



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월02일
 (11) 등록번호 10-1497750
 (24) 등록일자 2015년02월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C10L 3/08 (2006.01) F02C 3/28 (2006.01)
 F02C 6/00 (2006.01) C10J 3/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-7014954
 (22) 출원일자(국제) 2008년11월17일
 심사청구일자 2013년09월23일
 (85) 번역문제출일자 2010년07월06일
 (65) 공개번호 10-2010-0100946
 (43) 공개일자 2010년09월15일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2008/083781
 (87) 국제공개번호 WO 2009/088568
 국제공개일자 2009년07월16일
 (30) 우선권주장
 11/970,184 2008년01월07일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020030035276 A
 US20070033949 A1
 KR1020050102958 A
 KR1020070120172 A

(73) 특허권자
제너럴 일렉트릭 캄파니
 미합중국 뉴욕, 웨벡테디, 윈 리버 로우드
 (72) 발명자
윌라스 폴 스티븐
 미국 텍사스주 77450 케이티 체옌 메도우스 드라이브 1110
프라이드만 애널드
 미국 텍사스주 77071 휴스톤 벨리 힐스 드라이브 10914
 (74) 대리인
제일특허법인, 장성구

전체 청구항 수 : 총 20 항

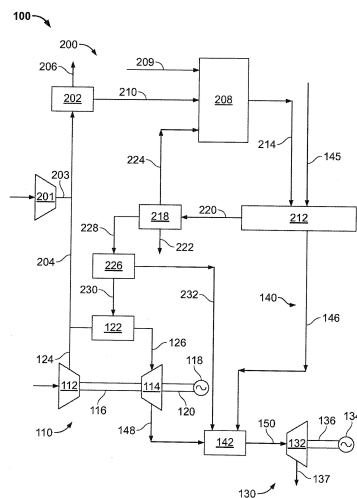
심사관 : 오정아

(54) 발명의 명칭 **대체 천연 가스를 용이하게 제조하는 방법 및 장치**

(57) 요약

대체 합성가스(SNG)의 제조방법은 하나 이상의 스팀 터빈 엔진을 제공하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한, 보일러 공급수 스트림 및 합성가스 스트림을 수용하도록 배열된 하나 이상의 가스 전환 반응기를 포함하는 가스화 시스템을 제공하는 단계를 포함한다. 하나 이상의 가스 전환 반응기는 추가로 고압 스팀 스트림을 생성하도록 배열되어 있다. 상기 방법은 추가로 하나 이상의 가스 전환 반응기 내에서 스팀 스트림을 생성하는 단계 및 스팀 스트림의 적어도 일부를 하나 이상의 스팀 터빈 엔진에 수송하는 단계를 포함한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

하나 이상의 스팀 터빈 엔진을 제공하는 단계;
 하나 이상의 가스 전환 반응기(gas shift reactor)를 제공하는 단계;
 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기 내부에서 스팀 스트림을 생성하는 단계; 및
 상기 스팀 스트림의 적어도 일부를 상기 하나 이상의 스팀 터빈 엔진으로 수송하는 단계를 포함하는, 대체 천연 가스(SNG)의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기 내부에서 스팀 스트림을 생성하는 단계가,
 합성가스 스트림을 제공하는 단계;
 보일러 공급수 스트림을 제공하는 단계;
 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부 및 상기 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부를 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기로 수송하는 단계; 및
 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을, 상기 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부로 전달하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 보일러 공급수 스트림을 제공하는 단계가,
 사전결정된 압력 및 제 1 사전결정된 온도에서 제 1 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부를 하나 이상의 열 전달 장치로 수송하는 단계;
 전환된 합성가스 스트림의 적어도 일부를 상기 하나 이상의 열 교환 장치로 수송하는 단계;
 상기 전환된 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을, 상기 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부로 전달하여, 상기 제 1 사전결정된 온도보다 높은 제 2 사전결정된 온도로 제 2 보일러 공급수 스트림을 형성하는 단계; 및
 상기 제 2 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부를 상기 가스 전환 반응기로 수송하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을 전달하는 단계가,
 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을, 사전결정된 압력 및 제 1 사전결정된 온도에서 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부로 전달하여, 제 1 사전결정된 온도보다 높은 제 2 사전결정된 온도로 제 2 보일러 공급수 스트림을 형성함을 포함하는, 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 제 2 보일러 공급수 스트림을 형성하는 단계가,
 상기 제 2 사전결정된 온도가 상기 사전결정된 압력에 대한 포화 온도와 동일한 상기 제 2 보일러 공급수 스트림을 형성함을 포함하는, 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,
 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을 전달하는 단계가,
 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기의 적어도 일부의 내부의 온도를, 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기내 메탄(CH₄)의 제조 반응 속도의 제어를 용이하게 하는 값을 갖는 사전결정된 온도로 제어함을 포함하는, 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 스팀 스트림의 적어도 일부를 상기 하나 이상의 스팀 터빈 엔진으로 수송하는 단계가,
 사전결정된 압력, 및 상기 사전결정된 압력에 대한 포화 온도와 동일한 사전결정된 온도에서 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부를,
 상기 하나 이상의 스팀 터빈 엔진의 상류에 결합되어 있는 하나 이상의 폐열 회수 보일러(heat recovery steam generator; HRSG), 및
 상기 하나 이상의 스팀 터빈 엔진의 상류에 결합되어 있는 하나 이상의 메탄화 반응기
 중 하나 이상으로 수송함을 포함하며,
 상기 폐열 회수 보일러에서, 상기 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부는 상기 사전결정된 압력에 대한 포화 온도보다 높은 사전결정된 온도이고,
 상기 메탄화 반응기에서, 상기 보일러 공급수 스트림의 적어도 일부는 상기 사전결정된 압력에 대한 포화 온도보다 높은 사전결정된 온도인,
 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 하나 이상의 열 전달 장치를 제공하는 단계;
 제 1 사전결정된 온도에서 제 1 응축물 스트림의 적어도 일부를 상기 하나 이상의 열 전달 장치로 수송하는 단계;
 전환된 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을 상기 제 1 응축물 스트림의 적어도 일부로 전달하여, 상기 제 1 사전결정된 온도보다 높은 제 2 사전결정된 온도에서 제 2 응축물 스트림을 형성하는 단계, 및
 상기 제 2 응축물 스트림의 적어도 일부를 합성가스 스크러빙(scrubbing) 및 급랭 어셈블리로 수송하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 9

보일러 공급수 스트림 및 합성가스 스트림을 수용하도록 배열된 하나 이상의 가스 전환 반응기를 포함하는 가스

화 시스템으로서, 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기가 추가로 고압 스팀 스트림을 생성하도록 배열되어 있는, 가스화 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 보일러 공급수 스트림이 실질적으로 과냉각되고(subcooled), 상기 고압 스팀 스트림이 실질적으로 포화되어 있는, 가스화 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가스 전환 반응기가 추가로 하나 이상의 발열 화학 반응으로부터 방출된 열의 적어도 일부를 포획하도록 배열되어 있는, 가스화 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가스 전환 반응기가 하나 이상의 열 전달 장치와 유체 연통되도록 결합되어 있고, 상기 하나 이상의 열 전달 장치가 보일러 공급수 스트림을 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기로 수송하도록 배열되어 있는, 가스화 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 하나 이상의 열 전달 장치가 응축물 스트림 및 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부를 수용하도록 배열되어 있고, 상기 하나 이상의 열 전달 장치가 추가로 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을 상기 응축물 스트림의 적어도 일부로 전달하도록 배열되어 있는, 가스화 장치.

청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가스 전환 반응기가, 상기 고압 스팀 스트림을 수용하고 과열된(superheated) 스팀 스트림을 생성하도록 배열된 하나 이상의 장치와 유체 연통되도록 결합되어 있고, 상기 장치가 하나 이상의 스팀 터빈 엔진과 유체 연통되도록 결합되어 있고,

상기 장치가, 하나 이상의 폐열 회수 보일러(HRSG) 및 하나 이상의 메탄화 반응기 중 하나 이상을 포함하는, 가스화 장치.

청구항 15

합성가스 스트림을 발생시키도록 배열된 하나 이상의 가스화 반응기;

상기 하나 이상의 가스화 반응기와 유체 연통되도록 결합되어 있으며, 보일러 공급수 스트림 및 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부를 수용하도록 배열되어 있고, 추가로 고압 스팀 스트림을 생성하도록 배열되어 있는 하나 이상의 가스 전환 반응기; 및

상기 하나 이상의 가스 전환 반응기와 유체 연통되도록 결합되어 있고 상기 고압 스팀 스트림의 적어도 일부를 수용하도록 배열되어 있는 하나 이상의 스팀 터빈 엔진

을 포함하는, 가스화 복합 발전형(integrated gasification combined-cycle; IGCC) 발전 플랜트.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 보일러 공급수 스트림이 실질적으로 과냉각되고, 상기 고압 스팀 스트림이 실질적으로 포화되어 있는, 가

스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가스 전환 반응기가 추가로 하나 이상의 발열 화학 반응으로부터 방출된 열의 적어도 일부를 포획하도록 배열되어 있는, 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가스 전환 반응기가 하나 이상의 열 전달 장치와 유체 연통되도록 결합되어 있고, 상기 하나 이상의 열 전달 장치가 상기 보일러 공급수 스트림을 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기로 수송하도록 배열되어 있는, 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 하나 이상의 열 전달 장치가 응축물 스트림 및 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부를 수용하도록 배열되어 있고, 상기 하나 이상의 열 전달 장치가 추가로 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터의 열을 상기 응축물 스트림의 적어도 일부로 전달하도록 배열되어 있는, 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트.

청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 하나 이상의 가스 전환 반응기가, 상기 고압 스팀 스트림을 수용하고 과열된 스팀 스트림을 생성하도록 배열된 하나 이상의 장치와 유체 연통되도록 결합되어 있고, 상기 장치가 상기 하나 이상의 스팀 터빈 엔진과 유체 연통되도록 결합되어 있고,

상기 장치가, 하나 이상의 폐열 회수 보일러(HRSG) 및 하나 이상의 메탄화 반응기 중 하나 이상을 포함하는, 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 일반적으로 가스화 복합 발전형(integrated gasification combined-cycle; IGCC) 발전 플랜트, 보다 구체적으로, 대체 천연 가스 생산 및 가스화 시스템과의 열 전달을 최적화하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 적어도 일부 공지된 IGCC 플랜트는, 하나 이상의 동력 발생 터빈 시스템과 가스화 복합 시스템을 제공한다. 예를 들어, 공지된 가스화 시스템은, 연료, 공기나 산소, 스팀 및/또는 이산화탄소(CO₂)의 혼합물을 합성가스로 전환시킨다. 합성가스는 가스 터빈 엔진의 연소실로 수송되어 발전기를 작동시키고, 상기 발전기는 전력망(power grid)으로 전력을 공급한다. 적어도 일부의 공지된 가스 터빈 엔진으로부터 배기가스는 폐열 회수 보일러(heat recovery steam generator; HRSG)에 공급되고, 상기 보일러가 스팀 터빈을 구동하기 위한 스팀을 발생시킨다. 스팀 터빈으로부터 발전된 동력은 또한 전기 발전기를 구동시켜, 상기 발전기가 전력망에 전력을 제공한다.

[0003] IGCC 플랜트와 조합된 적어도 일부 공지된 가스화 시스템은 가스화 반응기를 포함하는데, 상기 반응기는 적어도 일부의 일산화탄소(CO), 수증기(H₂O) 및 입자형 물질을 포함하는 합성가스를 제조한다. 가스화 반응기로부터의 합성가스는 스크리빙 및 급랭 어셈블리로 수송되고, 상기 어셈블리에서, 합성가스에 물을 주입하면, 전형적으로 입자형 물질의 상당 부분이 제거되고 합성가스가 냉각된다. 후속적으로, 합성가스 내 가연성 물질의 양을 증가

시키기 위해서, 스크리빙되고 급냉된 합성가스는 전형적으로 하나 이상의 물-가스 전환 반응기(water-gas shift reactor)로 수송되어, 하나 이상의 발열 화학 반응을 통해 CO 및 물을 수소(H₂) 및 이산화탄소(CO₂)로 전환시킨다. 발열 반응으로부터 방출되는 열은 전환 반응기내 온도 상승을 용이하게 한다.

[0004]

고온 및 낮은 물의 함량에서, CO는 H₂와 반응하여, 발열 화학 반응을 통해 메탄(CH₄) 및 CO₂를 제조할 수 있다. 약 650°C(1200°F) 초과의 온도에서, CH₄ 및 CO₂의 생산 속도는 가속화되어, 전환 반응기 내부의 열 방출 제어가 어려워질 수 있다. 따라서, 스팀이 자주 주입되어, 온도 상승을 완화시키고, 전환 반응기 내부의 온도 제어를 용이하게 한다. 사용된 스팀의 양은 전형적으로, 그렇지 않은 경우 스팀 터빈으로 수송될 수 있었던, 고압 스팀의 약 30% 내지 50%이며, 따라서 플랜트의 전기 발전을 감소시킨다. 게다가, 이러한 스팀 주입은, 전환된 합성가스의 적절한 공급을 제공하기 위해 보다 큰 전환 반응기를 요구한다. 추가로, 전환 반응기로부터 수송된 합성가스의 증가된 수분 함량은 부가적인 수분 제거 장치의 필요성을 유발한다.

발명의 내용

[0005]

하나의 양태에서, 대체 천연 가스(SNG)의 제조방법이 제공된다. 상기 방법은, 하나 이상의 스팀 터빈 엔진 및 하나 이상의 가스 전환 반응기를 제공하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한 하나 이상의 가스 전환 반응기 내부에서 스팀 스트림을 생성하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 추가로, 상기 스팀 스트림의 적어도 일부를 하나 이상의 스팀 터빈 엔진으로 수송하는 단계를 포함한다.

[0006]

다른 양태에서, 가스화 시스템이 제공된다. 상기 가스화 시스템은 보일러 공급수 스트림 및 합성가스 스트림을 수용하도록 배열된 하나 이상의 가스 전환 반응기를 포함한다. 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기는 추가로 고압 스팀 스트림을 생성하도록 배열되어 있다.

[0007]

추가 양태에서, 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트가 제공된다. IGCC 플랜트는 합성가스 스트림을 발생시키도록 배열된 하나 이상의 가스화 반응기를 포함한다. IGCC 플랜트는 또한 하나 이상의 가스화 반응기와 유체 연통되도록 결합되어 있는 하나 이상의 가스 전환 반응기를 포함한다. 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기는 보일러 공급수 스트림 및 상기 합성가스 스트림의 적어도 일부를 수용하도록 배열되어 있다. 상기 하나 이상의 가스 전환 반응기는 추가로, 고압 스팀 스트림을 생성하도록 배열되어 있다. IGCC 플랜트는 추가로 하나 이상의 가스 전환 반응기와 유체 연통되도록 결합된 하나 이상의 스팀 터빈 엔진을 포함한다. 상기 하나 이상의 스팀 터빈 엔진은 상기 고압 스팀 스트림의 적어도 일부를 수용하도록 배열되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0008]

도 1은 예시적인 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트의 개략도이다.

도 2는 도 1에서 도시한 IGCC 발전 플랜트와 함께 사용될 수 있는 예시적인 가스화 시스템의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

도 1은 예시적인 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트(100)의 개략도이다. 예시적인 실시양태에서, IGCC 플랜트는 가스 터빈 엔진(110)을 포함한다. 엔진(110)은 축(116)을 통해 터빈(114)에 회전식으로 결합된 압축기(112)를 포함한다. 압축기(112)는 국소적으로 주변 대기압 및 온도에서 공기를 수용한다. 터빈(114)은 제 1 로터(120)를 통해 제 1 전기 발전기(118)에 회전식으로 결합되어 있다. 예시적인 실시양태에서, 엔진(110)은 압축기(112)와 유체 연통되도록 결합되어 있는 하나 이상의 연소실(122)을 포함한다. 연소실(122)은 공기 도관(124)을 통해 압축기(112)에 의해 압축된 적어도 일부의 공기(도시하지 않음)를 수용한다. 연소실(122)은 또한 하나 이상의 연료 공급원(보다 상세하게는 후술함)과 유체 연통되도록 결합되고 있고, 상기 연료 공급원으로부터 연료를 수용한다. 공기 및 연료는 혼합되어 연소실(122)에서 연소되고, 연소실(122)은 고온 연소 가스(도시하지 않음)를 제조한다. 터빈(114)은 연소실(122)과 유체 연통되도록 결합되어 있고, 터빈(114)은 연소 가스 도관(126)을 통해 고온의 연소 가스를 수용한다. 터빈(114)은 가스내 열 에너지를 회전 에너지로 전환한다. 회전 에너지는 로터(120)를 통해 발전기(118)로 전도되고, 여기서 발전기(118)는, 이로서 한정하는 것은 아니지만, 전력망(도시하지 않음)을 비롯한 하나 이상의 부하(load)로의 전도를 위해 회전 에너지(도시하지 않음)를 전기 에너지로 전환한다.

- [0010] 예시적인 실시양태에서, IGCC 플랜트(100)는 또한 스팀 터빈 엔진(130)을 포함한다. 보다 구체적으로, 예시적인 실시양태에서, 엔진(130)은 제 2 로터(136)를 통해 제 2 전기 발전기(134)에 회전식으로 결합되어 있는 스팀 터빈(132)을 포함한다.
- [0011] IGCC 플랜트(100)는 또한 스팀 발생 시스템(140)을 포함한다. 예시적인 실시양태에서, 상기 시스템(140)은, 하나 이상의 보일러 공급수 도관(146)을 통해 하나 이상의 물-가스 전환 반응기(212)(후술함)와 유체 연통되도록 연결되어 있는 하나 이상의 폐열 회수 보일러(HRSG)(142)를 포함한다. 상기 반응기(212)는 도관(145)으로부터 보일러 공급수를 수용한다. HRSG(142)는, 또한 하나 이상의 도관(48)을 통해 터빈(114)과 유체 연통되도록 연결되어 있다. HRSG(142)는, 보일러 공급수를 스팀으로 가열하는 것을 용이하게 하도록 도관(146)을 통해 반응기(212)로부터 보일러 공급수(도시하지 않음)를 수용한다. HRSG(142)는 또한 보일러 공급수의 스팀으로의 가열을 추가로 용이하게 하도록 배기가스 도관(148)을 통해 터빈(114)으로부터 배기가스(도시하지 않음)를 수용한다. HRSG(142)는 스팀 도관(150)을 통해 터빈(132)과 유체 연통되도록 연결되어 있다.
- [0012] 도관(150)은 HRSG(142)로부터의 스팀(도시하지 않음)을 터빈(132)으로 수송한다. 터빈(132)은 HRSG(142)로부터의 스팀을 수용하여 스팀내 열 에너지를 회전 에너지로 전환한다. 회전 에너지는 로터(136)를 통해 발전기(134)로 전도되고, 이 때, 이로서 한정하는 것은 아니지만 전력을 비롯한 하나 이상의 부하로의 전도를 위해, 발전기(134)는, 회전 에너지를 전기 에너지(도시하지 않음)로 전환한다. 스팀은 응축되어, 응축물 도관(137)을 통해 보일러 공급수로서 되돌아간다.
- [0013] IGCC 플랜트(100)는 또한 가스화 시스템(200)을 포함한다. 예시적인 실시양태에서, 시스템(200)은 공기 도관(204)을 통해 압축기(112)와 유체 연통되도록 결합되어 있는 하나 이상의 공기 분리 유닛(202)을 포함한다. 공기 분리 유닛은 또한 공기 도관(203)을 통해 하나 이상의 압축기(201)와 유체 연통되도록 연결되어 있고, 여기서 압축기(201)는 압축기(112)를 보완한다. 다르게는, 공기 분리 유닛(202)은, 이로서 한정하는 것은 아니지만, 전용 공기 압축기 및 압축된 공기 저장 유닛(둘다 도시하지 않음)을 비롯한 기타 공기 공급원과 유체 연통되도록 연결되어 있다. 유닛(202)은 공기를 산소(O₂) 및 기타 구성성분(둘다 도시하지 않음)으로 분리하고, 상기 기타 구성성분들은, 예시적인 실시양태에서, 배기구(206)를 통해 배출된다.
- [0014] 시스템(200)은 가스화 반응기(208)를 포함하며, 상기 반응기는, 도관(210)을 통해 유닛(202)으로부터 O₂를 수송하도록 유닛(202)과 유체 연통되도록 연결되어 있다. 반응기(208)는 또한 석탄(209)을 수용하여, 사워(sour) 합성가스 스트림(도시하지 않음)을 제조한다.
- [0015] 시스템(200)은 또한 물-가스 전환 반응기(212)를 포함하고, 상기 반응기는 반응기(208)와 유체 연통되어 도관(214)을 통해 가스화 반응기(208)로부터 사워 합성가스를 수용한다. 상기 전환 반응기(212)는, 반응기(208)에서 제조된 사워 합성가스에 비해, 이산화탄소(CO₂) 및 수소(H₂)를 증가된 농도로 포함하는 전환된 사워 합성스트림(도시하지 않음)을 제조한다. 반응기(212)는 도관(145) 및 도관(146)을 통해 스팀 발생 시스템(140)과 열-전달 연통되도록 결합되어 있어서, 반응기(212) 내에서 발생된 열은 시스템(140)에 의해 제거된다.
- [0016] 시스템(200)은 추가로 산성 가스 제거 유닛(acid gas removal unit; AGRU)(218)을 포함하고, 상기 유닛(218)은 반응기(212)와 유체 연통되도록 결합되고 있고 도관(220)을 통해 반응기(212)로부터 전환된 사워 합성가스 스트림을 수용한다. AGRU(218)은, 도관(222)으로부터의 전환된 사워 합성가스 스트림으로부터 산 성분의 적어도 일부(도시하지 않음)의 제거를 용이하게 한다. AGRU(218)은 전환된 사워 합성가스 스트림 내에 함유된 CO₂의 적어도 일부의 제거를 용이하게 하고, 사워 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터 스위트닝(sweetened) 합성가스 스트림(도시하지 않음)을 제조한다. AGRU(218)은 CO₂ 도관(224)을 통해 반응기(208)와 유체 연통되도록 연결되고 있고, 여기서, CO₂의 스트림(도시하지 않음)은 반응기(208)(도시하지 않음)의 사전결정된 부분으로 수송된다.
- [0017] 시스템(200)은 또한 메탄화 반응기(226)를 포함하며, 상기 반응기는 AGRU(218)과 유체 연통되도록 결합되어 있고 도관(228)을 통해 AGRU(218)으로부터 스위트닝된 합성가스 스트림을 수용한다. 반응기(226)는 스위트닝된 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터 대체 천연 가스(SNG) 스트림(도시하지 않음)을 제조한다. 반응기(226)는 또한 연소실(122)과 유체 연통되도록 연결되어 있고, 여기서 SNG 스트림은 SNG 도관(230)을 통해 연소실(122)로 수송된다. 게다가, 반응기(226)는 열 전달 도관(232)을 통해 HRSG(142)와 열 전달 연통되도록 연결되어 있다. 이러한 열 전달 연통은, 반응기(226) 내에서 수행된 스위트닝된 합성가스로부터의 SNG로의 전환 공정에 의해 발생된 열이 HRSG(142)로 전달되는 것을 용이하게 한다.

- [0018] 상기 공정 중, 압축기(201)는 대기 공기를 수용하여, 상기 공기를 압축하고, 상기 압축된 공기를 도관(203) 및 도관(204)을 통해 공기 분리 유닛(202)으로 수송한다. 상기 유닛(202)은 도관(124) 및 도관(204)을 통해 압축기(112)로부터의 공기도 수용할 수 있다. 압축된 공기는 O₂ 및 기타 구성성분으로 분리되고, 상기 기타 구성성분들은 배기구(206)를 통해 배기된다. O₂는 도관(210)을 통해 가스화 반응기(208)로 수송된다. 반응기(208)는 도관(210)을 통해 O₂를, 도관(209)을 통해 석탄을, 도관(224)을 통해 AGRU(218)으로부터의 CO₂를 수송한다. 반응기(208)는 사워 합성가스 스트림을 제조하고, 상기 스트림은 도관(214)을 통해 가스 전환 반응기(212)로 수송된다. 사워 합성가스 스트림을 사용하여 발열 화학 반응을 통해 전환된 사워 합성가스 스트림을 제조한다. 전환된 합성가스 스트림은, 반응기(208)에서 제조된 사워 합성가스 스트림에 비해, CO₂ 및 H₂를 증가된 농도로 포함한다. 발열 반응으로부터의 열은 도관(146)을 통해 HRS(142)로 수송된다.
- [0019] 게다가, 공정 중에, 전환된 합성가스 스트림은 도관(220)을 통해 AGRU(218)로 수송되고, 여기서 산 성분이 도관(220)을 통해 제거되고, CO₂는 도관(224)을 통해 반응기(208)로 수송된다. 이러한 방식으로, AGRU(218)은 스위칭된 합성가스 스트림을 제조하고, 상기 스트림은 채널(228)을 통해 메탄화 반응기(226)로 수송되어, 여기서 스위칭된 합성가스 스트림으로부터 발열 화학 반응을 통해 SNG 스트림이 제조된다. 반응으로부터의 열은 도관(232)을 통해 HRS(142)로 수송되고, SNG 스트림은 도관(230)을 통해 연소실(122)로 수송된다.
- [0020] 추가로, 작동 도중에, 터빈(114)은 압축기(112)를 회전시켜, 압축기(112)가 대기 공기를 수용하고 압축하여, 압축된 공기의 일부는 유닛(202)으로 수송되고, 일부는 연소실(122)로 수송된다. 연소실(122)은 공기와 SNG를 혼합하여 연소시켜, 고온 연소 가스를 터빈(114)으로 수송한다. 고온 가스는 터빈(114)의 회전을 유도하고, 이는 후속적으로 로터(120)를 통해 발전기(118)를 회전시키거나 압축기(112)를 회전시킨다.
- [0021] 적어도 일부의 연소 가스는 도관(148)을 통해 터빈(114)으로부터 HRS(142)로 수송된다. 또한, 반응기(226)에서 발생한 열의 적어도 일부는 도관(232)을 통해 HRS(142)로 수송된다. 게다가, 반응기(212)에서 제조된 열의 적어도 일부는 HRS(142)로 수송된다. 과냉각(subcooled) 보일러 공급수는 사전결정된 압력에서 도관(145)을 통해 반응기(212)로 수송된다. 반응기(212)내 물은 반응기(212) 내에서 발생한 열의 적어도 일부를 수용하여 물의 온도를 사전결정된 압력과 관련된 거의 포화 온도까지 상승시킨다. 포화된 유체는 도관(146)을 통해 HRS(142)로 수송되고, 여기서 반응기(226) 및 배기가스 도관(148)으로부터의 열이 추가로 유체에 부가되어 고압 스팀 스트림(도시하지 않음)을 형성한다. 상기 스팀 스트림은 스팀 터빈(132)으로 수송되고, 터빈(132)의 회전을 유도한다. 터빈(132)은 제 2 로터(136)를 통해 제 2 발전기(134)를 회전시킨다. 터빈(132)에 의해 응축된 스팀은 도관(137)을 통해 추가의 사용을 위해 재순환된다.
- [0022] 도 2는 IGCC 발전 플랜트(100)와 함께 사용될 수 있는 예시적인 가스화 시스템(200)의 개략도이다. 시스템(200)은 가스화 반응기(208)를 포함한다. 반응기(208)는 하단(240) 및 상단(242)을 포함한다. 예시적인 실시양태에서, 하단(240)은 도관(210)을 통해 O₂를 수용하도록, 공기 분리 유닛(202)(도 1에서 도시함)과 유체 연통되도록 연결되어 있다.
- [0023] 도관(224)은 하단 CO₂ 도관(244)과 상단 CO₂ 도관(246)과 유체 연통되도록 연결되어 있다. 이와 같이, 하단(240) 및 상단(242)은 AGRU(218)과 유체 연통되도록 연결되어 있다. 게다가, 하단(240) 및 상단(242)은 각각 하부 석탄 도관(248) 및 상부 석탄 도관(250)을 통해 건조 석탄을 수용한다.
- [0024] 하단(240)은, 하단(240)으로부터 수용된 액상 슬래그를 일시적으로 저장하는 락 호퍼(lock hopper)(252)를 포함한다. 예시적인 실시양태에서, 호퍼(252)는 물로 충전되어 있다. 다르게는, 호퍼(252)는 본원에 기재된 시스템(200)의 작동을 용이하게 하는 임의의 배열을 갖는다. 상기 슬래그는 도관(254)을 통해 제거된다. 상단(242)은 제거 도관(256)을 통해 차르-적재된(char-laden) 고온의 사워 합성가스 스트림(도시하지 않음)의 제거를 용이하게 한다. 도관(256)은 스크러빙 및 급냉 유닛(262)과 유체 연통되어 있는 가스화 반응기(208)와 결합되어 있다.
- [0025] 스크러빙 및 급냉 유닛(262)은 고온의 사워 합성가스를 상기 차르로부터 분리하여 상기 차르가 반송 도관(260)을 통해 하단(240)으로 다시 재순환될 수 있게 한다. 상기 유닛(262)은, 도관(256)을 통해 상기 유닛(262)으로 수송된 고온의 사워 합성가스 스트림과 물을 첨가 및 혼합하여 상기 고온의 합성가스 스트림의 냉각을 용이하게 함으로써 급냉된 사워 합성가스 스트림(도시하지 않음)을 형성하는 급냉 어셈블리(도시하지 않음)를 포함한다. 유닛(262)은 도관(264)을 통해 물을 수용하도록 배열되어 있다. 또한 유닛(262)은 차르 제거를 더욱 용이하게 하는 차르 응집을 용이하게 한다. 유닛(262)은 상기 합성가스 스트림으로부터 차르 제거 및 기타 미립자 제거

를 용이하게 하는 분리기 어셈블리(도시하지 않음)를 포함한다. 유닛(262)은 도관(268)을 통해 가스 전환 반응기(212)와 유체 연통되도록 결합되어 있다.

[0026] 반응기(212)는 주입구 플레넘(plenum)(270), 배출구 플레넘(272) 및 촉매 섹션(274)을 포함한다. 주입구 플레넘(270)은 도관(268)을 통해 유닛(262)과, 그리고 촉매 섹션(274)과 유체 연통되도록 결합되어 있다. 게다가, 주입구 플레넘(270)은 도관(268)으로부터 합성가스 스트림을 수용하고, 합성가스를 촉매 섹션(274)으로 사전결정된 양으로 분포시킨다. 섹션(274)은, 어셈블리 내에서 촉매가 실질적으로 고정량으로 분포하는 것을 용이하게 하는 방식으로, 사전결정된 촉매가 함유된 촉매 어셈블리(도시하지 않음)를 포함한다. 촉매 어셈블리는 플레넘(270) 및 플레넘(272)과 유체 연통되도록 결합되어 있다. 게다가, 촉매 어셈블리는 플레넘(270)으로부터 사전결정된 분포를 갖는 합성가스를 수용하도록 배열되고, 촉매(도시하지 않음)는 도관(268)을 통해 수송되는 합성가스 스트림 내 CO 및 물로부터 H₂ 및 CO₂의 제조를 용이하게 한다. H₂ 및 CO₂의 제조는 발열 화학 반응으로 수행되어, 전환된 합성가스 스트림(도시하지 않음)을 형성한다. 배출구 플레넘(272)은 촉매 어셈블리 및 열 전달 장치(276)와 유체 연통되도록 결합되어 있다. 플레넘(272)은 촉매 어셈블리로부터 전환된 합성가스를 수용하고, 도관(220)을 통해 장치(276)로 수송하기 위해 전환된 합성가스를 혼합한다. 이로써, 가스 전환 반응기(212)는 반응기(208)에서 제조된 사워 합성가스 스트림에 비해 증가된 농도로 CO₂ 및 H₂를 포함하는 전환된 사워 합성가스 스트림(도시하지 않음)을 제조한다.

[0027] 또한 반응기(212)는 또한 촉매 어셈블리의 적어도 일부를 둘러싸는 섹션(274)의 열 전달부(도시하지 않음)를 포함하고, 여기서 섹션(274)은 도관(145)을 통해 열 전달 장치(276)로부터 과냉각 보일러 공급수(도시하지 않음)를 수용한다. 열 전달부는 섹션(274)의 촉매 부분과 보일러 공급수 사이의 직접적인 접촉을 용이하게 하도록 배열되어 촉매 어셈블리 내의 발열 화학 반응에 의해 제조된 열의 제거가 용이해진다. 예시적인 실시양태에서, 열 전달부는 도관(146)을 통해 HRS(142)와 유체 연통되도록 연결되어 있다. 다르게는, 반응기(212)는 도관(146)의 적어도 일부를 통해 반응기(226)와 유체 연통되도록 연결되어 있다. 예시적인 실시양태에서, 반응기(212)는 다관형 열 교환기(shell and tube heat exchanger)와 유사한 방식으로 배열되며, 이 때 촉매 어셈블리는 복수 개의 관이며(도시하지 않음), 이 때 촉매는 상기 관에 적어도 부분적으로 하우징(housing)되어 있다. 게다가, 예시적인 실시양태에서, 촉매 어셈블리는 섹션(274) 내의 공동(cavity)(도시하지 않음)에 위치되어 있다. 또한, 예시적인 실시양태에서, 합성가스는 관의 섹션(274) 내의 촉매를 통해 유동하고, 보일러 공급수는 상기 관의 외부 주변을 유동한다. 다르게는, 반응기(212)는 본원에 기재된 시스템(200)의 작동을 용이하게 하는 임의의 방식으로 배열된다.

[0028] 다르게는, 반응기(212)는 본원에 기재된 시스템(200)의 작동을 용이하게 하는 임의의 방식으로 배열된다. 예컨대, 반응기 온도 프로파일의 최적화된 제어는, 이로써 한정하는 것은 아니지만, 열 전달 속도가 더 용이해지며 상기 관을 통해 가스가 유동함에 따라 소정량의 열이 제거되도록 외부 및/또는 내부 핀/배플(도시하지 않음)을 갖는 관(도시하지 않음)을 특별히 고안함으로써 달성될 수 있다.

[0029] 열 전달 장치(276)는 도관(220)을 통해 전환 반응기(212)와 유체 연통되도록 결합되어 있고, 반응기(212)로부터 전환된 사워 합성가스 스트림을 수용한다. 예시적인 실시양태에서, 상기 장치(276)는 다관형 열 교환기이다. 다르게는, 장치(276)는 본원에 기재된 시스템(200)의 작동을 용이하게 하는 임의의 방식으로 배열되어 있다. 또한 장치(276)는, 장치(276)를 통해 반응기(212)로의 보일러 공급수 유동이 용이해지도록, 도관(278)을 통해 보일러 공급수 공급원(도시하지 않음)과, 그리고 도관(145)을 통해 반응기(212)와 유체 연통되도록 결합되어 있다. 게다가, 장치(276)는 도관(282)을 통해 트림(trim) 냉각기(280)와 유체 연통되도록 결합되어 있다. 트림 냉각기(280)는 도관(282)을 통해 장치(276)로부터의 전환된 사워 합성가스 스트림을 수용한다. 냉각기(280)는 장치(276)로부터 수송되는 합성가스 스트림을 냉각시키고, 합성가스 스트림 내의 어떠한 스팀도 응축되도록 잔류 기화 잠열의 상당 부분을 제거한다. 냉각기(280)는 도관(286)을 통해 킥아웃(knockout) 드럼(284)과 유체 연통되도록 결합되어 있다. 또한 킥아웃 드럼(284)은 도관(288)을 통해 장치(276)와 유체 연통되도록 결합되어 있다.

[0030] AGRU(218)는 도관(290)을 통해 트림 냉각기(280)와 유체 연통되도록 결합되어, 증가된 CO₂ 및 H₂ 농도를 갖는 전환된 사워 합성가스 스트림을 수용한다. AGRU(218)는 또한, 도관(222)을 통한, 황산 및 카본산을 포함하지만 이로서 한정되지 않는 산 성분(도시하지 않음)의 적어도 일부의 사워 전환된 합성가스 스트림으로부터의 제거를 용이하게 한다. 산 제거를 더욱 용이하게 하기 위해, AGRU(218)는 도관(292)을 통해 아민, 메탄올 및/또는 셀렉솔(등록상표)을 포함하지만 이에 한정되지 않는 용매를 수용한다. 이로써, 이러한 산 제거는 사워 합성가스 스트림으로부터 스위트닝된 합성가스 스트림(도시하지 않음)의 제조를 용이하게 한다. ARGU(218)는 또한 전환

된 사워 합성가스 스트림에 함유된 기상 CO₂의 적어도 일부의 제거를 용이하게 한다. 게다가, ARGU(218)은 도관(224)을 통해 반응기(208)와 유체 연통되도록 결합되어 있어 CO₂ 스트림(도시하지 않음)이 도관(244) 및 도관(246)을 통해 각각 반응기(208)의 하단(240) 및 상단(242)으로 수송된다.

[0031] 메탄화 반응기(226)는 AGRU(218)과 유체 연통되도록 연결되어 있어, 도관(228)을 통해 AGRU(218)으로부터 스위트닝된 합성가스 스트림을 수송한다. 반응기(226)는 스위트닝된 합성가스 스트림의 적어도 일부로부터 대체 천연 가스(SNG) 스트림(도시하지 않음)을 제조한다. 또한 반응기(226)는, SNG 스트림이 도관(230)을 통해 연소실(122)로 수송되도록 연소실(122)과 유체 연통되도록 결합되어 있다. 게다가, 반응기(226)는 도관(232)을 통해 HRSG(142)와 열 전달 연통되도록 결합되어 있어서, 반응기(226) 내에서 수행되는 스위트닝된 합성가스로부터 SNG로의 전환 공정에 의해 제조되는 열이 HRSG(142)로 전달되는 것을 용이하게 한다. 다른 실시양태에서, 반응기(226)는 도관(146)의 적어도 일부를 통해 반응기(212)로부터 보일러 공급수의 적어도 일부를 수송하도록 배열되어 있다.

[0032] 대체 천연 가스(SNG)의 예시적인 제조 방법이 제공된다. 상기 방법은 하나 이상의 스팀 터빈 엔진(130) 및 하나 이상의 가스 전환 반응기(212)를 제공하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 하나 이상의 가스 전환 반응기(212)에서 스팀 스트림을 생성하는 단계를 또한 포함한다. 상기 방법은 상기 스팀 스트림의 적어도 일부를 하나 이상의 스팀 터빈 엔진(130)으로 수송하는 단계를 추가로 포함한다.

[0033] 작동 도중, 분리기 유닛(202)으로부터의 O₂, 및 예열된 석탄은 각각 도관(210) 및 도관(248)을 통해 하단(240)으로 도입된다. 상기 석탄 및 O₂는 도관(260)을 통해 하단(240)으로 도입되는 예열된 차르와 반응하여, 주로 H₂, CO, CO₂ 및 적어도 일부 황화수소(H₂S)를 함유하는 합성가스를 제조한다. 이러한 합성가스 형성은 특성상 실질적으로 발열인 화학 반응을 통해 이루어지며, 관련된 열 방출은 약 1371°C(약 2500°F) 내지 약 1649°C(약 3000°F) 범위 내의 작동 온도를 발생시킨다. 합성가스를 형성하는 화학 반응의 적어도 일부는 또한 슬래그(도시하지 않음)를 형성한다. 하단(240) 내부의 고온은 슬래그의 낮은 점도를 용이하게 하여, 실질적으로 대부분의 액상 슬래그는 호퍼(252)로 중력 공급될 수 있으며, 이 때 호퍼(252) 내의 비교적 차거운 물이 슬래그의 신속한 급냉 및 파쇄(breaking)를 용이하게 한다. 합성가스는 반응기(208)를 통해 상향 유동하고, 이 때 상단(242)에서의 추가 반응을 통해 슬래그의 일부가 비말동반된다(entrained). 예시적인 실시양태에서, 하단(240)으로 도입된 석탄은 건조 또는 저-습윤 석탄이며, 상기 석탄은 하단(240)으로부터 상단(242)으로 유동하는 합성가스 유동에 의해 분쇄된 석탄의 비말동반을 허용하기에 충분한 입자 크기로 분쇄되어 있다.

[0034] 예시적인 실시양태에서, AGRU(218)으로부터의 CO₂는 도관(224) 및 도관(244)을 통해 하단(240)으로 도입된다. 부가적인 CO₂는, 도관(210)을 통해 도입된 O₂의 요구되는 질량 유속을 감소시킴으로써, IGCC 플랜트(100)의 효율 증가를 용이하게 한다. 도관(210)으로부터의 O₂ 분자는 CO₂ 분자의 구성원인 탄소(C) 및 O₂ 분자로의 해리에 의해 형성된 O₂로 대체된다. 이와 같이, 터빈 엔진 연소실(122) 내의 연소를 위한 부가적인 공기는 사전결정된 압축기 등급(rating)에서 사용가능하며, 가스 터빈 엔진(110)이 정격 발전으로 또는 이를 초과하여 작동하는 것을 용이하게 한다.

[0035] 상단(242)에서 수행되는 화학 반응은, 약 816°C(1500°F) 내지 약 982°C(1800°F) 범위의 온도 및 약 30바 또는 3000킬로파스칼(kPa)(435 파운드/인치²(psi)) 초과 압력에서, 상단(242)에서의 반응물과 석탄의 반응을 용이하게 하는데 충분한 체류 시간으로, 수행된다. 게다가, 부가적인 예열된 건조 석탄 및 CO₂가 각각 도관(250) 및 도관(246)을 통해 상단(242)으로 도입된다. 하단(240)으로부터 발생된 합성가와 기타 구성성분, 및 부가적인 석탄 및 CO₂는 함께 혼합되어 스팀, 차르, 메탄(CH₄) 및 기타 기상 탄화수소(C₂+, 또는 2개 이상의 탄소 원자를 갖는 탄화수소 분자를 포함)를 형성하는 발열 화학 반응을 형성한다. C₂+ 탄화수소 분자 및 CH₄ 일부는 스팀 및 CO₂와 반응하여 차르-적재된 고온의 합성가스 스트림을 형성한다. 상단(242)의 온도 범위는 CH₄의 형성을 용이하게 하며 C₂+ 탄화수소 분자의 형성을 경감시키도록 예정되어 있다.

[0036] 상단(242) 내에서의 (즉, 예열된 석탄과 합성가스 사이) 화학 반응의 하나 이상의 제조물은, CH₄, H₂, CO, CO₂ 및 적어도 일부 H₂S를 함유하는 고온의 사워 합성가스에 비말동반되어 있는 저-황 차르이다. 차르 중 황 함량은, 승온 및 승압에서 H₂ 및 스팀의 존재 하에 분쇄된 석탄과 합성가스를 반응시킴에 의해 최소 수준으로 유

지된다.

- [0037] 고온 사워 합성가스 스트림에 비말동반된 저-황 차르 및 액상 슬래그는 상단(242)으로부터 배출되고, 도관(256)을 통해 스크리빙 및 급냉 유닛(262)으로 수송된다. 차르 및 슬래그의 상당 부분은, 유닛(262)에서 상기 고온의 사워 합성가스 스트림으로부터 분리되고, 이로부터 배출된다. 차르 및 슬래그는 도관(260)을 통해 반응물로서의 사용 및 폐기를 위해 각각 하단(240)으로 수송된다.
- [0038] 또한 유닛(262)은 합성가스 스트림의 냉각을 용이하게 한다. 물은 도관(264)을 통해 합성가스 스트림으로 주입되어, 기화되며, 이 때 물의 기화 잠열과 관련된 열 에너지가 상기 고온의 사워 합성가스 스트림으로부터 제거되고, 상기 합성가스 스트림 온도는 약 900°C(1652°F)로 감소된다. 상기 고온의 사워 합성가스 스트림 내에 비말동반된 스팀은 약 0.8 내지 0.9의 건조 가스에 대한 스팀의 비로 후속적인 가스 전환 반응(후술됨)에서 사용된다.
- [0039] 상기 스팀-적재된 고온의 사워 합성가스 스트림은 유닛(262)으로부터 도관(268)을 통해 가스 전환 반응기(212)로 수송된다. 합성가스는 플레넘(270)으로 도입되며, 여기서 상기 합성가스는 사전결정된 분포 패턴으로 섹션(274) 내의 촉매 장치로 분포된다. 합성가스는 상기 촉매 장치 내에서 촉매를 통해 유통한다. 반응기(212)는 하기 반응식 1의 발열 화학 반응을 통해 합성가스 스트림 내 CO 및 H₂O(스팀 형태)로부터 CO₂ 및 H₂의 형성을 용이하게 한다.
- [0040] [반응식 1]
- [0041] $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$
- [0042] 발열 반응으로부터의 열은, 고온의 합성가스 스트림으로부터 섹션(274)의 열 전달부를 통해 보일러 공급수로 전달된다. 이로써, 반응기(212)로 수송되는 고온의 사워 합성가스 스트림은 사전결정된 온도로 냉각되고, 약 0.2 내지 0.5 미만의 스팀/건조 가스의 물 비 및 약 2.2 미만의 스팀/CO의 물 비로 CO₂ 및 H₂의 농도가 증가된 냉각된 사워 합성가스 스트림으로 전환된다. 그다음, 합성가스 스트림은 섹션(274)으로부터 배출구 플레넘(272)으로 수송되어, 반응기(212)에서 배출되며, 이 때 일부 공지된 물-가스 전환 반응기에서 전형적으로 발견되는 것보다 낮은 수 함량을 갖는다. 게다가, 일부 공지된 물-가스 전환 반응기가 온도 제어를 위한 스팀 첨가를 요구하기 때문에, 반응기(212)의 촉매 장치는 이러한 공지된 반응기에서 유사한 촉매 장치보다 약 35% 작게 배열될 수 있다. 또한, 전환 반응기(212)는 HRSG(142)에 의해 제조된 스팀을 사용하지 않기 때문에, 보다 많은 스팀이 터빈(132)에서 이용가능하다.
- [0043] 냉각된, 전환된 사워 합성가스 스트림은 반응기(212)로부터 도관(220)을 통해 열 전달 장치(276)로 수송된다. 합성가스 스트림 내의 부가적인 열은 보일러 공급수 공급원으로부터의 보일러 공급수 및 도관(288)을 통한 녀아웃 드림(284)으로부터의 응축물에 의해 제거된다.
- [0044] 추가로 냉각된, 전환된 사워 합성가스 스트림은 장치(276)로부터 도관(282)을 통해 트립 냉각기(280)로 수송된다. 트립 냉각기(280)는 합성가스 스트림으로부터의 잔류 기화 잠열의 적어도 일부의 제거를 용이하게 하여, 잔류 H₂O의 상당 부분이 응축되어, 녀아웃 드림(284)을 통해 합성가스 스트림으로부터 제거된다. 응축물 스트림(도시하지 않음)은 도관(288)을 통해 드림(284)으로부터 장치(276)로 수송된다.
- [0045] 상기 냉각된, 전환된 사워 합성가스 스트림은 트립 냉각기(280)로부터 도관(290)을 통해 AGRU(218)으로 수송된다. AGRU(218)은, 주로 반응기(212)로부터 수송된 합성가스 스트림으로부터 H₂S 및 CO₂의 제거를 용이하게 한다. 합성가스 스트림과 혼합된 H₂S는 AGRU(218) 내에서 선택적 용매와 접촉한다. 예시적인 실시양태에서, AGRU(218)에서 사용된 용매는 아민이다. 다르게는, 상기 용매는, 메탄올 및/또는 셀렉솔(등록상표)을 포함하지만, 이로써 한정되지는 않는다. 용매는 용매 도관(292)을 통해 AGRU(218)으로 수송된다. 농축된 H₂S 스트림은 도관(222)을 통해 AGRU(218)의 저부로부터 추가 회수 공정과 관련된 회수 유닛(도시하지 않음)으로 배출된다. 또한, 카본산 형태의 CO₂도 또한 유사한 방식으로 제거 및 폐기된다. 또한, 기상 CO₂는 AGRU(218) 내에서 수집되고, 도관(224)을 통해 반응기(208)로 수송된다.
- [0046] 스위트닝된 합성가스 스트림은 도관(228)을 통해 AGRU(218)으로부터 메탄화 반응기(226)로 수송된다. 스위트닝된 합성가스 스트림은 실질적으로 H₂S 및 CO₂를 포함하지 않고, 비례적으로 증가된 CH₄ 및 H₂ 농도를 갖는다. 또한 합성가스 스트림은 CO를 CH₄로 완전히 전환시키는 데 필요한 화학양론적 양의 H₂를 포함하며, 이는 H₂/CO

비로 3:1 이상이다. 예시적인 실시양태에서, 반응기(226)는 하기 반응식 2와 같은 발열 화학 반응을 용이하게 하기 위해 당업계에 공지된 1종 이상의 촉매를 사용한다.

[0047] [반응식 2]



[0049] 반응기(226) 중 H₂는 잔류 CO의 약 95% 이상을 CH₄로 전환시켜, 90체적% 초과 CH₄ 및 0.1체적% 미만의 CO를 함유하는 SNG 스트림이 도관(230)을 통해 연소실(122)로 수송되도록 한다.

[0050] 본원에 기재된 바와 같이 제조된 SNG는, 희석제의 필요성을 감소시키면서 가스 터빈(110) 내의 건조한 저 NO_x 연소실의 사용을 용이하게 한다. 게다가, 이러한 SNG 제조는 효율적 연소를 위해 거의 변형하지 않은 기존의 가스 터빈 모델의 사용을 용이하게 한다. 게다가, 이러한 SNG는 보다 높은 H₂ 농도를 갖는 연료에 비해 안전 마진(safety margin)을 증가시킨다.

[0051] 반응기(226) 내 발열 화학 반응에서 발생된 열은 도관(232)을 통해 HRSG(142)로 전달되어, 도관(146)을 통해 HRSG(142)로 수송되는 공급수의 비등을 용이하게 한다. 발생된 스팀은 도관(150)을 통해 터빈(132)으로 수송된다. 이러한 열 발생은 IGCC 플랜트(100)의 전체 효율을 개선시키는 장점을 갖는다. 게다가, 증가된 SNG 온도는 연소실(122) 내부의 연소 효율의 개선을 용이하게 한다. 예시적인 실시양태에서, 반응기(226) 및 도관(232)은 다관형 열 교환기와 같이 HRSG(142) 내부에 배열되어 있다. 다르게는, 도관(232), 반응기(226) 및 HRSG(142)는 본원에 기재된 IGCC 플랜트(100)의 작동을 용이하게 하는 임의의 배열을 갖는다.

[0052] 예시적인 실시양태에서, IGCC 플랜트(100)의 열 효율 증가가 용이해진다. 고압 보일러 공급수는 사전결정된 압력에서 열 전달 장치(276)로 수송되며, 이 때 열은 합성가스 스트림으로부터 보일러 공급수로 전달된다. 과냉각 보일러 공급수 스트림은 도관(145)을 통해 전환 반응기(212)로 수송된다. 과냉각 보일러 공급수의 온도는, 기존의 보일러 공급수 압력에서 실질적으로 포화된 온도까지 반응기(212) 내부에서 증가된다. 포화된 고압 보일러 공급수 스팀 스트림은 반응기(212)로부터 HRSG(142)로 수송되고, 이 때 포화된 보일러 공급수는 가열되어 고압 초가열된 스팀 스트림의 적어도 일부를 제조하며 이는 도관(150)을 통해 터빈(132)으로 수송된다. 다르게는, 포화된 고압 보일러 공급수 스팀 스트림은 반응기(212)로부터 반응기(226)로 수송되고, 이 때 포화된 보일러 공급수는 가열되어 고압 초가열된 스팀 스트림을 생성하며 이는 HRSG(142)과 도관(150)을 통해 또는 직접적으로 터빈(132)으로 수송된다.

[0053] 상기 논의된 예시적인 방법에 의해 열 효율을 증가시키면, 반응기(212)의 하류에서 전형적으로 사용되는 열 전달 장치 및 관련된 파이프 및 펌프를 제거함에 의해 자본 설비 및 건설 비용의 감소가 용이해진다. 온도 제어를 위한 HRSG(142)로부터 반응기(212)로의 스팀 수송 필요성을 제거하면, 전형적인 공지된 일부 가스화 시스템보다 열 회수 성분 유동을 약 35%, 응축물을 75% 절감하여, 전체 듀티(overall duty)를 약 50% 정도로 감소시키기 때문에, 하드웨어 요건의 감소를 용이하게 한다.

[0054] 게다가, 예시적인 실시양태에서, IGCC 플랜트(100)의 열 효율의 증가가 추가로 용이해진다. 트림 냉각기(280)를 통한 합성가스 스트림으로부터 제거된 응축물은 넉아웃 드림(284)으로 수송된다. 드림(284)으로부터, 상기 응축물은 도관(288)을 통해 열 전달 장치(276)로 수송된다. 응축물은, 합성가스 스트림과 보일러 공급수 간의 열 전달 작용 후에, 장치(276) 내부의 합성가스 스트림으로부터 열을 수용한다. 가열된 응축물은 도관(264)을 통해 스크러빙 및 급냉 유닛(262)으로 수송된다. 반응기(208)로부터 수송된 합성가스 스트림으로부터 고체 물질을 제거하기 위해 사용되는 가열된 응축물은, 스크러빙 및 급냉 작용 동안 합성가스 스트림으로부터의 열 제거를 경감시킨다. 그러므로, 반응기(212) 및 장치(276)로 수송된 합성가스 스트림 내의 잔류 열은 보일러 공급수를 가열하기 위해 사용되어, HRSG(142)에서의 과열된 고압 스팀 스트림의 제조를 용이하게 한다.

[0055] 본원에 기재된 대체 천연 가스 또는 SNG의 제조를 위한 방법 및 장치는 가스화 복합 발전형(IGCC) 발전 플랜트, 구체적으로 SNG 제조 시스템의 작동을 용이하게 한다. 구체적으로 본원에 기재된 IGCC 및 SNG 제조 시스템의 배열은, SNG 제조 공정에서의 발열 화학 반응으로부터의 열을 최적으로 발생 및 수집하는 것을 용이하게 하여, IGCC 플랜트 열 효율의 개선을 용이하게 한다. 보다 구체적으로, 물-가스 전환 반응기를 통해 따뜻한 보일러 공급수를 공급하면, 전환 반응기의 온도의 효과적 제어 방법이 제공된다. 게다가, 이러한 배열은 발전을 위한 과열된 고압 스팀 스트림의 형성을 용이하게 한다. 또한, 이러한 배열은, 이러한 물-가스 전환 반응기의 하류에서 전형적으로 사용되는 열 전달 장치 및 관련된 파이프 및 펌프를 제거함으로써 IGCC 및 SNG 제조 시스템의 건설과 관련된 자본 및 노동 비용의 감소를 용이하게 한다.

[0056]

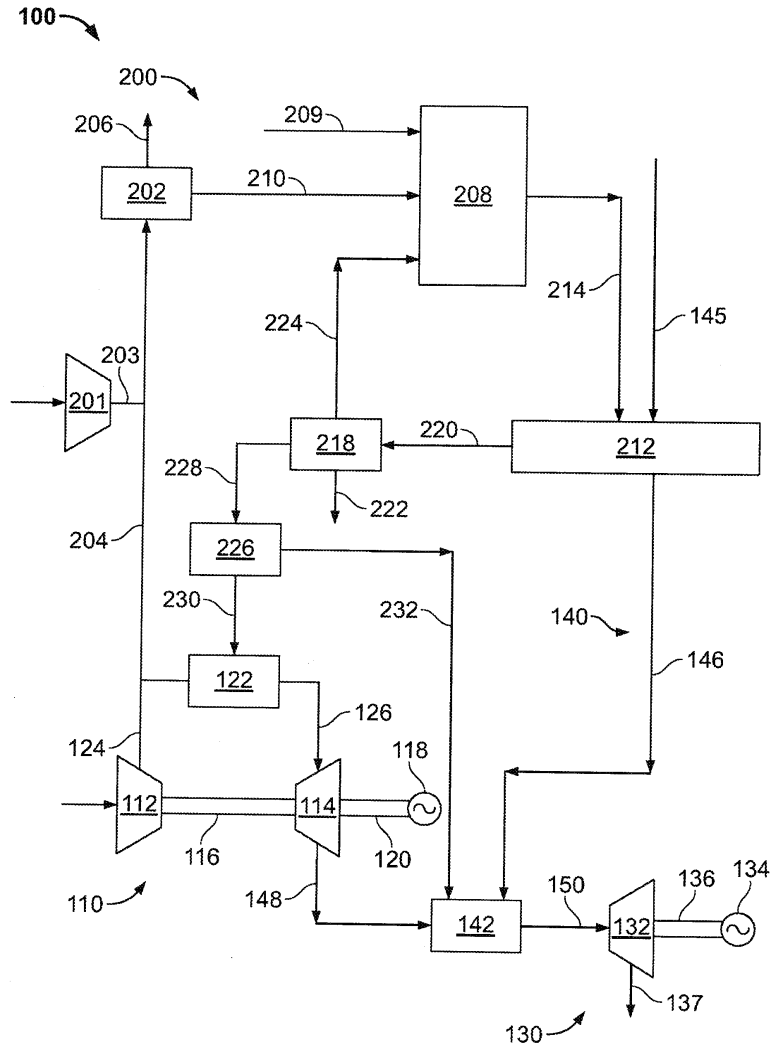
IGCC 플랜트와 관련된 SNG 제조의 예시적인 실시양태는 상기에 상세하게 기재되어 있다. 본 방법, 장치 및 시스템은, 본원에 기재된 구체적인 실시양태와 예시된 특정 IGCC 플랜트에 한정되지 않는다.

[0057]

본 발명이 다양한 구체적인 실시양태의 관점에서 기재되었지만, 당업자는 본 발명을 청구범위의 진의 및 범위 내에서 변형하면서 실시할 수 있음을 인식할 것이다.

도면

도면1



도면2

