



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월18일
(11) 등록번호 10-2057024
(24) 등록일자 2019년12월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01D 53/047 (2006.01) B01D 3/14 (2006.01)
B01D 53/04 (2006.01) B01D 53/26 (2006.01)
B01D 53/28 (2006.01) C10L 3/10 (2006.01)
F25J 3/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01D 53/0473 (2013.01)
B01D 3/14 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7009205
- (22) 출원일자(국제) 2016년08월10일
심사청구일자 2018년03월30일
- (85) 번역문제출일자 2018년03월30일
- (65) 공개번호 10-2018-0051553
- (43) 공개일자 2018년05월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/046363
- (87) 국제공개번호 WO 2017/039989
국제공개일자 2017년03월09일
- (30) 우선권주장
62/213,267 2015년09월02일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US05486227 A*
US20150013377 A1*
US4963339 A
US20020189443 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
엑손모빌 업스트림 리서치 캄파니
미국 텍사스 77389 스프링 스프링우즈 빌리지 파크웨이 22777 코프-유르크-이2.4에이.296
- (72) 발명자
맥마혼 패트릭 디. 지.
미국 텍사스 77382 더 우드랜드스 엔 웨스트와인드스 서클 107
존슨 로버트 에이.
미국 펜실베이니아 18902 돌리스타운 허니 할로우알디. 6161
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 27 항

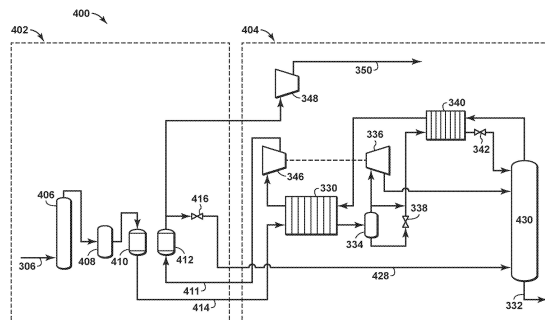
심사관 : 김정은

(54) 발명의 명칭 퍼지 가스로서 디메타나이저의 오버헤드 스트림을 사용하는 스윙 흡착을 위한 공정 및 시스템

(57) 요약

스윙 흡착 공정을 수행하기 위한 장치 및 시스템들이 제공된다. 상기 스윙 흡착 공정은 스트림으로부터 수분과 같은 오염물을 제거하기 위해 스트림들을 흡착제 베드 유닛을 통과시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 공정의 일부로서, 상기 흡착제 베드 유닛은 상기 디메타나이저의 오버헤드로부터 제공되는 퍼지 스트림으로 퍼지된다. 구성은 PPSA 탈수 시스템을 극저온 회수 시스템과 통합시킨다.

대표도



(52) CPC특허분류

B01D 53/0462 (2013.01)
B01D 53/263 (2013.01)
B01D 53/28 (2013.01)
C10L 3/103 (2013.01)
C10L 3/104 (2013.01)
C10L 3/106 (2013.01)
F25J 3/0209 (2013.01)
F25J 3/0233 (2013.01)
F25J 3/0238 (2013.01)

(72) 발명자

램쿠마르 슈웨타

미국 텍사스 77433 시프레스 와일드우드 벤드 레인
12803

오엘프케 러셀 에이치.

미국 텍사스 77084 하우스톤 스퍼러스 크릭 드라이브
18215

토마스 유진 알.

미국 텍사스 77389 스프링 트리 스왈로우 블러프
패스 2611

내가버러푸 어낸더 케이.

미국 텍사스 77007 하우스톤 311 에이피티 스코틀
랜드 스트리트 4200

마니스 윌리엄

미국 텍사스 77379 스프링 크리스탈 크릭 씨티.
16231

명세서

청구범위

청구항 1

가스 공급 스트림으로부터 오염물들을 제거하기 위한 순환적 스윙 흡착 공정에 있어서,

- a) 하나 이상의 흡착 단계를 수행하는 단계로서, 상기 흡착 단계 각각은, 가스 공급 스트림으로부터 하나 이상의 오염물을 제거하고 또한 디메타나이저(demethanizer)를 포함하는 극저온 회수 시스템으로 전달되는 생성물 스트림을 형성하도록, 공급 압력 및 공급 온도에서 상기 가스 공급 스트림을 흡착제 베드 유닛을 통해 통과시키는 단계를 포함하고, 상기 생성물 스트림의 적어도 일부는 상기 디메타나이저로 전달되어 상기 생성물 스트림의 적어도 일부를 최종 생성물 스트림 및 디메타나이저 오버헤드 스트림으로 분리하는, 상기 하나 이상의 흡착 단계를 수행하는 단계;
- b) 하나 이상의 감압 단계를 수행하는 단계로서, 상기 흡착제 베드 유닛의 압력은 각각의 연속 감압 단계에 따라 미리 결정된 양 만큼 감소되는, 상기 하나 이상의 감압 단계를 수행하는 단계;
- c) 하나 이상의 퍼지 단계를 수행하는 단계로서, 상기 퍼지 단계 각각은 퍼지 생성물 스트림을 형성하기 위해 상기 가스 공급 스트림의 유동에 대한 반대 유동 방향으로 상기 흡착제 베드 유닛을 통해 퍼지 스트림을 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저로부터의 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 일부를 포함하는, 상기 하나 이상의 퍼지 단계를 수행하는 단계;
- d) 하나 이상의 재압축 단계를 수행하는 단계로서, 상기 흡착제 베드 유닛 내의 압력은 각각의 연속 재압축 단계에 따라 미리 결정된 양 만큼 각각 재압축 단계에 의해서 증가되는, 상기 하나 이상의 재압축 단계를 수행하는 단계; 및
- e) 적어도 하나의 추가 주기 동안 상기 a) 내지 d) 단계들을 반복하는 단계를 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 20 부피%를 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 50 부피%를 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 95 부피%를 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 퍼지 스트림은 상기 공급 온도보다 10°F 낮고 상기 공급 온도보다 350°F 높은 범위의 퍼지 온도에 있는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 퍼지 스트림은 상기 공급 온도보다 10°F 낮고 상기 공급 온도보다 25°F 높은 범위의 퍼지 온도에 있는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주기 지속시간은 1초 초과 내지 600초 미만인, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 8

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 공급 스트림은 상기 공급 스트림의 총 부피에 기초하여 1 부피% 초과와 탄화수소를 갖는 탄화수소 함유 스트림인, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 9

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 공급 스트림은 탄화수소 및 H₂O를 포함하고, 상기 H₂O는 상기 하나 이상의 오염물 중 하나이고 상기 가스 공급 스트림은 상기 가스 공급 스트림에서 2 ppm 몰(parts per million molar) 내지 포화 수준 범위의 H₂O를 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 10

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 공급 스트림은 탄화수소 및 H₂O를 포함하고, 상기 H₂O는 상기 하나 이상의 오염물 중 하나이고 상기 가스 공급 스트림은 50 ppm 몰 내지 1,500 ppm 몰 범위의 H₂O를 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 11

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 공급 스트림은 탄화수소 및 CO₂를 포함하며, 상기 CO₂는 상기 하나 이상의 오염물 중 하나이고 상기 가스 공급 스트림은 총 가스 공급 스트림의 0 몰% 내지 5 몰% 범위의 CO₂를 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 12

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 공급 스트림은 탄화수소를 포함하고 상기 하나 이상의 오염물은 CO₂를 포함하며, 상기 가스 공급 스트림 내의 CO₂는 1에서 상기 가스 공급 스트림의 중탄화수소의 몰분율과 판매용 가스 CO₂ 최대 농도 사양의 곱을 뺀 양보다 작은, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 13

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공급 압력은 400 psia(pounds per square inch absolute) 내지 1,400 psia 범위에 있는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 14

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주기 지속시간은 2초 초과 내지 300초 미만인, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 15

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 생성물 스트림의 수분 함량은 0.0 ppm 내지 5.0 ppm의 범위에 있는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 16

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 극저온 회수 시스템은 극저온 천연 가스 액체 회수 시스템인, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 17

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 극저온 회수 시스템은 극저온 제어 냉동 구역 회수 시스템인, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 18

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 하나 이상의 퍼지 단계는 압축된 퍼지 출력 스트림을 생성하여 판매용 가스 스트림을 형성하고,
 상기 퍼지 출력 스트림의 압력은 상기 판매용 가스 스트림의 압력의 10%의 범위 내에 있는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 19

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 흡착제 베드 유닛은 제올라이트 3A, 제올라이트 4A 또는 제올라이트 5A의 흡착 물질을 포함하는, 순환적 스윙 흡착 공정.

청구항 20

가스 공급 스트림으로부터 오염물들을 제거하기 위한 시스템에 있어서,
 하나 이상의 흡착제 베드 유닛으로서, 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛 각각은 가스 공급 스트림으로부터 오염물들을 분리시키고 생성물 스트림을 출력하도록 구성되며, 상기 가스 공급 스트림이 공급 온도에서 제공되는, 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛;
 상기 생성물 스트림을 수용하고, 상기 생성물 스트림의 적어도 일부를 최종 생성물 스트림과 디메타나이저 오버헤드 스트림으로 분리시키기 위해 상기 생성물 스트림의 적어도 일부를 디메타나이저로 전달시키도록 구성된 극저온 회수 시스템을 포함하고; 그리고
 상기 극저온 회수 시스템은 퍼지 스트림이 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛 각각을 통해서 통과되도록 추가로 구성되고, 상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 일부를 포함하는, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서,
 글리콜 접촉기 유닛으로서, 입력 스트림을 수용하고 상기 입력 스트림으로부터 수분의 적어도 일부를 제거하여 상기 글리콜 접촉기 유닛으로부터 출력 스트림을 형성하도록 구성된, 상기 글리콜 접촉기 유닛; 및
 상기 글리콜 접촉기 유닛으로부터 상기 출력 스트림을 수용하고 미립자들 및 액적들을 멀리 안내하고 상기 공급 스트림을 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛으로 제공하도록 구성된 필터 유닛을 추가로 포함하는, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

청구항 22

제 20 항 또는 제 21 항에 있어서,

상기 가스 공급 스트림에서의 수분 함량은 포화 수준들 미만인, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

청구항 23

제 20 항 또는 제 21 항에 있어서,

상기 흡착제 베드 유닛으로부터 상기 생성물 스트림을 수용하고 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 일부와의 열교환에 의해서 상기 생성물 스트림의 온도를 낮추어 열교환기 출력 스트림을 생성하도록 구성된 가스/가스 열교환기 유닛을 추가로 포함하는, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 가스/가스 열교환기 유닛으로부터 상기 열교환기 출력 스트림의 일부를 수용하고 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 일부와의 열교환에 의해서 상기 열교환기 출력 스트림의 일부의 온도를 상기 디메타나이저에 대한 원하는 온도로 조정하도록 구성된 서브 쿨러 유닛을 추가로 포함하는, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 가스/가스 열교환기 유닛으로부터 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림을 수용하도록; 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 압력을 압축된 디메타나이저 오버헤드 스트림으로 증가시키도록; 그리고 상기 압축된 디메타나이저 오버헤드 스트림을 상기 퍼지 스트림으로서 재생 흡착제 베드 유닛에 제공하도록 구성된 압축기를 추가로 포함하는, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

청구항 26

제 20 항 또는 제 21 항에 있어서,

상기 극저온 회수 시스템은 극저온 천연 가스 액체 회수 시스템인, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

청구항 27

제 20 항 또는 제 21 항에 있어서,

상기 극저온 회수 시스템은 극저온 제어된 냉동 구역 회수 시스템인, 오염물들을 제거하기 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원에 대한 상호 참조
- [0002] 본 출원은 2015년 9월 2일자로 출원된, 발명의 명칭이 "스윙 흡착을 위한 장치와 시스템 및 그와 관련된 공정"인 미국 가출원 제62/213,267호 모두의 이익을 청구하며, 이들 전체는 참고를 위해 본원에 함체된다.
- [0003] 또한, 본 출원은 2015년 9월 2일자로 출원된, 발명의 명칭이 "스윙 흡착을 위한 장치와 시스템 및 그와 관련된 공정"인 미국 가출원 제62/213,262호, 2015년 9월 2일자로 출원된, 발명의 명칭이 "온도 및 압력 결합형 스윙 흡착을 위한 장치와 시스템 및 그와 관련된 공정"인 미국 가출원 제62/213,270호, 및 2015년 9월 2일자로 출원된, 발명의 명칭이 "스윙 흡착을 위한 장치와 시스템 및 그와 관련된 공정"인 미국 가출원 제62/213,273호와 관련된다는 사실에 주목한다.
- [0004] 본 기술은 강화된 스윙 흡착 공정과 관련된 시스템에 관한 것이다. 특히 상기 시스템은 회수 장비와 통합될 수 있는 흡착제 베드들을 사용하는 공급 스트림의 탈수를 위한 스윙 흡착(swing adsorption) 공정에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 가스 분리는 많은 산업 분야에서 유용하며, 일반적으로 하나 이상의 가스 성분들을 우선적으로 흡착하는 반면, 하나 이상의 다른 가스 성분들은 흡착하지 못하는 흡착제 물질 위로 가스 혼합물을 유동시킴으로써 수행될 수 있다. 이와 같은 비 흡착된 성분들은 별도의 생성물로서 회수된다.
- [0006] 가스 분리 기술에 대한 하나의 특정 타입으로는 온도 스윙 흡착(TSA), 압력 스윙 흡착(PSA), 부분 압력 퍼지 스윙 흡착(PPSA), 고속 순환 압력 스윙 흡착(RCPSA), 고속 순환 부분 압력 스윙 흡착(RCPPSA), 고속 순환 온도 스윙 흡착(RCTSA), 및 비제한적으로 예를 들면 압력 및 온도 스윙 흡착과 같은 상술된 공정들의 조합과 같은 스윙 흡착을 들 수 있다. 예로서, PSA 공정들은 가스가 압력을 받고 있을 때 흡착제 물질의 부피에 관계없이 또는 기공 구조 내에 더욱 신속하게 흡착되는 가스 현상에 기초한다. 즉, 가스 압력이 높으면 높을수록, 신속 흡착되는 가스의 양이 더욱 많아진다. 압력이 감소할 때, 흡착된 성분이 해제되거나 또는 상기 흡착제 물질로부터 제거된다.
- [0007] 상기 스윙 흡착 공정(예를 들면, PSA 및 TSA)은 상이한 가스들이 상기 흡착제 물질의 미세 기공을 상이한 크기로 충전시키는 경향을 갖기 때문에 가스 혼합물의 가스들을 분리시키기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 만약 천연 가스와 같은 가스 혼합물이 메탄보다 이산화탄소에 대해 보다 선택적인 흡착제 물질을 함유하는 용기를 통해 압력하에 통과될 경우, 상기 이산화탄소의 적어도 일부는 상기 흡착제 물질에 의해 선택적으로 흡착되고, 상기 용기에 존재하는 가스는 메탄으로 풍부하게 된다. 상기 흡착제 물질이 이산화탄소를 흡착하기 위해 그 용량의 극한에 도달하였을 때, 그것은 예를 들면 압력을 감소시키고 그에 따라 흡착된 이산화탄소를 방출시킴으로써 PSA 공정으로 재생된다. 다음에, 상기 흡착제 물질은 일반적으로 퍼지되고 재압축된다. 다음에, 상기 흡착제 물질은 다른 흡착 주기를 위해 준비된다.
- [0008] 상기 스윙 흡착 공정들은 일반적으로 하나 이상의 흡착제 베드 유닛들을 포함하며, 상기 흡착제 베드 유닛들은 상기 유닛 내의 흡착 주기에 있어서 상이한 단계들을 위한 다양한 압력하에 유체들을 지속시키도록 구성된 하우징 내에 배치되는 흡착제 베드들을 포함한다. 이와 같은 흡착제 베드 유닛들은 상기 베드 구조체들에서 상이한 포장 재료를 사용한다. 예를 들어, 상기 흡착제 유닛들은 체커 브릭(checker brick), 펄 베드(pebble bed) 또는 다른 이용 가능한 포장물을 사용한다. 강화 구성으로서, 일부 흡착제 베드 유닛들은 베드 구조체 내에 엔지니어 포장물을 사용할 수 있다. 이와 같은 엔지니어 포장물은 벌집 형상, 세라믹 형상 등과 같은 특정 구성에 제공되는 물질을 포함할 수 있다.
- [0009] 또한, 다양한 흡착제 베드 유닛들은 유체들의 유동을 관리하기 위해 도관들 및 밸브들과 함께 결합될 수 있다. 이들 흡착제 베드 유닛들을 조절하는 공정은 각각의 흡착제 베드 유닛에 대한 주기들을 시스템 내의 다른 흡착제 베드 유닛들과 조정시키는 공정을 포함한다. 완전한 PSA 주기는 복수의 가스 스트림들을 하나 이상의 흡착제 베드 유닛들을 통해 이동시킴에 따라 수초에서 수분까지 변할 수 있다.
- [0010] 천연 가스와 같은 공급물들의 탈수를 위한 종래의 글리콜 흡착 공정들이 확립되어 있으며 저비용 처리되는 반면, 그와 같은 글리콜 흡착은 예를 들면 천연 가스 액체들(NGLs)을 회수하기 위한 천연 가스의 극저온 처리와 같은 특정 회수 공정들에서 요구되는 탈수 수준을 제공할 수 없다. 예를 들어, 글리콜 탈수된 천연 가스의 수분 함량은 대표적인 현장 탈수 사양에서 비교적 낮으나(예를 들면, 100 ppm 내지 200 ppm), 극저온 처리를 위해 1 ppm 미만, 심지어는 0.1 ppm 미만으로 감소되어야만 한다.
- [0011] 차후의 극저온 처리를 위한 천연 가스 스트림의 종래 방식의 탈수는 TSA 분자칼러 시브 흡착 공정(TSA molecular sieve adsorption process)을 사용하여 수행된다. 상기 TSA 분자칼러 시브 흡착 공정에 있어서, 천연 가스는 스트림에 있는 가스로부터 수분을 추출하는 분자칼러 시브 흡착제 베드들을 통해 유동한다. 일부 흡착제 베드들은 흡착 단계(예를 들면, 상기 스트림으로부터 수분을 흡착)를 수행하는 하나 이상의 분자칼러 시브 흡착제 베드들을 제공하기 위해 병렬로 배열되는 반면, 하나 이상의 다른 분자칼러 시브 흡착제 베드들 재생 단계(예를 들면, 상기 흡착제 베드로부터 흡착된 오염물을 제거하기 위한 재생용 오프라인)를 수행한다. 상기 분자칼러 시브 흡착제 베드가 거의 포화될 때, 상기 분자칼러 시브 흡착제 베드는 재생 단계(예를 들면, 오프라인을 취함)로 배치되고, 건식 가스 생성물 스트림의 일부는 가열 히터에서 약 500 °F(260°C)로 가열되고, 상기 분자칼러 시브 흡착제 베드를 통해 유도되어 온도를 상승시키고, 상기 분자칼러 시브 흡착제 베드로부터 수분을 제거한다. 다음에, 습성 재생 가스(예를 들면, 상기 베드로부터 수분이 제거된 가스)는 수분을 응축시키기 위해 베드 외부에서 냉각되고, 상기 가스는 탈수 시스템 상류의 공급 스트림으로 재순환 된다. 불행하게도, 극저온 NGL 회수 시설과 같은 대표적인 NGL 회수 시설의 경우, 분자칼러 시브 흡착제 베드들은 대형의 고압 용기들을 필요로 하며 다량의 가스 및 흡착제 물질을 포함한다. 상기 TSA 분자칼러 시브 흡착제 베드가 공급 스트림 압력하에서 작동함에 따라, 상기 유닛들은 고압을 포함하고, 흡착제 물질의 대량 재고를 포함하고, 무겁고, 큰 공간

을 차지하며, 또한 작업 비용이 많이 든다. 또한, 열적 스윙 주기 지속시간은 흡착 전면이 대부분의 몰레큘러 시브 흡착제 베드 길이를 통해 진행하므로 2 시간 이상이 된다. 상기 TSA 몰레큘러 시브 흡착 공정은 또한 상당한 양의 연료를 사용하고 가열된 요소들을 위한 안전 공간 요구 조건들로 인한 넓은 공간을 필요로 하는 재생 가스 가열 히터를 필요로 한다.

[0012] 관습적으로, 상기 습성 흡착제 베드들의 재생에 이어, 습성 재생 가스가 탈수 시스템 상류의 공급 스트림으로 재순환되거나 또는 처리 설비 연료로서 사용된다. 과다 재순환을 회피하기 위해, 재생을 위해 사용될 수 있는 건조 가스의 부피는 상기 공급 스트림 부피의 작은 비율, 일반적으로는 10% 미만으로 제한된다. 재 가스의 상대적으로 작은 부피 및 재생 동안의 흡착제 베드에 대한 거의 완전한 탈수에 대한 욕구로 인해, 각각의 주기 동안 상기 몰레큘러 시브 흡착제 베드들을 완전히 재생시키기 위해 약 500°F(260°C) 이상의 높은 재생 온도가 요구된다. 상 재생 가스가 500°F(260°C)로 제한될 때조차도, 상기 재생 가스의 온도는 반드시 상기 흡착제 미립자의 열수 열화(hydrothermal degradation) 및 불활성화를 유발하는 베드 내의 코크 형성을 야기할 수 있고, 이로 인해 퍼지 스트림의 높은 온도를 추가로 증가시키게 된다. 또한, 천연 가스 설비에서 가열된 히터의 사용은 위험 완화를 위한 증가된 장비 공간을 요구하게 되며, 이 경우 특히 해양 설비에서 비용이 많이 들게 된다.

[0013] 다른 접근 방법으로서, PSA 몰레큘러 시브 흡착 공정이 본 공정을 위해 사용될 수 있다. 이와 같은 접근 방법은 몰레큘러 시브 흡착제 베드들을 재생시키기 위해 저압에서 퍼지 가스의 낮은 유동 스트림을 사용한다. 불행하게도, 이와 같은 공정은 대표적인 천연 가스 탈수 용례들을 위한 재생 압축을 포함한다. 높은 재생 가스 온도의 습득이 재생 압축보다 비용이 적게 들기 때문에, 상기 PSA 몰레큘러 시브 흡착 공정은 상술된 TSA 몰레큘러 시브 흡착 공정보다 비용이 더욱 많이 든다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 따라서, 회수 장비와 통합될 수 있는, 흡착제 베드들을 갖는 공급 스트림들의 처리를 강화시키기 위해 제공되는 장치, 방법 및 시스템에 대한 산업 분야의 요구가 남아 있다. 본 기술들은 종래의 몰레큘러 시브 TSA 그리고 PSA 접근 방법에서 사용되는 것들보다 낮은 압력 및 온도에서 흡착제 베드들을 재생시키기 위한 PPSA 공정을 사용함으로써 강화될 수 있다. 본 기술들은 대형 퍼지 가스 부피를 사용함으로써(예를 들면, 종래의 몰레큘러 시브 TSA 및 PSA 접근 방법들에서보다 10 내지 12배 큰) 종래의 몰레큘러 시브 TSA 및 PSA 접근 방법들의 결점들을 극복한다. 또한, 고온(예를 들면, 500°F(260°C) 이상)으로 가열된 퍼지 가스의 사용 또는 가열된 히터의 사용을 포함하지 않는 접근 방법에 대한 필요성이 남아 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 하나 이상의 실시예들에서는, 본 기술들은 가스 공급 스트림으로부터 오염물을 제거하기 위한 순환적 스윙 흡착 공정을 포함한다. 상기 공정은: a) 하나 이상의 흡착 단계들을 수행하는 단계로서, 상기 흡착 단계들 각각은, 가스 공급 스트림으로부터 하나 이상의 오염물을 제거하고 또한 디메타나이지(demethanizer)를 포함하는 극저온 회수 시스템으로 전달되는 생성물 스트림을 형성하도록, 공급 압력 및 공급 온도에서 흡착제 베드 유닛을 통해 상기 가스 공급 스트림을 통과시키는 단계를 포함하는, 상기 하나 이상의 흡착 단계들을 수행하는 단계; b) 하나 이상의 감압 단계들을 수행하는 단계로서, 상기 흡착제 베드 유닛의 압력은 각각의 연속 감압 단계에 의해서 미리 결정된 양 만큼 감소되는, 상기 하나 이상의 감압 단계들을 수행하는 단계; c) 하나 이상의 퍼지 단계들을 수행하는 단계로서, 상기 퍼지 단계들 각각은 퍼지 생성물 스트림을 형성하기 위해 상기 가스 공급 스트림의 유동에 대한 반대 유동 방향으로 상기 흡착제 베드 유닛을 통해 퍼지 스트림을 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이지로부터의 디메타나이지 오버헤드 스트림의 적어도 일부를 포함하는, 상기 하나 이상의 퍼지 단계들을 수행하는 단계; d) 하나 이상의 재압축 단계들을 수행하는 단계로서, 상기 흡착제 베드 유닛 내의 압력은 각각의 연속 재압축 단계에 의해서 미리 결정된 양 만큼 각각 재압축 단계로써 증가되는, 상기 하나 이상의 재압축 단계들을 수행하는 단계; 및 e) 적어도 하나의 추가 주기에 대해서 a) 내지 d) 단계들을 반복하는 단계를 포함한다. 상기 퍼지 스트림은 디메타나이지 오버헤드 스트림의 적어도 20 부피%를 포함하거나 또는 디메타나이지 오버헤드 스트림의 적어도 50 부피%를 포함할 수 있다.

[0016] 다른 실시예에서는 가스 공급 스트림으로부터 오염물을 제거하기 위한 시스템이 설명된다. 상기 시스템은 하나 이상의 흡착제 베드 유닛 및 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛과 유체 교통하는 극저온 회수 시스템을 포함할 수 있다. 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛들 각각은 가스 공급 스트림으로부터 오염물을 분리시키고 생성물

스트림을 출력하도록 구성되며, 상기 가스 공급 스트림은 공급 온도에서 제공된다. 또한, 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛들과 유체 교통하는 상기 극저온 회수 시스템은 상기 생성물 스트림을 수용하도록 그리고 상기 생성물 스트림의 적어도 일부를 최종 생성물 스트림과 디메타나이지저 오버헤드 스트림으로 분리시키기 위해 상기 생성물 스트림의 적어도 일부를 디메타나이지저로 전달시키도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 퍼지 스트림은 상기 하나 이상의 흡착제 베드 유닛들을 통해서 통과될 수 있고 상기 디메타나이지저 오버헤드 스트림의 적어도 일부를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 발명의 전술한 장점들 및 다른 장점들은 비 제한적 실시예의 다음의 상세한 설명 및 도면들을 검토할 때 명백해질 수 있다.

도 1은 본 기술의 실시예에 따른 6개의 흡착제 베드 유닛들 및 상호 연결 배관을 구비한 스윙 흡착 시스템의 3차원 다이어그램.

도 2는 본 기술의 실시예에 따른 관련 밸브 조립체들 및 매니폴드들을 구비한 흡착제 베드 유닛의 일부를 도시한 다이어그램.

도 3은 극저온 NGL 회수 시스템을 형성하기 위해 공급 스트림을 탈수시키기 위한 종래 몰레큘러 시브 흡착 시스템의 다이어그램.

도 4는 본 기술의 실시예에 따른 극저온 NGL 회수 시스템을 구비한 RCTSA 탈수 시스템의 예시적인 통합 다이어그램.

도 5는 본 기술의 실시예에 따른 도 4의 구성과 연관된 예시적 차트.

도 6a, 도 6b, 도 6c 및 도 6d는 본 기술의 실시예에 따른 도 4의 구성과 연관된 예시적 다이어그램.

도 7은 본 기술의 실시예에 따른 극저온 CFZ 회수 시스템과 PPSA 탈수 시스템의 통합의 예시적 다이어그램.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 달리 설명하지 않는 한, 본 발명에 사용된 모든 기술 및 과학적 개념들은 본 기술이 포함하고 있는 기술 분야의 당업자들에게는 공통으로 이해될 수 있는 동일한 의미를 갖는다. 단일 용어들인 관사(a, an 및 the)는 그 내용이 명확하게 달리 명기하지 않는 한 복수의 지시 대상들을 포함한다. 마찬가지로, 용어 "또는"은 그 내용이 명확하게 달리 명기하지 않는 한 "및"을 포함하도록 의도된다. 용어 "포함하는"은 "구비하는"을 의미한다. 본원에 언급된 모든 특허 및 공보들은 달리 지시하지 않는 한 참고를 위해 그 전체가 본원에 함체된다. 용어나 구문의 의미와 상충되는 경우, 개념들의 설명을 포함하는 본 명세서는 조절된다. 본원에서 "상부", "하부", "상위부", "저부", "전방", "후방", "수직" 및 "수평"과 같은 방향을 나타내는 개념들은 다양한 요소들 사이의 관계를 표시하고 명료화하기 위해 사용된다. 이와 같은 용어들은 절대적인 배향을 의미하지 않는다는 사실을 이해해야 한다(예를 들면, "수직" 성분은 디바이스를 회전시킴으로써 수평으로 될 수 있다). 본원에 인용된 물질들, 공정들 및 예들은 오직 설명을 위한 것이며 제한을 목적으로 의도되지 않는다.

[0019] 본원에 사용된 바와 같은, "스트림"은 다양한 장비를 통해 안내되는 유체(예를 들면, 고체, 액체 및/또는 기체)와 관련된다. 상기 장비는 도관, 혈관, 매니폴드, 유닛 또는 기타 적합한 디바이스를 포함할 수 있다.

[0020] 본원에 사용된 바와 같은 부피%는 표준 환경에 기초한다. 방법을 위한 표준 환경은 0°C(예를 들면, 32°F)의 온도 및 100kPa(1 bar)의 절대 온도로 표준화될 수 있다.

[0021] 본원에 사용된 바와 같은 "도관"은 유체나 또는 다른 물질이 운반되는 채널을 형성하는 관형 부재와 관련된다. 이와 같은 도관은 하나 이상의 파이프, 매니폴드, 튜브 등을 포함할 수 있다.

[0022] 본 기술은 고속 순환 흡착제 베드들을 사용하여 공급 스트림(예를 들면, 천연 가스)의 심층 탈수를 위한 스윙 흡착 공정(예를 들면, 고속 순환 공정)에 관한 것이다. 본 기술은 공급 스트림(예를 들면, 천연 가스 스트림)의 탈수를 위한 고속 순환 부분 압력 퍼지 스윙 흡착(PPSA) 공정을 하류 회수 장비(예를 들면, 극저온 천연 가스 액체(NGL) 회수 공정)와 통합한다. NGL 회수 공정으로부터의 디메타나이지저 오버헤드 스트림과 같은, 하류 회수 장비로부터의 잔류 가스는 상기 흡착제 베드를 재생시키기 위한 퍼지 가스로서 상기 탈수 공정에서 사용된다. 상기 퍼지 스트림은 흡착제로부터 수분을 회수하기 위해 사용될 수 있으며 또한 잔류 판매용 가스(예를 들면, 디메타나이지저 오버헤드 스트림)와 혼합시키도록 구성될 수 있다. 유익하게도, 그와 같은 구성에 있어서는, 어떠

한 재생 가스도 탈수 공정의 하류로 재순환될 필요가 없거나 또는 연료로서 사용될 필요가 없다.

[0023] 종래의 접근 방법들과 대조적으로, 본 기술은 흡착제 베드를 탈수시키기 위해 PPSA를 사용한다. 결과적으로, 상기 퍼지 가스는 가스로 등과 같은 다른 수단에 의해 발생되지 않는다. 상기 퍼지 스트림은 작업적 강화와 함께 비용적 및 안정성 이익을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 퍼지 스트림은 상기 흡착제의 열수 열화를 감소시키고 또한 코크 형성을 감소시킬 수 있다. 또한, 본 기술은 종래의 TSA 몰레큘러 시브 시스템들과 비교하여 비용이 저렴할 수 있고 또한 종래의 TSA 몰레큘러 시브 탈수보다 흡착제 베드들을 사용함으로써 보다 작은 공간을 가질 수 있다.

[0024] 하나의 강화 구성으로서, 본 기술은 퍼지 출력 스트림을 퍼지 단계로부터의 흡착제 베드로부터 흡착제 베드 유닛을 통과한 후의 파이프라인 판매용 가스로 제공한다. 상기 퍼지 출력 스트림은 상기 파이프라인 판매용 가스 생성물 사양들이 일반적으로 극저온 처리 공급 가스 사양들보다 덜 엄격하므로 파이프 라인 가스로 제공된다. 따라서, 후속 하류 처리(예를 들어, 메탄보다 무거운 탄화수소의 일부를 제거하기 위한 극저온 처리)를 위해 제거된 수분은, 부작용 없이 회수(예를 들면, NGL 회수) 후에, 판매용 가스로서 언급되는, 천연 가스 판매용 가스 스트림으로 복귀될 수 있다. 이와 같은 구성은, 디메타나이저 오버헤드 스트림일 수 있는, 실제로 상기 퍼지 가스 스트림을 위한 퍼지 가스로서 상기 NGL 설비로부터의 모든 또는 전체 잔류 가스 스트림을 사용한다. 결과적으로, 상기 퍼지 스트림(예를 들면, 재생 가스)의 가열 또는 압력 감축 및 탈압력이 요구되지 않을 수 있다. 또한, 상기 재생 단계 또는 탈착 단계 동안 흡착제 베드 가열 온도를 감소시킴으로써, 상기 가열된 히터에 대한 의존도가 일정한 상태 또는 정상 작업을 위해 제거되며, 따라서 투자 자본 및 처리 공간이 감소된다. 또 이와 같은 구성은 종래의 TSA 몰레큘러 시브 흡착 공정에서 직면하는 흡착제 베드 내의 코크 형성 및 흡착제 물질의 열수 열화를 감소시킨다.

[0025] 또한, 본 기술은 공급 스트림 및 퍼지 스트림을 위한 다양한 압력을 포함할 수 있다. 예를 들어, 공급 압력은 적절한 흡착 공급 압력에 기초할 수 있으며, 400 psia(pounds per square inch absolute) 내지 1,400 psia 범위에 있거나, 또는 600 psia 내지 1,200 psia 범위에 있을 수 있다. 또한, 상기 퍼지 압력은 양호한 흡착제 퍼지 압력에 기초할 수 있으며, 200 psia 내지 800 psia 범위, 구체적으로 400 psia 내지 600 psia 범위에 있을 수 있다.

[0026] 다른 강화 구성으로서, 본 기술은, 고속 순환 PPSA 공정과 같은, 고속 순환 스윙 흡착 공정의 사용을 통한 탈수를 제공할 수 있다. 상기 흡착제 베드의 증량당 스윙 부피는 종래의 TSA 몰레큘러 시브 탈수보다 작을 수 있으며, (예를 들면, 요구되는 흡착제의 양을 더욱 크게 하는) 상기 흡착제 베드의 완전 건조를 위한 요구 조건을 갖지 아니하는 반면, 요구되는 흡착제의 양은 종래의 TSA 몰레큘러 시브 탈수보다 10배 내지 100배 이상 작다는 점에서, 고속 순환의 사용은 종래의 TSA 몰레큘러 시브 탈수와 비교하여 상기 흡착제의 양을 감소시킨다. 또한, 흡착제 베드상에서 사용되는 퍼지 스트림이 상기 흡착제 베드의 자유 단부를 완전히 건조시킬 필요가 없게 될 수도 있다.

[0027] 본 기술에 있어서, 상기 흡착제 베드의 생성물 단부는 거의 건조 상태로 지속되나(예를 들어, 상기 생성물 단부 근방의 영역에 대한 수분 부하(water loading)는 1 mol/kg 미만, 0.5 mol/kg 미만, 또는 0.1 mol/kg 미만이다), 이는 상기 흡착제 베드의 자유 단부를 완전히 건조시키기 위한 필수 조건은 아니다. 상기 자유 단부 또는 공급 측면은 상기 공급 스트림이 최초 진입하는 흡착제 베드의 단부인 반면, 상기 생성물 단부는 상기 공급 스트림이 상기 흡착제 베드를 빠져나가는, 상기 자유 단부 반대편의 흡착제 베드의 단부이다. 수분의 부하 수준은 상기 퍼지 단계 동안 상기 흡착제 베드의 자유 측면 상에서 낮아질 수 있으나, 수분을 함유하는 흡착제 베드의 길이는 상기 퍼지 단계 동안 감소될 수 있다. 예를 들어, 흡착제 부하 영역은 상기 흡착제 베드의 자유 단부로부터 상기 베드 길이의 10%까지, 상기 흡착제 베드의 자유 단부로부터 상기 베드 길이의 40%까지, 또는 상기 흡착제 베드의 자유 단부로부터 상기 베드 길이의 75%까지인, 상기 흡착제 베드의 특정 부분일 수 있다. 오직 상기 베드 길이의 일부를 사용함으로써, 상기 베드의 생성물 단부를 엄밀하게 건조된 상태로 유지시키고 극단적으로 낮은 생성물의 수분 농도를 유지하게 한다. 또한, 상기 베드의 생성물 단부의 중요 부분을 건조 상태로 유지 시킴으로써, 실시예에서 가스 통로 채널의 불균일성에 대한 유연성을 제공하며, 여기서 모노리스(monolith)와 같은 구조화된 흡착제는 흡착제 베드 또는 흡착 구조체에 사용된다. 상기 생성물 영역은 상기 흡착제 베드의 생성물 단부로부터 상기 베드 길이의 10%까지, 상기 흡착제 베드의 생성물 단부로부터 상기 베드 길이의 25%까지, 또는 상기 흡착제 베드의 생성물 단부로부터 상기 베드 길이의 40%까지인, 상기 흡착제 베드의 특정 부분일 수 있다. 상기 퍼지 단계 동안 및 상기 흡착 단계 동안의 전체 흡착제 베드 수분 부하 사이의 차이는 상기 공정의 스윙 용량에 기초한다.

- [0028] 하나 이상의 실시예들에 있어서, 상기 퍼지 스트림의 유량은 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 유량과 연관될 수 있다. 상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 20 부피%, 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 50 부피%, 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 80 부피%, 또는 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 95 부피%를 포함한다. 특정 실시예들에 있어서, 상기 퍼지 스트림 유량은 상기 디메타나이저 오버헤드 유량의 유량과 실제로 동일할 수 있다(예를 들어, 약 100 부피%).
- [0029] 또한, 다른 실시예들에서, 상기 퍼지 스트림은 공급 스트림의 온도와 실질적으로 유사한 온도로 제공된다. 상기 퍼지 스트림 온도는 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 350°F 초과(상기 공급 온도보다 194°C 초과) 범위 내, 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 200°F 초과(상기 공급 온도보다 111.1°C 초과) 범위 내 또는 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 50°F 초과(상기 공급 온도보다 27.8°C 초과) 범위 내일 수 있다. 다른 예로서, 상기 퍼지 스트림 온도는 상기 공급 온도보다 25°F 미만(상기 공급 온도보다 13.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 350°F 초과(상기 공급 온도보다 194°C 초과) 범위 내, 상기 공급 온도보다 25°F 미만(상기 공급 온도보다 13.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 200°F 초과(상기 공급 온도보다 111.1°C 초과) 범위 내 또는 상기 공급 온도보다 25°F 미만(상기 공급 온도보다 13.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 50°F 초과(상기 공급 온도보다 27.8°C 초과) 범위 내일 수 있다. 특정 예로서, 상기 공급 스트림은 86 °F의 온도 및 1000 psi의 공급 압력으로 제공될 수 있다. 결과적 퍼지 스트림은 72 °F(22.2°C) 내지 500 °F(260 °C)의 범위의 온도 또는 [흡착제 베드의 임의의 열적 열화를 최소화하기 위해] 그 미만의 온도 및 436 psi의 퍼지 압력을 가질 수 있거나 또는 낮은 압력일 수 있다. 다른 예로서, 상기 공급 스트림은 약 1000 psi 및 약 75 °F(23.9°C)의 온도일 수 있고, 상기 퍼지 스트림은 약 70°F(21.1°C)의 온도 및 약 450 psi의 압력일 수 있다. 다른 대안 예로서, 작동 조건들은 퍼지 스트림 및 공급 스트림에 대한 더 높은 온도 및 1000 psi 이하의 압력을 포함할 수 있다.
- [0030] 다른 구성들에서, 상기 퍼지 스트림의 온도는 상기 공급 스트림에 충분히 근접할 수 있다. 예를 들어, 상기 퍼지 온도는 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 25°F 초과(상기 공급 온도보다 13.9°C 초과) 범위 내, 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 10°F 초과(상기 공급 온도보다 5.6°C 초과) 범위 내 또는 상기 공급 온도보다 7°F 미만(상기 공급 온도보다 3.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 7°F 초과(상기 공급 온도보다 3.9°C 초과) 범위 내 또는 상기 공급 온도보다 5°F 미만(상기 공급 온도보다 2.8°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 5°F 초과(상기 공급 온도보다 2.8°C 초과) 범위 내일 수 있다.
- [0031] 또한, 본 기술들은 다양한 구성들로 통합될 수 있다. 예를 들어, 본 기술들은 극저온 천연 가스 액체(NGL) 회수 시스템에 앞서 탈수화를 사용할 수 있으며 상기 시스템과 통합될 수 있고, 공급 가스 사양들을 극저온 처리하기 위해 오염 물질을 제거하는 과정이 포함될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 다른 실시예들은 제어된 냉동 구역(freeze zone™ (CFZ™))과의 일체화를 포함하는 구성들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이와 같은 구성은 CFZ™ 공정으로부터 중탄화수소를 제거하기 위해 흡착제 베드 유닛들을 사용할 수 있고, 다음에 상기 흡착제 베드 유닛들에 있는 흡착제 베드들로부터 중탄화수소들을 제거하기 위해 CO₂ 및 H₂S 크린 CFZ™ 생성물을 사용할 수 있다. 더욱이, 다른 통합들로서 액화 천연 가스(LNG) 설비 또는 다른 설비들을 포함할 수 있다. 여하튼, 본 기술들은 과다한 양의 수분과 CO₂를 함유하는 공급 스트림들을 처리하기 위해 사용될 수 있다. 본 기술들은 또한 극저온 천연 가스 액화 회수 설비를 위해 극저온 천연 가스 액화 사양들과 같은 다른 사양들로 오염물을 제거하기 위해 사용될 수 있다.
- [0032] 유익하게도, 본 기술들은 모듈러 설계를 제공하며, 고속 순환 흡착제 베드들을 사용하여 공급 스트림들(예를 들면, 지배적인 천연 가스 스트림들)의 탈수를 실행하기 위해 공간, 중량 및 처리 비용을 감소시키도록 구성될 수 있다. 또한, 이와 같은 공정이 어떠한 가열 히터(예를 들면, 정상 작동을 위한 가열로)의 사용도 포함하지 않음으로써, 본 기술들은 상기 공정으로부터 가열 히터 또는 고온 열교환기의 사용을 배제할 수 있다. 그와 같은 장비의 제거는 관련 장비와 함께 화염을 제거함으로써 본질적으로 안전하며, 노에서의 연소 부족으로 인한 연료 소비 및 온실 가스(GHG) 출력량을 낮출 수 있다. 또한, 본 기술들은 상기 공정에서 사용된 흡착제 물질의 선택에 대한 유연성을 증가시킬 수 있고, 모놀리식 흡착제 베드 설계로 인한 먼지 형성을 감소시킬 수 있고, 낮은 흡착제 양으로 인한 고형 폐기물 생성을 줄일 수 있고, 그리고/또는 흡착제 물질의 적절한 선택에 의해 중탄화수소(예를 들면, C₂₊)의 흡착을 감소시킬 수 있다. 본 기술들은 또한 흡착제 베드를 전환할 때 하류 처리 장치 상에 가해지는 충격을 감소시킬 수 있지만, 흡착제 베드 유닛들의 일부가 흡착제 베드 제조정 또는 다른 유사한

공정을 위해 서비스로부터 제거되게 하는 기구를 제공하도록 예비 유닛들을 이용하는 동시에, 건조 또는 세척된 공급 스트림의 안정된 유동으로 하류 처리를 연속 제공한다.

[0033] 하나 이상의 실시예들에 있어서, 본 기술들은 어떠한 타입의 스윙 흡착 공정을 위해서도 사용될 수 있다. 본 기술을 위한 스윙 흡착 공정으로는, 비제한적으로, 압력 스윙 흡착(PSA), 진공 압력 스윙 흡착(VPSA), 온도 스윙 흡착(TSA), 부분 압력 스윙 흡착(PPSA), 고속 순환 압력 스윙 흡착(RCPSA), 고속 순환 서멀 스윙 흡착(RCTSA), 고속 순환 부분 압력 스윙 흡착(RCPPSA), 뿐만 아니라 압력 및/또는 온도 스윙 흡착과 같은 상기 공정들의 혼합을 포함할 수 있다. 예시적인 동력학적 스윙 흡착 공정들에 대하여는 미국 특허출원 공보 제2008/0282892호, 제2008/0282887호, 제2008/0282886호, 제2008/0282885호, 제2008/0282884호 및 제2014/0013955호에 개시되어 있으며, 이들 각각은 전체로서 참고를 위해 본원에 합체되었다.

[0034] 상술된 바와 같이, 흡착 분리 공정들, 장치들 및 시스템들은 가스 및 오일 처리와 같은 탄화수소의 성장 및 생성에 유용하다. 특히, 제공된 공정들, 장치들, 및 시스템들은 가스 혼합물로부터 다양한 목표 가스를 신속하고, 대규모로, 효율적으로 분리하는데 유용하다. 특히, 상기 공정들, 장치들, 및 시스템들은 오염물 및 중탄화수소(예를 들면, 적어도 2개의 탄소 원자들을 갖는 탄화수소)를 제거함으로써 공급 생성물들(예를 들면, 천연 가스 생성물들)을 준비하기 위해 사용될 수 있다. 이와 같이 제공된 공정들, 장치들, 및 시스템들은 분리 용례들을 포함하는, 유틸리티들에서 사용하기 위한 가스 공급 스트림들을 제조하는데 유용하다. 상기 분리 용례들은 노점 제어; 스위트닝 및/또는 해독; 부식 방지 및/또는 제어; 탈수; 발열량; 조화; 및/또는 정제를 포함할 수 있다. 하나 이상의 분리 용례들을 사용하는 유틸리티의 예로서는 연료 가스의 생성; 밀봉 가스; 비-식용수; 블랭킷 가스; 기구 및 제어 가스; 냉각제; 불활성 가스; 및/또는 탄화수소 회수를 포함한다.

[0035] 특정 실시예들에 있어서, 본 기술들은, 탄화수소 스트림으로부터의 산성 gas와 같은, 공급 스트림으로부터의 오염물을 제거하기 위해 사용될 수 있다. 산 가스 제거 기술은 가스 저장 물질이 고 농도의 산성 가스(예를 들면, 사워 가스원(sour gas resources))를 나타낼 때 유용할 수 있다. 탄화수소 공급 스트림들에서는, 몇 ppm의 산성 가스로부터 90 부피%의 산성 gas에 이르기까지, 산성 가스의 양이 매우 폭넓게 변화한다. 예시적인 가스 저장 물질로부터의 산성 가스 농도의 예는 비제한적으로 적어도 다음과 같은 농도를 포함한다: (a) 1 부피% H₂S, 5 부피% CO₂, (b) 1 부피% H₂S, 15 부피% CO₂, (c) 1 부피% H₂S, 60 부피% CO₂, (d) 15 부피% H₂S, 15 부피% CO₂, 및 (e) 15 부피% H₂S, 30 부피% CO₂. 따라서, 본 기술들은 H₂S 및 CO₂ 같은, 다양한 오염물을 원하는 수준으로 제거하기 위한 장비를 포함할 수 있다. 특히, 상기 H₂S는 4 ppm 미만의 수준으로 낮아질 수 있는 반면, 상기 CO₂는 1.8 몰% 미만 또는 적합하게는 50 ppm 미만의 수준으로 낮아질 수 있다.

[0036] 특정 실시예들에 있어서, 상기 가스 공급 스트림은 주로 하나 이상의 오염물을 갖는 탄화수소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 가스 공급 스트림은 상기 공급 스트림의 총 부피에 기초한 1 부피%의 탄화수소 초과인 탄화수소 함유 스트림일 수 있다. 또한, 상기 가스 공급 스트림은 탄화수소 및 H₂O를 포함할 수 있으며, 상기 H₂O는 하나 이상의 오염물 중 하나이고, 상기 가스 공급 스트림은 50 ppm 몰 내지 1,500 ppm 몰 범위; 또는 500 ppm 내지 1,500 ppm 몰 범위의 H₂O를 포함한다. 또한, 상기 가스 공급 스트림은 탄화수소 및 H₂O를 포함할 수 있으며, 상기 H₂O는 하나 이상의 오염물 중 하나이고, 상기 가스 공급 스트림은 상기 가스 공급 스트림에서 2 ppm 몰 내지 포화 수준 범위의 H₂O를 포함한다. 또한, 상기 가스 공급 스트림은 탄화수소 및 CO₂를 포함하며, 상기 CO₂는 상기 하나 이상의 오염물 중 하나이고, 상기 가스 공급 스트림은 총 가스 공급 스트림의 0 몰% 내지 5 몰% 범위의 CO₂를 포함하거나 또는 총 가스 공급 스트림의 0 몰% 내지 2 몰% 범위의 CO₂를 포함한다.

[0037] 다른 실시예들에 있어서, 본 기술들은 상기 스트림의 수분 함량을 상기 스윙 흡착 공정에 의한 특정 수준으로 낮추기 위해 사용될 수 있다. 이와 같은 특정 수준은 원하는 출력 생성물의 노점과 관련될 수 있다(예를 들어, 상기 수분 함량은 추후 공정에서 상기 스트림의 최하 온도 이하의 노점을 얻기 위해 요구되는 수분 용량보다 낮게 될 수 있으며, 상기 공급 압력과 관련된다). 첫번째 접근 방법으로서, 압력 함수로서 퓨거시티(fugacity) 보정을 고려하지 않는 경우, 특정 노점을 야기하는 수분 농도(ppm)는 압력과 반비례로 변한다. 예를 들어, 상기 흡착 베드로부터의 출력 스트림은 극저온 처리 공급 스트림으로 되도록 구성될 수 있으며, 상기 극저온 처리 사양들(예를 들면, NGL 공정에 대한 약 -150°F(-101.1°C) 노점 또는 제어된 냉동 구역(Freeze Zone™ (CFZ™)) 공정에 대한 약 -60°F(-51.1°C))을 충족시킨다. 상기 극저온 처리 공급 스트림 사양은 상기 스트림(예를 들어, 상기 흡착제 베드로부터의 출력 스트림 또는 극저온 처리될 공급 스트림)에서의 수분 함량을 0.0 ppm 내지 10 ppm 범위, 0.0 ppm 내지 5.0 ppm 범위, 0.0 ppm 내지 2.0 ppm 범위, 또는 0.0 ppm 내지 1.0 ppm 범위만큼 포함

할 수 있다. 상기 퍼지 단계 동안 상기 흡착제 베드로부터의 유발 출력 스트림은 상기 스트림 내의 수분 함량을 0.0 ppm 내지 표준 제곱 피트당 7파운드(1b/MSCF) 범위까지 포함할 수 있다.

[0038] 하나 이상의 실시예에 있어서, 본 기술들은 공급 스트림(예를 들어, 천연 가스 스트림)로부터 오염물을 제거하기 위한 고속 순환 PPSA 공정을 하류 극저온 NGL 회수 공정과 통합함으로써 사용될 수 있다. 예를 들어, 이와 같은 구성은 천연 가스로부터 낮은 수준의 CO₂(약 2 부피% CO₂)를 제거하기 위한 흡착 공정에서의 PPSA를 에탄 회수를 위해 구성된 극저온 NGL 설비와 통합하는 공정을 포함할 수 있다. 상기 CO₂ 제거는 상기 천연 가스 판매용 가스 사양들보다 적게 제한될 수 있다. 특히, 상기 가스 공급 스트림이 탄화수소 및 CO₂와 같은 하나 이상의 오염물을 포함할 수 있기 때문에, 상기 가스 공급 스트림 내의 CO₂는 1에서 상기 가스 공급 스트림의 중탄화수소의 물분율과 판매용 가스 CO₂ 최대 농도 사양의 곱을 뺀 양보다 작을 수 있다. 예로서, 만약 천연 가스 판매용 가스 사양이 2 몰% 이하의 CO₂ 함량인 경우, 그리고 상기 공정이 NGL 설비에서 10 몰% 중탄화수소를 제거한다면, 상기 퍼지 스트림은 본래 공급보다 10 몰% 미만으로 될 것이며, 그 결과 원래 공급에서의 최대 CO₂ 함량이 1.8 몰% CO₂보다 작게 되어, 유발되는 퍼지 스트림은 2.0 몰% CO₂ 함량보다 작게 된다. 극저온 NGL 설비에 있어서, 상기 디메타나이저 칼럼 오버헤드 스트림은 상기 흡착제 베드들을 재생하기 위한 퍼지 가스로서 사용될 수 있는 반면, 낮은 수준의 CO₂는 판매용 가스로 복귀한다. 또한, 다른 예에 있어서, 이와 같은 구성은 천연 가스로부터 중탄화수소를 제거하기 위한 PPSA를 천연 가스로부터 대량의 CO₂를 제거하기 위한 제어된 냉동 구역(CFZ)과 통합시키는 공정을 포함할 수 있다. 예를 들면, 미국 특허출원 제2009/0266107호 및 제2010/0018248호 참조. 이와 같은 구성에 있어서, CFZTM 공정으로부터의 스위트 가스(sweet gas; 예를 들면, H₂S 및 CO₂가 제거되거나 또는 원하는 수준 이하를 갖는 스트림)는 흡착제 베드들을 재생시키기 위한 퍼지 가스로서 사용될 수 있는 반면, 가열값을 증가시키거나 또는 후속하는 중탄화수소 회수를 위한 기구를 제공하기 위해 상기 중탄화수소를 판매용 가스 스트림 내에 흡착시킨다. 또다른 예에 있어서, 이와 같은 구성은 가스 스트림으로부터 제 1 성분을 제거하기 위하여 순환 가스 처리 공정을 통합할 수 있으며, 여기서 상기 제 1 성분은 후속 공정(예를 들면, 상기 가스 스트림으로부터 다른 성분들을 제거하기 위한 제 2 공정)을 방해할 수 있다. 이와 같은 구성에 있어서, 상기 제 2 공정에서 다른 성분들을 제거한 후에 잔류하는 잔류 가스 스트림 전체 또는 그의 상당한 부분은 다음에 상기 잔류 가스 스트림 내의 제 1 성분들을 회수하기 위해 상기 제 1 공정으로 복귀된다. 또한, 어떠한 다른 스트림도 상기 제 1 공정으로부터 상기 공급 스트림 또는 연료로 재순환될 수 없다.

[0039] 또한, 다른 구성들은 스윙 흡착 공정 주위의 가스 공급 스트림의 적어도 일부를 우회하는 단계를 포함할 수 있다. 그와 같은 구성들에 있어서, 대량의 오염물이 상기 시스템에서 처리될 수 있다. 예를 들어, 만약 높은 함량의 CO₂ 스트림이 상기 가스 공급 스트림으로서 처리되어야만 할 경우, 다음에 스윙 흡착 공정(예를 들면, 흡착제 베드 유닛) 주위의 가스 공급 스트림의 적어도 일부를 전환시키기 위해 바이패스 구성이 이용될 수 있으며, 상기 스윙 흡착 공정의 하류 및 디메타나이저의 상류에서 상기 스윙 흡착 공정으로부터의 생성물 스트림과 상기 바이패스 스트림을 재결합시킨다. 이와 같은 구성에 있어서, 과다한 CO₂가 NGL과 함께 이동하고 상기 디메타나이저 오버헤드는 여전히 CO₂에 대한 파이프라인 사양 내에 있게 된다.

[0040] 또다른 실시예에 있어서, 본 기술들은 상기 재생 가스를 상기 공급 스트림 또는 연료 가스로 재순환시키지 않을 수 있다. 이와 같은 구성은 훨씬 대량의 퍼지 가스 부피의 사용을 허용함으로써 종래의 TSA 분레큘러 시브 흡착 공정 및 PSA 분레큘러 시브 흡착 공정의 결합을 극복한다. 예를 들어, 상기 퍼지 가스 부피는 종래의 TSA 분레큘러 시브 흡착 공정 및 PSA 분레큘러 시브 흡착 공정보다 5배 내지 20배 크게 될 수 있다. 따라서, 상술된 바와 같이 정상 온도, 압력 및 저비용으로 상기 흡착제 베드들을 재생시키기 위해 PPSA가 사용될 수 있다.

[0041] 또한, 하나 이상의 실시예들에 있어서, 본 기술들은 수분과 같은 오염물을 제거하기 위한 특정 공정 흐름을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 공정은 주기를 형성하는 흡착 단계 및 재생 단계를 포함할 수 있다. 상기 흡착 단계는 상기 가스 공급 스트림으로부터 하나 이상의 오염물을 분리시켜 생성물 스트림을 형성하기 위해 가스 공급 스트림을 공급 압력 및 공급 온도 하에 흡착제 베드 유닛을 통해 통과시키는 단계를 포함한다. 상기 공급 스트림은 상기 흡착제 베드를 통해 전방 방향으로(예를 들면, 상기 흡착제 베드의 공급 단부로부터 상기 흡착제 베드의 생성물 단부) 통과될 수 있다. 다음에, 상기 가스 공급 스트림의 유동은 재생 단계를 위해 중단될 수 있다. 상기 재생 단계는 하나 이상의 감압 단계, 퍼지 단계 및 하나 이상의 재압축 단계를 포함할 수 있다. 상기 감압 단계는 각각의 연속적인 감압 단계를 위해 미리 결정된 양만큼 상기 흡착제 베드 유닛의 압력을 감소시

키는 단계를 포함할 수 있으며, 이는 단일 단계일 수 있거나 그리고/또는 블로다운 단계일 수 있다. 상기 감압 단계는 전방 방향으로 제공될 수 있거나 또는 바람직하게는 역방향으로(예를 들면, 상기 흡착제 베드의 생성물 단부로부터 상기 흡착제 베드의 자유 단부로) 제공될 수 있다. 상기 퍼지 단계는 퍼지 스트림을 상기 흡착제 베드 유닛 내로 전달시키는 단계를 포함할 수 있으며, 이는 일회성 퍼지 단계일 수 있고, 상기 퍼지 스트림은 상기 공급 스트림에 대해 역방향 유동으로 제공될 수 있다. 상기 퍼지 단계로부터의 출력 스트림은, NGL 설비, CFZ 설비 및/또는 LNG 설비와 같은, 다른 장비에서 연료를 위해 멀리 운반될 수 있다. 그 다음, 상기 하나 이상의 재압축 단계가 수행될 수 있으며, 여기서 상기 흡착제 베드 유닛 내의 압력은 각각의 재압축 단계마다 각각의 연속적인 재압축 단계가 갖는 미리 결정된 양만큼 증가된다. 이 때, 상기 주기는 추가의 스트림들을 위해 반복될 수 있다. 상기 주기 지속시간은 1초보다 크고 600초보다 작은 기간, 2초보다 크고 300초보다 작은 기간, 2초보다 크고 200초보다 작은 기간, 또는 2초보다 크고 90초보다 작은 기간일 수 있다. 본 기술들은 다음의 도 1 내지 도 7을 참고할 때 더욱 잘 이해될 수 있다.

[0042] 도 1은 6개의 흡착제 베드 유닛들과 상호연결 배관을 갖는 스윙 흡착 시스템(100)의 3차원 다이어그램이다. 이와 같은 구성은 특별한 예이나, 본 기술들은 포괄적으로 대칭 배향, 또는 비대칭 배향 및/또는 복수의 하드웨어 스킴(hardware skid)들의 결합으로 채택될 수 있는 흡착제 베드 유닛들에 관한 것이다. 또한, 이와 같은 특정 구성은 예시적인 목적을 위한 것이며, 다른 구성들은 상이한 수의 흡착제 베드 유닛들을 포함할 수 있다.

[0043] 이와 같은 시스템에 있어서, 흡착제 베드 유닛(102)과 같은 흡착제 베드 유닛들은 공급 스트림들(예를 들면, 유체들, 가스들, 액체들)로부터 오염물을 제거하기 위한 순환적 스윙 흡착 공정을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 흡착제 베드 유닛(102)은 상기 흡착제 베드 유닛(102) 내의 흡착제 베드를 통해, 흡착제 베드로 또는 흡착제 베드로부터의 유체 유동을 다루기 위한 다양한 도관들(예를 들면, 도관(104))을 포함할 수 있다. 상기 흡착제 베드 유닛들(102)로부터의 도관들은 상기 스트림의 유동을 구성 요소들에, 구성 요소들로부터 또는 구성 요소들 사이로 분배하기 위한 매니폴드(예를 들면, 매니폴드(106))에 결합될 수 있다. 흡착제 베드 유닛 내의 상기 흡착제 베드는 생성물 스트림을 형성하기 위해 하나 이상의 오염물을 공급 스트림으로부터 분리시킬 수 있다. 알 수 있는 바와 같이, 상기 흡착제 베드 유닛들은, 퍼지 스트림, 감압 스트림 등과 같은, 공정의 일부로서의 다른 유체 스트림들을 제어하기 위한 다른 도관들을 포함할 수 있다. 더불어, 상기 흡착제 베드 유닛은 또한 균등화 용기(108)와 같은 하나 이상의 균등화 용기들을 포함할 수 있으며, 상기 흡착제 베드 유닛 전용이며 또한 상기 스윙 흡착 공정에서 하나 이상의 단계들에 전용될 수 있다.

[0044] 예로서, 또한 아래의 도 2에서 설명될, 상기 흡착제 베드 유닛(102)은 헤드부 및 다른 몸체부들을 포함할 수 있고, 실제로 가스 불투과성 파티션을 형성하는 하우징, 상기 하우징 내에 배치되는 흡착 배드, 및 상기 하우징의 내부 영역과 상기 하우징의 내부 영역의 외부 위치들 사이에서 상기 하우징 내의 개구부들을 통한 유체 유동을 제공하는 복수의 밸브들(예를 들면, 포핏 밸브들)을 포함할 수 있다. 상기 포핏 밸브들 각각은 상기 헤드 내에 안착하는 디스크 요소 또는 상기 헤드(미도시) 내로 삽입되는 별도의 밸브 시트 내에 안착하는 디스크 요소를 포함할 수 있다. 이와 같은 포핏 밸브들의 구성은 임의의 다양한 밸브 패턴을 가질 수 있거나 또는 다양한 타입의 포핏 밸브들을 구성할 수 있다. 예로서, 상기 흡착제 베드 유닛은 하나 이상의 포핏 밸브들을 포함할 수 있으며, 이들 각각은 상이한 스트림들과 관련된 상이한 도관과 유체 연통한다. 상기 포핏 밸브들은 각각의 도관들, 매니폴드들 또는 헤더들 중 하나와 상기 흡착제 베드 사이에 유체 교동을 제공할 수 있다. "유체 연통 방향으로" 또는 "직접 유체 연통으로"라는 개념은 밸브들이나 또는 유동을 방해하기 위한 다른 폐쇄 수단을 갖지 않는 직접 유동 연통을 의미한다. 알 수 있는 바와 같이, 다른 변형들도 본 기술들의 범위 내에서 가능할 수 있다.

[0045] 상기 흡착제 베드는 상기 공급 스트림으로부터 하나 이상의 성분들을 흡착할 수 있는 고품질 흡착 물질을 포함한다. 그와 같은 고품질 흡착 물질들은 상기 흡착제 베드 유닛(102) 내의 물리적 및 화학적 조건들에 대해 내구성을 갖도록 선택되며, 흡착 공정에 기초하여 금속, 세라믹, 또는 기타 물질들을 포함할 수 있다. 흡착 물질들의 추가의 예들은 다음에 추가로 언급된다.

[0046] 도 2는 본 기술의 실시예에 따른 밸브 조립체들 및 매니폴드들을 갖는 흡착제 베드 유닛(200)의 일부에 대한 다이어그램이다. 도 1의 흡착제 베드 유닛(102)의 부분일 수 있는 상기 흡착제 베드 유닛(200)의 일부는 상부 헤드(218)와 하부 헤드(220)와 함께 원통형 절연층(216) 및 원통형 벽(214)을 포함할 수 있는 하우징 또는 몸체를 포함한다. 흡착제 베드(210)는 상부 헤드(218)와 하부 헤드(220) 및 절연층(216) 사이에 배치되어, 상부 개방 구역, 하부 개방 구역을 초래하며, 상기 개방 구역들은 실제로 개방 유동 경로 용적부로 구성된다. 그와 같은 흡착제 베드 유닛의 개방 유동 경로 용적부는 다양한 단계들을 위해 다루어져야 하는 가스를 포함한다. 상기 하우징은 상기 내부 영역 내의 압력을 0 bara(bar absolute) 또는 0.1 bara와 100 bara 사이에서 압력을 유지하

도록 구성될 수 있다.

[0047] 상기 상부 헤드(218)와 하부 헤드(220)는 각각 밸브 조립체들(222 내지 240)(예를 들면, 포핏 밸브들)과 같은 밸브 구조체들이 삽입될 수 있는 개구부들을 포함한다. 상기 각각의 헤드(218 또는 220)와 흡착제 베드(210) 사이의 상기 상부 또는 하부 개방 유동 경로 용적부는 또한 유체들을 상기 흡착제 베드(210) 내로 직접 도입시키는 분배 라인들(미도시)을 포함할 수 있다. 상기 상부 헤드(218)는 입구 매니폴드(242 및 244)와 출구 매니폴드(248, 250 및 252)를 통한 유동을 제공하기 위한 다양한 개구부들(미도시)을 포함하는 반면, 상기 하부 헤드(220)는 상기 입구 매니폴드(254)와 출구 매니폴드들(256, 258 및 260)을 통한 유동을 제공하기 위한 다양한 개구부들(미도시)을 포함한다. 상기 밸브 조립체들(222 내지 240)은 각각의 매니폴드(242 내지 260)와 유체 연통 방식으로 배치된다. 만약 상기 밸브 조립체들(222 내지 240)이 포핏 밸브들인 경우, 각각은 부상 또는 밸브 가이드 내에 위치될 수 있는 스템 요소에 연결되는 디스크 요소를 포함할 수 있다. 상기 스템 요소는, 각각의 밸브가 각각의 스템에 선형 운동을 부여하도록 구성된 작동 수단(미도시)과 같은, 작동 수단에 연결될 수 있다. 알 수 있는 바와 같이, 상기 작동 수단은 단일 밸브를 작동시키기 위한 공정에서 상이한 단계들을 위해 독립적으로 작동될 수 있거나 또는 단일 작동 수단이 2개 이상의 밸브들을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 개구부들은 대체로 유사한 크기를 가질 수 있으나, 입구 매니폴드들을 위한 입구 밸브들 및 개구부들은 출구 매니폴드들을 위한 입구 밸브들 및 개구부들보다 작은 직경을 가질 수 있으며, 상기 입구들을 통과하는 가스 부피들은 상기 출구들을 통과하는 생성물 부피들보다 작아지는 경향을 가질 수 있다. 또한, 이와 같은 구성은 밸브 조립체들(222 내지 240)을 갖는 반면, 상기 밸브들의 수와 작동은 수행되는 특정 주기에 기초하여 변할 수 있다(예를 들면, 밸브의 수).

[0048] 스윙 흡착 공정들에 있어서, 상기 주기는 각각 특정 시간 간격을 갖는 2개 이상의 단계들을 포함하며, 함께 합산되어 주기 시간이 된다. 이들 단계들은, 압축 스윙, 진공 스윙, 온도 스윙, (상기 공정을 위한 임의의 적합한 퍼지 유체의 타입을 통한) 퍼징, 및 그들의 조합을 포함하는, 다양한 공정들을 사용하는 흡착 단계 또는 공급 단계에 이어 상기 흡착제 베드의 재생 단계를 포함한다. 예로서, 스윙 흡착 주기는 흡착, 감압, 퍼징, 및 재압축 단계들을 포함할 수 있다. 고압 하에서 분리가 수행될 때, (균등화 단계들로서 언급될 수 있는) 감압 및 재압축은 각각의 단계에 대한 압력 변화를 감소시키고 효율을 강화하기 위해 다중 단계들로 수행된다. 고속 순환 스윙 흡착 공정들과 같은, 일부 스윙 흡착 공정들에 있어서, 전체 순환 시간의 대부분은 상기 흡착제 베드의 재생에 포함된다. 따라서, 재생을 위한 시간의 감소는 전체 순환 시간의 감소를 초래한다. 이와 같은 감소는 또한 상기 스윙 흡착 시스템의 전체 크기를 감소시킬 수 있다.

[0049] 상술된 바와 같이, 탈수를 위한 종래의 시스템들은 일반적으로 TSA 분자칼러 시브 흡착 공정들 및 PSA 분자칼러 시브 흡착 공정들을 사용하여 수행된다. 상기종래의 시스템들은 흡착된 종들(예를 들면, 수분)로 채우고 또한 탈착을 위해 가열하도록 분자칼러 시브 유닛을 위한 많은 작동 시간을 필요로 한다. 결과적으로, 상기 분자칼러 시브 유닛들은 매우 크다(예를 들면, 본 기술들보다 더 큰 공간 및 더 많은 흡착제를 포함한다). 요구되는 재생 가스 부피를 최소화하고 또한 베드 용량을 최대화 하기 위하여, 상기 분자칼러 시브 유닛의 흡착제 베드들은 일반적으로 완전히 건조되며(예를 들어, 원하는 생성물 수분 활성도 아래로), 약 500°F(260°C) 이상에서 퍼지 가스를 사용한다. 또한, 종래의 접근 방법은 좁은 질량 전달 구역 또는 예리한 흡착제 전면을 유지하여 베드 활용을 최대화 하는 반면, 철저한 탈수는 유지한다. 극저온 NGL 회수 시스템(304) 내에 합체되는 종래의 분자칼러 시브 흡착 시스템(302)의 개략적인 다이어그램(300)은 아래의 도 3에 도시된다.

[0050] 예로서, 도 3은 극저온 NGL 회수 시스템(304)을 위한 극저온 NGL 회수 시스템을 형성하기 위해 공급 스트림을 탈수하기 위한 종래 분자칼러 시브 흡착 시스템(302)의 다이어그램(300)이다. 상기 다이어그램(300)에 도시된 바와 같이, 다양한 장비로는 종래 분자칼러 시브 흡착 시스템(302)에서의 유닛들(308, 312, 316, 320, 322, 324 및 326)과 극저온 NGL 회수 시스템(304)에서의 유닛들(330, 334, 336, 340, 344, 346 및 348)과 같다. 상기 시스템들(302 및 304)은 도관(332)에서 극저온 NGL 스트림과 같은 출력 스트림을 생성하기 위해 도관(306)에서 입력 스트림을 처리하도록 사용될 수 있다. 상기 극저온 NGL 스트림은 대략적으로 NGL 공정에 대한 원래의 공급 스트림에 함유된 70 몰%의 C₂ 및 100 몰%의 C₃₊로 제공될 수 있다.

[0051] 종래의 분자칼러 시브 흡착 시스템(302)의 경우, 상기 유닛들은 상기 입력 스트림을 극저온 NGL 공급 스트림으로 처리하는데 있어서 흡착 단계 및 재생 단계를 수행하기 위해 사용된다. 그와 같은 공정은 흡착 단계 동안 도관(306)을 통해 다양한 유닛들(308 및 312)을 통과하는 입력 스트림으로 시작한다. 상기 입력 스트림은 처음에 상기 입력 스트림으로부터 액적들과 미립자들의 적어도 일부를 제거하도록 구성되는 필터(308) 내를 통과한다. 필터(306)로부터의 출력 스트림은 도관(310)을 통해 제 1 분자칼러 시브 유닛(312)에 제공되는 공급

스트림이다. 상기 제 1 분레컬러 시브 유닛(312)은 스트림으로부터의 수분과 같은 추가의 오염물을 분리하도록 구성된다. 상기 제 1 분레컬러 시브 유닛(312)으로부터 탈수된 출력물은 도관(314)의 상기 제 1 분레컬러 시브 유닛(312)으로부터 멀리 전송된다. 도관(314)에 있는 스트림의 일부는 재생 단계에서 제 2 분레컬러 시브 유닛(316)을 위한 재생 스트림으로서 분리 및 사용될 수 있다. 이와 같은 재생 스트림은 상기 흡착 단계 동안 상기 제 1 분레컬러 시브 유닛(312)으로부터 출력 스트림으로부터의 슬립 스트림(slip stream)일 수 있다. 상기 제 1 분레컬러 시브 유닛(312)으로부터의 출력 스트림의 나머지 부분은 극저온 NGL 공급 스트림으로서 도관(318)을 통해 극저온 NGL 회수 시스템(304)으로 제공된다.

[0052] 재생 단계에 있어서, 상기 재생 스트림은 상기 제 2 분레컬러 시브 유닛(316)으로 전달하기 전에 상기 재생 스트림의 온도를 조절하도록 구성되는 가열 히터 유닛(320)으로 전달된다. 그 때, 유발되는 분레컬러 시브 재생 스트림은 상기 제 2 분레컬러 시브 유닛(316)으로부터 응축기(322)로 전달된다. 상기 응축기(322)는 상기 스트림에 액상을 형성하기 위해 상기 스트림의 온도를 감소시키도록 구성된다. 상기 응축기(322)로부터, 상기 스트림은 상기 스트림의 기상으로부터 액상을 분리시키도록 구성되는 분리 유닛(324)으로 전달된다. 상기 기상은 재순환 압축기(326)로 재순환 스트림으로서 통과되고, 반면 상기 액상은 상기 공정으로부터 멀어진다. 상기 재순환 압축기(326)는 상기 분리 유닛(324)으로부터 상기 입력 스트림의 압력으로 상기 재순환 스트림을 압축한다. 다음에, 상기 압축된 재순환 스트림은 입력 스트림과 혼합되며 제 1 분레컬러 시브 유닛(312)과 같은, 공정에서 흡착 단계를 수행하는 분레컬러 시브 유닛에 제공된다.

[0053] 극저온 NGL 회수 시스템(304)에 있어서, 상기 극저온 NGL 공급 스트림은 도관(318)을 통해 종래의 분레컬러 시브 흡착 시스템(302)으로부터 제공된다. 상기 극저온 NGL 회수 시스템(304)에 있어서, 상기 유닛들은 상기 극저온 NGL 공급 스트림을 처리하기 위해 사용되며, 도관(332)의 시스템(304)으로부터 멀어져서 수행되는 극저온 NGL 출력 스트림을 발생시킨다. 상기 공정은 상기 극저온 NGL 공급 스트림(예를 들면, 상기 흡착제 베드 유닛(410)으로부터의 생성물 스트림)을 가스/가스 교환기 유닛(330) 내로 전달시킴으로써 시작되고, 상기 가스/가스 교환기 유닛은 상기 NGL 공정을 나가는 잔류 가스(예를 들면, 디메타나이지 오버헤드 스트림)로 가스-가스 온도 교환을 함으로써 상기 입력 스트림의 온도를 낮춘다(예를 들면, 냉각시킨다). 다음에, 상기 가스/가스 교환기 유닛(330)으로부터의 스트림은, 상기 스트림을 제 1 스트림(예를 들면, 메탄과 가벼운 중탄화수소를 함유하는 제 1 스트림)과 제 2 스트림(예를 들면, 무거운 탄화수소를 함유하는 제 2 스트림)으로 분리하는, 냉각 분리 유닛(334)에 제공된다. 상기 냉각 분리 유닛(334)으로부터, 제 1 스트림은 상기 스트림의 온도를 낮추기 위해 상기 스트림을 팽창시키도록 구성된 터보 팽창기 유닛(336)을 향해 안내되며, 그런 다음에, 상기 스트림은 상기 디메타나이지(344)로 전달된다. 슬립 스트림은 서브 쿨러 유닛(340) 상류의 제 2 스트림과 혼합되는, 터보 팽창기 유닛(336) 상류의 제 1 스트림으로부터 분리될 수 있다. 상기 제 2 스트림은 혼합비를 조절하기 위해 상기 냉각 분리 유닛(334)으로부터 스로틀 밸브(338)를 통해 통과되며, 상기 제 1 스트림으로부터의 슬립 스트림과 결합된다. 상기 결합된 스트림은 상기 스트림의 온도를 상기 디메타나이지 타워를 위한 소정의 온도로 조절하는 서브 쿨러 유닛(340)으로 전달된다. 상기 서브 쿨러 유닛(340)으로부터, 상기 스트림은 상기 디메타나이지(344)에 대한 공급 비율을 조절하는 스로틀 밸브(342)를 통과한다. 상기 디메타나이지(344)는 상기 스트림을 도관(332)의 시스템(304)으로부터 멀리 안내되는 극저온 NGL 출력 스트림과 오버헤드 스트림(예를 들면, 디메타나이지 오버헤드 스트림)으로 분리시키기 위해 사용된다. 상기 오버헤드 스트림은 상기 서브 쿨러 유닛(340)으로 전달된다. 다음에, 상기 서브 쿨러 유닛(340)으로부터, 상기 스트림은 가스/가스 교환기 유닛(330)으로 전달된다. 상기 가스/가스 교환기 유닛(330)으로부터 상기 스트림은 압축기(346)로 전달된다. 상기 압축기(346)는 상기 스트림을 압축하고 상기 압축된 스트림을 부스트 압축기(348)로 전달한다. 상기 부스트 압축기(348)는 상기 공정으로부터 도관(350)을 거쳐 멀리 안내되는 부스트 출력 스트림 내의 스트림 압력을 추가로 증가시킨다. 상기 부스트 출력 스트림은 판매용 가스용으로 사용될 수 있거나 또는 다른 공정에서 사용될 수 있다.

[0054] 이와 같은 구성에 있어서, 상기 디메타나이지(344)의 극저온 온도는 터보 팽창기 유닛(336)에서 근사-등엔트로피 팽창에 의한다. 상기 터보 팽창기 유닛(336)에서의 팽창 작업은 상기 가스/가스 교환기 유닛(330)으로부터의 희박 잔류 가스를 부분적으로 재압축시키기 위해 압축기(346)를 구동시킨다. 상기 부스트 압축기(348)는 상기 스트림(예를 들면, 상기 압축기(346)로부터의 잔류 가스)을 판매용 파이프라인 유출 압력으로 증가시키기 위해 사용된다.

[0055] 예로서, 상기 입력 스트림은 200 MSCFD(million standard cubic feet per day)의 유량으로, 약 86°F의 온도 및 약 1,176 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 상기 입력 스트림은 다른 탄화수소 및 오염물과 함께 주로 메탄을 포함할 수 있다. 특히, 메탄(C₁)은 약 92 부피%일 수 있으며, 다른 탄화수소(C₂⁺)는 약 8 부피%일 수 있고, 상기

수분(H₂O)은 약 34 lb/MSCF(pounds per million standard cubic feet)일 수 있다. 상기 제 1 분레클러 시브 유닛(312)은 상기 극저온 NGL 공급 스트림을 형성하기 위해 상기 스트림을 조절할 수 있다. 상기 극저온 NGL 공급 스트림은 200 MSCFD의 유량으로, 약 85°F의 온도 및 약 1,150 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 또한, 상기 제 1 분레클러 시브 유닛(312)은 상기 수분(H₂O) 함량을 1.0 ppm 미만으로 낮출 수 있다.

[0056] 상기 제 2 분레클러 시브 유닛(316)을 위한 재생 스트림은 상기 재생 스트림의 온도를 증가시키기 위해 상기 가열 히터 유닛(320)에서 가열될 수 있다. 특히, 상기 재생 스트림은 16 MSCFD의 유량을 가질 수 있으며, 550°F (287.8°C)의 온도하에 있을 수 있으며, 또한 1,150 psia의 압력하에 있을 수 있다. 이와 같은 스트림은 제 2 분레클러 시브 유닛(316), 응축기(322) 및 분리 유닛(324)을 통해 전달될 수 있다. 상기 분리 유닛(324)으로부터, 상기 재생 스트림은 16 MSCFD의 유량을 가질 수 있으며, 115°F의 온도하에 있을 수 있으며 또한 1,125 psia의 압력하에 있을 수 있다. 이와 같은 재순환 스트림은 상기 재순환 압축기(326)에서 1,176 psia의 압력으로 압축될 수 있다.

[0057] 또한, 상기 극저온 NGL 회수 시스템(304)에 있어서, 상기 극저온 NGL 공급 스트림은 200 MSCFD의 유량에서, 약 85°F(29.4°C)의 온도 및 약 1,150 psia의 압력으로 제공될 수 있다. 또한, 상기 제 1 분레클러 시브 유닛(312)은 상기 수분(H₂O) 함량을 0.1 ppm 미만으로 낮출 수 있다. 상기 터보 팽창기 유닛(336)으로부터의 스트림은 150 MSCFD의 유량에서, 약 -118°F(-83.3°C)의 온도 및 약 347 psia의 압력으로 제공될 수 있다. 상기 디메타나이저(344)로부터 상기 서브쿨러 유닛(340)에 제공된 스트림은 184 MSCFD의 유량에서, 약 -147°F(-99.4°C)의 온도 및 약 345 psia의 압력으로 제공될 수 있다. 또한, 상기 압축기(346)로부터 상기 부스트 압축기(348)로 제공된 스트림은 184 MSCFD의 유량에서, 약 83°F(28.3°C)의 온도 및 약 436 psia의 압력으로 제공될 수 있다. 상기 부스트 압축기(348)로부터의 스트림은 184 MSCFD의 유량에서, 약 115°F(46.1°C)의 온도 및 약 1,175 psia의 압력으로 제공될 수 있다. 상기 스트림은 1.0 ppm 미만의 수분(H₂O) 함량을 가질 수 있다.

[0058] 본 예에서 언급된 바와 같이, 상기 가열 히터 유닛(320)으로부터의 재생 스트림(예를 들면, 본 공정으로부터의 퍼지 스트림)은 550°F(287.8°C)의 상승 온도로 제공된다. 이와 같이 높은 온도의 재생 스트림은 흡착제 미립자들의 열수 열화 및, 비활성화 및 관련 가동 중단을 초래하는 분레클러 시브 흡착제 베드 내의 코크 형성을 유발시킬 수 있다.

[0059] 또한, 특정 NGL 회수 공정은 가스 과냉각 공정(GSP)으로서 언급될 수 있으며, 상기 공급 스트림에 존재하는 에탄의 90 몰%까지의 에탄 회수에 적합하다. 알 수 있는 바와 같이, RSV(Ortloff s Recycle Split Vapor) 공정 및 SCORE(Single Column Overhead Recycle) 공정과 같은, 다른 극저온 NGL 회수 공정이 잘 알려져 있으며, 요구되는 에탄이나 또는 프로판 회수의 수준에 기초하여 채택될 수 있다. 또한, 트리에틸렌 글리콜 흡착 탈수 시스템이 현장 집결 장소 또는 가스 설비 입구(미도시)에서 상류에 설치될 수 있으며, 그에 따라 상기 공급 스트림 수분 함량을 포화(예를 들면, 본 예에서 설명된 환경에서 약 34 lb/Mscf) 미만으로 낮추게 되며, 또한 상기 극저온 처리 수분 사양을 충족시키기 위해 요구되는 TSA 탈수 시스템 상의 부하를 감소시킬 수 있다.

[0060] 도 3의 종래 시스템과 대조적으로, 본 기술들은 회수 장비와 통합될 수 있는 흡착제 베드들을 갖는 공급 스트림들의 공정에 있어서 강화 구성을 제공한다. 예를 들어, 본 기술들은 종래의 분레클러 시브 TSA 공정에서 사용되는 것보다 낮은 온도로 흡착제 베드들을 재생하기 위해 PPSA 공정을 사용한다. 또한, 이와 같은 공정은 높은 퍼지 가스 압력하에 있을 수 있으며 따라서 PSA 접근 방법보다 추가적인 압축이 덜 필요하다. 실제로, 본 기술들은 상기 퍼지 가스 압력이 임의의 압축으로 추가적으로 낮추도록 판매용 가스 압력 근방으로 또는 판매용 가스 압력을 갖도록 구성될 수 있다. 결과적으로, 본 기술들은 큰 퍼지 가스 부피를 사용함으로써, 높은 온도(예를 들면, 약 500°F(260°C))로 가열된 퍼지 가스를 사용하지 않으므로써, 그리고 상기 퍼지 단계를 위해 가열 히터를 사용하지 않으므로써, 종래의 분레클러 시브 TSA 및 PSA 접근 방법의 결함들을 극복한다.

[0061] 이와 같은 강화 구성들의 예로서, 도 4는 PPSA 탈수 시스템(402)을 본 기술들의 실시예에 따른 극저온 NGL 회수 시스템(404)과 통합시키는 예시적인 다이어그램(400)과 관련된다. 이와 같은 구성에서, PPSA 탈수 시스템(402)은 상기 입력 스트림을 위한 탈수를 수행하기 위해, 도 1 및 도 2에 도시된 흡착제 베드 유닛들과 같은 하나 이상의 흡착제 베드 유닛들을 포함할 수 있다. 상기 공정은 상기 흡착제 베드 유닛을 위한 퍼지 스트림으로서 적당하게 감소된 압력에서, 상기 디메타나이저(430)로부터 제공된 스트림(예를 들면, 디메타나이저 오버헤드 스트림)으로부터의 잔류가스를 사용하는 공정을 포함하는, 고속 순환 스윙 흡착을 수행하는 공정을 포함할 수 있다. 또한, 상기 PPSA 탈수 시스템(402)을 극저온 NGL 회수 시스템(404)과 통합시킴으로써, 그와 같은 구성에 의해 상기 공정과 관련하여 저감된 비용을 이용할 수 있는 다양한 강화 구성들이 제공된다. 또한, 흡착제의 양

이 주기 시간에 따라 역으로 그리고 선형으로 변하게 됨에 따라, 본 기술들은, 도 3에서 설명된 구성과 같은 종래 시스템들과 비교하여, 작은 공간을 포함하는 흡착제 베드 유닛 및 구성 요소를 제공한다.

[0062] 이와 같은 구성에 있어서, 상기 PPSA 탈수 시스템(402)의 유닛들(406, 408, 410 및 412)과 극저온 NGL 시스템(404)의 유닛들(330, 334, 336, 340, 346, 348 및 430)과 같은 다양한 장비들이 사용된다. 상기 시스템들(402 및 404)은 출력 스트림을 생성하기 위해 도관(306)에 있는, 도관(332) 내의 극저온 NGL 스트림과 같은, 입력 스트림을 처리하기 위해 사용된다. 이와 같은 스트림들은 도 3의 논의에서 언급된 것들과 유사할 수 있다. 또한, 유닛들(330, 334, 336, 340, 346 및 348)과 같은 특정 유닛들은 도 3과 관련하여 상술된 것과 유사한 방식으로 사용될 수 있는 반면, 이와 같은 구성은 상기 공정에 대한 다양한 강화 구성을 제공하기 위해 이들 유닛들 사이의 스트림들의 유동 경로 상의 다양성을 포함한다. 이와 같은 구성에 있어서, 에너지는 종래의 몰레큘러 시브 TSA 공정에서와 같은 고온의 퍼지 가스를 제공하기 위해 가열 히터를 사용하지 않음으로서 보존될 수 있으며, 실제로 상기 공급 스트림 내의 모든 메탄은 판매용 가스로서 회수될 수 있다.

[0063] 상기 PPSA 탈수 시스템(402)에 있어서, 상기 유닛들은 상기 입력 스트림을 상기 극저온 NGL 공급 스트림 내로 처리함에 있어서 흡착 단계(예를 들어, 공급 단계) 및 재생 단계를 수행하기 위해 사용된다. 상기 공정은 흡착 단계 동안 다양한 유닛들(406, 408 및 410)을 도관(306)을 통해 전달하는 입력 스트림으로 시작한다. 상기 입력 스트림은 처음에 상기 입력 스트림으로부터 수분의 적어도 일부를 제거하도록 구성된 글리콜 접촉기 유닛(406) 내로 전달된다. 상기 글리콜 접촉기 유닛(406)로부터 출력된 수분의 함량은, 상기 흡착제 베드 유닛들로 공급된 모든 수분이 종국적으로 상기 흡착제 베드들을 제거하기 위해 사용되는 메탄과 관련될 수 있음에 따라, 천연 가스 판매를 위한 수분 수준 사양 이하가 되도록 조절될 수 있고, 또한 중탄화수소들이 제거됨에 따라, 상기 스트림의 부피는 최초 공급 스트림의 부피보다 작아질 수 있다. 따라서, 상기 스트림 내의 수분은 상기 글리콜 접촉기 유닛(406)의 출력시에 있어서보다 판매용 가스에 있어서 더 높은 농도하에 있을 수 있다. 상기 글리콜 접촉기 유닛(406)으로부터의 출력 스트림은, 상기 스트림으로부터 미립자들 및 액적들을 제거하기 위해 구성되는, 필터 유닛(408)으로 안내된다. 상기 필터 유닛(408)으로부터의 출력은 공급 스트림이다. 그 때, 상기 공급 스트림은 제 1 흡착제 베드 유닛(410)으로 안내된다. 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)은 상기 공급 스트림으로부터의 수분과 같은 추가의 오염물을 분리시키기 위해 구성된다. 예를 들어, 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)은 상기 스트림으로부터 충분한 부분의 H₂O를 제거하기 위해 구성될 수 있으며, 그와 같은 출력 스트림의 수분 함량은 2.0 ppm 미만, 1.0 ppm 미만 또는 0.1 ppm 미만일 수 있다. 상기 극저온 NGL 공급 스트림과 같은 상기 극저온 NGL 회수 시스템(404)에 제공되는 극저온 NGL 공급 스트림인, 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)으로부터의 탈수화된 출력물들은 도관(414) 내의 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)으로부터 멀리 운송된다.

[0064] 상기 스윙 흡착 주기의 흡착 단계 후에, 상기 압력은 하나 이상의 블로다운 단계에서 감소된다. 상기 블로다운 단계 또는 단계들은 상기 흡착 단계에서의 공급 스트림과 동일한 방향으로 상기 스트림을 유동시킴으로써 수행될 수 있으며, 따라서 상기 블로다운 가스는 낮은 수분 함량 또는 다른 오염수분 함량을 가질 수 있다. 따라서, 이와 같은 블로다운 스트림은 도관(428)을 거쳐 밸브(416)를 통해 상기 디메타나이저(430)로 전달되는 것이 유용하다.

[0065] 퍼지 단계에 대하여, 상기 퍼지 스트림은 상기 공급 스트림 방향(예를 들면, 역류 방향)으로 상기 극저온 NGL 회수 시스템(404)의 압축기(346)로부터 상기 제 2 흡착제 베드 유닛(412)로 전달된다. 다음에, 상기 제 2 흡착제 베드(412)로부터의 상기 퍼지 출력 스트림은 부스트 압축기(348)로 전달된다. 상기 극저온 NGL 회수 시스템(404)에 대하여, 상기 극저온 NGL 공급 스트림은 도 3의 설명에서 논의된 바와 같이 유사한 방식으로 처리된다. 그러나, 이와 같은 구성은 스트림들의 유동을 상기 PPSA 탈수 시스템(402)과 통합시킨다. 예를 들어, 상기 극저온 NGL 공급 스트림은 상기 가스/가스 교환기 유닛(330)으로 전달된 다음, 상술된 바와 같이, 냉각 분리 유닛(334), 터보 팽창기 유닛(336), 스토틀 밸브(338) 서브 쿨러 유닛(340) 및 스토틀 밸브(342)로 전달된다. 그러나, 본 구성에 있어서, 상기 디메타나이저(430)는 상기 제 2 흡착제 베드 유닛(412)으로부터의 출력물의 일부로부터 블로다운 스트림, 상기 터보 팽창기 유닛(336)으로부터의 출력 스트림 및 상기 스토틀 밸브(342)로부터의 출력 스트림을 수용한다. 상기 디메타나이저(430)는 상기 스트림을 도관(332) 내의 시스템(404)으로부터 멀리 안내되는 상기 극저온 극저온 NGL 출력 스트림(예를 들면, 최종 생성물 스트림)과 오버헤드 스트림으로 분리시키기 위해 사용된다. 상기 오버헤드 스트림은 상기 가스/가스 교환기 유닛(330)을 통해 상기 서브 쿨러 유닛(340)으로 그리고 상기 압축기(346)로 전달된다. 그런 다음, 상기 극저온 NGL 회수 시스템(404)의 상기 압축기(346)로부터의 상기 출력 스트림은 상술된 바와 같이 도관(411)을 거쳐 상기 PPSA 탈수 시스템(402)에 있는 제 2 흡착제 베드 유닛(412)을 통해 퍼지 스트림으로서 전달된다. 선택적으로, 도관(411)에 있는 퍼지 스트림의 일부는 상기 제 2 흡착제 베드 유닛(412)를 우회하도록 방향전환될 수 있다. 상기 퍼지 출력 스트림은 상기 PPSA

탈수 시스템(402)의 제 2 흡착제 베드 유닛(412)로부터 상기 극저온 NGL 회수 시스템(404)의 상기 부스트 압축기(348)로 전달될 수 있다. 상기 부스트 압축기(348)는 추가로 상기 스트림의 압력을, 도관(350)을 거쳐 상기 공정으로부터 멀리 안내되는 부스트 출력 스트림으로 추가로 증가시킨다. 상기 부스트 출력 스트림은 상기 판매용 가스로 사용되거나 또는 다른 공정들에서 활용될 수 있다. 다른 구성에서, 상기 퍼지 출력 스트림은 압축 단계들을 추가로 감소시키기 위해 판매용 가스 압력에서 또는 그 부근에서 제공될 수 있다. 상기 퍼지 출력 스트림의 압력은 도관(350)에서 상기 판매용 가스 스트림의 판매용 가스 압력의 10% 범위 내에 있을 수 있다.

[0066] 이와 같은 구성은 종래의 몰레큘러 시브 접근 방법들과 비교하여 낮은 온도에 있는 퍼지 스트림을 이용한다. 고속 순환 스윙 흡착 공정에서 사용될 수 있는 상기 흡착제 베드 유닛들(410 및 412)은 상기 디메타나이저(430)로부터 제공된 스트림(예를 들면, 디메타나이저 오버헤드 스트림)으로부터의 잔류 가스를 갖는 퍼지 단계에서 완만하게 감소된 압력에서 재생된다. 이와 같은 구성에 있어서, 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림은 터보 팽창기 유닛(336)에 의해 구동되는, 압축기(346)에서 가열 및 부분 재압축된 후 퍼지 가스로서 사용된다. 상기 공급 스트림의 NGL 함량 및 NGL 회수 정도에 기초하여, 퍼지 가스의 유량은 상기 공급 유량의 70 부피% 내지 95 부피% 범위, 상기 공급 유량의 90 부피% 내지 95 부피% 범위에 있을 수 있다. 상기 공급 스트림은 900 psia 내지 1,200 psia 범위(또는 1,100 psia 내지 1,200 psia 범위)의 압력을 포함할 수 있는 반면, 상기 디메타나이저(430)는 300 psia 내지 600 psia 범위의 압력에서 작동할 수 있으며, 상기 압축기(346) 다음의 퍼지 가스 압력은 400 psia 내지 600 psia 범위에 있을 수 있다. 예로서, 상기 공급 스트림 압력은 약 1,175 psia일 수 있고, 상기 디메타나이저는 345 psia의 압력에서 작동할 수 있고, 상기 퍼지 가스 압력은 436 psia일 수 있으므로 상기 흡착제 베드 압력은 약 1,160 psia에서 430 psia로 변한다. 이와 같은 구성에 있어서, 상기 퍼지 가스 온도는 NGL 회수 설비에 포함된 확장적 열 통합으로 인하여, 상기 공급 스트림 온도와 유사하다. 예를 들어, 상기 공급 가스 온도는 약 85°F일 수 있으며, 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림은 서브 쿨러 유닛(340) 및 가스/가스 교환기에서, 상기 압축기(346)에 결합된 터보 팽창기 유닛(336)에서의 부분 재압축의 영향을 통해서 그리고 건식 농후 가스와의 열교환에 의해서 -147°F 내지 83°F로 가열된다. 따라서, 상기 흡착제 베드 온도는 흡착 단계 및 상기 주기의 탈착 단계(예를 들면, 상기 퍼지 단계) 동안 소량 변할 수 있다. (예를 들어, 48초 주기에서 각각 24초 및 16초의 시간 주기 동안) 유사한 공급 스트림 및 퍼지 스트림 유량 및 흡착 단계 및 탈착 단계에 의해서, 일정한 베드 온도 부근의 압력 스윙 및 퍼지 단계는 흡착제 베드 유닛들에서 상기 흡착제 베드를 재생하는데 충분하다.

[0067] 예로서, 3개의 흡착제 베드들이 200 MSCFD의 습성 공급 스트림을 처리하기 위해 사용될 수 있으며, 각각의 흡착제 베드 유닛은 0.25 m의 직경 0.60 m의 길이를 갖는다. 본 예에 있어서, 각각의 베드는 제곱 인치당 2,000 이상의 채널들로서 모놀리식으로 배열된 흡착제 코팅된 평행한 채널들로 구성되며, 각각의 비코팅 채널들은 500 × 500 마이크로미터의 단면적이고, 상기 채널들은 25.4 마이크로미터의 스틸 벽들로 분리되며, 60 마이크로미터의 다공성 흡착제 층으로 내부 코팅된다. 본 예에서, 상기 흡착제 베드의 일반적인 열용량은 약 3.0 J/g 흡착제/K(Joules per gram adsorbent per degree Kelvin)였다. 각각의 흡착제 베드는 총 약 22 kg의 흡착제를 포함하며, 상기 처리를 위해 전체 66 kg이 제공된다. 또한, 본 기술들은 좁은 질량 전달 구역을 필요로 하지 않으며, 따라서 엄격한 수분의 제거를 위해 폭넓은 범위의 흡착제들이 사용될 수 있다. 이와 같은 흡착제들의 예로서 실리카 겔, 제올라이트 3A, 4A 및 5A를 포함하나 이들에 제한되지는 않는다.

[0068] 이와 같은 흡착제 베드 유닛들은 도 4의 구성에서 사용될 수 있다. 특히, 입력 스트림은 200 MSCFD의 유량으로 약 86°F(30°C)의 온도 및 약 1,175 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 상기 입력 스트림은 일차적으로 다른 탄화수소 및 오염물과 함께 메탄을 포함할 수 있다. 예로서, 상기 메탄(C₁)은 약 92 부피%일 수 있으며, 상기 다른 탄화수소들(C₂₊)은 약 8 부피%일 수 있고, 상기 수분(H₂O)은 약 34 lb/MSCF일 수 있다. 상기 글리콜 접촉기 유닛(406)으로부터의 스트림은 200 MSCFD의 유량으로 약 86°F의 온도 및 약 1,175 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 상기 스트림은 일차적으로 메탄을 포함할 수 있으며 상기 수분(H₂O)은 약 5 lb/MSCF일 수 있다. 다음에, 상기 필터(408)를 통해 전달되고 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)에 제공된 스트림은 상기 극저온 NGL 공급 스트림을 형성하기 위한 스트림을 조절할 수 있다. 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)으로부터의 상기 극저온 NGL 공급 스트림은 198 MSCFD의 유량으로, 약 85°F의 온도 및 약 1,155 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 또한, 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)은 상기 수분(H₂O) 함량을 1.0 ppm 미만으로 감소시킬 수 있다.

[0069] 재생을 위해, 상기 제 2 흡착제 베드 유닛(412)에 제공된 퍼지 스트림은 184 MSCFD의 유량을 가질 수 있으며, 83°F의 온도 및 436 psia의 압력에 있을 수 있다. 상기 제 2 흡착제 베드 유닛(412)으로부터, 상기 퍼지 통기 스트림은 182 MSCFD의 유량을 가질 수 있으며, 82°F의 온도 및 424 psia의 압력에 있을 수 있으며, 상기 블로다

운 스트림은 2 MSCFD의 유량을 가질 수 있으며, 84°F의 온도 및 435 psia의 압력에 있을 수 있다.

[0070] 또한, 상기 극저온 NGL 회수 시스템(404)에 있어서, 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)으로부터의 상기 극저온 NGL 공급 스트림은 198 MSCFD의 유량으로 약 85°F의 온도 및 약 1,155 psia의 압력에서 상기 가스/가스 교환기 유닛(330)에 제공될 수 있다. 또한, 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)은 상기 수분(H₂O) 함량을 0.1 ppm 미만으로 감소시킬 수 있다. 또한, 상기 터보 팽창기 유닛(336)으로부터 상기 디메타나이저(430)로 제공된 스트림은 149 MSCFD의 유량으로 약 -119°F의 온도 및 약 347 psia의 압력에서 제공될 수 있으며, 반면 상기 서브 쿨러 유닛(340)으로부터 상기 디메타나이저(430)로 제공된 스트림은 49 MSCFD의 유량으로 약 -119°F의 온도 및 약 347 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 상기 디메타나이저(430)로부터, 상기 오버헤드 스트림(예를 들면, 디메타나이저 오버헤드 유량)은 184 MSCFD의 유량으로 약 -147°F의 온도 및 약 345 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 또한, 상기 압축기(346)로부터 제 2 흡착제 베드 유닛(412)으로 제공되는 스트림은 184 MSCFD의 유량으로 약 83°F의 온도 및 약 436 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 또한, 상기 부스트 압축기(348)로부터의 스트림은 184 MSCFD의 유량으로 약 115°F의 온도 및 약 1,175 psia의 압력에서 제공될 수 있다. 상기 스트림은 약 5.4 lb/MSCF 미만의 수분(H₂O) 함량을 가질 수 있다.

[0071] 이와 같은 다이어그램(400)에 있어서, 흡착제 베드들은 상기 디메타나이저(430)의 오버헤드 스트림으로부터의 퍼지 스트림을 갖는 퍼지 단계를 통해 재생된다. 상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저(430)로부터의 오버헤드 스트림의 성분과 대체로 유사한 성분을 가질 수 있으며, 또한 대체로 유사한 유량을 갖는다. 예를 들어, 상기 퍼지 스트림의 유량은 상기 디메타나이저(430)로부터의 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 유량과 연관될 수 있다. 상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 20 부피%, 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 50 부피%, 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 80 부피% 또는 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 95 부피%를 포함할 수 있다. 예를 들어, 다이어그램(400)의 구성에 있어서, 상기 퍼지 스트림은 상기 디메타나이저 유량(예를 들면, 약 100 부피%)을 포함한다.

[0072] 또한, 이 구성에서, 상기 퍼지 스트림은 상기 공급 스트림의 온도와 실질적으로 유사한 온도로 제공된다. 예를 들어, 상기 퍼지 스트림은 상기 공급 스트림의 온도와 실질적으로 유사한 온도로 제공된다. 상기 퍼지 스트림 온도는 상기 공급 온도보다 25°F 미만(상기 공급 온도보다 13.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 350°F 초과(상기 공급 온도보다 194°C 초과) 범위 내, 상기 공급 온도보다 25°F 미만(상기 공급 온도보다 13.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 200°F 초과(상기 공급 온도보다 111.1°C 초과) 범위 내 또는 상기 공급 온도보다 25°F 미만(상기 공급 온도보다 13.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 50°F 초과(상기 공급 온도보다 27.8°C 초과) 범위 내일 수 있다. 상기 퍼지 스트림 온도는 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 350°F 초과(상기 공급 온도보다 194°C 초과) 범위 내, 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 200°F 초과(상기 공급 온도보다 111.1°C 초과) 범위 내 또는 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 50°F 초과(상기 공급 온도보다 27.8°C 초과) 범위 내일 수 있다. 다른 구성들에서, 상기 퍼지 스트림의 온도는 상기 공급 스트림의 온도와 충분히 근접할 수 있다. 예를 들어, 상기 퍼지 스트림 온도는 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 25°F 초과(상기 공급 온도보다 13.9°C 초과) 범위 내, 상기 공급 온도보다 10°F 미만(상기 공급 온도보다 5.6°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 10°F 초과(상기 공급 온도보다 5.6°C 초과) 범위 내, 상기 공급 온도보다 7°F 미만(상기 공급 온도보다 3.9°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 7°F 초과(상기 공급 온도보다 3.9°C 초과) 범위 내 또는 상기 공급 온도보다 5°F 미만(상기 공급 온도보다 2.8°C 미만) 내지 상기 공급 온도보다 5°F 초과(상기 공급 온도보다 2.8°C 초과) 범위 내일 수 있다.

[0073] 유익하게도, 이와 같은 구성은 어떠한 추가의 열교환기나 또는 노를 상기 공정 흐름으로부터 제거할 수 있다. 또한, 상기 퍼지 스트림은 다른 공정들보다 더 낮은 온도 및 더 높은 부피에서 제공될 수 있다. 상기 퍼지 스트림이 낮은 온도에서 제공됨에 따라, 상기 퍼지 스트림의 부피가 더 클 때조차도, 도 3의 종래 TSA 공정에서의 재생 가스보다 적은 열을 포함한다.

[0074] 본 기술들의 강화 구성들에 대해 상기 2개의 공정들을 비교함으로써 추가로 설명된다. 예를 들어, 공급 스트림의 동일한 탈수를 수행하기 위해, 도 3에 설명된 바와 같은 종래의 몰레큘러 시브 공정에서의 퍼지 스트림 온도는 500°F(260°C) 이상인 반면, 상기 고속 순환 부분 압력 퍼지 스윙 흡착은 83°F(28.3°C)에서 퍼지 스트림을 사용한다. 또한, 본 기술들은 종래의 몰레큘러 시브 공정과 비교하여 흡착제 물질을 덜 사용한다. 예를 들어, 도 4의 구성에서 사용된 흡착제는 44 kg인 반면, 도 3의 종래 TSA 몰레큘러 시브 공정은 3개의 흡착제 베드들을 필요로 하며, 그 각각은 약 38,000 kg의 제올라이트 4A 흡착제를 포함하며, 총 114,000 kg의 흡착제를 요한다. 따

라서, 종래의 공정은 본 기술들의 공정보다 큰 300의 팩터이다. 따라서, 도 4의 구성에서 2개의 흡착제 베드 유닛들 각각은 0.25 m의 직경 및 0.60 m의 길이를 갖는 반면, 종래 TSA 몰레큘러 시브 공정에 대한 유닛은 대략 직경이 1.4 m이고 길이가 6.7 m이다. 따라서, 본 기술들을 위한 공간은 종래 TSA 몰레큘러 시브 공정보다 크게 작다. 이와 같은 구성은 상이한 압력, 온도, 유량, 지속 기간, 베드 수, 치수 및 중량에 대해 조절될 수 있다.

[0075] 하나 이상의 실시예에 있어서, 상기 글리콜 접촉기 유닛(406)은 트리에틸렌글리콜(tri-ethylene glycol)(TEG)일 수 있으며, 탈수 공정은 PPSA 탈수 공정 상류인 입구에서의 입력 스트림 상에서 사용될 수 있다. 이와 같은 유닛은 탈수 공정의 수분 부하를 감소시키기 위해 그리고 상기 판매용 수분 함량을 조절하기 위한 유연성을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 상기 본 예에서 도시된 바와 같이, 상기 통합된 공정으로부터의 판매용 가스 수분 함량은, 상기 PPSA 탈수 시스템(402)에 제공된 스트림이 현장에서 또는 설비 입구에서 5.0 lb/Mscf로 탈수되었다고 가정하면, 약 5.4 lb/Mscf일 수 있다. 상기 약간의 증가는, 성취된 NGL 회복 깊이에 기초하여 상기 공급 스트림에 대한 판매용 가스의 5 몰% 내지 10 몰% 수축을 야기하는, NGL 제거로 인한 것이다. 따라서, 상기 글리콜 시스템은 수축을 고려한 충분한 수분을 제공함으로써 상기 판매용 가스 사양을 충족시키도록 사용될 수 있다. 모델링은 이와 같은 구성이 통합 공정의 경제성에 부정적인 영향을 미친다는 사실을 보여준다.

[0076] 다른 실시예들에 있어서, RSV 및 SCORE와 같은, 다른 NGL 회수 공정이 상기 흡착제 베드들을 제거하고 수분을 상기 판매용 가스로 회수하기 위해 상기 디메타나이지 오버헤드 스트림(예를 들면, 잔류 가스)을 사용함으로써 본 구성에서 PPSA 탈수 시스템과 유사한 방식으로 통합될 수 있다.

[0077] 도 5는 본 기술들의 실시예에 따른 도 4의 구성과 관련된 예시적 차트(500)이다. 상기 다이어그램(500)은 상기 스윙 흡착 공정의 예시적 주기에 대한 시기 및 단계들을 설명한다. 다이어그램(500)에서, 베드 압력 반응(502) 및 베드 온도 반응(504)은 예시적 주기의 단계들에 대해서 초(들) 단위의 주기 시간 축(510)에 대한 psia의 압력 축(506), °F 단위의 온도축(508)을 따라 도시된다. 주기 시간은 아래 표 1에 제시된다.

표 1

주기 타이밍

단계	시간	방향
유지	4초	없음
블로우다운	8초	역방향 유동
퍼지	24초	역방향 유동
유지	4초	없음
공급 재압축	8초	동방향 유동
흡착 또는 공급	24초	동방향 유동

[0079] 표 1 및 차트(500)에 도시된 바와 같이, 상기 주기는 상기 공급 스트림의 유동에 대한 특정 유동 방향으로의 다양한 단계들을 수행하는 단계를 포함한다(예를 들면, 공동 유동은 상기 공급 스트림과 동일한 방향이며, 역류 유동은 상기 흡착제 베드를 통한 상기 공급 스트림의 반대 방향이다). 예를 들어, 4 초 동안의 유지 단계, 8초 동안의 블로우다운 단계, 24초 동안(예: 주기의 12 초에서 주기의 36 초까지)의 퍼지 단계, 4 초 동안의 제 2 유지 단계, 8초 동안의 재가압 단계, 그 다음 24초 동안의(예: 주기의 48 초에서 주기의 72 초까지)의 흡착 단계. 이 구성에서 단일 주기의 결과적 지속시간은 72초이다. 온도 반응(504)을 따라 도시된 온도는 주기에 걸쳐 비교적 안정되고, 반면 흡착제 베드 유닛 내의 압력은 흡착 단계 및 공급 재가압 단계와 비교하여 퍼지 및 블로우다운 단계 동안 낮다.

[0080] 도 6a, 도 6b, 도 6c 및 도 6d는 본 기술의 일 실시예에 따른 도 4의 구성과 관련된 예시적인 다이어그램(600, 620, 640 및 660)이다. 이들 다이어그램(600, 620, 640 및 660)에서, 주기는 4초 동안의 유지 단계, 8초 동안의 블로우다운 단계, 24초 동안(예: 주기의 12 초에서 주기의 36초까지)의 퍼지 단계, 4초 동안의 제 2 유지 단계, 8초 동안의 재가압 단계, 그리고 24초 동안(예: 주기의 48 초에서 주기의 72 초까지)의 흡착 단계를 수행할 수 있다. 이 구성에서 단일 주기의 결과적 지속시간은 72초이다. 이들 다이어그램(600 및 620)은 스윙 흡착 공정의 예시적인 주기에서 단계의 타이밍에 대한 수분 부하를 추가로 기술하고, 다이어그램(640 및 660)은 스윙 흡착 공정의 예시적인 주기에서의 단계의 타이밍에 대한 온도를 추가로 기술한다.

[0081] 도 6a에서, 다이어그램(600)의 수분 부하 반응들(602, 604, 606 및 608)은 표준화된 베드 길이(z/L)에서 베드 길이축(612)에 대한 킬로그램 당 몰(mol/kg)의 수분 부하축(610)을 따라 도시된다. 반응(602)은 주기 내에서 48

초를 나타내고, 반응(604)은 주기 내에서 56 초를 나타내며, 반응(606)은 주기 내에서 64 초를 나타내고 반응(608)은 주기 내에서 72 초를 나타낸다. 이들 반응들(602, 604, 606 및 608)의 각각은 상기 흡착 단계 동안 다양한 시간들에서의 수분 부하이다. 상기 반응들(602, 604, 606 및 608)의 각각에 대한 흡착 전방의 선단 예지는 상기 흡착제 베드의 나중 영역(예: 생성 영역 또는 상기 생성 단부 근방의 일부)에서는 증가하지 않는다. 특히, 예를 들어, 상기 흡착제 베드의 생성 영역은 상기 생성 단부에서 상기 흡착제 베드의 생성 단부로부터의 베드 길이의 약 50%까지에 이르는 상기 흡착제 베드의 일부이며, 상기 생성 영역에 대해 약 1 mol/kg(mole per kilogram) 미만의 수분 부하로 유지된다.

[0082] 도 6b에 대해, 다이어그램(620)의 수분 부하 반응들(622, 624, 626 및 628)은 z/L의 베드 길이축(632)에 대한 mol/kg의 수분 부하축(630)을 따라 도시된다. 반응(622)은 12 초를 나타내며, 반응(624)은 20 초를 나타내고, 반응(626)은 28 초를 나타내고 반응(628)은 36 초를 나타내며 퍼지 단계 동안 흡착제 베드로부터의 수분 부하의 진행을 나타낸다. 이 다이어그램(620)에 도시된 바와 같이, 퍼지 단계가 주기[예: 반응(622)]의 12 초의 초기 시간에서 주기[예: 반응(628)]의 36초의 시간에서의 퍼지 단계의 종료까지 지속될 때 수분 부하가 감소된다. 이 퍼지 단계의 지속시간 동안, 도 6a에 규정된 바와 같이, 생성 영역에 대한 수분 부하는 약 1 mol/kg 미만이다.

[0083] 이 구성에서, 퍼지 단계는 흡착제 베드로부터 물을 제거한다. 예를 들어, 가장 높은 수분 함량은 흡착 단계의 끝[예: 반응(608)]에 있고, 가장 낮은 수분 함량은 퍼지 단계의 끝[예: 반응(628)]에 있다. 반응(622, 624, 626 및 628)에 의해 표시된 바와 같이, 이 주기에서 흡착제 베드의 스윙 용량은 전체 베드 용량의 작은 부분이다. 흡착제 베드 크기의 극단적인 감소는 기존의 TSA 탈수 베드와 비교하여 고속 순환을 사용하기 때문에 발생하며 탈수를 위한 향상된 기술을 제공하면서 각 재생 주기에서 전체 베드 용량의 일부만 재생한다.

[0084] 도 6c에서, 다이어그램(640)의 온도 반응(642, 644, 646 및 648)은 z/L의 베드 길이축(652)에 대해 °F 단위의 온도축(650)을 따라 도시된다. 반응(642)은 주기 내에서 48 초를 나타내고, 반응(644)은 주기 내에서 56 초를 나타내며, 반응(646)은 주기 내에서 64 초를 나타내고, 반응(648)은 주기 내에서 72 초를 나타낸다. 이러한 반응은 흡착 단계 또는 공급 단계 동안 흡착제 베드의 온도의 진행을 나타낸다. 이 다이어그램(640)에 도시된 바와 같이, 흡착 단계가 48 초의 초기 시간[예: 반응(642)]에서 72 초[예: 반응(648)]의 시간의 흡착 단계의 종료까지 계속되면서 흡착제 베드의 온도는 감소한다.

[0085] 도 6d에서, 다이어그램(660)의 온도 반응(662, 664, 666 및 668)은 z/L의 베드 길이축(672)에 대하여 °F 단위의 온도축(670)을 따라 도시되어 있다. 반응(662)은 주기 내에서 12 초를 나타내고, 반응(664)은 주기 내에서 13 초를 나타내고, 반응(666)은 주기 내에서 14 초를 나타내고, 반응(668)은 주기 내에서 36 초를 나타낸다. 이러한 반응들은 퍼지 단계 동안 흡착제 베드의 온도의 진행을 나타낸다. 이 다이어그램(660)에 도시된 바와 같이, 흡착제 베드의 온도는 퍼지 단계가 12 초의 초기 시간[예: 반응(662)]에서부터 36초의 시간[예: 반응(668)]에서 퍼지 단계의 종료까지 계속됨에 따라 증가한다.

[0086] 다른 예로서, 본 기술은 극저온 회수 시스템으로서 극저온 제어된 냉동 영역 회수 시스템을 포함할 수 있다. 극저온 제어된 냉동 영역은 다량의 CO₂를 함유하는 가스 스트림으로부터 메탄을 분리시키는 극저온 증류 공정이다. 상기 시스템은 당업계의 숙련자에게 공지된 바와 같이 CO₂의 냉동 및 재용해를 용이하게 하기 위해 중간에 냉동 영역을 갖는 환류형 디메타나이저를 포함한다. 최종 생성물 스트림(예: 고압 산 액체 생성물)이 저부 생성물로서 획득되는 동안, 디메타나이저 오버헤드 스트림(예: 깨끗한 증기 메탄 스트림)이 CFZ 공정의 디메타나이저로부터 상위 생성물로서 얻어진다. CFZ 회수 시스템에 공급되는 임의의 중탄화수소도 모두 저부 생성물로서 제거된다. 이 공정에서, 극저온 설비에서 수화물이 생성되지 않도록 하기 위해 극저온 CFZ 회수 시스템의 상류에 탈수가 필요하다. 또한, 이러한 구성에서, 물은 CFZ의 상류에서 (예: 스윙 흡착 공정 또는 다른 적절한 공정으로) 제거될 수 있고, 중 탄화수소는 CFZ의 상류에서 (예: 스윙 흡착 공정 또는 다른 적절한 공정으로) 제거될 수 있으며, 이는 저부 생성물에서 특정 탄화수소의 손실을 줄일 수 있다.

[0087] 상기 극저온 CFZ 회수 시스템을 위한 공급 스트림의 탈수는 고속 순환 스윙 흡착 공정 및 상기 스트림을 탈수시키기 위한 유닛들을 사용할 수 있다. 상기 극저온 제어된 냉동 구역 회수 시스템에 있어서, 상기 스트림을 탈수하기 위해 다양한 단계들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 단계들은 도 4의 구성에서 사용된 단계들과 유사할 수 있다. 상술된 도 4에서 언급된 바와 같이, 상기 퍼지 스트림은, 상기 CFZ 시스템에서의 CFZTM 공정으로부터의 증기 메탄 스트림일 수 있는, 상기 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 일부일 수 있다. 이 퍼지 스트림은 450 psia 내지 650 psia 범위의 압력에서 제공될 수 있다. 탈수 공정 단계의 예로서, 흡착제 베드 유닛을 초기에 재가압한 다음 공급 스트림을 흡착 단계에서 탈수시킨다. 흡착 단계 다음에, 흡착제 베드는 다양한 재생 단계를 거친다. 재생 단계는 하나 이상의 블로우다운 단계를 포함하며, 각각은 흡착제 베드 유닛 내의 압력을

감소시킬 수 있고 최종 압력은 퍼지 압력보다 약간 낮을 수 있다. 블로우다운 단계 후에, 하나 이상의 퍼지 단계가 수행될 수 있으며, 여기서 각각의 퍼지 단계는 공급 스트림 방향에 대해 반대 방향으로 제공될 수 있다. 퍼지 스트림(예: 주로 메탄 스트림)은 흡착제 베드로부터 오염물을 제거할 수 있다. 특정 구성에서는 열을 공정에 추가하여 공정을 더욱 향상시킬 수도 있다.

[0088] 이와 같은 강화 구성들의 예로서, 도 7은 본 기술들의 일 실시예에 따라 PPSA 탈수 시스템(402)과 극저온 CFZ™ 회수 시스템(702)과의 통합의 예시적 다이어그램(700)이다. 이와 같은 구성에 있어서, 상기 PPSA 탈수 시스템(402)은, 입력 스트림을 위한 탈수를 수행하기 위해, 도 1 및 도 2에서 논의된 흡착제 베드 유닛들과 같은, 하나 이상의 흡착제 베드 유닛들을 포함할 수 있다. 이와 같은 공정은, 예를 들면 상기 흡착제 베드 유닛들을 위한 퍼지 스트림으로서, 450 psia 내지 650 psia 범위 내의 퍼지 압력에서 상기 디메타나이저(704)로부터 제공된 스트림(예를 들면, 디메타나이저 오버헤드 스트림)으로부터의 잔류 가스를 사용하는 단계를 포함하는, 고속 순환 스윙 흡착을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 상기 PPSA 탈수 시스템(402)을 극저온 CFZ™ 회수 시스템(702)과의 통합시킴으로써, 본 공정과 관련된 비용 절감을 가능케 하는 구성과 같은 다양한 강화 구성이 제공된다. 또한, 흡착제의 양이 상기 주기 시간의 역으로 그리고 연속적으로 변함에 따라, 본 기술들은 종래의 CFZ 시스템들과 비교하여 작은 공간을 포함하는 구성 요소들 및 흡착제 베드 유닛들을 제공한다.

[0089] 이와 같은 구성에 있어서, PPSA 탈수 시스템(402)에서의 유닛들(406, 408, 410 및 412) 및 극저온 CFZ™ 회수 시스템(702)에서의 유닛들(704, 706 및 708)과 같은 다양한 설비가 본 공정에서 사용될 수 있다. 상기 시스템들(402 및 702)은 도관(710)에서의 극저온 CFZ 스트림과 같은 최종 출력 스트림을 생성하기 위해 도관(306)에서 입력 스트림을 처리하기 위해 사용된다. 상기 탈수 시스템(402)에서의 스트림은 도 4에서 논의된 스트림들과 유사할 수 있다. 또한, 특정 유닛들이, 유닛들(406, 408, 410, 348 및 412)과 같은, 상술된 도 4에서 언급된 유닛들과 유사한 방식으로 사용될 수 있는 반면, 본 구성은 상기 공정에 다양한 강화 구성들을 제공하기 위해 이들 유닛들 사이의 스트림 경로 상의 변형을 포함한다. 본 구성에 있어서, 가열 히터를 사용하지 않음으로써 또한, 에너지가 보존될 수 있으며, 상기 공급 스트림에서의 거의 모든 메탄은 판매용 가스로서 회수될 수 있다.

[0090] 상기 PPSA 탈수 시스템(402)에 있어서, 상기 유닛들은 흡착 단계(예를 들면, 공급 단계) 및 상기 입력 스트림을 상기 극저온 CFZ 공급 스트림 내에서 처리하는 재생 단계를 수행하기 위해 사용된다. 상기 공정은 흡착 단계 동안 도관(306)을 통해 다양한 유닛들(406, 408 및 410)을 통과하는 입력 스트림으로 시작된다. 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)은 상기 공급 스트림으로부터의 수분과 같은 추가의 오염물을 분리시키도록 구성된다. 예를 들어, 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)은 상기 스트림으로부터의 H₂O의 충분한 부분을 제거할 수 있도록 구성될 수 있으며, 그 결과 출력 스트림의 수분 함량은 2.0 ppm 미만, 1.0 ppm 미만 또는 0.1 ppm 미만일 수 있다. 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)으로부터의 탈수된 출력은, 상기 극저온 CFZ 공급 스트림으로서 상기 극저온 CFZ 회수 시스템(702)으로 제공되는 상기 극저온 CFZ 공급 스트림인, 도관(414)에서 상기 제 1 흡착제 베드 유닛(410)으로부터 멀리 운반된다.

[0091] 극저온 CFZ 회수 시스템(702)에서, 극저온 CFZ 공급 스트림은 조절 유닛(704)으로 전달된다. 조절 유닛(704)에서, 극저온 CFZ 공급 스트림은 조절된 다음 스로틀 밸브(708)를 통해 CFZ 디메타나이저(706)로 통과된다. CFZ 디메타나이저(706)는 당업계의 숙련자에게 공지된 바와 같이 CO₂의 냉동 및 재용해를 용이하게 하기 위해 중간에 냉동 영역을 갖는 환류형 디메타나이저를 포함한다. CFZ 디메타나이저(706)는 스로틀 밸브(708)로부터의 스트림을 메탄을 주로 함유하는 증기 스트림인 디메타나이저 오버헤드 스트림과 고압 산 액체 생성물 스트림인 최종 생성물 스트림으로 분리할 수 있다. 최종 생성물 스트림은 생성물 CFZ 스트림으로서 도관(710)을 통해 극저온 CFZ 회수 시스템(702)으로부터 멀리 안내될 수 있다. 디메타나이저 오버헤드 스트림은 도관(712)을 경유하여 조절 유닛(704)으로 전달될 수 있으며, 도관(712)은 도관(714)을 통해 PPSA 탈수 시스템(402)으로 안내되어 퍼지 스트림으로 사용될 수 있다.

[0092] 스윙 흡착 주기의 흡착 단계 후에, 압력은 하나 이상의 블로우다운 단계에서 감소되고, 그 다음 하나 이상의 퍼지 단계가 수행된다. 블로우다운 단계 또는 단계들은 흡착 단계에서 공급 스트림과 동일한 방향으로 스트림을 유도시킴으로써 수행될 수 있으며, 따라서 블로우다운 가스는 낮은 수분 또는 다른 오염물 함량을 가질 수 있다. 퍼지 단계에서, 도관(714)으로부터의 디메타나이저 오버헤드 스트림의 적어도 일부인 퍼지 스트림은 제 2 흡착제 베드 유닛(412)(예: 반대 방향)에 대한 공급 스트림 방향에 역류 방향(예: 반대 방향)으로 통과될 수 있다. 그 다음, 제 2 흡착제 베드 유닛(412)로부터의 퍼지 출력 스트림은 부스트 압축기(348)로 통과된다. 선택적으로, 도관(712 또는 714) 내의 퍼지 스트림의 일부는 조절 유닛(704) 및/또는 제 2 흡착제 베드 유닛(412)을 우회하도록 전환될 수 있다. 퍼지 스트림은 흡착제 베드로부터 오염물의 적어도 일부를 제거하고 흡착제 베드

유닛(412)으로부터 부스트 압축기(348)로 멀리 안내될 수 있다. 부스트 압축기(348)는 스트림의 압력을 부스트 출력 스트림 안으로 추가로 증가시키고, 상기 부스터 출력 스트림은 도관(350)을 통해서 공정으로부터 멀리 안내된다. 상기 부스터 출력 스트림은 판매 가스용으로 사용되거나 또는 다른 공정에서 이용될 수 있다. 다른 구성에서, 퍼지 출력 스트림은 압축 단계를 더 줄이기 위해 판매 가스 압력 근처 또는 그 압력에서 제공될 수 있다. 퍼지 출력 스트림의 압력은 도관(350)의 판매 가스 스트림의 판매 가스 압력의 10% 범위 내에 있을 수 있다.

[0093] 또한, 다른 실시예들에 있어서, 상기 공급 스트림으로부터 상기 CFZ 공정으로의 중탄화수소는 상기 고속 순환 스윙 흡착 공정에 의해 제거될 수 있다. 중탄화수소의 제거는 흡착제 베드 유닛들의 분리 세트를 포함할 수 있거나, 또는 흡착제 베드 유닛들(410 및 412)에 의해 종료되는 상기 흡착제 베드 유닛들과 통합될 수 있다. 그와 같은 구성들에 있어서, 상기 퍼지 스트림은 보다 많은 상기 디메타나이지 오버헤드 스트림을 사용할 수 있으며, 또한 상기 공정을 추가로 강화하기 위해 상승된 온도에서 제공될 수 있다.

[0094] 하나 이상의 실시예들에 있어서, 상기 물질은 비-흡착제 지지부 상에서 지지되는 흡착제 물질을 포함할 수 있다. 흡착제 물질들의 비제한적인 예들로서는 알루미늄, 미세 다공성 제올라이트, 탄소, 양이온성 제올라이트, 고규산 제올라이트, 고규산 주문형 메조포러스 물질, 졸 겔 물질, 알루미늄 인 및 산소(ALPO) 물질(알루미늄 인 및 산소를 주로 함유하는 미세 다공성 및 메조포러스 물질), 실리콘 알루미늄 인 및 산소(SAPO) 물질(주로 실리콘 알루미늄 인 및 산소를 함유하는 미세 다공성 및 메조포러스 물질), 금속 유기 프레임워크(MOF) 물질(금속 유기 프레임워크로 구성된 미세 다공성 및 메조포러스 물질) 및 제올라이트성 이미다졸레이트 프레임워크(ZIF) 물질(제올라이트성 이미다졸레이트 프레임워크로 구성된 미세 다공성 및 메조포러스 물질)을 포함할 수 있다. 다른 물질들은 작용기로 기능화된 미세 다공성 및 중공 극성 흡착제를 포함한다. CO₂ 제거를 위해 사용될 수 있는 작용기들의 예로서는 1차, 2차, 3차 아민, 및 아미딘, 구아니딘 및 비구아나이드와 같은 다른 비 양자성 기본 그룹들을 포함할 수 있다.

[0095] 하나 이상의 실시예들에 있어서, 상기 흡착제 베드 유닛은 공급 스트림으로부터의 오염들을 분리하기 위해 사용될 수 있다. 상기 공정은 생성물 스트림을 형성하기 위해 가스 공급 스트림으로부터 하나 이상의 오염물을 분리시키기 위한 흡착제 접촉기를 갖는 흡착제 베드 유닛을 통해 공급 압력에서 가스 공급 스트림을 전달하는 단계로서, 상기 흡착제 접촉기는 제 1 부분 및 제 2 부분을 갖는, 상기 전달 단계; 상기 가스 공급 스트림의 유동을 중단시키는 단계; 감압화 단계를 수행하는 단계로서, 상기 감압화 단계는 상기 흡착제 베드 유닛 내의 압력을 감소시키는, 상기 감압화 단계를 수행하는 단계; 퍼지 단계를 수행하는 단계로서, 상기 퍼지 단계는 상기 흡착제 베드 유닛 내의 압력을 감소시키고 또한 상기 퍼지 단계는 상기 제 1 부분과 제 2 부분 사이의 중간 퍼지 분배 구역으로 퍼지 스트림을 전달시키는 단계를 포함하는, 상기 퍼지 단계를 수행하는 단계; 재압축 단계를 수행하는 단계로서, 상기 재압축 단계는 상기 흡착제 베드 유닛 내의 압력을 증가시키는, 상기 재압축 단계를 수행하는 단계; 및 적어도 하나의 추가적인 주기를 위해 상기 a) 내지 e) 단계들을 반복하는 단계를 포함할 수 있다.

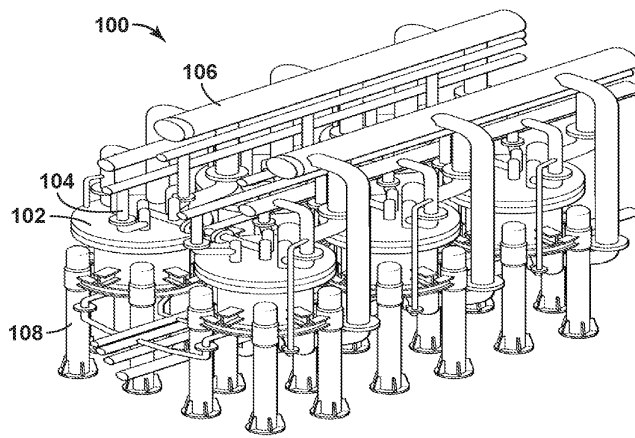
[0096] 또한, 하나 이상의 실시예들에 있어서, 상기 흡착제 베드 유닛은 가스 혼합물로부터 목표 가스의 분리를 위해 사용될 수 있는 흡착제를 포함할 수 있다. 상기 흡착제는 일반적으로 비-흡착제 지지부, 또는 접촉기 상에서 지지되는 흡착제 물질로 구성된다. 그와 같은 접촉기는 대체로 평행한 유동 채널들을 포함하며, 상기 유동 채널들을 제외한, 상기 접촉기의 개방 공극 체적의 20 부피%, 적합하게는 15 부피% 또는 그 이하가 약 20 옴스트롬보다 큰 공극들 내에 존재한다. 만약 정상 상태의 압력차가 공급 스트림이 상기 접촉기로 들어가는 지점 또는 장소와 생성물 스트림이 상기 접촉기로 들어가는 지점 또는 장소 사이에 인가되면, 유동 채널은 가스가 유동하는 상기 접촉기의 해당 부분이 되도록 취해진다. 상기 접촉기에 있어서, 상기 흡착제는 상기 유동 채널의 벽 내에 함체된다.

[0097] 하나 이상의 실시예들에 있어서, 본 기술들에서의 상기 고속 순환 스윙 흡착 공정은 고속 순환 온도 스윙 흡착(RCTSA) 및 압력 스윙 흡착(PSA)이다. 예를 들어, 전체 순환 시간은 일반적으로 600초 미만, 300초 미만, 적합하게는 200초 미만, 더욱 적합하게는 90초 미만이며, 가장 적합하게는 60초 미만이다.

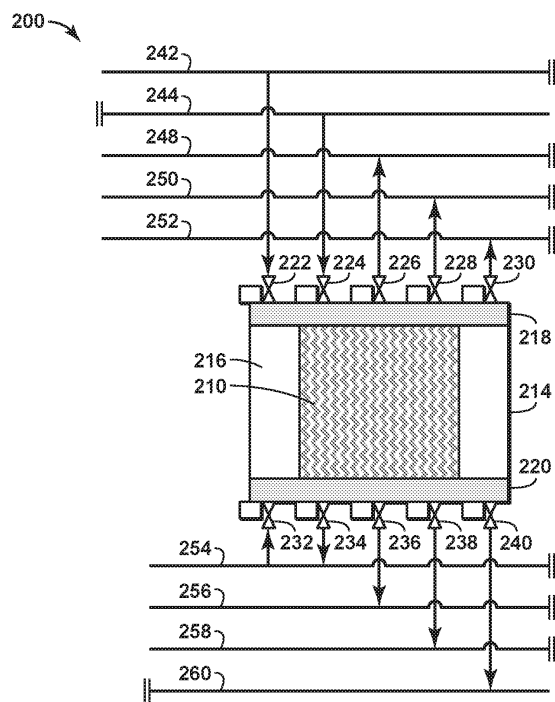
[0098] 개시된 본 발명의 원리들이 제공될 수 있는 많은 가능한 실시예들을 고려하여, 예시적인 실시예들은 오직 본 발명의 적합한 예들에 불과할 뿐이며 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안된다는 사실이 인정되어야 한다.

도면

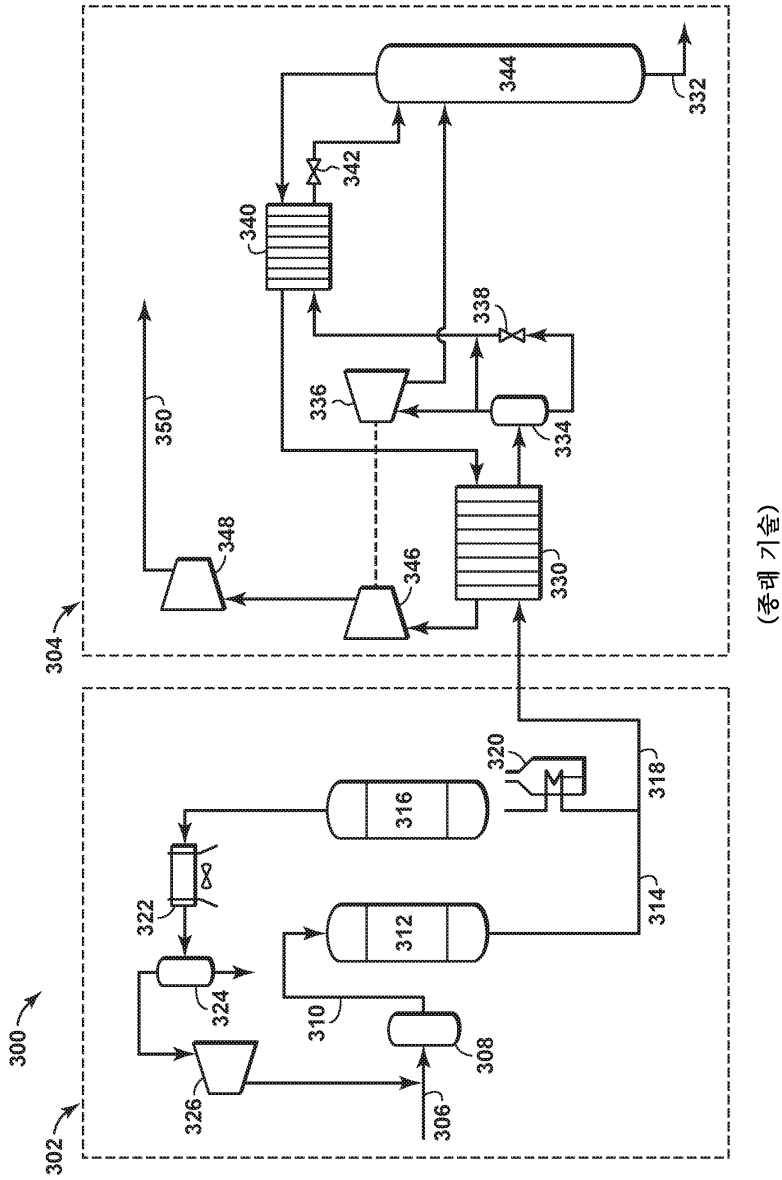
도면1



도면2

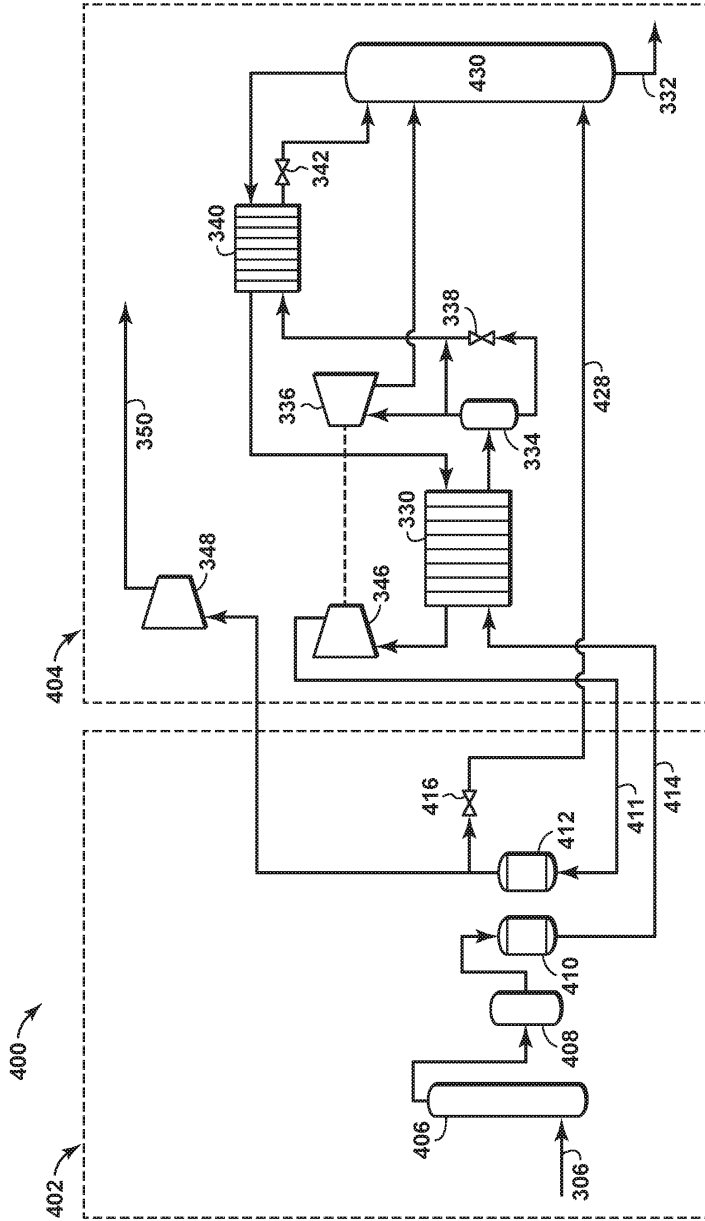


도면3

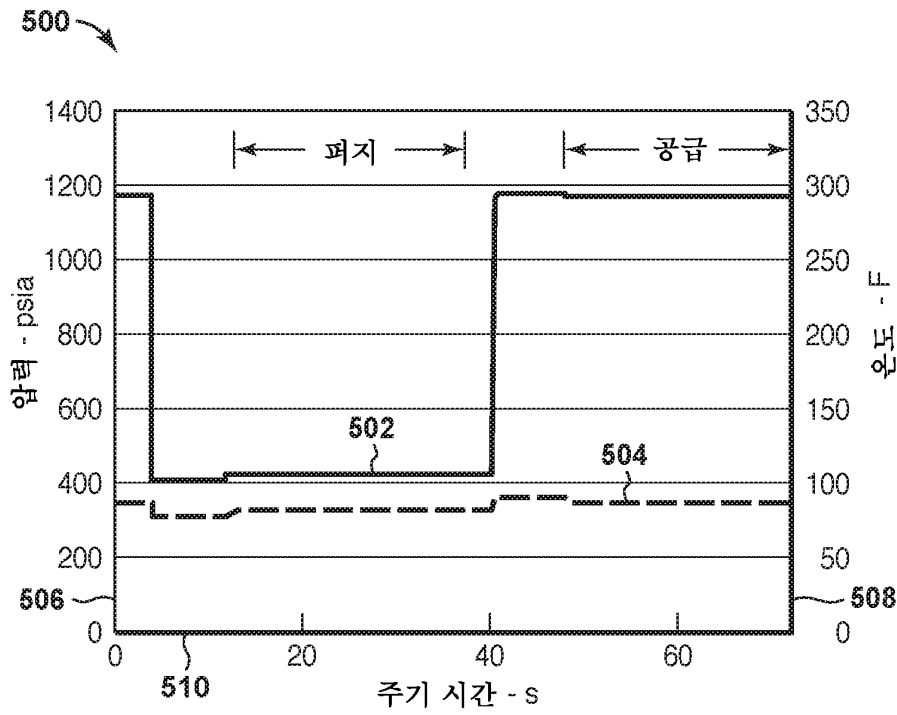


(종래 기술)

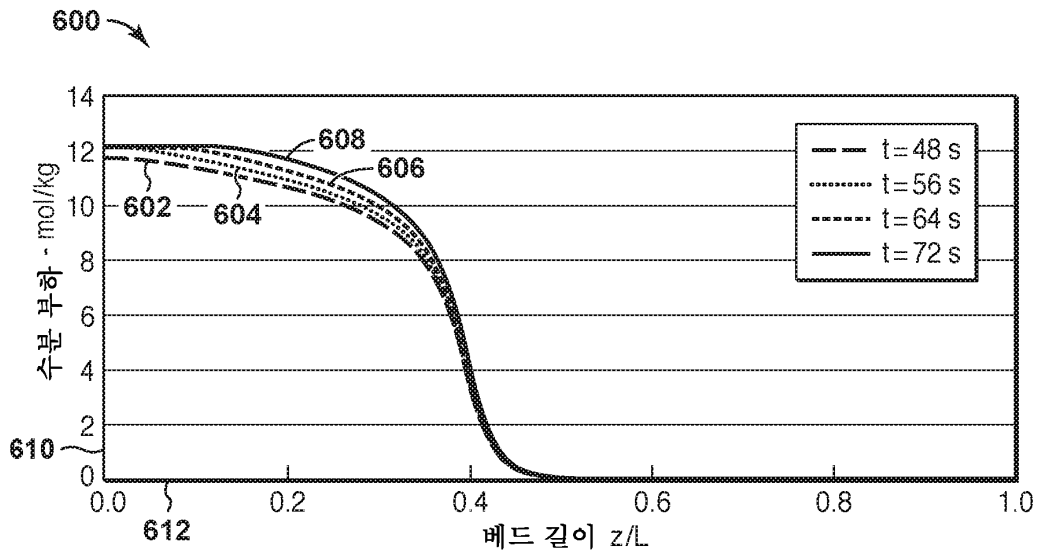
도면4



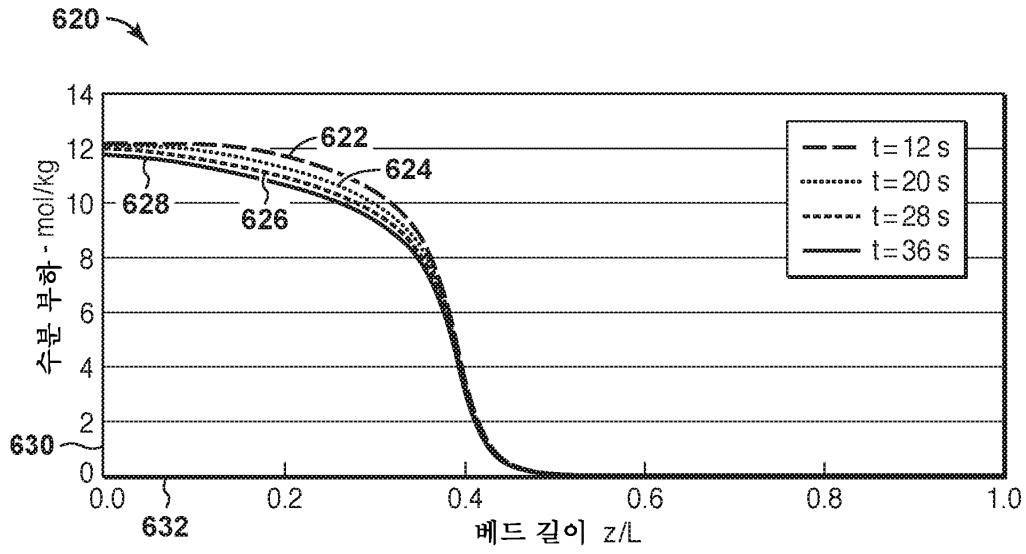
도면5



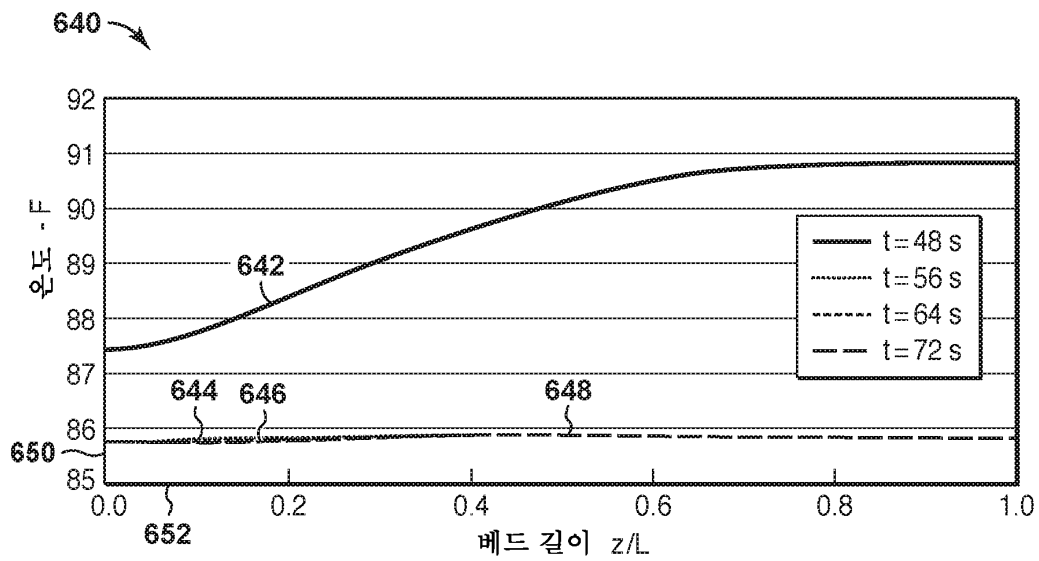
도면6a



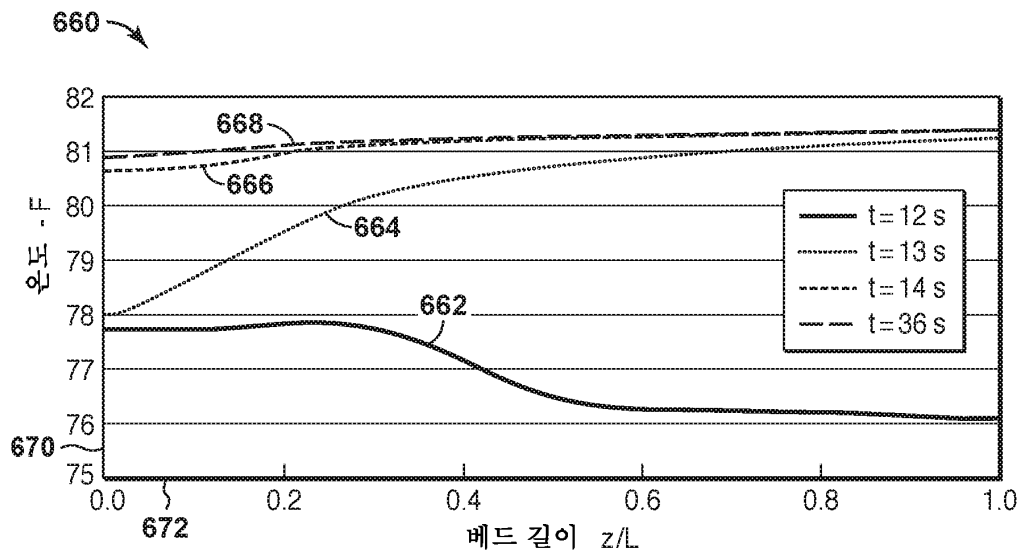
도면6b



도면6c



도면6d



도면7

