



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월05일  
(11) 등록번호 10-1774710  
(24) 등록일자 2017년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 53/75 (2006.01) B01D 53/04 (2006.01)  
B01D 53/24 (2006.01) B01D 53/32 (2006.01)  
B01D 53/78 (2006.01) B01D 53/86 (2006.01)  
B01D 53/96 (2006.01) B04C 9/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 53/75 (2013.01)  
B01D 53/0407 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0140736

(22) 출원일자 2016년10월27일

심사청구일자 2016년10월27일

(56) 선행기술조사문헌

US20130082034 A1  
KR101312414 B1  
US8833054 B2  
KR101493786 B1

(73) 특허권자

주식회사 글로벌스탠다드테크놀로지

경기도 화성시 동탄면 동탄산단6길 15-13

(72) 발명자

정중국

경기도 오산시 운암로 14, 104동 1402호 (원동, 운암청구아파트)

이기용

서울특별시 금천구 금하로3길 26, 102동 402호 (시흥동, 시흥목련아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 9 항

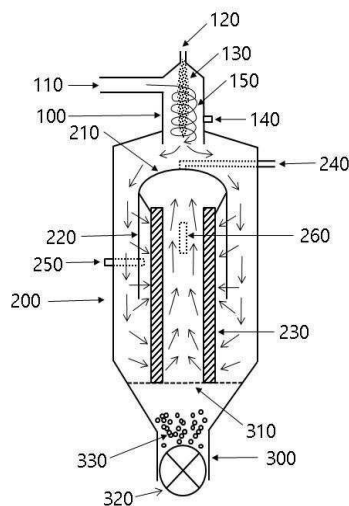
심사관 : 류시웅

(54) 발명의 명칭 플라즈마와 촉매를 이용한 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치 및 이의 운전방법

(57) 요약

본 발명은 플라즈마를 이용하여 1차로 유해가스를 분해하고 반응 후 생성된 입자상 물질을 제거하면서 잔존하는 유해가스를 2차로 분해하는 촉매를 포함하는 건식필터를 포함하는 건식 유해가스 처리 장치 및 이의 운전방법에 관한 것으로 현재 PFCs 저감 양산 설비는 입자상 물질 및 산성가스 제거시 물을 사용하고 있으나, 고온 건식 집진 및 건식 흡착을 사용함으로써 수처리 비용 및 사용상의 문제점을 최소화하는 효과가 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

*B01D 53/24* (2013.01)

*B01D 53/32* (2013.01)

*B01D 53/78* (2013.01)

*B01D 53/86* (2013.01)

*B01D 53/96* (2013.01)

*B04C 9/00* (2013.01)

(72) 발명자

**모선희**

경기도 수원시 권선구 매실로 70, 104동 502호(호매실동, 호매실GS아파트)

**이은미**

경기도 수원시 장안구 화산로 85, 120동 2102호(천천동, 천천 푸르지오)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013001690013

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 글로벌탄환경기술개발사업

연구과제명 초과 엔탈피 연소와 적정 농축기술을 이용한 PFCs 및 NF3 고성능 분해 처리 통합 시스템

개발

기 여 율 1/1

주관기관 주식회사 글로벌스탠다드테크놀로지

연구기간 2013.11.01 ~ 2017.04.30

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

일단에 배치되고 반응기 측면으로 유해가스가 투입되는 유해가스 투입부(110), 타단에 배치된 플라즈마 연소에 필요한 연소물질이 투입되는 연소물질 투입부(120), 상기 유해가스와 상기 연소물질을 반응시키는 플라즈마 반응부(130), 측면에 스팀이 투입되는 스팀 투입부(140) 및 상기 유해가스가 상기 플라즈마 반응부(130)에서 사이클론 흐름을 형성하는 사이클론 형성부(150)를 포함하는 반응 챔버(100);

상기 반응 챔버(100)에서 배출되는 1차 반응물을 흡착 챔버(200) 내부의 외각으로 분산시키는 분산판(210), 상기 분산된 1차 반응물을 흡착 챔버(200) 하단으로 이동시키면서 일부는 바로 통과할 수 있는 부분적으로 구멍이 있는 격벽(220), 상기 격벽(220)을 통과하거나 지난 1차 반응물 중 입자상 물질을 거르면서 미반응된 유해가스를 추가로 반응시키는 흡착 챔버(200)의 가장 중앙에 위치한 흡착 촉매부(230) 및 상기 흡착 촉매부를 통과한 2차 반응물을 외부로 배출하는 배출부(240)를 포함하는 상기 반응 챔버(100)의 하단에 위치하는 흡착 챔버(200);

상기 흡착 챔버(200)의 하단에 위치하며 상기 반응 챔버(100) 또는 흡착 챔버(200)에서 배출되는 입자상 물질을 통과시키는 그레이팅(310) 및 상기 입자상 물질을 외부로 배출시키는 로터리 밸브(320)를 포함하는 하부 챔버(300);를 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치.

#### 청구항 2

1항에 있어서,

상기 배출부(240)에서 배출되는 가스를 냉각하기 위한 열교환부, 상기 열교환부를 통과한 가스를 건식 흡착하기 위한 장치 또는 습식 스크러빙하기 위한 장치를 추가로 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치.

#### 청구항 3

1항에 있어서,

상기 흡착 촉매부(230)의 안쪽 또는 바깥쪽에 부착된 입자상 물질을 탈진하기 위한 질소를 펄스 방식으로 공급하는 외부 퍼지용 질소 분산부(250) 또는 내부 퍼지용 질소 분산부(260)를 추가로 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치.

#### 청구항 4

1항에 있어서,

상기 흡착 촉매부(230)는 이중 구조를 갖는 다공체로서 내부와 외부 다공체 사이에 촉매가 충전 되며, 상기 입자상 물질을 포함하는 1차 반응물은 상기 외부 다공체로 유입되어 입자상 물질이 제거된 후 상기 촉매에서 반응을 통해 미반응된 유해가스가 처리되고 상기 내부 다공체를 통과하여 상기 배출부(240)로 배출되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치.

#### 청구항 5

1항에 있어서,

상기 유해가스 투입부(110)와 상기 스팀 투입부(140)가 노즐형태로 배치되어 유해가스와 스팀이 혼합 투입되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치.

## 청구항 6

2항에 있어서, 상기 건식 흡착하기 위한 장치는 고체 흡착제가 충전되어 상기 열교환부를 통과한 가스에 포함된 산성가스를 흡착, 제거하는 산성가스 흡착 컬럼을 포함하되,

상기 산성가스 흡착 컬럼에서 배출되는 다운 스트림은 분기되어, 메인 스트림은 후단으로 배기되고, 서브 스트림은 가열 후 상기 산성가스 흡착 컬럼에 공급되어 상기 고체 흡착제에 흡착된 상기 산성가스를 분리시키는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치.

## 청구항 7

1항 내지 6항 중 어느 한 항에 따른 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 이용하여 반도체 제조 공정에서 발생하는 유해가스를 처리하는 방법.

## 청구항 8

일단에 유해가스 및 연소물질이 투입되는 제1단계;

상기 유해가스 및 연소물질이 반응 챔버(100)에서 플라즈마에 의해 1차 반응되는 제2단계;

상기 제2단계에서 생성된 입자상 물질을 포함하는 1차 반응물이 다공체에 의해서 필터링 되고, 이를 통과한 1차 반응물이 촉매에 의해서 2차 반응되는 제3단계;

상기 제3단계에서 생성된 2차 반응물을 열교환기로 냉각하는 제4단계; 및

상기 제4단계에서 냉각된 2차 반응물의 산성가스를 흡착유닛을 통해 흡착제거하는 제5단계를 포함하되,

상기 제2단계 또는 제3단계에 생성된 입자상 물질이 중력에 의해서 하부 챔버로 배출되는 단계가 포함되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 이용한 유해가스 처리 방법.

## 청구항 9

8항에 있어서,

상기 다공체의 외부 표면에 부착된 상기 입자상 물질을 질소를 펄스 방식으로 분사하여 운전 중에도 탈진하는 재생 단계가 추가되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 이용한 유해가스 처리 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 플라즈마와 촉매를 이용한 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치 및 이의 운전방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 플라즈마를 이용하여 1차로 유해가스를 분해하고 반응 후 생성된 입자상 물질을 제거하면서 잔존하는 유해가스를 2차로 분해하는 촉매를 포함하는 건식필터를 포함하는 건식 유해가스 처리 장치 및 이의 운전방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 반도체 제조에 사용되는 난분해성 유해가스는 인체에 유해할 뿐만 아니라 심각한 환경오염을 유발시킨다. 난분해성 유해가스를 안전하게 분해, 제거한 후 대기 중으로 배출시키기 위한 정화장치로 스크리버를 사용한다. 공정 내 음압을 유지하기 위해 사용되는 진공펌프의 작동 유체인 질소( $N_2$ )와 함께 난분해성 유해가스는 수백 내지 수천 ppm이하의 농도로 희석된 후 스크리버로 유입된다.

[0004] 난분해성 유해가스의 대표적인 예로는  $CF_4$ ,  $SF_6$ ,  $NF_3$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_3F_8$ ,  $CHF_3$  가 있으며, 이들이 불활성 가스인  $N_2$ 로 희

석된 상태를 반도체 폐가스라 한다. 난분해성인  $\text{CF}_4$ 는  $1600^\circ\text{C}$ ,  $\text{SF}_6$ 은  $1200^\circ\text{C}$ ,  $\text{NF}_3$ 은  $800^\circ\text{C}$  이상의 온도에서 열분해 처리한다. PFCs,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{NF}_3$ 은 불소와 결합된 형태로 분해 처리 후 불소( $\text{F}_2$ ) 및 불산( $\text{HF}$ )의 형태로 배출한다. 이들 역시 맹독성, 폭발성이기 때문에 후처리가 반드시 필요하며 일반적으로 물을 이용한 아래와 같은 세정 반응 후 배출한다.

[0005]  $\text{CF}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{F}_2(\text{g})$

[0006]  $\text{SF}_6(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2 + 3\text{F}_2(\text{g})$

[0007]  $2\text{NF}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO} + 3\text{F}_2(\text{g})$

[0008]  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$

[0009] 산화반응을 통해 분해된  $\text{F}_2$ 는 주로 연소 후 생성물인  $\text{H}_2\text{O}$ 와 반응하여  $\text{HF}(\text{g})$  또는  $\text{HF}(\ell)$ 형태로 배출된다.

[0010] 반도체 제조 중 반도체 폐가스를 제거하는 기존 스크러버는 다수의 폐가스 유입구, 상기 폐가스 유입구에 연결된 버너, 상기 버너에 결합된 연소장치, 상기 연소장치의 하단에 결합되어 연소장치에서 생성되는 입자상 물질이 물에 포집 및 침전되도록 하는 수조탱크, 상기 연소장치 및 수조탱크에 함께 결합됨으로써, 연소장치를 통과한 미세 입자상 물질과 수용성 가스를 물로 처리하는 습식타워를 포함한다. 여기서, 상기 연소장치와 습식타워는 별도의 관으로 연결될 수 있으며, 상기 습식타워의 상부에는 배출관이 형성되어 있다.

[0011] 그러나 반도체 폐가스를 소각하기 위해서 최고  $1,600^\circ\text{C}$ ( $\text{CF}_4$  경우) 이상으로 온도를 올려야 한다. 그러나 난분해성 유해가스를 회식하기 위해 사용된 불활성 가스(대부분  $\text{N}_2$ )도 동시에 가열해야 한다. 이로 인해 처리 효율뿐만 아니라 에너지 효율도 매우 낮아진다. 또한 습식으로 처리함으로써 결국 다시 처리가 필요한  $\text{HF}$ 가 생성되는 문제점이 발생한다.

[0012] 이러한 문제점을 해결하기 위해서 본원 발명자는 한국 등록특허공보 제10-1494623호(2015.02.12)에 배출구가 형성된 연소기 몸체; 및 상기 연소기 몸체 내부에 구비되고, 세라믹 다공체로 구성되며 내부에 화염이 형성되어 상기 폐가스가 소각되는 세라믹 다공체 연소기; 상기 연료유입부를 통해 유입되는 연료와, 상기 폐가스 유입부를 통해 유입되는 폐가스와, 상기 산화제 유입부를 통해 유입되는 산화제가 혼합되는 예혼합기; 및 상기 예혼합기와 상기 세라믹 다공체 연소기 사이에 구비되어, 상기 예혼합기에서 혼합된 기체를 균일하게 상기 세라믹 다공체 연소기로 유입시키는 분배기;를 포함하고, 상기 예혼합기에 의해 혼합된 기체가 상기 세라믹 다공체 연소기로 유입되는 것을 특징으로 하는 난분해성 유해가스의 소각 처리를 위한 연소 장치를 개시하였다.

[0013] 본원 발명자의 한국 등록특허공보 제10-1493786호(2015.02.12)에서는 폐가스에 함유된 특정임도 이상의 불순 입자를 분리 배출시키는 전처리 집진장치; 일단에 연료 유입부와, 폐가스 유입부와, 산화제 유입부가 형성되고, 타단에 폐가스가 소각된 배출가스가 배출되는 배출구가 형성된 연소기 몸체와, 상기 연소기 몸체 내부에 구비되고, 세라믹 다공체로 구성되며 내부에 화염이 형성되어 집진 처리된 폐가스가 소각되는 세라믹 다공체 연소기를 구비한 연소장치; 상기 연소장치는, 상기 연료유입부를 통해 유입되는 연료와, 상기 폐가스 유입부를 통해 유입되는 폐가스와, 상기 산화제 유입부를 통해 유입되는 산화제가 혼합되는 예혼합기; 및 상기 연소장치는, 상기 예혼합기와 상기 세라믹 다공체 연소기 사이에 구비되어, 상기 예혼합기에서 혼합된 기체를 균일하게 상기 세라믹 다공체 연소기로 유입시키는 분배기;를 포함하고, 상기 예혼합기에 의해 혼합된 기체가 상기 세라믹 다공체 연소기로 유입되는 것을 특징으로 하는 난분해성 유해가스의 소각 처리를 위한 스크러버 시스템을 개시하고 있다.

[0014] 본원 발명 발명자의 한국 등록특허공보 제10-1511571호(2015.04.07)에서는 폐가스를 분해 처리시키기 위한 스크러버 시스템에 있어서, 상기 폐가스를 농축하여 상기 폐가스에 포함된 불활성가스 일부를 분리 제거하는 농축장치; 및 일단에 연료 유입부와, 농축된 폐가스가 유입되는 폐가스 유입부와, 산화제 유입부가 형성되고, 타단에 폐가스가 소각된 배출가스가 배출되는 배출구가 형성된 연소기 몸체와, 상기 연소기 몸체 내부에 구비되고, 세라믹 다공체로 구성되며 내부에 화염이 형성되어 농축된 폐가스가 소각되는 세라믹 다공체 연소기를 구비한 연소장치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 난분해성 유해가스의 농축 장치를 구비한 스크러버 시스템을 개시하고 있다.

[0015] 한국 등록특허공보 제10-1312414호(2013.10.14)에서는 가스유입구를 통해 유입된 유해가스 농도의 부하를 제어하는 화학세정유닛, 상기 유해가스에 세정수를 분사하는 습식세정유닛, 코로나 방전을 일으켜 상기 유해가스 내

유해성분을 제거하는 코로나분해유닛 및 악취 및 휘발성 유기화합물 제거용 촉매를 통해 상기 유해가스 내 잔여 유해성분을 제거하는 촉매정화유닛을 포함하여 구성되되, 상기 화학세정유닛은, 흡수액을 통해 유해가스 농도의 부하를 제어하며, 상기 흡수액은, 물 또는 계면활성제를 첨가한 벤젠, 톨루엔 또는 크실렌이며, 상기 계면활성제는, 음이온계 계면활성제, 양이온계 계면활성제, 양성 계면활성제 및 비이온성 계면활성제 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 코로나 방전 및 저온복합산화촉매를 이용한 유해가스 정화 장치를 개시하였다.

[0016] 한국 공개특허공보 특2003-0031883호(2003.04.23)에서는 불소화합물 함유 가스에 불소화합물 저감 매체를 주입하는 단계를 포함하며, 상기 불소화합물 저감 매체는 스팀, 메탄 및 수소, 선택적으로 저감 증대 효과가 있는 촉매와의 조합체 중 적어도 하나를 포함하며, 불소화합물 저감 매체가 메탄 및/또는 수소를 포함할 경우에 조건부로 상기 불소화합물 저감 매체의 주입 단계는 비연소 상태에서 실행되는 것인 저감 방법을 개시하고 있다.

[0017] 그러나 기존의 폐가스의 소각 처리를 목적으로 하면서 반도체 및 디스플레이공정의 150LPM 이상의 처리유량을 만족하면서 건식으로 안정적이고 효율적으로 폐가스를 소각 처리할 수 있는 유해가스 처리 시스템은 제시된 바가 없다. 또한 연소 또는 플라즈마를 사용하여 유해가스를 처리하는 시스템에서 간단한 구조를 통해서 충분한 반응 시간을 제공하고, 집진과 동시에 잔여 유해가스를 효율적으로 처리하며, 입자상 물질을 제거하는 필터를 효율적으로 재생할 수 있는 방법을 제공한 장치는 없었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0019] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-1494623호(2015.02.12)  
 (특허문헌 0002) 한국 등록특허공보 제10-1493786호(2015.02.12)  
 (특허문헌 0003) 한국 등록특허공보 제10-1511571호(2015.04.07)  
 (특허문헌 0004) 한국 등록특허공보 제10-1312414호(2013.10.14)  
 (특허문헌 0005) 한국 공개특허공보 특2003-0031883호(2003.04.23)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0020] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 플라즈마를 이용하여 1차로 유해가스를 분해하고 반응 후 생성된 입자상 물질을 제거하면서 잔존하는 유해가스를 2차로 분해하는 촉매를 포함하는 건식필터를 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치 및 이의 운전방법을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0022] 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 제1양태는 일단에 배치되고 반응기 측면으로 유해가스가 투입되는 유해가스 투입부, 타단에 배치된 플라즈마 연소에 필요한 연소물질이 투입되는 연소물질 투입부, 상기 유해가스와 상기 연소물질을 반응시키는 플라즈마 반응부, 측면에 스팀이 투입되는 스팀 투입부 및 상기 유해가스가 상기 플라즈마 반응부에서 사이클론 흐름을 형성하는 사이클론 형성부를 포함하는 반응 챔버; 상기 반응 챔버에서 배출되는 1차 반응물을 흡착 챔버 내부의 외각으로 분산시키는 분산판, 상기 분산된 1차 반응물을 흡착 챔버 하단으로 이동시키면서 일부는 바로 통과할 수 있는 부분적으로 구멍이 있는 격벽, 상기 격벽을 통과하거나 지난 1차 반응물 중 입자상 물질을 거르면서 미반응된 유해가스를 추가로 반응시키는 흡착 챔버의 가장 중앙에 위치한 흡착 촉매부 및 상기 흡착 촉매부를 통과한 2차 반응물을 외부로 배출하는 배출부를 포함하는 상기 반응 챔버의 하단에 위치하는 흡착 챔버; 상기 흡착 챔버의 하단에 위치하며 상기 반응 챔버 또는 흡착 챔버에서 배출되는 입자상 물질을 통과시키는 그레이팅 및 상기 입자상 물질을 외부로 배출시키는 로터리 밸브를 포함하는 하부 챔버;를 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 제공한다.

[0023] 본 발명에 따른 제2양태는 상기 배출부에서 배출되는 가스를 냉각하기 위한 열교환부, 상기 열교환부를 통과한 가스를 건식 흡착하기 위한 장치 또는 습식 스크러빙하기 위한 장치를 추가로 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 제공한다.



- [0024] 본 발명에 따른 제3양태는 상기 흡착 촉매부의 안쪽 또는 바깥쪽에 부착된 입자상 물질을 탈진하기 위한 질소를 펄스 방식으로 공급하는 외부 퍼지용 질소 분산부 또는 내부 퍼지용 질소 분산부를 추가로 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 제공한다.
- [0025] 본 발명에 따른 제4양태는 상기 흡착 촉매부는 이중 구조를 갖는 다공체로서 내부와 외부 다공체 사이에 촉매가 충전되며, 상기 입자상 물질을 포함하는 1차 반응물은 상기 외부 다공체로 유입되어 입자상 물질이 제거된 후 상기 촉매에서 반응을 통해 미반응된 유해가스가 처리되고 상기 내부 다공체를 통과하여 상기 배출부로 배출되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 제공한다.
- [0026] 본 발명에 따른 제5양태는 상기 유해가스 투입부와 상기 스팀 투입부가 노즐형태로 배치되어 유해가스와 스팀이 혼합 투입되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 제공한다.
- [0027] 본 발명에 따른 제6양태는 상기 건식 흡착하기 위한 장치는 고체 흡착제가 충전되어 상기 열교환부를 통과한 가스에 포함된 산성가스를 흡착, 제거하는 산성가스 흡착 컬럼을 포함하되, 상기 산성가스 흡착 컬럼에서 배출되는 다운 스트림은 분기되어, 메인 스트림은 후단으로 배기되고, 서브 스트림은 가열 후 상기 산성가스 흡착 컬럼에 공급되어 상기 고체 흡착제에 흡착된 상기 산성가스를 분리시키는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 제공한다.
- [0028] 본 발명에 따른 제7양태는 상기 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 이용하여 반도체 제조 공정에서 발생하는 유해가스를 처리하는 방법을 제공한다.
- [0029] 본 발명에 따른 제8양태는 일단에 유해가스 및 연소물질이 투입되는 제1단계, 상기 유해가스 및 연소물질이 반응 챔버(100)에서 플라즈마에 의해 1차 반응되는 제2단계, 상기 제2단계에서 생성된 입자상 물질을 포함하는 1차 반응물이 다공체에 의해서 필터링 되고, 이를 통과한 1차 반응물이 촉매에 의해서 2차 반응되는 제3단계, 상기 제3단계에서 생성된 2차 반응물을 열교환기로 냉각하는 제4단계 및 상기 제4단계에서 냉각된 2차 반응물의 산성가스를 흡착유닛을 통해 흡착제거하는 제5단계를 포함하되, 상기 제2단계 또는 제3단계에 생성된 입자상 물질이 중력에 의해서 하부 챔버로 배출되는 단계가 포함되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 이용한 유해가스 처리 방법을 제공한다.
- [0030] 본 발명에 따른 제9양태는 상기 다공체의 외부 표면에 부착된 상기 입자상 물질을 질소를 펄스 방식으로 분사하여 운전 중에도 탈진하는 재생 단계가 추가되는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 이용한 유해가스 처리 방법을 제공한다.

### 발명의 효과

- [0032] 본 발명은 높은 처리 효율과 동시에 높은 에너지 이용 효율을 달성할 수 있고, 연료 사용량은 최소로 하면서도 모든 폐가스가 그것이 분해될 수 있는 고온까지 충분히 도달할 수 있도록 하는 효과가 있다.
- [0033] 또한, 현재 PFCs 저감 양산 설비는 입자상 물질 및 산성가스 제거시 물을 사용하고 있으나, 고온 건식 집진 및 건식 흡착을 사용함으로써 수처리 비용 및 사용상의 문제점을 최소화하는 효과가 있다.
- [0034] 또한, 하이브리드 방식의 적용을 통해 기존 40kW에서 25kW로 사용 에너지를 줄일 수 있는 효과가 있다.
- [0035] 또한, 150LPM에서 500LPM으로 처리 용량을 증가되므로 장비 운영 대수 감소 및 운영비를 절감할 수 있는 효과가 있다.
- [0036] 또한, 가변형 전원 공급 장치를 활용하여 반도체 및 디스플레이 산업의 다양한 공정에 적용 가능한 효과가 있다.
- [0037] 또한, 물의 사용 및 연소 연료의 공급이 어려운 현장에 전기만 사용하여 PFCs를 처리할 수 있는 장점으로 인해 초기 플랜트 설치비 및 인화성 물질 관리에도 유리한 효과가 있다.
- [0038] 또한, 연소 공정 사용 연료인 LNG의 화재 위험성을 대비한 제품의 방폭화로 가격 경쟁력이 저하되는 것을 극복할 수 있는 효과가 있다.
- [0039] 또한, 기존 유해물질 저감 장치의 경우, 동일 용량의 처리에서 에너지 사용량이 절감되는 효과가 있다.
- [0040] 또한, 연소 또는 플라즈마를 사용하여 유해가스를 처리하는 시스템에서 측면에서 유해가스를 공급함으로써 플라즈마 반응기 내부에 사이클론 흐름을 형성하여 충분한 반응 시간을 제공하는 효과가 있다.

- [0041] 또한, 흡착과 촉매를 동시에 진행하여 집진과 동시에 잔여 유해가스를 효율적으로 처리할 수 있는 효과가 있다.
- [0042] 또한 질소를 펄스 방식으로 공급하여 반응 중에도 필터로부터 입자상 물질을 효율적으로 제거할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명의 플라즈마와 촉매를 이용한 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치 개념도이다.
- 도 2는 본 발명의 플라즈마와 촉매를 이용한 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치 구성도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 반응 챔버를 상단에서 본 구성으로서 유해가스 주입부가 반응 챔버의 측면에서 유해가스를 공급하고 있다.
- 도 4는 본 발명에 따른 흡착 촉매부의 세부 구성을 나타내고 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0046] 본 발명에 따른 반응은 유해가스에 연소물질이 투입되어 플라즈마 반응부에서 처리 된 후 상기 반응물(1차 반응물)이 흡착과 반응이 동시에 일어나는 흡착 촉매부에서 2차 반응되고 이후에 열 교환부를 거쳐 온도를 낮춘 후 흡착 및/또는 스크리버 과정을 거쳐 처리된다(도 1 참조).
- [0047] 이를 위한 구체적인 장치로는 일단에 배치되고 반응기 측면으로 유해가스가 투입되는 유해가스 투입부(110), 타단에 배치된 플라즈마 연소에 필요한 연소물질이 투입되는 연소물질 투입부(120), 상기 유해가스와 상기 연소물질을 반응시키는 플라즈마 반응부(130), 측면에 스팀이 투입되는 스팀 투입부(140) 및 상기 유해가스가 상기 플라즈마 반응부(130)에서 사이클론 흐름을 형성하는 사이클론 형성부(150)를 포함하는 반응 챔버(100);
- [0048] 상기 반응 챔버(100)에서 배출되는 1차 반응물을 흡착 챔버(200) 내부의 외각으로 분산시키는 분산판(210), 상기 분산된 1차 반응물을 흡착 챔버(200) 하단으로 이동시키면서 일부는 바로 통과할 수 있는 부분적으로 구멍이 있는 격벽(220), 상기 격벽(220)을 통과하거나 지난 1차 반응물 중 입자상 물질을 거르면서 미반응된 유해가스를 추가로 반응시키는 흡착 챔버(200)의 가장 중앙에 위치한 흡착 촉매부(230) 및 상기 흡착 촉매부를 통과한 2차 반응물을 외부로 배출하는 배출부(240)를 포함하는 상기 반응 챔버(100)의 하단에 위치하는 흡착 챔버(200);
- [0049] 상기 흡착 챔버(200)의 하단에 위치하며 상기 반응 챔버(100) 또는 흡착 챔버(200)에서 배출되는 입자상 물질을 통과시키는 그레이팅(310) 및 상기 입자상 물질을 외부로 배출시키는 로터리 밸브(320)를 포함하는 하부 챔버(300);를 포함하는 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치로 구성된다.
- [0050] 상기 유해가스는 반도체 제조공정에서 사용되고 있는 유해가스 중 PFCs(Per Fluoro Compound) 계열의 가스일 수 있다.
- [0051] 일련의 반도체 제조 중 식각 또는 증착 등 공정에는 PFCs계열의 가스가 사용되고 있으며 이러한 PFCs계열의 유해가스로는  $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $C_3F_8$ ,  $CHF_3$ ,  $NF_3$ ,  $SF_6$  등이 있다.
- [0052] 상기 연소물질은 산소, 수소, 공기, 일산화탄소, 이산화탄소, 스팀, 탄소수 1 내지 4인 탄화수소 화합물 중 어느 하나 또는 2 이상일 수 있다. 바람직하게는 산소 및/또는 수소일 수 있다. 상기 수소는 물의 전기분해를 통해 생성될 수 있다.
- [0053] 상기 플라즈마 반응부(130)는 통상의 플라즈마 반응기로서 구체적으로는 1 내지 6 전자볼트의 에너지를 가진 마이크로파를 발생시키는 마그네트론; 상기 마그네트론으로부터 출력되는 마이크로파 중 완전히 사용되지 못하고, 회귀하는 잔여 마이크로파가 상기 마그네트론으로 들어가지 못하도록 함과 아울러 잔여 마이크로파의 에너지를 소멸시키는 가부하부; 상기 마그네트론으로부터 출력되는 마이크로파의 에너지를 측정하는 전력측정부; 및 상기 마그네트론으로부터 출력되는 마이크로파 에너지를 상기 플라즈마 반응기로 최대로 전달하기 위하여 임피던스를 매칭하는 튜너를 포함하는 마이크로파 유도 플라즈마를 이용한 플라즈마 반응기일 수 있다.
- [0054] 상기 플라즈마 반응기는 플라즈마를 생성하고 그에 의해 이온 및 라디칼을 생성하는 플라즈마 구역 및 플라즈마



구역에서 생성된 이온 및 라디칼의 반응 체류 시간을 확보하는 체류 구역을 포함하는 플라즈마 반응 챔버; 상기 플라즈마 반응 챔버의 플라즈마 구역에 구비되고 상부에서 하부로 부채꼴 형태로 연장되며 3상 교류 전류가 인가되는 3개의 전극; 상기 플라즈마 반응 챔버 내부로 유해가스를 인가하는 유해가스 인가 수단; 및 3개의 전극들 사이에 물을 분사하여 방전 영역을 확대시키는 물 분사 수단을 포함하는 워터젯 플라즈마 반응기일 수 있다.

[0055] 상기 플라즈마 반응기는 DC 아크, LNG 연소, 열분해 반응기로 대체가 가능함은 자명하다. PFCs의  $\text{NF}_3$ 은  $800^\circ\text{C}$ ,  $\text{SF}_6$ 은  $1200^\circ\text{C}$ 에서 분해가 가능하므로 상기 온도 조건을 달성할 수 있는 발열수단이라면 그 반응기의 형태는 제약되지 않는다.

[0056] 또한 본원 발명의 기술적 특징은 반응 시스템의 에너지 절감과 후처리시 물의 사용을 배제하는 건식 처리 시스템을 구현하는 것에 있는 바, 상기 목적을 달성하기 위한 PFCs 가스의 처리가 가능한 발열수단이라면 다양한 형태의 반응기가 적용될 수 있다.

[0057] 한편 본 발명에 따른 반응 챔버(100)는 반응 챔버(100)의 측면에 유해가스 투입부(110)가 형성되어 상기 플라즈마 반응부(130)에서 유해가스를 포함한 연소물질이 사이클로 흐름을 자연스럽게 형성할 수 있다(도 3 참조).

[0058] 흡착 촉매부(230)는 단면부가 원형 또는 사각형 일 수 있으며(도 4(b) 참조), 내부와 외부 다공체, 즉 필터 사이에 촉매가 충전 되며, 상기 입자상 물질을 포함하는 1차 반응물은 상기 외부 다공체로 유입되어 입자상 물질이 제거된 후 상기 촉매에서 반응을 통해 미반응된 유해가스가 처리되고 상기 내부 다공체를 통과하여 상기 배출부(240)로 배출된다(도 4(a) 참조).

[0059] 상기 흡착 촉매부(230)의 다공체는 세라믹 필터, 금속필터 일 수 있다. 상기 흡착 촉매부(230)는 본원 발명의 2차 반응을 위한 입자상 물질의 제거 및 잔류하는 1차 반응물 유해가스의 처리를 위한 운전 조건에 부합한다면 그 재질에 제한되지 않는다.

[0060] 상기 세라믹필터는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  및  $\text{K}_2\text{O}$  중 어느 하나 또는 2종이상의 금속산화물로 이루어질 수 있다.

[0061] 상기 흡착 촉매부(230) 다공체의 기공 크기는 1 내지  $500\ \mu\text{m}$ 일 수 있다. 바람직하게는 1 내지  $200\ \mu\text{m}$ 일 수 있다. 더욱 바람직하게는 1 내지  $50\ \mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 기공 크기를 벗어나면 입자상 물질 제거효율이 낮아지거나, 기공의 막힘 현상이 증가하여 공정의 차압에 따른 공정운전에 제한이 될 수 있다.

[0062] 상기 내부 기공체와 외부 기공체의 기공 크기는 동일할 수 있다. 또는 상기 내부 기공체의 기공 크기가 외부 기공체의 기공 크기보다 작을 수 있다. 또는 상기 내부 기공체의 기공 크기가 외부 기공체의 기공 크기보다 작을 수 있다.

[0063] 상기 흡착 촉매부(230)는 복수로 적층, 직렬로 구성될 수 있다. 바람직하게는 적층될 수 있다. 이러한 구성은 입자상 물질 제거 효율이 높다면 특별히 제한되지 않는다.

[0064] 상기 흡착 촉매부(230)의 상단은 분산판(210)으로 막혀 있으며, 1차 반응물은 분산판(210)을 통해 흡착 챔버(200) 내부의 외각으로 분산되며, 이후 격벽(220)의 구멍을 통해서 흡착 촉매부(230)로 들어오거나, 격벽(220)의 하단부를 지나 흡착 촉매부(230)로 들어온다.

[0065] 상기 흡착 촉매부(230)를 통과한 2차 반응물은 배출부(240)를 통해서 외부로 배출된다. 상기 배출부는 필요에 따라서 흡착 챔버(200)의 상단 또는 하단에 배치될 수 있다.

[0066] 또한, 상기 배출부(240)는 열 교환부(도면 미도시)와 연동될 수 있다.

[0067] 상기 흡착 촉매부(230)의 촉매는 산화망간, 산화구리, 산화주석 등의 혼합물로 이루어진 Hopcalite(홉칼라이트), 구리(Cu), 망간(Mn), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 칼륨(K)으로 구성된 군에서 선택된 1종 이상의 전이금속 전구체; 및 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 로듐(Rd)으로 구성된 군에서 선택된 1종 이상의 활성 귀금속 이온을 함유할 수 있다.

[0068] 전이금속 화합물과 결합되는 음이온 부분의 종류는 수산화물(hydroxide), 탄산염(carbonate), 중탄산염(bicarbonate), 질산염(nitrite), 아질산염(nitrite), 개미산염(formate), 아세트산염(acetate), 수산염(oxalate), 구연산염(citrate), 유산염(lactate), 산화물(oxide), 할로젠화합물(halides), 황산염(sulfate) 중 어느 하나 이상일 수 있다.

[0069] 상기 팔라듐 및 백금 이온은 질산염, 할로젠화물, 아세트산염, 암모늄염, 암민착체, 수산화물 형태의 전구체 화

합물로부터 유도될 수 있다.

- [0070] 상기 촉매는 단독으로 사용하거나 혹은 담체에 담지시켜 사용될 수 있다. 상기 담체는 다공체일 수 있다. 상기 촉매는 담체의 골격(structure) 내부, 외부, 기공 및 링크 중 어느 하나 이상에 담지될 수 있다.
- [0071] 상기 촉매의 반응온도는 100 내지 900℃일 수 있다. 바람직하게는 400 내지 800℃일 수 있다. 더욱 바람직하게는 550 내지 750℃일 수 있다. 상기 온도 조건을 벗어나면 산화반응이 진행되지 않으며, 추가적인 에너지 공급이 필요할 수 있다.
- [0072] 또한, 상기 열교환부를 지난 가스는 건식 흡착하기 위한 장치를 거칠 수 있는데, 상기 건식 흡착하기 위한 장치는 고체 흡착제가 충전되어 상기 열교환부를 통과한 가스에 포함된 산성가스를 흡착, 제거하는 산성가스 흡착 컬럼을 포함하되, 상기 산성가스 흡착 컬럼에서 배출되는 다운 스트림은 분기되어, 메인 스트림은 후단으로 배기되고, 서브 스트림은 가열 후 상기 산성가스 흡착 컬럼에 공급되어 상기 고체 흡착제에 흡착된 상기 산성가스를 분리할 수 있다.
- [0073] 한편 본 발명은 상기 하이브리드 건식 유해가스 처리 장치를 이용하여 반도체 제조 공정에서 발생하는 유해가스를 처리하는 방법을 포함한다.
- [0074] 또한 유해가스를 처리하는 방법은 일단에 유해가스 및 연소물질이 투입되는 제1단계; 상기 유해가스 및 연소물질이 반응 챔버(100)에서 플라즈마에 의해 1차 반응되는 제2단계; 상기 제2단계에서 생성된 입자상 물질을 포함하는 1차 반응물이 다공체에 의해서 필터링 되고, 이를 통과한 1차 반응물이 촉매에 의해서 2차 반응되는 제3단계; 상기 제3단계에서 생성된 2차 반응물을 열교환기로 냉각하는 제4단계; 및 상기 제4단계에서 냉각된 2차 반응물의 산성가스를 흡착유닛을 통해 흡착제거하는 제5단계를 포함하되, 상기 제2단계 또는 제3단계에 생성된 입자상 물질이 중력에 의해서 하부 챔버로 배출되는 단계가 포함된다.
- [0075] 또한, 상기 다공체의 외부 표면에 부착된 상기 입자상 물질을 질소를 펄스 방식으로 분사하여 운전 중에도 탈진하는 재생 단계가 추가될 수 있다. 이때 펄스 방식으로 분사되는 질소 가스는 흡착 촉매부(230)의 표면 방향과 부합하도록 경사지게 배치되어 다수가 설치될 수 있다. 입자상 물질이 떨어져서 하단으로 배출될 수 있도록 하향 배치되는 것이 바람직하다.

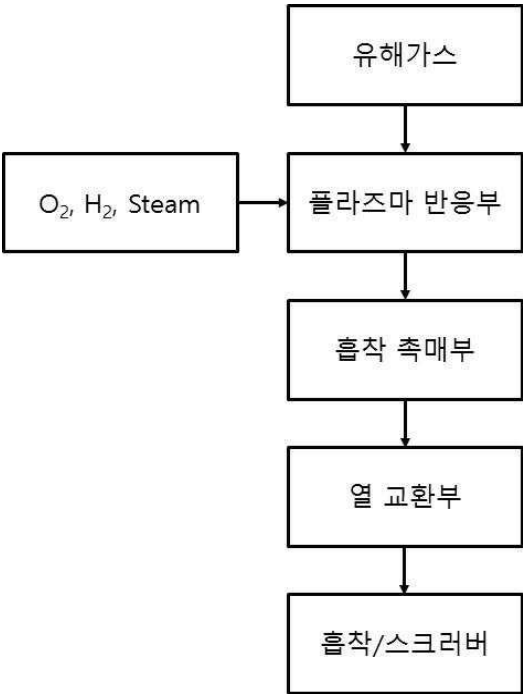
## 부호의 설명

- [0077] 100 : 반응 챔버  
110 : 유해가스 투입부  
120 : 연소물질 투입부  
130 : 플라즈마 반응부  
140 : 스팀 투입부  
150 : 플라즈마 반응부에서 유해가스의 사이클론 형성부  
200 : 흡착 챔버  
210 : 분산판  
220 : 격벽  
230 : 흡착 촉매부  
240 : 배출부  
250 : 외부 퍼지용 질소 분산부  
260 : 내부 퍼지용 질소 분산부  
300 : 하부 챔버  
310 : 그레이팅  
320 : 로터리 밸브

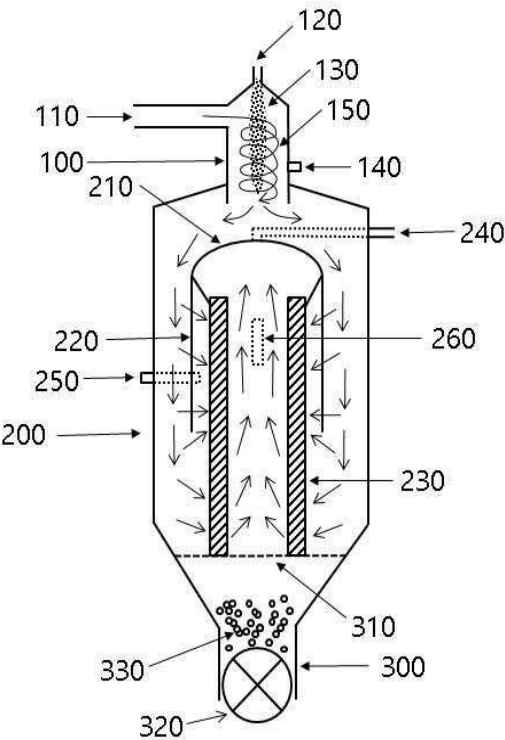
330 : 입자상 물질

도면

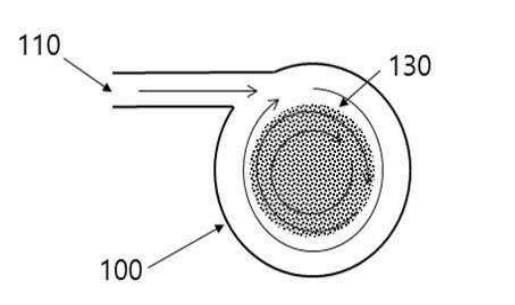
도면1



도면2



도면3



도면4

