



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0092387  
(43) 공개일자 2013년08월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H05H 1/24 (2006.01) H05H 1/34 (2006.01)  
H05H 1/46 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7027857
- (22) 출원일자(국제) 2011년07월06일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2012년10월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2011/043083
- (87) 국제공개번호 WO 2012/012200  
국제공개일자 2012년01월26일
- (30) 우선권주장  
61/366,462 2010년07월21일 미국(US)
- (71) 출원인  
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애  
브뉴 3050
- (72) 발명자  
카르두치, 제임스 디.  
미국 캘리포니아 94086 서니베일 게일 애비뉴 731  
첸, 지강  
미국 캘리포니아 95008 캠벨 몬탈보 플레이스  
2742  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인에이아이피

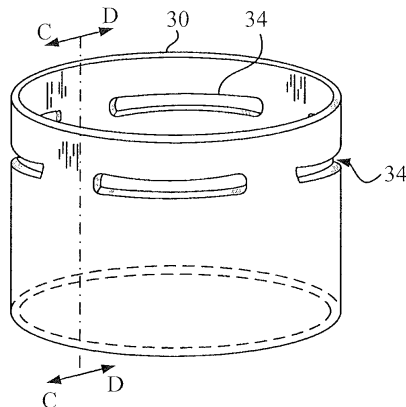
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 프로세싱 장치와, 전기적 스큐들을 조정하기 위한 라이너 어셈블리

(57) 요약

발명은 챔버 덮개, 챔버 본체 및 지지체 어셈블리를 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치를 개시한다. 플라즈마를 함유하기 위한 프로세싱 용적을 정의하는 챔버 본체는 챔버 덮개를 지지하기 위한 것이다. 챔버 본체는 챔버 측벽, 저부 벽 및 라이너 어셈블리로 구성된다. 챔버 측벽 및 저부 벽은 플라즈마를 함유하기 위한 프로세싱 용적을 정의한다. 프로세싱 용적의 내부에 배치된 라이너 어셈블리는 축 대칭적인 RF 전류 경로를 제공하기 위하여 그 위에 형성된 2개 이상의 슬롯들로 구성된다. 지지체 어셈블리는 챔버 본체 내에서 프로세싱하기 위한 기판을 지지한다. 몇몇 대칭적인 슬롯들을 갖는 라이너 어셈블리에 의해, 본 발명은 그 전자기장들이 방위각 비대칭적으로 되는 것을 방지할 수 있다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

**라우프, 샤히드**

미국 캘리포니아 94566 플레즌튼 코트 파드레 6167

**콜린스, 케네스 에스.**

미국 캘리포니아 95120 산호세 글렌뷰 드라이브  
7214

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

플라즈마 프로세싱 장치에서 이용하기 위한 라이너 어셈블리로서,

상기 플라즈마 프로세싱 장치의 측벽의 내부에서 슬립하기 위한 치수(dimension)로 된 외부 벽을 가지는 원통형 본체를 포함하고, 상기 본체는 상기 본체를 통해 형성된 복수의 슬롯들을 가지고, 원형 배열(polar array)로 배열되며, 상기 슬롯들의 적어도 하나는 기관이 상기 라이너를 통과하게 하도록 구성되는, 라이너 어셈블리.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 슬롯들은 동일한 크기를 가지는, 라이너 어셈블리.

### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 슬롯들은 등거리로(equidistantly) 이격되는, 라이너 어셈블리.

### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 복수의 슬롯들은 90도로 이격된 4개의 슬롯들인, 라이너 어셈블리.

### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 원통형 본체는,

상기 외부 벽에 결합되는 저부; 및

상기 저부에 결합되고 상기 프로세싱 장치의 기관 지지체 상부에서 슬립하기 위한 치수로 된 내부 벽을 더 포함하는, 라이너 어셈블리.

### 청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 원통형 본체는,

상기 원통형 본체의 내부에 형성된 냉각제 통로를 더 포함하는, 라이너 어셈블리.

### 청구항 7

측벽 및 저부 벽을 가지는 챔버 본체로서, 상기 챔버의 측벽 및 상기 저부 벽은 플라즈마를 함유하기 위한 프로세싱 용적을 정의하고, 상기 측벽은 상기 측벽을 통해 형성된 슬릿 밸브 터널을 가지는 상기 챔버 본체;

상기 챔버 본체 상에 배치된 덮개 어셈블리; 및

상기 프로세싱 용적 내부에 배치되고 복수의 슬롯들을 포함하는 라이너 어셈블리로서, 상기 복수의 슬롯들은 상기 슬릿 밸브 터널과 정렬된 제 1 슬롯 및 적어도 제 2 슬롯을 포함하고, 상기 제 1 및 제 2 슬롯들은 라이너 어셈블리를 통한 축 대칭적인 RF 복귀 전류 경로를 생성하도록 배열되는 상기 라이너 어셈블리를 포함하는, 플라즈마 프로세싱 장치.

### 청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 슬롯들은 동일한 크기를 가지는, 플라즈마 프로세싱 장치.

#### 청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 복수의 슬롯들은 등거리로 이격되는, 플라즈마 프로세싱 장치.

#### 청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 복수의 슬롯들은,

상기 라이너 어셈블리를 통해 형성된 제 3 슬롯을 더 포함하고, 상기 제 1, 제 2 및 제 3 슬롯들은 120도 이격되는, 플라즈마 프로세싱 장치.

#### 청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 복수의 슬롯들은,

상기 라이너 어셈블리를 통해 형성된 제 3 슬롯; 및

상기 라이너 어셈블리를 통해 형성된 제 4 슬롯을 더 포함하고, 상기 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 슬롯들은 90도 이격되는, 플라즈마 프로세싱 장치.

#### 청구항 12

청구항 7에 있어서,

상기 라이너 어셈블리는,

상기 챔버 본체의 상기 측벽의 내부에서 슬립하기 위한 치수로 된 외부 벽; 및

상기 외부 벽에 결합되는 저부를 더 포함하는, 플라즈마 프로세싱 장치.

#### 청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 라이너 어셈블리는,

상기 저부에 결합되고 상기 기관 지지체 상부에서 슬립하기 위한 치수로 된 내부 벽을 더 포함하는, 플라즈마 프로세싱 장치.

#### 청구항 14

청구항 7에 있어서,

상기 라이너 어셈블리는,

상기 라이너 어셈블리의 내부에 형성된 냉각제 통로를 더 포함하는, 플라즈마 프로세싱 장치.

#### 청구항 15

기관을 플라즈마 프로세싱하기 위한 방법으로서,

챔버 본체를 라이닝하는 라이너 어셈블리를 가지는 플라즈마 프로세싱 장치로 기관을 이송하는 단계로서, 상기 라이너 어셈블리는 상기 라이너 어셈블리를 통해 형성된 2개 이상의 슬롯들을 가지고, 상기 슬롯들은 프로세싱 중에 상기 라이너 어셈블리를 통한 RF 전류 흐름의 대칭적인 분포를 제공하도록 선택되는, 상기 기관을 이송하는 단계;

프로세스 가스들을 가스 소스로부터 상기 챔버 본체로 도입하는 단계;

상기 챔버 본체 내의 상기 프로세스 가스들을 플라즈마로 여기시키기 위하여 파워를 전극에 결합하는 단계; 및  
상기 플라즈마의 존재 시에 상기 기판을 프로세싱하는 단계를 포함하는, 기판을 플라즈마 프로세싱하기 위한 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 전극들 사이에 인가되는 RF 파워에 의해 플라즈마가 여기(excite)되는 전자 기판들을 제조하기 위한 플라즈마 프로세싱 장치에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 발명은 전극들로부터 시작된 RF 전류 흐름의 균형을 맞추기 위하여 플라즈마 프로세싱 장치 내부에 배치된 라이너 어셈블리(liner assembly)에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 평판 디스플레이(flat panel display)들 및 집적 회로들과 같은 전자 장치들은 통상 층들이 기판 상에 증착되고 증착된 재료가 원하는 패턴으로 식각되는 일련의 프로세스 단계들에 의해 제조된다. 상기 프로세스 단계들은 통상 물리 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 강화 CVD(PECVD), 및 플라즈마 프로세스를 포함한다. 특히, 플라즈마 프로세스는 챔버 본체라고 불리는 진공 챔버에 프로세스 가스 혼합물을 공급하고, 그 다음으로, 전기 또는 전자기 파워(RF 파워)를 인가하여 상기 프로세스 가스를 플라즈마 상태로 여기시킬 것을 요구한다. 즉, 프로세스 가스는 전극들로부터 시작된 RF 전류에 의해 플라즈마로 여기된다. 플라즈마는 상기 가스 혼합물을 원하는 증착 또는 식각 프로세스를 수행하는 이온 종들로 분해한다.

[0003] 일반적으로, 기판은 이송 기구(transfer mechanism)들(예를 들어, 로봇 블레이드(robot blade))을 통해 이송 챔버로부터 챔버 본체로 전달될 수 있고, 프로세싱을 위하여 각 챔버 본체의 지지체 어셈블리(예를 들어, 서셉터(susceptor) 또는 페데스탈(pedestal)) 상에 위치될 수 있다. 또한, 챔버 본체는 챔버 본체의 내부 벽(inner wall)들을 보호하기 위하여 챔버 라이너(chamber liner)를 포함할 수도 있다. 도 1a를 참조하기 바랍니다. 도 1a는 전통적인 챔버 라이너의 사시도를 예시한다. 도 1a에 도시된 바와 같이, 이송 챔버로부터 전달된 기판을 수용하기 위하여, 챔버 본체 내부에 배치된 챔버 라이너(90)는 챔버 본체의 슬릿 밸브 터널(slit valve tunnel)과 정렬되며 기판을 수용하기 위한 대응하는 슬롯(slot)을 보통 가진다.

[0004] 기판 프로세싱 중에, 전극들로부터 현재 시작된 RF는 챔버 라이너의 표면 상의 파워 소스(power source)로 복귀한다. RF 복귀 전류는 슬롯(slot)에 의해 정의되는 간격(gap)을 가로질러(across) 이동하지 않으므로, RF 복귀 전류는 슬롯(slot) "둘레로(around)" 이동한다. 이것은 슬롯(slot)의 측방향 에지(lateral edge)들에서의 RF 전류 집중(RF current concentration)의 영역과, 슬롯의 상부 및 하부까지의 낮은 RF 전류의 영역을 야기시키고, 이에 따라, 도 1b에 예시된 바와 같이, RF 전류 흐름에 있어서의 방위각 비대칭 섭동(azimuthal asymmetric perturbation)을 야기시킨다.

[0005] 도 1b는 도 1a에 따라 비대칭적인 RF 전류 흐름을 표시하기 위하여 라인 A-A로부터 라인 B-B까지의 전통적인 챔버 라이너(90)의 개략도를 예시한다. 도 1b에 도시된 바와 같이, RF 전류 흐름(점선들( $I_{90}$ ))에 의해 도시됨은 슬롯(slot)에 의해 섭동되고, 즉, 슬롯(slot)은 고집중 영역( $I_{92}$ )을 생성하며, 이 고집중 영역은 전자기장(electromagnetic field)들에서의 방위각 비대칭에 이르게 할 수 있고, 궁극적으로, 플라즈마는 슬롯(slot)에 대해 불균일한 식각 레이트(non-uniform etch rate)를 야기시킨다.

[0006] 전통적인 챔버 라이너는 균형이 맞추어진 RF 전류 흐름을 제공하는 것을 실패하고 결합 있는 플라즈마 프로세스에 이르게 되었으므로, 전기적 스큐들은 플라즈마 프로세스에서 거의 방지될 수 없었다. 챔버 내부의 RF 전류 분포는 대칭적일 수 있어서, 플라즈마를 위한 전자기장들은 균일한 방위각 식각 또는 증착 레이트(rate)를 제공한다. 이는 중요하다. 그러므로, 상기 언급된 문제들을 방지하며, 챔버 라이너를 따르는 RF 전류 흐름의 균형을 맞추기 위한 필요성이 존재한다.

### 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0007] 발명의 실시예들은 라이너 어셈블리 위에 흐르는 RF 전류의 균형을 맞추도록 구성된 라이너 어셈블리(liner

assembly)를 제공한다. 발명의 하나의 실시예에 따르면, 축 대칭적 RF 전류 경로를 제공하기 위한 2개 이상의 슬롯(slot)들을 포함하는 라이너가 제공되고, 하나의 슬롯은 기관 액세스 포트(substrate access port)이다.

[0008] 발명의 또 다른 실시예에서는, 플라즈마 프로세싱 장치 내에서 RF 전류 흐름의 균형을 맞추기 위한 라이너를 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치가 제공된다.

[0009] 발명의 하나의 실시예에서, 플라즈마 프로세싱 장치는 챔버 본체의 내부에 배치된 라이너를 갖는 챔버 본체를 포함한다. 라인온 축 대칭적인 RF 전류 경로를 제공하기 위하여 라인을 통해 형성된 2개 이상의 슬롯들을 포함한다.

[0010] 본 발명의 추가적인 실시예들은 다음의 도면들 및 그림들에서 예시되는 다음의 상세한 설명을 관독한 후에 당업자들에 의해 의심 없이 이해될 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 교시 내용들은 첨부 도면들을 참조한 다음의 상세한 설명을 고려함으로써 용이하게 이해될 수 있다.

도 1a는 기존의 챔버 라이너의 사시도를 예시한다.

도 1b는 라이너의 표면의 비대칭적인 RF 전류 분포를 표시하기 위하여 단면 라인 A-A 내지 라인 B-B를 따라 취해진 도 1a의 기존의 챔버 라이너의 투사도(projection)를 예시한다.

도 2는 발명의 하나의 실시예에 따라 플라즈마 프로세싱 장치의 개략도를 예시한다.

도 3a는 발명의 하나의 실시예에 따라 챔버 라이너의 사시도를 예시한다.

도 3b는 도 3a에 따라 실질적으로 대칭적인 RF 전류 흐름을 표시하기 위하여 라인 C-C로부터 라인 D-D까지의 챔버 라이너의 투사도를 예시한다.

도 4는 하나의 실시예에 따라 플라즈마 프로세스의 하나의 실시예를 예시하는 순서도이다.

이해를 용이하게 하기 위하여, 동일한 참조 번호들은 가능하다면, 도면들에 공통적인 동일한 구성요소들을 지시하기 위해 이용되었다. 하나의 실시예에서 개시된 구성요소들은 특정한 설명 없이 다른 실시예들에 대해 유익하게 이용될 수 있다고 고찰된다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 2는 발명의 하나의 실시예에 따라 플라즈마 프로세싱 장치의 개략도를 예시한다. 플라즈마 프로세싱 장치는 플라즈마 식각 챔버, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 챔버, 물리 기상 증착 챔버, 플라즈마 처리 챔버, 이온 주입 챔버 또는 다른 적당한 진공 프로세싱 챔버일 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 플라즈마 프로세싱 장치(1)는 챔버 덮개(chamber lid)(10), 챔버 본체(chamber body)(12) 및 기관 지지체 어셈블리(substrate support assembly)(14)를 포함한다. 챔버 본체(12)는 프로세싱 영역을 둘러싸기 위하여 챔버 덮개(10)를 지지한다. 기관 지지체 어셈블리(14)는 덮개(10) 아래의 챔버 본체(12) 내에 배치된다. 플라즈마 프로세싱 장치(1)의 모든 부품들은 이하에서 각각 설명된다.

[0013] 하나의 실시예에서, 챔버 덮개(10)는 샤워헤드 어셈블리(showerhead assembly)(102), 덮개 판(lid plate)(104), 절연체(106) 및 스페이스(spacer)(108)를 포함한다. 덮개 판(104)은 일반적으로 챔버 본체(12) 상에 안착되고, 전형적으로, 챔버 덮개(10)가 개방되도록 하여 챔버 본체(12)의 내부를 노출하기 위하여 힌지(hinge)(도시되지 않음)에 의해 그것에 결합된다. 샤워헤드 어셈블리(102)는 전형적으로 전도성 재료로 이루어지고, 챔버 본체(12) 내부에 형성된 플라즈마(16)를 구동하기 위한 전극으로서 작용하기 위하여 RF 파워 소스(42)에 결합된다. 다른 실시예들에서는, RF 파워 소스(44)가 기관 지지체 어셈블리(14)에 결합될 수 있어서, 지지체는 전극으로서 작용한다. 챔버 덮개(10)는 프로세스 가스를 프로세싱 용적(processing volume)으로 도입하기 위한 가스 소스(gas source)(40)에 일반적으로 연결된다. 구체적으로, 덮개 판(104)은 가스 소스(40)로부터의 프로세스 가스들을 수용하기 위한 주입 포트(injection port)(104a)로 구성될 수 있고, 그 다음으로, 가스들은 샤워헤드 어셈블리(102)를 통해 챔버 본체(12)의 내부로 흐른다. 샤워헤드 어셈블리(102)는 기관 지지체 어셈블리(14) 상에 배치된 기관(2)으로의 균일한 프로세스 가스 전달을 용이하게 한다.

[0014] 샤워헤드 어셈블리(102)는 절연체(106)에 의해 챔버 덮개(10)로부터 전기적으로 절연된다. 절연체(106)는 샤워헤드 어셈블리(102)를 지지하기 위한 내부 선반(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 이하에서 더욱 논의되는 바

와 같이, 스페이서들(108)은 RF 전도성이고, 챔버 본체(12) 및 덮개 판(104) 사이에 배치되고, RF 복귀 경로의 일부를 제공한다.

[0015] 챔버 본체(12)는 챔버 측벽(122) 및 저부 벽(bottom wall)(124)을 포함한다. 챔버 측벽(122) 및 저부 벽(124)은 알루미늄(aluminum)의 단일 블록으로부터 제조될 수 있다. 챔버 본체(12)의 챔버 측벽(122) 및 저부 벽(124)은 플라스마(16)를 가두는(confine) 프로세싱 용적을 정의한다. 프로세싱 용적은 전형적으로 챔버 측벽(122) 내의 슬릿 밸브 터널(slut valve tunnel)(1222)을 통해 액세스되고, 이 슬릿 밸브 터널(1222)은 챔버 본체(12)로의 그리고 챔버 본체(12) 외부로의 기관(2)의 이동을 용이하게 한다. 실제로, 슬릿 밸브 터널(1222)은 챔버 본체(12)로의/챔버 본체(12)로부터의 기관(2)의 진입 및 진출을 허용하기 위하여 챔버 측벽(122) 상에 형성된다.

[0016] 라이너 어셈블리(3)는 프로세싱 용적 내부에 배치된다. 하나의 실시예에서, 라이너 어셈블리(3)는 챔버 라이너(30) 및 저부 라이너(32)를 포함한다. 라이너 어셈블리(3)는 주기적인 세정 및 유지보수를 가능하게 하기 위하여 분리가능하다. 또한, 라이너 어셈블리(3)는 통로를 통해 냉각제를 흐르게 하기 위한 통로(passage)(202)를 포함할 수 있으므로, 라이너의 온도는 조절될 수 있다. 챔버 라이너(30)는 2개 이상의 슬롯(34)들을 포함하고, 일반적으로 원통 형상이지만, 대안적으로, 다른 기하구조(geometry)들을 갖는 챔버들의 내부 벽의 형상을 취할 수 있다. 슬롯(34)들의 적어도 하나는 기관(2)의 통로를 위해 적합하고, 슬릿 밸브 터널(1222)과 정렬된다. 하나의 실시예에서, 슬롯(34)들은 연장된 수평 방위(elongated horizontal orientation)를 가진다. 챔버 라이너(30)에 결합되는 저부 라이너(32)는 보울 부분(bowl portion) 및 선택적인 최내부 원통 부분(inner most cylindrically portion)을 포함하고, 챔버 측벽(122) 및 저부 벽(124)은 챔버 라이너(30) 및 저부 라이너(32)에 의해 플라스마(16)로부터 차폐된다. 실제로, 라이너 어셈블리(3)는 기관 지지체 어셈블리(14) 주위에 배치되고, 챔버 본체(12)의 내부의 수직 표면들을 둘러싼다. 라이너 어셈블리(3)는 라이너 어셈블리(3)를 챔버 측벽(122)에 착탈 가능하게 고정하기 위한 외부 선반(도시되지 않음)을 더 포함할 수 있다. 라이너 어셈블리(3)는 알루미늄 또는 산화이트륨(yttria)과 같은 임의의 프로세스 호환가능 재료(process compatible material)로 구성될 수 있다.

[0017] 슬롯(34)들은 축 대칭적인 RF 전류 경로를 제공하기 위하여 챔버 라이너(30)를 통해 대칭적으로 형성된다. 위에서 논의된 바와 같이, 슬롯(34)들 중의 하나는 슬릿 밸브 터널(1222)과 정렬되는 반면, 다른 슬롯(34)들은 슬릿 밸브 터널(1222)과 정렬되는 슬롯(34)의 개구들로 인해 라이너(30) 상에 존재하는 RF 전류 밀도 및/또는 분포의 변화들을 보상하는 위치에서 챔버 라이너(30) 둘레에 분포된다. 하나의 실시예에서, 슬롯(34)들은 원형 배열(polar array)로 배열되고, 실질적으로 수평 방위에서(즉, 라이너 어셈블리(3)의 중심 축에 수직인 방위에서) 등거리로(equidistantly) 이격될 수 있다.

[0018] 기관 지지체 어셈블리(14)는 챔버 본체(12) 내에서의 프로세스들 중에 기관(2)을 지지한다. 실제로, 기관 지지체 어셈블리(14)는 적어도 하나의 내장된 가열 소자(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 또한, 기관(2)은 평판 디스플레이(flat panel display), 원형 웨이퍼, 액정 디스플레이, 유리 패널 기관, 플라스틱 기관 등일 수 있지만, 이것으로 한정되지 않는다. 또한, 기관 지지체 어셈블리(14)는 특정한 프로세스들을 위해 요구되는 바와 같이 기관(2) 바이어스를 제공하기 위하여 RF 파워 소스(44)에 전기적으로 접속될 수 있다. 이 실시예에서, 샤워 헤드 어셈블리(102)(제 1 전극) 및 기관 지지체 어셈블리(14)(제 2 전극)는 프로세스 가스들을 플라스마(16)로 여기시키기 위하여 프로세싱 용적에 걸쳐 RF 파워를 인가할 수 있다.

[0019] 발명의 하나의 실시예에 따르면, 대칭적으로 슬롯이 형성된 챔버 라이너(30)가 도 3a에 더욱 도시될 수 있다. 도 3a는 발명의 하나의 실시예에 따라 챔버 라이너의 사시도를 예시한다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 챔버 라이너(30)는 복수의 대칭적으로 형성된 슬롯(34)들을 가지고, 슬롯(34)들 중의 하나는 기관들을 이송하기 위한 크기이다. 예를 들어, 다른 슬롯(34)들은 예를 들어, 라이너를 통한 기관 이송에 이용되는 슬롯(34)의 에지(edge)들에서의 RF 전류 밀도 집중들을 보상하기 위하여, 플라스마 프로세스에서 전기적 스큐들을 조정하기 위해 설계된다. 슬롯들은 전극(들)로부터 시작되어 챔버 라이너(30)를 통해 파워 소스로 복귀하는 RF 전류를 위한 축 및 방위각 상의 대칭적인 RF 전류 복귀 경로를 제공하기 위하여 대칭적으로(즉, 라이너(30)의 중심선 주위의 원형 배열로) 간격을 둘 수 있음에 주목해야 한다.

[0020] 하나의 실시예에서, 복수의 슬롯(34)들은 동일한 크기를 가진다. 또 다른 실시예에서, 복수의 슬롯(34)들은 180도 이격된 2개의 슬롯들이다. 또 다른 실시예에서, 복수의 슬롯(34)들은 120도 이격된 3개의 슬롯들이다. 또 다른 실시예에서, 복수의 슬롯(34)들은 90도 이격된 4개의 슬롯들이다.

[0021] 도 3b는 라이너(30)에 걸친 대칭적인 RF 전류 흐름을 예시하는, 라인 C-C로부터 라인 D-D까지 취해진 챔버 라이



너(30)의 개략적인 투사도를 예시한다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 슬롯(34)들은 동일한 크기이고 챔버 라이너(30)를 통해 대칭적으로 형성되어, RF 전류 흐름의 경로들(점선들( $I_{30}$ ))에 의해 도시됨은 슬롯(34)들에 의해 대칭적으로 섭동된다. 이것은 증가하는 전류 밀도( $I_{32}$ )의 대칭적인 영역들이 챔버 라이너(30) 둘레로 균일하게 분포되도록 한다. 슬롯(34)들의 패턴이 대칭적이기만 하면, 슬롯(34)들은 동일한 수직 레벨에서 챔버 라이너(30)상에 배치될 필요가 없다는 것에 주목해야 한다. 설계자들은 슬롯(34)들의 패턴/위치를 변화시킴으로써 RF 전류 흐름( $I_{30}$ )의 원하는 경로를 생성한다. 실제로, RF 전류 흐름( $I_{30}$ )의 대칭성은 전자기장들의 방위각 대칭성을 강화시킬 수 있고, 이에 따라, 플라스마 프로세스 결과들의 균일성을 강화시킨다. 또한, 프로세싱 장치(1) 내에서도 다른 전기적 또는 컨덕턴스(conductance) 비대칭성을 맞추기 위하여, 슬롯(34)들의 위치는 라이너 어셈블리(3)를 통한 RF 복귀 전류 흐름의 비대칭성을 생성하도록 위치될 수 있어서, 결과적인 효과는 프로세스 챔버 내에 더욱 균일하게 분포된 플라스마가 되고, 이에 따라, 방위각 상의 플라스마 스큐들을 실질적으로 제거한다고 관찰된다.

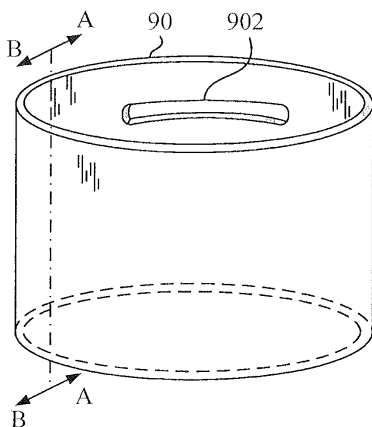
[0022] 발명의 특징들 및 취지들을 명확하게 설명하기 위하여, 발명의 하나의 실시예에 따라 수행되는 플라스마 프로세스(400)의 하나의 실시예를 예시하기 위한 순서도가 도 4에서 제공된다. 라이너 어셈블리(3)를 통해 형성된 2개 이상의 슬롯(34)들을 갖는 라이너 어셈블리(3)를 가지는 플라스마 프로세싱 장치(1)로 기판을 이송함으로써, 프로세스(400)는 S50에서 시작되고, 슬롯(34)들은 프로세싱 중에 라이너 어셈블리(3)를 통한 RF 전류 흐름의 대칭적인 분포를 제공하도록 선택된다. S52에서, 프로세스 가스들은 가스 소스(40)로부터 챔버 본체(12)로 도입된다. S54에서, 프로세싱 장치(1) 내의 프로세스 가스들을 플라스마(16)로 여기시키기 위하여, 파워가 (즉, 샤워헤드 어셈블리(102) 또는 기판 지지체 어셈블리(14) 중의 하나 또는 둘 모두로부터) 전극으로 제공된다. S56에서, 기판은 플라스마의 존재 시에 프로세싱된다. 프로세싱 중에 파워가 전극에 인가되는 동안, RF 전류는 위에서 논의된 바와 같이 파워 소스로 복귀하기 위하여 라이너 어셈블리(3)를 통해 대칭적으로 흐른다. 라이너 어셈블리(3)를 통한 대칭적인 RF 전류 흐름은 챔버 내에서의 플라스마의 방위각 균일성을 강화시키고, 이에 따라, 프로세싱 결과들을 향상시킨다. 기판을 플라스마 프로세싱하는 것은 플라스마 식각 프로세스, 플라스마 강화 화학 기상 증착 프로세스, 물리 기상 증착 프로세스, 플라스마 처리 프로세스, 이온 주입 프로세스 또는 다른 플라스마 보조 반도체 프로세스를 수행하는 것을 포함할 수 있지만, 이것으로 한정되지 않는다.

[0023] 요약하면, 본 발명은 라이너 어셈블리에 결합되는 RF 전류 흐름의 균형을 맞추기 위한 대칭적인 슬롯들을 라이너 어셈블리에 제공한다. 또한, 슬롯들은 방위각 플라스마 스큐들을 조정하기 위하여 RF 전류 흐름의 원하는 경로를 생성하기 위한 특정 패턴들로 형성될 수도 있다.

[0024] 위의 예 및 설명들에 의해, 발명의 실시예들의 특징들 및 취지들이 설명된다. 당업자들은 장치의 여러 변형들 및 개조들이 발명의 교시 내용을 유지하면서 행해질 수 있음을 용이하게 관찰할 것이다. 따라서, 상기 개시 내용은 첨부된 청구항들의 한계들 및 경계들에 의해서만 한정되는 것으로 해석되어야 한다.

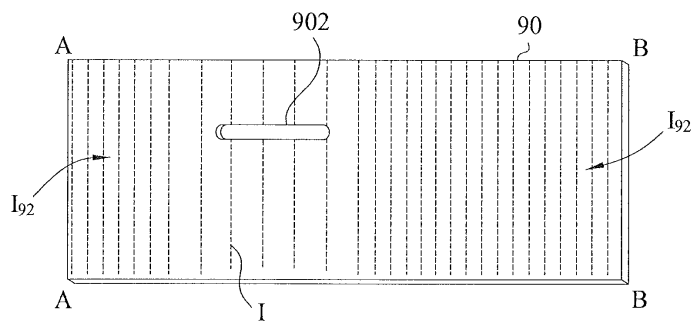
## 도면

### 도면1a

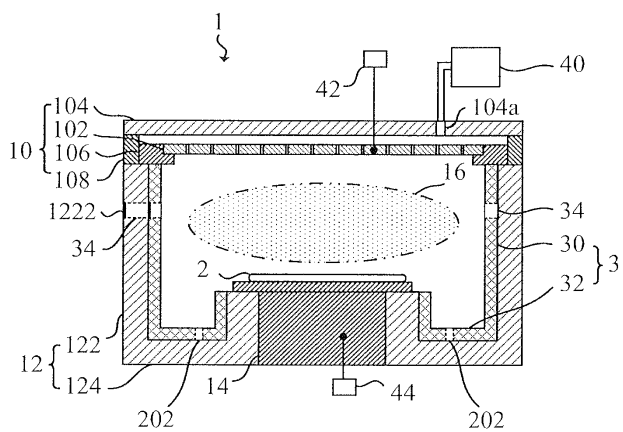




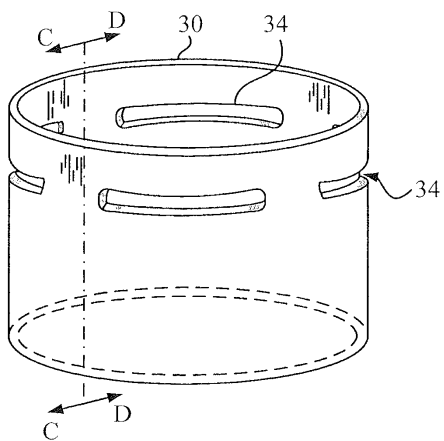
도면1b



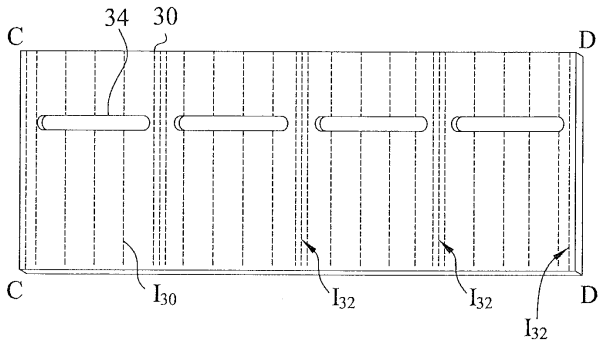
도면2



도면3a



도면3b



도면4

