



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년04월04일
(11) 등록번호 10-1965725
(24) 등록일자 2019년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) C23C 16/458 (2006.01)
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67109 (2013.01)
C23C 16/458 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7020594(분할)
(22) 출원일자(국제) 2010년12월13일
심사청구일자 2018년08월07일
(85) 번역문제출일자 2018년07월17일
(65) 공개번호 10-2018-0085819
(43) 공개일자 2018년07월27일
(62) 원출원 특허 10-2018-7006654
원출원일자(국제) 2010년12월13일
심사청구일자 2018년04월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/060069
(87) 국제공개번호 WO 2011/075437
국제공개일자 2011년06월23일
(30) 우선권주장
12/641,819 2009년12월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20040063312 A1
JP2005032898 A
KR1020060052119 A
JP2006165475 A

(73) 특허권자
애플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
압, 립예우
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 비스타 클럽
썬클 1570 #101
웅우옌, 투안 안 (마이크)
미국 94051 캘리포니아 산타 클라라 아게이트 드
라이브 3559
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 이재일

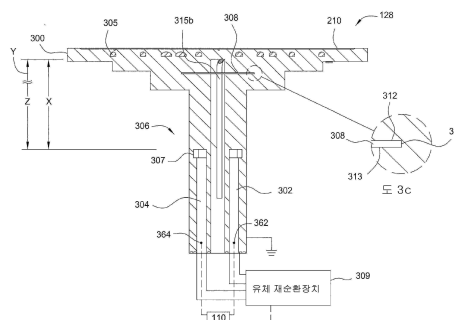
(54) 발명의 명칭 광범위 웨이퍼 온도 제어를 위한 다기능 히터 / 냉각기 받침대

(57) 요약

일반적으로, 본원 발명의 실시예는 반도체 프로세싱 챔버에 관한 것이고, 그리고 보다 구체적으로, 반도체 프로세싱 챔버를 위한 가열형 지지 받침대에 관한 것이다. 일 실시예에서, 반도체 프로세싱 챔버용 받침대가 제공된다. 받침대는 전도성 물질을 포함하고 그리고 기관을 수용하기 위한 지지 표면을 포함하는 기관 지지부, 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3b



기관 지지부 내에서 캡슐화된 저항형 히터, 그리고 제 1 단부에서 기관 지지부에 그리고 대향 단부에서 메이팅 (mating) 인터페이스에 커플링되는 중공 샤프트를 포함하고, 상기 중공 샤프트는 중공 코어를 가지는 샤프트 바디, 및 내부 냉각 경로를 통해서 받침대로부터 열을 제거하기 위해서 상기 중공 코어를 둘러싸고 그리고 상기 샤프트 바디 내에 배치되는 냉각 채널 조립체를 포함하고, 상기 기관 지지부는 가열 요소와 링-형상의 냉각 채널 사이에 배치된 열 제어 캡을 구비한다.

(52) CPC특허분류

H01L 21/205 (2013.01)

H01L 21/67248 (2013.01)

H01L 21/68792 (2013.01)

(72) 발명자

두 보이스, 데일 알.

미국 95032 캘리포니아 로스 가토스 멀베리 드라이브 14285

발루자, 산지브

미국 95008 캘리포니아 캠벨 앤서니 드라이브 2198

노왁, 토마스

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 포지 웨이 20677 #217

로사-알바레스, 주안 칼로스

미국 94070 캘리포니아 산 카를로스 세달 18

주, 지엔화

미국 95129 캘리포니아 샌어제이 사라토가 애비뉴 1395 아파트먼트 # 25

명세서

청구범위

청구항 1

기관을 프로세싱하는 방법으로서:

받침대의 지지 표면 상에 기관을 포지셔닝시키는 단계로서, 상기 받침대는,

기관 지지부; 및

상기 기관 지지부에 커플링되는 중공 샤프트;를 포함하고,

상기 기관 지지부는,

상기 지지 표면을 가지는 전도성 바디;

상기 전도성 바디 내에 캡슐화된 저항형 히터; 및

상기 전도성 바디 내에 형성된 열 제어 겹;을 포함하며,

상기 중공 샤프트는,

샤프트 바디;를 포함하고, 상기 샤프트 바디는,

중공 코어; 및

상기 중공 코어를 둘러싸고 상기 샤프트 바디 내에 배치되는 냉각 채널 조립체;를 포함하고, 상기 중공 코어는 상기 전도성 바디로 연장하고 상기 열 제어 겹에 의해 둘러싸여 있는,

받침대의 지지 표면 상에 기관을 포지셔닝시키는 단계; 및

상기 기관의 온도를 제어하기 위하여 상기 냉각 채널 조립체를 통해서 열 전달 유체를 유동시키는 단계;를 포함하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 지지 표면을 가열하기 위하여 상기 저항형 히터에 전력을 전달시키는 단계;를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기관 상에 피막(film)을 증착(depositing)시키는 단계;를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 열 전달 유체는 물, 에틸렌 글리콜, 또는 물과 에틸렌 글리콜의 혼합물들로부터 선택되는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 열 전달 유체는 상기 냉각 채널 조립체로 유입되기에 앞서서 유체 재순환장치에 의해서 미리 선택된 온도로 가열 또는 냉각되는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 저항형 히터는 중심 조밀 패턴을 가지는 가열 요소를 포함하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 냉각 채널 조립체는:

링-형상의 냉각 채널;

열 전달 유체를 상기 링-형상 냉각 채널로 전달하기 위한 냉각 채널 유입구; 및

냉각 채널 배출구;를 구비하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 링-형상 냉각 채널 조립체는 상기 냉각 채널 유입구 및 상기 냉각 채널 배출구와 커플링된 유체 재순환장치를 더 포함하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 냉각 채널 유입구는 상기 샤프트 바디를 통해서 길이방향으로 연장하는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 열 제어 겹은,

상기 전도성 바디에 의해 규정되는 상부 벽;

상기 전도성 바디에 의해 규정되는 반대쪽의 하부 벽; 및

상기 전도성 바디에 의해 규정되는 둘레 벽으로서, 상기 둘레 벽은 원형이고 상기 열 제어 겹을 둘러싸는, 둘레 벽;에 의해 형성되는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 열 제어 겹은 7.6 cm 내지 10.2 cm의 지름 및 1 cm 내지 1.3 cm의 높이를 가지는,

기관을 프로세싱하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 저항형 히터의 상단은 상기 전도성 바디의 지지 표면으로부터 0.3 cm 내지 2 cm에 위치되고, 그리고 상기 열 제어 캡의 상부 벽은 지지 표면으로부터 1.3 cm 내지 3.8 cm에 위치되는,

기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

5천분의 1인치(five thousandth of an inch) 이하의 상기 지지 표면의 최대 평면 편향(planar deflection)을 산출하기 위하여, 상기 냉각 채널 조립체의 상단은 상기 저항형 히터로부터 거리를 두고 위치되는,

기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 받침대는 플라즈마 프로세싱 챔버의 프로세싱 영역에 위치되고, 상기 플라즈마 프로세싱 챔버는 프로세싱 챔버 바디를 포함하며,

상기 프로세싱 챔버 바디는:

측벽;

하단 벽; 및

상기 프로세싱 영역을 규정하는 내부 측벽;을 가지는,

기판을 프로세싱하는 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 프로세싱 챔버 바디와 커플링되는 무선 주파수(RF) 전력 소오스를 더 포함하는,

기판을 프로세싱하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원 발명의 실시예는 전반적으로 반도체 프로세싱 챔버에 관한 것이고, 보다 구체적으로, 반도체 프로세싱 챔버를 위한 가열형 지지 받침대에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 프로세싱에는 많은 수의 다양한 화학적 및 물리적 프로세스들이 포함되며, 그러한 프로세스에 의해서 작은(minute) 집적 회로가 기판 상에 생성된다. 집적 회로를 구성하는 물질의 층들이 화학기상증착, 물리기상증착, 에피텍셜 성장, 등을 포함하는 프로세스에 의해서 생성된다. 물질 층들 중 일부가 포토레지스트 마스크 및 습식 또는 건식 에칭 기술을 이용하여 패터닝된다. 집적 회로를 형성하기 위해서 이용되는 기판은 실리콘, 갈륨 아세나이드, 인듐 포스파이드, 유리, 또는 다른 적절한 물질일 수 있다.

[0003] 집적 회로의 제조 중에, 여러 가지 물질 층의 증착(deposit; 이하에서 편의상 '증착'이라 함) 또는 에칭을 위해서 플라즈마 프로세스가 종종 이용된다. 플라즈마 프로세싱은 열적인 프로세싱에 대비하여 많은 장점을 제공한다. 예를 들어, 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD)에 의해서 증착 프로세스가 유사한 열적인 프로세스에서 달

성가능한 것 보다 더 낮은 온도에서 더 빠른 증착 속도로 실시될 수 있다. 그에 따라, PECVD는, 초고밀도 집적 회로 또는 극초고밀도 집적 회로(VLSI 또는 ULSI) 장치(소자) 제조와 같이 열 비용(thermal budgets)이엄격한 집적 회로 제조에서 장점을 가진다.

[0004] 전형적으로, 이러한 프로세스에서 이용되는 프로세싱 챔버들은 프로세싱 동안에 기판을 지지하기 위해서 내부에 배치된 기판 지지부 또는 받침대를 포함한다. 일부 프로세스에서, 받침대는 기판의 온도를 제어하도록 및/또는 프로세스 중에 사용될 수 있는 높은 온도를 제공하도록 구성된 매립형 히터를 포함할 수 있을 것이다. 기판 프로세싱 동안의 기판의 적절한 온도 제어 및 균일한 가열은 특히 집적 회로의 크기가 감소됨에 따라 매우 중요하다. 히터들이 매립된 종래의 지지부는 종종 많은 수의 열점 및 냉점을 가지며, 그러한 열점 및 냉점은 기판 상에 증착되는 필름의 품질에 영향을 미친다.

[0005] 또한, 집적 회로의 제조를 통해서 기판 표면의 평탄도도 매우 중요하다. 그에 따라, 기판을 유지하는 받침대의 표면은 가능한 한 평탄해야 한다. 가열될 때, 받침대의 중심이 가열되고 받침대의 둘레가 열을 빼앗김에 따라, 종래의 기판 지지 받침대는 위쪽으로 휘어지기 매우 쉽다. 휘어진 지지 받침대는 그 상부에서 유지되는 기판의 휘어짐을 유발할 수 있고, 그에 따라 웨이퍼 표면의 평탄도를 크게 저하시킬 수 있다.

[0006] 그에 따라, 전체 프로세스 사이클을 통해서 항상 능동적인(active) 온도 제어를 제공하는 받침대가 요구되고 있다.

발명의 내용

[0007] 일반적으로, 본원 발명의 실시예는 반도체 프로세싱 챔버에 관한 것이고, 그리고 보다 구체적으로, 반도체 프로세싱 챔버를 위한 가열형 지지 받침대에 관한 것이다. 일 실시예에서, 반도체 프로세싱 챔버용 받침대가 제공된다. 받침대는 전도성 물질을 포함하고 그리고 기판을 수용하기 위한 지지 표면을 포함하는 기판 지지부, 상기 기판 지지부 내에서 캡슐화된 저항형 히터, 그리고 제 1 단부에서 기판 지지부에 그리고 제 2 단부에서 메이팅(mating) 인터페이스에 커플링되는 중공 샤프트를 포함하고, 상기 중공 샤프트는 중공 코어를 가지는 샤프트 바디(body), 및 내부 냉각 경로를 통해서 받침대로부터 열을 제거하기 위해서 상기 중공 코어를 둘러싸고 그리고 상기 샤프트 바디 내에 배치되는 냉각 채널 조립체를 포함하고, 상기 기판 지지부는 가열 요소와 링-형상의 냉각 채널 사이에 배치된 열 제어 갭을 구비한다.

[0008] 다른 실시예에서, 반도체 프로세싱 챔버를 위한 받침대가 제공된다. 받침대는 전도성 물질을 포함하고 그리고 기판을 수용하기 위한 지지 표면을 포함하는 기판 지지부, 상기 기판 지지부에 커플링되고 중공 코어를 가지는 샤프트 바디를 포함하는 중공 샤프트, 그리고 지지 표면 상에 위치한 기판 온도의 능동적인 제어를 제공하기 위한 능동 냉각 시스템을 포함하고, 상기 능동 냉각 시스템은 상기 기판 지지부 내에 캡슐화된 가열 요소, 그리고 내부 냉각 경로를 통해서 상기 받침대로부터 열을 제거하기 위해서 상기 중공 코어를 둘러싸고 상기 샤프트 바디 내에 배치되는 냉각 채널 조립체를 포함하며, 열 제어 갭이 가열 요소와 링-형상의 냉각 채널 사이에 배치된다.

[0009] 또 다른 실시예에서, 플라즈마 프로세싱 시스템이 제공된다. 그러한 플라즈마 프로세싱 시스템은 프로세싱 영역들의 쌍을 형성하는 측벽, 하단 벽, 및 내부 측벽을 가지는 프로세싱 챔버 바디; 상기 프로세싱 챔버 바디와 커플링된 무선 주파수 소오스(source), 그리고 상기 프로세싱 영역들의 쌍들 중 하나 이상의 내부에 배치된 받침대를 포함한다. 상기 받침대는 전도성 물질을 포함하고 그리고 기판을 수용하기 위한 지지 표면을 포함하는 기판 지지부, 상기 기판 지지부에 커플링되고 중공 코어를 가지는 샤프트 바디를 포함하는 중공 샤프트, 그리고 지지 표면 상에 위치한 기판의 온도의 능동적인 제어를 제공하기 위한 능동 냉각 시스템을 포함하고, 상기 능동 냉각 시스템은 상기 기판 지지부 내에 캡슐화된 가열 요소, 그리고 내부 냉각 경로를 통해서 상기 받침대로부터 열을 제거하기 위해서 상기 중공 코어를 둘러싸고 상기 샤프트 바디 내에 배치되는 냉각 채널 조립체를 포함하며, 열 제어 갭이 가열 요소와 링-형상의 냉각 채널 사이에 배치되고, 그리고 무선 주파수 소오스가 프로세싱 챔버 바디와 커플링된다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본원 발명의 전술한 특징들이 구체적으로 이해될 수 있도록 하는 방식으로, 첨부 도면들에 일부가 도시된 실시예들을 참조하여, 간략하게 전술한 본원 발명이 보다 특별하게 설명될 것이다. 그러나, 본원 발명이 다른 균등한 유효 실시예들도 포함할 수 있기 때문에, 첨부 도면들은 본원 발명의 통상적인 실시예들만을 도시한 것이고, 그에 따라 본원 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것을 주지하여야 할 것이다.

도 1은 플라즈마 시스템의 일 실시예의 부분적인 단면도이다.

도 2a는 도 1에 도시된 받침대의 일 실시예의 등축적인 측면도이다.

도 2b는 도 1에 도시된 받침대의 일 실시예의 등축적인 저면도이다.

도 3a는 도 1에 도시된 받침대의 일 실시예의 개략적인 저면도이다.

도 3b는 도 3a의 선 3B-3B를 따라서 취한 받침대의 일 실시예의 측단면도이다.

도 3c는 도 3b의 받침대의 일 실시예의 단면의 일부를 확대하여 도시한 도면이다.

도 3d는 도 3a의 선 3D-3D를 따라서 취한 측단면도이다.

도 3e는 도 3d의 받침대의 일 실시예의 단면의 일부를 확대하여 도시한 도면이다.

도 4a는 저항형 히터의 일 실시예를 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 4b는 저항형 히터의 일 실시예를 개략적으로 도시한 측면도이다.

이해를 돕기 위해서, 가능한 경우에, 동일한 도면부호들을 사용하여 도면들에서 공통되는 동일한 요소들을 표시하였다. 추가적인 언급이 없더라도, 일 실시예의 요소들 및 특징들이 다른 실시예들에서도 유리하게 포함될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

본원 발명의 실시예는 전반적으로 반도체 프로세싱 챔버에 관한 것이고, 보다 구체적으로, 반도체 프로세싱 챔버를 위한 가열형 지지 받침대에 관한 것이다. 본원 발명의 실시예는 플라즈마 챔버를 참조하여 아래에서 예시적으로 설명된다. 일 실시예에서, 플라즈마 챔버는 플라즈마 강화 화학기상증착(PECVD) 시스템에서 이용된다. 본원에 기재된 실시예들로부터 유리하게 맞춰 적용될 수 있는 PECVD 시스템의 예에는 PRODUCER[®] SE CVD 시스템, PRODUCER[®] GT[™] CVD 시스템 또는 DXZ[®] CVD 시스템이 포함되며, 이들 모두는 미국 캘리포니아 산타클라라에 소재하는 Applied Materials, Inc.로부터 상업적으로 입수할 수 있다. Producer[®] SE CVD 시스템(예를 들어, 200 mm 또는 300 mm)은 전도성 필름, 실란, 탄소-도핑형 실리콘 산화물 및 기타 물질과 같은 얇은 필름을 기판 상에 증착하기 위해서 이용될 수 있는 2개의 격리된 프로세싱 영역을 가지고 그리고 본원에서 모두 참조되어 포함되는 미국 특허 5,855,681 및 6,495,233에 기재되어 있다. DXZ[®] CVD 챔버가 본원에서 또한 참조되어 포함되는 미국 특허 6,364,954에 기재되어 있다. 예시적인 실시예가 2개의 프로세싱 영역을 포함하지만, 본원에 기재된 실시예들이 하나의 프로세싱 영역 또는 둘 보다 많은 프로세싱 영역을 가지는 시스템에서도 유리하게 이용될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 또한, 본원에 기재된 실시예는 에칭 챔버, 이온 주입 챔버, 플라즈마 처리 챔버, 및 스트립핑 챔버 등을 포함하는 다른 플라즈마 챔버에서도 유리하게 이용될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 본원에 기재된 실시예들이 다른 제조자로부터 입수가 가능한 플라즈마 프로세싱 챔버에서도 유리하게 이용될 수 있다는 것을 또한 이해할 수 있을 것이다.

[0012]

본원에 기재된 받침대의 실시예는 전체 프로세스 사이클에 걸친 모든 시간의 프로세싱 동안의 기판의 능동적인 온도 제어에 대한 요구를 해소한다. 본원에 기재된 특정 실시예는 고유의 요소 패턴(unique element patterns)의 최소 온도 구배(<10 °C)의 매립형 가열 요소를 이용하여 400 °C 보다 높은(upward) 온도에서 보다 높은(higher) 온도 제어를 제공한다. 본원에 기재된 특정 실시예는, 받침대의 바디를 통해서 능동 냉각제를 유동시킴으로써, RF 커플링과 같은 외부 소오스로부터 또는 매립형 가열 요소와 같은 내부 소오스로부터 보다 큰 열적 로드(load)(예를 들어, 2,000 Watts 보다 큰)를 제거할 수 있다. 본원에 기재된 특정 실시예는 받침대의 바디를 통한 냉각제의 유량과 함께 히터 요소의 능동적인 제어를 통해서 낮은 희망 온도 구배를 제공한다.

[0013]

본원에 기재된 특정 실시예는, 기판이 많은 수의 프로세스들 및 챔버 조건들(예를 들어, 히터 페이스플레이트(faceplate), 챔버에서 타격되는(struck) 커플링 RF, 프로세스 가스, 화학물질 등)에 노출되는 동안에, 넓은 범위에 걸쳐 기판의 온도를 능동적으로 제어할 수 있는 능력을 제공한다. 능동 온도 제어는 2개의 능동 온도 플럭스를 통해서 달성될 수 있으며; 상기 2개의 능동 온도 플럭스 중 첫 번째에서는, 열이 브레이징형(brazed)/매립형 가열 요소를 통해서 받침대로 제공되고, 두 번째에서는, 열이 내부 냉각제 경로를 통해서 받침대로부터 제거된다. 그에 따라, (기판이 놓여지는) 받침대 표면의 온도는 이들 2개의 플럭스의 레벨을 제어함으로써 원하는 온도 셋 포인트로 제어될 수 있다. 보다 많은 전력(power)을 가열 요소로 전달함으로써 그리고 냉각제의 유

량을 감소시킴으로써(또는 냉각제 유입구 온도를 감소시킴으로써) 증대된 열이 생성될 수 있으며, 또는 보다 낮은 받침대 온도를 달성하기 위해서 반대의 경우가 이루어질 수 있을 것이다. 보다 넓은 온도 제어 범위는 열 소오스(가열 요소로부터의 내부적인 또는 챔버 조건이나 프로세스 조건들로부터의 외부적인)와 열 드레인(drain)(내부의 능동적인 냉각제) 사이의 상호작용을 제어하는 것을 통해서 달성된다. 일 실시예에서, 이는, 지지 바디 내의 가열 요소를 기관이 놓이는 지지 표면에 보다 근접하게 배치하여 달성가능한 가장 높은 온도를 최대화함으로써 그리고 상기 샤프트의 하부 바디 내의 냉각 채널을 원하는 양의 열을 드레인 배출하기 위한 높이에 배치함으로써, 달성된다.

[0014] 본원에 기재된 특정 실시예는 온도 균일도를 제어되는 온도의 범위에 걸쳐 10 °C 이내로 제어할 수 있는 능력을 더욱 제공한다. 일 실시예에서, 이는, 전술한 바와 같이 가열 요소를 냉각 채널에 대해서 상대적으로 배치함으로써, 그리고 또한 가열 요소와 냉각 채널 사이에 배치된 공기 갭을 이용하여 열 유동의 경로를 추가적으로 제어함으로써, 달성될 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 냉각 채널, 공기 갭, 및 가열 요소의 배치는 천분의 5인치(5 thousandth of an inch) 이하의 지지 표면의 최대 평면 편향(planar deflection)을 산출하고, 이는 프로세싱 동안에 기관 슬라이딩 가능성을 감소시킨다.

[0015] 일 실시예에서, 받침대는 알루미늄 합금을 포함한다. 일 실시예에서, 알루미늄 합금은 알루미늄 6061과 같이 마그네슘 및 실리콘을 포함하는 알루미늄 합금이다. 알루미늄 합금은 다음과 같은 3개의 중요한 특징을 제공한다: 1) 열 소오스로부터 냉각제로의 열 유동의 상호작용에 기여하는 높은 열 전도도, 2) 여러 가지 가공 기술(예를 들어, 냉각 채널을 중간 높이에서 병합하기 위해서 샤프트 조립체를 브레이징하는 것, 복사 열 손실을 높이기 위해서 지지 표면을 비드-브래스팅하는 것, 경수(hard water)를 유동시킬 수 있도록 하기 위해서 코팅 채널을 니켈 도금하는 것)에 의해서 핸들링될 수 있는 능력; 그리고 3) 보다 낮은 생산 비용.

[0016] 도 1은 본원에 기재된 실시예에 따른 받침대(128)를 구비하는 예시적인 플라즈마 시스템(100)의 부분 단면도이다. 본원에 기재된 바와 같이, 받침대(128)는 기관이 많은 수의 프로세스 및 챔버 조건들에 노출되는 동안에, 넓은 온도 범위에 걸쳐 받침대 상에 배치된 기관의 온도를 능동 제어할 수 있게 허용하는 능동 냉각 시스템을 포함한다. 플라즈마 시스템(100)은 일반적으로 제어부(110)와 커플링된 프로세싱 챔버 바디(102)를 포함한다. 프로세싱 챔버 바디(102)는 프로세싱 영역(120A 및 120B)의 쌍을 형성하는 측벽(112), 하단 벽(116) 및 내부 측벽(101)을 구비한다. 프로세싱 영역(120A 및 120B)의 각각은 유사하게 구성되고, 그리고 간결함을 위해서, 프로세싱 영역(120B) 내의 부품들만을 설명할 것이다.

[0017] 받침대(128)는 시스템(100) 내의 하단 벽(116)에 형성된 통로(122)를 통해서 프로세싱 영역(120B) 내에 배치된다. 받침대(128)는 그 상부 표면 상에 기관(도시하지 않음)을 지지하도록 구성된다. 받침대(128)는 기관 온도를 희망하는 프로세스 온도로 가열 및 제어하기 위해서 가열 요소, 예를 들어 저항형 요소를 포함할 수 있을 것이다. 그 대신에, 받침대(128)가 램프 조립체와 같은 원격 가열 요소에 의해서 가열될 수 있을 것이다.

[0018] 받침대(128)는 샤프트(126)에 의해서 전력 배출구(outlet) 또는 전력 박스(103)에 커플링되고, 그러한 전력 박스는 프로세싱 영역(120B) 내의 받침대(128)의 상승 및 이동을 제어하는 구동 시스템을 포함할 수 있을 것이다. 샤프트(126)는 또한 받침대(128)로 전력을 제공하기 위한 전력 인터페이스를 포함한다. 또한, 전력 박스(103)는 열전쌍 인터페이스와 같은 전력 및 온도 표시장치를 위한 인터페이스를 포함한다. 또한, 샤프트(126)는 전력 박스(103)에 분리가능하게 커플링되도록 구성된 베이스 조립체(129)를 포함한다. 원주방향 링(135)이 전력 박스(103) 위에 도시되어 있다. 일 실시예에서, 원주방향 링(135)은 베이스 조립체(129)와 전력 박스(103)의 상부 표면 사이의 기계적인 인터페이스를 제공하도록 구성된 기계적인 정지부 또는 랜드(land)로서 구성된 쇼울더(shoulder)이다.

[0019] 로드(130)는 하단 벽(116)에 형성된 통로(124)를 통해서 배치되고 그리고 받침대(128)를 통해서 배치된 기관 리프트 핀(161)을 활성화시키기 위해서 이용된다. 기관 이송 포트(160)를 통해서 프로세싱 영역(120B)의 내외로 기관을 이송하기 위해서 이용되는 로봇(도시하지 않음)과의 기관 교환을 돕기 위해서, 기관 리프트 핀(161)은 받침대로부터 기관을 선택적으로 이격시킨다.

[0020] 챔버 덮개(104)가 챔버 바디(102)의 상부 부분에 커플링된다. 덮개(104)는 그러한 덮개에 커플링된 하나 또는 둘 이상의 가스 분배 시스템(108)을 수용한다. 가스 분배 시스템(108)은 샤워헤드 조립체(142)를 통해서 프로세싱 영역(120B) 내로 반응물 가스 및 세정 가스를 전달하는 가스 유입구 통로(140)를 포함한다. 샤워헤드 조립체(142)는 페이스플레이트(146)에 대해서 중간에 배치된 차단 플레이트(144)를 구비하는 환형 베이스 플레이트(148)를 포함한다. 무선 주파수(RF) 소오스(165)가 샤워헤드 조립체(142)에 커플링된다. RF 소오스(165)는 샤워헤드 조립체(142)로 전력을 공급하여 샤워헤드 조립체(142)의 페이스플레이트(146)와 가열형 받침대(128)

사이에서의 플라즈마 생성을 돕는다. 일 실시예에서, RF 소오스(165)가 13.56MHz RF 발생기와 같은 고주파 무선 주파수(HFRF) 전력 소오스일 수 있다. 다른 실시예에서, RF 소오스(165)가 HFRF 전력 소오스 및 저주파 무선 주파수(LFRF) 전력 소오스, 예를 들어 300 kHz RF 발생기를 포함할 수 있을 것이다. 그 대신에, 플라즈마 생성을 돕기 위해서, RF 소오스가 받침대(128)와 같은 프로세싱 챔버 바디(102)의 다른 부분에 커플링될 수 있을 것이다. 유전체 격리부(158)가 덮개(104)와 샤워헤드 조립체(142) 사이에 배치되어 RF 전력이 덮개(104)로 전도되는 것을 방지한다. 섀도우(shadow) 링(106)이 받침대(128)의 둘레 상에 배치될 수 있을 것이고, 그러한 섀도우 링은 받침대(128)의 원하는 높이에서 기관과 결합한다.

[0021] 선택적으로, 냉각 채널(147)이 가스 분배 시스템(108)의 환형 베이스 플레이트(148)에 형성되어 작동 중에 환형 베이스 플레이트(148)를 냉각시킨다. 베이스 플레이트(148)가 미리 규정된 온도에서 유지되도록, 물, 에틸렌 글리콜, 또는 가스, 등과 같은 열 전달 유체가 냉각 채널(147)을 통해서 순환될 수 있을 것이다.

[0022] 측벽(101, 112)이 프로세싱 영역(120B) 내의 프로세싱 분위기에 노출되는 것을 방지하기 위해서, 챔버 라이너 조립체(127)가 챔버 바디(102)의 측벽(101, 112)에 매우 근접하여 프로세싱 영역(120B) 내에 배치된다. 라이너 조립체(127)는 원주방향 펌핑 공동(125)을 포함하고, 그러한 공동은 프로세싱 영역(120B)으로부터 가스 및 부산물을 배기하도록 그리고 프로세싱 영역(120B) 내의 압력을 제어하도록 구성된 펌핑 시스템(164)에 커플링된다. 복수의 배기 포트(131)가 챔버 라이너 조립체(127) 상에 형성될 수 있을 것이다. 배기 포트(131)는, 시스템(100) 내의 프로세싱을 촉진하는 방식으로 프로세싱 영역(120B)으로부터 원주방향 펌핑 공동(125)으로 가스가 유동하는 것을 허용하도록 구성된다.

[0023] 제어부(110)는 본원에 기재된 능동 냉각 시스템을 포함하는 프로세스 시퀀스를 제어하기 위해서 이용되는 중앙 처리유닛(CPU), 메모리, 및 지원 회로를 포함할 수 있을 것이다. CPU는 산업적인 셋팅에서 이용될 수 있는 임의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서일 수 있다. 소프트웨어 루틴이 랜덤 액세스 메모리, 리드 온리 메모리, 플로피, 또는 하드 디스크 드라이브, 또는 다른 형태의 디지털 저장장치와 같은 메모리 내에 저장될 수 있다. 지원 회로는 통상적으로 CPU에 커플링될 수 있을 것이고 그리고 캐시, 클록 회로, 입력/출력 시스템, 전원, 등을 포함할 수 있을 것이다. 제어 유닛(110)과 플라즈마 시스템(100)의 여러 부품들 사이의 양-방향 통신은, 일부가 도 1에 도시된 신호 버스들로서 통칭되는, 다양한 신호 케이블을 통해서 핸들링된다.

[0024] 도 2a는 플라즈마 시스템(100)에서 이용되는 받침대(128)의 일 실시예의 등축적인 평면도이다. 받침대(128)는 원형 기관 지지부(205)의 반대쪽에 베이스 조립체(129) 및 샤프트(126)를 포함한다. 일 실시예에서, 샤프트(126)는 튜브형 부재 또는 중공 샤프트로서 구성된다. 일 실시예에서, 베이스 조립체(129)는 전력 배출구 또는 전력 박스(103) 상에 또는 그 내부에 배치된 전기 연결부들과의 분리 가능한 메이팅 인터페이스로서 이용된다. 기관 지지부(205)는 실질적으로 평면형인 기관 수용 표면 또는 지지 표면(210)을 포함한다. 지지 표면(210)은 200 mm 기관, 300 mm 기관, 또는 450 mm 기관을 지지하도록 구성될 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 지지 표면(210)은 복수의 구조물(215)을 포함하고, 그러한 구조물은 지지 표면(210)의 평면 위로 연장하는 범프(bumps) 또는 돌출부일 수 있을 것이다. 지지 표면(210)으로부터 약간 상승된 또는 약간 이격된 실질적으로 평면형인 기관 수용 평면 또는 표면을 제공하기 위해서, 복수의 구조물(215)의 각각의 높이가 실질적으로 동일하다. 일 실시예에서, 구조물(215)의 각각이 지지 표면(210)의 물질과 상이한 물질로 형성 또는 코팅된다. 기관 지지부(205)는 또한 리프트 핀(161)(도 1)을 수용하도록 구성되고 관통 형성되는 복수의 개구부(220)를 포함한다.

[0025] 일 실시예에서, 샤프트(126) 및 기관 지지부(205)의 바디는 전도성 금속 물질로 제조되는 한편 베이스 조립체(129)는 전도성 금속 물질과 절연 물질의 조합으로 제조된다. 전도성 금속 물질로 부터 기관 지지부(205)를 제조하는 것은 세라믹으로 제조된 기관 지지부에 대비하여 소유 비용을 보다 더 낮춘다. 추가적으로, 전도성 금속 물질은 RF 전력으로부터 매립형 히터(본 도면에서는 도시되지 않음)를 차폐하는 기능을 한다. 이는 기관 지지부(205)의 수명 및 효율을 향상시키고, 이는 소유 비용을 감소시킨다.

[0026] 일 실시예에서, 샤프트(126) 및 기관 지지부(205)의 바디가 알루미늄 합금과 같은 알루미늄 물질만으로 제조된다. 특정 실시예에서, 기관 지지부(205) 및 샤프트 모두가 6061 알루미늄으로 제조된다. 일 실시예에서, 베이스 조립체(129)는, 당해 베이스 조립체(129)의 부분들을 기관 지지부(205) 및 샤프트(126)의 전도성 부분으로부터 전기적으로 절연하기 위해서 내부에 배치된 폴리테트라에틸렌(PTFE) 수지와 같은 절연성 부분 및 알루미늄 부분을 포함한다. 일 실시예에서, 기관 지지부(205)의 바디는 알루미늄 물질로 제조되는 한편, 지지 표면(210) 상에 배치된 각각의 구조물(215)은 알루미늄 산화물과 같은 세라믹 물질로 제조되거나 코팅된다.

[0027] 일 실시예에서, 받침대(128)의 지지 표면(210)이 텍스처링된다(textured). 지지 표면(210)은 당업계에 공지된 기술, 예를 들어, 비드 블래스팅, 에치-백 프로세스, 또는 이들의 조합을 이용하여 텍스처링될 수 있을 것이다.

일 실시예에서, 받침대(128)의 텍스처링된 지지 표면(210)의 제곱 평균 제곱근("RMS") 조도가 약 0.75 미크론 내지 약 6 미크론일 수 있고, 예를 들어 약 1.5 미크론 내지 약 5 미크론, 예를 들어 약 2 미크론일 수 있다.

[0028] 도 2b는 받침대(128)의 일 실시예의 등축적인 저면도이다. 샤프트(126)는 기관 지지부(205)에 커플링되는 제 1 단부(212) 및 상기 기관 지지부(205)의 반대쪽에서 베이스 조립체(129)에 커플링되는 제 2 단부(214)를 포함한다. 이러한 실시예에서, 베이스 조립체(129)는, 유전체 플러그(230)에 커플링되고 및/또는 그러한 유전체 플러그를 포함하는 슬롯형(slotted) 전도성 부분(225)을 포함한다. 일 실시예에서, 슬롯형 전도성 부분(225)은 전력 박스(103)(도 1)와 짝을 이루도록(mate) 구성된 플러그 또는 메일(male) 인터페이스로서 구성될 수 있을 것이다. 도 2b에 도시된 실시예에서, 전도성 부분(225)은 외측 표면 또는 벽을 통해서 적어도 부분적으로 형성된 슬롯을 가지며 단면이 원형일 수 있다. 유전체 플러그(230)는 소켓 또는 피메일(female) 인터페이스로서 구성될 수 있고, 또는 그 대신에, 전력 박스(103) 내의 전기 연결부들을 수용하도록 또는 그 전기 연결부들과 짝을 이루도록 구성된 소켓 또는 피메일 인터페이스로서 구성된 부분 또는 부분들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 슬롯형 전도성 부분(225)이 샤프트(126)의 일체형(integral) 연장부일 수 있고 그리고 알루미늄 물질로 제조될 수 있는 한편, 유전체 플러그(230)가 PEEK 수지로 제조된다.

[0029] 또한, 베이스 조립체(129)는 도 1에 도시된 전력 박스(103)와 인터페이싱하는 0-링(240)을 수용하도록 구성된 원주방향 링(135)을 포함한다. 이러한 실시예에서, 슬롯형 전도성 부분(225)은 유전체 플러그(230)를 수용하도록 구성된 개구부를 포함하고, 상기 유전체 플러그(230)는 슬롯형 전도성 부분(225)에 체결된다. 또한, 상기 유전체 플러그(230)는 전력 박스(103)로부터의 전기 리드를 수용하도록 내부에 형성된 개구부 또는 소켓을 포함한다.

[0030] 도 3a는 받침대(128)의 일 실시예의 개략적인 저면도이다. 유전체 플러그(230)는 냉각제를 냉각 채널로 전달하기 위한 냉각 채널 유입구(302), 상기 냉각 채널로부터 냉각제를 제거하기 위한 냉각제 채널 배출구(304), 및 전도성 플러그(320)를 가진다.

[0031] 도 3b는 능동 냉각 시스템을 가지는 받침대(128)의 일 실시예의 도 3a의 선 3B-3B를 따라서 취한 측단면도이다. 도 3c는 도 3b의 받침대의 일 실시예를 확대하여 도시한 단면도이다. 일 실시예에서, 능동 냉각 시스템은 저항형 히터 조립체(305), 냉각 채널 조립체(306), 및 열 제어 캡(308)을 포함한다. 저항형 히터(305)는 기관 지지부(205)의 전도성 바디(300) 내에 캡슐화되거나 그 내부에 배치된다. 일 실시예에서, 전도성 바디(300)는 알루미늄과 같은 전도성 금속으로 이루어진 물질로 제조된다.

[0032] 냉각 채널 조립체(306)는 냉각 채널(307), 냉각 채널 유입구(302), 냉각 채널 배출구(304), 및 열 전달 유체 또는 "냉각제"를 냉각 채널 조립체로 공급하기 위한 유체 재순환장치(309)를 구비한다. 일 실시예에서, 냉각 채널(307)은 샤프트(126)의 중공 부분을 둘러싸는 샤프트(126)의 바디 내에 위치된 링-형상의 채널이다. 도 3e를 참조하면, 냉각 채널(307)은 상부 벽(350), 반대쪽의 하부 벽(352), 내측 둘레 벽(354), 및 외측 둘레 벽(356)에 의해서 형성된다. 일 실시예에서, 냉각 채널(307)은 샤프트(126)의 중공 부분의 지름을 둘러싸는 연속적인 링이다. 특정 실시예에서, 냉각 채널(307)은 샤프트(126)의 중공 부분의 부분만을 둘러싸는 부분적인 링이다.

[0033] 일 실시예에서, 냉각 채널 유입구(302)는 받침대 조립체(128)의 샤프트(126)를 통해서 연장하는 길이방향 채널이다. 냉각 채널 유입구(302)의 제 1 단부가 유체 재순환장치(309)와 커플링되고 그리고 냉각 채널 유입구(302)의 제 2 단부가 냉각 채널(307)과 유체적으로 커플링된다. 일 실시예에서, 냉각 채널 배출구(304)는 받침대 조립체(128)의 샤프트(126)를 통해서 연장하는 길이방향 채널이다. 냉각 채널 배출구(304)의 제 1 단부는 냉각 채널(307)과 커플링되고 그리고 냉각 채널 배출구의 제 2 단부는 유체 재순환장치(309)와 커플링된다.

[0034] 작동 중에, 열 전달 유체가 재사용될 수 있고 그리고 유체 재순환장치(309)에 의해서 냉각 채널 조립체(306)를 통해서 연속적으로 펌핑될 수 있다. 특정 실시예에서, 열 전달 유체는 냉각 채널 유입구(302)로 유입되기에 앞서서 유체 재순환장치(309)에 의해서 미리 선택된 온도로 가열 또는 냉각될 수 있을 것이다. 예를 들어, 열 전달 유체를 냉각 채널 조립체(306), 열 전달 유체의 냉각 또는 가열을 위한 냉각기 또는 히터(도시하지 않음), 그리고 열 전달 유체의 온도를 모니터링하고 그리고 냉각기 또는 히터를 제어하여 온도를 원하는 레벨로 유지하기 위한 써모스탯(thermostat)(또한 도시하지 않음)을 통해서 펌핑하기 위해서, 유체 재순환장치(309)가 펌프(또한 도시하지 않음)를 포함할 수 있을 것이다. 유체 재순환장치(309)는 또한 유체 압력을 모니터링하기 위한 압력 게이지, 게이지, 유동을 제어하기 위한 밸브, 및 간헐함을 위해서 설명하지 않은 열 전달 유체의 유동을 제어하기 위한 다른 부품들을 포함할 수 있을 것이다. 작동 중에, 열 전달 유체가 냉각 채널 조립체(306)의 냉각 채널 유입구(302)로 공급된다. 열 전달 유체는 냉각 채널 유입구(302)로 펌핑되고, 냉각 채널(306)을 통해서 유동하여 (열 전달 유체 및 기관 지지부(205)의 상대적인 온도들에 따라서) 기관 지지부(205)의 전도성 바디

(300)를 가열 또는 냉각하며, 그리고 냉각 채널 배출구(304)로부터 제거 또는 배출된다.

[0035] 특정 실시예에서, 열 전달 유체가 냉각 채널 유입구(302)로 유입될 때 열 전달 유체의 온도를 모니터링하기 위해서, 열전쌍과 같은 제 1 온도 센서(362)가 냉각 채널 유입구(302)에 인접하여 기관 지지부(205) 내에 위치될 수 있을 것이다. 특정 실시예에서, 열 전달 유체가 냉각 채널 배출구(304)로부터 배출될 때 열 전달 유체의 온도를 모니터링하기 위해서, 열전쌍과 같은 제 2 온도 센서(364)가 냉각 채널 배출구(304)에 인접하여 기관 지지부(205) 내에 위치될 수 있을 것이다. 냉각 채널 유입구(302) 및 냉각 채널 배출구(304) 내에 배치되었지만, 제 1 온도 센서(362) 및 제 2 온도 센서(364)는 열 전달 유체의 온도를 모니터링할 수 있는 기관 지지부(205) 내부 또는 외부의 어떠한 위치에도 배치될 수 있을 것이다. 또한, 2개의 온도 센서를 도시하였지만, 임의의 수의 온도 센서를 이용하여 열 전달 유체의 온도를 모니터링할 수 있을 것이다. 측정된 온도는, 열 교환기(도시하지 않음)로 공급되는 전력을 제어하여 열 전달 유체 및 기관 지지부(205)를 희망 온도로 유지하기 위해서 제어부(110)에 의해서 이용될 수 있을 것이다. 열 교환기는 유체 재순환장치(309)의 일부일 수 있고 또는 독립된 부품일 수 있다. 열 전달 유체의 측정된 온도에 응답하여, 제어부(110)는 또한 유체 재순환장치(309)로부터의 열 전달 유체의 유동을 증가 또는 감소시킬 수 있을 것이다.

[0036] 일 실시예에서, 열 전달 유체가 물, 에틸렌 글리콜, 또는 가스 등을 포함할 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 열 전달 유체는 물과 에틸렌 글리콜의 혼합물, 예를 들어 50%의 물과 50%의 에틸렌 글리콜의 혼합물을 포함한다. 특정 실시예에서, 사용된 냉각제를 저장하기 위해서 독립된 저장 용기가 냉각 채널 배출구(304)와 커플링될 수 있을 것이다. 도 3d에 도시된 바와 같이, 냉각 채널 유입구(302) 및 냉각 채널 배출구(304)가 샤프트(126)의 바디에 의해서 전도성 리드(315a, 315b)로부터 격리된다.

[0037] 일 실시예에서, 열 유동의 경로를 추가적으로 제어하기 위해서 샤프트(126)의 중공 부분을 둘러싸는 받침대(128)의 전도성 바디(300) 내에 열 제어 갭(308)이 배치된다. 받침대(128)의 샤프트(126)를 통한 열 전달 유체의 유동이 지지 표면(210)의 중심에서 국소적인 냉점을 생성하고, 열 제어 갭(308)은 받침대의 지지 표면(210)의 중심 주위의 열적 저항을 증대시키며 그에 따라 저온 확산재(spreaders)로서 작용한다. 도 3c를 참조하면, 열 제어 갭(308)은 상부 벽(312), 반대쪽의 하부 벽(313), 및 열 제어 갭(308)을 둘러싸는 둘레 벽(314)에 의해서 형성된다. 일 실시예에서, 둘레 벽(314)은 원형이고 그에 따라 열 제어 갭(308)에 원형 형상을 부여한다. 열 제어 갭(308)은 또한 능동 냉각 시스템을 위한 원하는 양의 열 제어를 제공하는 임의의 다른 형상을 가질 수 있을 것이다. 예를 들어, 열 제어 갭(308)은 타원형, 정사각형, 직사각형, 및 불균일 형상과 같은 다른 형상으로부터 선택된 형상을 가질 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 열 제어 갭(308)은 약 2 인치(5.1 cm) 내지 약 6 인치(15.2 cm)의 지름을 가진다. 일 실시예에서, 열 제어 갭(308)은 약 3 인치(7.6 cm) 내지 약 4 인치(10.2 cm)의 지름을 가진다. 원하는 양의 열 제어를 제공하기 위해서, 열 제어 갭(308)의 지름이 변경될 수 있을 것이다. 원하는 양의 열 제어를 제공하기 위해서, 열 제어 갭(308)의 상부 벽과 하부 벽 사이의 거리(예를 들어, 높이)가 또한 변경될 수 있을 것이다. 일 실시예에서, 열 제어 갭(308)의 높이는 약 0.1 인치(0.3 cm) 내지 약 1 인치(2.5 cm)이다. 다른 실시예에서, 열 제어 갭(308)의 높이는 약 0.4 인치(1 cm) 내지 약 0.5 인치(1.3 cm)이다.

[0038] 일 실시예에서, 저항형 히터(305)의 상단 표면이 기관 지지부(205)의 지지 표면(210)으로부터 약 0.10 인치(0.3 cm) 내지 약 0.80 인치(2 cm)에 위치된다. 다른 실시예에서, 저항형 히터(305)의 상단 표면이 기관 지지부(205)의 지지 표면(210)으로부터 약 0.15 인치(0.4 cm) 내지 약 0.20 인치(0.5 cm)에 위치된다. 일 실시예에서, 열 제어 갭(308)의 상부 벽(312)이 기관 지지부(205)의 지지 표면(210)으로부터 약 0.5 인치(1.3 cm) 내지 약 1.5 인치(3.8 cm)에 위치된다. 다른 실시예에서, 열 제어 갭(308)의 상부 벽이 기관 지지부(205)의 지지 표면(210)으로부터 약 0.9 인치(2.3 cm) 내지 약 1.2 인치(3.0 cm)에 위치된다. 일 실시예에서, 냉각 채널(307)의 상부 벽(350)이 기관 지지부(205)의 지지 표면(210)으로부터 약 3 인치(7.6 cm) 내지 약 5 인치(12.7 cm)에 위치된다. 다른 실시예에서, 냉각 채널(307)의 상부 벽(350)이 기관 지지부(205)의 지지 표면(210)으로부터 약 4 인치(10.2 cm) 내지 약 4.5 인치(11.4 cm)에 위치된다.

[0039] 일 실시예에서, 냉각 채널(307)은 저항형 가열 요소(305)로부터 거리("X")에 배치된다. 일 실시예에서, 열 제어 갭(308)의 상부 벽(312)이 저항형 히터(305)의 하단 표면으로부터 거리("Y")에 배치된다. 일 실시예에서, 열 제어 갭(308)의 하부 벽(313)이 냉각 채널(307)로부터 거리("Z")에 배치된다. 일 실시예에서, 거리("X", "Y", 및 "Z")는 받침대(128)로부터 원하는 양의 열을 드레인시키기 위해서 선택된다.

[0040] 도 3d는 본원에 기재된 능동 냉각 시스템을 가지는 받침대(128)의 일 실시예의 도 3a의 선 3D-3D를 따라서 취한 측면면도이다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 샤프트(126)가 도 1에 도시된 바와 같은 전력 배출구 또는 전력 박

스(103)에 커플링된다. 저항형 히터(305)는 샤프트(126) 내에 배치된 전도성 리드(315a, 315b)에 의해서 전력 박스(103) 내에 배치된 전력 소오스(310)에 커플링된다. 또한, 샤프트(126)는 열전쌍(도시하지 않음)을 수용하도록 구성된 길이방향 채널 또는 홀(350)을 포함한다. 이러한 실시예에서, 유전체 플러그(230)는 전력 박스(103) 내에 배치된 하나 또는 둘 이상의 각각의 소켓(326a, 326b)과 전도성 리드(315)를 커플링시키기 위해서 내부에 배치된 하나 또는 둘 이상의 전도성 플러그(320)를 포함한다. 일 실시예에서, 전도성 플러그(320)는 다중-콘택 플러그이다. 전도성 리드(315) 및 전도성 플러그(320)가 작동 중에 전기적으로 바이어스될 수 있으나, 유전체 플러그(230)의 둘레 벽(325)에 의해서 슬롯형 전도성 부분(225), 샤프트(126), 및 기관 지지부(205)로부터 전기적으로 격리된다.

[0041] 일 실시예에서, 샤프트(126) 및 기관 지지부(205)는 알루미늄으로 제조되고 그리고 전기적으로 접지된다. 알루미늄 물질은 가열 요소를 캡슐화하고 그리고 저항형 히터(305)에 대한 유효한 RF 차폐부로서 작용한다. 알루미늄 물질에 의한 RF 차폐는 저항형 히터(305)에 대한 RF 커플링을 필터링하기 위한 밴드 패스 필터에 대한 필요성을 배제하고, 그러한 밴드 패스 필터는 세라믹과 같은 다른 물질로 제조된 가열형 받침대에서는 필요할 수 있을 것이다. 저항형 히터(305)를 위한 전력 단자로서 전도성 플러그(320)를 이용하는 전기 인터페이스의 디자인에 의해서, 맞춤형(custom) 디자인의 전기 연결부들과 달리, 전력 박스(103)로부터의 표준형 게이지 와이어 및 연결부가 이용될 수 있다. 전도성 플러그(320)는 PEEK 수지를 포함하는 고유한 베이스 디자인 상에 장착된다. 전도성 플러그(320)는 베이스 조립체(129)의 전도성 부분(225) 상에 체결되는 유전체 플러그(230)에 의해서 기계적으로 지지되는 전력 단자 조립체를 포함한다. PEEK 수지는 라이브(live) 전력 단자(전도성 플러그(320))를 접지된 히터 바디(기관 지지부(205) 및 샤프트(126))에 대해서 전기적으로 절연한다. 그에 따라, 받침대(128)는 밴드-패스 필터의 배제에 의해서 비용을 최소화하고 그리고 덜-비싼 알루미늄 물질을 이용하며, 이는 소유 비용을 상당히 줄인다. 또한, 본원에 기재된 받침대(128)는, 과도한 재디자인 및/또는 중단시간이 없이도, 기존 챔버들 내의 원래의 받침대를 대체하기 위해 개장될(retrofitted) 수 있을 것이다.

[0042] 도 4a는 저항형 히터(305)의 일 실시예의 개략적인 평면도이다. 도 4b는 저항형 히터(305)의 일 실시예를 개략적으로 도시한 측면도이다. 일 실시예에서, 저항형 히터(305)는 가열 요소(410)를 포함한다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 저항형 히터(305)의 중앙 부분 내에 중앙 조밀 패턴을 제공하여 기관의 열 손실에 매칭되고 그러한 열 손실을 보상하는 복사 가열 프로파일을 제공하기 위해서, 가열 요소(410)가 패턴닝된다. 예를 들어, 도 3d를 참조하면, 가열 요소(410)가 전도성 지지 바디(300)의 가장자리에 대비하여 전도성 지지 바디(300)의 중심을 향해서 서로 보다 더 근접하여 이격된다. 샤프트(126)를 통한 냉각체의 유동은 지지 표면(210)의 가장자리에 대비하여 지지 표면(210)의 중앙에서 냉점을 생성한다. 중앙이 조밀한 것으로 도시되어 있지만, 가열 요소(410)가 기관 손실 열 프로파일의 임의 변동을 포함하도록 구성될 수 있음을 이해하여야 한다. 예를 들어, 가열 요소의 크기, 간격, 비저항, 또는 입력 전력 등을 기관 손실 프로파일에 보다 근접하게 매칭시켜 변화시킴으로써, 가변적인 열 출력량을 제공하도록 가열 요소(410)가 구성될 수 있을 것이다.

[0043] 표 1은 본원에 기재된 능동 냉각 시스템을 이용하는 받침대의 열적 및 구조적 모델링 시뮬레이션을 요약하여 기재한 것이다. 유입구 온도(Inlet Temp; °C)는 열 전달 유체가 냉각 채널 조립체로 유입될 때의 열 전달 유체의 유입구 온도를 나타낸다. 배출구 온도(Outlet Temp; °C)는 열 전달 유체가 능동 냉각 조립체를 빠져나갈 때의 열 전달 유체의 배출구 온도를 나타낸다. 부피 유량(Volume Flow Rate ;GPM)은 냉각 채널 조립체를 통해서 유동하는 냉각체의 분당 갤런을 나타낸다. 온도 셋 포인트(Temp Set Point; °C)는 저항형 히터의 셋 포인트 온도를 나타낸다. 온도 구배(Temp Gradient; °C)는 본원에 기재된 능동 냉각 시스템을 이용하는 받침대의 지지 표면 상의 높은 온도와 낮은 온도 사이의 온도 차이를 나타낸다. 최대 변형(Max Deform; 밀(mil))은 받침대의 최대 평면 편향을 나타낸다. 편향은 2개의 모드 즉, 첫 번째로, 받침대의 지지 표면 및 전도성 바디가 휘어질 수 있는 모드, 두 번째로, 내측 유체와 외측 유체 사이의 온도 변화로 인해서 받침대의 샤프트가 틸팅될 수 있는 모드를 가진다. 최대 변형 결과(Max Deformation Results)는 본원에 기재된 실시예가 천분의 5인치(5 밀) 이하의 지지 표면의 최대 평면 편향을 산출할 수 있다는 것을 나타낸다.

표 1

[0044] 받침대의 열적 및 구조적 모델링에 대한 결과

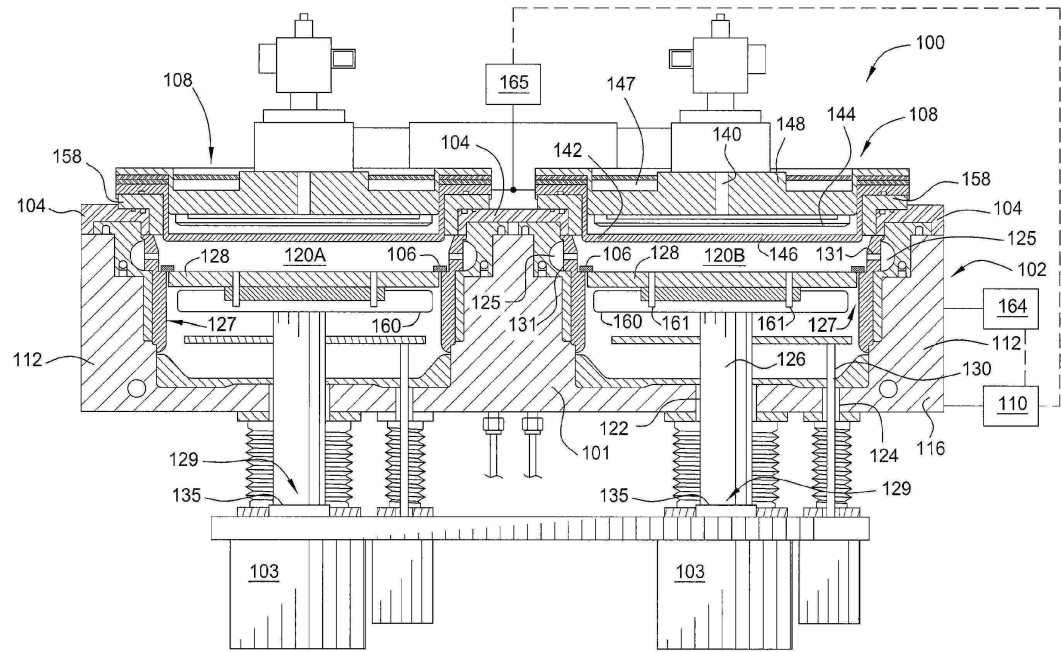
유입구 온도 [°C]	배출구 온도 [°C]	부피 유량 [GPM]	온도 셋 포인트 [°C]	RF 커플링 전력	전력 [W]	온도 구배 [°C]	최대 변형 [밀]
25	26.4	1.5	-	430	0	7.18	1.86
25	26.6	1.5	180	430	196	7.91	2.45

25	41.8	0.1	400	0	1410	9.29	4.84
----	------	-----	-----	---	------	------	------

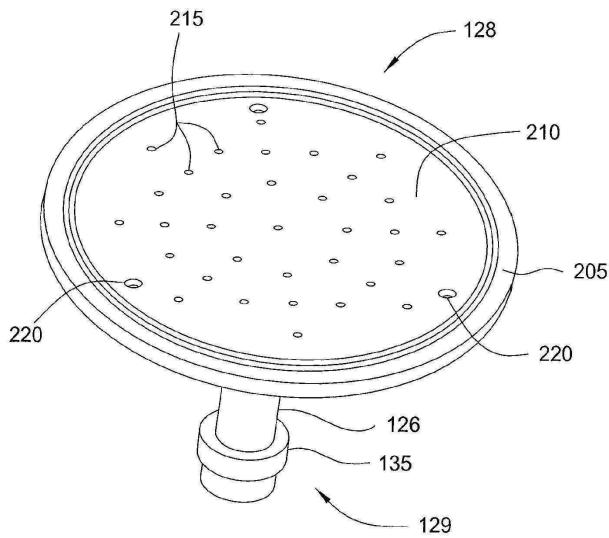
[0045] 앞의 기재 내용이 본 발명의 실시예들에 대한 것이지만, 본 발명의 다른 실시예들 및 추가적인 실시예들이 본 발명의 기본 범위를 이탈함이 없이 안출될 수 있을 것이며, 본 발명의 범위는 이하의 특허청구범위에 의해서 결정된다.

도면

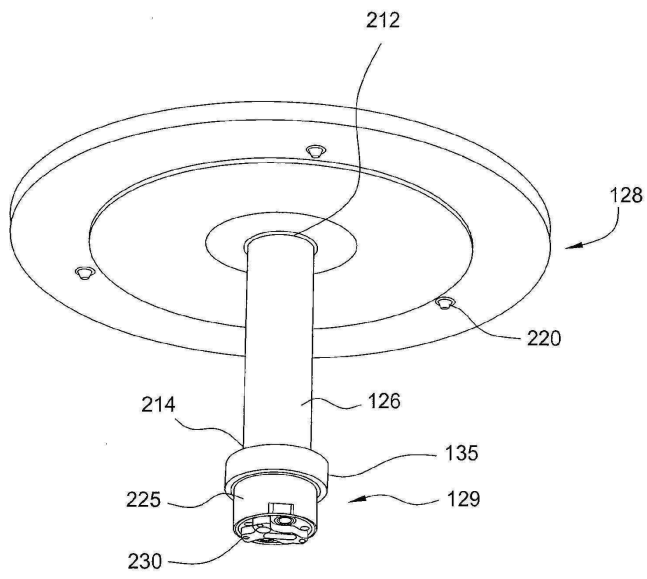
도면1



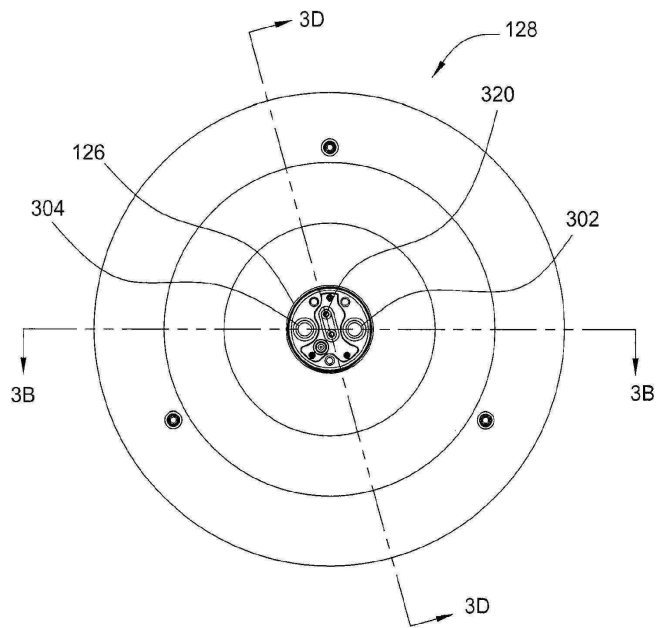
도면2a



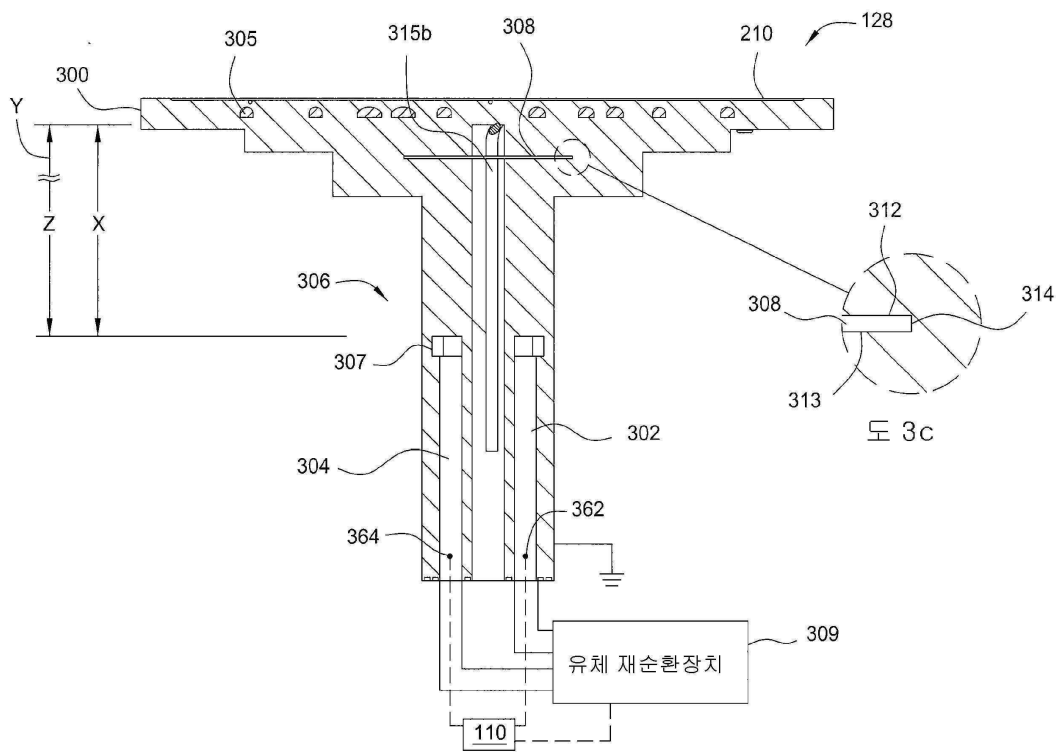
도면2b



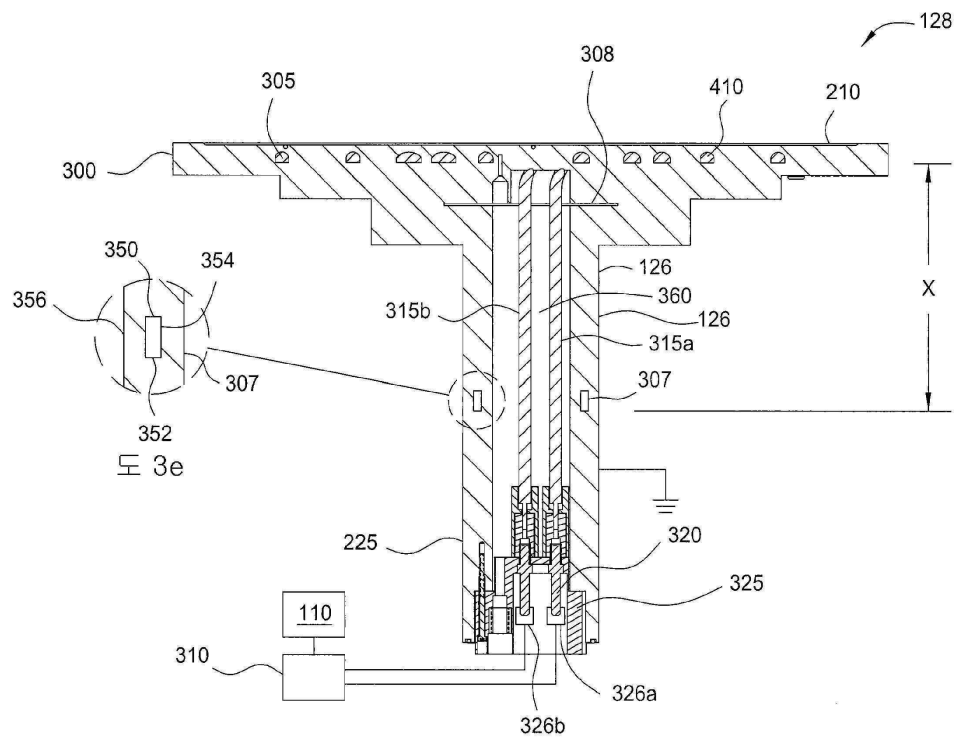
도면3a



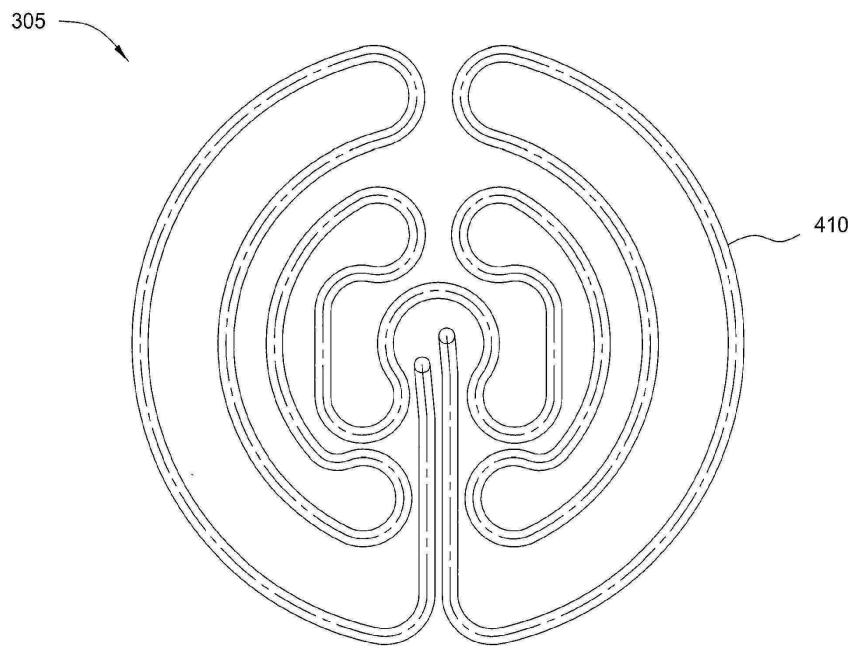
도면3b



도면3d



도면4a



도면4b

