



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0092338
(43) 공개일자 2018년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 27/12 (2006.01) H01L 29/45 (2006.01)
H01L 29/49 (2006.01) H01L 51/05 (2006.01)
H01L 51/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 27/124 (2013.01)
H01L 27/283 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0017685

(22) 출원일자 2017년02월08일

심사청구일자 2017년02월08일

(71) 출원인

서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

유웅열

서울특별시 강남구 압구정로 29길 23

이진용

서울특별시 서초구 효령로68길 13 (서초동, 현대아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

한상수

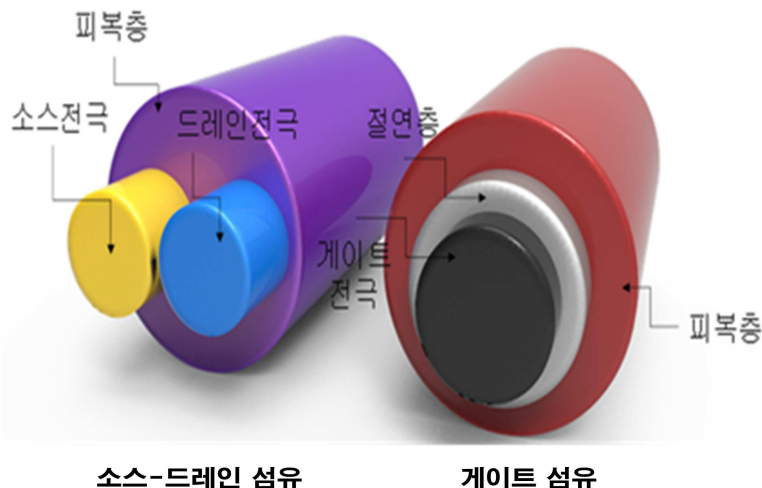
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **섬유형 트랜지스터, 이의 제조방법 및 섬유형 트랜지스터를 포함하는 직물형 집적 회로**

(57) 요약

본 발명은 섬유형 트랜지스터, 이의 제조방법 및 섬유형 트랜지스터를 포함하는 직물형 집적 회로에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유가 상호 교차되어 형성된 섬유형 트랜지스터 및 상기 섬유형 트랜지스터를 복수 개 포함하는 직물형 집적 회로를 제공한다. 따라서 본 발명은 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유가 각각 형성되고 상호 교차되어 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 구조를 갖는 섬유형 트랜지스터를 구성할 수 있으며 상기 섬유형 트랜지스터를 복수 개 형성하여 직물 자체에 트랜지스터 성능을 부여할 수 있는 직물형 집적 회로를 구현할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 29/458 (2013.01)

H01L 29/4908 (2013.01)

H01L 51/055 (2013.01)

H01L 51/105 (2013.01)

(72) 발명자

안현철

경상북도 영주시 풍기읍 동부리 삼일아파트 8동 105호

양호성

부산광역시 사상구 엄궁남로 43 101동 1901호 (엄궁동, 신엄궁대동아파트)

육지호

서울특별시 강서구 등촌로 163, 120-1203 (등촌동 아이파크)

양희창

인천광역시 서구 염곡로 198 104동-1604호 (석남동, 우림필유)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10051440

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업소재핵심기술개발사업(섬유의류)

연구과제명 직물형 집적회로 구현을 위한 섬유형 트랜지스터 개발

기 여 율 9/10

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A5A1037627

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 선도연구센터지원사업

연구과제명 전략 구조소재 신공정 설계 연구센터

기 여 율 1/10

주관기관 전략 구조소재 신공정 설계 연구센터

연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 소스-드레인 섬유; 및
내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 게이트 섬유를 포함하고,
상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유가 상호 교차되어 형성된 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 소스-드레인 섬유는,
소스 전극;
상기 소스 전극으로부터 이격되어 배치된 드레인 전극; 및
상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 소스 전극 또는 상기 드레인 전극은 전기 전도성 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 4

제 3항에 있어서,
상기 전기 전도성 섬유는 금속 섬유, 금속이 도금된 섬유, 전도성 고분자 섬유 또는 탄소 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 5

제 2항에 있어서,
상기 피복층은 내열성을 가진 고분자 절연 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 6

제 5항에 있어서,
상기 내열성을 가진 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 7

제 1항에 있어서,
상기 게이트 섬유는,
게이트 전극;
상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층; 및
상기 절연층의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 8

제 7항에 있어서,
상기 게이트 전극은 전기 전도성 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 9

제 8항에 있어서,
상기 전기 전도성 섬유는 금속 섬유, 금속이 도금된 섬유, 전도성 고분자 섬유 또는 탄소 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 10

제 7항에 있어서,
상기 절연층은 고분자 절연 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 11

제 10항에 있어서,
상기 고분자 절연 재료는 폴리에틸렌계 고분자, 고무계 재료, 에틸렌 공중합체, 불소계 고분자, 폴리염화비닐계 고분자, 실리콘계 고분자 또는 열가소성 탄성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 12

제 7항에 있어서,
상기 피복층은 내열성을 가진 고분자 절연 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 13

제 12항에 있어서,
상기 내열성을 가진 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 14

제 2항에 있어서,

상기 섬유형 트랜지스터는,

상기 소스-드레인 섬유 내에 위치되되, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 사이에 배치되는 반도체층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터.

청구항 15

내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 복수 개의 소스-드레인 섬유; 및

내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 복수 개의 게이트 섬유를 포함하고,

상기 복수 개의 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 게이트 섬유가 일 방향에 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유가 상호 교차되어 직조된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 소스-드레인 섬유는,

소스 전극;

상기 소스 전극으로부터 이격되어 배치된 드레인 전극; 및

상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로.

청구항 17

제 15항에 있어서,

상기 게이트 섬유는,

게이트 전극;

상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층; 및

상기 절연층의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로.

청구항 18

제 15항에 있어서,

상기 직물형 집적 회로에서 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유의 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성된 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로.

청구항 19

제 15항에 있어서,

상기 직물형 집적회로는,

상기 소스-드레인 섬유 내에 위치되되, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 사이에 배치되는 반도체층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적회로.

청구항 20

내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계;

내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 게이트 섬유를 제조하는 단계; 및

상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유를 상호 교차하여 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법.

청구항 21

제 20항에 있어서,

상기 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계는,

상기 소스 전극 및 드레인 전극이 이격되게 배치되고 절연 접착성 물질로 접착되는 단계; 및

상기 접착된 소스 전극 및 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법.

청구항 22

제 20항에 있어서,

상기 게이트 섬유를 제조하는 단계는,

상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층을 형성하는 단계; 및

상기 절연층이 형성된 게이트 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 게이트 섬유를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법.

청구항 23

제 20항에 있어서,

상기 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계는,

상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유를 상호 교차하는 단계;

상기 교차된 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유의 교차점의 피복을 제거하는 단계;

상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계; 및

상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법.

청구항 24

내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계;

내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 단계; 및

상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하고 직조하여 직물형 집적 회로

를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법.

청구항 25

제 24항에 있어서,

상기 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계는,

상기 소스 전극 및 드레인 전극이 이격되게 배치되고 절연 접착성 물질로 접착되는 전극 배열 단계; 및

접착된 상기 소스 전극 및 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 단일 소스-드레인 섬유를 제조하는 전극 피복 단계를 포함하고,

상기 전극 배열 단계 및 상기 전극 피복 단계를 반복하여 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법.

청구항 26

제 24항에 있어서,

상기 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 단계는,

상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층을 형성하는 절연층 형성 단계; 및

상기 절연층이 형성된 게이트 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 단일 게이트 섬유를 제조하는 피복층 형성 단계를 포함하고,

상기 절연층 형성 단계 및 상기 피복층 형성 단계를 반복하여 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법.

청구항 27

제 24항에 있어서,

상기 직물형 집적 회로를 제조하는 단계는,

상기 복수 개의 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 게이트 섬유가 일 방향에 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되는 단계;

배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하여 직조하는 단계;

직조된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 교차점의 피복을 제거하는 단계;

상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계; 및

상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법.

청구항 28

제 27항에 있어서,

상기 배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하여 직조하는 단계에서,

상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 직조로 형성된 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 섬유형 트랜지스터, 이의 제조방법 및 섬유형 트랜지스터를 포함하는 직물형 집적 회로에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유를 포함하는 섬유형 트랜지스터, 이의 제조방법 및 섬유형 트랜지스터를 포함하는 직물형 집적 회로에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 최근 전자기기에서 시작된 웨어러블 스마트 기기는 제조업, 전기전자, 반도체, IT, 디스플레이, 교육, 광고, 유통, 엔터테인먼트, 국방, 공공안전 등 대부분의 분야에서 혁신을 불러일으켜 관련 시장규모가 지속적으로 성장하고 있다. 하지만, 기존의 웨어러블 기기는 무기물 또는 산화물 기반 트랜지스터를 유연필름 기판에 부착한 것으로 신체 밀착형 웨어러블 기기에 응용하기 어렵기 때문에 섬유를 직접적으로 전자 소자에 응용하는 기술이 개발되고 있다.
- [0004] 섬유는 일상생활 어디에나 존재하는 옷, 수건, 침대, 이불, 실내장식 등에 포함되는 친숙한 소재이다. 이러한 섬유제품은 가볍고 유연하고 신축성이 있으며, 착용시 편안하고 안락한 기분을 느낄 수 있어 인간중심적 가치 실현에 적합하고, 저렴하면서 넓은 표면에 보온, 안전, 표현과 같은 다양한 기능성을 부여할 수 있다는 장점이 있다. 이에 따라, 최근 모바일 통신, 스마트 단말기기, 반도체, 디스플레이 등의 기술 발전과 더불어 스마트 전자 섬유와 의류 개발에 대한 요구가 증대되고 있다.
- [0005] 최근 IT와 섬유기술의 융합이 가속화되면서 전기신호를 전달할 수 있는 전기전도성이 뛰어난 섬유소재들 및 기존 섬유를 금속 정도의 전도도와 섬유의 유연성을 동시에 가질 수 있도록 하는 전자섬유들이 개발 중이며, 특히 전자섬유 기반 트랜지스터 및 집적 회로 개발이 가능해지고 있다. 트랜지스터는 전자소자 구현을 위한 핵심 요소기술로서, 섬유 의류 일체형 웨어러블 디바이스를 구현하기 위해서는 반드시 고성능 섬유 일체형 트랜지스터의 개발이 필요하다.
- [0006] 기존의 섬유 일체형 트랜지스터는 단일 섬유사의 특정 지점에 개별 트랜지스터가 독립적으로 형성되어 있었지만, 상기 단일 섬유사의 경우, 집적 회로 구현을 위한 집적화를 실시하였을 때, 개별 트랜지스터의 성능이 다른 기능을 가진 섬유로 인하여 가려질 수 있는 단점이 있었다. 이와 같은 단점으로 인하여 단일 섬유사의 개별 트랜지스터를 이용하면 대면적의 집적 회로를 구현하는데 어려움이 있었다. 따라서, 직조 가능한 섬유 소재를 기반으로 하는 직물 형태의 트랜지스터 및 대면적의 집적 회로 개발 기술이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2016-0116868호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 종래의 단일 섬유 형태의 트랜지스터의 단점인 대면적의 집적 회로 구현이 어려운 기술을 극복하는 기술로서, 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유가 상호 교차되어 형성된 섬유형 트랜지스터 및 상기 섬유형 트랜지스터를 복수 개 포함하는 직물형 집적 회로를 제공하는 것을 일 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예는 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 소스-드레인 섬유 및 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 게이트 섬유를 포함하고, 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유가 상호 교차되어 형성된 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터를 제공한다.
- [0013] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스-드레인 섬유는, 소스 전극, 상기 소스 전극으로부터 이격되어 배치된 드레인 전극 및 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스 전극 또는 상기 드레인 전극은 전기 전도성 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 전기 전도성 섬유는 금속 섬유, 금속이 도금된 섬유, 전도성 고분자 섬유 또는 탄소 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 피복층은 내열성을 가진 고분자 절연 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 내열성을 가진 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 게이트 섬유는, 게이트 전극, 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층 및 상기 절연층의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 게이트 전극은 전기 전도성 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 전기 전도성 섬유는 금속 섬유, 금속이 도금된 섬유, 전도성 고분자 섬유 또는 탄소 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 절연층은 고분자 절연 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 고분자 절연 재료는 폴리에틸렌계 고분자, 고무계 재료, 에틸렌 공중합체, 불소계 고분자, 폴리염화비닐계 고분자, 실리콘계 고분자 또는 열가소성 탄성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 피복층은 내열성을 가진 고분자 절연 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 내열성을 가진 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 섬유형 트랜지스터는, 상기 소스-드레인 섬유 내에 위치되되, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 사이에 배치되는 반도체층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터일 수 있다.
- [0026] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 일실시예는 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 복수 개의 게이트 섬유를 포함하고, 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 게이트 섬유가 일 방향에 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유가 상호 교차되어 직조된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로를 제공한다.

- [0027] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스-드레인 섬유는, 소스 전극, 상기 소스 전극으로부터 이격되어 배치된 드레인 전극 및 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로일 수 있다.
- [0028] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 게이트 섬유는, 게이트 전극, 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층 및 상기 절연층의 표면을 감싸는 피복층을 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로일 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 직물형 집적 회로에서 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유의 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성된 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로일 수 있다.
- [0030] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 직물형 집적회로는, 상기 소스-드레인 섬유 내에 위치되되, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 사이에 배치되는 반도체층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적회로일 수 있다.
- [0031] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 일실시예는 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계, 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 게이트 섬유를 제조하는 단계 및 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유를 상호 교차하여 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법을 제공한다.
- [0032] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계는, 상기 소스 전극 및 드레인 전극이 이격되게 배치되고 절연 접착성 물질로 접착되는 단계 및 상기 접착된 소스 전극 및 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법일 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 게이트 섬유를 제조하는 단계는, 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층을 형성하는 단계 및 상기 절연층이 형성된 게이트 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 게이트 섬유를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법일 수 있다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 있어서 상기 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계는, 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유를 상호 교차하는 단계, 상기 교차된 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유의 교차점의 피복을 제거하는 단계, 상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계 및 상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 섬유형 트랜지스터 제조방법일 수 있다.
- [0035] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 일실시예는 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계, 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 단계 및 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하고 직조하여 직물형 집적 회로를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법을 제공한다.
- [0036] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계는, 상기 소스 전극 및 드레인 전극이 이격되게 배치되고 절연 접착성 물질로 접착되는 전극 배열 단계 및 접착된 상기 소스 전극 및 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 단일 소스-드레인 섬유를 제조하는 전극 피복 단계를 포함하고, 상기 전극 배열 단계 및 상기 전극 피복 단계를 반복하여 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법일 수 있다.
- [0037] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 단계는, 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층을 형성하는 절연층 형성 단계 및 상기 절연층이 형성된 게이트 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 단일 게이트 섬유를 제조하는 피복층 형성 단계를 포함하고, 상기 절연층 형성 단계 및 상기 피복층 형성 단계를 반복하여 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법일 수 있다.
- [0038] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 직물형 집적 회로를 제조하는 단계는, 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 게이트 섬유가 일 방향에 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되는 단계, 배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 상호 교차하여 직조하는 단계, 직조된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 교차점의 피복을 제거하는 단계, 상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계 및 상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법일 수 있다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하여 직조하는 단계에서, 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 직조로

형성된 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성되는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 직물형 집적 회로 제조방법일 수 있다.

발명의 효과

- [0041] 본 발명의 일 효과로서, 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유가 각각 형성되고 상호 교차되어 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 구조를 갖는 섬유형 트랜지스터를 구성할 수 있다.
- [0042] 또한, 상기 섬유형 트랜지스터를 복수 개 형성하여 직물 자체에 트랜지스터 성능을 부여할 수 있는 직물형 집적 회로를 구현할 수 있으며, 상기 직물형 집적 회로는 최대 50×50 픽셀(pixels)로 구현될 수 있다.
- [0043] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0045] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유를 나타낸 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 섬유형 트랜지스터를 나타낸 모식도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 섬유형 트랜지스터를 포함하는 직물형 집적 회로를 나타낸 모식도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 섬유형 트랜지스터 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계를 개략적으로 나타낸 모식도이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 직물형 집적 회로 제조방법을 나타낸 순서도이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 제조예 1의 섬유형 트랜지스터를 구성한 이미지이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 제조예 1의 섬유형 트랜지스터의 게이트 전압(V_g)에 따른 드레인 전류의 절대값($|I_d|$)을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0046] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0047] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0048] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0049] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0051] 이하, 섬유형 트랜지스터에 대하여 설명한다.

- [0052] 본 발명의 섬유형 트랜지스터는 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 소스-드레인 섬유 및 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 게이트 섬유를 포함하고, 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유가 상호 교차되어 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0053] 트랜지스터(transistor)는 증폭 작용과 스위칭(switching) 역할을 하는 반도체 소자로서 변화하는 저항을 통해 신호를 변환하는 전자소자이다. 트랜지스터는 크게 접합형 트랜지스터(Bipolar Junction Transistors: BJT)와 전계효과 트랜지스터(Field Effect Transistors: FET)로 구분되는데, 전계효과 트랜지스터는 게이트 전극에 전압을 걸어 채널의 전기장에 의하여 전자 또는 정공의 주요 반송자(major carrier)가 흐르는 관문(게이트)이 생기게 하는 원리로 소스, 드레인의 전류를 제어하는 트랜지스터이다.
- [0054] 본 발명의 섬유형 트랜지스터는 전계효과 트랜지스터 중 금속 산화물 반도체 전계효과 트랜지스터(Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistors: MOSFET)일 수 있다. 따라서, 상기 섬유형 트랜지스터의 구성은 일반적인 MOSFET 구조를 구성하는 소스(source), 드레인(drain), 게이트(gate), 절연층(insulator)과 대응하도록 이루어져 있어야 트랜지스터로서의 구동이 가능할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 섬유형 트랜지스터는 소스드레인 섬유 및 게이트 섬유를 포함할 수 있다. 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 소스드레인 섬유 및 게이트 섬유를 나타낸 모식도로서, 도 1을 참조하면, 본 발명의 소스드레인 섬유는 소스 전극, 상기 소스 전극으로부터 이격되어 위치되는 드레인 전극 및 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 포함할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스 전극 또는 드레인 전극은 추후 섬유형 트랜지스터를 구현할 때 상기 소스 전극 또는 드레인 전극이 구부러짐이 가능해야 하기 때문에 상기 소스 전극 또는 드레인 전극은 와이어 형태 또는 리본 형태가 바람직할 수 있지만, 상기 형태로 상기 소스 전극 또는 드레인 전극의 형태가 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 상기 소스 전극은 상기 섬유형 트랜지스터에서 소스(source) 구성 요소를 담당하며, 상기 드레인 전극은 상기 섬유형 트랜지스터에서 드레인(drain) 구성 요소를 담당할 수 있는데, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극은 단일 섬유, 즉 소스-드레인 섬유 내에 위치될 수 있다. 또한, 상기 소스 전극 및 드레인 전극은 상호 이격되어 배치될 수 있는데, 이는 전극끼리 전기적인 접촉 현상인 합선을 방지하여 트랜지스터가 안정적으로 구동되기 위한 배치일 수 있다.
- [0058] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스 전극 또는 상기 드레인 전극은 전류가 흐르는 채널을 형성할 수 있어야 하기 때문에 전기 전도성이 우수한 재료가 사용되어야 하며, 특히 전기 전도성 섬유가 사용될 수 있다. 상기 전기 전도성 섬유는 전기 전도성이 우수하고 섬유 형태처럼 유연한 성질을 가질 수 있는 재료이며, 금속 섬유, 금속이 도금된 섬유, 전도성 고분자 섬유 또는 탄소 섬유가 이에 해당되지만 상기 전술한 섬유에 본 발명의 소스 전극 또는 드레인 전극이 제한되는 것은 아니다. 구체적인 예시로서, 상기 소스 전극 또는 상기 드레인 전극은 알루미늄(Al) 금속 와이어, 은(Ag) 금속 와이어, 구리(Cu) 금속 와이어, 탄소나노튜브(CNT), 그래파이트(graphite), 폴리아닐린(polyaniline) 또는 PEDOT:PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate)가 사용될 수 있다.
- [0059] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스-드레인 섬유는 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 포함할 수 있는데, 상기 피복층은 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극이 직접적으로 접지되거나 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극이 이후에 전술되는 게이트 섬유의 게이트 전극과 직접적으로 접지되는 것을 막기 위한 일종의 보호층일 수 있다. 따라서, 상기 피복층은 전류가 흐르지 않는 절연 재료가 사용되어야 하며, 특히 전극이 구동될 때 발생하는 열에 의해 변화 또는 변형이 일어나지 않는 내열성이 우수한 재료가 사용되어야 한다. 이러한 재료로 내열성을 가지는 고분자 절연 재료가 사용될 수 있는데, 상기 내열성을 가지는 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 구체적인 예시로서, 상기 피복층은 파릴렌(parylene), 테프론(Teflon), 비스페놀 에이(A), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리이미드(polyimide) 또는 폴리아미드이미드(polyamide imide)가 사용될 수 있다.
- [0060] 아울러, 상기 피복층이 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극을 완전히 감싸면 전극과 전원이 연결될 수 없어 본 발명의 섬유형 트랜지스터가 구동될 수 없을 수 있으므로, 상기 피복층은 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 일부 끝 부분을 제외하고 표면에 감싸질 수 있다.

- [0061] 다시 도 1을 참조하면, 본 발명의 게이트 섬유는 게이트 전극, 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층 및 상기 절연층의 표면을 감싸는 피복층을 포함할 수 있다.
- [0062] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 게이트 전극은 추후 섬유형 트랜지스터를 구현할 때 상기 게이트 전극이 구부러짐이 가능해야 하기 때문에 상기 게이트 전극은 와이어 형태 또는 리본 형태가 바람직할 수 있지만, 상기 형태로 상기 게이트 전극의 형태가 한정되는 것은 아니다.
- [0063] 상기 게이트 전극은 상기 섬유형 트랜지스터에서 게이트(gate) 구성 요소를 담당할 수 있으며, 상기 게이트 전극은 전압이 인가되는 구성 요소이기 때문에 전기 전도성이 우수한 재료가 사용되어야 하며, 특히 전기 전도성 섬유가 사용될 수 있다. 상기 전기 전도성 섬유는 금속 섬유, 금속이 도금된 섬유, 전도성 고분자 섬유 또는 탄소 섬유가 이에 해당되지만 상기 전술한 섬유에 본 발명의 게이트 전극이 제한되는 것은 아니다. 구체적인 예시로서, 상기 게이트 전극은 알루미늄(Al) 금속 와이어, 은(Ag) 금속 와이어, 구리(Cu) 금속 와이어, 탄소나노튜브(CNT), 그래파이트(graphite), 폴리아닐린(polyaniline) 또는 PEDOT:PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate)가 사용될 수 있다.
- [0064] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 게이트 전극은 절연층에 의해 표면이 감싸질 수 있는데, 상기 절연층은 추후 구성되는 섬유형 트랜지스터에서 누설 전류(leakage current)를 차단시키며 게이트 전극과 소스 및 드레인 전극의 단락을 방지할 수 있는 층으로, 일반적인 MOSFET 구조에서는 산화물이 사용된다. 하지만, 본 발명의 트랜지스터에 절연층으로서 산화물이 사용되면 산화물은 유연한 성질을 갖고 있지 않아, 추후 직물형 집적 회로의 구현이 어려울 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 절연층으로는 절연 특성이 있으면서 동시에 유연한 성질을 함께 가지는 고분자 절연 재료가 사용될 수 있다. 상기 고분자 절연 재료는 폴리에틸렌계 고분자, 고무계 재료, 에틸렌 공중합체, 불소계 고분자, 폴리염화비닐계 고분자, 실리콘계 고분자 또는 열가소성 탄성체를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아님을 명시한다. 구체적인 예시로서, 상기 절연층은 가교 폴리에틸렌(cross linking-polyethylene: XLPE), 천연고무, 에틸렌 비닐아세테이트(ethylene vinyl acetate), 폴리테트라플루오로에틸렌(polytetrafluoroethylene), 1,3,5-트리비닐-1,3,5-트리메틸 사이클로트리실록산(1,3,5-trivinyl-1,3,5-trimethyl cyclotrisiloxane), 폴리비닐클로라이드(polyvinyl chloride) 또는 에폭시 수지일 수 있다.
- [0065] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 피복층은 상기 절연층이 감싸진 게이트 전극을 감쌀 수 있는데, 상기 피복층은 상기 게이트 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극과 직접적으로 접지되는 것을 막기 위한 일종의 보호층일 수 있다. 따라서, 상기 피복층은 전류가 흐르지 않는 절연 재료가 사용되어야 하며, 특히 전극이 구동될 때 발생하는 열에 의해 변화 또는 변형이 일어나지 않는 내열성이 우수한 재료가 사용되어야 한다. 이러한 재료로 내열성을 가지는 고분자 절연 재료가 사용될 수 있는데, 상기 내열성을 가지는 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 구체적인 예시로서, 상기 피복층은 파릴렌(parylene), 테프론(Teflon), 비스페놀 에이(A), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리이미드(polyimide) 또는 폴리아미드이미드(polyamide imide)가 사용될 수 있다.
- [0066] 아울러, 상기 피복층 또는 상기 절연층이 상기 게이트 전극을 완전히 감싸면 전극과 전원이 연결될 수 없어 본 발명의 섬유형 트랜지스터가 구동될 수 없을 수 있으므로, 상기 절연층은 상기 게이트 전극의 일부 끝 부분을 제외하고 표면에 감싸질 수 있으며, 상기 피복층은 상기 절연층이 감싸진 게이트 전극의 일부 끝 부분을 제외하고 감싸질 수 있다.
- [0067] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유는 추후 섬유형 트랜지스터 또는 직물형 집적 회로를 구현할 때 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유가 구부러짐이 가능해야 하기 때문에 와이어 형태 또는 리본 형태가 바람직할 수 있지만, 상기 형태로 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유의 형태가 한정되는 것은 아니다.
- [0068] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 섬유형 트랜지스터는 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유가 상호 교차되어 형성될 수 있다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 섬유형 트랜지스터를 나타낸 모식도로서, 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유가 상호 교차되는 교차점에 형성될 수 있다. 상기 교차점은 트랜지스터의 구성 요소인 소스, 드레인 및 게이트가 모두 존재하는 지점이기 때문에 상기 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성될 수 있다.
- [0069] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 섬유형 트랜지스터는, 상기 소스-드레인 섬유 내에 위치되되, 상기 소스 전극

및 상기 드레인 전극 사이에 배치되는 반도체층을 더 포함할 수 있다. 상기 반도체층은 상기 섬유형 트랜지스터에서 반도체 구성 요소를 담당할 수 있으며, 상기 섬유형 트랜지스터의 게이트 전극에 전압이 인가될 때 주요 반송자에 의해 채널이 형성되는 영역일 수 있다.

[0071]

이하, 직물형 집적 회로에 대하여 설명한다.

[0072]

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 섬유형 트랜지스터를 포함하는 직물형 집적 회로를 나타낸 모식도이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 직물형 집적 회로는 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 복수 개의 게이트 섬유를 포함하고, 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 게이트 섬유가 일 방향에 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유가 상호 교차되어 직조된 구조를 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0073]

본 발명의 직물형 집적 회로를 구현하기 위해서는 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유가 복수 개 형성되어야 하는데, 상기 소스-드레인 섬유는 소스 전극, 상기 소스 전극으로부터 이격되어 배치된 드레인 전극 및 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 포함하고, 상기 게이트 섬유는 게이트 전극, 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층 및 상기 절연층의 표면을 감싸는 피복층을 포함할 수 있다. 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유에 대한 설명은 전술한 본 발명의 일 구현예인 섬유형 트랜지스터의 소스-드레인 섬유 또는 게이트 섬유와 동일하기 때문에 그 설명은 생략하기로 한다.

[0074]

본 발명의 집적 회로는 직물형의 구조를 가지고 있을 수 있다. 직물의 일반적인 의미는 경사(날실)와 위사(시실)가 서로 아래위로 교차하여 짜여져 어떤 넓이의 평면체가 된 천으로, 본 발명의 집적 회로가 직물형의 구조로 이루어지기 위해서는 상기 경사 및 상기 위사의 구성이 필요하며 본 발명의 소스-드레인 섬유 또는 게이트 섬유가 상기 경사 또는 상기 위사로 사용될 수 있다.

[0075]

본 발명의 실시예에 있어서, 직조된 직물형 집적 회로는 복수 개의 상기 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 방향과 수직인 방향으로 복수 개의 상기 게이트 섬유가 일정한 간격으로 이격되어 배치되며, 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유가 상호 아래위로 반복적인 교차를 통해 구현될 수 있다. 보다 더 상세하게는, 상기 직물형 트랜지스터는 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유에 일 방향과 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되도록 상기 복수 개의 게이트 섬유가 배치될 수 있다. 이때 상기 복수 개의 게이트 섬유는 홀수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 위로 교차되고, 짝수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 아래로 교차되어 지그재그 형태로 교차될 수 있거나, 상기 복수 개의 게이트 섬유가 홀수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 아래로 교차되며, 짝수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 위로 교차되어 지그재그 형태로 교차될 수 있다. 이에 따라 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유도 상기 복수 개의 게이트 섬유와 지그재그 형태로 교차될 수 있다.

[0076]

본 발명의 실시예에 있어서, 상기 직물형 집적 회로에서 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유의 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성될 수 있다. 상기 교차점은 트랜지스터의 구성 요소인 소스, 드레인 및 게이트가 모두 존재하는 지점이기 때문에 상기 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성될 수 있다. 또한, 상기 섬유형 트랜지스터가 각 단일 섬유에 개별적으로 존재하는 것이 아닌, 섬유가 직조되어 교차되는 지점에 형성된 것이기 때문에, 본 발명에서는 소스-드레인 섬유 또는 게이트 섬유의 길이 또는 개수에 따라 원하는 면적만큼 집적 회로를 구현할 수 있어서 종래의 단일 섬유형 트랜지스터로 대면적의 집적 회로를 구현하기 어려웠던 단점을 극복할 수 있다. 구체적인 예시로서, 상기 집적 회로는 50×50 픽셀로 구현될 수 있다.

[0077]

본 발명의 실시예에 있어서, 상기 직물형 집적회로는, 상기 소스-드레인 섬유 내에 위치되되, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극 사이에 배치되는 반도체층을 더 포함할 수 있다. 상기 반도체층은 상기 직물형 집적 회로에서 반도체 구성 요소를 담당할 수 있으며, 상기 직물형 집적 회로의 게이트 전극에 전압이 인가될 때 주요 반송자에 의해 채널이 형성되는 영역일 수 있다.

[0079]

이하, 섬유형 트랜지스터의 제조방법에 대하여 설명한다.

[0080]

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 섬유형 트랜지스터 제조방법을 나타낸 순서도이다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 섬유형 트랜지스터 제조방법은 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 소스-

드레인 섬유를 제조하는 단계(S110), 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 게이트 섬유를 제조하는 단계(S120) 및 상기 소스-드레인 섬유 및 상기 게이트 섬유를 상호 교차하여 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계(S130)를 포함할 수 있다.

- [0081] 먼저, 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 소스-드레인 섬유를 제조한다(S110).
- [0082] 상기 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계(S110)는 상기 소스 전극 및 드레인 전극이 이격되게 배치되고 절연 접착성 물질로 접착되는 단계 및 상기 접착된 소스 전극 및 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0083] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스 전극 또는 드레인 전극은 추후 섬유형 트랜지스터를 구현할 때 상기 소스 전극 또는 드레인 전극이 구부러짐이 가능해야 하기 때문에 상기 소스 전극 또는 드레인 전극은 와이어 형태 또는 리본 형태가 바람직할 수 있지만, 상기 형태로 상기 소스 전극 또는 드레인 전극의 형태가 한정되는 것은 아니다.
- [0084] 상기 소스 전극 및 드레인 전극이 이격되게 배치되고 절연 접착성 물질로 접착되는 단계에서 상기 소스 전극 및 드레인 전극은 상호 전기적인 접촉 현상인 합선이 발생하지 않게 하기 위해서 이격되게 배치되고, 상기 전극들을 고정하기 위해 절연 접착성 물질로 접착시킬 수 있다. 상기 절연 접착성 물질은 상기 전극들을 고정하기 위한 용도 및 상기 전극들 주변의 전류를 차단하기 위한 용도로 사용될 수 있으며, 실리콘계 고분자 또는 고무계 고분자가 포함될 수 있지만 이에 제한되는 것은 아님을 명시한다. 구체적인 예시로서, 상기 절연 접착성 물질은 폴리실록산(polysiloxane), 스타이렌 부타디엔 고무(Styrene Butadiene Rubber)일 수 있다.
- [0085] 또한, 상기 접착된 소스 전극 및 드레인 전극은 전류가 흐르도록 조절되는 전원 이외에 외부의 어떠한 물질과도 접촉되는 것을 방지하기 위하여 상기 접착된 소스 전극 및 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계에서 상기 전극들을 감싸는 피복층이 형성될 수 있다. 상기 피복층은 내열성을 가지는 고분자 절연 재료가 사용될 수 있는데, 상기 내열성을 가지는 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리이미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 구체적인 예시로서, 상기 피복층은 파릴렌(parylene), 테프론(Teflon), 비스페놀 에이(A), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리이미드(polyimide) 또는 폴리아미드이미드(polyamide imide)가 사용될 수 있다.
- [0086] 상기 피복층은 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 공정을 통해 형성될 수 있는데, 상기 방법으로 제한되는 것은 아니며 CVD(Chemical Vapor Deposition), PVD(Physical Vapor Deposition) 또는 ALD(Atomic Layer Deposition) 등의 증착 공정 중 적어도 어느 하나의 방법을 선택하여 상기 피복층을 형성할 수 있다.
- [0087] 아울러, 상기 피복층이 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극을 완전히 감싸면 전극과 전원이 연결될 수 없어 본 발명의 섬유형 트랜지스터가 구동될 수 없을 수 있으므로, 상기 피복층은 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극의 일부 끝 부분을 제외하고 표면에 감싸질 수 있다.
- [0088] 그 다음으로는 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 게이트 섬유를 제조한다(S120).
- [0089] 상기 게이트 섬유를 제조하는 단계(S120)는 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층을 형성하는 단계 및 상기 절연층이 형성된 게이트 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 게이트 섬유를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0090] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 게이트 전극은 추후 섬유형 트랜지스터를 구현할 때 상기 게이트 전극이 구부러짐이 가능해야 하기 때문에 상기 게이트 전극은 와이어 형태 또는 리본 형태가 바람직할 수 있지만, 상기 형태로 상기 게이트 전극의 형태가 한정되는 것은 아니다.
- [0091] 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층을 형성하는 단계에서, 상기 게이트 전극은 절연층에 의해 표면이 감싸질 수 있는데, 본 발명에서는 상기 절연층 또한 섬유형 트랜지스터의 구성요소로 사용되기 때문에, 상기 절연층으로 절연 특성이 있으면서 동시에 유연한 성질을 함께 가지는 고분자 절연 재료가 사용될 수 있다. 상기 고분자 절연 재료는 폴리에틸렌계 고분자, 고무계 재료, 에틸렌 공중합체, 불소계 고분자, 폴리염화비닐계 고분자, 실리콘계 고분자 또는 열가소성 탄성체를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아님을 명시한다. 구체적인 예시로서, 상기 절연층은 가교 폴리에틸렌(cross linking-polyethylene), 천연고무, 에틸렌 비닐아세테

이트(ethylene vinyl acetate), 폴리테트라플루오르에틸렌(polytetrafluoroethylene), 1,3,5-트리비닐-1,3,5-트리메틸 사이클로트리실록산(1,3,5-trivinyl-1,3,5-trimethyl cyclotrisiloxane), 폴리비닐클로라이드(polyvinyl chloride) 또는 에폭시 수지일 수 있다.

[0092] 또한, 상기 절연층이 형성된 게이트 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 게이트 섬유를 제조하는 단계에서 상기 피복층은 상기 절연층이 감싸진 게이트 전극을 감쌀 수 있는데, 상기 피복층은 상기 게이트 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극과 직접적으로 접지되는 것을 막기 위한 일종의 보호층일 수 있다. 따라서, 상기 피복층은 전류가 흐르지 않는 절연 재료가 사용되어야 하며, 특히 전극이 구동될 때 발생하는 열에 의해 변화 또는 변형이 일어나지 않는 내열성이 우수한 재료가 사용되어야 한다. 이러한 재료로 내열성을 가지는 고분자 절연 재료가 사용될 수 있는데, 상기 내열성을 가지는 고분자 절연 재료는 불소계 고분자, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리에스테르계 고분자, 폴리페닐렌계 고분자, 폴리아미드계 고분자, 폴리아미드이미드계 고분자 또는 파릴렌을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 구체적인 예시로서, 상기 피복층은 파릴렌(parylene), 테프론(Teflon), 비스페놀 에이(A), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide), 폴리아미드(polyimide) 또는 폴리아미드이미드(polyamide imide)가 사용될 수 있다.

[0093] 상기 절연층 또는 상기 피복층은 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 공정을 통해 형성될 수 있는데, 상기 방법으로 제한되는 것은 아니며 CVD(Chemical Vapor Deposition), PVD(Physical Vapor Deposition) 또는 ALD(Atomic Layer Deposition) 등의 증착 공정 중 적어도 어느 하나의 방법을 선택하여 상기 절연층 또는 피복층을 형성할 수 있다.

[0094] 아울러, 상기 절연층 또는 상기 피복층이 상기 게이트 전극을 완전히 감싸면 전극과 전원이 연결될 수 없어 본 발명의 섬유형 트랜지스터가 구동될 수 없을 수 있으므로, 상기 절연층은 상기 게이트 전극의 일부 끝 부분을 제외하고 표면에 감싸질 수 있으며, 상기 피복층은 상기 절연층이 감싸진 게이트 전극의 일부 끝 부분을 제외하고 감싸질 수 있다.

[0096] 마지막으로, 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유를 상호 교차하여 섬유형 트랜지스터를 제조한다(S130).

[0097] 상기 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계(S130)는 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유를 상호 교차하는 단계, 상기 교차된 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유의 교차점의 피복을 제거하는 단계, 상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계 및 상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0098] 보다 도식적으로 각 단계를 살펴보면, 도 5는 섬유형 트랜지스터를 제조하는 단계를 개략적으로 나타낸 모식도로, 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유를 상호 교차하고, 상기 교차된 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유의 교차점 피복을 제거하고(도 5(a)), 상기 피복이 제거된 교차점에 잉크젯 프린팅을 이용하여(도 5(b)) 반도체층을 증착하고(도 5(c)), 상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하여(도 5(d)) 섬유형 트랜지스터를 제조하는 과정에 대해 나타낸다.

[0099] 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유를 상호 교차하고, 상기 교차된 소스-드레인 섬유 및 게이트 섬유의 교차점 피복을 제거하는 단계에서, 상기 피복은 일반적으로 선택적으로 용해시키는 용매를 이용하여 피복은 녹이지만 내부의 유기 반도체층은 유지시키는 방식을 사용하거나, 레이저를 이용하여 원하는 부분을 잘라내어 제거될 수 있지만, 피복을 제거하는 방법은 이에 한정하지 않고, 전극에 영향을 미치지 않으면서 피복이 제거될 수 있는 어떠한 방법이든지 본 발명에 사용될 수 있다.

[0100] 또한, 상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계에서, 상기 반도체층은 고분자 또는 단분자 기반의 유기물 반도체, 금속산화물 반도체, 탄소나노소재 반도체 또는 이들의 혼합물로 이루어져 있을 수 있다. 구체적인 예시로서, 상기 반도체층은 펜타센(pentacene), 폴리티오펜(polythiophene), 인듐주석산화물(ITO) 또는 탄소나노튜브(CNT)일 수 있다. 또한, 상기 반도체층은 잉크젯 프린팅법, 스프레이법 또는 딥코팅법 등의 용액 공정법 또는 PVD, CVD 또는 ALD 등의 물리적 증착 방법 등 다양한 증착 방법 중 적어도 어느 하나의 방법에 의해 형성될 수 있다.

[0101] 또한, 상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계에서, 상기 봉지층은 상기 반도체층의 안정성을 확보하기 위해 필요한 보호층으로서, 상기 게이트 섬유의 피복층과 동일한 성분으로 구성될 수 있다. 또한, 상기 봉지층은 잉크젯 프린팅법, 스프레이법 또는 딥코팅법 등의 용액 공정법 또는 PVD, CVD 또는 ALD 등의 물리적 증착 방법 등 다양한 증착 방법 중 적어도 어느 하나의 방법에 의해 증착된 후 경화 과정을 거쳐서 형성될 수 있다.

으나, 상기 과정으로 봉지층 형성 방법이 제한되는 것은 아니다.

- [0102] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유는 추후 섬유형 트랜지스터 또는 식물형 집적회로를 구현할 때 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유가 구부러짐이 가능해야 하기 때문에 와이어 형태 또는 리본 형태가 바람직할 수 있지만, 상기 형태로 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유의 형태가 한정되는 것은 아니다.
- [0104] 이하, 식물형 집적회로 제조방법에 대하여 설명한다.
- [0105] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 식물형 집적 회로 제조방법을 나타낸 순서도이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 식물형 집적 회로 제조방법은 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계(S210), 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 단계(S220) 및 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하고 직조하여 식물형 집적 회로를 제조하는 단계(S230)를 포함할 수 있다.
- [0106] 먼저, 내부에 상호 이격되어 배치된 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계(S210)는 상기 소스 전극 및 드레인 전극이 이격되게 배치되고 절연 접착성 물질로 접착되는 전극 배열 단계 및 접착된 상기 소스 전극 및 드레인 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 단일 소스-드레인 섬유를 제조하는 전극 피복 단계를 포함할 수 있다. 상기 소스 전극 및 드레인 전극으로 단일 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계에 대한 설명은 본 발명의 일 구현예인 섬유형 트랜지스터 제조방법 중 소스-드레인 섬유를 제조하는 단계(S110)와 동일하기 때문에 그 설명은 생략하기로 한다.
- [0107] 본 발명의 식물형 집적 회로를 제조하기 위해서는 단일 소스-드레인 섬유가 복수 개 형성되어 있어야 추후 식물형 집적 회로를 제조하는 단계(S230)에서 집적 회로를 제조하기 위한 직조가 가능하기 때문에 상기 전극 배열 단계 및 상기 전극 피복 단계를 반복하여 복수 개의 소스-드레인 섬유를 제조하는 것이 바람직하다.
- [0108] 그 다음으로, 내부에 표면이 절연층으로 감싸진 게이트 전극을 포함하는 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 단계(S220)는 상기 게이트 전극의 표면을 감싸는 절연층을 형성하는 절연층 형성 단계 및 상기 절연층이 형성된 게이트 전극의 표면을 감싸는 피복층을 형성하여 단일 게이트 섬유를 제조하는 피복층 형성 단계를 포함할 수 있다. 상기 게이트 전극으로 단일 게이트 섬유를 제조하는 단계에 대한 설명은 본 발명의 일 구현예인 섬유형 트랜지스터 제조방법 중 게이트 섬유를 제조하는 단계(S120)와 동일하기 때문에 그 설명은 생략하기로 한다.
- [0109] 본 발명의 식물형 집적 회로를 제조하기 위해서는 단일 게이트 섬유가 복수 개 형성되어 있어야 추후 식물형 집적 회로를 제조하는 단계(S230)에서 집적 회로를 제조하기 위한 직조가 가능하기 때문에 상기 절연층 형성 단계 및 상기 피복층 형성 단계를 반복하여 복수 개의 게이트 섬유를 제조하는 것이 바람직하다.
- [0110] 마지막으로, 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하고 직조하여 식물형 집적 회로를 제조하는 단계(S230)는 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 게이트 섬유가 일 방향에 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되는 단계, 배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하여 직조하는 단계, 직조된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 교차점의 피복을 제거하는 단계, 상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계 및 상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0111] 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유가 일 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되고 상기 복수 개의 게이트 섬유가 일 방향에 수직인 방향으로 일정한 간격으로 이격되어 배치되는 단계에서 상기 소스-드레인 섬유 또는 상기 게이트 섬유는 본 발명의 집적 회로가 식물형 구조로 이루어지기 위해 필요한 경사 또는 위사로 사용될 수 있다.
- [0112] 상기 배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하여 직조하는 단계에서 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유는 상호 아래위로 반복적인 교차가 될 수 있다. 이때 상기 복수 개의 게이트 섬유는 홀수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 위로 교차되고, 짝수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 아래로 교차되어 지그재그 형태로 교차될 수 있거나, 상기 복수 개의 게이트 섬유가 홀수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 아래로 교차되며, 짝수번째 배열된 소스-드레인 섬유와 교차될 때는 위로 교차되어 지그재그 형태로 교차될 수 있다. 이에 따라 상기 복수 개의 소스-드

레인 섬유도 상기 복수 개의 게이트 섬유와 지그재그 형태로 교차될 수 있다.

[0113] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 배치된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유를 상호 교차하여 직조하는 단계에서, 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 직조로 형성된 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성되는 단계를 포함할 수 있다. 상기 교차점은 트랜지스터의 구성 요소인 소스, 드레인 및 게이트가 모두 존재하는 지점이기 때문에 상기 교차점에 섬유형 트랜지스터가 형성될 수 있다. 또한, 상기 섬유형 트랜지스터가 각 단일 섬유에 개별적으로 존재하는 것이 아닌, 섬유가 직조되어 교차되는 지점에 형성된 것이기 때문에, 본 발명에서는 소스-드레인 섬유 또는 게이트 섬유의 길이 또는 개수에 따라 원하는 면적만큼 집적 회로를 구현할 수 있어서 종래의 단일 섬유형 트랜지스터로 대면적의 집적 회로를 구현하기 어려웠던 단점을 극복할 수 있다.

[0114] 상기 직조된 상기 복수 개의 소스-드레인 섬유 및 상기 복수 개의 게이트 섬유의 교차점의 피복을 제거하는 단계에서 상기 피복은 일반적으로 선택적으로 용해시키는 용매를 이용하여 피복은 녹이지만 내부의 유기 반도체층은 유지시키는 방식을 사용하거나, 레이저를 이용하여 원하는 부분을 잘라내어 제거될 수 있지만, 피복을 제거하는 방법은 이에 한정하지 않고, 전극에 영향을 미치지 않으면서 피복이 제거될 수 있는 어떠한 방법이든지 본 발명에 사용될 수 있다.

[0115] 상기 피복이 제거된 교차점에 반도체층을 증착하는 단계에서, 상기 반도체층은 고분자 또는 단분자 기반의 유기물 반도체, 금속산화물 반도체, 탄소나노소재 반도체 또는 이들의 혼합물로 이루어져 있을 수 있다. 구체적인 예시로서, 상기 반도체층은 펜타센(Pentacene), 폴리티오펜(Polythiophene), 인듐주석산화물(ITO) 또는 탄소나노튜브(CNT)일 수 있다. 또한, 상기 반도체층은 잉크젯 프린팅법, 스프레이법 또는 딥코팅법 등의 용액 공정법 또는 PVD, CVD 또는 ALD 등의 물리적 증착 방법 등 다양한 증착 방법 중 적어도 어느 하나의 방법에 의해 형성될 수 있다.

[0116] 상기 증착된 반도체층 상에 봉지층을 형성하는 단계에서, 상기 봉지층은 상기 반도체층의 안정성을 확보하기 위해 필요한 보호층으로서, 상기 게이트 섬유의 피복층과 동일한 성분으로 구성될 수 있다. 또한, 상기 봉지층은 잉크젯 프린팅법, 스프레이법 또는 딥코팅법 등의 용액 공정법 또는 PVD, CVD 또는 ALD 등의 물리적 증착 방법 등 다양한 증착 방법 중 적어도 어느 하나의 방법에 의해 증착된 후 경화 과정을 거쳐서 형성될 수 있으나, 상기 과정으로 봉지층 형성 방법이 제한되는 것은 아니다.

[0118] 이하, 본 발명의 제조예 및 실험예를 기재한다. 그러나, 이들 제조예 및 실험예는 본 발명의 구성 및 효과를 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아님을 명시한다.

[0120] [제조예 1]

[0121] 섬유형 트랜지스터 제조

[0122] 1-1. 섬유형 트랜지스터를 제조하기 위한 준비

[0123] 소스 전극 및 드레인 전극으로는 알루미늄 와이어(Al wire)를 준비하고, 게이트 전극으로는 알루미늄 리본(Al ribbon)을 준비한다. 게이트 전극 표면에 친수성 성질을 부여하기 위해 알루미늄 리본을 산소 플라즈마를 통해 표면 처리 한다. 게이트 절연층으로 사용될 이온겔(ion gel)은 폴리비닐리덴 플루오라이드-헥사플루오르프로필렌(P(VDF-HFP)) 고분자, [EMI][TFSA] 이온성 액체 및 아세톤 용매를 1:4:7의 무게비로 하여 준비한다. 반도체층으로 사용될 유기반도체 용액은 p형 유기반도체 P3HT(Poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl)) 10 mg을 클로로포름(chloroform) 용매 1 ml에 녹여서 준비한다.

[0125] 1-2. 섬유형 트랜지스터를 제조하기 위한 과정

[0126] 섬유형 트랜지스터의 구조적인 형태를 단순화하여 제조하였다. 먼저, 게이트 전극으로 사용될 표면 처리된 알루미늄 리본(Al ribbon) 위에 준비된 이온겔을 2방울 내지 3방울을 올린 후 1000 rpm으로 60 초 동안 스핀 코팅(spin-coating) 하고, 상기 스핀 코팅된 알루미늄 리본을 70 °C 건조기에 24 시간 두어 남은 용매를 모두 증발시켜 상기 게이트 전극 상에 게이트 절연층을 코팅한다. 게이트 절연층이 코팅된 게이트 전극을 20 분 동안 오존 처리한 후, 오존 처리된 게이트 절연층 위에 준비된 유기반도체 용액을 2 방울 내지 3방울을 올린 후 2000

rpm으로 60 초 동안 스핀 코팅하여 반도체층을 코팅한다. 소스 전극 및 드레인 전극으로 사용될 알루미늄 와이어 2 개를 일정한 간격을 두고 게이트 절연층 및 반도체층이 코팅된 게이트 전극과 수직하게 배치하여 섬유형 트랜지스터를 제조하며, 상기 섬유형 트랜지스터의 이미지를 도 7에 도시하였다.

[0128] [실험예 1]

[0129] 섬유형 트랜지스터의 특성 평가

[0130] 섬유형 트랜지스터의 특성을 평가하기 위해 드레인에 -0.1 V 전압을 가했을 때 게이트 전압에 따른 전류를 측정하였다.

[0131] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 제조예 1의 섬유형 트랜지스터의 게이트 전압(V_g)에 따른 드레인 전류의 절대값($|I_D|$)을 나타낸 그래프이다. 도 8을 참조하면, 드레인 전압(V_D)이 -0.1 V 일 때, 전류-전압 트랜스퍼 (transfer) 곡선으로 전류점멸비(I_{on}/I_{off})가 10^4 , 문턱 전압(Threshold voltage)이 -2.8 V , 전하 이동도 (Carrier mobility)가 $0.56\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 인 것으로 분석되었다.

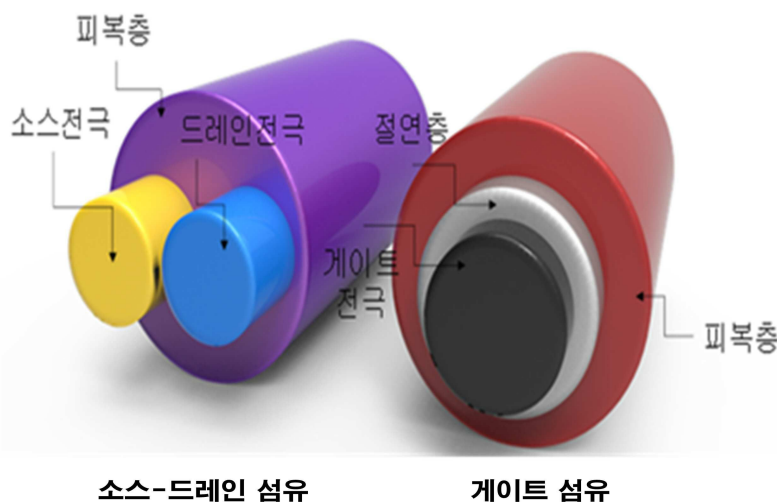
[0132] 이러한 결과를 바탕으로, 상기 섬유형 트랜지스터는 게이트 전극에 전압이 인가되면 소스와 드레인 사이의 반도체영역에서 채널이 형성되며 이 채널을 통해 주요 반송자(main carrier)들이 이동이 일어나는 원리로 전류의 흐름이 발생하는 MOSFET의 성능을 구현해내는 것으로 판단할 수 있다.

[0134] 진술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0135] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

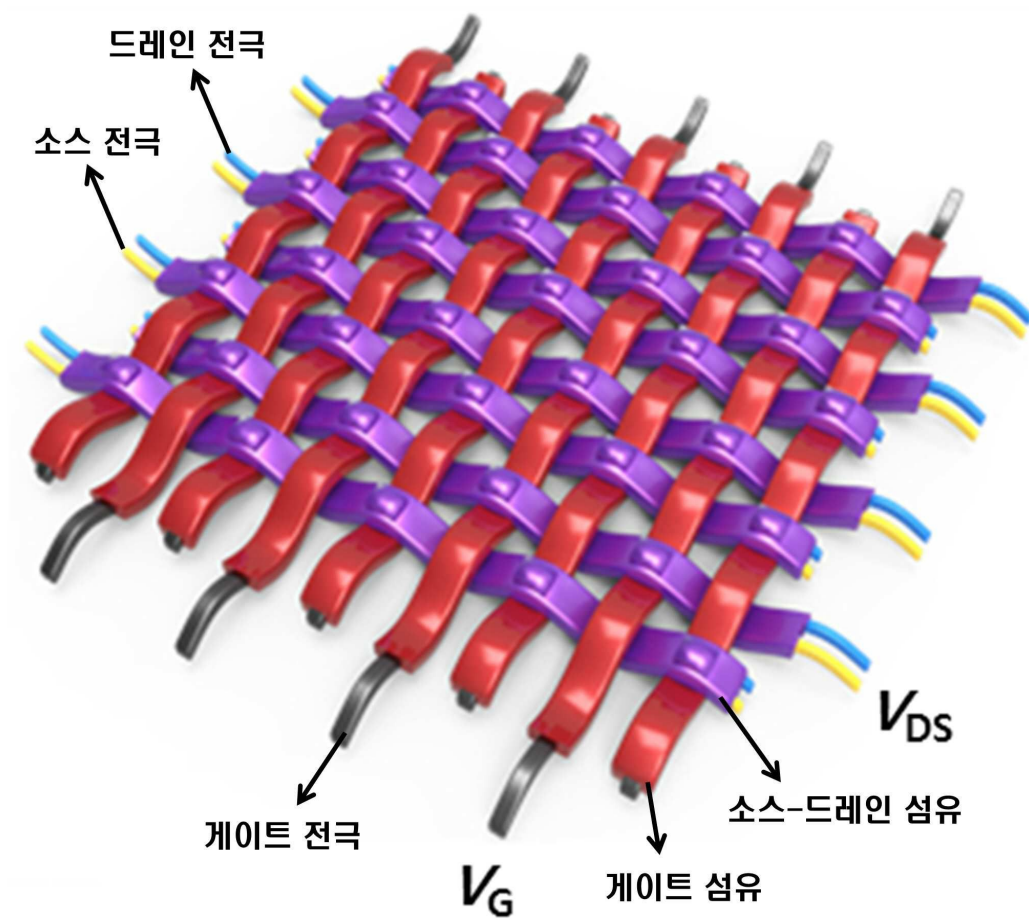
도면1



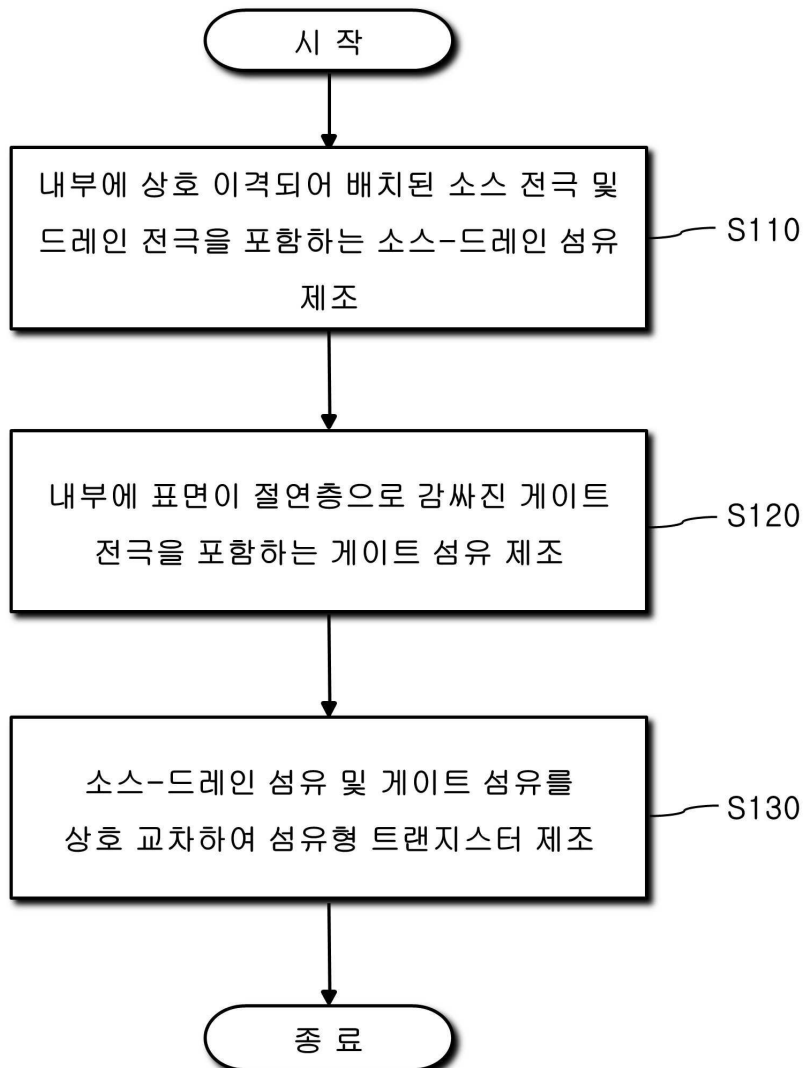
도면2



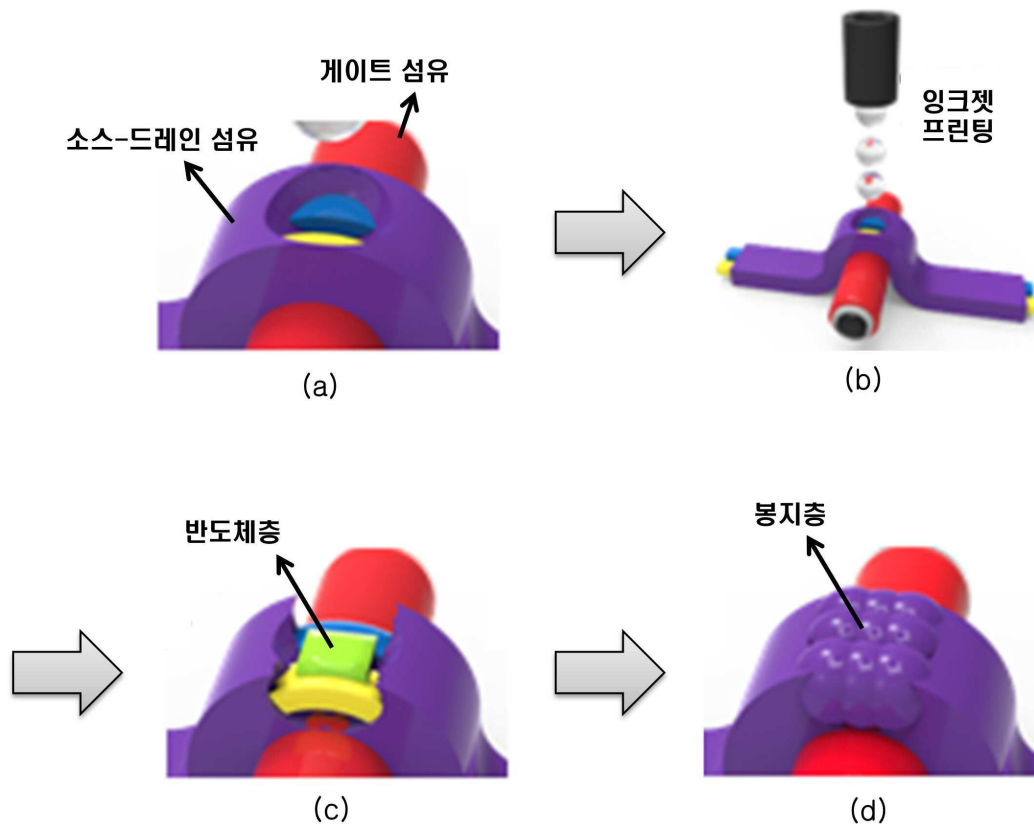
도면3



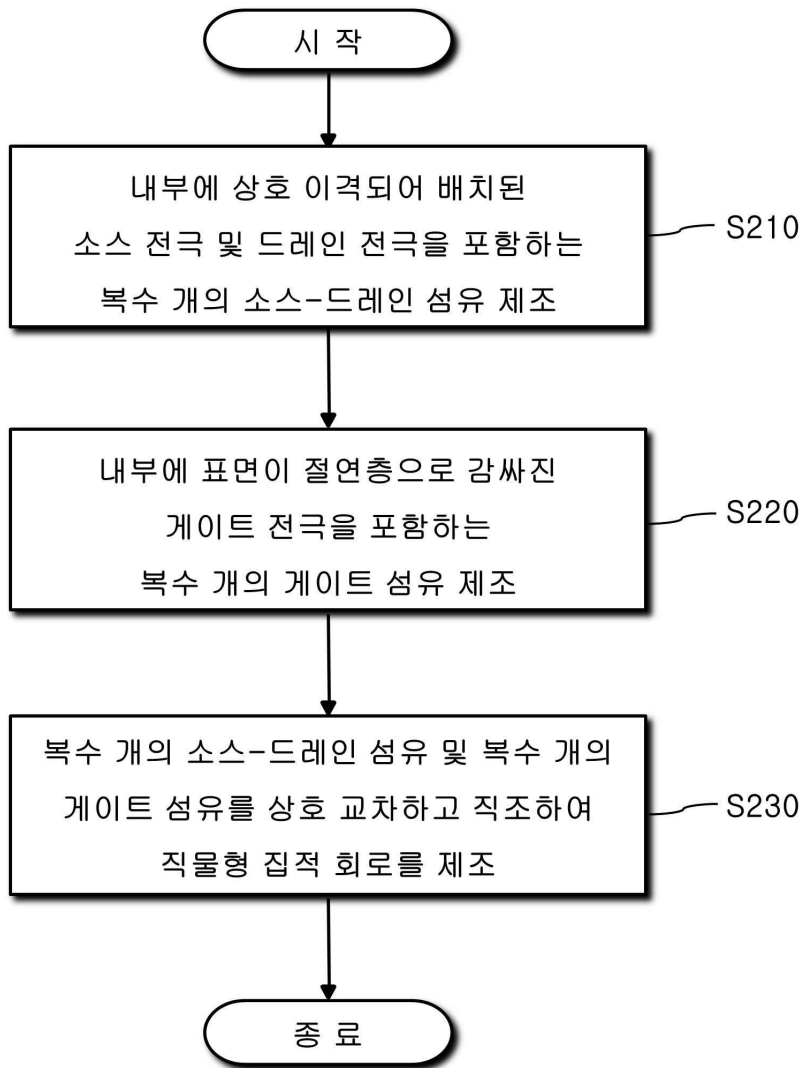
도면4



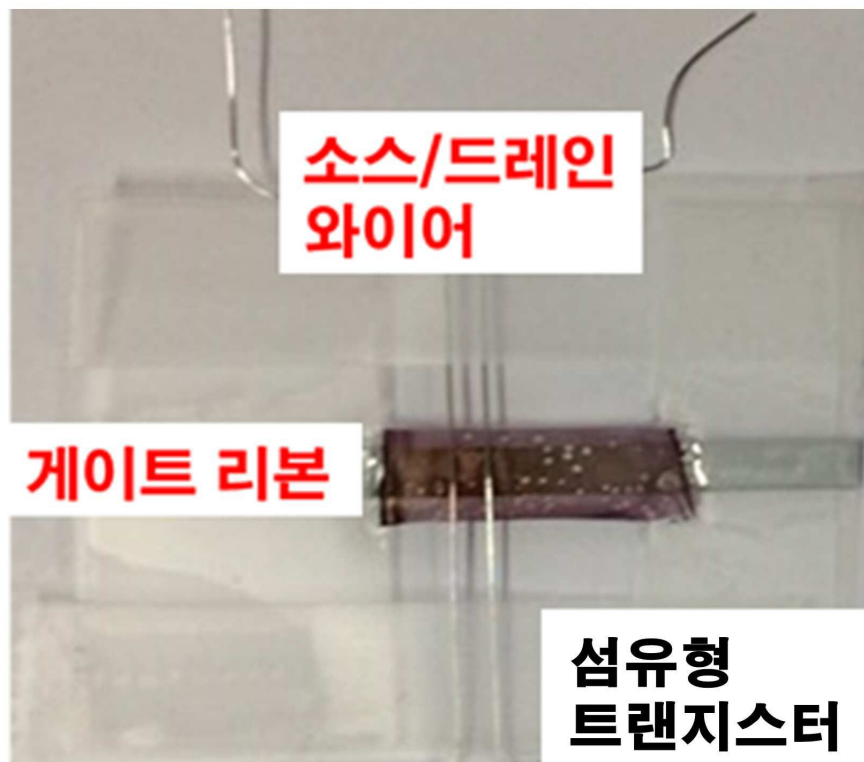
도면5



도면6



도면7



도면8

