



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0109963
(43) 공개일자 2016년09월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) B01D 53/32 (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02 (2013.01)
B01D 53/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0035297
(22) 출원일자 2015년03월13일
심사청구일자 2015년03월13일

(71) 출원인
한국기초과학지원연구원
대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)
(72) 발명자
홍용철
전라북도 군산시 동장산로 37 (오식도동)
김지훈
전라북도 군산시 동장산로 37 (오식도동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
남건필, 차상윤

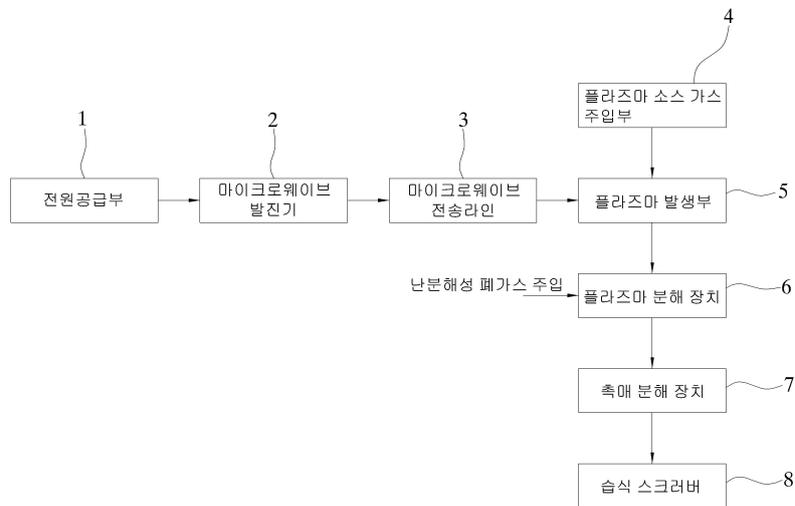
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치

(57) 요약

플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치가 개시된다. 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 발생된 플라즈마에 의해 난분해성 폐가스를 분해하거나 난분해성 폐가스를 포함하는 가스를 플라즈마 화하여 난분해성 폐가스를 분해하도록 구성된 플라즈마 분해 장치로서, 상기 난분해성 폐가스는 불소를 포함하는 가스인 폐가스인, 플라즈마 분해 장치; 및 폐가스 분해 촉매를 수용하는 촉매 분해 장치로서, 상기 촉매 분해 장치는 상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 난분해성 폐가스가 토출되는 위치에 위치하여, 상기 토출되는 분해된 난분해성 폐가스 및 상기 플라즈마 분해 장치의 열이 상기 촉매로 유입되도록 구성되고, 상기 유입된 가스는 상기 촉매를 통과하면서 촉매에 의한 추가 분해 반응이 일어나도록 구성되는, 촉매 분해 장치를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 53/86 (2013.01)

천세민

전라북도 군산시 동장산로 37 (오식도동)

(72) 발명자
조창현
전라북도 군산시 동장산로 37 (오식도동)

최대현
전라북도 군산시 동장산로 37 (오식도동)

명세서

청구범위

청구항 1

발생된 플라즈마에 의해 난분해성 폐가스를 분해하거나 난분해성 폐가스를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 난분해성 폐가스를 분해하도록 구성된 플라즈마 분해 장치로서, 상기 난분해성 폐가스는 불소를 포함하는 가스인 폐가스인, 플라즈마 분해 장치; 및

폐가스 분해 촉매를 수용하는 촉매 분해 장치로서, 상기 촉매 분해 장치는 상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 난분해성 폐가스가 토출되는 위치에 위치하여, 상기 토출되는 분해된 난분해성 폐가스 및 상기 플라즈마 분해 장치의 열이 상기 촉매로 유입되도록 구성되고, 상기 유입된 가스는 상기 촉매를 통과하면서 촉매에 의한 추가 분해 반응이 일어나도록 구성되는, 촉매 분해 장치를 포함하는,

플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 분해 장치의 토출부는 상기 촉매 분해 장치 내로 삽입되어 있고,

상기 촉매 분해 장치의 촉매는 상기 플라즈마 분해 장치의 삽입된 부분의 외면 둘레의 전부 또는 일부를 감싸도록 위치하고,

상기 플라즈마 분해 장치의 토출부로부터, 상기 촉매 분해 장치 내부에서 토출된 분해 가스는 상기 촉매 분해 장치 내에서 상기 촉매가 위치하는 방향으로 토출 방향의 역방향으로 진행하면서 상기 촉매를 통과하여 배출되도록 구성된,

플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 촉매 분해 장치는 촉매가 수용된 공간의 외면에 단열재를 포함하는,

플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 촉매 분해 장치에서, 상기 촉매가 수용된 공간의 입구 및 출구의 직경은 상기 토출되는 분해된 난분해성 폐가스가 유입되는 촉매 분해 장치의 유입부의 직경보다 큰,

플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

습식 스크리버를 상기 촉매 분해 장치의 후단에 추가로 더 포함하고,

상기 촉매 분해 장치를 통해 배출되는 분해 가스가 상기 습식 스크리버로 유입되어 정제되는,

플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 폐가스는, PFCs 계 가스, CF₄, NF₃ 중 SF₆ 중 어느 하나의 가스인,
플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 플라즈마 분해 장치는,

원통형이고, 상기 원통의 축방향에 수직한 제1 측면부 및 상기 제1 측면부에 대향하는 제2 측면부를 포함하는 외부 반응기;

상기 외부 반응기보다 작은 직경을 갖는 원통형이고, 상기 제2 측면부를 향해 상기 외부 반응기 내로 삽입되어 있으며, 상기 외부 반응기 내부로 삽입된 부분은 상기 외부 반응기보다 짧은 길이로 상기 제1 측면부를 향해 연장되어 있는 내부 반응기;

상기 제1 측면부에 연결되고, 상기 외부 반응기의 축방향으로 플라즈마가 주입되도록 위치하고, 상기 내부 반응기의 삽입된 부분의 말단과 이격되어 있는 플라즈마 주입부;

상기 제2 측면부에 근접한 위치에서 상기 외부 반응기의 원주곡면에 연결되어 있고, 상기 외부 반응기의 내부로 난분해성 폐가스를 주입하기 위한 가스 주입부; 및

상기 내부 반응기의 상기 제2 측면부 쪽 말단에 위치한 토출부를 포함하는,
플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 촉매 분해 장치에서, 상기 촉매가 수용된 공간의 입구에는 스팀이 공급되는,
플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 난분해성 폐가스 분해 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지구 온난화를 유발시키는 기체로는, 예를 들면, CF₄, C₂F₆, C₈F₈, CHF₃, NF₃, SF₆ 등의 반도체의 세정 및 식각용으로 사용되는 가스가 있다.

[0003] 이러한 온난화 기체들은 안정된 분자 구조로 이루어져 분해가 쉽게 되지 않는 특성이 있어 난분해성 기체로도 불리 운다. 이들 기체들로 야기되는 환경오염과 지구 온난화를 막기 위해 이들 기체를 처리하는 기술이 요구된다. 이러한 난분해성 기체의 제거 공정으로는 연소와 같은 산화 공정, 화학적인 흡착, 플라즈마를 이용한 분해 등이 있다.

[0004] 이중 플라즈마를 이용한 방법이 많이 이용되고 있으며, 상기 플라즈마를 이용한 기술을 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0005] 대기압(atmospheric pressure)의 중성가스에 높은 전계가 인가되면 중성가스의 일부분이 양성자와 전자로 분리되고 높은 전계에 의하여 에너지를 얻어 중성기체와 전자 및 양성자가 혼합된 플라즈마 상태가 되고, 이러한 플라즈마는 에너지가 높고 불안정하여 화학적 활성상태가 되는데 이를 이용하여 난분해성 폐가스를 처리하는 기술을 말한다.

[0006] 플라즈마를 이용한 난분해성 폐가스의 처리 기술로서, 대한민국 공개특허 10-2014-0040927호, 폐가스 처리장치가 있다. 이 특허는, 난분해성 폐가스를 수용하는 관 형태의 반응기 및 반응기에 연통된 폐가스주입부를 포함하

고 있다. 폐가스주입부에는 플라즈마 화염이 주입될 수 있도록 유입공이 형성되어 있다.

- [0007] 이러한 종래의 특허는 관 형태의 반응기가 개시되어 있으며, 이는 매우 일반적인 형태로서, 이러한 반응기를 이용하는 경우, 난분해성 폐가스가 단순히 반응기의 축방향을 따라 직진성으로 이동함에 따라 난분해성 폐가스가 플라즈마와 접촉하여 반응하는 시간이 길지 못하고, 이에 따라 난분해성 폐가스의 처리 효율이 높지 못하고, 처리 용량의 한계도 있다.
- [0008] 이러한 문제에 의해 플라즈마 및 촉매를 이용한 난분해성 폐가스의 분해 방법이 제안되고 있으나, 촉매가 난분해성 폐가스를 분해하기 위해서는 소정의 온도의 열 조건하에 존재하여야 하는데, 종래에는 플라즈마를 발생시키기 위한 반응기와, 촉매를 수용하여 촉매가 난분해성 폐가스와 반응하도록 하는 촉매장치와, 촉매가 난분해성 폐가스와 반응하도록 하기 위해 소정의 온도의 열을 촉매에 공급하는 열공급장치를 포함한다.
- [0009] 그러나 이러한 종래의 플라즈마 및 촉매를 이용한 난분해성 폐가스 분해 방법은 촉매에 소정의 온도를 공급하기 위한 열공급장치가 필수적으로 요구됨에 따라 장치가 복잡해지며, 난분해성 폐가스를 분해하기 위한 설비를 제작하는 원가가 상승하게 되는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 난분해성 폐가스의 분해를 위해 플라즈마 및 촉매를 이용하며, 촉매가 플라즈마의 열 이외의 별도의 열원의 공급 없이 플라즈마의 열만으로도 난분해성 폐가스와 화학적 반응을 위한 에너지가 활성화될 수 있도록 하여, 플라즈마 및 촉매에 의해 난분해성 폐가스를 효과적으로 분해할 수 있도록 한 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은, 발생된 플라즈마에 의해 난분해성 폐가스를 분해하거나 난분해성 폐가스를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 난분해성 폐가스를 분해하도록 구성된 플라즈마 분해 장치로서, 상기 난분해성 폐가스는 불소를 포함하는 가스인 폐가스인, 플라즈마 분해 장치; 및 폐가스 분해 촉매를 수용하는 촉매 분해 장치로서, 상기 촉매 분해 장치는 상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 난분해성 폐가스가 토출되는 위치에 위치하여, 상기 토출되는 분해된 난분해성 폐가스 및 상기 플라즈마 분해 장치의 열이 상기 촉매로 유입되도록 구성되고, 상기 유입된 가스는 상기 촉매를 통과하면서 촉매에 의한 추가 분해 반응이 일어나도록 구성되는, 촉매 분해 장치를 포함하는, 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치를 제공한다.
- [0012] 상기 폐가스는, PFCs 계 가스, CF₄, NF₃ 중 SF₆ 중 어느 하나의 가스일 수 있다.
- [0013] 상기 촉매 분해 장치에서, 상기 촉매가 수용된 공간의 입구 및 출구의 직경은 상기 토출되는 분해된 난분해성 폐가스가 유입되는 촉매 분해 장치의 유입부의 직경보다 크게 형성될 수 있다.
- [0014] 상기 촉매 분해 장치에서, 상기 촉매가 수용된 공간의 입구에는 스팀이 공급되는,
- [0015] 추가적으로, 상기 촉매 분해 장치는 촉매가 수용된 공간의 외면에 단열재를 포함할 수 있다.
- [0016] 일 측면으로서, 습식 스크러버를 상기 촉매 분해 장치의 후단에 추가로 더 포함하고, 상기 촉매 분해 장치를 통해 배출되는 분해 가스가 상기 습식 스크러버로 유입되어 정제된다.
- [0017] 일 실시예로서, 상기 플라즈마 분해 장치의 토출부는 상기 촉매 분해 장치 내로 삽입되어 있고, 상기 촉매 분해 장치의 촉매는 상기 플라즈마 분해 장치의 삽입된 부분의 외면 둘레의 전부 또는 일부를 감싸도록 위치하고, 상기 플라즈마 분해 장치의 토출부로부터, 상기 촉매 분해 장치 내부에서 토출된 분해 가스는 상기 촉매 분해 장치 내에서 상기 촉매가 위치하는 방향으로 토출 방향의 역방향으로 진행하면서 상기 촉매를 통과하여 배출되도록 구성될 수 있다.
- [0018] 다른 실시예로서, 상기 플라즈마 분해 장치는, 원통형이고, 상기 원통의 축방향에 수직인 제1 측면부 및 상기 제1 측면부에 대향하는 제2 측면부를 포함하는 외부 반응기; 상기 외부 반응기보다 작은 직경을 갖는 원통형이고, 상기 제2 측면부를 향해 상기 외부 반응기 내로 삽입되어 있으며, 상기 외부 반응기 내부로 삽입된 부분은 상기 외부 반응기보다 짧은 길이로 상기 제1 측면부를 향해 연장되어 있는 내부 반응기; 상기 제1 측면부에 연결되고, 상기 외부 반응기의 축방향으로 플라즈마가 주입되도록 위치하고, 상기 내부 반응기의 삽입된 부분의

말단과 이격되어 있는 플라즈마 주입부; 상기 제2 측면부에 근접한 위치에서 상기 외부 반응기의 원주곡면에 연결되어 있고, 상기 외부 반응기의 내부로 난분해성 폐가스를 주입하기 위한 가스 주입부; 및 상기 내부 반응기의 상기 제2 측면부 쪽 말단에 위치한 토출부를 포함할 수 있고, 상기 토출부에 촉매 분해 장치가 연결될 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치에 의하면, 플라즈마 분해 장치 내에서 난분해성 폐가스가 분해되고 이어서 분해된 난분해성 폐가스 및 플라즈마의 열이 촉매 분해 장치 내로 유입되어 촉매를 통해 분해된 난분해성 폐가스가 추가로 분해되므로 불소를 포함하는 난분해성 폐가스는 불소가 제거되도록 완전히 분해될 수 있다.
- [0020] 또한, 플라즈마에 의한 열 이외에 별도의 열원의 공급 없이 플라즈마의 열만으로도 원활한 촉매 및 난분해성 폐가스의 분해 반응이 이루어질 수 있으므로 장치의 구조가 간단해지고, 장치의 제작 비용이 절감될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 구성을 개념적으로 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 구성을 나타낸 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예 2에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 플라즈마 분해 장치를 확대 도시한 단면도이다.
- 도 5는 도 4에 도시된 플라즈마 분해 장치의 가스 주입부의 연결구조를 플라즈마 분해 장치의 횡단면으로 본 단면도이다.
- 도 6은 도 4에 도시된 촉매 분해 장치를 확대 도시한 단면도이다.
- 도 7은 실험예의 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.
- [0023] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적

인 의미로 해석되지 않는다.

- [0026] 도 1은 본 발명의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 구성을 개념적으로 나타낸 블록도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 본 발명의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 플라즈마 분해 장치(6) 및 촉매 분해 장치(8)를 포함한다.
- [0028] 플라즈마 분해 장치(6)는 발생된 플라즈마에 의해 난분해성 폐가스를 분해하거나 난분해성 폐가스를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 난분해성 폐가스를 분해하도록 구성될 수 있다. 플라즈마 분해 장치(6) 내부로 공급되는 플라즈마는 전자파 플라즈마일 수 있다. 여기서, 난분해성 폐가스는, PFCs 계 가스, CF₄, NF₃ 중 SF₆ 중 어느 하나의 가스일 수 있다.
- [0029] 전자파 플라즈마의 공급을 위해, 도 1에 도시된, 전원공급부(1), 마이크로웨이브 발진기(2), 마이크로웨이브 전송라인(도파관)(3), 플라즈마 발생부(5), 플라즈마 소스 가스주입부(4)를 포함할 수 있다.
- [0030] 전원공급부(1)는 전파전압배울기와 펄스 및 직류(DC)장치로 구성되어 상기 마이크로웨이브 발진기(2)로 전력을 공급하도록 구성된다.
- [0031] 마이크로웨이브 발진기(2)는 10MHz 내지 10GHz 대역의 전자파를 발진하는 마그네트론이 사용된다. 바람직하게는 상기 마이크로웨이브 발진기(2)는 915MHz와 2.45GHz 전자파를 발진한다.
- [0032] 마이크로웨이브 전송라인(3)은 도파관으로서, 발진된 마이크로웨이브를 플라즈마 발생부(5)로 전송하도록 구성된다.
- [0033] 플라즈마 발생부(5)는 방전관이라고 불리우며, 마이크로웨이브 전송라인(3)의 종단에 관통 설치되어 도파관인 마이크로웨이브 전송라인(3)을 통해 입력되는 전자파에 의해 플라즈마가 생성되는 공간을 제공하도록 구성된다. 이러한 플라즈마 발생부(5)는 플라즈마 분해 장치(6)와 연결되어 플라즈마 분해 장치(6) 내부로 발생된 전자파 플라즈마를 공급한다.
- [0034] 촉매 분해 장치(8)는 폐가스 분해 촉매를 수용하며, 플라즈마 분해 장치(6)에 의해 분해된 난분해성 폐가스가 토출되는 위치에 위치하도록 플라즈마 분해 장치(6)와 연결되고, 상기 토출되는 분해된 난분해성 폐가스 및 상기 플라즈마 분해 장치(6)의 열이 상기 촉매로 유입되도록 구성되고, 상기 유입된 가스는 상기 촉매를 통과하면서 촉매에 의한 추가 분해 반응이 일어나도록 구성된다. 여기서, 분해 반응이란, 촉매(23)로 유입된 난분해성 폐가스가 포함하는 유해 성분, 즉 불소를 화학적 반응에 의해 흡착하는 과정을 의미한다. 촉매가 난분해성 폐가스와 화학적 반응을 일으키기 위해서는 화학 반응이 일어날 수 있는 활성화 에너지가 필요하며, 촉매가 활성화 에너지를 갖기 위해서는 촉매에 공급되는 열을 필요로 한다. 따라서 촉매는 촉매 분해 장치(8) 내로 공급되는 플라즈마의 열에 의해 활성화 에너지를 갖게 되며, 이에 의해 촉매는 난분해성 폐가스와 화학적 반응하여 난분해성 폐가스를 분해할 수 있다.
- [0035] 여기서, 촉매(23)는 다양한 촉매류가 사용될 수 있다. 바람직하게, 본 발명에서 사용될 수 있는 촉매는, MF/CaO/Si (여기서, M은 메탈이다)일 수 있다. 예를 들어, NaF/CaO/Si, KF/CaO/Si, CsF/CaO/Si, Fe/CaO/Si, Pt/CaO/Si, Cu/CaO/Si일 수 있다.
- [0036] 일 예로, 아래의 표 1에 기재된 촉매류의 그룹 중 적어도 하나가 사용될 수 있다.

표 1

Catalysts	Component
Mn-Based Oxide Catalysts	Mn-O/SiO ₂
Cr-Based Oxide Catalysts	Cr ₂ O ₃ /SiO ₂
	Cr ₂ O ₃ /ZrO ₂
	Cr ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃
	Cr ₂ O ₃ /TiO ₂
Ga-Based Oxide Catalysts	Ga ₂ O ₃ /TiO ₂
Ce-Based Oxide Catalysts	CeO ₂

Other Catalysts	CaO-CeO ₂
	Ni/Al ₂ O ₃
	Ni/SiO ₂
	Ni/MgO
	Ru/MgO
	Ru/Eu ₂ O ₂
	Ru/Al ₂ O ₃
	Ru/MgO
	Pt/MgO
	Pt/ZrO ₂
	Pd/MgO
Cu/SiO ₂	

- [0038] 촉매(23)는 이상에서 언급된 촉매류로 제한되는 것은 아니며, 난분해성 폐가스를 분해할 수 있는 종류이면 모두 사용 가능하다.
- [0039] 본 발명은 추가적으로 습식 스크러버(8)를 포함할 수 있다. 습식 스크러버(8)는 촉매 분해 장치(8)의 후단에 위치하여, 촉매 분해 장치(8)를 통해 배출되는 분해 가스를 정제한다.
- [0040] 이러한 본 발명의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 난분해성 폐가스를 분해하기 위한 열 원으로서 고온 플라즈마 이외에 별도의 열원 없이도 촉매 및 난분해성 폐가스의 반응이 원활하도록 하고, 플라즈마 및 촉매를 이용하여 효과적으로 난분해성 폐가스를 분해하도록 하는 것에 발명의 사상을 두고 있다.
- [0041] 이러한 본 발명의 사상에 따라, 난분해성 폐가스의 분해를 담당하는 플라즈마 분해 장치(6) 및 촉매 분해 장치(8)가 난분해성 폐가스를 효과적으로 분해할 수 있도록 서로 연결되어야 한다.
- [0042] 즉, 플라즈마 분해 장치(6)에서 분해된 난분해성 폐가스 및 플라즈마 분해 장치의 열이 촉매 분해 장치(8)의 내부로 용이하게 유입될 수 있고, 플라즈마 분해 장치(6)로부터 유입된 열에 의해 촉매 및 분해된 난분해성 폐가스의 분해 반응이 효과적으로 이루어질 수 있도록 연결되어야 한다. 이를 위해, 아래에서 설명되는 실시예들이 제안된다.
- [0043] 실시예 1
- [0044] 도 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 구성을 나타낸 단면도이다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예 1에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 플라즈마 분해 장치(10) 및 촉매 분해 장치(20)를 포함한다.
- [0046] 플라즈마 분해 장치(10)는 플라즈마가 주입되는 플라즈마 주입부(11) 및 플라즈마 주입부(11)에 대향하고 플라즈마 분해 장치(10)의 내부에서 플라즈마에 의해 분해된 난분해성 폐가스가 토출되는 토출부(12)를 포함하는 원통형의 중공관 형태일 수 있다. 원통형의 중공관 내부로는 난분해성 폐가스가 주입된다. 난분해성 폐가스의 주입 형태 및 주입 방향에는 특별한 제한은 없다. 예를 들면, 난분해성 폐가스는 플라즈마 주입부(11)의 위치에서 원통형의 중공관의 축방향으로 주입될 수도 있고, 원통형의 중공관의 측면에서 주입될 수도 있고, 원통형의 중공관의 내면의 접선 방향으로 주입될 수도 있다.
- [0047] 촉매 분해 장치(20)는 플라즈마 분해 장치(10)에서 분해된 난분해성 폐가스와 반응하는 촉매(23)를 내부에 수용하고 있고, 원통형의 중공관 형태일 수 있다. 원통형의 중공관은 축방향에 수직인 제1 면(21) 및 제2 면(22) 중 어느 하나의 면은 막혀 있고, 나머지 면은 삼입구멍(21a)을 형성하는 형태일 수 있다. 예를 들면, 제2 면(22)은 막혀 있고 제1 면(21)에는 삼입구멍(21a)이 형성될 수 있다. 이러한 촉매 분해 장치(20)는 플라즈마 분해 장치(10)에 의해 분해된 난분해성 폐가스가 토출되는 위치에 위치하도록 플라즈마 분해 장치(10)와 연결된다.
- [0048] 촉매 분해 장치(20) 내에 수용된 촉매(23)는 플라즈마 분해 장치(10)에서 분해된 난분해성 폐가스가 촉매 분해 장치(20) 내로 유입되면 분해된 난분해성 폐가스와 분해 반응하여 플라즈마 분해 장치(10)에서 분해된 난분해성

폐가스를 추가로 분해한다.

- [0049] 또한 촉매(23)의 노출된 면, 즉 촉매 분해 장치(20)의 촉방향에 수직하는 면들은 타공판(24)으로 감싸질 수 있다. 타공판(24)은 다수의 구멍을 갖는 것으로서, 촉매(23)를 통과하는 플라즈마의 열 및 분해된 난분해성 폐가스가 촉매(23)를 통과하는 시간을 지연시켜서 오랜 시간 분해된 난분해성 폐가스 및 촉매가 접촉하는 시간을 증가시킬 수 있다.
- [0050] 한편, 플라즈마 분해 장치(10)와 촉매 분해 장치(20)는 유체 소통 가능하게 연결된 구조를 갖는다.
- [0051] 도 1에서 보여지는 바와 같이, 플라즈마 분해 장치(10)의 토출부(12)는 촉매 분해 장치(20)의 제1 면(21)에 형성된 삽입구멍(21a)을 통해 촉매 분해 장치(20) 내로 삽입될 수 있다. 이때, 토출부(12)는 제2 면(22)과 일정 거리 이격될 수 있는 길이로 삽입되어 토출부(12)는 제2 면(22)과 일정 거리 이격되게 위치한다. 또한 이때, 촉매 분해 장치(20) 내에 수용된 촉매(23)는 플라즈마 분해 장치(10)의 삽입된 부분의 외면 둘레의 전부 또는 일부를 감싼다. 일 예로, 촉매(23)는 플라즈마 분해 장치(10)의 삽입된 부분의 외면 둘레 일부를 감쌀 수 있다.
- [0052] 이러한 구조에서, 촉매 분해 장치(20)로 유입된 후 촉매(23)에 의한 난분해성 폐가스의 추가적인 분해 과정 이후의 분해된 난분해성 폐가스는, 플라즈마 분해 장치(10)로부터 분해된 난분해성 폐가스가 유입되는 방향의 반대편에서 배출된다. 본 실시예에서는 촉매 분해 장치(20)의 제1 면(21)이 위치하는 방향에 분해 가스가 배출되는 배출구(20a)가 형성될 수 있다.
- [0053] 이하에서는 이러한 본 발명의 제1 실시예에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치를 통해 난분해성 폐가스를 분해하는 과정을 설명한다.
- [0054] 플라즈마 분해 장치(10) 내에는 플라즈마 및 난분해성 폐가스가 주입된다. 난분해성 폐가스는 플라즈마와 반응하면서 분해된다. 분해된 난분해성 폐가스는 플라즈마 분해 장치(10)의 토출부(12)를 향해 이동하여 토출부(12)를 통해 촉매 분해 장치(20) 내부로 분해된 난분해성 폐가스가 배출된다.
- [0055] 이때, 플라즈마 분해 장치(10)의 토출부(12)는 촉매 분해 장치(20)의 제2 면(22)과 일정 거리 이격되도록 촉매 분해 장치(20) 내부로 삽입되어 있으므로 촉매 분해 장치(20) 내부에서 토출된 분해 가스는 토출 방향의 역방향으로 진행하여 촉매(23)를 향하게 되고, 분해된 난분해성 폐가스는 촉매(23)를 통과하면서 촉매(23)와 반응하여 추가적인 분해 반응이 일어나게 된다.
- [0056] 또한 이때, 촉매(23)는 촉매 분해 장치(20) 내로 삽입된 토출부(12)의 일부분을 감싸고 있으므로 플라즈마 분해 장치(10)의 토출부(12)를 통해 촉매 분해 장치(20) 내로 배출된 플라즈마 열과 함께 플라즈마 분해 장치(10)의 내에 유지되고 있는 플라즈마에 의한 열이 촉매(23)에 가해지게 된다. 따라서 촉매(23) 및 분해된 난분해성 폐가스가 추가로 분해 반응하는 것이 원활히 이루어질 수 있다.
- [0057] 한편, 본 발명의 실시예 1에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 촉매 분해 장치(20)는 단열재(25)를 더 포함할 수 있다.
- [0058] 단열재(25)는 촉매 분해 장치(20)에서 촉매(23)를 수용하는 공간의 외면을 감싼다. 이러한 단열재(25)에 의해 촉매 분해 장치(20)의 내부 및 촉매(23)의 열 손실을 방지할 수 있다. 일 예로, 단열재(25)는 내화물로 이루어질 수 있다.
- [0059] 이와 같이 단열재(25)가 촉매 분해 장치(20)에서 촉매(23)를 수용하는 공간의 외면을 감싸도록 구성하면 촉매 분해 장치(20) 내의 열 손실을 방지하게 됨에 따라 플라즈마 분해 장치(10)에서 분해되어 유입된 분해된 난분해성 폐가스와 촉매(23)의 반응이 더욱 원활하게 이루어질 수 있고, 이에 의해 난분해성 폐가스의 분해력이 상승될 수 있다.
- [0060] 또한 추가적으로, 본 발명의 실시예 1에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 촉매 분해 장치(20) 내로 스팀(steam)을 주입할 수 있다. 주입되는 스팀은 플라즈마 분해 장치(10)의 토출부(12)로부터 토출되는 분해된 난분해성 폐가스가 촉매 분해 장치(20)의 내부로 유입되는 부분에 주입될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예 1에서 플라즈마 분해 장치(10)의 토출부(12) 및 토출부(12)와 대향하는 촉매 분해 장치(20)의 제2 면(22)의 사이로 주입된다.
- [0061] 스팀이 주입되는 경우, 스팀은 플라즈마 분해 장치(10)에서 분해된 난분해성 폐가스 및 촉매(23)가 분해 반응을 일으킬 때 분해 반응을 활성화시킬 수 있고, 이에 의해 더욱 효과적으로 난분해성 폐가스가 촉매(23)와 접촉하여 분해될 수 있다.

- [0062] 실시예 2
- [0063] 도 3은 본 발명의 실시예 2에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 4는 도 3에 도시된 플라즈마 분해 장치를 확대 도시한 단면도이다.
- [0064] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예 2에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 플라즈마 분해 장치(100) 및 촉매 분해 장치(200)를 포함한다.
- [0065] 플라즈마 분해 장치(100)는 외부 반응기(110), 내부 반응기(120), 플라즈마 주입부(130), 가스 주입부(140) 및 토출부(150)를 포함할 수 있다.
- [0066] 외부 반응기(110)는 반응기의 외관을 형성하는 부분이다. 외부 반응기(110)는 원통형이고, 원통의 축방향에 수직인 제1 측면부(111) 및 제1 측면부(111)에 대향하는 제2 측면부(112)를 포함한다. 제1 측면부(111) 및 제2 측면부(112)는 원형 플레이트 형태일 수 있다. 예를 들면, 제1 측면부(111) 및 제2 측면부(112)는 상기 원통의 직경에 대응하는 원 형상일 수 있고, 또는 상기 원통의 직경보다 큰 원 형상일 수 있다.
- [0067] 내부 반응기(120)는 원통형이고, 원통은 외부 반응기(110)보다 작은 직경을 갖는다. 이러한 내부 반응기(120)는 외부 반응기(110)의 내부로 삽입된다.
- [0068] 이때, 내부 반응기(120)는 제2 측면부(112)를 통해 외부 반응기(110) 내로 삽입된다. 예를 들면, 내부 반응기(120)의 일단부가 제2 측면부(112)의 내면에 고정되고 다른 일단부는 제2 측면부(112)로부터 제1 측면부(111)를 향해 연장될 수 있다. 이때, 내부 반응기(120)의 길이는 외부 반응기(110)의 전체 길이보다 짧은 길이로 연장된다. 이하 설명의 편의를 위하여 제2 측면부(112)의 내면에 고정된 단부를 '고정단(120b)'이라 칭하고, 제1 측면부(111)를 향해 연장된 단부를 '자유단(120b)'이라 칭한다. 내부 반응기(120)의 자유단(120b)은 내부 반응기(120)의 길이가 외부 반응기(110)의 길이보다 짧은 길이를 가짐에 따라 외부 반응기(110)의 제1 측면부(111)로부터 일정 거리 이격된다. 자유단(120b)의 이격된 거리는 내부 반응기(120)의 길이를 변경하는 것에 의해 조절 가능하다.
- [0069] 이와 같이 내부 반응기(120)가 외부 반응기(110) 내부에 위치함에 따라 본 발명의 반응기는 이중관 구조를 갖는다. 이때, 내부 반응기(120)는 외부 반응기(110)의 직경보다 작은 직경을 가짐에 따라 내부 반응기(120)의 외면과 외부 반응기(110)의 내면은 일정 거리 이격되며, 이에 의해 내부 반응기(120)와 외부 반응기(110)의 사이에는 유체의 이동이 가능한 공간부가 형성된다. 또한 내부 반응기(120)는 외부 반응기(110)의 내부에 위치하므로 내부 반응기(120)의 내부는 외부 반응기(110) 내에 또 다른 공간부를 형성하게 된다. 이러한 경우, 외부 반응기(110) 및 내부 반응기(120) 사이의 공간부는 난분해성 폐가스가 이동할 수 있는 가스 이동공간(161)일 수 있고, 내부 반응기(120)의 내부의 공간부는 플라즈마가 주입되어 플라즈마와 난분해성 폐가스가 반응하는 플라즈마 반응공간(162)일 수 있다. 여기서, 내부 반응기(120)의 내부는 고온의 플라즈마와 난분해성 폐가스가 반응하는 공간으로서 필요에 따라 내화재(예를 들면, 석영관)가 삽입될 수 있다.
- [0070] 한편, 가스 이동공간(161) 및 플라즈마 반응공간(162)은 서로 통하여 있다. 즉, 앞서 언급한 바와 같이 내부 반응기(120)는 외부 반응기(110)보다 짧은 길이를 갖는 것에 의해 자유단(120b)이 제1 측면부(111)와 일정 거리 이격됨에 따라 내부 반응기(120)를 사이에 둔 각각의 가스 이동공간(161) 및 플라즈마 반응공간(162)은 제1 측면부(111)를 향해 열려있게 되고, 이에 의해 가스 이동공간(161) 및 플라즈마 반응공간(162)은 서로 통하게 된다.
- [0071] 이러한 가스 이동공간(161) 및 플라즈마 반응공간(162)으로는 난분해성 폐가스 및 플라즈마가 주입된다. 난분해성 폐가스는 가스 주입부(140)를 통해 주입되고, 플라즈마는 플라즈마 주입부(130)를 통해 주입된다.
- [0072] 플라즈마 주입부(130)는 외부 반응기(110)의 제1 측면부(111)에 연결된다. 이때, 플라즈마 주입부(130)는 외부 반응기(110)의 축방향과 평행하게 위치한다. 이에 의해 플라즈마 주입부(130)는 플라즈마가 외부 반응기(110) 및 내부 반응기(120)의 축방향을 따라 주입되도록 한다. 플라즈마의 주입을 위해 플라즈마 주입부(130)는 플라즈마 발생부와 연결될 수 있다. 플라즈마 발생부는 플라즈마를 생성하는 부분이다. 예를 들면, 플라즈마 토치일 수 있다. 플라즈마 발생부로부터 나온 플라즈마는 내부 반응기(120)의 축방향을 따라 내부 반응기(120)의 내부로 주입된다. 이러한 플라즈마 주입부(130)의 직경은 외부 반응기(110) 및 내부 반응기(120)의 직경보다 작다. 내부 반응기(120)의 직경보다 작은 직경을 가짐에 따라 플라즈마 주입부(130)를 통해 주입되는 플라즈마는 내부 반응기(120)의 내부로 용이하게 주입된다. 한편 플라즈마는 플라즈마 주입부(130)에 가까운 플라즈마 영역의 경우 고온의 플라즈마 영역이고 플라즈마 주입부(130)로부터 멀어질수록 저온의 플라즈마 영역이다.

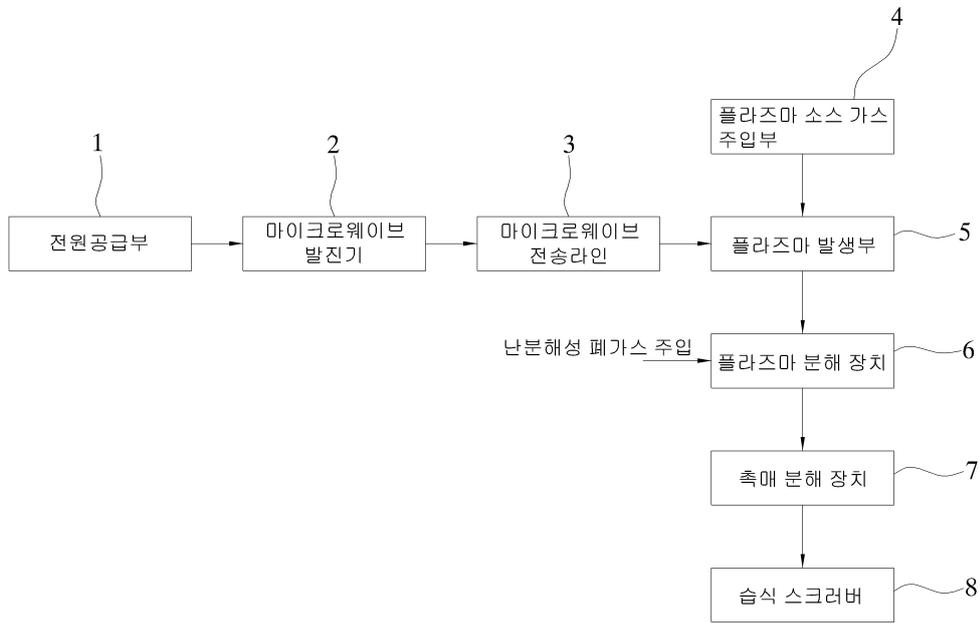
- [0073] 도 5는 도 4에 도시된 플라즈마 분해 장치의 가스 주입부의 연결구조를 플라즈마 분해 장치의 횡단면으로 본 단면도이다.
- [0074] 도 5를 참조하면, 반응가스 주입부(140)는 제2 측면부(112)에 근접한 위치에서 외부 반응기(110)의 원주곡면에 연결되어, 플라즈마 주입부(130)의 반대편에 위치한다. 이때, 가스 주입부(140)는 외부 반응기(110)의 내면의 접선 방향으로 설치된다. 이에 의해 가스 주입부(140)를 통해 외부 반응기(110)의 내부로 주입되는 난분해성 폐가스는 스윙(swirl) 형태로 주입이 가능하다. 즉, 스윙 형태로 주입되는 난분해성 폐가스는 외부 반응기(110)의 내면을 따라 선회하면서 주입될 수 있다. 가스 주입부(140)는 하나 또는 그 이상의 개수로 설치될 수 있다.
- [0075] 한편 가스 주입부(140)를 통해 외부 반응기(110)의 내부로 주입된 난분해성 폐가스는 가스 이동공간(161) 및 플라즈마 반응공간(162)을 거치면서 플라즈마 처리(분해)되어 플라즈마 분해 장치(100)의 외부로 배출된다.
- [0076] 토출부(150)는 외부 반응기(110)의 내부로 주입되어 플라즈마 처리에 의해 분해된 난분해성 폐가스가 배출되기 위한 개구이다. 이러한 토출부(150)는 플라즈마 반응공간(162)을 통과하는 난분해성 폐가스가 용이하게 배출될 수 있도록 내부 반응기(120)의 제2 측면부(112) 쪽 말단, 즉 고정단(120a)에 형성될 수 있다.
- [0077] 한편, 가스 이동공간(161)으로 주입된 난분해성 폐가스는 플라즈마 반응공간(162)을 향해 주입되는 플라즈마 중 난분해성 폐가스의 반응효율이 높은 고온의 플라즈마 영역에 빠르게 섞일 수 있는 구조를 갖는 것이 바람직하다. 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 분해 장치는 외부 반응기(110)의 내부에 가스 유도부(170)를 설계하였다.
- [0078] 가스 유도부(170)는 가스 이동공간(161)에서 이동하는 폐냉매체가스의 진행방향의 앞에 위치한다. 이때, 가스 유도부(170)는 절두된 원추 형상의 내부 공간을 갖는다. 절두된 원추 형상은 제1 측면부(111)의 내면 중 중심 일부면(a)을 윗면으로 하며, 외부 반응기(110)의 횡단면(b)을 아랫면으로 하도록 형성된다. 따라서 가스 유도부(170)는 외부 반응기(110)의 내부로부터 플라즈마 주입부(130)를 향해 좁아지는 소정의 각도로 테이퍼진 형태가 된다.
- [0079] 이러한 가스 유도부(170)는 다양한 형태로 설계될 수 있다. 예를 들면, 외부 반응기(110)의 내부에 절두된 원추 형상의 내부 공간을 갖는 성형부재를 고정 설치하는 것에 의해 구성될 수 있다.
- [0080] 이러한 가스 유도부(170)는 앞서 언급된 바와 같이, 가스 이동공간(161)에서 이동하는 난분해성 폐가스의 진행 방향의 앞에 위치하고, 외부 반응기(110)의 내부로부터 플라즈마 주입부(130)를 향해 테이퍼진 형태를 이루고 있으므로 가스 이동공간(161)에서 플라즈마 주입부(130)를 향해 진행되는 난분해성 폐가스가 플라즈마 주입부(130)에 근접하게 도달하면 가스를 플라즈마 주입부(130)를 향해 빠르게 유도하게 된다.
- [0081] 한편 이러한 가스 유도부(170)가 설치되는 경우, 내부 반응기(120)의 삽입된 부분의 길이는, 내부 반응기(120)의 자유단(120b)이 가스 유도부(170)의 원추 형상의 내부 공간에 위치하는 길이일 수 있다.
- [0082] 도 6은 도 4에 도시된 촉매 분해 장치를 확대 도시한 단면도이다.
- [0083] 한편, 도 6을 참조하면, 촉매 분해 장치(200)는 원통형의 중공관 형태일 수 있고, 촉매(220) 및 타공판(230)을 포함할 수 있다. 원통형의 중공관은 유입부(211), 촉매수용공간(213) 및 배출부(212)를 포함할 수 있다.
- [0084] 유입부(211)는 플라즈마 분해 장치(100)의 토출부(150)와 유체 소통 가능하게 연결되어 토출부(150)로부터 토출되는 분해된 난분해성 폐가스가 유입되는 부분이다.
- [0085] 촉매수용공간(213)은 촉매(220)를 수용하는 공간이다. 촉매수용공간(213)은 유입부(211) 및 배출부(212)의 사이에 위치한다.
- [0086] 배출부(212)는 유입부(211)를 통해 유입된 후 촉매(220)와 분해 반응한 이후의 추가로 분해된 난분해성 폐가스가 배출되는 부분이다. 배출부(212)는 유입부(211) 및 촉매수용공간(213)과 대향하며, 촉매수용공간(213)의 후단에 형성된다.
- [0087] 촉매(220)는 플라즈마 분해 장치(100)에서 분해된 난분해성 폐가스가 촉매 분해 장치(200) 내로 유입되면 분해된 난분해성 폐가스와 분해 반응하여 플라즈마 분해 장치(100)에서 분해된 난분해성 폐가스를 추가로 분해한다. 이러한 촉매(220)는 유입부(211)의 뒤로 위치하므로 유입부(211)가 플라즈마 분해 장치(100)의 토출부(150)와 연결되면 플라즈마 분해 장치(100)의 토출부(150)와 인접하게 대향된다. 따라서 토출부(150)를 통해 분해된 난분해성 폐가스와 함께 배출되는 플라즈마의 열의 손실 없이 플라즈마 열을 전달받을 수 있다.

- [0088] 촉매(220)의 종류에는 특별한 제한은 없으며, 본 발명의 실시예 1에서 예시된 촉매류가 사용될 수 있고, 그 외의 난분해성 폐가스를 분해할 수 있는 촉매류이면 모두 사용 가능하다.
- [0089] 타공판(230)은 촉매(220)의 노출된 면, 즉 촉매 분해 장치(200)의 축방향에 수직하는 면들을 감쌀 수 있다. 타공판(230)은 다수의 구멍을 갖는 것으로서, 촉매(220)를 통과하는 플라즈마의 열 및 분해된 난분해성 폐가스가 촉매(220)를 통과하는 시간을 지연시켜서 오랜 시간 분해된 난분해성 폐가스 및 촉매가 접촉하는 시간을 증가시킬 수 있다.
- [0090] 한편, 촉매 분해 장치(200)는 플라즈마 분해 장치(100)에서 분해된 난분해성 폐가스가 토출되는 위치의 직경보다 큰 직경을 갖도록, 유입부(211)는 촉매 분해 장치(200)의 원통형의 중공관의 직경을 확장시키는 제1 확장영역(211')을 포함하고, 배출부(212)는 제1 확장영역(211')에 대칭되게 대향하는 제2 확장영역(221')을 포함할 수 있다. 이러한 경우, 고형화 장치(200)의 직경이 확장되므로 고형화 장치(200)의 내부공간으로 유입된 분해 난분해성 폐가스가 고형화 장치(200)의 내부공간을 통과하는 시간을 지연시킬 수 있으며, 이에 따라, 고형화 장치(200)의 내부에 수용되거나 외부에서 공급된 금속화합물이 분해 폐냉매제와 접촉하는 시간이 증가될 수 있다.
- [0091] 이하에서는 본 발명의 실시예 2에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치를 통해 난분해성 폐가스를 분해하는 과정을 설명한다.
- [0092] 플라즈마 주입부(130)를 통해 전자와 플라즈마가 내부 반응기(120)의 축방향을 따라 주입된다. 플라즈마는 내부 반응기(120)의 내부인 플라즈마 반응공간(162)으로 주입된다.
- [0093] 난분해성 폐가스는 가스 주입부(140)를 통해 가스 이동공간(161)으로 주입된다. 이때, 가스 주입부(140)는 외부 반응기(110)의 내면의 접선 방향으로 설치되어 있으므로 스윙 형태로 주입된다.
- [0094] 스윙 형태로 주입된 난분해성 폐가스는 가스 이동공간(161) 내에서 외부 반응기(110)의 내면을 따라 선회하면서 플라즈마 주입부(130)를 향해 진행된다.
- [0095] 진행되는 난분해성 폐가스가 플라즈마 주입부(130)에 근접한 위치까지 도달하면 난분해성 폐가스는 가스 유도부(170)에 의해 플라즈마 주입부(130)를 향해 빠르게 이동하며, 이에 의해 플라즈마 주입부(130)를 통해 주입되는 플라즈마에 빠르게 섞이게 된다. 이때, 가스 유도부(170)는 외부 반응기(110)의 내면으로부터 플라즈마 주입부(130)를 향해 좁아지는 형태로 테이퍼져 있으므로 난분해성 폐가스는 플라즈마 주입부(130)에 근접한 고온의 플라즈마 영역에 빠르게 섞일 수 있다.
- [0096] 플라즈마와 섞인 난분해성 폐가스는 플라즈마가 플라즈마 반응공간(162) 내로 주입되므로 플라즈마와 반응하면서 플라즈마 반응공간(162)으로 이동한다.
- [0097] 플라즈마 반응공간(162) 내에서 난분해성 폐가스는 플라즈마와 계속하여 반응하면서 내부 반응기(120)의 축방향을 따라 토출부(150)를 향해 진행한다. 이 과정에서 플라즈마 반응공간(162) 내에는 플라즈마와 난분해성 폐가스가 반응하면서 2차 플라즈마 발생이 이루어지고 이에 의해 난분해성 폐가스는 분해된다. 분해된 난분해성 폐가스는 플라즈마의 열과 함께 토출부(150)에 연결된 촉매 분해 장치(200)의 내부로 배출된다.
- [0098] 여기서, 플라즈마 분해 장치(100)의 외부 반응기(110)의 내부로 스윙 형태로 주입되는 난분해성 폐가스는 플라즈마 분해 장치(100) 내에서 체류시간이 증대되고, 이에 의해 플라즈마 분해 장치(100)의 공랭의 역할을 하여 반응기의 열 손실을 최소화할 수 있다. 또한, 난분해성 폐가스가 고온의 플라즈마 영역에 빠르게 섞일 수 있다.
- [0099] 플라즈마 분해 장치(100)의 토출부(150)를 통해 토출된 분해된 난분해성 폐가스 및 플라즈마의 열은 토출부(150)에 연결된 촉매 분해 장치(200)의 유입부(211)를 통해 촉매 분해 장치(200)의 내부로 유입된다.
- [0100] 이때, 유입부(211)의 제1 확장영역(214)에 의해 촉매 분해 장치(200)의 직경이 확장되어 있으므로 난분해성 폐가스 및 플라즈마의 열은 그 유속이 감소하게 된다. 감소된 유속으로 유입부(211)를 통해 유입된 분해된 난분해성 폐가스 및 플라즈마의 열은 촉매(220)를 향해 진행하여 타공판(230)의 다수의 구멍을 통해 촉매(220) 내로 유입된다.
- [0101] 촉매(220)로 유입된 분해된 난분해성 폐가스는 촉매(220)를 통과하면서 촉매(220)와 반응하여 추가의 분해 과정을 거치게 된다. 이에 의해, 난분해성 폐가스에 포함된 불소(F)는 완전히 분해된다.
- [0102] 불소(F)가 제거된 분해된 난분해성 폐가스는 촉매(220)의 뒤로 위치한 촉매 분해 장치(200)의 배출부(212)를 통해 배출되며, 배출부(212)를 통해 배출된 완전 분해된 난분해성 폐가스는 습식 스크러버로 유입되어 정제된다.

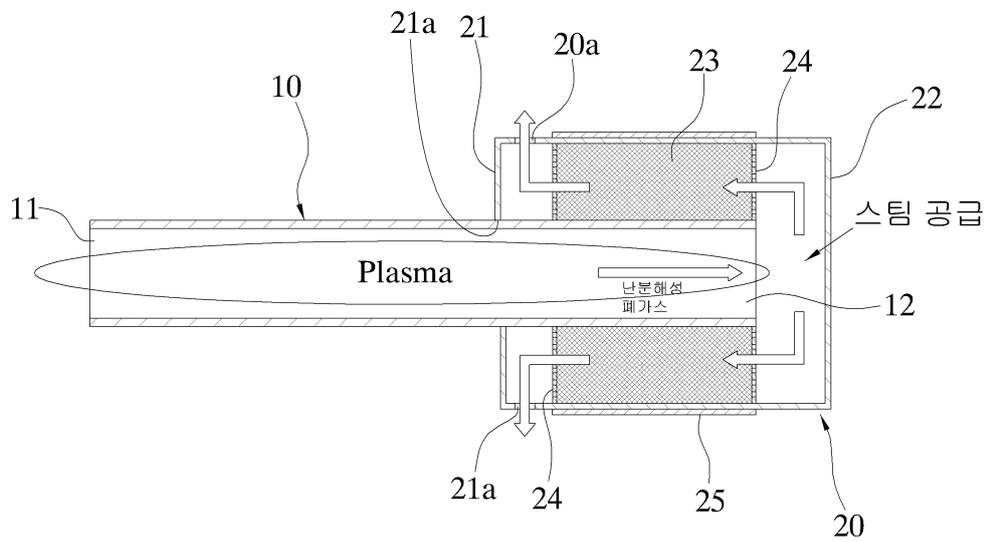
- [0103] 한편, 본 발명의 실시예 2의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치의 촉매 분해 장치(200)는 단열재(240)를 더 포함할 수 있다.
- [0104] 단열재(240)는 촉매 분해 장치(200)에서 촉매(220)를 수용하는 촉매수용공간(213)의 외면을 감싼다. 이러한 단열재(240)에 의해 촉매 분해 장치(200)의 내부 및 촉매(220)의 열 손실을 방지할 수 있다. 일 예로, 단열재(240)는 내화물로 이루어질 수 있다.
- [0105] 이와 같이 단열재(240)가 촉매 분해 장치(200)에서 촉매(220)를 수용하는 촉매수용공간(213)의 외면을 감싸도록 구성하면 촉매 분해 장치(200) 내의 열 손실을 방지하게 됨에 따라 플라즈마 분해 장치(100)에서 분해되어 유입된 분해된 난분해성 폐가스와 촉매(220)의 반응이 더욱 원활하게 이루어질 수 있고, 이에 의해 난분해성 폐가스의 분해력이 상승될 수 있다.
- [0106] 또한 추가적으로, 본 발명의 실시예 2에 따른 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 촉매 분해 장치(200) 내로 스팀(steam)을 주입할 수 있다. 주입되는 스팀은 플라즈마 분해 장치(100)의 토출부(150)로부터 토출되는 분해된 난분해성 폐가스가 촉매 분해 장치(200)의 내부로 유입되는 부분에 주입될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예 2에서 플라즈마 분해 장치(100)의 토출부(150) 및 토출부(150)와 대향하는 촉매 분해 장치(200)의 유입부(211)의 사이로 주입된다.
- [0107] 스팀이 주입되는 경우, 스팀은 플라즈마 분해 장치(100)에서 분해된 난분해성 폐가스 및 촉매(220)가 분해 반응을 일으킬 때 분해 반응을 활성화시킬 수 있고, 이에 의해 더욱 효과적으로 난분해성 폐가스가 촉매(220)와 접촉하여 분해될 수 있다.
- [0108] 이상에서 설명한 실시예 1 및 실시예 2를 포함하는 본 발명의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치를 이용하면, 불소를 포함하는 난분해성 폐가스는 완전히 분해된다. 이는, 아래의 실험예를 통해 증명된다.
- [0109] 실험예
- [0110] 본 실험은, 러퍼런스 값을 기준으로, 플라즈마 분해 장치만을 이용하여 난분해성 폐가스를 분해하는 경우와, 촉매 분해 장치만을 이용하여 난분해성 폐가스를 분해하는 경우와, 플라즈마 분해 장치 및 촉매 분해 반응기를 이용하여 분해하는 경우 난분해성 폐가스의 분해 정도를 확인하기 위해 각각의 경우를 비교하였다. 플라즈마 분해 장치 및 촉매 분해 반응기가 결합된 형태는 본 발명의 실시예 1의 플라즈마 분해 장치 및 촉매 분해 장치를 사용하였다.
- [0111] 실험을 위해, 플라즈마 분해 장치만을 이용하는 경우와 플라즈마 및 촉매 분해 반응기를 이용하는 경우에, 전자파 플라즈마 장치의 파워를 4kW로 하여 플라즈마를 공급하였다. 분해 대상 난분해성 폐가스는 사불화탄소(CF₄)를 주입하였다.
- [0112] 도 7은 실험예의 결과를 나타낸 그래프로서, 도 7에서 보여지는 바와 같이, 파란색 피크는 플라즈마 또는 촉매로 분해하기 전의 사불화탄소의 고유 피크이고, 검은색 피크는 플라즈마로 분해한 후의 피크이고, 분홍색 피크는 촉매로 분해한 후의 피크이고, 붉은색 피크는 플라즈마 및 촉매로 분해한 후의 피크로서, 본 발명의 실시예 1의 플라즈마 분해 장치 및 촉매 분해 장치를 이용하여 플라즈마 및 촉매로 분해한 후의 사불화탄소는 100%에 가까운 99.4%로 완전히 분해되었음을 확인할 수 있다.
- [0113] 따라서, 본 발명의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치를 이용하면, 플라즈마 분해 장치(10, 100) 내에서 난분해성 폐가스가 분해되고 이어서 분해된 난분해성 폐가스 및 플라즈마의 열이 촉매 분해 장치(20, 200) 내로 유입되어 촉매(23, 220)를 통해 분해된 난분해성 폐가스가 추가로 분해되므로 불소를 포함하는 난분해성 폐가스는 불소(F)가 제거되도록 완전히 분해될 수 있다.
- [0114] 또한, 본 발명의 플라즈마 및 촉매에 의한 난분해성 폐가스 분해 장치는 플라즈마에 의한 열 이외에 별도의 열원의 공급 없이 플라즈마의 열만으로도 원활한 촉매 및 난분해성 폐가스의 분해 반응이 이루어질 수 있으므로 장치의 구조가 간단해지고, 장치의 제작 비용이 절감될 수 있는 이점이 있다.
- [0115] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

도면

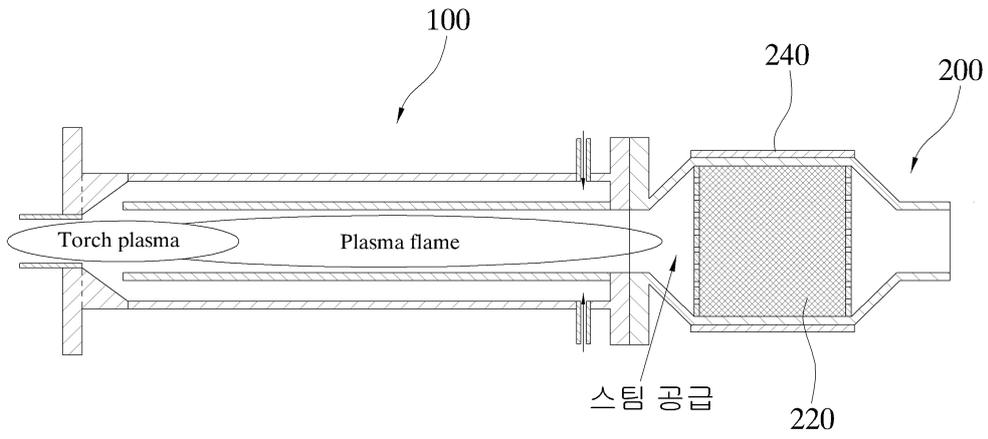
도면1



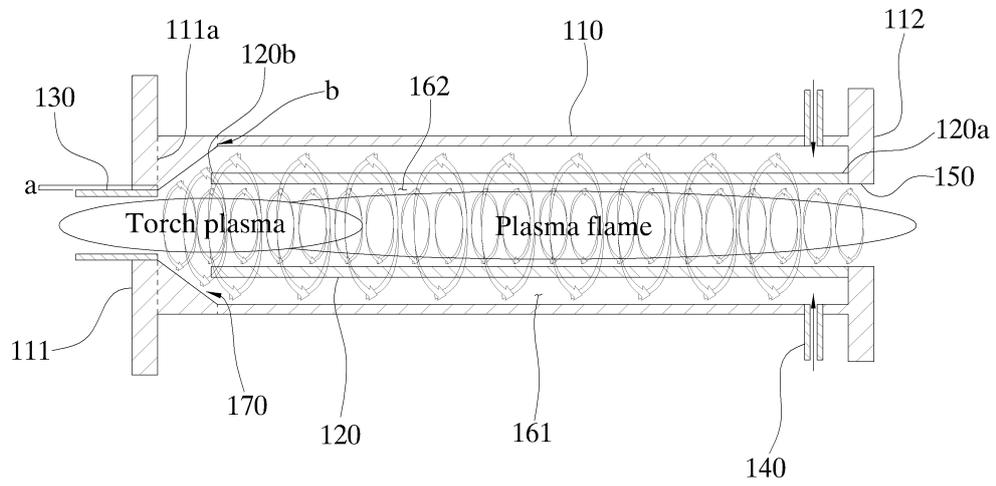
도면2



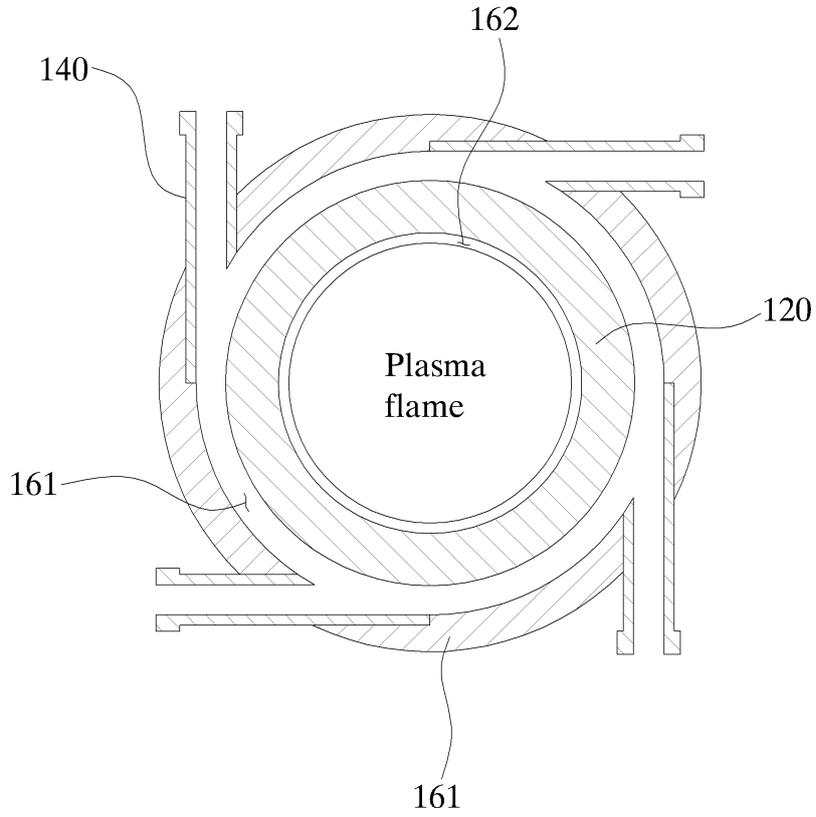
도면3



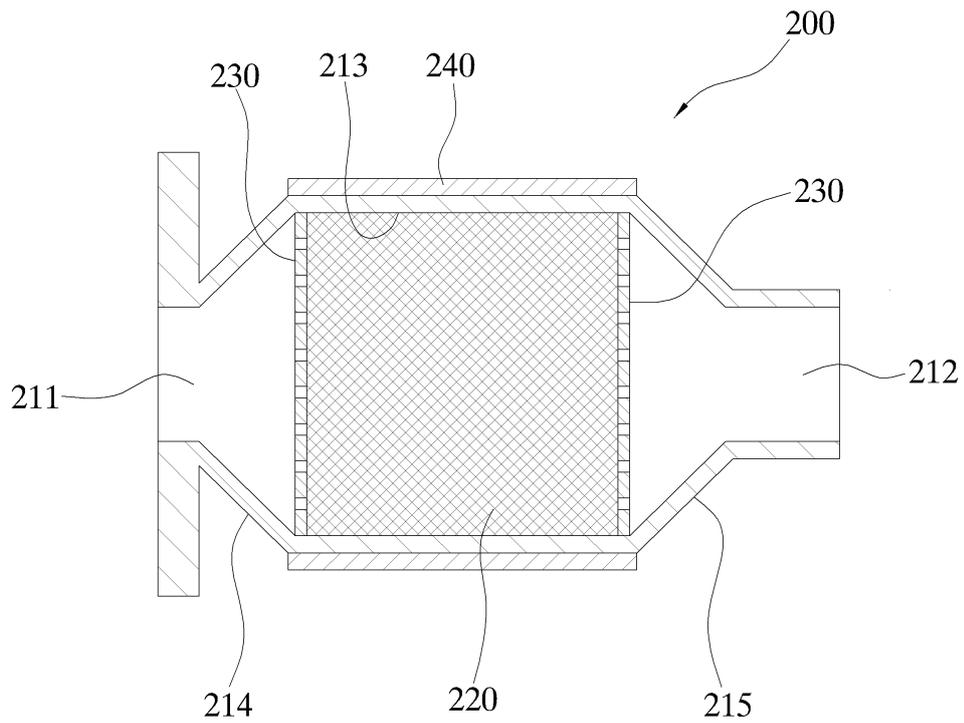
도면4



도면5



도면6



도면7

