



등록특허 10-2200599



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월12일

(11) 등록번호 10-2200599

(24) 등록일자 2021년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 5/28 (2006.01) G01P 5/08 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01B 5/28 (2013.01)
G01P 5/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0134626

(22) 출원일자 2019년10월28일

심사청구일자 2019년10월28일

(56) 선행기술조사문헌

JP2005055338 A*

KR101910978 B1*

KR1020160044683 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국표준과학연구원

대전 유성구 가정로 267(가정동, 한국표준과학연구원)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김민석

대전광역시 서구 청사로 65, 113-605

박민훈

대전광역시 유성구 가정로 267, 한국표준과학연구원 기숙사

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 6 항

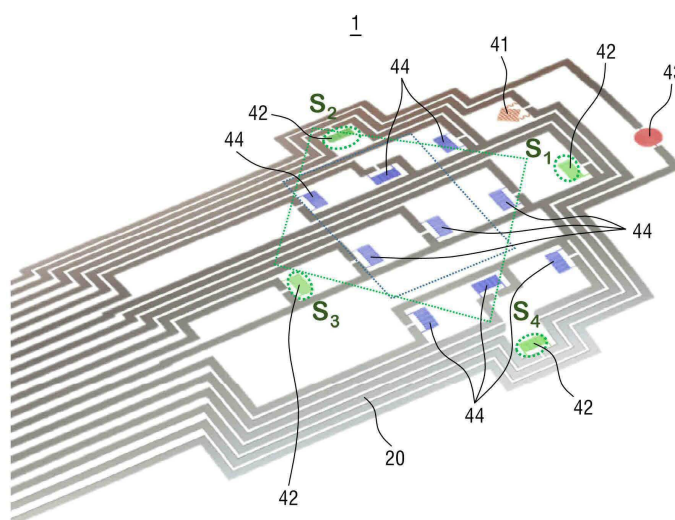
심사관 : 홍정훈

(54) 발명의 명칭 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 본 발명은 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 희생층 기판상에 제1고분자 필름층을 형성하는 단계; 상기 제1고분자 필름층 상에 금속층을 형성하고, 패터닝하여 전극배선을 제작하는 단계; 상부에 그래핀 필름을 전사하는 단계; 상기 그래핀 필름을 식각하여 복수의 센서부를 형성하는 단계; 상부에 제2고분자 필름층을 형성하는 단계; 상기 센서부와, 센서부 다리부분을 남긴 후 상기 그래핀 필름을 에칭하는 단계; 및 상기 희생층을 제거하여 촉감센서를 제작하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 그래핀을 이용한 촉감센서에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G06F 3/016 (2013.01)

(72) 발명자

복보규

대전광역시 유성구 학하서로 47, 302호 (계산동)

안중현

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 310호

김제중

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 제3공학관 305-1

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10077620

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업핵심기술개발사업

연구과제명 사람피부의 촉각소자 구조 및 기능을 재현할 수 있는 로봇용 인공피부 소자 및 로봇 수술, 의수 적용을 위한 원천기술 개발

기 여 율 25/100

과제수행기관명 한국표준과학연구원

연구기간 2017.06.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20001856

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업핵심기술개발사업

연구과제명 멀티모달인식 기반으로 일상생활환경의 다양한 물체를 파지, 조작하고 도구 활용 작업이 가능한 로봇 작업 제어 기술 개발

기 여 율 25/100

과제수행기관명 한양대학교 에리카 산학협력단

연구기간 2018.04.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1A3A2066337

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 창의연구지원사업

연구과제명 변형 제어 고성능 전자 소자 연구단(2/3,2단계)

기 여 율 50/100

과제수행기관명 연세대학교 산학협력단

연구기간 2019.08.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

촉감센서의 제조방법에 있어서,

희생층 기판상에 제1고분자 필름층을 형성하는 단계;

상기 제1고분자 필름층 상에 금속층을 형성하고, 패터닝하여 전극배선을 제작하는 단계;

상부에 그래핀 필름을 전사하는 단계;

상기 그래핀 필름을 식각하여 복수의 센서부를 형성하는 단계;

상기 전극 배선 부분을 도핑하는 단계;

상부에 제2고분자 필름층을 형성하는 단계;

상기 센서부와, 센서부 다리 부분만 남기고 그래핀 필름을 에칭하는 단계; 및

상기 희생층을 제거하여 촉감센서를 제작하는 단계;를 포함하고,

상기 그래핀 필름을 전사하는 단계는, CVD 방식으로 합성되어 4층으로 적층된 그래핀 필름을 전사하며,

상기 센서부는 온도센서, 3축힘센서, 깊이센서, 및 수분센서를 포함하고,

상기 온도센서는 프랙탈(fractal) 구조로 구성되며, 상기 수분센서는 공면(coplanar) 구조로 구성되는 것을 특징으로 하는 그래핀을 이용한 촉감센서의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1고분자 필름층을 형성하는 단계와, 상기 제2고분자 필름층을 형성하는 단계는 폴리이미드(PI) 용액을 도포한 후 경화하는 것을 특징으로 하는 그래핀을 이용한 촉감센서의 제조방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1항 또는 제 2항에 따른 제조방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 촉감센서.

청구항 9

사람의 손가락에 직접 부착되어 촉감인자 샘플에 접촉되어 촉감데이터를 정량화할 수 있는 그래핀 기반의 손가락센서의 제조방법에 있어서,

제1항 또는 제2항에 따른 제조방법으로 촉감센서를 제작하는 단계;

상기 촉감센서를 수용성 테이프에 전사하는 단계;

수용성 테이프를 통해 상기 촉감센서를 손가락 표면에 부착하는 단계; 및

물을 이용해 상기 수용성 테이프를 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉감데이터를 정량화하기 위한 손가락 센서의 제조방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 손가락에 부착된 손가락센서를 촉감인자 샘플 표면에 접촉한 후 촉각데이터를 측정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉감데이터를 정량화하기 위한 손가락 센서의 제조방법.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 센서부는 온도센서, 3축힘센서, 깊이센서, 및 수분센서를 포함하고,

상기 측정하는 단계는, 상기 센서부에서 측정된 데이터를 기반으로 딱딱함, 유연감, 제동감, 거칠기, 깊이감, 온열감을 분석하여 정량적 데이터로 산출하는 것을 특징으로 하는 촉감데이터를 정량화하기 위한 손가락 센서의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 압력, 온도, 수분 상태와 같은 인간의 촉감을 정량화할 수 있는 촉감 센서, 손가락센서 및 그 제조방법에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 의류, 자동차, 화장품 산업 분야에서는 촉감과 관련된 딱딱함(hardness), 유연감(slippery), 제동감(braking), 거칠기(roughness), 깊이감(depth), 온열감(thermal sensation)의 촉감 인자를 정량화하기 위한 많은 연구를 진행하고 있다.

[0003] 자동차 산업에서는 섬유에 관한 촉감 평가를 실시할 때, 다양한 형용사로 표현되는 사람의 주관적인 촉감을 객관적인 지표로 나타내기 위해 노력하고 있다. 이를 위해서 실증적인(empirical) 도구로 알려진 촉감 참고 프레임(tactile reference frames, Sensotact®Touchfeel box) 틀을 패널들에게 사용한다. 그리고, 촉감 참고 프레임에 존재하는 각 촉감 인자의 샘플들을 이용하여 0-100의 스케일로 인지시키며, 이러한 조정과정을 통해서 패널들은 촉감에 대한 정량적인 공통 기준을 마련하고 있다.

[0004] 이러한 촉감의 정량화를 위해서 손가락 인공 모형을 활용하거나, 인간의 실제 손가락을 활용하는 2가지 방식이 현재 사용되고 있다.

- [0005] 먼저 인공 모형을 활용하는 방식은 탄성 중합체로 만든 인공 손가락 모형을 도전성 유체(conductive fluid), 미세전자제어기술(microelectromechanical system, MEMS) 힘 센서, 탄소나노튜브(carbon nanotube) 필름, 강유전성 물질(ferroelectric), 실리콘 스트레인 게이지와 결합하여 그 데이터를 분석하고 있다.
- [0006] 하지만, 이러한 방식은 인공 손가락 모형의 물리적 특성이 실제 손가락과 다르다는 단점이 있다. 따라서, 사물과 손가락이 발생할 때 생기는 마찰력과 같은 촉감을 정확히 분석하기 힘들다.
- [0007] 그리고 실제 사람의 손가락을 활용하는 연구는 LED 광검출기를 손톱에 부착시키거나, 비디오카메라 센서, 가속도센서, 진동센서, 마이크로폰 센서를 외부에 설치하여 촉감 데이터를 분석하고 있다.
- [0008] 하지만, 이러한 방식들은 인간의 손가락과 접촉하는 부분이 약하기 때문에, 측정 과정에서 기생 노이즈(parasitic noise)가 발생하는 단점이 있다. 또한, 사용하는 장비의 부피가 크거나 물리적 응력 분산(stress distribution), 온열감, 진동과 같은 인간의 다양한 촉감을 동시에 분석할 수 없다는 단점도 있다.
- [0009] 또한, 그래핀 물질은 대면적으로 균일성 있게 합성이 가능하기 때문에, 촉각 센서 분야뿐만 아니라 트랜지스터, 터치 패널 등에도 많은 연구개발이 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1553384호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제1635770호
(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 제2016-0050664호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 500 nm 이하 두께의 매우 얇은 손가락 센서는 손가락의 표면 굴곡에 따라 들뜸 현상(delamination) 없이 그 표면에 접촉시킬 수 있어, 사람이 느끼는 것과 동시에 측정을 할 수 있고, 센서와 손가락 표면의 낮은 접촉력으로 인한 측정 오차를 줄일 수 있는 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0012] 본 발명의 실시예에 따르면, 센서를 제작하기 위해서 2차원 물질인 그래핀 물질을 활용하여 온도, 습도, 깊이(depth), 수직/수평 방향의 압력을 감지하는 센서를 반도체 공정을 이용하여 한 번에 구현할 수 있는(batch microfabrication process) 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0013] 본 발명의 실시예에 따르면, 인간이 느끼는 압력, 온도, 습도와 같은 촉감을 정량화할 수 있는 그래핀 기반의 촉각 센서 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 센서를 통해 측정한 다양한 물리량을, 효과적으로 인간의 스케일로 바꾸는 연구 과정을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0015] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명의 제1목적은, 촉감센서의 제조방법에 있어서, 희생층 기관상에 제1고분자 필름층을 형성하는 단계; 상기 제1고분자 필름층 상에 금속층을 형성하고, 패터닝하여 전극배선을 제작하는 단계; 상부에 그래핀 필름을 전사하는 단계; 상기 그래핀 필름을 식각하여 복수의 센서부를 형성하는 단계; 상부에 제2고분자 필름층을 형성하는 단계; 상기 센서부와, 센서부 다리 부분만 남기고 에칭하는 단계; 및 상기 희생층을 제거하여 촉감센서를 제

작하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 그래핀을 이용한 촉감센서로서 달성될 수 있다.

- [0017] 그리고 상기 제1고분자 필름층을 형성하는 단계와, 상기 제2고분자 필름층을 형성하는 단계는 폴리이미드(PI) 용액을 도포한 후 경화하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 또한 그래핀 필름을 전사하는 단계는, CVD 방식으로 합성되어 4층으로 적층된 그래핀 필름을 전사하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0019] 그리고 상기 센서부를 형성하는 단계 후에, 상기 전극 배선 부분을 도핑하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 또한 상기 센서부는 온도센서, 3축힘센서, 깊이센서, 및 수분센서를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 그리고 상기 온도센서는 프랙탈(fractal) 구조로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0022] 또한 상기 수분센서는 공면(coplanar) 구조로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 제2목적은 앞서 언급한 제1목적에 따른 제조방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 하는 촉감센서로서 달성될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 제3목적은 사람의 손가락에 직접 부착되어 촉감인자 샘플에 접촉되어 촉감데이터를 정량화할 수 있는 그래핀 기반의 손가락센서의 제조방법에 있어서, 희생층 기판상에 제1고분자 필름층을 형성하는 단계; 상기 제1고분자 필름층 상에 금속층을 형성하고, 패터닝하여 전극배선을 제작하는 단계; 상부에 그래핀 필름을 전사하는 단계; 상기 그래핀 필름을 식각하여 복수의 센서부를 형성하는 단계; 상기 전극 배선부분을 도핑하는 단계; 상부에 제2고분자 필름층을 형성하는 단계; 상기 센서부와, 센서부 다리부분을 남긴 후 나머지 부분을 에칭하는 단계; 상기 희생층을 제거하여 촉감센서를 제작하는 단계;상기 촉감센서를 수용성 테이프에 전사하는 단계; 수용성 테이프를 통해 상기 촉감센서를 손가락 표면에 부착하는 단계; 및 물을 이용해 상기 수용성 테이프를 제거하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 촉감데이터를 정량화하기 위한 손가락 센서의 제조방법으로서 달성될 수 있다.
- [0025] 그리고 상기 손가락에 부착된 손가락센서를 촉감인자 샘플 표면에 접촉한 후 촉각데이터를 측정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0026] 또한 상기 센서부는 온도센서, 3축힘센서, 깊이센서, 및 수분센서를 포함하고, 상기 측정하는 단계는, 상기 센서부에서 측정된 데이터를 기반으로 딱딱함, 유연감, 제동감, 거칠기, 깊이감, 온열감을 분석하여 정량적 데이터로 산출하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법에 따르면, 그래핀 기반 손가락 센서는 매우 얇은 두께로 이루어져 있어 기판 효과에 자유롭기 때문에 인간의 촉감과 관련한 압력, 온도, 수분 상태를 왜곡없이 감지할 수 있는 효과를 갖는다.
- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법에 따르면, 피부의 물리적 특성과 사람의 촉감을 분석하는 연구자를 위해, 측정 환경에서 바로 분석할 수 있는 유용한 도구로 활용될 수 있고(In-situ 방식) 아울러, 내구성(850 사이클), 반복성(1000 사이클)이 좋고 땀과 습도 환경에 따른 센서 출력도 안정적이라는 장점이 있다.
- [0029] 그리고 의류, 자동차, 화장품 분야와 같은 산업계에서는 다양한 촉감 인자 (딱딱함, 유연감, 제동감, 거칠기, 깊이감, 온열감) 를 포함한 촉감 참고 프레임 (tactile reference frames) 을 이용하여 설문 조사 방식으로 사람의 촉감 스케일을 맞추는 작업을 하고 있다. 본 발명의 실시예에 따른 그래핀을 이용한 촉감센서, 손가락 센서 및 그 제조방법에 따르면, 동일한 방식으로 조정과정을 진행할 수 있어 이를 대체할 수 있는 장점이 있으며, 실제로 그래핀 기반의 손가락 센서를 이용하여 섬유의 질감 측정을 진행하였을 때, 산업계 방식보다 더 작은 측정 편차가 관찰되었으며, 더 나아가, 본 발명에 따른 그래핀 기반 손가락 센서는 높은 인공 지능이 탑재된 로봇 분야의 활용도도 매우 높다는 장점도 있다.
- [0030] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 일실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.
- 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 그래핀을 이용한 손가락 센서의 제조방법의 흐름도,
- 도 2a는 본 발명의 실시예에 따라 희생층에 제1고분자 필름과 그래핀 필름을 전사한 상태의 사시도,
- 도 2b는 본 발명의 실시예에 따라 그래핀 필름을 패터닝하고 전극 배선을 도핑한 상태의 사시도,
- 도 2c는 본 발명의 실시예에 따라 제2고분자 필름을 적층한 상태의 사시도,
- 도 2d는 본 발명의 실시예에 따른 희생층을 제거한 촉감센서의 사시도,
- 도 2e는 본 발명의 실시예에 따라 촉감센서를 수용성 테이프에 전사한 손가락 센서의 사시도,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전극 배선과 센서부들을 나타낸 구성도,
- 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 온도센서의 구성도,
- 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 수분센서의 구성도,
- 도 4c는 본 발명의 실시예에 따른 3축 힘센서와 깊이센서의 구성도,
- 도 5는 종래 촉감 참고 프레임을 이용하여 설문조사 방식으로 사람의 촉감스케일을 맞추는 작업에서, 수평움직임, 수직움직임 그리고 정적 접촉을 포함한 촉감디멘션(tactile dimensions) 6가지 촉감인자(tactile indicator)(유연감 (slippery), 제동감 (braking), 거칠기 (roughness), 깊이감 (depth), 온열감 (thermal sensation)를 나타낸 모식도,
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 손가락 센서를 손가락 표면에 부착하여 촉감데이터를 측정, 분석하는 과정을 나타낸 모식도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0033] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0034] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소경 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0035] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

- [0036] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0038]이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 그래핀을 이용한 손가락 센서(100)의 구성, 기능 및 그 제조방법에 대해 설명하도록 한다. 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 그래핀을 이용한 손가락 센서(100)의 제조방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0039]먼저 희생층(10)을 준비한 후, 이러한 희생층(10) 상에 제1고분자 필름(11)을 형성하게 된다(S1). 본 발명의 실시예에서는 약 70 μ m 두께의 구리로 구성된 희생층(10) 기관을 준비하고 이러한 희생층(10) 상에 약 250nm의 폴리이미드(PI) 용액을 도포하여 경화시킨다.
- [0040]그리고 금(Au)으로 구성된 금속층을 형성시키고, 금속층을 패터닝하여 전극배선(20)을 제작하게 된다(S2). 그리고 그 상부에 그래핀 필름(30)을 전사시키게 된다(S3).
- [0041]본 발명의 실시예에서는 CVD(Chemical Vapor Deposition) 방식으로 합성되어 이를 4 층으로 적층한 1nm 두께의 그래핀 필름(30)을 활용하였다. 도 2a는 본 발명의 실시예에 따라 희생층(10)에 제1고분자 필름(11)과 그래핀 필름(30)을 전사한 상태의 사시도를 도시한 것이다.
- [0042]그리고 반도체 패터닝 과정을 이용하여 그래핀 필름(30)을 식각하여 복수의 센서부(40)를 형성하게 된다(S4). 그리고 전극 배선(20) 부분에만 TFSA 용액을 이용하여 선택적으로 도핑을 한다(S5). 도 2b는 본 발명의 실시예에 따라 그래핀 필름(30)을 패터닝하고 전극 배선(20)을 도핑한 상태의 사시도를 도시한 것이다.
- [0043]본 발명의 실시예에 따라 그래핀을 이용한 센서부(40)는 온도센서(41), 3축힘센서(42), 깊이센서(44), 및 수분센서(43)를 포함하며, 앞서 언급한 반도체 패터닝 과정을 통해 동시에 제작되게 된다.
- [0044]도 3은 본 발명의 실시예에 따른 전극 배선(20)과 센서부(40)들을 나타낸 구성도를 도시한 것이다. 그리고 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 온도센서(41)의 구성도를 도시한 것이고, 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 수분센서(43)의 구성도를 도시한 것이며, 도 4c는 본 발명의 실시예에 따른 3축 힘센서(42)와 깊이센서(44)의 구성도를 도시한 것이다.
- [0045]도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에서 3축 힘센서(42)는 서로 소정간격 이격된 4개로 구성되며, 깊이센서(44)는 9개, 온도센서(41) 1개, 수분센서(43) 1개로 구성될 수 있다. 이러한 센서들의 개수는 실시예에 따라 다양하게 변경, 조절될 수 있다.
- [0046]도 4a에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 온도센서(41)는 폭이 약 0.02mm인 프랙탈(fractal) 구조로 구성될 수 있음을 알 수 있다. 그리고 도 4b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 수분센서(43)는 폭이 약 0.015mm인 공면(coplanar) 구조로 구성될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 도 4c에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 3축 힘센서(42)와, 깊이센서(44)는 폭이 약 0.015mm이고 길이가 약 8mm정도의 지그재그 형태의 구조를 가질 수 있음을 알 수 있다.
- [0047]그리고 상부에 제2고분자필름(50)을 형성하게 된다(S6). 본 발명의 실시예에서는 약 250nm 두께의 폴리이미드(PI) 용액을 도포한 후 경화시킨다(S6). 도 2c는 본 발명의 실시예에 따라 제2고분자 필름(50)을 적층한 상태의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 센서부(40)와 센서부 다리 부분을 제외한 나머지 부분의 그래핀 필름(30)을 에칭시킨다(S7).
- [0048]마지막으로 희생층(10)을 APS용액을 이용하여 식각하여 촉감센서(1)를 제작하게 된다(S8). 도 2d는 본 발명의 실시예에 따른 희생층(10)을 제거한 촉감센서(1)의 사시도를 도시한 것이다.
- [0049]그리고 제작된 촉감센서(1)를 수용성 테이프(60)에 전사시켜 손가락 센서(100)를 제조하게 된다(S9). 본 발명의 실시예에 따른 수용성 테이프(60)는 PVA 필름으로 구성될 수 있다. 도 2e는 본 발명의 실시예에 따라 촉감센서(1)를 수용성 테이프(60)에 전사한 손가락 센서(100)의 사시도를 도시한 것이다.
- [0050]도 5는 종래 촉감 참고 프레임을 이용하여 설문조사 방식으로 사람의 촉감스케일을 맞추는 작업에서, 수평움직임, 수직움직임 그리고 정적 접촉을 포함한 촉감디멘션(tactile dimensions) 6가지 촉감인자(tactile indicator)(유연감 (slippery), 제동감 (braking), 거칠기 (roughness), 깊이감 (depth), 온열감 (thermal

sensation)를 나타낸 모식도를 도시한 것이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 의류, 자동차, 화장품 분야와 같은 산업계에서는 다양한 촉감 인자(딱딱함, 유연감, 제동감, 거칠기, 깊이감, 온열감)를 포함한 촉감 참고 프레임(tactile reference frames)(5)을 이용하여 설문 조사 방식으로 사람의 촉감 스케일을 맞추는 작업을 하고 있다.

[0051] 본 발명의 실시예에 따른 그래핀을 이용한 손가락 센서(100)를 이용하면, 동일한 방식으로 조정과정을 진행할 수 있어 이를 대체할 수 있는 장점이 있으며, 실제로 그래핀 기반의 손가락 센서(100)를 이용하여 섬유의 질감 측정을 진행하였을 때, 산업계 방식보다 더 작은 측정 편차가 관찰되었으며, 더 나아가, 본 발명에 따른 그래핀 기반 손가락 센서(100)는 높은 인공 지능이 탑재된 로봇 분야의 활용도도 매우 높다는 장점도 있다.

[0052] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 손가락 센서(100)를 손가락 표면에 부착하여 촉감데이터를 측정, 분석하는 과정을 나타낸 모식도를 도시한 것이다. 도 6에 도시된 바와 같이, PVA 필름으로 구성된 수용성 테이프(60)를 통해 손가락 센서(100)를 패널의 손가락 표면에 부착하고, 물을 이용해 수용성 테이프(60)를 제거한다. 그리고 이러한 손가락센서(100)에서 측정되는 다양한 셀 들의 신호를 한꺼번에 획득하기 위해서 FPCB(3)와 연결한다.

[0053] 그리고 손가락에 부착된 손가락센서(100)를 촉감인자 샘플(5) 표면에 접촉한 후 촉각데이터를 측정하게 된다. 앞서 언급한 바와 같이, 손가락 센서(100)의 센서부(40)는 온도센서(41), 3축힘센서(42), 깊이센서(44), 및 수분센서(43)를 포함하고, 분석수단은 센서부(40)에서 측정된 데이터를 기반으로 딱딱함, 유연감, 제동감, 거칠기, 깊이감, 온열감을 분석하여 정량적 데이터로 표출하게 된다. 즉, 본 발명의 실시예에서는 패널들에게 손가락 센서(100)를 장착시킨 뒤, 조정과정 중 나타나는 물리 변화량을 촉감 알고리즘을 활용하여 촉감인자(딱딱함, 유연감, 제동감, 거칠기, 깊이감, 온열감)의 스케일과 매칭시켰다.

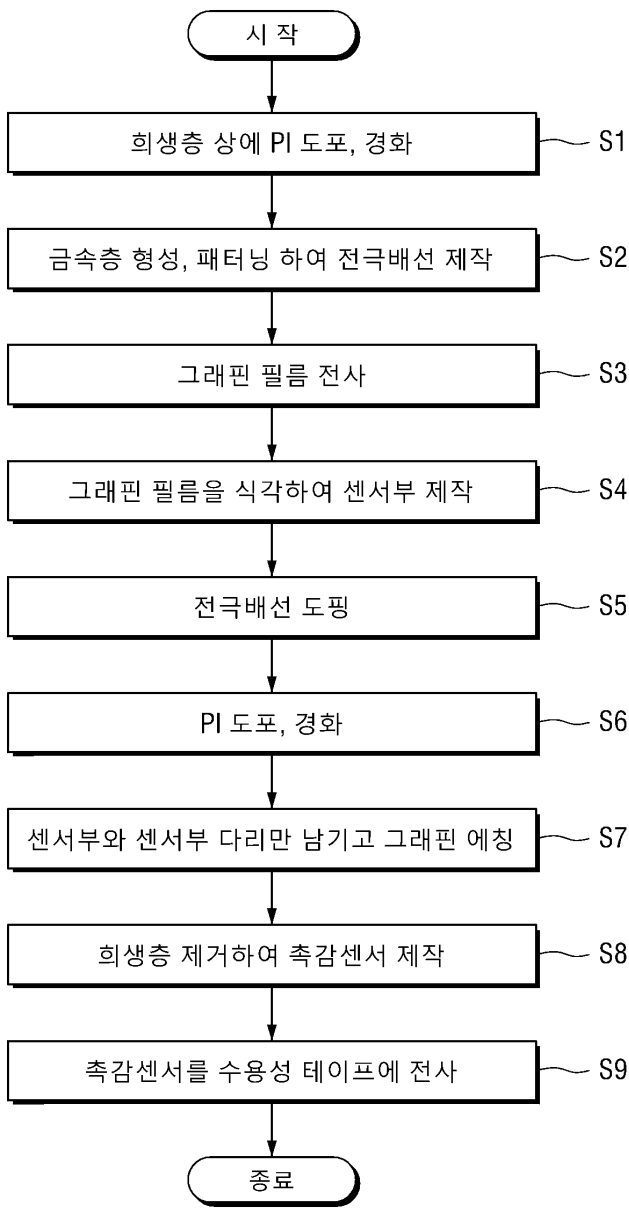
[0055] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

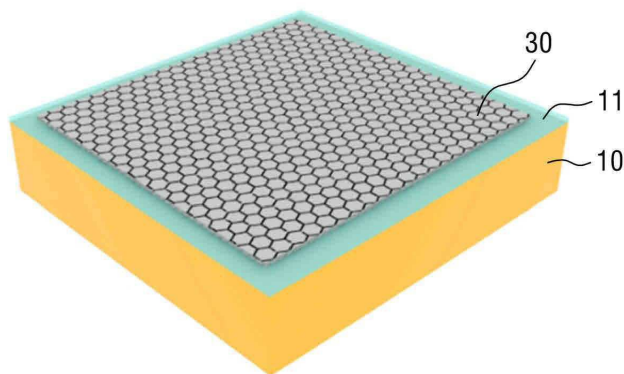
- [0056]
- 1:촉감센서
 - 2:손가락
 - 3:FPCB
 - 4:분석수단
 - 10:희생층
 - 11:제1고분자필름
 - 20:전극배선
 - 30:그래핀 필름
 - 40:센서부
 - 41:온도센서
 - 42:3축 힘센서
 - 43:수분센서
 - 44:깊이센서
 - 50:제2고분자필름
 - 60:수용성 테이프
 - 100:손가락 센서

도면

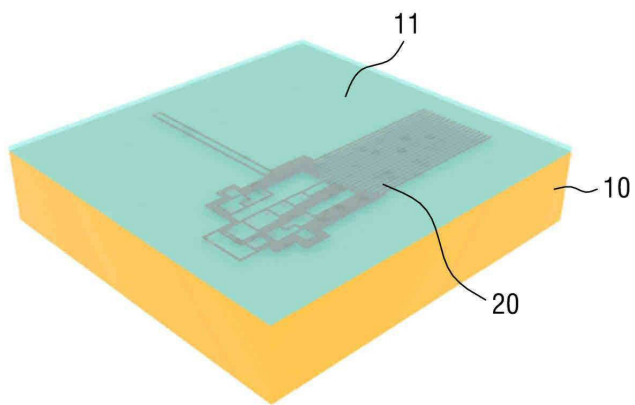
도면1



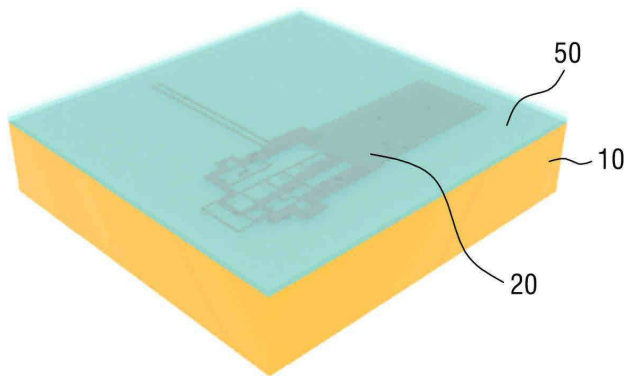
도면2a



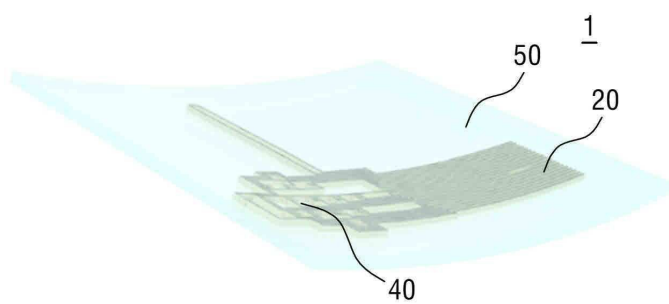
도면2b



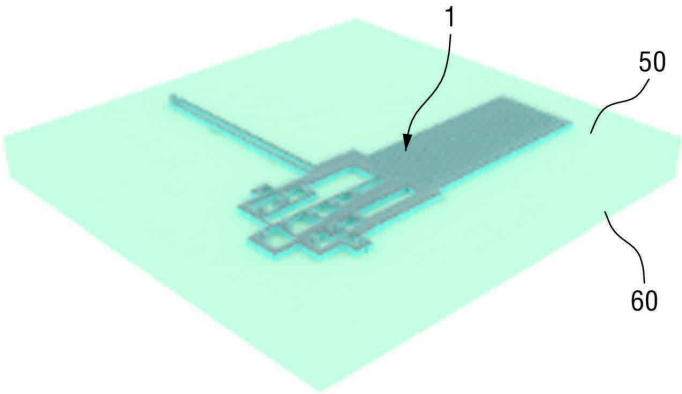
도면2c



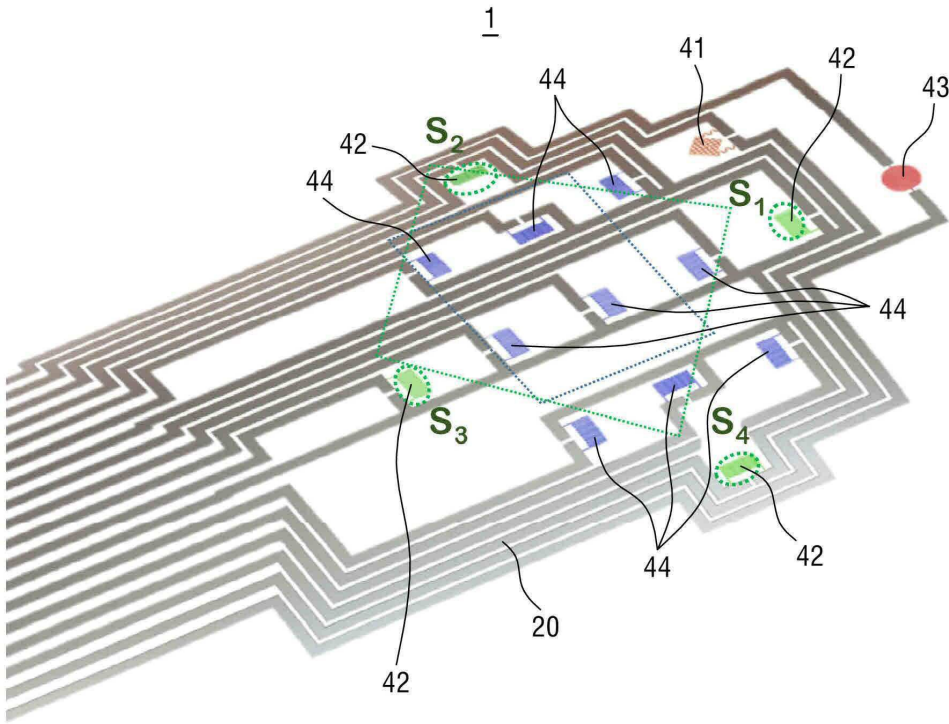
도면2d



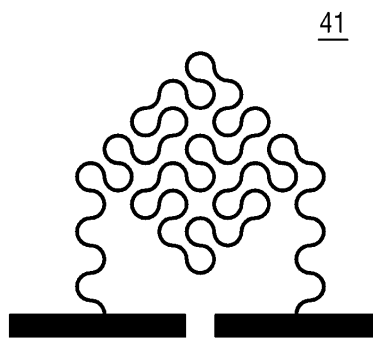
도면2e



도면3

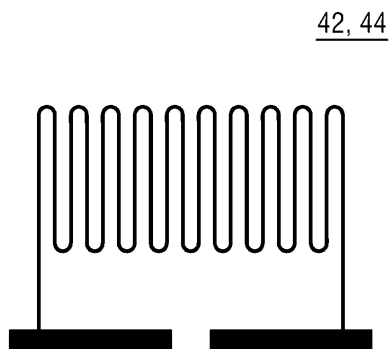


도면4a



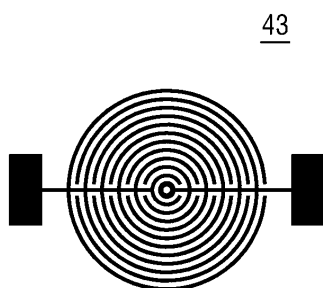
온도 센서
W : 0.02 mm
Fractal 구조

도면4b



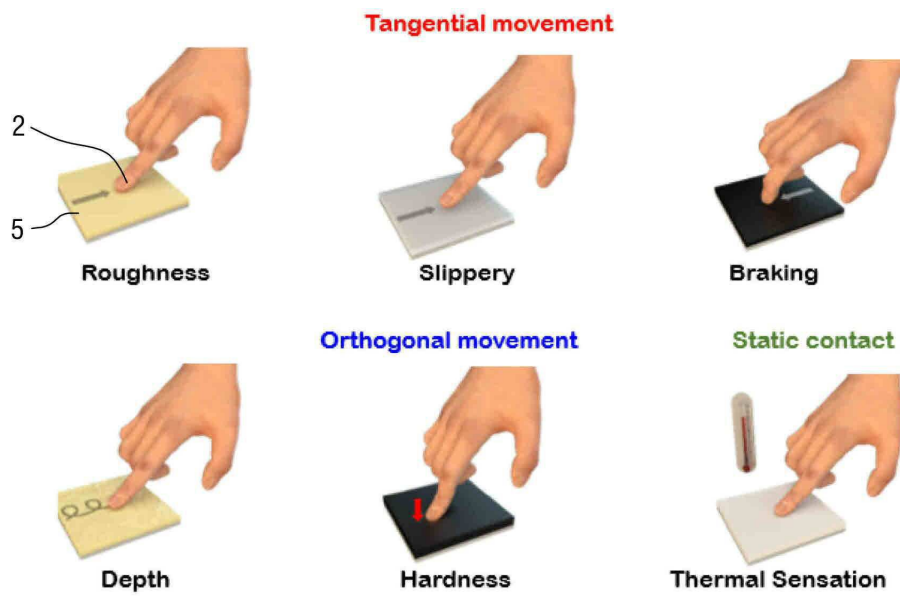
Tri-axial, depth 센서
W : 0.015 m
L : 8 mm

도면4c



수분 센서
W : 0.015 mm
Coplanar 구조

도면5



도면6

