



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0120442
(43) 공개일자 2019년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10J 3/56 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C10J 3/56 (2013.01)
Y02P 20/129 (2015.11)
(21) 출원번호 10-2019-7030477(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년05월24일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2014-7036179
원출원일자(국제) 2013년05월24일
심사청구일자 2017년12월22일
(85) 번역문제출일자 2019년10월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/042584
(87) 국제공개번호 WO 2013/177485
국제공개일자 2013년11월28일
(30) 우선권주장
13/480,265 2012년05월24일 미국(US)

(71) 출원인
켈로그 브라운 앤드 루트 엘엘씨
미국 텍사스주 77002 휴스턴 제퍼슨 애브뉴 601
(72) 발명자
첸 이완 에이치
미국 77094 텍사스주 휴스턴 팀버우드 레인 19830
필립스 윌리엄 이
미국 77068 텍사스주 휴스턴 클라이밍 브랜치 드
라이브15206
리 용차오
미국 77494 텍사스주 케이티 보위 밴드 레인 3911
(74) 대리인
특허법인코리아나

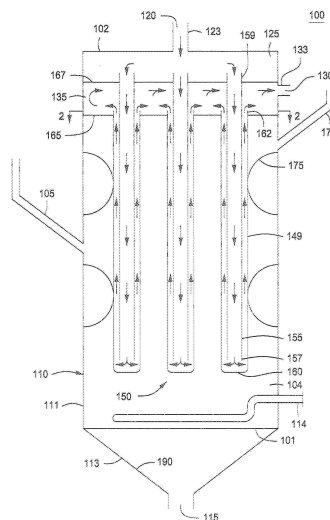
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 뜨거운 미립자들을 냉각하는 방법 및 시스템

(57) 요약

미립자들을 냉각하는 방법들, 시스템들, 및 장치가 제공된다. 상기 방법은 복수의 튜블러들을 갖는 튜브 번들을 포함하는 열 교환기로 미립자들을 도입하는 단계, 냉각제 유입구를 통해 복수의 튜블러들로 냉각제를 도입하는 단계, 열 교환기의 셸 측을 통해 미립자들을 유동시키는 단계, 튜브 번들과 적어도 일부의 미립자들을 접촉시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한 냉각제 유출구로부터 가열된 냉각제를 회수하고 미립자 유출구로부터 냉각된 미립자를 회수하는 단계를 포함할 수 있다. 열 교환기는 제 1 단부, 제 2 단부, 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 셸을 갖는 용기, 미립자들을 수용하기 위해 하나 이상의 측벽에 배치된 셸 측 미립자 유입구, 냉각된 미립자들을 배출하기 위해 제 2 단부에 인접하게 배치된 셸 측 미립자 유출구, 및 용기 내에 배치된 복수의 튜블러들을 포함하는 튜브 번들을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

미립자들을 냉각하는 방법으로서,

열 교환기로 미립자들을 도입하는 단계로서, 상기 열 교환기는,

제 1 단부, 제 2 단부, 및 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 셸을 포함하는 용기,

미립자들을 수용하기 위해 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 셸 측 미립자 유입구,

냉각된 미립자들을 배출하기 위해 상기 제 2 단부에 인접하게 배치된 셸 측 미립자 유출구,

상기 용기 내에 배치된 복수의 튜블러들을 포함하는 튜브 번들로서, 상기 복수의 튜블러들은 제 1 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 폐쇄된 제 2 단부를 각각 갖고, 내부 도관은 각각의 상기 복수의 튜블러들 내에 배치되고, 각각의 상기 내부 도관은 제 2 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 각각의 튜블러의 상기 폐쇄된 제 2 단부에 인접하게 배치된 개방된 제 2 단부를 갖는, 상기 튜브 번들,

냉각제를 수용하기 위해 상기 제 1 단부에 인접하게 배치된 냉각제 유입구 및

가열된 냉각제를 배출하기 위해 상기 제 1 튜브 시트와 상기 제 2 튜브 시트 사이에서 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 냉각제 유출구를 포함하는, 상기 미립자들을 도입하는 단계,

상기 냉각제 유입구를 통해 상기 복수의 튜블러들로 냉각제를 도입하는 단계,

상기 용기의 셸 측을 통해 상기 미립자들을 유동시키고 상기 튜브 번들과 적어도 일부의 상기 미립자를 접촉시키는 단계,

상기 냉각제 유출구로부터 가열된 냉각제를 회수하는 단계, 및

상기 미립자 유출구로부터 냉각된 미립자들을 회수하는 단계를 포함하는, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

가스화 장치로부터 상기 열 교환기의 상기 미립자 유입구로 상기 미립자들을 도입하는 것을 추가로 포함하고,

상기 미립자들은 미세 애쉬, 조립 (coarse) 애쉬, 또는 그 조합을 포함하는, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 열 교환기로 진입하는 상기 미립자들은 온도가 약 400 °C 내지 약 1,400 °C 의 범위인, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 미립자 유출구로부터 회수되는 상기 냉각된 미립자들은 온도가 약 100 °C 내지 약 240 °C 의 범위인, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 미립자들은 약 10 초 내지 약 1800 초의 범위인 상기 열 교환기에서의 잔류 시간을 갖는, 미립자들을 냉각

하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 용기의 상기 셸 측을 통해 유동하는 상기 미립자들은 상기 용기의 상기 셸 측 내에서 유체화된 미립자들의 밀집 층 (bed) 을 형성하는, 미립자들을 생각하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 용기는 상단에서 상기 제 1 단부 및 바닥에서 상기 제 2 단부와 실질적으로 수직으로 배향되고, 각각의 상기 복수의 튜블러들은 상기 용기의 종축에 대해 축방향으로 배향되고 실질적으로 직선인, 미립자들을 생각하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 복수의 튜블러들을 향해 그리고 상기 용기의 상기 제 2 단부로부터 상기 용기 내로 제 1 통기 가스를 도입하는 것을 추가로 포함하고,

상기 제 1 통기 가스는 상기 복수의 튜블러들 아래로 도입되는, 미립자들을 생각하는 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 통기 가스는 상기 복수의 튜블러들의 상기 폐쇄된 원위 단부들 아래로 적어도 약 15 cm 의 위치에서 상기 용기 내로 도입되고, 상기 미립자들은 상기 복수의 튜블러들의 상기 폐쇄된 원위 단부들 위로 적어도 약 30 cm 의 위치에서 상기 용기 내로 도입되는, 미립자들을 생각하는 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 용기는 상기 미립자 유출구와 상기 용기의 제 2 단부 사이에 위치한 좁아지는 부재를 추가로 포함하는, 미립자들을 생각하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 좁아지는 부재의 측벽 상에 배치된 하나 이상의 통기 노즐들을 통해 상기 용기 내로 제 2 통기 가스를 도입하는 것을 추가로 포함하고,

상기 제 2 통기 가스는 상기 미립자 유출구를 향해 지향되는, 미립자들을 생각하는 방법.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 미립자 유입구 위에 그리고 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 통기 가스 벤트 라인을 통해 상기 제 1 통기 가스를 환기시키는 것을 추가로 포함하고,

상기 통기 가스 벤트 라인은 상기 통기 가스 벤트 라인의 높이에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 1 압력 센서 및 상기 미립자 유입구의 높이에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 2 압력 센서에 커플링되는 제어 밸브를 포함하는, 미립자들을 생각하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

미립자들의 밀집 유동층은 상기 용기의 상기 제 2 단부와 상기 복수의 튜블러들의 상기 원위 단부들 사이에 형성되고, 미립자들의 회석 층은 상기 용기의 상기 제 1 단부와 상기 밀집 유동층의 표면 사이에 형성되는, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 통기 가스의 유량의 제어, 상기 제어 밸브의 위치의 조정, 또는 이의 조합에 의해 미립자들의 상기 밀집 유동층의 상기 표면의 높이를 조정하는 것을 추가로 포함하는, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 15

미립자들을 냉각하는 방법으로서,

하나 이상의 산화제들의 존재 하에서 탄소질 재료를 가스화하여 수소, 일산화탄소, 및 미립자들을 포함하는 미처리된 (raw) 합성 가스를 제공하는 단계,

미립자 제거 시스템으로 상기 미처리된 합성 가스를 도입하여 상기 미처리된 합성 가스로부터 상기 미립자들을 분리하는 단계,

미립자 냉각기로 적어도 일부의 분리된 상기 미립자들을 도입하는 단계로서, 상기 미립자 냉각기는 제 1 단부, 제 2 단부, 및 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 쉘을 포함하는 용기를 포함하고, 상기 미립자들은 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 미립자 유입구를 통해 도입되고 냉각된 미립자들은 상기 제 2 단부 상에 배치된 미립자 유출구를 통해 상기 미립자 냉각기를 나가는, 상기 적어도 일부의 분리된 상기 미립자들을 도입하는 단계,

상기 용기 내에 배치된 튜브 번들로 냉각제를 도입하는 단계로서, 상기 튜브 번들은 복수의 튜블러들을 포함하고, 상기 복수의 튜블러들은 제 1 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 폐쇄된 제 2 단부를 각각 갖고, 내부 도관은 각각의 상기 복수의 튜블러들 내에 동심으로 위치되고, 상기 내부 도관은 제 2 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 상기 폐쇄된 제 2 단부에 인접하게 배치된 개방된 제 2 단부를 갖고, 상기 냉각제는 상기 제 1 단부에 인접한 냉각제 유입구를 통해 상기 튜브 번들로 진입하는, 상기 냉각제를 도입하는 단계,

상기 가열된 냉각제를 배출하기 위해 상기 제 1 튜브 시트와 상기 제 2 튜브 시트 사이에서 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 냉각제 유출구로부터 가열된 냉각제를 회수하는 단계,

상기 용기의 쉘 측을 통해 상기 미립자들을 유동시켜 상기 미립자들의 밀집 층을 발생시키고 상기 튜브 번들과 상기 미립자들의 상기 밀집 층을 접촉시키는 단계,

상기 제 2 단부와 상기 튜브 번들 사이에서 상기 용기 내에 위치한 하나 이상의 통기 노즐들로부터 상기 용기 내로 통기 가스를 도입하는 단계로서, 상기 통기 가스는 상기 튜브 번들을 향해 지향되는, 상기 통기 가스를 도입하는 단계,

상기 미립자 유입구와 상기 제 1 튜브 시트 사이의 위치에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 통기 가스 벤트 라인을 통해 적어도 일부의 상기 통기 가스를 환기시키는 단계, 및

상기 용기의 상기 제 2 단부 상에 배치된 상기 미립자 유출구로부터 냉각된 미립자들을 회수하는 단계를 포함하는, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 용기는 실질적으로 수직으로 배향되고 상기 미립자들의 상기 밀집 층은 상기 용기의 상기 제 2 단부와 상기 미립자 유입구 사이의 높이에 위치되는, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 열 교환기로 진입하는 상기 미립자들은 온도가 약 400 °C 내지 약 1,400 °C 의 범위이고, 상기 열 교환기

를 나가는 상기 냉각된 미립자들은 온도가 약 100 ℃ 내지 약 240 ℃ 의 범위인, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

미립자들의 상기 밀집 층의 높이는 상기 용기로 진입하는 상기 통기 가스의 유량의 조정, 상기 용기로부터 환기 되는 상기 통기 가스의 유량의 조정, 또는 그 조합에 의해 조정되는, 미립자들을 냉각하는 방법.

청구항 19

미립자들을 냉각하는 시스템으로서,

미처리된 합성 가스 라인과 유체 소통하는 가스화 장치,

상기 미처리된 합성 가스 라인 및 미립자 라인과 유체 소통하는 미립자 제거 시스템, 및

상기 미립자 라인과 유체 소통하는 미립자 냉각기를 포함하고,

상기 미립자 냉각기는,

제 1 단부, 제 2 단부, 및 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 셀,

미립자들을 수용하기 위해 상기 하나 이상의 측벽들에 배치되고 상기 미립자 라인과 유체 소통하는 셀 측 미립자 유입구,

냉각된 미립자들을 배출하기 위해 상기 제 2 단부에 인접하게 배치된 셀 측 미립자 유출구로서, 좁아지는 부재가 상기 제 2 단부와 상기 미립자 유출구 사이에 위치되는, 상기 셀 측 미립자 유출구,

냉각제를 수용하기 위해 상기 제 1 단부에 인접한 튜브 측 유체 유입구,

복수의 튜블러들을 포함하는 튜브 번들로서, 상기 복수의 튜블러들은 제 1 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 폐쇄된 제 2 단부를 각각 갖고, 내부 도관은 각각의 상기 복수의 튜블러들 내에 동심으로 위치되고, 상기 내부 도관은 제 2 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 상기 폐쇄된 제 2 단부에 인접하게 배치된 개방된 제 2 단부를 갖는, 상기 튜브 번들,

가열된 냉각제를 배출하기 위해 상기 제 1 튜브 시트와 상기 제 2 튜브 시트 사이에서 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 냉각제 유출구 및 냉각제를 수용하기 위해 상기 제 1 단부에 인접하게 배치된 냉각제 유입구,

상기 튜브 번들을 향해 제 1 통기 유체를 지향시키기 위해 상기 튜브 번들과 상기 용기의 제 2 단부 사이에 배치된 하나 이상의 제 1 통기 노즐들, 및

상기 미립자 유출구를 향해 제 2 통기 가스를 지향시키기 위해 상기 좁아지는 부재의 측벽 상에 배치된 하나 이상의 제 2 통기 노즐들을 포함하는, 미립자들을 냉각하는 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 용기의 상기 제 1 단부와 상기 미립자 유입구 사이의 위치에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 통기 가스 벤트 라인,

상기 통기 가스 벤트 라인 상에 배치되고 상기 통기 가스 벤트 라인의 높이에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 1 압력 센서와 커플링된 제어 밸브, 및

상기 미립자 유입구에 인접한 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 2 압력 센서를 추가로 포함하는, 미립자들을 냉각하는 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원에서 설명된 실시형태들은 일반적으로 탄화수소들의 가스화에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 그러한 실시형태들은 가스화 프로세스로부터 회수되는 미립자들을 냉각하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가스화 장치를 나가는 미처리된 합성 가스는 추가의 프로세싱 전에 제거될 필요가 있는 조립 애쉬, 미세 애쉬, 및/또는 슬래그와 같은 미립자들을 포함할 수 있다. 대부분의 미립자들은 필터들 및/또는 사이클론들과 같은 미립자 제거 시스템을 사용하여 제거될 수 있다. 제거된 미립자들은 일반적으로 가스화 장치로 리사이클링되거나 또는 부산물로서 시스템으로부터 폐지되고, 미립자 제거 시스템을 나가는 합성 가스는 추가로 프로세싱되고 그리고/또는 정제된다. 그러나, 제거된 미립자들은 일반적으로 리사이클링되거나 또는 시스템으로부터 폐지되기 전에 냉각을 요한다.

[0003] 제거된 미립자들을 냉각하는 하나의 방법은 워터의 용기 내로 뜨거운 미립자를 낙하시키고 그 후에 냉각된 미립자들이 "더티" 워터로부터 분리되게 하는 것이다. 이러한 방법은 매우 비효율적이며 저압들에서만 행해진다. 또 다른 방법은 그 안에 배치된 냉각 코일들을 갖는 큰 수평으로 지향된 유동층으로 뜨거운 미립자들을 공급하는 것이다. 그러나, 큰 유동층은 용이하게 확장되거나 또는 수축되지 않아 시스템의 일반적인 냉각 요구 조건들을 충족시키지 못한다. 또한 그것은 미립자들이 유동층을 통해 유동을 유지하는 데 높은 에너지 입력을 요할 수 있다. 그리고 일부의 유동층이 오작동하면, 전체 가스화 프로세스는 유동층 냉각기가 보수될 수 있을 때까지 느려지거나 정지될 수 있다. 추가의 또 다른 방법은 코일형 냉각 튜브들을 포함하는 용기로 뜨거운 미립자들을 공급하는 것이다. 그러나, 이들 튜브들은 뜨거운 미립자들의 고온들에 의해 발생된 열응력에 항복될 수 있다. 또한 튜브 확장 또는 수축은 열 부하의 변화로 인해 미립자 온도가 변할 때에 존재할 수 있다. 튜브 확장 또는 수축은 열응력을 발생시켜 냉각 튜브들에 대해 크랙들 또는 다른 손상을 발생시킬 수 있고, 이는 냉각기를 보수하도록 전체 가스화 프로세스의 정지를 요할 수 있다.

[0004] 따라서, 가스화 프로세스로부터 회수되는 미립자를 냉각하는 새로운 장치, 시스템들, 및 방법들에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 내용

[0005] 미립자들을 냉각하는 방법들, 시스템들, 및 장치가 제공된다. 미립자들을 냉각하는 방법은 복수의 튜블러들을 갖는 튜브 번들을 포함하는 열 교환기로 미립자들을 도입하는 단계, 냉각제 유입구를 통해 복수의 튜블러들로 냉각제를 도입하는 단계, 열 교환기의 셸 측을 통해 미립자들을 유동시키는 단계, 및 튜브 번들과 적어도 일부의 미립자들을 접촉시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한 냉각제 유출구로부터 가열된 냉각제를 회수하는 단계 및 미립자 유출구로부터 냉각된 미립자들을 회수하는 단계를 포함할 수 있다. 열 교환기는 제 1 단부, 제 2 단부, 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 셸, 미립자들을 수용하기 위해 하나 이상의 측벽들에 배치된 셸 측 미립자 유입구, 냉각된 미립자들을 배출하기 위해 제 2 단부에 인접하게 배치된 셸 측 미립자 유출구, 및 용기 내에 배치된 복수의 튜블러들을 포함하는 튜브 번들을 갖는 용기를 포함한다. 튜블러들은 제 1 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 폐쇄된 제 2 단부를 각각 가질 수 있고, 내부 도관은 각각의 튜블러들 내에 배치된다. 각각의 내부 도관은 제 2 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 그 각각의 튜블러의 폐쇄된 제 2 단부에 인접하게 배치된 개방된 제 2 단부를 가질 수 있다. 냉각제 유입구는 냉각제를 수용하기 위해 제 1 단부에 인접하게 배치될 수 있다. 냉각제 유출구는 가열된 냉각제를 배출하기 위해 제 1 튜브 시트와 제 2 튜브 시트 사이에 하나 이상의 측벽들에 배치될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1 은 설명된 하나 이상의 실시형태들에 따른 예시적인 열 교환기의 측단면도를 도시한다.
 도 2 는 라인 2-2 에 따라 도 1 에 도시된 열 교환기의 단면도를 도시한다.
 도 3 은 설명된 하나 이상의 실시형태들에 따른 예시적인 열 교환 시스템의 측단면도를 도시한다.
 도 4 는 설명된 하나 이상의 실시형태들에 따른 지지 부재들을 갖는 예시적인 열 교환 시스템의 측단면도를 도시한다.
 도 5 는 라인 5-5 에 따른 도 4 에 도시된 열 교환기의 단면도를 도시한다.
 도 6 은 라인 6-6 에 따른 도 4 에 도시된 열 교환기의 단면도를 도시한다.

도 7 은 설명된 하나 이상의 실시형태들에 따른 도 4 에 도시된 열 교환 시스템을 포함하는 예시적인 가스화 시스템의 개략도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 도 1 은 하나 이상의 실시형태들에 따른 예시적인 열 교환기 (100) 의 단면도를 도시한다. 열 교환기 (100) 는 하우징 (110), 하나 이상의 유입구 매니폴드들 (125), 하나 이상의 유출구 매니폴드들 (135), 및 하나 이상의 열 교환 부재들 또는 튜블러들 (149) 을 포함할 수 있다. 열 교환기 (100) 는 튜브 번들 (150) 을 형성하고 제공하도록 복수의 튜블러들 (149) 을 포함할 수 있다. 유입구 매니폴드 (125), 유출구 매니폴드 (135), 및 튜브 번들 (150) 은 적어도 부분적으로, 열 교환기 (100) 의 "튜브 측" 일 수 있거나 또는 그를 형성할 수 있는 한편, 남아 있는 내부 볼륨 또는 하우징 내부 (104) 는 적어도 부분적으로, 열 교환기 (100) 의 "셸 측" 일 수 있거나 그를 형성할 수 있다. 하우징 (110) 은 제 1 또는 "상단" 단부 (102) 및 제 2 또는 "바닥" 단부 (101) 를 가질 수 있다. 하우징 (110) 은 미립자 유입구 (105), 미립자 유출구 (115), 및 벤트 가스 유출구 (170) 를 포함할 수 있다. 미립자 유입구 (105) 는 제 1 단부 (102) 와 제 2 단부 (101) 사이의 하우징 (110) 상에 배치될 수 있다. 예를 들면 미립자 유입구 (105) 는 미립자들의 밀집 층이 제 2 단부 (101) 와 미립자 유입구 (105) 사이의 내부 볼륨 (104) 내에 형성될 수 있고 미립자들의 회석 상이 밀집 층의 표면과 열 교환기 (100) 의 제 2 단부 (102) 사이에 형성될 수 있도록 튜브 번들 (150) 의 하부 반부 근처에서 내부 볼륨 (104) 과 유체 소통할 수 있다. 바닥 단부 (101) 및 미립자 유출구 (115) 는 테이퍼진 섹션 또는 좁아지는 부재 (113) 에 의해 함께 결합될 수 있다. 상기 또 다른 방식으로, 좁아지는 부재 (113) 는 바닥 단부 (101) 에서의 제 1 단면 구역으로부터 미립자 유출구 (115) 로 테이퍼지거나 또는 좁아지는 내부 표면을 가질 수 있다. 예를 들면 좁아지는 부재 (113) 는 절단된 원뿔형 또는 원추 형상의 내부 표면 또는 벽 (190) 을 가질 수 있다. 하나 이상의 통기 노즐들 (114) 은 튜브 번들 (150) 을 향해 임의의 방향으로 에어를 지향시키도록 하우징 (110) 의 바닥 단부 (101) 에 또는 그 근처에 배치될 수 있다.
- [0008] 하우징 (110) 은 또한 하나 이상의 측벽들 (하나는 111 로 도시됨) 및/또는 하우징 (110) 의 상단 단부 (102) 를 통해 배치된 하나 이상의 유입구들 (120) 및 하나 이상의 유출구들 (130) 을 포함할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 유출구 (130) 는 측벽 (111) 을 통해 배치될 수 있고, 유입구 (120) 는 하우징 (110) 의 상부 단부 상에 위치되고 위치 설정된 상단 섹션을 통해 배치될 수 있다. 유입구 또는 "냉각제 유입구" (120) 는 냉각제 공급부 (도시 생략) 에 연결될 수 있고 냉각제 공급부를 통해 냉각제를 수용하도록 구성되거나 조정될 수 있다. 예를 들면 차가운 워터는 차가운 워터 소스, 또 다른 열 교환기, 또는 그 조합으로부터 유입구 (120) 로 공급될 수 있다. 적합한 냉각제들은 워터, 에어, 액체 탄화수소들, 가스형 탄화수소들, 또는 그 임의의 조합을 포함할 수 있지만 그에 제한되지 않는다. 가열된 냉각제는 유출구 또는 "냉각제 유출구" (130) 를 통해 회수될 수 있다. 예를 들면 가열된 워터는 하나 이상의 스팀 드럼들, 이코노미마이저들 등 (도시 생략) 으로 유출구 (130) 를 통해 이동할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 냉각제는 펌프들 또는 다른 이송 장비에 대한 필요없이 유입구 (120) 로 진입하고, 튜브 번들 (150) 로 분배되고, 유출구 (130) 를 나갈 수 있다. 예를 들면 냉각제는 중력만을 통해 유입구 (120) 로 진입하고, 튜브 번들 (150) 로 분배되고, 유출구 (130) 를 나갈 수 있다. 냉각제는 냉각 매체 및/또는 가열 매체일 수 있고 냉각 매체 및/또는 가열 매체로서 역할을 할 수 있다. 그와 같이, 열 교환기 (100) 는 미립자 냉각기 및/또는 미립자 가열기로서 작동할 수 있다.
- [0009] 하우징 (110) 은 임의의 원하는 형상을 가질 수 있다. 예를 들면 하우징 (110) 은 정육면체, 직사각형 박스, 원통, 삼각 기둥, 쌍곡면 구조, 또는 몇몇 다른 형상 또는 그 조합의 형태일 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 하우징 (110) 은 원통형일 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 하우징 (110) 은 수직으로 또는 실질적으로 수직으로 배향될 수 있다. 예를 들면 실질적으로 수직의 하우징 (110) 은 수직에 대해 약 -20 도 내지 약 20 도, 약 -15 도 내지 약 15 도, 약 -10 도 내지 약 10 도, 약 -5 도 내지 약 5 도, 약 -3 도 내지 약 3 도, 약 -2 도 내지 약 2 도, 약 -1 도 내지 약 1 도, 약 -0.1 도 내지 약 0.1 도, 약 -0.01 도 내지 약 0.01 도, 약 -0.001 도 내지 약 0.001 도, 또는 약 -0.0001 도 내지 약 0.0001 도의 각도일 수 있다.
- [0010] 유입구 매니폴드 (125) 는 하우징 (110) 내에 적어도 부분적으로 배치될 수 있고 유입구 (120) 와 유체 소통할 수 있다. 예를 들면 유입구 매니폴드 (125) 는 유입구 튜브 또는 유입구 파이프 (123) 를 통해 유입구 (120) 에 결합되거나 그와 유체 소통할 수 있다. 유출구 매니폴드 (135) 는 또한 하우징 (110) 내에 적어도 부분적으로 배치될 수 있고 유출구 (130) 와 유체 소통할 수 있다. 예를 들면 유출구 매니폴드 (135) 는 유

출구 튜브 또는 유출구 파이프 (133) 를 통해 유출구 (130) 에 결합될 수 있다. 유입구 매니폴드 (125) 및 유출구 매니폴드 (135) 는 하나 이상의 열 교환 부재들 또는 튜블러들 (149) 위에 각각 배치될 수 있다. 유입구 매니폴드 (125) 는 도시된 바와 같이 유출구 매니폴드 (135) 위에 위치될 수 있다. 대안적으로, 유입구 매니폴드 (125) 는 유출구 매니폴드 (135) (도시 생략) 내에 위치될 수 있다.

[0011] 튜브 번들 (150) 은 하우징 (110) 내에 적어도 부분적으로 배치될 수 있고 유입구 및 유출구 매니폴드들 (125, 135) 과 유체 소통할 수 있다. 튜브 번들 (150) 은 유입구 및/또는 유출구 매니폴드들 (125, 135) 아래에 적어도 부분적으로 배치될 수 있다. 예를 들면 튜브 번들 (150) 은 유입구와 유출구 매니폴드들 (125, 135) 아래에 그리고 측벽들 (111) 사이에 배치될 수 있다. 튜블러들 (149) 의 중량은 하나 이상의 유출구 매니폴드들 (135) 에 의해 적어도 부분적으로 지지될 수 있다.

[0012] 튜브 번들 (150) 은 하나 이상의 지지 부재들 또는 하나 이상의 튜브 시트들 (하나는 165 로 도시됨) 에 의해 지지될 수 있다. 하나 이상의 제 1 튜브 시트들 (165) 은 각각의 튜블러 (149) 의 개방된 근위 단부 (162) 근처에 임의의 지점에 위치될 수 있다. 튜블러들 (149) 의 적어도 일부의 근위 단부 (162) 는 제 1 튜브 시트 (165) 위에 위치될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 제 1 튜브 시트 (165) 는 각각의 튜블러들 (149) 의 외부 표면에 연결되거나 또는 그와 일체로 될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (165) 는 튜브 번들 (150) 의 적어도 전체 중량을 지지하는 데 충분한 임의의 방식으로 튜블러들 (149) 에 연결될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 튜블러들 (149) 은 제 1 튜브 시트 (165) 에 의해 자유 현수되거나 전체적으로 지지될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (165) 는 하우징 (110) 의 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) (도 2 를 참조) 및 각각의 튜블러들 (149) 의 외부 표면들에 밀봉 가능하게 고정될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (165) 는 하우징 내부 (104) 및 유출구 매니폴드 (135) 와 유체 기밀성 밀봉부를 생성하고 따라서 유출구 매니폴드 (135) 의 일부를 형성할 수 있다. 하나 이상의 스테빌라이저들 (175) 는 자유 현수 튜블러들 (149) 의 진동을 감소시키거나 방지하도록 포함될 수 있다. 임의의 수의 스테빌라이저들 (175) 이 포함될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 각각의 튜블러 (149) 는 적어도 하나의 스테빌라이저 (175), 적어도 2 개의 스테빌라이저들, 또는 3 개 이상의 스테빌라이저들과 접촉할 수 있다. 예를 들면 하나 이상의 튜블러들 (149) 과 접촉할 수 있는 스테빌라이저들 (175) 의 수는 적게는 약 1 개, 약 2 개, 또는 약 3 개 내지 많게는 약 5 개, 약 7 개, 또는 약 10 개의 범위일 수 있다.

[0013] 튜블러들 (149) 은 둘러싸는 원위 단부 (160) 및 개방된 근위 단부 (162) 를 가질 수 있다. 개방된 근위 단부 (162) 는 유입구 매니폴드 (125) 에 커플링될 수 있다. 튜블러들 (149) 은 하우징 (110) 의 종축에 대해 축방향으로 배향될 수 있고 그리고/또는 실질적으로 직선일 수 있다. 튜블러들 (149) 의 실질적으로 직선 길이는 진동을 감소시키거나 또는 회피하고 그리고/또는 튜블러들 (149) 의 보수 유지를 용이하게 하도록 최적화될 수 있다. 예를 들면 튜블러들 (149) 의 직선 길이는 짧게는 약 1 미터 내지 길게는 약 20 미터들의 범위일 수 있다. 튜블러들 (149) 의 수 및 길이는 원하는 열 전달 듀티 (duty) 의 양에 기초될 수 있다.

[0014] 튜블러들 (149) 은 서로로부터 이격되어 그 사이에 미립자들의 브리징 (bridging) 을 감소시키거나 또는 방지할 수 있다. 예를 들면 튜블러들 (149) 사이의 이격은 적게는 약 50 mm, 약 70 mm, 또는 약 100 mm 내지 많게는 약 120 mm, 약 140 mm, 또는 약 160 mm 이상 떨어진 범위이어서 그 사이에 미립자들의 브리징을 감소시키거나 방지할 수 있다. 튜블러들 (149) 사이의 거리는 열 교환기 (100) 를 통해 운반될 또는 열 교환기 (100) 를 통해 운반될 것으로 예상되는 미립자들의 특정 사이즈에 적어도 부분적으로 기초될 수 있다.

[0015] 튜블러들 (149) 은 그 사이에 적어도 부분적으로 배치된 내부 도관 (155) 을 각각 수용하거나 또는 포함할 수 있다. 각각의 내부 도관 (155) 은 유입구 매니폴드 (125) 에 연결되거나 또는 그와 일체형일 수 있다. 각각의 튜블러 내에 각각의 내부 도관 (155) 의 위치는 각각의 튜블러 (149) 와 각각의 내부 도관 (155) 사이에 환형의 공간 또는 영역을 형성하거나 그렇지 않다면 제공할 수 있다. 내부 도관 (155) 은 내부 도관 (155) 과 튜블러 (149) 사이에 환형의 공간을 생성하도록 각각의 튜블러 (149) 내에 동심으로 배치될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 튜블러 (149) 및 내부 도관 (155) 이 그안에 적어도 부분적으로 배치된 조합은 바요넷 타입 또는 바요넷 스타일 튜브로서 일반적으로 칭해질 수 있는 것을 형성하거나 또는 제공할 수 있다.

[0016] 복수의 내부 도관들 (155) 은 하나 이상의 지지 부재들 또는 하나 이상의 제 2 튜브 시트들 (167) 에 의해 지지될 수 있다. 제 2 튜브 시트 (167) 는 복수의 내부 도관들 (155) 의 상단 단부들 (159) 근처의 임의의 지점에 위치될 수 있다. 복수의 내부 도관들 (155) 의 적어도 일부의 상단 단부들 (159) 은 제 2 튜브 시트 (167) 위에 위치될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서 제 2 튜브 시트 (167) 는 내부 도관들 (155) 의

외부 표면에 연결되거나 그와 일체형일 수 있다. 제 2 튜브 시트 (167) 는 적어도 조합된 내부 도관들 (155) 의 전체 중량을 지지하는 데 충분한 임의의 방식으로 내부 도관 (155) 에 연결될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 내부 도관들 (155) 은 튜블러들 (149) 내에 자유 현수될 수 있고 제 2 튜브 시트 (167) 에 의해 전체적으로 지지될 수 있다. 제 2 튜브 시트 (167) 는 하우징 (110) 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) 에 밀봉식으로 고정될 수 있다. 제 2 튜브 시트 (167) 는 유입구 매니폴드 (125) 및 유출구 매니폴드 (135) 와 유체 기밀성 밀봉부를 생성하고 따라서 유출구 매니폴드 (135) 및 유입구 매니폴드 (125) 의 일부를 형성할 수 있다.

[0017] 하우징 (110) 및 그 안에 임의의 하나 이상의 부분들 또는 구성 요소들은 적합한 금속들, 금속 합금들, 복합 재료들, 폴리머 재료들 등으로부터 제조될 수 있다. 예를 들면 유입구 (120) 및 유출구 (130) 를 포함하는 하우징 (110) 은 탄소 강 또는 저크롬 강으로 규정될 수 있고, 내부 구조물, 즉, 튜블러들 (149), 스테빌라이저들 (175), 내부 도관들 (155), 매니폴드들 (125, 135), 튜브 시트 (165), 및 유입구 및 유출구 파이프들 (123, 133) 은 스테인레스 강으로 구성될 수 있다.

[0018] 작동에서, 열 교환기 (100) 는 미립자 유입구 (105) 를 통해 미립자들, 예를 들면 애쉬를 수용할 수 있다. 냉각제, 예를 들면 워터는 미립자들이 하우징 (110) 으로 진입하기 전에 또는 동시에 유입구 (120) 를 통해 도입될 수 있다. 도시 생략되었지만, 외부 용기는 유입구 (120) 로 냉각제를 공급하고 그리고/또는 유출구 (130) 로부터 외부 파이핑을 통해 냉각제를 수용할 수 있고, 여기서 외부 파이핑은 유입구 (120) 및/또는 유출구 (130) 와 유체 소통할 수 있다. 냉각제는 유입구 (120) 로부터, 유입구 튜브 (123) 를 통해, 유입구 매니폴드 (125) 로 중력에 의해 통과될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 유입구 튜브 (123) 를 통해 유입구 매니폴드 (125) 로 도입되는 냉각제는 가압될 수 있다. 유입구 매니폴드 (125) 는 튜블러들 (149) 내에 배치된 내부 도관들 (155) 로 냉각제를 분배할 수 있다. 냉각제는 중력에 의해 내부 도관들 (155) 아래로 진행하고 튜블러들 (149) 의 둘러싸는 원위 단부들 (160) 근처에서의 내부 도관들 (155) 의 원위 단부들 (157) 에서의 내부 도관들 (155) 로 나갈 수 있다 (유동 경로를 나타내는 화살표를 참조). 냉각제는 방향을 뒤집어서 내부 도관들 (155) 과 튜블러들 (149) 사이의 환형의 공간을 통해 진행하고 튜블러들 (149) 을 나갈 때 유출구 매니폴드 (135) 로 진입할 수 있다 (화살표를 참조). 냉각제는 유출구 파이프 (133) 를 통해 유출구 매니폴드 (135) 를 나갈 수 있다 (화살표를 참조). 실시예에서, 냉각제는 보다 낮은 밀도를 갖는 냉각제로 되도록 내부 도관들 (155) 을 나갈 때에, 데워지거나 또는 적어도 부분적으로 증기화될 수 있다. 데워진 냉각제의 보다 낮은 밀도는 데워진 냉각제가 환형부 (화살표를 참조) 를 따라 상승하게 하고 외부 매니폴드 (135) 를 나가도록 허용한다. 또 다른 실시예에서, 고밀도의 차가운 냉각제는 중력만에 의해 내부 도관들 (155) 아래로 유동할 수 있다.

[0019] 미립자 유입구 (105) 는 튜브 번들 (150) 근위에서 개방된 단부들 (162) 에 대해서보다 폐쇄된 원위 단부들 (160) 에 보다 가깝게 배치될 수 있다. 예를 들면 미립자 유입구 (105) 는 튜블러들 (150) 의 최하부 단부 또는 폐쇄된 원위 단부 위에서 적어도 약 1 cm, 약 5 cm, 약 15 cm, 약 30 cm, 적어도 약 100 cm, 적어도 약 150 cm, 적어도 약 300 cm, 적어도 약 450 cm, 적어도 약 600 cm, 적어도 약 750 cm, 적어도 약 900 cm, 적어도 약 2000 cm, 적어도 약 5000 cm, 또는 적어도 약 10,000 cm 에 배치될 수 있다. 그와 같이, 미립자 유입구 (105) 로부터 하우징 (110) 으로 진입하는 미립자들은 튜블러들 (149) 사이로 통과할 수 있는 미립자들의 밀집 상을 형성할 수 있다. 미립자들의 회석 상은 미립자들의 밀집 상 위에 존재할 수 있다. 미립자들이 열 교환기 (100) 를 통해 유동할 때에, 열은 냉각제로 간접적으로 전달되어 냉각된 미립자들 및 가열된 냉각제를 생성할 수 있다. 가열된 냉각제는 열 교환기 (100) 의 유출구 (130) 로부터 회수되고 또 다른 부분의 시스템 또는 프로세스, 예를 들면 스팀 드럼들 및/또는 이코노미마이저들로 공급될 수 있다. 밀집 상의 바닥으로부터 냉각된 미립자들은 냉각 미립자 유출구 (115) 를 통해 열 교환기 (100) 를 나갈 수 있다.

[0020] 냉각제는 임의의 원하는 압력으로 유입구 (120) 로 도입될 수 있다. 예를 들면 냉각제는 열 교환기 (100) 에서의 압력과 매칭하는 압력으로 유입구 (120) 로 진입할 수 있다. 이는 원하는 속도로 냉각제를 유지시키고 그리고/또는 튜블러들 (149), 유입구 및 유출구 매니폴드들 (125, 135), 및/또는 유입구 및 유출구 튜브들 (123, 133) 을 통해 유동하는 냉각제의 비등을 감소시키는 데 도움을 줄 수 있다. 예를 들면 충분한 양의 냉각제가 유입구 (120) 내로 유동하여 튜블러들 (149) 의 환형부들 내에서 완전히 증기화되지 않을 수 있다. 또 다른 실시예에서, 약 90 vol% 보다 작은, 약 70 vol% 보다 작은, 약 50 vol% 보다 작은, 약 30 vol% 보다 작은, 약 20 vol% 보다 작은, 약 10 vol% 보다 작은, 약 5 vol% 보다 작은, 약 2 vol% 보다 작은, 또는 약 1 vol% 보다 작은 유입구 (120) 내로 유동하는 냉각제는 증기화될 수 있다. 심지어 추가의 실시예에서, 적게는 약 1 vol%, 약 2 vol%, 약 5 vol% 내지 많게는 약 10 vol%, 약 20 vol%, 약 30 vol% 의 유입구 (120) 내로

유동하는 냉각제가 증기화될 수 있다.

- [0021] 냉각제는 낮게는 약 101 kPa, 약 150 kPa, 약 350 kPa, 또는 약 700 kPa 내지 높게는 약 3,500 kPa, 약 6,900 kPa, 약 13,800 kPa, 또는 약 20,000 kPa 의 범위의 압력으로 유입구 (120) 로 진입할 수 있다. 냉각제는 낮게는 약 15 °C, 약 30 °C, 약 60 °C, 약 90 °C 내지 높게는 약 175 °C, 약 250 °C, 약 300 °C, 또는 약 350 °C 의 범위의 온도로 유입구 (120) 로 진입할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 냉각제는 약 38 °C 내지 약 335 °C, 약 45 °C 내지 약 275 °C, 또는 약 75 °C 내지 약 200 °C 의 온도로 유입구 (120) 로 진입할 수 있다. 압력 범위들 및 온도 범위들은 동일하지만, 냉각의 압력 및 온도는 적어도 부분적으로 열 교환기 (100) 를 통해 진행되는 미립자들의 압력 및 온도에 따라 폭넓게 변할 수 있다. 유출구 (130) 로부터 회수되는 냉각제는 유입구 (120) 를 통해 진입하는 냉각제의 온도에 비해 증가된 온도를 가질 수 있다. 예를 들면 유출구 (130) 로부터 회수된 냉각제는 유입구 (120) 를 통해 진입하는 냉각제의 온도보다 높은, 낮게는 약 0.5 °C, 약 1 °C, 약 5 °C, 또는 약 10 °C 내지 높게는 약 50 °C, 약 100 °C, 약 150 °C, 또는 약 200 °C 의 범위의 온도를 가질 수 있다.
- [0022] 예시적인 미립자들은 애쉬 입자들, 모래, 세라믹 입자들, 촉매제 입자들, 플라이 애쉬 (fly ash), 슬래그, 또는 그 임의의 조합을 포함하지만 그에 제한되지 않는다. 그와 같이, 미립자들은 임의의 수의 탄화수소 프로세스들로부터 생성되거나, 그에 사용되거나 또는 그렇지 않다면 그로부터 회수될 수 있다. 예를 들면 미립자들은 가스화 프로세스, 유체화된 촉매 크래커 등과 같은 촉매 크래킹 프로세스로부터 생성되거나, 그에 사용되거나 또는 그렇지 않다면 그로부터 회수될 수 있다. 적합한 가스화 프로세스들은 하나 이상의 가스화 장치들을 포함할 수 있다. 하나 이상의 가스화 장치들은 임의의 타입의 가스화 장치, 예를 들면 고정층 가스화 장치, 분류 유동 가스화 장치, 및 유동층 가스화 장치일 수 있거나 그것들을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 실시예에서, 가스화 장치는 유동층 가스화 장치일 수 있다.
- [0023] 본원에서 사용된 바와 같은, 용어 "조립", 예를 들면 조립 애쉬 및 조립 애쉬 미립자들은 작게는 약 35 μm, 약 45 μm, 약 50 μm, 약 75 μm 또는 약 100 μm 내지 크게는 약 500 μm, 약 750 μm, 약 1,000 μm, 또는 약 5,000 μm 의 범위의 평균 입자 사이즈를 갖는 미립자들을 칭한다. 예를 들면 조립 애쉬 미립자들은 약 50 μm 내지 약 1,000 μm, 약 100 μm 내지 약 750 μm, 약 125 μm 내지 약 500 μm, 또는 약 150 μm 내지 약 250 μm 의 평균 입자 사이즈를 가질 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같은, 용어 "미세" 는, 예를 들면 미세 애쉬 및 미세 애쉬 미립자들은 작게는 약 2 μm, 약 5 μm, 또는 약 10 μm 내지 크게는 약 75 μm, 약 85 μm, 또는 약 95 μm 의 범위의 평균 입자 사이즈를 갖는 미립자들을 칭한다. 예를 들면 미세 애쉬 미립자들은 약 5 μm 내지 약 30 μm, 약 7 μm 내지 약 25 μm, 또는 약 10 μm 내지 약 20 μm 의 평균 입자 사이즈를 가질 수 있다.
- [0024] 도 2 는 라인 2-2 를 따라 도 1 에서 도시된 열 교환기 (100) 의 단면도를 도시한다. 열 교환기 (100) 의 하우징 (110) 은 원형, 직사각형 형상, 삼각형 형상, 정사각형 형상, 오각형 형상, 육각형 형상, 별 형상 등, 또는 그 임의의 조합을 포함하지만 그에 제한되지 않는 다각형 형상을 가질 수 있다. 예를 들면 하우징 (110) 은 도시된 바와 같이 원형 단면을 가질 수 있다. 하우징 (110) 은 바닥 단부 (101) 및 상단 단부 (102) 와 동일한 형상 또는 상이한 형상을 가질 수 있다. 예를 들면 하우징 (110) 의 중간 부분은 원형 단면을 가질 수 있고 상단 및 바닥 단부들 (102, 101) 은 정사각형 단면을 가질 수 있다.
- [0025] 튜브 시트들 (165, 167) 은 다양한 형상들 및 사이즈들을 가질 수 있다. 예를 들면 하우징 (110) 이 도시된 바와 같이 원통형일 때, 제 1 튜브 시트 (165) 는 하우징 (110) 의 사이즈 및 형상에 상응하는 사이즈 및 형상을 갖는다. 제 1 튜브 시트 (165) 는 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) 상에 배치되거나 또는 그렇지 않다면 그에 고정될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (165) 는 직접 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) 에 배치되고 그리고/또는 고정될 수 있다. 예를 들면 제 1 튜브 시트 (165) 는 패스너 (예를 들면 용접, 리벳, 및/또는 볼트) 에 의해 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) 에 직접 고정될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 튜브 시트 (165) 는 유출구 매니폴드 (135) 및 하우징 (110) 의 내부를 유체 격리하기 위해 충분한 용접 또는 다른 기재 또는 메카니즘에 의해 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) 에 밀봉식으로 고정될 수 있다. 추가의 실시예에서, 제 1 튜브 시트 (165) 는 유출구 매니폴드 (135) 가 하우징 (110) 의 내부로부터 유체 격리될 수 있도록 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) 에 밀봉식으로 고정될 수 있다. 뿐만 아니라, 제 2 튜브 시트 (167) (도 2 에서 도시 생략) 는 유출구 매니폴드 (135) 및 유입구 매니폴드 (125) 모두가 서로 유체 격리되도록 측벽 (111) 의 내부 표면 (112) 에 밀봉식으로 고정될 수 있다.
- [0026] 제 1 튜브 시트 (165) 는 튜브 번들 (150) 을 수용하거나 고정할 수 있다. 제 1 튜브 시트 (165) 는 각각의 튜블러 (149) 의 외부 표면들 (151) 상에 배치되거나 또는 그렇지 않다면 그에 고정될 수 있다. 제 1 튜브

시트 (165) 는 각각의 튜블러 (149) 의 외부 표면들 (151) 에 직접 배치되고 그리고/또는 고정될 수 있다. 예를 들면 제 1 튜브 시트 (165) 는 패스너 (예를 들면 용접 또는 볼트) 에 의해 직접 각각의 튜블러 (149) 의 외부 표면들 (151) 에 고정될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제 1 튜브 시트 (165) 는 유출구 매니폴드 (135) 및 하우징 (110) 의 내부를 유체 격리하는 데 충분한 용접 또는 다른 기재 또는 메카니즘에 의해 각각의 튜블러 (149) 의 외부 표면들 (151) 에 밀봉 가능하게 고정될 수 있다. 내부 도관 (155) 을 각각 갖는 튜블러들 (149) 이 도시된다. 내부 도관 (155) 은 튜블러 (149) 내에 위치될 수 있다. 예를 들면 튜블러들 (149) 은 튜블러 (149) 내에 동심으로 배치되거나 위치될 수 있다. 내부 도관 스테빌라이저들 (180) 은 진동을 감소시키거나 또는 방지하고 튜블러들 (149) 내의 동심 위치에서 내부 도관 (155) 을 유지하도록 내부 도관 (155) 의 외부 벽 (156) 과 튜블러들 (149) 의 내부 표면 (152) 사이의 환형부에 위치될 수 있다. 실시예에서, 제 1 튜브 시트 (165) 는 유출구 매니폴드 (135) 및 유입구 매니폴드 (125) 모두가 서로로부터 그리고 하우징 (110) 의 내부로부터 유체 격리되도록 각각의 튜블러 (149) 의 외부 표면들 (151) 에 밀봉 가능하게 고정될 수 있고 제 2 튜브 시트 (167) (도 2 에서 도시 생략) 는 각각의 내부 도관 (155) 의 외부 표면들 (156) 에 밀봉 가능하게 고정될 수 있다.

[0027] 원통형 하우징 (110) 에 대해, 튜블러들 (149) 은 하나 이상의 열들로 또는 적어도 하나의 원통형 또는 링 형태 (도시 생략) 로 배열될 수 있다. 예를 들면 튜블러들 (149) 은 복수의 열들로 또는 동심의 원통들 또는 링들로 배열될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 튜블러들 (149) 은 동심의 원통들로 또는 링들로 배열될 수 있고 각각의 원통 또는 링은 구별되는 사이즈 및 수의 튜블러들 (149) 을 포함할 수 있다. 예를 들면 튜블러들 (149) 의 제 1 링은 약 25 cm 내지 약 35 cm 의 제 1 직경 및 약 4 개 내지 약 10 개의 튜블러들 (149) 을 가질 수 있다. 튜블러들 (149) 의 제 2 링은 약 40 cm 내지 약 50 cm 의 제 2 직경 및 약 14 개 내지 약 24 개의 튜블러들 (149) 을 가질 수 있다. 튜블러들 (149) 의 제 3 링은 약 55 cm 내지 약 65 cm 의 제 3 직경을 가질 수 있고 약 20 개 내지 약 26 개의 튜블러들 (149) 을 가질 수 있다. 튜블러들 (149) 의 제 4 링은 약 70 cm 내지 약 80 cm 의 제 4 직경 및 약 27 개 내지 약 33 개의 튜블러들 (149) 을 가질 수 있다. 튜블러들 (149) 의 제 5 링은 약 85 cm 내지 약 95 cm 의 제 5 직경을 가질 수 있고 약 32 개 내지 약 40 개의 튜블러들 (149) 을 가질 수 있다. 튜블러들 (149) 의 제 6 링은 약 100 cm 내지 약 110 cm 의 제 6 직경을 가질 수 있고 약 38 개 내지 약 48 개의 튜블러들 (149) 을 가질 수 있다.

[0028] 도 3 은 하나 이상의 실시형태들에 따른 예시적인 열 교환 시스템 (300) 의 측면면도를 도시한다. 열 교환 시스템 (300) 은 하나 이상의 미립자 유입구들 (305), 하나 이상의 미립자 유출구들 (315), 및 하나 이상의 좁아지는 부재 (313) 를 포함할 수 있다. 열 교환 시스템 (300) 은 또한 하나 이상의 유입구 매니폴드들 (도시 생략), 하나 이상의 유출구 매니폴드들 (도시 생략), 및 하나 이상의 열 교환 부재들 또는 튜블러들 (350) 을 포함할 수 있다. 열 교환 시스템 (300) 은 또한 하나 이상의 측벽들 (하나는 311 로 도시됨), 상단 단부 (302), 및 바닥 단부 (301) 을 갖는 하우징 (310) 을 포함할 수 있다. 하우징 (310) 은 정육면체, 직사각형 박스, 원통, 삼각 기둥, 쌍곡면 구조, 또는 몇몇 다른 형상 또는 그 조합을 포함하지만 그에 제한되지 않는 복수의 형상을 가질 수 있다. 도시된 바와 같이, 하우징 (310) 은 원통형일 수 있다. 하우징 (310) 은 튜브 번들 (350) 을 수용하는 데 충분한 사이즈 및 형상을 가질 수 있다.

[0029] 유입구 매니폴드는 하우징 (310) 내에 적어도 부분적으로 배치될 수 있고 냉각제 유입구 (320) 와 유체 소통할 수 있다. 예를 들면 유입구 매니폴드는 유입구 튜브 또는 유입구 파이프 (도시 생략) 를 통해 유입구 (320) 에 결합되거나 그와 유체 소통할 수 있다. 유출구 매니폴드는 또한 하우징 (310) 내에 적어도 부분적으로 배치될 수 있고 유출구 (330) 와 유체 소통할 수 있다. 예를 들면 유출구 매니폴드는 유출구 튜브 또는 유출구 파이프 (도시 생략) 를 통해 유출구에 결합될 수 있다. 유입구 매니폴드 및 유출구 매니폴드는 하나 이상의 열 교환 부재들 또는 튜블러들 (350) 위에 배치될 수 있다.

[0030] 튜브 번들 (350) 은 하나 이상의 지지 부재들 또는 하나 이상의 제 1 튜브 시트들 (365) 에 의해 지지될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (365) 는 플랜지들 (364 및 366) 사이에 배치될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (365) 는 플랜지들 (364 및 366) 을 통해 하우징 (310) 에 체결될 수 있다. 플랜지들 (364 및 366) 은 튜블러들 (350) 이 제 1 튜브 시트 (365) 에 배치될 때에 제 1 튜브 시트 (365) 의 위의 공간 및 제 1 튜브 시트 (365) 의 아래의 공간을 유체 격리시키는 밀봉부가 생성될 수 있도록 제 1 튜브 시트 (365) 에 체결될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (365) 는 적어도 조합된 튜블러들 (350) 의 전체 중량을 지지하는 데 충분한 임의의 방식으로 튜블러들 (350) 에 연결될 수 있다.

[0031] 복수의 내부 도관들 (355) 은 하나 이상의 지지 부재들 또는 하나 이상의 제 2 튜브 시트들 (367) 에 의해 지지될 수 있다. 제 2 튜브 시트 (367) 는 플랜지들 (368 및 369) 사이에 배치될 수 있다. 제 2 튜브 시트

(367)는 플랜지들 (368 및 369)을 통해 하우징 (310)에 체결될 수 있다. 플랜지들 (368 및 369)은 내부 도관들 (355)이 제 2 튜브 시트 (367)에 배치될 때에 제 2 튜브 시트 위의 공간 및 제 2 튜브 시트 아래의 공간을 유체 격리하는 밀봉부가 생성될 수 있도록 제 2 튜브 시트 (367)에 체결될 수 있다. 제 2 튜브 시트 (367)는 적어도 조합된 내부 도관들 (355)의 전체 중량을 지지하는 데 충분한 임의의 방식으로 내부 도관들 (355)에 연결될 수 있다.

[0032] 하나 이상의 미립자 유입구들 (305)은 열 교환 시스템 (300)의 하나 이상의 측벽들 (311)을 따라 임의의 지점에 위치될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 하나 이상의 미립자 유입구들 (305)은 상단 단부 (302)보다 바닥 단부 (301)에 보다 가까운 하우징 (310)의 높이에 위치될 수 있다. 예를 들면 하나 이상의 미립자 유입구들 (305)은 제 1 튜브 시트 (365)에서보다 튜블러들 (350)의 폐쇄된 원위 단부들 (360)에 보다 가까운 높이에 위치될 수 있다. 미립자 유입구 (305)는 상부 단부 (304) 및 하부 단부 (306)를 가질 수 있다. 미립자 유입구 (305)는 상부 단부 (304)와 하부 단부 (306)사이에 배치된 엘보우 (307)를 포함할 수 있다.

[0033] 미립자 유입구 (305)는 또한 통기 노즐 (308)을 포함할 수 있다. 통기 노즐 (308)은 미립자 유입구 (305)아래로 그리고 하우징 (310)내로 뜨거운 미립자드의 분배를 돕는 데 충분하도록 미립자 유입구 (305)를 따라 임의의 위치에 위치될 수 있다. 도시된 바와 같이, 통기 노즐 (308)은 상부 단부 (304)와 엘보우 (307)사이에 배치될 수 있다. 도면들에 포함되지 않지만, 통기 노즐 (308)은 엘보우 (307)와 하나 이상의 측벽들 (311)사이의 하부 단부 (306)를 따르는 임의의 위치에 위치될 수 있다. 통기 노즐 (308)은 통기 노즐이 튜브 번들 (350)을 향해 에어, 미립자들 및 또는 유체를 지향시킬 수 있도록 임의의 각도로 배치될 수 있다. 예를 들면 통기 노즐 (308)은 축방향에 대해 작게는 약 30°, 약 40°, 또는 50° 내지 크게는 약 70°, 약 80°, 또는 약 90°의 각도로 배치될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 통기 노즐 (308)은 축방향으로부터 약 35° 내지 약 85° 또는 약 45° 내지 약 75°의 각도로 배치될 수 있다. 추가의 또 다른 실시예에서, 통기 노즐 (308)은 축방향으로부터 약 55°, 약 60°, 또는 약 65°의 각도로 배치될 수 있다.

[0034] 희생 바들 (도시 생략)은 미립자 유입구 (305)를 통해 하우징 (310)으로 진입하는 새로운 뜨거운 미립자들로부터 튜브 번들 (350)을 차폐하도록 미립자 유입구 (305)근처에서 포함될 수 있다. 희생 바들은 탄소 강, 저크롬 강, 스테인레스 강, 또는 미립자 유입구 (305)를 나가는 뜨거운 미립자들과 직접 접촉을 견디는 데 충분한 임의의 다른 재료로 구성될 수 있다. 희생 바들은 미립자 유입구 (305)를 나가는 순간 뜨거운 미립자들로부터의 직접 접촉으로부터 튜블러들 (350)의 적어도 일부를 차폐할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 희생 바들은 미립자 유입구 (305)을 나가는 순간 뜨거운 미립자들로부터의 임의의 직접 접촉으로부터 튜블러들 (350)의 모두를 완전히 차폐할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 희생 바들은 미립자 유입구 (305)에 가장 가까운 위치(들)에서 튜블러들 (350)대신에 위치될 수 있다.

[0035] 뜨거운 미립자 유입구 (305)를 통해 하우징 (310)으로 진입하는 뜨거운 미립자들은 유체화된 미립자들의 밀집 상 층 및 상기 밀집 상 층 위에 위치된 유체화된 미립자들의 회석 상 층을 형성할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 뜨거운 미립자 유입구 (305)는 밀집 상 표면에서 또는 아래에서 하우징으로 진입한다. 밀집 상은 하우징 (310)의 내부 높이의 최대 약 10%, 최대 약 20%, 최대 약 30%, 최대 약 40%, 최대 약 50%, 최대 약 60%, 최대 약 70%를 점유할 수 있다. 회석 상은 하우징 (310)의 내부 높이의 최대 약 30%, 최대 약 40%, 최대 약 50%, 최대 약 60%, 최대 약 70%, 최대 약 80%, 최대 약 90%를 점유할 수 있다.

[0036] 적어도 하나의 통기 노즐 (314)은 하우징 (310)의 바닥 단부 (301)근처에 측벽 (311)을 통해 배치될 수 있다. 통기 노즐 (314)은 통기 노즐 (314)을 나가는 통기 가스로부터 튜블러들 (350)의 부식을 감소시키거나 또는 방지하는 데 충분하도록 튜블러들 (350)아래에 거리를 두어 배치될 수 있다. 예를 들면 통기 노즐 (314)은 튜블러들 (350)의 폐쇄된 원위 단부 또는 최하부 단부 아래에 적어도 약 15 cm, 적어도 약 30 cm, 적어도 약 60 cm, 적어도 약 90 cm, 적어도 약 120 cm, 적어도 약 150 cm, 적어도 약 2 m, 또는 적어도 약 3 m에 배치될 수 있다. 통기 노즐 (314)은 통기 노즐이 튜브 번들 (350)을 향해 에어, 미립자들, 및/또는 유체를 지향시킬 수 있도록 임의의 각도로 배치될 수 있다. 예를 들면 통기 노즐 (314)은 축방향에 대해 작게는 약 30°, 약 40°, 또는 50° 내지 크게는 약 70°, 약 80°, 또는 약 90°의 각도로 배치될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 통기 노즐 (314)은 축방향으로부터 약 35° 내지 약 85° 또는 약 45° 내지 약 75°의 각도로 배치될 수 있다. 추가의 또 다른 실시예에서, 통기 노즐 (314)은 축방향으로부터 약 55°, 약 60°, 또는 약 65°의 각도로 배치될 수 있다. 통기 노즐 (314)은 하우징 (310)의 바닥 단부 (301)내측 위에 내부 돌출부 (324)를 가질 수 있다. 내부 돌출부 (324)는 하우징 (310)내측에 적어도 부분적으로 배치될 수 있는 단부에서 하나 이상의 천공들을 갖는 튜브일 수 있다. 통기 노즐 (314)은 에어 및/또는 미립자들

이 튜브 번들 (350) 을 향해 위로 유동하게 하도록 보플 에어를 제공할 수 있다.

[0037] 노즐 (314) 을 나가는 통기 가스의 양은 미립자들의 밀집 층의, 사이즈, 밀도 및 레벨을 결정할 수 있다. 하나의 이상의 실시형태들에서, 통기 노즐 (314) 를 나가는 통기 가스는 처음에 밀집 층을 통해 유동하고, 두번째로 바닥으로부터 상단으로 회석 층을 통해 유동하고, 세번째로 하우징 (310) 의 상단에 위치된 라인 (370) 을 통해 하우징 (310) 을 나간다. 하나 이상의 실시형태들에서, 통기 가스의 유동은 밀집 층 다음에 이어진 회석 층을 통해 튜블러들 (350) 아래에 배치된 통기 노즐 (314) 로부터 상향으로 그리고 마지막으로 라인 (370) 을 통해 하우징 (310) 의 밖으로의 하나의 방향으로만 존재할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 뜨거운 미립자들의 유동은 뜨거운 미립자 유입구 (305) 로부터 하우징 (310) 으로 그리고 하우징 (310) 으로부터 냉각된 입자 유출구 (315) 로 하나의 방향으로만 존재할 수 있다. 노즐 (314) 을 나가는 통기 가스의 양은 라인 (370) 을 통해 하우징 (310) 을 나가는 통기 가스의 양에 의해 부분적으로 결정될 수 있다. 라인 (370) 은 밸브 (372) 를 포함하고, 상기 밸브 (372) 는 폐쇄될 때 하우징 (310) 를 나가는 통기 가스를 감소시키거나 또는 방지할 수 있다. 뿐만 아니라, 대량의 통기 가스가 라인 (370) 을 통해 시스템 (300) 으로부터 방출될 수 있기 때문에 노즐 (314) 을 나가는 통기 가스의 양은 미립자들의 밀집 층의 레벨을 결정하는 데 도움을 줄 수 있다.

[0038] 밀집 상과 회석 상 사이의 압력 차이는 압력 센서들 (352 및 354) 을 통해 모니터링될 수 있다. 도시된 바와 같이, 압력 센서 (352) 는 하우징 (310) 의 상단 및 벤트 가스 라인 (370) 근처에 회석 층에 위치될 수 있다. 압력 센서 (354) 는 미립자 유입구 (350) 근처에 밀집 층에 위치될 수 있다. 압력 센서들 (352, 354) 을 통해 관찰된 압력 데이터는 제어 밸브 (372) 를 제어하는 데 사용되는 라인들 (356 및 358) 을 통해 전달될 수 있다. 제어 밸브 (372) 는 관찰된 압력 차이에 기초하여 개방되고 폐쇄되어 하우징 (310) 에서 원하는 압력 차이를 유지하고 따라서 하우징 (310) 내에 밀집 층의 원하는 높이를 유지할 수 있다.

[0039] 좁아지는 부재 (313) 는 하우징 (310) 의 바닥 단부 (301) 에 배치될 수 있다. 좁아지는 부재 (313) 는 예를 들면 절단된 원뿔형 또는 원추형일 수 있다. 좁아지는 부재 (313) 는 열 교환 시스템 (300) 으로부터 냉각된 미립자들을 제거하기 위해 좁아지는 부재의 가장 좁아진 단부 상에 배치된 미립자 유출구 (315) 를 가질 수 있다.

[0040] 좁아지는 부재 (313) 는 그 측면에 배치된 하나 이상의 통기 노즐들 (두개가 316, 317 로 도시됨) 을 포함할 수 있다. 통기 노즐들 (316, 317) 은 통기 노즐들 (316, 317) 이 미립자 유출구 (315) 를 향해 제 2 통기 유체를 지향시킬 수 있도록 하우징 및/또는 축방향에 대해 임의의 각도로 배치될 수 있다. 예를 들면 에어, 질소, 이산화탄소, 아르곤, 또는 그 임의의 조합은 노즐들 (316, 317) 을 통해 제 2 통기 유체로서 도입될 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 제 2 통기 유체는 질소와 같은 불활성 가스일 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 제 2 통기 유체는 에어일 수 있고 에어를 포함할 수 있다.

[0041] 통기 노즐들 (316, 317) 은 축방향에 대해 작게는 약 30°, 약 40°, 또는 50° 내지 크게는 약 70°, 약 80°, 또는 약 90° 의 각도로 배치될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 통기 노즐들 (316, 317) 은 축방향으로부터 약 35° 내지 약 85° 또는 약 45° 내지 약 75° 의 각도로 배치될 수 있다. 추가의 또 다른 실시예에서, 통기 노즐들 (316, 317) 은 축방향으로부터 약 55°, 약 60°, 또는 약 65° 의 각도로 배치될 수 있다.

[0042] 도시 생략되었지만, 통기 노즐들 (316, 317) 은 하우징 (310) 의 좁아지는 부재 (313) 내측에서 내부 돌출부를 가질 수 있다. 내부 돌출부는 하우징 (310) 의 좁아지는 부재 (313) 내측에 적어도 부분적으로 배치될 수 있는 단부에서 하나 이상의 천공들을 갖는 튜브일 수 있다. 통기 노즐들 (316, 317) 은 에어 및/또는 냉각된 미립자들이 미립자 유출구 (315) 을 통해 외부로 유동하게 하도록 보플 에어를 제공할 수 있다.

[0043] 하우징 (310) 은 튜블러들 (350) 아래의 위치에서 하우징 (310) 에 또는 하우징 (310) 상에 배치된 하나 이상의 압력 센서 개구들 (318) 및/또는 하나 이상의 온도 센서 개구들 (319) 을 가질 수 있다. 하나 이상의 압력 센서들 (도시 생략) 은 압력 센서 개구 (318) 에 적어도 부분적으로 배치될 수 있고, 하나 이상의 온도 센서들 (도시 생략) 은 온도 센서 개구 (319) 에 적어도 부분적으로 배치될 수 있다. 압력 센서 개구 (318) 및 온도 센서 개구 (319) 는 하우징 (310) 의 축방향에 대해 동일한 또는 상이한 각도를 가질 수 있다. 예를 들면 압력 센서 개구 (318) 및/또는 온도 센서 개구 (319) 는 하우징 (310) 의 축방향에 대해 작게는 약 30°, 약 40°, 또는 약 50° 내지 크게는 약 70°, 약 80°, 또는 약 90° 의 각도로 배치될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 압력 센서 개구 (318) 및 온도 센서 개구 (319) 는 하우징 (310) 의 축방향으로부터 약 35° 내지 약 85° 또는 약 45° 내지 약 75° 의 각도로 배치될 수 있다. 추가의 또 다른 실시예에서, 압력 센서 개구 (318) 및 온도 센서 개구 (319) 는 하우징 (310) 의 축방향으로부터 약 55°, 약 60°, 또는 약 65° 의 각도로 배치될 수

있다. 추가의 또 다른 실시예에서, 압력 센서 개구 (318) 는 하우징 (310) 의 측방향에 대해 45° 로 배치될 수 있고 온도 센서 개구 (319) 는 하우징 (310) 의 측방향에 대해 90° 로 배치될 수 있다.

[0044] 열 교환 시스템 (300) 내로 들어오는 미립자들, 예를 들면 애쉬는 낮게는 약 400 °C, 약 500 °C, 약 550 °C, 약 600 °C, 약 650 °C, 약 700 °C, 약 750 °C, 또는 약 800 °C 내지 높게는 약 900 °C, 약 950 °C, 약 1,000 °C, 약 1,050 °C, 약 1,100 °C, 약 1,150 °C, 약 1,200 °C, 약 1,250 °C, 약 1,350 °C, 또는 약 1,400 °C 의 범위의 온도를 가질 수 있다. 예를 들면 열 교환 시스템 (300) 내로 들어오는 미립자들은 약 785 °C 내지 약 1,250 °C, 약 900 °C 내지 약 1,150 °C, 약 925 °C 내지 약 1,125 °C, 또는 약 950 °C 내지 약 1,100 °C 의 온도를 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 열 교환 시스템 (300) 내로 들어오는 미립자들은 약 975 °C 내지 약 1,050 °C 의 온도를 가질 수 있다. 열 교환 시스템 (300) 내로 들어오는 미립자들은 시스템, 예를 들면 가스화 시스템의 압력과 동일한 압력일 수 있고, 시스템마다 변할 수 있다. 예를 들면 미립자들은 낮게는 약 101 kPa, 약 500 kPa, 약 1,000 kPa, 또는 약 1,500 kPa 내지 높게는 약 3,500 kPa, 약 4,000 kPa, 약 4,500 kPa, 또는 약 5,000 kPa 범위의 압력으로 열 교환 시스템 (300) 내로 진입할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 미립자들은 약 250 kPa 내지 약 4,750 kPa, 약 750 kPa 내지 약 4,250 kPa, 또는 약 1,250 kPa 내지 약 3,750 kPa 의 압력으로 열 교환 시스템 (300) 으로 진입할 수 있다.

[0045] 열 교환 시스템 (300) 을 나오는 미립자들은 낮게는 약 100 °C, 약 110 °C, 약 120 °C, 약 130 °C, 약 140 °C, 약 150 °C, 약 160 °C, 또는 약 165 °C 내지 높게는 약 170 °C, 약 175 °C, 약 180 °C, 약 185 °C, 약 190 °C, 약 200 °C, 약 210 °C, 약 220 °C, 약 230 °C, 또는 약 240 °C 범위의 온도를 가질 수 있다. 예를 들면 열 교환 시스템 (300) 을 나오는 미립자들은 약 145 °C 내지 약 205 °C, 약 155 °C 내지 약 195 °C, 또는 약 165 °C 내지 약 185 °C 의 온도를 가질 수 있다. 또 다른 실시예에서, 열 교환 시스템 (300) 을 나오는 미립자들은 약 175 °C, 약 176 °C, 또는 약 177 °C 의 온도를 가질 수 있다.

[0046] 미립자들은 짧게는 약 1 초, 약 5 초, 약 10 초, 약 40 초, 또는 약 80 초 내지 길게는 약 600 초, 약 900 초, 약 1800 초, 약 2500 초, 또는 약 5000 초의 범위의 열 교환 시스템 (300) 에서의 잔류 시간을 가질 수 있다. 예를 들면 미립자들은 약 15 초 내지 약 1150 초, 약 45 초 내지 약 850 초, 또는 약 85 초 내지 약 550 초의 범위의 열 교환 시스템 (300) 내에서의 잔류 시간을 가질 수 있다. 미립자들은 낮게는 약 0.01 kg/m²-s, 약 40 kg/m²-s, 또는 약 80 kg/m²-s 내지 높게는 약 600 kg/m²-s, 약 800 kg/m²-s, 또는 약 1000 kg/m²-s 의 범위의 비율로 열 교환 시스템 (300) 에 도입될 수 있다. 예를 들면 미립자들은 약 0.01 kg/m²-s 내지 약 950 kg/m²-s, 약 45 kg/m²-s 내지 약 750 kg/m²-s, 또는 약 85 kg/m²-s 내지 약 550 kg/m²-s 의 비율로 유입구 (304) 를 통해 열 교환 시스템 (300) 으로 도입될 수 있다.

[0047] 도 4 는 하나 이상의 실시형태들에 따른 예시적인 열 교환 시스템 (400) 의 투시 측면도를 도시한다. 열 교환 시스템 (400) 은 하나 이상의 미립자 유입구들 (405), 하나 이상의 미립자 유출구들 (415), 및 좁아지는 부재 (413) 를 포함할 수 있다. 열 교환 시스템 (400) 은 또한 하나 이상의 유입구 매니폴드들 (420), 하나 이상의 유출구 매니폴드들 (430), 및 하나 이상의 열 교환 부재들 또는 튜블러들 (450) 을 포함할 수 있다. 열 교환 시스템 (400) 은 또한 하나 이상의 측벽들 (하나가 411 로 도시됨), 상단 단부 (402), 및 바닥 단부 (401) 를 갖는 하우징 (410) 을 포함할 수 있다. 하우징 (410) 은 정육면체, 직사각형 박스, 원통, 삼각 기둥, 쌍곡면 구조, 또는 몇몇 다른 형상 또는 그 조합을 포함하지만 그에 제한되지 않는 복수의 형상들을 가질 수 있다. 도시된 바와 같이, 하우징 (410) 은 원통형일 수 있다. 하우징 (410) 은 튜브 번들 (450) 을 수용하는 데 충분한 사이즈 및 형상을 가질 수 있다. 좁아지는 부재 (413) 는 하우징 (410) 의 바닥 단부 (401) 에 배치될 수 있다. 좁아지는 부재 (413) 는 예를 들면 절단된 원뿔형 또는 원추형일 수 있다. 미립자 유출구 (415) 는 열 교환 시스템 (400) 으로부터 냉각된 미립자들의 제거를 위해 좁아지는 부재 (413) 의 가장 좁아지는 단부 상에 배치될 수 있다. 통기 노즐 (414) 은 하우징 (410) 의 바닥 단부 (401) 근처에 배치될 수 있다.

[0048] 튜브 번들 (450) 은 하나 이상의 지지 부재들 또는 하나 이상의 제 1 튜브 시트들 (465) 에 의해 지지될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (465) 는 튜블러들 (450) 이 제 1 튜브 시트 (465) 에 배치될 때에 제 1 튜브 시트 (465) 위의 공간과 제 1 튜브 시트 (465) 아래의 공간을 유체 격리하는 밀봉부가 생성될 수 있도록 고정될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (465) 는 적어도 조합된 튜블러들 (450) 의 전체 중량을 지지하는 데 충분한 임의의 방식으로 튜블러들 (450) 에 연결될 수 있다. 하나 이상의 안내 부재들 (424) 및 하나 이상의 희생 바들 (426) 은 또한 하나 이상의 제 1 튜브 시트들 (465) 에 의해 전체적으로 지지될 수 있다. 제 1 튜브 시트 (465) 는 튜브 번들 (450), 안내 부재들 (424), 희생 바들 (426), 및 그리드 안내부들 (420, 422) 의 조합된

중량을 지지할 수 있다.

- [0049] 복수의 내부 도관들 (455) 은 하나 이상의 지지 부재들 또는 하나 이상의 제 2 튜브 시트들 (467) 에 의해 지지될 수 있다. 제 2 튜브 시트 (467) 는 내부 도관들 (455) 이 제 2 튜브 시트 (467) 에 배치될 때에 제 2 튜브 시트 위의 공간 및 제 2 튜브 시트 아래 공간을 유체 격리하는 밀봉부가 생성될 수 있도록 고정될 수 있다. 제 2 튜브 시트 (467) 는 적어도 조합된 내부 도관들 (455) 의 전체 중량을 지지하는 데 충분한 임의의 방식으로 내부 도관들 (455) 에 연결될 수 있다.
- [0050] 안내 부재들 (424) 은 튜브 번들 (450) 과 나란히 배치된 하우징 (410) 의 길이를 따라 연장될 수 있다. 안내 부재들 (424) 은 그리드 안내부들 (420, 422) 을 지지하는 데 사용될 수 있다. 예를 들면 하나 이상의 안내 부재들 (424) 은 상부 그리드 안내부 (420) 및 하부 그리드 안내부 (422) 를 지지할 수 있다. 하나 이상의 그리드 안내부들의 위치 및 배치는 튜브 번들 (450) 의 정렬을 지원하고 튜브 번들 (450) 의 임의의 진동을 감소시킬 수 있다. 안내 부재들 (424) 은 하우징 (110) 의 종축에 대해 축방향으로 배향될 수 있고 그리고/또는 실질적으로 직선일 수 있다. 안내 부재들 (424) 의 실질적으로 직선 길이는 또는 진동을 감소시키거나 또는 회피하도록 그리고/또는 튜블러들 (450) 의 보수 유지를 용이하게 하도록 최적화될 수 있다. 안내 부재들 (424), 상부 그리드 안내부 (420), 및 하부 그리드 안내부 (422) 는 적합한 금속들, 금속 합금들, 복합 재료들, 폴리머 재료들 등으로 제조될 수 있다. 예를 들면 안내 부재들 (424), 상부 그리드 안내부 (420), 및 하부 그리드 안내부 (422) 는 스테인레스 강으로 구성될 수 있다.
- [0051] 회생 바들 (426) 은 미립자 유입구 (405) 를 통해 하우징 (410) 으로 진입하는 새로운 뜨거운 미립자들로부터 튜브 번들 (450) 을 차폐하도록 미립자 유입구 (405) 근처에 포함될 수 있다. 회생 바들은 탄소 강, 저크롬강, 스테인레스 강, 또는 미립자 유입구 (405) 를 나오는 뜨거운 미립자들과 직접 접촉을 견디는 데 충분한 임의의 다른 재료로 구성될 수 있다. 회생 바들 (426) 은 미립자 유입구 (405) 를 나오는 순간 뜨거운 미립자들로부터의 직접 접촉으로부터 튜블러들 (450) 의 적어도 일부를 차폐할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 회생 바들 (426) 은 미립자 유입구 (405) 를 나오는 순간 뜨거운 미립자들로부터의 임의의 직접 접촉으로부터 튜블러들 (450) 의 모두를 적어도 부분적으로 또는 완전히 차폐할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 회생 바들은 미립자 유입구 (405) 에 가장 가까운 위치(들) 에서 튜블러들 (450) 을 대신하여 위치될 수 있다.
- [0052] 도 5 는 라인 5-5 를 따라 도 4 에 도시된 열 교환기의 단면도를 도시한다. 튜브 번들 (450) 은 하우징 (410) 내에 도시된다. 도시된 바와 같이, 튜브 번들 (450) 은 네개의 안내 부재들 (424) 및 네개의 회생 바들 (426) 과 나란히 위치될 수 있다. 튜브 번들 (450), 안내 부재들 (424) 및 회생 바들 (426) 은 안내 그리드 (420) 내에 모두 포함될 수 있다. 안내 그리드 (420) 를 형성하는 직각으로 배열된 바들 (421) 을 갖는 안내 그리드 (420) 가 도시된다. 안내 그리드 (420) 는 배열된 바들 (421) 의 외부 에지들에 연결되고 배열된 바들 (421) 주위에서 원주를 형성하는 밴딩 바 (423) 를 포함할 수 있다. 밴딩 바 (423) 는 그리드 패턴으로 배열된 바들 (421) 을 고정하고 유지할 수 있다. 밴딩 바 (423) 의 원주 주위에 고르게 분배된 네개의 안내 부재들 (424) 이 도시된다. 안내 그리드 (420) 는 밴딩 바 (423) 의 외부 원주를 따라 등거리에 위치한 고정 부재들 (419) 를 통해 하우징 (410) 에 추가로 고정될 수 있다. 고정 부재들 (419) 은 하우징 (410) 의 하나 이상의 측벽들 (411) 의 내부 표면에 접촉되거나, 부착되거나, 결합되거나, 커플링되거나 또는 그렇지 않다면 연결될 수 있다.
- [0053] 도 6 은 라인 6-6 을 따라 도 4 에 도시된 열 교환기의 단면도를 도시한다. 하우징 (410) 의 중앙에 위치한 통기 노즐 (414) 이 도시된다. 에어 또는 다른 가스들은 통기 탭 (490) 을 통해 통기 노즐 (414) 로 공급될 수 있다. 통기 노즐 (414) 은 통기 노즐 (414) 로부터 돌출하는 통기 센트럴라이저들 (492) 를 통해 하우징 (410) 에 고정되고 센터링될 수 있다. 통기 센트럴라이저들 (492) 은 하우징 (410) 의 하나 이상의 측벽들 (411) 의 내부 표면에 접촉되거나, 부착되거나 또는 연결될 수 있다.
- [0054] 도 7 은 하나 이상의 실시형태들에 따른 도 3 에 도시된 열 교환 시스템 (300) 을 포함하는 예시적인 가스화 시스템 (700) 의 개략도를 도시한다. 가스화 시스템 (700) 은 하나 이상의 탄화수소 제조 유닛들 (705), 가스화 장치들 (710), 합성 가스 냉각기들 (715), 미립자 제어 디바이스들 (720), 및 열 교환 시스템들 (300) 을 포함할 수 있다. 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 탄화수소 제조 유닛 (705) 으로 도입되어 라인 (706) 을 통해 가스화 장치 피드를 생성할 수 있다. 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 고체, 액체, 가스, 또는 그 조합이든 하나 이상의 탄소질 재료를 포함할 수 있다. 탄소질 재료들은 바이오 매스 (예를 들면 식물성 및/또는 동물성 매터 또는 식물성 및/또는 동물성으로 유도된 물질), 석탄 (예를 들면 고-나트륨 및 저-나트륨 갈탄, 갈

탄, 아역청탄, 및/또는 무연탄), 오일 셰일, 코크스, 타르, 아스팔텐들, 저애쉬 또는 무애쉬 폴리머들, 탄화수소계 폴리머 재료들, 바이오 매스로부터 유도된 재료, 또는 제조 작업들로부터 유도된 부산물을 포함할 수 있지만 그에 제한되지 않는다. 탄화수소계 폴리머 재료들은 예를 들면 다른 폴리올레핀들, 호모 폴리머들, 코폴리머들, 블록 코폴리머들, 및 그 블렌드들을 포함하는 폴리프로필렌들, 폴리에틸렌들, 폴리스티렌들을 포함하는 열 가소성 수지들, 엘라스토머들, 고무들; PET (폴리에틸렌 테레프탈레이트), 폴리브렌드들, 다른 폴리올레핀, 산소를 함유하는 다수의-탄화수소들; 탄화수소 왁스들, 그 블렌드들, 그 유도체들, 및 그 임의의 조합과 같은 석유 정제들 및 석유 화학 플랜트들로부터의 고탄화수소 슬러지 및 바닥 생성물들을 포함할 수 있다.

[0055] 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 두개 이상의 탄소질 재료들의 혼합물 또는 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 두개 이상의 저애쉬 또는 무애쉬 폴리머들, 바이오 매스로부터-유도된 재료들 또는 제조 작업으로부터 유도된 부산물들의 혼합물 또는 조합을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 범퍼들 및 대시 보드들을 포함하는 차량의 플라스틱 부분들/구성 요소들 및/또는 카펫과 같은 하나 이상의 버려진 소비재들과 조합된 하나 이상의 탄소질 재료들을 포함할 수 있다. 그러한 버려진 소비재들은 가스화 장치 (710) 내에 피팅되도록 사이즈가 감소될 수 있다. 따라서, 가스화 시스템 (700) 은 사전 제조된 재료들의 적절한 처분에 대한 지시를 수용하는 데 유용할 수 있다.

[0056] 탄화수소 제조 유닛 (705) 은 라인 (701) 을 통해 공급 원료 및 라인 (721) 에서의 원하는 합성 가스 생성물에 따라 본 기술 분야에 공지된 임의의 제조 유닛일 수 있다. 예를 들면 탄화수소 제조 유닛 (705) 은 먼지 또는 다른 원치않는 부분들을 세척함으로써 라인 (701) 을 통해 공급 원료로부터 오염물을 제거할 수 있다. 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 건조 피드일 수 있거나 또는 슬러리 또는 현탁물로서 탄화수소 제조 유닛 (705) 으로 운반될 수 있다. 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 건조되고 그 이후에 탄화수소 제조 유닛 (705) 으로 도입되기 전에 하나 이상의 밀링 유닛들 (도시 생략) 에 의해 분쇄될 수 있다. 예를 들면 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 많게는 약 35% 의 습기 내지 적게는 약 18% 의 습기로 건조될 수 있다. 유체 층 건조기 (도시 생략) 는 예를 들면 라인 (701) 을 통해 공급 원료를 건조하는 데 사용될 수 있다. 라인 (701) 을 통해 공급 원료는 약 50 μm , 약 150 μm , 또는 약 250 μm 내지 약 400 μm , 약 500 μm , 또는 약 600 μm 보다 큰 평균 입자 직경 사이즈를 가질 수 있다. 라인 (706) 을 통한 가스화 장치 피드, 라인 (731) 을 통한 하나 이상의 산화제들, 및/또는 라인 (709) 을 통한 스팀은 가스화 장치 (710) 로 도입되어 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스 및 라인 (712) 을 통해 폐기물, 예를 들면 조립 애쉬를 생성할 수 있다.

[0057] 라인 (704) 을 통한 산화제는 가스화 장치 (710) 로 에어 분리 유닛 (730) 에 의해 공급될 수 있다. 에어 분리 유닛 (730) 은 라인 (731) 을 통해 가스화 장치 (710) 에 순수 산소, 거의 순수 산소, 본질적으로 산소, 또는 산소가 풍부한 에어를 제공할 수 있다. 에어 분리 유닛 (730) 은 라인 (731) 을 통한 가스화 장치 (710) 에 질소가 적은, 산소가 풍부한 피드를 제공함으로써 라인 (711) 을 통해 합성 가스 냉각기 (715) 로 제공된 미처리된 합성 가스에 질소 농도를 최소화할 수 있다. 순수 또는 거의 순수 산소 피드의 사용은 가스화 장치 (711) 가 예를 들면 약 0.5 mol% 보다 적은 질소/아르곤을 포함하는 본질적으로 질소가 존재하지 않는 합성 가스를 생성하도록 허용한다. 에어 분리 유닛 (730) 은 고압, 극저온 타입 분리기일 수 있다. 에어는 라인 (729) 을 통해 에어 분리 유닛 (730) 으로 도입될 수 있다. 도시 생략되었지만, 에어 분리 유닛 (730) 으로부터 분리된 질소는 연소 터빈으로 도입될 수 있다. 에어 분리 유닛 (730) 은 가스화 장치 (710) 로 도입된 총 산화제의 약 10%, 약 30%, 약 50%, 약 70%, 약 90%, 또는 약 100% 를 제공할 수 있다.

[0058] 도시 생략되었지만, 하나 이상의 흡착제들이 가스화 장치 (710) 에 첨가될 수 있다. 하나 이상의 흡착제들은 가스화 장치 (710) 내에 가스 상으로 나트륨 증기와 같은 미처리된 합성 가스로부터 오염물을 포획하도록 부가될 수 있다. 하나 이상의 흡착제들은 산소가 가스화 장치 (710) 내에서의 공급 원료로부터의 수소 (예를 들면 워터) 와 바람직하지 않은 부 반응들을 발생시킬 수 있는 농도에 도달하는 것을 지연시키거나 방지하는 데 충분한 비율 및 레벨로 산소를 소기 (scavenge) 하도록 첨가될 수 있다. 하나 이상의 흡착제들은 하나 이상의 탄화수소들과 혼합되거나 그렇지 않다면 그에 첨가될 수 있다. 하나 이상의 흡착제들은 가스화 장치 (710) 에서 공급 원료 미립자들의 먼지를 제거하거나 또는 공급 원료를 코팅하는 데 사용되어 미립자들의 응집하려는 경향을 감소시킨다. 하나 이상의 흡착제들은 약 5 μm 내지 약 100 μm , 또는 약 10 μm 내지 약 75 μm 의 평균 입자 사이즈로 연마될 수 있다. 예시적인 흡착제들은 탄소가 풍부한 애쉬, 석회석, 백운석, 및 코크스 가루 (coke breeze) 를 포함할 수 있지만 그에 제한되지 않는다. 공급 원료로부터 배출되는 잔류 황은 피드에서 천연 칼슘 또는 칼슘계 흡착제에 의해 포획되어 황화 칼슘을 형성할 수 있다.

[0059] 가스화 장치 (710) 는 하나 이상의 순환하는 고체 또는 이송 가스화 장치들, 하나 이상의 역류 고정층 가스화 장치들, 하나 이상의 병류 고정층 가스화 장치들, 하나 이상의 유동층 반응기들, 하나 이상의 분류 유동 가스화

장치들, 임의의 다른 타입의 가스화 장치, 또는 그 임의의 조합일 수 있다. 순환하는 고체 또는 이송 가스화 장치들은 라인 (706) 을 통해 가스화 장치 피드를 도입함으로써 그리고 하나 이상의 혼합 구역들 (도시 생략) 로 하나 이상의 산화제들을 도입함으로써 작동하여 가스 혼합물을 제공한다. 예시적인 순환하는 고체 가스화 장치는 미국 특허 No.7,722,690 에서 논의되고 설명되는 것일 수 있다.

[0060] 가스화 장치 (710) 는 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스를 생성할 수 있는 한편, 가스화 장치 (710) 로부터의 폐기물, 예를 들면 애쉬 또는 조립 애쉬는 라인 (712) 을 통해 제거될 수 있다. 라인 (712) 을 통해 제거되는 폐기물 또는 애쉬는 라인 (722) 을 통한 미세 애쉬보다 사이즈에서 보다 클 수 있다. 라인 (712) 을 통해 폐기물 또는 애쉬는 처분될 수 있거나 또는 다른 적용예들에서 사용될 수 있다. 라인 (712) 을 통해 분리된 미립자들은 열 교환 시스템 (300) 으로 도입되어 라인 (301) 을 통해 냉각된 미립자들을 생성할 수 있다. 라인 (712) 을 통해 분리된 미립자들은 낮게는 약 400 °C, 약 500 °C, 약 550 °C, 약 600 °C, 약 650 °C, 약 700 °C, 약 750 °C, 또는 약 800 °C 내지 높게는 약 900 °C, 약 950 °C, 약 1,000 °C, 약 1,050 °C, 약 1,100 °C, 약 1,150 °C, 약 1,200 °C, 약 1,250 °C, 약 1,350 °C, 또는 약 1,400 °C 의 범위의 온도로 열 교환 시스템 (300) 으로 진입할 수 있다. 라인 (301) 을 통해 열 교환기 (300) 를 나가는 냉각된 미립자들은 낮게는 약 100 °C, 약 110 °C, 약 120 °C, 약 130 °C, 약 140 °C, 약 150 °C, 약 160 °C, 또는 약 165 °C 내지 높게는 약 170 °C, 약 175 °C, 약 180 °C, 약 185 °C, 약 190 °C, 약 200 °C, 약 210 °C, 약 220 °C, 약 230 °C, 또는 약 240 °C 의 범위의 온도를 가질 수 있다. 라인 (712) 을 통해 분리된 미립자들 및/또는 라인 (301) 을 통해 냉각된 미립자들은 약 20 μm 이하, 약 15 μm 이하, 약 12 μm 이하, 또는 약 9 μm 이하의 입자 직경 (또는 평균 단면 사이즈) 을 가질 수 있다. 도시 생략되었지만, 하나 이상의 열 교환 시스템들 (300) 은 동일한 가스화 장치 (710) 또는 복수의 가스화 장치들 (710) 에 결합될 수 있다. 예를 들면 네개의 열 교환 시스템들 (300) 은 서로에 그리고 가스화 장치 (710) 에 병렬로 링크될 수 있다. 라인 (709) 을 통한 스팀은 가스화 장치 (710) 로 도입되어 가스화 프로세스를 지원할 수 있다. 하나 이상의 실시형태들에서, 그러나, 가스화 장치 (710) 는 라인 (709) 을 통한 직접적인 스팀 도입을 포함하지 않는다.

[0061] 가스화 장치 (710) 에서 생성된 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 일산화탄소, 수소, 산소, 메탄, 이산화탄소, 탄화수소들, 황, 고체들, 그 혼합물들, 그 유도체들, 또는 그 조합들을 포함할 수 있다. 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 85% 이상의 일산화탄소 및 수소를 포함하고 나머지는 주로 이산화탄소 및 메탄일 수 있다. 가스화 장치 (710) 는 적어도 약 85%, 약 90%, 약 95%, 약 98%, 또는 약 99% 의 탄소를 가스화 장치 피드로부터 라인 (706) 을 통해 합성 가스로 변환할 수 있다.

[0062] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 90% 이상의 일산화탄소 및 수소, 95% 이상의 일산화탄소 및 수소, 97% 이상의 일산화탄소 및 수소, 또는 99% 이상의 일산화탄소 및 수소를 포함할 수 있다. 가스화 장치 (710) 에서 생성된 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 일산화탄소 함량은 적게는 약 10 vol%, 약 20 vol%, 또는 약 30 vol% 내지 많게는 약 60 vol%, 약 70 vol%, 약 80 vol%, 또는 약 90 vol% 의 범위일 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 일산화탄소 함량은 약 15 vol% 내지 약 85 vol%, 약 25 vol% 내지 약 75 vol%, 또는 약 35 vol% 내지 약 65 vol% 의 범위일 수 있다.

[0063] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 수소 함량은 적게는 약 1 vol%, 약 5 vol%, 또는 약 10 vol% 내지 많게는 약 30 vol%, 약 40 vol%, 또는 약 50 vol% 의 범위일 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 수소 함량은 약 5 vol% 내지 약 45 vol% 수소, 약 10 vol% 내지 약 35 vol% 수소, 또는 약 10 vol% 내지 약 25 vol% 수소의 범위일 수 있다.

[0064] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 25 vol% 보다 작은, 20 vol% 보다 작은, 15 vol% 보다 작은, 10 vol% 보다 작은, 또는 5 vol% 보다 작은 조합된 질소, 메탄, 이산화탄소, 워터, 황화 수소, 및 염화 수소를 포함할 수 있다.

[0065] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 질소 함량은 적게는 약 0 vol%, 약 0.5 vol%, 약 1.0 vol%, 또는 약 1.5 vol% 내지 많게는 약 2.0 vol%, 약 2.5 vol%, 또는 약 3.0 vol% 의 범위일 수 있다. 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 질소가 없거나 또는 본질적으로 질소가 없을 수 있고 예를 들면 0.5 vol% 이하의 질소를 포함할 수 있다.

[0066] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 메탄 함량은 적게는 약 0 vol%, 약 2 vol%, 또는 약 5 vol% 내지 많게는 약 10 vol%, 약 15 vol%, 또는 약 20 vol% 의 범위일 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 메탄 함량은 약 1 vol% 내지 약 20 vol%, 약 5 vol% 내지 약 15 vol%, 또는 약 5 vol% 내지 약 10 vol% 의 범위일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 메탄 함량은

약 15 vol% 이하, 10 vol% 이하, 5 vol% 이하, 3 vol% 이하, 2 vol% 이하, 또는 1 vol% 이하일 수 있다.

[0067] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 이산화탄소 함량은 적게는 약 0 vol%, 약 5 vol%, 또는 약 10 vol% 내지 많게는 약 20 vol%, 약 25 vol%, 또는 약 30 vol% 의 범위일 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 이산화탄소 함량은 약 20 vol% 이하, 약 15 vol% 이하, 약 10 vol% 이하, 약 5 vol% 이하, 또는 약 1 vol% 이하일 수 있다.

[0068] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스의 워터 함량은 약 40 vol% 이하, 30 vol% 이하, 25 vol% 이하, 20 vol% 이하, 15 vol% 이하, 10 vol% 이하, 5 vol% 이하, 3 vol% 이하, 2 vol% 이하, 또는 1 vol% 이하일 수 있다.

[0069] 가스화 장치 (710) 를 나가는 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 약 1,863 kJ/m³ (50 Btu/scf) 내지 약 2,794 kJ/m³ (75 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 3,726 kJ/m³ (100 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 4,098 kJ/m³ (110 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 5,516 kJ/m³ (140 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 6,707 kJ/m³ (180 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 7,452 kJ/m³ (200 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 9,315 kJ/m³ (250 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 10,246 kJ/m³ (275 Btu/scf), 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 11,178 kJ/m³ (300 Btu/scf), 또는 약 1,863 kJ/m³ 내지 약 14,904 kJ/m³ (400 Btu/scf) 의 열 손실 및 회석 효과들에 대해 보정된 발열량을 가질 수 있다.

[0070] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 약 575 °C 내지 약 2,100 °C 의 범위의 온도로 가스화 장치 (710) 를 나갈 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 낮게는 약 800 °C, 약 900 °C, 약 1,000 °C, 또는 약 1,050 °C 내지 높게는 약 1,150 °C, 약 1,250 °C, 약 1,350 °C, 또는 약 1,450 °C 의 범위의 온도를 가질 수 있다.

[0071] 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 합성 가스 냉각기 (715) 로 도입되어 라인 (716) 을 통해 냉각된 합성 가스를 제공할 수 있다. 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 라인 (714) 을 통해 도입된 열 전달 매체를 사용하여 합성 가스 냉각기 (715) 에서 냉각될 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 약 260 °C 내지 약 430 °C 의 간접 열교환에 의해 냉각될 수 있다. 도시 생략되었지만, 라인 (714) 을 통한 열 전달 매체는 프로세스 스팀을 포함하거나 또는 합성 가스 정제 시스템들로부터 응축될 수 있다. 라인 (714) 을 통한 열 전달 매체는 프로세스 워터, 보일러 피드 워터, 과열된 저압 스팀, 과열된 매체 압력 스팀, 과열된 고압 스팀, 포화된 저압 스팀, 포화된 매체 압력 스팀, 포화된 고압 스팀 등일 수 있다. 라인 (711) 을 통해 도입된 미처리된 합성 가스로부터 합성 가스 냉각기 (715) 로의 열은 라인 (714) 을 통해 도입된 열 전달 매체로 간접적으로 전달될 수 있다. 예를 들면 라인 (714) 를 통해 도입된 미처리된 합성 가스로부터 합성 가스 냉각기 (715) 로의 열은 라인 (714) 을 통해 도입된 보일러 피드 워터로 간접적으로 전달되어 라인 (717) 을 통해 과열된 고압 스팀을 제공할 수 있다. 라인 (717) 을 통해 과열된 또는 고압 과열된 스팀은 직접 커플링된 발전기 (도시 생략) 를 구동할 수 있는 하나 이상의 스팀 터빈들 (도시 생략) 에 동력 공급하는 데 사용될 수 있다. 스팀 터빈들 (도시 생략) 로부터 회수된 응축물들은 그 후에 합성 가스 냉각기 (715) 로 라인 (714) 을 통한 열 전달 매체로서, 예를 들면 보일러 피드 워터로서 재순환될 수 있다.

[0072] 합성 가스 냉각기 (715) 로부터 라인 (717) 을 통해 과열된 또는 고압 과열된 스팀은 낮게는 약 300 °C, 약 325 °C, 약 350 °C, 약 370 °C, 약 390 °C, 약 415 °C, 약 425 °C, 또는 약 435 °C 내지 높게는 약 440 °C, 약 445 °C, 약 450 °C, 약 455 °C, 약 460 °C, 약 470 °C, 약 500 °C, 약 550 °C, 약 600 °C, 또는 약 650 °C 의 범위의 온도일 수 있다. 예를 들면 라인 (717) 을 통해 과열된 또는 고압 과열된 스팀은 약 427 °C 내지 약 454 °C, 약 415 °C 내지 약 433 °C, 약 430 °C 내지 약 460 °C, 또는 약 420 °C 내지 약 455 °C 의 온도일 수 있다. 라인 (717) 을 통해 과열된 또는 고압 과열된 스팀은 낮게는 약 3,000 kPa, 약 3,500 kPa, 약 4,000 kPa, 또는 약 4,300 kPa 내지 높게는 약 4,700 kPa, 약 5,000 kPa, 약 5,300 kPa, 약 5,500 kPa, 약 6,000 kPa, 또는 약 6,500 kPa 의 범위의 압력일 수 있다. 예를 들면 라인 (717) 을 통해 과열된 또는 고압 과열된 스팀은 약 3,550 kPa 내지 약 5,620 kPa, 약 3,100 kPa 내지 약 4,400 kPa, 약 4,300 kPa 내지 약 5,700 kPa, 또는 약 3,700 kPa 내지 약 5,200 kPa 의 압력일 수 있다.

[0073] 도시 생략되었지만, 합성 가스 냉각기 (711) 는 병렬로 또는 직렬로 배열된 하나 이상의 열 교환기들 또는 열 교환 구역들을 포함할 수 있다. 합성 가스 냉각기 (711) 에 포함된 열 교환기들은 셸-앤드-튜브 (shell-and-tube) 타입 열 교환기들일 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 열 교환기들의 셸-측 또는 튜브-측에 직렬로 또는 병렬로 공급될 수 있다. 라인 (714) 을 통한 열 전달 매체는 어느 측으로 미처리된 합성 가스가 도입되는 지에 따라 셸-측 또는 튜브-측을 통해 통과될 수 있다.

- [0074] 라인 (716) 을 통해 냉각된 합성 가스는 하나 이상의 미립자 제거 시스템들 (720) 로 도입되어 라인 (716) 을 통해 냉각된 합성 가스로부터 미립자들을 부분적으로 또는 완전히 제거하여 라인 (721) 을 통해 분리된 또는 "미립자가 적은" 합성 가스, 라인 (722) 를 통해 분리된 미립자들, 및 라인 (723) 을 통해 응축물을 제공할 수 있다. 도시 생략되었지만, 스팀은 미립자 제거 시스템 (720) 의 시동 중에 공급될 수 있다.
- [0075] 도시 생략되었지만, 하나 이상의 미립자 제거 시스템들 (720) 은 냉각 전에 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스로부터 미립자들을 부분적으로 또는 완전히 제거하는 데 선택적으로 사용될 수 있다. 예를 들면 라인 (711) 을 통해 미처리된 합성 가스는 미립자 제거 시스템 (720) 에 직접 도입되어, 뜨거운 가스 미립자 (예를 들면 약 550 °C 내지 약 1,050 °C) 가 제거될 수 있다. 도시 생략되었지만, 두개 미립자 제거 시스템들 (720) 이 사용될 수 있다. 예를 들면 하나의 미립자 제거 시스템 (720) 은 합성 가스 냉각기 (715) 의 상류에 존재할 수 있고 하나의 미립자 제거 시스템 (720) 은 합성 가스 냉각기 (715) 의 하류에 존재할 수 있다.
- [0076] 하나 이상의 미립자 제거 시스템들 (720) 은 종래의 디센게이저들 (disengagers) 및 또는 사이클론들 (도시 생략) 과 같은 하나 이상의 분리 디바이스들을 포함할 수 있다. 약 0.1 ppmw 의 검출 가능한 한계보다 낮은 유출구 미립자 농도를 제공할 수 있는 미립자 제어 디바이스들 ("PCD") 이 또한 사용될 수 있다. 예시적인 PCD 들은 소결된 금속 필터들, 금속 필터 캔들들, 및/또는 세라믹 필터 캔들들 (예를 들면 철 알루미늄아이드 필터 재료) 를 포함할 수 있지만 그에 제한되지 않는다. 작은 양의 고압 리사이클링된 합성 가스는 필터링되지 않은 합성 가스로부터 미립자들을 축적시킬 때에 필터들을 펄스 세정 (pulse-clean) 하는 데 사용될 수 있다.
- [0077] 도시 생략되었지만, 라인 (722) 에서의 애쉬는 라인 (722) 에서의 미세 애쉬와 열 교환 시스템 (300) 으로 도입될 수 있다. 도시 생략되었지만, 또 다른 실시예에서, 라인 (722) 을 통한 애쉬는 또 다른 또는 분리 열 교환 시스템 (300) 으로 도입될 수 있다.
- [0078] 본 개시의 실시형태들은 추가로 임의의 하나 이상의 다음의 단락들에 관한 것이다:
- [0079] 1. 뜨거운 미립자들을 냉각하는 방법은,
- [0080] 열 교환기로 미립자들을 도입하는 단계로서, 상기 열 교환기는,
- [0081] 제 1 단부, 제 2 단부, 및 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 셸을 포함하는 용기,
- [0082] 미립자들을 수용하기 위해 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 셸 측 미립자 유입구,
- [0083] 냉각된 미립자들을 배출하기 위해 상기 제 2 단부에 인접하게 배치된 셸 측 미립자 유출구,
- [0084] 상기 용기 내에 배치된 복수의 튜블러들을 포함하는 튜브 번들로서, 상기 복수의 튜블러들은 제 1 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 폐쇄된 제 2 단부를 각각 갖고, 내부 도관은 각각의 상기 복수의 튜블러들 내에 배치되고, 각각의 상기 내부 도관은 제 2 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 그 각각의 복수의 튜블러의 상기 폐쇄된 제 2 단부에 인접하게 배치된 개방된 제 2 단부를 갖는, 상기 튜브 번들,
- [0085] 냉각제를 수용하기 위해 상기 제 1 단부에 인접하게 배치된 냉각제 유입구 및
- [0086] 가열된 냉각제를 배출하기 위해 상기 제 1 튜브 시트와 상기 제 2 튜브 시트 사이에서 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 냉각제 유출구를 포함하는, 상기 미립자들을 도입하는 단계,
- [0087] 상기 냉각제 유입구를 통해 상기 복수의 튜블러들로 냉각제를 도입하는 단계,
- [0088] 상기 용기의 셸 측을 통해 뜨거운 상기 미립자들을 유동시키고 상기 튜브 번들과 적어도 일부의 상기 미립자를 접촉시키는 단계,
- [0089] 상기 냉각제 유출구로부터 가열된 냉각제를 회수하는 단계, 및
- [0090] 상기 미립자 유출구로부터 냉각된 미립자들을 회수하는 단계를 포함한다.
- [0091] 2. 제 1 단락의 방법에 있어서,
- [0092] 가스화 장치로부터 상기 열 교환기의 상기 미립자 유입구로 상기 미립자들을 도입하는 것을 추가로 포함하고,
- [0093] 상기 미립자들은 미세 애쉬, 조립 애쉬, 또는 그 조합을 포함한다.

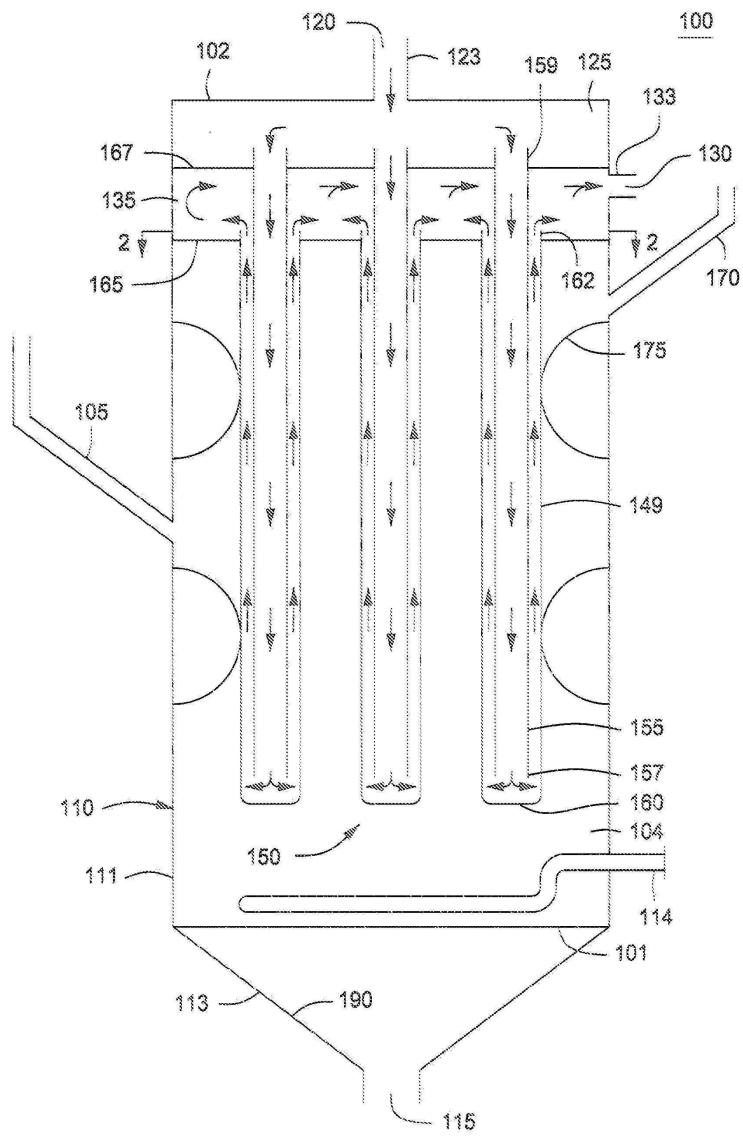
- [0094] 3. 제 1 단락 또는 제 2 단락의 방법에 있어서,
- [0095] 상기 열 교환기로 진입하는 상기 미립자들은 온도가 약 400 °C 내지 약 1,400 °C 의 범위이다.
- [0096] 4. 제 1 단락 내지 제 3 단락 중 어느 하나의 방법에 있어서,
- [0097] 상기 미립자 유출구로부터 회수되는 상기 냉각된 미립자들은 온도가 약 100 °C 내지 약 240 °C 의 범위이다.
- [0098] 5. 제 1 단락 내지 제 4 단락 중 어느 하나의 방법에 있어서,
- [0099] 상기 미립자들은 약 10 초 내지 약 1800 초의 범위인 상기 열 교환기에서의 잔류 시간을 갖는다.
- [0100] 6. 제 1 단락 내지 제 5 단락 중 어느 하나의 방법에 있어서,
- [0101] 상기 용기의 상기 쉘 측을 통해 유동하는 상기 미립자들은 상기 용기의 상기 쉘 측 내에서 유체화된 미립자들의 밀집 층을 형성한다.
- [0102] 7. 제 1 단락 내지 제 4 단락 중 어느 하나의 방법에 있어서,
- [0103] 상기 용기는 상단에서 상기 제 1 단부 및 바닥에서 상기 제 2 단부와 실질적으로 수직으로 배향되고, 각각의 상기 복수의 튜블러들은 상기 용기의 종축에 대해 축방향으로 배향되고 실질적으로 직선이다.
- [0104] 8. 제 7 단락의 방법에 있어서,
- [0105] 상기 복수의 튜블러들을 향해 그리고 상기 용기의 상기 제 2 단부로부터 상기 용기 내로 제 1 통기 가스를 도입하는 것을 추가로 포함하고,
- [0106] 상기 제 1 통기 가스는 상기 복수의 튜블러들 아래로 도입된다.
- [0107] 9. 제 8 단락의 방법에 있어서,
- [0108] 상기 제 1 통기 가스는 상기 복수의 튜블러들의 상기 폐쇄된 원위 단부들 아래로 적어도 약 15 cm 의 위치에서 상기 용기 내로 도입되고, 상기 미립자들은 상기 복수의 튜블러들의 상기 폐쇄된 원위 단부들 위로 적어도 약 30 cm 의 위치에서 상기 용기 내로 도입된다.
- [0109] 10. 제 7 단락 또는 제 8 단락의 방법에 있어서,
- [0110] 상기 용기는 상기 미립자 유출구와 상기 용기의 제 2 단부 사이에 위치한 좁아지는 부재를 추가로 포함한다.
- [0111] 11. 제 10 단락의 방법에 있어서,
- [0112] 상기 좁아지는 부재의 측벽 상에 배치된 하나 이상의 통기 노즐들을 통해 상기 용기 내로 제 2 통기 가스를 도입하는 것을 추가로 포함하고,
- [0113] 상기 제 2 통기 가스는 상기 미립자 유출구를 향해 지향된다.
- [0114] 12. 제 8 단락 또는 제 9 단락의 방법에 있어서,
- [0115] 상기 미립자 유입구 위에 그리고 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 통기 가스 벤트 라인을 통해 상기 제 1 통기 가스를 환기시키는 것을 추가로 포함하고,
- [0116] 상기 통기 가스 벤트 라인은 상기 통기 가스 벤트 라인의 높이에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 1 압력 센서 및 상기 미립자 유입구의 높이에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 2 압력 센서에 커플링되는 제어 밸브를 포함한다.
- [0117] 13. 제 12 단락의 방법에 있어서,
- [0118] 미립자들의 밀집 유동층은 상기 용기의 상기 제 2 단부와 상기 복수의 튜블러들의 상기 원위 단부들 사이에 형성되고, 미립자들의 희석 층은 상기 용기의 상기 제 1 단부와 상기 밀집 유동층의 표면 사이에 형성된다.
- [0119] 14. 제 13 단락의 방법에 있어서,
- [0120] 상기 제 1 통기 가스의 유량의 제어, 상기 제어 밸브의 위치의 조정, 또는 이의 조합에 의해 미립자들의 상기 밀집 유동층의 상기 표면의 높이를 조정하는 것을 추가로 포함한다.
- [0121] 15. 뜨거운 미립자들을 냉각하는 방법은,

- [0122] 하나 이상의 산화제들의 존재 하에서 탄소질 재료를 가스화하여 수소, 일산화탄소, 및 미립자들을 포함하는 미처리된 합성 가스를 제공하는 단계,
- [0123] 미립자 제거 시스템으로 상기 미처리된 합성 가스를 도입하여 상기 미처리된 합성 가스로부터 상기 미립자들을 분리하는 단계,
- [0124] 미립자 냉각기로 적어도 일부의 분리된 상기 미립자들을 도입하는 단계로서, 상기 미립자 냉각기는 제 1 단부, 제 2 단부, 및 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 셸을 포함하는 용기를 포함하고, 상기 미립자들은 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 미립자 유입구를 통해 도입되고 냉각된 미립자들은 상기 제 2 단부 상에 배치된 미립자 유출구를 통해 상기 미립자 냉각기를 나가는, 상기 적어도 일부의 분리된 상기 미립자들을 도입하는 단계,
- [0125] 상기 용기 내에 배치된 튜브 번들로 냉각제를 도입하는 단계로서, 상기 튜브 번들은 복수의 튜블러들을 포함하고, 상기 복수의 튜블러들은 제 1 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 폐쇄된 제 2 단부를 각각 갖고, 내부 도관은 각각의 상기 복수의 튜블러들 내에 동심으로 위치되고, 상기 내부 도관은 제 2 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 상기 폐쇄된 제 2 단부에 인접하게 배치된 개방된 제 2 단부를 갖고, 상기 냉각제는 상기 제 1 단부에 인접한 냉각제 유입구를 통해 상기 튜브 번들로 진입하는, 상기 냉각제를 도입하는 단계,
- [0126] 상기 가열된 냉각제를 배출하기 위해 상기 제 1 튜브 시트와 상기 제 2 튜브 시트 사이에서 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 냉각제 유출구로부터 가열된 냉각제를 회수하는 단계,
- [0127] 상기 용기의 셸 측을 통해 상기 미립자들을 유동시켜 상기 미립자들의 밀집 층을 발생시키고 상기 튜브 번들과 상기 미립자들의 상기 밀집 층을 접촉시키는 단계,
- [0128] 상기 제 2 단부와 상기 튜브 번들 사이에서 상기 용기 내에 위치한 하나 이상의 통기 노즐들로부터 상기 용기 내로 통기 가스를 도입하는 단계로서, 상기 통기 가스는 상기 튜브 번들을 향해 지향되는, 상기 통기 가스를 도입하는 단계,
- [0129] 상기 미립자 유입구와 상기 제 1 튜브 시트 사이의 위치에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 통기 가스 벤트 라인을 통해 적어도 일부의 상기 통기 가스를 환기시키는 단계, 및
- [0130] 상기 용기의 상기 제 2 단부 상에 배치된 상기 미립자 유출구로부터 냉각된 미립자들을 회수하는 단계를 포함한다.
- [0131] 16. 제 15 단락의 방법에 있어서,
- [0132] 상기 용기는 실질적으로 수직으로 배향되고 상기 미립자들의 상기 밀집 층은 상기 용기의 상기 제 2 단부와 상기 미립자 유입구 사이의 높이에 위치된다.
- [0133] 17. 제 15 단락 또는 제 16 단락의 방법에 있어서,
- [0134] 상기 열 교환기로 진입하는 상기 미립자들은 온도가 약 400 °C 내지 약 1,400 °C 의 범위이고, 상기 열 교환기를 나가는 상기 냉각된 미립자들은 온도가 약 100 °C 내지 약 240 °C 의 범위이다.
- [0135] 18. 제 15 단락 내지 제 17 단락 중 어느 하나의 방법에 있어서,
- [0136] 미립자들의 상기 밀집 층의 높이는 상기 용기로 진입하는 상기 통기 가스의 유량의 조정, 상기 용기로부터 환기되는 상기 통기 가스의 유량의 조정, 또는 그 조합에 의해 조정된다.
- [0137] 19. 뜨거운 미립자들을 냉각하는 시스템은,
- [0138] 미처리된 합성 가스 라인과 유체 소통하는 가스화 장치,
- [0139] 상기 미처리된 합성 가스 라인 및 뜨거운 미립자 라인과 유체 소통하는 미립자 제거 시스템, 및
- [0140] 상기 뜨거운 미립자 라인과 유체 소통하는 미립자 냉각기를 포함하고,
- [0141] 상기 미립자 냉각기는,
- [0142] 제 1 단부, 제 2 단부, 및 하나 이상의 측벽들을 갖는 세장형 셸,
- [0143] 미립자들을 수용하기 위해 상기 하나 이상의 측벽들에 배치되고 상기 뜨거운 미립자 라인과 유체 소통하는 셸 측 미립자 유입구,

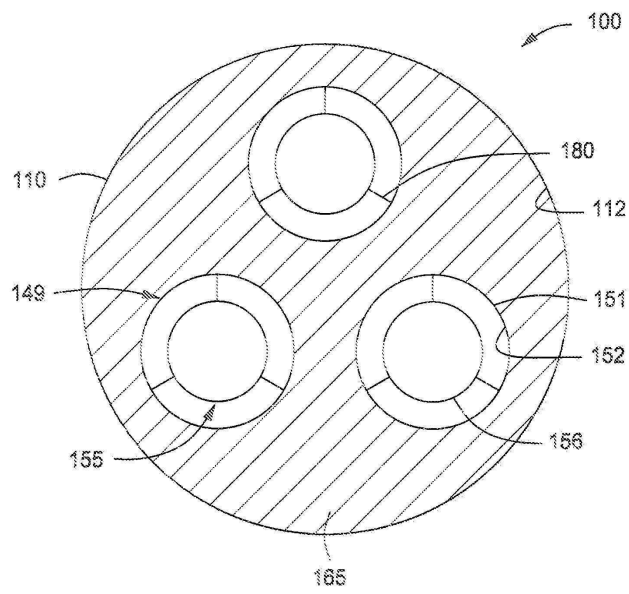
- [0144] 냉각된 미립자들을 배출하기 위해 상기 제 2 단부에 인접하게 배치된 셸 측 미립자 유출구로서, 좁아지는 부재가 상기 제 2 단부와 상기 미립자 유출구 사이에 위치되는, 상기 셸 측 미립자 유출구,
- [0145] 냉각제를 수용하기 위해 상기 제 1 단부에 인접한 튜브 측 유체 유입구,
- [0146] 복수의 튜블러들을 포함하는 튜브 번들로서, 상기 복수의 튜블러들은 제 1 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 폐쇄된 제 2 단부를 각각 갖고, 내부 도관은 각각의 상기 복수의 튜블러들 내에 동심으로 위치되고, 상기 내부 도관은 제 2 튜브 시트에 고정된 개방된 제 1 단부 및 상기 폐쇄된 제 2 단부에 인접하게 배치된 개방된 제 2 단부를 갖는, 상기 튜브 번들,
- [0147] 가열된 냉각제를 배출하기 위해 상기 제 1 튜브 시트와 상기 제 2 튜브 시트 사이에서 상기 하나 이상의 측벽들에 배치된 냉각제 유출구 및 냉각제를 수용하기 위해 상기 제 1 단부에 인접하게 배치된 냉각제 유입구,
- [0148] 상기 튜브 번들을 향해 제 1 통기 유체를 지향시키기 위해 상기 튜브 번들과 상기 용기의 제 2 단부 사이에 배치된 하나 이상의 제 1 통기 노즐들, 및
- [0149] 상기 미립자 유출구를 향해 제 2 통기 가스를 지향시키기 위해 상기 좁아지는 부재의 측벽 상에 배치된 하나 이상의 제 2 통기 노즐들을 포함한다.
- [0150] 20. 제 19 단락의 시스템에 있어서,
- [0151] 상기 용기의 상기 제 1 단부와 상기 미립자 유입구 사이의 위치에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 통기 가스 벤트 라인,
- [0152] 상기 통기 가스 벤트 라인 상에 배치되고 상기 통기 가스 벤트 라인의 높이에서 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 1 압력 센서와 커플링된 제어 밸브, 및
- [0153] 상기 미립자 유입구에 인접한 상기 하나 이상의 측벽들 상에 배치된 제 2 압력 센서를 추가로 포함한다.
- [0154] 소정 실시형태들 및 특징들은 수치상의 상한치들의 세트 및 수치상의 하한치들의 세트를 사용하여 설명되었다. 임의의 하한치 내지 임의의 상한치의 범위는 다르게 나타내지 않는 한 고려된다는 것이 이해되어여만 한다. 소정 하한치들, 상한치들, 및 범위들은 아래에 하나 이상의 청구항들에 기재된다. 모든 수치상의 값들은 "약" 또는 "대략" 의 지시값 (indicated value) 이며, 본 기술 분야에 통상적인 지식을 가진 자에 의해 예상될 수 있는 실험적 오차 또는 변형들을 고려한 것이다.
- [0155] 다양한 용어들이 상기에 규정되었다. 청구항에서 사용된 용어들이 상기에 규정되지 않는 한, 적어도 하나의 인쇄된 공개 공보 또는 이슈된 특허에 반영된 바와 같이 본 기술 분야에서의 숙련된 자에 의해 공지된 그러한 주어진 용어를 포함하도록 가장 폭넓게 정의되어야만 한다. 추가로, 본 출원에 인용된 모든 특허들, 테스트 절차들, 및 다른 문헌들은 그러한 개시가 본 출원과 일치하지 않고 그러한 원용이 허용되는 모든 법적 범위들에 대해 참조로써 전체적으로 원용된다.
- [0156] 앞에서 본 개시의 실시형태들이 설명되었지만, 본 개시의 다른 및 추가로 실시형태들도 기본 범위를 벗어나지 않고 개선될 수 있고, 그 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

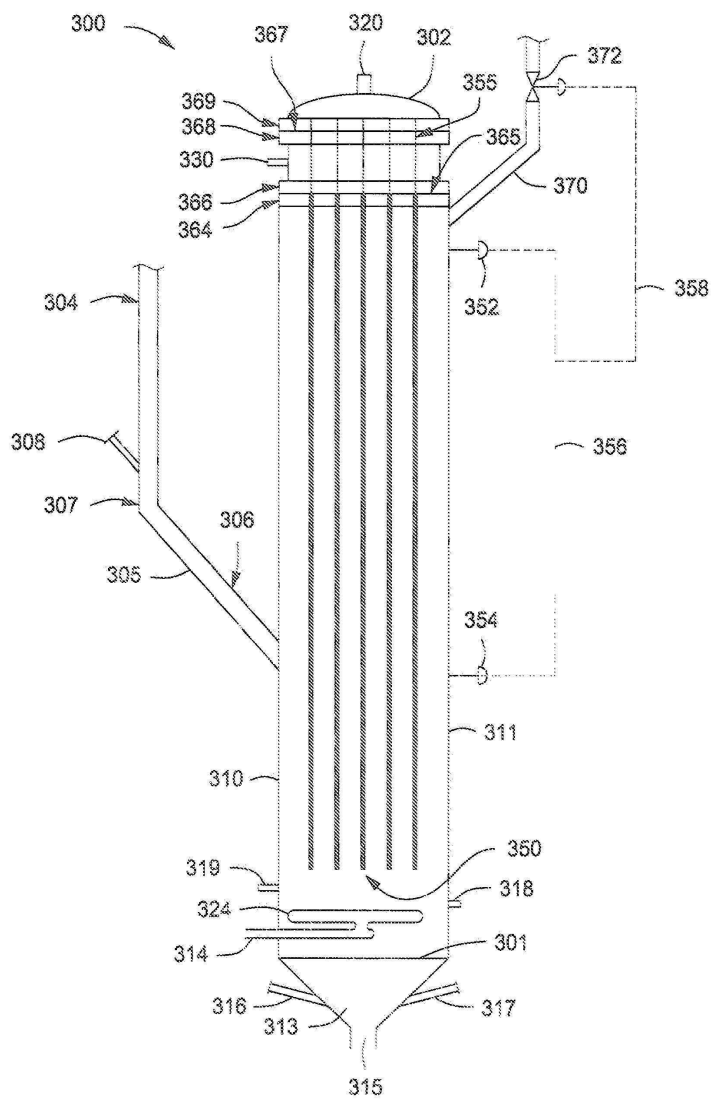
도면1



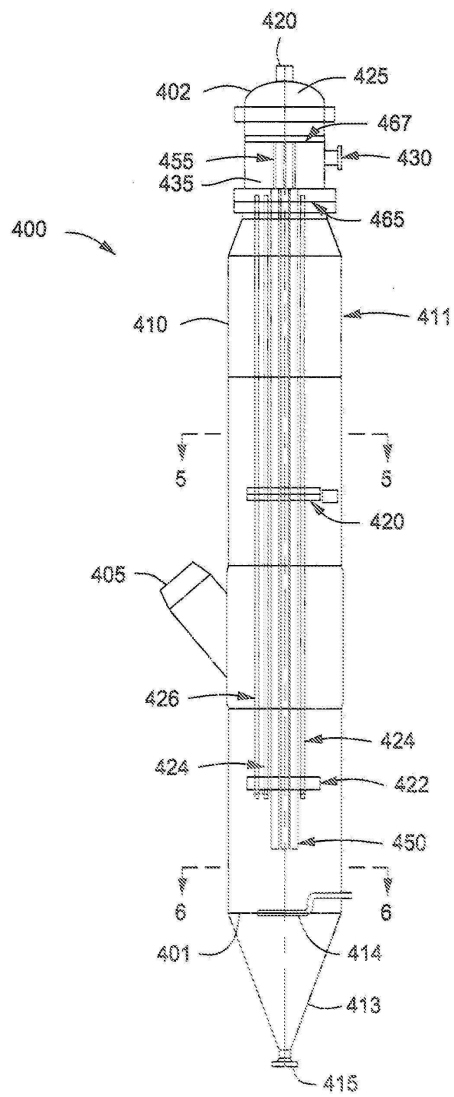
도면2



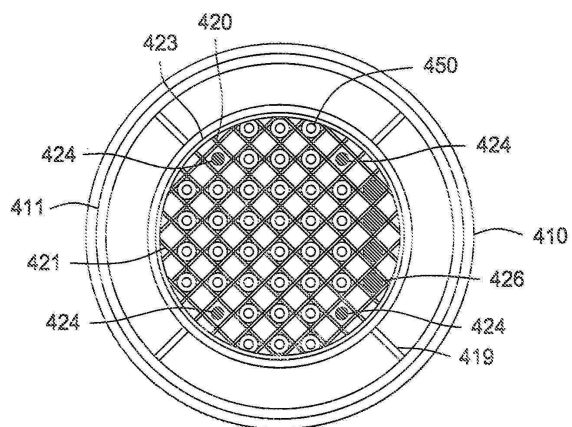
도면3



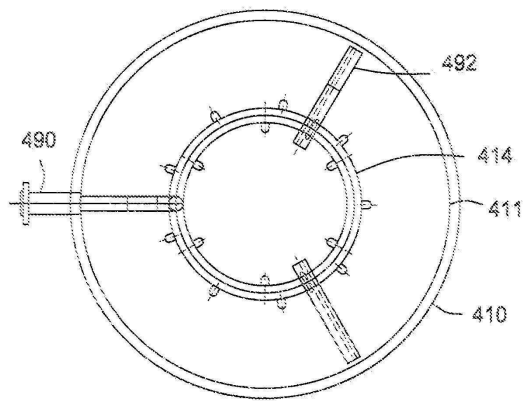
도면4



도면5



도면6



도면7

