(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0014917
(43) 공개일자 2015년02월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C10J 3/12 (2006.01) *B09B 3/00* (2006.01)
C10J 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7031052
(22) 출원일자(국제) 2013년05월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년11월04일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/063288
(87) 국제공개번호 WO 2013/172301
국제공개일자 2013년11월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-114116 2012년05월18일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지
일본 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고
(72) 발명자
도와키 나오키
일본 1020094 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고 가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지 내
도와키 키요시
일본 2788510 치바켄 노다시 야마자키 2641반지 각코호진 도쿄리카다이가쿠 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송봉식, 정삼영

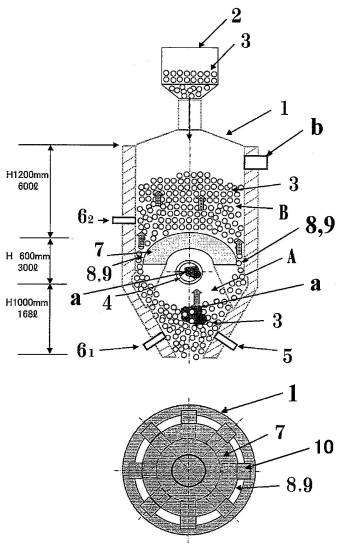
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **바이오매스의 가스화 장치**

(57) 요 약

본 발명은 바이오매스의 열분해에 의해 발생하는 타르 등에 의한 트러블을 현저하게 경감할 수 있음과 아울러, 발생한 타르의 가스화율을 최대화할 수 있을 뿐만아니라, 고열효율 및 저비용으로 바이오매스로부터 수소 함유 가스를 제조할 수 있는 장치를 제공한다. 바이오매스를 비산화성 가스 분위기하에 있어서 가열하는 바이오매스 열분해 존과, 발생한 열분해 가스를 스팀의 존재하에 가열하는 가스 개질 존을 구비하고, 또한 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물을 가스 개질 존으로부터 바이오매스 열분해 존으로 이동시켜, 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 가지는 열에 의해, 바이오매스 열분해 가스의 개질 및 바이오매스 열분해를 실행하는 가스화 장치에 있어서, 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존이 1개의 용기중에 구비되어 있고, 또한 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존 사이에 적어도 1장의 칸막이판을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

대 표 도



(72) 발명자

타케다 야스이에

일본 1020094 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고 가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지 내

이케다 히로시

일본 1020094 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고 가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지 내

스다 코스케

일본 1020094 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고 가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지 내

카가야 후미에

일본 1020094 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고 가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지 내

카미우치 히사시

일본 1020094 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고 가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지 내

카메야마 미츠오

일본 1020094 도쿄도 치요다쿠 키오이쵸 3반 20고 가부시키가이샤 쟈판 블루 에너지 내

특허청구의 범위

청구항 1

바이오매스를 비산화성 가스 분위기하 또는 비산화성 가스와 스팀과의 혼합 가스 분위기하에서 가열하는 바이오매스 열분해 존과, 상기 바이오매스 열분해 존에서 발생한 가스를 스팀의 존재하에 가열하는 가스 개질 존을 구비하고, 또한, 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물을 상기 가스 개질 존으로부터 상기 바이오매스 열분해 존으로 순차 이동시켜, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 가지는 열에 의해, 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스의 개질 및 바이오매스의 열분해를 실행하는 가스화 장치에 있어서, 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존이, 상기 가스 개질 존이 상기 바이오매스 열분해 존의 상방이 되도록 1개의 용기중에 구비되어 있고, 또한, 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존 사이에 적어도 1장의 칸막이판을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존 사이에 1장 또는 2장의 칸막이판을 구비하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 칸막이판이 칸막이판 내에 개구부를 구비하고 있고, 및/또는 칸막이판과 용기 내벽 사이에 간극을 구비하고 있고, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 그 개구부 및/또는 간극을 통과하여, 상기 가스 개질 존으로부터 상기 바이오매스 열분해 존으로 순차 이동하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 바이오매스 공급구를 상기 바이오매스 열분해 존의 상방에 적어도 1개 구비하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 제어하는 플로우 가이드를, 상기 바이오매스 열분해 존 중에, 상기 칸막이판의 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 출구 근방으로부터 이 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 복수단 구비하고, 또한 상기 바이오매스를, 상기 플로우 가이드 근방을 이동하는 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물에 공급하여 열분해를 실행하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 제어하는 플로우 가이드를, 상기 바이오매스 열분해 존 중에, 상기 칸막이판의 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 출구 근방으로부터 이 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 2~5단 구비하고, 또한 상기 바이오매스를, 상기 플로우 가이드 근방을 이동하는 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물에 공급하여 열분해를 실행하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 제어하는 플로우 가이드를, 상기 바이오매스 열분해 존 중에, 상기 칸막이판의 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 출구 근방으로부터 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 2~5단 구비하고, 또한 상기 바이오매스를, 상기 플로우 가이드의 최상단 근방을 이동하는 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물에 공급하여 열분해를 실행하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 스팀 취입구를 상기 바이오매스 열분해 존 및/또는 상기 가스 개질 존에 구비하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서, 복수의 입상물 및/또는 괴상물을 미리 가열하기 위한 예열기를, 가스 개질 존과 바이오매스 열분해 존을 구비하는 상기 용기의 상기 가스 개질 존의 상부에 추가로 구비하는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기한 입상물 및/또는 괴상물이 금속 볼 및 세라믹 볼로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 바이오매스가 식물계 바이오매스, 생물계 바이오매스, 생활 잡배출물 및 식품 폐기물로 이루어지는 군으로부터 선택되는 바이오매스 자원인 것을 특징으로 하는 가스화 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 바이오매스의 가스화 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 바이오매스를 열분해하는 바이오매스 열분해 존과, 상기 바이오매스 열분해 존에 있어서 발생한 가스를 스팀과 혼합하여 개질하는 가스 개질 존을 구비하는 가스화 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 2011년 3월 11일에 발생한 동일본 대지진이 발단이 되어, 그 후, 안전성 등의 관점에서 다수의 원자력 발전 설비의 조업이 정지되어 있다. 그것에 따라, 전력 공급 부족이 우려되고 있어, 원자력 발전의 대체로서 태양광 발전, 풍력 발전, 지열 발전, 수력 발전, 조력 발전, 바이오매스 발전 등의 재생 가능 에너지에 의한 발전 설비가 주목되고 있다. 이들 중, 태양광 발전, 풍력 발전 및 조력 발전은 일시적인 전력 공급원으로서 기대되고는 있지만, 발전량이 안정되지 않는 점에서, 안정적인 전력 공급 설비로서는 기대할 수 없다. 또, 수력 발전 및 조력 발전은 소규모 설비이면 어느 정도의 수요가 예상되지만, 대규모 설비를 건설하기 위해서는 설치 장소가 한정된다는 문제가 있다.

[0003] 한편, 동일본 대지진의 영향에 따른 가옥의 도괴, 삼림 붕괴 등에 의해, 건설계 목질 폐재, 삼림의 도목, 불필요 임지 잔재, 간벌재 등의 목질계 바이오매스가 대량으로 발생하고 있다. 이들 목질계 바이오매스를 유효 이용하기 위해서, 목질계 바이오매스 발전 설비에 대한 기대가 높아지고 있다. 덧붙여서, 이 발전 설비에 있어서 목질계 바이오매스 이외의 바이오매스에 대한 이용 확대가 기대되고 있다.

[0004] 목질계 바이오매스 발전 설비에는 직접 연소 발전 방식과 가스화 발전 방식이 있다. 직접 연소 발전 방식은 바이오매스를 연소하고, 그 연소열을 이용하여 스팀을 발생시켜 스팀 터빈으로 발전하는 방식이다. 이 방식에서는 바이오매스를 대량으로 처리하는 것은 가능하지만, 발전 효율이 낮다는 문제가 있다. 가스화 발전 방식은 바이오매스를 열분해하고, 필요에 따라 추가로 열 개질 또는 스팀 개질을 실시하여 고열량 가스를 제조하는 방식이다. 이 방식에 의하면, 효율이 높고, 직접 연소 발전 방식에 비해 바이오매스량을 낮게 억제할 수 있다. 그러나, 이 방식에 있어서는, 바이오매스를 균일하게 열분해하는 것이 필요하며, 또한 열분해시에 발생하는 타르에 의한 장치 트러블이 생긴다는 문제가 있었다.

[0005] 상기한 가스화 발전 방식에 있어서의 문제를 해결하기 위해서, 예를 들면, 세로형의 가스화 노의 상부로부터 바이오매스를 공급하여 바이오매스의 충전 이동층을 이 가스화 노 내에 형성하고, 이 가스화 노의 하부로부터 가스화제를 공급하고, 충전 이동층을 강하하는 바이오매스를, 상승하는 가스화제와 향류 접촉시키고 열분해시켜 생성 가스를 얻는 가스화 노를 구비하는 바이오매스 가스화 장치에 있어서, 바이오매스를 분급하여 소정 입경 이하의 바이오매스의 미립물의 중량비율이 소정값 이하인 입도 분포 조정 바이오매스를 얻는 진동 체와, 진동 체로부터의 입도 분포 조정 바이오매스를 가스화 노에 공급하는 바이오매스 공급 장치를 가지는 바이오매스의

가스화 장치가 제안되어 있다(특허문헌 1). 이 가스화 장치에 의하면, 충전 이동층 내의 균일한 고온 가스의 상승류를 형성할 수 있고, 또한 충전 이동층에서의 압력 손실을 낮게 할 수 있어, 안정적인 가스화를 유지할 수 있다. 그러나, 공급된 바이오매스가 균일하게 열분해된다는 증거는 없다. 또, 상기와 같은 입도 분포 조정 바이오매스를 얻을 필요가 있어, 그것을 위한 장치를 설치해야 하여 비용 상승으로 이어진다.

[0006] 열분해 가스로부터 타르를 제거하는 장치로서, 예를 들면, 바이오매스로부터 생성되는 연료 가스의 유통 경로에, 이 연료 가스를 유통시키는 다공 형상으로 형성되고, 또한 가열되어 1100℃ 이상의 열을 축적하는 축열체를 설치한 바이오매스 가스화 시스템의 연료 가스 개질 장치가 제안되어 있다(특허문헌 2). 이 장치는 연료 가스가 상기한 축열체를 통과할 때에, 타르를 연소시켜 제거하는 것이다. 그러나, 이 설비는 복잡할 뿐만아니라, 운전 조작도 번잡하게 된다. 또, 타르를 연소시킬 때에, 연료 가스의 일부도 연소하여 손실되어 버리는 것이 우려된다. 열분해 가스로부터 타르를 제거하는 다른 장치로서, 예를 들면, 바이오매스 원료를 열분해 처리하여 얻은 열분해 가스로부터 타르를 제거하는 장치로서, 상기 열분해 가스의 흐름 방향 상류로부터 하류로 순차적으로, 이 열분해 가스를 압축 처리하는 압축 장치와, 압축 처리 후의 이 열분해 가스를 냉각 처리하는 냉각 장치를 설치한 바이오매스 열분해 가스중의 타르 제거 장치가 제안되어 있다(특허문헌 3). 이 장치에 의하면, 타르의 주성분인 예를 들면 퓨르퓨랄, 오르토-메톡시페놀, 페놀 등을 효과적으로 제거할 수 있다. 그러나, 압축 및 냉각을 필요로 하는 점에서, 그것에 필요한 설비 비용, 운전 비용이 필요하다는 결점이 있다. 또, 그 밖의 장치로서, 예를 들면, 하수 진흙이나 목질 바이오매스 등의 바이오매스의 열분해 가스화 시스템으로서, 열분해 가스화 노와, 이 열분해 가스화 노의 하류측에 설치되는 연소 노와, 상기 열분해 가스화 노와 상기 연소 노 사이에 설치되는 배관을 구비하고, 상기 배관에 접속되고, 불활성 가스 및 산소의 혼합 가스가 되는 산화제를 상기 배관에 공급하기 위한 산화제 공급구와, 상기 산화제의 산소 농도를 5체적% 이상 13체적% 이하로 조정하기 위한 산화제 조정부와, 상기 배관의 내벽을 가열하기 위한 가열부와, 상기 배관의 내측을 통과하는 가스의 온도를 계측하는 가스 온도 검출부와, 상기 가스 온도를 제어하기 위한 가스 온도 제어부를 구비하는 열분해 가스화 시스템이 제안되어 있다(특허문헌 4). 이 열분해 가스화 시스템에 있어서는, 열분해 가스화 노와 연소 노 사이에 설치되는 배관의 내벽에 부착된 열분해 부착물, 예를 들면, 타르를 연소시켜 제거하는 것이다. 이 시스템은 바이오매스 유래의 열분해 부착물을 단시간에 안전하게 제거하는 것을 목적으로 하는데, 연소 처리하기 때문에, 바이오매스의 열분해에 의해 발생하는 타르의 유효 이용을 도모할 수는 없다.

[0007] 바이오매스의 열분해에 의해 발생하는 타르의 유효 이용을 도모하는 장치로서는, 예를 들면, 목질 바이오매스 가스의 개질 시스템으로서, 열분해 노와 개질 반응기와 엔진을 가지고 있고, 이 열분해 노는 투입된 목질 바이오매스를 열분해하고, 이 개질 반응기는 상부로부터 이 열분해 노의 열분해로 얻어진 탄화물 입자가 공급됨과 아울러, 하부로부터 이 열분해 노의 열분해로 얻어진 생성 가스가 공급되고, 이로써 이 생성 가스중에 함유된 타르 증기가 수소, 메테인, 일산화탄소 등으로 개질되고, 이 엔진은 이 생성 가스의 개질 가스를 연료로서 사용하는 목질 바이오매스 가스의 개질 시스템이 제안되어 있다(특허문헌 5). 이 시스템에 의하면, 열분해 잔사인 탄화물 입자(차: char)를 유효 이용하면서, 타르를 수증기 개질하여, 수소, 메테인, 일산화탄소 등을 제조하는 점에서, 가스화 효율의 추가적인 향상을 기대할 수 있다. 그러나, 이 시스템에서는 열분해 노에 더해 개질 반응기가 필요하다. 또, 개질 반응기로의 탄화물 입자(차)의 공급 설비, 열분해 가스의 순환 설비, 산소 또는 공기 및 물의 공급 장치가 필요하게 된다. 타르의 유효 이용을 도모하는 다른 장치로서, 예를 들면, 목질계 바이오매스, 도시 쓰레기 등의 폐기물계 바이오매스 및 이들의 혼합 바이오매스 등의 바이오매스 연료를 열분해하여 탄화하고 또한 가스화하는 바이오매스 탄화·가스화 시스템에 있어서, 상기 바이오매스 연료를 가열하여 탄화물을 생성하는 탄화 장치와, 이 탄화물을 가스화하는 고온 가스화부 및 탄화물 생성시에 휘발한 타르를 포함하는 가연성 열분해 가스의 개질을 행하는 가스 개질부로 이루어지는 2단식의 가스화 노와, 상기 탄화물을 상기 가스화 노의 고온 가스화부에 공급하는 탄화물 공급 수단과, 상기 탄화 장치에서 생성된 가연성 열분해 가스를 상기 가스화 노의 가스 개질부에 이송하기 위한 열분해 가스 유로와, 통상시는 상기 고온 가스화부에 가스화제를 공급함과 아울러 상기 가스화 노의 출구 온도가 일정 온도 이하가 되는 경우 또는 그 우려가 있는 경우에는 상기 가스 개질부에 산소를 포함한 가스화제를 공급하는 가스화제 공급 수단을 구비하는 바이오매스 탄화·가스 시스템이 제안되어 있다(특허문헌 6). 이 시스템에 의하면, 타르 발생량이 저감하고, 또, 시프트 반응에 의한 개질에 의해 고열량 가스가 얻어질 가능성이 있다. 또, 열분해 및 열분해 가스의 개질 및 타르의 분해를 연속적으로 실시하는 것이 가능하며, 효율적인 시스템이라고 생각된다. 그러나, 바이오매스를 사전에 탄화할 필요가 있고, 또, 산화제로서 공기를 취입할 필요가 있는 점에서, 가스화 효율이 저하된다는 문제가 있었다.

[0008] 목질계 바이오매스 등의 유기 물질의 가스화 방법으로서, 열 담지 매체(히트 캐리어)를 사용하는 방법이 개시되어 있다. 예를 들면, 유기 물질 및 물질 혼합물로부터 높은 발열량을 가지는 생성물 가스를 제조하는 방법이며, 순환하는 열 담지 매체가 가열대역, 반응대역, 열분해대역 및 분리 공정을 통과하고, 계속해서 가열

대역으로 되돌아가, 그 때, 유기 물질 또는 물질 혼합물을 열분해대역중에서 가열한 열 담지 매체와 접촉함으로써 고체의 탄소 함유 잔류물 및 휘발성상으로서 열분해 가스로 분리하고, 열분해대역을 통과 후, 고체의 탄소 함유 잔류물을 분리 공정에서 열 담지 매체로부터 분리하고, 열분해 가스를 반응 매체로서의 수증기와 혼합하고, 반응대역중에서 가열한 열 담지 매체에 포함되는 열의 일부를 교환함으로써 높은 발열량을 가지는 생성물 가스가 발생하도록 더욱 가열하는 유기 물질 및 물질 혼합물로부터 높은 발열량을 가지는 생성물 가스를 제조하는 방법에 있어서, 수증기를 열분해대역에서 열분해 가스와 혼합하고, 전부의 고체의 탄소 함유 잔류물을 별개의 연소 장치에 공급하고, 여기에서 연소하고, 이 연소 장치의 뜨거운 배기 가스를, 가열대역에 존재하는 열 담지 매체의 퇴적을 통과시키고, 그 때, 대부분의 현열을 열 담지 매체에 부여하는, 유기 물질 및 물질 혼합물로부터 높은 발열량을 가지는 생성물 가스를 제조하는 방법이 제안되어 있다(특허문헌 7). 이 방법에 있어서는, 열분해 반응기를 나온 직후에 열분해 코크스 및 열 담지 매체로 이루어지는 혼합물을 분리하고, 얻은 열분해 코크스를 연소 장치에서 연소하여, 이것에 의해 발생한 현열을 이용하여, 가열대역내에서 열 담지 매체를 가열하는 것이며, 이것에 의해, 낮은 비용으로 발열량이 높은 생성물 가스를 얻고자 하는 것이다. 또, 열분해대역을 구비하는 열분해기와, 반응대역을 구비하는 가스 개질기를 별개 독립하여 구비하는 것을 기본으로 하고 있어, 그것에 의해, 직렬 접속형과 병렬 접속형 모두 구성할 수 있는 것을 특징으로 하고 있는 것이다. 또, 가열대역의 예열기에 있어서의 열 담지 매체(히트 캐리어)의 가열 효율을 유지하여, 생성 가스의 품질의 안정화를 도모하는 것을 목적으로 하여, 상기 방법에 있어서의 예열기를 연구한 시스템이 제안되어 있다(특허문헌 8). 그러나, 이들 열 담지 매체(히트 캐리어)를 사용한 방법 및 시스템에 있어서도, 열분해시에 발생하는 타르에 의한 트러블을 충분히 회피할 수는 없었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2011-231193호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2005-60533호

(특허문헌 0003) 일본 공개특허공보 2008-37902호

(특허문헌 0004) 일본 공개특허공보 2011-68859호

(특허문헌 0005) 일본 공개특허공보 2010-126595호

(특허문헌 0006) 일본 공개특허공보 2011-68893호

(특허문헌 0007) 일본 특허공보 4264525호

(특허문헌 0008) 일본 공개특허공보 2011-144329호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 바이오매스의 열분해에 의해 발생하는 타르 및 매진 등에 의한 트러블을 현저하게 경감할 수 있음과 아울러, 발생한 타르의 가스화율을 최대화할 수 있을 뿐만아니라, 고열효율 및 저비용으로 바이오매스로부터 수소 함유 가스를 제조할 수 있는 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 열 담지 매체(히트 캐리어)가 가지는 열을 이용하여, 바이오매스를 열분해하고, 또한 발생한 가스를 개질하는, 종래의 방법에 있어서는, 바이오매스가 히트 캐리어층에 감싸져 가열되는 점에서, 바이오매스를 비교적 균일하게 열분해할 수는 있지만, 열분해시에 발생한 타르 및 매진 등에 의한 조업상의 트러블을 회피할 수 없었다. 종래의 방법에서는, 히트 캐리어가 미리 소정 온도로 가열되어 열분해 가스 개질기에 도입되고, 여기서, 이 히트 캐리어가 바이오매스 열분해기로부터 도입된 열분해 가스 및 스팀과 접촉되어, 열분해 가스는 스팀 개질되어 제품으로서 취출된다. 한편, 히트 캐리어는 배관 내를 통과하여 하강하고, 바이오매스 열분해기에 도입되어 바이오매스의 열분해를 발생시킨다. 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스는 배관 내를 상승하여 열분해 가스

개질기에 도입되는데, 이 열분해 가스는 타르 및 매진 등을 함유하고 있는 점에서, 이들 타르 및 매진 등이 열분해 가스 개질기로의 도입 배관의 내벽 및 밸브 등에 부착되고, 때로는 이 열분해 가스와 향류 접촉하는 히트 캐리어도 고착시켜 배관 내를 막히게 한다는 문제를 일으켰다. 이 문제를 해결하기 위해서, 도입 배관의 직경을 크게 하는 것이 생각된다. 그러나, 이 수단에서는 단순히 폐색에 이르기까지의 시간을 연장할 수는 있어도, 본질적인 해결수단이 될 수는 없었다. 또, 히트 캐리어의 배관 내에서의 폐색 문제를 해결하기 위해서, 열분해 가스가 상승하는 배관과 히트 캐리어가 하강하는 배관을 별개로 하는 수단이 생각되는데, 이 수단에 의해서도, 열분해 가스가 상승하는 배관 내벽 및 밸브 등으로의 타르 및 매진 등의 부착에 의한 폐색 트러블 등을 회피할 수 없었다. 덧붙여서, 이와 같이 별개인 배관을 설치하는 방법에서는 장치 및 조작이 현저하게 복잡해져버린다.

[0012] 본 발명자들은 타르 및 매진 등이 열분해 가스 개질기로의 도입 배관의 내벽 및 밸브 등에 부착되고, 때로는 이 열분해 가스와 향류 접촉하는 히트 캐리어도 고착시켜 막히게 한다는 문제를 해결하기 위해서, 이들 도입 배관 및 밸브 등을 제거하여, 1개의 용기중에 바이오매스 열분해 존과 열분해 가스 개질 존을 설치할 수 없을까 생각했다. 그러나, 1개의 용기의 하부에 바이오매스 열분해 존을 설치하고, 상부에 열분해 가스 개질 존을 설치하고, 또한 하부를 열분해 온도인 예를 들면 550℃로 설정하고, 한편 상부를 가스 개질 온도인 예를 들면 950℃로 설정하고자 하면, 이 용기 내부에서 열풍이 자연 대류를 일으켜, 용기 내부의 온도가 균일화해버린다는 문제가 발생했다. 따라서, 1개의 용기중에 바이오매스 열분해 존과 열분해 가스 개질 존을 설치하는 것은 곤란했다. 이것을 해결하기 위해서, 본 발명자들은 용기 내부에 히트 캐리어를 충전하는 것에 생각이 미쳤다. 즉, 용기 내부를 히트 캐리어로 충전하면, 용기 내부에서의 열풍의 자연 대류를 억제할 수 있다. 그러나, 이와 같이 히트 캐리어를 충전한 것에서는 바이오매스를 용기 하부의 바이오매스 열분해 존에 도입하는 것이 용이하지 않다. 한편, 용기 상부에 도입한 것에서는 바이오매스가 열분해될뿐이며 발생한 가스가 개질되지 않아, 이 장치의 본래의 목적을 달성할 수 없다.

[0013] 그래서, 본 발명자들은 이러한 문제를 해결하기 위해, 더욱 검토를 더했다. 그 결과, 용기 내부의 히트 캐리어의 유로에 칸막이판을 설치하면, 히트 캐리어를 용기의 상부와 하부로 적절하게 분배 및 충전할 수 있고, 그리고, 그것에 의해 용기 내부에서의 열풍의 자연 대류를 억제할 수 있음과 아울러, 히트 캐리어가 가지는 열량과 방열량의 밸런스를 취할 수 있어, 1개의 용기중에 바이오매스 열분해 존과 열분해 가스 개질 존을 설치할 수 있을 뿐만아니라, 칸막이판의 존재에 의해 바이오매스 열분해 존의 상부에 공간을 설치할 수 있어, 이 공간으로부터 바이오매스를 효과적으로 바이오매스 열분해 존에 도입할 수 있는 것에 성공하여, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0014] 즉, 본 발명은,

[0015] (1) 바이오매스를 비산화성 가스 분위기하 또는 비산화성 가스와 스팀과의 혼합 가스 분위기하에 있어서 가열하는 바이오매스 열분해 존과, 상기 바이오매스 열분해 존에 있어서 발생한 가스를 스팀의 존재하에 가열하는 가스 개질 존을 구비하고, 또한 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물을 상기 가스 개질 존으로부터 상기 바이오매스 열분해 존으로 순차 이동시켜, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 가지는 열에 의해, 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스의 개질 및 바이오매스의 열분해를 실행하는 가스화 장치에 있어서, 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존이, 상기 가스 개질 존이 상기 바이오매스 열분해 존의 상방이 되도록 1개의 용기중에 구비되어 있고, 또한 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존 사이에 적어도 1장의 칸막이판을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 가스화 장치이다.

[0016] 바람직한 태양으로서,

[0017] (2) 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존 사이에 1장 또는 2장의 칸막이판을 구비하는 상기 (1)에 기재된 가스화 장치,

[0018] (3) 상기 바이오매스 열분해 존에 적어도 1장의 칸막이판을 구비하는 상기 (1) 또는 (2)에 기재된 가스화 장치,

[0019] (4) 상기 바이오매스 열분해 존에 1~5장의 칸막이판을 구비하는 상기 (1) 또는 (2)에 기재된 가스화 장치,

[0020] (5) 상기 바이오매스 열분해 존에 1장 또는 2장의 칸막이판을 구비하는 상기 (1) 또는 (2)에 기재된 가스화 장치,

[0021] (6) 상기 칸막이판이 칸막이판 내에 개구부를 구비하고 있고, 및/또는 칸막이판과 용기 내벽 사이에 간극을 구비하고 있고, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 그 개구부 및/또는 간극을 통과하여, 상기 가스 개질 존으

로부터 상기 바이오매스 열분해 존으로 순차 이동하는 상기 (1)~(5) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0022] (7) 상기 칸막이판이 칸막이판 내에 개구부를 구비하고 있고, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 그 개구부를 통과하여, 상기 가스 개질 존으로부터 상기 바이오매스 열분해 존으로 순차 이동하는 상기 (1)~(5) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0023] (8) 바이오매스 공급구를 상기 바이오매스 열분해 존의 상방에 적어도 1개 구비하는 상기 (1)~(7) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0024] (9) 바이오매스 공급구를 상기 바이오매스 열분해 존의 상방에 1~5개 구비하는 상기 (1)~(7) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0025] (10) 바이오매스 공급구를 상기 바이오매스 열분해 존의 상방에 1~3개 구비하는 상기 (1)~(7) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0026] (11) 바이오매스 공급구를 상기 바이오매스 열분해 존의 상방에 1~2개 구비하는 상기 (1)~(7) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0027] (12) 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 제어하는 플로우 가이드를, 상기 바이오매스 열분해 존 중에, 상기 칸막이판의 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 출구 근방으로부터 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 복수단 구비하고, 또한 상기 바이오매스를, 상기 플로우 가이드 근방을 이동하는 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물에 공급하여 열분해를 실행하는 상기 (1)~(11) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0028] (13) 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 제어하는 플로우 가이드를, 상기 바이오매스 열분해 존 중에, 상기 칸막이판의 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 출구 근방으로부터 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 2~5단 구비하고, 또한 상기 바이오매스를, 상기 플로우 가이드 근방을 이동하는 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물에 공급하여 열분해를 실행하는 상기 (1)~(11) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0029] (14) 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 제어하는 플로우 가이드를, 상기 바이오매스 열분해 존 중에, 상기 칸막이판의 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 출구 근방으로부터 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 2~3단 구비하고, 또한 상기 바이오매스를, 상기 플로우 가이드 근방을 이동하는 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물에 공급하여 열분해를 실행하는 상기 (1)~(11) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0030] (15) 상기 바이오매스를, 상기 플로우 가이드의 최상단 근방을 이동하는 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물에 공급하여 열분해를 실행하는 상기 (12)~(14) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0031] (16) 스팀 취입구를 상기 바이오매스 열분해 존, 상기 가스 개질 존 및 상기 가스 개질 존과 상기 바이오매스 열분해 존 사이로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 위치에 구비하는 상기 (1)~(15) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0032] (17) 스팀 취입구를 상기 바이오매스 열분해 존 및/또는 상기 가스 개질 존에 구비하는 상기 (1)~(15) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0033] (18) 스팀 취입구를 상기 바이오매스 열분해 존에 구비하는 상기 (1)~(15) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0034] (19) 스팀 취입구를 2~4개 구비하는 상기 (16)~(18) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0035] (20) 복수의 입상물 및/또는 괴상물을 미리 가열하기 위한 예열기를, 가스 개질 존과 바이오매스 열분해 존을 구비하는 상기 용기의 상기 가스 개질 존의 상부에 추가로 구비하는 상기 (1)~(19) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0036] (21) 상기한 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 배출구를, 가스 개질 존과 바이오매스 열분해 존을 구비하는 상기 용기의 상기 바이오매스 열분해 존의 하방에 구비하는 상기 (1)~(20) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0037] (22) 상기한 입상물 및/또는 괴상물이 금속 볼 및 세라믹 볼로 이루어지는 군으로부터 선택되는 상기 (1)~(21) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0038] (23) 금속 볼이 스테인레스강제인 상기 (22)에 기재된 가스화 장치,

[0039] (24) 세라믹 볼이 알루미나, 실리카, 실리콘카바이드, 텅스텐카바이드, 지르코니아 및 질화규소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 재질로 이루어지는 상기 (22)에 기재된 가스화 장치,

[0040] (25) 상기 바이오매스 열분해 존에 있어서의 기상 온도가 400~700℃인 상기 (1)~(24) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0041] (26) 상기 바이오매스 열분해 존에 있어서의 기상 온도가 500~700℃인 상기 (1)~(24) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0042] (27) 상기 바이오매스 열분해 존에 있어서의 기상 온도가 550~650℃인 상기 (1)~(24) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0043] (28) 상기 가스 개질 존에 있어서의 기상 온도가 700~1,000℃인 상기 (1)~(27) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0044] (29) 상기 가스 개질 존에 있어서의 기상 온도가 850~950℃인 상기 (1)~(27) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0045] (30) 상기 가스 개질 존에 있어서의 기상 온도가 880~930℃인 상기 (1)~(27) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치,

[0046] (31) 상기 바이오매스가 식물계 바이오매스, 생물계 바이오매스, 생활 잡배출물 및 식품 폐기물로 이루어지는 군으로부터 선택되는 바이오매스 자원인 상기 (1)~(30) 중 어느 하나에 기재된 가스화 장치

[0047] 를 들 수 있다.

발명의 효과

[0048] 본 발명의 장치에 있어서는, 열분해 존에서 발생한 열분해 가스가 가스 개질 존으로 이동할 때에, 배관 내부를 통과하지 않는다. 따라서, 열분해 가스가 동반하는 타르 및 매진 등이 배관 내벽 및 밸브 등에 부착되어 발생하는 폐색 트러블을 발생시키지 않고, 또 배관 내부에 히트 캐리어가 고착하여 발생하는 폐색 트러블을 발생시키지도 않는다. 따라서, 장기적으로 안정적인 연속 조업이 가능하게 된다. 덧붙여서, 열분해 가스가 히트 캐리어층의 내부를 통과하여 상승하는 점에서, 열분해 가스에 동반되는 타르 및 매진 등이 히트 캐리어의 표면에 효과적으로 부착되어, 히트 캐리어의 열로 분해될 수 있다. 그러므로 가스화 효율이 상승한다. 또, 분해되지 않고 남은 타르 및 매진 등은 히트 캐리어와 함께 용기 하부로부터 배출되기 때문에, 전체적인 트러블 저감에 기여할 수 있다. 덧붙여서, 열분해 존과 가스 개질 존 사이에 있어서 히트 캐리어가 배관 내부를 통과하지 않으므로, 히트 캐리어의 열손실이 현저하게 저감되어 열효율이 개선된다. 또한, 장치 전체를 컴팩트화할 수 있을 뿐만아니라, 장치 재료의 사용량을 삭감할 수 있어, 비용 저하를 달성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1은 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존을 1개의 용기중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시태양을 나타낸 개략도이다.

도 2는 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존을 1개의 용기중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시태양을 나타낸 개략도이다.

도 3은 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존을 1개의 용기중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시태양을 나타낸 개략도이다.

도 4는 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존을 1개의 용기중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시태양을 나타낸 개략도이다.

도 5는 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존을 1개의 용기중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시태양을 나타낸 개략도이다.

도 6은 도 5에 나타낸 장치의 원기둥형의 칸막이판의 측면 하부에 설치된 히트 캐리어 통로 및 그 출구 근방으로부터 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 복수단 구비된 플로우 가이드, 그

리고 이 플로우 가이드 근방에 있어서의 복수의 입상물 및/또는 괴상물 그리고 바이오매스의 이동 방향을 모식적으로 나타낸 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 본 발명의 가스화 장치는 바이오매스를 비산화성 가스 분위기하 또는 비산화성 가스와 스팀과의 혼합 가스 분위기하에 있어서 가열하는 바이오매스 열분해 존과, 상기 바이오매스 열분해 존에 있어서 발생한 가스를 스팀의 존재하에 가열하는 가스 개질 존을 구비하고, 또한 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물을 상기 가스 개질 존으로부터 상기 바이오매스 열분해 존으로 순차 이동시켜, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 가지는 열에 의해, 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스의 개질 및 바이오매스의 열분해를 실행하는 것이다. 여기서, 본 발명의 가스화 장치에 있어서는, 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존을 상기 가스 개질 존이 상기 바이오매스 열분해 존의 상방이 되도록, 즉, 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 중력으로 상기 가스 개질 존으로부터 상기 바이오매스 열분해 존으로 이동하도록, 또한 상기 바이오매스 열분해 존에 있어서 발생한 열분해 가스가 그대로 가스 개질 존으로 흘러들도록 1개의 용기중에 구비되어 있고, 또한 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존 사이에 적어도 1장, 바람직하게는 1장 또는 2장의 칸막이판을 구비하고 있는 것을 특징으로 한다. 여기서, 이 칸막이판은 상기 바이오매스 열분해 존과 상기 가스 개질 존을 분할하기 위해서 설치되어 있다.

[0051] 상기한 바와 같이, 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존 사이에 칸막이판을 설치함으로써, 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 가스 개질 존으로부터 바이오매스 열분해 존으로 낙하하여 이동할 수 있는 공극(히트 캐리어 통로)을 제한하고, 그것에 의해, 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 가스 개질 존으로부터 바이오매스 열분해 존으로 낙하하여 이동하는 속도를 제어할 수 있다. 이것에 의해, 이 복수의 입상물 및/또는 괴상물을 가스 개질 존 및 바이오매스 열분해 존의 각각에 있어서 층의 상태에서 존재시킬 수 있고, 또한 가스 개질 존에 있어서의 가스 개질 온도 및 바이오매스 열분해 존에 있어서의 열분해 온도를 적정하게 유지할 수 있다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물이 층의 상태를 형성함으로써, 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스가 그 층의 내부를 통과하여, 발생한 가스의 추가적인 열분해 및 스팀과의 반응을 촉진하고, 가스의 발생량을 증대시킬 수 있다. 또, 가스가 그 층 내부를 통과할 때에, 타르 및 매진 등이 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 표면에 부착됨과 아울러, 부착된 타르 등이 열분해하여, 추가적인 가스 발생량의 증대에 기여할 수 있다. 또, 칸막이판을 구비함으로써 바이오매스 열분해 존과 가스 개질 존 사이, 즉 바이오매스 열분해 존의 상부이며, 또한 가스 개질 존의 하부, 즉, 칸막이판의 하부(도 3의 장치에 있어서는, 칸막이판의 좌측이며, 도 5의 장치에 있어서는, 칸막이판의 하부 및 주위이다.)에 원하는 공간을 형성할 수 있다. 이것에 의해, 이 공간으로부터 원료로서의 바이오매스를 바이오매스 열분해 존에 도입할 수 있고, 소정의 온도에서 바이오매스를 열분해할 수 있다. 또, 이 공간에 있어서, 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스와 스팀의 양호한 혼합을 달성하는 것이 기대된다. 덧붙여서, 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 타르 및 매진 등이 칸막이판, 특히 칸막이판의 하면에 부착되고, 또한 부착된 타르의 일부가 스팀과 반응하여 가스화되는 것이 기대되어, 양호한 타르 제거 효과가 얻어질 뿐만아니라, 개질 가스의 수율을 증가시키는 효과도 기대된다.

[0052] 이하, 본 발명의 가스화 장치를 첨부 도면에 기초하여 설명한다. 도 1은 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 1개의 용기(1)중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시태양의 개략도이다. 도 1의 상측 도면은 용기 내부를 측면에서 보았을 때의 개략도이며, 하측 도면은 용기 내부의 칸막이판을 위에서 보았을 때의 개략도이다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(3), 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)는 용기(1)중의 가스 개질 존(B)에 도입되기 전에, 예열기(2)에 있어서 미리 가열된다. 히트 캐리어(3)는 바람직하게는 1,000~1,100℃, 보다 바람직하게는 1,050~1,100℃로 가열된다. 상기 하한 미만에서는 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스를 가스 개질 존(B)에 있어서 충분히 개질할 수 없는 경우가 있다. 한편, 상기 상한을 넘어서는 여분의 열을 부여할 뿐이며 현저한 효과의 증대는 기대할 수 없고, 오히려 비용 증가를 초래할 뿐이다. 또, 설비의 열효율 저하의 원인이 되기도 한다.

[0053] 예열기(2)에 있어서 상기한 소정 온도로 가열된 히트 캐리어(3)는 이어서 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 구비하는 용기(1)의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)에 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서는, 용기(1)의 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서, 바이오매스를 열분해함으로써 생성되고, 용기(1)중을 상승하여 가스 개질 존(B)에 도입된 열분해 가스가 스팀의 존재하에 히트 캐리어(3)와 접촉되어 가열된다. 이것에 의해, 열분해 가스와 스팀이 반응하여, 열분해 가스를 수소가 풍부한 가스로 개질할 수 있다. 여기서, 가스 개질에 사용되는 스팀은 가스 개질 존(B) 혹은 가스 개질 존(B)과 바이오매스 열분해 존(A)의 사이[히트

캐리어 통로(9) 근방], 및/또는 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서, 스팀 취입구(6_1, 6_2)로부터 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도는 상한이 바람직하게는 1,000℃, 보다 바람직하게는 950℃, 더욱 바람직하게는 930℃이며, 하한이 바람직하게는 700℃, 보다 바람직하게는 850℃, 더욱 바람직하게는 880℃이다. 상기 하한 미만에서는 개질 반응이 진행하지 않는 경우가 있다. 한편, 상기 상한을 넘어도 현저한 효과의 증대는 기대할 수 없고, 히트 캐리어의 가열에 필요한 열량이 증대하여, 비용 상승을 초래한다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도가 상기한 보다 바람직한 하한값인 850℃ 이상에 있어서, 스팀에 의한 일산화탄소의 개질이 현저하게 되고, 더욱 바람직한 하한값인 880℃ 이상에 있어서, 스팀에 의한 메테인의 개질이 현저해진다. 따라서, 일산화탄소 및 메테인의 양쪽 모두를 효율적으로 개질하기 위해서는, 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도가 880℃ 이상인 것이 더욱 바람직하다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도의 보다 바람직한 상한은 950℃이며, 이 온도 이하에서 충분히 열분해 가스를 개질할 수 있지만, 연료 사용량의 삭감을 도모하기 위해서는 930℃ 이하인 것이 더욱 바람직하다.

[0054] 용기(1)중의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)을 통과한 히트 캐리어(3)는 계속해서 칸막이판(7)의 히트 캐리어 통로(9), 여기서는 칸막이판(7)과 용기 내벽 사이의 간극을 통과하여, 용기(1)중의 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)으로 이동한다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서는, 히트 캐리어(3)는 별도 바이오매스 공급구(4)로부터 바이오매스 열분해 존(A)에 공급된 바이오매스(a)와 접촉된다. 또, 바이오매스 열분해 존(A)에는 비산화성 가스 예를 들면 질소 및 임의적으로 스팀이 각각 비산화성 가스 공급구(5) 및 스팀 취입구(6_1)로부터 공급되어, 비산화성 가스 분위기 또는 비산화성 가스와 스팀의 혼합 가스 분위기에 유지되어 있다. 그리고, 히트 캐리어(3)와 바이오매스(a)의 접촉에 의해, 바이오매스(a)가 가열되어 열분해하고, 열분해 가스가 생성된다. 바이오매스 열분해 존(A)을 비산화성 가스 분위기로 함으로써, 바이오매스(a)의 연소를 저지하여, 바이오매스(a)를 효율적으로 열분해시킬 수 있다. 생성된 열분해 가스는 용기(1)중을 상승하여, 칸막이판(7)의 열분해 가스 통로(8)[상기 히트 캐리어 통로(9)와 동일함]를 통과하여, 상기한 가스 개질 존(B)에 도입된다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 기상 온도는 상한이 바람직하게는 700℃, 보다 바람직하게는 650℃이며, 하한이 바람직하게는 400℃, 보다 바람직하게는 500℃, 더욱 바람직하게는 550℃이다. 상기 하한 미만에서는 바이오매스의 열분해가 진행하지 않는 경우가 있다. 상기 상한을 넘어서는 중질의 타르를 발생시킨다. 이러한 중질 타르는 스팀에 의해 충분히 개질할 수 없는 점에서, 타르에 의한 장치 트러블의 원인이 되는 경우가 있다.

[0055] 상기한 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스(a)의 열분해 및 가스 개질 존(B)에 있어서의 열분해 가스의 개질에 필요한 열의 대부분은, 상기한 온도로 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물, 즉, 열 담지 매체(히트 캐리어)가 가지는 열에 의해 공급된다. 히트 캐리어(3)의 용기(1)로의 도입 및 히트 캐리어(3)의 용기(1)로부터의 발출은 예를 들면 배관의 상하에 1개씩 합계 2개의 밸브를 구비한 소위 2단식 밸브(도시하지 않음)를 사용하여 행해진다. 이 2단식 밸브의 조작을 간단히 설명하면, 상하 2개의 밸브를 닫아 두고, 우선, 위의 밸브를 열어 히트 캐리어(3)를 배관 내부에 낙하시키고, 아래의 밸브와 위의 밸브 사이에 히트 캐리어(3)를 충전한다. 다음에, 위의 밸브를 닫고, 아래의 밸브를 여는 것에 의해 2개의 밸브 사이에 충전된 히트 캐리어(3)를 용기(1)에 도입하고 또는 용기(1)로부터 발출시킨다. 이러한 밸브 조작을 반복함으로써, 히트 캐리어(3)는 용기(1)에 대략 연속적으로 도입되고, 또한 용기(1)로부터 대략 연속적으로 발출된다. 이 도입 및 발출 방식은 일례이며, 이 방식에 한정되는 것은 아니다. 히트 캐리어(3)의 용기(1)로의 도입 및 히트 캐리어(3)의 용기(1)로부터의 발출 속도를 제어함으로써, 바이오매스 열분해 존(A) 및 가스 개질 존(B)에 있어서 히트 캐리어층을 형성시킴과 아울러, 그 층의 두께(체류량)를 적절한 값으로 제어하고, 또한 바이오매스 열분해 존(A) 및 가스 개질 존(B)의 기상 온도를 상기 소정 온도로 제어할 수 있다. 여기서, 히트 캐리어(3)의 용기(1)로부터의 발출 속도가 지나치게 빠르면, 바이오매스 열분해 존(A) 및 가스 개질 존(B)의 기상 온도가 높아지고, 한편, 발출 속도가 너무 느리면, 히트 캐리어가 방열하여, 바이오매스 열분해 존(A)의 기상 온도가 낮아진다. 히트 캐리어(3)의 용기(1)로의 공급 속도 및 발출 속도는 원료인 바이오매스(a)의 공급량 및 그 종류, 그리고 바이오매스(a)의 수분 및 회분량 등에 의존하지만, 통상 바이오매스(a)의 공급량에 대하여 결정된다. 통상, 건조 원료, 즉 건조 바이오매스(a)의 용기(1)로의 공급 속도의 5~60질량배로 설정된다. 바람직하게는 건조 바이오매스(a)의 용기(1)로의 공급 속도의 5~30질량배로 설정되고, 보다 바람직하게는 10~20질량배로 설정된다. 상기 하한 미만에서는 바이오매스(a)를 열분해하기 위해서 필요한 열량을 공급할 수 없다. 한편, 상기 상한을 넘어서는 히트 캐리어(3)의 공급량이 과잉하게 될 뿐이며, 그 때문에 용기(1)를 필요 이상으로 크게 해야 하고, 또 히트 캐리어(3)의 가열에 여분의 열량을 필요로 한다.

[0056] 용기(1)중의 압력의 상한은 바람직하게는 104.33kPa, 보다 바람직하게는 102.33kPa이며, 하한은 바람직하게는 100.33kPa, 보다 바람직하게는 101.23kPa다. 상기 상한을 넘어서는 생성된 열분해 가스가 바이오매스 공급구

(4)로부터 역류하여 용기(1)의 외부로 새는 일이 있다. 한편, 상기 하한 미만에서는 생성된 열분해 가스가 가스 개질 존(B)에 있어서의 히트 캐리어(3)의 층 내부를 균일 분산하여 통과하지 않아, 열분해 가스 및 동반하는 타르 등이 충분히 개질되지 않는 일이 있다.

[0057] 상기한 바와 같이 스팀 취입구(6_1, 6_2)는 바람직하게는 가스 개질 존(B), 또는 가스 개질 존(B)과 바이오매스 열분해 존(A) 사이, 및/또는 바이오매스 열분해 존(A)에 설치된다. 바이오매스 열분해 존(A)에 설치할 때에는 특히 바이오매스 열분해 존(A)의 하부에 설치하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 용기(1)중에 도입한 스팀을 히트 캐리어(3)와의 접촉에 의해 효과적으로 가열할 수 있고, 또한 바이오매스의 열분해에 의해 발생한 가스와의 접촉 시간을 길게 취할 수 있을 뿐만아니라, 히트 캐리어(3)와의 접촉 시간도 길게 취할 수 있어, 결과적으로 열분해 가스 및 히트 캐리어에 부착된 타르 등의 개질을 효율적으로 실시할 수 있다. 도 1에 있어서는, 스팀 취입구는 가스 개질 존(B)의 하부(6_2) 및 바이오매스 열분해 존(A)의 하부(6_1)에 각각 1개, 합계 2개 설치되어 있지만, 이것에 한정되지 않는다. 스팀 취입구는 각각의 개소에 바람직하게는 복수개 설치할 수 있고, 보다 바람직하게는 2~4개, 더욱 바람직하게는 4개 설치할 수 있다. 공급하는 스팀의 온도는 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 130~200℃, 보다 바람직하게는 약 160℃이다. 또, 바람직하게는 500~600℃의 과열 증기를 사용할 수도 있다. 예를 들면, 보다 바람직한 약 160℃의 스팀을 공급할 때에, 스팀의 공급량은 원료인 바이오매스의 공급량과 대략 등량이 공급되는 것이 바람직하다.

[0058] 상기한 바이오매스 공급구(4)는 바이오매스 열분해 존(A)에 효과적으로 바이오매스(a)를 공급할 수 있는 위치에 설치되어 있으면 된다. 바람직하게는 바이오매스 열분해 존(A)의 상방, 즉, 칸막이판(7)의 하방이며, 바이오매스 열분해 존(A)중에 체류하는 히트 캐리어(3)의 층의 상방의 공간에 설치된다. 이것에 의해, 바이오매스(a)와 히트 캐리어(3)의 접촉 시간을 적절하게 할 수 있고, 바이오매스(a)를 충분히 열분해할 수 있다. 도 1에 있어서는, 바이오매스 공급구(4)는 1개 기재되어 있지만, 이것에 한정되지는 않는다. 바이오매스 공급구(4)는 바람직하게는 1개 이상, 보다 바람직하게는 1~5개, 더욱 바람직하게는 1~3개, 또한 보다 바람직하게는 1개 또는 2개 설치할 수 있다. 바이오매스 공급구(4)를 복수 설치함으로써 성상이 상이한 바이오매스를 각각의 공급구로부터 동시에 공급할 수도 있다.

[0059] 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스(a)의 체류 시간은 바람직하게는 10~60분간, 보다 바람직하게는 20~40분간, 더욱 바람직하게는 25~35분간이다. 상기 하한 미만에서는 바이오매스에 균일하게 열이 전해지지 않아, 균일한 열분해가 행해지지 않는 점에서 열분해 가스의 발생량이 저감한다. 한편, 상기 상한을 넘어도 현저한 효과의 증대는 인정되지 않고, 오히려 설비 비용의 증가를 초래한다. 여기서, 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스(a)의 체류 시간은 히트 캐리어(3)의 이동 속도와 바이오매스 공급량으로부터 적절하게 조절될 수 있다. 또, 가스 개질 존(B)에 있어서의 가스의 체류 시간은 바람직하게는 1~10초, 보다 바람직하게는 2~5초이다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 가스의 체류 시간은 히트 캐리어(3)의 이동 속도 및 충전량, 스팀 공급량 그리고 예정되는 열분해 가스량으로부터 설정할 수 있다.

[0060] 상기한 바와 같이 하여, 가스 개질 존(B), 이어서 바이오매스 열분해 존(A)을 통과한 히트 캐리어(3)는 바이오매스의 열분해 잔사(차), 히트 캐리어에 부착된 열분해되지 않고 남은 미량의 타르 및 매진 등과 함께, 용기(1)의 바닥부로부터 배출된다. 배출된 히트 캐리어(3)를 포함하는 배출물의 처리는 종래 공지의 방법에 의해 실시된다. 예를 들면, 상기한 특허문헌 7 및 8에 기재되어 있는 방법 및 장치를 채용할 수 있다. 히트 캐리어(3)는 다시 예열기(2)에 되돌려져 용기(1)에 공급된다.

[0061] 복수의 입상물 및/또는 괴상물(3), 즉, 열 담지 매체(히트 캐리어)는 바람직하게는 금속 및 세라믹으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1개 이상의 재질로 이루어진다. 금속으로서는 바람직하게는 철, 스테인레스강, 니켈 합금강 및 티탄합금강으로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 보다 바람직하게는 스테인레스강이 선택된다. 또, 세라믹으로서는 알루미나, 실리카, 실리콘카바이드, 텅스텐카바이드, 지르코니아 및 질화규소로 이루어지는 군으로부터 선택되고, 보다 바람직하게는 알루미나가 선택된다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(3)의 형상은 바람직하게는 구형상(볼)이지만, 반드시 진구(眞球)일 필요는 없고, 단면 형상이 타원형 또는 장원형인 구형상물이어도 된다. 구형상물의 직경(최대 직경)은 바람직하게는 3~25㎜, 보다 바람직하게는 8~15㎜이다. 상기 상한을 넘어서는 용기(1) 내부에서의 유동성, 즉, 자유낙하성을 해치는 일이 있고, 이것에 의해, 구형상물이 용기(1) 내부에서 정지하여 폐색의 원인이 되는 일이 있다. 한편, 상기 하한 미만에서는 구형상물에 부착된 타르 및 매진 등에 의해 구형상물 자체가 고착하는 경우가 있어, 폐색의 원인이 되는 일이 있다. 예를 들면, 구형상물의 직경이 3㎜ 미만에서는 구형상물에 부착된 타르 및 매진 등의 영향에 의해 구형상물이 용기(1)의 내벽에 부착되고, 특히, 열분해 가스 통로(8) 및 히트 캐리어 통로(9)를 좁혀, 이 통로의 폐색을 촉진하는 것이 우려된다.

또, 타르가 부착된 구형상물이 용기(1) 바닥부의 밸브로부터 발출될 때, 3㎜ 미만의 구형상물은 가볍고, 게다가 타르가 부착되어 있기 때문에 자연낙하하지 않고 밸브 내부에 고착하여 폐색을 조장한다.

[0062] 본 발명의 바이오매스는 소위 바이오매스 자원을 말한다. 여기서, 바이오매스 자원은 식물계 바이오매스, 예를 들면, 임업으로부터 폐기되는 간벌재, 제재 폐재, 전정지, 임지잔재, 미이용 수목 등, 농업으로부터 폐기되는 야채 잔사 및 과수 잔사 등의 농작물, 볏짚, 밀짚 및 왕겨 등, 기타 해양 식물, 건설계 폐목재 등; 생물계 바이오매스, 예를 들면, 가축 배설물 및 하수 진흙으로 대표되는 생물계 배설물; 및 진개 등의 생활 잡배출물 및 식품 폐기물 등을 말한다. 본 발명의 장치는 바람직하게는 식물계 바이오매스 및 생물계 바이오매스의 가스화에 적합하다.

[0063] 도 2는 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 1개의 용기(11)중에 구비하는 본 발명의 장치의 다른 일 실시태양의 개략도이다. 도 2의 상측 도면은 용기 내부를 측면에서 보았을 때의 개략도이며, 하측 도면은 용기 내부의 칸막이판을 위에서 보았을 때의 개략도이다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(31), 즉, 열 담지 매체(히트 캐리어)는 용기(11)중의 가스 개질 존(B)에 도입되기 전에, 예열기(21)에 있어서 상기와 마찬가지로 소정 온도로 미리 가열된다. 예열기(21)에 있어서 소정 온도로 가열된 히트 캐리어(31)는 이어서 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 구비하는 용기(11)의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)에 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서는, 용기(11)의 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서, 바이오매스(a)를 열분해함으로써 생성되고, 용기(11)에 설치되어 있는 칸막이판(71)의 열분해 가스 통로(81) 및 히트 캐리어 통로(91)를 상승하여, 가스 개질 존(B)에 도입된 열분해 가스가 스팀의 존재하에 히트 캐리어(31)와 접촉되어 가열된다. 이것에 의해, 열분해 가스와 스팀이 반응하여, 열분해 가스를 수소가 풍부한 가스로 개질할 수 있다. 여기서, 가스 개질에 사용되는 스팀은 가스 개질 존(B) 혹은 가스 개질 존(B)과 바이오매스 열분해 존(A) 사이[히트 캐리어 통로(91) 근방], 및/또는 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서, 스팀 취입구(61_1, 61_2)로부터 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다. 용기(11)중의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)을 통과한 히트 캐리어(31)는, 계속해서, 용기(11)중의 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)에, 용기(11)에 설치되어 있는 칸막이판(71)의 히트 캐리어 통로(91), 여기서는 칸막이판(71)과 용기 내벽 사이의 간극을 통과하여 이동한다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서는, 히트 캐리어(31)는 별도 바이오매스 공급구(41)로부터 바이오매스 열분해 존(A)에 공급된 바이오매스(a)와 접촉된다. 또, 바이오매스 열분해 존(A)에는 비산화성 가스 예를 들면 질소 및 임의적으로 스팀이 각각 비산화성 가스 공급구(51) 및 스팀 공급구(61_1)로부터 공급되어, 비산화성 가스 분위기 또는 비산화성 가스와 스팀 혼합 가스 분위기에 유지되어 있다. 그리고, 히트 캐리어(31)와 바이오매스(a)의 접촉에 의해, 바이오매스(a)가 가열되어 열분해하고, 열분해 가스가 생성된다. 바이오매스 열분해 존(A)을 비산화성 가스 분위기로 함으로써, 바이오매스(a)의 연소를 저지하고, 바이오매스(a)를 효율적으로 열분해시킬 수 있다. 생성된 열분해 가스는 용기(11)중을 상승하여, 상기한 가스 개질 존(B)에 도입된다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다. 또, 상기한 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스(a)의 열분해 및 가스 개질 존(B)에 있어서의 열분해 가스의 개질에 필요한 열의 대부분은, 상기한 온도로 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물, 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)가 가지는 열에 의해 공급되고, 또한 히트 캐리어(31)의 용기(11)로의 도입 및 히트 캐리어(31)의 용기(11)로부터의 발출은 상기한 도 1의 장치와 마찬가지로 하여 실시된다.

[0064] 도 3은 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 1개의 용기(12)중에 구비하는 본 발명의 장치의 다른 일 실시태양의 개략도이다. 도 1 및 도 2에 나타낸 장치와는 상이하게, 가스 개질 존(B)을 바이오매스 열분해 존(A)의 직상에 배치하지 않고, 칸막이판(72)을 통하여 바이오매스 열분해 존(A)의 우측 상방에 가스 개질 존(B)을 가로로 배치한 것이다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(32)은 가스 개질 존(B)과 바이오매스 열분해 존(A) 사이에 설치된 칸막이판(72)을 끼우고, 각 존에 있어서 층을 형성하고 있다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(32), 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)는 용기(12)중의 가스 개질 존(B)에 도입되기 전에, 예열기(22)에 있어서 상기와 마찬가지로 소정 온도로 미리 가열된다. 예열기(22)에 있어서 소정 온도로 가열된 히트 캐리어(32)는 이어서 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 구비하는 용기(12)의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)에 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서는, 용기(12)의 좌측 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서, 바이오매스(a)를 열분해함으로써 생성된 열분해 가스가, 용기(12)에 설치되어 있는 칸막이판(72)의 하부에 존재하는 열분해 가스 통로(82), 여기서는 칸막이판(72)과 용기 내벽 사이의 간극을 통과하여, 히트 캐리어와 접촉하면서 상승하여 가스 개질 존(B)에 도입되고, 가스 개질 존(B)에 도입된 열분해 가스가, 스팀의 존재하에 히트 캐리어(32)와 접촉되어 가열된다. 이것에 의해, 열분해 가스와 스팀이 반응하여, 열분해 가스를 수소가 풍부한 가스로 개질할 수 있다. 여기서, 가스 개질에 사용되는 스팀은 가스 개질 존(B) 혹은 가스 개질 존(B)과 바이

오매스 열분해 존(A) 사이[히트 캐리어 통로(92) 근방], 및/또는 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서, 스팀 취입구(62_1, 62_2)로부터 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다. 용기(12)중의 우측 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)을 통과한 히트 캐리어(32)는 계속해서 용기(12)중의 좌측 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)에, 용기(12)에 설치되어 있는 칸막이판(72)의 하부에 존재하는 히트 캐리어 통로(92)[상기 열분해 가스 통로(82)와 동일하다.]를 통과하여 이동한다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서는, 히트 캐리어(32)는 별도 바이오매스 공급기(42)로부터 바이오매스 열분해 존(A)에 공급된 바이오매스(a)와 접촉된다. 또, 비산화성 가스 예를 들면 질소가 비산화성 가스 공급구(도시하지 않음)로부터 바이오매스 공급기(42)에 도입되고, 바이오매스(a)와 함께 바이오매스 열분해 존(A)에 공급된다. 별도 임의적으로 스팀이 스팀 공급구(62_1)로부터 공급되어, 비산화성 가스 분위기 또는 비산화성 가스와 스팀의 혼합 가스 분위기에 유지되어 있다. 그리고, 히트 캐리어(32)와 바이오매스(a)의 접촉에 의해, 바이오매스(a)가 가열되어 열분해하고, 열분해 가스가 생성된다. 바이오매스 열분해 존(A)을 비산화성 가스 분위기로 함으로써, 바이오매스(a)의 연소를 저지하여, 바이오매스(a)를 효율적으로 열분해시킬 수 있다. 생성된 열분해 가스는 용기(12)중을 상승하여, 상기한 가스 개질 존(B)에 도입된다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다. 이 장치에서는 바이오매스 원료 공급기(42)를 2기 설치하고 있어, 상이한 2종류의 바이오매스(a)를 동시에 투입할 수 있다. 또, 상기한 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스(a)의 열분해, 및 가스 개질 존(B)에 있어서의 열분해 가스의 개질에 필요한 열의 대부분은, 상기한 온도로 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물(32), 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)가 가지는 열에 의해 공급되고, 또한 히트 캐리어(32)의 용기(12)로의 도입 및 히트 캐리어(32)의 용기(12)로부터의 발출은 상기한 도 1의 장치와 마찬가지로 하여 실시된다.

[0065] 도 4는 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 1개의 용기(13)중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시 태양의 개략도이다. 이 장치는 도 1 및 도 2에 나타낸 장치와는 상이하게, 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B) 사이 및 바이오매스 열분해 존(A)에 각 1장 합계 2장의 칸막이판(73_1, 73_2)을 구비하고 있다. 여기서, 2장의 칸막이판(73_1, 73_2) 중, 용기(13)의 상방에 설치되어 있는 칸막이판(73_1)은 용기(13)중에 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 분할하기 위한 것이고, 한편, 용기(13)의 하방에 설치되어 있는 칸막이판(73_2)은 바이오매스 열분해 존(A)을 추가로 2개의 부분(A_1, A_2)으로 나누기 위한 것이다. 그리고, 이 장치에서는 원료인 바이오매스의 공급구를 4기(43_1, 43_2, 43_3, 43_4) 구비하여, 상이한 복수 종류의 바이오매스를 동시에 투입하는 것을 가능하게 하고 있다. 또, 바이오매스 투입구가 2개씩 칸막이판(73_2)으로 칸막이되어 있고, 그 결과, 바이오매스의 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 체류 시간(열분해 시간)을 2종류로 설정하는 것이 가능하게 되어, 열분해 반응 속도가 상이한 바이오매스를 동시에 공급하는 것이 가능하다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(33)은 칸막이판(73_1)에 의해 가스 개질 존(B)과 바이오매스 열분해 존(A)으로 나뉘어, 각각에 있어서 층을 형성하고, 또한 칸막이판(73_2)에 의해 바이오매스 열분해 존(A)이 2개로 칸막이되어, 하나의 용기(13)중에 하나의 가스 개질 존(B)과 2개의 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)을 형성하고 있다. 여기서, 가스 개질 존(B) 및 바이오매스 열분해 존(A)에 설치하는 칸막이판의 수는 이것에 한정되지 않고, 더욱 다수의 칸막이판을 설치하여, 가스 개질 존(B) 및 바이오매스 열분해 존(A)을 더욱 세세하게 분할하는 것도 가능하다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(33), 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)는 용기(13)중의 가스 개질 존(B)에 도입되기 전에, 예열기(23)에 있어서 상기와 마찬가지로 소정 온도로 미리 가열된다. 예열기(23)에 있어서 소정 온도로 가열된 히트 캐리어(33)는 이어서 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 구비하는 용기(13)의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)에 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서는, 용기(13)의 하부에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)에 있어서, 바이오매스(a)를 열분해함으로써 생성된 열분해 가스가, 용기(13)에 설치되어 있는 칸막이판(73_1)에 의해 형성된 열분해 가스 통로(83)를 통과하여, 히트 캐리어와 접촉하면서 가스 개질 존(B)에 도입되고, 그 열분해 가스와 스팀이 히트 캐리어(33)와 접촉되어 가열된다. 이것에 의해, 열분해 가스와 스팀이 반응하여, 열분해 가스를 수소가 풍부한 가스로 개질할 수 있다. 여기서, 가스 개질에 사용되는 스팀은 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)에 있어서, 스팀 취입구(63_1, 63_2)로부터 도입된다. 도 4에 있어서는, 상기한 바와 같이 스팀 취입구(63_1, 63_2)는 모두 바이오매스 열분해 존에 구비되어 있지만, 가스 개질 존(B) 혹은 가스 개질 존(B)과 바이오매스 열분해 존(A_1) 사이[히트 캐리어 통로(93) 근방]에 설치할 수도 있다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다. 용기(13)중의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)을 통과한 히트 캐리어(33)는 계속해서 용기(13)중의 하부에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A_1)에, 용기(13)에 설치되어 있는 칸막이판(73_1)과 용기 내

벽의 간극인 히트 캐리어 통로(93)[상기 열분해 가스 통로(83)와 동일하다.]를 통과하여 이동한다. 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)에 있어서는, 히트 캐리어(33)는 별도 바이오매스 공급구(43_1, 43_2, 43_3, 43_4)로부터 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)에 공급된 바이오매스와 접촉된다. 또, 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)에는 비산화성 가스 예를 들면 질소 및 임의적으로 스팀이 각각 비산화성 가스 공급구(53) 및 스팀 공급구(63_1, 63_2)로부터 공급되어, 비산화성 가스 분위기 또는 비산화성 가스와 스팀의 혼합 가스 분위기에 유지되어 있다. 그리고, 히트 캐리어(33)와 바이오매스(a)의 접촉에 의해, 바이오매스(a)가 가열되어 열분해하고, 열분해 가스가 생성된다. 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)을 비산화성 가스 분위기로 함으로써, 바이오매스(a)의 연소를 저지하여, 바이오매스(a)를 효율적으로 열분해시킬 수 있다. 생성된 열분해 가스는 용기(13)중을 상승하여, 상기한 가스 개질 존(B)에 도입된다. 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다. 여기서, 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)의 기상 온도는 동일하거나 또는 바이오매스 열분해 존(A_2)의 기상 온도가 바이오매스 열분해 존(A_1)의 기상 온도보다 높게 설정된다. 또, 상기한 바이오매스 열분해 존(A_1, A_2)에 있어서의 바이오매스(a)의 열분해 및 가스 개질 존(B)에 있어서의 열분해 가스의 개질에 필요한 열의 대부분은, 상기한 온도로 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물(33), 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)가 가지는 열에 의해 공급되고, 또한 히트 캐리어(33)의 용기(13)로의 도입 및 히트 캐리어(33)의 용기(13)로부터의 발출은 상기한 도 1의 장치와 마찬가지로 하여 실시된다.

[0066] 도 5는 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 1개의 용기(14)중에 구비하는 본 발명의 장치의 일 실시 태양의 개략도이다. 도 5의 상측 도면은 용기 내부를 측면에서 보았을 때의 개략도이며, 하측 도면은 X-X'선에서 절단했을 때, 용기 내부의 칸막이판을 위에서 보았을 때의 개략도이다. 이 장치는 도 1 및 도 2에 나타낸 장치와는 상이하게, 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)은 원기둥형의 칸막이판(74)으로 칸막이되어 있고, 또한 원기둥형의 칸막이판(74)을 통하여 가스 개질 존(B)을 바이오매스 열분해 존(A)이 둘러싸고 있는 형태를 가지고 있다. 원기둥형의 칸막이판(74)의 하부에 원주 방향으로 4개소 개구부, 즉 히트 캐리어 통로(94)가 설치되어 있다. 여기서, 히트 캐리어 통로(94)의 수 및 크기는 특별히 한정되는 것은 아니며, 장치 자체의 치수, 바이오매스 처리량, 복수의 입상물 및/또는 괴상물의 치수 등에 의존하여 적당히 결정할 수 있다. 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34), 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)는 용기(14)중의 가스 개질 존(B)에 도입되기 전에, 예열기(24)에 있어서 상기와 마찬가지로 소정 온도로 미리 가열된다. 예열기(24)에 있어서 소정 온도로 가열된 히트 캐리어(34)는 이어서 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 구비하는 용기(14)의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)에 도입된다. 가스 개질 존(B)에 있어서는, 용기(14)의 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서, 바이오매스(a)를 열분해함으로써 생성되고, 용기(14)에 설치되어 있는 원기둥형의 칸막이판(74)의 열분해 가스 통로(84) 및 히트 캐리어 통로(94), 주로 원기둥형의 칸막이판(74)의 바닥면에 설치된 열분해 가스 통로(84)를 상승하여, 가스 개질 존(B)에 도입된 열분해 가스가 스팀의 존재하에 히트 캐리어(34)와 접촉되어 가열된다. 이것에 의해, 열분해 가스와 스팀이 반응하여, 열분해 가스를 수소가 풍부한 가스로 개질할 수 있다. 여기서, 가스 개질에 사용되는 스팀은 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서 스팀 취입구(64)로부터 도입된다. 또, 스팀은 가스 개질 존(B)에 직접 도입할 수도 있다. 가스 개질 존(B)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다.

[0067] 용기(14)중의 상방에 위치하는 가스 개질 존(B)을 통과한 히트 캐리어(34)는 계속해서 용기(14)중의 하방에 위치하는 바이오매스 열분해 존(A)에, 용기(14)에 설치되어 있는 원기둥형의 칸막이판(74)의 측면 하부에 원주 방향으로 설치되어 있는 개구부, 즉 히트 캐리어 통로(94)를 통과하여 이동한다. 도 6은 도 5에 나타낸 장치의 원기둥형의 칸막이판(74)의 측면 하부에 설치된 히트 캐리어 통로(94), 및 그 출구 근방으로부터 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)의 이동 방향을 따라 지그재그 형상으로 복수단 구비된 플로우 가이드(c), 그리고 이 플로우 가이드(c) 근방에 있어서의 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34) 그리고 바이오매스(a)의 이동 방향을 모식적으로 나타낸 설명도이다. 이 실시태양에 있어서는, 히트 캐리어 통로(94)는 대략 사다리꼴의 형상을 하고 있고, 일정 간격을 두고 원기둥형의 칸막이판(74)의 측면 하부에 원주 방향으로 설치되어 있다. 히트 캐리어 통로(94)의 형상에 특별히 제한은 없고, 사다리꼴 이외에 반원형, 삼각형 등일 수도 있다. 히트 캐리어 통로(94)의 치수는 특히 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)의 치수에 의존하며, 그 폭 및 높이는 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)의 1개의 치수의 10배 이상인 것이 바람직하다. 바이오매스 열분해 존(A)중의 히트 캐리어 통로(94)의 하방에는 플로우 가이드(c)가 히트 캐리어 통로(94)의 출구 근방으로부터 상기 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)의 이동 방향을 따라 즉 하방을 향하여 지그재그 형상으로 복수단, 바람직하게는 2~5단 구비되어 있다. 도 5 및 도 6에서는, 플로우 가이드(c)는 지그재그 형상으로 2단 도시되어 있다. 이 태양에 있어서는, 플

로우 가이드(c)의 단면은 그 길이 방향으로 수직인 평면에서 절단했을 때, 도 6에 나타내는 바와 같이 대략 삼각형이다. 단, 플로우 가이드의 단면은 이것에 한정되지 않고, 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34) 및 바이오매스(a)에 마찬가지의 이동 상태를 실현할 수 있는 것이면 되고, 예를 들면, 상측으로 돌출된 원호 형상의 형상 등일 수도 있다. 히트 캐리어 통로(94)로부터 바이오매스 열분해 존(A)중으로 이동한 입상물 및/또는 괴상물(34)은 플로우 가이드(c)에 의해 도 6에 나타내는 바와 같이 그 이동 방향이 제어되고, 그것에 의해 입상물 및/또는 괴상물(34)이 적층된 장소와 함몰된 장소가 교대로 만들어진다.

[0068] 한편, 원료가 되는 바이오매스(a)는 별도 바이오매스 공급구(44)로부터 바이오매스 열분해 존(A)중의 상기한 입상물 및/또는 괴상물(34)이 함몰된 장소에 주로 공급된다. 그리고, 공급된 바이오매스(a)는 입상물 및/또는 괴상물(34)에 의해 말려들도록 하여 접촉되면서, 바이오매스 열분해 존(A)중을 하방으로 이동한다. 또, 바이오매스 열분해 존(A)에는 비산화성 가스 예를 들면 질소 및 스팀이 각각 비산화성 가스 공급구(54) 및 스팀 공급구(64)로부터 공급되어, 비산화성 가스와 스팀의 혼합 가스 분위기에 유지되어 있다. 여기서, 스팀은 반드시 바이오매스 열분해 존(A)에 공급할 필요는 없고, 그 경우에는 바이오매스 열분해 존(A)은 비산화성 가스 분위기에 유지되고, 스팀은 가스 개질 존(B)에 직접 공급된다. 그리고, 입상물 및/또는 괴상물(34)과 바이오매스(a)의 접촉에 의해, 바이오매스(a)가 가열되어 열분해하고, 열분해 가스가 생성된다. 바이오매스 열분해 존(A)을 비산화성 가스 분위기로 함으로써, 바이오매스(a)의 연소를 저지하여, 바이오매스(a)를 효율적으로 열분해시킬 수 있다. 생성한 열분해 가스는 용기(14)중을 상승하여, 상기한 가스 개질 존(B)에 도입된다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 기상 온도는 상기와 동일하다. 또, 상기한 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스(a)의 열분해 및 가스 개질 존(B)에 있어서의 열분해 가스의 개질에 필요한 열의 대부분은, 상기한 온도로 미리 가열된 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34), 즉 열 담지 매체(히트 캐리어)가 가지는 열에 의해 공급되고, 또한 히트 캐리어(34)의 용기(14)로의 도입 및 히트 캐리어(34)의 용기(14)로부터의 발출은 상기한 도 1의 장치와 마찬가지로 하여 실시된다.

[0069] 도 5에 기재한 본 발명의 장치의 일 실시태양의 가스화 장치에 있어서는, 가스 개질 존(B)은 바이오매스 열분해 존(A)의 내측에 둘러싸이도록 배치되어 있기 때문에, 가스 개질 존(B)으로부터의 열이 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스의 열분해에 이용되기 때문에, 가스화 장치의 열효율을 상승시킬 수 있다. 또, 바이오매스 열분해 존(A)중에 플로우 가이드(c)를 설치하여, 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)이 적층된 장소와 함몰된 장소를 만들고, 그리고 원료가 되는 바이오매스(a)를 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)의 함몰된 장소에 주로 공급함으로써, 바이오매스(a)와 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)과의 비중이 상이한 경우, 예를 들면, 바이오매스(a)가 목질 팁일 때, 그 비중은 0.2~0.3톤/m^3이며, 한편, 복수의 입상물 및/또는 괴상물(34)이 알루미나일 때, 그 비중은 3.6~3.9톤/m^3인 경우여도, 양자가 효율적인 혼합을 달성하여, 효과적으로 바이오매스(a)의 열분해를 실행할 수 있다.

[0070] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 더욱 상세하게 설명하는데, 본 발명은 이들 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0071] [실시예]

[0072] (실시예 1)

[0073] 실시예 1에 있어서 사용한 바이오매스 원료 및 이 바이오매스 원료의 열분해 및 가스 개질에 사용한 반응기는 하기와 같다.

[0074] 바이오매스 원료로서는 건설계 폐목재를 사용했다. 이 폐목재를 조분쇄하여 사용했다. 조분쇄 후의 폐목재의 크기는 나무 젓가락정도의 치수의 봉형상물, 트럼프의 1/4정도의 치수의 박판형상물 및 톱밥 형상물 등의 혼합물이며, 최대 치수가 200~300㎜정도의 것이었다. 이 폐목재의 성상을 표 1에 나타낸다.

표 1

[0075]

항목	분석값
수분(질량%)	14.3
회분(질량%)	0.4
휘발분(질량%)	85.9
고정 탄소(질량%)	13.7

[0076] 표 1의 각 값은 JIS-M8812에 준거하여 측정한 것이다. 여기서, 회분, 휘발 분 및 고정 탄소는 건조 기준으로 산출한 것이다. 또, 수분은 바이오매스 원료를 받아들일 때의 것이다.

[0077] 바이오매스 원료의 열분해 및 가스 개질에 사용한 반응기(1)로서는 도 1에 나타낸 것을 사용했다. 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 하나의 용기중에 구비하고, 또한 이들 존 사이에 칸막이판(7)을 1장 설치한 반응기(1)이다. 이 반응기(1)의 내경은 약 800㎜, 높이는 약 3000㎜이며, 내용적은 약 1㎥이다. 또, 도 1에 나타낸 바와 같이, 이 반응기(1)의 측벽 상부로부터 칸막이판 정부까지의 길이는 1,200㎜(대응 부분의 용적:600리터)이며, 칸막이판 정부로부터 반응기 콘부 개시 부분까지의 길이는 600㎜(대응 부분의 용적:300리터)이며, 또한 콘부의 길이는 1,000㎜(대응 부분의 용적:168리터)이다. 또, 칸막이판(7)과 용기(1)의 내벽 사이에 설치된 원주 형상의 열분해 가스 통로(8)겸 히트 캐리어 통로(9)는 반경 방향의 폭이 100㎜이며, 도 1과 같이, 열분해 가스 통로(8)겸 히트 캐리어 통로(9)의 원주 방향의 폭이 100㎜의 멈춤쇠(10) 8개에 의해 8등분되어 있다. 히트 캐리어로서는 직경(최대 직경) 10~12㎜의 대략 구형의 알루미나제 볼을 사용했다. 다음에, 히트 캐리어를 1,050℃의 온도에서 450킬로그램/시간의 양으로 가스 개질 존(B)에 도입하고, 또한 바이오매스 열분해 존(A)으로부터 용기(1)의 외부에 적량을 방출하면서, 가스 개질 존(B)의 기상 온도가 950℃이며, 또한 바이오매스 열분해 존(A)의 기상 온도가 550℃가 되도록 가스 개질 존(B) 및 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 히트 캐리어의 퇴적량을 조절했다. 이 때의 바이오매스 열분해 존(A)으로부터의 히트 캐리어의 발출량은 즉 용기(1)의 외부로의 배출량은 가스 개질 존(B)으로의 공급량과 동일한 450킬로그램/시간이며, 그 온도는 600℃였다. 여기서, 히트 캐리어는 가스 개질 존(B)의 약 60체적%에 층으로서 퇴적하고 있고, 또한 바이오매스 열분해 존(A)의 약 60체적%에 층으로서 퇴적하고 있었다.

[0078] 바이오매스 원료로서의 건설계 폐목재를 정량 피더를 사용하여 25킬로그램/시간의 공급량으로 바이오매스 공급구(4)로부터 반응 용기(1)중의 바이오매스 열분해 존(A)에 연속적으로 도입했다. 여기서, 바이오매스 열분해 존(A)의 기상 온도는 550℃로 유지되고, 또한 용기(1)중의 압력은 101.3kPa로 유지되었다. 또, 바이오매스 열분해 존(A)에는 하부에 설치된 비산화성 가스 공급구(5)로부터 1,200리터/시간의 양으로 질소 가스가 도입되었다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스 원료의 체류 시간은 약 1시간이었다.

[0079] 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서 열분해에 의해 발생한 가스가 23킬로그램/시간으로 얻어졌다. 이 가스는 계속해서 기상 온도 950℃ 및 압력 101.3kPa에 유지된 가스 개질 존(B)에 도입되었다. 반응기(1)에는 가스 개질 존(B)의 하부에 설치된 스팀 취입구(6_2)로부터, 16킬로그램/시간으로 과열 증기(160℃, 0.6MPa)가 도입되어 가스 개질이 행해졌다. 온도 950℃의 개질 가스가 39킬로그램/시간의 양으로 개질 가스 출구(b)로부터 얻어졌다. 얻어진 개질 가스를 고무제 백에 포집하고, 가스 크로마토그래피[시마즈세이사쿠쇼제 GC-14A(상표)]에 의해 가스 조성을 측정했다. 표 2에 얻어진 개질 가스의 조성을 나타냈다. 또, 이 조업을 3일간 연속하여 실시할 수 있었다. 이 조업 기간 동안, 트러블 특히 타르에 기인하는 트러블이 없는 양호한 연속 운전을 유지할 수 있었다.

표 2

[0080]

가스 조성(체적% 건조 기준)	실시예 1
수소	41.0
일산화탄소	14.5
메탄	9.7
이산화탄소	34.8

[0081] (실시예 2)

[0082] 실시예 2에 있어서 사용한 바이오매스 원료는 실시예 1과 동일한 것이다. 바이오매스 원료의 열분해 및 가스 개질에 사용한 반응기로서는 도 5에 나타낸 것을 사용했다. 이 반응기(14)는 바이오매스 열분해 존(A)과 가스 개질 존(B)을 1개의 용기중에 구비하고, 또한 이들 존 사이에 원기둥형의 칸막이판(74)을 1장 설치한 것이다. 이 반응기(14)에 있어서, 가스 개질 존(B)의 내경은 약 800㎜이며, 높이는 약 1,200㎜이며, 내용적은 약 0.6㎥이다. 바이오매스 열분해 존(A)의 가스 개질 존(B)을 둘러싸는 부분의 폭은 약 150㎜이며, 높이는 약 1,200㎜이며, 내용적은 약 0.76㎥이다. 또, 콘부의 높이는 약 1,000㎜이며, 대응 부분의 내용적은 약 0.85㎥이다. 바이오매스 열분해 존(A)의 내용적은 합계 약 1.61㎥이다. 또, 원기둥형의 칸막이판(74)의 측면 하부에 원주 방

향으로 설치된 히트 캐리어 통로(94)의 형상은 대략 사다리꼴이며, 상측 바닥은 약 100㎜이며, 하측 바닥은 약 360㎜이며, 높이는 약 180㎜이며, 원주 방향으로 등간격으로 합계 4개 설치되어 있다. 플로우 가이드(c)는 히트 캐리어 통로(94)의 직하로부터, 히트 캐리어(34)의 이동 방향을 따라, 즉 하방을 향하여 지그재그 형상으로 2단 구비되어 있다. 플로우 가이드(c)의 단면은 그 길이 방향에 수직인 평면에서 절단했을 때 대략 삼각형이다. 이 삼각형은 대략 이등변삼각형이며, 그 높이는 약 195㎜이며, 바닥변은 약 500㎜이며, 바닥변으로부터 수직으로 뻗은 부분의 길이는 약 50㎜이다. 1단째의 플로우 가이드(c)는 히트 캐리어 통로(94)의 수에 대응하여, 히트 캐리어 통로(94)의 직하에 1대1로 설치되어 있고, 2단째의 플로우 가이드(c)는 1단째의 인접하는 2개의 플로우 가이드(c)의 거리의 절반의 위치에, 2단째의 플로우 가이드(c)의 중심, 즉 삼각형의 정점이 오도록 설치되어 있다. 또, 1단째의 복수의 플로우 가이드(c)의 바닥변을 잇는 직선과, 2단째의 복수의 플로우 가이드(c)의 정점을 잇는 직선의 간격은 약 60㎜이다. 히트 캐리어로서는 직경(최대 직경) 10~12㎜의 대략 구형의 알루미나제 볼을 사용했다. 또, 히트 캐리어는 1,050℃의 온도에 있어서 450킬로그램/시간의 양으로 가스 개질 존(B)에 도입되고, 또한 동량이 바이오매스 열분해 존(A)으로부터 600℃의 온도에서 용기(14)의 외부로 배출되었다. 여기서, 히트 캐리어는 가스 개질 존(B)의 약 60체적%에 층으로서 퇴적하고 있고, 또한 바이오매스 열분해 존(A)의 약 42체적%에 층으로서 퇴적하고 있었다.

[0083] 바이오매스 원료로서의 건설계 폐목재를 정량 피더를 사용하여 함수율 14.3%(웨트 베이스)에서 29킬로그램/시간(건조 중량 25킬로그램)의 공급량으로 바이오매스 공급구(44)로부터 반응 용기(14)중의 바이오매스 열분해 존(A)에 연속적으로 도입했다. 여기서, 바이오매스 열분해 존(A)의 기상 온도는 700℃로 유지되고, 또한 용기(14)내의 압력은 101.3kPa로 유지되었다. 또, 바이오매스 열분해 존(A)에는 하부에 설치된 비산화성 가스 공급구(54)로부터 1,200리터/시간의 양으로 질소 가스가 도입되었다. 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서의 바이오매스 원료의 체류 시간은 약 1시간이었다.

[0084] 바이오매스 열분해 존(A)에 있어서 열분해에 의해 발생한 가스가 21킬로그램/시간으로 얻어졌다. 이 가스는 계속해서 기상 온도 1,000℃ 및 압력 101.3kPa로 유지된 가스 개질 존(B)에 도입되었다. 반응기(14)에는 바이오매스 열분해 존(A)의 하부에 설치된 스팀 취입구(64)로부터 16킬로그램/시간으로 과열 증기(230℃, 0.6MPa)가 도입되어 가스 개질이 행해졌다. 온도 1,000℃의 개질 가스가 37킬로그램/시간의 양으로 개질 가스 출구(b)로부터 얻어졌다. 얻어진 개질 가스를 고무제 백에 포집하고, 가스 크로마토그래피[시마즈세이사쿠쇼제 GC-14A(상표)]에 의해 가스 조성을 측정했다. 표 3에 얻어진 개질 가스의 조성을 나타냈다. 또, 이 조업을 3일간 연속하여 실시할 수 있었다. 이 조업 기간 동안, 트러블 특히 타르에 기인하는 트러블이 없는 양호한 연속 운전을 유지할 수 있었다.

표 3

[0085]

가스 조성(체적% 건조 기준)	실시예 2
수소	51.8
일산화탄소	17.8
메탄	6.2
이산화탄소	24.2

[0086] (비교예 1)

[0087] 종래의 반응기로서 특허문헌 7의 도 1에 기재된 것을 사용했다. 즉, 바이오매스 열분해 존을 가지는 열분해 반응기와 가스 개질 존을 가지는 가스 개질기를 따로따로 구비하고, 열분해 반응기의 상부에 가스 개질기를, 게이트 밸브를 구비하는 배관에 의해 직렬로 접속한 것이다. 열분해 반응기 및 가스 개질기의 내용적을 각각 약 170리터 및 약 600리터로 했다. 히트 캐리어는 가스 개질기로부터 열분해 반응기에 게이트 밸브를 구비하는 배관을 통과하여 이동시켰다. 실시예 1에서 사용한 것과 동일한 건설계 폐목재를 사용하고, 정량 피더를 사용하여, 실시예 1과 동일한 25킬로그램/시간의 공급량으로 열분해 반응기에 연속적으로 도입했다. 가스 개질 존으로의 히트 캐리어의 공급 속도 및 히트 캐리어의 온도, 그리고 그 밖의 조업 조건은 실시예 1과 동일하게 했다. 온도 950℃의 개질 가스가 15킬로그램/시간의 양으로 얻어졌다. 얻어진 개질 가스를 고무제 백에 포집하고, 가스 크로마토그래피[시마즈세이사쿠쇼제 GC-14A(상표)]에 의해 가스 조성을 측정했다. 표 4에 얻어진 개질 가스의 조성을 나타냈다. 또, 이 조업을 실시예 1과 동일하게 3일간 연속하여 실시할 수 있었다. 그러나, 이 조업 기간 후에, 열분해 반응기와 가스 개질기를 접속하는 게이트 밸브를 구비하는 배관 내부를 검사했더니, 특히, 게이트 밸브 및 그 근방에 다량의 타르 및 매진의 부착이 관찰되었다. 따라서, 더 이상의 기간, 연속 운전을

하는 것은 곤란하며, 더욱 연속 운전을 계속하기 위해서는, 게이트 밸브 및 그 근방의 세정 또는 게이트 밸브 자체의 교환 또는 열분해 반응기와 가스 개질기를 접속하는 게이트 밸브를 구비한 배관 이외에 열분해 가스를 가스 개질기에 도입하는 바이패스 배관이 필요하다는 결론에 이르렀다.

표 4

[0088]

가스 조성(체적% 건조 기준)	비교예 1
수소	35.9
일산화탄소	31.5
메탄	10.3
이산화탄소	22.3

[0089] 실시예 1 및 실시예 2, 그리고 비교예 1의 결과로부터, 실시예 1(39킬로그램/시간) 및 실시예 2(37킬로그램/시간)의 반응기에서는 비교예 1(15킬로그램/시간)의 반응기에 비해, 2배 이상의 개질 가스가 얻어지는 것을 알 수 있었다. 또, 각각의 개질 가스의 조성을 나타낸 표 2~4의 결과로부터, 실시예 1 및 실시예 2의 반응기에서는 비교예 1의 반응기에 비해, 수소 함유량이 현저하게 많은 개질 가스를 제조할 수 있는 것을 알 수 있었다. 또, 실시예 2의 반응기에서는 실시예 1의 반응기에 비해, 수소 및 일산화탄소 함유량이 현저하게 많고, 한편 이산화탄소 함유량이 현저하게 적어지고 있는 것을 알 수 있었다.

산업상 이용가능성

[0090] 본 발명의 가스화 장치에 의하면, 장기적으로 안정된 조업이 가능하게 될 뿐만아니라, 가스화 효율의 상승, 열효율의 개선 및 비용 저하를 달성할 수 있다. 따라서, 본 발명의 가스화 장치는 앞으로 바이오매스의 가스화에 많이 이용되는 것이 기대된다. 덧붙여서, 수소 제조 사업 및 발전 사업에 대한 이용도 기대된다.

부호의 설명

[0091] A, A_1, A_2…바이오매스 열분해 존

B…가스 개질 존

a…바이오매스 원료

b…개질 가스 출구

c…플로우 가이드

1, 11, 12, 13, 14…용기

2, 21, 22, 23, 24…예열기

3, 31, 32, 33, 34…복수의 입상물 및/또는 괴상물[열 담지 매체(히트 캐리어)]

4, 41, 42, 43_1, 43_2, 43_3, 43_4, 44…바이오매스 공급구

5, 51, 52, 53, 54…비산화성 가스 공급구

6_1, 6_2, 61_1, 61_2, 62_1, 62_2, 63_1, 63_2, 64…스팀 취입구

7, 71, 72, 73_1, 73_2, 74…칸막이판

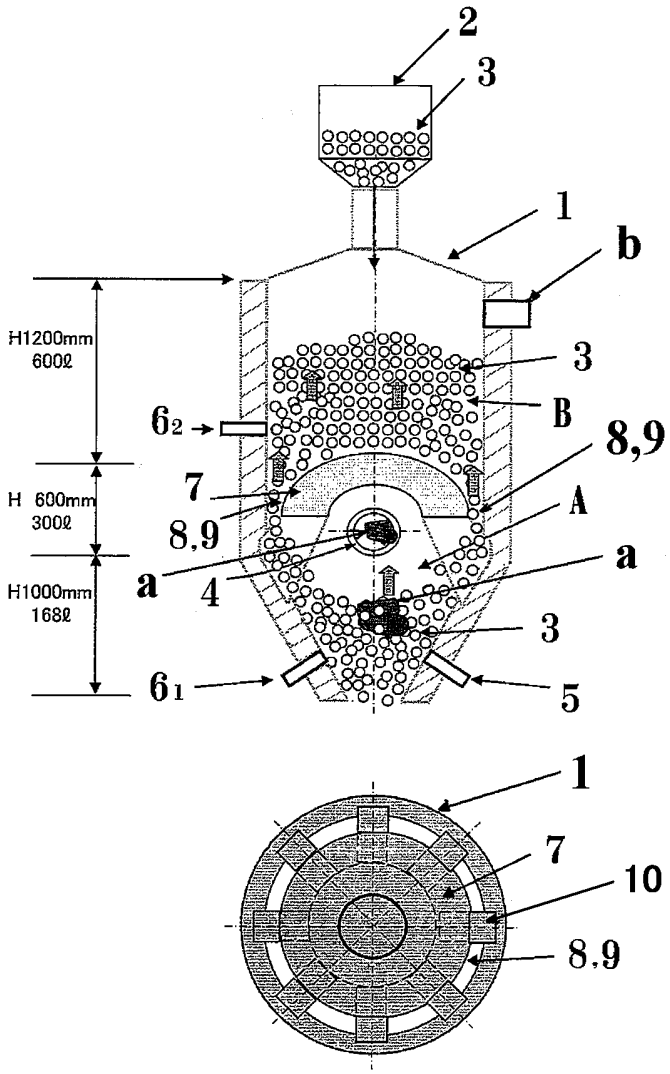
8, 81, 82, 83, 84…열분해 가스 통로

9, 91, 92, 93, 94…히트 캐리어 통로

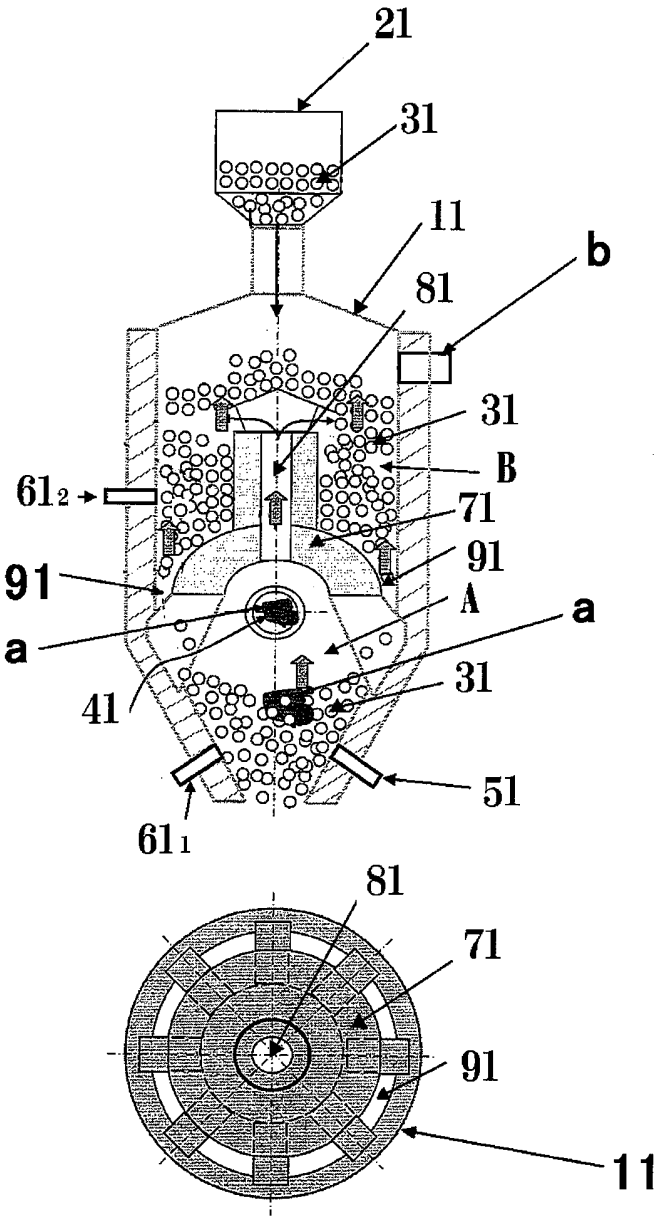
10…멈춤쇠

도면

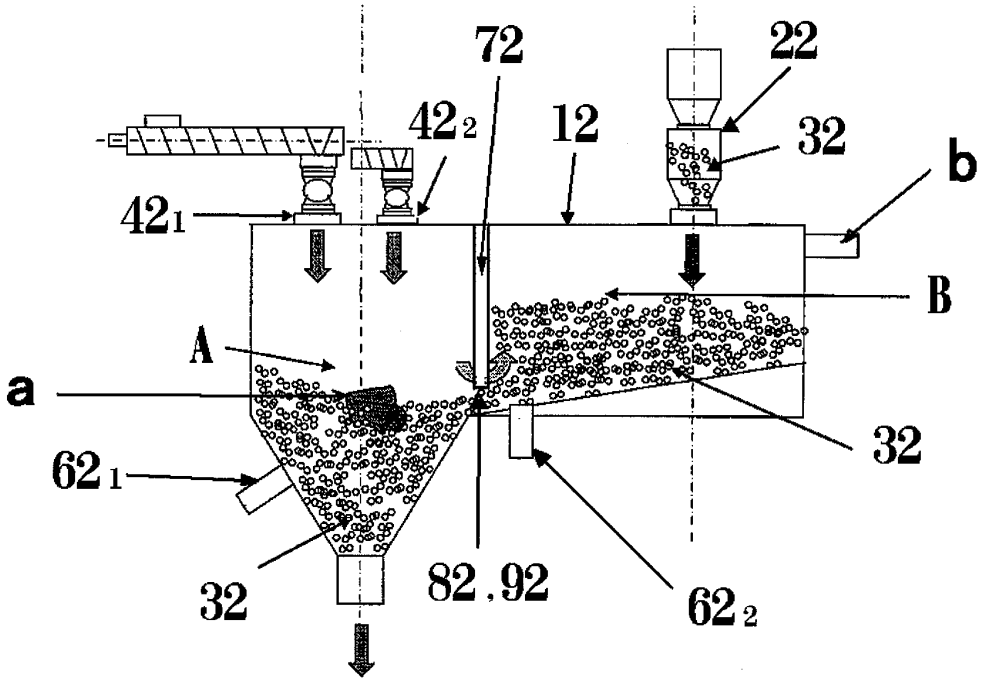
도면1


2
3
1
b
H1200mm
600ℓ
3
B
6_2
8,9
7
A
H 600mm
300ℓ
8,9
a
a
4
H1000mm
168ℓ
3
6_1
5
1
7
10
8,9

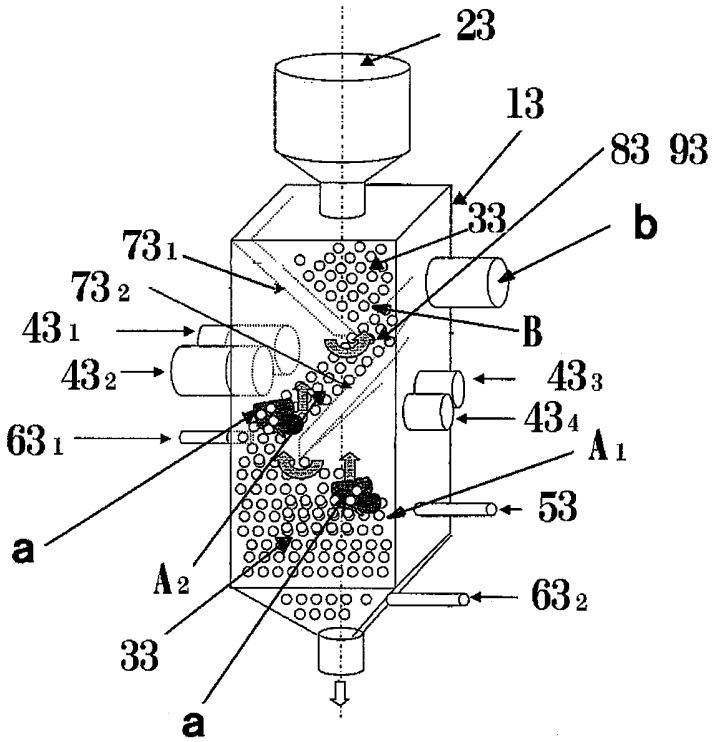
도면2



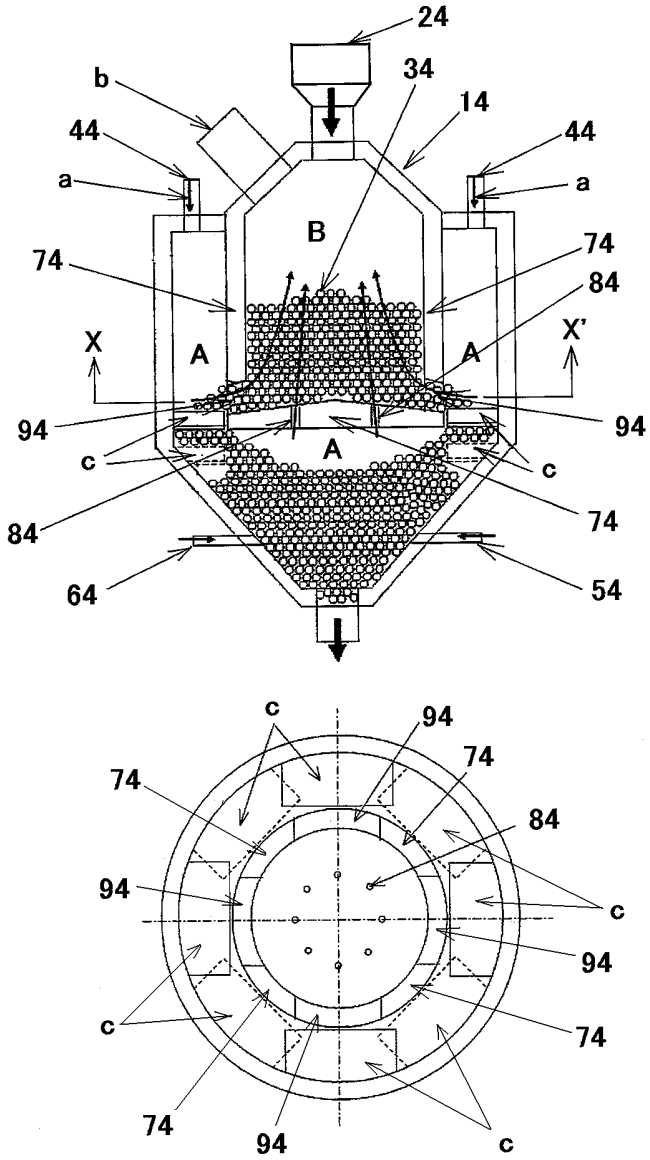
도면3


72
22
42 2
12
32
b
42 1
B
A
a
32
62 1
82 , 92
32
62 2

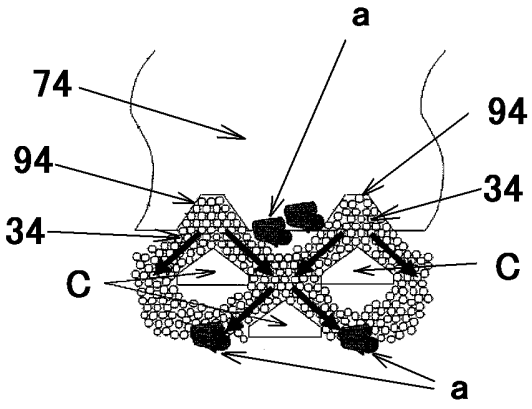
도면4


23
13
83 93
33
b
73 1
73 2
B
43 1
43 2
43 3
43 4
63 1
A 1
53
a
A 2
63 2
33
a

도면5


24
34
14
b
44
44
a
a
B
74
74
84
X
X'
A
A
94
94
c
c
A
74
84
64
54
c
94
74
74
84
94
c
94
c
74
74
94
c

도면6


a
74
94
94
34
34
C
C
a