



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월30일

(11) 등록번호 10-2016639

(24) 등록일자 2019년08월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 1/14 (2006.01) *H01B 1/02* (2006.01)

- (52) CPC특허분류
G01L 1/14 (2013.01)
H01B 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0023107

(22) 출원일자 2018년02월26일

심사청구일자 2018년02월26일

- (56) 선행기술조사문헌

KR101502762 B1

KR101554543 B1

US20160033343 A1

- (73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

- (72) 발명자

오승주

서울특별시 중구 청구로 64, 113동 104호

김한은

서울특별시 성북구 개운사1길 14, 203호

(뒷면에 계속)

- (74) 대리인

정은열

전체 청구항 수 : 총 13 항

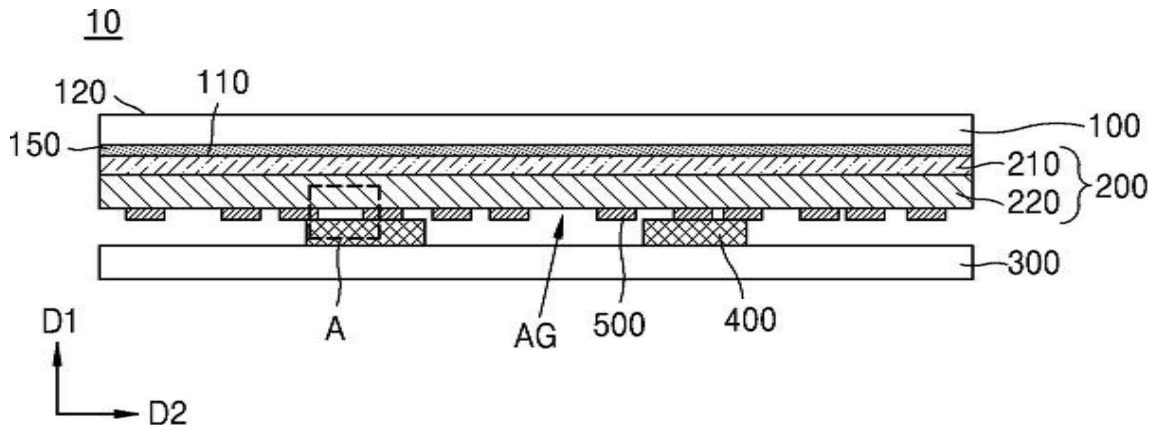
심사관 : 김주대

(54) 발명의 명칭 **압력 측정 장치 및 그의 제조 방법**

(57) 요약

본 발명은 압력 측정 장치 및 그의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명의 압력 측정 장치는 서로 마주보는 제1 및 제2 기관들; 상기 제1 및 제2 기관들 사이에서, 상기 제1 기관 상에 위치되고, 긴 유기 리간드가 짧은 리간드로 치환된 은 나노 입자를 포함하는 제1 전극; 상기 제1 전극 및 상기 제2 기관 사이에서, 상기 제2 기관 상에 위치되는 제2 전극; 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에서, 상기 제1 전극 상에 위치되고, 그를 관통하는 적어도 하나의 에어 갭을 갖는 절연 층을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이승욱

서울특별시 동대문구 무학로49길 58, 502호

성민기

대구광역시 북구 중앙대로118길 9, 301호

조형목

서울특별시 영등포구 여의나루로 126, 1동 312호

이우석

서울특별시 용산구 이촌로71길 10, 212동 603호

강민수

서울특별시 동작구 현충로 151, 103동 1101호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017044887

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인연구지원(신진연구지원사업)

연구과제명 자기조립 기반 나노결정 초격자를 이용한 신축성 반도체 나노소재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.03.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

서로 마주보는 제1 및 제2 기관들;

상기 제1 및 제2 기관들 사이에서, 상기 제1 기관 상에 위치되고, 긴 유기 리간드가 짧은 리간드로 치환된 은 나노 입자를 포함하는 제1 전극;

상기 제1 전극 및 상기 제2 기관 사이에서, 상기 제2 기관 상에 위치되는 제2 전극; 및

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에서, 상기 제1 전극 상에 위치되고, 상기 제2 전극에서 상기 제1 전극을 향하는 두께방향으로 관통하는 적어도 하나의 에어 갭을 갖는 절연 층을 포함하는 압력 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 짧은 리간드는, Cl, SCN, Br, ethanedithiol (EDT), 또는 mercaptopropionic acid (MPA) 리간드인 압력 측정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 전극은:

상기 긴 유기 리간드가 ethanedithiol (EDT)로 치환된 은 나노 입자를 포함하는 제1 치환 층; 및

상기 제1 치환 층, 및 상기 절연 층 사이에 위치되고, 상기 긴 유기 리간드가 Cl 또는 Br으로 치환된 은 나노 입자를 포함하는 제2 치환 층을 포함하는 압력 측정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 절연 층은, 상기 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함하는 압력 측정 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 기관은:

상기 제2 기관과 마주보는 제1 면;

상기 제1 면의 반대 면인 제2 면; 및

상기 제1 면으로부터 상기 제2 면을 향해 함몰 형성되는 복수의 노치 홈들을 포함하는 압력 측정 장치.

청구항 6

제1 기관을 준비하는 것;

제1 기관 상에 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함하는 제1 예비 전극 층을 형성하는 것;

상기 제1 예비 전극 층에 포함된 상기 긴 유기 리간드를 짧은 리간드로 치환하여 제1 전극으로 형성하는 것;

상기 제1 전극 상에 상기 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함하는 절연 층을 형성하는 것; 및

상기 절연 층에 상기 제1 전극을 노출시키는 적어도 하나의 에어 갭을 형성하는 것을 포함하는 압력 측정 장치

의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 전극을 형성하는 것은: 상기 짧은 리간드를 포함하는 리간드 치환 용액을 상기 제1 예비 전극 층 상에 떨어뜨리거나, 상기 리간드 치환 용액에 상기 제1 예비 전극 층을 침지하여, 상기 긴 유기 리간드를 상기 짧은 리간드로 치환하는 압력 측정 장치의 제조 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 짧은 리간드는, Cl, SCN, Br, ethanedithiol (EDT), 또는 mercaptopropionic acid (MPA) 리간드인 압력 측정 장치의 제조 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 제1 전극을 형성하는 것은:

상기 긴 유기 리간드를 EDT로 치환하여 제1 치환 층을 형성하는 것;

상기 긴 유기 리간드를 갖는 상기 은 나노 입자를 상기 제1 치환 층 상에 코팅하여, 제1 치환 층 상에 제2 예비 전극 층을 형성하는 것; 및

상기 제2 예비 전극 층에 포함된 상기 은 나노 입자의 상기 긴 유기 리간드를 Cl 또는 Br으로 치환하여 제2 치환 층을 형성하는 것을 포함하는 압력 측정 장치의 제조 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 제1 기판을 준비하는 것은, 상기 제1 기판 상에 자기조립 단분자 층(self-assembled monolayers, SAM)을 형성하는 것을 포함하고,

상기 제1 예비 전극 층은 상기 자기조립 단분자 층 상에 형성되는 압력 측정 장치의 제조 방법.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 제1 기판은 제1 면과 상기 제1 면의 반대면인 제2 면을 포함하고,

상기 제1 기판을 준비하는 것은, 상기 제1 면으로부터 상기 제2 면을 향해 함몰된 복수의 노치 홈들을 형성하는 것을 포함하는 압력 측정 장치의 제조 방법.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 에어 갭이 형성되기 전 또는 상기 에어 갭이 형성된 후에, 제2 기판 상에 제2 전극을 형성하는 것; 및

상기 에어 갭이 형성된 후에, 상기 제2 전극 상에 상기 절연 층을 위치시키는 것을 더 포함하는 압력 측정 장치의 제조 방법.

청구항 13

제6항에 있어서,

상기 제1 예비 전극 층을 형성하는 것은, 상기 은 나노 입자를 포함하는 용액을 상압에서 저온 용액공정을 통해 상기 제1 기판 상에 코팅하는 것을 포함하고,

상기 절연 층을 형성하는 것은, 상기 은 나노 입자를 포함하는 용액을 상압에서 저온 용액 공정을 통해 상기 제 1 전극 상에 코팅하는 것을 포함하는 압력 측정 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 압력 측정 장치 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 헬스 케어에 관한 관심이 증가하면서 이의 핵심 부품인 압력 측정 장치에 대한 관심 또한 증가하고 있다. 맥박, 혈압 등의 미세한 압력을 감지하는 고성능의 압력 측정 장치를 구현하기 위하여 여러 구조가 고안되었다.

[0003] 하지만 이러한 구조는 현재 고온, 고압 조건을 요하는 공정을 통해 제작되기 때문에 고가의 장비가 필요하며 다양한 재료를 사용하기 어렵다는 점에서 한계에 부딪혀 있다. 시장의 수요를 만족시키기 위하여 저가 공정을 통해 고성능의 압력센서를 제작하는 기술이 필요한 시점이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 민감도가 큰 압력 측정 장치 및 그의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 압력 측정 장치는, 서로 마주보는 제1 및 제2 기관들; 상기 제1 및 제2 기관들 사이에서, 상기 제1 기관 상에 위치되고, 긴 유기 리간드가 짧은 리간드로 치환된 은 나노 입자를 포함하는 제1 전극; 상기 제1 전극 및 상기 제2 기관 사이에서, 상기 제2 기관 상에 위치되는 제2 전극; 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에서, 상기 제1 전극 상에 위치되고, 그를 관통하는 적어도 하나의 에어 갭을 갖는 절연 층을 포함한다.

[0007] 일 실시 예에서, 상기 짧은 리간드는, Cl, SCN, Br, ethanedithiol (EDT), 또는 mercaptopropionic acid (MPA) 리간드일 수 있다.

[0008] 일 실시 예에서, 상기 제1 전극은: 상기 긴 유기 리간드가 ethanedithiol (EDT)로 치환된 은 나노 입자를 포함하는 제1 치환 층; 및 상기 제1 치환 층, 및 상기 절연 층 사이에 위치되고, 상기 긴 유기 리간드가 Cl 또는 Br 으로 치환된 은 나노 입자를 포함하는 제2 치환 층을 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시 예에서, 상기 절연 층은, 상기 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시 예에서, 상기 제1 기관은: 상기 제2 기관과 마주보는 제1 면; 상기 제1 면의 반대 면인 제2 면; 및 상기 제1 면으로부터 상기 제2 면을 향해 함몰 형성되는 복수의 노치 홈들을 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명에 따른 압력 측정 장치의 제조 방법은, 제1 기관을 준비하는 것; 제1 기관 상에 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함하는 제1 예비 전극 층을 형성하는 것; 상기 제1 예비 전극 층에 포함된 상기 긴 유기 리간드를 짧은 리간드로 치환하여 제1 전극으로 형성하는 것; 상기 제1 전극 상에 상기 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함하는 절연 층을 형성하는 것; 및 상기 절연 층에 상기 제1 전극을 노출시키는 적어도 하나의 에어 갭을 형성하는 것을 포함한다.

[0012] 일 실시 예에서, 상기 제1 전극을 형성하는 것은: 상기 짧은 리간드를 포함하는 리간드 치환 용액을 상기 제1 예비 전극 층 상에 떨어뜨리거나, 상기 리간드 치환 용액에 상기 제1 예비 전극 층을 침지하여, 상기 긴 유기 리간드를 상기 짧은 리간드로 치환할 수 있다.

[0013] 일 실시 예에서, 상기 짧은 리간드는, Cl, SCN, Br, ethanedithiol (EDT), 또는 mercaptopropionic acid (MPA) 리간드일 수 있다.

[0014] 일 실시 예에서, 상기 제1 전극을 형성하는 것은: 상기 긴 유기 리간드를 EDT로 치환하여 제1 치환 층을 형성하

는 것; 상기 긴 유기 리간드를 갖는 상기 은 나노 입자를 상기 제1 치환 층 상에 코팅하여, 상기 제1 치환 층 상에 제2 예비 전극 층을 형성하는 것; 및 상기 제2 예비 전극 층에 포함된 상기 은 나노 입자의 상기 긴 유기 리간드를 Cl 또는 Br으로 치환하여 제2 치환 층을 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시 예에서, 상기 제1 기판을 준비하는 것은, 상기 제1 기판 상에 자기조립 단분자 막(self-assembled monolayers, SAM)을 형성하는 것을 포함하고, 상기 예비 전도 층은 상기 자기조립 단분자 층 상에 형성될 수 있다.

[0016] 일 실시 예에서, 상기 제1 기판은 제1 면과 상기 제1 면의 반대면인 제2 면을 포함하고, 상기 제1 기판을 준비하는 것은, 상기 제1 면으로부터 상기 제2 면을 향해 함몰된 복수의 노치 홈들을 형성하는 것을 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시 예에서, 상기 제2 기판 상에 제2 전극을 형성하는 것; 및 상기 제2 전극 상에 상기 절연 층을 위치시키는 것을 더 포함할 수 있다.

[0018] 일 실시 예에서, 상기 예비 전도 층을 형성하는 것은, 상기 은 나노 입자를 포함하는 용액을 상압에서 저온 용액공정을 통해 상기 제1 기판 상에 코팅하는 것을 포함하고, 상기 절연 층을 형성하는 것은, 상기 은 나노 입자를 포함하는 용액을 상압에서 저온 용액 공정을 통해 상기 전도 층 상에 코팅하는 것을 포함할 수 있다.

[0019] 기타 실시 예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시 예들에 따르면, 은 나노 입자의 리간드 종류를 달리하여, 금속성 성질의 제1 전극과, 절연성의 성질의 절연 층이 형성된 구조의 압력 측정 장치를 제조할 수 있다. 또한, 제1 전극과 제2 전극 사이에 절연 층을 형성함으로써, 압력 측정 장치는 압력에 대한 민감도를 향상시킬 수 있다.

[0021] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 압력 측정 장치의 단면도이다.

도 2는 도 1의 A영역의 확대도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 압력 측정 장치의 단면도이다.

도 4는 도 3의 제1 기판의 사시도이다.

도 5는 도 1의 압력 측정 장치에 압력에 따른 전기 전도 성능을 나타내는 그래프이다.

도 6은 도 3의 압력 측정 장치의 압력에 따른 전기 전도 성능을 나타내는 그래프이다.

도 7 내지 도 17은 도 1의 압력 측정 장치의 제조 과정들을 나타낸 개략도들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0024] 본 명세서에서 기술하는 실시 예들은 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, 도면에서 예시된 영역들은 개략적인 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시 예들에서 제1, 제2, 제3 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 사

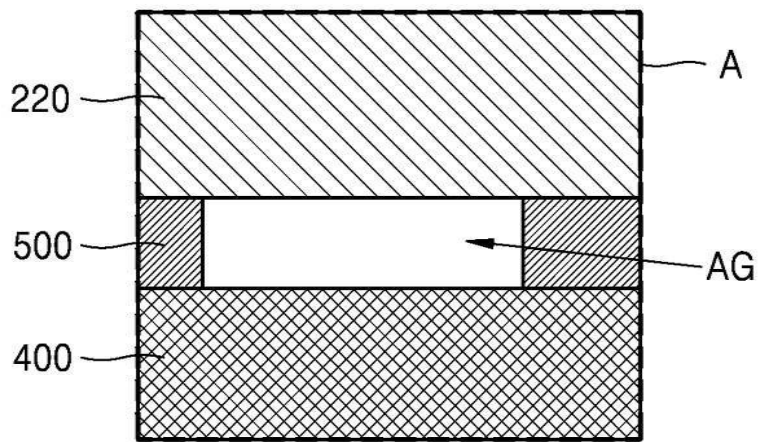
용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시 예들은 그것의 상보적인 실시 예들도 포함한다.

- [0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시 예들을 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 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자에 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0027] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 개념 및 이에 따른 실시 예들에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 압력 측정 장치의 단면도이다. 도 2는 도 1의 A영역의 확대도이다.
- [0029] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 압력 측정 장치(10)는 사람의 피부에 부착될 수 있다. 압력 측정 장치(10)는 사람의 동작에 따른 압력 변화를 측정하여, 사람의 동작을 감지하는데 사용될 수 있다. 압력 측정 장치(10)는, 제1 기관(100), 제2 기관(300), 제1 전극(200), 제2 전극(400) 및 절연 층(500)을 포함할 수 있다. 제2 기관(300), 제2 전극(400), 절연 층(500), 제1 전극(200) 및 제1 기관(100)은 제1 방향(D1)을 따라 순차적으로 위치될 수 있다.
- [0030] 제1 및 제2 기관들(100, 300)은 서로 마주볼 수 있다. 제1 및 제2 기관들(100, 300)은 서로 이격될 수 있다. 실시 예에서, 제1 기관(100)은 제2 기관(300)의 위에 위치될 수 있다.
- [0031] 제1 및 제2 기관들(100, 300)의 각각은 플렉서블한 기관일 수 있다. 실시 예에서, 제1 및 제2 기관들(100, 300)의 각각은 탄성중합체를 포함할 수 있다. 예를 들면, 제1 및 제2 기관들(100, 300)의 각각은 PDMS(Polydimethylsiloxane), Polyethylene Terephthalate (PET), Polyimide (PI) 등의 고분자 물질로 이루어질 수 있다. 이와 달리, 다른 실시 예에서, 제1 및 제2 기관들(100, 300)의 각각은 반드시 플렉서블 기관에 한정되는 것은 아니므로, 유리 또는 실리콘 물질로 이루어질 수 있다.
- [0032] 제1 기관(100)은, 제2 기관(300)과 마주보는 제1 면(110), 및 제1 면(110)의 반대 면인 제2 면(120)을 포함할 수 있다. 제1 기관(100)의 제1 면(110)에 자기 조립 단분자 층(self-assembled monolayers, SAM)이 형성될 수 있다. 이에 따라, 은 나노 입자를 포함하는 제1 전극(200)이 제1 기관(100)으로부터 박리되는 것이 억제될 수 있다. 이에 대한 설명은 후술한다.
- [0033] 제1 전극(200)은 제1 기관(100) 상에 위치될 수 있다. 제1 전극(200)은 제1 및 제2 기관들(100, 300) 사이에 위치될 수 있다. 제1 전극(200)은 긴 유기 리간드가 짧은 리간드로 치환된 은 나노 입자를 포함할 수 있다.
- [0034] 유연 전자소자에 대한 관심이 증대되면서, 탄소나노튜브, 나노와이어 네트워크, 그래핀, 및 나노입자를 이용해 플렉서블 금속전극을 제조하기 위한 연구가 진행되고 있는데, 이들 중에서도 비용이 저렴하고 전도성이 높으며 용액가공이 가능하기 때문에 은 나노입자에 대한 연구가 활발하다. 그러나 은 나노입자의 낮은 저항에도 불구하고, 종래 은 나노입자로 제조된 박막은 절연성이 갖는다. 왜냐하면, 은 나노입자가 절연성이 긴 유기 리간드들에 의해 둘러싸여 있기 때문이다.
- [0035] 하지만, 본 발명의 제1 전극(200)은 절연성의 긴 유기 리간드가 짧은 리간드로 치환될 수 있다. 이에 따라, 은 나노 입자들 간의 거리가 감소하여, 전자의 이동이 보다 용이하게 발생할 수 있다. 즉, 제1 전극(200)의 전기 전도성이 향상될 수 있다. 실시 예에서, 긴 유기 리간드는 올리에이트(oleate) 리간드일 수 있다. 짧은 리간드는, Cl, SCN, Br, ethanedithiol (EDT), 또는 mercaptopropionic acid (MPA) 리간드일 수 있다. 긴 유기 리간드를 짧은 리간드로 치환하는 과정은 후술한다.
- [0036] 제1 전극(200)은 제1 치환 층(210)과 제2 치환 층(220)을 포함할 수 있다. 제1 치환 층(210)은 제1 기관(100)의 제1 면(110) 상에 위치될 수 있다. 제1 치환 층(210)은 긴 유기 리간드가 ethanedithiol (EDT)로 치환된 은 나노 입자들을 포함할 수 있다. 제1 치환 층(210)은 제1 전극(200)과 제1 기관(100) 간의 접착력을 향상시키는 기능을 수행할 수 있다. 예를 들면, 자기 조립 단분자 층(self-assembled monolayers, SAM)의 APTES의 아민 그룹과, EDT의 티올 그룹 간의 상호 작용이 발생할 수 있다. 이에 따라, 제1 전극(200)과 제1 기관(100) 간의 접착력이 향상될 수 있다. 즉, 제1 전극(200)이 제1 기관(100)으로부터 박리되는 것이 억제될 수 있다.

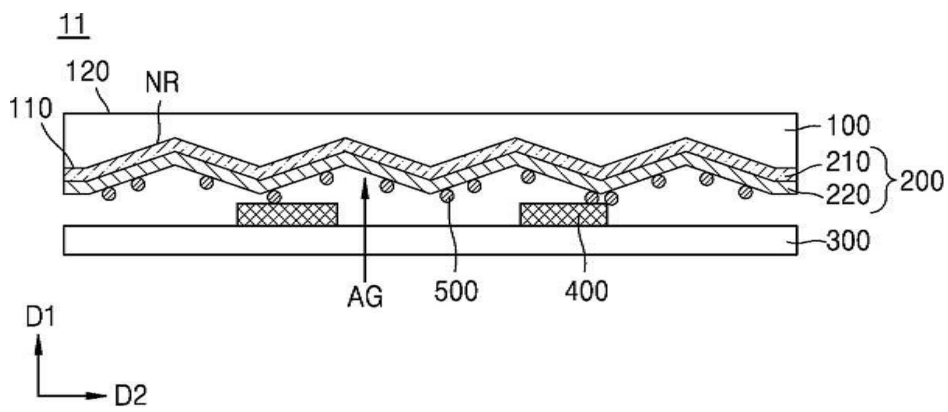
- [0037] 제2 치환 층(220)은 제1 치환 층(210) 상에 위치될 수 있다. 제2 치환 층(220)은 제1 치환 층(210)과 절연 층(500) 사이에 위치될 수 있다. 제2 치환 층(220)은 긴 유기 리간드가 할로젠 이온(예를 들면, Cl 또는 Br)으로 치환된 은 나노 입자를 포함할 수 있다.
- [0038] 긴 유기 리간드가 ethanedithiol (EDT)로 치환될 때, 은 나노 입자들 간의 거리가 감소하나, 은 나노 입자가 성장하지 않을 수 있다. 하지만, 긴 유기 리간드가 할로젠 이온으로 치환될 때, 은 나노 입자들 간의 거리가 감소할 뿐만 아니라, 은 나노 입자가 성장할 수 있다. 이에 따라, 제2 치환 층(220)의 전기 전도도가 제1 치환 층(210)의 전기 전도도보다 클 수 있다. 즉, 제2 치환 층(220)은 전기 전도도를 향상시키는 기능을 수행할 수 있다.
- [0039] 제2 전극(400)은 제2 기판(300) 상에 위치될 수 있다. 제2 전극(400)은 제1 전극(200) 및 제2 기판(300) 사이에 위치될 수 있다. 제2 전극(400)은 전기 전도성을 갖는 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 제2 전극(400)은 은(Ag), 금(Au), indium tin oxide (ITO), 긴 유기 리간드가 짧은 리간드로 치환된 은 나노 입자 등을 포함할 수 있다. 제2 전극(400)은 복수의 박막들을 포함할 수 있다. 복수의 박막들은 제2 방향(D2)을 따라 이격될 수 있다. 여기서, 제2 방향(D2)은 제1 방향(D1)과 수직한 방향일 수 있다. 예를 들면, 복수의 박막들은 제2 방향(D2)을 따라 대략 1mm 간격으로 이격될 수 있다.
- [0040] 절연 층(500)은 제1 전극(200)과 제2 전극(400) 사이에 위치될 수 있다. 절연 층(500)은 제1 전극(200) 상에 위치될 수 있다. 실시 예에서, 절연 층(500)은 불연속적이고 부분적으로 제1 전극(200)을 덮는 구조로 이루어질 수 있다. 이에 따라, 절연 층(500)은 그를 관통하는 적어도 하나의 에어 갭(AG)을 가질 수 있다. 에어 갭(AG)은 제1 전극(200)을 외부로 노출할 수 있다.
- [0041] 절연 층(500)은 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함할 수 있다. 전술한 바와 같이, 은 나노 입자가 긴 유기 리간드들에 의해 둘러싸여 있기 때문에, 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자가 층을 형성 시 절연성을 가질 수 있다. 이에 따라, 절연 층(500)은 제1 전극(200)과 제2 전극(400)이 전기적으로 연결되는 것을 억제할 수 있다. 하지만, 제1 전극(200)은 압력 측정 장치(10)에 외부 압력이 가해질 때, 에어 갭(AG)을 통해 제2 전극(400)과 접촉할 수 있다. 즉, 제1 전극(200)과 제2 전극(400)의 접촉 면적이 증가할 수 있다.
- [0042] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 압력 측정 장치의 단면도이다. 도 4는 도 3의 제1 기판의 사시도이다. 설명의 간결함을 위해, 도 1 및 도 2에서 설명한 구성과 동일한 구성에 대한 설명은 생략하거나 간략하게 설명하기로 한다.
- [0043] 도 3 및 도 4를 참조하면, 압력 측정 장치(11)는 제1 기판(100), 제2 기판(300), 제1 전극(200), 제2 전극(400) 및 절연 층(500)을 포함할 수 있다. 제1 기판(100)은 제1 면(110), 및 제2 면(120)을 포함할 수 있다. 제1 기판(100)은 제1 면(110)으로부터 제2 면(120)을 향해 함몰 형성된 복수의 노치 홈들(NR)을 포함할 수 있다. 노치 홈들(NR)은 제2 방향(D2)을 따라 배열될 수 있다. 노치 홈들(NR)의 각각은 제3 방향(D3)을 따라 길게 형성될 수 있다. 여기서, 제3 방향(D3)은 제1 및 제2 방향들(D1, D2)과 수직한 방향일 수 있다. 압력 측정 장치(11)에 고압이 가해질 때, 제1 기판(100)이 노치 홈들(NR)에 의해 제1 전극(200)과 제2 전극(400) 간의 접촉 면적이 변경됨으로써, 압력 측정 장치(11)의 감도를 향상시킬 수 있다.
- [0044] 도 5은 도 1의 압력 측정 장치의 압력에 따른 전기 전도 성능을 나타내는 그래프이다. 도 6은 도 3의 압력 측정 장치의 압력에 따른 전기 전도 성능을 나타내는 그래프이다. 도 5에서 Spacer는 절연 층(500)을 의미하고, 0와 X는 절연 층(500)의 유무를 의미할 수 있다. 또한, 도 5 및 도 6에서, X축은 압력 값을 나타내고, Y축은 전류 변화율(current change ratio)을 나타낼 수 있다.
- [0045] 도 1 및 도 5를 참조하면, 제1 전극(200)과 제2 전극(400) 사이에 절연 층(500)이 없는 구조의 경우, 압력에 따른 전류 변화율이 거의 변화가 없다. 하지만, 제1 전극(200)과 제2 전극(400) 사이에 절연 층(500)이 있는 경우, 전류 변화율이 절연 층(500)이 없는 경우보다 크게 증가할 수 있다. 예를 들면, 압력 값이 0에서 10kPa로 증가할 때, 전류 변화율은 급격하게 증가할 수 있다. 하지만, 압력 값이 10kPa에서 30kPa로 증가할 때, 전류 변화율은 완만하게 증가될 수 있다. 즉, 전류 변화율은 고압에서 증가율이 감소할 수 있다.
- [0046] 도 3 및 도 6을 참조하면, 제1 기판(100)에 노치 홈들(NR)을 형성한 경우, 압력이 10kPa에서 30kPa로 증가할 때, 도 3의 압력 측정 장치(11)의 전류 변화율은 도 1의 압력 측정 장치(10, 도 1 참조)보다 급격하게 증가할 수 있다. 즉, 제1 기판(100)에 노치 홈(NR)을 형성할 때, 압력 측정 장치(11)는 고압에 가해지더라도 높은 민감도를 가질 수 있다.

- [0047] 도 7 내지 도 17은 도 1의 압력 측정 장치의 제조 과정들을 나타낸 개략도들이다.
- [0048] 도 7을 참조하면, 제1 면(110)과 제1 면(110)으로부터 제1 방향(D1)으로 이격된 제2 면(120)을 갖는 제1 기판(100)을 준비할 수 있다. 제1 및 제2 면들(110, 120)의 각각은 평평한 면일 수 있다.
- [0049] 도 8를 참조하면, 제1 기판(100)의 제1 면(110)에 자기조립 단분자 층(150, self-assembled monolayers, SAM)을 형성할 수 있다. 실시 예에서, 자기조립 단분자 층(150, SAM)은 후술할 제1 예비 전극 층(211)을 형성하기 위하여, 3-머캅토프로필 트리메톡시실란(3-Mercaptopropyl trimethoxysilane, MPTS) 과 톨루엔 용액에, 상기 기판을 침지하는 단계를 거칠 수도 있다. 즉, 스핀코팅 이전에, MPTS 처리를 거치는 것이다. 또한, MPTS가 잘 부착되도록, MPTS 처리 이전에, 아세톤, 이소프로필알콜, 및 탈이온수에 순차적으로 기판을 세척하고, 자외선(UV) 오존 클리닝 처리를 할 수도 있다.
- [0050] 실시 예에서, 제1 기판(100)에 노치 홈들(NR)을 형성하지 않으나, 다른 실시 예에서, 제1 면(110)으로부터 제2 면(120)을 향해 함몰된 복수의 노치 홈들(NR)을 형성할 수 있고, 자기 조립 단분자 층(150)은 노치 홈들(NR)의 내벽에 형성될 수 있다.
- [0051] 도 9를 참조하면, 제1 기판(100) 상에 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함하는 제1 예비 전극 층(211)을 형성할 수 있다. 실시 예에서, 제1 예비 전극 층(211)은 자기 조립 단분자 층(150) 상에 형성될 수 있다. 제1 예비 전극 층(211)은 은 나노 박막일 수 있다.
- [0052] 제1 예비 전극 층(211)을 형성하는 것은, 기판 상에 은 나노 입자를 포함하는 은 나노 용액을 상압에서 저온 용액공정을 통해 제1 기판(100) 상(예를 들면, 자기조립 단분자 층(150))에 코팅하여 형성될 수 있다. 여기서, 은 나노 용액은 질산은(AgNO₃), 올레일아민, 및 올레산을 포함하는 반응 혼합물로부터 Ag NP를 석출하고, 석출된 은 나노입자를 옥탄 등에 분산시켜 준비한다. 좀 더 구체적으로, 질산은(AgNO₃) 1.7g, 올레일아민 2ml, 올레산 45ml를 혼합하여, 70 °C에서 1시간 30분 동안 탈기하고, 질소 분위기에서 1분에 1 °C의 속도로 180 °C까지 온도를 올린다. 이때, 마그네틱 바를 이용하여 계속해서 교반한다. 이후에, 상온 냉각을 통해 상온까지 온도를 낮추고 원심분리기에 톨루엔과 에탄올을 1:2 정도의 비율로 함께 담아서, 은 나노입자를 석출한다. 이때, 석출된 은 나노입자를 옥탄에 분산시킴으로써, 100~200 mg/ml 농도의 은 나노입자 용액을 얻을 수 있다.
- [0053] 도 10 내지 도 12를 참조하면, 제1 예비 전극 층(211)에 포함된 긴 유기 리간드를 짧은 리간드로 치환하여 제1 전극(200)을 형성할 수 있다. 이때, 짧은 리간드를 포함하는 리간드 치환 용액을 제1 예비 전극 층(211)에 떨어뜨리거나, 또는 리간드 치환 용액에 제1 예비 전극 층(211)을 침지함으로써, 리간드가 치환된다. 짧은 리간드는 Cl, SCN, Br, ethanedithiol (EDT), 또는 mercaptopropionic acid (MPA) 리간드일 수 있다.
- [0054] 긴 유기 리간드를 짧은 리간드로 치환하는 과정을 설명하면, 메탄올 용매에 NH₄SCN 또는 NH₄Cl 등이 용해된 리간드 치환 용액에 제1 예비 전극 층(211)을 침지하면, 각각 SCN 리간드 또는 Cl 리간드로 치환된다. 이때, 5분여 정도의 반응 시간이 경과하면, 제1 예비 전극 층(211)을 리간드 용매로 적어도 2회 이상 수차례 세척한다. 이때, 리간드 용매는 메탄올 또는 에탄올 등을 포함한다. 이러한 세척공정을 통해서, 입자의 크기가 40 nm 정도로 성장하게 되고, 전도도도 상승한다.
- [0055] 실시 예에서, 제1 전극(200)을 형성하는 것은, 제1 예비 전극 층(211)에 포함된 긴 유기 리간드를 ethanedithiol (EDT)로 치환하여 제1 치환 층(210)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. EDT를 포함하는 리간드 치환 용액을 제1 예비 전극 층(211)에 떨어뜨림으로써, 제1 치환 층(210)이 형성될 수 있다.
- [0056] 제1 전극(200)을 형성하는 것은, 전술한 은 나노 용액을 제1 치환 층(210) 상에 스핀 코팅하여, 제1 치환 층(210) 상에 제2 예비 전극 층(221)을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 은 나노 용액은 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함할 수 있다.
- [0057] 제2 예비 전극 층(221)에 할로젠 이온(예를 들면, Cl 또는 Br)을 포함하는 용액을 떨어뜨림으로써, 제2 예비 전극 층(221)에 포함된 은 나노 입자의 긴 유기 리간드를 Cl 또는 Br으로 치환할 수 있다. 이에 따라, 제2 예비 전극 층(221)이 제2 치환 층(220)으로 치환될 수 있다. 즉, 제1 치환 층(210) 상에 제2 치환 층(220)이 형성될 수 있다. 실시 예에서, 제1 전극(200)은 제1 및 제2 치환 층들(210, 220)을 포함하는 구조일 수 있으나, 이와 달리, 다른 예에서, 제1 전극(200)은 제1 치환 층(210)만 포함하는 구조일 수 있다.
- [0058] 도 13을 참조하면, 제1 전극(200) 상에 절연 층(500)을 형성할 수 있다. 절연 층(500)은 긴 유기 리간드를 갖는 은 나노 입자를 포함할 수 있다. 실시 예에서, 절연 층(500)은 은 나노 입자를 포함하는 은 나노 용액을 상압에서 저온 용액 공정을 통해 제1 전극(200) 상에 코팅하여 형성할 수 있다. 여기서, 저온은 대략 200~250 °C일 수

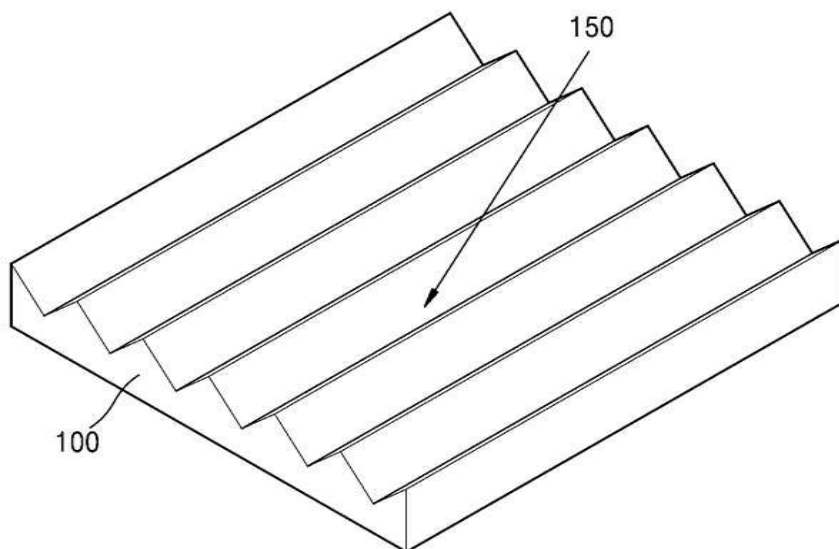
도면2



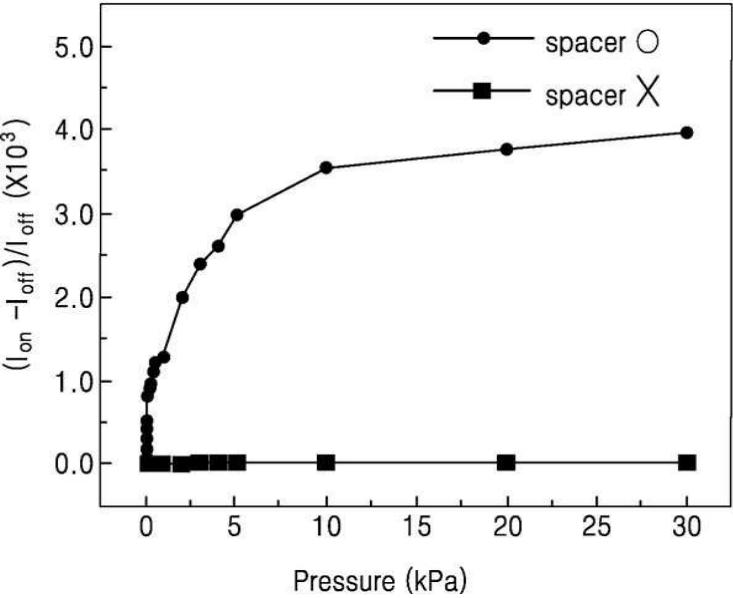
도면3



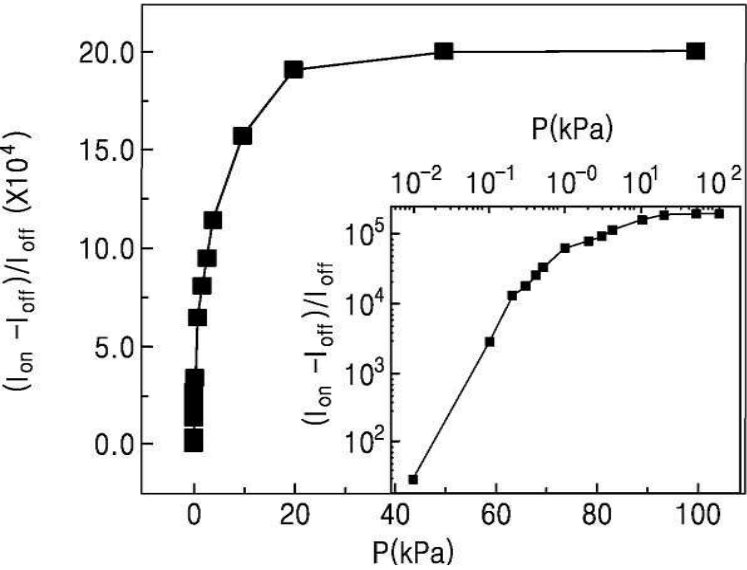
도면4



도면5



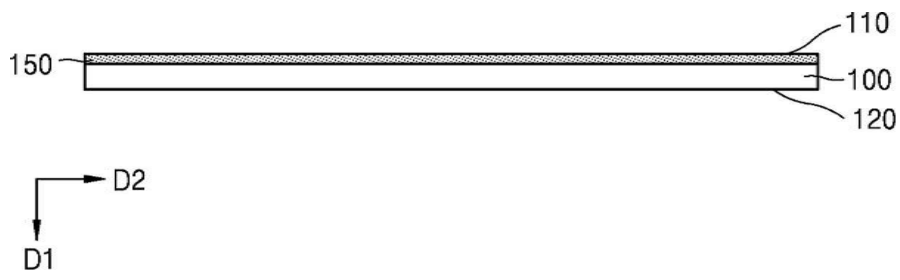
도면6



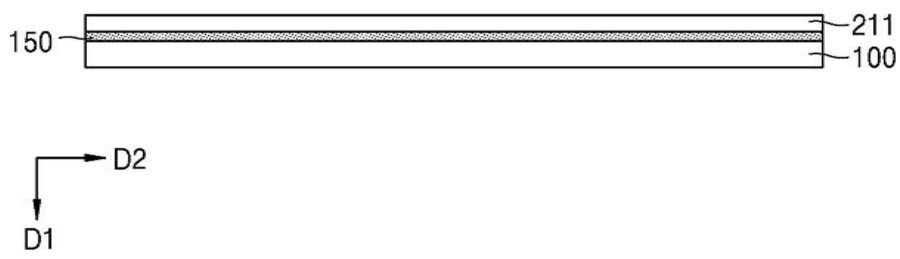
도면7



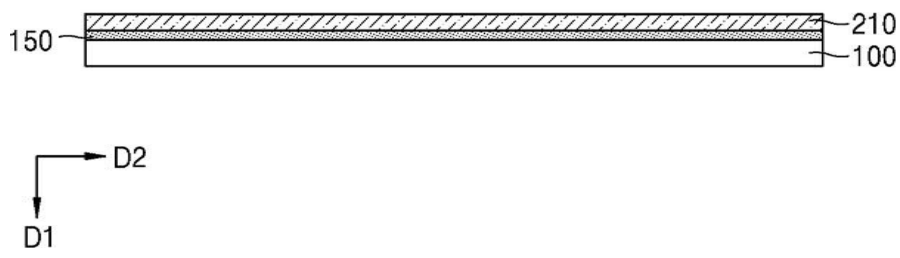
도면8



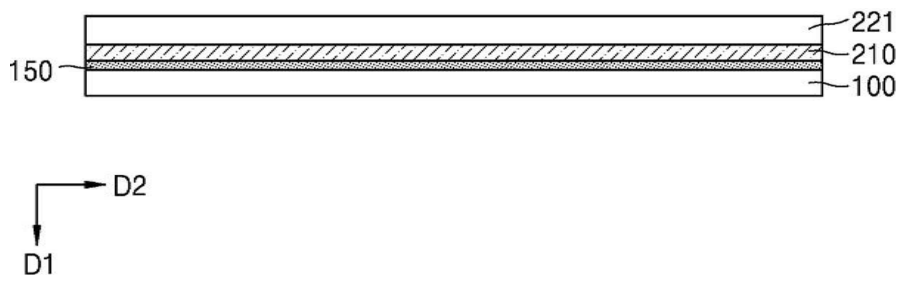
도면9



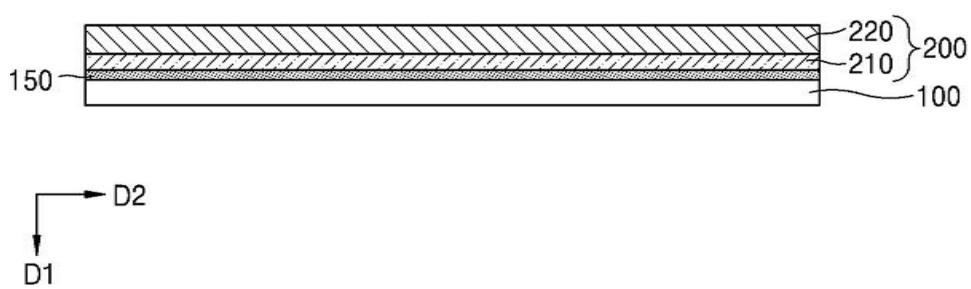
도면10



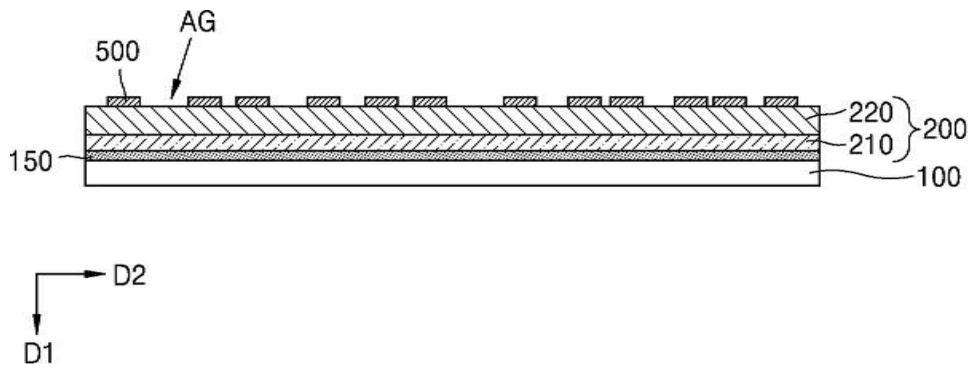
도면11



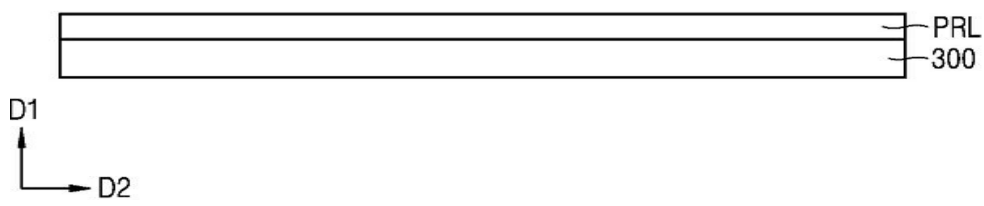
도면12



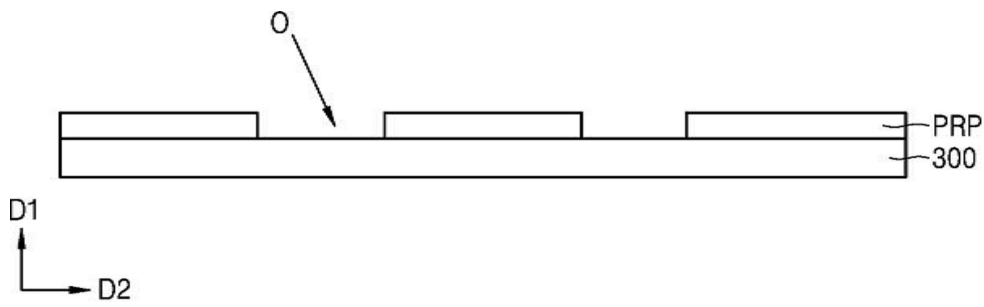
도면13



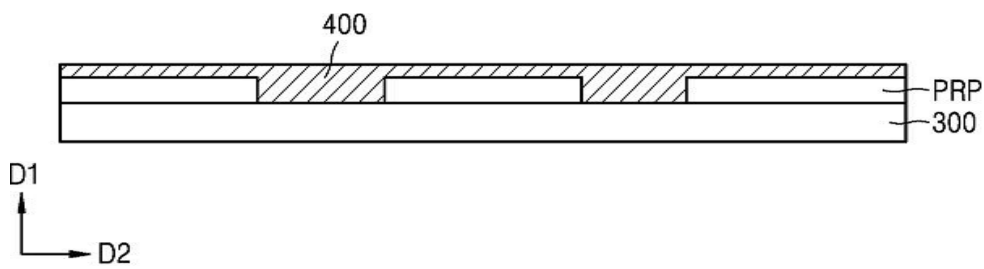
도면14



도면15



도면16



도면17

