(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
B01J 19/28

(45) 공고일자 2003년02월05일
(11) 등록번호 10-0364384
(24) 등록일자 2002년11월28일

(21) 출원번호 10-1995-0002028
(22) 출원일자 1995년02월02일

(65) 공개번호 특1995-0031208
(43) 공개일자 1995년12월18일

(30) 우선권주장 9401243 1994년02월02일 프랑스(FR)

(73) 특허권자
앵스띠뛰 프랑세 뒤 뻬뜨롤
프랑스공화국, 뤼 말메종 92506, 아브뉘 드 브와 쁘레오 4
가즈 드 프랑스
프랑스 파리 75017 델로므 뤼 필리베 23

(72) 발명자
크리스띠앙뷔송
프랑스공화국,샤르본니에르,아브뉘베르제롱,47
앙리델롬므
프랑스공화국,쌍드-호이-레-리옹,아브뉘모리스자로송,9
로르골리옹
프랑스공화국,빠리,뤼드플랑드르,136
쟝삐에르까싸뉴
프랑스공화국,퐁뜨니수브와,빌라뒤샤뜨레,8비

(74) 대리인
신정건
나영환
이상섭

심사관 : 좌승관

(54) 반응개시시에적어도가열을필요로하는화학반응을실시하기위한장치

요약

본 발명은 축 방향으로 신장되어 있는, 단면이 정사각형 또는 직사각형인 것이 바람직한 반응기(1)를 포함하며, 한쪽 말단에서 하나 이상의 반응물용 하나이상의 공급 수단 및, 다른쪽 말단에서 상기 생성된 유출물용 하나이상의 배출 수단을 포함하고 있으며, 상기 반응기는 1 차 영역(1 차 말단 부근) 에서 서로가 거의 평행 상태인 다수의 열 교환 수단(3)을 포함하며, 상기 열 교환 수단(3)은 반응기 축에 수직인 거의 평행한 층들에 배치되어 반응물(들) 및/또는 유출물을 순환시키기 위한 상기 수단에 의해 형성된 층들 및/또는 상기 수단 사이의 공간 또는 통로를 형성하며, 상기 열 교환 수단(3)은 연속 횡방향 구획을 통해 상기 통로에서 열을 교환하도록 하며, 상기 연속 횡방향 구획은 독립적이고 반

응기 축에 대해 거의 수직인 장치에 있어서, 적어도 일부의 열 교환 수단(3)이 열 교환 기체 또는 기체 혼합물을 제공하고, 반응물(들) 및/또는 유출물로 열을 교환시키고자 하는 하나 이상의 동체로 형성된 튜브를 포함하는 상기 순환 기체 또는 기체 혼합물을 상기 열 교환 수단(3)에서 배출시키고자 하는 하나 이상의 배출 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치에 관한 것이다.

대표도

도 1a

명세서

도면의 간단한 설명

제1A도는 동체의 축에 수직인 면을 통한 반응기의 종방향 단면을 도시한다.

제1B도 및 제1C도는 열 교환 장치의 1 이상의 층을 분리시키는 벽면을 포함하는 반응기의 종방향 단면을 도시한다.

제2도는 자동 조절 제트 버너를 포함하는 가열 장치를 나타낸 열 교환 장치의 축을 따른 종방향 단면을 도시한다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반응 개시시에 적어도 가열을 필요로 하는 화학 반응을 실시하기 위한 장치에 관한 것이다. 이러한 장치는 일반적으로 적어도 제1영역에서, 반응을 개시시키기 위해 열을 공급하는 일련의 부재를 구비한다. 이러한 장치는 전체적으로는 발열 반응이지만, 접촉 수소화 반응과 같이 개시시 가열을 필요로 하는 반응에 사용할 수 있다. 이 장치는 특히 흡열 반응의 실시에 사용하도록 적용할 수 있으나, 반응 온도가 약 350℃ 보다 높은 경우에는, 탄화수소 화합물 또는 탄화수소 유분의 증기 분해, 열분해, 접촉 수소화 반응 및 접촉 증기 개질 반응에도 적용할 수 있다. 하지만 이 경우 극복되어야할 문제점 중 하나가 타르 및/또는 코크스의 형성을 초래하는 2차 반응을 제한하여야 하는 점이다.

이러한 방법 및 이 방법을 실시하기 위한 장치는 많은 문헌에 기재되어 있다. 예를 들자면, 엥스띠뛰 프랑세 뒤 뻬뜨롤의 미국 특허A-4,780,196호 및 제 A-4,973,777호가 있으며, 이들 특허는 각각 증기 분해로 칭하는 증기의 존재하에 실시한 열분해 방법 및 다중관을 지닌 세라믹 반응기에서 실시한 메탄의 열전환 방법이 기재되어 있다. 증기 분해법은 에틸렌 및 프로필렌을 고수율로 생성하며, 메탄의 탈수소화를 수행하는 열 커플링법은 아세틸렌, 에틸렌 및 방향족 화합물을 고수율로 생성한다. 그러나, 반응기는 그 구조가 중요하며, 이를 제조하는데 사용된 세라믹은 비교적 고가이고, 반응 영역의 길이 방향을 따라 일정한 온도를 유지하기가 곤란하여 반응에 불리한 영향을 미치게 된다. 게다가, 증기 분해의 경우에 이러한 유형의 반응기에서 반응 영역 전체에 걸쳐 반응을 조절한다는 것은 매우 곤란하며, 관내에서 순환되는 가열 유체를 가열 수단으로서 사용하여야만 한다는 단점이 있다. 메탄을 전환시키기 위해 전기 가열을 사용하는 경우, 저항기의 수명은 반응 영역내에서의 고온으로 인하여 단축된다. 또한, 이 경우 반응기의 구조가 중요하며, 횡방향 가열 영역의 조절은 조절 변압기 및 다이리스터 (thyristor) 변조기와 같은 복잡한 시스템을 필요로 한다.

이러한 반응, 특히 탄화수소 화합물의 열분해 반응 및 이와 관련된 메탄의 열 전환에 대한 열역학 및 동력학적 연구에 의하면, 목적 생성물(올레핀 또는, 올레핀, 아세틸렌 및 방향족 화합물의 혼합물)의 생성에 대한 반응의 선택도를 증가시키기 위해서, 하기 변수들을 조절하여야만 하는 것으로 밝혀졌다.

- 공급원료의 온도는 주어진 공급원료의 열분해에 최적인 온도로 급격히 승온되어야만 하며, 이러한 온도는 반응 영역내에서 가능한 한 일정하게 유지되어야만 하고;

- 반응 영역내의 공급원료의 체류 시간을 단축시켜야만 하며;

- 탄화수소 공급원료의 분압을 감소시켜야만 한다.

또한, 반응 생성물과 반응기 벽면의 접촉 시간을 최소화하는 것이 특히 중요하다.

이러한 요건들은 하기 (a)-(b)로 구성된 방법의 일반 단계를 필요로 한다.

(a) 공급원료를 예열시키는 단계(수행시키고자 하는 반응에 따라, 증기 또는 수소, 질소 또는 기타의 가스로 공급원료를 희석시킬 수 있음);

(b) 관상로 중에서 공급원료, 공급원료-증기 혼합물 또는 공급원료-희석 가스 혼합물을 고온으로 가열하여 열분해 반응 단계동안 탄화수소 화합물의 체류 시간을 제한하는 단계.

열분해로(furnace), 특히 증기 분해용의 열분해로 개발은 주로 단축된 체류시간을 얻고 압력 강하를 감소시키고자 하는 것이다. 이는 설계자로 하여금 관상 반응기의 길이를 줄이고, 열 선속 밀도를 증가시키도록 한다.

후자의 요소는 관형 반응기 동체의 온도를 승온시키고 및/또는 관 직경(이는 s/v 비를 증가시킬 수 있는 것을 의미하며, 여기서 s는 교환 표면적이고, v는 반응체적임)을 감소시킴으로써 증가될 수 있다.

수많은 열분해로의 구조가 개발되어 왔으며, 이들 모두는 직경이 증가되는 관상 반응기를 사용하거나, 2 이상의 열분해관 및 반응 영역을 따른 특정 위치 이후에는 단일의 관만을 사용함으로써 열분해관의 도입부에서 열 선속 밀도를 증가시킨 후, 열 선속 밀도를 감소시키는 경향이 있다. [예컨대, 참고 문헌: F. Wall et al., Chemical Engineering Progress 발행, 1983년 12월, 50 55 페이지]. 또한, 비-원통형 관상로가 기술되어 있으며, 이는 s/v비를 증가시키는 경향이 있으며, 그래서, 미국 특허 제A-3,572,999호에는 타원형 단면을 갖는 관을 사용하는 것이 개시되어 있으며, 제A-3,964,873호에는 아령형 단면을 갖는 관이 개시되어 있다.

열분해 반응기 기법, 특히, 증기 분해 기법은 길이가 약 100 m이고 내경이 90 140 mm인 수평 관을 사용하는 것으로부터 길이가 약 40 m이고, 직경이 60 mm이며, 체류 시간이 0.3 0.4 초인 수직 현수 관의 통상적인 기법 및, 길이가 약 10 m이고, 내경이 25 35 mm인 수직 직선형 관을 사용하는 Pullman-Kellog (US-A-3,671,198)에 의해 개발된 이른바 밀리세컨드(millisecond) 기법까지 개발되었다. 상기 관을 1,100℃ (이는 금속의 작동 제한치에 근접한 온도임)의 온도로 가열한다. 이러한 유형의 로에서 공급원료의 체류시간은 0.07 초이며, 압력 강하 측정치는 0.9 1.8 bar이며 (1 bar는 0.1 MPa), 반응 부피(v)에 대한 교환 표면적(s)의 비는 120 m^{-1} 이다.

열분해, 특히 탄화수소 화합물의 증기 분해의 수행에서의 주된 문제점 중의 하나는 반응기 벽면에 코크스가 형성되는 것이다. 이는 대부분 축합 다환식 방향족 탄화수소 화합물의 형성과 같은 2차 반응에 의해 생성된다. 이러한 반응은 900℃ 이상의 온도에 의해 크게 영향을 받으며, 반응기 벽면 온도가 50℃ 증가되면, 벽면에서의 코크스 부착 속도는 2배가 된다. 이러한 공정에도 불구하고, 코크스 부착 현상은 곧 유니트를 중단시켜 코크스를 제거해야만 한다는 것을 의미한다. 벽면 사이의 공간이 좁을수록, 그 효과는 더 악화된다.

전술한 문제점을 해결하기 위해서, 엥스띠뛰 프랑세 뒤 뻬뜨롤의 유럽 특허 제EP-B-0,323,287호 및 미국 특허 제US-A-5,160,501호에는 메탄을 함유한 가스 혼합물로부터 가열 수단을 분리시키는 세라믹 슬리이브의 실링 벽면 또는

비-실링 벽면을 통해 전환시키고자 하는 메탄을 함유한 가스 혼합물에 열을 전달하는 전기 가열 수단을 포함하는, 메탄을 고분자량 탄화수소 화합물로 열 전환시키는 방법이 개시되어 있다. 이러한 방법에서, 저항기에 의해 제공된 전기 에너지로 가열 영역을 가열시키고, 주울(Joule) 효과에 의해 상기 저항기에서 방출된 열은 주로 복사에 의해 저항기 주위에 비연속적으로 위치하는 세라믹 슬리이브로 전달된다. 가열된 슬리이브의 축에 거의 수직으로 순환하는 가스 공급원료는 대부분 대류에 의해 가열된다. 이러한 구체예의 주요 단점 중 하나는 저항기를 이루는 물질이 지지될 수 있는 최대치에 근접한 온도에서 저항기를 유치하여야만 할 필요 없이, 슬리이브 외부에서 고온을 얻는 것이 곤란한데, 이는 저항기의 수명이 상대적으로 단축된다는 것을 의미하며, 이러한 저항기를 교체하기 위해 공업적 유니트를 자주 중단시켜야만 한다. 또한, 교환 표면에서 고온 부위가 발생하는 것을 가능한 한 방지하는 것이 중요하다. 게다가, 상기 특허에 개시된 장치에서, 고온의 상태일 경우에는 가스를 저항기 슬리이브에 투입함으로써 실링이 동적 상태가 되며, 이는 한 슬리이브에서 고장이 발생하였을 경우, 전체 설비를 차단시켜야만 하는 중요한 문제점을 안고 있다. 게다가, 저항기에 전류가 공급될때 슬리이브는 가열 부재를 형성하거나 또는, 전류가 공급되지 않을 때 수동 부재를 형성할 수 있는 반면, 슬리이브는 로에서 순환되는 생성물에 대한 간접 냉각 부재로서 사용되지는 않는다. 마지막으로, 관형 동체의 전 길이에서의 온도는 그다지 균일하지 않다.

US-A-2,163,599호에는 제1환상 동체에서, 순환되는 물, 염수 또는 오일과 같은 액체 열 교환 유체를 함유하는 동심축의 이중 또는 삼중 관을 포함하는 열 교환기가 개시되어 있다. 이 동체는 추가의 실링 처리된 환상 동체로 둘러싸여 있으며, 이 환상 동체는 수은, 납, 각종 가융성 합금, 디페닐 또는 용융 염이 저장되어 완충물로서 작용하게 된다. 외부 타이(tie)는 최종 동체에 고정되어 관의 외벽과의 열 교환을 용이하게 한다. 이러한 유형의 관상 교환기는 반응기내의 온도를 빠르게 조절하는 시스템을 사용하지 않고는 1,500℃에 도달할 수 있는 반응 온도에서 사용할 수 없다.

종래의 기술은 프랑스 특허 제2,403,518A호, 유럽 특허 제0,539,270A호 및 미국 특허 제5,160,501A호 및 참고 문헌[Revue Generale de Thermique. vol. 29, no. 346, Oct 90, 프랑스, 파리, 531 538 페이지]에 예시되어 있다.

본 발명의 목적 중 하나는 전술한 문제점을 극복하고자 하는 것이다. 종래기술에 의해 제기된 문제점에 대응하는 목표는 하기와 같다.

- 열 교환 수단을 둘러싸는 관 전체에서 온도를 더욱 균일하게 하여 화학적 수율을 더 우수하게 하여야 함;

- 상기 혼합물과 접하는 고온 표면 및 반응물(들) 사이의 열 교환을 개선시킴;

- 장치의 관리 및 코크스 제거를 위한 구조 및 어셈블리의 용이성 및 장치의 신뢰성을 증가시키고 특히, 많은 열 교환 수단 중 하나에서 고장이 일어날 경우에도 지속적으로 작동할 수 있어야 함;

- 기존의 방법에 비해 반응 온도 프로파일을 더 우수하게 조절되어 탄화수소 화합물의 증기 분해시에 에틸렌 및 프로필렌과 같은 목적 생성물의 수율을 증가시킴;

- 목적 생성물의 최고 가능한 생산율을 유지하면서 가변 속도 또는 고주파에서 개시/중지시킴으로써 조절 모드를 사용하며 제조에 원활성 및 융통성을 제공하는 장치를 제공함;

- 반응기 벽면에서 냉각시키고자 할 경우, 실링을 형성하는 장치를 제공하는데, 이는 실링 가스가 반응기에서 배출되는 생성물과는 상이하며 처리하고자 하는 가스상 유출물이 적게될 경우, 반응기의 하류 물질의 추가의 분리가 필요하지 않다는 것을 의미함;

- 반응 영역의 기하학적 구조는 다양하게 변형될 수 있어서, 고정된 기하학적 형태를 갖는 반응기도 여러가지의 공급원료로 작동될 수 있는 장치를 제공함;

- 간접 급냉 영역과 함께 사용할 수 있는 직접 급냉 영역 또는, 간접 급냉 영역만으로 작동될 수 있는 장치를 제공함;

- 각각의 열 교환 수단은 가열 부재로서, 냉각 부재로서 또는 수동 부재로서 작동될 수 있는 장치를 제공함.

본 발명은 전술한 바와 같은 다양한 방법을 수행하기 위한 장치를 제공함으로써 더 용이하고, 더 융통성 있으며, 더 우수하게 작동을 조절할 수 있게 하는 등의 종래 기술에 비해 상당한 개선을 얻을 수 있다. 본 발명 장치의 원활성은 서로에 대해 완전 독립되어 있으며, 가열 부재, 냉각 부재 또는 수동 부재로서 사용될 수 있는 열 교환 부재를 사용하는 것과 관련이 있다.

특히, 본 발명은 적어도 개시 시에 가열을 필요로 하는 반응, 특히 흡열 반응을 수행하기 위한 장치에 관한 것이다. 간략하게, 본 명세서의 이하의 부분은 흡열 반응을 수행하기 위해 본 발명의 장치를 사용하는 것에 관한 것이며, 특히 분자당 C_2 이상의 탄화수소 화합물의 열분해 또는 메탄 열분해에 사용하기 위한 것이다. 그러나, 이러한 기재가 본 발명의 장치를 전술한 용도에만 국한시키고자 하는 것으로 간주해서는 안 된다.

본 발명의 장치는 하나의 축을 따라 신장되어 있고, 바람직하게는 단면이 정사각형 또는 직사각형인 반응기(1)를 포함하며; 한 단부에서 1 이상의 반응물을 공급하기 위한 1 이상의 공급 수단 및, 다른쪽 단부에서 상기 생성된 유출물을 배출하기 위한 1 이상의 배출 수단을 포함하고 있으며; 이 반응기는 제1영역(제1단부 부근)에서 서로에 대해 거의 평행 상태로 배치된 다수의 열 교환 수단(3)을 포함하고; 상기 열 교환 수단(3)은 반응기 축에 수직이면서, 서로 거의 평행한 층들로 배치됨으로써 반응물(들) 및/또는 유출물을 순환시키기 위한 수단에 의해 형성된 층들 및/또는 상기 수단들 사이의 공간 또는 통로를 형성하며; 상기 열 교환 수단(3)은, 독립되어 있고 반응기 축에 대해 거의 수직인 연속 횡단면을 통하여 상기 통로내에서 열을 교환하도록 되어 있는 장치에 있어서, 각각의 열 교환 수단(3)은, 상기 열 교환 수단(3)의 외부에서 순환되는 반응물(들) 및/또는 유출물과 열을 교환시키기 위해 열 교환 가스 또는 가스 혼합물을 제공하기 위한 수단에 연결되어 있으면서 반응물(들) 및/또는 유출물과 열 교환된 상기 가스 또는 가스 혼합물을 반응기에서 배출시키기 위한 1 이상의 배출 수단을 포함하는 1 이상의 동체로 형성된 관을 포함하는 것을 특징으로 한다.

특정 구체예에서, 열 교환 가스 또는 가스 혼합물을 공급하는 상기 열 교환수단의 전체 또는 일부는 가연성(combustible) 가스 및 연료(comburant) 가스를 공급하기 위한 수단 및, 버너를 조절하고 상기 공급 수단과 상기 버너의 사이에 삽입되어 있는 버너에 공급되는 가스의 양을 조절하는 수단에 연결되어 있는 가스 버너와 연결되어 있어서 열 교환 수단에는 버너로부터의 연소 생성물 또는 연료 가스만을 공급하게 된다.

본 발명의 명세서에서, 관은 임의의 단면 형태, 예컨대 다각형, 타원형 또는 거의 원형일 수 있는 동체 1 이상을 포함한다. 단면이 다각형인 동체를 갖는 관을 사용할 경우, 단면은 삼각형, 정사각형, 직사각형, 오각형, 육각형, 칠각형 또는 팔각형인 것이 이롭다. 이러한 단면은 통상적으로 정사각형, 직사각형, 타원형 또는 거의 원형이다. 단면은 거의 원형인 것이 가장 통상적이다. 관의 단면 또는 표면이 관의 전 길이에 걸쳐서 일정할 필요는 없지만, 단면은 그 형태가 일정한 것이 통상적이며, 특히 표면에 있어서도 일정한 것이 바람직하다.

관의 형태는 그리 중요하지는 않으나, 하나의 축을 따라 신장되어 있는 동체를 포함하는 관, 머리핀 형태의 관 또는 U자 형태의 관 또는 W자 형태의 관을 사용할 수 있다. 일반적으로 하나의 축을 따라 신장되어 있는 동체를 포함하는 관을 사용하는 것이 바람직하다. 여러가지 형태의 관을 반응기 길이 방향을 따라 사용할 수 있다. 예를 들면, 반응물(들) 투입에 인접한 반응기의 개시부에서 U자 또는 W자 형태의 관을 사용할 수 있으며, 이어서 하나의 축을 따라 신장된 동체를 갖는 관을 사용할 수 있다. 또한, U자 또는 W자 형태의 관을 반응물이 반응기에 유입되는 단부의 반대편 단부에 인접하게 사용할 수 있다.

본 발명의 바람직한 구체예에서, 적어도 일부의 열 교환 수단(3)은 한쪽 단부가 폐쇄된 외부 동체 및, 상기 외부 동체와 거의 동축상에 있고 양 단부가 개방되고, 한쪽 단부에서 열 교환 가스 또는 가스 혼합물을 공급하는 내부 동체가 제공된 블라인드관(blind tube)으로 형성되며, 상기 열 교환 가스 또는 가스 혼합물은 상기 양 동체 사이의 자유 공간(이 공간의 형태를 원형 형태로 제한하지는 않았지만, 주로 환상형 공간으로 형성됨)으로 다른 쪽 단부에 의해 배출된다.

블라인드관의 외부 동체의 외부의 길이 방향을 따른 온도를 가능한한 균일하게 하는 한편, 양 동체 사이의 환상형 공간에서의 가스 순환을 원활히 하기 위해서, 블라인드관의 외부 동체를 형성하는 관 단면의 내부 면적(S_e) : 블라인드관의 내부 동체를 형성하는 관 단면의 외부 면적(S_i)(이 면적은 제2도에 도시한 구체예를 사용한 원형 단면관의 직경 D 및 d로부터 계산함)의 비는 약 1.4:1 약 25:1, 바람직하게는 약 2:1 약 9:1이다. 이와 같은 면적비 조건하에서, 외부관에서의 최대 편차가 30℃ 이하가 되어야 균일한 온도를 얻게 된다.

바람직한 구체예에서, 본 발명의 장치는 제1영역과 인접한 제2영역(8)내에서 (대향 단부 부근에서) 냉각 유체를 공급하기 위한 1 이상의 수단에 연결된 유출물을 냉각시키기 위한 수단(9)이 구비된 반응기를 포함한다. 통상적으로, 반응기에는 열 교환 수단(3)에 연결된 열 교환을 조절 및 제어하기 위한 수단이 구비되는 것이 바람직하다.

실시예에 기재된 바와 같이, 서로에 대해 완전 독립되어 있으며, 반응기의 기하학적 형태에 의해 개시 시에 제한 받지 않으면서 다양한 길이를 갖는 반응 영역을 생성할 수 있는 열 교환 부재를 사용하는 것도 가능하다. 이 열 교환 부재는 가열 부재, 냉각 부재 또는 수동 부재가 될 수 있으며, 여러 가지 영역의 길이 및 이들 영역내의 온도를 용이하게 변화시킬 수 있다.

열 교환 수단은 일반적으로 반응기내의 생성물(들) 흐름에 거의 수직이며, 횡방향 투영시 삼각형, 정사각형 또는 직사각형의 이격 패턴을 갖는 어레이(array)를 형성한다. 이러한 수단은 가열 영역인 제1영역 내에서 적어도 2 이상의 부분을 설치하기 위해 서로에 대해 독립되어 있고 가열 가스가 공급되는 반응 영역의 (축)방향에 대해 거의 수직인 연속 횡단면으로 어셈블리될 수 있으며, 제1부분은 공급 원료의 온도를 약 1,500℃ 이상의 온도로 가열하며. 제2부분은 제1부분 후에 배치되어 공급원료의 온도를 제1부분에서 상승된 최대 온도와 거의 동일한 온도로 유지한다. 제1부분 후에 배치된 제2영역에서 가열 영역으로 부터의 유출액을 냉각시키고, 형성된 생성물을 반응 영역 단부에서 회수한다. 그리하여, 가열 영역의 제2부분으로부터 배출되는 유출액을 간접 열 교환에 의해 냉각시키고, 냉각 또는 급냉 영역의 단부에서 형성된 생성물을 회수하거나 또는, 상기 간접 급냉 영역 후에 직접 급냉 영역을 제공하여 직접 급냉 영역의 출구에서 생성물을 회수하는 부재로서 사용되는 반응기의 제2영역에 1 이상의 열 교환 수단을 제공할 수 있다.

그래서, 본 발명 장치의 한 구체예에서 반응기는 제1단부의 부근에서 제1영역 및 제2영역으로 구성되며, 제1영역은 적어도 일부분, 바람직하게는 제1영역의 열 교환 수단 대부분이 반응기에 유입될 반응물(들)에 대한 가열 수단을 형성하게 되며; 제2영역은 적어도 일부분, 바람직하게는 제2영역의 열 교환 수단 대부분이 제1영역으로부터의 생성물에 대한 냉각 또는 간접 급냉 수단을 형성하게 된다.

이러한 구체예에서, 제1영역내의 열 교환 수단에는 바람직하게는 공기와 같은 연료 가스 및 가연성 가스가 공급된 버너로부터의 고온의 연소 가스가 공급되며, 제2영역의 열 교환 수단에는 제1영역에 공급된 연소 가스보다 낮은 온도를 갖는 가스 1 이상이, 바람직하게는 공기를 비롯한 연료 가스만이 공급된 버너로부터의 가스에 의해 공급된다.

약 800℃ 1,300℃의 온도에서 수행되는 증기 탄화수소 분해의 경우 및 1,100℃ 1,500℃의 온도에서 수행되는 메탄의 열적 탈수소화 커플링 반응의 경우(이들 두 반응은 모두 강력한 흡열 반응임), 매우 높은 열 선속 밀도를 얻는 것이 중요하다. 흡열 분해 및 탈수소화 반응이 발생하는 영역에 최대량의 열을 가해야만 하며; 게다가, 형성된 생성물, 예컨대 아세틸렌, 에틸렌 및/또는 프로필렌의 반응도로 인해서, 접촉 시간을 비교적 짧게 조절한 후, 급속 냉각시켜 " 정사각형" 유형의 온도 프로파일을 얻고, 코크스가 너무 많이 생성되는 것을 방지한다.

열 교환은 강력 흡열 반응 유형에서 중요한 요소 중의 하나가 되는데, 이러한 흡열 반응에서 대량의 에너지가 가열 수단으로서 사용된 열 교환 수단으로부터 탄화수소 화합물 1 이상을 함유하는 가스 혼합물(처리 가스로 칭함)로 전달되어야만 한다. 본 발명에서 사용된 모델에 따라서 제조된 열분해 로에서의 열 교환에 대한 예비 연구에 의하면, 열 교환 수단의 외부 동체와 처리 가스 사이에서 약간의 복사 교환만이 일어나는 것으로 관찰되었다. 이러한 처리 기체는 통상적으로 탄화수소 화합물 및 희석의 가스 혼합물로 구성되며, 이 혼합물은 동체에 의해 방출된 복사를 거의 흡수하지 않는

다. 처리 가스와 동체 사이의 열 전달은 원칙적으로 본 발명의 경우의 대류에 의해 수행된다. 이 경우, 열 교환량은 사용 가능한 교환 면적, 표면적/부피 비와 직접적으로 연관되어 있으며, 열 교환 수단에서의 온도의 우수한 균일성과도 연관되어 있다.

그래서, 교환 표면적이 비교적 적을 경우, 소정의 전환율에 해당하는 특정 처리 가스 온도를 얻기 위해, 표면이 작을 경우 작은만큼 큰 비율로 열 교환 수단의 동체 온도를 승온시키는 것이 필요하나, 이는 코크스 형성을 증가시킬 위험이 있다.

벽면은 열 교환에 있어서 중요한 역할을 하는데, 이는 열 교환 수단의 동체에 의해 방출된 복사를 흡수할 수 있어서, 상기 동체와 벽면의 온도가 평형을 이루는 경향이 있다. 그래서, 교환 면적을 크게 증가시킬 수 있으며, 특정의 방법으로 장치를 설계하여 이를 2 배 정도로 증가시킬 수 있다. 열 교환 수단을 엇갈림(staggered) 형태로 배열할 수 있으나, 열 교환 수단을 일직선으로 정렬시켜 교환면적을 증가시키는 것이 바람직하다. 종방향으로 m 개의 열 교환 수단을 n 열로 (n×m의 열 교환 수단의 총 수에 대해) 배치하여 1 이상의 종방향 영역을 형성하고, 2 이상의 종방향 영역은 각각 하나 및 주로 다수 층의 열 교환 수단을 포함하며, 각각의 종방향 영역은 내화 재료의 벽면에 의해 이웃한 영역과 분리된다. 열 전달에 참여하는 열 교환 수단의 외부 동체에 날개판(fin)을 가하는 것과 같이 면적을 최적화하여 열교환 면적을 증가시킬 수 있다.

이러한 벽면의 온도는 복사에 의해 증가되며, 열 교환 수단의 외부 동체의 온도와 거의 유사한 온도가 되기 쉽다. 또한, 이러한 벽면은 처리 가스의 대류 가열에도 참여하게 된다. 그래서, 이러한 구체예에서, 교환 면적이 크게 증가되며, 처리가스는 열 교환 수단의 외부 동체 온도 및 벽면의 비교적 낮은 온도와 동일한 온도를 갖게 되어 코크스 형성을 감소시킬 수 있다.

한 특정 구체예에서, 각각의 종방향 영역은 단일 열(row)의 열 교환 수단을 포함한다.

전술한 두가지 구체예에서, 처리 가스와 벽면 사이의 대류 교환은 크게 증가되며, 처리 가스가 고속이 되며, 난류 영역을 생성하게 하므로써 더 개선될 수 있다. 처리 가스 속도의 상승은 예를 들면, 속도의 상승 및 난류 영역 출현을 돕는 형태의 벽면을 사용하여 얻을 수 있다. 특정 형태의 벽면의 비제한적인 예는 제1B도 및 제1C도에 예시된다.

벽면은 일반적으로 내화성 소재로 형성된다. 임의의 내화 소재를 벽면에 사용할 수 있으며, 이의 비제한적인 예는 지르코니아 탄화규소, 멀라이트 및 내화 콘크리트 등이다.

벽면을 모두 실링시킬 필요가 없고, 가스 조성이 각 벽면에서 실질적으로 동일하기 때문에, 이러한 구체예는 장치의 비용을 최소한으로 증가시킬 뿐이다. 사실상, 벽면이 특별히 두꺼울 필요가 없으며, 특히 복잡한 구조를 갖는 것을 사용할 필요도 없으며, 반응기의 전체 크기는 거의 증가하지 않는데, 이는 이러한 반응기 크기의 중요 부분이 열 교환 수단의 외부 동체 폭에 의해서이기 때문이다. 예로서, 이러한 동체는 50 mm의 벽면 두께에 대해 165 mm의 폭을 가질 수 있으며, 이는 반응기의 전체 폭이 30% 정도만 증가되었다는 것을 의미한다.

벽면을 포함하는 본 구체예의 추가의 잇점은 반응기의 구조가 매우 단순하며, 수직 벽면이 대류 열 전달을 개선시키고, 반응기 뚜껑을 지지하게 된다.

또한, 각각의 벽면은 벽면 각각에 위치한 종방향 영역에서 압력을 평형화시키기 위한 수단 1 이상을 포함하는 것이 바람직하다. 압력을 평형화시키는 단순하지만 효율적인 수단의 예로는 천공 또는 다공성 영역 1 이상을 포함하는 영역을 생성하는 것이다.

추가의 구체예에서, 반응 영역은 주된 기능이 교환 면적을 증가시키고, 체류시간을 제한하고, 반응물의 속도를 변화시키는 것인 수동 열 전달 부재로 불리우는 일련의 부재를 포함한다. 또한, 이러한 수동 열 전달 부재는 특히 두 벽면 사이에 여러 개의 열 교환 수단층이 존재할 경우 내화 소재 벽면과 함께 사용될 수 있다. 흡열 반응을 실시하는 경우, 상기 벽면과 수동 열 전달 부재는 가열 부재인 적어도 반응 영역의 제1부분에서 열 교환 수단에 의해 방출된 복사 일부분을 흡수한 후 재방출시킴으로써 열 교환에 참여하게 된다.

부가의 구체예로서, 가열 및/또는 반응 영역은 성분 재료가 내화 소재로 구성된 군에서 선택되는 것이 바람직한 라이닝 부재를 포함한다. 이러한 라이닝 부재는 내화성 콘크리트, 모노리식(monolithic) 세라믹 또는 세라믹 섬유로 구성될 수 있다. 그래서, 이는 전술한 바와 같이, 반응 영역 내에서 수동 부재로 작용할 수 있는 것으로 간주될 수 있는 솔리드(solid) 부재 또는 분할 부재가 된다. 분할 부재 및 솔리드 부재는 함께 존재할 수 있다. 이러한 라이닝 부재는 주로 체류시간을 제한하고, 반응 영역내의 처리 가스(반응물 및/또는 생성물)의 속도를 조절하는데 사용된다. 이러한 부재가 솔리드 부재일 경우, 이 부재는 내화 재료로 적어도 부분적으로 형성된 외부 벽면에 대한 지지물로서 작용할 수 있다. 또한, 이는 하나의 외부 벽면에만 연결되는 크기를 지녀서 처리 가스와 열 교환 수단 사이의 교환에 이용가능한 면적을 증가시키는데 있어서 장애물로서 작용하게 된다.

본 발명 장치의 커다란 융통성이 잇점 중의 하나가 되는 특정 구체예에서, 반응기는 가스 또는 가스 혼합물이 공급되지 않는 동체를 포함하는 관형 열 교환 수단을 포함하며, 이러한 수단은 수동 열 전달 부재를 형성하게 된다.

다른 구체예에서, 이 관은 단부 중 하나가 폐쇄된 외부 동체 및, 상기 외부 동체와 거의 동축상에 있으며 양 단부가 개방되고 가스 또는 가스 혼합물이 공급되지 않는 내부 동체가 구비된 블라인드관이며, 그리하여 이 수단이 수동 열 전달 부재를 형성하게 된다.

가열 영역에 열을 공급하는 열 교환 수단은 분리형으로 또는 횡방향 섹션형으로 독립적으로 공급되어 가열 영역을 따른 가열 섹션을 구획하며, 이러한 영역의 전체 길이를 따라 공급되는 에너지 양을 조절한다.

가열 영역은 통상적으로 2 20 개의 가열 섹션, 바람직하게는 5 12 개의 섹션으로 구성된다. 이러한 영역의 제1부분에서 가스 혼합물은 약 400℃ 1,000℃로 가열하며, 통상적으로 1,500℃ 이상의 온도, 이롭게는 800℃ 1,300℃의 온도로 가열하는 탄화수소 화합물 1 이상을 포함한다(가열 영역의 개시부는 반응물(들)이 유입되는 곳에 위치한다).

이러한 가열 섹션의 조절은 종래의 방법으로 수행된다. 전술한 섹션에 대응하는 열 교환 수단은 각각의 열 교환 수단의 외부 동체의 외측에서 소정의 온도를 생성할 수 있는 유속 조건에서 연료 가스 및 가연성 가스를 공급한다.

이러한 장치를 조절하기 위해서, 각각의 가열 섹션에는 온도 센서가 구비될 수 있으며, 이 온도 센서는 공급원료를 순환시키는 공간내에 위치하고, 연료 가스 및 가연성 가스 유량을 조절하는 조절 유니트에 데이타를 전달한다.

가열 영역의 제1부분은 통상적으로 가열 영역 총 길이의 5% 이상, 이롭게는 20% 이상, 예를 들면 20% 90%가 된다.

가열 영역의 제1부분에 공급되는 에너지는 가파른 온도 구배 변화가 급격하게 형성되어 가열 영역내에서 공급원료의 비교적 높은 평균 온도를 생성하게 된다. 이러한 온도 구배는 일반적으로 약 0.5℃ 약 25℃/cm이다. 에탄 열분해와 같은 탄화수소 열분해의 경우, 이는 경질 올레핀 선택도에 적합하게 된다.

가열 영역의 제2부분에서, 상기 영역내의 여러 가지 가열 섹션에 공급되는 에너지는 이 영역 전체를 통해 온도 편차가 낮고, 일반적으로 약 50℃ 미만(설정치로부터 ±25℃) 및 이롭게는 약 20℃ 미만(설정치로부터 ±10℃)가 되도록 조절된다.

게다가, 횡방향 가열 섹션이 서로에 대해 독립되어 있는 여러가지 횡방향 가열 섹션을 사용한다는 것은 가열 영역의 제2부분에서, 대부분의 흡열 반응이 일어나는 부위에 최대 열 에너지를 공급할 수 있고, 가열 영역의 나머지 부분에서 준-균일 온도를 유지할 수 있다는 것을 의미한다.

가열 영역은 일반적으로 반응 영역 총 길이의 약 50% 약 90%이다.

고온, 특히 전술한 가열 조건하에서 매우 높은 열 선속을 얻는다. 이는 통상적으로, 블라인드관의 외부 동체를 구성하는 소재를 선택하는데 있어서 특별한 주의를 요한다는 것을 의미한다. 이러한 동체에 적절한 소재의 예로는 세라믹 소재, 탄화규소, 질화붕소, 질화규소 및 지르코니아 등이 있다.

본 발명 장치의 특히 이로운 구체예에서. 적어도 일부의 열 교환 수단(3)은 버너를 통해 가스 또는 가스 혼합물이 공급되고, 이 버너 주위에서 환상 챔버를 형성하는 동체를 포함하는 관을 포함하며. 이 챔버내에서 열 교환 가스 또는 가스 혼합물이 순환된 후, 상기 챔버로부터 배출된다.

바람직한 구체예에서, 적어도 일부의 열 교환 수단(3)은 버너를 통해 가스 또는 가스 혼합물이 공급되고 상기 버너 주위에서 환상 챔버를 형성하는 동체를 포함하는 블라인드관을 포함하며, 이 챔버내에서 양 블라인드관 사이의 환상 공간으로부터의 열 교환 가스 또는 가스 혼합물이 순환된 후, 챔버로부터 배출된다. 이 경우, 속도가 빠른 제트 버너를 사용하면, 가스 생성물을 효율적으로 재순환시킬 수 있어서 상기 블라인드관의 외부 동체관의 전체 높이에 걸쳐 온도가 매우 균일하게 된다.

블라인드관의 외부 동체와 버너 주위의 환상 챔버를 형성하는 동체는 동축상에 있으며, 동일한 내경을 갖는다. 일반적으로, 이러한 두 동체, 즉, 블라인드관의 외부 동체 및 버너 주위의 환상 챔버를 형성하는 동체는 단일의 관으로 형성된다.

블라인드관의 내부 동체는 일반적으로 이의 방사상 외부 원통형 표면상에서 블라인드관의 외부 동체내의 중심 리브(rib)를 포함하고 있다.

열 교환 수단을 사용하는 것이 이로우며, 이 열교환 수단내에서는 블라인드관의 내부 동체가 단부-대-단부로 배치되고 거의 축상에서 일직선상으로 배열되고 어셈블리 수단에 의해 어셈블리된 다수의 관 섹션을 포함하며, 이 어셈블리 수단은 관 섹션을 동축상으로 둘러싸고 있어서 조인트 영역에서 관 섹션을 연결하고 있는 슬리이브를 형성하는 환상 부재를 포함하며 방사상 내부 표면에는 이의 길이의 정 중앙 위치에서 방사상 내측으로 돌출되고 연결시키고자 하는 두개의 관 섹션 사이에서 맞물리게 하는 환상 플랜지가 구비되며, 내부 표면 부분은 슬리이브의 단부쪽으로 점진적으로 확장되어 있다. 일반적으로, 슬리이브는 이의 방사상 외부 표면에 위치한 블라인드관의 외부 동체내에서 블라인드관의 내부 동체의 중심 리브를 포함한다.

본 발명의 장치는 본 명세서에서 참고로 인용한 가즈 드 프랑스의 프랑스 특허 제A-2,616,518호 (US-A-4,850,334)에 설명된 바와 같은 블라인드관 및 가즈드 프랑스의 프랑스 특허 제B-2,616,520호 (US-A-5,894,006)에 설명된 바와 같은 자동 조절 제트 버너를 사용하는 것이 이로울 수 있다.

본 발명은 여러 가지 구체예에 대한 하기와 같은 기재로부터 더 잘 이해할 수 있으나, 이는 단지 예시를 위한 것으로서 본 발명을 제한하지 않는다. 첨부 도면에서, 유사 도면 부호 및 문자로 나타낸 것은 유사 수단을 나타낸다. 도면은 흡열 또는 발열 반응을 사용하는 방법에서 블라인드관 1 이상 및 제트 버너 1 이상을 사용할 경우의 본 발명 반응기의 바람직한 구체예에 관한 것이다.

제1A도 내지 제1C도는 동체의 축에 수직인 평면을 통한 반응기의 종방향 단면을 도시한다. 제1B도 및 제1C도는 열 교환 수단층 1 이상을 분리하고 있는 벽면을 포함하는 반응기를 도시한다.

제2도는 자동 조절 제트 버너를 포함하는 가열 수단을 상세히 나타낸, 열 교환 수단의 축을 따른 종방향 단면도를 도시한다.

제1A도는 반응기에 도입용 오리피스(5)를 통해 가스 반응 혼합물을 공급하는 분배기(2)를 포함하는 직사각형 단면 및 신장 형태인 수직 반응기(1)를 도시한다. 가스 혼합물은 예를 들면 메탄 50% 부피%, 희석 가스 50 부피%를 포함하며, 이는 통상의 예열 영역 (도시하지 않음)내에서 바람직하게는 대류에 의해 예열될 수 있다. 반응기는 외부 동체(4) 및 이와 거의 동축상에 있는 내부관(6)을 각각 포함하는 다수의 열 교환 수단(3)을 포함하고, 이 수단은 평행한 층으로 배치되고, 한평면(도면상의 평면)내에서 삼각 형태로 이격된 패턴의 배열을 형성한다. 이러한 층은 공급원료의 흐름 방향으로 형성된 반응기 축에 거의 수직인 횡방향 가열 또는 냉각 섹션을 형성한다.

이러한 가열 섹션은, 내부관(6)으로 가스 또는 가스 혼합물을 유입한 뒤, 내부관(6) 및 외부 동체(4) 사이의 환상 공간을 통해 이를 배출하므로써 상기 가스 또는 그 혼합물을 순환시키는 방식으로 독립적으로 열을 공급한다. 열전쌍 온도계 탐침(7)은 상기 열 교환 수단(3)과 외부 동체(4) 사이에서 공급원료가 순환되는 공간에 배치되며, 통상의 조절 유니트(도시하지 않음)를 사용하여 각각의 가열 섹션의 온도를 자동적으로 조절한다.

메탄의 열 전환을 위한 가열 영역의 제1부분에서, 열 교환 수단은 공급원료의 온도가 급속하게 예열 온도(예를 들어 750℃ 또는 1,000℃)에서 약 1,200℃가 되도록 가열하며; 상기 점진적 가열 영역은 일반적으로 가열 영역 총 길이의 약 25%를 차지하고; 가스 혼합물은 온도가 제1가열 영역의 단부에 도달하게 되는 온도와 거의 동일한 일정 수치, 즉 약 1,200℃에서 통상적으로 유지되는 가열 영역의 제2부분으로 흐르게 된다 가열 영역의 제2부분을 형성하는 다양한 가열 섹션에 공급된 가열 동력은, 온도 변화가 설정치로부터 10℃를 넘지 않도록 조절한다. 가열 영역의 제2부분은 가열 영역 총 길이의 약 75%를 차지한다.

가열 영역으로의 출구에서, 반응 유출액을 냉각 영역(8)내에서 냉각시킨다. 이는 반응기 주변에 위치하고 프로판의 외부 탱크(도시하지 않음)에 연결된 급냉제 투입구(9)를 경유하여 투입된 프로판과 같은 급냉제와 접촉하게 된다. 가스 유출물을 약 500℃의 온도로 냉각시키고, 반응기 단부에서 배출 오리피스(10)를 통해 회수한다.

또다른 구체예로서, 가열 영역의 제2부분 이후에 위치하는 영역을 통해 순환되므로써 유출물을 적어도 부분적으로 냉각시키고, 가열 영역내에서 열 교환 부재는 비교적 저온이며 내부관(6)에 투입되고, 내부관(6)과 외부 동체(4) 사이의 환상 공간으로부터 배출되는 가스 또는 가스 혼합물이 내부관(6)에 공급되는 냉각 부재이다. 전술한 바와 같은 영역(8)내에서 직접 급냉에 의한 냉각이 실시될 수도 있으나. 이는 필수적인 사항은 아니다.

제1B도는 제1A도에 도시한 반응기와는 상이한 신장된 형태의 직사각형 단면을 갖는 수직 반응기(1)를 나타내며, 이 반응기는 하나의 평면(도면상의 평면)에서 정사각형으로 이격된 패턴을 갖는 배열을 형성하는 거의 평행인 층의 줄에 배치된 열 교환 수단을 포함한다. 이러한 줄은 반응기 축에 거의 평행한 세라믹 소재로 이루어진 것이 이로운 벽면(11)에 의해 서로 이격되어 있다. 이러한 벽면은 난류를 발생시키기에 적합한 형태를 가지며, 각각의 열 교환 수단(3) 부근에서 셀을 포함한다. 반응기의 외부 벽의 내부면에서, 반응기는 세라믹 소재로 이루어진 돌출 부분(12)을 포함하는 것이 이로우며, 이는 난류를 발생시키기에 적합한 형태를 지니고, 각각의 열 교환 수단(3)에 근접한 셀을 포함한다. 이웃하는 2 개의 열 교환 수단(3) 사이의 이격 거리(E_g)는 그리 중요하지는 않으나, 목적하는 체류 시간 및 열선속 밀도에 대해서는 상당히 미약하다. 통상적으로 거리(E_g)는 약 2 mm 약 100 mm이다. 열 교환 수단(3)의 줄은 내화성 전기용융 알루미나계 콘크리트와 같은 벽면에 의해 분리된다. 열 교환 수단(3) 및 벽면 사이의 거리(E_e) 또는 통과 크기는 통상적으로 상당히 작아서 열 교환 수단(3)의 동체(4)의 외부 표면과 가스의 접촉을 우수하게 한다. 통상적으로 거리(E_e)는 약 1 mm 100 mm, 바람직하게는 약 2 mm 약 50 mm이다. 벽면의 가장 얇은 부분에서는 두께(E_p)가 벽면의 기계적 작동을 잘 수행하기에 충분하도록 비교적 낮다. 통상적으로 두께(E_p)는 약 2 mm 약 300 mm, 바람직하게는 약 5 mm 약 50 mm이다.

제IC도에 도시한 구체예는 이 두 벽면(11) 사이에 다수의 열교환 수단(3)층이 위치한다는 점만이 제1B도에 도시한 것과는 상이하다.

제2도는 자동 조절 제트 버너를 포함한 가열 수단을 설명하는 열 교환 수단의 축을 따른 종방향의 단면을 나타낸다.

버너에는 열역학적 세라믹 가열관(13)이 구비되어 있으며, 이 관(13)은 버너의 연소 챔버(14)를 구획하며, 연소된 가스의 출구 단부에서 리베이트(19)를 갖는 단순한 형태를 이루고 있어서 버너 노즐의 외부로 연소 생성물을 강하게 밀어낸다. 리베이트(19)에 의해 구획된 출구(17)의 대향면에서, 연소 챔버(14)는 디스크(15)에 의해 밀폐되며, 이 디스크는 투명한 것이 바람직하다. 관형 부재(16)는 가열관(13)을 동축상으로 둘러싸고 있다. 연소된 가스의 출구(17)의 가장 가까운 단부에서, 상기 관형 부재가 방사상으로 좁아져서 가열관(13)이 축상으로 위치하며 리베이트(19)를 동축상으로 둘러싸고 있는 인접부(18)를 형성하게 된다. 가열관(13)은 리베이트(19)내에서 방사상 환상 견부를 통해 그리고 실링 조인트 통해 인접부에 지지되어 있다. 또한, 관형 부재(16)는 관(20)을 동축상으로 둘러싸고 있으며, 관(20)은 연소 챔버의 폐쇄 디스크(15)쪽에서 가열관(13)이 연장되도록 위치한다. 관(20)은 가열관(13)과 직경이 거의 동일하다.

조절 버너인 버너 제트를 도시하는 제2도에서, 관형 부재(16)는 열 교환기로서 날개판(21)을 구비한 내화성 합금으로 형성된다. 이러한 열 교환기는 50 mm의 소정 길이의 섹션으로 구성되어 이들이 함께 어셈블리된다. 외부 관 동체(4) 및, 관(4)의 축방향 확장부에 위치한 관 섹션(43)은 열 교환기(16)를 동축상으로 둘러싸고 있다. 이의 대향 단부에서, 관(4 및 43)은 조인트(도시되지 않음)를 통해 관을 연결하고, (44)로 도시한 반응기(1)의 벽면에 버너를 고정시킨 각각의 플랜지(24 및 25)를 구비하고 있다. 관(4 및 43)에 의해 구획된 공간은 관(43)의 축 확장부에 위치하는 관형 동체 부재(29)에 의해 가열관(13)의 대향 단부에서 폐쇄되며, 관형 어셈블리의 축에 수직인 벽면(30)에 의해 이의 자유 단부에서 폐쇄된다. 관(43)의 대향 단부 및 동체 부재(29)에는 연결 플랜지(31,32)가 구비된다 열 교환기(16)는 가열관내에 위치하는 인접부(18)와의 대향 단부에서, 플랜지(31 및 32) 사이에서 방사상으로 연장되어 있는 부재(33)에 의해 지지된다. 관 섹션(43)에는 반응기로부터 연소된 가스를 배출시키기 위한 출구(35)가 구비되어 있는 반면, 동체 부재(29)에는 연소를 위한 공기를 공급하는 도입구(36)가 구비되어 있다. 열 교환기(16)는 도입구(36)에서 버너로 유입되는 연소를 위한 공기 흐름과, 역류 방향으로 순환되며 출구(35)를 통해 버너에서 배출되는 연소된 가스를 분리한다는 것을 알 수 있다.

가연성 가스 공급은 디스크(15)를 통해 동체 부재(29)의 벽면(30)으로부터 연소 챔버(14)로 관(20)의 축방향을 따라 신장되어 있는 공급관(37)에 의해 수행된다. 가연성 가스(들)는 예를 들면 6 개의 오리피스(38)를 통해 챔버(14)로 유입되며 이는 이의 단부 부근에서 가스 분배기(37)를 형성하는 도관 주위에서 환상형태로 분배된다. 분배기(37)에는 이의 단부에 고전압 점화 수단이 있다. (39)로 나타낸 접지 전극은 분배기에 용접되어 있으며, 고전압 전극(40)은 분배기 축에 위치한다. 이는 알루미나 슬리이브 내의 내화 합금 로드로 구성될 수 있다. 공기 또는 연료 가스는 가열관의 축에 거의 수직인 동일 평면상에 통상적으로 위치하는 가열관(13)내의 구멍(P)을 경유하여 연소 챔버(14)로 유입된다. 가열관은 공기 또는 연료 가스를 공급하기 위한 다수의 평면을 포함하며, 공기 또는 연료 가스 유입용 구멍이 형성되어 공기 또는 연료 가스가 거의 수직인 궤도를 따라 연소 챔버(14)에 유입되도록 한다.

연소된 가스는 출구(17)를 통해 연소 챔버(14)에서 배출되어 내부관으로 직접 유입되며, 도면에 나타낸 구체예에서는 블라인드관의 내부 동체를 형성하는 2개의 섹션(6a 및 6b)이 열 교환 수단(3)을 형성한다. 이러한 구체예에서, 열 교환 수단(3)은 전술한 버너의 외부 동체를 형성하는 외부 동체관(4)을 포함하는 복사 재순환 블라인드관이다.

열 교환 수단(3)의 관 또는 동체는 주로 열역학적 세라믹으로 형성된다. 그러나, 목적하는 용도에 적합한 기계적 및 화학적 강도를 갖는 기타의 물질을 사용하는 것도 본 발명의 영역내에 포함한다. 특히, 외부 동체(4)는 내화 합금으로 형성될 수 있다. 열 교환 수단(3)의 내부관은 단일 섹션으로 형성될 수 있으나, 주로 다수의 섹션, 예를 들면, 2 12 개의 섹션으로 구성되며, 이는 가요성 연결 수단인 연접 수단에 의해 축 방향으로 정렬되고 연결된다. 관 섹션(6a 및 6b)은 단부-대-단부로 배치한다. 각각의 연결 수단은 세라믹으로 이루어진 슬리이브(41)로서 형성되며, 이는 2 개의 연결된 관 섹션(6a 및 6b)의 단부-대-단부를 동축상으로 둘러싸고 있다. 슬리이브(41)의 방사상 내부면은 길이 방향을 따라 중앙에 방사상 내측으로 돌출되어 있고, 연결시키고자 하는 섹션의 양 단부 사이에서 맞물린 환상 플랜지(42)를

갖는다. 플랜지의 내경은 관 섹션(6a 및 6b)의 내경과 거의 같고, 플랜지의 외경은 이 섹션의 외경보다 약간 커서, 조인트를 실링시키면서 섹션의 편심을 고려하여 약간의 방사상 운동이 이루어지도록 한다.

제2도에 도시하지 않은 한 구체예에서, 플랜지(42)의 양면에 위치한 슬리이브(41)의 내부면 부분은 슬리이브 단부 쪽으로 직경이 점진적으로 증가하게 된다. 직경의 증가는, 섹션(6a 또는 6b)이 약간의 도(°) 정도로 축의 편심에 의해, 특히 동체관(4)이 내화 합금으로 형성되었을 경우, 동체관(4)내에서의 크리프(creep)를 따를 수 있도록 결정한다. 동체관(4)은 내화 합금, 즉, 내부관(6)(제1A, 1B 및 1C도)(제2도에서 6a 및 6b)을 구성하는 물질과는 상이한 고온에서의 작용 및 팽창율을 갖는 물질로 형성될 수 있다.

각각의 슬리이브(41)는 외부 동체(4)에 집중된 외부 원통형 표면(도시하지 않음)상에 중심 리브를 갖는다. 제1및 제2의 관 섹션(6)은 이의 자유 단부에서 중심 리브(45)를 가지며, 2 개의 중심 리브 사이의 섹션의 원통형 벽면에 형성된 컷 아웃 또는 U자형 루우브(louvre)를 포함할 수 있다.

내부관(6)은 양 단부에서 개방되어 있으므로써, 연소된 가스가 연소 챔버에서 배출되어 화살표로 나타낸 바와 같은 내부관(6) 및 동체관(4) 사이의 환상 공간에서 그리고 관에서 순환하게 한다. 여기서 동체관은 버너로부터 이격된 단부에서 폐쇄되어 있다. 루우브로 인해서 연소 가스의 순환을 개선시키게 된다. 그래서, 방사상관은 최종 섹션이 이 섹션 또는 다수의 섹션의 축상 이동에 따라 동체(4)의 바닥에 지지되더라도 수직 위치로 사용될 수 있다. 이러한 이유 때문에, 슬리이브의 축상 절반의 길이는 관, 인접 부재 및 다른 섹션 사이에서의 축상 운동의 합보다도 크게 된다. 관 섹션(6)이 총 길이에 대해 일정한 내경 및 외경을 갖는 경우, 관(6)은 길이를 단순히 절단하여 섹션들 또는 하나의 섹션을 형성하거나, 또는 관은 여러 길이의 여러 표준 모듈로 구성할 수 있다.

제2도에 도시한 바와 같이, 반응기 벽면 중 하나에서 버너를 완전히 둘러싸는 것이 바람직하다. 그러나, 이러한 경우가 아닐지라도, 본 발명의 영역으로부터 벗어나는 것은 아니다. 유사하게, 버너의 위치는 일반적으로 버너의 노즐, 즉, 연소가스용 출구(17)가 반응기의 내부 벽면(44)에 매우 근접하게 위치하며, 바람직하게는 두개의 반응기 벽면 사이 영역의 약간 안쪽 또는 상기 벽면에 가깝게 위치하도록 선택한다.

하기 실시예는 본 발명을 예시하고자 하는 것이지, 본 발명의 영역을 이에 한정하고자 하는 것이 아니다. 이는 본 발명 장치의 융통성을 예시한다.

실시예 1

총 사용 가능한 길이가 7 m, 직사각형 단면적이 1.5 m×1.6 m인 직접 급냉 장치가 구비된 수평 반응기를 사용하였다. 이의 배치는 제1B도에 도시한 것과 유사하다.

열 교환 수단(3)은 반응기의 가열 수단으로서, 연소된 가스가 블라인드관의 내부 동체(6)에 공급되는 버너를 포함하며, 이 블라인드관은 탄화규소로 이루어진 방사상 가열 부재(3)를 형성한다.

이러한 가열 부재는 공급원료의 순환 방향(수직)에 대해 수직인 평행층에 배치된다. 세라믹 가열 부재(3)는 그 길이가 1.5 m이고, 외경이 165 mm이며, 이웃하는 두 가열 부재 사이의 이격 거리(E_g)는 36 mm이다. 반응기는 내화 전기용융된 알루미나계 콘크리트로 이루어진 벽면(11)에 의해 분리된 5 개의 종방향 줄이 있다. 가열 부재(3)와 벽면(11 또는 12) 사이의 이격 거리(E_e) 또는 통로 폭은 18 mm이다. 각각의 열은 30 개의 가열 부재(3)로 구성된다. 벽면(11 및 12)의 두께는 가장 얇은 부분(E_p)에서 99 mm이다.

길이가 1.4 m인, 각 줄의 제1부분은 각 줄당 7 개의 가열 부재를 포함하며, 이러한 제1부분에서, 1,000℃로 예열된 투입 오리피스(5)를 경유하여 유입된 공급원료를 1,200℃로 가열하였다. 이러한 영역내의 온도는 공급원료가 순환하는 공간내에 위치한 열전쌍(제1A도의 7)으로 조절된다.

제1부분에 이웃한 각 줄의 제2부분은 길이가 4.6 m이며; 이는 각 줄의 제1부분과 동일한 형태로 배치된 23 개의 가열 부재(3)로 구성된다. 각각의 가열 부재(3)는 이러한 영역의 온도를 1,200℃±10℃로 조절하는 조절 수단을 포함한다.

제2부분에서 배출된 유출물 가스를 길이가 1 m인 영역(8)내에서 직접 급냉에 의해 800℃로 냉각시키고, 제2부분으로 보낸다. 투입구(9)를 경유하여 C_4 증기 분해 유분을 투입하여 급냉을 실시하였다.

공급원료는 부피비(전체 탄화수소 화합물:수소) 1.1:1로 수소로 희석시킨 에탄 2 중량% 함유하는 메탄으로 구성된다. 이 혼합물을 1,000℃로 예열시키고, 전술한 반응기내에서 1,200℃에서 분해시켰다. 반응기 배출구에서의 가스 혼합물의 절대압은 0.140 MPa이다.

실온으로 냉각시킨 후, 아세틸렌 70 몰%를 함유한 에틸렌/아세틸렌 혼합물 22 kmol을 혼합물 500 kmol로부터 얻었다.

실시예 2

동일한 반응기 및 이소부탄 45 몰%을 함유한 부탄/이소부탄 혼합물로 구성된 공급원료를 사용하였다.

길이가 2.8 m인 각 줄의 제1부분은 1 줄당 14 개의 가열 부재를 포함하며; 이러한 줄에서, 투입 오리피스(5)를 경유하여 유입된 공급원료(400℃로 예열)를 900℃로 가열하였다. 이러한 영역내의 온도는 공급원료가 순환하는 공간내에 위치한 열전쌍(제1A도의 7)으로 조절된다.

제1부분에 이웃한 각 줄의 제2부분은 길이가 0.8 m이며; 이는 각 열의 제1부분에서와 동일한 형태로 배치된 4 개의 가열 부재로 구성된다. 각각의 가열 부재(3)는 공급원료의 온도를 900℃에서 1,000℃로 가열하여 이 상기 영역의 온도를 1,000℃ ± 10℃로 조절하는 조절 수단을 포함한다.

각각에 있는 12 개의 열 교환 수단(3)은 사용 가능하다. 이러한 열 교환 수단(3)을 사용하여 가스를 1,000℃에서 840℃로 간접 급냉시켰다. 종반에, 버너에 가연성 가스를 공급하는 것을 중단하고, 공기 흐름을 조절하여 급냉을 실시하였다. 투입구(9)를 경유하여 C_4 증기 분해 유분을 투입함으로써 잔열을 직접 교환으로 회수하였다.

공급원료는 혼합물 100 몰당 이소부탄 45 몰을 함유하는 부탄/이소부탄 혼합물로 구성되며, 이를 1:3 부피비 (총 탄화수소 화합물:질소)로 질소로 희석시켰다. 이 혼합물을 400℃로 예열시키고, 전술한 반응기 내에서 1,000℃에서 분해시켰다. 반응기 출구에서 가스 혼합물의 절대압은 0.140 MPa이었다. 실온으로 냉각시킨 후, 아세틸렌 37 몰% 함유하는 에틸렌/아세틸렌 혼합물 22 kmol을 혼합물 250 kmol로부터 얻었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

한쪽 단부에서 1 이상의 반응물을 제공하기 위한 1 이상의 공급 수단 및, 생성된 유출물을 다른쪽 단부에서 배출시키기 위한 1 이상의 배출 수단을 포함하고 있는, 한 축을 따라 연장된 반응기(1)를 포함하며, 이 반응기는 제1영역(1 차 단부 부근)에서 서로가 거의 평행 상태인 다수의 열 교환 수단(3)을 포함하고; 이 열교환 수단은 반응기 축에 수직인 거의 평행한 층(들)에 배치되어 반응물(들), 유출물 또는 반응물(들)과 유출물을 순환시키기 위해 열교환 수단, 이 열 교환 수단에 의해 형성된 층 또는 열교환 수단과 이 열교환 수단에 의해 형성된 층 사이의 공간 또는 통로를 형성하며, 열교환 수단(3)은, 서로 독립되어 있고 반응기 축에 대해 거의 수직인 연속 횡방향 섹션을 통해 상기 통로에서 열을 교환하게 하는 장치에 있어서, 적어도 일부의 열 교환 수단(3)은, 열 교환 수단(3)의 외부에서 순환되는 반응물(들), 유출물 또는 반응물(들)과 유출물로 열 교환시키고자 하는 열 교환 가스 또는 가스 혼합물을 공급하기 위한 수단에 연결되어 있으며 반응물(들), 유출물 또는 반응물(들)과 유출물과 열 교환된 가스 또는 가스 혼합물을 반응기의 외부로 배출시키기 위한 하나 이상의 배출 수단을 포함하는 1 이상의 동체로 형성된 관을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 열 교환 가스 또는 가스 혼합물이 공급되는 열 교환 수단의 전체 또는 일부가 가연성 가스 및 연료 가스를 공급하는 수단에 연결되어 있고, 버너로부터의 연소 생성물 또는, 연료 가스만이 열 교환 수단에 공급되도록 버너를 제어하고 버너에 공급된 가스량을 조절하는 수단이 상기 공급수단과 버너 사이에 배치되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 반응기는 제1영역과 인접하는 제2영역(8)(대향 단부 부근에서) 내에서 냉각 유체를 공급하기 위한 하나 이상의 수단에 연결된 유출물의 냉각 수단(9)을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 반응기는 상기 열 교환 수단(3)에 연결된 열 교환의 제어 및 조절 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5.

제1항 또는 제2항에 있어서, 적어도 일부의 열 교환 수단(3)이 한 축을 따라 연장된 동체를 포함하는 관으로 형성된 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6.

제1항 또는 제2항에 있어서, 적어도 일부의 열 교환 수단(3)은 버너에 의해 가스 또는 가스 혼합물을 공급하는 관을 포함하며, 이 버너는 버너의 주위에서 환상 챔버를 형성하는 동체를 포함하며, 상기 챔버내에서 상기 열 교환 가스 또는 가스 혼합물이 순환된 후, 환상 챔버의 외부로 배출되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7.

제1항 또는 제2항에 있어서, 적어도 일부의 상기 열 교환 수단(3)은 한쪽 단부가 폐쇄된 외부 동체; 및 이 외부 동체와 거의 동축상에 있으며 양 단부가 개방되어 있으며, 이의 단부 중 한쪽 단부에서 열 교환 가스 또는 가스 혼합물이 공급되는 내부 동체를 갖는 블라인드관을 포함하며, 다른 쪽 단부에 의하여 열 교환 가스 또는 가스 혼합물을 상기 두 동체 사이의 자유 공간으로 배출하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8.

제7항에 있어서, 적어도 일부의 열 교환 수단(3)은 버너에 의해 가스 또는 가스 혼합물을 공급하는 블라인드관을 포함하며, 이 버너는 버너 주위에서 환상 챔버를 형성하는 동체를 포함하며, 이 챔버내에서 블라인드관의 두 동체 사이의 환상 공간으로부터의 열 교환 가스 또는 가스 혼합물이 순환된 후, 챔버의 외부로 배출될 수 있고, 블라인드관의 외부 동체 및 버너 주위에서 환상 챔버를 형성하는 동체는 동축상에 있는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서, 블라인드관의 외부 동체 및 버너 주위의 환상 챔버를 형성하는 동체가 단일 관으로 형성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10.

제7항에 있어서, 블라인드관의 내부 동체가 블라인드관의 외부 동체내에 위치하도록 방사상 외부면상에 리브(rib)가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서, 블라인드관의 내부 동체는 단부-대-단부로 거의 축상에서 정렬 배치되고, 어셈블리 수단에 의해 어셈블리된 다수의 관 섹션을 포함하며, 상기 어셈블리 수단은 조인트 영역에서 연결되도록 관 섹션의 주위에서 동축상으로 둘러싸여 있는 슬리이브를 형성하는 환상 부재를 포함하고, 방사상 내부면은 이의 길이 방향 중앙부에서 방사상 내측으로 돌출되어 있고 연결시키고자 하는 양 관 섹션 사이에 위치하는 환상 플랜지를 포함하며, 내부 표면 부분은 슬리이브의 단부를 향해 점진적으로 확장된 플랜지의 양면에 위치하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 슬리이브에는 방사상 원통형 외부면상에서 블라인드관의 외부 동체에 블라인드관의 내부 동체의 중심 리브를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 13.

제1항 또는 제2항에 있어서, 반응기는 가스 또는 가스 혼합물이 공급되지 않는 동체를 포함하는 관 형태의 추가의 열 교환 수단을 포함하며, 이 열 교환 수단이 수동 열 전달 부재를 형성하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 반응기(제1단부 부근에서)는 제1영역 및 제2영역을 포함하며, 여기서 제1영역은 열 교환 수단의 적어도 일부분이 반응기에 유입된 반응물(들)의 가열 수단을 형성하며; 제2영역은 열 교환 수단의 적어도 일부분이 제1영역으로부터의 생성물의 냉각 또는 간접 급냉 수단을 형성하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15.

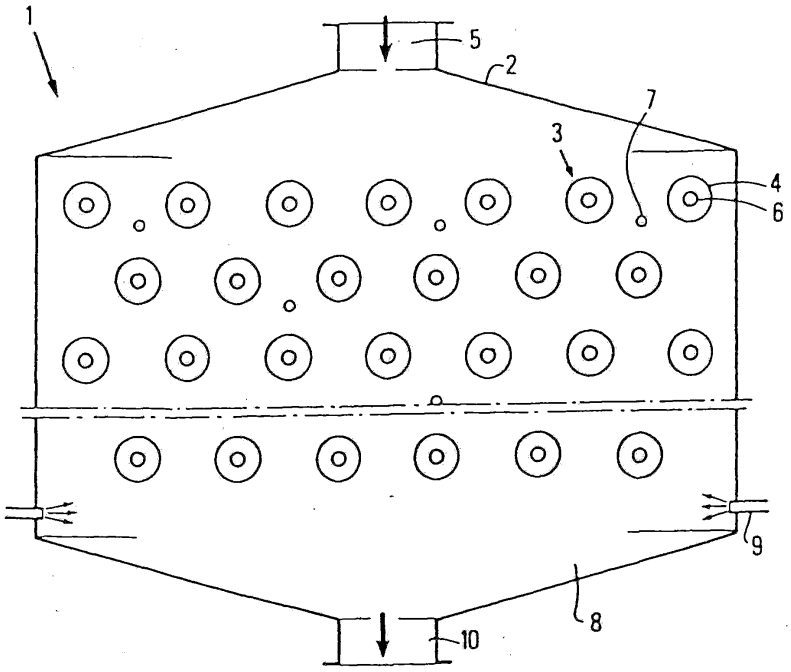
제14항에 있어서, 가스가 공급되는 제1영역내의 열 교환 수단에는 공기를 비롯한 연료 가스 및 가연성 가스가 공급되는 버너로부터 고온의 연소 가스가 각각 공급되고, 가스가 공급되는 제2영역내의 열 교환 수단에는 공기를 비롯한 연료 가스만이 공급되는 버너로부터의 가스(이 가스의 온도는 제1영역에 공급되는 연소 가스보다 낮음) 1 이상이 각각 공급되는 것을 특징으로 하는 장치 .

청구항 16.

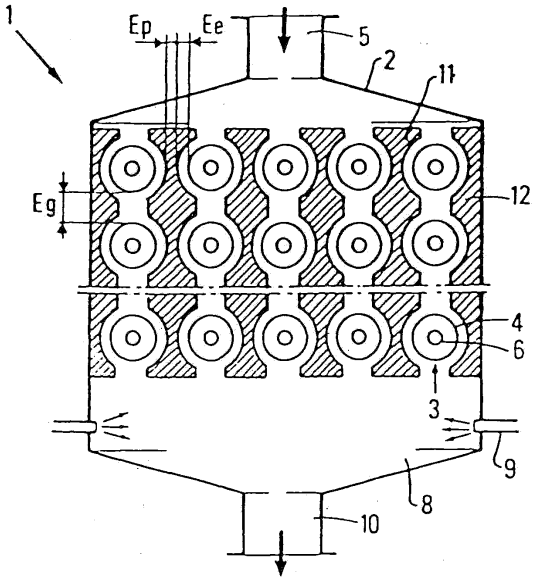
제7항에 있어서, 블라인드관은 동체를 포함하며, 이 동체에서 블라인드관의 외부 동체를 형성하는 관 단면의 내부 면적(S_e):블라인드관의 내부 동체를 형성하는 관 단면의 외부 면적(S_i)의 비가 약 1.4:1 약 25:1인 것을 특징으로 하는 장치.

도면

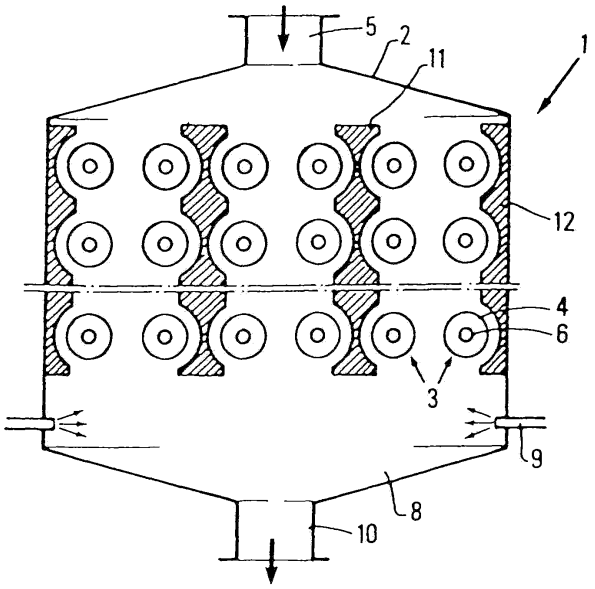
도면 1a



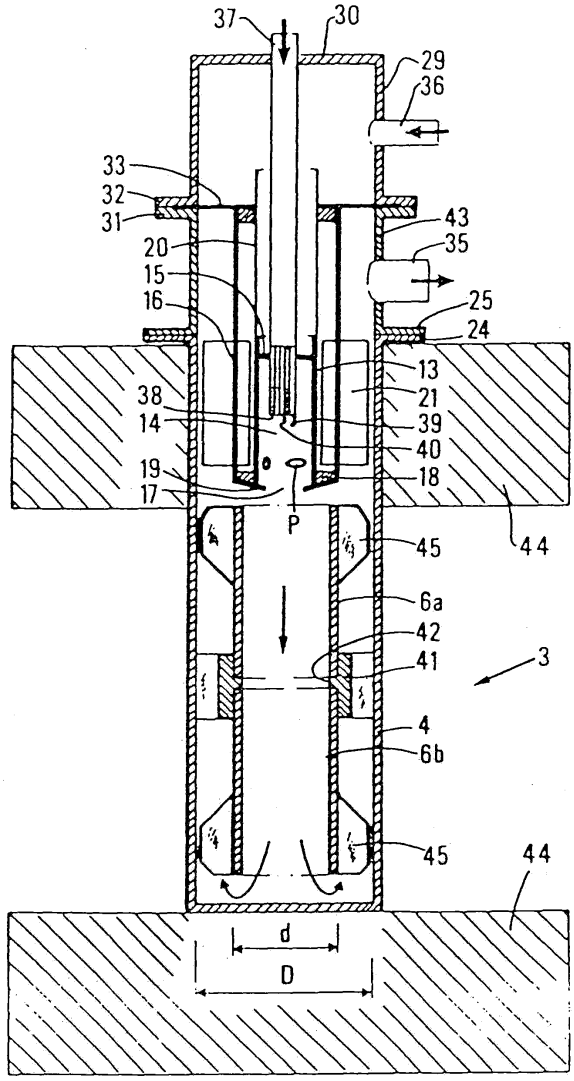
도면 1b



도면 1c



도면 2


37
30
29
36
33
32
31
43
35
20
15
16
25
24
13
21
38
14
39
40
19
18
17
P
45
44
6a
42
41
3
4
6b
45
44
d
D