



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월28일

(11) 등록번호 10-1548089

(24) 등록일자 2015년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C01B 31/02 (2006.01) B82B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0190713

(22) 출원일자 2014년12월26일

심사청구일자 2014년12월26일

(56) 선행기술조사문헌

JP2010129169 A*

S.-G. Cho et al. Thin Solid Films. 2010, Vol. 518, pp. 6619-6623 (2010.04.02.)*

JP2006213569 A

JP2005008446 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

이내성

서울 양천구 목동서로 130, 402동 302호 (목동, 목동신시가가지아파트4단지)

곽정춘

서울 광진구 동일로56길 54-2

임창진

서울 광진구 광나루로17길 22, 101호 (군자동)

(74) 대리인

특허법인이상

전체 청구항 수 : 총 6 항

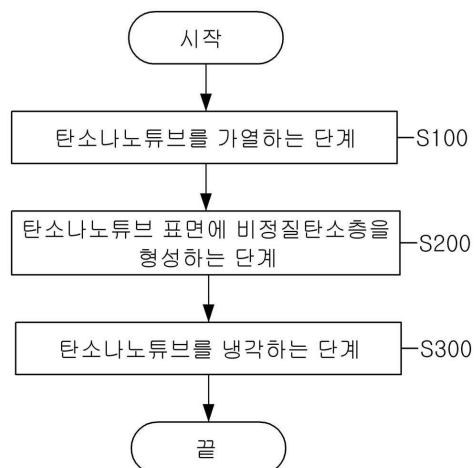
심사관 : 최문정

(54) 발명의 명칭 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법 및 그 제조방법에 의해 제조된 탄소나노튜브

(57) 요약

초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법 및 그 제조방법에 의해 제조된 탄소나노튜브를 제공한다. 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법은 탄소나노튜브를 가열하는 단계, 산소원소가 포함되지 않은 탄화수소계열 물질을 포함하는 액상용매를 운반기체를 이용하여 상기 탄소나노튜브에 통과시켜 상기 탄소나노튜브 표면에 비정 질탄소층을 형성하는 단계 및 상기 탄소나노튜브를 냉각하는 단계를 포함할 수 있다. 따라서, 다중벽 탄소나노튜브 제조방법과 상관없이 간단한 기체(용매 버블링)처리 공정만으로 다중벽 탄소나노튜브의 표면특성을 초소수성으로 변화시킬 수 있으며 공정이 단순하고 제조 시 소모비용이 적어 경제적이며 강한 화학결합을 통한 특성변화이기 때문에 내구성이 강해서 다양한 적용 가능성이 보인다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415135382

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업융합기술산업핵심기술개발사업

연구과제명 계면 초평활화를 위한 154 kV 초고압 전력케이블용 나노카본 소재기술 개발(3차년도)

기 여 율 1/1

주관기관 (주)제이오

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

탄소나노튜브를 가열하는 단계;

산소원소가 포함되지 않은 탄화수소계열 물질을 포함하는 액상용매를 운반기체를 이용하여 상기 탄소나노튜브에 통과시켜 상기 탄소나노튜브 표면에 비정질탄소층을 형성하는 단계; 및

상기 탄소나노튜브를 냉각하는 단계를 포함하고,

상기 액상용매는 상기 운반기체로 버블링되어 상기 운반기체를 통하여 운반되어 상기 탄소나노튜브를 통과하는 것을 특징으로 하고,

상기 탄소나노튜브를 가열하는 단계는 600 ℃ 내지 850 ℃의 온도에서 가열하는 것을 특징으로 하는 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탄소나노튜브는 다중벽 탄소나노튜브인 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 운반기체는 N_2 또는 Ar 을 포함하는 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 액상용매는 산소원소가 포함되지 않은 지방족화합물 또는 방향족화합물을 포함하는 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 지방족화합물은 펜텐, 헥산 또는 사이클로헥산을 포함하는 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 방향족화합물은 벤젠, 톨루엔, 또는 자일렌을 포함하는 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 탄소나노튜브에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 산소원소가 포함되지 않은 탄화수소 계열 액상 용매를 이용하여 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법 및 그 제조방법에 의해 제조된 탄소나노튜브에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 기존의 초소수성의 탄소나노튜브를 만드는 방법으로 하기와 같이 두가지로 나눌 수 있다.

[0003] 첫 번째 방법은 탄소나노튜브 어레이(CNT arrays)를 조정(align)시키거나 숲(forest) 형태로 만드는 등 표면 구조를 기하학적으로 변화시켜 제조하는 방법이다. 이 방식은 물리적 형상변화를 고려해야 하며 PECVD나 RF-plasma deposition법으로 고가의 장비가 필요하고 내구성이 약해 작은 충격에도 align된 CNT가 무너지는 등 손상이 된다는 큰 단점이 있다.

[0004] 두 번째 방법은 화학적 처리로 탄소나노튜브 표면의 화학적 조성을 변화시켜 제조하는 방법이다. 기존의 화학적 처리 방식은 탄소나노튜브의 표면을 산화처리 후 초소수성의 특성을 가진 고분자 물질을 코팅하는 방법을 많이 사용하였다. 예를 들어, 대한민국 공개특허 제10-2012-0034370호(2012.04.12.)에서는 산화 처리된 탄소나노튜브를 불소 고분자로 표면처리한 후, 고체기판에 탄소나노튜브 분산액과 불소 고분자 혼합액을 코팅하여 초소수성을 지닌 탄소나노튜브 필름을 제조하는 방법에 대하여 개시되어 있다. 그러나 이러한 산화과정을 거치게 되면 탄소나노튜브의 전기전도성 등 고유특성이 감소하고 데미지를 많이 입게 된다.

[0005] 따라서, 상술한 문제점을 극복하면서 간단한 공정만으로 초소수성 특징을 갖는 새로운 탄소나노튜브 제조방법을 연구할 필요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 간단한 기체(용매 버블링) 처리 공정만으로 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법 및 그 제조방법에 의해 제조된 탄소나노튜브를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법을 제공한다. 상기 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법은 탄소나노튜브를 가열하는 단계, 산소원소가 포함되지 않은 탄화수소계열 물질을 포함하는 액상용매를 운반기체를 이용하여 상기 탄소나노튜브에 통과시켜 상기 탄소나노튜브 표면에 비정질탄소층을 형성하는 단계 및 상기 탄소나노튜브를 냉각하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 탄소나노튜브는 다중벽 탄소나노튜브일 수 있다.

[0009] 상기 운반기체는 N_2 또는 Ar을 포함할 수 있다.

[0010] 상기 탄소나노튜브를 가열하는 단계는 600 °C 내지 850 °C의 온도에서 가열하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 유기용매는 산소원소가 포함되지 않은 지방족화합물 또는 방향족화합물을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 지방족화합물은 펜텐, 헥산 또는 사이클로헥산을 포함할 수 있다.

- [0013] 상기 방향족화합물은 벤젠, 톨루엔, 또는 자일렌을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 측면은 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법을 제공한다. 상기 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법은 가열로 내에 고정된 탄소나노튜브를 가열하는 단계, 상기 탄소나노튜브의 표면을 탄소 증착물질로 코팅하는 단계 및 상기 탄소나노튜브를 냉각하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 탄소나노튜브의 표면을 탄소 증착물질로 코팅하는 단계는 상기 탄소나노튜브에 탄화수소 가스를 주입하고 상기 탄화수소 가스를 열분해시켜 상기 탄소나노튜브의 표면에 비정질탄소층을 코팅하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 상기 탄화수소 가스의 주입은 산소원소를 포함하지 않고 탄소원소와 수소원소를 포함하는 유기용매를 운반기체로 버블링하여 상기 탄소나노튜브에 주입하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 상기 유기용매는 산소원소가 포함되지 않은 지방족화합물 또는 방향족화합물을 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 또 다른 측면은 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브를 제공한다. 상기 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브는 상술한 제조방법에 의해 제조된 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 본 발명은 다중벽 탄소나노튜브 제조방법과 상관없이 간단한 기체(용매 버블링)처리 공정만으로 다중벽 탄소나노튜브의 표면특성을 초소수성으로 변화시킬 수 있으며 공정이 단순하고 제조 시 소모비용이 적어 경제적이며 강한 화학결합을 통한 특성변화이기 때문에 내구성이 강해서 다양한 적용 가능성이 보인다.
- [0020] 또한, 초소수성화 된 탄소나노튜브는 전도성을 띄며 방수가 필요한 전자기기부품의 소재로 응용이 가능하며 오일흡착제로도 사용할 수 있다.
- [0021] 또한, 다양한 기체 또는 기화된 용매처리를 통해 표면상태를 원하는 만큼 조절이 가능하여 고분자나 다른 물질과의 컴파운딩 등에서 분산성 향상 효과를 기대할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법을 나타낸 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조시스템의 개략 블록도이다.
- 도 3은 탄소나노튜브의 접촉각을 측정한 사진들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0025] 본 발명이 여러 가지 수정 및 변형을 허용하면서도, 그 특정 실시예들이 도면들로 예시되어 나타내어지며, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 본 발명을 개시된 특별한 형태로 한정하려는 의도는 아니며, 오히려 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 본 발명의 사상과 합치되는 모든 수정, 균등 및 대용을 포함한다.
- [0026] 층, 영역 또는 기관과 같은 요소가 다른 구성요소 "상(on)"에 존재하는 것으로 언급될 때, 이것은 직접적으로 다른 요소 상에 존재하거나 또는 그 사이에 중간 요소가 존재할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0027] 비록 제1, 제2 등의 용어가 여러 가지 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들은 이러한 용어에 의해 한정되어서는 안 된다는 것을 이해할 것이다.
- [0028] 또한, 본 발명에서 사용하는 용어 ‘접촉각’은 정지한 액체 표면이 고체 표면에 접촉되는 곳으로 액면과 고체면이 이루는 각을 말한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법을 나타낸 흐름도이다.

- [0030] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조방법은 탄소나노튜브를 가열하는 단계(S100), 상기 탄소나노튜브 표면에 비정질탄소층을 형성하는 단계(S200) 및 상기 탄소나노튜브를 냉각하는 단계(S300)를 포함할 수 있다.
- [0031] 탄소나노튜브를 가열하는 단계(S100)에서, 준비되는 탄소나노튜브는 다중벽 탄소나노튜브(MWCNT)일 수 있다. 이러한 탄소나노튜브는 다양한 공지된 방법을 통하여 제조된 것을 사용할 수 있다. 예를 들어, 화학 기상 증착법(CVD)을 이용하여 합성할 수 있다. 예를 들어, 다중벽 탄소나노튜브(MWCNT)를 대량 합성하기 위한 CVD 법으로서, Al_2O_3 의 지지체에 Fe, Co 또는 Ni을 담지 시킨 촉매를 이용하여 CNT를 성장시킬 수 있다.
- [0032] 이러한 탄소나노튜브를 가열하는 단계(S100)는 후술하는 탄소나노튜브의 표면에 비정질탄소층을 형성하는 단계(S200)에서의 열분해 반응을 수행하기 위하여 가열하는 단계이다.
- [0033] 예를 들어, 탄소나노튜브를 가열로(Furnace)에 넣고 일정온도까지 승온하여 가열할 수 있다.
- [0034] 또한, 이러한 탄소나노튜브를 가열하는 단계는 운반기체에 의해 운반되는 액상용매를 열분해시킬 수 있는 온도로 가열 공정을 수행할 수 있고, 바람직하게 600 °C 내지 850 °C의 온도에서 수행할 수 있다.
- [0035] 따라서, 탄소나노튜브를 600 °C 내지 850 °C의 온도로 가열한 상태에서, 후술하는 액상용매가 버블링되어 운반기체를 통하여 가열로 내의 탄소나노튜브를 통과할 경우, 이러한 운반된 액상용매는 가열로 내에서 열분해될 수 있다.
- [0036] 상기 탄소나노튜브 표면에 비정질탄소층을 형성하는 단계(S200)에서는 산소원소가 포함되지 않은 탄화수소계열 물질을 포함하는 액상용매를 운반기체를 이용하여 상기 탄소나노튜브에 통과시켜 상기 탄소나노튜브 표면에 비정질탄소층을 형성할 수 있다.
- [0037] 이때의 유기용매는 산소원소가 포함되지 않은 지방족화합물 또는 방향족화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 지방족화합물은 펜텐, 헥산 또는 사이클로헥산을 포함할 수 있다. 또한, 상기 방향족화합물은 벤젠, 톨루엔, 또는 자일렌을 포함할 수 있다.
- [0038] 또한, 이때의 운반기체는 질소(N_2) 또는 아르곤(Ar) 기체를 포함할 수 있다.
- [0039] 이러한 운반기체를 통하여 운반된 산소원소가 포함되지 않은 탄화수소계열 물질을 포함하는 액상용매는 가열된 탄소나노튜브에 통과되면서 열분해 반응이 일어나고, 이러한 열분해 반응에 의해 분해된 C 원소와 H 원소가 탄소나노튜브 표면에 C-H 결합을 통하여 증착되어 비정질의 박막형태의 얇은 탄소층을 형성할 수 있다.
- [0040] 예를 들어, 톨루엔을 질소 운반가스로 버블링하여 가열된 탄소나노튜브에 통과시킬 경우, 탄소나노튜브 표면에 C-H 결합을 통한 비정질 탄소가 증착될 수 있다.
- [0041] 따라서, 이러한 증착된 비정질탄소층에 의하여 탄소나노튜브의 초소수성화가 가능하다.
- [0042] 이는 반응물질인 액상용매 물질 중에 에칭효과가 있는 산소원소가 포함되어 있는 경우 탄소나노튜브와 반응시 에칭과 증착이 동시에 일어나기 때문에 탄소나노튜브의 초소수성화가 일어나지 않지만, 톨루엔 등과 같이 산소원소가 포함되지 않은 방향족화합물의 경우 C-H 결합을 통한 비정질 탄소의 증착효과만 있기 때문에 초소수성화가 가능하다.
- [0043] 상기 탄소나노튜브를 냉각하는 단계(S300)는 탄소나노튜브를 냉각함으로써, 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브를 얻을 수 있다. 예를 들어, 탄소나노튜브를 N_2 가스를 이용하여 상온까지 냉각시켜 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브를 얻을 수 있다.
- [0044] 한편, 반응 단계를 통하여 생성될 수 있는 환경 파괴적인 가스 등을 포집하기 위하여 콜드 트랩(Cold trap)을 더 구비할 수 있다. 예를 들어, 이러한 콜드 트랩은 온도가 약 -40 °C인 에탄올(ethanol) 냉매를 이용할 수 있다.
- [0045] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초소수성 특징을 갖는 탄소나노튜브 제조시스템의 개략블록도이다.
- [0046] 도 2를 참조하면, 탄소나노튜브를 가열로 내에 고정할 수 있다. 예를 들어, CNT Powder를 석영 유리관(Quartz Tube)에 넣고 가열로(Furnace)에 고정할 수 있다.

[0047] 그리고 이렇게 가열로 내에 고정된 탄소나노튜브를 가열할 수 있다. 예를 들어, 가열로 내에 고정된 탄소나노튜브를 질소 분위기하에서 상온에서부터 특정온도까지 승온시킬 수 있다.

[0048] 그리고 버블링 시스템(Bubbling System)을 통하여 액상의 유기용매를 버블링하여 운반기체를 이용하여 가열로 내에 고정된 탄소나노튜브로 주입할 수 있다. 이때의 유기용매는 산소원소를 포함하지 않고 탄소원소와 수소원소를 포함하는 유기물질일 수 있다. 예를 들어, 이러한 유기용매는 산소원소를 포함하지 않은 지방족화합물 또는 방향족화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 지방족화합물은 펜텐, 헥산 또는 사이클로헥산을 포함할 수 있다. 또한, 상기 방향족화합물은 벤젠, 톨루엔, 또는 자일렌을 포함할 수 있다.

[0049] 또한, 3-Way Valve를 이용하여 버블링 시스템 또는 가열로에 N_2 가스를 선택적으로 공급해줄 수 있다.

[0050] 따라서, 이렇게 주입된 유기용매에 의해 상기 탄소나노튜브의 표면을 탄소 증착물질로 코팅할 수 있다.

[0051] 상기 탄소나노튜브의 표면을 탄소 증착물질로 코팅하는 단계는 상기 탄소나노튜브에 탄화수소 가스를 주입하고 상기 탄화수소 가스를 열분해시켜 상기 탄소나노튜브의 표면에 비정질탄소층을 코팅할 수 있다.

[0052] 이때의 탄화수소 가스의 주입은 탄화수소계열의 기체를 직접 가열로 내에 주입할 수 있다. 또 다른 방법으로 산소원소를 포함하지 않고 탄소원소와 수소원소를 포함하는 유기용매를 운반기체로 버블링하여 상기 탄소나노튜브에 주입할 수 있다.

[0053] 한편, 반응 단계를 통하여 생성될 수 있는 환경 파괴적인 가스 등을 포집하기 위하여 가열로와 연결된 콜드 트랩(Cold trap)을 구비할 수 있다. 예를 들어, 이러한 콜드 트랩은 온도가 약 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 인 에탄올(ethanol) 냉매를 이용할 수 있다.

[0054] 따라서, 가열로에서 반응 후 잔여 또는 생성된 가스는 콜드 트랩을 통과하여 환경 파괴적인 가스를 포집된 후 외부로 벤트(Vent)될 수 있다.

[0055] 제조예

[0056] 도 2의 시스템을 이용하여 초소수성 특성을 갖는 탄소나노튜브를 제조하였다.

[0057] 도 2를 참조하면, Multi-walled carbon nanotubes(MWCNT)은 JEIO사에서 받았으며(JC-120) 평균 10nm의 직경을 가진 CNT이다.

[0058] MWCNT 0.5g을 석영유리관(길이 65cm, 직경 3cm)에 넣고 수직형 가열로(furnace)에 고정한 후 질소분위기로 상온에서부터 반응공정 온도까지 승온하였다.

[0059] 가열로가 해당온도(약 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$)에 도달하게 되면 질소기체가 톨루엔 유기용매를 통과하면서 운반기체 역할을 할 수 있도록 3-way valve의 방향을 바꿔준다. 질소는 100mL/min의 유속으로 톨루엔을 통과하여 3시간 동안 주입되었다.

[0060] 이러한 고온의 반응기 내에서 톨루엔은 열분해 되고, CNT의 표면에 C-H 결합을 통한 비정질탄소층이 형성되었다.

[0061] 이러한 반응 과정이 끝나면 가열로를 다시 질소 분위기에서 상온으로 냉각하여 초소수성 특성을 갖는 탄소나노튜브를 얻었다.

[0062] 비교예

[0063] 제조예와 동일하게 수행하되, 톨루엔 유기용매 대신에 에탄올 유기용매를 사용하였다.

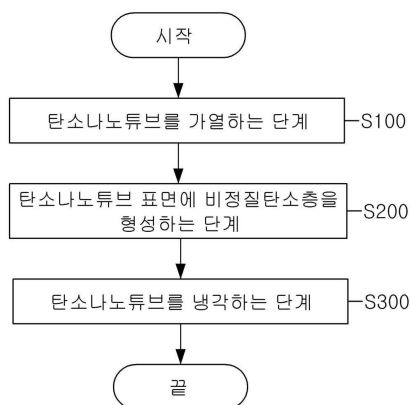
[0064] 도 3은 탄소나노튜브의 접촉각을 측정한 사진들이다.

[0065] 도 3(a)는 제조예 수행 전의 탄소나노튜브(Raw)의 접촉각을 측정한 사진이고, 도 3(b)는 비교예에 따라 제조된 탄소나노튜브(EtOH 3h)의 접촉각을 측정한 사진이다. 또한, 도 3(c)는 제조예에 따라 제조된 탄소나노튜브(Toluene 3h)의 접촉각을 측정한 사진이다.

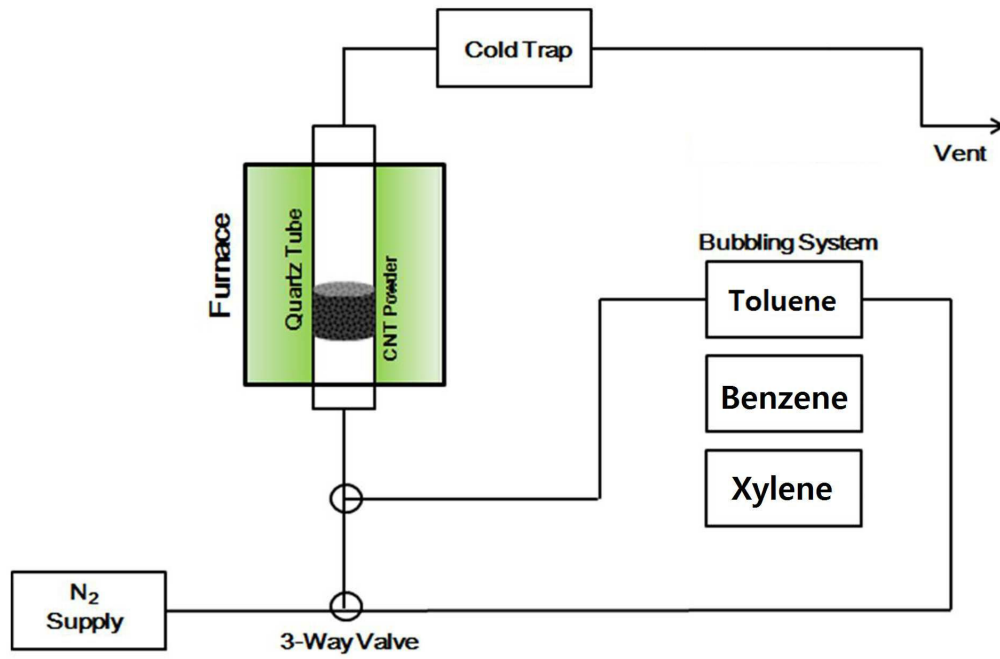
- [0066] 도 3(a)를 참조하면, 제조예 수행 전의 탄소나노튜브의 접촉각이 110° 이고, 도 3(b)를 참조하면, 비교예에 따라 제조된 탄소나노튜브의 접촉각이 110° 이다. 또한, 도 3(c)를 참조하면, 제조예에 따라 제조된 탄소나노튜브의 접촉각이 149° 이다.
- [0067] 따라서, 비교예와 같이 에탄올의 경우엔 산소원소가 있어서 탄소나노튜브와 반응 시 에칭과 증착이 동시에 일어나기 때문에 초소수성화가 되지 않지만, 제조예와 같이 톨루엔의 경우 C-H 결합을 통한 비정질 탄소의 증착 효과만 있기 때문에 초소수성화가 가능함을 알 수 있다.
- [0068] 본 발명에 따르면, 본 발명은 다중벽 탄소나노튜브 제조방법과 상관없이 간단한 기체(용매 버블링)처리 공정만으로 다중벽 탄소나노튜브의 표면특성을 초소수성으로 변화시킬 수 있으며 공정이 단순하고 제조 시 소모비용이 적어 경제적이며 강한 화학결합을 통한 특성변화이기 때문에 내구성이 강해서 다양한 적용 가능성이 보인다.
- [0069] 또한, 초소수성화 된 탄소나노튜브는 전도성을 띄며 방수가 필요한 전자기기부품의 소재로 응용이 가능하며 오일흡착제로도 사용할 수 있다.
- [0070] 또한, 다양한 기체 또는 기화된 용매처리를 통해 표면상태를 원하는 만큼 조절이 가능하여 고분자나 다른 물질과의 컴파운딩 등에서 분산성 향상 효과를 기대할 수 있다.
- [0071] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

