



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월24일

(11) 등록번호 10-1423355

(24) 등록일자 2014년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/3065 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7014978

(22) 출원일자(국제) 2007년12월19일

심사청구일자 2012년12월10일

(85) 번역문제출일자 2009년07월17일

(65) 공개번호 10-2009-0094376

(43) 공개일자 2009년09월04일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/025831

(87) 국제공개번호 WO 2008/082518

국제공개일자 2008년07월10일

(30) 우선권주장

11/641,670 2006년12월20일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020004623 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

램 리씨치 코포레이션

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이  
4650

(72) 발명자

딘드사 라진더

미국 95148 캘리포니아주 샌호세 르링사이드 드라  
이브 3670

안톨릭 제럴 케이

미국 94551 캘리포니아주 리버모어 그린힐스 코트  
6542

스티브넷 스콧

미국 94566 캘리포니아주 플레전튼 크렐린 로드  
841

(74) 대리인

오세일

전체 청구항 수 : 총 27 항

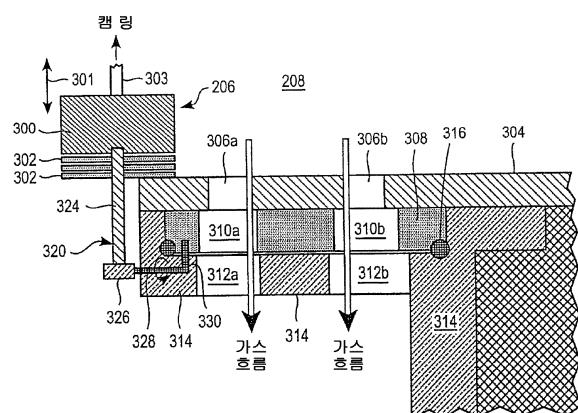
심사관 : 박귀만

(54) 발명의 명칭 용량성-결합된 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하기 위한 방법 및 장치

### (57) 요 약

하부 전극에 대향된 상부 전극을 포함하여 하부 전극과 상부 전극 사이에 캡을 형성하는 플라즈마 프로세싱 장치 내에 형성된 플라즈마의 흐름 컨덕턴스를 제어하기 위한 장치가 제공된다. 하부 전극은 기판을 지지하도록 구성되고 RF 전력 공급기에 결합된다. 동작 시에, 캡으로 유입된 프로세스 가스는 플라즈마 상태로 여기된다. 장치는, 하부 전극을 동심으로 둘러싸고 그 안에 형성된 일 세트의 슬롯을 갖는 그라운드 링, 및 슬롯들을 통해 가스 흐름을 제어하기 위한 메커니즘을 포함한다.

### 대 표 도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스 (gas flow conductance) 를 제어하는 장치로서,

상기 하부 전극을 중심으로 둘러싸도록 구성된 그라운드 링으로서, 상기 그라운드 링 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는, 상기 그라운드 링;

바이패스 쿤크 링;

상기 그라운드 링 및 상기 바이패스 쿤크 링 위에 배치된 커버 링으로서, 상기 커버 링 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하는, 상기 커버 링; 및

상기 그라운드 링에 대하여 상기 바이패스 쿤크 링을 이동시켜, (i) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 제 2 슬롯 세트와 유체 소통되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 있는 온 (ON) 상태와 (ii) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 바이패스 쿤크 링에 의해 블록킹되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 (OFF) 상태 사이에서, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하도록 구성된 메커니즘을 포함하고,

상기 커버 링 및 상기 바이패스 쿤크 링 각각은 유전체 재료로 이루어지고, 상기 그라운드 링은 도전성 재료로 이루어지는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 그라운드 링 및 상기 커버 링은 정지되어 있고;

상기 제 1 슬롯 세트는 상기 제 2 슬롯 세트와 정렬되는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 커버 링 및 상기 바이패스 쿤크 링은 석영 또는 SiC 로 이루어지고, 상기 그라운드 링은 금속으로 이루어지는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 5

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스 (gas flow conductance) 를 제어하는 장치로서,

상기 하부 전극을 중심으로 둘러싸도록 구성된 그라운드 링으로서, 상기 그라운드 링 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는, 상기 그라운드 링;

바이패스 쿤크 링;

상기 그라운드 링 및 상기 바이패스 쿤크 링 위에 배치된 커버 링으로서, 상기 커버 링 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하는, 상기 커버 링; 및

상기 그라운드 링에 대하여 상기 바이패스 쿤크 링을 이동시켜, (i) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 제 2 슬롯 세트와 유체 소통되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 있는 온 (ON) 상태와 (ii) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 바이패스 쿤크 링에 의해 블록킹되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 (OFF) 상태 사이에서, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트

를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하도록 구성된 메커니즘을 포함하고,

액츄에이션 시스템이, 상기 상부 전극과 상기 하부 전극 사이에서 한정된 캡을 둘러싸도록 구성되고 적어도 하나의 한정 링을 포함하는 한정 링 어셈블리를 포함하고,

상기 한정 링 어셈블리는 상기 한정 링들 사이의 캡들을 통한 가스 흐름을 제어하도록 상기 그라운드 링의 축 방향으로 이동가능한, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 6

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스 (gas flow conductance) 를 제어하는 장치로서,

상기 하부 전극을 동심으로 둘러싸도록 구성된 그라운드 링으로서, 상기 그라운드 링 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는, 상기 그라운드 링;

바이패스 쿠크 링;

상기 그라운드 링 및 상기 바이패스 쿠크 링 위에 배치된 커버 링으로서, 상기 커버 링 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하는, 상기 커버 링;

상기 그라운드 링에 대하여 상기 바이패스 쿠크 링을 이동시켜, (i) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 제 2 슬롯 세트와 유체 소통되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 있는 온 (ON) 상태와 (ii) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 바이패스 쿠크 링에 의해 블록킹되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 (OFF) 상태 사이에서, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하도록 구성된 메커니즘;

상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 압력을 측정하고 센서 신호를 전송하는 압력 센서; 및

상기 센서 신호에 응답하고 액츄에이션 시스템을 제어하기 위해 제어 신호를 전송하도록 동작하는 제어 디바이스를 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 기재된 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치의 이용에 의해 흐름 컨덕턴스 (flow conductance) 를 제어하는 방법으로서,

제 1 항에 기재된 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치를 포함하는 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 반도체 기판을 지지하는 단계;

상기 상부 전극과 상기 하부 전극 사이의 캡내로 프로세스 가스를 제공하는 단계;

상기 프로세스 가스를 플라즈마로 여기시키는 단계; 및

상기 제 1 슬롯 세트를 통한 가스 유량을 제어하도록 상기 메커니즘을 동작시키는 단계를 포함하는, 흐름 컨덕턴스를 제어하는 방법.

#### 청구항 8

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스 (gas flow conductance) 를 제어하는 장치로서,

상기 하부 전극을 동심으로 둘러싸도록 구성된 정지 그라운드 링으로서, 상기 정지 그라운드 링 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는, 상기 정지 그라운드 링;

정지 커버 링으로서, 상기 정지 커버 링 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하는, 상기 정지 커버 링;

상기 정지 그라운드 링과 상기 정지 커버 링 사이에 배치된 바이패스 쿠크 링으로서, 상기 바이패스 쿠크 링 안에 형성된 제 3 슬롯 세트를 포함하는, 상기 바이패스 쿠크 링; 및

상기 정지 그라운드 링에 대하여 상기 바이패스 쿠크 링을 회전시켜, 상기 제 1 슬롯 세트와 상기 제 3 슬롯 세트 사이의 오버랩 양을 변화시키고, 이에 의해 (i) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 제 3 슬롯 세트와 유체 소통되어, 상기 제 1 슬롯 세트, 상기 제 2 슬롯 세트, 및 상기 제 3 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 있는 온 (ON)

상태와 (ii) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 바이패스 쿤크 링에 의해 블록킹되어, 상기 제 1 슬롯 세트, 상기 제 2 슬롯 세트, 및 상기 제 3 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 (OFF) 상태 사이에서, 상기 제 1 슬롯 세트, 상기 제 2 슬롯 세트, 및 상기 제 3 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하도록 구성된 메커니즘을 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 바이패스 쿤크 링과 상기 정지 그라운드 링 사이에 개재된 적어도 하나의 볼을 더 포함하고,

상기 볼은, 상기 바이패스 쿤크 링이 상기 메커니즘에 의해 상기 정지 그라운드 링과 상기 정지 커버 링에 대하여 회전될 때, 상기 바이패스 쿤크 링과 상기 정지 그라운드 링 사이의 회전 마찰을 감소시키도록 동작되는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 메커니즘은,

액츄에이션 로드; 및

상기 액츄에이션 로드에 결합되고 상기 정지 그라운드 링의 축 방향으로 상기 액츄에이션 로드를 이동시키도록 동작하는 액츄에이션 시스템을 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 액츄에이션 시스템은 공압 실린더 또는 전기 솔레노이드인, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 액츄에이션 로드는 상기 액츄에이션 시스템에 결합된 제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고,

상기 메커니즘은,

상기 정지 그라운드 링에 회전 가능하게 고정되고 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향에 실질적으로 수직한 회전 축을 갖는 샤프트;

상기 샤프트의 일단에 고정된 일 단부 및 상기 바이패스 쿤크 링에 결합된 타 단부를 갖는 장형 암 (elongated arm);

제 1 단부 및 제 2 단부를 갖고, 상기 제 1 단부 및 상기 제 2 단부의 중간에서 상기 샤프트에 고정된 레버;

상기 레버의 상기 제 1 단부에 부착된 평형추; 및

상기 레버의 상기 제 2 단부에 부착되고 상기 평형추에 의해 상기 액츄에이션 로드의 상기 제 1 단부에 대하여 어징된 (urged) 액츄에이션 컴포넌트를 더 포함하고,

상기 액츄에이션 로드는, 상기 액츄에이션 시스템에 의해 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향으로 이동될 때, 상기 샤프트의 상기 회전 축을 따라 상기 레버를 로킹하고 (rock), 상기 샤프트 및 상기 장형 암으로 하여금 상기 샤프트의 상기 회전 축을 따라 회전하게 하며, 이에 의해 상기 바이패스 쿤크 링으로 하여금 상기 정지 그라운드 링에 대하여 회전하게 하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 액츄에이션 로드는 상기 액츄에이션 시스템에 결합된 제 1 단부 및 상기 제 1 단부에 대향되는 테이퍼링된

(tapered) 단부를 포함하며;

상기 메커니즘은,

제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고, 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향에 실질적으로 평행한 축을 중심으로 상기 제 1 단부 및 상기 제 2 단부의 중간의 상기 정지 그라운드 링에 대해 선회되는 레버로서, 상기 레버의 상기 제 2 단부는 상기 액츄에이션 로드의 상기 테이퍼링된 단부와 슬라이딩 접촉되는, 상기 레버;

상기 레버의 상기 제 1 단부에 고정된 일단 및 상기 바이패스 쿠크 링에 결합된 타단을 갖는 장형 암; 및

상기 정지 그라운드 링 및 상기 레버에 각각 고정된 2 개의 단부를 갖고, 상기 액츄에이션 로드의 상기 테이퍼링된 단부에 대하여 상기 레버의 상기 제 2 단부를 탄력성있게 어징하도록 동작하는 제 1 스프링을 더 포함하고,

상기 액츄에이션 로드의 상기 테이퍼링된 단부는, 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향으로 액츄에이션 메커니즘에 의해 이동될 때, 상기 레버를 로킹하고 상기 장형 암으로 하여금 회전하게 하며, 이에 의해 상기 바이패스 쿠크 링으로 하여금 상기 정지 그라운드 링에 대하여 회전하게 하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 메커니즘은,

상기 정지 그라운드 링에 고정되고, 상기 액츄에이션 로드의 상기 테이퍼링된 단부를 부분적으로 둘러싸는 벽들을 갖는 외측 케이스; 및

상기 벽들 중 하나의 벽과 상기 액츄에이션 로드의 팁 (tip) 사이에 개재되고, 상기 액츄에이션 시스템을 향하여 상기 액츄에이션 로드를 어징하도록 동작하는 제 2 스프링을 더 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 액츄에이션 로드는 상기 액츄에이션 시스템에 결합된 제 1 단부 및 제 2 단부를 포함하고,

상기 메커니즘은,

상기 액츄에이션 로드의 상기 제 1 단부와 접촉하고 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향으로 이동가능한 제 1 액츄에이션 컴포넌트;

상기 제 1 액츄에이션 컴포넌트에 결합되고 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향에 실질적으로 평행한 축을 중심으로 상기 정지 그라운드 링에 대해 선회되는 제 2 액츄에이션 컴포넌트;

일단에서 상기 제 2 액츄에이션 컴포넌트에 고정되고 타단에서 상기 바이패스 쿠크 링에 결합된 장형 암;

상기 액츄에이션 로드를 향하여 상기 제 1 액츄에이션 컴포넌트를 탄력성있게 어징하고, 이에 의해 상기 액츄에이션 로드의 상기 제 1 단부에 대하여 상기 제 1 액츄에이션 컴포넌트를 어징하는 스프링; 및

상기 정지 그라운드 링에 고정되고 상기 스프링 및 상기 제 1 액츄에이션 컴포넌트에 대해 기계적 지지를 제공하도록 동작하는 지지 엘리먼트를 더 포함하고,

상기 액츄에이션 로드는, 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향으로 상기 액츄에이션 시스템에 의해 이동될 때, 상기 정지 그라운드 링의 상기 축 방향으로 상기 제 1 액츄에이션 컴포넌트를 이동시키고, 상기 제 2 액츄에이션 컴포넌트 및 상기 장형 암으로 하여금 회전하게 하며, 이에 의해 상기 바이패스 쿠크 링으로 하여금 상기 정지 그라운드 링에 대하여 회전하게 하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 16

제 8 항에 있어서,

상기 메커니즘은,

로터 (rotor) 를 갖는 모터; 및

일단에서 상기 로터에 고정되고 타단에서 상기 바이패스 쿠크 링에 결합된 L-형상 암을 포함하고,

상기 모터가 상기 로터를 회전시킬 때, 상기 L-형상 암이 회전하여 상기 바이패스 쿠크 링으로 하여금 상기 정지 그라운드 링에 대하여 회전하게 하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 압력을 측정하고 센서 신호를 전송하는 압력 센서; 및

상기 센서 신호에 응답하고 상기 모터를 제어하기 위해 제어 신호를 전송하도록 동작하는 모터 제어기를 더 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 18

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 슬롯 세트, 상기 제 2 슬롯 세트, 및 상기 제 3 슬롯 세트 각각은 상기 정지 그라운드 링의 주변 방향을 따라 배열된 적어도 하나의 슬롯을 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 슬롯 세트, 상기 제 2 슬롯 세트 및 상기 제 3 슬롯 세트 각각은 상기 정지 그라운드 링의 반경 방향으로 연장되고, 장형의 직사각형 또는 사다리꼴 형상을 갖는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 20

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스 (gas flow conductance) 를 제어하는 장치로서,

상기 하부 전극을 동심으로 둘러싸도록 구성된 정지 그라운드 링으로서, 상기 정지 그라운드 링 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는 상기 정지 그라운드 링;

상기 정지 그라운드 링 상에 배치된 정지 커버 링으로서, 상기 정지 커버 링 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하고, 상기 제 2 슬롯 세트의 슬롯들 각각은 상기 제 1 슬롯 세트의 대응하는 슬롯과 정렬되는, 상기 정지 커버 링;

상기 정지 그라운드 링 아래에 배치된 바이패스 쿠크 링으로서, 상기 바이패스 쿠크 링 위에 형성된 돌출부들을 포함하고, 각 돌출부와, 대응하는 제 1 슬롯을 정의하는 내측면 사이의 공간이 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통한 상기 가스 흐름 컨덕턴스를 결정하는, 상기 바이패스 쿠크 링; 및

상기 정지 그라운드 링에 대하여 상기 바이패스 쿠크 링을 이동시켜, (i) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 제 2 슬롯 세트와 유체 소통되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 있는 온 (ON) 상태와 (ii) 상기 제 1 슬롯 세트가 상기 바이패스 쿠크 링에 의해 블록킹되어, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 (OFF) 상태 사이에서, 상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 변화시키도록 상기 공간을 조정하도록 구성된 메커니즘을 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 메커니즘은,

액츄에이션 시스템; 및

일단에서 상기 바이패스 쇼크 링에 고정되고 타단에서 상기 액츄에이션 시스템에 결합된 액츄에이션 로드를 포함하고,

상기 액츄에이션 시스템은 상기 액츄에이션 로드를 이동시키도록 동작하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 액츄에이션 시스템은 공압 실린더 또는 전기 솔레노이드를 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 액츄에이션 시스템은 상기 상부 전극과 상기 하부 전극 사이의 캡을 둘러싸도록 구성된 한정 링 어셈블리를 포함하고,

상기 한정 링 어셈블리는, 적어도 하나의 한정 링을 포함하고, 상기 한정 링들 사이의 캡들을 통한 가스 유량을 제어하도록 상기 정지 그라운드 링의 축 방향으로 이동가능한, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 24

제 20 항에 있어서,

상기 정지 커버 링 및 상기 바이패스 쇼크 링 각각은 유전체 재료로 이루어지고, 상기 정지 그라운드 링은 도전성 재료로 이루어지는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 정지 커버 링 및 상기 바이패스 쇼크 링은 석영 또는 SiC로 이루어지고, 상기 정지 그라운드 링은 금속으로 이루어지는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 26

제 20 항에 있어서,

상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트 각각은 상기 정지 그라운드 링의 주변 방향을 따라 배열된 적어도 하나의 슬롯을 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트 각각은 상기 정지 그라운드 링의 반경 방향으로 연장되고, 장형의 직사각형 또는 사다리꼴 형상을 갖는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 청구항 28

제 20 항에 있어서,

상기 제 1 슬롯 세트 및 상기 제 2 슬롯 세트 각각은 하나 이상의 동심 링-형상 슬롯을 포함하는, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치.

#### 명세서

[0001] **발명의 배경**

집적 회로는, 그 위에 패터닝된 마이크로일렉트로닉스 층들이 형성되는 웨이퍼 또는 기판으로부터 형성된다. 기판의 프로세싱에서, 플라즈마가 종종 이용되어 기판 상에 막을 증착하거나, 이 막의 의도된 부분들을 에칭 한다. 다음 세대의 마이크로일렉트로닉스 층에서 축소된 피처 (feature) 크기 및 새로운 재료의 구현은 플라즈마 프로세싱 장비에 대해 새로운 요건을 부과한다. 더 작은 피처, 더 큰 기판 크기 및 듀얼 다마신 에칭 기술과 같은 새로운 프로세싱 기술은, 보다 우수한 수율을 위해 플라즈마 밀도 및 기판 전체에 걸친 균일도와 같은 플라즈마 파라미터의 정확한 제어를 필요로 한다.

[0003]

[0004] **개요**

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스 (gas flow conductance)를 제어하기 위한 장치의 일 실시형태가 제공되며, 이 장치는, 하부 전극을 중심으로 둘러싸도록 구성되고, 그 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는 그라운드 링; 바이패스 쿤크 링; 그라운드 링 및 바이패스 쿤크 링 위에 배치되고, 그 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하는 커버 링; 및 그라운드 링에 대하여 바이패스 쿤크 링을 이동시켜, (i) 제 1 슬롯 세트가 제 2 슬롯 세트와 유체 소통되어 제 1 및 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 있는 온 (ON) 상태와 (ii) 제 1 슬롯 세트가 바이패스 쿤크 링에 의해 블록킹되어 제 1 및 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 (OFF) 상태 사이에서, 제 1 및 제 2 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하도록 구성된 메커니즘을 포함한다.

[0006]

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하기 위한 다른 장치가 제공되며, 이 장치는, 하부 전극을 중심으로 둘러싸도록 구성되고, 그 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는 정지 그라운드 링; 그 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하는 정지 커버 링; 그라운드 링과 커버 링 사이에 배치되고, 그 안에 형성된 제 3 슬롯 세트를 포함하는 바이패스 쿤크 링; 및 그라운드 링에 대하여 바이패스 쿤크 링을 회전시켜 제 1 슬롯 세트와 제 3 슬롯 세트 사이의 오버랩 양을 변화시키고, 이에 의해, (i) 제 1 슬롯 세트가 제 3 슬롯 세트와 유체 소통되어 제 1, 제 2 및 제 3 슬롯 세트를 통해 가스가 흐르는 온 상태와 (ii) 제 1 슬롯 세트가 바이패스 쿤크 링에 의해 블록킹되어 제 1, 제 2 및 제 3 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 상태 사이에서, 제 1, 제 2 및 제 3 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하도록 구성된 메커니즘을 포함한다.

[0007]

기판을 지지하도록 구성된 하부 전극에 대향하여 배치된 상부 전극을 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내의 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하기 위한 장치의 다른 실시형태가 제공되며, 이 장치는, 하부 전극을 중심으로 둘러싸도록 구성되고, 그 안에 형성된 제 1 슬롯 세트를 포함하는 정지 그라운드 링; 그라운드 링 상에 배치되고, 그 안에 형성된 제 2 슬롯 세트를 포함하는 정지 커버 링으로서, 제 2 슬롯 세트 슬롯들 각각은 제 1 슬롯 세트의 대응하는 슬롯과 정렬되는, 상기 정지 커버 링; 그라운드 링 아래에 배치되고, 그 안에 형성된 돌출부를 포함하는 바이패스 쿤크 링으로서, 각 돌출부와, 대응하는 제 1 슬롯을 정의하는 내측면 사이의 공간이 제 1 및 제 2 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 결정하는, 상기 바이패스 쿤크 링; 및 그라운드 링에 대하여 쿤크 링을 이동시켜, (i) 제 1 슬롯 세트가 제 2 슬롯 세트와 유체 소통되어 제 1 및 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 있는 온 상태와 (ii) 제 1 슬롯 세트가 바이패스 쿤크 링에 의해 블록킹되어 제 1 및 제 2 슬롯 세트를 통해 가스가 흐를 수 없는 오프 상태 사이에서, 제 1 및 제 2 슬롯 세트를 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 변화시키도록 공간을 조정하도록 구성된 메커니즘을 포함한다.

[0008]

**도면의 간단한 설명**

도 1은 CCP 반응기 챔버의 개략도를 나타낸다.

도 2는 일 실시형태에 따른 CCP 챔버의 개략적인 단면도를 나타낸다.

도 3a는 도 2의 영역 A의 확대도를 나타낸다.

도 3b 내지 도 3e는 도 3a에 도시된 구조에서 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하기 위한 장치의 개략도를 나타낸다.

도 3f는 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치의 대안의 실시형태의 개략도를 나타낸다.

- [0014] 도 4a 내지 도 4c 는 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치의 다른 대안의 실시형태의 개략도를 나타낸다.
- [0015] 도 5a 내지 도 5c 는 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치의 다른 대안의 실시형태를 나타낸다.
- [0016] 도 6a 내지 도 6c 는 다른 실시형태에 따른 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치를 나타낸다.
- [0017] 도 7 은 다른 실시형태에 따른 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치를 나타낸다.
- [0018] 도 8 은 다른 실시형태에 따른 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하는 장치를 나타낸다.

## [0019] 상세한 설명

- [0020] CCP (capacitively-coupled RF plasma) 반응기 또는 챔버 내에서, 플라즈마는 2 개의 대향하는 상부 전극과 하부 전극 사이의 캡에서 생성된다. 도 1 은 기판을 프로세싱하는 CCP 반응기 챔버 (100) 의 일 실시형태를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 하부 전극 어셈블리는 포커스 링 (108), 및 챔버의 동작 시에 기판 (106) 을 적절한 위치에 고정하는 척 (104) 을 포함한다. 척 (104) 은 정전 척일 수 있고, 예를 들어 RF 전력 공급기 (110) 에 의해 무선 주파수 (RF) 전력이 공급될 수 있다. 상부 전극 어셈블리는 상부 전극 (114) 및 배플 또는 샤크헤드 (116) 를 포함한다. 상부 전극 (114) 은, 동작 시에 다른 RF 전력 공급기 (120) 에 의해 접지되거나 전력이 인가될 수 있다. 가스 흐름은 도관 (122) 을 통해 공급되어 배플 (116) 을 통과한다. 가스는 캡 (126) 내에서 플라즈마로 전기적으로 여기된다. 플라즈마는 한정 링들 (102a, 102b, 102c) 에 의해 한정된다.
- [0021] 가스는 링들 (102) 사이의 공간/캡 (124) 을 통과하고 진공 펌프에 의해 벽 (118) 을 통해 챔버로부터 배출된다. 플라즈마 특성은 캡 (124) 을 통과하는 가스 유량에 영향을 받는다. 배플 (116) 로부터 배출 구로의 흐름 경로의 전체 가스 흐름 컨덕턴스는 링들의 개수 및 링들 사이의 캡의 크기를 포함하는 몇몇 인자에 의존한다. 일 실시형태에서, 캡 (124) 은 캡 제어 메커니즘 (도 1 에는 미도시) 에 의해 조정 가능하고 제어된다.
- [0022] 기판의 플라즈마 프로세싱을 위한 몇몇 프로세스에서, 하나 이상의 프로세스 단계들은 캡 제어 메커니즘의 최대 용량을 초과하는 흐름 컨덕턴스 (flow conductance) 레벨을 필요로하는 것으로 정해져 있다. 이러한 프로세스에서, 기판은 챔버로부터 언로딩되어, 이러한 흐름 컨덕턴스 레벨이 달성될 수 있는 다른 챔버에서 프로세싱 될 필요가 있을 수도 있다. 이 문제에 비추어, 장치는 CCP 반응기 또는 챔버 내에 확장된 가변 가스 흐름 컨덕턴스 범위를 제공하도록 동작 가능한 것으로 제공된다. 이 장치는, 플라즈마 프로세싱 챔버가 넓은 범위의 플라즈마 조건을 제공하는 것을 가능하게 한다.
- [0023] 도 2 는 CCP 반응기 또는 챔버 (200) 일부의 예시적인 실시형태를 나타낸다. 챔버 (200) 에는, 챔버 (200) 내에 확장된 가변 가스 흐름 컨덕턴스 범위를 제공하는 장치가 제공된다. 챔버 (200) 는 상부 전극 어셈블리 (202) 및 플라즈마 프로세싱 동안 기판을 적절한 위치에 고정하는 하부 전극 어셈블리 (204) 를 포함한다. 상부 전극 어셈블리 (202) 및 하부 전극 어셈블리 (204) 는 공간 또는 캡 (208) 에 의해 서로 분리된다. 챔버 벽 (214) 은, 기판이 챔버 (200) 안으로 로딩/언로딩되는 도어 또는 게이트 (216) 를 포함한다.
- [0024] 상부 전극 어셈블리 (202) 는 샤크헤드 전극과 같은 가스 분배 부재 (203) 를 포함하고, 가스 분배 부재를 통해 프로세스 가스가 캡 (208) 안으로 공급된다. 캡 (208) 안으로 공급된 프로세스 가스는 하부 전극 어셈블리 (204) 에 인가된 RF 전력에 의해 플라즈마 상태로 여기된다. 캡 (208) 내의 플라즈마는, 한정 링들 (207) 의 스택을 포함하는 웨이퍼 영역 압력 (WAP)/한정 링 어셈블리 (206) 에 의해 한정된다. 장치는 한정 링에 대한 캡 제어 메커니즘을 포함할 수 있다. 캡 (208) 내의 중성 가스 종들은 한정 링들 (207) 사이의 공간을 일반적으로 수평 방향으로 통과하여, 챔버 공간 (210) 으로 들어간다. 가스는 벽 (214) 에 결합된 진공 펌프 (212) 에 의해 챔버 공간 (210) 으로부터 배출된다.
- [0025] 가스 분배 부재 (203) 로부터 챔버 공간 (210) 으로의 가스 유량은 캡 (208) 내의 압력에 영향을 준다. 가스 유량을 증가시키기 위해, 추가의 가스 흐름 컨덕턴스 경로 또는 회로가 가스 분배 부재 (203) 로부터 한정 링들 (207) 사이의 캡을 통해 챔버 공간 (210) 으로의 경로에 대해 (평행하게) 제공된다.
- [0026] 도 3a 는 도 2 의 도시된 영역 A 의 확대도를 나타내며, 그라운드 링 (314) 내의 바이패스 슬롯들 (312a, 312b; 본 명세서에서 링들 (312) 로 집합적으로 지칭됨) 의 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하기 위한 제어 메커니즘 (320) 을 나타낸다. 도 3b 는 제어 메커니즘 (320) 의 측면도를 나타낸다. 도 3c 및 도 3d 는 제어 메커니즘

(320), 바이패스 쿠크 링 (308) 및 그라운드 링 (314)의 부분적으로 잘라낸 평면도를 나타내며, 여기서 슬로팅된 그라운드 커버 링 (304, 도 3a)은 설명을 위해 제거된다. 도 3a 내지 도 3d에 도시된 바와 같이, 하부 전극 어셈블리는 그라운드 링 (314), 그라운드 링 (314) 내에 형성된 링-형상의 채널에 탑재된 바이패스 쿠크 링 (308), 및 커버 링 (304)을 포함한다. 바람직하게, 폴리테트라플루오르에틸렌 (PTFE) 등으로 형성된 다수의 볼 (316)이 이용되어, 바이패스 쿠크 링 (308)의 이동 시에 그라운드 링 (314)과 바이패스 쿠크 링 (308) 사이의 회전 마찰을 감소시킨다. 도 3e는 바이패스 쿠크 링 (308)의 반경 방향으로 연장된 다수의 슬롯들 (310a, 310b; 본 명세서에서 슬롯 (310)으로서 집합적으로 지칭됨)을 포함하는 바이패스 쿠크 링 (308)의 평면도를 나타낸다. 마찬가지로, 커버 링 (304) 및 그라운드 링 (314) 각각은 슬롯들 (306a, 306b; 본 명세서에서 슬롯 (306)으로서 집합적으로 지칭됨) 및 슬롯 (310)과 유사한 슬롯들 (312a, 312b)을 포함한다. 슬롯들 (306, 310 및 312)은 직사각형 또는 사다리꼴과 같은 임의의 적절한 형상을 가질 수 있다. 그라운드 링 (314)은 알루미늄과 같은 도전성 재료로 이루어지고; 커버 링 (304)은 석영과 같은 유전체 재료로 이루어지며; 바이패스 쿠크 링 (308)은 석영 또는 SiC와 같은 유전체 재료로 이루어진다.

[0027]

커버 링 (304) 및 그라운드 링 (314)이 정지되어 있는 반면에, 바이패스 쿠크 링 (308)은 커버 링 (304) 및 그라운드 링 (314)에 대하여 회전될 수 있다. 커버 링 (304) 및 그라운드 링 (314) 내에 형성된 바이패스 슬롯들 (306 및 312)은 위에서 볼 때 서로에 대하여 정렬되고, 각 쌍의 슬롯들 (306a, 312a; 306b, 312b)은 시야 경로의 선을 형성한다. 제어 메커니즘 (320)은, 정지 커버 링 (304) 및 그라운드 링 (314)에 대하여 바이패스 쿠크 링 (308)을 회전시켜, 슬롯들 (306, 310, 및 312)을 통한 가스 흐름을 제어하도록 동작 가능하다.

[0028]

한정 링 어셈블리 (또는 WAP 링 어셈블리) (206)는 WAP 링 (300) 및 한정링들 (302)의 스택을 포함한다. 이하, "한정 링" 및 "WAP 링" 이란 용어는 호환성있게 이용된다. 한정 링 어셈블리 (206)는 캠 (CAM) 링에 결합된 플런저 (plunger; 303)와 같은 적절한 액츄에이션 메커니즘에 의해 화살표 301 방향으로 이동된다. 화살표 301의 방향은 3 개의 링들 (304, 308, 및 314)의 축 방향에 평행할 수도 있다. 캠 링의 더 상세한 설명은 공용의 미국 특허 6,019,060호에 나타나고, 그 전체가 본 명세서에 참조로서 통합된다. 한정 링 어셈블리 (206)는 제어 메커니즘 (320)에 결합된다. 제어 메커니즘 (320)은 액츄에이션 로드 또는 바 (324), 샤프트 (328)의 축에 대하여 선회된 레버 (332), 및 샤프트 (328)에 고정된 장형 암 (330)을 포함한다. 샤프트 (328)의 축은 그라운드 링 (314)의 축 방향에 수직일 수 있다. 평형추 (counterweight; 326)는 레버 (332)의 일단에 제공되고 액츄에이션 컴포넌트 (322)는 레버 (332)의 타단에 제공된다. 액츄에이션 컴포넌트 (322)는 평형추 (326)에 가해지는 중력에 의해 액츄에이션 로드 (324)의 하부 팁 (tip)에 대해 어징 (urging) 된다.

[0029]

한정 링 어셈블리 (206)가 위로 이동될 때, 액츄에이션 로드 (324)도 또한 위로 이동된다. 그 다음에, 웨이트 (326)의 힘으로 인해, 레버 (332)는 시계 방향으로 회전하고 (도 3b), 암 (330)의 팁은 화살표 334의 방향으로 이동한다. 그 다음에, 암 (330)은, 바이패스 슬롯들 (310)이 다른 슬롯들 (312 및 306)과 정렬되도록 방향 (334)으로 바이패스 쿠크 링 (308)을 회전시켜서, 가스 흐름 경로는 3 개의 슬롯 세트를 통해 형성된다. 도 3c는 완전히 온 (ON) 가스 흐름 상태에서 제어 메커니즘 (320)의 구성을 나타낸다. 도 3c에서, 슬로팅된 (slotted) 커버 링 (304)은 설명을 위해 제거된다. 따라서, 제어 메커니즘 (320)의 동작은 슬롯들 (306, 310, 312)을 통해 추가의 가스 흐름 컨덕턴스 경로를 제공한다.

[0030]

한정 링 어셈블리 (206)가 아래로 이동될 때, 액츄에이션 로드 (324)도 또한 액츄에이션 컴포넌트 (322)를 아래로 밀어낸다. 그러면, 레버 (332)는 반시계 방향으로 회전하고, 장형 암 (330)은 화살표 336의 방향 (도 3b)으로 이동한다. 그러면, 바이패스 쿠크 링 (308)은 방향 336으로 이동하고, 이에 의해 바이패스 슬롯들 (306 및 312)을 부분적으로 블로킹 (blocking) 한다. 액츄에이션 컴포넌트 (322)가 그 최하위 위치에 있을 때, 바이패스 슬롯들 (306 및 312)은 도 3d에 도시된 바와 같이 바이패스 쿠크 링 (308)에 의해 전체적으로 블로킹된다. 도 3d는 오프 (OFF) 가스 흐름 상태에서 제어 메커니즘 (320)의 구성을 나타낸다.

[0031]

슬롯들 (306, 310, 및 312)은 서로 정렬되어 가스 유로를 제공할 수 있는 각종 형상 및 크기를 가질 수 있다. 도 3f는 바이패스 쿠크 링 (360)의 대안의 실시형태의 평면도이다. 도시된 바와 같이, 쿠크 링 (360)은 그 원주 방향을 따라 배열된 슬롯들 (362)의 열을 갖는다. 본 실시형태에서, 커버 링 및 그라운드 링은 쿠크 링 (360)과 유사한 슬롯 구성을 가질 수 있다.

[0032]

도 4a 내지 도 7에 도시된 실시형태에서, 설명을 위해, 각 예시적인 커버 링, 쿠크 링, 및 그라운드 링은 하나

또는 두개의 슬롯 열을 포함하는 것으로 도시된다. 그러나, 다른 실시형태에서 이들 3 개의 링들 각각은 다른 적절한 개수의 열 및 각 열에서 적절한 개수의 슬롯을 가질 수 있다.

[0033] 도 4a 는 다른 예시적인 실시형태에 따른 쇼크 링 제어 메커니즘 (420) 을 포함하는 장치를 나타낸다. 도 4b 및 도 4c 는 제어 메커니즘 (420), 바이패스 쇼크 링 (408) 및 그라운드 링 (414) 의 부분적으로 잘라낸 평면도를 나타낸다. 이들 도면에서, 슬로팅된 커버 링 (404, 도 4a) 은 설명을 위해 제거된다. 도 3a 에 도시된 실시형태와 같이, 하부 전극 어셈블리는 그라운드 링 (414), 그라운드 링 (414) 내에 형성된 링-형상의 채널 내에 탑재된 바이패스 쇼크 링 (408), 및 슬로팅된 커버 링 (404) 을 포함한다. 본 실시형태에서, 그라운드 링 (414) 및 커버 링 (404) 은 정지되어 있는 반면에, 바이패스 쇼크 링 (408) 은 커버 링 (404) 및 그라운드 링 (414) 에 대하여 회전될 수 있다. 링들 (404, 408, 414) 은 예를 들어, 도 3a 에 도시된 각 링들과 동일한 재료로 이루어질 수 있다. 도 4a 에 도시된 바와 같이, 한정 링 어셈블리 (206) 는 캠 링과 같은 적절한 메커니즘에 의해 화살표 (401) 의 방향으로 이동되고, 메커니즘 (420) 에 결합된다. 바람직하게 PTFE 등으로 이루어진 다수의 볼들 (416) 은, 바이패스 쇼크 링 (408) 의 이동 시에 그라운드 링 (414) 과 바이패스 쇼크 링 (408) 사이의 회전 마찰을 감소시키는데 이용된다.

[0034] 메커니즘 (420) 은 한정 링 어셈블리 (206) 에 결합되고 테이퍼링부 (tapered section; 424) 를 갖는 액츄에이션 로드 (422); 그라운드 링 (414) 에 고정된 외부 케이스 (428); 캠 링에 대하여 액츄에이션 로드 (422) 및 한정 링 어셈블리 (206) 를 탄성력 있게 어정하기 위한 액츄에이션 스프링 (426); 포인트 (438) 에서 선회된 레버 (430); 레버 (430) 에 고정된 일단을 갖는 암 (433); 및 테이퍼링부 (424) 의 측면에 대해 레버 (430) 를 탄성력 있게 어정하기 위한 레버 스프링 (434) 을 포함한다. 테이퍼링부 (424) 의 측면은 레버 (430) 와 슬라이딩 접촉된다. 스프링 (426) 은 선택적이다. 캠 링 어셈블리 (206) 는 미국 특허 제 6,019,060 호에 상세히 설명된 바와 같이 캠 링에 대해 한정 링 어셈블리 (206) 를 탄성력 있게 어정하기 위한 스프링을 포함할 수 있다.

[0035] 동작 시, 액츄에이션 로드 (422) 가 아래로, 바람직하게 그라운드 링 (414) 의 축 방향으로 이동됨에 따라, 테이퍼링부 (424) 의 측면은 레버 (430) 를 옆으로 푸시하여, 레버 (430) 로 하여금 축 (440) 에 대하여 (위에서 볼 때) 반시계 방향으로 회전하게 한다. 축 (440) 은 그라운드 링 (414) 의 축 방향에 평행하게 배향될 수 있다. 레버 (430) 가 회전함에 따라, 암 (433) 및 암 (433) 에 결합된 바이패스 쇼크 링 (408) 은 화살표 432 의 방향으로 회전한다 (도 4b). 이러한 회전 시에, 바이패스 쇼크 링 (408) 의 바이패스 슬롯 (410) 은, 도 4b 에 도시된 위치에서 슬롯 (410) 이 전체적으로 블록킹될 때 까지, 커버 링 (404) 및 그라운드 링 (414) 에 의해 점차적으로 블록킹된다 (커버된다).

[0036] 액츄에이션 로드 (422) 가 위로 이동됨에 따라, 레버 (430) 는 화살표 436 의 방향으로 바이패스 쇼크 링 (408) 을 턴하도록 회전시킨다 (도 4c). 액츄에이션 로드 (422) 가 그 움직임의 상한에 도달할 때, 슬롯들 (406, 410 및 412) 은 서로 정렬되고, 메커니즘 (420) 은 도 4c 에 도시된 바와 같이 슬롯들 (406, 410 및 412) 을 통해 최대 가스 흐름 컨덕턴스를 제공한다.

[0037] 도 5a 는 다른 예시적인 실시형태에 따른 쇼크 링 제어 메커니즘 (520) 을 포함하는 장치를 나타낸다. 도시된 실시형태에서, 하부 전극 어셈블리는 도 3a 에 도시된 실시형태와 유사한 구조를 갖는다. 도 5a 에 도시된 바와 같이, 한정 링 어셈블리 (206) 는 바람직하게 적절한 메커니즘에 의해 그라운드 링 (514) 의 축 방향에 있는 화살표 502 의 방향으로 이동된다. 메커니즘 (520) 은 쇼크 링 (508) 을 제어하도록 동작 가능하다.

제어 메커니즘 (520) 은 한정 링 어셈블리 (206) 에 결합된 액츄에이션 로드 (actuation rod; 522); 스프링 (528) 에 의해 액츄에이션 로드 (522) 에 대해 탄력성 있게 어정된 제 1 액츄에이션 컴포넌트 (524); 제 1 액츄에이션 컴포넌트 (524) 에 결합되고, 제 1 액츄에이션 컴포넌트 (524) 가 방향 502 로 이동할 때 축 (533) 에 대하여 회전하도록 구성된 제 2 액츄에이션 컴포넌트 (530); 및 제 2 액츄에이션 컴포넌트 (530) 에 고정된 암 (532) 을 포함한다. 축 (533) 은 그라운드 링 (514) 의 축 방향에 실질적으로 평행하게 배향될 수도 있다.

또한, 메커니즘 (520) 은 그라운드 링 (514) 에 고정된 지지 엘리먼트 (526) 를 포함하고, 지지 엘리먼트는 제 1 액츄에이션 컴포넌트 (524) 및 스프링 (528) 에 대한 기계적 지지를 제공한다. 제 1 액츄에이션 컴포넌트 (524) 및 제 2 액츄에이션 컴포넌트 (530) 는 선형 운동을 회전 운동으로 변환하기 위한 메커니즘을 형성한다. 예를 들어, 도시된 바와 같이 제 1 액츄에이션 컴포넌트 (524) 및 제 2 액츄에이션 컴포넌트 (530) 는 한 쌍 (mating pair) 의 기어일 수 있다.

[0038] 한정 링 어셈블리 (206) 가 방향 502 로 이동됨에 따라, 암 (532) 및 암 (532) 에 결합된 (슬롯들 (510a, 510b) 을 갖는) 바이패스 쇼크 링 (508) 은, (슬롯들 (512a, 512b) 을 갖는) 정지 그라운드 링 (514) 및 (슬롯

들 (506a, 506b) 을 갖는) 슬로팅된 커버 링 (504) 에 대하여 회전한다. 도 5b 는 쿠크 링 (508) 에 의해 블록킹된 슬롯 (506a) 을 갖는 커버 링 (504) 의 평면도를 나타낸다. 이 슬롯 구성은 오프 가스 흐름 상태이다. 도 5c 는 다른 슬롯들 (510a 및 512a) 과 정렬된 슬롯 (506a) 을 갖고 그것을 통해 가스 흐름 통로들을 형성하는 커버 링 (504) 의 평면도이다. 이 슬롯 구성은 완전한 온 가스 흐름 상태이다. 메커니즘 (520) 은 쿠크 링 (508) 을 제어하고, 오프 상태와 도시된 완전한 온 상태, 즉, 그라운드 링 내의 슬롯 (512) 이 바이패스 쿠크 링 (508) 에 의해 부분적으로 오버랩되는 상태 사이에서 가변 가스 흐름 컨덕턴스를 제공하도록 동작 가능하다. 다시 말하면, 온 상태는 완전한 온 상태 내지 부분적인 온 상태의 범위에 이를 수 있다.

[0039] 도 2 내지 도 5c 에 도시된 가스 흐름 컨덕턴스를 제어하기 위한 메커니즘의 예시적인 실시형태가 캠 링들 (간 결함을 위해 도면에는 도시하지 않음) 에 의해 가동된다. 캠 링들은, 예를 들어 챔버 압력을 측정하도록 동작 가능한 압력 센서로부터의 압력 센서 신호에 응답하는 적절한 제어 메커니즘에 의해 제어될 수 있다. 압력 센서, CAM 제어 메커니즘, 및 도 2 내지 도 5c 에 도시된 쿠크 링 제어 메커니즘들 각각은 하부 전극 어셈블리 및 상부 전극 어셈블리 (도 5a) 사이의 캡 (550) 내의 플라즈마 압력의 정확한 제어를 위해 피드백 제어 시스템을 형성할 수 있다.

[0040] 도 6a 는 다른 예시적인 실시형태에 따른 쿠크 링 제어 메커니즘 (620) 을 포함하는 장치를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 하부 전극 어셈블리는 도 3a 에 도시된 실시형태와 유사한 구조를 갖는다. 한정 링 어셈블리는 메커니즘 (620) 과 관련되어 선택적으로 이용될 수 있다. 메커니즘 (620) 은 쿠크 링 (608) 을 제어하여, 가스 흐름 컨덕턴스를 제어한다. 메커니즘은, 로터 (623) 를 갖는 모터 (622), 및 로터 (623) 와 쿠크 링 (608) 에 결합되는 L-형상의 암 (624) 을 포함한다. 모터 (622) 가 로터 (623) 및 암 (624) 을 회전시킴에 따라, (슬롯들 (610a, 610b) 을 갖는) 쿠크 링 (608) 은 (슬롯들 (612a, 612b) 을 갖는) 정지 그라운드 링 (614) 및 (슬롯들 (606a, 606b) 을 갖는) 슬로팅된 커버 링 (604) 에 대해 회전된다. 모터 (622) 는 고-정밀 스텝핑 모터일 수 있으며 작은 치수를 가져서, 그라운드 링 (614) 가까이 배치되거나 고정될 수 있다.

[0041] 모터 (622) 는 모터 제어 디바이스 또는 모터 제어기 (630) 에 의해 제어된다. 모터 제어 디바이스 (630) 는 특히, 챔버 압력을 측정하는 압력 센서 (632)로부터의 압력 센서 신호에 응답한다. 압력 센서 (632), 모터 제어 디바이스 (630), 및 쿠크 링 제어 메커니즘 (620) 은 캡 (640) 내의 플라즈마 압력의 정확한 제어를 위해 피드백 시스템을 형성할 수 있다.

[0042] 도 6b 는 오프 상태에서 쿠크 링 (608) 에 의해 슬롯 (606a) 이 블록킹되는 커버 링 (604) 의 평면도를 나타낸다. 도 6c 는 완전한 온 상태에서 슬롯 (606a) 이 다른 슬롯들 (610 및 612) 과 정렬되어 가스 흐름 통로를 형성하는 커버 링 (604) 의 평면도를 나타낸다. 그러나, 메커니즘 (620) 은 도시된 2 개의 상태, 즉 그라운드 링 (614) 내의 슬롯 (612) 이 쿠크 링 (604) 에 의해 부분적으로 오버랩되는 상태 사이에서 슬롯들을 통해 가변 가스 흐름 컨덕턴스를 제공하도록 동작 가능하다. 다시 말해, 온 상태는 완전한 온 상태 내지 부분적인 온 상태의 범위에 이를 수 있다.

[0043] 도 7 은 다른 예시적인 실시형태에 따른 쿠크 링 제어 메커니즘 (710) 을 포함하는 장치를 나타낸다. 본 실시형태에서, 하부 전극 어셈블리 (702) 는 도 3a 에 도시된 실시형태와 유사하다. 본 실시형태에서, 하부 전극 어셈블리 및 간략화를 위해 도시되지 않은 상부 전극 어셈블리는 캡 (703) 을 정의하며, 캡에서 프로세스 가스는 하부 전극 어셈블리 (702) 에 공급된 RF 전력에 의해 플라즈마 상태로 여기된다. 한정 링 어셈블리는 메커니즘 (710) 과 관련되어 선택적으로 이용될 수 있다. 커버 링 (704) 및 그라운드 링 (706) 은 정지 상태이다. 쿠크 링 (705) 은 커버 링 (704) 및 그라운드 링 (706) 에 대해 회전되어, 링들 (704, 706) 내의 슬롯들을 통한 가스 흐름 컨덕턴스를 제어한다.

[0044] 도시된 바와 같이, 메커니즘 (710) 은, 암 유닛 (714a, 714b, 714c, 본 명세서에서 암 유닛 (714) 으로서 집합적으로 지칭됨); 화살표 711 방향으로 암 유닛 (714) 을 가동시키기 위한 공압 실린더 (712); 및 운동 변환 메커니즘 (708) 을 포함한다. 다른 실시형태에서, 암 유닛 (714) 의 컴포넌트는 일체형 바디로서 형성될 수 있다. 운동 변환 메커니즘 (708) 은 암 유닛 (714) 및 쿠크 링 (705) 에 결합되고, 암 유닛 (714) 의 선형 운동을 쿠크 링 (705) 의 회전 운동으로 변환하도록 동작된다. 본 실시형태에서, 메커니즘 (708) 은 메커니즘들 (320, 420, 및 520) 과 유사할 수 있다. 예를 들어, 컴포넌트 (714a) 는 액츄에이션 로드들 (324, 422, 및 522) 대신에 이용될 수 있는 한편, 메커니즘들 (320, 420, 및 520) 의 다른 컴포넌트들은 바닥측으로부터 연장되는 컴포넌트 (714c) 를 수용하도록 배향될 수 있다.

[0045] 다른 실시형태에서, 전기 솔레노이드는 암 제어 디바이스 (716) 에 의해 제어될 수 있다. 암 제어 디바이스 (716) 는 전기 케이블 (718) 을 통해 전기 신호를 수신할 수 있다. 또한, 케이블 (718) 은 챔버 압력을 측

정하기 위해 압력 센서로부터 압력 센서 신호를 포함할 수 있다. 쿤크 링 제어 메커니즘 (710), 압력 센서, 및 압 제어 디바이스 (716)는 캡 (703) 내의 플라즈마 압력의 정확한 제어를 위해 피드백 제어 시스템을 형성 할 수 있다.

[0046] 도 8은 다른 실시형태에 따른 가스 흐름 컨더턴스를 제어하기 위한 장치 (800)를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 상부 전극 어셈블리는, 프로세스 가스를 캡 (862)으로 분배하기 위한 샤퍼헤드 구성을 갖는 상부 전극 (804); 및 상부 전극 (804)을 둘러싸는 상부 그라운드 링 (806)을 포함한다. 하부 전극 어셈블리 (808)는, 플라즈마 프로세싱 동안 기관을 적절한 위치에 고정하기 위한 정전 척 (810); 실리콘으로 형성될 수 있는 상부 핫 에지 링 (812); 석영으로 형성될 수 있는 유전체 외측 링 (814); 및 캡 (862) 내의 플라즈마로부터 그라운드 링 (824)을 보호하는 내측 커버 링 (816)을 포함한다. 간략화를 위해, 상부 전극 어셈블리 (804) 및 하부 전극 어셈블리 (808)의 다른 컴포넌트는 도 8에 도시되지 않는다. 그러나, 어셈블리들과 연관되어 동작될 수 있는 메커니즘 (800)인 한에서는 본 실시형태에서 다른 유형의 상부 전극 어셈블리 및 하부 전극 어셈블리가 실시될 수 있다.

[0047] 캡 (862) 내의 플라즈마는 WAP 링 (840) 및 복수의 한정 링 (842)을 포함하는 한정 링 어셈블리 (839)에 의해 한정된다. 캡 (862) 내의 중성 종들은 링들 (840, 842) 사이의 캡을 통하여 화살표 852의 방향으로 흐른다.

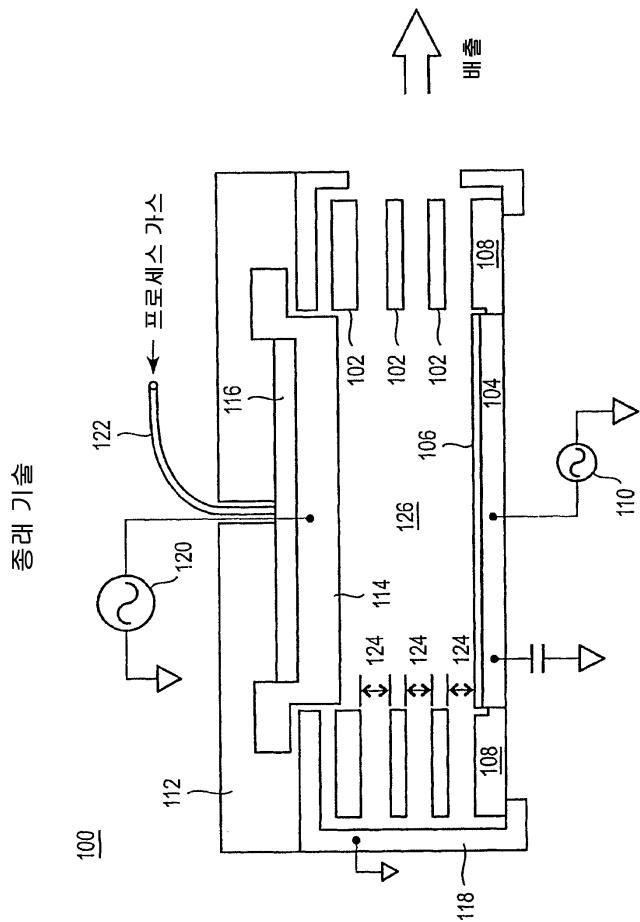
[0048] 도시된 장치 (800)는 추가의 가스 흐름 컨더턴스 경로를 제공하고, 다수의 슬롯들 (822)을 갖는 슬로팅된 커버 링 (820); 슬롯들 (822)과 정렬된 다수의 슬롯들 (825)을 갖는 그라운드 링 (824); 및 다수의 돌출부 (834)가 형성된 바이패스 쿤크 링 (830)을 포함한다. 바이패스 쿤크 링 (830)은 적절한 액츄에이션 메커니즘에 의해 화살표 (852) 방향으로 이동 가능하여, 돌출부 (834)와 슬롯들 (822 및 825) 내면 사이의 공간 (즉, 흐름 경로)이 제어될 수 있으며, 이에 의해 슬롯 (822)을 통한 가스 유량을 제어한다. 예를 들어, 일 실시형태에서, 한정 링 어셈블리 (839)에 결합된 하나 이상의 액츄에이션 로드 또는 바 (850)는 바이패스 쿤크 링 (830)을 작동시킨다. 다른 실시형태에서, 도 7에 도시된 실시형태의 컴포넌트 (714c)와 유사한 암 유닛 (854)은 바이패스 쿤크 링 (830)에 결합되고, 바이패스 쿤크 링 (830)을 작동시키도록 동작된다. 커버 링 (820) 내의 슬롯 (822)은 도 3e에 도시된 실시형태의 슬롯 (310)과 유사하다. 대안으로, 위에서 볼 때, 슬롯 (822)은 동심의 링의 형태일 수 있고 또한 돌출부도 동심의 링일 수 있다.

[0049] 일반적으로, 상부 전극 어셈블리와 하부 전극 어셈블리 사이의 862와 같은 캡 영역의 체적은 860과 같은 챔버 공간의 체적과 비교할 때 상대적으로 작다. 기관의 에칭레이트가 캡 내의 플라즈마에 의해 직접적으로 영향을 받기 때문에, 한정 링 어셈블리는 작은 체적의 압력을 제어 할 수 있고, 챔버 하드웨어에 대한 주요 물리적 변화 없이 캡의 전체 범위에 걸쳐 플라즈마를 한정 할 수 있다. 또한, 캡의 체적이 작기 때문에, 가스 흐름 컨더턴스는 도 3a 내지 도 8에 도시된 바이패스 슬롯에 의해 증가되고, 플라즈마 상태가 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 빠르고 정확하게 제어될 수 있다.

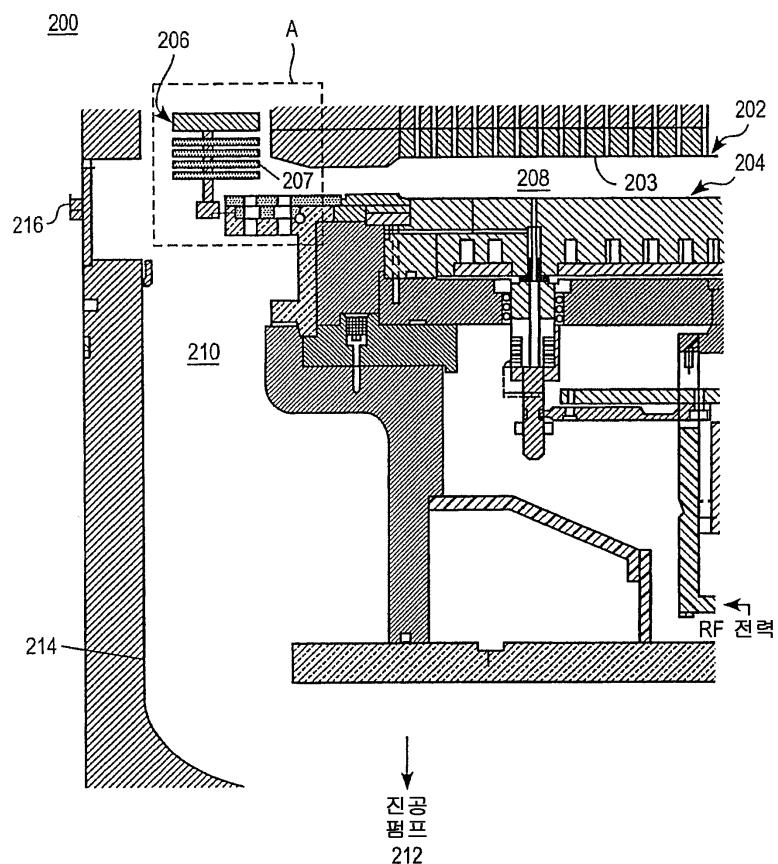
[0050] 본 발명은 특정 실시형태를 참조하여 상세히 설명되었으나, 첨부된 청구범위를 벗어나지 않고 각종 변경 및 변형이 이루어질 수 있으며 등가물이 채택될 수 있다는 것이 당업자에게 명백해질 것이다.

도면

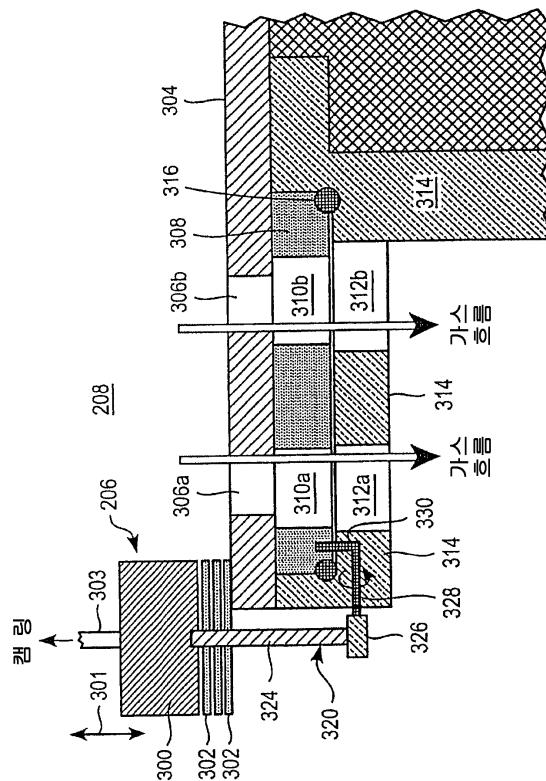
도면1



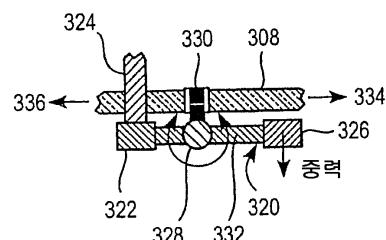
도면2



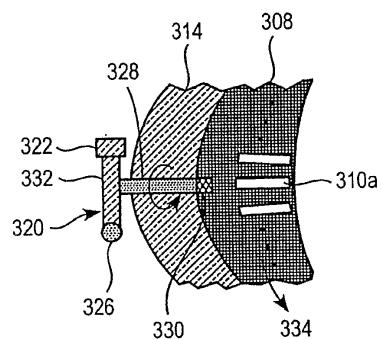
### 도면3a



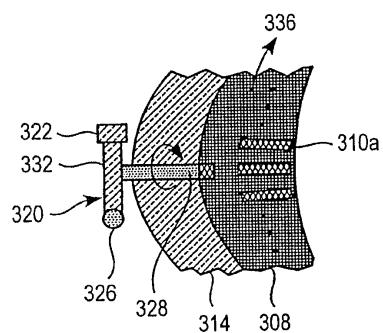
### 도면3b



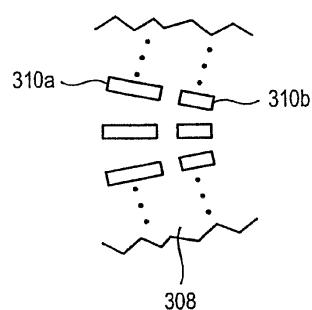
### 도면3c



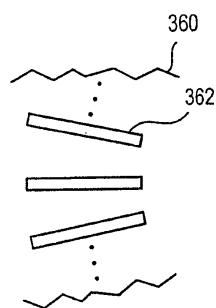
도면3d



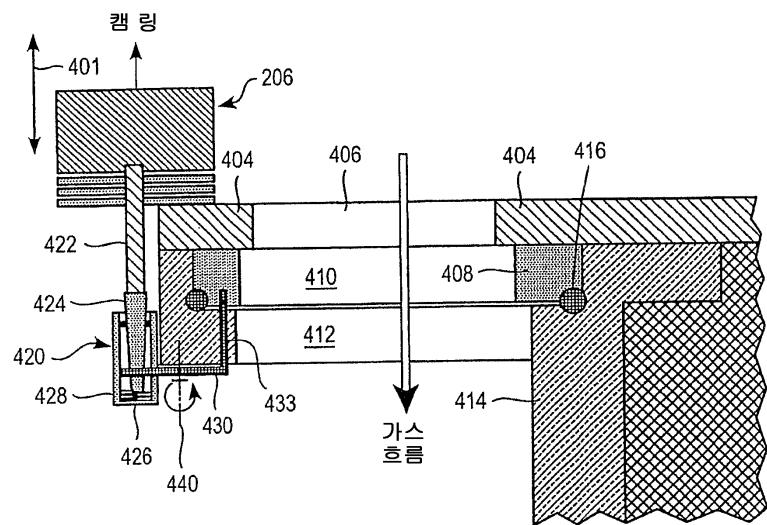
도면3e



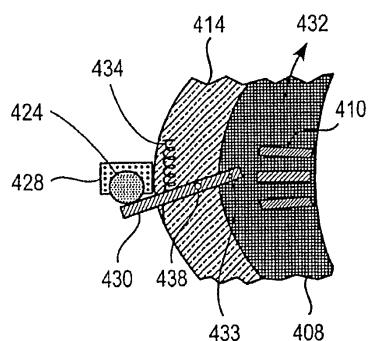
도면3f



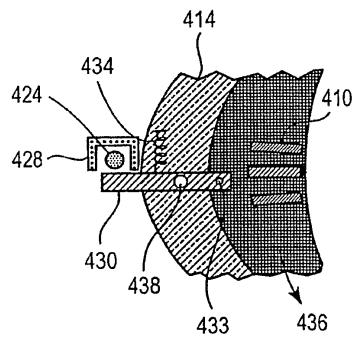
도면4a



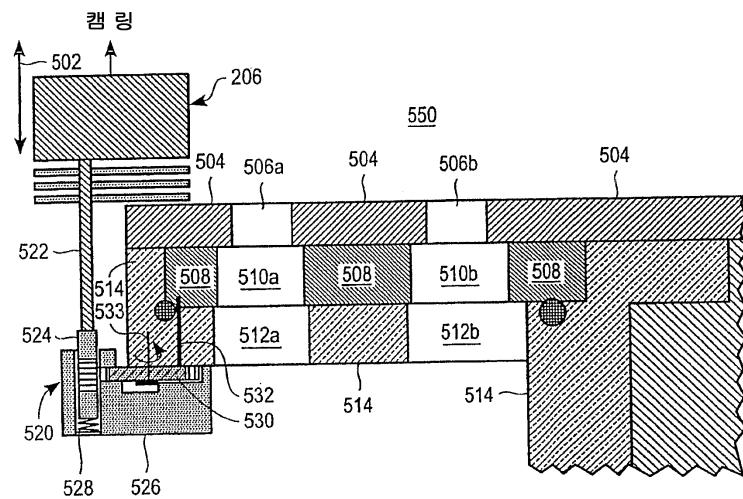
도면4b



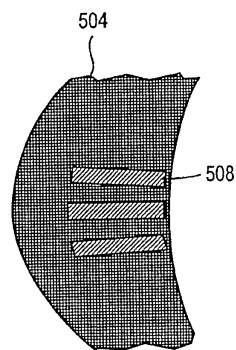
도면4c



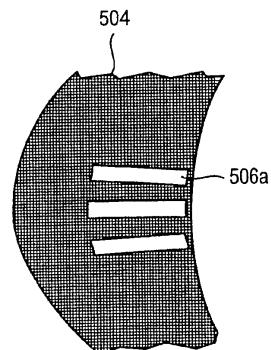
### 도면5a



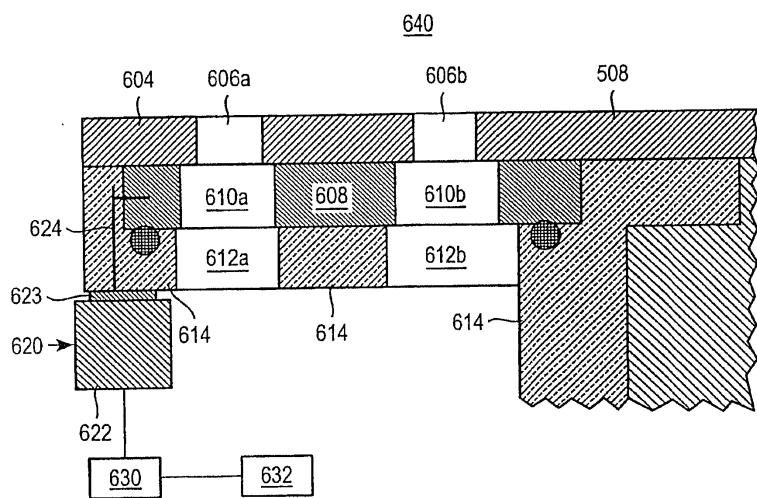
### 도면5b



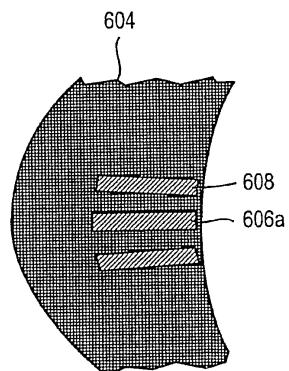
### 도면5c



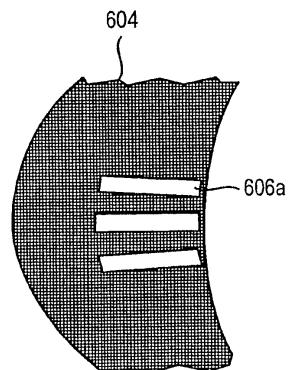
도면6a



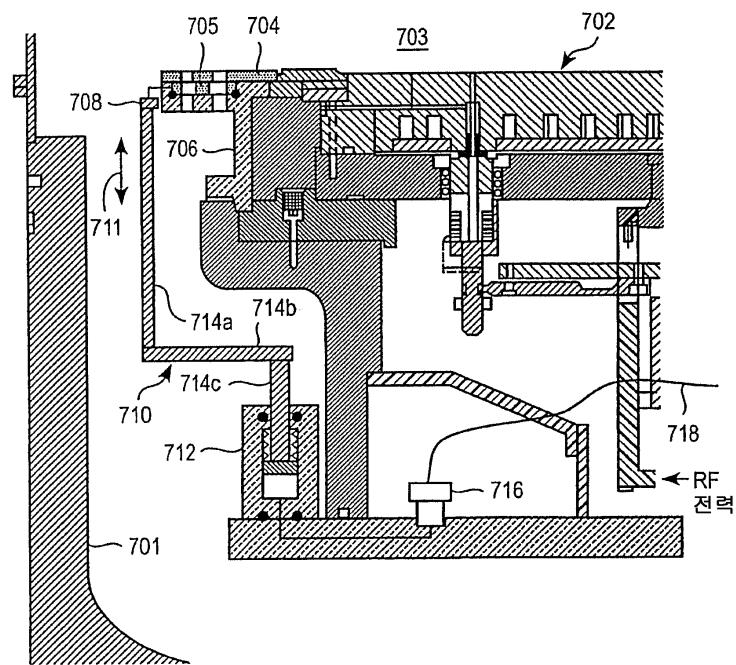
도면6b



도면6c



도면7



도면8

