



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0088514
 (43) 공개일자 2011년08월03일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>G06F 3/01</i> (2006.01) <i>G06F 3/041</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7010172</p> <p>(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년11월04일
 심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년05월03일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2009/063307</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2010/054014
 국제공개일자 2010년05월14일</p> <p>(30) 우선권주장
 61/111,316 2008년11월04일 미국(US)
 61/111,329 2008년11월04일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 바이엘 머티리얼사이언스 아게
 독일, 51368 레버쿠젠, 카이저-빌헬름 알레</p> <p>(72) 발명자
 자라비, 알리레자
 미국 95051 캘리포니아 산타 클라라 알타 미라 드
 라이브 1097비
 웨버, 크리스, 에이.
 미국 94037 캘리포니아 몬타라 메인 스트리트
 1350
 (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
 양영준, 위혜숙</p> |
|--|---|

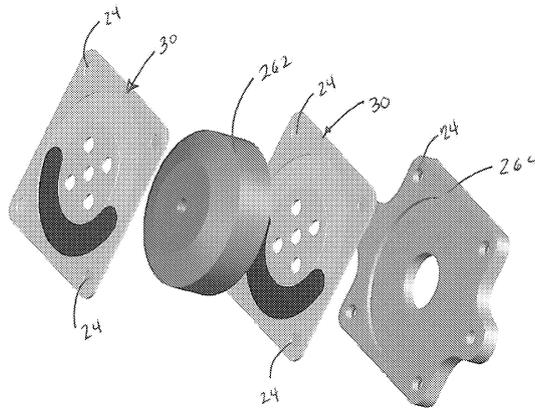
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 촉각 피드백 장치를 위한 전기활성 중합체 트랜스듀서

(57) 요약

분리 발생하는 촉각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 사용자 인터페이스 장치 내에서 햅틱 효과를 생성하는 전기활성 중합체 트랜스듀서 및 방법과, 사용자 인터페이스 장치 내에서의 감각 피드백 용도를 위한 전기활성 중합체 트랜스듀서가 개시된다.

대표도 - 도27b



(72) 발명자

폴리아코브, 일야

미국 94122 캘리포니아 샌프란시스코 10번가 #102
1421

히치콕, 라저

미국 94577 캘리포니아 샌 린드로 지래프 애비뉴
1614

특허청구의 범위

청구항 1

필터링 회로에 청각 신호를 전달하는 단계;

소정의 진동수 아래의 진동수의 범위를 필터링함으로써 햅틱 구동 신호를 생성하도록 청각 신호를 변경하는 단계; 및

전원이 청각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 햅틱 효과를 구동하도록 전기활성 중합체 트랜스듀서를 작동시키도록 전기활성 중합체 트랜스듀서에 커플링된 전원에 햅틱 구동 신호를 제공하는 단계

를 포함하는, 분리 발생하는 청각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 사용자 인터페이스 장치 내에서 햅틱 효과를 생성하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 필터링된 신호를 사용하여 음향 효과를 발생시키도록 전기활성 중합체 트랜스듀서를 구동하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 소정의 진동수가 전기활성 중합체 액츄에이터의 최적 진동수를 포함하는 것인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 소정의 진동수가 200 Hz를 포함하는 것인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 청각 신호를 변경하는 단계가 햅틱 신호를 생성하기 위해 청각 신호의 청각 파형의 포지티브 부분을 필터링하는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 전기활성 중합체가 2상 전기활성 중합체 액츄에이터를 포함하고, 청각 신호를 변경하는 단계가 전기활성 중합체 트랜스듀서의 제1 위상을 구동하도록 청각 신호의 청각 파형의 포지티브 부분을 필터링하고, 전기활성 중합체 트랜스듀서의 성능을 개선하기 위해 전기활성 중합체 트랜스듀서의 제2 위상을 구동하도록 청각 신호의 청각 파형의 네거티브 부분을 역전시키는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 청각 신호가 사인 파형을 포함하고, 청각 신호를 변경하는 단계가 사각 파형을 갖는 햅틱 구동 신호를 생성하도록 사인 파형을 변환시키는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 8

트리거링 회로에 청각 신호를 전달하는 단계;

청각 신호의 특징에 기초하여 햅틱 구동 신호를 발생시키는 단계; 및

전원이 전기활성 중합체 트랜스듀서의 햅틱 출력 진동수를 제어함으로써 햅틱 효과를 구동하도록 전기활성 중합체 트랜스듀서를 작동시키도록 전기활성 중합체 트랜스듀서에 커플링된 전원에 햅틱 구동 신호를 제공하는 단계

를 포함하는, 분리 발생하는 청각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 사용자 인터페이스 장치 내에서 햅틱 효과를 생성하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 필터링된 신호를 사용하여 음향 효과를 발생시키도록 전기활성 중합체 트랜스듀서를 구동하는

단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 청각 신호의 특징이 청각 신호의 임계 전압을 포함하는 것인 방법.

청구항 11

유전성 엘라스토머 층을 포함하는 전기활성 중합체 필름 - 유전성 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에서 연신되고, 전극들의 적어도 하나의 중첩 부분이 활성 필름 영역을 형성하고, 필름의 적어도 하나의 잔여 부분이 불활성 필름 영역을 형성함 -;

불활성 필름 영역의 적어도 일부 상에 배치되고 제1 전극에 전기적으로 커플링된 제1 전도성 층, 및 불활성 필름 영역의 적어도 일부 상에 배치되고 제2 전극에 전기적으로 커플링된 제2 전도성 층; 및

전기활성 중합체 필름의 일 면의 적어도 일부 위에서 연장하는 적어도 하나의 수동 비압축성 중합체 층 - 활성 영역의 활성화는 비압축성 수동 중합체 층의 두께 치수를 변화시킴 -

을 포함하는 트랜스듀서.

청구항 12

제11항에 있어서, 제1 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장하는 제1 전도성 비아 및 제2 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장하는 제2 전도성 비아를 추가로 포함하는 트랜스듀서.

청구항 13

제11항에 있어서, 제1 및 제2 수동 비압축성 중합체 층을 추가로 포함하고, 제1 및 제2 수동 비압축성 중합체 층이 전기활성 중합체 필름의 각각의 면 상에 위치되는 것인 트랜스듀서.

청구항 14

전기활성 중합체 필름의 적어도 2개의 적층된 층 - 각각의 전기활성 중합체 필름은 얇은 유전성 엘라스토머 층을 포함하고, 유전성 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되고, 전극들의 중첩 부분은 활성 필름 영역을 형성하고, 필름의 잔여 부분은 불활성 필름 영역을 형성하고, 전기활성 중합체 필름의 각각의 층의 활성 필름 영역들이 정렬되어 적층되고, 전기활성 중합체 필름의 각각의 층의 불활성 필름 영역들이 정렬되어 적층됨 -;

각각의 전기활성 중합체 필름의 불활성 필름 영역의 적어도 일부 상에 배치되고 그의 제1 전극에 전기적으로 커플링된 제1 전도성 층, 및 각각의 전기활성 중합체 필름의 불활성 필름 영역의 적어도 일부 상에 배치되고 그의 제2 전극에 전기적으로 커플링된 제2 전도성 층; 및

전기활성 중합체 필름의 각각의 노출된 면 위의 수동 비압축성 중합체 층 - 활성 영역의 활성화는 수동 비압축성 중합체 층의 두께 치수를 변화시킴 -

을 포함하는 트랜스듀서 어셈블리.

청구항 15

제14항에 있어서, 각각의 필름의 제1 전극을 포함하는 위치에서 적층된 전기활성 중합체 필름을 통해 연장하는 제1 전도성 비아 및 제2 전극을 포함하는 위치에서 적층된 전기활성 중합체 필름을 통해 연장하는 제2 전도성 비아를 추가로 포함하는 트랜스듀서 어셈블리.

청구항 16

상부 및 하부 프레임 구성요소 사이에서 연신되는 전기활성 중합체 필름 - 프레임의 중심 부분이 전기활성 중합체 필름의 중심 표면을 노출하도록 개방됨 -;

전기활성 중합체 필름의 중심 표면 상의 제1 출력 부재; 및

출력 디스크에 고정된 적어도 하나의 관성 질량체 - 전기활성 중합체 필름 상의 제1 및 제2 전극을 가로지른 전

압차의 인가가 중합체 필름의 변위를 일으켜서 관성 질량체가 이동하게 함 -
을 포함하는 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 17

제16항에 있어서, 상부 및 하부 제2 프레임 구성요소 사이에 삽입된 제2 전기활성 중합체 필름 - 제2 프레임의 중심 부분이 전기활성 중합체 필름의 제2 중심 표면을 노출하도록 개방됨 -; 및
전기활성 중합체 필름의 중심 표면 상의 제2 출력 부재 - 관성 질량체는 제1 및 제2 출력 부재 사이에 고정되어 위치됨 -
를 추가로 포함하는 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 18

제16항에 있어서, 전기활성 중합체가 전기활성 중합체 필름의 평면 내에서 변위하도록 구성되는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 19

제16항에 있어서, 전기활성 중합체가 전기활성 중합체 필름의 평면에 대해 직각 방향으로 변위하도록 구성되는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 20

제16항에 있어서, 전기활성 중합체가 스프링 편위되는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 21

제16항에 있어서, 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서가 적어도 하나의 하우징 어셈블리를 추가로 포함하는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 22

제21항에 있어서, 전기활성 중합체 필름 및 관성 질량체가 하우징 어셈블리 내에 봉입되는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 23

제22항에 있어서, 하우징 어셈블리가 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서를 전기적으로 절연하도록 구성되는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 24

제21항에 있어서, 하우징 어셈블리가 과도한 이동으로부터 발생하는 액츄에이터 카트리지에 대한 손상을 방지하기 위해 관성 질량체의 이동을 제한하기 위한 적어도 하나의 기계적 멈춤부를 추가로 포함하는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 25

제24항에 있어서, 적어도 하나의 기계적 멈춤부가 하우징 어셈블리 내에 위치한 적어도 하나의 체결구를 포함하는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 26

제16항에 있어서, 관성 질량체가 과도한 이동으로부터 발생하는 액츄에이터 카트리지에 대한 손상을 방지하기 위해 관성 질량체의 이동을 성형된 표면과 멈춤부 사이의 거리로 제한하기 위해 하우징 내의 멈춤부와 맞물리는 성형된 표면을 포함하는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 27

제16항에 있어서, 관성 질량체의 중량이 전기활성 중합체 필름의 공진 진동수에 의존하여 선택되는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

청구항 28

제16항에 있어서, 하우징 어셈블리가 사용자 인터페이스 장치의 하우징의 일부분을 포함하는 것인 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서.

명세서

기술분야

- [0001] 관련 출원
- [0002] 본 출원은 발명의 명칭이 "ELECTRO ACTIVE POLYMER TRANSDUCERS FOR HAPTIC FEEDBACK"인, 2008년 11월 4일자로 출원된 미국 가출원 제61/111,316호 및 발명의 명칭이 "FILTER SOUND DRIVE WAVEFORM FOR EPAM HAPTICS AND EPAM ACTUATION PASSIVE FILM COUPLING"인 2008년 11월 4일자로 출원된 미국 가출원 제61/111,319호의 정규 출원이고, 이의 전문은 본원에 참고로 포함된다.
- [0003] 발명의 분야
- [0004] 본 발명은 감각 피드백을 제공하기 위한 전기활성 중합체 트랜스듀서의 사용에 관한 것이다.

배경기술

- [0005] 오늘날 사용되는 매우 다양한 장치는 전기 에너지를 기계적 에너지로 변환시키기 위한 여러 종류의 액츄에이터에 의존한다. 역으로, 많은 전력 발생 장치가 기계 작용을 전기 에너지로 변환시킴으로써 작동한다. 이러한 방식으로 기계적 에너지를 수확하기 위해 채용되면, 동일한 유형의 액츄에이터는 발전기로 불릴 수 있다. 유사하게, 구조물이 진동 또는 압력과 같은 물리적 자극을 측정 목적으로 전기 신호로 변환시키도록 채용될 때, 이는 센서로서 기술될 수 있다. 또한, "트랜스듀서"라는 용어는 장치들 중 임의의 하나를 총칭하도록 사용될 수 있다.
- [0006] 다수의 설계 고려 사항이 트랜스듀서의 제작을 위해, "전기활성 중합체"(EAP)로도 불리는, 개선된 유전성 엘라스토머 물질의 선택 및 사용을 선호한다. 이러한 고려 사항은 전위력, 전력 밀도, 전력 변환/소비, 크기, 중량, 비용, 응답 시간, 듀티 사이클, 서비스 요건, 환경적 충격 등을 포함한다. 이와 같이, 많은 용도에서, EAP 기술은 압전 장치, 형상 기억 합금(SMA) 및 모터 및 솔레노이드와 같은 전자기 장치에 대한 이상적인 대체물을 제공한다.
- [0007] EAP 장치 및 그의 용도의 예는 미국 특허 제7,394,282호; 제7,378,783호; 제7,368,862호; 제7,362,032호; 제7,320,457호; 제7,259,503호; 제7,233,097호; 제7,224,106호; 제7,211,937호; 제7,199,501호; 제7,166,953호; 제7,064,472호; 제7,062,055호; 제7,052,594호; 제7,049,732호; 제7,034,432호; 제6,940,221호; 제6,911,764호; 제6,891,317호; 제6,882,086호; 제6,876,135호; 제6,812,624호; 제6,809,462호; 제6,806,621호; 제6,781,284호; 제6,768,246호; 제6,707,236호; 제6,664,718호; 제6,628,040호; 제6,586,859호; 제6,583,533호; 제6,545,384호; 제6,543,110호; 제6,376,971호 및 제6,343,129호; 및 미국 특허 출원 공개 제2008/0157631호; 제2008/0116764호; 제2008/0022517호; 제2007/0230222호; 제2007/0200468호; 제2007/0200467호; 제2007/0200466호; 제2007/0200457호; 제2007/0200454호; 제2007/0200453호; 제2007/0170822호; 제2006/0238079호; 제2006/0208610호; 제2006/0208609호; 및 제2005/0157893호, 및 2009년 1월 22일자로 출원된 미국 특허 출원 제12/358,142호; 및 PCT 공개 공보 제WO 2009/067708호에 설명되어 있고, 이의 전문은 본원에 참고로 포함된다.
- [0008] EAP 트랜스듀서는 변형 가능한 특징을 가지며 얇은 엘라스토머 유전 물질에 의해 분리된 2개의 전극을 포함한다. 전압차가 전극에 인가될 때, 반대로 대전된 전극들은 서로 끌어당겨서, 그들 사이의 중합체 유전체 층을 압축시킨다. 전극들이 함께 더 가까이 당겨짐에 따라, 유전성 중합체 필름은 그가 (x 및 y 축을 따라) 평면 방향으로 팽창하므로, 더 얇아지고 (z 축 성분이 수축하고), 즉 필름의 변위는 평면내이다. EAP 필름은 또한 (z 축을 따른) 필름 구조물에 대해 직교 방향으로의 이동을 생성하도록 구성될 수 있고, 즉 필름의 변위는 평면외이다. 미국 특허 출원 제2005/0157893호는 표면 변형 또는 두께 모드 변형으로도 불리는, 그러한 평면외 변위를 제공하는 EAP 필름 구성을 개시한다.

- [0009] EAP 필름의 재료 및 물리적 특성은 트랜스듀서가 겪는 표면 변형을 맞춤형하기 위해 변경되고 제어될 수 있다. 더 구체적으로, 중합체 필름과 전극 재료 사이의 상대 탄성, 중합체 필름과 전극 재료 사이의 상대 두께 및/또는 (국소화된 활성 및 불활성 영역을 제공하기 위한) 중합체 필름 및/또는 전극 재료의 물리적 패턴, 및 전체적으로 EAP 필름 상에 가해지는 장력 또는 예비 스트레인과 같은 인자와, 필름에 인가되는 전압 또는 필름 상에서 유도되는 커패시턴스의 양이 활성 모드에 있을 때의 필름의 표면 특징부를 맞춤형하기 위해 제어되고 변경될 수 있다.
- [0010] 그러한 표면 변형 EAP 필름에 의해 제공되는 이점으로부터 유익을 얻을 많은 트랜스듀서 기반 용도가 존재한다. 하나의 그러한 용도는 사용자 인터페이스 장치 내에서 햅틱 피드백 (사용자의 신체에 인가되는 힘을 통한 사용자에게의 정보의 전달)을 생성하기 위한 EAP 필름의 사용을 포함한다. 전형적으로 사용자에 의해 개시되는 힘에 응답하는, 햅틱 피드백을 채용하는 많은 공지된 사용자 인터페이스 장치가 있다. 햅틱 피드백을 채용할 수 있는 사용자 인터페이스 장치의 예는 키보드, 터치 스크린, 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 스타일러스 스틱, 조이스틱 등을 포함한다. 이러한 유형의 인터페이스 장치에 의해 제공되는 햅틱 피드백은 사용자가 (예컨대, 스크린의 터치에 의해) 직접적으로, (예컨대, 휴대전화가 지갑 또는 가방 속에서 진동할 때와 같은 진동 효과에 의해) 간접적으로, 또는 (예컨대, 전통적인 의미에서 압력 교란은 생성하지만 청각 신호는 발생시키지 않는 이동체의 작용에 의해) 달리 감지되는, 진동, 펄스, 탄성력 등과 같은 물리적 감각의 형태이다.
- [0011] 흔히, 햅틱 피드백을 구비한 사용자 인터페이스 장치는 사용자에 의해 개시되는 작용을 "수신하는" 입력 장치 및 작용이 개시되었다는 것을 표시하는 햅틱 피드백을 제공하는 출력 장치일 수 있다. 실제로, 사용자 인터페이스 장치의 몇몇 접촉되거나 터치되는 부분 또는 표면, 예컨대 버튼의 위치는 사용자에 의해 인가되는 힘에 의해 적어도 하나의 자유도를 따라 변화되고, 이때 인가되는 힘은 접촉되는 부분이 위치를 변화시키고 햅틱 피드백을 이루게 하기 위해 어떤 최소의 임계치에 도달해야 한다. 접촉되는 부분의 위치 변화의 달성 또는 등록은 사용자에 의해 작용되는 장치의 접촉되는 부분 상에 부가되는 응답 힘 (예컨대, 튀어오름, 진동, 맥동)을 일으키고, 힘은 터치에 대한 사용자의 감각을 통해 사용자에게 전달된다.
- [0012] 튀어 오름 또는 "2상" 유형의 햅틱 피드백을 채용하는 사용자 인터페이스 장치의 하나의 일반적인 예는 버튼 또는 마우스이다. 버튼은 인가되는 힘이 소정의 임계치에 도달하면 이동하고, 이러한 시점에서 버튼은 상대적으로 쉽게 하방으로 이동한 다음 정지하고, 이의 집합적인 느낌이 버튼을 "클릭"하는 것으로서 정의된다. 사용자 인가 힘은 사용자에 의해 느껴지는 응답 (그렇지만 대향) 힘에서와 같이, 버튼 표면에 대해 직각인 축을 실질적으로 따른다.
- [0013] 다른 예에서, 사용자가 터치 스크린 상에 입력을 기입하면, 스크린은 전형적으로 청각적 암시신호와 함께/청각적 암시신호가 없이 스크린 상에서의 그래픽 변화에 의해 입력을 확인한다. 터치 스크린은 색 또는 형상 변화와 같은 스크린 상에서의 시각적 암시신호에 의해 그래픽 피드백을 제공한다. 터치 패드는 스크린 상의 커서에 의해 시각적 피드백을 제공한다. 상기 암시신호가 피드백을 제공하지만, 손가락 작동식 입력 장치로부터의 가장 직관적이며 효과적인 피드백은 키보드 키의 만입부 또는 마우스 휠의 만입부와 같은 촉각적인 것이다. 따라서, 터치 스크린 상에 햅틱 피드백을 통합하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 햅틱 피드백 능력은 특히 데이터 입력의 맥락에서, 사용자 생산성 및 효율을 개선하는 것으로 공지되어 있다. 사용자에게 전달되는 햅틱 감각의 특징 및 품질에 대한 추가의 개선이 그러한 생산성 및 효율을 추가로 증가시킬 수 있음이 본 발명자에 의해 믿어진다. 그러한 개선이 제조가 용이하며 비용 효과적이고, 공지된 햅틱 피드백 장치의 공간, 크기 및/또는 질량 요건을 추가하지 않고, 바람직하게는 감소시키는 감각 피드백 메커니즘에 의해 제공되는 것이 더욱 유익하다.

과제의 해결 수단

- [0015] 발명의 요약
- [0016] 본 발명은 감각 용도를 위한 전기활성 트랜스듀서를 포함하는 장치, 시스템 및 방법을 포함한다. 하나의 변형 예에서, 감각 피드백을 갖는 사용자 인터페이스 장치가 제공된다. 본 발명의 하나의 이점은 입력이 소프트웨어 또는 장치 또는 관련 구성요소에 의해 발생하는 다른 신호에 의해 트리거링될 때마다 사용자 인터페이스 장치의

사용자에게 햅틱 피드백을 제공하는 것이다.

- [0017] 하나의 예에서, 액츄에이터는 장치에 의해 분리 발생되는 청각 신호에 의해 구동될 수 있다. 따라서, 본 발명은 분리 발생되는 청각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 사용자 인터페이스 장치 내에서 햅틱 효과를 생성하는 방법을 포함한다. 이러한 방법의 하나의 변경예는 필터링 회로에 청각 신호를 전달하는 단계; 소정의 진동수 아래의 진동수의 범위를 필터링함으로써 햅틱 구동 신호를 생성하도록 청각 신호를 변경하는 단계; 및 전원이 청각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 햅틱 효과를 구동하도록 전기활성 중합체 트랜스듀서를 작동시키도록 전기활성 중합체 트랜스듀서에 커플링된 전원에 햅틱 구동 신호를 제공하는 단계를 포함한다.
- [0018] 방법은 필터링된 신호를 사용하여 음향 효과를 발생시키기 위해 전기활성 중합체 트랜스듀서를 구동하는 단계를 포함할 수 있다. 전형적으로, 소정의 진동수는 전기활성 중합체 액츄에이터의 최적 진동수를 포함한다. 몇몇 EPAM 장치에 대해, 이러한 소정의 진동수는 200 Hz를 포함한다.
- [0019] 다른 변경예에서, 방법은 단상 액츄에이터를 위한 햅틱 신호를 생성하도록 청각 신호의 청각 파형의 포지티브 부분을 필터링하는 단계를 포함한다. 다른 변경예에서, 방법은 2상 전기활성 중합체 액츄에이터를 사용하는 단계를 포함하고, 청각 신호를 변경하는 단계는 전기활성 중합체 트랜스듀서의 제1 위상을 구동하도록 청각 신호의 청각 파형의 포지티브 부분을 필터링하는 단계, 및 전기활성 중합체 트랜스듀서의 성능을 개선하기 위해 전기활성 중합체 트랜스듀서의 제2 위상을 구동하도록 청각 신호의 청각 파형의 네거티브 부분을 역전시키는 단계를 포함한다.
- [0020] 다음의 개시는 유전성 엘라스토머 층을 포함하는 전기활성 중합체 필름 - 유전성 엘라스토머 층의 일부분은 제1 및 제2 전극 사이에서 연신되고, 전극들의 적어도 하나의 중첩 부분은 활성 필름 영역을 형성하고, 필름의 적어도 하나의 잔여 부분은 불활성 필름 영역을 형성함 -; 불활성 필름 영역의 적어도 일부분 상에 배치되고 제1 전극에 전기적으로 커플링된 제1 전도성 층, 및 불활성 필름 영역의 적어도 일부분 상에 배치되고 제2 전극에 전기적으로 커플링된 제2 전도성 층; 및 전기활성 중합체 층의 하나의 면의 적어도 일부분 위에서 연장하는 적어도 하나의 수동 비압축성 중합체 층 - 활성 영역의 활성화는 비압축성 수동 중합체 층의 두께 치수를 변화시킴 - 을 포함하는 트랜스듀서를 또한 포함한다.
- [0021] 트랜스듀서는 제1 및 제2 수동 비압축성 중합체 층을 선택적으로 포함할 수 있고, 제1 및 제2 수동 비압축성 중합체 층은 전기활성 중합체 필름의 각각의 면 상에 위치된다.
- [0022] 다른 변경예에서, 트랜스듀서 어셈블리는 전기활성 중합체 필름의 적어도 2개의 적층된 층 - 각각의 전기활성 중합체 필름은 얇은 유전성 엘라스토머 층을 포함하고, 유전성 엘라스토머 층의 일부분은 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되고, 전극들의 중첩 부분은 활성 필름 영역을 형성하고 필름의 잔여 부분은 불활성 필름 영역을 형성하고, 전기활성 중합체 필름의 각각의 층의 활성 필름 영역들은 정렬되어 적층되고, 전기활성 중합체 필름의 각각의 층의 불활성 필름 영역들은 정렬되어 적층됨 -; 각각의 전기활성 중합체 필름의 불활성 필름 영역의 적어도 일부분 상에 배치되고 그의 제1 전극에 전기적으로 커플링된 제1 전도성 층, 및 각각의 전기활성 중합체 필름의 불활성 필름 영역의 적어도 일부분 상에 배치되고 그의 제2 전극에 전기적으로 커플링된 제2 전도성 층; 및 전기활성 중합체 필름의 각각의 노출된 면 위의 수동 비압축성 중합체 층 - 활성 영역의 활성화는 수동 비압축성 중합체 층의 두께 치수를 변화시킴 - 을 포함할 수 있다.
- [0023] 다음의 개시는 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서를 또한 포함한다. 하나의 변경예에서, 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서는 상부 및 하부 프레임 구성요소 사이에서 연신되는 전기활성 중합체 필름 - 프레임의 중심 부분이 전기활성 중합체 필름의 중심 표면을 노출하도록 개방됨 -; 전기활성 중합체 필름의 중심 표면 상의 제1 출력 부재; 및 출력 디스크에 고정된 적어도 하나의 관성 질량체 - 전기활성 중합체 필름 상의 제1 및 제2 전극을 가로지른 전압차의 인가는 중합체 필름의 변위를 일으켜서, 관성 질량체가 이동하게 함 - 를 포함한다.
- [0024] 관성 전기활성 중합체 트랜스듀서의 추가의 변경예는 상부 및 하부 제2 프레임 구성요소 사이에 삽입된 제2 전기활성 중합체 필름 - 제2 프레임의 중심 부분이 전기활성 중합체 필름의 제2 중심 표면을 노출하도록 개방됨 -; 및 전기활성 중합체 필름의 중심 표면 상의 제2 출력 부재 - 관성 질량체는 제1 및 제2 출력 부재 사이에 고정되어 위치됨 - 를 포함한다.
- [0025] 본 장치 및 시스템은 많은 유형의 입력 장치 내에 채용될 수 있으므로 더 큰 유연성을 제공하고, 복수의 입력 요소로부터 피드백을 제공한다. 시스템은 또한 장치의 기계적 복잡성 또는 장치의 질량 및 중량을 실질적으로 추가하지 않으므로, 유리하다. 시스템은 또한 임의의 기계적 활주 또는 회전 요소가 없이 그의 기능을 달성하여, 시스템을 내구적이며, 조립이 간단하고, 쉽게 제조될 수 있게 한다.

[0026] 본 발명은 컴퓨터, 전화, PDA, 비디오 게임 콘솔, GPS 시스템, 키오스크 장치 등을 위한 터치 패드, 터치 스크린 또는 키패드 등을 포함하지만 이들로 제한되지 않는 임의의 유형의 사용자 인터페이스 장치 내에 채용될 수 있다.

[0027] 본 발명의 다른 세부 사항에 관하여, 재료 및 대안적인 관련 구성은 관련 기술 분야의 당업자의 수준 내에서 채용될 수 있다. 이는 일반적으로 또는 논리적으로 채용되는 바와 같이 추가의 작용의 측면에서 본 발명의 방법에 기초한 태양에 대해 유효할 수 있다. 또한, 본 발명이 다양한 특징을 선택적으로 포함하는 여러 예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 본 발명의 각각의 변경예에 대해 고려되는 것으로 설명되거나 표시된 것으로 제한되어서는 안된다. 다양한 변화가 설명된 본 발명에 대해 이루어질 수 있고, (본 명세서에서 언급되었는지 또는 간단하게 하기 위해 포함되지 않았는지 간에) 등가물이 본 발명의 진정한 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 대체될 수 있다. 도시된 임의의 개수의 개별 부품 또는 하위 어셈블리는 그들의 설계에 있어서 통합될 수 있다. 그러한 변화 등은 조립을 위한 설계의 원리에 의해 취해지거나 안내될 수 있다.

[0028] 본 발명의 이들 및 다른 특징, 목적 및 이점은 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같은 본 발명의 세부 사항을 읽을 때 본 기술 분야의 당업자에게 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 본 발명은 첨부된 개략적인 도면과 관련하여 읽힐 때 다음의 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해된다. 이해를 돕기 위해, 동일한 도면 부호는 도면들에 대해 공통된 유사한 요소를 표시하도록 (실질적인 경우에) 사용되었다. 다음이 도면에 포함되어 있다.

도 1a 및 1b는 EAP 트랜스듀서가 디스플레이 스크린 또는 센서 및 장치의 본체에 커플링되었을 때 햅틱 피드백을 채용할 수 있는 사용자 인터페이스의 몇몇 예를 도시한다.

도 2a 및 2b는 사용자 입력에 대한 햅틱 피드백과 반응하는 표면을 갖는 디스플레이 스크린을 포함하는 사용자 인터페이스 장치의 단면도를 도시한다.

도 3a 및 3b는 활성 가스켓으로 형성된 활성 EAP를 갖는 가요성 멤브레인에 의해 덮인 디스플레이 스크린을 갖는 사용자 인터페이스 장치의 다른 변경예의 단면도를 도시한다.

도 4는 디스플레이 스크린의 모서리 둘레에 위치된 스프링 편위식 EAP 멤브레인을 갖는 사용자 인터페이스 장치의 추가의 변경예의 단면도를 도시한다.

도 5는 디스플레이 스크린이 다수의 순응성 가스켓을 사용하여 프레임에 커플링되고 디스플레이를 위한 구동력이 다수의 EAP 액츄에이터 다이어프램인, 사용자 인터페이스 장치의 단면도를 도시한다.

도 6a 및 6b는 디스플레이 사이에 커플링된 주름진 EAP 멤브레인 또는 필름을 갖는 사용자 인터페이스(230)의 단면도를 도시한다.

도 7a 및 7b는 본 발명의 일 실시양태에 따른 전압의 인가 전후의 트랜스듀서의 상부 사시도를 도시한다.

도 8a 및 8b는 사용자 인터페이스 장치 내에서 사용하기 위한 감각 피드백 장치의 분해된 상부 및 저면 사시도를 각각 도시한다.

도 9a는 본 발명의 조립된 전기활성 중합체 액츄에이터의 평면도이고; 도 9b 및 9c는 각각 도 8a의 액츄에이터의 필름 부분의 평면도 및 저면도이며, 특히 액츄에이터의 2상 구성을 도시한다.

도 9d 및 9e는 장치의 프레임으로부터 이격된 디스플레이 스크린의 표면을 가로질러 위치하기 위한 전기활성 중합체 트랜스듀서의 어레이의 하나의 예를 도시한다.

도 9f 및 9g는 각각 본 명세서에서 개시되는 바와 같은 사용자 인터페이스 장치 내에서 사용하기 위한 액츄에이터의 어레이의 분해도 및 조립도이다.

도 10은 사람 손가락이 장치의 접촉 표면과 작동식으로 접촉하는, 사용자 인터페이스 장치의 측면도를 도시한다.

도 11a 및 11b는 단상 모드로 작동될 때의 도 9a-9c의 액츄에이터의 힘-스트로크 관계 및 전압 응답 곡선을 각각 그래프로 도시한다.

도 12a 및 12b는 2상 모드로 작동할 때의 도 9a-9c의 액츄에이터의 힘-스트로크 관계 및 전압 응답 곡선을 각각

그래프로 도시한다.

도 13은 감각 피드백 장치를 작동시키기 위한, 전원 및 제어 전자 장치를 포함하는, 전자 회로의 블록 선도이다.

도 14a 및 14b는 사용자 입력 장치에 커플링된 EAP 액츄에이터의 평면 어레이의 하나의 예의 부분 단면도를 도시한다.

도 15a 및 15b는 트랜스듀서가 활성화될 때 작업 출력을 제공하기 위한 중합체 표면 특징부를 이용하는 액츄에이터로서 채용된 표면 변형 EAP 트랜스듀서를 개략적으로 도시한다.

도 16a 및 16b는 본 발명의 액츄에이터의 예시적인 구성의 단면도이다.

도 17a-17d는 인쇄 회로 기판(PCB) 또는 가요성 커넥터에 커플링하도록 본 트랜스듀서 내에 전기적 연결부를 만들기 위한 공정의 다양한 단계를 도시한다.

도 18a-18d는 전선에 커플링하도록 본 트랜스듀서 내에 전기적 연결부를 만들기 위한 공정의 다양한 단계를 도시한다.

도 19는 관통형 전기 접속부를 갖는 본 트랜스듀서의 단면도이다.

도 20a 및 20b는 각각 버튼-유형 액츄에이터 내에서의 용도에 대한, 두께 모드 트랜스듀서 및 전극 패턴의 평면도이다.

도 21은 도 6a 및 6b의 버튼-유형 액츄에이터의 어레이를 채용한 키패드의 상부 절결도를 도시한다.

도 22는 사람 손 형태의 신규한 액츄에이터 내에서 사용하기 위한 두께 모드 트랜스듀서의 평면도를 도시한다.

도 23은 연속 스트립 구성의 두께 모드 트랜스듀서의 평면도를 도시한다.

도 24는 가스켓형 액츄에이터 내에서의 용도에 대한 두께 모드 트랜스듀서의 평면도를 도시한다.

도 25a-25d는 다양한 유형의 가스켓형 액츄에이터를 채용한 터치 스크린의 단면도이다.

도 26a 및 26b는 트랜스듀서의 활성화 및 수동 영역의 상대 위치가 상기 실시양태로부터 역전된 본 발명의 두께 모드 트랜스듀서의 다른 실시양태의 단면도이다.

도 27a-27d는 전기활성 관성 트랜스듀서의 하나의 예를 도시한다.

도 28a는 전기활성 중합체 액츄에이터에 대한 최적의 햅틱 진동수 내에서 작동하도록 청각 신호를 조절하기 위한 회로의 하나의 예를 도시한다.

도 28b는 도 28a의 회로에 의해 필터링된 수정된 햅틱 신호의 하나의 예를 도시한다.

도 28c 및 28f는 단상 및 2상 전기활성 트랜스듀서를 위한 신호를 생성하기 위한 추가의 회로를 도시한다.

도 28e 및 28f는 장치 본체 내에 하나 이상의 전기활성 중합체 액츄에이터를 가지며 관성 질량체에 커플링된 장치의 하나의 예를 도시한다.

도면에 도시된 것으로부터의 본 발명의 변경예가 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030]

발명의 상세한 설명

[0031]

본 발명의 장치, 시스템 및 방법이 이제 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명된다.

[0032]

위에서 기술한 바와 같이, 사용자 인터페이스를 요구하는 장치는 장치의 사용자 스크린 상에서의 햅틱 피드백의 사용에 의해 개선될 수 있다. 도 1a 및 1b는 그러한 장치(190)의 단순한 예를 도시한다. 각각의 장치는 사용자가 데이터를 입력하거나 보기 위한 디스플레이 스크린(232)을 포함한다. 디스플레이 스크린은 장치의 본체 또는 프레임(234)에 커플링된다. 명확하게는, 임의의 개수의 장치가 휴대용 (예컨대, 휴대 전화, 컴퓨터, 제조 장비 등)이든지 다른 비휴대용 구조물 (예컨대, 정보 디스플레이 패널의 스크린, 현금 입출금기 스크린 등)에 고정되든 지에 관계없이 본 발명의 범주 내에 포함된다. 본 발명의 목적으로, 디스플레이 스크린은 터치패드형 장치를 또한 포함할 수 있고, 사용자 입력 또는 상호 작용은 실제 터치패드 (예컨대, 랩탑 컴퓨터 터치패드)로

부터 떨어진 모니터 또는 장소 상에서 발생한다.

- [0033] 다수의 설계 고려 사항은 특히 디스플레이 스크린(232)의 햅틱 피드백을 추구할 때 트랜스듀서의 제작을 위해, "전기활성 중합체"(EAP)로도 불리는, 개선된 유전성 엘라스토머 물질의 선택 및 사용을 선호한다. 이러한 고려 사항은 전위력, 전력 밀도, 전력 변환/소비, 크기, 중량, 비용, 응답 시간, 듀티 사이클, 서비스 요건, 환경적 충격 등을 포함한다. 이와 같이, 많은 용도에서, EAP 기술은 압전 장치, 형상 기억 합금(SMA), 및 모터 및 솔레노이드와 같은 전자기 장치에 대한 이상적인 대체물을 제공한다.
- [0034] EAP 트랜스듀서는 탄성 특징을 가지며 얇은 엘라스토머 유전 물질에 의해 분리된 2개의 얇은 필름 전극을 포함한다. 전압차가 전극에 인가될 때, 반대로 대전된 전극들은 서로 끌어당겨서, 그들 사이의 중합체 유전체 층을 압축시킨다. 전극들이 함께 더 가까이 당겨짐에 따라, 유전성 중합체 필름은 그가 평면 방향으로 팽창하므로 (x 및 y 축 성분이 팽창하므로), 더 얇아진다 (z 축 성분이 수축한다).
- [0035] 도 2a-2b는 디스플레이 스크린 상의 정보, 제어, 또는 자극에 응답하여 사용자에게 의해 물리적으로 터치되는 표면을 갖는 디스플레이 스크린(232)을 갖는 사용자 인터페이스 장치(230)의 일부분을 도시한다. 디스플레이 스크린(232)은 액정 디스플레이(LCD), 유기 발광 다이오드(OLED) 등과 같은 임의의 유형의 터치 패드 또는 스크린 패널일 수 있다. 또한, 인터페이스 장치(230)의 변경예는 이미지가 스크린 상에 전치되는 "더미" 스크린 (예컨대, 프로젝터 또는 영상막)과 같은 디스플레이 스크린(232)을 포함할 수 있고, 스크린은 보편적인 모니터 또는 일반적인 간판 또는 디스플레이와 같은 고정된 정보를 갖는 스크린도 포함할 수 있다.
- [0036] 어떠한 경우에도, 디스플레이 스크린(232)은 프레임(234) (또는 하우징 또는 직접 연결 또는 하나 이상의 접지 요소에 의해 장치에 스크린을 기계적으로 연결하는 임의의 다른 구조물), 및 프레임 또는 하우징(234)에 스크린(232)을 커플링시키는 전기활성 중합체(EAP) 트랜스듀서(236)를 포함한다. 본 명세서에서 기술되는 바와 같이, EAP 트랜스듀서는 스크린(232)의 모서리를 따라 있을 수 있거나, EAP 트랜스듀서의 어레이가 프레임 또는 하우징(234)으로부터 이격된 스크린(232)의 부분과 접촉하여 위치될 수 있다.
- [0037] 도 2a 및 2b는 봉지된 EAP 트랜스듀서(236)가 활성 가스켓을 형성하는 기본적인 사용자 인터페이스 장치를 도시한다. 임의의 개수의 활성 가스켓 EAP(236)가 터치 스크린(232)과 프레임(234) 사이에 커플링될 수 있다. 전형적으로, 충분한 활성 가스켓 EAP(236)가 원하는 햅틱 감각을 생성하도록 제공된다. 그러나, 개수는 흔히 특정 용도에 의존하여 변할 것이다. 장치의 변경예에서, 터치 스크린(232)은 디스플레이 스크린 또는 센서 플레이트를 포함할 수 있다 (디스플레이 스크린은 센서 플레이트 후방에 있을 것임).
- [0038] 도면은 터치 스크린(232)을 불활성 상태와 활성 상태 사이에서 순환시키는 사용자 인터페이스 장치(230)를 도시한다. 도 2a는 터치 스크린(232)이 불활성 상태에 있는 사용자 인터페이스 장치(230)를 도시한다. 그러한 상태에서, 전기장이 EAP 트랜스듀서(236)에 인가되지 않아서, 트랜스듀서가 휴지 상태에 있도록 허용한다. 도 2b는 일부 사용자 입력이 EAP 트랜스듀서(236)를, 트랜스듀서(236)가 디스플레이 스크린(232)을 화살표(238)에 의해 도시된 방향으로 이동하게 하는 활성 상태로 트리거링한 후의 사용자 인터페이스 장치(230)를 도시한다. 대안적으로, 하나 이상의 EAP 트랜스듀서(236)의 변위는 디스플레이 스크린(232)의 방향성 이동을 생성하도록 변할 수 있다 (예컨대, 전체 디스플레이 스크린(232)이 균일하게 이동하기보다는, 스크린(232)의 하나의 영역이 다른 영역보다 더 큰 정도로 변위할 수 있음). 명확하게는, 사용자 인터페이스 장치(230)에 커플링된 제어 시스템이 원하는 진동수로 EAP(236)를 순환시키고/거나 EAP(236)의 변형의 양을 변경하도록 구성될 수 있다.
- [0039] 도 3a 및 3b는 디스플레이 스크린(232)을 보호하도록 기능하는 가요성 멤브레인(240)에 의해 덮인 디스플레이 스크린(232)을 갖는 사용자 인터페이스 장치(230)의 다른 변경예를 도시한다. 다시, 장치는 기부 또는 프레임(234)에 디스플레이 스크린(232)을 커플링시키는 다수의 활성 가스켓 EAP(236)를 포함할 수 있다. 사용자 입력에 응답하여, 스크린(232)은 멤브레인(240)과 함께, 전기장이 EAP(236)에 인가될 때 변위하여, 장치(230)가 활성 상태로 진입하도록 변위를 일으킨다.
- [0040] 도 4는 디스플레이 스크린(232)의 모서리 둘레에 위치된 스프링 편위식 EAP 멤브레인(242)을 갖는 사용자 인터페이스 장치(230)의 추가의 변경예를 도시한다. EAP 멤브레인(242)은 스크린의 주변부 둘레에 또는 스크린이 사용자에게 햅틱 피드백을 생성하도록 허용하는 위치 내에만 위치될 수 있다. 이러한 변경예에서, 수동 순응성 가스켓 또는 스프링(244)이 스크린(232)에 대항하여 힘을 제공하여, EAP 멤브레인(242)을 인장 상태에 둔다. 멤브레인(242)에 전기장을 제공할 때 (다시, 신호가 사용자 입력에 의해 발생되면), EAP 멤브레인(242)은 이완되어 스크린(232)의 변위를 일으킨다. 화살표(246)에 의해 표시된 바와 같이, 사용자 입력 장치(230)는 가스켓(244)에 의해 제공되는 편위에 대해 임의의 방향으로 스크린(232)의 이동을 생성하도록 구성될 수 있다. 또한,

일부 EAP 멤브레인(242)의 작동은 스크린(232)의 불균일 이동을 생성한다.

- [0041] 도 5는 사용자 인터페이스 장치(230)의 또 다른 변경예를 도시한다. 이러한 예에서, 디스플레이 스크린(232)은 다수의 순응성 가스켓(244)을 사용하여 프레임(234)에 커플링되고, 디스플레이(232)를 위한 구동력은 다수의 EAP 액추에이터 다이어프램(248)이다. EAP 액추에이터 다이어프램(248)은 스프링 편위식이고, 전기장의 인가 시에, 디스플레이 스크린을 구동할 수 있다. 도시된 바와 같이, EAP 액추에이터 다이어프램(248)은 스프링의 각 면 상에서 대향하는 EAP 멤브레인을 갖는다. 그러한 구성에서, EAP 액추에이터 다이어프램(248)의 대향 면들을 활성화하는 것은 중립 점에서 어셈블리를 강성으로 만든다. EAP 액추에이터 다이어프램(248)은 사람의 팔의 이동을 제어하는 대향하는 이두박근 및 삼두박근처럼 작동한다. 도시되지는 않았지만, 미국 특허 출원 제 11/085,798호 및 제 11/085,804호에 개시되어 있는 바와 같이, 액추에이터 다이어프램(248)은 2상 출력 작용을 제공하고/거나 더 강한 용도에서의 사용을 위해 출력을 증폭시키도록 적층될 수 있다.
- [0042] 도 6a 및 6b는 EAP 필름(242) 내에 주름 또는 접힘부를 수용하도록 다수의 지점 또는 접지 요소(252)에서 디스플레이(232)와 프레임(234) 사이에 커플링된 EAP 멤브레인 또는 필름(242)을 갖는 사용자 인터페이스(230)의 다른 변경예를 도시한다. 도 6b에 도시된 바와 같이, EAP 필름(242)에 대한 전기장의 인가는 주름의 방향으로의 변위를 일으키고, 프레임(234)에 대해 디스플레이 스크린(232)을 변형시킨다. 사용자 인터페이스(230)는 디스플레이(232)와 프레임(234) 사이에 커플링된 편위 스프링(250) 및/또는 디스플레이 스크린(232)의 일부분 (또는 전부)를 덮는 가요성 보호 멤브레인(240)을 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0043] 위에서 논의된 도면들은 EAP 필름 또는 트랜스듀서를 채용하는 그러한 촉각 피드백 장치의 예시적인 구성을 개략적으로 도시하는 것으로 기술되었다. 많은 변경예가 본 발명의 범주 내에 있고, 예를 들어, 장치의 변경예에서, EAP 트랜스듀서는 전체 스크린 또는 패드 어셈블리보다는 센서 플레이트 또는 요소 (예컨대, 사용자 입력 시에 트리거링되고 EAP 트랜스듀서에 신호를 제공하는 것)만을 이동시키도록 구현될 수 있다.
- [0044] 임의의 용도에서, EAP 부재에 의한 디스플레이 스크린 또는 센서 플레이트의 피드백 변위는 전적으로 촉각 이동으로서 감지되는 평면내일 수 있거나, (수직 변위로서 감지되는) 평면외일 수 있다. 대안적으로, EAP 트랜스듀서 재료는 플레이트 요소의 각도 변위를 제공하기 위해 주소 지정/이동 가능한 섹션들을 독립적으로 제공하도록 단편화될 수 있다. 또한, 임의의 개수의 EAP 트랜스듀서 또는 필름이 (상기에 열거된 특허 출원 및 특허에 개시되어 있는 바와 같이) 본 명세서에서 설명되는 사용자 인터페이스 장치 내에 통합될 수 있다.
- [0045] 본 명세서에서 설명되는 장치의 변경예는 장치의 전체 센서 플레이트 (또는 디스플레이 스크린)이 촉각 피드백 요소로서 작용하도록 허용한다. 이는 광범위한 유연성을 허용한다. 예를 들어, 스크린은 가상 키 스트로크에 응답하여 한번 반발할 수 있거나, 스크린 상의 슬라이드 바와 같은 스크롤 요소에 대해 응답하여 연속된 반발을 출력할 수 있어서, 스크롤 휠의 기계적 멈춤쇠를 효과적으로 모의한다. 제어 시스템의 사용에 의해, 3차원 아웃라인(outline)이 스크린 상의 사용자 손가락의 정확한 위치를 판독하고 스크린 패널을 이에 따라 3D 구조를 모의하도록 이동시킴으로써 합성될 수 있다. 충분한 스크린 변위 및 스크린의 상당한 질량이 주어지면, 스크린의 반복된 오실레이션은 휴대 전화의 진동 기능을 대체할 수도 있다. 그러한 기능성은 텍스트의 브라우징(browsing)에 적용될 수 있고, 이때 텍스트의 1줄의 스크롤링(수직)이 촉각적 "요철"에 의해 표현되어 멈춤쇠를 모의한다. 비디오 게임의 맥락에서, 본 발명은 종래 기술의 비디오 게임 시스템에서 채용된 오실레이팅 진동 모터에 대해 증가된 상호 작용 및 더 미세한 움직임을 제공한다. 터치 패드의 경우에, 사용자 상호 작용 및 접근성이 물리적 암시신호를 제공함으로써, 특히 시각 장애인에 대해 개선될 수 있다.
- [0046] EAP 트랜스듀서는 인가된 전압에 비례하여 변위하도록 구성될 수 있고, 이는 본 촉각 피드백 장치와 함께 사용되는 제어 시스템의 프로그래밍을 용이하게 한다. 예를 들어, 소프트웨어 알고리즘이 픽셀 그레이스케일을 EAP 트랜스듀서 변위로 변환시킬 수 있고, 이에 의해 스크린 커서의 팁 아래의 픽셀 그레이스케일 값이 연속적으로 측정되고, EAP 트랜스듀서에 의한 비례 변위로 변환된다. 터치 패드를 가로질러 손가락을 이동시킴으로써, 거친 3D 질감을 느끼거나 감지할 수 있다. 유사한 알고리즘이 웹 페이지 상에서 적용될 수 있고, 이때 아이콘의 경계는 아이콘 위에서 손가락을 이동시킬 때, 페이지 질감의 요철 또는 버징(buzzing) 버튼으로서 사용자에게 피드백된다. 정상 사용자에게 대해, 이는 웹 서핑 중에 완전히 새로운 감각 경험을 제공할 것이고, 시각 장애인에 대해, 이는 필수적인 피드백을 추가할 것이다.
- [0047] EAP 트랜스듀서는 다수의 이유로 그러한 용도에 대해 이상적이다. 예를 들어, 그의 가벼운 중량 및 최소 구성 요소들 때문에, EAP 트랜스듀서는 매우 낮은 프로파일을 제공하고, 이와 같이 감각/햅틱 피드백 용도에서의 사용에 대해 이상적이다.

- [0048] 도 7a 및 7b는 EAP 필름 또는 멤브레인(10) 구조물의 하나의 예를 도시한다. 얇은 엘라스토머 유전체 필름 또는 층(12)이 순응성 또는 연신 가능 전극 플레이트 또는 층(14, 16) 사이에 삽입되어, 용량성 구조물 또는 필름을 형성한다. 유전체 층과 복합 구조물의 길이("l") 및 폭("w")은 구조물의 두께("t")보다 훨씬 더 크다. 전형적으로, 유전체 층은 약 10 μm 내지 약 100 μm 범위 내의 두께를 갖고, 구조물의 총 두께는 약 25 μm 내지 약 10 cm의 범위 내이다. 추가로, 전극이 액츄에이터에 기여하는 추가의 강성이 상대적으로 낮은 탄성 계수를 갖는 유전체 층(12)의 강성보다 대체로 더 낮고, 즉 약 100 MPa보다 더 낮고 더욱 전형적으로 약 10 MPa보다 더 낮지만, 각각의 전극보다 더 두꺼울 수 있도록, 전극(14, 16)의 탄성 계수, 두께, 및/또는 미세 기하학적 형상을 선택하는 것이 바람직하다. 이러한 순응성 용량성 구조물과 함께 사용하기에 적합한 전극은 기계적 피로로 인한 파손이 없이 약 1%보다 더 큰 주기적 스트레인을 견딜 수 있는 것이다.
- [0049] 도 7b에서 보이는 바와 같이, 전압이 전극을 가로질러 인가될 때, 2개의 전극(14, 16) 내의 상이한 전하가 서로 끌어 당겨지고, 이러한 정전기 인력은 (Z 축을 따라) 유전체 필름(12)을 압축시킨다. 유전체 필름(12)은 이에 의해 전기장의 변화에 의해 변형된다. 전극(14, 16)이 순응성이므로, 이들은 유전체 층(12)과 함께 형상을 변화시킨다. 일반적으로, 변형은 유전체 필름(12)의 일부분의 임의의 변위, 팽창, 수축, 비틀림, 선 또는 면적 스트레인, 또는 임의의 다른 변형을 말한다. 용량성 구조물(10)이 채용되는 형상 맞춤 구성, 예컨대 프레임(집합적으로, "트랜스듀서"로 불림)에 의존하여, 이러한 변형은 기계적 작업을 생성하도록 사용될 수 있다. 여러 상이한 트랜스듀서 구성이 기술한 특허 참조 문헌에 개시되고 설명되어 있다.
- [0050] 전압이 인가되면, 트랜스듀서 필름(10)은 기계적 힘이 변형을 구동하는 정전기 힘과 균형을 이룰 때까지 계속하여 변형된다. 기계적 힘은 유전체 층(12)의 탄성 복원력, 전극(14, 16)의 순응성 또는 연신성, 및 트랜스듀서(10)에 커플링된 장치 및/또는 부하에 의해 제공되는 임의의 외부 저항을 포함한다. 인가된 전압의 결과인 트랜스듀서(10)의 결과적인 변형은 또한 엘라스토머 물질의 유전 상수 및 그의 크기 및 강성과 같은 다수의 다른 인자에 의존할 수 있다. 전압차 및 유도된 전하의 제거는 반대 효과를 일으킨다.
- [0051] 몇몇 경우에, 전극(14, 16)은 필름의 총 면적에 대해 유전체 필름(12)의 제한된 부분을 덮을 수 있다. 이는 유전체의 모서리 둘레에서의 전기적 파괴를 방지하거나 그의 소정의 부분 내에서 맞춤화형 변형을 달성하도록 행해질 수 있다. 활성 영역 외부의 유전 물질(활성 영역은 그러한 부분의 변형을 가능케 하기에 충분한 정전기 힘을 갖는 유전 물질의 부분임)은 변형 중에 활성 영역 상에서 외부 스프링력으로서 작용하게 될 수 있다. 더 구체적으로, 활성 영역 외부의 재료는 그의 수축 또는 팽창에 의해 활성 영역 변형에 저항하거나 향상시킬 수 있다.
- [0052] 유전체 필름(12)은 예비 스트레인될 수 있다. 예비 스트레인은 전기 에너지와 기계적 에너지 사이의 변환을 개선하고, 즉 예비 스트레인은 유전체 필름(12)이 더 많이 변형하여 더 큰 기계적 작업을 제공하도록 허용한다. 필름의 예비 스트레인은 예비 스트레인 이전의 일 방향으로의 치수에 대한 예비 스트레인 이후의 일 방향으로의 치수의 변화로서 설명될 수 있다. 예비 스트레인은 유전체 필름의 탄성 변형을 포함할 수 있고, 예를 들어, 인장 시에 필름을 연신시키고 연신된 상태에서 모서리들 중 하나 이상을 고정시킴으로써 형성될 수 있다. 예비 스트레인은 필름의 경계에 또는 필름의 일부분에 대해서만 부여될 수 있고, 강성 프레임을 사용함으로써 또는 필름의 일부분은 강화시킴으로써 구현될 수 있다.
- [0053] 도 7a 및 7b의 트랜스듀서 구조 및 다른 유사한 순응성 구조와 그의 구성의 세부는 본 명세서에 개시된 참조된 특허 및 간행물들 중 많은 것에 더 상세하게 설명되어 있다.
- [0054] 위에서 설명된 EAP 필름에 추가하여, 감각 또는 햅틱 피드백 사용자 인터페이스 장치는 촉방 이동을 생성하도록 설계된 EAP 트랜스듀서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 다양한 구성요소가, 도 8a 및 8b에 도시된 바와 같이 위에서부터 아래로, (위에서 기술한 바와 같이) 전기 에너지를 기계적 에너지로 변환시키는 탄성 필름 형태의 전기활성 중합체(EAP) 트랜스듀서(10)를 갖는 액츄에이터(30)를 포함한다. 결과적인 기계적 에너지는 여기서 디스크(28) 형태인 출력 부재의 물리적 "변위"의 형태이다.
- [0055] 도 9a-9c를 참조하면, EAP 트랜스듀서 필름(10)은 얇은 탄성 전극(32a, 32b; 34a, 34b)의 2개의 작동 쌍을 포함하고, 여기서 각각의 작동 쌍은 (예컨대, 아크릴레이트, 실리콘, 우레탄, 열가소성 엘라스토머, 탄화수소 고무, 함불소 엘라스토머 등으로 만들어진) 엘라스토머 유전성 중합체(26)의 얇은 층에 의해 분리된다. 전압차가 각각의 작동 쌍의 반대 전하 전극을 가로질러 (즉, 전극(32a, 32b)을 가로질러 그리고 전극(34a, 34b)을 가로질러) 인가될 때, 대향 전극들은 서로 끌어당겨서 그들 사이의 유전성 중합체 층(26)을 압축시킨다. 전극들이 함께 더 가까이 당겨짐에 따라, 유전성 중합체(26)는 그가 평면 방향으로 팽창하므로 (즉, x 및 y 축 성분이 팽창하므로) 더 얇아진다 (즉, z 축 성분이 수축한다) (축 기준에 대해서는 도 9b 및 9c 참조). 또한, 각각의 전극

을 가로질러 분포되는 유사 전하가 그러한 전극 내에 매립된 전도성 입자들이 서로 밀어내게 하여, 탄성 전극 및 유전체 필름의 팽창에 기여한다. 유전체 층(26)은 이에 의해 전기장의 변화에 의해 변형된다. 전극 재료가 또한 순응성이므로, 전극 층은 유전체 층(26)과 함께 형상을 변화시킨다. 일반적으로, 변형은 유전체 층(26)의 일부분의 임의의 변위, 팽창, 수축, 비틀림, 선 또는 면적 스트레인, 또는 임의의 다른 변형을 말한다. 이러한 변형은 기계적 작업을 생성하도록 사용될 수 있다.

[0056] 트랜스듀서(20) 제작 시에, 탄성 필름이 2개의 대향하는 강성 프레임 면(8a, 8b)에 의해 연신되고 예비 스트레인이 된 상태로 유지된다. 예비 스트레인은 중합체 층(26)의 유전 강도를 개선하여, 전기 에너지와 기계적 에너지 사이의 변환을 개선하고, 즉 예비 스트레인은 필름이 더 많이 변형되고 더 큰 기계적 작업을 제공하도록 허용하는 것이 관찰되었다. 전형적으로, 전극 재료는 중합체 층을 예비 스트레인이 된 후에 도포되지만, 미리 도포될 수도 있다. 본 명세서에서 동일면 전극 쌍으로 불리는 층(26)의 동일한 면 상에 제공된 2개의 전극, 즉 유전체 층(26)의 상부 면(26a) 상의 전극(32a, 34a)(도 9b 참조) 및 유전체 층(26)의 하부 면(26b) 상의 전극(32b, 34b)(도 9c 참조)은 불활성 영역 또는 갭(25)에 의해 서로로부터 전기적으로 절연된다. 중합체 층의 대향 면들 상의 대향 전극들이 작동 전극 쌍의 2개의 세트, 즉 하나의 작동 전극 쌍에 대한 전극(32a, 32b) 및 다른 작동 전극 쌍에 대한 전극(34a, 34b)을 형성한다. 각각의 동일면 전극 쌍은 바람직하게는 동일한 극성을 갖고, 각각의 작동 전극 쌍의 전극들의 극성은 서로 반대이고, 즉 전극(32a, 32b)은 반대로 대전되고, 전극(34a, 34b)은 반대로 대전된다. 각각의 전극은 전압원(도시되지 않음)에 대한 전기적 연결을 위해 구성된 전기 접속 부분(35)을 갖는다.

[0057] 도시된 실시양태에서, 전극 각각은 반원형 구성을 갖고, 여기서 동일면 전극 쌍은 유전체 층(26)의 각각의 면 상에서 중심 배치된, 강성 출력 디스크(20a, 20b)를 수용하기 위한 실질적으로 원형인 패턴을 형성한다. 기능이 아래에서 설명되는 디스크(20a, 20b)는 중합체 층(26)의 중심 노출된 외측 표면(26a, 26b)에 고정되어, 그들 사이에 층(26)을 삽입한다. 디스크와 필름 사이의 커플링은 기계식이거나 접착 결합에 의해 제공될 수 있다. 일반적으로, 디스크(20a, 20b)는 트랜스듀서 프레임(22a, 22b)에 대해 크기가 결정될 것이다. 더 구체적으로, 프레임의 내측 환상 직경에 대한 디스크 직경의 비율은 트랜스듀서 필름(10)에 인가되는 응력을 적절하게 분배하도록 될 것이다. 프레임 직경에 대한 디스크 직경의 비율이 클수록, 피드백 신호의 힘 또는 이동은 더 크고, 디스크의 선형 변위는 더 낮다. 대안적으로, 비율이 낮을수록, 출력 힘은 더 낮고, 선형 변위는 더 크다.

[0058] 전극 구성에 의존하여, 트랜스듀서(10)는 단상 또는 2상 모드로 기능할 수 있다. 구성된 방식에서, 위에서 설명된 본 감각 피드백 장치의 출력 구성요소, 즉 2개의 커플링된 디스크(20a, 20b)의 기계적 변위는 수직이 아닌 측방이다. 바꾸어 말하면, 감각 피드백 신호가 사용자 인터페이스의 디스플레이 표면(232)에 대해 직각이고 (반대 또는 상향 방향으로의) 사용자 손가락(38)에 의해 인가되는 (도 10에서 화살표(60a)에 의해 표시된) 입력 힘에 대해 평행한 방향으로의 힘인 것 대신에, 본 발명의 감각/햅틱 피드백 장치의 (도 10에서 양방향 화살표(60b)에 의해 표시된) 감지되는 피드백 또는 출력 힘은 디스플레이 표면(232)에 대해 평행하고 입력 힘(60a)에 대해 직각 방향이다. 트랜스듀서(10)의 평면에 대해 직각인 축에 대한 그리고 트랜스듀서가 작동되는 디스플레이 표면(232) 모드(즉, 단상 또는 2상)의 위치에 대한 전극 쌍의 회전 정렬에 의존하여, 이러한 측방 이동은 360° 이내에서 임의의 방향 또는 방향들일 수 있다. 예를 들어, 측방 피드백 운동은 사용자 손가락 (또는 손하부 또는 피지 등)의 전방 방향에 대해 측면 방향 또는 상하 방향일 수 있다 (양자는 2상 작동임). 본 기술 분야의 당업자가 햅틱 피드백 장치의 접촉 표면에 대해 횡방향이거나 직각인 피드백 변위를 제공하는 소정의 다른 액츄에이터 구성을 인식할 것이지만, 이렇게 구성된 장치의 전체 프로파일은 전술한 설계보다 더 클 수 있다.

[0059] 도 9d-9g는 장치의 디스플레이 스크린을 가로질러 위치될 수 있는 전기활성 중합체의 어레이의 하나의 예를 도시한다. 이러한 예에서, EAP 필름 어레이(200)(도 9f 참조)의 전압 및 접지 축(200a, 200b)이 각각 본 발명이 측각 피드백 장치 내에서 사용하기 위한 EAP 액츄에이터의 어레이 내에서 사용된다. 필름 어레이(200)는 공간 및 전력 효율을 증가시키고 제어 회로를 단순화하기 위한 매트릭스 구성으로 제공되는 전극 어레이를 포함한다. EAP 필름 어레이의 고전압 축(200a)은 유전체 필름(208) 물질 상에서 (도 9d에 도시된 방향에 따르면) 수직으로 이어지는 전극 패턴(202)을 제공한다. 각각의 패턴(202)은 한 쌍의 고전압 라인(202a, 202b)을 포함한다. EAP 필름 어레이의 대향 또는 접지 축(200b)은 고전압 전극에 대해 횡방향으로, 즉 수평으로 이어지는 전극 패턴(206)을 제공한다. 각각의 패턴(206)은 한 쌍의 접지 라인(206a, 206b)을 포함한다. 대향하는 고전압 및 접지 라인(202a, 206a; 202b, 206b)의 각각의 쌍은 대향 전극 쌍의 활성화가 화살표(212)에 의해 도시된 방향으로의 2상 출력 운동을 제공하도록 분리되어 활성화 가능한 전극 쌍을 제공한다. (유전체 필름(208)의 상부 및 하부

면 상의 전극들의 교차 패턴을 예시하는) 조립된 EAP 필름 어레이(200)가 EAP 트랜스듀서(222)의 어레이(204)의 분해도로 도 9f에서 제공되고, EAP 트랜스듀서의 어레이는 도 9g에서 그의 조립된 형태로 도시되어 있다. EAP 필름 어레이(200)는 대향하는 프레임 어레이(214a, 214b) 사이에 삽입되고, 2개의 어레이 각각 내의 각각의 개별 프레임 세그먼트(216)는 개방 영역 내의 중심 위치된 출력 디스크(218)에 의해 형성된다. 프레임/디스크 세그먼트(216) 및 전극 구성의 각각의 조합은 EAP 트랜스듀서(222)를 형성한다. 원하는 액츄에이터의 용도 및 유형에 의존하여, 구성요소들의 추가의 층이 트랜스듀서 어레이(204)에 추가될 수 있다. 트랜스듀서 어레이(220)는 예를 들어, 디스플레이 스크린, 센서 표면, 또는 터치 패드와 같은 사용자 인터페이스 어레이 내에 전체적으로 통합될 수 있다.

[0060] 각각/햅틱 피드백 장치(2)를 단상 모드로 작동시킬 때, 액츄에이터(30)의 전극의 단지 하나의 작동 쌍이 임의의 일 시점에서 활성화된다. 액츄에이터(30)의 단상 작동은 단일 고전압 전원을 사용하여 제어될 수 있다. 단일 선택된 작동 전극 쌍에 인가되는 전압이 증가됨에 따라, 트랜스듀서 필름의 활성화된 부분(반부)이 팽창할 것이고, 이에 의해 출력 디스크(20)를 트랜스듀서 필름의 불활성 부분의 방향으로 평면내에서 이동시킨다. 도 11a는 2개의 작동 전극 쌍을 단상 모드로 교대로 활성화할 때의 중립 위치에 대한 액츄에이터(30)의 각각 피드백 신호(즉, 출력 디스크 변위)의 힘-스트로크 관계를 도시한다. 도시된 바와 같이, 출력 디스크의 각각의 힘 및 변위는 서로 동일하지만 반대 방향이다. 도 11b는 이러한 단상 모드로 작동될 때의 액츄에이터의 출력 변위에 대한 인가 전압의 결과적인 비선형 관계를 도시한다. 공유된 유전체 필름에 의한 2개의 전극 쌍의 "기계적" 커플링은 출력 디스크를 반대 방향으로 이동시키도록 될 수 있다. 따라서, 양 전극 쌍이 작동될 때, 서로 독립적일 지라도, 제1 작동 전극 쌍에 대한 전압의 인가(위상 1)는 출력 디스크(20)를 일 방향으로 이동시킬 것이고, 제2 작동 전극 쌍에 대한 전압의 인가(위상 2)는 출력 디스크(20)를 반대 방향으로 이동시킬 것이다. 도 11b의 다양한 그래프가 반영하는 바와 같이, 전압이 선형으로 변경됨에 따라, 액츄에이터의 변위는 비선형이다. 변위 중의 출력 디스크의 가속은 또한 햅틱 피드백 효과를 향상시키기 위해 2개의 위상의 동기화된 작동을 통해 제어될 수 있다. 액츄에이터는 또한 출력 디스크의 더 복잡한 운동을 가능케 하도록 독립적으로 활성화될 수 있는 2개 초과 위상으로 분할될 수 있다.

[0061] 출력 부재 또는 구성요소의 더 큰 변위를 이루고, 사용자에게 더 큰 각각 피드백 신호를 제공하기 위해, 액츄에이터(30)는 2상 모드로, 즉 액츄에이터의 양 부분을 동시에 활성화하여 작동된다. 도 12a는 액츄에이터가 2상 모드로 작동될 때의 출력 디스크의 각각 피드백 신호의 힘-스트로크 관계를 도시한다. 도시된 바와 같이, 이러한 모드에서의 액츄에이터의 2개의 부분(32, 34)의 힘 및 스트로크는 동일한 방향이고, 단상 모드로 작동될 때의 액츄에이터의 힘 및 스트로크보다 2배 크기를 갖는다. 도 12b는 이러한 2상 모드로 작동될 때의 액츄에이터의 출력 변위에 대한 인가 전압의 결과적인 선형 관계를 도시한다. 도 13의 블록 선도(40)에 도시된 방식에서와 같이, 액츄에이터의 기계적으로 커플링된 부분(32, 34)을 연속하여 전기적으로 연결하고, 그들의 공통 노드(55)를 제어함으로써, 공통 노드(55)의 전압과 (임의의 구성의) 출력 부재의 변위 (또는 차단력) 사이의 관계는 선형 상관 관계에 접근한다. 이러한 작동 모드에서, 액츄에이터(30)의 2개의 부분(32, 34)의 비선형 전압 응답은 서로 효과적으로 소거되어 선형 전압 응답을 생성한다. 제어 회로(44) 및 액츄에이터의 각각의 부분에 대해 하나씩인 스위치 어셈블리(46a, 46b)의 사용에 의해, 이러한 선형 관계는 액츄에이터의 성능이 제어 회로에 의해 스위치 어셈블리에 공급되는 다양한 유형의 파형의 사용에 의해 미세 조절되고 변조되도록 허용한다. 회로(40)를 사용하는 다른 이점은 각각 피드백 장치를 작동시키기 위해 필요한 스위치 회로 및 전원의 개수를 감소시키는 능력이다. 회로(40)의 사용이 없으면, 2개의 독립된 전원 및 4개의 스위치 어셈블리가 요구될 것이다. 따라서, 회로의 복잡성 및 비용이 감소되고, 제어 전압과 액츄에이터 변위 사이의 관계가 개선, 즉 더 선형이 된다.

[0062] 다양한 유형의 메커니즘이 원하는 각각 피드백(60b)을 이루기 위해 사용자로부터의 입력 힘(60a)을 전달하도록 채용될 수 있다 (도 10 참조). 예를 들어, 용량성 또는 저항성 센서(50)(도 13 참조)가 사용자에게 의해 입력되는 사용자 접촉 표면 상에 가해지는 기계적 힘을 감지하도록 사용자 인터페이스 패드(4) 내에 수용될 수 있다. 센서(50)로부터의 전기적 출력(52)은 제어 회로(44)에 공급되고, 이는 결국 스위치 어셈블리(46a, 46b)가 제어 회로에 의해 제공되는 모드 및 파형에 따라 전원(42)으로부터 각각 피드백 장치의 각각의 트랜스듀서 부분(32, 34)으로 전압을 인가하도록 트리거링한다.

[0063] 본 발명의 다른 변경에는 EAP 필름 상에서 발생할 수 있는 습기 또는 수분 응축의 임의의 효과를 최소화하기 위한 EAP 액츄에이터의 밀폐식 밀봉을 포함한다. 아래에서 설명되는 다양한 실시양태에 대해, EAP 액츄에이터는 촉각 피드백 장치의 다른 구성요소로부터 실질적으로 분리되어 장벽 필름 내에 밀봉된다. 장벽 필름 또는 케이싱은 밀봉된 필름 내로의 수분의 누출을 최소화하기 위해 바람직하게는 열 밀봉되는 호일 등으로 만들어질 수

있다. 장벽 필름 또는 케이싱의 일부는 케이싱 내부의 액츄에이터의 케이싱 외부의 지점에 대한 개선된 기계적 커플링을 허용하도록 순응성 재료로 만들어질 수 있다. 이러한 장치 실시양태 각각은 밀폐식으로 밀봉된 액츄에이터 패키지 내에서의 임의의 훼손을 최소화하면서, 사용자 입력 표면, 예컨대 키패드의 접촉 표면에 대한 액츄에이터의 출력 부재의 피드백 운동의 커플링을 가능케 한다. 사용자 인터페이스 접촉 표면에 액츄에이터의 운동을 커플링시키기 위한 다양한 예시적인 수단이 또한 제공된다. 방법론에 관하여, 본 방법은 설명된 장치의 사용과 관련된 기구 및/또는 활동 각각을 포함할 수 있다. 이와 같이, 설명된 장치의 사용에 관계된 방법론이 본 발명의 일부를 형성한다. 다른 방법은 그러한 장치의 제작에 초점을 맞출 수 있다.

[0064] 도 14a는 사용자 입력 장치(190)에 커플링된 EAP 액츄에이터(204)의 평면 어레이의 하나의 예를 도시한다. 도시하는 바와 같이, EAP 액츄에이터(204)의 어레이는 스크린(232)의 일부분을 덮고, 스탠드오프(256)를 거쳐 장치(190)의 프레임(234)에 커플링된다. 이러한 변경예에서, 스탠드오프(256)는 액츄에이터(204) 및 스크린(232)의 이동을 위한 클리어런스를 허용한다. 장치(190)의 하나의 변경예에서, 액츄에이터(204)의 어레이는 원하는 용도에 의존하여 사용자 인터페이스 표면 또는 스크린(232) 후방의 복수의 이산된 액츄에이터 또는 액츄에이터의 어레이일 수 있다. 도 14b는 도 14a의 장치(190)의 저면도를 도시한다. 화살표(254)에 의해 도시된 바와 같이, EAP 액츄에이터(204)는 스크린(232)에 대해 수직인 방향으로의 이동에 대한적으로 또는 그와 조합하여 축을 따른 스크린(232)의 이동을 허용할 수 있다.

[0065] 지금까지 설명된 트랜스듀서/액츄에이터 실시양태는 EAP 트랜스듀서 필름의 활성 영역 (즉, 중첩 전극들을 포함하는 영역) 및 불활성 영역에 커플링된 수동 층(들)을 갖는다. 트랜스듀서/액츄에이터가 또한 강성 출력 구조물을 채용한 경우에, 그러한 구조물은 활성 영역 위에서 상주하는 수동 층의 영역 위에 위치되었다. 아울러, 이러한 실시양태의 활성/활성화 가능 영역은 불활성 영역에 대해 중심에 위치되었다. 본 발명은 다른 트랜스듀서/액츄에이터 구성을 또한 포함한다. 예를 들어, 수동 층(들)은 활성 영역만을 또는 불활성 영역만을 덮을 수 있다. 추가로, EAP 필름의 불활성 영역은 활성 영역에 대해 중심에 위치될 수 있다.

[0066] 도 15a 및 15b를 참조하면, 본 발명의 일 실시양태에 따른, 전기 에너지를 기계적 에너지로 변환시키기 위한 표면 변형 EAP 액츄에이터(10)의 개략도가 제공된다. 액츄에이터(10)는 얇은 엘라스토머 유전성 중합체 층(14) 및 각각 그의 상부 및 하부 표면의 일부 상에서 유전체(14)에 부착된 상부 및 하부 전극(16a, 16b)을 갖는 EAP 트랜스듀서(12)를 포함한다. 유전체 및 적어도 2개의 전극을 포함하는 트랜스듀서(12)의 부분은 본 명세서에서 활성 영역으로 불린다. 본 발명의 트랜스듀서들 중 임의의 하나는 하나 이상의 활성 영역을 가질 수 있다.

[0067] 전압차가 반대로 대전된 전극(16a, 16b)을 가로질러 인가될 때, 반대 전극들은 서로 끌어당겨서, 그들 사이의 유전성 중합체 층(14)의 부분을 압축시킨다. 전극(16a, 16b)이 (z 축을 따라) 함께 더 가까이 당겨짐에 따라, 이들 사이의 유전체 층(14)의 부분은 그가 (x 및 y 축을 따라) 평면 방향으로 팽창하므로 더 얇아진다. 비압축성 중합체, 즉 응력 하에서 실질적으로 일정한 체적을 갖는 중합체에 대해 또는 프레임 등 내의 다른 압축 가능한 중합체에 대해, 이러한 작용은 활성 영역 (즉, 전극에 의해 덮인 영역) 외부의, 특히 활성 영역의 모서리의 주변부 둘레의, 즉 바로 둘레의 순응성 유전 물질이 (트랜스듀서 필름에 의해 형성된 평면에 대해 직교) 두께 방향으로 평면외로 변위되거나 부풀게 한다. 이러한 부풀음은 유전성 표면 특징부(24a-24d)를 생성한다. 평면외 표면 특징부(24)가 활성 영역에 대해 상대적으로 국소적으로 도시되어 있지만, 평면외 특징부는 도시된 바와 같이 항상 국소화되는 것은 아니다. 몇몇 경우에, 중합체가 예비 스트레인되면, 표면 특징부(24a-24b)는 유전 물질의 불활성 부분의 표면 영역 위에 분포된다.

[0068] 본 트랜스듀서의 표면 특징부의 수직 프로파일 및/또는 가시성을 증폭시키기 위해, 선택적인 수동 층이 트랜스듀서 필름 구조물의 하나 또는 양 면에 추가될 수 있고, 여기서 수동 층은 EAP 필름 표면 영역의 전부 또는 일부분을 덮는다. 도 15a 및 15b의 액츄에이터 실시양태에서, 상부 및 하부 수동 층(18a, 18b)은 EAP 필름(12)의 상부 및 하부 면에 각각 부착된다. 액츄에이터의 활성화 및 유전체 층(12)의 결과적인 표면 특징부(24a-24d)는 도 15b에서 도면 부호(26a-26d)에 의해 표시된 바와 같이, 수동 층(18a, 18b)의 추가된 두께에 의해 증폭된다.

[0069] 상승된 중합체/수동 층 표면 특징부(26a-26d)에 추가하여, EAP 필름(12)은 하나 또는 양 전극(16a, 16b)이 유전체 층의 두께 아래로 만입되도록 구성될 수 있다. 이와 같이, 만입된 전극 또는 그의 일부는 EAP 필름(12)의 작동 및 유전 물질(14)의 결과적인 변형 시에 전극 표면 특징부를 제공한다. 전극(16a, 16c)은 중합체 표면 특징부, 전극 표면 특징부, 및/또는 수동 층 표면 특징부를 포함할 수 있는 맞춤형형 트랜스듀서 필름 표면 특징부를 생성하도록 패턴화되거나 설계될 수 있다.

[0070] 도 15a 및 15b의 액츄에이터 실시양태(10)에서, 하나 이상의 구조물(20a, 20b)이 순응성 수동 슬래브와 강성 기계적 구조물 사이에서 작업을 커플링시키고 액츄에이터의 작업 출력을 유도하는 것을 용이하게 하도록

제공된다. 여기서, (플랫폼, 바, 레버, 로드 등의 형태일 수 있는) 상부 구조물(20a)은 출력 부재로서 작용하고, 하부 구조물(20b)은 접지부와 같은 고정되거나 강성인 구조물(22)에 액츄에이터(10)를 커플링시키도록 역할한다. 이러한 출력 구조물은 이산된 구성요소들일 필요가 없고, 액츄에이터가 구동하도록 의도된 구조물과 통합되거나 일체일 수 있다. 구조물(20a, 20b)은 또한 수동 층(18a, 18b)에 의해 형성된 표면 특징부(26a-26d)의 주변부 또는 형상을 형성하도록 역할한다. 도시된 실시양태에서, 집합적 액츄에이터 스택이 도 15b에 도시된 바와 같이, 액츄에이터의 불활성 부분의 두께의 증가를 생성하지만, 작동 시에 액츄에이터가 겪는 높이의 실효 변화(Δh)는 마이너스이다.

[0071] 본 발명의 EAP 트랜스듀서는 원하는 두께 모드 작동을 제공하기 위한 임의의 적합한 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 하나 초과의 EAP 필름 층이 통합된 감지 능력을 갖는 키보드 키와 같은 더 복잡한 용도에서 사용하기 위한 트랜스듀서를 제작하는데 사용될 수 있고, 여기서 추가의 EAP 필름 층이 용량성 센서로서 채용될 수 있다.

[0072] 도 16a는 본 발명에 따른 이중 EAP 필름 층(34)을 갖는 적층된 트랜스듀서(32)를 채용한 액츄에이터(30)를 도시한다. 이중 층은 2개의 유전성 엘라스토머 필름을 포함하고, 상부 필름(34a)은 각각 상부 및 하부 전극(34b, 34c) 사이에 삽입되고, 하부 필름(36a)은 각각 상부 및 하부 전극(36b, 36c) 사이에 삽입된다. 전도성 트레이스 또는 층(일반적으로, "버스 바(bus bar)"로 불림)의 쌍이 전원의 고전압 측 및 접지 측(도시되지 않음)에 전극을 커플링시키기 위해 제공된다. 버스 바는 각각의 EAP 필름의 "불활성" 부분 (즉, 상부 및 하부 전극들이 중첩하지 않는 부분) 상에 위치된다. 상부 및 하부 버스 바(42a, 42b)는 유전체 층(34a)의 상부 및 하부 면 상에 각각 위치되고, 상부 및 하부 버스 바(44a, 44b)는 유전체 층(36a)의 상부 및 하부 면 상에 각각 위치된다. 유전체(34a)의 상부 전극(34b) 및 유전체(36a)의 하부 전극(36c), 즉 2개의 외향 전극들은 전도성 엘라스토머 비아(via)(68a)(도 16b에 도시됨)를 통한 버스 바(42a, 44a)의 상호 커플링에 의해 공통으로 극성화되고, 비아의 형성은 도 17a-17d에 대해 아래에서 더 상세하게 설명된다. 유전체(34a)의 하부 전극(34c) 및 유전체(36a)의 상부 전극(36b), 즉 2개의 내향 전극들 또한 (도 16b에 도시됨) 전도성 엘라스토머 비아(68b)를 통한 버스 바(42b, 44b)의 상호 커플링에 의해 공통으로 극성화된다. 포팅(potting) 재료(66a, 66b)가 비아(68a, 68b)를 밀봉하도록 사용된다. 액츄에이터를 작동시킬 때, 각각의 전극 쌍의 대향 전극들은 전압이 인가되면 함께 당겨진다. 안전을 목적으로, 접지 전극은 임의의 관통 물체를 그가 고전압 전극에 도달하기 전에 접지시켜서 충격 위험을 제거하기 위해 스택의 외부에 위치될 수 있다. 2개의 EAP 필름 층은 필름-필름 접착체(40b)에 의해 함께 접착될 수 있다. 접착 층은 성능을 향상시키기 위한 수동 또는 슬래브 층을 선택적으로 포함할 수 있다. 상부 수동 층 또는 슬래브(50a) 및 하부 수동 층(52b)은 접착 층(40a) 및 접착 층(40c)에 의해 트랜스듀서 구조물에 접착된다. 출력 바(46a, 46b)가 각각 접착 층(48a, 48b)에 의해 상부 및 하부 수동 층에 각각 커플링될 수 있다.

[0073] 본 발명의 액츄에이터는 임의의 적합한 개수의 트랜스듀서 층을 채용할 수 있고, 이때 층의 개수는 짝수 또는 홀수일 수 있다. 홀수의 구성에서, 하나 이상의 공통 접지 전극 및 버스 바가 사용될 수 있다. 추가로, 안전이 문제가 덜 되는 경우에, 고전압 전극은 특정 용도를 더 잘 수용하기 위해 트랜스듀서 스택의 외부에 위치될 수 있다.

[0074] 작동하기 위해서, 액츄에이터(30)는 전원 및 제어 전자 장치(모두 도시되지 않음)에 전기적으로 커플링되어야 한다. 이는 전원 또는 중간 연결부에 고전압 및 접지 비아(68a, 68b)를 커플링시키는 액츄에이터 또는 PCB 또는 가요성 커넥터(62) 상의 전기 트레이스 또는 와이어에 의해 달성될 수 있다. 액츄에이터(30)는 그를 습도 및 환경 오염물로부터 밀봉하기 위해 보호 장벽 재료 내에 패키징될 수 있다. 여기서, 보호 장벽은 외부 힘 및 스트레인 및/또는 환경 노출로부터 액츄에이터를 보호하기 위해 PCB/가요성 커넥터(62) 둘레에서 바람직하게는 밀봉되는 상부 및 하부 커버(60, 64)를 포함한다. 몇몇 실시양태에서, 보호 장벽은 밀폐성 시일을 제공하도록 불투과성일 수 있다. 커버는 액츄에이터(30)를 물리적 손상에 대해 차폐하기 위한 다소 강성인 형태를 가질 수 있거나, 액츄에이터(30)의 작동 변위를 위한 공간을 허용하도록 순응성일 수 있다. 하나의 구체적인 실시양태에서, 상부 커버(60)는 성형된 호일로 만들어지고, 하부 커버(64)는 순응성 호일로 만들어지며, 그 반대도 가능하고, 2개의 커버는 그 다음 보드/커넥터(62)에 열 밀봉된다. 금속화된 중합체 필름, PVDC, 아클라(Aclar), 스티렌 또는 올레핀계 공중합체, 폴리에스테르 및 폴리올레핀과 같은 많은 다른 패키징 재료가 또한 사용될 수 있다. 순응성 재료는 액츄에이터 출력을 변환시키는 출력 구조물 또는 구조물들, 여기서 바(46b)를 덮도록 사용된다.

[0075] 방금 설명된 액츄에이터(30)와 같은, 본 발명의 적층된 액츄에이터/트랜스듀서 구조물의 전도성 구성요소/층은 일반적으로 구조물을 통해 형성된 전기 비아(도 16b의 68a, 68b)에 의해 커플링된다. 도 17a-19는 비아를 형성

하기 위한 본 발명의 다양한 방법을 도시한다.

- [0076] 도 16b의 액츄에이터(30) 내에서 채용되는 유형의 전도성 비아의 형성이 도 17a-17d를 참조하여 설명된다. (여기서, 수동 층(78a, 78b) 사이에 집합적으로 삽입된, 유전체 층(74)의 불활성 부분의 대향 면들 상에 위치한 직경 방향으로 위치한 버스 바(76a, 76b)를 갖는 단일 필름 트랜스듀서로부터 구성된) 액츄에이터(70)의 PCB/가요성 커넥터(72)로의 라미네이션 이전 또는 이후에, 적층된 트랜스듀서/액츄에이터 구조물(70)은 도 17b에 도시된 바와 같이, 비아 홀(82a, 82b)을 형성하도록 그의 전체 두께를 통해 PCB(72)까지 레이저 드릴링(80)된다. 기계적 드릴링, 펀칭, 몰딩, 관통, 및 코어링과 같은 비아 홀을 생성하기 위한 다른 방법이 또한 사용될 수 있다. 비아 홀은 그 다음 도 17c에 도시된 바와 같이, 전도성 물질, 예컨대 실리콘 내의 탄소 입자로, 주입에 의한 것과 같은 임의의 적합한 분배 방법에 의해 충전된다. 그 다음, 도 17d에 도시된 바와 같이, 전도성으로 충전된 비아(84a, 84b)는 비아의 노출된 단부를 전기적으로 절연시키기 위해, 임의의 양립 가능한 비전도성 물질, 예컨대 실리콘으로 선택적으로 포팅(86a, 86b)된다. 대안적으로, 비전도성 테이프가 노출된 비아 위에 위치될 수 있다.
- [0077] 표준 전기 배선이 전원 및 전자 장치에 액츄에이터를 커플링시키기 위해 PCB 또는 가요성 커넥터 대신에 사용될 수 있다. 그러한 실시양태에서 전원으로서의 전기 비아 및 전기 연결부를 형성하는 다양한 단계가 도 18a-18d에 도시되어 있고, 도 17a-17d의 것과 유사한 구성요소 및 단계는 동일한 도면 부호를 갖는다. 여기서, 도 18a에 도시된 바와 같이, 비아 홀(82a, 82b)은 버스 바(84a, 84b)가 도달될 정도로 액츄에이터 두께 내의 깊이까지만 드릴링되면 된다. 비아 홀은 그 다음 도 18b에 도시된 바와 같이, 전도성 물질로 충전되고, 그 후에 와이어 리드(88a, 88b)가 도 18c에 도시된 바와 같이, 충전된 전도성 물질 내로 삽입된다. 전도성으로 충전된 비아 및 와이어 리드는 그 다음 도 18d에 도시된 바와 같이, 포팅될 수 있다.
- [0078] 도 19는 본 발명의 트랜스듀서 내에 전도성 비아를 제공하는 다른 방법을 도시한다. 트랜스듀서(100)는 전극(106a, 106b) 사이에 삽입되고, 결국 수동 중합체 층(110a, 110b) 사이에 삽입되는 부분을 갖는 유전체 층(104)을 포함하는 유전체 필름을 갖는다. 전도성 버스 바(108)가 EAP 필름의 불활성 영역 상에 제공된다. 관통 구성을 갖는 전도성 접속부(114)가 트랜스듀서의 일 면을 통해 버스 바 재료(108)를 투과하는 깊이까지 수동으로 또는 달리 구동된다. 전도성 트레이스(116)가 관통 접속부(114)의 노출 단부로부터 PCB/가요성 커넥터(112)를 따라 연장한다. 비아를 형성하는 이러한 방법은 비아 홀을 드릴링하는 단계, 비아 홀을 충전하는 단계, 비아 홀 내에 전도성 와이어를 위치시키는 단계, 및 비아 홀을 포팅하는 단계를 제거하므로 특히 효율적이다.
- [0079] 본 발명의 두께 모드 EAP 트랜스듀서는 임의의 적합한 구성 및 표면 특징부 외형을 갖는 다양한 액츄에이터 용도에서 사용 가능하다. 도 20a-24는 예시적인 두께 모드 트랜스듀서/액츄에이터 용도를 도시한다.
- [0080] 도 20a는 사용자가 장치, 예컨대 키보드, 터치 스크린, 전화 등과 물리적으로 접촉하는 촉각 또는 햅틱 피드백 용도에서 사용하기 위한 버튼 액츄에이터에 대해 이상적인 등근 구성을 갖는 두께 모드 트랜스듀서(120)를 도시한다. 트랜스듀서(120)는 얇은 엘라스토머 유전성 중합체 층(122) 및 도 20b의 독립된 도면에 가장 잘 도시된 상부 및 하부 전극 패턴(124a, 124b)(하부 전극 패턴은 점선으로 도시됨)으로부터 형성된다. 전극 패턴(124) 각각은 동심 패턴을 형성하는 복수의 대향하여 연장하는 핑거 부분(127)을 갖는 스템 부분(125)을 제공한다. 2개의 전극의 스템은 등근 유전체 층(122)의 대향 측 상에서 서로에 대해 직경 방향으로 위치되고, 여기서 그들 각각의 핑거 부분들은 도 20a에 도시된 패턴을 생성하도록 서로 병치 정렬된다. 이러한 실시양태의 대향 전극 패턴들이 동일하며 서로 대칭이지만, 대향 전극 패턴들이 형상 및/또는 그들이 점유하는 표면적의 양에 있어서, 비대칭인 다른 실시양태가 고려된다. 2개의 전극 재료가 중첩하지 않는 트랜스듀서 재료의 부분은 트랜스듀서의 불활성 부분(128a, 128b)을 형성한다. 전기 접속부(126a, 126b)가 전원 및 제어 전자 장치(모두 도시되지 않음)에 트랜스듀서를 전기적으로 커플링시키기 위해 2개의 전극 스템 부분 각각의 기부에 제공된다. 트랜스듀서가 활성화될 때, 대향하는 전극 핑거들이 함께 당겨져서, 그들 사이의 유전 물질(122)을 압축시키고, 트랜스듀서의 불활성 부분(128a, 128b)은 필요하다면 버튼의 주변부 둘레에 및/또는 버튼 내부에 표면 특징부를 형성하도록 부풀다.
- [0081] 버튼 액츄에이터는 단일 입력 또는 접촉 표면 형태일 수 있거나, 복수의 접촉 표면을 갖는 어레이 형식으로 제공될 수 있다. 어레이 형태로 구성될 때, 도 20a의 버튼 트랜스듀서는 다양한 사용자 인터페이스 장치, 예컨대 컴퓨터 키보드, 전화, 계산기 등을 위한, 도 21에 도시된 바와 같은 키패드 액츄에이터(130) 내에서 사용하기에 이상적이다. 트랜스듀서 어레이(132)는 상호 연결된 전극 패턴의 상부 어레이(136a) 및 전극 패턴의 (점선으로 도시된) 하부 어레이(136b)를 포함하고, 2개의 어레이는 서로 대향하여, 설명된 바와 같은 활성 및 불활성 부분을 갖는 도 20a의 동심 트랜스듀서 패턴을 생성한다. 키보드 구조물은 트랜스듀서 어레이(132) 위의 수동 층

(134) 형태일 수 있다. 수동 층(134)은 사용자가 그의 손가락을 개별 키패드와 촉각적으로 정렬시키는 것을 가능케 하고/거나 활성화 시에 각각의 버튼의 주변부의 부풀음을 추가로 증폭시키기 위해 수동 상태에서 상승될 수 있는, 키 경계부(138)와 같은 그 자신의 표면 특징부를 가질 수 있다. 키가 눌리면, 키가 놓여 있는 개별 트랜스듀서가 활성화되어, 위에서 설명된 바와 같이 두께 모드 부풀음을 일으켜서, 사용자에게 촉각적 감각을 제공한다. 임의의 개수의 트랜스듀서가 이러한 방식으로 제공되고 사용되는 키패드(134)의 유형 및 크기를 수용하도록 이격될 수 있다. 그러한 트랜스듀서 어레이에 대한 제작 기술의 예가 발명의 명칭이 "ELECTROACTIVE POLYMER TRANSDUCERS FOR SENSORY FEEDBACK APPLICATIONS"인 2008년 6월 27일자로 출원된 미국 특허 출원 제 12/163,554호에 개시되어 있고, 이의 전문은 본원에 참고로 포함된다.

[0082] 본 기술 분야의 당업자는 본 발명의 두께 모드 트랜스듀서가 대칭일 필요가 없고 임의의 구성 및 형상을 취할 수 있음을 이해할 것이다. 본 트랜스듀서는 도 22에 도시된 신규한 손 장치(140)와 같은, 임의의 상상할 수 있는 신규한 용도에서 사용될 수 있다. 유사한 손 형상의 상부 및 하부 전극 패턴(144a, 144b)(저면 패턴은 점선으로 도시됨)을 갖는 사람 손 형태의 유전 물질(142)이 제공된다. 전극 패턴 각각은 각각 버스 바(146a, 146b)에 전기적으로 커플링되고, 이는 결국 전원 및 제어 전자 장치(모두 도시되지 않음)에 전기적으로 커플링된다. 여기서, 대향하는 전극 패턴들은 서로 끼워지기보다는 서로 정렬되거나 중첩되고, 이에 의해 교대하는 활성 및 불활성 영역을 생성한다. 이와 같이, 전반적으로 패턴의 내부 및 외부 모서리 상에서만 상승된 표면 특징부를 생성하는 대신에, 상승된 표면 특징부는 손 프로파일 전체에 걸쳐, 즉 불활성 영역 상에 제공된다. 이러한 예시적인 용도의 표면 특징부는 촉각 피드백보다는 시각 피드백을 제공할 수 있음을 알아야 한다. 시각 피드백은 착색, 반사 재료 등에 의해 향상될 수 있음이 고려된다.

[0083] 본 발명의 트랜스듀서 필름은 특히 트랜스듀서 전극 패턴이 균일하거나 반복되는 경우에, 일반적으로 사용되는 웹-기반 제조 기술에 의해, 효율적으로 대량 생산될 수 있다. 도 23에 도시된 바와 같이, 트랜스듀서 필름(150)은 유전 물질(152)의 스트립 상에 침착되거나 형성된 연속적인 상부 및 하부 전기 버스(156a, 156b)를 갖는 연속적인 스트립 형식으로 제공될 수 있다. 더 전형적으로, 두께 모드 특징부는 각각의 버스 바(156a, 156b)에 전기적으로 커플링된 상부 및 하부 전극 패턴(154a, 154b)에 의해 형성된 이산되지만 (즉, 연속적이지 않지만) 반복되는 활성 영역(158)에 의해 형성되고; 그의 크기, 길이, 형상, 및 패턴은 특정 용도에 대해 맞춤화될 수 있다. 그러나, 활성 영역(들)이 연속적인 패턴으로 제공될 수 있음이 고려된다. 전극 및 버스 패턴은 공지된 웹-기반 제조 기술에 의해 형성될 수 있고, 개별 트랜스듀서는 그 다음 선택된 단일화 라인(155)을 따라 스트립(150)을 절단하는 것과 같은 공지된 기술에 의해 단일화된다. 활성 영역이 스트립을 따라 연속적으로 제공되는 경우에, 스트립은 전극을 단락시키는 것을 회피하기 위해 고도의 정밀도로 절단되도록 요구됨을 알아야 한다. 이러한 전극의 절단 단부는 포팅을 요구할 수 있거나, 트래킹(tracking) 문제를 회피하기 위해 예칭될 수 있다. 버스(156a, 156b)의 절단된 단자는 그 다음 결과적인 액츄에이터의 작동을 가능케 하도록 전원/제어부에 커플링된다.

[0084] 단일화 이전 또는 이후에, 스트립 또는 단일화된 스트립 부분은 다층 구조를 제공하도록 임의의 개수의 다른 트랜스듀서 필름 스트립/스트립 부분과 함께 적층될 수 있다. 적층된 구조물은 그 다음 출력 바 등과 같은, 액츄에이터의 강성 기계적 구성요소에, 필요하다면, 라미네이팅되고 기계적으로 커플링될 수 있다.

[0085] 도 24는 본 트랜스듀서의 다른 변형예를 도시하고, 여기서 트랜스듀서(160)는 스트립의 대향 면들 상의 상부 및 하부 전극(164a, 164b)이 직사각형 패턴으로 배열되어 개방 영역(165)을 에워싸는, 유전 물질(162)의 스트립에 의해 형성된다. 전극 각각은 전원 및 제어 전자 장치(모두 도시되지 않음)에 커플링하기 위한 전기 접점(168a, 168b)을 갖는 전기 버스(166a, 166b) 내에서 각각 종결된다. 둘러싸인 영역(165)을 가로질러 연장하는 수동 층(도시되지 않음)이 트랜스듀서 필름의 각 면 상에 채용될 수 있어서, 출력 바(도시되지 않음)의 환경적 보호 및 기계적 커플링을 위한 가스켓 구성을 형성한다. 구성된 바와 같이, 트랜스듀서의 활성화는 트랜스듀서 스트립의 내부 및 외부 주변부(169)를 따른 표면 특징부 및 활성 영역(164a, 164b)의 두께 감소를 생성한다. 가스켓 액츄에이터는 연속적인 단일 액츄에이터일 필요가 없음을 알아야 한다. 하나 이상의 이산된 액츄에이터가 또한 비-활성 순응성 가스켓 재료로 선택적으로 밀봉될 수 있는 영역의 주변부를 라이닝하도록 사용될 수 있다.

[0086] 다른 가스켓형 액츄에이터가 위에서 참조된 미국 특허 출원 제12/163,554호에 개시되어 있다. 이러한 유형의 액츄에이터는 휴대형 멀티미디어 장치, 의료용 기기, 키오스크 또는 자동차 계기판, 완구 및 다른 신규한 제품 등 내에서의 용도를 위한 터치 센서 플레이트, 터치 패드 및 터치 스크린과 같은 감각 (예컨대, 햅틱 또는 진동) 피드백 용도에 대해 적합하다.

[0087] 도 25a-25d는 본 발명의 두께 모드 액츄에이터의 변형예를 채용한 터치 스크린의 단면도이고, 유사한 도면 부호

가 4개의 도면에 걸쳐 유사한 구성요소를 표시한다. 도 25a를 참조하면, 터치 스크린 장치(170)는 전형적으로 유리 또는 플라스틱 재료로 만들어진 터치 센서 플레이트(174), 및 선택적으로 액정 디스플레이(LCD)(172)를 포함할 수 있다. 둘은 함께 적층되고, 그들 사이에 개방 공간(176)을 형성하는 EAP 두께 모드 액츄에이터(180)에 의해 이격된다. 집합적인 적층된 구조물은 프레임(178)에 의해 함께 유지된다. 액츄에이터(180)는 전극 쌍(184a, 184b)에 의해 중심에 삽입된 유전체 필름 층(182)에 의해 형성된 트랜스듀서 필름을 포함한다. 트랜스듀서 필름은 결국 상부 및 하부 수동 층(186a, 186b) 사이에 삽입되고, 아울러 터치 플레이트(174) 및 LCD(172)에 각각 기계적으로 커플링된 한 쌍의 출력 구조물(188a, 188b) 사이에 유지된다. 도 25a의 우측은 액츄에이터가 불활성일 때의 LCD와 터치 플레이트의 상대 위치를 도시하고, 도 25a의 좌측은 액츄에이터가 활성일 때, 즉 사용자가 화살표(175)의 방향으로 터치 플레이트(174)를 눌렀을 때의 구성요소들의 상대 위치를 도시한다. 도면의 좌측으로부터 명백한 바와 같이, 액츄에이터(180)가 활성화될 때, 전극(184a, 184b)은 함께 당겨져서, 그들 사이의 유전체 필름(182)의 부분을 압축시키며 활성 영역 외부에서 유전 물질 및 수동 층(186a, 186b) 내에 표면 특징부를 생성하고, 표면 특징부는 출력 블록(188a, 188b)에 기인한 압축력에 의해 추가로 향상된다. 이와 같이, 표면 특징부는 터치 플레이트를 누르는 것에 응답하여 촉각적 감각을 사용자에게 제공하는 화살표(175)와 반대 방향으로 터치 플레이트(174) 상에 약간의 힘을 제공한다.

[0088] 도 25b의 터치 스크린 장치(190)는 도 25a와 유사한 구성을 갖고, 차이점은 LCD(172)는 전체가 직사각형 (또는 정사각형 등) 형상의 두께 모드 액츄에이터(180)에 의해 에워싸인 내부 영역 내에 존재하는 것이다. 이와 같이, (도면의 우측에 도시되어 있는 바와 같이) 장치가 불활성 상태일 때의 LCD(172)와 터치 플레이트(174) 사이의 간격(176)은 도 25a의 실시양태보다 상당히 더 작아서, 더 낮은 프로파일의 설계를 제공한다. 아울러, 액츄에이터의 하부 출력 구조물(188b)은 프레임(178)의 후방 벽(178') 상에 직접 놓인다. 2개의 실시양태 사이의 구조적 차이점에 관계없이, 장치(190)는 액츄에이터 표면 특징부가 터치 플레이트를 누르는 것에 응답하여 화살표(185)와 반대 방향으로 약간의 촉각적 힘을 제공하는 점에서 장치(170)와 유사하게 기능한다.

[0089] 방금 설명된 2개의 터치 스크린 장치는 그들이 단일 방향으로 기능하므로 단상 장치이다. 본 가스켓형 액츄에이터 중 둘 (또는 그 이상)이 도 25c에서와 같이 2상 (2방향성) 터치 스크린 장치(200)를 생성하도록 나란히 사용될 수 있다. 장치(200)의 구성은 도 25b의 장치와 유사하지만, 터치 플레이트(174) 위에 놓이는 제2 두께 모드 액츄에이터(180')가 추가된다. 2개의 액츄에이터 및 터치 플레이트(174)는 추가된 내측으로 연장하는 상부 견부(178'')를 갖는 프레임(178)에 의해 적층된 관계로 유지된다. 이와 같이, 터치 플레이트(174)는 각각 액츄에이터(180, 180')의 최내측 출력 블록(188a, 188b') 사이에 직접 삽입되고, 액츄에이터(180')의 최외측 출력 블록(188b, 188a')은 각각 프레임 부재(178', 178'')를 지지한다. 이러한 둘러싸인 가스켓 배열은 공간(176) 내의 광학 경로를 먼지 및 찌꺼기가 없게 유지한다. 여기서, 도면의 좌측은 활성 상태의 하부 액츄에이터(180) 및 수동 상태의 상부 액츄에이터(180')를 도시하고, 이때 센서 플레이트(174)는 화살표(195)의 방향으로 LCD(172)를 향해 이동하게 된다. 역으로, 도면의 우측은 수동 상태의 하부 액츄에이터(180) 및 활성 상태의 상부 액츄에이터(180')를 도시하고, 이때 센서 플레이트(174)는 화살표(195')의 방향으로 LCD(172)로부터 멀리 이동하게 된다.

[0090] 도 25d는 전극이 터치 센서 플레이트에 대해 직교 배향되어 있는 한 쌍의 두께 모드 스트립 액츄에이터(180)를 갖는 다른 2상 터치 센서 장치(210)를 도시한다. 여기서, 터치 플레이트(174)의 2상 또는 2방향성 이동은 화살표(205)에 의해 표시된 바와 같이 평면내이다. 그러한 평면내 운동을 가능케 하기 위해, 액츄에이터(180)는 그의 EAP 필름의 평면이 LCD(172) 및 터치 플레이트(174)에 대해 직교되도록 위치된다. 그러한 위치를 유지하기 위해, 액츄에이터(180)는 프레임(178)의 측벽(202)과 터치 플레이트(174)가 놓이는 내측 프레임 부재(206) 사이에 유지된다. 내측 프레임 부재(206)가 액츄에이터(180)의 출력 블록(188a)에 고정되지만, 터치 플레이트(174)는 평면내 또는 측방 운동을 허용하도록 외측 프레임(178)에 대해 "부유"한다. 이러한 구성은 터치 플레이트(174)에 의한 2상 평면외 운동에 대해 필수적인 추가된 클리어런스를 제거하므로, 상대적으로 콤팩트하고 낮은 프로파일의 설계를 제공한다. 2개의 액츄에이터는 2상 운동을 위해 반대로 작동한다. 플레이트(174) 및 브라켓(206)의 조합된 어셈블리는 액츄에이터 스트립(180)을 프레임(178)의 측벽(202)에 대해 약간 압축되게 유지한다. 하나의 액츄에이터가 활성일 때, 그는 추가로 압축되거나 얹어지고, 다른 액츄에이터는 저장된 압축력으로 인해 팽창한다. 이는 플레이트 어셈블리를 활성 액츄에이터를 향해 이동시킨다. 플레이트는 제1 액츄에이터를 탈활성화하고 제2 액츄에이터를 활성화함으로써 반대 방향으로 이동한다.

[0091] 도 26a 및 26b는 트랜스듀서의 불활성 영역이 활성 영역(들)에 대해 내부에 또는 중심에 위치되는, 즉 EAP 필름의 중심 부분에 중첩 전극들이 없는 변형예를 도시한다. 두께 모드 액츄에이터(360)는 필름의 중심 부분(365)이 수동이며 전극 재료가 없는, 전극 층(364a, 364b) 사이에 삽입된 유전 물질(362)을 포함하는 EAP 트랜스듀서

필름을 포함한다. EAP 필름은 집합적으로 카트리지 구성을 제공하는 상부 및 하부 프레임 부재(366a, 366b) 중 적어도 하나에 의해 긴장되거나 연신된 상태로 유지된다. 필름의 수동 부분(365)의 상부 및 하부 면 중 적어도 하나를 덮는 것은 각각 그 위에 장착된 선택적인 강성 구속물 또는 출력 부재(370a, 370b)를 갖는 수동 층(368a, 368b)이다. EAP 필름이 카트리지 프레임(366)에 의해 그의 주변부에서 구속되면, 활성화될 때 (도 26b 참조), EAP 필름의 압축은 전술한 액츄에이터 실시양태에서와 같이 외측으로가 아닌, 화살표(367a, 367b)에 의해 도시된 바와 같이, 필름 재료가 내측으로 수축하게 한다. 압축된 EAP 필름은 수동 재료(368a, 368b) 상에 충돌하여, 그의 직경이 감소하고 그의 높이가 증가하게 한다. 구성의 이러한 변화는 각각 출력 부재(370a, 370b) 상에 외향력을 적용한다. 앞서 설명된 액츄에이터 실시양태에서와 같이, 수동으로 커플링된 필름 액츄에이터들은 다중상 작동을 제공하고/거나 액츄에이터의 출력 힘 및/또는 스트로크를 증가시키도록, 적층되거나 평탄한 관계로 복수로 제공될 수 있다.

[0092] 성능은 유전체 필름 및/또는 수동 재료를 예비 스트레인이시킴으로써 향상될 수 있다. 액츄에이터는 키 또는 버튼 장치로서 사용될 수 있고, 멤브레인 스위치와 같은 센서 장치와 적층 또는 통합될 수 있다. 하부 출력 부재 또는 하부 전극은 회로를 완성하기 위해 멤브레인 스위치에 충분한 압력을 제공하도록 사용될 수 있거나, 하부 출력 부재가 전도성 층을 가지면 회로를 직접 완성할 수 있다. 다중 액츄에이터가 키패드 또는 키보드와 같은 용도에 대해 어레이로 사용될 수 있다.

[0093] 미국 특허 출원 공개 제2005/0157893호에 개시되어 있는 다양한 유전성 엘라스토머 및 전극 재료가 본 발명의 두께 모드 트랜스듀서와 함께 사용하기에 적합하다. 대체로, 유전성 엘라스토머는 정전기 힘에 응답하여 변형되거나 변형이 전기장의 변화를 일으키는, 실리콘 고무 및 아크릴과 같은, 임의의 실질적으로 절연성인, 순응성 중합체를 포함한다. 적절한 중합체를 설계 또는 선택하는데 있어서, 최적의 재료, 물리적 및 화학적 특성을 고려할 수 있다. 그러한 특성은 (임의의 측쇄를 포함한) 단량체, 첨가제, 가교 커플링 정도, 결정성, 분자량 등의 신중한 선택에 의해 맞춰질 수 있다.

[0094] 상기 미국 특허 출원 공개에서 설명되고 사용하기에 적합한 전극은 금속 트레이스 및 전하 분배 층, 조직화된 전극, 탄소 그리스 또는 은 그리스와 같은 전도성 그리스, 콜로이드성 현탁액, 전도성 카본블랙과 같은 높은 중량비의 전도성 물질, 탄소 섬유, 탄소 나노튜브, 그래핀(graphene) 및 금속 나노와이어, 및 이온 전도성 물질들의 혼합물을 포함하는 구조화된 전극을 포함한다. 전극은 탄소 또는 다른 전도성 입자를 함유하는 엘라스토머 매트릭스와 같은 순응성 재료로 만들어질 수 있다. 본 발명은 또한 금속 및 반강성 전극을 채용할 수 있다.

[0095] 본 트랜스듀서 내에서 사용하기 위한 예시적인 수동 층 재료는 예를 들어, 실리콘, 스티렌계 또는 올레핀계 공중합체, 폴리우레탄, 아크릴레이트, 고무, 연질 중합체, 연질 엘라스토머 (겔), 연질 중합체 발포체, 또는 중합체/겔 하이브리드를 포함하지만 이들로 제한되지 않는다. 수동 층(들) 및 유전체 층의 상대 탄성 및 두께는 원하는 출력 (예컨대, 의도된 표면 특징부의 실효 두꺼움 또는 얇음)을 달성하도록 선택되고, 그러한 출력 응답은 선형 (예컨대, 수동 층 두께가 활성화될 때의 유전체 층의 두께에 비례하여 증폭됨) 또는 비선형 (예컨대, 수동 및 유전체 층들이 가변 비율로 얇아지거나 두꺼워짐)이 되도록 설계될 수 있다.

[0096] 방법론에 관하여, 본 방법은 설명된 장치의 사용과 관련된 기구 및/또는 활동 각각을 포함한다. 이와 같이, 설명된 장치의 사용에 관계된 방법론이 본 발명의 일부를 형성한다. 다른 방법은 그러한 장치의 제작에 초점을 맞출 수 있다.

[0097] 본 발명의 다른 세부 사항에 관하여, 재료 및 대안적인 관련 구성은 관련 기술 분야의 당업자의 수준 내에서 채용될 수 있다. 이는 일반적으로 또는 논리적으로 채용되는 바와 같이 추가의 작용의 측면에서 본 발명의 방법에 기초한 태양에 대해 유효할 수 있다. 또한, 본 발명이 다양한 특징을 선택적으로 포함하는 여러 예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 본 발명의 각각의 변경예에 대해 고려되는 것으로 설명되거나 표시된 것으로 제한되어서는 안된다. 다양한 변화가 설명된 본 발명에 대해 이루어질 수 있고, (본 명세서에서 언급되었는지 또는 간단하게 하기 위해 포함되지 않았는지 간에) 등가물이 본 발명의 진정한 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 대체될 수 있다. 도시된 임의의 개수의 개별 부품 또는 하위 어셈블리가 그들의 설계에 있어서 통합될 수 있다. 그러한 변화 등은 조립을 위한 설계의 원리에 의해 취해지거나 안내될 수 있다.

[0098] 다른 변경예에서, 카트리지 어셈블리 또는 액츄에이터(360)는 진동 버튼, 키, 터치패드, 마우스, 또는 다른 인터페이스 내에서 햅틱 응답을 제공하는데 사용하기에 적합할 수 있다. 그러한 예에서, 액츄에이터(360)의 커플링은 비압축성 출력 기하학적 형상부를 채용한다. 이러한 변경예는 출력 기하학적 형상부 내로 성형된 비압축성 재료를 사용함으로써 전기활성 중합체 다이어프램 카트리지의 결합된 중심 구속물의 대안을 제공한다.

- [0099] 중심 디스크가 없는 전기활성 중합체 액츄에이터에서, 작동은 전극 기하학적 형상부의 중심 내의 수동 필름의 상태를 변화시켜서, 응력 및 스트레인(힘 및 변위)을 감소시킨다. 이러한 감소는 단일 방향뿐만 아니라, 필름의 평면 내의 모든 방향에서 발생한다. 전기활성 중합체의 방전 시에, 수동 필름은 그 다음 원래의 응력 및 스트레인 에너지 상태로 복귀한다. 전기활성 중합체 액츄에이터는 비압축성 재료(응력 하에서 실질적으로 일정한 체적을 갖는 것)로 구성될 수 있다. 액츄에이터(360)는 불활성 영역(365) 내의 액츄에이터(360)의 중심에서 수동 필름 영역에 결합된 비압축성 출력 패드(368a, 368b)와 함께 조립되어, 중심 디스크를 대체한다. 이러한 구성은 출력 패드를 수동 부분(365)과의 그의 경계에서 압축시킴으로써 에너지를 전달하도록 사용될 수 있다. 이는 출력 패드(368a, 368b)를 부풀게 하여, 편평 필름에 대해 직교 방향으로의 작동을 생성한다. 비압축성 기하학적 형상부는 작동 중에 그의 변화의 배향을 제어하기 위해 다양한 표면에 구속물을 추가함으로써 추가로 향상될 수 있다. 상기 예에 대해, 출력 패드의 상부 표면을 구속하기 위한 비순응성 강성화재를 추가하는 것은 그러한 표면이 그의 치수를 변화시키는 것을 방지하여, 출력 패드의 원하는 치수에 대한 기하학적 변화에 초점을 맞춘다.
- [0100] 위에서 설명된 변경예는 또한 작동 시에 전기활성 중합체 유전성 엘라스토머의 2축 응력 및 스트레인 상태 변화의 커플링; 작동 방향에 대해 직교인 전달 작동; 성능을 최적화하기 위한 비압축성 기하학적 형상부의 설계를 허용할 수 있다. 위에서 설명된 변경예는 임의의 햅틱 피드백 (마우스, 제어기, 스크린, 패드, 버튼, 키보드 등)에 대해 다이어프램, 평면, 관성 구동, 두께 모드, 하이브리드 (첨부된 발명에 설명되어 있는 평면 및 두께 모드의 조합), 및 롤을 포함한 다양한 트랜스듀서 플랫폼을 포함할 수 있다. 이러한 변경예는 사용자 인터페이스 표면, 예컨대 터치 스크린, 키패드, 버튼 또는 키 캡의 특정 부분을 이동시키거나, 전체 장치를 이동시킬 수 있다.
- [0101] 상이한 장치 구현예들이 상이한 EAP 플랫폼을 요구할 수 있다. 예를 들어, 하나의 예에서, 두께 모드 액츄에이터의 스트립은 키보드 상의 버튼에 대해 키 클릭 감각을 제공하기 위한 터치 스크린, 하이브리드 또는 평면 액츄에이터에 대한 평면의 운동, 또는 마우스 및 제어기 내에서 럼블러(rumbler) 피드백을 제공하기 위한 관성 구동 설계를 제공할 수 있다.
- [0102] 도 27a는 다양한 사용자 인터페이스 장치에 햅틱 피드백을 제공하기 위한 트랜스듀서의 다른 변경예를 도시한다. 이러한 변경예에서, 질량체 또는 중량체(262)가 전기활성 중합체 액츄에이터(30)에 커플링된다. 도시된 중합체 액츄에이터가 필름 카트리지를 액츄에이터를 포함하지만, 장치의 대안적인 변경예는 위에서 개시된 EAP 특허 및 출원에 설명되어 있는 바와 같은 스프링 편위식 액츄에이터를 채용할 수 있다.
- [0103] 도 27b는 도 27a의 트랜스듀서 어셈블리의 분해도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 관성 트랜스듀서 어셈블리(260)는 2개의 액츄에이터(30) 사이에 삽입된 질량체(262)를 포함한다. 그러나, 장치의 변경예는 질량체의 각 면 상에서 의도된 용도에 의존하여 하나 이상의 액츄에이터를 포함한다. 도시된 바와 같이, 액츄에이터(들)은 관성 질량체(262)에 커플링되고, 기부 플레이트 또는 플랜지에 의해 고정된다. 액츄에이터(30)의 작동은 액츄에이터에 대한 x-y 배향으로의 질량체의 이동을 일으킨다. 추가의 변경예에서, 액츄에이터는 질량체(262)의 수직 또는 z 축 이동을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0104] 도 27c는 도 27a의 관성 트랜스듀서 어셈블리(260)의 측면도를 도시한다. 이러한 도면에서, 어셈블리는 액츄에이터(30) 및 관성 질량체(262)를 둘러싸는 중심 하우징(266) 및 상부 하우징(268)을 갖는 것으로 도시되어 있다. 또한, 어셈블리(260)는 하우징 및 액츄에이터 내의 개방부 또는 비아(24)를 통해 연장하는 고정 수단 또는 체결구(270)를 갖는 것으로 도시되어 있다. 비아(24)는 복수의 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 비아는 장착만을 목적으로 할 수 있다. 대안적으로 또는 조합하여, 비아는 회로 보드, 가요성 회로 또는 기계적 접지부에 액츄에이터를 전기적으로 커플링시킬 수 있다. 도 27d는 도 27c의 관성 트랜스듀서 어셈블리(260)의 사시도를 도시하고, 여기서 관성 질량체(도시되지 않음)는 하우징 어셈블리(264, 266, 268) 내에 위치된다. 하우징 어셈블리의 부품들은 복수의 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 기계적 지지부 및 장착 및 부착 특징부를 제공하는 것에 추가하여, 부품은 액츄에이터 카트리지를 손상시킬 수 있는 x, y, 및/또는 z 방향으로의 관성 질량체의 과도한 운동을 방지하기 위한 기계적 멈춤부로서 역할하는 특징부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하우징은 관성 질량체의 과도한 이동을 제한하기 위한 상승된 표면을 포함할 수 있다. 도시된 예에서, 상승된 표면은 비아(24)를 포함하는 하우징의 부분을 포함할 수 있다. 대안적으로, 비아(24)는 그를 통해 위치한 임의의 체결구(270)가 관성 질량체의 이동을 제한하기 위한 효과적인 멈춤부로서 기능하도록 선택적으로 위치될 수 있다.
- [0105] 하우징 어셈블리(264, 266)는 또한 취급 시에 전기적 충격을 방지하기 위해 액츄에이터의 모서리를 덮는 통합된 립(lip) 또는 연장부를 구비하여 설계될 수 있다. 이러한 부품들 중 임의의 하나 또는 전부가 또한 소비자 전

자 장치의 하우징과 같은 더 큰 어셈블리의 하우징의 일부로서 통합될 수 있다. 예를 들어, 도시된 하우징이 사용자 인터페이스 장치 내에 고정되는 분리된 구성요소로서 도시되어 있지만, 트랜스듀서의 대안적인 변경예는 실제 사용자 인터페이스 장치의 하우징과 일체이거나 그의 일부인 하우징 어셈블리를 포함한다. 예를 들어, 컴퓨터 마우스의 본체가 관성 트랜스듀서 어셈블리를 위한 하우징으로서 역할하도록 구성될 수 있다.

[0106] 관성 질량체(262)는 또한 복수의 기능을 수행할 수 있다. 그가 도 27a 및 27b에서 원형으로 도시되어 있지만, 관성 질량체의 변경예는 x, y, 및/또는 z 방향으로의 그의 운동을 제한하는 기계적 멈춤부로서 역할하는 통합된 특징부를 갖도록 더 복잡한 형상을 갖도록 제작될 수 있다. 예를 들어, 도 27e는 관성 질량체(262)가 하우징(264)의 멈춤부 또는 다른 특징부와 맞물리는 성형된 표면(263)을 갖는, 관성 트랜스듀서 어셈블리의 변경예를 도시한다. 도시된 변경예에서, 관성 질량체(262)의 표면(263)은 체결구(270)와 맞물린다. 따라서, 관성 질량체(262)의 변위는 성형된 표면(263)과 멈춤부 또는 체결구(270) 사이의 갭으로 제한된다. 중량체의 질량은 전체 어셈블리의 공간 진동수를 맞추도록 선택될 수 있고, 구성 재료는 임의의 조밀 재료일 수 있지만, 바람직하게는 요구되는 체적 및 비용을 최소화하도록 선택된다. 적합한 재료는 구리, 철, 텅스텐, 알루미늄, 니켈, 크롬 및 황동과 같은 금속 및 금속 합금을 포함하고, 중합체/금속 복합 재료, 수지, 유체, 젤, 또는 다른 재료가 사용될 수 있다.

[0107] 전기활성 중합체 햅틱 장치에 대한 필터 음향 구동 파형

[0108] 본 명세서에서 설명된 본 발명의 방법 및 장치의 다른 변경예는 피드백을 개선하기 위한 방식으로 액츄에이터를 구동하는 것을 포함한다. 하나의 그러한 예에서, 햅틱 액츄에이터는 음향 신호에 의해 구동된다. 그러한 구성은 상이한 유형의 햅틱 감각들을 생성하기 위해 파형을 발생시키기 위한 분리된 프로세서에 대한 필요를 제거한다. 대신에, 햅틱 장치는 기존의 청각 신호를 변형된 햅틱 신호로 변형시키기 위한, 예컨대 진동수 스펙트럼의 상이한 부분들을 필터링 또는 증폭시키기 위한 하나 이상의 회로를 채용할 수 있다. 그러므로, 변형된 햅틱 신호는 그 다음 액츄에이터를 구동한다. 하나의 예에서, 변형된 햅틱 신호는 상이한 감각 효과들을 달성하기 위해 액츄에이터를 트리거링하도록 전원을 구동한다. 이러한 접근은 자동으로 임의의 청각 신호와 상호 관련되고 동기화되는 이점을 갖고, 이는 게임 제어기 또는 휴대형 게임 콘솔과 같은 햅틱 장치 내에서 음악 또는 음향 효과로부터의 피드백을 강화할 수 있다.

[0109] 도 28a는 전기활성 중합체 액츄에이터에 대한 최적 햅틱 진동수 내에서 작동하도록 청각 신호를 조절하기 위한 회로의 하나의 예를 도시한다. 도시된 회로는 도 28b에 도시된 것과 유사한 신호를 생성하기 위해 진폭 컷오프, DC 오프셋 조정, 및 AC 파형 피크-피크 크기 조정에 의해 청각 신호를 변형시킨다. 소정의 변경예에서, 전기활성 중합체 액츄에이터는 2상 전기활성 중합체 액츄에이터를 포함하고, 청각 신호를 변경하는 단계는 전기활성 중합체 트랜스듀서의 제1 위상을 구동하기 위해 청각 신호의 청각 파형의 포지티브 부분을 필터링하는 단계, 및 전기활성 중합체 트랜스듀서의 성능을 개선하기 위해 전기활성 중합체 트랜스듀서의 제2 위상을 구동하기 위해 청각 신호의 청각 파형의 네거티브 부분을 역전시키는 단계를 포함한다. 예를 들어, 사인 파 형태의 원천 청각 신호는 (예컨대, 클리핑에 의해) 사각파로 변환될 수 있어서, 햅틱 신호는 최대 액츄에이터 힘 출력을 생성하는 사각파이다.

[0110] 다른 예에서, 회로는 햅틱 효과를 구동하기 위해 청각 신호의 청각 파형의 전부 또는 일부를 사용하기 위해 청각 신호의 진동수를 필터링하기 위한 하나 이상의 정류기를 포함할 수 있다. 도 28c는 청각 신호의 청각 파형의 포지티브 부분을 필터링하도록 설계된 회로의 변경예를 도시한다. 회로는 다른 변경예에서, 2개의 위상을 갖는 액츄에이터에 대해 도 28d에 도시된 회로와 조합될 수 있다. 도시된 바와 같이, 도 28c의 회로는 액츄에이터의 하나의 위상을 구동하기 위해 청각 파형의 포지티브 부분을 필터링할 수 있고, 도 28d에 도시된 회로는 2상 햅틱 액츄에이터의 다른 위상을 구동하기 위해 청각 파형의 네거티브 부분을 역전시킬 수 있다. 결과는 2상 액츄에이터가 더 큰 액츄에이터 성능을 갖는 것이다.

[0111] 다른 구현예에서, 청각 신호의 임계치가 액츄에이터를 구동하는 2차 회로의 작동을 트리거링하도록 사용될 수 있다. 임계치는 청각 신호의 진폭, 진동수, 또는 특정 패턴에 의해 한정될 수 있다. 2차 회로는 특정 진동수를 출력하도록 설정된 오실레이터 회로와 같은 고정된 응답을 가질 수 있거나, 복수의 한정된 트리거에 기초한 복수의 응답을 가질 수 있다. 몇몇 변경예에서, 응답은 특정 트리거에 기초하여 미리 결정될 수 있다. 그러한 경우에, 저장된 응답 신호가 특정 트리거에서 제공될 수 있다. 이러한 방식으로, 원천 신호를 변형시키는 대신에, 회로는 원천 신호의 하나 이상의 특징에 의존하여 소정의 응답을 트리거링한다. 2차 회로는 제한된 지속 시간의 응답을 출력하기 위한 타이머를 또한 포함할 수 있다.

[0112] 많은 시스템은 음향에 대한 능력을 갖는 햅틱 장치의 구현예로부터 이득을 얻을 수 있다 (예컨대, 컴퓨터, 스마

트폰, PDA, 전자 게임). 이러한 변경예에서, 필터링된 음향은 전기활성 중합체 햅틱 장치에 대한 구동 파형으로서 역할한다. 이러한 시스템 내에서 보통 사용되는 음향 파일은 햅틱 피드백 액츄에이터 설계에 대한 최적의 진동수 범위만을 포함하도록 필터링될 수 있다. 도 28e 및 28f는 마우스 본체(400) 내에 하나 이상의 전기활성 중합체 액츄에이터(402)를 가지며 관성 질량체(404)에 커플링된 장치(400), 이러한 경우에 컴퓨터 마우스의 하나의 그러한 예를 도시한다.

[0113] 현재의 시스템은 200 Hz 미만의 최적 진동수에서 작동한다. 산탄총 발포음 또는 폐문음과 같은 음향 파형은 사용되는 200 Hz 미만의 이러한 음향으로부터의 진동수만을 허용하도록 저대역 필터링될 수 있다. 이러한 필터링된 파형은 그 다음 햅틱 피드백 액츄에이터를 구동하는 EPAM 전원에 입력 파형으로서 공급된다. 이러한 예가 게임 제어기 내에서 사용되면, 산탄총 발포음 또는 폐문음은 햅틱 피드백 액츄에이터와 동시에 발생하여, 게임 플레이어에게 강화된 경험을 제공한다.

[0114] 하나의 변경예에서, 기존의 음향 신호의 사용은 분리 발생되는 청각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 사용자 인터페이스 장치 내에서 햅틱 효과를 생성하는 방법을 허용할 수 있다. 예를 들어, 방법은 필터링 회로에 청각 신호를 전달하는 단계; 소정의 진동수 아래의 진동수의 범위를 필터링함으로써 햅틱 구동 신호를 생성하도록 청각 신호를 변경하는 단계; 및 전원이 청각 신호에 의해 발생하는 음향과 동시에 햅틱 효과를 구동하도록 전기활성 중합체 트랜스듀서를 작동시키도록 전기활성 중합체 트랜스듀서에 커플링된 전원에 햅틱 구동 신호를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0115] 방법은 음향 효과 및 햅틱 응답을 동시에 발생시키도록 전기활성 중합체 트랜스듀서를 구동하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

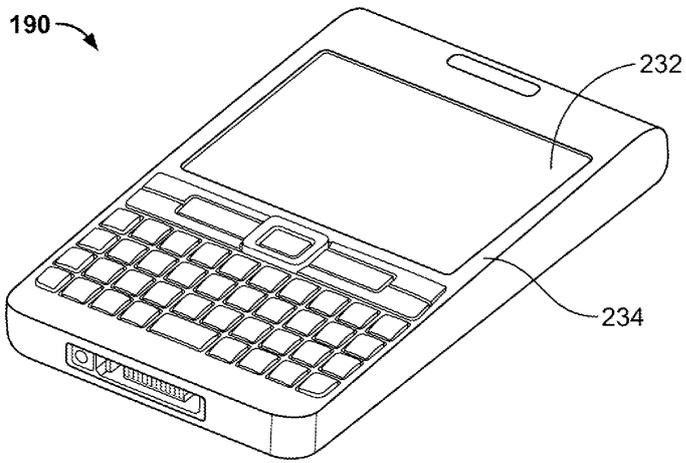
[0116] 본 발명의 다른 세부 사항에 관하여, 재료 및 대안적인 관련 구성은 관련 기술 분야의 당업자의 수준 내에서 채용될 수 있다. 이는 일반적으로 또는 논리적으로 채용되는 바와 같이 추가의 작용의 측면에서 본 발명의 방법에 기초한 태양에 대해 유효할 수 있다. 또한, 본 발명이 다양한 특징을 선택적으로 포함하는 여러 예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 본 발명의 각각의 변경예에 대해 고려되는 것으로 설명되거나 표시된 것으로 제한되어서는 안된다. 다양한 변화가 설명된 본 발명에 대해 이루어질 수 있고, (본 명세서에서 언급되었는지 또는 간단하게 하기 위해 포함되지 않았는지 간에) 등가물이 본 발명의 진정한 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 대체될 수 있다. 도시된 임의의 개수의 개별 부품 또는 하위 어셈블리가 그들의 설계에 있어서 통합될 수 있다. 그러한 변화 등은 조립을 위한 설계의 원리에 의해 취해지거나 안내될 수 있다.

[0117] 또한, 설명된 본 발명의 변경예의 임의의 선택적인 특징은 독립적으로 또는 본 명세서에서 설명된 특징들 중 임의의 하나 이상과 조합하여 설명되고 청구될 수 있음이 고려된다. 단수 항목에 대한 참조는 복수의 동일한 항목이 존재할 가능성을 포함한다. 더 구체적으로, 본 명세서 및 첨부된 청구범위에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태("a", "an", "said" 및 "the")는 달리 구체적으로 언급되지 않으면 복수의 대상을 포함한다. 바꾸어 말하면, 관사의 사용은 상기의 설명 및 하기의 청구범위에서 대상 항목의 "적어도 하나"를 허용한다. 청구범위는 임의의 선택적인 요소를 배제하도록 작성될 수 있음을 또한 알아야 한다. 이와 같이, 이러한 기술은 청구 요소의 언급 또는 "부정적인" 제한의 사용과 관련하여 "전적으로", "단지" 등과 같은 배타적인 용어의 사용에 대한 선행 기준으로서 역할하도록 의도된다. 그러한 배타적인 용어의 사용이 없으면, 청구범위 내의 "포함하는"이라는 용어는 주어진 개수의 요소가 청구범위 내에서 열거되는지의 여부에 관계없이, 임의의 추가의 요소의 포함을 허용하거나, 특징의 추가는 청구범위에서 설명되는 요소의 특징을 변환하는 것으로 간주될 수 있다. 달리 말하자면, 본 명세서에서 구체적으로 한정되지 않으면, 본 명세서에서 사용되는 모든 기술적 및 과학적 용어는 청구 범위 유효성을 유지하면서 가능한 한 넓은 일반적으로 이해되는 의미가 주어질 수 있다.

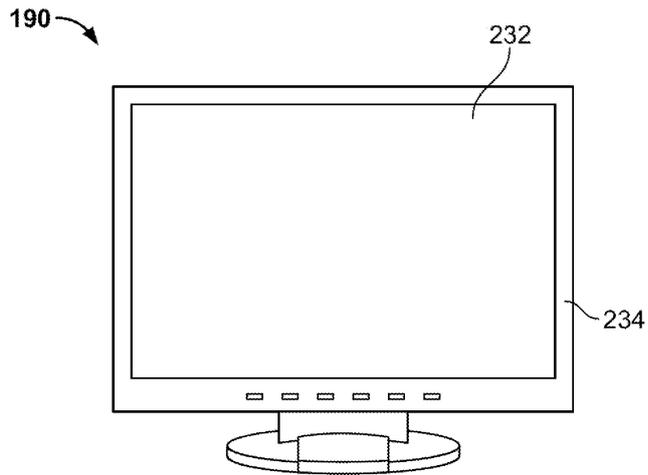
[0118] 전체적으로, 본 발명의 범위는 제공된 예에 의해 제한되어서는 안된다.

도면

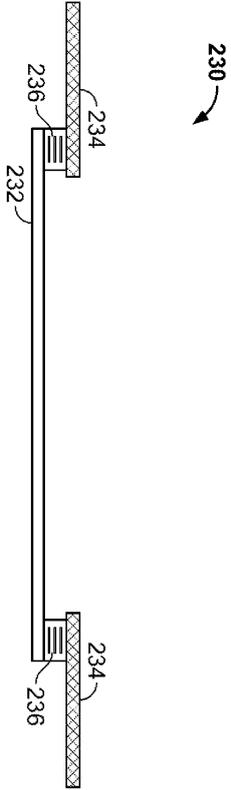
도면1a



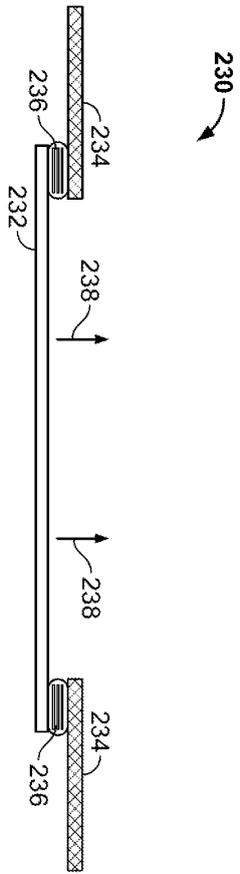
도면1b



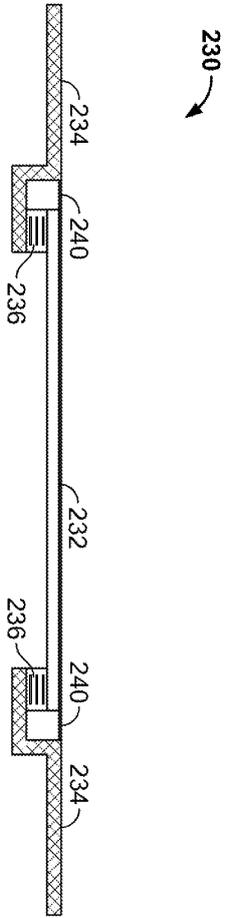
도면2a



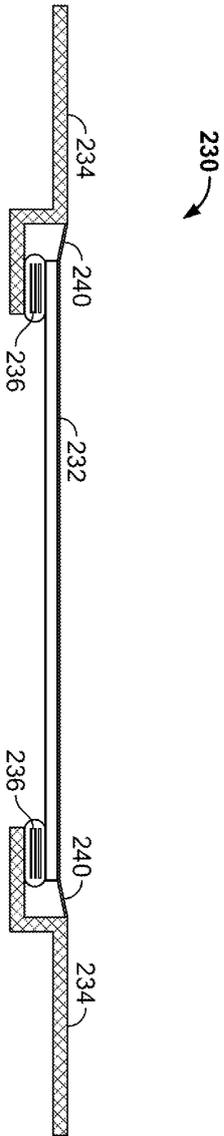
도면2b



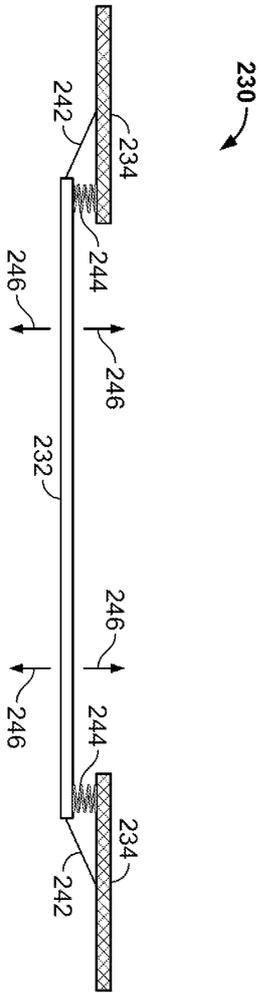
도면3a



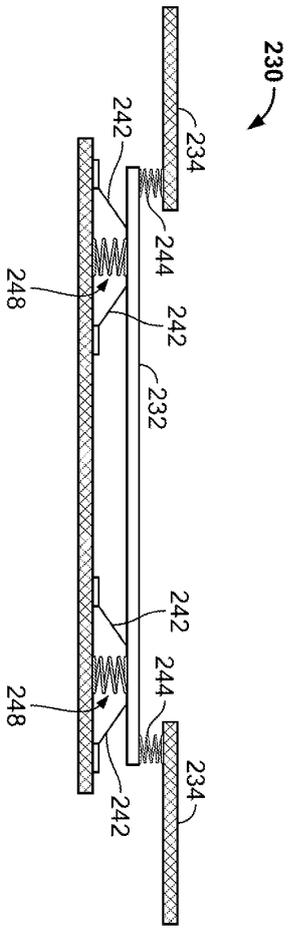
도면3b



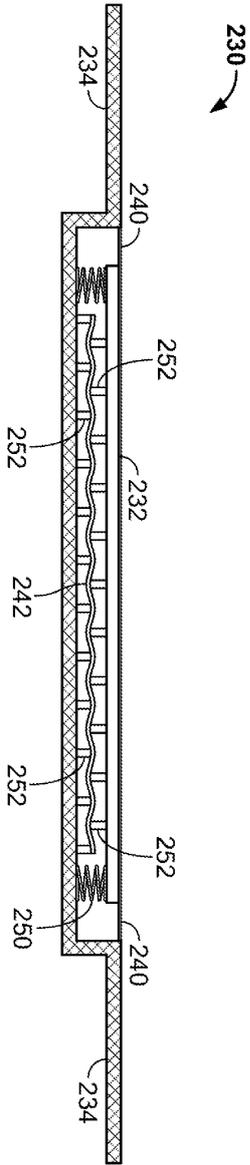
도면4



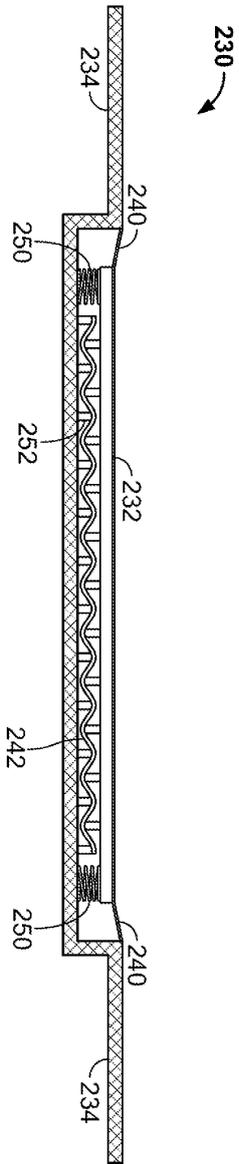
도면5



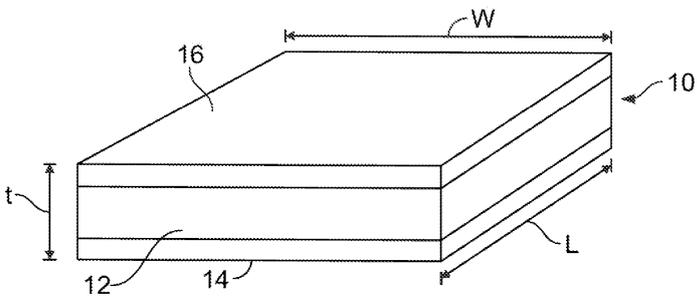
도면6a



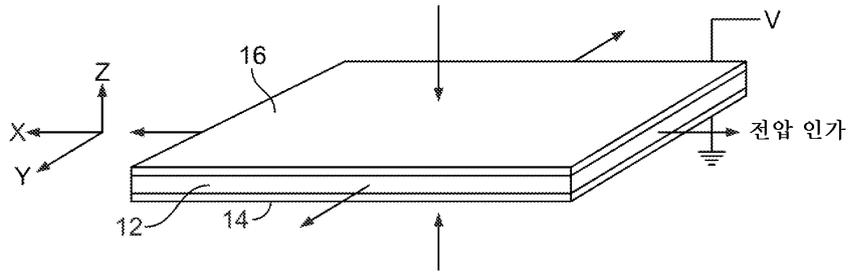
도면6b



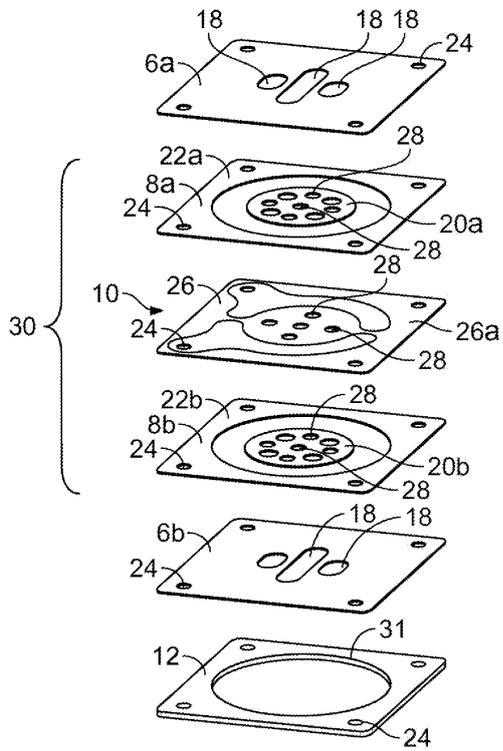
도면7a



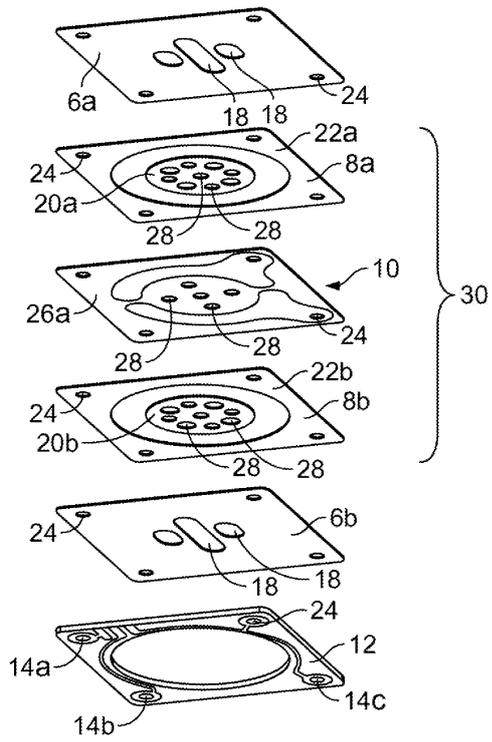
도면7b



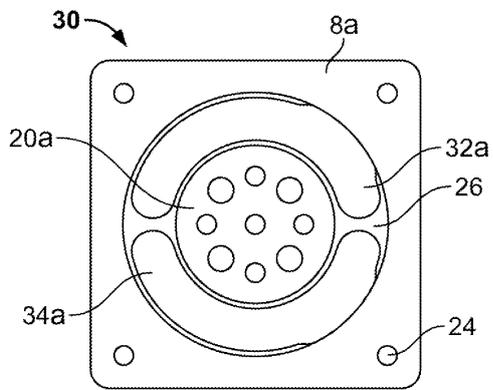
도면8a



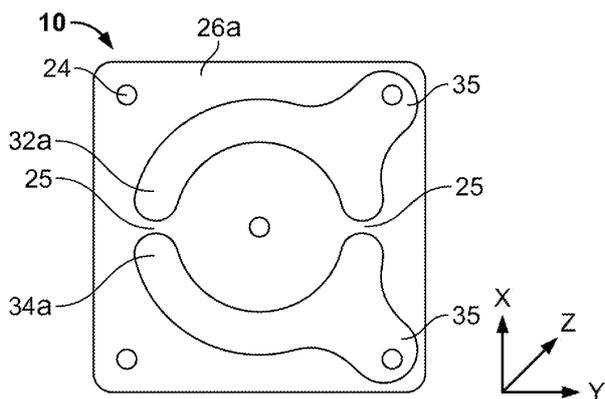
도면8b



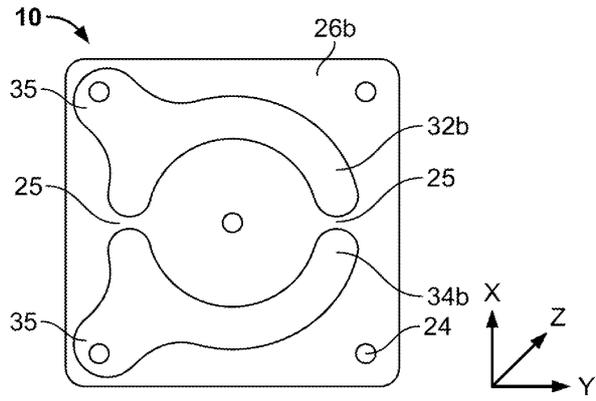
도면9a



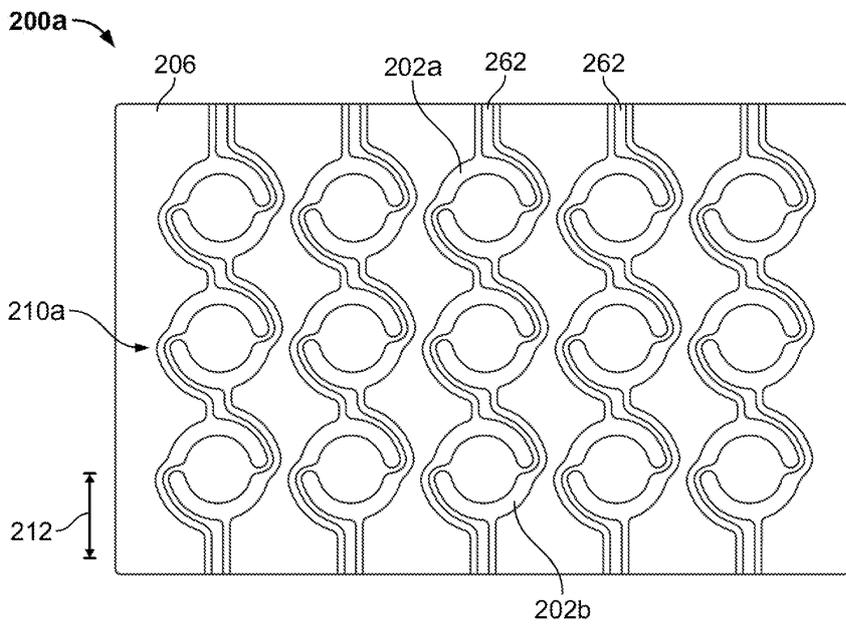
도면9b



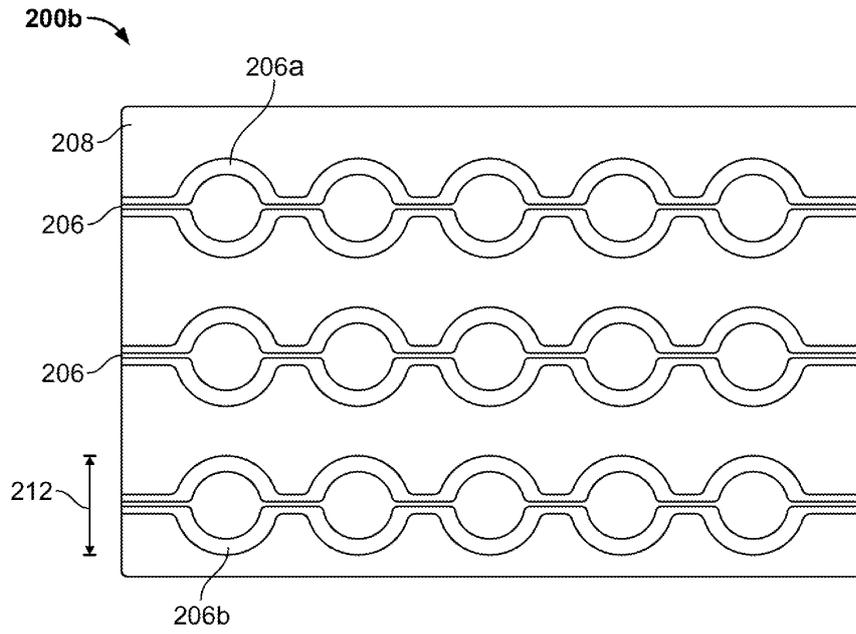
도면9c



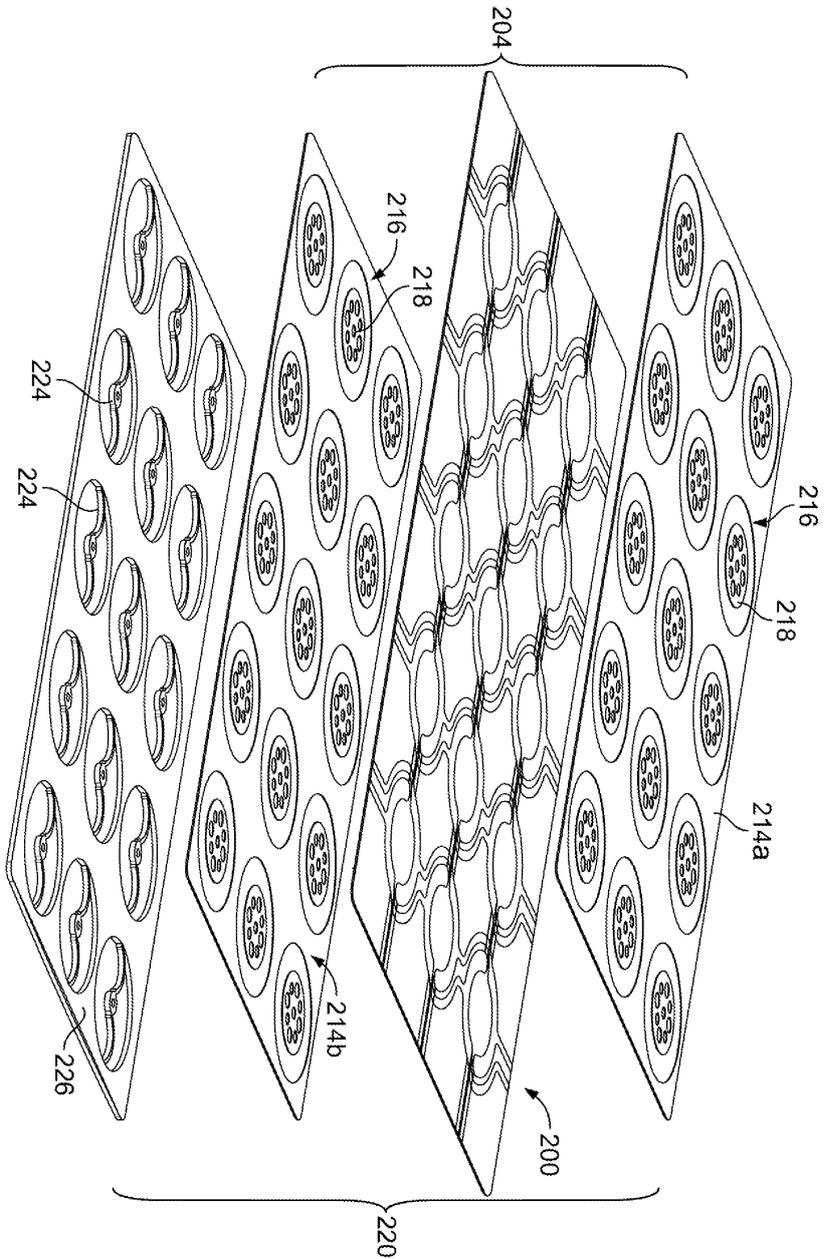
도면9d



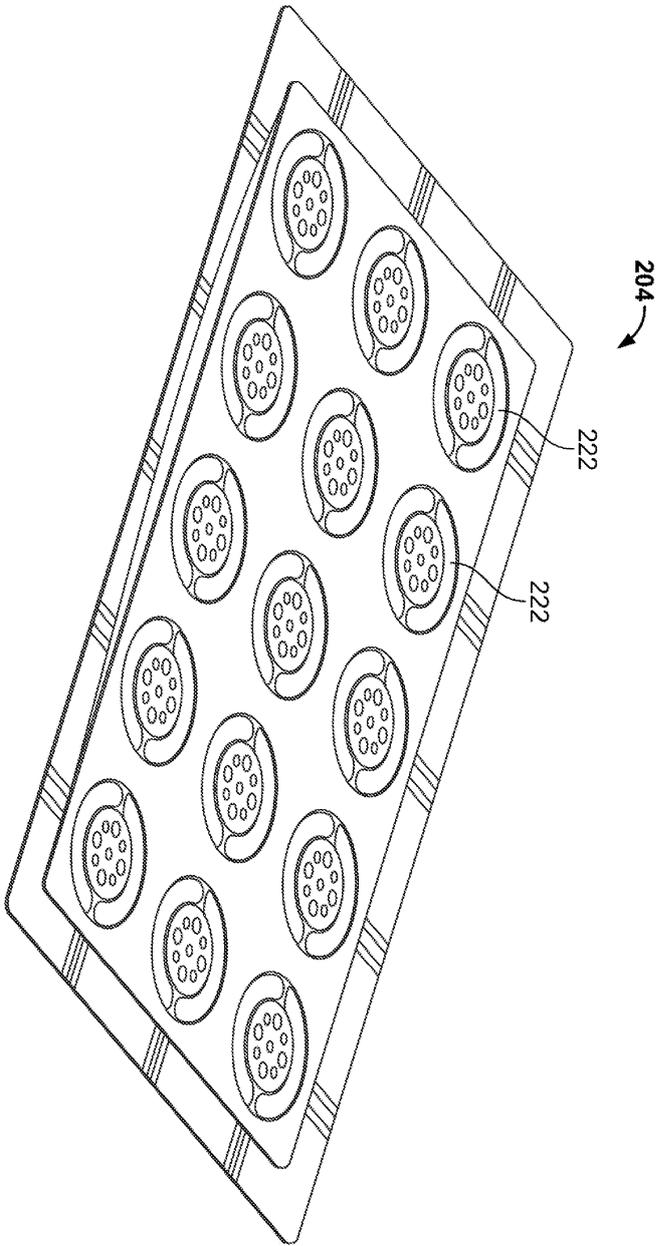
도면9e



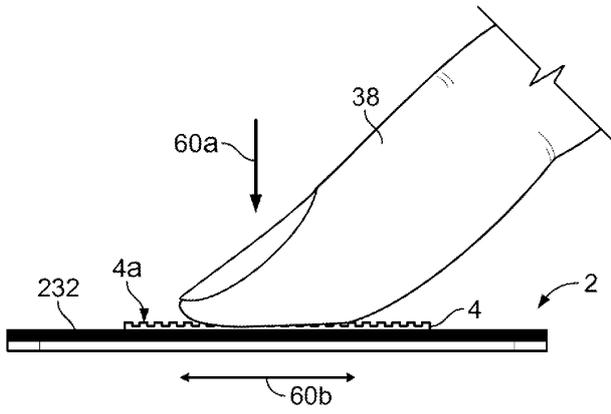
도면9f



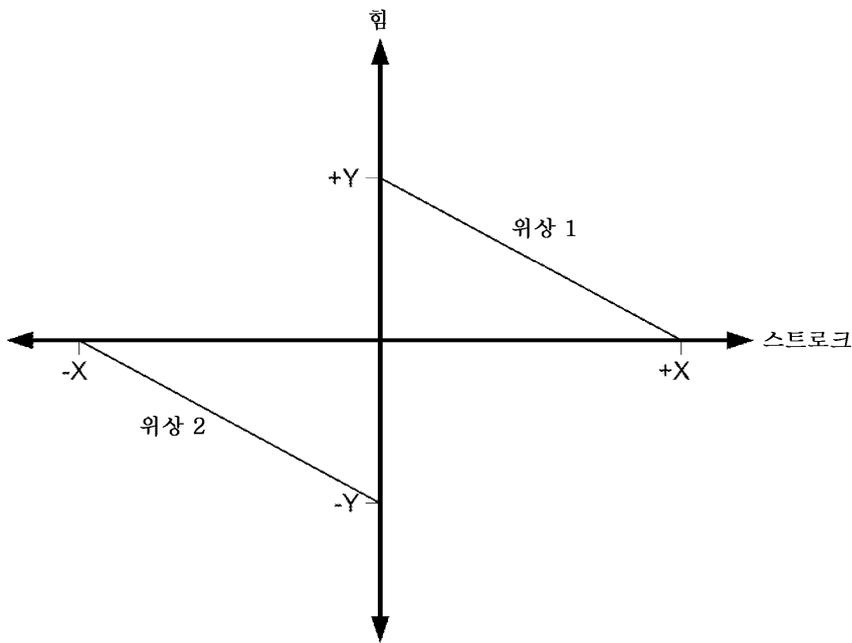
도면9g



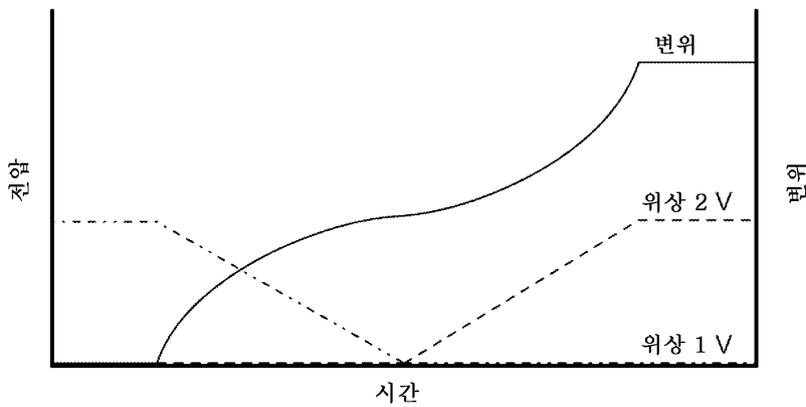
도면10



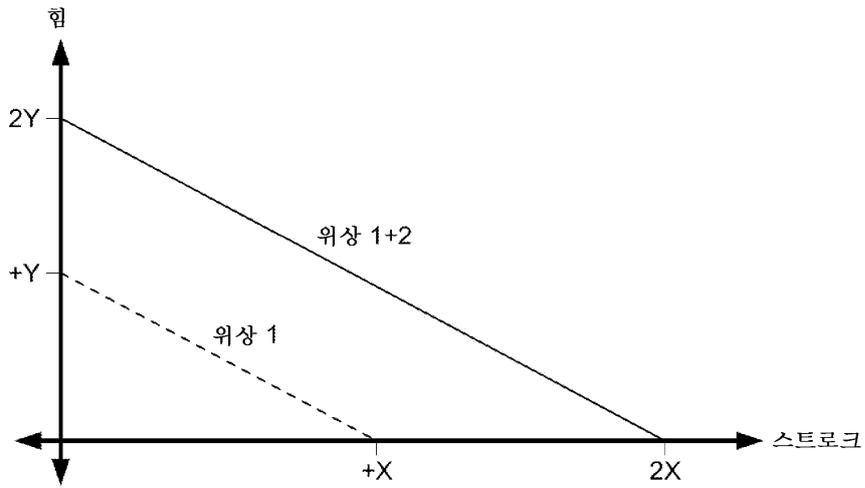
도면11a



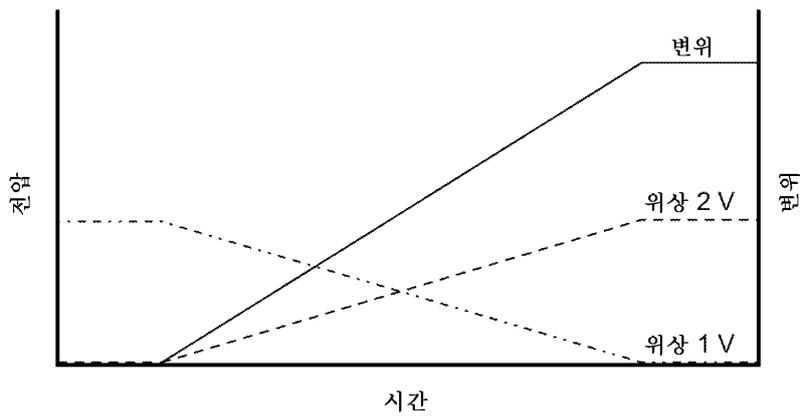
도면11b



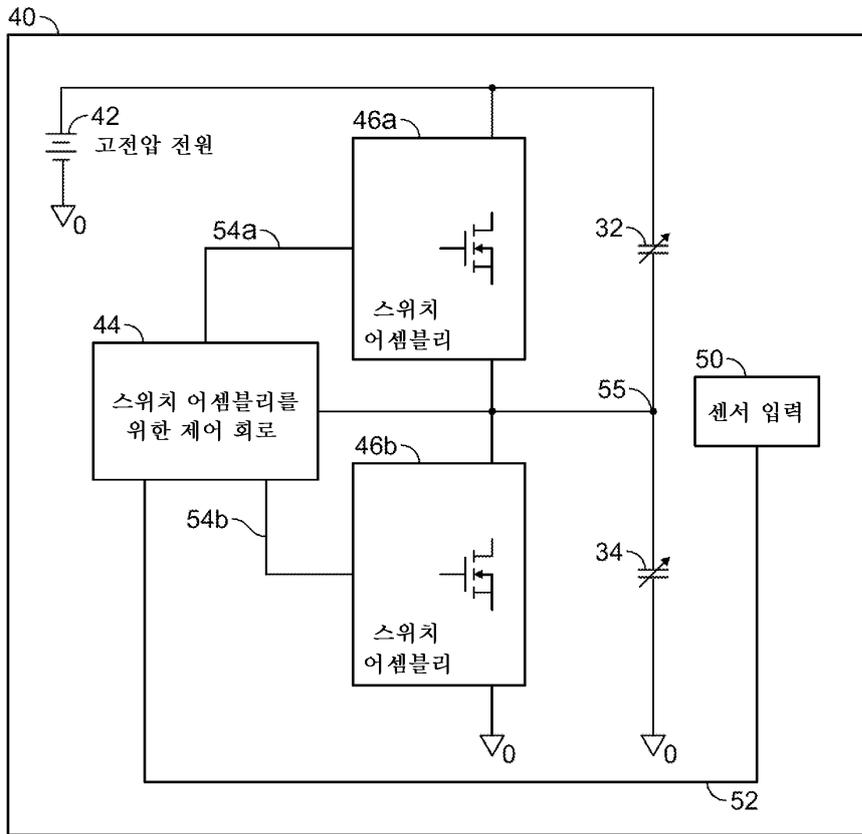
도면12a



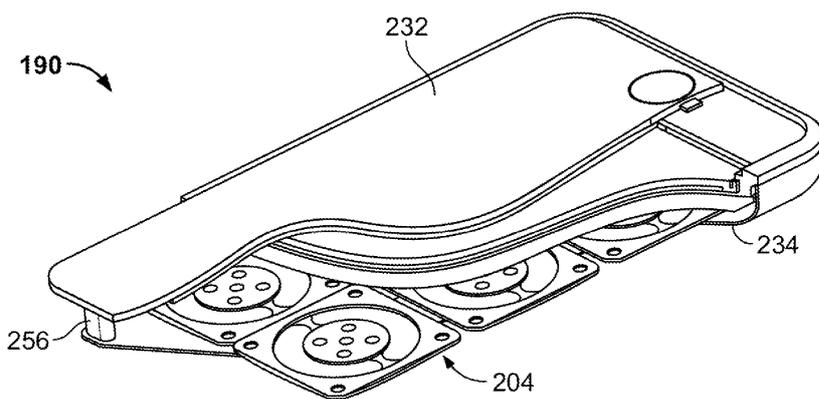
도면12b



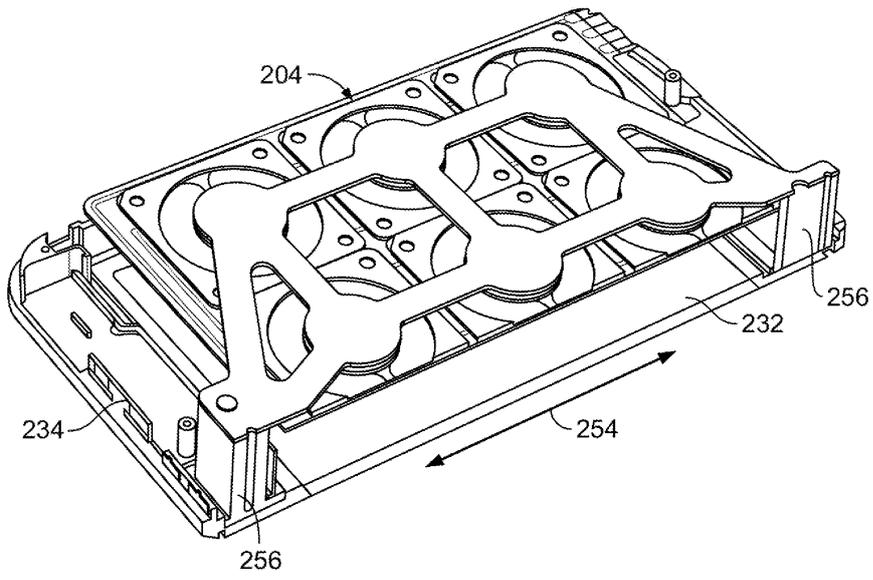
도면13



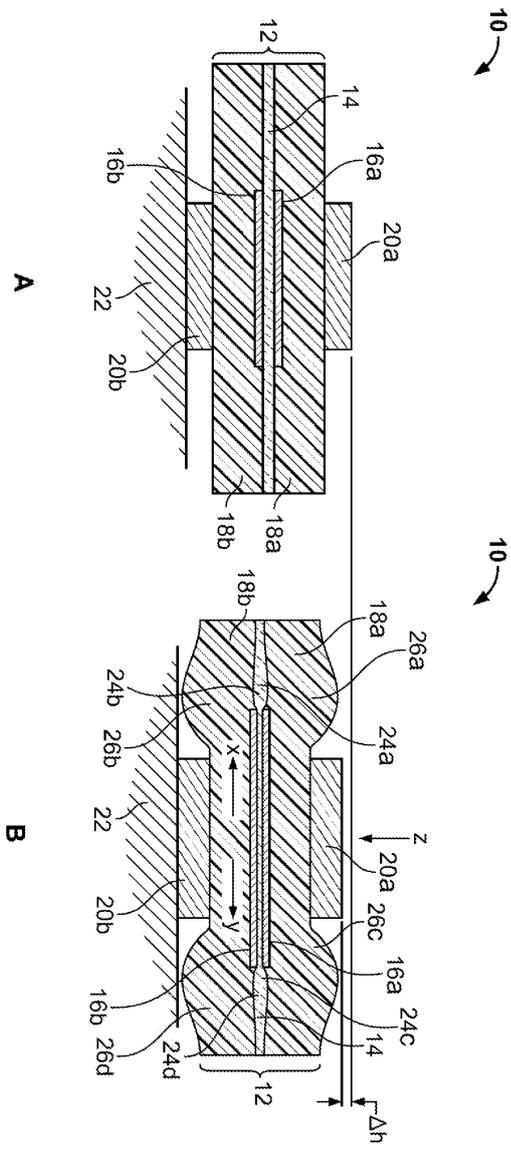
도면14a



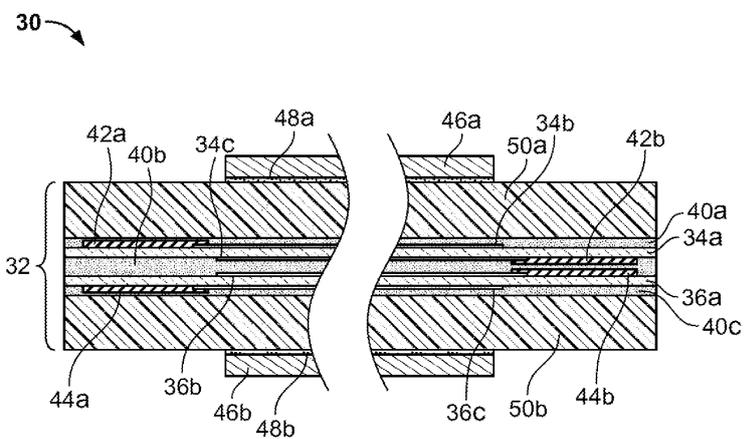
도면14b



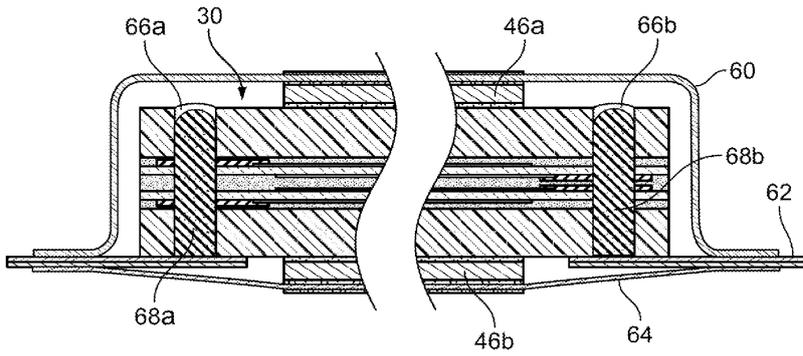
도면15



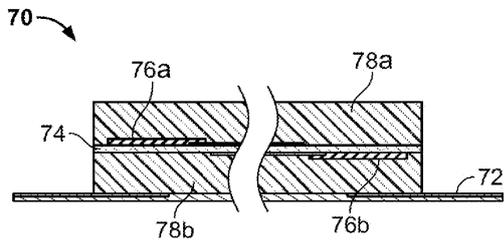
도면16a



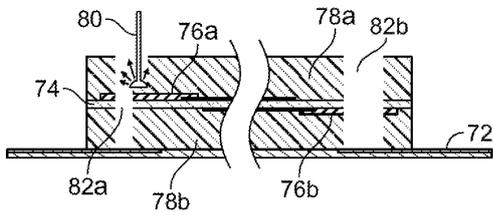
도면16b



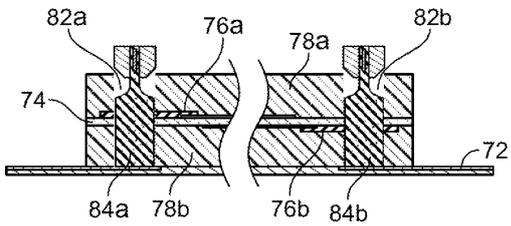
도면17a



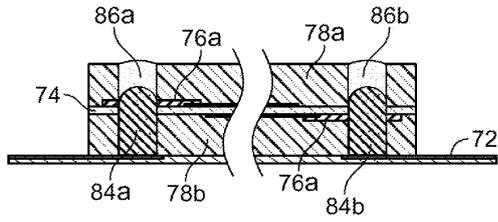
도면17b



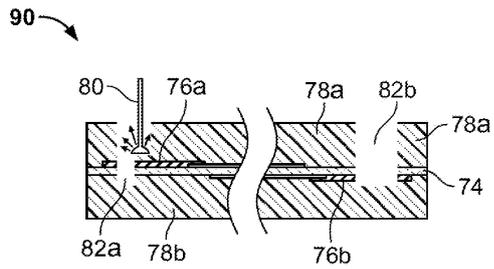
도면17c



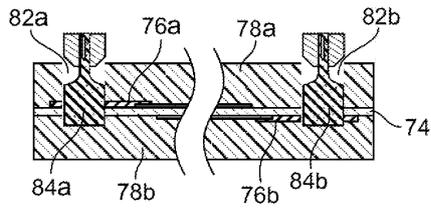
도면17d



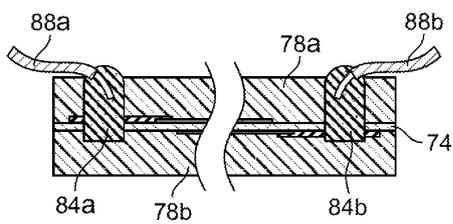
도면18a



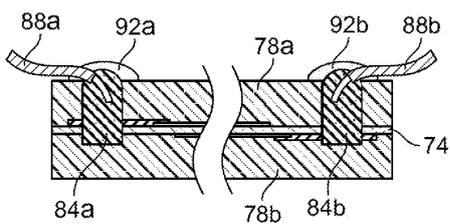
도면18b



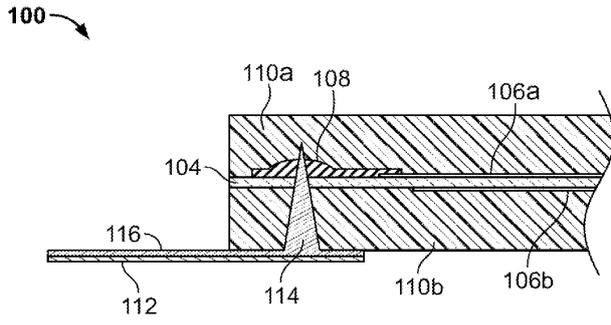
도면18c



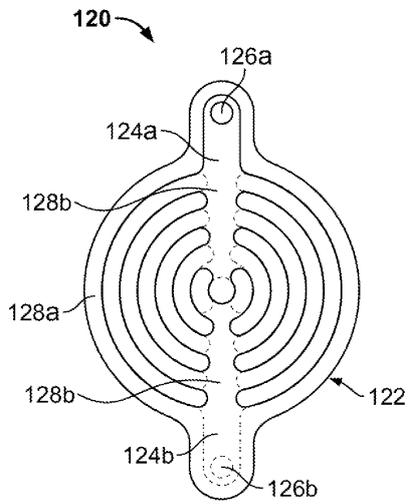
도면18d



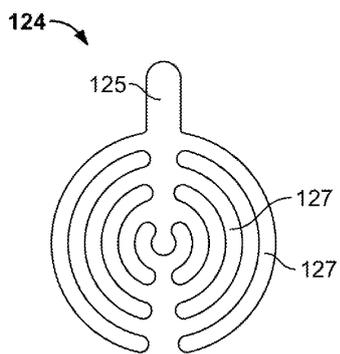
도면19



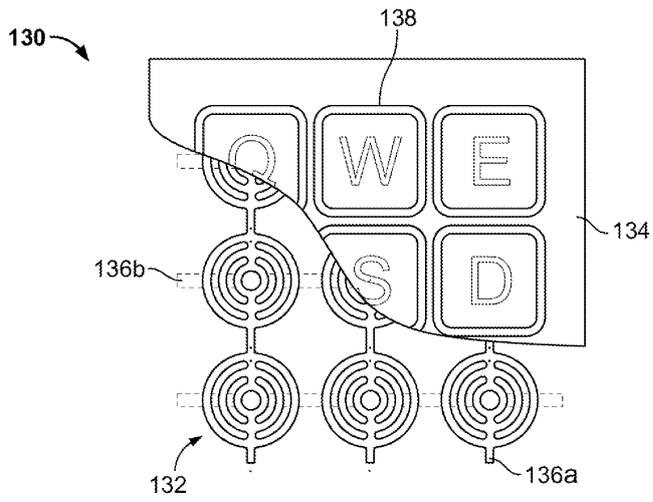
도면20a



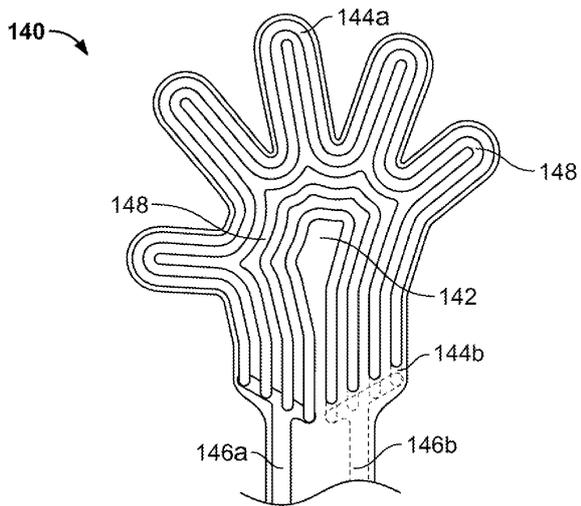
도면20b



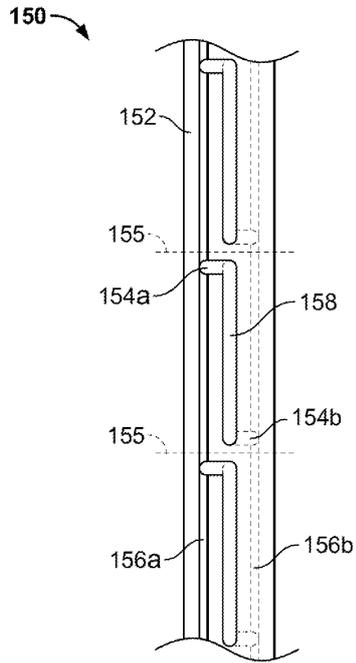
도면21



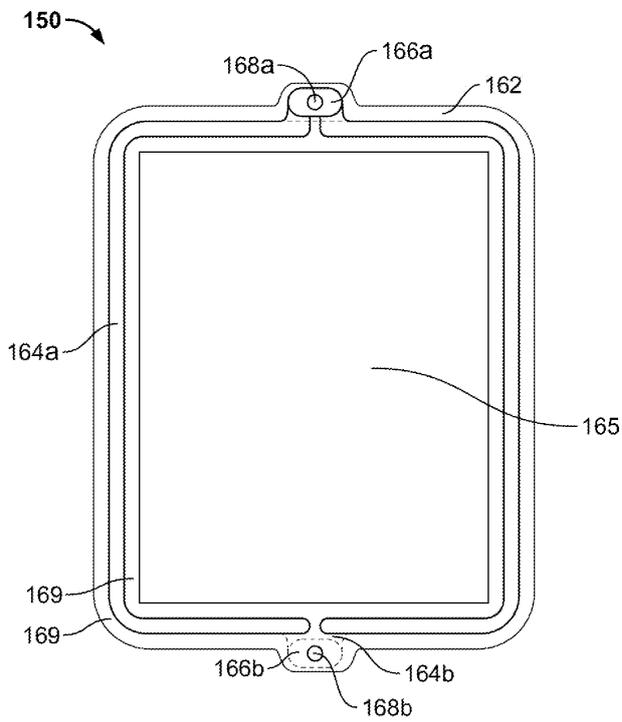
도면22



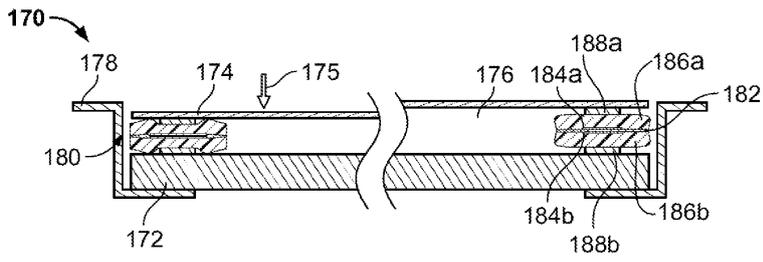
도면23



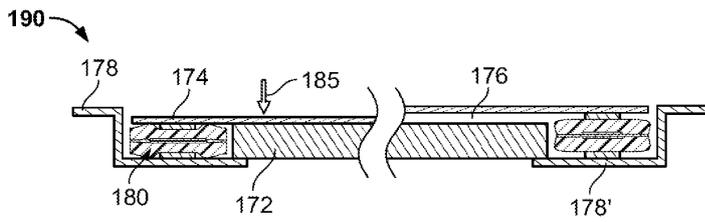
도면24



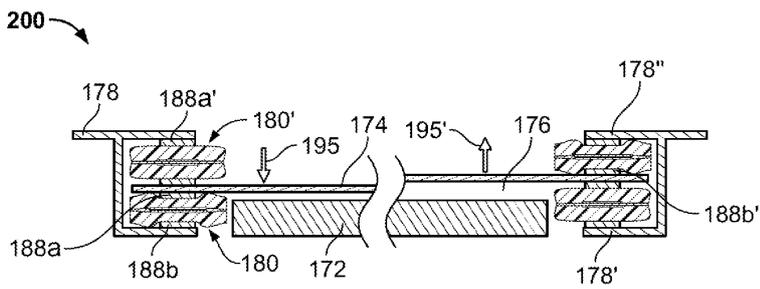
도면25a



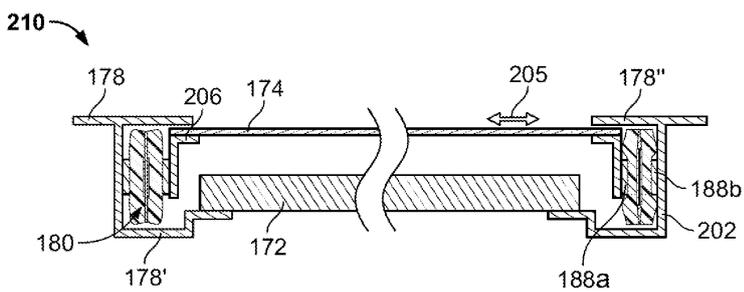
도면25b



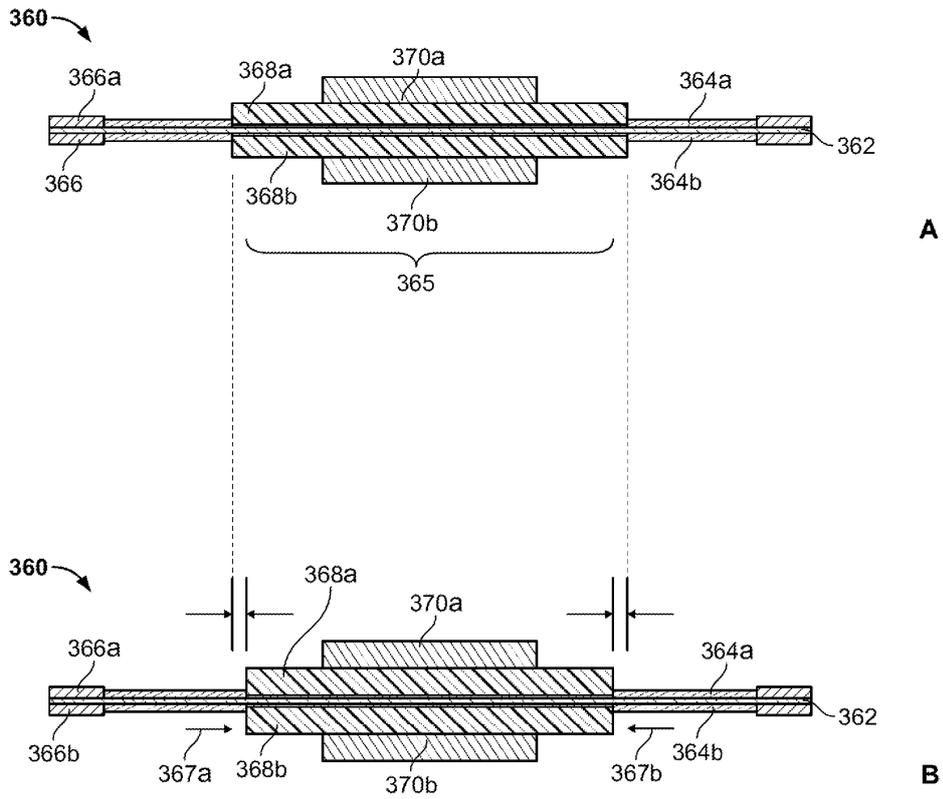
도면25c



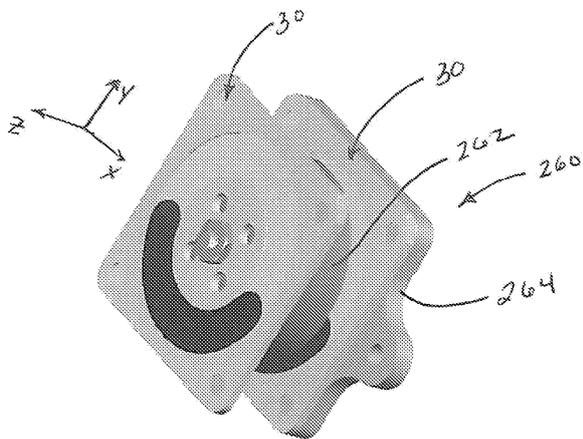
도면25d



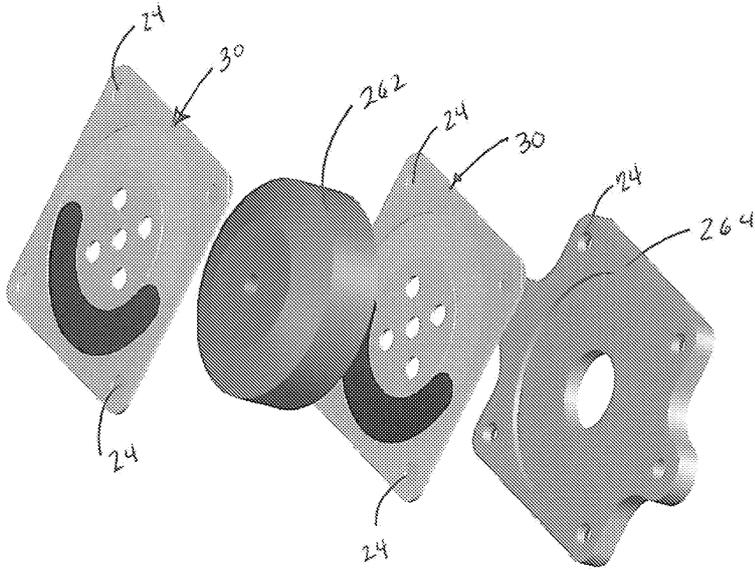
도면26



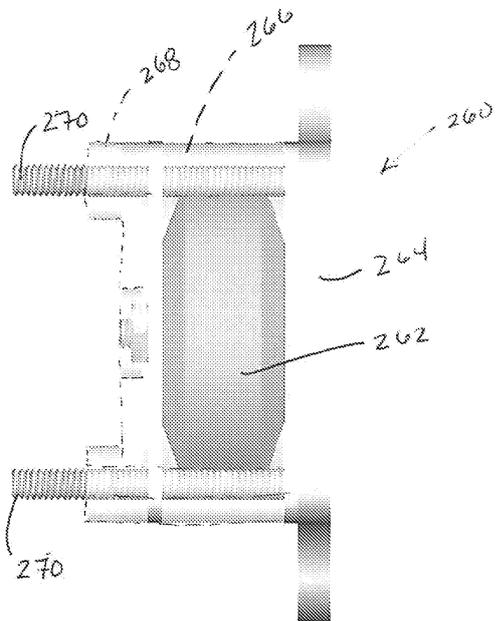
도면27a



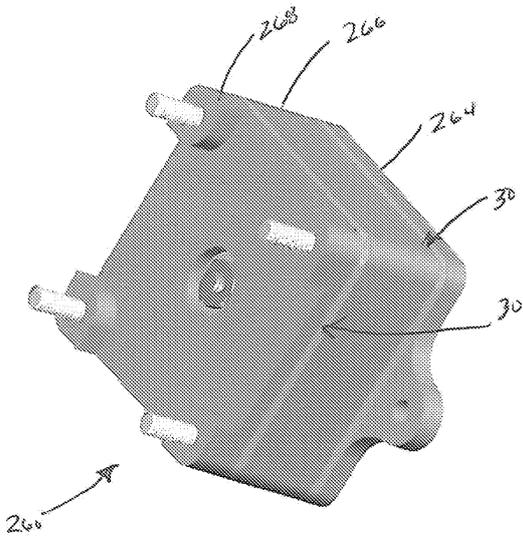
도면27b



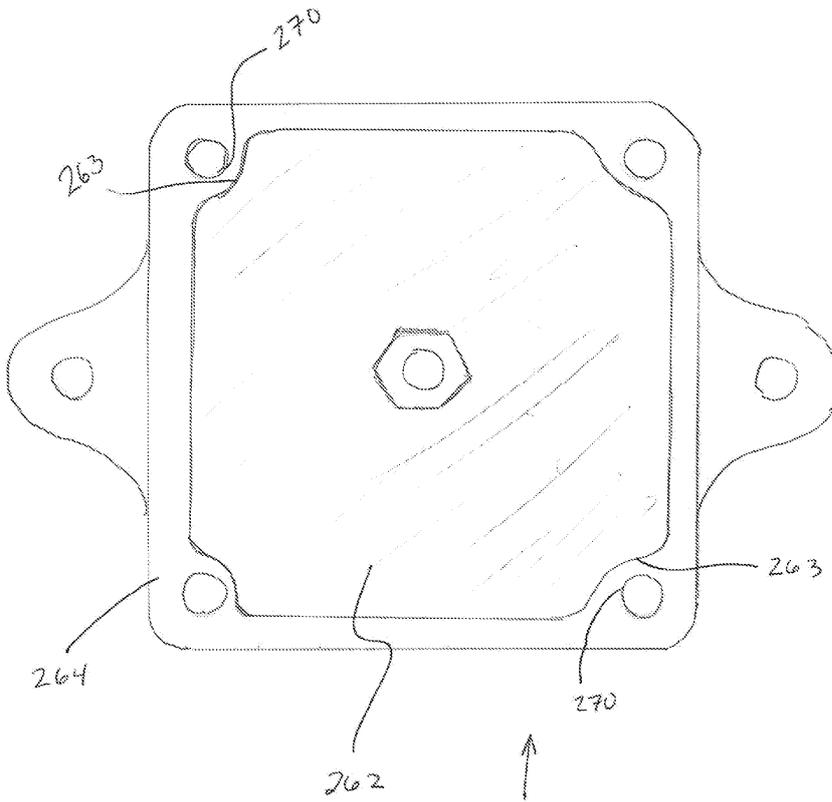
도면27c



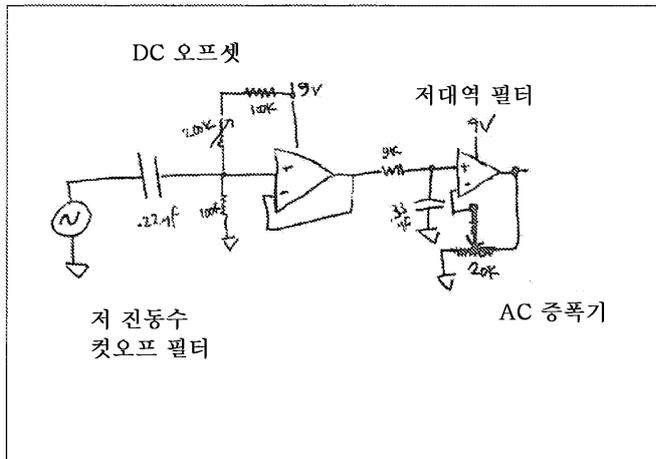
도면27d



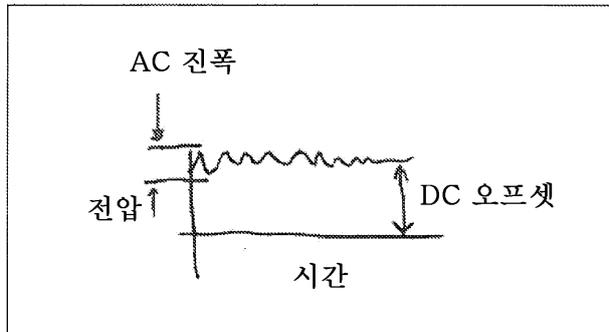
도면27e



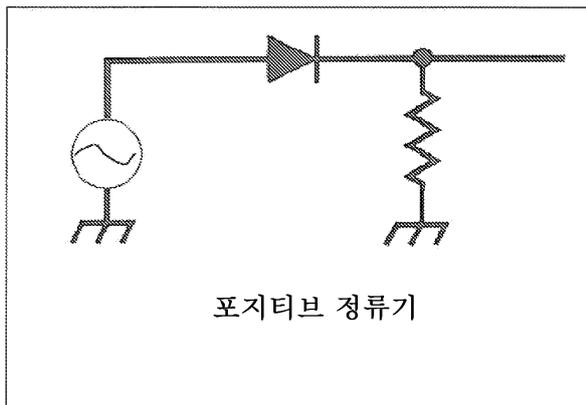
도면28a



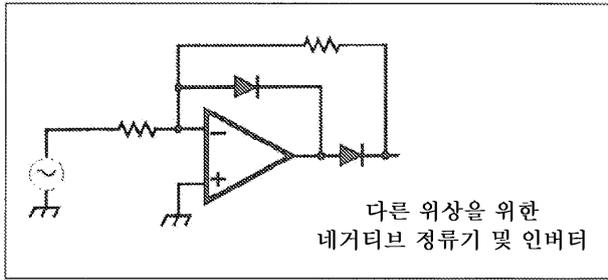
도면28b



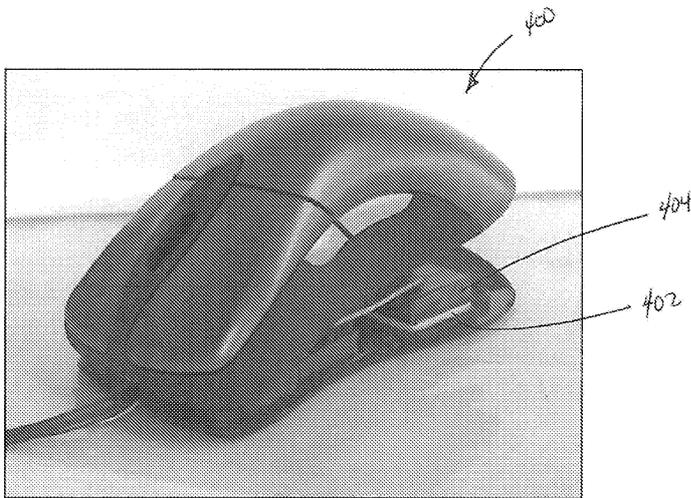
도면28c



도면28d



도면28e



도면28f

