



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월06일

(11) 등록번호 10-1337754

(24) 등록일자 2013년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 1/067 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0024856

(22) 출원일자 2007년03월14일

심사청구일자 2012년02월23일

(65) 공개번호 10-2007-0093883

(43) 공개일자 2007년09월19일

(30) 우선권주장

11/377,074 2006년03월15일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP08222396 A\*

JP2005203124 A\*

JP2001237097 A

JP2003017295 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자

램 리씨치 코포레이션

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이  
4650

(72) 발명자

킴벌 크리스토퍼

미국 94555 캘리포니아주 프리몬트 다원 드라이브  
3803아파트먼트 209

허드슨 앤드

미국 94707 캘리포니아주 베클리 카탈리나 애버뉴  
1820

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

오세일

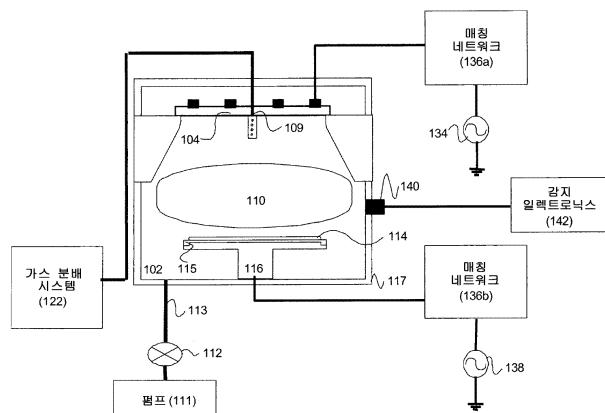
전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 오경환

(54) 발명의 명칭 조절가능한 높이의 P I F 프로브

**(57) 요약**

플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 이용하는 플라즈마 프로브 어셈블리가 제공된다. 반도체 프로브 소자의 제 1 말단에 프로브 표면을 가지는 반도체 프로브 소자가 제공된다. 전기적 커넥터는 반도체 프로브 소자에 전기적으로 접속된다. 전기적 절연 슬리브는 프로브 소자의 적어도 일부를 둘러싼다. 프로브 표면이 플라즈마 프로세싱 챔버의 내부 챔버 표면과 동일 평면상에 있도록, 조절 디바이스가 반도체 프로브에 연결된다.

**대 표 도**

(72) 발명자  
카일 더글라스  
미국 94555 캘리포니아주 프리몬트 몽고메리 플래  
이스 34421

마라크타노브 알렉세이  
미국 94706 캘리포니아주 올버니 피어스 스트리트  
555 아파트먼트637

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

플라즈마 프로세싱 챔버에 이용되는 플라즈마 프로브 어셈블리로서:

제 1 말단에 프로브 표면을 가지는 프로브 소자;

상기 프로브 소자에 전기적으로 접속된 전기적 커넥터;

상기 프로브 소자의 적어도 일부를 둘러싸는 전기적 절연 슬리브; 및

상기 프로브 표면이 상기 플라즈마 프로세싱 챔버의 내부 챔버 표면과 동일 평면상에 있도록 상기 프로브 소자를 슬라이딩시킴으로써 상기 프로브 소자를 조절하기 위해 상기 프로브 소자에 연결된 조절 디바이스를 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전기적 절연 슬리브를 조절하기 위한 슬리브 조절 디바이스를 더 포함하고,

상기 전기적 절연 슬리브는 외부 에지를 가지고, 상기 슬리브 조절 디바이스는 상기 외부 에지를 상기 프로브 표면과 동일 평면상으로 조절하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 프로브 소자는 반도체 프로브 소자이고,

상기 프로브 표면은 반도체 프로브 표면인, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 슬리브 조절 디바이스는 상기 전기적 절연 슬리브와 상기 반도체 프로브 소자 사이에 위치된 적어도 하나의 제거가능한 스페이서 (spacer)를 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전기적 커넥터 및 상기 프로브 소자의 적어도 일부를 둘러싸는 분할 커버 (segmented cover); 및

상기 분할 커버를 둘러싸는 적어도 하나의 O-링을 더 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

지지 샤프트를 더 포함하고,

상기 조절 디바이스는 상기 지지 샤프트에 기계적으로 연결되고, 조절하는 동안 상기 지지 샤프트를 이동시키는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 프로브 소자는,

상기 프로브 표면을 가지는 제 1 말단;

상기 제 1 말단과 이격된 제 2 말단; 및

상기 제 1 말단 및 상기 제 2 말단 사이에서 연장하는 넥 부분 (neck portion) 을 포함하고,

상기 넥 부분은 상기 제 1 말단의 단면 및 상기 제 2 말단의 단면보다 작은 단면을 가지는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전기적 절연 슬리브는, 상기 제 2 말단 및 상기 프로브 소자의 넥은 통과가능하지만, 상기 프로브 소자의 상기 제 1 말단은 통과가능하지 않은 개구 (aperture) 를 형성하는 립 (lip) 을 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 제거가능한 스페이서는 상기 립과 상기 프로브 표면으로부터 반대편인 상기 프로브 소자의 상기 제 1 말단측 사이에 위치된, 플라즈마 프로브 어셈블리.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 분할 커버는,

상기 프로브 소자의 상기 제 2 말단과 맞물리는 제 1 립; 및

상기 전기적 커넥터와 맞물리는 제 2 립을 포함하고;

상기 제 1 립 및 상기 제 2 립은 상기 프로브 소자의 상기 제 2 말단을 상기 전기적 커넥터에 대향하여 가압하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 립은 상기 프로브 소자의 제 2 말단을 상기 전기적 커넥터에 대향하여 가압하기 위해 상기 전기적 커넥터와 경사 접속을 가지는 표면을 갖는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 립은 상기 프로브 소자의 제 2 말단을 상기 전기적 커넥터에 대향하여 가압하기 위해 상기 전기적 커넥터와 경사 접속을 가지는 표면을 갖는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 프로브 소자의 제 2 말단을 상기 전기적 커넥터에 전기적으로 접속하는 배선 메시 스프링 (wire mesh spring) 및 엘라스토머 접착제를 더 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 프로브 소자 및 상기 전기적 커넥터에 납접 (brazing) 된 배선을 더 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 전기적 커넥터 및 상기 프로브 소자의 적어도 일부를 둘러싸는 분할 커버; 및

상기 분할 커버를 둘러싸는 적어도 하나의 O-링을 더 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 15

제 1 항에 있어서,  
상기 프로브 표면은 실리콘인, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 16

제 1 항에 있어서,  
상기 전기적 커넥터에 전기적으로 접속된 감지 일렉트로닉스 (sensing electronics) 를 더 포함하고,  
상기 감지 일렉트로닉스는 전류계를 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 17

제 1 항에 있어서,  
상기 전기적 절연 슬리브는 석영인, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 18

플라즈마 프로세싱 챔버에 이용되는 플라즈마 프로브 어셈블리로서:

제 1 말단에 반도체 프로브 표면을 가지는 반도체 프로브 소자;  
상기 반도체 프로브 소자의 제 2 말단에 전기적으로 접속된 전기적 커넥터;  
상기 프로브 소자의 적어도 일부를 둘러싸는 전기적 절연 슬리브;  
상기 프로브 표면이 상기 플라즈마 프로세싱 챔버의 내부 챔버 표면과 동일 평면상에 있도록, 상기 반도체 프로브 소자를 조절하기 위해 상기 반도체 프로브 소자에 연결된 조절 디바이스;  
상기 전기적 절연 슬리브를 조절하기 위한 슬리브 조절 디바이스로서, 상기 전기적 절연 슬리브는 외부 에지를 가지고, 상기 슬리브 조절 디바이스는 상기 외부 에지를 상기 프로브 표면과 동일 평면상에 있도록 조절하는, 상기 슬리브 조절 디바이스; 및  
상기 전기적 커넥터에 전기적으로 접속되며 전류계를 구비하는 감지 일렉트로닉스를 포함하는, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 19

제 18 항에 있어서,  
상기 프로브 표면은 실리콘인, 플라즈마 프로브 어셈블리.

### 청구항 20

제 19 항에 있어서,  
상기 전기적 절연 슬리브는 석영인, 플라즈마 프로브 어셈블리.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0017] 본 발명은, 일반적으로, 기판 제조 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 플라즈마 내의 일련의 전기적 특성들을 측정하기 위한 장치에 관한 것이다.

[0018] 기판, 예를 들어, 반도체 웨이퍼, MEMS 디바이스, 또는 플랫 패널 디스플레이 제조시에 이용되는 것과 같은 유

리 패널의 제조 공정에서는, 플라즈마가 종종 채용된다. 기판 제조공정의 일부 (화학적 기상 증착법, 플라즈마 강화 화학적 기상 증착법, 물리적 기상 증착법, 에칭등)로서, 예를 들어, 기판은 복수의 다이, 또는 직사각형 영역으로 분할되고, 이를 각각은 집적회로가 된다. 그 후, 기판은 그 상부에 전기적 커먼트를 형성하기 위해, 재료가 선택적으로 제거되고 (에칭), 증착되는 (증착) 연속적인 단계로 프로세싱된다.

[0019] 예시적인 플라즈마 제조공정에서, 기판은 에칭 이전에 (포토레지스트 마스크와 같은) 경화된 유제 (hardened emulsion)의 박막으로 코팅된다. 그 후, 경화된 유제의 영역은 선택적으로 제거되고, 이는, 하부층의 일부가 노출되는 것을 야기한다. 다음으로, 기판은, 척으로 지칭되는, 단일-극 또는 양-극 전극을 포함하는 기판 지지 구조체 상의 플라즈마 프로세싱 챔버 내에 위치된다. 그 후, 적당한 에천트 소스 가스 (예를 들어,  $C_4F_8$ ,  $C_4F_6$ ,  $CHF_3$ ,  $CH_2F_3$ ,  $CF_4$ ,  $CH_3F$ ,  $C_2F_4$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $Ar$ ,  $Xe$ ,  $H_2$ ,  $NH_3$ ,  $SF_6$ ,  $BCl_3$ ,  $Cl_2$  등) 가 기판의 노출된 영역을 에칭하도록 플라즈마를 형성하기 위해 챔버 내부로 유입되고, 제공된다.

[0020] 그 후, 일관된 플라즈마 프로세싱 결과물을 보장하기 위해서, 플라즈마 내의 전기적 특성 (즉, 이온 포화 전류, 전자 온도, 부동 전위 등)을 측정하는 것이 종종 유익하다. 예는 챔버 조절 프로세스의 종료시점을 검출하는 단계, 챔버 매칭하는 단계 (예를 들어, 명목상 동일해야만 하는 챔버들 사이에서 차이점을 찾는 단계), 챔버 내의 결함 및 문제를 검출하는 단계 등을 포함할 수도 있다.

[0021] 전술한 관점에서, 플라즈마 내의 일련의 전기적인 특성들을 측정하기 위한 장치가 요구된다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0022] 전술한 바를 달성하기 위해서, 본 발명의 목적에 따르면, 플라즈마 프로세싱 챔버에 이용되는 플라즈마 프로브 어셈블리가 제공된다. 제 1 말단에 프로브 표면을 가지는 반도체 프로브 소자가 제공된다. 전기적 커넥터는 반도체 프로브 소자에 전기적으로 접속된다. 전기적 절연 슬리브는 프로브 소자의 적어도 일부를 둘러싼다. 프로브 표면이 플라즈마 프로세싱 챔버의 내부 챔버 표면과 동일 평면상에 있도록, 조절 디바이스는 반도체 프로브에 연결된다.

[0023] 본 발명의 다른 양태에서는, 플라즈마 프로세싱 챔버에 이용되는 플라즈마 프로브 어셈블리가 제공된다. 제 1 말단에 반도체 프로브 표면을 가지는 반도체 프로브 소자가 제공된다. 전기적 커넥터는 반도체 프로브 소자의 제 2 말단에 전기적으로 접속된다. 전기적 절연 슬리브는 프로브 소자의 적어도 일부를 둘러싼다. 프로브 표면이 플라즈마 프로세싱 챔버의 내부 챔버 표면과 동일 평면상에 있도록, 조절 디바이스는 반도체 프로브 소자에 연결되어, 상기 반도체 프로브 소자를 조절한다. 슬리브 조절 디바이스는 상기 전기적 절연 슬리브를 조절하고, 여기서, 상기 전기적 절연 슬리브는 외부 에지를 가지며, 상기 슬리브 조절 디바이스는 상기 외부 에지를 프로브 표면과 동일 평면상으로 조절한다. 감지 일렉트로닉스 (sensing electronics)는 상기 전기적 커넥터와 전기적으로 접속되고, 여기서, 상기 감지 일렉트로닉스는 전류계를 포함한다.

### 발명의 구성 및 작용

[0024] 본 발명의 이들 특징과 다른 특징들이 도면과 관련하여 이하의 본 발명의 상세한 설명에서 더욱 상세하게 설명된다.

[0025] 본 발명은 첨부된 도면의 특성으로, 한정이 아닌 예시의 방법으로 설명되며, 여기서, 참조 수치등은 유사 엘리먼트를 나타낸다.

[0026] 본 발명은, 첨부된 도면에 도시된 바와 같이, 몇몇 바람직한 실시형태를 참조하여 더욱 상세하게 설명된다. 이하의 설명에서, 본 발명의 완전한 이해를 위해 많은 특정 세부사항이 설명된다. 그러나, 당업자에게는, 본 발명이 이들 몇몇 또는 모두의 특정 세부사항이 없이 실행될 수도 있다는 것이 명백하다. 다른 예시에서, 널리 공지된 프로세스 단계 및/또는 구조에 대해서는 본 발명을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위해 상세하게 설명되지 않았다.

[0027] 도 1 은, 신규의 플라즈마 이온 플럭스 (PIF; plasma ion flux) 프로브 (140) 가 사용되는, 용량 결합 플라즈마 프로세싱 시스템의 간략화된 도면이다. 일반적으로, 적당한 세트의 가스가 가스 분배 시스템 (122) 으로부터 플라즈마 챔버벽 (117) 을 가지는 플라즈마 챔버 (102) 로 유입될 수도 있다. 그 결과, 이 플라즈마 프로세싱 가스는 정전체 (116) 상에 에지 링 (115) 과 함께 위치한 반도체 기판 또는 유리 판벽 (glass pane) 과 같은 기판 (114) 의 노출된 영역을 프로세스 (예를 들어, 에칭 또는 증착) 하도록 플라즈마 (110) 를 형성하기 위해 인젝터 (109) 와 가까운 범위에서 또는 그 범위 내에서 이온화될 수도 있다.

- [0028] 제 1 RF 발생기 (134) 는 플라즈마를 발생시킬 뿐만 아니라 상부 전극 (104) 을 통해서 플라즈마 밀도를 제어하고, 제 2 RF 발생기 (138) 는 DC 바이어스 및 이온 충격 에너지를 제어하기 위해 일반적으로 이용되는 바이어스 RF 를 발생시킨다. 또한, 소스 RF 발생기 (134) 에는 매칭 네트워크 (136a) 가 연결되고, 바이어스 RF 발생기 (138) 에는 매칭 네트워크 (136b) 가 연결되며, 이들 매칭 네트워크들은 RF 전력 소스의 임피던스를 플라즈마 (110) 의 임피던스와 매치하도록 시도한다. 또한, 밸브 (112) 및 펌프 (111) 세트를 포함하는 진공 시스템 (113) 은, 일반적으로, 플라즈마 (110) 를 유지시키기 위한 필수 압력을 달성하고/달성하거나 프로세스 부산물을 제거하기 위해 플라즈마 챔버 (102) 로부터 주변 대기를 배출시키도록 이용된다.
- [0029] 프로브 소자의 표면이 챔버벽 (117) 의 내부와 동일 평면상에 있도록, PIF 프로브 (140) 가 탑재된다. 감지 일렉트로닉스 (142) 는 PIF 프로브 (140) 에 전기적으로 접속된다.
- [0030] 도 2 는, 신규의 플라즈마 이온 플러스 (PIF) 프로브 (240) 가 사용되는 용량성 결합 플라즈마 프로세싱 시스템의 간략도이다. 일반적으로, 용량성 결합 플라즈마 프로세싱 시스템은 단일 또는 다중의 분리 RF 전력 소스로 구성될 수도 있다. 일반적으로, 소스 RF 발생기 (234) 에 의해 발생되는 소스 RF 는 플라즈마를 발생시킬 뿐만 아니라 용량성 결합을 통해서 플라즈마 밀도를 제어하는데 이용된다. 바이어스 RF 발생기 (238) 에 의해 발생된 바이어스 RF 는, 보통, DC 바이어스 및 이온 폭발 에너지를 제어하는데 이용된다. 소스 RF 발생기 (234) 및 바이어스 RF 발생기 (238) 에는, RF 전력 소스의 임피던스와 플라즈마 (220) 의 임피던스를 매치시키기 위해 시도하는 매칭 네트워크 (236) 가 연결된다. 용량성 리액터의 다른 형태는 상부 전극 (209) 에 연결된 RF 전력 소스 및 매칭 네트워크를 가진다. 또한, 유사한 RF 및 전극 배열을 수반하는, 3 극 진공관과 같은 다중-애노드 시스템이 있다.
- [0031] 일반적으로, 적당한 세트의 가스는 가스 분배 시스템 (222) 으로부터 상부 전극 (209) 의 입구를 통해서 플라즈마 챔버벽 (217) 을 가지는 플라즈마 챔버 (202) 로 유입된다. 그 결과, 이 플라즈마 프로세싱 가스는, 기판 (214) 의 노출된 영역을 프로세스 (예를 들어, 에칭 또는 증착) 하기 위해, 전극으로서도 기능하는 정전체 (216) 상의 에지링 (215) 과 함께 위치하는 반도체 기판 또는 유리 판벽과 같은 플라즈마 (220) 를 형성하기 위해 이온화될 수도 있다. 또한, 일반적으로 밸브 (212) 및 펌프 (211) 세트를 포함하는 진공 시스템 (213) 을 사용하여 플라즈마 (220) 를 유지하는데 필요한 압력을 달성하기 위해 플라즈마 챔버 (202) 로부터 주변 대기를 배출시킨다.
- [0032] 도 3 은 본 발명의 일 실시형태에 의해 제공된 PIF 프로브 (140) 의 사시도이다. 도 4 는 커트라인 A-A 에 따른 도 3 의 PIF 프로브 (140) 의 단면도이다. 실리콘 프로브 소자 (304) 는 플라즈마 검출에 이용되는 표면인 프로브 표면 (308) 을 프로브 소자의 제 1 말단에 제공한다. 알루미늄 전기적 커넥터 (312) 는 프로브 표면 (308) 에서 이격된 프로브 소자의 제 2 말단에 위치된다. 전기적으로 절연된 슬리브 (316) 는 프로브 소자 (304) 의 제 1 말단 주위에 위치된다. 분할 커버 (320) 는 프로브 소자 (304) 의 제 2 말단과 전기적 커넥터 (312) 주위에 위치된다. 이 실시형태에서, 분할 커버 (320) 는 O-링 (324) 에 의해 함께 고정된 제 1 반 (first half; 320a) 및 제 2 반 (320b) 을 가진다.
- [0033] 프로브 소자 (304) 는 넓은 프로브 표면 (308) 을 제공하기 위해 넓은 제 1 말단을 가진다. 보다 좁은 넥 (310) 은 프로브 소자 (304) 의 제 1 말단을 프로브 소자 (304) 의 제 2 말단 (314) 에 연결한다. 이 실시 형태에서, 프로브 소자 (304) 의 제 2 말단 (314) 의 이면은 프로브 소자 (304) 와 알루미늄 전기적 커넥터 (312) 사이에서 우수한 전기적 접촉을 제공하기 위해 금속화된다.
- [0034] 각각의 분할 커버 반 (320a, 320b) 은 프로브 소자의 제 2 말단 (314) 과 맞물리기 위한 제 1 립 (first lip; 332) 및 전기적 커넥터 (312) 와 맞물리기 위한 제 2 립 (336) 을 갖는다. 이 실시형태에서는, 도시된 바와 같이, 제 2 립 (336) 은 전기적 커넥터 (312) 와 경사각으로 맞물려서 경사지게 접속하는 비스듬한 표면을 가져서, O-링 (324) 이 우수한 전기적 접촉을 제공하기 위해 분할 커버 반 (320a, 320b) 을 함께 압축함에 따라, 전기적 커넥터 (312) 는 프로브 소자 (304) 의 제 2 말단 (314) 의 금속화된 표면에 대해 압축된다. 다른 실시형태에서, 전기적 커넥터 (312) 는 제 2 립과 전기적 커넥터 사이의 경사 접속을 생성하기 위해 비스듬한 표면을 가진다. 또 다른 실시형태에서, 프로브 소자의 제 2 말단 (314) 은 분할 커버의 립과 경사 접속을 가진다.
- [0035] 샤프트 (352) 는 전기적 커넥터 (312) 에 접속된다. 샤프트 (352) 는 전기적 커넥터 (312) 에 나사결합될 수 있다.
- [0036] 이 실시형태의 프로브 소자 (304) 는 오염 때문에 실리콘으로 이루어진다. 바람직하게는, 프로브 소자는 예

청 도중에 다른 소스에서 이용가능한 재료로 이루어진다. 또한, 프로브 소자는 반도체 재료로 이루어지는 것이 바람직하다. 이 실시형태에서, 슬리브 (316) 는 석영으로 이루어진다. 커버 (320) 는 불소중합체로 이루어진다.

[0037] 프로브 (140) 를 조립할 때, 하나 이상의 스페이서 (340) 는 프로브 소자 (304) 의 넥 (310) 주위에 위치된다.

프로브 소자의 제 2 말단 (314) 은 슬리브 (316) 를 가지는 개구 (aperture) 를 통해서 통과한다. 슬리브에 의해 형성된 립 (338) 은 스페이서 (340) 와 맞물린다. 립이 스페이서 (340) 에 대향하는 경우, 슬리브 (316) 의 외부 에지가 프로브 표면 (308) 과 대략 동일 평면상에 있을때까지 스페이서 (340) 가 부가되거나 제거된다. 석영 슬리브는 실리콘 프로브 소자 (304) 보다 빠르게 부식되는 것이 분명하므로, 초기의 스페이서는 슬리브 (316) 가 빠르게 부식되더라도 프로브 표면이 슬리브 (316) 의 외부 에지와 대략 동일 평면상에 유지시키기 위해 스페이서가 제거될 수도 있다.

[0038] 전기적 커넥터 (312) 는 프로브 소자 (304) 의 제 2 말단 (314) 에 대향하여 위치된다. 분할 커버 (320) 는 프로브 소자 (304) 의 제 2 말단 (314) 및 전기적 커넥터 (312) 주위에 위치된다. 0-링 (324) 은 분할 커버 (320) 주위에 위치되고, 우수한 전기적 접촉을 제공하기 위해 프로브 소자 (304) 의 제 2 말단 (314) 의 금 속화된 표면에 대향하여 전기적 커넥터 (312) 를 누르는 분할 커버 (320) 를 함께 압축하고, 따라서, 프로브 (140) 를 형성한다. 프로브 (240) 는, 챔버의 내부에서부터 샤프트 (352) 가 연장하는 프로브 개구로 위치될 수도 있다. 샤프트 (352) 는 전기적 커넥터 (312) 내의 홀 (hole) 로 삽입될 수도 있고, 여기서, 샤프트 (352) 및 홀은 매칭 스레드 (matching thread) 를 갖는다. 샤프트 (352) 는 프로브 (140) 에 대한 전기적 접촉 및 기계적 지지대를 모두 제공한다.

[0039] 샤프트 (352) 는 프로브 (140) 의 손쉬운 탑재를 가능하게 한다. 프로브 표면 (308) 및 슬리브 (316) 의 외부 에지는 챔버 표면과 실질적으로 동일한 평면상에 두기 위해, 샤프트 (352) 가 조절될 수도 있고 또는 프로브의 조정을 허용한다.

[0040] 바람직하게는, 프로브 표면 (308) 및 슬리브 (316) 의 외부 에지는 챔버의 표면과 동일한 평면에 있다. 슬리브 (316) 의 석영 외부 에지, 프로브 표면 (308) 및 상부 전극 (104) 은 상이한 재료로 이루어질 수도 있고, 따라서, 다른 비율로 마도되거나 부식되어서, 프로브 표면 (308) 또는 슬리브 (316) 의 외부 에지가 챔버의 표면과 동일한 평면상에 있지 않도록 할 수 있다.

[0041] 도 5 는 챔버벽 (117) 및 프로브 (140) 의 확대된 단면도이다. 샤프트 (352) 는 프로브 (140) 로부터 연장하고, 샤프트 홀더 (360) 의 제 1 말단에 연결된다. 샤프트 홀더의 제 2 말단은 전기적 진공 피드스루 (electrical vacuum feed through; 364) 의 제 1 말단에 접속된다. 피드스루 (366) 의 접지 부분은 챔버벽 (117) 의 후면에 확보된다. 피드스루 (364) 와 샤프트 홀더 (360) 사이의 스프링 (368) 은 챔버벽 (117) 과 샤프트 홀더 (360) 사이의 양호한 열적 접촉을 위한 필수적인 힘을 유지한다. 샤프트 홀더 (360) 는 전기절연성 및 열전도성 재료 (362) 에 의해 챔버벽 (117) 과 전기적으로 절연된다. 이러한 재료는 알루미늄 질화물, 알루미늄 산화물, 실리콘 질화물, 봉소 질화물, 및 이들 세라믹으로 충진된 폴리머를 포함하지만, 이에 한정하지 않는다.

[0042] 동작시에, 스크루드라이버 (screwdriver), 웨ン치 (wrench), 또는 다른 구동 디바이스가 프로브 샤프트 (352) 에 장착되는 샤프트 홀더 (360) 를 회전시키기 위해 이용될 수도 있다. 이 동작은 제거된 전기적 피드스루 (364) 에 의해 실행된다. 샤프트 홀더 (360) 의 회전에 의존하여, 프로브 샤프트 (352) 및 프로브 (140) 는 샤프트 홀더 (360) 및 챔버벽 (117) 의 후방측을 향하거나 멀어지게 슬라이딩되어서, 프로브 표면 (308) 이 챔버벽 (117) 의 내부 표면에 대해서 조정되도록 한다.

[0043] 프로브 및 슬리브를 개별적으로 조정하는 능력은 프로브를 보다 쉬운 조정력으로 챔버 내부에 탑재되게 한다. 석영 슬리브 (316) 가 프로브 소자 (304) 보다 더 빨리 부식될 경우, 석영 슬리브 (316) 의 현저한 부식 이후에, 석영 슬리브 (316) 의 외부 에지가 프로브 표면 (308) 과 대략 동일한 평면상에 있도록 스페이서 (340) 가 제거될 수도 있다.

[0044] 동작시에, 프로브 (140) 는 프로브 표면에서 전류를 측정함으로써 플라즈마를 측정한다. 전류는 프로브 소자를 통해서 프로브 표면에서 전기적 커넥터로, 그 후, 지지 샤프트로 감지 일렉트로닉스를 향하여 흐를 수도 있다. 따라서, 감지 일렉트로닉스는, 전류계와 같이, 전류를 측정하고 기록하기 위한 디바이스를 포함한다.

플라즈마는 슬리브의 외부 에지 및 프로브 소자의 프로브 표면의 에칭을 유발한다. 외부 에지가 보다 빠르게 에칭되는 경우, 외부 에지가 프로브 표면보다 더 많이 에칭되므로, 외부 에지가 프로브 표면과 대략 동일

한 평면이 될 때까지, 프로브는 제거되고, 그 후, 스페이서는 프로브에서 제거된다. 예정은 계속될 수도 있다.

[0045] 다른 실시형태에서, 다른 프로브 조정 메커니즘을 사용하여, 프로브를 샤프트에 대해 더욱 나사결합하는 것과 같이, 프로브의 표면을 챔버 표면과 동일 평면상으로 조정할 수도 있다. 이러한 프로브 조정 메커니즘은 샤프트에 바람직하게 연결되지만, 다른 디바이스를 통해서 수행될 수도 있다. 슬리브의 외부 에지 및 프로브의 표면이 상이한 속도로 부식되더라도, 스페이서는 슬리브의 외부 에지를 프로브의 표면과 동일 평면상에 유지시킨다. 또 다른 실시형태에서는 다른 슬리브 조정 메커니즘을 사용하여 슬리브의 외부 에지를 프로브의 표면과 동일 평면상에 유지시키도록 조정할 수도 있다. 이러한 슬리브 조정 메커니즘은 프로브와 슬리브 사이에 바람직하게 배치된다.

[0046] 도 6은 본 발명의 다른 실시형태에 의해 제공된 프로브 (640)의 단면도이다. 프로브 (640)는 프로브 표면 (608)을 가지는 프로브 소자 (604)를 포함한다. 배선 메시 스프링 및 엘라스토머 접착 본드 (620)는 프로브 소자 (604)의 제 2 말단을 전기적 커넥터 (612)에 전기적 및 기계적으로 접속한다. 지지 샤프트 (652)는 전기적 커넥터 (612)에 접속된다. 전기적 절연 슬리브 (616)는 프로브 소자 (604) 및 전기적 커넥터 (612)를 둘러싼다. 다른 실시형태에서, 프로브 소자 (604)는 납접 (brazing) 함으로써 전기적 커넥터 (612)에 결합될 수 있다.

[0047] 본 발명에 대해 몇몇 바람직한 실시형태에 의해 설명하였지만, 본 발명의 범위 내에 있는 변형, 변경, 및 다양한 치환적인 동등물을 가진다. 또한, 본 발명의 방법 및 장치를 구현하는 수많은 다양한 방법이 있다는 것도 명심해야한다. 따라서, 이하의 첨부된 청구항은, 본 발명의 진정한 정신 및 범위 내에 있는 모든 변형, 변경, 및 다양한 치환적인 동등물을 포함하여 파악되도록 의도된다.

### 발명의 효과

[0048] 본 발명에 따르면, 기관 제조 기술에서, 플라즈마 내의 일련의 전기적 특성을 측정하기 위한 장치를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 플라즈마 프로브를 사용하는 프로세스 챔버의 개략도.

[0002] 도 2는 플라즈마 프로브를 사용하는 다른 프로세스 챔버의 개략도.

[0003] 도 3은 플라즈마 프로브의 사시도.

[0004] 도 4는 커트라인 A-A에 따른 도 3의 플라즈마 프로브의 단면도.

[0005] 도 5는 챔버벽 및 프로브의 확대 단면도.

[0006] 도 6은 다른 플라즈마 프로브의 단면도.

[0007] \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

[0008] 102 : 플라즈마 챔버 104 : 상부전극

[0009] 110 : 플라즈마 111 : 펌프

[0010] 112 : 밸브 113 : 진공 시스템

[0011] 114 : 기관 115 : 에지링

[0012] 116 : 정전체 117 : 플라즈마 챔버벽

[0013] 122 : 가스 분배 시스템 134 : 소스 RF 발생기

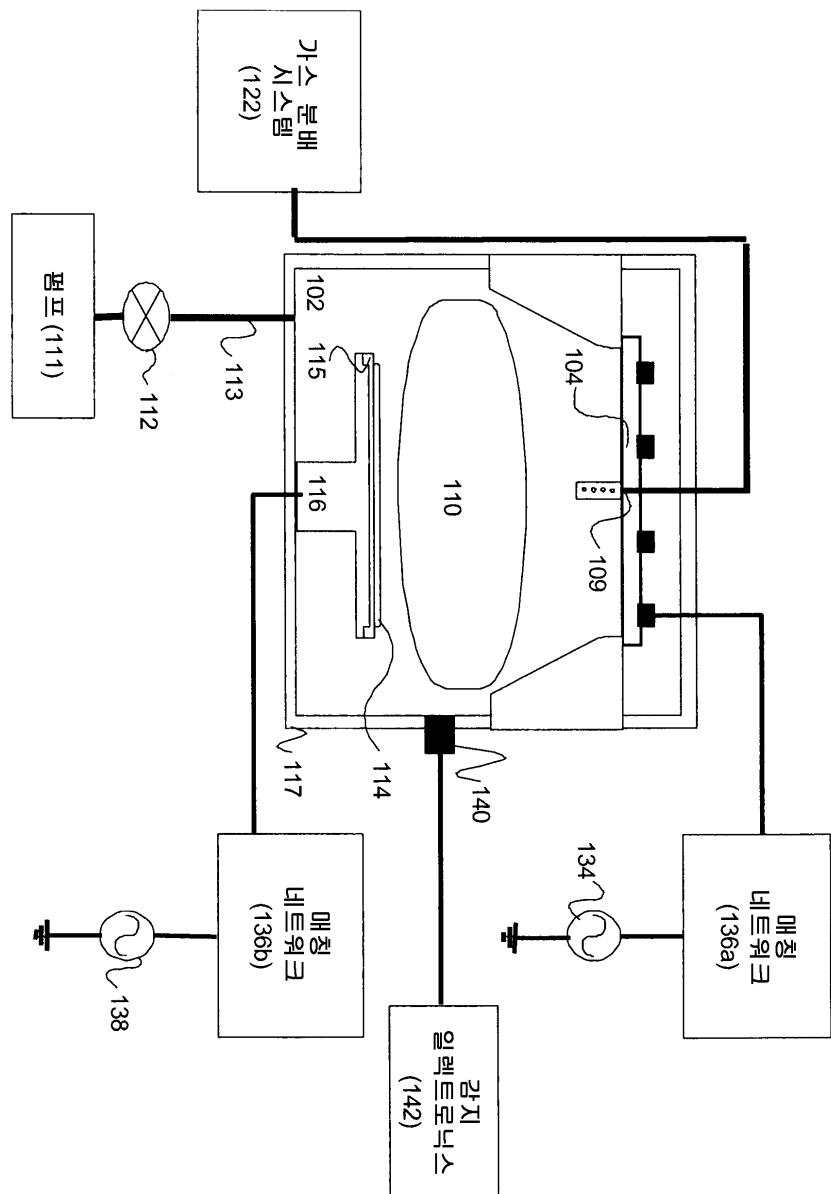
[0014] 136a, 136b : 매칭 네트워크 138 : 바이어스 RF 발생기

[0015] 140, 240 : 플라즈마 이온 플러스 프로브

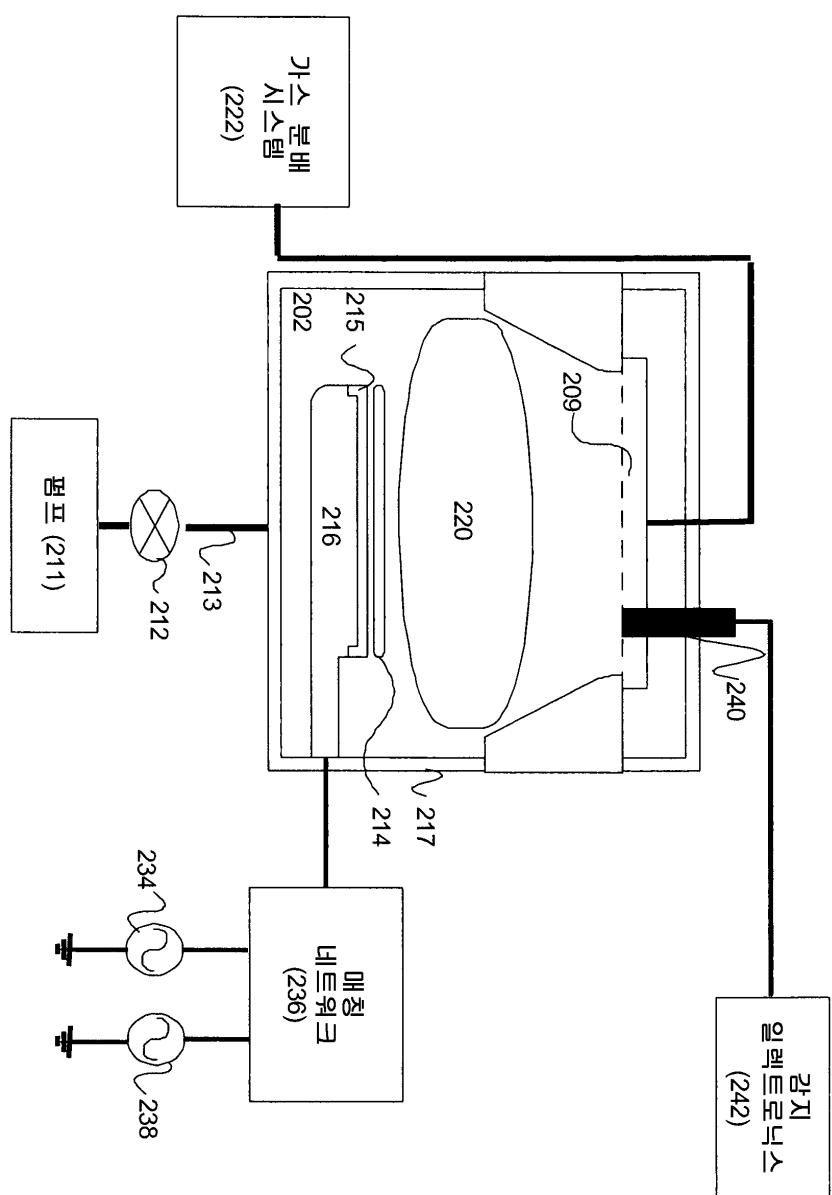
[0016] 142 : 감지 일렉트로닉스 234 : 소스 RF 발생기

## 도면

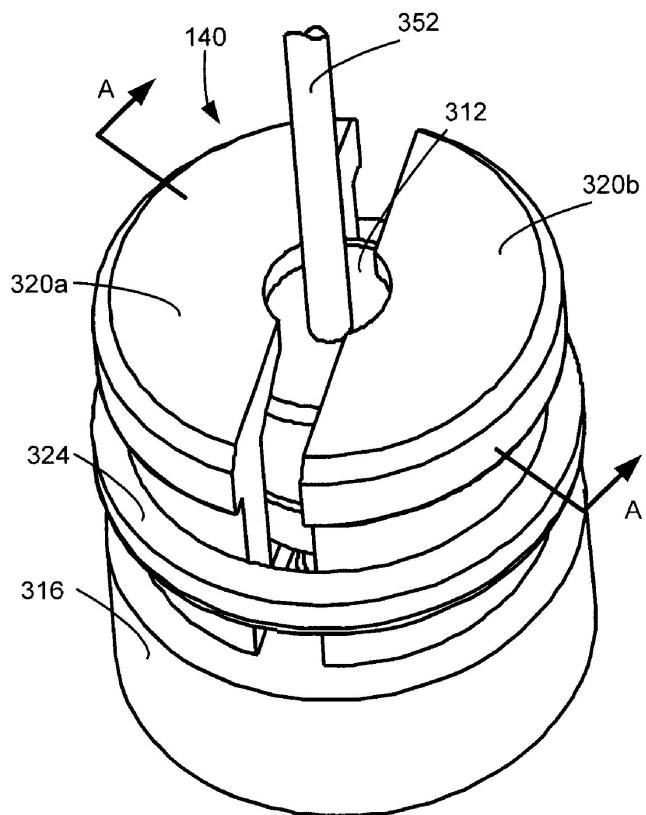
## 도면1



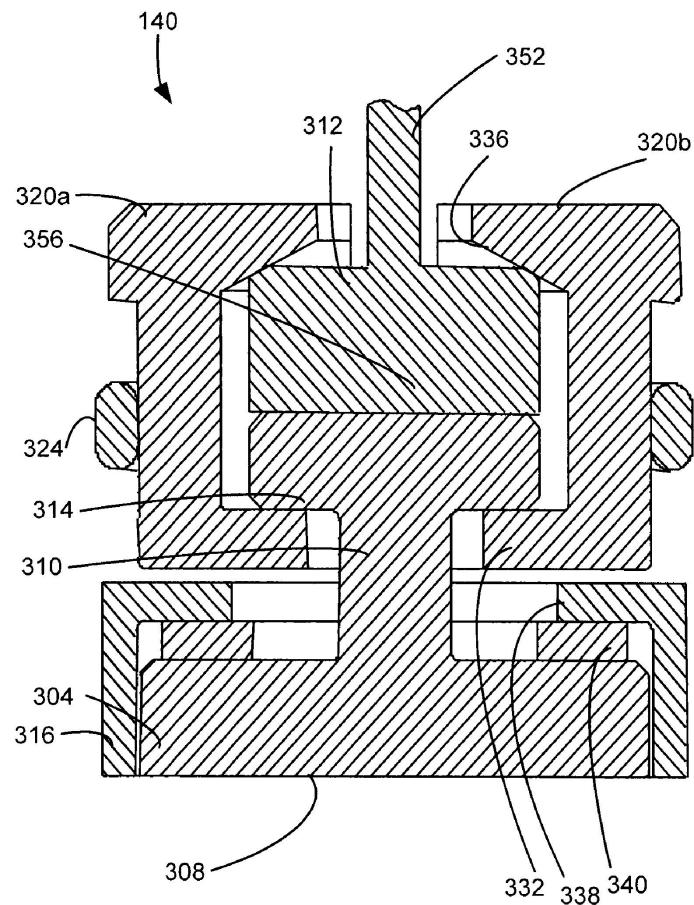
## 도면2



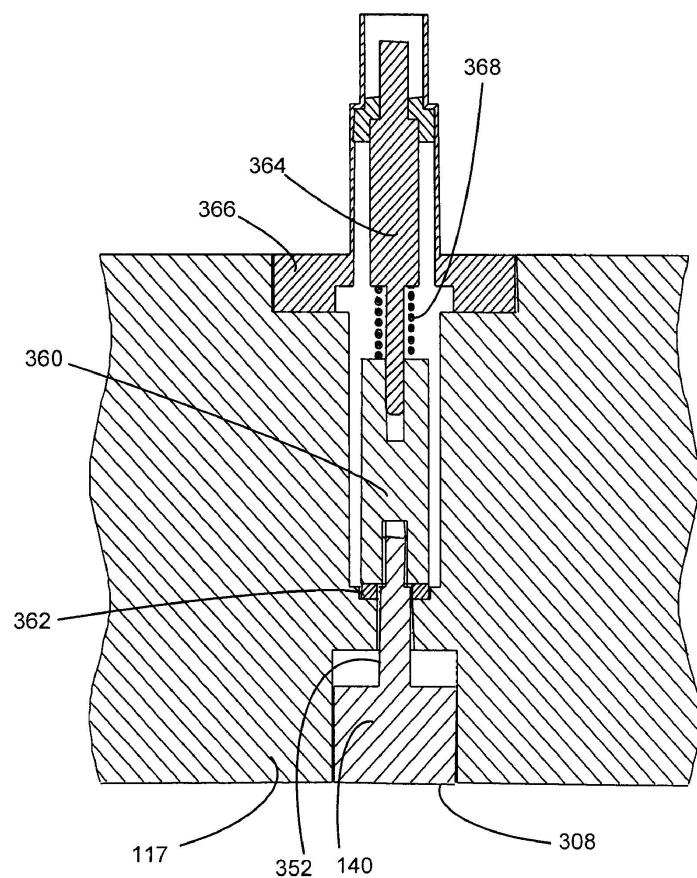
도면3



도면4



도면5



도면6

