



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월21일
(11) 등록번호 10-2016808
(24) 등록일자 2019년08월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 46/12 (2006.01) B01D 39/20 (2006.01)
B01D 46/42 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B01D 46/12 (2013.01)
B01D 39/2062 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0148020
(22) 출원일자 2017년11월08일
심사청구일자 2017년11월08일
(65) 공개번호 10-2019-0052375
(43) 공개일자 2019년05월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR100985911 B1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한양대학교 에리카산학협력단
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55
(72) 발명자
김영득
경기도 안산시 상록구 해양1로 11, 615동 2101호
(사동, 안산고잔6차푸르지오)
김우승
서울시 강남구 대치동 선경아파트 10동 1402호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박상열, 최내윤

전체 청구항 수 : 총 10 항

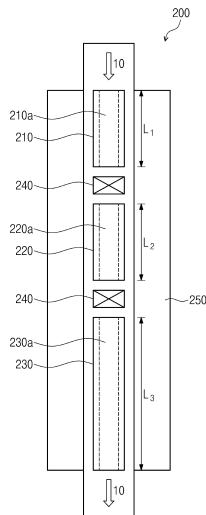
심사관 : 오혜연

(54) 발명의 명칭 가스 정제 방법 및 시스템

(57) 요약

가스 정제 방법이 제공된다. 상기 가스 정제 방법은, 타겟 가스가 유입되는 단계, 상기 타겟 가스로부터 탄소 및 황을 포함하는 제1 가스를 제거하는 제1 단계, 상기 제1 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 산소 및 규소를 포함하는 제2 가스를 제거하는 제2 단계, 및 상기 제2 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 수소 및 황을 포함하는 제3 가스를 제거하는 제3 단계를 포함하되, 상기 제1 내지 제3 단계가 순차적으로 수행될 수 있다.

대표도 - 도3



- | | |
|--|---|
| <p>(52) CPC특허분류
 <i>B01D 39/2068</i> (2013.01)
 <i>B01D 46/42</i> (2013.01)
 <i>B01D 2258/05</i> (2013.01)</p> <p>(72) 발명자
 박철우
 경기 안산시 상록구 사동 1304-3 302호</p> <p>임찬중
 경기도 안양시 만안구 창박로 30, 102동 803호(안양동, 수리산 현대홈타운)</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌
 US3689404 A
 KR1020160013686 A
 KR101613575 B1
 KR101597322 B1
 KR1020130003236 A</p> |
|--|---|

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20153010130460
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	(재)포항산업과학연구원
연구사업명	산업기술혁신사업 / 에너지기술개발사업 / 에너지기술개발사업
연구과제명	바이오가스 기반 고온형 연료전지 융합 시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국에너지기술평가원, 산업통상자원부
연구기간	2016.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

타겟 가스가 유입되는 단계;

상기 타겟 가스로부터 탄소 및 황을 포함하는 제1 가스를 제거하는 제1 단계;

상기 제1 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 산소 및 규소를 포함하는 제2 가스를 제거하는 제2 단계; 및

수산화철을 포함하는 제3 필터를 사용하여, 상기 제2 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 수소 및 황을 포함하는 제3 가스를 제거하는 제3 단계를 포함하되,

상기 제1 내지 제3 단계가 순차적으로 수행되는 가스 정제 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 및 제2 단계는, 각각

활성탄을 포함하는 제1 필터; 및

실리카겔을 포함하는 제2 필터를 사용하는 가스 정제 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 필터는, 각각 상기 타겟 가스가 이동하는 제1 내지 제3 유로를 포함하되,

상기 제3 유로의 길이는, 상기 제1 및 제2 유로의 길이보다 긴 것을 포함하는 가스 정제 방법.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 제1 필터가 포함하는 활성탄의 양 및 상기 제2 필터가 포함하는 실리카겔의 양 대비 상기 제3 필터가 포함하는 수산화철의 양이 더 많은 것을 포함하는 가스 정제 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터, 메탄 및 이산화탄소를 분리하는 단계를 더 포함하는 가스 정제 방법.

청구항 6

타겟 가스 유입부;

상기 타겟 가스 내의 탄소 및 황을 포함하는 제1 가스, 산소 및 규소를 포함하는 제2 가스, 수소 및 황을 포함

하는 제3 가스를 순차적으로 제거하는 정제부; 및

상기 정제부로부터 배출된 상기 타겟 가스 내의 메탄 및 이산화탄소를 분리하는 분리부를 포함하되,

상기 정제부는, 수산화철을 포함하는 제3 필터를 포함하여, 상기 제3 가스는 상기 제3 필터에 의해 제거되는 것을 포함하는 가스 정제 시스템.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 정제부는,

활성탄을 포함하는 제1 필터; 및

실리카겔을 포함하는 제2 필터를 포함하되,

상기 타겟 가스가 상기 제1 내지 제3 필터를 순차적으로 이동하는 것을 포함하는 가스 정제 시스템.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 제1 내지 제3 필터는, 각각 상기 제1 내지 제3 가스를 제거하는 것을 포함하는 가스 정제 시스템.

청구항 9

제6 항에 있어서,

상기 제1 가스는 이황화탄소이고, 상기 제2 가스는 실록산이고, 상기 제3 가스는 황화수소인 것을 포함하는 가스 정제 시스템.

청구항 10

제6 항에 있어서,

상기 타겟 가스는 바이오 가스인 것을 포함하는 가스 정제 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가스 정제 방법 및 시스템에 관련된 것으로, 타겟 가스로부터 제1 내지 제3 가스가 순차적으로 제거되는 가스 정제 방법 및 시스템에 관련된 것이다.

배경 기술

[0002] 하수 슬러지, 음식물 쓰레기, 가축분뇨 및 도축 폐기물 등의 유기성 물질을 산소가 차단된 상태에서 혐기성 소화과정을 거치면 혐기성 소화가스(Anaerobic Digestion Gas, ADG) 또는 바이오 가스(Biogas)라 불리는 가스가 발생한다. 바이오가스는 45 ~ 70 %의 메탄과 30 ~ 55 %의 이산화탄소, 수백 ~ 수천 ppm의 황화수소, 수백 ~ 수천 ppm의 암모니아, 수분, 실록산 등의 미량성분으로 구성되어 있다. 바이오가스 중에 포함되어 있는 메탄은 지구온난화지수 21로 대표적인 온실가스로 지정되어 있으며, 자체적인 에너지량이 약 5,000 kcal/m³이므로 바이오가스 중 메탄을 정제, 회수하여 사용하면 지구온난화 방지, 자원재활용, 신재생에너지 확보라는 목적을 달성할 수 있다.

[0003] 바이오 가스를 자원화하는 방법으로는 직접연소에 의한 전력 및 열 생산(Combined Heat and Power, CHP), 정제를 거쳐 고순도화하여 도시가스 및 자동차연료로 사용할 수 있으며, 바이오 가스 발생원 주변의 환경과 경제성에 따라 다양한 활용법이 개발되고 있다. 예를 들어, 대한민국 특허 공개 번호 10-2017-0050087(출원번호: 10-2015-0151154, 출원인: 한국생산기술연구원)에는, 바이오 가스에 포함되어 있는 불순물과 이산화탄소 제거 및 분리하여 고온형 연료전지 발전을 위한 고순도 메탄 공급을 위한 바이오가스 전처리 및 이산화탄소 자원화 융합 공정 모듈 시스템이 개시되어 있다. 이 밖에도, 다양한 바이오 가스 관련 기술들이 연구 개발되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 특허 공개 공보 10-2017-0050087

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 정제공정의 효율이 향상된 가스 정제 방법 및 시스템을 제공하는 데 있다.
- [0006] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 황화합물 및 실록산을 함께 제거할 수 있는 가스 정제 방법 및 시스템을 제공하는 데 있다.
- [0007] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는 공정 설계가 용이한 가스 정제 방법 및 시스템을 제공하는 데 있다.
- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상술된 것에 제한되지 않는다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 가스 정제 방법을 제공한다.
- [0010] 일 실시 예에 따르면, 상기 가스 정제 방법은, 타겟 가스가 유입되는 단계, 상기 타겟 가스로부터 탄소 및 황을 포함하는 제1 가스를 제거하는 제1 단계, 상기 제1 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 산소 및 규소를 포함하는 제2 가스를 제거하는 제2 단계, 및 상기 제2 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 수소 및 황을 포함하는 제3 가스를 제거하는 제3 단계를 포함하되, 상기 제1 내지 제3 단계가 순차적으로 수행될 수 있다.
- [0011] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 내지 제3 단계는, 각각 황성탄을 포함하는 제1 필터, 실리카겔을 포함하는 제2 필터, 및 수산화철을 포함하는 제3 필터를 사용할 수 있다.
- [0012] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 내지 제3 필터는, 각각 상기 타겟 가스가 이동하는 제1 내지 제3 유로를 포함하되, 상기 제3 유로의 길이는, 상기 제1 및 제2 유로의 길이보다 긴 것을 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 필터가 포함하는 황성탄의 양 및 상기 제2 필터가 포함하는 실리카겔의 양 대비 상기 제3 필터가 포함하는 수산화철의 양이 더 많은 것을 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 내지 제3 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터, 메탄 및 이산화탄소를 분리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 기술적 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 가스 정제 시스템을 제공한다.
- [0017] 일 실시 예에 따르면, 상기 가스 정제 시스템은, 타겟 가스 유입부, 상기 타겟 가스 내의 탄소 및 황을 포함하는 제1 가스, 산소 및 규소를 포함하는 제2 가스, 수소 및 황을 포함하는 제3 가스를 순차적으로 제거하는 정제부, 및 상기 정제부로부터 배출된 상기 타겟 가스 내의 메탄 및 이산화탄소를 분리하는 분리부를 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시 예에 따르면, 상기 정제부는, 황성탄을 포함하는 제1 필터, 실리카겔을 포함하는 제2 필터, 및 수산화철을 포함하는 제3 필터를 포함하되, 상기 타겟 가스가 상기 제1 내지 제3 필터를 순차적으로 이동하는 것을 포

함할 수 있다.

- [0019] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 내지 제3 필터는, 각각 상기 제1 내지 제3 가스를 제거하는 것을 포함할 수 있다.
- [0020] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 가스는 이황화탄소이고, 상기 제2 가스는 실록산이고, 상기 제3 가스는 황화수소인 것을 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 가스는 바이오 가스인 것을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 방법은, 타겟 가스가 유입되는 단계, 상기 타겟 가스로부터 탄소 및 황을 포함하는 상기 제1 가스를 제거하는 제1 단계, 상기 제1 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 산소 및 규소를 포함하는 제2 가스를 제거하는 제2 단계, 및 상기 제2 단계가 수행된 상기 타겟 가스로부터 수소 및 황을 포함하는 제3 가스를 제거하는 제3 단계를 포함하되, 상기 제1 내지 제3 단계가 순차적으로 수행될 수 있다. 이에 따라, 상기 타겟 가스의 정제 효율이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 시스템을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 방법을 설명하는 순서도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 시스템이 포함하는 정제부를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 제1 변형 예에 따른 가스 정제 방법을 나타내기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 제2 변형 예에 따른 가스 정제 방법을 나타내기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 제3 변형 예에 따른 가스 정제 방법을 나타내기 위한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시 예 및 비교 예들에 따른 가스 정제 방법들을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시 예 1에 따른 가스 정제 방법의 바이오 가스에 대한 흡착특성을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명할 것이다. 그러나 본 발명의 기술적 사상은 여기서 설명되는 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시 예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0025] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0026] 또한, 본 명세서의 다양한 실시 예 들에서 제1, 제2, 제3 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 따라서, 어느 한 실시 예에 제 1 구성요소로 언급된 것이 다른 실시 예에서는 제 2 구성요소로 언급될 수도 있다. 여기에 설명되고 예시되는 각 실시 예는 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다. 또한, 본 명세서에서 '및/또는'은 전후에 나열한 구성요소들 중 적어도 하나를 포함하는 의미로 사용되었다.
- [0027] 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 또한, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 "연결"은 복수의 구성 요소를 간접적으로 연결하는 것, 및 직접적으로 연결하는 것을 모두 포함하는 의미로 사용된다.
- [0028] 또한, 하기에 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지

를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

- [0030] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 시스템을 나타내는 도면이다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 상기 실시 예에 따른 가스 정제 시스템은, 타겟 가스 유입부(100), 정제부(200), 및 분리부(300)로 구성될 수 있다.
- [0032] 상기 타겟 가스 유입부(100)는, 상기 타겟 가스(10)를 외부로부터 유입할 수 있다. 유입된 상기 타겟 가스(10)는, 상기 정제부(200)로 공급될 수 있다. 예를 들어, 상기 타겟 가스(10)는, 바이오 가스일 수 있다.
- [0033] 상기 정제부(200)는, 제1 가스, 제2 가스, 및 제3 가스를 제거할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 가스는, 탄소 및 황을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 가스는, 이황화탄소(CS₂) 또는 황화카르보닐(COS)일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 가스는, 산소 및 규소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 가스는, 실록산(siloxane)일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제3 가스는, 수소 및 황을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제3 가스는, 황화수소(H₂S)일 수 있다.
- [0034] 상기 정제부(200)는, 제1 필터, 제2 필터, 및 제3 필터를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 필터는 활성탄을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 필터는 실리카겔을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제3 필터는 수산화철을 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 제1 내지 제3 필터는 각각 상기 제1 내지 제3 가스를 제거할 수 있다. 즉, 상기 제1 가스가 이황화탄소 또는 황화카르보닐인 경우, 상기 제1 필터 내의 활성탄에 의해 제거될 수 있다. 상기 제2 가스가 실록산인 경우, 상기 제2 필터 내의 실리카겔에 의해 제거될 수 있다. 상기 제3 가스가 황화수소인 경우, 상기 제3 필터 내의 수산화철에 의해 제거될 수 있다.
- [0036] 상기 타겟 가스(10)는 상기 제1 내지 제3 필터를 순차적으로 이동할 수 있다. 이에 따라, 상기 타겟 가스(10)가 포함하는 제1 내지 제3 가스가 순차적으로 제거될 수 있다. 상기 제1 내지 제3 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10)는, 상기 정제부(200)로부터 배출되어, 상기 분리부(300)로 유입될 수 있다.
- [0037] 상기 분리부(300)는, 상기 정제부(200)로부터 배출된 상기 타겟 가스(10) 내의 메탄 및 이산화탄소를 분리할 수 있다. 보다 구체적으로 말하면, 상기 정제부(200)를 통해 상기 제1 내지 제3 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10)는, 메탄 및 이산화탄소를 포함할 수 있다. 상기 분리부(300)는, 상기 제1 내지 제3 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10) 내의 메탄 및 이산화탄소를 분리할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 분리된 메탄 가스는, SOFC(solid oxide fuel cell)의 연료로 사용될 수 있다.
- [0038] 이하, 상술된 정제부(200) 내에서 상기 제1 내지 제3 가스가 제거되는 공정이 도 2 및 도 3을 참조하여 설명된다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 방법을 설명하는 순서도이고, 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 시스템이 포함하는 정제부를 나타내는 도면이다.
- [0040] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 타겟 가스(10)가 상기 정제부(200)로 유입될 수 있다(S110). 상기 정제부(200)는, 상기 제1 필터(210), 상기 제2 필터(220), 상기 제3 필터(230), 및 격막(240)을 포함하는 흡착 모듈(250)로 구성될 수 있다.
- [0041] 상기 타겟 가스(10)가 상기 정제부(200)로 유입된 경우, 상기 제1 가스가 제거될 수 있다(S120). 상기 제1 내지 제3 가스는 순차적으로 제거될 수 있다. 상기 제1 가스는, 상기 제1 필터(210)에 의해 제거될 수 있다. 상기 제1 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10)는, 상기 제2 가스가 제거될 수 있다(S130). 상기 제2 가스는, 상기 제2 필터(220)에 의해 제거될 수 있다. 상기 제2 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10)는, 상기 제3 가스가 제거될 수 있다(S140). 상기 제3 가스는, 상기 제3 필터(220)에 의해 제거될 수 있다.
- [0042] 상기 제1 내지 제3 가스 및 상기 타겟 가스(10)는, 도 1을 참조하여 설명된 상기 가스 정제 시스템에서의 상기 제1 내지 제3 가스 및 상기 타겟 가스(10)와 같을 수 있다. 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230) 또한 상술된 상기 가스 정제 시스템에서의 상기 제1 내지 제3 필터와 같을 수 있다.
- [0043] 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230)는, 각각 상기 타겟 가스(10)가 이동하는 제1 내지 제3 유로부(210a, 220a, 230a)를 포함할 수 있다. 상기 타겟 가스(10)는 상기 제1 내지 제3 유로부(210a, 220a, 230a)의 길이 방향으로 이동할 수 있다. 이에 따라, 상기 타겟 가스(10)는, 상기 제1 내지 제3 유로부(210a, 220a, 230a)를 통

과하는 동안, 상기 제1 내지 제3 가스가 순차적으로 제거될 수 있다.

- [0044] 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230) 내의 활성탄, 실리카겔, 및 수산화철의 양은 상기 제1 내지 제3 유로부(210a, 220a, 230a)의 길이(L₁, L₂, L₃)에 따라 조절될 수 있다. 구체적으로, 상기 제1 내지 제3 유로부(210a, 220a, 230a)의 길이(L₁, L₂, L₃)가 길어짐에 따라, 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230) 내의 활성탄, 실리카겔, 및 수산화철의 양이 증가될 수 있다.
- [0045] 일 실시 예에 따르면, 상기 제3 유로부(230a)의 길이(L₃)는, 상기 제1 및 제2 유로부(210a, 220a)의 길이(L₁, L₂)보다 길 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 유로부(210a)의 길이(L₁) 및 상기 제2 유로부(220a)의 길이(L₂)는 서로 같을 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 및 제2 유로부(210a, 220a)의 길이(L₁, L₂)는 각각 10mm일 수 있다. 예를 들어, 상기 제3 유로부(230a)의 길이(L₃)는 20mm일 수 있다.
- [0046] 일 실시 예에 따르면, 상기 타겟 가스(10)가 바이오 가스인 경우, 상기 타겟 가스(10) 내에 상기 제3 가스가 상기 제1 및 제2 가스보다 많음에 따라, 상기 제1 필터(210)가 포함하는 활성탄의 양 및 상기 제2 필터(220)가 포함하는 실리카겔의 양 대비 상기 제3 필터(230)가 포함하는 수산화철의 양이 더 많을 수 있다.
- [0047] 즉, 상기 타겟 가스(10)가 바이오 가스인 경우, 상기 타겟 가스(10) 내에 상기 제3 가스가 상기 제1 및 제2 가스보다 많음에 따라, 상기 제3 가스의 제거량이 상기 제1 가스의 제거량보다 많을 수 있다.
- [0048] 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230)는 상기 격막(240)에 의해 각각 분리될 수 있다. 즉, 상기 격막(240)은 상기 제1 및 제2 필터(210, 220) 사이와 상기 제2 및 제3 필터(220, 230) 사이에 배치될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 격막(240)은, 다공성 막일 수 있다.
- [0049] 상기 격막(240)이 상기 제1 및 제2 필터(210, 220) 사이에 배치됨에 따라, 상기 제1 필터(210) 내의 상기 활성탄과, 상기 제2 필터(220) 내의 상기 실리카겔이 혼합되는 것이 방지될 수 있다. 또한, 상기 격막(240)이 상기 제2 및 제3 필터(220, 230) 사이에 배치됨에 따라, 상기 제2 필터(220) 내의 상기 실리카겔과 상기 제3 필터(230) 내의 상기 수산화철이 혼합되는 것이 방지될 수 있다.
- [0050] 상기 제1 내지 제3 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10)는, 메탄 및 이산화탄소가 분리될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 분리된 메탄은 SOFC의 연료로 사용될 수 있다.
- [0051] 상술된 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 방법과 달리, 상기 타겟 가스(10)가 상기 제1 가스, 상기 제2 가스, 및 상기 제3 가스의 순서대로 제거되지 않는 경우, 황화수소의 제거율이 저하되어, 정제 효율이 감소하는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0052] 하지만, 본 발명의 실시 예에 따른 가스 정제 방법은, 상기 타겟 가스(10)가 유입되는 단계, 상기 타겟 가스(10)로부터 탄소 및 황을 포함하는 상기 제1 가스를 제거하는 제1 단계, 상기 제1 단계가 수행된 상기 타겟 가스(10)로부터 산소 및 규소를 포함하는 상기 제2 가스를 제거하는 제2 단계, 및 상기 제2 단계가 수행된 상기 타겟 가스(10)로부터 수소 및 황을 포함하는 제3 가스를 제거하는 제3 단계를 포함하되, 상기 제1 내지 제3 단계가 순차적으로 수행될 수 있다.
- [0053] 이에 따라, 상기 제1 및 제2 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10) 내의 상기 제3 가스의 농도가 증가될 수 있다. 상기 제3 가스가 황화수소인 경우, 황화수소의 제거율은 수산화철의 표면에서 일어나는 화학 반응속도보다 황화수소에서 수산화철로 확산에 의한 물질전달속도의 영향이 크기 때문에, 농도가 증가된 황화수소의 제거율이 향상될 수 있다. 결과적으로, 상기 타겟 가스(10)의 정제 효율이 향상될 수 있다.
- [0054] 또한, 상기 실시 예에 따른 가스 정제 방법은, 상기 제2 가스를 제거하는 제2 단계가 수행된 직후(directly after), 상기 제3 가스를 제거하는 제3 단계가 수행됨에 따라, 상기 타겟 가스(10)의 정제 효율이 향상될 수 있다.
- [0056] 이하, 상술된 실시 예에 따른 가스 정제 방법을 수행하기 위한 다양한 변형 예들이 도 4 내지 도 6을 참조하여 설명된다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 제1 변형 예에 따른 가스 정제 방법을 나타내기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 제2 변형 예에 따른 가스 정제 방법을 나타내기 위한 도면이고, 도 6은 본 발명의 제3 변형 예에 따른 가스 정제 방법을 나타내기 위한 도면이다.

- [0058] 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1 변형 예에 따른 가스 정제 방법은, 제1 내지 제3 흡착 모듈(250a, 250b, 250c)을 통해 수행될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 내지 제3 흡착 모듈(250a, 250b, 250c)은 각각 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230)를 포함할 수 있다. 상기 제1 내지 제3 흡착 모듈(250a, 250b, 250c)은 서로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230)는 도 2 및 도 3을 참조하여 설명된 바와 같을 수 있다.
- [0059] 이에 따라, 상기 타겟 가스(10)는 상기 제1 내지 제3 흡착 모듈(250a, 250b, 250c)이 포함하는 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230)에서, 각각 상기 제1 내지 제3 가스가 순차적으로 제거될 수 있다.
- [0060] 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2 변형 예에 따른 가스 정제 방법은, 제1 및 제2 흡착 모듈(250a, 250b)을 통해 수행될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 흡착 모듈(250a)은 상기 제1 필터(210), 상기 제2 필터(220), 및 상기 제1 필터(210)와 상기 제2 필터(220) 사이에 배치되는 상기 격막(240)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 흡착 모듈(250b)은 상기 제3 필터(230)를 포함할 수 있다. 상기 제1 및 제2 흡착 모듈(250a, 250b)은 서로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230)는 도 2 및 도 3을 참조하여 설명된 바와 같을 수 있다.
- [0061] 이에 따라, 상기 타겟 가스(10)는 상기 제1 흡착 모듈(250a)이 포함하는 상기 제1 및 제2 필터(210, 220)에서, 각각 상기 제1 및 제2 가스가 순차적으로 제거될 수 있다. 상기 제1 및 제2 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10)는 상기 제2 흡착 모듈(250b)로 이동하여, 상기 제3 필터(230)에서, 상기 제3 가스가 제거될 수 있다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 본 발명의 제3 변형 예에 따른 가스 정제 방법은, 제1 및 제2 흡착 모듈(250a, 250b)을 통해 수행될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제1 흡착 모듈(250a)은 상기 제1 필터(210)를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 상기 제2 흡착 모듈(250b)은 상기 제2 필터(220), 상기 제3 필터(230), 및 상기 제2 필터(220)와 상기 제3 필터(230) 사이에 배치되는 상기 격막(240)을 포함할 수 있다. 상기 제1 및 제2 흡착 모듈(250a, 250b)은 서로 이격되어 배치될 수 있다. 상기 제1 내지 제3 필터(210, 220, 230)는 도 2 및 도 3을 참조하여 설명된 바와 같을 수 있다.
- [0063] 이에 따라, 상기 타겟 가스(10)는 상기 제1 흡착 모듈(250a)이 포함하는 상기 제1 필터(210)에서, 상기 제1 가스가 제거될 수 있다. 상기 제1 가스가 제거된 상기 타겟 가스(10)는 상기 제2 흡착 모듈(250b)로 이동하여, 상기 제2 및 제3 필터(220, 230)에서, 상기 제2 및 제3 가스가 순차적으로 제거될 수 있다.
- [0065] 이하, 상술된 실시 예에 따른 가스 정제 방법의 구체적인 실험 방법 및 특성 평가 결과가 설명된다.
- [0066] 실시 예 1에 따른 가스 정제 방법
- [0067] 10mm 길이를 갖고 활성탄을 포함하는 제1 필터(210), 10mm 길이를 갖고 실리카겔을 포함하는 제2 필터(220), 20mm 길이를 갖고 수산화철을 포함하는 제3 필터(230)가 준비된다. 흡착 모듈 내에 제1 필터(210), 제2 필터(220), 및 제3 필터(230)를 순서대로 배치하였다.
- [0068] 이후, 60 wt% 농도의 CH₄, 40 wt% 농도의 CO₂, 1900 ppm 농도의 H₂S, 100ppm 농도의 COS, 100ppm 농도의 CS₂, 10ppm 농도의 siloxane D4, 및 20 ppm 농도의 siloxane D5를 포함하는 바이오 가스를 300 mL/min의 속도로 흡착 모듈에 제공하여 정제하였다.
- [0070] 비교 예 1에 따른 가스 정제 방법
- [0071] 상술된 실시 예 1에 따른 방법으로 바이오 가스를 정제하되, 상기 흡착 모듈 내에 제2 필터(220), 제1 필터(210), 및 제3 필터(230)를 순서대로 배치하였다.
- [0073] 비교 예 2에 따른 가스 정제 방법
- [0074] 상술된 실시 예 1에 따른 방법으로 바이오 가스를 정제하되, 상기 흡착 모듈 내에 제3 필터(230), 제1 필터(210), 및 제2 필터(220)를 순서대로 배치하였다.
- [0076] 비교 예 3에 따른 가스 정제 방법
- [0077] 상술된 실시 예 1에 따른 방법으로 바이오 가스를 정제하되, 상기 흡착 모듈 내에 제3 필터(230), 제2 필터(220), 및 제1 필터(210)를 순서대로 배치하였다.
- [0079] 비교 예 4에 따른 가스 정제 방법

[0080] 상술된 실시 예 1에 따른 방법으로 바이오 가스를 정제하되, 상기 흡착 모듈 내에 제1 필터(210), 제3 필터(230), 및 제2 필터(220)를 순서대로 배치하였다.

[0082] 비교 예 5에 따른 가스 정제 방법

[0083] 상술된 실시 예 1에 따른 방법으로 바이오 가스를 정제하되, 상기 흡착 모듈 내에 제2 필터(220), 제3 필터(230), 및 제1 필터(210)를 순서대로 배치하였다.

[0085] 상기 실시 예 1 및 비교 예 1 내지 5에 따른 가스 정제 방법이 아래 <표 1>로 정리된다.

표 1

구분	구조
실시 예 1	제1 필터 - 제2 필터 - 제3 필터
비교 예 1	제2 필터 - 제1 필터 - 제3 필터
비교 예 2	제3 필터 - 제1 필터 - 제2 필터
비교 예 3	제3 필터 - 제2 필터 - 제1 필터
비교 예 4	제1 필터 - 제3 필터 - 제2 필터
비교 예 5	제2 필터 - 제3 필터 - 제1 필터

[0089] 도 7은 본 발명의 실시 예 및 비교 예들에 따른 가스 정제 방법들을 나타내는 도면이다.

[0090] 도 7의 (a) 내지 (f)를 참조하면, 상기 실시 예 1 및 비교 예 1 내지 5에 따른 가스 정제 방법으로 바이오 가스를 정제하고, 정제된 바이오 가스가 포함하는 물질들의 흡착능(mg/g) 및 정제된 바이오 가스에서 물질에 따라 검출되는데 소요되는 시간(min)을 측정하였다. 흡착능 및 검출시간은, 정제된 바이오 가스가 포함하는 물질들이 초기 바이오 가스가 포함하는 물질들 대비 0.1 wt% 농도를 갖는 시점을 기준으로 하였다. 도 7의 (a) 내지 (f)는, 각각 상기 실시 예 1, 비교 예 1 내지 비교 예 5에 따른 가스 정제 방법을 나타낸다.

[0091] 상기 실시 예 1 및 비교 예 1 내지 5에 따른 가스 정제 방법으로 정제된 바이오 가스의 특성이 아래 <표 2>를 통해 정리된다.

표 2

구분	특성	CH ₄	CO ₂	H ₂ S	COS	CS ₂	Siloxane (D4)	Siloxane (D5)
실시 예 1	흡착능 (mg/g)	0	0	92.9	0.3	5.6	18.1	45.3
	검출시간 (min)	-	-	138.5	0.2	87.4	-	-
비교 예 1	흡착능 (mg/g)	0	0	86.0	0.3	4.1	18.1	45.3
	검출시간 (min)	-	-	113.8	0.2	26.4	-	-
비교 예 2	흡착능 (mg/g)	0	0	68.4	0.4	5.1	18.1	45.3
	검출시간 (min)	-	-	87.8	0.2	43.9	-	-
비교 예 3	흡착능 (mg/g)	0	0	78.5	0.3	4.5	18.1	45.3
	검출시간 (min)	-	-	77.3	0.2	43.8	-	-
비교 예 4	흡착능 (mg/g)	0	0	82.8	0.4	4.2	18.1	45.3
	검출시간 (min)	-	-	105.0	0.2	61.3	-	-

비교 예 5	흡착능 (mg/g)	0	0	70.79	0.5	5.0	18.1	45.3
	검출시간 (min)	-	-	106.3	0.2	26.4	-	-

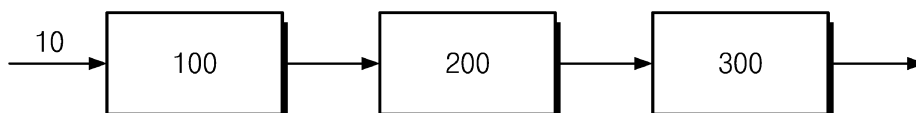
- [0095] 상술된 <표 2>에서 알 수 있듯이, 상기 실시 예 1에 따른 가스 정제 방법으로 바이오 가스를 정제한 경우, 정제된 바이오 가스가 포함하는 물질들의 흡착능(mg/g)이 가장 높게 나타나고, 정제된 바이오 가스에서 물질에 따라 검출되는데 소요되는 시간(min)이 가장 긴 것을 확인할 수 있었다.
- [0096] 이에 따라, 상기 실시 예 1에 따른 가스 정제 방법이 상기 비교 예 1 내지 비교 예 5에 따른 가스 정제 방법 보다, 바이오 가스를 정제하는데 효율적이라는 것을 알 수 있다. 즉, 바이오 가스를 정제하는 경우, 이황화탄소 및 황화카르보닐 제거, 실록산 제거, 황화수소 제거의 순서대로 구성하는 것이 효율적이라는 것을 알 수 있다.
- [0097] 도 8은 본 발명의 실시 예 1에 따른 가스 정제 방법의 바이오 가스에 대한 흡착특성을 나타내는 그래프이다.
- [0098] 도 8을 참조하면, 상기 실시 예 1에 따른 가스 정제 방법으로 바이오 가스를 정제하고, 바이오 가스 내의 초기 물질의 양(C₀) 대비 바이오 가스 내의 정제된 물질의 양(C)을 시간에 따라 나타내었다.
- [0099] 도 8에서 알 수 있듯이, 초기 황화카르보닐(COS)의 양 대비 정제된 황화카르보닐(COS)의 양이 같아지는데 (C/C₀=1) 소요되는 시간은 500분으로 나타나고, 초기 이황화탄소(CS₂)의 양 대비 정제된 이황화탄소(CS₂)의 양이 같아지는데 소요되는 시간은 1500분으로 나타나고, 초기 황화수소(H₂S)의 양 대비 정제된 황화수소(H₂S)의 양이 같아지는데 소요되는 시간은 5500분으로 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라, 상기 실시 예 1에 따른 가스 정제 방법으로 바이오 가스를 정제하는 경우, 바이오 가스 내의 황화수소가 검출되는 시간이 가장 오래걸리는 것을 알 수 있다.
- [0101] 이상, 본 발명을 바람직한 실시 예를 사용하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 범위는 특정 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

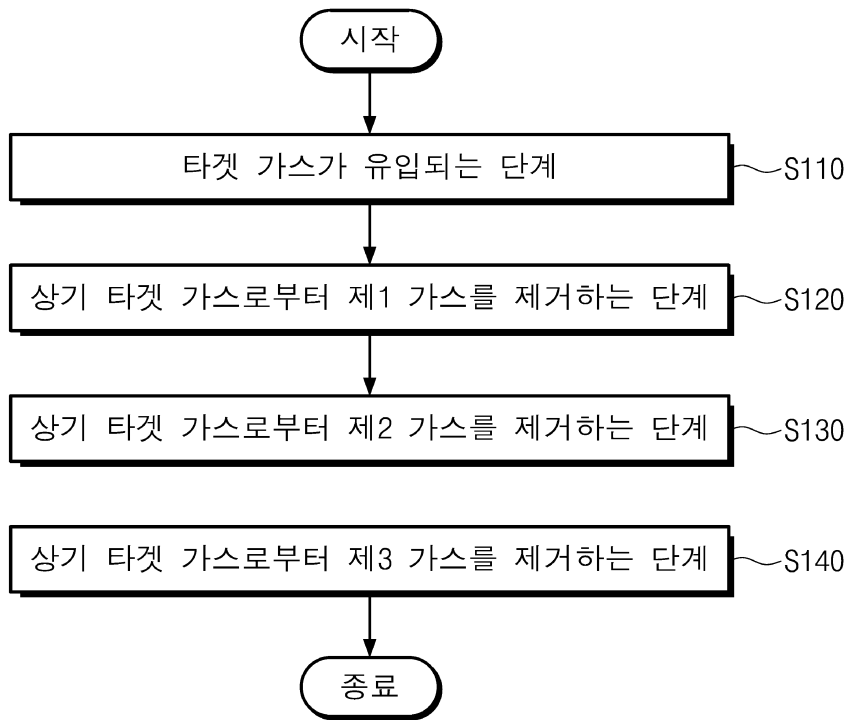
- [0103] 10: 타겟 가스
- 100: 타겟 가스 유입부
- 200: 정제부
- 210, 220, 230: 제1 필터, 제2 필터, 제3 필터
- 210a, 220a, 230a: 제1 유로, 제2 유로, 제3 유로
- 240: 격막
- 250: 흡착 모듈
- 250a, 250b, 250c: 제1 흡착 모듈, 제2 흡착 모듈, 제3 흡착 모듈
- L₁, L₂, L₃: 제1 유로의 길이, 제2 유로의 길이, 제3 유로의 길이
- 300: 분리부

도면

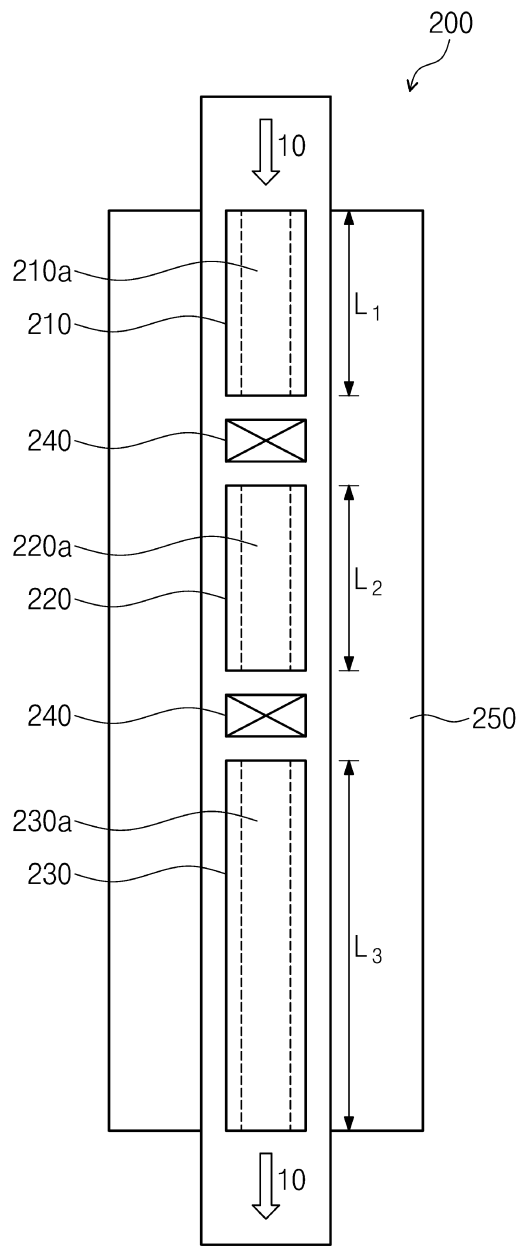
도면1



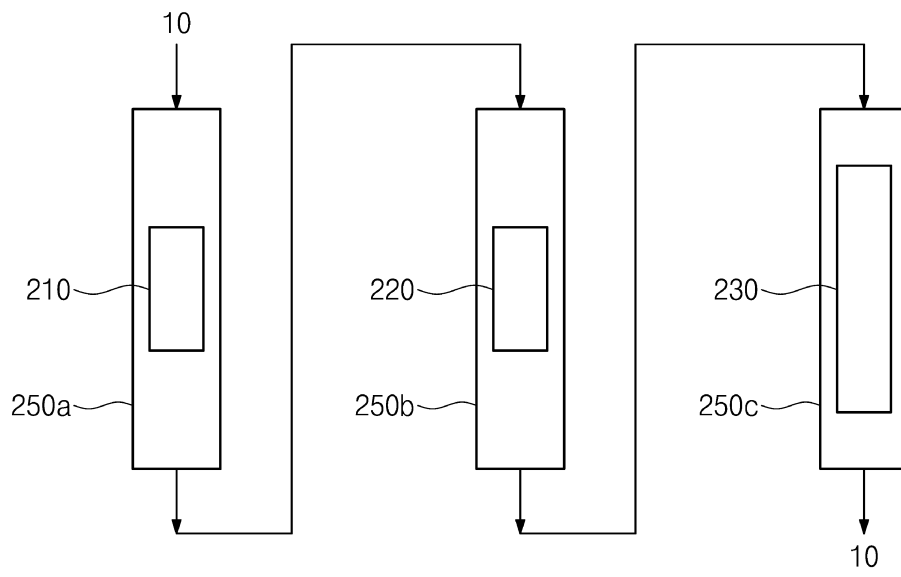
도면2



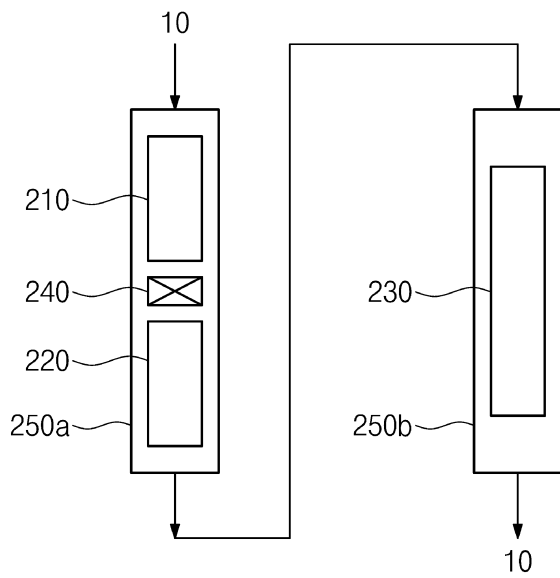
도면3



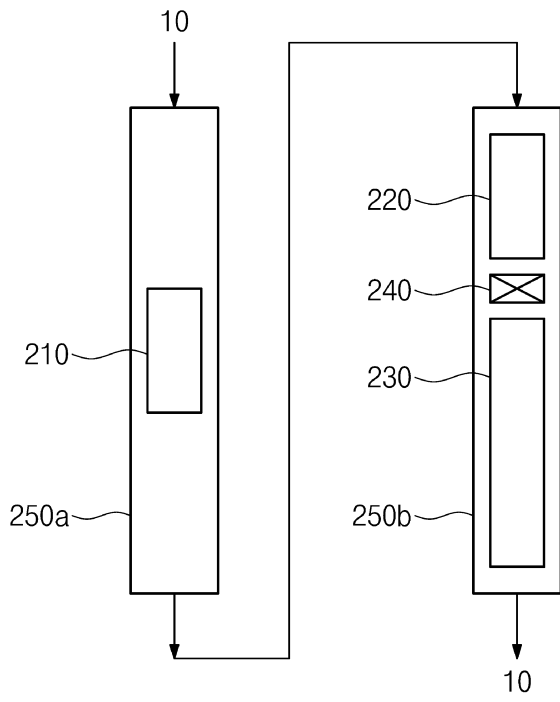
도면4



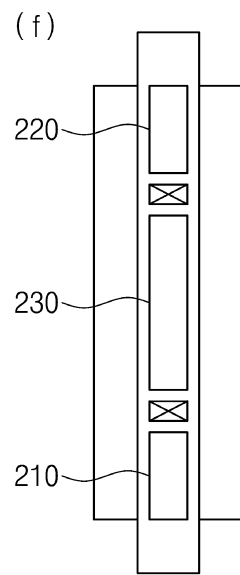
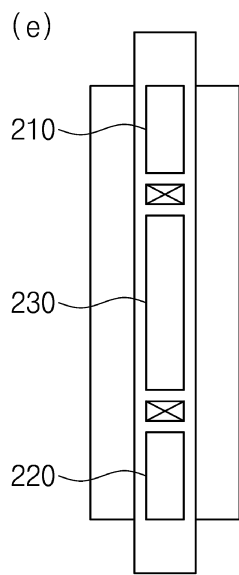
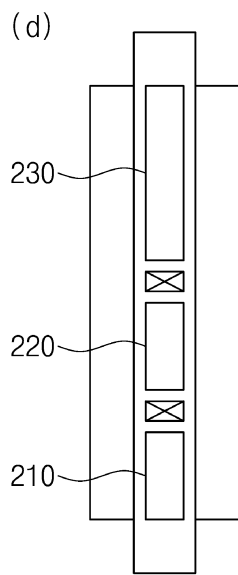
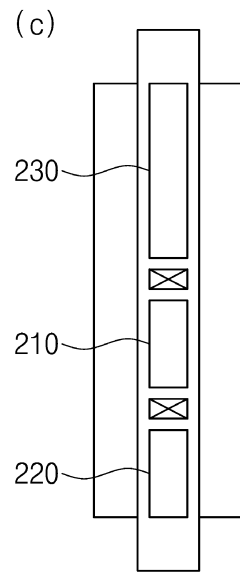
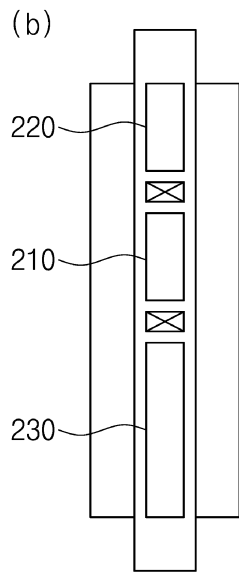
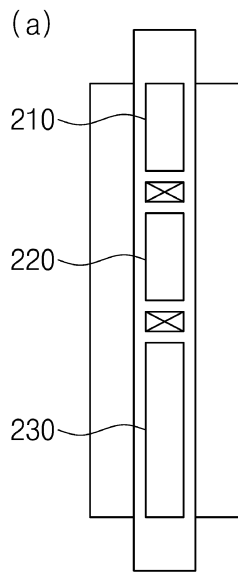
도면5



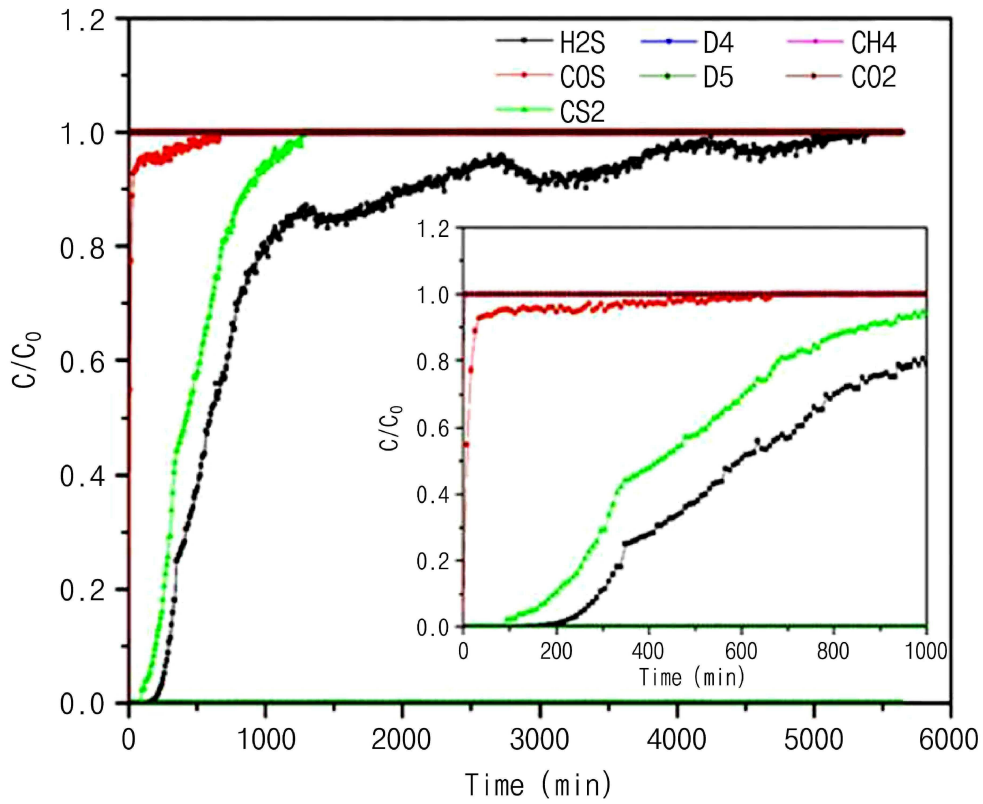
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

폐기 가스 정제 시스템

【변경후】

가스 정제 시스템