



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0069553
(43) 공개일자 2018년06월25일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>B01D 53/78</i> (2006.01) <i>B01D 3/00</i> (2006.01)
 <i>B01D 47/02</i> (2006.01) <i>B01D 53/62</i> (2006.01)
 <i>B01D 61/02</i> (2006.01) <i>B01D 61/14</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>B01D 53/78</i> (2013.01)
 <i>B01D 3/00</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0171849
 (22) 출원일자 2016년12월15일
 심사청구일자 2016년12월15일</p> | <p>(71) 출원인
 울산과학기술원
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
 권영남
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 무한</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 20 항

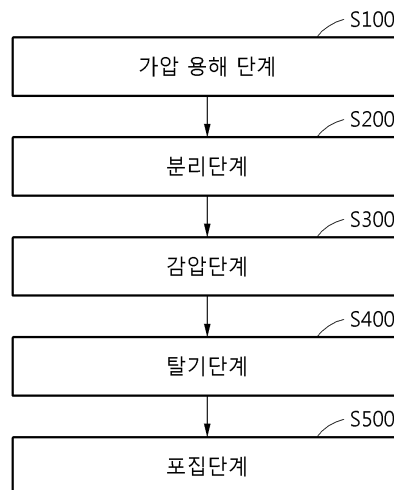
(54) 발명의 명칭 **이산화탄소 분리 방법 및 이산화탄소 분리 장치**

(57) 요약

본 발명은, 연도가스에서 이산화탄소 분리 방법 및 이를 이용한 이산화탄소 분리 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 연도가스를 가압하여 순수(Water Pure) 내에 이산화탄소를 용해시키는 가압 용해단계; 상기 이산화탄소가 용해된 순수를 분리하는 분리단계; 상기 이산화탄소가 용해된 순수를 감압하는 감압단계; 상기 감압된 순수에서 이산화탄소를 탈기하는 탈기단계; 및 상기 탈기된 이산화탄소를 포집하는 포집단계; 를 포함하는 이산화탄소 분리방법 및 이를 이용한 분리 장치에 관한 것이다.

본 발명은, 압력에 따른 기체의 용해도 차이를 이용하여 연도가스 내의 이산화탄소를 간단한 공정으로 분리 및 포집할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01D 47/02 (2013.01)

B01D 53/62 (2013.01)

B01D 61/027 (2013.01)

B01D 61/145 (2013.01)

B01D 61/147 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

연도가스를 가압하여 순수(Water Pure) 내에 이산화탄소를 용해시키는 가압 용해단계;
상기 이산화탄소가 용해된 순수를 분리하는 분리단계;
상기 이산화탄소가 용해된 순수를 감압하는 감압단계;
상기 감압된 순수에서 이산화탄소를 탈기하는 탈기단계; 및
상기 탈기된 이산화탄소를 포집하는 포집단계;
를 포함하는, 이산화탄소 분리방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 가압 용해단계는,
상기 순수를 피드 탱크에 주입하는 단계;
3 내지 20 (bar) 수압으로 상기 순수를 챔버 내에 주입하는 단계; 및
3 내지 20 (bar) 분압으로 상기 연도가스를 상기 챔버 내의 순수에 주입하여 상기 이산화탄소를 용해시키는 단계;
를 포함하는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 순수를 챔버 내에 주입하는 단계 및 상기 이산화탄소를 용해시키는 단계는, 순차적으로 또는 동시에 수행되는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 가압 용해단계는,
상기 순수를 피드 탱크에 주입하는 단계; 및
3 내지 20 (bar)의 수압의 상기 순수와 3 내지 20 (bar)분압의 상기 연도가스를 단일 공급관에서 혼합하여 챔버 내에 주입하는 단계;
를 포함하는, 이산화탄소 분리방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 가압 용해단계는,

상기 순수를 피드 탱크에 주입하는 단계;

상기 순수의 수압을 3 내지 20 (bar)로 유지하고, 상기 순수에 상기 연도가스를 버블링하여 상기 이산화탄소를 용해시키는 단계; 및

3 내지 20 (bar)의 수압으로 상기 연도가스가 버블링된 순수를 챔버 내에 주입하는 단계;

를 포함하는, 이산화탄소 분리방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 버블링하여 이산화탄소를 용해시키는 단계는, 3 내지 20 (bar) 분압의 상기 연도가스를 피드 탱크에 도입하여 버블링하는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 분리단계는, 상기 순수에 용해되지 않은 가스 및 이산화탄소가 용해된 순수를 분리하는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 가압 용해단계는, 상기 분리단계에서 분리된 상기 순수에 용해되지 않은 가스와 연도가스를 함께 사용하는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 감압단계는, 상기 이산화탄소가 용해된 순수를 분리막에 통과시켜 대기압으로 감압하거나 또는 압력 조절 밸브를 조절하여 감압하는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 분리막은, 3 내지 20 (bar)분압에서 운전 가능한 분리막이며,

상기 분리막은, 정밀여과막, 한외여과막 및 나노막으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 탈기단계는, 상기 감압된 순수에서 상기 이산화탄소를 탈기하고,

상기 탈기단계 이후에, 상기 이산화탄소가 탈기된 순수를 적용하여, 상기 감압단계 및 상기 탈기단계를 1회 이상 반복하는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 탈기단계 이후에 상기 이산화탄소가 탈기된 순수는, 피드 탱크로 주입되어, 상기 가압 용해단계에 적용되는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 연도가스를 주입하는 단계는, 3 내지 20 (bar)의 분압으로 주입되는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 가압 용해단계는, 적외선을 조사하여 상기 이산화탄소의 가압 용해를 증진시키는 것인, 이산화탄소 분리방법.

청구항 15

순수가 채워지는 피드 탱크;

상기 피드 탱크에서 배출되는 순수를 일정 수압으로 챔버 내에 주입하는 액체 공급수단;

상기 피드 탱크에서 배출되는 순수의 유량을 조절하는 바이패스 라인;

연도가스를 일정 분압으로 챔버 내에 주입시키는 기체 공급수단;

상기 연도가스의 이산화탄소가 상기 순수 내에 용해되고, 용해되지 않은 가스는 상층으로 포집하는 챔버;

상기 챔버에서 상층의 가스를 배출하는 가스 배출수단;

상기 챔버에서 순수를 배출하는 액체 배출수단;

상기 배출된 순수를 감압하는 감압부;

상기 감압된 순수에서 이산화탄소를 탈기하는 탈기부; 및

상기 탈기된 이산화탄소를 포집하는 이산화탄소 포집부;

를 포함하는,

이산화탄소 분리장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 피드 탱크는, 상기 순수를 일정 압력으로 가압하는 가압수단; 및 상기 순수에 연도가스를 주입하는 버블러; 를 더 포함하는 것인, 이산화탄소 분리장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

일정 분압의 상기 연도 가스 및 상기 피드 탱크에서 배출되는 일정 수압의 상기 순수를 혼합하여 상기 챔버 내에 주입하는 단일 공급관; 을 더 포함하는 것인, 이산화탄소 분리장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

적외선 램프를 더 포함하고,

상기 적외선 램프는, 상기 피드 탱크, 상기 챔버 및 상기 단일 공급관 중 적어도 하나 이상에 적외선을 조사하는 것인, 이산화탄소 분리장치.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 감압부는, 상기 배출된 순수를 여과하여 감압하는 분리막, 압력 조절 밸브 또는 이 둘을 포함하는 것인, 이산화탄소 분리장치.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 탈기부에서 탈기된 상기 순수를, 상기 피드 탱크, 상기 챔버, 상기 단일 공급관 및 상기 감압부 중 적어도 하나 이상에 공급하는 액체 순환부를 더 포함하는 것인, 이산화탄소 분리장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 연도가스에서 이산화탄소 분리 방법 및 이를 이용한 이산화탄소 분리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 화석연료를 이용하는 화력발전소, 제철공장, 시멘트공장 또는 산업공장의 보일러 등에서 배출되는 연도가스(Flue gas, 배기가스)는, 이산화탄소와 유해기체인 SO_2 , NO_x , NH_3 및 HCN 등과 같은 환원된 질소 등을 포함하고 있으며, 연도가스의 방출은 지구온난화 및 대기변화에 기여하는 다량의 이산화탄소를 함유하고 있기 때문에, 환경에 악영향을 끼친다. 이산화탄소의 배출을 방지하거나 저감하기 위해서는 연도가스로부터 이산화탄소가 분리되어야 한다.

[0003] 연도가스에서 이산화탄소의 분리하거나 또는 저감하기 위한 다양한 방법들이 제시되었다. 예를 들어, 이산화탄소 분리 공정은, 분리, 압축, 저장 및 이송 단계로 구성되고, 분리단계에서 전체 비용 중 절반 이상이 차지한다. 이산화탄소 분리 공정의 운전비용을 최소화하기 위해서는 흡착제 재생에 필요한 에너지를 줄여야 한다. 이산화탄소의 분리단계는, 흡수, 흡착, 막분리 방식으로 구성되고, 흡수는 저온/고압에서 모노에탄올아민(Monoethanolamine, MEA), 디에탄올아민(Diethanolamine, DEA) 등과 같은 알칸올아민(Alkanolamine) 수용액이나 탄산칼륨 수용액(Catacarb solution)의 습식 흡착제를 이용하고, 건식 흡착제로 제올라이트, 활성탄, 금속탄

산업 등이 적용되고 있으나, 이러한 흡착제의 사용은, 이산화탄소 선택도가 낮거나 또는 막대한 시설비와 운전 비용이 소요되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명은 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 기체의 압력에 따른 용해도 차이를 이용하여 연도 가스 내에 이산화탄소를 간단한 공정으로 분리 및 포집할 수 있는, 이산화탄소 분리방법에 관한 것이다.
- [0005] 또한, 본 발명은, 상기 연도가스에서 이산화탄소 분리방법을 이용하는, 이산화탄소 분리장치에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 하나의 양상은, 연도가스를 가압하여 순수(Water Pure) 내에 이산화탄소를 용해시키는 가압 용해단계; 상기 이산화탄소가 용해된 순수를 분리하는 분리단계; 상기 이산화탄소가 용해된 순수를 감압하는 감압단계; 상기 감압된 순수에서 이산화탄소를 탈기하는 탈기단계; 및 상기 탈기된 이산화탄소를 포집하는 포집단계; 를 포함하는 이산화탄소 분리방법에 관한 것이다.
- [0007] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 가압 용해단계는, 상기 순수를 피드 탱크에 주입하는 단계; 3 내지 20 (bar) 수압으로 상기 순수를 챔버 내에 주입하는 단계; 및 3 내지 20 (bar) 분압으로 상기 연도가스를 상기 챔버 내의 순수에 주입하여 상기 이산화탄소를 용해시키는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 순수를 챔버 내에 주입하는 단계 및 상기 이산화탄소를 용해시키는 단계는, 순차적으로 또는 동시에 수행될 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 가압 용해단계는, 상기 순수를 피드 탱크에 주입하는 단계; 및 3 내지 20 (bar)의 수압의 상기 순수와 3 내지 20 (bar)분압의 상기 연도가스를 단일 공급관에서 혼합하여 챔버 내에 주입하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 가압 용해단계는, 상기 순수를 피드 탱크에 주입하는 단계; 상기 순수의 수압을 3 내지 20 (bar)로 유지하고, 상기 순수에 상기 연도가스를 버블링하여 상기 이산화탄소를 용해시키는 단계; 및 3 내지 20 (bar)의 수압으로 상기 연도가스가 버블링된 순수를 챔버 내에 주입하는 단계; 를 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 버블링하여 이산화탄소를 용해시키는 단계는, 3 내지 20 (bar) 분압의 상기 연도가스를 피드 탱크에 도입하여 버블링할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 분리단계는, 상기 순수에 용해되지 않은 가스 및 이산화탄소가 용해된 순수를 분리할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 가압 용해단계는, 상기 분리단계에서 분리된 상기 순수에 용해되지 않은 가스와 연도가스를 함께 사용할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 감압단계는, 상기 이산화탄소가 용해된 순수를 분리막에 통과시켜 대기압으로 감압하거나 또는 압력 조절 밸브를 조절하여 감압할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 분리막은, 3 내지 20 (bar)분압에서 운전 가능한 분리막이며, 상기 분리막은, 정밀여과막, 한외여과막 및 나노막으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 탈기단계는, 상기 감압된 순수에서 상기 이산화탄소를 탈기하고, 상기 탈기 단계 이후에, 상기 이산화탄소가 탈기된 순수를 적용하여, 상기 감압단계 및 상기 탈기단계를 1회 이상 반복할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 탈기단계 이후에 상기 이산화탄소가 탈기된 순수는, 피드 탱크로 주입되어, 상기 가압 용해단계에 적용될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 연도가스를 주입하는 단계는, 3 내지 20 (bar)의 분압으로 주입될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 가압 용해단계는, 적외선을 조사하여 상기 이산화탄소의 가압 용해를 증진시

킬 수 있다.

- [0020] 본 발명의 다른 양상은, 순수가 채워지는 피드 탱크; 상기 피드 탱크에서 배출되는 순수를 일정 수압으로 챔버 내에 주입하는 액체 공급수단; 상기 피드 탱크에서 배출되는 순수의 유량을 조절하는 바이패스 라인; 연도가스를 일정 분압으로 챔버 내에 주입시키는 기체 공급수단; 상기 연도가스의 이산화탄소가 상기 순수 내에 용해되고, 용해되지 않은 가스는 상층으로 포집되는 챔버; 상기 챔버에서 상층의 가스를 배출하는 가스 배출수단; 상기 챔버에서 순수를 배출하는 액체 배출수단; 상기 배출된 순수를 감압하는 감압부; 상기 감압된 순수에서 이산화탄소를 탈기하는 탈기부; 및 상기 탈기된 이산화탄소를 포집하는 이산화탄소 포집부; 를 포함하는, 이산화탄소 분리장치에 관한 것이다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 피드 탱크는, 상기 순수를 일정 압력으로 가압하는 가압수단; 및 상기 순수에 연도가스를 주입하는 버블러; 를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따라, 일정 분압의 상기 연도 가스 및 상기 피드 탱크에서 배출되는 일정 수압의 상기 순수를 혼합하여 상기 챔버 내에 주입하는 단일 공급관; 을 더 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따라, 적외선 램프를 더 포함하고, 상기 적외선 램프는, 상기 피드 탱크, 상기 챔버 및 상기 단일 공급관 중 적어도 하나 이상에 적외선을 조사할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 감압부는, 상기 배출된 순수를 여과하여 감압하는 분리막, 압력 조절 밸브 또는 이 둘을 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 탈기부에서 탈기된 상기 순수를, 상기 피드 탱크, 상기 챔버, 상기 단일 공급관 및 상기 감압부 중 적어도 하나 이상에 공급하는 액체 순환부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명은, 연도가스에 포함된 이산화탄소와 다른 기체의 압력에 따른 용해도 차이를 이용하여, 이산화탄소를 간단한 공정으로 분리 및 포집할 수 있다.
- [0027] 본 발명은, 다량의 흡착제 없이 용매를 이용하여 이산화탄소를 가압 용해시키고, 이산화탄소 분리 이후에 용매를 재사용하거나 또는 상기 용매 내에 용해되지 않고 분리된 가스를 이용하여 이산화탄소 분리 공정을 반복할 수 있으므로, 이산화탄소 분리 공정의 경제성 및 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 2는, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 3은, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 4는, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 5는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 6은, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 7은, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 8은, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 9는, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 10은, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 11은, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.
- 도 12는, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0030] 본 발명은, 이산화탄소 분리방법에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따라, 압력에 따른 가스의 용해도 차이를 이용하여, 연도가스 내의 이산화탄소를 용매 내에 가압 용해시키고, 감압에 의해 이산화탄소를 용매에서 분리하고 포집할 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 1을 참조하면, 도 1은 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 1에서 상기 이산화탄소 분리방법은, 가압 용해단계(S100); 분리단계(S200); 감압단계(S300); 탈기단계(S400); 및 포집단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에 따라, 가압 용해단계(S100)는, 가압된 용매 내에 연도가스(Flue Gas)의 이산화탄소를 가압 용해시키는 단계이며, 예를 들어, 일정 수압으로 가압된 용매 내에 연도가스를 일정 분압으로 주입하여 이산화탄소를 용해시킬 수 있다.
- [0033] 예를 들어, 상기 용매는, 이산화탄소를 용해시킬 수 있는 용매이며, 예를 들어, 탄소수 1 내지 4의 알콜, 순수(Pure Water) 또는 이 둘을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 순수일 수 있다.
- [0034] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 도 2를 참조하면, 도 2는 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 2에서 상기 이산화탄소 분리방법은, 용매를 피드 탱크(feed tank)에 주입하는 단계(S110a); 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S120a); 및 연도가스를 챔버 내의 용매에 주입하여 이산화탄소를 용해시키는 단계(S130a); 를 포함하는, 가압 용해단계(S100)를 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 예로, 용매를 피드 탱크에 주입하는 단계(S110a)는, 피드 탱크 내에 용매를 채워넣고, 0 °C 내지 30 °C의 온도; 5 °C 내지 25 °C의 온도; 또는 상온으로 용매를 유지할 수 있다.
- [0036] 예를 들어, 상기 용매의 적어도 일부분은, 본 발명에 의한 이산화탄소의 분리 공정에서 사용된 용매를 재사용한 것일 수 있다.
- [0037] 본 발명의 일 예로, 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S120a)는, 대기압 이상, 3 내지 20(bar); 3 내지 10 (bar) 수압; 4 내지 7 (bar) 수압; 또는 4 내지 6 (bar) 수압으로 용매를 챔버 내에 주입하는 단계이며, 수압이 증가할수록 용매에 대한 이산화탄소의 용해도는 증가될 수 있다. 또한, 상기 용매는, 일정한 유량 또는 공정에 따라 적절하게 조절된 유량으로 챔버 내에 주입되고, 상기 용매는 챔버 내에서 주입 시의 수압 또는 그 이상으로 유지되어 이산화탄소의 용해도를 증가시킬 수 있다. 3 내지 10 bar 에서 운전되는 경우 외에도, 본 발명은 고압에서의 운영 가능성도 포함한다. 예를 들어, 이산화탄소의 분리 방법이 적용되는 분야 중에서, 고압의 혼합 기체가 제공되는 경우 (예, pre-combustion gas), 이산화탄소를 제거할 때 고압의 용매이송펌프가 사용되어야 하는데, 이 때 에너지 회수장치 (일 예로서, 고압으로 버려지는 농축수에서 압력을 회수하여 유입수 쪽으로 돌리고, 고압의 농축수는 저압 (상압)의 농축수로 전환되는 해수 담수화 장치)를 사용하여 경제성을 확보할 수 있다.
- [0038] 예를 들어, 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S120a)는, 0 °C 내지 30 °C의 온도; 5 °C 내지 25 °C 온도; 또는 상온으로 용매를 유지할 수 있다.
- [0039] 예를 들어, 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S120a)는, 상기 챔버 내에서 대기압 이상, 3 내지 20 (bar); 3 내지 10 (bar) 수압; 4 내지 7 (bar) 수압; 또는 4 내지 6 (bar) 수압으로 용매를 유지할 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일 예로, 연도가스를 챔버 내의 용매에 주입하여 이산화탄소를 용해시키는 단계(S130a)는, 연도가스를 대기압 이상; 3 내지 20 (bar); 3 내지 10 (bar) 분압; 4 내지 7 (bar) 분압; 또는 4 내지 6 (bar) 분압으로 상기 챔버 내의 용매에 주입하고 혼합하여, 연도 가스 내의 이산화탄소를 가압 용해시키는 단계이다. 이러한 가압 용해는, 대기압 이상으로 가압된 용매 및 연도가스를 혼합하므로, 연도가스 내에서 가스의 압력에 따른 용해도 차이에 의해서 용해도가 높은 이산화탄소가 용매 내에 용해되고, 용해되지 않은 가스(예를 들어, O₂, N₂

등이며, 이하 가스로 칭함)는 챔버 내의 상층으로 포집하게 된다.

- [0041] 예를 들어, 이산화탄소를 용해시키는 단계(S130a)는, 본 발명에 의한 이산화탄소의 분리 공정에서 상기 용매 내에 용해되지 않은 가스, 예를 들어, 챔버 내에서 용매에 용해되지 않아, 상층에 포집된 가스를 배출한 이후에, 단독 또는 연도가스와 혼합하여 챔버 내에 다시 주입될 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S120a) 및 이산화탄소를 용해시키는 단계(S130a)는, 순차적으로 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S120a) 이후에 이산화탄소를 용해시키는 단계(S130a)가 수행될 수 있고, 또는 연도가스와 용매의 혼합 및 이산화탄소의 용해를 더 잘 이루어지게 하기 위해서, 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S120a) 및 이산화탄소를 용해시키는 단계(S130a)는, 동시에 수행될 수 있다.
- [0043] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 도 3을 참조하면, 도 3은 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 3에서 상기 이산화탄소 분리방법은, 용매를 피드 탱크에 주입하는 단계(S110b); 및 용매 및 연도가스를 단일 공급관에서 혼합하여 챔버 내에 주입하는 단계(S120b); 를 포함하는, 가압 용해단계(S100)를 포함할 수 있다.
- [0044] 본 발명의 일 예로, 용매를 피드 탱크에 주입하는 단계(S110b)는, 도 2에서 언급한 단계(S110a)와 동일하게 수행될 수 있다.
- [0045] 본 발명의 일 예로, 용매 및 연도가스를 단일 공급관에서 혼합하여 챔버 내에 주입하는 단계(S120b)는, 3 내지 20 (bar)의 수압의 용매와 3 내지 20 (bar)분압의 연도가스가 단일 공급관에서 혼합하여 챔버 내에 주입하는 단계이다.
- [0046] 예를 들어, 상기 용매 및 상기 연도가스는 동일하거나 또는 상이한 압력으로 단일 공급관을 흐르면서 혼합되고, 상기 연도가스의 이산화탄소의 적어도 일부는 단일 공급관 내에서 용매에 가압 용해될 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 상기 챔버 내에 주입된 이후에, 챔버 내의 용매의 수압을 일정하게 또는 더 높게 유지하여, 상기 용매 내에 이산화탄소를 가압 용해를 유도할 수 있고, 필요하다면, 챔버 내에서 용매를 교반할 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 챔버 내에 주입하는 단계(S120b)는, 도 2에서 언급한, 용매 내에 용해되지 않은 가스와 연도가스를 단일 공급관에 함께 공급되거나 또는 상기 가스는 별도의 공급관을 통하여 챔버 내에 주입될 수 있다.
- [0049] 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 도 4를 참조하면, 도 4는 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법의 흐름도를 예시적으로 나타낸 것이다. 도 4에서 상기 이산화탄소 분리방법은, 용매를 피드 탱크에 주입하는 단계(S110c); 용매에 연도가스를 버블링하여 이산화탄소를 용해시키는 단계(S120c); 및 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S130c); 를 포함하는 가압 용해단계(S100)를 포함할 수 있다.
- [0050] 본 발명의 일 예로, 용매를 피드 탱크에 주입하는 단계(S110c)는, 도 2의 단계(S110a)에서 언급한 바와 같다.
- [0051] 본 발명의 일 예로, 용매에 연도가스를 버블링하여 이산화탄소를 용해시키는 단계(S120c)는, 피드 탱크 내에서 용매의 수압을 3 내지 20 (bar)로 가압하고, 0 ℃ 내지 30 ℃의 온도; 5 ℃ 내지 25 ℃ 온도의 용매에, 연도가스를 버블링하여 이산화탄소를 가압 용해하는 단계이다.
- [0052] 예를 들어, 상기 연도가스는, 3 내지 20 (bar) 분압의 연도가스를 피드 탱크에 도입하여 버블링될 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 이산화탄소를 용해시키는 단계(S120c)는, 도 2에서 언급한 바와 같이, 용매 내에 용해되지 않은 가스 단독 또는 연도가스와 함께 버블링될 수 있다.
- [0054] 본 발명의 일 예로, 용매를 챔버 내에 주입하는 단계(S130c)는, 용해시키는 단계(S120c)에서 연도가스가 버블링된 용매를 3 내지 20 (bar)의 수압을 유지하고, 일정한 유량 또는 공정 조건에 따라 적절한 유량으로 조절하여 챔버 내에 주입하는 단계이다.
- [0055] 본 발명의 일 예로, 가압 용해단계(S100)는, 적외선을 조사하여 이산화탄소의 가압 용해를 증진시킬 수 있다. 예를 들어, 상기 적외선은, 3 μm 이상; 또는 4 μm 내지 5 μm 의 적외선(IR)일 수 있다.
- [0056] 예를 들어, 상기 적외선은, 도 2 내지 도 4에 언급한 가압 용해단계(S100) 중 적어도 하나 이상에서 적용될 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일 실시예에 따라, 분리단계(S200)는, 용매에 용해되지 않은 가스 및 이산화탄소가 용해된 용매를 분리하는 단계이다.

- [0058] 본 발명의 일 예로, 분리단계(S200)에서 챔버 내에서 용매의 수압 및 가스의 분압은, 대기압 이상으로 유지되어 연도 가스 내의 이산화탄소의 용해도를 증가시키고, 용매 내에 용해되지 않은 가스, 예를 들어, N_2, O_2 등은 챔버 내의 상층으로 포집된다. 상기 상층에 포집된 가스 및 용매는 각각 배출되어, 이산화탄소가 용해된 용매를 분리할 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 상기 상층에 포집된 가스는, 대기압으로 배출되거나 또는 도 2 내지 4에서 언급한 바와 같이, 이산화탄소의 분리 공정에 다시 사용될 수 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 따라, 감압단계(300)는, 이산화탄소가 용해된 용매를 감압하는 단계이며, 감압에 의해서 용매에 용해된 이산화탄소가 압력 차이에 의해서 탈기될 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 예로, 감압단계(300)는, 분리막, 압력 조절 밸브 또는 이 둘을 이용하여 상기 이산화탄소가 용해된 용매를 대기압(예를 들어, 1기압)으로 감압할 수 있다.
- [0062] 예를 들어, 상기 이산화탄소가 용해된 용매를 분리막을 통과시켜 1차 감압한 이후에, 압력 조절 밸브를 이용하여 2차 감압하여 배출될 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 상기 분리막은, 3 내지 20 (bar)분압에서 운전 가능한 분리막일 수 있으며, 상기 분리막은, 단수, 또는 복수개로 구성될 수 있다.
- [0064] 예를 들어, 상기 분리막은, 정밀여과막, 한외여과막 및 나노막으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0065] 본 발명의 일 실시예에 따라, 탈기단계(S400)는, 감압단계(300) 이후에 감압되어 배출되는 용매에서 이산화탄소를 탈기하는 단계이다. 예를 들어, 감압 용해 단계(S100)와 감압단계(S300)의 분압 차이만큼 이산화탄소는 탈기될 수 있다.
- [0066] 예를 들어, 도 2 내지 4에서 언급한 바와 같이, 상기 이산화탄소가 탈기된 용매는, 본 발명의 이산화탄소의 분리 공정에서 용매로 재사용될 수 있다.
- [0067] 예를 들어, 탈기단계(S400)에서 상기 이산화탄소가 탈기된 용매는, 다시 감압단계(300)를 거쳐 탈기단계(S400)를 수행할 수 있으며, 감압단계(300) 및 탈기단계(S400)는 1회 이상; 2 회 내지 5회로 반복될 수 있다.
- [0068] 본 발명의 일 실시예에 따라, 포집단계(S500)는, 탈기단계(S400)에서 탈기된 이산화탄소를 포집하는 단계이며, 탈기단계(S400)의 공정 회수에 따라, 1회 이상; 2 회 내지 5회로 반복적으로 이산화탄소를 포집할 수 있다.
- [0069] 본 발명의 일 실시예에 따라, 가압 용해단계(S100), 분리단계(S200), 감압단계(S300), 탈기단계(S400) 및 포집단계(S500)는, 각 공정에서 이용되고 분리된 용매(예를 들어, 탈기단계(S400)에서 배출된 용매) 및/또는 가스(예를 들어, 분리단계에서 배출된 가스)를 재사용하여 1회 이상 반복적으로 운전되어 이산화탄소를 반복적으로 분리 및 포집할 수 있거나, 용매를 이산화탄소 분리 공정에 재활용할 수 있다.
- [0070] 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법은, 이산화탄소를 포함하는 혼합가스, 예를 들어, 혐기성 소화조에서 생성된 메탄(CH_4) 및 이산화탄소를 포함하는 혼합가스, 제철소 부생가스인 LDG(Linz-Donawitz Gas), BFG(Blast Furnace Gas) 등에서 이산화탄소 분리 공정에 이용할 수 있다.
- [0071] 본 발명은, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리방법을 이용하는, 이산화탄소 분리장치에 관한 것이다.
- [0072] 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치는, 기체의 압력에 따른 용해도 차이를 이용하여, 대기압 이상으로 용매를 가압하여 이산화탄소를 가압 용해하여 분리할 수 있다.
- [0073] 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리 장치는, 분리 공정에서 사용된 용매 등을 재활용하고, 반복적인 분리 공정이 가능하므로, 연도 가스에서 이산화탄소 분리 효율과 경제성을 향상시킬 수 있다.
- [0074] 본 발명의 일 실시예에 따라, 도 5를 참조하면, 도 5는, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 5에서 상기 분리 장치는, 피드 탱크(100), 챔버(200), 감압부(300), 탈기부(400) 및 포집부(500)를 포함할 수 있으며, 상기 분리 장치는, 용매 및 가스를 일정 압력 및 일정 유량으로 공급하는 공급 수단 및 용매 및 가스를 분리하기 위한 배출수단을 더 포함할 수 있으며, 하기의 도 6 내지 도 12에서 보다 구체적으로 설명한다.
- [0075] 본 발명의 일 예로, 피드 탱크(100)는 연도가스의 이산화탄소를 용해하기 위한 용매가 채워지는 피드 탱크이며,

상기 피드 탱크는, 연도 가스를 일정 수압 및/또는 온도로 조절하여 챔버(200)로 공급할 수 있다. 상기 용매는, 상기 언급한 바와 같고, 바람직하게는 순수일 수 있다.

- [0076] 예를 들어, 피드 탱크(100)는, 상기 용매를 일정 압력으로 가압하는 가압수단 및 온도 조절기(도면에서 도시하지 않음)를 더 포함할 수 있다.
- [0077] 본 발명의 일 예로, 챔버(200)는, 연도가스의 이산화탄소가 용해된 상기 용매를 일정 분압 및 일정 온도로 유지하고, 상기 용매 내에 용해되지 않은 가스를 상층으로 포집하여 배출할 수 있다. 상기 용해되지 않은 가스는 일정 압력이 될때까지 포집되었다가 배출될 수 있다. . 예를 들어, 6-7기압으로 공급된 용매는 아래에 놓이고, 용해되지 않은 기체는 액체 계면 위에 누적되어 액체 수면이 낮아지는 현상을 이용하여 상기 가스를 배출할 수 있다.
- [0078] 예를 들어, 챔버(200)는, 밀폐형 챔버(Closed Chamber)이며, 일정 수압의 용매에 일정 분압의 연도가스를 주입하여 이산화탄소를 가압 용해시키거나 또는 연도가스의 이산화탄소가 용해된 용매를 공급받을 수 있다
- [0079] 예를 들어, 챔버(200)에서 배출된 가스는, 상기 용매 내에 다시 가압 용해될 수 있다.
- [0080] 본 발명의 일 예로, 감압부(300)는, 챔버(200)에서 배출된 이산화탄소가 용해된 용매를 감압할 수 있으며, 상기 감압에 의해서 상기 용매 내에 용존하는 이산화탄소는 상기 용매에서 탈기될 수 있다. 예를 들어, 감압부(300)는, 분리막, 압력 조절 밸브 또는 이 둘을 이용하여 감압할 수 있다.
- [0081] 본 발명의 일 예로, 탈기부(400)는, 감압부(300)에서 감압된 용매에서 탈기된 이산화탄소를 상층으로 포집한 이후, 포집부(500)로 배출할 수 있다. 이는, 가압에 의해 용매에 용해된 이산화탄소가 감압될 경우에, 감압된 분압에서의 용해도 만큼 용매 내에 용존하고 나머지는 탈기되는 것이다. 상기 이산화탄소가 탈기된 용매는, 피드 탱크(100), 챔버(200) 또는 이 둘에 공급될 수 있다.
- [0082] 본 발명의 일 예로, 포집부(500)는, 탈기부(400)에서 배출된 이산화탄소를 물리적 또는 화학적으로 포집할 수 있으며, 예를 들어, 이산화탄소 포집은 본 발명의 기술 분야에서 이용되는 방법을 적절하게 적용할 수 있으며, 예를 들어, 이산화탄소 흡착제를 이용하거나 액화시킬 수 있다.
- [0083] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 도 6을 참조하면, 도 6은 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 6에서 상기 이산화탄소 분리 장치는, 피드 탱크(100), 액체 공급수단(110), 바이패스 라인(120), 기체 공급수단(130), 챔버(200), 가스 배출수단(210), 액체 배출수단(220), 감압부(300), 탈기부(400), 및 포집부(500)를 포함할 수 있다.
- [0084] 본 발명의 일 예로, 피드 탱크(100)는, 챔버(200)에 일정 수압으로 공급하기 위한 용매가 채워지거나 또는 상기 용매를 일정 압력으로 가압한 이후, 연도가스를 버블링하여 이산화탄소를 가압 용해할 수 있다. 상기 용매는, 상기 언급한 바와 같고, 바람직하게는 순수일 수 있다.
- [0085] 예를 들어, 피드 탱크(100)는, 상기 용매 또는 연도가스가 버블링된 용매를 일정 수압 및/또는 온도로 유지하고, 상기 용매 또는 연도가스가 버블링된 용매를 배출할 수 있다.
- [0086] 예를 들어, 피드 탱크(100)는, 버블러를 이용하여 버블링하고, 상기 버블러는 마이크로 버블이며, 상기 연도가스가 버블링된 용매를 3 기압(bar) 이상; 또는 6 내지 7(bar) 기압으로 밀어서 배출할 수 있다.
- [0087] 본 발명의 일 예로, 액체 공급수단(110)은, 피드 탱크(100)에서 배출되는 용매(또는, 연도가스가 버블링된 용매)를 일정 수압으로 챔버(200) 내에 주입하는 공급관일 수 있다.
- [0088] 예를 들어, 액체 공급수단(110)은, 가압펌프(P1), 밸브 1(V1), 유량계(L1) 및 밸브 2(V2)를 포함할 수 있다.
- [0089] 예를 들어, 밸브 1(V1)은, 상기 배출된 용매의 유량 및 수압을 조절하기 위한 것으로, 밸브 1(V1)을 열어 상기 배출된 용매의 일부를 바이패스 라인(120)으로 전달하여 챔버(200) 내에 공급되는 상기 용매의 유량을 조절할 수 있다.
- [0090] 예를 들어, 가압펌프(P1, booster Pump)는, 상기 배출된 용매를 압력을 가하여 챔버(200) 내에 공급하고, 상기 배출된 용매의 유량 및 수압을 조절할 수 있다.
- [0091] 예를 들어, 유량계(L1)는, 챔버(200) 내에 공급되는 상기 배출된 용매의 유량을 확인할 수 있다.
- [0092] 예를 들어, 밸브 2(V2)는, 챔버(200)로 공급되는 상기 용매의 수압 및 유량을 일정하도록 조절할 수 있다.

- [0093] 본 발명의 일 예로, 바이패스 라인(120)은, 피드 탱크(100)에서 배출되고, 챔버(200)로 공급되는 상기 용매의 유량을 조절하기 위한 것으로, 챔버(200) 내에 일정 유량으로 상기 용매가 공급되도록 할 수 있다. 예를 들어, 바이패스 라인(120)은, 밸브 1(V1)를 열어 챔버(200)로 공급되는 상기 용매의 적어도 일부를 바이패스 라인(120)을 통하여 피드 탱크(100)로 전달하여, 용매의 유량을 조절할 수 있다.
- [0094] 본 발명의 일 예로, 기체 공급수단(130)은, 연도가스를 일정 분압으로 챔버, 피드 탱크(100) 또는 이 둘에 주입시킬 수 있다.
- [0095] 예를 들어, 기체 공급수단(130)은, 밸브 3(V3) 및 압력계(R1)를 포함하고, 밸브 3(V3)을 조절하여 연도가스를 일정 압력으로 챔버(200) 내에 주입하고, 압력계 1(R1)를 통하여 연도가스의 분압을 확인할 수 있다.
- [0096] 예를 들어, 밸브 3(V3)은, 솔레노이드 밸브이며, 하기에 언급한 밸브 4(V4)와 연동하여 연도가스의 분압을 조절할 수 있다. 예를 들어, 기체 공급수단(130)은, 밸브 3(V3)을 조절하여 연도가스를 피드 탱크(100)로 일정 압력으로 공급할 수 있고, 압력계 3(R3)을 통하여 피드 탱크(100)로 공급되는 연도가스의 분압을 확인할 수 있다.
- [0097] 본 발명의 일 예로, 챔버(200)는, 연도가스의 이산화탄소가 용해된 상기 용매의 수압 및 챔버 내의 가스의 분압을 일정하게 유지하거나 또는 상승시키고, 상기 용매 내에 용해되지 않은 가스를 상층으로 포집하여 가스 배출수단(210)을 통하여 배출되고, 이산화탄소가 용해된 상기 용매는 액체 배출수단(220)을 통하여 배출될 수 있다.
- [0098] 예를 들어, 액체 배출수단(220)은, 압력계 4(R4)를 조절하여 챔버(200) 내에 공급되거나 또는 배출되는 용매의 유량 및 수압을 일정하게 유지시킬 수 있다.
- [0099] 예를 들어, 챔버(200)는, 일정 수압의 용매에 일정 분압의 연도가스를 주입하여 이산화탄소를 가압 용해시키거나 또는 상기 이산화탄소가 용해된 용매를 공급받을 수 있다.
- [0100] 예를 들어, 가스 배출수단(210)은, 밸브 4(V4) 및 압력계 2(R2)를 포함하고, 챔버(200) 내에서 용매 내에 용해되지 않은 가스를 밸브 4(V4)를 조절하여 배출하거나 또는 상기 가스는 밸브 4(V4)를 조절하여 기체 공급수단(130)에 공급되어, 연도가스와 혼합되거나 또는 단독으로 피드 탱크(100) 또는 챔버(200)에 공급될 수 있다. 또한, 압력계 2(R2)는, 챔버(200) 내의 가스의 분압을 확인하여, 상기 가스의 배출과 상기 연도가스의 공급을 조절할 수 있다.
- [0101] 예를 들어, 상기 가스는, 밸브 4(V4)를 거쳐 밸브 5(V5)를 조절하여 피드 탱크(100) 또는 챔버(200)로 공급되고, 밸브 4(V4) 및 밸브 5(V5)는 피드 탱크(100) 또는 챔버(200)로 공급되는 상기 가스의 분압을 조절할 수 있다.
- [0102] 또한, 압력계 3(R3)에 의해서 피드 탱크(100)로 흐르는 상기 가스의 압력을 확인할 수 있고, 압력계 1(R1)에 의해서 챔버(200)로 흐르는 상기 가스의 압력을 확인할 수 있다.
- [0103] 예를 들어, 상기 가스는 피드 탱크(100)로 일정한 압력 또는 공정에 따라 적절하게 조절된 압력으로 공급되고, 피드 탱크(100) 내에서 버블링될 수 있다.
- [0104] 예를 들어, 밸브 4(V4)는 챔버(100) 내의 기체 분압(예를 들어, 4 내지 6 (bar) 기압)이 일정하도록 조절되고, 솔레노이드 밸브(Solenoid valve) 또는 압력해제 밸브(Pressure release valve)일 수 있다.
- [0105] 예를 들어, 압력계 1(R1) 및 압력계 2(R2)의 수치가 동일하도록, 밸브 3(V3)과 밸브 4(V4)는, 서로 연동하여 같은 압력이 되도록 조절될 수 있다.
- [0106] 본 발명의 일 예로, 액체 배출수단(220)은, 압력계 4(R4)를 포함하고, 챔버(200)에서 배출된 이산화탄소가 용해된 용매를 배출하고, 상기 용매는, 감압부(300)로 전달할 수 있다. 예를 들어, 압력계 4(R4)를 확인하여, 챔버(200) 내에 주입 및 배출되는 용매의 유량을 조절할 수 있다.
- [0107] 본 발명의 일 예로, 감압부(300)는, 상기 도 5에서 언급한 바와 같고, 예를 들어, 도 7 및 도 9를 살펴보면, 도 7 내지 도 9는, 본 발명의 일 실시예에 따른, 이산화탄소 분리 장치를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 7에서 감압부(300)는, 밸브 8(V8)을 포함하고, 밸브 8(V8)을 거쳐 챔버(200)에서 배출된 이산화탄소가 용해된 용매를 감압하고, 도 8에서 감압부(300)는, 분리막(310)을 거쳐 감압되고, 도 9에서 감압부(300)는, 분리막(310)을 거쳐 감압된 상기 용매를 밸브 8(V8)을 통하여 더 감압할 수 있다. 예를 들어, 밸브 8(V8)은, 압력 조절 밸브일 수 있다.
- [0108] 본 발명의 일 예로, 탈기부(400) 및 포집부(500)는, 도 5에서 언급한 바와 같고, 상기 이산화탄소가 탈기된 용

매는, 액체 순환부(410)를 통하여 피드 탱크(100), 챔버(200) 및 감압부(300) 중 적어도 하나 이상에 공급될 수 있다.

[0109] 예를 들어, 액체 순환부(410)는, 가압펌프(P2)에 의해서 일정 압력으로 순환되고, 밸브 6(V6)을 조절하여 감압부(300)로 상기 탈기된 용매를 공급하고, 밸브 7(V7)을 조절하여 피드 탱크(100) 및/또는 챔버(200)로 상기 탈기된 용매를 공급할 수 있다. 예를 들어, 밸브 7(V7)에 의해서 상기 탈기된 용매 단독으로 공급되거나 또는 피드 탱크(100)에서 배출된 용매와 혼합되어 피드 탱크(100) 및 챔버(200)에 공급되어 연속 운전이 실시될 수 있다.

[0110] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 도 10을 참조하면, 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 10에서 상기 이산화탄소 분리장치는, 피드 탱크(100), 액체 공급수단(110), 바이패스 라인(120), 기체 공급수단(130), 챔버(200), 가스 배출수단(210), 액체 배출수단(220), 감압부(300), 탈기부(400) 및 포집부(500)는 도 6에서 언급한 바와 같고, 열교환기(600)를 더 포함할 수 있다.

[0111] 본 발명의 일 예로, 열교환기(600, Energy recovery equipment)는, 용매 순환부(410)를 통하여 공급되는 상기 탈기된 용매와 피드 탱크(100)에서 배출되고 바이패스 라인(120)을 흐르는 용매를 열교환할 수 있다. 열교환된 용매는 각각 바이패스 라인(120)을 통하여 피드 탱크(100)로 공급되거나 또는 밸브 7(V7)을 통하여 피드 탱크(100) 및/또는 챔버(200)로 공급될 수 있다. 예를 들어, 열교환기(600)은, Dweer(Dual Work Exchanger Energy Recovery) 또는 EDI일 수 있다.

[0112] 본 발명의 일 예로, 도 10에서 열교환기(600)를 포함하는 이산화탄소 분리 장치는 예시적으로 나타낸 것일 뿐, 장치의 구성이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 5, 도 8 내지 도 9 및 도 11 내지 도 12의 이산화탄소 분리 장치에 결합될 수 있다.

[0113] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 도 11을 참조하면, 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리 장치를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 11에서 상기 이산화탄소 분리 장치는, 피드 탱크(100), 액체 공급수단(110), 바이패스 라인(120), 기체 공급수단(130), 챔버(200), 가스 배출수단(210), 액체 배출수단(220), 감압부(300), 탈기부(400) 및 포집부(500)는 도 6에서 언급한 바와 같고, 단일 공급관(140)을 더 포함할 수 있다.

[0114] 본 발명의 일 예로, 단일 공급관(140)은, 챔버(100)로 공급되는 연도가스와 용매가 혼합되어 챔버(100)로 공급될 수 있다. 예를 들어, 연도가스, 챔버(200)에서 배출되는 가스 또는 이 둘을 밸브 9 (V9)를 조절하여 단일 공급관으로 공급되어, 피드 탱크(100)에서 배출되는 용매, 용매 순환부(410)에서 공급되는 용매, 또는 이 둘과 혼합되어 챔버(100)로 공급될 수 있다. 단일 공급관(150)은, 상기 연도가스 및 가스의 이산화탄소가 용매 내에 가압 용해될 수 있다.

[0115] 본 발명의 일 예로, 도 11에서 단일 공급관(140)을 포함하는 이산화탄소 분리 장치는 예시적으로 나타낸 것일 뿐, 장치의 구성이 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 단일 공급관(140)은, 도 5 내지 도 10 및 도 12의 이산화탄소 분리 장치에 결합될 수 있다.

[0116] 본 발명의 다른 실시예에 따라, 도 12를 참조하면, 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리 장치를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 12에서 상기 이산화탄소 분리 장치는, 피드 탱크(100), 액체 공급수단(110), 바이패스 라인(120), 기체 공급수단(130), 챔버(200), 가스 배출수단(210), 액체 배출수단(220), 감압부(300), 탈기부(400) 및 포집부(500)는 도 6에서 언급한 바와 같고, 적외선 램프(700)를 더 포함할 수 있다.

[0117] 본 발명의 일 예로, 적외선 램프(700)는, 피드 탱크(100), 챔버(200) 또는 이 둘에 적외선을 조사하여, 상기 용매 내에 이산화탄소의 용해도를 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 적외선 램프(700)는, 3 μm 이상; 또는 4 μm 내지 5 μm 의 파장의 적외선을 조사할 수 있다.

[0118] 본 발명의 일 예로, 도 12에서 적외선 램프(700)를 포함하는 이산화탄소 분리 장치는 예시적으로 나타낸 것일 뿐, 장치의 구성이 이에 제한되는 것은 아니다. 적외선 램프(700)는, 도 5 내지 도 11의 이산화탄소 분리 장치에 결합될 수 있고, 예를 들어, 피드 탱크(100), 챔버(200) 및 상단일 공급관(140) 중 적어도 하나 이상에 적외선을 조사하도록 단수 또는 복수개로 구성될 수 있다.

[0119] 본 발명의 일 실시예에 따라, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리장치는, 이산화탄소를 포함하는 혼합가스, 예를

들어, 혐기성 소화조에서 생성된 메탄(CH_4) 및 이산화탄소를 포함하는 혼합가스, 제철소 부생가스인 LDG(Linz-Donawitz Gas), BFG(Blast Furnace Gas) 등에서 이산화탄소 분리 공정에 이용될 수 있다.

[0121] 하기와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0123] 실시예 1

[0124] 도 6의 구성에 따라, 표 1의 연도가스(flue gas)를 순수가 채워진 챔버 내에서 가압 용해한 이후, 감압 및 탈기를 거쳐 이산화탄소를 포집하였다. 가압 용해 동안에 4.3 마이크로미터의 적외선을 챔버에 조사하였다. 또한, 분리막은 NF 분리막(도레이 NF90)을 이용하였다. 각 단계에 따른, 용해도, 기체의 농도 및 포집 농도를 표 2 내지 4에 나타내었다.

표 1

가스	조성	분압
N_2	70%	0.7 atm
O_2	10%	0.1 atm
CO_2	10%	0.1 atm
H_2O	10%	0.1 atm

[0126] (1) 가압단계에서 녹을 수 있는 기체의 농도[M]

표 2

	1기압 flue gas	2기압 flue gas	5기압 flue gas	6기압 flue gas	10기압 flue gas
N_2	0.000526232	0.001052464	0.00263116	0.003157392	0.00526232
O_2	0.00015236	0.00030472	0.0007618	0.00091416	0.0015236
CO_2	0.0045463	0.0090926	0.0227315	0.0272778	0.045463

[0128] (헨리상수 : $\text{N}_2=0.00075176\text{M/atm}$, $\text{O}_2=0.0015236\text{M/atm}$, $\text{CO}_2=0.045463\text{M/atm}$)

[0129] (물에 녹는 기체 농도 = 헨리상수 x 기체의 분압)

[0130] (2) 상압 (1 atm)으로 감압시킨 후 탈기되는 기체의 농도 [M]

표 3

	1기압 flue gas	2기압 flue gas	5기압 flue gas	6기압 flue gas	10기압 flue gas
N_2		0.000526232	0.002104928	0.00263116	0.004736088
O_2		0.00015236	0.00060944	0.0007618	0.00137124
CO_2		0.0045463	0.0181852	0.0227315	0.0409167

[0132] (압력변화에 따라 탈기되는 기체의 농도 [M] = 고압 기체의 용해 농도 [M] - 저압 기체의 용해 농도 [M])

[0133] (3) 상압 (1 atm)으로 감압시킨 후 포집된 기체의 조성 [%]

표 4

	1기압 flue gas	2기압 flue gas	5기압 flue gas	6기압 flue gas	10기압 flue gas
N ₂		10.07163402	10.07163402	10.07163402	10.07163402
O ₂		2.916041135	2.916041135	2.916041135	2.916041135
CO ₂		87.01232485	87.01232485	87.01232485	87.01232485

표 2 내지 4를 살펴보면, 연도가스(CO₂분압 0.1 기압)를 6기압으로 순수에 녹이고 다시 상압 (1기압)으로 감압시키는 공정을 통해, 용액 1 liter 당 CO₂ 1g(0.5리터)을 제거할 수 있으며, 공정 후단에 포집되는 CO₂의 순도는 87 %(1몰의 기체가 상온/상압에서 22.4 리터 부피로 가정하여 계산)에 해당되므로, 본 발명에 의한 이산화탄소 분리 공정을 통하여, 연도가스에서 이산화탄소의 분리 및 포집 성능이 우수한 한 것을 확인할 수 있다.

실시예 2

도 6의 구성에 따라, 표 1의 연도가스(flue gas)를 실시예 1에서 이산화탄소가 탈기된 순수를 다시 챔버 내에 채우고, 표 5에 나타낸 바와 같이, 실시예 1에서 챔버 내에서 순수에 용해되지 않고, 배출된 가스를 다시 챔버 내에 주입하여 이산화탄소 분리 공정을 2회 반복하였다. 순수가 채워진 챔버 내에서 가압 용해한 이후, 감압 및 탈기를 거쳐 이산화탄소를 포집하였다. 각 단계에 따른, 용해도, 기체의 농도 및 포집 농도를 표 5 내지 8에 나타내었다.

표 5

가스 구성	조성	분압
N ₂	10.07163402 %	0.10071634 atm
O ₂	2.916041135%	0.029160411 atm
CO ₂	87.01232485%	0.870123248 atm

(1) 가압단계에서 물에 녹을 수 있는 기체 농도 [M]

표 6

	1기압 flue gas	2기압 flue gas	5기압 flue gas	6기압 flue gas	10기압 flue gas
N ₂	7.57145E-05	0.000151429	0.000378573	0.000454287	0.000757145
O ₂	4.44288E-05	8.88576E-05	0.000222144	0.000266573	0.000444288
CO ₂	0.039558413	0.079116826	0.197792066	0.237350479	0.395584132

(헨리상수 : N₂=0.00075176M/atm, O₂=0.0015236M/atm, CO₂=0.045463M/atm)

(물에 녹는 기체 농도 = 헨리상수 x 기체의 분압)

(2) 상압 (1 atm) 으로 감압시킨 후 탈기되는 기체의 농도 [M]

표 7

	1기압 flue gas	2기압 flue gas	5기압 flue gas	6기압 flue gas	10기압 flue gas
N ₂		7.57145E-05	0.000302858	0.000378573	0.000681431
O ₂		4.44288E-05	0.000177715	0.000222144	0.000399859
CO ₂		0.039558413	0.158233653	0.197792066	0.356025719

[0145] (압력변화에 따라 탈기되는 기체의 농도 [M] = 고압 기체의 용해 농도 [M] - 저압 기체의 용해 농도 [M])

[0146] (3) 상압 (1 atm)으로 감압시킨 후 포집된 기체의 조성 [%]

표 8

[0147]

	1기압 flue gas	2기압 flue gas	5기압 flue gas	6기압 flue gas	10기압 flue gas
N ₂		0.190819733	0.190819733	0.190819733	0.190819733
O ₂		0.111971822	0.111971822	0.111971822	0.111971822
CO ₂		99.69720844	99.69720844	99.69720844	99.69720844

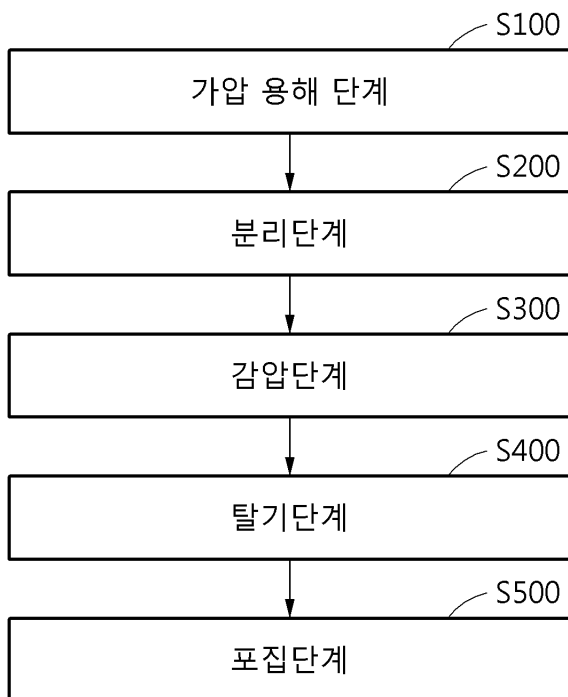
[0148] 표 5 내지 표 8을 살펴보면, 연도가스(CO₂분압 0.1 기압)를 6기압으로 순수에 녹이고, 다시 상압 (1기압)으로 감압시키는 공정을 2번 거치게 되면 1 liter 당 CO₂ 8.7g(4.4리터)를 제거할 수 있으며, 공정 후단에 포집되는 CO₂의 순도는 99.7 % (1몰의 기체가 상온 상압에서 22.4 리터 부피가정)인 것을 확인할 수 있다.

[0149] 따라서, 이산화탄소 분리 공정의 반복을 통하여, 이산화탄소 분리 효율을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

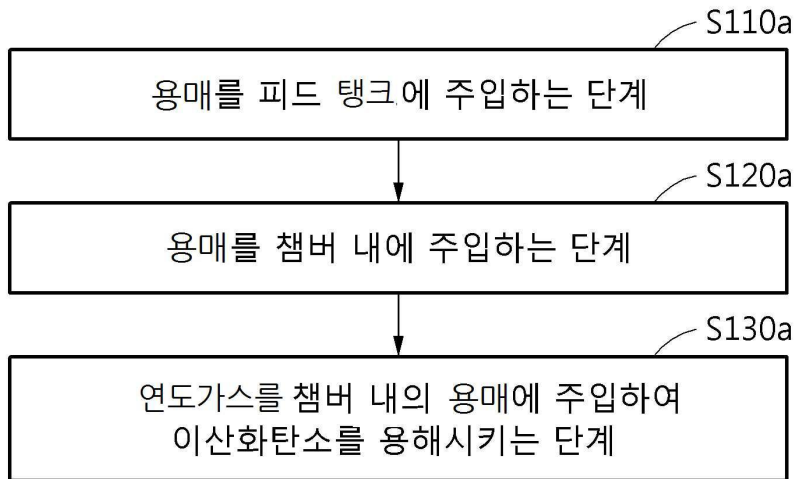
[0150] 본 발명은, 압력에 따른 연도가스의 각 성분에 대한 용해도 차이를 이용하여, 이산화탄소를 간단한 공정으로 효과적으로 분리 및 포집할 수 있는, 이산화탄소 분리방법을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명은, 이산화탄소 분리 공정을 반복적으로 수행하여, 포집되는 이산화탄소의 순도를 향상시킬 수 있다.

도면

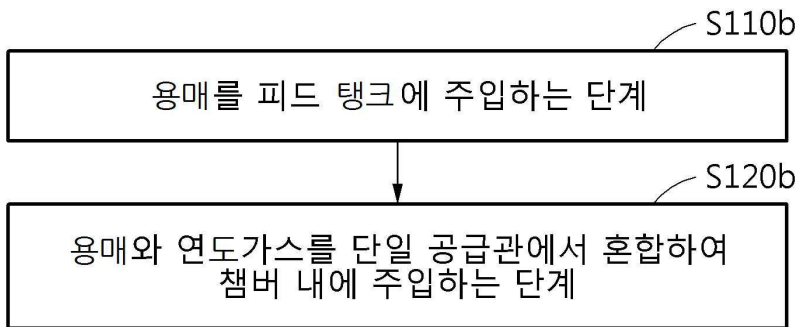
도면1



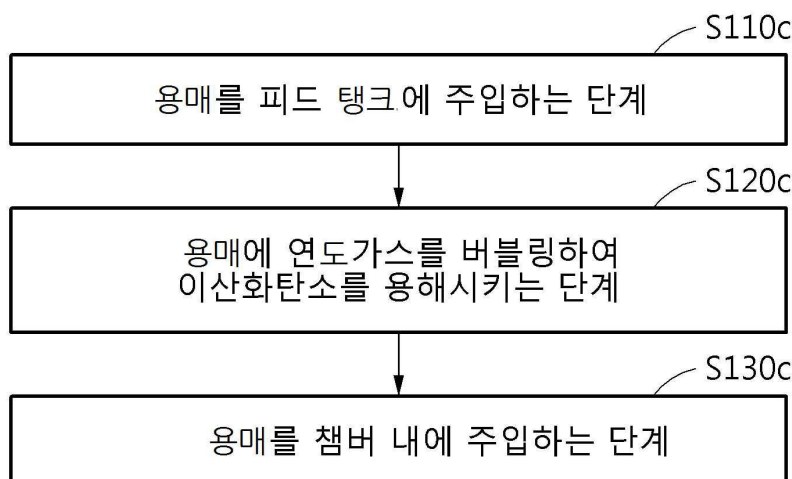
도면2



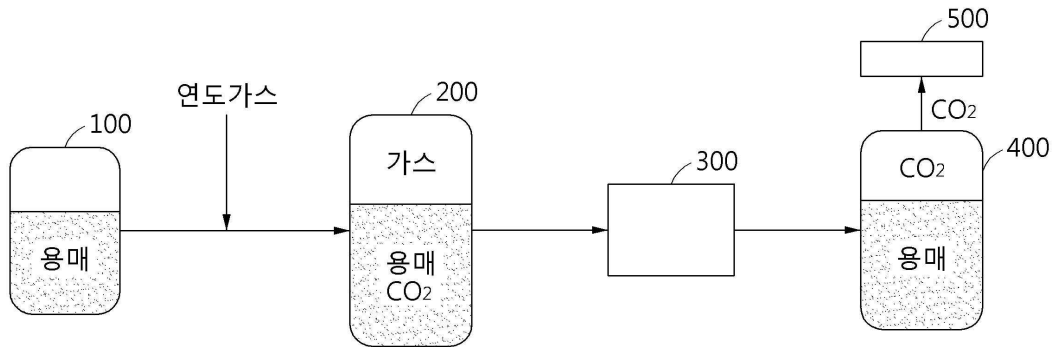
도면3



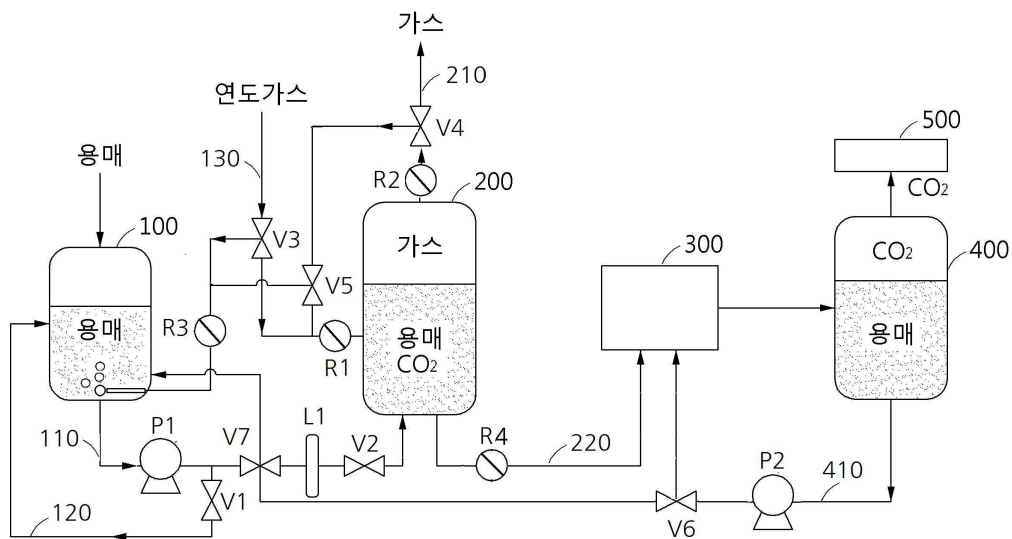
도면4



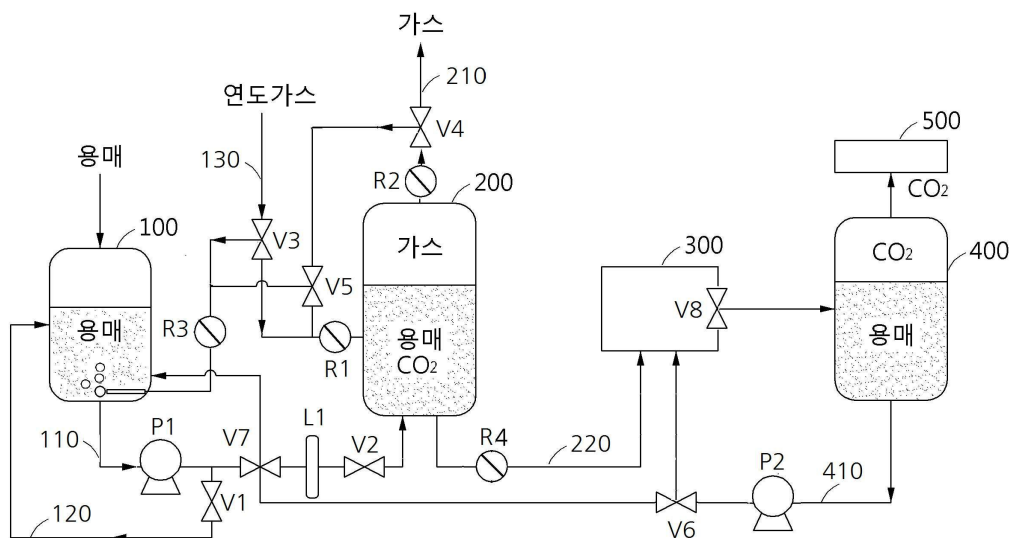
도면5



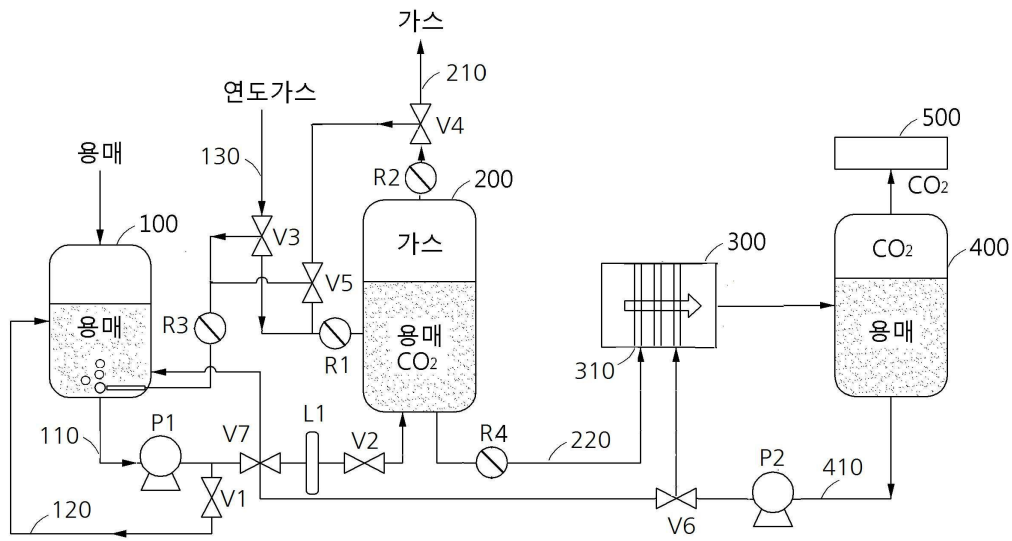
도면6



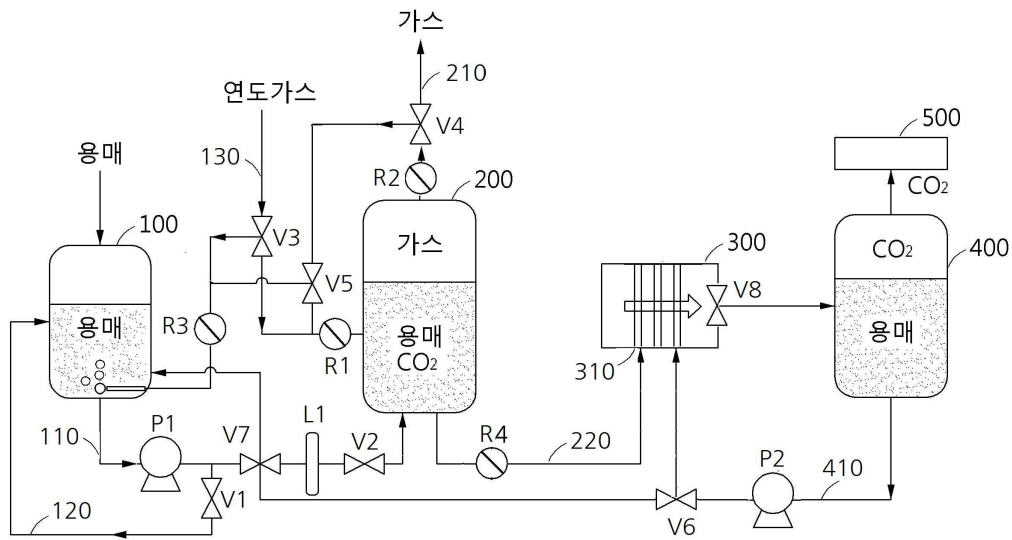
도면7



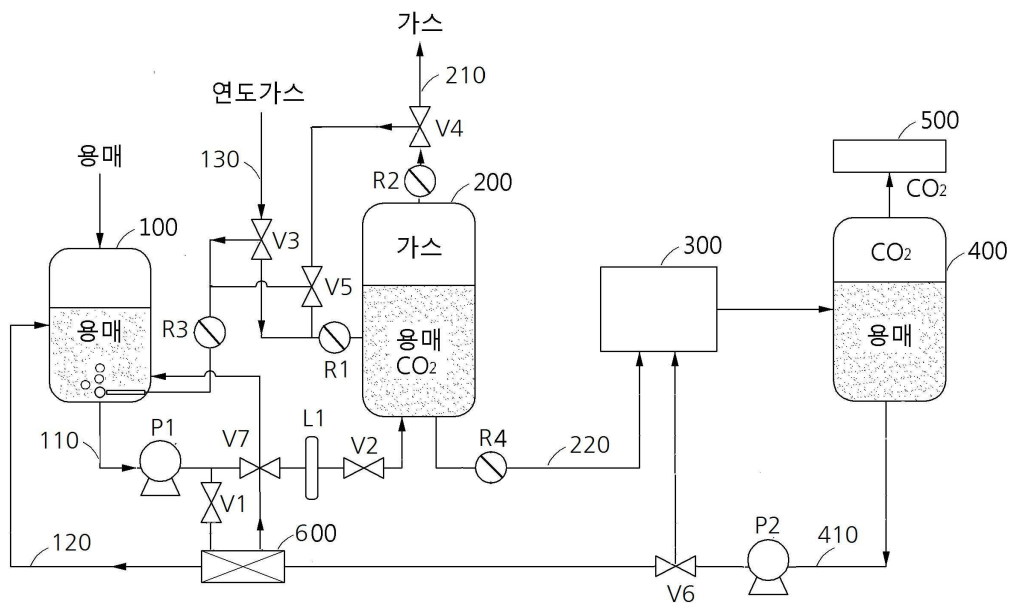
도면8



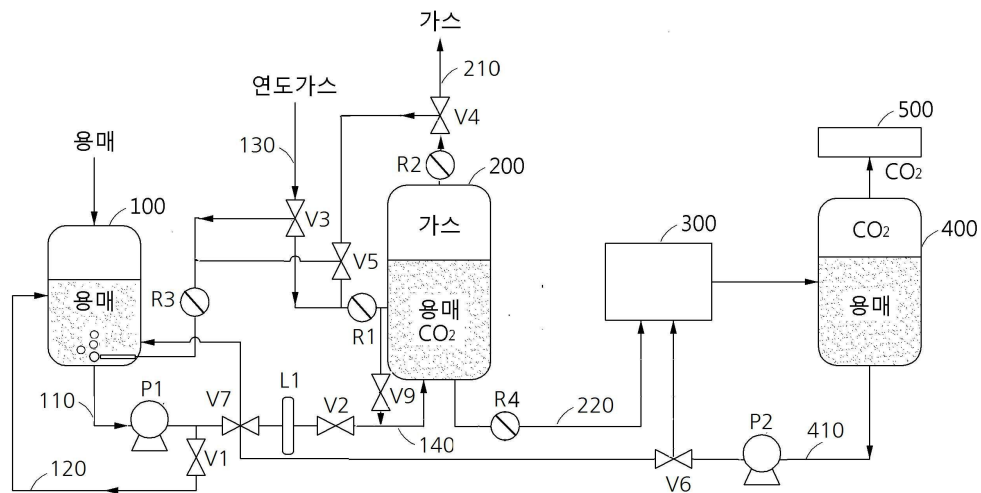
도면9



도면10



도면11



도면12

