



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월05일
(11) 등록번호 10-1654085
(24) 등록일자 2016년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F25B 43/00 (2006.01) B01D 53/32 (2006.01)
H05H 1/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F25B 43/00 (2013.01)
B01D 53/32 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0035298
(22) 출원일자 2015년03월13일
심사청구일자 2015년03월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003260334 A*
논문(2013.02.)
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

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

전체 청구항 수 : 총 8 항

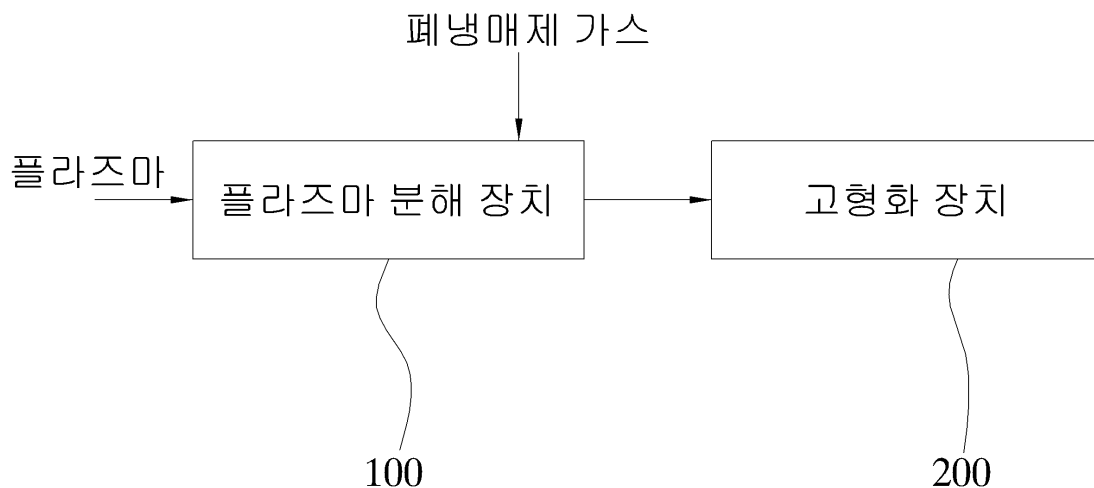
심사관 : 황동율

(54) 발명의 명칭 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 장치

(57) 요약

폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치가 개시된다. 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치는, 발생된 플라즈마에 의해 폐냉매제를 분해하거나 폐냉매제를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 폐냉매제를 분해하도록 구성된 플라즈마 분해 장치로서, 상기 폐냉매제는 불소 또는 염소를 포함하는 염화불화탄소(CFC), 수소염화불화탄소(HCFC), 및 수소불화탄소(HFC) 중 어느 하나 이상의 화합물인 플라즈마 분해 장치; 및 상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치에 위치하고, 토출되는 분해 폐냉매제 가스가 유입되도록 구성되고, 금속화합물이 내부에 수용되거나 외부에서 공급되어 상기 금속화합물이 상기 토출된 분해 폐냉매제 가스와 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속화합물을 발생시키도록 구성된, 고형화 장치를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
H05H 1/24 (2013.01)

(72) 발명자
조창현

전라북도 군산시 동장산로 37 (오식도동)

신동훈

전라북도 군산시 동장산로 37 (오식도동)

명세서

청구범위

청구항 1

발생된 플라즈마에 의해 폐냉매제를 분해하거나 폐냉매제를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 폐냉매제를 분해하도록 구성된 플라즈마 분해 장치로서, 상기 폐냉매제는 불소 또는 염소를 포함하는 염화불화탄소(CFC), 수소염화불화탄소(HCFC), 및 수소불화탄소(HFC) 중 어느 하나 이상의 화합물인 플라즈마 분해 장치; 및

상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치에 위치하고, 토출되는 분해 폐냉매제 가스가 유입되도록 구성되고, 금속화합물이 내부에 수용되거나 외부에서 공급되어 상기 금속화합물이 상기 토출된 분해 폐냉매제 가스와 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속화합물을 발생시키도록 구성된, 고품화 장치를 포함하고,

상기 고품화 장치는 관 형태를 이루어 상기 분해 폐냉매제 가스가 상기 관의 내부로 유입되도록 상기 플라즈마 분해 장치의 후단에 위치하고,

상기 금속화합물은 상기 고품화 장치 내에서 상기 분해 폐냉매제 가스의 온도가 320℃ 이하인 위치에 위치하도록 구성된 것을 특징으로 하는,

폐냉매제의 분해 및 부산물 고품화 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 고품화 장치와 상기 플라즈마 분해 장치 사이에 연결된 열교환 장치를 더 포함하며,

상기 열교환 장치는, 상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치에 위치하고, 토출되는 분해 폐냉매제 가스를 감온하도록 구성되며,

감온된 분해 폐냉매제 가스는 상기 고품화 장치 내로 유입되는,

폐냉매제의 분해 및 부산물 고품화 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 금속화합물은, 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 구리(Cu)로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속 원자의 화합물인,

폐냉매제의 분해 및 부산물 고품화 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 열교환 장치를 통해, 상기 분해된 폐냉매제 가스가 320℃ 이하의 온도로 감온되는,
폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치.

청구항 8

제1항에 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 폐냉매제 가스를 주입하기 위한 가스 주입부; 및

상기 내부 반응기의 상기 제2 측면부 쪽 말단에 위치한 토출부를 포함하는,

폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치.

청구항 9

상기 제1항의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치를 이용하고,

플라즈마 분해 장치에서, 불소 또는 염소를 포함하는 염화불화탄소(CFC), 수소염화불화탄소(HCFC), 및 수소불화탄소(HFC) 중 어느 하나 이상의 화합물인 폐냉매제를 플라즈마에 의해 분해하거나 상기 폐냉매제를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 상기 폐냉매제를 분해하는 단계; 및

상기 플라즈마 분해 장치에서 토출되는 분해 폐냉매제 가스가 고형화 장치 내로 유입되고, 고형화 장치 내에서 상기 분해 폐냉매제 가스의 온도가 320℃ 이하인 위치에 금속화합물을 위치시켜서 상기 분해된 폐냉매제 가스를 금속화합물과 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속 화합물을 발생시키는 고형화 단계를 포함하는,

폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 폐냉매제를 분해하는 단계 이후에,

상기 분해된 폐냉매제 가스를 감온하는 단계를 더 포함하는,

폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 분해된 폐냉매제 가스를 감온하는 단계는, 상기 분해된 폐냉매제 가스를 320℃ 이하의 온도로 감온시키는, 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 폐냉매제를 분해하고, 폐냉매제가 분해된 후 발생하는 부산물을 고형화할 수 있는 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 냉동기나 자동차 등의 냉동 장치의 냉매로 사용되고 있는 것으로는 오존층을 파괴할 위험성이 있는 디클로로디플루오로메탄(R-12)이나, 공비 혼합 냉매의 R-12와 1, 1-디플루오로에탄(R-152a)으로 이루어진 R-500이나, 오존층을 파괴할 위험성은 적지만 지구 온난화 효과가 높은 염소기의 함유량을 감소시킨 대체 냉매인 클로로디플루오로메탄(HCFC-22)이나, 염소기를 함유하지 않은 냉매인 디플루오로메탄(HFC-32, R-32)이나, 트리플루오로메탄(HFC-23, R-23), 펜타플루오로에탄 (HFC-125, R-125), 1, 1, 1, 2-테트라플루오로에탄(HFC-134a, R-134a), 1, 1, 1-트리플루오로에탄(HFC-143a, R-143a)이나, 염소기와 수소를 함유하지 않은 플루오로카아본계 냉매(FC계 냉매), 프로판, 부탄, 펜탄 등의 가연성이 있는 탄화 수소류나 헬륨, 암모니아, 공기 등이 있다.

[0003] 이러한 냉매는 자동차, 가전제품 등의 폐기에 따라 폐냉매는 적절한 처리없이 대기 중으로 방출되고 있다. 폐냉매가 적절한 처리 없이 대기중으로 방출되면 오존층 파괴나 지구 온난화의 주원인이 된다. 따라서 환경 문제가 점점 대두되는 현재 폐냉매를 적절히 처리하는 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0004] 예를 들면, 대한민국 공개특허번호 제2011-0023253호는 폐냉매를 고체 폐기물과 함께 연소하여 처리하는 장치 및 방법이 제시되고 있다.

[0005] 그러나 이러한 기존 폐냉매 처리 방법은 대형 폐기물 조각로나 시멘트 소성로에 소량 투입하여 조각 처리하는 것으로, 폐냉매와 폐기물의 연소에 의해 다량의 연소가스가 발생할 뿐만 아니라 이산화질소 등 유해물질도 발생하며, 이를 제거하기 위해 다량의 물을 분무하여 응축시키고 별도의 세정기에서 유해물질을 제거함으로써 에너지 과다소비와 설비의 대형화가 요구되었다.

[0006] 한편, 아르곤 플라즈마 아크, 마이크로파 플라즈마, 유도 결합 무선주파수 플라즈마, 질소 플라즈마 아크와 같은 플라즈마 토치를 이용하여 플라즈마 반응기 내에서 폐냉매를 처리하는 방법이 이용되고 있다.

[0007] 이러한 종래의 폐냉매 처리 방법들을 이용하여 폐냉매를 분해하더라도 폐냉매는 불소(F) 및 염소(Cl)와 같은 할로젠 족 원소를 포함하고 있으므로 폐냉매의 분해 후 불소 및 염소를 포함하는 부산물이 발생되는데, 불소 및 염소와 같은 부산물을 포함하는 배출가스가 대기로 방출되지 않도록 폐냉매의 분해 단계에서 또는 그 이후 단계에서 불소 및 염소와 같은 부산물이 제거되기 위한 추가의 설비가 구비되어야 한다.

[0008] 종래의 폐냉매 처리 방법에서는 폐냉매의 분해 단계에서 발생된 불소 및 염소와 같은 부산물은 주로 습식 스크러버에 의한 습식 공정을 통하여 처리되므로, 폐냉매 처리시 폐수가 발생되어 추가로 폐수를 수집하고 처리해야 하는 번거로움이 발생되었다.

[0009] 또한 종래의 습식 스크러버를 통해 불소 및 염소와 같은 부산물을 처리하는 공정은 불소 및 염소의 처리 효율이 낮아서 불소 및 염소의 완전한 처리가 이루어지지 못하는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 기존의 폐냉매를 처리하는 방법의 단점인 폐냉매를 분해한 후 발생하는 불소 및 염소를 포함하는 부산물의 처리가 어렵다는 문제점을 해결할 수 있는 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 장치를 제공한다.

[0011] 또한, 플라즈마를 이용하여 폐냉매제를 효과적으로 분해할 수 있도록 한 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 장치를 제공한다.

[0012] 또한, 플라즈마에 의해 분해된 폐냉매제 가스에 포함된 불소 또는 염소를 불소 또는 염소의 금속화합물로 생성하여 고형화함으로써 고부가가치의 금속화합물의 자원을 생산할 수 있도록 한 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0013] 일 측면으로서, 본 발명은 불소 또는 염소를 포함하는 염화불화탄소(CFC), 수소염화불화탄소(HCFC), 및 수소불화탄소(HFC) 중 어느 하나 이상의 화합물인 폐냉매제를 플라즈마에 의해 분해하거나 상기 폐냉매제를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 상기 폐냉매제를 분해하는 단계; 및 상기 분해된 폐냉매제 가스를 금속화합물과 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속 화합물을 발생시키는 고형화 단계를 포함하는 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법을 제공한다.

[0014] 본 발명에서 사용되는 용어 "고형화"의 의미는, 폐냉매제로부터의 불소 또는 염소 원자가 금속화합물(예를 들어, NaOH, Ca(OH)₂ 또는 CaCO₃)와 화학 반응을 통해 NaF 또는 CaCl₂, CaF₂와 같은 불소 또는 염소의 금속화합물로 형성됨을 의미하여, 분해된 가스로부터의 원자가 새로운 고체 화합물로 합성되어 쉽게 회수할 수 있도록 함을 의미한다.

[0015] 상기 고형화 단계는, 상기 분해된 폐냉매제 가스가 600℃ 이하의 온도에서 상기 금속화합물과 접촉 반응하도록 한다. 이때, 금속화합물의 종류에 따라 600℃ 이하의 온도 내에서 온도는 제어될 수 있다.

[0016] 바람직하게는 400~200℃의 온도에서 상기 금속화합물과 접촉 반응하도록 한다.

[0017] 다른 측면으로서, 본 발명은, 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법을 구현하기 위한 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치를 제공한다.

[0018] 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치는, 발생된 플라즈마에 의해 폐냉매제를 분해하거나 폐냉매제를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 폐냉매제를 분해하도록 구성된 플라즈마 분해 장치로서, 상기 폐냉매제는 불소 또는 염소를 포함하는 염화불화탄소(CFC), 수소염화불화탄소(HCFC), 및 수소불화탄소(HFC) 중 어느 하나 이상의 화합물인 플라즈마 분해 장치; 및 상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치에 위치하고, 토출되는 분해 폐냉매제 가스가 유입되도록 구성되고, 금속화합물이 내부에 수용되거나 외부에서 공급되어 상기 금속화합물이 상기 토출된 분해 폐냉매제 가스와 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속화합물을 발생시키도록 구성된, 고형화 장치를 포함한다.

[0019] 상기 금속화합물은 상기 고형화 장치 내에서, 상기 고형화 장치 내로 토출되는 분해 폐냉매제 가스의 온도가 600℃ 이하, 바람직하게는 400~200℃인 위치에 위치하도록 구성된다.

[0020] 상기 금속화합물은, 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 구리(Cu)로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속 원자의 화합물일 수 있다. 예를 들어, 본 발명에서 사용되는 금속화합물이란 상기 원자를 포함하고 있는 화합물, 예컨대 Ca(OH)₂, CaCO₃ 및 NaOH을 의미하며, 본 발명이 이러한 예에 특별히 한정되는 것은 아니다.

[0021] 일 실시예로, 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 폐냉매제 가스를 주입하기 위한 가스 주입부; 및 상기 내부 반응기의 상기 제2 측면부 쪽 말단에 위치한 토출부를 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법의 다른 실시예로, 상기 폐냉매제를 분해하는 단계 이후에, 상기 분해된 폐냉매제 가스를 감온하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이러한 경우, 상기 고온화 단계는, 감온된 상기 분해된 폐냉매제 가스를 금속화합물과 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속 화합물을 발생시킬 수 있다.

[0023] 이러한 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 실시 형태를 구현하기 위해, 본 발명의 폐냉매제 분해 및 부산물 고형화 장치는, 상기 고형화 장치와 상기 플라즈마 분해 장치 사이에 연결된 열교환 장치를 더 포함하며, 상기 열교환 장치는, 상기 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치에 위치하고, 토출되는 분해 폐냉매제 가스를 감온하도록 구성되며, 상기 고형화 장치는, 상기 열교환 장치를 통과하여 상기 감온된 분해 폐냉매제 가스가 유입되도록 구성되고, 금속화합물이 내부에 수용되거나 외부에서 공급되어 상기 금속화합물이 상기 유입된 분해 폐냉매제 가스와 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속화합물을 발생시키도록 구성된다.

[0024] 상기 열교환 장치를 통해, 상기 분해된 폐냉매제 가스가 600℃ 이하, 바람직하게는 400~200℃의 온도로 감온된다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따른 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 장치는, 플라즈마를 이용하여 폐냉매제를 효과적으로 분해하고, 플라즈마에 의해 분해된 폐냉매제 가스에 포함된 불소 또는 염소를 불소 또는 염소의 금속화합물로 생성하여 고형화할 수 있으므로 고부가가치의 금속화합물의 자원을 생산할 수 있고, 불소 또는 염소의 금속화합물을 발생시키는 고형화 과정을 통해 폐냉매제에 포함된 불소 및 염소의 유해 성분이 제거되므로 플라즈마를 이용하여 폐냉매제 처리 후의 친환경적 가스의 배출이 이루어질 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법의 공정을 나타낸 순서도이다.
 도 2는 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치를 개념적으로 나타낸 블록도이다.
 도 3a는 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치의 플라즈마 분해 장치의 일 실시예를 나타낸 도면이다.
 도 3b는 도 3a에 도시된 플라즈마 분해 장치의 가스 주입부의 연결구조를 플라즈마 분해 장치의 횡단면으로 본 단면도이다.
 도 4a는 실험예 1에서 클로로디플루오르메탄(CHClF₂)을 1 lpm의 유량으로 주입한 경우의 결과를 나타낸다.
 도 4b는 실험예 1에서 클로로디플루오르메탄(CHClF₂)을 3 lpm의 유량으로 주입한 경우의 결과를 나타낸다.
 도 4c는 실험예 1에서 클로로디플루오르메탄(CHClF₂)을 5 lpm의 유량으로 주입한 경우의 결과를 나타낸다.
 도 5는 실험예 2에서 디클로로디플루오르메탄(CCl₂F₂)의 분해 결과를 나타낸다.
 도 6a에는 고형화 장치의 일 예를 도시한다.
 도 6b에는 고형화 장치의 다른 예를 도시한다.
 도 7는 도 3a에 도시된 플라즈마 분해 장치 및 도 4a에 도시된 고형화 장치를 연결한 모습을 나타낸 단면도이다.
 도 8은 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고형화 장치의 각각의 영역 내에서 분해 폐냉매제 가스가 금속화합물과 반응하여 불소가 금속화합물에 부착되는지 여부를 EDX 분석 장비를 이용하여 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.
 도 9는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고형화 장치의 각각의 영역 내에서 불소(F)와 결합한 금속화합물의 생성 여부를 XRD 분석 장비를 이용하여 측정된 결과를 나타낸 각각의 영역의 그래프이다.
 도 10a는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고형화 장치의 제1 영역 내에서 생성된 분말의 사진 및 분말의 투과전자현미경 사진을 나타낸다.
 도 10b는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고형화 장치의 제2 영역 내에서 생성된 분말의 사진 및 분말의 투과전자현미경 사진을 나타낸다.
 도 10c는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고형화 장치의 제3 영역 내에서 생성된 분말의 사진 및 분말의 투과전자현미경 사진을 나타낸다.

도 11a는 실험예 4에서 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)이 분해되기 전의 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)의 XRD 데이터를 나타낸다.

도 11b는 실험예 4에서 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)이 분해된 후 불소(F) 및 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)이 결합하여 생성된 금속화합물의 XRD 데이터를 나타낸다.

도 12는 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치의 다른 실시예의 구성을 개념적으로 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법 및 그 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.
- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0030] 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 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법의 공정을 나타낸 순서도이다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법은, 폐냉매제를 플라즈마에 의해 분해하거나 상기 폐냉매제를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 상기 폐냉매제를 분해하는 단계(S110); 및 상기 분해된 폐냉매제 가스를 금속화합물과 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속 화합물을 발생시키는 고형화 단계(S120)를 포함한다. 상기 고형화 단계(S120)는, 상기 분해된 폐냉매제 가스가 600℃ 이하의 온도에서 상기 금속화합물과 접촉 반응하도록 한다. 이때, 금속화합물의 종류에 따라 600℃ 이하의 온도 내에서 온도는 제어될 수 있다. 바람직하게는 400~200℃의 온도에서 상기 금속화합물과 접촉 반응하도록 한다.
- [0033] 이러한 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법을 구현하기 위해, 아래에서 설명되는 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치가 이용된다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치를 개념적으로 나타낸 블록도이다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치는, 플라즈마 분해 장치(100) 및 고형화 장치(200)를 포함한다.
- [0036] 플라즈마 분해 장치(100)는 발생된 플라즈마에 의해 폐냉매제를 분해하거나 폐냉매제를 포함하는 가스를 플라즈마화하여 폐냉매제를 분해하도록 구성된다.
- [0037] 이러한 플라즈마 분해 장치(100) 내로 주입되는 플라즈마는 전자와 플라즈마일 수 있다. 전자와 플라즈마를 주입하기 위해 플라즈마 토치 발생 장치가 이용될 수 있다. 플라즈마 토치 발생 장치에 대해서는 본원 특허의 발명자의 이전 등록 특허인, 대한민국 특허공보 10-0394994호가 참조된다. 이 특허는 본원에 그대로 참조로서 통

합된다.

- [0038] 상기 폐냉매제는 불소 또는 염소를 포함하는 염화불화탄소(CFC), 수소염화불화탄소(HCFC), 및 수소불화탄소(HFC) 중 어느 하나 이상의 화합물이다.
- [0039] 플라즈마 분해 장치(100)의 형태에는 특별한 제한은 없으며, 중공관 형태이고, 플라즈마를 주입할 수 있는 플라즈마 주입부, 폐냉매제 가스를 주입할 수 있는 가스 주입부 및 플라즈마에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 토출부의 구성을 갖는 형태라면 모두 가능하다.
- [0040] 도 3a는 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치의 플라즈마 분해 장치의 일 실시예를 나타낸 도면이다.
- [0041] 도 3a를 참조하면, 플라즈마 분해 장치(100)는 외부 반응기(110), 내부 반응기(120), 플라즈마 주입부(130), 가스 주입부(140) 및 토출부(150)를 포함할 수 있다.
- [0042] 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.
- [0043] 내부 반응기(120)는 원통형이고, 원통은 외부 반응기(110)보다 작은 직경을 갖는다. 이러한 내부 반응기(120)는 외부 반응기(110)의 내부로 삽입된다.
- [0044] 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(120a)'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.
- [0045] 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 폐냉매제 가스가 이동할 수 있는 가스 이동공간(161)일 수 있고, 내부 반응기(120)의 내부의 공간부는 플라즈마가 주입되어 플라즈마와 폐냉매제 가스가 반응하는 플라즈마 반응공간(162)일 수 있다. 여기서, 내부 반응기(120)의 내부는 고온의 플라즈마와 폐냉매제 가스가 반응하는 공간으로서 필요에 따라 내화재(예를 들면, 석영관)가 삽입될 수 있다.
- [0046] 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.
- [0047] 이러한 가스 이동공간(161) 및 플라즈마 반응공간(162)으로는 폐냉매제 가스 및 플라즈마가 주입된다. 폐냉매제 가스는 가스 주입부(140)를 통해 주입되고, 플라즈마는 플라즈마 주입부(130)를 통해 주입된다.
- [0048] 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.

- [0049] 도 3b는 도 3a에 도시된 플라즈마 분해 장치의 가스 주입부의 연결구조를 플라즈마 분해 장치의 횡단면으로 본 단면도이다.
- [0050] 도 3b를 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 폐냉매제 가스는 스윙(swirl) 형태로 주입이 가능하다. 즉, 스윙 형태로 주입되는 폐냉매제 가스는 외부 반응기(110)의 내면을 따라 선회하면서 주입될 수 있다. 가스 주입부(140)는 하나 또는 그 이상의 개수로 설치될 수 있다.
- [0051] 한편 가스 주입부(140)를 통해 외부 반응기(110)의 내부로 주입된 폐냉매제 가스는 가스 이동공간(161) 및 플라즈마 반응공간(162)을 거치면서 플라즈마 처리(분해)되어 플라즈마 분해 장치(100)의 외부로 배출된다.
- [0052] 토출부(150)는 외부 반응기(110)의 내부로 주입되어 플라즈마 처리에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 배출되기 위한 개구이다. 이러한 토출부(150)는 플라즈마 반응공간(162)을 통과하는 폐냉매제 가스가 용이하게 배출될 수 있도록 내부 반응기(120)의 제2 측면부(112) 쪽 말단, 즉 고정단(120a)에 형성될 수 있다.
- [0053] 한편, 가스 이동공간(161)으로 주입된 폐냉매제 가스는 플라즈마 반응공간(162)을 향해 주입되는 플라즈마 중 폐냉매제 가스의 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.
- [0054] 가스 유도부(170)는 가스 이동공간(161)에서 이동하는 폐냉매제가스의 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.
- [0055] 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.
- [0056] 이러한 가스 유도부(170)는 앞서 언급된 바와 같이, 가스 이동공간(161)에서 이동하는 폐냉매제 가스의 진행방향의 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 폐냉매제 가스가 플라즈마 주입부(130)에 근접하게 도달하면 가스를 플라즈마 주입부(130)를 향해 빠르게 유도하게 된다.
- [0057] 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.
- [0058] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 분해 장치의 내부로 주입된 폐냉매제 가스의 처리과정을 설명한다.
- [0059] 플라즈마 주입부(130)를 통해 플라즈마가 내부 반응기(120)의 축방향을 따라 주입된다. 플라즈마는 내부 반응기(120)의 내부인 플라즈마 반응공간(162)으로 주입된다.
- [0060] 폐냉매제 가스는 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.
- [0061] 스윙 형태로 주입된 폐냉매제 가스는 가스 이동공간(161) 내에서 외부 반응기(110)의 내면을 따라 선회하면서 플라즈마 주입부(130)를 향해 진행된다.
- [0062] 진행되는 폐냉매제 가스가 플라즈마 주입부(130)에 근접한 위치까지 도달하면 폐냉매제 가스는 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 폐냉매제 가스는 플라즈마 주입부(130)에 근접한 고온의 플라즈마 영역에 빠르게 섞일 수 있다.

- [0063] 플라즈마와 섞인 폐냉매제 가스는 플라즈마가 플라즈마 반응공간(162) 내로 주입되므로 플라즈마와 반응하면서 플라즈마 반응공간(162)으로 이동한다.
- [0064] 플라즈마 반응공간(162) 내에서 폐냉매제 가스는 플라즈마와 계속하여 반응하면서 내부 반응기(120)의 축방향을 따라 토출부(150)를 향해 진행한다. 이 과정에서 플라즈마 반응공간(162) 내에는 플라즈마와 폐냉매제 가스가 반응하면서 2차 플라즈마 발생이 이루어지고 이에 의해 폐냉매제 가스는 분해된다. 분해된 폐냉매제 가스는 토출부(150)에 연결된 고형화 장치(200)의 내부로 배출된다.
- [0065] 이러한 폐냉매제 가스의 분해 과정에서 외부 반응기(110)의 내부로 스월 형태로 주입되는 폐냉매제 가스는 폐냉매제 가스의 반응기 내에서의 체류시간을 증대 시키고, 이에 의해 플라즈마 분해 장치(100)의 공랭의 역할을 하여 반응기의 열 손실을 최소화할 수 있다.
- [0066] 또한, 폐냉매제 가스가 고온의 플라즈마 영역에 빠르게 섞이게 됨에 따라 폐냉매제 가스의 처리 유량 및 폐냉매제 가스의 처리 효율이 증대될 수 있다.
- [0067] 예시한 플라즈마 분해 장치(100)를 이용하는 경우, 플라즈마 분해 장치(100)의 내부로 주입된 폐냉매제 가스의 분해 효과가 높았다. 이는, 아래의 실험예 1을 통해 증명된다.
- [0068] 실험예 1
- [0069] 실험을 위해, 전자파 플라즈마 발생장치 및 도 3a에 예시된 장치를 사용하여, 전자파 플라즈마 발생장치의 파워를 4kW로 하고, 플라즈마 공급 가스로 에어(air)를 사용하여 에어를 40 lpm(liter per minute)의 유량으로 주입하였다. 이러한 조건하에서 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)를 각각 1 lpm, 3 lpm, 5 lpm의 유량으로 주입하여, 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)의 각각의 주입 유량에 따른 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)의 분해 결과를 측정하였다.
- [0070] 도 4a는 실험예 1에서 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)을 1 lpm의 유량으로 주입한 경우의 결과를 나타내며, 도 4b는 실험예 1에서 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)을 3 lpm의 유량으로 주입한 경우의 결과를 나타내며, 도 4c는 실험예 1에서 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)을 5 lpm의 유량으로 주입한 경우의 결과를 나타낸다. 도 4a 내지 도 4c의 그래프를 통해 확인할 수 있는 바와 같이, 붉은색 피키는 플라즈마로 분해하기 전의 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)의 고유 피크이며, 검은색 피키는 플라즈마로 분해한 후의 피크로서, 각각의 경우 모두 클로로디플루오르메탄(CHClF_2)이 완전히 분해되었음을 확인할 수 있다.
- [0071] 실험예 2
- [0072] 실험예 1과 동일한 장치를 사용하고, 전자파 플라즈마 발생장치의 파워를 4kW로 하고, 플라즈마 공급 가스로 에어(air)를 사용하여 에어를 40 lpm(liter per minute)의 유량으로 주입하고, 디클로로디플루오르메탄(CCl_2F_2)을 1 lpm의 유량으로 주입하였고, 그 디클로로디플루오르메탄(CCl_2F_2)의 분해 결과를 측정하였다.
- [0073] 도 5는 실험예 2에서 디클로로디플루오르메탄(CCl_2F_2)의 분해 결과를 나타낸다. 도 5에서 보는 바와 같이, 디클로로디플루오르메탄(CCl_2F_2)은 완전히 분해됨을 확인할 수 있다.
- [0074] 고형화 장치(200)는 상기 분해된 폐냉매제 가스가 유입되도록 구성되고, 금속화합물을 내부에 수용하거나 외부에서 공급되어 상기 금속화합물이 상기 유입된 분해된 폐냉매제 가스와 접촉 반응하여, 불소 또는 염소의 금속화합물을 발생시키도록 구성된다.
- [0075] 앞서 언급한 바와 같이, 고형화 장치(200)는 금속화합물이 내부에 수용되거나 외부에서 공급되는데, 금속화합물이 내부에 수용되는 경우는 분해 폐냉매제 가스가 고형화 장치(200)의 내부로 유입되기 전에 미리 수용되어 있는 상태를 말하며, 금속화합물이 외부에서 공급되는 경우는 분해 폐냉매제 가스가 고형화 장치(200)의 내부로 유입되기 전에 고형화 장치(200)의 외부로부터 내부로 공급되는 상태 또는 분해 폐냉매제 가스가 고형화 장치(200)의 내부로 유입될 때 고형화 장치(200)의 외부로부터 내부로 공급되는 상태를 말한다.
- [0076] 이러한 고형화 장치(200)의 형태에는 특별한 제한은 없으며, 금속화합물을 수용할 수 있고 플라즈마 분해 장치(100)로부터 토출되는 분해된 폐냉매제 가스를 수용할 수 있는 내부공간을 갖는 형태라면 모두 가능할 것이다.
- [0077] 도 6a에는 고형화 장치(200)의 일 예가 도시되어 있다. 도 6a를 참조하면, 일 예로, 고형화 장치(200)는 플라즈

마 분해 장치(100)의 내부공간에서 플라즈마에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치로부터 토출되는 분해 폐냉매제 가스가 유입되는 유입부(210) 및 유입부(210)에 대항하는 배출부(220)를 포함하는 원통형의 관 형태일 수 있다.

[0078] 도 6b에는 고행화 장치(200')의 다른 예가 도시되어 있다. 도 6b를 참조하면, 다른 예로, 고행화 장치(200')는 플라즈마 분해 장치(100)의 내부공간에서 플라즈마에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치로부터 토출되는 분해 폐냉매제 가스가 유입되는 유입부(210') 및 유입부(210')에 대항하는 배출부(220')를 포함하는 원통형의 관 형태이면서, 고행화 장치(200)가 플라즈마 분해 장치(100)에서 분해 폐냉매제 가스가 토출되는 위치의 직경보다 큰 직경을 갖도록 유입부(210')는 고행화 장치(200)의 직경을 확장시키는 제1 확장영역(211')을 포함하고, 배출부(220')는 제1 확장영역(211')에 대칭되게 대항하는 제2 확장영역(221')을 포함할 수 있다.

[0079] 도 6b와 같은 고행화 장치(200) 형태의 경우 고행화 장치(200)의 직경이 확장되므로 고행화 장치(200)의 내부공간으로 유입된 분해 폐냉매제 가스가 고행화 장치(200)의 내부공간을 통과하는 시간을 지연시킬 수 있으며, 이에 따라, 고행화 장치(200)의 내부에 수용되거나 외부에서 공급된 금속화합물이 분해 폐냉매제와 접촉하는 시간이 증가될 수 있다.

[0080] 한편, 금속화합물은 칼슘(Ca), 나트륨(Na), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni) 및 구리(Cu)로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속 원자의 화합물로 구성된다. 이러한 금속 원자의 화합물이란, 이러한 금속원자의 산화물, 질화물, 염, 또는 금속자체 및 합금 형태일 수 있다.

[0081] 칼슘(Ca)은 칼슘 화합물로서 제공될 수 있다. 예를 들면, 탄산칼슘(CaCO_3), 산화칼슘(CaO), 탄화칼슘(CaC_2), 수산화칼슘(Ca(OH)_2), 염화칼슘(CaCl_2), 하이포아염소산칼슘(Ca(ClO)_2), 황산칼슘(CaSO_4) 등으로 제공될 수 있다.

[0082] 나트륨(Na)은 나트륨 화합물로서 제공될 수 있다. 예를 들면, 규산 나트륨(Na_2SiO_3), 로틸 황산 나트륨($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OH}$), 산화 나트륨(Na_2O), 수산화 나트륨(NaOH), 질산 나트륨(NaNO_3), 탄산 나트륨(Na_2CO_3), 탄산 수소 나트륨(NaHCO_3), 플루오린화 나트륨(NaF), 황산 나트륨(Na_2SO_4), 황화 수소 나트륨(NaHS) 등으로 제공될 수 있다.

[0083] 망간(Mn)은 망간 화합물 또는 인위적으로 생산된 망간으로서 제공될 수 있다. 예를 들면, 이산화망간(MnO_2)과 같은 망간 화합물로 제공되거나, 페로망간(FeMn) 및 실리콘망간(SiMn)과 같은 인위적으로 생산된 망간으로서 제공될 수 있다.

[0084] 코발트(Co)는 코발트 화합물로서 제공될 수 있다. 예를 들면, 아세트산 코발트($\text{Co(C}_2\text{H}_4\text{O}_2)_2$), 탄산코발트(CoCO_3), 염화코발트(CoCl_2) 등으로 제공될 수 있다.

[0085] 철(Fe), 니켈(Ni), 구리(Cu)는 그 자체로 또는 합금 형태 또는 이의 산화물 또는 질화물 형태일 수 있다.

[0086] 이러한 금속화합물은 바람직하게는 고행화 장치(200) 내에서, 고행화 장치(200) 내로 토출되는 분해 폐냉매제 가스의 온도가 400~200°C인 위치에 위치하도록 구성된다.

[0087] 이는, 분해 폐냉매제 가스의 온도가 약 600°C 이하에서 불소 또는 염소 화합물의 합성이 두드러지게 발생되기 시작하며, 약 300°C 이하에서는 투입된 금속화합물의 산화물이 급감하면서, 불소 또는 염소 화합물의 순도가 높아진다. 이를 증명하기 위해, 아래의 실험예 3 및 실험예 4와 같이 실험하였고, 실험을 위해 도 3에 도시된 형태로 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고행화 장치를 구성하여 실험을 실시하였다.

[0088] 도 7는 도 3a에 도시된 플라즈마 분해 장치 및 도 4a에 도시된 고행화 장치를 연결한 모습을 나타낸 단면도이다.

[0089] 폐냉매제를 플라즈마를 이용하여 분해하고 플라즈마에 의해 분해된 폐냉매제 가스를 금속화합물과 반응시키기 위해, 도 3a 및 도 4a에서 예시된 각각의 플라즈마 분해 장치(100) 및 고행화 장치(200)를 도 7에서 보여지는 바와 같이 연결하였다. 즉, 고행화 장치(200)는 유입부(210)가 플라즈마 분해 장치(100)의 내부 반응기(120)의 제2 측면부(112) 쪽 말단에 위치한 토출부(150)와 유체 소통 가능하도록 연결되어 플라즈마 분해 장치(100)의 후단에 위치하는 구조로 본 발명의 일 실시예에 따른 폐냉매제의 분해 및 부산물 고행화 장치를 구성하였다.

[0090] 실험예 3

[0091] - 플라즈마 분해 장치로부터 고행화 반응기의 내부로 분해 폐냉매제 가스를 토출하여 고행화 장치 내로 분해 폐

냉매제 가스를 유입시켰다.

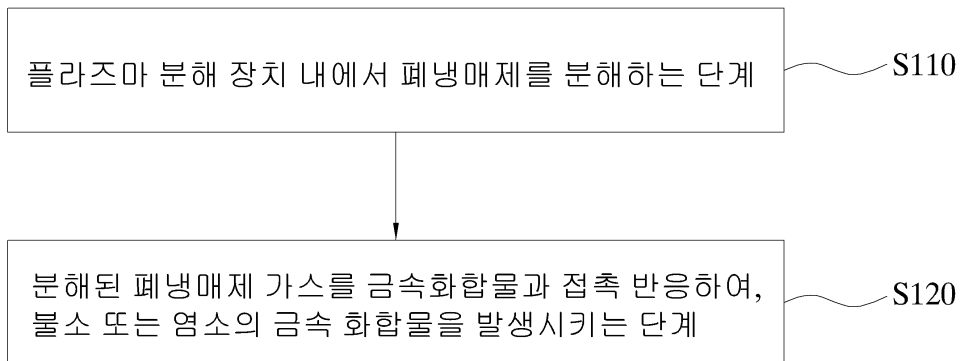
- [0092] - 고행화 장치의 축방향 길이를 제1 영역(#1), 제2 영역(#2) 및 제3 영역(#3)으로 나눈 후 각각의 영역의 위치에서 분해 폐냉매제 가스의 온도를 측정하였고, 제1 영역의 온도는 약 800℃로 확인되고, 제2 영역의 온도는 약 550℃로 확인되고, 제3 영역의 온도는 약 320℃로 확인되었다.
- [0093] - 상기 제1 영역, 상기 제2 영역 및 상기 제3 영역에 철(Fe)을 포함하는 금속화합물로서 스테인레스 스틸 칩(stainless steel chip)을 미리 위치시켰다.
- [0094] 도 8은 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고행화 장치의 각각의 영역 내에서 분해 폐냉매제 가스가 금속화합물과 반응하여 불소가 금속화합물에 부착되는지 여부를 EDX 분석 장비를 이용하여 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.
- [0095] 도 8의 그래프에 나타난 바와 같이, 제1 영역(#1) 및 제2 영역(#2)에서는 불소(F)가 금속화합물과 부착되는 정도가 0%에 가깝고, 제2 영역(#2)으로부터 제3 영역(#3)으로 갈수록 금속화합물에 부착되는 불소(F)의 양이 점차 증가하면서 제3 영역(#3)에서는 금속화합물에 부착되는 불소(F)의 양이 60% 이상으로 증가된 것을 확인할 수 있다.
- [0096] 도 9는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고행화 장치의 각각의 영역 내에서 불소(F)와 결합한 금속화합물의 생성 여부를 XRD 분석 장비를 이용하여 측정된 결과를 나타낸 각각의 영역의 그래프이다.
- [0097] 도 10a는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고행화 장치의 제1 영역 내에서 생성된 분말의 사진 및 분말의 투과전자현미경 사진을 나타내고, 도 10b는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고행화 장치의 제2 영역 내에서 생성된 분말의 사진 및 분말의 투과전자현미경 사진을 나타내고, 도 10c는 실험예 3을 통해 도 7에 도시된 고행화 장치의 제3 영역 내에서 생성된 분말의 사진 및 분말의 투과전자 현미경 사진을 나타낸다.
- [0098] 도 9의 제1 영역(#1)의 그래프에 나타난 바와 같이, 분해 폐냉매제 가스가 약 800℃의 온도를 갖는 제1 영역(#1)에서는 수산화철(Fe_2O_3)이 존재할 뿐, 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)이 존재하지 않는 것을 확인할 수 있다.
- [0099] 따라서 제1 영역(#1)에서는 도 10a에 나타낸 바와 같은 분말, 즉 표면이 거친 수산화철(Fe_2O_3)만이 생성되므로 분해 폐냉매제 가스가 약 800℃의 높은 온도인 경우에는 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)을 생성하기에 적합하지 않은 온도범위인 것을 알 수 있다.
- [0100] 도 9의 제2 영역(#2)의 그래프에 나타난 바와 같이, 분해 폐냉매제 가스가 약 550℃의 온도를 갖는 제2 영역(#2)에서는 수산화철(Fe_2O_3)이 존재하며, 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)이 생성되기 시작하는 것을 확인할 수 있다.
- [0101] 따라서 제2 영역(#2)에서는 도 10b에 나타낸 바와 같이 분말, 즉 제1 영역(#1)에서 생성된 수산화철(Fe_2O_3)의 표면보다 개선된 표면을 갖는 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)이 생성되므로 분해 폐냉매제 가스가 약 600℃ 또는 약 550℃의 온도에서부터 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)이 발생됨이 급격히 늘어남을 확인할 수 있다.
- [0102] 도 9의 제3 영역(#3)의 그래프에 나타난 바와 같이, 분해 폐냉매제 가스가 약 320℃의 온도를 갖는 제3 영역(#3)에서는 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)만이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 이는, 제3 영역(#3)에서 분해 폐냉매제 가스에 포함된 불소(F)가 철(Fe)을 포함하는 금속화합물과 완전히 결합된 것을 의미한다.
- [0103] 따라서 제3 영역(#3)에서는 도 10c에 나타낸 바와 같이 분말, 즉 제2 영역(#2)에서 생성된 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)의 표면보다 개선된 표면을 갖는 최적의 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)이 생성되므로 분해 폐냉매제 가스가 약 400℃ 이하 또는 350℃ 이하의 온도에서 금속산화물의 발생이 없는 높은 순도의 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)을 생성할 수 있는 가장 바람직한 온도범위인 것을 확인할 수 있다.
- [0104] 실험예 3에서는 불소(F)와 결합한 금속화합물(FeF_3)이 생성되는 것에 대해 설명하였으나, 염소의 경우도 동일하며, 염소(C1)와 결합한 금속화합물(FeF_3)의 생성을 위해 염소와의 결합이 이루어질 수 있는 금속화합물을 고행화 장치(200) 내에 공급하면 가능하다.
- [0105] 이러한 실험예 3을 통해 확인된 바와 같이 분해 폐냉매제 가스가 600℃ 이하 바람직하게는 400~200℃의 온도일

때 불소 또는 염소의 금속화합물을 원활하게 발생시킬 수 있으므로 고형화 장치(200)의 길이는 플라즈마 분해 장치(100)의 내부공간에서 분해된 폐냉매제 가스의 온도가 600℃ 이하 바람직하게는 400~200℃의 온도인 영역을 포함할 수 있는 길이를 가져야 하며, 이에 의해 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 방법의 고형화 단계(S120)에서, 분해된 폐냉매제 가스가 600℃ 이하 바람직하게는 400~200℃의 온도에서 상기 금속화합물과 접촉 반응하는 것을 구현할 수 있다.

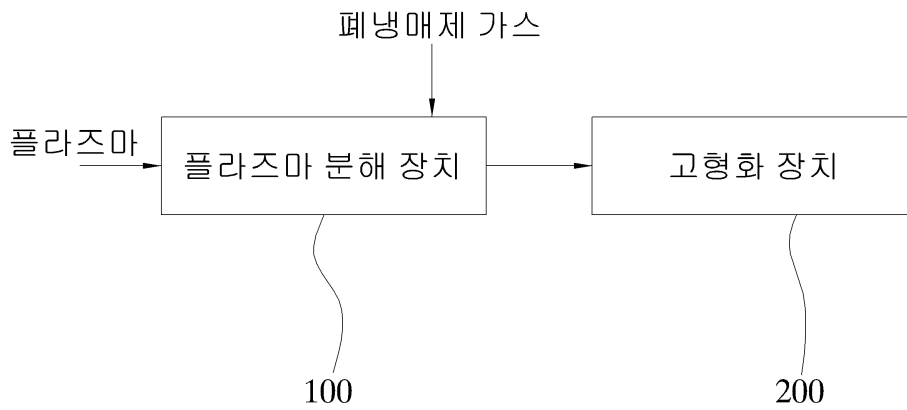
- [0106] 실험예 4
- [0107] 실험을 위해, 전자파 플라즈마 발생장치 및 도 7에 예시된 장치를 사용하여, 라즈마 장치의 파워를 4kW로 하고, 플라즈마 공급 가스로 에어(air)를 사용하여 에어를 40 lpm의 유량으로 주입하고, 클로로디플루오르메탄(CHClF₂)을 5 lpm의 유량으로 주입하였고, 도 7에 도시된 고형화 장치(200)의 제3 영역(#3)에 금속화합물로서 수산화칼슘(Ca(OH)₂)를 미리 위치시켰다.
- [0108] 도 11a는 실험예 4에서 클로로디플루오르메탄이(CHClF₂)이 분해되기 전의 수산화칼슘(Ca(OH)₂)의 XRD 데이터를 나타내는 것으로서, 도 11a의 그래프에 나타난 피크는 수산화칼슘(Ca(OH)₂)의 고유 피크이다.
- [0109] 도 11b는 실험예 4에서 클로로디플루오르메탄(CHClF₂)이 분해된 후 불소(F) 및 수산화칼슘(Ca(OH)₂)이 결합하여 생성된 금속화합물의 XRD 데이터를 나타내는 것으로서, 실험예 4의 조건으로 클로로디플루오르메탄(CHClF₂)을 분해하고 분해된 폐냉매제 가스에 포함된 불소(F)가 수산화칼슘(Ca(OH)₂)과 결합하여 CaF₂의 금속화합물이 생성되었음을 확인할 수 있다.
- [0110] 도 12는 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치의 다른 실시예의 구성을 개념적으로 나타낸 블록도이다.
- [0111] 도 12를 참조하면, 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치는 열교환 장치(300)를 더 포함할 수 있다.
- [0112] 열교환 장치(300)는 플라즈마 분해 장치에 의해 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치에 위치하고, 상기 토출되는 분해된 폐냉매제 가스를 감온하도록 구성된다.
- [0113] 이러한 열교환 장치(300)의 형태에는 특별한 제한은 없으며, 플라즈마 분해 장치(100)에서 분해된 폐냉매제 가스가 토출되는 위치에 연결되어 분해된 폐냉매제 가스의 온도를 감온할 수 있는 형태라면 모두 가능하다. 예를 들면, 분해된 폐냉매제 가스가 내부공간을 통과하면서 감온될 수 있는 튜브(Tube)형태의 열교환 장치가 사용될 수 있다.
- [0114] 실험예 3 및 실험예 4를 통해 설명한 바와 같이 플라즈마 분해 장치(100)를 통해 분해된 폐냉매제 가스가 600℃ 이하 바람직하게는 400~200℃의 온도일 때 불소 또는 염소를 포함하는 금속화합물이 원활히 발생될 수 있으므로 열교환 장치(300)는 플라즈마 분해 장치(100)의 토출부로부터 토출되는 분해 폐냉매제 가스의 온도를 600℃ 이하 바람직하게는 400~200℃의 온도로 감온하는 것이 바람직하다.
- [0115] 열교환 장치(300)를 이용하여 분해 폐냉매제 가스의 온도를 감온하게 되면, 감온된 분해 폐냉매제 가스가 고형화 장치(200) 내로 유입되므로 고형화 장치(200) 내에 수용되거나 외부에서 공급되는 금속화합물은 고형화 장치(200)의 내부공간 전체에 위치될 수 있고, 고형화 장치(200)의 내부공간 전체에서 불소 또는 염소의 금속화합물의 생성이 가능해질 수 있다.
- [0116] 이러한 본 발명의 폐냉매제의 분해 및 부산물 고형화 장치를 이용하면, 플라즈마를 이용하여 폐냉매제를 효과적으로 분해하고, 플라즈마에 의해 분해된 폐냉매제 가스에 포함된 불소 또는 염소를 불소 또는 염소의 금속화합물로 생성하여 고형화할 수 있으므로 고부가가치의 금속화합물의 자원을 생산할 수 있고, 불소 또는 염소의 금속화합물을 발생시키는 고형화 과정을 통해 폐냉매제에 포함된 불소 및 염소의 유해 성분이 제거되므로 플라즈마를 이용하여 폐냉매제 처리 후의 친환경적 가스의 배출이 이루어질 수 있다.
- [0117] 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

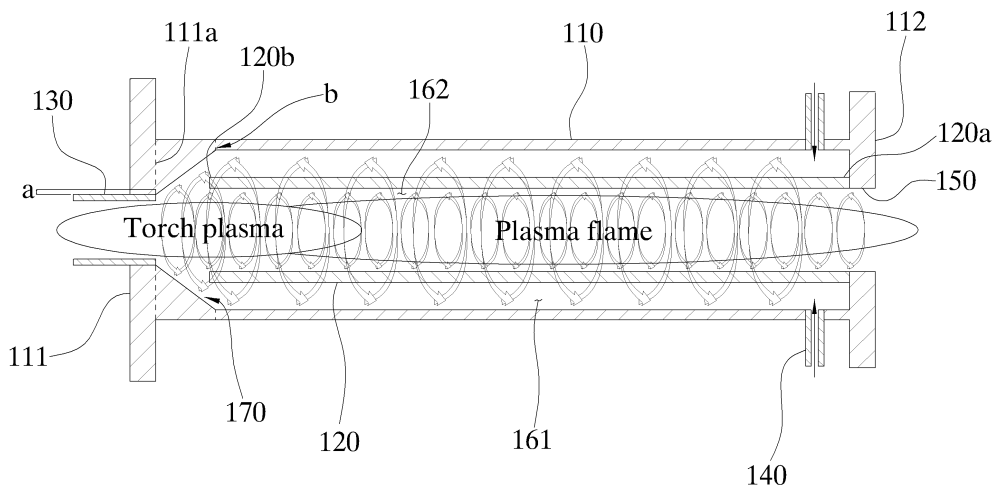
도면1



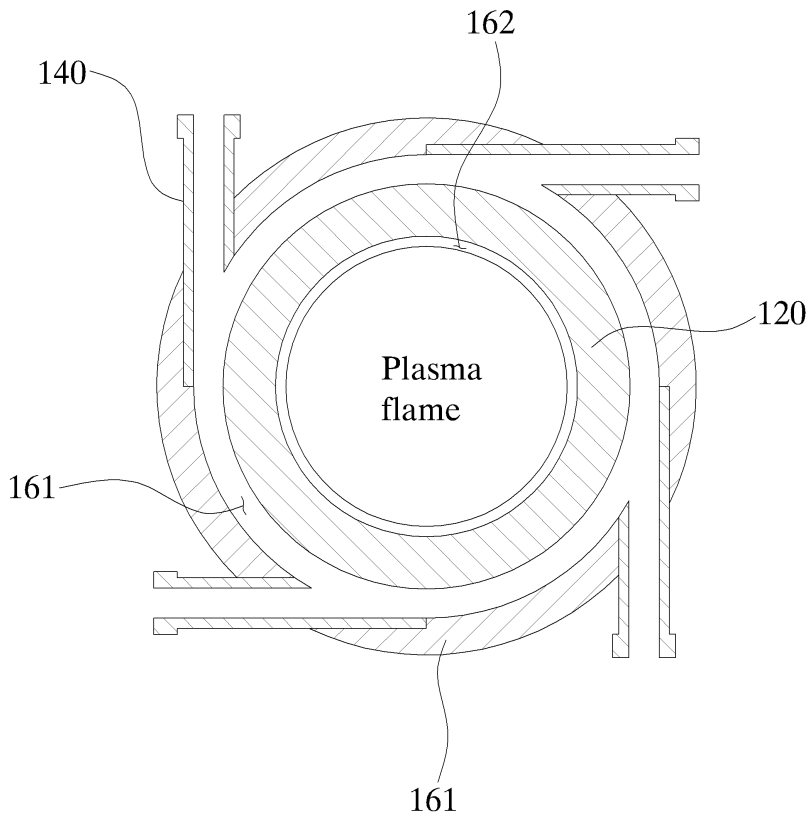
도면2



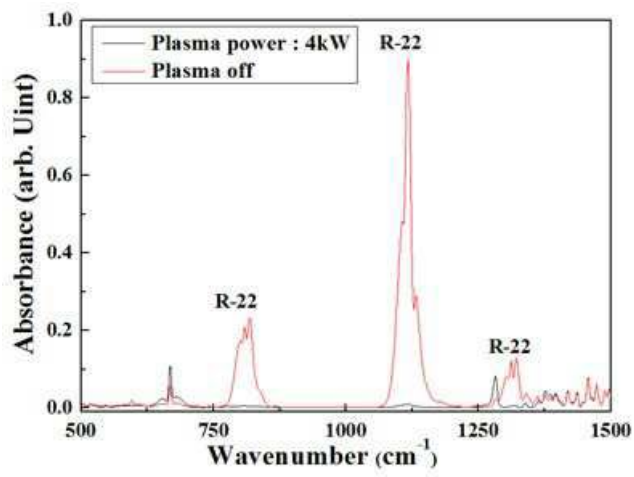
도면3a



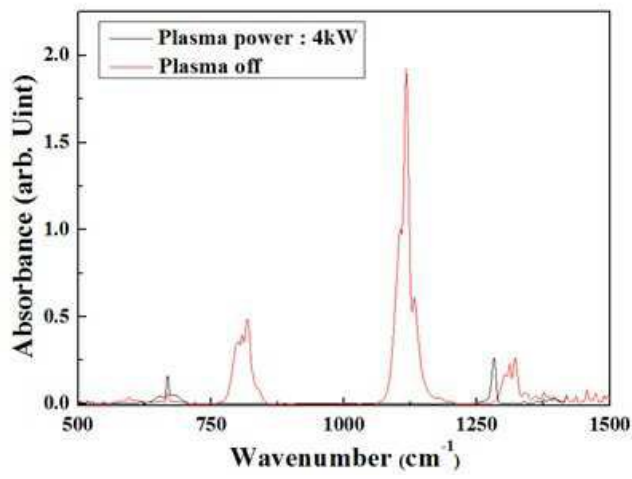
도면3b



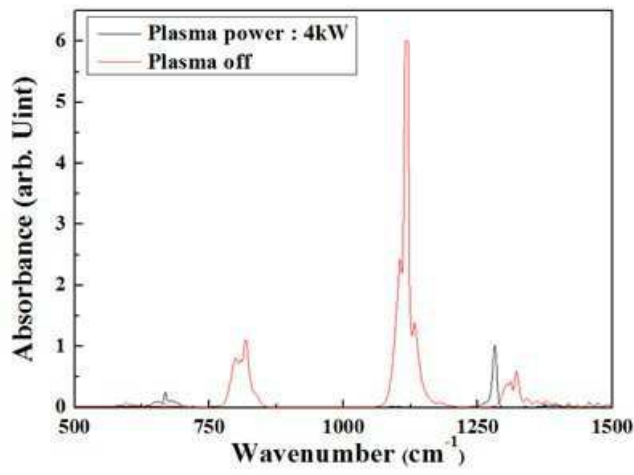
도면4a



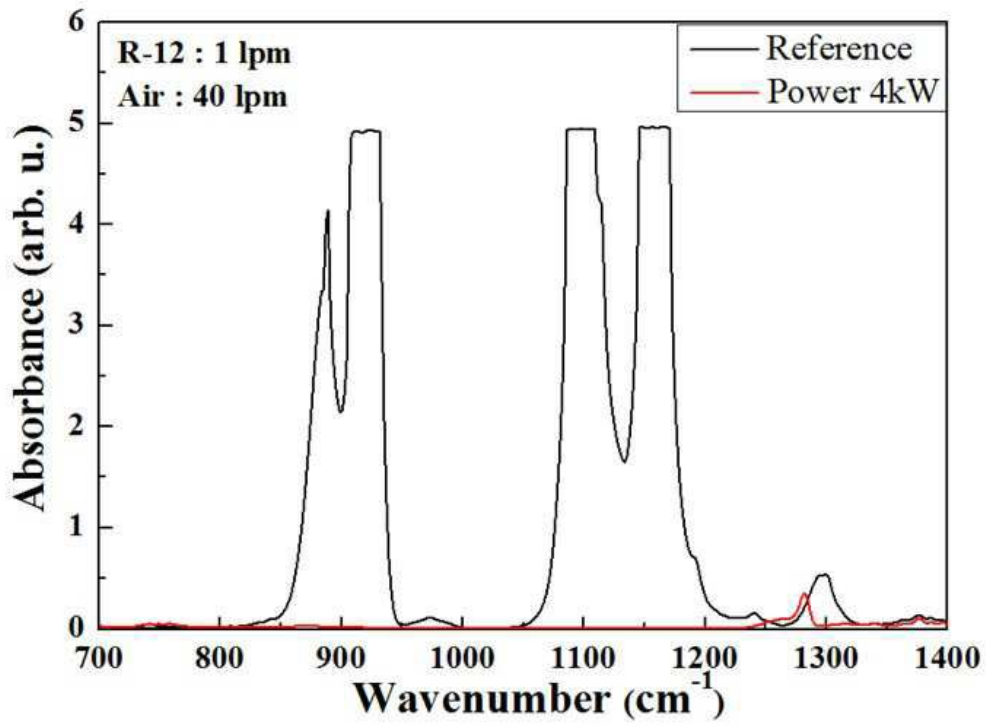
도면4b



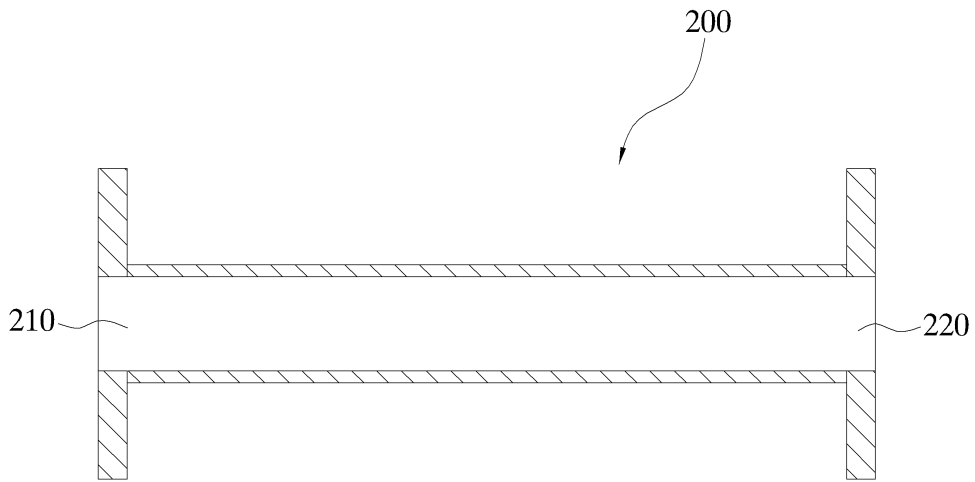
도면4c



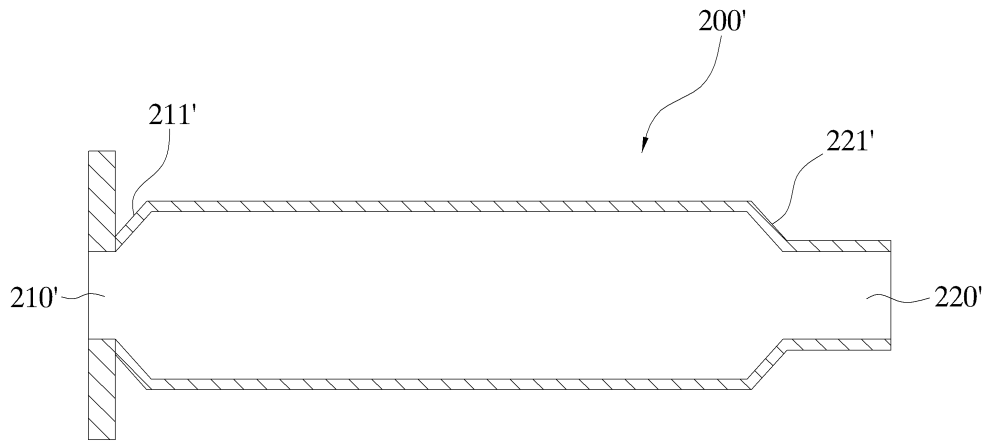
도면5



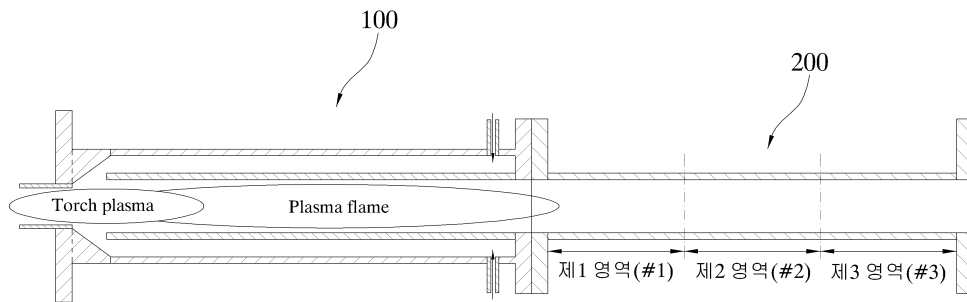
도면6a



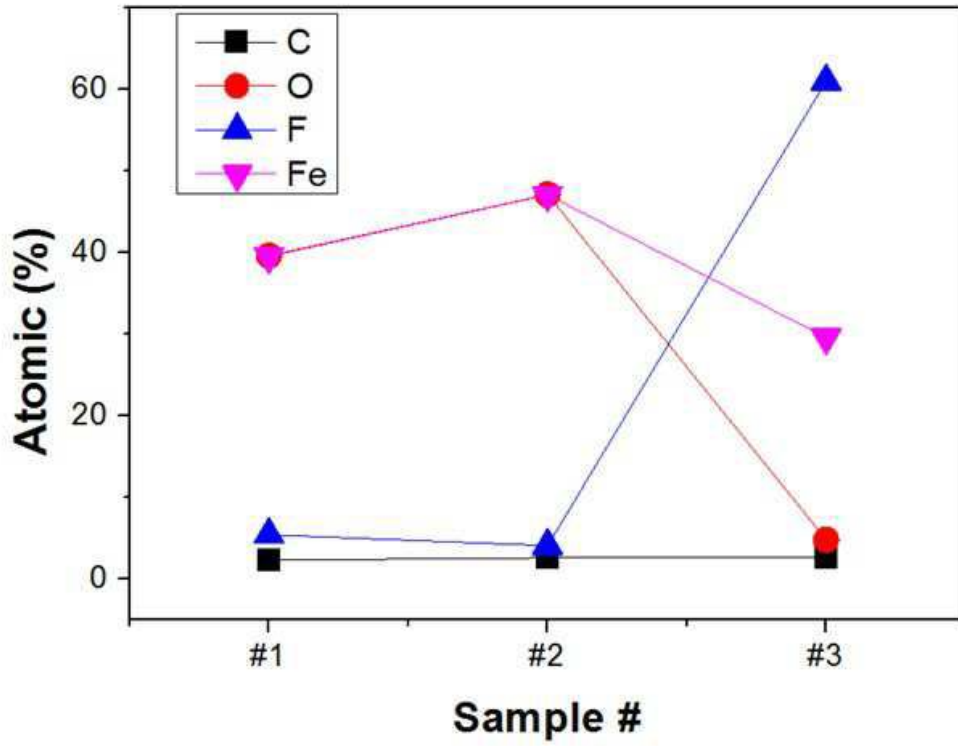
도면6b



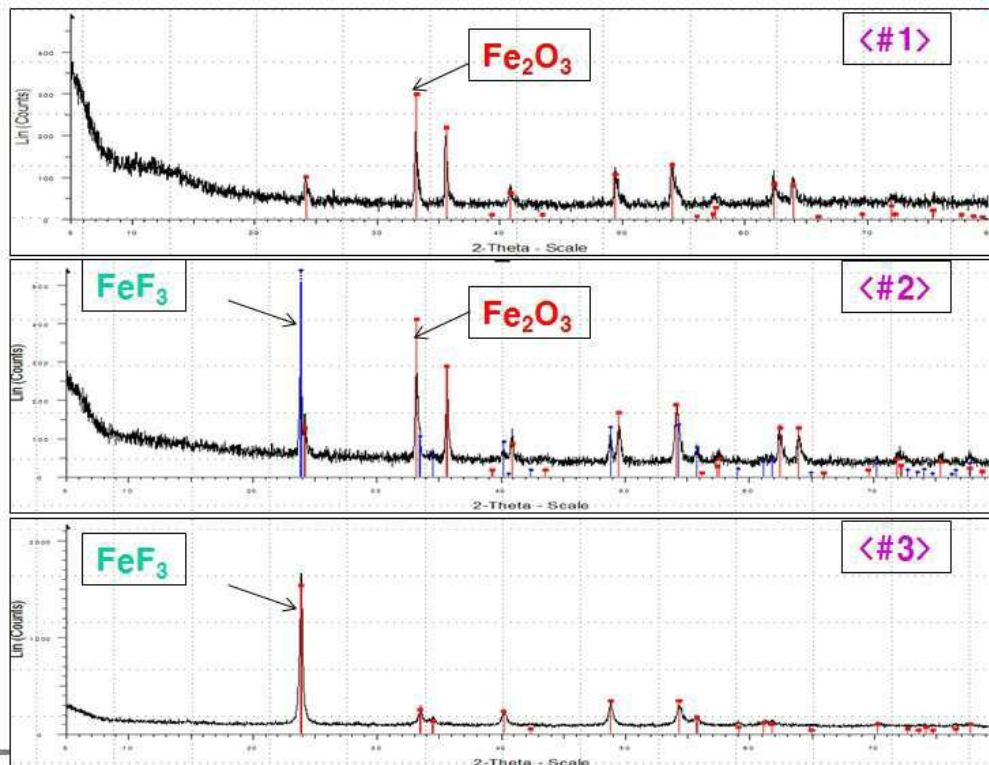
도면7



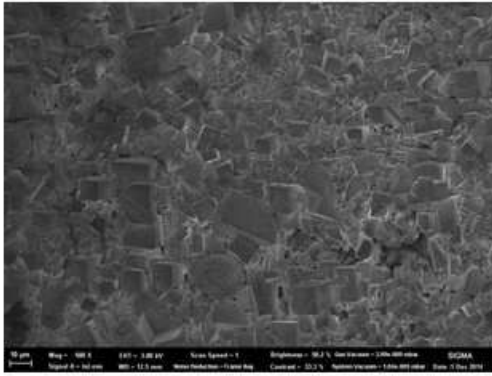
도면8



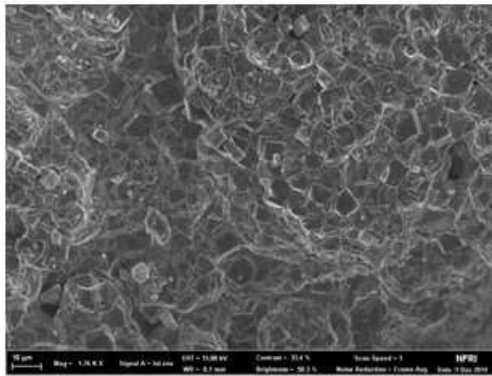
도면9



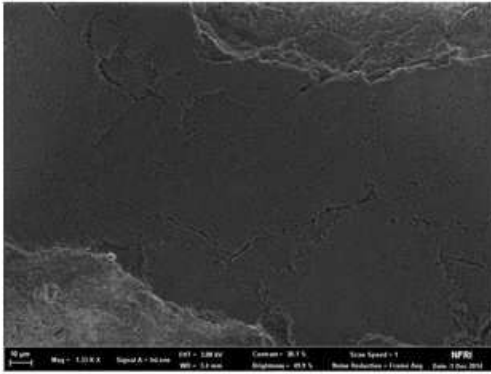
도면10a



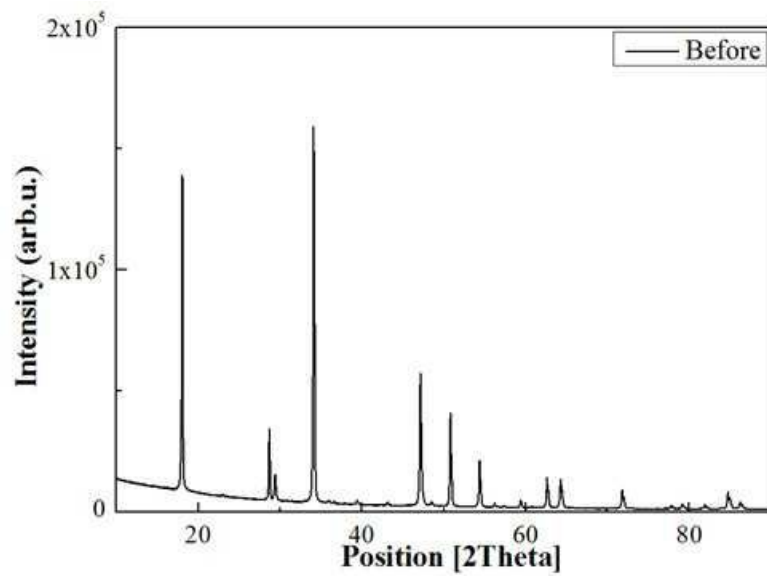
도면10b



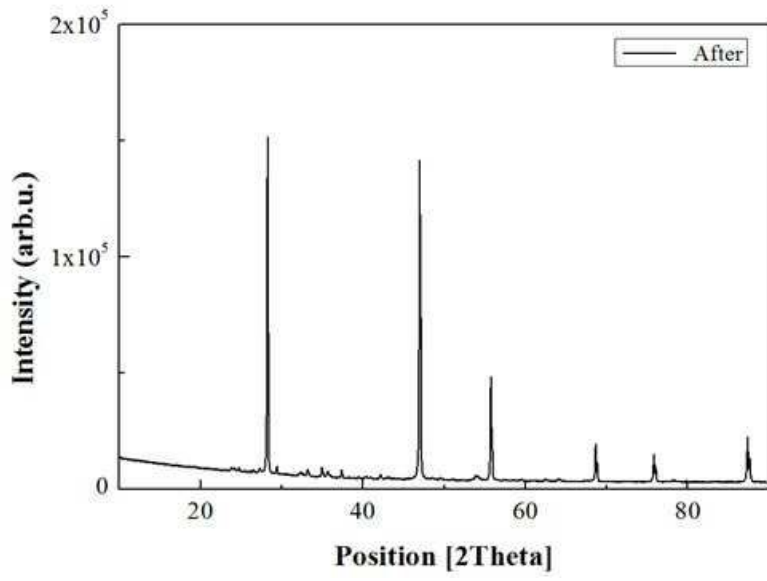
도면10c



도면11a



도면11b



도면12

