



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0018606
(43) 공개일자 2009년02월20일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>B01J 19/24</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7027090</p> <p>(22) 출원일자 2008년11월05일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2008년11월05일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/GB2007/050200
국제출원일자 2007년04월19일</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2007/129108
국제공개일자 2007년11월15일</p> <p>(30) 우선권주장
0608927.0 2006년05월08일 영국(GB)</p> | <p>(71) 출원인
컴팩트지티엘 피엘씨
영국, 옥스포드셔 옥스14 1디와이, 아빙돈, 블랙랜즈 웨이 19</p> <p>(72) 발명자
보위, 마이클 조셉
영국 피알4 4제이제이 프레스톤 랭카셔, 뉴 롱톤, 발모랄 로드 17
웨스트, 데이비드 제임스
영국 옥스29 7유지 옥스포드셔, 덕링톤, 처치 스트리트 14
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
장훈</p> |
|--|--|

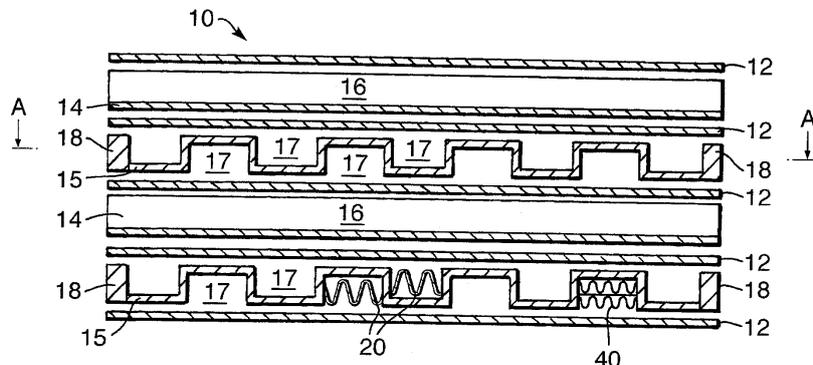
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 교대로 배열된 제 1 및 제 2 유동 채널을 포함하는 촉매 반응기

(57) 요약

컴팩트형 촉매 반응기는 교대로 배열된 다수의 제 1 및 제 2 유동 채널들을 한정하며, 제 1 유동 채널들은 10mm 이하의 깊이이며, 연소 가능한 반응제들을 위한 유동 경로들을 제공하고, 반응제들의 촉매 연소시키는 촉매 구조물(20)을 수용하고, 반응제들 중 적어도 하나를 위한 적어도 하나의 입구를 가진다. 제 1 유동 채널은 또한 각각의 입구에 인접한 인서트(40 또는 60)를 포함하고, 이러한 인서트는 연소 반응에 대해 촉매 작용하지 않으며: 인서트는 화염 전파를 방지하기 위하여 최대 갭 크기보다 좁은 갭들을 한정한다. 이러한 반응기는 증기 메탄 개질 플랜트에 적용할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

피트, 로버트

영국 에스엔7 7에스 와이 룡콧 옥스포드셔, 킹스 레인, 더 가벨스

길레스피, 로버트 프류

영국 오엑스14 1티이 옥스포드셔, 아빙돈, 안나 파볼로바 클로스 6

브라운, 스티븐

영국 오엑스11 9에이치유 완티지 옥스포드셔, 히스킨스 33

특허청구의 범위

청구항 1

고대로 배열되는 다수의 제 1 및 제 2 유동 채널들을 한정하며, 상기 제 1 유동 채널은 10mm 이하의 가로 치수를 가지고 연소 가능한 반응제들에 대한 유동 경로를 제공하며 상기 반응제들을 촉매 연소시키는 제거 가능한 유체 투과성 촉매 구조물을 수용하며, 상기 제 1 유동 채널은 상기 반응제들 중 적어도 하나를 위한 적어도 하나의 입구를 가지며, 각각의 제 1 유동 채널은 각각의 입구에 인접한 인서트를 포함하고, 이러한 인서트는 연소 반응에 대해 촉매 작용하지 않는 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 비촉매 작용 인서트는 알루미늄 부화(rich) 표면 또는 촉매적으로 활성인 산화막을 형성하지 않는 물질로 만들어지는 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 입구에 공급된 가스는 연소 가능하며, 상기 비촉매 작용 인서트는 화염 전파를 방지하기 위한 최대 갭 크기보다 좁은 다수의 협폭 유동 경로들로 상기 입구에 인접한 제 1 유동 채널의 부분을 세분하는 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 열교환 수단은 상기 제 1 유동 채널에 있는 연소 촉매보다 낮은 온도에서 상기 비촉매 작용 인서트를 유지하도록 배열되는 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 유동 채널의 상기 입구에 공급되는 가스는 연소 가능하고 헤더를 통해 다수의 상기 입구들로 공급되며, 비촉매 작용 인서트는 상기 입구들에 인접하여 상기 입구 내에 위치되고, 상기 입구들과 연통하는 다수의 협폭 유동 경로들을 한정하고, 상기 유동 경로들은 화염 전파를 방지하기 위한 최대 갭 크기보다 좁은 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 입구에 공급된 가스는 단지 연소 가스 혼합물의 부분만을 포함하며, 상기 반응기는 상기 제 1 유동 채널들 내로 직접 다른 반응제들을 공급하기 위한 구멍들을 한정하며, 상기 비촉매 작용 인서트는 상기 입구를 통해 들어오는 상기 반응제들과 분사된 반응제를 완전하게 혼합하도록 형상화되는 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 반응제들은 제 1 유동 채널들을 따라서 상이한 위치에 단계적으로 상기 제 1 유동 채널에 첨가되어서, 상기 제 1 유동 채널들에 있는 가스 혼합물은 상기 제 1 유동 채널의 길이 전체에 걸쳐서 상당히 이룬 공연비 아래에 있으며, 상기 촉매 구조물에 의해 한정된 유동 경로들은 화염 전파를 방지하도록 충분히 좁은 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 8

제 6 항 또는 제 7 항에 있어서, 각각의 제 1 유동 채널은 완전한 혼합을 초래하도록 제 1 비촉매 작용 인서트와, 층류를 조장하고 화염 전파를 억제하도록 협폭 채널들을 한정하도록 제 2 비촉매 작용 인서트를 수용하며, 상기 제 2 비촉매 작용 인서트는 촉매 작용 연소를 위하여 제 1 비촉매 작용 인서트와 촉매 구조물 사이에 있는 콤팩트형 촉매 반응기.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 반응기를 통합하는, 증기 메탄 개질 반응을 수행하기 위한 플랜트.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 반응제가 폭연 작용(deflagration) 또는 폭발할 수 있는, 연소와 같은 화학 반응을 위한 촉매 반응기에 관한 것이며, 반응기는 이러한 폭발 현상을 방지한다.

배경기술

<2> WO 2005/102511(GTL Microsystems AG)에서, 제 1 촉매 반응기에서 탄소 일산화물 및 수소를 발생시키도록 메탄이 증기와 반응하며; 결과적인 가스 혼합물은 그런 다음 제 2 반응기에서 피셔-트로프슈법(Fischer-Tropsch synthesis)을 수행하도록 사용되는 것이 개시되어 있다. 개질 반응은 전형적으로 약 800°C의 온도에서 수행되고, 필요한 열은 개질이 수행되는 채널들에 인접한 채널에서 촉매 연소에 의해 제공될 수 있으며, 연소 채널은 금속 기관 상의 얇은 코팅의 형태로 하는 알루미늄 지지체 상의 팔라듐 또는 팔라듐/플래티늄을 포함할 수 있는 촉매를 수용한다. 메탄 또는 수소와 공기의 혼합물과 같은 가연성 가스 혼합물은 연소 채널에 공급된다. 연소는 화염없이 촉매의 표면에서 발생하지만, 가스 혼합물이 폭연 작용 또는 폭발할 수 있는 위험이 있으며, 이러한 현상은 각각 연소 파형 또는 화염 전면(flame front)이 미연소 가스 혼합물에서 음속 이하 또는 이상으로 전파하는지에 의해 식별된다. 이러한 화염 전파가 반응기 내에서의 온도 프로파일을 변화시켜 기계적인 손상을 유발할 수 있으므로, 폭연 작용 또는 폭발인지에 따라서, 연소 가능한 가스 혼합물을 통한 화염 전파를 방지하는 것이 필요하다.

발명의 상세한 설명

<3> 본 발명에 따라서, 콤팩트한 촉매 반응기가 제공되며, 반응기는 교대로 배열된 다수의 제 1 및 제 2 유동 채널을 한정하며(define), 제 1 유동 채널들은 10mm 이하의 가로 치수를 가지며, 연소 가능한 반응체들을 위한 유동 경로를 제공하며, 반응체의 연소를 촉진하는 제거 가능한 유체 침투성 촉매 구조물을 수용하며, 제 1 유동 채널들은 반응체들 중 적어도 하나를 위한 적어도 하나의 입구를 가지며, 각각의 제 1 유동 채널은 각각의 입구에 인접한 인서트(insert)를 포함하고, 이러한 인서트는 연소 반응에 촉매 작용하지 않는다.

<4> 바람직하게, 알루미늄 코팅이 팔라듐과 같은 촉매 물질의 부재시에서도 그 자체가 약간의 촉매 작용하는 것을 알 수 있음에 따라서, 비촉매 인서트는 알루미늄 표면 코팅을 형성하지 않는 물질의 것이다. 예를 들어, 적절한 금속들은 고온에서 사용하기 위하여 Haynes HR-120 or Incoloy 800HT(상표명)와 같은 철/니켈/크롬 합금, 스테인리스강 또는 유사한 물질이다.

<5> 반응기는 플레이트의 적층물(stack)을 포함한다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 유동 채널들은 각각의 플레이트에 있는 홈에 의해 형성될 수 있으며, 플레이트들은 적층되고 그런 다음 서로 본딩된다(bonded). 대안적으로, 유동 채널들은 평탄 시트로 교대로 구축되어(castellated) 적층되는 얇은 금속 시트에 의해 한정될 수 있으며; 유동 채널들의 가장자리들은 밀봉 스트립에 의해 한정될 수 있다. 요구되는 양호한 열적 접촉을 보장하도록, 제 1 및 제 2 가스 유동 채널들은 모두 10mm 내지 2mm의 깊이, 바람직하게 6mm 미만의 깊이, 더욱 바람직하게는 3mm 내지 5mm의 깊이일 수 있다. 반응기 모듈을 형성하는 플레이트들의 적층물은 확산 본딩, 브레이징, 또는 열간정수압성형(Hot Isostatic Pressing, HIP)에 의해 서로 본딩될 수 있다.

<6> 촉매 구조물은 바람직하게 강도를 제공하고 전도에 의한 열전달을 향상시켜 열점(hotspot)을 방지하는 금속 기관을 가진다. 전형적으로, 금속 기관은 세라믹 코팅으로 덮여지며, 활성 촉매 물질이 세라믹 코팅에 통합된다. 바람직하게, 촉매 구조물을 위한 금속 기관은, 비촉매 인서트의 금속 기관과는 달리, 가열될 때 알루미늄 산화물의 점착성(adherent) 표면 코팅, 예를 들어 알루미늄 지지 페라이트 강(예를 들어 Fecralloy(상표명))을 형성하는 강 합금이다. 이러한 금속이 공기중에서 가열될 때, 이러한 금속은 알루미늄의 점착성 산화물 코팅을 형성하며, 이는 추가적인 산화 및 부식에 대해 합금을 보호한다. 세라믹 코팅이 알루미늄의 것인 경우에, 이러한 것은 표면 상에서의 산화물 코팅에 본딩하는 것으로 보여진다. 바람직하게, 각각의 촉매 구조물은 다수의 평행한 유동 하위 채널로 유동 채널을 세분하도록 형상화되고, 표면 상의 촉매 물질은 각각의 하위 채널 내에 있다. 기관은 박(foil), 와이어 메쉬 또는 펠트 시트일 수 있으며, 이러한 것은 주름지거나, 패이거나 또는 주름이 잡혀 있을 수 있으며; 바람직한 기관은 예를 들어 주름이 진 100µm 미만의 두께의 얇은 금속 박이다.

<7> US 2006/0035182에 개시된 바와 같이, 반응 채널이 화염 전파를 경험할 수 있는지를 처리하기 위한 하나의 파라미터는 안전 담금질 거리 또는 담금질 겹이며, 이러한 것은 특정 압력 및 온도에서 모든 화염 전파의 억제를 보

장하는 최대 채널 폭이다. 채널 갭이 담금질 갭보다 크면, 화염 전파가 가능할 수 있으며, 화염은 연소 파형이 아음속으로 전파하는 폭염 작용이 될 수 있다. 실제로, 최대 갭(화염 전파가 억제되는)은 실제적으로 적어도 직사각형 단면의 채널들에 대하여 담금질 갭보다 상당히 크고, 폭발 셀(detonation cell) 크기에 대략 동일하다. 이러한 두 파라미터들은 연소 가능한 물질의 특성, 조성이 이론 공연비(stoichiometric ratio)에 얼마나 근접하는지와 온도 및 압력에 좌우된다. 예의 방식에 의해, 1 대기압 및 약 25°C의 초기 상태에서 수소 및 공기(산소 공급원으로서)의 이론 공연 혼합물에 대해, 담금질 갭은 약 0.1mm이지만, 최대 갭 크기는 약 5mm이다. 산소 중에 수소에 의한 최대 갭 크기는 약 1.2mm이다. 이러한 최대 갭 크기에 대한 값들은 온도가 증가함으로써 감소하고, 압력이 증가함으로써 감소한다. 다른 연료 혼합물에 대해, 상기 값들은 전형적으로 예를 들어 공기 중의 에탄에 대해 크고, 담금질 갭은 약 1.5mm이다(그리고, 최대 갭 크기는 약 50mm이다).

<8> 입구에 공급된 가스 자체가 연소 가능하면, 예를 들어 연료 및 공기의 혼합물로 이루어지면, 비촉매 작용 인서트는 바람직하게 화염 전파를 방지하기 위하여 최대 갭 크기보다 좁은 다수의 협폭 유동 경로들로 입구에 인접한 제 1 유동 채널의 일부분을 세분한다. 이러한 경우에, 비촉매 작용 인서트는 길이 방향으로 주름진 박이거나, 또는 적층물에 있는 다수의 길이 방향 주름진 박일 수 있다. 이러한 협폭 유동 경로들은 또한 층류를 조장한다. 이러한 것은 바람직하게 제 1 유동 채널에서의 연소 촉매 작용보다 낮은 온도에서 비촉매 작용 인서트가 유지되는 것을 보장하도록 열교환 수단과 결합된다. 대안적으로 또는 부가적으로, 이러한 연소 가능한 가스가 헤더를 통하여 다수의 제 1 유동 채널들로 공급되는 경우에, 이러한 비촉매 작용 인서트는 헤더 내에 제공될 수 있다.

<9> 대안적으로, 입구에 공급된 가스는 단지 하나의 연소 반응제(예를 들어 단지 공기만)만을 포함할 수 있으며, 이러한 경우에, 다른 반응제(연료)는 구멍을 통하여 제 1 유동 채널들로 직접 공급될 수 있다. 이러한 경우에, 박 인서트는 입구를 통해 들어오는 반응제들과 분사된 반응제들을 완전하게 혼합하도록 형상화될 수 있다. 다른 반응제들은 제 1 유동 채널들을 따르는 상이한 부분들에서 단계적으로 첨가될 수 있어서, 제 1 유동 채널들에 있는 가스 혼합물은 제 1 유동 채널들의 길이에 걸쳐서 상당히 이론 공연비 아래에 있으며, 촉매 구조물에 의해 형성된 유동 경로들은 화염 전파를 방지하도록 충분히 좁다. 대안적으로, 모든 다른 반응제들이 제 1 유동 채널의 입구에 인접하여 첨가되면, 완전한 혼합을 초래하는 제 1 비촉매 작용 인서트일 수 있으며, 즉시 층류를 조장하고 화염 전파를 억제하도록 협폭 채널들을 형성하는 제 2 비촉매 작용 인서트가 따르게 되며, 제 2 비촉매 작용 인서트는 제 1 비촉매 작용 인서트와 연소 촉매 사이에 있다.

<10> 본 발명은 단지 예의 방식으로 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 기술된다.

실시예

<16> 증기 개질 반응은 증기와 메탄을 혼합하고 상승된 온도에서 적절한 촉매와 혼합물을 접촉하는 것에 의해 초래되어서, 증기와 메탄은 탄소 일산화물을 형성하도록 반응한다. 개질 반응기에서의 온도는 전형적으로 입구에서 약 450°C로부터 출구에서 약 800-850°C로 증가한다. 증기 개질 반응은 흡열 반응이며, 열은 예를 들어 공기와 혼합된 탄화 수소 및 수소의 촉매 작용 연소에 의해 제공된다. 연소는 개질 반응기 내의 인접한 유동 채널들 내에서 연소 촉매 위에서 발생한다.

<17> 도 1을 참조하여, 증기 개질 반응기로서 사용하는데 적절한 반응기(10)가 도시되어 있다. 반응기(10)는 평면도에서 직사각형인 플레이트들의 적층물로 이루어지고, 각각의 플레이트는 Inconel 625, Incoloy 800HT 또는 Haynes HR-120와 같은 내식성 내고온성 합금이다. 평평한 플레이트(12)는 전형적으로 0.5 내지 4mm의 범위에 있으며, 이 경우에, 축성(castellation)이 플레이트의 일측으로부터 다른 측까지의 직선의 관통 채널(16, 17)들을 형성하는 구축된 플레이트(14, 15)들과 함께 1mm 두께로 교대로 배열된다. 구축된 플레이트(14, 15)들은 적층물에서 교대로 배열되어서, 채널(16, 17)들은 교대로 구축된 플레이트들에서 직교 방향으로 배향된다. 구축된 플레이트(14, 15)의 두께는 각각의 경우에 0.75mm이다(전형적으로 0.2 내지 3.5mm의 범위에 있는). 축성의 높이는 이 예에서 4mm이며(전형적으로 2 내지 10mm의 범위에 있는), 동일한 두께의 고체 바(18)가 측부들을 따라서 제공된다. 연소 채널(17)들을 형성하는 구축된 플레이트(15)들에서, 축성의 파형은 연속적인 인대 부재(ligament)들이 25mm 떨어지는 정도인 한편, 개질 채널(16)을 형성하는 구축된 플레이트(14)에서는 연속적인 인대 부재들이 15mm 떨어지는 정도이다.

<18> 조립된 반응기(10)를 통한 측면도를 도시하는 도 2를 참조하여, 각각의 플레이트가 600mm의 폭과 1400mm의 길이의 직사각형이며; 단면은 이러한 플레이트(12)에 대해 평행인 평면에 있다. 연소 채널(17)에 대한 구축된 플레이트(15)들은 평면에서 동일한 면적의 것이며, 축성은 길이 방향으로 진행된다. 개질 채널에 대한 구축된 플레이트(14)는 600mm x 400mm의 것이며, 3개의 이러한 플레이트(14)들은 나란하게 놓여지며, 가장자리 스트립(18)

이 플레이트들 사이에 있으며, 채널(16)들이 횡으로 연장하고; 평면에서 600mm x 200mm의 동일한 축성을 구비한 구축된 플레이트는 플레이트(14)들 중 하나와 나란하게 놓인다. 적층물의 각각의 단부에 있는 헤더(22)들은 파이프(24)를 통하여 연소 채널(17)로 연소 가스가 공급될 수 있도록 하고 연소 채널로부터 배기 가스가 제거될 수 있도록 한다. 작은 헤더(26, 도시된 바와 같이 저부 우측 및 상부 좌측)는 개질 반응을 위하여 구축된 플레이트(14)들의 첫 번째에 있는 채널(16)로 가스 혼합물이 공급될 수 있도록 하고, 세 번째 구축된 플레이트(14)에 있는 채널로부터 최종 혼합물이 제거될 수 있도록 하며; 이중 폭 헤더(도시된 바와 같이 상부 우측 및 바닥 좌측)는 하나의 구축된 플레이트(14)로부터 다음의 플레이트로 가스 혼합물이 흐를 수 있도록 한다. 별도의 작은 헤더(36)들은 플레이트(14)들에 의해 한정된 채널들과 연통한다. 전체적인 결과는 개질을 겪는 가스가 연소 채널(17)을 통한 흐름에 대해 일반적으로 동시 흐름(co-current)인 사형(serpentine) 경로를 따른다.

<19> 적층물은 상기된 바와 같이 조립되고, 전형적으로 확산 본딩, 브레이징, 또는 열간 정수압성형에 의하여 함께 본딩된다. 주름진 금속 박 축매 캐리어(20, 단지 그 중 2개만이 도 1에 도시됨)들은 그런 다음 각각의 채널(16, 17)들 내로 삽입되고, 2개의 상이한 반응을 위한 축매를 지지한다. 금속 박은 바람직하게 페크랄로이(Fecralloy)와 같은 알루미늄 함유 강 합금의 것이며, 이러한 것은 축매를 함유하는 세라믹 코팅으로 덮여진다. 개질 채널(16, 플레이트(14)에 있는)들에서, 축매 캐리어는 채널의 전체 길이를 연장한다. 연소 채널(17)에서, 축매 캐리어(16)들은 1200mm의 길이의 것이어서, 축매 캐리어들은 개질 채널(16)들을 향해 연장하고; 각각의 채널(17)의 200mm의 제 1 길이는 2개의 주름진 박들의 적층물로 만들어진 비축매 작용 주름진 박 인서트(40, 단지 하나만이 도 1에 도시됨)에 의해 대신 점유되며, 주름들의 파형 길이는 박이 스테인리스 강인 경우에 유동 경로들이 축매 캐리어(20)를 통한 것보다 상당히 작은 정도이다. 축매 캐리어(20) 및 비축매 작용 인서트(40)의 삽입 후에, 헤더(22, 26)들은 도 2에 도시된 바와 같이 적층물의 외측에 부착된다. 축매 캐리어(20)와 비축매 작용 인서트(40)들은 도 2에 도시되어 있지 않으며, 도 1에 단지 개략적으로 도시된다.

<20> 사용시에, 증기와 메탄의 혼합물은 입구 헤더(26, 도시된 바와 같이 우측)로 공급되어서, 증기/메탄 혼합물은 상기된 바와 같은 사형 경로를 따른다. 연소 연료(예를 들어 메탄 및 수소)는 폭연 방지기(42, detonation arrester)를 통하여 입구 헤더(도시된 바와 같이 바닥 단부)로 공급되어, 공기와 혼합되며, 그 일부는 직접 공급되고 그 일부는 헤더(36)와 예열된 구축된 플레이트(34)들에 있는 유동 채널들을 통해 공급된다. 구축된 플레이트(34)들에 있는 채널들을 통하여 흐르는 공기는 비축매 작용 인서트(40)를 수용하는 채널(17)들의 입구 부분에 인접하여 흐르며, 채널(17)들의 나머지 부분들에 있는 것보다 낮은 온도에서 인서트(40)를 유지하는 것을 도우며, 동시에 이러한 공기는 예열된다. 인서트(40)는 유동 경로를 한정하고, 유동 경로는 최대 갭들이 약 1mm이고 폭연이 이러한 특정 가스 혼합물과 함께 전파하지 않는 것을 보장하도록 충분히 작으며; 좁은 갭들은 또한 화염 전파의 위험을 억제하는 것을 돕는 층류를 장려한다. 또한, 비록 채널(17)들의 하류측 부분에 있는 축매 캐리어(20)들은 600℃ 이상의 온도, 예를 들어 800 또는 850℃의 온도에 있을 수 있으며, 유동중인 연료 및 공기의 혼합물과 함께 플레이트(34)들에 있는 채널들을 통하여 흐르는 공기는 비축매 작용 인서트(40)가 400℃의 충분히 낮은 온도에 있는 것을 보장한다.

<21> 도면에 도시된 반응기 디자인이 단지 예의 방식에 의한 것이고, 본 발명은 반응제가 폭연을 겪는 어떠한 축매 반응기에도 적용할 수 있다는 것을 예측할 것이다. 예를 들어, 유동 채널들이 평평한 플레이트들에 있는 홈들에 의하여, 또는 바들 및 평평한 플레이트들에 의하여 형성되고, 참으로 유동 채널들이 플레이트들에 있는 구멍들에 의해 한정되는 반응기에서 동일하게 적용할 수 있다. 또한, 반응기가 도시된 것과 상이한 한편, 본 발명의 범위 내에 있다는 것을 예측할 것이다. 비축매 작용 인서트(40)는 전형적으로 50 내지 500mm의 길이의 것이며, 유동 경로의 최대 폭은 0.1 내지 3mm이며, 박 두께는 전형적으로 20 내지 200 μ m의 범위에 있다. 인서트(14)들은 편리하게 평평하거나 또는 주름진 박들로 만들어지지만, 이것들이 다른 형태로 구성될 수 있다는 것을 예측할 것이다. 주름진 플레이트들이 유동중인 연료/공기 혼합물에 의해 충분히 냉각될 수 있음에 따라서, 구축된 플레이트(34)들에서 흐르는 공기에 의해 제공되는 비축매 작용 인서트(40)에 대한 추가 냉각을 제공하는 것이 필요하지 않을 수 있다. 추가의 냉각이 요구되었으면, 흡열 반응이 구축된 플레이트(34)에 있는 채널들에서 대신 수행될 수 있다는 것을 예측할 것이다.

<22> 또한, 비축매 작용 인서트(40)에 부가하여, 연소 화염 전파는 이러한 것이 연소 운동 역학을 감소시킴으로써, 예를 들어 증기 또는 이산화 탄화물과 같은, 연료/공기 혼합물에 본질적으로 불활성인 성분을 부가하여, 화염 전파 가능성을 적게 만드는 것과 같은 추가적인 단계들에 의해 더욱 방지될 수 있다는 것을 예측할 것이다. 또한, 이러한 비축매 작용 인서트(40)를 수용하는 부가적인 단금질 구역이 출구(헤더(22)에 있는)에서의 화염 전파, 또는 특히 개시 중에 덕트(24)를 통한 폭발 또는 폭연 전파를 방지하도록 연소 채널(17)들의 출구 단부에 제공될 수 있다는 것을 예측할 것이다. 대안적으로, 연료/공기 혼합물이 잉여 산소(잉여 공기)를 함유할 수 있

어서, 이러한 것은 또한 화염 전파를 금할 수 있는 잉여 이론 공연이다.

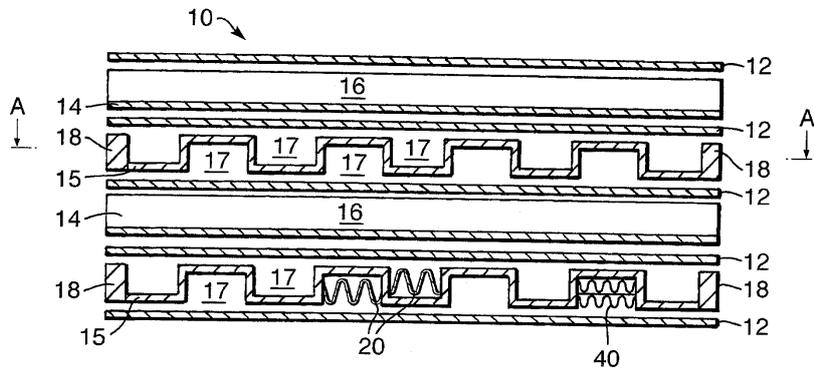
- <23> 대안적으로 또는 부가적으로, 벌집 구조의 형태로 하는 비촉매 작용 인서트(44, 도 2에서 점선으로 도시)는 입구 헤더(22) 내에 및 또한 선택적으로 출구 헤더(22) 내에 제공될 수 있다. 이러한 벌집 인서트(44)는 화염 전파를 방지하여 폭연을 방지하도록 충분히 좁은 인서트(40)의 채널들과 같은 채널들을 형성한다. 예를 들어, 각각의 채널은 0.5mm 또는 0.8mm의 폭의 것일 수 있다. 이러한 벌집 인서트(44)는 연소 채널(17)의 개방 단부들이 있는 적층물의 페이스(face)를 향해 배열될 수 있으며, 벌집 인서트(44)와 헤더(22)의 주위 벽 사이의 여유 겹은 바람직하게 화염 전파를 방지하도록 충분히 좁다.
- <24> 대안적으로, 연료는 연료/공기 비율이 항상 이론공연비 이하인 것을 보장하도록 연소 채널(17)의 길이를 따라서 단계적으로 공급될 수 있다(2개 이상의 입구를 통하여). 이러한 것은 필요한 담금질 겹이 보다 큰 부가의 이점을 가진다. 도 1 및 도 2의 반응기와 일부 유사성을 구비한 반응기(50)가 도시된 도 3을 참조하여, 동일한 부품은 동일한 도면부호들에 의해 지칭된다. 이 경우에, 연소 및 증기/메탄 개질을 위한 채널(51, 52)들은 바(18)들에 의해 평평한 플레이트(12)들 사이에서 형성된다. 도 3은 연소 채널(51)들의 세트 중 하나의 평면에서의 단면도를 도시하고; 이러한 연소 채널들은 헤더(26, 28, 28 및 26)들 사이의 증기/메탄 개질을 위한 가로 채널(52)과 적층물에서 교대로 배열된다. 촉매 캐리어(20a, 20b, 대응하는 채널과 동일한 폭의)들은 각각 채널(51, 52)들에 제공된다. 입구 헤더(53, 54)들은 각각 증기/메탄 개질을 위한 제 2 및 제 3 가로 채널(52)들 사이에서 연소 채널(51)의 입구 단부에 인접한 가로 채널(55, 56, 점선으로 도시됨)과 연통하며; 가로 채널(55, 56)들의 다른 쪽 단부는 대응하는 측부 바(18, 도 1에 도시된 것 처럼)들에 의해 폐쇄된다. 플레이트(12)에 있는 슬롯(58)들은 가로 채널(55, 56)들과 연소 채널(61)들 사이의 유체 유동을 허용한다.
- <25> 반응기(50)의 사용에 있어서, 증기/메탄 혼합물은 초기에 기술된 바와 같이 사형 경로를 따르도록 입구 헤더(26)로 공급되고, 한편 공기는 입구 헤더(22)로 공급된다. 반응기(50)의 부분의 단면도를 도시하는 도 4를 또한 참조하여, 연료는 입구 헤더(53, 54)들로 공급되고, 그래서 가로 채널(55, 56)들로 공급되며, 슬롯(58)을 통해 연소 채널(51)로 공급된다. 슬롯(58)의 부근에 있는 연소 채널(51)들의 부분은 난류를 향상시키도록 형상화된 박으로 형성된 비촉매 작용 인서트(60)를 수용하여서, 공기 또는 고온 연소 가스는 연료가 분사될 때 난류이며, 난류는 슬롯(58)의 하류측에서 완전한 혼합을 보장하도록 충분히 짧은 거리를 연속한다. 혼합물은 그런 다음 촉매 캐리어(20a)에 도달하여서, 연소가 발생한다. 각각의 단계에서 연료 대 공기의 비율은 상당히 이론 공연비 값 아래이어서, 폭연이 발생하지 않는 것을 보장한다(이러한 인서트(60)와 캐리어(20a)는 채널(51)들 중 단지 하나에서 도 3에 도시되어 있다).
- <26> 예의 방식에 의하여, 인서트(60)는 도 5에 도시된 형상의 것일 수 있으며, 다수의 평행 슬릿으로 절단된 평평한 박으로 만들어지며, 각각의 슬릿의 양측부 상의 박의 부분들은 각각 정점 부분과 골(trough) 부분으로 변형되어서, 정점 부분과 골 부분은 박의 폭을 가로질러서 교대로 배열된다. 도시된 바와 같이, 정점 부분은 박의 정점 부분들의 길이를 따르게 되며, 골 부분은 박의 골 부분을 따르게 되거나; 또는 대안적으로 정점 부분과 골 부분은 길이를 따라서 임의의 선을 따라서 교대로 배열된다. 연소 채널(51)들의 길이를 따라서 단계적으로 연료를 부가하면, 채널(51)들의 길이에 걸쳐서 공기 대 연료 비는 상당히 이론 공연비 값 아래이고, 그러므로, 주름진 박 촉매 캐리어(20a)에 의해 형성된 겹들은 화염 전파를 방지하기 위한 최대 겹 크기보다 작을 수 있다.
- <27> 채널 내로 연료를 도입하는 방법은 또한 모든 연료가 연소 채널의 입구 단부 가까이 도입될지라도 적용할 수 있다. 이러한 경우에, 특히, 연료 입구 슬롯(58)의 부근에서 난류-개선 인서트(60)의 준비에 부가하여, 층류를 실행하도록 비촉매 작용 인서트(40)일 수 있으며, 겹은 화염 전파를 방지하기 위한 최대 겹 크기보다 좁다. 이러한 인서트(40)는 연료가 가스 흐름으로 분사되는 위치들의 상류측 및 하류측을 모두 구비할 수 있다.

도면의 간단한 설명

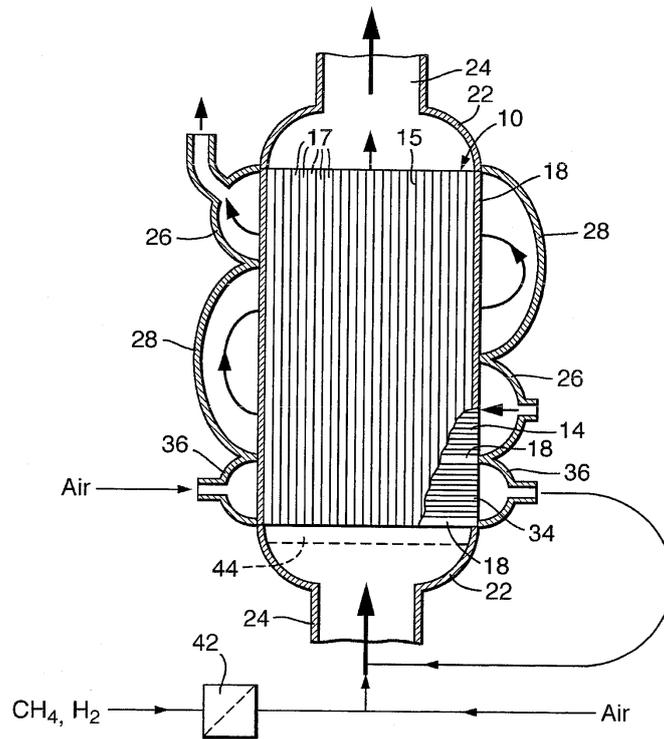
- <11> 도 1은 명료성을 위하여 부분들이 분리 도시되는, 증기/메탄 개질하는데 적절한 반응기 블록의 부분의 단면도.
- <12> 도 2는 도 1의 선 A-A 상에서의 조립된 반응기 블록의 단면도.
- <13> 도 3은 대안적인 반응기의 단면도.
- <14> 도 4는 선 B-B 상에서의 도 3의 반응기의 부분 단면도.
- <15> 도 5는 도 3 및 도 4의 반응기의 인서트 형성 부분의 사시도.

도면

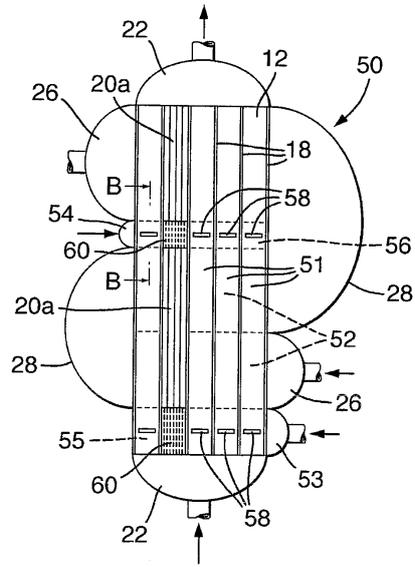
도면1



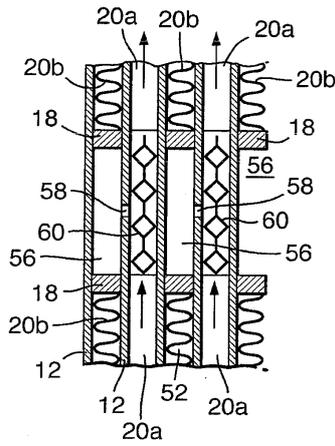
도면2



도면3



도면4



도면5

