



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0146594  
(43) 공개일자 2014년12월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G06F 3/042* (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)  
*H03K 17/94* (2006.01) *H03K 17/96* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7027051
- (22) 출원일자(국제) 2013년03월28일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년09월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/FR2013/050672
- (87) 국제공개번호 WO 2013/156702  
국제공개일자 2013년10월24일
- (30) 우선권주장  
1253649 2012년04월20일 프랑스(FR)

- (71) 출원인  
펨미사리아 아 페네르지 아토미끄 에뜨 옥스 에너지스 앤터네이티브즈  
프랑스 파리 에프-75015 바띠망 르 뽕낭 테 뤼  
르블랑 25
- (72) 발명자  
알리안 암멜카데르  
프랑스 에프-38100 그르노블 뒤 히폴리테 월러 10  
벤와디 모하메드  
프랑스 에프-94500 샹파니 / 마른 아비뉴 뒤 제네  
랄 드콜 5  
카드 티파니  
프랑스 에프-38100 그르노블 뒤 제르멩 19
- (74) 대리인  
특허법인태평양

전체 청구항 수 : 총 12 항

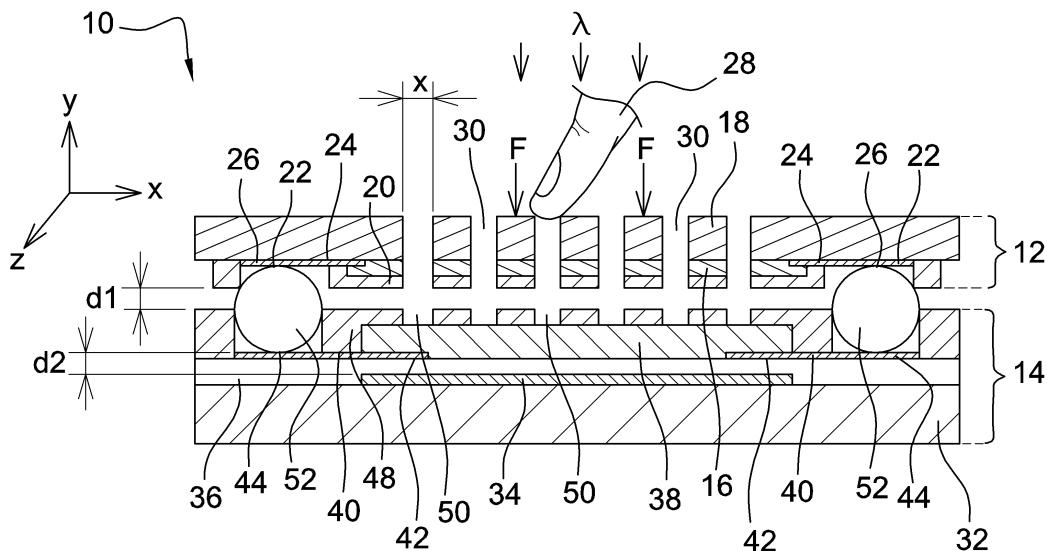
(54) 발명의 명칭 감광 촉각 센서

### (57) 요약

#### 감광 촉각 센서

- 그 상부에 가해지는 기계적 스트레스에 따라 변하는 전기 저항을 갖고, 광에 대해 적어도 부분적으로 투명한 압전저항층(16);
- 그 상부에서의 입사광의 양에 따라 변하는 전기 저항을 갖고, 상기 압전저항층(16)에 대향하여 배열되어 있는 감광층(38); 및
- 상기 압전저항층(16)과 상기 감광층(38)을, 전기적으로 병렬로 접속하는 전기 접속 요소들(22, 40, 52)을 포함하는 촉각 센서(10)를 개시한다.

#### 대 표 도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

그 상부에 가해지는 기계적 스트레스에 따라 변하는 전기 저항을 갖고, 광에 대해 적어도 부분적으로 투명한 압전저항층(16);

그 상부에서의 입사광의 양에 따라 변하는 전기 저항을 갖고, 상기 압전저항층(16)에 대향하여 배열되어 있는 감광층(38); 및

상기 압전저항층(16)과 상기 감광층(38)을, 전기적으로 병렬로 접속하는 전기 접속 요소들(22, 40, 52)을 포함하는 촉각 센서.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 압전저항층(16)과 상기 감광층(38)이, 상기 압전저항층(16)보다 더 잘 변형되는(deformable) 매체에 의해 서로 이격되어 있는 촉각 센서.

### 청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 압전저항층(16)은 전기적-절연 보호층의 표면상에 배열되어 있으며, 광에 대해 적어도 부분적으로 투명하고 변형가능하며, 상기 압전저항층(16)과 상기 보호층(20)으로 형성된 적층물은 상기 감광층(38)과 일렬로 배열된 개구부들(30)을 포함하는 보호촉각 센서.

### 청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전저항층(16)은 표면 영역 유닛당 가변하는 턴 수(number of turns)를 갖는 코일의 형태로 이루어지고, 특히 상기 센서의 주변 영역에서의 턴 수보다 상기 센서의 중앙 영역에서의 턴 수가 더 큰 촉각 센서.

### 청구항 5

청구항 3 또는 청구항 4에 있어서,

상기 코일은 상기 보호층(20)에 형성된 개구부들(30) 사이, 특히 개구부들의 행 사이를 연결(run)하는 촉각 센서.

### 청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전저항층(16)은 PEDOT:PSS로 이루어진 촉각 센서.

### 청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 감광층(38)은 그래핀(graphene)과 안티몬-도핑된 이산화 주석(antimony-doped tin dioxide)의 혼합물을 포함하는 촉각 센서.

### 청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 혼합물에서 도핑된 이산화 주석의 중량 비율이 20%보다 큰 촉각 센서.

### 청구항 9

청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 한 항에 있어서,

상기 감광층(38)은 상기 압전저항층(16)과 광반사층(34)의 사이에 형성되는 측각 센서.

### 청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 반사층(34)은 가시 및 근적외 범위의 광장들을 반사할 수 있는 측각 센서.

### 청구항 11

청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서,

상기 압전저항층(16)과 상기 감광층(38)은, 서로가 그들을 전기적으로 병렬로 접속하는 도전성 볼들(52)에 의해 설치되는 측각 센서.

### 청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 압전저항층(16)과 상기 감광층(38)은, 인서트(60)에 의해 서로 부착된 적어도 2개의 도전성 볼(52)의 적층 물에 의해 서로 설치되는 측각 센서.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 측각 센서, 특히 압력-검출 측각 센서의 분야에 관한 것으로, 특히 디스플레이, 키보드 및 터치 패드에 적용되는 것이다.

### 배경 기술

[0002] 그 상부에 가해지는 압력을 검출하는 디스플레이, 키보드 및 터치 패드가 알려져 있다. 이러한 디바이스들은 플렉서블 지지체(flexible support) 상에 형성된 압전(piezoelectric) 물질층을 포함하는 압력 센서들을 포함한다. 이러한 디바이스들이 프레스되면, 그 가압된 센서(들)의 압전물질층이 변형되어, 전용 전기 회로에 의해 검출되는 전기 전하를 방출한다. 이어 방출된 전하의 검출로 압력이 디바이스 상에 가해졌는지를 판정한다.

[0003] 고품질의 압력 센서를 얻기 위해, 양호한 기계적 특성과 양호한 압전 특성을 모두 겸비한 압전 물질이 일반적으로 모색된다.

[0004] 이러한 물질은 지지체와의 저 열팽창 차(low thermal expansion difference) 뿐만 아니라, 양호한 탄성(elasticity), 플렉서블 지지체에 대한 양호한 접착성(adherence)을 갖는 것이 요구된다. 실제로, 너무 단단한 압전 물질은 플렉서블 지지체 상에 설치하기 어렵고, 열팽창 계수의 차가 너무 큰 경우에는, 압전층이 온도 변화의 영향 하에서 지지체로부터 이격될 수 있다. 이에 따른 압력 센서들은 따라서 기계적으로 손상되기 쉽다. 높은 압전 상수를 갖는 압전 물질, 즉 프레스될 때 대량의 전하를 방출하는 압전 물질이, 고감도 센서들을 설계하기 위해 또한 모색되고 있다.

[0005] 지금, 현재 압전 물질은 양호한 기계적 속성, 또는 양호한 압전 속성 중 하나를 가지고 있다. 예를 들어, 압력 센서용으로 최근 사용되는 압전 물질은 소위 "PZT" 세라믹(납 지르코늄 티타늄(lead titanium zirconium)의 약어)과 PVDF(폴리비닐렌 불소(polyvinylene fluoride)의 약어)를 포함한다.

[0006] 그러나 PZT 세라믹이 높은 압전 상수를 갖음에도 불구하고, 매우 높은 영률(Young's modulus)을 가지므로, 불충분한 기계적 속성을 갖는다. PVD의 경우에는, 낮은 영률과 보다 일반적으로 양호한 기계적 속성을 가지고 있지만, 낮은 압전 상수를 갖는다.

[0007] 기계적 견고성 때문에, 양호한 기계적 움직임(bbehavior)과 그로 인한 낮은 영률을 갖는 압전 물질이, 일반적으로 선호된다. 그러나 낮은 압전 상수와 그로 인한 그들의 가해진 압력에 대한 저 응답을 이유로, 소위 "용량성(capacitive)" 전기 어셈블리가 방출된 전하의 양을 측정하기 위해 사용된다. 이러한 어셈블리에서는, 압전물질

층이 전극들에 접촉되어 있고, 그 전극들과 함께 용량성 회로를 형성하는데, 상기 용량성 회로는 방출된 전기 전하에 따라서 정전 용량(capacitance)이 변한다. 전극들에 접속되는, 정전 용량 미터기는 특히, 전극들 사이에 가변 전압을 인가하거나 및/또는 가변 주파수의 가변 전류를 전극에 인가함으로써, 용량성 회로의 정전 용량을 동적으로 측정한다. 용량성 전기 어셈블리는 따라서 복잡한 측정 수단을 필요로 한다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 표면에서 물체의 존재를 측정하는 용량성 전기 어셈블리의 사용을 요구하지 않는, 증가된 감도의 압전저항층(piezoresistive) 촉각 센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 위하여, 본 발명이 지향하는 촉각 센서는,

[0010] ● 그 상부에 가해지는 기계적 스트레스에 따라 변하는 전기 저항을 갖고, 광에 대해 적어도 부분적으로 투명한 압전저항층(piezoresistive layer)과;

[0011] ● 그 상부에서의 입사광의 양에 따라 변하는 전기 저항을 갖고, 상기 압전저항층에 대향하여 배열되어 있는 감광층(photosensitive layer); 및

[0012] ● 상기 압전저항층과 상기 감광층을, 전기적으로 병렬로 접속하는 전기 접속 요소(electric connection element)들을 포함한다.

[0013] 다시 말해서, 본 발명에 따른 촉각 센서는, 그 표면에 있는 물체의 존재를 검출하기 위해, 2개의 다르면서 동시에 적인 물리적 현상을 결합하는 것이다. 실제로, 물체(예를 들어, 손가락)이 센서에 접근하면, 주변 광이 가려져서, 밝기 변화량이 센서에 의해 검출된다. 압전저항층 및 감광층의 전기 저항 변화 속성을 사용하고, 압전저항층과 감광층을 병렬로 접속시킴으로써, 손가락이 센서를 프레스하여 빛을 가릴 때, 어셈블리의 전기 저항의 높은 변화량이 얻어진다. 이러한 변화량은 예를 들어, 센서에 알고 있는 크기의 정전류를 인가하고, 양단의 결과 전압을 측정함으로써, 정적으로 측정될 수 있다. 미리 결정된 임계치를 초과하는 전압 변화량은 이어서 센서에 가해진 압력을 특성화할 수 있다.

[0014] 실시예에 따르면, 압전저항층과 감광층은 압전저항층보다 더 잘 변형되는 매체(medium)에 의해 이격되는데, 상기 매체는 압전저항층의 큰 변형과, 그로 인한 전기 저항의 강한 변화를 허용하는 것으로서, 예컨대, 공기와 같은 가스(예를 들어, 저압, 진공 하의 가스), 유체(fluid) 또는 점성 액체(viscous liquid)이다.

[0015] 실시예에 따르면, 압전저항층은 전기적-절연 보호층(electrically-insulating protection layer)의 표면상에 배열되며, 광에 대해 적어도 부분적으로 투명하면서 변형가능하고, 상기 압전저항층과 상기 보호층으로 형성된 적층물(stack)은 감광층과 일렬로 배열된 개구부들을 포함한다. 주변 광 변화량에 대한 센서의 감도는 따라서 개구부들의 존재에 의해 실질적으로 증가된다.

[0016] 실시예에 따르면, 상기 압전저항층은 표면 영역 유닛(surface area unit)당 가변하는 턴 수(number of turns)를 갖는 코일의 형태로 구성되는데, 특히 상기 센서의 주변 영역에서의 턴 수보다 상기 센서의 중앙 영역에서의 턴 수가 더 크다. 우선, 코일은 그것의 길이보다 훨씬 더 작은 폭을 갖는다. 코일의 변형은 따라서 그것의 전기 저항의 강한 변화를 유도한다. 또한, 표면 영역 유닛당 턴 수는 그것의 표면에 있는 센서의 가변적인 감도(variable sensitivity)(특히, 그것의 중앙 영역에서 더 높은 감도)를 제공한다.

[0017] 유리하게는, 상기 코일은 상기 보호층에 형성된 개구부들 사이, 특히 개구부들의 행 사이를 연결(run)한다.

[0018] 실시예에 따르면, 압전저항층은 PEDOT:PSS로 이루어진다. PEDOT:PSS는 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜(ethylenedioxythiophene)), 또는 "PEDOT", 및 폴리(스티렌 살포네이트(styrene sulfonate))의 혼합물이다. PEDOT:PSS는 그것에 가해지는 스트레스에 따라 실질적으로 변하는 전기 저항을 갖는 압전저항 물질이다. PEDOT:PSS는 또한 가시 및 근적외 방사선에 대해 투명하다는 장점이 있다.

[0019] 실시예에 따르면, 감광층은 그래핀(graphene) 및 안티몬-도핑된 이산화 주석 즉 "ATO"의 혼합물을 포함한다. 이 물질은 광역 방사선 스펙트럼에, 특히 근적외선 스펙트럼 및 가시 스펙트럼의 적색 파장에 민감하고, 및 수집된 방사선의 양에 따라 감소하는 전기 저항을 갖는다는 이중 이점을 갖는다. 특히, 상당한 양의 적외 방사선을 방

출하는 손가락은, 주변 가시광이 매우 낮더라도 감광층에 의해 검출된다. 이에 더하여, 압전저항 물질은 또한 스트레스를 받았을 때 증가하는 전기 저항을 갖는다. 물체가 존재함에 따라 증가하는 전기 저항과 그 동일한 존재로 인해 감소하는 전기 저항을 병렬로 접속시킴으로써, 어셈블리의 전기 저항의 강한 변화가 얻어져서, 높은 감도의 센서를 제공한다.

[0020] 특히, 혼합물 내에서 도핑된 이산화 주석의 중량 비율은 20%보다 크다. 따라서 이러한 비율이 방사선을 최적으로 수집할 수 있게 한다는 것이 주목될 수 있다. 낮은 퍼센트의 경우, 검출 감도의 감소가 관찰될 수 있다.

[0021] 실시예에 따르면, 감광층은 압전저항층과 광반사층의 사이에 형성된다. 반사층은, 예를 들어, 이 층의 얇은 두께로 인하여, 자신을 가로지르는 방사선을 감광층으로 되돌려보낼 수 있다. 그렇게 함으로써, 센서의 감도가 증가된다.

[0022] 특히, 반사층은 가시 및 근적외 범위의 파장을 반사시킬 수 있다.

$$d = \frac{\lambda}{4n}$$

[0023] 유리하게는, 상기 감광층은 거리 만큼 반사층으로부터 이격되는데, 여기서  $\lambda$ 는 근적외 파장이고, n은 반사층으로부터 감광층을 이격시키는 매체의 굴절률(refraction index)이다. 그렇게 함으로써, 공진 현상이 선택된 파장  $\lambda$ 에 대해 감광층에서 얻어져서, 그 파장에 대한 센서 감도를 증가시킨다.

[0024] 실시예에 따르면, 압전저항층과 감광층이, 전기적으로 서로를 병렬로 접속하는 금속 볼들에 의해, 서로 설치(install)된다. 그렇게 함으로써, 서로 독립적으로 감지층들을 제조하고, 이어서 그것들을 설치할 수 있다. 마지막으로, 특히, 감광층 상에 입사광을 포커싱하기 위하여, 상기 볼들은 후자를 이격하는 거리를 조정할 수 있다.

[0025] 특히, 압전저항층과 감광층은, 인서트(insert)에 의해 서로 부착된 적어도 2개의 도전성 볼의 적층물에 의해 서로 닿아 설치된다. 그렇게 함으로써, 적층된 볼의 개수를 조정함으로써 압전저항층과 광감층을 이격시키는 거리를 조정하는 것이 가능하다.

### 발명의 효과

[0026] 본 발명은 표면에서 물체의 존재를 측정하는 용량성 전기 어셈블리의 사용을 요구하지 않는, 증가된 감도의 압전저항 측각 센서를 제공하는 효과를 갖는다.

### 도면의 간단한 설명

[0027] 본 발명은 첨부 도면과 관련하여 단지 예시로서 제공되는 후술하는 상세 설명의 판독으로 더 잘 이해될 것이며, 첨부 도면에서의 동일한 참조 번호는 동일하거나 유사한 요소들을 표기한다.

도 1은 본 발명에 따른 센서의 간략화된 단면도이다.

도 2는 도 1의 센서의 간략화된 상면도이다.

도 3은 도 2의 센서의 변형예에 대해 간략화된 상면도이다.

도 4는 본 발명에 따른 센서의 등가 전기 다이어그램이다.

도 5 내지 도 16은 본 발명에 따른 센서를 제조하는 방법을 나타내는 간략화된 상면도 및 단면도이다.

도 17은 본 발명에 따른 센서의 두 부분의 하이브리드 형성(hybridization)을 위한 볼들의 변형예에 대해 간략화된 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 도 1의 간략화된 단면도를 참조하면, 예를 들어, 디스플레이, 키보드 또는 터치 패드에 통합되는 경향이 있는, 본 발명에 따른 측각 센서(10)는 압력 센서(12)와 광센서(14)를 포함한다. 후자는 압력 센서(12)의 아래에 압력 센서와 일례로 배열되어 있고, 2개의 센서(12, 14)는 전기적으로 병렬로 접속되어 있다.

[0029] 압력 센서(12)는 압전 물질로 형성된 압전저항층(16)을 포함하는데, 이 압전 물질은 보호층들(특히 측각 표면을 정의하는 플렉서블 기판(18)과 전기적-절연 보호층(20) 사이에 개재되어, 이 물질에 인가되는 기계적 스트레스

에 따라 변하는 전기 저항을 가진다.

[0030] 유리하게는, 압전저항층(16)은 예를 들어, 10nm 내지 5 $\mu$ m 범위의 두께를 갖는PEDOT:PSS로 이루어진다. PEDOT:PSS는 압전저항 물질로서, 즉 다른 유형의 알려진 압전저항 물질들과 비교하여 인가된 스트레스에 따라 강하게 변하는 전기 저항성을 갖는 물질이다. 또한, PEDOT:PSS는 또한 온도에 민감하며, 이것의 전기 저항은 온도가 감소할수록 감소한다. 이에 더하여, 이러한 물질은 가시 및 근적외 방사선에 대해 실질적으로 투명하다.

[0031] 예를 들어, 금, 백금, 니켈, 구리, 은 또는 알루미늄으로 이루어진 도전성 요소들(22)이 압전저항층(16)과 접촉되어 있는 기판(18) 상에 더 형성되며, 이후에서 보다 자세하게 설명되어질 것처럼, 그 도전성 요소들(22)에 전압을 인가하거나 및/또는 전류를 주입한다. 예를 들어, 도전성 요소들(22)은 압전저항층(16)과 접촉하고 각각이 2개의 금속 영역(26)에 접속된, 2개의 금속 트랙 어셈블리를 포함한다.

[0032] 플렉서블 기판(18)은 예를 들어, 손가락(28)이나 스타일러스에 의해, 그 표면에서 물체에 의해 가해지는 압력 하에서 변형가능하도록 선택된다. 플렉서블 기판(18)은 예를 들어, 25 $\mu$ m 내지 200 $\mu$ m 범위의 두께를 갖는 박막 플라스틱 필름으로 형성된다.

[0033] 압력 센서(12)는 적어도 부분적으로 광센서(14)에 의해 검출된 방사선에 대해 투명하도록 추가로 설계된다. 투명성(transparency)은 센서(12)를 형성하는 물질들, 및/또는 그것을 형성하는 층들의 두께를 선택하거나, 및/또는 센서에서 광의 특수 경로(privileged path)들(예컨대, 개구부들)을 형성함으로써 얻어진다.

[0034] 유리하게는, 기판(18)은 따라서 적어도 부분적으로 가시광에 대해 투명한 물질로 이루어진다. 이 목적을 위해, 기판(18)은 폴리에틸렌 나프탈레이트("PEN") 또는 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)("PET")로 이루어지는데, 이 물질은 플렉서블, 가시 스펙트럼 및 근적외선에 대한 투명성 및 낮은 비용의 3가지 이점을 갖는다.

[0035] 마찬가지로, 보호층(20)은 바람직하게는 센서(14)에 의해 검출되는 방사선에 대해 적어도 부분적으로 투명한 유전 물질(dielectric material)로 형성된다. 예를 들어, 층(20)은 투명하고 낮은 유전율(permittivity)을 갖는 CYTOP형 플루오르-폴리머(fluoro-polymer)층이며, 그 두께가 10나노미터 내지 500나노미터이다.

[0036] 개구부들(30)은 센서(12)의 일반적인 투명성을 증가시키기 위해, 압력 센서(12)를 관통하여 광센서(14)와 일렬로 형성된다. 예를 들어, 도 2의 간략화된 상면도에 도시된 것처럼, 개구부들의 (특히, 주기적인(periodic)) 이차원 네트워크가, 기판(18), 압전저항층(16) 및 보호층(20)을 관통하여 형성된다. 개구부들은 예를 들어, 사각 단면과 50나노미터 내지 5마이크로미터 범위의 측면 길이(side length)를 갖는다. 압전저항층(16)은 개구부들(30)에 의해 교차되는 솔리드(solid) 직사각 층의 형태로 구성된다.

[0037] 유리하게는, 도 3의 간략화된 상면도에 도시된 것처럼, 압전저항층(20)은, 변형예로서, 개구부들(30)의 행들 사이를 연결(run)하는 코일의 형상을 취하고 있다. 코일은 그것의 폭보다 더 큰 길이를 가지며, 그것의 표면에 가해진 압력에 따라 전기 저항의 증가된 변화가 얻어지게 된다. 바람직하게, 코일은 압력 센서(12)의 주변부에서보다 압력 센서(12)의 중앙 영역에서 더 많은 턴을 포함한다. 그렇게 함으로써, 압전저항 구조물의 중앙부에서 최대 스트레이스를 제공하는 낮은 공진 주파수로 인하여, 압력 센서는 자신의 주변부에서보다 중앙 영역에서 더 민감하다.

[0038] 도 1을 다시 참조하면, 광센서(14)는 반사층(34)을 지지하는 기판(32)을 포함한다. 반사층(34)은 광센서(14)에 의해 검출되는 방사선에 대해 적어도 부분적으로 투명한, 전기적 절연 물질로 이루어진 층(36)으로 덮여 있다. 후자는 또한 절연층(36) 상에 형성되는 광감지층(38)을 포함한다. 예를 들어, 금, 백금, 니켈, 구리, 은 또는 알루미늄으로 이루어진 도전성 요소들(40)이 추가로, 광감지층(38)과 접촉되어 있는 절연층(36) 상에 형성되는 데, 이후에서 보다 자세하게 설명되어질 것처럼, 그 도전성 요소들(10)로 전압을 인가하거나 및/또는 전류를 주입한다. 예를 들어, 도전성 요소들(40)은 층(38)과 접촉되어 있으면서 2개의 금속 영역(44)에 접속되는, 2개의 금속 트랙의 어셈블리(42)를 포함한다. 상기 어셈블리는 노출된 상태로 남겨져 있는 도전성 영역들(44)을 제외하고, 전기적-절연 보호층(48)으로 선택적으로 덮여 있고, 개구부들(50)이 압력 센서(12)의 개구부들(30)과 일렬로 층(48) 내에 형성되어 있다.

[0039] 유리하게는, 기판(32)은 플렉서블 및 투명한 예를 들어 PEN 또는 PET와 같은 플라스틱 기판이며, 25 $\mu$ m 내지 200 $\mu$ m 범위의 두께를 갖는다.

[0040] 유리하게는, 감광층(38)은 그래핀과 ATO(안티몬-도핑된 이산화 주석(SnO<sub>2</sub>:Sb))의 혼합물로 형성되며, 혼합물에서 ATO의 중량 비율은 유리하게는 20%보다 크다. 이러한 물질은 근적외선 뿐만 아니라 가시 스펙트럼(특히 적색)에서 감지할 수 있고, 추가로 감지된 방사선의 양에 따라서 감소하는 전기 저항을 갖는다. 감광층(38)은

따라서 손가락(28)의 존재에 의해 유도되는 열 변화량뿐만 아니라, 손가락(28)의 존재에 의해 유도되는 주변광 변화량도 취득하는데, 이러한 열 변화량은 손가락에 의해 방출되는 근적외 방사선의 변화량으로서 반영된다.

[0041] 선택적으로, 반사층(34)으로부터 감광층(38)을 이격시키는 거리뿐만 아니라 절연층(36)의 물질이, 관계

$$d = \frac{\lambda}{4n}$$

를 충족시키도록 선택되는데, 거리  $d$ 는 상기 거리,  $\lambda$ 는 근적외 파장,  $n$ 은 층(36)의 굴절률이다. 따라서 파장  $\lambda$ 에서 전자기 공명 현상이 얻어져서, 이 파장에 대한 센서(12)의 감도를 증가시킨다.

[0042] 반사층(34)은, 감광층(38)에 의해 검출된 방사선에 대해 상당한 반사를 제공하는 물질로 이루어져 있다. 예를 들어, 반사층은 은, 알루미늄 또는 금 금속층이며, 이러한 물질들은 가시 및 근적외 범위에서 강한 반사력을 갖는다.

[0043] 절연층(36)은 감광층(38)에 의해 검출된 방사선에 대해 투명한 물질(예컨대, 유기 폴리머계의 유전체 또는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ 와 같은 무기 산화물)로 이루어진다. 이러한 물질들은 가시 및 근적외 범위에서 강한 투명성을 갖는다.

[0044] 유리하게는, 압력 센서(12) 및 광센서(14)는 금속 볼들(52)에 의해 서로 닿아 설치되는데, 금속 볼들(52) 각각은 센서(12, 14) 상에서 서로 대향하도록 각각 배열된 접속 영역들(26, 24) 사이에 배열되어 있다. 센서들(12, 14)은 전기적으로 병렬로 접속되어 있다. 또한, 볼들(52)은 압력 센서(12)가 그것의 표면에 가해지는 압력 하에서 강하게 힘에 따라, 그것의 전기 저항의 강한 변화를 경험할 수 있도록, 그들을 서로 거리  $d_1$ 만큼 이격시킨다. 광센서(14)로부터 압력 센서(12)가 이격되는 공간은, 저압 또는 무압의 공기와 같은 가스, 진공, 액체 또는 점성 액체로 추가로 채워져 있다. 물론, 2개의 기능이 개별 요소들에 의해 구현될 수도 있다.

[0045] 도 4는 본 발명에 따른 센서의 등가 전기 다이어그램이다. 압전저항층(16)과 감광층(38)이 전기적으로 병렬로

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

접속되어, 센서(10)는  $R_1$ 과  $R_2$  과 동일한 총 전기 저항을 갖는데, 여기서  $R_1$ 과  $R_2$  각각은 감광층과 압전저항층의 전기 저항이다.

[0046] 센서(10)는 예를 들어, 그것의 저항 또는 그것과 관련되는 정적 측정을 수행할 수 있게 하는 정전류 또는 전압을 포함하는 전기 회로(54)에 접속되는데, 이러한 측정은 센서 표면에서 예를 들어, 손가락의 존재와 같은 이벤트를 판정하는 아날로그 또는 디지털 처리 회로(도시하지 않음)에 의해 분석된다.

[0047] 본 발명에 따른 센서(10)는 따라서 3개의 서로 다른 모드, 즉, 촉각 및 광 검출 모드를 조합한 검출 모드 뿐만 아니라, 압전저항 촉각 검출 모드, 광검출 모드를 조합한다.

[0048] 압전저항 검출 모드에서, 기판(18)에 가해진 압력은 압전저항 효과, 즉, 기판에 가해진 스트레스의 영향 하에서 압전저항층(16)의 전기 저항의 변화를 유도한다. 실제로 기판(18)이 프레스되면, 압전저항층(16)의 전기 저항의 변화를 생성하는 압전저항층(16)의 국지적 변형이 야기되는데, 이 변화량은 전기량(특히 전류 또는 전기 전압)의 상응하는 변화량으로서 반영된다. 가해진 압력은 이어 예를 들어, 인가된 압력 값에 따른 측정된 전기량의 미리 결정된 변화량에 대한 테이블을 사용함으로써 판정될 수 있다.

[0049] 광검출 모드에서는, 센서(10)의 한 면 또는 양면이 조명되어질 때, 광감지층(38)에 형성되는 광저항의 전기 저항은, 광 강도에 따라 변하며, 이 저항의 변화량은 전류 또는 전압일 수 있는 전기량으로서 해석될 수 있는데, 이것은 상술되어진 것과 유사한 방식으로 판독 회로에 의해 판독된다. 추가로, 광검출 모드는 또한 근적외선의 열파(thermal wave)들을 검출할 수 있고, 이로써 가시 스펙트럼의 주변광이 저 강도일 때, 손가락을 검출할 수 있다. 또한 광센서(14)를 형성하는 물질 및 층들이 기판(32) 상의 입사광을 검출할 수 있고, 본 응용에서 필요로 한다면, 광센서(14)는 순수한 광 검출(pure light detection)이 가능하다는 것에 주목해야 한다.

[0050] 압전저항 검출과 광검출을 조합하는 검출 모드에서는, 압력 센서(12)의 표면에 압력을 가하는 물체가 또한 주변 광(ambient luminosity)을 가림에 따라, 광센서(14)가 광 변화량을 감지할 수 있게 된다. 물체가 손가락이면, 근적외선의 열파가 추가로 후자에 의해 검출될 수 있다. 이러한 현상의 조합은 센서의 일반적인 전기 저항의 강한 변화량을 생성하고, 이로 인해 고감도 검출을 할 수 있게 한다.

[0051] 이제 본 발명에 따른 센서를 제조하는 방법이 도 5 내지 도 16과 관련되어 설명되어질 것이며, 센서(12, 14)는 서로 독립적으로 제조된다.

[0052] 광센서(14)의 제조는 25 내지 200 마이크로미터 범위의 두께를 갖는, PEN 또는 PET 형의 저가형 플렉서블 플라스틱 기판(32)의 형성으로 시작하고, 이어서 예를 들어 물리적 기상 증착(physical vapor deposition), 실크 스크리닝(silk screening) 또는 잉크젯 프린팅(inkjet printing)에 의해, 은, 알루미늄 또는 금으로 이루어진 반사 금속층(34)의 증착이 행해진다(도 5).

[0053] 이어서, 예를 들어, 물리적 기상 증착, 실크 스크리닝 또는 잉크젯 프린팅에 의해, 상기 얹어진 어셈블리 상에, 전기적 절연 및 투명층(36)이 증착된다. 상기 층(36)의 두께는 이후 증착되어질 광감지 요소에 입사되는 광의 반사를 최대화하도록 선택된다(도 6). 층(36)을 형성하는 물질은 예를 들어, 유기 폴리머계의 유전체 또는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  등과 같은 무기 패시베이션 산화물(inorganic passivation oxide)이다.

[0054] 이어서 2개의 접속 전극(40)이 물리적 증착, 실크 스크리닝 또는 잉크젯 프린팅에 의해 층(36) 상에 형성된다(도 7). 전극들(40)은 예를 들어 도전성 그래핀 또는 금속(특히, 금, 은, 알루미늄, 백금, 구리 또는 티타늄)으로 이루어진다.

[0055] 본 방법은 계속해서 그래핀과 ATO의 혼합물로 이루어진 감광층(38)의 증착을 수행하는데, 상기 혼합물에서 ATO의 중량은 최소 20%이다(도 8). 이 증착은 예를 들어 도전성 그래핀 잉크 및 ATO 잉크의 혼합물을 증착하는 잉크젯 프린팅 또는 실크 스크리닝에 의해 수행된다. 유리하게는, 그래핀 잉크 및 ATO 잉크의 용매(solvent)는, 매우 균일한 증착 층을 형성하기 위하여 비슷한 증발 온도(evaporation temperature)를 갖는다. 유리하게는, 용매들의 증발 온도도 어닐(anneal) 면에서 잉크 혼합물의 증착률 상에 이미 형성되어 있는 층들의 어닐 온도와 호환가능하도록 선택되는데, 특히 증발 온도는 플라스틱 기판(32)의 유리화 천이 온도(vitreous transition temperature)보다 낮다. 특히, 상기 증발 온도는 110 내지 180°C 범위이다.

[0056] 이어서, 유전층(48)이 예를 들어, 물리적 기상 증착, 실크 스크리닝 또는 잉크젯 프린팅에 의해 상기 어셈블리 상에 증착되고, 개구부들(50)이 광감지층(38) 까지 층(48) 내에 형성된다(도 9 및 도 10). 개구부들은 예를 들어, 실크 스크리닝 또는 리소그래피(lithography)에 의해 형성된다.

[0057] 압력 센서(12)의 제조는 25 내지 200 마이크로미터 범위의 두께를 갖는, PEN 또는 PET 형의 저가형 플렉서블 플라스틱 기판(18)의 형성으로 시작하며, 이어서 특히 풀-플레이트 증착(full-plate deposition)(예를 들어, 물리적 기상 증착, 실크 스크리닝 또는 잉크젯 프린팅)에 의해 2개의 전극(22)을 형성하고, 이어서 전극들(22)을 정의(define)하기 위해 화학적, 물리적 또는 레이저 에칭이 행해진다(도 11). 전극들(22)은 예를 들어 도전성 그래핀 또는 금속(특히 금, 은, 알루미늄, 백금, 구리, 또는 티타늄)으로 이루어진다.

[0058] 본 방법은 이어서 압전저항 물질의 지오메트리(geometry)의 정의와 증착을 수행한다. 유리하게는, PEDOT:PSS로 이루어진 압전저항층(16)은 예를 들어, 실크 스크리닝 또는 잉크젯 프린팅에 의해, 기판(18)과 부분적으로 2개의 전극(22) 상에 증착된다. 유리하게는, 압전저항층(16)의 지오메트릭 형상은 상기 센서의 중앙에서 더 샤프한 턴들을 갖는 코일 패턴을 정의함으로써 상기 센서의 중앙에서 압력 센서(12)의 감도를 증가시키도록 선택된다(도 12).

[0059] 절연 물질(예를 들어, 유전체)로 이루어진 투명 보호층(20)이 이어서 PEDOT:PSS 층(16)의 보호를 위하여 얹어진 상기 적층물 상에 증착된다. 층(20)은 예를 들어, 실크 스크리닝 또는 잉크젯 프린팅, 및 보다 일반적으로는 플라스틱 기판(18)과 호환가능한 저온 증착(low-temperature deposition)에 의해 증착된다. 이어 어닐이 층(20)을 굳히기 위해 적용된다.

[0060] 이어, 예를 들어, 리소그래피 마스크를 통해서, 레이저 에칭, 플라즈마 에칭, 또는 화학적 에칭에 의해, 개구들(30)이 기판(18) 내에 형성된다. 유리하게는, 기판(18)의 두께를 가로지르고, 그로 인해 압력 센서(12)를 가로질러 형성되는 개구부들(30)의 크기는, 광센서(14)를 향하여 전송되는 최대 광을 갖도록 최적화된다. 특히, 개구부들의 크기는 광센서(14)에 의해 검출되는 파장들에 대한 압력 센서(12)를 형성하는 층들에 의한 회절 현상(phenomena of diffraction)을 제한하거나 피할 수 있도록 선택된다.

[0061] 압력 센서(12)와 광센서(14)가 완성되면, 바람직하게는 이들은 예를 들어, 은을 함유하고 있는 도전성 잉크에 의해 조립된다.

[0062] 특히, 은을 함유하는 도전성 에폭시형-잉크 등의 드롭(drop)이 예를 들어, 실크 스크리닝 또는 마이크로실린지(microsyringe)에 의해, 광센서(12)의 접속 영역(44)의 각각에 증착된다. 잉크 용적(ink volume)과 증착 조건들이 광센서(14)로부터 압력 센서(12)를 이격시키는 거리  $d_1$ 을 조정할 수 있다(도 1b). 이어 광 어닐이 잉크 드롭들의 표면을 굳히기 위해 수행되고, 그 후 도전성 볼들(52) 상에 압력 센서(12)가 배치된다. 최종 어닐이 이

어 도전성 볼들의 어셈블리를 굳히기 위해 행해진다.

[0063] 개별적으로 알려진 크기를 갖는 드롭들을 적층함으로써 2개의 센서(12, 14)를 이격시키는 거리를 조정할 수 있다. 예를 들어, 드롭의 중첩이 알려진 거리를 정의할 수 있으면, 2개 드롭을 적층함으로써 상기 거리를 2배로 할 수 있다.

[0064] 도 17을 참조하면, 도전성 잉크(52)의 제1 드롭이 각 접속 영역(44)에 증착되고, 그 후에 드롭들의 표면 어널이 드롭들의 상부 표면을 굳히기 위해 적용된다.

[0065] 이어서 최종 센서의 구조물을 기계적으로 지지하고, 센서에 가해지는 복수 번의 촉각적 접촉에 의한 센서의 피로(fatigue)를 방지하기 위해, 도전성 잉크와 높은 접착 속성을 갖는 경질(rigid) 도전성 금속 인서트(60)가 상기 드롭들의 각각 내로 삽입된다.

[0066] 예를 들어, 인서트들(60)은 도전성 카본, 텅스텐, 니켈, 티타늄 질화물 또는 텅스텐 질화물 나노튜브로 이루어진 막대(rod)이다.

[0067] 제2 드롭(62)이 이어서 제1 드롭(52)의 각각의 위에 증착되고, 그 후 어널이 상기 어셈블리를 굳히기 위해 적용된다.

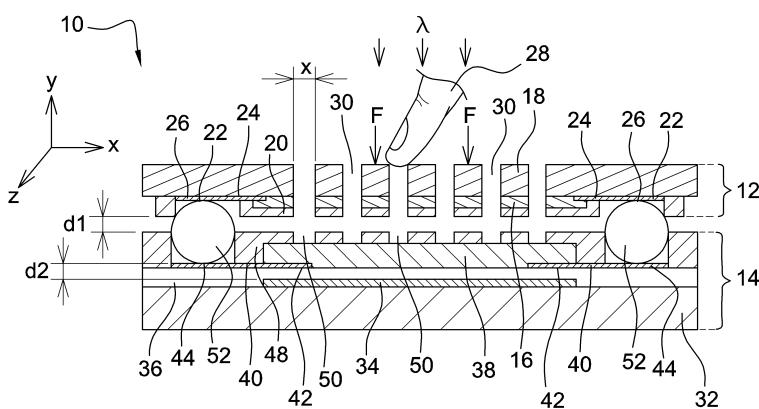
[0068] 센서 내에 존재하는 플라스틱 물질들과 호환되지 않는 온도들을 요구하지 않는 이점을 갖는 도전성 잉크에 의한 설치와 같은 설치의 다른 유형도 물론 가능하다.

[0069] 투명 PEDOT:PSS 압전저항층이 설명되었다. 그러나 예를 들어 그래핀과 같은 다른 물질들도 가능하다.

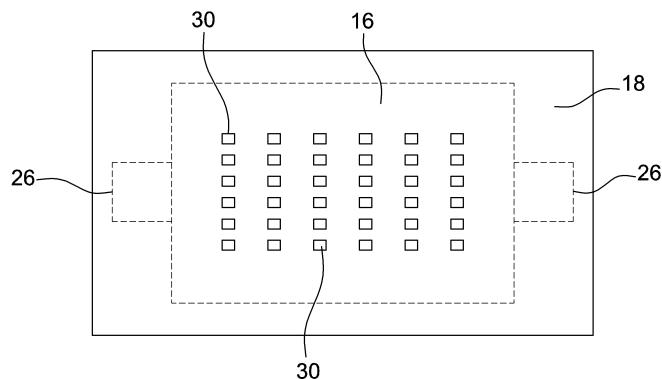
[0070] 마찬가지로, 그래핀과 ATO의 혼합물로 이루어지는 감광층이 설명되었다. 다른 감광 물질들도 물론 가능하다.

## 도면

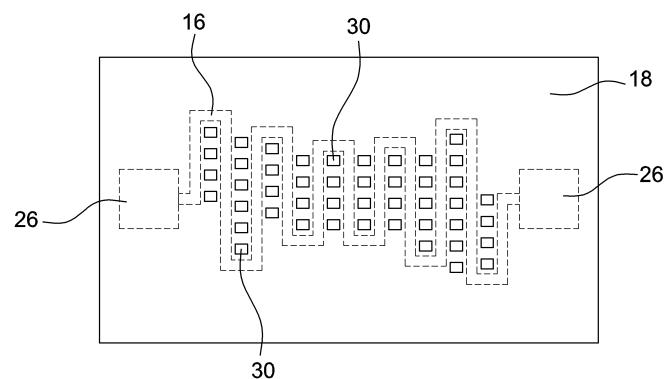
### 도면1



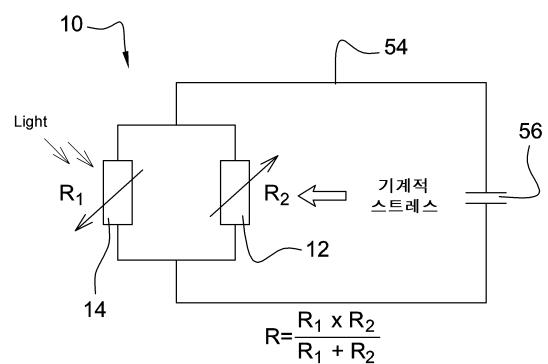
도면2



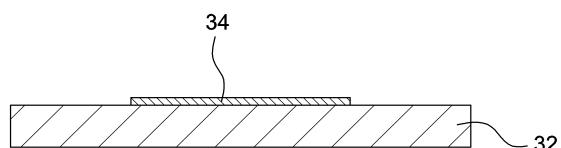
도면3



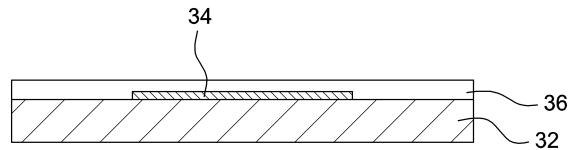
도면4



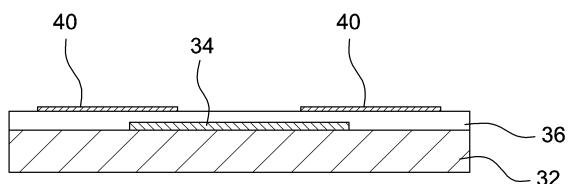
도면5



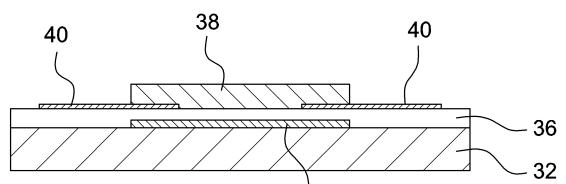
도면6



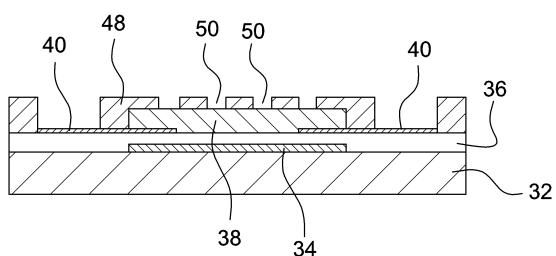
도면7



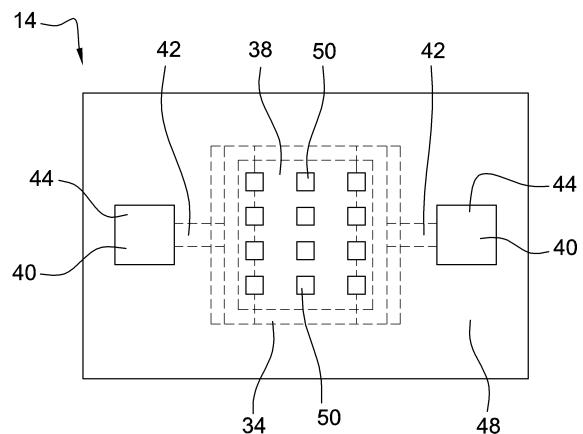
도면8



도면9



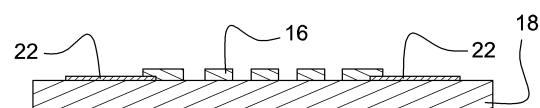
도면10



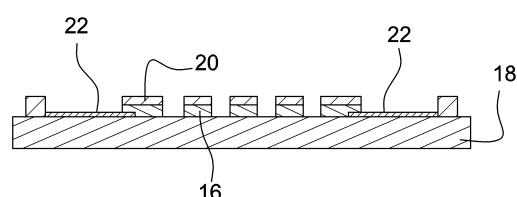
도면11



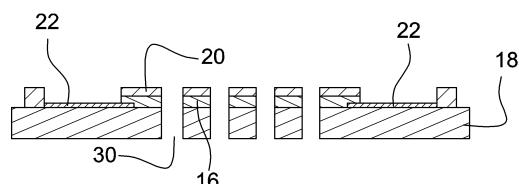
도면12



도면13



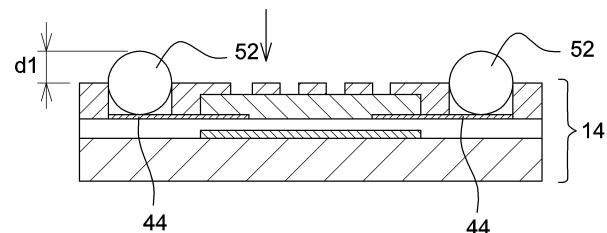
도면14



도면15



도면16



도면17

