



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월24일
 (11) 등록번호 10-1860633
 (24) 등록일자 2018년05월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/02 (2006.01) B01D 46/00 (2006.01)
 B01D 53/00 (2006.01) B01D 53/02 (2006.01)
 B01D 53/32 (2006.01) B01D 53/75 (2006.01)
 B01D 53/86 (2006.01) H01L 21/60 (2006.01)
 H01L 21/67 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 H01L 21/02 (2013.01)
 B01D 46/0027 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0064323
 (22) 출원일자 2016년05월25일
 심사청구일자 2016년05월25일
 (65) 공개번호 10-2017-0133177
 (43) 공개일자 2017년12월05일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2008202804 A*
 KR1020100011589 A*
 JP2000157840 A*
 KR1020120043299 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 주식회사 글로벌스탠다드테크놀로지
 경기도 화성시 동탄면 동탄산단6길 15-13
- (72) 발명자
 정종국
 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 3 항

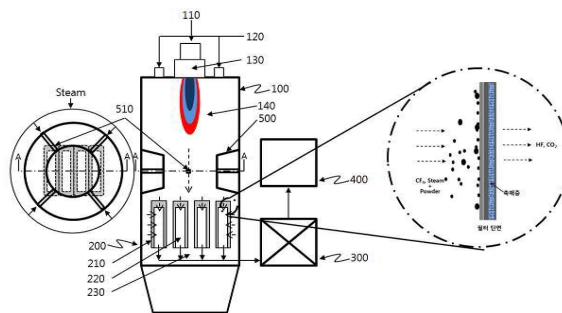
심사관 : 이언수

(54) 발명의 명칭 **플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 건식 유해가스 처리 시스템 및 이의 운전방법**

(57) 요약

본 발명은 플라즈마를 이용하여 1차로 유해가스를 분해하고 반응 후 생성된 파우더를 제거하면서 잔존하는 유해가스를 2차로 분해하는 촉매를 포함하는 건식필터를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템 및 이의 운전방법에 관한 것으로 현재 PFCs 저감 양산 설비는 파우더 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 53/002* (2013.01)
- B01D 53/02* (2013.01)
- B01D 53/32* (2013.01)
- B01D 53/75* (2013.01)
- B01D 53/86* (2013.01)
- H01L 21/67005* (2013.01)
- H01L 2021/60187* (2013.01)

이은미

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

(72) 발명자

모선희

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

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	RE201509001
부처명	환경부
연구관리전문기관	한국환경산업기술원
연구사업명	환경기술수요발굴성과활용
연구과제명	워터젯 플라즈마 기술을 이용한 PFCs 및 HF 고성능 분해시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	주식회사 글로벌스탠다드테크놀로지
연구기간	2015.11.01 ~ 2017.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

일단에 유해가스가 유입되는 유입부; 타단에 화합물을 투입하는 투입부; 상기 유해가스와 상기 화합물을 1차반응시키기 위한 플라즈마 반응기 및 상기 1차반응이 진행되는 상부챔버를 포함하는 1차반응유닛;

상기 1차반응유닛에서 유입되는 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스의 파우더를 처리하기 위한 건식필터; 상기 1차반응 유해가스에 미반응된 유해가스를 2차반응시키기 위한 촉매 및 상기 2차 반응이 진행되는 하부챔버를 포함하는 2차반응유닛;

상기 2차반응유닛에서 유입되는 2차반응 유해가스를 냉각하기 위한 열교환기유닛; 및

상기 냉각된 2차반응 유해가스를 흡착제거하기 위한 흡착유닛;을 포함하는 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템에 있어서,

상기 상부챔버의 하단과 상기 하부챔버의 상단은 연결되며, 상기 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스 및 스팀을 혼합하기 위한 노즐형혼합부를 포함하며,

상기 노즐형혼합부의 최소 직경부에 접선방향으로 하나 이상의 증기주입노즐을 포함하고,

상기 흡착유닛은 고체 흡착제가 충전되어 상기 열교환기유닛을 거쳐 공급된 2차반응 유해가스에 포함된 산성가스를 흡착, 제거하는 산성가스 흡착 컬럼을 포함하며,

상기 흡착 컬럼에서 배출되는 다운 스트림은 분기되어, 메인 스트림은 후단으로 배기되고, 서브 스트림은 가열 후 상기 흡착 컬럼에 공급되어 상기 고체 흡착제에 흡착된 상기 산성가스를 분리시키고,

상기 흡착 컬럼은 서로 이격되어 배치되는 복수의 컬럼을 포함하여 이루어지며,

상기 열교환기유닛으로부터 분기된 제1 공급라인과 연결되고, 상기 공급된 2차반응 유해가스에 포함된 산성가스를 흡착하는 반응 컬럼; 및

상기 열교환기유닛으로부터 분기된 제2 공급라인과 연결되고, 상기 반응 컬럼으로부터 배출 후 분기되고 가열된 상기 서브 스트림을 공급받아 산성가스가 흡착된 고체 흡착제로부터 산성가스가 탈착되는 재생 컬럼을 포함하고,

상기 복수의 컬럼은 상기 반응 컬럼 및 재생 컬럼으로 선택적으로 운용되는 것을 특징으로 하는 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 건식필터는 이중구조를 갖는 다공체로서 내부와 외부 건식필터 사이에 촉매가 충전되며, 상기 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스는 상기 외부 건식필터로 유입되어 파우더가 제거된 후 상기 촉매에서 반응을 통해 2차반응 유해가스를 거쳐 상기 내부 건식필터를 통과하여 상기 열교환기유닛으로 유입되는 것을 특징으로 하는 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

일단에 유해가스 및 화합물이 유입되는 제1단계;

상기 유해가스 및 화합물이 상부챔버에서 플라즈마에 의해 1차반응되는 제2단계;

상기 제2단계에서 생성된 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스가 접촉되며 파우더가 제거된 후, 잔존하는 1차반응 유해가스가 2차반응되는 제3단계;

상기 제3단계에서 생성된 2차반응 유해가스를 열교환기유닛으로 냉각하는 제4단계; 및

상기 제4단계에서 냉각된 2차반응 유해가스의 산성가스를 흡착유닛을 통해 흡착제거하는 제5단계를 포함하는 플라즈마와 촉매를 적용한 제1항 또는 제2항에 따른 건식 유해가스 처리 시스템을 사용하여 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

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

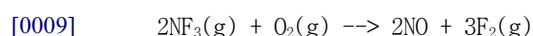
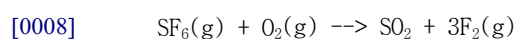
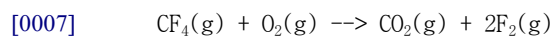
배경 기술

[0003] 반도체 및 디스플레이 제조공정에서 많이 사용되는 PFCs 가스는 지구온난화를 유발하는 온실가스로서 온난화지수가 CO2 대비 수천 내지 수만 배에 달하여 적절한 처리설비를 거쳐 대기 중으로 방출해야 한다.

[0004] 일반적으로, 반도체 제조 공정에서 웨이퍼 상에 박막을 형성하거나 또는 식각을 위해 사용되는 다양한 종류의 반응가스는 폭발성, 맹독성, 질식성으로 그대로 대기 중에 방출할 경우 인체에 유해할 뿐만 아니라 지구 온난화 및 환경 오염을 유발시키게 된다. 이에 따라, 반도체 설비의 배기 라인에는 난분해성 유해가스를 안전하게 분해 제거한 후 대기 중으로 배출시키기 위한 가스정화장치인 스크러버가 설치된다. 이들 난분해성 유해가스는 공정 내 음압을 유지하기 위해 사용되는 진공펌프의 작동유체인 질소(N2)와 함께 수백 내지 수천 ppm이하의 농도로 희석된 후 스크러버로 유입되게 된다. 이하에서는 난분해성 유해가스를 불활성 가스로 희석된 상태를 폐가스라고 정의하도록 한다.

[0005] 난분해성인 PFCs, SF₆, NF₃, CF₄의 경우 1600℃, SF₆는 1200℃, NF₃는 800℃ 이상의 온도에서 열분해 된다고 알려져 있다.

[0006] PFCs, SF₆, NF₃는 불소와 결합된 형태로 분해 처리 후 불소(F₂) 및 불산(HF)의 형태로 배출되게 되는데 이들 역시 맹독성 폭발성의 가스로서 후 처리가 반드시 필요하며 일반적으로 물을 이용하여 세정 반응시킨 후 배출한다.



- [0010] $2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2$
- [0011] 산화반응을 통해 분해된 F_2 는 주로 주변의 수분이나 연소 후 생성물인 H_2O 와 반응하여 $HF(g)$ 또는 $HF(l)$ 형태로 배출된다.
- [0012] 이와 같이 반도체 제조 공정중 반도체 폐가스를 제거하는 기존 스크러버 시스템은 반도체 제조 공정 라인에 연결된 다수의 폐가스 유입구와, 상기 폐가스 유입구에 연결된 버너와, 상기 버너에 결합된 연소장치와, 상기 연소장치의 하단에 결합되어 연소장치에서 생성되는 파우더가 물에 포집 및 침전되도록 하는 수조탱크와, 상기 연소장치 및 수조탱크에 함께 결합됨으로써, 연소장치를 통과한 미세 파우더와 수용성 가스를 물로 처리하는 습식 타워를 포함한다. 여기서, 상기 연소장치와 습식타워는 별도의 연결관으로 상호 연결될 수 있으며, 상기 습식타워의 상부에는 배출관이 형성되어 있다. 그러나 폐가스를 소각하기 위해서는 최고 1,600℃ (CF_4 경우) 이상의 고온에서 산화시켜야 하며, 앞서 언급한 바와 같이, 폐가스는 난분해성 유해가스를 99%이상의 불활성 가스(대부분 N_2)로 희석되어 스크러버에 투입되어 소각되므로, 처리가 불필요한 불활성 가스도 가열해야하는 문제점을 가지고 있으며, 이로 인해 처리 효율 뿐만 아니라 에너지 이용 효율도 매우 낮은 문제점이 있다.
- [0013] 이러한 기술검토를 위하여, 종래의 선행문헌을 살펴보면, 본원 발명 발명자의 한국 등록특허공보 제10-1494623호(2015.02.12)에서는 되는 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 소각처리를 위한 연소 장치에 대하여 개시하였다.
- [0014] 본원 발명 발명자의 한국 등록특허공보 제10-1493786호(2015.02.12)에서는 폐가스에 함유된 특정입도 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 집진처리된 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 소각처리를 위한 스크러버 시스템을 개시하고 있다.
- [0015] 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.
- [0016] 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 구성되며, 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.
- [0017] 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 조건

부로 상기 불소화합물 저장 매체의 주입 단계는 비연소 상태에서 실행되는 것인 저장 방법을 개시하고 있다.

[0018] 그러나, 기존의 페가스의 소각처리를 목적으로 하면서 반도체 및 디스플레이공정의 150LPM 이상의 처리유량을 만족하면서 건식으로 안정적이고 효율적으로 페가스를 소각처리할 수 있는 유해가스 처리 시스템은 제시된 바가 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0020] (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)

비특허문헌

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 발명으로, 플라즈마를 이용하여 1차로 유해가스를 분해하고 반응 후 생성된 파우더를 제거하면서 잔존하는 유해가스를 2차로 분해하는 촉매를 포함하는 건식필터를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템 및 이의 운전방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0024] 이를 위하여 본 발명에서는 일단에 유해가스가 유입되는 유입부(110); 타단에 화합물을 투입하는 투입부(120); 상기 유해가스와 상기 화합물을 1차반응시키기 위한 플라즈마 반응기(130) 및 상기 1차반응이 진행되는 상부챔버(140)를 포함하는 1차반응유닛(100); 상기 1차반응유닛에서 유입되는 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스의 파우더를 처리하기 위한 건식필터(210); 상기 1차반응 유해가스에 미반응된 유해가스를 2차반응시키기 위한 촉매(220) 및 상기 2차 반응이 진행되는 하부챔버(230)을 포함하는 2차반응유닛(200); 상기 2차반응유닛에서 유입되는 2차반응 유해가스를 냉각하기 위한 열교환기유닛(300); 및 상기 냉각된 2차반응 유해가스를 흡착제거하기 위한 흡착유닛(400);을 포함하는 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템을 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 건식필터는 이중구조를 갖는 다공체로서 내부와 외부 건식필터 사이에 촉매가 충전되며, 상기 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스는 상기 외부 건식필터로 유입되어 파우더가 제거된 후 상기 촉매에서 반응을 통해 2차반응 유해가스를 거쳐 상기 내부 건식필터를 통과하여 상기 열교환기유닛으로 유입될 수 있다.

[0026] 또한, 상기 상부챔버의 하단과 상기 하부챔버의 상단은 연결되며, 상기 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스 및 시스템을 혼합하기 위한 노즐형혼합부(500)를 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 노즐형혼합부의 최소 직경부에 접선방향으로 하나 이상의 증기주입노즐(510)을 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 흡착유닛은 고체 흡착제가 충전되어 상기 열교환기유닛을 거쳐 공급된 2차반응 유해가스에 포함된 산성가스를 흡착, 제거하는 산성가스 흡착 컬럼을 포함하되, 상기 흡착 컬럼에서 배출되는 다운 스트림은 분기되어, 메인 스트림은 후단 으로 배기되고, 서브 스트림은 가열 후 상기 흡착 컬럼에 공급되어 상기 고체 흡착제에 흡착된 상기 산성가스를 분리할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 흡착 컬럼은 서로 이격되어 배치되는 복수의 컬럼을 포함하여 이루어지되, 상기 열교환기유닛으로부터 분기된 제1 공급라인과 연결되고, 상기 공급된 2차반응 유해가스에 포함된 산성가스를 흡착하는 반응 컬럼; 및 상기 열교환기유닛으로부터 분기된 제2 공급라인과 연결되고, 상기 반응 컬럼으로부터 배출 후 분기되고 가

열된 상기 서브 스트림을 공급받아 산성가스가 흡착된 고체 흡착제로부터 산성가스가 탈착되는 재생 컬럼을 포함하고, 상기 복수의 컬럼은 상기 반응 컬럼 및 재생 컬럼으로 선택적으로 운용될 수 있다.

[0030] 또한, 일단에 유해가스 및 화합물이 유입되는 제1단계; 상기 유해가스 및 화합물이 상부챔버에서 플라즈마에 의해 1차반응되는 제2단계; 상기 제2단계에서 생성된 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스가 접촉되며 파우더가 제거된 후, 잔존하는 1차반응 유해가스가 2차반응되는 제3단계; 상기 제3단계에서 생성된 2차반응 유해가스를 열교환기유닛으로 냉각하는 제4단계; 및 상기 제4단계에서 냉각된 2차반응 유해가스의 산성가스를 흡착유닛을 통해 흡착제거하는 제5단계를 포함하는 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 방법일 수 있다.

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 파우더 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 저에너지 사용하는 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.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템 개념도이다.
- 도 2는 본 발명의 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예인 건식필터의 형태도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니며, 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.
- [0043] 일단에 유해가스가 유입되는 유입부(110); 타단에 화합물을 투입하는 투입부(120); 상기 유해가스와 상기 화합물을 1차반응시키기 위한 플라즈마 반응기(130) 및 상기 1차반응이 진행되는 상부챔버(140)를 포함하는 1차반응 유닛(100); 상기 1차반응유닛에서 유입되는 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스의 파우더를 처리하기 위한 건식필터(210); 상기 1차반응 유해가스에 미반응된 유해가스를 2차반응시키기 위한 촉매(220) 및 상기 2차 반응이 진행되는 하부챔버(230)을 포함하는 2차반응유닛(200); 상기 2차반응유닛에서 유입되는 2차반응 유해가스를 냉각하기 위한 열교환기유닛(300); 및 상기 냉각된 2차반응 유해가스를 흡착제거하기 위한 흡착유닛(400);을 포함하는 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 시스템을 포함할 수 있다.
- [0044] 상기 유해가스는 반도체 제조공정에서 사용되고 있는 유해가스 중 PFC(Per Fluoro Compound) 계열의 가스일 수 있다.

- [0045] 일련의 반도체 제조공정 중에서 식각 또는 증착등을 행하는 공정에는 PFC계열의 가스가 사용되고 있으며 이러한 PFC계열의 유해가스로는 CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , CHF_3 , NF_3 , SF_6 등이 있을 수 있다.
- [0046] 상기 화합물은 산소, 수소, 공기, 일산화탄소, 이산화탄소, 스팀, 탄소수 1 내지 4인 탄화수소 화합물 중 어느 하나 또는 2이상일 수 있다. 바람직하게는 산소 및/또는 수소일 수 있다. 상기 수소는 물의 전기분해를 통해 생성될 수 있다.
- [0047] 상기 플라즈마 반응기는 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.
- [0048] 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 반응챔버; 반응챔버의 플라즈마 구역에 구비되고 상부에서 하부로 부채꼴 형태로 연장되며 3상 교류 전류가 인가되는 3개의 전극; 반응챔버 내부로 유해가스를 인가하는 유해가스 인가 수단; 및 3개의 전극들 사이에 물을 분사하여 방전 영역을 확대시키는 물 분사 수단을 포함하는 워터젯 플라즈마 반응기일 수 있다.
- [0049] 상기 플라즈마 반응기는 DC 아크, LNG 연소, 열분해 반응기로 대체가 가능함은 자명한다. PFCs의 NF_3 는 800℃, SF_6 는 1200℃에서 분해가 가능하므로 상기 온도 조건을 달성할 수 있는 발열수단이라면 그 반응기의 형태는 제약되지 않는다.
- [0050] 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.
- [0051] 또한, 상기 건식필터는 이중구조를 갖는 다공체로서 내부와 외부 건식필터 사이에 촉매가 충전되며, 상기 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스는 상기 외부 건식필터로 유입되어 파우더가 제거된 후 상기 촉매에서 반응을 통해 2차반응 유해가스를 거쳐 상기 내부 건식필터를 통과하여 상기 열교환유닛으로 유입될 수 있다.
- [0052] 상기 건식필터는 세라믹 필터, 금속필터 일 수 있다. 상기 건식 필터는 본원 발명의 2차 반응을 위한 파우더의 제거 및 잔류하는 1차반응 유해가스의 처리를 위한 운전 조건에 부합한다면 그 재질에 제한되지 않는다.
- [0053] 상기 세라믹필터는 SiO_2 , Al_2O_3 , Li_2O , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , SrO , BaO , Li_2O , Na_2O , ZrO_2 , TiO_2 및 K_2O 중 어느 하나 또는 2종이상의 금속산화물로 이루어질 수 있다.
- [0054] 상기 건식필터의 기공크기는 1 내지 500 μm 일 수 있다. 바람직하게는 5 내지 250 μm 일 수 있다. 더욱 바람직하게는 10 내지 100 μm 일 수 있다. 상기 기공크기를 벗어나면 파우더 제거효율이 낮아지거나, 기공의 막힘 현상이 증가하여 공정의 차압에 따른 공정운전에 제한이 될 수 있다.
- [0055] 상기 내부 건식필터와 외부 건식필터의 기공크기는 동일할 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 내부 건식필터의 기공크기가 외부 건식필터의 기공크기보다 클 수 있다.
- [0057] 또한, 상기 내부 건식필터의 기공크기가 외부 건식필터의 기공크기보다 작을 수 있다.
- [0058] 상기 건식필터는 다각기둥형태, 원기둥형태, 펠렛형태 중 어느 하나 또는 2이상의 형태를 가질 수 있다. 바람직하게는 사각기둥형태 일 수 있다.
- [0059] 상기 건식필터는 복수로 적층, 병렬, 직렬로 구성될 수 있다. 바람직하게는 적층될 수 있다. 이러한 구성은 파우더 제거 효율이 높다면 특별히 제한되지 않는다.
- [0060] 상기 건식필터의 일단은 막혀 있으며, 타단은 상기 열교환유닛과 연동될 수 있다.
- [0061] 또한, 상기 건식필터의 양단은 상기 열교환유닛과 연동될 수 있다.
- [0062] 상기 펠렛형태 건식필터의 경우, 상기 건식필터를 충전할 수 있는 다각기둥형태 및/또는 원기둥형태의 금속카드

리지가 형성될 수 있다.

- [0063] 상기 촉매는 산화망간, 산화구리, 산화주석 등의 혼합물로 이루어진 Hopcalite(홉 칼라이트), 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.
- [0064] 전이금속 화합물과 결합되는 음이온 부분의 종류는 수산화물(hydroxide), 탄산염(carbonate), 중탄산염(bicarbonate), 질산염(nitrite), 아질산염(nitrite), 개미산염(formate), 아세트산염(acetate), 옥살산염(oxalate), 구연산염(citrate), 유산염(lactate), 산화물(oxide), 할로겐화합물(halides), 황산염(sulfate) 중 어느 하나 이상일 수 있다.
- [0065] 상기 팔라듐 및 백금 이온은 질산염, 할로겐화물, 아세트산염, 암모늄염, 암민착체, 수산화물 형태의 전구체 화합물로부터 유도될 수 있다.
- [0066] 상기 촉매는 단독으로 사용하거나 혹은 담체에 담지시켜 사용될 수 있다. 상기 담체는 상기 건식 필터일 수 있다. 상기 촉매는 담체의 골격(structure) 내부, 외부, 기공 및 링크 중 어느 하나 이상에 담지될 수 있다.
- [0067] 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.
- [0068] 또한, 상기 상부챔버의 하단과 상기 하부챔버의 상단은 연결되며, 상기 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스 및 스트림을 혼합하기 위한 노즐형혼합부(500)를 포함할 수 있다.
- [0069] 또한, 상기 노즐형혼합부의 최소 직경부에 접선방향으로 하나 이상의 증기주입노즐(510)을 포함할 수 있다.
- [0070] 또한, 상기 흡착유닛은 고체 흡착제가 충전되어 상기 열교환기유닛을 거쳐 공급된 2차반응 유해가스에 포함된 산성가스를 흡착, 제거하는 산성가스 흡착 컬럼을 포함하되, 상기 흡착 컬럼에서 배출되는 다운 스트림은 분기되어, 메인 스트림은 후단으로 배기되고, 서브 스트림은 가열 후 상기 흡착 컬럼에 공급되어 상기 고체 흡착제에 흡착된 상기 산성가스를 분리할 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 흡착 컬럼은 서로 이격되어 배치되는 복수의 컬럼을 포함하여 이루어지되, 상기 열교환기유닛으로부터 분기된 제1 공급라인과 연결되고, 상기 공급된 2차반응 유해가스에 포함된 산성가스를 흡착하는 반응 컬럼; 및 상기 열교환기유닛으로부터 분기된 제2 공급라인과 연결되고, 상기 반응 컬럼으로부터 배출 후 분기되고 가열된 상기 서브 스트림을 공급받아 산성가스가 흡착된 고체 흡착제로부터 산성가스가 탈착되는 재생 컬럼을 포함하고, 상기 복수의 컬럼은 상기 반응 컬럼 및 재생 컬럼으로 선택적으로 운용될 수 있다.
- [0072] 또한, 일단에 유해가스 및 화합물이 유입되는 제1단계; 상기 유해가스 및 화합물이 상부챔버에서 플라즈마에 의해 1차반응되는 제2단계; 상기 제2단계에서 생성된 파우더를 포함하는 1차반응 유해가스가 접촉되며 파우더가 제거된 후, 잔존하는 1차반응 유해가스가 2차반응되는 제3단계; 상기 제3단계에서 생성된 2차반응 유해가스를 열교환기유닛으로 냉각하는 제4단계; 및 상기 제4단계에서 냉각된 2차반응 유해가스의 산성가스를 흡착유닛을 통해 흡착제거하는 제5단계를 포함하는 플라즈마와 촉매를 적용한 하이브리드 입자를 포함하는 건식 유해가스 처리 방법일 수 있다.
- [0073] 상기 하부챔버는 수막 형성부가 형성되어 반응 생성된 파우더가 챔버내에서 막히는 것이 억제시킬 수 있다.
- [0074] 상기 2차반응유닛 후단에 프레이(sparry) 노즐, 안개(fogjet) 노즐, 초음파 분무기(spray pyrolysis) 중 선택된 하나 이상의 액적이 형성되어 반응 부산물을 응집할 수를 적용할 수 있다.
- [0075] 상기 습식 집진부 전단에 프레이(sparry) 노즐, 안개(fogjet) 노즐, 초음파 분무기(spray pyrolysis) 중 선택된 하나 이상의 액적이 형성되어 2차 반응을 통해 생성된 파우더를 응집할 수 있다.

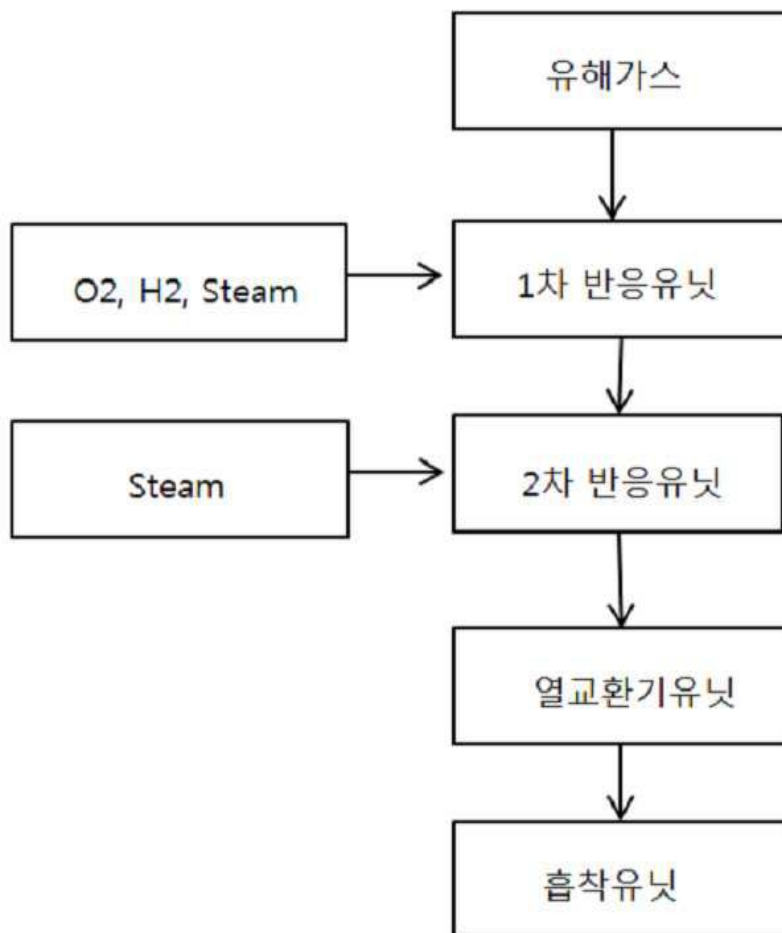
부호의 설명

- [0077] 100: 1차반응유닛
- 110: 유입부
- 120: 투입부
- 130: 플라즈마 반응기

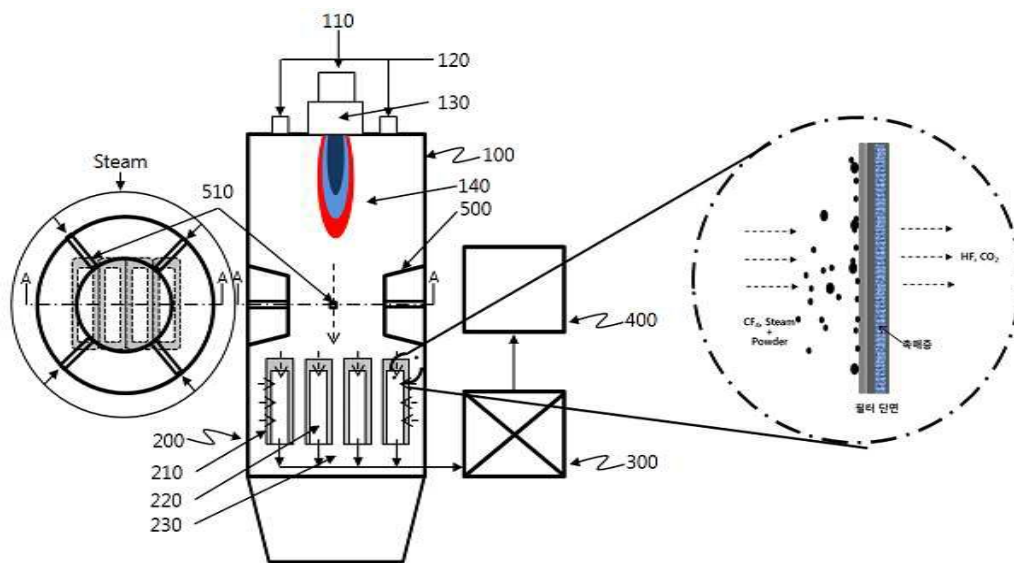
- 140: 상부챔버
- 200: 2차반응유닛
- 210: 건식필터
- 220: 촉매
- 230: 하부챔버
- 300: 열교환기유닛
- 400: 흡착유닛
- 500: 노즐형혼합부
- 510: 증기주입노즐

도면

도면1



도면2



도면3

