



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0098078  
(43) 공개일자 2014년08월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01D 53/14 (2006.01) B01D 53/18 (2006.01)  
B01J 19/32 (2006.01) B01D 53/62 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7013068
- (22) 출원일자(국제) 2012년10월11일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년05월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/070138
- (87) 국제공개번호 WO 2013/079248  
국제공개일자 2013년06월06일
- (30) 우선권주장  
11191171.5 2011년11월29일  
유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인  
술저 캄테크 악티엔게젤샤프트  
스위스 체하-8404 빈터투르 술저-엘리 48
- (72) 발명자  
두스 마르쿠스  
스위스 체하-8405 빈터투어 헬름weg 13 에이
- (74) 대리인  
유미특허법인

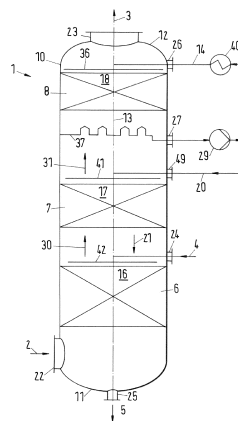
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 이산화탄소의 흡수를 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 특정 순서의 부분들을 갖는 흡수 장치 내에서 이산화탄소를 함유하는 흐름으로부터 에어로졸 형성의 위험을 감소시키는 상태로 이산화탄소 흡수를 수행하는 방법에 관한 것이고, 이 방법은 특정 단계를 포함한다. 본 발명의 다른 양태는 이산화탄소의 흡수를 위한 장치에서 이산화탄소 흡수부의 일부로서 구조화된 패키지의 용도에 관한 것으로, 이 용도는 이산화탄소 흡수부의 상부 영역 내에서 에어로졸 형성의 위험을 감소시키는 것이다. 본 발명의 또 다른 양태는 특정 순서의 부분들을 포함하는 흡수 장치의 용도로서, 이 용도는 용매 및 물의 과포화 및 에어로졸 형성의 위험을 방지하기 위한 것이다.

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

에어로졸 형성의 위험을 감소시키는 흡수 장치 내에서 이산화탄소를 함유하는 흐름으로부터 이산화탄소 흡수를 수행하는 방법으로서,

상기 흡수 장치는 상기 장치의 용기의 저부로부터 상부까지 아래에 기재된 순서로,

- 적어도 하나의 이산화탄소 흡수부,
- "관류(once through)" 세척부, 및
- 냉각부를 포함하고,

상기 이산화탄소 흡수부와 상기 세척부 사이에 액체 분리가 위치되어 있지 않고,

상기 방법은,

- (i) 용매를 이용하여 상기 이산화탄소를 흡수함으로써 용매 및 감소된 이산화탄소 함량을 포함하는 정제된 가스류(gas stream)를 형성하기 위해 이산화탄소 흡수부를 통해 이산화탄소를 함유하는 가스류를 통과시키는 단계,
  - (ii) 감소된 용매 함량을 갖는 정제된 그리고 세척된 가스류를 형성하기 위해 "관류" 세척부의 상측의 냉각부로부터의 물 응축액 및 선택적으로 보급수로 작동되는 "관류" 세척부를 통해 정제된 가스류를 통과시키는 단계,
  - (iii) 정제된 그리고 세척된 가스류를 냉각시키기 위해, 그리고 물 응축액을 형성하도록 물을 응결시키기 위해 냉각부 내에 정제된 그리고 세척된 가스류를 공급하는 단계,
  - (iv) 상기 냉각부로부터 상기 물 응축액을 흡인하는 단계,
  - (v) 상기 냉각부에 상기 흡인된 물 응축액의 일부를 재순환(펌핑 어라운드)시키는 단계,
  - (vi) 상기 세척부에 상기 흡인된 물 응축액의 나머지 부분을 공급하는 단계를 포함하고,
- 단계 (iv)에서 상기 냉각부로부터 흡인된 상기 물 응축액의 재순환된 부분의 전부 또는 일부만이 냉각되는, 이산화탄소 흡수 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡수부와 상기 세척부 사이에 액체 수집기가 위치되지 않는, 이산화탄소 흡수 방법.

**청구항 3**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 방법에 의해 생성되는 냉각된, 정제된, 그리고 세척된 가스류는 에어로졸 액적을 포함하고, 상기 에어로졸 액적은 사실상 용매를 함유하지 않고, 주로 물로 이루어지는, 이산화탄소 흡수 방법.

**청구항 4**

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡수부는 빈약한 증기축 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 선택적 물질이동 설비를 갖는, 이산화탄소 흡수 방법.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,

빈약한 증기축 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 상기 물질이동 설비는,

- (a) 상기 컬럼 축선으로부터 30 도 미만, 바람직하게는 25도 미만의 주름 각도를 갖는 주름가공된 시트로 이루

어지는 구조화된 패킹, 또는

(b) 제 1 주름을 갖는 제 1 층, 제 2 주름을 갖는 제 2 층, 상기 제 1 주름 및 상기 제 2 주름에 의해 형성되는 복수의 개방 채널을 갖는 구조화된 패킹(structured packing)으로서, 상기 채널은 제 1 주름 골(valley), 제 1 주름 마루(peak) 및 제 2 주름 마루를 포함하고, 상기 제 1 주름 마루 및 상기 제 2 주름 마루는 상기 제 1 주름 골과 경계를 이루고, 상기 제 1 및 제 2 주름 마루는 제 1 정점 및 제 2 정점을 갖고, 돌출부 또는 함몰부가 상기 제 1 정점의 방향으로 연장되고, 상기 돌출부가 제공된 경우에 주름 골의 골 저부로부터 상기 돌출부의 적어도 하나의 점의 정상(normal) 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 상기 제 1 정점의 정상 간격보다 크고, 상기 함몰부가 제공되는 경우에 상기 주름 골의 골 저부로부터 상기 함몰부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 상기 주름 마루의 상기 제 1 골 저부로부터 상기 제 1 정점의 정상 간격보다 작은, 구조화된 패킹으로부터 선택되는 구조화된 패킹인, 이산화탄소 흡수 방법.

**청구항 6**

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 용매는 아민 수용액, 아민산, 또는 이산화탄소와 반응하는 휘발성 화합물인, 이산화탄소 흡수 방법.

**청구항 7**

이산화탄소의 흡수를 위한 장치 내의 이산화탄소 흡수부의 일부로서의 구조화된 패킹의 용도로서, 상기 구조화된 패킹은,

(a) 상기 컬럼 축선으로부터 30 도 미만, 바람직하게는 25도 미만의 주름 각도를 갖는 주름가공된 시트로 이루어지는 구조화된 패킹, 또는

(b) 제 1 주름을 갖는 제 1 층, 제 2 주름을 갖는 제 2 층, 상기 제 1 주름 및 상기 제 2 주름에 의해 형성되는 복수의 개방 채널을 갖는 구조화된 패킹으로서, 상기 채널은 제 1 주름 골, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루를 포함하고, 상기 제 1 주름 마루 및 상기 제 2 주름 마루는 상기 제 1 주름 골과 경계를 이루고, 상기 제 1 및 제 2 주름 마루는 제 1 정점 및 제 2 정점을 갖고, 돌출부 또는 함몰부가 상기 제 1 정점의 방향으로 연장되고, 상기 돌출부가 제공된 경우에 주름 골의 골 저부로부터 상기 돌출부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 상기 제 1 정점의 정상 간격보다 크고, 상기 함몰부가 제공된 경우에 상기 주름 골의 골 저부로부터 상기 함몰부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 상기 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 상기 제 1 정점의 정상 간격보다 작은, 구조화된 패킹으로부터 선택되는 구조화된 패킹이고,

상기 용도는 상기 이산화탄소 흡수부의 상부 영역에서 상기 에어로졸 형성의 위험을 감소시키는 것인, 구조화된 패킹의 용도.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,

상기 용도는 또한 상기 이산화탄소 흡수부의 저부 영역에서 최대 이산화탄소 로딩(loading)을 증가시키는 것인, 구조화된 패킹의 용도.

**청구항 9**

흡수 장치의 용도로서, 상기 흡수 장치는 상기 장치의 용기의 저부로부터 상부까지 아래에 기재된 순서로,

- 적어도 하나의 이산화탄소 흡수부,
- 세척부
- 냉각부를 포함하고,

상기 이산화탄소 흡수부와 상기 세척부 사이에 액체 분리가 위치되지 않고, 상기 용도는 용매와 물의 과포화 및 에어로졸 형성의 위험을 방지하기 위한 것인, 흡수 장치의 용도.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 이산화탄소 흡수부는 빈약한 증기측 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 선택적 물질이동 설비를 갖는, 흡수 장치의 용도.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 빈약한 증기측 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 물질이동 설비는 구조화된 패키징이고, 상기 구조화된 패키징은,

(a) 상기 컬럼 축선으로부터 30 도 미만, 바람직하게는 25도 미만의 주름 각도를 갖는 주름가공된 시트로 이루어지는 구조화된 패키징, 또는

(b) 제 1 주름을 갖는 제 1 층, 제 2 주름을 갖는 제 2 층, 상기 제 1 주름 및 상기 제 2 주름에 의해 형성되는 복수의 개방 채널을 갖는 구조화된 패키징으로서, 상기 채널은 제 1 주름 골, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루를 포함하고, 상기 제 1 주름 마루 및 상기 제 2 주름 마루는 상기 제 1 주름 골과 경계를 이루고, 상기 제 1 및 제 2 주름 마루는 제 1 정점 및 제 2 정점을 갖고, 돌출부 또는 함몰부가 상기 제 1 정점의 방향으로 연장되고, 상기 돌출부가 제공된 경우에 주름 골의 골 저부로부터 상기 돌출부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 상기 제 1 정점의 정상 간격보다 크고, 상기 함몰부가 제공되는 경우에 상기 주름 골의 골 저부로부터 상기 함몰부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 상기 주름 마루의 상기 제 1 골 저부로부터 상기 제 1 정점의 정상 간격보다 작은, 구조화된 패키징으로부터 선택되는 구조화된 패키징인, 이산화탄소 흡수 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 이산화탄소의 흡수를 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명은 특히 CCS(Carbon Capture and Sequestration; 탄소 포착 및 격리)의 분야에 속하고, 더 구체적으로는 이산화탄소 방출의 감소를 위해 연도 가스(flue gas)를 포착하기 위해 흡수 기술이 사용되는 후연소 프로세스에 속한다.

**배경기술**

[0002] 이산화탄소의 흡수를 위한 종래의 장치는, 예를 들면, US20030045756에 개시되어 있다. 흡수 장치는 컬럼으로서, 이에 대해 흡수탑이라는 용어가 사용된다. 이 흡수탑은 이산화탄소의 흡수부 및 복합식 세척 및 냉각부를 포함한다. 흡수탑의 이산화탄소 흡수부 내에서, 공급되는 연소 배기 가스 또는 연도 가스는 이산화탄소를 위한 용매인 흡수 용액과 향류 접촉하게 된다. 이 용매는 아민, 아민산 또는 일반적으로 이산화탄소와 반응하고 관련된 증기압을 갖는 화합물의 수용액이다. 이산화탄소는 흡수 용액과 접촉하고, 이산화탄소와 반응 용매 사이에 화학 반응이 실행된다. 그 결과 흡수 용액은 반응 용매 화합물과 화학 반응된 이산화탄소를 함유하고, 따라서 흡수 용액은 배기 가스로부터 이산화탄소를 흡수한다. 화학 반응은 발열 반응이므로 흡수 용액의 온도는 흡수 프로세스 중에 상승된다.

[0003] 용매와 이산화탄소를 함유하는 연도 가스를 접촉시키면, 연도 가스는 용매의 분압에 따라 용매에 의해 포화된다. 연도 가스 내의 용매의 분압 및 이에 따라 포화 농도는 온도 상승에 의해 증대된다. 그러므로 흡수부로부터 배출되는 이산화탄소가 제거된 배기 가스는 비교적 고농도인 대기에 방출될 수 없는 용매 농도를 포함한다. 이러한 이유로, 복합식 세척 및 냉각부가 흡수탑에 제공된다. 복합식 세척 및 냉각부는 이산화탄소가 제거된 배기 가스로부터 증발되는 아민 화합물을 제거하고, 물을 응결시키기 위해 사용된다. US2003/0045756 A1에 개시된 해결책에 따르면, 세척수는 흡수탑 내의 액체 리저버로부터 냉각기로 펌핑되고, 액체 리저버 상층의 충전부의 상부로 피드백된다. 이와 같은 섹션 구성을 이 문헌에서는 펌프 어라운드(pump around)라고 한다. 탑의 직경에 걸쳐 균일하게 물을 분배하기 위한 수단이 제공된다. 세척수 내로 이산화탄소가 제거된 배기 가스로부터 아민 화합물을 제거하기 위해 이산화탄소가 제거된 배기 가스를 함유하는 증발된 아민 화합물과 접촉하기 위한 추가의 수단이 제공된다. 문헌 US2003/0045756 A1은, 단일의 복합식 세척 및 냉각부는 이산화탄소가 제거된 가스류로부터 완전히 아민 화합물을 제거하기에 충분하지 않다는 것을 설명한다. 이 문헌에서 제안된 해결책은 흡수탑 내의 복수의 스테이지 내의 복수의 복합식 세척 및 냉각부를 예측하는 것이다.

[0004] 이산화탄소가 제거된 배기 가스 내의 용매 함량을 감소시키기 위한 추가의 방법은 W02011/087972에 개시되어 있

다. 이 문헌에 개시된 방법에 따르면, 세척부인 방출 제어부 내의 연도 가스와 향류 접촉되는 실질적으로 용매가 없는 수류 및 흡수 장치의 가스 냉각부로 재순환되는 냉각된 세척수의 양을 제어하는 제어 수단이 제공된다. 그 결과 냉각된 이산화탄소가 제거된 가스류와 함께 흡수 장치로부터 배출되는 용매의 양은 최소화된다. 따라서, WO2011/087972에 따른 방법을 수행하기 위한 컬럼은 흡수부, 흡수부의 상측에 배치되는 세척부, 및 흡수부의 상측에 배치되는 냉각부를 포함한다.

[0005] 그러나, 용매에 의한 이산화탄소의 흡수와 관련되는 추가의 문제가 존재하고, 이 문제는 흡수부 내에서 발생하는 흡수 반응 고유의 것이다. 아민 화합물에 의한 이산화 탄소의 흡수 반응은 발열반응이므로, 이산화 탄소를 함유하는 가스가 흡수부를 통과할 때 가스의 온도는 상승한다. 흡수부의 상단부에서 가스는 냉각된 린(lean) 용매와 접촉되므로 가스 온도는 급격히 떨어진다. 도 2는 흡수부의 전형적인 온도 프로파일을 도시한다. 흡수부의 상단부에서 연도 가스의 급속한 냉각에 기인되어, 연도 가스는 용매와 물에 의해 과포화되고, 에어로졸 형성의 위험성이 잠재한다. 흡수부 내에 제공되는 충전의 특성인 상이한 열 및 물질 플럭스 속도로 인해 과포화는 피할 수 없고, 이것은 후술된다.

[0006] 흡수부의 상부에서, 따라서 충전 요소의 상단부에서, 온도 차이에 기인되는 높은 현열 플럭스로 인해 온도 변화는 급속하다. 특히 용매의 물질 플럭스는 연도 가스 온도가 급속히 떨어질 때 분압에 따라 평형 포화 미만에 유지되기 위해 충분한 정도로 빠르지 않다. 용매 및 물의 농도는 포화 농도보다 높아지고, 이것을 과포화 상태라고 한다.

[0007] 흡수부의 충전 요소의 상단부에서 이산화탄소가 제거된 가스의 온도 하강이 크면 클수록 과포화의 정도가 더 높아진다. 과포화의 정도가 증가하면 에어로졸 형성의 가능성이 증가한다. 에어로졸은 기체상 내에 존재하는 과포화된 성분이 액적을 형성할 때, 즉 기체상의 벌크 내에서 응결될 때 형성된다. 액적의 형성은 핵생성에 의해 유발된다. 가스류 내에 고체 입자가 존재하는 경우, 핵생성의 확률은 가스류 내에서의 이와 같은 고체 입자의 농도 증가와 함께 증가한다. 연도 가스류는 핵생성 스타터(starter)로서 작용할 수 있는, 그리고 이산화탄소 흡수 장치의 상류에 배치되는 연도 가스 탈황 유닛으로부터의 연도 가스류와 함께 운반되는 비산 회분, 및 가능하게는 아황산염이나 황산염 입자를 항상 포함한다.

[0008] 에어로졸 액적은 5 μm 미만, 대부분은 2 μm 미만의 범위에 있다. 이와 같은 작은 크기의 액적은 종래의 액적 분리기에 의해 포획될 수 없으므로 종래의 액적 분리 설비에 의해 에어로졸의 여과는 불가능하고, 그 결과 흡수 장치의 상부로부터 배출되는 정제된 가스류 내에 원하지 않는 양의 에어로졸이 잔류한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 그러므로, 본 발명의 목적은 이산화탄소를 함유하는 가스류로부터 이산화탄소의 흡수를 위한 상기 개선된 흡수 방법을 수행하기 위한 개선된 흡수 방법 및 개선된 흡수 장치를 제안하는 것이다. 특히, 본 발명의 목적은 에어로졸의 형성의 위험을 감소시키는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 이하의 본 발명의 설명에서, 다음의 정의가 도움이 될 것으로 생각된다:

[0011] 흡수부: 흡수부의 목적은 연도 가스로부터 이산화탄소를 제거하는 것이다. 이산화탄소는 이산화탄소와 반응하는 용매를 사용하여 연도 가스로부터 흡수된다.

[0012] 세척부: 세척부의 목적은 용매를 흡수하는 것이다. 연도 가스의 냉각은 세척부의 역할이 아니다. 용매는 실질적으로 용매 없는 물을 이용하여 낮은 이산화탄소를 함유하는 연도 가스로부터 제거된다. 물은 세척부의 저부로부터 상부로 재순환되지 않고, 세척부는 "관류(once through)" 모드로 작동된다. 연도 가스로부터의 용매를 흡수하기 위해 세척부에서 사용되는 물은 냉각부로부터 분기되는 응축액 + 선택적으로 보급수(가능한 경우)이다.

[0013] 가스 냉각부: 가스 냉각부의 목적은 물을 응결시키는 것이다. 가스 냉각부는 특별히 용매를 흡수하도록 설계되지 않는다. 가스 냉각부는 미량의 용매를 함유할 수 있는 냉각 유체로서의 냉각된 물로 작동되고, 이를 통해 물을 응결시키므로 물 공급의 요구량을 최소화한다. 가스 냉각부는 "펌프-어라운드"로서 작동된다. 즉

[0014] 냉각 유체는 가스 냉각부의 하측의 수집기 내에 수집되고, 요구되는 온도까지 유체를 냉각시키기 위해 열교환기

로 흡인 및 재순환된다. 다음에 일정한 냉각 유체 속도가 가스 냉각부의 상부에 공급된다. 흡인된 냉각 유체의 일부는 분기되어 세척부에서 사용된다. 분기된 냉각 유체의 양은 냉각부에 형성되는 응축액의 양과 동일하다.

- [0015] 복합식 세척 및 냉각부: 복합식 세척 및 냉각부의 목적은 물을 응결시키고 용매를 제거하는 것이다. 이 복합식 세척 및 냉각부는 주로 물과 용매를 포함하는 냉각 유체로 작동된다. 가능한 경우, 보급수가 이 복합식 세척 및 냉각부가 공급될 수 있다. 연도 가스는 냉각되고, 물은 응결됨으로써 요구되는 물 보급을 최소화한다. 용매의 상단 부분도 흡수되므로 응결된 물은 용매를 포함한다. 복합식 세척 및 냉각부는 "펌프-어라운드"로서 작동된다. 즉, 냉각 유체는 복합식 세척 및 냉각부의 하측의 수집기 내에 수집되고, 요구되는 온도까지 유체를 냉각시키기 위해 열교환기로 흡인 및 재순환된다. 다음에 일정한 냉각 유체 속도가 복합식 세척 및 냉각부의 상부에 재순환된다. 흡인된 냉각 유체의 일부는 분기되고, 이산화탄소 흡수부, 제 2 복합식 세척 및 냉각부, 또는 세척부로 공급될 수 있다. 분기된 냉각 유체의 양은 냉각부에 형성되는 응축액의 양과 동일하다.
- [0016] 발명의 요약
- [0017] 본 발명은 이산화탄소 흡수부(들)을 위한 선택적 물질이동 설비를 사용하여 에어로졸 형성의 위험을 감소시킨 상태로 이산화탄소 흡수를 수행하기 위한, 그리고 특수 흡수기 구성을 사용하는 장치 및 방법에 관한 것이다.
- [0018] 본 발명의 하나의 양태는 에어로졸 형성의 위험이 감소된 상태로 흡수 장치 내의 이산화탄소를 함유하는 흐름으로부터 이산화탄소 흡수를 수행하는 방법에 관한 것으로, 흡수 장치는 장치의 용기의 저부로부터 상부까지 아래에 기재된 순서로,
  - [0019] - 적어도 하나의 이산화탄소 흡수부,
  - [0020] - "관류" 세척부,
  - [0021] - 냉각부를 포함하고,
  - [0022] 이산화탄소 흡수부와 세척부 사이에 액체 분리가 위치되어 있지 않고,
  - [0023] 이 방법은,
    - [0024] (i) 용매를 이용하여 상기 이산화탄소를 흡수함으로써 용매 및 감소된 이산화탄소 함량을 포함하는 정제된 가스류를 형성하기 위해 이산화탄소 흡수부를 통해 이산화탄소를 함유하는 가스류를 통과시키는 단계,
    - [0025] (ii) 감소된 용매 함량을 갖는 정제된 그리고 세척된 가스류를 형성하기 위해 "관류" 세척부의 상측의 냉각부로부터의 물 응축액 및 선택적으로 보급수로 작동되는 "관류" 세척부를 통해 정제된 가스류를 통과시키는 단계,
    - [0026] (iii) 정제된 그리고 세척된 가스류를 냉각시키기 위해, 그리고 물 응축액을 형성하도록 물을 응결시키기 위해 냉각부 내에 정제된 그리고 세척된 가스류를 공급하는 단계,
    - [0027] (iv) 냉각부로부터 물 응축액을 흡인하는 단계,
    - [0028] (v) 냉각부에 상기 흡인된 물 응축액의 일부를 재순환(펌핑 어라운드)시키는 단계,
    - [0029] (vi) 세척부에 흡인된 물 응축액의 나머지 부분을 공급하는 단계를 포함하고,
    - [0030] 단계 (iv)에서 냉각부로부터 흡인된 물 응축액의 재순환된 부분의 전부 또는 일부만이 냉각된다.
- [0031] 본 발명의 방법의 바람직한 실시형태에서, 이산화탄소 흡수부와 세척부 사이에 액체 수집기가 위치되지 않는다. 본 방법의 다른 바람직한 실시형태에서, 본 방법에 의해 생성되는 냉각된, 정제된, 그리고 세척된 가스류는 에어로졸 액적을 포함하고, 상기 에어로졸 액적은 사실상 용매를 함유하지 않고, 주로 물로 이루어진다.
- [0032] 본 방법의 또 다른 바람직한 실시형태에서, 이산화탄소 흡수부는 빈약한 증기측 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 선택적 물질이동 설비를 갖는다. 특히 바람직한 실시형태에서, 빈약한 증기측 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 물질이동 설비는,
  - [0033] (a) 컬럼 축선으로부터 30 도 미만, 바람직하게는 25도 미만의 주름 각도를 갖는 주름가공된 시트로 이루어지는 구조화된 패키징, 또는
  - [0034] (b) 제 1 주름을 갖는 제 1 층, 제 2 주름을 갖는 제 2 층, 제 1 주름 및 제 2 주름에 의해 형성되는 복수의 개



방 채널을 갖는 구조화된 패키징으로서, 이 채널은 제 1 주름 골, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루를 포함하고, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루는 제 1 주름 골과 경계를 이루고, 제 1 및 제 2 주름 마루는 제 1 정점 및 제 2 정점을 갖고, 돌출부 또는 함몰부가 제 1 정점의 방향으로 연장되고, 돌출부가 제공된 경우 주름 골의 골 저부로부터 돌출부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점의 정상 간격보다 크고, 함몰부가 제공되는 경우 주름 골의 골 저부로부터 함몰부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점의 정상 간격보다 작은, 구조화된 패키징으로부터 선택되는 구조화된 패키징이다.

- [0035] 본 방법의 또 다른 바람직한 실시형태에서, 용매는 아민 수용액, 아민산, 또는 이산화탄소와 반응하는 휘발성 화합물이다.
- [0036] 본 발명의 다른 양태는 이산화탄소의 흡수를 위한 장치에서 이산화탄소 흡수부의 일부로서의 구조화된 패키징의 용도로서,
- [0037] 여기서 구조화된 패키징은,
- [0038] (a) 킬럼 축선으로부터 30 도 미만, 바람직하게는 25도 미만의 주름 각도를 갖는 주름가공된 시트로 이루어지는 구조화된 패키징, 또는
- [0039] (b) 제 1 주름을 갖는 제 1 층, 제 2 주름을 갖는 제 2 층, 제 1 주름 및 제 2 주름에 의해 형성되는 복수의 개방 채널을 갖는 구조화된 패키징으로서, 채널은 제 1 주름 골, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루를 포함하고, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루는 제 1 주름 골과 경계를 이루고, 제 1 및 제 2 주름 마루는 제 1 정점 및 제 2 정점을 갖고, 돌출부 또는 함몰부가 제 1 정점의 방향으로 연장되고, 돌출부가 제공된 경우 주름 골의 골 저부로부터 돌출부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점의 정상 간격보다 크고, 함몰부가 제공되는 경우 주름 골의 골 저부로부터 함몰부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점의 정상 간격보다 작은, 구조화된 패키징으로부터 선택되는 구조화된 패키징이고,
- [0040] 본 용도는 이산화탄소 흡수부의 상부 영역에서 에어로졸 형성의 위험을 감소시키는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 구조화된 패키징의 용도의 바람직한 실시형태에서, 본 용도는 또한 이산화탄소 흡수부의 저부 영역에서 최대 이산화탄소 로딩(loading)을 증가시키는 것이다.
- [0042] 본 발명의 또 다른 양태는 흡수 장치의 용도로서, 이 흡수 장치는 이 장치의 용기의 저부로부터 상부까지 아래에 기재된 순서로,
- [0043] - 적어도 하나의 이산화탄소 흡수부,
- [0044] - 세척부
- [0045] - 냉각부를 포함하고,
- [0046] 이산화탄소 흡수부와 세척부 사이에 액체 분리가 위치되지 않고, 본 용도는 용매와 물의 과포화 및 에어로졸 형성의 위험을 방지하기 위한 것임을 특징으로 한다.
- [0047] 본 흡수 장치의 용도의 바람직한 실시형태에서, 이산화탄소 흡수부는 빈약한 증기측 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 선택적 물질이동 설비를 갖는다. 특히 바람직한 실시형태에서, 빈약한 증기측 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 물질이동 설비는 구조화된 패키징이고, 이 구조화된 패키징은,
- [0048] (a) 킬럼 축선으로부터 30 도 미만, 바람직하게는 25도 미만의 주름 각도를 갖는 주름가공된 시트로 이루어지는 구조화된 패키징, 또는
- [0049] (b) 제 1 주름을 갖는 제 1 층, 제 2 주름을 갖는 제 2 층, 제 1 주름 및 제 2 주름에 의해 형성되는 복수의 개방 채널을 갖는 구조화된 패키징으로서, 이 채널은 제 1 주름 골, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루를 포함하고, 제 1 주름 마루 및 제 2 주름 마루는 제 1 주름 골과 경계를 이루고, 제 1 및 제 2 주름 마루는 제 1 정점 및 제 2 정점을 갖고, 돌출부 또는 함몰부가 제 1 정점의 방향으로 연장되고, 돌출부가 제공된 경우 주름 골의 골 저부로부터 돌출부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점의 정상 간격보다 크고, 함몰부가 제공되는 경우 주름 골의 골 저부로부터 함몰부의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점의 정상 간격보다 작은, 구조화된 패키징으로부터 선택되는 구조화된 패키징이다.

- [0050] 발명의 상세한 설명
- [0051] 이산화탄소를 함유하는 가스류로부터 이산화탄소를 흡수하기 위한 흡수 장치는 용기의 저단부와 용기의 상단부 사이에 배치되는 충전 요소를 수용하는 흡수부를 포함하는 용기를 포함하고, 이 용기는 용기의 저단부로부터 용기의 상단부까지 연장하는 주축선, 용기의 저단부에서 이산화탄소를 함유하는 가스류를 공급하기 위한 유입구, 상단부에서 정제된 가스류를 배출하기 위한 유출구, 충전 요소의 상측에서 린 용매를 추가하기 위한 용매 유입구 및 충전 요소의 하측의 위치에서 용기로부터 리치(rich) 용매를 배출하기 위한 용매 유입구를 갖는다. 시트로 구성되는 복수의 층을 구비하는 충전 요소가 배치되고, 여기서 시트 중 적어도 일부는 주름을 갖고, 이 주름은 꼭대기(crest)를 형성하는 주름 마루 및 골짜기(trough)를 형성하는 주름 골을 갖고, 주름의 각각의 꼭대기 및 골짜기는 패키징 시트의 높이의 적어도 일부에 걸쳐 30 도 미만인 흡수 장치의 주축선에 대한 각도를 포함한다.
- [0052] 바람직하게, 흡수 장치의 주축선에 대한 주름의 각도는 패키징 시트의 높이의 적어도 일부에 걸쳐 25 도 이하, 특히 바람직하게는 20 도 이하이다. 높이의 일부는 바람직하게 패키징 시트의 높이의 적어도 5 %, 더 바람직하게는 패키징 시트의 적어도 10 %, 가장 바람직하게는 패키징 시트의 적어도 15 %이다. 이 부분은 패키징 시트의 상단부의 인접부의 현저한 온도 차이로 인해 시트의 상단부에 또는 상단부의 인접부에 배치된다.
- [0053] 복수의 층은 적어도 제 1 층 및 제 2 층을 포함할 수 있고, 여기서 제 1 층은 제 1 주름을 갖는 제 1 시트이고, 제 1 주름은 주축선에 대해 0도를 초과하는 주름의 각도를 포함하고, 제 2 층은 제 1 층에 대해 횡방향으로 배치된다.
- [0054] 실시형태에 따르면, 흡수 장치는 제 1 섹션 및 제 2 섹션을 포함하는 충전 요소를 갖고, 제 1 섹션은 제 2 섹션의 직하에 배치되고, 제 1 및 제 2 섹션의 각각은 복수의 층을 포함하고, 제 1 섹션은 주름의 제 1 각도를 갖는 복수의 제 1 섹션 층을 포함하고, 제 2 섹션은 주름의 제 2 각도 및 주름의 제 2 각도와 다른 주름의 제 1 각도를 갖는 복수의 제 2 섹션 층을 포함한다. 유리하게, 이 경우 주름의 제 1 각도는 주름의 제 2 각도보다 크다.
- [0055] 유리하게, 복수의 층은 적어도 제 1 층 및 제 2 층을 포함하고, 반면에 제 1 층은 제 1 주름을 갖는 제 1 시트이고, 제 1 주름은 주축선에 대해 0 도의 주름 각도를 포함하고, 여기서 제 2 층은 주축선에 대해 0 도의 각도를 포함하고 및/또는 제 1 또는 제 2 층 중 적어도 하나는 복수의 돌출부를 포함한다.
- [0056] 흡수 장치의 임의의 실시형태에 따라 사용되는 용매는 수성 용매이거나 휘발성 화합물을 함유하는 용매 중 적어도 하나이다.
- [0057] 하나의 실시형태에 따른 흡수 장치는 상단부와 흡수부 사이의 용기 내에 배치되는 세척부를 포함한다.
- [0058] 이 경우, 흡수부의 상부의 세척부는 충전 요소를 포함하고, 물/액체 유입구는 충전 요소의 상부에 배치되고, 분배 요소는 유입구와 패키징 요소 사이에 배치된다. 더욱이 냉각부는 세척부와 상단부 사이에 배치될 수 있다.
- [0059] 하나의 실시형태에 따르면, 이산화탄소를 함유하는 가스류로부터 이산화탄소를 흡수하기 위한 흡수 장치는 용기의 저단부와 용기의 상단부 사이에 배치되는 충전 요소를 수용하는 흡수부를 포함하는 용기를 포함하고, 이 용기는 용기의 저단부로부터 용기의 상단부까지 연장하는 주축선, 용기의 저단부에서 이산화탄소를 함유하는 가스류를 공급하기 위한 유입구, 상단부에서 정제된 가스류를 배출하기 위한 유출구, 충전 요소의 상측에서 린 용매를 추가하기 위한 용매 유입구 및 충전 요소의 하측의 위치에서 용기로부터 리치 용매를 배출하기 위한 용매 유입구를 갖는다. 시트로 구성되는 복수의 층을 구비하는 충전 요소가 배치되고, 여기서 시트 중 적어도 일부는 주름을 갖고, 이 주름은 꼭대기를 형성하는 주름 마루 및 골짜기를 형성하는 주름 골을 갖고, 주름의 각각의 꼭대기 및 골짜기는 패키징 시트의 높이의 적어도 일부 및 함몰부 또는 돌출부 중 적어도 하나를 갖는 패키징 층의 적어도 각각의 제 2 일부에 걸쳐 50 도 이하인 흡수 장치의 주축선에 대한 각도를 포함한다. 유리한 변형례에 따르면, 주름의 각도는 일정하다. 바람직하게, 흡수 장치의 주축선에 대한 주름의 각도는 패키징 시트의 높이의 적어도 일부에 걸쳐 30 도 이하, 특히 바람직하게는 25 도 이하이다. 높이의 일부는 바람직하게 패키징 시트의 높이의 적어도 5 %, 더 바람직하게는 패키징 시트의 적어도 10 %, 가장 바람직하게는 패키징 시트의 적어도 15 %이다. 이 부분은 패키징 시트의 상단부의 인접부의 현저한 온도 차이로 인해 시트의 상단부에 또는 상단부의 인접부에 배치된다.
- [0060] 더욱이 본 발명은 흡수 장치 내의 이산화탄소를 함유하는 가스류로부터 이산화탄소의 흡수를 위한 방법에 관련되는 것으로, 상기 흡수 장치는 용기의 저단부와 용기의 상단부 사이에 배치되는 충전 요소를 수용하는 흡수부를 포함하는 용기를 포함하고, 이 용기는 용기의 저단부로부터 용기의 상단부까지 연장되는 주축선, 용기의 저



단부에서 이산화탄소를 함유하는 가스류를 공급하기 위한 유입구, 상단부에서 정제된 가스류를 배출하기 위한 유출구, 충전 요소의 상측에 린 용매를 추가하기 위한 용매 유입구, 충전 요소의 하측의 위치에서 용기로부터 리치 용매를 배출하기 위한 용매 유출구를 갖고, 저단부에서 유입구에 이산화탄소를 함유하는 가스류를 공급하는 단계, 충전 요소의 상부에 린 용매를 공급하는 단계, 충전 요소 상에 린 용매를 분배하는 단계, 흡수부 내에서 이산화탄소를 함유하는 가스류로부터 이산화탄소를 용매 내로 흡수하는 단계, 흡수부로부터 낮은 이산화탄소 함량의 가스류를 배출하는 단계를 포함하고, 여기서 충전 요소는 복수의 층으로 배치되고, 이 복수의 층은 시트로 구성되고, 여기서 시트 중 적어도 일부는 주름을 갖고, 주름은 꼭대기를 형성하는 주름 마루 및 골짜기를 형성하는 주름 골을 갖고, 주름의 각각의 꼭대기 또는 골짜기는 패키지의 높이의 적어도 일부에 걸쳐 30 도 미만인 흡수 장치의 주축선에 대한 각도를 포함하거나, 충전 요소로 진입하는 이산화탄소를 함유하는 가스류의 벌크 가스 속도 또는 충전 요소로부터 배출되는 낮은 이산화탄소 함량의 가스류에 비해 낮은 침입 가스 속도를 허용하는 흡수 장치의 주축선에 대한 각도를 포함한다. 높이의 일부는 바람직하게는 패키지의 높이의 적어도 5 %, 더 바람직하게는 패키지의 적어도 10 %, 가장 바람직하게는 패키지의 적어도 15 %이다. 이 부분은 패키지의 상단부의 인접부의 현저한 온도 차이로 인해 시트의 상단부에 또는 상단부의 인접부에 배치된다.

- [0061] 흡수 장치의 유리한 구성에 따르면, 낮은 이산화탄소 함량의 가스류는 세척부 내의 낮은 이산화탄소 함량의 가스류에 혼합된 용매로부터 정화되고, 세척부는 충전 요소를 포함하고, 세척 액체, 특히 물은 충전 요소의 상부의 용기 내로 공급되고, 세척 액체는 충전 요소 상에 분배되고, 세척 액체는 낮은 이산화탄소 함량의 가스류에 대해 향류로 진행되고, 낮은 이산화탄소 함량의 가스류 내에 포함되는 용매는 충전 요소를 통한 통과 중에 세척 액체 내에 흡수되고, 정제된 그리고 세척된 가스는 세척부로부터 배출된다.
- [0062] 세척부에 이어 냉각부가 위치될 수 있고, 냉각부는 세척부의 상측에 배치되고, 정제된 그리고 세척된 가스의 냉각은 이 정제된 그리고 세척된 가스가 흡수 장치로부터 배출되기 전에 냉각되도록 충전 요소 및 정제된 그리고 세척된 가스에 대해 향류로 유동하는 냉각 유체 상에 이 정제된 그리고 세척된 가스를 지향시킴으로써 수행된다.
- [0063] 유리하게 냉각 유체는 폐쇄된 사이클 내에서 실질적으로 안내되고, 응결되는 액체의 일부는 분기되어 세척부 내에 공급된다. 세척부 내에 공급되는 냉각 유체는 세척 액체를 형성하고, 이 세척 액체는 흡수부로 재순환되는 세척부 내에서 용매로 포화된다.
- [0064] 따라서, 이산화탄소 흡수부(들) 내에서 사용되는 물질이동 설비는 압력 강하를 감소시키기 위해, 그리고 과포화도를 감소시키기 위해 이산화탄소 흡수를 최적화하도록 선택되고, 이것은 빈약한 증기층 열전달 및 물질이동을 특징으로 하는 물질이동 설비에 의해 달성되고, 이것을 '선택적' 패키징이라 부르기도 한다. 빈약한 증기층 열전달 및 물질이동 특성을 갖지만 여전히 우수한 액체층 물질이동 특성을 갖는 물질이동 설비는 (a) 이산화탄소 흡수부의 상부에서 에어로졸 형성의 위험의 감소 및 (b) 이산화탄소 흡수부의 저부에서 최대 이산화탄소 로딩의 증가의 2 가지 이익을 보인다.
- [0065] 도 6은 종래의 충전 요소에 대해 그리고 도 7은 본 발명에 따른 선택적 충전 요소에 대해, 개략도로 가스와 액체 사이의 물질이동 및 엔탈피 전달을 도시한다. 일반적으로, 물질이동 또는 엔탈피 전달은 기체상으로부터 액체상으로, 또는 그 역방향으로 열 또는 성분이 이동하는 것을 의미하고, 따라서 이것은 유속 또는 열 플럭스의 원인이 될 수 있다. 이러한 이동의 과정에서, 열 또는 성분은 상(phase)의 벌크(bulk)로부터 기체상과 액체상 사이의 경계를 횡단하는 저항에 직면한다.
- [0066] 엔탈피 전달 및 물질이동에 기인되는 플럭스 및 저항은 도 6 및 도 7에 도시되어 있고, 이것에 의해 도 6에 따른 종래의 충전 요소 및 도 7에 따른 선택적 패키징을 위한 각각의 양을 비교할 수 있다. 이에 따라 각각의 플럭스의 크기는 각각의 화살표의 길이에 대략 비례한다. 도 6 및 도 7의 대응하는 플럭스는 동일한 참조번호를 가진다. 따라서 도 6 및 도 7은 현열전달에 기인되는 열 플럭스(81), 잠열전달에 기인되는 열 플럭스, 따라서 용매의 물질이동(82), 물의 잠열전달에 기인되는 열 플럭스(83), 이산화탄소의 잠열전달에 기인되는 열 플럭스(84), 용매의 물질이동 플럭스(82), 물의 물질이동 플럭스(86), 및 이산화탄소의 물질이동 플럭스를 도시한다. 더욱이 도 6 및 도 7은 현열전달(91, 92), 용매의 잠열전달(93, 94), 물의 잠열전달(95, 96), 이산화탄소의 잠열전달(97, 98), 용매의 물질이동(99, 100), 물의 물질이동(101, 102), 이산화탄소의 물질이동(103, 104)에 관하여 액체층 유동(80)에 의해 나타나는 액체층 상의 저항 및 가스층 유동(90)에 의해 나타나는 가스층 상의 저항을 도시한다.
- [0067] 도 7은 종래 기술에 비교되었을 때 이산화탄소의 플럭스를 제외한 모든 플럭스가 감소된 것을 보여준다. 이산화탄소의 플럭스는 이것이 제어되는 액체층에 있으므로 도 6 및 도 7에서 동일해야 한다. 선택적 패키징에 대한

엔탈피 전달 및 물질이동에 대한 기체상에서의 저항은 증가한다. 각각의 가스측 저항이 종래의 패키징의 경우보다 높으므로, 이것은 액체상 내로 수송되는 물 및 용매의 양이 감소되는 결과를 갖고, 따라서 용매 및 물의 잠열전달 뿐만 아니라 용매 및 물의 물질이동이 '선택적 패키징'의 기체상에서 더 낮아진다. 다시 말하면, 액체상을 향하는 플럭스를 제한하는 것은 가스측 저항(94, 96, 100, 102)이다. 이산화탄소에 대해서만 액체상에서의 저항이 기체상에서의 것보다 높으므로, 종래의 충전 요소와 본 발명에 따른 충전 요소 사이에 이산화탄소의 물질이동 및 에너지 전달은 차이가 없다.

[0068] 따라서 선택적 패키징을 사용하는 것은 일차적 목적을 위해, 즉 이산화탄소 흡수를 위해 어떤 불리점도 발생시키지 않는다. 그러나, 잠열전달 및 물질이동이 증가하면 용매 및 물 플럭스는 감소되는 결과를 얻는다. 이것은 상부에서 배출되는 기체상의 온도가 더 높다는 것을 의미한다.

[0069] 현열전달에 대한 저항이 증가하면 도 2에 따른 온도 프로파일이 더 높은 온도로 이동되고, 이것은 과포화를 방지하기 위한 목적을 위해 유익하다.

[0070] 이산화탄소 흡수부로부터 배출되는 정제된 가스류는 선택적 패키징을 사용할 때 감소된 증기측 열전달 및 물질이동에 기인되어 더 높은 엔탈피를 갖는다. 전술한 엔탈피는 본 실시예에서 정제된 가스류 내에 포함된 비에너지(specific energy)이다. 배출되는 연도 가스류의 엔탈피는 통상적으로 현열이라고 부르는 상승되는 온도에 기인되어 이산화탄소 흡수에서 사용되는 종래의 열전달 및 물질이동 설비로부터 배출되는 가스류에 비해 더 높다. 배출되는 정제된 가스의 온도가 더 높을 뿐 아니라 정제된 가스류 내의 물 및 용매 함량이 증가하므로 엔탈피는 더욱 증가한다. 농도 변화에 기인되는 엔탈피 변화, 따라서 물질이동을 통상적으로 잠열 변화라고 부른다. 현열이라고도 하는 온도의 상승 및 물 농도, 따라서 잠열의 증가로 인해 이산화탄소 흡수부의 상부로부터 배출되는 가스류의 가스 엔탈피는 상당히 더 높아진다. 이산화탄소 흡수부로부터 배출되는 더 높은 연도 가스 온도에 기인되어, 과포화도는 감소되고, 따라서 에어로졸 형성의 위험이 감소된다.

[0071] 배출되는 정제된 가스류 내의 엔탈피가 증가하므로, 이산화탄소 흡수부의 극저부에서 배출되는 액체는 더 낮은 엔탈피를 갖고, 그러므로 얻어지는 액체 온도는 엔탈피 밸런스에 따라 더 낮다.

[0072] 저부의 낮은 액체 온도는 이것이 CCS 흡수기의 전형적인 특징이므로 유익하고, 이들 유닛은 '리치 엔드 핀치트(rich end pinched)' 작동되도록 설계된다. 이것은 용매에 가능한 다량의 이산화탄소가 혼입되어 열역학적 평형에 도달되는 것을 의미한다. 이산화탄소 흡수부의 극저부의 근처에서 거의 열역학적 평형이 도달된다. 온도가 하강되면, 열역학적 평형은 더 높은 이산화탄소 로딩으로 이동되고, 따라서 소정의 용매 유속에서의 가능한 이산화탄소 흡수량은 증가한다.

[0073] 빈약한 가스측 물질이동이 이산화탄소 흡수부로부터 배출되는 가스의 온도를 상승시키는 이유는 엔탈피 전달의 플럭스라고도 부르는 속도(rate), 따라서 온도 변화에 대응하는 현열 및 농도 변화에 대응하는 잠열의 합은 주로 증기측 제어되고, 반면 이산화탄소 흡수의 속도는 액체측 제어되기 때문이다. 그러므로, 액체측 물질이동 속도를 유지하고, 증기측 열전달 및 물질이동 속도를 감소시키면 설명된 거동이 유발된다: 이산화탄소 흡수부 내의 에어로졸 형성의 위험이 감소된다.

[0074] 전술한 바와 같이, 이것은 '리치 엔드 핀치트'로 설계되는 후연소 이산화탄소 흡수기의 전형적인 특징이다. 이와 같은 설계에 기인되어, 그리고 가스 유입구의 조건에 기인되어 컬럼 내의 온도 프로파일은 저부로부터 상부까지 상승한다. 온도 상승은 주로 방출되는 흡수열 및 반응열에 기인된다. 이산화탄소 흡수부의 극상부에 공급되는 린 용매가 전형적으로 약 30 °C 내지 45 °C의 낮은 온도를 가지므로, 가스류는 린 용매의 유입구에 근접하는 이산화탄소 흡수부의 상부에서 냉각된다. 이것에 의해 낮은 이산화탄소 함량의 가스류의 급격한 온도 강하가 유발되고, 물 및 용매의 응축이 발생한다. 온도 변화에 기인되는 엔탈피 전달인 현열전달은 증기측 제어되고, 종래의 충전 요소는 매우 유효하다. 농도 변화에 기인되는 잠열전달도 전달되는 성분 따라 주로 증기측 제어되고, 증기측 물질이동은 현열의 경우에 비해 느릴 수 있고, 각각의 성분에 대해 상이하다. 이러한 거동은 도 6 및 도 7에 도시되어 있다. 특히, 예를 들면 용매가 전형적으로 가지는 더 고분자량의 성분은 더 느린 확산도에 기인되어 감소된 물질이동의 플럭스를 보여준다. 양자 모두 주로 증기측 제어되더라도 현열전달이 잠열전달보다 빠른 경우, 기체상이 과포화되는 것 또는 서브쿨(sub-cool)되는 것을 방지할 수 없다. 이것은 이산화탄소 흡수부에서 사용되는 관련된 분압을 갖는 용매에 관해서도 마찬가지이다. 가스류가 과포화될 때는 언제든지 에어로졸 형성의 위험이 잠재된다. 과포화도에서 에어로졸이 형성되고, 예측될 수 없고, 얼마나 분자의 핵생성이 발생하는지를 민감하게 좌우한다. 그러나, 어느 경우에도 과포화가 적으면 에어로졸을 형성하는 위험성이 적다는 것은 사실이다.

- [0075] 선택적 패키징의 감소된 증기측 열전달 및 물질이동 속도에 기인되어, 이산화탄소 흡수부의 극상부에서의 온도 강하, 이에 따라 과포화도는 감소되고, 이산화탄소 흡수부의 상부에서 에어로졸을 형성하는 위험도 감소된다.
- [0076] 선택적으로 감소된 증기측 물질이동 특성을 갖는 패키징은, 예를 들면, EP2230011 A1, W02010/106011 A1, W02010/106119에 개시되어 있다. 그러므로, 이와 같은 패키징은 이산화탄소 흡수부에서 바람직하게 사용될 수 있다. 그러나, 주름가공된 시트로 이루어지는 구조화된 패키징은 주름 각도를 감소시킴으로써 증기측 물질이동을 의도적으로 감소시키도록 개조될 수 있다. 컬럼 축선으로부터 30 도 미만, 바람직하게는 25 도 미만의 주름 각도는 감소된 증기측 열전달 및 물질이동을 달성한다. 이와 같은 패키징 유형은 일반적으로 단점인 증기상의 빈약한 물질이동 특성에 기인되어 통상적으로 사용되지 않는다. 감소된 증기측 열전달 및 물질이동 속도의 원인은 컬럼 축선에 대해 30 도 미만의 주름 각도를 갖는 패키징에 의해 얻을 수 있는 더 낮은 침입 가스 속도이다. 패키징 내의 가스 속도는 침입 속도 미만으로 의도된다. 패키징이 횡방향으로 배치되는 주름을 가지는 유형인 경우, 이와 같은 주름은 횡방향 채널을 형성한다. 가스는 채널을 따라 또는 채널을 횡단하여 유동한다. 침입 가스 속도는 2 가지 영향에 의해 결정된다: (a) 패키징 및 그 액체 홀드업(holdup)에 의해 점유되는 체적에 기인되는 공극율. 이것은 구조화된 패키징에서 작은 영향을 미치고, 주름 각도의 영향을 받지 않는다. (b) 주름 각도에 의해 부여되는 가스 유동의 배향. (컬럼 축선에 대한) 주름 각도의 증가는 침입 가스 속도의 증가를 유발한다.
- [0077] 가스는 주름 채널에 의해 안내되고, 따라서 종래의 충전 요소에 비해 낮은 침입 가스 속도는 감소된 주름 각도에 의해 달성된다. 그 결과 가스 난류가 감소되고, 이것에 의해 증기측 열전달 및 물질이동이 감소된다. 감소된 증기측 열전달 및 물질이동이 일반적으로 유리하지 않은 반면, 본 발명의 목적을 위해서는 유리한 효과를 갖는다.
- [0078] 침입 속도가 랜덤 패키징을 형성하는 랜덤 충전 요소의 벌크의 단일의 랜덤 충전 요소의 배향에 영향을 받지 않을 가능성이 있으므로, 랜덤 충전 요소는 이와 같은 선택적 거동을 달성하기 위해 쉽게 개조될 수 없다. 트레이는 이와 같은 해결책에 고유한 높은 압력 강하에 기인되어 이와 같은 사용분야에 일반적으로 사용되지 않는다. 게다가, 증기측 열전달 및 물질이동은 간단한 기하학적 개조에 의해 쉽게 영향을 받을 수 없다..
- [0079] 본 발명의 이점은 가스류 내의 과포화도, 이에 따라 에어로졸 형성의 위험을 감소시키는 것이고, 이것은 액체 형태로 용매 방출을 유발한다. 에어로졸 형성에 의해 지나치게 높은 용매 방출이 유발될 수 있다: 에어로졸이 형성되는 경우, 이것을 제거하기 위한 과도한 노력이 요구된다. 본 발명은 과포화도를 감소시키기 위해 선택적 패키징 및 선택적 패키징을 포함하는 특수 흡수장치를 사용하여 에어로졸 형성을 방지하는 것을 목적으로 한다.
- [0080] 본 발명의 추가의 이점은 리치 용액 내의 이산화탄소 로딩을 증가시키는 가능성으로, 이것에 의해 전체 프로세스의 에너지 면에서의 최적화, 따라서 본 적용 분야에서 모든 프로세서에 대해 핵심인 총 에너지 소비의 최소화가 가능하다. 이러한 목표는 상이한 액체 및 가스 물질이동 거동을 갖는 물질이동 설비, 이에 따라 이산화탄소 흡수부로부터 배출되는 가스류의 더 높은 가스 엔탈피를 유발하는 소위 선택적 물질이동 설비를 사용함으로써 도달된다. 이산화탄소 흡수에 기인되는 엔탈피 증가가 일정하고, 또한 모든 공급류의 엔탈피가 일정하게 유지되므로, 이산화탄소 흡수부의 저부에서 배출되는 액체류의 엔탈피는 감소된다. 즉 얻어지는 저부 액체 온도는 더 낮아진다.
- [0081] 본 발명의 추가의 이점은 대기로의 기체 용매 방출을 최소화하는 것이다. 지금까지, 용매 방출은 복합식 세척 및 냉각부를 이용하여 최소화되었다. 복합식 세척 및 냉각부는 흡수 컬럼 내에 배치되는 충전 요소로 이루어진다. 이산화탄소가 고갈된 가스류는 충전 요소를 통해 세척수를 향해 향류로 유동한다. 냉각된 물은 순환 또는 펌핑 어라운드되고, 따라서 이 작업을 위해 펌프-어라운드라는 용어를 사용하는 것이 일반적이다. 단일의 펌프-어라운드는 극히 낮은 용매 농도를 달성할 수 없다. 이러한 이유로, US2003/0045756에 개시된 바와 같이 직렬의 복수의 펌프-어라운드가 사용된다. 각각의 냉각부에 대해 다음의 요소가 필요하다: 드로우-오프 트레이(draw-off tray), 펌프, 열교환기, 배관 및 제어 설비.
- [0082] 제안된 흡수 장치는 용기의 저부로부터 상부까지 기재된 순서로 다음을 포함한다: 적어도 하나의 이산화탄소 흡수부, 세척부 및 다음에 냉각부, W02011/087972에 개시된 것과 유사한 구성.
- [0083] 제안된 컬럼 구성은 다음과 같은 주요 이익, 즉 대기로의 용매 방출이 낮아질 뿐만 아니라 세척부 및 냉각부에서의 에어로졸 형성의 위험성이 감소되는 이익을 갖는다. 또한, 이산화탄소 흡수부와 세척부 사이에 액체 분리가 필요하지 않다.
- [0084] 연도 gas와 같은 이산화탄소를 함유하는 가스류가 이산화탄소 흡수부(들)을 통과한 후, 이것은 먼저 '관류부'

라고도 부르는 세척부 내에 진입하고, 세척부는 이 세척부의 상측의 냉각부로부터의 물 응축액으로, 또한 선택적으로, 가능한 경우, 보급수로 작동된다. 이러한 물 공급은 극히 낮은 용매 농도를 가지므로, 세척부 내의 가스류로부터 거의 완전히 용매를 제거할 수 있다. 세척부의 저부의 수류는 용매 부화(rich) 상태이고, 하측의 이산화탄소 흡수부로 공급될 수 있다.

[0085] 세척부로부터 배출되는 정제된 그리고 세척된 가스는 낮은 용매 농도를 갖고, 가스류를 냉각시키기 위해, 그리고 물을 응결시키기 위해 냉각부 내로 공급된다. 이 부분은 보급수의 필요성을 최소화하기 위해 요구된다. 이 부분에 형성되는 응축액은 흡인되고, 세척부에서의 공급으로서 사용된다. 이 응축액은 극히 낮은 용매 농도를 갖는다.

[0086] 제안된 흡수 장치의 구성에 의해 세척부에서의 물 공급 속도로 용매의 흡수를 위한 방법을 수행할 수 있고, 이것에 의해 WO2011/087972의 종래 기술로서 언급되는 보급수만을 사용하는 냉각부의 상측에 세척부가 위치되는 종래 기술에 비해 물질이동 설비의 더 우수한 효율이 가능해진다. 더 우수한 효율은 패킹의 웨팅(wetting) 거동을 향상시키는 물 공급 속도의 증가에 기인된다. 또한 증가된 물 공급 속도에 의해 열역학적 제한에 직면하지 않고 더 높은 온도의 가스류로부터 용매를 흡수하는 것이 가능하고, 따라서 증가된 물의 양은 응축액의 사용에 의해 유발된다. 그럼에도 불구하고, 응축액의 사용에 기인되어 사용할 수 있는 증가된 양의 물이 존재하므로 가스류의 용매 농도는 세척부에서 원하는 농도까지 감소될 수 있다.

[0087] 가스류는 패킹 내부부의 액체로부터 또는 액체 분배기로부터의 가스가 혼입된 액체를 포함할 수 있다. 이와 같은 혼입된 액체는 응결물인 에어로졸 형성에 기인되는 것이 아니고 증기와 액체상 사이에 작용하는 마찰력에 기인된다. 이와 같은 혼입된 액체는 20 마이크론을 초과하는 액적 직경을 갖는 비교적 큰 액적을 형성한다. 이와 같은 크기의 액적은 액체 분리기와 같은 적절한 설비에 의해 제거될 수 있다.

[0088] 제안된 구성의 부분에 기인되어, 상측에 배치되는 후속하는 세척부에 약간의 영향을 미치므로 이산화탄소 흡수부로부터 가스가 혼입된 임의의 액체는 중요하지 않고, 따라서 종래 기술 문헌인 US2003/0045756에서 요구되는 바와 같이 액체 분리기의 설치를 피할 수 있다. 복합식 세척 및 냉각부를 사용하는 종래 기술에서 액체 분리가 이점을 가지는 이유는 충전 요소가 액적 분리기로서 작용하기 때문이다. 따라서, 복합식 세척 및 냉각부에 진입하고 있는 가스가 혼입된 액체는 복합식 세척 및 냉각부의 충전 요소 내에서 분리되어 냉각 유체와 혼합된다. 혼입된 흡수부로부터의 액체는 높은 용매 농도를 포함하고, 따라서 냉각 액체의 농도는 상승한다. 냉각 액체는 복합식 세척 및 냉각부의 상부로 재순환되므로 높은 용매 농도는 불리하고, 이 복합식 세척 및 냉각부는 더 이상 이산화탄소가 제거된 가스로부터 효과적으로 용매를 제거할 수 없고, 이것은 이 복합식 세척 및 냉각부의 과제 중의 하나이다.

[0089] 제안된 컬럼 구성에서, 세척부는 '관류' 모드로 작동된다. 또한 이러한 구성에서, 가스가 혼입된 액체는 제거된다. 이것은 주로 세척부의 저부에서 발생한다. 저부로부터의 액체가 세척부의 상부로 재순환되지 않으므로 세척부의 상부에서 용매의 흡수에 영향을 주지 않고, 효율은 악영향을 받지 않는다. 그러므로, 흡수부와 세척부 사이에 액체 분리가 요구되지 않는다.

[0090] 이산화탄소 흡수부로부터의 가스류는 지나치게 신속하게 냉각되지 않는 것이 중요한데, 그렇지 않으면 US2003/0045756에 따른 종래의 컬럼 구성을 사용할 때, 즉, 낮은 이산화탄소 농도를 갖는 가스가 직접 냉각부에 공급될 때 에어로졸 형성의 위험이 증가된다. 에어로졸 형성의 위험이 증가하는 이유는 선택적 패킹을 사용할 때 연도 가스 온도의 상승에 기인되는 이산화탄소 흡수부로부터 배출되는 연도 가스의 더 높은 용매 농도 때문이다. 상기 제안된 컬럼 구성은 세척부에서의 에어로졸 형성의 위험을 방지하는데 도움을 준다. 그 이유는 세척부가 낮은 액체 물질 유속으로 작동되기 때문이다, 즉 냉각부로부터의 응축액 및 선택적으로 보급수는 가스 유속보다 낮다. 그러므로, 세척부 내의 온도 프로파일은 주로 가스 온도에 의해 결정되고, 가스 온도는 전체 세척부를 통해 거의 일정하게 유지된다. 이러한 세척부에서, 가스류 내의 용매 농도는 요구되는 레벨까지 감소될 수 있고, 물의 이슬점은 크게 변화되지 않는다. 따라서, 용매 및 물의 과포화 및 그 결과 에어로졸 형성의 위험이 방지된다.

[0091] 세척부로부터 배출되는 따뜻한 가스류는 냉각부 내로 진입되고, 이곳에서 가스류는 냉각되고, 물은 응결된다. 가스류가 물에 의해 과포화되는 것은 방지할 수 없다. 그러나, 에어로졸이 형성되더라도 이것은 사실상 용매를 포함하지 않고 주로 물로 이루어진다. 물은 낮은 분자량을 가지므로, 기체상 내에서 물의 물질이동은 비교적 높고, 과포화는 포화에 근접하는 농도를 갖는 용매에 비해 낮다.

[0092] 이하, 예시적 실시형태의 도면을 참조하여 본 발명을 더 상세히 설명한다.



**도면의 간단한 설명**

- [0093] 도 1은 본 발명의 제 1 실시형태에 따른 흡수 장치를 도시하고,
- 도 2는 흡수부의 온도 프로파일을 도시하고,
- 도 3은 상호 횡방향으로 배치되는 2 개의 층을 포함하는 충전 요소의 일부를 도시하고,
- 도 4는 상호 횡방향으로 배치되는 2 개의 층을 포함하는 충전 요소의 일부를 도시하고,
- 도 5는 상호 인접하여 배치되는 3 개의 층을 포함하는 충전 요소의 일부를 도시하고,
- 도 6은 이산화탄소 흡수부의 상부에서의 종래의 흡수 패킹을 위한 저항 및 플럭스의 개략도이고,
- 도 7은 이산화탄소 흡수부의 상부에서의 선택적 흡수 패킹을 위한 저항 및 플럭스의 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0094] 도 1에 따른 흡수 장치는 개략 단면도로 도시되어 있다. 본 흡수 장치는 이산화탄소 흡수부를 위한 선택적으로 감소된 증기측 물질이동 효율을 갖는 물질이동 설비를 포함한다. 이산화탄소를 함유하는 가스류(2)로부터 이산화탄소를 흡수하기 위한 흡수 장치(1)는 용기(10)를 포함한다. 가스류(2)는 35 °C 내지 70 °C의 온도를 가질 수 있다. 가스류는 4 내지 15 %의 이산화탄소의 함량을 가질 수 있고, 여기서 백분율은 물 백분율이다. 용기는 적어도 부분적으로 선택적 패킹을 사용하는 용기(10)의 저단부(11)와 용기(10)의 상단부(12) 사이에 배치되는 충전 요소(16)를 포함하는 이산화탄소 흡수부(6)를 포함한다. 용기(10)는 용기(10)의 저단부(11)로부터 용기(10)의 상단부(12)까지 연장되는 주축선(13)을 갖는다. 더욱이 저단부(11)에서 용기(10)에 이산화탄소를 함유하는 가스류(2)를 공급하기 위한 유입구(22) 및 상단부(12)에서 정제된 가스류(3)를 배출하기 위한 유출구(23)가 제공된다. 충전 요소(16)의 상측에 린 용매(4)를 첨가하기 위한 용매 유입구(24) 및 충전 요소(16)의 하측의 위치에서 용기(10)로부터 리치 용매(5)를 배출하기 위한 용매 유출구(25)가 제공된다. 용매는 30 °C 내지 45 °C의 온도에서 제공되는 것이 바람직하다. 충전 요소(16)는 시트로 구성되는 복수의 층으로 배치되고, 여기서 적어도 일부의 시트는 주름을 갖는다. 주름(34, 44)은 꼭대기를 형성하는 주름 마루 및 골짜기를 형성하는 주름 골을 갖고, 주름(34, 44)의 각각의 꼭대기 및 골짜기는 주축선에 대해 30 도 미만인 각도를 포함한다. 패킹의 높이는 10 m 내지 30 m의 범위인 것이 유리하다. 이와 같은 충전 요소의 실시에는 도 3, 도 4 또는 도 5에 도시되어 있다. 복수의 층은 적어도 제 1 층(32) 및 제 2 층(33)을 포함할 수 있고, 여기서 제 1 층은 제 1 주름(34)을 갖는 제 1 시트이다. 제 2 층(33)은 제 2 주름(44)을 갖는 제 2 시트이다. 제 1 주름(34)은 주축선(13)에 대해 0 도를 초과하는 주름의 각도를 포함하고, 제 2 층은 도 3 또는 도 4에 도시된 바와 같이 제 1 층에 대해 횡방향으로 배치된다. 주름의 각도는 참조 번호 38로 나타내고 있다.
- [0095] 린 용매(4)는 린 용매 분배 요소(42)에 의해 충전 요소(16) 상에 분배될 수 있다. 하나의 실시형태에서, 충전 요소(16)는 도 3, 도 4 또는 도 5에 도시된 바와 같은 구성을 가질 수 있다.
- [0096] 도 1에 따르면, 세척부(7)는 용기(10)의 상단부(12)와 흡수부(6) 사이에 배치된다. 세척부(7)는 충전 요소(17)를 포함하고, 물/액체 유입구(49)는 충전 요소(17)의 상부에 배치된다. 충전 요소(17)의 높이는 일반적으로 6 m 이하, 특히 2 내지 6 m의 범위이다. 더욱이 분배 요소(41)는 유입구(49)와 충전 요소(17) 사이에 배치된다. 충전 요소(17)의 하측에 액체 수집 요소가 요구되지 않고, 충전 요소(17)로부터의 액체는 이산화탄소 흡수부(6)로 점적(drip)된다. 세척부(7)의 충전 요소(17)는 낮은 이산화탄소 함량의 가스류(30)로부터 세척 액체(20)로 효과적인 용매 물질이동을 제공하도록 구성된다. 세척 액체(20)는 세척 액체 분배 요소(41)에 의해 충전 요소(17) 상에 분배된다. 충전 요소(17)의 시트를 따른 세척 액체의 유동 중에, 세척 액체(20)는 흡수부(6)로부터 낮은 이산화탄소 함량의 가스류(30)가 혼입된 용매로 부화(enrich)된다. 용매 부화된 세척 액체(21)는 유입구(24)에 추가되는 린 용매에 추가하여 이산화탄소의 흡수를 위한 흡수부에서 사용될 수 있다. EP 0858366 B1에 개시된 충전 요소와 같은 종래의 구조화된 충전 요소가 사용될 수 있다.
- [0097] 용기 내의 세척부(7)의 상측에 냉각부(8)가 배치된다. 냉각부는 충전 요소(18)를 포함한다. 냉각부의 충전 요소(18)는 EP 0858366 B1에 개시된 형상을 가지는 것이 유리하다. 냉각 유체(14)는 냉각 유체 유입구(26)에서 용기 내에 유입되고, 냉각 유체 분배 요소(36)에 의해 충전 요소(18) 상에 분배된다. 정제된, 실질적으로 용매를 가지지 않는 가스류(31)는 냉각 유체(14)에 향류로 충전 요소 내에 유입된다. 가스류로부터의 응축액은 냉각 유체로서 사용된다. 냉각 유체(14) 및 연도 가스로부터 응결된 물은 충전 요소(18)의 직하에 배치되는 냉각 유체 수집 요소(37) 내에서 수집된다. 리저버를 구비하는 수집 요소가 배치되고, 이 리저버로부터 수집된 냉각

유체를 위한 유출구(27)가 예상된다. 냉각 유체는 냉각 유체 펌프(29)에 의해 열교환기(40)로 펌핑된다. 열교환기(40)로부터, 냉각 유체는 냉각 유체 유입구(26)로 복귀된다. 냉각부(8)로 유입되는 연도 가스로부터 물이 응결된다는 사실에 기인되어, 흡인된 냉각 유체의 일부는 분기되어 세척부(7)에서 세척수로서 사용되므로 재순환된 냉각 유체 유속은 일정하게 유지된다. 냉각 유체는 열교환기(40) 이전에서 따뜻한 냉각 유체로부터 분기되거나 열교환기(40) 이후에서 냉각된 냉각 유체로부터 분기될 수 있다.

- [0098] 흡수 장치(1)의 작동 압력은 대기압에 근접하고, 바람직하게는 1.2 바 이하이다.
- [0099] 도 2는 패키징 높이에 걸친 온도 분배를 의미하는 흡수부의 온도 프로파일의 그래프이다. 도 2는 개략도에 불과하므로 그래프의 x 축 상에 표시된 바와 같은 온도에 값이 매겨져 있지 않다. 또한 그래프의 y 축 상에 나타낸 패키징 높이에 어떤 값도 매겨져 있지 않다. 충전 요소의 하단부는 섹션의 저부(55)로서 표시되어 있다. 충전 요소의 상단부는 섹션의 상부(56)로서 표시되어 있다. 굵은 연속선(51)은 선택적 충전 요소를 이용한 용매의 온도를 보여주고, 굵은 점선(52)은 가스의 온도를 보여준다. 가는 실선(61)은 종래의 충전 요소를 이용한 용매의 온도를 보여주고, 얇은 점선(62)은 가스의 온도를 보여준다. 따라서 도 2는 선택적 충전 요소의 경우 용매 및 가스의 온도가 충전 요소의 전체 높이에 걸쳐 대부분 더 낮다는 것을 보여준다. 더 낮은 온도에서 흡수를 가동하는 가능성의 이점은 용매에 가능한 이산화탄소 로딩의 증가에 있다 따라서 에너지 소비 감소의 이점은 별도로 하고 에어로졸은 전혀 형성되지 않거나 또는 적어도 감소된 상태로 형성되므로, 이것은 전체적인 프로세스 경제를 향상시키는데 공헌한다.
- [0100] 도 2에는 다음의 온도가 나타나 있다: 선택적 충전 요소의 상단부 상에서 이 선택적 충전 요소로부터 배출되는 액체(72)의 온도, 본 발명에 따른 선택적 패키징 내에 유입되는 이산화탄소를 함유하는 가스의 온도(73), 및 선택적 패키징으로부터 배출되는 가스의 온도(74). 비교를 위해, 종래의 충전 요소로부터 배출되는 액체의 온도(76), 선택적 패키징을 사용하는 온도와 동일한 종래의 패키징에 유입되는 이산화탄소를 함유하는 가스의 온도(77), 및 종래의 패키징으로부터 배출되는 가스의 온도(78)가 표시되어 있다.
- [0101] 종래의 패키징으로 유입되는 액체의 온도(75)는 선택적 패키징 내로 유입되는 액체의 온도(71)와 동일하다.
- [0102] 도 3에 도시된 바와 같은 바람직한 실시형태에 따른 흡수부(6)의 구조화된 충전 요소(16)는 파형 주름을 갖는 시트로서 성형된 층(32, 33)을 갖고, 파형 주름을 통해 패키징의 상부측으로부터 패키징의 저부측까지 연장되는 복수의 개방 채널이 형성되고, 여기서 채널은 제 1 파형의 골, 제 1 파형의 마루 및 제 2 파형의 마루를 포함한다. 제 1 파형의 꼭대기 및 제 2 파형의 꼭대기는 제 1 파형의 골짜기와 경계를 이룬다. 제 1 파형의 꼭대기 및 제 2 파형의 꼭대기는 제 1 마루 및 제 2 마루를 갖는다. 이러한 구조는 충전 요소의 각각의 시트의 전체 표면에 걸쳐 주기적으로 반복되는 것이 유리하다.
- [0103] 주름의 각도(38)는 30 도 이하인 것이 유리하다. 충전 요소의 층이 30 도 이하인 주름의 각도로 배치되는 경우, 침입 속도는 감소될 수 있다. 도 3의 2 개의 패키징 층은 단지 실시예로서 도시된 것이므로, 말할 것도 없이 더 많은 패키징 층이 예상될 수 있다. 본질적으로 패키징 층은 용기(10)의 전체 단면적에 걸쳐 연장된다.
- [0104] 도 4는 흡수부(6) 내의 충전 요소(16)로서 유리하게 사용될 수 있는 충전 요소의 대안적 구성을 도시한다. 충전 요소는 전체가 참조로서 본원에 포함되는 EP2230011 A1, WO2010/106011 A1, WO2010/106119에 개시된 바와 같은 선택적으로 감소된 증기측 물질이동 특성을 갖는다.
- [0105] 도 4에 따른 충전 요소는 제 1 주름(34)을 갖는 제 1 층(32) 및 제 2 주름(44)을 갖는 제 2 층(33)을 포함한다. 복수의 개방 채널은 제 1 주름 및 제 2 주름에 의해 형성된다. 채널은 제 1 주름 골(43), 제 1 주름 마루(45) 및 제 2 주름 마루(47)를 포함하고, 제 1 주름 마루(45) 및 제 2 주름 마루(47)는 제 1 주름 골(43)과 경계를 이룬다. 제 1 및 제 2 주름 마루는 제 1 정점(46) 및 제 2 정점(48)을 갖는다. 돌출부(50) 또는 함몰부(60)는 제 1 정점(46)의 방향으로 연장될 수 있다. 돌출부가 제공되는 경우, 주름 골(43)의 골 저부로부터 돌출부(50)의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루(45)의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점(46)의 정상 간격보다 크다. 함몰부(60)가 제공되는 경우, 주름 골(43)의 골 저부로부터 함몰부(60)의 적어도 하나의 점의 정상 간격은 주름 마루(45)의 제 1 골 저부로부터 제 1 정점(46)의 정상 간격보다 크다.
- [0106] 충전 요소(16)는 함몰부도 돌출부도 가지지 않는다. 이 경우, 주름 각도는 30 도 미만이다. 대안적으로, 충전 요소(16)는 함몰부(60)나 돌출부(50)중 하나를 가질 수 있고, 또는 함몰부(50) 및 돌출부(50)를 가질 수 있다. 이 경우, 주름 각도는 30 도를 초과하여 최대 70 도에 이르는 범위일 수 있다. 적어도 각각의 제 2 패키징 층 상에 제공되는 함몰부 또는 돌출부에 기인되어 패키징의 압력 강하는 어떤 함몰부나 돌출부도 없는 패키징 층을 갖는 충전 요소에 비해 감소된다.



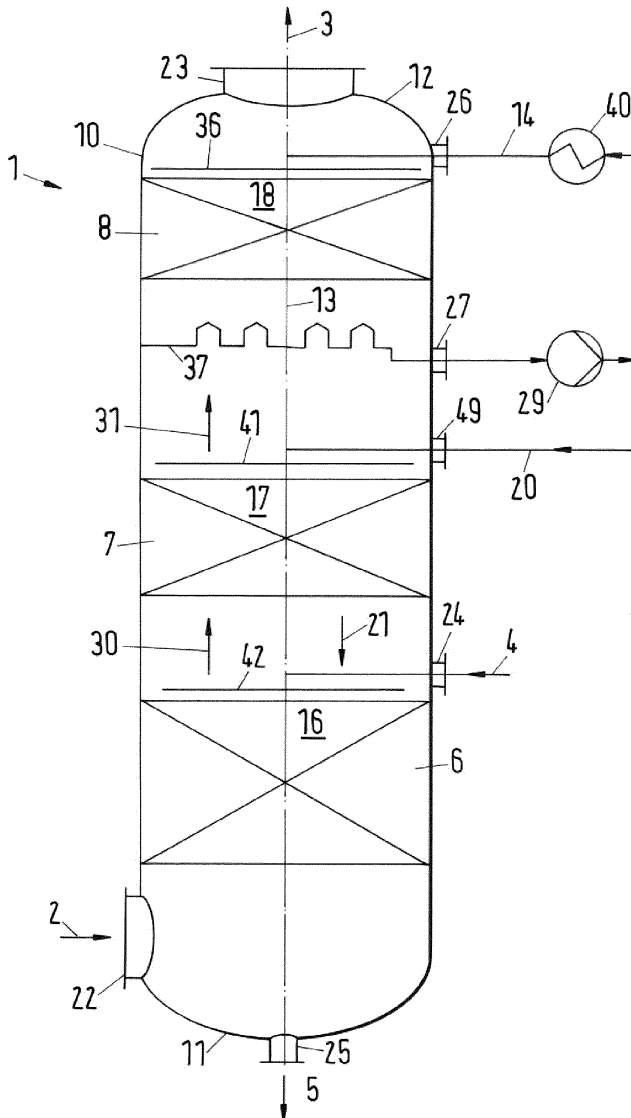
[0107] 제 2 층(33)은 제 2 주름(44)을 갖는다. 제 1 층(32) 및 제 2 층(33)은 제 1 층(32)의 채널과 제 2 층(33)의 채널이 교차하도록 배치된다. 예상해 보면 제 1 층(32)은 돌출부(50)에 의해, 또는 제 2 층(33)의 주름 골과 교차하는 제 1 층(32)의 주름 마루에 의해 제 2 층(33)과 접촉해 있다. 대안적으로, 함몰부가 예상되는 경우, 접촉은 각각의 함몰부(60)에서 중단되고, 이것은 또한 도 4에 도시되어 있다. 각각의 층은 돌출부나 함몰부 중 적어도 하나를 가질 수 있고, 또는 복수의 층의 각각의 제 1 층 또는 각각의 제 2 층만 이와 같은 돌출부나 함몰부 중 적어도 하나를 가질 수 있다.

[0108] 도 5는 충전 요소의 변형예를 도시한 것으로서, 이것은 용기(10)의 주축선에 대해 0 도의 주름 각도를 포함한다. 전술한 도면에 대해 이 충전 요소의 유일한 차이점은 다음과 같다. 이 충전 요소의 제 1 및 제 2 층(32, 33)은 중간 층(65)에 의해 분리된다. 제 1 및 제 2 층은 치형의 제 1 및 제 2 주름(34, 44)을 갖고 있으나, 이것은 전술한 실시형태에 도시된 것과 동등하게 파형상을 가질 수 있다. 물질이동을 증가시키기 위해, 상승하는 이산화탄소를 함유하는 가스류(2)의 유동, 또는 낮은 탄소 함량의 가스류 또는 세척 및 정제된 가스류는 편향 요소(66, 67, 68, 69, 70)에 의해 교란된다. 그 결과 가스류와 이에 대응하여 패킹층의 표면을 따라 하강하는 액체류 사이의 물질이동이 증가한다.

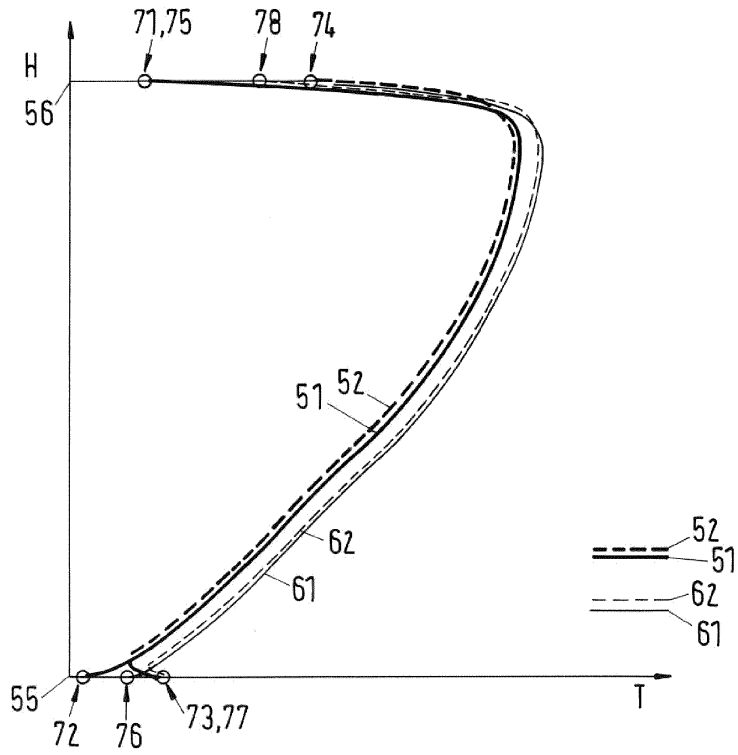
[0109] 편향 요소(66, 67, 68, 69, 70)는 층으로부터 컷아웃된 것일 수 있고, 패킹 층의 표면을 향해 어떤 각도로 편향될 수 있다.

**도면**

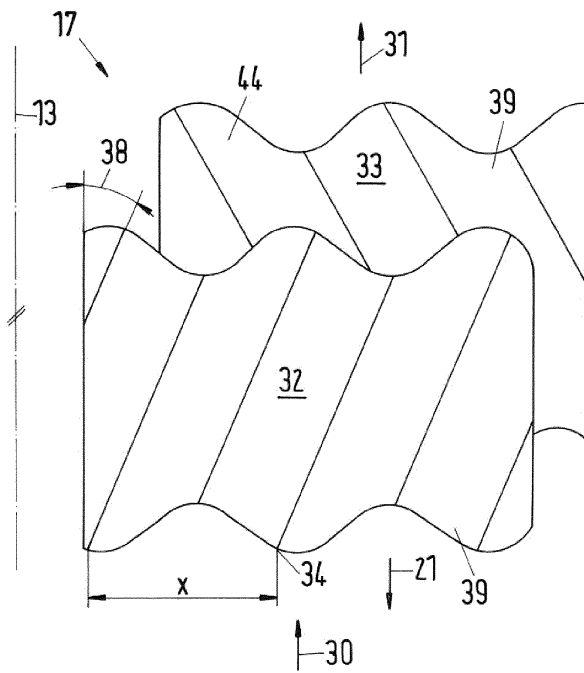
**도면1**



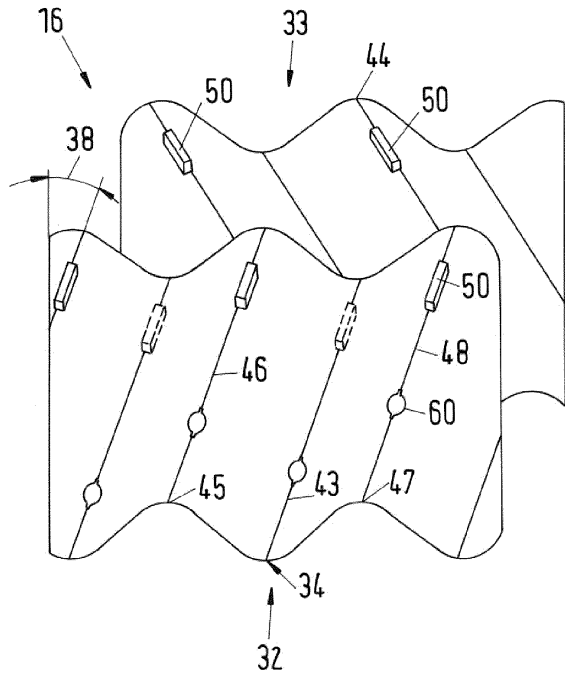
도면2



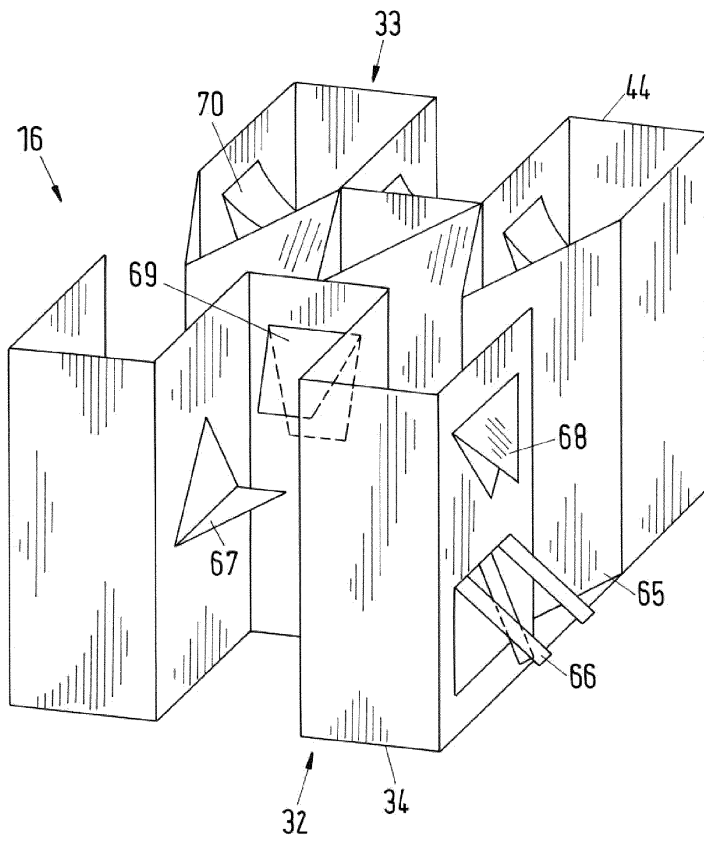
도면3



도면4

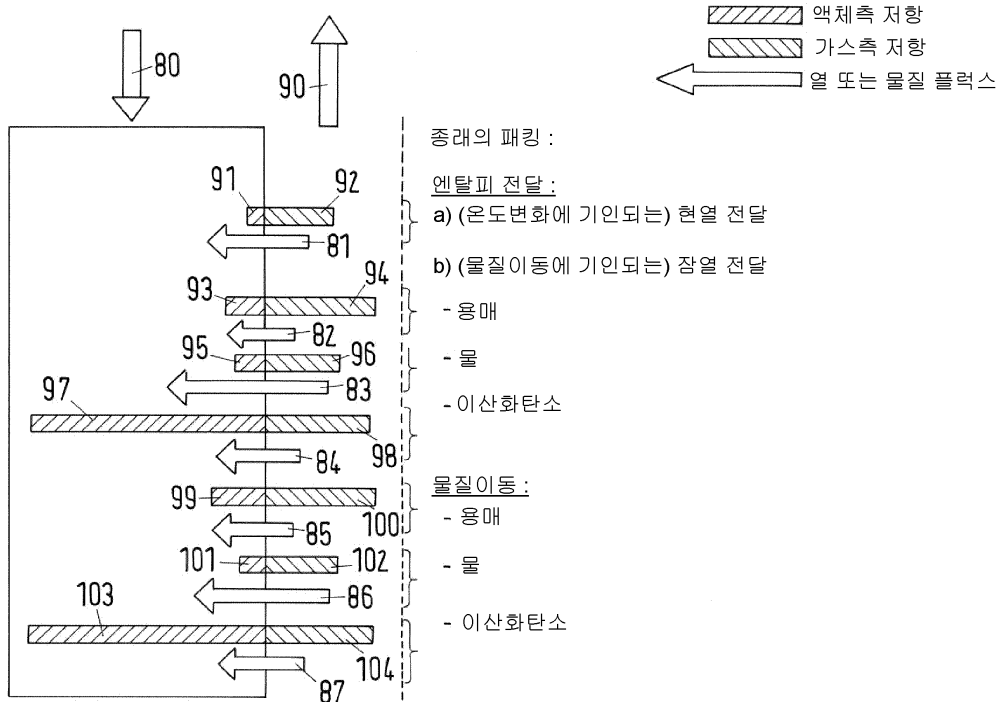


도면5



도면6

CO<sub>2</sub> 흡수부의 상부에서 종래의 흡수 패킹의 저항 및 플럭스



도면7

CO<sub>2</sub> 흡수부의 상부에서 선택적 흡수 패킹의 저항 및 플럭스

