



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0066659
(43) 공개일자 2012년06월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B01D 53/14 (2006.01) B01D 53/58 (2006.01)
 B01D 53/62 (2006.01) B01D 53/75 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7009814
- (22) 출원일자(국제) 2010년09월15일
 심사청구일자 2012년04월17일
- (85) 번역문제출일자 2012년04월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2010/048853
- (87) 국제공개번호 WO 2011/034873
 국제공개일자 2011년03월24일
- (30) 우선권주장
 12/849,085 2010년08월03일 미국(US)
 61/244,191 2009년09월21일 미국(US)

- (71) 출원인
 알스톰 테크놀러지 리미티드
 스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 7
- (72) 발명자
 요자크 프레데릭 제논
 미국 테네시 37923 녹스빌 미도우필드 드라이브 830
 피티그 일린 버른
 미국 테네시 37932 녹스빌 야넬 로드 12515
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 장훈

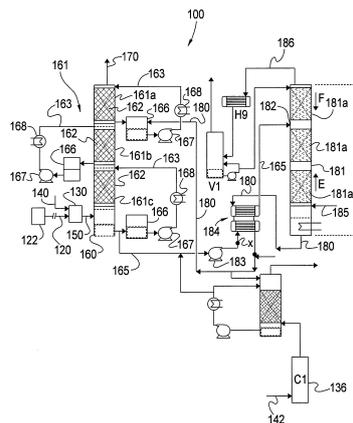
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 세척 용기 내에 사용된 용액을 재생하기 위한 방법 및 시스템

(57) 요약

시스템 내의 용액을 재생하기 위해 용액으로부터 오염물을 제거하기 위한 프로세스 및 시스템(100)이 제공된다. 프로세스는 세척 용기(160)로부터 박리 칼럼(181)으로 용액(165)을 제공하는 단계로서, 용액(165)은 세척 용기(160) 내에 존재하는 연도 가스 스트림(150)으로부터 제거된 오염물을 포함하는 용액 제공 단계와, 박리 칼럼(181) 내부의 증기(185)와 용액을 접촉하여, 이에 의해 용액으로부터 오염물을 제거하고 용액을 재생하는 단계를 포함한다. 박리 칼럼(181)은 약 700 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

아가월 리데시

미국 플로리다 33626 탬파 미라벨 비스타 서클
14505

히웨이일 라메쉬와르 샤프라오

미국 테네시 37923 녹스빌 1238 캐롤라이나 웨이
에이퍼티. 8215

특허청구의 범위

청구항 1

용액을 재생하기 위해 상기 용액으로부터 오염물들을 제거하기 위한 프로세스로서,
 세척 용기로부터 박리 칼럼으로 용액을 제공하는 단계로서, 상기 용액은 상기 세척 용기 내에 존재하는 연도 가스 스트림으로부터 제거된 오염물들을 포함하는 용액 제공 단계와,
 상기 박리 칼럼 내부의 증기와 상기 용액을 접촉하여, 이에 의해 상기 용액으로부터 오염물들을 제거하고 상기 용액을 재생하는 단계로서, 상기 박리 칼럼은 700 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 용액 재생 단계를 포함하는 프로세스.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 연료 소스를 연소함으로써 증기를 생성하는 단계를 추가로 포함하는 프로세스.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 오염물들은 암모니아, 이산화탄소 또는 이들의 조합들을 포함하는 프로세스.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 제거된 오염물은 암모니아인 프로세스.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 흡수 시스템에 상기 암모니아를 제공하는 단계,
 이산화탄소 함유 연도 가스 스트림을 상기 흡수 시스템에 제공하는 단계, 및
 상기 흡수 시스템 내에서 CO₂ 함유 연도 가스 스트림을 암모니아와 접촉함으로써 CO₂ 함유 연도 가스 스트림으로부터 이산화탄소(CO₂)를 제거하는 단계를 추가로 포함하는 프로세스.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 용액은 물인 프로세스.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 박리 칼럼은 68.947 킬로파스칼 내지 689.475 킬로파스칼의 범위의 압력에서 작동되는 프로세스.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 박리 칼럼은 68.947 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 프로세스.

청구항 9

암모니아 제거 용액으로부터 암모니아를 제거하기 위한 프로세스로서,
 암모니아 제거 용액을 암모니아 함유 연도 가스 스트림과 접촉하여, 이에 의해 암모니아 함유 용액을 형성하는 단계,
 상기 암모니아 함유 용액을 박리 칼럼에 제공하는 단계와,
 상기 박리 칼럼 내에서 상기 암모니아 함유 용액과 증기를 접촉하여, 이에 의해 상기 암모니아 함유 용액으로부터 암모니아를 제거하는 단계로서, 상기 박리 칼럼은 700 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 암모니아 제거 단계를 포함하는 프로세스.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 암모니아 제거 용액은 물을 포함하는 프로세스.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 박리 칼럼은 68.947 킬로파스칼 내지 689.475 킬로파스칼의 범위의 압력에서 작동되는 프로세스.

청구항 12

제 9 항에 있어서, 상기 박리 칼럼은 68.947 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 프로세스.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

흡수 시스템에 암모니아를 제공하는 단계,

이산화탄소 함유 연도 가스 스트림을 상기 흡수 시스템에 제공하는 단계, 및

상기 흡수 시스템 내에서 CO₂ 함유 연도 가스 스트림을 암모니아와 접촉함으로써 CO₂ 함유 연도 가스 스트림으로부터 이산화탄소(CO₂)를 제거하는 단계를 추가로 포함하는 프로세스.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 흡수 시스템은 0℃ 내지 20℃의 온도에서 작동되는 프로세스.

청구항 15

용액으로부터 암모니아를 제거하기 위한 시스템으로서,

암모니아 함유 연도 가스 스트림 및 암모니아 제거 용액을 수용하도록 구성된 세척 용기로서, 상기 암모니아 함유 연도 가스 스트림은 상기 세척 용기 내에서 암모니아 제거 용액과 접촉하여 암모니아 함유 용액 및 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림을 형성하는 상기 세척 용기와,

상기 세척 용기로부터 암모니아 함유 용액을 수용하도록 구성된 박리 칼럼으로서, 상기 암모니아 함유 용액은 상기 박리 칼럼 내의 증기와 접촉하여 암모니아 함유 용액으로부터 암모니아를 제거하고, 상기 박리 칼럼은 700 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 상기 박리 칼럼을 포함하는 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 박리 칼럼으로부터 암모니아를 수용하도록 구성된 흡수 시스템을 추가로 포함하고, 상기 흡수 시스템은 연도 가스 스트림으로부터 이산화탄소(CO₂)를 제거하기 위해 암모니아를 이용하는 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 흡수 시스템은 0℃ 내지 20℃의 온도에서 작동되는 시스템.

청구항 18

제 15 항에 있어서, 상기 암모니아 제거 용액은 물인 시스템.

청구항 19

제 15 항에 있어서, 상기 박리 칼럼은 68.947 킬로파스칼 내지 689.475 킬로파스칼의 압력에서 작동되는 시스템.

청구항 20

제 15 항에 있어서, 상기 박리 칼럼은 68.947 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 시스템.

명세서

기술분야

[0001] **관련 출원에 대한 상호 참조**

[0002] 본 출원은 그 전체 내용이 본 명세서에 참조로서 포함되어 있는 2009년 9월 21일 출원된 발명의 명칭이 "세척 용기 내에 사용된 용액을 재생하기 위한 방법 및 시스템(Method and System for Regenerating a Solution Used in a Wash Vessel)"인 미국 가출원 제 61/244,191호를 우선권 주장한다.

[0003] **분야**

[0004] 개시된 요지는 연도 가스 스트림으로부터 이산화탄소(CO₂) 및 암모니아(NH₃)를 제거하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 더 구체적으로, 개시된 요지는 연도 가스 스트림으로부터 암모니아를 제거하는데 이용된 용액을 재생하기 위해 박리 칼럼(stripping column)을 이용하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 세계에서 사용되는 대부분의 에너지는 석탄, 오일 및 천연 가스와 같은 탄소 및 수소 함유 연료의 연소로부터 유도된다. 탄소 및 수소에 추가하여, 이들 연료는 산소, 수분 및 재(ash), 황(종종 "SO_x"라 칭하는 황 산화물의 형태), 질소 화합물(종종 "NO_x"라 칭하는 질소 산화물의 형태), 염소, 수은 및 다른 미량 원소와 같은 오염물을 함유한다. 연소 중에 배출되는 오염물의 손상 효과에 관한 인식은 발전소, 정련소 및 다른 산업 프로세스로부터의 배출에 대한 더욱 더 엄격한 제한의 시행을 유발한다. 오염물의 거의 제로 배출을 성취하기 위해 이러한 설비의 조작자에 증가된 압력이 존재한다.

[0006] 무수히 많은 프로세스 및 시스템이 오염물의 거의 제로 배출을 성취하기 위한 요구에 응답하여 개발되어 왔다. 시스템 및 프로세스는 이들에 한정되는 것은 아니지만 탈황 시스템[습식 연도 가스 탈황("WFGD") 및 건식 연도 가스 탈황("DFGD")로서 공지됨], 미립자 필터(예를 들어, 백 하우스, 미립자 수집기 등), 뿐만 아니라 연도 가스로부터 오염물을 흡수하는 하나 이상의 흡수제의 사용을 포함한다. 흡수제의 예는 이들에 한정되는 것은 아니지만, 황산화 탄소, 암모니아, 석회석 등을 포함한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 암모니아는 CO₂ 뿐만 아니라, 이산화황(SO₂) 및 염화수소(HCl)와 같은 다른 오염물을 연도 가스 스트림으로부터 효율적으로 제거하는 것으로 알려져 왔다. 일 특정 용례에서, 암모니아에 의한 연도 가스 스트림으로부터의 CO₂의 흡수 및 제거는 예를 들어 섭씨 0 내지 20도(0 내지 20°C)의 낮은 온도에서 행해진다. 시스템의 효율을 보장하기 위해, 그리고 배출 표준에 부합하기 위해, 연도 가스 스트림 처리 시스템 내의 암모니아의 유지가 요구된다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 명세서에 예시된 양태에 따르면, 용액을 재생하기 위해 용액으로부터 오염물을 제거하기 위한 프로세스가 제공되고, 프로세스는 세척 용기로부터 박리 칼럼으로 용액을 제공하는 단계로서, 용액은 세척 용기 내에 존재하는 연도 가스 스트림으로부터 제거된 오염물을 포함하는 용액 제공 단계와, 박리 칼럼 내부의 증기와 용액을 접촉하여, 이에 의해 용액으로부터 오염물을 제거하고 용액을 재생하는 단계로서, 박리 칼럼은 700 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 용액 재생 단계를 포함한다.

[0009] 본 명세서에 예시된 다른 양태에 따르면, 암모니아 제거 용액으로부터 암모니아를 제거하기 위한 프로세스가 제공되고, 프로세스는 암모니아 제거 용액을 암모니아 함유 연도 가스 스트림과 접촉하여, 이에 의해 암모니아 함유 용액을 형성하는 단계, 암모니아 함유 용액을 박리 칼럼에 제공하는 단계와, 박리 칼럼 내에서 암모니아 함유 용액과 증기를 접촉하여, 이에 의해 암모니아 함유 용액으로부터 암모니아를 제거하는 단계로서, 박리 칼럼은 700 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 암모니아 제거 단계를 포함한다.

- [0010] 본 명세서에 예시된 다른 양태에 따르면, 용액으로부터 암모니아를 제거하기 위한 시스템이 제공되고, 시스템은 암모니아 함유 연도 가스 스트림 및 암모니아 제거 용액을 수용하도록 구성된 세척 용기로서, 암모니아 함유 연도 가스 스트림은 세척 용기 내에서 암모니아 제거 용액과 접촉하여 암모니아 함유 용액 및 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림을 형성하는 세척 용기와, 세척 용기로부터 암모니아 함유 용액을 수용하도록 구성된 박리 칼럼으로서, 암모니아 함유 용액은 박리 칼럼 내의 증기와 접촉하여 암모니아 함유 용액으로부터 암모니아를 제거하고, 박리 칼럼은 700 킬로파스칼 미만의 압력에서 작동되는 박리 칼럼을 포함한다.
- [0011] 전술된 및 다른 특징은 이하의 도면 및 상세한 설명에 의해 예시된다.
- [0012] 이제, 예시적인 실시예이고 유사한 요소를 유사한 도면 부호로 나타내는 도면을 참조한다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 연도 가스 스트림 내에 존재하는 CO₂ 및 암모니아의 양을 감소시키기 위해 사용되는 시스템의 개략도.
- 도 2는 도 1에 도시된 시스템에 이용된 흡수 시스템의 일 실시예의 도면.
- 도 3은 도 1에 도시된 시스템에 이용된 세척 용기의 일 실시예의 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 일 실시예에서, 도 1에 도시된 바와 같이, 용액으로부터 암모니아, 이산화탄소(CO₂) 및 이들의 조합과 같은 오염물을 제거하기 위한 시스템(100)은 다수의 디바이스 및 프로세스를 포함한다. 시스템(100)에 이용된 디바이스 및 프로세스는 발전소(122) 내의 연료의 연소에 의해 생성되는 연도 가스 스트림(120)으로부터 다양한 오염물의 제거를 용이하게 한다.
- [0015] 연도 가스 스트림(120)은 발전소(122) 내의 연료의 연소에 의해 생성된다. 연도 가스 스트림(120)은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 황 산화물(SO_x), 질소 산화물(NO_x), 뿐만 아니라 수은, 염화수소(HCl), 비산재와 같은 미립자 물질, CO₂ 등을 포함하는 무수히 많은 오염물을 포함할 수 있다. 도 1에는 도시되지 않았지만, 연도 가스 스트림(120)은 예를 들어 연도 가스로부터 SO_x 및 미립자를 제거할 수 있는 연도 가스 탈황 프로세스 및 미립자 수집기에 의한 처리와 같은, 그로부터 오염물을 제거하기 위한 처리를 경험할 수 있다.
- [0016] 도 1을 계속 참조하면, 연도 가스 스트림(120)은 흡수 시스템(130)을 통해 연도 가스 스트림(120)을 통과시킴으로써 그로부터 CO₂를 제거하기 위한 처리를 또한 경험할 수 있다. 도 1에는 도시되지 않았지만, 연도 가스 스트림(120)은 흡수 시스템(130)에 진입하기 전에 냉각 시스템을 통해 진행할 수 있다. 냉각 시스템은 주위 온도 미만의 온도로 연도 가스 스트림(120)을 냉각할 수 있다.
- [0017] 이제 흡수 시스템(130)이 더 상세히 도시되어 있는 도 2를 참조하면, 흡수 시스템은 연도 가스 스트림을 암모니아화 용액 또는 슬러리(140)와 접촉시킴으로써 연도 가스 스트림(120)으로부터 CO₂의 흡수를 용이하게 한다. 일 실시예에서, 암모니아화 용액 또는 슬러리(140)는 수용액 내에 용해된 암모니아 및 CO₂ 종을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 암모니아화 용액 또는 슬러리(140)는 용해된 암모니아, CO₂ 종 및 물에 추가하여 암모늄 바이카보네이트의 석출된 고체를 포함할 수 있다.
- [0018] 일 실시예에서, 흡수 시스템(130)은 제 1 흡수기(132) 및 제 2 흡수기(134)를 포함한다. 그러나, 흡수 시스템(130)은 도 2에 도시된 바와 같이 더 많거나 적은 흡수기를 포함할 수 있다.
- [0019] 도 2에 더 상세히 도시된 바와 같이, 암모니아화 슬러리 또는 용액(140)은 흡수 시스템(130)의 방향(B)에서 연도 가스 스트림(120)의 유동에 역류하는 방향(A)에서, 예를 들어 제 1 흡수기(132) 또는 제 2 흡수기(134) 내에서 흡수 시스템(130)에 도입된다. 암모니아화 슬러리 또는 용액(140)이 연도 가스 스트림(120)에 접촉함에 따라, 연도 가스 내에 존재하는 CO₂가 흡수되어 그로부터 제거되어, 이에 의해 흡수 시스템(130)을 나오는 CO₂ 농후 스트림(142) 및 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)을 형성한다. 최종적인 CO₂ 농후 스트림(142)의 적어도 일부는 흡수 시스템(130)으로부터 재생 타워(136)(도 1)로 운반되고, 여기서 CO₂ 농후 스트림(142)이 재생되어 흡수 시스템(130)에 도입되는 암모니아화 슬러리 또는 용액(140)을 형성할 수 있다.

- [0020] 전술된 바와 같이, 암모니아화 슬러리 또는 용액(140)은 예를 들어 CO₂ 농후 스트림(142)과 같은 사용된 암모니아화 슬러리 또는 용액을 흡수 시스템의 저부로부터 재순환함으로써 흡수 시스템(130)에 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 이하에 더 상세히 설명되는 바와 같이, 암모니아 슬러리 또는 용액(140)은 시스템(100) 내의 암모니아 함유 연도 가스 스트림으로부터 제거된 암모니아를 이용함으로써 흡수 시스템(130)에 제공될 수 있다.
- [0021] 도 2를 계속 참조하면, 일 실시예에서, 흡수 시스템(130)은 낮은 온도에서, 특히 섭씨 약 20도(20℃) 미만의 온도에서 작동한다. 다른 실시예에서, 흡수 시스템(130)은 섭씨 약 0도 내지 섭씨 약 20도(0℃ 내지 20℃) 사이의 온도 범위에서 작동한다. 다른 실시예에서, 흡수 시스템(130)은 섭씨 약 0도 내지 섭씨 약 10도(0℃ 내지 10℃) 사이의 온도 범위에서 작동한다. 그러나, 흡수 시스템(130)은 사용자 및/또는 이것이 이용되는 용례에 의해 요구되거나 원하는 임의의 온도에서 작동될 수 있기 때문에, 시스템은 이와 관련하여 한정되지 않는다.
- [0022] 도 1에 도시된 바와 같이, 흡수 시스템(130)을 떠나는 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)은 세척 용기(160)에 도입된다. 세척 용기(160)가 암모니아를 함유하는 연도 가스 스트림을 생성하는 다른 시스템 및 방법과 연계되어 사용될 수 있는데, 즉 세척 용기가 흡수 시스템(130)을 포함하지 않는 시스템에 사용될 수 있는 것이 고려되기 때문에, 시스템(100)은 이와 관련하여 한정되지 않는다.
- [0023] 일 실시예에서, 세척 용기(160)는 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150) 내에 존재하는 암모니아 및 다른 오염물의 양을 감소시키고 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170)을 형성한다. 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170)은 환경으로 배출될 수 있다. 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170)은 세척 용기(160)로부터 환경으로 직접 배출될 수 있지만, 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170)은 환경으로 바올되기 전에 더 처리될 수 있는데, 예를 들어 직접 접촉 냉각기에 의해 냉각되거나 오염물 함량을 더 감소시키기 위해 산성 용액 내에서 세척될 수 있다.
- [0024] 부가적으로, 도 1에는 도시되지 않았지만, 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170) 내에 존재하는 암모니아의 양 또는 농도는 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림이 세척 용기(160)를 나오기 전에 측정될 수 있다는 것이 고려된다. 다른 실시예에서, 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170) 내에 존재하는 암모니아의 양 또는 농도는 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림이 세척 용기(160)를 나온 후에 측정될 수 있다. 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170) 내에 존재하는 암모니아의 양의 측정은 사용자가 환경으로의 그 배출에 앞서 또는 배출 직후에 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170) 내의 암모니아의 양을 모니터링할 수 있게 한다.
- [0025] 일 실시예에서, 세척 용기(160)는 세척 용기의 저부에 개구(152)를 갖는 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)을 수용하도록 구성된다. 개구(152)는 세척 용기(160)의 저부에 도시되어 있지만, 개구는 세척 용기 내의 임의의 위치에 있을 수 있고 위치는 용례에 따라 시스템마다 다양할 수 있다.
- [0026] 세척 용기(160)는 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)으로부터 암모니아의 흡수를 용이하게 하기 위한 일반적으로 도면 부호 161로 도시된 하나 이상의 흡수 스테이지를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 도 3에 도시된 바와 같이, 세척 용기(160)는 3개의 흡수 스테이지, 즉 제 1 흡수 스테이지(161a), 제 2 흡수 스테이지(161b) 및 제 3 흡수 스테이지(161c)를 포함한다. 세척 용기가 본 명세서에 예시되거나 설명된 것보다 많거나 적은 흡수 스테이지를 가질 수 있는 것이 고려되기 때문에, 세척 용기(160)는 이와 관련하여 한정되는 것은 아니다. 각각의 흡수 스테이지(161), 예를 들어 제 1 흡수 스테이지(161a), 제 2 흡수 스테이지(161b) 및 제 3 흡수 스테이지(161c)는 질량 전달 디바이스(162) 및 용액 전달 경로(163)를 포함할 수 있다.
- [0027] 질량 전달 디바이스(162)는 예를 들어 랜덤 패킹, 친수성 패킹 및/또는 구조적 패킹과 같은 패킹을 포함할 수 있다. 랜덤 패킹은 당 기술 분야에 일반적으로 공지되어 있고 비유기 방식으로 흡수 스테이지에 도입된 패킹 재료를 칭한다. 랜덤 패킹의 예는 이들에 한정되는 것은 아니지만, 상이한 크기의 플라스틱, 금속 및/또는 세라믹 패킹 재료, 예를 들어 다양한 직경을 갖는 재료를 포함한다. 랜덤 패킹 재료는 또한 목재를 포함할 수 있다. 친수성 패킹은 이에 한정되는 것은 아니지만 폴리프로필렌 백을 포함한다.
- [0028] 구조적 패킹은 당 기술 분야에 일반적으로 공지되어 있고 특정 방식으로 배열되거나 편성된 패킹 재료를 칭한다. 통상적으로, 구조적 패킹은 복잡한 경로를 취하도록 유체를 가압하는 방식으로 배열되어, 이에 의해 액체와 가스 사이의 접촉을 위한 큰 표면 영역을 생성한다. 구조적 패킹은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 금속, 플라스틱, 목재 등으로 제조된 구조체를 포함한다. 상이한 패킹 재료는 세척 용기(160) 내로의 액체의

상이한 유량에서의 암모니아 제거 또는 감소를 용이하게 한다는 것이 고려된다. 부가적으로, 상이한 패킹 재료가 세척 용기(160) 내의 더 적합한 압력 강하를 제공할 수 있다는 것이 고려된다.

- [0029] 도 3을 계속 참조하면, 세척 용기(160)는 용액 전달 경로(163)를 통해 용액(164)을 수용하도록 구성되어 있는 것으로서 도시되어 있다. 일 실시예에서, 용액(164)은 세척 용기(160) 내에 존재하는 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)으로부터 오염물을 제거한다. 특히, 용액(164)은 암모니아 함유 연도 가스(150)로부터 암모니아를 제거하기 위한 암모니아 제거 용액일 수 있다. 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)으로부터 암모니아의 제거는 암모니아 함유 용액(165) 및 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170)의 형성을 초래한다.
- [0030] 일 실시예에서, 용액(164)은 물이다. 다른 실시예에서, 용액(164)은 이들에 한정되는 것은 아니지만 암모니아 및 이산화탄소(CO₂)를 포함하는 미량의 오염물을 함유하는 물이다.
- [0031] 용액(164)은 용액 전달 경로(163)를 통해 세척 용기(160)에 제공된다. 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 각각의 흡수 스테이지(161)는 각각의 흡수 스테이지에 용액을 제공하기 위한 용액 전달 경로(163)를 갖는다.
- [0032] 일 특정 실시예에서, 도 3에 도시된 바와 같이, 제 1 흡수 스테이지(161a)에 도입된 용액(164)은 용액(164a)을 포함하고, 예를 들어 용액(164a)은 박리 칼럼(181)에 의해 제공된 물(180)과 조합된 흡수 스테이지(161a)의 저부로부터 온다. 본 명세서에 도시되지는 않았지만, 제 1 흡수 스테이지(161a)에 도입된 용액(164a)은 제 1 흡수 스테이지(161a)의 저부로부터 재순환되지 않고, 오히려 세척 용기(160)의 저부로부터 재순환되는데, 즉 제 3 흡수 스테이지(161c)의 저부로부터 재순환되는 것이 고려된다. 대안적으로, 제 1 흡수 스테이지(161a)에 도입된 용액(164a)은 세척 용기(160)로부터 전혀 재순환되지 않을 수 있고, 오히려 박리 칼럼(181)에 의해 제공된 물(180)이다.
- [0033] 제 2 흡수 스테이지(161b)에 제공된 용액(164)은 저부 흡수 스테이지(161b)로부터 재순환된 저농도 암모니아 및 CO₂를 함유하는 물인 용액(164b)을 포함한다. 용액(164b)은 예를 들어 제 1 흡수 스테이지(161a) 및 제 2 흡수 스테이지(161b)를 통해 통과하는 용액(164a), 뿐만 아니라 제 1 흡수 스테이지 및 제 2 흡수 스테이지를 통해 통과하는 물(180)과, 제 2 흡수 스테이지를 통해 이미 통과된 용액(164b)의 조합일 수 있다.
- [0034] 본 명세서에 도시되지는 않았지만, 제 2 흡수 스테이지(161b)에 도입된 용액(164b)은 제 2 흡수 스테이지(161b)의 저부로부터 재순환되지 않고, 오히려 세척 용기(160)의 저부로부터 재순환되는데, 예를 들어 제 3 흡수 스테이지(161c)의 저부로부터 재순환되는 것이 고려된다. 대안적으로, 제 2 흡수 스테이지(161b)에 도입된 용액(164b)은 세척 용기(160)로부터 전혀 재순환되지 않을 수 있고, 오히려 박리 칼럼(181)에 의해 제공된 물(180)이다.
- [0035] 제 3 흡수 스테이지(161c)에 제공된 용액(164)은 저부 흡수 스테이지(161c)로부터 재순환된 저농도 암모니아 및 CO₂를 함유하는 물인 용액(164c)을 포함한다. 용액(164c)은 예를 들어 제 1 흡수 스테이지(161a), 제 2 흡수 스테이지(161b) 및 제 3 흡수 스테이지(161c)를 통해 통과하는 용액(164a), 뿐만 아니라 제 2 흡수 스테이지 및 제 3 흡수 스테이지를 통해 통과하는 용액(164b)과, 제 1, 제 2 및 제 3 흡수 스테이지를 통해 통과하는 물(180)과 함께, 제 3 흡수 스테이지를 통해 이미 통과된 용액(164c)의 조합일 수 있다.
- [0036] 본 명세서에 도시되지는 않았지만, 제 3 흡수 스테이지(161c)에 도입된 용액(164c)은 세척 용기(160)로부터 전혀 재순환되지 않을 수 있고, 오히려 박리 칼럼(181)에 의해 제공된 물(180)이다라는 것이 고려된다.
- [0037] 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 흡수 스테이지(161)의 저부로부터 재순환된 용액(164)은 세척 용기(160)로 도입되기 전에 저장 탱크(166), 펌프(167) 및 열교환기(168)를 통해 통과할 수 있다.
- [0038] 용액(164)은 각각의 흡수 스테이지(161)에 도입된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 용액(164)은 세척 용기(160)의 길이(L)를 따라 하향 방향(C)으로 진행한다. 방향(C)은 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)이 세척 용기(160)의 길이(L)를 따라 상향으로 진행되는 방향(D)에 역류 방향이다. 이해될 수 있는 바와 같이, 용액(164)은 중력에 의해 방향(C)으로 진행하고, 반면 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)은 세척 용기(160) 내의 압력 강하를 포함하는 다수의 팩터에 의해 방향(D)으로 진행한다.
- [0039] 용액(164)이 방향(C)으로 진행함에 따라, 이는 각각의 흡수 스테이지(161)에서 질량 전달 디바이스(162)를 통해 통과한다. 마찬가지로, 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)이 방향(D)으로 진행함에 따라, 이는 각각의 흡수 스테이지(161) 내의 질량 전달 디바이스(162)를 통해 통과한다.
- [0040] 용액(164)은 세척 용기(160)의 길이(L) 또는 그 부분을 따라 하향으로 방향(C)으로 진행함에 따라, 용액 내의

암모니아 농도가 증가하고, 이에 의해 세척 용기(160)를 나오는 암모니아 함유 용액(165)을 형성한다. 역으로, 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)이 세척 용기(160)의 길이, 예를 들어 길이(L) 또는 그 부분을 따라 방향(D)으로 상향으로 진행함에 따라, 암모니아 함유 연도 가스 스트림 내의 암모니아 농도는 감소하고, 이에 의해 용기(160)를 나오는 감소된 암모니아 함유 연도 가스 스트림(170)을 형성한다.

- [0041] 일 예에서, 재순환된 용액(164a)은 제 1 흡수 스테이지(161a) 위에서 세척 용기(160)의 상부에 도입되고, 세척 용기의 길이(L)를 따라 하향으로 방향(C)으로 진행한다. 제 1 흡수 스테이지(161a)를 나오는 용액(164a) 내에 존재하는 암모니아의 농도는 제 1 흡수 스테이지(161a)에 진입하는 용액(164)의 암모니아 농도보다 높는데, 이는 용액이 세척 용기의 길이(L)를 따라 상향으로 방향(D)으로 진행하는 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150)에 접촉하여 그로부터 암모니아를 흡수하기 때문이다. 이 실시예에서, 용액(164a)이 "신선"하고, 즉 그 최대 암모니아 적재량에 도달하지 않기 때문에, 암모니아 함유 연도 가스 스트림(150) 내의 더 큰 퍼센트의 암모니아가 제 1 흡수 스테이지(161a)로부터 제 2 흡수 스테이지(161b)로 유동하는 용액(164)에 의해 흡수된다.
- [0042] 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 용액(164)은 세척 용기(160)의 저부에 낙하되고, 암모니아 함유 용액(165)으로서 그로부터 제거된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 암모니아 함유 용액(165)은 개구(182)로서 도시된 적어도 하나의 개구를 통해 암모니아 함유 용액을 수용하도록 구성된 박리 칼럼(181)에 송출된다.
- [0043] 박리 칼럼(181)에서, 암모니아, 뿐만 아니라 CO₂와 같은 다른 오염물은 암모니아 함유 용액(165)으로부터 제거되어 물(180)을 형성한다. 물(180)은 간단히 물(H₂O)일 수 있고, 또는 예를 들어 암모니아와 같은 미량의 오염물을 갖는 물일 수 있다는 것을 주의해야 한다.
- [0044] 암모니아 함유 용액(165)은 펌프(183)를 통해 열교환기(184)로 박리 칼럼(181)에 제공될 수 있다. 열교환기(184)에서, 암모니아 함유 용액(165)은 박리 칼럼(181)으로부터 물(180)을 경유하여 가열된다.
- [0045] 박리 칼럼(181)에 제공되기에 앞서, 암모니아 함유 용액(165)의 샘플이 취해질 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 암모니아 함유 용액(165)의 샘플이 암모니아 함유 용액(165) 내에 존재하는 암모니아 및 CO₂와 같은 오염물의 농도를 측정하기 위해 점 X에서 취해질 수 있다. 오염물의 농도의 측정은 사용자가 시스템(100) 또는 박리 칼럼(181)의 프로세스 파라미터를 적용하는 것을 용이하게 할 수 있다.
- [0046] 도 1을 계속 참조하면, 일 실시예에서, 박리 칼럼(181)은 암모니아 함유 용액(165)으로부터 암모니아, 뿐만 아니라 다른 오염물을 제거하여 세척 용기(160)에 도입될 수 있는 물(180)을 형성하기 위해 증기(185)를 이용한다. 일 실시예에서, 증기(185)는 예를 들어 노(122)에 의해 생성된 열과 같은 시스템(100) 내에 생성된 열을 재이용함으로써 박리 칼럼(181)에 제공된다. 박리 칼럼(181)은 암모니아 함유 용액(165)으로부터 암모니아 및 다른 오염물을 제거하기 위해 다른 기술 또는 수법을 이용할 수 있는 것이 고려되기 때문에, 시스템(100)은 이와 관련하여 한정되지 않는다.
- [0047] 암모니아 함유 용액(165)으로부터 암모니아를 제거함으로써, 용액(164)이 재생되어 물(180)로서 세척 용기에 제공된다.
- [0048] 도 1에 도시된 바와 같이, 증기(185)는 박리 칼럼의 저부의 위치에서 박리 칼럼(181)에 진입한다. 증기(185)는 박리 칼럼(181)의 길이(Z) 또는 그 부분을 따라 방향(E)으로 진행한다. 동시에, 암모니아 함유 용액(165)은 증기(185)에 의해 진행된 방향(E)에 역류 방향인 박리 칼럼(181)의 길이(Z)의 적어도 일부를 따른 방향(F)으로 진행한다.
- [0049] 암모니아 함유 용액(165)이 박리 칼럼(181)의 길이(Z)의 적어도 일부를 따라 방향(F)으로 진행함에 따라, 이는 박리 칼럼 내에 위치한 질량 전달 디바이스(181a), 뿐만 아니라 박리 칼럼의 길이(Z)의 적어도 일부를 따른 방향(E)으로 진행하는 박리 칼럼 내부의 증기(185)에 접촉한다. 질량 전달 디바이스(181a)는 랜덤 패킹 재료 또는 구조적 패킹 재료와 같은 패킹 재료일 수 있다. 박리 칼럼(181)은 하나 이상의 질량 전달 디바이스(181a)를 포함할 수 있다. 도 1 및 도 3에 도시된 바와 같이, 박리 칼럼(181)은 3개의 질량 전달 디바이스(181a)를 갖는다. 그러나, 박리 칼럼(181)은 더 많거나 적은 질량 전달 디바이스(181a)를 포함할 수 있기 때문에 이와 관련하여 한정되는 것은 아니다.
- [0050] 증기(185), 질량 전달 디바이스(181a)의 패킹 재료 및 암모니아 함유 용액(165) 사이의 접촉은 암모니아 함유 용액으로부터의 암모니아(186)의 제거 뿐만 아니라 박리 칼럼(181)으로부터 나오는 암모니아가 없는 용액, 즉 물(180)의 형성을 초래한다.

- [0051] 일 실시예에서, 암모니아(186)는 시스템(100) 내에서 재이용된다. 예를 들어, 도 1에는 도시되지 않았지만, 암모니아(186)는 암모니아화 슬러리 또는 용액(140)으로서 흡수 시스템(130)에 이용되는 것이 고려된다. 시스템(100) 내의 암모니아(186)의 재이용은 시스템으로부터 환경으로 배출되는 암모니아의 양을 방지하거나 감소시키고, 이는 이어서 부가의 오염물 개선 방법에 대한 요구를 감소시키거나 제거한다. 또한, 시스템(100) 내의 암모니아(186)의 재이용은 시스템에 의해 요구된 재순환된 암모니아는 아닌 신선한 암모니아의 양을 감소시킨다.
- [0052] 일 실시예에서, 박리 칼럼(181)은 약 101 평방인치당 파운드[게이지](101 psig)인 약 700 킬로파스칼(700 kPa) 미만인 압력에서 작동된다. 다른 실시예에서, 박리 칼럼(181)은 약 100 평방인치당 파운드[게이지](100 psig)인 약 689.475 킬로파스칼(689.475 kPa) 미만인 압력에서 작동된다. 다른 실시예에서, 박리 칼럼(181)은 약 10 평방인치당 파운드[게이지](10 psig) 내지 약 100 평방인치당 파운드[게이지](100 psig)의 범위와 동일한 약 68.947 kPa 내지 약 689.475 kPa의 범위의 압력에서 작동된다. 다른 실시예에서, 박리 칼럼(181)은 약 10 평방인치당 파운드[게이지](10 psig)인 약 68.947 kPa 미만인 압력에서 작동된다.
- [0053] 낮은 압력, 즉 약 700 kPa 미만의 압력에서 박리 칼럼(181)의 작동은 박리 칼럼에 도입된 용액으로부터 오염물의 제거를 용이하게 한다. 특히, 약 700 kPa 미만의 압력에서 박리 칼럼(181)을 작동하는 것은 CO₂의 제거를 증가시키고, 이는 암모니아 함유 용액으로부터 암모니아의 제거 능력을 증가시킨다.
- [0054] 부가적으로, 낮은 압력, 즉 약 700 kPa 미만의 압력에서 박리 칼럼(181)의 작동은, 암모니아(186)가 추가의 처리를 받게되는 것, 예를 들어 이를 재생기에 제공하는 것보다, 암모니아(186)가 암모니아화 용액 또는 슬러리(140)로서 사용될 흡수 시스템(130)에 직접 송출되는 것을 용이하게 한다. 시스템(100) 내의 암모니아(186)의 사용은 시스템(100)의 전체 효율 및 비용 효율성을 증가시킬 수 있다.
- [0055] 용어 "제 1", "제 2" 등은 본 명세서에서 임의의 순서, 양 또는 중요도를 나타내는 것은 아니고, 오히려 하나의 요소를 다른 요소로부터 구별하는데 사용된다. 단수 표현의 용어는 본 명세서에서 양의 한정을 나타내는 것은 아니고, 오히려 언급된 아이템의 적어도 하나의 존재를 나타낸다.
- [0056] 본 발명이 다양한 예시적인 실시예를 참조하여 설명되었지만, 다양한 변경이 이루어질 수 있고 등가물이 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고 그 요소를 치환할 수 있다는 것이 당 기술 분야의 숙련자들에 의해 이해될 수 있을 것이다. 게다가, 다수의 수정이 그 본질적인 범주로부터 벗어나지 않고 본 발명의 교시에 특정 상황 또는 재료를 적용하도록 이루어질 수 있다. 따라서, 본 발명은 본 발명을 수행하기 위해 고려되는 최선의 모드로서 개시된 특정 실시예에 한정되는 것은 아니고, 본 발명은 첨부된 청구범위의 범주 내에 있는 모든 실시예를 포함할 수 있는 것으로 의도된다.

부호의 설명

- [0057] 100: 시스템
- 120: 연도 가스 스트림
- 122: 발전소
- 130: 흡수 시스템
- 132: 제 1 흡수기
- 134: 제 2 흡수기
- 140: 암모니아화 용액 또는 슬러리
- 150: 암모니아 함유 연도 가스 스트림
- 160: 세척 용기
- 161a: 제 1 흡수 스테이지
- 161b: 제 2 흡수 스테이지
- 161c: 제 3 흡수 스테이지
- 162: 질량 전달 디바이스
- 163: 용액 전달 경로
- 164: 용액
- 166: 저장 탱크
- 167: 펌프
- 168: 열교환기
- 180: 물
- 181: 박리 칼럼

도면

도면1

