



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월01일
 (11) 등록번호 10-1644760
 (24) 등록일자 2016년07월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10J 3/48 (2006.01) *C10K 1/02* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C10J 3/485 (2013.01)
C10K 1/024 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7001909
- (22) 출원일자(국제) 2013년06월26일
 심사청구일자 2015년01월23일
- (85) 번역문제출일자 2015년01월23일
- (65) 공개번호 10-2015-0023873
- (43) 공개일자 2015년03월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/047851
- (87) 국제공개번호 WO 2014/004646
 국제공개일자 2014년01월03일
- (30) 우선권주장
 61/664,415 2012년06월26일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20100037518 A1
 KR1020120004979 A
 KR1020110103391 A
 US4872886 A

- (73) 특허권자
루머스 테크놀로지 인코포레이티드
 미국 뉴저지 07003 블룸필드 브로드 스트리트 1515
- (72) 발명자
키일러 클리프튼 지
 미국 텍사스주 77379 스프링 포스트 오크 할로우 17131
윌리엄즈 캔셀러 엘
 미국 텍사스주 77494 카터 샌디 아버 라인 26607
부스타만테 이반 오
 미국 텍사스주 77407 리치몬드 채텀 레이크 라인 7011
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 18 항

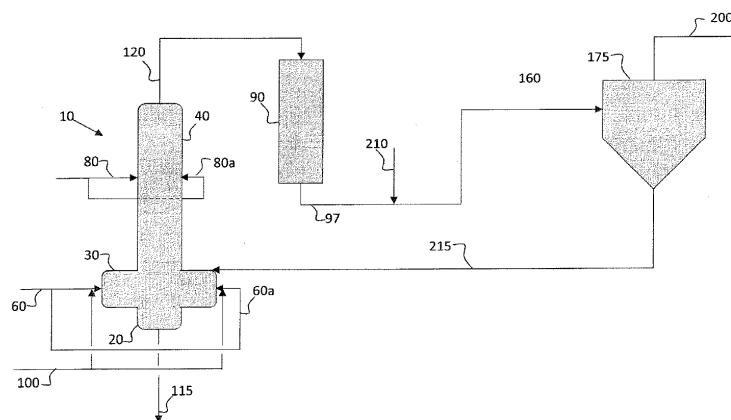
심사관 : 이영완

(54) 발명의 명칭 **이중 퀴치에 의한 2단 가스화 방법**

(57) 요약

제1 화학적 퀴치에 이어서 생성된 신가스의 제2 물 퀴치를 구현함으로써 효율을 유지하면서, 설계의 비용 및 복잡성을 감소시키고 신뢰성을 증가시키는 개량된 2단 혼입류 가스화 시스템 및 프로세스이다. 퀴치된 신가스는 신가스의 적어도 하나의 응축 가능 성분의 응축 온도를 초과하여 유지되어, 잔류 미립자가 건조 미립자 여과에 의해 제거되게 한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

2단 비축매 가스화 방법으로서,

(a) 2단 가스화 반응기의 반응기 하부 섹션 내로 미립자 탄소질 공급원료를 도입하고, 반응기 하부 섹션에서 산소 함유 가스, 스팀 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 산소 공급물을 포함하는 가스 스트림을 사용하여 미립자 탄소질 공급원료를 부분적으로 연소시키며, 이에 의해 열을 방출하고 합성 가스와 용융 슬래그를 포함하는 제1 생성물 스트림을 형성하는 단계;

(b) 단계 (a)의 합성 가스를 2단 가스화 반응기의 반응기 상부 섹션 내로 보내고, 반응기 상부 섹션에서 액체 캐리어 내의 미립자 탄소질 공급원료의 슬러리를 포함하는 스트림과 접촉시키며, 이에 의해 신가스(syngas)와 재 및 목탄을 포함하는 고체를 포함하는 제2 생성물 스트림을 형성하는 단계;

(c) 상기 제2 생성물 스트림을 1500°F 초과 온도로 유지된 반응기로 보내는 단계로서, 상기 신가스는 상기 신가스 내에 존재하는 휘발성 타르를 열적으로 붕괴시키기에 충분한 시간 동안 상기 반응기 내에 체류하고, 이에 의해 생성물 신가스를 생성하는 것인 단계;

(d) 물 스트림을 도입하여 상기 생성물 신가스와 접촉시키고, 이에 의해 스팀 및 냉각 가습된 신가스를 생성하는 단계로서, 냉각 가습된 신가스의 온도는 스팀의 응축점보다 높지만 1200°F 미만으로 유지되는 것인 단계; 및

(e) 냉각 가습된 신가스를 미립자 필터링 장치를 통과하도록 지향시키는 것에 의해 상기 냉각 가습된 신가스로부터 잔류 고체, 미세물 및 미립자를 제거하고, 이에 의해 미립자가 없는 신가스를 생성하는 단계

를 포함하는 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 적어도 하나의 촉매를 포함하는 시프트 반응기로 저-미립자 신가스를 안내하고 상기 단계 (e)의 미립자가 없는 신가스 내에 존재하는 일산화탄소의 적어도 일부를 상기 단계 (d)에서 생성된 스팀 및 상기 시프트 반응기 내로 또는 상기 시프트 반응기로부터 바로 상류로의 물의 주입에 의해 생성된 추가의 스팀과 반응시키고, 이에 의해 추가의 이산화탄소 및 수소를 포함하는 시프트된 신가스를 생성하는 단계를 더 포함하는 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 냉각 가습된 신가스의 온도는 상기 냉각 가습된 신가스의 하나 이상의 성분의 응축을 방지하기에 충분하고, 상기 하나 이상의 성분의 응축은 이들 성분이 상기 단계 (e)의 미립자 필터링 장치 상에 침착되게 하는 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 하나 이상의 성분은 물, 재 구성물, 및 잔류 휘발성 타르로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 단계 (d)의 물 스트림은 보일러 공급수보다 적은 양인 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 단계 (e)의 잔류 고체, 미세물 및 미립자는 반응기 하부 섹션으로 복귀되는 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 단계 (e)의 냉각 가습된 신가스의 온도는 550°F 내지 1200°F인 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 단계 (e)의 냉각 가습된 신가스의 온도는 600°F 내지 1100°F인 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 단계 (e)의 냉각 가습된 신가스의 온도는 450°F 내지 1000°F인 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 단계 (e)의 냉각 가습된 신가스의 온도는 550°F 내지 950°F인 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 단계 (e)의 냉각 가습된 신가스의 온도는 600°F 내지 950°F인 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 미립자가 없는 신가스로부터 이산화탄소를 회수하는 단계를 더 포함하는 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 13

제2항에 있어서, 상기 시프트된 신가스의 적어도 일부는 화학물 또는 연료 제조 프로세스를 위한 공급원료로서 사용되는 것인 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 14

제2항에 있어서, 상기 시프트된 신가스로부터 이산화탄소를 회수하는 단계를 더 포함하는 2단 비축매 가스화 방법.

청구항 15

미립자 탄소질 공급원료의 2단 가스화를 위한 시스템으로서,

(a) 100 psig 초과와 2000°F 초과에서 작동하도록 된 반응기 상부 섹션 및 반응기 하부 섹션을 포함하는 가스화 반응기로서, 상기 반응기 하부 섹션은 미립자 탄소질 공급원료 및 산소 함유 가스 또는 스팀을 도입하고 그 내부에서 부분적으로 연소시켜 혼합물 생성물을 형성하도록 되어 있고, 상기 가스화 반응기는 상기 반응기 하부 섹션으로부터 상기 반응기 상부 섹션으로 혼합물 생성물을 이송하도록 되어 있으며, 상기 반응기 상부 섹션은 액체 캐리어 내에 추가의 미립자 탄소질 공급원료를 도입하고 혼합물 생성물과 조합하여 신가스, 목탄, 재 및 휘발성 타르를 포함하는 생성물 스트림을 흡열식으로 생성하도록 되어 있는 것인, 가스화 반응기;

(b) 상기 가스화 반응기로부터 하류에 위치한 체류 용기로서, 상기 체류 용기는 생성물 스트림을 수용하고 100 psig 초과와 1500°F 초과에서 작동하도록 되어 있고, 상기 체류 용기는 미립자 감소 신가스 내에 존재하는 휘발성 타르의 열적 붕괴를 허용하여, 신가스를 생성하기 위해 체류 용기를 통과하여 이송되는 생성물 스트림을 위한 충분한 체류 시간을 제공하도록 되어 있는 것인, 체류 용기;

(c) 상기 체류 용기로부터 바로 하류에 위치되고 상기 체류 용기에 연결된 적어도 하나의 입구를 포함하는 도관으로서, 상기 적어도 하나의 입구는 상기 단계 (b)에서 생성된 신가스를 수용하고, 물을 포함하는 퀀치 매체를 도입하여, 도관을 통해 이송된 신가스와 혼합하도록 되어 있는 것인, 도관; 및

(d) 상기 도관으로부터 바로 하류에 위치되고 상기 도관에 연결된 미립자 필터링 장치로서, 상기 미립자 필터링 장치는 550°F 내지 1200°F의 범위의 냉각 가습된 신가스를 수용하고, 미립자 필터링 장치를 통과하는 냉각 가습

된 신가스로부터 잔류 고체, 미세물 및 미립자를 제거하고, 이에 의해 미립자가 없는 신가스를 생성하도록 되어 있는 것인, 미립자 필터링 장치

를 포함하는 미립자 탄소질 공급원료의 2단 가스화를 위한 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 미립자 필터링 장치로부터 하류에 위치되고 상기 미립자 필터링 장치에 연결된 시프트 반응기를 더 포함하며, 상기 시프트 반응기는 촉매를 포함하고 400°F 내지 900°F의 범위의 온도에서 작동하도록 되어 있으며, 상기 시프트 반응기는 시프트 반응기를 통과하는 미립자가 없는 신가스 내에 존재하는 스팀과 일산화탄소를 반응시키고, 이에 의해 시프트된 신가스를 생성하도록 되어 있는 것인 미립자 탄소질 공급원료의 2 단 가스화를 위한 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 미립자가 없는 시프트된 신가스로부터 이산화탄소를 회수하기 위한 회수 장치를 더 포함 하고, 상기 회수 장치는 상기 시프트 반응기로부터 하류측에 위치되는 것인 미립자 탄소질 공급원료의 2단 가스 화를 위한 시스템.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 (d)의 미립자 필터링 장치는 최대 1200°F의 범위의 온도에서 작동하도록 된 요소를 포함 하는 캔들 필터(candle filter)인 것인 미립자 탄소질 공급원료의 2단 가스화를 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄소질 공급원료(carbonaceous feedstock)를 합성 가스와 같은 바람직한 기체 생성물로 변환하는 가스화 시스템(gasification system) 및 프로세스에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 2단 혼입류(entrained-flow) 가스화 시스템의 효율을 유지하면서 설계의 비용 및 복잡성을 감소시키고 신뢰성을 증가시키는 개량된 시스템 및 프로세스에 관한 것이다. 이는 화학적 퀀치(quenck)에 이어서 원료 신가스(raw syngas)의 제2 퀀치를 구현함으로써 성취된다.

배경 기술

[0002] 본 발명은 탄소질 물질과 같은 일반적으로 고체 공급원료를 합성 가스와 같은 바람직한 기체 생성물로 변환하기 위한 가스화 시스템 및 프로세스에 관한 것이다. 가스화 프로세스는 석탄, 석유 코크스 및 석유 잔류물과 같은 고체 또는 액체 공급원료를 합성 가스로 변환하는 데 널리 사용된다. 합성 가스(또는 신가스)는 주로 수소 가스와 일산화탄소를 포함하고, 전력 발생을 위해, 뿐만 아니라 메탄올, 암모니아, 합성 천연 가스 및 합성 수송 연료(transportation fuel)를 포함하는 화학물을 생성하기 위한 공급원료의 모두를 위해 사용된다.

[0003] 탄소질 물질의 가스화를 위해 존재하는 3개의 기본 유형의 프로세스는: (1) 고정상(fixed-bed) 가스화, (2) 유동상(fluidized-bed) 가스화 및 (3) 현탁/혼입 가스화를 포함한다. 현재 사용되는 대부분의 진보된 가스화 프로세스는 현탁 또는 혼입 가스화를 이용한다. 본 발명은 탄소질 물질을 가스화하기 위한 혼입 가스화 시스템 및 프로세스에 관한 것이다.

[0004] 현탁/혼입 가스화는 공급원료 진입을 위한 1개 또는 2개의 스테이지를 갖는 것으로서 또한 정의될 수도 있다. 모든 가스화 반응기 디자인은 탄소질 공급원료와 산화제가 공급되고 부분적으로 연소되어 합성 가스 및 슬래그(slag)를 포함하는 생성물을 생성하는 제1 반응기 스테이지를 포함한다. 결과적인 원료 신가스는 일반적으로 잔류 레벨의 휘발성 타르(tar)만을 포함한다. 이들 1단 가스화 프로세스를 나오는 원료 신가스는 종종 2500°F 초과에 있고, 가스 내의 많은 현열(sensible heat)이 추가의 세척 또는 사용 전에 제거되는 것을 요구한다. 이는 통상적으로 고온 열 회수 유닛(high temperature heat recovery unit: HTHRU) 내의 열교환에 의해, 냉각 신가스에 의한 퀀치에 의해 또는 직접 물 퀀치에 의해 성취된다.

[0005] 특정 2단 가스화 프로세스에서, 대안적인 화학적 퀀치가 신가스의 발열량(heating value)을 증가시키는 동시에 원료 신가스로부터 열을 회수하는 데 이용된다. 이 화학적 퀀치는 제2 가스화 스테이지를 포함하고, 여기서 탄소질 공급원료의 제2 부분은 제1 스테이지에서 생성된 원료 신가스 혼합물과 저산소 환경에서 반응한다. 제1

스테이지에 발생된 열은 제2 스테이지에서 흡열 화학 반응을 구동하여 공급원료의 이 제2 부분으로부터 부가의 신가스를 생성한다. 물을 갖는 슬러리로서 반응기에 공급원료의 제2 부분을 공급하는 것은 원료 신가스의 온도를 더 쿨시키는 역할을 하면서 생성물 신가스의 발열량을 증가시키고, 이에 의해 고온 열 회수 유닛(HTHRU) 내에서 이후에 회수되어야 하는 열의 양을 감소시키는 것을 또한 보조한다. 이러한 2단 가스화 프로세스의 단점은 이들이 종종 1단 프로세스에 대해 원료 신가스 내에 더 높은 레벨의 휘발성 타르를 생성한다는 것이다. 이들 타르는 환경으로의 유해한 배기물, 뿐만 아니라 하류측 신가스 처리 장비(HTHRU를 포함함)의 오염을 방지하도록 제거되어야 한다. 이러한 타르를 제거하는 데 이용되어 온 하나의 해결책은 타르가 더 적은 탄화수소 화합물로 열적으로 "분해(cracking)"하게 하기 위한 충분한 고온 체류 시간을 허용하는 체류 용기를 통해 원료 신가스를 먼저 유도하는 것이다.

[0006] 전술된 바와 같이, 전체 가스화 프로세스 효율을 증가시키기 위해, 1단 및 2단 가스화 프로세스의 모두에서 생성된 원료 신가스 내의 현열은 종종 하나 이상의 HTHRU를 사용하여 회수된다. 그러나, 이들 유닛은 구성 및 설치에 비용이 많이 들고, 오염을 관리하기 위해 규칙적인 유지보수를 요구한다. 비용을 감소시키기 위해, 1단 가스화 시스템의 몇몇 제조업자들은 HTHRU의 제거를 허용하기 위한 수단으로서 이들의 1단 반응기 내에서 생성된 원료 신가스의 완전한 물 쿨치를 대안적으로 구현하였다. 그러나, 중간 물 쿨치를 구현하는 것은 제2 스테이지 내에 첨가된 슬러리화된 공급원료의 열분해 중에 생성된 잔류 타르를 제거할 필요성에 의해 2단 가스화 시스템 내에서 배제된다. 이들 타르의 열적 분해는 약 1500°F 초과 온도도를 요구한다. 부가적으로, 원료 신가스를 완전히 물 쿨시키는 것은 환경 오염을 방지하기 위해 고가의 세척 프로세스를 요구하는 오염된 "블랙 워터(black water)"를 생성하고, 종종 쿨된 원료 신가스가 신가스의 추가의 세척 및 물-가스 시프팅에 앞서 재가열되어 수소 함량을 증가시키는 것을 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 동시에 1) 효율을 유지하면서 이러한 시스템을 구성하고 설치하는 데 요구되는 비용을 감소시키고, 이에 의해 운용 비용을 감소시키며, 2) 생성된 신가스 내에서 거의 제로 레벨의 타르를 유지하고, 3) 프로세스 스텝, 고가의 보일러 공급수 또는 완전 침지 쿨치에 의존하지 않고 물-가스 시프팅을 위한 준비 시에 신가스를 가습하고, 4) 전체 시스템 신뢰성을 증가시켜, 이에 의해 비가동 시간을 감소시킬 수 있는 2단 가스화 시스템 및 프로세스에 대한 개량이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 명세서에 개시된 프로세스 및 시스템은 미립자 탄소질 물질의 가스화에 의해 생성된 고온 신가스의 특유한 2단 쿨치를 제공한다. 제1 쿨치는 주로 화학적 쿨치이고, 제1 반응 구역 내에서 전개된 열은 제2 반응 구역 내에서 주로 흡열 탈휘발 및 열분해 반응을 거쳐 탄소질 공급원료의 부가의 부분을 가스화하는 데 이용된다. 제2 쿨치는 잔류 타르(제1 쿨치 중에 생성됨)가 열적으로 분해(또는 붕괴)된 후에 수행되어, 이에 의해 이들 타르가 하류측 프로세스 장비를 오염시키거나 독성 배기물을 생성하는 것을 방지한다.

[0009] 제2 쿨치 후에, 잔류 고체, 미세물(fines) 및 미립자는 냉각된 신가스 내에 존재하는 적어도 하나의 성분의 응축을 방지하기 위해 충분한 온도에서 미립자 필터링 장치를 통해 신가스를 이송함으로써 냉각 가습된 신가스로부터 제거되어, 이에 의해 미립자 필터링 장치의 표면 상의 적어도 하나의 성분의 침착을 방지한다. 적어도 하나의 성분은 예를 들어 물, 잔류 휘발성 타르, 또는 하나 이상의 재(ash) 구성물질일 수도 있다.

[0010] 특정 실시예는 (a) 반응기 상부 섹션 및 반응기 하부 섹션을 포함하는 2단 가스화 반응기를 마련하는 단계; (b) 반응기 하부 섹션 내로 미립자 탄소질 공급원료를 도입하고, 산소 함유 가스, 스팀 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택된 산소 공급물을 포함하는 가스 스트림을 사용하여 미립자 탄소질 공급원료를 부분적으로 연소시키며, 이에 의해 열을 방출하고 합성 가스와 용융 슬래그를 포함하는 제1 생성물 스트림을 형성하는 단계; (c) 단계 (b)의 합성 가스를 반응기 상부 섹션 내로 보내고, 액체 캐리어 내의 미립자 탄소질 공급원료의 슬러리를 포함하는 스트림과 접촉시키며, 이에 의해 신가스를 포함하는 제2 생성물 스트림 및 재 및 목탄(char)을 포함하는 고체를 형성하는 단계; (d) 제2 생성물 스트림을 약 1500°F 초과 온도도로 유지된 반응기로 보내는 단계로서, 신가스는 신가스 내에 존재하는 휘발성 타르를 열적으로 붕괴시키기에 충분한 시간 동안 반응기 내에 체류하고, 이에 의해 거의 제로 타르 신가스를 포함하는 생성물을 생성하는 것인 단계; (e) 물 스트림을 도입하고 거의 제로 타르 신가스와 접촉시키고, 이에 의해 스팀 및 냉각 가습된 신가스를 생성하는 단계로서,

냉각 가습된 신가스의 온도는 스팀의 응축점보다 높지만 약 1200°F 미만으로 유지되는 것인 단계; (f) 냉각 가습된 신가스를 미립자 필터링 장치를 통과하도록 지향시키는 것에 의해 냉각 가습된 신가스로부터 잔류 고체, 미세물 및 미립자를 제거하고, 이에 의해 저-미립자 신가스를 생성하는 단계를 포함하는 2단 비축매 가스화 프로세스를 포함한다.

[0011] 선택적으로, 본 발명의 프로세스는 반응기로 저-미립자 신가스를 안내하고 축매의 존재 하에서 신가스 내에 존재하는 일산화탄소의 적어도 일부와 단계 (e)에서 생성된 스팀을 반응시켜 이산화탄소와 수소 가스를 생성하고, 이에 의해 시프트된 신가스를 생성하는 단계를 추가로 포함할 수도 있다.

[0012] 특정 실시예는 미립자 탄소질 공급원료의 2단 가스화를 위한 시스템을 포함하고, 시스템은 (a) 약 100 psig 초과 압력 및 약 2000°F 초과 온도에서 작동하도록 된 반응기 상부 섹션 및 반응기 하부 섹션을 포함하는 가스화 반응기로서, 반응기 하부 섹션은 미립자 탄소질 공급원료 및 산소 함유 가스 또는 스팀을 도입하고 그 내부에서 부분적으로 연소하여 혼합물 생성물을 형성하도록 되어 있고, 가스화 반응기는 하부 반응기 섹션으로부터 상부 반응기 섹션으로 혼합물 생성물을 이송하도록 되어 있으며, 반응기 상부 섹션은 액체 캐리어 내에 추가의 미립자 탄소질 공급원료를 도입하고 혼합물 생성물과 조합하여 신가스, 목탄, 재 및 휘발성 타르를 포함하는 생성물 스트림을 흡열식으로 생성하도록 되어 있는 가스화 반응기; (b) 가스화 반응기로부터 하류에 위치되고 생성물 스트림을 수용하며 약 100 psig 초과 압력 및 약 1500°F 초과 온도에서 작동하도록 되어 있고, 미립자 감소 신가스 내에 존재하는 대부분의 휘발성 타르의 열적 붕괴를 허용하도록 그를 통해 이송되는 생성물 스트림을 위해 충분한 체류 시간을 제공하도록 되어 있는 체류 용기; (c) 체류 용기로부터 바로 하류에 위치되고 체류 용기에 연결된 적어도 하나의 입구를 포함하는 도관으로서, 적어도 하나의 입구는 물 스트림을 도입하고 물 스트림을 도관을 통해 이송된 미립자 감소 신가스와 혼합하도록 된 것인 도관; (d) 도관으로부터 바로 하류에 위치되고 도관에 연결된 미립자 필터링 장치로서, 미립자 필터링 장치는 미립자 필터링 장치를 통과하는 미립자 감소 신가스로부터 잔류 고체, 미세물 및 미립자를 제거하고, 이에 의해 미립자가 없는 신가스를 생성하도록 되어 있는 것인 미립자 필터링 장치를 포함한다.

[0013] 선택적으로, 특정 실시예는 미립자 필터링 장치로부터 하류에 위치되고 미립자 필터링 장치에 연결된 물 가스 시프트 반응기를 더 포함하고, 시프트 반응기는 축매를 포함하고 약 400°F 내지 900°F의 범위의 온도에서 작동하도록 그리고 시프트 반응기를 통과하는 미립자가 없는 신가스 내에 존재하는 일산화탄소와 스팀을 반응시키고, 이에 의해 미립자가 없는 시프트된 신가스를 생성하도록 되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명 및 본 발명의 이익에 관한 보다 완전한 이해는 첨부 도면과 연계되는 이하의 설명을 참조함으로써 얻어질 수도 있다.

도 1은 종래의 2단 가스화 시스템의 흐름도이다.

도 2는 본 개시의 실시예의 간단화된 개략도이다.

본 발명은 다양한 변형에 및 대안적인 형태가 가능하고, 그 특정 실시예가 도면에 예로서 도시되어 있다. 도면은 실제 축적대로 도시되어 있지 않을 수도 있다. 도면 및 이들의 수반하는 상세한 설명은 본 발명의 범주를 개시된 특정 형태에 한정하도록 의도된 것은 아니고, 첨부된 청구범위에 의해 규정된 바와 같은 본 발명의 사상 및 범주 내에 있는 모든 변형에, 등가물 및 대안을 커버하고자하는 의도라는 것이 이해되어야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 명세서에 제공된 개시는 2단 비축매형 가스화 프로세스 및 시스템에 관한 것으로서, 여기서 제1 양의 탄소질 공급원료는 제1 스테이지 내에서 부분적으로 연소되어, 이어서 제2 스테이지에 이송될 혼합물 생성물(신가스를 포함함)을 형성하여 저산소 환경에서 제2 양의 공급원료와 접촉되게 한다. 이 제2 스테이지는 제2 스테이지에서 추가의 신가스를 생성하도록 제1 스테이지에서의 연소로부터 발생된 열의 일부를 사용할 뿐만 아니라, 1단 가스화 프로세스에 비해 원료 신가스 내의 더 높은 레벨의 휘발성 타르를 생성한다.

[0016] 가스화 프로세스의 상세는 당 기술 분야에 잘 알려져 있고, 따라서 본 발명을 완전히 개시하도록 요구된 상세만이 본 명세서에 상술된다. 특정 실시예에서, 본 발명은 US4872886A호, US7959829B2호 및 US8088188B2호 및 US8211191B2호, 뿐만 아니라 미국 특허 출원 공개 US2010/0251614A1호, US2010/0181537A1호 및 US2010/0037518A1호의 개시에 따라 구성되고, 이들 문헌은 참조에 의해 전체가 본 명세서에 포함되어 있다.

- [0017] 본 발명의 개시를 더 양호하게 구별하기 위해, 제1 및 제2 반응 구역(도 1에 도시되어 있음)을 포함하는 종래의 2단 가스화 반응기 시스템을 먼저 참조한다. 반응기 하부 섹션(30)은 제1 반응 구역을 형성하고, 반응기 상부 섹션(40)은 제2 반응 구역을 형성한다. 반응기(10)의 미점화 반응기 상부 섹션(40)은 제1 반응 구역의 혼합물 생성물이 반응기 하부 섹션(30)으로부터 반응기 상부 섹션(40)의 제2 반응 구역으로 직접 이송되도록 반응기(10)의 미연소 반응기 하부 섹션(30)에 직접 부착된다.
- [0018] 이 종래의 가스화 반응기 구성 및 프로세스(도 1)에서, 가스화 반응기(10)의 반응기 상부 섹션(40)을 떠나는 생성물 스트림(120)은 미반응 휘발성 타르의 열적 붕괴/분해를 위한 체류 용기(90)로 안내된다. 도관(97)을 통해 체류 용기(90)를 나올 때, 신가스는 동시에 고온 포화 스팀을 생성하면서 추가의 냉각을 위해 고온 열 회수 유닛(HTHRU)(130)에 진입한다. HTHRU에서, 신가스는 약 600 내지 800°F의 온도로 냉각된다. 보일러의 외피측(shell-side)에는 고압 보일러 공급수(160)가 공급되고, 포화 스팀은 일련의 라이저(riser)(145)를 통해 보일러 외피측을 나온다. HTHRU를 나올 때, 냉각된 신가스는, 잔류 목탄 및 재를 제거하고 미립자가 없는 신가스(200)를 생성하기 위해 미립자 필터링 장치(175)를 통과한다.
- [0019] 본 개시의 특정 실시예는 미립자 탄소질 공급원료의 2단 가스화를 위한 시스템을 또한 포함한다. 도 2는 실시예를 더 상세히 도시하고 있다. 2단 가스화 프로세스를 통해 원료 신가스를 생성하는 가스화 반응기 시스템이 도시되어 있다. 반응기는 통상적으로 약 100 psig 초과와 약 2000°F 초과와 온도에서 작동하도록 되어 있지만, 압력은 1200 psig 정도일 수 있고 작동 온도는 최대 약 3000°F일 수도 있다. 반응기 하부 섹션은 미립자 탄소질 공급원료 및 산소 함유 가스 또는 스팀을 도입하는 것이 가능한 적어도 2개의 장치를 포함한다. 이러한 장치는 예를 들어 당 기술 분야의 숙련자들에게 친숙한 바와 같은 분산 장치일 수도 있다.
- [0020] 도 1에 도시되어 있는 시스템 및 프로세스와 유사하게, 가스화 반응기는 하부 반응기 섹션(30)으로부터 상부 반응기 섹션(40)으로 혼합물 생성물을 이송하도록 되어 있고, 또한 하나 이상의 입구(80 및/또는 80a)를 통해 액체 캐리어(carrier) 내에 미립자 탄소질 공급원료의 제2 공급물을 도입하도록 되어 있다. 이러한 입구는 반응기 하부 섹션에 사용되는 것과 같은 분산 장치 또는 간단한 공급 튜브일 수도 있다. 제2 공급물은 제1 반응 구역(30)으로부터 발생하는 혼합물 생성물과 접촉하고 혼합되어 신가스, 목탄, 재 및 휘발성 타르를 포함하는 제2 생성물 스트림을 생성한다. 반응기 상부 섹션은 반응기 상부 섹션(40)으로부터 체류 용기(90)로 제2 생성물 스트림을 이송하기 위한 출구 및 도관(120)을 추가로 포함한다.
- [0021] 체류 용기(90)는 반응기 상부 섹션(40)으로부터 생성물 스트림(120)을 수용하고 체류 용기를 통과하는 원료 가스 스트림 내에 존재하는 미반응 휘발성 타르의 열적 붕괴/분해를 위해 약 1500°F를 초과하는 온도에서의 충분한 체류 시간을 제공하도록 되어 있다. 특정 실시예에서, 체류 용기는 타르의 파괴를 촉진시키는 것이 가능한 하나 이상의 촉매, 잔류 타르를 흡착하는 것이 가능한 하나 이상의 흡착제 또는 양자 모두를 포함하는 반응기에 의해 대체될 수도 있다. 체류 용기(90)를 떠나는 신가스는 무시할만한 레벨의 타르를 포함하고, 따라서 이하에 "거의 제로 타르 신가스"라 명명한다. 체류 용기(90)는 가스화 반응기(10) 내에서 이용된 압력들과 유사한 작동 압력을 견디도록 설계된다.
- [0022] 도 2에 도시되어 있는 실시예에서, 도관(97)은 체류 용기(90) 출구로부터 미립자 필터링 장치(175)로 거의 제로 타르 신가스를 직접 이송한다. 물과 같은 퀴치 매체가 이 연결 도관(97) 상에 배치된 적어도 하나의 입구(210)를 통해 도입된다. 입구(210)는 압축 시스템 내로의 퀴치 매체의 통과를 허용하는 임의의 구성을 가질 수도 있다. 특정 실시예에서, 입구(210)는 물 시스템을 도입하고 도관(97)을 통해 이송된 미립자 감소 신가스와 수증기를 혼합하도록 되어 있다. 이러한 기능을 수행할 수 있고 당 기술 분야의 숙련자에 의해 구현될 수 있는 스프레이 노즐 및 분산 장치가 상업적으로 이용 가능하다.
- [0023] 퀴치 매체는 체류 용기(90)를 나오고 도관(97)을 거쳐 미립자 필터링 장치(175)로 이송된 후에 거의 제로 타르 신가스에 접촉한다. 퀴치 매체와 거의 제로 타르 신가스 간의 직접 접촉은, 증발하도록 퀴치 매체를 증기로 플래시함으로써 퀴치 매체의 증발 잠열(latent heat)을 이용하여, 이에 의해 약 550°F 내지 약 1200°F의 범위의 온도를 갖는 냉각 가습된 신가스를 생성한다. 특정 실시예에서, 냉각 가습된 신가스의 온도는 약 600°F 내지 약 1100°F이다. 특정 실시예에서, 냉각 가습된 신가스의 온도는 약 450°F 내지 약 1000°F이다. 특정 실시예에서, 냉각 가습된 신가스의 온도는 약 550°F 내지 약 950°F이다. 특정 실시예에서, 냉각 가습된 신가스의 온도는 약 600°F 내지 약 950°F이다.
- [0024] 도 2를 더 참조하면, 2단 가스화 시스템 내의 가스화 프로세스는, 미립자 탄소질 공급원료(60 및/또는 60a)가 산소 함유 가스(100)를 포함하는 가스 스트림 및/또는 스팀과 혼합되고 미립자 고체 탄소질 공급원료의 제1 부분이 스팀, 수소, 일산화탄소, 이산화탄소, 메탄 및 재와 같은 혼합된 미립자를 포함하는 제1 혼합물로 변환될

때, 제1 반응 구역[또는 반응기 하부 섹션(30)] 내에서 시작한다(표 1 참조). 재는 탄소질 공급원료의 불연성 광물 함량을 포함한다. 반응기 하부 섹션(30)의 온도는 재의 용점보다 높게 유지되고, 이는 재가 용융되고 응집되어 슬래그로서 공지된 점성 액체를 형성하게 한다. 슬래그는 제1 반응 구역의 저부로 낙하하고, 탭 구멍(20)을 통해 슬래그 퀀치 챔버(도시 생략) 내로 유동하고, 여기서 물 퀀치되어 슬래그 처리 및 최종 폐기를 위한 출구(115)를 통과하도록 지향된다.

[0025] 반응 하부 섹션(30) 내에서 발생하는 발열 연소 반응은 온도를 2000°F 내지 3000°F로 상승시킨다. 이 열은 제2 반응 구역(40)(또는 반응기 상부 섹션)으로 상향으로 운반되고, 입구(80 및/또는 80a)를 거쳐 제2 반응 구역(40) 내로 도입된 액체 캐리어 내의 미립자 고체 탄소질 공급원료의 제2 부분의 흡열 탈휘발 및 열분해, 또는 선택적으로 건조를 위한 열을 제공한다.

[0026] 제2 반응 구역(40)에서의 물리적 조건은 탄소질 공급원료의 급속 가열을 보장하도록 제어된다. 탄소질 공급원료는 반응기 상부 섹션(40)에 진입할 때, 제1 반응 구역(도시 생략)으로부터 발생하는 고온 제1 생성물 스트림과 접촉하게 된다. 공급원료는 액체 캐리어가 증발할 때에 건조되고, 공급원료의 일부는 탄소 스팀 반응($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$)과 같은 흡열 반응을 거쳐 가스화되어 신가스과 재 및 탈휘발된 탄소(목탄)를 포함하는 고체를 포함하는 제2 생성물 스트림을 생성한다. 특정 실시예에서, 제2 생성물 스트림은 건조된 미반응 공급원료를 추가로 포함할 수도 있다.

[0027] 도 2를 더 참조하면, 도관(120)을 통해 가스화 반응기(10)의 반응기 상부 섹션(40)을 나오는 제2 생성물 스트림은 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 수소(H₂), 물(H₂O), 메탄(CH₄), 재, 목탄 및 질소(N₂)를 주로 포함한다.

표 1은 E-Gas™ 구성(Lummus Technology Inc.에 의해 소유됨)의 종래의 2단 슬러리-공급된 가스화기에 의해 생성된 원료 합성 가스 스트림의 통상의 조성물을 나타낸다. 제2 생성물 스트림은 통상적으로 예를 들어 제2 스테이지/제2 반응 구역에서 발생하는 흡열 반응에 의해 생성된 휘발성 타르와 같은 하나 이상의 바람직하지 않은 성분(즉, 오염물)을 포함한다.

표 1

성분	원료 가스 스트림 내의 성분(총 스트림 체적에 기초함)		
	넓은 범위	중간 범위	좁은 범위
H ₂	8 – 50 vol %	10 – 40 vol %	15 – 35 vol %
CO	10 – 75 vol %	15 – 60 vol %	25 – 50 vol %
CO ₂	1 – 40 vol %	5 – 30 vol %	7 – 20 vol %
H ₂ O	4 – 40 vol %	8 – 30 vol %	10 – 25 vol %
H ₂ S	0.001 – 5 vol %	0.1 – 2.5 vol %	0.5 – 2 vol %
CH ₄	0.05 – 10 vol %	0.1 to 7.5 vol %	0.5 to 5.0 vol %
COS	100 – 5,000 ppmv	200 – 2,500 ppmv	350 – 1,500 ppmv
HCl	1 – 1,000 ppmv	5 – 500 ppmv	10 – 100 ppmv
NH ₃	50 – 2,500 ppmv	100 – 1,750 ppmv	250 – 1,500 ppmv
기타(총)	< 2.5 vol %	< 2.0 vol %	< 1 vol %
휘발성 타르	0 – 20 ppmv	2 – 10 ppmv	3 – 6 ppmv

[0028]

[0029] 본 명세서에 개시된 프로세스 및 시스템의 이익은 퀀치 매체로서 이용된 수증기가 물-가스 시프트 반응기 내로 또는 바로 상류측의 주입을 위해 HTHRU 내에 고압 스팀을 생성할 필요가 있을 수 있는 보일러 공급수보다 더 적은 양일 수 있다. 고순도 물이 열전달 표면의 오염을 방지하기 위해 HTHRU에 공급되어야 한다. HTHRU를 위한 필요성을 배제하는 것은 요구된 고순도 보일러 공급수의 양을 감소시킴으로써 프로세스 및 시스템의 전체 효율

을 증가시켜, 이에 의해 요구될 수 있는 물처리 장비를 제거하거나 크기를 감소시킨다.

- [0030] 도 2를 더 참조하면, 냉각 가습된 신가스는 도관(97)을 통해 미립자 필터링 장치(175)로 이송되어 미립자 필터링 장치를 통과하는 신가스로부터 잔류 고체, 미세물 및 미립자를 제거하고, 이에 의해 미립자가 없는 신가스(200)를 생성한다. 여과는 예를 들어 사이클론, 백 필터(bag filter) 또는 캔들 필터(candle filter)와 같은 임의의 통상의 여과 수단을 통해 성취될 수도 있다. 이들 장치의 사용 및 구성은 통상적이고, 더 상세한 설명은 본 발명의 범주 외이다.
- [0031] 미립자 필터링 장치(175)를 통해 냉각 가습된 신가스를 이송하는 것은 냉각된 신가스 내에 존재하는 하나 이상의 성분의 응축 온도보다 높은 온도에서 수행되고, 물, 재, 구성물 및 잔류 휘발성 타르로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 성분의 응축을 방지한다. 본 명세서에 개시된 시스템 및 프로세스는 800°F를 초과하는 온도에서 기상으로 유지되는 재 구성물의 응축을 방지하도록 선택적으로 이용될 수도 있다. 약간 더 높은 온도(약 1000°F 초과)에서, 본 발명의 시스템 및 방법은 냉각 가습된 신가스가 미립자 필터링 장치를 통해 필터링됨에 따라, 임의의 잔류 휘발성 타르의 응축 및 미립자 필터링 장치의 표면 상의 이들 타르의 후속의 침착을 방지할 수도 있다.
- [0032] 특정 실시예에서, 냉각 가습된 신가스의 온도는 약 800°F 이하여서, 강 합금으로부터 구성된 종래의 여과 요소가 미립자 필터링 장치 내에 이용될 수 있게 된다. 그러나, 이들 실시예에서, 냉각 가습된 신가스의 온도는 신가스 내에 존재하는 스팀의 응축 온도(또는 이슬점) 초과로 유지되도록 항상 제어되는데, 그 이유는 이것이 건식 여과에 의해 작동하는 임의의 미립자 필터링 장치를 폐색하고 그리고/또는 부식시킬 수 있기 때문이다. 냉각 가습된 신가스의 온도가 약 800°F 초과로 유지되는 특정 대안 실시예에서, 미립자 여과 장치(175)는 예를 들어 다공성 세라믹 또는 당 기술 분야의 숙련자들에게 공지된 임의의 다른 내열성 재료를 포함할 수도 있는 더 많은 내열성 재료로 구성된 여과 요소를 포함할 수도 있다. 선택적으로, 미립자 필터링 장치(175)에 의해 포획된 임의의 잔류 고체, 미세물 및 미립자는 프로세스의 전체 효율을 증가시키기 위해 도관(215)을 통해 반응기 하부 섹션으로 복귀된다.
- [0033] 미립자 필터링 장치를 나오는 미립자가 없는 신가스(200)는 선택적으로 염화물 및 다른 불순물을 제거하기 위해 종래의 염화물 스크러버(도시 생략)로 이송될 수도 있다. 특정 실시예에서, 미립자가 없는 신가스(200)는 물-가스 시프트 반응: $Co + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ 를 용이하게 하는 적어도 하나의 시프트 반응기(도시 생략)에 이송되어, 시프트된 신가스를 생성한다. 수증기이 적어도 하나의 입구(200)를 통해 도입된 퀴치 매체로서 사용될 때, 스팀은 인시츄(in-situ)식으로 생성되고, 이는 외부 보일러에 의해 생성되어 물-가스 시프트 반응을 용이하게 하기 위해 시프트 반응기 내로 또는 그로부터 바로 상류측으로 도입되어야 하는 고압 스팀의 양을 감소시킨다.
- [0034] 물-가스 시프트를 포함하는 실시예에서, 각각의 시프트 반응기는 촉매를 포함하고 약 400°F 내지 900°F의 범위의 온도에서 작동하도록 구성되어, 증가된 레벨의 탄화수소 가스 및 감소된 레벨의 일산화탄소를 갖는 시프트된 신가스를 생성하도록 반응기를 통과하는 미립자가 없는 신가스 내에 존재하는 일산화탄소와 스팀을 반응시킨다. 특정 실시예에서, 다수의 시프트 반응기가 이용될 수도 있고, 하나의 시프트 반응기는 더 고온으로 유지된다. 이들에 한정되는 것은 아니지만, 마그네타이트, 레이니 구리(Raney copper), 뿐만 아니라 다른 전이 금속 및 전이 금속 산화물을 포함하는 다수의 종래의 촉매가 이 물-가스 시프트 반응을 용이하게 하기 위해 이용될 수 있다. 특정 실시예에서, 예를 들어 니켈 몰리브덴(NiMo) 뿐만 아니라 코발트 몰리브덴(CoMo)과 같은 황 저항성 종래의 수처리 촉매가 이용될 수도 있다. 바람직하게는, 촉매는 미립자가 없는 신가스 내에 존재하는 황 오염물에 의한 비활성화에 저항성이 있다. 이러한 촉매는 통상적이고, 당 기술 분야의 숙련자는 본 명세서에 설명된 방식으로 이들을 구현할 수 있다.
- [0035] 결과적인 시프트된 신가스는 이어서 일체형 가스화 복합 발전(Integrated Gasification Combined Cycle: IGCC) 발전소의 부분으로서 또는 화학 제조 프로세스 또는 합성 천연 가스(synthetic natural gas: SNG) 생성 프로세스를 위한 공급원료로서 가스 터빈을 위한 연료와 같은 다양한 방식으로 이용될 수 있다. 이러한 프로세스는 통상적이고 본 발명의 범주 외에 있다. 특정 실시예는 시프트된 신가스로부터 이산화탄소를 회수하는 것을 추가로 포함할 수도 있고, 여기서 회수를 위해 이용된 장치는 시프트 반응기로부터 하류측에 위치된다.
- [0036] 탄소 포획을 갖는 SNG 용례 및 IGCC 용례의 모두에 대해, 적어도 하나의 입구(210)를 통해 도입된 퀴치 매체는 인시츄식으로 스팀을 생성하여, 이에 의해 물-가스 시프트 반응을 수행하기 전에 미립자가 없는 신가스를 조절하도록 추가되어야 하는 스팀량을 상당히 감소시킨다. 탄소 포획을 갖지 않는 IGCC 용례를 포함하는 특정 실시예에 대해, 미립자가 없는 신가스는 염화물의 제거를 위해 물 스크러빙되고, 더 냉각되고, 제습되고, 탈황될 수도 있다. 이들 실시예에서, 원료 신가스를 퀴치하는 데 이용된 조작 용수는 산성수(sour water)로서 저온 열

회수 유닛(Low Temperature Heat Recovery Unit: LTHRU) 내에서 대부분 응축될 수 있다. 보일러 공급수량은 이어서 가스 터빈을 위한 연료로서 사용되기 전에 탈황된 신가스를 재가습하도록 요구된다.

[0037] 본 발명의 특정 실시예의 이하의 예가 제공된다. 각각의 예는 본 발명의 다수의 실시예들 중 하나로 본 발명의 설명으로서 제공된다. 이들 예들은 어떻게 본 발명을 구성하고 사용하는지를 당 기술 분야의 숙련자들에게 교시하기 위해 본 발명의 특정 실시예를 예시하도록 의도된 것이고, 이하의 예는 임의의 방식으로 본 발명의 범주를 한정하거나 규정하는 것으로 숙독되어서는 안된다.

[0038] 예 1

[0039] 상세한 컴퓨터 모델링이 전체 작동 효율 및 비용에 대한 본 발명의 시스템 및 프로세스를 구현하는 효과를 평가하도록 수행되었다. 시험 케이스는 공급원료로서 석유 코크스의 1일당 6,733 쇼트톤(short ton)의 용량을 갖는 (본 명세서에 설명된 바와 같은) 2단 가스화기였다. 모델링의 결과는 전체 가스화기 성능이 현저히 변화하지 않고, 가스화기로부터 생성된 원료 신가스가 표 1에 나타난 것과 매우 유사한 조성을 갖는다는 것을 나타내고 있다. 실제로, 대부분의 성분은 몰(mole) 기준으로 1% 미만만큼 상이하다.

[0040] 검출된 주요 차이점은 종래 시스템 대 본 발명의 시스템의 스팀 및 물 균형에 있다. 1000°F의 온도의 거의 제로 타르 신가스의 직접적인 퀴치를 사용하는 본 명세서에 설명된 본 발명의 시스템을 구현하는 것은 거의 제로 타르 신가스를 냉각함에 따라 HTHRU에 의해 생성된 모든 포화 고압 스팀의 손실을 야기하였다. 그러나, 1000°F로의 직접적인 퀴치에 의해 냉각된 신가스는 종래의 시스템에 의해 생성된 신가스보다 약 56% 더 많은, 인시츄식으로 생성된 스팀을 포함하여, 이에 의해 물-가스 시프트 반응기에 진입하기 전에 신가스를 가습하도록 도입되어야 할 필요가 있었던 고압 스팀의 양을 대략 95%만큼 감소시킨다. 추가적으로, 본 예에서는 포화 고압 스팀이 HTHRU에서 생성되지 않았기 때문에, 보일러 공급수를 예열하고 포화 스팀(HTHRU에 의해 생성됨)를 과열하는 데 요구되어 왔던 열은 대신에 인시츄식으로 과열된 고압 스팀을 직접 발생시키는 데 이용되었다. 본 예에서 스팀 터빈에 이용 가능한 과열된 고압 스팀의 계산된 전체 손실은 대략 31.8%이었다. 그러나, 스팀 터빈에 의해 발생된 동력은 단지 14.6%만큼 감소되었다.

[0041] 예 2

[0042] 시스템 신뢰성(즉, 운용 가용도)은 가스화 시스템의 상업적 실행 가능성을 결정하는 데 있어서 중대한 인자이다. 따라서, 상세한 비교는 본 명세서에 설명된 시스템 및 프로세스의 실시예와 EGas™ 기술(Lummus Technology Inc.에 의해 소유됨)을 이용하는 종래의 2단 가스화 시스템 사이에 수행되어 시스템 가용도에 대한 임의의 영향을 계산하였다. 시험 케이스는 2개의 일체형 가스화 복합 발전(IGCC) 시스템을 비교하였고, 각각의 시스템은 백업을 갖지 않는 2개의 온라인 가스화기를 포함한다. 예방 유지보수는 일반적으로 가스화기를 검사하고 유지보수하기 위해 매 180일마다 수행되었다. 그러나, HTHRU를 이용하는 종래의 IGCC 시스템은 매 90일 정도마다, 더 빈번한 유지보수를 필요로 하는 것으로 결정되었다. 이 이론적인 시나리오에서, 본 명세서에 개시된 바와 같이 설계된 본 발명의 시스템의 가용도는 종래의 시스템 디자인보다 6.6% 높았다.

[0043] 예 3

[0044] 계산은 본 명세서에 설명된 시스템 및 프로세스를 구현하는 경제적 측면을 결정하도록 수행되었다. 본 발명의 시스템 및 프로세스는 구성 및 유지보수 모두를 위해 고가의 장비 부품인 HTHRU를 필요로 하지 않는다. 자본 비용의 절약, 예측된 소득세율, 재정적 하락 및 예측된 인플레이션율을 포함하는 상세한 분석이 수행되었다. 본 명세서에 개시된 본 발명의 시스템 및 프로세스를 구현하는 것에 기인하는 계산된 전체 절약은 시스템의 25년의 기대 수명에 걸쳐 3.9%의 내부 수익률을 야기하였다.

[0045] 정의

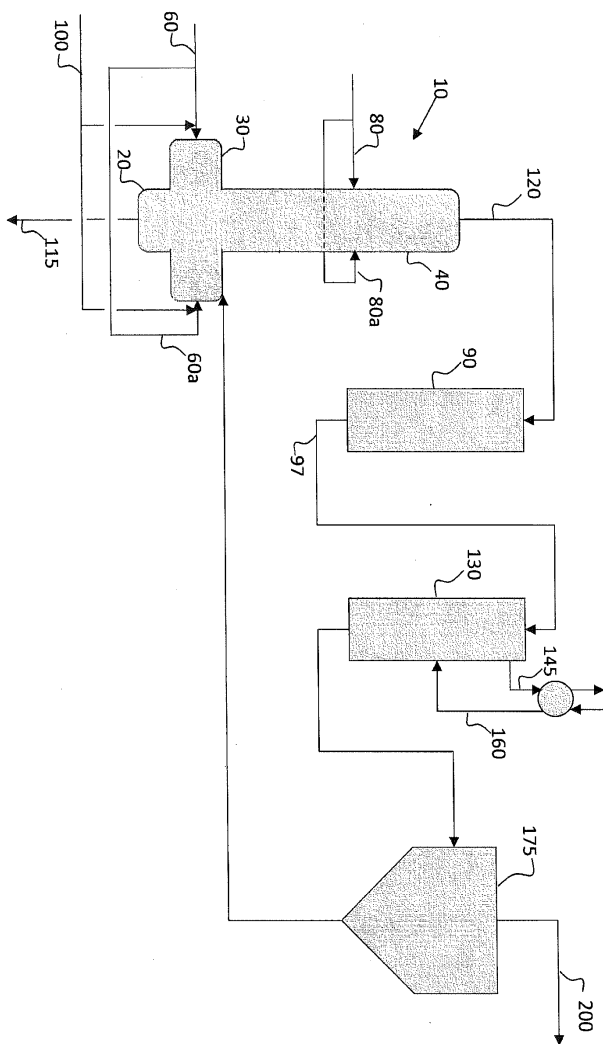
[0046] 본 명세서에 있어서, 용어 "신가스"는 합성 가스 또는 복합 가스와 동의어이고, 용어 "가스"는 메탄, 천연 가스, 뿐만 아니라 가솔린 또는 임의의 다른 액체 탄화수소 연료와 동의어이다.

[0047] 마지막으로, 임의의 참조 문헌, 특히 본 출원의 우선일 후의 공개일을 가질 수도 있는 임의의 참조 문헌의 설명은 이것이 본 발명의 종래 기술이라는 용인은 아니라는 것이 주목되어야 한다. 동시에, 이하의 각각의 모든 청구항은 본 발명의 부가의 실시예로서 이 상세한 설명 또는 명세서에 포함된다.

[0048] 본 명세서에 설명된 시스템 및 프로세스가 상세히 설명되었지만, 다양한 변경, 치환 및 변형이 이하의 청구범위에 의해 규정된 바와 같은 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다는 것을 이해해야만 한다. 당 기술 분야의 숙련자들은 개시된 실시예를 연구하고 본 명세서에 설명된 바와 같이 정확하지는 않은, 본 발명을 실시하기 위한 다른 방식을 식별하는 것이 가능할 수도 있다. 본 발명자들의 의도는 본 발명의 변형 및 등가물이 청구범위의 범주 내에 있고, 한편 상세한 설명, 요약서 및 도면은 본 발명의 범주를 한정하는 데 사용되지는 않는다는 것이다. 본 발명은 특히 이하에 열거된 청구범위 및 이들의 등가물만큼 넓도록 의도된다.

도면

도면1



도면2

