



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0061071
(43) 공개일자 2010년06월07일

(51) Int. Cl.

G02F 1/136 (2006.01) H01L 29/786 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0119950

(22) 출원일자 2008년11월28일

심사청구일자 2008년11월28일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

이철진

서울특별시 강남구 신사동 622 신성아파트
101-201

박상민

대전광역시 서구 탄방동 한우리아파트 103-1004

김선국

서울특별시 양천구 목6동 목동2단지아파트
222-1402

(74) 대리인

리엔목특허법인

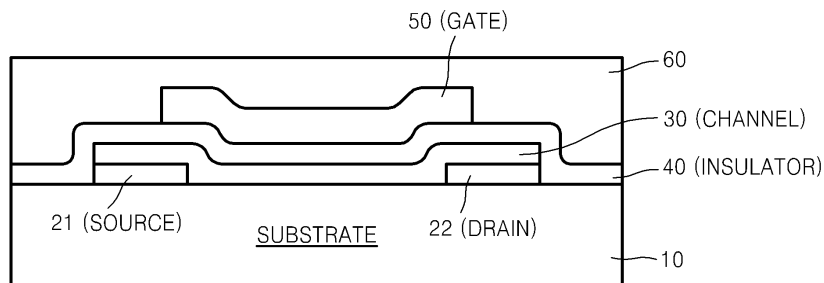
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) CNT 박막 트랜지스터 및 이를 적용하는 디스플레이

(57) 요약

분해성 고분자 기판을 이용하는 CNT 박막 트랜지스터(Flexible and transparent Carbon Nano Tube Thin film Transistor)와 이를 적용하는 디스플레이에 관해 기술된다. 기판은 자연분해될 수 있는 고분자 재료로 형성되며, 기판 위에 투명 유기물질에 반도체성 CNT가 분산되어 있는 CNT 채널이 마련된다. 상기 채널의 양측에는 투명 유기물질에 도전성 CNT가 분산되어 있는 소스와 드레인 전극이 접촉된다. 상기 채널의 위 또는 아래에는 투명 유기물질에 도전성 CNT가 분산되어 있는 게이트가 위치하고, 상기 채널과 게이트 사이에는 투명 유기 물질에 의한 게이트 절연층이 개재된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	K2060100000208E010000210, R0A20080002007102008
부처명	국제과학기술협력재단, 한국과학재단
연구사업명	과학기술국제화사업, 국가지정연구실사업(NRL)
연구과제명	(3차년도)급성 호흡기 감염 조기진단을 위한 탄소나노튜브 기반 고감도 나노바이오센서 개발, [NRL-1차년도]플렉서블 투명전도성 CNT-Polymer박막 기술
주관기관	한국과학재단, 고려대학교 산학협력단
연구기간	2009년 07월 01일 ~ 2010년 06월 30일, 2008년 06월 01일 ~ 2009년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 반도체성 CNT(Carbon Nano Tube)에 의한 채널 층;

상기 채널층의 양측에 전기적으로 접촉되는 것으로 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 도전성 CNT에 의한 소스/드레인 전극;

상기 채널층에 대응하는 것으로, 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 도전성 CNT에 의한 게이트 층;

상기 채널층 과 게이트 층 사이에 마련되는 것으로 절연성 유기물질에 의한 게이트 절연 층; 그리고

상기 층들과 전극을 지지하는 분해성 고분자 기판;을 구비하는 박막 트랜지스터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 전분, 에스테르, 셀룰로오스, PHA, PHB, PBAT, PLA, PBS, PCL, PVA, PGA, PCL 중 적어도 하나의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 기판은 투명한 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 채널 층의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube)인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 소스 전극과 드레인 전극과 게이트 층의 층의 적어도 어느 하나의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube), DWCNT(Double-Walled Carbon Nano tube) 또는 MWCNT(Multi-Walled Carbon Nano Tube) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 소스 전극, 드레인 전극 및 게이트 층 중 적어도 어느 하나의 유기 물질은 투명 절연성 유기 물질인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 투명 절연성 유기 물질은

PI(Polyimide), 파릴렌(Parylene), PMMA(Polymethyl Methacrylate), PVA(Polyvinylalcohol), PVP(polyvinylphenol) 중의 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 8

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 소스 전극, 드레인 전극 및 게이트 전극 중 적어도 어느 하나의 유기 물질은 투명 도전성 유기 물질인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 투명 도전성 유기 물질은 PEDOT(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)), PANI(Polyaniline), Polypyrrole 중의 어느 하나의 물질인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 10

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 채널 층에 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나가 함유되어 있는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 11

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 채널 층에 K, Cs, N 중에 적어도 어느 하나가 함유되어 있는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 12

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 채널층은 p형 유기물질과 n 형 유기물질 중의 어느 하나를 포함하며,

상기 p 형 유기 물질은 펜타센(Pentacene), 폴리사이오펜(Poly-thiophene), P3AT (Poly(3-alkylThiophene)), 폴리아세틸렌 (Polyacetylene), PTV(Poly(thienylene-vinylene), P3HT(Poly(3-hexylthiophene), BPT2 중에서 선택된 적어도 어느 하나이며,

n 형 유기 물질은 TCNQ(tetracyanoquinodimethane), C₆₀ (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 채널 층이 함유하는 유기 물질은 p 형 유기물질이며,

상기 채널 층은 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나를 더 함유되어 있는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 채널 층이 함유하는 유기 물질은 n 형 유기물질이며,

상기 채널 층에 K, Cs, N 중에 적어도 어느 하나가 함유되어 있는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 15

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 채널층은 유기물질과 반도체성 CNT를 포함하는 제1층과, p형과 n형 중의 어느 하나의 불순물을 포함하는 제2층을 구비하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 채널 층의 CNT는 SWCNT를 포함하며, 채널 층의 유기 물질은 절연성 유기물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 채널 층의 유기물질은 p 형 유기물질과 n 형 유기 물질 중의 어느 하나를 포함하며,

상기 p 형 유기 물질은 펜타센(Pentacene), 폴리사이오펜(Poly-thiophene), P3AT (Poly(3-alkylThiophene), 폴리아세틸렌 (Polyacetylene), PTV(Poly(thienylene-vinylene), P3HT(Poly(3-hexylthiophene), BPT2 중에서 선택된 적어도 어느 하나이며,

n 형 유기 물질은 TCNQ(tetracyanoquinodimethane), C₆₀ (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 채널 층의 유기물질은 PI, 파릴렌(Parylene), PMMA, PVA, PVP 중에서 선택된 어느 하나의 유기 절연물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 소스 전극과 드레인 전극과 게이트 층의 중의 적어도 어느 하나의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube), DWCNT(Double-Walled Carbon Nano tube) 또는 MWCNT(Multi-Walled Carbon Nano Tube) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 소스 전극과 드레인 전극과 게이트 층의 중의 적어도 어느 하나의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube), DWCNT(Double-Walled Carbon Nano tube) 또는 MWCNT(Multi-Walled Carbon Nano Tube) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 21

제 1 항에 기재된 박막 트랜지스터를 적용한 디스플레이.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 기판은 전분, 에스테르, 셀룰로오스, PHA, PHB, PBAT, PLA, PBS, PCL, PVA, PGA, PCL 중 적어도 하나의 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 기판은 투명한 것을 특징으로 하는 디스플레이.

청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 채널 층의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube)인 것을 특징으로 하는 디스플레이.

청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 소스 전극과 드레인 전극과 게이트 층의 층의 적어도 어느 하나의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube), DWCNT(Double-Walled Carbon Nano tube) 또는 MWCNT(Multi-Walled Carbon Nano Tube) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 디스플레이.

청구항 26

제 21 항 내지 제 25 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 소스 전극, 드레인 전극 및 게이트 층 중 적어도 어느 하나의 유기 물질은 투명 유기 물질인 것을 특징으로 하는 디스플레이.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 개시 내용은 도전성 CNT 및 반도체성 CNT를 이용하는 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor, TFT)로서 유연하고 투명한 박막 트랜지스터(flexible and transparent TFT)에 관련된다.

배경 기술

[0002] 박막 트랜지스터는 디스플레이 분야에서 빠질 수 없는 중요한 반도체 소자로서 최근 각광받고 있는 플렉서블 일렉트로닉스 분야의 핵심 소자로서도 이에 관한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 현재 탄소나노튜브(Carbon Nanotube)는 전하전달특성이 좋고 종횡비(aspect ratio)가 커서 다수의 전하전달통로를 확보하여 높은 전하 이동도와 높은 투명도를 동시에 취함은 물론, 탄성이 좋아 큰 구부러짐에 대해 전기적 및 기계적으로 안정한 특성때문에 박막 트랜지스터의 구성요소로서 부각되고 있다.

[0004] 현재 플렉서블 일렉트로닉스 분야는 종이 디스플레이(Paper display), 접을 수 있는 디스플레이(Foldable display) 등이 포함되는데 이는 디스플레이 자체가 자유롭게 접거나 둥그렇게 말을 수 있어야 하기 때문에 이에 적용되는 모든 소자는 유연한 성질을 가져야 한다. 이러한 유연한 소자의 중요하고 대표적인 소자는 박막 트랜지스터이며 주로 유기 재료로 제조된다. 유기 박막 트랜지스터는 제조비용이 낮고 유연한 특성을 가지나, 다결정 실리콘 박막 트랜지스터에 비해 전하 이동도와 스위칭 속도가 크게 떨어져 높은 전하 이동도와 고속 스위칭 속도를 필요로 하는 소자에는 적용이 힘들다. 또한, 유기 박막 트랜지스터는 부분적으로 불투명한 요소를 가지므로 종이 디스플레이 등에 응용되기 위해서는 전체적으로 투명한 구조를 가지면서도 유연하고 안정된 전기적인 특성의 유지를 위한 연구가 필요하다.

[0005] 한편, 전술한 종이 디스플레이, 접을 수 있는 디스플레이는 역시 유연한 기관을 이용하는데, 이는 플라스틱으로 제조된다. 그러나, 플라스틱은 자연분해가 어려운 반영구적 물질이기 때문에 환경오염 문제를 일으킬 수 있다.

발명의 내용

[0006] 본 발명의 실시 예에 따르면, 유연하면서도 투명하고, 그리고 전기/전자적으로는 신뢰성이 높은 CNT 박막 트랜지스터 및 이를 적용하는 디스플레이가 제시된다.

[0007] 본 발명의 실시 예에 따르면, 친환경적인 재료로 형성되어 폐기시 용이하게 자연분해될 수 있는 CNT 박막 트랜지스터 및 이를 적용하는 디스플레이가 제시된다.

[0008] 본 발명에 따른 CNT 박막 트랜지스터는;

[0009] 투명 유기물질과, 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 반도체성 CNT(Carbon Nano Tube)에 의한 채널 층;

[0010] 상기 채널층의 양측에 전기적으로 접촉되는 것으로 투명 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 도전성 CNT에 의한 소스/드레인 전극;

[0011] 상기 채널층에 대응하는 것으로, 투명 절연성 또는 도전성 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경

로를 형성하는 도전성 CNT에 의한 게이트 층;

- [0012] 상기 채널층 과 게이트 층 사이에 마련되는 것으로 투명 절연성 유기물질에 의한 게이트 절연 층; 그리고
- [0013] 상기 층들과 전극을 지지하는 하는 분해성 고분자 기판;을 구비하는 박막 트랜지스터가 제공된다.
- [0014] 본 발명의 실시 예에 따르면, 상기 기판은, 전분, 에스테르, 셀룰로오스, PHA, PHB, PBAT, PLA, PBS, PCL, PVA, PGA, PCL 중 선택된 적어도 하나의 물질로 형성되거나 포함할 수 있으며, 다른 실시 예에 따르면, 상기 기판은 불투명, 반투명 또는 투명할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 한 실시 예에 따르면, 상기 채널 층의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube)를 적용할 수 있다. 그리고, 상기 소스 전극과 드레인 전극과 게이트 층의 층의 적어도 어느 하나의 CNT는 DWCNT(Double-Walled Carbon Nano tube)와 MWCNT(Multi-Walled Carbon Nano Tube) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 그리고, 상기 소스 전극, 드레인 전극 및 게이트 층 중 적어도 어느 하나의 유기 물질은 투명 도전성 또는 투명 절연성 유기 물질이 적용될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 구체적인 실시 예에 따르면, 상기 투명 절연성 유기 물질은
- [0017] PI(Polyimide), 파릴렌(Parylene), PMMA(Polymethyl Methacrylate), PVA(Polyvinylalcohol), PVP(polyvinylphenol) 중의 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 투명 도전성 유기 물질은 PEDOT(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)), PANI(Polyaniline), Polypyrrole 중의 어느 하나의 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널 층에 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 또는 K, Cs, N 중에 적어도 어느 하나가 함유될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널층은 p형 유기물질과 n 형 유기물질 중의 어느 하나를 포함할 수 있으며,
- [0020] 상기 p 형 유기 물질은 펜타센(Pentacene), 폴리사이오펜(Poly-thiophene), P3AT (Poly(3-alkylThiophene), 폴리아세틸렌 (Polyacetylene), PTV(Poly(thienylene-vinylene), P3HT(Poly(3-hexylthiophene), BPT2 중에서 선택된 적어도 어느 하나이며,
- [0021] n 형 유기 물질은 TCNQ(tetracyanoquinodimethane), C₆₀ (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 구체적인 실시 예에 따르면, 상기 채널 층이 함유하는 유기 물질은 p 형 유기물질이며, 상기 채널 층은 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나를 더 함유할 수 있다. 또한, 본 발명의 구체적인 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널 층이 함유하는 유기 물질은 n 형 유기물질이며, 상기 채널 층에 K, Cs, N 중에 적어도 어느 하나를 함유할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 구체적인 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널층은 유기물질과 반도체성 CNT를 포함하는 제1층과, p 형과 n형 중의 어느 하나의 불순물을 포함하는 제2층을 구비할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 구체적인 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1층의 CNT는 SWCNT를 포함하며, 채널 층의 유기 물질은 절연성 유기물질을 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 구체적인 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1층의 유기물질은 p 형 유기물질과 n 형 유기 물질 중의 어느 하나를 포함하며, 상기 p 형 유기 물질은 펜타센(Pentacene), 폴리사이오펜(Poly-thiophene), P3AT(Poly(3-alkylThiophene), 폴리아세틸렌(Polyacetylene), PTV(Poly(thienylene-vinylene), P3HT(Poly(3-hexylthiophene), BPT2 중에서 선택된 적어도 어느 하나이며, n 형 유기 물질은 TCNQ(tetracyanoquinodimethane), C₆₀ (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나이다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널 층의 유기물질은 PI, 파릴렌(Parylene), PMMA, PVA, PVP 중에서 선택된 어느 하나의 유기 절연물질을 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널 층의 하부에 상기 게이트 층이 마련된다. 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널 층 위에 게이트 층이 마련될 수 있다.
- [0028] 본 발명의 다른 유형은 상기 박막 트랜지스터를 포함하는 디스플레이를 제시한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 가요성 투명 CNT 박막 트랜지스터 및 그 제조방법의 실시 예를 상세히 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 탑 게이트 방식의 박막 트랜지스터의 개략적 단면도이다.
- [0031] 분해성 고분자 기관(10) 위에 소스(21)와 드레인(22)이 형성되고 그 위에 상기 소스(21)와 드레인(22)에 그 양단이 걸쳐지는 투명 가요성의 폴리머 채널(30)이 형성된다. 그리고, 채널(30) 위에는 폴리머 등의 투명 가요성의 게이트 절연층(40)이 형성되고, 게이트 절연층(40) 위에는 폴리머등의 투명 가요성의 게이트 층(50)이 형성된다. 상기 적층들 위에는 하부의 소자를 보호하는 패시베이션층(60)이 형성되어 있다.
- [0032] 본 발명의 실시 예들에 따르면, 상기 분해성 고분자 기관(10)은 생분해성, 생분괴성, 광분해성 재료로 형성될 수 있다. 구체적인 실시 예로서 상기 기관(10)은 전분, 에스테르, 셀룰로오스, PHA(poly-hydroxyalkanoate), PHB(poly-hydroxybutyrate), PBAT(Poly Butylene Adipate Terephthalate), PLA(Poly Lactic Acid), PBS(poly butylene succinate), PCL(polycaprolactone), PVA(polyvinyl alcohol), PGA(polyglycolic acid) 중 하나 또는 둘 이상 조합된 물질로 형성되거나 또는 포함할 수 있고, 휘어지거나 딱딱한 기계적 특성과 불투명/반투명/투명 등의 광학적 특성을 선택적으로 부여할 수 있는 분해성 고분자 기관이다. 다른 실시 예에 따르면, 상기 기관(10)은 전분과 같은 천연계 물질과 화학적으로 합성된 PE(Polyethylene), PP(Polypropylene) 등의 고분자의 혼합물질로 형성될 수 있다.
- [0033] 상기 소스(21)와 드레인(22), 그리고 게이트 층(50)은 PEDOT, PANI(Polyaniline), Polypyrrole, PI(Polyimide), 파릴렌(Parylene), PMMA(Polymethyl Methacrylate), PVA(Polyvinylalcohol), PVP(polyvinylphenol) 등의 도전성 또는 절연성 폴리머에 전도성 CNT가 분산되어 있는 재료로 형성된다. 절연성 폴리머는 투명 절연물질로서 상기 CNT를 결합시키는 결합제(binder)로서의 기능을 가지며, 도전성 폴리머는 결합제로서 뿐 아니라 도전 경로를 제공한다. 도전성 CNT로는 DWCNT(Double-Walled Carbon Nano Tube) 또는 MWCNT(Multi-Walled Carbon Nano Tube)가 사용될 수 있다.
- [0034] 상기 게이트 절연 층(40)과 패시베이션층(60)은 PI, 파릴렌(Parylene), PMMA, PVA, PVP 등의 절연성 유기물질로 형성될 수 있다.
- [0035] 한편, 채널 층(30)은 SWCNT(Single walled carbon nano tube)가 분산된 유기 고분자물질로 형성된다. 유기 고분자 물질로는 절연성 또는 유기반도체 물질이 사용될 수 있다. 절연성 물질로는 상기 소스(21), 드레인(22) 전극에 사용된 결합제가 사용될 수 있다. 그리고, 반도체 물질 아래의 물질이 사용될 수 있다.
- [0036] p 형 : 펜타센(Pentacene), 폴리사이오펜(Poly-thiophene), P3AT (Poly(3-alkylThiophene)), 폴리아세틸렌(Polyacetylene), PTV(Poly(thienylene-vinylene), P3HT(Poly(3-hexylthiophene), BPT2
- [0037] n 형: TCNQ(tetracyanoquinodimethane), C₆₀ (Fullerene)
- [0038] 한편, 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 채널 층(50)에는 p형 불순물로서 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 그리고 n 형 물질로서 K, Cs, N 중 적어도 어느 하나가 포함될 수 있다.
- [0039] 상기와 같은 채널층(30)의 불순물은 SWCNT에 접촉되었을때 SWCNT로부터 전자를 뺏거나 CNT에 전자를 제공하는 억셉터 또는 도너로서 작용할 수 있어 채널의 전류크기를 키울 수 있다.
- [0040] 상기와 같은 구조와 물질로된 적층을 포함하는 본 발명에 따른 박막 트랜지스터는 일반적인 공정에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 유전영동(Dielectrophoresis), 스프레이(Spray), 전자스프레이(electrospray), 스핀코팅(spincoating), 나노임프린팅(nanoimprint), 스핀캐스팅(spincasting)을 포함하는 성막/패터닝 공정이 적용될 수 있다.
- [0041] 상기와 같은 구조의 본 발명에 따른 박막 트랜지스터를 제조하는 과정을 개략적으로 살펴본다.
- [0042] 먼저, 분해성 재료로된 기관(10)을 준비한다. 기관(10)은 전술한 바와 같이, 전분, 에스테르, 셀룰로오스, PHA, PHB, PBAT, PLA, PBS, PCL, PVA, PGA, PCL 중 선택된 적어도 하나의 물질로 형성될 수 있으며, 다른 실시 예에 따르면, 상기 기관은 불투명, 반투명 또는 투명할 수 있다. 그러나, 한 실시 예에 따르면, 상기 기관(10)은 투명하다.

- [0043] 준비된 기판(10) 위에 안정적인 유기막의 형성과 소자 특성 향상을 위해 산소 플라즈마 처리 (O_2 Plasma) 나 OTS (Octadecyltrichlorosilane), APS (3-Aminopropyltriethoxysilane) 등을 이용한 SAM(Self Assembly Monolayer)처리를 선택적으로 수행할 수 있다.
- [0044] 상기 소스 전극(21) 및 드레인 전극(22)은 웨도우 마스크 또는 전자빔 리소그래피 또는 포토 리소그래피 등에 의해 형성될 수 있다. 이 때, 상기 소스 전극(21)과 드레인 전극은 DWCNT 또는 MWCNT 등의 도전성 CNT와 전술한 도전성 고분자 물질 또는 절연성 고분자 물질이 혼합된 재료로 형성된다. 절연성 물질에 DWCNT 또는 MWCNT가 혼합된 경우 이들 CNT들은 상호 넥킹(necking)되어 고분자물질 내에서 도전성경로를 허용해야 한다.
- [0045] SWCNT를 제조함에 있어서, 촉매의 크기 조절을 통해 직경 및 카이럴리티(Chirality) 조절을 하기 위해 촉매를 개질된 졸-겔(modified Sol-Gel) 방법으로 제조한 후, 하소(Calcination) 공정을 거쳐 크기가 수 nm 이하의 작고 균일한 나노 입자를 지지체의 나노 기공에 형성한다. 그리고 해당 촉매에 반응가스 (C_2H_4 , C_2H_2 , CH_4)의 종류와 유량, 그리고 반응 온도를 조절해 높은 비율의 반도체 SWCNT를 합성한다. 합성된 SWCNT는 전술한 바와 같이 반도체성 고분자 물질이 절연성 물질과 혼합된 후, 채널 형성에 사용된다. 절연층 물질에 SWCNT가 혼합된 경우 SWCNT는 상호 넥킹(necking)되어 반도체성 전기경로를 허용해야 한다.
- [0046] 게이트 절연막은 소스 전극, 드레인 전극, 채널 층의 형성에 사용된 PI, 파릴렌(Parylene), PMMA, PVA, PVP 등의 절연성 유기물질이 사용될 수 있다.
- [0047] 도 1에는 탑 게이트 방식의 박막 트랜지스터가 설명되었다. 그러나 본 발명의 실시 예에 따르면 도 2에 도시된 바와 같이 바텀 게이트 방식의 박막 트랜지스터가 제공될 수 있다.
- [0048] 도 2를 참조하면, 투명 가요성 기판(10a) 위에 게이트 층(50a)이 형성된다. 게이트 층(50a) 위에는 게이트 절연 층(40a)이 전면적으로 형성된다. 게이트 절연 층(40a) 위에는 상기 게이트 층(50a)에 대응하는 채널 층(30a)이 형성되고 채널 층(30a)의 양측에는 소스 전극(21a)과 드레인 전극(22a)가 형성된다. 그리고 최상층에는 소자 전체를 보호하는 패시베이션층(60a)이 형성된다. 도 2에 도시된 형태의 바텀 게이트 방식의 박막 트랜지스터의 각 적층의 물질은 전술한 도 1에 도시된 박막 트랜지스터의 그것과 동일한 물질로 형성된다.
- [0049] 한편, 전술한 실시 예들에 있어서, 채널 층(30, 30a)에는 p형 불순물로서 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 그리고 n형 물질로서 K, Cs, N 중 적어도 어느 하나가 포함될 수 있다. 이들 불순물은 채널 층(30, 30a)에서 SWCNT와 같이 혼합될 수 도 있으며, 본 발명의 다른 실시 예에 따라 별개의 적층으로 형성될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 박막 트랜지스터에 있어서, 채널 층은 단일층 또는 복층을 구조를 가질 수 있으며, 복층 구조의 채널 층은 SWCNT가 존재하는 제1층과 상기 불순물이 존재하는 제2층을 구비할 수 있다. 제1층에는 유기 반도체 물질 또는 유기 절연물질로 된 결합체에 SWCNT가 포함되어 있다. 제2층에는 전술한 바와 같이 절연성 유기 물질로 된 결합체에 p형 물질로서 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 또는 n형 물질로서 K, Cs, N 중 적어도 어느 하나가 포함되어 있다.
- [0050] 도 3에 도시된 바와 같이 상기 채널 층(30, 30a)의 제1층(31, 31a)과 제2층(32, 32a)는 상호 접촉된 상태를 유지하며, 따라서 제1층의 SWCNT에 제2층의 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 그리고 n형 물질로서 K, Cs, N 중 적어도 어느 하나가 포함될 수 있다. 도 3에서는 제1층이 제2층의 밑에 존재하는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 그 반대가 될 수 있다.
- [0051] 상기와 같은 채널층(50)의 불순물은 SWCNT접촉되었을 때 SWCNT로부터 전자를 뺏거나 CNT에 전자를 제공하는 억셉터 또는 도너로서 작용할 수 있어 채널의 전류크기를 키울 수 있다.
- [0052] 본 발명에 따른 박막 트랜지스터는 분해성 재료로된 기판을 응용한다. 따라서, 폐기시 자연적으로 기판이 분해되므로 환경오염의 문제를 감소한다. 또한, 박막 트랜지스터는 모든 도전성 재료와 반도체 재료가 CNT를 포함하며, 전체적으로 투명하면서도 유연한 구조를 가진다. 따라서, 디스플레이 등에 적용되었을 때, 화소의 개구율을 크게 증대할 수 있다. 또한, 도전성 재료 및 반도체 재료가 모두 CNT를 이용하기 때문에 전기/전자적으로는 신뢰성이 높은 박막 트랜지스터 및 디스플레이를 얻을 수 있게 된다.
- [0053] 상기와 같은 구조의 박막 트랜지스터는 본 발명의 실시 예에 따라 일반적인 구조의 디스플레이, 특히 유기발광다이오드(OLED) 디스플레이에 적용될 수 있다. OLED 디스플레이에 대한 상기 구조의 박막 트랜지스터의 응용은 용이하며, 다만 본 발명의 실시 예에 따른 디스플레이는 전술한 바와 같은 분해성 기판 위에 상기 박막 트랜지스터가 형성되는 구조를 가진다.

[0054] 지금까지, 본원 발명의 이해를 돕기 위하여 모범적인 실시 예가 설명되고 첨부된 도면에 도시되었다. 그러나, 이러한 실시 예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이고 이를 제한하지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 그리고 본 발명은 도시되고 설명된 설명에 국한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이다. 이는 다양한 다른 변형이 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일어날 수 있기 때문이다.

도면의 간단한 설명

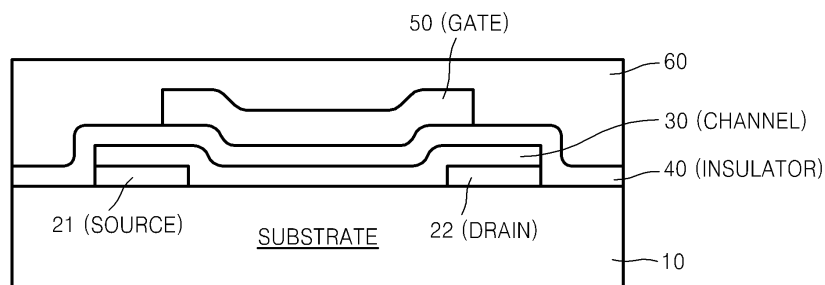
[0055] 도 1은 본 발명의 한 실시 예에 따른 투명 가요성 CNT 박막 트랜지스터의 개략적 단면도이다.

[0056] 도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 투명 가요성 CNT 박막 트랜지스터의 개략적 단면도이다.

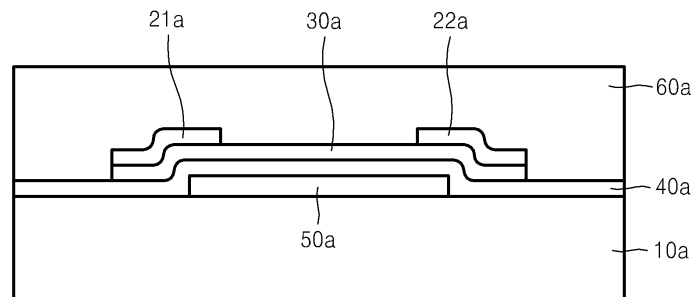
[0057] 도 3은 본 발명의 또 실시 예에 따른 투명 가요성 CNT 박막 트랜지스터에 적용되는 채널 층의 발체 도면이다.

도면

도면1



도면2



도면3

