



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월07일  
 (11) 등록번호 10-1805612  
 (24) 등록일자 2017년11월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01J 37/32* (2006.01) *H05H 1/24* (2006.01)  
*H05H 1/30* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H01J 37/3211* (2013.01)  
*H01J 37/32467* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7036786
- (22) 출원일자(국제) 2015년05월04일  
 심사청구일자 2017년02월24일
- (85) 번역문제출일자 2016년12월28일
- (65) 공개번호 10-2017-0012460
- (43) 공개일자 2017년02월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/029068
- (87) 국제공개번호 WO 2015/183479  
 국제공개일자 2015년12월03일
- (30) 우선권주장  
 62/004,857 2014년05월29일 미국(US)  
 14/445,965 2014년07월29일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
 JP2002210330 A  
 (뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 20 항

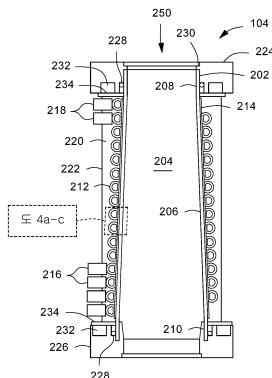
심사관 : 김주승

(54) 발명의 명칭 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치

**(57) 요약**

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치가 제공된다. 몇몇 실시예들에서, 기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치는: 기판 프로세싱 시스템의 도관에 커플링되는 유전체 투브 – 유전체 투브는 유전체 투브를 통해 가스들의 유동을 허용하고, 유전체 투브는 원뿔형 측벽(conical sidewall)을 가짐 – ; 및 유전체 투브의 원뿔형 측벽의 외측 표면 둘레에 와인딩된(wound) RF 코일을 포함하며, RF 코일은 RF 코일에 RF 입력을 제공하기 위한 제 1 단부 – RF 코일의 제 1 단부는 유전체 투브의 제 1 단부 근방에 배치됨 – , 및 유전체 투브의 제 2 단부 근방에 배치되는 제 2 단부를 갖는다. 몇몇 실시예들에서, RF 코일은 중공형(hollow)이며, 그리고 중공형의 RF 코일을 냉각제 공급부에 커플링시키기 위한 냉각제 피팅(coolant fitting)들을 포함한다.

**대 표 도** - 도2



(52) CPC특허분류

*H01J 37/32522* (2013.01)

*H01J 37/32568* (2013.01)

*H01J 37/32807* (2013.01)

*H01J 37/32834* (2013.01)

*H01J 37/32844* (2013.01)

*H05H 1/2406* (2013.01)

*H05H 1/30* (2013.01)

*H05H 2001/2468* (2013.01)

*Y02C 20/30* (2013.01)

(72) 발명자

**왕, 통평**

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 가든 크레스트 코  
트 20694

**가젠드라, 마노즈 예이.**

인도 560085 방갈로르 비에스케이 3 스테이지 이타  
마두 라자합사 로드 5 메인 #21 (10/1) “프라타마  
”

---

(56) 선행기술조사문현

US03875068 A

US03904529 A

US04278450 A\*

US20130284724 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치로서,

기판 프로세싱 시스템의 도관에 커플링되는 유전체튜브(dielectric tube) — 상기 유전체튜브는 단부들이 개방된 상기 유전체튜브를 통해 가스들의 유동을 허용하고, 상기 유전체튜브는 원뿔형 측벽(conical sidewall)을 가짐 — ; 및

상기 유전체튜브의 원뿔형 측벽의 외측 표면 둘레에 와인딩된(wound) RF 코일을 포함하며,

상기 RF 코일은, 상기 RF 코일에 RF 입력을 제공하기 위한 제1단부 — 상기 RF 코일의 제1단부는 상기 유전체튜브의 제1단부 근방에(proximate) 배치됨 — , 및 상기 유전체튜브의 제2단부 근방에 배치되는 제2단부를 갖는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 RF 코일은 중공형(hollow)이며, 상기 RF 코일의 제1단부에 커플링된 제1냉각제 피팅(coolant fitting) 및 상기 RF 코일의 제2단부에 커플링된 제2냉각제 피팅을 포함하는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 RF 코일에 RF 전력을 제공하기 위해 상기 RF 코일의 제1단부에 커플링되는 RF 전력 소스를 더 포함하는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유전체튜브는 알루미나, 사파이어, 또는 석영으로 제조되는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유전체튜브의 제1단부에 커플링된 제1단부 플랜지(flange); 및

상기 유전체튜브의 제2단부에 커플링된 제2단부 플랜지를 더 포함하며,

상기 제1단부 플랜지 및 상기 제2단부 플랜지 각각은, 상기 유전체튜브를 도관에 일렬로(in-line) 커플링시키도록 구성되는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 유전체튜브의 원뿔형 측벽은, 상기 유전체튜브의 제1단부에서 직선 단부 부분으로 종결(terminate)되

고 그리고 상기 유전체튜브의 제2단부에서 직선 단부 부분으로 종결되며, 상기 제1단부 플랜지 및 상기 제2단부 플랜지는 직선 단부 부분들에서 상기 유전체튜브에 커플링되는,  
기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1단부 플랜지와 상기 제2단부 플랜지 중 하나 이상은, 상기 제1단부 플랜지와 상기 제2단부 플랜지 중 하나 이상을 통해 냉각제를 순환시키는 것을 가능하게 하는 냉각제 채널을 더 포함하는,  
기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 RF 코일과 상기 유전체튜브 간의 접촉을 강화하기 하기 위해, 상기 RF 코일과 상기 유전체튜브 사이에 배치되는 변형가능(deformable) 층을 더 포함하는,  
기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 변형가능 층은 실리콘 고무 또는 열 그리스(thermal grease)를 포함하는,  
기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 RF 코일은 평평화된(flattened) 원형 단면을 가지며, 상기 RF 코일의 평평화된 부분은 상기 유전체튜브를 대면(facing)하면서 배치되는,  
기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 RF 코일에 RF 전력을 결합시키는 것을 가능하게 하기 위한, 상기 RF 코일의 제1단부에 배치되는 하나 또는 그 초과의 제1단자들, 및 상기 RF 코일의 제2단부에 배치되는 하나 또는 그 초과의 제2단자들을 더 포함하는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 하나 또는 그 초과의 제1단자들은 복수의 제1단자들을 포함하고, 상기 하나 또는 그 초과의 제2단자들은 복수의 제2단자들을 포함하며, 그리고 상기 복수의 제1단자들 및 상기 복수의 제2단자들 중의 단자들은, 상기 RF 코일의 상이한 수의 턴(turn)들을 통해 RF 에너지를 결합시키는 것을 가능하게 하기 위해 상기 RF 코일을 따라서 서로 다른 위치들에 위치되는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

#### 청구항 13

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치로서,

기판 프로세싱 시스템의 도관에 커플링되는 유전체튜브(dielectric tube) – 상기 유전체튜브는 상기 유전체튜브를 통해 가스들의 유동을 허용하고, 상기 유전체튜브는 원뿔형 측벽(conical sidewall)을 가짐 – ;

상기 유전체 튜브의 원뿔형 측벽의 외측 표면 둘레에 와인딩된(wound) RF 코일 - 상기 RF 코일은,

상기 RF 코일에 RF 입력을 제공하기 위한 제 1 단부 – 상기 RF 코일의 제 1 단부는 상기 유전체 튜브의 제 1 단부 근방에(proximate) 배치됨 –, 및 상기 유전체 튜브의 제 2 단부 근방에 배치되는 제 2 단부를 갖고,

상기 RF 코일은 중공형(hollow)이며, 상기 RF 코일의 제 1 단부에 커플링된 제 1 냉각제 피팅(coolant fitting) 및 상기 RF 코일의 제 2 단부에 커플링된 제 2 냉각제 피팅을 포함함 – ;

상기 유전체 튜브의 제 1 단부에 커플링된 제 1 단부 플랜지(flange); 및

상기 유전체 튜브의 제 2 단부에 커플링된 제 2 단부 플랜지를 포함하고,

상기 제 1 단부 플랜지 및 상기 제 2 단부 플랜지 각각은, 상기 유전체 튜브를 도관에 일렬로(in-line) 커플링 시키도록 구성되는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 RF 코일과 상기 유전체 튜브 간의 접촉을 강화하기 하기 위해, 상기 RF 코일과 상기 유전체 튜브 사이에 배치되는 변형가능(deformable) 층을 더 포함하고,

상기 변형가능 층은 실리콘 고무 또는 열 그리스(thermal grease)를 포함하는,

기판 프로세싱 시스템의 도판 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 RF 코일은 평평화된(flattened) 원형 단면을 가지며, 상기 RF 코일의 평평화된 부분은 상기 유전체 튜브를 대면(facing)하면서 배치되는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 RF 코일에 RF 전력을 결합시키는 것을 가능하게 하기 위한, 상기 RF 코일의 제 1 단부에 배치되는 하나 또는 그 초과의 제 1 단자들, 및 상기 RF 코일의 제 2 단부에 배치되는 하나 또는 그 초과의 제 2 단자들을 더 포함하고,

상기 하나 또는 그 초과의 제 1 단자들은 복수의 제 1 단자들을 포함하고, 상기 하나 또는 그 초과의 제 2 단자들은 복수의 제 2 단자들을 포함하며, 그리고 상기 복수의 제 1 단자들 및 상기 복수의 제 2 단자들 중의 단자들은, 상기 RF 코일의 상이한 수의 턴(turn)들을 통해 RF 에너지를 결합시키는 것을 가능하게 하기 위해 상기 RF 코일을 따라서 서로 다른 위치들에 위치되는,

기판 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치.

청구항 17

기판 프로세싱 시스템으로서,

프로세스 챔버;

상기 프로세스 챔버로부터의 배기 가스들의 유동을 허용하도록 상기 프로세스 챔버에 커플링된 배기 도관(exhaust conduit);

상기 배기 도관을 통해 상기 프로세스 챔버로부터의 배기 가스들을 진공배기(evacuate)시키기 위해, 상기 배기 도관에 커플링된 진공 펌프;

배기 도관에 커플링된 유전체튜브 — 유전체튜브는 단부들이 개방된 유전체튜브를 통해 배기 가스들의 유동을 허용하고, 유전체튜브는 원뿔형 측벽을 가짐 — ; 및

상기 유전체튜브의 원뿔형 측벽의 외측 표면 둘레에 와인딩된(wound) RF 코일을 포함하며,

상기 RF 코일은, 상기 RF 코일에 RF 입력을 제공하기 위한 제1단부 — 상기 RF 코일의 제1단부는 상기 유전체튜브의 제1단부 근방에(proximate) 배치됨 — , 및 상기 유전체튜브의 제2단부 근방에 배치되는 제2단부를 갖는,

기판 프로세싱 시스템.

### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 배기 도관은 포어라인(foreline)인,

기판 프로세싱 시스템.

### 청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 유전체튜브는 상기 프로세스 챔버와 상기 진공 펌프 사이에 배치되는,

기판 프로세싱 시스템.

### 청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 RF 코일에 RF 전력을 제공하기 위해 상기 RF 코일의 제1단부에 커플링되는 RF 전력 소스를 더 포함하는,

기판 프로세싱 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

[0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 기판 프로세싱 장비에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

[0002] 몇몇 가스 처리 시스템들은, 도관을 통해 유동하는 가스들을 적어도 부분적으로 파괴시키거나 분해(break down)시키기 위해 도관 내에서 플라즈마를 점화(ignite)시키도록 무선 주파수(RF) 에너지를 활용한다. 예를 들어, 가스들을 처리하기 위한 플라즈마를 형성하도록, 유전체튜브(dielectric tube)를 통해 유동하는 가스들의 점화를 가능하게 하기 위해, 유전체튜브 둘레에 배치되는 전도성 코일에 RF 에너지가 제공될 수 있다. 하지만, 유전체튜브의 내측 벽(inner wall)은, 시간의 경과에 따라 바람직하지 않게 부식되고, 교체될 필요가 있다. 본 발명자들은, 유전체튜브의 교체는 전형적으로, 유전체튜브에 커플링된 값비싼 컴포넌트들의 교체를 필요로 한다는 것을 관찰하였다.

## 발명의 내용

## 해결하려는 과제

[0003] 따라서, 본 발명자들은, 시스템의 부분(portion)들을 버리는 것이 아니라 유리하게 재사용될 수 있게 하는, 도관 내의 가스를 처리하기 위한 개선된 가스 처리 시스템을 제공하였다.

## 과제의 해결 수단

[0004] 기관 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치가 본원에서 제공된다. 몇몇 실시예들에서, 기관 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치는: 기관 프로세싱 시스템의 도관에 커플링되는 유전체튜브 – 유전체튜브는 유전체튜브를 통해 가스들의 유동을 허용하고, 유전체튜브는 원뿔형 측벽(conical sidewall)을 가짐 – ; 및 유전체튜브의 원뿔형 측벽의 외측 표면 둘레에 와인딩된(wound) RF 코일을 포함하며, RF 코일은 RF 코일에 RF 입력을 제공하기 위한 제 1 단부 – RF 코일의 제 1 단부는 유전체튜브의 제 1 단부 근방에(proximate) 배치됨 – , 및 유전체튜브의 제 2 단부 근방에 배치되는 제 2 단부를 갖는다. 몇몇 실시예들에서, RF 코일은 중공형(hollow)이며, RF 코일의 제 1 단부에 커플링된 제 1 냉각제 피팅(coolant fitting) 및 RF 코일의 제 2 단부에 커플링된 제 2 냉각제 피팅을 포함한다.

[0005] 몇몇 실시예들에서, 기관 프로세싱 시스템의 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치는: 기관 프로세싱 시스템의 도관에 커플링되는 유전체튜브 – 유전체튜브는 유전체튜브를 통해 가스들의 유동을 허용하고, 유전체튜브는 원뿔형 측벽을 가짐 – ; 유전체튜브의 원뿔형 측벽의 외측 표면 둘레에 와인딩된 RF 코일 – RF 코일은, RF 코일에 RF 입력을 제공하기 위한, 유전체튜브의 제 1 단부 근방에 배치되는 제 1 단부, 및 유전체튜브의 제 2 단부 근방에 배치되는 제 2 단부를 가지며, RF 코일은 중공형이고, RF 코일의 제 1 단부에 커플링된 제 1 냉각제 피팅 및 RF 코일의 제 2 단부에 커플링된 제 2 냉각제 피팅을 포함함 – ; 유전체튜브의 제 1 단부에 커플링된 제 1 단부 플랜지(flange); 및 유전체튜브의 제 2 단부에 커플링된 제 2 단부 플랜지를 포함하며, 제 1 및 제 2 단부 플랜지들 각각은, 유전체튜브를 도관에 일렬로(in-line) 커플링시키도록 구성된다.

[0006] 몇몇 실시예들에서, 기관 프로세싱 시스템은: 프로세스 챔버; 프로세스 챔버로부터의 배기 가스들의 유동을 허용하도록 프로세스 챔버에 커플링된 배기 도관(exhaust conduit); 배기 도관을 통해 프로세스 챔버로부터의 배기 가스들을 진공배기(evacuate) 시키기 위해, 배기 도관에 커플링된 진공펌프; 배기 도관에 커플링된 유전체튜브 – 유전체튜브는 유전체튜브를 통해 배기 가스들의 유동을 허용하고, 유전체튜브는 원뿔형 측벽을 가짐 – ; 및 유전체튜브의 원뿔형 측벽의 외측 표면 둘레에 와인딩된 RF 코일을 포함하며, RF 코일은 RF 코일에 RF 입력을 제공하기 위한 제 1 단부 – RF 코일의 제 1 단부는 유전체튜브의 제 1 단부 근방에 배치됨 – , 및 유전체튜브의 제 2 단부 근방에 배치되는 제 2 단부를 갖는다. 몇몇 실시예들에서, 배기 도관은 포어라인(foreline)이다. 몇몇 실시예들에서, 유전체튜브는 프로세스 챔버와 진공펌프 사이에 배치된다.

[0007] 본 개시내용의 다른 그리고 추가의 실시예들이 하기에서 설명된다.

## 도면의 간단한 설명

[0008] 앞서 간략히 요약되고 하기에서 보다 상세히 논의되는 본 개시내용의 실시예들은 첨부된 도면들에 도시된 본 개시내용의 예시적인 실시예들을 참조하여 이해될 수 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 개시내용의 단지 전형적인 실시예들을 도시하는 것이므로 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 개시내용이 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0009] 도 1은, 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치와 함께 사용하기에 적합한 프로세싱 시스템을 도시한다.

[0010] 도 2는, 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 가스를 처리하기 위한 장치의 개략적인 측단면도를 도시한다.

[0011] 도 3은, 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 가스를 처리하기 위한 장치의 부분적인 사시도를 도시한다.

[0012] 도 4a 내지 도 4c는 각각, 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 가스를 처리하기 위한 장치의 RF 코일의 다양한 단면도들을 도시한다.

[0013] 도 5는, 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 가스를 처리하기 위한 장치의 분해도를 도시한다.

[0014] 이해를 촉진시키기 위해, 도면들에 대해 공통적인 동일한 엘리먼트들을 가리키기 위해 가능한 경우 동

일한 도면부호들이 사용되었다. 도면들은 실척대로 그려지지 않았으며, 명확성을 위해 단순화될 수 있다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 피처(feature)들이 추가의 언급없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있음이 예상 된다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

[0015] 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치가 본원에서 제공된다. 본 발명의 장치의 실시예들은 유리하게는, 통상적으로 활용되는 플라즈마 구동(plasma driven) 가스 처리 시스템들과 비교하여, 감소된 비용으로, 컴포넌트들(예를 들어, 유전체튜브 또는 세라믹 튜브)의 개선된 유지보수(maintenance) 및 교체를 제공 할 수 있다. 본 개시내용의 범위를 제한하지 않으면서, 본 개시내용의 실시예들은, 예를 들어, 도 1과 관련하여 하기에서 설명되는 바와 같은, 몇 개의 인-라인(in-line) 저감(abatement) 또는 이온화 챔버 애플리케이션들 중 임의의 것에 적용가능하다.

[0010]

[0016] 도 1은 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 도관 내의 가스를 처리하기 위한 장치와 함께 사용하기에 적합한 프로세싱 시스템(100)의 개략도이다. 프로세싱 시스템(100)은 일반적으로, 프로세스 챔버(102), 프로세스 챔버(102)로부터 배기 가스들을 수신하기 위해 프로세스 챔버(102)에 커플링된 배기 도관(이를테면, 포어라인(108)), 및 포어라인(108)에 커플링된, 가스를 처리하기 위한 장치(104)를 포함한다.

[0011]

[0017] 프로세스 챔버(102)는 기판 상에서 프로세스를 수행하기에 적합한 임의의 프로세스 챔버일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프로세스 챔버(102)는, 프로세싱 툴, 예를 들어 클러스터 툴, 인라인(in line) 프로세싱 툴 등의 일부일 수 있다. 그러한 툴들의 비-한정적인 예들은, 이를테면, 반도체, 디스플레이, 태양전지(solar), 또는 발광 다이오드(LED) 제조 프로세스들에서 사용되는 것들과 같은 기판 프로세싱 시스템들을 포함한다.

[0012]

[0018] 포어라인(108)은 프로세스 챔버(102)의 배기 포트(112)에 커플링되고, 프로세스 챔버(102)로부터의 배기 가스들의 제거를 가능하게 한다. 배기 가스들은, 예를 들어 프로세스 챔버(102)로부터의 제거를 필요로 하는 프로세스 가스들 또는 부산물 가스들과 같은 임의의 가스들일 수 있다. 포어라인(108)은, 프로세스 챔버(102)로부터의 배기 가스들을 하류의 적절한 배기 취급 장비(이를테면, 저감 장비 등)로 펌핑하기 위해, 진공 펌프(106) 또는 다른 적합한 펌핑 장치에 커플링될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 진공 펌프(106)는 러핑 펌프(roughing pump) 또는 백킹 펌프(backing pump), 이를테면 건식 기계 펌프 등일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 진공 펌프(106)는, 예를 들어, 포어라인(108) 내의 압력을 제어하거나 그러한 압력의 추가의 제어를 제공하기 위해, 요구되는 레벨로 설정될 수 있는 가변 펌핑 용량을 가질 수 있다.

[0013]

[0019] 가스를 처리하기 위한 장치(104)는 도관 내의 가스를 처리하도록 구성되며, 그리고 프로세스 챔버(102)로부터의 배기 가스들의 처리 또는 저감을 가능하게 하기 위해 포어라인(108)과 일렬로(in-line) 배치된다. 배기 가스들의 플라즈마 처리를 가능하게 하도록, 가스를 처리하기 위한 장치(104)에 전력을 제공하기 위해, 가스를 처리하기 위한 장치(104)에 전력 소스(110), 이를테면 무선 주파수(RF) 전력 소스가 커플링된다. 전력 소스(110)는, 가스를 처리하기 위한 장치(104) 내에서 플라즈마를 형성하기에 충분한 전력 및 요구되는 주파수에서 RF 에너지를 제공하며, 그에 따라, 가스를 처리하기 위한 장치(104)를 통해 유동하는 배기 가스는 플라즈마에 의해 처리(예를 들어, 이온들, 라디칼들, 원소들, 더 작은 분자들 등 중에서 하나 또는 그 초과로 적어도 부분적으로 분해(broken down))될 수 있다.

[0014]

[0020] 몇몇 예시적인 실시예들에서, 전력 소스(110)는 다양한 주파수들에서 RF 에너지를 제공할 수 있는 가변 주파수 전력 소스일 수 있다. 본 개시내용의 실시예들은, 가스 저감을 위한 유도 결합형 플라즈마(inductively coupled plasma, ICP) 방전을 구동시키기 위해 저 주파수(LF) 또는 중간 주파수(MF) 대역 전력 공급부를 사용할 수 있다. LF 내지 MF 바이폴라 및 RF 전력 공급부들이 구동을 위해 사용될 수 있는데, 이는 유리하게는, 이를테면 고 주파수(HF), 초고 주파수(VHF) 등과 같은 보다 높은 주파수 대역들보다 훨씬 더 작은 코일 전위를 가질 것이다. 더 작은 코일 전위는 용량성 플라즈마 결합(capacitive plasma coupling)을 감소시키고, 가스를 처리하기 위한 장치(104)에서의 ICP 전력 효율을 증가시킨다. 또한, RF 코일 상에서의 더 낮은 전위는, 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 내측 표면들의 스퍼터링을 감소시키는 것을 도울 수 있으며, 그에 의해, 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 수명을 증가시킬 수 있다. 몇몇 예시적인 실시예들에서, 전력 소스(110)는 약 1.9 내지 약 3.2 MHz의 주파수에서 약 2 내지 약 3 kW의 RF 에너지를 제공할 수 있다.

[0015]

[0021] 도 2는, 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 개략적인 측단면도를 도시한다. 가스를 처리하기 위한 장치(104)는 일반적으로, 내측 체적(inner volume)(204)을 갖는 유전체 튜브(202), 및 사용 중에 내측 체적(204)에 존재하는 가스들에 RF 에너지를 유도적으로 결합시키기 위해 유전체 튜

브(202) 둘레에 배치되는 RF 코일(212)을 포함한다.

[0016] [0022] 유전체튜브(202)는, 유전체튜브(202)의 제1단부에서는 직선단부부분(straight end portion)(208)으로 종결(terminate)되고 그리고 유전체튜브(202)의 제2단부에서는 직선단부부분(210)으로 종결되는 원뿔형측벽(206)을 갖는다. 원뿔형측벽(206)은, 유전체튜브(202)의 중심축에 대해, 약 1내지약5도, 이를테면 약 2도의 각도로 배치될 수 있다. 직선단부부분들(208, 210)은, 가스를 처리하기 위한 장치(104)를 통한 가스들의 유동을 가능하게 하기 위해 유전체튜브(202)의 양측(either side) 상에서 도관들과의 커플링을 가능하게 한다.

[0017] [0023] 유전체튜브(202)는, 플라즈마의 점화(ignition)를 가능하게 하기 위해 유전체튜브(202)의 내측체적(204)으로의 RF 전력의 전달을 허용하는 데에 적합하고, 그리고 프로세싱 조건들(예를 들어, 온도, 플라즈마, 케미스트리(chemistry) 등)을 견딜 수 있는 임의의 유전체재료로 제조될 수 있다. 예를 들어, 비-한정적인 적합한 재료들은 세라믹들(이를테면, 알루미나( $Al_2O_3$ ), 사파이어, 석영 등)을 포함한다.

[0018] [0024] 유전체튜브(202)는, 처리를 위해 포어라인으로부터의 그리고 유전체튜브(202)를 통한 배기ガ스들의 유동을 허용하기에 적합한 임의의 치수들을 가질 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 유전체튜브(202)는 약 6내지약15인치의 길이를 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 유전체튜브(202)는 약 1.5내지약4인치의 직경을 가질 수 있다. 유전체튜브는, 기계적 강도 및 요구되는 RF 결합 효율을 제공하기에 적합한 변화하는(varying) 벽 두께를 가질 수 있다. 더 두꺼운 측벽은 연장된 수명을 제공할 것이지만, 전력 결합 효율은 더 낮을 것이다. 몇몇 실시예들에서, 유전체튜브(202)는 약 0.125인치의 벽 두께를 가질 수 있다.

[0019] [0025] RF 코일(212)은 유전체튜브(202)의 원뿔형측벽(206)의 외측 표면 둘레에 랩핑된다(wrapped). RF 코일(212)은, 플라즈마를 형성하기 위해 유전체튜브(202) 내의 배기ガ스들의 점화를 가능하게 하도록, 유전체튜브(202)의 내측체적(204)에 요구되는 밀도를 갖는 균일한 RF 에너지를 제공하기에 충분한 임의의 횟수(number of times) 만큼 유전체튜브(202)의 외측 표면 둘레에 와인딩될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, RF 코일은 약 5번 내지 약 15번의 턴(turn)들을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 턴은 인접하는 턴으로부터 약 0.25내지약0.75인치 떨어져서 배치될 수 있다. 스페이서들(미도시)이 RF 코일(212)의 턴들 간에 균등한 편리를 유지하기 위해 사용될 수 있다. 본 개시내용의 실시예들은 플라즈마 점화 기능을 강조하는 공간적으로 설계된 코일을 사용한다. 구체적으로, 본 개시내용의 실시예들은, 턴-투-접지 전압(turn-to-ground voltage) 대신에 RF 코일의 턴-투-턴(turn-to-turn) 전위 강하를 강조하며, 이는 유리하게는, 보다 큰 직경 상황들에서의 리액터의 사용을 가능하게 한다.

[0020] [0026] 하나 또는 그 초과의 제1단자들(216)이, RF 코일(212)에 RF 전력을 결합시키는 것을 가능하게 하기 위해 RF 코일(212)의 제1단부에 배치될 수 있다. 도 2에는, 4개의 제1단자들(216)이 도시되어 있다. 복수의 제1단자들(216)이 제공되는 실시예들에서, 단자들은 수직으로 정렬될 수 있으며 그리고 RF 코일(212)의 인접하는 또는 상이한 개별적인 턴들 상에 배치될 수 있다. 하나 또는 그 초과의 제2단자들(218)이, RF 코일(212)에 RF 전력을 결합시키는 것을 가능하게 하기 위해 RF 코일(212)의 제2단부에 배치될 수 있다. 도 2에는, 2개의 제2단자들(218)(예를 들어, 복수의 제2단자들(218))이 도시되어 있다. 예를 들어, 하나 또는 그 초과의 제1단자들(216) 중 하나는 RF 전력 소스(예를 들어, 도 1에 도시된 전력 소스(110))에 커플링될 수 있고, 하나 또는 그 초과의 제2단자들(218) 중 하나는 접지에 커플링될 수 있어서, RF 코일(212)을 통한 RF 에너지의 유동을 가능하게 할 수 있다. 복수의 제1단자들(216) 및 복수의 제2단자들(218) 중의 단자들은, 예를 들어, 상이한 플라즈마 요건들을 갖는 상이한 애플리케이션들에 대해, RF 코일(212)의 상이한 수의 턴들을 통해 RF 에너지를 결합시키기 위한 유연성(flexibility)을 제공하도록, 서로 다른 위치들에 위치된다.

[0021] [0027] 본 개시내용의 실시예들은 RF 전력을 유도 결합형 플라즈마(ICP) 글로 방전(glow discharge)으로 전달하기 위해 푸시-풀(push-pull) 구동 방법을 사용할 수 있다. 본 개시내용의 실시예들은, 코일 전체에 걸쳐서 전위들을 밸런싱(balancing)하는 유연성을 추가로 가지며, 그리고 피크 전위를 절반으로 감소시킬 수 있는데, 이는 유리하게는, 보다 긴 프로세스 시간 동안 세라믹 리액터 벽 상태(condition)를 보존한다. 본 개시내용의 실시예들은, 보다 높은 주파수 시스템들과 비교하여, 훨씬 더 큰 공간에 전력을 전달할 수 있다. 따라서, 가스 저감을 위한 훨씬 더 큰 공간이 제공된다. 저감을 받는 분자들 또는 종(species)은 플라즈마 내에서 훨씬 더 긴 체류 시간을 가지며, 이는 저감 효율을 향상시킨다.

[0022] [0028] RF 코일(212)의 턴들의 간격을 유지하기 위해, 포팅(potting) 재료(220)가 RF 코일(212), 및 하나 또는 그 초과의 제2단자들(218) 및 하나 또는 그 초과의 제1단자들(216)의 하부부분 주위에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 커버(222)가 포팅재료(220) 주위에 배치될 수 있다. 커버(222)는, RF 코일(212)을 포팅할

때 폼(form)으로서 사용되는 폴리카보네이트(polycarbonate)와 같은 얇은 플라스틱 재료일 수 있다.

[0023]

[0029] RF 코일(212)은, 적합한 RF 전도성 및 열 전도성 재료의 중공형튜브(hollow tube)로 제조된다. 몇몇 실시예들에서, RF 코일(212)은 구리튜빙(copper tubing), 이를테면 #60 튜빙으로 제조되지만, 다른 크기들도 사용될 수 있다. 동작 동안 RF 코일(212)로부터 열을 제거하는 것을 가능하게 하기 위해, 냉각제가 중공형튜브에 제공될 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, 냉각제 소스(미도시)로의 커플링을 가능하게 하기 위해, 제 1 냉각제 퍼팅(302)이 RF 코일(212)의 제 1 단부에 커플링될 수 있고, 제 2 냉각제 퍼팅(304)이 RF 코일(212)의 제 2 단부에 커플링될 수 있다.

[0024]

[0030] 도 2로 돌아가면, RF 코일(212)은 다양한 단면들 중 하나의 단면을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 4a에 도시된 바와 같이, RF 코일(212)은 원형의 단면을 가질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 도 4b에 도시된 바와 같이, RF 코일(212)은 정사각형의 단면을 가질 수 있다. 정사각형 단면을 제공하게 되면, 유전체튜브(202)의 원뿔형 측벽(206)과 RF 코일(212) 간의 표면 접촉(surface contact)을 강화하며, 이는 유리하게는, 유전체튜브(202)와 RF 코일(212) 간의 열 전달을 강화한다. 몇몇 실시예들에서, 도 4c에 도시된 바와 같이, RF 코일(212)은 평평화된(flattened) 원형 단면을 가질 수 있으며, RF 코일의 평평화된 부분은 유전체튜브(202)를 대면(face)한다. 평평화된 원형 단면을 제공하게 되면, 유리하게는, 보다 값비싼 정사각형 튜빙이 아닌, 보다 일반적으로 이용가능하고 더 값싼 원형 튜브를 활용하면서, RF 코일(212)과 유전체튜브(202) 간에 강화된 표면 접촉을 제공한다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, RF 코일은, 원뿔 형상의 유전체튜브(202) 둘레에 랩핑될 때, 2개의 컴포넌트들 간의 접촉 표면들이 최대화되고, 그에 따라, 코일/튜브 어셈블리의 냉각 효율을 증가시키도록, 한 측(side)을 평평화하기 위해 롤링 다이(rolling die)를 관통한 둥근 튜빙으로 만들어질 수 있다.

[0025]

[0031] 도 2로 돌아가면, 몇몇 실시예들에서, RF 코일(212)과 유전체튜브(202) 사이의 더 강력한(robust) 접촉을 보장하기 위해, 변형가능(deformable) 층(214)이 RF 코일(212)과 유전체튜브(202) 사이에 배치될 수 있다. 변형가능 층(214)은, 이를테면 실리콘 고무 또는 열 그리스와 같은, 높은 열 전도율 및 RF 투명성(transparency)을 갖는 임의의 적합한 재료를 포함할 수 있다.

[0026]

[0032] 제 1 단부 플랜지(224) 및 제 2 단부 플랜지(226)가, 가스를 처리하기 위한 장치(104)를 (예를 들어, 도 1에 도시된 포어라인(108)과 같은) 도관과 일렬로 커플링시키는 것을 가능하게 하기 위해, 유전체튜브(202)의 각각의 단부들에 제공될 수 있다. 시일(seal)(228)이, 각각의 제 1 및 제 2 단부 플랜지들(224, 226)과 유전체튜브(202)의 직선 단부 부분들(208, 210) 사이에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 시일(228)은 O-링이다. 몇몇 실시예들에서, 제 1 및 제 2 단부 플랜지들(224, 226) 중 적어도 하나는 냉각될 수 있다. 예를 들어, 냉각제 채널(232)이 제 1 및 제 2 단부 플랜지들(224, 226)에 제공되어, 그러한 플랜지들을 통해 냉각제를 순환시키는 것을 가능하게 할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 냉각제 채널(232)은, 냉각제 채널(232)을 실링하기 위해 제공되는 234를 가지면서, 단부 플랜지의 측면(side)에 형성될 수 있다. 그러한 실시예들에서, 열 전달 유체 공급부 또는 재순환기(recirculator)(미도시)가 냉각제 채널들(232)에 커플링될 수 있다.

[0027]

[0033] 도 5는, 본 개시내용의 몇몇 실시예들에 따른, 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 분해도를 도시한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 몇몇 실시예들에서, 제 1 단부 플랜지(224)는 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 취급을 용이하게 하기 위한 아이볼트들(eyebolts)(506)을 수용하도록 스레딩될(threaded) 수 있다. 또한, 지지 플레이트(502)가 제공될 수 있고, 예를 들어 파스너들(504)에 의해, 제 1 및 제 2 단부 플랜지들(224, 226) 각각에 커플링될 수 있다. 지지 플레이트(502)는, 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 컴포넌트들에 대한 물리적응력(physical stress)을 감소시키기 위해, 가스를 처리하기 위한 장치(104)에 대한 지지를 제공한다.

[0028]

[0034] 동작시, 프로세스 챔버(102)로부터의 배출물(effluent) 또는 배기 가스들은 포어라인(108)을 통해 펌핑되고, 가스를 처리하기 위한 장치(104)를 통과할 수 있다. 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 내측 체적(204) 내에서 유도성 플라즈마를 형성하기 위해, 전력 소스(110)에 의해 RF 코일(212)에 RF 에너지가 제공될 수 있다. 가스를 처리하기 위한 장치(104)의 구성은 유리하게는, 플라즈마 처리 장치 내에 플라즈마 형성의 용량 결합형(capacitively coupled) 영역들을 갖는 통상의 장치와 비교하여, 더 긴 유효 수명(service life)을 제공할 수 있다.

[0029]

[0035] 따라서, 본 개시내용의 실시예들은 원뿔형 형상의 나선형 무선 주파수(RF) 안테나/냉각 코일 내에 삽입되는 원뿔형의 유전체 리액터 튜브를 사용한다. RF 코일, 단부 플레이트(end plate)들 및 배선(wiring)은 모두, 영구적인 어셈블리가 되도록 하기 위해, 열 전도성, 전기 절연성 화합물(이를테면, 실리콘 화합물(silicone compound))로 포팅된다(potted). 그런 다음, 원뿔형의 유전체 리액터 코어 튜브가 삽입되고, O-링

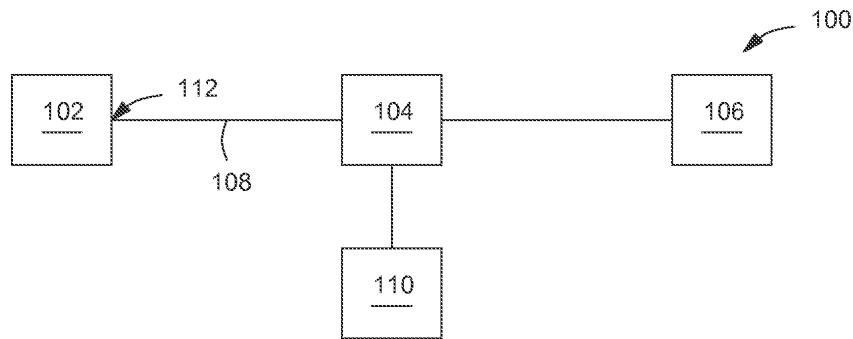
시일들을 갖는 단부 플랜지들이 설치된다. 오직 개장(refurbishment)을 위해, 세라믹 코어는 RF 코일 어셈블리를 손상시키지 않으면서 쉽게 제거 및 교체될 수 있다.

[0030] 원뿔형 튜브를 랩핑(wrapping)하는 원뿔형 프로파일 코일을 이용하여, 튜브를 교체할 때, 원뿔형 리액터 튜브의 축을 따라 가압함으로써, 움직임(motion)이 시작되자 마자 원뿔형 표면들이 분리됨(예를 들어, 모든 표면들이 비-접촉이 될) 것이므로 작은 힘(effort)으로 코일로부터 튜브를 디스인게이징(disengage)하는 것이 가능하다. 소모성 챔버(유전체 튜브) 만이 교체될 필요가 있으며, 다른 모든 컴포넌트들은 재사용될 수 있다.

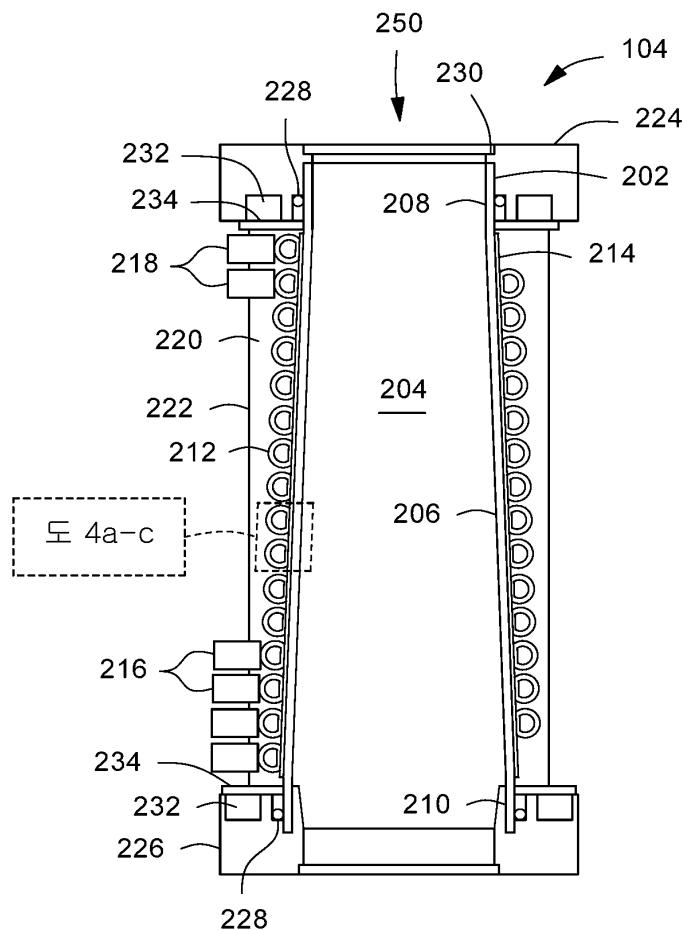
[0031] 전술한 내용들이 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 그리고 추가적인 실시 예들이 본 개시내용의 기본적인 범위로부터 벗어나지 않으면서 안출될 수 있다.

## 도면

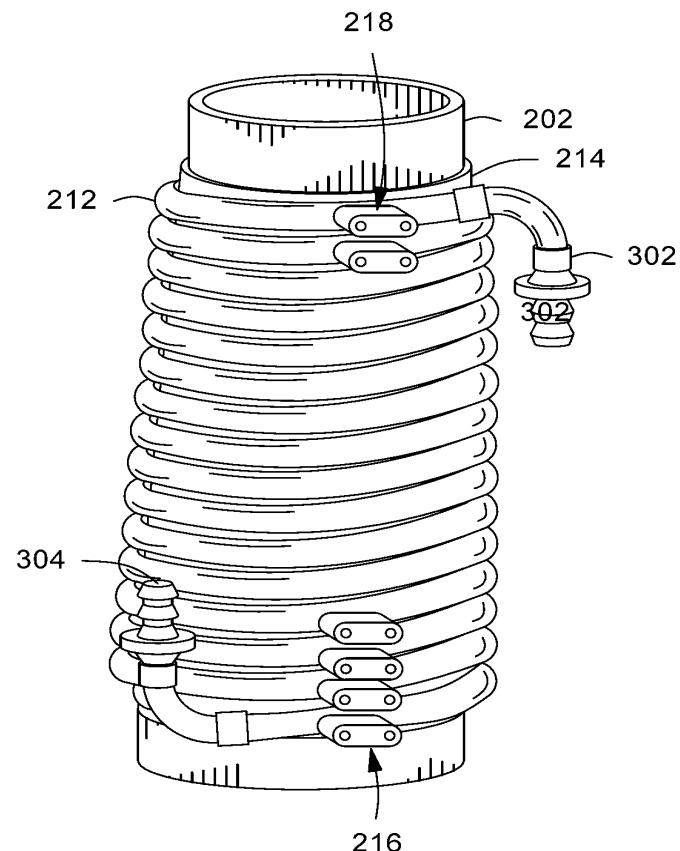
### 도면1



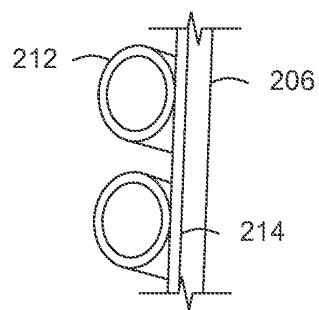
### 도면2



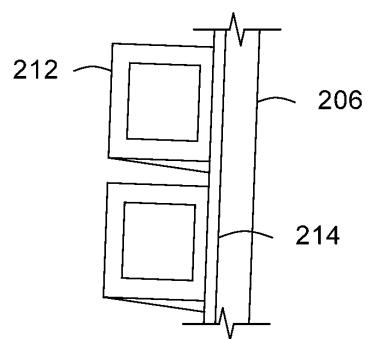
도면3



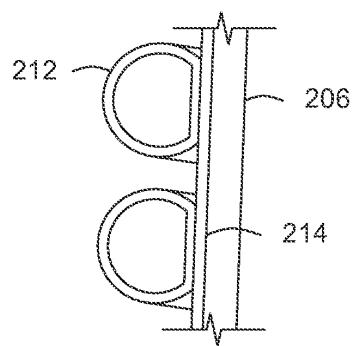
도면4a



도면4b



도면4c



도면5

