



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0092471
(43) 공개일자 2018년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 32/168 (2017.01) H01B 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 32/168 (2017.08)
H01B 1/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0018174
(22) 출원일자 2017년02월09일
심사청구일자 2017년02월09일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이창영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
민혜기
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김윤태
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

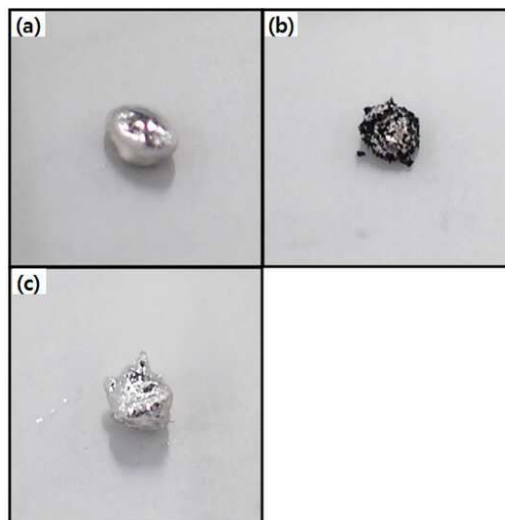
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체, 그 제조방법, 및 이를 포함한 전극 재료

(57) 요약

본 발명은, 전기적 및 기계적 성질이 향상된 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체를 제공한다. 본 발명의 일실시예에 따른 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체는, 공융 갈륨 인듐; 탄소 나노체; 및 상기 공융 갈륨 인듐과 상기 탄소 나노체를 혼합시켜 고상화하는 혼합 매개체;를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22C 2026/002 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711041918

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 나노·소재기술개발

공정 개발 연구과제명 소프트 IoT 패치용 플랫폼 구현을 위한 스트레스 릴리프 기관 및 3차원 인터커넥션 배선

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2016.08.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

공용 갈륨 인듐;

탄소 나노체; 및

상기 공용 갈륨 인듐과 상기 탄소 나노체를 혼합시켜 고상화하는 혼합 매개체;
를 포함하는, 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 탄소 나노체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각과 비교하여 상기 혼합 매개체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각이 작고, 이에 따라 상기 혼합 매개체가 상기 탄소 나노체와 상기 액체 금속체를 혼합시키는, 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 혼합 매개체는, 백금(Pt), 금(Au), 실리콘(Si), 실리콘 산화물(SiO₂), 유리(glass), 및 PDMS(Polydimethylsiloxane) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 탄소 나노체는 탄소 나노튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene), 풀러렌(Fullerene) 중 적어도 어느 하나를 포함하는, 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 탄소 나노체와 상기 혼합 매개체는 화학적으로 결합하는, 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 탄소 나노체는 COOH기를 포함하고, 상기 혼합 매개체는 환원 반응에 의하여 상기 COOH기를 대체하여 상기 탄소 나노체에 화학적으로 결합하는, 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체.

청구항 7

COOH기를 포함하는 탄소 나노튜브를 제공하는 단계;

상기 탄소 나노튜브와 Pt(NH₃)₄(NO₃)₂를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;

상기 혼합물을 환원 처리하여 백금(Pt)을 상기 탄소 나노튜브에 화학결합시키는 단계; 및

상기 백금이 화학결합된 상기 탄소 나노튜브와 공용 갈륨 인듐을 혼합하는 단계;

를 포함하는, 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법.

청구항 8

액체 금속체;

탄소 나노체; 및

상기 액체 금속체와 상기 탄소 나노체를 혼합시켜 고상화하는 혼합 매개체;

를 포함하고,

상기 탄소 나노체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각과 비교하여 상기 혼합 매개체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각이 작고, 이에 따라 상기 혼합 매개체가 상기 탄소 나노체와 상기 액체 금속체를 혼합시키는, 탄소-액체 금속 복합체.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 포함하는 전극 재료.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 전기적 및 기계적 성질이 향상된 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체, 그 제조방법, 및 이를 이용한 전극 재료에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 탄소나노튜브는 뛰어난 물리, 화학적, 기계적 및 전기적 물성을 갖고 있기 때문에 매우 다양한 산업에 응용할 수 있는 중요한 신소재 중에 하나이다. 특히, 탄소나노튜브-나노입자 복합체(composite)는 탄소나노튜브의 자체 특성뿐만 아니라 나노입자의 특성을 응용할 수 있어, 촉매, 화학 센서 또는 나노크기의 전자기적 기기에 적용 가능하다. 상기 적용을 위해, 탄소나노튜브 및 나노입자의 고유한 특성을 유지시키면서도 탄소나노튜브에 나노입자를 고정화한 탄소나노튜브-나노입자 복합체 제조를 위한 다양한 기술들이 개발되었다.

[0003] 공용 갈륨 인듐(eutectic gallium indium, EGaIn)은 상온에서 액체 상태의 금속으로, 3.4×10^4 S/cm 수준의 전도성을 가지며, 공기 중에서 산화막을 형성하여 그 형태를 유지하는 장점이 있어 신축성 전극으로서의 활용가치가 높다. 하지만, 공용 갈륨 인듐은 녹는점이 15.5℃로서 상온에서 여전히 액체 상태라는 한계가 있어, 전기적 및 기계적 특성의 개선을 위하여 복합체를 형성할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0945568호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 전기적 및 기계적 성질이 향상된 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 전기적 및 기계적 성질이 향상된 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 전기적 및 기계적 성질이 향상된 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 포함하는 전극 재료를 제공하는 것이다.

[0008] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체는, 공용 갈륨 인듐; 탄소 나노채; 및 상기 공용 갈륨 인듐과 상기 탄소 나노채를 혼합시켜 고상화하는 혼합 매개체;를 포함한다.
- [0010] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소 나노채에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각과 비교하여 상기 혼합 매개체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각이 작고, 이에 따라 상기 혼합 매개체가 상기 탄소 나노채와 상기 액체 금속체를 혼합시킬 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 혼합 매개체는, 백금(Pt), 금(Au), 실리콘(Si), 실리콘 산화물(SiO_2), 유리(glass), 및 PDMS(Polydimethylsiloxane) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소 나노채는 탄소 나노튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene), 풀러렌(Fullerene) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소 나노채와 상기 혼합 매개체는 화학적으로 결합할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 탄소 나노채는 COOH기를 포함하고, 상기 혼합 매개체는 환원 반응에 의하여 상기 COOH기를 대체하여 상기 탄소 나노채에 화학적으로 결합할 수 있다.
- [0015] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법은, COOH기를 포함하는 탄소 나노튜브를 제공하는 단계; 상기 탄소 나노튜브와 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_3)_2$ 를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계; 상기 혼합물을 환원 처리하여 백금(Pt)을 상기 탄소 나노튜브에 화학결합시키는 단계; 및 상기 백금이 화학결합된 상기 탄소 나노튜브와 공용 갈륨 인듐을 혼합하는 단계;를 포함한다.
- [0016] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-액체 금속 복합체는, 액체 금속체; 탄소 나노채; 및 상기 액체 금속체와 상기 탄소 나노채를 혼합시켜 고상화하는 혼합 매개체;를 포함하고, 상기 탄소 나노채에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각과 비교하여 상기 혼합 매개체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각이 작고, 이에 따라 상기 혼합 매개체가 상기 탄소 나노채와 상기 액체 금속체를 혼합시킨다.
- [0017] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 전극 재료는 상술한 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 포함한다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체는 백금과 같은 혼합 매개체를 포함함으로써, 탄소 나노채와 공용 갈륨 인듐과의 결합력 증가 및 균일한 혼합을 제공할 수 있고, 고상화할 수 있고, 또한 탄소 나노채로부터 전기적 및 기계적 성질을 개선시킬 수 있으므로, 결과적으로 혼합체의 전기적 및 기계적 성질 등의 특성을 향상시키는 효과를 제공할 수 있다.
- [0019] 상술한 본 발명의 효과들은 예시적으로 기재되었고, 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 도시하는 사진이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체의 접촉각에 대하여 설명하는 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 형성하기 위하여, 공용 갈륨 인듐과 다양한 물질과의 접촉각을 나타내는 사진들이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법을 도시하는 흐름도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법에서 백금과 탄소 나노튜브와의 화학결합을 도시하는 개략도이다.
- 도 6은 탄소 나노튜브에 화학결합된 백금을 도시하는 투사전자현미경 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 실시예들은

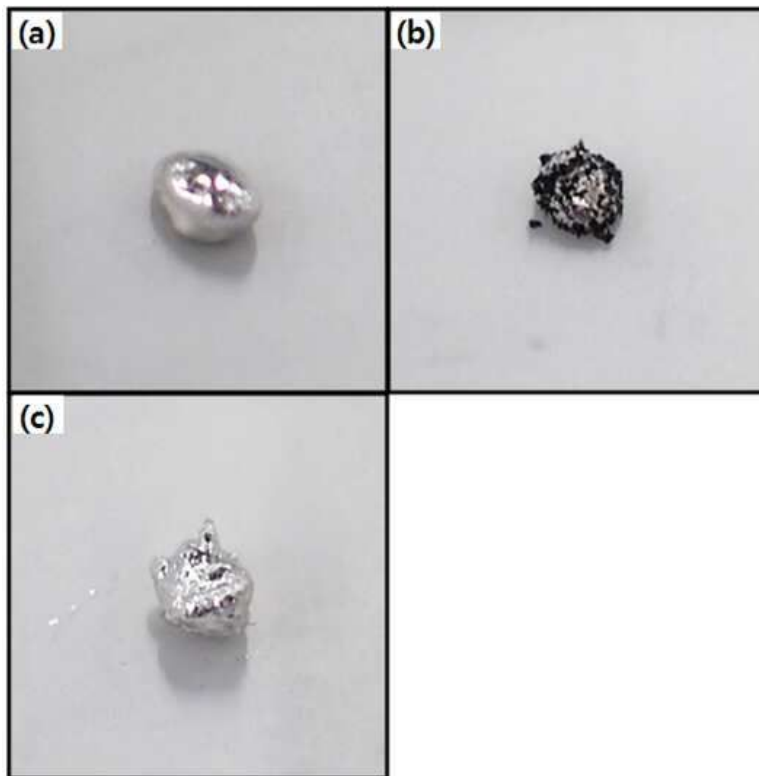
당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 기술적 사상을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 기술적 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 본 명세서에서 동일한 부호는 시종 동일한 요소를 의미한다. 나아가, 도면에서의 다양한 요소와 영역은 개략적으로 그려진 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 첨부한 도면에 그려진 상대적인 크기나 간격에 의해 제한되지 않는다.

- [0022] 현재까지 알려진 공용 갈륨 인듐 복합체 중의 하나는 공용 갈륨 인듐과 실리콘 오일과 같은 유기물질을 혼합하여 형성한다. 그러나, 이러한 공용 갈륨 인듐 복합체는 낮은 전기전도성을 가지는 유기물질을 포함하게 되므로 전체적인 전기전도성이 저하되는 한계가 있다. 공용 갈륨 인듐 복합체의 다른 하나는 공용 갈륨 인듐의 표면에 탄소나노튜브와 같은 나노 입자를 코팅하여 형성한다. 그러나, 이러한 공용 갈륨 인듐 복합체는 표면처리만으로는 물성의 근본적인 개선이 어려운 한계가 있다. 즉, 현재까지의 기술로는 공용 갈륨 인듐과 쉽게 혼합되는 전도성 물질이 개발되지 못하고 있고, 또한 상술한 공용 갈륨 인듐 복합체로는 신축성 전극으로 사용하기에는 한계가 있다.
- [0024] 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체는, 공용 갈륨 인듐; 탄소 나노채; 및 상기 공용 갈륨 인듐과 상기 탄소 나노채를 혼합시켜 고상화하는 혼합 매개체;를 포함한다. 특히, 상기 탄소 나노채에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각과 비교하여 상기 혼합 매개체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각이 작고, 이에 따라 상기 혼합 매개체가 상기 탄소 나노채와 상기 액체 금속체를 혼합시킬 수 있다.
- [0025] 상기 혼합 매개체는 상기 액체 금속체과의 접촉각을 상기 탄소 나노채에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각에 비하여 작게하는 모든 물질을 포함할 수 있고, 예를 들어 백금(Pt), 금(Au), 실리콘(Si), 실리콘 산화물(SiO₂), 유리(glass), 및 PDMS(Polydimethylsiloxane) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 탄소 나노채는 탄소로 구성된 나노 물질을 모두 포함할 수 있고, 예를 들어 탄소 나노튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene), 풀러렌(Fullerene) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 탄소 나노채와 상기 혼합 매개체는 화학적으로 결합할 수 있다. 예를 들어 상기 탄소 나노채는 COOH기를 포함하고, 상기 혼합 매개체는 환원 반응에 의하여 상기 COOH기를 대체하여 상기 탄소 나노채에 화학적으로 결합할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 기술적 사상은 상술한 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체에 한정되는 것은 아니고, 탄소-액체 금속 복합체로 확장하는 경우도 포함할 수 있다. 즉, 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-액체 금속 복합체는, 액체 금속체; 탄소 나노채; 및 상기 액체 금속체와 상기 탄소 나노채를 혼합시켜 고상화하는 혼합 매개체;를 포함하고, 상기 탄소 나노채에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각과 비교하여 상기 혼합 매개체에 대한 상기 액체 금속체의 접촉각이 작고, 이에 따라 상기 혼합 매개체가 상기 탄소 나노채와 상기 액체 금속체를 혼합시킬 수 있다.
- [0031] 이하에서는 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 상세하게 설명하기로 한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체를 도시하는 사진이다.
- [0033] 도 1의 (a)를 참조하면, 비교예로서 공용 갈륨 인듐 물질이 나타나 있다. 상술한 바와 같이, 상기 공용 갈륨 인듐은 액상이므로, 원하는 기계적 및 전기적 특성을 제공하는 것에 한계가 있다.
- [0034] 도 1의 (b)를 참조하면, 비교예로서 공용 갈륨 인듐과 탄소 나노튜브를 혼합한 혼합물이 나타나 있다. 상술한 바와 같이, 상기 탄소 나노튜브는 상기 공용 갈륨 인듐과 잘 섞이지 못하고, 상기 공용 갈륨 인듐의 표면에만 배치되므로, 역시 원하는 기계적 및 전기적 특성을 제공하는 것에 한계가 있다.
- [0035] 도 1의 (c)를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체가 나타나 있다. 상기 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체는 공용 갈륨 인듐, 탄소 나노튜브, 및 백금이 균일하게 혼합되어 있다. 또한, 상기 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체는 고상으로 형성되어 있다.
- [0036] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공용 갈륨 인듐 복합체의 접촉각에 대하여 설명하는 개략도이다.

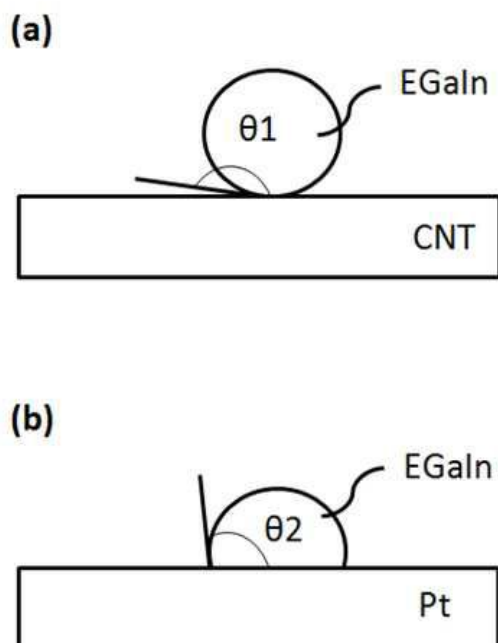
- [0037] 도 2를 참조하면, (a)는 탄소 나노튜브(CNT)에 대한 공융 갈륨 인듐(EGaIn)의 접촉각(θ_1)을 도시하고, (b)는 상기 백금(Pt)에 대한 공융 갈륨 인듐(EGaIn)의 접촉각(θ_2)을 도시한다. 접촉각(θ_2)은 접촉각(θ_1)에 비하여 작게 나타나므로, 상기 공융 갈륨 인듐이 상기 탄소 나노튜브에 비하여 백금에 더 잘 혼합되는 것으로 분석된다.
- [0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체를 형성하기 위하여, 공융 갈륨 인듐과 다양한 물질과의 접촉각을 나타내는 사진들이다.
- [0039] 도 3을 참조하면, 다양한 물질로서, 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag), 실리콘(Si), 실리콘 산화물(SiO_2), 테플론(Teflon), 유리(glass), 및 PDMS(Polydimethylsiloxane), 및 실란화 PDMS로 형성된 평판 상에 공융 갈륨 인듐을 접촉시킴에 의하여 형성된 접촉 상태를 나타낸다. 상기 물질들 중에 백금(Pt), 금(Au), 실리콘(Si), 실리콘 산화물(SiO_2), PDMS(Polydimethylsiloxane)은 탄소 나노튜브에 대한 공융 갈륨 인듐의 접촉각에 대하여 작은 접촉각을 나타낸다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법을 도시하는 흐름도이다.
- [0041] 도 4를 참조하면, 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법(S100)은, COOH기를 포함하는 탄소 나노튜브를 제공하는 단계(S110); 상기 탄소 나노튜브와 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_3)_2$ 를 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계(S120); 상기 혼합물을 환원 처리하여 백금(Pt)을 상기 탄소 나노튜브에 화학결합시키는 단계(S130); 및 상기 백금이 화학결합된 상기 탄소 나노튜브와 공융 갈륨 인듐을 혼합하는 단계(S140);를 포함한다.
- [0042] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4의 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체의 제조 방법에서 백금과 탄소 나노튜브와의 화학결합을 도시하는 개략도이다.
- [0043] 도 6은 탄소 나노튜브에 화학결합된 백금을 도시하는 투사전자현미경 사진이다.
- [0044] 도 5 및 도 6을 참조하면, 탄소 나노튜브(CNT)는 예를 들어 COOH기를 포함하고, $\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_3)_2$ 와 혼합되고 환원 처리되어, 상기 탄소 나노튜브에 백금이 화학결합될 수 있고, 이는 도 6의 사진에서도 확인될 수 있다. 상기 탄소 나노튜브는 단일벽 구조를 가지는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 환원 처리는 공기 분위기, 불활성 가스 분위기 또는 수소 가스 등과 같은 환원 가스 분위기 하에서 수행될 수 있다. 상기 백금에 대하여 접촉각이 상대적으로 작은 공융 갈륨 인듐이 접촉됨으로써, 상기 백금을 혼합 매개체로 기능시켜 탄소 나노튜브와 공융 갈륨 인듐과의 결합력을 증가시키고 또한 균일한 혼합을 이루어 낼 수 있다.
- [0045] 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체는 백금과 같은 혼합 매개체를 포함함으로써, 탄소 나노튜브와 공융 갈륨 인듐과의 결합력 증가 및 균일한 혼합을 제공할 수 있고, 고상화할 수 있고, 또한 탄소 나노튜브로부터 전기적 및 기계적 성질을 개선시킬 수 있으므로, 결과적으로 혼합체의 전기적 및 기계적 성질 등의 특성을 향상시키는 효과를 제공할 수 있다. 본 발명의 기술적 사상에 따른 탄소-공융 갈륨 인듐 복합체는 다양한 전기 전자 제품 등의 전극 재료에 적용될 수 있다.
- [0047] 이상에서 설명한 본 발명의 기술적 사상이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명의 기술적 사상이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

도면

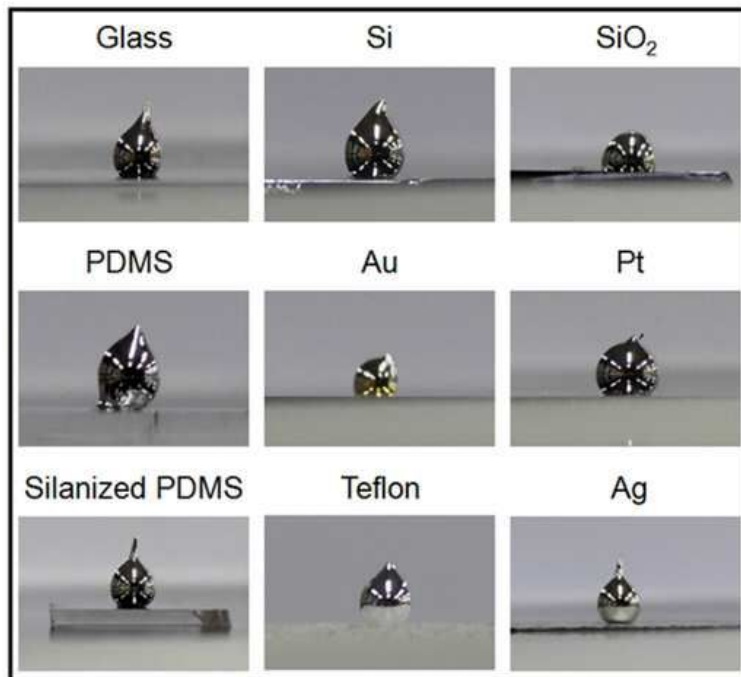
도면1



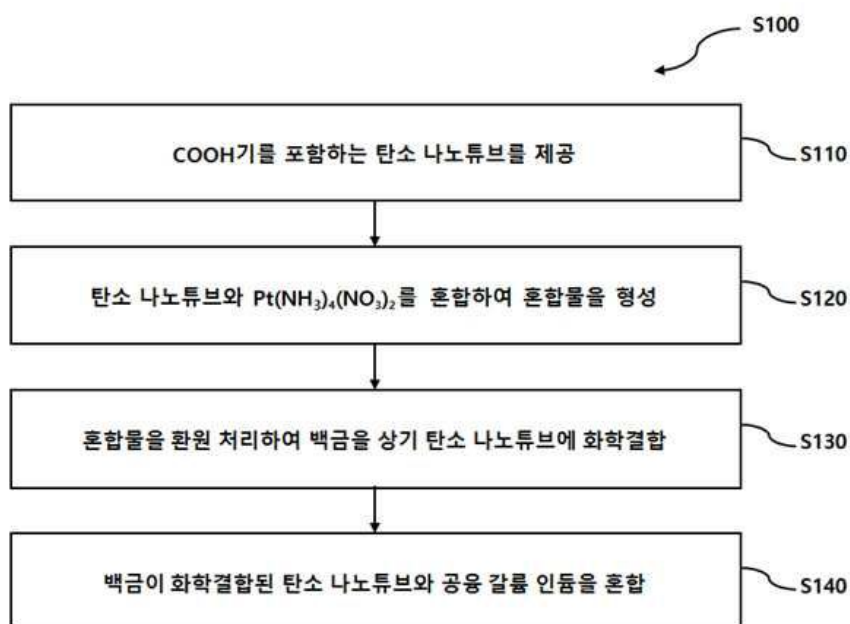
도면2



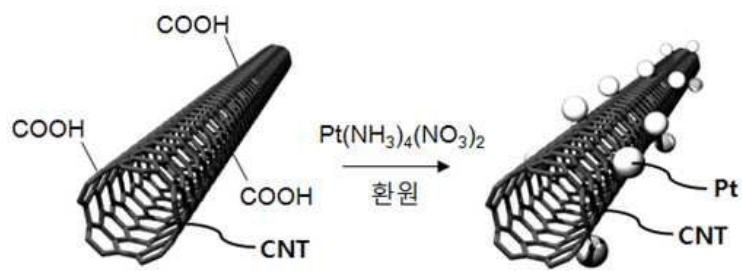
도면3



도면4



도면5



도면6

