아래를 향해 그리고 후프 본체(146)로부터 방사상으로 내부를 향해 연장된다. 리프팅 평거들(147)은 피가열 기판 지지 어셈블리(132)와, 제 2 챔버 용적(120) 외부의 로봇(robot)들과 같은 기판 이송 디바이스들 사이에서 기판들을 이송하도록 구성된다. 리프팅 평거들(147)의 선단부(tip)들(147a)은 기판(104)의 에지 영역 근처의 몇몇 지점들에서 기판(104)을 지지하도록 구성된 기판 지지 표면을 형성한다.

[0037] 도 1은 외부 기판 이송 디바이스들과의 기판 교환을 위한 상부 위치에서의 리프트 후프 어셈블리(144)를 도시한다. 도 2는 리프트 후프 어셈블리(144)가 기판 프로세싱을 위한 하부 위치에 있는 듀얼 로드락 챔버(100)의 개략적인 단면도이다.

[0038] 후프 본체(146)가 도 2에 도시된 하부 위치에 있을 때, 리프팅 평거들(147)은 상부 히터 판(133)의 상부 표면

(133a) 아래에 위치된다. 후프 본체(146)가 상부 위치로 상승함에 따라, 리프팅 평거들(147)은 이동하여 기판(104)과 접촉하고, 피가열 기판 지지 어셈블리(132)로부터 기판(104)을 들어올린다. 후프 본체(146)가 도 1에 도시된 상부 위치에 있는 동안, 외부 기판 이송 디바이스(도시되지 않음)는 포트들 중의 하나를 통해 제 2 챔버 용적(120)에 진입하여, 리프팅 평거들(147)로부터 기판(104)을 제거하고 그 다음으로 새로운 기판(104)을 리프팅 평거들(147) 상에 놓을 수 있다. 후프 본체(146)가 하부 위치로 다시 하강할 때, 리프팅 평거들(147) 상에 위치된 새로운 기판(104)은 프로세싱을 위하여 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 상에 놓인다.

[0039] 후프 라이너(145)는 후프 본체(146)에 부착된다. 후프 라이너(145)는 후프 본체(146)로부터 수직으로 위를 향해 연장된다. 하나의 실시예에서, 후프 라이너(145)는 실질적으로 납작한 원통형 내부 벽(145a)을 갖는 링(ring)이다. 하나의 실시예에서는, 후프 라이너(145)가 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 및 샤퍼헤드(129) 주위에서 프로세싱 환경을 생성할 수 있도록, 후프 라이너(145)의 내부 벽(145a)의 높이(145b)는 피가열 기판 지지 어셈블리(132)의 두께보다 훨씬 더 크고, 내부 직경은 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 및 샤퍼헤드(129)의 외부 직경들보다 크다. 후프 본체(146)가 도 1에 도시된 상부 위치에 있을 때, 후프 라이너(145)는 덮개 라이너(lid liner)(127) 내부에 형성된 공동(cavity)(127b)으로 진입할 수 있다. 후프 본체(146)가 하부 위치에 있을 때, 후프 라이너(145)의 원통형 내부 벽(145a)은 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 바로 위의 영역 및 기판(104) 주위의 제 2 챔버 용적(120) 내부에 원형 구속 벽을 생성하고, 그러므로, 기판(104)을 위한 대칭적인 프로세싱 환경을 제공한다. 하나의 실시예에서, 후프 라이너(145)의 높이(145b)는 샤퍼헤드(129)의 앞면판(129d) 및 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 사이의 수직 공간을 덮을 정도로 충분히 크다. 하나의 실시예에서, 후프 라이너(145)는 석영으로 형성될 수 있다.

[0040] 리프트 후프 어셈블리(144)의 더욱 상세한 설명은 "Method and Apparatus for Substrate Transfer and Radical Confinement"(관리 번호 제15745호)라는 명칭으로 2011년 3월 1일자로 출원된 미국 특허 가출원 제61/448,012 호에서 발견될 수 있다.

[0041] 제 1 챔버 용적(110)은 제 1 챔버 본체(111) 및 제 1 챔버 본체(111)에 부착된 챔버 바닥부(112)에 의해 정의된다. 제 1 챔버 본체(111)는 상부 벽(118) 및 측벽들(119)을 가진다. 상부 벽(118), 측벽들(119) 및 챔버 바닥부(112)는 제 1 챔버 용적(110)을 둘러싼다. 기판(104)을 지지하고 기판 이송 로봇들과 같은 기판 이송 디바이스들과 기판을 교환하도록 구성된 기판 지지 기구는 제 1 챔버 용적(110) 내에 배치될 수 있다. 하나의 실시예에서는, 기판 지지 기구가 그 이면(104b)으로부터 기판(104)을 지지하기 위한 3개 이상의 지지 핀(supporting pin)들(113)을 포함한다. 하나의 실시예에서는, 지지 핀들(113)이 제 1 챔버 본체(111) 또는 챔버 바닥부(112)로부터 고정된 방식으로 연장될 수 있다. 지지 핀들(113)은 기판 이송 디바이스들과 상호작용하도록 위치된다.

[0042] 제 2 챔버 용적(120) 및 제 1 챔버 용적(110)은 진공 시스템(150)에 결합된다. 하나의 실시예에서, 제 2 챔버 용적(120) 및 제 1 챔버 용적(110) 내의 압력들은 서로 독립적으로 제어된다.

[0043] 도 3은 샤퍼헤드(129)가 제거된 제 2 챔버 본체(121)의 개략적인 상면도이다. 제 2 챔버 본체(121)는 측벽들(122) 및 저부 벽(123)을 포함한다. 저부 벽(123)은 제 1 챔버 본체(111)의 상부 벽(118)과 일치하도록 형성되어, 폐쇄된 챔버 용적, 진공을 위한 통로들 및 유저리티/utility(상세한 내용이 뒤따름)를 형성한다. 2개의 개구부들(325)이 측벽들(122)을 관통하여 형성되어, 기판 이송을 가능하게 한다. 슬릿 밸브 도어(slit valve door)가 각각의 개구부(325)의 외부에 부착될 수 있고, 이에 따라, 제 2 챔버 용적(120) 및 2개의 프로세싱 환경들 사이에 인터페이스를 제공한다.

[0044] 도 4는 듀얼 로드락 챔버(100)의 제 1 챔버 용적(110)의 개략적인 상면도이다. 2개의 개구부들(416)은 제 1 챔버 본체(111)의 측벽들(119)을 관통하여 형성되어, 2개의 프로세싱 환경들, 예를 들어, 진공 이송 챔버 및 대기 팩토리 인터페이스(둘 모두 도시되지 않음) 사이에서 기판 이송을 가능하게 한다. 슬릿 밸브 도어는 각각의 개구부(416)의 외부에 부착되어, 진공 이송 챔버 및 대기 팩토리 인터페이스와 같은 2개의 프로세싱 환경들로부터 제 1 챔버 용적(110)을 선택적으로 밀봉할 수 있다. 제 1 챔버 본체(111)는 제 1 챔버 용적(110)을 펌핑하기 위하여 제 1 챔버 용적(110)에 개방된 하부 진공 포트(415)를 가질 수 있다.

[0045] 하나의 실시예에서는, 제 2 챔버 용적(120)을 펌핑하기 위하여, 또한, 상부 진공 포트(454)가 제 1 챔버 본체(111)를 관통하여 형성된다.

[0046] 도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 제 1 챔버 본체(111)의 개략적인 사시도이다. 오목부(118a)가 제 1 챔버 본체(111)의 상부 벽(118) 상에 형성된다. 오목부(118a)는 피가열 기판 지지 어셈블리(132)가 제 2 챔버 용적(120)에서 낮게 안착하도록 하고, 이에 따라, 제 2 챔버 용적(120)을 감소시킨다. 피가열 기판 지지 어셈블리

(132)를 지지하기 위한 열 절연체(143)(도 1에 도시됨)를 고정하기 위하여 중심 노치(center notch)(543)가 오목부(118a) 내부에 형성될 수 있다. 상부 진공 포트(454)는 제 1 챔버 본체(111)의 측벽들(119)을 관통하여 형성되고, 제 1 챔버 본체(111)의 상부 벽(118)에 형성된 오목부(118a)에 개방된다. 따라서, 오목부(118a)는 또한 제 2 챔버 용적(120)으로의 펌핑 채널이 제 1 챔버 본체(111) 내부에 형성하도록 한다. 대안적으로, 진공 포트(454)는 오목부(118a) 외부에 형성되어 제 2 챔버 본체(121)의 저부 벽(123) 상에 형성된 포트와 일치할 수 있다.

[0047] 하나의 실시예에서는, 적어도 하나의 글랜드(511a)가 오목부(118a) 주위에 형성된다. 밀봉부가 각각의 글랜드(511a)에 배치되어 제 2 챔버 본체(121) 및 제 1 챔버 본체(111) 사이에 진공 밀봉부를 형성할 수 있다. 하나의 실시예에서는, 2개의 글랜드들(511a)이 제 1 챔버 본체(111)의 상부 벽(118) 상에 형성되어, 증가된 진공 밀봉을 제공할 수 있다.

[0048] 도 6은 함께 조립된 제 2 챔버 본체(121) 및 제 1 챔버 본체(111)를 도시하는 사시 단면도이다. 제 2 챔버 본체(121)의 저부 벽(123) 상에 형성된 중심 개구부(123a)는 제 2 챔버 용적(120)의 내부를 제 1 챔버 본체(111)의 상부 벽(118) 상의 오목부(118a)와 연결한다. 따라서, 제 2 챔버 본체(121)가 제 1 챔버 본체(111)에 부착될 때, 상부 진공 포트(454)는 제 2 챔버 용적(120)과 유체 연통하고 있다.

[0049] 도 7은 히터 기판 지지 어셈블리(132)가 제거된 제 1 챔버 본체(111) 및 제 2 챔버 본체(121)의 사시 단면도이다. 도 7에는, 하부 진공 포트(415)가 도시되어 있다. 제 2 챔버 본체(121) 및 제 1 챔버 본체(111)는 진공 밀봉부를 얻도록 다양한 방법들로 함께 합쳐질 수 있다. 하나의 실시예에서는, 제 2 챔버 본체(121)가 제 1 챔버 본체(111)에 볼트 결합된다. 또 다른 실시예에서는, 제 1 챔버 본체(111) 및 제 2 챔버 본체(121)가 함께 납땜되어 누설의 위험을 감소시킬 수 있고 공차에 대한 생점들을 제거할 수 있다.

[0050] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 듀얼 로드락 챔버(800)의 개략적인 단면도이다. 듀얼 로드락 챔버(800) 내의 램프 어셈블리(810)가 듀얼 로드락 챔버(100) 내의 원격지 플라즈마 소스(130) 대신에 이용된다는 것을 제외하고는, 듀얼 로드락 챔버(800)는 듀얼 로드락 챔버(100)와 유사하다. 석영 윈도우(quartz window)(811)는 덮개 라이너(127) 상부에 배치된다. 램프 어셈블리(810)는 석영 윈도우(811)의 외부에 위치된다. 램프 어셈블리(810)로부터의 복사 에너지가 석영 윈도우(811)를 통해 제 2 챔버 용적(120)으로 보내질 수 있다. 가스 소스(812)는 제 2 챔버 용적(120)과 유체 연통하고 있어, 퍼징(purging)을 위하여 프로세싱 가스 및/또는 불활성 가스(inert gas)를 제공한다.

[0051] 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 하나 이상의 듀얼 로드락 챔버들(100)을 포함하는 기판 프로세싱 시스템(900)의 개략적인 평면도이다. 또한, 듀얼 로드락 챔버(800)가 듀얼 로드락 챔버들(100) 대신에 이용될 수 있다.

[0052] 시스템(900)은 진공-기밀(vacuum-tight) 프로세싱 플랫폼(904), 팩토리 인터페이스(902), 및 시스템 제어기(944)를 포함한다. 플랫폼(904)은 진공 기판 이송 챔버(936)에 결합되는 복수의 프로세싱 챔버들(918) 및 적어도 하나의 듀얼 로드락 챔버(100)를 포함한다. 하나의 실시예에서는, 이송 챔버(936)가 4개의 측면들을 가질 수 있다. 각각의 측면(920)은 한 쌍의 프로세싱 챔버들(918) 또는 로드락 챔버들(100)과 연결하도록 구성된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 6개의 프로세싱 챔버들(918)은 이송 챔버(936)의 3개의 측면들(920)에 결합되고, 2개의 듀얼 로드락 챔버들(100)은 이송 챔버(936)의 네 번째 측면(920)에 결합된다. 팩토리 인터페이스(902)는 듀얼 로드락 챔버들(100)에 의해 이송 챔버(936)에 결합된다.

[0053] 하나의 실시예에서는, 팩토리 인터페이스(902)가 적어도 하나의 도킹 스테이션(docking station)(908) 및 적어도 하나의 팩토리 인터페이스 로봇(914)을 포함하여, 기판들의 이송을 용이하게 한다. 도킹 스테이션(908)은 하나 이상의 전방 개방 통합 포드(FOUP : front opening unified pod)를 수용하도록 구성된다. 4개의 FOUP들(906)이 도 9의 실시예에 도시되어 있다. 로봇(914)의 일 단부 상에 배치된 블레이드(916)를 갖는 팩토리 인터페이스 로봇(914)은 듀얼 로드락 챔버들(100)을 통한 프로세싱을 위해 기판을 팩토리 인터페이스(902)로부터 프로세싱 플랫폼(904)으로 이송하도록 구성된다.

[0054] 듀얼 로드락 챔버들(100)의 각각은 팩토리 인터페이스(902)에 결합된 2개의 포트들 및 이송 챔버(936)에 결합된 2개의 포트들을 가진다. 듀얼 로드락 챔버들(100)은 이송 챔버(936)의 진공 환경 및 팩토리 인터페이스(902)의 실질적으로 주위(예를 들어, 대기) 환경 사이에서 기판을 전달하는 것을 용이하게 하기 위해 듀얼 로드락 챔버들(100)을 펌프 다운(pump down) 및 통기(vent)하는 압력 제어 시스템(도시되지 않음)에 결합된다.

[0055] 이송 챔버(936)는 듀얼 로드락 챔버들(100) 및 프로세싱 챔버들(918) 사이에서 기판(924)을 이송하기 위하여 내

부에 배치된 진공 로봇(937)을 가진다. 하나의 실시예에서, 진공 로봇(937)은 각각이 듀얼 로드락 챔버들(100) 및 프로세싱 챔버들(918) 사이에서 기판(924)을 이송할 수 있는 2개의 블레이드들(940)을 가진다. 하나의 실시 예에서, 진공 로봇(937)은 2개의 기판들을 2개의 프로세싱 챔버들(918) 또는 2개의 로드락(load lock)들(100)에 동시에 이송하도록 구성된다.

[0056] 하나의 실시예에서는, 적어도 하나의 프로세스 챔버들(918)이 식각 챔버이다. 예를 들어, 식각 챔버는 Applied Material, Inc로부터 입수가능한 비결합식 플라즈마 소스(DPS : decoupled plasma source) 챔버일 수 있다. DPS 식각 챔버는 고밀도 플라즈마를 생성하기 위하여 유도성 소스를 이용하고, 기판에 바이어스(bias)를 인가하기 위하여 라디오-주파수(RF : radio-frequency) 파워의 소스를 포함한다. 대안적으로, 프로세스 챔버들(918) 중의 적어도 하나는 또한 Applied Materials, Inc로부터 입수가능한 HART<sup>TM</sup>, E-MAX<sup>®</sup>, DPS<sup>®</sup>, DPS II, PRODUCER E, 또는 ENABLER<sup>®</sup> 식각 챔버 중의 하나일 수 있다. 다른 제조업체들로부터의 식각 챔버들을 포함하는 다른 식각 챔버들이 사용될 수 있다. 식각 챔버들은 그 내부에서 기판(924)을 식각하기 위하여 할로겐-함유(halogen-containing) 가스를 이용할 수 있다. 할로겐-함유 가스의 예들은 브롬화수소(HBr), 염소(Cl<sub>2</sub>), 사불화탄소(carbon tetrafluoride)(CF<sub>4</sub>) 등을 포함한다. 기판(924)을 식각한 후, 할로겐-함유 잔류물들은 기판 표면 상에 남겨질 수 있다.

[0057] 할로겐-함유 잔류물들은 듀얼 로드락 챔버들(100)에서 열처리 프로세스에 의해 제거될 수 있다. 예를 들어, 열처리 프로세스는 하나 또는 둘 모두의 듀얼 로드락 챔버들(100)의 제 2 챔버 용적(120)에서 수행될 수 있다. 대안적으로, 하나 또는 둘 모두의 듀얼 로드락 챔버들(100)의 제 2 챔버 용적(120)에서 애싱 프로세스가 수행될 수 있다.

[0058] 시스템 제어기(944)는 프로세싱 시스템(900)에 결합된다. 시스템 제어기(944)는 시스템(900)의 프로세스 챔버들(918)의 직접 제어를 이용하여, 또는 대안적으로, 프로세스 챔버들(918) 및 시스템(900)과 연관된 컴퓨터들(또는 제어기들)을 제어함으로써 시스템(900)의 동작을 제어한다. 동작 시에, 시스템 제어기(944)는 각각의 챔버들 및 시스템 제어기(944)로부터의 데이터 수집 및 피드백을 가능하게 하여 시스템(900)의 성능을 최적화한다.

[0059] 시스템 제어기(944)는 일반적으로 중앙 프로세싱 유닛(CPU : central processing unit)(938), 메모리(939), 및 지원 회로(942)를 포함한다. CPU(938)는 산업적인 환경에서 이용될 수 있는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서 중의 하나일 수 있다. 지원 회로(942)는 통상적으로 CPU(938)에 결합되고, 캐시(cache), 클록 회로들, 입력/출력 서브시스템들, 전력 공급 장치들 등을 포함할 수 있다. 도 10을 참조하여 아래에 설명된 할로겐-함유 잔류물을 제거하기 위한 방법(1000) 및/또는 도 11을 참조하여 설명된 애싱을 위한 방법(1100)과 같은 소프트웨어 루틴들은, CPU(938)에 의해 실행될 때, CPU(938)를 특정 용도 컴퓨터(제어기)(944)로 변환한다. 또한, 소프트웨어 루틴들은 시스템(900)으로부터 원격으로 위치되는 제 2 제어기(도시되지 않음)에 의해 저장 및/또는 실행될 수 있다.

[0060] 도 10은 본 발명의 하나의 실시예에 따른 기판을 프로세싱하기 위한 방법(1000)을 예시하는 순서도이다. 구체적으로, 방법(1000)은 기판으로부터 할로겐-함유 잔류물을 제거하도록 구성된다. 방법(1000)은 도 9에서 설명된 바와 같은 프로세싱 시스템(900)에서 수행될 수 있다. 방법(1000)은 다른 제조업체들로부터의 프로세싱 시스템들을 포함하는 다른 적당한 프로세싱 시스템들에서 수행될 수 있다는 것이 고려된다.

[0061] 방법(1000)은 박스(1010)에서, FOUP들(906) 중의 하나로부터 듀얼 로드락 챔버(100)로 그 위에 배치된 층을 가지는 기판을 이송하고 기판을 포함하는 챔버 용적을 이송 챔버(936)의 진공 레벨과 동일한 진공 레벨로 펌핑 다운(pumping down) 함으로써 시작된다. 하나의 실시예에서는, 듀얼 로드락 챔버(100)로 이송된 기판이 팩토리 인터페이스(902)로부터 듀얼 로드락 챔버(100)의 제 1 챔버 용적(110)으로만 이송될 수 있다. 이와 같은 방식으로, 프로세싱된 기판 및 프로세싱되지 않은 기판 사이의 상호 오염이 유익하게도 감소된다.

[0062] 또 다른 실시예에서는, 듀얼 로드락 챔버(100)로 이송된 기판이 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적(120) 내의 피가열 기판 지지 어셈블리(132)에 의해 미리 결정된 온도로 예열될 수 있다. 하나의 실시예에서는, 기판이 섭씨 약 20도 및 섭씨 약 400도 사이의 온도로 예열될 수 있다.

[0063] 박스(1020)에서는, 듀얼 로드락 챔버(100) 및 이송 챔버(936) 내의 압력이 실질적으로 동일해진 후, 진공 로봇(937)이 듀얼 로드락 챔버(100)로부터 프로세싱 챔버들(918) 중의 하나로 기판을 이송한다.

[0064] 박스(1030)에서는, 기판이 프로세싱 챔버(918) 중의 하나에서 식각되어 기판 상에 희망하는 특징부들 및 패턴들

을 형성한다.

[0065]

하나의 실시예에서는, 적어도 할로겐-함유 가스를 갖는 가스 혼합물을 공급함으로써, 기판이 프로세싱 챔버들(918) 중의 하나에서 식각된다. 패터닝된 마스크는 포토레지스트(photoresist) 및/또는 하드마스크(hardmask)를 포함할 수 있다. 할로겐-함유 가스의 적당한 예들은 브롬화수소(HBr), 염소(Cl<sub>2</sub>), 사불화탄소(CF<sub>4</sub>) 등을 포함하지만, 이것으로 제한되지 않는다. 폴리실리콘(polysilicon)을 식각하기에 적당한 예시적인 실시예에서는, 프로세싱 챔버(918)로 공급되는 가스 혼합물이 20 sccm 및 약 60 sccm 사이 예를 들어, 약 40 sccm과 같이, 약 20 sccm 및 약 300 sccm 사이의 유량(flow rate)으로 브롬화수소(HBr) 및 염소(Cl<sub>2</sub>) 가스를 포함하는 가스 혼합물을 제공한다. 브롬화수소(HBr) 및 염소(Cl<sub>2</sub>) 가스는 약 1:15와 같이, 약 1:0 및 약 1:30 사이의 범위의 가스 비율을 가질 수 있다. 불활성 가스가 가스 혼합물과 함께 프로세싱 챔버(918)로 공급될 수 있다. 불활성 가스의 적당한 예들은 질소(N<sub>2</sub>), 아르곤(Argon), 헬륨(He) 등을 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서는, N<sub>2</sub>와 같은 불활성 가스가 가스 혼합물과 함께 약 0 sccm 및 약 40 sccm 사이, 예를 들어, 약 20 sccm과 같이, 약 0 sccm 및 약 200 sccm 사이의 유량으로 공급될 수 있다. 일산화탄소(CO : carbon monoxide)와 같은 환원 가스가 가스 혼합물과 함께 공급될 수 있다. 식각 프로세스를 위한 플라즈마 파워(plasma power)는 약 500 와트(watt) 및 약 1500 와트, 예를 들어, 약 1100 와트와 같이, 약 200 와트 및 약 3000 와트 사이에서 유지될 수 있고, 바이어스 파워는 약 0 와트 및 약 80 와트, 예를 들어, 약 20 와트와 같이, 약 0 와트 및 약 300 와트 사이에서 유지될 수 있다. 프로세스 압력은 약 2 mTorr 및 약 20 mTorr 사이, 예를 들어, 약 4 mTorr와 같이, 약 2 mTorr 및 약 100 mTorr 사이에서 제어될 수 있고, 기판 온도는 섭씨 약 0도 및 섭씨 약 100도 사이, 예를 들어, 섭씨 약 45도와 같이, 섭씨 약 0도 및 섭씨 약 200도 사이에서 유지될 수 있다.

[0066]

식각 프로세스 동안에, 식각된 재료들은 식각제 화학물질의 성분들뿐만 아니라, 만약 있다면, 마스크 층들의 성분들 및 식각 프로세스의 부산물(by-product)들과 결합할 수 있고, 이에 따라, 할로겐-함유 잔류물들을 형성할 수 있다. 하나의 실시예에서, 식각될 기판 상의 재료들은 포토레지스트층, 하드 마스크층, 바닥 반사방지 코팅(BARC : bottom anti-reflective coating), 폴리실리콘, 결정 실리콘, 게이트 산화물, 질화티타늄(TiN)과 같은 금속 게이트, 및 산화알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 하프늄(hafnium) 함유 산화물과 같은 고-K(high-K) 재료들을 포함할 수 있다. 하드 마스크층의 적당한 예들은 질화실리콘, TEOS, 산화실리콘, 비정질 탄소, 및 탄화실리콘을 포함한다. 할로겐-함유 잔류물들은 기판의 표면들 상에 퇴적한다. 할로겐-함유 잔류물은, 대기압들 및/또는 수증기에 노출될 경우, 브롬(Br<sub>2</sub>), 염소(Cl<sub>2</sub>), 염화수소(HCl), 브롬화수소(HBr) 등과 같은 가스 반응물들을 방출(예를 들어, 가스 방출)할 수 있다. 이러한 반응물들의 방출은 기판 이송 동안에, 도 9에 설명된 바와 같이 진공-기밀 프로세싱 플랫폼(904) 및 팩토리 인터페이스(902)와 같은 프로세싱 장치 및 팩토리 인터페이스들의 부식들 및 입자 오염을 야기시킬 수 있다. Cu, Al, W와 같은 금속층들이 기판 표면에 노출되는 실시예들에서는, 방출된 가스 반응물들이 아래에서 설명되는 발명의 프로세스에 의해 제거되지 않을 경우, 금속층이 상기 방출된 가스 반응물들에 의해 부식될 수 있고, 그것에 의해 기판 상에 형성된 디바이스들의 성능을 나쁘게 열화시킬 수 있다.

[0067]

또한, 할로겐들은 식각 이외의 방식으로 진공 환경에서 프로세싱되는 기판들의 표면 상에 존재할 수 있다. 그러므로, 할로겐들은 본 명세서에서 설명된 방법 및 장치를 이용하여 그러한 기판들로부터 제거될 수 있다는 것이 고려된다.

[0068]

박스(1040)에서는, 프로세싱된(예를 들어, 식각된) 기판이 듀얼 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적(120)으로 이송되어, 팩토리 인터페이스 또는 다른 위치에서 대기 조건들 또는 수증기에 노출되기 전에 박스(1030)의 프로세싱 동안에 발생된 할로겐 함유 잔류물들을 기판으로부터 제거한다. 식각 프로세싱 후, 이송 챔버(936) 내의 진공 로봇(937)은 프로세싱 챔버들(918) 중의 하나로부터 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적(120) 내의 리프팅 핑거들(147)로 식각된 기판을 이송한다. 리프팅 핑거들(147)은 식각된 기판을 하강하고 피가열 기판 지지 어셈블리(132)로 이송한다.

[0069]

박스(1050)에서는, 식각된 기판 상에서 열처리 프로세스가 수행되어, 식각된 기판 표면 상의 할로겐-함유 잔류물들을 제거한다. 피가열 기판 지지 어셈블리(132) 내의 히터(135)는 기판의 표면의 온도가 상승하게 하도록 이용되고, 그것에 의해, 식각된 기판 표면 상에 배치된 할로겐계 반응물들이 방출 및/또는 가스로 방출되도록 한다. 피가열 기판 지지 어셈블리(132)는 약 5초 및 약 30초 사이에, 섭씨 약 150도 및 섭씨 약 300도 사이, 예를 들어, 섭씨 약 250도와 같이, 섭씨 약 20도 및 섭씨 약 1000도 사이의 온도로 기판을 가열한다. 피가열 기판 지지 어셈블리(132)에 의한 기판의 금속 가열은 프로세싱 챔버들 중의 하나에서 잔류물들이 제거될 경우에 마주치게 될 프로세스 사이클 시간(process cycle time)을 증가시키지 않으면서, 식각된 기판 상의 할로겐-함유 잔류

물들이 제거되도록 한다. 하나의 실시예에서는, 식각된 기판 상의 할로겐-함유 잔류물들이 그로부터 제거될 때 까지, 기판이 미리 결정된 시간 주기로 피가열 기판 지지 어셈블리(132)에 의해 가열될 수 있다. 시간 또는 종점(endpoint)이 센서 신호 수신기(139)에 연결된 센서들을 이용하여 결정될 수 있다. 식각된 기판은 약 30초 내지 약 90초 사이와 같이, 약 10초 내지 약 120초 사이 동안에, 섭씨 약 250도와 같이, 섭씨 약 150도 및 섭씨 약 300도 사이의 온도에서 가열될 수 있다.

[0070] 하나의 실시예에서는, 가스 혼합물이 원격지 플라즈마 소스(130)를 통해 듀얼 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적(120)으로 제공될 수 있다. 원격지 플라즈마 소스(130)는 가스 혼합물을 이온화한다. 해리된 이온들 및 화학종(species)은 가스 방출된 할로겐계 반응물들의 비-부식(non-corrosive) 휘발성 화합물들로의 변환을 촉진하고, 그것에 의해, 식각된 기판 표면으로부터의 할로겐-함유 잔류물들의 제거 효율을 증가시킨다. 가스 혼합물은  $O_2$ ,  $O_3$ , 수증기( $H_2O$ )와 같은 산소-함유 가스, 또는  $H_2$ , 포밍 가스(forming gas), 수증기( $H_2O$ ), 알칸(alkane)들, 알켄(alkene)들 등과 같은 수소-함유 가스, 또는 질소 가스( $N_2$ ), 아르곤(Ar), 헬륨(He) 등과 같은 불활성 가스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스 혼합물은 산소, 질소, 및 수소-함유 가스를 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서는, 수소-함유 가스가 수소( $H_2$ ) 및 수증기( $H_2O$ ) 중의 적어도 하나이다. 마스크층들이 기판 상에 존재하는 실시예들에서는, 마스크층들이 할로겐-함유 잔류물들과 동시에 제거될 수 있고, 예를 들어, 로드락 챔버에서 마스크의 포토레지스트가 박리된다.

[0071] 하나의 실시예에서는, 원격지 플라즈마 소스가 약 500 와트 및 6000 와트 사이에서 플라즈마 파워를 제공할 수 있다. 플라즈마가 존재하는 실시예들에서는, Ar, He 또는  $N_2$ 와 같은 불활성 가스가 가스 혼합물과 함께 공급될 수 있다.

[0072] 대안적으로, 듀얼 로드락 챔버(800)가 듀얼 로드락 챔버(100) 대신에 이용될 때에는, 식각된 기판을 가열하면서, 가스 혼합물이 가스 소스(812)로부터 제 2 챔버 용적(120)으로 공급될 수 있다. 식각된 기판은 가스 혼합물에 노출되고 가스 혼합물과 반응한다. 가스 혼합물은 가스 방출된 할로겐계 반응물들을, 듀얼 로드락 챔버(100) 외부로 펌핑되는 비-부식 휘발성 화합물들로 변환한다.

[0073] 선택적으로, 기판은 진공 환경으로부터 제거하기 전에, 추가적인 프로세싱을 위해 시스템의 프로세싱 챔버(918) 중의 하나로 복귀될 수 있다. 박스(1050)에서의 할로겐 제거 프로세스 후에, 기판은 추후의 프로세싱 동안에 프로세싱 챔버들로 할로겐들을 도입하지 않을 것이고, 그것에 의해 프로세싱 챔버들에 대한 손상을 방지할 것이다.

[0074] 박스(1060)에서는, 제 2 챔버 용적(120)이 대기압으로 통기된다. 선택적으로, 피가열 기판 지지 어셈블리(132)는 통기하는 동안에 냉각 어댑터(141)를 통해 기판 온도를 희망하는 레벨로 낮추기 위해 냉각될 수 있다. 하나의 실시예에서는, FOUP들(906)에 대해 손상을 야기하지 않으면서 식각된 기판을 FOUP들(906)로 복귀하는 것을 가능하게 하는 섭씨 약 10도 및 섭씨 약 125도 사이의 범위의 온도로 식각된 기판이 냉각될 수 있다.

[0075] 박스(1070)에서는, 제 2 챔버 용적(120) 및 팩토리 인터페이스(902)의 압력들이 일치되면, 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적(120)으로부터 식각된 기판이 FOUP들(906) 중의 하나로 복귀된다.

[0076] 본 발명의 또 다른 실시예에서는, 본 발명의 실시예들에 따라 포토레지스트 제거 프로세스가 듀얼 로드락 챔버에서 수행될 수 있다. 도 11은 기판이 도 9의 기판 프로세싱 시스템(900)과 같은 기판 프로세싱 시스템을 나올 때, 로드락 챔버에서 기판으로부터 포토레지스트를 제거하는 것을 포함하는 방법(1100)을 예시하는 순서도이다.

[0077] 방법(1100)이 박스(1150)에서 설명된 애싱 프로세스를 포함하는 것을 제외하고는, 방법(1100)은 도 10의 방법(1000)과 유사하다.

[0078] 박스(1150)에서는, 듀얼 로드락 챔버(100)의 제 2 챔버 용적에서 애싱 프로세스가 수행되어, 기판들로부터 포토레지스트를 제거한다. 산소계(oxygen-based) 플라즈마가 이용될 수 있다. 예를 들어,  $O_2$ 와 같은 산화 가스는 100 내지 10000 sccm의 유량으로 원격지 플라즈마 소스(130)로 흘려진다. 600 내지 6000 와트의 RF 에너지가 원격지 플라즈마 소스(130)에 가해질 때, 산화 가스는 플라즈마로 형성된다. 제 2 챔버 용적(120) 내의 가스 압력은 0.3 내지 3 Torr로 유지될 수 있다. 기판의 온도는 섭씨 15 내지 300도로 유지될 수 있다.  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $N_2O$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ , 알콜들, 및 이 가스들의 다양한 조합들을 포함하지만, 이것으로 제한되지는 않는 다양한 산화 가스들이 이용될 수 있다. 발명의 다른 실시예들에서는,  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $H_2$ , 포밍 가스,  $NH_3$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ , 다양한 할로겐화된 가스들( $CF_4$ ,  $NF_3$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_4F_8$ ,  $CH_3F$ ,  $CH_2F_2$ ,  $CHF_3$ ), 이 가스들의 조합들 등을 포함하지만, 이것으로 제한되지 않는

비산화(nonoxidizing) 가스들이 이용될 수 있다.

[0079]

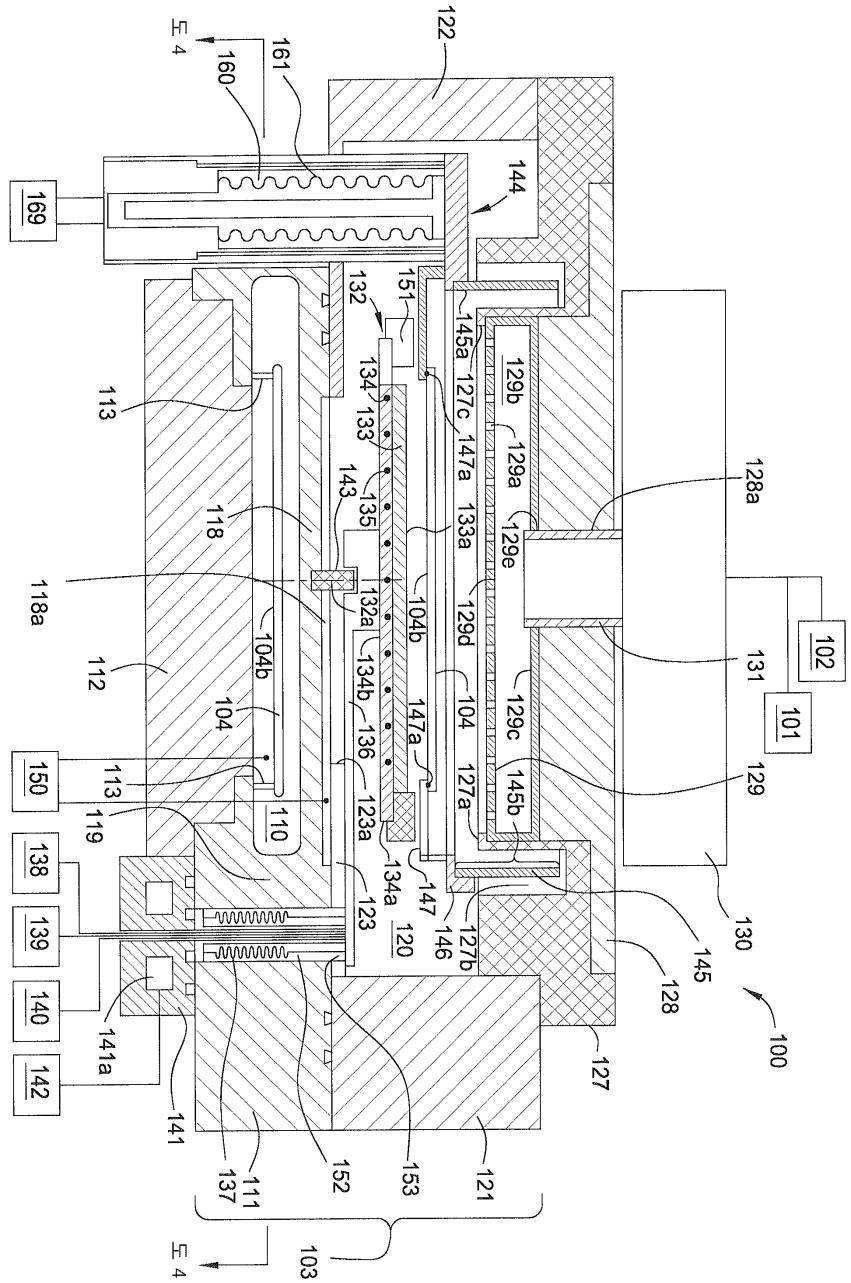
방법(1000 또는 1100)은 유입 기관들에 대해 배타적으로 제 1 챔버 용적(110)을 이용하고 유출 기관들에 대해 배타적으로 제 2 챔버 용적(120)을 이용함으로써 듀얼 로드락 챔버(100)를 통합할 수 있다. 유입 및 유출 기관들을 별개의 경로들에 유지함으로써, 본 발명의 실시예들은 프로세싱된 기관 및 프로세싱되지 않은 기관 사이의 상호 오염을 효과적으로 방지한다.

[0080]

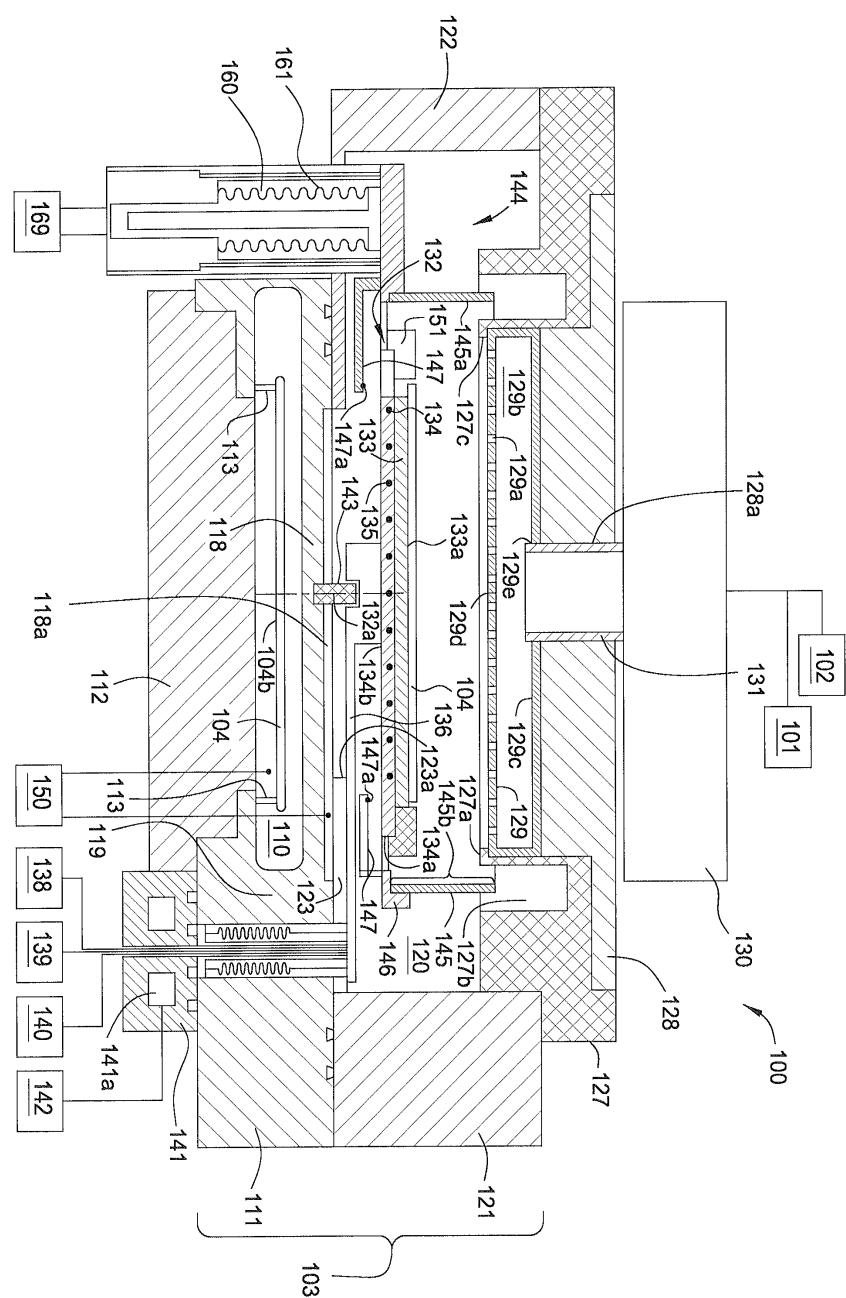
상기한 것은 본 발명의 실시예들에 대한 것이지만, 발명의 다른 그리고 더 이상의 실시예들이 그 기본 범위로부터 이탈하지 않으면서 고안될 수 있고, 그 범위는 뒤따르는 청구항들에 의해 결정된다.

## 도면

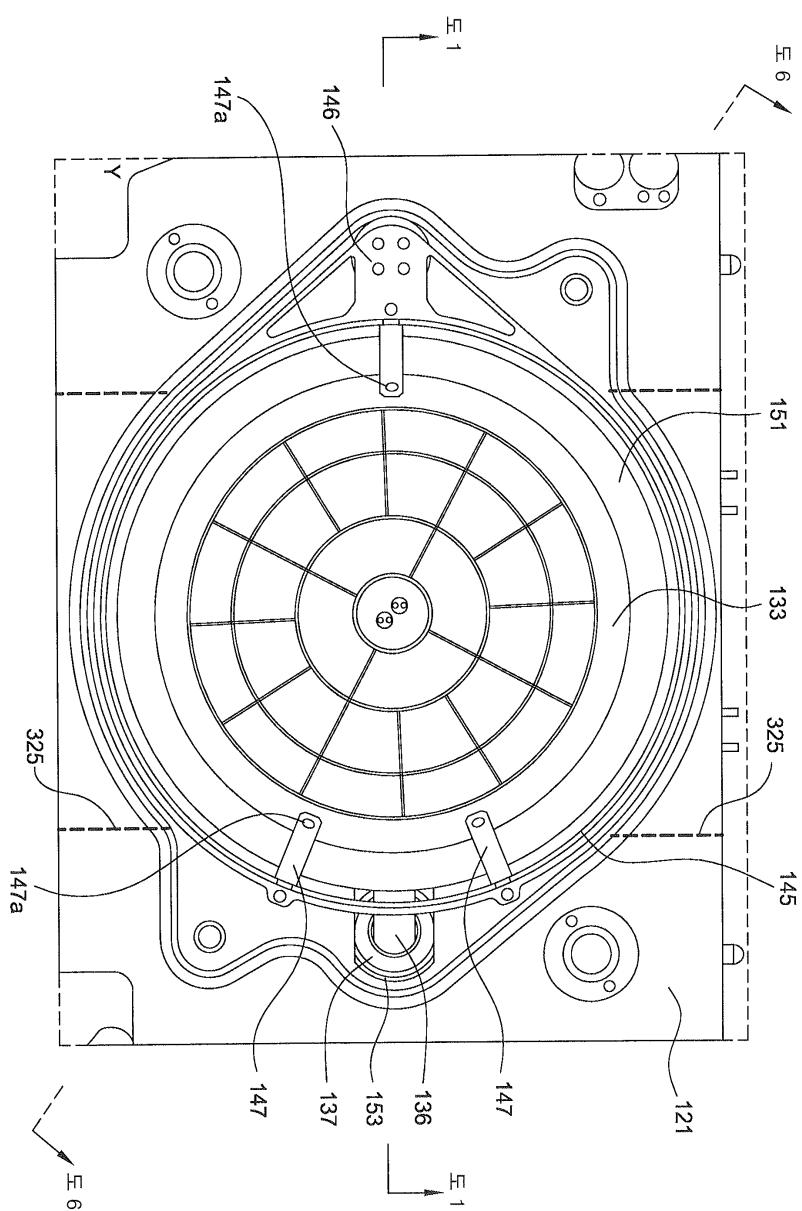
## 도면1



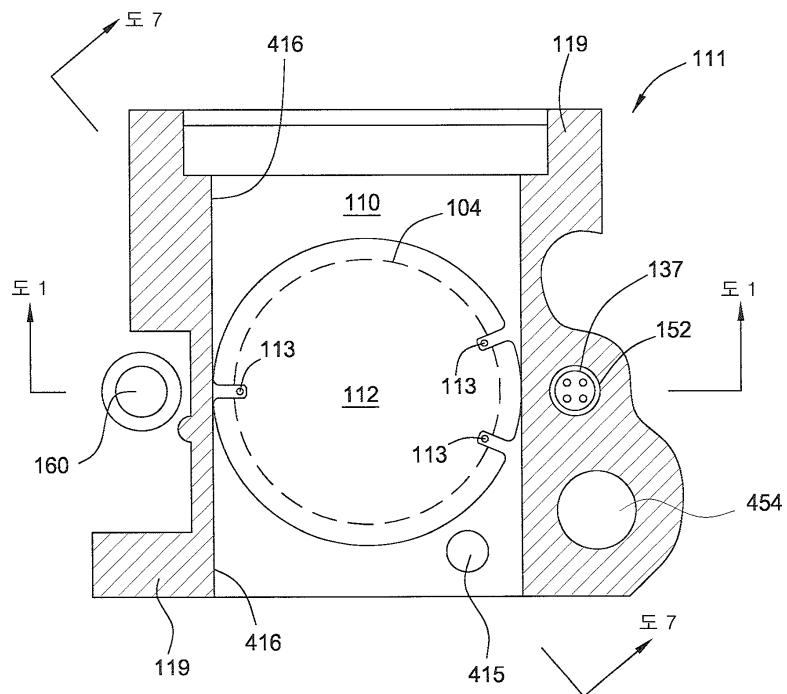
## 도면2



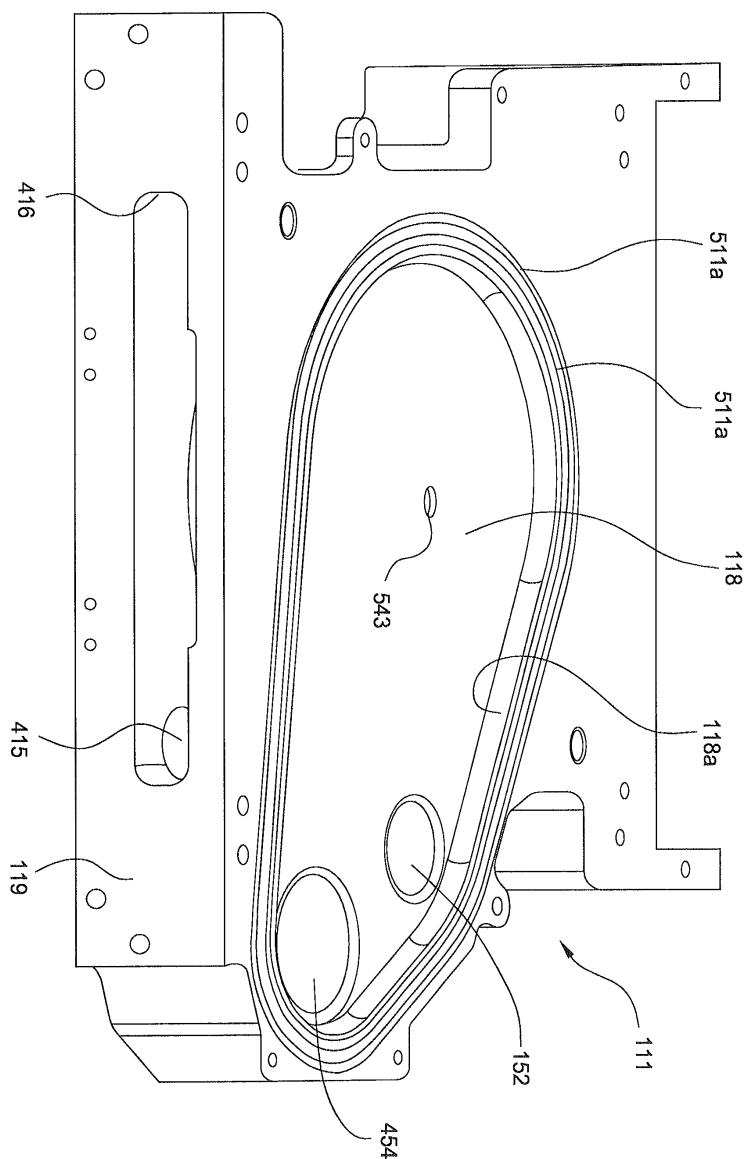
도면3



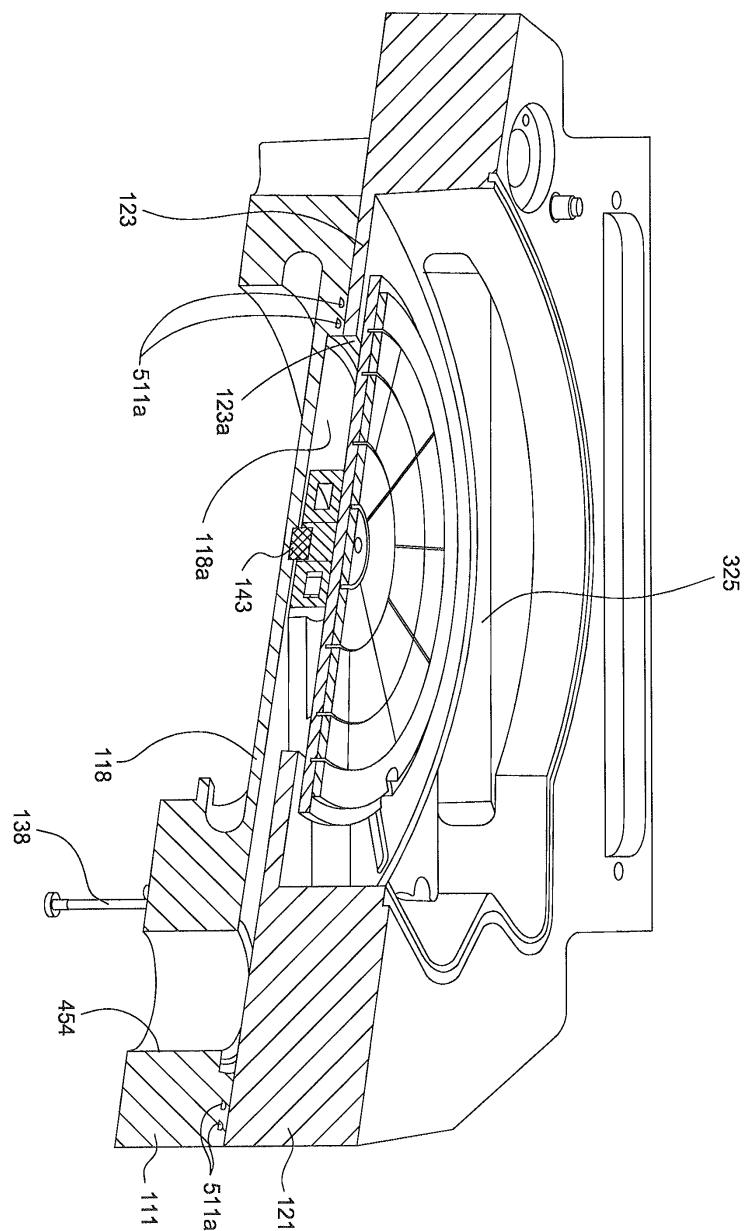
## 도면4



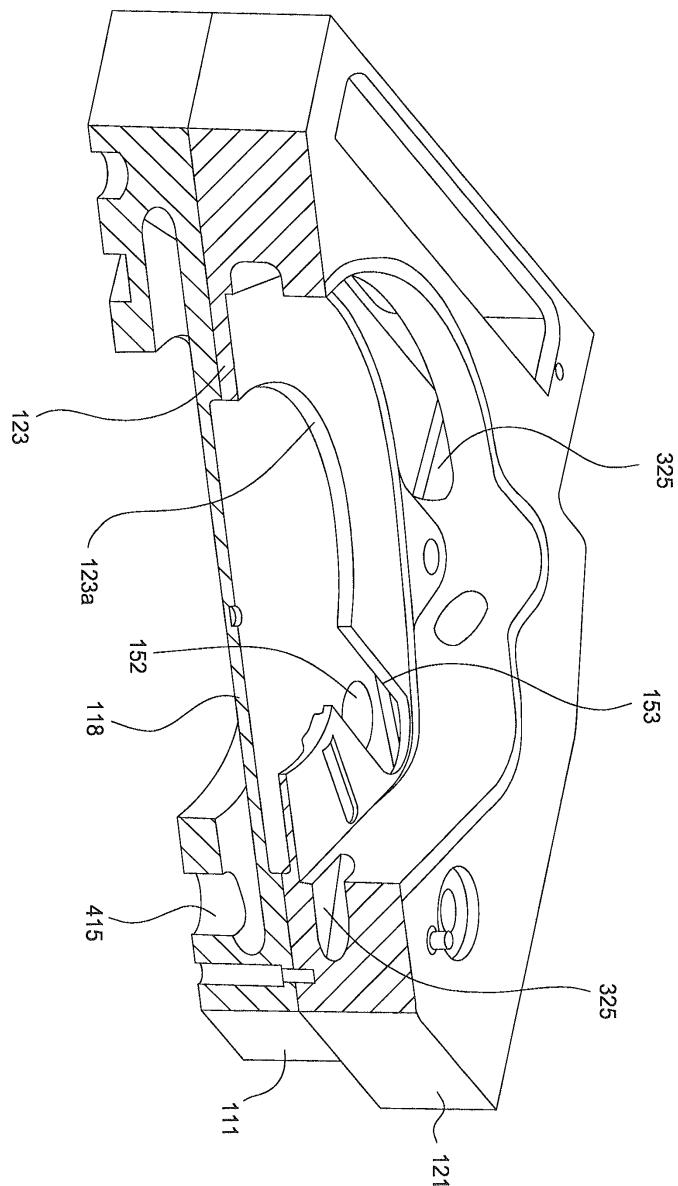
도면5



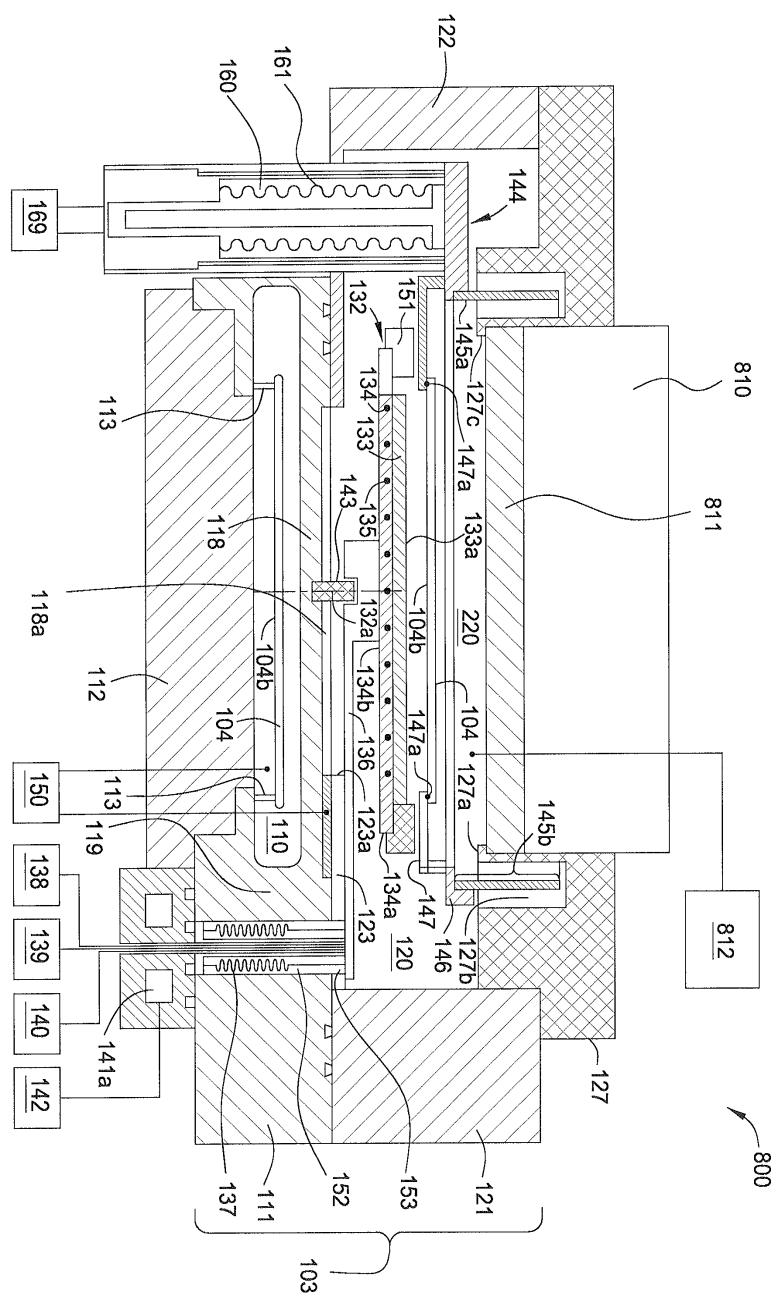
도면6



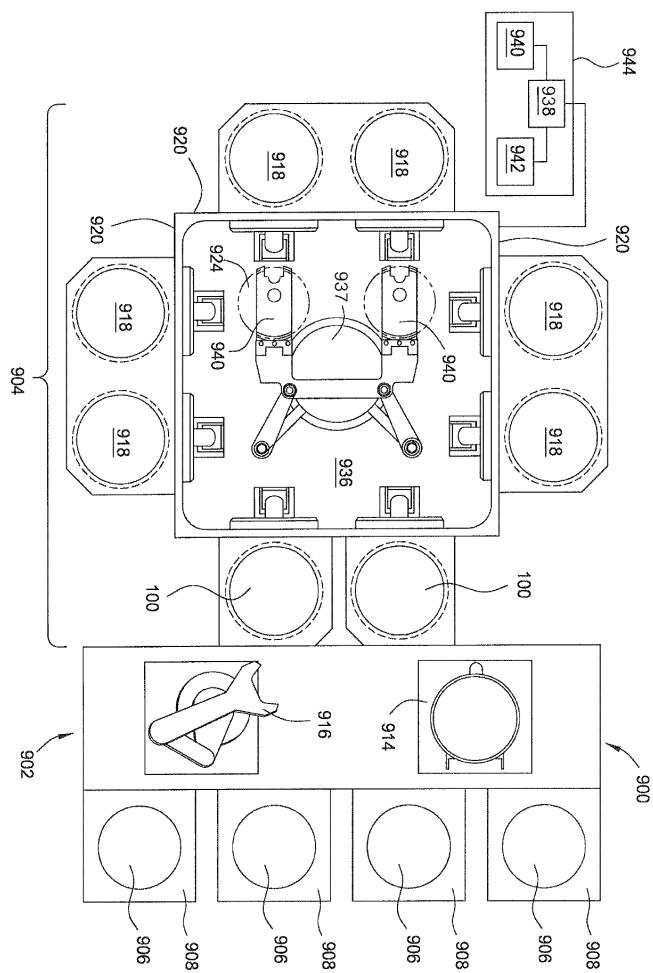
도면7



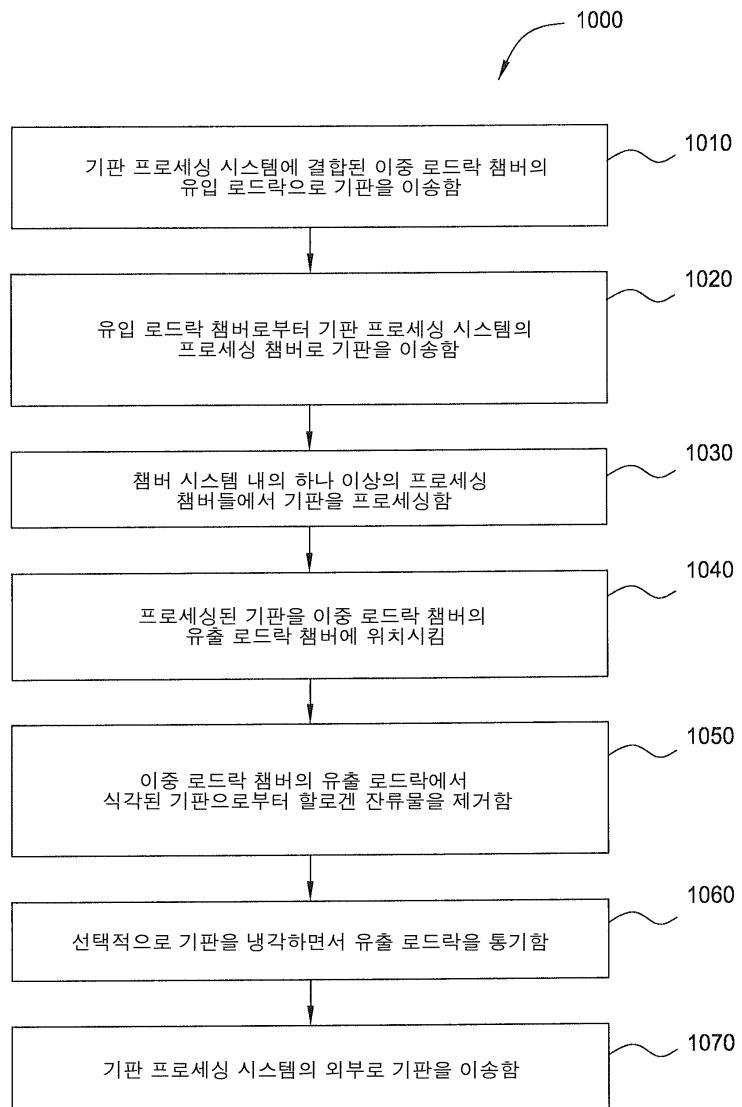
도면8



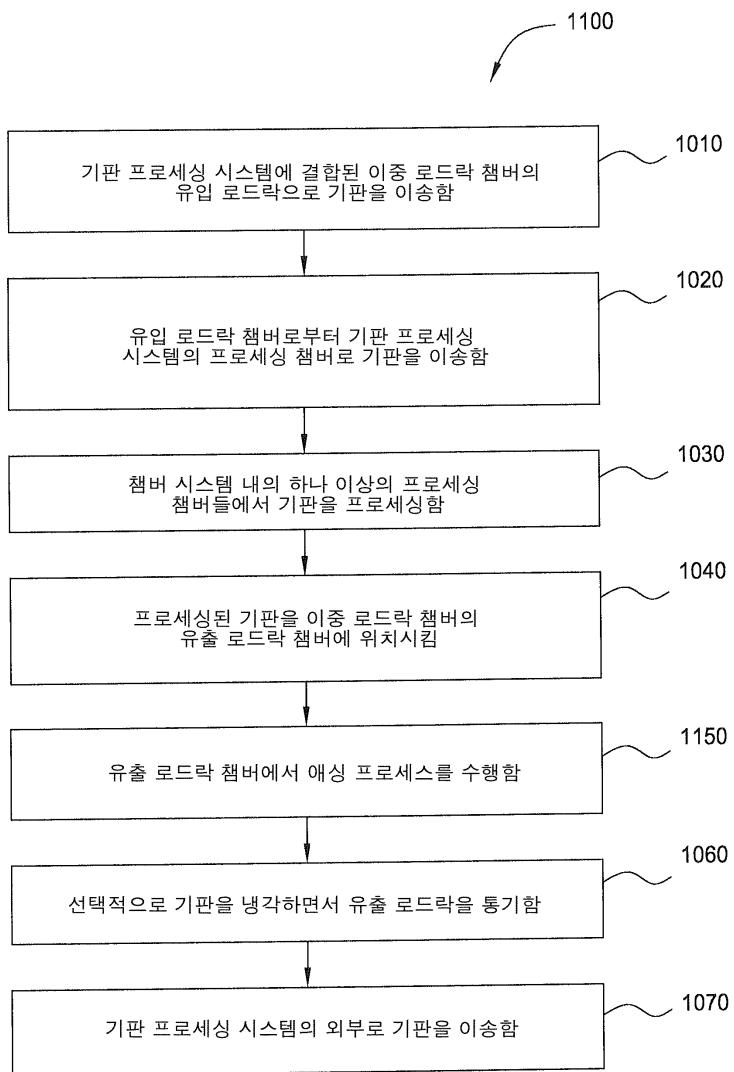
도면 6



## 도면10



## 도면11



## 【심사관 직권보정사항】

## 【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 15

## 【변경전】

청구항 1 내지 청구항 14 중 어느 한 항의

## 【변경후】

청구항 1 내지 청구항 10, 청구항 13, 청구항 14 중 어느 한 항의