



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0020816
(43) 공개일자 2020년02월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C10L 3/10 (2006.01) B01D 3/14 (2006.01)
 B01D 53/14 (2006.01) B01D 53/22 (2006.01)
 B01D 53/30 (2006.01) B01D 61/00 (2006.01)
 B01D 71/06 (2006.01) B01D 71/16 (2006.01)
 B01D 71/32 (2006.01) B01D 71/64 (2006.01)
 C01B 17/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 C10L 3/101 (2013.01)
 B01D 53/1412 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7001416
- (22) 출원일자(국제) 2018년06월18일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년01월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/038076
- (87) 국제공개번호 WO 2018/236750
 국제공개일자 2018년12월27일
- (30) 우선권주장
 62/521,654 2017년06월19일 미국(US)
 16/007,585 2018년06월13일 미국(US)
- (71) 출원인
 사우디 아라비안 오일 컴퍼니
 사우디 아라비아 31311 다란 포스트 오피스 박스 5000
- (72) 발명자
 발라겏 진-피에르 알.
 사우디 아라비아 31311 다흐란 피.오.박스 62
 바이디아 밀린드 엠.
 사우디 아라비아 31311 다흐란 피.오.박스 62
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 김태홍, 김진희

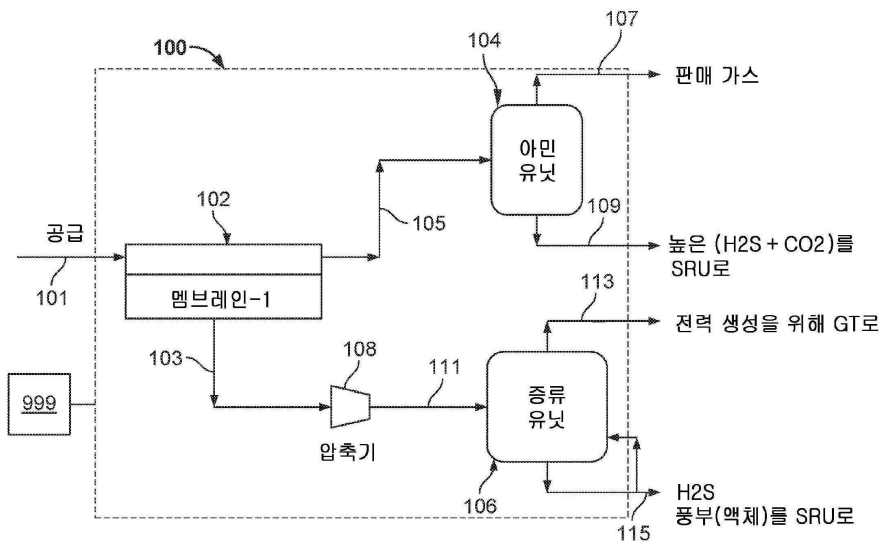
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 멤브레인 유닛 및 증류를 포함하는 미가공 천연 가스 처리 장치 및 방법

(57) 요약

천연 가스 공급 스트림 처리 기술로서, 하나 이상의 산성 가스, 하나 이상의 탄화수소 유체 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 포함하는 천연 가스 공급 스트림을 수용하는 단계; 천연 가스 공급 스트림을 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계; 멤브레인 모듈로, 하나 이상의 산성 가스의 적어도 일부를 투과 스트림으로, 그리고 하나 이상의 탄화수소 유체의 적어도 일부를 미투과 스트림으로 분리하는 단계; 투과 스트림을 증류 유닛으로 순환시키는 단계; 및 증류 유닛에서, 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 하나 이상의 산성 가스를 분리하는 단계를 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 기술.

대표도



(52) CPC특허분류

B01D 53/1443 (2013.01)
B01D 53/1468 (2013.01)
B01D 53/1475 (2013.01)
B01D 53/228 (2013.01)
B01D 53/229 (2013.01)
C01B 17/167 (2013.01)
C10L 3/102 (2013.01)
C10L 3/103 (2013.01)
C10L 3/104 (2013.01)

(72) 발명자

채리-프라다 이란 디.
사우디 아라비아 31311 다흐란 피.오.박스 62
뒤발 세바스티안 에이.
사우디 아라비아 31311 다흐란 피.오.박스 62

해틀리 아디쉬

사우디 아라비아 31311 다흐란 피.오.박스 62

하마드 페라스

사우디 아라비아 31311 다흐란 피.오.박스 62

명세서

청구범위

청구항 1

천연 가스 공급 스트림 처리 방법에 있어서,

하나 이상의 산성 가스, 하나 이상의 탄화수소 유체 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 포함하는 천연 가스 공급 스트림을 수용하는 단계;

상기 천연 가스 공급 스트림을 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계;

상기 멤브레인 모듈로, 하나 이상의 산성 가스의 적어도 일부를 투과 스트림으로, 그리고 하나 이상의 탄화수소 유체의 적어도 일부를 미투과 스트림으로 분리하는 단계;

상기 투과 스트림을 증류 유닛으로 순환시키는 단계; 및

상기 증류 유닛에서, 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 하나 이상의 산성 가스를 분리하는 단계를 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 투과 스트림을 유동적으로 상기 멤브레인 모듈과 상기 증류 유닛 사이에 위치하는 압축기를 통해 순환시키는 단계; 및

상기 미투과 스트림을 아민 유닛으로 순환시키는 단계

를 더 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 아민 유닛 내의 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부로부터 상기 미투과 스트림 내의 하나 이상의 탄화수소 유체를 분리하는 단계; 및

하나 이상의 탄화수소 유체를 판매 가스 파이프라인으로 순환시키고, 하나 이상의 산성 가스의 상기 다른 일부를 황 회수 유닛(SRU; Sulfur Recovery Unit)으로 순환시키는 단계

를 더 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 멤브레인 모듈은, 폴리이미드(PI; Poly-Imide) 멤브레인, 셀룰로오스 아세테이트(CA; Cellulose Acetate) 멤브레인 또는 비정질 피플루오로폴리머 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함하는 것인 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 증류 유닛은, 하나 이상의 산성 가스의 상기 일부를 출력하는 바닥 출력부와, 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 출력하는 오버헤드 출력부를 포함하며,

상기 방법은,

하나 이상의 비-탄화수소 유체를 전력 생성 유닛으로 순환시키고, 하나 이상의 산성 가스의 상기 일부를 SRU로 순환시키는 단계; 및

하나 이상의 비-탄화수소 유체를 상기 오버헤드 출력부와 상기 아민 유닛 사이에 유동적으로 결합된 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계

를 더 포함하는 것인 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제2 멤브레인 모듈은, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 비정질 피플루오로폴리머 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 다른 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함하는 것인 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제2 멤브레인 모듈로, 하나 이상의 비-탄화수소 유체에 혼입된 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부를 분리하는 단계;

하나 이상의 산성 가스의 분리된 부분을 상기 SRU로 순환시키고, 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 상기 아민 유닛 또는 상기 전력 생성 유닛 중 적어도 하나로 순환시키는 단계; 및

분리된 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 제3 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계를 더 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제3 멤브레인 모듈은, PI 헬름 선택성 멤브레인을 포함하는 헬름 선택성 멤브레인을 포함하는 것인 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제3 멤브레인 모듈로 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 헬름 유체를 분리하는 단계; 및

상기 제3 멤브레인 모듈에 유동적으로 결합된 헬름 회수 유닛 내에서, 분리된 헬름 유체를 회수하는 단계를

를 더 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 증류 유닛은 황화수소(H₂S) 증류 유닛을 포함하고,

상기 방법은,

상기 H₂S 증류 유닛 내에서, 하나 이상의 산성 가스로부터 H₂S 스트림을 분리하는 단계; 및

H₂S 스트림을 상기 SRU로 순환시키고, 하나 이상의 산성 가스의 H₂S-회박 스트림을 다른 증류 유닛으로 순환시키는 단계

를 더 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 다른 증류 유닛은 이산화탄소(CO₂) 증류 유닛을 포함하는 것인 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 다른 증류 유닛 내에서, H₂S-회박 스트림으로부터 CO₂ 스트림을 분리하는 단계;

CO₂ 스트림을 상기 다른 증류 유닛으로부터 멀어지도록 순환시키고, CO₂-회박 스트림을 상기 다른 증류 유닛으로부터 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계;

상기 제2 멤브레인 모듈 내에서, CO₂-희박 스트림으로부터 헬륨 유체의 적어도 일부를 분리하는 단계;

상기 헬륨 유체의 일부를 제3 멤브레인으로 순환시키고, 헬륨-희박 스트림을 상기 제2 멤브레인 모듈로부터 순환시키는 단계; 및

제3 멤브레인 모듈 내에서, 헬륨 유체의 다른 일부를 분리하는 단계를 더 포함하는 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 하나 이상의 산성 가스는 H₂S 또는 CO₂ 중 적어도 하나를 포함하는 것인 천연 가스 공급 스트림 처리 방법.

청구항 14

천연 가스 처리 시스템에 있어서,

하나 이상의 산성 가스, 하나 이상의 탄화수소 유체 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 포함하는 천연 가스 공급 스트림을 수용하도록 위치하는 제1 멤브레인 모듈로서, 하나 이상의 산성 가스의 적어도 일부를 투과 스트림으로, 그리고 하나 이상의 탄화수소 유체의 적어도 일부를 미투과 스트림으로 분리하도록 구성되는 제1 멤브레인 모듈;

상기 제1 멤브레인과 유체 연통하는 증류 유닛; 및

제어 시스템을

을 포함하고,

상기 제어 시스템은,

천연 가스 공급 스트림을 상기 제1 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동;

상기 제1 멤브레인 모듈에 의해 분리된 투과 스트림을 상기 증류 유닛으로 순환시키는 작동; 및

상기 증류 유닛 내에서, 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 하나 이상의 산성 가스를 분리하도록 상기 증류 유닛을 작동시키는 작동

을 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제어 시스템은,

투과 스트림을 유동적으로 상기 멤브레인 모듈과 상기 증류 유닛 사이에 위치하는 압축기를 통해 순환시키는 작동; 및

미투과 스트림을 아민 유닛으로 순환시키는 작동

을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 제어 시스템은,

상기 아민 유닛 내에서, 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부로부터 미투과 스트림 내의 하나 이상의 탄화수소 유체를 분리하는 작동;

하나 이상의 탄화수소 유체를 판매 가스 파이프라인으로 순환시키는 작동; 및

하나 이상의 산성 가스의 상기 다른 일부를 황 회수 유닛(SRU)으로 순환시키는 작동

을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 제1 멤브레인 모듈은 폴리이미드(PI) 멤브레인, 셀룰로오스 아세테이트(CA) 멤브레인 또는 비정질 피플루오로폴리머 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함하는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 18

제14항에 있어서, 증류 유닛은 바닥 출력부 및 오버헤드 출력부를 포함하며,

상기 제어 시스템은,

하나 이상의 산성 가스의 상기 일부를 상기 바닥 출력부로부터 순환시키는 작동;

하나 이상의 비-탄화수소 유체를 상기 오버헤드 출력부로부터 순환시키는 작동;

하나 이상의 비-탄화수소 유체를 전력 생성 유닛으로 순환시키는 작동;

하나 이상의 산성 가스의 상기 일부를 상기 SRU로 순환시키는 작동; 및

하나 이상의 비-탄화수소 유체를 상기 오버헤드 출력부와 상기 아민 유닛 사이에 유동적으로 결합된 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동

을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 제2 멤브레인 모듈은 PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 비정질 피플루오로폴리머 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 다른 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함하는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 20

제18항에 있어서, 상기 제어 시스템은,

하나 이상의 비-탄화수소 유체에 혼입된 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부를 분리하도록 제2 멤브레인을 작동시키는 작동;

하나 이상의 산성 가스의 분리된 부분을 SRU로 순환시키는 작동;

하나 이상의 비-탄화수소 유체를 상기 아민 유닛 또는 상기 전력 생성 유닛 중 적어도 하나로 순환시키는 작동; 및

분리된 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 제3 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동

을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 제3 멤브레인 모듈은, PI 헬륨 선택성 멤브레인을 포함하는 헬륨 선택성 멤브레인을 포함하는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 제어 시스템은,

상기 제3 멤브레인 모듈로, 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 헬륨 유체를 분리하도록 상기 제3 멤브레인 모듈을 작동시키는 작동; 및

상기 제3 멤브레인 모듈에 유동적으로 결합된 헬륨 회수 유닛 내에서, 분리된 헬륨 유체를 회수하는 작동

을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 23

제14항에 있어서, 상기 증류 유닛은 황화수소(H₂S) 증류 유닛을 포함하며,

상기 제어 시스템은,

하나 이상의 산성 가스로부터 H₂S 스트림을 분리하도록 상기 H₂S 증류 유닛을 작동시키는 작동;
H₂S 스트림을 상기 SRU로 순환시키는 작동; 및
하나 이상의 산성 가스의 H₂S-회박 스트림을 다른 증류 유닛으로 순환시키는 작동
을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 다른 증류 유닛은 이산화탄소(CO₂) 증류 유닛을 포함하는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 제어 시스템은,
H₂S-회박 스트림으로부터 CO₂ 스트림을 분리하도록 상기 다른 증류 유닛을 작동시키는 작동;
CO₂ 스트림을 상기 다른 증류 유닛으로부터 멀어지도록 순환시키는 작동;
CO₂-회박 스트림을 상기 다른 증류 유닛으로부터 상기 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동;
CO₂-회박 스트림으로부터 헬륨 유체의 적어도 일부를 분리하도록 제2 멤브레인 모듈을 작동시키는 작동;
헬륨 유체의 상기 일부를 제3 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동;
헬륨-회박 스트림을 상기 제2 멤브레인 모듈로부터 순환시키는 작동; 및
헬륨 유체의 다른 일부를 분리하도록 상기 제3 멤브레인 모듈을 작동시키는 작동
을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성되는 것인 천연 가스 처리 시스템.

청구항 26

제14항에 있어서, 하나 이상의 산성 가스는 H₂S 또는 CO₂ 중 적어도 하나를 포함하는 것인 천연 가스 처리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 2017년 6월 19일에 출원된 미국 가특허출원 제62/521,654호 및 2018년 6월 13일에 출원된 미국 장특허출원 제16/007,585호에 대한 우선권을 주장하며, 그 전문은 여기에 참조로써 통합된다.
- [0002] 본 개시는 미가공 천연 가스를 처리하기 위한, 보다 구체적으로, 예를 들어, 산성 가스, 헬륨 또는 이들 양자 모두를 분리하도록 미가공 천연 가스를 처리하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 천연 가스 생산물은 흔히 사워(sour) 또는 산성 가스를 포함할 수 있으며, 이는 아민 스위트닝 유닛(amine sweetening unit)과 같은 현존하는 기술로 처리하기에 어려울 수 있다. 예를 들어, 특히 높은 산성 가스 함량을 포함하는 미가공 천연 가스 공급물의 경우, 아민은 빠르게 분해되어 열 안정성 염을 생성할 수 있다. 이러한 염은 부식성이고, 거품을 일으킬 수도 있다. 또한, 이러한 높은 산성 가스 함량을 포함하는 미가공 천연 가스 공급물은 용매 순환 및 재생[예를 들어, 리보일링(reboiling)]을 위해 더 많은 에너지를 요구할 수 있다.

발명의 내용

- [0004] 일반적인 구현예에서, 천연 가스 공급 스트림 처리 방법은, 하나 이상의 산성 가스, 하나 이상의 탄화수소 유체 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 포함하는 천연 가스 공급 스트림을 수용하는 단계; 천연 가스 공급 스트림을 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계; 멤브레인 모듈로, 하나 이상의 산성 가스의 적어도 일부를 투과 스트림을

로, 그리고 하나 이상의 탄화수소 유체의 적어도 일부를 미투과 스트림으로 분리하는 단계; 투과 스트림을 증류 유닛으로 순환시키는 단계; 및 증류 유닛에서, 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 하나 이상의 산성 가스를 분리하는 단계를 포함한다.

- [0005] 일반적인 구현예와 조합 가능한 양태는, 투과 스트림을 유동적으로 멤브레인 모듈과 증류 유닛 사이에 위치하는 압축기를 통해 순환시키는 단계; 및 미투과 스트림을 아민 유닛으로 순환시키는 단계를 더 포함한다.
- [0006] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태는, 아민 유닛에서 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부로부터 미투과 스트림 내의 하나 이상의 탄화수소 유체를 분리하는 단계; 및 하나 이상의 탄화수소 유체를 판매 가스 파이프라인으로 순환시키고, 하나 이상의 산성 가스의 다른 부분을 황 회수 유닛(SRU; Sulfur Recovery Unit)으로 순환시키는 단계를 더 포함한다.
- [0007] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 멤브레인 모듈은 폴리이미드(PI; Poly-Imide) 멤브레인, 셀룰로오스 아세테이트(CA; Cellulose Acetate) 멤브레인 또는 비정질 퍼플루오로폴리머(amorphous perfluoropolymer) 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함한다.
- [0008] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 증류 유닛은 하나 이상의 산성 가스의 일부를 출력하는 바닥 출력부 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 출력하는 오버헤드 출력부를 포함한다.
- [0009] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태는 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 전력 생성 유닛으로 순환시키고, 하나 이상의 산성 가스 일부를 SRU로 순환시키는 단계; 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 오버헤드 출력부와 아민 유닛 사이에 유동적으로 결합된 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계를 더 포함한다.
- [0010] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제2 멤브레인 모듈은 PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 비정질 퍼플루오로폴리머 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 다른 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함한다.
- [0011] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태는 제2 멤브레인 모듈로, 하나 이상의 비-탄화수소 유체에 혼합된 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부를 분리하는 단계; 하나 이상의 산성 가스의 분리된 부분을 SRU로 순환시키고, 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 아민 유닛 또는 전력 생성 유닛 중 적어도 하나로 순환시키는 단계; 및 분리된 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 제3 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계를 더 포함한다.
- [0012] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제3 멤브레인 모듈은 PI 헬륨 선택성 멤브레인을 포함하는 헬륨 선택성 멤브레인을 포함한다.
- [0013] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태는 제3 멤브레인 모듈로 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 헬륨 유체를 분리하는 단계; 및 제3 멤브레인 모듈에 유동적으로 결합된 헬륨 회수 유닛 내에서, 분리된 헬륨 유체를 회수하는 단계를 더 포함한다.
- [0014] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 증류 유닛은 황화수소(H₂S) 증류 유닛을 포함한다.
- [0015] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태는 H₂S 증류 유닛에서, 하나 이상의 산성 가스로부터 H₂S 스트림을 분리하는 단계; 및 H₂S 스트림을 SRU로 순환시키고, 하나 이상의 산성 가스의 H₂S-회박 스트림을 다른 증류 유닛으로 순환시키는 단계를 더 포함한다.
- [0016] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 다른 증류 유닛은 이산화탄소(CO₂) 증류 유닛을 포함한다.
- [0017] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태는 다른 증류 유닛에서, H₂S-회박 스트림으로부터 CO₂ 스트림을 분리하는 단계; CO₂ 스트림을 다른 증류 유닛으로부터 멀어지도록 순환시키고, CO₂-회박 스트림을 다른 증류 유닛으로부터 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 단계; 제2 멤브레인 모듈에서, CO₂-회박 스트림으로부터 헬륨 유체의 적어도 일부를 분리하는 단계; 헬륨 유체의 일부를 제3 멤브레인으로 순환시키고, 헬륨-회박 스트림을 제2 멤브레인 모듈로부터 순환시키는 단계; 및 제3 멤브레인 모듈에서, 헬륨 유체의 다른 일부를 분리하는 단계를 더 포함한다.
- [0018] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 하나 이상의 산성 가스는 H₂S 또는 CO₂ 중 적어도 하나를 포함한다.

- [0019] 다른 일반적인 구현예에서, 천연 가스 처리 시스템은 하나 이상의 산성 가스, 하나 이상의 탄화수소 유체 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 포함하는 천연 가스 공급 스트림을 수용하도록 위치하는 제1 멤브레인 모듈로서, 하나 이상의 산성 가스의 적어도 일부를 투과 스트림으로, 그리고 하나 이상의 탄화수소 유체의 적어도 일부를 미투과 스트림으로 분리하도록 구성되는 제1 멤브레인 모듈; 제1 멤브레인과 유체 연통하는 증류 유닛; 및 작동들을 수행하도록 구성된 제어 시스템을 포함한다. 작동들은 천연 가스 공급 스트림을 제1 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동; 제1 멤브레인 모듈에 의해 분리된 투과 스트림을 증류 유닛으로 순환시키는 작동; 및 증류 유닛에서, 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 하나 이상의 산성 가스를 분리하도록 증류 유닛을 작동시키는 작동을 포함한다.
- [0020] 일반적인 구현예와 조합 가능한 양태에서, 제어 시스템은, 투과 스트림을 유동적으로 멤브레인 모듈과 증류 유닛 사이에 위치한 압축기를 통해 순환시키는 작동; 및 미투과 스트림을 아민 유닛으로 순환시키는 작동을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성된다.
- [0021] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제어 시스템은, 아민 유닛에서, 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부로부터 미투과 스트림 내의 하나 이상의 탄화수소 유체를 분리하는 작동; 하나 이상의 탄화수소 유체를 판매 가스 파이프라인으로 순환시키는 작동; 및 하나 이상의 산성 가스의 다른 부분을 황 회수 유닛(SRU)으로 순환시키는 작동을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성된다.
- [0022] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제1 멤브레인 모듈은 폴리이미드(PI) 멤브레인, 셀룰로오스 아세테이트(CA) 멤브레인 또는 비정질 퍼플루오로폴리머 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함한다.
- [0023] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 증류 유닛은 바닥 출력부 및 오버헤드 출력부를 포함한다.
- [0024] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제어 시스템은, 하나 이상의 산성 가스의 일부를 바닥 출력부로부터 순환시키는 작동; 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 오버헤드 출력부로부터 순환시키는 작동; 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 전력 생성 유닛으로 순환시키는 작동; 하나 이상의 산성 가스의 일부를 SRU로 순환시키는 작동; 및 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 오버헤드 출력부와 아민 유닛 사이에 유동적으로 결합된 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성된다.
- [0025] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제2 멤브레인 모듈은 PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 비정질 퍼플루오로폴리머 멤브레인 중 적어도 하나를 포함하는 다른 산성 가스 선택성 멤브레인을 포함한다.
- [0026] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제어 시스템은, 하나 이상의 비-탄화수소 유체에 혼합된 하나 이상의 산성 가스의 다른 일부를 분리하도록 제2 멤브레인을 작동시키는 작동; 하나 이상의 산성 가스의 분리된 부분을 SRU로 순환시키는 작동; 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 아민 유닛 또는 전력 생성 유닛 중 적어도 하나로 순환시키는 작동; 및 분리된 하나 이상의 비-탄화수소 유체를 제3 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성된다.
- [0027] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제3 멤브레인 모듈은 PI 헬륨 선택성 멤브레인을 포함하는 헬륨 선택성 멤브레인을 포함한다.
- [0028] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제어 시스템은, 제3 멤브레인 모듈로, 하나 이상의 비-탄화수소 유체로부터 헬륨 유체를 분리하도록 제3 멤브레인 모듈을 작동시키는 작동; 및 제3 멤브레인 모듈에 유동적으로 결합된 헬륨 회수 유닛 내에서, 분리된 헬륨 유체를 회수하는 작동을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성된다.
- [0029] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 증류 유닛은 황화수소(H₂S) 증류 유닛을 포함한다.
- [0030] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제어 시스템은, 하나 이상의 산성 가스로부터 H₂S 스트림을 분리하도록 H₂S 증류 유닛을 작동시키는 작동; H₂S 스트림을 SRU로 순환시키는 작동; 및 하나 이상의 산성 가스의 H₂S-회박 스트림을 다른 증류 유닛으로 순환시키는 작동을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성된다.
- [0031] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 다른 증류 유닛은 이산화탄소(CO₂) 증류 유닛을 포함

한다.

[0032] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 제어 시스템은, H₂S-회박 스트림으로부터 CO₂ 스트림을 분리하도록 다른 증류 유닛을 작동시키는 작동; CO₂ 스트림을 다른 증류 유닛으로부터 멀어지도록 순환시키는 작동; CO₂-회박 스트림을 다른 증류 유닛으로부터 제2 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동; CO₂-회박 스트림으로부터 헬륨 유체의 적어도 일부를 분리하도록 제2 멤브레인 모듈을 작동시키는 작동; 헬륨 유체의 일부를 제3 멤브레인 모듈로 순환시키는 작동; 헬륨-회박 스트림을 제2 멤브레인 모듈로부터 순환시키는 작동; 및 헬륨 유체의 다른 일부를 분리하도록 제3 멤브레인 모듈을 작동시키는 작동을 더 포함하는 작동들을 수행하도록 구성된다.

[0033] 이전의 양태들 중 어느 하나와 조합 가능한 다른 양태에서, 하나 이상의 산성 가스는 H₂S 또는 CO₂ 중 적어도 하나를 포함한다.

[0034] 본 개시에 따른 구현에는 후속하는 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 개시에 따른 구현에는 중질 탄화수소(HHC; Heavy Hydrocarbon)의 손실(slippage), 메테인의 손실 및 에너지 사용을 최소화하면서 미가공 천연 가스 공급 스트림으로부터 산성 가스[예를 들어, 황화수소(H₂S) 및 이산화탄소(CO₂)]의 분리를 용이하게 할 수 있다. 다른 예로서, 본 개시에 따른 구현에는 황 회수 유닛(SRU)의 반응로의 공급물의 HHC 함량을 최소화할 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 구현에는 상이한 선택성의 멤브레인들을 사용함으로써 사워 가스를 업그레이드할 수 있으며, 이들 멤브레인은 분리 효율을 최대화하기 위해 증류 유닛에 공급되는 산성 가스의 비율을 증가시키도록 하나 이상의 증류 유닛의 상류에서 이용되는 것이 유리할 수 있다. 다른 예로서, 본 개시에 따른 구현에는 SRU로의 공급에서 H₂S 농도를 높이고 SRU의 작동을 원활하게 하여 클라우스(Claus) 유닛의 효율을 증가시킬 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 구현에는 SRU로의 공급에서 HHC의 부재 또는 감소로 인한 카설(Carsul) 형성을 회피하거나 회피하는데 도움이 될 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 구현에는 풍부 H₂S를 증류 유닛으로부터 재분사를 위한 저장소로 보낼 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 구현에는 종래의 기술과 달리, 여전히 산성 가스를 분리하면서도, HHC의 회수를 가능하게 할 수 있다.

[0035] 본 개시에 따른 구현에는 또한, 후속하는 특징들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 개시에 따른 구현에는 농후화 단계 후에 더 화폐화될 수 있는 사워 천연 가스로부터 헬륨을 회수할 수 있다. 예를 들어, 헬륨은 멤브레인 및 헬륨 회수 유닛에 의해 더 농축되어 회수될 수 있다. 다른 예로서, 본 개시에 따른 구현에는 HHC가 증류 바닥부에 있는 것을 방지하면서 아민 유닛으로의 산성 가스를 감소시킬 수 있다. 따라서, 증류 유닛의 바닥부는 촉매 베드의 오염의 위험을 줄이면서 SRU의 반응로로 직접 보내질 수 있다. 다른 예로서, 추가적인 수입은 설명된 구현에 따른 HHC의 회수에 의해 실현될 수 있다. 또한, 본 구현에는 HHC를 SRU로 순환시키거나 재주입을 피할 수 있다.

[0036] 본 개시에 설명된 대상물의 하나 이상의 구현예의 상세 설명은 첨부된 도면 및 하기 설명에 기재되어 있다. 대상물의 다른 특징, 양태 및 장점은 설명, 도면 및 청구항으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1a는 본 개시에 따라 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 멤브레인 및 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 예시적인 구현예를 개략적으로 도시.

도 1b 및 도 1c는 하나 이상의 폴리이미드(PI) 멤브레인을 사용하는 도 1a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시.

도 1d 및 도 1e는 하나 이상의 셀룰로오스 아세테이트(CA) 멤브레인을 사용하는 도 1a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 다른 시뮬레이션 결과를 도시.

도 1f 및 도 1g는 하나 이상의 하이프론(Hyflon) AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인을 사용하는 도 1a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시.

도 2a는 본 개시에 따라 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 2개의 멤브레인 및 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 다른 예시적인 실시예를 개략적으로 도시.

도 2b 및 도 2c는 도 2a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시.

도 3a는 본 개시에 따라 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 2개의 멤브레인 및 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 다른 예시적인 구현예의 개략적으로 도시.

도 3b 및 도 3c는 도 3a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시.

도 4a는 본 개시에 따라 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 2개의 멤브레인 및 증류 유닛을 사용하고, 또한 천연 가스로부터 헬륨을 포획하기 위해 멤브레인 및 헬륨 회수 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 다른 예시적인 구현예를 개략적으로 도시.

도 4b 및 도 4d는 도 4a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시.

도 5a는 본 개시에 따라 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하고 헬륨을 포획하기 위해 하나 이상의 멤브레인 및 캐스캐이딩(cascading) 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 다른 예시적인 실시예를 개략적으로 도시.

도 5b 내지 도 5q는 도 5a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 본 개시는 미가공 천연 가스 스트림으로부터 산성 가스(예를 들어, H₂S 및 CO₂)를 분리하면서, 중질 탄화수소(HHC)의 손실을 최소화하도록 멤브레인 및 증류 공정이 조합된 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 예시적인 구현예를 설명한다. 일부 양태에서, 산성 가스 선택성 멤브레인은 미가공 천연 가스로부터 산성 가스의 대량 제거를 위해 구현된다. 멤브레인 시스템 및 공정을 구현하는 출력부는 2개의 스트림; 비교적 고농도 HHC 및 비교적 저농도 산성 가스를 갖는 미투과 스트림과, 비교적 저농도 HHC 및 비교적 고농도 산성 가스를 갖는 투과 스트림을 포함할 수 있다. 미투과 스트림은 가스 스위트닝 및 탈수 후에 HHC를 회수하기 위해 아민 유닛, 그리고 후속하는 냉동 유닛으로 보내어질 수 있다. 투과 스트림은 압축되고 하나 이상의 증류 유닛으로 순환되며, 이 증류 유닛에서, 증류 컬럼의 오버헤드 내에 다른 가스(예를 들어, 메테인, 헬륨 및 질소)를 남기며 산성 가스의 제거가 구현된다. 따라서, 멤브레인 시스템 및 공정과 증류 시스템 및 공정은 HHC가 고갈된 산성 가스 스트림을 생성하도록 조합될 수 있다. 산성 가스는 증류에 의해 산성 가스 스트림으로부터 분리될 수 있는 반면, HHC는 가스 스위트닝 및 탈수 후에 냉각을 사용하여 회수될 수 있다.

[0039] 일부 양태에서, 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정에서 멤브레인과 증류 서브공정들을 조합함으로써, 아민 유닛에 들어가는 스트림 내의 산성 가스를 낮추는 것이 증류 바닥 스트림 내에서 HHC 손실을 최소화할 수 있고, 이는 결과적으로 황 회수 유닛(SRU)의 공급물에서 HHC를 감소시킬 수 있다. 또한, 일부 양태에서, 스트림 내의 헬륨은 증류 유닛 오버헤드에서 농축될 수 있으며, 이는 농후화 단계 후에 전용 유닛에서 순수 헬륨으로 경제적으로 회수될 수 있다. 일부 양태에서, 하나 이상의 증류 유닛의 출구 온도는 약 -30℃일 수 있으며, 이는 증류 컬럼의 오버헤드로부터 화합물들을 분리하기 위한 멤브레인(들)의 선택성을 더 높게 할 수 있다.

[0040] 예시적인 구현예에서, 2개의 멤브레인 스테이지는 미가공 천연 가스 스트림 내의 산성 가스의 함량을 감소시키기 위해 사용될 수 있다. 또한, 본 개시에 따른 구현예는 제2 스테이지 또는 후속 멤브레인 섹션의 선택성을 증가시키기 위해 제2 스테이지 멤브레인 섹션으로 순환되는 온도가 감소된 스트림을 포함할 수 있다. 또한, 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 예시적인 구현예는 증류 유닛(들)의 오버헤드에서 헬륨의 회수 및 농후화를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 구현예는 증류 유닛의 오버헤드 내의 공급물보다 질소 함량을 증가시킬 수 있다.

[0041] 일부 양태에서, 미가공 천연 가스로부터 산성 가스의 대량 제거는 산성 가스 선택성 멤브레인의 도움으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 예시적인 공정은 하나 또는 복수의 멤브레인 분리 스테이지 뿐만 아니라 하나 이상의 증류 스테이지를 포함할 수 있다. 일부 양태에서, 유리질 중합체 멤브레인은 고압 산성 가스 스트림으로부터 2개의 스트림: 고압 스트림(또는 미투과) 및 저압 스트림(또는 투과)으로 미가공 천연 가스 성분을 분리하기 위해 사용된다. 유리질 중합체의 경우, 작은 분자는 큰 분자보다 더 빠르게 투과하며; 분리는 주로 분자의 크기에 기인한다. 따라서, 헬륨, 물, 황화수소, 이산화탄소 및 질소는 C₂+보다 빠르게 투과할 것이다. 그러므로, HHC가 고갈된 투과 가스 스트림은 증류 유닛으로 보내질 수 있으며, 이 증류 유닛에서 산성 가스 제거가 수행되는 반면, 메테인, 헬륨 및 질소는 증류 유닛의 오버헤드에 남아 있다.

- [0042] 예시적인 구현예에서, 투과 스트림(저압 스트림)은 산성 가스가 농축되는 반면 HHC가 고갈되어 HHC의 상당한 손실 없이 액화될 수 있다. 미투과 스트림(고압 스트림)은 산성 가스가 고갈된다. 이 고압 스트림은 기존의 또는 새로운 고압 아민 유닛에서 처리될 수 있다. 후속해서, HHC는 가스 스위트닝 및 탈수 단계 이후에 냉동 유닛의 도움으로 상기 고압 스트림으로부터 회수될 수 있다. 비교적 소량의 HHC를 함유할 수 있는 저압[예를 들어, 50 내지 250의 평방 인치당 파운드(psi)]인 투과 스트림은, 바닥부에서 산성 가스를 농축하고 오버헤드로부터 메테인 및 다른 가스를 회수하기 위한 고압 증류 컬럼에서 효율적으로 처리될 수 있다. 산성 가스 및 물은 증류 컬럼의 바닥부 내에서 농축되고, SRU의 반응물로 보내질 수 있다. 주로 메테인일 수 있는 오버헤드 생성물은, 증류 성능 및 가스 조성에 따라 필요한 경우 최종 스위트닝 단계 후 연료로 사용되거나 마스터 가스 시스템으로 안내될 수 있다.
- [0043] 일부 양태에서, 예시적인 공정은 SRU의 반응물로 직접 보내질 수 있는 HHC가 고갈된 산성 가스 스트림을 생산할 수 있고, 귀중한 HHC의 손실을 피할 수 있다. 종래의 기술과는 대조적으로, 예시적인 구현예는 HHC의 최소 손실로 천연 가스 공급물로부터 큰 분율의 산성 가스가 분리되도록 할 수 있다. 또한, 헬륨 회수를 포함하는 구현예는, 예를 들어, 하나 이상의 증류 유닛의 하류에 설치된 헬륨 선택성 멤브레인(들)을 포함하며, 이러한 멤브레인은 훨씬 더 낮은 함량의 산성 가스 및 HHC를 포함하는 가스를 수용하며, 이는 멤브레인의 수명을 길게 하고 분리 성능을 개선한다.
- [0044] 도 1a는 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 멤브레인 및 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템(100)의 예시적인 구현예를 개략적으로 도시한다. 이 도시된 구현예에서, 시스템(100)은 미가공 천연 가스 공급 스트림(101)을 수용하는 멤브레인(102)을 포함한다. 일부 양태에서, 천연 가스 공급 스트림(101)은 5 내지 500 백만 표준 입방 피트/일(million standard cubic feet per day; MMscfd)의 유량이다. 멤브레인(102)은 천연 가스 공급 스트림(101)을, 압축기(108)를 통해 증류 유닛(106)으로 유동하는 투과 스트림(103) 및 아민 유닛(104)으로 유동하는 미투과 스트림(105)으로 분리한다. 투과 스트림(103)은 미투과 스트림(105)과 비교하여 비교적 저농도 HHC 및 비교적 고농도 산성 가스를 가지며, 미투과 스트림(105)은 비교적 고농도 HHC 및 비교적 저농도 산성 가스를 갖는다. 멤브레인(102)은 예를 들어, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 멤브레인(102)은 산성 가스(예를 들어, H₂S 및 CO₂)가 [예를 들어, 멤브레인(102)의 재료로 인하여] HHC로부터 분리되는 것을 보장하도록 선택될 수 있다.
- [0045] 미투과 스트림(105)보다 저압일 수 있는, 투과 스트림(103)은 증류 유닛(106)으로 순환되는 압축 투과 스트림(111)으로 압축되고, 증류 유닛(106)에서, 산성 가스[및 가능하게는 멤브레인(102)에서 분리되지 않은 HHC의 작은 부분]가 증류 유닛(106)의 오버헤드 스트림(113) 내의 다른 가스[예를 들어, 헬륨(He), 물(H₂O), 및 질소(N₂)]로부터 증류 유닛(106)의 바닥 스트림(115)으로 분리된다. 상기 다른 가스는 전력 생성을 위해 가스 터빈(GT)으로 순환될 수 있는 반면, 산성 가스(및 HHC의 일부)는 SRU로 순환될 수 있다.
- [0046] 투과 스트림(103)보다 고압일 수 있는 미투과 스트림(105)은 아민 유닛(104)으로 순환되며, 아민 유닛(104)에서 판매 가스(107)는 미투과 스트림(105)에 남아있는 산성 가스(109)로부터 분리된다. 또한, 분리된 산성 가스(109)는 SRU로 순환될 수 있다. 일부 양태에서, 판매 가스(107)는 HHC의 회수를 위해 냉동 유닛으로 순환될 수 있다.
- [0047] 도 1b 및 도 1c는 하나 이상의 폴리이미드(PI) 멤브레인을 사용하는 도 1a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시한다. 그 결과가 도 1b 및 도 1c에 도시된 시뮬레이션(뿐만 아니라 본 개시에서 도시되고 설명된 다른 시뮬레이션)은 PRO II 및 HYSIS 모델링 소프트웨어를 사용하여 수행되었고, 데이터는 본 개시에서 설명된 특정 유형의 멤브레인 및 증류 유닛에 대해 이용가능하다. 도 1b 및 도 1c는, 멤브레인(102)이 PI 멤브레인인 시스템(100)의 시뮬레이션, 뿐만 아니라 시스템(100)을 위한 물질 밸런스(mass balance)(건조 기준)를 도시한다. 도 1b 및 도 1c는 또한 멤브레인(102), 멤브레인(102)에 대한 투과 상수, 멤브레인(102)에 의해 제거된 산성 가스 및 증류 유닛(106)으로부터의 오버헤드 스트림을 이용한 전력 생산에 관한 데이터를 도시한다.
- [0048] 도 1d 및 도 1e는 하나 이상의 셀룰로오스 아세테이트(CA) 멤브레인을 사용하는 도 1a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 다른 시뮬레이션 결과를 도시한다. 도 1d 및 도 1e는 멤브레인(102)이 CA 멤브레인인 시스템(100)의 시뮬레이션, 뿐만 아니라 시스템(100)을 위한 물질 밸런스(건조 기준)를 도시한다. 도 1d 및 도 1e는 또한 멤브레인(102), 멤브레인(102)에 대한 투과 상수, 멤브레인(102)에 의해 제

거된 산성 가스 및 증류 유닛(106)으로부터의 오버헤드 스트림을 이용한 전력 생산에 관한 데이터를 도시한다.

- [0049] 도 1f 및 도 1g는 하나 이상의 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인을 사용하는 도 1a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시한다. 도 1f 및 도 1g는 멤브레인(102)이 Hyflon AD-80 멤브레인인 시스템(100)의 시뮬레이션, 뿐만 아니라 시스템(100)을 위한 물질 밸런스(건조 기준)를 도시한다. 도 1f 및 도 1g는 또한 멤브레인(102), 멤브레인(102)에 대한 투과 상수, 멤브레인(102)에 의해 제거된 산성 가스 및 증류 유닛(106)으로부터의 오버헤드 스트림을 이용한 전력 생산에 관한 데이터를 도시한다.
- [0050] 도 2a는 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 2개의 멤브레인 및 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템(200)의 다른 예시적인 구현예를 개략적으로 도시한다. 상기 도시된 구현예에서, 시스템(200)은 미가공 천연 가스 공급 스트림(201)을 수용하는 제1 멤브레인(202)을 포함한다. 일부 양태에서, 천연 가스 공급 스트림(201)은 5 내지 500 MMscfd의 유량이다. 제1 멤브레인(202)은 천연 가스 공급 스트림(201)을 압축기(210)를 통해 증류 유닛(204)으로 유동하는 투과 스트림(203) 및 아민 유닛(208)으로 유동하는 미투과 스트림(205)으로 분리한다. 투과 스트림(203)은 미투과 스트림(205)과 비교하여 비교적 저농도 HHC 및 비교적 고농도 산성 가스를 가지며, 미투과 스트림(205)은 비교적 저농도 산성 가스 및 비교적 고농도 HHC를 갖는다. 제1 멤브레인(202)은 예를 들어, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 제1 멤브레인(202)은 산성 가스(예를 들어, H₂S 및 CO₂)가 [예를 들어, 멤브레인(202)의 재료로 인하여] HHC로부터 분리되는 것을 보장하도록 선택될 수 있다.
- [0051] 미투과 스트림(205)보다 저압일 수 있는 투과 스트림(203)은 압축 투과 스트림(211)으로 압축되고 증류 유닛(204)으로 순환되며, 증류 유닛에서 산성 가스[및 가능하게는 제1 멤브레인(202)에서 분리되지 않은 HHC의 작은 부분]는 증류 유닛(204)의 오버헤드 스트림(213) 내 다른 가스(예를 들어, He, H₂O, 및 N₂)로부터 증류 유닛(204)의 바닥 스트림(215)으로 분리된다.
- [0052] 도시된 바와 같이, 시스템(200)은 증류 유닛(204)의 오버헤드 스트림(213)에 유동적으로 결합된 제2 멤브레인(206)을 포함한다. 제2 멤브레인(206)은 예를 들어, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 제2 멤브레인(206)은 또한, 산성 가스(예를 들어, H₂S 및 CO₂)가 [예를 들어, 제2 멤브레인(206)의 재료로 인하여] HHC로부터 분리되는 것이 보장되도록 선택될 수 있다. 따라서, 제2 멤브레인(206)은 오버헤드 스트림(213)으로부터(예를 들어, He, H₂O, 및 N₂로부터) 산성 가스(219)를 추가로 분리할 수 있고, 추가로 분리된 산성 가스(219)를 증류 유닛의 바닥 스트림(215)의 출력부로 보낼 수 있다. 상기 다른 가스(217)는 [미투과 스트림(205)과 합류하도록] 아민 유닛(208)으로 순환될 수 있는 반면, 증류 유닛(204) 및 제2 멤브레인(206)으로부터의 산성 가스(및 HHC의 일부)는 SRU로 순환될 수 있다.
- [0053] 투과 스트림(203)보다 고압일 수 있는 미투과 스트림(205)은 아민 유닛(208)으로 순환되며, 아민 유닛에서 판매 가스(207)는 미투과 스트림(205)[다른 가스(217)와 조합됨]에 남아있는 산성 가스(209)로부터 분리된다. 또한, 분리된 산성 가스(209)는 SRU로 순환될 수 있다. 일부 양태에서, 판매 가스(207)는 HHC의 회수를 위해 냉동 유닛으로 순환될 수 있다.
- [0054] 도 2b 및 도 2c는 도 2a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시한다. 도 2b 및 도 2c는, 제1 멤브레인(202)이 H₂S 및 CO₂ 선택성 PI 멤브레인이고 제2 멤브레인(206)이 H₂S 및 CO₂ 선택성 PEBAX 멤브레인인 시스템(200)의 시뮬레이션을 도시한다. 도 2b 및 도 2c는 물질 밸런스(건조 기준)에 대한 시스템(200)의 시뮬레이션 뿐만 아니라 멤브레인(202 및 206), 멤브레인(202)에 대한 투과 상수, 멤브레인(202)에 의해 제거된 산성 가스 및 증류 유닛(204)으로부터의 오버헤드 스트림을 사용한 전력 생산에 관한 데이터를 도시한다.
- [0055] 도 3a는 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 2개의 멤브레인 및 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템(300)의 다른 예시적인 구현예를 개략적으로 도시한다. 이 도시된 구현예에서, 시스템(300)은 미가공 천연 가스 공급 스트림(301)을 수용하는 제1 멤브레인(302)을 포함한다. 일부 양태에서, 천연 가스 공급 스트림(301)은 5 내지 500 MMscfd의 유량이다. 제1 멤브레인(302)은 천연 가스 공급 스트림(301)을 압축기(310)를 통해 증류 유닛(304)으로 유동하는 투과 스트림(303) 및 아민 유닛(308)으로 유동하는 미투

과 스트림(305)으로 분리한다. 투과 스트림(303)은 미투과 스트림(305)과 비교하여 비교적 저농도 HHC 및 비교적 고농도 산성 가스를 갖고, 미투과 스트림은 비교적 저농도 산성 가스 및 비교적 고농도 HHC를 갖는다. 제1 멤브레인(302)은 예를 들어, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인 이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 제1 멤브레인(302)은 산성 가스(예를 들어, H₂S 및 CO₂)가 [예를 들어, 멤브레인(302)의 재료로 인하여] HHC로부터 분리되는 것을 보장하도록 선택될 수 있다.

[0056] 미투과 스트림(305)보다 저압일 수 있는 투과 스트림(303)은 압축 투과 스트림(311)으로 압축되고 증류 유닛(304)으로 순환되며, 증류 유닛에서 산성 가스 [및 가능하게는 제1 멤브레인(302)에서 분리되지 않은 HHC의 작은 부분]가 증류 유닛(304)의 오버헤드 스트림(313) 내의 다른 가스(예를 들어, He, H₂O, 및 N₂)로부터 증류 유닛(304)의 바닥 스트림(315)으로 분리된다.

[0057] 도시된 바와 같이, 시스템(300)은 증류 유닛(304)의 오버헤드 스트림(313)에 유동적으로 결합된 제2 멤브레인(306)을 포함한다. 제2 멤브레인(306)은 예를 들어, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인 이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 제2 멤브레인(306)은 오버헤드 스트림(313)으로부터(예를 들어, He, H₂O, 및 N₂로부터) 산성 가스(319)를 추가로 분리할 수 있고, 추가로 분리된 산성 가스(319)를 증류 유닛의 바닥 스트림(315)의 출력부로 보낼 수 있다. 상기 다른 가스(317)는 아민 유닛(308) 또는 전력 생성을 위한 GT(또는 양자 모두)로 순환될 수 있는 반면, 증류 유닛(304) 및 제2 멤브레인(306)으로부터의 산성 가스(319 및 315와 조합됨)(및 HHC의 일부)는 SRU로 순환될 수 있다.

[0058] 투과 스트림(303)보다 고압일 수 있는 미투과 스트림(305)은 아민 유닛(308)으로 순환되며, 아민 유닛에서 판매 가스(307)는 미투과 스트림(305)에 남아있는 산성 가스(309)로부터 분리된다. 또한, 분리된 산성 가스(309)는 SRU로 순환될 수 있다. 일부 양태에서, 판매 가스(307)는 HHC의 회수를 위해 냉동 유닛으로 순환될 수 있다.

[0059] 도 3b 및 도 3c는 도 3a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시한다. 도 3b 및 도 3c는, 제1 멤브레인(302)이 H₂S 및 CO₂ 선택성 PI 멤브레인이고 제2 멤브레인(306)이 H₂S 및 CO₂ 선택성 PEBAX 멤브레인인 시스템(300)의 시뮬레이션을 도시한다. 도 3b 및 도 3c는 물질 밸런스(건조 기준)에 대한 시스템(300)의 시뮬레이션 뿐만 아니라 멤브레인(302 및 306), 멤브레인(302)에 대한 투과 상수, 멤브레인(302)에 의해 제거된 산성 가스 및 제2 멤브레인(306)으로부터의 다른 가스를 사용한 전력 생산에 관한 데이터를 도시한다.

[0060] 도 4a는 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하기 위해 2개의 멤브레인 및 증류 유닛 뿐만 아니라 천연 가스로부터 헬륨을 포획하기 위한 멤브레인 및 헬륨 회수 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템(400)의 다른 예시적인 구현예를 개략적으로 도시한다. 이 도시된 구현예에서, 시스템(400)은 미가공 천연 가스 공급 스트림(401)을 수용하는 제1 멤브레인(402)을 포함한다. 일부 양태에서, 천연 가스 공급 스트림(401)은 5 내지 500 MMscfd의 유량이다. 제1 멤브레인(402)은 천연 가스 공급 스트림(401)을, 압축기(414)를 통해 증류 유닛(404)으로 유동하는 투과 스트림(403) 및 아민 유닛(412)으로 유동하는 미투과 스트림(405)으로 분리한다. 투과 스트림(403)은 미투과 스트림(405)과 비교하여 비교적 저농도 HHC 및 비교적 고농도 산성 가스를 가지고, 미투과 스트림은 비교적 저농도 산성 가스 및 비교적 고농도 HHC를 갖는다. 제1 멤브레인(402)은 예를 들어, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인 이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 제1 멤브레인(402)은 산성 가스(예를 들어, H₂S 및 CO₂)가 [예를 들어, 제1 멤브레인(402)의 재료로 인하여] HHC로부터 분리되도록 선택될 수 있다.

[0061] 미투과 스트림(405)보다 저압일 수 있는 투과 스트림(403)은 압축 투과 스트림(411)으로 압축되고 증류 유닛(404)으로 순환되며, 증류 유닛에서 산성 가스 [및 가능하게는 제1 멤브레인(402)에서 분리되지 않은 HHC의 작은 부분]가 증류 유닛(404)의 오버헤드 스트림(413) 내 다른 가스(예를 들어, He, H₂O, 및 N₂)로부터 증류 유닛(404)의 바닥 스트림(415)으로 분리된다.

[0062] 도시된 바와 같이, 시스템(400)은 증류 유닛(404)의 오버헤드 스트림(413)에 유동적으로 결합된 제2 멤브레인(406)을 포함한다. 제2 멤브레인(406)은 예를 들어, H₂S 및 CO₂ 선택성 PEBAX 멤브레인 이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 제2 멤브레인(406)은 오버헤드 스트림(413)으로부터(예를 들어, He, H₂O, 및 N₂로부터) 산성 가스(419)를 추가로 분리할 수 있고, 추가로 분리된 산성 가스(419)를 증류 유닛(404)의 바닥 스트림(415)의 출력부로 보낼 수 있다.

- [0063] 이 예시적인 구현예에서, 다른 가스(421)는 제3 멤브레인(408)으로 순환될 수 있으며, 제3 멤브레인에서, 헬륨(He)(423)은 다른 가스(421)로부터 분리된다(예를 들어, H₂O, N₂로부터 분리된다). 상기 예에서, 제3 멤브레인(408)은 PI 헬륨 선택성 멤브레인이거나 이를 포함할 수 있다. 분리된 He(423)은 헬륨 회수 유닛(410)으로 보내어지고, 헬륨 회수 유닛으로부터 He(423)은 경제적인 효율을 위해 농후(enriched) He 스트림(425)으로 농후화될 수 있다.
- [0064] 그로부터 He(423)이 제3 멤브레인(408)에서 분리된 다른 가스(417)는 제3 멤브레인(408)으로부터 아민 유닛(412)으로 보내질 수 있는 반면, 증류 유닛(404) 및 제2 멤브레인(406)으로부터의 산성 가스(415 및 419가 조합됨)(및 HHC의 일부)는 SRU로 순환될 수 있다. 투과 스트림(403)보다 고압일 수 있는 미투과 스트림(405)은 아민 유닛(412)으로 순환되며, 아민 유닛에서 판매 가스(407)는 조합된 미투과 스트림(405) 및 가스 스트림(417)에 남아있는 산성 가스(409)로부터 분리된다. 또한, 분리된 산성 가스(409)는 SRU로 순환될 수 있다. 일부 양태에서, 판매 가스(407)는 HHC의 회수를 위해 냉동 유닛으로 순환될 수 있다.
- [0065] 도 4b 및 도 4d는 도 4a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시뮬레이션 결과를 도시한다. 도 4b 및 도 4d는, 제1 멤브레인(402)이 H₂S 및 CO₂ 선택성 PI 멤브레인이고 제2 멤브레인(406)이 H₂S 및 CO₂ 선택성 PEBAX 멤브레인이며 제3 멤브레인이 PI 헬륨 선택성 멤브레인인 시스템(400)의 시뮬레이션을 도시한다. 도 4b 및 도 4d는 물질 밸런스(건조 기준)를 위한 시스템(400)의 시뮬레이션 뿐만 아니라 멤브레인(402, 406 및 408), 멤브레인(402)에 대한 투과 상수, 멤브레인(402)에 의해 제거된 산성 가스에 관한 데이터를 도시한다.
- [0066] 도 4c에 추가로 도시된 바와 같이, 증류 스트림을 사용한 전력 생산은 시스템(400)의 예시적인 구현예에서 실현될 수 있다. 예를 들어, 도 4a에 구체적으로 도시되지 않았지만, 제3 멤브레인(408)에서 헬륨으로부터 분리된 가스는 전력을 생산하도록 보내질 수 있다.
- [0067] 도 5a는 천연 가스로부터 산성 가스를 분리하고 헬륨을 포획하기 위해 3개의 멤브레인 및 2개의 캐스케이딩 증류 유닛을 사용하는 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템(500)의 다른 예시적인 구현예를 개략적으로 도시한다. 상기 도시된 구현예에서, 시스템(500)은 미가공 천연 가스 공급 스트림(501)을 수용하는 제1 멤브레인(502)을 포함한다. 일부 양태에서, 천연 가스 공급 스트림(501)은 5 내지 500 MMscfd의 유량이다. 제1 멤브레인(502)은 천연 가스 공급 스트림(501)을, 압축기(514)를 통해 증류 유닛(504)으로 유동하는 투과 스트림(503) 및 아민 유닛(512)으로 유동하는 미투과 스트림(505)으로 분리한다. 투과 스트림(503)은 미투과 스트림(505)과 비교하여 비교적 저농도 HHC 및 비교적 고농도 산성 가스를 가지며, 미투과 스트림은 비교적 저농도 산성 가스 및 비교적 고농도 HHC를 갖는다. 제1 멤브레인(502)은 예를 들어, PI 멤브레인, CA 멤브레인 또는 Hyflon AD-80(비정질 퍼플루오로폴리머) 멤브레인이거나 이를 포함할 수 있다. 따라서, 제1 멤브레인(502)은 산성 가스(예를 들어, H₂S 및 CO₂)가 [예를 들어, 멤브레인(502)로 인하여] HHC로부터 분리되는 것을 보장하도록 선택될 수 있다.
- [0068] 미투과 스트림(505)보다 저압일 수 있는 투과 스트림(503)은 압축되고, 압축 투과 스트림(511)은 증류 유닛(504)으로 순환된다. 이 예에서, 증류 유닛(504)은 H₂S 선택성 증류 유닛이며, 여기서 H₂S는 H₂S-풍부 스트림으로 증류 유닛(504)의 바닥 스트림(515)으로 보내어져, SRU로 전달된다. CO₂, He, H₂O 및 N₂를 포함하는 산성 및 다른 가스를 함유할 수 있는, (그리고, H₂S-희박 스트림인) 증류 유닛(504)의 오버헤드 스트림(513)은 증류 유닛(506)으로 보내어진다.
- [0069] 상기 예에서, 증류 유닛(506)은 CO₂ 선택성 증류 유닛이며, 여기서 CO₂는 CO₂-풍부 스트림으로 증류 유닛(506)의 바닥 스트림(519)으로 보내어진다. 헬륨(He), H₂O 및 N₂와 같은 다른 가스를 함유할 수 있는, (그리고, CO₂-희박 스트림인) 증류 유닛(506)의 오버헤드 스트림(517)은 제2 멤브레인(508)으로 보내어진다. 이 예에서, 제2 멤브레인(508)은 PI 헬륨 선택성 멤브레인이거나 이를 포함할 수 있다. 분리된 He(523)(He-풍부 스트림 내)은 다른 압축기(516)를 통해 제3 멤브레인(510)으로 보내어진다. He-희박 스트림(521)은 제2 멤브레인(508)으로부터 떠나고, 예를 들어, H₂O, N₂ 및 다른 가스를 함유할 수 있다.
- [0070] 상기 예시적인 구현예에서, 압축 He-풍부 스트림(529)은 제3 멤브레인(510)으로 순환된다. 제2 멤브레인(508)과 같이, 제3 멤브레인(510)은 PI 헬륨 선택성 멤브레인이거나 이를 포함할 수 있으며, 이는 제2 멤브레인(508)로부터 유입 스트림(529)을 He-풍부 스트림(531)[이는 농후화되거나 제3 멤브레인(510)으로 재순환될 수

있음] 및 He-회박 스트림(525)으로 분리한다.

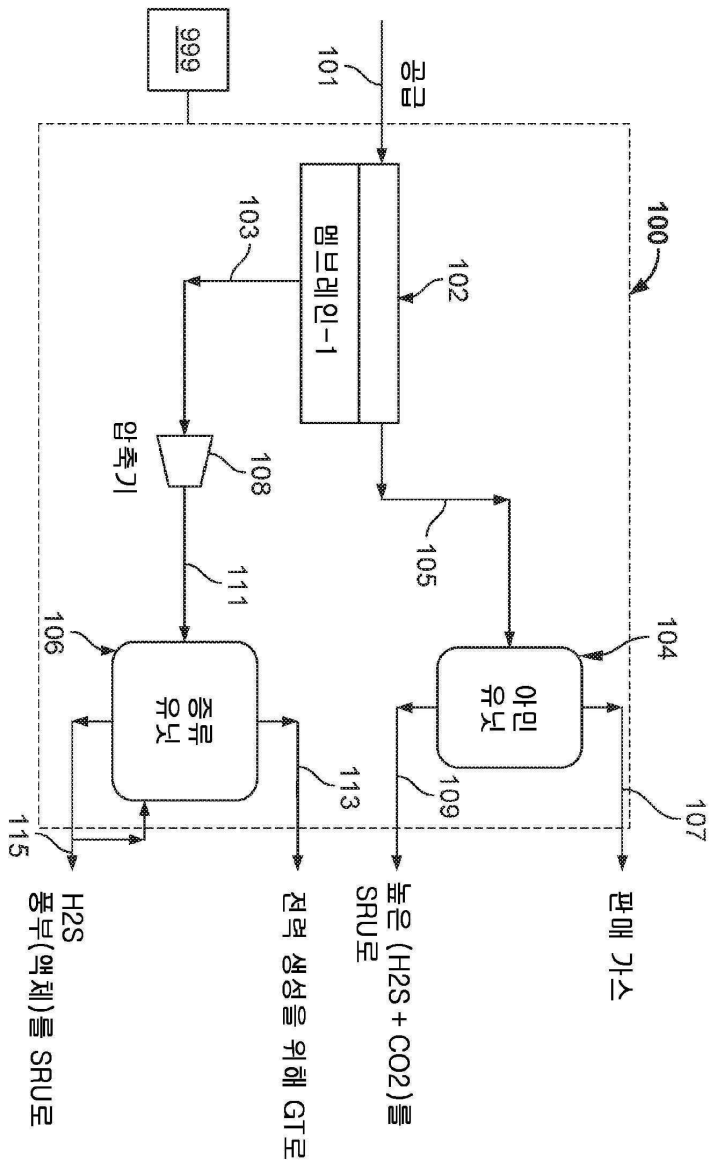
- [0071] 투과 스트림(503)보다 고압일 수 있는 미투과 스트림(505)은 아민 유닛(512)으로 순환되며, 아민 유닛에서 판매 가스(507)는 미투과 스트림(505)에 남아있는 산성 가스(509)로부터 분리된다. 분리된 산성 가스(509)는 SRU로 순환될 수 있다. 일부 양태에서, 판매 가스(507)는 HHC의 회수를 위해 냉동 유닛으로 순환될 수 있다.
- [0072] 도 5b 내지 도 5q는 도 5a에 도시된 하이브리드 미가공 천연 가스 처리 시스템 및 공정의 시물레이션 결과를 도시한다. 도 5b 내지 도 5q는, 제1 멤브레인(502)이 H₂S 및 CO₂ 선택성 멤브레인이고, 제2 멤브레인(508) 및 제3 멤브레인(510)이 PI 헬륨 선택성 멤브레인인 시스템(500)의 시물레이션을 도시한다. 도 5b 내지 도 5q는 물질 밸런스(건조 기준)를 위한 시스템(500)의 시물레이션 뿐만 아니라 멤브레인(502, 508 및 510), 멤브레인(502)에 대한 투과 상수, 멤브레인(502)에 의해 제거된 산성 가스에 관한 데이터를 도시한다. 보다 구체적으로, 도 5b 내지 도 5i는 제3 멤브레인 헬륨 스트림에 대한 투과 압력의 효과를 도시한다(예를 들어, 도 5b 내지 도 5e는 저압을 도시하고, 도 5f 내지 도 5i는 고압을 도시한다). 도 5b 내지 도 5i는 제3 멤브레인 재순환 스트림에 대한 투과 압력의 효과를 도시한다(예를 들어, 도 5j 내지 도 5m은 저압을 도시하고, 도 5n 내지 도 5q는 고압을 도시한다).
- [0073] 도시된 바와 같이, 시스템(100, 200, 300, 400 및 500) 각각은 개별적인 시스템의 하나 이상의 구성요소에 통신 가능하게 (유선 또는 무선으로) 결합된 제어 시스템(999)을 포함한다. 시스템(100, 200, 300, 400 또는 500)은 특정 입력에 대해 원하는 출력을 제공하도록 제어(예를 들어, 온도, 압력, 유체의 유량 또는 이러한 파라미터들의 조합이 제어)될 수 있다. 일부 양태에서, 시스템(100, 200, 300, 400 또는 500)을 위한 유동 제어 시스템은 수동으로 작동될 수 있다. 예를 들어, 조작자는 펌프 또는 이송 장치를 위한 유량을 설정할 수 있고, 유동 제어 시스템에서 파이프를 통한 공정 스트림의 유동을 조절하기 위해 밸브를 개방 또는 폐쇄 위치로 설정할 수 있다. 조작자가 시스템에 걸쳐 분포된 모든 유동 제어 시스템에 대한 밸브의 개방 또는 폐쇄 위치 및 유량을 설정하면, 유동 제어 시스템은 예를 들어 일정 체적 속도와 같은 일정 유동 조건 또는 다른 유동 조건 하에서 스트림을 유동시킬 수 있다. 유동 조건을 변경하기 위해, 조작자는 예를 들어 펌프 유량 또는 밸브를 개방 또는 폐쇄 위치로 변경함으로써 유동 제어 시스템을 수동으로 작동시킬 수 있다.
- [0074] 일부 양태에서, 시스템(100, 200, 300, 400 및 500)을 위한 유동 제어 시스템은 자동으로 작동될 수 있다. 예를 들어, 제어 시스템(999)은 시스템(100, 200, 300, 400 및 500)의 구성요소 및 서브-시스템에 통신 가능하게 결합된다. 제어 시스템(999)은 시스템(100, 200, 300, 400 및 500)을 작동시키기 위해 컴퓨터 또는 제어 시스템을 포함하거나 이에 연결될 수 있다. 제어 시스템(999)은 (유동 제어 작동과 같은) 작동을 수행하기 위해 하나 이상의 시스템 및 프로세서에 의해 실행가능한 (유동 제어 명령 및 다른 명령과 같은) 명령을 저장하는 컴퓨터-관독가능 매체를 포함할 수 있다. 조작자는 제어 시스템(999)을 이용하여 시설에 걸쳐 분포된 모든 유동 제어 시스템에 대한 밸브 개방 또는 폐쇄 위치 및 유량을 설정할 수 있다. 이러한 실시예에서, 조작자는 제어 시스템(999)을 통해 입력을 제공함으로써 유동 조건을 수동으로 변경할 수 있다. 또한, 이러한 실시예에서, 제어 시스템(999)은 예를 들어 제어 시스템(999)에 연결된 피드백 시스템을 이용하여 하나 이상의 유동 제어 시스템을 자동으로(즉, 수동 개입 없이)제어할 수 있다. 예를 들어, 센서(압력 센서, 온도 센서 또는 다른 센서)는 파이프에 연결될 수 있으며, 이 파이프를 통해 공정 스트림이 유동한다. 센서는 제어 시스템(999)에 공정 스트림의 (압력, 온도 또는 다른 유동 상태와 같은) 유동 상태를 모니터링 및 제공할 수 있다. 임계치(임계 압력값, 임계 온도값 또는 다른 임계값)를 초과하는 유동 상태에 응답하여, 제어 시스템(999)은 자동으로 작동을 수행할 수 있다. 예를 들어, 파이프 내의 압력 또는 온도가 각각 임계 압력값 또는 임계 온도값을 초과하면, 제어 시스템(999)은 펌프로, 유량을 감소시키는 신호, 압력을 낮추기 위해 밸브를 개방하는 신호, 공정 스트림 유동을 차단하는 신호 또는 다른 신호를 제공할 수 있다.
- [0075] 제어 시스템(999)은 디지털 전자 회로 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 장치는 정보 운반체에 유형적으로 구현된 컴퓨터 프로그램 제품, 예를 들어 프로그램 가능한 프로세서에 의해 실행하기 위한 기계-관독 가능 저장 장치에 구현될 수 있고; 방법 단계들은 입력 데이터에 대해 작동하고 출력을 생성함으로써 상술한 구현예의 기능을 수행하기 위한 명령들의 프로그램을 실행하는 프로그램 가능한 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 상술한 특징들은 데이터 저장 시스템, 적어도 하나의 입력 장치 및 적어도 하나의 출력 장치로부터 데이터 및 명령을 수신하고, 이들 장치에 데이터 및 명령을 전송하도록 결합된 적어도 하나의 프로그램 가능한 프로세서를 포함하는 프로그램 가능한 시스템에서 실행가능한 하나 이상의 컴퓨터 프로그램에서 유리하게 구현될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 특정 활동을 수행하거나 특정 결과를 야기하기 위해 컴퓨터에서 직접 또는 간접적으로 사용될 수 있는 명령들의 세트이다. 컴퓨터 프로그램은 컴파일되거나 해

석된 언어를 포함하는 어떠한 형태의 프로그래밍 언어로도 작성될 수 있고, 독립형 프로그램(stand-alone program), 또는 모듈, 컴포넌트, 서브루틴 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적합한 다른 유닛을 포함하는 어떠한 형태로도 사용될 수 있다.

- [0076] 프로그램 명령을 실행하기 위한 적절한 프로세서들은, 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서, 그리고 임의의 종류의 컴퓨터에 있어 단독 프로세서 또는 복수의 프로세서 중 하나를 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 관독-전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 양자 모두로부터 명령 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 필수 요소는 명령을 실행하기 위한 프로세서와, 명령 및 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 메모리이다. 일반적으로, 컴퓨터는 또한 데이터 파일을 저장하기 위한 하나 이상의 대용량 저장 장치를 포함하거나, 통신하도록 작동 가능하게 결합될 것이며; 이러한 대용량 저장 장치는 내부 하드 디스크 및 제거 가능한 디스크와 같은 자기 디스크; 광-자기 디스크; 및 광 디스크를 포함한다. 컴퓨터 프로그램 명령 및 데이터를 유형적으로 구현하기에 적합한 저장 장치는 예를 들어, EPROM, EEPROM 및 플래시 메모리 장치와 같은 반도체 메모리 장치; 내부 하드 디스크 및 제거가능한 디스크와 같은 자기 디스크; 광-자기 디스크; 및 CD-ROM과 DVD-ROM 디스크를 포함하는 모든 형태의 비휘발성 메모리를 포함한다. 프로세서 및 메모리는 ASIC(주문형 반도체; Application-Specific Integrated Circuit)에 의해 보완되거나 그 안에 통합될 수 있다.
- [0077] 사용자와의 상호작용을 제공하기 위해, 특징들은 사용자에게 정보를 보여주기 위한 CRT(음극선관) 또는 LCD(액정 표시 장치) 모니터와 같은 디스플레이 장치 및 사용자가 컴퓨터에 입력을 제공할 수 있는 키보드 및 마우스 또는 트랙볼과 같은 포인팅 장치를 갖는 컴퓨터 상에서 구현될 수 있다. 또한, 이러한 활동은 터치 스크린 평판 디스플레이 및 다른 적절한 기구들을 통해 구현될 수 있다.
- [0078] 특징들은 데이터 서버와 같은 백-엔드 구성요소를 포함하거나, 애플리케이션 서버 또는 인터넷 서버와 같은 미들웨어 구성요소를 포함하거나, 그래픽 사용자 인터페이스 또는 인터넷 브라우저를 갖는 클라이언트 컴퓨터와 같은 프론트-엔드 구성요소 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 제어 시스템에서 구현될 수 있다. 시스템의 구성요소는 통신 네트워크와 같은 디지털 데이터 통신의 임의의 형태 또는 매체에 의해 연결될 수 있다. 통신 네트워크의 예는 로컬 영역 네트워크("LAN"), 광역 네트워크("WAN"), [애드-혹(ad-hoc) 또는 정적 멤버를 갖는] 피어-투-피어(peer-to-peer) 네트워크, 그리드 컴퓨팅 인프라스트럭처 및 인터넷을 포함한다.
- [0079] 본 명세서는 많은 특정 구현예의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 청구될 수 있는 것의 범위에 대한 제한들로서 해석되지 않아야 하며, 오히려 특정 구현예에 특정된 특징들의 설명으로서 해석되어야 한다. 또한, 별개의 구현예들의 맥락에서 본 명세서에서 설명되는 소정 특징들은 단일 구현예에서도 조합으로 구현될 수 있다. 반대로, 단일 구현예의 맥락에서 설명되는 다양한 특징들도 복수의 구현예들에서 개별적으로 또는 임의의 적절한 하위 조합으로 구현될 수 있다. 또한, 특징들이 소정 조합들로 작동하는 것으로 위에 기재되어 있을 수 있고, 심지어 처음에 그와 같이 청구되어 있을 수 있으나, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징은 일부의 경우에 그 조합으로부터 삭제될 수도 있고, 청구된 조합은 하위조합 또는 하위조합의 변형에 관한 것일 수 있다.
- [0080] 유사하게, 작동이 특정 순서로 도면에 도시되어 있지만, 이는 이러한 작동이 요구되는 결과를 달성하기 위해, 도시된 특정 순서로 또는 순차적인 순서로 수행되거나, 모든 도시된 작동이 수행되어야 함을 요구하는 것으로 이해되지 않아야 한다. 소정 환경에서, 멀티 태스킹 및 병렬 처리가 유리할 수 있다. 또한, 상술한 구현예들에서 다양한 시스템 구성요소들의 분리는 모든 구현예에서 이러한 분리를 요구하는 것으로 이해되어서는 안되고, 설명된 프로그램 구성요소 및 시스템은 일반적으로 단일 소프트웨어 제품에 함께 통합되거나 복수의 소프트웨어 제품으로 패키징될 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0081] 다수의 구현예가 설명되었다. 그럼에도 불구하고, 본 개시의 사상 및 범위를 벗어남이 없이 다양한 변형이 이루어질 수 있다는 점을 이해할 것이다. 예를 들어, 여기에 설명된 예시적인 작동, 방법 또는 공정은 그 설명보다 더 많은 단계 또는 더 적은 단계를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 예시적인 작동, 방법 또는 공정의 단계는 도면에 설명되거나 도시된 것과는 상이한 순서로 수행될 수 있다. 따라서, 다른 구현예는 하기 청구범위 내에 있다.

도면

도면1a



도면1b

스트림 명칭	psig	공급	멤브레인1-투과	멤브레인1-미투과	아민-H2S	아민-CLN 가스	종류-H2S 수포	종류-CLN 가스
온도	C	48.889	37.064	37.064	48.889	46.116	62.812	-34.593
압력	psig	885.304	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304	885.304
스트림#		101	103	105	109	107	115	113
총 조정 표준 기화율	MMBtu/ day	199.389	59.205	140.157	15.142	127.344	34.892	24.288
대량 스트림 이상 LHV	BTU /#3	723.915	497.184	819.936	410.894	851.920	515.537	470.673
조성								
CO2		0.071	0.194	0.019	0.175	0.000	0.124	0.295
황화수소		0.208	0.521	0.076	0.699	0.000	0.874	0.010
메테인		0.550	0.207	0.695	0.001	0.764	0.000	0.505
에테인		0.026	0.002	0.036	0.000	0.040	0.001	0.003
프로페인		0.007	0.000	0.010	0.000	0.011	0.000	0.000
이소부테인		0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
부테인		0.004	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000
이소펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
헥세인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
헵테인		0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.125	0.074	0.147	0.000	0.162	0.000	0.180
헬륨		0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006

도면1c

멤브레인 #1					
면적	510000	sq ft			
면적	47398	sq m			
스테이지 컷	0.30				
투과 압력	100	Psia			
공급			공급에서 C1	109.6	MMSCFD
유동	200	MMSCFD	증류에서 C1 손실	0.0	MMSCFD
온도	37.78	C	아민에서 C1 손실	0.0	MMSCFD
압력	900	psia			
			총 C1 손실	0.02	%
PI에 대한 투과 상수			멤브레인에서 산성 가스 제거		
가스	GPU		공급에서 산성 가스	55.7	MMSCFD
CO2	90		투과에서 산성가스	42.3	MMSCFD
H2S	60		산성 가스 제거	75.9	%
메테인	3				
에테인	0.5		SRU로의 CO2	6.98	MMSCFD
프로페인	0.2		SRU로의 H2S 감소	49.45	% (wrt feed)
이소뷰테인	0.1		SRU로의 H2S	41.09	MMSCFD
노말뷰테인	0.1				
이소펜테인	0.05		증류 스트림을 이용한 전력 생산		
노말펜테인	0.02		총 유량	24.3	MMSCFD
노말헥세인	0.02		에너지 함량	470.7	btu/scf
헵테인	0.02		효율	0.50	
H2O	100		생산된 전력	69.8	MW
MEA	0				
공기	0		압축기 명칭		C1
질소	5		실제 일	HP	11,486
헬륨	300			kW	8,729

도면1d

스트림 명칭		공급	멤브레인1-투과	멤브레인 1-미투과	아민 H2S	아민 CLN 가스	종류_H2S 수포	종류_CLN 가스
온도	C	48.889	36.753	36.753	48.889	46.118	65.073	-36.475
압력	psig	885.304	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304	885.304
총 조성 표준 기화율	MMH3/ day	199.389	59.802	139.588	15.032	126.699	35.465	24.311
대량 스트림 이상 LHV	BTU /H3	723.915	531.545	806.571	370.471	842.322	531.100	532.198
스트림#		101	103	105	109	107	115	113
조성								
CO2		0.071	0.175	0.026	0.244	0.000	0.104	0.279
황화수소		0.208	0.535	0.068	0.629	0.000	0.892	0.010
메테인		0.550	0.231	0.687	0.001	0.755	0.000	0.571
에테인		0.026	0.002	0.036	0.000	0.040	0.001	0.005
프로페인		0.007	0.001	0.010	0.000	0.011	0.001	0.000
이소부테인		0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
뷰테인		0.004	0.000	0.005	0.000	0.006	0.000	0.000
이소펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
헥세인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
헵테인		0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.125	0.053	0.156	0.000	0.172	0.000	0.130
헬륨		0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006

도면1e

멤브레인 #1					
면적	175000	sq ft			
면적	16264	sq m			
스태이지 컷	0.30				
투과 압력	100	psia			
공급			공급에서 C1	109.6	MMSCFD
유동	200	MMSCFD	증류에서 C1 손실	0.007	MMSCFD
온도	37.78	C	아민에서 C1 손실	0.015	MMSCFD
압력	900	psia			
			총 C1 손실	0.02	%
PI 멤브레인에 대한 투과 상수					
멤브레인에서 산성 가스 제거					
가스	GPU		공급에서 산성 가스	55.7	MMSCFD
CO2	170		투과에서 산성가스	42.5	MMSCFD
H2S	200		산성 가스 제거	76.2	%
메테인	10				
에테인	2		SRU로의 CO2	7.37	MMSCFD
프로페인	2		SRU로의 CO2 감소	52.16	% (wrt feed)
이소뷰테인	1		SRU로의 H2S	41.11	MMSCFD
노말뷰테인	1				
이소펜테인	1		증류 스트림을 이용한 전력 생산		
노말펜테인	1		총 유량	24.3	MMSCFD
노말헥세인	1		에너지 함량	532.2	btu/scf
헵테인	1		효율	0.50	
H2O	170		생산된 전력	79.0	MW
MEA	0				
공기	0		압축기 명칭		CI
질소	10		실제 일	HP	11,561
헬륨	400			kW	8,786

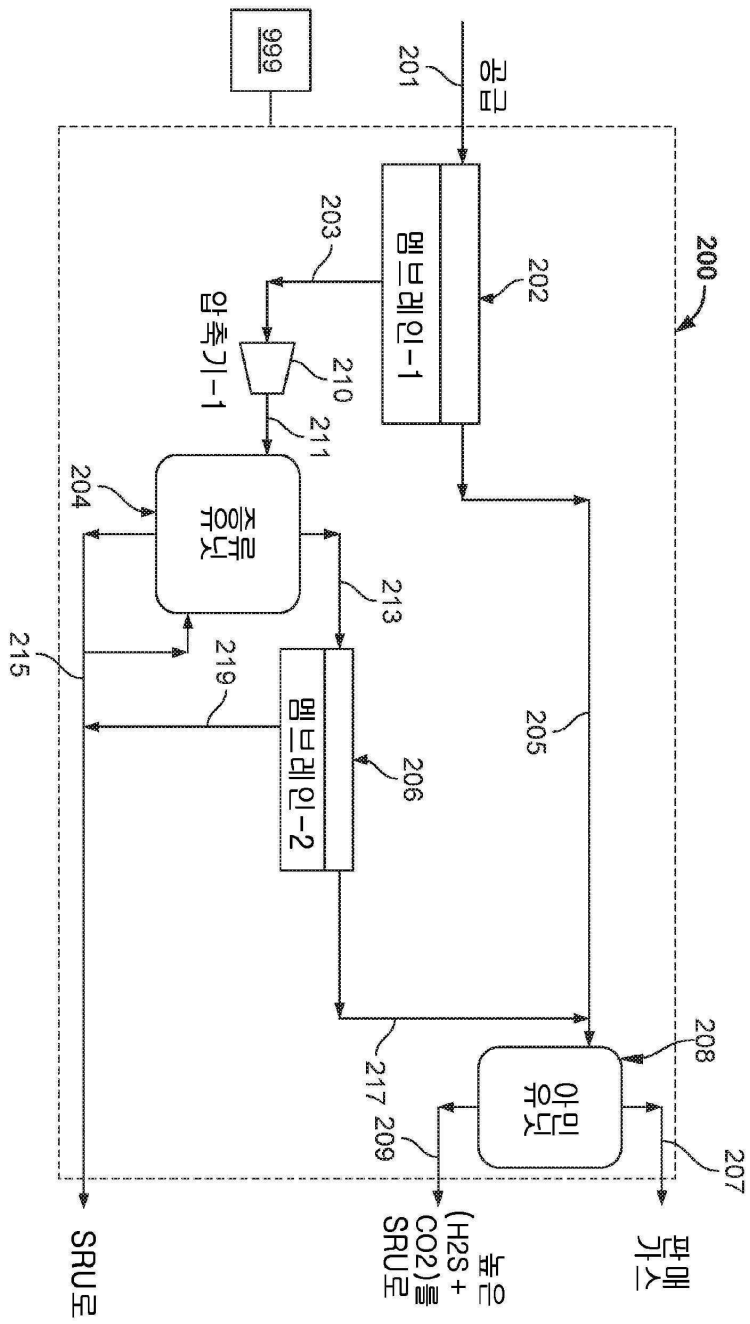
도면1f

스트림 명칭	공급	멤브레인1-투과	멤브레인1-미투과	아민_H2S	아민_CLN 가스	중류_H2S 수포	중류_CLN 가스	
온도	48.889 °C	35.848	35.848	48.890	46.121	62.463	-61.071	
압력	885.304 psig	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304	885.304	
스트림#	101	103	105	109	107	115	113	
총 조정 표준 기화열	MM#3/ day	199.389	95.835	103.550	18.588	87.370	30.746	65.049
대량 스트림 이상 LHV	BTU /#3	723.915	550.288	884.624	461.933	946.480	534.268	557.907
조성								
CO2	0.071	0.131	0.016	0.088	0.000	0.125	0.134	
황화수소	0.208	0.280	0.142	0.786	0.000	0.862	0.004	
메테인	0.550	0.392	0.696	0.001	0.822	0.000	0.578	
에테인	0.026	0.014	0.037	0.000	0.044	0.006	0.019	
프로페인	0.007	0.002	0.012	0.000	0.014	0.005	0.000	
이소부테인	0.002	0.000	0.003	0.000	0.003	0.001	0.000	
부테인	0.004	0.000	0.007	0.000	0.008	0.001	0.000	
이소펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	
펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	
헥세인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.003	0.000	0.000	
헵테인	0.002	0.000	0.005	0.000	0.005	0.000	0.000	
공기	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
N2	0.125	0.179	0.076	0.000	0.089	0.000	0.263	
헬륨	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	

도면1g

멤브레인 #1					
면적	157000	sq ft			
면적	14591	sq m			
스태이지 컷	0.40				
투과 압력	100	Psia			
공급			공급에서 C1	109.6	MMSCFD
유동	200	MMSCFD	증류에서 C1 손실	0.007	MMSCFD
온도	37.78	C	아민에서 C1 손실	0.015	MMSCFD
압력	900	psia			
			총 C1 손실	0.02	%
PI 멤브레인에 대한					
투과 상수		멤브레인에서 산성 가스 제거			
가스	GPU	공급에서 산성 가스	55.7	MMSCFD	
CO2	190	투과에서 산성가스	33.8	MMSCFD	
H2S	70	산성 가스 제거	60.6	%	
메테인	25				
에테인	18	SRU로의 CO2	6.39	MMSCFD	
프로페인	7	SRU로의 H2S 감소	45.15	% (wrt feed)	
이소뷰테인	3	SRU로의 H2S	41.07	MMSCFD	
노말뷰테인	3				
이소펜테인	2	증류 스트림을 이용한 전력 생산			
노말펜테인	1	총 유량	52.9	MMSCFD	
노말헥세인	0.5	에너지 함량	535.3	btu/scf	
헵테인	0.5	흐름	0.50		
H2O	1000	생산된 전력	172.8	MW	
MEA	0				
공기	0	압축기 명칭		C1	
질소	80	실제 일	HP	15,469	
헬륨	1200		kW	11,756	

도면2a



도면2b

스트림 명칭	단위	유량	멤브레인 1-투과	멤브레인 1-미투과	아민 H2S	아민 CLN 가스	중류 H2S 수포	중류 CLN 가스	멤브레인2- SRU	멤브레인2- 아민
온도	C	48.889	36.839	36.839	48.889	46.124	62.903	-35.274	33.310	33.310
압력	psig	885.304	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304	885.304	7.304	885.304
스트림#		201	203	205	209	207	215	213	219	217
총 조정 표준 기화열	M/MR3/ day	199.389	60.569	138.793	19.868	143.656	35.447	25.096	2.592	22.503
대량 스트림 이상 LHV	BTU #/3	723.915	498.901	822.360	286.906	830.023	516.061	474.531	222.667	503.612
조성										
CO2		0.071	0.192	0.018	0.386	0.000	0.124	0.290	0.723	0.240
헥사수소		0.208	0.518	0.073	0.489	0.000	0.875	0.010	0.024	0.008
메테인		0.550	0.211	0.698	0.000	0.759	0.000	0.510	0.224	0.543
에테인		0.026	0.002	0.037	0.000	0.036	0.001	0.003	0.003	0.003
프로페인		0.007	0.000	0.010	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
이소부테인		0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
뷰테인		0.004	0.000	0.006	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
이소펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
헥세인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
헵테인		0.002	0.000	0.003	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
H2O		0.000	0.000	0.000	0.125	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
MEA		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.125	0.075	0.147	0.000	0.173	0.000	0.181	0.025	0.199
헬륨		0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006	0.001	0.006

도면2c

멤브레인 #1					
면적	530000	sq ft			
면적	49257	sq m			
스테이지 컷	0.30				
투과 압력	100	Psia			
공급			공급에서 C1	109.6	MMSCFD
유동	200	MMSCFD	멤브레인2에서 SRU로 C1 손실	0.6	MMSCFD
온도	48.89	C	아민에서 SRU로 C1 손실	0.003	MMSCFD
압력	900	psia	H2S 수프에서 C1손실	0.007	MMSCFD
			총 C1 손실	0.54	%
멤브레인에 대한	PI	Pebax	멤브레인#1에서 산성 가스 제거		
투과 상수			공급에서 산성 가스	55.7	MMSCFD
가스	GPU	GPU	투과에서 산성가스	43.0	MMSCFD
CO2	90	360	산성 가스 제거	77.1	%
H2S	60	360			
메테인	3	53			
메테인	0.5	106	SRU로의 CO2	9.54	MMSCFD
프로페인	0.2	106	SRU로의 H2S %	98.15	% (wrt feed)
이소뷰테인	0.1	106	SRU로의 H2S	40.79	MMSCFD
노말뷰테인	0.1	106			
이소펜테인	0.05	106	중류 스트림을 이용한 전력 생산		
노말펜테인	0.02	106	총 유량	0.0	MMSCFD
노말헥세인	0.02	106	에너지 함량	0.0	btu/scf
헥테인	0.02	106	효율	0.50	
H2O	100	500	생산된 전력	0.0	MW
MEA	0	0			
공기	0	0	압축기 명칭	C1	
질소	5	16	실제 일	HP	11,744
헬륨	300	21.2		kW	8,925
멤브레인 #2 PEBAX					
면적	1600	sq ft			
면적	149	sq m			
스테이지 컷	0.10				
투과 압력	22.004	Psia			

도면3ba

시스템 명칭	FEED	멤브레인 1-투과	멤브레인 1-미투과	아민 H2S	아민 CLN 가스	중류 H2S 수포	중류 CLN 가스
온도	C	48.889	36.839	36.839	48.889	46.117	62.903
압력	psig	885.304	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304
시스템 #		301	303	305	309	307	315
중 조경 표준 기화율	MMR ³ /day	199.389	60.569	138.793	18.165	136.402	35.447
대량 시스템 이상 LHV	BTU /#3	723.915	498.901	822.360	326.604	839.167	516.061
조성							
CO2		0.071	0.192	0.018	0.318	0.000	0.124
황화수소		0.208	0.518	0.073	0.556	0.000	0.875
메테인		0.550	0.211	0.698	0.000	0.761	0.000
에테인		0.026	0.002	0.037	0.000	0.038	0.001
프로페인		0.007	0.000	0.010	0.000	0.010	0.000
이소부테인		0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
뷰테인		0.004	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000
이소펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헥세인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헵테인		0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000
H2O		0.000	0.000	0.000	0.125	0.006	0.000
MEA		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.125	0.075	0.147	0.000	0.168	0.000
헬륨		0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000

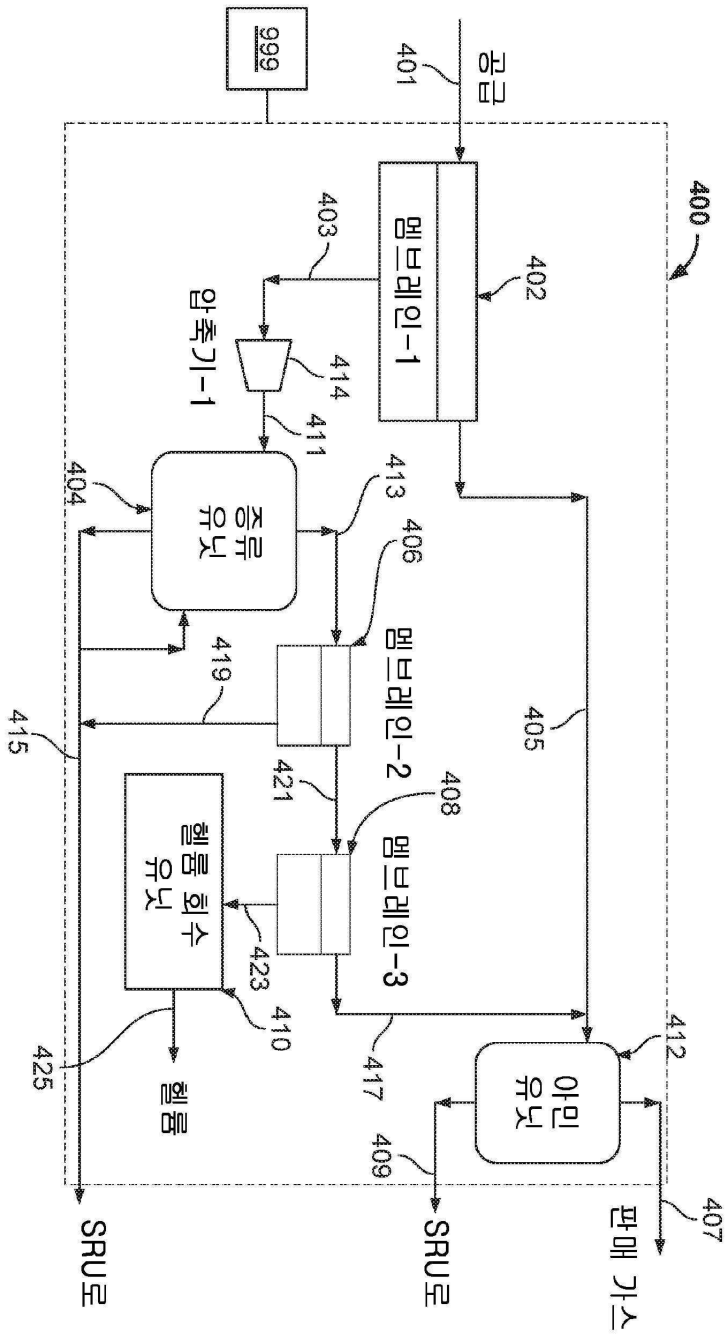
도면3bb

멤브레인2- SRU	멤브레인2- 미투과
34.370	34.370
7.304	885.304
319	317
1.976	23.119
217.887	496.516
0.729	0.253
0.025	0.009
0.219	0.535
0.003	0.003
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.000	0.000
0.024	0.195
0.001	0.006

도면3c

멤브레인 #1						
면적	530000	sq ft				
면적	49257	sq m				
스태이지 컷	0.30					
투과 압력	100	Psia				
공급			공급에서 C1	109.6	MMSCFD	
유동	200	mmscfd	멤브레인 2에서 SRU로 C1손실	0.4	MMSCFD	
온도	48.89	C	아민에서 SRU로 C1손실	0.007	MMSCFD	
압력	900	psia	H2S 수프에서 C1손실	0.007	MMSCFD	
			총 C1 손실	0.41	%	
멤브레인에 대한 투과 상수			멤브레인 #1에서 산성 가스 제거			
	PI	Pebax	공급에서 산성 가스	55.7	MMSCFD	
가스	GPU	GPU	투과에서 산성가스	43.0	MMSCFD	
CO2	90	360	산성 가스 제거	77.1	%	
H2S	60	360				
메테인	3	53				
에테인	0.5	106	SRU로의 CO2	7.22	MMSCFD	
프로페인	0.2	106	SRU로의 H2S%	99.05	%(wrt feed)	
이소부테인	0.1	106	SRU로의 H2S	41.17	MMSCFD	
노말부테인	0.1	106				
이소펜테인	0.05	106	중류 스트림을 이용한 전력 생산			
노말펜테인	0.02	106	총 유량	10.0	MMSCFD	
노말헥세인	0.02	106	에너지 함량	496.5	btu/scf	
헥테인	0.02	106	흐름	0.50		
H2O	100	500	생산된 전력	30.3	MW	
MEA	0	0				
공기	0	0	압축기 명칭		C1	
질소	5	16	실제 일	HP	11,744	
헬륨	300	21.2		kW	8,925	
멤브레인 #2 PEBAX						
면적	1200	sq ft				
면적	112	sq m				
스태이지 컷	0.08					
투과 압력	22.004	Psia				

도면4a



도면4b

스트림 명칭	공급	멤브레인 1-투과	멤브레인 1-미투과	이진 H2S	이진 CLNG스	중류 H2S 수포	중류 CLNG스	멤브레인2- 멤브레인3으로	멤브레인2- SRU로	멤브레인3- 20인	멤브레인3-2 헬륨
스트림 #	401	403	405	409	407	415	413	421	419	417	423
온도	C 48.889	35.051	35.051	48.889	46.116	64.028	40.815	43.965	43.965	32.631	32.631
압력	psig 886.304	85.304	886.304	-1.196	236.304	886.304	886.304	886.304	85.304	886.304	7.304
총 조정 표준 기화열	149.542	54.561	94.960	9.280	104.966	29.535	25.001	21.322	3.675	14.110	7.210
이상 LHV	BTU/hr 723.915	515.113	844.161	300.217	837.767	522.596	506.221	539.701	312.327	680.505	284.631
조성											
CO2	0.071	0.175	0.011	0.364	0.000	0.113	0.249	0.186	0.614	0.005	0.540
황화수소	0.208	0.485	0.049	0.509	0.000	0.885	0.010	0.007	0.024	0.000	0.021
메테인	0.550	0.249	0.723	0.001	0.763	0.000	0.544	0.582	0.321	0.738	0.277
에테인	0.026	0.002	0.040	0.000	0.037	0.001	0.004	0.004	0.004	0.006	0.000
프로페인	0.007	0.000	0.011	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소부테인	0.002	0.000	0.003	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
부테인	0.004	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헥세인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헵테인	0.002	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H2O	0.000	0.000	0.000	0.125	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	0.125	0.086	0.147	0.000	0.188	0.000	0.189	0.216	0.036	0.251	0.147
헬륨	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.005	0.001	0.000	0.015

도면4c

멤브레인 #1					
면적	550000	sq ft			
면적	51115	sq m			
스테이지 컷	0.36				
투과 압력	100	Psia			
공급			공급에서 C1	82.2	MMSCFD
유동	150	mmscfd	헬륨 스트림으로 C1 손실	2.0	MMSCFD
온도	48.89	C	아민에서 C1 손실	0.0	MMSCFD
압력	900	psia	H2S 수프에서 C1 손실	0.007	MMSCFD
			총 C1 손실	2.45	%
멤브레인에 대한 투과 상수			멤브레인#1에서 산성 가스 제거		
	PI	Pebax	공급에서 산성 가스	41.8	MMSCFD
가스	GPU	GPU	투과에서 산성 가스	36.0	MMSCFD
CO2	90	360	산성 가스 제거	86.2	%
H2S	60	360			
메테인	3	53	SRU로의 CO2	3.38	MMSCFD
에테인	0.5	106	SRU로의 CO2 감소	36.87	% (wrt feed)
프로페인	0.2	106	SRU로의 H2S	26.14	MMSCFD
이소뷰테인	0.1	106	종류 스트림을 이용한 전력 생산		
노말뷰테인	0.1	106	총 유량	0.0	MMSCFD
이소펜테인	0.05	106	에너지 함량	0.0	btu/scf
노말펜테인	0.02	106	효율	0.50	
노말헥세인	0.02	106	생산된 전력	0.0	MW
헵테인	0.02	106			
H2O	100	500			
MEA	0	0			
공기	0	0			
질소	5	16			
헬륨	300	21.2			

도면4d

헬륨 회수			압축기 명칭		
공급에서 헬륨	0.120	MMSCFD	실제 일	HP	19,022
회수 스트림에서 헬륨	0.111	MMSCFD		kW	14,457
헬륨 회수	92.7	%			
멤브레인 #2 PEBAx			압축기 명칭		
면적	3,200	sq ft	실제 일	HP	664
면적	297	sq m		kW	505
스테이지 컷	0.56				
투과 압력	100.004	Psia			
멤브레인 #3 PI					
면적	221,000	sq ft			
면적	20,539	sq m			
스테이지 컷	0.34				
투과 압력	22.004	Psia			

도면5b

스트림 명칭	금액	메타레인 1-투과	메타레인 1-미투과	아민 H2S	아민 CLN가스	중류 H2S 수포
스트림 설명						
스트림 #	501	503	505	509	507	515
압도	48.889	37.064	37.064	48.889	46.116	62.812
압력	psig	psig	psig	psig	psig	psig
총 조정 표준 기화율	199.389	59.205	140.157	15.142	127.344	34.892
다량 스트림 이상 LHV	BTU/lb	BTU/lb	BTU/lb	BTU/lb	BTU/lb	BTU/lb
조성						
CO2	0.071	0.194	0.019	0.175	0.000	0.124
황화수소	0.208	0.521	0.076	0.689	0.000	0.874
메타레인	0.550	0.207	0.685	0.001	0.764	0.000
에타레인	0.026	0.002	0.036	0.000	0.040	0.001
프로페인	0.007	0.000	0.010	0.000	0.011	0.000
이소부타인	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
부타인	0.004	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000
이소펜타인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
펜타인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헥세인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헵타인	0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000
H2O	0.000	0.000	0.000	0.125	0.006	0.000
MEA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	0.125	0.074	0.147	0.000	0.162	0.000
헬륨	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000

도면5c

스트림명칭	스트림 설명	금액(CO2_종류)	CO2 절감 비역	CO2 절감 오해득	HE_회복_1	재순환	응축_HE	HE_회복
스트림 #		513	519	517	521	531	525	527
온도	C	36.667	-29.482	-90.387	23.669	23.669	23.669	3.103
압력	psig	885.304	885.304	885.304	885.304	7.304	7.304	885.304
총 조정 표준 기호를	MMBtu/day	28.158	9.700	18.449	16.993	0.567	1.235	0.321
대량 스트림 이상 NHV	Btu/hr	507.466	284.740	635.468	642.287	479.751	479.751	875.555
조정								
CO2		0.241	0.699	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
총화수소		0.009	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
메테인		0.553	0.275	0.699	0.707	0.528	0.528	0.953
에테인		0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000
프로페인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소부테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
부테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헥세인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헵테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H2O		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEA		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.192	0.001	0.293	0.293	0.389	0.389	0.037
헬륨		0.005	0.000	0.008	0.001	0.103	0.103	0.000

도면5f

시스템 명칭	공급	멤브레인 1-투과	멤브레인 1-미투과	아민 H2S	아민 CLN가스	중류 H2S 수포	CO2 풍부 스트림
스트림 설명							
스트림 #	501	503	505	509	507	515	519
온도	C 48.889	37.064	37.064	48.889	46.116	62.812	-30.765
압력	psig 885.304	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304	885.304
총 조정 표준 기화열	MMBtu/day 199.389	59.205	140.157	15.142	127.344	34.892	9.700
대량 스트림 이상 LHV	BTU /#3 723.915	497.184	819.936	410.894	851.920	515.537	265.337
조성							
CO2	0.071	0.194	0.019	0.175	0.000	0.124	0.699
황화수소	0.208	0.521	0.076	0.699	0.000	0.874	0.025
메탄인	0.550	0.207	0.695	0.001	0.764	0.000	0.276
에탄인	0.026	0.002	0.036	0.000	0.040	0.001	0.000
프로페인	0.007	0.000	0.010	0.000	0.011	0.000	0.000
이소부테인	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
부테인	0.004	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000	0.000
이소펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
헥세인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000
헵테인	0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000
H2O	0.000	0.000	0.000	0.125	0.006	0.000	0.000
MEA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	0.125	0.074	0.147	0.000	0.162	0.000	0.000
헬륨	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

도면5g

스트림 명칭		CO2_회박_1	HE_회박_1	제순환	냉축_HE	HE_회박
스트림 설명						
스트림 #		517	521	531	525	527
온도	C	-90.408	20.187	20.187	20.187	12.547
압력	psig	885.304	885.304	85.304	85.304	885.304
총 조정 표준 기화열	MMBtu/day	18.452	9.576	1.471	3.205	5.697
대량 스트림 이상 LHV	BTU/#3	635.153	642.700	487.456	487.456	736.344
조성						
CO2						
H2S		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
메테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
에테인		0.699	0.687	0.536	0.536	0.810
프로페인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소부테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
부테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헥세인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헵테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H2O		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEA		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.294	0.312	0.422	0.422	0.190
헬륨		0.008	0.001	0.041	0.041	0.000

도면5h

멤브레인 #1					
면적	510000	sq ft			
면적	47398	sq m			
스테이지컷	0.30				
투과 압력	100	Psia			
공급			공급에서 C1	109.6	MMSCFD
유동	200	MMSCFD	증류에서 C1 손실	0.0	MMSCFD
온도	37.78	C	아민에서 C1 손실	0.0	MMSCFD
압력	900	psia			
			총 C1 손실	0.02	%
PI 멤브레인에 대한 투과 상수			멤브레인에서 산성 가스 제거		
가스	GPU		공급에서 산성 가스	55.7	MMSCFD
CO2	90		투과에서 산성가스	42.3	MMSCFD
H2S	60		산성 가스 제거	75.9	%
메테인	3				
에테인	0.5		SRU로의 CO2	6.98	MMSCFD
프로페인	0.2		SRU로의 CO2 감소	49.45	% { wrt feed
이소뷰테인	0.1		SRU로의 H2S	41.03	MMSCFD
노말뷰테인	0.1				
이소펜테인	0.05		증류 스트림을 이용한 전력 생산		
노말펜테인	0.02		총 유량	24.3	MMSCFD
노말헥세인	0.02		에너지 함량	470.7	btu/scf
헵테인	0.02		효율	0.50	
H2O	100		생산된 전력	69.8	MW
MEA	0				
공기	0		압축기 명칭		C1
질소	5		실제 일	HP	11,486
헬륨	300			kW	8,729

도면5i

공급에서 헬륨	0.159	MMSCFD
CO2 증류 유닛으로 공급	0.146	MMSCFD
CO2 증류 유닛으로부터	0.141	MMSCFD
멤브레인-20이 후 헬륨	0.133	MMSCFD
CO2 증류 공급으로부터 헬륨 재순환	91%	
전체 헬륨 회수	83%	
압축기 효율	1,832	HP
	1,392	kW
멤브레인 #3		
면적	415,000	sq ft
면적	38,569	sq m
투과 압력	85	Psia

도면5j

스트림 명칭	공급	멤브레인 1-투과	멤브레인 1-미투과	아민 H2S	아민 CLN기스	종류 H2S 수포
스트림 설명						
스트림 #	501	503	505	509	507	515
온도	C 48.889	37.084	37.084	48.889	46.116	62.812
압력	psig 885.304	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304
총 조정 표준 기화물	MMBtu/day 198.389	59.205	140.157	15.142	127.344	34.892
대량 스트림 이상 LHV	BTU/MM3 723.915	497.184	819.936	410.894	851.920	515.537
조성						
CO2	0.071	0.194	0.019	0.175	0.000	0.124
황화수소	0.208	0.521	0.076	0.699	0.000	0.874
메테인	0.550	0.207	0.895	0.001	0.784	0.000
에테인	0.026	0.002	0.036	0.000	0.040	0.001
프로페인	0.007	0.000	0.010	0.000	0.011	0.000
이소부테인	0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
부테인	0.004	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000
이소펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
펜테인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헥세인	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헵테인	0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000
H2O	0.000	0.000	0.000	0.125	0.006	0.000
MEA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2	0.125	0.074	0.147	0.000	0.162	0.000
헬륨	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000

도면5k

스트림 이름	단위	CO2 종류	CO2 질량 비	CO2 질량	엔탈피	HE_회전_1	재순환	증축_HE	HE_회전
스트림 설명									
스트림 #		513	519	517	521	531	525	527	
온도	C	36.667	-29.482	-90.387	23.131	23.131	23.131	3.103	
압력	psig	885.304	885.304	885.304	885.304	7.304	7.304	885.304	
총 조정 표준 기화물	MMBtu/day	28.158	9.700	18.449	16.473	0.759	1.655	0.321	
대량 스트림 이상 LHV	BTU/lb	507.466	264.740	635.468	645.188	491.903	491.903	875.555	
조성									
CO2		0.241	0.699	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
황화수소		0.009	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
메테인		0.553	0.275	0.699	0.710	0.541	0.541	0.963	
에테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
프로페인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
이소부테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
부테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
이소펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
헥세인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
헵테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
H2O		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
MEA		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
N2		0.192	0.001	0.293	0.290	0.377	0.377	0.037	
헬륨		0.005	0.000	0.008	0.000	0.082	0.082	0.000	

도면5n

스트림 명칭		공급	멤브레인 1-투과	멤브레인 1-미투과	아민 H2S	아민 CLN 가스	중류 H2S 수포
스트림 설명		501	503	505	509	507	515
스트림 #							
온도	C	48.889	37.064	37.064	48.889	46.116	62.812
압력	psig	885.304	85.304	885.304	-1.196	235.304	885.304
총 조정 표준 기회율	MMH3/ day	199.389	59.205	140.157	15.142	127.344	34.892
대량 스트림 이상 LHV	BTU #3	723.915	497.184	819.936	410.894	851.920	515.537
조성							
CO2		0.071	0.194	0.019	0.175	0.000	0.124
황화수소		0.208	0.521	0.076	0.699	0.000	0.874
메테인		0.550	0.207	0.695	0.001	0.764	0.000
에테인		0.026	0.002	0.036	0.000	0.040	0.001
프로페인		0.007	0.000	0.010	0.000	0.011	0.000
이소뷰테인		0.002	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
뷰테인		0.004	0.000	0.006	0.000	0.006	0.000
이소펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
펜테인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헥세인		0.001	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000
헵테인		0.002	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000
H2O		0.000	0.000	0.009	0.125	0.006	0.000
MEA		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.125	0.074	0.147	0.000	0.162	0.000
헬륨		0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000

도면50

스트림 명칭		공급 CO2 종류	CO2 질량 비	CO2 질량 유량	HE_회박_1	재순환	증축 HE	HE_회박
스트림 설명								
스트림 #		513	519	517	521	531	525	527
온도	C	36.667	-29.482	-90.387	22.425	22.425	22.425	3.103
압력	psig	885.304	885.304	885.304	885.304	7.304	7.304	885.304
총 조정 표준 기화열	MMBtu/day	28.158	9.700	18.449	15.933	1.007	2.195	0.321
대량 스트림 이상 LHV	BTU/#3	507.486	264.740	635.468	648.856	503.070	503.070	875.555
조성								
CO2		0.241	0.699	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
황화수소		0.009	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
메테인		0.553	0.275	0.699	0.714	0.553	0.553	0.963
에테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
프로페인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소뷰테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
뷰테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
이소펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
펜테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헥세인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
헵테인		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H2O		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEA		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
공기		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N2		0.192	0.001	0.293	0.286	0.383	0.383	0.037
헬륨		0.005	0.000	0.008	0.000	0.064	0.064	0.000

도면5p

멤브레인 #1				
면적	510,000	sq ft		
면적	47,398	sq m		
스태이지켓	0.30			
투과 압력	100	Psia		
공급			공급에서 C1	109.6 MMSCFD
유동	200	MMSCFD	증류에서 C1 손실	0.0 MMSCFD
온도	37.78	C	아민에서 C1 손실	0.0 MMSCFD
압력	900	psia		
			총 C1 손실	0.02 %
PI 멤브레인에 대한				
투과 상수				
멤브레인에서 산성 가스 제거				
가스	GPU		공급에서 산성 가스	55.7 MMSCFD
CO2	90		투과에서 산성가스	42.3 MMSCFD
H2S	60		산성 가스 제거	75.9 %
메테인	3			
에테인	0.5		SRU로의 CO2	6.98 MMSCFD
프로페인	0.2		SRU로의 CO2 감소	49.45 % (wrt feed)
이소뷰테인	0.1		SRU로의 H2S	41.09 MMSCFD
노말뷰테인	0.1			
이소펜테인	0.05		증류 스트림을 이용한 전력 생산	
노말펜테인	0.02		총 유량	24.3 MMSCFD
노말헥세인	0.02		에너지 함량	470.7 btu/scf
헥테인	0.02		효율	0.50
H2O	100		생산된 전력	69.8 MW
MEA	0			
공기	0		압축기 명칭	C1
질소	5		실제 일	HP 11,486
헬륨	300			kW 8,729

도면5q

공급에서 헬륨	0.159	MMSCFD
CO2 증류 유닛으로 공급	0.146	MMSCFD
CO2 증류 유닛으로부터	0.141	MMSCFD
헬륨 농축 스트림	0.140	MMSCFD
CO2 증류 공급으로부터 헬륨 재순환	95%	
전체 헬륨 회수	88%	
압축기 효율	1,832	HP
	1,392	Kw

멤브레인 #3		
면적	415,000	sq ft
면적	38,569	sq m
투과 압력	85	Psia