



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월12일

(11) 등록번호 10-1361757

(24) 등록일자 2014년02월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

H01L 21/205 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0107823

(22) 출원일자 2012년09월27일

심사청구일자 2013년04월19일

(65) 공개번호 10-2013-0037168

(43) 공개일자 2013년04월15일

(30) 우선권주장

61/543,565 2011년10월05일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP2002343787 A*

JP2009224432 A*

JP2008244233 A

JP2007266533 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

어플라이드 머티어리얼스, 임코포레이티드

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050

(72) 발명자

카르두치, 제임스 디.

미국 캘리포니아 94086 서니베일 게일 애비뉴 731

타바솔리, 하미드

미국 캘리포니아 95014 쿠퍼티노 틸슨 애비뉴

19061

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인에이아이피

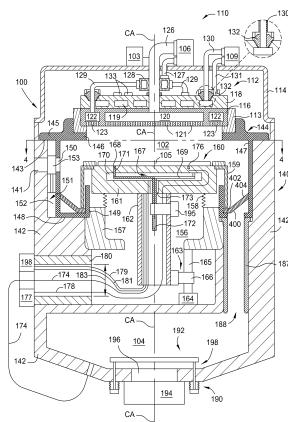
전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 이민형

(54) 발명의 명칭 대칭적인 플라즈마 프로세스 챔버

(57) 요약

본 발명의 실시예들은 챔버를 통해 극히 대칭적인 전기적, 열적, 및 가스 플로우 전도성을 허용하는 플라즈마 챔버 디자인을 제공한다. 이러한 대칭성을 제공함으로써, 상기 챔버 내에 형성된 플라즈마는 자연적으로 상기 챔버의 프로세싱 영역 내에 배치된 기판의 표면을 가로질러 개선된 균일성을 갖는다. 나아가, 가스 주입구와 처리되는 기판 사이뿐만 아니라 상부 및 하부 전극들 사이의 간극을 조작하는 능력을 제공하는 것과 같은 다른 챔버 부가 사항들이 종래 시스템들에 대비하여 플라즈마 프로세싱 및 균일성의 더 나은 제어를 허용한다.

대 표 도 - 도1

(72) 발명자

발라크리쉬나, 아지트

미국 캘리포니아 94086 서니베일 #301 이스트 위
싱턴 애비뉴 555

챈, 지강

미국 캘리포니아 95008 캠벨 몬타보 플레이스 2742

뉴엔, 앤드류

미국 캘리포니아 95132 산호세 호스테터 로드 3148

부치버거, 더글拉斯 에이., 쥬니어

미국 캘리포니아 94550 리버모어 빈티지 레인 2076

라마스와미, 카르티

미국 캘리포니아 95124 산호세 토니케이트 웨이
1646

라우프, 샤히드

미국 캘리포니아 94566 캘리포니아 플레즌튼 코르
테 파드레 6167

콜린스, 케네스 에스.

미국 캘리포니아 95120 산호세 글렌뷰 드라이브
7214

특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마 프로세싱 장치에 있어서,
프로세싱 영역을 둘러싸는 챔버 본체와 덮개 어셈블리;
상기 챔버 본체 내에 배치된 기판 지지 어셈블리; 및
상기 챔버 본체와 함께 진공 배기 영역을 정의하는 배기 어셈블리를 포함하되, 상기 챔버 본체는 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 배치되어 상기 프로세싱 영역을 상기 진공 배기 영역과 유체적으로 연결하는 복수개의 통로들을 포함하고, 상기 기판 지지 어셈블리는 상기 프로세싱 및 진공 배기 영역들로부터 유체적으로 밀봉된 중앙 영역에 배치된 지지 페데스탈 및 하부 전극을 포함하고; 그리고
상기 중앙 영역에의 접속을 제공하기 위해 상기 챔버 본체를 통해 위치하며 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 정렬된 복수개의 액세스 튜브들을 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 챔버 본체는 상기 기판 지지 페데스탈의 중심축에 대해 대칭적으로 챔버 본체를 관통하여 형성된 배기 포트를 갖는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 덮개 어셈블리는,
프로세싱 가스를 상기 프로세싱 영역으로 분배하도록 구성된 중앙 매니폴드 및 프로세싱 가스를 상기 프로세싱 영역으로 분배하도록 구성된 하나 또는 그 이상의 외측 매니폴드들을 갖는 상부 전극; 및
상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 정렬된 복수개의 가스 튜브들을 통해 상기 하나 또는 그 이상의 외측 매니폴드들에 결합된 링 매니폴드를 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 덮개 어셈블리는,
각각 전도성 피팅들을 갖는 유체 주입구 및 유체 배출구; 및
복수개의 전도성 플러그들을 포함하고,
상기 전도성 피팅들 및 전도성 플러그들은 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 정렬된 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 액세스 튜브들 중의 하나를 통해 제공되고 상기 하부 전극 내에 배치된 하나 또는 그 이상의 리프트 펀 홀들에 유체적으로 결합된 진공 튜브를 더 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 중앙 영역 내에 배치되고 상기 기판 지지 어셈블리를 수직으로 소정거리 이동시키도록 구성된 제1 액추에이션 장치를 더 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 거리는 상기 액세스 튜브들 중 적어도 하나의 개구부의 수직 길이와 동일한 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 중앙 영역 내에 배치되고 상기 기판 지지 어셈블리 내에 배치된 복수개의 기판 지지 펀들을 수직 이동시키도록 구성된 제2 액추에이션 장치를 더 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 챔버 본체 내에 배치되어 상기 프로세싱 영역을 둘러싸는 상부 라이너를 더 포함하되, 상기 상부 라이너는 원통형 벽을 가지고, 상기 원통형 벽은 상기 원통형 벽을 통해 배치된 복수개의 슬롯들을 구비하고, 상기 복수개의 슬롯들은 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 정렬된 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서, 상기 원통형 벽에 결합되어 상기 복수개의 슬롯들 중 적어도 하나를 덮는 백킹 라이너를 더 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 11

청구항 9에 있어서, 상기 기판 지지 어셈블리 주위에 고리 모양으로 배치되고 상기 상부 라이너에 전기적으로 결합된 메쉬 라이너를 더 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 일반적으로 전극들 사이에 인가되는 RF 파워에 의해 플라즈마가 생기는 기판 제조용 플라즈마 프로세싱 장치에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 발명은 개선된 플라즈마 균일성 제어를 위해 전기적, 가스 흐름, 및 열적 대칭성을 제공하는 플라즈마 프로세싱 챔버에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

평판 디스플레이(FPDs) 및 집적회로와 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 다른 플라즈마 프로세싱을 포함한다. 특히, 플라즈마 프로세스는 진공 챔버에 프로세싱 가스 혼합물을 공급하고, 전기 또는 전자기 파워(RF 파워)를 인가하여 상기 프로세스 가스를 플라즈마 상태로 여기 시킬 것을 요구한다. 상기 플라즈마는 상기 가스 혼합물을 원하는 증착 또는 식각 프로세스들을 수행하는 이온 종들로 분해한다.

[0003]

플라즈마 프로세스들에서 직면하는 하나의 문제는 프로세싱 동안 기판 표면 상부에 균일한 플라즈마 밀도를 수립하는 것에 관련된 어려움인데, 이는 기판의 중앙과 가장자리 영역들 사이의 불균일 프로세싱으로 이어진다. 균일한 플라즈마 밀도를 수립함에 있어서의 이 어려움에 대한 하나의 이유는 물리적인 프로세스 챔버 디자인에서의 비대칭성에 기인한 자연적인 전기적, 가스 흐름, 및 열적 왜곡(skews)을 수반한다. 이러한 왜곡은 물론 방위각의 불균일 플라즈마 밀도를 초래할 뿐만 아니라, 중앙-대-가장자리 플라즈마 균일성을 제어하기 위한 다른 프로세싱 변수들 또는 "노브(knobs)"를 사용하기 어렵게 만든다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러므로 개선된 플라즈마 균일성 제어를 위해 전기적, 가스 흐름, 및 열적 대칭성을 개선하는 플라즈마 프로세싱 장치에 대한 요구가 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 프로세싱 영역을 둘러싸는 챔버 본체와 덮개 어셈블리를 포함하는 플라즈마 프로세싱 장치가 제공된다. 기판 지지 어셈블리가 상기 챔버 본체 내에 배치된다. 상기 챔버 본체 내의 진공 배기 영역을 정의하는 배기 어셈블리가 제공된다. 상기 챔버 본체는 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 배치되어 상기 프로세싱 영역을 상기 진공 배기 영역과 유체적으로 연결하는 복수개의 통로들을 포함한다. 상기 기판 지지 어셈블리는 상기 프로세싱 및 진공 배기 영역들로부터 유체적으로 밀봉된 중앙 영역에 배치된 지지 페데스탈(pedestal) 및 하부 전극을 포함한다. 복수개의 액세스 튜브들이 상기 중앙 영역에의 접속을 제공하기 위해 상기 챔버 본체를 통해 위치하며 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 정렬된다.

[0006] 또 다른 실시예에 있어서, 플라즈마 프로세싱 장치는 프로세싱 영역을 둘러싸는 챔버 본체와 덮개 어셈블리를 포함한다. 기판 지지 어셈블리는 상기 챔버 본체 내에 배치된다. 상기 덮개 어셈블리는 프로세싱 가스를 상기 프로세싱 영역으로 분배시키도록 구성된 중앙 매니폴드(manifold)와 프로세싱 가스를 상기 프로세싱 영역으로 분배시키도록 구성된 하나 또는 그 이상의 외측 매니폴드들을 갖는 상부 전극을 포함한다. 상기 덮개 어셈블리는 또한 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 정렬된 복수개의 가스 튜브들을 통해 상기 하나 또는 그 이상의 외측 매니폴드들에 결합된 링 매니폴드를 포함한다.

[0007] 또 다른 실시예에 있어서, 플라즈마 프로세싱 장치는 프로세싱 영역을 둘러싸는 챔버 본체와 덮개 어셈블리를 포함한다. 기판 지지 어셈블리가 상기 챔버 본체 내에 배치된다. 상부 라이너(upper liner)가 상기 챔버 본체 내에 배치되어 상기 프로세싱 영역을 둘러싼다. 상기 상부 라이너는 복수개의 슬롯들(slots)을 구비하는 원통형 벽을 갖는데, 이 슬롯들은 벽을 통해 배치되고 상기 기판 지지 어셈블리의 중심축에 대해 대칭적으로 정렬된다. 백킹 라이너(backing liner)가 상기 원통형 벽에 결합되어 상기 복수개의 슬롯들 중 적어도 하나를 덮는다. 메쉬(mesh) 라이너가 상기 기판 지지 어셈블리 주위에 배치되고 상기 상부 라이너에 전기적으로 결합된다.

도면의 간단한 설명

[0008] 위에서 언급된 본 발명의 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에서 간략하게 요약된 본 발명에 대한 더 구체적인 설명이 실시예들을 참조하여 제시되며, 그 중 몇몇은 다음 도면들에 예시된다. 그러나 본 발명은 다른 동등하게 효과적인 실시예들에도 허용될 수 있기 때문에, 다음 도면들은 단지 본 발명의 전형적인 실시예들을 예시하며, 따라서 본 발명의 사상을 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것에 유의해야 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 프로세싱 장치의 개략적인 단면도이다.

도 2는 도 1의 상기 프로세싱 장치의 상부 전극의 개략적인 평면도이다.

도 3a는 챔버 본체의 상부 부분 내에 배치되어 도 1의 상기 프로세싱 장치의 프로세싱 영역을 둘러싸는 상부 라이너 어셈블리의 개략적인 사시도이다. 도 3b는 상기 챔버 본체와 상기 상부 라이너 어셈블리의 일부의 부분 단면도이다.

도 4는 도 1에 도시된 선 4-4를 따라 취해진 상기 프로세싱 장치의 개략도이다.

도 5는 도 1의 상기 프로세싱 장치를 통해 연장하는 액세스 튜브들의 레이아웃의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 앞서 언급했듯이, 종래 플라즈마 시스템의 문제는 상기 챔버 내의 비대칭성에 기인하여 균일한 플라즈마 밀도를 제공함에 있어서의 어려움이다. 본 발명의 실시예들은 상기 챔버를 통해 극히 대칭적인 전기적, 열적 및 가스 흐름 전도성을 허용하는 챔버 디자인을 제공함으로써 이 문제를 경감한다. 이러한 대칭성을 제공함으로써, 상기 챔버 내에 형성되는 플라즈마는 자연적으로 상기 챔버의 프로세싱 영역 내에 배치된 기판의 표면에 걸쳐 개선된 균일성을 갖는다. 나아가, 가스 주입구와 처리되는 기판 사이뿐만 아니라 상부 및 하부 전극들 사이의 간극을

조작하는 능력을 제공하는 것과 같은 다른 챔버 부가 기능들이 종래 시스템과 비교하여 플라즈마 프로세싱 및 균일성을 더 잘 제어할 수 있는 더 넓은 프로세스 윈도우를 제공한다.

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 프로세싱 장치(100)의 개략적인 단면도이다. 상기 플라즈마 프로세싱 장치(100)는 플라즈마 쇠크 챔버, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 챔버, 물리 기상 증착 챔버, 플라즈마 처리 챔버, 이온 주입 챔버, 또는 다른 적합한 진공 프로세싱 챔버일 수 있다. 도 1에 보이듯이, 상기 플라즈마 프로세싱 장치(100)는 일반적으로 챔버 덮개 어셈블리(110), 챔버 본체 어셈블리(140) 및 배기 어셈블리(190)를 포함하며, 이들은 일괄하여 프로세싱 영역(102) 및 배기 영역(104)을 둘러싼다. 실제로, 프로세싱 가스들이 상기 프로세싱 영역(102)으로 도입되고 RF 파워를 이용하여 플라즈마로 점화된다. 기판(105)은 기판 지지 어셈블리(160) 상에 위치하고, 쇠크, 화학 기상 증착, 물리 기상 증착, 이온 주입, 플라즈마 어닐링, 플라즈마 처리(treating), 제거(abatement), 또는 다른 플라즈마 프로세스들과 같은 플라즈마 프로세스를 상기 기판(105) 상에 수행하도록 상기 프로세싱 영역(102) 내에 생성된 플라즈마에 노출된다. 상기 배기 어셈블리(190)에 의해 상기 프로세싱 영역(102)에 진공이 유지되는데, 상기 배기 어셈블리는 사용된 프로세싱 가스들 및 상기 플라즈마 프로세스에서의 부산물들을 상기 진공 배기 영역(104)을 통해 제거한다.

[0011] 상기 덮개 어셈블리(110)는 상기 챔버 본체 어셈블리(140)로부터 절연되고 상기 챔버 본체 어셈블리에 의해 지지되는 상부 전극(112) 및 상기 상부 전극(112)을 둘러싸는 챔버 덮개(114)를 일반적으로 포함한다. 도 2는 상기 상부 전극(112)의 개략적인 평면도이다. 상기 상부 전극(112)은 전도성 가스 주입 투브(126)를 통해 RF 파워 소스(103)에 결합된다. 상기 전도성 가스 주입 투브(126)는 RF 파워 및 프로세싱 가스들 모두가 대칭적으로 제공되도록 상기 챔버 본체 어셈블리(140)의 중심축(CA)과 동축이다. 상기 상부 전극(112)은 열 전달 플레이트(118)에 부착된 샤퍼헤드 플레이트(116)를 포함한다. 상기 샤퍼헤드 플레이트(116), 열 전달 플레이트(118) 및 가스 주입 투브(126)는 모두 알루미늄이나 스테인레스 스틸과 같은 RF 전도성 재료로 제조된다.

[0012] 상기 샤퍼헤드 플레이트(116)는 중앙 매니폴드(120)와 하나 또는 그 이상의 외측 매니폴드들(122)을 갖는다. 상기 하나 또는 그 이상의 외측 매니폴드들(122)은 상기 중앙 매니폴드(120)를 둘러싼다. 상기 중앙 매니폴드(120)는 상기 가스 주입 투브(126)를 통해 가스 소스(106)로부터 프로세싱 가스들을 받고 복수개의 가스 통로들(121)을 통해 상기 프로세싱 영역(102)의 중앙부에 상기 수용된 프로세싱 가스들을 분배한다. 상기 외측 매니폴드(들)(122)은 상기 중앙 매니폴드(120)에 수용되는 가스들과 동일 또는 다른 혼합물일 수 있는 프로세싱 가스들을 상기 가스 소스(106)로부터 받는다. 상기 외측 매니폴드(들)(122)은 그 후 복수개의 가스 통로들(123)을 통해 상기 프로세싱 영역(102)의 외측 부분에 상기 수용된 프로세싱 가스들을 분배한다. 균일한 압력이 각 매니폴드(120, 122)와 연관된 각 가스 통로(121)에 제공되도록 상기 매니폴드들(120, 122)은 플레넘(plenum)으로 기능하기에 충분한 부피를 갖는다. 상기 샤퍼헤드 플레이트(116)의 상기 이중 매니폴드 구성은 상기 프로세싱 영역(102)으로의 가스들의 공급제어를 향상시킨다. 예를 들어, 상기 프로세싱 영역(102)의 상기 중앙부, 및 따라서 그 안에 위치하는 상기 기판(105)의 중앙부에 제공되는 프로세싱 가스들은 상기 프로세싱 영역(102)의 외측 부분, 및 따라서 상기 기판(105)의 외측 부분에 제공되는 상기 프로세싱 가스들과는 다른 유량(flow rate) 및/또는 압력으로 도입될 수 있다. 상기 다중 매니폴드 샤퍼헤드 플레이트(116)는 종래의 단일 매니폴드 버전들과 반대로 프로세싱 결과들의 중앙 대비 가장자리 제어를 강화할 수 있게 한다.

[0013] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 가스 소스(106)로부터의 프로세싱 가스가 주입 투브(127)를 통해 상기 주입 투브(126) 둘레에 동심원으로 배치된 링 매니폴드(128) 내로 도입된다. 상기 링 매니폴드(128)로부터, 상기 프로세싱 가스는 복수개의 가스 투브들(129)을 통해 상기 외측 매니폴드(들)(122)에 전달된다. 일 실시예에 있어서, 상기 링 매니폴드(128)는 가스가 동등하게 상기 링 매니폴드(128)로부터 상기 가스 투브들(129)로 흐르는 것을 보증하는 회귀 가능한(recursive) 가스 경로를 포함한다. 상기 링 매니폴드(128) 및 상기 가스 투브들(129)은 알루미늄 또는 스테인레스 스틸과 같은 전도성 재료로 제조된다. 따라서, 상기 링 매니폴드(128) 및 상기 가스 투브들(129)은 상기 RF 전류의 대칭성에 영향을 미칠 수 있으며, 상기 상부 전극(112)에 의해 제공되는 전기장의 왜곡을 유발하고, 상기 프로세스 영역(102) 내의 플라즈마 균일성에 영향을 강하게 초래할 수 있다.

[0014] 전기장에서의 이러한 왜곡을 방지하기 위해, 상기 가스 투브들(129)은 상기프로세싱 장치(100)를 통해 수직하게 연장하는 중심축(CA) 주위에 대칭적으로 위치한다. 따라서, 상기 가스 투브들(129)은 중앙에 위치하는 링 매니폴드(128)로부터 등각(A)으로 연장하여 상기 프로세싱 가스를 상기 냉각 플레이트(118)를 통해 그리고 상기 외측 매니폴드(들)(122) 내로 전달한다. 예를 들면, 도 2에 도시된 실시예는 120도 각도로 이격된 세 개의 가스 투브들(129)을 나타낸다. 다른 예들(도시하지 않음)에 있어서, 상기 중심축(CA)에 대해 대칭적으로, 즉 서로 등각(A)으로 위치하는 한, 더 많거나 더 적은 가스 투브들(129)이 사용될 수 있다. 링-형상의 매니폴드를 채용하고 상기 가스 투브들(129)을 상기 중심축(CA)에 대해 대칭적으로 정렬함으로써, 상기 상부 전극(112)의 전기적

대칭성이 종래 시스템들에 비해 상당히 개선되어 상기 프로세싱 영역(102) 내에 더 균일하고 안정한(consistent) 플라즈마 형성을 가져온다. 추가로, 상기 가스 투브들(129)의 대칭적인 정렬은 상기 외측 매니폴드(122) 내로 균일한 원형 배열(polar array)로 가스를 제공하고, 그것에 의해 상기 외측 매니폴드(122) 내에 방위각상의(azimuthal) 균일한 압력 분포, 및 그 결과로서, 상기 가스 통로들(123)을 통해 상기 프로세싱 영역(102)으로 가스의 방위각상 균일한 흐름을 제공하고, 그것에 의해 프로세싱 균일성을 향상시킨다.

[0015] 열 전달 유체가 유체 소스(109)로부터 유체 주입 투브(130)를 통해 상기 열 전달 플레이트(118)로 전달된다. 상기 유체는 상기 열 전달 플레이트(118) 내에 배치된 하나 또는 그 이상의 유체 채널들(119)을 통해 순환되고 유체 배출 투브(131)를 통해 상기 유체 소스(109)로 되돌아온다. 적합한 열 전달 유체들은 물, 물-기반 에틸렌 글리콜 혼합물, 과불소 폴리에테로(perfluoropolyether, 예컨대, Galden® 유체), 오일-기반 열 전달 유체들, 또는 유사한 유체들을 포함한다.

[0016] 상기 유체 주입 투브(130) 및 유체 배출 투브(131)는 적합한 플라스틱 재료와 같은 비전도성 재료로 제조된다. 따라서, 상기 투브들 자체는 상기 상부 전극(112)의 전기적 대칭성에 영향을 주지 않는다. 그러나, 피팅들(fittings, 132)은 알루미늄이나 스테인레스 스틸과 같은 전도성 재료로 제조되고, 따라서 상기 상부 전극(112)의 전기적 대칭성에 영향을 미칠 수 있어 왜곡 효과를 유발할 수 있다. 따라서, 상기 피팅들(132)과 동일한 크기 및 형상을 갖고 동일한 재료로 제조되는, 전도성 플러그들(133)이 도 2에 도시된 바와 같이 중심축(CA)에 대해 대칭적으로 배치되어, 상기 플러그들(133) 및 피팅들(132)이 함께 상기 챔버 본체 어셈블리(140)의 중심축(CA)에 대해 중심축을 갖는 원형 배열을 정의한다. 상기 전도성 플러그들(133)의 추가는 상기 상부 전극(112)의 전기적 대칭성을 개선하여, 종래 시스템들에 적용가능한 것보다 상기 프로세싱 영역(102)에서 더 균일하고 안정한 플라즈마 형성을 가져온다.

[0017] 다시 도 1을 참조하면, 상기 챔버 본체 어셈블리(140)는 알루미늄 또는 스테인레스 스틸과 같은 프로세싱 환경들에 내성인 전도성 재료로 제조된 챔버 본체(142)를 포함한다. 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 상기 챔버 본체(142) 내 중앙에 배치되고 상기 중심축(CA)에 대해 대칭적으로 상기 프로세싱 영역(102)에서 상기 기판(105)을 지지하도록 배치된다.

[0018] 도 3a는 상기 챔버 본체(142)의 상부 부분 내에 배치되어 상기 프로세싱 영역(102)을 둘러싸는 상부 라이너 어셈블리(144)의 개략적인 사시도이다. 상기 상부 라이너 어셈블리(144)는 알루미늄, 스테인레스 스틸, 및/또는 이트리아(예를 들면, 이트리아 코팅된 알루미늄)와 같은 전도성의, 프로세스 호환성이 있는 재료로 구성될 수 있다. 실제로, 상기 상부 라이너 어셈블리(144)는 상기 프로세싱 영역(102) 내 플라즈마로부터 상기 챔버 본체(142)의 상부 부분을 차폐하며 주기적인 세정 및 유지 보수를 허용하도록 제거가능하다. 일 실시예에 있어서, 상기 상부 라이너 어셈블리(144)는 상기 챔버 내의 열적 대칭성 및 상기 프로세싱 영역(102) 내에 제공된 플라즈마의 대칭성을 강화하기 위해 예컨대 AC 히터(도시하지 않음)에 의해 온도 조절된다.

[0019] 도 1 및 3a를 참조하면, 상기 챔버 본체(142)는 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 외측 플랜지(145)를 지지하는 수평 돌기(1edge, 143)를 포함한다. 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 내측 플랜지(146)는 상기 상부 전극(112)을 지지한다. 절연체(113)가 상기 상부 라이너 어셈블리(144)와 상기 상부 전극(112) 사이에 위치하여 상기 챔버 본체 어셈블리(140)와 상기 상부 전극(112) 사이에 전기적 절연을 제공한다.

[0020] 상기 상부 라이너 어셈블리(144)는 상기 내측 및 외측 플랜지들(146, 145)에 부착된 외측 벽(147), 바닥 벽(148), 및 내측 벽(149)을 포함한다. 상기 외측 벽(147) 및 내측 벽(149)은 실질적으로 수직한 원통형 벽들이다. 상기 외측 벽(147)은 상기 프로세싱 영역(102) 내의 플라즈마로부터 챔버 본체(142)를 차폐하도록 위치하고, 상기 내측 벽(149)은 상기 프로세싱 영역(102) 내의 플라즈마로부터 상기 기판 지지 어셈블리(160)의 측면을 적어도 부분적으로 차폐하도록 위치한다. 상기 바닥 벽(148)은 본 명세서에서 후술하는 진공 배기 통로들(189)이 형성되는 특정 영역들을 제외하고 상기 내측 및 외측 벽들(149, 147)을 결합한다.

[0021] 다시 도 1을 참조하면, 상기 프로세싱 영역(102)은 상기 기판 지지 어셈블리(160)로/로부터 기판(105)의 진입 및 제거를 허용하는 상기 챔버 본체(142) 내에 배치된 슬릿 밸브 터널(141)을 통해 접근된다. 상기 상부 라이너 어셈블리(144)는 그것을 통해 배치된 슬롯(150)을 갖는데, 이 슬롯은 그것을 통한 상기 기판(105)의 통과를 허용하도록 상기 슬릿 밸브 터널(141)에 합치한다. 상기 챔버 본체 어셈블리(140)는, 상기 슬릿 밸브 터널(141)과 슬롯(150)을 밀봉하기 위해 상기 슬릿 밸브 도어(153)를 수직하게 뻗고 상기 슬릿 밸브 터널(141)과 슬롯(150)을 통해 접근을 허용하도록 상기 슬릿 밸브 도어(153)를 수직하게 오므리도록 구성되고 위치하는 액추에이터(152)를 포함하는 슬릿 밸브 도어 어셈블리(151)를 포함한다. 상기 슬릿 밸브 도어 어셈블리(151) 및 그 구성 부품들은 도면 혼잡을 최소화하기 위해 도 1에서 해칭되지 않는다. 상기 슬릿 밸브 도어(153)는 상기 라이너 내

에 증가된 전기적 대칭성을 제공하기 위해 상기 상부 라이너 어셈블리(144)(예컨대, 이트리아 코팅된 알루미늄)와 실질적으로 합치하는 재료로 만들어질 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 슬릿 벨브 도어(153)는 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 온도에 합치하여 상기 프로세싱 영역(102) 내에 증가된 열적 대칭성을 제공하도록 예컨대, AC 히터(도시하지 않음)에 의해 온도 조절된다.

[0022] 도 3a를 참조하면, 슬롯(150)의 크기 및 형상에 실질적으로 합치하는 추가적인 슬롯들(154)이 상기 상부 라이너 어셈블리(144)를 통해 배치된다. 상기 슬롯들(154)은 상기 중심축(CA)에 대해 대칭적으로 상기 상부 라이너 어셈블리(144)를 통해 배치된다. 예를 들면, 도 3a에 보이듯이, 두 개의 슬롯들(154)이 상기 슬롯(150)으로부터 120도의 각도로 배치되어, 상기 슬롯(150)과 슬롯들(154)이 상기 중심축(CA)에 대해 원형 배열(polar array)을 형성한다. 상기 슬롯들(154)은 상기 슬롯(150)의 존재에 기인하여 상기 상부 라이너 어셈블리(144) 내에 있는 전기적 전류 밀도 및/또는 분배에서의 변화를 보상하기 위해 상기 상부 라이너 어셈블리(144)에 대해 대칭적으로 배치된다. 덧붙여, 상기 슬롯들(150 및 154)은 각 가스 투브들(129)과 나란하게 위치하여 상기 챔버 내에서 개선된 전기적 대칭성을 제공할 수 있다.

[0023] 도 3b는 상기 챔버 본체(142)와 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 일부의 부분 단면도이다. 백킹 라이너들(155)이 제공되고, 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 슬롯들(154)에 부착되며 그것들을 덮을 수 있다. 상기 백킹 라이너들(155)은 상기 슬릿 벨브 도어(153)와 흡사하게 재료들로 만들어지고, 크기 및 형상이 정해진다. 상기 백킹 라이너들(backing liners, 155)은 또한 상기 상부 라이너 어셈블리(144)와 전도성 접촉하여 상기 상부 라이너 어셈블리(144)와 전기적 및 열적 접촉을 유지한다. 따라서, 상기 백킹 라이너들(155)은 종래 시스템들에 적용가능한 것보다 상기 프로세싱 영역(102) 내에 더 균일한 플라즈마 밀도를 가능하게 하기 위해 상기 상부 라이너 어셈블리(144)에 대해 전기적 뿐만 아니라 열적 대칭성을 더 제공한다.

[0024] 도 4는 도 1에 도시된 선 4-4를 따라 취해진 상기 프로세싱 장치(100)의 개략도이며, 상기 기판(105)은 명료하게 하기 위해 생략되었다. 도 1 및 도 4를 참조하면, 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 상기 챔버 본체 어셈블리(140)의 중앙 영역(156) 내에서 중앙에 배치되고 상기 중심축(CA)을 공유한다. 즉, 중심축(CA)은 상기 기판 지지 어셈블리(160)의 중심을 수직으로 통과한다. 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 일반적으로 상기 중심축(CA)이 그 중심을 통과하는 중공의 페데스탈(peDESTAL, 162) 및 하부 전극(161, 또는 캐소드)을 포함하며, 상기 중앙 영역(156)에 배치되고 상기 챔버 본체(142)에 의해 지지되는 중앙 지지 부재(157)에 의해 지지된다. 상기 중심축(CA)은 또한 상기 중앙 지지 부재(157)의 중심을 통과한다. 상기 하부 전극(161)은 뒤에 설명되듯이 상기 중공의 페데스탈(162)을 경유하는 케이블(도시하지 않음) 및 매칭 네트워크(도시하지 않음)를 통해 상기 RF 파워 소스(103)에 결합된다. RF 파워가 상기 상부 전극(112) 및 상기 하부 전극(161)에 공급될 때, 이를 사이에 형성되는 전기장이 상기 프로세싱 영역(102) 내에 있는 프로세싱 가스들을 플라즈마로 점화한다.

[0025] 상기 중앙 지지 부재(157)는 예컨대, 패스너들fasteners) 및 오링들(o-rings)에 의해 상기 챔버 본체(142)에 밀봉되고, 상기 하부 전극(161)은 예컨대, 벨로우즈(bellows, 158)에 의해 상기 중앙 지지 부재(157)에 밀봉된다. 따라서, 상기 중앙 영역(156)은, 상기 프로세싱 영역(102)이 전공 조건으로 유지되는 동안, 상기 프로세싱 영역(102)으로부터 밀봉되어 대기압으로 유지될 수 있다.

[0026] 액추에이션 어셈블리(163)가 상기 중앙 영역(156) 내에 위치하고 상기 챔버 본체(142) 및/또는 상기 중앙 지지 부재(157)에 부착된다. 상기 액추에이션 어셈블리(163)는 도면 혼잡을 최소화하기 위해 해칭(hatching)없이 도시된 것에 유의하라. 상기 액추에이션 어셈블리(163)는 액추에이터(164, 예컨대, 모터), 리드 나사(lead screw, 165) 및 상기 페데스탈(162)에 부착된 너트(166)를 포함한다. 실제로, 상기 액추에이터(164)는 상기 리드 나사(165)를 회전시키고, 이것은 차례로 상기 너트(166), 및 따라서 상기 페데스탈(162)을 올리거나 내린다. 상기 하부 전극(161)이 상기 페데스탈(162)에 의해 지지되기 때문에, 상기 액추에이션 어셈블리(163)는 상기 챔버 본체(142), 상기 중앙 지지 부재(157) 및 상기 상부 전극(112)에 대한 상기 하부 전극(161)의 수직 이동을 제공한다. 상기 프로세싱 영역(102) 내에서 상기 하부 전극(161)의 이러한 수직 이동은 상기 하부 전극(161)과 상기 상부 전극(112) 사이의 수직 간극을 제공하고, 이는 이를 사이에 형성되는 전기장의 제어를 향상시키고, 차례로, 상기 프로세싱 영역(102) 내에 형성되는 상기 플라즈마 내 밀도를 더 잘 제어하게 한다. 덧붙여, 상기 기판(105)이 상기 하부 전극(161)에 의해 지지되기 때문에, 상기 기판(105)과 상기 샤크헤드 플레이트(116) 사이의 간극이 또한 변할 수 있으며, 이는 상기 기판(105)에 걸쳐서 상기 프로세스 가스 분배를 더 잘 제어하게 한다.

[0027] 플라즈마 스크린(159)이 또한 제공되고, 상기 하부 전극(161)에 의해 지지되며 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 상기 내측 벽(149)과 중첩하여 상기 프로세싱 영역(102) 내 플라즈마로부터 상기 기판 지지 어셈블리(160)

및 상기 벨로우즈(158)을 보호한다. 상기 플라즈마 스크린(159)은 상기 페데스탈(162)에 결합하여 그것과 함께 수직으로 이동하므로, 상기 플라즈마 스크린(159)과 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 상기 내측 벽(149) 사이의 중첩은, 상기 플라즈마 스크린(159)과 상기 상부 라이너 어셈블리(144)가 이탈되지 않고 상기 페데스탈(162) 아래의 영역의 노출이 프로세스 가스들에 노출되는 것을 허용하지 않으면서 상기 페데스탈(162)이 이동 범위 전체를 이동하기에 충분하다.

[0028] 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 상기 기판(105)의 로딩 및 언로딩을 촉진하기 위한 리프트 핀 어셈블리(167, lift pin assembly)를 더 포함한다. 상기 리프트 핀 어셈블리(167)는 리프트 핀 플레이트(169)에 부착된 리프트 핀들(168)을 포함한다. 상기 리프트 핀 플레이트(169)는 상기 하부 전극(161) 내 개구부(170) 내에 배치되고, 상기 리프트 핀들(168)은 상기 개구부(170)와 상기 프로세싱 영역(102) 사이에 배치된 리프트 핀 홀들(171)을 통해 내민다(extend). 상기 리프트 핀 플레이트(169)는 상기 하부 전극(161) 내 구멍(aperture, 173)을 통해 그리고 상기 중공의 페데스탈(162)로 내미는 리드 나사(172)에 결합된다. 액추에이터(195, 예컨대, 모터)는 상기 페데스탈(162) 상에 위치할 수 있다. 상기 액추에이터(195)는 도면 혼잡을 최소화하기 위해 해칭 없이 도시되었음에 유의하라. 상기 액추에이터(195)는 너트를 회전시키고, 이는 상기 리드 나사(172)를 나아가게 하거나 물러나게 한다. 상기 리드 나사(172)는 상기 리프트 핀 플레이트(169)에 결합된다. 따라서, 상기 액추에이터(195)는 상기 리드 나사(172)가 상기 리프트 핀 플레이트(169)를 들어올리거나 내려가게 하여, 상기 리프트 핀들(168)이 내밀거나 물러나게 한다. 그러므로 상기 액추에이터(195)는 상기 하부 전극(161)의 수직 위치에 무관하게 상기 리프트 핀들(168)을 내밀거나 물러나게 한다. 상기 리프트 핀들(168)의 이러한 독립적인 작동을 제공함으로써, 상기 기판(105)의 수직 위치가 상기 하부 전극(161)의 수직 위치로부터 독립적으로 변경될 수 있어, 예컨대, 후면 가스가 상기 기판 하부로부터 빠져나가는 것을 허용하는 프로세싱 동안 상기 기판을 들어올림으로써, 상기 기판(105)의 프로세싱 동안뿐만 아니라, 상기 기판(105)의 로딩 및 언로딩 동안에 위치 조절을 더 잘 할 수 있게 한다.

[0029] 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 상기 개구부(170)를 상기 배기 영역(104)과 결합하는 벤트 라인(vent line, 174)을 더 포함한다. 상기 벤트 라인(174)은 중앙으로 상기 중공의 페데스탈(162)을 거쳐, 그리고 뒤에서 설명되듯이 상기 중심축(CA)에 대해 대칭적인 스포크 패턴(spoke pattern)으로 정렬된 복수개의 액세스 튜브들(180) 중 하나를 거쳐 상기 챔버 본체(142) 밖으로 나간다. 상기 벤트 라인(174)은 상기 리프트 핀 홀들(171)을 통해 상기 개구부(170) 내로 셀 수 있는 프로세싱 가스들을 제거하기 위해 상기 개구부(170)의 진공 배기를 제공한다. 덧붙여, 상기 개구부(170)의 진공 배기는 또한 상기 하부 전극(161) 또는 리프트 핀들(168) 상에 배치된 상기 기판(105)의 뒷면에 존재할 수 있는 프로세싱 가스들을 제거하는데 도움이 된다.

[0030] 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 또한 그것을 통해 배치되고 가스 서플라이 라인(178)을 통해 비활성 가스 서플라이(177)에 결합된 가스 포트(176)를 포함할 수 있다. 상기 가스 서플라이(177)는 프로세싱 가스들이 상기 기판(105)의 뒷면을 처리하는 것을 방지하기 위해 헬륨과 같은 비활성 가스를 상기 가스 서플라이 라인(178) 및 상기 가스 포트(176)를 통해 상기 기판(105)의 뒷면에 공급한다. 상기 가스 서플라이 라인(178)은 또한 상기 중공의 페데스탈(162)을 거쳐 상기 복수개의 액세스 튜브들(180) 중 하나를 통해 상기 챔버 본체(142)의 밖으로 나간다.

[0031] 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 프로세싱 동안 상기 하부 전극(161)에 온도 제어를 제공하기 위해 열 교환 유체 소스(198)로부터 상기 하부 전극(161) 내의 하나 또는 그 이상의 열 교환 채널들(도시하지 않음)로 가는 하나 또는 그 이상의 유체 주입 라인들(179) 및 유체 배출 라인들(181)을 더 포함할 수 있다. 상기 유체 주입 라인들(179) 및 유체 배출 라인들(181)은 상기 하부 전극(161)으로부터 상기 중공의 페데스탈(162)을 거쳐 그리고 상기 복수개의 액세스 튜브들(180) 중 하나를 거쳐 상기 챔버 본체(142)의 밖으로 나간다.

[0032] 일 실시예에 있어서, 상기 기판 지지 어셈블리(160)는 상기 하부 전극(161)의 온도 제어를 쉽게 하기 위해 상기 하부 전극(161) 내에 배치된 하나 또는 그 이상의 온도 센서들(182)을 더 포함할 수 있다.

[0033] 일 실시예에 있어서, 상기 하부 전극(161)은 정전기 척(chuck)이며, 따라서 내부에 배치된 하나 또는 그 이상의 전극들(도시하지 않음)을 포함한다. 전압 소스(도시하지 않음)가 상기 기판(105)에 대해 상기 하나 또는 그 이상의 전극들에 바이어스를 걸어 프로세싱 동안 상기 기판(105)을 제자리에 유지하기 위한 인력(attraction force)을 생성한다. 상기 전압 소스에 상기 하나 또는 그 이상의 전극들을 결합하는 케이블이 상기 중공의 페데스탈(162)을 거쳐 그리고 상기 복수개의 액세스 튜브들(180) 중 하나를 거쳐 상기 챔버 본체(142)의 밖으로 나간다.

[0034] 도 5는 상기 챔버 본체 어셈블리(140)의 스포크들(191) 내 상기 액세스 튜브들(180)의 레이아웃의 개략도이다.

도 1 및 도 5를 참조하면, 상기 스포크들(191) 및 액세스 투브들(180)은 도시된 바와 같은 스포크 패턴으로 상기 프로세싱 장치(100)의 중심축(CA)에 대해 대칭적으로 정렬된다. 도시된 실시예에 있어서, 세 개의 동일한 액세스 투브들(180)이 상기 챔버 본체(142)를 통해 상기 중앙 영역(156) 내로 배치되어 상기 챔버 본체(142)의 외부로부터 상기 하부 전극(161)으로의 복수개의 투브 가설(tubing) 및 케이블 가설(cabling)의 공급을 돋는다. 상기 하부 전극(162)의 수직 이동을 쉽게 하기 위해, 상기 액세스 투브들(180) 각각을 통하는 개구부(183)는 상기 하부 전극(161)의 수직 행정과 대략 동일하다. 예를 들어, 일 구성예에서, 상기 하부 전극(162)은 약 7.2 인치의 거리를 수직 이동할 수 있다. 이 경우, 상기 액세스 투브들(180) 각각 내의 상기 개구부(183)의 높이는 또한 약 7.2 인치이다. 이들 거리들을 대략 동일하게 유지하는 것이 상기 하부 전극(161)의 수직 이동 동안 상기 케이블 가설의 조임 및 마모를 방지할 뿐만 아니라 요구되는 케이블 가설의 길이를 최소화하게 한다. 덧붙여, 스포크들(191)의 폭(W)이 높은 종횡비(높이:폭)가 제공되도록 최소화되어, 유틸리티들(예컨대, 가스, 배선)을 위한 충분한 공간을 여전히 허용하면서 전공 배기 통로들(189)의 개방 면적이 보강된다. 이러한 구성은 배기 가스들의 흐름 저항을 감소시키고, 그 결과, 펌프에 따른 에너지 소모를 감소시키고 더 적은 저렴한 비용의 펌프들이 사용될 수 있게 한다.

[0035]

상기 하부 전극(161)으로의 케이블 여정(cable routing)을 더 쉽게 하기 위해, 상기 케이블 여정이 상기 복수개의 액세스 투브들(180) 사이에서 분할된다. 예를 들어, 상기 유체 라인들(179, 181), 상기 가스 서플라이 라인(178) 및 상기 진공 투브(174)는 모두 상기 액세스 투브(180a)를 통해 제공될 수 있다; 상기 온도 센서들(184) 및 (예컨대, 액추에이터들(164, 195)로의) 다른 전기적 케이블들은 상기 액세스 투브(180b)를 통해 제공될 수 있다; 그리고 상기 RF 전압 피드(feed) 및 (예컨대, 척킹 기능을 위한 전극들로의) 다른 전기적 케이블(들)은 상기 액세스 투브(180c)를 통해 제공될 수 있다. 따라서, 상기 챔버 본체(142)의 외부로부터 상기 하부 전극(162)으로의 케이블 가설의 개수 및 부피는 상기 하부 전극(161)의 이동을 쉽게 하도록 적당한 여유를 제공하면서 상기 액세스 투브들(180)의 크기를 최소화하기 위해 상기 액세스 투브들(180) 사이에서 분할된다.

[0036]

상기 액세스 투브들(180)은 알루미늄 또는 스테인레스 스틸과 같은 재료로 만들어질 수 있다. 상기 액세스 투브들(180)의 대칭적인 스포크 정렬은 상기 프로세싱 장치(100)의 전기적 및 열적 대칭성을 더 촉진하도록 설계된다. 일 실시예에 있어서, 상기 액세스 투브들(180)은 120도 떨어져 위치하고, 상기 액세스 투브들(180) 각각은 각 가스 투브(129)와 정렬된다. 프로세싱 동안 상기 프로세싱 영역(102) 내 훨씬 더 균일한 플라즈마 형성 및 상기 기관(105)의 표면에 걸쳐 플라즈마 밀도의 향상된 제어를 허용하기 위해, 상기 액세스 투브들(180)의 대칭적인 정렬이 상기 챔버 본체(142) 내에 특히 상기 프로세싱 영역(102) 내에 전기적 및 열적 대칭성을 더 제공한다.

[0037]

다시 도 1 및 도 4를 참조하면, 상기 진공 배기 통로들(189)은 상기 중심축(CA)에 대해 대칭적으로 상기 상부 라이너 어셈블리(144) 내에 위치한다. 상기 진공 배기 통로들(189)은 상기 프로세싱 영역(102)으로부터 상기 진공 배기 영역(104)을 통해 그리고 상기 챔버 본체(142)의 밖으로 상기 배기 포트(196)를 통해 가스들의 진공 배기를 허용한다. 상기 가스들이 상기 진공 배기 통로들(189)을 통해 고르게 인출되도록 상기 배기 포트(196)는 상기 챔버 본체(142)에 대한 중앙에 있다. 진공 배기 동안 프로세싱 가스들로부터 상기 챔버 본체(142)를 보호하기 위해 진공 배기 라이너들(187)이 상기 챔버 본체(142) 내에 제공된 진공 배기 채널들(188) 내에서 상기 진공 배기 통로들(189) 각각의 아래에 각각 위치할 수 있다. 상기 진공 배기 라이너들(187)은 위에서 설명된 바와 같이 상기 상부 라이너 어셈블리(144)와 유사한 재료들로 만들어질 수 있다.

[0038]

상기 진공 배기 채널들(188)은 실질적으로 아무런 전기적 상호작용이 존재하지 않도록 상기 프로세싱 영역(102)으로부터 떨어져 위치한다. 그러나 상기 중심축(CA)에 대한 상기 진공 배기 채널들(188)의 대칭적인 위치 제어(positioning)는 상기 프로세싱 장치(100) 내에 개선된 열적 및 가스 흐름 대칭성을 제공한다. 예를 들어, 상기 중심축(CA)에 대한 상기 진공 배기 채널들(188)의 대칭적인 위치 제어, 및 따라서 상기 프로세싱 영역(102)은, 상기 프로세싱 영역(102)으로부터 가스들의 대칭적인 제거를 촉진하고, 그 결과, 상기 기관(105)을 가로질러 대칭적인 가스들의 흐름을 가져온다. 덧붙여, 상기 진공 배기 채널들(188)의 대칭적인 위치 제어, 및 따라서 상기 진공 배기 라이너들(187)은 상기 챔버 내 열적 분포에서의 대칭성을 진척시킨다. 따라서, 상기 프로세싱 장치(100) 내 상기 진공 배기 채널들(188)의 대칭적인 위치 제어는 상기 프로세싱 영역(102) 내에 균일한 플라즈마 형성을 촉진하고 상기 프로세싱 영역(102) 내 플라즈마 밀도 및 가스 흐름의 더 많은 제어를 허용한다.

[0039]

상기 배기 어셈블리(190)는 상기 챔버 본체(142)의 바닥에 상기 진공 배기 영역(104)에 인접하여 위치한다. 상기 배기 어셈블리는 진공 펌프(194)에 결합된 쓰로틀 벨브(192, throttle valve)를 포함할 수 있다. 상기 쓰로틀 벨브(192)는 상기 프로세싱 영역(102)으로부터 상기 진공 배기 통로들(189)을 통해 그리고 상기 챔버의 밖으로 상기 중앙에 위치하는 배기 포트(196)를 통해 배기 가스들을 대칭적으로 인출함으로써 상기 프로세싱 영역

(102) 내 진공 조건들을 제어하기 위해 상기 진공 펌프(194)와 공동으로 사용되는 포펫 스타일 밸브(poppet style valve)일 수 있으며, 상기 프로세싱 영역(102) 내의 상기 플라즈마 조건들의 더 많은 제어를 더 제공할 수 있다. 포펫 스타일 밸브는, 도 1에 도시된 바와 같이, 균일한 360도 간극(198)을 제공하는데, 이 간극을 통해 진공 배기 가스들이 상기 배기 포트(196)를 통해 인출된다. 대조적으로, 종래의 램퍼형 쓰로틀 밸브들은 진공 배기 가스들의 흐름에 대해 불균일한 간극을 제공한다. 예를 들어, 상기 램퍼형 밸브가 열릴 때, 상기 밸브의 일측은 상기 밸브의 타측보다 더 많은 가스를 인출한다. 따라서, 상기 포펫 스타일 쓰로틀 밸브는 플라즈마 프로세싱 챔버들에 통상적으로 사용되는 전통적인 램퍼형 쓰로틀 밸브보다 가스 전도성을 왜곡시키는 것에 더 적은 영향을 미친다.

[0040] 다시, 도 1 및 도 4를 참조하면, 전도성의, 경사진 메쉬 라이너(slant mesh liner, 400)가 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 하부 부분에 위치한다. 상기 경사진 메쉬 라이너(400)는 알루미늄, 스테인레스 스틸, 및/또는 이트리아(예컨대, 이트리아 코팅된 알루미늄)과 같은 전도성의 프로세스 호환성 재료로 만들어질 수 있다. 상기 경사진 메쉬 라이너(400)는 바닥 벽(402) 및 상기 바닥 벽(402)으로부터 바깥으로 그리고 상향 각도로 연장하는 외측 벽(404)을 가질 수 있다. 상기 외측 벽(404)은 그것을 통해 형성된 복수개의 구멍들(apertures, 410)을 가질 수 있다. 상기 구멍들(410)은 상기 경사진 메쉬 라이너(400)의 중심축에 대해 대칭적으로 위치하여 배기 가스들이 그것을 통해 균일하게 인출되도록 할 수 있으며, 이는 다시 상기 프로세싱 영역(102)에 균일한 플라즈마 형성을 돋고 상기 프로세싱 영역(102) 내의 플라즈마 밀도 및 가스 흐름의 더 많은 제어를 허용한다. 일 실시예에 있어서, 상기 경사진 메쉬 라이너(400)의 중심축은 상기 챔버 본체 어셈블리(140)의 중심축(CA)과 정렬된다.

[0041] 상기 메쉬 라이너(400)의 바닥 벽(402)은 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 바닥 벽(148) 및/또는 내측 벽(149)에 전기적으로 결합될 수 있다. 추가로, 상기 메쉬 라이너(400)의 외측 벽(404)은 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 외측 벽(147)에 전기적으로 결합될 수 있다. RF 플라즈마가 상기 프로세싱 영역(102) 내에 있을 때, 접지로의 회귀 경로(return path)를 찾는 상기 RF 전류는 상기 메쉬 라이너(400)의 표면을 따라 상기 상부 라이너 어셈블리(144)의 외측 벽(147)으로 갈 수 있다. 따라서, 상기 메쉬 라이너(400)의 고리모양으로 대칭적인 구성은 접지로의 대칭적인 RF 회귀를 제공하며 상기 상부 라이너 어셈블리(400)의 하부 부분 내의 임의의 기하학적인 RF 비대칭성을 우회한다.

[0042] 그러므로, 본 발명의 실시예들은 상기 챔버를 통해 극히 대칭적인 전기적, 열적 및 가스 흐름 전도를 허용하는 챔버 디자인을 제공함으로써 상기 챔버 내 비대칭성에 기인하여 균일한 플라즈마 밀도를 제공하기 어려운 종래의 플라즈마 시스템들의 문제를 해결한다. 이러한 대칭성을 제공함으로써, 상기 챔버 내에 형성되는 플라즈마는 자연적으로 상기 챔버의 프로세싱 영역 내에 배치된 기판의 표면을 가로질러 개선된 균일성을 갖는다. 이 개선된 대칭성뿐만 아니라, 가스 주입구와 처리되는 기판 사이뿐만 아니라 상부 및 하부 전극들 사이의 간극을 조작하는 능력을 제공하는 것과 같은 다른 챔버 부가 사항들은 종래 시스템들에 대비하여 플라즈마 프로세싱 및 균일성의 더 나은 제어를 허용한다.

[0043] 앞에서 본 발명의 실시예들이 소개되지만, 본 발명의 다른 실시예들이 본 발명의 기본 사상을 벗어나지 않고 고안될 수 있으며, 본 발명의 사상은 다음의 청구범위에 의해 결정된다.

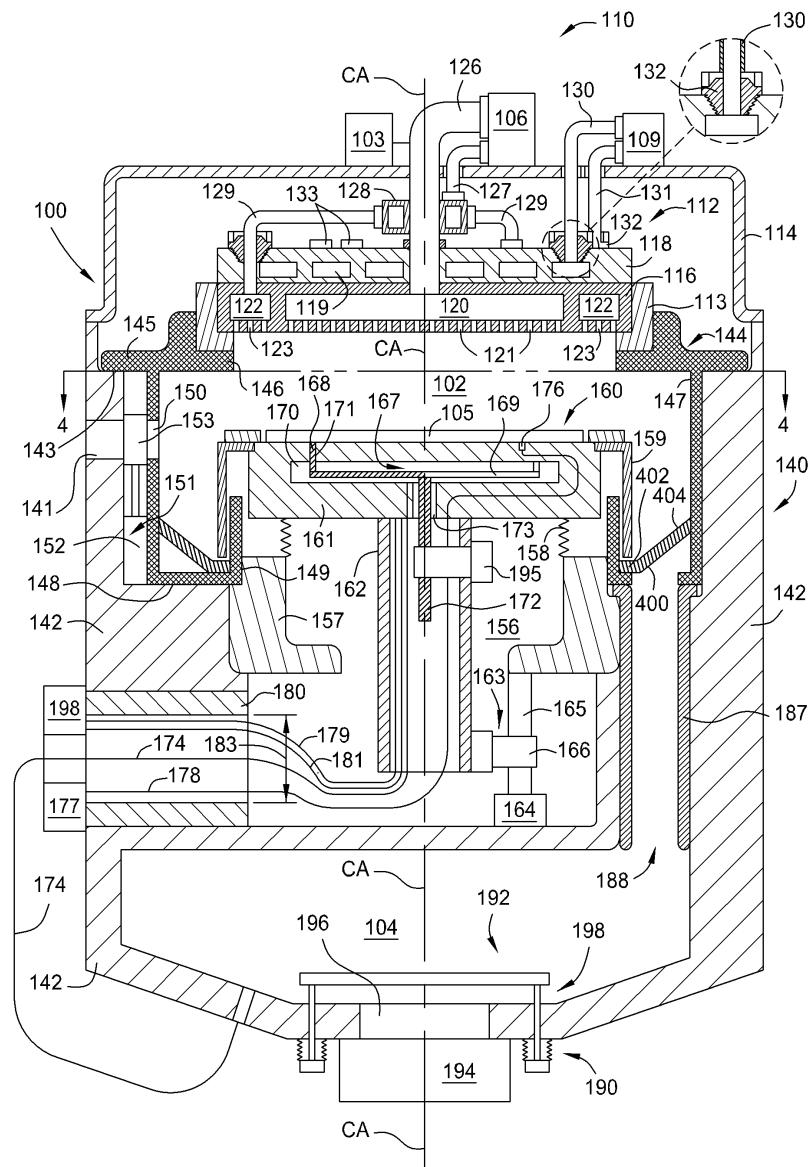
부호의 설명

100 프로세싱 장치	102 프로세싱 영역
103 rf 파워 소스	104 진공 배기 영역
105 기판	106 가스 소스
109 유체 소스	110 덮개 어셈블리
112 상부 전극	113 절연체
114 챔버 덮개	116 샤워헤드 플레이트
118 플레이트	119 유체 채널들
120 중앙 매니폴드	121 가스 통로
122 외측 매니폴드들	123 가스 통로들
126 가스 주입튜브	127 주입튜브

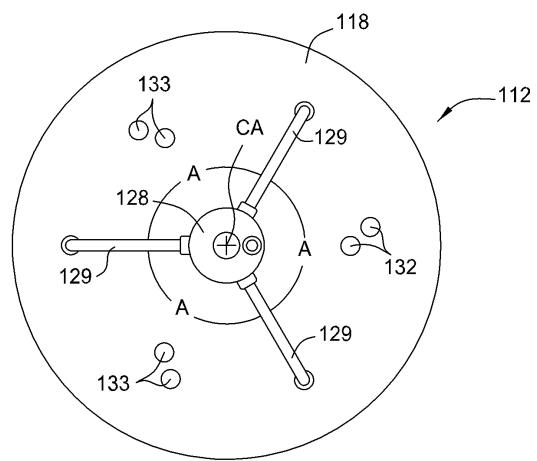
128 링 매니폴드	129 가스 투브들
130 유체 주입 투브	131 유체 배출 투브
132 피팅들	133 전도성 플러그들
140 챔버 본체 어셈블리	141 슬럿 밸브 터널
142 챔버 본체	143 수평 돌기
144 상부 라이너 어셈블리	145 외측 플랜지
146 내측 플랜지	147 외측 벽
148 바닥 벽	149 내측 벽
150 슬롯들	151 슬럿 밸브 도어 어셈블리
152 액추에이터	153 슬럿 밸브 도어
154 슬롯들	155 백킹 라이너들
156 중앙 영역	157 중앙 지지 부재
158 벨로우즈	159 플라즈마 스크린
160 기판 지지 어셈블리	161 하부 전극
162 페테스탈	163 액추에이션 어셈블리
164 액추에이터들	165 리드 나사
166 너트	168 리프트 핀들
169 리프트 핀 플레이트	170 개구부
171 리프트 핀 홀들	172 리드 나사
173 구멍	174 진공 투브
175 진공 소스	176 가스 포트
177 비활성 가스 서플라이	178 가스 서플라이 라인
179 유체 주입 라인들	180 액세스 투브들
180a 액세스 투브	180b 액세스 투브
180c 액세스 투브	181 유체 배출 라인들
183 개구부	184 온도 센서들
187 진공 배기 라이너들	188 진공 배기 채널들
190 배기 어셈블리	192 쓰로틀 밸브
194 진공 펌프	400 메쉬 라이너
402 바닥 벽	404 외측 벽
410 구멍들	

도면

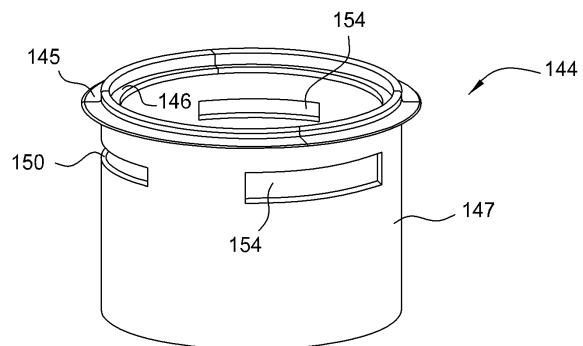
도면1



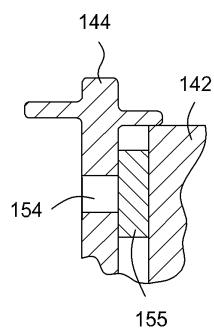
도면2



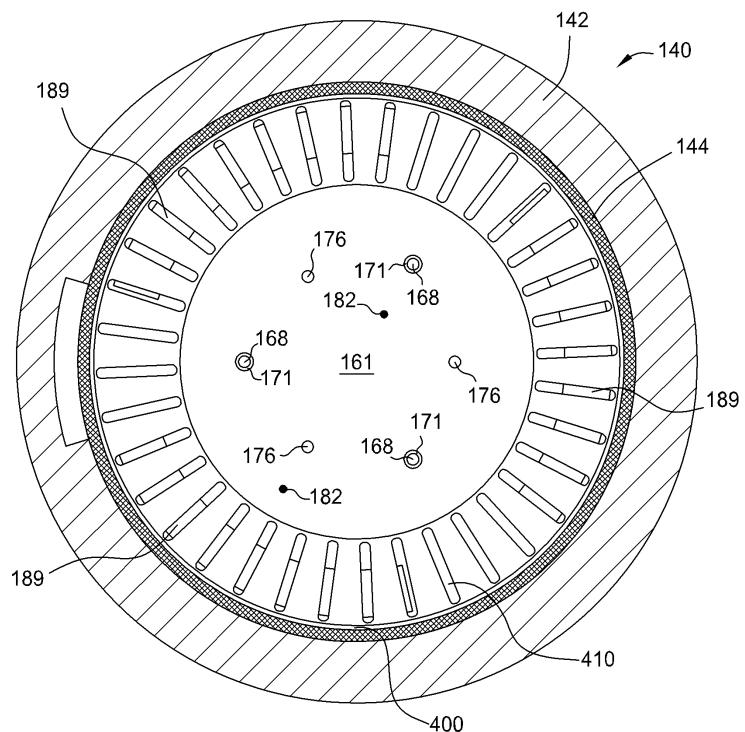
도면3a



도면3b



도면4



도면5

