



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월22일  
(11) 등록번호 10-1126552  
(24) 등록일자 2012년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B82B 3/00* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0020391  
(22) 출원일자 2010년03월08일  
    심사청구일자 2010년03월08일  
(65) 공개번호 10-2011-0101412  
(43) 공개일자 2011년09월16일  
(56) 선행기술조사문현  
    KR1020090014757 A  
    KR100732623 B1  
    KR1020090017889 A  
    JP2006045051 A

전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자  
    금호석유화학 주식회사  
    서울특별시 종로구 새문안로 76, 금호아시아나 본  
    관 (신문로1가)  
(72) 발명자  
    최재영  
    충청남도 천안시 두정동 682-6 명성 오피스텔 20  
    4호  
(74) 대리인  
    김동완

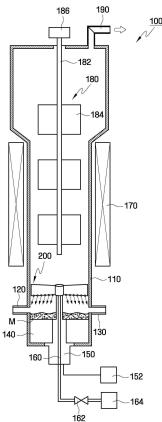
심사관 : 박종철

(54) 발명의 명칭 탄소나노튜브 합성 장치

### (57) 요약

탄소나노튜브 합성 장치가 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치는 탄소나노튜브가 형성되는 공간을 제공하는 수직형 반응 챔버; 상기 반응 챔버 내부에 촉매를 공급하는 촉매 공급부; 및 복수개의 회전판을 포함하여, 상기 복수개의 회전판 중의 적어도 하나에서 상기 촉매 상에 반응 가스를 분사하는 임펠러를 포함한다.

대 표 도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

탄소나노튜브가 형성되는 공간을 제공하는 수직형 반응 챔버;

상기 반응 챔버 내부에 촉매를 공급하는 촉매 공급부; 및

복수개의 회전판을 포함하여, 상기 복수개의 회전판 중의 적어도 하나에서 상기 촉매 상에 반응 가스를 분사하는 임펠러를 포함하는 탄소나노튜브 합성 장치.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 복수개의 회전판 중의 적어도 하나는 상기 촉매 상부로 반응 가스를 분사하는 분사홀을 적어도 하나 구비하는 탄소나노튜브 합성 장치.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 임펠러 내부로 반응 가스를 공급하는 반응 가스 공급부를 더 포함하고, 상기 임펠러 내부로 공급된 반응 가스는 상기 분사홀을 통해 상기 촉매 상부로 공급되는 탄소나노튜브 합성 장치.

### 청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 임펠러를 회전시키는 구동부를 더 포함하며, 상기 임펠러는 회전에 의해 상기 반응 챔버 상부 방향으로 공기의 흐름을 형성하는 탄소나노튜브 합성 장치.

### 청구항 5

제 2항에 있어서,

상기 임펠러는 상기 복수개의 회전판이 형성되는 바디부를 더 포함하고, 상기 회전판은 상기 바디부에 소정 각도로 기울어져 형성된 탄소나노튜브 합성 장치.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 탄소나노튜브 합성 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탄소나노튜브의 합성이 보다 효율적으로 진행되는 탄소나노튜브 합성 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

탄소나노튜브(Carbon nanotube, CNT)란 지구상에 다양으로 존재하는 탄소로 이루어진 탄소 동소체로서, 하나의 탄소가 다른 탄소 원자와 육각형 벌집 무늬로 결합되어 튜브 형태를 이루어 있는 물질이며, 튜브의 직경이 수나노미터 수준으로 극히 작은 영역의 물질이다. 탄소나노튜브는 우수한 기계적 특성, 전기적, 선택성, 뛰어난 전계 방출 특성, 고효율의 수소저장매체 특성을 지니며 미래에 촉망 받는 신소재로 알려져 있다.

[0003]

이와 같은 탄소나노튜브는 고도의 합성 기술에 의해 제조될 수 있는데, 그 합성 방법으로, 전기 방전법(Arc-discharge), 레이저 증착법(Laser vaporization), 플라즈마 화학기상증착법(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD), 열화학기상 증착법(Thermal Chemical Vapor Deposition), 전기 분해 방법, 플레임(Flame) 합성 방법 등이 알려져 있다.

[0004]

일반적으로, 탄소나노튜브를 생산하는 공정은 크게 탄소나노튜브의 합성이 일어나는 기판에 촉매를 도포하는 촉매 도포 공정, 촉매가 도포된 기판을 반응기에 넣어서 반응 가스와 도포된 촉매를 반응시켜 탄소나노튜브를 합

성하는 탄소나노튜브 합성 공정, 기판 상에 합성된 탄소나노튜브를 회수하는 회수 공정으로 나눌 수 있다.

[0005] 탄소나노튜브 합성 장치는 탄소나노튜브를 합성하기 위한 공간을 제공하는 반응기가 놓여진 형태에 따라 수평형과 수직형으로 나눌 수 있는데, 반응기의 크기, 반응 가스의 소모량, 효율성 등의 이점으로 인해 수직형 반응기를 가지는 탄소나노튜브 합성 장치에 대한 개발이 활발히 진행 중이다.

[0006] 한편, 탄소나노튜브의 형태는튜브를 형성하는 벽을 이루고 있는 결합 수에 따라 단일벽 나노튜브(Single-walled Nanotube, SWNT)와 다중벽 나노튜브(Multi-walled Nanotube, MWNT)로 구분하며, 특히 단일벽 나노튜브가 여러 개로 뭉쳐있는 형태(Bundle type)를 다발형 나노튜브(Rope Nanotube)라고 칭하고 있다. 이러한 탄소나노튜브의 형태는 반응 가스와 반응하는 촉매의 형태, 즉, 촉매의 형상, 밀도, 입자 사이즈 등에 따라 결정될 수 있으며, 사용되는 촉매의 형태는 촉매의 제법에 따라 결정될 수 있다.

[0007] 수직형의 탄소나노튜브 합성기에서는 반응기 내부에 촉매를 위치시키고, 촉매에 반응 가스를 분사하여 분사 압력에 의해 촉매를 반응기 내에서 부유시키면서 합성을 진행하는데, 이러한 과정은 탄소나노튜브의 합성에 직접적인 영향을 끼친다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 탄소나노튜브의 합성이 보다 효율적으로 진행되는 탄소나노튜브 합성 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치는, 탄소나노튜브가 형성되는 공간을 제공하는 수직형 반응 챔버, 상기 반응 챔버 내부에 촉매를 공급하는 촉매공급부, 및 복수개의 회전판을 포함하여, 상기 복수개의 회전판 중의 적어도 하나에서 상기 촉매 상에 반응 가스를 분사하는 임펠러를 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 임펠러를 예시적으로 나타낸 사시도이다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 임펠러를 예시적으로 나타낸 평면도이다.

도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 임펠러를 예시적으로 나타낸 저면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 합성과정을 설명하기 위한 일부 단면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 합성 공정을 나타내기 위한 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0013] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다 (comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0014] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0015] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 개략도인 평면도 및 단면도를 참고하여 설명될 것이다. 따라서, 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 따라서, 도면에서 예시된 영역들은 개략적인 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이고, 발명의 범주를 제한하기 위한 것은 아니다.
- [0016] 이하, 본 발명의 실시예들에 의하여 탄소나노튜브 합성 장치를 설명하기 위한 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 구조를 개략적으로 나타내는 단면도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 임펠러를 예시적으로 나타낸 사시도이다. 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 임펠러를 예시적으로 나타낸 평면도이다. 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 임펠러를 예시적으로 나타낸 저면도이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 합성과정을 설명하기 위한 일부 단면도이다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치(10)는 반응 챔버(110), 촉매 공급부(120), 회수부(130), 플레이트(140), 임펠러(200), 가열부(170), 교반기(180) 및 배기부(190)를 포함한다.
- [0019] 반응 챔버(110)는 탄소나노튜브가 합성되는 공간을 제공하며 수직형일 수 있다. 반응 챔버(110)는 석영(Quartz) 또는 그라파이트(Graphite) 등과 같이 열에 강한 재질로 이루어질 수 있다. 반응 챔버(110)는 합성이 이루어지는 몸체부, 촉매(M)가 위치하는 하단부, 배기부(190)가 형성되는 상단부 등으로 나누어질 수 있다. 반응 챔버(110)의 상단부는 몸체부보다 큰 직경을 가지도록 형성될 수 있다. 이는 상단부의 단면적을 크게 하여 상단부에 이르는 촉매(M) 또는 합성된 탄소나노튜브의 유속을 낮춤으로써 배기부(190)로 유출되지 않고 다시 몸체부로 떨어질 수 있도록 하기 위함이다.
- [0020] 촉매 공급부(120)는 제조된 촉매(M)를 저장하는 촉매 저장부(미도시)와 연결되어, 반응 챔버(110) 내부로 촉매(M)를 공급한다.
- [0021] 반응 챔버(110) 내부로 촉매(M)를 정량 투입하는 방법은, 촉매 공급 라인(미도시) 내부에서 스크류를 회전시켜 스크류의 끈에 따라 촉매(M)를 정량 투입할 수 있으나, 촉매(M)를 반응 챔버(110) 내부로 공급하는 방식은 이에 한정되지 않으며, 촉매(M)를 반응기(110)의 내부로 분사하는 방식 등의 다양한 방법을 이용하여 촉매(M)를 공급할 수 있다.
- [0022] 회수부(130)는 반응 챔버(110) 하단부에 연결되어 합성된 탄소나노튜브를 반응 챔버(110)의 외부로 배출하여 회수할 수 있도록 한다. 바람직하게는, 탄소나노튜브 합성 공정을 마친 후, 회수부(190)에 설치된 게이트(도시되지 않음)를 열고 회수부(130)를 음(-)압으로 유지시킴으로써 합성된 탄소나노튜브를 외부로 배출하여 회수할 수 있다. 이 때, 합성된 탄소나노튜브의 회수를 위해 회수부(130)는 일정 온도 이하로 냉각될 수 있다. 도시되지는 않았으나, 회수부(130)에는 압력을 조절하기 위한 펌프와 탄소나노튜브의 회수량을 조절하기 위한 밸브가 설치될 수 있다.
- [0023] 플레이트(140)는 반응 챔버(110) 하부에 형성되어, 반응 챔버(110) 내부로 제공된 촉매(M)는 플레이트(140) 상에 위치할 수 있다.
- [0024] 임펠러(200)는 바디부(210) 및 상기 바디부(210)에 형성된 복수개의 회전판(220)을 포함하는데, 복수개의 회전판(220) 중의 적어도 하나에서 촉매(M)가 위치한 플레이트(140) 상에 반응 가스를 분사한다.
- [0025] 회전판(220)은 복수개일 수 있으며, 예를 들어, 도 2 내지 도 3b에 도시된 바와 같이 4개일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 또한, 회전판(220)은 반응 가스를 분사하는 분사홀(222)을 적어도 하나 구비한다. 이 때, 분사홀(222)은 복수개의 회전판(220) 모두에 형성될 수도 있으며, 또는 일부의 회전판(220)에만 형성될 수도 있다. 또한, 분사홀(222)은 회전판(220)의 양측면에 형성될 수도 있으며, 일측면에만 형성될 수도 있다. 또한, 분사홀(222)은 하나의 회전판(220)에 하나 또는 그 이상이 형성될 수 있다. 도 2 내지 도 3b에는 회전판(220)의 일측면에 6개의 분사홀(222)이 형성된 임펠러(200)가 도시되어 있으나, 이에 제한되지 않음은 물론이다. 또한, 복수

개의 분사홀(222)은 도 2 및 도 3b와 같이 일렬로 형성될 수도 있으나, 다른 모양 또는 형태, 또는 불규칙하게 구성될 수도 있음은 물론이다.

[0026] 한편, 도 2에는 바디부(210)에 소정 각도로 기울어져 형성된 회전판(220)이 도시되었다. 회전판(220)은 바디부(210)에 약 10-45도 정도 기울어져 형성될 수도 있다. 이러한 경우, 분사홀(222)은 회전판(220)의 양측면에서 플레이트(140)를 향하는 하측면에 형성될 수 있다. 즉, 도 3a과 같이 평면도에서 보이는 상측면(220a)에는 분사홀(222)이 형성되지 않고, 저면도에서 보이는 하측면(220b)에는 분사홀(222)이 형성될 수 있다.

[0027] 임펠러(200)는 지지대(150)와 연결되며, 지지대(150)는 구동부(152)와 연결되어, 임펠러(200)를 회전시킨다. 지지대(150)는 예를 들어, 폐로실로 형성될 수 있다. 폐로실은 마그네틱 실로 구성될 수 있는데, 폐로실을 구성하는 마그네틱 실 내부에 형성된 마그네틱(미도시)이 회전하면서 임펠러(200)를 회전시키게 된다. 이때, 임펠러(200)가 회전할 때 구동부(152)와 임펠러(200)가 결합되는 틈 사이로 반응 챔버(110) 내부의 가스가 유출되는 것을 마그네틱 실에 의한 실링으로 방지할 수 있다. 마그네틱 실을 이용하여 축의 회전과 동시에 내부를 밀폐시키는 구성을 공지된 기술이므로 자세한 내용은 생략하기로 한다.

[0028] 한편, 임펠러(200) 내부로는 반응 가스가 공급된다. 따라서, 반응 가스 공급관(160)은 지지대(150)를 관통하여 임펠러(200)와 연결된다. 반응 가스 공급관(160)은 반응 가스를 공급하는 반응 가스 공급부(164) 및 반응 가스를 조절하는 밸브(162)와 연결된다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치에 의하면, 임펠러(200)가 고속 회전하면서 촉매(M) 상부로 반응 가스를 분사할 수 있다. 따라서, 탄소나노튜브 합성이 보다 효과적으로 진행될 수 있다.

[0030] 가열부(170)는 반응 챔버(110)의 외측에 설치되어 반응 챔버(110)를 가열하여, 반응 챔버(110)의 내부를 탄소나노튜브의 합성에 필요한 공정 온도까지 가열할 수 있다. 바람직하게는 반응 챔버(110) 내에서 합성이 일어나는 물체부를 가열할 수 있으며, 또는 합성 조건에 따라 반응 챔버(110)의 일부만을 가열할 수도 있다. 탄소나노튜브 합성 공정이 진행될 때에 반응 챔버(110)의 내부는 대략 500 °C 이상, 바람직하게는 650 °C ~ 1000 °C의 고온으로 유지될 수 있다. 가열부(120)는 반응 챔버(110)의 외벽을 감싸도록 코일 형상을 가진 열선(도시되지 않음)을 사용할 수 있는데, 가열부(170)의 구성을 이에 한정되지는 않으며 당업자에 의해 변경 가능하다.

[0031] 교반기(180)는 회전축(182)을 따라 형성된 복수개의 날개(184)를 포함하며, 회전력을 제공하는 구동부(186)와 연결된다. 복수의 날개(184)는 회전축(182)를 중심으로 등간격으로 배치될 수 있으며, 회전축(182)의 길이 방향을 따라 다단으로 배치될 수 있다. 또한, 각 단의 날개(184)들은 서로 교차되게 배치될 수도 있다. 날개(184)의 개수 및 배치 형태는 반응 챔버(110)의 크기, 반응 가스의 종류, 촉매(M)의 형태 등의 조건에 따라 당업자에 의해 다양하게 변경 가능하다. 교반기(180)는 일정한 주기를 가지고 회전축(182)을 중심으로 회전하게 되며, 반응 챔버(110) 내부의 반응 가스 및 촉매(M)를 균일하게 혼합시킬 수 있다. 따라서, 교반기(140)는 합성된 탄소나노튜브가 반응 챔버(110) 벽면에 부착되는 문제를 방지할 수 있고, 촉매(M)의 충팽창율을 높일 수 있다.

[0032] 배기부(190)는 반응 챔버(110)의 상단부에 연결되어 탄소나노튜브의 합성에 반응하지 않은 미반응 가스를 반응 챔버(110)의 외부로 배출할 수 있다. 즉, 배기부(190)를 통해 탄소나노튜브 합성 공정이 끝난 후 잔류 가스 등을 외부로 배출할 수 있다. 이러한 잔류 가스에는 합성된 탄소나노튜브의 일부가 포함될 수도 있는데, 배기부(190)에 연결되어 별도로 설치된 가스 사이클론(Gas cyclone)(도시되지 않음)을 이용하여 잔류 가스에 포함된 탄소나노튜브를 분리시켜 포집하고 가스 만을 내보낼 수 있다. 배출된 잔류 가스는 유해할 수 있으므로, 배기부(190)에 연결된 스크러버(Scrubber)(도시되지 않음)에서 이러한 잔류 가스들을 처리하여 외부로 배출할 수 있다.

[0033] 이하, 도 5를 참조하여, 상기와 같이 구성되는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치(100)의 동작을 간단히 설명한다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소나노튜브 합성 장치의 합성 공정을 나타내기 위한 단면도이다.

[0034] 먼저, 탄소나노튜브 합성 공정이 시작되면, 가열부(170)에 전원이 공급되어 반응 챔버(110)를 가열하기 시작하며. 반응 챔버(110) 내부는 약 650 °C ~ 1000 °C의 공정 온도로 가열할 수 있다. 또한, 촉매 공급부(120)를 통해 반응 챔버(110)의 하단부로 환원된 촉매(M)가 공급될 수 있다.

[0035] 반응 챔버(110)의 내부 온도가 공정 온도에 도달되면, 임펠러(200) 내부로 반응 가스가 공급되고, 임펠러(200)는 회전과 함께 촉매(M) 상부로 반응 가스를 분사한다. 이 때, 임펠러(200)의 회전판(220)에 형성된 하나 이상의 분사홀(222)에서 반응 가스가 분사된다. 임펠러(200)의 회전에 의해 반응 챔버 상부 방향으로 공기의 흐름이 형성되며, 반응 가스의 분사 압력 및 임펠러(200)의 회전에 따른 공기의 흐름에 의해 촉매(M) 및 합성된 탄소나

노튜브는 반응 챔버(110) 상부로 부유하게 된다. 반응 가스는 반응 챔버(110) 내부에서 열분해에 의해 라디칼로 분해될 수 있으며, 이러한 라디칼들은 반응 챔버(110)의 하단부로부터 부유되는 촉매(M)와 반응하여 탄소나노튜브의 합성이 이루어질 수 있다. 반응 챔버(110)에서의 탄소나노튜브 합성 공정이 완료되면 가스 분사부로부터 반응 가스의 공급을 중단할 수 있다.

[0036] 한편, 탄소나노튜브의 합성이 이루어지는 동안, 교반기(180)는 일정한 주기를 가지고 회전하여 반응 챔버(110) 내부의 반응 가스 및 촉매(M)를 균일하게 혼합시키고, 합성된 탄소나노튜브가 반응 챔버(110) 내부 벽면에 부착되는 것을 방지할 수 있다. 이때, 전술한 바와 같이 미반응된 반응 가스는 반응 챔버(110)의 상단부에 형성된 배기부(190)를 통해 배출된다.

[0037] 탄소나노튜브의 합성이 끝나게 되면, 반응 챔버(110)의 하단부에 연결된 회수부(130)를 통해 합성된 탄소나노튜브를 회수할 수 있다.

[0038] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

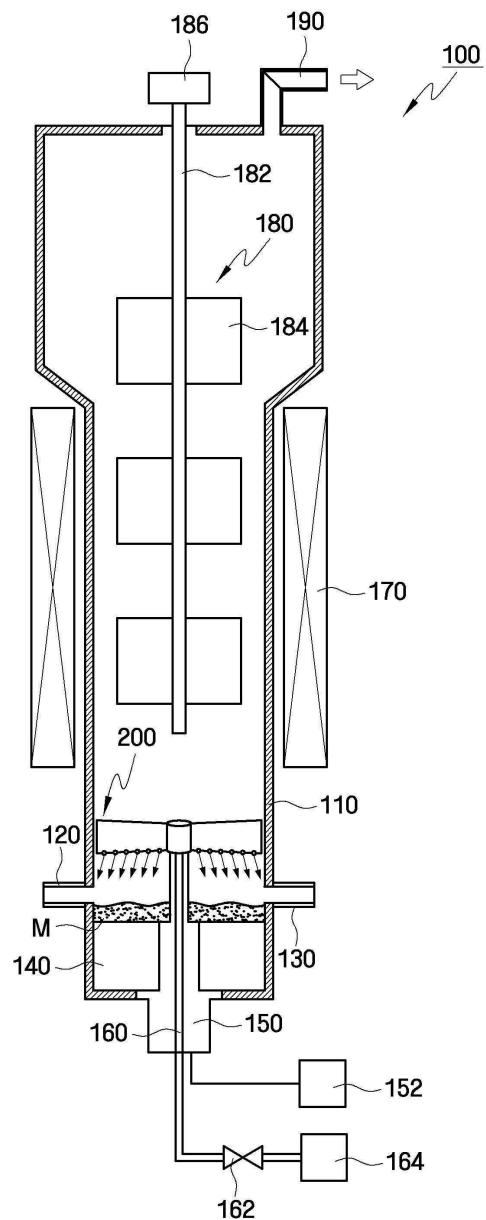
[0039] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

### 부호의 설명

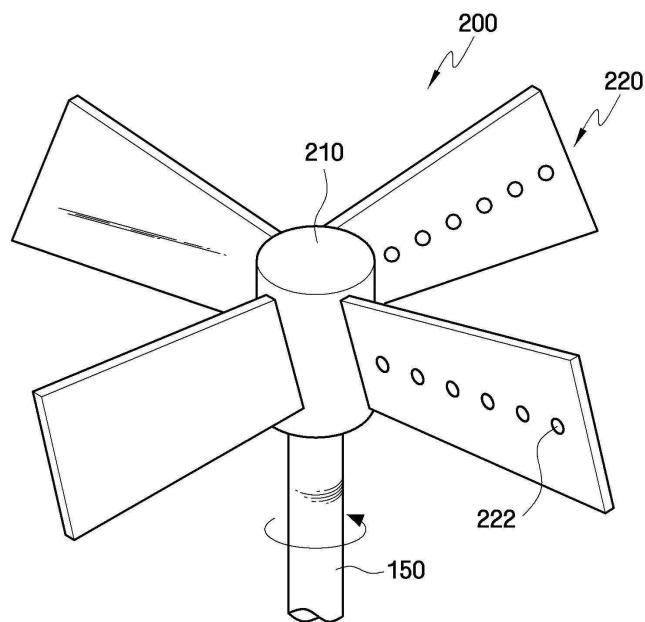
[0040] 110: 반응 챔버	120: 촉매 공급부
130: 회수부	140: 플레이트
150: 지지대	160: 반응 가스 공급관
170: 가열부	180: 교반기
190: 배기부	200: 임펠러
210: 바디부	220: 회전판
222: 분사홀	

## 도면

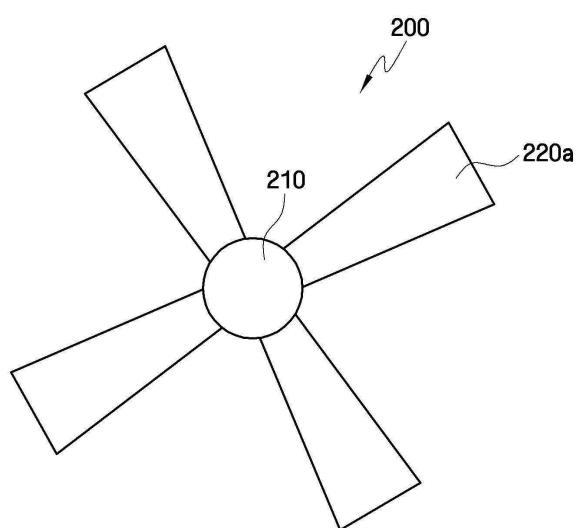
## 도면1



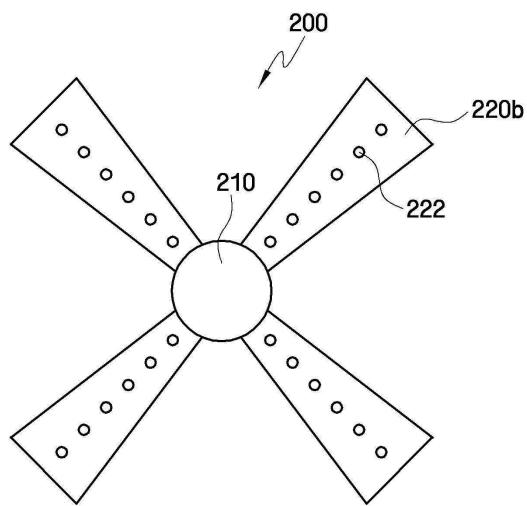
도면2



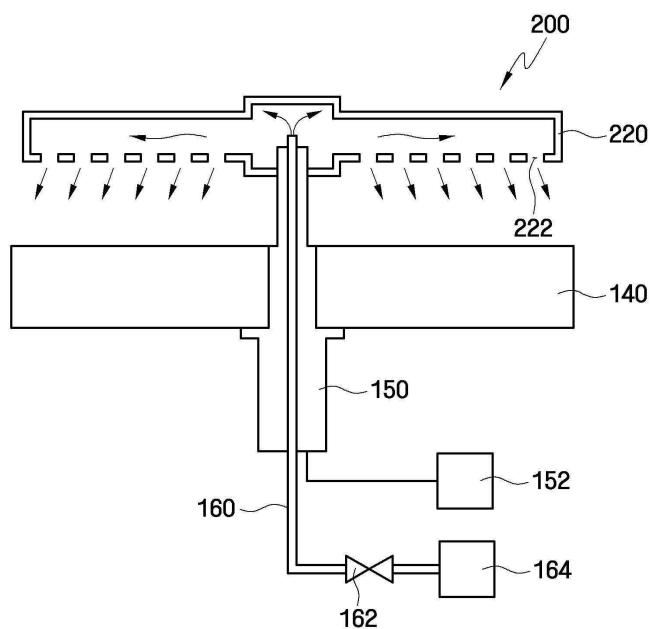
도면3a



도면3b



도면4



## 도면5

