



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0047224
(43) 공개일자 2011년05월06일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl. <i>B01J 8/02</i> (2006.01) <i>B01J 15/00</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7005587</p> <p>(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년08월10일 심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년03월09일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/005792</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2010/017946 국제공개일자 2010년02월18일</p> <p>(30) 우선권주장 10 2008 037 215.3 2008년08월11일 독일(DE) 10 2008 037 216.1 2008년08월11일 독일(DE)</p> | <p>(71) 출원인 우데 게엠베하 독일 데-44141 도르트문트 프리드리히-우데-슈트라쎬 15</p> <p>(72) 발명자 립만, 테니스 독일, 44267 도르트문트, 루엑스트라쎬 40</p> <p>(74) 대리인 허용록</p> |
|--|---|

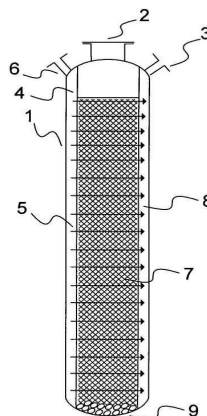
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 얇은 촉매 베드를 포함한 수직 실린더 반응기

(57) 요약

가스상에서 촉매 반응을 실시하기 위한 촉류식 박막 반응기는 실린더형 압력 외피(1), 가스형 반응물 스트림(6)의 유입을 위한 장치, 가스형 생성물 스트림(3)의 유출을 위한 장치, 반응 챔버에서 수직으로 배치되며 촉매 베드(catalyst bed)(5)의 수용을 위한 장치를 포함하고, 상기 촉매 베드의 수용을 위한 장치는 측면뿐만 아니라 말단에서도 반응기 벽에 대고 분리되어 있어, 가스형 반응물 스트림과 가스형 생성물 스트림을 위한 2개의 별도 구획들이 제공되며, 상기 2개의 구획은 서로에 대해 밀폐되고, 상기 촉매 베드의 수용을 위한 장치는 상호간 평면 평행하게 배치된 2개의 한정된 가스 투과성 벽을 포함한다. 이 때, 장치(5)는, 높이-대-두께 비율이 1보다 크도록 설계되고, 촉매 베드(7)는 높이-대-두께 비율이 1보다 크고, 이 때 촉매 베드(7)는 상기 촉매 베드의 높이 범위에 걸쳐 상기 수직 반응기 축을 따라 배치되고, 촉매 베드로의 가스 유입구 및 가스 유출구가 반응기 축을 가로지르는 방향에서 위치하는 반면, 반응기의 가스 유입구(6)와 가스 유출구(3)가 실린더형 압력 외피의 동일한 높이상에 위치한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

- 실린더 압력 외피,
 - 가스형 반응물 스트림의 유입을 위한 장치,
 - 가스형 생성물 유출을 위한 장치, 및
 - 반응 챔버에서 촉매 베드를 수용하기 위한 수직으로 배치된 장치로서, 상기 장치는 측면 및 말단에서 반응기 벽으로부터 분리되어 상기 가스형 반응물 스트림과 가스형 생성물 스트림을 위한 2개의 분리된 구획이 제공되고, 이러한 구획은 서로에 대하여 밀폐되어 있는 장치
- 를 포함하는 가스 상에서 촉매 반응을 수행하기 위한 축류식 박막 반응기에 있어서,
- 상기 촉매 베드를 수용하기 위한 수직으로 배치된 장치는 상호간 평면 평행한 2개의 한정된 가스 투과성 벽을 제공하고,
 - 상기 촉매 베드를 수용하기 위한 수직으로 배치된 장치는 높이-대-두께의 비율이 1보다 크고,
 - 상기 촉매 베드는 높이-대-두께 비율이 1보다 크며, 상기 촉매 베드는 상기 촉매 베드의 높이 범위에 걸쳐 상기 수직 반응기 축을 따라 배치되고, 그리고
 - 상기 촉매 베드의 가스 유입구 및 가스 유출구는 상기 반응기 축에 대해 특정 각도로 배치되고,
 - 상기 반응기의 가스 유입구와 가스 유출구는 상기 실린더 압력 외피의 동일한 높이로 제공되는 것을 특징으로 하는, 가스 상에서 촉매 반응을 수행하기 위한 축류식 박막 반응기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 촉매 베드를 수용하기 위한 장치는, 상기 촉매 베드의 수용을 위해 수직으로 배치된 복수 개의 장치들로 구성되는 것을 특징으로 하는 축류식 박막 반응기.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 촉매의 수축을 보상하기 위해 미끄러짐 용적부가 구비되는 것을 특징으로 하는 축류식 박막 반응기.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 촉매의 수축을 보상하기 위한 미끄러짐 용적부는 모든 측면에 대해 밀폐되어 있는 것을 특징으로 하는 축류식 박막 반응기.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 촉매의 수축을 보상하기 위한 미끄러짐 용적부는 가스 유입구측 또는 가스 유출구측을 향하여 개방되어 형성되는 것을 특징으로 하는 축류식 박막 반응기.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 촉매 베드의 충진을 위한 맨홀 및/또는 상기 촉매 베드의 비움을 위한 장치가 구비되는 것을 특징으로 하는 축류식 박막 반응기.

청구항 7

청구항 1에 따른 축류식 박막 반응기에서 촉매 반응을 실시하기 위한 방법에 있어서, 상기 촉매 베드는 주로 수평에서 가스형 반응물 스트림에 의해 관류되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

청구항 4에 따른 축류식 박막 반응기에서 청구항 7에 따른 촉매 반응을 실시하기 위한 방법에 있어서, 상기 촉매 베드의 상부 부분에 위치한 상기 미끄러짐 용적부는 가스형 반응물 스트림에 의해 관류되지 않는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

청구항 5에 따른 축류식 박막 반응기에서 청구항 7에 따른 촉매 반응을 실시하기 위한 방법에 있어서, 상기 촉매 베드의 상부 부분에 위치한 상기 미끄러짐 용적부는 가스형 반응물 스트림에 의해 관류되는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 수직으로 세워진 실린더 반응기에 관한 것으로, 상기 반응기는 수평으로 가스가 관류하는 얇은 층의 촉매 베드를 포함하고, 이하에서 박막 반응기라고 한다. 특히, 본 발명에 따른 반응기의 형성에는, 촉매 베드를 수용하기 위해 수직으로 배치된 장치가 상호간 평면 평행으로 배치된 2개의 한정된 가스 투과성 벽부를 포함하고, 반응 챔버안에서 수직으로 배치된 상기 촉매 베드의 수용 장치는 높이-대-두께의 비율이 1보다 크고, 상기 촉매 베드는 높이-대-두께의 비율이 1보다 크며, 이 때 촉매 베드는 상기 베드의 높이 범위에 걸쳐 수직 반응기 축을 따라 배치되며, 촉매 베드에 대한 가스 유입구 및 가스 유출구는 반응기 축에 대해 가로지르는 방향으로 이루어지는 반면, 반응기의 가스 유입구 및 가스 유출구는 실린더 압력 외피의 동일한 높이에 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0002] 가스상에서 촉매 반응을 실시하기 위해 이러한 반응기가 사용될 수 있는 분야는 예컨대 CO 변환 또는 합성 가스의 제조 시 메탄화 공정이 있다.

배경기술

[0003] 일반적 설계의 반응기에서는 이중의 촉매 반응이 축류식(axial) 촉매 베드에서 이루어진다. 이 때, 촉매 베드는 실린더 반응기안에서 통상적으로 1보다 큰 높이-대-직경 비율을 가지며, 일반적으로 위로부터 아래쪽으로 수직 방향에서 반응기 축의 방향으로 관류된다. 이러한 종류의 반응기 형상은 간단한 구조를 특징으로 하는데, 삼입물의 수가 최소로 줄어들 수 있기 때문이다.

[0004] 그러나, 상기 구조는 관류 시 상대적으로 큰 압력 손실을 야기한다. 압력 손실을 줄이기 위해, 관류되는 층 두께 또는 높이-대-직경 비율의 감소는 반응기 직경을 확대함으로써만 가능하나, 이러한 확대는 필요한 벽 두께가 더 커지므로 반응기 비용이 상승할 수 있다.

[0005] 앞서 언급한 문제를 최적화시키려면, 반구체 바닥을 포함한 반응기가 형성되고, 반구체 바닥의 일부 용적이 촉매로 채워짐으로써 가능할 수 있다. 물론, 이러한 구조의 반응기는, 산업적 대형 설비에 사용할 때 압력 손실을 가능한 한 최소로 유지하기 위해, 여전히 직경이 커야 한다.

[0006] 문헌 CA 1248327 A1은 암모니아를 제조하기 위해 수평으로 정렬된 반응기를 기술한다. 이러한 구성의 단점은 공간 수요가 높다는 것 외에도, 하측에서 가스 유출이 가능하도록, 촉매 베드의 홀더가 촉매의 전체 하중힘을 수용해야 한다는 것이다. 또한, 촉매를 교체하기 위해서는 전체 삼입 설치물이 반응기로부터 수평으로 빼내져야 한다.

[0007] 종래 기술에 따르면, 최저 압력 손실은 촉매 베드가 방사형 구조로 형성된 반응기에서 가능하다. 이러한 반응기는 예컨대 US 4181701에 기술되어 있다. 물론, 이 실시예의 큰 단점은 필요한 삼입물을 위해 제조상에 따른 소모와 설치 소모가 크다는 것이다.

- [0008] 공개 문헌 DE 3026199 A1 A1은 촉매 물질이 포개어지는 상태로 배치되어 주로 방사형으로 관류되는 반응기를 기술하고 있는데, 촉매 용적이 더욱 양호하게 활용된다는 점외에 내부 설치물의 형상이 간단해진다.
- [0009] US 2112335는 실린더형으로 수평 배치된 반응기를 청구하고 있는데, 상기 반응기는 설치면이 커야 한다. 촉매 베드에서 하측으로 이동하는 액상 오염 물질에 의해 방해받는 유동을 균등화하기 위해서는, 평면 평행한 가스 투과면의 사용을 완전히 피하게 된다. 관류 방향은 반응기 축을 따라 축 방향이며, 이 경우 수직 배치된 축 반응기와 마찬가지로 앞서 언급한 높은 압력 손실이라는 문제를 야기한다. 압력 손실을 줄이는 것은 반응기 직경을 확대하는 경우에만 가능한데, 이는 매우 비용 집약적이다.
- [0010] US 4246235 에는 실린더 가스상 반응기가 기술되어 있는데, 상기 반응기의 중심에서 2개의 가스 투과성 벽부 사이에 촉매 베드가 위치하여 반응기 축에 수직으로 배치된다. 그 위에는 다른 촉매 베드가 구비되며, 상기 다른 촉매 베드는 미끄러질 수 있고, 이 때 미끄러지는 용적 부분은 관류되지 않고, 배플(baffle)에 의해 나누어진다. 이러한 배플에 의해, 촉매 물질의 재충진을 위한 2개의 개구부가 필요하다. 또한, 관류 방향은 다시 반응기축을 따라 축 방향으로 이루어지며, 이러한 점은 앞서 언급한 높은 압력 손실이란 단점을 야기한다. 압력 손실을 줄이는 것은 반응기 직경의 확대에 의해서만 가능할 수 있는데, 이는 매우 비용 집약적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 과제는 축방향으로 관류된 반응기의 특정한 높은 압력 손실이란 단점을 방지하고, 방사형 반응기에 비해 내부 공간의 설비가 간단하고, 최소로 줄어들도록 반응기를 형성하여, 높은 제조 소모와 투자 비용을 절감하는 것이다. 이는, 촉매 베드의 충전 및 비움 시 상기 촉매 베드의 취급을 간단하게 하고, 촉매 물질의 수용을 위한 장치가 하중을 받지 않아 물질의 높은 부하를 방지할 수 있는 방식으로 이루어진다. 또한, 본 발명의 과제는 이러한 반응기의 구동 방법을 개시하는 것이기도 하다.

과제의 해결 수단

- [0012] 이는 가스상에서 촉매 반응을 실시하기 위한 축류식 박막 반응기를 사용함으로써 달성되는데, 상기 반응기는 실린더 압력 외피, 가스형 반응물 스트림의 유입을 위한 장치, 가스형 생성물 스트림의 유출을 위한 장치, 및 반응 챔버에서 수직으로 배치되어 촉매 베드를 수용하기 위한 장치를 포함한다. 이 때, 수직으로 배치된 촉매 베드 수용 장치는 측면과 말단에서 반응기벽에 대고 분리되어 있어, 가스형 반응물 스트림과 가스형 생성물 스트림을 위한 2개의 별도 구획이 제공되며, 이러한 구획들은 서로에 대해 밀폐되어 있다. 또한, 수직으로 배치된 촉매 베드 수용 장치는 상호간 평면 평행으로 배치된 2개의 한정된 가스 투과성 벽을 포함하고, 수직으로 배치된 촉매 베드 수용 장치가 높이-대-두께 비율이 1보다 크고 촉매 물질 자체도 높이-대-두께 비율이 1보다 크도록 설계되며, 이 때 촉매 베드는 상기 촉매 베드의 높이 범위에 걸쳐 수직 반응기 축을 따라 배치되고, 촉매 베드로의 가스 유입구 및 가스 유출구는 반응기축에 대해 가로지르는 방향으로 배치되며, 반면 반응기의 가스 유입구 및 가스 유출구는 실린더 압력 외피의 동일한 높이에 위치한다. 이 때 반응기 축이란 실린더 반응기의 종축을 의미한다.
- [0013] 가스 유입 구획과 가스 유출 구획에서 유동을 안내하기 위해, 베르누이 방정식(bernoulli equation)이 고려되어야 하는데, 상기 방정식에 따르면, 유동중인 액체에서 속도의 상승은 정압 감소와 결부된다. 실린더 압력 외피의 동일한 높이에 가스 유입구와 가스 유출구를 의도적으로 배치함으로써, 가스 유입 구획뿐만 아니라 가스 유출 구획에서도 가스 속도 및 그로 인한 정압이 촉매 베드의 높이 부분에 걸쳐 동일한 비율로 유지된다. 따라서, 촉매 베드의 높이 부분에 걸쳐 진행중인(driving) 압력 감소가 일정하게 유지됨으로써, 촉매가 균질하게 관류한다. 이 때, 예컨대 서로 다른 가스 투과면을 구비한 장치, 높이 부분에서 정압 감소의 차이를 균일하게 만들어, 반응기의 전체 높이 부분에 걸쳐 촉매 물질의 관류가 균일하게 분포하도록 보장하는 장치 또는 배플과 같은 소모적 삽입물이 생략될 수 있다. 이로써, 구성 비용이 절감되고, 내부 공간 활용이 개선되며 특정하게 더 효과적인 반응기가 얻어진다.
- [0014] 여러 방사형 반응기 구성과 달리, 본 발명에 따른 실시예에서는 촉매 물질의 하중힘이 촉매 물질 수용 장치에 의해 완전히 지지되지 않아도 되므로, 촉매 물질 수용 장치가 받는 물질의 높은 부하가 최소화된다.
- [0015] 또한, 본 발명에 따른 축류식 박막 반응기의 수직 형성에는 수평으로 배치된 반응기에 비해 촉매의 하중힘이 외피를 거쳐 직립 프레임으로 구성적으로 간단히 유도될 수 있다. 수평으로 배치된 반응기는 말단에서만

지지된다.

- [0016] 본 발명에 따른 촉류식 박막 반응기는 촉매 베드의 수용 장치가 수직으로 배치된 복수 개의 촉매 베드 수용 장치들로 구성되도록 설계된다.
- [0017] 반응기의 다른 형성예에서, 촉매 베드의 수용 장치는, 촉매 베드의 상부 말단에 가스 우회가 발생하는 일 없이, 구동 시, 환원 시 또는 활성화 시에 촉매의 수축을 보상하기 위해, 미끄러짐 용적부를 구비한다. 반응기의 다른 형성예에서, 이러한 미끄러짐 용적부는 상부의 가스 유입 구획 또는 가스 유출 구획과 분리되어 있지 않아서, 미끄러짐 용적부가 부분적으로는 수직 방향에서 관류되고, 따라서 반응의 실시를 위해 활용될 수 있다.
- [0018] 선택적으로, 촉류식 박막 반응기는 촉매 베드의 충진을 위한 맨홀 및/또는 촉매 베드의 비움을 위한 장치를 구비한다.
- [0019] 적합한 촉류식 박막 반응기의 촉매 반응을 실시하기 위한 방법은, 수직으로 배치된 촉매 베드가 주로 수평 방향에서 가스형 반응물 스트림에 의해 관류된다는 것을 특징으로 한다. 이 때, 촉매 베드의 상부 부분에서 미끄러짐 용적부도 관류될 수 있는데, 촉매 베드가 상측을 향해, 그리고 가스 유입 구획 또는 가스 유출 구획으로 개방된 채 유지되는 경우에 그러하다. 다른 경우에, 미끄러짐 용적부는 촉매 베드의 상부 부분에서 관류되지 않는데, 이는 가스 유입 구획 및 가스 유출 구획을 위한 밀폐 장치에 의해 방지된 것이다.
- [0020] 본 발명은 이하에서 3개의 도면에 의거하여 예시적으로 더욱 상세히 설명된다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 촉류식 박막 반응기의 종단면도로서, 상기 반응기는 수직으로 배치된 촉매 베드 수용 장치를 포함하고, 이 때 가스 유입구와 가스 유출구가 실린더 압력 외피의 동일한 높이상의 상부 말단에 위치하고 있다.
- 도 2는 본 발명에 따른 촉류식 박막 반응기의 횡단면도로서, 상기 반응기는 수직으로 배치된 촉매 베드를 포함하고 있다.
- 도 3은 본 발명에 따른 촉류식 박막 반응기의 종단면도로서, 상기 반응기는 수직으로 배치된 촉매 베드 수용 장치를 포함하고, 이 때 가스 유입구와 가스 유출구가 실린더 압력 외피의 동일한 높이상의 상부 말단에 위치하며, 상기 반응기는 관류되지 않는 미끄러짐 용적부를 구비하고 있다.
- 도 4는 본 발명에 따른 촉류식 박막 반응기의 상부 부분에 대한 종단면도로, 상기 반응기는 수직으로 배치된 촉매 베드 수용 장치를 포함하고, 이 때 가스 유입구와 가스 유출구가 실린더 압력 외피의 동일한 높이상의 상부 말단에 위치하며, 상기 반응기는 관류되는 미끄러짐 용적을 구비하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 도 1은 실린더 압력 외피(1), 반응물 스트림의 유입을 위해 압력 외피의 상부 말단에 위치한 개구부(6) 및 생성물 스트림의 유출을 위한 다른 개구부(3)를 포함하는 반응기를 도시하며, 상기 다른 개구부도 반응물 스트림의 유입구와 동일한 높이상에서 압력 외피의 상부 말단에 위치한다. 각각의 반응기의 내부 공간에는 촉매(5)를 수용하기 위한 장치가 위치하고, 이러한 장치는 예컨대 천공판으로 형성되며, 가스 유입 공간 또는 가스 유출 공간쪽의 방향에서 촉매 슬러리(catalyst slurry)를 이격시킨다. 촉매 물질 수용 장치에서 더 이상 관류되지 않는 하부 부분에서는 선택적으로 촉매의 절약을 위한 비활성 물질(9)이 충전될 수 있다. 두 경우에서, 촉매 물질의 하중힘은 직접적으로 실린더 압력 외피(1)로 유도된다. 각 반응기는 선택적으로 상부 말단에서 맨홀(2)을 포함하는데, 상기 맨홀은 삽입물의 설치 및 이동을 위한 목적, 그리고 가스 유입 노즐을 경유한 공급이 충분하지 않은 경우 촉매 물질의 충진을 위한 목적을 가진다. 촉매 물질의 충전 이후에, 촉매 베드(7)가 형성된다. 삽입된 반응물 가스는 반응기 내부 공간의 반응물 공간(4)으로 유동하고, 천공판(5)의 개구부를 경유하여 촉매 베드로 진입하며, 상기 촉매 베드를 수평으로 관류하고, 촉매 베드의 대향된 측에서, 상기 측에서 상기 촉매 베드와 이격된 천공판(5)을 관통하여 반응기 내부 공간의 생성물 구획(8)안으로 유동한다. 촉매 베드(7)를 주파한 후에, 생성물 스트림은 유출을 위한 장치(3)를 경유하여 반응기 바깥으로 나갈 수 있다.
- [0023] 도 2는 도 1에 도시된 촉류식 박막 반응기의 횡단면도를 도시하며, 이 때 반응물 스트림(4)은 촉매 베드의 수용 장치에 매립된(5) 촉매 베드(7)를 수평 방향에서 관류하고, 생성물 구획(8)으로 안내된다.
- [0024] 도 3에는 본 발명의 다른 유리한 형성예가 도시되어 있다. 이는 도 1에 도시된 실시예에 비해, 촉매 베드(7)의

상부 말단에 미끄러짐 용적부(10)가 구비된다는 점에서 상이하다. 이러한 미끄러짐 용적부는 촉매의 구동 시 또는 활성화 시 촉매 물질이 수축된 경우에, 가스 우회를 방지하기 위해 필요할 수 있다. 이러한 실시예에서, 미끄러짐 용적부는 가스에 의해 관류되진 않으며, 반응물이 생성물로 반응할 때 상기 반응물이 촉매 베드(7)의 관류된 부분으로 미끄러질 경우에 비로소 이러한 반응에 참여한다.

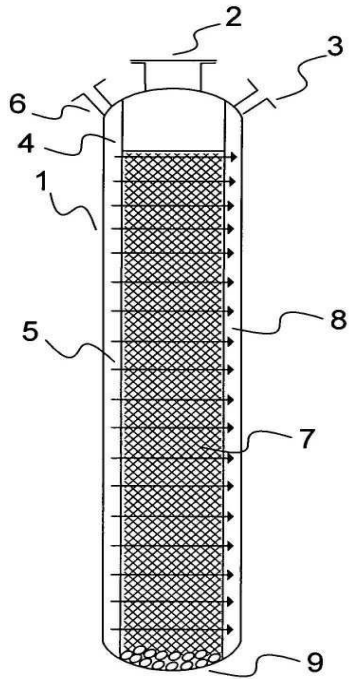
- [0025] 도 4는 도 3에 비해, 미끄러짐 용적부(10)를 가스가 관류하고, 반응물이 생성물로 변환되는 반응에 처음부터 참여한다는 점에서만 상이하다.
- [0026] 예시적으로 설명된 모든 실시예에서, 예컨대 다양한 가스가 별도의 공급라인을 통해 반응기에 공급될 때 반응물 스트림의 유입 및 생성물 스트림의 유출을 위해 복수 개의 개구부들이 구비될 수 있다.
- [0027] 본 발명으로부터 얻는 이점은 이하와 같다:
- [0028] - 얇고 높은 형태는 실린더 반응기-압력 외피의 비용 효과적 실시를 구현한다.
- [0029] - 박막 촉류층의 낮은 압력 손실에 의해 구동 비용이 절감될 수 있다.
- [0030] - 촉매 수용을 위한 장치 구성은 방사형 베드보다 비용 효과적이다.
- [0031] - 얇고 높은 형태는 작은 설치 공간을 필요로 하여, 기존의 설비에 통합되거나 추가 장착될 수 있다.
- [0032] - 높이 부분에 걸쳐 정압 차를 균등하게 하기 위한 배플 또는 다양한 천공판이 더 이상 필요하지 않으므로, 구조적 요건이 현저히 간단해진다.
- [0033] - 가스 배플이 생략됨에 따라 실린더 부분에서 양호한 공간 활용이 보장되어, 생산 수율이 더 크게 보장된다.
- [0034] - 촉매 수용 장치는 더 이상 전체의 촉매 하중을 수용할 필요가 없어서 부하가 없는데, 촉매의 하중힘이 직접적으로 또는 비활성 물질에 의해 압력 외피로 유도되기 때문이다.
- [0035] - 반응기축에 맨홀이 배치되어 촉매의 충전 및 비움이 매우 간단하다.

부호의 설명

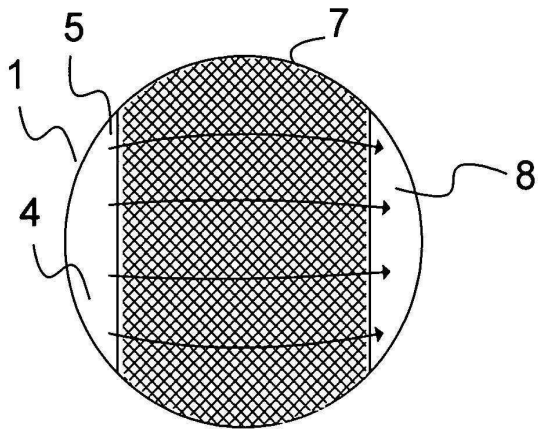
- [0036] 1 반응기의 실린더 압력 외피
- 2 맨홀
- 3 생성물 스트림의 유출을 위한 상부 개구부
- 4 반응물 구획
- 5 촉매 수용 장치
- 6 반응물 스트림의 유입을 위한 상부 개구부
- 7 촉매 베드
- 8 생성물 구획
- 9 비활성 물질
- 10 미끄러짐 용적부

도면

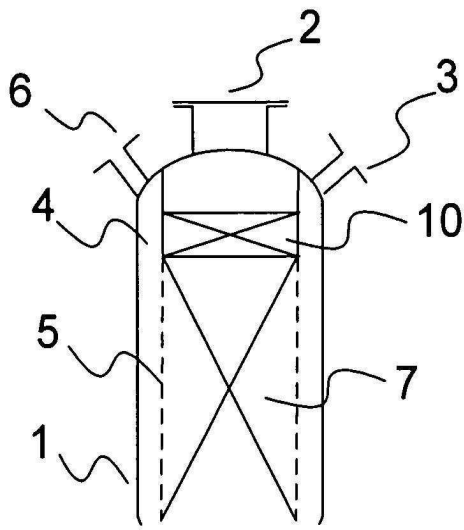
도면1



도면2



도면3



도면4

