



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0016933
(43) 공개일자 2011년02월18일

(51) Int. Cl.

B01D 53/14 (2006.01) B01D 53/58 (2006.01)

C01C 1/12 (2006.01) B01D 53/78 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7027796

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년05월08일

심사청구일자 2010년12월10일

(85) 번역문제출일자 2010년12월10일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/055594

(87) 국제공개번호 WO 2009/138363

국제공개일자 2009년11월19일

(30) 우선권주장

12/436,309 2009년05월06일 미국(US)

61/053,156 2008년05월14일 미국(US)

(71) 출원인

알스톰 테크놀로지 리미티드

스위스 5400 바덴 브라운 보베리 슈트라세 7

(72) 발명자

코스 페터 울리히

스위스 체하-8702 졸리콘 로트플루슈트라세 24

(74) 대리인

장훈

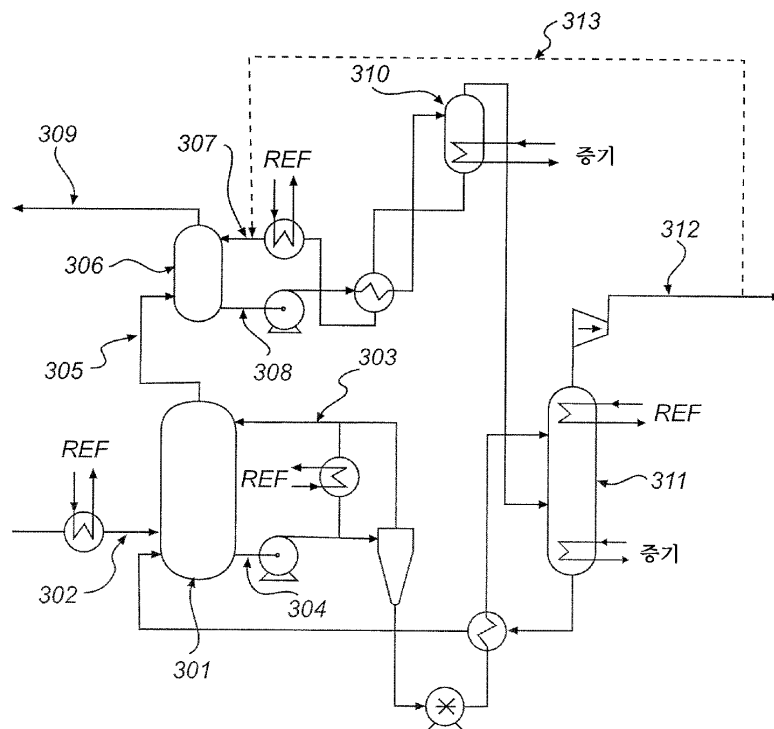
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 세척수의 CO₂ 분사를 위한 장치를 갖는 가스 정화 시스템

(57) 요약

본 발명은 가스 흐름으로부터 오염물들을 제거하기 위한 방법들 및 시스템들에 관한 것으로서, a) CO₂ 농후 세척수를 얻기 위해 CO₂(313)를 세척수 흐름(307) 내로 주입하는 단계, 및 b) 오염물이 CO₂ 농후 세척수로 흡수되도록 하기 위해 상기 CO₂ 농후 세척수를 제거해야 할 오염물을 포함하는 가스 흐름(305)과 접촉(306)시키는 단계를 포함한다. 본 발명은 가스 정화 시스템에서 가스 흐름으로부터 알칼리성 오염물을 제거하기 위해 CO₂ 농후 세척수의 사용에 관한 것이다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

가스 흐름으로부터 오염물들을 제거하기 위한 방법으로서,

- a) CO₂ 농후(enriched) 세척수를 얻기 위해 CO₂를 세척수 흐름 내로 주입하는 단계; 및
- b) 상기 CO₂ 농후 세척수를 제거되어야 할 오염물들을 포함하는 상기 가스 흐름과 접촉시켜 상기 오염물들이 상기 CO₂ 농후 세척수 내로 흡수되도록 허용하는 단계를 포함하는 제거방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 오염물들 중 적어도 하나는 알칼리성 화합물인, 제거방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 오염물들 중 적어도 하나는 암모니아 및 아민 화합물들로 구성되는 그룹에서 선택되고, 양호하게는 암모니아인, 제거방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 CO₂ 농후 세척수는 0.01 내지 5 wt%의 CO₂, 양호하게는 0.01 내지 2 wt%의 CO₂, 양호하게는 0.01 내지 1 wt%의 CO₂를 포함하는, 제거방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 a)에서 상기 세척수 흐름 내로 주입된 CO₂는 액체 형태로 되어 있는, 세척수 제거방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 b)는 역류 모드로서 실행되는, 제거방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 b)는 팩 베드 컬럼(packed bed column)내에서 실행되는, 제거방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 a)에서 상기 세척수 흐름 내로 주입된 CO₂는 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 프로세스로부터 얻어지는, 제거방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 상기 프로세스는 암모니아 또는 아민 화합물을 포함하는 액체로, 양호하

게는 암모니아로 상기 가스 흐름을 스크러빙(scrubbing)하는 단계를 포함하는, 제거방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

단계 b)에서 제거될 오염물들을 포함하는 상기 가스 흐름은 CO₂의 제거 프로세스로부터 발생되는 생성물이고, 단계 a)에서 상기 세척수 흐름 내로 주입된 CO₂는 상기 CO₂의 제거 프로세스로부터 얻어지는, 제거방법.

청구항 11

가스 흐름으로부터 오염물들을 제거하기 위한 방법으로서,

- a) CO₂ 회박 가스 흐름을 얻기 위해 CO₂ 풍부(rich) 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하는 단계;
- b) CO₂ 농후 세척수를 얻기 위해 단계 a)에서 상기 CO₂ 풍부 가스 흐름으로부터 제거된 CO₂를 세척수 흐름 내로 주입하는 단계; 및
- c) 상기 CO₂ 농후 세척수를 단계 a)에서 얻어진 상기 CO₂ 회박 가스 흐름과 접촉시켜 상기 CO₂ 회박 가스 흐름 내의 오염물들이 상기 CO₂ 농후 세척수 내로 흡수되도록 허용하는 단계를 포함하는 제거방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

제2항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따라 추가로 규정된, 제거방법.

청구항 13

가스 흐름을 수용하고 상기 가스 흐름을 세척수 흐름과 접촉시키도록 배치된 제1 접촉기 디바이스를 포함하는 가스 정화 시스템으로서,

상기 시스템은 상기 접촉기 디바이스의 상류에서 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 정화 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 CO₂ 주입 수단은 상기 CO₂를 액체 형태로 주입하도록 구성되는, 가스 정화 시스템.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,

CO₂ 풍부 가스 흐름을 수용하고 상기 CO₂ 풍부 가스 흐름을 암모니아 또는 아민 화합물을 포함하는 액체와 접촉시켜 CO₂ 회박 가스 흐름을 생성하도록 배치된 제2 접촉기 디바이스를 추가로 포함하고, 상기 제1 접촉기 디바이스는 상기 CO₂ 회박 가스 흐름을 수용하고 상기 CO₂ 회박 가스 흐름을 세척수 흐름과 접촉시키도록 배치되고,

상기 시스템은 상기 제1 접촉기 디바이스의 상류에서 CO₂를 상기 세척수 흐름내로 주입하기 위한 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 정화 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단은 상기 제1 접촉기 디바이스의 상류에서 상기 제2 접촉기 디바이스 내의 CO₂ 풍부 가스 흐름으로부터 제거된 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하도록 구성되는, 가스 정화 시스템.

청구항 17

가스 정화 시스템에서 가스 흐름으로부터 알칼리성 오염물들을 제거하기 위해 CO₂ 농후 세척수를 사용하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 CO₂ 농후 세척수는 0.01 내지 5 wt%의 CO₂ , 양호하게는 0.01 내지 2 wt%의 CO₂ , 양호하게는 0.01 내지 1 wt%의 CO₂ 를 포함하는, 사용 방법.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 CO₂ 농후 세척수는 액체 형태의 CO₂를 세척수 내로 주입함으로써 얻어지는, 사용 방법.

청구항 20

제17항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 정화 시스템은 상기 가스 흐름을 암모니아 또는 아민 화합물을 포함하는 액체와 접촉시킴으로써 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 시스템인, 사용 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본원은 2008년 5월 14일 출원된 미국 가출원 제61/053,156호의 이득을 청구하며, 이는 그 전체가 본원에 참고로 함체되어 있다.

[0002] 본 발명은 가스 흐름들로부터 오염물들을 제거하기 위한 방법들 및 시스템들에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 연도가스, 천연가스, 합성가스와 같은 가스 흐름, 또는 질소, 산소, 수소, 일산화탄소 및/또는 메탄을 주로 포함하는 다른 가스 흐름으로부터 H₂S, CO₂, COS 및/또는 메르캅탄(mercaptan)과 같은 산성 성분들을 공업적으로 분리하기 위해 사용되는 프로세스들에서, 아민 화합물들 또는 암모니아 수용액들을 포함하는 액체 용액들이 용제로서 보통 사용되고 있다. 산성 성분들은 흡수 프로세스에서 용제내에 흡수된다. 이러한 프로세스는 일반적으로 메인 스크리빙 프로세스(main scrubbing process)로서 언급될 수 있다.

[0004] 상기 용액들에 의하여 상기 산성 성분들을 "스크리빙"한 후에, 암모니아, 아민 화합물들 또는 아민 화합물들의 분해산물들(degredation products)과 같은 오염물들이 가스 흐름에 남아있다. 이러한 오염물들은 별개의 프로세스 단계에서 가스 흐름으로부터 제거되어야 한다.

[0005] 현재 공지된 시스템들 및 방법들은 물 세척 단계에서 가스 흐름으로부터 이러한 오염물들을 제거한다. 물 세척 단계에서, 가스 흐름은 적절한 접촉 디바이스에서 물로 스크리빙된다. 통상적으로, 가스 흐름을 스크리빙하는데 사용된 물은 신선한 물이거나 또는 가스 흐름의 처리와 관련된 스트리핑(stripping) 프로세스로부터 구한 물이다.

[0006] 가스 흐름이 물로 스크리빙된 후에, 그 물은 1) 물을 구한 스트리핑 유닛으로 돌아가고, 또는 2) 메인 스크리빙 프로세스에 사용된 용액과 단순히 혼합된다.

[0007] 예를 들어 스트리핑 유닛에서 사용한 세척액의 재생은 대체로 에너지 집약적이고, 따라서 값비싼 프로세스이다. 따라서 세척 효율을 향상시키고 및/또는 세척액 소비를 줄이는 프로세스들을 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 가스 정화 프로세스에서 물 세척 단계의 세척 효율을 향상시키는데 있다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 가스 정화 프로세스에서 물 세척 단계의 세척수 소비를 줄이는데 있다.
- [0010] 상술한 목적과 관련된 다른 목적은 가스 정화 프로세스에서 세척 효율을 향상시키고 및/또는 물 세척 단계의 세척수 소비를 감소시킴으로써 가스 정화 프로세스의 비용을 감소시키는 것이다.
- [0011] 본 발명의 다른 목적들은 가스 정화 프로세스에 사용된 화학제품들의 감소된 방출의 환경적 이득, 건강 이득 및/또는 경제적 이득을 얻을 수 있게 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 제1 양태에서, 상술한 목적들뿐만 아니라, 본 발명이 공개되었을 때 기술에 숙련된 자에게 명백히 나타나게 될 다른 목적들은, 가스 흐름으로부터 오염물들을 제거하기 위한 방법에 의하여 달성되며, 상기 방법은:
- [0013] a) CO₂ 농후(enriched) 세척수를 얻기 위해 CO₂를 세척수 흐름 내로 주입하는 단계; 및
- [0014] b) 상기 CO₂ 농후 세척수를 제거해야 할 오염물들을 포함하는 상기 가스 흐름과 접촉시켜 상기 오염물들이 상기 CO₂ 농후 세척수 내로 흡수되도록 허용하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본원에서 사용된 용어 "오염물"은 일반적으로 가스 흐름 내에 존재하는 불필요한 성분을 말한다. 오염물은 대체로 가스 흐름 내에 체적당 소량으로 존재할 수 있다. 오염물은, 후속의 응용 또는 추가의 처리 프로세스에서 가스 흐름의 유용성을 낮추기 때문에, 또는 독성, 환경적 불리함, 악취 등과 같이 가스 흐름에 필요한 성질들을 부여하기 때문에, 불필요하게 될 수 있다. 오염물들의 예를 들면 암모니아, 아민 화합물들, 및 아민 화합물들로부터 나온 분해산물들을 포함한다.
- [0016] 본원에서 사용된 용어 "세척수"는 일반적으로, 상기 가스 흐름을 세척수와 접촉시켜서 상기 가스 흐름으로부터 오염물들이 상기 세척수 내로 흡수되게 함으로써 가스 흐름으로부터 오염물들을 제거하기 위해 사용된 수성 매체를 말한다. 흡수된 오염물들을 포함하는 세척수는 일반적으로 예를 들어 스트리핑 유닛에서 재순환되며, 이에 의하여 오염물들이 소각, 정화 및 재사용을 위해 농축될 수 있다.
- [0017] 세척수 유닛에서 사용하기 전에 세척수 내에 CO₂를 주입하면 암모니아 및 아민 화합물들과 같은 알칼리성 오염물들을 제거하기 위한 물 세척 단계의 효율을 실질적으로 예상치 못하게 향상시키는 결과를 초래하게 된다. 본 발명은 어떤 특별한 과학적 설명에 의해 구속되지 않지만, 이러한 실질적인 향상에 기여하는 인자는 탄산으로서 세척수 내에서 CO₂의 용해로 인하여 세척수 내의 pH 값이 산성쪽으로 변이가 초래되는 것이다. 일반적으로 메인 스크리빙 프로세스에서 사용되는 용제를 통해 가스 흐름 내로 주입된 오염물들은 부식성 또는 약간 부식성의 기질(character)을 갖는다. 그와 같이, 각각의 오염물의 증기/액체 평형도는, 물의 pH 값이 산성쪽으로 변이되면 향상될 수 있다. 그러나, 실질적 향상은 pH 값의 그러한 변이에 단독으로 기여될 수 있었던 것을 크게 초과한다.
- [0018] 그 결과 스크리빙 작업들을 수행하는데 필요한 세척수의 양은 상당히 줄어들 수 있다. 이러한 세척수 소비의 감소는 예를 들어 물 세척 프로세스의 경제성을 향상시키는데 사용될 수 있으며, 만일 사용된 세척수가 스트리핑 유닛으로 보내지면, 스트리핑에 필요한 에너지의 양이 스트리핑될 물의 양과 거의 비례한다. 예로서, 도 3에 도시된 바와 같은 유동 계획(flow scheme)을 갖는 상업적 플랜트에서의 시험들은 도 1의 유동 계획을 사용하는 동일한 상업적 플랜트에서의 시험들과 비교할 때 스트리퍼 리보일러(stripper reboiler)에 공급된 증기의 양이 20% 감소하는 것을 보여주고 있다. 더구나, 도 4에 도시된 바와 같은 유동 계획을 갖는 상업적 플랜트에서의 시험들은, 잔류 아민 및 암모니아 함량을 허용 레벨로 감소시키는데 필요한 세척수의 양이 동일한 잔류 아민 및 암모니아 함량 레벨들에서 도 2의 유동 계획을 사용하는 동일한 상업적 플랜트에서의 시험들과 비교할 때 19%만큼 감소되었을 정도로 세척수의 향상된 흡수 효율을 보여주고 있다.
- [0019] 다시 말하면, 물 세척 단계의 경제성은 미량(traces)의 오염물들의 필요한 제거율(removal rate)에 도달하는데 필요한 세척수의 양으로 정해진다. 가스 흐름을 적절하게 스크리빙하는데 필요한 세척수의 양은 각자의 미량의 오염물들을 위한 물의 흡수 성능, 즉 가스상의 오염물과 물의 상태에서의 오염물 사이의 증기/액체 평형도에 의해 정해진다.
- [0020] 대안으로서, 세척수의 향상된 흡수 성능은 세척수 소비를 증가시키지 않고, 물 세척 단계를 떠나는 가스 흐름

내에 존재하는 오염물들의 양을 더욱 감소시키는데 사용될 수 있다. 다시 말하면 방출물들은 증가된 물과 에너지 소비로 인하여 이에 따른 비용을 증가시키지 않고 감소될 수 있다.

[0021] 세척수의 흡수 능력을 개선하기 위해 CO₂를 사용하면, 예로서 i) CO₂가 악취가 없고 비교적 무독성이고, ii) 사용 후에 세척수 내에 남아있는 어떤 CO₂는 세척수의 재생 중에 용이하게 제거될 수 있고, iii) CO₂는 본 발명의 적어도 일부 실시예들에서, 다른 프로세스 단계로부터의 생성물로서 용이하게 이용될 수 있기 때문에, 더욱 유익하다.

[0022] 본 발명의 방법은 알칼리성 오염물들, 즉 7을 초과하는 pKa 값을 갖는 오염물들을 제거하는데 특히 유용하다는 것을 보여주고 있다. 따라서 양호하게 가스 흐름으로부터 제거될 오염물들 중 적어도 하나는 알칼리성 화합물이다.

[0023] 알칼리성 화합물들은 종종 가스 흐름들로부터 CO₂, H₂S 및 COS와 같은 산성 가스를 제거하기 위한 흡수 프로세스들에 사용된다. 본 발명의 가스 정화 방법은 가스 흐름들로부터 알칼리성 오염물들의 제거에 효율적이다. 알칼리성 화합물들의 예를 들면, 모노에탄올아민(MEA), 디에탄올아민(DEA), 메틸디에탄올아민(MDEA), 디이소프로필아민(DIPA), 및 아미노에톡시에탄올(디글리코아민)(DGA)과 같은 아민 화합물들 및 암모니아를 포함하며 이것으로 제한하지 않는다. 공업 플랜트에서 가장 일반적으로 사용되는 아민 화합물들은 알카놀아민들인 MEA, DEA 및 MDEA이다. 양호하게 제거될 오염물들 중 적어도 하나는 암모니아 및 아민 화합물들로 구성되는 그룹에서 선택된다. 양호하게, 제거될 오염물들 중 하나는 암모니아이다.

[0024] 세척수 내로 주입된 CO₂의 양은 CO₂가 주입되지 않은 세척수와 비교하여 향상된 오염물 흡수 효율을 초래하기에 충분해야 한다. 일반적으로, 물 세척 단계에서 흡수 효율의 향상을 달성하기 위해 단지 소량의 CO₂가 세척수 내로 주입될 필요가 있다. CO₂는 예를 들어 생성된 CO₂ 농후 세척수가 0.01 wt%의 CO₂ 보다 많은 것을 포함하도록 하는 양이 주입될 수 있다. CO₂ 농후 세척수에서 CO₂ 양의 상한은 대체로 실제적인 고려사항에 의하여 정해진다. 또한, 가스 정화 방법이 가스 흐름, 즉 연도가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 더 큰 프로세스의 일부라면, 주입된 CO₂의 양은 세척수 내로의 CO₂의 주입이 상기 프로세스의 전체 CO₂ 제거 효율에 실질적인 부정적 효과를 갖지 않도록 선택될 수 있는 것이 바람직하다. 주입된 CO₂의 양은 생성된 CO₂ 농후 세척수가 5 wt%의 CO₂ 보다 적게, 및 더욱 양호하게 2 또는 1 wt%의 CO₂ 보다 적게 포함하도록 하는 것이 바람직하다.

[0025] 세척수 내로 주입된 CO₂의 양은, CO₂ 농후 세척수가 0.01 내지 5 wt%의 CO₂를 포함하도록 하는 것이 바람직하다. 예를 들어 주입된 CO₂의 양은 CO₂ 농후 세척수가 0.01 내지 2 wt%의 CO₂를 포함하도록 하거나, 또는 CO₂ 농후 세척수가 0.01 내지 1 wt%의 CO₂를 포함하도록 하는 것이 바람직하다.

[0026] 세척수 내로 주입된 CO₂는 여러 가지 물리적 형태들이 될 수 있다. CO₂는 예를 들어 고체, 액체, 초임계 유체, 또는 가스 형태, 또는 이들의 혼합물로 주입될 수 있다. CO₂는 액체 형태로 세척수 흐름 내로 주입되는 것이 편리하다는 것을 알게 되었다. 따라서 단계 a)에서 세척수 흐름 내로 주입된 CO₂는 양호하게 액체 형태가 될 수 있다.

[0027] 가스 흐름, 예를 들어 연도가스 또는 천연가스로부터 CO₂를 분리하기 위한 프로세스들에서, CO₂는 예를 들어 정화 시스템 내에 있는 CO₂ 압축기로부터 재순환될 수 있다. 대안으로서, CO₂는 다른 소스들로부터 얻어져서 세척수 흐름으로 분사하는데 사용될 수 있다. 양호하게, 주입된 CO₂는 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 프로세스, 예로서 암모니아 또는 아민 화합물, 양호하게는 암모니아를 포함하는 액체로 상기 가스 흐름을 스크리빙하는 단계를 포함하는, 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 프로세스로부터 얻은 CO₂이다.

[0028] 특히 유익한 실시예에서, 정화될 가스 흐름은 이전 프로세스 단계에서 CO₂ 소모(depletion) 처리를 받았고, 상기 이전 프로세스 단계에서 제거된 CO₂는 후속하는 물 세척 단계의 세척수 흐름 내로 주입되기 위해 이용될 수 있다. 따라서 본 발명에 의한 방법에서, 단계 b)에서, 제거될 오염물들을 포함하는 가스 흐름은 CO₂ 제거를 위한 프로세스로부터 발생하는 생성물이 될 수 있고, 단계 a)에서 세척수 흐름내로 주입된 CO₂는 CO₂ 제거를 위한

상기 프로세스로부터 얻어질 수 있다.

- [0029] 본 발명의 방법에서, CO₂ 농후 세척수 내로 오염물들을 흡수시키기 위하여 제거될 오염물들을 포함하는 가스 흐름과 CO₂ 농후 세척수를 접촉시키는 것은 다양한 실시예에서 발생될 수 있고, 이 실시예는 기술에 숙련된 자에게 용이하게 인식될 수 있다. 특별히 효율적인 흡수는 상기 접촉이 역류 모드(countercurrent flow mode)에서 실행될 때 달성될 수 있음을 알게 되었다. 상기 접촉은 어떠한 적절한 흡수 디바이스에서 실행될 수 있다. 상기 접촉은 예를 들어 팩 베드 컬럼(packed bed column)에서 실행될 수 있다.
- [0030] 대체로, CO₂는 어떤 이용가능한 소스로부터 얻어져서 세척수 흐름 내로 분사시키는데 사용될 수 있다. 그러나, 가스 흐름, 예를 들어 연도가스 또는 천연가스로부터 CO₂를 분리하기 위한 프로세스들에서, 정화 시스템 내에 있는 CO₂ 압축기로부터 재순환될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 제1 양태에 관하여 상술한 형태부들(features)은 또한 아래에 설명된 본 발명의 모든 양태들의 일부 또는 모든 실시예에 적용될 수 있다.
- [0032] 본 발명은 특히 가스 정화 응용에 유용하고, 여기서 제거될 적어도 하나의 오염물은 부식성 또는 약한 부식성 기질을 갖는다. 예를 들어, 본 발명의 가스 정화 방법은 연도가스 흐름과 같은 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 암모니아 또는 아민계 가스 정화 프로세스에서 사용하기에 적절하다. 그러한 프로세스는 대체로 흡수 단계를 포함하고, 여기서 가스 흐름은 흡수 유닛에서 암모니아 또는 아민 화합물을 포함하는 세척액과 접촉되고, 가스 흐름 내의 CO₂는 상기 세척액으로 흡수된다. 흡수 유닛을 떠나는 CO₂ 소모된 가스 흐름은 세척액에서 사용된 미량(traces)의 암모니아 또는 아민 화합물을 포함할 것이다. 본 발명의 가스 정화 방법은 가스 흐름으로부터 그러한 미량의 암모니아 또는 아민 화합물들을 효율적으로 제거한다.
- [0033] 따라서, 제2 양태로서, 본 발명은 가스 흐름으로부터 오염물들을 제거하기 위한 방법으로서, a) CO₂ 희박(lean) 가스 흐름을 얻기 위해 CO₂ 풍부(rich) 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하는 단계; b) CO₂ 농후 세척수를 얻기 위해 단계 a)에서 상기 CO₂ 풍부 가스 흐름으로부터 제거된 CO₂를 세척수 흐름 내로 주입하는 단계; 및 c) 상기 CO₂ 농후 세척수를 단계 a)에서 얻어진 상기 CO₂ 희박 가스 흐름과 접촉시켜 상기 CO₂ 희박 가스 흐름 내의 오염물들이 상기 CO₂ 농후 세척수 내로 흡수되도록 허용하는 단계를 포함하는 제거방법을 제공한다.
- [0034] 본 발명의 제2 양태에 따른 방법의 단계들 b) 및 c)는 일부 실시예들에서 각자 본 발명의 제1 양태에 따른 방법의 단계들 a) 및 b)에 대응할 수 있다. 따라서, 본 발명의 제2 양태의 방법은 일부 실시예들에서 본 발명의 제1 양태에 대하여 상술한 바와 같이 추가로 규정될 수 있다.
- [0035] 또한 본 발명은 CO₂를 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단을 구비하고 본 발명의 방법을 실행하도록 구성된 가스 정화 시스템을 제공한다.
- [0036] 따라서, 제3 양태로서, 본 발명은 가스 흐름을 수용하고 상기 가스 흐름을 세척수 흐름과 접촉시키도록 배치된 접촉기 디바이스를 포함하는 가스 정화 시스템으로서, 상기 시스템은 상기 접촉기 디바이스의 상류에서 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 가스 정화 시스템을 제공한다.
- [0037] 접촉기 디바이스는 또한 본원에서 세척수 유닛으로서 언급되고, 양호하게 가스 흐름을 세척수 흐름과 접촉시키도록 구성된 흡수 유닛, 예를 들어 팩 베드 컬럼을 포함할 수 있다. 접촉기 디바이스는 양호하게 역류 모드로서 작동하도록 배치될 수 있다.
- [0038] CO₂를 상기 세척수 내로 주입하기 위한 수단은 고체, 액체, 초임계 유체 또는 가스 형태로 된 CO₂를 상기 세척수 내로 주입하도록 구성될 수 있다. 양호하게, CO₂를 상기 세척수 내로 주입하기 위한 수단은 액체 형태로 된 CO₂를 주입하도록 구성될 수 있다. 액체 형태로 된 CO₂는 예를 들어 분사 노즐을 통해 세척 용액 내로 주입될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 가스 정화 시스템은 가스 정화 응용예에서, 즉 제거될 적어도 하나의 오염물이 부식성 또는 약한 부식성 기질을 갖는 응용예에서 특히 유용하게 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 가스 정화 시스템은 연도가스 흐름과 같은 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 암모니아 또는 아민계 가스 정화 프로세스에서 사용하기

에 적절하다. 그러한 프로세스는 대체로 흡수 단계를 포함하고, 흡수 단계에서 가스 흐름이 흡수 유닛에서 암모니아 또는 아민 화합물을 포함하는 세척액과 접촉된다. 흡수 유닛을 떠나는 CO₂ 소모된 가스 흐름은 세척액에서 사용된 암모니아 또는 아민 화합물의 미량을 포함할 수 있다. 본 발명의 가스 정화 시스템은 가스 흐름으로부터 그러한 미량의 암모니아 또는 아민 화합물을 효율적으로 제거한다.

[0040] 따라서, 본 발명의 가스 정화 시스템은 CO₂ 풍부 가스 흐름을 수용하고 상기 CO₂ 풍부 가스 흐름을 암모니아 또는 아민 화합물을 포함하는 액체와 접촉시켜 CO₂ 회박 가스 흐름을 생성하도록 배치된 제2 접촉기 디바이스를 추가로 포함하고, 상기 제1 접촉기 디바이스는 상기 CO₂ 회박 가스 흐름을 수용하고 상기 CO₂ 회박 가스 흐름을 세척수 흐름과 접촉시키도록 배치되고, 상기 시스템은 상기 제1 접촉기 디바이스의 상류에서 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단을 포함한다.

[0041] 가스 정화 시스템에서, CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 상기 수단은 제2 접촉기 디바이스내의 CO₂ 풍부 가스 흐름으로부터 제거된 CO₂를 상기 제1 접촉기 디바이스의 상류에서 세척수 흐름 내로 주입하도록 구성될 수 있다.

[0042] 양호하게, 본 발명의 제4 양태에 따른 가스 정화 시스템에서 세척수 흐름 내로 주입된 CO₂는 제1 접촉기 디바이스에서 CO₂ 풍부 가스 흐름으로부터 얻어진 CO₂가 될 수 있다. 따라서 상기 세척수 흐름 내로 CO₂를 주입하기 위한 수단은 양호하게 제1 접촉기 디바이스에서 CO₂ 풍부 가스 흐름으로부터 제거된 CO₂를 상기 제2 접촉기 디바이스의 상류에서 세척수 흐름 내로 주입하도록 구성될 수 있다.

[0043] 제4 양태에서, 본 발명은 가스 정화 시스템에서 가스 흐름으로부터 알칼리성 오염물들을 제거하기 위해 CO₂ 농후 세척수의 사용을 제공한다.

[0044] CO₂ 농후 세척수 내의 CO₂의 농도는 양호하게 0.01 wt% 보다 높을 수 있다. CO₂ 농후 세척수내에서 CO₂ 양의 상한은 대체로 실제적 고려사항들에 의해 정해진다. 또한, CO₂ 농후 세척수가 가스 흐름, 예를 들어 연도가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 프로세스에서 세척 단계에서 사용되면, CO₂ 농도는 양호하게 CO₂ 농후 세척수의 사용이 상기 프로세스의 전체 CO₂ 제거 효율에 실질적인 부정적 효과를 갖지 않도록 선택된다. CO₂의 농도는 양호하게 5 wt% 의 CO₂ 보다 적고, 더욱 양호하게는 2 또는 1 wt% 의 CO₂ 보다 적을 수 있다.

[0045] CO₂ 농후 세척수는 양호하게 0.01 내지 5 wt%의 CO₂ 를 포함한다. CO₂ 농후 세척수는 예를 들어 0.01 내지 2 wt% 의 CO₂ , 또는 0.01 내지 1 wt%의 CO₂ 를 포함할 수 있다.

[0046] CO₂ 농후 세척수는 예를 들어 액체 형태의 CO₂를 세척수 내로 주입함으로써 얻어질 수 있다.

[0047] 가스 정화 시스템에서 가스 흐름으로부터 알칼리성 오염물들을 제거하기 위해 CO₂ 농후 세척수의 사용은, 상기 가스 흐름을 암모니아 또는 아민 화합물을 포함하는 액체와 접촉시킴으로써 가스 흐름으로부터 CO₂를 제거하기 위한 가스 정화 시스템에서 특히 유용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 도 1(종래기술)은 공지된 암모니아계 가스 정화 시스템을 전체적으로 도시하는 도면.

도 2(종래기술)는 공지된 아민계 가스 정화 시스템을 전체적으로 도시하는 도면.

도 3은 제안한 발명에 따른 암모니아계 가스 정화 시스템의 실시예를 전체적으로 도시하는 도면.

도 4는 제안한 발명에 따른 아민계 가스 정화 시스템의 실시예를 전체적으로 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 종래기술과 본 발명의 가스 정화 시스템들의 특정한 실시예들은 도면을 참고하여 상세히 설명하기로 한다.

- [0050] 도 1은 종래 방식의 냉각된 암모니아계 가스 정화 시스템의 개략도이다. 이 시스템은 정화될 가스 흐름과, 암모니아를 포함하는 세척액 사이에 접촉이 가능하도록 배치된 CO₂ 흡수 유닛(101)을 포함한다. CO₂가 제거되어야 할 연도가스는 라인(102)을 경유하여 CO₂ 흡수 유닛(101)으로 공급된다. 이 CO₂ 흡수 유닛에서 연도가스는 암모니아를 포함하는 세척액과 접촉되는데, 예를 들어 상기 세척액을 통해 연도가스의 거품을 일으키거나 또는 세척액을 연도가스 내로 분무함으로써 접촉된다. 암모니아를 포함하는 세척액은 라인(103)을 경유하여 CO₂ 흡수 유닛으로 공급된다. CO₂ 흡수 유닛(101)에서 연도가스로부터 나온 CO₂는 세척액내에 흡수되는데, 예를 들어 용해된 또는 고체 형태로서 암모늄의 탄산염 또는 중탄산염의 형성에 의하여 흡수된다. 흡수된 CO₂를 포함하는 사용된 세척액은 라인(104)을 경유하여 흡수 유닛에서 떠나서 스트리핑 유닛(111)으로 공급되고, 여기서 CO₂가 세척액으로부터 분리된다. 분리된 CO₂는 라인(112)을 경유하여 스트리핑 유닛에서 떠난다. CO₂를 소모한 연도가스는 라인(105)을 경유하여 CO₂ 흡수 유닛에서 떠난다.
- [0051] 도 1에 도시된 시스템은 세척수 유닛(106)을 추가로 포함한다. 세척수 유닛은 CO₂ 흡수 유닛(101)을 떠나는 CO₂를 소모한 연도가스와 세척수 사이의 접촉을 허용하도록 배치된다. 세척수는 라인(107)을 경유하여 세척수 유닛으로 공급된다. 세척수 유닛에서, CO₂ 흡수 유닛을 떠날 때 연도가스에 남아있는 오염물들은 세척수에 흡수된다. 흡수된 오염물들을 포함하는 사용된 세척수는 라인(108)을 경유하여 세척수 유닛을 떠난다. CO₂ 및 오염물들을 소모한 연도가스는 라인(109)을 경유하여 세척수 유닛(106)을 떠난다. 세척수는 재생기 유닛(110)을 통해 재순환될 수 있고, 이 재생기 유닛에서 오염물들은 세척수로부터 분리된다.
- [0052] 도 2는 종래 방식의 아민계 가스 정화 시스템의 개략도이다. 이 시스템은 정화될 가스 흐름과 하나 이상의 세척액 사이의 접촉을 허용하도록 배치된 흡수 유닛(201)을 포함한다. 도 2에 도시된 흡수 유닛은 CO₂ 흡수 섹션(202) 및 세척수 섹션(203)을 포함한다. CO₂가 제거될 연도가스는 라인(204)을 경유하여 흡수 유닛(201)으로 공급된다. CO₂ 흡수 섹션(202)에서, 연도가스는 아민 화합물을 포함하는 제1 세척액과 접촉되는데, 예를 들어 상기 제1 세척액 속으로 연도가스의 거품을 일으키거나 또는 제1 세척액을 연도가스로 분무함으로써 접촉된다. 제1 세척액은 라인(205)을 경유하여 흡수 유닛으로 공급된다. CO₂ 흡수 섹션(202)에서, 연도가스로부터의 CO₂는 제1 세척액에 흡수된다. CO₂ 흡수 섹션 내에서 CO₂를 소모한 연도가스는 다음에 흡수 유닛의 세척수 섹션(203)으로 들어간다. 세척수 섹션(203)은 CO₂ 흡수 섹션(202)으로부터 CO₂를 소모한 연도가스와 제2 세척액(일반적으로 물이다) 사이의 접촉을 허용하도록 배치된다. 제2 세척액은 라인(206)을 경유하여 흡수 유닛으로 공급된다. 세척수 섹션에서, CO₂ 흡수 섹션을 떠날 때 연도가스내에 남아있는 오염물들은 제2 세척액에 흡수된다. CO₂ 및 오염물들을 소모한 연도가스는 라인(207)을 경유하여 흡수 유닛을 떠난다. 흡수된 CO₂ 및 오염물들을 포함하는 사용된 제1 및 제2 세척액은 라인(208)을 경유하여 흡수 유닛을 떠난다. 사용된 제1 및 제2 세척액은 재생기 유닛(209)을 경유하여 재순환될 수 있으며, 이 재생기 유닛에서 오염물들 및 CO₂는 세척수로부터 분리된다. 분리된 CO₂는 라인(210)을 경유하여 시스템을 떠난다.
- [0053] 이 실시예에서, 본 발명은 또한 세척수 유닛이라고도 언급되는 접촉기 디바이스를 포함한다. 세척수 유닛은 그 자체가 독립형 작동 유닛으로서 배치되거나, 또는 예를 들어 CO₂ 흡수 유닛과 같은 메인 흡수 유닛의 통합된 부분으로서 배치될 수 있다. 모든 실시예에서, 세척수 유닛은 병렬로 또는 직렬로 다수의 유닛 또는 동작 단계들로서 배치될 수 있다.
- [0054] 제거될 오염물들 포함하는 가스 흐름, 예를 들어 연도가스는 세척수 유닛으로 공급된다. 세척수 유닛에서 가스 흐름은 세척수 흐름과 접촉되는데, 예를 들어 상기 세척액 속에서 연도가스의 거품을 일으키거나 또는 세척액을 연도가스 내로 분무함으로써 접촉된다. 세척수 유닛에서 가스 흐름으로부터 나온 오염물들은 용해된 또는 고체 형태로서 세척수 내에 흡수된다.
- [0055] 상술한 형태에 추가하여, 가스 정화 시스템은 상기 세척수 유닛의 상류에서 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단을 추가로 포함한다.
- [0056] 모든 실시예에서, CO₂는 세척수 유닛의 상류 어느 곳에 있는 세척수 흐름 내로, 예를 들어 세척수 공급부로, 또

는 세척수 공급부를 세척수에 연결하는 라인으로, 또는 직접 세척수 유닛으로 주입될 수 있다.

- [0057] 모든 실시예에서, CO₂ 주입 수단은 고체, 액체, 초임계 유체 또는 가스 형태로 된 CO₂를 상기 세척수 내로 주입하도록 구성될 수 있다. 세척수 내로 주입되는 CO₂는 적절한 온도 및/또는 압력을 제공함으로써 필요한 물리적 형태로 유지될 수 있다. CO₂를 필요한 물리적 형태로 유지하기 위한 적절한 온도 및 압력은 CO₂ 압력-온도 위상 다이어그램을 사용하여 기술에 숙련된 자에 의해 용이하게 결정될 수 있다.
- [0058] CO₂를 세척수 내로 주입하기 위해 다양한 방법들이 사용될 수 있다. CO₂를 세척수 내로 주입하기 위한 수단의 실례를 들면, CO₂가 세척수 내에서 용해되도록 허용하는 고체 형태의 CO₂와 세척수를 혼합시키기 위한 혼합 유닛, 및 예를 들어 상기 세척수 속에서 CO₂의 거품을 일으키거나 또는 세척수를 기체 CO₂ 내로 분무함에 의하여 기체 CO₂를 세척수와 접촉시키는 CO₂ 흡수 유닛을 포함하며 이것으로 제한하지 않는다.
- [0059] CO₂를 상기 세척수 내로 주입하기 위한 수단은 양호하게 액체 형태의 CO₂를 주입하도록 구성될 수 있다. 액체 형태의 CO₂는 예를 들어 분사 노즐을 경유하여 세척 용액 내로 주입될 수 있다.
- [0060] CO₂를 상기 세척수 내로 주입하기 위한 수단은 세척수 내에서 CO₂의 균일한 분포를 보장하도록 예를 들어 혼합실과 같은 혼합 유닛을 포함할 수 있다. 대안으로서 또는 추가로, 세척수 내에서 CO₂의 균일한 분포를 보장하기 위한 개별 혼합 유닛은 세척수 공급부에 배치되거나, 또는 세척수 공급부를 세척수 유닛에 연결시키는 라인에 배치될 수 있다.
- [0061] 상기 세척수 유닛의 상류의 세척수 내로 CO₂를 주입하기 위한 수단은 어떠한 적절한 CO₂ 공급부 또는 소스로부터 CO₂를 제공하도록 배치될 수 있다. 가스 흐름, 예로서 연도가스 또는 천연 가스로부터 CO₂를 분리하기 위한 프로세스에서, CO₂는 예를 들어 정화 시스템 내에 있는 CO₂ 압축기로부터 재순환될 수 있다. 대안으로서, CO₂는 다른 소스들로부터 얻어져서 세척수 흐름 내로 분사되는데 사용될 수 있다.
- [0062] 시스템은 세척수 흐름에 첨가되는 CO₂의 양을 측정 및/또는 제어하기 위한 수단을 추가로 포함한다. 또한 세척수 흐름에 첨가되는 CO₂의 양을 측정 및/또는 제어하기 위한 상기 수단은 가스 정화 시스템에서 다른 값들, 즉 세척수 유닛에서 오염물들의 제거 효율을 나타내는 값들을 측정하기 위한 수단과 연결될 수 있다. 그러한 배열은 세척수 유닛에서 오염물들의 최적 제거 효율을 달성하기 위해 세척수 흐름 내로 주입되는 CO₂의 양을 조정할 수 있도록 허용한다.
- [0063] 세척수 유닛은 오염된 가스 흐름과 세척액(대체로 물이다) 사이의 접촉을 허용하도록 배치된다. 세척수 유닛은 예를 들어 흡수 컬럼, 즉 팩 베드 컬럼을 포함할 수 있다. 세척수 유닛은 양호하게 역류 모드로 작동하도록 배치될 수 있다. 실례로서, 세척수 유닛은 역류 모드로서 작동하도록 배치된 흡수 컬럼을 포함할 수 있는데, 여기서 오염된 가스는 컬럼의 하단부에서 공급되고, 세척수는 컬럼의 상단부에서 공급되며, 따라서 가스가 컬럼을 통해 상승함에 따라 가스가 세척수와 접촉하게 된다. 오염물들을 소모한 가스 흐름은 컬럼의 상단부에서 컬럼을 떠나며, 한편 가스 흐름으로부터 흡수된 오염물들을 포함하는 세척수는 컬럼의 하단부에서 컬럼을 떠난다. 역류 모드는 특히, 세척수 유닛이 예를 들어 CO₂ 흡수 유닛과 같은 메인 흡수 유닛의 통합된 부분 또는 섹션을 형성하고 그리고 세척수 부분 또는 섹션이 CO₂ 흡수 부분 또는 섹션의 상단에 배치되는 실시예에서 유익을 발휘할 수 있다.
- [0064] CO₂를 세척수 내로 주입하기 위한 수단 및 방법과 관련된 상술한 형태들은 또한 아래에 설명된 상세한 실시예에도 적용될 수 있다.
- [0065] 도 3은 제안된 발명에 따른 암모니아계 가스 정화 시스템의 실시예의 개략도이다. 이 시스템은 정화될 가스 흐름과, 암모니아를 포함하는 세척액 사이에 접촉이 가능하도록 배치된 CO₂ 흡수 유닛(301)을 포함한다. CO₂가 제거되어야 할 연도가스는 라인(302)을 경유하여 CO₂ 흡수 유닛(301)으로 공급된다. 이 CO₂ 흡수 유닛에서 연도가스는 암모니아를 포함하는 세척액과 접촉되는데, 예를 들어 상기 세척액 속에서 연도가스의 거품을 일으키거나 또는 세척액을 연도가스 내로 분무함으로써 접촉된다. 암모니아를 포함하는 세척액은 라인(303)을 경유하여 CO₂ 흡수 유닛으로 공급된다. CO₂ 흡수 유닛(301)에서 연도가스로부터 나온 CO₂는 세척액 내에 흡수되는데, 예를 들

어 용해된 또는 고체 형태로서 암모늄의 탄산염 또는 중탄산염의 형성에 의하여 흡수된다. 흡수된 CO₂를 포함하는 사용된 세척액은 라인(304)을 경유하여 흡수 유닛에서 떠나서 스트리핑 유닛(311)으로 공급되고, 여기서 CO₂가 세척액으로부터 분리된다. 분리된 CO₂는 라인(312)을 경유하여 스트리핑 유닛에서 떠난다. CO₂를 소모한 연도 가스는 라인(305)을 경유하여 CO₂ 흡수 유닛에서 떠난다.

[0066] 도 3에 도시된 시스템은 세척수 유닛(306)을 추가로 포함한다. 세척수 유닛은 CO₂ 흡수 유닛(301)을 떠나는 CO₂를 소모한 연도가스와 세척수 사이의 접촉을 허용하도록 배치된다. 세척수는 라인(307)을 경유하여 세척수 유닛으로 공급된다. 세척수 유닛에서, CO₂ 흡수 유닛을 떠날 때 연도가스에 남아있는 오염물들은 세척수에 흡수된다. 흡수된 오염물들을 포함하는 사용된 세척수는 라인(308)을 경유하여 세척수 유닛을 떠난다. CO₂ 및 오염물들을 소모한 연도가스는 라인(309)을 경유하여 세척수 유닛(301)을 떠난다. 세척수는 재생기 유닛(310)을 통해 재순환될 수 있고, 이 재생기 유닛에서 오염물들은 세척수로부터 분리된다.

[0067] 상술한 형태들에 추가하여, 도 3에 도시된 시스템은 상기 세척수 유닛의 상류에서 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단(313)을 추가로 포함한다.

[0068] 흡수 유닛에서 연도가스로부터 제거된 CO₂는 세척액의 재생을 위해 스트리핑 유닛(311)에서 세척액으로부터 분리된다. 분리된 CO₂는 라인(312)을 경유하여 스트리핑 유닛에서 떠난다. 스트리핑 유닛에서 분리된 CO₂의 일부는 세척수 유닛으로 공급되기 위해 세척수 내로 주입된다.

[0069] 도 4는 제안된 발명에 따른 아민계 가스 정화 시스템의 개략도이다. 이 시스템은 정화될 가스 흐름과 하나 이상의 세척액 사이의 접촉을 허용하도록 배치된 흡수 유닛(401)을 포함한다. 도 4에 도시된 흡수 유닛은 CO₂ 흡수 섹션(402) 및 세척수 섹션(403)을 포함한다. CO₂가 제거될 연도가스는 라인(404)을 경유하여 흡수 유닛(401)으로 공급된다. CO₂ 흡수 섹션(402)에서, 연도가스는 아민 화합물을 포함하는 제1 세척액과 접촉되는데, 예를 들어 상기 제1 세척액을 통해 연도가스의 거품을 일으키거나 또는 제1 세척액을 연도가스로 분무함으로써 접촉된다. 제1 세척액은 라인(405)을 경유하여 흡수 유닛으로 공급된다. CO₂ 흡수 섹션(402)에서, 연도가스로부터의 CO₂는 제1 세척액에 흡수된다. CO₂ 흡수 섹션 내에서 CO₂를 소모한 연도가스는 다음에 흡수 유닛의 세척수 섹션(403)으로 들어간다. 세척수 섹션(403)은 CO₂ 흡수 섹션(402)으로부터 CO₂를 소모한 연도가스와 제2 세척액(일반적으로 물이다) 사이의 접촉을 허용하도록 배치된다. 제2 세척액은 라인(406)을 경유하여 흡수 유닛으로 공급된다. 세척수 섹션에서, CO₂ 흡수 섹션을 떠날 때 연도가스 내에 남아있는 오염물들은 제2 세척액에 흡수된다. CO₂ 및 오염물들을 소모한 연도가스는 라인(407)을 경유하여 흡수 유닛을 떠난다. 흡수된 CO₂ 및 오염물들을 포함하는 사용된 제1 및 제2 세척액은 라인(408)을 경유하여 흡수 유닛을 떠난다. 사용된 제1 및 제2 세척액은 재생기 유닛(409)을 경유하여 재순환될 수 있으며, 이 재생기 유닛에서 오염물들은 세척수로부터 분리된다.

[0070] 흡수 유닛에서 연도가스로부터 제거된 CO₂는 세척액의 재생을 위해 재생기 유닛(409)에서 세척액으로부터 분리된다. 분리된 CO₂는 라인(410)을 경유하여 시스템에서 떠난다. 재생기 유닛에서 분리된 CO₂의 일부는 세척수 유닛으로 공급되기 위해 세척수 내로 주입된다.

[0071] 상술한 형태들에 추가하여, 도 4에 도시된 시스템은 상기 세척수 유닛의 상류에서 CO₂를 상기 세척수 흐름 내로 주입하기 위한 수단(411)을 추가로 포함한다.

[0072] 실례들

[0073] 실례 1. 물에 의한 NH₃ 제거(비교예)

[0074] 도 1에 도시된 바와 같은 유동 계획을 갖는 상업적 플랜트에서, 석탄 화력 발전소로부터 CO₂ 소모되고 냉각된 연도가스(5°C, 대기압보다 약간 높음, 93% N₂ 및 Ar, 1.8% CO₂, 4% O₂)의 $1.8 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 의 가스 흐름이 메인 암모니아계 CO₂ 흡수 유닛으로부터 세척수 컬럼으로 전달된다.

- [0075] 암모니아계 CO₂ 흡수 유닛에서 암모니아 수용액과 접촉한 결과, 가스는 약 6000 내지 7000 ppmV(parts per million based on volume)의 NH₃를 포함한다. 세척수 컬럼에서 가스 흐름 내의 NH₃ 함량은 연도가스가 더 전송될 수 있기 전에, 200 ppmV 이하의 레벨로 감소될 필요가 있다.
- [0076] 세척수 컬럼에서, NH₃는 스트리핑 유닛에서 얻어서 세척수 컬럼의 상단으로 공급되는 물 600 m³/h로 흡수되어 제거되고, 세척수 컬럼에서는 이것이 세척수 컬럼의 하단에서 공급된 상승 연도가스와의 역류에서 접촉된다. 컬럼으로 공급되기 전에, 물은 냉각 시스템에 의하여 5℃로 냉각된다.
- [0077] 연도가스 흐름에서 목표 200 ppmV NH₃에 도달하는데 필요한 세척수의 양은 600 m³/h이었다.
- [0078] 소비된 세척수는 1 내지 1.5 wt%의 NH₃ 함량을 갖고 세척수 컬럼의 하단에서 배출되어 스트리핑 유닛으로 재순환된다. 스트리핑 유닛에서 암모니아는 스트리핑 유닛의 리보일러 내에서 발생된 증기에 의해 스트리핑됨으로써 세척수로부터 분리된다. 리보일러는 발전소 증기 사이클로부터 얻어진 증기 120 tons/h에 의하여 가열된다. 스트리핑 유닛을 떠나는 물은 NH₃에서 낮은 잔류 함량, 즉 약 0.05 wt% 까지 그리고 실제로 CO₂가 없는 정도로 소모된다. 스트리핑 유닛을 떠나는 물은 세척수 컬럼에서 사용하기 위해 재순환된다.
- [0079] 실례 2. CO₂ 농후 세척수에 의한 NH₃의 제거
- [0080] 실례 2는 실례 1과 같이 실행되었고, 차이점은 CO₂ 1 내지 1.5 tons/h가 CO₂ 압축기(도 3에 도시됨) 이후에 압축된 액체 생성물 CO₂(600 tons/h)로부터 얻어져서 세척수 냉각기와 세척수 컬럼 사이의 냉각된 세척수 라인으로 분사되었다는 점이다.
- [0081] CO₂의 분사는, 연도가스 흐름의 암모니아 함량을 필요한 200 ppmV로 감소시키는데 필요한 세척수의 양이 600(CO₂ 분사 없이 실례 1에서 필요로 한 양)에서 480 m³/h로 감소될 정도로 세척수의 흡수 효율을 향상시켰다. 따라서 단지 소비한 세척수 480 m³/h만이 스트리퍼로 전송되었다. 스트리퍼 리보일러로 공급된 증기량은 이에 비례하여 96 tons/h로 20% 만큼 감소될 수 있었다. 따라서 본 발명은 시간당 증기 24톤에 해당하는 에너지를 절약한다.
- [0082] 실례 3. 물에 의한 아민 화합물들의 제거(비교예)
- [0083] 도 2에 도시된 바와 같은 유동 계획을 갖는 상업적 플랜트에서, 석탄 화력 발전소로부터 연도가스(대기압보다 약간 높음, 72% N₂ 및 Ar, 14% CO₂, 3-4% O₂)의 2.1 × 10⁶ Nm³/h의 가스 흐름이, 메인 섹션으로서의 CO₂ 흡수 섹션과 상단 섹션으로서의 통합된 세척수 섹션을 구비한 아민 흡수 유닛으로 전송된다.
- [0084] CO₂ 흡수 섹션에서, CO₂ 90%가 물 및 아민 화합물의 혼합물 또는 아민 화합물들의 혼합물을 포함하는 용액에 의하여 흡수된다.
- [0085] CO₂ 흡수 유닛에서 아민 수용액과 접촉한 결과, CO₂ 흡수 섹션으로부터 세척수 섹션에 도달하는 연도가스는 약 80 ppmV의 아민을 포함한다. 연도가스 내에 존재하는 산소와의 불필요한 부작용으로서, 작은 분량의 아민이 분해되어 암모니아 및 아세톤과 같은 소량의 휘발성 분해산물을 형성하며, 이 생성물은 또한 메인 CO₂ 흡수 섹션으로부터 나오는 가스 내에 작은 농도로 존재할 수도 있다. 예를 들어, 유럽 캐스터 파일럿(European Castor pilot)에서 100 ppmV 까지의 암모니아 농도가 아민 흡수유닛의 하류에서 처리된 가스에서 측정되었다.
- [0086] 세척수 섹션의 목적은 아민 화합물(들)의 함량을 2 ppmV 이하의 잔류 레벨로 감소시키고 분해산물들을 환경 허용치(예로서 암모니아에 대해 10 ppmV 이하)로 감소시키는 것이다. 세척수의 목적은 또한 재순환 목적을 위해 아민 화합물(들)을 재생하는 것이다.
- [0087] 아민 화합물들 및 분해산물들의 목표량에 도달하는데 필요한 세척수의 양은 320 m³/h 이었다.
- [0088] 아민 및 다른 미량 오염물들은 재생기의 오버헤드 응축 시스템으로부터 얻은 세척수에 흡수되어 제거되고, 세척

수는 냉각되어 세척수 섹션의 상단으로 공급된다. 세척수 섹션에서 소비된 세척수는 메인 CO₂ 흡수 섹션으로 유출되고 아민 화합물이 풍부한 용액과 결합되어 재생기로 전송되고, 이 재생기에서 아민이 재생된다.

[0089] 실례 4. CO₂ 농후 세척수에 의한 아민 화합물들의 제거

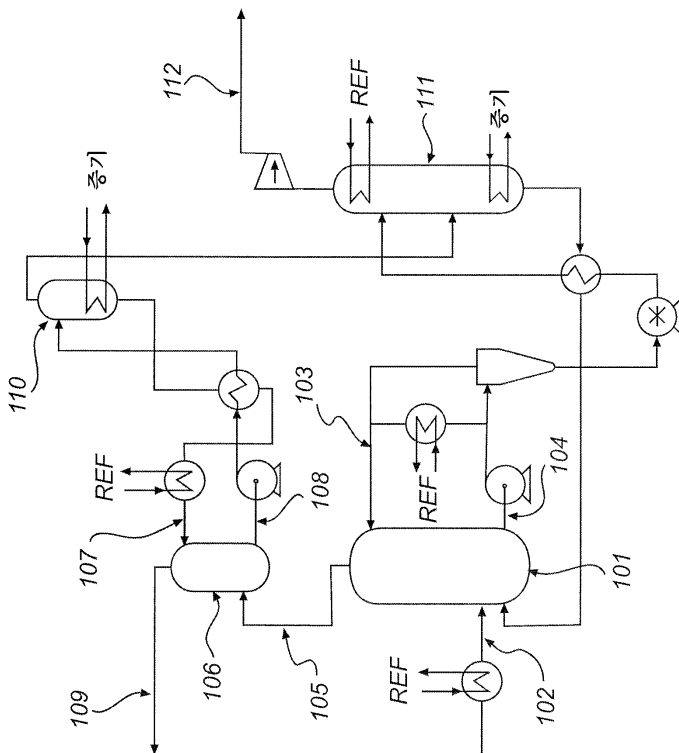
[0090] 실례 4는 실례 3과 같이 실행되었고, 차이점은 CO₂ 1 내지 2 tons/h가 CO₂ 압축기(도 4에 도시됨) 이후에 압축된 액체 생성물 CO₂(600 tons/h)로부터 얻어져서 재생기 오버헤드 시스템과 세척수 컬럼 사이의 세척수 라인으로 분사되었다는 점이다.

[0091] CO₂의 분사는, 잔류 아민 함량을 필요한 2 ppmV로 감소시키고 암모니아 함량을 10 ppmV 보다 작게 감소시키는데 필요한 세척수의 양이 320 m³/h(CO₂ 분사 없이 실례 3에서 필요로 한 양)에서 260 m³/h로 감소될 정도로 세척수의 흡수 효율을 향상시켰다.

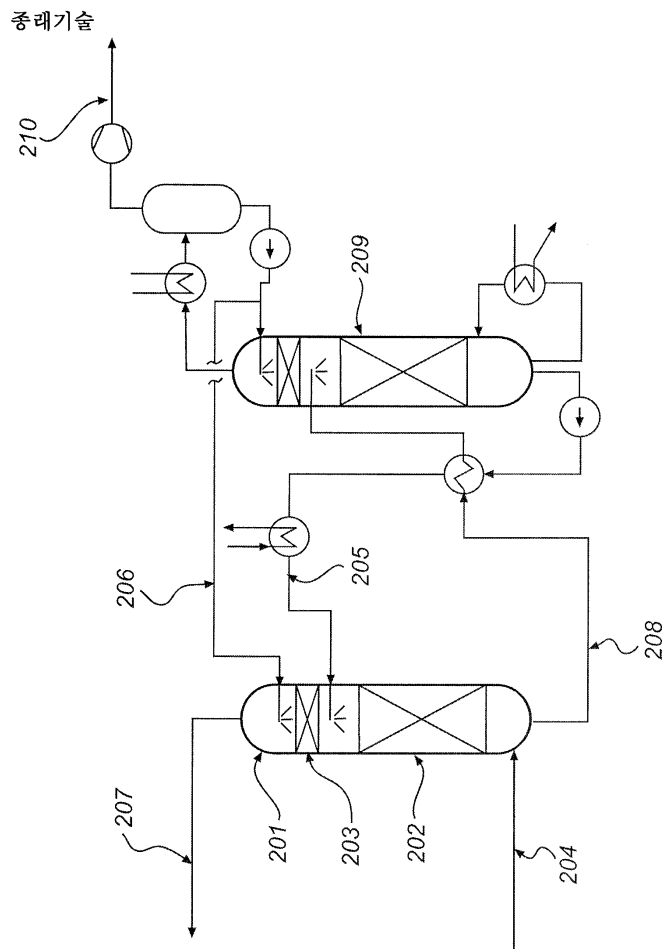
도면

도면1

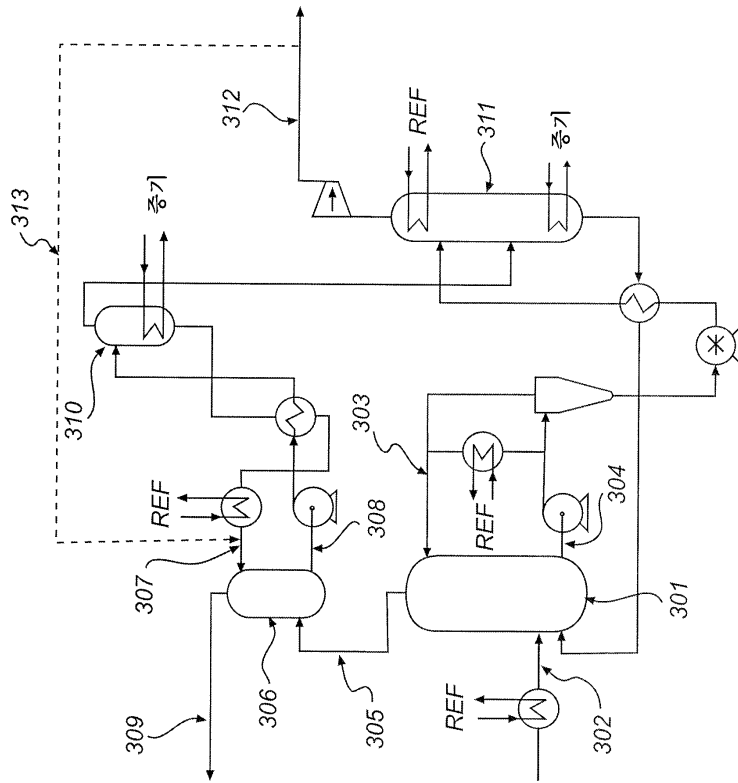
종래기술



도면2



도면3



도면4

