



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B82B 3/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년06월27일 10-0732623 2007년06월20일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0004939 2006년01월17일 2006년01월17일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자 (주)씨엔티
인천 연수구 연수동 593-8 메카리움오피스 806

(72) 발명자 박용훈
인천 남구 용현동 627-40 금호타운 5동 702호

(74) 대리인 전홍기

(56) 선행기술조사문헌
KR 1020020023522 KR 1020030081567

심사관 : 이영재

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 탄소나노튜브 대량합성장치

(57) 요약

본 발명은 탄소나노튜브 대량합성장치에 관한 것으로서, 보다 상세히는 촉매금속과 탄소소오스 가스를 반응시켜서 탄소나노튜브를 합성하는 반응기 내에 촉매금속과 탄소소오스 가스의 접촉이 활발해지도록 추진팬을 설치하여 반응물 및 생성물을 강제유동 시킴으로써 탄소소오스 및 이송가스의 주입량을 현저하게 감소시키고 그 결과 반응 수율이 현저히 높아지도록 한 탄소나노튜브 대량합성장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치는, 히터를 구비하고 외부 대기와 차단된 내부공간에서 탄소나노튜브를 합성하는 반응기; 상기 반응기로 촉매를 공급하는 촉매공급부; 상기 반응기로 탄소소오스 가스를 공급하는 탄소소오스 가스공급부; 상기 반응기로 수소가스를 공급하는 수소가스공급부; 상기 반응기로 불활성 가스를 공급하는 불활성가스공급부; 상기 반응기로부터 가스를 배출하는 가스배출부; 상기 반응기에서 합성된 탄소나노튜브를 수집하는 탄소나노튜브 수집부 및 상기 반응기의 내측에 형성되어 상기 촉매 및 탄소소오스 가스의 반응을 촉진시키는 추진팬; 을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

히터를 구비하고 외부 대기와 차단된 내부공간을 갖는 반응기;

상기 반응기로 촉매를 공급하는 촉매공급부;

상기 반응기로 탄소소오스 가스를 공급하는 탄소소오스 가스공급부;

상기 반응기로 수소가스를 공급하는 수소가스공급부;

상기 반응기로 불활성 가스를 공급하는 불활성가스공급부;

상기 반응기로부터 가스를 배출하는 가스배출부;

상기 반응기에서 합성된 탄소나노튜브를 수집하는 탄소나노튜브 수집부; 및

상기 반응기의 내측에 형성되어 상기 내부공간에서 강제유동을 생성하는 추진팬;을 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 대량합성장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 가스배출부는 합성된 탄소나노튜브는 걸러내고 가스만을 통과시키는 필터를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 대량합성장치.

청구항 3.

제 1항 또는 2항에 있어서, 상기 추진팬의 회전속도를 제어하는 추진팬 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 대량합성장치.

청구항 4.

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 탄소나노튜브 대량합성장치에 관한 것으로서, 보다 상세히는 촉매금속과 탄소소오스 가스를 반응시켜서 탄소나노튜브를 합성하는 반응기 내에 촉매금속과 탄소소오스 가스의 접촉을 활발히 하도록 추진팬을 설치하여 반응물 및 생성물을 강제유동 시킴으로써 탄소소오스 가스의 주입량을 현저하게 감소시키고 그 결과 반응수율이 현저히 높아지도록 한 유동화 기상합성법에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치에 관한 것이다.

탄소나노튜브는 흑연면(graphite sheet)이 실린더형으로 말린 튜브구조로서 흑연면의 수에 따라 단일벽, 이중벽 및 다중벽 탄소나노튜브로 구분된다. 이러한 실린더 형태의 구조는 그 직경이 일반적으로 수 nm 내지 수십 nm 이며, 그 길이는 직경의 수십 배 내지 수천 배 이상이다. 탄소나노튜브에서 하나의 탄소원자는 3개의 다른 탄소원자와 sp²결합의 육각형 벌집무늬로 결합되어 튜브형태를 이루고 있으며, 이 튜브의 직경이 대략 수 nm 정도로 극히 작기 때문에 나노튜브라고 부르게 되었다.

탄소나노튜브는 경량으로서 전기적 또는 열적 특성 및 기계적 강도가 우수하며 화학적으로 안정하고 표면반응이 용이하여 전자정보산업분야, 에너지 분야, 고성능 복합소재, 초미세 나노부품 등에서 다양하게 응용되고 있다.

탄소나노튜브를 합성하는 대표적인 방법으로는 전기방전법, 레이저증착법, 화학기상증착법, 기상합성법이 있다. 전기방전법 또는 레이저증착법은 탄소나노튜브를 합성한 후, 고순도의 탄소나노튜브를 얻기 위해서 복잡한 정제과정을 거쳐야 하며, 또한 구조제어 및 수직배향 합성이 어려운 단점을 갖고 있다. 화학기상증착법에 의한 탄소나노튜브의 합성은 고순도의 탄소나노튜브를 기관에 정렬시켜 성장시키는 것이 가능하지만 대량합성이 곤란한 문제가 있다. 기상합성법은 기관을 사용하지 않고 반응기 내에 탄소소오스 가스와 촉매금속을 직접 공급하여 기상에서 탄소나노튜브를 직접 합성하는 방법으로 써, 탄소나노튜브를 대량으로 합성하기에 유리한 방법으로 제안되고 있다.

그러나 플루다이징 기상합성법이라고도 불리는 종래의 기상합성법은 반응기내에서 촉매금속과 탄소소오스 가스의 합성을 일으키기 위하여 반응공간내 유동을 생성해야 하고, 그 유동은 반응공간으로 주입된 탄소소오스 가스 및 이송가스의 에너지에 의해 생성되기 때문에, 탄소소오스 가스와 이송가스를 고압으로 과량 주입해야 했다. 따라서 탄소나노튜브의 생성에 필요한 양을 넘는 필요이상의 가스가 주입되어야 하므로 탄소소오스 가스 및 이송가스의 낭비가 심하였고 반응수율이 낮아지는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 반응기 내 반응공간의 일측에 추진팬을 설치하고 추진팬에 의한 반응물의 강제유동에 의해 촉매금속과 탄소소오스 가스의 반응을 촉진시킴으로써, 적은 양의 탄소소오스 가스 및 이송가스를 주입하면서도 고순도의 탄소나노튜브를 합성하는 유동화 기상법에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치는 내부공간을 가열하기 위한 히터를 구비하고 외부 대기와 차단된 상기 내부공간에서 탄소나노튜브를 합성하는 반응기; 상기 반응기로 촉매를 공급하는 촉매공급부; 상기 반응기로 탄소소오스 가스를 공급하는 탄소소오스 가스공급부; 상기 반응기로 수소가스를 공급하는 수소가스공급부; 상기 반응기로 불활성 가스를 공급하는 불활성가스공급부; 상기 반응기로부터 가스를 배출하는 가스배출부; 반응기 내에서 생성된 탄소나노튜브를 수집하는 탄소나노튜브 수집부 및 상기 반응기의 내측에 형성되어 상기 촉매 및 탄소소오스 가스의 반응을 촉진시키는 추진팬;을 포함한다.

상기 탄소나노튜브 대량합성장치는 상기 가스배출부는 합성된 탄소나노튜브는 걸러내고 가스만을 통과시키는 필터를 더 구비하는 것이 바람직하다.

또한 탄소나노튜브 대량합성장치는 상기 추진팬의 회전속도를 제어하는 추진팬 제어부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

또한, 탄소나노튜브 대량합성장치는 상기 합성된 탄소나노튜브를 냉각하는 냉각부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명의 상기와 같은 목적 및 다른 장점들은 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명함으로써 더욱 명백해질 것이다.

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치는 히터(170)가 구비된 반응기(160), 촉매공급부(110), 탄소소오스 가스공급부(120), 수소가스공급부(125), 불활성가스공급부(130), 가스배출부(140) 및 추진팬(180)을 포함한다.

반응기(160)는 직경(또는 폭)에 비해 수직방향의 길이가 상대적으로 큰 내부공간을 구비하며, 상기 내부공간을 가열하기 위한 히터(170)를 구비한다. 히터(170)는 반응기의 내부공간(반응공간)을 600℃~1200의 고온상태로 승온시켜 탄소소오스 가스, 예를 들면 탄화수소가스를 열분해 시키고, 이 때 생성된 탄소와 촉매금속이 합성되어 탄소나노튜브가 생성된다. 히터(170)는 온도제어를 위해 센서(미도시) 및 온도제어부(미도시)를 포함할 수 있다. 반응기(160)는 석영, 그래파이트 또는 내열강 등의 재질로 이루어질 수 있다.

가스배출부는 반응기의 상부에 연결되며, 촉매공급부(110), 탄소소오스 가스공급부(120), 수소가스공급부(125) 및 불활성가스공급부(130)는 반응기(160)의 하부에 연결된다. 그러나 상기 공급부들 및 가스배출부는 반응기의 다른 위치에 연결될 수도 있다.

촉매공급부(110)는 정제된 Fe, Mg, Fe, Mo, Co, Yr, Ni 중 어느 하나의 금속 또는 이들의 합금 등을 상기 반응기의 내부 공간으로 공급한다.

탄소소오스 가스공급부(120)는 반응기(160) 내에서 열분해되어 상기 촉매금속과 합성하는 탄화수소가스, 예를 들어 메탄, 에틸렌, 아세틸렌, 사이클로헥산, 벤젠 또는 크실렌 등을 반응기 내부공간으로 공급한다.

수소가스공급부(125)는 상기 반응기(160)의 내부공간으로 수소가스를 공급한다.

불활성가스공급부(130)는 불활성 가스인 아르곤, 질소, 헬륨, 네온, 제논 등의 불활성 가스를 상기 반응기(160) 내로 공급한다. 불활성가스공급부(130)는 수소가스공급부(125)와 함께, 탄소나노튜브가 합성되는 과정에서 산화반응 등의 다른 반응이 일어나지 않도록 분위기를 조성하며, 반응물 및 생성물을 이송한다.

가스배출부(140)는 반응기(160) 내의 잔여가스 또는 미반응 가스를 반응기(160) 외부로 배출하며, 가스배출부(140)의 입구에는 상기 가스들을 배출 시에 이미 합성된 탄소나노튜브가 배출되지 않도록 걸러주기 위해 필터(150)가 설치된다.

상기 촉매공급부(110), 탄소소오스 가스공급부(120), 수소가스공급부(125) 및 불활성가스공급부(130)는 각각 밸브를 구비하여 촉매금속 또는 가스들의 공급을 개폐하거나 공급량을 제어할 수 있다.

수집부는 반응기(160)에서 합성된 탄소나노튜브를 수집하며, 선택적인 개폐가 가능한 개폐밸브를 구비한다. 수집부는 본 실시예에 도시한 형상에 한정되는 것이 아니라, 필요에 따라 다른 방법 및 형상으로 설치가 될 수 있다.

상기 반응기(160) 하부에는 촉매금속과 탄소소오스 가스의 반응을 촉진시키기 위해 강제유동을 생성하는 추진팬(180)이 형성된다.

종래의 기상합성법을 이용한 탄소나노튜브 대량합성장치는 반응기 내에서 촉매금속과 탄소소오스 가스와의 반응을 위해 강제유동을 생성하도록 탄소소오스 가스와 이송가스를 고압으로 필요 이상 주입하여야 했다. 따라서 탄소소오스 가스와 이송가스의 낭비를 초래하였고, 그 결과 주입된 탄소소오스 가스의 양에 비해 탄소나노튜브의 산출량이 낮아지는 문제점이 있었다.

그러나 본 발명에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치는 반응기(160) 내부에 추진팬(180)이 형성되어, 소량의 탄소소오스 가스와 이송가스의 주입만으로도 반응기 내부의 촉매금속과 탄소소오스 가스의 반응을 위한 내부 반응물 및 생성물의 강제유동(순환)을 일으킬 수 있다. 즉, 상기 추진팬(180)은 촉매금속의 부유를 위한 고압의 탄소소오스 가스 및 이송가스의 주입을 대체하는 효과가 있고, 따라서 탄소소오스 가스 및 이송가스의 낭비를 막을 수 있다.

상기 추진팬(180)은 복수개가 형성될 수 있으며, 추진팬의 구조 또한 본 실시예에 도시된 구조의 팬 뿐만 아니라 횡류팬 등 다양한 형태의 것을 사용할 수 있다.

또한 상기 반응기(160) 내의 유속을 제어하기 위해 상기 추진팬(180)의 회전속도를 조절하는 추진팬제어부(181)가 더 포함 되는 것이 바람직하다. 즉 상기 반응기(160)에 주입된 촉매금속과 탄소소오스 가스의 합성반응의 속도를 필요에 따라 조절함으로써, 고순도의 탄소나노튜브를 합성할 수 있다.

이하 도 1을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치에서 탄소나노튜브를 합성하는 과정을 설명한다.

도 1에 도시된 바와 같이, 반응기(160) 내의 공간을 수소가스와 불활성가스로 채우기 위해 수소가스공급부(125) 및 불활성가스공급부(130)를 통해 수소 가스와 불활성가스를 반응기(160) 내부로 주입하면, 최초로 반응기(160)의 내부공간에 존재하던 공기는 가스배출부(140)를 통해 반응기 외부로 배출된다.

반응기 내부가 수소가스 및 불활성가스로 채워진 분위기에서, 히터(170)로 반응기 내부를 가열하고 촉매금속, 탄소소오스 가스, 수소가스, 불활성 가스를 주입시키면서, 추진팬(180)을 작동시키면 탄소나노튜브의 합성에 사용되는 탄소소오스 가스 및 촉매금속 등의 반응물이 반응기의 내부공간에서 강제유동한다. 이 강제유동에 의해 반응기(160)의 내부공간에서 반응물들이 고르게 혼합되면서 반응이 이루어져 탄소나노튜브가 합성된다.

촉매공급부(110)를 통해 주입되는 촉매금속은 환원 과정을 거쳐서 완전히 환원된 촉매금속이 주입된다.

탄소나노튜브의 합성이 이루어지는 과정에서 가스배출부(140)를 통해 탄소나노튜브 합성과정에서 반응하지 않은 미반응 가스 및 반응후 잔여가스가 연속적으로 배출된다. 가스배출부의 필터(150)는 합성된 탄소나노튜브는 걸러주고 미반응 가스 및 잔여가스는 통과시키므로, 가스배출시에 탄소나노튜브가 함께 배출되는 것을 방지한다.

추진팬 제어부(181)는 상기 반응기(160) 내부에 주입된 상기 촉매금속 및 탄소소오스 가스의 양에 따라 혹은 작업공정상의 필요에 따라 상기 추진팬(180)의 회전 속도를 조절하며, 그 결과 반응기(160) 내의 반응물 및 생성물의 순환속도(강제 유동속도)를 조절한다. 이러한 과정에 의해 생성된 탄소나노튜브는 수집부(161)를 통해 수집된다. 이와 같은 과정의 반복으로, 적은 양의 탄소소오스 가스 주입만으로도 고순도의 탄소나노튜브를 대량생산할 수 있다.

반응기(160)에서 탄소나노튜브의 합성이 일어나는 과정에는 상기 반응기(160) 내부로 외부공기가 유입되지 않도록 상기 반응기는 밀폐되어 외기와 차단되어야 한다.

수소가스와 불활성가스는 이송가스의 역할을 하며, 이송가스와 탄소소오스 가스가 추진팬에 의해 강제유동하면서 촉매금속과 탄소소오스 가스를 고르게 혼합시켜주기 때문에, 촉매금속과 탄소소오스 가스의 반응이 촉진된다.

본 발명에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치는 반응기 내에서 탄소나노튜브를 끊이지 않고 계속하여 합성하기 위해서 탄소소오스 가스와 이송가스를 연속적으로 주입하므로, 가스배출부를 통해 반응기로부터 일정량의 가스들을 배출시킴으로써 반응기 내부 조건이 일정하게 유지된다.

이상과 같이 본 발명에 대한 구체적인 설명은 첨부된 도면을 참조한 실시예에 의해서 이루어졌지만, 상술한 실시 예는 본 발명의 바람직한 예를 들어 설명하였을 뿐이기 때문에, 본 발명이 상기의 실시 예에만 국한되는 것으로 이해되어져서는 아니되며, 본 발명의 권리범위는 후술하는 청구범위 및 그 등가개념으로 이해되어져야 할 것이다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치에 의하면, 반응기 내에 설치된 추진팬에 의해 반응공간에서 탄소소오스 가스와 촉매금속 등의 반응물을 강제유동시킴으로써, 촉매금속의 부유를 위해 고압의 탄소소오스 가스와 이송가스를 과량으로 주입하지 않으면서도 탄소나노튜브 합성효율은 현저히 향상된다. 따라서 고순도의 탄소나노튜브를 대량으로 생산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 탄소나노튜브 대량합성장치를 개략적으로 도시한 단면도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

110 : 촉매공급부 120 : 탄소소오스 가스공급부

125 : 수소가스공급부 130 : 불활성가스공급부

140 : 가스배출부 150 : 필터

160 : 반응기 161 : 수집부

170 : 히터 180 : 추진팬

190 : 밸브

도면

도면1

