



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0127396  
(43) 공개일자 2024년08월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01L 1/22 (2006.01) G01L 5/1627 (2020.01)
- (52) CPC특허분류  
G01L 1/225 (2013.01)  
G01L 1/2206 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7024154
- (22) 출원일자(국제) 2022년11월22일  
심사청구일자 2024년07월18일
- (85) 번역문제출일자 2024년07월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/043157
- (87) 국제공개번호 WO 2023/145220  
국제공개일자 2023년08월03일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2022-009277 2022년01월25일 일본(JP)

- (71) 출원인  
고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교기쥬츠 소고켄큐쇼  
일본 도쿄도 치요다쿠 카스미가세키 1-3-1  
가부시키가이샤 니콘  
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고
- (72) 발명자  
가나자와 슈스케  
일본 이바라키켄 츠쿠바시 우메조노 1-1-1 츠쿠바  
센트럴 1 고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교기쥬츠  
소고켄큐쇼 내  
이타가키 모토시  
일본 이바라키켄 츠쿠바시 우메조노 1-1-1 츠쿠바  
센트럴 1 고쿠리츠켄큐카이하츠호진 상교기쥬츠  
소고켄큐쇼 내  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인태평양

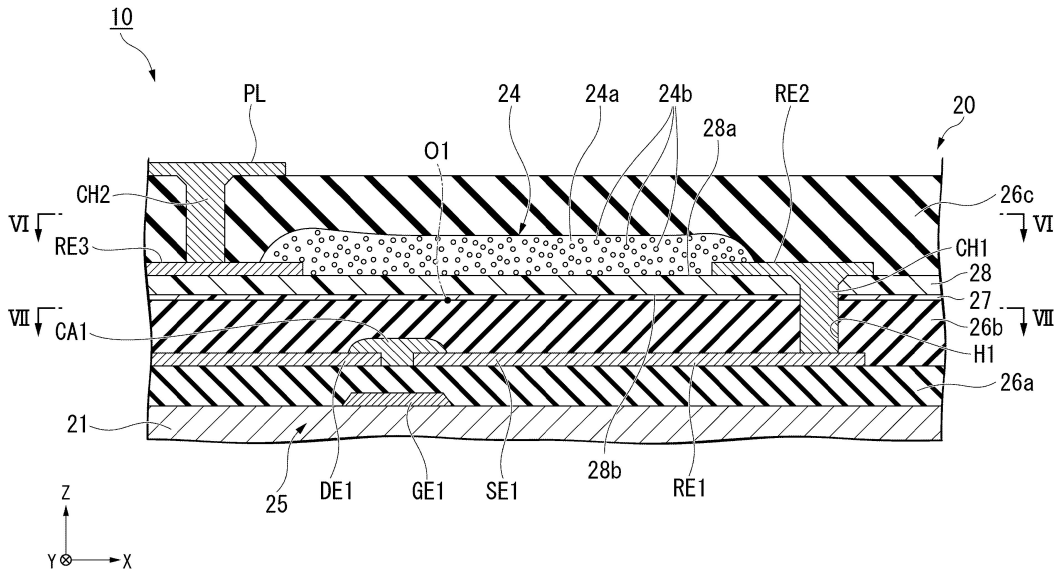
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 플렉서블 센서 및 플렉서블 센서의 제조 방법

(57) 요약

플렉서블 센서(10)는 가요성을 가지는 메인 기관(21)과, 가요성을 가지고, 적어도 외면이 전기적 절연성을 가지는 재료로 형성되고, 메인 기관(21) 상에 마련된 지지 기관(28)과, 자신의 디스토션에 따라 저항값이 변화하고, 지지 기관(28)에 있어서의 메인 기관(21)과는 반대측의 제1 면(28a)에 마련된 가변 저항부(24)를 구비한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*G01L 1/2287* (2013.01)

*G01L 5/1627* (2022.01)

(72) 발명자

**고이즈미 쇼헤이**

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시  
키가이샤 니콘 내

**기토 요시아키**

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시  
키가이샤 니콘 내

**하타야마 가즈히로**

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시  
키가이샤 니콘 내

**심창훈**

일본 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시  
키가이샤 니콘 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

가요성을 가지는 메인 기관과,

가요성을 가지고, 적어도 외면이 전기적 절연성을 가지는 재료로 형성되고, 상기 메인 기관 상에 마련된 지지 기관과,

자신의 디스토션에 따라 저항값이 변화하고, 상기 지지 기관에 있어서의 상기 메인 기관과는 반대측의 제1 면에 마련된 가변 저항부를 구비하는 플렉서블 센서.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 메인 기관에는, 트랜지스터가 마련되고,

상기 지지 기관을 관통하는 관통공이 형성되고,

상기 트랜지스터와 상기 가변 저항부를 전기적으로 접속하고, 적어도 일부가 상기 관통공에 배치된 배선을 구비하는 플렉서블 센서.

#### 청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 지지 기관의 상기 제1 면에 마련되고, 상기 가변 저항부를 덮는 피복 부재를 구비하고,

상기 메인 기관의 상기 제1 면을 따르는 축선 둘레의 단면 2차 모멘트, 및 상기 지지 기관, 상기 피복 부재의 상기 축선 둘레의 단면 2차 모멘트는, 서로 동등한 플렉서블 센서.

#### 청구항 4

가요성을 가지고, 적어도 외면이 전기적 절연성을 가지는 재료로 형성된 지지 기관의 제1 면에, 자신의 디스토션에 따라 저항값이 변화하는 가변 저항부를 마련하는 저항 설치 공정과,

상기 저항 설치 공정 후에, 상기 지지 기관에 있어서의 상기 제1 면과는 반대측의 제2 면에 접착층을 마련하는 접착층 설치 공정과,

상기 접착층 설치 공정 후에, 개요성을 가지는 메인 기관에, 상기 접착층을 첩부하는 접착 공정을 행하는, 플렉서블 센서의 제조 방법.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 접착층 설치 공정과 상기 접착 공정 사이에, 상기 지지 기관 및 상기 접착층을 관통하는 관통공을 형성하는 관통공 형성 공정을 행하고,

상기 접착 공정 후에, 상기 관통공을 통하여, 상기 메인 기관에 마련된 트랜지스터와 상기 가변 저항부를 배선에 의해 전기적으로 접속하는 배선 공정을 행하는, 플렉서블 센서의 제조 방법.

#### 청구항 6

청구항 4 또는 청구항 5에 있어서,

상기 지지 기관의 상기 제1 면에, 상기 가변 저항부를 덮는 피복 부재를 마련하는 피복 공정을 행하고,

상기 메인 기관의 상기 제1 면을 따르는 축선 둘레의 단면 2차 모멘트, 및 상기 지지 기관, 상기 피복 부재 전

체로서의 상기 축선 둘레의 단면 2차 모멘트는, 서로 동등한, 플렉서블 센서의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 플렉서블 센서 및 플렉서블 센서의 제조 방법에 관한 것이다.

[0002] 본원은 2022년 1월 25일에 출원된 일본국 특원 2022-009277호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

**배경 기술**

[0003] 가요성을 가지는 플렉서블 센서가 알려져 있다. 예를 들어, 특허문헌 1에는, 그와 같은 플렉서블 센서로서 디스토션 센서가 기재되어 있다. 그 디스토션 센서는, 플라스틱, 고무 등의 고분자 재료 중에 도전성 입자를 분산시킨 형성물을 플렉서블한 기판 상에 층 모양으로 형성하고 있다. 그리고, 기판의 신장에 수반하는 형성물의 신장에 의해서 형성물의 전기 저항이 바뀌는 특성을 이용하여, 기판이 장착되는 계측 대상물(철골 구조물이나 철근 콘크리트 구조물)의 변형에 의한 디스토션을 계측한다. 이와 같은 플렉서블 센서는, 검출 정밀도나 검출 감도를 향상시킴으로써, 계측 대상물의 1차원적인 신축 계측뿐만 아니라, 계측 대상물의 면의 2차원적인 디스토션(변형)이나 유체의 2차원적인 유속 분포를 간편하게 계측하기 위해서도 이용 가능하다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특개 평11-241903호 공보

**발명의 내용**

[0005] 본 발명의 플렉서블 센서의 하나의 양태는, 가요성을 가지는 메인 기판과, 가요성을 가지고, 적어도 외면이 전기적 절연성을 가지는 재료로 형성되고, 상기 메인 기판 상에 마련된 지지 기판과, 자신의 디스토션에 따라 저항값이 변화하고, 상기 지지 기판에 있어서의 상기 메인 기판과는 반대측의 제1 면에 마련된 가변 저항부를 구비한다.

[0006] 또한, 본 발명의 플렉서블 센서의 제조 방법의 하나의 양태는, 가요성을 가지고, 적어도 외면이 전기적 절연성을 가지는 재료로 형성된 지지 기판의 제1 면에, 자신의 디스토션에 따라 저항값이 변화하는 가변 저항부를 마련하는 저항 설치 공정과, 상기 저항 설치 공정 후에, 상기 지지 기판에 있어서의 상기 제1 면과는 반대측의 제2 면에 접착층을 마련하는 접착층 설치 공정과, 상기 접착층 설치 공정 후에, 가요성을 가지는 메인 기판에, 상기 접착층을 장착하는 접착 공정을 행한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0007] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태의 플렉서블 센서를 나타내는 사시도이다.
- 도 2는 일 실시 형태의 센서 본체를 나타내는 평면도이다.
- 도 3은 동(同) 플렉서블 센서의 회로 구성의 일부를 나타내는 회로도이다.
- 도 4는 동 센서 본체에 있어서의 센서 소자의 회로 구성을 나타내는 회로도이다.
- 도 5는 동 센서 본체의 일부를 나타내는 단면도이다.
- 도 6은 동 센서 본체의 일부를 나타내는 단면도로서, 도 5에 있어서의 VI-VI 단면도이다.
- 도 7은 동 센서 본체의 일부를 나타내는 단면도로서, 도 5에 있어서의 VII-VII 단면도이다.
- 도 8은 동 플렉서블 센서의 제어부의 구성을 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시 형태의 플렉서블 센서의 제조 방법을 나타내는 플로차트이다.

도 10은 동 플렉서블 센서의 제조 방법의 저항 설치 공정을 설명하는 단면도이다.

도 11은 동 플렉서블 센서의 제조 방법의 접착층 설치 공정을 설명하는 단면도이다.

도 12는 동 플렉서블 센서의 제조 방법의 관통공 형성 공정을 설명하는 단면도이다.

도 13은 동 플렉서블 센서의 제조 방법의 접착 공정을 설명하는 단면도이다.

도 14는 동 플렉서블 센서의 제조 방법의 배선 공정을 설명하는 단면도이다.

도 15는 동 플렉서블 센서의 제조 방법의 피복 공정을 설명하는 단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 이하, 도면을 참조하면서, 본 발명의 실시 형태에 따른 플렉서블 센서 및 플렉서블 센서의 제조 방법(이하에서는, 간단하게 제조 방법이라고도 함)에 대해 설명한다.
- [0009] 또한, 본 발명의 범위는, 이하의 실시 형태로 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 임의로 변경 가능하다. 또한, 이하의 도면에 있어서는, 각 구성을 알기 쉽게 하기 위해서, 각 구조에 있어서의 축척 및 수 등을, 실제의 구조에 있어서의 축척 및 수 등과 다르게 하는 경우가 있다.
- [0010] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 실시 형태의 플렉서블 센서(10)는, 예를 들면, 계측 대상물의 디스토션을 계측 가능한 디스토션 센서이다. 본 실시 형태에 있어서 플렉서블 센서(10)는, 센서 본체(20)와, 배선부(40)와, 제어부(계측부)(30)를 구비한다.
- [0011] 센서 본체(20)는 디스토션을 계측하는 계측 대상물에 접부된다.
- [0012] 센서 본체(20)는 가요성을 가진다. 센서 본체(20)는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 메인 기관(21)과, 센서부(22)를 가진다. 메인 기관(21)은 가요성을 가진다. 본 명세서에 있어서 메인 기관(21)의 가요성이란, 자중(自重) 정도의 힘을 가해도 선단되거나 파단되거나 하지 않고, 휘는 것이 가능하고 탄성 변형하는 특성을 말한다. 또한, 자중 정도의 힘에 의해서 굴곡하는 성질도 가요성에 포함된다.
- [0013] 따라서, 메인 기관(21)은 외력에 의해서 플랫한 상태로부터 탄성 변형의 범위 내에서 만곡시켰을 경우, 그 외력을 없앴을 때에는 원래의 플랫한 상태로 되돌아가는 정도의 강성(영률)을 겸비하는 소재로 구성된다. 또한, 메인 기관(21)의 가요성은, 메인 기관(21)의 재질, 크기, 두께, 또는 온도 등의 환경 등에 따라 바뀔 수 있다.
- [0014] 후술하는 지지 기관(28)의 가요성에 대해서도 마찬가지이다.
- [0015] 메인 기관(21)은 전기적 절연성을 가지는 것이 바람직하다.
- [0016] 메인 기관(21)의 소재로서는, 예를 들면, 폴리아크릴레이트, 폴리카보네이트, 폴리우레탄, 폴리스티렌, 셀룰로오스 폴리머, 폴리올레핀, 폴리아미드, 폴리이미드, 폴리에스테르, 폴리페닐렌, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리프로필렌, 에틸렌 비닐 공중합체, 폴리염화비닐 등의 수지 필름이나, 유리, 사파이어, 금속, 셀룰로오스 나노 섬유 등을, 수십 $\mu$ m(마이크로미터)~수백 $\mu$ m의 두께의 박판으로 한 것을 이용할 수 있다.
- [0017] 본 실시 형태에 있어서 메인 기관(21)은, 예를 들면, 정사각형 모양의 수지 필름이다. 또한, 메인 기관(21)의 형상은, 정사각형 모양으로 한정되지 않으며, 삼각형 모양, 직사각형 모양, 마름모꼴 모양, 5각형 이상의 다각형 모양, 원형 모양, 타원형 모양 등이어도 된다.
- [0018] 각 도면에 있어서는, 변형되지 않은 상태의 메인 기관(21)을 기준으로 하여, X축 방향, Y축 방향, 및 Z축 방향을 적절히 나타내고 있다. Z축 방향은, 메인 기관(21)의 두께 방향을 나타내고 있다. X축 방향은, 정사각형 모양의 메인 기관(21)의 한 변과 평행한 방향을 나타내고 있다. Y축은, 정사각형 모양의 메인 기관(21) 중 X축 방향과 다른 방향으로 연장되는 한 변과 평행한 방향을 나타내고 있다. X축 방향과 Y축 방향과 Z축 방향은, 서로 직교하고 있다.
- [0019] 이하의 설명에 있어서는, Z축 방향과 평행한 방향을 「두께 방향」이라고 칭한다. X축 방향과 평행한 방향을 「제1 방향」이라고 칭하고, Y축 방향과 평행한 방향을 「제2 방향」이라고 칭한다. 또한, Z축 방향의 양의 축(+Z축)을 「상축」이라고 칭하고, Z축 방향의 음의 축(-Z축)을 「하축」이라고 칭한다. 또한, X축 방향의 양의 축(+X축)을 「제1 방향 일방축」이라고 칭하고, X축 방향의 음의 축(-X축)을 「제1 방향 타방축」이라고 칭한다. 또한, Y축 방향의 양의 축(+Y축)을 「제2 방향 일방축」이라고 칭하고, Y축 방향의 음의 축(-Y축)을 「제2 방향

타방측」이라고 칭한다.

- [0020] 센서부(22)는 센서 본체(20)가 첨부된 계측 대상물의 디스토션을 검출 가능한 부분이다. 센서부(22)는 메인 기관(21)의 상측(+Z측)의 면에 마련되어 있다. 도 2 및 도 3에 나타내는 바와 같이, 센서부(22)는 복수의 센서 소자(23)와, 복수의 주사선(SL)과, 복수의 신호선(DL)과, 전원 전극(전원용의 배선)(PL)을 가진다.
- [0021] 본 실시 형태에 있어서 센서부(22)는, 복수의 센서 소자(23)가 매트릭스 모양으로 배치된 액티브 매트릭스형의 센서부이다. 본 실시 형태에 있어서 복수의 센서 소자(23)는, 제1 방향 및 제2 방향을 따라 매트릭스 모양으로 배치되어 있다. 도 2에 나타내는 예에서는, 센서 소자(23)는, 8행 8열의 매트릭스 모양으로 배치되어, 합계 64개 마련되어 있다.
- [0022] 복수의 센서 소자(23)는, 메인 기관(21) 상에 마련되어 있다. 각 센서 소자(23)는, 도 3 및 도 4에 나타내는 바와 같이, 트랜지스터(25)와, 가변 저항부(24)를 가진다.
- [0023] 트랜지스터(25)는 메인 기관(21)에 있어서의 후술하는 지지 기관(28)측의 단부에 마련되어 있다. 트랜지스터(25)는 게이트 전극(GE1), 소스 전극(SE1), 및 드레인 전극(DE1)을 가지는 전계 효과 트랜지스터(FET: Field Effect Transistor)이다. 본 실시 형태에 있어서 트랜지스터(25)는, 박막 트랜지스터(TFT: Thin Film Transistor)이다. 트랜지스터(25)는, 예를 들면, 유기 박막 트랜지스터(OTFT: Organic Thin Film Transistor)이다.
- [0024] 본 실시 형태에 있어서 트랜지스터(25)는, 도 5에 나타내는 바와 같이, P형의 채널(CA1)을 가진다. 본 실시 형태에 있어서, 채널(CA1)의 재료는, 예를 들면, 유기 반도체이다.
- [0025] 유기 반도체로서는, 예를 들면, 동 프탈로시아닌(CuPc), 펜타센, 루브렌, 테트라센, 6, 13-비스(트리아소프로필 시릴에틸닐)펜타센(TIPS 펜타센), 폴리(3-헥실티오펜-2, 5-디일)(P3HT) 등을 사용할 수 있다. 채널(CA1)의 재료로서 사용할 수 있는 유기 반도체는, 상술한 재료로 한정되지 않는다.
- [0026] 또한, 채널(CA1)의 재료는, 무기 반도체여도 된다. 무기 반도체로서는, 예를 들면, 산화 아연(ZnO), In, Ga 및 Zn을 포함하는 산화물(InGaZnO<sub>4</sub>: IGZO), 어모퍼스 실리콘, 저온 폴리 실리콘 등을 사용할 수 있다. 채널(CA1)의 재료로서 사용할 수 있는 무기 반도체는, 상술한 재료로 한정되지 않는다.
- [0027] 채널(CA1)은 소스 전극(SE1)과 드레인 전극(DE1)을 접합하고 있다. 본 실시 형태에 있어서 트랜지스터(25)는, 예를 들면, 보텀 게이트형이고, 또한, 보텀 컨택트형의 트랜지스터이다.
- [0028] 본 실시 형태에 있어서 소스 전극(SE1)과 드레인 전극(DE1)은, 제1 방향으로 늘어서 배치되어 있다. 소스 전극(SE1)은, 예를 들면, 드레인 전극(DE1)의 제1 방향 일방측(+X측)에 위치한다. 본 실시 형태에 있어서 트랜지스터(25)는 제1 방향과 제2 방향으로 소정 간격으로 2차원으로 배열된 가변 저항부(24) 중, 계측해야 할 가변 저항부(24)를 선택하는 액티브 매트릭스의 스위칭 소자로서 기능한다.
- [0029] 가변 저항부(24)는 디스토션(두께 방향으로의 메인 기관(21)의 휨에 의한 신축)에 따라 저항값이 변화하는 부분이다. 본 실시 형태에 있어서 가변 저항부(24)는, 도 5에 나타내는 바와 같이, 후술하는 지지 기관(28)의 상측(+Z측)의 면에 형성된 막 모양이다.
- [0030] 가변 저항부(24)의 형상은, 한정되지 않는다. 예를 들어, 가변 저항부(24)는, 도 4 및 도 6에 나타내는 바와 같이, XY면과 평행한 면 내에서 보아, 구형과 모양이다. 가변 저항부(24)는 복수의 연신(延伸)부(24e)와, 연결부(24f)와, 접속부(24c, 24d)를 가진다.
- [0031] 연신부(24e)는 일방향으로 연장되어 있다. 하나의 가변 저항부(24)에 있어서 복수의 연신부(24e)는, 서로 동일 방향으로 연장되고, 또한, 연장되는 방향과 직교하는 방향으로 간격을 두고 늘어서 배치되어 있다.
- [0032] 본 실시 형태에 있어서 복수의 연신부(24e)는, 제2 방향으로 연장되어 있다. 즉, 연신부(24e)가 연장되는 방향은, 소스 전극(SE1)과 드레인 전극(DE1)이 늘어서는 방향과 직교하고 있다.
- [0033] 본 실시 형태에 있어서 연신부(24e)는, 어느 센서 소자(23)의 가변 저항부(24)에 있어서도 제2 방향으로 연장되어 있다. 즉, 센서부(22)에 포함되는 복수의 센서 소자(23)에 있어서, 가변 저항부(24)의 연신부(24e)는, 서로 동일 방향으로 연장되어 있다.
- [0034] 또한, 본 명세서에 있어서 「복수의 연신부가 서로 동일 방향으로 연장되어 있다」는 것은, 복수의 연신부가 엄밀하게 동일 방향으로 연장되어 있는 경우에 더하여, 복수의 연신부가 서로 대략 동일 방향으로 연장되어 있는

경우도 포함한다.

- [0035] 일례로서, 「복수의 연신부가 서로 대략 동일 방향으로 연장되어 있다」는 것은, 어느 연신부가 연장되는 방향에 대한 다른 연신부가 연장되는 방향의 어긋남이  $10^\circ$  이내 정도인 경우를 포함한다.
- [0036] 연신부(24e)는, 예를 들면, 가변 저항부(24)마다 3개씩 마련되어 있다. 본 실시 형태에 있어서 복수의 연신부(24e)는, 제1 방향으로 등간격으로 늘어서 배치되어 있다. 연신부(24e)끼리의 간격은, 연신부(24e)의 길이보다도 짧다. 본 실시 형태에 있어서 연신부(24e)의 길이는, 연신부(24e)의 제2 방향의 치수이다.
- [0037] 또한, 본 명세서에 있어서 「복수의 연신부가 등간격으로 늘어서 배치되어 있다」는 것은, 연신부끼리의 간격이 엄밀하게 동일한 경우에 더하여, 연신부끼리의 간격이 대략 동일한 경우도 포함한다.
- [0038] 일례로서, 「연신부끼리의 간격이 대략 동일하다」는 것은, 어느 한 쌍의 연신부끼리의 간격에 대한 다른 한 쌍의 연신부끼리의 간격의 차가 10% 이내 정도 있는 경우를 포함한다.
- [0039] 연결부(24f)는 제1 방향으로 연장되고, 서로 이웃하는 연신부(24e)의 단부끼리를 연결하고 있다. 연결부(24f)는, 예를 들면, 2개 마련되어 있다.
- [0040] 일방의 연결부(24f)는, 중앙의 연신부(24e)와 제1 방향 일방측(+X측)에 위치하는 연신부(24e)의 제2 방향 일방측(+Y측)의 단부끼리를 연결하고 있다. 타방의 연결부(24f)는, 중앙의 연신부(24e)와 제1 방향 타방측(-X측)에 위치하는 연신부(24e)의 제2 방향 타방측(-Y측)의 단부끼리를 연결하고 있다. 이것에 의해, 가변 저항부(24)는 서로 이웃하는 연신부(24e)끼리가 서로 연결되어 구형과 모양으로 구성되어 있다.
- [0041] 연결부(24f)의 길이는, 연신부(24e)끼리의 간격과 동일하고, 연신부(24e)의 길이보다도 짧다. 본 실시 형태에 있어서 연결부(24f)의 길이는, 연결부(24f)의 제1 방향의 치수이다.
- [0042] 접속부(24c)는 가변 저항부(24)의 일단부이다. 접속부(24c)는 제1 방향 일방측(+X측)에 위치하는 연신부(24e)의 제2 방향 타방측(-Y측)의 단부로부터 제1 방향 일방측으로 연장되어 있다.
- [0043] 도 4에 나타내는 바와 같이, 접속부(24c)는 트랜지스터(25)의 소스 전극(SE1)에 접속되어 있다. 이것에 의해, 가변 저항부(24)는 트랜지스터(25)의 소스 전극(SE1)에 접속되어 있다. 보다 상세하게는, 가변 저항부(24)는 소스 전극(SE1)에 직렬 접속되어 있다.
- [0044] 접속부(24d)는 가변 저항부(24)의 타단부이다. 접속부(24d)는, 도 6에 나타내는 바와 같이, 제1 방향 타방측(-X측)에 위치하는 연신부(24e)의 제2 방향 일방측(+Y측)의 단부로부터 제1 방향 타방측으로 연장되어 있다. 접속부(24d)는, 도 4에 나타내는 바와 같이, 전원 전극(PL)에 접속되어 있다. 이것에 의해, 가변 저항부(24)는 전원 전극(PL)에 접속되어 있다.
- [0045] 본 실시 형태에 있어서 가변 저항부(24)는, 도 5에 과장해서 나타내는 바와 같이, 절연체(24a)와, 절연체(24a)중에 분산된 복수의 도전 입자(24b)를 가진다.
- [0046] 절연체(24a)의 재료는, 절연성을 가지는 재료이면 특별히 한정되지 않으며, 예를 들면, 플라스틱 등의 수지 재료, 및 고무 등의 고분자 재료이다. 본 실시 형태에 있어서 절연체(24a)의 재료는, 에너지 경화성 수지이다. 에너지 경화성 수지는, 예를 들면, 열경화성 수지 및 광경화성 수지 등이다.
- [0047] 도전 입자(24b)의 재료는, 도전성을 가지는 재료이면 특별히 한정되지 않으며, 예를 들면, 카본(흑연) 및 금속 등이다.
- [0048] 가변 저항부(24)에 디스토션(신축)이 발생하면 절연체(24a) 중의 복수의 도전 입자(24b)끼리 사이의 거리가 변화하고, 가변 저항부(24)에 있어서의 도전성이 변화한다. 이것에 의해, 가변 저항부(24)에서는, 자신(가변 저항부(24))의 디스토션에 따라 저항값이 변화한다.
- [0049] 구체적으로는, 예를 들면, 가변 저항부(24)가 단축되는 방향의 디스토션이 발생했을 경우, 절연체(24a) 중의 도전 입자(24b)끼리 사이의 거리가 짧아지는 것에 의해서, 도전 입자(24b) 사이의 접촉 계면이 증가하여, 가변 저항부(24)의 저항값이 작아진다. 한편, 가변 저항부(24)가 신장되는 방향의 디스토션이 발생했을 경우, 절연체(24a) 중의 도전 입자(24b)끼리 사이의 거리가 길어지는 것에 의해서, 도전 입자(24b) 사이의 접촉 계면이 감소하여, 가변 저항부(24)의 저항값이 커진다.
- [0050] 예를 들어, 본 실시 형태와 같이 가변 저항부(24)가 지지 기판(28) 상에 막 모양으로 형성되어 있는 경우, 센서 소자(23)가 하측(-Z측)으로 볼록하게 되는 방향으로 절곡되면, 가변 저항부(24)는 단축되는 방향으로 변형되고,

가변 저항부(24)의 저항값은 작아진다.

- [0051] 한편, 센서 본체(20)가 상측으로 볼록하게 되는 방향으로 절곡되면, 가변 저항부(24)는 신장되는 방향으로 변형되고, 가변 저항부(24)의 저항값은 커진다.
- [0052] 예를 들어, 가변 저항부(24)의 저항값의 변화는, 가변 저항부(24)가 신축하는 어느 정도의 범위 내에 있어서, 가변 저항부(24)의 신축하는 비율에 대해서 지수 함수적으로 변화한다.
- [0053] 또한, 예를 들어, 가변 저항부(24)가 어느 일정 이상 단축되면, 가변 저항부(24)의 저항값은, 거의 변화하지 않게 된다. 이것은, 도전 입자(24b)끼리 사이의 거리가 이 이상 짧아지지 않고, 저항값이 작아지지 않게 되기 때문이다. 또한, 예를 들어, 가변 저항부(24)가 어느 일정 이상 신장되면, 가변 저항부(24)의 저항값은, 거의 변화하지 않게 된다. 이것은, 도전 입자(24b)끼리 사이의 거리가 너무 길어져서, 가변 저항부(24)의 저항값이 이 이상 커지지 않게 되기 때문이다.
- [0054] 또한, 본 명세서에 있어서의 「가변 저항부」는, 예를 들면, 일본 특개 2009-198482호 공보 및 일본 특개 2009-198483호 공보에 기재된 센서 도료를 이용하여 만들어져도 된다. 또한, 본 명세서에 있어서의 「가변 저항부」는, 예를 들면, 일본 특개 소60-127603호 공보에 기재된 감압 저항체 도료를 이용하여 만들어져도 된다. 「가변 저항부」는, 일본 특개 소62-12825호 공보에 기재된 디스토션 변형 저항 변화 고무를 이용하여 만들어져도 되고, 일본 특개 평7-243805호 공보에 기재된 디스토션 게이징용 저항 잉크를 이용하여 만들어져도 되고, 일본 특개 평11-241903호 공보에 기재된 도전성 입자(흑연)가 분산된 고분자재에 의한 잉크를 이용하여 만들어져도 된다.
- [0055] 가변 저항부(24)에 있어서, 연신부(24e), 연결부(24f), 및 접속부(24c, 24d)는, 서로 동일한 재료로 형성할 수 있다. 그렇지만, 본 실시 형태에 있어서, 디스토션(신축) 계측에 필요한 부분은 연신부(24e)이기 때문에, 상술한 바와 같은 저항값이 변화하는 구조, 즉 절연체(24a) 및 도전 입자(24b)를 가지는 구조는, 적어도 연신부(24e)가 가지고 있으면 된다.
- [0056] 즉, 연결부(24f) 및 접속부(24c, 24d)는, 절연체(24a) 및 도전 입자(24b)를 가지지 않아도 된다. 연결부(24f) 및 접속부(24c, 24d)는, 예를 들면, 금, 은, 동, 알루미늄, 니켈-인, 도전성 폴리머 등의 도전 재료의 박막으로 해도 된다.
- [0057] 도 7에 나타내는 바와 같이, 복수의 주사선(SL)은, 제1 방향으로 연장되어 있다. 복수의 주사선(SL)은, 제2 방향을 따라 간격을 두고 배치되어 있다.
- [0058] 도 2에 나타내는 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서 주사선(SL)은, 주사선 SL1~SL8의 8개 마련되어 있다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 각 주사선(SL)에는, 트랜지스터(25)의 게이트 전극(GE1)이 복수 개씩 접속되어 있다. 보다 상세하게는, 각 주사선(SL1~SL8)에는, 8행 8열로 배치된 센서 소자(23) 중 각 행의 8개의 센서 소자(23)에 있어서의 게이트 전극(GE1)이 각각 접속되어 있다.
- [0059] 도 2에 나타내는 바와 같이, 예를 들면, 주사선(SL1~SL8)의 제1 방향 타방측(-X측)의 단부는, 메인 기관(21) 상에 단자부로서 마련되어 있다.
- [0060] 도 7에 나타내는 바와 같이, 복수의 신호선(DL)은, 제2 방향으로 연장되어 있다. 복수의 신호선(DL)은, 제1 방향을 따라 간격을 두고 배치되어 있다.
- [0061] 도 2에 나타내는 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서 신호선(DL)은, 신호선 DL1~DL8의 8개 마련되어 있다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 각 신호선(DL)에는, 트랜지스터(25)의 드레인 전극(DE1)이 복수 개씩 접속되어 있다. 보다 상세하게는, 각 신호선(DL1~DL8)에는, 8행 8열로 배치된 센서 소자(23) 중 각 열의 8개의 센서 소자(23)에 있어서의 드레인 전극(DE1)이 각각 접속되어 있다.
- [0062] 도 2에 나타내는 바와 같이, 예를 들면, 신호선(DL1~DL8)의 제2 방향 타방측(-Y측)의 단부는, 메인 기관(21) 상에 단자부로서 마련되어 있다.
- [0063] 또한, 도 5 및 도 7에 나타내는 바와 같이, 주사선(SL1~SL8) 각각은, 각 트랜지스터(25)의 게이트 전극(GE1)과 함께 메인 기관(21)의 표면에 동일 층으로서 형성되고, 그 위에 적층되는 절연막(26a)의 표면에, 신호선(DL1~DL8) 각각이 각 트랜지스터(25)의 드레인 전극(DE1) 및 소스 전극(SE1)과 함께 형성된다.
- [0064] 도 3 및 도 4에 나타내는 바와 같이, 신호선(DL)은, 배선부(40)를 통해서, 제어부(30)에 마련된 고정 저항부(Ro)에 접속되어 있다. 고정 저항부(Ro)는 고정 저항부(Ro1~Ro8)의 8개 마련되어 있다. 각 고정 저항부

(Ro1~Ro8)는, 각각 각 신호선(DL1~DL8)과 접속되어 있다. 고정 저항부(Ro1~Ro8)는 제어부(30)에 마련된 그라운드(GND)에 각각 접지되어 있다.

- [0065] 또한, 이하의 설명에 있어서, 주사선(SL1~SL8)을 총칭할 때는, 주사선(SL<sub>n</sub>)이라고도 칭한다. 신호선(DL1~DL8)을 총칭할 때는, 신호선(DL<sub>n</sub>)이라고도 칭하고, 고정 저항부(Ro1~Ro8)를 총칭할 때는, 고정 저항부(Ro<sub>n</sub>)라고도 칭한다.
- [0066] 주사선(SL<sub>n</sub>), 신호선(DL<sub>n</sub>), 및 고정 저항부(Ro<sub>n</sub>) 각각에 있어서 「n」은, 1~8까지의 정수이다.
- [0067] 전원 전극(PL)은, 배선부(40)를 통해서 제어부(30)로부터, 값이 Vcc인 전원 전위가 공급되는 전극이다. 전원 전극(PL)에는, 가변 저항부(24)의 일단측이 접속되어 있다. 가변 저항부(24)의 타단측에는, 트랜지스터(25)의 소스 전극(SE1)이 접속되어 있다. 본 실시 형태에 있어서 전원 전극(PL)에는, 센서부(22)에 포함되는 모든 센서 소자(23)의 소스 전극(SE1) 각각이, 개별로 가변 저항부(24)를 통해서 접속되어 있다.
- [0068] 본 실시 형태에 있어서 전원 전극(PL)은, 가변 저항부(24), 트랜지스터(25), 신호선(DL<sub>n</sub>)(n=1~8), 배선부(40), 및 고정 저항부(Ro<sub>n</sub>)(n=1~8)를 통해서, 그라운드(GND)와 접속되어 있다. 그 때문에, 가변 저항부(24), 트랜지스터(25), 및 고정 저항부(Ro<sub>n</sub>)에는, 전원 전극(PL)에 공급되는 전원 전위와 그라운드(GND)의 전위차에 상당하는 전압, 즉 전원 전압(Vcc)이 인가된다.
- [0069] 도 5에 나타내는 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서, 상술한 센서부(22)의 각 부는 막 모양으로 형성되어 있고, 센서부(22)는 메인 기판(21) 상에 복수의 막이 적층되어 구성되어 있다. 막 모양으로 형성된 센서부(22)의 각 부는, 예를 들면, 습식법에 의해서 형성된다.
- [0070] 센서부(22)는, 상술한 각 부 외에, 절연막(26a), 절연막(26b), 절연막(피복 부재)(26c)과, 접촉층(27)과, 지지 기판(28)과, 콘택트홀(배선)(CH1), 콘택트홀(CH2)과, 중계 전극(RE1, RE2, RE3)을 더 가진다.
- [0071] 절연막(26a, 26b, 26c)의 재료는, 예를 들면, 규소 화합물 등의 절연성의 무기 재료이다. 또한, 도 7에 있어서, 절연막(26b)의 도시를 생략하고 있다. 도 6에 있어서, 절연막(26c)의 도시를 생략하고 있다.
- [0072] 주사선(SL), 신호선(DL), 전원 전극(전원용의 배선)(PL), 게이트 전극(GE1), 소스 전극(SE1), 드레인 전극(DE1) 및 중계 전극(RE1, RE2, RE3) 등은, 금, 은, 동, 알루미늄, 니켈-인, 도전성 폴리머 등의 도전 재료의 박막으로 구성된다.
- [0073] 도 5 및 도 7에 나타내는 바와 같이, 메인 기판(21)의 상측의 면에는, 게이트 전극(GE1), 주사선(SL), 및 절연막(26a)이 형성되어 있다. 절연막(26a)은 게이트 전극(GE1)을 상측으로부터 덮고 있다. 본 실시 형태에 있어서 게이트 전극(GE1) 및 주사선(SL)은, 동일한 도전 재료를 메인 기판(21)의 상측의 면에 도포함으로써 만들어져 있다.
- [0074] 도포법의 경우, 게이트 전극(GE1) 및 주사선(SL)은, 은, 금, 동 등의 도전성의 나노 입자를 함유하는 도전성 잉크를 이용하여, 잉크젯 방식, 혹은 스크린 인쇄 방식 등으로 작성할 수 있다. 또한, 메인 기판(21)의 상측의 표면에 동, 니켈, 금 등의 금속 박막을 균일하게 형성한 후, 그 금속 박막을 부분적으로 제거하는 에칭법에 의해서, 게이트 전극(GE1) 및 주사선(SL)을 형성해도 된다.
- [0075] 또한, 메인 기판(21)의 모재를 금속 등의 도전 재료의 시트로 했을 경우는, 게이트 전극(GE1)과 메인 기판(21)의 사이, 및 주사선(SL)과 메인 기판(21)의 사이에 절연층을 마련할 필요가 있다.
- [0076] 이 절연층은, 절연막(26a, 26b, 26c)과 동일한 재료여도 되고, 다른 재료여도 된다. 또한, 이 절연층은 메인 기판(21) 상의 전면에 마련되어도 되고, 메인 기판(21) 상의 게이트 전극(GE1)과 주사선(SL)에 대응하는 영역에만 마련되어도 된다.
- [0077] 절연막(26a)의 상측의 면에는, 소스 전극(SE1), 드레인 전극(DE1), 채널(CA1), 신호선(DL), 중계 전극(RE1), 및 절연막(26b)이 형성되어 있다. 절연막(26b)은 소스 전극(SE1), 드레인 전극(DE1), 채널(CA1), 신호선(DL), 및 중계 전극(RE1)을 상측으로부터 덮고 있다.
- [0078] 본 실시 형태에 있어서 소스 전극(SE1), 드레인 전극(DE1), 신호선(DL), 및 중계 전극(RE1)은, 동일한 도전 재료(도전성 잉크 등)를 절연막(26a)의 상측의 면에 도포하는 것, 혹은 금속 박막을 에칭하는 것에 의해 만들어져 있다. 채널(CA1)은 유기 반도체 재료가 소스 전극(SE1) 및 드레인 전극(DE1)의 상측으로부터 도포되어 만들어져 있다. 소스 전극(SE1), 드레인 전극(DE1), 및 채널(CA1)은, 게이트 전극(GE1)의 상측에 위치한다.

- [0079] 중계 전극(RE1)은, 도 7에 나타내는 바와 같이, 소스 전극(SE1)으로부터 제1 방향 일방측(+X측)으로 연장되어 있다.
- [0080] 도 5에 나타내는 바와 같이, 접착층(27)은, 절연막(26b)의 상측의 면에 배치되어 있다. 예를 들어, 접착층(27)은 이룬바 양면 테이프이다. 도시는 하지 않지만, 접착층(27)에서는, 기재의 양면에 접착층이 마련되어 있다. 접착층(27)에 있어서의 일방의 접착층은, 절연막(26b)에 첩부되어 있다.
- [0081] 지지 기관(28)은 가요성을 가지고 있다. 지지 기관(28)은 적어도 외면이 전기적 절연성을 가지는 재료로 형성되어 있다. 본 실시 형태에서는, 지지 기관(28)은 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리이미드 등의 전기적 절연성을 가지는 합성 수지제의 필름으로 형성되어 있다. 예를 들어, 지지 기관(28)의 두께는, 50 $\mu$ m이다. 또한, 지지 기관을, 모든 외면 및 스루홀의 내면에 절연성의 피복을 마련한 스테인리스박 등으로 형성해도 된다.
- [0082] 지지 기관(28)은 메인 기관(21) 상에 마련되어 있다. 보다 구체적으로는, 지지 기관(28)은 접착층(27)의 상측의 면에 배치되어 있다. 지지 기관(28)은 접착층(27)에 있어서의 타방의 접착층에 첩부되어 있다.
- [0083] 절연막(26b), 접착층(27), 및 지지 기관(28)에는, 절연막(26b), 접착층(27), 및 지지 기관(28)을 관통하는 스루홀(관통공)(H1)이 형성되어 있다. 컨택트홀(CH1)은, 스루홀(H1)에 배치되어 있다.
- [0084] 또한, 컨택트홀(CH1)의 일부가, 스루홀(H1)에 배치되어도 된다.
- [0085] 도 5 및 도 6에 나타내는 바와 같이, 지지 기관(28)의 상측의 면에는, 가변 저항부(24), 중계 전극(RE2, RE3), 및 절연막(26c)이 형성되어 있다. 가변 저항부(24)는 지지 기관(28)에 있어서의 메인 기관(21)과는 반대측의 제1 면(28a)에 마련되어 있다. 이하에서는, 지지 기관(28)에 있어서의 제1 면(28a)과는 반대측의 면을, 제2 면(28b)이라고 한다.
- [0086] 절연막(26c)은 가변 저항부(24) 및 중계 전극(RE2, RE3)을 상측으로부터 덮고 있다. 본 실시 형태에 있어서 중계 전극(RE2) 및 중계 전극(RE3)은, 동일한 도전 재료를 지지 기관(28)의 상측의 면(제1 면(28a))에 도포함으로써 만들어져 있다.
- [0087] 중계 전극(RE2) 및 중계 전극(RE3)을 구성하는 도전 재료는, 예를 들면, 소스 전극(SE1), 드레인 전극(DE1), 신호선(DL), 및 중계 전극(RE1)을 구성하는 도전 재료와 동일하다.
- [0088] 중계 전극(RE2)은, 도 5에 나타내는 바와 같이, 절연막(26b)을 두께 방향으로 관통하는 컨택트홀(CH1)을 통해서 중계 전극(RE1)과 접속되어 있다. 도 6에 나타내는 바와 같이, 중계 전극(RE2)에는, 가변 저항부(24)의 접속부(24c)가 접속되어 있다. 즉, 본 실시 형태에 있어서 가변 저항부(24)는, 중계 전극(RE2), 컨택트홀(CH1), 및 중계 전극(RE1)을 통해서, 트랜지스터(25)의 소스 전극(SE1)과 접속되어 있다. 컨택트홀(CH1)은 트랜지스터(25)와 가변 저항부(24)를 전기적으로 접속하고 있다.
- [0089] 중계 전극(RE3)은 가변 저항부(24)의 접속부(24d)에 접속되어 있다.
- [0090] 도 5에 나타내는 바와 같이, 절연막(26c)은 지지 기관(28)의 제1 면(28a)에 마련되어 있다. 절연막(26c)은 가변 저항부(24), 중계 전극(RE2, RE3) 등을 덮고 있다.
- [0091] 절연막(26c)의 상측의 면에는, 전원 전극(PL)이 형성되어 있다. 전원 전극(PL)은, 예를 들면, 상술한 각 전극의 재료와 동일한 도전 재료를 절연막(26c)의 상측의 면에 도포하는 것, 혹은 금속 박막을 에칭하는 것에 의해 만들어져 있다. 전원 전극(PL)은 절연막(26c)을 두께 방향으로 관통하는 컨택트홀(CH2)을 통해서 중계 전극(RE3)과 접속되어 있다. 즉, 본 실시 형태에 있어서 가변 저항부(24)는, 중계 전극(RE2) 및 컨택트홀(CH2)을 통해서 전원 전극(PL)과 접속되어 있다.
- [0092] 또한, 본 실시 형태에 있어서 소스 전극(SE1)은, 가변 저항부(24), 중계 전극(RE2) 및 컨택트홀(CH2)을 통해서 전원 전극(PL)과 접속되어 있다.
- [0093] 여기서, 도 5에 있어서, 지지 기관(28)의 제1 면(28a)을 따르는 축선(O1)을 규정한다. 이 예에서는, 축선(O1)은 제2 방향을 따르는 것으로 한다. 또한, 축선은 제1 방향을 따라도 된다. 축선(O1)은 접착층(27)의 하면 상에 배치되는 것이 바람직하다.
- [0094] 메인 기관(21), 절연막(26a, 26b) 전체로서의 축선(O1) 둘레의 단면 2차 모멘트를,  $I_1$ 으로 규정한다. 접착층(27), 지지 기관(28), 절연막(26c)의 축선(O1) 둘레의 단면 2차 모멘트를,  $I_2$ 로 규정한다. 이때, 단면 2차 모멘트( $I_1$ ) 및 단면 2차 모멘트( $I_2$ )는, 서로 동등한 것이 바람직하다. 여기서 말하는, 단면 2차 모멘트( $I_1$ ) 및 단면

2차 모멘트( $I_2$ )는 서로 동등하다는 것은, ( $I_1/I_2$ )의 값이, 0.9 이상 1.1 이하인 것을 포함하는 의미이다. ( $I_1/I_2$ )의 값은, 0.95 이상 1.05 이하인 것이 바람직하다.

- [0095] 즉, 접착층(27)의 하면보다도 하방에 위치하는 구성(이하, 하부 구성이라고 함) 전체로서의 축선(01) 둘레의 단면 2차 모멘트, 및 접착층(27)의 하면보다도 상방에 위치하는 구성(이하, 상부 구성이라고 함) 전체로서의 축선(01) 둘레의 단면 2차 모멘트는, 서로 동등한 것이 바람직하다.
- [0096] 하부 구성 및 상부 구성이, 서로 동일한 재료로 형성되고, 서로 동일한 두께인 것이 바람직하다.
- [0097] 배선부(40)는 복수의 와이어선을 서로 평행하게 평탄한 리본 모양으로 묶은 것이어도 된다. 각 와이어선은, 가요성을 가진다. 배선부(40)는, 센서 본체(20)와 마찬가지로, 가요성을 가지는 기관 상에 금, 은, 동, 알루미늄, 니켈-인, 도전성 폴리머 등의 도전 재료에 의한 막 모양의 배선을 형성하고, 절연 필름으로 피복한 것이어도 된다.
- [0098] 배선부(40)는 센서 본체(20)로부터 연장된다. 배선부(40)는 센서 본체(20)와 제어부(30)를 전기적으로 접속하고 있다. 도시는 생략하지만, 배선부(40)는 복수의 제1 배선과, 복수의 제2 배선과, 전원용의 배선과, 그라운드(GND)(어스)용의 배선을 가진다.
- [0099] 복수의 제1 배선은, 복수(8개)의 주사선(SL)과 각각 접속되고 제어부(30)까지 연장된다. 복수의 제2 배선은, 복수(8개)의 신호선(DL)과 각각 접속되고 제어부(30)까지 연장된다.
- [0100] 제어부(30)는 배선부(40)를 통해서 센서 본체(20)와 접속되어 있다. 제어부(30)는, 도 8에 나타내는 바와 같이, 주사선 구동 회로(32)와, 8채널(8ch)의 AD 컨버터 회로(33)와, 마이크로 컴퓨터(31)를 가진다.
- [0101] 주사선 구동 회로(32)에는, 복수의 주사선(SL1~SL8)이 접속되어 있다. 주사선 구동 회로(32)는, 복수의 주사선(SL1~SL8) 중 어느 하나에, 순서대로, 로직 레벨(5V계 또는 3V계)의 펄스 하이의 주사 신호를 출력한다. 그 주사 신호는, 각 주사선(SL1~SL8)과 주사선 구동 회로(32)의 사이에 접속된 레벨 시프터(34)에 의해서, 주사선(SL1~SL8) 각각에 인가되는 게이트 전위(Vg1~Vg8)가 트랜지스터(25)의 특성에 대응한 적절한 전압 레벨이 되도록 시프트된다.
- [0102] 주사선 구동 회로(32)로부터의 주사 신호가 레벨 시프터(34)를 통해서 주사선(SL)에 게이트 전위(Vg)로서 공급 되면, 주사선(SL)에 접속된 게이트 전극(GE1)에 게이트 전위(Vg)가 공급된다. 이것에 의해, 트랜지스터(25)가 ON 상태가 되어, 채널(CA1)을 통해서 소스 전극(SE1)으로부터 드레인 전극(DE1)으로 전류가 흐른다.
- [0103] 8ch의 AD 컨버터 회로(33)의 각 채널에는, 복수의 신호선(DL1~DL8) 각각의 출력 전압(Vo1~Vo8)을 증폭기(35)에 의해서 증폭한 전압이 인가된다. 출력 전압(Vo1~Vo8)은, 도 4의 회로 구성에 나타내는 바와 같이, 후술하는 바와 같이 정해지는 전류값과, 고정 저항부(Ron)(n=1~8)의 저항값의 곱으로 나타내지는 분압 전위이다. 상기 전류값은, 전원 전극(PL)과 그라운드(GND)의 사이에 인가되는 전원 전압(Vcc)에 접속되는 가변 저항부(24)와, ON 상태의 트랜지스터(25)의 드레인-소스 간의 ON 저항분과, 고정 저항부(Ron)(n=1~8)의 직렬 저항값으로 정해진다.
- [0104] 또한, 고정 저항부(Ron)(n=1~8)는, 가변 저항부(24)와 트랜지스터(25)의 온 저항의 특성에 따른 조정을 위해서, 가변 저항기와 고정 저항기를 직렬 접속한 구성으로 해도 된다.
- [0105] 여기서, 가변 저항부(24)의 저항값은, 디스토션(메인 기관(21)의 만곡에 의한 가변 저항부(24)의 신축)이 발생함으로써 변화한다. 그 때문에, 고정 저항부(Ro)에 인가되는 분압 전위인 출력 전압(Vo)은, 가변 저항부(24)의 저항값의 변화에 따라 변화한다.
- [0106] 가변 저항부(24)의 저항값이 커지면, 고정 저항부(Ro)에 인가되는 전압값이 상대적으로 작아지기 때문에, 출력 전압(Vo)은 작아진다. 한편, 가변 저항부(24)의 저항값이 작아지면, 고정 저항부(Ro)에 인가되는 전압값이 상대적으로 커지기 때문에, 출력 전압(Vo)은 커진다. 따라서, 출력 전압(Vo)의 값으로부터, 가변 저항부(24)의 저항값의 변화를 얻을 수 있고, 센서 소자(23)에 발생한 디스토션을 검출할 수 있다.
- [0107] 또한, 메인 기관(21)이 전체적, 및 국소적으로도 평탄한 경우로서, 가변 저항부(24)가 제2 방향으로 신축하고 있지 않은 디스토션 없음 상태일 때도, 가변 저항부(24)는 일정한 저항값을 가진다. 그 디스토션 없음 상태일 때의 가변 저항부(24)의 저항값에 의해서 발생하는 출력 전압(Vo)(Vo1~Vo8)은, 디스토션 없음시의 초기 전압값(초기값)에 대응한 디지털값으로서 미리 마이크로 컴퓨터(31)의 메모리 내에 기억되어 있다.
- [0108] 출력 전압(Vo1~Vo8)은 각각 증폭기(35)에 의해서 증폭되어 AD 컨버터 회로(33)에 입력된다. AD 컨버터 회로(3

3)는 입력된 출력 전압(Vo1~Vo8) 각각을 디지털 데이터로 변환한다. AD 컨버터 회로(33)는 마이크로 컴퓨터(31)로부터의 지령에 기초하여, 변환한 디지털 데이터를 마이크로 컴퓨터(31)에 출력한다.

- [0109] AD 컨버터 회로(33)는, 예를 들면, 8채널분의 아날로그 입력 신호 중 하나의 입력 신호를 선택하는 아날로그 멀티플렉서 회로를 내장하고 있다. AD 컨버터 회로(33)는, 각 신호선(DL1~DL8)으로부터 입력되는 출력 전압(Vo1~Vo8)의 아날로그값을 순차적으로 디지털값으로 변환한다.
- [0110] 마이크로 컴퓨터(31)는 주사선 구동 회로(32)에 지령을 보내, 복수의 주사선(SL1~SL8)에 게이트 전위(Vg1~Vg8)를 순차적으로 공급한다. 마이크로 컴퓨터(31)는, 각 주사선(SL1~SL8)에 게이트 전위(Vg1~Vg8)를 공급하는 타이밍에 맞추어, AD 컨버터 회로(33)에 지령을 보내, 각 신호선(DL1~DL8)으로부터 출력 전압(Vo1~Vo8)을 순차적으로 취득한다.
- [0111] 이것에 의해, 센서부(22)에 포함되는 모든 센서 소자(23)에 따른 출력 전압(Vo)을 취득할 수 있다. 따라서, 각 출력 전압(Vo)의 값으로부터, 각 센서 소자(23)에 있어서의 가변 저항부(24)의 저항값의 초기값으로부터의 변화를 얻을 수 있고, 각 센서 소자(23)의 디스토션을 검출할 수 있다.
- [0112] 마이크로 컴퓨터(31)는 취득한 데이터를 표시 디바이스(50)에 출력한다. 표시 디바이스(50)는, 예를 들면, 센서 본체(20)에 발생한 디스토션의 정보를 표시 화면(51)에 표시한다.
- [0113] 표시 화면(51)에는, 예를 들면, 64개의 센서 소자(23) 각각에 대응하는 정사각형의 프레임(52)이 8×8의 매트릭스 모양으로 표시된다. 표시 디바이스(50)는 표시 화면(51)에 표시된 각 프레임(52) 내의 색을 각 센서 소자(23)에 발생하고 있는 디스토션의 크기에 따라 변화시킴으로써, 센서 본체(20)에 발생한 디스토션의 분포를 표시 가능하다.
- [0114] 또한, 표시 형태로서는, 8×8로 매트릭스 모양으로 배열되는 정사각형의 프레임(52) 각각을, 3차원(3D)의 막대 그래프로 표시하고, 64개의 센서 소자(23) 각각이 모두 디스토션 없음 상태일 때는, 프레임(52)마다의 막대 그래프의 높이를 일정값(초기 높이)으로 맞추어도 된다. 그리고, 64개의 센서 소자(23) 중, 디스토션이 발생한 부분에 대응하는 프레임(52)의 막대 그래프는, 그 높이를 디스토션(메인 기관(21)의 그 부분의 만곡)의 정도에 따라 초기 높이로부터 바꾸도록 표시해도 된다.
- [0115] 다음으로, 이상과 같이 구성된 플렉서블 센서(10)의 제조 방법에 있어서, 특히, 센서 본체(20)의 제조 방법에 중점을 두고 설명한다. 도 9는 본 실시 형태의 제조 방법(S1)을 나타내는 플로차트이다.
- [0116] 먼저, 도 10에 나타내는 바와 같이, 미리, 지지 기관(28)의 제1 면(28a)에 도전성 잉크 등을 도포하는 것 등에 의해, 중계 전극(RE2, RE3)을 형성해 둔다.
- [0117] 저항 설치 공정(도 9에 나타내는 스텝 S10)에 있어서, 지지 기관(28)의 제1 면(28a)에, 가변 저항부(24)를 마련한다. 가변 저항부(24)는 스크린 인쇄 등으로 형성된다. 저항 설치 공정 S10이 종료되면, 스텝 S12로 이행한다.
- [0118] 다음으로, 도 11에 나타내는 바와 같이, 접착층 설치 공정 S12에 있어서, 지지 기관(28)의 제2 면(28b)에, 접착층(27)을 마련한다. 보다 구체적으로는, 지지 기관(28)의 제2 면(28b)에, 접착층(27)에 있어서의 타방의 접착층을 첩부한다. 접착층 설치 공정 S12는, 저항 설치 공정 S10 후에 행해진다. 접착층 설치 공정 S12가 종료되면, 스텝 S14로 이행한다.
- [0119] 다음으로, 도 12에 나타내는 바와 같이, 관통공 형성 공정 S14에 있어서, 지지 기관(28) 및 접착층(27)을 관통하는 스루홀(H1)을 형성한다. 스루홀(H1)은 중계 전극(RE2)을 관통해도 된다. 예를 들어, 스루홀(H1)은 레이저 광으로 형성된다. 관통공 형성 공정 S14는, 접착층 설치 공정 S12와 후술하는 접착 공정 S16의 사이에 행해지는 공정이다.
- [0120] 관통공 형성 공정 S14가 종료되면, 스텝 S16으로 이행한다.
- [0121] 다음으로, 도 13에 나타내는 바와 같이, 접착 공정 S16에 있어서, 메인 기관(21)에, 접착층(27)을 첩부한다. 보다 구체적으로는, 절연막(26b)에 접착층(27)에 있어서의 일방의 접착층을 첩부한다. 예를 들어, 접착층(27)의 장착에는, 롤러(60)가 이용된다. 또한 미리, 절연막(26b)에 있어서의 지지 기관(28)의 스루홀(H1)에 대응하는 위치에, 스루홀(H1)이 형성되어 있다.
- [0122] 메인 기관(21)과 지지 기관(28)의 위치 맞춤에는, 예를 들면, 양 기관(21, 28)에 마련된 얼라인먼트 마크 등이 이용된다. 접착 공정 S16은 접착층 설치 공정 S12 및 관통공 형성 공정 S14 후에 행해지는 공정이다.

- [0123]       접착 공정 S16이 종료되면, 스텝 S18로 이행한다.
- [0124]       다음으로, 도 14에 나타내는 바와 같이, 배선 공정 S18에 있어서, 스루홀(H1)을 통하여, 메인 기판(21)에 마련된 트랜지스터(25)와 가변 저항부(24)를 컨택트홀(CH1)에 의해 전기적으로 접속한다. 예를 들어, 스루홀(H1)에 은페이스트를 주입하고, 이 은페이스트를 가열함으로써, 컨택트홀(CH1)이 형성된다. 배선 공정 S18은 접착 공정 S16 후에 행해지는 공정이다.
- [0125]       배선 공정 S18이 종료되면, 스텝 S20으로 이행한다.
- [0126]       다음으로, 도 15에 나타내는 바와 같이, 피복 공정 S20에 있어서, 지지 기판(28)의 제1 면(28a)에, 가변 저항부(24)를 덮는 절연막(26c)을 마련한다. 이때, 상기 단면 2차 모멘트( $I_1$ ) 및 상기 단면 2차 모멘트( $I_2$ )는, 서로 동등하도록, 절연막(26c)의 재료, 두께 등을 결정하는 것이 바람직하다.
- [0127]       피복 공정 S20이 종료되고, 전원 전극(PL) 등을 적절히 형성하면, 제조 방법(S1)의 전 공정이 종료되고, 센서 본체(20)가 제조된다. 센서 본체(20)에 배선부(40) 및 제어부(30)를 접속함으로써, 플렉서블 센서(10)가 제조된다.
- [0128]       종래의 플렉서블 센서 및 제조 방법에서는, 스크린 인쇄 등에 의해 메인 기판 상에 직접 가변 저항부를 형성하고 있었다. 일반적으로, 메인 기판은 복수의 층(막)을 적층하여 구성되어 있다. 이 때문에, 스크린 인쇄용의 스크린 마스크 등을 메인 기판으로부터 떼어낼 때에, 메인 기판에 힘이 가해져 복수의 층이 벗겨지는 등 하여, 메인 기판이 손상될 우려가 있다.
- [0129]       이에 대해서, 본 실시 형태의 플렉서블 센서(10)에서는, 예를 들면, 메인 기판(21)과 지지 기판(28)이 적층되기 전에, 스크린 인쇄 등에 의해 지지 기판(28)의 제1 면(28a)에 가변 저항부(24)를 마련한다. 스크린 마스크 등을 떼어낼 때에 힘이 가해지는 것은 지지 기판(28)이기 때문에, 메인 기판(21)이 손상되기 어렵다.
- [0130]       그 후에, 메인 기판(21)에 지지 기판(28)을 장착하는 등 하면, 플렉서블 센서(10)가 제조된다. 따라서, 메인 기판(21)이 손상되는 것을 억제하여 플렉서블 센서(10)를 제조할 수 있다.
- [0131]       일반적으로, 트랜지스터가 변형되면, 변형에 따라 트랜지스터의 저항이 변화한다. 플렉서블 센서(10)가 지지 기판(28)을 구비하기 때문에, 플렉서블 센서(10)가 지지 기판(28)을 구비하지 않은 경우에 비해, 트랜지스터(25)가 플렉서블 센서(10)의 디스토션 중심에 위치한다. 이 때문에, 플렉서블 센서(10)를 구부렸을 때에, 트랜지스터(25)가 디스토션 중심 근처에 위치하고, 트랜지스터(25)가 변형되기 어렵게 된다. 따라서, 플렉서블 센서(10)를 구부렸을 때에, 가변 저항부(24)의 저항을 트랜지스터(25)를 이용하여 측정함으로써, 가변 저항부(24)의 저항값을 정확하게 측정할 수 있다.
- [0132]       플렉서블 센서(10)가, 가변 저항부(24)가 마련된 지지 기판(28)을 구비하기 때문에, 플렉서블 센서(10)가 지지 기판(28)을 구비하지 않은 경우에 비해, 가변 저항부(24)가 디스토션 중심으로부터 멀어져, 플렉서블 센서(10)를 구부렸을 때의 가변 저항부(24)의 변형이 커진다. 이것에 의해, 플렉서블 센서(10)의 벤딩(디스토션)을, 고정밀도로 측정할 수 있다.
- [0133]       예를 들어, 플렉서블 센서(10)(센서 본체(20))는, 인간의 동작의 검출에 사용할 수 있다. 플렉서블 센서(10)를, 인간의 피부에 직접 첨부하여 사용해도 되고, 옷이나 신발 등, 몸에 부착하는 것에 첨부하여 사용해도 된다.
- [0134]       예를 들어, 손등이나 위팔에, 플렉서블 센서(10)를 첨부하여 사용해도 되고, 손등의 움직임의 센싱 결과 또는 위팔의 센싱 결과에 기초하여, 손가락의 움직임을 간접적으로 검출해도 된다.
- [0135]       또한, 본 실시 형태의 제조 방법(S1)에서는, 저항 설치 공정 S10에 있어서 스크린 인쇄 등에 의해 지지 기판(28)의 제1 면(28a)에 가변 저항부(24)를 마련한다. 스크린 마스크 등을 떼어낼 때에 힘이 가해지는 것은 지지 기판(28)이기 때문에, 메인 기판(21)이 손상되기 어렵다.
- [0136]       저항 설치 공정 S10 후에, 접착층 설치 공정 S12에 있어서 지지 기판(28)의 제2 면(28b)에 접착층(27)을 마련한다. 그리고, 접착 공정 S16에 있어서 메인 기판(21)에 접착층(27)을 장착하여, 플렉서블 센서(10)가 제조된다. 따라서, 메인 기판(21)이 손상되는 것을 억제하여 플렉서블 센서(10)를 제조할 수 있다.
- [0137]       제조 방법(S1)에서는, 플렉서블 센서(10)와 마찬가지로의 효과를 달성할 수 있다.
- [0138]       플렉서블 센서(10)는 트랜지스터(25)와 가변 저항부(24)를 전기적으로 접속하고, 스루홀(H1)에 배치된 컨택트홀(CH1)을 구비한다. 또한, 제조 방법(S1)에서는, 관통공 형성 공정 S14에 있어서 스루홀(H1)을 형성하고, 배선

공정 S18에 있어서 콘택트홀(CH1)에 의해 트랜지스터(25)와 가변 저항부(24)를 전기적으로 접속한다. 이러한 것에 의해, 지지 기판(28)을 관통한 스루홀(H1)에 배치된 콘택트홀(CH1)에 의해, 트랜지스터(25)와 가변 저항부(24)를 전기적으로 접속할 수 있다.

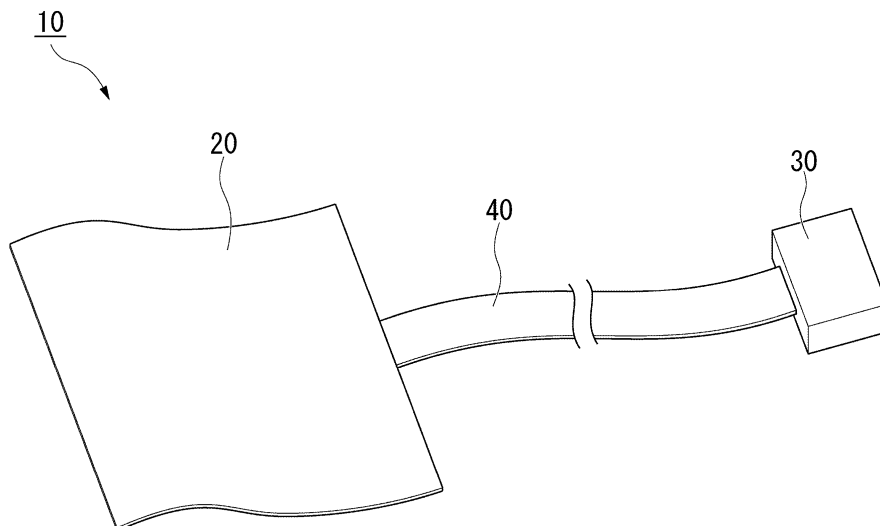
- [0139] 단면 2차 모멘트( $I_1$ ) 및 단면 2차 모멘트( $I_2$ )가 서로 동등한 경우에는, 트랜지스터(25)가 디스토션 중심에 보다 가깝게 위치한다. 따라서, 트랜지스터(25)가 더 변형되기 어렵게 되어, 플렉서블 센서(10)의 벤딩을, 더 고정밀도로 측정할 수 있다.
- [0140] 이상, 본 발명의 일 실시 형태에 대해서 도면을 참조하여 자세히 설명했지만, 구체적인 구성은 이 실시 형태로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위의 구성의 변경, 조합, 삭제 등도 포함된다.
- [0141] 예를 들어, 상기 실시 형태에서는, 접착층은, 핫멜트, UV(UltraViolet: 자외선) 경화 수지, 열경화성 수지 등에 의한 층이어도 된다. 접착층이 UV 경화 수지인 경우에는, 접착 공정 S16에 있어서 메인 기판(21)에 접착층(27)을 첩부한 후에, 절연막(26b)과 지지 기판(28)의 사이에 배치된 접착층에, 자외선을 조사한다.
- [0142] 플렉서블 센서(10)는 접착층(27), 절연막(26c), 콘택트홀(CH1, CH2), 배선부(40), 및 제어부(30)를 구비하지 않아도 된다.

**부호의 설명**

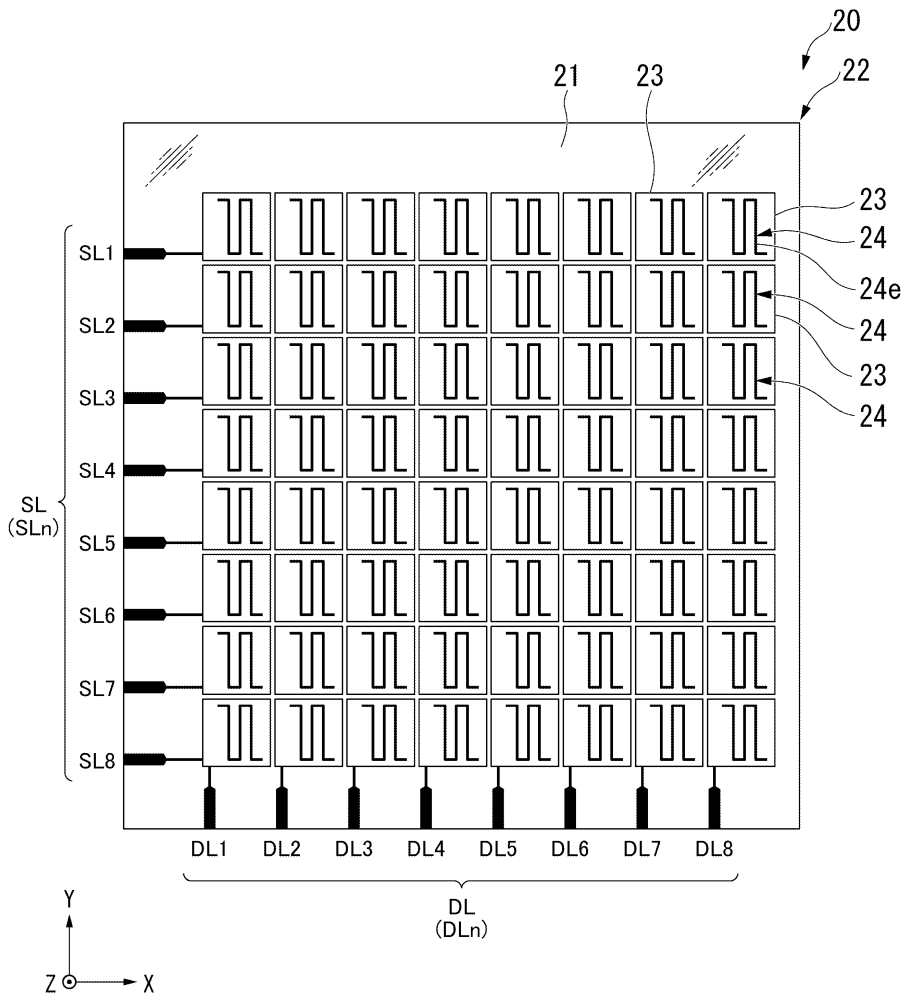
- [0143] 10 : 플렉서블 센서    21 : 메인 기판
- 24 : 가변 저항부    25 : 트랜지스터
- 26c : 절연막(피복 부재)    28 : 지지 기판
- 28a : 제1 면    28b : 제2 면
- CH1 : 콘택트홀(배선)    H1 : 스루홀(관통공)
- 01 : 축선
- S1 : 제조 방법(플렉서블 센서의 제조 방법)
- S10 : 저항 설치 공정    S12 : 접착층 설치 공정
- S14 : 관통공 형성 공정    S16 : 접착 공정
- S18 : 배선 공정    S20 : 피복 공정

**도면**

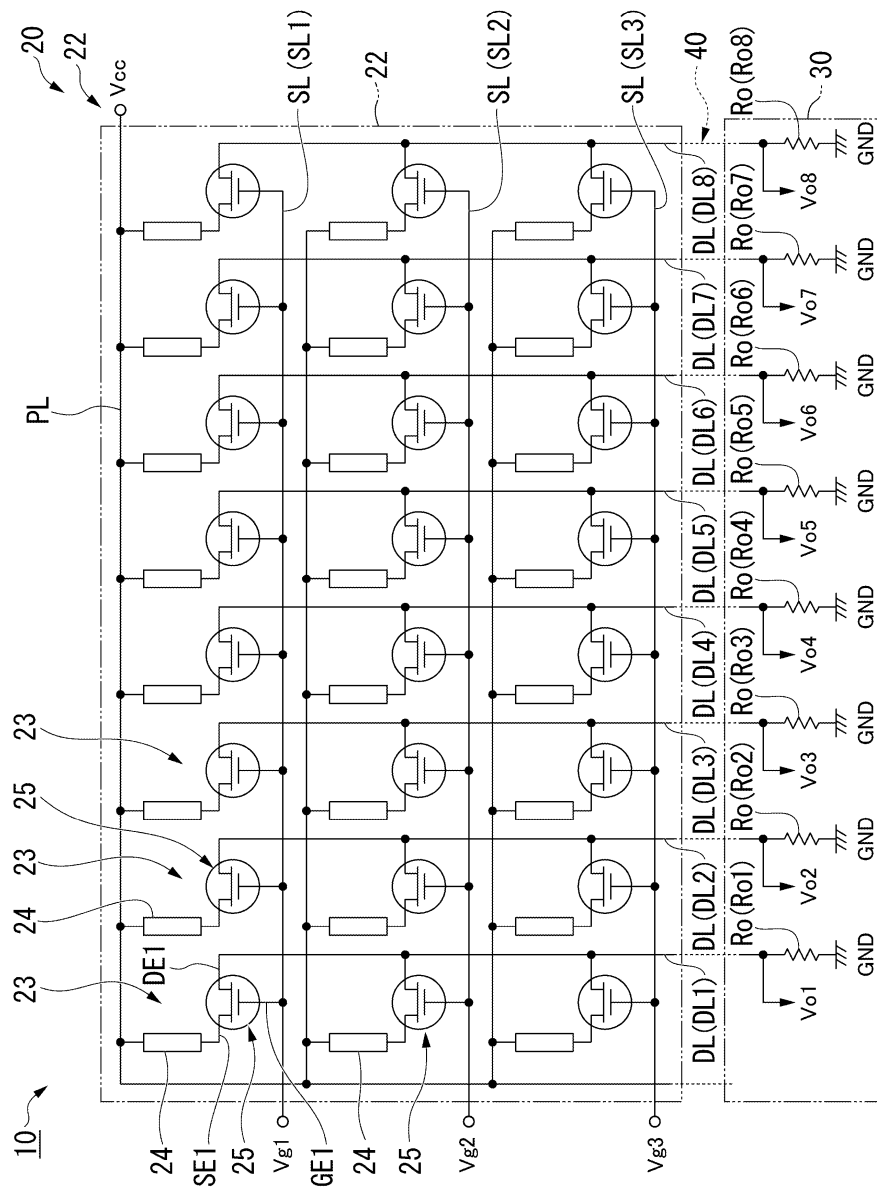
**도면1**



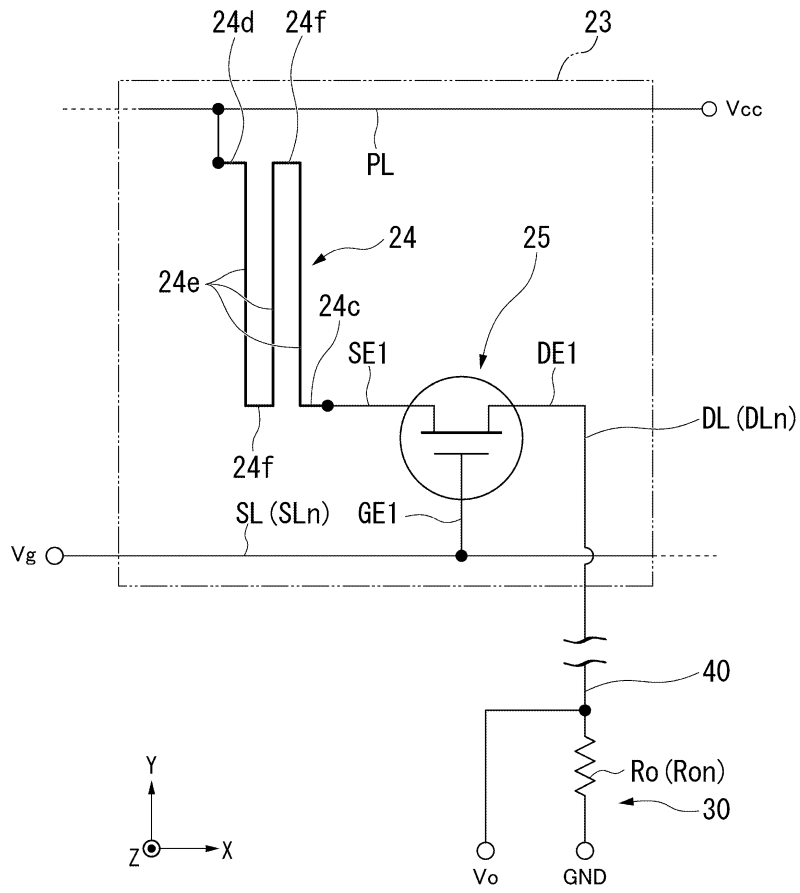
도면2



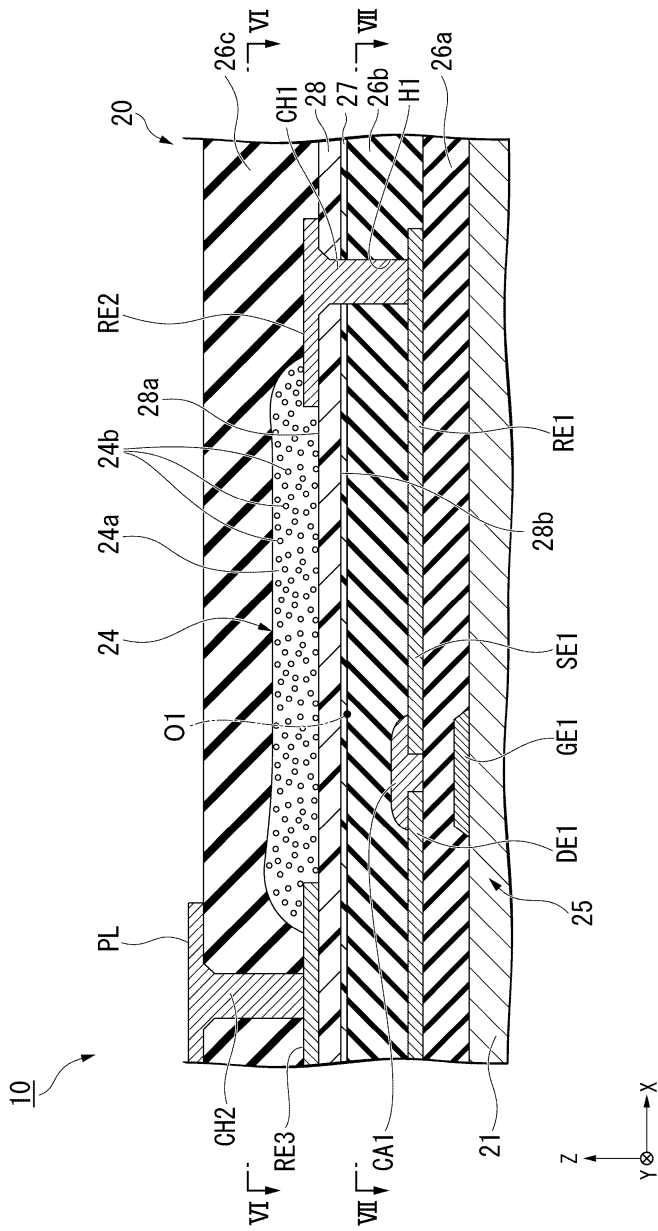
도면3



도면4

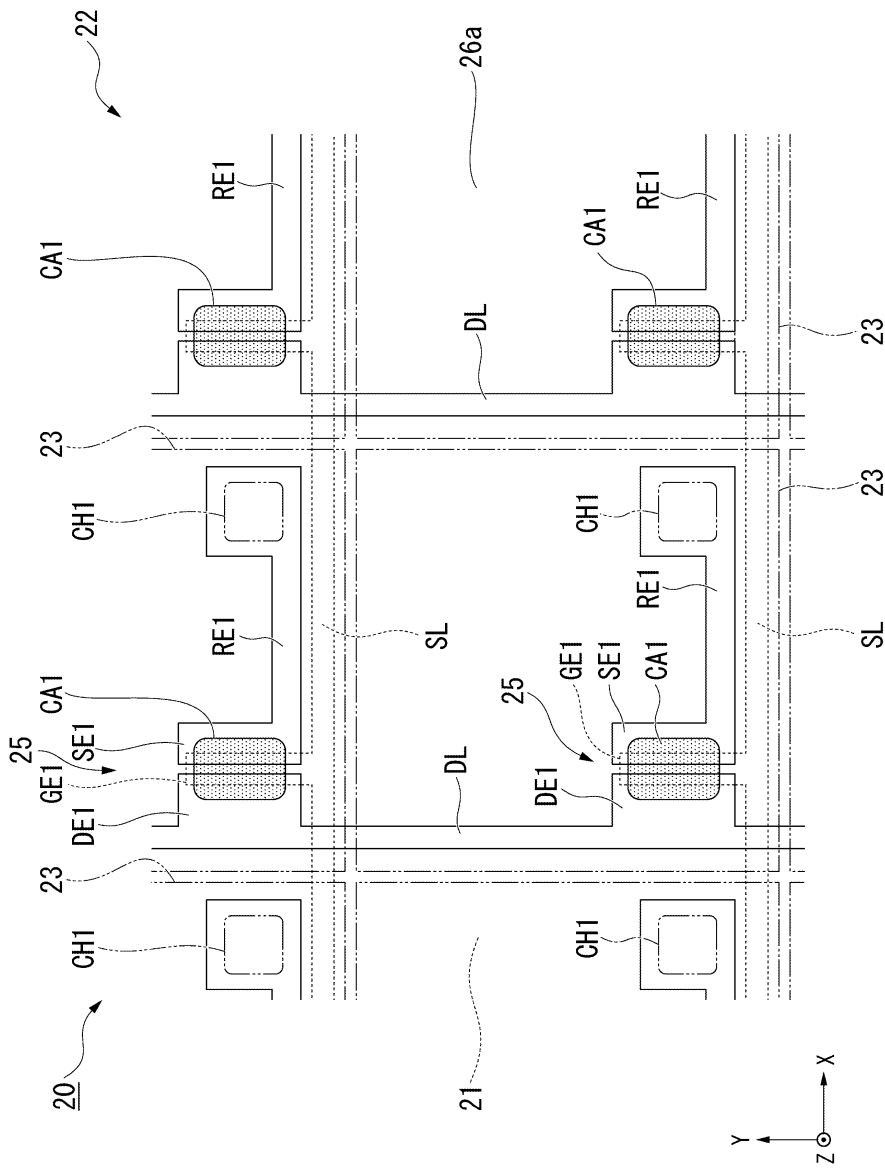


도면5

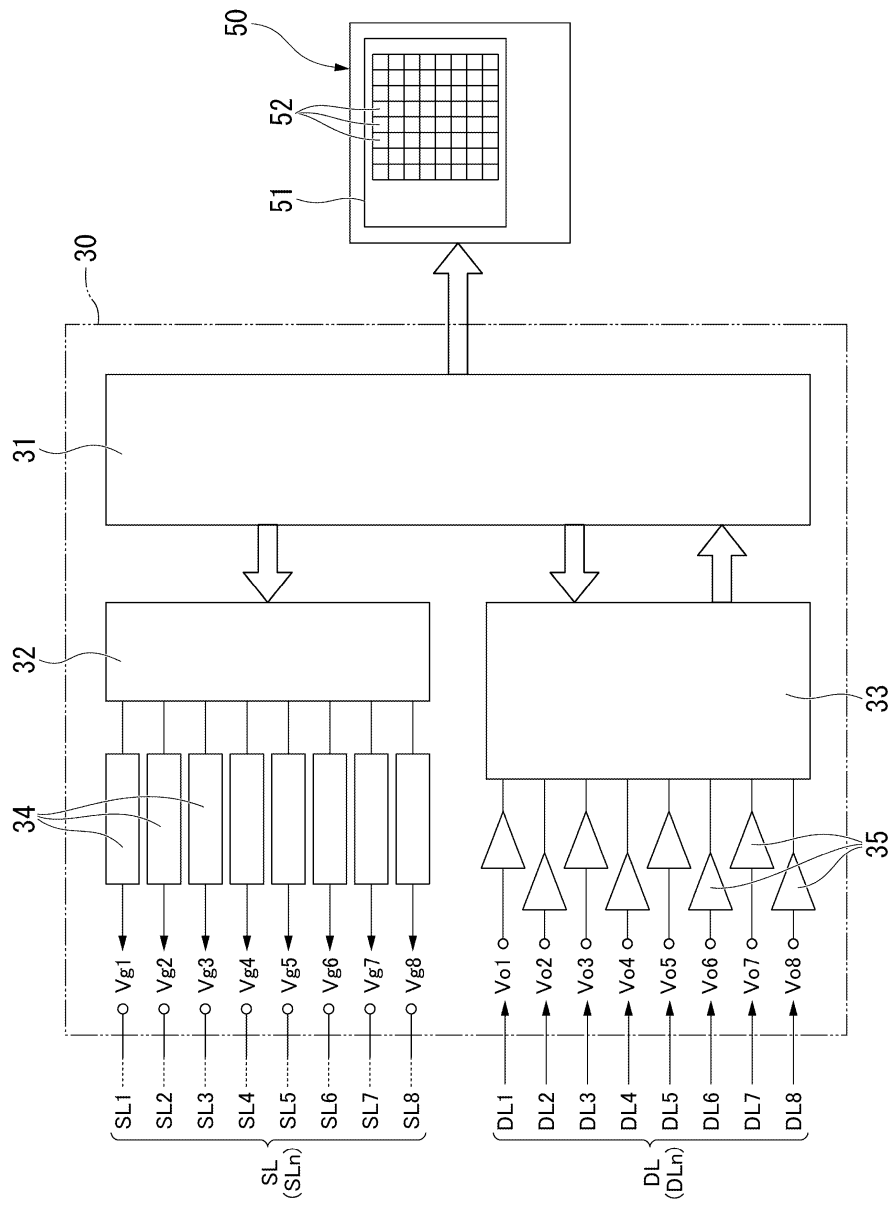




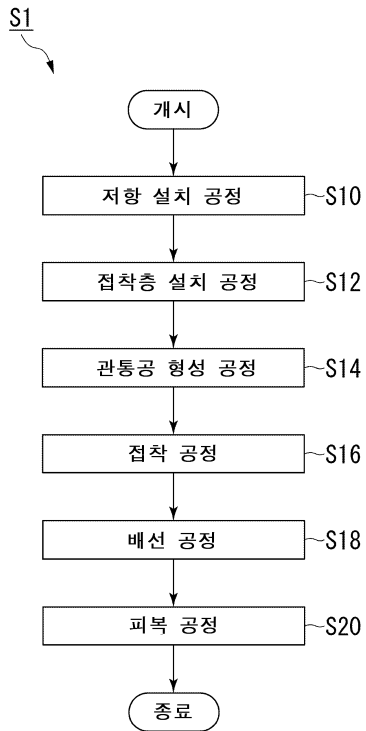
도면7



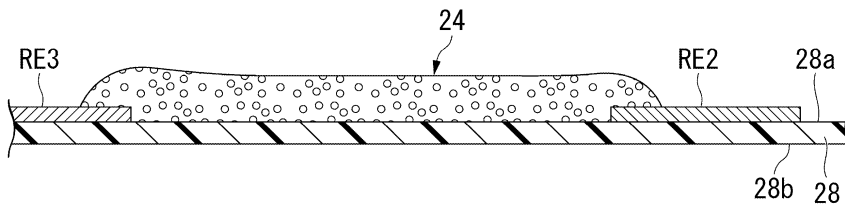
도면8



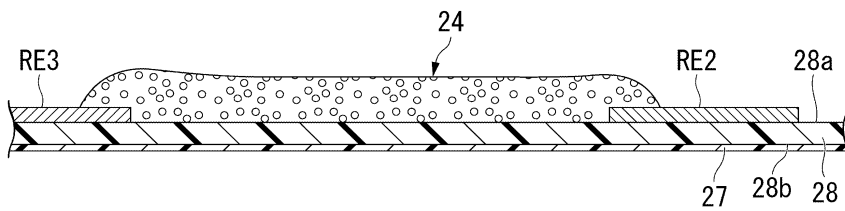
도면9



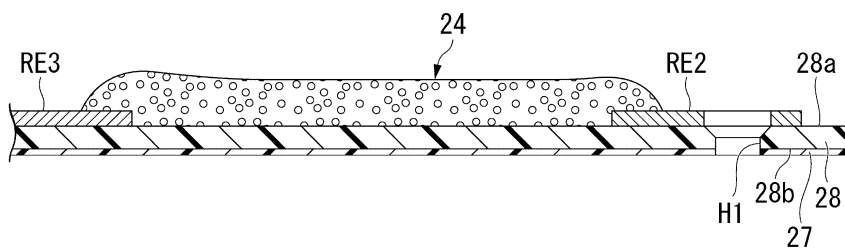
도면10



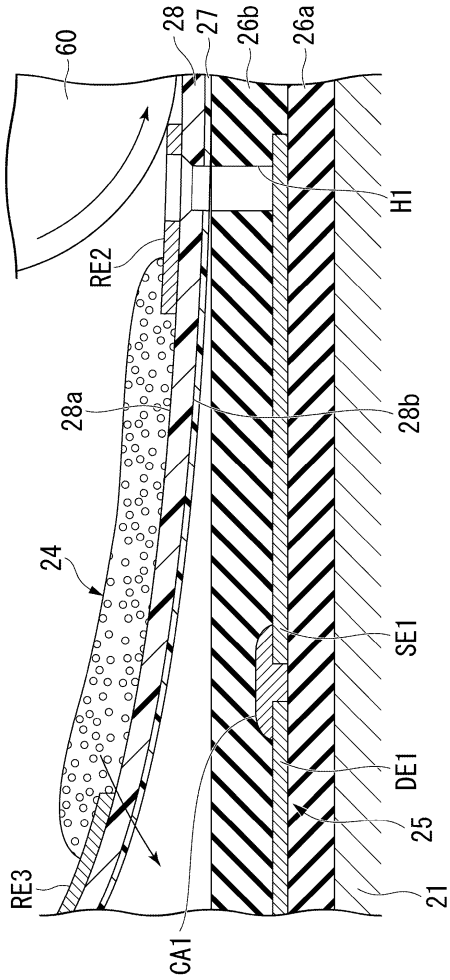
도면11



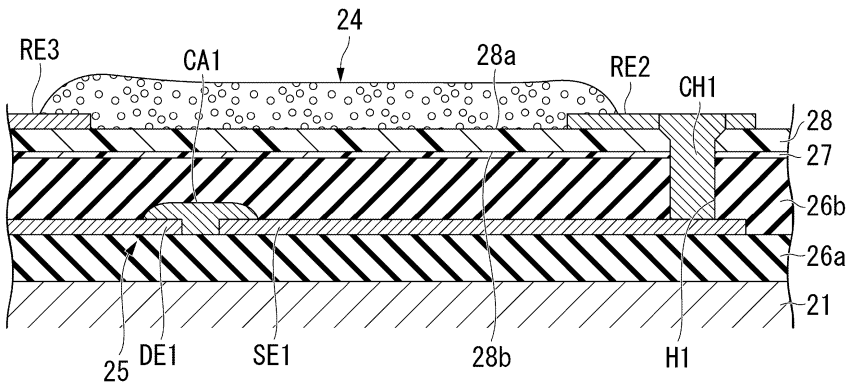
도면12



도면13



도면14



도면15

