(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0097853
(43) 공개일자 2013년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 31/02 (2006.01) *B01J 19/12* (2006.01)
B01J 3/03 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0019470
(22) 출원일자 2012년02월27일
심사청구일자 2012년02월27일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
최원석
대전광역시 유성구 덕명동 한밭대학교 전기공학과
김상은
대전광역시 유성구 덕명동 한밭대학교
(74) 대리인
박용순, 김희곤, 김인한

전체 청구항 수 : 총 7 항

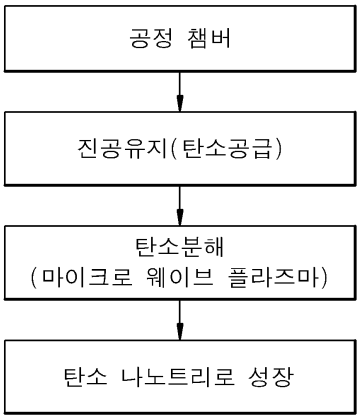
(54) 발명의 명칭 **탄소나노트리 및 그의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 탄소 나노트리의 합성 공정에 관한 것으로, 특히 공정 챔버 내의 기판 상에 진공상태에서 탄소원료물질을 공급하는 1 단계와 상기 공급된 탄소원료물질을 마이크로 웨이브 플라즈마를 이용해 분해시키는 2 단계, 상기 2단계에서 분해된 물질을 이용하여 탄소나노트리를 성장시키는 3단계를 포함하여 구성될 수 있다.

본 발명에 따르면, 그라핀 등의 탄소 공급원을 나무형태로 성장시켜 탄소공급원(그라핀)이 가지는 높은 전기전도성과 전자친화도의 장점을 가지며 수소저장 공간이 다른 탄소동소체에 비해 현저하게 증가시켜 때문에 수소 반응 면적을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

공정 챔버 내의 기판 상에 진공상태에서 탄소원료물질을 공급하는 1 단계;

상기 공급된 탄소원료물질을 플라즈마를 이용해 분해시키는 2 단계;

상기 2단계에서 분해된 물질을 이용하여 탄소나노트리를 성장시키는 3단계;

를 포함하는 탄소나노트리의 제조방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 1단계에서,

상기 기판은 유리 또는 실리콘 기판이거나,

Au, Ag, TiN, ITO 및 TaN을 포함하는 일 군에서 선택된 어느 하나의 도전 물질을 포함하는 층을 수반하는 기판인 탄소나노트리의 제조방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 1단계는,

0.1~50 Torr의 작업 진공도를 유지하는 상태에서 수행되는 공정인 탄소나노트리의 제조방법.

청구항 4

청구항 4에 있어서,

상기 1단계는,

상기 탄소원료물질을 통해 공급되는 탄소의 양을 1~100sccm의 범위에서 공급하는 단계인 탄소나토트리의 제조방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 2단계는,

마이크로 웨이브 또는 RF 플라즈마를 200~1000W의 출력으로 진행하는 공정인 탄소나노트리의 제조방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 3단계는,

탄소나노트리로 성장시키는 시간을 5초~30분 내에 수행하는 단계인 탄소나노트리의 제조방법.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항의 제조방법에 의해 제조되는 탄소나노트리.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 나노 나무(Nano tree) 형태의 탄소구조물을 형성하는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 탄소나노튜브는 높은 전기전도도, 구리의 5배에 달하는 우수한 열전도율, 그리고 같은 굵기의 강철보다 100배 뛰어난 강도를 지닌 신물질로 보고되어 왔으며, 전자방출원, 이차 전지, 수소저장, 연료전지, 단전자소자, 나노 센서, 그리고, 고기능 복합체 등으로 폭넓게 응용될 것으로 예상되고 있다.

[0003] 탄소나노튜브를 함유하고 있는 복합체의 물성은, 탄소나노튜브의 분산도에 따라서 달라진다. 탄소나노튜브를 균일하게 분산하기 위하여 통상적으로 사용하는 방법으로는, 분산제를 첨가하거나, 탄소나노튜브의 표면의 특성을 바꾸는 등의 방법이 있다. 그러나 이들 기존의 방법에서는, 일단 합성된 탄소나노튜브를 다른 재료와 섞어서 복합체를 제조하므로, 균일한 분산을 얻는 데에는 한계가 있을 수밖에 없는 단점이 있다.

[0004] 탄소나노튜브는 직경이 1 - 5 ㎚ 일 수 있고, 길이가 수 마이크로미터(㎛)에서 수백 마이크로미터에 이를 정도로 구조적 큰 비등방성을 가질 수 있다. 이러한 탄소나노튜브는 직경과 키랄성(chirality)에 따라 도체 혹은 반도체 성질을 가질 수 있다고 알려져 있다. 이에 따라, 다양한 전자 소자에 탄소나노튜브를 활용하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다.

[0005] 탄소나노튜브는 예컨대, 아크(arc) 방전을 이용하는 방법, 레이저(laser)를 이용하는 방법, 고온 고압의 조건에서 일산화탄소(CO)를 이용하는 방법, 또는, 열화학기상증착(thermal chemical vapor deposition) 합성법 등과 같은 방법으로 제조될 수 있다.

[0006] 그러나 기존의 탄소나노튜브의 경우, 수소저장체로 사용되어 수소 반응도를 비약적으로 향상시킬 수 있도록 표면적을 증가하였으나, 실질적으로 수소가 저장되는 공간은 1차원적인 그라핀(Graphene)과 다르지 않아 그 용량에 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 그라핀 등의 탄소 공급원을 나무형태로 성장시켜 탄소공급원(그라핀)이 가지는 높은 전기전도성과 전자친화도의 장점을 가지며 수소저장 공간이 다른 탄소동소체에 비해 현저하게 증가시켜 때문에 수소 반응 면적을 극대화할 수 있는 탄소나노트리의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명은 공정 챔버 내의 기판 상에 진공상태에서 탄소원료물질을 공급하는 1 단계; 상기 공급된 탄소원료물질을 플라즈마를 이용해 분해시키는 2 단계; 상기 2단계에서 분해된 물질을 이용하여 탄소나노트리를 성장시키는 3단계;를 포함하는 탄소나노트리의 제조방법으로 구현될 수 있다.

[0009] 특히, 상술한 제조방법 중 상기 1단계에서, 상기 기판은 유리 또는 실리콘 기판이거나, Au, Ag, TiN, ITO 및 TaN을 포함하는 일 군에서 선택된 어느 하나의 도전 물질을 포함하는 층을 수반하는 기판을 이용할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 1단계는, 0.1~50 Torr의 작업 진공도를 유지하는 상태에서 수행되는 공정으로 구현될 수 있으며, 상기 탄소원료물질을 통해 공급되는 탄소의 양을 1~100Scm의 범위에서 공급하는 단계로 형성할 수 있다.

[0011] 아울러, 상기 2단계는, 마이크로 웨이브 플라즈마의 경우 200~1000W의 출력으로 진행하는 공정일 수 있다.

[0012] 또한, 상기 3단계는, 탄소나노트리로 성장시키는 시간을 5초~30 분 내에 수행하는 단계로 구현할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따르면, 그라핀 등의 탄소 공급원을 나무형태로 성장시켜 탄소공급원(그라핀)이 가지는 높은 전기전도성과 전자친화도의 장점을 가지며 수소저장 공간이 다른 탄소동소체에 비해 현저하게 증가시켜 때문에 수소반응 면적을 극대화할 수 있는 효과가 있다.

[0014] 또한, 본 발명에 따라 제조되는 탄소나노트리는 수소 반응면적을 극대화하는 물질로써 수소 반응용 흑연전극을 대체할 뿐만아니라, 흑연을 전극으로 사용하는 모든 소자에 활용하여 반응면적을 극대화시켜 소자의 성능을 향상할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 탄소나노트리의 제조공정의 공정 순서도이다.

도 2는 종래의 탄소나노튜브와 본 발명에 따른 탄소나노트리의 비교 개념도이다.

도 3은 본 발명에 따른 탄소나노튜브의 SEM 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 구성 및 작용을 구체적으로 설명하기로 한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성요소는 동일한 참조부여를 부여하고, 이에 대한 중복설명은 생략하기로 한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0017] 본 발명은 탄소를 플라즈마 분해하고 이를 나무(Tree) 형태의 구조를 가지는 탄소나노트리를 형성하는 제조방법을 제공하는 것을 요지로 한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 탄소나노트리의 형성방법에 대한 순서도로, 공정 챔버 내의 기판 상에 진공상태에서 탄소원료물질을 공급하는 1 단계와 상기 공급된 탄소원료물질을 마이크로 웨이브 또는 RF 플라즈마를 이용해 분해시키는 2 단계, 그리고 상기 2단계에서 분해된 물질을 이용하여 탄소나노트리를 성장시키는 3단계를 포함하는 공정으로 구성될 수 있다.

[0019] 구체적으로 상기 1단계는 공정챔버 내에 기판에 탄소를 공급하는 공정으로 구현되며, 본 발명에 따른 바람직한 실시예에서는 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)를 이용하여 탄소나노트리를 구현할 수 있다.

[0020] 이 경우 상기 기판은 바람직하게는 실리콘 웨이퍼를 이용할 수 있으나, 유리 또는 실리콘 기판이거나, Au, Ag, TiN, ITO 및 TaN을 포함하는 일군에서 선택된 어느 하나의 도전 물질을 포함하는 층을 수반하는 기판을 이용할 수도 있다.

[0021] 아래의 표는 본 발명에 따른 탄소 나노트리 형성공정의 구현을 위한 필수적인 공정 조건의 일 실시예를 나타낸 것이다.

[0022] {표 1}

Working Pressure	10 Torr
CH_4	20 sccm
Substrate Temperature	Room Temperature
Microwave Power	500 W
Time	30 sec ~ 5 min

[0023]

[0024] 상술한 본 발명에 따른 탄소나노트리의 형성공정에서 1단계 공정은 공정 챔버 내를 진공상태로 형성하여 구현하는 것이 바람직하며, 이 경우 작업 압력은 0.1~50Torr의 범위에서 구현할 수 있다. 본 실시예에서는 10 Torr의 압력의 진공상태를 구현하였다.

[0025] 또한, 탄소원료물질 바람직하게는 그라핀을 공급하는 경우 탄소가 공정챔버 안에 흐르는 양에 따른 탄소 나노트리의 밀도가 거지게 되는바, 바람직하게 공급되는 상기 탄소원료물질을 통해 공급되는 탄소의 양을 1~100sccm의 범위에서 공급할 수 있도록 한다.

[0026] 이후, 상기 공급된 탄소원료물질을 마이크로 웨이브 또는 RF 플라즈마를 이용해 분해시키는 2 단계공정과 상기 2단계에서 분해된 물질을 이용하여 탄소나노트리를 성장시키는 3단계 공정이 수행된다.

[0027] 이 경우 탄소원료물질을 마이크로 웨이브 또는 RF 플라즈마를 이용해 분해하는 공정은 마이크로웨이브의 파워를 200~1000W의 출력으로 진행할 수 있으며, 본 발명에 따른 실시예에서는 500W의 출력으로 분해를 구현한다.

[0028] 요컨데, 본 발명에 따른 탄소 나노트리의 합성은 MPECVD를 이용하여 증착하는데 10Torr의 작업진공도를 유지한 상태에서 Si웨이퍼에 실온으로 탄소양을 적당량 흘려주고 마이크로 웨이브 플라즈마를 500W로 띄워 분해시킨다. 30초에서 10분까지 나노트리의 크기를 변화시켜 구현될 수 있도록 진행할 수 있다.

[0029] 도 2는 (a) 기존의 탄소나노튜브(CNT)의 구조에 대한 개념도이며, (b)는 본 발명에 따른 탄소나노트리의 구조 개념도이다.

[0030] 도시된 도면을 참조하면, (a)에 도시된 것과 같이 기존에 수소저장체로 사용되는 탄소나노튜브(CNT)는 기판(100)에 형성되어 수소(110) 저장체로서의 표면적을 증가시켰지만 실질적으로 수소가 저장되는 공간은 1차원적인 그라핀과 다르지 않다.

[0031] 반면, (b)에 도시된 본 발명에 따라 합성되는 탄소나노트리는 그라핀을 나무형태로 성장시켜 기존에 그라핀이 가지는 높은 전기전도성과 전자친화도의 장점을 가지며 수소저장 공간이 다른 탄소동소체에 비해 많기 때문에 수소 반응 면적을 기존대비 상당히 향상시킬 수 있는 장점이 구현되게 된다.

[0032] 도 3은 도 2의 (b)에서 서술한 본 발명에 따른 탄소나노트리의 실제 SEM 이미지를 도시한 것이다.

[0033] 본 발명에 따른 제조공정에의해 제조되는 탄소나노트리 (carbon nanotree)는 나노크기의 트리형태로 합성시킨 탄소 구조물로서, 특히 나노크기 탄소구조물이 가지는 높은 전기전도성과 전자친화도의 장점을 가지며 탄소를 기반으로 한 나노구조물 중에 가장 높은 표면밀도를 가지기에 차세대 전극 물질로 활용가능성이 무궁하다.

[0034] 특히, 저탄소 녹색성장과 신성장동력을 견인할 주요핵심 소재인 탄소소재분야 원천기술과 특허 확보를 통한 국

가 경쟁력 상승 및 국가 수출 증대에 기여할 것으로 기대됨은 물론, 흑연을 전극으로 사용하는 모든 소자에 활용이 가능하며 이외에 반응면적을 높이고자하는 모든 소자에 활용한 기술이다. 또한, 본 발명은 PECVD를 사용하여 합성 가능하기에 소형부터 대형 소자까지 제작이 가능하며 양산 가능한 기술이다.

[0035] 현재 흑연을 전극으로 사용하는 상용화된 소자에서 반응 표면적을 극대화하기 위한 방법으로 다공성을 가지는 흑연전극을 사용하고 있는 실정이다. 그러나, 본 발명에 따른 탄소나노트리 물질을 이용하면 이러한 흑연전극을 획기적으로 대체할 수 있을 뿐만아니라 흑연을 전극으로 사용하는 모든 소자에 활용하여 반응면적을 극대화하여 소자의 성능을 향상할 수 있게 된다.

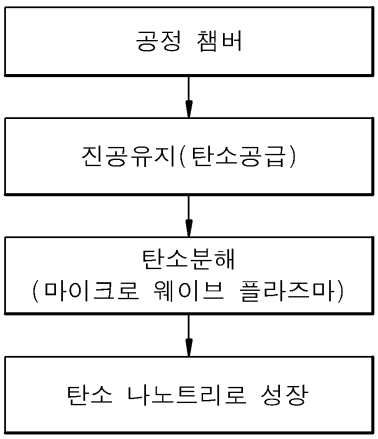
[0036] 전술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였다. 그러나 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능하다. 본 발명의 기술적 사상은 본 발명의 기술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

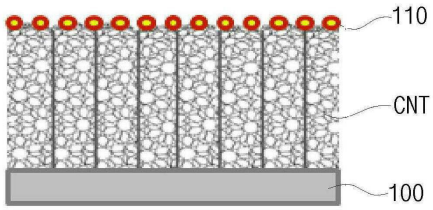
[0037] PECVD: Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition

도면

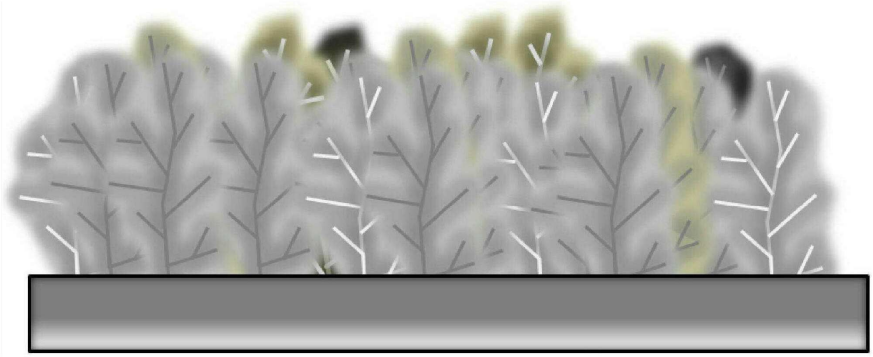
도면1



도면2



(a)



(b)

도면3

