



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0000292
(43) 공개일자 2013년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01B 1/04 (2006.01) *H01B 1/12* (2006.01)
H01J 17/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0060902
 (22) 출원일자 2011년06월22일
 심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지이노텍 주식회사
 서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
광주과학기술원
 광주광역시 북구 첨단과기로 123 (오룡동)
 (72) 발명자
임현석
 서울특별시 중구 한강대로 416, 20층 (남대문로5가, 서울스퀘어)
커트 게를러
 광주광역시 북구 첨단과기로 123, 신소재공학과 (오룡동, 광주과학기술원)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
서교준

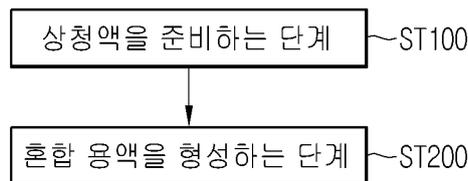
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **전극 물질 및 이의 제조 방법**

(57) 요약

실시예에 따른 전극 물질 제조 방법은, 탄소나노튜브 상청액(supernatant)을 준비하는 단계; 및 상기 상청액에 전도성 고분자 용액을 혼합하여 혼합 용액을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

자비드 마하무드

광주광역시 북구 첨단과기로 123, 신소재공학과 (오룡동, 광주과학기술원)

이동열

서울특별시 중구 한강대로 416, 20층 (남대문로5가, 서울스퀘어)

정우주

서울특별시 중구 한강대로 416, 20층 (남대문로5가, 서울스퀘어)

특허청구의 범위

청구항 1

탄소나노튜브 상청액(supernatant)을 준비하는 단계; 및
상기 상청액에 전도성 고분자 용액을 혼합하여 혼합 용액을 형성하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 상청액을 준비하는 단계는,
탄소나노튜브, 초순수, 황산 및 질산을 포함하는 제1 용액을 준비하는 단계; 및
상기 제1 용액을 제1 음파처리(sonication)하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 제1 용액을 환류(reflux)하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 4

제2항 및 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서,
상기 제1 용액을 제1 원심분리(centrifuge)하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 제1 원심분리하는 단계 후, 분리된 산성 용액을 제거하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 제1 원심분리하는 단계 및 상기 산성 용액을 제거하는 단계는 적어도 한 번 이상 진행되는 전극 물질 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 용액을 제2 음파처리하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 용액을 제2 원심분리하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,
상기 제2 원심분리하는 단계 후, 상청액을 분리하는 단계를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 탄소나노튜브는 단일벽 탄소나노튜브를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 전도성 고분자 용액은, 용매, 전도성 고분자 및 도펀트를 포함하고,

상기 전도성 고분자는 폴리에틸렌디옥시티오펜(Poly(3,4-Ethylenedioxythiophene), PEDOT), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리피롤(polypyrrole), 폴리티오펜(polythiophene) 및 이들의 유도체 중 적어도 어느 하나를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 도펀트는 폴리스티렌술포산(polystyrene sulfonate, PSS), 도데실벤젠술포산(Dodecylbenzene sulfonate), 톨루엔술포산(Toluene sulfonyl), 캄포술포산, 벤젠술포산, 염산 및 이들의 유도체 중 적어도 어느 하나를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 용매는 디메틸설폭사이드(Dimethylsulfoxide, DMSO) 및 엔-메틸피롤리돈(N-Methyl-pyrrolidone, NMP) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 전극 물질 제조 방법.

청구항 14

전도성 고분자 및 탄소나노튜브를 포함하고,

상기 탄소나노튜브가 상기 전도성 고분자에 균일하게 분산된 전극 물질.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 전도성 고분자는 폴리스티렌술포산(polystyrene sulfonate, PSS) 및 폴리에틸렌디옥시티오펜(Poly(3,4-Ethylenedioxythiophene), PEDOT)을 포함하고,

상기 탄소나노튜브 및 상기 폴리스티렌술포산이 결합되는 전극 물질.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 탄소나노튜브 및 상기 폴리스티렌술포산이 파이-겹침 상호작용(pi-pi stacking interactions)하는 전극 물질.

명세서

기술분야

[0001] 본 기재는 전극 물질 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 디스플레이 장치, 태양 전지, 터치 패널 등에는 전하의 이동 또는 전원의 공급 등을 위하여 전극이 구비된다.

[0003] 이러한 전극으로 가장 널리 쓰이는 인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO)은 가격이 비싸고, 전극 형성을 위해 고온 증착과 진공 공정이 필요하다. 또한, 기판의 굽힘과 휨에 의해 물리적으로 쉽게 타격을 받아 전극으로의 특성이 악화되고, 이에 의해 플렉서블(flexible) 소자에 적합하지 않다는 문제점이 있다.

- [0004] 이러한 문제점을 해결하기 위해 대체 전극에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다.
- [0005] 전기전도도가 우수한 것으로 알려져 최근 주목 받고 있는 탄소나노튜브는, 흑연면(graphite sheet)이 감기는 각도와 구조에 따라 금속성과 반도체성 성질을 동시에 가지고 있다. 탄소나노튜브는 벽을 이루고 있는 결합수에 따라 크게 단일벽 탄소나노튜브(single-walled carbon nanotube; SWNT)와 다중벽 탄소나노튜브 (multi-walled carbon nanotube; MWNT)로 분류된다. 이 탄소나노튜브는 자체적으로 전기전도도가 매우 높아 투명 전극 재료 등 디스플레이 산업에 응용하려는 시도가 많이 이루어지고 있다.
- [0006] 일반적으로, 탄소나노튜브를 포함하는 코팅액 제조 시, 전도성 고분자를 함께 혼합하는 방법이 사용된다. 그러나, 전도성 고분자와 탄소나노튜브를 단순히 혼합하면 전도성 고분자 성분과 탄소나노튜브 성분이 미세하게 서로 분리되기 때문에, 탄소나노튜브를 포함하는 코팅층의 전도도 증진 효과가 크지 않다는 단점이 있다.
- [0007] 또한 탄소나노튜브를 포함하는 전도성 코팅액을 제조할 경우 탄소나노튜브를 물 또는 알콜 등 적당한 용매에 균일하게 분산시켜야 하는데, 이때 많은 문제가 발생한다. 탄소나노튜브를 이용한 전도성 코팅액은 주로 탄소나노튜브와 일반 절연성 바인더 또는 전도성 고분자를 단순히 혼합한 복합체 형태로 제조된다. 이때, 탄소나노튜브의 강한 반데르발스 힘(Van der Waals force)에 의해서 혼합된 바인더 또는 코팅액 내에서 응집되기 쉽다. 이러한 응집발생 시 높은 전기전도도를 띠기 힘들어지며, 탄소나노튜브의 크기 또한 마이크로미터 사이즈로 증가하기 때문에 광투과도가 감소하게 된다.
- [0008] 따라서, 탄소나노튜브를 포함하는 전도성 코팅액 제조 시, 이러한 응집 문제를 해결하기 위해, 탄소나노튜브의 분산성을 향상시키고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 실시예는 우수한 특성을 가지는 전극 물질을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 실시예에 따른 전극 물질 제조 방법은, 탄소나노튜브 상청액(supernatant)을 준비하는 단계; 및 상기 상청액에 전도성 고분자 용액을 혼합하여 혼합 용액을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0011] 실시예에 따른 전극 물질은 전도성 고분자 및 탄소나노튜브를 포함하고, 상기 탄소나노튜브가 상기 전도성 고분자에 균일하게 분산된다.

발명의 효과

- [0012] 실시예에 따른 전극 물질 제조 방법은, 상청액을 준비하는 단계를 포함한다. 상기 상청액을 준비하는 단계를 통해, 상기 상청액에 포함된 단일벽 탄소나노튜브(single wall carbon nanotube, SWNT)(이하, “SWNT”라 한다.)는 균일한 분산상태를 유지할 수 있다. 이로써, 상기 상청액을 포함하는 전극 물질의 투과성을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 SWNT 고유의 특성이 유지될 수 있어 다양한 분야에서 이용될 수 있다.
- [0013] 상기 상청액을 준비하는 단계를 통해, 상기 SWNT가 정제되어 순도를 높일 수 있다. 이를 통해, 상기 상청액을 포함하는 전극 물질이 높은 전기전도도를 가질 수 있다. 즉, 상기 전극 물질의 SWNT를 통해 기존의 전극 물질에 비해 전기전도도를 향상시킬 수 있다.
- [0014] 실시예를 통해 제조된 전극 물질은 높은 투과도를 유지할 수 있다. 또한, 상기 전극 물질이 적용된 전극은, 반사율이 적고, 높은 광투과성 및 낮은 헤이즈를 가진다. 또한, 상기 전극 물질은 면저항이 작아, 상기 전극 물질로 형성된 전극이 적용된 디스플레이의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0015] 상기 전극 물질은, 액정표시장치, OLED, PLED, 태양 전지, 센서 및 터치 스크린 패널 등의 다양한 전자, 광학 소자에 적용 가능하다. 기존의 인듐주석산화물보다 우수한 내구성을 가지기 때문에, 플렉시블(flexible) 디스플레이 장치에 적용 가능하다.
- [0016] 또한, 상기 전극 물질은 기판과 접착력이 우수하여, 공정 효율을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 실시예에 따른 전극 물질 제조 방법의 공정 흐름도이다.
- 도 2는 상청액을 준비하는 단계의 공정 흐름도이다.
- 도 3은 PEDOT 및 PSS의 분자 구조를 설명하기 위한 화학식이다.
- 도 4는 실시예에 따른 전극 물질의 투과도에 대한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 실시예들의 설명에 있어서, 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들이 기판, 각 층(막), 영역, 패드 또는 패턴들의 “상/위(on)” 에 또는 “하/아래(under)” 에 형성된다는 기재는, 직접(directly) 또는 다른 층을 개재하여 형성되는 것을 모두 포함한다. 각 층의 상/위 또는 하/아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다.
- [0019] 도면에서 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들의 두께나 크기는 설명의 명확성 및 편의를 위하여 변형될 수 있으므로, 실제 크기를 전적으로 반영하는 것은 아니다.
- [0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0021] 도 1 내지 도 4를 참조하여, 실시예에 따른 전극 물질 제조 방법 및 전극 물질을 상세하게 설명한다. 도 1은 실시예에 따른 전극 물질 제조 방법의 공정 흐름도이다. 도 2는 상청액을 준비하는 단계의 공정 흐름도이다. 도 3은 PEDOT 및 PSS의 분자 구조를 설명하기 위한 화학식이다. 도 4는 실시예에 따른 전극 물질의 투과도에 대한 그래프이다.
- [0022] 실시예에 따른 전극 물질 제조 방법은, 상청액(supernatant)을 준비하는 단계(ST100) 및 혼합 용액을 형성하는 단계(ST200)를 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 상청액을 준비하는 단계(ST100)에서는, 탄소나노튜브를 포함하는 상청액을 준비할 수 있다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 먼저, 탄소나노튜브, 초순수, 황산 및 질산을 포함하는 용액을 준비하는 단계(ST110)를 진행할 수 있다. 상기 황산 및 질산은 상기 탄소나노튜브의 불순물을 제거하여 탄소나노튜브의 순도를 향상시킬 수 있다.
- [0025] 여기서, 상기 탄소나노튜브는 단일벽 탄소나노튜브(single wall carbon nanotube, SWNT)(이하, “SWNT” 라 한다.)를 포함할 수 있다. 상기 SWNT는 탄소 원자의 구조적인 배열차이에 의해 반도체 성질을 가질 수 있으며, 직경이 수 나노미터 정도로 초소형화에 적합하다. 또한, 전자 이동 속도 또한 기존 무기 반도체 물질에 비해 100 배 정도 우수하기 때문에 대체 전극으로 각광 받고 있다.
- [0026] 이어서, 제1 음파처리(sonication)하는 단계(ST120)를 진행할 수 있다. 상기 제1 음파처리하는 단계(ST120)를 거치면서 상기 SWNT가 상기 용액에 균일하게 분산되도록 할 수 있다.
- [0027] 이어서, 환류(reflux)하는 단계(ST130)를 진행할 수 있다. 상기 환류하는 단계(ST130)에서는, 상기 제1 음파처리하는 단계(ST120)를 거친 용액을 환류시킬 수 있다. 상기 환류하는 단계(ST130)를 통해, 상기 SWNT의 손상 없이 효율적으로 정제할 수 있다. 또한, 상기 환류하는 단계(ST130)를 통해, 고순도의 SWNT를 얻을 수 있다.
- [0028] 이어서, 제1 원심분리(centrifuge)하는 단계(ST140)를 진행할 수 있다. 즉, 상기 환류하는 단계(ST130)를 거친 용액을 제1 원심분리할 수 있다.
- [0029] 이어서, 제거하는 단계(ST150)를 진행할 수 있다. 상기 제거하는 단계(ST150)에서는, 상기 원심분리를 통해 분리된 상층용액을 제거할 수 있다. 즉, 상기 황산 및 질산으로 인해 산성을 띄게 되는 용액을 제거할 수 있다.
- [0030] 상기 제1 원심분리하는 단계(ST140) 및 상기 제거하는 단계(ST150)는 적어도 한 번 이상 진행될 수 있다. 상기 제거하는 단계(ST150) 후, 상기 용액에 초순수(Deionize Water, D.I water)를 첨가하여 PH를 측정할 수 있다. 이 때, 측정된 PH가 산성일 경우, 상기 제1 원심분리하는 단계(ST140) 및 상기 제거하는 단계(ST150)를 더 진행할 수 있다. 이로써, 상기 용액이 중성을 띄도록 할 수 있다.
- [0031] 이어서, 상기 용액을 제2 음파처리하는 단계(ST160)를 진행할 수 있다. 즉, 상기 초순수를 첨가한 용액을 제2 음파처리할 수 있다. 상기 제2 음파처리하는 단계(ST170)를 통해, 상기 용액에 포함된 SWNT의 분산성을 향상시킬 수 있다.
- [0032] 이어서, 제2 원심분리하는 단계(ST170)를 진행할 수 있다. 즉, 상기 제2 음파처리된 용액을 원심분리할 수

있다.

- [0033] 이어서, 상청액을 분리하는 단계(ST180)를 진행할 수 있다. 즉, 상기 제2 원심분리하는 단계(ST170)를 통해 분리된 용액에서, 가라앉은 물질을 제외한 용액인 상청액을 분리할 수 있다.
- [0034] 상기 상청액을 준비하는 단계(ST100)를 통해, 상기 상청액에 포함된 SWNT는 균일한 분산상태를 유지할 수 있다. 이로써, 상기 상청액을 포함하는 전극 물질의 투과성을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 SWNT 고유의 특성이 유지될 수 있어 다양한 분야에서 이용될 수 있다.
- [0035] 상기 상청액을 준비하는 단계(ST100)를 통해, 상기 SWNT가 정제되어 순도를 높일 수 있다. 이를 통해, 상기 상청액을 포함하는 전극 물질이 높은 전기전도도를 가질 수 있다. 즉, 상기 전극 물질의 SWNT를 통해 기존의 전극 물질에 비해 전기전도도를 향상시킬 수 있다.
- [0036] 이어서, 혼합 용액을 형성하는 단계(ST200)를 진행할 수 있다. 상기 혼합 용액을 형성하는 단계(ST200)는, 상기 상청액에 전도성 고분자 용액을 혼합하여 형성할 수 있다.
- [0037] 상기 전도성 고분자 용액은, 전도성 고분자, 도펀트 및 용매를 포함할 수 있다.
- [0038] 상기 전도성 고분자는 물에 분산된 상태로 준비될 수 있다.
- [0039] 상기 전도성 고분자는 폴리에틸렌디옥시티오펜(Poly(3,4-Ethylenedioxythiophene), PEDOT), 폴리아닐린(polyaniline), 폴리피롤(polypyrrole), 폴리티오펜(polythiophene) 및 이들의 유도체 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 즉, 전도성 고분자는 π -공액(conjugated) 고분자로서, 도펀트 첨가에 의해 전기 전도도가 증가하는 물질을 포함할 수 있다. π -공액(conjugated) 고분자는 탄소 원자들이 단일결합과 이중결합이 번갈아 반복되는 사슬 구조를 가지고 있어, π -전자가 자유롭게 움직일 수 있다.
- [0040] 도펀트는 폴리스티렌술포산(polystyrene sulfonate, PSS), 도데실벤젠술포산(Dodecylbenzene sulfonate), 톨루엔술포산(Toluene sulfonyl), 캄포술포산, 벤젠술포산, 염산 및 이들의 유도체 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 즉, 도펀트는 전도성 고분자의 전기적 성질을 증가시킬 수 있는 물질을 포함할 수 있다.
- [0041] 이와 같이 전극 물질이 전도성 고분자 및 도펀트를 포함하면, 전도성 고분자의 플렉서블(flexible)한 특성에 의하여, 플렉서블 소자의 전극 형성에 다양하게 적용 가능하다. 또한 종래에 사용하던 인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO)에 비하여 가격이 저렴하고 제조 공정이 용이하므로 전극 형성 시 생산성을 향상할 수 있다.
- [0042] 상기 용매는 디메틸설폭사이드(Dimethylsulfoxide, DMSO)(이하, “DMSO”라 한다.) 또는 엔-메틸피롤리돈(N-Methyl-pyrrolidone, NMP)를 포함하는데 DMSO를 첨가하는 것이 바람직하다. 그러나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니므로 메탄올, 디메틸포름아미드(Dimethyl formamide, DMF) 및 에틸렌 글리콜 등의 다양한 유기 용매가 사용될 수 있다. 이러한 용매는, 혼합 용액 코팅 후 열처리 시 PEDOT 입자를 성장시켜 PEDOT의 결정립 크기(grain size)를 적절한 크기로 만들 수 있어 전기적 특성을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0043] 도 3을 참조하면, 일 실시예로, 폴리에틸렌디옥시티오펜(이하, “PEDOT”이라 한다.)(31b)과 폴리스티렌술포산(이하, “PSS”라 한다.)(31a)의 복합체(PEDOT : PSS 복합체)(31)를 전극 물질로 이용할 수 있다.
- [0044] PEDOT(31b)은 폴리티오펜(polythiophene)을 기반으로 한 공액 고분자이고 양전하를 이동시키는 역할을 한다. PSS(31a)의 술포닐(sulfonyl) 그룹은 탈수소화(deprotonated)되어 음전하를 띠게 된다. 이렇게 양전하와 음전하를 갖는 두 물질은 친수성을 띤다.
- [0045] 구체적으로, PSS(31a)는 PEDOT(31b)이 수용액 상에 효과적으로 분산될 수 있도록 유도한다. 또한, PEDOT(31b)과 PSS(31a) 간의 전하균형을 맞추어, PEDOT(31b)이 PSS(31a) 고분자 사슬에 매우 강하게 이온 결합(ionic bonding)을 함으로써, 수용액 상에서 PEDOT(31b) 및 PSS(31a)가 서로 분리되지 않고 잘 분산될 수 있다. PEDOT(31b)은 전극 특성을 위한 전기 전도도를 유지하는 역할을 한다.
- [0046] 도 3을 참조하면, PSS(31a) 및 PEDOT(31b) 단위체의 n 및 m 이 각각 1000 이상이 될 수 있다.
- [0047] 도면 및 설명에서는 PSS 및 PEDOT을 모두 포함하는 것을 예시하였으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 전기 전도도를 유지하는 PEDOT만을 포함할 수도 있다.
- [0048] 이러한 전도성 고분자 용액에 상기 탄소나노튜브를 포함하는 상청액을 혼합하여 혼합 용액을 형성할 수 있다. 상기 혼합 용액이 전극 물질로 이용될 수 있다.
- [0049] 상기 전극 물질에 포함된 SWNT는 PEDOT:PSS 모체에 분산되어 있다. 표면 관능화(Surface-functionalized)된

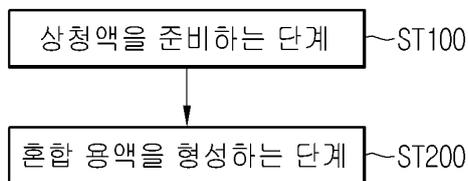
SWNT는, 상기 SWNT와 상기 PEDOT:PSS와의 결합력을 향상시킬 수 있다.

- [0050] 자세하게, 상기 SWNT는 PSS와의 상호작용(interaction)에 의해 PEDOT:PSS 모체에 분산되어 있다. 더 자세하게, 상기 SWNT와 상기 PSS는 파이-겹침 상호작용(pi-pi stacking interactions)이라는 강한 결합력에 의해 분산된다. 상기 결합력은 상기 SWNT가 물에 분산되는 것에 비해 향상된 분산력을 유지시킬 수 있다. 즉, 상기 SWNT가 높은 분산성을 가져, 상기 SWNT 고유의 특성이 유지될 수 있어 다양한 분야에서 이용될 수 있다.
- [0051] 이어서, 상기 전극 물질의 SWNT를 통해 기존의 PEDOT:PSS에 비해 전기전도도를 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 전극 물질은 높은 투과도를 유지시킬 수 있다. 또한, 상기 전극 물질이 적용된 전극은, 반사율이 적고, 높은 전도도를 가지며 높은 광투과성 및 낮은 헤이즈를 가진다. 또한, 상기 전극 물질은 면저항이 작아 상기 전극 물질로 형성된 전극이 적용된 디스플레이의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0052] 상기 전극 물질은, 액정표시장치, OLED, PLED, 태양 전지, 센서 및 터치 스크린 패널 등의 다양한 전자, 광학 소자에 적용 가능하다. 기존의 인듐주석산화물보다 우수한 내구성을 가지기 때문에, 플렉시블(flexible) 디스플레이 장치에 적용 가능하다.
- [0053] 또한, 상기 전극 물질은 기판과 접착력이 우수하여, 공정 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0054] 이후, 상기 전극 물질을 기판에 코팅하여 전극을 형성할 수 있다.
- [0055] 상기 전극 물질은, 폴리 에틸렌 테레프탈레이트(poly (ethylene terephthalate), PET) 기판에 형성될 수 있다. 이 때, 상기 폴리 에틸렌 테레프탈레이트 기판을 전처리 하는 단계를 진행할 수 있다. 폴리 에틸렌 테레프탈레이트 기판은 소수성을 띄고 위의 전극 물질은 친수성을 띄기 때문에 코팅이 용이하지 않을 수 있다. 따라서 소수성을 띄는 폴리 에틸렌 테레프탈레이트 기판 표면을 친수성으로 처리하는 전처리 하는 단계를 통해 코팅을 용이하게 진행할 수 있다. 또한 이러한 전처리 하는 단계를 통해 디펙트(defect)를 줄여 기판에 형성되는 전극 물질의 전도도에 영향을 미치지 않게 할 수 있다. 이러한 전처리 하는 단계는 친수성 물질로 코팅하는 단계 또는 기판을 자외선 오존(UV ozone) 처리하는 단계를 통해 수행될 수 있다.
- [0056] 이어서, 폴리 에틸렌 테레프탈레이트 기판에 상기 전극 물질을 코팅하는 단계를 거친다. 스핀(spin) 코팅, 플로우(flow) 코팅, 스프레이(spray) 코팅, 딥(dip) 코팅, 슬릿 다이(slit die) 코팅 및 롤(roll) 코팅의 기존의 습식코팅방법으로 형성될 수 있다. 이러한 습식코팅방법은 건식코팅방법에 비해 대량 생산에 용이하고 설비 비용이 적다는 장점이 있어 유리하다.
- [0057] 이어서, 코팅된 전극 물질을 열처리 하는 단계를 거칠 수 있다. 이 단계를 통해 혼합 용액에 포함된 용매 및 첨가 용매를 증발시키고, 전도성 고분자의 모폴로지 형성 (morphology formation)을 할 수 있다. 종래의 인듐 주석 산화물은 결정질 구조를 만들기 위해 300 ℃이상의 고온 공정이 필요하였으나, 본 실시예에서는 저온 공정 (대략, 90 ℃)으로도 전도도 및 투과도 높은 전극을 형성할 수 있다.
- [0058] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 좀더 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것에 불과하며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0059] 실시예
- [0060] SWNT(Bucky USA 95 %wt) 30 mg, 초순수 10ml, 황산 3 ml 및 질산 1.18 ml 를 혼합한 용액을 10 분 동안 음과처리하였다. 상기 용액을 130 ℃의 온도에서 25 분 동안 환류공정을 진행하였다. 환류를 거친 용액에 초순수를 첨가하고 제1 원심분리를 실시하였다. 상기 제1 원심분리 후, 산성을 띄는 상층용액을 제거하였다. 초순수를 첨가하고 PH를 측정 한 후, 상기 용액이 중성을 띠 때까지 상기 제1 원심분리 및 제거를 반복하였다. PH가 중성일 때, 제2 원심분리를 실시하였다. 상기 제2 원심분리 후 상층용액을 제거하고 초순수 20 ml를 첨가하였다. 상기 용액을 1시간 동안 음과처리하였다. 상기 음과처리된 용액을 17000 rpm의 속도로 90 분 동안 제3 원심분리하였다. 제3 원심분리된 용액에서 가라앉은 물질을 제외한 탄소나노튜브 상청액을 분리하였다.
- [0061] 상기 상청액 1.2 ml에 초순수 1.3 ml, PEDOT:PSS 2.5 ml(Aldrich CAS Number: 155090-83-8) 및 DMSO(SIGMA Aldrich 154938-100ml) 0.5 ml 를 혼합하였다. 혼합한 용액을 10 분 동안 음과처리하였다. 음과처리 후, DMSO 0.5 ml 를 다시 혼합하여 교반하였다.

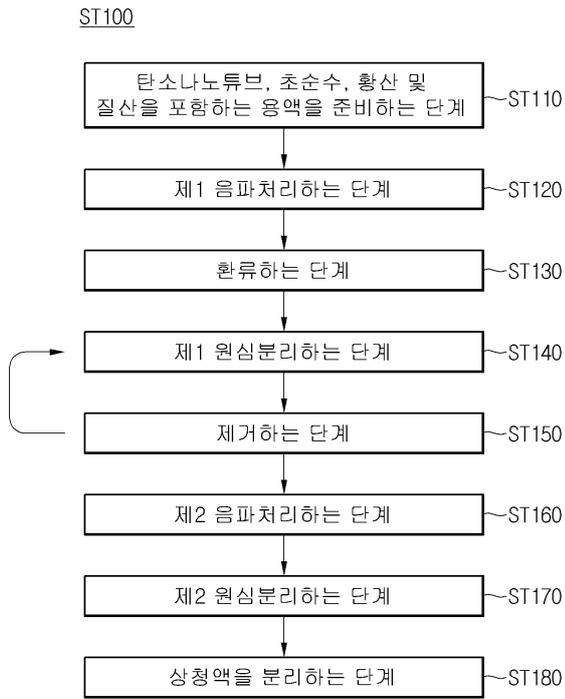
- [0062] 위의 혼합 용액을 폴리 에틸렌 테레프탈레이트 기판에 형성하였다.
- [0063] 상기 실시예를 통해 형성된 전극의 특성을 각각 측정하였다.
- [0064] 먼저, 흡광광도계(Perkin-Elmer Lambda 12 UV/Vis spectrophotometer)를 통해 300 nm 내지 800 nm의 파장에서 투과도를 측정하였다. 실시예를 통해 형성된 전극은, 약 550 nm의 파장에서 투과도가 약 86 %로 나타남을 확인할 수 있다.
- [0065] 또한, 실시예의 전기전도도(σ)는 하기의 <수식>을 통해 155 S/cm 로 계산되었다.
- [0066] <수식> $\sigma=1/(R_s \times t)$
- [0067] 여기서, σ 는 전기전도도, R_s 는 면저항, t 는 전극의 두께이다.
- [0068] 또한, 도면에 도시하지 않았으나 4탐 침법(four-point-probe)을 이용하여 상기 전극의 면저항을 측정하였다. 그 결과는 면저항이 271 Ω/sq 이하로 측정되었다.
- [0069] 즉, 실시예의 투과도가 많이 향상되고 면저항이 감소됨을 확인할 수 있었다.
- [0070] 상술한 실시예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [0071] 또한, 이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

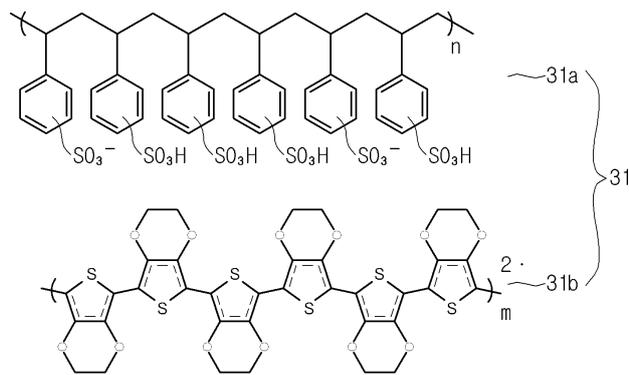
도면1



도면2



도면3



도면4

