



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년10월22일  
 (11) 등록번호 10-1453857  
 (24) 등록일자 2014년10월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 29/84 (2006.01) G01L 9/00 (2006.01)  
 G01L 9/02 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0014145  
 (22) 출원일자 2013년02월07일  
 심사청구일자 2013년02월07일  
 (65) 공개번호 10-2014-0100852  
 (43) 공개일자 2014년08월18일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2011196740 A\*  
 KR1020110075400 A\*  
 JP4832772 B2  
 JP2011174793 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국기계연구원  
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
 (72) 발명자  
 장원석  
 대전 서구 청사서로 11, 107동 904호 (월평동, 무지개아파트)  
 소혜미  
 대전 유성구 가정로 65, 108동 205호 (신성동, 대림두레아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 팬코리아특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

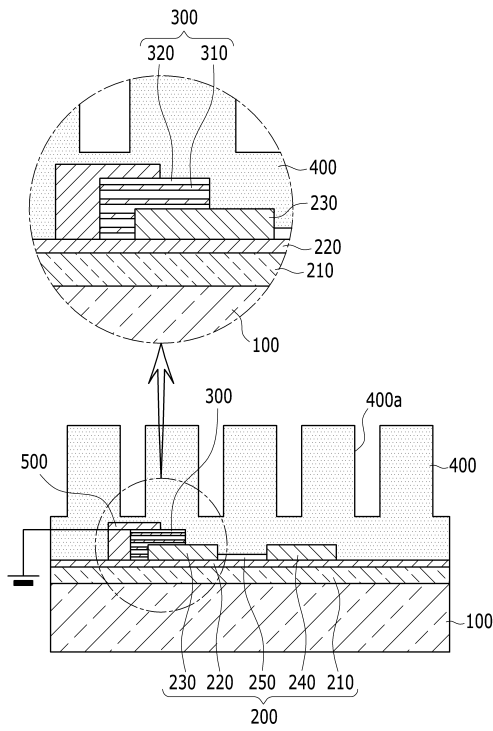
심사관 : 권성호

**(54) 발명의 명칭 압력 센서 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서는 기판, 상기 기판 위에 형성되어 있는 트랜지스터, 상기 트랜지스터에 연결되어 있는 압력 센서층, 상기 트랜지스터 및 압력 센서층을 덮고 있는 압력 전달층을 포함하고, 상기 압력 센서층은 복수개의 제1 압력 센서층과 복수개의 제2 압력 센서층이 교대로 형성되어 있을 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서 및 그 제조 방법은 유연성이 없는 실리콘 기판 대신에 유리 기판 또는 폴리머 기판을 사용할 수 있으므로 압력 센서를 곡면에 부착할 수 있고, 내구성을 향상시킬 수 있다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**정소희**

대전 유성구 노은로 416, 503동 1704호 (하기동,  
송림마을5단지아파트)

**김덕중**

대전 서구 청사로 70, 108동 402호 (월평동, 누리  
아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NK169C

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 산업기술연구회

연구사업명 주요사업

연구과제명 나노소재 기반 기능성 소자 적용기술 개발 (1/3)

기여율 1/2

주관기관 기계연구원

연구기간 2012.01.01 ~ 2012.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NM7520

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 교과부-국가연구개발사업(III)

연구과제명 나노소재기반 스마트 촉각소자 기술 개발 (2/2)

기여율 1/2

주관기관 포항공과대학교

연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

기관,  
 상기 기관 위에 형성되어 있는 트랜지스터,  
 상기 트랜지스터에 연결되어 있는 압력 센서층,  
 상기 트랜지스터 및 압력 센서층을 덮고 있는 압력 전달층  
 을 포함하고,  
 상기 압력 센서층은  
 복수개의 제1 압력 센서층과 복수개의 제2 압력 센서층이 교대로 형성되어 있고,  
 상기 제1 압력 센서층 및 제2 압력 센서층은 상기 기관의 표면에 평행하게 형성되어 있는 압력 센서.

**청구항 2**

제1항에서,  
 상기 제1 압력 센서층은 탄소나노튜브를 포함하고,  
 상기 제2 압력 센서층은 폴리머를 포함하는 압력 센서.

**청구항 3**

제1항에서,  
 상기 트랜지스터는  
 상기 기관 위에 형성되어 있는 게이트 전극,  
 상기 게이트 전극 위에 형성되어 있는 유전층,  
 상기 유전층 위에 형성되어 있으며 서로 이격되어 있는 소스 전극 및 드레인 전극,  
 상기 소스 전극 및 드레인 전극 사이에 형성되어 있는 채널층  
 을 포함하고,  
 상기 압력 센서층은 상기 소스 전극과 일부 중첩하며 상기 소스 전극 위에 형성되어 있는 압력 센서.

**청구항 4**

제3항에서,  
 상기 채널층은 탄소나노튜브 또는 그래핀을 포함하는 압력 센서.

**청구항 5**

제1항에서,  
 상기 압력 센서층과 일부 중첩하며 상기 압력 센서층 위에 형성되어 있는 접지층을 더 포함하는 압력 센서.

**청구항 6**

제1항에서,  
 상기 압력 전달층의 표면에는 복수개의 압력 전달 홈이 형성되어 있는 압력 센서.

**청구항 7**

기판 위에 트랜지스터를 형성하는 단계,  
 상기 트랜지스터의 소스 전극 위에 압력 센서층을 형성하는 단계,  
 상기 압력 센서층 및 트랜지스터 위에 압력 전달층을 형성하는 단계  
 를 포함하고,  
 상기 압력 센서층을 형성하는 단계는  
 상기 소스 전극 위에 제1 압력 센서층을 형성하는 단계,  
 상기 제1 압력 센서층 위에 제2 압력 센서층을 형성하는 단계,  
 상기 제1 압력 센서층을 형성하는 단계와 상기 제2 압력 센서층을 형성하는 단계를 반복하고,  
 상기 제1 압력 센서층 및 제2 압력 센서층은 상기 기판의 표면에 평행하게 형성되는 압력 센서의 제조 방법.

**청구항 8**

제7항에서,  
 상기 압력 센서층 위에 상기 압력 센서층과 일부 중첩하는 접지층을 형성하는 단계를 더 포함하는 압력 센서의 제조 방법.

**청구항 9**

제8항에서,  
 압력 전달 돌출부를 가진 몰드로 상기 압력 전달층을 가압하여 상기 압력 전달층에 압력 전달 홈을 형성하는 단계를 더 포함하는 압력 센서의 제조 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 압력 센서 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 일반적으로 압력 센서는 검출 방식에 따라 기계식, 전기식, 반도체식으로 분류되며, 기계식 압력 센서 및 전기식 압력 센서보다 소형, 저가, 고신뢰성 및 고감도를 가진 반도체식 압력 센서가 많이 사용되고 있다. 이러한 반도체식 압력 센서는 주로 접촉 저항 변화식의 압력 센서와 정전 용량 변화식의 압력 센서로 나뉜다. 접촉 저항 변화식의 압력 센서는 주로 실리콘 기반의 멤스(MEMS) 공정을 이용하여 멤브레인 구조를 사용하고, 정전 용량 변화식의 압력 센서는 축전기 형태에 힘을 가하면 두 전극 사이의 거리가 변화되는 구조를 사용한다.

[0003] 이러한 반도체식 압력 센서는 반도체 미세공정으로 제작되므로 소자의 소형화를 통해 높은 공간 분해능을 구현할 수 있고 성능이 우수하며 신호처리에 필요한 부분을 센서에 내장함으로써, 복잡한 신호 처리를 용이하게 할 수 있다. 그러나 실리콘 재료의 비유연성으로 인해 압력 센서를 곡면에 부착하기 어렵고, 내구성이 떨어지는 단점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명은 전술한 배경 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 유연성 및 감도가 높은 압력 센서 및 그 제조 방법을 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서는 기판, 상기 기판 위에 형성되어 있는 트랜지스터, 상기 트랜지스터에 연결되어 있는 압력 센서층, 상기 트랜지스터 및 압력 센서층을 덮고 있는 압력 전달층을 포함하고, 상기 압력

센서층은 복수개의 제1 압력 센서층과 복수개의 제2 압력 센서층이 교대로 형성되어 있을 수 있다.

- [0006] 상기 제1 압력 센서층은 탄소나노튜브를 포함하고, 상기 제2 압력 센서층은 폴리머를 포함할 수 있다.
- [0007] 상기 트랜지스터는 상기 기판 위에 형성되어 있는 게이트 전극, 상기 게이트 전극 위에 형성되어 있는 유전층, 상기 유전층 위에 형성되어 있으며 서로 이격되어 있는 소스 전극 및 드레인 전극, 상기 소스 전극 및 드레인 전극 사이에 형성되어 있는 채널층을 포함하고, 상기 압력 센서층은 상기 소스 전극과 일부 중첩하며 상기 소스 전극 위에 형성되어 있을 수 있다.
- [0008] 상기 채널층은 탄소나노튜브 또는 그래핀을 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 압력 센서층과 일부 중첩하며 상기 압력 센서층 위에 형성되어 있는 접지층을 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 압력 전달층의 표면에는 복수개의 압력 전달 홈이 형성되어 있을 수 있다.
- [0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서의 제조 방법은 기판 위에 트랜지스터를 형성하는 단계, 상기 트랜지스터의 소스 전극 위에 압력 센서층을 형성하는 단계, 상기 압력 센서층 및 트랜지스터 위에 압력 전달층을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 압력 센서층을 형성하는 단계는 상기 소스 전극 위에 제1 압력 센서층을 형성하는 단계, 상기 제1 압력 센서층 위에 제2 압력 센서층을 형성하는 단계, 상기 제1 압력 센서층을 형성하는 단계와 상기 제2 압력 센서층을 형성하는 단계를 반복할 수 있다.
- [0012] 상기 압력 센서층 위에 상기 압력 센서층과 일부 중첩하는 접지층을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 압력 전달 돌출부를 가진 몰드로 상기 압력 전달층을 가압하여 상기 압력 전달층에 압력 전달 홈을 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서는 유연성이 없는 실리콘 기판 대신에 유리 기판 또는 폴리머 기판을 사용할 수 있으므로 압력 센서를 곡면에 부착할 수 있고, 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [0015] 또한, 실리콘 기판을 사용하지 않고 유리 또는 폴리머 기판을 사용하므로 저온 공정으로 압력 센서를 제조할 수 있어 제조가 용이하고 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0016] 또한, 압력 센서층을 덮고 있는 압력 전달층에 복수개의 압력 전달 홈을 형성함으로써, 복수개의 압력 전달 홈이 사람 손의 지문과 같은 역할을 하여 압력을 효과적으로 압력 센서층에 전달하여 미세한 압력을 측정할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서의 단면도이다.  
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서의 제조 방법의 단면도로서, 기판 위에 트랜지스터를 형성하는 단계를 도시한 도면이다.  
 도 3은 도 2의 다음 단계로서, 트랜지스터 위에 압력 센서층을 형성하는 단계를 도시한 도면이다.  
 도 4는 도 3의 다음 단계로서, 압력 센서층 위에 접지층을 형성하는 단계를 도시한 도면이다.  
 도 5는 도 4의 다음 단계로서, 압력 센서층 및 트랜지스터를 덮는 압력 전달층을 형성하는 단계를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 여러 실시예들에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예들에 한정되지 않는다.
- [0019] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.
- [0020] 그러면 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서에 대하여 도 1을 참고로 상세히 설명한다.

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서의 단면도이다.
- [0022] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서는 기판(100), 기판(100) 위에 형성되어 있는 트랜지스터(200), 트랜지스터(200)에 연결되어 있는 압력 센서층(300), 압력 센서층(300)과 일부 중첩하며 압력 센서층(300) 위에 형성되어 있는 접지층(500), 접지층(500), 압력 센서층(300) 및 트랜지스터(200)를 덮고 있는 압력 전달층(400)을 포함한다.
- [0023] 기판(100)은 폴리이미드(Polyimide, PI), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate, PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene Naphthalate, PEN) 등의 폴리머 또는 유리를 포함할 수 있으므로 유연성을 가지게 되어 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서는 곡면에 용이하게 부착할 수 있다.
- [0024] 트랜지스터(200)는 기판(100) 위에 형성되어 있는 게이트 전극(210), 게이트 전극(210) 위에 형성되어 있는 유전층(220), 유전층(220) 위에 형성되어 있으며 서로 이격되어 있는 소스 전극(230) 및 드레인 전극(240), 소스 전극(230) 및 드레인 전극(240) 사이에 형성되어 있는 채널층(250)을 포함한다.
- [0025] 게이트 전극(210)은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), 은(Ag), 금(Au) 등 금속을 포함할 수 있으며, 유전층(220)은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PVDF, 유전 잉크(BiTiO<sub>3</sub>, PMMA, 에폭시) 등을 포함할 수 있으며, 채널층(250)은 탄소나노튜브 또는 그래핀을 포함할 수 있다.
- [0026] 압력 센서층(300)은 소스 전극(230)과 일부 중첩하며 소스 전극(230) 위에 형성되어 있다. 이러한 압력 센서층(300)은 복수개의 제1 압력 센서층(310)과 복수개의 제2 압력 센서층(320)이 교대로 형성되어 있다. 제1 압력 센서층(310)과 제2 압력 센서층(320)은 소스 전극(230)의 표면과 거의 평행하게 형성되어 있다.
- [0027] 제1 압력 센서층(310)은 탄소나노튜브를 포함하고, 제2 압력 센서층(320)은 폴리머를 포함할 수 있다. 제1 압력 센서층(310)을 이루는 탄소나노튜브는 단일벽 탄소나노튜브, 다중벽 탄소나노튜브, 또는 단일벽 탄소나노튜브와 다중벽 탄소나노튜브가 혼합 부재 중에서 선택된 어느 하나를 포함할 수 있고, 탄소나노튜브는 전기전도도가 높고, 강하고 유연성이 높은 물질이다. 제2 압력 센서층(320)을 이루는 폴리머는 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리우레탄(Polyurethane, PU)를 포함할 수 있다.
- [0028] 이러한 압력 센서층(300)에 압력이 가해질 경우 복수개의 제1 압력 센서층(310)간의 간격이 가까워져 전자 흐름 경로(percolation)가 증가하게 되어 저항이 낮아지게 되므로 압력을 감지할 수 있게 된다.
- [0029] 접지층(500)은 압력 센서층(300)과 접촉되어 있어 압력 센서층(300)을 그라운드(ground)와 접지시킬 수 있다.
- [0030] 압력 전달층(400)은 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리우레탄(Polyurethane, PU) 등의 폴리머로 이루어지며, 압력 전달층(400)의 표면에는 마이크로 크기의 복수개의 압력 전달 홈(400a)이 형성되어 있다. 이러한 압력 전달 홈(400a)은 압력 센서층(300)에 대응하는 위치에 형성될 수 있다. 이와 같이, 압력 센서층(300)을 덮고 있는 압력 전달층(400)에 마이크로 크기의 복수개의 압력 전달 홈(400a)을 형성함으로써, 복수개의 압력 전달 홈(400a)이 사람 손의 지문과 같은 역할을 하여 압력을 효과적으로 압력 센서층(300)에 전달하여 미세한 압력을 용이하게 측정할 수 있어 감도를 향상시킬 수 있다.
- [0031] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서의 제조 방법에 대하여 이하에서 도 2 내지 도 5를 참고로 상세하게 설명한다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서의 제조 방법의 단면도로서, 기판 위에 트랜지스터를 형성하는 단계를 도시한 도면이고, 도 3은 도 2의 다음 단계로서, 트랜지스터 위에 압력 센서층을 형성하는 단계를 도시한 도면이고, 도 4는 도 3의 다음 단계로서, 압력 센서층 위에 접지층을 형성하는 단계를 도시한 도면이고, 도 5는 도 4의 다음 단계로서, 압력 센서층 및 트랜지스터를 덮는 압력 전달층을 형성하는 단계를 도시한 도면이다.
- [0033] 우선, 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 압력 센서의 제조 방법은 기판(100) 위에 트랜지스터(200)를 형성한다. 이에 대해 이하에서 상세히 설명한다.
- [0034] 폴리이미드(Polyimide, PI), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(Polyethylene Terephthalate, PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(Polyethylene Naphthalate, PEN) 등의 폴리머 또는 유리로 이루어진 기판(100) 위에 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), 은(Ag), 금(Au) 등 금속을 코팅하여 게이트 전극(210)을 형성한다.
- [0035] 그리고, 게이트 전극(210) 위에 산화알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 폴리비닐리덴플루오라이드(Polyvinylidene fluoride, PVDF)

등으로 이루어진 물질을 코팅하거나, 유전 잉크(BiTiO<sub>3</sub>, PMMA, 에폭시)를 코팅하여 유전층(220)을 형성한다.

[0036] 그리고, 유전층(220) 위에 탄소나노튜브 또는 그래핀을 이용하여 채널층(250)을 형성한다. 이 때, 탄소나노튜브는 용액 상태이므로 스프레이 방법으로 유전층(220) 위에 코팅하여 채널층(250)으로 형성한다.

[0037] 그리고, 스텐실 마스크를 이용하여 채널층(250) 위에 서로 이격된 소스 전극(230) 및 드레인 전극(240)을 형성한다.

[0038] 다음으로, 도 3에 도시한 바와 같이, 트랜지스터(200)의 소스 전극(230) 위에 압력 센서층(300)을 형성한다. 이에 대해 이하에서 상세히 설명한다.

[0039] 스텐실 마스크(stencil mask)의 개구부가 소스 전극(230)에 대응되도록 스텐실 마스크를 정렬하고, 용액 상태의 탄소나노튜브를 스프레이 방법으로 소스 전극(230) 위에 코팅하여 소스 전극(230) 위에 제1 압력 센서층(310)을 형성한다.

[0040] 그리고, 동일한 스텐실 마스크를 이용하여 용액 상태의 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리우레탄(Polyurethane, PU)를 포함하는 폴리머를 스프레이(spray) 방법 또는 바코팅(bar coating) 방법으로 제1 압력 센서층(310) 위에 도포하고, 솔벤트를 제거하여 폴리머를 경화시켜 제2 압력 센서층(320)을 형성한다.

[0041] 그리고, 상기와 같은 제1 압력 센서층(310)을 형성하는 단계와 제2 압력 센서층(320)을 형성하는 단계를 소정 회수 반복하여 제1 압력 센서층(310)과 제2 압력 센서층(320)이 교대로 적층된 압력 센서층(300)을 완성한다.

[0042] 다음으로, 도 4에 도시한 바와 같이, 압력 센서층(300) 위에 압력 센서층(300)과 일부 중첩하는 접지층(500)을 형성한다.

[0043] 다음으로, 도 5에 도시한 바와 같이, 바코팅 방법 또는 스핀 코팅 방법을 이용하여 접지층(500), 압력 센서층(300) 및 트랜지스터(200) 위에 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane, PDMS), 폴리우레탄(Polyurethane, PU) 등의 폴리머로 압력 전달층(400)을 형성한다.

[0044] 그리고, 실리콘 웨이퍼를 에칭하거나 금속을 가공하여 임프린트용 금형을 준비하고, 임프린트용 금형을 마스터로 사용하여 마이크로 크기의 압력 전달 돌출부(11)를 가진 임프린트용 몰드(10)를 폴리머로 제조한다. 이러한 압력 전달 돌출부(11)를 가진 임프린트용 몰드(10)로 압력 전달층(400)을 가압하여 압력 전달층(400)에 압력 전달 홈(400a)을 형성한다.

[0045] 이와 같이, 실리콘 기판을 사용하지 않고 폴리머 기판을 사용하므로 저온 공정으로 압력 센서를 제조할 수 있어 실리콘 공정에 비해 제조가 용이하고 제조 비용을 절감할 수 있다.

[0046] 본 발명을 앞서 기재한 바에 따라 바람직한 실시예를 통해 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 다음에 기재하는 특허청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한, 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 본 발명이 속하는 기술 분야에 종사하는 자들은 쉽게 이해할 것이다.

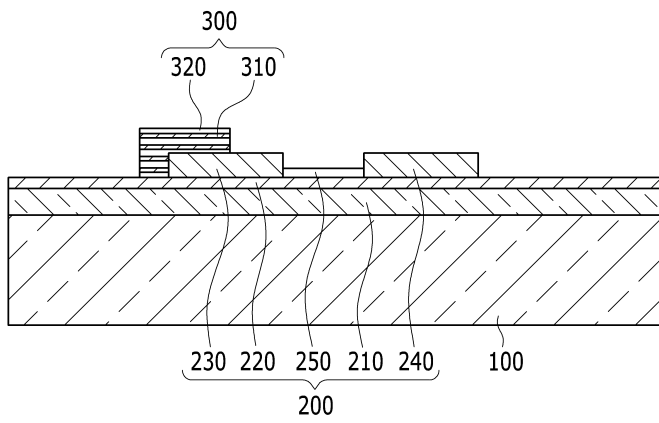
**부호의 설명**

- [0047] 100: 기판
- 200: 트랜지스터
- 300: 압력 센서층
- 400: 압력 전달층
- 500: 접지층

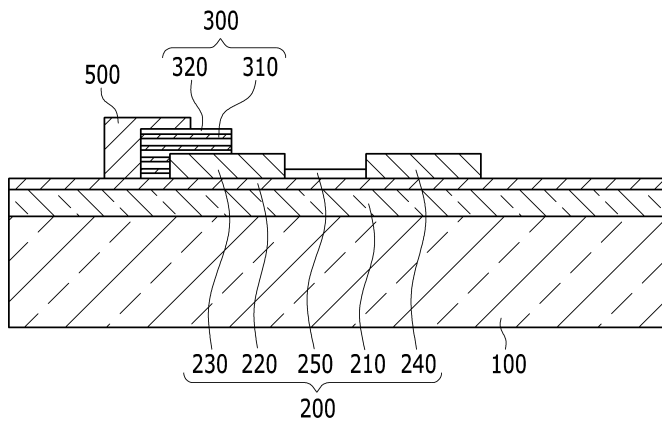




도면3



도면4



도면5

