

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2023-0073394
(43) 공개일자 2023년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B01D 53/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B01D 53/1475 (2013.01)

B01D 53/1425 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0159328

(22) 출원일자 2021년11월18일

심사청구일자 2021년11월18일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

조흥현

광주광역시 남구 제석로80번길 5, 105동 1002호(봉선동, 제일풍경채엘리트파크)

이민정

광주광역시 북구 동문대로249번길 19(각화동, 각화 센트럴파크서희스타힐스)104동 2401호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인아주

전체 청구항 수 : 총 9 항

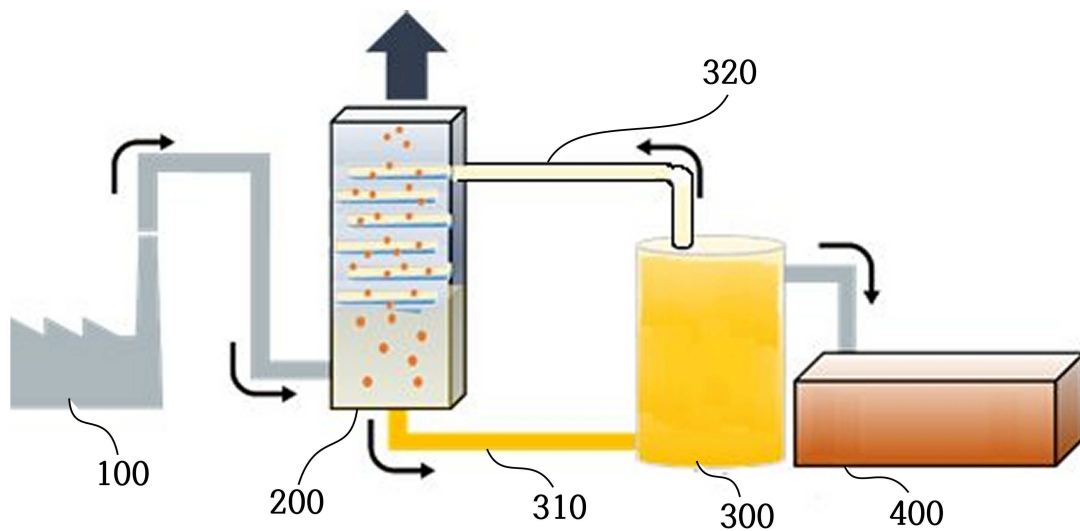
(54) 발명의 명칭 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템

(57) 요약

본 발명은 산업공정에서 발생하는 연도가스와 이온성액체의 열전달 면적을 확장하여 소량의 이온성액체를 사용하면서 이온성액체를 효과적으로 냉각할 수 있도록 하여 적은 에너지 사용을 통해 효과적으로 이온성액체의 온도를 제어할 수 있을뿐만 아니라 이산화탄소를 선택적으로 흡수한 이온성액체를 고온의 배기가스 폐열을 이용하여 재

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



생시킨 후 이산화탄소를 저장하여 탄소포집저장시스템을 효과적으로 실현할 수 있는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템에 관한 것이다.

본 발명은, 산업시설(100)로부터 연도가스를 하부로 연결된 연도가스 유입관(220)을 통해 공급받아 상기 연도가스에 포함된 CO₂를 수용된 이온성액체로 용해하기 위한 분위기를 제공하는 흡수탱크(200)와, 상기 흡수탱크(200)의 하단부에 연결된 이온성액체 배출관(310)을 통해 유입받은 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 상기 용해된 CO₂를 분리하는 재생탱크(300)와, 상기 재생탱크(300)에 연결되어 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 CO₂를 분리한 재생이온성액체를 상기 흡수탱크(200)의 상부에 연결하여 공급하는 재생이온성액체 유출관(320)과, 상기 재생탱크(300)로부터 상기 분리된 CO₂를 포집하여 저장하기 위한 탄소포집저장탱크(400)를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

(52) CPC특허분류

B01D 53/1493 (2013.01)

B01D 2252/30 (2013.01)

B01D 2257/504 (2013.01)

Y02C 20/40 (2020.08)

(72) 발명자

벌더 척트빌렉트

광주광역시 동구 지산로52번길 15-11, 304호 (지산동, 자연빌)

유나영

광주광역시 광산구 사암로 251 201동 706호

베라쿠마르치나사미

광주광역시 동구 지산로52번길 11-1(지산동, 동산빌라) 302호

용준혁

광주광역시 서구 풍암신흥로 80길 7-9 (풍암동) 2층

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163425
과제번호	20194030202410
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지인력양성사업
연구과제명	태양열 기반 계간축열 시스템 최적화 기술 고급트랙
기 여 율	1/2
과제수행기관명	조선대학교 산학협력단
연구기간	2017.04.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711135257
과제번호	2020R1A5A1018153
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	선도연구센터
연구과제명	플러스에너지빌딩 혁신기술 연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2020.07.01 ~ 2027.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

배가스를 방출하는 산업시설(100)로부터 연도가스를 하부로 연결된 연도가스 유입관(220)을 통해 공급받아 상기 연도가스에 포함된 CO₂를 수용된 이온성액체로 용해하기 위한 분위기를 제공하는 흡수탱크(200)와, 상기 흡수탱크(200)의 하단부에 연결된 이온성액체 배출관(310)을 통해 유입받은 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 상기 용해된 CO₂를 분리하는 재생탱크(300)와, 상기 재생탱크(300)에 연결되어 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 CO₂를 분리한 재생이온성액체를 상기 흡수탱크(200)의 상부에 연결하여 공급하는 재생이온성액체 유출관(320)과, 상기 재생탱크(300)로부터 상기 분리된 CO₂를 포집하여 저장하기 위한 탄소포집저장탱크(400)를 포함하고,

상기 흡수탱크(200)는, 내부에 다수개의 냉각관(210)이 일정 간격으로 이격되어 적층되고, 상기 냉각관(210)은 상하로 관통된 낙하공(215)이 다수개 형성되어 구성되는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 냉각관(210)은, 효율적인 열전달을 위해 스테인레스 스틸 또는 알루미늄판으로 형성되는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 냉각관(210)은, 100mm 내지 500mm 간격으로 이격되어 소음을 흡수할 수 있도록 구성되는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 재생탱크(300)는, 상기 산업시설(100)에서 발생되는 적어도 60 °C 이상의 폐열을 사용하여 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 CO₂를 분리한 재생이온성액체로 재생하는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 낙하공(215)은, 10mm 내지 20mm의 직경을 갖고, 30mm 내지 50mm 간격으로 형성되는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 6

청구항 3에 있어서,

상기 냉각판(210)은, 빠른 냉각을 위하여 열전달율이 높은 은($429\text{W/m}\cdot\text{k}$)이나 구리($400\text{W/m}\cdot\text{k}$)로 코팅되어 형성되는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 낙하공(215)은, 10mm 내지 20mm의 직경을 갖고, 30mm 내지 50mm 간격으로 형성되는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 냉각판(210)은, 빠른 냉각을 위하여 열전달율이 높은 은($429\text{W/m}\cdot\text{k}$)이나 구리($400\text{W/m}\cdot\text{k}$)로 코팅되어 형성되는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 재생탱크(300)는, 상기 산업시설(100)에서 발생되는 적어도 60°C 이상의 폐열을 사용하여 상기 CO_2 가 용해된 이온성액체에서 CO_2 를 분리한 재생이온성액체로 재생하는 것을 특징으로 하는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 산업공정에서 발생하는 연도가스와 이온성액체의 열전달 면적을 확장하여 소량의 이온성액체를 사용하면서 이온성액체를 효과적으로 냉각할 수 있도록 하여 적은 에너지 사용을 통해 효과적으로 이온성액체의 온도를 제어할 수 있을뿐만 아니라 이산화탄소를 선택적으로 흡수한 이온성액체를 고온의 배기가스 폐열을 이용하여 재생시킨 후 이산화탄소를 저장하여 탄소포집저장시스템을 효과적으로 실현할 수 있는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003]

대기 중 온실가스의 농도 증가로 인해 지구온난화, 기후변화, 이상기후가 지속적으로 가중되고 있다. 대표적인 온실가스인 이산화탄소는 화력발전, 제철소, 화학공장 등에서 대량으로 발생된다. 이러한 이산화탄소에 대하여 아무런 기술적 조치를 취하지 않을 경우 2050년까지 이산화탄소가 62 Gton 수준으로 배출되어 지구온난화를 되돌릴 수 없는 지경에 이르게 될 것으로 관측되고 있다.

[0004]

연소 후 배가스로부터 CO_2 를 분리하는 기술 중에서는 화학흡수법 및 물리흡수법이 광범위하게 사용된다.

[0005]

물리흡수법은 가스 흐름 내 산성 가스(H_2S , CO_2 , SO_2)들의 농도가 높을 때 선호되며, 그 예로 Selexol 공정이나 메탄올, 이온성 액체 등을 사용한다. 화학흡수법은 모노에탄올아민(MEA)과 같은 1차 아민, 디에탄올아민(DEA)이나 N-메틸디에탄올아민(MDEA)과 같은 2차, 3차 아민, 2-아미노-2-메틸-1-프로판올(AMP)과 같은 입체장애아민들의 수용액(25~30%)이 주로 사용된다. 특히 알카놀아민류는 높은 CO_2 분리 효율을 가지고 있기 때문에 산업계에

서 많이 이용된다. 하지만, 이에도 불구하고 알카놀아민류는 흡수제 손실 및 흡수제 열화, 산화, 높은 재생에너지 등의 문제들을 가지고 있다.

- [0006] 이의 대안으로 이온성 액체가 제시되었다. 이온성 액체는 특유의 안정성으로 인해 흡수제가 열화되거나 산화될 가능성이 낮으며, 낮은 증기압으로 인해 재생공정에서 흡수제 손실이 적으며, 열용량이 낮아 재생하는데 소요되는 에너지가 적다는 장점이 있다. 하지만 현재 시판되는 상온 이온성 액체(RTILs, room temperature ionic liquids)의 경우 대기압에서 CO₂ 분리 효율이 알카놀아민에 비해 현저히 낮기 때문에 연소 후 배가스 처리공정에서 적합하지 않다. 이러한 점을 보완하기 위해 산가스 분리를 위한 특수한 이온성 액체(TSILs, task-specific ionic liquids)을 개발하였다.
- [0007] 한편 이산화탄소 포집 및 저장기술의 기본적인 개념은 발생된 이산화탄소를 포집(Capture)하여 이를 대기로 방출시키지 않고 처리하는 방법인 격리(Sequestration) 또는 저장(Storage)하는 기술을 총칭하는 것으로, 일반적으로 CCS(Carbon Capture and Storage)로 명명하고 있다.
- [0008] CCS는 화석연료를 지속적으로 사용하면서 온실가스 농도를 안정화하는 일련의 방법 중의 하나이며, 총 감축비용을 줄이고, 온실가스 배출 저감을 달성하는 데에 다양성을 증대시켜 주는 잠재력을 갖고 있다.
- [0009] 이산화탄소 포집기술은 연소 후(post-combustion), 연소 전(precombustion), 그리고 순산소연소(연소 중, oxyfuel combustion)의 3가지 형태로 분류할 수 있다. 연소 후 이산화탄소를 회수하는 방법에는 흡수법, 흡착법, 분리막법, 침냉법 등이 사용되고 있다. 특히 배출되는 CO₂의 농도가 낮은 경우에는 흡수법이나 흡착법이 많이 사용된다. 흡수법이나 흡착법은 흡수제나 흡착제에 잘 흡수 되거나 또는 흡착되는 일부 기체만 선택적으로 분리할 수 있어 공업적으로 많이 이용되고 있으나, 분리과정 중에 흡수제 및 흡착제가 화학적으로 변형되어 주기적 교체가 필요한 단점이 있다.
- [0010] 고체 흡착제를 사용하는 경우에는 흡착제의 화학적 변형이 적어 흡착제 교체 주기가 긴 경우에 적용하는 것이 유리하며, 이에 반해 흡수법은 액체상 흡수제를 사용하므로 흡수제 교체가 용이한 장점이 있어 대량의 배가스 정화나 기체 분리에 널리 활용되고 있으나, 흡수제가 화학적으로 변형되는 단점이 있다.
- [0011] 국제공개번호 W0 2013/091439(2013.06.27.)호는 높은 수집율, 저 에너지 소비 및 간소한 공정 절차의 특징을 가진 발전소의 연도 가스의 이산화탄소 수집 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
- [0012] 도 4를 참조하여 이를 구체적으로 살펴보면, 흡수 타워(1)의 바닥으로부터 경사판을 구비하는 퇴적 풀(7)로 흐르는 농후 용액, 재생 타워(22), 가스 출구가 건조기(18), 압축기(17), 응축기(16) 및 액체 이산화탄소 저장 탱크(15)에 각각 직렬로 연결되어 있는 기액 분리기(19)를 구비하는 발전소의 연도 가스로부터 나오는 이산화탄소의 수집 장치에 있어서, 경사판을 구비하는 퇴적 풀(7)의 바닥 유동 출구는 농후 용액 펌프(8)가 배치된 파이프를 통해 제2 열교환기(23)의 제1 매체 입구에 연결되어 있고; 경사판을 구비하는 퇴적 풀(7)의 상층액 오버플로우는 파이프를 통해 순환 흡수 용액 저장 탱크(10)의 입구에 연결되고; 순환 흡수 용액 저장 탱크(10)의 출구는 흡수 용액 순환 펌프(9)가 배치되는 파이프를 통해 흡수 타워(1)에 있는 스프레이층(2)의 스프레이 파이프에 연결되고; 제2 열교환기(23)의 제1 매체 출구는 파이프를 통해 제1 열교환기(21)의 제1 매체 입구에 연결되고; 제1 열교환기(21)의 제1 매체 출구는 파이프를 통해 재생 타워(22)의 상부에 배치된 입구에 연결되고; 제2 열교환기(23)의 탑에 배치된 가스 출구는 제1 열교환기(21)와 쿨러(20)를 연결하는 파이프에 연결되고; 재생 타워(22)의 상부에 배치된 가스 출구는 파이프를 통해 제1 열교환기(21)의 제2 매체 입구에 연결되고; 제1 열교환기(21)의 제2 매체 출구는 파이프를 통해 쿨러(20)의 입구에 연결되고; 쿨러(20)의 출구는 파이프를 통해 기액 분리기(19)의 입구에 연결되며; 재생 타워(22)의 하부에 배치된 액체 출구는 부족 용액 펌프(13)가 배치된 파이프를 통해 제2 열교환기(23)의 제2 매체 입구에 연결되고; 제2 열교환기(23)의 제2 매체 출구는 필터(24)가 배치된 파이프를 통해 순환 흡수용액 저장 탱크(10)의 입구에 배치되고; 기액 분리기(19)의 응축물 오버플로우는 파이프를 통해 순환 흡수 용액 저장 탱크(10)의 입구에 연결되고; 복합 흡수제 수용액을 저장하기 위한 용액 저장 탱크(12)는 용액 펌프(11)가 배치된 파이프를 통해 순환 흡수 용액 저장 탱크(10)의 입구에 연결된 것이 개시되어 있다.
- [0013] 특히, 위 공개특허의 흡수 타워(1)는 공압 버블링 타워이고; 시브(sieve) 플레이트(5), 공압 버블링층(4), 필터층(3), 및 디미스터(demister)(26)가 각각 흡수 타워의 바닥에서부터 상방으로, 흡수 타워(1)의 하부에 배치된 연도 가스 입구(6)와 흡수 타워(1)의 탑에 배치된 연도 가스 출구(27) 사이에 배치되고; 흡수 타워(1)에는 스프레이층(2)이 더 마련되고, 스프레이층(2)에는 2 내지 4개의 스프레이 파이프들이 마련되고, 각각의 스프레이 파이프에는 복수의 노즐들이 배치되고; 시브 플레이트(5)는 원형의 관통 구멍을 구비하고, 원형의 관통 구멍과 시

브 플레이트(5)의 면적 비율을 30 내지 40%이고; 디미스터(26)는 상부 필터 스크린, 하부 필터 스크린, 및 상부 필터 스크린과 하부 필터 스크린 사이에 배치된 스프레이 유닛을 구비하는 것이 개시된다.

[0014] 그러나 상기와 같은 종래기술들은 CO₂를 선택적으로 흡수하는 이온성액체로 채워진 흡수탱크 안에 혼합가스를 주입하여 CO₂를 흡수하는 방식으로 다량의 이온성액체가 필요할 뿐만 아니라 흡수탱크 안의 이온성액체의 온도를 제어하기 위해선 많은 에너지가 소비되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명은 이온성액체의 온도가 높아질수록 이온성액체의 CO₂ 흡수능이 감소하며 이에 따라 효과적으로 CO₂를 흡수하기 위해서 이온성액체의 온도를 낮춰야할 필요가 있으므로, 흡수탱크 내의 형상을 변경하여 소량의 이온성액체를 사용하며 적은 에너지 사용을 통해 효과적으로 이온성액체의 온도를 제어할 수 있는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템을 제공하는 목적이 있다.

[0017] 본 발명은 중간낙하형 흡수탱크를 제작하여 열전달 면적을 넓혀 이온성액체를 효과적으로 냉각할 수 있는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템을 제공하는 목적이 있다.

[0018] 한편, 본 발명은 산업공정에서 발생하는 연도가스 중 선택적으로 CO₂가 흡수된 이온성액체를 고온의 배가스의 폐열을 이용해 재생시킨 후 CO₂를 저장하는 CCS(Carbon Capture & Storage) 시스템의 실현을 위한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템을 제공하는 목적이 있다.

[0019] 본 발명이 해결하려는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 다른 과제들은 바람직한 실시예를 설명한 아래의 기재로부터 보다 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0021] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템은, 배가스를 방출하는 산업시설(100)로부터 연도가스를 하부로 연결된 연도가스 유입관(220)을 통해 공급받아 상기 연도가스에 포함된 CO₂를 수용된 이온성액체로 용해하기 위한 분위기를 제공하는 흡수탱크(200)와, 상기 흡수탱크(200)의 하단부에 연결된 이온성액체 배출관(310)을 통해 유입받은 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 상기 용해된 CO₂를 분리하는 재생탱크(300)와, 상기 재생탱크(300)에 연결되어 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 CO₂를 분리한 재생이온성액체를 상기 흡수탱크(200)의 상부에 연결하여 공급하는 재생이온성액체 유출관(320)과, 상기 재생탱크(300)로부터 상기 분리된 CO₂를 포집하여 저장하기 위한 탄소포집저장탱크(400)를 포함하고, 상기 흡수탱크(200)는, 내부에 다수개의 냉각판(210)이 일정 간격으로 이격되어 적층되고, 상기 냉각판(210)은 상하로 관통된 낙하공(215)이 다수개 형성되어 구성되는 것이 바람직하다.

[0022] 여기서, 상기 냉각판(210)은, 효율적인 열전달을 위해 스테인레스 스틸 또는 알루미늄판으로 형성되는 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 냉각판(210)은, 100mm 내지 500mm 간격으로 이격되어 소음을 흡수할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0024] 한편, 상기 재생탱크(300)는, 상기 산업시설(100)에서 발생하는 적어도 60 °C 이상의 폐열을 사용하여 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 CO₂를 분리한 재생이온성액체로 재생하는 것이 바람직하다.

[0025] 다른 한편, 상기 낙하공(215)은, 10mm 내지 20mm의 직경을 갖고, 30mm 내지 50mm 간격으로 형성될 수 있다.

[0026] 또한, 상기 냉각판(210)은, 빠른 냉각을 위하여 열전달율이 높은 은(429W/m·k)이나 구리(400W/m·k)로 코팅되어 형성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0028] 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 충전낙하형 흡수탱크를 통해 열전달 면적을 넓혀 이온성액체를 효과적으로 냉각할 수 있다. 즉, 본 발명은 물리적 흡수방법으로 이온성액체가 CO₂를 흡수하며 이는 화학반응 없이 CO₂를 용해시켜 화학적 흡수방법에 비해 CO₂가 흡수될 때 열이 덜 방출되도록 한다.
- [0029] 또한, 본 발명은 소량의 이온성액체를 사용할 뿐만 아니라 적은 에너지를 사용하여 효과적으로 이온성액체의 온도를 제어할 수 있는 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템을 실현하는 효과가 있다.
- [0030] 한편, 본 발명은 산업공정에서 발생하는 연도가스 중 선택적으로 CO₂가 흡수된 이온성액체를 고온의 배기가스의 폐열을 이용해 재생시킨 후 CO₂를 저장하는 CCS(Carbon Capture & Storage) 시스템의 실현에 공헌할 수 있는 효과가 있다. 즉, 본 발명에서 이온성액체는 넓은 온도범위에서 액체상태를 유지하여 고온(400°C 이하)에서도 거의 증발되지 않기 때문에 CO₂를 재생할 때 재생탱크의 온도는 산업시설에서 발생하는 60°C 이상의 폐열을 사용할 수 있는 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템의 개략적인 다이어그램,
 도 2는 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템에서 흡수탱크 및 재생탱크의 개략적인 다이어그램,
 도 3은 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집방법을 설명하기 위한 다이어그램,
 도 4는 종래의 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템의 개략적인 다이어그램.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

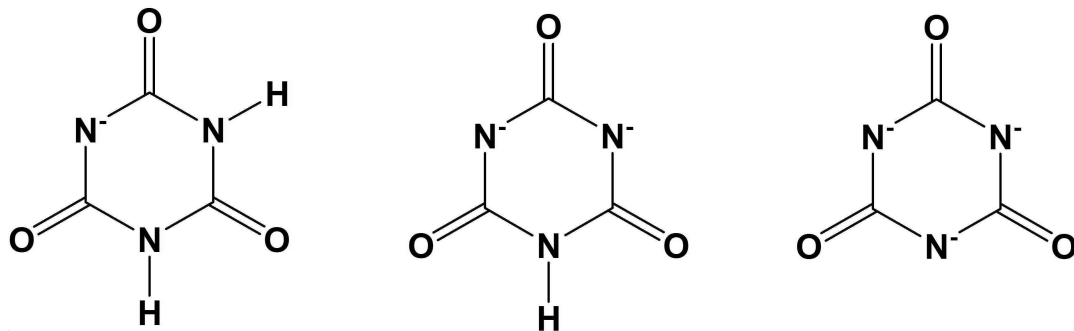
- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템을 상세히 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템의 개략적인 다이어그램이고, 도 2는 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템에서 흡수탱크 및 재생탱크의 개략적인 다이어그램이다.
- [0035] 한편, 도 3은 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집방법을 설명하기 위한 다이어그램이다.
- [0036] 상기 도면의 구성 요소들에 인용부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 동일한 부호를 가지도록 하고 있으며, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, '상부', '하부', '앞', '뒤', '전단', '전방', '후단' 등과 같은 방향성 용어는 개시된 도면(들)의 배향과 관련하여 사용된다. 본 발명의 실시 예의 구성요소는 다양한 배향으로 위치설정될 수 있기 때문에 방향성 용어는 예시를 목적으로 사용되는 것이지 이를 제한하는 것은 아니다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템은, 상기 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 배가스를 방출하는 산업시설(100)로부터 연도가스를 하부로 연결된 연도가스 유입관(220)을 통해 공급받아 상기 연도가스에 포함된 이산화탄소를 수용된 이온성액체로 용해하기 위한 분위기를 제공하는 흡수탱크(200)와, 상기 흡수탱크(200)의 하단부에 연결된 이온성액체 배출관(310)을 통해 유입받은 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 상기 용해된 이산화탄소를 분리하는 재생탱크(300)와, 상기 재생탱크(300)에 연결되어 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 이산화탄소를 분리한 재생이온성액체를 상기 흡수탱크(200)의 상부에 연결하여 공급하는 재생이온성액체 유출관(320)과, 상기 재생탱크(300)로부터 상기 분리된 이산화탄소를 포집하여 저장하기 위한 탄소포집저장탱크(400)를 포함하여 구성된다.
- [0038] 본 발명은 화석연료를 사용하는 발전소, 철강공장, 시멘트공장 등 대량으로 이산화탄소를 포함하는 배가스를 방출하는 산업시설(100)에 적용이 가능하다. 또한, 상기 이온성액체는 일반적으로 온도가 높아질수록 이산화탄소 흡수능이 감소하기 때문에 적은 에너지를 사용하여 효과적으로 이온성액체의 온도를 제어할 수 있고, 산업공정

에서 발생하는 폐열을 이용하여 CO₂가 용해된 이온성액체를 적은 비용으로 재생할 수 있게 된다.

[0039] 상기 이온성액체(ionic liquid)는 상대적으로 크기가 큰 양이온과 작은 음이온으로 구성되어 있으며, 각 이온을 조절하는 것에 의해 이온성액체의 물성을 변화시킬 수 있다. 이러한 물성 변화를 통하여 CO₂를 선택적으로 흡수하기 위한 이온성액체를 제조할 수 있고, 이를 이용한 CO₂ 흡수 연구가 활발히 진행되고 있으며, 기존 연구에 따르면 imidazolium계의 양이온이 이산화탄소 흡수능이 가장 뛰어나지만 주로 음이온의 종류에 따라 흡수능력에 큰 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다.

[0040] 상기 이온성액체는 분자내에 양이온과 음이온을 포함하는 염(salt) 화합물을 포함하며, 상기 화합물은 시아누르산(cyanuric acid)으로부터 수소가 1개 내지 3개 중 어느 하나가 제거된 시아누르 음이온을 1종이상 포함하여, 화합물내 음이온이 하기 화학식 A 내지 화학식 C에서 선택되는 적어도 하나 또는 이들의 혼합성분일 수 있다.

[0041] [화학식 A] [화학식 B] [화학식 C]



[0042] 상기 시아누르 음이온에 대응하는 양이온은 1가 또는 2가 또는 3가 또는 그이상의 양이온을 가지는 것이면 종류에 제한되지 않고 사용할 수 있으며, 예시적으로, 수소, 중수소, 1차아민의 염, 2차아민의 염, 3차아민의 염, 4차아민의 염, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 전이금속 등이 사용가능하다(등록특허 제10-1922520호).

[0043] 상기 흡수탱크(200)는, 상기 도 2에 도시된 바와 같이, 내부에 다수개의 냉각관(210)이 일정 간격으로 이격되어 적층된다. 또한, 상기 냉각관(210)에는 상하로 관통된 낙하공(215)이 다수개 형성되어 구성된다.

[0044] 따라서, 본 발명의 흡수탱크(200)에서는 상기 이온성액체배출관(310)을 통해 공급된 이온성액체와 상기 연도가스 유입관(220)을 통해 유입된 연도가스에 포함된 CO₂를 용해하면서 상기 냉각관(210)을 통해 용해열을 전달하고 상기 낙하공(215)을 통해 하부로 낙하하게 된다. 즉, 적은 에너지를 사용하여 상기 흡수탱크(200)의 온도를 쉽게 제어할 수 있게 된다.

[0045] 한편, 상기 냉각관(210)은 바람직하게는 효율적인 열전달을 위해 스테인레스 스틸 또는 알루미늄관으로 제작되는 것이 바람직하고, 100mm 내지 500mm 간격으로 이격되는 것이 바람직하고, 상기 낙하공(215)은 10mm 내지 20mm의 직경을 갖고, 30mm 내지 50mm 간격으로 되어있는 것이 바람직하다.

[0046] 상기 냉각관(210)의 간격은 흡수탱크(200)의 높이에 따라 변경될 수 있다. 또한 이온성액체는 금속과 호환되어 부식을 일으키지 않기 때문에 상기 스테인레스 스틸 또는 알루미늄관 등으로 제작되어 상당한 소음을 감당할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

[0047] 한편, 상기 냉각관(210)을 빠르게 냉각하기 위하여 열전달율이 높은 은(429W/m·k)이나 구리(400W/m·k)로 코팅하여 이온성액체를 효과적으로 냉각시킬 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

[0048] 이는 상기 이온성액체의 종류에 따라 15℃ 내지 30℃로 냉각하는 것이 바람직하며, 본 발명에서는 냉각관(210)을 연중 14℃에서 16℃의 일정한 온도를 유지하는 지하수를 사용하여 에너지 사용량을 극소화하였다.

[0049] 상기 이온성액체는 흡수탱크(200)의 상부에 장착된 냉각관(210)에 수직으로 떨어지며, 냉각관(210)과 열전달을 통해 이온성액체를 냉각시키면서 냉각관(210)에 형성된 낙하공(215)을 통해 아래로 이동하고, 상기 연도가스는 위로 흐르면서 이온성액체가 CO₂ 가스를 선택적으로 흡수시키게 된다.

[0050] 본 발명은 물리적 흡수방법으로 이온성액체가 CO₂를 흡수하며 이는 화학반응 없이 CO₂를 용해시켜 화학적 흡수방법에 비해 CO₂가 흡수될 때 열이 덜 방출된다. 또한 상기 CO₂가 제거된 연도가스는 상기 흡수탱크(200)의 상

단부에 연결된 연도가스 배출관(250)을 통해 배출된다.

- [0052] 상기 CO₂가 용해된 이온성액체는 상기 흡수탱크(200)의 하단부에 연결된 이온성액체 배출관(310)을 통해 상기 재생탱크(300)로 공급되게 된다.
- [0053] 본 발명에서 이온성액체는 넓은 온도범위에서 액체상태를 유지하여 고온(400°C 이하)에서도 거의 증발되지 않기 때문에 CO₂를 재생할 때 재생탱크(300)의 온도는 산업시설에서 발생하는 60°C 이상의 폐열을 사용할 수 있다.
- [0054] 상기 이온성액체는 변동성이 극히 낮기 때문에 Pressure swing adsorption method와 유사한 방법으로 이온성액체의 기체 분리 및 재생이 가능하며, 또한 CO₂ 탈착 과정은 작동압력을 차별화함으로써 헨리의 법칙을 사용할 수도 있다.
- [0055] 상기와 같이 CO₂가 용해된 이온성액체에서 분리된 CO₂는 탄소포집저장탱크(Carbon Capture & Storage, 400)에 포집되어 저장된다.
- [0056] 한편, 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 재생된 이온성액체는 상기 재생이온성액체 유출관(320)을 통해 상기 흡수탱크(200)의 상부로 공급되어 순환하게 된다.
- [0057] 상기와 같이 구성된 본 발명에 의한 이온성액체를 이용한 이산화탄소 포집시스템의 작용효과를 상기 도 3을 참조하여 설명한다.
- [0058] 본 발명은 화석연료를 사용하는 발전소, 철강공장, 시멘트공장 등 대량으로 이산화탄소를 포함하는 배가스(Flue gas)를 흡수탱크(200)의 하부를 통해 공급받는다.
- [0059] 상기 흡수탱크(200)는, 이온성액체가 수용되어 있다. 상기 이온성액체는 종류에 따라 15°C 내지 30°C로 냉각하는 것이 바람직하며, 본 발명에서는 냉각판(210)을 연중 14°C에서 16°C의 일정한 온도를 유지하는 지하수를 사용하여 에너지 사용량을 극소화하였다. 즉, 본 발명은 물리적 흡수방법으로 이온성액체가 CO₂를 흡수하며 이는 화학반응 없이 CO₂를 용해시켜 화학적 흡수방법에 비해 CO₂가 흡수될 때 열이 덜 방출되기 때문이다.
- [0060] 상기 이온성액체는 흡수탱크(200)의 상부에 장착된 냉각판(210)에 수직으로 떨어지며, 냉각판(210)과 열전달을 통해 이온성액체를 냉각시키면서 냉각판(210)에 형성된 낙하공(215)을 통해 아래로 이동하고, 상기 연도가스는 위로 흐르면서 이온성액체가 CO₂ 가스를 선택적으로 흡수시키게 된다.
- [0061] 한편, 상기 냉각판(210)은 바람직하게는 효율적인 열전달을 위해 스테인레스 스틸 또는 알루미늄판으로 제작된다. 다시 말해, 이온성액체는 금속과 호환되어 부식을 일으키지 않기 때문에 상기 스테인레스 스틸 또는 알루미늄판 등으로 제작되어 상당한 소음을 감당할 수 있도록 한다.
- [0062] 또한 상기 냉각판(210)은 빠르게 냉각하기 위하여 열전달율이 높은 은(429W/m·k)이나 구리(400W/m·k)로 코팅하여 이온성액체를 효과적으로 냉각시킬 수 있도록 한다.
- [0063] 상기와 같이 CO₂가 용해된 이온성액체는 상기 흡수탱크(200)의 하단부에 연결된 이온성액체 배출관을 통해 상기 재생탱크(300)로 공급되게 된다(CO₂ rich solvent).
- [0064] 상기 재생탱크(300)는 CO₂가 재생되는데, 본 발명에서 사용하는 이온성액체는 넓은 온도범위에서 액체상태를 유지하여 고온(400°C 이하)에서도 거의 증발되지 않기 때문에 CO₂를 재생할 때 재생탱크(300)의 온도는 산업시설에서 발생하는 60°C 이상의 폐열을 사용하게 된다.
- [0065] 상기와 같이 CO₂가 용해된 이온성액체에서 분리된 CO₂는 탄소포집저장탱크(400)에 포집되어 저장된다.
- [0066] 또한, 상기 CO₂가 용해된 이온성액체에서 재생된 이온성액체는 상기 재생이온성액체 유출관(320)을 통해 상기 흡수탱크(200)의 상부로 공급되어 순환하게 된다.
- [0067] 앞에서 설명되고, 도면에 도시된 본 발명의 실시 예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한

개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 경우에는 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

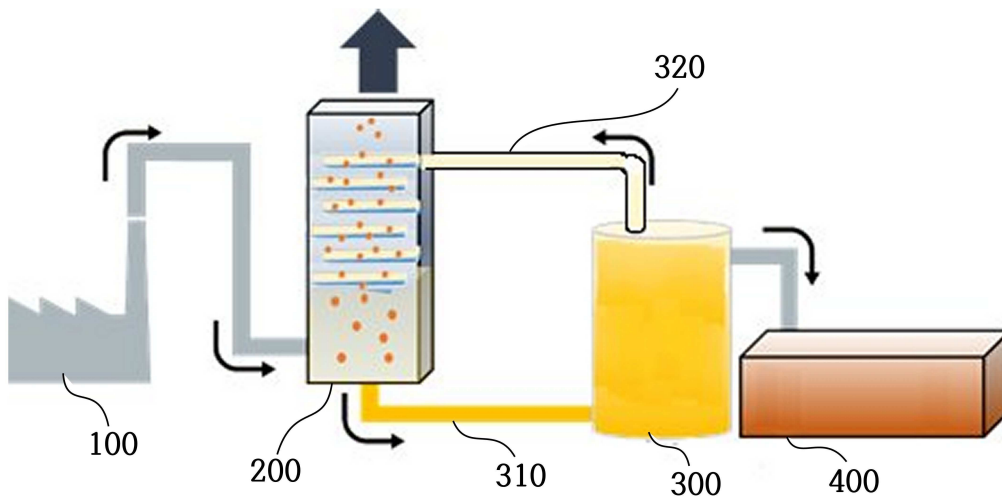
부호의 설명

[0069]

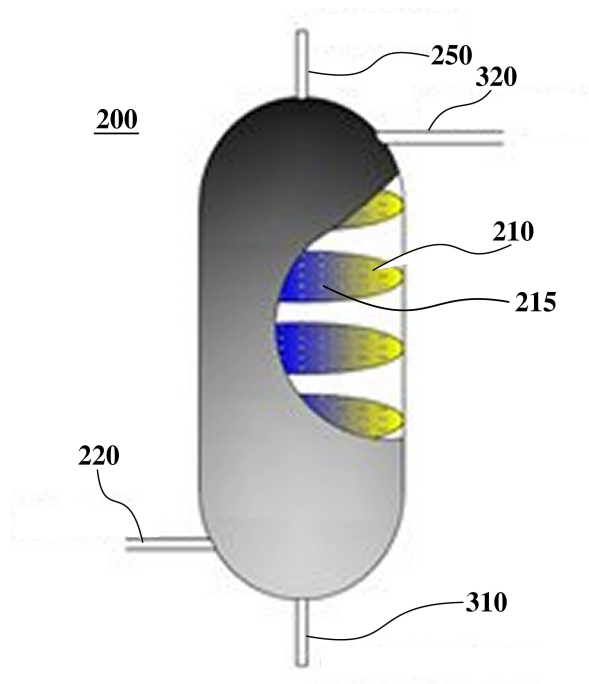
100: 산업시설 200: 흡수탱크
210: 냉각판 215: 낙하공
220: 연도가스 유입관 250: 연도가스 배출관
300: 재생탱크 310: 이온성액체 배출관
320: 재생이온성액체 유출관 400: 탄소포집저장탱크

도면

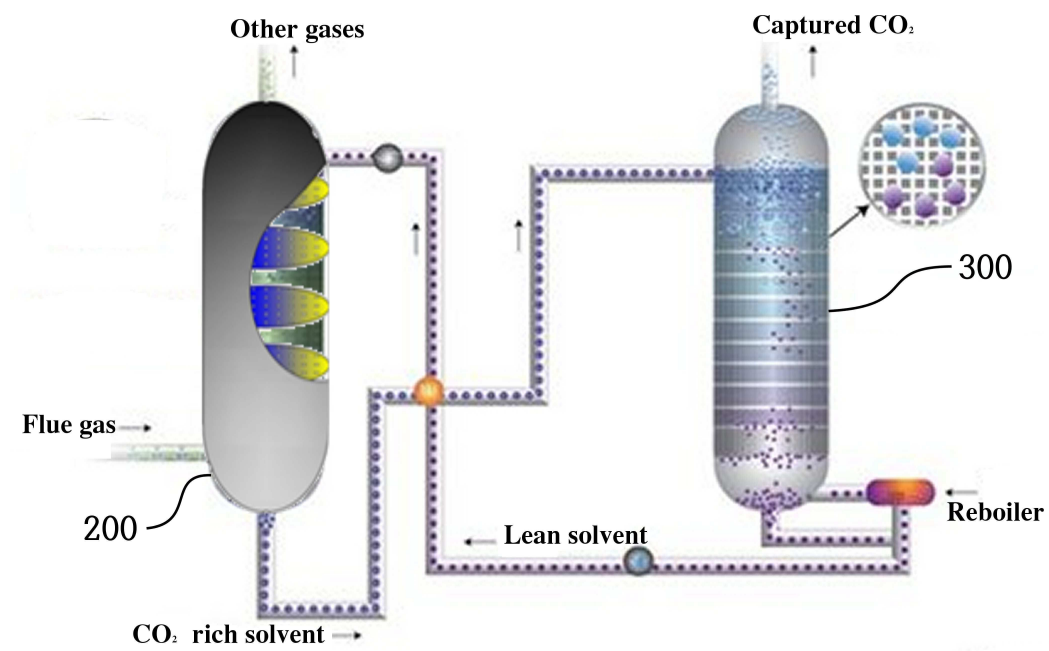
도면1



도면2



도면3



도면4

