



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월21일

(11) 등록번호 10-1519674

(24) 등록일자 2015년05월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

*C23C 18/54* (2006.01)    *C23C 18/16* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7023794

(22) 출원일자(국제) 2008년04월11일

심사청구일자 2013년04월09일

(85) 번역문제출일자 2009년11월13일

(65) 공개번호 10-2010-0020944

(43) 공개일자 2010년02월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2008/004769

(87) 국제공개번호 WO 2008/130519

국제공개일자 2008년10월30일

(30) 우선권주장

11/735,987 2007년04월16일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2001192845 A

(73) 특허권자

램 리써치 코포레이션

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이  
4650

(72) 발명자

티 윌리엄

미국 94040 캘리포니아주 마운틴 뷰 콘티넨탈 씨  
클 707 아파트먼트 2221

보이드 존 엠

캐나다 케이0에이3엠0 온타리오 우드론 베이뷰 드  
라이브 742

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

오세일

전체 청구항 수 : 총 19 항

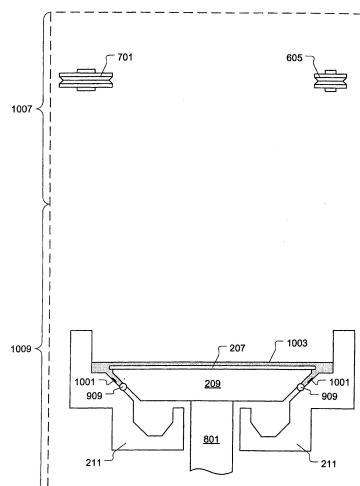
심사관 : 이옥주

(54) 발명의 명칭 웨이퍼 무전해 도금을 위한 방법 및 장치

(57) 요약

반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치는 플레이트 및 유체 보울을 포함한다. 플레이트는 웨이퍼를 지지하도록 정의된 최상부면, 및 최상부면의 주변부로부터 플레이트의 하부면으로 하향 연장하는 외부면을 갖는다. 유체 보울은 내부 볼륨 내에 플레이트 및 그 플레이트 상에 지지될 웨이퍼를 수취하도록 내면에 의해 정의된 내부 볼륨을 갖는다. 유체 보울의 내면과 플레이트의 외부면 사이에서 인게이지될 때 액밀성 배리어를 형성하도록 유체 보울의 내면 주위에 시일이 배치된다. 플레이트 위로 상승 및 유동함으로써 웨이퍼가 플레이트 상에 존재할 때 웨이퍼 위로 유동하도록, 시일 위에서 유체 보울 내에 무전해 도금 용액을 분사하도록 다수의 유체 분사 노즐들이 위치된다.

대표도 - 도6d



(72) 발명자

**레데커 프리츠 씨**

미국 94539 캘리포니아주 프레몬트 수 드라이브 1801

**도르디 예즈디**

미국 94303 캘리포니아주 팔로 알토 월터 헤이스 드라이브 104

**파크스 존**

미국 94547 캘리포니아주 헤라클레스 프로메나드 스트리트 1196

**아루나기리 티루히라팔리**

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 그리머 불러바드 43555 엠-2115

**오웬자르즈 알렉산더**

미국 95135 캘리포니아주 샌호세 데버른 코트 7523

**발리스키 토드**

미국 92881 캘리포니아주 코로나 로렐 캐년 웨이 1780

**토마스 클린트**

미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 다니엘 코트 1314

**와일리 자콥**

미국 94539 캘리포니아주 프레몬트 이로쿼이스 웨이 754

**쇠프 앨런 엠**

미국 95005 캘리포니아주 벤 로몬드 하이웨이 9 10010

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

웨이퍼를 지지하도록 정의된 최상부면을 갖는 플레이트로서, 상기 플레이트는 상기 최상부면의 주변부로부터 상기 플레이트의 하부면으로 하향 연장하는 외부면을 포함하고, 상기 플레이트는 올려지고 내려지도록 구성된, 상기 플레이트;

내면에 의해 정의된 내부 볼륨을 가지며, 상기 내부 볼륨 내에 상기 플레이트 및 상기 플레이트 상에 지지될 웨이퍼를 수취하도록 구성된 유체 보울;

상기 플레이트가 상기 유체 보울의 상기 내면과 상기 플레이트의 상기 외부면 사이에서 시일을 인게이지(engage) 하도록 내려지는 경우, 액밀성 배리어(liquid tight barrier)를 형성하도록, 상기 유체 보울의 상기 내면 주위에 배치된 상기 시일; 및

상기 플레이트가 상기 시일을 인게이지 하도록 내려지는 경우, 상기 시일의 위와 상기 플레이트의 최상부면 밑에 위치하는 다수의 유체 분사 노즐들을 포함하고,

상기 다수의 유체 분사 노즐들은 상기 플레이트가 상기 시일을 인게이지 하도록 내려지는 경우, 상기 유체 보울의 상기 내면과 상기 플레이트의 상기 외부면 사이 공간내에 무전해 도금 용액을 분사하도록 구성되고,

상기 유체 보울의 상기 내면과 상기 플레이트의 상기 외부면 사이이고, 상기 시일 위인 상기 공간은 상기 플레이트 위에 가로놓이는 볼륨에 개방되며,

상기 다수의 유체 분사 노즐들은 상기 시일 위의 상기 유체 보울의 주변부를 따르는 다수의 위치들 각각에서 상기 무전해 도금 용액을 분사하도록 위치된 것을 특징으로 하는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 플레이트의 상기 외부면은 상기 유체 보울의 상기 내면에 상보적인 형상을 갖도록 정의되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 플레이트는, 상기 플레이트가 상기 시일을 인게이지시킬 경우, 상기 플레이트의 상기 외부면과 상기 유체 보울의 상기 내면 사이에 액체 보유 볼륨이 정의되도록, 상기 유체 보울의 상기 내부 볼륨 내에 피트되도록 정의되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 다수의 유체 분사 노즐들은 상기 유체 보울의 상기 주변부를 따라 균일하게 이격된 방식으로 배치되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 플레이트는, 웨이퍼 진공 척킹 능력을 제공하도록 진공 공급기에 유체 연결된 다수의 진공 채널들을 포함하도록 정의되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 플레이트의 상기 하부면에 연결된 샤프트 및 상기 샤프트와 상기 플레이트의 수직 이동을 가능하게 하도록 정의된 기계부들을 포함하도록 정의된 플레이트 리프트 어셈블리를 더 포함하며,

상기 유체 보울은 상기 내면의 중심 영역에 개구부를 포함하도록 정의되고, 상기 개구부를 통해 상기 샤프트가 배치되어 이동가능한, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

다수의 린스 노즐들을 포함하도록 정의되며, 상기 플레이트가 상기 유체 보울 내에 위치될 경우, 상기 다수의 린스 노즐들로부터의 상기 플레이트의 상기 최상부면을 향한 린스액의 분사를 가능하게 하도록, 상기 유체 보울 위에 배치되는 린스 바를 더 포함하는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치.

#### 청구항 8

올려지고 내려질 수 있도록 구성되고, 웨이퍼를 지지하기 위한 상부면 및 상기 상부면으로부터 하향 연장하는 외부면을 갖도록 정의된 플레이트;

유체 보울의 내부면과 상기 플레이트의 상기 외부면 사이에 그리고 상기 유체 보울 상에 배치되는 시일 위에 액체 보유 볼륨을 형성하기 위해, 상기 플레이트 및 상기 플레이트 상에 지지될 웨이퍼를 수취하도록 정의되는 상기 유체 보울로서, 상기 시일은, 상기 플레이트가 완전히 내려지는 경우, 상기 플레이트의 상기 외부면과 상기 유체 보울의 내면에 각각 인게이지 되도록 위치되고, 상기 액체 보유 볼륨은 상기 플레이트가 완전히 내려지는 경우, 상기 플레이트 위에 가로놓이는 볼륨에 개방되는, 상기 유체 보울;

상기 플레이트가 인게이지되기 위해 완전히 내려지는 경우, 상기 시일의 위와 상기 플레이트의 상기 상부면 아래의 위치들에서 상기 액체 보유 볼륨 내에 유체를 분사하도록 정의된 다수의 유체 분사 노즐들; 및

상기 다수의 유체 분사 노즐들과 유체 연통하며, 상기 다수의 유체 분사 노즐들에 그리고 상기 다수의 유체 분사 노즐들을 통해 무전해 도금 용액을 유동시켜서, 상기 무전해 도금 용액으로 상기 액체 보유 볼륨을 채우며, 상기 무전해 도금 용액이 상기 플레이트 위로 상승 및 유동하게 하여 상기 플레이트의 상기 상부면 상에 지지될 웨이퍼 위로 유동하게 하도록 정의된 유체 핸들링 시스템을 포함하는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스템.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 플레이트는 가열된 진공 척으로서 정의되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스템.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 플레이트의 상기 외부면은 상기 플레이트의 상기 상부면의 주변부로부터 상기 플레이트의 하부면으로의 일정한 하향 및 내향의 기울기를 갖도록 정의되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스템.

#### 청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 플레이트의 상기 외부면을 인게이지시켜서 상기 유체 보울의 상기 내부면과 상기 플레이트의 상기 외부면 사이에 상기 액체 보유 볼륨을 형성하도록, 상기 유체 보울의 상기 내부면 상에 배치된 시일을 더 포함하는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스템.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 다수의 유체 분사 노즐들은 상기 시일 위의 상기 유체 보울의 주변부를 따라 균일하게 이격된 방식으로 배치되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스템.

### 청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 플레이트에 연결된 샤프트 및 상기 샤프트와 상기 플레이트의 수직 이동을 가능하게 하도록 정의된 기계부  
분들을 포함하도록 정의된 플레이트 리프트 어셈블리를 더 포함하며,

상기 유체 보울은 상기 내부면의 중심 영역에 개구부를 포함하도록 정의되고, 상기 개구부를 통해 상기 샤프트  
가 배치되어 이동가능한, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스템.

### 청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 플레이트 및 상기 유체 보울은 분위기 제어된 챔버 내에 배치되며,

상기 유체 핸들링 시스템은 상기 분위기 제어된 챔버 외측에 배치되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스  
템.

### 청구항 15

플레이트의 최상부면 상에 웨이퍼를 지지하는 단계;

상기 플레이트 주위에서 상기 플레이트의 상기 최상부면 아래에 그리고 시일 위로 정의되는 액체 보유 볼륨을  
형성하기 위해 상기 플레이트와 유체 보울 사이의 시일을 인계이지하도록 상기 유체 보울로 상기 플레이트를 내  
리는 단계로서, 상기 액체 보유 볼륨은 상기 유체 보울의 내면 및 상기 플레이트의 외면 사이에서 정의되고, 상  
기 플레이트 위에 가로놓이는 볼륨에 개방된, 상기 플레이트를 내리는 단계;

상기 시일의 위와 상기 플레이트의 최상부면 밑의 하나 이상의 위치들에서 액체 보유 볼륨 내에 무전해 도금 용  
액을 분사하는 단계로서, 상기 무전해 도금 용액은 상기 액체 보유 볼륨을 채우고, 상기 웨이퍼의 최상부면의  
주변부로부터 상기 웨이퍼의 상기 최상부면의 중심으로 내향 확장하는 균일한 방식으로 상기 웨이퍼의 상기 최  
상부면 위로 상승 및 유동하도록 분사되는, 상기 무전해 도금 용액을 분사하는 단계;

상기 웨이퍼의 상기 최상부면으로부터 상기 무전해 도금 용액의 대부분을 제거하도록, 상기 액체 보유 볼륨으로  
부터 상기 무전해 도금 용액을 배출하는 단계; 및

상기 액체 보유 볼륨으로부터 상기 무전해 도금 용액을 배출하는 즉시 상기 웨이퍼의 상기 최상부면을 린스하는  
단계를 포함하는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 방법.

### 청구항 16

삭제

### 청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 플레이트를 내리는 단계 이전에, 상기 무전해 도금 용액의 유동을 안정화시키도록, 상기 시일을 지나가게  
소정 양의 상기 무전해 도금 용액을 분사하는 단계를 더 포함하는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 방법.

### 청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 액체 보유 볼륨으로부터 상기 무전해 도금 용액을 배출하는 단계는, 상기 플레이트와 상기 유체 보울 사이  
에서 상기 시일을 디스인계이지시키도록, 상기 플레이트를 올림으로써 수행되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을  
위한 방법.

### 청구항 19

제 15 항에 있어서,

제어된 방식으로 상기 플레이튼을 가열하는 단계; 및

상기 웨이퍼 및 상기 무전해 도금 용액이 노출되는 분위기 조건을 제어하는 단계를 더 포함하는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 방법.

## 청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 상기 최상부면을 린스하는 단계 이후에, 상기 웨이퍼에 근접 건조 처리를 행하는 단계를 더 포함하며,

상기 무전해 도금 용액을 분사하는 단계, 상기 무전해 도금 용액을 배출하는 단계, 상기 웨이퍼의 상기 최상부면을 린스하는 단계, 및 상기 웨이퍼에 근접 건조 처리를 행하는 단계는 공유된 분위기 볼륨 내에서 수행되는, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 방법.

## 발명의 설명

### [0001] 배경기술

[0002] 집적 회로, 메모리 셀 등과 같은 반도체 디바이스의 제조에서, 일련의 제작 동작들은 반도체 웨이퍼 ("웨이퍼") 상에 피쳐들을 정의하도록 수행된다. 웨이퍼는 실리콘 기판 상에 정의된 다중-레벨 구조들의 형태로 집적 회로 디바이스들을 포함한다. 기판 레벨에서, 확산 영역들을 갖는 트랜지스터 디바이스들이 형성된다. 후속하는 레벨들에서, 상호 연결 금속화 라인들이 패터닝되고 트랜지스터 디바이스들에 전기적으로 연결되어 원하는 집적 회로 디바이스를 정의한다. 또한, 패터닝된 도전층들은 유전 재료들에 의해 다른 도전층들로부터 절연된다.

[0003] 집적 회로를 구축하기 위해, 먼저 웨이퍼의 표면 상에 트랜지스터들이 생성된다. 그 후, 일련의 제작 처리 단계들을 통해 다중 박막층들로서 배선 및 절연 구조들이 추가된다. 통상적으로, 형성된 트랜지스터들의 최상부에 유전 (절연) 재료의 제 1 층이 증착된다. 그 베이스 층의 최상부에 후속하는 금속층들(예컨대, 구리, 알루미늄 등)이 형성되고, 식각되어 전기를 운반하는 도전 라인들을 생성한 후, 유전 재료로 채워져서 그 라인들 사이에 필요한 절연체들을 생성한다.

[0004] 통상적으로 구리 라인들은 전기 도금된 층 (ECP Cu) 이 뒤따르는 PVD 시드 층 (PVD Cu) 으로 구성되지만, PVD Cu의 대체 및 심지어 ECP Cu의 대체로서 사용하기 위해 무전해 케미스트리 (chemistry) 가 고려되고 있다. 무전해 구리 (Cu) 및 무전해 코발트 (Co) 는 상호 연결 신뢰성 및 성능을 개선하기 위한 잠재적인 기술들이다. 무전해 Cu는, 갭필 처리를 최적화하고 보이드 (void) 형성을 최소화하도록 콘포멀 (conformal) 배리어 상에 얇은 콘포멀 시드 층을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 평탄화된 Cu 라인들 상의 선택적인 Co 캐핑층의 증착은 Cu 라인들에 대한 유전 배리어 층의 접착을 개선하고, Cu-유전 배리어 인터페이스에서의 보이드 형성 및 확대를 억제할 수 있다.

[0005] 무전해 도금 처리 동안에, 환원제로부터 용액 내의 Cu (또는 Co) 이온들로 전자들이 전달되어, 웨이퍼 표면에 환원된 Cu (또는 Co) 가 석출된다. 무전해 구리 도금 용액의 형성은 용액 내에 Cu (또는 Co) 이온들을 수반하여 전자 전달 프로세스를 최대화하도록 최적화된다. 무전해 도금 처리를 통해 달성되는 도금 두께는 웨이퍼 상의 무전해 도금 용액의 체류 시간에 의존한다. 무전해 도금 용액에 대한 웨이퍼의 노출 시에 무전해 도금 반응이 즉시 연속적으로 발생하기 때문에, 제어된 방식으로 그리고 제어된 조건들 하에서 무전해 도금 처리를 수행하는 것이 바람직하다. 이를 위해, 개선된 무전해 도금 장치에 대한 필요성이 존재한다.

### [0006] 개요

[0007] 일 실시형태에서, 반도체 웨이퍼 무전해 도금 장치가 개시된다. 장치는 웨이퍼를 지지하도록 정의된 최상부면을 갖는 플레이튼 (platen) 을 포함한다. 또한, 플레이튼은 플레이튼의 최상부면의 주변부로부터 플레이튼의 하부면으로 하향 연장하는 외부면을 포함한다. 또한, 장치는 내면에 의해 정의된 내부 볼륨을 갖는 유

체 보울을 포함한다. 유체 보울은 유체 보울의 내부 볼륨 내에 플레이트 및 그 플레이트 상에 지지될 웨이퍼를 수취하도록 구성된다. 유체 보울의 내면과 플레이트의 외부면 사이에서 인게이지 (engage) 될 경우 액밀성 (liquid tight) 배리어를 형성하도록, 유체 보울의 내면 주위에 시일이 배치된다. 또한, 시일 위의 다수의 위치들 각각에서 유체 보울 내에 무전해 도금 용액을 분사하도록 다수의 유체 분사 노즐들이 위치된다.

[0008] 다른 실시형태에서, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 시스템이 개시된다. 시스템은, 웨이퍼를 지지하기 위한 상부면 및 상부면으로부터 하향 연장하는 외부면을 갖도록 정의된 플레이트를 포함한다. 또한, 시스템은, 유체 보울의 내부면과 플레이트의 외부면 사이에 액체 보유 볼륨을 형성하기 위해, 플레이트 및 그 플레이트 상에 지지될 웨이퍼를 수취하도록 정의된 유체 보울을 포함한다. 또한, 다수의 유체 분사 노즐들이 플레이트의 상부면 아래의 위치들에서 액체 보유 볼륨 내에 유체를 분사하도록 정의된다. 시스템은, 다수의 유체 분사 노즐들과 유체 연통하는 유체 핸들링 시스템을 더 포함한다. 유체 핸들링 시스템은, 다수의 유체 분사 노즐들에 그리고 다수의 유체 분사 노즐들을 통해 무전해 도금 용액을 유동시켜서, 무전해 도금 용액으로 액체 보유 볼륨을 채우며, 무전해 도금 용액이 플레이트 위로 상승 및 유동하게 하여 플레이트의 상부면 상에 지지될 웨이퍼 위로 유동하게 하도록 정의된다.

[0009] 다른 실시형태에서, 반도체 웨이퍼 무전해 도금을 위한 방법이 개시된다. 방법에서, 플레이트 상에 웨이퍼가 지지된다. 또한, 플레이트 주위 및 웨이퍼 아래의 위치에 정의된 액체 보유 볼륨 내에 무전해 도금 용액이 분사된다. 무전해 도금 용액은 액체 보유 볼륨을 채우고, 웨이퍼의 최상부면의 주변부로부터 웨이퍼의 최상부면의 중심으로 내향 확장하는 실질적으로 균일한 방식으로 웨이퍼의 최상부면 위로 상승 및 유동하도록 분사된다. 또한, 방법은, 웨이퍼의 최상부면으로부터 무전해 도금 용액의 대부분을 제거하도록, 액체 보유 볼륨으로부터 무전해 도금 용액을 배출하기 위한 동작을 포함한다. 액체 보유 볼륨으로부터 무전해 도금 용액을 배출하는 즉시 웨이퍼의 최상부면이 린스된다.

[0010] 본 발명의 다른 양태들 및 이점들은, 본 발명을 예로서 나타내는, 첨부 도면들과 함께 취해지는 이하 상세한 설명으로부터 보다 명백하게 될 것이다.

# [0011] 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 드라이-인/드라이-아웃 (dry-in/dry-out) 무전해 도금 챔버의 등척도를 도시하는 도면이다.

[0013] 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 챔버의 중심을 통한 수직 단면도를 도시하는 도면이다.

[0014] 도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프록스 헤드 (prox head) 가 웨이퍼의 중심으로 연장된 챔버의 상면도를 도시하는 도면이다.

[0015] 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프록스 헤드가 프록스 헤드 도킹 스테이션 위의 홈 포지션으로 후퇴된 챔버의 상면도를 도시하는 도면이다.

[0016] 도 5는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 플레이트가 완전히 내려진 포지션에 있는, 플레이트 및 유체 보울을 통한 수직 단면도를 도시하는 도면이다.

[0017] 도 6a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 챔버 내의 웨이퍼 핸드오프 포지션에 있는 웨이퍼를 도시하는 도면이다.

[0018] 도 6b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 핸드오프 포지션으로 올려진 플레이트를 도시하는 도면이다.

[0019] 도 6c는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 시일링 포지션 바로 위의 호버링 (hovering) 포지션에 있는 플레이트를 도시하는 도면이다.

[0020] 도 6d는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 유동을 안정화시키는 것의 완료에 뒤따라, 유체 보울 시일을 인게이지시키기 위해 내려진 플레이트를 도시하는 도면이다.

[0021] 도 6e는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 린스 처리를 받는 웨이퍼를 도시하는 도면이다.

[0022] 도 6f는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 및 하부 프록스 헤드들에 의한 건조 처리를 받는 웨이퍼를 도시하는 도면이다.

[0023] 도 7은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 프록스 헤드에 의해 실시될 수도 있는 예시적인 처리를 도시하는 도면이다.

다.

[0024] 도 8은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 클러스터 아키텍처를 도시하는 도면이다.

[0025] **상세한 설명**

[0026] 다음의 설명에서, 다수의 특정 세부사항들이 본 발명의 철저한 이해를 제공하기 위해 설명된다. 그러나, 본 발명이 그 특정 세부사항들의 일부 또는 전부가 없이 실시될 수도 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 다른 예들에서, 공지의 처리 동작들은 본 발명을 불필요하게 불분명하게 하지 않도록 상세히 설명되지 않았다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 드라이-인/드라이-아웃 무전해 도금 챔버 (100) (이하 "챔버 (100)") 의 등척도를 도시하는 도면이다. 챔버 (100) 는, 웨이퍼를 건조 상태로 수취하고, 그 웨이퍼에 대해 무전해 도금 처리를 수행하고, 그 웨이퍼에 대해 린스 처리를 수행하고, 그 웨이퍼에 대해 건조 처리를 수행하며, 그 처리된 웨이퍼를 건조 상태로 제공하도록 정의된다. 챔버 (100) 는 본질적으로 임의의 타입의 무전해 도금 처리를 수행할 수 있다. 예컨대, 챔버 (100) 는 웨이퍼에 대해 무전해 Cu 또는 Co 도금 처리를 수행할 수 있다. 또한, 챔버 (100) 는 모듈식 (modular) 웨이퍼 처리 시스템 내에 집적되도록 구성된다. 예컨대, 일 실시형태에서, 챔버 (100) 는 관리된 대기 전달 모듈 (managed atmospheric transfer module; MTM) 과 연결된다.

[0028] 챔버 (100) 는 MTM과 같은 인터페이스 모듈로부터 웨이퍼를 건조 상태로 수취하도록 장비된다. 챔버 (100) 는 챔버 (100) 내에서 웨이퍼에 대해 무전해 도금 처리를 수행하도록 장비된다. 챔버 (100) 는 챔버 (100) 내에서 웨이퍼에 대해 건조 처리를 수행하도록 정의된다. 챔버 (100) 는 다시 인터페이스 모듈에 웨이퍼를 건조 상태로 제공하도록 정의된다. 챔버 (100) 가 챔버 (100) 의 공통 내부 볼륨 내에서 웨이퍼에 대해 무전해 도금 처리 및 건조 처리를 수행하도록 정의된다는 것이 인식되어야 한다. 또한, 챔버 (100) 의 공통 내부 볼륨 내에서 웨이퍼 무전해 도금 처리 및 웨이퍼 건조 처리를 지원하기 위해 유체 핸들링 시스템 (fluid handling system; FHS) 이 제공된다.

[0029] 챔버 (100) 는 챔버 (100) 의 내부 볼륨의 상부 영역 내에 정의된 제 1 웨이퍼 처리 영역을 포함한다. 제 1 웨이퍼 처리 영역은, 웨이퍼가 제 1 웨이퍼 처리 영역 내에 배치될 때, 웨이퍼에 대해 건조 처리를 수행하도록 장비된다. 또한, 챔버 (100) 는 챔버 (100) 의 내부 볼륨의 하부 영역 내에 정의된 제 2 웨이퍼 처리 영역을 포함한다. 제 2 웨이퍼 처리 영역은, 웨이퍼가 제 2 웨이퍼 처리 영역 내에 배치될 때, 웨이퍼에 대해 무전해 도금 처리를 수행하도록 장비된다. 또한, 챔버 (100) 는 챔버 (100) 의 내부 볼륨 내에서 제 1 웨이퍼 처리 영역과 제 2 웨이퍼 처리 영역 사이에서 수직으로 이동가능한 플레이트를 포함한다. 플레이트는 제 1 처리 영역과 제 2 처리 영역 사이에서 웨이퍼를 이송하고, 무전해 도금 처리 동안 제 2 처리 영역 내에서 웨이퍼를 지지하도록 정의된다.

[0030] 도 1에 대하여, 챔버 (100) 는 외부 구조 저부 및 구조 최상부 (105) 를 포함하는 외부 구조벽들 (103) 에 의해 정의된다. 챔버 (100) 의 외부 구조는 챔버 (100) 의 내부 볼륨 내의 대기압-아래 (sub-atmospheric pressure), 즉 진공, 조건과 연관된 힘들에 견딜 수 있다. 또한, 챔버 (100) 의 외부 구조는 챔버 (100) 의 내부 볼륨 내의 대기압-위 (above-atmospheric pressure) 조건과 연관된 힘들에 견딜 수 있다. 일 실시형태에서, 챔버의 구조 최상부 (105) 에는 윈도우 (107a) 가 장비된다. 또한, 일 실시형태에서, 챔버의 외부 구조벽 (103) 에 윈도우 (107b) 가 제공된다. 그러나, 윈도우들 (107a 및 107b) 은 챔버 (100) 의 동작에 대해 중요하지 않다는 것이 이해되어야 한다. 예컨대, 일 실시형태에서, 챔버 (100) 는 윈도우들 (107a 및 107b) 이 없이 정의된다.

[0031] 챔버 (100) 는 프레임 어셈블리 (109) 의 최상부에 놓이도록 정의된다. 다른 실시형태들은 도 1에 도시된 예시적인 프레임 어셈블리 (109) 와 상이한 프레임 어셈블리를 이용할 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 챔버 (100) 는 엔트리 도어 (101) 를 포함하도록 정의되고, 그 엔트리 도어 (101) 를 통해 웨이퍼가 챔버 (100) 내에 삽입되고 챔버 (100) 로부터 제거된다. 챔버 (100) 는 스테빌라이저 (stabilizer) 어셈블리 (305), 플레이트 리프트 어셈블리 (115), 및 근접 헤드 구동 메커니즘 (113) 을 더 포함하며, 이들 각각은 이하 더 상세히 설명될 것이다.

[0032] 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 챔버 (100) 의 중심을 통한 수직 단면도를 도시하는 도면이다. 챔버 (100) 는, 엔트리 도어 (101) 를 통해 웨이퍼 (207) 가 삽입될 때, 챔버 내부 볼륨의 상부 영역 내에서 스테빌라이저 어셈블리 (305) 및 구동 롤러 어셈블리 (303) (미도시) 에 의해 웨이퍼 (207) 가 인게이지되도록 정의된



다. 플레이트 리프트 어셈블리 (115) 에 의해, 플레이트 (209) 은 챔버 내부 볼륨의 상부 영역과 하부 영역 사이에서 수직 방향으로 이동하도록 정의된다. 플레이트 (209) 은, 구동 롤러 어셈블리 (303) 및 스테빌라이저 어셈블리 (305) 로부터 웨이퍼 (207) 를 수취하고, 챔버 내부 볼륨의 하부 영역의 제 2 웨이퍼 처리 구역으로 웨이퍼 (207) 를 이동시키도록 정의된다. 이하 더 상세히 설명될 바와 같이, 챔버의 하부 영역 내에서, 플레이트 (209) 은 무전해 도금 처리를 가능하게 하기 위해 유체 보울 (211) 과 인터페이스하도록 정의된다.

[0033]

챔버의 하부 영역 내의 무전해 도금 처리에 뒤따라서, 웨이퍼 (207) 는, 플레이트 (209) 및 플레이트 리프트 어셈블리 (115) 를 통해, 구동 롤러 어셈블리 (303) 및 스테빌라이저 어셈블리 (305) 에 의해 웨이퍼 (207) 가 인게이지될 수 있는 포지션으로 다시 리프트된다. 구동 롤러 어셈블리 (303) 및 스테빌라이저 어셈블리 (305) 에 의해 고정적으로 인게이지되면, 플레이트 (209) 은 챔버 (100) 의 하부 영역 내의 포지션으로 내려진다. 그 후, 무전해 도금 처리가 행해졌던 웨이퍼 (207) 는 상부 근접 (이후 "프록스") 헤드 (203) 및 하부 프록스 헤드 (205) 에 의해 건조된다. 상부 프록스 헤드 (203) 는 웨이퍼 (207) 의 상부면을 건조하도록 정의된다. 하부 프록스 헤드는 웨이퍼 (207) 의 하부면을 건조하도록 정의된다.

[0034]

프록스 헤드 구동 메커니즘 (113) 에 의해, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 은, 구동 롤러 어셈블리 (303) 및 스테빌라이저 어셈블리 (305) 에 의해 웨이퍼 (207) 가 인게이지될 때, 웨이퍼 (207) 를 횡단하여 직선 방식으로 이동하도록 정의된다. 일 실시형태에서, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 은, 구동 롤러 어셈블리 (303) 에 의해 웨이퍼 (207) 가 회전됨에 따라, 웨이퍼 (207) 의 중심으로 이동하도록 정의된다. 이 방식으로, 웨이퍼 (207) 의 상부 및 하부면들은 각각 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 에 완전히 노출될 수 있다. 챔버 (100) 는, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 이 그들의 홈 포지션으로 후퇴될 때, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 의 각각을 수취하기 위한 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 을 더 포함한다. 또한, 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 은, 웨이퍼 (207) 상으로의 메니스커스 (meniscus) 트랜지션들로서 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 의 각각과 연관된 메니스커스의 스무스한 트랜지션을 제공한다. 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 은, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 이 그들 각각의 홈 포지션들로 후퇴될 때, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 이 구동 롤러 어셈블리 (303), 스테빌라이저 어셈블리 (305), 또는 웨이퍼 (207) 를 수취하기 위해 올려질 때의 플레이트 (209) 과 간섭하지 않는 것을 보장하도록 챔버 내에 위치된다.

[0035]

도 3은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프록스 헤드 (203) 가 웨이퍼 (207) 의 중심으로 연장된 챔버의 상면도를 도시하는 도면이다. 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프록스 헤드 (203) 가 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 위의 홈 포지션으로 후퇴된 챔버의 상면도를 도시하는 도면이다. 이전에 언급된 바와 같이, 엔트리 도어 (101) 를 통해 챔버 (100) 내에 웨이퍼 (207) 가 수취될 때, 구동 롤러 어셈블리 (303) 및 스테빌라이저 어셈블리 (305) 에 의해 웨이퍼가 인게이지 및 홀딩된다. 프록스 헤드 구동 메커니즘 (113) 에 의해, 상부 프록스 헤드 (203) 는 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 상의 그것의 홈 포지션으로부터 웨이퍼 (207) 의 중심으로 직선 방식으로 이동될 수 있다. 유사하게, 프록스 헤드 구동 메커니즘 (113) 에 의해, 하부 프록스 헤드 (205) 는 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 상의 그것의 홈 포지션으로부터 웨이퍼 (207) 의 중심으로 직선 방식으로 이동될 수 있다. 일 실시형태에서, 프록스 헤드 구동 메커니즘 (113) 은 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 으로부터 웨이퍼 (207) 의 중심으로 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 을 함께 이동시키도록 정의된다.

[0036]

도 3에 도시된 바와 같이, 챔버 (100) 는 외부 구조벽들 (103) 및 내부 라이너 (301) 에 의해 정의된다. 따라서, 챔버 (100) 는 이중-벽 시스템을 포함한다. 외부 구조벽들 (103) 은 챔버 (100) 내에 진공 능력을 제공하기에 충분한 강도를 가지고, 그에 의해 진공 경계를 형성한다. 일 실시형태에서, 외부 구조벽들 (103) 은 스테인레스 스틸과 같은 구조 금속으로 형성된다. 그러나, 본질적으로, 적절한 강도 특성들을 갖는 임의의 다른 구조 재료가 외부 구조벽들 (103) 을 형성하기 위해 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 외부 구조벽들 (103) 은 MTM과 같은 다른 모듈과의 챔버 (100) 의 인터페이스를 가능하게 하기 위해 충분한 정밀도로 정의된다.

[0037]

내부 라이너 (301) 는 케미컬 경계를 제공하고, 챔버 내의 케미컬들이 외부 구조벽들 (103) 에 도달하지 않도록 막기 위한 세퍼레이터로서 작용한다. 내부 라이너 (301) 는 챔버 (100) 내에 존재할 수도 있는 다양한 케미컬들과 화학적으로 용화가능한 불활성 재료로 형성된다. 일 실시형태에서, 내부 라이너 (301) 는 불활성 플라스틱 재료로 형성된다. 그러나, 본질적으로, 적절하게 형상화될 수 있는 임의의 다른 화학적 불활성 재료가 내부 라이너 (301) 를 형성하기 위해 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 내부 라이너 (301)

는 진공 경계를 제공하도록 요구되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 이전에 언급된 바와 같이, 외부 구조 벽들 (103) 이 진공 경계를 제공하도록 정의된다. 또한, 일 실시형태에서, 내부 라이너 (301) 는 챔버 (100) 로부터 제거되어 세정을 용이하게 하거나 또는 간단히 새로운 내부 라이너 (301) 로 대체될 수 있다.

[0038]

챔버 (100) 는, 웨이퍼 무전해 도금 처리를 용이하게 하고, 예컨대 산화와 같은 원하지 않는 반응들로부터 웨이퍼 표면을 보호하기 위해, 분위기 제어되도록 정의된다. 이를 위해, 챔버 (100) 에는 내부 압력 제어 시스템 및 내부 산소 함유량 제어 시스템이 장비된다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 는 100 mTorr 미만의 압력까지 펌프다운될 수 있다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 가 대략 700 Torr에서 동작될 것이 예상된다.

[0039]

챔버 (100) 의 내부 볼륨 내의 산소 농도가 중요한 처리 파라미터라는 것이 인식되어야 한다. 더 구체적으로, 웨이퍼 표면에서 원하지 않는 산화 반응들이 회피되는 것을 보장하기 위해 웨이퍼 처리 환경에서 낮은 산소 농도가 요구된다. 챔버 (100) 의 내부 볼륨 내의 산소 농도가 챔버 (100) 내에 웨이퍼가 존재할 때 2 ppm (parts per million) 미만의 레벨에서 유지될 것이 예상된다. 챔버 (100) 의 내부 볼륨에 배관된 진공 소스에 의해 챔버를 배기시키고, 고순도 질소로 챔버 (100) 의 내부 볼륨을 다시 채움으로써, 챔버 (100) 내의 산소 농도가 감소된다. 따라서, 챔버 (100) 의 내부 볼륨을 낮은 압력까지 펌프다운시키고, 무시가능한 산소 함유량을 갖는 초고순도 질소로 챔버 (100) 의 내부 볼륨을 다시 채움으로써, 챔버 (100) 의 내부 볼륨 내의 산소 농도가 대기 레벨들, 즉 약 20 % 산소로부터 감소된다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 의 내부 볼륨을 1 Torr까지 펌프다운시키고 그 내부 볼륨을 대기 압력까지 초고순도 질소로 다시 채우는 것의 3회의 수행은 챔버 (100) 의 내부 볼륨 내의 산소 농도를 약 3 ppm까지 떨어뜨릴 것이다.

[0040]

무전해 도금 처리는 온도에 민감한 처리이다. 따라서, 웨이퍼 표면 상에 존재할 때의 무전해 도금 용액의 온도에 대한 챔버 (100) 의 내부 볼륨 분위기 컨디션들의 영향을 최소화하는 것이 바람직하다. 이를 위해, 챔버 (100) 는, 웨이퍼 바로 위에서 가스들이 유동하는 것을 회피하기 위해, 외부 구조벽들 (103) 과 내부 라이너 (301) 사이에 존재하는 에어 갭들을 통해 챔버 (100) 의 내부 볼륨으로 가스들이 도입될 수 있도록 정의된다. 웨이퍼 표면 상에 무전해 도금 용액이 존재할 때의 웨이퍼 바로 위에서의 가스의 유동이, 웨이퍼 상에 존재하는 무전해 도금 용액의 온도를 감소시켜서 무전해 도금 반응 레이트를 변형시킬 증발 냉각 효과를 야기할 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 챔버 (100) 의 내부 볼륨으로 직접적이지 않게 가스를 도입하는 능력에 추가하여, 챔버 (100) 는 또한, 웨이퍼 표면 위에 무전해 도금 용액이 인가될 때 챔버 (100) 의 내부 볼륨 내의 증기압이 포화된 상태까지 올려지는 것을 허용하도록 장비된다. 챔버 (100) 의 내부 볼륨이 무전해 도금 용액에 대하여 포화된 상태인 경우에, 상술된 증발 냉각 효과는 최소화될 것이다.

[0041]

도 3 및 도 4를 다시 참조하면, 스테빌라이저 어셈블리 (305) 는, 구동 롤러 어셈블리 (303) 에 웨이퍼 (207) 를 홀딩시키기 위해, 웨이퍼 (207) 의 에지를 가압하도록 정의된 스테빌라이저 롤러 (605) 를 포함한다. 따라서, 스테빌라이저 롤러 (605) 는 웨이퍼 (207) 의 에지를 인게이지시키도록 정의된다. 스테빌라이저 롤러 (605) 프로파일은 스테빌라이저 롤러 (605) 와 웨이퍼 (207) 사이의 소정 양의 각도 부정렬 (angular misalignment) 을 수용하도록 정의된다. 또한, 스테빌라이저 어셈블리 (305) 는 스테빌라이저 롤러 (605) 의 수직 포지션의 기계적인 조정을 가능하게 하도록 정의된다. 도 6에 도시된 스테빌라이저 어셈블리 (305) 는 200 mm 웨이퍼를 수용하기 위한 단일 스테빌라이저 롤러 (605) 를 포함한다. 다른 실시형태에서, 스테빌라이저 어셈블리 (305) 는 300 mm 웨이퍼를 수용하기 위한 2개의 스테빌라이저 롤러들 (605) 로 정의될 수 있다.

[0042]

또한, 도 3 및 도 4를 다시 참조하면, 구동 롤러 어셈블리 (303) 는, 웨이퍼 (207) 의 에지를 인게이지시키고 웨이퍼 (207) 를 회전시키도록 정의된 구동 롤러들 (701) 의 쌍을 포함한다. 구동 롤러들 (701) 의 각각은 웨이퍼 (207) 의 에지를 인게이지시키도록 정의된다. 각각의 구동 롤러 (701) 의 프로파일은 구동 롤러 (701) 와 웨이퍼 (207) 사이의 소정 양의 각도 부정렬을 수용하도록 정의된다. 또한, 구동 롤러 어셈블리 (303) 는 각각의 구동 롤러 (701) 의 수직 포지션의 기계적인 조정을 가능하게 하도록 정의된다. 구동 롤러 어셈블리 (303) 는 구동 롤러들 (701) 을 웨이퍼 (207) 의 에지를 향하게 그리고 웨이퍼 (207) 의 에지로부터 떨어지게 이동시킬 수 있다. 웨이퍼 (207) 의 에지와 스테빌라이저 롤러 (605) 의 인게이지는 구동 롤러들 (701) 이 웨이퍼 (207) 의 에지를 인게이지시키게 할 것이다.

[0043]

다시 도 2를 참조하면, 플레이트 리프트 어셈블리 (115) 는, 웨이퍼 회전 플레인, 즉 구동 롤러들 (701) 및 스테빌라이저 롤러 (605) 에 의해 웨이퍼가 인게이지되는 플레인으로부터 플레이트 (209) 이 유체 보울 (211) 의 시일을 인게이지시키는 처리 포지션으로, 플레이트 (209) 상의 웨이퍼 (207) 를 이동시키도록 정의된다. 도 5는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 플레이트 (209) 이 완전히 내려진 포지션에 있는, 플레이트 (209) 및 유체

보울 (211) 을 통한 수직 단면도를 도시하는 도면이다. 플레이트 (209) 은 가열된 진공 척으로서 정의된다.

일 실시형태에서, 플레이트 (209) 은 화학적 불활성 재료로부터 제조된다. 다른 실시형태에서, 플레이트 (209) 은 화학적 불활성 재료로 코팅된다. 플레이트 (209) 은, 가동 시에 플레이트 (209) 에 웨이퍼 (207) 를 진공 클램핑할, 진공 공급기 (911) 에 연결된 진공 채널들 (907) 을 포함한다. 플레이트 (209) 에 대한 웨이퍼 (207) 의 진공 클램핑은 플레이트 (209) 과 웨이퍼 (207) 사이의 열저항을 감소시키고, 또한 챔버 (100) 내의 수직 이송 동안 웨이퍼 (207) 가 슬라이딩하는 것을 방지한다.

[0044]

다양한 실시형태들에서, 플레이트 (209) 은 200 mm 웨이퍼 또는 300 mm 웨이퍼를 수용하도록 정의될 수 있다.

또한, 플레이트 (209) 및 챔버 (100) 가 본질적으로 임의의 사이즈의 웨이퍼를 수용하도록 정의될 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 소정의 웨이퍼 사이즈에 대해, 플레이트 (209) 의 상부면, 즉 클램핑 표면의 직경은 웨이퍼의 직경보다 약간 더 작게 되도록 정의된다. 이러한 플레이트-웨이퍼 사이즈 배열은, 웨이퍼의 에지가 플레이트 (209) 의 상부 주변부 에지를 약간 넘게 연장하는 것을 가능하게 함으로써, 웨이퍼가 플레이트 (209) 상에 놓여 있을 때 스테빌라이저 롤러 (605) 및 구동 롤러 (701) 의 각각과 웨이퍼 에지 사이의 인게이지를 가능하게 한다.

[0045]

이전에 언급된 바와 같이, 무전해 도금 처리는 온도에 민감한 처리이다. 플레이트 (209) 은, 웨이퍼 (207) 의 온도가 제어될 수 있게 가열되도록 정의된다. 일 실시형태에서, 플레이트 (209) 은 100 °C 까지 온도를 유지할 수 있다. 또한, 플레이트 (209) 은 0 °C 만큼 낮게 온도를 유지할 수 있다. 노멀 플레이트 (209) 동작 온도는 약 60 °C 일 것이라고 예상된다. 플레이트 (209) 이 300 mm 웨이퍼를 수용하도록 사이징된 실시형태에서, 플레이트 (209) 은, 내부 가열 구역 및 외부 가열 구역을 각각 형성하기 위해, 2개의 내부 저항성 가열 코일들로 정의된다. 각각의 가열 구역은 자체의 고유한 제어 열전대를 포함한다. 일 실시형태에서, 내부 가열 구역은 700 와트 (W) 저항성 가열 코일을 이용하고, 외부 구역은 2000 W 저항성 가열 코일을 이용한다. 플레이트 (209) 이 200 mm 웨이퍼를 수용하도록 사이징된 실시형태에서, 플레이트 (209) 은 1250 W 내부 가열 코일에 의해 정의된 단일 가열 구역 및 대응하는 제어 열전대를 포함한다.

[0046]

유체 보울 (211) 은, 챔버 (100) 내에서 플레이트 (209) 이 완전히 내려질 때 플레이트 (209) 을 수취하도록 정의된다. 유체 보울 (211) 의 유체 홀딩 능력은, 플레이트 (209) 이 내려져서 유체 보울 (211) 의 내부 주변부 주위에서 정의되는 유체 보울 시일 (909) 을 인게이지시킬 때 완료된다. 일 실시형태에서, 유체 보울 시일 (909) 은, 플레이트 (209) 이 내려져서 유체 보울 시일 (909) 에 완전히 접촉할 때, 플레이트 (209) 과 유체 보울 (211) 사이에 액밀성 시일을 형성하는 에너지가 저장된 시일이다. 플레이트 (209) 이 내려져서 유체 보울 시일 (909) 을 인게이지시킬 때, 플레이트 (209) 과 유체 보울 (211) 사이에 갭이 존재한다는 것이 인식되어야 한다. 따라서, 유체 보울 시일 (909) 과 플레이트 (209) 의 인게이지는, 무전해 도금 용액이 보울로 주입되어, 유체 보울 시일 (909) 위의 유체 보울 (211) 과 플레이트 (209) 사이에 존재하는 갭을 채우고, 플레이트 (209) 의 상부면 상에 클램핑된 웨이퍼 (207) 의 주변부 위로 분출하는 것을 허용한다.

[0047]

일 실시형태에서, 유체 보울 (211) 은 유체 보울 (211) 내에서의 무전해 도금 용액의 분사를 위한 8개의 유체 분사 노즐들을 포함한다. 유체 분사 노즐들은 유체 보울 (211) 주위에 균일하게 이격된 방식으로 분포된다. 유체 분사 노즐들의 각각은, 각각의 유체 분사 노즐로부터의 유체 분사 레이트가 실질적으로 동일하도록 분배 매니폴드 (manifold) 로부터 튜브에 의해 공급된다. 또한, 유체 분사 노즐들은, 유체 분사 노즐들의 각각으로부터 발산하는 유체가 플레이트 (209) 의 상부면 아래, 즉 플레이트 (209) 의 상부면 상에 클램핑된 웨이퍼 (207) 아래의 위치에서 유체 보울 (211) 에 진입하도록 배치된다. 또한, 유체 보울 (211) 에 플레이트 (209) 및 웨이퍼 (207) 가 존재하지 않을 때, 유체 보울 (211) 은 유체 분사 노즐들을 통해 유체 보울 (211) 로 세정액을 주입함으로써 세정될 수 있다. 유체 보울 (211) 은 사용자 정의된 빈도로 세정될 수 있다. 예컨대, 유체 보울은, 웨이퍼의 처리 이후마다 세정되는 정도로 자주 세정될 수 있거나, 또는 100개의 웨이퍼마다 1회 세정되는 정도로 드물게 세정될 수 있다.

[0048]

또한, 챔버 (100) 는, 다수의 린스 노즐들 (903) 및 다수의 블로우다운 (blowdown) 노즐들 (905) 을 포함하는 린스 바 (901) 를 포함한다. 린스 노즐들 (903) 은, 플레이트 (209) 이 이동되어 린스 포지션에 웨이퍼 (207) 를 위치시킬 때, 웨이퍼 (207) 의 최상부면 상에 린스 유체를 스프레이하도록 지시된다. 린스 포지션에서, 플레이트 (209) 과 유체 보울 시일 (909) 사이에 스페이스가 존재하여, 유체 보울 (211) 로의 린스 유체의 유동을 가능하게 할 것이며, 유체 보울 (211) 로부터 린스 유체가 배출될 수 있다. 일 실시형태에서, 300 mm 웨이퍼를 린스하기 위해 2개의 린스 노즐들 (903) 이 제공되고, 200 mm 웨이퍼를 린스하기 위해 하나의 린스 노즐 (903) 이 제공된다. 블로우다운 노즐들 (905) 은, 린스 처리 동안 웨이퍼의 최상부면으로부터 유체를 제거하는 것을 보조하기 위해, 질소와 같은 불활성 가스를 웨이퍼의 최상부면을 향해 안내하도록

정의된다. 무전해 도금 용액이 웨이퍼 표면과 접촉하고 있을 때 무전해 도금 반응들이 계속하여 발생하기 때문에, 무전해 도금 기간의 완료 시에 웨이퍼로부터 무전해 도금 용액을 즉시 및 균일하게 제거할 필요가 있다는 것이 인식되어야 한다. 이를 위해, 린스 노즐들 (903) 및 블로우다운 노즐들 (905) 은 웨이퍼 (207) 로부터의 무전해 도금 용액의 즉시 및 균일한 제거를 가능하게 한다.

[0049] 챔버 (100) 의 동작들은 유체 핸들링 시스템 (FHS) 에 의해 지원된다. 일 실시형태에서, FHS는 챔버 (100) 와 별개의 모듈로서 정의되며, 챔버 (100) 내의 다양한 컴포넌트들과 유체 연통하여 연결된다. FHS는 무전해 도금 처리, 즉 유체 분사 노즐들, 린스 노즐들, 및 블로우다운 노즐들을 서비스하도록 정의된다. 또한, FHS는 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 을 서비스하도록 정의된다. 유체 보울 (211) 내의 유체 분사 노즐들의 각각을 서비스하는 공급 라인과 FHS 사이에 믹싱 매니폴드가 배치된다. 따라서, 유체 보울 (211) 내의 유체 분사 노즐들의 각각으로 유동하는 무전해 도금 용액은 유체 보울 (211) 에 도달하기 전에 사전-혼합된다.

[0050] 유체 공급 라인들은 유체 보울 (211) 내의 다양한 유체 분사 노즐들에 믹싱 매니폴드를 유체 연결시키도록 배치되어, 무전해 도금 용액은 실질적으로 균일한 방식, 예컨대 실질적으로 균일한 유량으로 각각의 유체 분사 노즐로부터 유체 보울 (211) 로 유동할 것이다. FHS는, 무전해 도금 용액의 유체 공급 라인들의 클리어링 (clearing) 을 가능하게 하기 위해, 유체 보울 (211) 내의 유체 분사 노즐들과 믹싱 매니폴드 사이에 배치된 유체 공급 라인들의 질소 정화 (purge) 를 가능하게 하도록 정의된다. 또한, FHS는, 린스 노즐들 (903) 의 각각에 린스 유체를 제공하고, 블로우다운 노즐들 (905) 의 각각에 불활성 가스를 제공함으로써, 웨이퍼 린스 처리를 지원하도록 정의된다. FHS는, 린스 노즐들 (903) 로부터 발산하는 액체 압력을 제어하기 위해, 압력 조절기의 수동 세팅을 가능하게 하도록 정의된다.

[0051] 챔버 (100) 는 다수의 유체 드레인 위치들을 포함한다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 내에 3개의 별개의 유체 드레인 위치들이 제공되며, 이들은 1) 유체 보울 (211) 로부터의 프라이머리 (primary) 드레인, 2) 챔버 플로어 드레인, 및 3) 플레이트 진공 탱크 드레인이다. 이들 드레인들의 각각은 FHS 내에서 제공되는 공동 설비 드레인에 연결된다.

[0052] 도 6a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 챔버 (100) 내의 웨이퍼 핸드오프 포지션에 있는 웨이퍼 (207) 를 도시하는 도면이다. 챔버 (100) 는, 챔버 (100) 가 연결된 예컨대 MTM과 같은 외부 모듈로부터 웨이퍼를 수용하도록 동작한다. 일 실시형태에서, 엔트리 도어 (101) 가 내려지고, 로봇식 웨이퍼 핸들링 디바이스에 의해 챔버 (100) 에 웨이퍼 (207) 가 입력된다. 챔버 (100) 에 웨이퍼 (207) 가 위치될 때, 구동 롤러들 (701) 및 스테빌라이저 롤러 (605) 는 그들의 완전히 후퇴된 포지션들에 있다. 웨이퍼 (207) 는, 웨이퍼 (207) 의 에지가 구동 롤러들 (701) 및 스테빌라이저 롤러 (605) 에 근접하도록, 챔버 (100) 에 위치된다. 그 후, 구동 롤러들 (701) 및 스테빌라이저 롤러 (605) 는, 도 6a에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 (207) 의 에지를 인게이지시키기 위해 웨이퍼 (207) 의 에지를 향해 이동된다.

[0053] 웨이퍼 핸드오프 포지션은 또한 챔버 (100) 내의 웨이퍼 건조 포지션이라는 것이 인식되어야 한다. 웨이퍼 핸드오프 및 건조 처리들은 챔버 (100) 의 상부 영역 (1007) 내에서 발생한다. 유체 보울 (211) 은, 웨이퍼 핸드오프 포지션 바로 아래의 챔버 (100) 의 하부 영역 (1009) 에 있다. 이 구성은 플레이트 (209) 이 올려지고 내려지는 것을 가능하게 하여, 웨이퍼 핸드오프 포지션으로부터 하부 영역 (1009) 의 웨이퍼 처리 포지션으로의 웨이퍼 (207) 의 이동을 가능하게 한다. 웨이퍼 핸드오프 처리 동안 로봇식 웨이퍼 핸들링 디바이스와 플레이트 (209) 의 간섭을 회피하기 위해, 플레이트 (209) 은 완전히 내려진 포지션에 있다.

[0054] 일 실시형태에서, 챔버 (100) 내에 웨이퍼 (207) 를 위치시키는 것을 개시하기 전에 챔버 (100) 내에서 다음 컨디션들이 만족되어야 한다.

- [0055] ● 챔버에 웨이퍼가 이미 존재하지 않은 것을 확인한다.
- [0056] ● 구동 롤러들 (701) 이 그들의 완전히 후퇴된 포지션에 있는지를 확인한다.
- [0057] ● 스테빌라이저 롤러 (605) 가 그것의 완전히 후퇴된 포지션에 있는지를 확인한다.
- [0058] ● 엔트리 도어 (101) 를 내리기 전에 챔버로 입력되는 액체가 턴오프되어 있는지를 확인한다.
- [0059] ● 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 이 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 상의 그들의 홈 포지션들에 있는지를 확인한다.
- [0060] ● 챔버 (100) 가 웨이퍼 (207) 를 수취하기 위해 개방될 때 챔버 (100) 의 내부 볼륨이 노출될 외부 모듈 내의



압력에 챔버 (100) 내의 압력이 충분히 근접한지를 확인한다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 내의 충분히 근접한 압력은 외부 모듈 압력의  $\pm 10$  Torr 이내이다.

[0061] ● 챔버 (100) 가 웨이퍼 (207) 를 수취하기 위해 개방될 때 챔버 (100) 의 내부 볼륨이 노출될 외부 모듈 내의 산소 함유량에 챔버 (100) 내의 산소 함유량이 충분히 근접한지를 확인한다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 내의 충분히 근접한 산소 함유량은 외부 모듈 산소 함유량의  $\pm 5$  ppm 이내이다.

[0062] ● 엔트리 도어 (101) 가 내려져 있는지를 확인한다.

[0063] 챔버 (100) 로의 웨이퍼 (207) 전달 시퀀스는 외부 모듈로부터 챔버 (100) 를 시일하는 로커 (rocker) 밸브를 개방함으로써 시작한다. 그 후, 웨이퍼 (207) 가 웨이퍼 핸드오프 포지션에 위치되도록, 로봇식 웨이퍼 핸들링 디바이스에 의해 웨이퍼 (207) 는 챔버 (100) 로 연장된다. 그 후, 구동 롤러들 (701) 은 웨이퍼 (207) 의 에지를 향해 그들의 완전히 연장된 포지션으로 이동된다. 그 후, 스테빌라이저 롤러 (605) 는 웨이퍼 (207) 를 향해 이동되어, 웨이퍼 (207) 의 에지를 인게이지시키고, 또한 웨이퍼 (207) 의 에지가 구동 롤러들 (701) 에 의해 인게이지되게 한다. 스테빌라이저 롤러 (605) 에 의한 웨이퍼 (207) 의 바람직한 인게이지는 웨이퍼 (207) 가 챔버 (100) 내의 그것의 올바른 포지션에 존재한다는 것을 나타낼 것이다. 그 후, 로봇식 웨이퍼 핸들링 디바이스는 웨이퍼 (207) 로부터 내려지고 챔버 (100) 로부터 후퇴된다. 그 후, 엔트리 도어 (101) 및 로커 밸브가 닫힌다.

[0064] 챔버 (100) 내에서의 웨이퍼 (207) 의 수취에 뒤따라서, 웨이퍼 (207) 는 처리를 위해 챔버 (100) 의 하부 영역 (1009) 으로 이동된다. 플레이트 리프트 어셈블리 (115) 및 샤프트 (801) 에 의해, 플레이트 (209) 은 챔버 (100) 의 상부 영역 (1007) 으로부터 챔버 (207) 의 하부 영역 (1009) 으로 웨이퍼 (207) 를 이송하기 위해 사용된다. 도 6b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 핸드오프 포지션으로 올려진 플레이트 (209) 을 도시하는 도면이다. 플레이트 (209) 을 올리기 전에, 상부 및 하부 프로세스 헤드들 (203/205) 이 그들의 홈 포지션들에 있는지에 대한 확인이 행해진다. 또한, 플레이트 (209) 을 올리기 전에, 구동 롤러들 (701) 에 의해 웨이퍼 (207) 가 필요한 만큼 회전될 수 있다. 그 후, 플레이트 (209) 은 웨이퍼 픽업 포지션으로 올려진다. 웨이퍼 픽업 포지션에서, 플레이트 (209) 으로의 진공 공급이 활성화된다. 스테빌라이저 롤러 (605) 가 그것의 후퇴된 포지션으로 웨이퍼 (207) 로부터 떨어지게 이동된다. 또한, 구동 롤러들 (701) 이 그들의 후퇴된 포지션으로 웨이퍼 (207) 로부터 떨어지게 이동된다. 이 때, 웨이퍼 (207) 는 플레이트 (209) 에 진공 척킹된다. 일 실시형태에서, 플레이트의 진공 압력은 최대 사용자 특정된 값 미만하도록 확인된다. 플레이트의 진공 압력이 수락가능한 경우에, 웨이퍼 핸드오프 처리가 진행된다. 그렇지 않은 경우에, 웨이퍼 핸드오프 처리는 중단된다.

[0065] 플레이트 (209) 은 사용자 특정된 온도까지 가열되고, 웨이퍼 (207) 는 사용자 특정된 지속기간 동안 플레이트 (209) 상에 홀딩되어, 웨이퍼 (207) 가 가열되는 것을 허용한다. 그 후, 웨이퍼가 위에 놓인 플레이트 (209) 은, 플레이트 (209) 이 유체 보울 시일 (909) 을 인게이지시키는 포지션 바로 위의, 즉 시일링 포지션 바로 위의 호버링 포지션으로 내려진다. 도 6c는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 시일링 포지션 바로 위의 호버링 포지션에 있는 플레이트 (209) 을 도시하는 도면이다. 호버링 포지션에서의 유체 보울 시일 (909) 과 플레이트 (209) 사이의 거리는 사용자 선택가능한 파라미터이다. 일 실시형태에서, 호버링 포지션에서의 유체 보울 시일 (909) 과 플레이트 (209) 사이의 거리는 약 0.05 인치로부터 약 0.25 인치까지 이르는 범위 이내이다.

[0066] 웨이퍼 (207) 가 위에 놓인 플레이트 (209) 이 호버링 포지션에 있을 때, 무전해 도금 처리가 시작될 수 있다. 무전해 도금 처리 이전에, FHS는 사전 혼합된 상태의 무전해 도금 케미컬들을 재순환시키도록 동작된다. 플레이트 (209) 이 호버링 포지션에서 유지되면서, 유체 분사 노즐들 (1001) 에 의한 유체 보울 (211) 로의 무전해 도금 용액 (1003) 의 유동이 개시된다. 플레이트 (209) 이 호버링 포지션에 있을 때의 무전해 도금 용액 (1003) 의 유동은 안정화 유동이라 지칭된다. 안정화 유동 동안에, 무전해 도금 용액 (1003) 은 유체 분사 노즐들로부터 유체 보울 (211) 드레인 베이슨 (basin) 으로 플레이트 (209) 과 유체 보울 시일 (909) 사이에서 아래로 유동한다. 유체 분사 노즐들 (1001) 은 유체 보울 (211) 의 주변부 주위에 실질적으로 균일하게 이격된 방식으로 배치되어, 플레이트 (209) 이 내려져서 유체 보울 시일 (909) 을 인게이지시킬 때 플레이트 (209) 의 하측의 주변부 주위에 균일하게 위치된다. 또한, 유체 분사 노즐들 (1001) 의 각각은, 그로부터 분사되는 무전해 도금 용액 (1003) 이 플레이트 (209) 의 최상부에 홀딩된 웨이퍼 (207) 아래의 위치에서 분사되도록 위치된다.

[0067] 안정화 유동은, 플레이트 (209) 이 내려져서 유체 보울 시일 (909) 을 인게이지시키기 전에, 유체 분사 노즐들

(1001)의 각각으로의 무전해 도금 용액 (1003)의 유동이 안정화되는 것을 허용한다. 안정화 유동은, 사용자 특정된 시간의 양이 경과하거나 또는 유체 분사 노즐들 (1001)로부터 무전해 도금 용액 (1003)의 사용자 특정된 볼륨이 분사될 때까지 지속된다. 일 실시형태에서, 안정화 유동은 약 0.1 초로부터 약 2 초까지 이르는 기간 동안 지속된다. 또한, 일 실시형태에서, 안정화 유동은, 유체 분사 노즐들 (1001)로부터 약 25 mL로부터 약 500 mL까지 이르는 무전해 도금 용액 (1003)의 볼륨이 분사될 때까지 지속된다.

[0068]

안정화 유동의 종국에서, 플레이트 (209)이 내려져서 유체 보울 시일 (909)을 인게이지시킨다. 도 6d는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 안정화 유동의 완료에 뒤따라 유체 보울 시일 (909)을 인게이지시키기 위해 내려진 플레이트 (209)을 도시하는 도면이다. 플레이트 (209)에 의한 유체 보울 시일 (909)의 인게이지 시에, 유체 분사 노즐들 (1001)로부터 유동하는 무전해 도금 용액 (1003)은 유체 보울 (211)과 플레이트 (209)사이의 스페이스를 채워서, 웨이퍼 (207)의 주변부 위로 분출할 것이다. 유체 분사 노즐들 (1001)이 플레이트 (209)의 주변부 주위에 실질적으로 균일하게 배치되어 있기 때문에, 무전해 도금 용액 (1003)은 실질적으로 균일한 방식으로 웨이퍼의 주변부 에지 위로 상승하여, 웨이퍼 (207)의 주변부로부터 웨이퍼 (207)의 중심을 향해 실질적으로 동심적인 방식으로 유동할 것이다.

[0069]

일 실시형태에서, 플레이트 (209)에 의해 유체 보울 시일 (909)이 인게이지된 후에, 유체 분사 노즐들 (1001)로부터 약 200 mL로부터 약 1000 mL까지 이르는 무전해 도금 용액 (1003)의 추가 볼륨이 분사된다. 추가적인 무전해 도금 용액 (1003)의 분사는 약 1 초로부터 약 10 초까지 걸릴 수도 있다. 전체 웨이퍼 (207)표면을 무전해 도금 용액 (1003)으로 커버하기 위한 추가적인 무전해 도금 용액 (1003)의 분사에 뒤따라서, 사용자 정의된 기간이 경과되도록 허용되며, 그 기간 동안 웨이퍼 표면 상에서 무전해 도금 반응들이 발생한다.

[0070]

무전해 도금 반응을 위한 사용자 정의된 기간에 즉시 뒤따라서, 웨이퍼 (207)에 린스 처리가 행해진다. 도 6e는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 린스 처리를 받는 웨이퍼 (207)를 도시하는 도면이다. 린스 처리 동안, 플레이트 (209)은 웨이퍼 린스 포지션으로 올려진다. 플레이트 (209)이 올려질 때, 플레이트 (209)과 유체 보울 시일 (909)사이의 시일이 깨지고, 웨이퍼 (207)위의 대부분의 무전해 도금 용액 (1003)이 유체 보울 (211)드레인 베이스으로 유동할 것이다. 웨이퍼 (207)상의 잔여 무전해 도금 용액 (1003)은 린스 노즐들 (903)로부터 웨이퍼 (207)상으로 린스 유체 (1005)를 분사함으로써 제거된다. 일 실시형태에서, 린스 유체 (1005)는 순수 (deionized water; DIW)이다. 일 실시형태에서, 린스 노즐들 (903)은 FHS 내의 단일 밸브로부터 공급된다. 필요한 경우에, 린스 처리 동안 플레이트 (209)이 이동될 수 있다. 또한, 질소와 같은 불활성 가스가 블로우다운 노즐들 (905)로부터 분사되어 웨이퍼 표면에서 액체를 불어 날릴 수 있다. 린스 유체 (1005) 유동 및 불활성 블로우다운 가스 유동의 활성화 및 지속기간은 사용자 특정된 파라미터들이다.

[0071]

웨이퍼 린스 처리에 뒤따라서, 웨이퍼 핸드오프 포지션과 동일한 웨이퍼 건조 포지션으로 웨이퍼 (207)가 이동된다. 다시 도 6b를 참조하면, 플레이트 (209)은 구동 롤러들 (701) 및 스테빌라이저 롤러 (605)에 근접하게 웨이퍼 (207)를 위치시키도록 올려진다. 린스 포지션으로부터 플레이트 (209)을 올리기 전에, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205)이 그들의 홈 포지션들에 있는지, 구동 롤러들 (701)이 완전히 후퇴되어 있는지, 그리고 스테빌라이저 롤러 (605)가 완전히 후퇴되어 있는지에 대한 확인이 행해진다. 건조 포지션으로 웨이퍼가 올리지면, 구동 롤러들 (701)은 그들의 완전히 연장된 포지션으로 이동되고, 스테빌라이저 롤러 (605)가 이동되어 웨이퍼 (207)의 에지를 인게이지시켜서, 구동 롤러들 (701)이 웨이퍼 (207)의 에지를 인게이지시키게 한다. 이 때, 플레이트 (209)에 대한 진공 공급이 턴오프되고 플레이트는 웨이퍼 (207)로부터 약간 떨어지게 내려진다. 웨이퍼 (207)가 구동 롤러들 (701) 및 스테빌라이저 롤러 (605)에 의해 고정적으로 홀딩된 것이 확인되면, 플레이트 (209)은 유체 보울 시일링 포지션으로 내려지고, 유체 보울 시일링 포지션에서, 플레이트 (209)은 챔버 내의 웨이퍼 처리의 지속기간 동안 남아 있다.

[0072]

도 6f는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205)에 의해 건조 처리를 받는 웨이퍼 (207)를 도시하는 도면이다. 일 실시형태에서, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205)로의 유동은 프록스 헤드들이 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201)에 있으면서 개시된다. 다른 실시형태에서, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205)은, 프록스 헤드들로의 유동을 개시하기 전에 웨이퍼 (207)의 중심으로 이동된다. 프록스 헤드들 (203/205)로의 유동을 개시하기 위해, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205)양자 모두로의 진공이 개시된다. 그 후, 사용자 정의된 기간에 뒤따라서, 레시피 정의된 유량으로 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205)로 질소 및 이소프로필 알코올 (IPA)이 유동되어, 상부 및 하부 건조 매니스커스들 (1011A/1011B)을 형성한다. 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201)에서 유동이 개시되는 경우에, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205)은, 웨이퍼가 회전됨에 따라, 웨이퍼 중심으로 이동된다. 웨이퍼 중심에서 유동이

개시되는 경우에, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 은, 웨이퍼가 회전됨에 따라, 웨이퍼 도킹 스테이션 (201) 으로 이동된다. 건조 처리 동안의 웨이퍼 회전은 초기 회전 속도로 개시되고, 프록스 헤드들 (203/205) 이 웨이퍼를 횡단하여 스캐닝됨에 따라 조정된다. 일 실시형태에서, 건조 처리 동안에, 웨이퍼는 약 0.25 rpm (revolution per minute) 으로부터 약 10 rpm까지 이르는 레이트로 회전될 것이다. 웨이퍼 회전 속도는, 웨이퍼에 대한 프록스 헤드 (203/205) 반경 포지션의 함수로서 변할 것이다. 또한, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 의 스캐닝 속도는 초기 스캔 속도로 개시되고, 프록스 헤드들 (203/205) 이 웨이퍼를 횡단하여 스캐닝됨에 따라 조정된다. 일 실시형태에서, 프록스 헤드들 (203/205) 은 약 1 mm/sec로부터 약 75 mm/sec까지 이르는 레이트로 웨이퍼를 횡단하여 스캐닝된다. 건조 처리의 종국에서, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 은 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 으로 이동되고, 프록스 헤드들 (203/205) 로의 IPA 유동이 중지되고, 프록스 헤드들 (203/205) 로의 질소 유동이 중지되며, 프록스 헤드들 (203/205) 로의 진공 공급이 중지된다.

[0073]

건조 처리 동안에, 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 은 웨이퍼 (207) 의 최상부면 (207A) 및 저부면 (207B) 에 각각 매우 근접하게 위치된다. 이 포지션에 있다면, 프록스 헤드들 (203/205) 은, 웨이퍼 (207) 의 최상부면 및 저부면으로부터 유체들을 인가 및 제거할 수 있는 웨이퍼 (207) 와 접촉하는 웨이퍼 처리 메니스커스들 (1011A/1011B) 을 생성하기 위해, IPA 및 DIW 소스 입구들 및 진공 소스 출구(들)를 이용할 수도 있다. 웨이퍼 처리 메니스커스들 (1011A/1011B) 은 도 7에 대하여 제공된 설명들에 따라 생성될 수도 있으며, 여기서 IPA 증기 및 DIW가 프록스 헤드들 (203/205) 과 웨이퍼 (207) 사이의 영역으로 입력된다. IPA 및 DIW가 입력되는 때와 실질적으로 동시에, 진공이 웨이퍼 표면에 매우 근접하게 인가되어, IPA 증기, DIW, 및 웨이퍼 표면 상에 있을 수도 있는 유체들을 출력할 수도 있다. 본 예시적인 실시형태에서 IPA가 이용되지만, 물과 섞일 수도 있는 임의의 적합한 알코올 증기, 유기 화합물들, 핵산올, 에틸 글리콜 등과 같은 임의의 다른 적합한 타입의 증기가 이용될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. IPA에 대한 대안들은, 디아세톤, 디아세톤 알코올, 1-메톡시-2-프로판올, 에틸글리콜, 메틸-피롤리돈, 에틸락테이트, 2-부탄올을 이에 한정되지 않게 포함한다. 또한, 이들 유체들은 표면 장력 감소 유체들로서 알려져 있을 수도 있다. 표면 장력 감소 유체들은 2개의 표면들 사이 (즉, 웨이퍼 (207) 의 표면과 프록스 헤드들 (203/205) 사이) 의 표면 장력 기울기를 증가시키도록 작용한다.

[0074]

웨이퍼 (207) 와 프록스 헤드들 (203/205) 사이의 영역에 있는 DIW의 부분은 동적 액체 메니스커스 (1011A/1011B) 이다. 여기서 사용된 바와 같이, "출력" 이라는 용어는 특정한 프록스 헤드 (203/205) 와 웨이퍼 (207) 사이의 영역으로부터의 유체의 제거를 지칭할 수 있으며, "입력" 이라는 용어는 특정한 프록스 헤드 (203/205) 와 웨이퍼 (207) 사이의 영역에 대한 유체의 도입일 수 있다는 것이 인식되어야 한다.

[0075]

도 7은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 프록스 헤드 (203/205) 에 의해 실시될 수도 있는 예시적인 처리를 도시하는 도면이다. 도 7이 처리되고 있는 웨이퍼 (207) 의 최상부면 (207A) 을 도시하고 있지만, 웨이퍼 (207) 의 저부면 (207B) 에 대해 실질적으로 동일한 방식으로 처리가 달성될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 도 7이 기관 건조 처리를 나타내지만, 다수의 다른 제조 처리들 (예컨대, 식각, 린스, 세정 등) 이 유사한 방식으로 웨이퍼 표면에 인가될 수도 있다. 일 실시형태에서, 소스 입구 (1107) 는 웨이퍼 (207) 의 최상부면 (207A) 을 향해 이소프로필 알코올 (IPA) 증기를 인가하기 위해 이용될 수도 있으며, 소스 입구 (1111) 는 최상부면 (207A) 을 향해 순수 (DIW) 를 인가하기 위해 이용될 수도 있다. 또한, 소스 출구 (1109) 는 표면 (207A) 에 매우 근접한 영역에 진공을 인가하여, 표면 (207A) 상에 위치되거나 또는 그 근처에 위치될 수도 있는 유체 또는 증기를 제거할 수도 있다.

[0076]

적어도 하나의 소스 입구 (1107) 가 적어도 하나의 소스 출구 (1109) 에 인접하고 이어서 그 적어도 하나의 소스 출구 (1109) 가 적어도 하나의 소스 입구 (1111) 에 인접한 적어도 하나의 조합이 존재하는 한, 소스 입력들 및 소스 출력들의 임의의 적합한 조합이 이용될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. IPA는 예컨대 증기 형태의 IPA가 질소 캐리어 가스의 사용을 통해 입력되는 IPA 증기와 같은 임의의 적합한 형태일 수도 있다. 또한, 여기서 DIW가 이용되지만, 예컨대 다른 방식들로 정제된 물, 세정 유체들, 및 다른 처리 유체들 및 케미컬들과 같은 기관 처리를 가능하게 하거나 또는 향상시킬 수도 있는 임의의 다른 적합한 유체가 이용될 수도 있다. 일 실시형태에서, IPA 유입 (1105) 은 소스 입구 (1107) 를 통해 제공되고, 진공 (1113) 은 소스 출구 (1109) 를 통해 인가되며, DIW 유입 (1115) 은 소스 입구 (1111) 를 통해 제공된다. 웨이퍼 (207) 상에 유체 막이 있는 경우에, 제 1 유체 압력이 IPA 유입 (1105) 에 의해 기관 표면에 인가되고, 제 2 유체 압력이 DIW 유입 (1115) 에 의해 기관 표면에 인가되며, 제 3 유체 압력이 진공 (1113) 에 의해 인가되어, 기관 표면 상의 DIW, IPA, 및 유체 막을 제거할 수도 있다.

- [0077] 웨이퍼 표면 (207A) 상으로의 유체 유동량을 제어하고, 인가되는 진공을 제어함으로써, 메니스커스 (1011A) 가 임의의 적합한 방식으로 관리 및 제어될 수도 있다. 예컨대, 일 실시형태에서, DIW 유동 (1115) 을 증가시키는 것 및/또는 진공 (1113) 을 감소시키는 것에 의해, 소스 출구 (1109) 를 통한 유출은 거의 모두 DIW 및 웨이퍼 표면 (207A) 으로부터 제거되고 있는 유체들일 수도 있다. 다른 실시형태에서, DIW 유동 (1115) 을 감소시키는 것 및/또는 진공 (1113) 을 증가시키는 것에 의해, 소스 출구 (1109) 를 통한 유출은 실질적으로 DIW 와 IPA의 조합 뿐만 아니라 웨이퍼 표면 (207A) 으로부터 제거되고 있는 유체들일 수도 있다.
- [0078] 웨이퍼 건조 처리에 뒤따라서, 웨이퍼 (207) 는 예컨대 MTM과 같은 외부 모듈로 리턴될 수 있다. 일 실시형태에서, 외부 모듈로 다시 웨이퍼를 전달하는 것을 개시하기 전에 챔버 (100) 내에서 다음 컨디션들이 만족되어야 한다.
- [0079] ● 엔트리 도어 (101) 를 내리기 전에, 챔버로 입력되는 액체가 턴오프되어 있는지를 확인한다.
- [0080] ● 엔트리 도어 (101) 가 내려져 있는지를 확인한다.
- [0081] ● 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 이 프록스 헤드 도킹 스테이션 (201) 상의 그들의 홈 포지션들에 있는지를 확인한다.
- [0082] ● 챔버 (100) 가 웨이퍼 (207) 를 수취하기 위해 개방될 때 챔버 (100) 의 내부 볼륨이 노출될 외부 모듈 내의 압력에 챔버 (100) 내의 압력이 충분히 근접한지를 확인한다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 내의 충분히 근접한 압력은 외부 모듈 압력의  $\pm 10$  Torr 이내이다.
- [0083] ● 챔버 (100) 가 웨이퍼 (207) 를 수취하기 위해 개방될 때 챔버 (100) 의 내부 볼륨이 노출될 외부 모듈 내의 산소 함유량에 챔버 (100) 내의 산소 함유량이 충분히 근접한지를 확인한다. 일 실시형태에서, 챔버 (100) 내의 충분히 근접한 산소 함유량은 외부 모듈 산소 함유량의  $\pm 5$  ppm 이내이다.
- [0084] 외부 모듈에 다시 웨이퍼를 전달하는 처리는, 외부 모듈로부터 챔버 (100) 를 시일하는 로커 밸브의 개방을 포함한다. 그 후, 로봇식 웨이퍼 핸들링 디바이스가, 웨이퍼 건조 포지션으로부터 웨이퍼를 검색하기 위해, 소정의 포지션에서 챔버로 삽입된다. 그 후, 스테빌라이저 롤러 (605) 가 그것의 완전히 후퇴된 포지션으로 웨이퍼 (207) 로부터 떨어지게 이동된다. 그 후, 구동 롤러들 (701) 이 그들의 완전히 후퇴된 포지션으로 웨이퍼 (207) 로부터 떨어지게 이동된다. 이 때, 웨이퍼는 로봇식 핸들링 디바이스에 의해 홀딩된다. 그 후, 웨이퍼가 위에 홀딩된 로봇식 웨이퍼 핸들링 디바이스는 챔버 (100) 로부터 후퇴된다. 그 후, 엔트리 도어 (101) 및 로커 밸브가 닫힌다.
- [0085] 도 8은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 클러스터 아키텍처 (1200) 를 도시하는 도면이다. 클러스터 아키텍처 (1200) 는 제어된 분위기 전달 모듈 (1201), 즉 관리된 전달 모듈 (MTM) (1201) 을 포함한다. MTM (1201) 은 슬롯 밸브 (1209E) 에 의해 로드 록 (1205) 에 연결된다. MTM (1201) 은, 로드 록 (1205) 으로부터 웨이퍼를 검색할 수 있는 로봇식 웨이퍼 핸들링 디바이스 (1203), 즉 엔드 이펙터 (end effector) (1203) 를 포함한다. 또한, MTM (1201) 은 슬롯 밸브들 (1209A, 1209B, 1209C, 및 1209D) 각각을 통해 다수의 처리 모듈들 (1207A, 1207B, 1207C, 및 1207D) 과 연결된다. 일 실시형태에서, 처리 모듈들 (1207A 내지 1207D) 은 제어된 분위기 습식 처리 모듈들이다. 제어된 분위기 습식 처리 모듈들 (1207A 내지 1207D) 은 제어된 불활성 분위기 환경에서 웨이퍼의 표면을 처리하도록 구성된다. MTM (1203) 의 제어된 불활성 분위기 환경은, 불활성 가스가 MTM (1203) 으로 펌핑되고 산소가 MTM (1203) 에서 정화되도록 관리된다. 일 실시형태에서, 무전해 도금 챔버 (100) 는 처리 모듈로서 MTM (1203) 에 연결될 수 있다. 예컨대, 도 8은 처리 모듈 (1207A) 이 실제로 드라이-인/드라이-아웃 무전해 도금 챔버 (100) 인 것을 도시한다.
- [0086] MTM (1203) 으로부터 산소의 전부 또는 대부분을 제거하고 그것을 불활성 가스로 대체함으로써, MTM (1203) 은, 챔버 (100) 에서 무전해 도금 처리가 수행되기 전 또는 후의 이제 방금 처리된 웨이퍼를 노출시키지 않는 트랜지션 환경을 제공할 것이다. 특정 실시형태들에서, 다른 처리 모듈들 (1207B 내지 1207D) 은 전기 도금 모듈들, 무전해 도금 모듈들, 드라이-인/드라이-아웃 습식 처리 모듈들, 또는 웨이퍼 표면 또는 피처의 최상부 상의 층의 적용, 형성, 제거, 또는 증착, 또는 다른 타입의 웨이퍼 처리를 가능하게 할 다른 타입의 모듈들일 수도 있다.
- [0087] 일 실시형태에서, 챔버 (100) 및 예컨대 FHS와 같은 인터페이스 장비의 모니터링 및 제어는 처리 환경에 대하여 원거리에서 위치된 컴퓨터 시스템 상에서 동작하는 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI) 를 통해 제공된다. 챔버 (100) 및 인터페이스 장비 내의 다양한 센서들은 GUI에서의 관독을 제공하기 위해 연결된다. 챔버 (100) 및



인터페이스 장비 내의 각각의 전기적으로 가동되는 제어는 GUI를 통해 가동될 수 있다. 또한, GUI는 챔버 (100) 및 인터페이스 장비 내의 다양한 센서 관독들에 기초하여 경고들 및 알람들을 디스플레이하도록 정의된다. GUI는 또한 처리 상태 및 시스템 컨디션들을 표시하도록 정의된다.

[0088] 본 발명의 챔버 (100) 는 다수의 유리한 피쳐들을 포함한다. 예컨대, 챔버 (100) 내의 상부 및 하부 프록스 헤드들 (203/205) 의 구현은 드라이-인/드라이-아웃 웨이퍼 무전해 도금 처리 능력을 갖는 챔버 (100) 를 제공한다. 드라이-인/드라이-아웃 능력은, 챔버 (100) 가 MTM과 인터페이스할 수 있게 하고, 웨이퍼 표면 상의 케미컬 반응들의 더 엄격한 제어를 가능하게 하며, 챔버 (100) 외부로의 케미컬들의 운반을 방지한다.

[0089] 또한, 챔버 (100) 의 이중벽 구성은 이점들을 제공한다. 예컨대, 외부 구조벽은 강도 및 인터페이스 정밀도를 제공하면서, 내부 라이너는 케미컬들이 외부 구조벽에 도달하지 않도록 막기 위한 케미컬 경계를 제공한다. 외부 구조벽이 진공 경계를 제공하는데 책임이 있기 때문에, 내부 라이너가 진공 경계를 제공할 수 있어야 할 필요가 없고, 따라서 내부벽이 플라스틱과 같은 불활성 재료들로부터 제조될 수 있게 한다. 또한, 내부벽은 챔버 (100) 의 세정 또는 재장비를 용이하게 하기 위해 제거가능하다. 또한, 외부벽의 강도는 챔버 (100) 내의 불활성 분위기 컨디션을 달성하는데 요구되는 시간의 감소를 가능하게 한다.

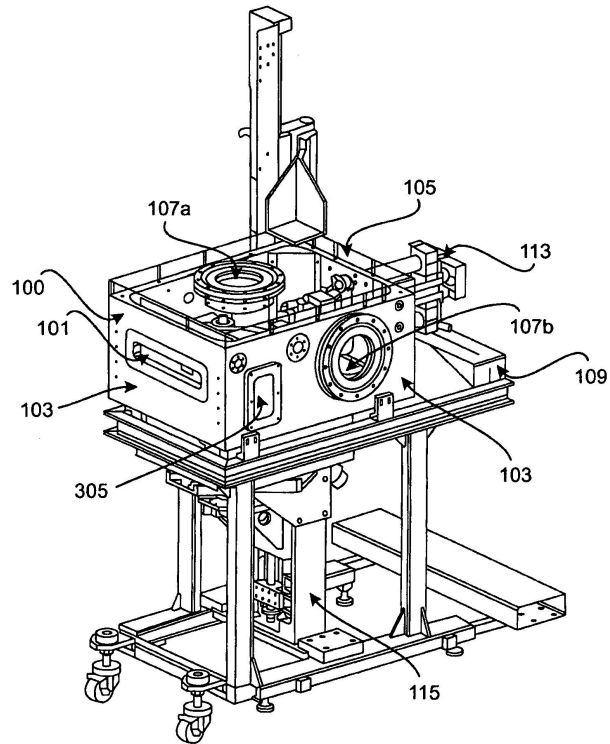
[0090] 챔버 (100) 는 챔버 (100) 내의 분위기 컨디션들의 제어를 제공한다. 건조 동안의 불활성 분위기 컨디션의 사용은 표면 장력 기울기 (STG) 의 생성을 가능하게 하고, 이는 이어서 프록스 헤드 처리들을 가능하게 한다. 예컨대, 이산화 탄소 분위기 컨디션은 프록스 헤드 건조 처리 동안의 STG의 생성을 보조하기 위해 챔버 (100) 내에서 확립될 수 있다. 습식 처리 챔버 내의, 즉 무전해 도금 챔버 내의 STG 건조, 즉 프록스 헤드 건조의 포함은 다중-스테이지 처리 능력을 가능하게 한다. 예컨대, 다중-스테이지 처리는, 챔버의 상부 영역에서의 프록스 헤드들에 의한 사전-세정 동작, 챔버의 하부 영역에서의 무전해 도금 처리, 및 챔버의 상부 영역에서의 프록스 헤드들의 방식에 의한 사후-세정 및 건조 동작들을 포함할 수도 있다.

[0091] 또한, 챔버 (100) 는 요구되는 무전해 도금 용액의 양을 최소화함으로써, 단일-샷 (single-shot) 케미스트리, 즉 단일 사용 및 폐기 케미스트리의 사용을 가능하게 한다. 또한, 웨이퍼 상의 석출 이전에 전해질 활성화를 제어하기 위해, 사용 시점 혼합 접근법이 구현된다. 이는, 인젝터 튜브를 포함하는 믹싱 매니폴드의 사용에 의해 달성되고, 여기서 활성 케미스트리는, 유체 보울 분사 위치들에 가능한 근접하게, 인젝터 튜브를 둘러싸는 케미컬들의 유동 스트림으로 주입된다. 이는 반응물 안정성을 증가시키고 결함들을 감소시킨다. 또한, 챔버 (100) 의 퀀칭 (quenching) 린스 능력은 웨이퍼 상의 무전해 도금 반응 시간에 걸쳐 더 많은 제어를 제공한다. 챔버 (100) 는 또한 유체 보울의 제한된 볼륨으로 "백플러시 (backflush)" 케미스트리를 도입함으로써 쉽게 세정되도록 구성된다. "백플러시" 케미스트리는 무전해 도금 용액에 의해 도입될 수도 있는 금속 오염물들을 제거하기 위해 형성된다. 다른 실시형태들에서, 챔버 (100) 는 또한 다양한 타입의 인시추 (in-situ) 메트롤로지를 포함하도록 구성될 수 있다. 또한, 몇몇 실시형태들에서, 챔버 (100) 는 웨이퍼 상의 무전해 도금 반응들을 개시하기 위해 복사 또는 흡수성 가열 소스들을 포함할 수 있다.

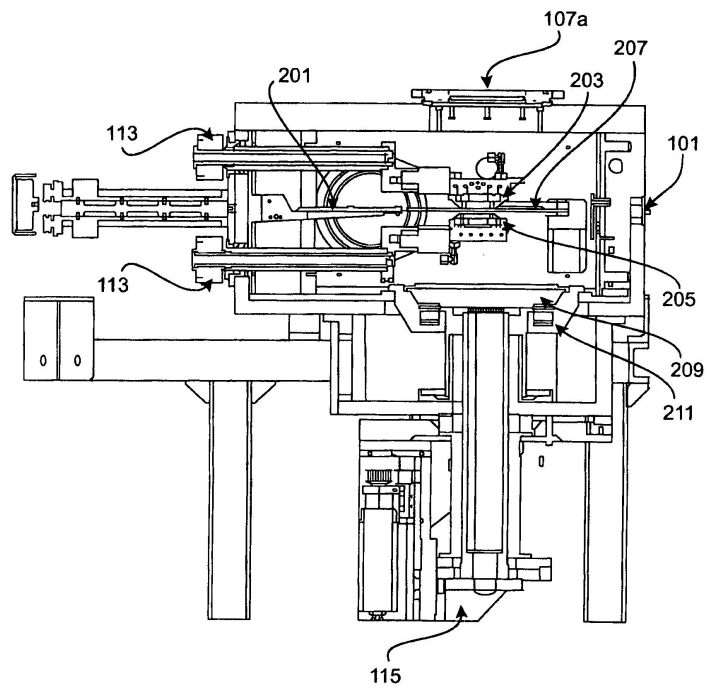
[0092] 본 발명이 수개의 실시형태들에 의해 설명되었지만, 선행하는 설명들을 읽고 도면들을 학습할 시에 당업자가 본 발명의 다양한 변형물, 추가물, 치환물, 및 균등물을 실현할 것이라는 것이 인식되어야 한다. 따라서, 본 발명이 본 발명의 진정한 사상 및 범위 내에 속하는 모든 그러한 변형물, 추가물, 치환물, 및 균등물을 포함하는 것이 의도된다.

도면

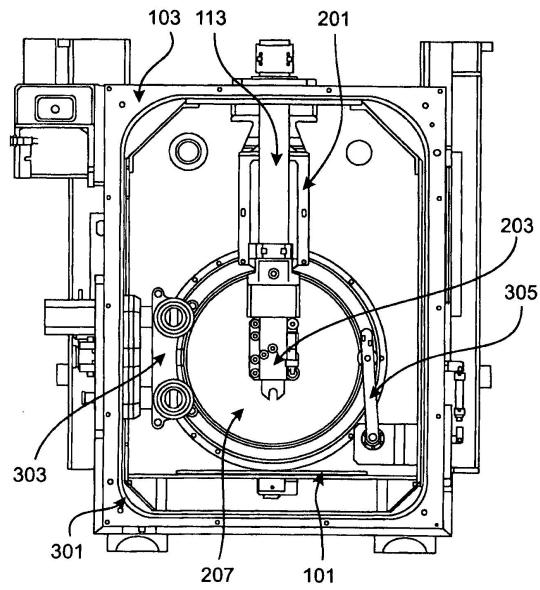
도면1



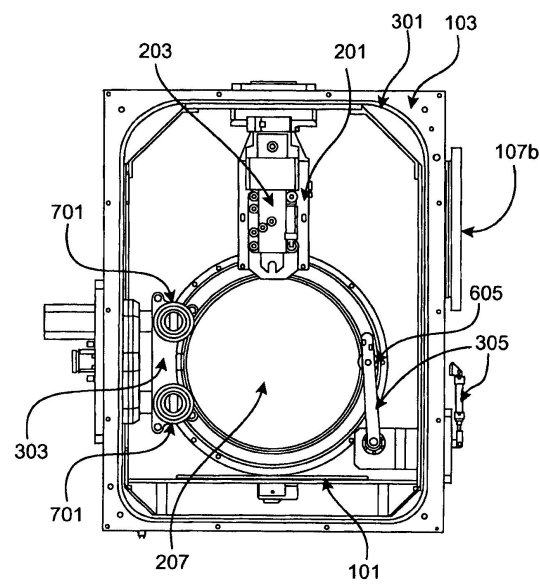
도면2



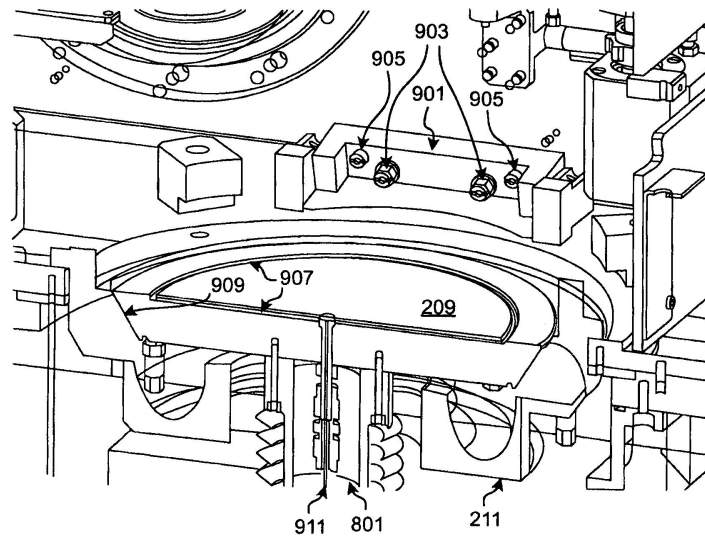
도면3



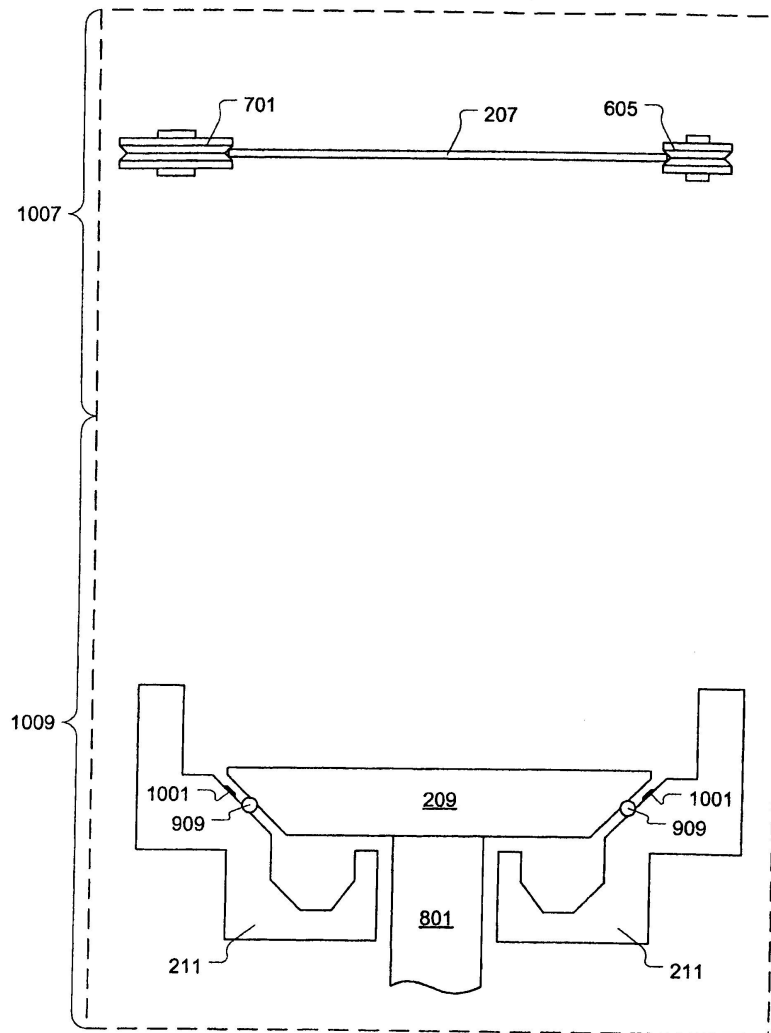
도면4



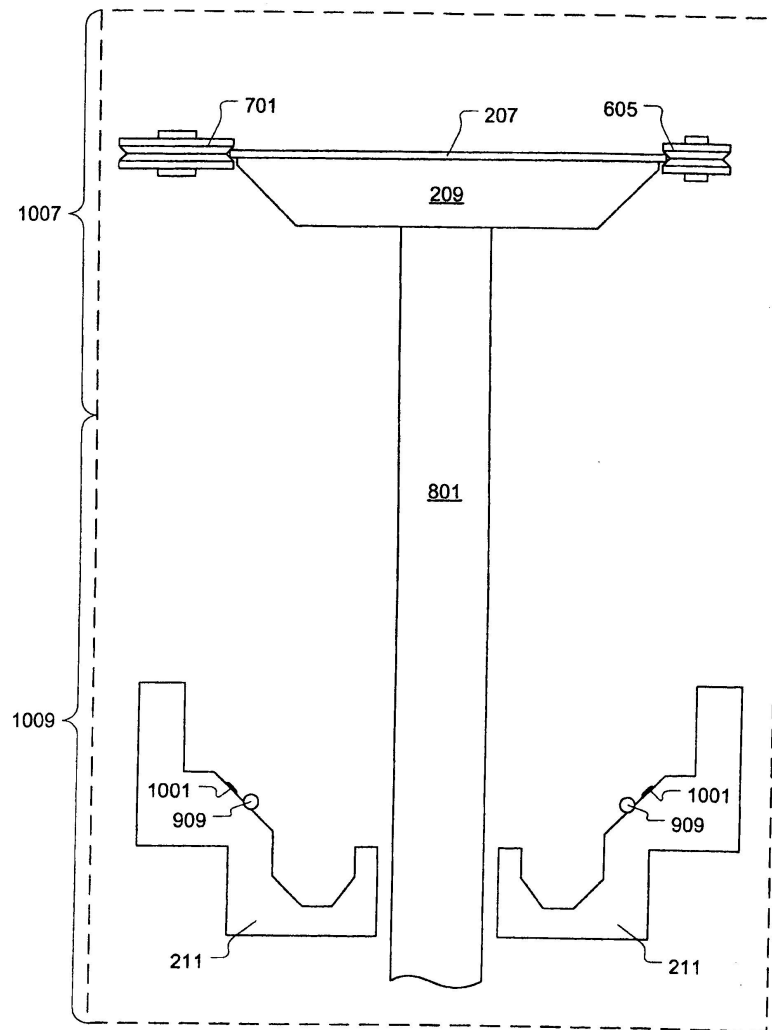
도면5



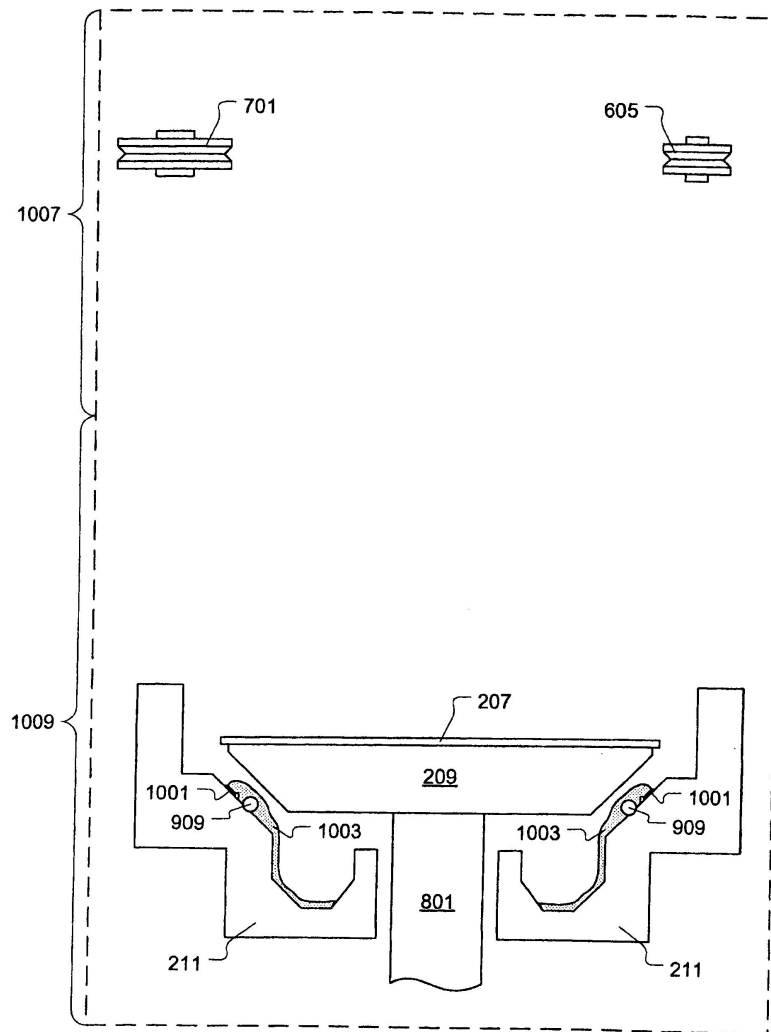
도면6a



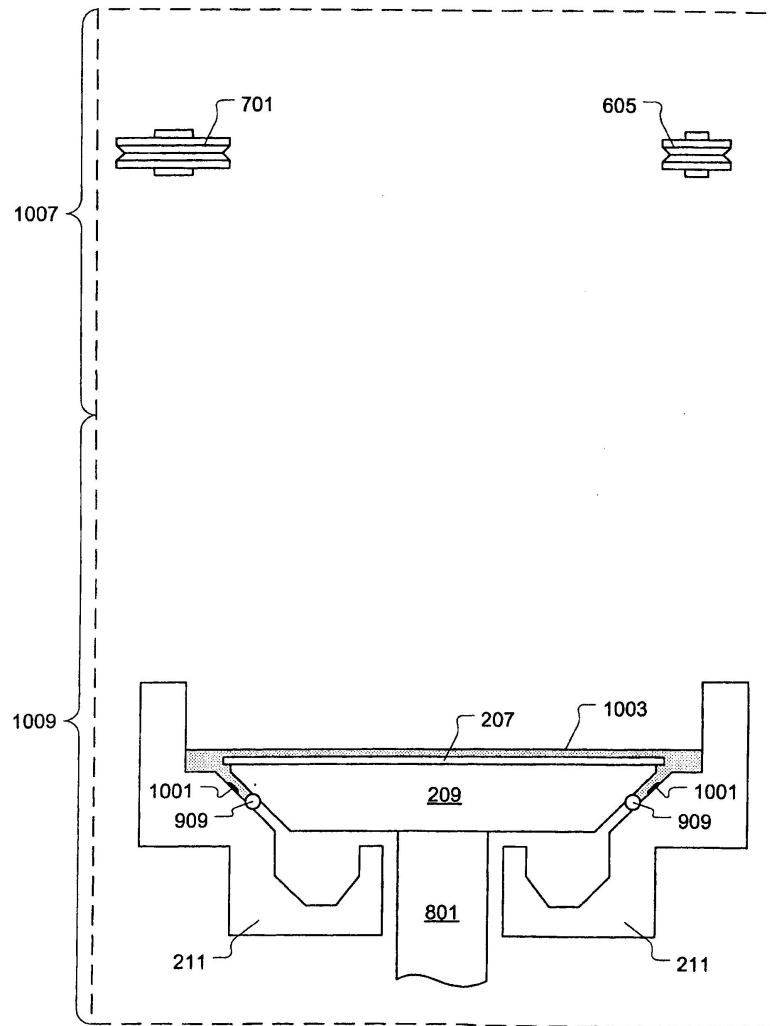
도면6b



도면6c

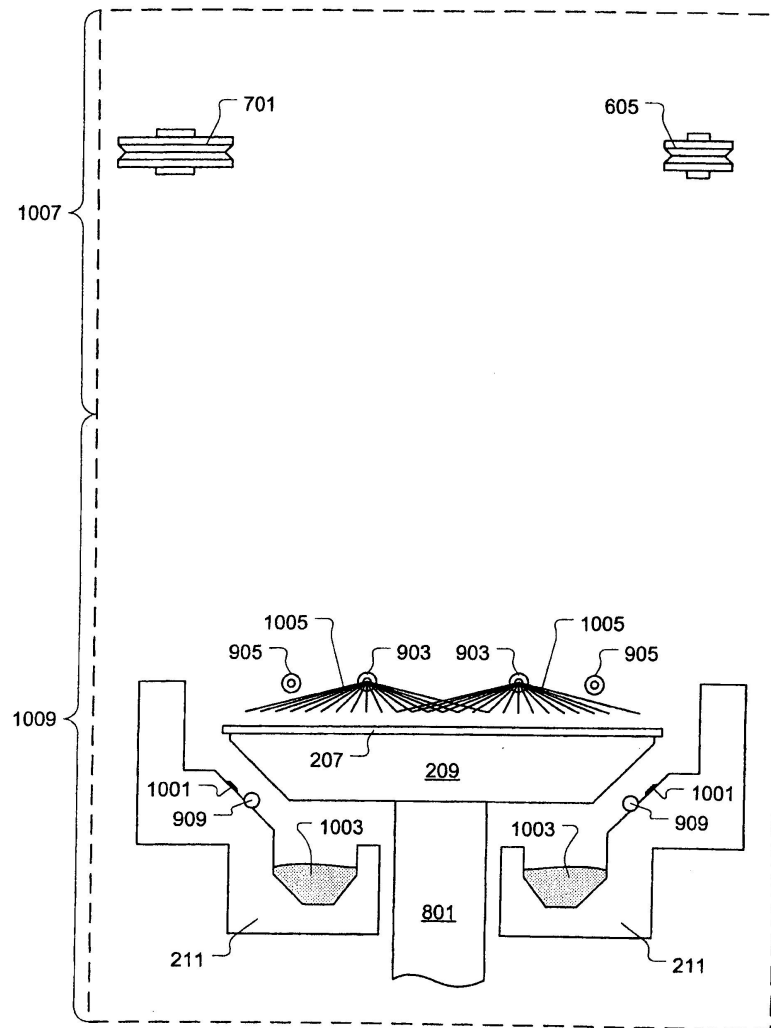


도면6d

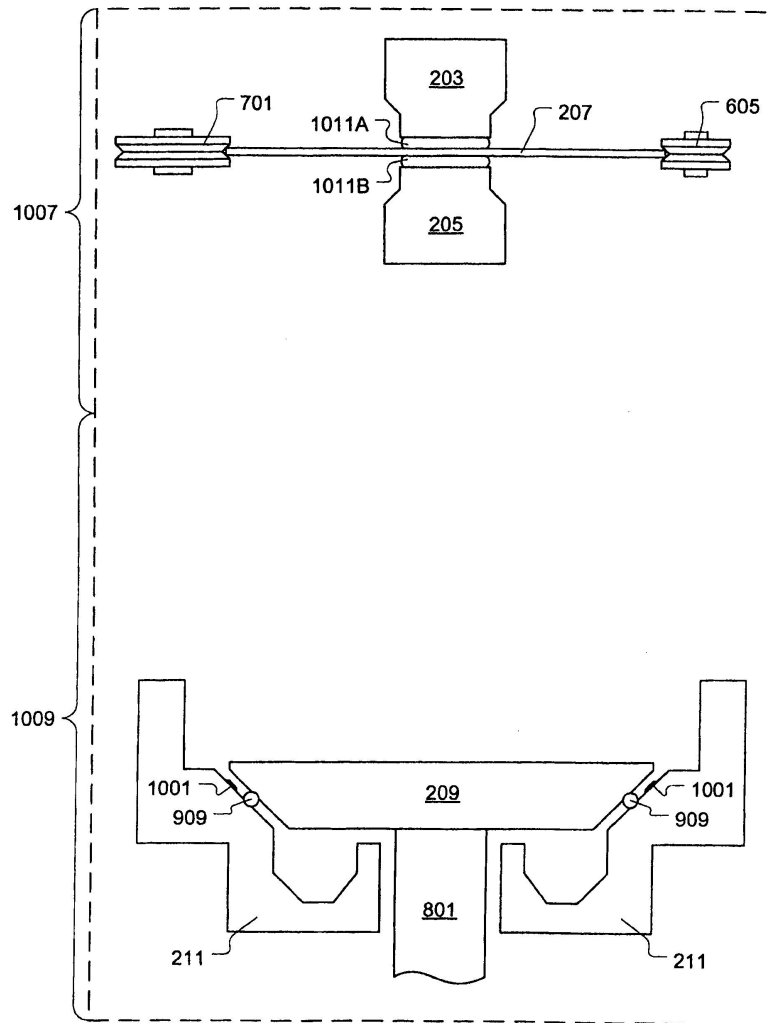




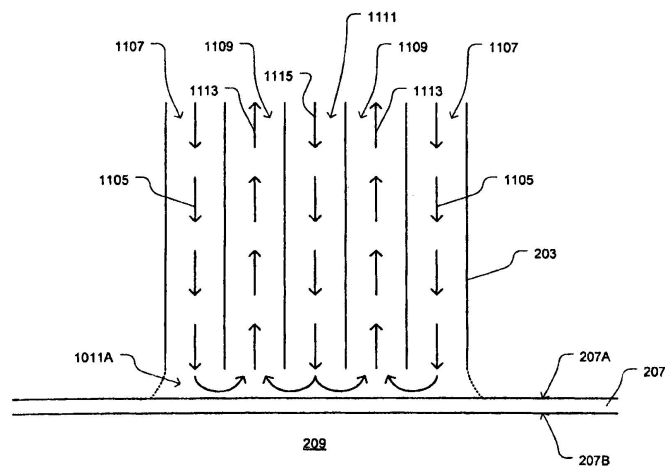
도면6e



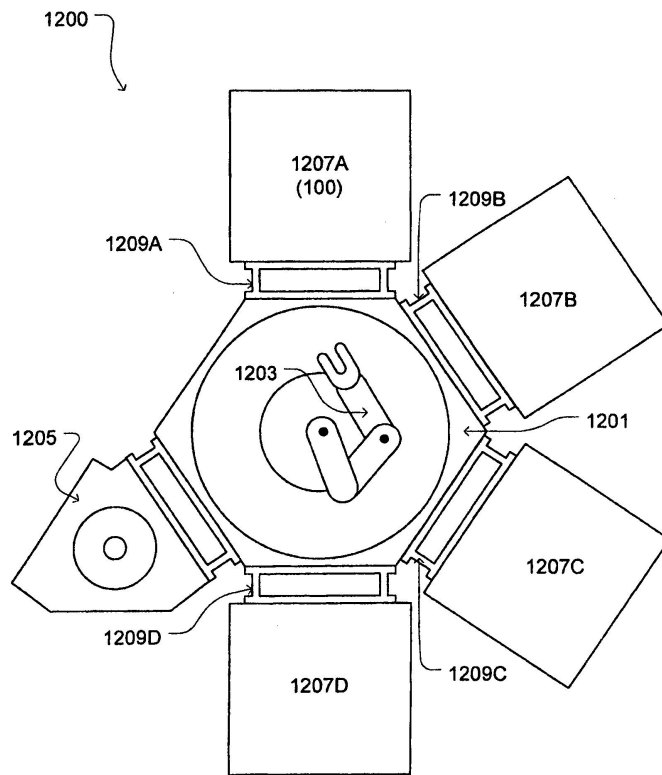
도면6f



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경진】

상기 유체 보울의 내면에

【변경후】

상기 유체 보울의 내면에