



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월04일
(11) 등록번호 10-1894029
(24) 등록일자 2018년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 9/00 (2006.01) H03K 17/96 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06K 9/0002 (2013.01)
H03K 17/962 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0092831
(22) 출원일자 2017년07월21일
심사청구일자 2017년07월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170042942 A*
KR1020170040400 A*
KR1020160149919 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
박장웅
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
안현석
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 노용완

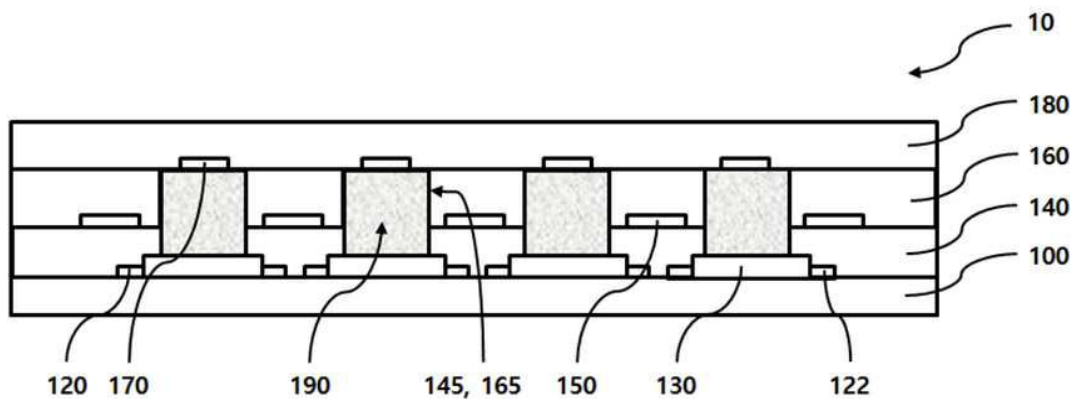
(54) 발명의 명칭 지문 압력 듀얼 센서 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은, 높은 투과도 및 높은 전기 전도도를 가지고, 지문과 압력을 동시에 감지하는, 지문 압력 듀얼 센서를 제공한다. 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서는, 기관 상에 배치되고 제1 방향으로 연장된 제1 전극 및 상기 제1 방향으로 서로 마주보도록 배치된 소스 전극과 드레인 전극; 상기 기관 상에 배치되고 상기 소스

(뒷면에 계속)

대표도 - 도8



전극과 상기 드레인 전극에 전기적으로 연결된 채널 영역; 상기 기판 상에 배치되고, 상기 제1 전극, 상기 소스 전극, 및 상기 드레인 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제1 개구부를 구비하는 제1 유전층; 상기 제1 유전층 상에 배치되고 제2 방향으로 연장된 제2 전극; 상기 제1 유전층 상에 배치되고, 상기 제2 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제2 개구부를 구비하는 제2 유전층; 상기 제2 유전층 상에 배치되고 상기 제2 방향으로 연장되고, 상기 채널 영역 상에 상기 채널 영역에 대응하여 배치된 게이트 전극; 및 상기 제2 유전층 상에 배치되고 상기 게이트 전극을 덮는 덮개층;을 포함한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711054068
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(미래부)
연구과제명	신축성 투명 전자소재 및 스마트 콘택트렌즈 개발
기 여 율	1/1
주관기관	울산과학기술원
연구기간	2017.06.01 ~ 2018.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 배치되고 제1 방향으로 연장된 제1 전극 및 상기 제1 방향으로 서로 마주보도록 배치되며, 상기 기관 상에서 상기 제1 전극과 동일 높이에 형성되는 소스 전극과 드레인 전극;

상기 기관 상에 배치되고 상기 소스 전극과 상기 드레인 전극에 전기적으로 연결된 채널 영역;

상기 기관 상에 배치되고, 상기 제1 전극, 상기 소스 전극, 및 상기 드레인 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제1 개구부를 구비하는 제1 유전층;

상기 제1 유전층 상에 배치되고, 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 연장된 제2 전극;

상기 제1 유전층 상에 배치되고, 상기 제2 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제2 개구부를 구비하는 제2 유전층;

상기 제2 유전층 상에 배치되고 상기 제2 방향으로 연장되고, 상기 채널 영역 상에 상기 채널 영역에 대응하여 배치된 게이트 전극; 및

상기 제2 유전층 상에 배치되고 상기 게이트 전극을 덮는 덮개층을 포함하고,

상기 채널 영역과 상기 게이트 전극 사이에 상기 제1 개구부와 상기 제2 개구부에 의하여 형성된 정전 용량 변화층을 구비하고,

상기 제2 유전층은 탄성 물질로 구성되어, 외부 압력에 의하여 두께가 변하게 되어 상기 정전 용량 변화층의 정전 용량을 변화시키고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극은 상기 제1 유전층을 사이에 두고 매트릭스 구동방식의 캐패시턴스식 지문 센서로 작동하고,

상기 소스 전극, 상기 드레인 전극, 상기 채널 영역, 상기 게이트 전극, 상기 정전 용량 변화층에 의하여 압력 센서로 작동하되, 상기 변화된 상기 정전 용량 변화층의 정전 용량에 의하여 상기 외부 압력을 감지하는,

지문 압력 듀얼 센서.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 정전 용량 변화층은 공기, PDMS, 폴리이미드, 누실, 아세트산, 아세톤, 에탄올, 메탄올, 피리딘, 또는 물을 포함하여 구성된, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제2 유전층은 1 GPa 내지 20 GPa 범위의 탄성 계수와 0.1 mm 내지 5 mm 범위의 두께를 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 유전층은 강성 물질로 구성되고, 외부 압력에 의하여 두께가 변하지 않는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제1 유전층은 2 이상 내지 15 이하의 범위의 유전 상수를 가지고, 10 nm 이상 내지 50 μm 이하의 범위의 두께를 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 소스 전극, 상기 드레인 전극, 상기 채널 영역은 상기 제1 전극 사이에 배치되고,

상기 게이트 전극은 상기 제2 전극 사이에 배치되는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극은 상기 제1 전극과 동일한 물질을 포함하는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제1 전극은,

0 μm 초과 내지 150 μm 이하 범위의 폭을 가지고, 2 μm 이상 내지 50 μm 이하 범위의 간격을 가지고,

550 nm의 광에 대하여 70% 이상 내지 100 % 미만 범위의 투과도를 가지고,

0 $\Omega/\square$ 초과 내지 20 $\Omega/\square$ 이하 범위의 면저항을 가지고,

10 fF 이상 내지 500 μF 이하 범위의 캐패시턴스를 가지고,

지문 접촉 시 상기 캐패시턴스가 0.01% 이상 내지 50% 이하 범위의 감소를 나타내는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제2 전극은,

0 μm 초과 내지 150 μm 이하 범위의 폭을 가지고, 2 μm 이상 내지 50 μm 이하 범위의 간격을 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극이 교차되어 구성되는 지문 센서 단위 셀은 각각 10 fF 이상 내지 500 μF 이하의 범위의 캐패시턴스를 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 덮개층은 4 이상 내지 15 이하의 범위의 유전 상수를 가지고, 70% 이상 내지 100% 미만의 투과도를 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 제1 전극, 상기 제2 전극, 상기 소스 전극, 상기 드레인 전극, 및 상기 게이트 전극 중 적어도 어느 하나는 제1 직경을 가지는 제1 나노 구조체와 상기 제1 직경에 비하여 작은 제2 직경을 가지는 제2 나노 구조체가 서로 결합하여 형성한 하이브리드 구조체를 포함하는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 제1 나노 구조체는, 100 nm 이상 내지 10 μm 이하의 범위의 상기 제1 직경을 가지고, 상기 제2 나노 구조체는, 10 nm 이상 내지 100 nm 이하의 범위의 상기 제2 직경을 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 16

청구항 14에 있어서,

상기 제1 나노 구조체는 주 전도 경로를 형성하고, 상기 제2 나노 구조체는 상기 제1 나노 구조체가 이루는 빈 공간에 배치되어 상기 제1 나노 구조체를 전기적으로 연결시켜 보조 전도 경로를 제공하는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 17

청구항 14에 있어서,

상기 제1 나노 구조체의 전도 경로가 단락되는 경우에, 상기 제2 나노 구조체에 의하여 전도 경로를 제공하는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 18

청구항 14에 있어서,

상기 제1 나노 구조체와 상기 제2 나노 구조체의 비율은 10:90 내지 90:10의 범위를 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 19

청구항 1에 있어서,

10 kHz 이상 내지 1 MHz 이하 범위의 구동 주파수를 가지고,

지문의 리지와 밸리에 따른 캐패시턴스 변화가 0.01% 이상 내지 50% 이하 범위를 가지고,

1 V 이상 내지 100 V 이하 범위의 구동 전압을 가지는, 지문 압력 듀얼 센서.

청구항 20

기판 상에, 제1 방향으로 연장된 제1 전극 및 상기 제1 방향으로 서로 마주보도록 배치되며, 상기 기판 상에서 상기 제1 전극과 동일 높이에 형성되는 소스 전극과 드레인 전극을 형성하는 단계;

상기 기판 상에, 상기 소스 전극과 상기 드레인 전극을 전기적으로 연결하는 채널 영역을 형성하는 단계;

상기 기판 상에, 상기 제1 전극, 상기 소스 전극, 및 상기 드레인 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제1 개구부를 구비하는 제1 유전층을 형성하는 단계;

상기 제1 유전층 상에, 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 연장된 제2 전극을 형성하는 단계;

상기 제1 유전층 상에, 상기 제2 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제2 개구부를 구비하는 제2 유전층을 형성하는 단계;

상기 제2 유전층 상에, 상기 제2 방향으로 연장되고, 상기 채널 영역 상에 상기 채널 영역에 대응하여 배치된 게이트 전극을 형성하는 단계; 및

상기 제2 유전층 상에, 상기 게이트 전극을 덮는 덮개층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 채널 영역과 상기 게이트 전극 사이에 상기 제1 개구부와 상기 제2 개구부에 의하여 형성된 정전 용량 변화층을 구비하고,

상기 제2 유전층은 탄성 물질로 구성되어, 외부 압력에 의하여 두께가 변하게 되어 상기 정전 용량 변화층의 정전 용량을 변화시키고,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극은 상기 제1 유전층을 사이에 두고 매트릭스 구동방식의 캐패시턴스식 지문 센서로 작동하고,

상기 소스 전극, 상기 드레인 전극, 상기 채널 영역, 상기 게이트 전극, 상기 정전 용량 변화층에 의하여 압력 센서로 작동하되, 상기 변화된 상기 정전 용량 변화층의 정전 용량에 의하여 상기 외부 압력을 감지하는,

지문 압력 듀얼 센서의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 지문 압력 듀얼 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근의 모바일 기기들은 화면 대형화의 추세를 보이고 있고, 이에 따라 홈 버튼과 같은 물리적 버튼을 최소화하거나 또는 제거하는 방식으로 발전되고 있다. 이러한 물리적 버튼의 제거 경향에 따라 디스플레이에 일체화된 버튼의 개발이 가속되고 있다. 또한, 지문을 이용한 버튼이 등장하고 있는 경향에 따라 디스플레이와 일체화된 지문 센서 및 압력 센서의 개발이 요구되고 있다.

[0003] 지문 센서는 일반적으로 캐패시턴스 방식을 채용하고 있으며, 크게 단위 셀 구동방식과 매트릭스 구동 방식으로 구분될 수 있다. 단위 셀 구동방식은 지문을 인식하는 센서를 개별적으로 구동하는 복수의 단위 셀들로 구성하는 것으로서, 인듐 주석 산화물이나 실리콘 등 다양한 물질을 사용할 수 있고, 노이즈가 작은 장점이 있으나, 공정이 복잡하고 많은 층들을 포함하게 되므로 투명성이 저하되는 단점이 있으므로 투명 전극으로서 적용에 한계가 있다.

[0004] 매트릭스 구동 방식은 x축으로 연장되는 상부 전극과 y축으로 연장되는 하부 전극을 이격 교차시켜 라인-바이-라인(line-by-line) 형상으로 구성하는 것으로서, 소자 구조가 단순하고 상부 전극 및 하부 전극만으로 소자 제작이 가능하여 투과도가 높은 장점이 있는 반면, 노이즈가 큰 단점이 있어 10 kHz 이상의 고주파수 구동이 요구된다. 투명 전극에 많이 사용되는 인듐 주석 산화물은 저항값이 높아 10 kHz 이상의 고주파수 대역에서는 구동이 어려운 한계가 있다. 또한, 인듐 주석 산화물은 유연성이 부족하여 신축성 디스플레이에 적용되기 어려운 한계가 있다.

[0005] 한편, 압력센서는 기계적인 에너지를 전기적인 에너지로 변환하는 에너지 변환장치로서 절대 압력 또는 게이지 압력을 측정하는데 이용된다. 압력을 감지하는 원리에 따라 스트레인게이지타입의 메탈형 압력센서, 압저항형 압력센서(Piezoresistive pressure sensor), 압전형 압력센서(Piezoelectric pressure sensor), MOSFET형, 피에조 접합형(Piezojunction), 광섬유 압력센서 및 정전용량형 압력센서(Piezocapacitive pressure sensor) 등 다양한 종류가 제안되어 이용되고 있다.

[0006] 이러한 지문 센서 및 압력 센서를 디스플레이에 적용하기 위하여는, 높은 투과도 및 높은 전기 전도도를 가지는 투명 전극이 요구되며, 구조 단순화를 위하여 지문 센서와 압력 센서의 일체형 구조가 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록실용신안 제20-0392690호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 기술적 과제는 높은 투과도 및 높은 전기 전도도를 가지고, 지문과 압력을 동시에 감지하는, 지문 압력 듀얼 센서를 제공하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 기술적 사상이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 지문 압력 듀얼 센서를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.
- [0010] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서는, 기관 상에 배치되고 제1 방향으로 연장된 제1 전극 및 상기 제1 방향으로 서로 마주보도록 배치된 소스 전극과 드레인 전극; 상기 기관 상에 배치되고 상기 소스 전극과 상기 드레인 전극에 전기적으로 연결된 채널 영역; 상기 기관 상에 배치되고, 상기 제1 전극, 상기 소스 전극, 및 상기 드레인 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제1 개구부를 구비하는 제1 유전층; 상기 제1 유전층 상에 배치되고 제2 방향으로 연장된 제2 전극; 상기 제1 유전층 상에 배치되고, 상기 제2 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제2 개구부를 구비하는 제2 유전층; 상기 제2 유전층 상에 배치되고 상기 제2 방향으로 연장되고, 상기 채널 영역 상에 상기 채널 영역에 대응하여 배치된 게이트 전극; 및 상기 제2 유전층 상에 배치되고 상기 게이트 전극을 덮는 덮개층;을 포함한다.
- [0012] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 채널 영역과 상기 게이트 전극 사이에 상기 제1 개구부와 상기 제2 개구부에 의하여 형성된 정전 용량 변화층을 구비할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제2 유전층은 탄성 물질로 구성되고, 외부 압력에 의하여 두께가 변하게 되어 상기 정전 용량 변화층의 정전 용량을 변화시켜 상기 외부 압력을 감지할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 정전 용량 변화층은 공기, PDMS, 폴리이미드, 누실, 아세트산, 아세톤, 에탄올, 메탄올, 피리딘, 또는 물을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제2 유전층은 1 GPa 내지 20 GPa 범위의 탄성 계수와 0.1 mm 내지 5 mm 범위의 두께를 가질 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 유전층은 강성 물질로 구성되고, 외부 압력에 의하여 두께가 변하지 않을 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 유전층은 2 이상 내지 15 이하의 범위의 유전 상수를 가지고, 10 nm 이상 내지 50 μm 이하의 범위의 두께를 가질 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 소스 전극, 상기 드레인 전극, 상기 채널 영역은 상기 제1 전극 사이에 배치될 수 있고, 상기 게이트 전극은 상기 제2 전극 사이에 배치될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 소스 전극 및 상기 드레인 전극은 상기 제1 전극과 동일한 물질을 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 전극은, 0 μm 초과 내지 150 μm 이하 범위의 폭을 가지고, 2 μm 이상 내지 50 μm 이하 범위의 간격을 가지고, 550 nm의 광에 대하여 70% 이상 내지 100 % 미만 범위의 투과도를 가지고, 0 $\Omega/\square$ 초과 내지 20 $\Omega/\square$ 이하 범위의 면저항을 가지고, 10 fF 이상 내지 500 μF 이하 범위의 캐패시턴스를 가지고, 지문 접촉 시 상기 캐패시턴스가 0.01% 이상 내지 50% 이하 범위의 감소를 나타낼 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제2 전극은, 0 μm 초과 내지 150 μm 이하 범위의 폭을 가지고, 2 μm 이상 내지 50 μm 이하 범위의 간격을 가질 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극이 교차되어 구성되는 지문 센서 단위 셀은 각각 10 fF 이상 내지 500 μF 이하의 범위의 캐패시턴스를 가질 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 덮개층은 4 이상 내지 15 이하의 범위의 유전 상수를 가지고, 70% 이상 내지 100% 미만의 투과도를 가질 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 전극, 상기 제2 전극, 상기 소스 전극, 상기 드레인 전극, 및 상

기 게이트 전극 중 적어도 어느 하나는 제1 직경을 가지는 제1 나노 구조체와 상기 제1 직경에 비하여 작은 제2 직경을 가지는 제2 나노 구조체가 서로 결합하여 형성한 하이브리드 구조체를 포함할 수 있다.

[0025] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 나노 구조체는, 100 nm 이상 내지 10 μm 이하의 범위의 상기 제1 직경을 가지고, 상기 제2 나노 구조체는, 10 nm 이상 내지 100 nm 이하의 범위의 상기 제2 직경을 가질 수 있다.

[0026] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 나노 구조체는 주 전도 경로를 형성하고, 상기 제2 나노 구조체는 상기 제1 나노 구조체가 이루는 빈 공간에 배치되어 상기 제1 나노 구조체를 전기적으로 연결시켜 보조 전도 경로를 제공할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 나노 구조체의 전도 경로가 단락되는 경우에, 상기 제2 나노 구조체에 의하여 전도 경로를 제공할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 상기 제1 나노 구조체와 상기 제2 나노 구조체의 비율은 10:90 내지 90:10의 범위를 가질 수 있다.

[0029] 본 발명의 일부 실시예들에 있어서, 10 kHz 이상 내지 1 MHz 이하 범위의 구동 주파수를 가지고, 지문의 리지와 밸리에 따른 캐패시턴스 변화가 0.01% 이상 내지 50% 이하 범위를 가지고, 1 V 이상 내지 100 V 이하 범위의 구동 전압을 가질 수 있다.

[0030] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 제조 방법은, 기판 상에, 제1 방향으로 연장된 제1 전극 및 상기 제1 방향으로 서로 마주보도록 배치된 소스 전극과 드레인 전극을 형성하는 단계; 상기 기판 상에, 상기 소스 전극과 상기 드레인 전극을 전기적으로 연결하는 채널 영역을 형성하는 단계; 상기 기판 상에, 상기 제1 전극, 상기 소스 전극, 및 상기 드레인 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제1 개구부를 구비하는 제1 유전층을 형성하는 단계; 상기 제1 유전층 상에, 제2 방향으로 연장된 제2 전극을 형성하는 단계; 상기 제1 유전층 상에, 상기 제2 전극을 덮고, 상기 채널 영역을 노출하는 제2 개구부를 구비하는 제2 유전층을 형성하는 단계; 상기 제2 유전층 상에, 상기 제2 방향으로 연장되고, 상기 채널 영역 상에 상기 채널 영역에 대응하여 배치된 게이트 전극을 형성하는 단계; 및 상기 제2 유전층 상에, 상기 게이트 전극을 덮는 덮개층을 형성하는 단계;를 포함한다.

발명의 효과

[0031] 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서는 지문 센서부와 압력 센서부를 동시에 포함하여, 지문 감지와 압력 감지를 동시에 수행할 수 있다.

[0032] 상기 지문 센서부를 구성하는 선형의 제1 전극과 선형의 제2 전극은 서로 교차하는 매트릭스 방식으로 구성된다. 상기 압력 센서부를 구성하는 채널 영역과 게이트 전극은 서로 교차하는 매트릭스 방식으로 구성된다. 상기 제1 전극과 제2 전극은 각각 서로 다른 직경의 제1 나노 구조체와 제2 나노 구조체로 구성된다. 또한, 소스 전극, 드레인 전극, 및 상기 게이트 전극 중 적어도 어느 하나는 상술한 제1 나노 구조체와 제2 나노 구조체로 구성된다. 상기 제1 나노 구조체는 주 전도 경로를 형성하고, 상기 제2 나노 구조체는 상기 제1 나노 구조체가 이루는 빈 공간에 배치되어 상기 제1 나노 구조체를 전기적으로 연결시켜 보조 전도 경로를 제공함에 따라, 종래의 메쉬 구조의 전극의 단락 현상을 방지할 수 있고, 이에 따라 균일하고 향상된 전기적 특성을 제공할 수 있다.

[0033] 또한, 하층에 배치된 제1 유전체는 강성 물질을 포함하여 제2 전극의 파손을 방지할 수 있고, 상층에 배치된 제2 유전체는 탄성 물질을 포함하여 외부 압력에 대하여 두께가 변하게 되어 상기 채널 영역과 상기 게이트 전극 사이의 정전 용량 변화층의 두께를 변화시킴으로서 전기적 특성 변화를 통하여 압력을 감지할 수 있다.

[0034] 또한, 상기 지문 압력 듀얼 센서는 매트릭스 형상에 따른 노이즈 감소를 위한 고주파 범위에서 사용제한에 대하여 프러닝 캐패시턴스를 향상시킴에 따라 지문 감지의 민감도를 형성할 수 있다. 또한, 상기 지문 압력 듀얼 센서는 나노 구조체를 이용함에 따라 종래의 인듐 주석 산화물이 제공하기 어려운 유연성을 가질 수 있으므로, 다양한 모바일 기기에 보안방식으로써 사용이 가능하여 웨어러블 전자기기 등에 적용될 수 있다. 이러한 일체형 지문 압력 듀얼 센서에 의하여 홈버튼을 완전하게 대체가능할 수 있다.

[0035] 상술한 본 발명의 효과들은 예시적으로 기재되었고, 이러한 효과들에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0036]

- 도 1 내지 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 제조 방법을 도시하는 평면도들이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 단면도이다.
- 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에서의 지문 센서부를 도시하는 평면도이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에서의 압력 센서부를 도시하는 평면도이다.
- 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에서의 소스 전극 배선 및 드레인 전극 배선을 도시하는 평면도이다.
- 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에서 감지되는 인체의 지문을 도시하는 개략도이다.
- 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 지문 센서 구동방법을 도시하는 개략도이다.
- 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에서의 지문 센서부에서 지문 접촉 시의 캐패시턴스 변화를 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 도 8의 지문 압력 듀얼 센서의 가압에 따른 압력 센서부의 작동을 나타내는 단면도이다.
- 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극을 형성하는 방식을 설명하는 모식도이다.
- 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극의 주사전자현미경 사진이다.
- 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극의 스핀 코팅 시간에 따른 면저항의 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극의 스핀 코팅 시간에 따른 투과도의 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 20는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 나타내는 사진이다.
- 도 21은 도 20의 지문 압력 듀얼 센서를 이용하여 측정된 지문 접촉 시의 캐패시턴스 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에 대하여 지문 접촉 시의 캐패시턴스 변화를 지문 압력 듀얼 센서의 전체 면적에 대하여 도시한다.
- 도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 덮개층의 두께에 따른 캐패시턴스의 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 24는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 외부 압력에 대한 게이트 전압과 드레인 전류의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 25는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 외부 압력에 대한 드레인 전압과 드레인 전류를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037]

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 기술적 사상을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 기술적 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 본 명세서에서 동일한 부호는 시종 동일한 요소를 의미한다. 나아가, 도면에서의 다양한 요소와 영역은 개략적으로 그려진 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 첨부한 도면에 그려진 상대적인 크기나 간격에 의해 제한되지 않는다.

[0038]

도 1 내지 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 제조 방법을 도시하는 평면도들이다.

- [0039] 도 1을 참조하면, 기판(100) 상에 제1 방향으로 연장된 제1 전극(110)과 상기 제1 방향으로 서로 마주보도록 배치된 소스 전극(120)과 드레인 전극(122)을 형성한다. 또한, 소스 전극(120)과 전기적으로 연결된 소스 전극 배선(121) 및 드레인 전극(122)과 전기적으로 연결된 드레인 전극 배선(123)을 형성한다. 제1 전극(110)은 지문 센서를 위한 전극이고, 소스 전극(120)과 드레인 전극(122)은 압력 센서를 위한 전극들이다.
- [0040] 기판(100)은 경성 물질을 포함할 수 있고, 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 기판(100)은 그 상에 배치되는 구성 요소들을 지지하는 기능을 수행하며, 경우에 따라서는 생략될 수 있다. 또는, 기판(100)은 LCD 또는 OLED 등의 화면을 표시하는 디스플레이 구성요소를 지칭할 수 있다.
- [0041] 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)은 제1 전극(110) 사이에 배치될 수 있다. 제1 전극(110)과 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)은 패터닝 방식으로 형성될 수 있고, 동일한 공정에서 형성되거나 또는 다른 공정에서 형성될 수 있다. 또한, 제1 전극(110)과 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)은 동일한 물질을 포함하거나 또는 다른 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(110)과 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)은 동일한 물질을 이용하여 동일한 공정에서 동시에 형성될 수 있다.
- [0042] 소스 전극 배선(121)은 소스 전극(120)을 외부와 전기적으로 연결할 수 있다. 드레인 전극 배선(123)은 드레인 전극(122)을 외부와 전기적으로 연결할 수 있다. 본 실시예에서는 소스 전극(120)들과 각각 연결된 소스 전극 배선(121)들이 하나의 배선으로 통합되어 외부와 전기적으로 연결되고, 드레인 전극(122)들과 각각 연결된 드레인 전극 배선(123)들이 하나의 배선으로 통합되어 외부와 전기적으로 연결된다. 다른 실시예는 도 11을 참조하여 하기에 설명한다.
- [0043] 제1 전극(110), 소스 전극(120), 소스 전극 배선(121), 드레인 전극(122), 및 드레인 전극 배선(123)은 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제1 전극(110), 소스 전극(120), 및 드레인 전극(122)은 원하는 파장의 광을 선별적으로 통과시키는 물질을 포함할 수 있다. 제1 전극(110), 소스 전극(120), 및 드레인 전극(122)은, 예를 들어 ITO(Indium tin oxide), In_2O_3 (Indium oxide), SnO_2 (Tin oxide), 그래핀(Graphene), 탄소 나노튜브(Carbon nanotube), 금속나노선(Metal nanowire), 금속나노메쉬(Metal nanomesh), 금속나노파이버(Metal nanofiber), 금속나노트러프(Metal nanotrough), 전도성 고분자(Conducting polymer), AgNF, 및 AgNW 등을 포함할 수 있다. 또한, 제1 전극(110), 소스 전극(120), 및 드레인 전극(122)은 하기에 설명하는 나노 구조체를 포함할 수 있다.
- [0044] 도 2를 참조하면, 기판(100) 상에 소스 전극(120)과 드레인 전극(122)을 전기적으로 연결하는 채널 영역(130)을 형성한다. 채널 영역(130)은 상기 제1 방향으로 연장될 수 있고, 제1 전극(110) 사이에 배치될 수 있다. 채널 영역(130)은 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122) 각각과 물리적으로 직접 연결되거나 또는 전기적으로 커플링될 수 있다. 도 2에서는, 채널 영역(130)이 4X4의 매트릭스 방식으로 형성되어 있으며, 그러나 이는 예시적이며 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0045] 채널 영역(130)은 게이트 전극(170)의 전압에 의하여 전류 수준이 변화할 수 있는 다양한 물질을 포함할 수 있다. 채널 영역(130)은 예를 들어 반도체 물질을 포함할 수 있고, 또한 디스플레이에 적용되기 위하여 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있거나, 원하는 파장의 광을 선별적으로 통과시키는 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 채널 영역(130)은 그래핀(Graphene), 탄소나노튜브(Carbon Nanotube)를 포함하는 탄소 물질, IZO(Indium zinc oxide), ZTO(Zinc tin oxide), 및 IGZO(Indium gallium zinc oxide) 등을 포함하는 산화물 반도체 물질, 펜타센(Pentacene)과 P3HT(Poly-3-hexylthiophene)를 포함하는 유기반도체 물질, 금속나노선(metal nanowire), 및 갈륨 질화물(GaN) 등을 포함할 수 있다. 또한, 채널 영역(130)은 Si, Ge, Sn, SiC, BN, BP, AlN, AlP, AlAs, GaN, GaAs, GaSe, TiO_2 , CuO, FeO, In_2O_3 , IZO, IGZO, 및 Al_2O_3 등을 포함할 수 있다. 그러나, 이는 예시적이며 채널 기능을 수행할 수 있는 모든 물질이 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 기판(100) 상에 제1 유전층(140)을 형성한다. 제1 유전층(140)은 제1 전극(110), 소스 전극(120), 및 드레인 전극(122)을 전체적으로 덮을 수 있다. 제1 유전층(140)은 복수의 제1 개구부(145)를 포함하고, 제1 개구부(145)에 의하여 채널 영역(130)의 일부 또는 전부가 노출될 수 있다. 참고로, 제1 전극(110), 소스 전극(120), 소스 전극 배선(121), 드레인 전극(122) 및 드레인 전극 배선(123)은 제1 유전층(140)의 하층에 배치된 의미로서 점선으로 도시되어 있다.
- [0047] 제1 유전층(140)은 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제1 유전층(140)은 원하는 파장의 광을 선별적으로 통과시키는 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제1 유전층(140)은 경성 물질로 구성되어 외부의 압력에 대하여 두께가 변하지 않는 물질로 구성될 수 있고, 이에 따라 후속의 공정에서 형성되는 제2 전극(15

0)의 손상을 방지할 수 있다. 제1 유전층(140)은 예를 들어 유리, 석영, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 하프늄 산화물, 또는 폴리머를 포함할 수 있고, 예를 들어, SU-8과 같은 에폭시계 포토레지스트, 폴리비닐알콜(polyvinyl alcohol, PVA), 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone, PVP), 폴리이미드(polyimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylenenaphthalate, PEN), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate, PET), 폴리메틸메스아크릴레이트(PMMA), 및 폴리디메틸실록산(PDMS) 등을 포함할 수 있다. 제1 유전층(140)은 스핀 코팅, 증착 등 다양한 방식으로 형성될 수 있다.

[0048] 도 4를 참조하면, 제1 유전층(140) 상에 제2 전극(150)을 형성한다. 제2 전극(150)은 지문 센서를 위한 전극이다. 제2 전극(150)은 상기 제1 방향에 대하여 일정한 각도를 가지는 제2 방향으로 연장된다. 상기 일정한 각도는 0도 초과 내지 90도 이하일 수 있고, 예를 들어 제1 전극(110)과 제2 전극(150)은 서로 수직일 수 있다. 제2 전극(150)은 채널 영역(130) 사이에 배치될 수 있고, 채널 영역(130)과는 교차되지 않도록 배치될 수 있다. 이에 따라, 제1 유전층(140)은 제1 전극(110)과 제2 전극(150) 사이에 배치되게 되고, 제1 유전층(140)은 제1 전극(110)과 제2 전극(150)을 서로 전기적으로 절연할 수 있다.

[0049] 제2 전극(150)은 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제2 전극(150)은 원하는 파장의 광을 선별적으로 통과시키는 물질을 포함할 수 있다. 제2 전극(150)은, 예를 들어 ITO(Indium tin oxide), In_2O_3 (Indium oxide), SnO_2 (Tin oxide), 그래핀(Graphene), 탄소나노튜브(Carbon nanotube), 금속나노선(Metal nanowire), 금속나노메쉬(Metal nanomesh), 금속나노파이버(Metal nanofiber), 금속나노트러프(Metal nanotrough), 전도성 고분자(Conducting polymer), AgNF, 및 AgNW 등을 포함할 수 있다. 제2 전극(150)은 제1 전극(110)과 동일한 물질을 포함하거나 또는 다른 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제2 전극(150)은 하기에 설명하는 나노 구조체를 포함할 수 있다.

[0050] 도 5를 참조하면, 제1 유전층(140) 상에 제2 유전층(160)을 형성한다. 제2 유전층(160)은 제2 전극(150)을 전체적으로 덮을 수 있다. 제2 유전층(160)은 복수의 제2 개구부(165)를 포함하고, 제2 개구부(165)에 의하여 채널 영역(130)이 노출된다. 제1 개구부(145)와 제2 개구부(165)는 채널 영역(130)을 노출하기 위하여 중첩되어 동일한 위치에 배치될 수 있다. 제1 개구부(145)와 제2 개구부(165)는 동일한 크기를 가지거나 또는 서로 다른 크기를 가질 수 있다. 참고로, 제2 전극(150)은 제2 유전층(160)의 하측에 배치된 의미로서 점선으로 도시되어 있고, 이전에 도면에서 점선으로 도시된 제1 전극(110), 소스 전극(120), 및 드레인 전극(122)은 간명함을 위하여 생략되어 있다.

[0051] 제2 유전층(160)은 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제2 유전층(160)은 원하는 파장의 광을 선별적으로 통과시키는 물질을 포함할 수 있다. 또한, 제2 유전층(160)은 탄성 물질로 구성되어 외부 압력에 대하여 두께가 변하는 물질로 구성될 수 있고, 이에 따라 압력 감지를 수행할 수 있다. 제2 유전층(160)은, 예를 들어 고무(rubber), PDMS(Polydimethylsiloxane), 벤조페논(Benzophenone), 자일렌(Xylene), 에코플렉스(EcoFlex), 누실(Nusil), 하이드로젤(hydrogel) 폴리우레탄(polyurethane), RTV, 플락산(Flaxane), 테코산(Tecothane), 나이트릴(Nitrile), 네오프렌(Neoprene), EPDM(ethylene propylene diene monomer), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 실리콘(silicone), 플로로카본바이톤(Fluorocarbon viton), 폴리우레탄(polyurethane), 및 폴리부타디엔(polybutadiene) 등을 포함할 수 있다. 제2 유전층(160)은 스핀 코팅, 증착 등 다양한 방식으로 형성될 수 있다.

[0052] 도 6을 참조하면, 제2 유전층(160) 상에 게이트 전극(170)을 형성한다. 게이트 전극(170)은 채널 영역(130) 상에 채널 영역(130)에 대응하여 배치될 수 있다. 이에 따라, 채널 영역(130)과 게이트 전극(170) 사이에는 제1 개구부(145) 및 제2 개구부(165)에 의하여 구비되는 공기층이 배치될 수 있다. 또한, 게이트 전극(170)은 제2 전극(150) 사이에 배치될 수 있다. 게이트 전극(170)은 상기 제2 방향으로 연장될 수 있다. 게이트 전극(170)은 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 또한, 게이트 전극(170)은 원하는 파장의 광을 선별적으로 통과시키는 물질을 포함할 수 있다. 게이트 전극(170)은, 예를 들어 ITO(Indium tin oxide), In_2O_3 (Indium oxide), SnO_2 (Tin oxide), 그래핀(Graphene), 탄소나노튜브(Carbon nanotube), 금속나노선(Metal nanowire), 금속나노메쉬(Metal nanomesh), 금속나노파이버(Metal nanofiber), 금속나노트러프(Metal nanotrough), 전도성 고분자(Conducting polymer), AgNF, 및 AgNW 등을 포함할 수 있다. 게이트 전극(170)은 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)과 동일한 물질을 포함하거나 또는 다른 물질을 포함할 수 있다. 또한, 게이트 전극(170)은 하기에 설명하는 나노 구조체를 포함할 수 있다.

[0053] 도 7을 참조하면, 제2 유전층(160) 상에 덮개층(180)을 형성한다. 덮개층(180)은 채널 영역(130) 및 게이트 전

극(170)을 전체적으로 덮을 수 있다. 덮개층(180)은 게이트 전극(170) 상에 위치하여, 게이트 전극(170)을 지문 접촉이나 외부 환경으로부터 보호할 수 있다. 덮개층(180)은 광을 통과시키는 투명한 물질을 포함할 수 있다. 또한, 덮개층(180)은 원하는 파장의 광을 선별적으로 통과시키는 물질을 포함할 수 있다. 덮개층(180)은 제1 유전층(140)에 적용되는 물질과 실질적으로 동일한 물질을 포함할 수 있다. 참고로, 채널 영역(130) 및 게이트 전극(170)은 덮개층(180)의 하측에 배치된 의미로서 점선으로 도시되어 있고, 이전에 도면에서 점선으로 도시된 제2 전극(150)은 간명함을 위하여 생략되어 있다.

[0055] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)의 단면도이다.

[0056] 도 8을 참조하면, 지문 압력 듀얼 센서(10)는 기관(100), 제1 전극(110, 도 1 참조), 소스 전극(120), 소스 전극 배선(121, 도 1 참조), 드레인 전극(122), 드레인 전극 배선(123, 도 1 참조), 채널 영역(130), 제1 유전층(140), 제2 전극(150), 제2 유전층(160), 게이트 전극(170), 및 덮개층(180)을 포함한다.

[0057] 제1 전극(110, 도 1 참조), 소스 전극(120), 드레인 전극(122), 및 채널 영역(130)은 기관(100) 상에 제1 방향으로 연장되도록 배치된다. 채널 영역(130)은 기관(100) 상에 배치되고 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 유전층(140)은 기관(100) 상에 배치될 수 있고, 제1 전극(110), 소스 전극(120), 소스 전극 배선(121), 드레인 전극(122), 드레인 전극 배선(123) 및 채널 영역(130)을 덮을 수 있다. 제1 유전층(140)에 구비된 제1 개구부(145)에 의하여 채널 영역(130)의 전부 또는 일부가 노출될 수 있다. 제2 전극(150)은 제1 유전층(140) 상에 상기 제2 방향으로 연장되도록 배치될 수 있다. 제2 유전층(160)은 제1 유전층(140) 상에 배치될 수 있고, 제2 전극(150)을 덮을 수 있다. 제2 유전층(160)에 구비된 제2 개구부(165)에 의하여 채널 영역(130)이 노출될 수 있다. 게이트 전극(170)은 제2 유전층(160) 상에 배치될 수 있고, 채널 영역(130) 상에 채널 영역(130)에 대응하여 배치될 수 있다. 덮개층(180)은 제2 유전층(160) 상에 배치될 수 있고, 게이트 전극(170)을 덮을 수 있다. 제1 개구부(145) 및 제2 개구부(165)에 의하여 형성된 정전용량 변화층(190)은 채널 영역(130)과 게이트 전극(170) 사이에 배치될 수 있다. 본 실시예에서는 정전용량 변화층(190)은 공기를 수용하여 구성될 수 있다.

[0059] 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)는 지문 센서부와 압력 센서부를 포함할 수 있다. 이하에서는, 상기 지문 센서부의 구조와 상기 압력 센서부의 구조를 개별적으로 설명하기로 한다.

[0060] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)에서의 지문 센서부를 도시하는 평면도이다. 도 9에서, 상기 압력 센서부에 해당되는 구성요소들은 생략되어 있다.

[0061] 도 9를 참조하면, 상기 지문 센서부는 제1 전극(110), 제2 전극(150), 및 제1 유전층(140)으로 구성될 수 있다. 제1 전극(110)과 제2 전극(150)은 매트릭스 형상을 형성할 수 있다. 제1 전극(110)과 제2 전극(150)이 교차되어 구성되는 적색 원형 영역에서는 지문 센서 단위 셀(195)이 형성된다.

[0062] 제1 전극(110) 및 제2 전극(150) 중 적어도 어느 하나는 하기와 같은 치수를 만족할 수 있다. 지문의 리지와 밸리의 주기가 최대 150 μm 수준이므로, 제1 전극(110)의 폭(W1)은 0 μm 초과 내지 150 μm 이하 범위를 가질 수 있다. 이와 유사하게, 제2 전극(150)은 0 μm 초과 내지 150 μm 이하 범위의 폭을 가질 수 있다. 지문의 리지와 밸리 사이의 평균 주기에 따라 제1 전극(110)의 간격(S1)이 정해질 수 있고, 이에 따라 간격(S1)은 2 μm 이상 내지 80 μm 이하 범위일 수 있다. 이와 유사하게, 제2 전극(150)의 간격은 2 μm 이상 내지 80 μm 이하 범위일 수 있다. 제1 전극(110)은 상대적으로 상측에 배치될 수 있으므로 상측 전극으로 지칭될 수 있고, 제2 전극(150)은 상대적으로 하측에 배치될 수 있으므로 하측 전극으로 지칭될 수 있다.

[0063] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)에서의 압력 센서부를 도시하는 평면도이다. 도 10에서, 상기 지문 센서부에 해당되는 구성요소들은 생략되어 있다.

[0064] 도 10을 참조하면, 상기 압력 센서부는 소스 전극(120), 드레인 전극(122), 채널 영역(130), 게이트 전극(170), 및 제2 유전층(160)으로 구성될 수 있다. 채널 영역(130)과 게이트 전극(170)은 매트릭스 형상을 형성할 수 있다. 채널 영역(130)과 게이트 전극(170)이 교차되어 구성되는 청색 원형 영역에서는 단위 압력 센서 셀(197)이 형성된다.

[0065] 소스 전극(120), 드레인 전극(122), 및 게이트 전극(170) 중 적어도 어느 하나는 하기와 같은 치수를 만족할 수 있다. 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)은 제1 전극(110) 사이에 배치되어야 하며, 게이트 전극(170)은 제2 전극(150) 사이에 배치되어야 하므로, 소스 전극(120), 드레인 전극(122), 및 게이트 전극(170) 중 적어도 어느 하나는 0 μm 초과 내지 70 μm 이하 범위의 폭(W2)을 가질 수 있다. 채널 영역(130)은 소스 전극(120) 및 드레인 전극(122)의 폭과 거의 동일한 폭을 가질 수 있고, 예를 들어 0 μm 초과 내지 70 μm 이하 범위의 폭을 가질

수 있다. 채널 영역(130)은 압력 센서의 해상도에 따라 길이가 변화할 수 있고, 예를 들어 0 μm 초과 내지 500 μm 이하 범위의 길이를 가질 수 있다.

[0066] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에서의 소스 전극 배선 및 드레인 전극 배선을 도시하는 평면도이다.

[0067] 도 11을 참조하면, 도 1과는 달리, 소스 전극(120)들과 각각 연결된 소스 전극 배선(121)들이 개별적으로 각각 외부와 연결되고, 드레인 전극(122)들과 각각 연결된 드레인 전극 배선(123)들이 개별적으로 각각 외부와 연결된다. 도 11에 도시된 소스 전극 배선(121)과 드레인 전극 배선(123)을 포함하여, 도 2 내지 도 7을 참조하여 설명한 제조 방법을 따라서 지문 압력 듀얼 센서를 형성하는 것도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.

[0069] 이하에서는, 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)에서의 상기 지문 센서부의 작동을 설명하기로 한다.

[0070] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에서 감지되는 인체의 지문을 도시하는 개략도이다.

[0071] 도 12를 참조하면, 인체의 지문은 사람마다 다른 독창적인 지문 패턴을 가지고 있으나, 그 형상에 따라 분류하면, 아치형(arch), 소용돌이형(whorl), 단일 루프형(simple loop) 및 이중 루프형(double loops)으로 분류될 수 있다. 이러한 지문들은 돌출된 부분인 리지(ridge, 1)와 함몰된 부분인 밸리(valley, 2)로 구성되어 상기 지문 패턴을 형성한다. 일반적으로, 리지(1)는 100 μm 이상 내지 400 μm 이하 범위의 폭을 가지고, 밸리(2)는 60 μm 이상 내지 220 μm 이하 범위의 폭을 가진다. 밸리(2)의 폭의 평균은 약 109 μm 이다.

[0072] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 지문 센서 구동방법을 도시하는 개략도이다.

[0073] 도 13을 참조하면, 지문의 리지(1)가 지문 압력 듀얼 센서의 전극(3)에 접촉하거나 또는 전극(3) 상에 위치한 보호막(4)에 접촉하면, 지문의 밸리(2)와 전극(3) 사이에 공간이 생기게 되고 이러한 공간은 캐패시터(5)의 기능을 수행하게 된다. 따라서, 캐패시터(5)에 의하여 반응 신호를 생성하며, 즉, 캐패시터(5)가 생성된 영역이 반응 신호 발생 영역이 된다. 구체적으로, 지문 센서로부터의 리지(1)와 밸리(2)의 거리차로부터 야기되는 캐패시턴스 차이를 이용하여 리지(1)와 밸리(2)를 감지하게 된다.

[0074] 이하에서는, 지문 압력 듀얼 센서에서 상기 지문 센서부에서 지문 접촉에 의하여 발생하는 캐패시턴스 변화에 대하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0075] 상기 지문 센서부를 구성하는 박막 캐패시터 어레이의 경우에는 하기와 같은 두 가지 종류의 캐패시턴스를 고려하여야 하며, 이는 병렬 캐패시턴스(Parallel capacitance)와 프린징 캐패시턴스(fringing capacitance)이다. 상기 병렬 캐패시턴스는 전극이 교차하는 영역(즉, 지문 센서 단위 셀, 도 9의 195)의 캐패시턴스이고, 상기 프린징 캐패시턴스는 전극의 에지(edge)와 에지 사이의 캐패시턴스이다. 따라서, 전체 캐패시턴스는 하기의 식과 같이 상기 병렬 캐패시턴스와 상기 프린징 캐패시턴스의 합으로 나타난다.

[병렬 캐패시턴스]	[프린징 캐패시턴스]	[전체 캐패시턴스]
$C = \varepsilon \frac{wl}{d} + C = \frac{\pi \varepsilon l}{\log\left(\frac{4d}{h}\right)} = C = \varepsilon \frac{wl}{d} + \frac{2\pi \varepsilon l}{\log\left(\frac{4d}{h}\right)}$		

[0076]

[0077] (여기에서, ε 는 전극 사이 공간의 유전율, w 는 전극의 폭, l 은 전극의 길이, d 는 상측 전극과 하측 전극 사이의 거리, h 는 전극의 두께임)

[0078] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)에서의 지문 센서부에서 지문 접촉 시의 캐패시턴스 변화를 설명하기 위한 그래프이다.

[0079] 도 14를 참조하면, 상기 지문 압력 듀얼 센서의 지문 센서부에 지문 접촉시 캐패시턴스가 감소되는 변화를 나타낸다. 지문의 리지(ridge) 또는 밸리(valley)가 접촉되는 경우 캐패시턴스의 감소가 나타나며, 그 감소 정도는 0.01% 이상 내지 50 % 이하의 범위일 수 있다. 도 14에서는 리지가 접촉되는 경우 캐패시턴스의 저하가 밸리 접촉시에 비하여 큰 것으로 도시되어 있으나, 이는 예시적이며 밸리가 접촉되는 경우의 캐패시턴스 저하가 더 큰 경우도 본 발명의 기술적 사상에 포함된다.

[0081] 이하에서는, 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)에서의 상기 압력 센서부의 작동을 설명하

기로 한다.

- [0082] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 도 8의 지문 압력 듀얼 센서(10)의 가압에 따른 압력 센서부의 작동을 나타내는 단면도이다.
- [0083] 도 15를 참조하면, 외부 압력(화살표로 표시됨)이 가해지면, 상기 외부 압력에 의하여 제2 유전층(160)의 두께가 감소되게 되고, 이에 따라 정전 용량 변화층(190)의 두께도 감소되게 된다. 따라서, 정전 용량 변화층(190)의 정전 용량이 변하게 되어 전기적 특성이 변화하고, 이를 통하여 압력을 감지할 수 있다. 구체적으로, 소스 전극(120), 드레인 전극(122), 및 게이트 전극(170)으로 구성되는 정전용량 감지회로에 의하여 정전 용량 변화층(190)의 정전 용량의 변화를 전기적 신호로 변화시킬 수 있다. 상기 정전용량 감지회로는 예시적이며, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 회로 패턴으로 형성될 수 있다.
- [0084] 상기 정전 용량 감지회로는 설정된 영역에 대하여 복수개가 서로 이격되게 행과 열을 이루어 배치되어, 상기 설정 영역에 대한 압력을 감지할 수 있다. 구체적으로, 손가락 터치시 제2 유전층(160)이 눌리는 힘의 크기 정도에 따른 제2 유전층(160)의 두께 변화에 대한 전기적 특성변화의 정도를 영역에 따라 선별적으로 감지할 수 있고, 이에 따라 멀티 터치를 가능하게 한다.
- [0085] 상기 외부 압력에 의하여 탄성 물질로 구성된 제2 유전층(160)의 두께는 변화하지만, 강성 물질로 구성된 제1 유전층(140)의 두께는 변화하지 않을 수 있다. 즉, 정전 용량 변화층(190)의 제2 개구부(165)에 의하여 둘러싸인 영역의 두께는 변화하지만, 정전 용량 변화층(190)의 제1 개구부(145)에 의하여 둘러싸인 영역의 두께는 변화하지 않을 수 있다. 그러나, 이는 예시적이며, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0086] 한편, 외부 압력에 따라 정전 용량이 변화되는 정전 용량 변화층(190)은 공기를 포함하여 구성된 것을 설명하였으나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정되는 것은 아니다. 정전 용량 변화층(190)은 유전상수(Dielectric constant)를 알고 있는 유전체를 사용할 수 있고, 예를 들어 PDMS(Sylgard184; 유전상수 3), 폴리이미드(Polyimide; 유전상수 3.4), 누실(EPM2490; 유전상수 3.4), 아세트산(유전상수 6.2), 아세톤(유전상수 20.7), 에탄올(유전상수 24.3), 메탄올(유전상수 33.1), 피리딘(유전상수 1.12), 물(유전상수 80.4) 등을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0087] 제2 유전층(160)은 상술한 바와 같이 외부 압력에 따라 두께가 변화는 탄성 물질로 구성되고, 1 GPa 내지 20 GPa 범위의 탄성 계수(young's modulus)를 가질 수 있다. 제2 유전층(160)의 두께는 0.1 mm 내지 5 mm 범위의 두께를 가질 수 있다.
- [0089] 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서(10)는 하기와 같은 특성을 가질 수 있다.
- [0090] 지문 압력 듀얼 센서(10)는 광에 대하여 일정 수준 이상의, 예를 들어 60% 이상 내지 100 % 미만 범위의 투과도를 가질 수 있고, 예를 들어 550 nm의 광에 대하여 70% 이상 내지 100 % 미만 범위의 투과도를 가질 수 있다. 이러한 투과도는 디스플레이에 통합된 지문 압력 듀얼 센서를 구현할 수 있다.
- [0091] 또한, 지문 압력 듀얼 센서(10)는, 예를 들어 0 $\Omega/\square$ 초과 내지 20 $\Omega/\square$ 이하 범위의 면저항을 가질 수 있고, 예를 들어 0 $\Omega/\square$ 초과 내지 10 $\Omega/\square$ 이하 범위의 면저항을 가질 수 있다. 여기에서 " $\square$ "는 "square"를 의미한다. 이러한 범위의 면저항은 고해상도 패턴에서 교류 구동을 가능하게 한다.
- [0092] 지문 압력 듀얼 센서(10)는, 예를 들어 10 fF 이상 내지 500 μ F 이하 범위의 수치의 전체 캐패시턴스를 가질 수 있다. 제1 전극(110)과 제2 전극(150)이 교차되어 구성되는 지문 센서 단위 셀(195, 도 9 참조)은 각각, 예를 들어 10 fF 이상 내지 500 μ F 이하의 범위의 캐패시턴스를 가질 수 있다. 상기 캐패시턴스의 수치가 상기 범위에 비하여 큰 경우에는 고주파 구동이 어려울 수 있다. 지문 압력 듀얼 센서(10)는 지문 접촉 시 상기 캐패시턴스가 0.01% 이상 내지 50% 이하 범위의 감소를 나타낼 수 있다.
- [0093] 제1 유전층(140)은 상기 캐패시턴스 수치를 나타내는 두께를 가질 수 있고, 예를 들어 10 nm 이상 내지 50 μ m 이하의 범위의 두께를 가질 수 있다. 제1 유전층(140)은, 예를 들어 2 이상 내지 15 이하의 범위의 유전 상수를 가질 수 있다.
- [0094] 덮개층(180)은 민감도의 증가를 위하여 유전 상수가 중요하다. 덮개층(180)은, 예를 들어 4 이상 내지 15 이하의 범위의 유전 상수를 가질 수 있다. 덮개층(180)은, 예를 들어 70% 이상 내지 100% 미만의 투과도를 가질 수 있다. 덮개층(180)은 상술한 바와 같은 제1 유전층(140)과 동일하거나 유사한 물질로 구성될 수 있다.
- [0095] 지문 압력 듀얼 센서(10)를 구동하기 위하여는, 노이즈 감소를 위하여 고주파 구동이 필요하며, 예를 들어 10

kHz 이상 내지 1 MHz 이하 범위, 예를 들어 100 kHz 이상 내지 1 MHz 이하 범위의 구동 주파수를 가질 수 있다. 지문 압력 듀얼 센서(10)는 지문의 리지와 밸리에 따른 캐패시턴스 변화가 0.01% 이상 내지 50% 이하 범위를 가질 수 있다. 지문 압력 듀얼 센서(10)는 1 V 이상 내지 100 V 이하 범위의 구동 전압을 가질 수 있다. 상기 구동 전압 범위는 웨어러블 기기 및 스마트 기기에 사용되기에 적합하다.

[0097] 이하에서는, 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 전극들을 구성하는 구조 및 물질에 대하여 상세하게 설명하기로 한다. 상기 전극들은 상기 지문 센서부를 구성하는 제1 전극 또는 제2 전극이거나, 상기 압력 센서부를 구성하는 소스 전극, 드레인 전극, 또는 게이트 전극일 수 있다.

[0098] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극을 형성하는 방식을 설명하는 모식도이다.

[0099] 도 16을 참조하면, 상기 전극은 제1 직경을 가지는 제1 나노 구조체와 상기 제1 직경에 비하여 작은 제2 직경을 가지는 제2 나노 구조체가 서로 결합하여 형성한 하이브리드 구조체를 포함한다. 상기 제1 나노 구조체는 주 전도 경로를 형성하고, 상기 제2 나노 구조체는 상기 제1 나노 구조체가 이루는 빈 공간에 배치되어 상기 제1 나노 구조체를 전기적으로 연결시켜 보조 전도 경로를 제공할 수 있다. 또한, 미세 패턴을 형성하게 되어 상기 제1 나노 구조체의 전도 경로가 단락되는 경우에, 상기 제2 나노 구조체에 의하여 전도 경로가 제공될 수 있다.

[0100] 상기 제1 나노 구조체는, 예를 들어 100 nm 이상 내지 10 μm 이하의 범위의 상기 제1 직경을 가질 수 있다. 상기 제1 나노 구조체는 전도성을 가지는 물질을 포함할 수 있고, 예를 들어 금속을 포함할 수 있고, 예를 들어 은(Ag), 금(Au), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 철(Fe) 등을 포함할 수 있다. 상기 제1 나노 구조체는 동축 전기방사 방법을 이용하거나 또는 나노 트롯 방법을 이용하여 형성할 수 있다.

[0101] 상기 제2 나노 구조체는, 예를 들어 10 nm 이상 내지 100 nm 이하의 범위의 상기 제2 직경을 가질 수 있다. 상기 제2 나노 구조체는 전도성을 가지는 물질을 포함할 수 있고, 예를 들어 금속을 포함할 수 있고, 예를 들어 은(Ag), 금(Au), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 크롬(Cr), 니켈(Ni), 철(Fe) 등을 포함할 수 있다. 상기 제1 나노 구조체와 상기 제2 나노 구조체는 동일하거나 다른 물질을 포함할 수 있다. 상기 제2 나노 구조체는 스핀 코팅, 에어 스프레이, 전기적 스프레이, 바 코팅 등의 방법을 이용하여 형성할 수 있다.

[0102] 금속 전극이나 인듐 주석 산화물 투명전극과 같은 2차원 전극의 경우에는 프린징 캐패시턴스에 비하여 병렬 캐패시턴스가 더 크므로, 접촉 민감도를 증가시키기 위하여 전극 패턴의 형상을 다양하게 형성시키는 한계가 있다. 그러나, 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서는 제1 전극과 제2 전극으로 구성된 1차원 전극(즉, 선형 전극)을 형성하면 프린징 캐패시턴스를 최대화할 수 있으므로, 종래의 복잡한 패턴을 형성하는 대신에 단순한 선형 패턴을 이용하여 높은 접촉 민감도를 구현할 수 있다.

[0103] 상기 제1 나노 구조체로만 전극을 구성하는 경우에는 고해상도의 패턴을 형성하기 어렵고, 상기 제2 나노 구조체로만 전극을 구성하는 경우에는 높은 저항을 가지므로, 예를 들어 10 kHz 이상의 고주파에서, 예를 들어 100 kHz 이상의 고주파에서 구동하기 어렵다. 본 발명의 기술적 사상에 따른 지문 압력 듀얼 센서는 상기 제1 나노 구조체와 제2 나노 구조체를 가짐에 따라 프린징 캐패시턴스를 증가시킬 수 있고, 고주파 구동을 가능하게 할 수 있다. 또한, 상기 제1 나노 구조체와 상기 제2 나노 구조체의 비율을 조절하여 메쉬 구조를 형성할 수 있고, 이에 따라 프린징 캐패시턴스를 최대화할 수 있다.

[0104] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극의 주사전자현미경 사진이다.

[0105] 도 17을 참조하면, 상기 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극은 도 16의 모식도에서 설명한 바와 같은 상기 제1 나노 구조체와 상기 제2 나노 구조체가 나타나 있다. 상기 제1 나노 구조체 및 상기 제2 나노 구조체는 은으로 구성되어 있다. 상기 지문 압력 듀얼 센서는 550 nm에서 88%의 투과도를 가지고, $1.61 \pm 0.1 \Omega/\square$ 의 면저항을 가진다.

[0107] 이하에서는, 상기 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극을 제조함에 있어서, 제1 나노 구조체를 먼저 형성하고, 이후 제2 나노 구조체를 스핀 코팅에 의하여 형성하는 경우에 스핀 코팅 시간에 따른 특성 변화를 분석하였다. 스핀 코팅 시간이 증가됨에 따라 제2 나노 구조체의 양이 증가된다.

[0108] 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극의 스핀 코팅 시간에 따른 면저항의 변화를 나타내는 그래프이다.

[0109] 도 18을 참조하면, 40초의 스핀 코팅에서 $1.61 \pm 0.1 \Omega/\square$ 의 면저항을 나타내며, 이후 스핀 코팅 시간이 증가됨에 따라 면저항이 감소되었다. 대략 100초 이내의 스핀 코팅 시간의 범위에서는 면저항의 감소가 급격하게

나타났고, 100초 이후의 스핀 코팅 시간에서는 면저항의 감소가 완만하게 나타났다.

[0110] 도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극의 스핀 코팅 시간에 따른 투과도의 변화를 나타내는 그래프이다.

[0111] 도 19를 참조하면, 40초의 전기 방사에서 550nm 광에 대하여 88%의 투과도를 나타내며, 이후 전기 방사 시간이 증가됨에 따라 투과도가 감소되었다. 대략 100초 이내의 전기 방사 시간의 범위에서는 면저항의 감소가 급격하게 나타났고, 100초 이후의 전기 방사 시간에서는 면저항의 감소가 완만하게 나타났다.

[0113] 표 1은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극의 특성을 나타내는 표이다.

표 1

	면저항 ($\Omega/\square$)	투과도 (%)	최대 선평 (μm)	고주파구동 가능여부	지문 접촉시 캐패시턴스 변화
제1나노구조체	3	90	200	X	X
제2나노구조체	30	90	20	X	X
하이브리드구조체	30	98	50	X	X
하이브리드구조체	20	94	50	0	8%
하이브리드구조체	10	93	50	0	9%
하이브리드구조체	1.2	88	50	0	15%
하이브리드구조체	1.1	85	50	0	15%
하이브리드구조체	0.9	73	50	0	16%
하이브리드구조체	0.8	65	50	0	12%
하이브리드구조체	0.7	55	50	0	9%
하이브리드구조체	0.5	49	50	0	6%
하이브리드구조체	0.05	38	50	0	4%
하이브리드구조체	0.012	21	50	0	3%

[0116] 표 1을 참조하면, 본 발명의 기술적 사상에 따라 하이브리드 구조체를 형성하는 경우에, 면저항을 제2 나노구조체 만을 포함하는 경우의 30 $\Omega/\square$ 에 비하여 감소시킬 수 있고, 심지어는 제1 나노구조체 만을 포함하는 경우의 3 $\Omega/\square$ 에 비하여도 감소시킬 수 있다. 이는, 상기 제2 나노 구조체의 함량이 증가되어 제1 나노 구조체가 이루는 빈 공간에 상기 제2 나노 구조체가 배치되어 확장된 전도 경로를 제공하는 것이기 때문으로 분석된다. 그러나, 상기 제2 나노 구조체가 증가됨에 따라 투과도의 감소를 가져오게 됨을 유의한다.

[0117] 따라서, 투과도 60% 이상, 면저항 20 $\Omega/\square$ 이하, 지문 접촉에 따른 캐패시턴스 변화 7% 이상을 기준으로 최적 조건을 도출할 수 있다. 따라서, 상기 제1 나노 구조체와 상기 제2 나노 구조체의 비율은, 예를 들어 10:90 내지 90:10의 범위에서, 예를 들어 30:70 내지 90: 10의 범위에서 지문 압력 듀얼 센서의 구동이 가능할 것으로 분석된다. 상기 범위는 지문 압력 듀얼 센서를 구성하는 전극을 현미경을 이용하여 제1 나노 구조체와 제2 나노 구조체의 형상 분포를 분석함에 의하여 도출될 수 있다.

[0118] 도 20는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서를 나타내는 사진이다. 도 21은 도 20의 지문 압력 듀얼 센서를 이용하여 측정된 지문 접촉 시의 캐패시턴스 변화를 나타내는 그래프이다.

[0119] 도 20 및 도 21을 참조하면, 투명한 선형 전극들이 서로 교차된 형태의 투명 지문 압력 듀얼 센서를 제작하였다. 150 kHz의 주파수에서 3V의 전압에서 손가락을 이동하면서 리지와 밸리가 접촉되는 경우의 캐패시턴스의 변화를 확인하였다. 지문의 리지와 밸리의 접촉 시 캐패시턴스 수치가 변화됨에 따라, 상기 지문 압력 듀얼 센서는 높은 민감도를 가짐을 확인할 수 있다.

[0120] 도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서에 대하여 지문 접촉 시의 캐패시턴스 변화를 지문 압력 듀얼 센서의 전체 면적에 대하여 도시한다.

[0121] 도 22를 참조하면, 지문의 리지와 밸리의 형상이 다른 캐패시턴스 수치를 나타내는 다른 색상으로 명확하게 나타나 있으므로, 상기 지문 압력 듀얼 센서는 높은 민감도를 가짐을 확인할 수 있다.

[0122] 도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 덮개층의 두께에 따른 캐패시턴스의 변화를 나타내는 그래프이다.

[0123] 도 23을 참조하면, 덮개층의 두께가 두꺼워짐에 따라 캐패시턴스의 변화가 감소됨을 확인할 수 있다.

[0125] 표 2는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 외부 압력에 따른 이동도를 나타내는 표이다. 단위는 cm^2/Vs 이다

표 2

	0 kPa	62 kPa	131 kPa	187 kPa	250 kPa
p-형	168000	166000	70000	48000	28000
n-형	198000	326000	350000	327000	310000

[0128] 표 2를 참조하면, p-형의 경우에는 압력에 따라 이동도가 감소하는 반면, n-형은 압력이 증가되면 이동도가 증가하는 것을 알 수 있다.

[0129] 도 24는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 외부 압력에 대한 게이트 전압과 드레인 전류의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 24에서, 드레인 전압은 0.1V인 경우이다.

[0130] 도 24를 참조하면, 외부 압력이 증가됨에 따라 그래프가 왼쪽으로 이동함을 알 수 있다.

[0131] 도 25는 본 발명의 일실시예에 따른 지문 압력 듀얼 센서의 외부 압력에 대한 드레인 전압과 드레인 전류를 나타내는 그래프이다. 도 25에서 게이트 전압은 40V인 경우이다.

[0132] 도 25를 참조하면, 외부 압력이 증가됨에 따라 그래프가 위쪽으로 이동하여 기울기가 증가됨을 알 수 있다.

[0133] 도 24 및 도 25의 결과에 따라, 외부 압력에 따라 압력 감지부를 구성하는 트랜지스터(즉, 소스 전극, 드레인 전극, 및 게이트 전극으로 구성됨)의 전기적 특성이 변화되므로, 압력 감지가 가능함을 알 수 있다.

[0135] 이상에서 설명한 본 발명의 기술적 사상이 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은, 본 발명의 기술적 사상이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

부호의 설명

[0136] 1: 리지, 2: 벨리, 3: 전극, 4: 보호막, 5: 캐패시터.

10: 지문 압력 듀얼 센서,

100: 기관, 110: 제1 전극, 120: 소스 전극, 121: 소스 전극 배선,

122: 드레인 전극, 123: 드레인 전극 배선,

130: 채널 영역, 140: 제1 유전층, 145: 제1 개구부,

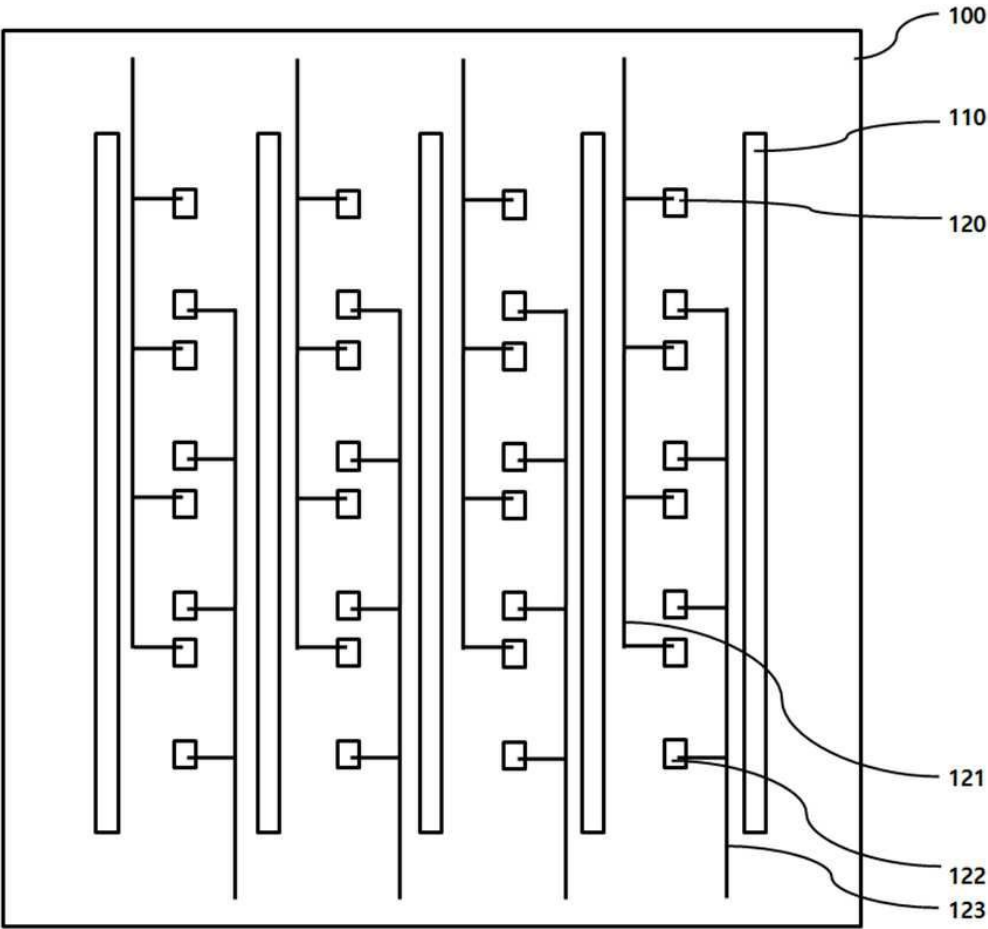
150: 제2 전극, 160: 제2 유전층, 165: 제2 개구부,

170: 게이트 전극, 180: 덮개층, 190: 정전 용량 변화층,

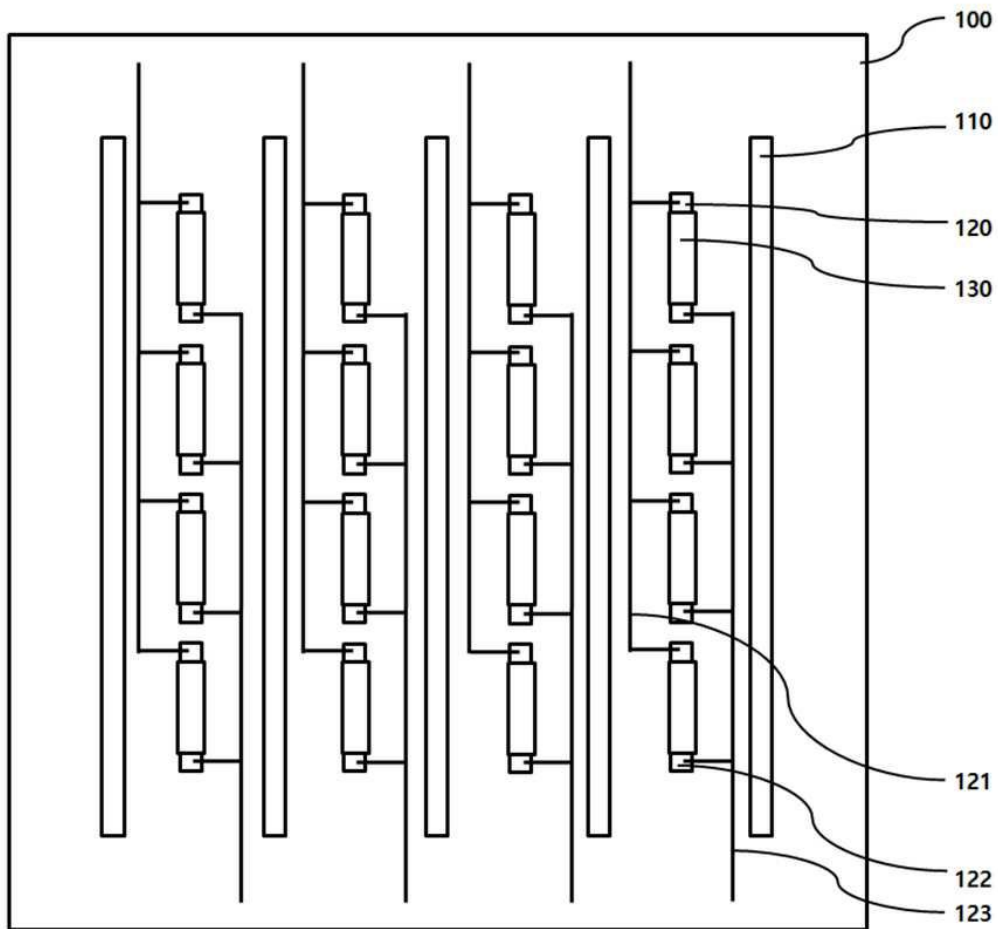
195: 지문 센서 단위 셀, 197: 단위 압력 센서 셀,

도면

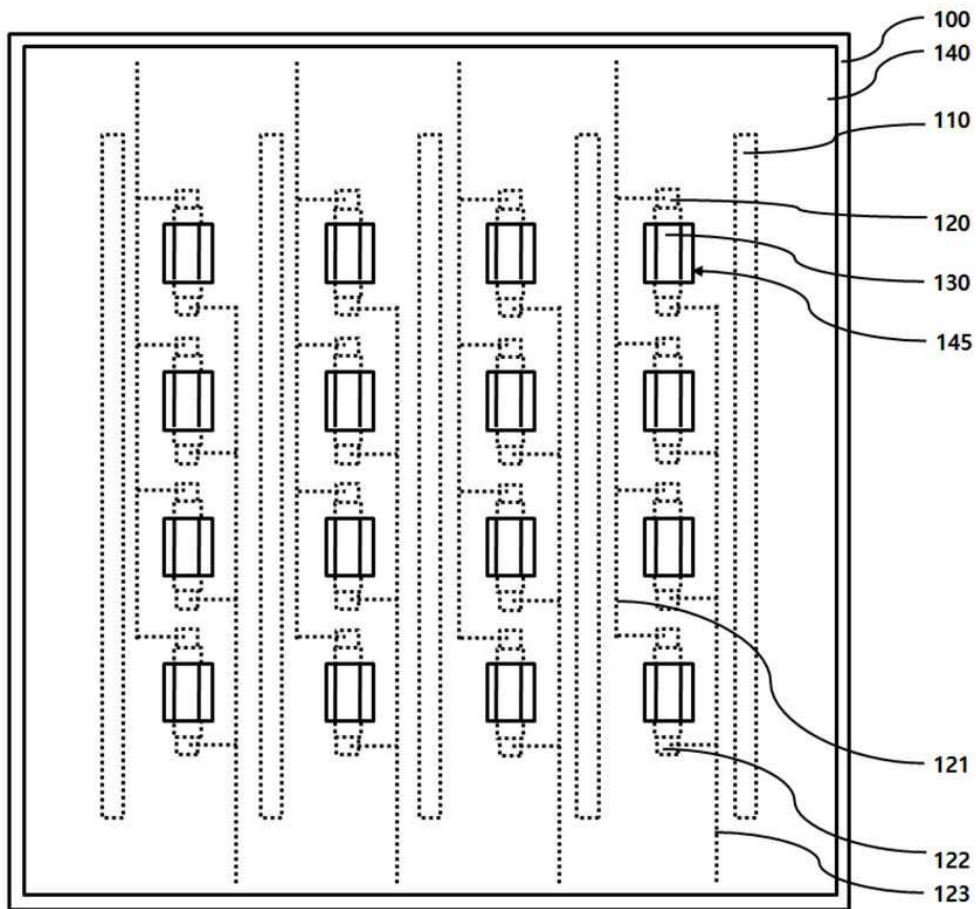
도면1



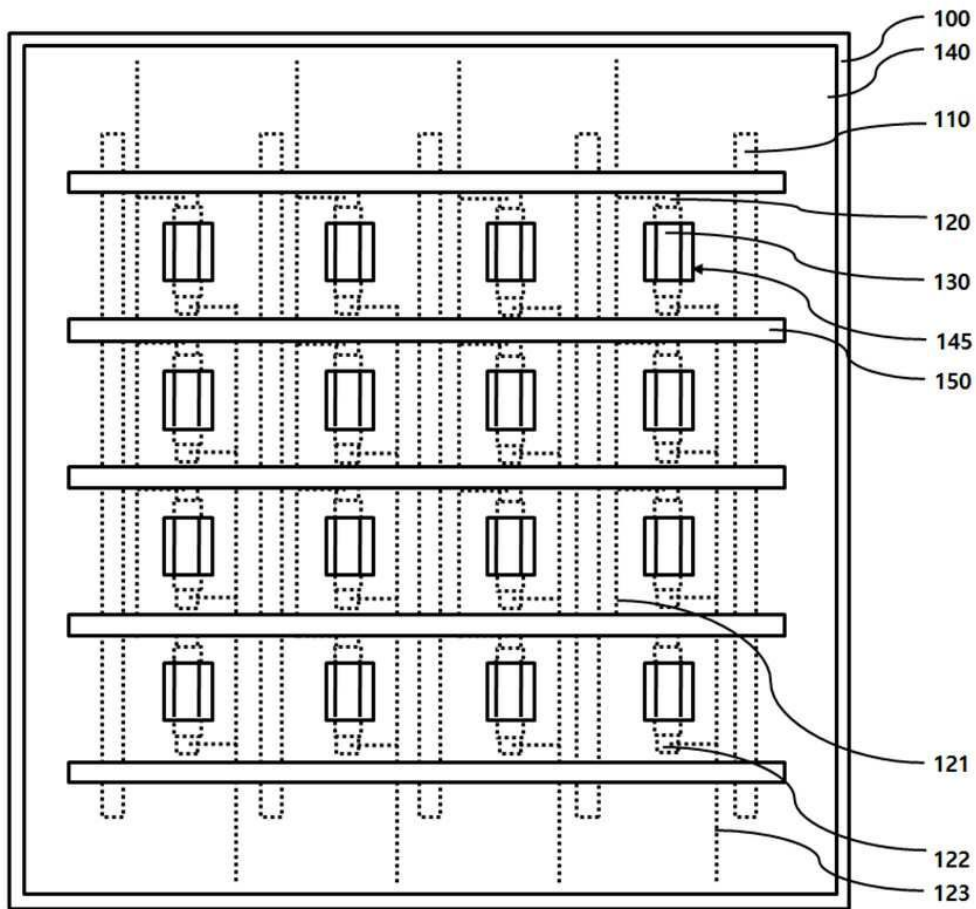
도면2



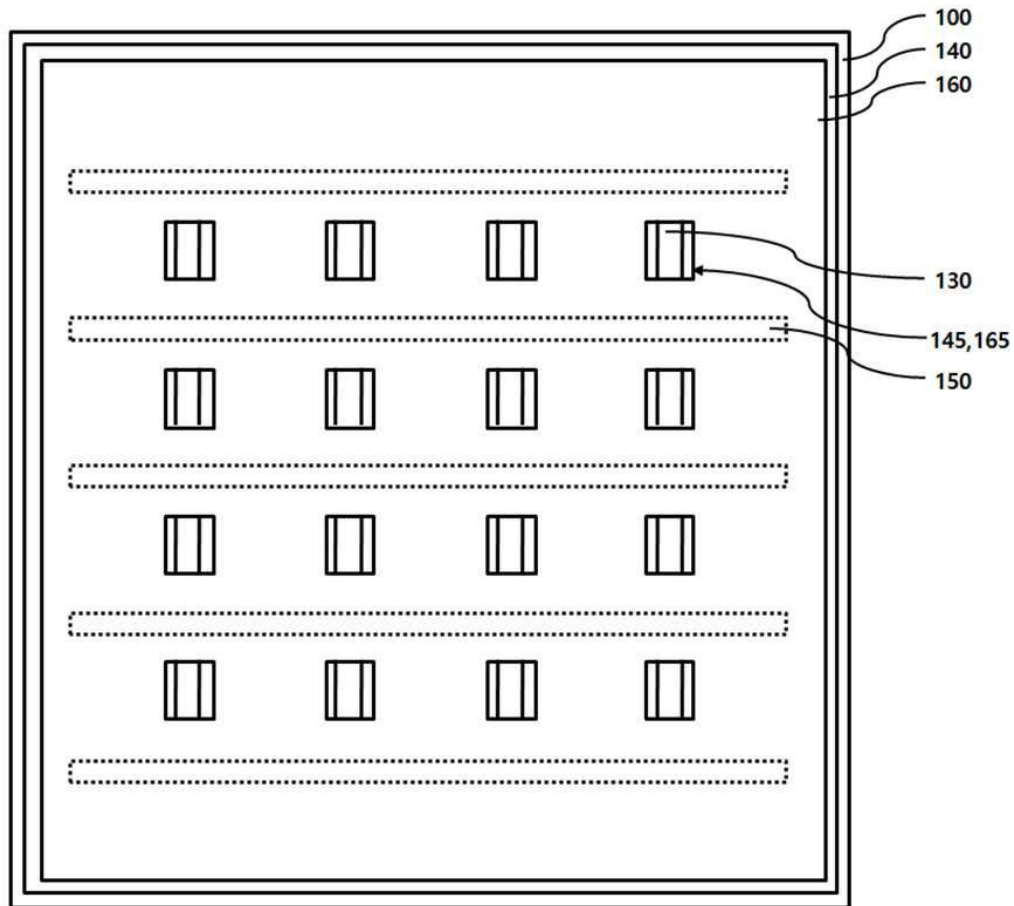
도면3



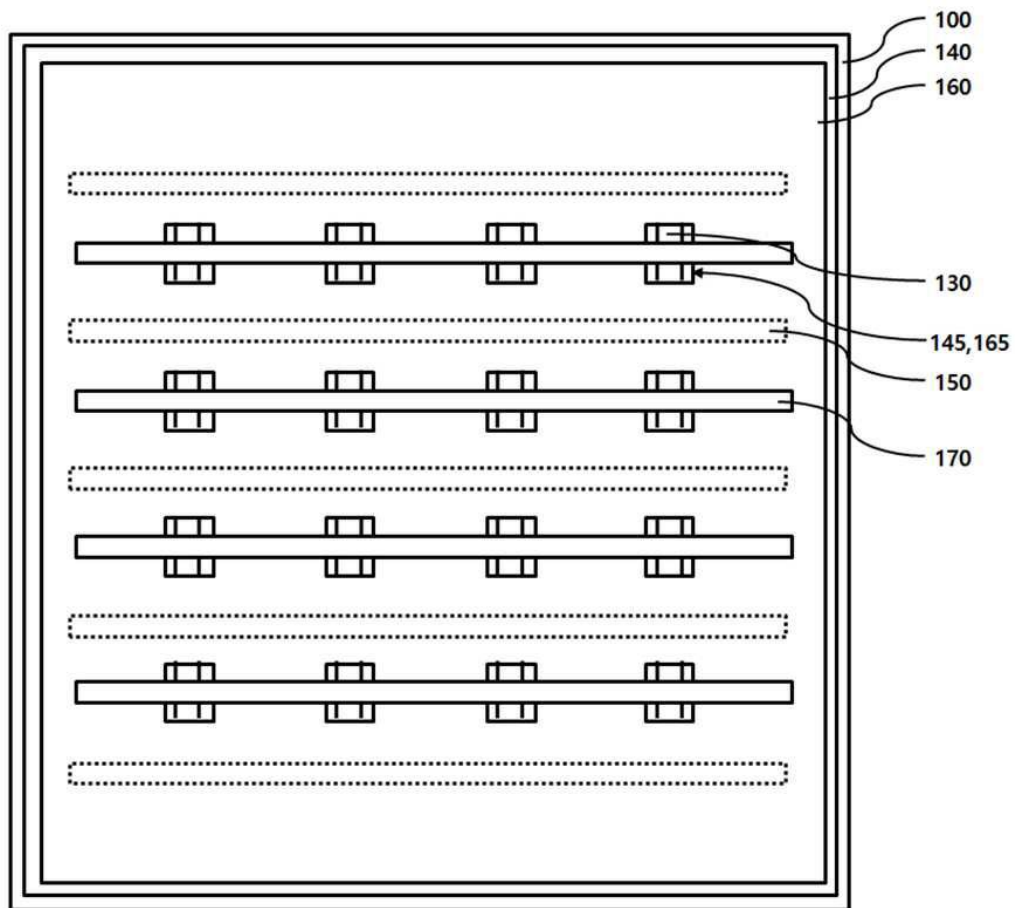
도면4



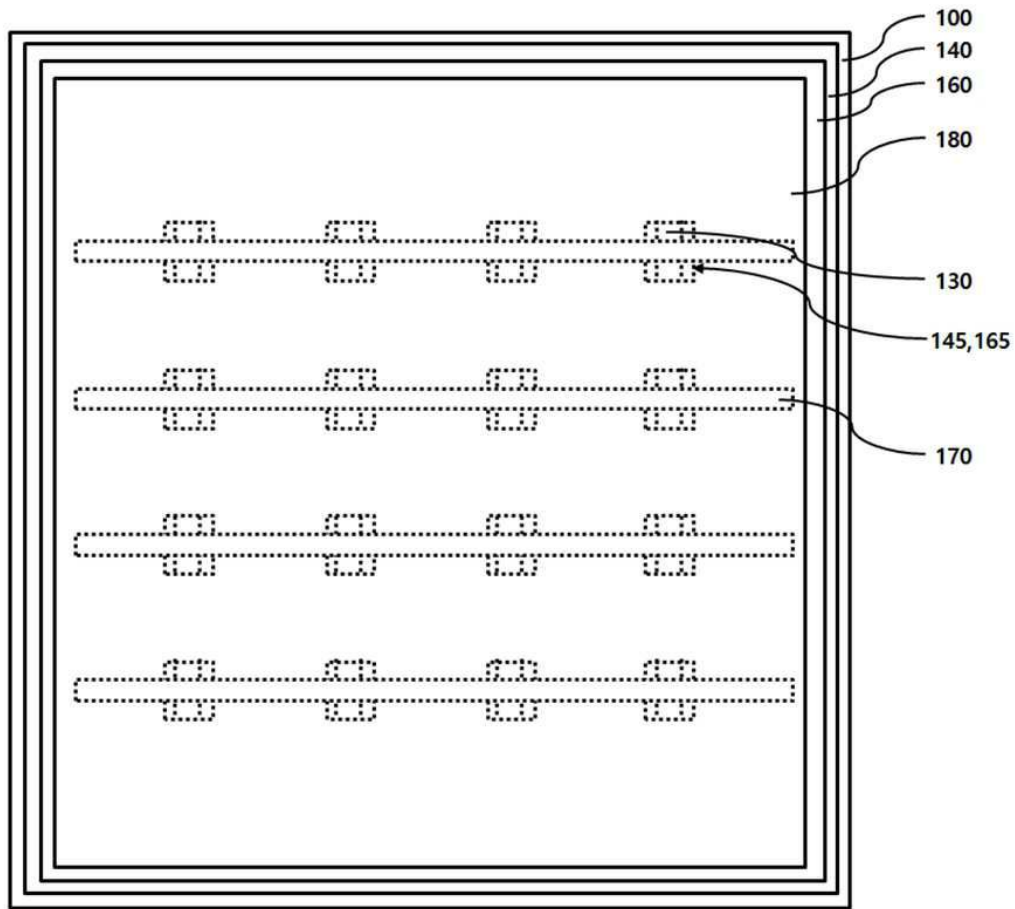
도면5



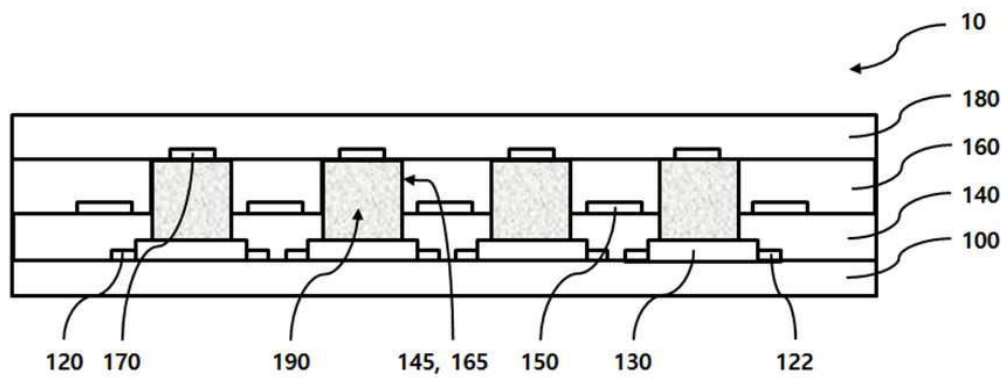
도면6



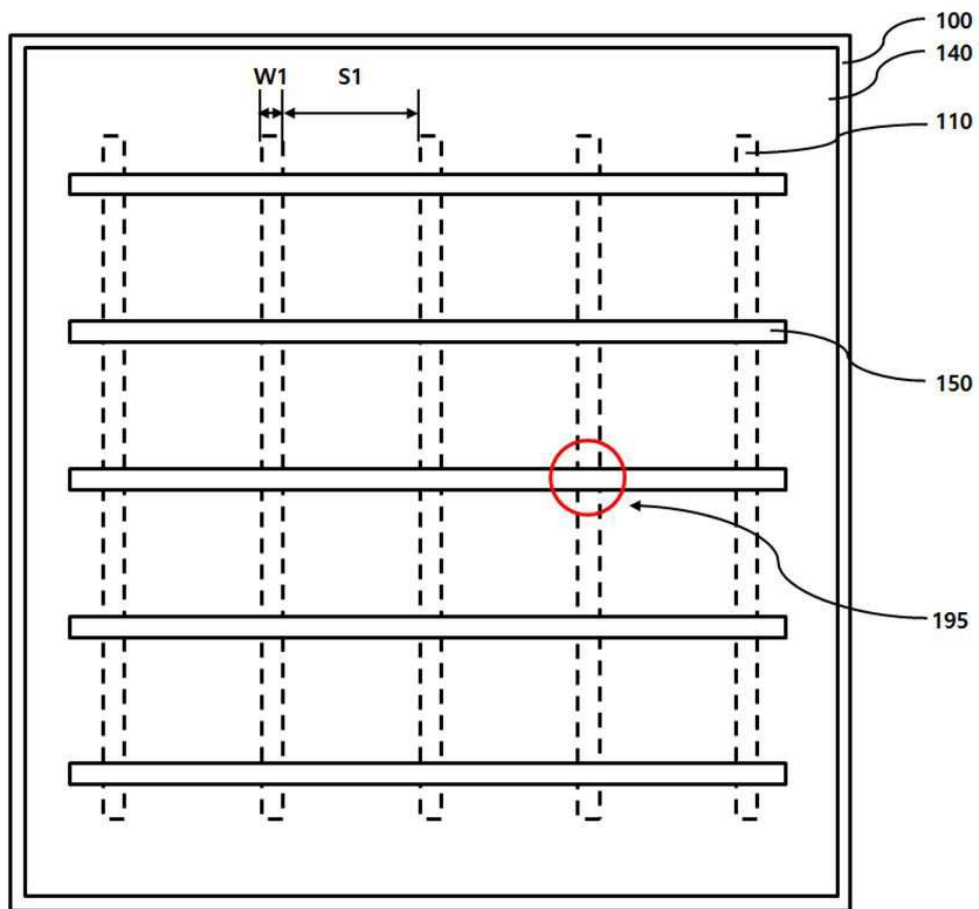
도면7



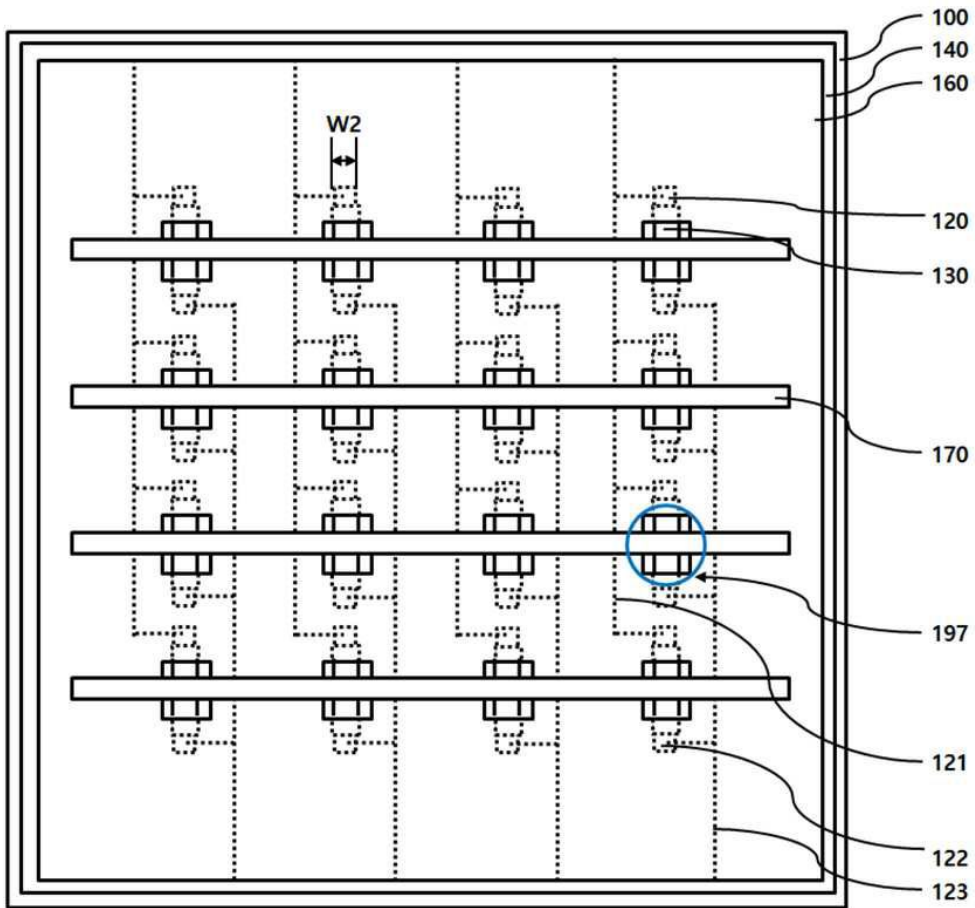
도면8



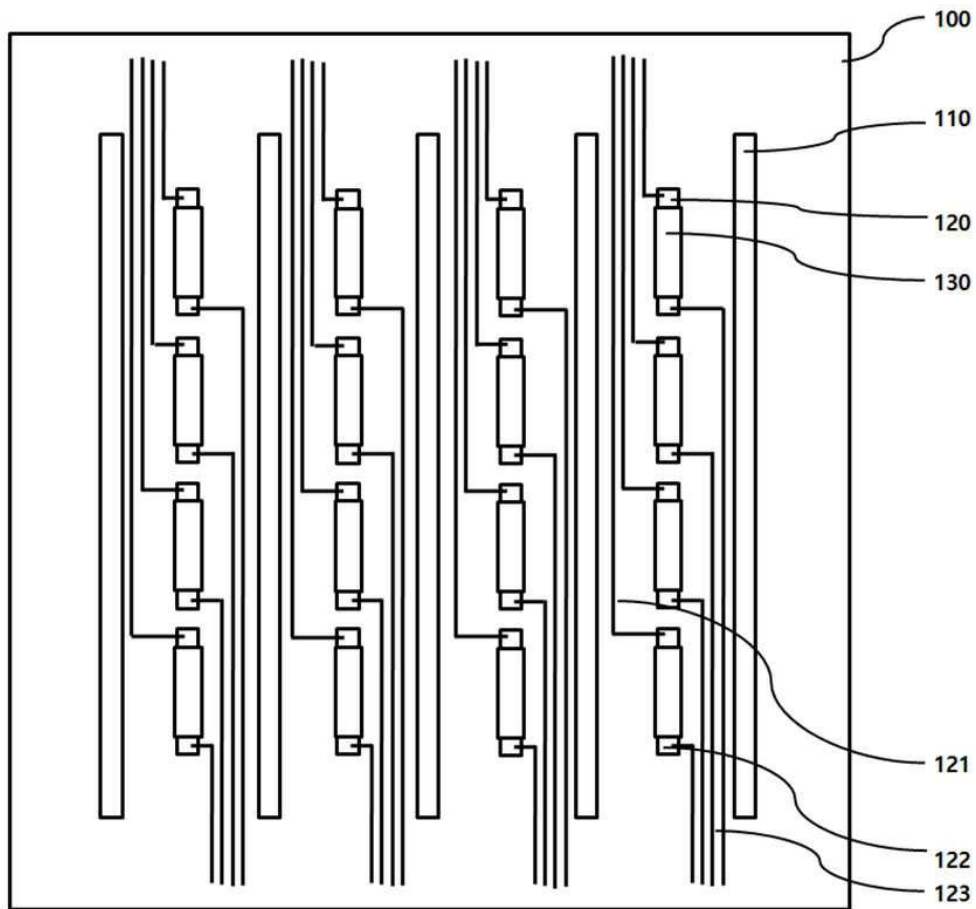
도면9



도면10



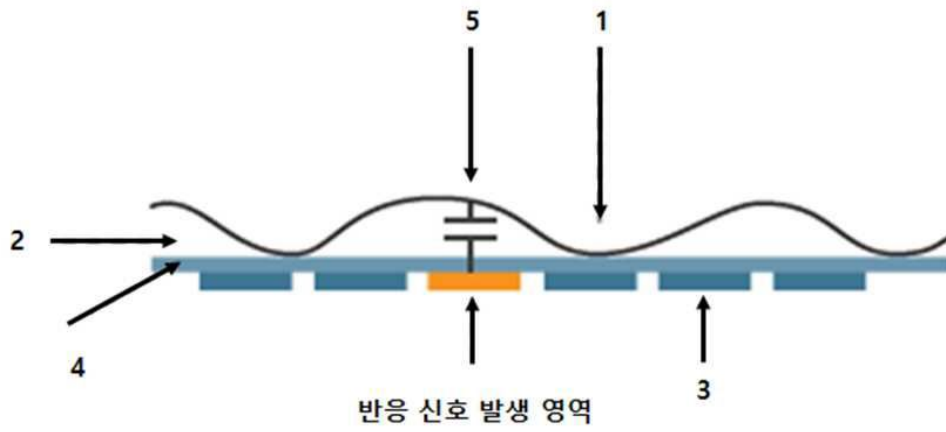
도면11



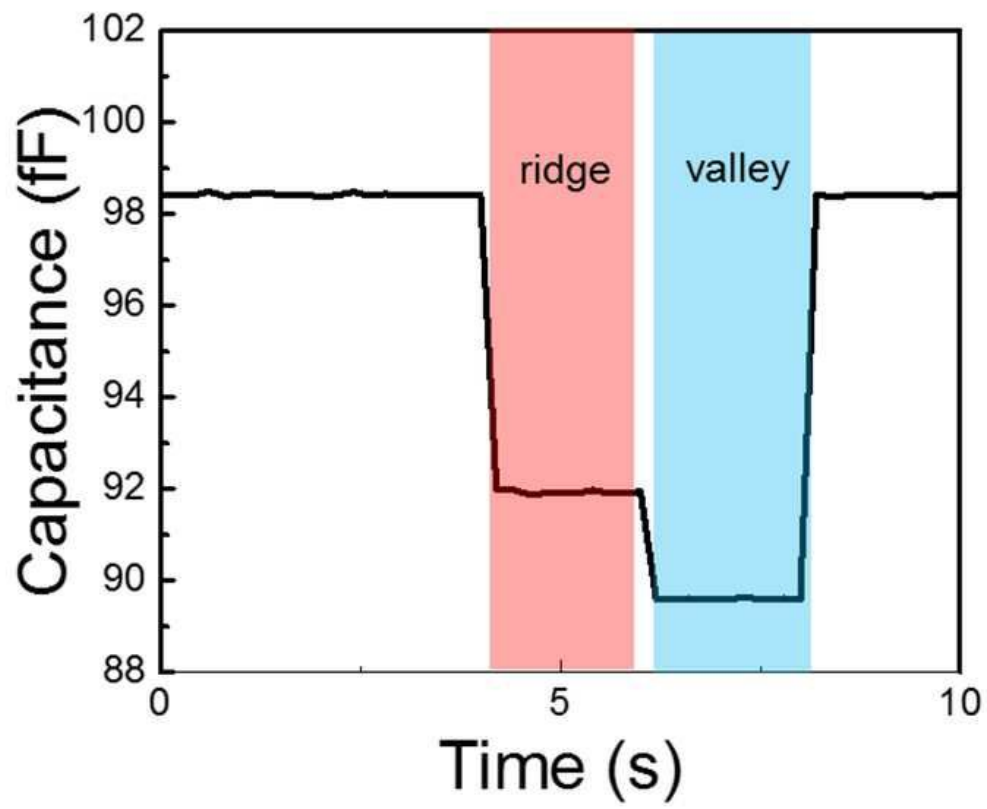
도면12



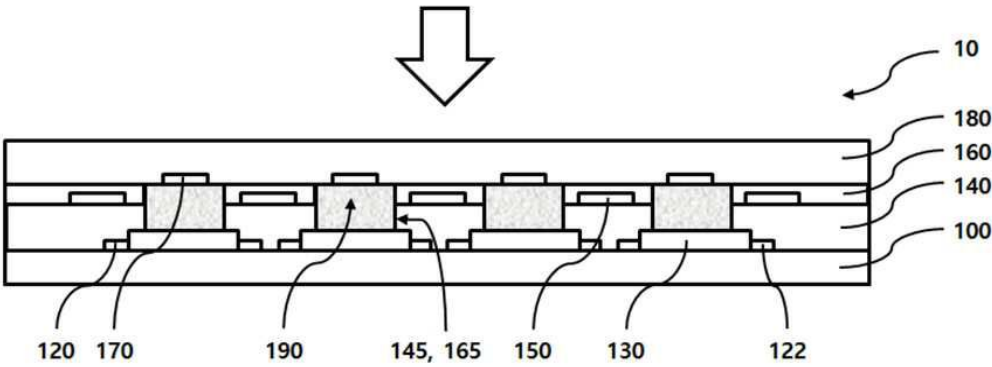
도면13



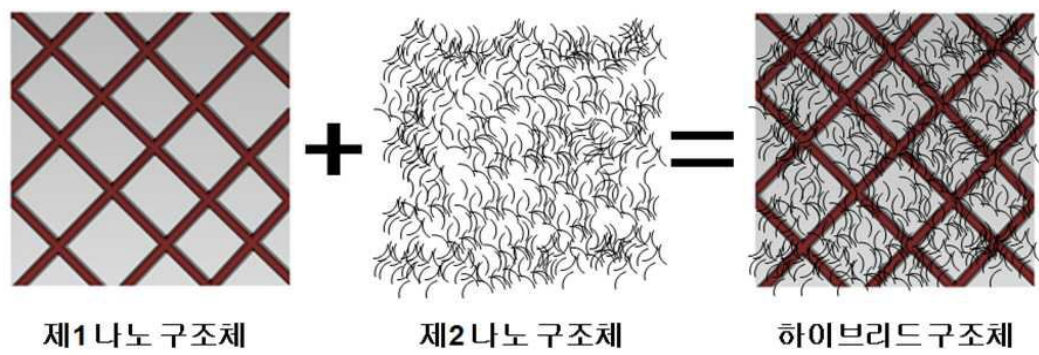
도면14



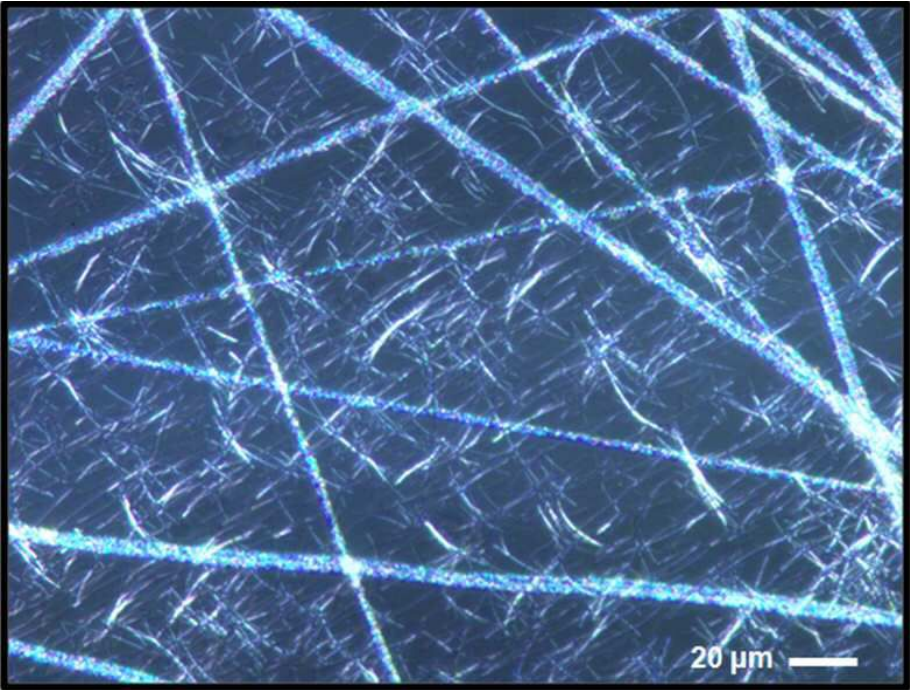
도면15



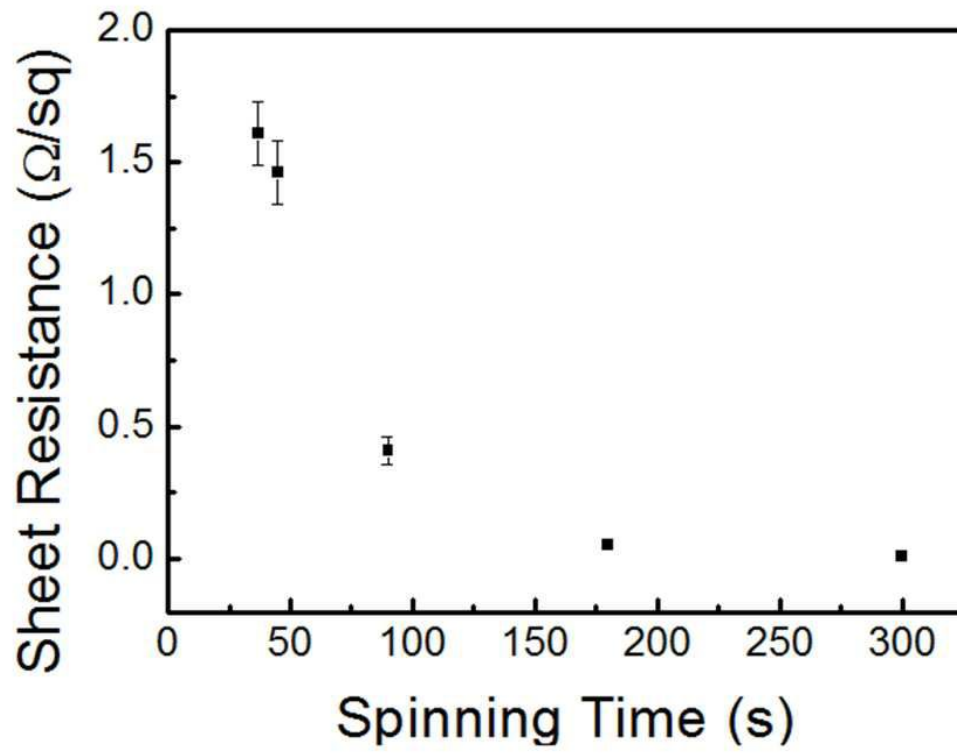
도면16



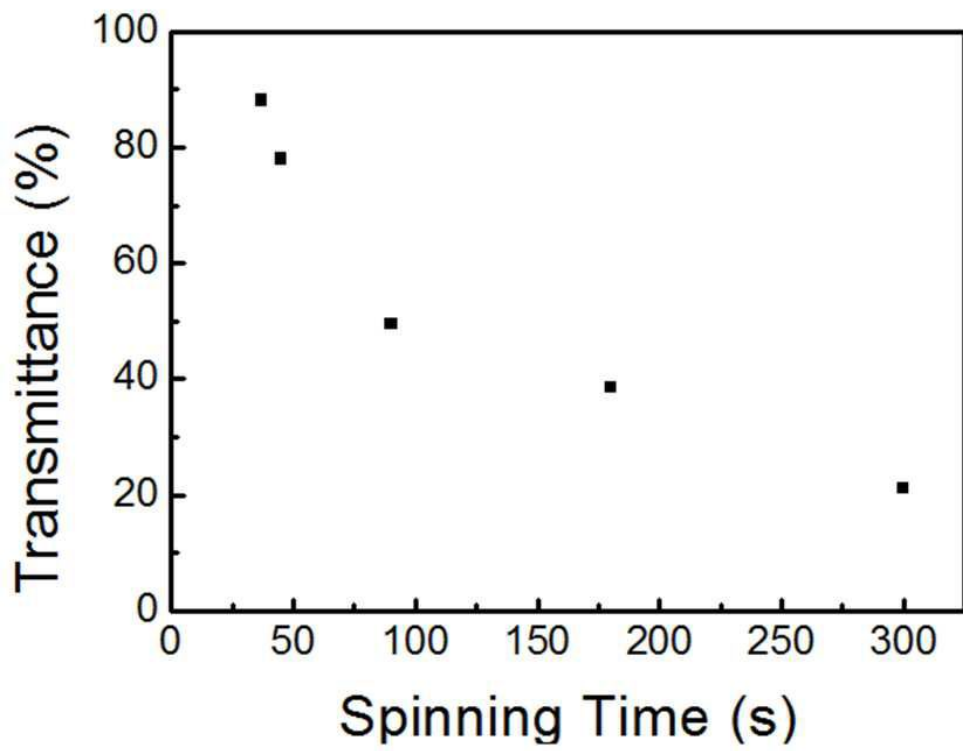
도면17



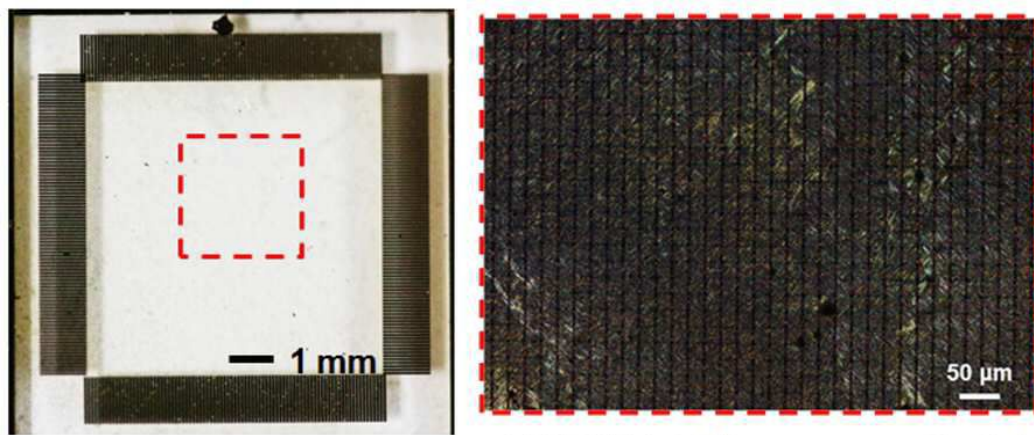
도면18



도면19

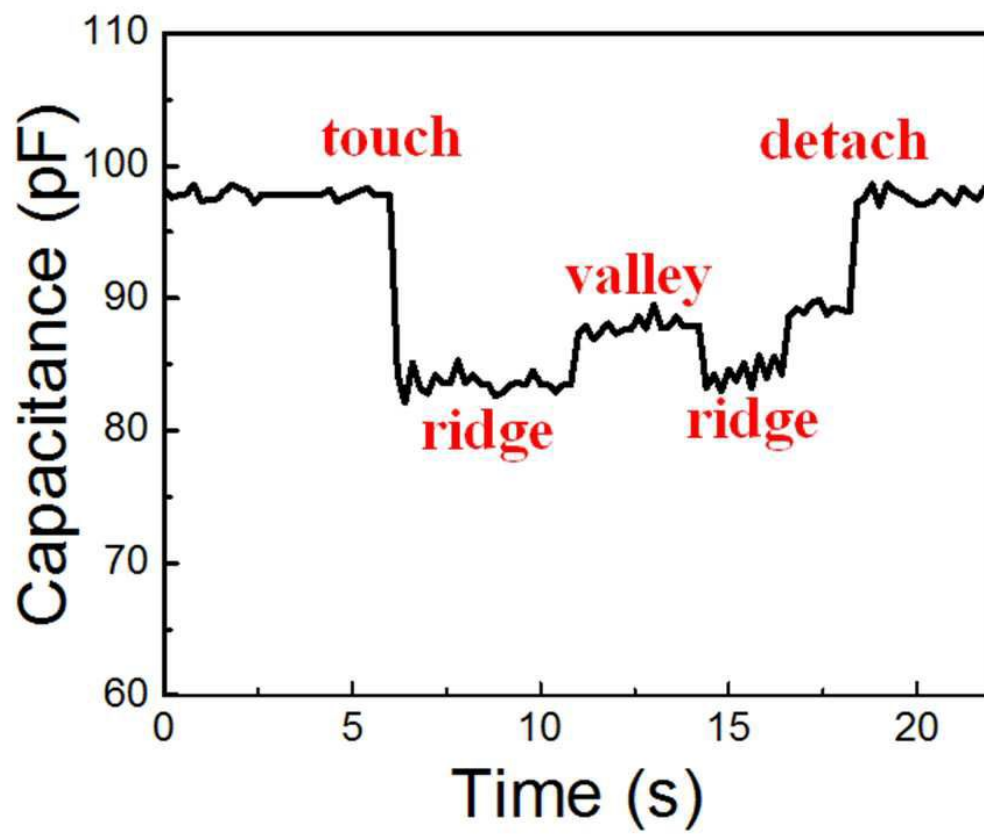


도면20

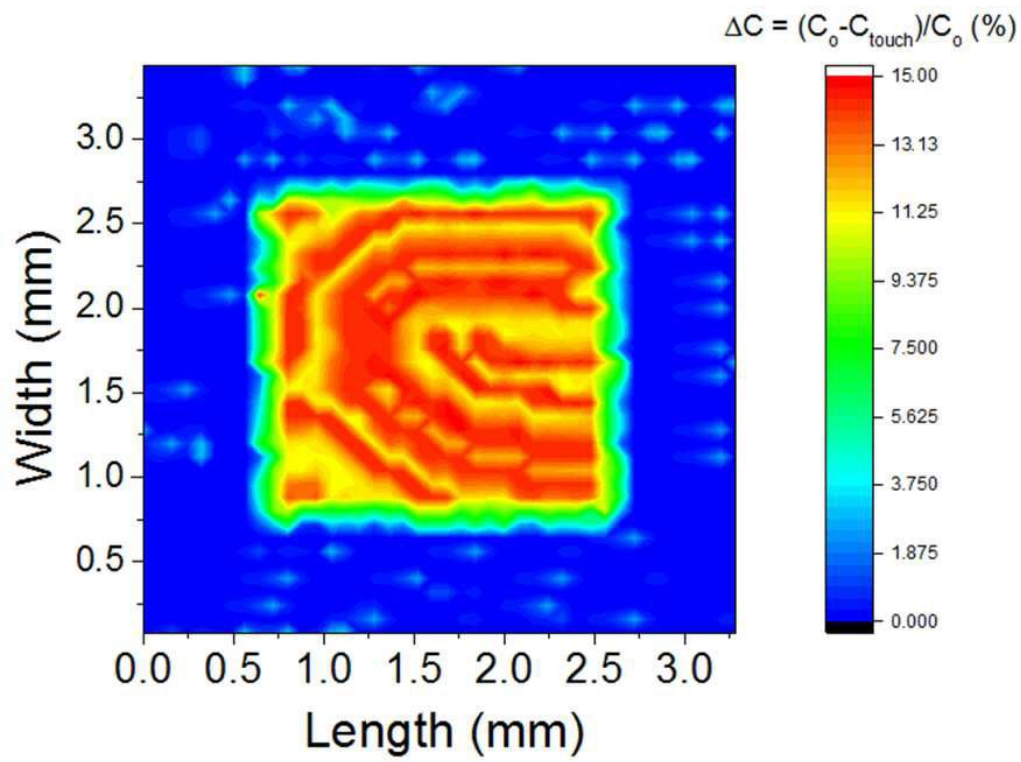


투명 전극 부분 dark field 이미지

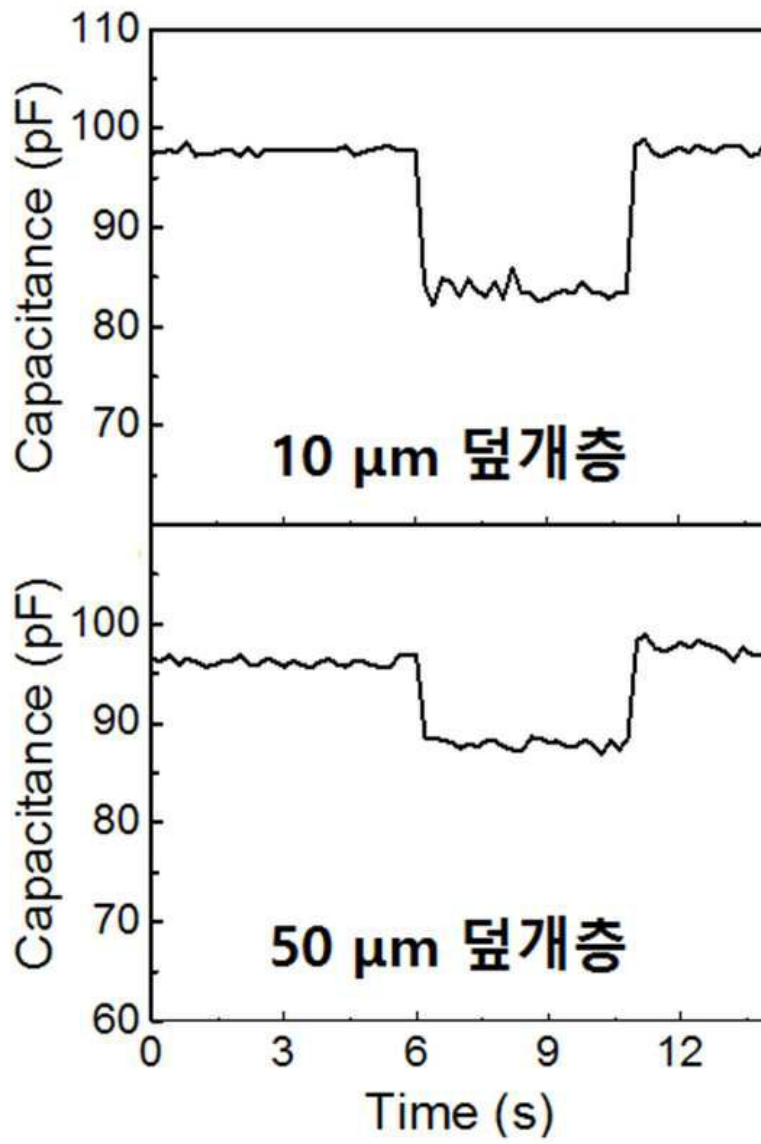
도면21



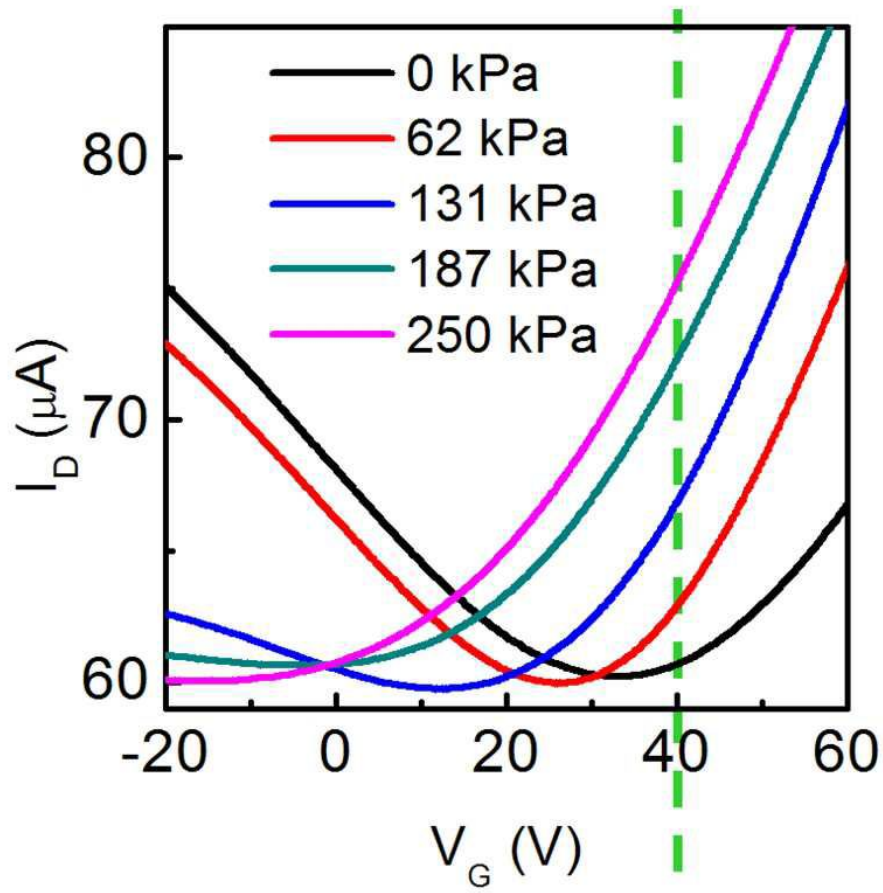
도면22



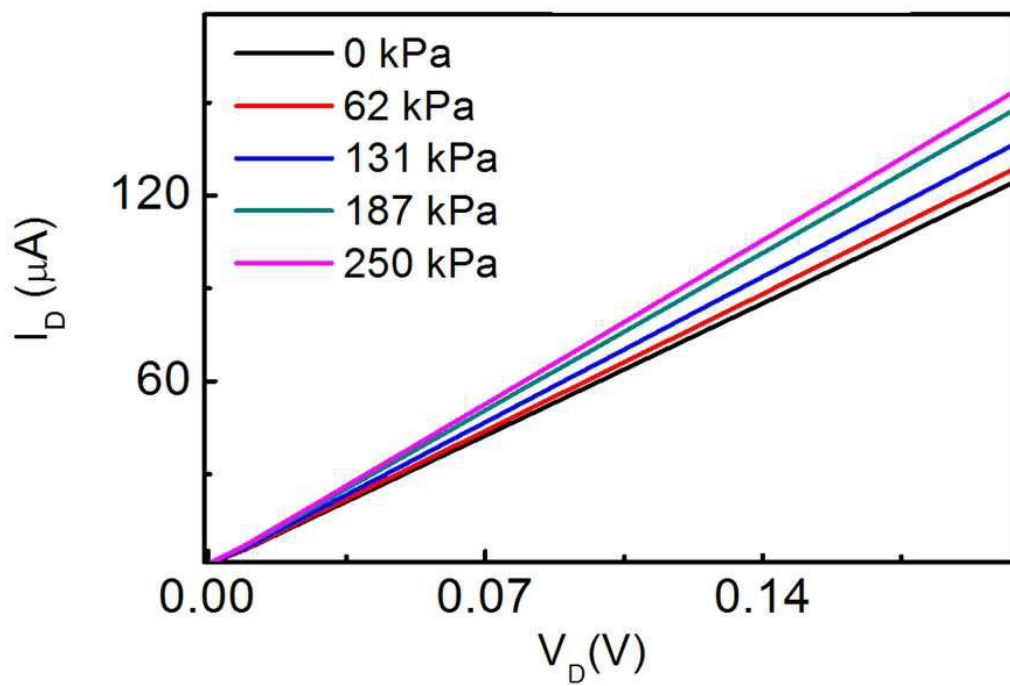
도면23



도면24



도면25



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 20

【변경전】

제1 유전체를

【변경후】

제1 유전층을

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

제1 유전체를

【변경후】

제1 유전층을