



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월21일
(11) 등록번호 10-1554168
(24) 등록일자 2015년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 1/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0003040

(22) 출원일자 2014년01월09일

심사청구일자 2014년01월09일

(65) 공개번호 10-2015-0083489

(43) 공개일자 2015년07월20일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020080107704 A*

KR101351134 B1*

KR1020050070285 A*

KR101305454 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국산업기술시험원

경상남도 진주시 충의로 10(충무공동)

(72) 발명자

김광구

경기 광명시 하안로 364, 909동 902호 (하안동, 하안주공9단지아파트)

홍길환

경기도 광명시 하안로 320, 1008동 1207호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

임승섭, 공우상, 정우성

전체 청구항 수 : 총 14 항

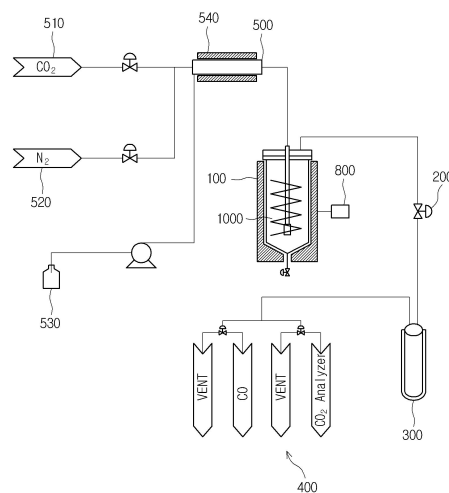
심사관 : 조병주

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 포집제 성능평가장치

(57) 요약

본 발명에 따르면, 내부에 이산화탄소를 흡수하는 포집제를 수용하는 반응기, 상기 반응기와 결합되고, 상기 반응기 내부로 이산화탄소가 내포된 혼합가스를 주입하는 주입부, 기설정온도로 유지되고, 내부로 상기 반응기가 삽입되는 반응로, 상기 반응기와 결합되고, 상기 혼합가스와 상기 포집제의 반응 후에 생성된 배출가스를 상기 반응기 외부로 배출하는 배출부, 및 상기 배출부와 연결되어, 상기 배출부로부터 배출된 상기 배출가스의 이산화탄소 함량을 분석하는 분석부를 포함하고, 상기 반응기는 습식 이산화탄소 포집제용 반응기와 건식 이산화탄소 포집제용 반응기를 포함하며, 상기 반응로에 상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기와 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기가 번갈아 삽입가능한 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치가 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

신민철

서울 종로구 창경궁로 265, 102동 202호 (명륜2가,
아남아파트)

차진선

서울 송파구 삼전로8길 4, (삼전동)

전미진

서울특별시 동작구 상도3동 256-33 202호

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 이산화탄소 포집제를 수용하는 반응기;

상기 반응기와 결합되고, 상기 반응기 내부로 이산화탄소가 내포된 혼합가스를 주입하는 주입부;

기설정온도로 유지되고, 내부로 상기 반응기가 삽입되는 반응로;

상기 반응기와 결합되고, 상기 혼합가스와 상기 포집제의 반응 후에 생성된 배출가스를 상기 반응기 외부로 배출하는 배출부; 및

상기 배출부와 연결되어, 상기 배출부로부터 배출된 상기 배출가스의 이산화탄소 함량을 분석하는 분석부를 포함하고,

상기 반응기는 습식 이산화탄소 포집제용 반응기와 건식 이산화탄소 포집제용 반응기를 포함하며,

상기 반응로에는 동일한 압력 및 동일한 온도를 유지하면서 상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기와 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기가 번갈아 삽입될 수 있고, 번갈아 삽입되는 경우 각각의 상기 배출부에서 배출되는 이산화탄소의 함량을 상기 분석부가 분석함으로써, 상기 습식 이산화탄소 포집제와 상기 건식 이산화탄소 포집제의 성능을 비교할 수 있는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 배출부 및 상기 분석부 사이에 결합되어, 상기 배출부로부터 배출되는 상기 배출가스의 양을 조절하는 조절부를 더 포함하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 조절부는 배압조정밸브(back pressure valve)를 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 혼합가스가 질소, 및 수분을 더 포함하도록

상기 주입부와 연결되어, 상기 질소를 공급하는 질소 공급부; 및

상기 주입부와 연결되어, 상기 수분을 공급하는 수분 공급부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 주입부와 연결되어, 상기 주입부로 이송되는 상기 혼합가스를 기설정온도까지 상승시키는 예열부를 더 포

합하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 조절부 및 상기 분석부 사이에 결합되어, 상기 배출부로부터 배출되는 상기 배출가스에서 수분을 제거하는 수분 제거부를 더 포함하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기는,

내부에 채워진 액상의 포집제에 상기 혼합가스를 주입할 수 있도록 상기 주입부와 연결되고, 내부 하측까지 연장된 분사부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 분사부는 상기 혼합가스와 상기 액상의 포집제의 반응성을 향상시키기 위하여, 상기 혼합가스를 미세기포 형상으로 분사하는 버블 필터(bubble filter)를 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기 내부의 온도를 낮추는 냉각장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 냉각장치는 내부에 냉각수가 유동하는 냉각코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기 하부에 형성되어, 상기 액상의 포집제를 외부로 배출하는 드레인 밸브를 더 포함하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 12

제2항에 있어서,

상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기는,

상부에 상기 주입부가 결합되고,

상기 주입부를 통하여 주입되는 상기 혼합가스가 내부 하측에 적층되는 고상의 포집제를 통과하여 상기 배출부로 이동될 수 있도록, 내부 하측까지 연장되어 상기 혼합가스를 안내하는 안내부를 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 안내부는 일단이 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기 상부에 결합되고, 타단이 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기 내부 하측까지 연장된 원통 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

청구항 14

제2항에 있어서,

상기 반응로는,

기설정온도를 유지하기 위하여 열을 공급하는 열공급부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이산화탄소 포집제 성능평가장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지구 온난화를 유발하는 온실가스 중 이산화탄소는 76% 이상으로 가장 큰 비중을 차지하고 있는 주요한 온실가스로서, 이러한 이산화탄소를 포집 저장하는 기술(CCS, Carbon dioxide Capture, Transportation and Storage)은 발전소와 같은 에너지 부문에서 지속적으로 배출되는 이산화탄소의 양을 직접적으로 감축할 수 있는 가장 실효성 있는 대안으로서 부각되고 있다. 더욱이 기후변화협약 이행을 위한 교토 의정서가 발효됨에 따라 온실가스를 거래할 수 있는 배출권 거래가 활성화 될 예정이며, 이에 따라 이산화탄소로 인한 지구 온난화는 단순 환경 문제가 아닌 경제적인 문제로도 대두되고 있다.

[0003] 이산화탄소 포집, 수송, 저장 기술에 대한 총 CCS 비용 중 포집 기술에 대한 비용은 약 80%를 차지하고 있으며, 그 중 이산화탄소 포집제는 포집 비용의 많은 부분을 차지하고 있어 전 세계적으로 효과적인 포집제의 개발을 위한 다양한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 현재 가장 상용화된 포집제로는 MEA(Monoethanolamine)과 같은 아민계열 용매제를 이용한 액상 화학포집제가 높은 이산화탄소 흡수 성능을 나타내어 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 이들은 포집 중 증발되어 소실되거나 열화되는 문제, 또한 반응기를 부식시키거나 재생시 높은 에너지를 필요로 하는 등 여러 단점이 지적되고 있어 이를 개선하기 위해 피페라진(piperazine)과 같은 첨가제를 주입하는 등 신규 포집제의 개발이 활발히 연구되고 있다. 또한 폐수 발생 및 부식 문제, 높은 재생에너지와 같은 액상 포집제의 단점을 보완하고자 탄산칼슘과 같은 건식 포집제 및 제올라이트(Zeolite)와 같은 건식 흡착제에 대한 연구도 수행되고 있다.

[0004] 관련한 기술로는 대한민국 특허공개공보 제2011-0073163호(2011.06.29 공개, 습식 이산화탄소 분리 회수장치 및 방법)가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 실시예에 따라, 습식 이산화탄소 포집제와 건식 이산화탄소 포집제를 동일한 반응조건 하에서 이산화탄소를 포함하는 혼합가스와 반응시켜 그 성능을 평가할 수 있는 이산화탄소 포집제 성능평가장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 내부에 이산화탄소 포집제를 수용하는 반응기, 상기 반응기와 결합되고, 상기 반응기 내부로 이산화탄소가 내포된 혼합가스를 주입하는 주입부, 기설정온도로 유지되고, 내부로 상기 반응기가 삽입되는 반응로, 상기 반응기와 결합되고, 상기 혼합가스와 상기 포집제의 반응 후에 생성된 배출가스를 상기 반응기 외부로 배출하는 배출부, 및 상기 배출부와 연결되어, 상기 배출부로부터 배출된 상기 배출가스의 이산화탄소 함량을 분석하는 분석부를 포함하고, 상기 반응기는 습식 이산화탄소 포집제용 반응기와 건식 이산화탄소 포집제용 반응기를 포함하며, 상기 반응로에 상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기와 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기가 번갈아 삽입가능한 것을 특징으로 하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치가 제공된다.

[0007] 또한, 본 발명은 상기 배출부 및 상기 분석부 사이에 결합되어, 상기 배출부로부터 배출되는 상기 배출가스의 양을 조절하는 조절부를 더 포함할 수 있다.

[0008] 이때, 상기 조절부는 배압조정밸브(back pressure valve)를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 본 발명은 상기 혼합가스가 질소, 및 수분을 더 포함하도록 상기 주입부와 연결되어, 상기 질소를 공급하는 질소 공급부, 및 상기 주입부와 연결되어, 상기 수분을 공급하는 수분 공급부를 더 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명은 상기 주입부와 연결되어, 상기 주입부로 이송되는 상기 혼합가스를 기설정온도까지 상승시키는 예열부를 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 상기 조절부 및 상기 분석부 사이에 결합되어, 상기 배출부로부터 배출되는 상기 배출가스에서 수분을 제거하는 수분 제거부를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기는, 내부에 채워진 액상의 포집제에 상기 혼합가스를 주입할 수 있도록 상기 주입부와 연결되고, 내부 하측까지 연장된 분사부를 포함할 수 있다.

[0013] 이때, 상기 분사부는 상기 혼합가스와 상기 액상의 포집제의 반응성을 향상시키기 위하여, 상기 혼합가스를 미세기포 형상으로 분사하는 버블 필터(bubble filter)를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기 내부의 온도를 낮추는 냉각장치를 더 포함할 수 있다.

[0015] 이때, 상기 냉각장치는 내부에 냉각수가 유동하는 냉각코일을 포함할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명은 상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기 하부에 형성되어, 상기 액상의 포집제를 외부로 배출하는 드레인 밸브를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기는, 상부에 상기 주입부가 결합되고, 상기 주입부를 통하여 주입되는 상기 혼합가스가 내부 하측에 적층되는 고상의 포집제를 통과하여 상기 배출부로 이동될 수 있도록, 내부 하측까지 연장되어 상기 혼합가스를 안내하는 안내부를 포함할 수 있다.

[0018] 상기 안내부는 일단이 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기 상부에 결합되고, 타단이 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기 내부 하측까지 연장된 원통 형상으로 형성될 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 상기 반응로는, 기설정온도를 유지하기 위하여 열을 공급하는 열공급부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예들에 따르면, 이산화탄소 포집제 성능평가장치를 이용하여,

[0021] 습식 이산화탄소 포집제와 건식 이산화탄소 포집제를 동일한 반응조건 하에서 이산화탄소를 포함하는 혼합가스와 반응시켜 그 성능을 평가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 습식 이산화탄소 포집제용 반응기를 포함하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치를 나타낸 도면.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 건식 이산화탄소 포집제용 반응기를 포함하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치를 나타낸 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 습식 이산화탄소 포집제용 반응기를 나타낸 도면.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 습식 이산화탄소 포집제를 통과하는 혼합가스를 나타낸 도면.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 건식 이산화탄소 포집제용 반응기를 나타낸 도면.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 건식 이산화탄소 포집제를 통과하는 혼합가스를 나타낸 도면.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 포집제 성능평가방법을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0024] 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.

[0025] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 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 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 이하, 본 발명에 따른 이산화탄소 포집제 성능평가장치의 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 습식 이산화탄소 포집제용 반응기를 포함하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치를 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 건식 이산화탄소 포집제용 반응기를 포함하는 이산화탄소 포집제 성능평가장치를 나타낸 도면이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 습식 이산화탄소 포집제용 반응기를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 습식 이산화탄소 포집제를 통과하는 혼합가스를 나타낸 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 건식 이산화탄소 포집제용 반응기를 나타낸 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 건식 이산화탄소 포집제를 통과하는 혼합가스를 나타낸 도면이며, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 포집제 성능평가방법을 나타낸 도면이다.

[0028] 본 발명은 건식 이산화탄소 포집제(S) 및 습식 이산화탄소 포집제(L)를 동일한 조건하에서, 이산화탄소를 포함하는 혼합가스(gi)와 반응시켜 각 포집제의 성능을 비교하기 위한 것으로서, 도 1 및 도 2를 참조하면 알 수 있듯이, 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000) 및 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)만 교대로 사용하고, 나머지 조건을 동일하게 하여 이산화탄소와 포집제의 반응을 진행하는 것이다.

- [0029] 도 7에 도시된 바와 같이, 습식 및 건식 이산화탄소 포집제(S)의 성능을 평가하기 위하여 먼저, 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)를 반응로(100)에 주입하는 제1 삽입단계, 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)에 이산화탄소가 내포된 혼합가스(gi)를 주입하는 제1 주입단계, 및 건식 이산화탄소 포집제(S)와 혼합가스(gi)가 반응한 뒤 생성된 배출가스(go)로부터 이산화탄소 함량을 분석하는 제1 분석단계를 거칠 수 있다. 이후, 동일한 반응로(100)에 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000) 대신 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)를 삽입하고 동일한 절차를 반복할 수 있다.
- [0030] 즉, 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)를 동일한 반응로(100)에 주입하는 제2 삽입단계, 상기 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)에 이산화탄소가 내포된 혼합가스(gi)를 주입하는 제2 주입단계, 및 습식 이산화탄소 포집제(L)와 혼합가스(gi)가 반응한 뒤 생성된 배출가스(go)로부터 이산화탄소 함량을 분석하는 제2 분석단계를 거칠 수 있다.
- [0031] 상술한 바와 같이, 제1 분석단계 및 제2 분석단계를 거쳐 분석된 이산화탄소의 함량을 비교하여 건식 이산화탄소 포집제(S) 및 습식 이산화탄소 포집제(L)의 성능을 평가할 수 있게 된다. 이때, 습식 이산화탄소 포집제(L)의 성능을 먼저 테스트한 다음, 반응기를 교체하고, 건식 이산화탄소 포집제(S)의 성능을 테스트할 수 있음은 자명한 사항이다.
- [0032] 이때, 반응로(100)는 동일 온도를 유지하도록 설정되고, 반응기 내부의 압력 또한 동일하게 유지되도록 형성될 수 있다. 즉, 반응로(100)의 온도가 기설정온도를 유지하도록 함으로써, 반응로(100)에 삽입되는 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000) 및 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)에 전달되는 열량 또한 동일하게 될 수 있다. 또한, 각 반응기로부터 배출되는 배출가스(go)의 양을 조절함으로써, 각 반응기 내에서 반응이 일어나는 동안의 압력을 동일하게 조절할 수 있다.
- [0033] 이렇게 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000) 및 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000) 내부에서 각 포집제와 혼합가스(gi)가 동일 온도 및 동일 압력 조건하에서 반응하도록 함으로써, 습식 이산화탄소 포집제(L) 및 건식 이산화탄소 포집제(S)의 성능을 비교해 볼 수 있게 된다.
- [0034] 이를 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 이산화탄소 포집제 성능평가장치는 반응기, 주입부(600), 반응로(100), 배출부(700), 분석부(400)를 포함하고 이때 반응기는 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)와 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)를 포함할 수 있다.
- [0035] 반응기는 내부에 이산화탄소를 흡수하는 포집제를 포함하고, 이와 결합된 주입부(600)는 반응기 내부로 이산화탄소가 내포된 혼합가스(gi)를 주입하게 된다. 이때, 주입부(600)는 반응기의 상부에 형성되어 반응기의 상부에서 하부로 혼합가스(gi)를 주입하게 된다. 반응기 내부에서는 포집제와 혼합가스(gi)가 만나 반응하며, 이산화탄소 포집제가 이산화탄소를 포집하게 된다.
- [0036] 이때, 반응로(100)는 일정온도를 유지할 수 있도록, 반응로(100)에 열량을 공급하는 열공급부(800)가 결합될 수 있다. 열공급부(800)는 반응로(100)의 온도를 체크하여 반응로(100)가 일정온도를 유지할 수 있도록 반응로(100)에 공급되는 열공급량을 조절하게 된다. 즉, 반응로(100)의 온도가 기설정온도 미만인 경우 반응로(100)에 공급되는 열량을 증가시켜 반응로(100)의 온도를 상승시키고, 반응로(100)의 온도가 기설정온도 초과인 경우 반응로(100)에 공급되는 열량을 감소 또는 제거하여 반응로(100)의 온도를 하강시킨다.
- [0037] 배출부(700)는 반응기 내에서 이산화탄소 포집제와 혼합가스(gi)가 반응한 다음 생성된 배출가스(go)를 반응기 외부로 배출할 수 있다. 이때 배출부(700)는 반응기의 상부에 형성되어 반응을 마친 배출가스(go)를 배출하게 된다. 반응기 상부에 주입부(600) 및 배출부(700)가 함께 형성되기 때문에, 주입부(600)로부터 주입된 혼합가스(gi)가 바로 배출부(700)로 배출되지 않도록, 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)는 연장부를, 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)는 안내부(2100)를 각각 포함할 수 있다.
- [0038] 분석부(400)는 배출부(700)와 연결되어 배출부(700)로부터 배출된 배출가스(go)의 이산화탄소 함량을 분석할 수 있다. 이때 분석부(400)는 비분산 적외선 센서를 이용하여 공기 중의 이산화탄소 함량을 분석하는 NDIR(Non-dispersive Infrared) CO₂ 분석기를 포함할 수 있다.
- [0039] 상술한 바와 같이, 본 발명은 습식 이산화탄소 포집제(L) 및 건식 이산화탄소 포집제(S)를 동일 조건하에서 이산화탄소를 포함하는 혼합가스(gi)와 반응시켜 그 배출되는 가스의 함량을 분석함으로써, 각 포집제의 성능을 비교하기 위한 것이다. 따라서, 동일한 주입부(600), 동일한 배출부(700), 일정 온도를 유지하는 동일한 반응로(100), 동일한 분석부(400) 및 각 반응기가 삽입되는 동일한 반응로(100)를 사용하되, 습식 이산화탄소 포집제

용 반응기(1000)와 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)만을 반응로(100)에 교대로 삽입하여 사용하게 된다.

- [0040] 또한, 반응기 내 압력을 동일하게 유지하기 위하여 배출부(700) 및 분석부(400) 사이에 조절부(200)를 더 포함할 수 있다. 조절부(200)는 배압조정밸브(back pressure valve)를 포함한다. 배압조정밸브는 1 차측의 유체 압력을 어떤 일정 압력으로 유지하기 위하여 1 차측 압력의 변화에 따라 유체를 방출하는 조정 밸브로써, 반응기 내 유체압력을 일정하게 유지하기 위하여 반응기 내 압력의 변화에 따라서 배출가스(go)의 양을 조절하게 된다.
- [0041] 반응기가 삽입되는 반응로(100)의 온도를 일정하게 유지하고, 각 반응기의 반응시 압력을 일정하게 조절함으로써, 습식 이산화탄소 포집제(L) 및 건식 이산화탄소 포집제(S)의 성능을 동일 조건에서 평가할 수 있게 되는 것이다.
- [0042] 이때, 혼합가스(gi)가 실제 연도가스와 유사할 수 있도록 질소 및 수분을 더 포함하게 조절할 수 있다. 즉, 이산화탄소를 공급하는 이산화탄소 공급부(510)와 질소 공급부(520) 및 수분 공급부(530)를 더 포함하여, 이산화탄소, 질소, 및 수분을 포함하는 혼합가스(gi)를 생성할 수 있다. 각 공급부에서 공급된 이산화탄소, 질소 및 수분은 혼합부(500)에서 혼합될 수 있다.
- [0043] 또한, 본 발명은 혼합부(500)에서 혼합된 혼합가스(gi)가 실제 연도가스를 모사하게 위하여 일정 온도까지 혼합가스(gi)의 온도를 상승시키도록 예열부(540)를 더 포함할 수 있다. 예열부(540)는 혼합부(500)를 가열함으로써, 혼합부(500) 내부에 혼합된 혼합가스(gi)를 일정온도까지 상승시킬 수 있다.
- [0044] 이렇게 각 공급부에서 공급된 질소, 수분 및 이산화탄소를 혼합시켜 형성된 혼합가스(gi)를 일정 온도까지 상승시켜 각 반응기 내로 주입하게 된다. 즉, 동일조건하에서 생성된 혼합가스(gi)를 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000) 및 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)에 각각 주입하고 반응을 진행시키는 것이다. 도 1은 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)를 이용하여 습식 이산화탄소 포집제(L)의 이산화탄소 흡수 성능을 분석하기 위한 것이고, 도 2는 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)를 이용하여 건식 이산화탄소 포집제(S)의 이산화탄소 흡수 성능을 분석하기 위한 것이다.
- [0045] 도 3 및 도 4를 참조하여, 이하 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)를 설명하기로 한다. 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)는 반응기 내부에 채워진 액상의 포집제에 혼합가스(gi)를 주입할 수 있도록 주입부(600)와 연결되고, 내부 하측까지 연장된 분사부(1100)를 포함한다. 즉, 반응기의 상부에 주입부(600)가 형성되고, 일단이 이와 결합하고, 타단이 반응기 하부로 연장됨으로써, 주입부(600)에서 주입된 혼합가스(gi)가 반응기 하부로 이동할 수 있게 된다. 이때, 반응기 내부에는 액상의 포집제가 어느정도 수위를 유지하며 채워져 있다. 주입부(600)에서 주입된 혼합가스(gi)가 액상의 포집제를 거치며 반응하게 된다. 혼합가스(gi) 내 일정 이산화탄소는 액상의 포집제에 흡수되고, 흡수되지 않은 배출가스(go)는 배출부(700)를 통하여 외부로 배출되게 된다. 이때, 배출부(700)는 분석부(400)와 연결된다. 즉, 혼합가스(gi) 중 일정 이산화탄소가 포집제에 의하여 흡수되고 남은 배출가스(go)는 배출부(700)로 배출되어 분석부(400)로 이송된다. 이렇게 분석부(400)로 이송된 배출가스(go)의 이산화탄소량을 측정함으로써, 액상 포집제의 성능을 평가할 수 있게 된다. 이때, 반응기의 온도는 100도 이하로 설정될 수 있다.
- [0046] 또한, 반응기의 온도를 120도 이상으로 상승시키게 되면, 액상의 포집제에 흡수되었던 이산화탄소가 액상의 포집제로부터 탈거될 수 있다. 탈거된 이산화탄소 및 이를 포함하는 배출가스(go)가 배출부(700)를 통하여 분석부(400)로 이동되어 배출가스(go) 내 이산화탄소 함량이 측정될 수 있다. 이로써, 다시한번 액상의 포집제의 이산화탄소 흡수 능력을 확인해 볼 수 있다.
- [0047] 이때, 분사부(1100)는 혼합가스(gi)와 액상의 포집제의 반응성을 향상시키기 위하여, 상기 혼합가스(gi)를 미세 기포 형상으로 분사하는 버블 필터(bubble filter)를 포함할 수 있다. 즉, 분사되는 혼합가스(gi)가 액상의 포집제와 가능한 많이 반응할 수 있도록 충분히 작은 크기로 형성하는 것이다.
- [0048] 또한, 본 발명에 따른 이산화탄소 포집제 성능평가장치는 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000) 내부의 온도를 낮추는 냉각장치(1200)를 더 포함할 수 있다. 이산화탄소를 흡수하는 반응은 발열반응이므로, 발열반응에 의하여 반응기 내부 온도가 상승할 수 있다. 이를 조절하기 위하여 반응기 내부의 온도를 낮추는 냉각장치(1200)를 더 포함할 수 있다.
- [0049] 이때, 냉각장치(1200)는 내부에 냉각수(W)가 유동하는 냉각코일을 포함할 수 있다. 냉각코일은 액상 포집제에 충분히 잠길 정도로 형성되는 것이 바람직하다. 냉각코일 내부로 냉각수(W)가 유동하며 이산화탄소 흡수반응에

의하여 형성된 열을 상쇄시켜 반응기 내의 온도를 일정하게 유지시킬 수도 있다.

- [0050] 또한, 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)는 하부에 액상의 포집제를 외부로 배출하는 드레인 밸브(1300)를 더 포함할 수 있다. 즉, 드레인 밸브(1300)는 반응후 액상의 포집제를 외부로 배출을 용이하게 할 수 있다.
- [0051] 도 5 및 도 6을 참조하여, 이하 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)를 설명하기로 한다. 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)는, 상부에 주입부(600)가 결합되고, 상기 주입부(600)를 통하여 주입되는 혼합가스(gi)가 내부 하측에 적층되는 고상의 포집제를 통과하여 상기 배출부(700)로 이동될 수 있도록, 내부 하측까지 연장되어 혼합가스(gi)를 안내하는 안내부(2100)를 포함한다. 즉, 주입부(600)를 통하여 주입된 혼합가스(gi)가 바로 배출가스(go)로 이동하지 않고, 고상의 포집제를 통과한 다음 배출부(700)로 이동되도록 안내부(2100)를 더 포함하는 것이다.
- [0052] 안내부(2100)는 주입부(600)와 배출부(700)를 공간적으로 분리시켜 주입부(600)로부터 배출부(700)로 바로 혼합가스(gi)가 이동되는 것을 막는다. 즉, 안내부(2100)는 주입부(600)를 중심으로 이를 둘러 싸도록 원통형상으로 형성되고, 일단은 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000) 상부에 결합되고, 타단이 상기 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000) 내부 하측까지 연장된다. 따라서, 주입부(600)로 주입된 혼합가스(gi)는 안내부(2100) 내부를 따라 반응기 하측으로 이동하며, 하측에 적층된 고상의 포집제를 거쳐 배출부(700)로 이동하게 되는 것이다.
- [0053] 주입부(600)에서 주입된 혼합가스(gi)가 고상의 포집제를 거치며 반응하게 된다. 혼합가스(gi) 내 일정 이산화탄소는 고상의 포집제에 흡수되고, 흡수되지 않은 배출가스(go)는 배출부(700)를 통하여 외부로 배출되게 된다. 혼합가스(gi) 중 일정 이산화탄소가 포집제에 의하여 흡수되고 남은 배출가스(go)는 배출부(700)로 배출되어 분석부(400)로 이송된다. 이렇게 분석부(400)로 이송된 배출가스(go)의 이산화탄소량을 측정함으로써, 액상 포집제의 성능을 평가할 수 있게 된다. 이때, 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)의 온도는 습식 이산화탄소 포집제용 반응기(1000)와 동일하게 100도 이하로 설정될 수 있다.
- [0054] 또한, 건식 이산화탄소 포집제용 반응기(2000)의 온도를 120도 이상으로 상승시키게 되면, 고상의 포집제에 흡수되었던 이산화탄소가 고상의 포집제로부터 탈거될 수 있다. 탈거된 이산화탄소 및 이를 포함하는 배출가스(go)가 배출부(700)를 통하여 분석부(400)로 이동되어 배출가스(go) 내 이산화탄소 함량이 측정될 수 있다. 이로써, 다시한번 액상의 포집제의 이산화탄소 흡수 능력을 확인해 볼 수 있다.
- [0055] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 이산화탄소 포집제 성능평가장치는조절부(200) 및 분석부(400) 사이에 결합되어, 배출부(700)로부터 배출되는 상기 배출가스(go)에서 수분을 제거하는 수분 제거부(300)를 더 포함할 수 있다. 즉, 배출부(700)로부터 배출된 배출가스(go)가 분석부(400)로 이동하기 전 배출가스(go)에 함유된 수분을 제거하여 이산화탄소 함량 분석을 더욱 용이하고 정확하게 할 수 있다.
- [0056] 이때 수분 제거부(300)는 수분 제거부(300)의 온도를 저온(약 10도 이하)으로 유지시켜주는 냉각부(chiller) 및 기화된 수분을 액화시켜 저장하는 분리부(separator)로 구성될 수 있다.
- [0057] 이상, 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이 또한 본 발명의 권리범위 내에 포함된다고 할 것이다.

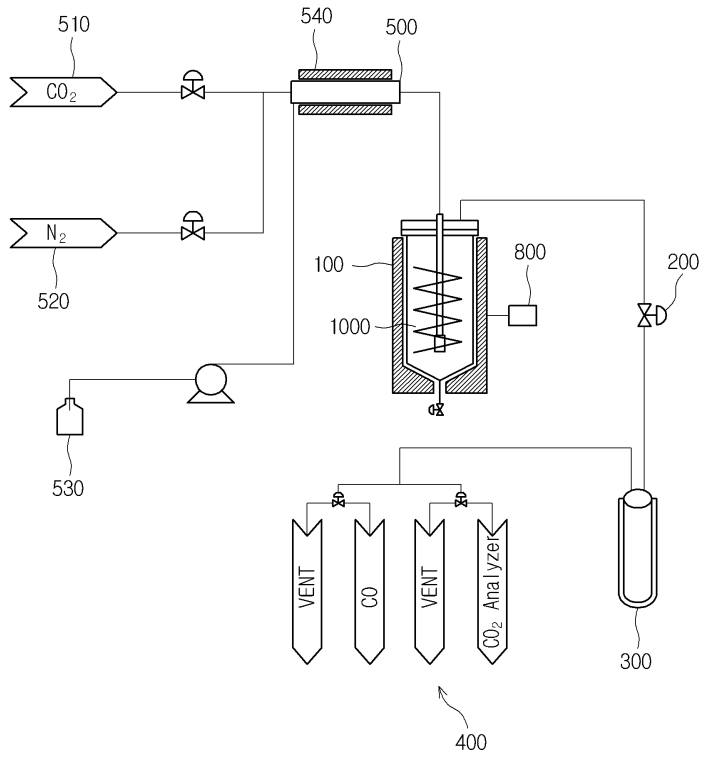
부호의 설명

- [0058] L: 습식 이산화탄소 포집제
- S: 건식 이산화탄소 포집제
- W: 냉각수
- gi: 혼합가스

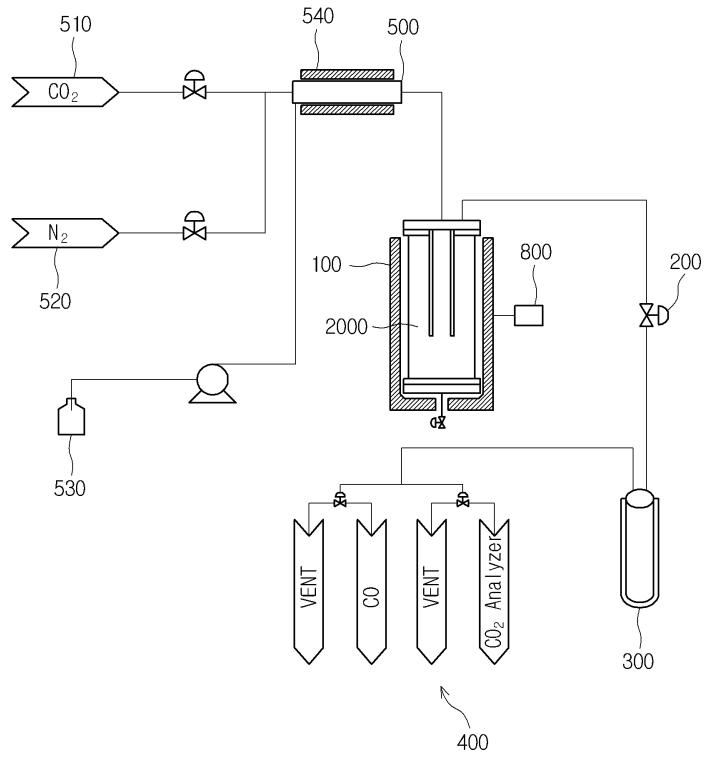
go: 배출가스
100: 반응로
200: 조절부
300: 수분 제거부
400: 분석부
500: 혼합부
510: 이산화탄소 공급부
520: 질소 공급부
530: 수분 공급부
540: 예열부
600: 주입부
700: 배출부
800: 열공급부
1000: 습식 이산화탄소 포집제용 반응기
1100: 분사부
1200: 냉각장치
1300: 드레인 밸브
2000: 건식 이산화탄소 포집제용 반응기
2100: 안내부

도면

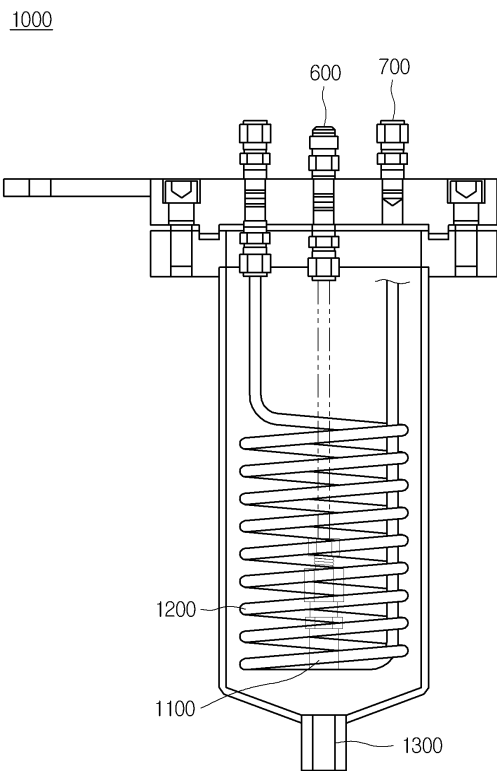
도면1



도면2

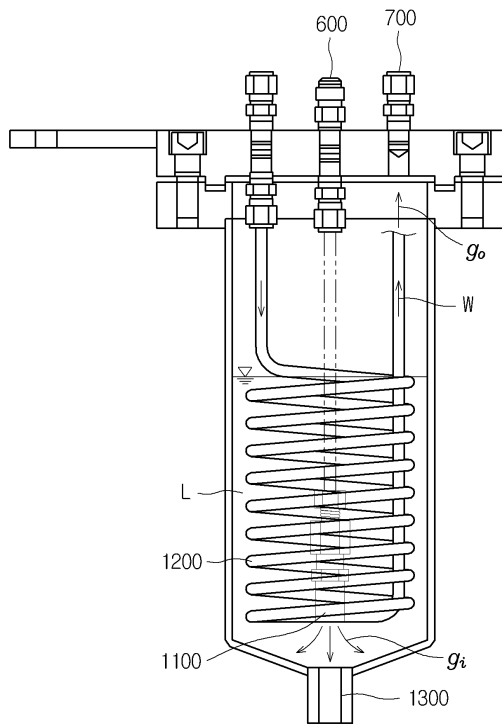


도면3



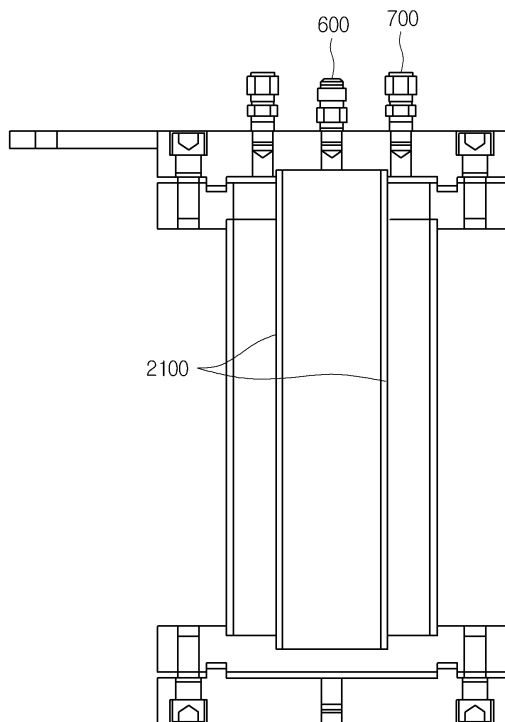
도면4

1000



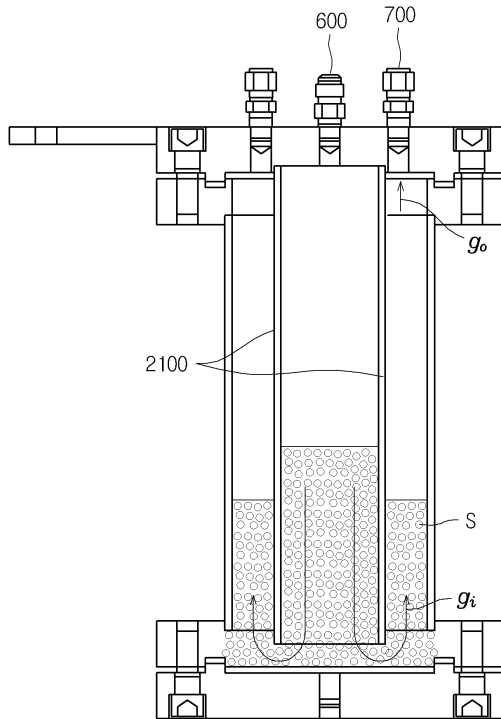
도면5

2000



도면6

2000



도면7

