(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0121677
(43) 공개일자 2009년11월26일

(51) Int. Cl.
H01L 29/786 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0047693
(22) 출원일자 2008년05월22일
심사청구일자 2008년05월22일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
이철진
서울특별시 강남구 신사동 622 신성아파트 101-201
윤호규
서울특별시 서초구 서초동 1685 삼풍아파트 5-108
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 19 항

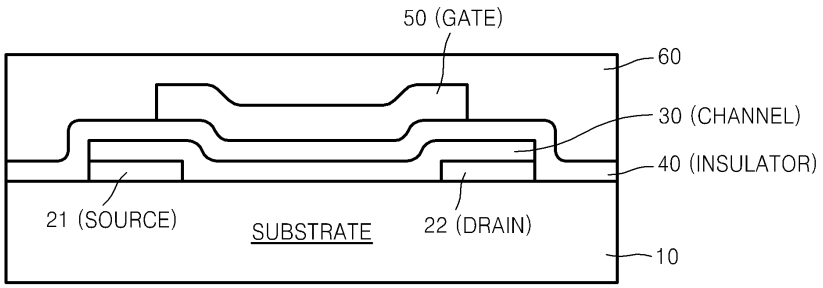
(54) ＣＮＴ 박막트랜지스터

(57) 요 약

가요성 투명 CNT 박막트랜지스터(Flexable and transparent Carbon Nano Tube Thin film Transistor)에 관해 기술된다.

가요성 투명 기판 위에 투명 유기물질에 반도체 CNT가 분산되어 있는 CNT 채널가 마련된다. 상기 채널의 양측에는 투명 유기물질에 도전성 CNT가 분사되어 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.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김우년

서울특별시 강남구 논현동 275 동부센트레빌 101-202

김웅

서울특별시 강남구 도곡1동 193-42 벨라빌 701호

박종래

서울특별시 관악구 봉천7동 산4-2 서울대교수아파트 122G동 201호

박민

서울특별시 노원구 중계동 건영아파트 103-601

장지영

서울특별시 강남구 압구정동 미성아파트 25-802

주진수

서울특별시 중랑구 묵1동 신내5단지두산아파트 525-402

이건웅

경상남도 창원시 상남동 성원5단지아파트 502-1501

김규태

경기도 광명시 철산4동 도덕파크타운 104-106

이준엽

경기도 용인시 기흥구 언남동 삼성2차아파트 203-1903

김현재

서울특별시 용산구 문배동 CJ 나인파크 201-1805

박상민

대전광역시 서구 탄방동 한우리아파트 103-1004

김선국

서울특별시 양천구 목6동 목동아파트 222-1402

특허청구의 범위

청구항 1

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

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

상기 채널층에 대응하는 것으로, 상기 채널층의 양측에 전기적으로 접촉되는 것으로 투명 절연성 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 도전성 CNT에 의한 게이트 층;

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

상기 층들과 전극을 지지하는 투명 가요성 기판;을 구비하는 박막 트랜지스터.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

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

청구항 3

제 1 항에 있어서,

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

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 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 5

제 4 항에 있어서,

상기 투명 절연성 유기 물질은

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

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 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 7

제 6 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 8

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 기판은 PI, PEEK(Polyether etherketone), PES(polyethersulphone), PEI(polyetherimide), PEN(polyethylenenaphthalate), PET(polyethyleneterephthalate) 중 어느 하나의 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서,

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

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서,

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

청구항 11

제 1 항 내지 제 3 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), C_{60} (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 12

제 11 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 13

제 11 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 14

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서,

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

청구항 15

제 14 항에 있어서,

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

청구항 16

제 14 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), C_{60} (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 박막 트랜지스터.

청구항 17

제 14 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 18

제 14 항에 있어서,

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

청구항 19

제 15 항에 있어서,

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

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 개시 내용은 도전성 CNT 및 반도체 CNT를 이용하는 박막트랜지스터(Thin Film Transistor, TFT)로서 유연하고 투명한 박막 트랜지스터(flexable and transparent TFT)에 관련된다.

배 경 기 술

<2> 박막트랜지스터는 디스플레이 분야에서 빠질 수 없는 중요한 반도체 소자로서 최근 각광받고 있는 플렉서블 일렉트로닉스 분야의 핵심 소자로서도 이에 관한 연구가 진행되고 있다.

<3> 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 박막트랜지스터에 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 가지면 보다 유연하면서도 안정된 전기적인 특성의 유지를 위한 연구가 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<4> 본 발명의 과제는 유연하면서도 투명하고, 그리고 전기/전자적으로는 신뢰성이 높은 CNT 박막 트랜지스터 및 그 제조방법의 개발이다.

과제 해결수단

<5> 본 발명에 따른 CNT 박막트랜지스터는;

<6> 투명 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 반도체 CNT(Carbon Nano Tube)에 의한 채널 층;

<7> 상기 채널층의 양측에 전기적으로 접촉되는 것으로 투명 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 도전성 CNT에 의한 소스/드레인 전극;

<8> 상기 채널층에 대응하는 것으로, 상기 채널층의 양측에 전기적으로 접촉되는 것으로 투명 절연성 유기물질과 유기물질 내에서 상호 연계된 전기적 경로를 형성하는 도전성 CNT에 의한 게이트 층;

<9> 상기 채널층 과 게이트 층 사이에 마련되는 것으로 투명 절연성 유기물질에 의한 게이트 절연 층; 그리고

<10> 상기 층들과 전극을 지지하는 투명 가요성 기판;을 구비하는 박막 트랜지스터가 제공된다.

<11> 본 발명의 한 실시예에 따르면, 상기 채널 층의 CNT는 SWCNT(Single-Walled Carbon Nano Tube)를 적용할 수 있다. 그리고, 상기 소스 전극과 드레인 전극과 게이트 층의 중의 적어도 어느 하나의 CNT는 DWCNT(Double-Walled Carbon Nano tube)와 MWCNT(Munti-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.

<12> 본 발명의 구체적인 실시예에 따르면, 상기 투명 절연성 유기 물질은

<13> PI(Polyimide), 파릴렌(Parylene), PMMA(Polymethly 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.

<14> 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 기판은 PI, PEEK(Polyether etherketone), PES(polyethersulphone), PEI(polyetherimide), PEN(polyethylenenaphthalate), PET(polyethyleneterephthalate) 중 어느 하나의 물질로 형성될 수 있다.

<15> 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 채널 층에 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 또는 K, Cs, N 중에 적어도 어느 하나가 함유될 수 있다.

<16> 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 채널층은 p형 유기물질과 n 형 유기물질 중의 어느 하나를 포함할 수 있으며,

<17> 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,

<18> n 형 유기 물질은 TCNQ(tetracyanoquinodimethane), C_{60} (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.

<19> 본 발명의 구체적인 실시예에 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 실시예에 따르면, 상기 채널 층이 함유하는 유기 물질은 n 형 유기물질이며, 상기 채널 층에 K, Cs, N 중에 적어도 어느 하나를 함유할 수 있다.

<20> 본 발명의 구체적인 또 다른 실시예에 따르면, 상기 채널층은 유기물질과 반도체 CNT를 포함하는 제1층과, p형과 n형 중의 어느 하나의 불순물을 포함하는 제2층을 구비할 수 있다.

<21> 본 발명의 구체적인 또 다른 실시예에 다르면, 상기 제1층의 CNT는 SWCNT를 포함하며, 채널 층의 유기 물질은 절연성 유기물질을 포함할 수 있다.

<22> 본 발명의 구체적인 또 다른 실시예에 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), C_{60} (Fullerene) 중의 선택된 적어도 어느 하나이다.

<23> 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 채널 층의 유기물질은 PI, 파릴렌(Parylene), PMMA, PVA, PVP 중에서 선택된 어느 하나의 유기 절연물질을 포함할 수 있다.

<24> 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 채널 층의 하부에 상기 게이트 층이 마련된다. 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 상기 채널 층 위에 게이트 층이 마련될 수 있다..

효 과

<25> 본 발명에 따른 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 트랜지스터를 얻을 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<26> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 가요성 투명 CNT 박막 트랜지스터 및 그 제조방법의 실시예를 상세히 설명한다.

<27> 도 1은 본 발명에 따른 탑 게이트 방식의 박막 트랜지스터의 개략적 단면도이다.

<28> 합성 수지, 폴리머 등으로 된 투명 가요성 기판(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 적층 들 위에는 하부의 소자를 보호하는 패시베이션층(60)이 형성되어 있다.

<29> 본 발명의 실시예들에 따르면, 상기 투명 가요성 기판(10)은 PI(Polyimide), PEEK(Polyether etherketone), PES(polyethersulphone), PEI(polyetherimide), PEN(polyethylenenaphthalate), PET(polyethyleneterephthalate). 상기 기판(10)은 투명하고 유연한 일반적인 기판 재료로 형성될 수 있다.

<30> 상기 소스(21)와 드레인(22), 그리고 게이트 층(50)은 PEDOT, PANI(Polyaniline), Polypyrrole, PI, 파릴렌(Parylene), PMMA(Polymethly 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.

<31> 상기 게이트 절연 층(40)과 패시베니션층(60)은 PI, 파릴렌(Parylene), PMMA, PVA, PVP 등의 절연성 유기물질로로 형성될 수 있다.

<32> 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.

<33> p 형 : 펜타센(Pentacene), 폴리사이오펜(Poly-thiophene), P3AT (Poly(3-alkylThiophene), 폴리아세틸렌 (Polyacetylene), PTV(Poly(thienylene-vinylene), P3HT(Poly(3-hexylthiophene), BPT2

<34> n 형: TCNQ(tetracyanoquinodimethane), C_{60} (Fullerene)

<35> 한편, 본 발명의 다른 실시예에 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.

<36> 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.

<37> 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.

<38> 상기와 같은 구조의 본 발명에 따른 박막 트랜지스터를 제조하는 과정을 개략적으로 살펴본다.

<39> 먼저, 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.

<40> 상기 소스 전극(21) 및 드레인 전극(22)은 쉐도우 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.

<41> 소스 전극과 드레인 전극(21, 22)위에 반도체 SWCNT와 반도체 또는 절연성 고분자 물질을 이용하여 형성된다. SWCNT를 제조함에 있어서, 촉매의 크기 조절을 통해 직경 및 카이럴리티(Chirallity) 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 수 채널 형성에 사용된다. 절연층 물질에 SWCNT가 혼합된 경우 SWCNT는 상호 넥킹(necking)되어 반도체성 전기경로를 허용해야 한다.

<42> 게이트 절연막은 소스 전극, 드레인 전극, 채널 층의 형성에 사용된 PI, 파릴렌(Parylene), PMMA, PVA, PVP 등의 절연성 유기물질이 사용될 수 있다.

<43> 도 1에는 탑 게이트 방식의 박막 트랜지스터가 설명되었다. 그러나 본 발명의 실시예에 따르면 도 2에 도시된 바와 같이 바텀 게이트 방식의 박막 트랜지스터가 제공될 수 있다.

<44> 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.

<45> 한편, 전술한 실시예들에 있어서, 채널 층(30, 30a)에는 p형 불순물로서 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 그리고 n 형 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 실시예에 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 결합제에 SWCNT가 포함되어 있다. 제2층에는 전술한 바와 같이 절연성 유기 물질로 된 결합재에 p 형물질로서 I, O, Br 중의 적어도 어느 하나, 또는 n 형 물질로서 K, Cs, N 중 적어도 어느 하나가 포함되어 있다.

<46> 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 n 형 물질로서 K, Cs, N 중 적어도 어느 하나가 포함될 수 있다. 도 3에서는 제1층이 제2층의 밑에 존재하는 것으로 도시되어 있으나, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 그 반대가 될 수 있다.

<47> 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.

도면의 간단한 설명

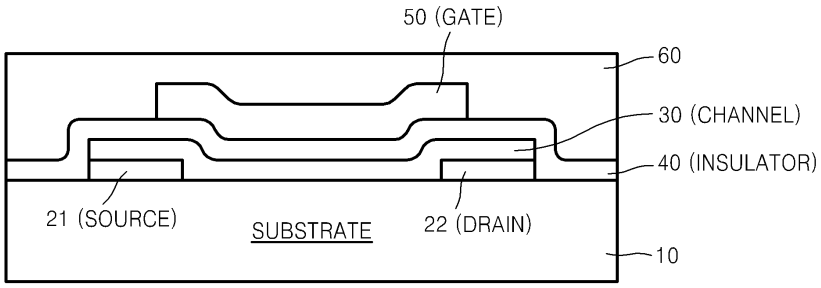
<48> 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 투명 가요성 CNT 박막 트랜지스터의 개략적 단면도이다.

<49> 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 투명 가요성 CNT 박막 트랜지스터의 개략적 단면도이다.

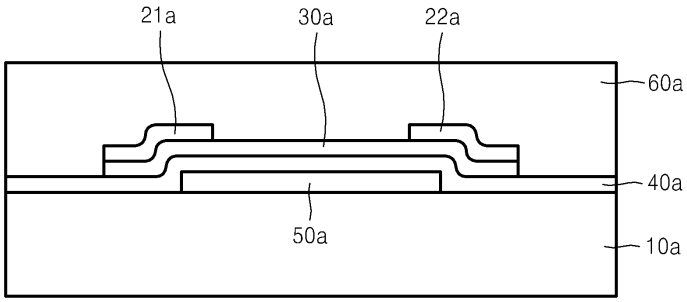
<50> 도 3은 본 발명의 또 실시예에 따른 투명 가요성 CNT 박막 트랜지스터에 적용되는 채널 층의 발췌 도면이다.

도면

도면1



도면2



도면3

