



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0033242  
(43) 공개일자 2018년04월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B01J 8/02 (2006.01) B01J 8/00 (2018.01)  
B01J 8/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B01J 8/0214 (2013.01)  
B01J 15/005 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7004973
- (22) 출원일자(국제) 2016년07월22일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년02월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/043551
- (87) 국제공개번호 WO 2017/019504  
국제공개일자 2017년02월02일
- (30) 우선권주장  
62/196,737 2015년07월24일 미국(US)

- (71) 출원인  
누베라 퓨엘 셀스, 엘엘씨  
미국 메사추세츠 01821 빌러리카 빌딩 1 콘코드  
로드 129
- (72) 발명자  
블랑셰, 스콧  
미국 메사추세츠 01824 첼머스포드 체스트넛 힐  
로드 43  
리, 지지양  
미국 메사추세츠 02038 프랭클린 미팅하우스 레인  
9
- (74) 대리인  
장훈

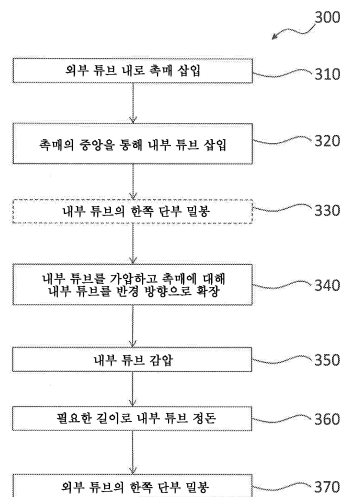
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 동심-튜브 촉매 반응기 조립체의 제조 방법

(57) 요약

외부 튜브 및 내부 튜브를 가지는 촉매 반응기 조립체를 제조하는 방법이 개시된다. 방법은 외부 튜브 내로 촉매를 삽입하는 단계 및 촉매를 통해 내부 튜브를 삽입하는 단계를 포함한다. 방법은 촉매에 대해 내부 튜브를 반경 방향으로 확장시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*B01J 8/008* (2013.01)

*B01J 8/065* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

외부 튜브 및 내부 튜브를 가지는 촉매 반응기 조립체를 제조하는 방법으로서,  
상기 외부 튜브 내로 촉매를 삽입하는 단계;  
상기 촉매를 통해 상기 내부 튜브를 삽입하는 단계; 및  
상기 촉매에 대해 상기 내부 튜브를 반경 방향으로 확장시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 내부 튜브의 제1 단부를 밀봉하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 내부 튜브의 제1 단부를 밀봉하는 단계는 압축 피팅을 를 설치하는 단계 및 용접 단계 중 적어도 하나를 포함하는 방법.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 상기 내부 튜브는 상기 내부 튜브의 제2 단부 내로 압축 유체를 유도하는 것에 의해 반경 방향으로 확장되는 방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 압축 유체는 유압 유체인 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 내부 튜브는 상기 내부 튜브를 통해 확장 물체를 강제하는 것에 의해 반경 방향으로 확장되는 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 촉매는 환형 촉매, 원통형 촉매, 및 환상체 촉매 중 하나인 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 촉매는 미립자, 펠릿, 및 지지 구조체 상에 배치된 코팅 중 하나 이상을 포함하는 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 외부 튜브, 상기 촉매, 및 상기 내부 튜브는 동심인 방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 외부 튜브의 제1 단부를 밀봉하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 11

외부 튜브 및 내부 튜브를 가지는 촉매 반응기 조립체를 제조하는 방법으로서,  
상기 외부 튜브 내로 촉매를 삽입하는 단계;  
상기 촉매를 통해 상기 내부 튜브를 삽입하는 단계로서, 상기 내부 튜브는 상기 촉매와 상기 외부 튜브와 동심인, 상기 내부 튜브를 삽입하는 단계;

상기 내부 튜브의 적어도 제1 단부를 압축 유체의 공급원에 연결하는 단계;

상기 내부 튜브의 적어도 제1 단부 내로 상기 공급원으로부터의 압축 유체를 유도하는 단계; 및

상기 공급원으로부터의 압축 유체를 사용하여 상기 촉매의 내부면에 대해 상기 내부 튜브를 반경 방향으로 확장시키는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 상기 촉매는 사전 제조된 촉매인 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 상기 사전 제조된 촉매는 상기 외부 튜브의 내부면에 접촉하도록 구성되는 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 사전 제조된 촉매는 원통형 촉매, 환상체 촉매 및 환형 촉매 중 하나인 방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 사전 제조된 촉매는 펠릿, 미립자, 및 지지 구조체 상에 배치된 코팅 중 하나 이상을 포함하는 방법.

**청구항 16**

제11항에 있어서, 상기 내부 튜브의 제2 단부를 밀봉하는 단계를 추가로 포함하며, 상기 내부 튜브의 제2 단부를 밀봉하는 단계는 압축 피팅을 설치하는 단계 및 용접 단계 중 하나를 포함하는 방법.

**청구항 17**

제11항에 있어서, 상기 내부 튜브의 제2 단부 내로 상기 공급원으로부터의 압축 유체를 유도하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 18**

제11항에 있어서, 압축 유체의 내부 튜브를 비우는 단계; 및

필요한 길이로 상기 내부 튜브의 길이를 정돈하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 상기 외부 튜브의 단부에 캡을 설치하여 상기 외부 튜브의 상기 단부를 밀봉하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 20**

외부 튜브 및 내부 튜브를 가지는 촉매 반응기 조립체를 제조하는 방법으로서,

상기 외부 튜브 내로 촉매를 삽입하는 단계;

상기 촉매를 통해 상기 내부 튜브를 삽입하는 단계로서, 상기 내부 튜브는 상기 촉매와 상기 외부 튜브와 동심인, 상기 내부 튜브를 삽입하는 단계;

상기 압축 유체의 공급원에 상기 내부 튜브의 제1 단부를 연결하는 단계;

상기 내부 튜브의 제2 단부를 밀봉하는 단계;

상기 내부 튜브의 제1 단부 내로 상기 공급원으로부터의 압축 유체를 유도하는 단계;

상기 공급원으로부터의 압축 유체를 사용하여 상기 촉매의 내부면에 대해 상기 내부 튜브를 반경 방향으로 확장시키는 단계;

압축 유체의 내부 튜브를 비우는 단계; 및

상기 외부 튜브의 단부에 캡을 설치하여 상기 외부 튜브의 상기 단부를 밀봉하는 단계를 포함하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

- [0001] 본 출원은 그 전체가 참조에 의해 통합되는 2015년 7월 24일자 출원된 미국 특허 가출원 제62/196,737호에 대해 우선권을 주장한다.
- [0002] 본 발명은 촉매 반응기 조립체의 제조 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 동심-튜브 촉매 반응기 조립체의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0003] 촉매 반응기는 촉매 개질 공정을 통한 상업 가스의 제조에 사용되는 디바이스이다. 촉매 반응기는 공급재(예를 들어, 탄소질 연료 및 증기)를 받고, 공급재를 생산 가스(예를 들어, 수소, 일산화탄소, 이산화탄소 등)로 변환시키는 촉매를 함유하는 가열 통로를 통해 공급재를 안내한다. 촉매 반응기는 때때로 다른 공정을 구동하도록 생산 가스를 소비하는 다른 디바이스와 함께 사용된다. 예를 들어, 촉매 반응기는 때때로 수소의 화학 에너지를 전기로 변환하는 연료 전지에서 수소를 생성하여 공급하도록 사용된다.
- [0004] 일부 촉매 반응기는 반응기의 전체 크기를 감소시키거나 또는 특정 물리적 디자인 및 공정 연결 지점을 용이하게 하기 위하여 튜브 내 튜브 또는 동심-튜브 디자인을 이용한다. 동심-튜브 반응기는, 반응기의 촉매 물질을 함유하는 제2 튜브와 동심이고 이와 유체적으로 연결된 제1 튜브를 통한 공급재 또는 반응물을 도입하는 것에 의해 보다 작은 공간을 점유한다. 동심-튜브 디자인의 소형화는 반응기 내의 열 전달 효율을 개선하고, 반응기가 더욱 낮은 온도와 압력에서 작동하는 것을 가능하게 한다. 더욱 낮은 온도 및 압력에서, 반응기는 설계 및 건설이 더욱 간단할 수 있고, 더욱 저렴한 물질을 통합할 수 있으며, 이에 의해 반응기를 구성하고 작동시키는 전체 비용을 감소시킬 수 있다. 동심-튜브 반응기는 튜브의 한쪽 단부에서 모든 공정 연결이 만들어지는 것을 가능하게 하여, 열 사이클 작동 조건 하에서 구조를 단순화하고 낮은 응력을 가지는 설계를 가능하게 한다.
- [0005] 반응기 효율을 더욱 개선하고 작동 비용을 감소시키도록, 제조자는 반응기에 공급되는 모든 반응물이 반응기에 함유된 촉매에 의해 생산 가스로 변환되는 것을 보장하기를 원할 수 있다. 그러나, 반응기 조립체에 통합된 많은 촉매는 반응기 조립 동안 손상됨이 없이 반응기 튜브들 사이에서 촉매들이 더욱 용이하게 슬라이딩되는 것을 가능하게 하도록 감소된 외경 및/또는 증가된 내경으로 사전 제조된다. 촉매와 반응기 튜브들 사이의 이러한 느슨한 끼워맞춤은 작동 동안 생산 가스로 변환됨이 없이 촉매와 반응기 튜브들 사이를 반응물이 지나가게 하고, 이에 의해 반응기의 변환 효율을 감소시킬 수 있다. 대안적인 제조 방법은 복잡한 설비 및 조립 절차의 사용을 수반하였으며, 이는 시간 소모적이고 값비쌀 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 그러므로, 촉매와 반응기 튜브들 사이의 보다 양호한 밀봉을 유발하는 동심-튜브 촉매 반응기를 제조하는 개선된 방법이 필요하다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 본 발명의 한 양태는 외부 튜브 및 내부 튜브를 가지는 촉매 반응기 조립체를 제조하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 외부 튜브 내로 촉매를 삽입하고 상기 촉매를 통해 내부 튜브를 삽입하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 촉매에 대해 상기 내부 튜브를 반경 방향으로 확장시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 본 발명의 또 다른 양태는 외부 튜브 및 내부 튜브를 가지는 촉매 반응기 조립체를 제조하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 외부 튜브 내로 촉매를 삽입하고 상기 촉매를 통해 내부 튜브를 삽입하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 내부 튜브는 상기 촉매 및 상기 외부 튜브와 동심이다. 상기 방법은 내부 튜브의 적어도 제1 단부를 압축 유체의 공급원에 연결하는 단계, 상기 공급원으로부터의 상기 압축 유체를 상기 내부 튜브의 적어도 제1 단부 내로 유도하는 단계, 및 상기 공급원으로부터의 압축 유체를 사용하여 상기 촉매의 내부면에 대해 상기 내부 튜브를 확장시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0008] 본 발명의 다른 양태는 외부 튜브 및 내부 튜브를 가지는 촉매 반응기 조립체를 제조하는 방법에 관한 것이다.

상기 방법은 촉매를 외부 튜브에 삽입하고 상기 촉매를 통해 내부 튜브를 삽입하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 내부 튜브는 상기 촉매 및 상기 외부 튜브와 동심이다. 상기 방법은 상기 내부 튜브의 제1 단부를 압축 유체의 공급원에 연결하는 단계, 상기 내부 튜브의 제2 단부를 밀봉하는 단계, 상기 공급원으로부터의 압축 유체를 상기 내부 튜브의 제1 단부로 유도하는 단계, 및 상기 공급원로부터의 가압된 유체를 사용하여 상기 촉매의 내부면에 대하여 상기 내부 튜브를 반경 방향으로 확장시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 압축 유체의 내부 튜브를 비우는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 외부 튜브의 단부 상에 캡을 설치하고 상기 외부 튜브의 단부를 밀봉하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[0009] 상기된 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 모두 예시적이고 설명적인 것이며, 청구된 바와 같이 본 발명을 제한하지 않는다는 것을 이해해야 한다.

**도면의 간단한 설명**

[0010] 첨부된 도면은 본 명세서에 통합되어 본 명세서의 일부를 구성하고, 본 발명의 실시예를 도시하며 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도 1은 예시된 촉매 반응기 조립체의 종단면도.

도 2는 도 1의 촉매 반응기 조립체의 횡단면도.

도 3은 도 1의 촉매 반응기를 제조하는 예시적인 개시된 방법을 도시하는 흐름도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0011] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 가능하다면, 도면 전체에 걸쳐 동일하거나 유사한 부분을 지시하기 위해 동일한 도면 부호가 사용된다. 촉매 반응기 조립체와 관련하여 설명되었을지라도, 본 발명의 방법은 촉매 반응기, 배기 정화 촉매, 미립자 필터, 머플러 및 소음 감쇄 디바이스 및 열교환기를 포함하지만 이에 한정되지 않는 다양한 형태의 디바이스와 함께 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0012] 도 1은 예시적인 실시예에 따른 촉매 반응기 조립체 ("조립체")(100)의 단면도를 도시한다. 조립체(100)는 외부 튜브(110), 내부 튜브(120), 및 외부 튜브(110)와 내부 튜브(120) 사이에 배치된 촉매(130)를 포함할 수 있다. 촉매(130)는 예를 들어 환상체 촉매(toroidal catalyst) 또는 "도넛 형상" 촉매, 원통형 촉매 또는 환형 촉매를 포함할 수 있다. 촉매는 개별적인 펠렛의 형태일 수 있거나, 또는 금속 호일 구조체 상에 코팅될 수 있다. 촉매는 단일의 큰 요소(도 1에 도시된 바와 같이) 또는 서로 적층되는 보다 짧은 개별적인 환상체 요소들의 형태일 수 있다. 보다 짧은 개별적 환상체 요소들은 단단히 적층될 수 있거나 또는 서로로부터 이격될 수 있다. 도 1의 실시예에서, 외부 튜브(110), 내부 튜브(120), 및 촉매(130)는 공통 축(140)을 중심으로 동심이다. 예를 들어, 조립체(100)는 동심-튜브 반응기 또는 튜브 내 튜브 반응기일 수 있다. 다른 실시예에서, 외부 튜브(110), 내부 튜브(120) 및 촉매(130)는 서로 편심될 수 있다.

[0013] 반응물은 조립체(100)의 제1 단부(150)에서 외부 튜브(110)와 내부 튜브(120) 중 하나 내로, 그리고 촉매(130)를 통해 조립체(100)의 폐쇄된 제2 단부(160)에서 외부 튜브(110)와 내부 튜브(120) 중 다른 튜브 내로 이동할 수 있다. 제2 단부(160)는 캡(170)(예를 들어, 외부 튜브(110)에 용접된), 압축 피팅(compression fitting), 또는 다른 밀봉 메커니즘에 의해 밀봉될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 반응물은 외부 튜브(110)를 경유하여 제1 단부(150) 내로, 그리고 촉매(130)를 통해 제2 단부(160)에서 내부 튜브(120)로 이동할 수 있다. 촉매(130)를 통과한 후에, 반응물은 생성물(예를 들어, 생산 가스)로 변환되어, 제1 단부(150)에서 내부 튜브(120)를 경유하여 조립체(100)를 빠져나갈 수 있다. 다른 실시예에서, 반응물은 제1 단부(150)에서 내부 튜브(120)를 경유하여, 조립체(100) 내로, 그리고 촉매(130)를 통해 제2 단부(160)에서 외부 튜브(110) 내로 이동할 수 있다. 촉매(130)를 통과한 후에, 반응물은 생성물로 변환되고, 제1 단부(150)에서 외부 튜브(110)를 경유하여 조립체(100)를 빠져나갈 수 있다. 외부 튜브(110), 내부 튜브(120) 및 촉매(130)의 다른 구성이 가능할 수 있다.

[0014] 외부 및 내부 튜브(110, 120)들은 조립체(100) 내에서 반응이 수행되는 온도 및 압력을 견디도록 구성된 금속 또는 다른 물질로 형성될 수 있다. 예를 들어, 외부 및 내부 튜브(110, 120)들은 철, 크롬, 니켈, 니오븀 및/또는 다른 물질들 중 하나 이상을 함유하는 것과 같은 스테인리스강 및/또는 다른 강 또는 니켈계 합금으로 형성될 수 있다. 외부 및 내부 튜브(110, 120)들은 조립체(100)의 필요한 작동 파라미터 및 조립 조건에 기초하여

각각 필요한 지름 및 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 외부 및 내부 튜브(110, 120)들의 지름은 보다 높은 처리량(즉 보다 많은 양 및/또는 생산 속도)을 수용하도록 증가될 수 있으며, 튜브(110, 120)들의 두께는 보다 높은 작동 압력 및/또는 온도를 수용하도록 증가될 수 있다.

[0015] 촉매(130)는 외부 튜브(110) 내에 끼워지도록 구성된 사전 제조된 촉매일 수 있다. 촉매(130)는 미립자, 펠릿 및 지지 구조체 상에 배치된 코팅 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 촉매(130)는 구조화된 지지체(예를 들어, 벌집, 벽 유동, 플로우-관통, 섬유, 그물망, 스크린, 주름진 호일, 스템핑 호일, 금속 또는 세라믹 발포체, 천공된 호일 등)에 배치된 촉매 코팅을 포함할 수 있다. 구조화된 지지체는 조립체(100)의 필요한 작동 파라미터를 견디도록 구성된 하나 이상의 물질(예를 들어, 실리카, 알루미늄, 근청석, 제올라이트, 세라믹, 금속, 금속 합금, 와이어 그물망 등)로 형성될 수 있다. 미립자 및 펠릿은 촉매층(catalyst bed)을 형성하도록 촉매 물질로 형성되거나 촉매 물질이 코팅될 수 있다.

[0016] 촉매(130)는 예를 들어 니켈, 코발트, 루테튬, 로듐, 팔라듐, 백금 및/또는 다른 귀금속 및 그 혼합물과 같은 하나 이상의 촉매 물질을 통합할 수 있다. 촉매(130)는 또한 또는 대안적으로 예를 들어 금, 은, 주석, 구리, 코발트, 몰리브덴, 철, 가돌리늄, 붕소 등을 포함하는 촉매 물질 혼합물을 포함할 수 있다. 금속 산화물(예를 들어, 알루미늄 산화물 및 마그네슘 산화물) 및 혼합된 금속 산화물과 같은 다른 물질들이 또한 또는 대안적으로 사용될 수 있다.

[0017] 도 2에 도시된 바와 같이, 촉매(130)는 외부 튜브(110)와 내부 튜브(120) 사이의 환형 공간에 배치될 수 있다. 환형 공간은 외부 튜브(110)의 내경( $D_1$ )과 내부 튜브(120)의 외경( $D_2$ )에 의해 한정될 수 있다. 촉매(130)는 필요한 외경( $D_3$ ) 및 필요한 내경( $D_4$ )을 가지도록 사전 제조될 수 있다. 예를 들어, 촉매(130)의 외경( $D_3$ )은 촉매가 외부 튜브(110) 내에서 특정 끼워맞춤을 가지도록 구성될 수 있다. 즉,  $D_3$ 은 촉매(130)가 외부 튜브(110) 내에 꼭맞게, 느슨하게, 매우 밀착하게 끼워지도록 선택될 수 있다. 촉매(130)의 내경( $D_4$ )은 또한 내부 튜브(120) 주위에서 필요한 끼워맞춤(예를 들면, 꼭맞은, 느슨한, 매우 밀착한)을 가지도록 선택될 수 있다.

[0018] 도 3은 조립체(100)를 제조하는 예시된 방법(300)을 나타내는 흐름도를 도시한다. 조립체(100)의 제조는 촉매(130)를 외부 튜브(110) 내로 삽입하는 것으로 시작될 수 있다(단계 310). 촉매(130)는 외부 튜브(110)가 제1 단부 및 제2 단부(150, 160)들에서 개방되는 것으로 삽입될 수 있다. 촉매(130)는 외부 튜브(110) 내에 삽입될 때 필요한 끼워맞춤을 가지도록 사전 제조될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 촉매(130)는 예를 들어, 삽입시에 외부 튜브(110) 내에 꼭맞게 또는 매우 밀착하여 끼워지도록 사전 제조될 수 있다. 다른 실시예에서, 촉매(130)는 내부 튜브(120)가 설치될 때 외부 튜브(110)의 내부에 대하여 반경 방향 확장을 허용하기 위해 외부 튜브(110) 내로의 삽입시에 덜 꼭맞게 사전 제조될 수 있다.

[0019] 조립체(100)의 제조는 촉매(130)의 중심을 통해 내부 튜브(120)를 삽입하는 것에 의해 계속될 수 있다(단계 320). 설치 전에, 내부 튜브(120)의 외경( $D_2$ )은 초기에 촉매(130)의 내경보다 작을 수 있다. 이러한 방식으로, 내부 튜브(120)는 촉매(130)를 손상시키지 않고 촉매(130)를 통해 삽입될 수 있다. 촉매(130)가 외부 튜브(110)에 설치된 후에 내부 튜브(120)가 촉매(130)를 통과하는 것을 가능하게 하는 것에 의해, 조립체(100)의 구성 요소들은 외부 튜브(110)를 분리함이 없이 외부 튜브(110)를 길이 방향 또는 폭 방향 구성 요소들 내로 설치될 수 있다. 설치 전에, 내부 튜브(120)는 초기에 외부 튜브(110)보다 더 길어서, 내부 튜브(120)의 양 단부들이 후속 제조 단계 동안 접근 가능하게 되는 것을 허용할 수 있다.

[0020] 다른 실시예에서, 조립체(100)의 제조는 내부 튜브(120) 위 또는 주위에서 촉매(130)를 미끄러지게 하는 것으로 시작할 수 있다. 내부 튜브(120)는 촉매(130)가 내부 튜브(120) 위에서 미끄러질 때 양쪽 단부에서 개방되거나 또는 한쪽 단부에서 폐쇄될 수 있다. 촉매(130)는 설치시에 내부 튜브(120) 주위에 필요한 끼워맞춤을 가지도록 사전 제조될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 촉매(130)는 한번 설치되면 내부 튜브(120) 주위에 꼭맞게 또는 매우 밀착하여 끼워맞춤되도록 사전 제조될 수 있다. 다른 실시예에서, 촉매(130)는 촉매(130)의 내부에 대해 내부 튜브(120)의 반경 방향 확장을 허용하기 위해 내부 튜브(120) 주위에서 덜 꼭맞게 되도록 사전 제조될 수 있다.

[0021] 촉매(130)가 먼저 내부 튜브(120) 위에서 미끄러지는 실시예에서, 조립체(100)의 제조는 조립체 또는 서브-조립체로서 촉매(130)를 가지는 내부 튜브(120)를 외부 튜브(110) 내로 삽입하는 것에 의해 계속될 수 있다. 설치 전에, 촉매(130)의 내경( $D_3$ )은 초기에 외부 튜브(110)의 내경( $D_1$ )보다 작을 수 있어서, 촉매(130)가 (단독으로 또는 내부 튜브(120)와 조립체로) 촉매(130)를 손상시키지 않고 외부 튜브(110) 내로 삽입되는 것을 가능하게

한다. 이러한 방식으로, 조립체(100)는 외부 튜브(110)를 길이 방향 또는, 축매(130) 및/또는 내부 튜브(120)의 설치 후에 폭 방향 구성 요소들로 분할하고 이러한 것들을 제조립함이 없이 제조될 수 있다.

[0022] 내부 튜브(120)와 축매(130)가 설치된 후에, 내부 튜브(120)의 한쪽 단부는 선택적으로 밀봉될 수 있다(단계 330). 예를 들어, 내부 튜브(120)의 한쪽 단부는 용접 폐쇄되거나, 압축 피팅으로 캡핑되거나, 또는 다른 방법에 의해 밀봉되어, 내부 튜브(120) 내의 유체 압력이 후속 제조 단계 동안 증가되도록 할 수 있다. 내부 튜브(120)의 한쪽 단부를 밀봉하는 것이 공정(300) 이전에 또는 공정(300) 동안 다른 지점에서 수행될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0023] 내부 튜브(120)는 그런 다음 예를 들어 하이드로포움 성형법(hydroforming process)을 사용하여 축매(130)에 대해 반경 방향으로 가압되어 확장될 수 있다(단계 340). 즉, 압축 유체는 내부 튜브(120) 내로 유도될 수 있어, 내부 튜브(120)의 물질을 축매(130)를 향해 바깥쪽으로(즉, 반경 방향으로) 확장시키고, 이에 의해 내부 튜브의 외경(D<sub>2</sub>)을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 내부 튜브의 한쪽 단부가 밀봉되는(즉, 단계 330가 수행될 때) 실시예에서, 내부 튜브(120)의 개방 단부는 압축기 또는 펌프와 같은 압축 유체의 공급원에 유체적으로 연결될 수 있다. 내부 튜브(120)의 양쪽 단부가 개방되어 있는(즉, 단계(33)가 수행되지 않을 때) 실시예에서, 내부 튜브(120)의 양쪽 단부가 압축 유체의 공급원에 연결될 수 있다. 내부 튜브(120) 내의 압력은 내부 튜브(120)가 필요한 크기(예를 들어, 필요한 외경(D<sub>2</sub>))로 확장할 때까지 증가될 수 있다. 이러한 방식으로, 내부 튜브(120)의 외경(D<sub>2</sub>)은 조립체(100)의 작동 동안 내부 튜브(120)와 축매(130) 사이에서 반응물의 유동을 방지하기 위하여 축매(130)에 의한 밀봉을 형성하도록 증가될 수 있다.

[0024] 일부 실시예에서, 가압된 유체는 내부 튜브(120) 내로 직접 유도되어, 직접적으로 내부 튜브(120)를 확장시킬 수 있다. 예를 들어, 비교적 비압축성인 유체(예를 들어, 유압 유체, 물 등)의 압력은 내부 튜브(120)가 필요한 크기로 확장할 때까지 내부 튜브(120) 내에서 점진적으로 증가될 수 있다. 내부 튜브(120) 내의 압력을 제어하는 것에 의해, 내부 튜브(120)와 축매(130) 사이의 밀봉의 기밀성이 제어될 수 있다. 즉, 내부 튜브(120) 내의 압력을 증가시키는 것은 내부 튜브(120)를 더욱 확장시켜, 축매(130)에 의한 더욱 기밀한 밀봉을 생성할 수 있다. 일부 실시예에서, 내부 튜브(120)의 확장은 내경(D<sub>4</sub>) 및/또는 축매(130)의 외경(D<sub>3</sub>)을 확장시키고, 이에 의해, 축매(130)와 외부 튜브(110)의 내부 및/또는 내부 튜브(120)의 외부 사이에 더욱 기밀한 밀봉을 생성할 수 있다.

[0025] 다른 실시예들에서, 금속 구체 또는 막대와 같은 확장 물체가 내부 튜브(120) 내로 강제되어, 필요한 크기로 내부 튜브를 확장시킬 수 있다. 예를 들어, 확장 물체는 내부 튜브(120)가 충분히 확장될 때까지 압축 유체의 힘 하에서 또는 기계적인 디바이스에 의해 내부 튜브(120) 내에서 구동되거나 또는 인발될 수 있다. 상이한 형상, 물질 및/또는 크기를 가지는 상이한 확장 물체(예를 들어, 볼, 탄환체 등)는 필요하면 및/또는 용도에 따라 사용될 수 있다.

[0026] 또한, 확장 기술은 또한 또는 대안적으로 내부 스웨이징(swaging) 기술 및/또는 확장되는 내부 튜브(120)를 확장시키도록 사용하는데 적합한 다른 튜브 확장 기술을 포함할 수 있다. 예를 들어, 탄성 중합체 스웨이징 장비는 내부 튜브(120)를 통해 드로우 볼트(drawbolt)에 부착된 확장기를 강제하는데 적합하고, 이에 의해 축매(130)에 대해 내부 튜브를 확장시킨다. 다른 스웨이징 기술 및/또는 스웨이징 툴(예를 들어, 펀치, 프레스, 회전 형철 등)은 내부 튜브(120)를 확장시키는데 또한 적합할 수 있다.

[0027] 내부 튜브(120)가 축매(130)에 대해 충분히 확장된 후에, 내부 튜브(120)는 감압될 수 있다(단계 350). 즉, 내부 튜브(120)는 압축 유체 및/또는 확장 물체가 비워지고, 세척될 수 있다. 내부 튜브(120)는 또한 압축 유체의 공급원으로부터 분리될 수 있다. 내부 튜브의 한쪽 단부가 밀봉된 실시예에서, 내부 튜브의 밀봉 단부는 또한 밀봉 방법에 기초하여 재개방될 수 있다. 예를 들어, 절단 기술은 용접 공정으로 밀봉될 때 내부 튜브(120)를 재개방하도록 사용될 수 있다. 압축 피팅이 내부 튜브(120)를 밀봉하도록 사용될 때, 피팅은 제거될 수 있다.

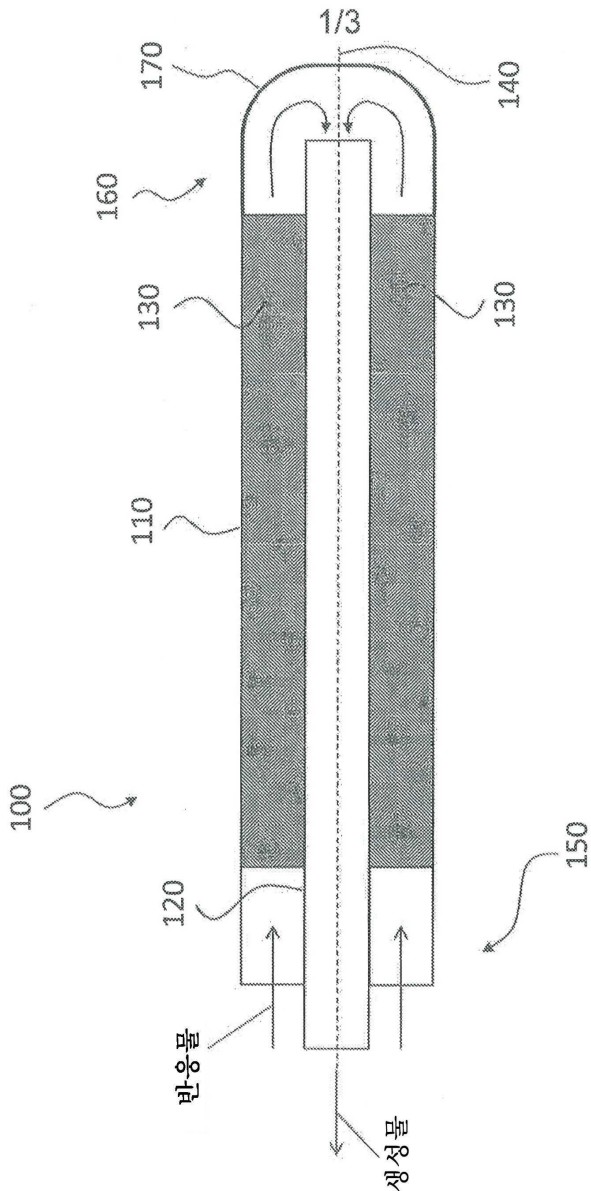
[0028] 내부 튜브(120)의 적어도 한쪽 단부는 필요한 길이로 절단될 수 있다(단계 360). 예를 들어, 내부 튜브(120)의 한쪽 단부(예를 들어, 제2 단부(160) 가까이)에 있는)는 내부 튜브(120)가 외부 튜브(110) 내에 수용되는 것을 가능하게 하도록 적절한 길이로 절단될 수 있다. 외부 튜브(110)는 그런 다음 외부 튜브(110) 내에 있는 내부 튜브(120)를 캡슐화하도록 한쪽 단부에서 밀봉된다(단계 370). 예를 들어, 캡(170)은, 외부 튜브(110)를 밀봉하고 조립체(100)의 작동 동안 유체가 내부 튜브(120) 내에 수용되는 것을 가능하게 하도록 제2 단부(160)에서 외부 튜브(110)에 설치될 수 있다. 캡(170)은 용접 공정, 압축 피팅 또는 다른 밀봉 방법을 사용하여 설치할 수 있다.

[0029] 몇가지 이점은 개시된 방법과 관련될 수 있다. 예를 들어, 내부 튜브(120)가 촉매(130)를 통해 삽입된 후에 확장할 수 있기 때문에, 내부 튜브(120)는 조립체(100)의 작동 동안 반응물이 촉매(130)를 우회하는 것을 방지하도록 촉매(130)에 대해 충분히 밀봉될 수 있다. 또한, 내부 튜브(120)가 촉매(130)를 통해 삽입된 후에 확장할 수 있기 때문에, 조립체(100)는 견고하고 비용 효과적이며 높은 생산 속도로 작동할 수 있는 간단한 설계를 가질 수 있다. 또한, 내부 튜브(120)는 촉매(130)가 외부 튜브(110) 내에 설치된 후에 촉매(130) 내에서 확장될 수 있기 때문에, 촉매 반응기 조립체(100)의 구성 요소들은 외부 튜브(110)를 다수의 부분으로 분할하고 이것들을 다시 연결함이 없이 형성되고 조립될 수 있다.

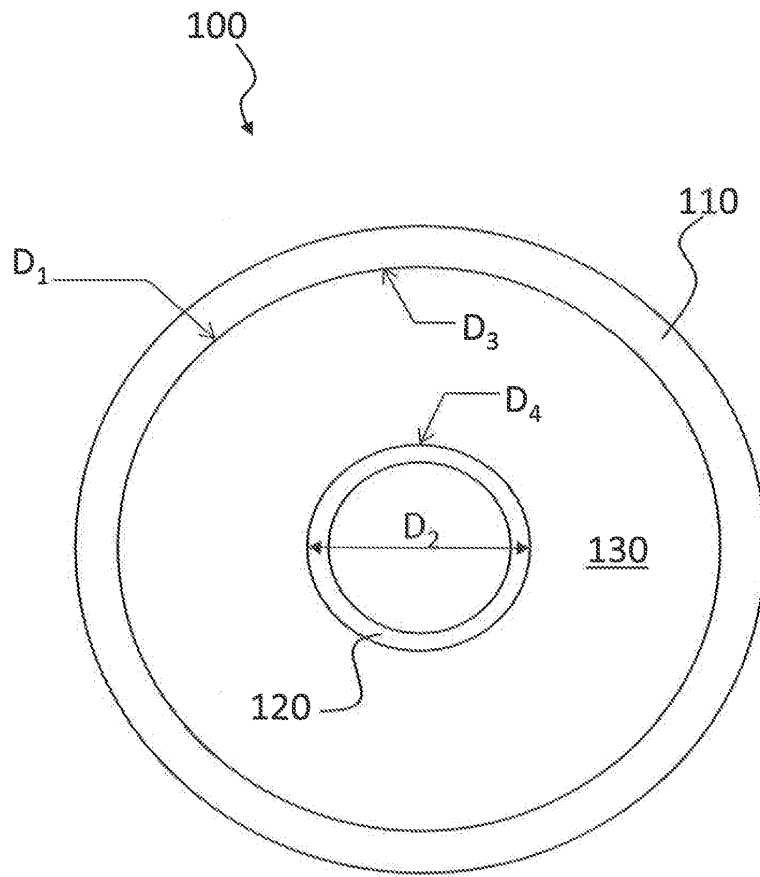
[0030] 본 발명의 다른 실시예들은 본 명세서의 고려 및 본원의 개시로부터 당업자에게 자명할 것이다. 명세서 및 실시예는 단지 예시적인 것으로 간주되어야 하며, 본 발명의 진정한 범위 및 사상은 다음의 청구항에 의해 나타나는 것으로 의도된다.

도면

도면1



도면2



도면3

