



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0107661
(43) 공개일자 2024년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) B06B 1/02 (2006.01)
G06F 3/041 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/016 (2013.01)
B06B 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0190503
(22) 출원일자 2022년12월30일
심사청구일자 2022년12월30일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한
국기술교육대학교내)
(72) 발명자
고현우
충청남도 천안시 서북구 공원로 177, 402동 3007
호
이석한
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 10
4동 107호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정충곤

전체 청구항 수 : 총 6 항

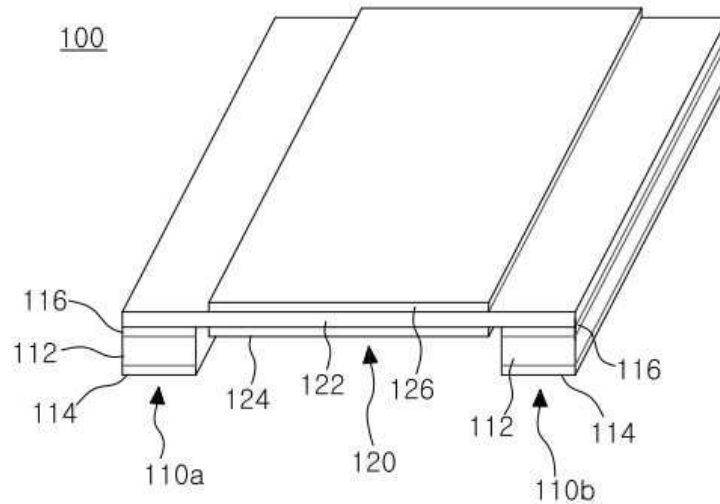
(54) 발명의 명칭 초음파와 맥놀이를 이용한 진동 액추에이터 및 이를 포함한 진동 촉각 인터랙션 장치

(57) 요약

본 발명은 초음파와 맥놀이를 이용한 진동 액추에이터를 제공한다. 본 발명에 따른 진동 액추에이터는, 각각 유전체의 저면과 상면에 제1 전극과 제2 전극이 결합된 다수의 하부 구동부; 가장자리가 다수의 하부 구동부의 상부에 거치된 유전체 재질의 진동판을 포함하며, 다수의 하부 구동부가 동일한 초음파 대역의 주파수로 진동하면 진동판이 초음파를 생성하고, 다수의 하부 구동부가 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동하면 진동판이 맥놀이 진동한다.

본 발명에 따르면, 초음파를 이용한 비접촉식 촉각 피드백과 접촉식 진동 피드백을 동시에 제공하거나 선택적으로 제공할 수 있으므로 사용자에게 보다 다양하고 생생한 진동 촉각 피드백을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06F 3/0416 (2021.08)

김상연
서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호

(72) 발명자
김현정
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 105
동 104호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345347164
과제번호	2018R1A6A1A03025526
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중점연구소지원(이공계분야)
연구과제명	첨단기술연구소(상호작용 가상현실 기반 몰입형 교육 훈련 플랫폼
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2027.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711160320
과제번호	2022-0-01005
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	ICT융합산업혁신기술개발(R&D)
연구과제명	디지털 객체의 다양한 해석 정보 제공을 위한 비착용식 시-촉각 디지털 트윈 플랫폼
기술 개발	
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간	2022.04.01 ~ 2026.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

각각 유전체의 저면과 상면에 제1 전극과 제2 전극이 결합된 다수의 하부 구동부;

가장자리가 다수의 하부 구동부의 상부에 거치된 유전체 재질의 진동판

을 포함하며, 다수의 하부 구동부가 동일한 초음파 대역의 주파수로 진동하면 진동판이 초음파를 생성하고, 다수의 하부 구동부가 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동하면 진동판이 맥놀이 진동하는 것을 특징으로 하는 진동 액츄에이터

청구항 2

제1항에 있어서,

진동판의 저면과 상면에는 각각 제3 전극과 제4 전극이 결합되고, 다수의 하부 구동부가 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동하는 동안에 제3 전극과 제4 전극 사이에 주파수 전압이 인가되면 진동판의 맥놀이 진폭이 증가하는 것을 특징으로 하는 진동 액츄에이터

청구항 3

제2항에 있어서,

진동판의 상면 가장자리에 결합되며, 일측이 제4 전극에 접하는 전기활성 고분자 재질의 가이드부재;

가이드부재의 일면에 결합된 제5 전극

을 포함하며, 제4 전극과 제5 전극 사이에 전압이 인가되면 전기활성 고분자가 변형되어 가이드 돌출부를 형성하는 것을 특징으로 하는 진동 액츄에이터

청구항 4

각각 유전체의 저면과 상면에 제1 전극과 제2 전극이 결합된 다수의 하부 구동부와, 가장자리가 다수의 하부 구동부의 상부에 거치된 유전체 재질의 진동판의 저면과 상면에 제3 전극과 제4 전극이 결합된 상부 구동부를 구비하는 하나 이상의 진동 액츄에이터;

다수의 하부 구동부의 제1 전극과 제2 전극에 연결된 제1 드라이버;

상부 구동부의 제3 전극과 제4 전극에 연결된 제2 드라이버;

제1 드라이버와 제2 드라이버를 통해 다수의 하부 구동부와 상부 구동부를 제어하는 제어부

를 포함하며,

제어부는, 비접촉 촉각 피드백 조건이 충족되면 선택된 진동 액츄에이터의 다수의 하부구동부를 동일한 초음파 대역의 주파수로 진동시켜서 진동판을 통해 초음파를 생성하고, 접촉식 진동 피드백 조건이 충족되면 선택된 진동 액츄에이터의 다수의 하부구동부를 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동시켜서 진동판을 맥놀이 진동시키는 것을 특징으로 하는 진동 촉각 인터랙션 장치

청구항 5

제4항에 있어서,

제어부는, 선택된 진동 액츄에이터의 다수의 하부 구동부가 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동하는 동안에 제3 전극과 제4 전극 사이에 주파수 전압을 인가하여 진동판의 맥놀이를 증가시키는 것을 특징으로 하는 진동 촉각 인터랙션 장치

청구항 6

제5항에 있어서,

진동 액츄에이터는, 진동판의 상면 가장자리에 결합되고 일측이 제4 전극에 접하는 전기활성 고분자 재질의 가이드부재와, 가이드부재의 일면에 결합된 제5 전극을 포함하며,

제어부는, 가이드 측각 피드백 조건이 충족되면 제4 전극과 제5 전극 사이에 전압을 인가하여 전기활성 고분자를 변형시켜 가이드 돌출부를 형성하는 것을 특징으로 하는 진동 측각 인터랙션 장치

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 진동 액츄에이터에 관한 것으로서, 구체적으로는 초음파와 맥놀이를 이용한 비접촉식 햅틱 신호와 접촉식 진동 햅틱 신호를 모두 생성할 수 있는 진동 액츄에이터와 이를 포함하는 진동 측각 인터랙션 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근 대부분의 전자기기, 가상현실(VR) 기기, 게임기, 시뮬레이션 장치 등에는 사용자에게 보다 다양하고 생생한 햅틱 피드백을 제공하기 위한 햅틱 액츄에이터가 설치된다.
- [0003] 햅틱 피드백은 사용자의 피부가 물체에 닿을 때 느껴지는 진동 측각 피드백(Vibrotactile feedback)과 사용자의 관절과 근육에 힘을 전달하는 역감 피드백(Force feedback)으로 구분될 수 있다.
- [0004] 햅틱 액츄에이터의 종류는 매우 다양하며, 예를 들어 편심 모터 액츄에이터(ERM: Eccentric Rotating Mass), 선형 공진 액츄에이터(LRA: Linear Resonant Actuator), 압전소자(piezo element) 액츄에이터, 전기활성고분자(Electroactive polymer, EAP) 액츄에이터 등이 널리 사용되고 있다.
- [0005] 그런데 이러한 유형의 햅틱 액츄에이터는 사용자가 신체를 직접 접촉하거나 사용자가 착용하는 장갑, 밴드, 외골격 기구 등에 설치한 상태에서만 햅틱 피드백을 제공할 수 있는 한계가 있다.
- [0006] 이에 따라 최근에는 초음파, 레이저, 전자기력 등을 이용하여 비접촉 상태에 있는 원거리 사용자의 신체에 소정의 자극을 제공할 수 있는 비접촉식 측각 인터랙션 장치에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [0007] 예를 들어 초음파를 이용한 비접촉식 측각 인터랙션 장치는 수십개의 초음파 발생기에서 생성되는 초음파의 위상이나 진폭을 제어하여 공중의 원하는 위치에 공기의 진동이 중첩된 초음파 초점을 형성하고, 이를 통해 원거리 사용자의 피부에 비접촉식 측각을 제공할 수 있다.
- [0008] 그런데 이러한 비접촉식 측각 인터랙션 장치는 공기중으로 소실되는 에너지가 커서 소비전력 대비 측각 생성효율이 낮기 때문에 사용자가 느낄 수 있는 측각의 강도가 제한적이라는 한계가 있다.
- [0009] 따라서 사용자에게 보다 강한 측각을 제공하기 위해서는 종래의 접촉식 진동 액츄에이터를 추가로 설치해야 하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 등록특허 제10-1911634호(2018.10.24. 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 이러한 배경에서 고안된 것으로서, 초음파를 이용한 비접촉식 햅틱 신호와 접촉식 진동 햅틱 신호를 모두 생성할 수 있는 진동 액츄에이터를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 이러한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 양상은, 각각 유전체의 저면과 상면에 제1 전극과 제2 전극이 결합된 다수의 하부 구동부; 가장자리가 다수의 하부 구동부의 상부에 거치된 유전체 재질의 진동판을 포함하며, 다수의 하부 구동부가 동일한 초음파 대역의 주파수로 진동하면 진동판이 초음파를 생성하고, 다수의 하부 구동부가 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동하면 진동판이 맥놀이 진동하는 것을 특징으로 하는 진동 액츄에이터를 제공한다.
- [0013] 본 발명의 일 양상에 따른 진동 액츄에이터에서, 진동판의 저면과 상면에는 각각 제3 전극과 제4 전극이 결합되고, 다수의 하부 구동부가 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동하는 동안에 제3 전극과 제4 전극 사이에 주파수 전압이 인가되면 진동판의 맥놀이 진폭이 증가할 수 있다.
- [0014] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 진동 액츄에이터는, 진동판의 상면 가장자리에 결합되며 일측이 제4 전극에 접하는 전기활성 고분자 재질의 가이드부재; 가이드부재의 일면에 결합된 제5 전극을 포함하며, 제4 전극과 제5 전극 사이에 전압이 인가되면 전기활성 고분자가 변형되어 가이드 돌출부를 형성할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 양상은, 각각 유전체의 저면과 상면에 제1 전극과 제2 전극이 결합된 다수의 하부 구동부와, 가장자리가 다수의 하부 구동부의 상부에 거치된 유전체 재질의 진동판의 저면과 상면에 제3 전극과 제4 전극이 결합된 상부 구동부를 구비하는 하나 이상의 진동 액츄에이터; 다수의 하부 구동부의 제1 전극과 제2 전극에 연결된 제1 드라이버; 상부 구동부의 제3 전극과 제4 전극에 연결된 제2 드라이버; 제1 드라이버와 제2 드라이버를 통해 다수의 하부 구동부와 상부 구동부를 제어하는 제어부를 포함하며, 제어부는, 비접촉 측각 피드백 조건이 충족되면 선택된 진동 액츄에이터의 다수의 하부구동부를 동일한 초음파 대역의 주파수로 진동시켜서 진동판을 통해 초음파를 생성하고, 접촉식 진동 피드백 조건이 충족되면 선택된 진동 액츄에이터의 다수의 하부구동부를 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동시켜서 진동판을 맥놀이 진동시키는 것을 특징으로 하는 진동 측각 인터랙션 장치를 제공한다.
- [0016] 본 발명의 일 양상에 따른 진동 측각 인터랙션 장치에서, 제어부는, 선택된 진동 액츄에이터의 다수의 하부 구동부가 서로 다른 초음파 대역의 주파수로 진동하는 동안에 제3 전극과 제4 전극 사이에 주파수 전압을 인가하여 진동판의 맥놀이 진폭을 증가시킬 수 있다.
- [0017] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 진동 측각 인터랙션 장치에서, 진동 액츄에이터는, 진동판의 상면 가장자리에 결합되고 일측이 제4 전극에 접하는 전기활성 고분자 재질의 가이드부재와, 가이드부재의 일면에 결합된 제5 전극을 포함하며, 제어부는, 가이드 측각 피드백 조건이 충족되면 제4 전극과 제5 전극 사이에 전압을 인가하여 전기활성 고분자를 변형시켜 가이드 돌출부를 형성할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따르면, 초음파를 이용한 비접촉식 측각 피드백과 접촉식 진동 피드백을 동시에 제공하거나 선택적으로 제공할 수 있으므로 사용자에게 보다 다양하고 생생한 진동 측각 피드백을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터의 사시도
 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터의 단면도
 도 3은 하부 구동부의 진동 원리를 예시한 도면
 도 4는 상부 구동부의 진동 원리를 예시한 도면
 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터를 포함하는 진동 측각 인터랙션 장치의 구성도
 도 6은 진동 측각 피드백 제어 프로그램의 세부 기능을 예시한 블록도
 도 7은 액츄에이터 어레이를 이용한 비접촉 측각 인터랙션을 예시한 도면
 도 8 내지 도 10은 액츄에이터 어레이의 다양한 설치 위치를 예시한 도면
 도 11은 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터를 이용한 비접촉 측각 피드백 제공방법을 나타낸 순서도

도 12는 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터를 이용한 접촉 진동 피드백 제공방법을 나타낸 순서도
 도 13은 맥놀이 파형의 생성 원리를 예시한 도면
 도 14는 맥놀이 파형의 진폭을 증가시키는 원리를 예시한 도면
 도 15는 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터의 사시도
 도 16은 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터의 단면도
 도 17 및 도 18은 가이드 구동부의 동작 원리를 예시한 도면
 도 19는 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터를 포함하는 진동 촉각 인터랙션 장치의 구성도
 도 20은 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터를 이용한 가이드 구현 방법을 나타낸 순서도
 도 21 및 도 22는 본 발명의 실시예에 따른 진동 액츄에이터의 여러 변형 예를 나타낸 저면도
 도 23 및 도 24는 본 발명의 실시예에 따른 진동 액츄에이터의 여러 변형 예를 나타낸 평면도
 도 25는 본 발명의 실시예에 따른 진동 액츄에이터의 다른 변형 예를 나타낸 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0021] 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 구성요소와 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.
- [0022] <제1 실시예>
- [0023] 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)는, 도 1의 사시도 및 도 2의 단면도에 예시한 바와 같이, 서로 이격되어 있는 제1 하부 구동부(110a) 및 제2 하부 구동부(110b)와, 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)에 의해 지지되는 상부 구동부(120)를 포함한다.
- [0024] 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)는 초음파 주파수 대역의 진동을 생성하여 상부에 거치된 진동판(122)을 통해 초음파를 생성하는 역할을 한다.
- [0025] 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)는 각각, 유전체(112)와, 유전체(112)의 저면과 상면에 각각 결합되는 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)을 포함한다.
- [0026] 유전체(112)는 외부의 전기장이 없어도 스스로 분극을 갖는 강유전체인 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 또한 유전체(112)는 유전체 박막결정, 유전체 복합체, 유전체 필름, 유전탄성체 중에서 적어도 하나인 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또한 유전체(112)는 투명재질인 것이 바람직하지만, 진동 액츄에이터(100)의 설치 위치에 따라서는 불투명 재질의 유전체(112)가 사용될 수도 있다.
- [0028] 본 발명의 실시예에서는 긴 띠 형상의 유전체(112)를 사용하였으나 유전체(112)의 구체적인 형상이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0029] 제1 전극(114)과 제2 전극(116)은 각각 유전체(112)와 거의 동일한 면적을 갖는 평면 전극일 수 있다. 또한 제1 전극(114)과 제2 전극(116)은 투명전극일 수 있다.
- [0030] 제1 전극(114)과 제2 전극(116)은, 각각 별도의 박막으로 제작되어 유전체(112)의 저면과 상면에 각각 접촉될

수도 있고, 증착, 코팅 등의 방법으로 유전체(112)의 저면과 상면에 직접 형성될 수도 있다.

- [0031] 도 3에 예시한 바와 같이, 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)의 유전체(112)는 제1 및 제2 전극(114, 116) 간에 전압이 인가되면 전극 간의 정전기적 인력과 강유전체의 전기장 유도 변형에 의해 압축되어 전체 두께가 얇아지고, 전압이 해제되면 본래의 두께로 복원하는 특성이 있다.
- [0032] 따라서 제1 및 제2 전극(114, 116)과 전원공급부(190)를 연결하는 스위치를 교대로 ON/OFF 시키면, 유전체(112)가 수축과 복원을 반복하면서 진동이 발생하게 된다. 즉, 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)에 인가되는 전원을 제어함으로써 유전체(112)의 진동 주파수를 제어할 수 있다.
- [0033] 상부 구동부(120)는 사용자에게 접촉식 진동 피드백을 제공하기 위한 것으로서, 일단과 타단이 각각 제1 하부 구동부(110a)와 제2 하부 구동부(110b)의 상단에 거치되는 진동판(122)과, 진동판(122)의 저면과 상면에 각각 결합되는 제3 전극(124) 및 제4 전극(126)을 포함한다.
- [0034] 진동판(122)은 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)에서 발생한 초음파 주파수의 진동을 공기중으로 전달하는 초음파 발생기의 역할을 한다. 즉, 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)가 초음파 주파수로 진동하면 진동판(122)이 같은 주파수로 진동하면서 공기 중으로 초음파를 송출하게 된다.
- [0035] 진동판(122)은 외부의 전기장이 없어도 스스로 분극을 갖는 강유전체인 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또한 진동판(122)은 유전체 박막결정, 유전체 복합체, 유전체 필름, 유전탄성체 중에서 적어도 하나인 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 또한 진동판(122)은 투명재질인 것이 바람직하지만, 진동 액츄에이터(100)의 설치 위치에 따라서는 불투명 재질의진동판(122)이 사용될 수도 있다.
- [0036] 진동판(122)은 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)의 상부를 모두 덮을 수 있는 면적을 갖는 것이 바람직하지만, 구체적인 형상이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0037] 제3 전극(124)과 제4 전극(126)은 진동판(122)에서 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)에 접하지 않는 부분과 거의 동일한 면적을 갖는 평면 전극일 수 있다. 또한 제3 전극(124)과 제4 전극(126)은 각각 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)과 절연되는 것이 바람직하다. 또한 제3 전극(124)과 제4 전극(126)은 투명전극일 수 있다.
- [0038] 제3 전극(124)과 제4 전극(126)은 각각 별도의 박막으로 제작되어 진동판(122)의 저면과 상면에 각각 접촉될 수도 있고, 증착, 코팅 등의 방법으로 진동판(122)의 저면과 상면에 직접 형성될 수도 있다.
- [0039] 한편, 상부 구동부(120)의 진동판(122)도 유전체 재질이므로, 도 4에 예시한 바와 같이, 제3 및 제4 전극(124, 126)과 전원공급부(190)를 연결하는 스위치를 교대로 ON/OFF 시키면, 진동판(122)이 수축과 복원을 반복하면서 진동이 발생하게 된다. 즉, 상부 구동부(120)에 인가되는 전원을 제어하여 진동판(122)의 진동 주파수를 제어할 수 있다.
- [0040] 이하에서는 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)를 포함하는 진동 촉각 인터랙션 장치(200)를 설명한다.
- [0041] 도 5의 구성도를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 진동 촉각 인터랙션 장치(200)는, 제어부(140), 진동 액츄에이터(100)의 하부 구동부(110a, 110b)와 연결된 제1 드라이버(151), 진동 액츄에이터(100)의 상부 구동부(120)와 연결된 제2 드라이버(152), 이벤트감지부(160), 디스플레이(170), 입력부(180), 전원공급부(190) 등을 포함한다.
- [0042] 제어부(140)는 장치(200)의 동작 전반을 제어하는 것으로서, 프로세서(141)와 메모리(142)를 포함할 수 있다.
- [0043] 프로세서(141)는 메모리(142)에 저장된 컴퓨터프로그램을 실행하여 소정의 연산이나 데이터를 처리한다.
- [0044] 메모리(142)는 진동 촉각 인터랙션 장치(100)의 동작 전반을 제어하기 위한 컴퓨터프로그램을 저장할 수 있다. 메모리(142)는 비휘발성 메모리(예: 플래시 메모리 등)와 휘발성 메모리(예: RAM(random access memory))를 포함할 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 비휘발성 메모리에 저장되고 휘발성 메모리로 로드되어 실행될 수 있다.
- [0045] 컴퓨터프로그램은 프로세서(141)에 의해 실행되는 명령어의 집합으로서, 운영체제, 미들웨어, 펌웨어, 애플리케이션 또는 애플리케이션 프로그래밍 인터페이스(API: application programming interface)를 포함할 수 있다.
- [0046] 메모리(142)에 저장되는 컴퓨터프로그램은 진동 촉각 피드백 프로그램을 포함할 수 있다. 진동 촉각 피드백 프로그램은 기능적인 측면에서 도 6에 예시한 바와 같이 피드백 판단부(145)와 구동 파라미터 산출부(147)를 포함할 수 있다.

- [0047] 피드백 판단부(145)는 이벤트감지부(160)의 감지결과를 이용하여 진동 촉각 피드백을 제공할 조건이 충족되는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0048] 구동 파라미터 산출부(147)는 피드백 판단부(145)의 판단결과를 기초로 하부 구동부(110a, 110b)와 상부 구동부(120)의 구동에 필요한 구동 파라미터를 산출할 수 있다.
- [0049] 구동 파라미터는 예를 들어, 진동 주파수, 진폭, 지속시간, 피드백 좌표 등의 정보를 포함할 수 있다.
- [0050] 한편, 도 7에 예시한 바와 같이, 다수의 진동 액츄에이터(100)를 포함하는 액츄에이터 어레이(300)를 사용하는 경우에는, 구동 파라미터 산출부(147)는 다수의 액츄에이터(100) 중에서 구동대상 액츄에이터(100)를 선택하고, 선택된 액츄에이터(100) 각각에 대한 진동 주파수, 진폭, 지속시간 등을 산출할 수 있다.
- [0051] 제1 드라이버(151)는 구동 파라미터 산출부(147)에서 산출된 구동 파라미터를 이용하여 구동대상 진동 액츄에이터(100)의 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)를 구동시키는 역할을 한다.
- [0052] 제1 드라이버(151)는 각 하부 구동부(110a, 110b)의 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)과 전기적으로 연결된다.
- [0053] 제2 드라이버(152)는 구동 파라미터 산출부(147)에서 산출된 구동 파라미터를 이용하여 구동대상 진동 액츄에이터(100)의 상부 구동부(120)를 구동시키는 역할을 한다.
- [0054] 제2 드라이버(152)는 상부 구동부(120)의 제3 전극(124) 및 제4 전극(126)과 전기적으로 연결된다.
- [0055] 도면에는 제1 드라이버(151)와 제2 드라이버(152)가 별도의 부품으로 도시되어 있지만, 이에 한정되는 것은 아니므로 제1 드라이버(151)와 제2 드라이버(152)는 일체로 제작될 수도 있다.
- [0056] 이벤트감지부(160)는 진동 촉각 피드백을 제공할 조건에 해당하는 이벤트 발생 여부를 판단하기 위한 것으로서, 예를 들어 사용자의 접근 여부를 감지하는 근접센서, 터치 여부를 감지하는 터치센서, 사용자가 누르는 힘을 감지하는 압력센서, 인터랙션 장치(200)나 사용자의 움직임을 감지하는 움직임 감지센서 등이 사용될 수 있다.
- [0057] 즉, 이벤트감지부(160)를 통해 사용자가 설정 거리 이내로 접근하였거나, 사용자가 인터랙션 장치(200)를 터치하였거나, 사용자가 설정값 이상의 압력으로 인터랙션 장치(200)를 눌렀거나, 사용자가 소정의 속도나 방향으로 이동한 것으로 확인되면, 전술한 피드백 판단부(145)는 진동 촉각 피드백 조건이 충족된 것으로 판단할 수 있다.
- [0058] 한편, 가상 공간 내에서 제1 객체와 제2 객체가 서로 접촉하거나 설정 거리 이내로 접근한 경우에도 본 발명의 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)를 통해 진동 촉각 피드백을 제공할 수 있다.
- [0059] 이를 위해서는, 이벤트감지부(160)는 가상 현실 프로그램이나 증강 현실 프로그램의 실행 화면속에서 객체 간의 거리, 객체의 이동 속도, 객체의 이동 방향 등을 검출하고, 피드백 판단부(145)는 이를 기초로 피드백 조건이 충족되는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0060] 디스플레이(170)와 입력부(180)의 종류는 특별히 한정되지 않으며, 터치스크린과 같이 통합된 형태로 구현될 수도 있고 서로 분리될 수도 있다.
- [0061] 전원공급부(190)는 본 발명의 실시예에 따른 진동 촉각 인터랙션 장치(200)의 각 구성요소의 구동전력을 제공하며, 구체적인 유형은 한정되지 않는다.
- [0062] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)를 다수 포함하는 액츄에이터 어레이(300)는, 도 8에 예시한 바와 같이 디스플레이(170)의 상면에 배치될 수 있다. 이 경우 진동 액츄에이터(100)를 구성하는 하부 구동부(110a, 110b)와 상부 구동부(120)는 투명 재질인 것이 바람직하다.
- [0063] 다만 액츄에이터 어레이(300)의 설치 위치가 반드시 이에 한정되는 것은 아니므로, 도 9에 예시한 바와 같이 디스플레이(170)의 저면에 배치될 수도 있고, 도 10에 예시한 바와 같이 디스플레이(170)의 일측에 배치될 수도 있다.
- [0064] 이하에서는 도 11의 순서도를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)를 이용한 비접촉 촉각 피드백 방법을 설명한다.
- [0065] 먼저 피드백 판단부(145)는 이벤트감지부(160)의 감지결과를 이용하여 비접촉 촉각 피드백 조건이 충족되는지 여부를 주기적으로 확인한다. (ST11)
- [0066] 만일 피드백 판단부(145)에서 비접촉 촉각 피드백 조건이 충족된 것으로 확인되면, 구동 파라미터 산출부(147)

는 구동대상 액츄에이터, 각 구동 대상 액츄에이터의 하부 구동부(110a, 110b)의 진동 주파수, 진폭, 지속시간 등과 같은 구동 파라미터를 산출한다. (ST12)

[0067] 이어서 프로세서(141)가 제1 드라이버(151)로 구동 파라미터를 전송하면, 제1 드라이버(151)는 수신한 구동 파라미터를 기초로 구동대상 액츄에이터(100)의 하부 구동부(110a, 110b)를 초음파 대역의 주파수로 진동시킨다.

[0068] 한편 제1 드라이버(151)는 각 액츄에이터(100)의 제1 하부 구동부(110a)와 제2 하부 구동부(110a)를 초음파 주파수 대역에서 동일한 주파수로 진동시키는 것이 바람직하다.

[0069] 제1 하부 구동부(110a)와 제2 하부 구동부(110a)가 동일한 초음파 대역의 주파수로 진동하면, 상부에 거치된 진동판(122)이 진동하면서 초음파를 생성하여 공중으로 전파하게 된다. (ST13, ST14)

[0070] 한편 다수의 액츄에이터(100)에서 각각 생성되어 송출되는 초음파 진동은 공중에서 서로 중첩되어 도 7에 예시한 바와 같이 초음파 초점(F)을 형성하며, 사용자의 피부가 초음파 초점(F)에 위치하면 사용자는 음압에 의한 비접촉식 촉감을 느낄 수 있게 된다. (ST15)

[0071] 이하에서는 도 12의 순서도를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)를 이용한 접촉식 진동 피드백 방법을 설명한다.

[0072] 진동 피드백은 사용자의 신체가 진동 촉각 인터랙션 장치(200)의 디스플레이(170) 등에 접촉한 것을 전제로 제공되는 것이므로 피드백 판단부(145)는 이벤트감지부(160)의 감지결과를 이용하여 사용자 접촉 여부를 주기적으로 확인한다. (ST21)

[0073] 만일 피드백 판단부(145)에서 사용자 접촉이 발생한 것으로 확인되면, 구동 파라미터 산출부(147)는 구동대상 액츄에이터, 각 구동 대상 액츄에이터의 하부 구동부(110a, 110b)의 진동 주파수, 진폭, 지속시간 등과 같은 구동 파라미터를 산출한다.

[0074] 특히, 접촉식 진동 피드백의 경우에는 구동 파라미터 산출부(147)는 접촉 위치에 대응하는 구동대상 액츄에이터를 선택하는 한편, 선택된 액츄에이터의 제1 하부 구동부(110a)와 제2 하부 구동부(110b)에 서로 다른 초음파 대역의 진동 주파수를 할당한다.

[0075] 이어서 프로세서(141)가 제1 드라이버(151)로 구동 파라미터를 전송하면, 제1 드라이버(151)는 수신한 구동 파라미터를 기초로 구동대상 액츄에이터(100)의 제1 하부 구동부(110a)는 제1 주파수(f1)로 진동시키고, 제2 하부 구동부(110b)는 제1 주파수(f1)와 다른 제2 주파수(f2)로 진동시킨다. (ST22)

[0076] 이와 제1 하부 구동부(110a)와 제2 하부 구동부(110b)가 서로 다른 주파수로 진동하면, 상부에 거치된 진동판(122)은 제1 주파수(f1) 파형과 제2 주파수(f2) 파형의 보강 및 상쇄 간섭으로 인해 맥놀이 주파수(fb)로 진동하게 된다.

[0077] 맥놀이 파형의 주파수(fb)는 $|f1-f2|$ 이며, 따라서 f1 및/또는 f2를 적절히 조절함으로써 진동판(122)에서 생성되는 진동 주파수를 조절할 수 있다.

[0078] 도 13은 제1 하부 구동부(110a)와 제2 하부 구동부(110b)가 각각 주파수 f1, f2로 진동할 때, 진동판(122)에서 발생하는 맥놀이 파형을 예시한 것이다.

[0079] 따라서 만일 사용자가 진동판(122)의 상부에 접촉한 상태이면, 사용자는 진동판(122)의 맥놀이 진동을 느낄 수 있게 된다. (ST23)

[0080] 한편, 진동판(122)에는 제3 전극(124)과 제4 전극(126)이 부착되어 있으므로 제2 드라이버(152)를 통해 제3 전극(124)과 제4 전극(126)에 교류 전압을 인가하면 맥놀이 파형의 진폭을 증가시킬 수 있다.

[0081] 즉, 진동판(122)이 하부 구동부(110a, 110b)에 의해 맥놀이 진동을 하는 중에 제3 전극(124)과 제4 전극(126)을 통해 진동판(122)에 사전 설정된 주파수의 전압을 인가하여 진동을 발생시키면, 도 14에 예시한 바와 같이, 맥놀이 파형의 진폭이 증가함에 따라 사용자가 느끼는 진동의 세기가 강화될 수 있다. (ST24, ST25)

[0082] <제2 실시예>

[0083] 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100a)는, 도 15의 사시도 및 도 16의 단면도에 예시한 바와 같이, 서로 이격되어 있는 제1 하부 구동부(110a) 및 제2 하부 구동부(110b)와, 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)에 의해 지지되는 상부 구동부(120)와, 상부 구동부(120)의 양측에 각각 배치된 제1 가이드 구동부

(130a) 및 제2 가이드 구동부(130b)를 포함한다.

- [0084] 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)와 상부 구동부(120)는 제1 실시예와 동일하므로 이에 대한 설명은 생략한다.
- [0085] 제1 및 제2 가이드 구동부(130a, 130b)는 진동판(122)의 주변에 사용자에게 터치 위치를 안내하는 가이드 돌출부(도 18의 138 참조)를 형성하는 역할을 한다.
- [0086] 제1 및 제2 가이드 구동부(130a, 130b)는 각각, 진동판(122)의 상면 가장자리에 결합되고 일측이 제4 전극(126)과 접하는 가이드부재(132)와, 가이드부재(132)의 일면에 결합된 제5 전극(134)을 포함한다.
- [0087] 가이드부재(132)의 상면은 제4 전극(126)의 상면과 동일 평면에 위치하는 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0088] 가이드부재(132)는 전기활성 폴리머(EAP)의 일종인 폴리염화비닐(Polyvinyl chloride, PVC)에 가소제를 첨가하여 제조한 PRV 겔(gel) 일 수 있다.
- [0089] PVC 겔로 이루어진 가이드부재(132)는 전압이 인가되면 면적이 늘어나는 한편 양극 쪽으로 강하게 끌리는 성질이 있다. 따라서 제4 전극(126)과 제5 전극(134)을 각각 전원공급부(190)의 양극과 음극에 각각 연결하여 전압을 인가하면, 도 17 및 도 18에 예시한 바와 같이, 늘어난 가이드부재(132)가 제4 전극(126)쪽으로 이동함에 따라 제4 전극(126)의 경계를 따라 상부로 돌출된 가이드 돌출부(138)가 형성된다.
- [0090] 이와 같이 가이드 돌출부(138)가 형성되면, 사용자가 해당 영역을 손으로 터치하였을 때 가이드 돌출부(138)를 통해 독특한 촉감을 느끼게 된다.
- [0091] 만일, 사용자가 터치해야 하는 위치에 이러한 가이드 돌출부(138)를 형성하면, 사용자가 터치 영역을 눈으로 보지 않고도 손끝의 촉감만으로도 정확한 터치 영역을 인식할 수 있으므로 사용 편의성을 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.
- [0092] 도 19는 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100a)를 포함하는 진동 촉각 인터랙션 장치(200a)의 구성도를 나타낸 것이다.
- [0093] 도 5와 다른 부분만 살펴보면, 도 19에서는, 제2 드라이버(152)가 상부 구동부(120)에 인가되는 전압을 제어하는 한편, 제1 및 제2 가이드 구동부(130a, 130b)를 구성하는 제5 전극(134)과 상부 구동부(120)의 제4 전극(126) 간에 인가되는 전압도 제어할 수 있다.
- [0094] 다만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니므로 제4 전극(126)과 제5 전극(134) 간에 인가되는 전압을 제어하는 제3 드라이버(도면에는 나타내지 않았음)를 별도로 설치할 수도 있다.
- [0095] 또한 도 19에는, 제1 가이드 구동부(130a)의 제5 전극(134)과 제2 가이드 구동부(130b)의 제5 전극(134)이 서로 전기적으로 연결되어 동시에 전압이 인가되는 것으로 나타나 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0096] 따라서 제1 가이드 구동부(130a)의 제5 전극(134)과 제2 가이드 구동부(130b)의 제5 전극(134)에 서로 독립적으로 전압을 인가할 수 있다. 이렇게 하면, 진동판(122)의 양측에 동시에 가이드 돌출부(138)를 형성할 수도 있고, 어느 한쪽에만 가이드 돌출부(138)를 형성할 수도 있으므로 보다 다양한 촉감 피드백을 제공할 수 있다.
- [0097] 또한 메모리(142)에 저장된 진동 촉각 피드백 프로그램의 피드백 판단부(145)는, 이벤트감지부(160)의 감지결과를 이용하여 가이드 촉각 피드백을 제공할 조건이 충족되는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0098] 예를 들어, 이벤트감지부(160)를 통해 사용자가 설정 거리 이내로 접근하였거나, 사용자가 인터랙션 장치(200)를 터치한 경우에 피드백 판단부(145)는 사용자에게 정확한 터치 위치를 안내하기 위한 가이드 촉각 피드백 조건이 충족된 것으로 판단할 수 있다.
- [0099] 이하에서는 도 20의 순서도를 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)를 이용한 가이드 촉각 피드백 방법을 설명한다.
- [0100] 먼저 피드백 판단부(145)는 이벤트감지부(160)의 감지결과를 이용하여 가이드 촉각 피드백 조건을 충족하는지 여부를 주기적으로 확인한다.
- [0101] 만일 사용자 근접이나 접촉으로 인해 피드백 판단부(145)가 가이드 촉각 피드백 조건이 충족된 것으로 판단하면, 프로세서(141)는 제2 드라이버(152)나 별도 설치된 제3 드라이버(도면에는 나타내지 않았음)를 제어

하여 제4 전극(126)을 양극으로 하여 제4 전극(126)과 제5 전극(134)의 사이에 설정된 전압을 인가한다. (ST21, ST22)

[0102] 제4 전극(126)과 제5 전극(134)의 사이에 전압이 인가되면, PVC 겔로 이루어진 가이드부재(132)가 양극 쪽으로 끌리면서 진동판(122)의 둘레에 제4 전극(126)의 경계를 따라 가이드 돌출부(138)가 상부로 돌출된다.

[0103] 따라서 사용자는 가이드 돌출부(138)를 만졌을 때 느껴지는 촉감을 통해 정확한 터치 위치를 가늠할 수 있게 된다. (ST23, ST24)

[0104] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나 본 발명은 앞서 설명한 실시예에 한정되지 않고 다양한 형태로 변형 또는 수정되어 실시될 수 있다.

[0105] 일 예로서, 본 발명의 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100, 100a)에서는 진동판(122)의 저면과 상면에 각각 제3 전극(124)과 제4 전극(126)이 결합되어 있으나, 필요에 따라서는 제3 전극(124)과 제4 전극(126)을 생략할 수도 있고, 진동판(122)의 저면에 결합된 제3 전극(124)을 생략할 수도 있다.

[0106] 다른 예로서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)에는 진동판(122)의 양측 하부에 제1 및 제2 하부 구동부(110a, 110b)가 서로 평행하게 설치되었는데 하부 구동부의 개수가 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 도 21의 저면도에 예시한 진동 액츄에이터(100b)와 같이 진동판(122)의 네 변에 각각 대응하는 4개의 하부 구동부(110a, 110b, 110c, 110d)를 설치할 수도 있고, 더 많은 개수의 하부 구동부를 설치할 수도 있다.

[0107] 또 다른 예로서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100)에 설치된 진동판(122)은 사각 형상인 것으로 나타나 있으나 진동판(122)의 형상이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 22의 저면도에 예시한 진동 액츄에이터(100c)와 같이 원형의 진동판(122)을 설치하고, 제1 내지 제4 하부 구동부(110a, 110b, 110c, 110d)도 진동판(122)의 곡률에 대응하는 원호 형상으로 구현할 수 있다.

[0108] 또 다른 예로서, 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100a)는 제4 전극(126)의 양측에 제1 및 제2 가이드 구동부(130a, 130b)를 서로 평행하게 설치하였는데 가이드 구동부의 개수가 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 도 23의 평면도에 예시한 진동 액츄에이터(100d)와 같이 제4 전극(126)의 네 변에 각각 대응하는 4개의 가이드 구동부(130a, 130b, 130c, 130d)를 설치할 수도 있고, 더 많은 개수의 가이드 구동부를 설치할 수도 있다. 또한 제4 전극(126)이 원형인 경우에는 가이드 구동부(130a, 130b, 130c, 130d)도 제4 전극(126)의 곡률에 대응하는 원호 형상으로 구현할 수 있다.

[0109] 또 다른 예로서, 도 24의 평면도에 예시한 진동 액츄에이터(100e)와 같이 제4 전극(126)의 둘레에 가이드부재(132)가 끊어지지 않고 연속적으로 배치된 하나의 가이드 구동부(130)를 설치할 수도 있다.

[0110] 또 다른 예로서, 도 15 및 도 16에는 제5 전극(134)이 가이드부재(132)의 저면에 결합된 것으로 나타나 있으나 제5 전극(134)의 위치가 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 25의 단면도에 예시한 진동 액츄에이터(100f)와 같이 가이드부재(132)의 상면에 제5 전극(134)을 형성할 수도 있다.

[0111] 또 다른 예로서, 본 발명의 제2 실시예에 따른 진동 액츄에이터(100a)에서는 가이드부재(132)가 PVC 겔인 것을 전제로 제4 전극(126)과 제5 전극(134)을 각각 전원의 양극과 음극에 연결하였으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며 가이드부재(132)를 구성하는 전기활성 고분자의 종류에 따라서는 이와 반대의 극성으로 연결할 수도 있다.

[0112] 이와 같이 본 발명은 구체적인 적용 과정에서 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

[0113] 100: 진동 액츄에이터

110a, 110b: 제1, 제2 하부 구동부 112: 유전체

114: 제1 전극 116: 제2 전극

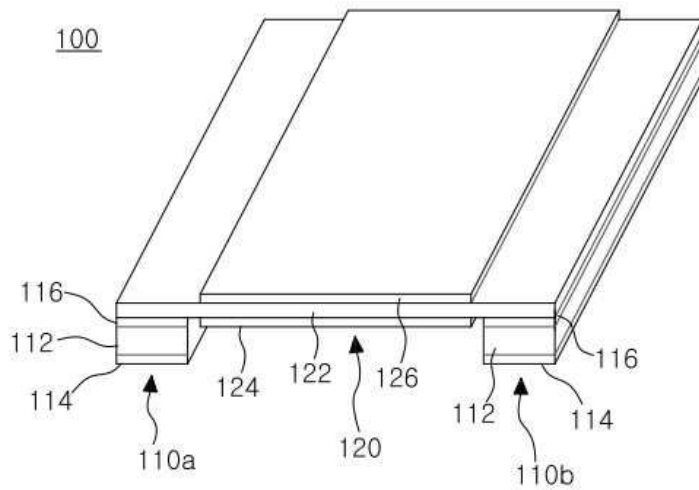
120: 상부 구동부 122: 진동판

124: 제3 전극 126: 제4 전극

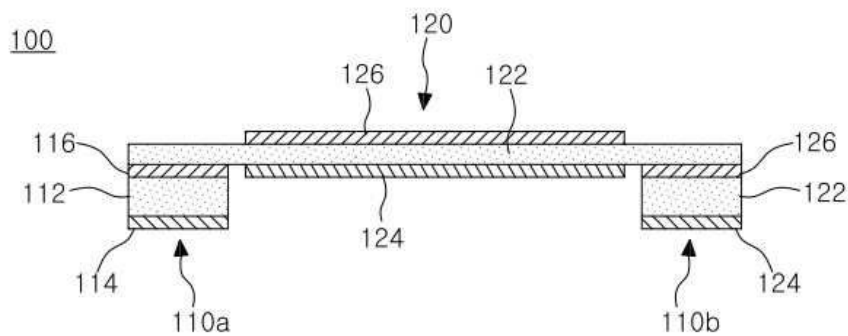
130a, 130b: 제1, 제2 가이드 구동부
 132: 가이드부재 134: 제5 전극
 138: 가이드 돌출부 140: 제어부
 141: 프로세서 142: 메모리
 145: 피드백 판단부 147: 구동 파라미터 산출부
 151: 제1 드라이버 152: 제2 드라이버
 160: 이벤트 감지부 170: 디스플레이
 180: 입력부 190: 전원공급부
 200: 진동 촉각 인터랙션 장치 300: 액츄에이터 어레이

도면

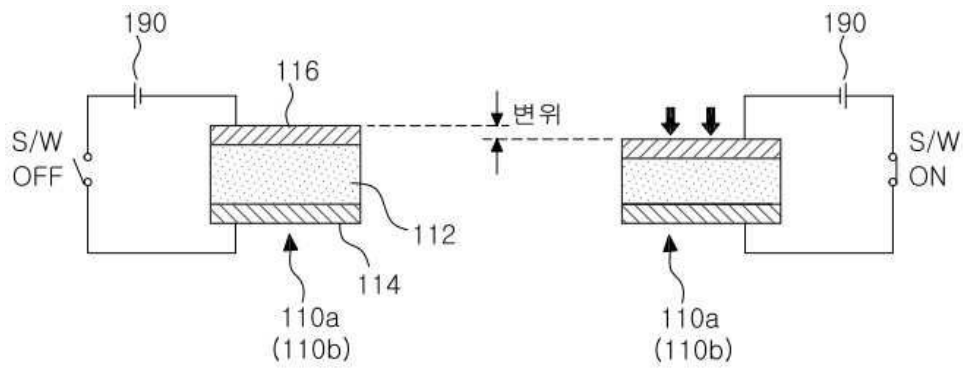
도면1



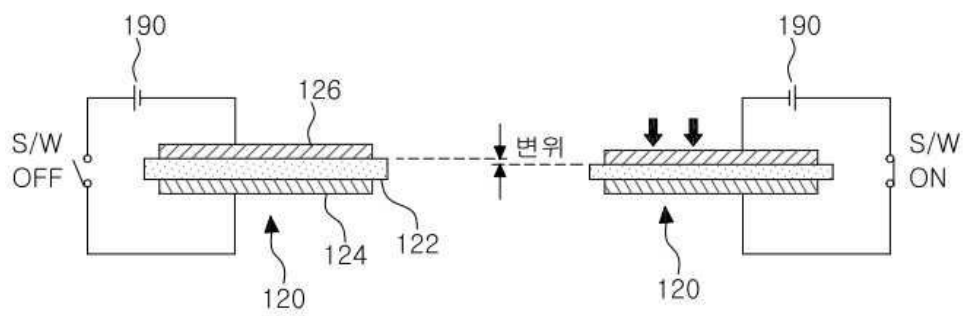
도면2



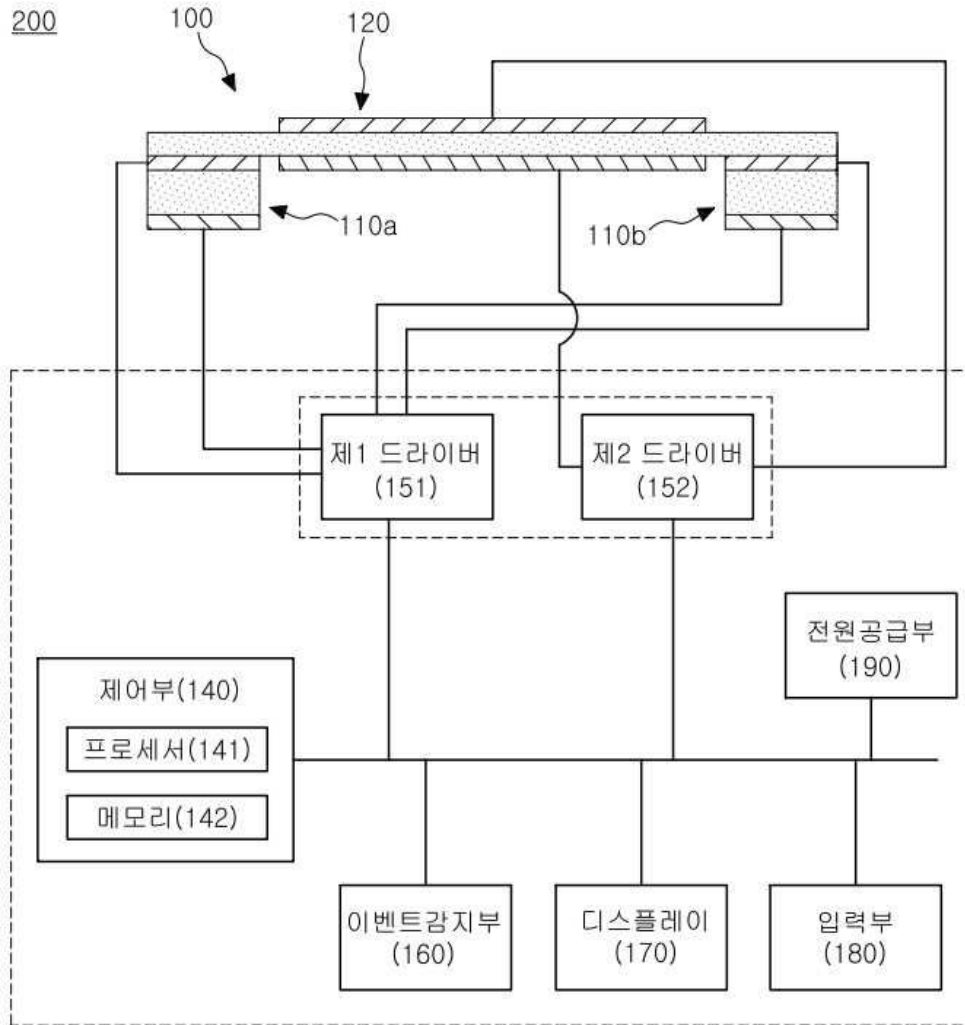
도면3



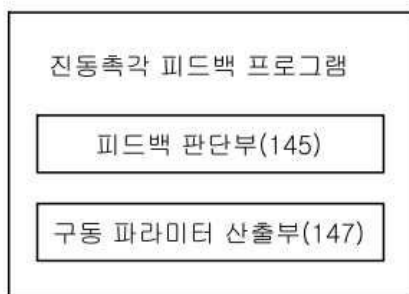
도면4



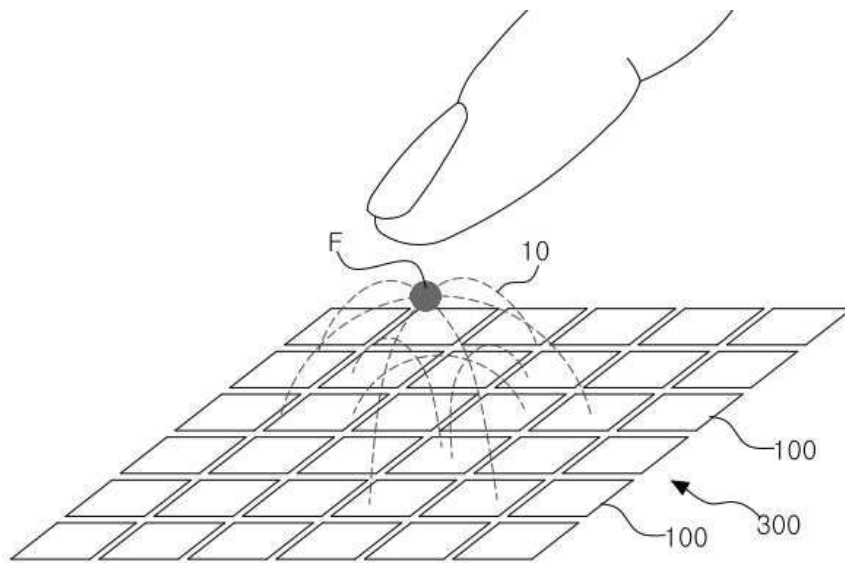
도면5



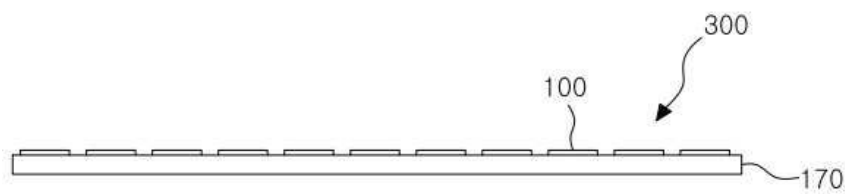
도면6



도면7



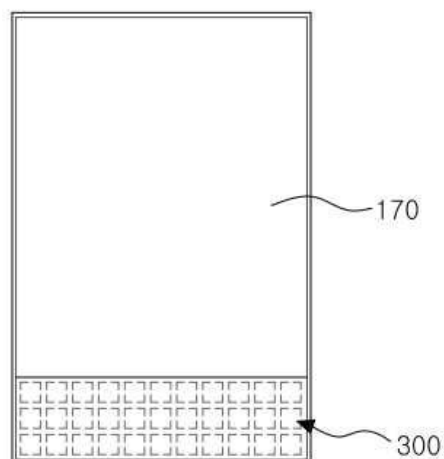
도면8



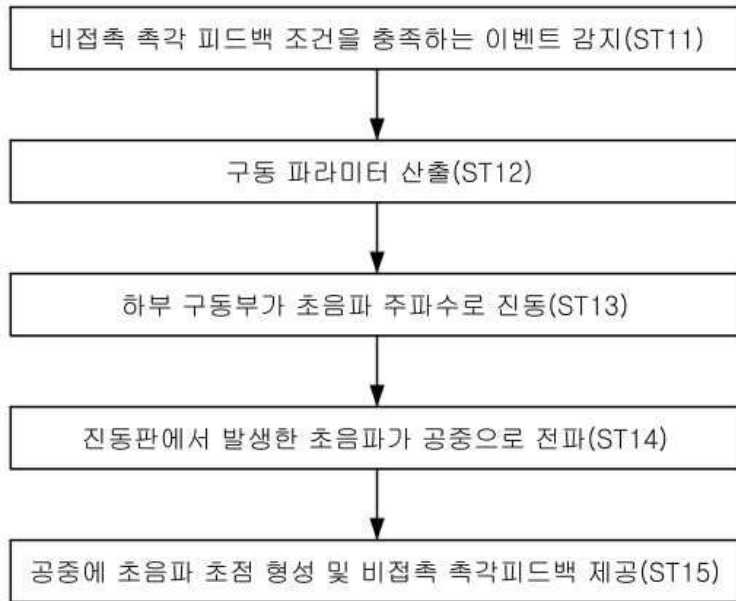
도면9



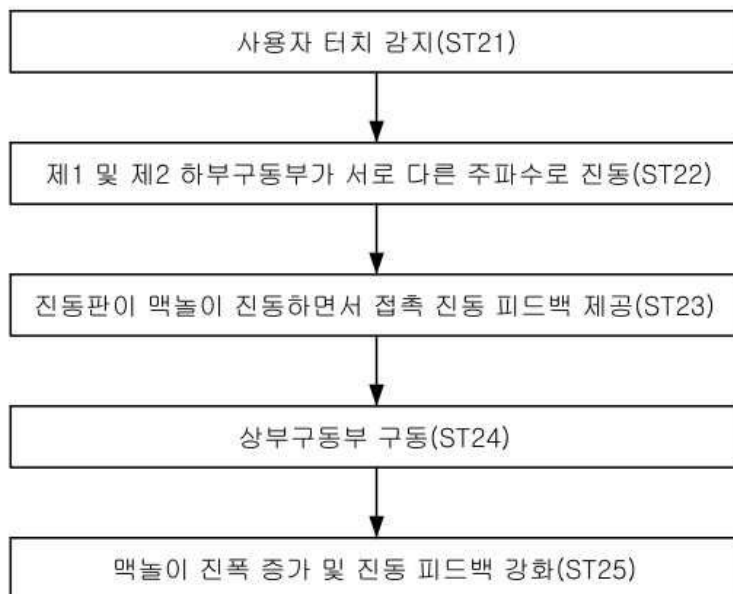
도면10



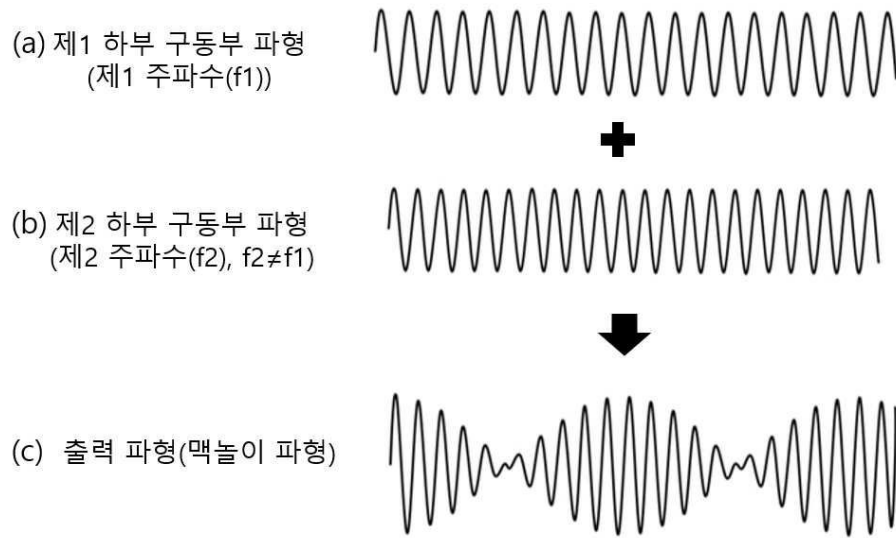
도면11



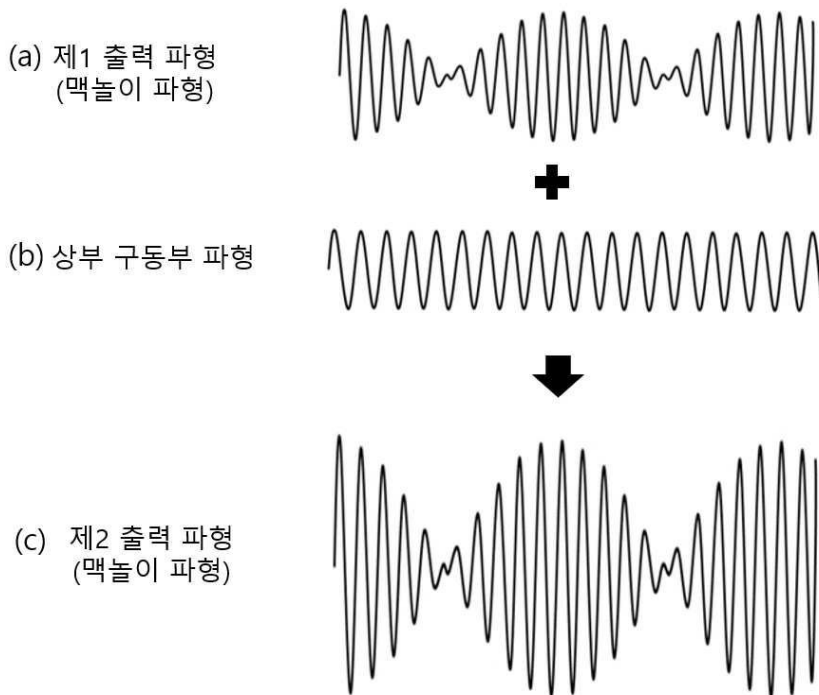
도면12



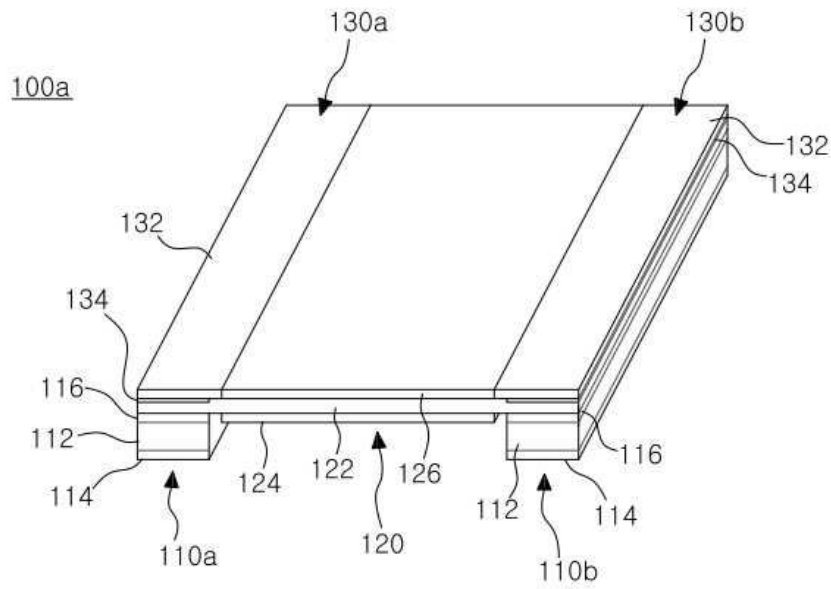
도면13



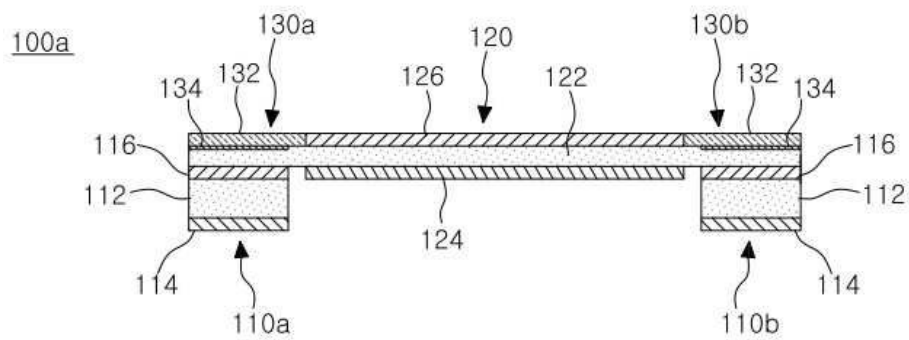
도면14



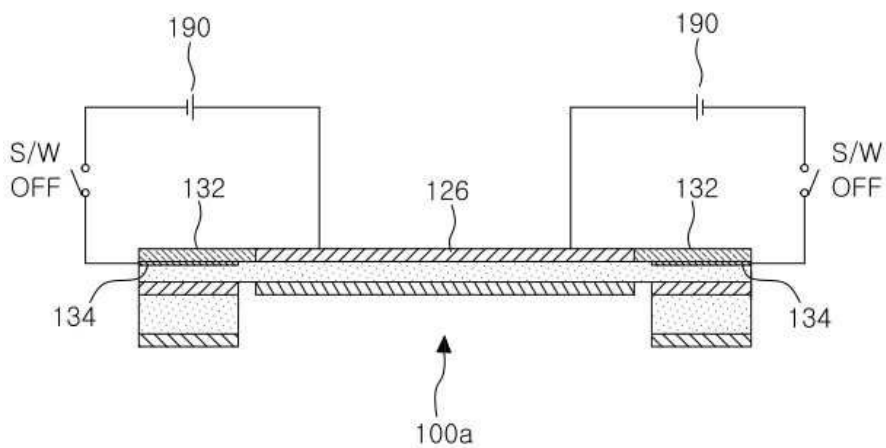
도면15



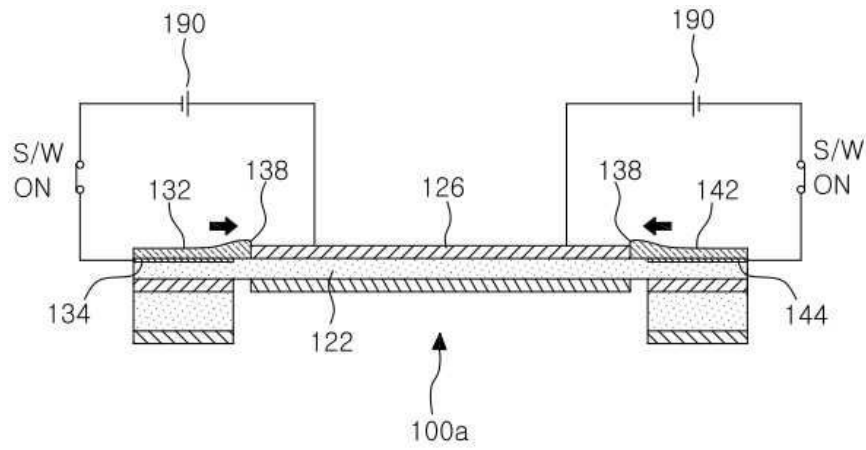
도면16



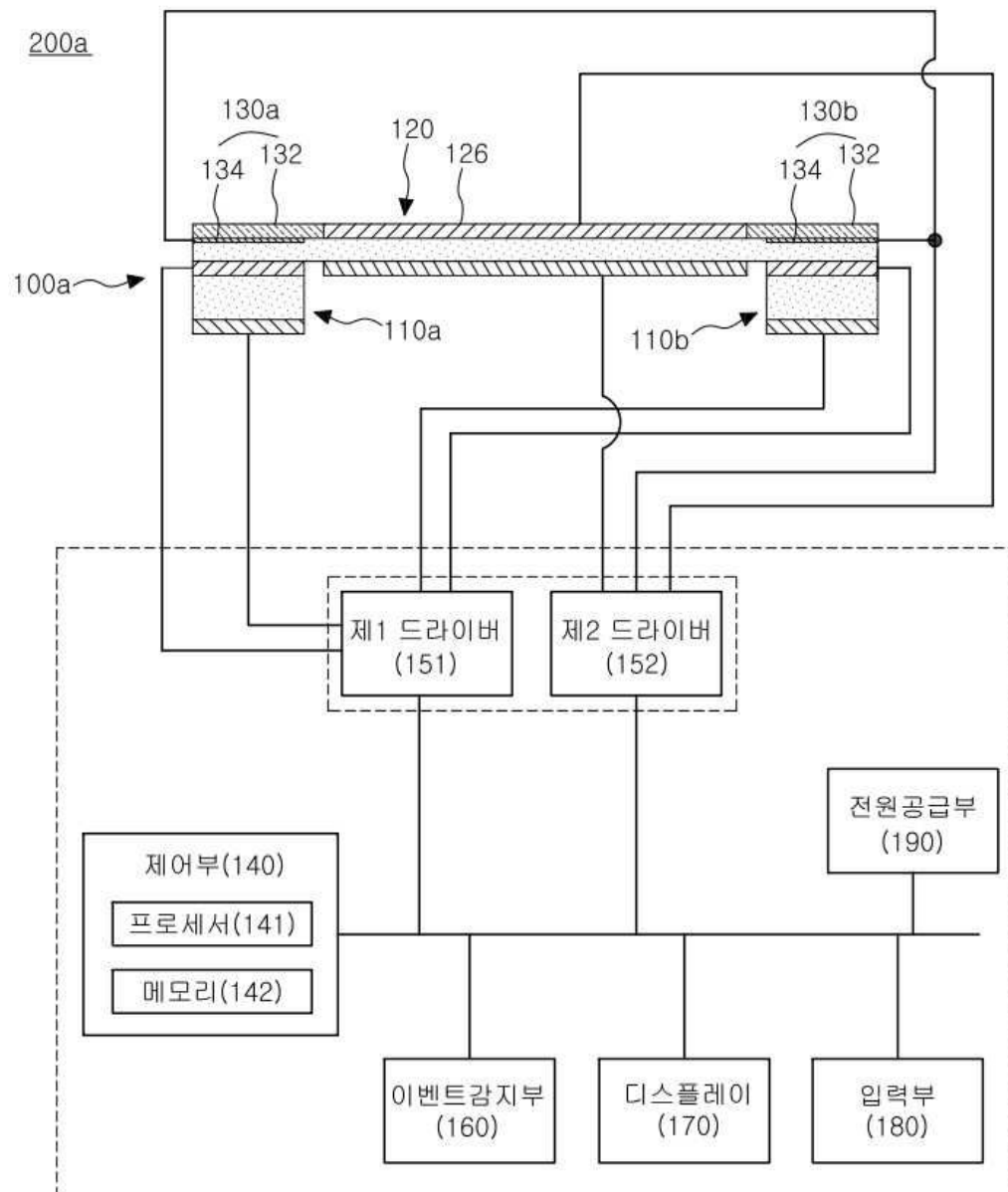
도면17



도면18



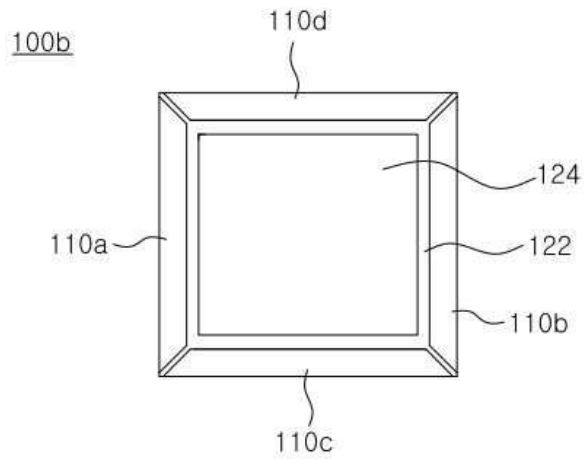
도면19



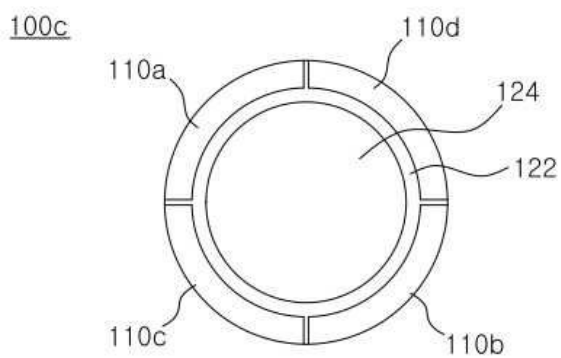
도면20



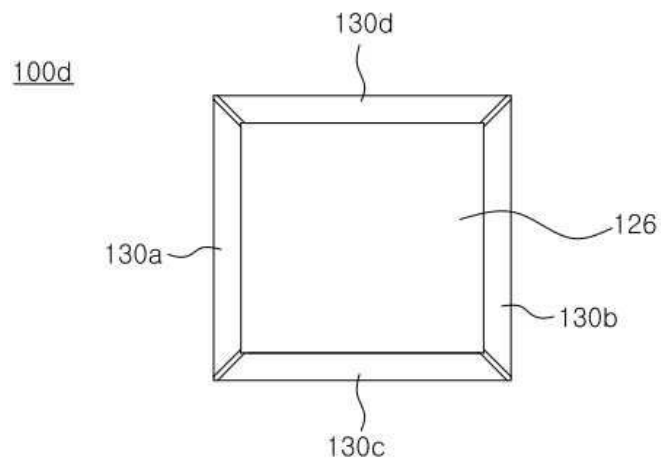
도면21



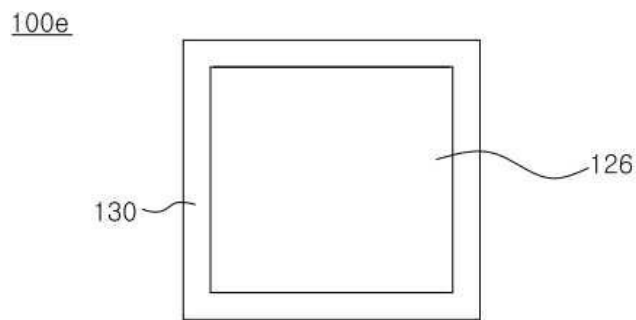
도면22



도면23



도면24



도면25

