(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0113947
(43) 공개일자 2023년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)
G06F 3/044 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/016 (2013.01)
G06F 3/0416 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2022-0009833
(22) 출원일자 2022년01월24일
심사청구일자 2022년01월24일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
이석한
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 104동 107호
허용해
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 103동 401호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정충곤

전체 청구항 수 : 총 6 항

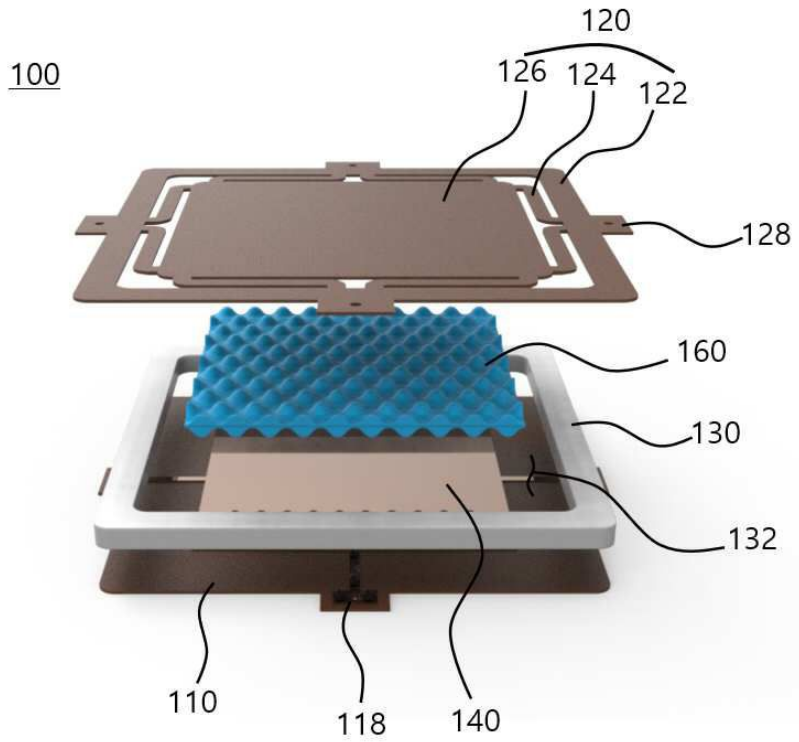
(54) 발명의 명칭 **전기활성고분자 기반 유연 양방향 햅틱 입출력 모듈과 이를 포함하는 입출력 통합 시스템**

(57) 요 약

본 발명은 압력감지기능과 진동발생기능을 구비한 양방향 햅틱 입출력 모듈을 개시한다. 본 발명에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈은, 상면에 하부전극이 형성된 베이스; 베이스의 상면 가장자리에 결합되어 내부공간을 둘러싸는 스페이서; 스페이서의 상면에 결합되는 테두리부와, 내부공간의 상부에 배치되고 테두리부와 이격된

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



가동부와, 테두리부와 가동부를 연결하는 판스프링 형태의 탄성연결부를 포함하고, 가동부의 저면에 상부전극이 형성된 커버; 상단은 상부전극에 접촉하고 하단은 하부전극에 접촉하는 전기활성고분자 레이어를 포함한다.

본 발명에 따르면, 전기활성고분자를 활용하여 사용자의 터치 여부는 물론이고 압력의 세기도 검출할 수 있고, 이를 통해 사용자 의도를 다양한 애플리케이션에 활용할 수 있다. 또한 전기활성고분자가 교류 전기신호가 인가되면 진동하므로 진동 액츄에이터를 별도로 설치하지 않아도 사용자에게 다양한 진동 피드백을 제공할 수 있는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류
G06F 3/0447 (2019.05)
G06F 2203/04105 (2019.05)

(72) 발명자
김범영
충청남도 천안시 동남구 병천면 가전8길 94-1, B동 103호
정성원
충청남도 천안시 동남구 병천면 가전6길 13-1, 103호
김상연
서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345332218
과제번호	2018R1A6A1A03025526
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	첨단기술연구소
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기술교육대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

상면에 하부전극이 형성된 베이스;

베이스의 상면 가장자리에 결합되어 내부공간을 둘러싸는 스페이서;

스페이서의 상면에 결합되는 테두리부와, 내부공간의 상부에 배치되고 테두리부와 이격된 가동부와, 테두리부와 가동부를 연결하는 판스프링 형태의 탄성연결부를 포함하고, 가동부의 저면에 상부전극이 형성된 커버;

상단은 상부전극에 접촉하고 하단은 하부전극에 접촉하는 전기활성고분자 레이어

를 포함하는 양방향 햅틱 입출력 모듈

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전기활성고분자 레이어는, 상면과 하면에 각각 요철패턴이 형성된 폴리염화비닐(PVC) 겔인 것을 특징으로 하는 양방향 햅틱 입출력 모듈

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 커버의 탄성연결부는, 일단이 테두리부에 연결된 상태에서 가동부를 향해 돌출된 제1 연결부와, 일단이 제1 연결부의 타단에 연결된 상태에서 가동부 및 테두리부와 나란한 방향으로 연장된 제2 연결부와, 일단은 제2 연결부의 타단에 연결되고 타단은 가동부에 연결된 제3 연결부를 포함하고,

상기 가동부와 상기 테두리부의 사이에는 다수 쌍의 탄성연결부가 형성되고, 각 쌍의 탄성연결부는 베이스와 결합하는 결합부의 위치를 기준으로 서로 대칭적으로 형성되는 것을 특징으로 하는 양방향 햅틱 입출력 모듈

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 커버의 탄성연결부에는 스트레인게이지가 설치된 것을 특징으로 하는 양방향 햅틱 입출력 모듈

청구항 5

상면에 하부전극이 형성된 베이스와, 베이스의 상면 가장자리에 결합되어 내부공간을 둘러싸는 스페이서와, 스페이서의 상면에 결합되는 테두리부, 내부공간의 상부에 배치되고 테두리부와 이격된 가동부, 테두리부와 가동부를 연결하는 판스프링 형태의 탄성연결부를 포함하고, 가동부의 저면에 상부전극이 형성된 커버와, 상단은 상부전극에 접촉하고 하단은 하부전극에 접촉하는 전기활성고분자 레이어를 포함하는 양방향 햅틱 입출력 모듈;

양방향 햅틱 입출력 모듈의 상부전극과 하부전극 간의 정전용량을 이용하여 터치 여부를 검출하는 감지부;

감지부에서 터치가 검출되면 양방향 햅틱 입출력 모듈의 상부전극과 하부전극에 대한 전원공급을 제어하여 진동 피드백을 제공하는 제어부

를 포함하는 입출력 통합 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 감지부는 양방향 햅틱 입출력 모듈의 상부전극과 하부전극 간의 정전용량을 이용하여 압력을 측정하고,

상기 제어부는, 압력 측정값의 크기를 기준으로 양방향 햅틱 입출력 모듈로 공급되는 교류전원의 진동수를 다단

계로 차등화하거나 교류전원의 진동수를 압력 측정값에 비례하여 선형적으로 변화시키는 것을 특징으로 하는 입출력 통합 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압력감지기능과 진동발생기능이 통합된 양방향 햅틱 입출력 모듈에 관한 것으로서, 구체적으로는 전기활성고분자(Electroactive Polymer, EAP)를 이용한 양방향 햅틱 입출력 모듈과 이를 포함하는 입출력 통합 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 휴대용 전자기기, 게임 컨트롤러, 차량용 전자기기 등에서 터치센서 기반의 사용자 인터페이스가 널리 사용되고 있다.

[0003] 그런데 종래의 터치센서는 키보드 등과 달리 클릭감이 발생하지 않으므로 사용자의 입장에서는 누르는 동작에 대한 피드백을 받지 못하여 사용감이 떨어지는 문제가 있다.

[0004] 터치센서와 별도로 햅틱 액츄에이터를 설치하면 이러한 문제를 해결할 수 있으나, 터치센서와 햅틱 액츄에이터를 각각 별도로 설치하면 장치의 소형화가 어려운 문제가 있다.

[0005] 또한, 최근의 사용자 인터페이스는 사용자의 의도를 보다 정확히 판단하기 위하여 사용자가 터치한 위치는 물론이고 사용자가 누르는 힘까지 측정할 수 있는 기능이 요구되는 추세인데 종래의 터치 센서로는 이러한 요구를 충족하기 어려운 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-1664980호(2016.10.11 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 이러한 배경에서 고안된 것으로서, 사용자의 터치를 감지하거나 누르는 힘을 검출할 수 있고 진동 피드백을 제공할 수 있는 양방향 햅틱 입출력 모듈을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 양상은, 상면에 하부전극이 형성된 베이스; 베이스의 상면 가장자리에 결합되어 내부공간을 둘러싸는 스페이서; 스페이서의 상면에 결합되는 테두리부와, 내부공간의 상부에 배치되고 테두리부와 이격된 가동부와, 테두리부와 가동부를 연결하는 판스프링 형태의 탄성연결부를 포함하고, 가동부의 저면에 상부전극이 형성된 커버; 상단은 상부전극에 접촉하고 하단은 하부전극에 접촉하는 전기활성고분자 레이어를 포함하는 양방향 햅틱 입출력 모듈을 제공한다.

[0009] 본 발명의 일 양상에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈에서, 상기 전기활성고분자 레이어는, 상면과 하면에 각각 요철패턴이 형성된 폴리염화비닐(PVC) 겔일 수 있다.

[0010] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈에서, 상기 커버의 탄성연결부는, 일단이 테두리부에 연결된 상태에서 가동부를 향해 돌출된 제1 연결부와, 일단이 제1 연결부의 타단에 연결된 상태에서 가동부 및 테두리부와 나란한 방향으로 연장된 제2 연결부와, 일단은 제2 연결부의 타단에 연결되고 타단은 가동부에 연결된 제3 연결부를 포함하고, 상기 가동부와 상기 테두리부의 사이에는 다수 쌍의 탄성연결부가 형성되고, 각 쌍의 탄성연결부는 베이스와 결합하는 결합부의 위치를 기준으로 서로 대칭적으로 형성될 수 있다.

[0011] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈에서, 상기 커버의 탄성연결부에는 스트레인게이지가 설치될 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 양상은, 양방향 햅틱 입출력 모듈; 양방향 햅틱 입출력 모듈의 상부전극과 하부전극 간의 정전용량을 이용하여 터치 여부를 검출하는 감지부; 감지부에서 터치가 검출되면 양방향 햅틱 입출력 모듈의 상부전극과 하부전극에 대한 전원공급을 제어하여 진동 피드백을 제공하는 제어부를 포함하는 입출력 통합 시스템을 제공한다.

[0013] 본 발명에 따른 입출력 통합 시스템에서, 상기 감지부는 양방향 햅틱 입출력 모듈의 상부전극과 하부전극 간의 정전용량을 이용하여 압력을 측정하고, 상기 제어부는, 압력 측정값의 크기를 기준으로 양방향 햅틱 입출력 모듈로 공급되는 교류전원의 진동수를 다단계로 차등화하거나 교류전원의 진동수를 압력 측정값에 비례하여 선형적으로 변화시킬 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따르면, 전기활성고분자를 활용하여 사용자의 터치 여부는 물론이고 압력의 세기도 검출할 수 있고, 이를 통해 사용자 의도를 다양한 애플리케이션에 활용할 수 있다.

[0015] 또한 전기활성고분자가 교류 전기신호가 인가되면 진동하므로 진동 액츄에이터를 별도로 설치하지 않아도 사용자에게 다양한 진동 피드백을 제공할 수 있는 이점이 있다.

[0016] 또한 전기활성고분자의 양면에 요철 패턴을 형성하면, 압력이나 전기장에 의한 변형폭이 크게 증가하므로 사용자에게 보다 생생한 사용감을 제공할 수 있고 더 강한 진동을 발생시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈의 사시도

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈의 분해 사시도

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈의 단면도

도 4는 커버를 나타낸 평면도

도 5는 압력감지 원리를 나타낸 도면

도 6은 압력감지 성능을 나타낸 실험 그래프

도 7은 진동발생 원리를 나타낸 도면

도 8은 진동발생 성능을 나타낸 실험 그래프

도 9는 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈을 포함하는 입출력 통합 시스템의 개략 구성도

도 10은 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 시스템의 동작방법을 나타낸 흐름도

도 11은 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 시스템의 다른 동작방법을 나타낸 흐름도

도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈과 이를 포함하는 입출력 통합 시스템의 개략 구성도

도 13 내지 도 15는 상부전극과 하부전극의 여러 변형 예를 나타낸 도면

도 16은 PVC 겔의 여러 변형 예를 나타낸 도면

도 17은 커버의 변형 예를 나타낸 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

[0019] 참고로 본 명세서에 첨부된 도면에는 실제와 다른 치수 또는 비율로 표시된 부분이 있으나 이는 설명과 이해의 편의를 위한 것이므로 이로 인해 본 발명의 범위가 제한적으로 해석되어서는 아니됨을 미리 밝혀 둔다. 또한 본 명세서에서 하나의 구성요소(element)가 다른 구성요소와 연결, 결합 또는 전기적으로 연결되는 경우는 다른 구

성요소와 직접적으로 연결, 결합 또는 전기적으로 연결되는 경우뿐 아니라 중간에 다른 요소를 사이에 두고 간접적으로 연결, 결합 또는 전기적으로 연결되는 경우도 포함한다. 또한 하나의 구성요소(element)가 다른 구성요소와 직접 연결 또는 결합되는 경우는 중간에 다른 요소 없이 연결 또는 결합되는 것을 의미한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 포함하는 것은 특별히 반대되는 기재가 없다면 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한 본 명세서에서 전, 후, 좌, 우, 위, 아래 등의 표현은 보는 위치에 따라 달라질 수 있는 상대적인 개념이므로 본 발명의 범위가 반드시 해당 표현으로 제한되어서는 아니된다.

[0020] **<제1 실시예>**

[0021] 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)은, 도 1의 사시도, 도 2의 분해사시도 및 도 3의 단면도에 나타낸 바와 같이, 베이스(110)와, 베이스(110)의 상면 가장자리에 결합되어 내부공간(132)을 둘러싸는 스페이서(130)와, 스페이서(130)의 상부에 결합된 커버(120)와, 베이스(110)의 상면에 형성된 하부전극(140)과, 커버(120)의 저면에 형성된 상부전극(150)과, 내부공간(132)에 설치되고 상단은 상부전극(150)에 접촉하고 하단은 하부전극(140)에 결합된 PVC 겔(160)을 포함한다.

[0022] 베이스(110)는 전자기기, 컨트롤러, 차량 등의 하우징에 결합되거나 기판에 실장되는 부분이다. 전자기기, 컨트롤러, 차량 등의 하우징이나 기판이 베이스(110)로 활용될 수도 있다. 베이스(110)의 가장자리에는 커버(120)와 결합하기 위한 다수의 제1 결합부(118)가 형성될 수 있다.

[0023] 커버(120)는 사용자가 터치하는 부분으로서, 스페이서(130)의 상면에 결합되는 사각 링 형상의 테두리부(122)와, 내부공간(132)의 상부에 배치되고 테두리부(122)와 이격된 가동부(126)와, 테두리부(122)와 가동부(126)를 연결하는 판스프링 형태의 탄성연결부(124)를 포함할 수 있다.

[0024] 커버(120)의 가장자리에는 베이스(110)의 제1 결합부(118)에 대응하는 제2 결합부(128)가 다수 형성될 수 있다.

[0025] 베이스(110)의 제1 결합부(118)와 커버(120)의 제2 결합부(128)를 나사 등으로 결합하면, 커버(120)의 테두리부(122)는 스페이서(130)의 상단에 밀착된 상태로 고정되고, 가동부(126)는 PVC 겔(160)의 상부에서 가동할 수 있는 상태가 된다.

[0026] 스페이서(130)는 내부공간(132)을 둘러싸는 측벽이 링처럼 연속적으로 형성된 것일 수도 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니므로 불연속적으로 형성될 수도 있다.

[0027] 하부전극(140)은 베이스(110)의 상면에 형성되고, 상부전극(150)은 커버(120)의 가동부(126)의 저면에 형성된다.

[0028] 하부전극(140)과 상부전극(150)은 PVC 겔(160)과 거의 동일한 면적을 갖는 평면 전극으로 형성될 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니므로 후술하는 바와 같이 상부전극(140)과 하부전극(150) 중에서 적어도 하나는 다수의 전극으로 구성될 수도 있다.

[0029] 또한 하부전극(140)과 상부전극(150)은 각각, 별도의 박막으로 제작되어 베이스(110)의 상면과 커버(120)의 저면에 접착될 수도 있고, 증착, 코팅 등의 방법으로 베이스(110)의 상면과 커버(120)의 저면에 직접 형성될 수도 있다.

[0030] 하부전극(140)과 상부전극(150)은 각각 PVC 겔(160)과 항상 접촉 상태를 유지해야 하며, 특히 상부전극(150)는 PVC 겔(160)이 전기장에 의해 압축될 때에도 PVC 겔(160)의 상단에 접촉한 상태를 유지해야 한다. 따라서 PVC 겔(160)의 상단과 하단은 접착제를 이용하여 하부전극(140)과 상부전극(150)에 접착하는 것이 바람직하다.

[0031] 하부전극(140)과 상부전극(150)은 각각 금속, 탄소 코팅된 금속, 이종 복합 금속 등의 금속계 재질일 수도 있고, 탄소나노튜브, 그래핀, 흑연, 플루 렌 등의 탄소계 재질일 수도 있고, 도핑된 산화아연, 산화인듐주석(ITO), 산화구리, 산화철 등의 세라믹계 재질일 수도 있고, 펜타센 등의 유기계 재질일 수도 있고, 기타 다른 종류의 도전성 재질일 수도 있다.

[0032] 베이스(110), 커버(120), 스페이서(130)는 모두 절연 재질인 것이 바람직하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니므로 필요에 따라서는 일부 또는 전부를 도전성 재질로 형성할 수도 있다. 만일 베이스(110)와 커버(120)가 도전성 재질이면, 베이스(110)와 커버(120)가 각각 하부전극과 상부전극의 역할을 할 수도 있다.

[0033] 또한 베이스(110), 커버(120), 스페이서(130), 하부전극(140) 및 상부전극(150)을 모두 유연성 재질로 구성할 수도 있으며, 이렇게 하면 다양한 형상과 곡률을 갖는 표면에 본 발명의 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모

듈(100)을 결합하거나 부착할 수 있다.

[0034] PVC 겔(160)은 전기활성고분자(EAP)의 일종인 폴리염화비닐(Polyvinyl chloride, PVC)에 가소제를 첨가하여 성형한 겔(gel) 형태의 박막일 수 있다.

[0035] PVC 겔(160)은 전압이 인가될 경우 양극(+) 쪽으로 강하게 끌리면서 두께가 얇아지고, 인가된 전압이 해제되면 자체의 탄성 복원력으로 인해 본래 형상으로 복원되는 성질이 있다.

[0036] 따라서 PVC 겔(160)에 교류 전기신호를 인가하면 압축과 복원을 반복하면서 진동이 발생하게 된다.

[0037] 또한 하부전극(140)과 상부전극(150)의 사이에 PVC 겔(160)을 배치하고 외부에서 압력을 가하면 PVC 겔(160)이 압축되면서 하부전극(140)과 상부전극(150)의 간격이 줄어든다.

[0038] 따라서 하부전극(140)과 상부전극(150) 간의 정전용량을 검출하면 압력이 가해졌는지 여부뿐만 아니라 압력의 세기도 확인할 수 있다.

[0039] 한편 본 발명의 실시예에서는 PVC 겔(160)의 변형폭을 증대시키기 위하여 전극과 마주보는 PVC 겔(160)의 상면과 하면에 각각 요철패턴(162)을 형성한다.

[0040] 이와 같이 PVC 겔(160)의 상면과 하면에 각각 요철패턴(162)을 형성하면, 사용자가 눌렀을 때 대변형이 일어나 하부전극(140)과 상부전극(150)의 간격이 크게 변하기 때문에 압력 감지 성능이 향상되고, 교류 전압을 인가하였을 때 변동폭이 증가하므로 더 강한 진동을 발생시키는 효과가 있다.

[0041] 본 발명의 실시예에서는, 가로 및 세로 방향을 따라 볼록부(162a)와 오목부(162b)가 교대로 형성된 요철패턴(162)을 형성하고, 상면과 하면에 각각 동일한 요철패턴(162)을 대칭적으로 형성한다. 다만, 도면에 나타낸 요철패턴(162)의 형상은 예시적인 것이므로 실제 적용에서는 다양한 형태로 변형될 수도 있다.

[0042] 도 4의 평면도를 참조하면, 커버(120)의 테두리부(122)는 사각 링 형상이고, 가동부(126)는 테두리부(122)의 내부 면적보다 작은 면적을 갖는 사각의 판 형상이며, 가동부(126)와 테두리부(122)의 서로 마주보는 변 사이에는 각각 한 쌍의 탄성연결부(124)가 형성될 수 있다.

[0043] 탄성연결부(124)는, 일단이 테두리부(122)에 연결된 상태에서 가동부(126)를 향해 돌출된 제1 연결부(124a)와, 일단이 제1 연결부(124a)의 타단에 연결된 상태에서 가동부(126) 및 테두리부(122)와 나란한 방향으로 연장된 제2 연결부(124b)와, 일단은 제2 연결부(124b)의 타단에 연결되고 타단은 가동부(126)에 연결된 제3 연결부(124c)를 포함할 수 있다.

[0044] 가동부(126)와 테두리부(122)의 서로 마주보는 변 사이에 형성된 한 쌍의 탄성연결부(124)는 변의 중심을 기준으로 서로 대칭적으로 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 베이스(110)와 결합하는 제2 결합부(128)의 위치를 중심으로 한 쌍의 탄성연결부(124)를 서로 대칭적으로 형성하는 것이 바람직하다.

[0045] 본 발명의 실시예에서는, 테두리부(122)와 가동부(126)의 사이에 8개의 탄성연결부(124)를 형성하였으나 탄성연결부(124)의 개수나 형상이 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0046] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)의 동작 원리를 설명한다.

[0047] 먼저, 도 5에 나타낸 바와 같이, 사용자가 커버(120)의 가동부(126)를 누르면 PVC 겔(160)이 압축되면서 하부전극(140)과 상부전극(150)의 간격이 d에서 d'(< d)로 좁아지게 된다.

[0048] 이와 같이 하부전극(140)과 상부전극(150)의 간격이 좁아지면, 전극 간의 정전용량이 변하게 되므로 이를 이용하여 사용자의 터치여부 또는 압력의 세기를 감지할 수 있다.

[0049] 사용자가 가동부(126)에서 손을 떼면, PVC 겔(160)은 자체의 탄성 복원력 (Fe)과 판스프링 형태의 탄성연결부(124)의 탄성 복원력(Fs)에 의해 신속하게 본래 위치로 복귀하게 된다.

[0050] 따라서 본 발명의 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)은 터치센서 또는 압력센서의 용도로 활용될 수 있으며, 터치와 압력을 모두 감지하는 통합 센서로 활용될 수도 있다. 또한 압력센서로 사용되는 경우에는 정밀 측정용으로 사용될 수도 있고, 압력의 세기를 몇 등급으로 구분하는 정도의 개략적인 측정용으로 사용될 수도 있다.

[0051] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)의 압력 감지 실험 결과를 나타낸 그래프로서, (a)는 압력에 따른 정전용량 변화 데이터를 나타낸 것이고, (b)는 눌린 깊이에 따른 정전용량 변화를 나타낸 것

이고, (c)는 동적 압력에 따른 정전용량 변화 데이터를 나타낸 것이고, (d)는 압력에 따른 정전용량 변화 데이터의 반복 테스트 결과를 나타낸 것이다.

[0052] 다음으로, 도 7에 나타낸 바와 같이, 전원공급부(180)를 통해 하부전극(140)과 상부전극(150)의 사이에 전압을 인가하면, 하부전극(140)과 상부전극(150) 간의 정전기적 인력으로 인해 전극 간의 간격이 좁아지는 한편 PVC 겔(160)은 정전기적 유도 변형에 의해 양극(+)인 하부전극(140)쪽으로 강하게 밀착된다.

[0053] 이와 같이 PVC 겔(160)의 정전기적 유도 변형과 전극(140,150) 간의 정전기적 인력이 동시에 작용함에 따라 PVC 겔(160)이 강하게 압축되면서 하부전극(140)과 상부전극(150) 간의 간격이 매우 좁아지게 된다.

[0054] 이 상태에서 인가된 전압이 해제되면, PVC 겔(160)은 자체의 탄성 복원력 (Fe)과 판스프링 형태의 탄성연결부(124)의 탄성 복원력(Fs)에 의해 신속하게 본래 위치로 복귀하게 된다.

[0055] 따라서, 전원공급부(180)를 통해 입출력 모듈(100)에 교류 전원을 인가하면 PVC 겔(160)이 압축과 복원을 반복하게 되고, 이로 인해 진동이 발생하게 된다. 또한 전원공급부(180)에서 입출력 모듈(100)에 인가되는 교류 전원의 진동수를 제어함으로써 PVC 겔(160)의 진동 주파수를 제어하는 것도 가능하다.

[0056] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)의 진동 발생 실험 결과를 나타낸 그래프로서, (a)는 주파수에 따른 진동 세기 데이터를 나타낸 것이고, (b)는 전기장 세기에 따른 공진에서의 진동 세기 데이터를 나타낸 것이고, (c)는 공진에서의 응답속도 데이터를 나타낸 것이고, (d)는 진동 구동 반복 테스트 결과를 나타낸 것이다.

[0057] 도 9는 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)을 포함하는 입출력 통합 시스템(200)의 개략적인 구성을 나타낸 것이다.

[0058] 본 발명의 실시예에 따른 입출력 통합 시스템(200)은, 양방향 햅틱 입출력 모듈(100), 감지부(170), 전원공급부(180), 제어부(190)를 포함할 수 있다.

[0059] 감지부(170)는 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)의 하부전극(140) 및 상부전극(150)에 연결되며, 하부전극(140)과 상부전극(150) 간의 정전용량의 변화를 검출한다.

[0060] 감지부(170)는 하부전극(140)과 상부전극(154) 간의 정전용량을 이용하여 사용자 터치 여부를 판단할 수도 있고, 정전용량의 변화량을 이용하여 사용자가 누른 압력의 세기를 판단할 수도 있다.

[0061] 전원공급부(180)는 감지부(170), 제어부(190) 등의 구동전원을 공급하며, 특히 제어부(190)의 제어에 따라 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)의 하부전극(140)과 상부전극(150)에 교류 전원을 공급할 수도 있다.

[0062] 제어부(190)는 감지부(170)에서 사용자 터치 또는 압력을 감지한 경우에 한하여 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)에 교류 전원을 공급하여 진동 피드백을 제공할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니므로 다른 설정 조건을 충족한 경우에도 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)에 교류 전원을 공급하여 진동을 발생시킬 수도 있다.

[0063] 또한 제어부(190)는 감지부(170)에서 사용자 압력을 감지하면 압력의 세기에 따라 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)에 공급되는 교류 전원의 진동수를 차등화하도록 전원공급부(180)를 제어할 수도 있다.

[0064] 이하에서는 도 10의 흐름도를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)을 포함하는 입출력 통합 시스템(200)의 동작방법을 설명한다.

[0065] 먼저, 사용자가 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)의 커버(120)의 가동부(126)를 누르면, PVC 겔(160)이 압축됨에 따라 상부전극(150)과 하부전극(140) 간의 거리가 줄어든다. 따라서 감지부(170)는 상부전극(150)과 하부전극(140) 간의 정전용량 변화를 검출하여 사용자 터치 여부를 판단하며, 필요한 경우에는 압력의 세기(또는 등급)를 산출할 수 있다. (ST11)

[0066] 이와 같이 감지부(170)에서 사용자 터치가 감지되면, 제어부(190)는 진동 피드백을 제공하기 위하여 전원공급부(180)를 제어하여 상부전극(150)과 하부전극(140)에 소정 주파수의 교류 전압을 인가한다. (ST12)

[0067] 이와 같이 교류 전압이 인가되면, PVC 겔(160)이 교류 주파수에 따라 수축과 복원을 반복하면서 진동이 발생하고, 이로 인해 사용자는 커버(120)의 표면을 통해 진동을 느끼게 된다.

[0068] 따라서, 사용자의 입장에서는, 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)을 손으로 누르자마자 손끝을 통해 진동감을 느끼게 되므로 사용감이 크게 향상될 수 있다. (ST13)

[0069] 이하에서는 도 11의 흐름도를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 입출력 통합 시스템(200)의 다른 동작방법을 설명한다.

[0070] 이 경우에는 사전 실험을 통해 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)의 감지부(170)에서 측정한 압력의 크기를 몇 단계로 구분하고, 각 단계마다 진동 피드백을 위한 교류 주파수를 메모리(도면에는 나타내지 않았음)에 저장해 두는 것이 바람직하다.

[0071] 이 상태에서, 사용자가 커버(120)의 가동부(126)를 누르면, 감지부(170)는 상부전극(150)과 하부전극(140) 간의 정전용량 변화를 통해 압력의 세기(또는 등급)를 측정한다. (ST21)

[0072] 이어서 제어부(190)는 압력 측정값이 제1 설정범위 이내인지 여부를 판단하고, 제1 설정범위 이내인 것으로 확인되면 전원공급부(180)를 제어하여 상부전극(150)과 하부전극(140)에 제1 주파수의 교류 전원을 공급한다. 이로 인해 PVC 겔(160)이 제1 진동수로 진동하고, 사용자는 커버(120)의 표면을 통해 진동을 느끼게 된다. (ST22, ST23, ST24)

[0073] 만일 ST22단계에서 압력 측정값이 제1 설정범위를 벗어난 것으로 판단되면, 제어부(190)는 측정값이 제2 설정범위 이내인지 여부를 판단한다. (ST25)

[0074] ST25에서 압력 측정값이 제2 설정범위에도 속하지 않는 것으로 판단되면, 제어부(190)는 측정값을 무시하고 감시모드로 대기한다.

[0075] 만일 ST25에서 압력 측정값이 제2 설정범위 이내인 것으로 확인되면, 제어부(190)는 전원공급부(180)를 제어하여 상부전극(150)과 하부전극(140)에 제2 주파수의 교류 전원을 공급한다. 이로 인해 PVC 겔(160)이 제2 진동수로 진동하고, 사용자는 커버(120)의 표면을 통해 제2 진동수의 진동을 느끼게 된다. (ST26, ST277)

[0076] 이렇게 하면, 사용자의 입장에서는, 예를 들어 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)을 약하게 누르면 제1 진동수의 진동을 느끼고 상대적으로 강하게 누르면 제1 진동수와 다른 제2 진동수의 진동을 느낄 수 있으므로 보다 다양하고 생동감 있는 피드백을 경험할 수 있게 된다.

[0077] 한편, 이상에서는 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)로 공급되는 교류 전원의 주파수가 압력의 세기를 기준으로 2단계로 차등화되는 것으로 설명하였으나 이는 예시일 뿐이므로 더 많은 단계로 세분될 수 있음은 물론이다.

[0078] 또한 압력의 세기에 비례하여 양방향 햅틱 입출력 모듈(100)로 공급되는 교류 전원의 주파수를 선형적으로 변화시키는 것도 가능하다.

[0079] **<제2 실시예>**

[0080] 도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100a)과 이를 포함하는 입출력 통합 시스템(200a)를 나타낸 것이다.

[0081] 본 발명의 제2 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100a)은 제1 실시예와 마찬가지로 베이스(110)와, 베이스(110)의 상면 가장자리에 결합되어 내부공간(132)을 둘러싸는 스페이서(130)와, 스페이서(130)의 상부에 결합된 커버(120)와, 베이스(110)의 상면에 형성된 하부전극(140)과, 커버(120)의 저면에 형성된 상부전극(150)과, 내부공간(132)에 설치되고 상단은 상부전극(150)에 접촉하고 하단은 하부전극(140)에 결합된 PVC 겔(160)을 포함한다.

[0082] 다만, 본 발명의 제2 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100a)은, 도 13에 예시한 바와 같이, 하부전극(140)이 다수의 단위전극(140a)으로 이루어진 어레이 전극인 점에서 제1 실시예와 차이가 있다.

[0083] 이와 같이 하부전극(140)을 어레이 전극으로 구성하면, 하부전극(140)의 각 단위전극(140a)과 상부전극(150) 간의 정전용량을 개별적으로 측정할 수 있으므로 사용자의 터치 여부뿐만 아니라 누른 위치까지 확인할 수 있는 이점이 있다.

[0084] 다만, 사용자가 누를 때 커버(120) 전체가 동일한 높이로 하강하면 누른 위치를 검출할 수 없으므로 커버(120)의 가동부(126)는 사용자가 누른 부분이 다른 부분에 비해 더 많이 하강할 수 있는 유연성 재질인 것이 바람직하다.

[0085] 하부전극(140)을 어레이 전극으로 구성하는 대신 상부전극(150)을 어레이 전극으로 구성하는 것도 가능하며, 도 14에 나타낸 바와 같이, 상부전극(150)과 하부전극(140)을 전부 어레이 전극으로 구성하 수도 있다. 이렇게 하면 PVC 겔(160)의 상면과 하면에 서로 대응하는 다수의 전극(140a,150a)이 서로 이격된 상태로 일대일로 대응되

므로 사용자가 터치한 위치와 압력을 보다 정확하게 판단할 수 있는 이점이 있다.

[0086] 또 다른 예로서, 도 15에 나타낸 바와 같이, 상부전극(150)은 바 형상의 다수의 x축 방향 단위전극(150b)으로 구성되고, 하부전극(140)은 바 형상의 다수의 y축 방향 단위전극(140b)으로 구성될 수도 있다. 이 경우에는 상부전극(150)의 단위전극(150b)과 하부전극(140)의 단위전극(140b)을 각각 구동전극과 수신전극으로 활용하여 스캐닝 방식으로 사용자가 터치한 위치와 압력을 검출할 수 있다.

[0087] 한편, 본 발명의 제2 실시예에 따른 양방향 햅틱 입출력 모듈(100a)을 포함하는 입출력 통합 시스템(200a)에서는 어레이 전극을 활용하여 사용자가 터치한 위치를 확인할 수 있으므로 사용자가 터치한 위치에만 진동 피드백을 제공할 수 있도록 전원공급부(180)를 각 단위전극(140a,150a)에 개별적으로 연결하는 것이 바람직하다.

[0088] 즉, 사용자가 누른 위치에 대응하는 단위전극(140a,150a)에만 교류 전원을 공급하면 사용자가 누른 위치의 직하부에서 진동이 강하게 발생하므로 사용자의 입장에서는 보다 강하고 생생한 진동 피드백을 경험할 수 있다.

[0089] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나 본 발명은 전술한 실시예에 한정되지 않고 구체적인 적용 과정에서 다양한 형태로 변형 또는 수정되어 실시될 수 있다.

[0090] 일 예로서, 전술한 실시예에서는 압력감지와 진동발생을 위해 PVC 겔(160)을 사용하였으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니므로 이미 알려져 있거나 향후 개발될 다른 종류의 전기활성고분자(EAP)를 사용할 수도 있다.

[0091] 다른 예로서, 본 발명의 실시예에서는 PVC 겔(160)의 양면에 모두 요철패턴(162)을 형성하였으나 일면에만 요철패턴(162)을 형성할 수도 있으며, 경우에 따라서는 요철패턴(162)을 생략할 수도 있다.

[0092] 또 다른 예로서, 본 발명의 실시예에서는 요철패턴(162)을 구성하는 볼록부(162a)와 오목부(162b)가 물결 형상의 부드러운 곡면이고 상하 대칭적으로 형성되었으나 요철패턴(162)의 형상이 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 16의 (a)와 (b)에 예시한 바와 같이 볼록부(162a)가 단면을 기준으로 사다리꼴, 사각형, 삼각형 등의 형상으로 형성될 수도 있고, (c)에 나타낸 바와 같이 상하의 요철패턴(162)이 서로 대칭에서 벗어난 형태로 형성될 수도 있다.

[0093] 또 다른 예로서, 본 발명의 실시예에서는 PVC 겔(160)이 압력감지기능과 진동발생기능을 모두 수행하는 것으로 설명하였으나 PVC 겔(160)을 대신하거나 보조하여 압력세기 및/또는 압력위치를 검출하는 압력검출수단을 추가로 설치할 수도 있다.

[0094] 예를 들어, 도 17에 예시한 바와 같이, 커버(120a)에서 테두리부(122)와 가동부(126)를 연결하는 다수의 탄성연결부(124)에 각각 스트레인게이지(300)를 설치하면, 각 스트레인게이지(300)의 검출결과를 활용하여 압력의 세기 및/또는 위치를 산출하고, 이를 통해 획득한 정보를 다양한 애플리케이션에 활용할 수 있다.

[0095] 이와 같이 본 발명은 다양한 형태로 변형 또는 수정되어 실시될 수 있으며, 변형 또는 수정된 실시예도 후술하는 특허청구범위에 개시된 본 발명의 기술적 사상을 포함한다면 본 발명의 권리범위에 속함은 당연하다 할 것이다.

부호의 설명

[0096] 100: 양방향 햅틱 입출력 모듈 110: 베이스

118: 제1 결합부 120: 커버 122: 테두리부

124: 탄성연결부 124a: 제1 연결부 124b: 제2 연결부

124c: 제3 연결부 126: 가동부 128: 제2 결합부

130: 스페이서 132: 내부공간 140: 하부전극

150: 상부전극 160: PVC 겔 162: 요철패턴

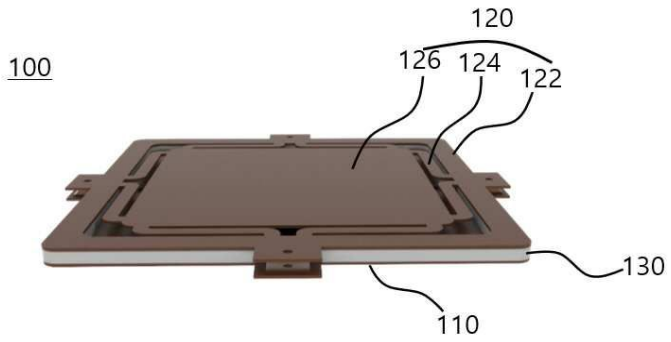
162a: 볼록부 162b: 오목부 170: 감지부

180: 전원공급부 190: 제어부 200: 입출력 통합 시스템

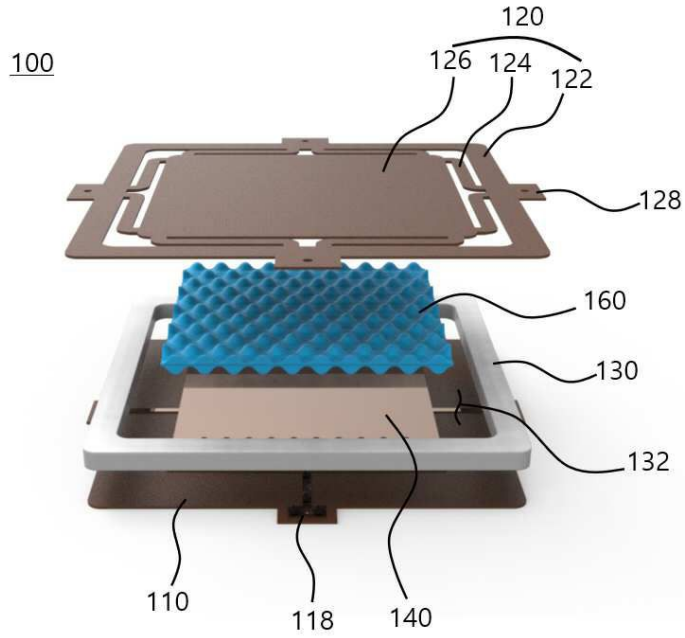
300: 스트레인게이지

도면

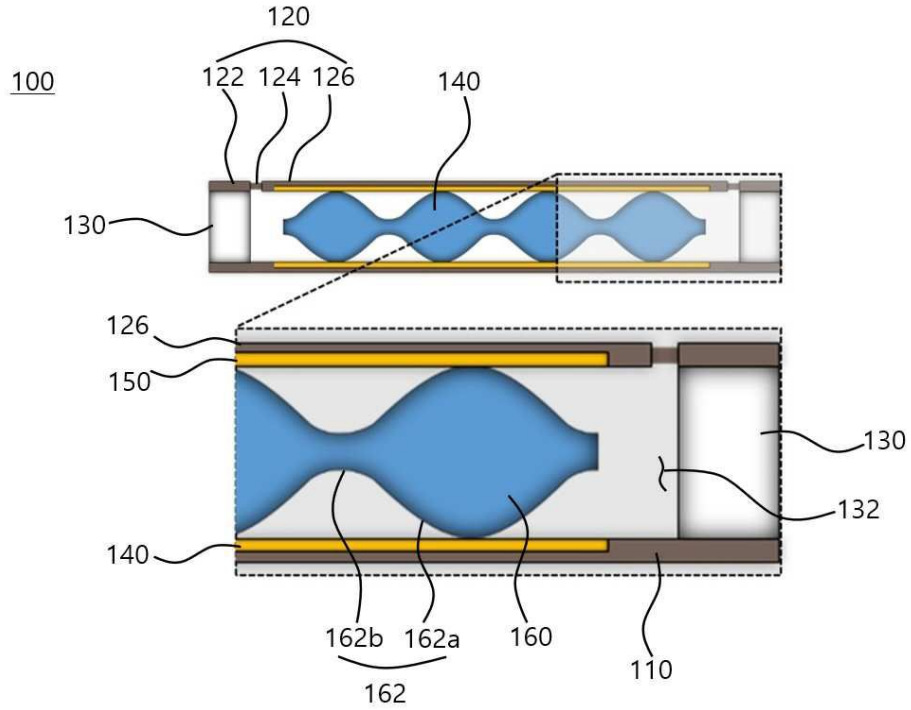
도면1


100
120
126
124
122
130
110

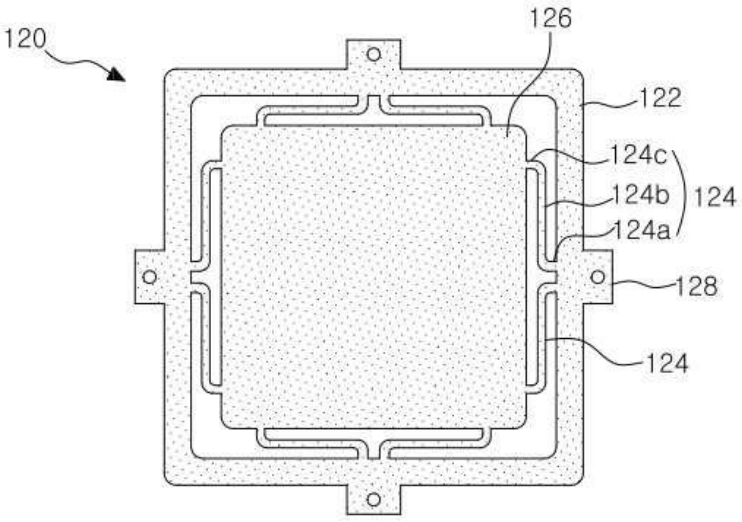
도면2


100
120
126
124
122
128
160
130
132
110
118
140

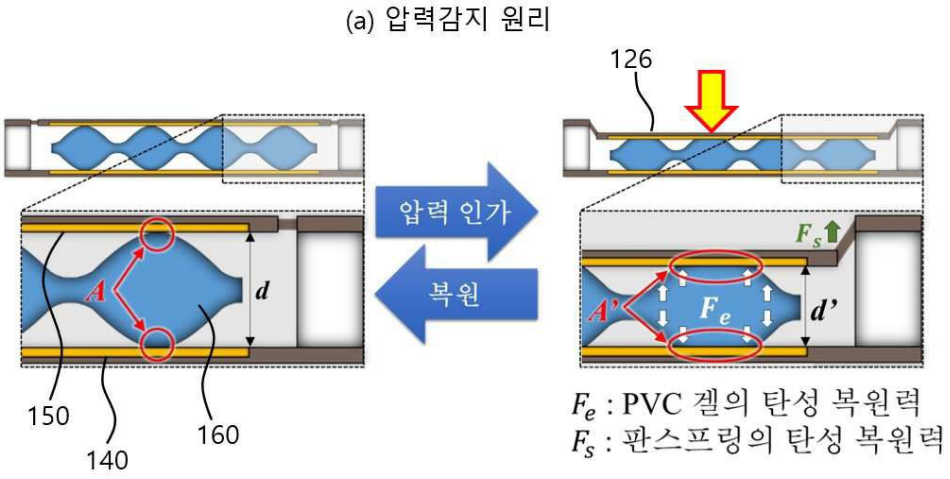
도면3


120
100
122
124
126
140
130
126
150
130
132
140
162b
162a
160
110
162

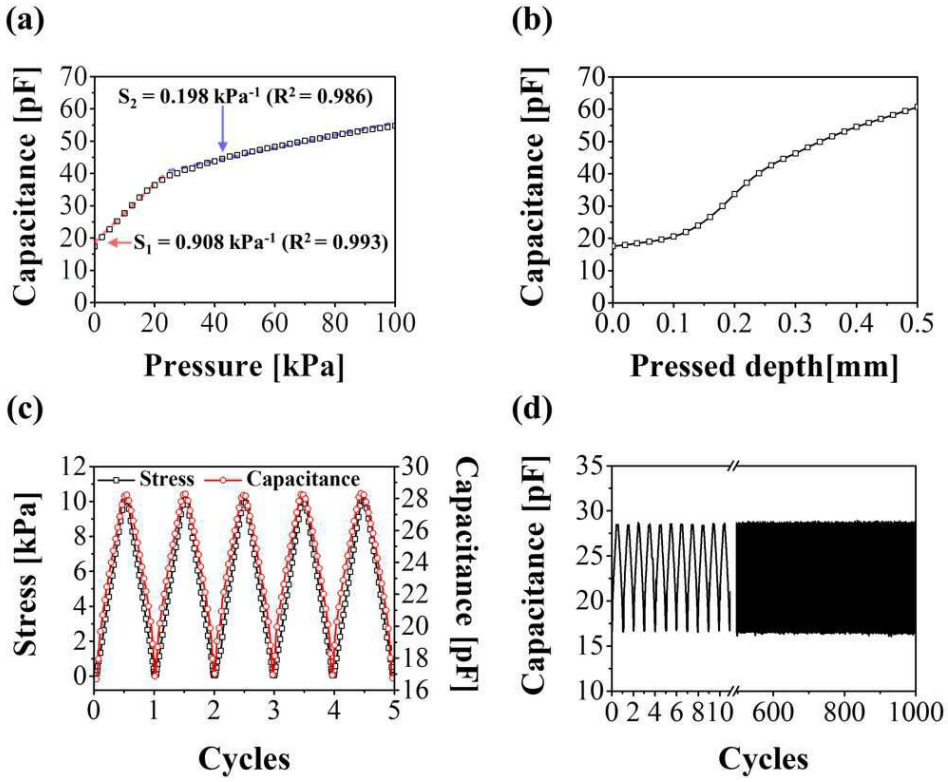
도면4


120
126
122
124c
124b
124
124a
128
124

도면5

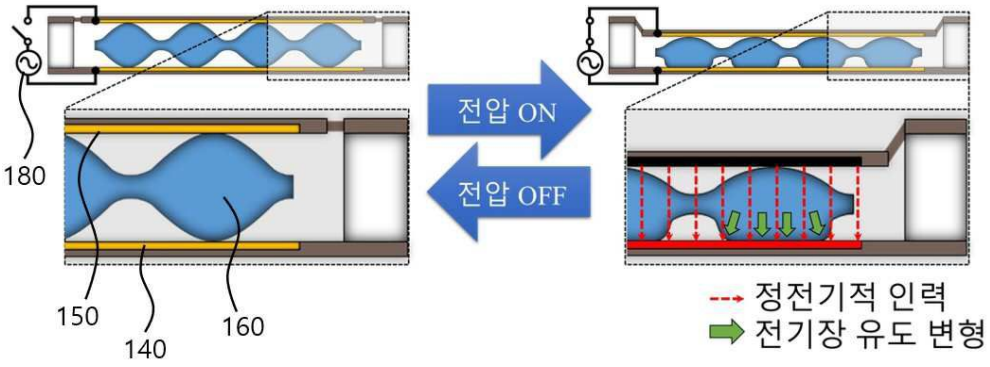

(a) 압력감지 원리
126
압력 인가
복원
A
d
A'
F_e
F_s
d'
150
140
160
F_e : PVC 겔의 탄성 복원력
F_s : 판스프링의 탄성 복원력

도면6

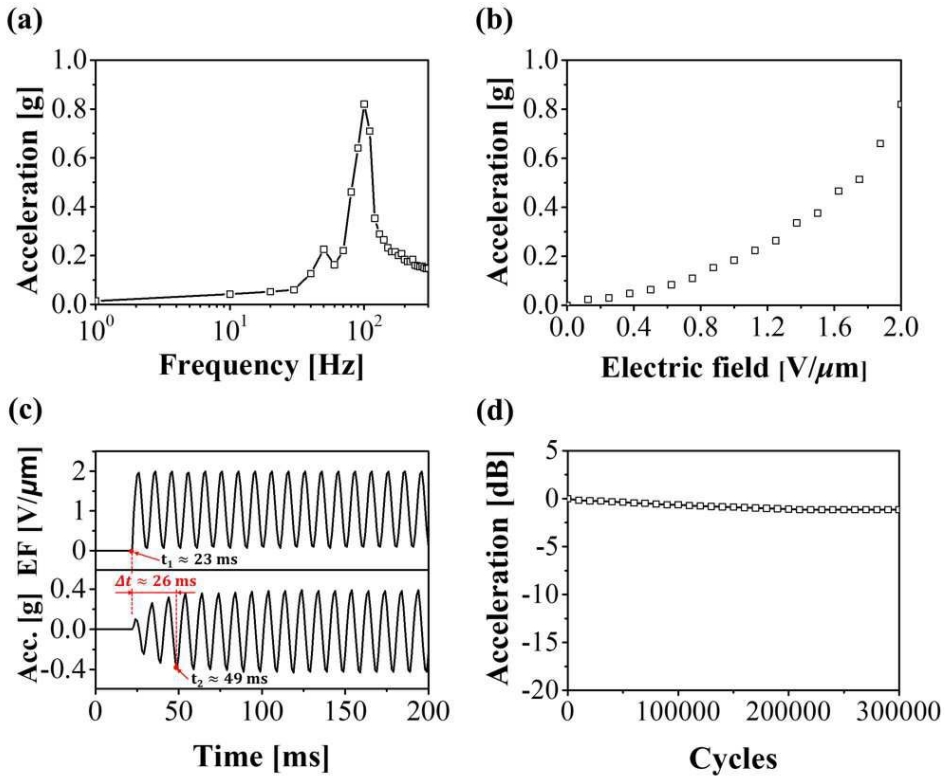

(a)
Capacitance [pF]
S_2 = 0.198 kPa^{-1} (R^2 = 0.986)
S_1 = 0.908 kPa^{-1} (R^2 = 0.993)
Pressure [kPa]
(b)
Capacitance [pF]
Pressed depth[mm]
(c)
Stress
Capacitance
Stress [kPa]
Capacitance [pF]
Cycles
(d)
Capacitance [pF]
Cycles

도면7

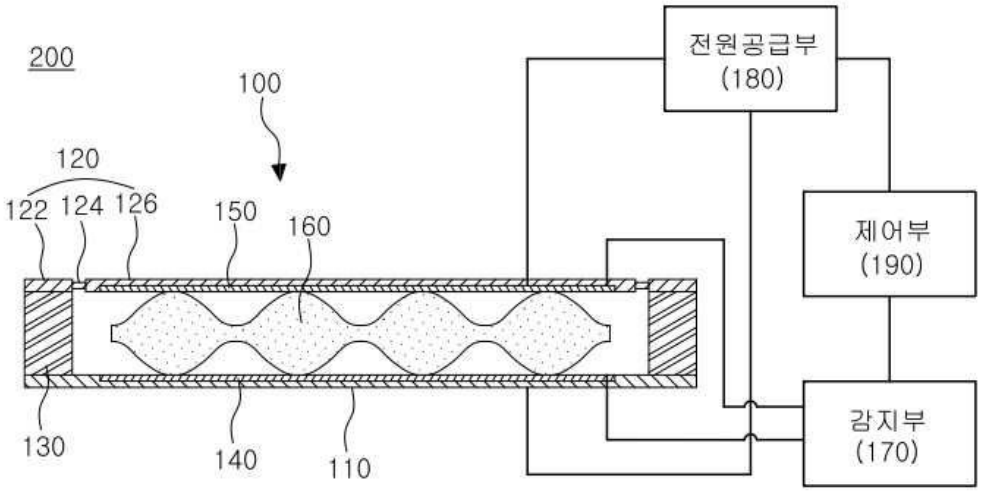
(b) 진동발생 원리



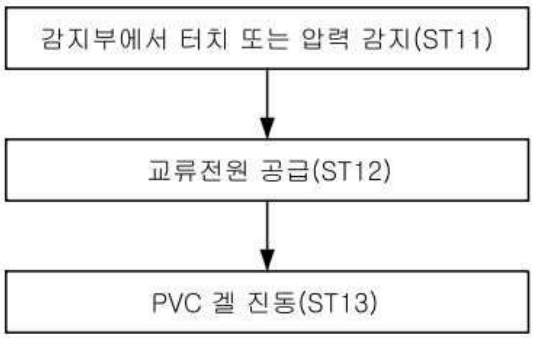
도면8



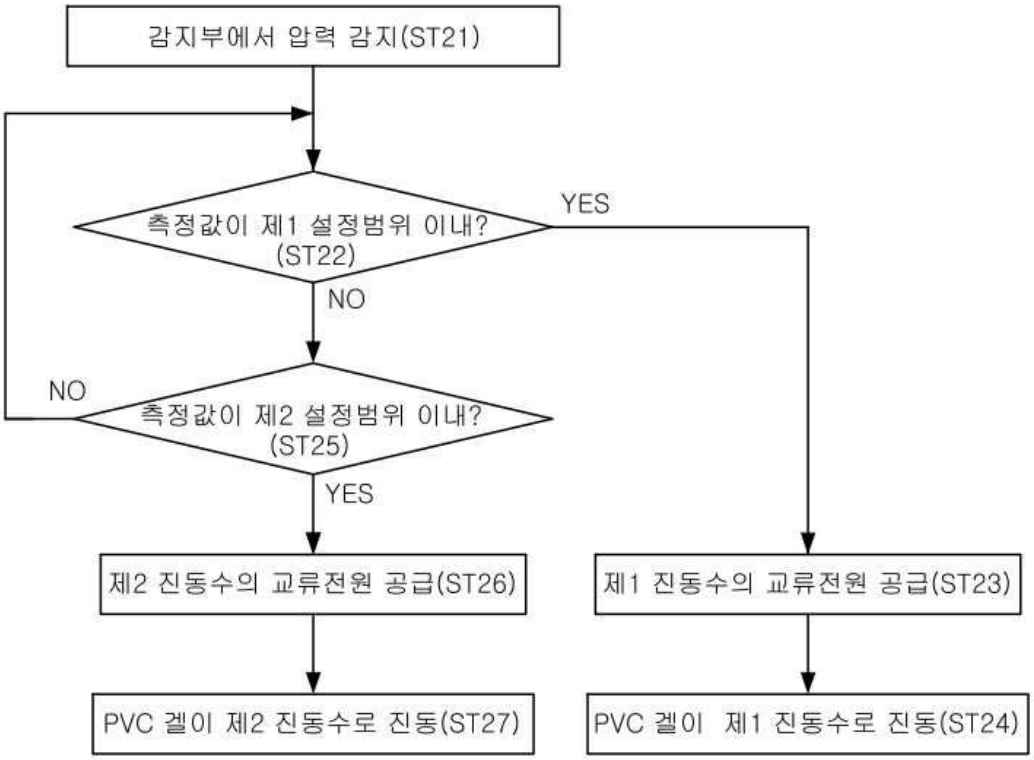
도면9


200
100
120
122
124
126
150
160
130
140
110
전원공급부
(180)
제어부
(190)
감지부
(170)

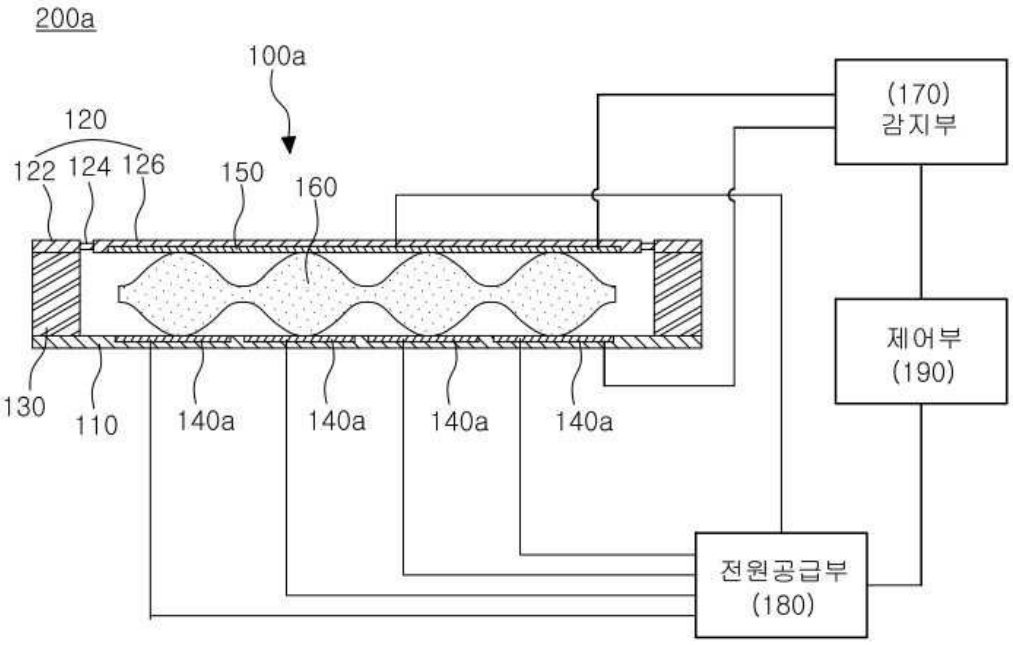
도면10


감지부에서 터치 또는 압력 감지(ST11)
교류전원 공급(ST12)
PVC 겔 진동(ST13)

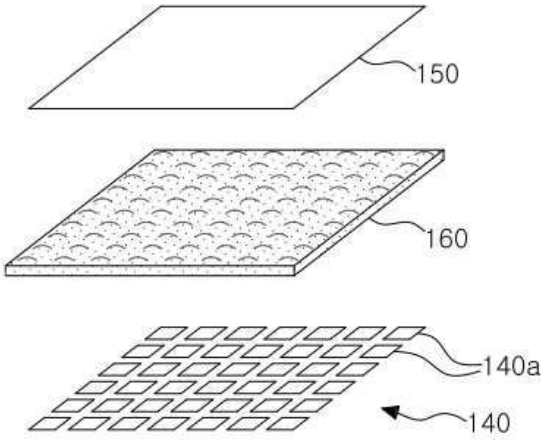
도면11


감지부에서 압력 감지(ST21)
측정값이 제1 설정범위 이내?
(ST22)
YES
NO
NO
측정값이 제2 설정범위 이내?
(ST25)
YES
제2 진동수의 교류전원 공급(ST26)
제1 진동수의 교류전원 공급(ST23)
PVC 겔이 제2 진동수로 진동(ST27)
PVC 겔이 제1 진동수로 진동(ST24)

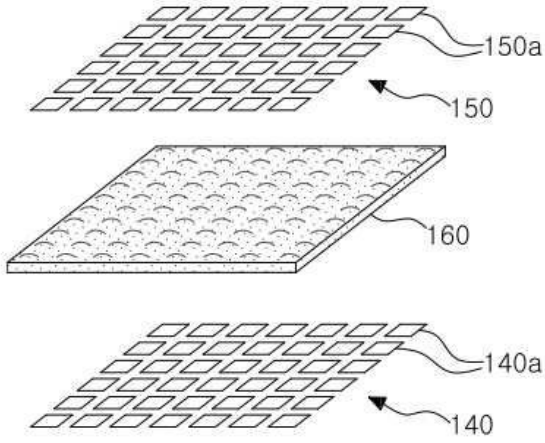
도면12


200a
100a
120
122
124
126
150
160
130
110
140a
140a
140a
140a
(170)
감지부
제어부
(190)
전원공급부
(180)

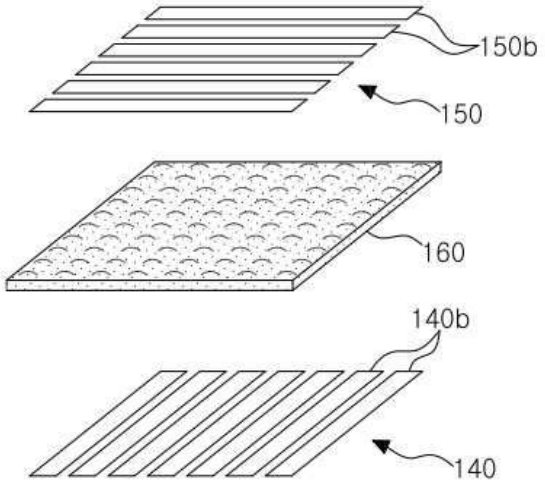
도면13



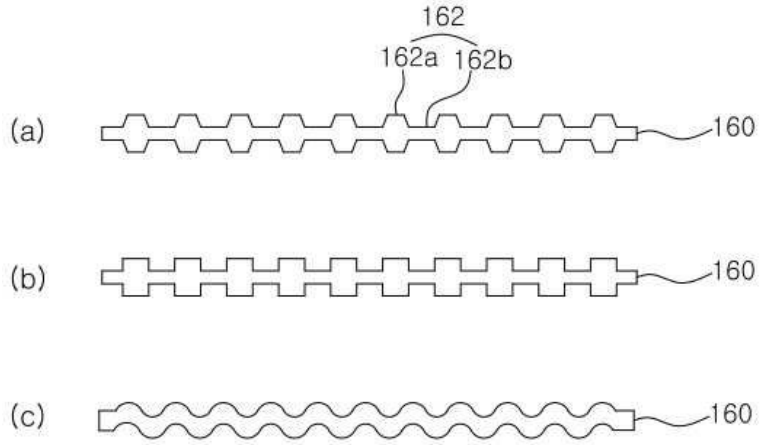
도면14



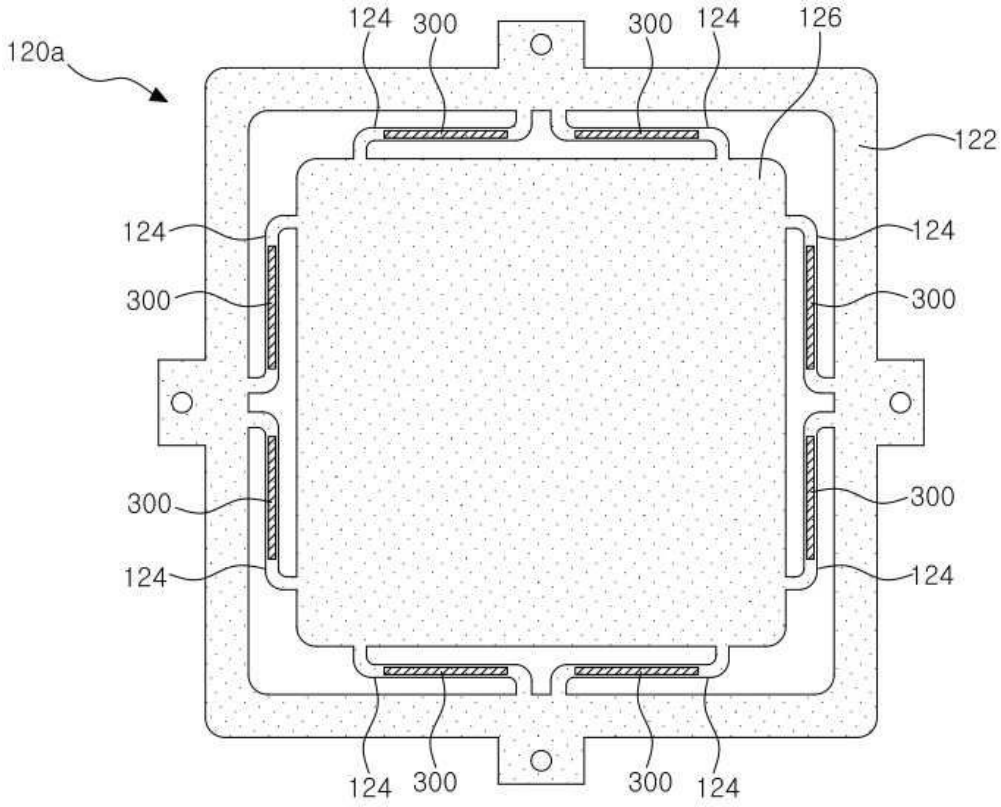
도면15



도면16


162
162a
162b
(a)
160
(b)
160
(c)
160

도면17


120a
124
300
300
124
126
122
124
300
124
300
300
124
124
300
300
124