



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0087835
(43) 공개일자 2016년07월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B01J 8/06 (2006.01) B01J 19/00 (2006.01)
B01J 8/04 (2006.01) C01B 3/38 (2006.01)
F23C 6/04 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B01J 8/062 (2013.01)
B01J 19/0013 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7015670
(22) 출원일자(국제) 2014년11월07일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2016년06월13일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2014/002986
(87) 국제공개번호 WO 2015/070963
국제공개일자 2015년05월21일
- (30) 우선권주장
10 2013 019 148.3 2013년11월15일 독일(DE)
10 2014 007 470.6 2014년05월20일 독일(DE)

- (71) 출원인
린데 악티엔게젤샤프트
독일 뮌헨 클로스터호프슈트라세 1 (우:80331)
- (72) 발명자
놀트, 미하엘
독일 82515 볼프라츠하우젠 암 로이사흐보겐 9베
- (74) 대리인
이시용, 정현주

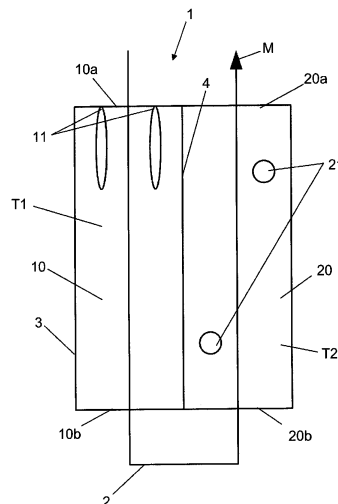
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 탄화수소의 스팀 개질 및 스팀 크래킹을 위한 방법 및 디바이스

(57) 요약

본 발명은 적절한 온도로 재료 유동(M)을 조절하기 위한 노(1) 및 방법에 관한 것이며, 노(1)는 제 1 연소 챔버(10), 가열될 재료 유동(M)을 수용하는 역할을 하고 제 1 연소 챔버(10)를 통하여 유도되는 하나 이상의 반응기 파이프(2), 그리고 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)를 갖고, 하나 이상의 반응기 파이프(2)는 또한 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)를 통하여 유도되고, 노(1)는 제 1 연소 챔버(10)에서 발생될 수 있는 제 1 온도(T1) 그리고 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)에서 발생될 수 있는 제 2 온도(T2)를 각각 별개로 설정하도록 설계된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01J 8/0457 (2013.01)

B01J 8/0496 (2013.01)

C01B 3/382 (2013.01)

C01B 3/384 (2013.01)

F23C 6/04 (2013.01)

B01J 2208/00053 (2013.01)

C01B 2203/0233 (2013.01)

C01B 2203/0811 (2013.01)

C01B 2203/142 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 연소 챔버(combustion chamber)(10) 그리고 또한 가열될 재료 스트림(stream)(M)을 수용하기 위해 제 1 연소 챔버(10)를 통하여 전도되는 하나 이상의 반응기 튜브(reactor tube)(2)를 갖는 노(furnace)(1)에 있어서, 상기 노(1)는 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)를 갖고 상기 제 2 연소 챔버를 통하여 하나 이상의 반응기 튜브(2)가 마찬가지로 전도되고, 상기 노(1)는 제 1 연소 챔버(10)에서 발생될 수 있는 제 1 온도(T1) 그리고 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)에서 발생될 수 있는 제 2 온도(T2)가 각각 별개로 조절 가능한 방식으로 설계되는 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 반응기 튜브(2)가, 내부에서 유동하는 재료 스트림(M)이 먼저 제 1 연소 챔버(10)를 통하여, 그리고 그 후 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)를 통하여 전도되는 방식으로 연소 챔버들(10, 20)을 통하여 전도되는 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 노(1)는 연료를 연소시키기 위해 하나 이상의 반응기 튜브(2)에서 유동하는 재료 스트림(M)을 가열하기 위해 설계되는 하나 이상의 제 1 버너(11)를 갖고, 상기 제 1 버너는 제 1 연소 챔버(10)에서 화염을 발생하는 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 노(1)는, 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)에서 화염 없이(flamelessly) 연료를 산화시키도록 설계되는 하나 이상의 제 2 버너(11)를 갖는 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 하나 이상의 제 1 버너(11)는 특히 제 1 연소 챔버(10)의 천장(ceiling)(10a) 또는 베이스(base)(10b)에 배열되고, 특히 상기 제 1 연소 챔버(10) 안으로의 반응기 튜브(2)의 진입은, 하나 이상의 제 1 버너(11)가 또한 배열되는 제 1 연소 챔버(10)의 측에서 이루어지고, 특히 상기 하나 이상의 반응기 튜브(2)는 하나 이상의 제 1 버너(11)에 대향하는 측에서 제 1 연소 챔버(10)로부터 빠져나가는 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 노(1)는 화실(fire box)(3)을 갖고, 상기 화실은 화실(3)의 하나 이상의 벽(4)을 통하여 제 1 그리고 하나

이상의 제 2 연소 챔버(10, 20)로 세부 분할되거나, 상기 연소 챔버들(10, 20)은 별개의 화실들에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 노(1)는 제 1 연소 챔버(10)에서 발생될 수 있는 제 1 온도(T1)가 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)에서 발생될 수 있는 제 2 챔버(T2)보다 더 높은 방식으로 설계되고, 상기 제 1 온도와 제 2 온도 사이의 차이는, 특히 수 100 K 인 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 노(1)는 균질한 제 2 온도(T2)가 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)에서 조절 가능한 방식으로 설계되는 것을 특징으로 하는,

노.

청구항 9

특히 제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 노(1)를 사용하는, 노(1)의 하나 이상의 반응기 튜브(2)의 유동 방향으로 유동하는 재료 스트림(M)의 온도가 되게 하고, 상기 온도를 유지하기 위한 프로세스에 있어서,

상기 하나 이상의 반응기 튜브(2)에서 유동하는 재료 스트림(M)은 제 1 연소 챔버(10)에서 별개로 조절 가능한 제 1 온도에 노출되고 그 후에 과열에 대항하는 하나 이상의 반응기 튜브(2)의 보호를 위해 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)에서 별개로 조절 가능한 제 2 온도에 노출되는 것을 특징으로 하는,

프로세스.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

균질한 제 2 온도(T2)는 하나 이상의 제 2 연소 챔버(20)에서 설정되는 것을 특징으로 하는,

프로세스.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 재료 스트림(M)은 탄화수소 화합물들 및 스팀(steam)을 함유하고, 상기 탄화수소들은 수소 그리고 대응하는 산화된 탄소 화합물들을 형성하기 위해 선택적으로는 노(1)에서 촉매에 의해 물과 반응되는 것을 특징으로 하는,

프로세스.

청구항 12

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 재료 스트림(M)은 탄화수소 화합물들, 특히 나프타, 프로판, 부탄 및/또는 에탄, 그리고 스팀을 함유하고, 상기 탄화수소 화합물들은 올레핀들, 이를테면, 에컨대 에텐 및/또는 프로펜을 형성하기 위해 노(1)에서 물과 반응되는 것을 특징으로 하는,

프로세스.

청구항 13

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 재료 스트림(M)은 프로판 및 스팀을 함유하고, 상기 프로판은, 특히 촉매의 존재시에, 프로펜을 형성하기 위해 노(1)에서 반응되는 것을 특징으로 하는,

프로세스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 특히 올레핀(olefin)들을 제조하기 위한 탄화수소의 크래킹(cracking)을 위한 노(furnace), 그리고 또한 청구항 제 1 항에 따른 메탄의 스팀 개질(steam reforming)을 통한 수소 발생을 위한 개질기(reformer), 그리고 또한 청구항 제 9 항에 따른, 노에서 유동하는 재료 스트림(stream)을 온도가 되게 하고 이를 그 온도에서 유지하기 위한 프로세스(process)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 수소 발생을 위한 메탄의 스팀 개질은 공지된 프로세스이다. 이러한 프로세스에서, 따뜻해진 재료 스트림은 반응기 튜브(tube)들의 번들(bundle)을 통과하고, 이 번들은 노의 화실(fire box)(또한, 점화실(firing chamber)이라고 함)에 위치된다. 재료 스트림은 이러한 경우 메탄 함유 이송물, 그리고 또한 스팀을 함유한다. 이러한 노 안으로의 재료 스트림의 유입은 바람직하게는 수직으로 연장하는 화실의 천장을 통하여 반응기 튜브들을 화실 안으로 전도함으로써, 그리고 이들을 다시 대향하는 베이스(base)에서 화실로부터 다시 나가게 함으로써 진행된다. 재료 스트림을 가열하기 위해, 화실의 천장에는, 일반적으로 버너(burner)들이 제공되고, 이는 노에 국부적으로 매우 높은 온도들(예컨대, 최대 1800℃ 화염)을 발생한다. 따라서 튜브 번들의 반응기 튜브들은 이들이 이러한 극한의 복사 조건들을 견딜 수 있게 하기 위해 대응적으로 내열 재료로 이루어진다. 가스 버너들은 보통은 화염 작동에서 작동되고, 이는 화실의 불균질한 온도 분산 발달을 유도하며, 온도는 화실의 천장으로부터 아래 방향으로 감소한다.

[0003] 탄화수소들의 스팀 크래킹은 마찬가지로 공지된 프로세스이다. 이러한 프로세스에서, 따뜻해진 재료 스트림은 노의 화실에 위치되는 반응기 튜브들의 번들을 통과한다. 재료 스트림은 이러한 경우 가스상 탄화수소 함유 이송물, 그리고 또한 스팀을 함유한다. 재료 스트림은 바람직하게는 화실 안으로 수직으로 연장하는 화실의 천장을 통하여 반응기 튜브들을 전도함으로써 그리고 이들을 대향하는 베이스 위의 타이트한(tightly) 벤드(bend)에서 다시 위 방향으로 이들을 전도하고, 화실로부터 이들을 나가게 함으로써 이러한 노 안으로 유입된다. 재료 스트림을 가열하기 위해, 화실의 베이스 및/또는 측벽에, 일반적으로 버너들이 제공되고 이는 노에 국부적으로 매우 높은 온도들(예컨대, 최대 2000℃ 화염)을 발생한다. 따라서 튜브 번들의 반응기 튜브들은 이들이 이러한 극한의 복사 조건들을 견딜 수 있게 하기 위해 대응적으로 내열 재료로 이루어진다.

[0004] 화실 안으로의 재료 스트림의 진입시에, 반응기 튜브들은 먼저 비교적 차가운 재료 스트림에 의해 과열에 대하여 보호된다. 다른 코스(course)에서, 점화(firing)의 온도가 튜브들을 과열시키지 않게 하기 위해 반드시 제한되는 방식에서, 재료 스트림은 집중적으로 가열되어서 이는 더 이상 튜브들을 충분하게 냉각시킬 수 없다. 재료 스트림의 온도 코스는, 그 중에서도, 재료 스트림의 유동 속도, 화실의 온도 프로파일(profile) 및 다른 요인들, 이를테면, 예컨대 튜브들에 배열되는 촉매 재료의 타입 및 양에 의존한다. 특히 화실의 온도 코스에 대한, 반응 조건들은, 그 중에서도 이러한 요인들의 결과로서, 또한 반응기 튜브들이 과열되지 않아야만 하기 때문에, 단지 제한된 정도로만 가변적이다. 결과는, 또한 점화와 재료 스트림 사이의 주어진 온도 차이가 튜브들에서 제한되는 것으로 인한 에너지 전달의 효율이다. 양쪽 프로세스들에 대하여, 높은 등급의 에너지 효율이 경제적인 이유들로 매우 중요하며, 이러한 이유를 위해서, 연소된 연료의 폐열을 이용하기 위한 어떠한 노력이 이루어진다.

발명의 내용

[0005] 이로부터 진행되어서, 본 발명의 목적은 동시에 높은 에너지 효율을 갖춘 재료 스트림의 반응 동역학의 더 가변적인 취급을 허용하고, 이와 동시에 과열에 대하여 반응기 튜브들의 충분한 보호를 보장하는 디바이스 및 프로세스를 명시하는 것이다.

[0006] 이러한 문제는 청구항 제 1 항의 특징들을 갖는 노 그리고 또한 청구항 제 9 항의 특징들을 갖는 프로세스에 의

해 해결된다. 본 발명의 유리한 개량들은 각각의 종속항들에 명시되고 이하에 설명된다.

- [0007] 제 1 항에 따르면, 노가 하나 이상의 제 2 연소 챔버를 갖고, 하나 이상의 반응기 튜브가 하나 이상의 제 2 연소 챔버를 통하여 또한 전도되고, 노는, 각각의 경우에 별개로, 제 1 연소 챔버에서 발생될 수 있는 제 1 온도 그리고 하나 이상의 제 2 연소 챔버에서 발생될 수 있는 제 2 온도를 조절하도록 설계되는 것이 본 발명에 따라 제공된다.
- [0008] 이러한 다중 챔버 원리를 통하여, 특히 재료 스트림의 온도 코스는 더 양호하게 조절될 수 있는데, 이는 하나 이상의 제 2 연소 챔버의 주변 온도가 별개로 조절 가능하고, 따라서 반응기 튜브와 하나 이상의 다른 연소 챔버 사이의 온도차가 사전 설정 가능하기 때문이다. 그 결과, 특히 과열에 대한 반응기 튜브의 보호가 보장될 수 있다. 동시에, 반응기 튜브의 재료 스트림의 온도 제어의 가능성이 얻어진다. 노는 물론 재료 스트림의 전도/가열을 위한 복수의 반응기 튜브들을 가질 수 있고, 이러한 반응기 튜브들은 튜브 번들을 형성한다.
- [0009] 본 발명의 바람직한 변형에서, 하나 이상의 반응기 튜브가, 내부에서 유동하는 재료 스트림이 먼저 제 1 연소 챔버를 통하여, 그리고 그 후 하나 이상의 제 2 연소 챔버를 통하여 그리고 가능하게는 다른 연소 챔버들을 통하여 전도되는 방식으로 연소 챔버들을 통하여 전도되는 것이 제공된다.
- [0010] 본 발명의 바람직한 실시예에서, 노는 연료를 연소시키기 위해 하나 이상의 반응기 튜브에서 유동하는 재료 스트림을 가열하기 위해 설계되는 하나 이상의 제 1 버너를 갖고, 제 1 연소 챔버에서 화염을 발생한다. 노는 제 1 연소 챔버에 복수의 이러한 제 1 버너들을 또한 가질 수 있다.
- [0011] 본 발명의 바람직한 변형에서, 노는, 하나 이상의 제 2 연소 챔버에서 화염 없이(flamelessly) 연료를 산화시킴으로써 설계되는, 하나 이상의 제 2 버너(FLX 버너라고 함)를 갖는다.
- [0012] 여기서 또한, 선택적으로는 복수의 이러한 제 2 버너들이 제 2 연소 챔버에(또는 선택적으로는 다른 연소 챔버들에) 제공될 수 있다.
- [0013] 이러한 화염이 없는 산화(FLX)는, 예컨대 질소 산화물들의 형성의 감소에 의해 구별된다. 이러한 제 2 버너들에 의해, 공기 스트림의 높은 진입 임펄스(impulse)를 통하여, 양호한 연료 가스 혼합물이 발생되고, 이는 대응하는 연소 챔버의 균질한 온도 분산을 유도한다.
- [0014] 본 발명의 바람직한 실시예에서, 하나 이상의 제 1 버너가 특히 제 1 연소 챔버의 천장에 또는 베이스에 배열되고, 특히 제 1 연소 챔버 안으로의 하나 이상의 반응기 튜브의 진입은, 하나 이상의 제 1 버너가 또한 배열되는 제 1 연소 챔버의 그 측에서 이루어지고, 특히 하나 이상의 반응기 튜브는, 하나 이상의 제 1 버너에 대향하는 그 측에서 제 1 연소 챔버로부터 빠져나가는 것이 제공된다.
- [0015] 본 발명의 다른 바람직한 실시예에서, 노는 화실을 갖고 이 화실은 화실의 하나 이상의 벽을 통하여 제 1 및 하나 이상의 제 2 연소 챔버로 세부 분할된다. 대안적으로는, 별개의 화실들의 형태로 완전하게 분리된 연소 챔버들을 제공하는 가능성이 물론 또한 있다.
- [0016] 바람직하게는, 제 1 및 하나 이상의 다른 연소 챔버는, 특히 공통 벽을 공유한다. 별개의 유닛들의 형태의 복수의 연소 챔버들의 경우에, 연소 챔버들은, 유닛들 사이에서 뻗어있는 반응기 튜브들에 의해 연결된다.
- [0017] 본 발명의 바람직한 변형에서, 노는 제 1 연소 챔버에서 발생될 수 있는 제 1 온도가 하나 이상의 제 2 연소 챔버에서 발생될 수 있는 제 2 온도보다 더 높은 방식으로 설계된다. 제 1 버너의 배열로 인한, 제 1 연소 챔버의 온도 분배가 일반적으로 이종(heterogeneous) 방식이 되기 때문에, 제 1 온도는 특히 적어도 제 1 버너의 화염의 영역과 관련된다.
- [0018] 바람직하게는, 노는 게다가 균질한 제 2 온도가 하나 이상의 제 2 연소 챔버에서 조절 가능한 방식으로 설계된다. 이는 특히 하나 이상의 제 2 연소 챔버가 상기 설명된 FLX 프로세스에 의해 가열될 때의 경우이다.
- [0019] 상기 언급된 바와 같이, 특히 FLX 버너들의 형태의 제 2 버너들은, 화염 모드에서 작동되는 버너에 의한 경우일 필요가 없는, 공간적으로 균질한 온도 프로파일을 발달시키기에 적절하다.
- [0020] 게다가, 해당 목적은, 특히 본 발명에 따른 노를 사용하는, 노의 하나 이상의 반응기 튜브의 유동 방향으로 유동하는 재료 스트림의 온도가 되게 하고, 이 온도를 유지하기 위한 프로세스에 의해 달성되고, 하나 이상의 반응기 튜브에서 유동하는 재료 스트림은 제 1 연소 챔버에서 별개로 조절 가능한 제 1 온도에 노출되고 그리고 그 후에 과열에 대향하는 하나 이상의 반응기 튜브의 보호를 위해 하나 이상의 제 2 연소 챔버에서 별개로 조절 가능한 제 2 온도에 노출된다.

- [0021] 본 발명의 바람직한 실시예에서, 균질한 제 2 온도는 하나 이상의 제 2 연소 챔버에서 설정된다. 이러한 경우, 특히 제 1 연소 챔버에서, 하나 이상의 반응기 튜브에서 유동하는 재료 스트림은 유동 방향으로 감소하는 제 1 온도에 노출되고, 제 1 온도의 최대는 제 2 온도보다 특히 현저하게 더 높다(수 100 K).
- [0022] 본 발명에 따른 프로세스는 노들에서의 다양한 프로세스들에 적용될 수 있다.
- [0023] 예컨대, 본 발명의 바람직한 실시예에서, 재료 스트림 탄화수소 화합물들 및 스팀은, 선택적으로는 적절한 촉매들의 사용에 의해 수소 및 탄소 산화물을 형성하기 위해 노에서 반응되는 것이 제공된다. 이러한 화학 반응은 스팀 개질의 표현 하에서 요약되어 널리 공지된다. 촉매들로서, 바람직하게는 니켈- 또는 귀금속계 촉매 재료들이 사용된다.
- [0024] 본 발명의 다른 바람직한 변형에서, 재료 스트림은 비교적 긴 사슬(long-chain) 탄화수소 화합물들, 특히 나프타, 프로판, 부탄 및 또는 에탄, 그리고 물을 함유하고, 탄화수소 화합물들은 에텐 및 프로펜과 같은 올레핀들을 형성하기 위해 노에서 물과 반응되는 것이 제공된다. 이러한 화학 반응은 스팀 크래킹의 표현 하에서 요약되어 널리 공지된다.
- [0025] 본 발명의 다른 바람직한 변형에서, 재료 스트림은 프로판, 그리고 특히 스팀을 함유하고, 프로판은, 선택적으로는 대응하는 촉매들의 존재시에, 프로판 디하이드로제네이션 반응의 맥락에서 프로펜을 형성하기 위해 노에서 반응된다.
- [0026] 본 발명의 다른 특징들 및 이점들은 이후에 도 1 및 도 2에 개략적으로 도시되는 예시적인 실시예들에서 설명된다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 노의 개략적인 이미지를 도시하고,
 도 2는 본 발명에 따른 노의 다른 실시예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 도 1은 본 발명에 따른 노(1)의 개략적인 묘사를 도시한다. 이러한 경우, 적어도 하나의 반응기 튜브(2)의, 또는 반응기 튜브 번들(2)의 재료 스트림(M)은 제 1 연소 챔버(10)의 천장(10a)을 통하여 제 1 연소 챔버(10) 안으로 유입된다. 제 1 연소 챔버(10)의 천장(10a)에, 하나 이상의 제 1 버너(11)가 제공되고, 이러한 예에서, 버너는 화염의 형성에 의해 연료를 산화한다. 제 1 연소 챔버(10)에서, 재료 스트림(M)은 가열된다. 하나 이상의 반응기 튜브(2)는 천장(10a)의 수직을 따라서 대향하는 제 1 연소 챔버(10)의 베이스(10b)를 통하여 제 1 연소 챔버(10)를 떠나가고, 제 2 연소 챔버(20)의 베이스(20b)를 통하여, 상기 제 2 연소 챔버(20) 안으로 진입한다. 이러한 제 2 연소 챔버(20)에서, FLX 버너들의 형태의 2 개의 제 2 버너들(21)은, 특히 서로 대각선으로 대향하여 배열되고, 이 버너들은 바람직하게는 제 2 연소 챔버(20)의 비교적 균질한 공간적 온도 프로파일을 발생하도록 설계된다. 이러한 섹션에서, 부분적으로는 시약(reagent) 및 부산물(프로세스의 상기 설명된 사용들을 또한 참조)로 이루어질 수 있는, 재료 스트림(M)은 제 2 연소 챔버(20)의 천장(20b)을 통하여 노(1)로부터 빠져나가고 가능하게는 추가로 프로세싱되게 하기 위해 이로부터 더 지나간다. 이러한 예에서, 제 1 및 제 2 연소 챔버들(10, 20)은, 2 개의 연소 챔버들(10, 20)이 가로로 서로 인접한 방식으로, 화실(3)의 중앙의 수직으로 뻗어있는 벽(4)에 의해 2 개의 연소 챔버들(10, 20)로 세부 분할되는 하나의 화실(3)에 의해 형성되는 것에 주목해야 한다. 제 2 연소 챔버(20)의 형태의 다른 연소 챔버들이 제공될 수 있으며, 이들은 예컨대 가로로 하나의 제 2 연소 챔버(20)에 연결될 수 있다.
- [0029] 도 1에서와 같이, 도 2에서, 재료 스트림(M)은, 재료 스트림(M)이 FLX 프로세스로 가열되는 제 2 연소 챔버(20)로 진입하기 전에, 마찬가지로 화염 산화 모드로 가열되는, 도 1의 타입의 제 1 연소 챔버(10)를 통하여 먼저 전도된다. 하지만, 이러한 경우, 재료 스트림(M)(그리고 하나 이상의 반응기 튜브(2))은 별개의 제 2 연소 챔버(20)의 천장(20a)을 통하여 제 2 연소 챔버(20)로 진입하고 그의 베이스(20b)에서 다시 빠져나간다. 하나 이상의 반응기 튜브(2)의 점선 묘사는, 이러한 지점에서 원하는 바와 같이 종종 직렬로 연결될 수 있는 노(1)의 영역 또는 모듈(100)을 나타낸다. 이러한 모듈(100)은 하나 이상의 반응기 튜브(2)(점선으로 도시됨) 그리고 상기 제 2 연소 챔버(20)의 섹션을 갖는다. 각각의 다른 모듈에서, 온도는 별개로 제어될 수 있다. 마지막 연소 챔버(50)를 통과한 후에, 재료 스트림(M)은 이들로부터 빠져나가고 적절하게 추가로 프로세싱될 수 있다. 이러한 시스템은 종래의 노들의 최적화이다. 연소 챔버들(10, 20, 50)이 화실의 벽들에 의한 화실의 세부 분할

에 의해 단일 화실로부터 다시 진행되는 도 2에 따른 배열의 수정이 제공될 수 있다.

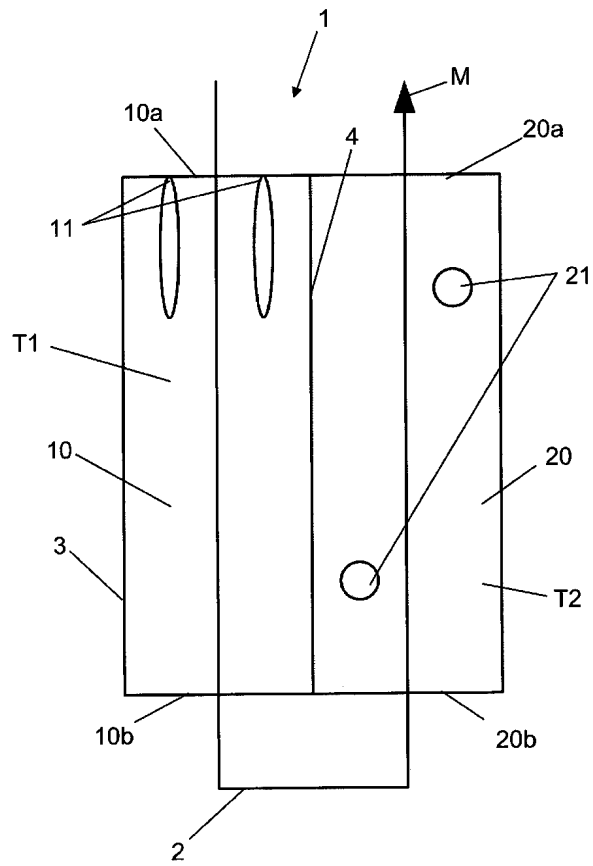
부호의 설명

[0030]

- 1 노
- 2 반응기 튜브/튜브 번들
- 3 화실
- 4 2 개의 연소 챔버들의 분할 벽
- 10 제 1 연소 챔버
- 10a 제 1 연소 챔버의 천장
- 10b 제 1 연소 챔버의 베이스
- 11 제 1 연소 챔버의 버너
- 20 제 2 연소 챔버
- 20a 제 2 연소 챔버의 천장
- 20b 제 2 연소 챔버의 베이스
- 21 제 2 연소 챔버의 FLX 버너
- 50 마지막 연소 챔버
- 100 연소 챔버 모듈
- M 재료 스트립
- T1 제 1 온도
- T2 제 2 온도

도면

도면1



도면2

