



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월09일

(11) 등록번호 10-1535045

(24) 등록일자 2015년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 41/04 (2006.01) H01L 41/193 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7014204(분할)

(22) 출원일자(국제) 2009년11월05일

심사청구일자 2014년08월19일

(85) 번역문제출일자 2014년05월27일

(65) 공개번호 10-2014-0089389

(43) 공개일자 2014년07월14일

(62) 원출원 특허 10-2011-7010238

원출원일자(국제) 2009년11월05일

심사청구일자 2013년01월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/063441

(87) 국제공개번호 WO 2010/054115

국제공개일자 2010년05월14일

(30) 우선권주장

12/358,142 2009년01월22일 미국(US)

61/111,648 2008년11월05일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US06879318 B1*

US20060197741 A1*

US20080116764 A1*

WO2004086289 A2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

바이엘 머티리얼사이언스 아게

독일 51368 레버쿠젠

(72) 발명자

폴리아코브, 일야

미국 94122 캘리포니아 샌프란시스코 10번가 #104 1421

웨버, 크리스 에이.

미국 94037 캘리포니아 몬타라 메인 스트리트 1350

(74) 대리인

양영준, 안철균, 위혜숙

전체 청구항 수 : 총 42 항

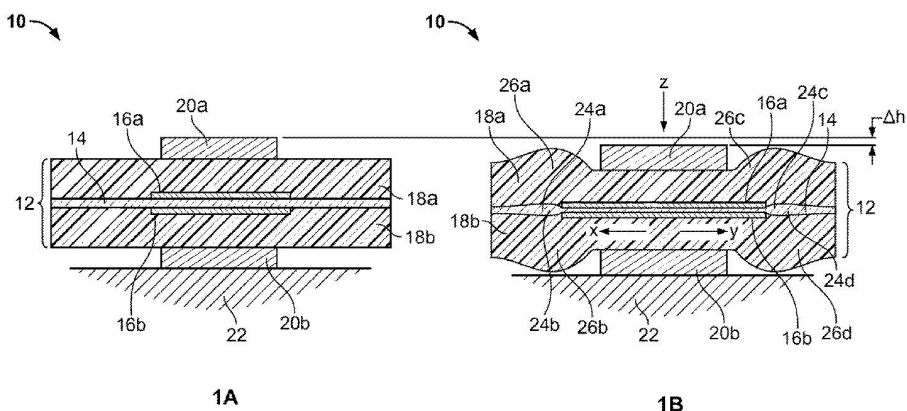
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 표면 변형 전기활성 중합체 트랜스듀서

(57) 요약

본 발명은, 두께 모드 작동을 제공하도록 표면 모드 변형을 위해 구성된 전기활성 중합체 트랜스듀서를 제공한다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

얇은 유전체 엘라스토머 층을 포함하며, 여기서 유전체 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되어 있고, 여기서 전극의 중첩 부분은 활성 필름 영역을 형성하며 필름의 나머지 부분은 불활성 필름 영역을 형성하는 것인 전기활성 중합체 필름;

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

전기활성 중합체 필름의 한면의 적어도 일부 상에서 연장되며, 여기서 활성 영역의 활성화가 수동 중합체 층의 두께 치수를 변화시키는 것인 하나 이상의 수동 중합체 층; 및

제1 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장되는 제1 전도성 비아(via) 및 제2 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장되는 제2 전도성 비아

를 포함하는 트랜스듀서.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 수동 중합체 층에 장착된 하나 이상의 강성 출력 구조물을 추가로 포함하는 트랜스듀서.

청구항 4

제3항에 있어서, 각각의 수동 중합체 층에 장착된 강성 출력 구조물을 추가로 포함하는 트랜스듀서.

청구항 5

제1항에 있어서, 전기활성 중합체 필름의 각 면 상에 하나씩 놓인 2개의 수동 중합체 층을 포함하는 트랜스듀서.

청구항 6

제1항에 있어서, 햅틱 피드백(haptic feedback)을 제공하는 데 사용되는 트랜스듀서.

청구항 7

제6항에 있어서, 햅틱 피드백이 터치 스크린 장치, 터치 패널, 버튼, 키 또는 포인팅 장치를 위해 제공되는 것인 트랜스듀서.

청구항 8

제1항에 있어서, 밸브 메카니즘의 개폐를 제어하는 트랜스듀서.

청구항 9

제1항에 있어서, 챔버를 통한 유체의 유동을 제어하는 트랜스듀서.

청구항 10

제1항에 있어서, 선형 브레이킹 시스템을 제어하는 트랜스듀서.

청구항 11

제1항에 있어서, 회전식 브레이킹 시스템을 제어하는 트랜스듀서.

청구항 12

제1항에 있어서, 활성 영역이 불활성 영역에 대해 중심에 있는 트랜스듀서.

청구항 13

제12항에 있어서, 수동 중합체 층이 활성 영역 및 불활성 영역 상에서 연장되는 것인 트랜스듀서.

청구항 14

제12항에 있어서, 햅틱 피드백을 제공하는 데 사용되는 트랜스듀서.

청구항 15

제1항에 있어서, 불활성 영역이 활성 영역에 대해 중심에 있는 트랜스듀서.

청구항 16

제15항에 있어서, 햅틱 피드백을 제공하는 데 사용되는 트랜스듀서.

청구항 17

제15항에 있어서, 수동 중합체 층이 단지 불활성 영역 상에서 연장되는 것인 트랜스듀서.

청구항 18

각각 얇은 유전체 엘라스토머 층을 포함하며, 여기서 유전체 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되어 있고, 여기서 전극의 중첩 부분은 활성 필름 영역을 형성하며 필름의 나머지 부분은 불활성 필름 영역을 형성하고, 여기서 전기활성 중합체 필름의 각각의 층의 활성 필름 영역이 적층 정렬되어 있고, 전기활성 중합체 필름의 각각의 층의 불활성 필름 영역이 적층 정렬되어 있는 것인 전기활성 중합체 필름의 2개 이상의 적층된 층;

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

각각의 필름의 제1 전극을 포함하는 위치에서 적층된 전기활성 중합체 필름을 통해 연장되는 제1 전도성 비아 및 제2 전극을 포함하는 위치에서 적층된 전기활성 중합체 필름을 통해 연장되는 제2 전도성 비아

를 포함하는 트랜스듀서 어셈블리.

청구항 19

제18항에 있어서, 전기활성 중합체 필름의 각각의 노출면 상의 수동 중합체 층을 추가로 포함하고, 여기서 활성 영역의 활성화가 수동 중합체 층의 두께 치수를 변화시키는 것인 트랜스듀서 어셈블리.

청구항 20

삭제

청구항 21

얇은 유전체 엘라스토머 층을 포함하며, 여기서 유전체 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되어 있고, 여기서 전극의 중첩 부분은 활성 필름 영역을 형성하며 필름의 나머지 부분은 불활성 필름 영역을 형성하는 것인 전기활성 중합체 필름; 불활성 필름 영역의 적어도 일부에 배치되고 제1 전극에 전기적으로 커플링된 제1 전도성 층, 및 불활성 필름 영역의 적어도 일부에 배치되고 제2 전극에 전기적으로 커플링된 제2 전도성 층; 및 전기활성 중합체 필름의 한면의 적어도 일부 상에서 연장되며, 여기서 활성 영역의 활성화가 수동 중합체 층의 두께 치수를 변화시키는 것인 하나 이상의 수동 중합체 층을 포함하는 트랜스듀서를 제공하는 것; 및

각각 제1 및 제2 전도성 층을 포함하는 위치에 전기활성 트랜스듀서를 통하여 제1 및 제2 비아를 형성하고, 여

기서 비아를 적어도 전도성 층의 깊이까지 천공하는 것; 및

비아를 전도성 물질로 충전하고, 여기서 비아를 전원에 전기적으로 커플링시키는 것을 포함하는, 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 비-전도성 물질로 충전된 비아를 포팅(potting)하는 것을 추가로 포함하는 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 23

제21항에 있어서, 비-전도성 테이프를 충전된 비아 상에 위치시키는 것을 추가로 포함하는 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 24

제21항에 있어서, 트랜스듀서를 전원에 커플링된 전기적 트레이스에 장착하는 것을 추가로 포함하며, 여기서 비아를 트랜스듀서의 전체 두께를 통하여 천공하는 것인 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 25

제21항에 있어서, 전도성 리드를 전도성 물질 내로 삽입하는 것을 추가로 포함하는 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 26

제21항에 있어서, 비아를 형성하는 것이 전기활성 트랜스듀서의 천공, 펀칭, 물딩, 관통, 또는 코어링(coring)을 포함하는 것인 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 27

얇은 유전체 엘라스토머 층을 포함하며, 여기서 유전체 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되어 있고, 여기서 전극의 중첩 부분은 활성 필름 영역을 형성하며 필름의 나머지 부분은 불활성 필름 영역을 형성하는 것인 전기활성 중합체 필름; 불활성 필름 영역의 적어도 일부에 배치되고 제1 전극에 전기적으로 커플링된 제1 전도성 층, 및 불활성 필름 영역의 적어도 일부에 배치되고 제2 전극에 전기적으로 커플링된 제2 전도성 층; 및 전기활성 중합체 필름의 한면 상에서 연장되며, 여기서 활성 영역의 활성화가 수동 중합체 층의 두께 치수를 변화시키는 것인 하나 이상의 수동 중합체 층을 포함하는 트랜스듀서를 제공하는 것; 및

각각 제1 및 제2 전도성 층을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통한 관통 구성을 갖는 제1 및 제2 전도성 접속부를 전도성 층을 침투하는 깊이까지 추진하는 것

을 포함하는, 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 28

제27항에 있어서, 트랜스듀서를 전원에 커플링된 전기적 트레이스에 장착하는 것을 추가로 포함하며, 여기서 전도성 접속부의 노출 단부는 전원에 전기적으로 커플링되는 것인 트랜스듀서의 제작 방법.

청구항 29

얇은 유전체 엘라스토머 층을 포함하며, 여기서 유전체 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되어 있고, 여기서 각각의 전극은 서로 병치된 대칭적 트레이스 패턴을 포함하고, 여기서 전극 병치 영역은 활성이고, 나머지 영역은 불활성이며, 여기서 활성 영역의 활성화가 불활성 영역의 두께 치수를 증가시키는 것인 전기활성 중합체 필름을 포함하며, 여기서 제1 전도성 비아(via)가 제1 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장되고, 제2 전도성 비아가 제2 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장되는 것인 트랜스듀서.

청구항 30

제29항에 있어서, 각각의 트레이스 패턴이 다수의 실질적으로 평행인 이격된 트레이스를 포함하는 것인 트랜스

듀서.

청구항 31

제30항에 있어서, 다수의 트레이스가 동심원 패턴을 형성하는 것인 트랜스듀서.

청구항 32

제31항에 있어서, 전극 패턴이 버튼 액츄에이터(actuator)에 사용하기 위해 크기결정(sizing)된 것인 트랜스듀서.

청구항 33

제29항에 있어서, 다수의 트레이스가 비대칭 형상을 형성하는 것인 트랜스듀서.

청구항 34

제29항에 있어서, 스트립 구성을 갖는 트랜스듀서.

청구항 35

제34항에 있어서, 트랜스듀서 스트립이 전기활성 중합체 필름의 연속 스트립으로부터 단일화된 것인 트랜스듀서.

청구항 36

제35항에 있어서, 전극 패턴이 스트립을 따라 연속적인 트랜스듀서.

청구항 37

제35항에 있어서, 전극 패턴이 스트립을 따라 이산되고 반복되는 것인 트랜스듀서.

청구항 38

제34항에 있어서, 트랜스듀서 스트립이 개방 공간을 에워싸는 것인 트랜스듀서.

청구항 39

제38항에 있어서, 가스켓-유형 액츄에이터를 형성하는 트랜스듀서.

청구항 40

제39항에 있어서, 가스켓-유형 액츄에이터가 터치 스크린 장치를 작동시키는 데 사용되는 것인 트랜스듀서.

청구항 41

제32항의 트랜스듀서의 어레이; 및
트랜스듀서의 어레이 상에 위치하는 하나 이상의 사용자 접촉면을 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 사용자 인터페이스 장치.

청구항 42

제41항에 있어서, 상기 사용자 인터페이스 장치가 키패드 또는 키보드인 사용자 인터페이스 장치.

청구항 43

제17항의 트랜스듀서의 어레이; 및
트랜스듀서의 어레이 상에 위치하는 하나 이상의 사용자 접촉면을 포함하는, 햅틱 피드백을 제공하는 사용자 인터페이스 장치.

청구항 44

제43항에 있어서, 상기 사용자 인터페이스 장치가 키패드 또는 키보드인 사용자 인터페이스 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유전체 엘라스토머 또는 전기활성 중합체 필름 트랜스듀서에 관한 것이다. 보다 특별하게는, 본 발명은 상기와 같은 트랜스듀서 및 그의 표면 변형과 관련된 능력 및 응용에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오늘날 사용되는 매우 다양한 장치는 전기 에너지를 기계 에너지로 변환시키기 위한 여러 종류의 액추에이터(actuator)에 의존한다. 역으로, 많은 전력 발생 장치가 기계 작용을 전기 에너지로 변환시킴으로써 작동한다. 이러한 방식으로 기계 에너지를 수확하기 위해 이용되면, 동일한 유형의 액추에이터는 발전기로 불릴 수 있다. 유사하게, 구조물이 진동 또는 압력과 같은 물리적 자극을 측정 목적으로 전기적 신호로 변환시키도록 이용될 때, 이는 센서로서 특성화될 수 있다. 또한, "트랜스듀서"라는 용어는 장치들 중 임의의 것을 총칭하도록 사용될 수 있다.

[0003] 트랜스듀서의 제작을 위해, 다수의 설계 고려 사항이 "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.

[0004] EAP 장치 및 그의 응용의 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 제2005/0157893호에 기재되어 있고, 이들은 전체가 본원에 참고로 도입된다.

[0005] EAP 트랜스듀서는 변형가능한 특징을 가지며 얇은 엘라스토머 유전성 재료에 의해 분리된 2개의 전극을 포함한다. 전압차가 전극에 적용될 때, 반대로 대전된 전극들은 서로 끌어당겨서, 그들 사이의 중합체 유전체 층을 압축시킨다. 전극들이 함께 더 가까이 당겨짐에 따라, 유전성 중합체 필름은 그(x- 및 y-축을 따라) 평면 방향으로 팽창함에 따라, 더 얇아지고(z-축 성분이 수축하고), 즉 필름의 변위는 평면내이다. EAP 필름은 또한(z-축을 따라) 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, 이러한 평면의 변위를 제공하는 EAP 필름 구성을 개시한다.

[0006] EAP 필름의 재료 및 물리적 특성은 트랜스듀서가 겪는 표면 변형을 맞춤화하기 위해 변경되고 제어될 수 있다. 보다 구체적으로, 중합체 필름과 전극 재료 사이의 상대적 탄성, 중합체 필름과 전극 재료 사이의 상대적 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 스트레인(pre-strain)과 같은 인자와, 필름에 적용되는 전압 또는 필름 상에서 유도되는 커패시턴스의 양이 활성 모드에 있을 때의 필름의 표면 특징부를 맞추기 위해 제어되고 변경될 수 있다.

[0007] 이러한 표면 변형 EAP 필름에 의해 제공되는 이점으로부터 이득을 얻을 많은 트랜스듀서 기반 응용이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008]

<발명의 개요>

[0009]

본 발명은 표면 변형 EAP-기재의 트랜스듀서의 구조 및 기능을 개선시키고자 한 것이다. 본 발명은 사용자 인터페이스 장치 (예를 들어, 키 버튼, 키 패드, 터치 패드, 터치 스크린, 터치 플레이트, 터치 센서 등)를 위한 햅틱 피드백(haptic feedback), 유체 이동 및 제어 메카니즘, 예컨대 펌프 및 밸브, 브레이킹 및 클러치 메카니즘, 전력 발생, 센싱 등을 포함하나 이에 제한되지는 않는 다양한 용도에 사용하기 위해 특화된 트랜스듀서 구조물을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010]

트랜스듀서는, 얇은 유전체 엘라스토머 층을 포함하는 하나 이상의 전기활성 중합체 필름을 포함하며, 여기서 유전체 엘라스토머 층의 일부는 제1 및 제2 전극 사이에 삽입되어 있고, 여기서 전극의 중첩 부분은 하나 이상의 활성 필름 영역을 형성하며 필름의 나머지 부분은 하나 이상의 불활성 필름 영역을 형성하고, 여기서 활성 영역의 활성화는 필름의 두께 치수를 변화시킨다. 활성 영역(들)과 불활성 영역(들)의 상대적 배치는 두께 모드 출력 프로파일을 형성하거나, 또는 불활성 영역(들)은 활성 영역(들)에 대해 중심에 있을 수 있다. 다중 트랜스듀서는 다중-상 기능성을 제공하고/하거나 출력을 향상시키기 위해 적층된 배열로 제공될 수 있다.

[0011]

두께 치수 변화의 출력을 향상시키기 위해, 전기활성 중합체 필름의 한면의 적어도 일부 상에서 연장되며, 여기서 활성 영역의 활성화는 또한 수동 층의 두께 치수를 변화시키는 것인 하나 이상의 수동 중합체 층이 존재한다. 하나 이상의 수동 층은 액츄에이터의 일부를 형성할 수 있는 하나 이상의 강성 구조물에 기계적으로 커플링될 수 있고, 특정 실시양태에서 이는 출력 메카니즘으로서 작용한다. 수동 층은 활성 영역 및 불활성 영역의 일부 또는 전부 상에서 연장될 수 있거나, 또는 단지 불활성 영역 또는 그의 일부 상에서 연장될 수 있다.

[0012]

특정 실시양태에서, 전극을 전원에 및/또는 서로에게 커플링하여 공통의 접지부 등을 제공하도록 전기 버스가 제공된다. 특히, 제1 전도성 층은 불활성 필름 영역의 적어도 일부에 배치되고 제1 전극에 전기적으로 커플링되고, 제2 전도성 층은 불활성 필름 영역의 적어도 일부에 배치되고 제2 전극에 전기적으로 커플링된다. 트랜스듀서는 제1 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장되는 하나 이상의 전도성 비아(via) 및 제2 전극을 포함하는 위치에서 트랜스듀서를 통해 연장되는 제2 전도성 비아를 추가로 포함할 수 있다. 본 발명은, 트랜스듀서 내에 비아 홀을 형성하는 것, 및 이들을 전도성 물질로 충전시키는 것, 또는 별법으로 전도성 접속부를 트랜스듀서 물질 내로 추진하는 것을 포함할 수 있는, 전기활성 트랜스듀서 내에 비아를 형성하기 위한 다양한 방법을 제공한다.

[0013]

본 발명의 트랜스듀서의 전극 층은 항상 사용가능한 두께 모드 응용을 위한 임의의 적합한 트레이스 패턴을 가질 수 있다. 상기 패턴은 전형적으로 대칭적이지만, 비대칭적일 수 있으며, 여기서 대향하는 트레이스는 유전체 필름의 반대편으로부터 서로 병치되고, 여기서 전극 병치 영역은 활성이고 나머지 영역은 불활성이며, 여기서 활성 영역의 활성화는 불활성 영역의 두께 치수를 증가시킨다. 특정 실시양태에서, 각각의 트레이스 패턴은 실질적으로 평행인 다수의 이격된 트레이스를 포함하고, 이는 또한 동심원 패턴을 형성하거나 실질적으로 일직선형으로 연장되거나 또는 선택적으로 구부러지거나 만곡되어 신규한 형상을 제공할 수 있다.

[0014]

트랜스듀서는, 개별적 트랜스듀서가 그들을 스트립으로부터 단일화함으로써 형성된 전기활성 중합체 필름의 연속 스트립으로부터 제작될 수 있다. 전극 패턴은 스트립을 따라 연속적으로 형성될 수 있거나, 스트립을 따라 개별적이고 반복적일 수 있다. 트랜스듀서 스트립은 특히 가스켓-유형의 액츄에이터를 구성하는 데 적합한 개방 공간을 에워싸도록 성형될 수 있다.

[0015]

본 발명의 이러한 특징들 및 다른 특징들, 목적 및 이점은 하기에서 더욱 충분히 설명되는 바와 같은 본 발명의 세부사항을 읽음에 따라 당업자에게 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016]

본 발명은 첨부된 개략적인 도면과 관련하여 읽을 때 하기 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해된다. 이해를 돕기 위해, 동일한 도면 부호는 도면들에 대해 공통된 유사한 요소를 표시하도록 (실질적인 경우에) 사용되었다. 도면은 하기를 포함한다:

도 1A 및 1B는 트랜스듀서가 활성화될 때 작업 출력을 제공하기 위한 중합체 표면 특징부를 이용하는 액츄에이터로서 이용된 표면 변형 EAP 트랜스듀서를 개략적으로 도시한 것이고;

도 2A 및 2B는 본 발명의 액츄에이터의 예시적인 구성의 단면도이고;

도 3A 내지 3D는 인쇄 회로 기판 (PCB) 또는 가요성 커넥터에 커플링하도록 본 발명의 트랜스듀서 내에 전기적 연결부를 만들기 위한 공정의 다양한 단계를 도시한 것이고;

도 4A 내지 4D는 전선에 커플링하도록 본 발명의 트랜스듀서 내에 전기적 연결부를 만들기 위한 공정의 다양한 단계를 도시한 것이고;

도 5는 관통형 전기 접속부를 갖는 본 발명의 트랜스듀서의 단면도이고;

도 6A 및 6B는 각각 버튼-유형 액츄에이터에서의 응용을 위한, 두께 모드 트랜스듀서 및 전극 패턴의 상면도이고;

도 7은 도 6A 및 6B의 버튼-유형 액츄에이터의 어레이를 이용한 키패드의 상절단면도를 도시한 것이고;

도 8은 사람 손 형태의 신규한 액츄에이터에서 사용하기 위한 두께 모드 트랜스듀서의 상면도를 도시한 것이고;

도 9는 연속 스트립 구성의 두께 모드 트랜스듀서의 상면도를 도시한 것이고;

도 10은 가스켓-유형 액츄에이터에서의 용도를 위한 두께 모드 트랜스듀서의 상면도를 도시한 것이고;

도 11A 내지 11D는 다양한 유형의 가스켓-유형 액츄에이터를 이용한 터치 스크린의 단면도이고;

도 12A 내지 12C는 각각 본 발명의 두께 모드 액츄에이터를 이용한 포핏(poppet) 밸브 메카니즘의 수동 및 활성 상태의 단면도이고;

도 13A 및 13B는 각각 본 발명의 두께 모드 액츄에이터를 이용한 다이어프램(diaphragm)-유형 유체 펌프의 수동 및 활성 상태의 단면도이고;

도 14A 및 14B는 각각 배출 및 압축 스트로크를 겪는 펌프를 갖는 본 발명의 두께 모드 액츄에이터를 이용한 또 다른 다이어프램-유형 펌프의 단면도이고;

도 15A 및 15B는 본 발명의 두께 모드 액츄에이터를 이용한 연동(peristaltic) 펌프 실시양태의 단면도이고;

도 16A 및 16B는 각각 수동 및 활성 모드의 본 발명의 두께 모드 액츄에이터를 이용한 선형 브레이크 메카니즘의 단면도이고;

도 17A 및 17B는 각각 수동 및 활성 모드의 본 발명의 두께 모드 액츄에이터를 이용한 회전식 브레이크 또는 클러치 메카니즘의 단면도이고;

도 18A 및 18B는 트랜스듀서의 활성 및 수동 영역의 상대적 위치가 상기 실시양태로부터 역전된 본 발명의 두께 모드 트랜스듀서의 또 다른 실시양태의 단면도이다.

도면에 도시된 것으로부터의 본 발명의 변형이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

<발명의 상세한 설명>

이제, 본 발명의 장치, 시스템 및 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 1A 및 1B를 참조하면, 본 발명의 한 실시양태에 따른, 전기 에너지를 기계 에너지로 변환시키기 위한 표면 변형 EAP 액츄에이터 (10)의 개략도가 제공된다. 액츄에이터 (10)은 얇은 엘라스토머 유전체 중합체 층 (14) 및 각각 그의 상부 및 하부 표면의 부분 상에서 유전체 (14)에 부착된 상부 및 하부 전극 (16a, 16b)를 갖는 EAP 트랜스듀서 (12)를 포함한다. 유전체 및 적어도 2개의 전극을 포함하는 트랜스듀서 (12)의 부분은 본원에서 활성 영역으로 불린다. 본 발명의 트랜스듀서들 중 임의의 것은 하나 이상의 활성 영역을 가질 수 있다.

전압차가 반대로 대전된 전극 (16a, 16b)를 가로질러 적용될 때, 반대 전극들은 서로 끌어당겨서, 그들 사이의 유전체 중합체 층 (14)의 부분을 압축시킨다. 전극 (16a, 16b)가 (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 내에서 유지되는 다른 압축성 중합체에 대해, 이러한 작용은 활성 영역 (즉, 전극에 의해 덮인 영역) 외부의, 특히 활성 영역의 모서리의 주변부 둘레의, 즉 바로 둘레의 순응성 유전성 물질이 (트랜스듀서 필름에 의해 형성된 평면에 대

해 직교) 두께 방향으로 평면외로 변위되거나 부풀게 한다. 이러한 부풀음은 유전성 표면 특징부 (24a-d)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-b)는 유전성 물질의 불활성부의 표면 영역 위에 분포된다.

[0021]

본 발명의 트랜스듀서의 표면 특징부의 수직 프로파일 및/또는 가시성을 증폭시키기 위해, 임의의 수동 층이 트랜스듀서 필름 구조물의 한면 또는 양면에 추가될 수 있고, 여기서 수동 층은 EAP 필름 표면 영역의 전부 또는 일부를 덮는다. 도 1A 및 1B의 액추에이터 실시양태에서, 상부 및 하부 수동 층 (18a, 18b)는 EAP 필름 (12)의 상부 및 하부측에 각각 부착된다. 액추에이터의 활성화 및 결과적인 유전체 층 (14)의 표면 특징부 (24a-d)는, 도 1B에서 도면 부호 (26a-d)로 표시된 바와 같이, 수동 층 (18a, 18b)의 추가된 두께에 의해 증폭된다.

[0022]

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

[0023]

도 1A 및 1B의 액추에이터 실시양태 (10)에서, 하나 이상의 구조물 (20a, 20b)가 순응성 수동 슬래브와 강성 기계적 구조물 사이의 작업을 커플링시키고 액추에이터의 작업 출력을 유도하는 것을 용이하게 하도록 제공된다. 여기서, (플랫폼, 바, 레버, 로드 등의 형태일 수 있는) 상부 구조물 (20a)는 출력 부재로서 작용하고, 하부 구조물 (20b)는 접지부와 같은 고정되거나 강성인 구조물 (22)에 액추에이터 (10)을 커플링시키도록 역할한다. 이러한 출력 구조물은 이산된 구성요소들일 필요는 없고, 액추에이터가 구동하도록 의도된 구조물과 통합되거나 그와 일체형(monolithic)이 될 수 있다. 구조물 (20a, 20b)는 또한 수동 층 (18a, 18b)에 의해 형성된 표면 특징부 (26a-d)의 주변부 또는 형상을 형성하도록 역할한다. 도시된 실시양태에서, 집합적 액추에이터 적층물이 도 1B에 도시된 바와 같이, 액추에이터의 불활성부의 두께의 증가를 생성하지만, 작동시에 액추에이터가 겪는 높이의 실효 변화 (Δh)는 마이너스이다.

[0024]

본 발명의 EAP 트랜스듀서는 원하는 두께 모드 작동을 제공하기 위한 임의의 적합한 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 하나 초과 EAP 필름 층이 통합된 감지 능력을 갖는 키보드 키와 같은 더 복잡한 용도에서 사용하기 위한 트랜스듀서를 제작하기 위해 사용될 수 있고, 여기서 추가의 EAP 필름 층은 용량성(capacitive) 센서로서 이용될 수 있다.

[0025]

도 2A는 본 발명에 따른 이중 EAP 필름 층 (34)를 갖는 적층된 트랜스듀서 (32)를 이용한 상기와 같은 액추에이터 (30)을 도시한다. 이중 층은 2개의 유전성 엘라스토머 필름을 포함하고, 상부 필름 (34a)는 각각 상부 및 하부 전극 (34b, 34c) 사이에 삽입되고, 하부 필름 (36a)는 각각 상부 및 하부 전극 (36b, 36c) 사이에 삽입된다. 전도성 트레이스 또는 층 (통상적으로, "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 하부측 상에 각각 위치되고, 상부 및 하부 버스 바 (44a, 44b)는 유전체 층 (36a)의 상부 및 하부측 상에 각각 위치된다. 유전체 (34a)의 상부 전극 (34b) 및 유전체 (36a)의 하부 전극 (36c), 즉 2개의 외향 전극들은 전도성 엘라스토머 비아 (68a) (도 2B에 도시됨)를 통한 버스 바 (42a, 44a)의 상호 커플링에 의해 공통으로 극성화되고, 비아의 형성은 도 3A 내지 3D에 대해 하기에서 더 상세하게 설명된다. 유전체 (34a)의 하부 전극 (34c) 및 유전체 (36a)의 상부 전극 (36b), 즉 2개의 내향 전극들 또한 전도성 엘라스토머 비아 (68b) (도 2B에 도시됨)를 통한 버스 바 (42b, 44b)의 상호 커플링에 의해 공통으로 극성화된다. 포팅(potting) 물질 (66a, 66b)가 비아 (68a, 68b)를 밀봉하기 위해 사용된다. 액추에이터 작동시, 각각의 전극 쌍의 대향 전극들은 전압이 적용되면 함께 당겨진다. 안전을 목적으로, 접지 전극이 임의의 관통 물체를 그와 고전압 전극에 도달하기 전에 접지시켜서 충격 위험을 제거하기 위해 적층물의 외부에 위치될 수 있다. 2개의 EAP 필름 층은 필름-필름 접착제 (40b)에 의해 함께 접착될 수 있다. 접착 층은 성능을 향상시키기 위한 수동 또는 슬래브 층을 임의로 포함할 수 있다. 상부 수동 층 또는 슬래브 (50a) 및 하부 수동 층 (52b)는 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 커플링될 수 있다.

[0026]

본 발명의 액추에이터는 임의의 적합한 개수의 트랜스듀서 층을 이용할 수 있고, 여기서 층의 개수는 짝수 또는 홀수일 수 있다. 홀수의 구성에서, 하나 이상의 공통 접지 전극 및 버스 바가 사용될 수 있다. 추가로, 안전

이 문제가 덜 되는 경우에, 고전압 전극을 특정 용도를 더 잘 수용하기 위해 트랜스듀서 적층물의 외부에 배치할 수 있다.

[0027] 작동하기 위해서, 액츄에이터 (30)은 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)은 그를 습도 및 환경 오염물로부터 밀봉하기 위해 보호 장벽 물질 내에 패키징될 수 있다. 여기서, 보호 장벽은 바람직하게는 외부 힘 및 스트레인 및/또는 환경 노출로부터 액츄에이터를 보호하기 위해 PCB/가요성 커넥터 (62) 둘레에서 밀봉되는 상부 및 하부 커버 (60, 64)를 포함한다. 몇몇 실시양태에서, 보호 장벽은 밀폐성 시일을 제공하도록 불투과성일 수 있다. 커버는 액츄에이터 (30)을 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)은 성형된 호일로 만들어지고, 하부 커버 (64)는 순응성 호일로 만들어지며, 그 반대도 가능하고, 2개의 커버는 이어서 보드/커넥터 (62)에 열-밀봉된다. 금속화된 중합체 필름, PVDC, 아클라 (Aclar), 스티렌 또는 올레핀계 공중합체, 폴리에스테르 및 폴리올레핀과 같은 많은 다른 패키징 물질이 또한 사용될 수 있다. 순응성 물질을 사용하여 액츄에이터 출력을 변환시키는 출력 구조물 또는 구조물들, 여기서는 바 (46b)를 덮는다.

[0028] 방금 설명된 액츄에이터 (30)과 같은, 본 발명의 적층된 액츄에이터/트랜스듀서 구조물의 전도성 구성요소/층은 일반적으로 적층된 구조물을 통해 형성된 전기 비아 (도 2B에서 68a 및 68b)에 의해 커플링된다. 도 3 내지 5는 비아를 형성하기 위한 본 발명의 다양한 방법을 도시한다.

[0029] 도 2B의 액츄에이터 (30)에서 이용되는 유형의 전도성 비아의 형성을 도 3A 내지 3D를 참조하여 설명한다. (여기서, 수동 층 (78a, 78b) 사이에 집합적으로 삽입된, 유전체 층 (74)의 불활성부의 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 3B에 도시된 바와 같이, 비아 홀 (82a, 82b)를 형성하도록 그의 전체 두께를 통해 PCB (72)까지 레이저 천공 (80)된다. 기계적 천공, 펀칭, 물딩, 관통, 및 코어링(coring)과 같은 비아 홀을 생성하기 위한 다른 방법이 또한 사용될 수 있다. 비아 홀은 이어서 도 3C에 도시된 바와 같이, 전도성 물질, 예컨대 실리콘 내의 탄소 입자로, 주입에 의한 것과 같은 임의의 적합한 분배 방법에 의해 충전된다. 이어서, 도 3D에 도시된 바와 같이, 전도성으로 충전된 비아 (84a, 84b)는 비아의 노출된 단부를 전기적으로 절연시키기 위해, 임의의 양립 가능한 비전도성 물질, 예컨대 실리콘으로 임의로 포팅 (86a, 86b)된다. 별법으로, 비전도성 테이프가 노출된 비아 위에 위치될 수 있다.

[0030] 표준 전기 배선이 전원 및 전자 장치에 액츄에이터를 커플링시키기 위해 PCB 또는 가요성 커넥터 대신에 사용될 수 있다. 이러한 실시양태에서 전원으로서의 전기 비아 및 전기 연결부를 형성하는 다양한 단계가 도 4A 내지 4D에 도시되어 있고, 여기서 도 3A 내지 3D의 것과 유사한 구성요소 및 단계는 동일한 도면 부호를 갖는다. 여기서, 도 4A에 도시된 바와 같이, 비아 홀 (82a, 82b)는 버스 바 (84a, 84b)가 도달될 정도로 액츄에이터 두께 내의 깊이까지만 천공되면 된다. 비아 홀은 이어서 도 4B에 도시된 바와 같이, 전도성 물질로 충전되고, 그 후에 와이어 리드 (88a, 88b)가 도 4C에 도시된 바와 같이, 충전된 전도성 물질 내로 삽입된다. 전도성 충전된 비아 및 와이어 리드는 이어서 도 4D에 도시된 바와 같이, 포팅될 수 있다.

[0031] 도 5는 본 발명의 트랜스듀서 내에 전도성 비아를 제공하는 또 다른 방법을 도시한다. 트랜스듀서 (100)은 전극 (106a, 106b) 사이에 삽입되고, 또한 수동 중합체 층 (110a, 110b) 사이에 삽입되는 부분을 갖는 유전체 층 (104)를 포함하는 유전체 필름을 갖는다. 전도성 버스 바 (108)이 EAP 필름의 불활성 영역 상에 제공된다. 관통 구성을 갖는 전도성 접속부 (114)는 트랜스듀서의 한쪽면을 통해 버스 바 물질 (108)을 침투하는 깊이까지 수동으로 또는 달리 추진된다. 전도성 트레이스 (116)이 관통 접속부 (114)의 노출 단부로부터 PCB/가요성 커넥터 (112)를 따라 연장한다. 비아를 형성하는 이러한 방법은 비아 홀을 천공하는 단계, 비아 홀을 충전하는 단계, 비아 홀 내에 전도성 와이어를 위치시키는 단계, 및 비아 홀을 포팅하는 단계를 제거하므로 특히 효율적이다.

[0032] 본 발명의 두께 모드 EAP 트랜스듀서는 임의의 적합한 구성 및 표면 특징부 외형을 갖는 다양한 액츄에이터 용도에서 사용 가능하다. 도 6 내지 10은 예시적인 두께 모드 트랜스듀서/액츄에이터 용도를 도시한다.

[0033] 도 6A는 사용자가 장치, 예컨대 키보드, 터치 스크린, 전화 등과 물리적으로 접촉하는 촉각 또는 햅틱 피드백 용도에서 사용하기 위한 버튼 액츄에이터에 대해 이상적인 둥근 구성을 갖는 두께 모드 트랜스듀서 (120)을 도

시한다. 트랜스듀서 (120)은 얇은 엘라스토머 유전체 중합체 층 (122) 및 도 6B의 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 다수의 대향하여 연장하는 핑거 부분 (127)을 갖는 스템 부분 (125)를 제공한다. 2개의 전극의 스템은 동근 유전체 층 (122)의 대향 측 상에서 서로에 대해 직경 방향으로 위치되고, 여기서 그들 각각의 핑거 부분들은 도 6A에 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 물질이 중첩하지 않는 트랜스듀서 물질의 부분은 트랜스듀서의 불활성부 (128a, 128b)를 형성한다. 전기 접속부 (126a, 126b)가 전원 및 제어 전자 장치 (모두 도시되지 않음)에 트랜스듀서를 전기적으로 커플링시키기 위해 2개의 전극 스템 부분 각각의 기부부에 제공된다. 트랜스듀서가 활성화될 때, 대향하는 전극 핑거들이 함께 당겨져서, 그들 사이의 유전성 물질 (122)를 압축시키고, 트랜스듀서의 불활성부 (128a, 128b)는 필요하다면 버튼의 주변부 둘레에 및/또는 버튼 내부에 표면 특징부를 형성하도록 부푼다.

[0034]

버튼 액추에이터는 단일 입력 또는 접촉 표면 형태일 수 있거나, 다수의 접촉 표면을 갖는 어레이 형식으로 제공될 수 있다. 어레이 형태로 구성될 때, 도 6A의 버튼 트랜스듀서는 다양한 사용자 인터페이스 장치, 예컨대 컴퓨터 키보드, 전화, 계산기 등을 위한, 도 7에 도시된 바와 같은 키패드 액추에이터 (130)에서 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 불활성부를 갖는 도 6A의 동심 트랜스듀서 패턴을 생성한다. 키보드 구조물은 트랜스듀서 어레이 (132) 위의 수동 층 (134) 형태일 수 있다. 수동 층 (134)는 사용자가 그의 손가락을 개별 키패드와 촉각적으로 정렬시키는 것을 가능케 하고/하거나 활성화시에 각각의 버튼의 주변부의 부풀음을 추가로 증폭시키기 위해 수동 상태에서 상승될 수 있는, 키 경계부 (138)과 같은 그 자신의 표면 특징부를 가질 수 있다. 키가 눌리면, 키가 놓여 있는 개별 트랜스듀서가 활성화되어, 상기한 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. 이러한 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, 이는 전체가 참조로 도입된다.

[0035]

당업자는 본 발명의 두께 모드 트랜스듀서가 대칭일 필요는 없고 임의의 구성 및 형상을 취할 수 있음을 이해할 것이다. 본 발명의 트랜스듀서는 도 8에 도시된 신규한 손 장치 (140)와 같은, 임의의 상황할 수 있는 신규한 용도에서 사용될 수 있다. 유사한 손 형상의 상부 및 하부 전극 패턴 (144a, 144b) (저면 패턴은 점선으로 도시됨)를 갖는 사람 손 형태의 유전성 물질 (142)가 제공된다. 전극 패턴 각각은 각각 버스 바 (146a, 146b)에 전기적으로 커플링되고, 이는 또한 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 물질 등에 의해 향상될 수 있음이 고려된다.

[0036]

본 발명의 트랜스듀서 필름은, 특히 트랜스듀서 전극 패턴이 균일하거나 반복되는 경우에, 일반적으로 사용되는 웹-기반 제조 기술에 의해, 효율적으로 대량 생산될 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 트랜스듀서 필름 (150)은 유전성 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 이어서 선택된 단일화 라인 (155)를 따라 스트립 (150)을 절단하는 것과 같은 공지된 기술에 의해 또한 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 에칭될 수 있다. 버스 (156a, 156b)의 절단된 단자는 이어서 결과적인 액추에이터의 작동을 가능케 하도록 전원/제어부에 커플링된다.

- [0037] 단일화 이전 또는 이후에, 스트립 또는 단일화된 스트립 부분은 다층 구조를 제공하도록 임의의 개수의 다른 트랜스듀서 필름 스트립/스트립 부분과 함께 적층될 수 있다. 이어서, 적층된 구조물은, 필요하다면, 출력 바 등과 같은, 액추에이터의 강성 기계적 구성요소에 라미네이팅되고 기계적으로 커플링될 수 있다.
- [0038] 도 10은 본 발명의 트랜스듀서의 다른 변형예를 도시하고, 여기서 트랜스듀서 (160)은 스트립의 대향 면들 상의 상부 및 하부 전극 (164a, 164b)가 직사각형 패턴으로 배열되어 개방 영역 (165)를 에워싸는, 유전성 물질 (162)의 스트립에 의해 형성된다. 전극 각각은 전원 및 제어 전자 장치 (모두 도시되지 않음)에 커플링하기 위한 전기 접점 (168a, 168b)를 갖는 전기 버스 (166a, 166b) 내에서 각각 종결된다. 둘러싸인 영역 (165)를 가로질러 연장하는 수동 층 (도시되지 않음)이 트랜스듀서 필름의 각 면 상에 이용될 수 있어서, 출력 바 (또한 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 제공한다. 가스켓 액추에이터는 연속적인 단일 액추에이터일 필요는 없음을 알아야 한다. 하나 이상의 이산된 액추에이터가 또한 비-활성 순응성 가스켓 물질로 임의로 밀봉될 수 있는 영역의 주변부를 라이닝하는 데 사용될 수 있다.
- [0039] 다른 가스켓-유형 액추에이터가 상기에서 참조된 미국 특허 출원 제12/163,554호에 개시되어 있다. 이러한 유형의 액추에이터는 휴대형 멀티미디어 장치, 의료용 기기, 키오스크 또는 자동차 계기판, 완구 및 다른 신규한 제품 등에서의 용도를 위한 터치 센서 플레이트, 터치 패드 및 터치 스크린과 같은 감각 (예컨대, 햅틱 또는 진동) 피드백 용도에 대해 적합하다.
- [0040] 도 11A 내지 11D는 본 발명의 두께 모드 액추에이터의 변형예를 이용한 터치 스크린의 단면도이고, 여기서 4개의 도면에 걸쳐 유사한 도면 부호가 유사한 구성요소를 표시한다. 도 11A를 참조하면, 터치 스크린 장치 (170)은 전형적으로 유리 또는 플라스틱 물질로 만들어진 터치 센서 플레이트 (174), 및 임의로 액정 디스플레이 (LCD) (172)를 포함할 수 있다. 둘은 함께 적층되고, 그들 사이에 개방 공간 (176)을 형성하는 EAP 두께 모드 액추에이터 (180)에 의해 이격된다. 집합적인 적층된 구조물은 프레임 (178)에 의해 함께 유지된다. 액추에이터 (180)은 전극 쌍 (184a, 184b)에 의해 중심에 삽입된 유전체 필름 층 (182)에 의해 형성된 트랜스듀서 필름을 포함한다. 트랜스듀서 필름은 또한 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 11A의 우측은 액추에이터가 불활성일 때의 LCD와 터치 플레이트의 상대적 위치를 도시하고, 도 11A의 좌측은 액추에이터가 활성화일 때, 즉 사용자가 화살표 (175)의 방향으로 터치 플레이트 (174)를 눌렀을 때의 구성요소들의 상대적 위치를 도시한다. 도면의 좌측으로부터 명백한 바와 같이, 액추에이터 (180)이 활성화될 때, 전극 (184a, 184b)는 함께 당겨져서, 그들 사이의 유전체 필름 (182)의 부분을 압축시키며 활성 영역 외부에서 유전성 물질 및 수동 층 (186a, 186b) 내에 표면 특징부를 생성하고, 이 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.
- [0041] 도 11B의 터치 스크린 장치 (190)은 도 11A와 유사한 구성을 갖고, 차이점은 LCD (172)가 전체적으로 직사각형 (또는 정사각형 등) 형상의 두께 모드 액추에이터 (180)에 의해 에워싸인 내부 영역 내에 존재하는 것이다. 이와 같이, 장치가 불활성 상태일 때의 LCD (172)와 터치 플레이트 (174) 사이의 간격 (176) (도면의 우측에 도시되어 있음)은 도 11A의 실시양태에서보다 상당히 더 작아서, 더 낮은 프로파일의 설계를 제공한다. 아울러, 액추에이터의 하부 출력 구조물 (188b)는 프레임 (178)의 후방 벽 (178') 상에 직접 놓인다. 2개의 실시양태 사이의 구조적 차이점에 관계없이, 장치 (190)은 액추에이터 표면 특징부가 터치 플레이트를 누르는 것에 응답하여 화살표 (185)와 반대 방향으로 약간의 촉각적 힘을 제공한다는 점에서 장치 (170)과 유사하게 기능한다.
- [0042] 방금 설명된 2개의 터치 스크린 장치는 그들이 단일 방향으로 기능하므로 단일상 장치이다. 본 발명의 가스켓-유형 액추에이터 중 둘 (또는 그 이상)이 도 11C에서와 같이 2상 (2 방향성) 터치 스크린 장치 (200)을 생성하도록 나란히 사용될 수 있다. 장치 (200)의 구성은 도 11B의 장치와 유사하지만, 터치 플레이트 (174) 위에 놓이는 제2 두께 모드 액추에이터 (180')가 추가된다. 2개의 액추에이터 및 터치 플레이트 (174)는 추가된 내측으로 연장하는 상부 건부 (178'')를 갖는 프레임 (178)에 의해 적층된 관계로 유지된다. 이와 같이, 터치 플레이트 (174)는 각각 액추에이터 (180, 180')의 최내측 출력 블록 (188a, 188b') 사이에 직접 삽입되고, 액추에이터 (180')의 최외측 출력 블록 (188b, 188a')는 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 액추에이터 (180) 및 수동 상태의 상부 액추에이터 (180')를 도시하고, 여기서 센서 플레이트 (174)

는 화살표 (195)의 방향으로 LCD (172)를 향해 이동하게 된다. 역으로, 도면의 우측은 수동 상태의 하부 액추에이터 (180) 및 활성 상태의 상부 액추에이터 (180')를 도시하고, 여기서 센서 플레이트 (174)는 화살표 (195')의 방향으로 LCD (172)로부터 멀리 이동하게 된다.

[0043]

도 11D는 전극이 터치 센서 플레이트에 대해 직교 배향되어 있는 한 쌍의 두께 모드 스트립 액추에이터 (180)을 갖는 또 다른 2상 터치 센서 장치 (210)를 도시한다. 여기서, 터치 플레이트 (174)의 2상 또는 2 방향성 이동은 화살표 (205)에 의해 표시된 바와 같이 평면내이다. 이러한 평면내 운동을 가능케 하기 위해, 액추에이터 (180)은 그의 EAP 필름의 평면이 LCD (172) 및 터치 플레이트 (174)에 대해 직교되도록 위치된다. 이러한 위치를 유지하기 위해, 액추에이터 (180)은 프레임 (178)의 측벽 (202)과 터치 플레이트 (174)가 놓이는 내측 프레임 부재 (206) 사이에 유지된다. 내측 프레임 부재 (206)이 액추에이터 (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 평면의 운동에 대해 필수적인 추가된 간극(clearance)을 제거하므로, 상대적으로 콤팩트하고 낮은 프로파일의 설계를 제공한다. 2개의 액추에이터는 2상 운동을 위해 반대로 작동한다. 플레이트 (174) 및 브래킷 (206)의 조합된 어셈블리는 액추에이터 스트립 (180)을 프레임 (178)의 측벽 (202)에 대해 약간 압축되게 유지한다. 하나의 액추에이터가 활성화될 때, 그는 추가로 압축되거나 얹어지고, 다른 액추에이터는 저장된 압축력으로 인해 팽창한다. 이는 플레이트 어셈블리를 활성 액추에이터를 향해 이동시킨다. 플레이트는 제1 액추에이터를 불활성화시키고 제2 액추에이터를 활성화시킴으로써 반대 방향으로 이동한다.

[0044]

본 발명의 트랜스듀서 및 액추에이터는 밸브 및 펌프 메카니즘을 포함하는 유체 (즉, 액체, 기체 등) 제어 및 이동 용도에서 또한 유용하다. 도 12A 및 12B는 두께 모드 액추에이터 (232)를 이용하는 일방향 포핏 밸브 메카니즘 (220)을 도시한다. 액추에이터는 각각 유체 유입구 및 유출구 포트 (236, 238)를 갖는 유체 챔버 (234) 내에 설치된다. 액추에이터 (232)는 그의 출력 구조물 (240)이 유출구 포트 (238)과 정렬되도록 챔버 (234) 내의 위치에 있다. 액추에이터 (232)가 도 12A에 도시된 바와 같이 수동 상태에 있을 때, 출력 구조물 (240)은 밸브 시트를 형성하는 유출구 포트의 개구 (238)'에 대하여 지지된다. 이에 따라, 밸브는 통상적으로 닫힌 형상을 갖는다. 도 12B에 도시된 바와 같이, 활성화시 액추에이터 (232)의 두께 모드 작동은 출력 구조물 (240)을 밸브 시트 (238')로부터 떨어지도록 당겨 챔버 (234) 내의 유체가 유출구 포트 (238)을 통하여 빠져나갈 수 있게 한다.

[0045]

도 12C는 유입구 포트 (256) 및 각각의 개구 (258a', 258b')를 갖는 2개의 출력 포트 (258a, 258b)를 갖는 유체 챔버 (254)를 갖는 양방향 포핏 밸브 (250)을 도시한다. 챔버 내에 함유된 액추에이터 메카니즘 (252)는, 각각 출력 포트 (258a, 258b)와 정렬된, 각각 출력 구조물 (260a, 260b)를 갖는 2개의 활성화가능부 (252a, 252b)를 포함한다. 예시된 실시양태에서, 액추에이터 부분 (252a)는 활성 상태이며 액추에이터 부분 (252b)는 불활성 상태이고, 이로써 2개의 유출구 포트를 통하여 유체 유동을 교차시킨다. 그러나, 원하는 경우, 두 액추에이터 부분 모두 나란히 활성화될 수 있다. 밸브 (250)이, 도시된 바와 같이, 다수의 활성화가능 부분을 갖는 일체형 구조, 또는 다수의 구조적으로 이산된 액추에이터로 작동 기능이 달성되는 임의의 개수의 유출구 포트-액추에이터 쌍을 가질 수 있음을 인지할 수 있다. 출력 유동의 임의의 조합이 제공되도록, 개별 액추에이터 또는 액추에이터 부분은 나란히 또는 독립적으로 활성화될 수 있다.

[0046]

본 발명의 액추에이터는 다이어프램 유형의 펌프와 함께 사용하기에 또한 적합하다. 이러한 하나의 다이어프램 펌프 (270)이 도 13A 및 13B에 도시되어 있고, 여기서 유체 챔버 (274)는 각각 그를 통과하는 유체 유동을 제어하기 위한 체크 밸브 메카니즘을 갖는 유입구 및 유출구 포트 (276, 278)를 갖는다. 두께 모드 액추에이터 (272)의 출력 구조물 (280)은 측벽 사이에서 또한 챔버 (274)의 상단부를 가로질러 연장되는 다이어프램 (282)의 하부측에 고정되어 있다. 다이어프램은 압축 압력 하에 굴곡되거나 연신되지 않도록 충분히 강성인 물질, 예를 들어, 섬유 강화된 고무, 강성 엘라스토머, 충전 실리콘, 얇은 금속 막 등으로 만들어진다. 활성화 및 불활성화 액추에이터 (272)는 다이어프램 (282)을 각각 유입구 및 유출구 포트로부터 멀리 또한 그를 향해 이동시킨다. 도 13A에 도시된 바와 같이, 다이어프램 (274)가 포트를 향하여 이동할 때 챔버 (274)에서 생성된 양압에 의해, 유출구 체크 밸브 (278)이 개방되어 유체가 챔버로부터 배출될 수 있게 된다. 반대로, 도 13B에 도시된 바와 같이, 다이어프램 (274)가 포트로부터 멀리 이동할 때 챔버 (274)에서 생성된 음압에 의해, 유입구 체크 밸브 (278)이 개방되어 챔버로의 유체 흡수를 일으킨다.

[0047]

도 14A 및 14B는 두께 모드 다중-액추에이터 메카니즘 (276)을 이용한 또 다른 다이어프램-유형 펌프를 도시한다. 액추에이터는 3개의 활성화가능부 (276a-c)를 갖고 (그러나 그보다 더 많거나 적은 부분을 가질 수 있음), 여기서 외부 2개의 부분 (276a, 276c)는 각각 유체 챔버 (292)의 유입구-유출구 포트 (274a, 274b)에 대하여 정

릴된다. 다이어프램 (298)은 액추에이터 부분의 각각의 출력 구조물 (300a-c)에 대해 그의 하부측에서 커플링된다. 챔버 (292)로부터 유체를 배출시키기 위해, 외부 액추에이터 (296a, 296c)를 활성화시킴으로써, 도 14A에 도시된 바와 같이, 하나 또는 2개의 포트 (294a, 294b)가 개방된다. 반대로, 도 14B에 도시된 바와 같이, 중심 액추에이터 (296b)의 활성화 동안 외부 액추에이터를 불활성화시키는 것은 두 밸브 포트를 폐쇄시키면서 또한 다음 배출 스트로크를 위해 펌프를 준비시킨다. 다이어프램 시트 (298)에는 포켓 밸브 밀봉을 용이하게 하기 위해 다중 소재가 사용될 수 있고, 예를 들어 막은 밸브 영역 상에 고무 코팅을 갖는 금속 호일로 만들어질 수 있다.

[0048]

본 발명의 다중-상 선형 액추에이터 메카니즘은 연동 펌프, 예컨대 도 15A 및 15B의 펌프 (310)과 함께 사용하기에 또한 매우 적합하다. 펌프 (310)은 기부 (312a) 및 상단부 또는 커버 (312b)를 갖는 챔버 또는 도관 (이는 임의의 적합한 단면 형상, 예를 들어 원통형, 직사각형, 정사각형 등을 가질 수 있음)을 포함한다. 여기서 4개의 활성화가능부를 갖는 것으로 도시된 두께 모드 액추에이터 메카니즘 (318)은 출력 또는 장착 구조물 (314a)에 의해 기부 (312a)로부터 오프셋(offset)된다. 대향하는 출력 구조물 (314b)는 다이어프램 (316)의 하부측에 커플링된다. 구조물 (314a, 314b)의 오프셋에 의해 제공된 간격은 불활성 부분의 두께 모드 부풀음 및 액추에이터 스트립 (318)의 활성화부의 압축을 가능하게 한다. 유체는 액추에이터 (318)의 다양한 활성화부의 순차적 활성화 및 불활성화에 의해 다이어프램 (316)과 상부 커버 (312b) 사이에서 선형 이동되게 된다. 유체는 활성화부의 온-오프(on-off) 비율을 제어함으로써 변화시킬 수 있다. 임의로, 고정된 다이어프램 (322)가 상부 커버 (312b)의 하부측에 장착되어 2개의 다이어프램 사이에 형성된 통로 (320)을 통한 유체 유동 역학을 용이하게 하거나 또는 일회성(disposable) 유동 경로를 제공할 수 있다 (여기서, 액추에이터 및 하우징은 비-일회성임).

[0049]

도 15B는 도 15A의 연동 펌프의 다이어프램(들) 및 상부 출력 구조물이 제거되었다는 점에서 간소화된 설계를 갖는 또 다른 연동 펌프 (330)을 도시한다. 이에 따라, 액추에이터 (318)의 상부 수동 층 (324)는 이전의 다이어프램 (316)의 기능을 취하며, 여기서 유체는 수동 층과 상부 커버 또는 (312b) 사이의 간격 (326)을 통과한다.

[0050]

본 발명의 두께 모드 액추에이터는 또한 브레이크/클러치 응용에서 매우 유용하다. 도 16A 및 16B는 이동성 부재 (332) (예컨대 통상적으로 공지된 로드 베어링 배열에 사용되는 것들)가 접지된 구조물 (338)과 브레이크 메카니즘 (334) 사이의 간격 내에서 선형 이동가능한 균형적 선형 브레이킹 시스템 (330)을 도시한다. 브레이크는 또한 접지된 하우징 (334) 내에 배치된 두께 모드 액추에이터 메카니즘 (336)을 포함한다. 액추에이터 (336)은 부재 (332)의 표면적 및 그의 이동을 중단시키기 위해 필요한 브레이킹 힘에 따라 하나 이상의 활성화 영역 (즉, 여기서는 2개의 활성화 영역이 이용됨)을 가질 수 있다. 최대 브레이킹 힘을 위해 (또한 최대 간극을 위해), 모든 활성화 영역이 동시에 활성화/불활성화된다. 수동 상태에서는, 도 16A에 도시된 바와 같이, 액추에이터의 출력 플레이트 (342)가 폐쇄되거나 연장된 위치에 있고, 이로써 접지 패드 (338)에 대하여 부재 (332)를 클램핑한다. 활성화 상태에서는, 도 16B에 도시된 바와 같이, 출력 플레이트 (342)가 개방되거나 또는 하우징 (334) 내에서 후퇴되어 부재 (332)의 선형 이동을 위한 간극을 제공한다.

[0051]

도 17A 및 17B는 디스크 부재 (352a) 및 축 샤프트 (352b)를 갖는 회전식 디스크 (352)를 갖는 회전식 브레이킹 시스템 (350)을 도시한다. 브레이킹 액추에이터 (356a, 356b)가 하우징 (354) 내에 적층된 관계로 장착된다. 디스크 (352)는 각각 내부를 향하는 출력 부재 또는 브레이킹 또는 클러치 패드 (358a, 358b) 사이의 간격 내에 배치된다. 도 17A에 도시된 바와 같이, 액추에이터 (356a, 356b)가 불활성이고 그의 가장 높은 프로파일에 있으면, 이들은 클램핑 다운되고 디스크 (352)의 회전을 중단시키게 된다. 액추에이터가 활성화되고 압축 상태에 있으면, 디스크 (352)는 클램핑 해제되고, 그를 통해 이동되도록 허용된다. 디스크 (352a)에 적용된 브레이킹 힘의 양은 2개의 액추에이터 중 하나를 활성화시키거나 둘 다 나란히 활성화시킴으로써 조화될 수 있으나, 감소된 전압에서는 그들 각각의 출력 변위가 감소된다.

[0052]

지금까지 기재된 트랜스듀서/액추에이터 실시양태는 수동 층(들)이 EAP 트랜스듀서 필름의 활성화 영역 (즉, 중첩된 전극을 포함하는 영역) 및 불활성 영역 둘 다에 커플링된 것이다. 트랜스듀서/액추에이터에 또한 강성 출력 구조물이 이용되는 경우, 그 구조물은 활성화 영역 상에 위치하는 수동 층의 영역 상에 위치하였다. 또한, 이들 실시양태의 활성화/활성화가능 영역은 불활성 영역에 대하여 중심에 배치되었다. 본 발명은 또한 다른 트랜스듀서/액추에이터 구성을 포함한다. 예를 들어, 수동 층(들)이 단지 활성화 영역 또는 단지 불활성 영역만을 덮을 수 있다. 추가로, EAP 필름의 불활성 영역이 활성화 영역에 대해 중심에 배치될 수 있다.

[0053]

도 18A 및 18B는 비활성 영역이 활성화 영역(들)에 대해 내부에 또는 중심에 위치되는, 즉 EAP 필름의 중심 부분에 중첩 전극들이 없는 하나의 변형을 도시한다. 두께 모드 액추에이터 (360)은, 필름의 중심 부분 (365)가 수

동이며 여기에 전극 물질이 없는, 전극 층 (364a, 364b) 사이에 삽입된 유전성 층 (362)를 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 하부측 중 적어도 하나를 덮는 것은 각각 그 위에 장착된 임의적인 강성 구속물 또는 출력 부재 (370a, 370b)를 갖는 수동 층 (368a, 368b)이다. EAP 필름이 카트리지 프레임 (366)에 의해 그의 주변부에서 구속되면, 활성화시 (도 18B 참조), EAP 필름의 압축은 상기한 액츄에이터 실시양태에서와 같이 외측으로가 아닌, 화살표 (367a, 367b)에 의해 도시된 바와 같이, 내측으로 필름 물질이 수축되게 한다. 압축된 EAP 필름은 수동 물질 (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 액츄에이터는 다중상 작동을 제공하고/하거나 액츄에이터의 출력 힘 및/또는 스트로크를 증가시키도록, 적층되거나 평탄한 관계로 복수로 제공될 수 있다.

[0054] 성능은 유전체 필름 및/또는 수동 물질을 예비 스트레인이시킴으로써 향상될 수 있다. 액츄에이터는 키 또는 버튼 장치로서 사용될 수 있고, 막 스위치와 같은 센서 장치와 적층 또는 통합될 수 있다. 하부 출력 부재 또는 하부 전극은 회로를 완성하기 위해 막 스위치에 충분한 압력을 제공하도록 사용될 수 있거나, 하부 출력 부재가 전도성 층을 가지면 회로를 직접 완성할 수 있다. 다중 액츄에이터가 키패드 또는 키보드와 같은 용도에서 어레이로 사용될 수 있다.

[0055] 미국 특허 출원 공개 제2005/0157893호에 개시되어 있는 다양한 유전성 엘라스토머 및 전극 물질이 본 발명의 두께 모드 트랜스듀서와 함께 사용하기에 적합하다. 일반적으로, 유전성 엘라스토머는 정전기 힘에 응답하여 변형되거나 그의 변형이 전기장의 변화를 일으키는, 실리콘 고무 및 아크릴과 같은, 임의의 실질적으로 절연성인, 순응성 중합체를 포함한다. 적절한 중합체를 설계 또는 선택하는 데 있어서, 최적의 물질, 물리적 및 화학적 특성을 고려할 수 있다. 이러한 특성은 (임의의 측쇄를 포함한) 단량체, 첨가제, 가교 결합 정도, 결정성, 분자량 등의 신중한 선택에 의해 맞춰질 수 있다.

[0056] 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, 폴로이드성 현탁액, 전도성 카본 블랙과 같은 높은 중형비의 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 물질로 만들어질 수 있다. 본 발명은 또한 금속 및 반강성 전극을 이용할 수 있다.

[0057] 본 발명의 트랜스듀서에서 사용하기 위한 예시적인 수동 층 물질은 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 상대적 탄성 및 두께는 원하는 출력 (예컨대, 의도된 표면 특징부의 실효 두께 또는 얇음)을 달성하도록 선택되고, 여기서 이러한 출력 응답은 선형 (예컨대, 수동 층 두께가 활성화시 유전체 층의 두께에 비례하여 증폭됨) 또는 비선형 (예컨대, 수동 및 유전체 층들이 가변 비율로 얇아지거나 두꺼워짐)이 되도록 설계될 수 있다.

[0058] 방법론에 관하여, 본 발명의 방법은 기술된 장치의 사용과 관련된 기구 및/또는 활동 각각을 포함할 수 있다. 이와 같이, 기술된 장치의 사용에 관계된 방법론이 본 발명의 일부를 형성한다. 다른 방법은 이러한 장치의 제작에 초점을 맞출 수 있다.

[0059] 본 발명의 다른 세부사항에 관하여, 물질 및 대안적인 관련 구성은 관련 기술 분야의 숙련자의 수준에서와 같이 이용될 수 있다. 이는 통상적으로 또는 논리적으로 이용되는 바와 같이 추가의 작용의 측면에서 본 발명의 방법에 기초한 측면에 대해 유효할 수 있다. 또한, 본 발명이 다양한 특징을 임의로 포함하는 여러 예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 본 발명의 각각의 변경예에 대해 고려되는 바와 같이 기술되거나 표시된 것으로 제한되어서는 안 된다. 다양한 변화가 기술된 본 발명에 대해 이루어질 수 있고, (본원에서 언급되었는지 또는 간단하게 하기 위해 포함되지 않았든지 간에) 등가물이 본 발명의 진정한 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 대체될 수 있다. 도시된 임의의 개수의 개별 구성요소 또는 하위어셈블리가 이들의 설계에 있어서 통합될 수 있다. 이러한 변화 등은 조립을 위한 설계의 원리에 의해 취해지거나 안내될 수 있다.

[0060] 또한, 기술된 본 발명의 변경예의 임의의 선택적인 특징은 독립적으로 또는 본원에서 기술된 특징들 중 임의의 하나 이상과 조합하여 설명되고 청구될 수 있음이 고려된다. 단수 항목에 대한 참조는 복수의 동일한 항목이 존재할 가능성을 포함한다. 더 구체적으로, 본원에서 및 첨부된 특허청구범위에서 사용되는 바와 같이, 단수 형태 ("a", "an", "said" 및 "the")는 달리 구체적으로 언급되지 않으면 복수의 대상을 포함한다. 바꾸어 말하

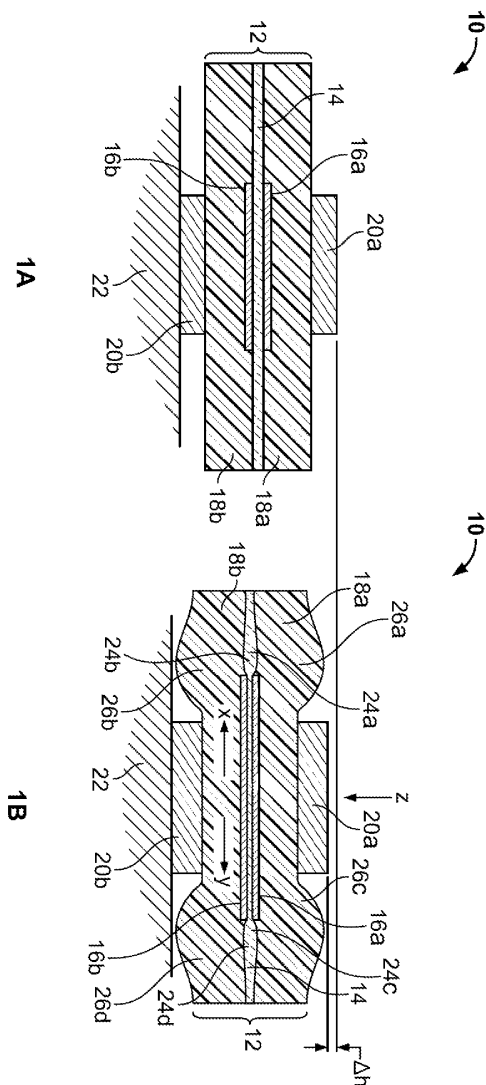
면, 관사의 사용은 상기의 설명 및 하기의 특허청구범위에서 대상 항목의 "적어도 하나"를 허용한다. 특허청구 범위는 임의의 선택적인 요소를 배제하도록 작성될 수 있음을 또한 알아야 한다. 이와 같이, 이러한 기술은 청구 요소의 언급 또는 "부정적인" 제한의 사용과 관련하여 "전적으로", "단지" 등과 같은 배타적인 용어의 사용에 대한 선행 기준으로서 역할하도록 의도된다. 이러한 배타적인 용어의 사용이 없으면, 특허청구범위 내의 "포함하는"이라는 용어는, 주어진 개수의 요소가 특허청구범위 내에서 열거되는지의 여부에 관계없이, 임의의 추가의 요소의 포함을 허용하거나, 또는 특징의 추가는 특허청구범위에서 설명되는 요소의 특질을 변환시키는 것으로 간주될 수 있다. 달리 말하자면, 본원에서 구체적으로 한정되지 않으면, 본원에서 사용되는 모든 기술적 및 과학적 용어는 특허청구범위 유효성을 유지하면서 일반적으로 이해되는 가능한 한 넓은 의미가 주어져야 한다.

[0061]

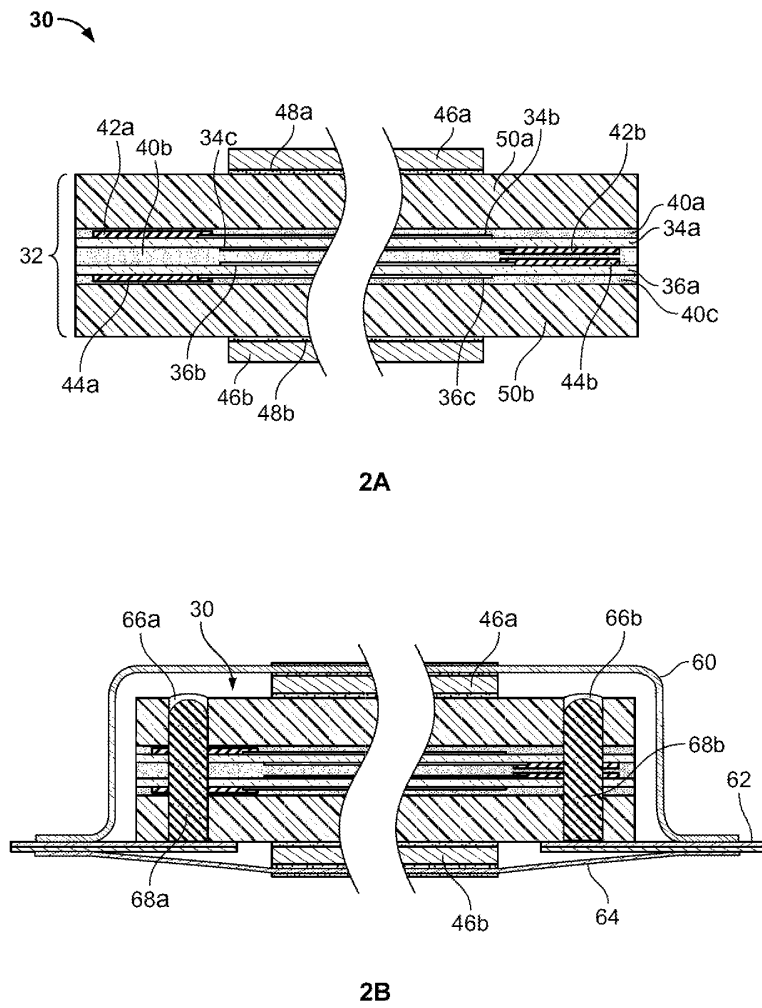
전체적으로, 본 발명의 범위는 제공된 예로 제한되어서는 안된다. 따라서, 하기 특허청구범위를 청구한다.

도면

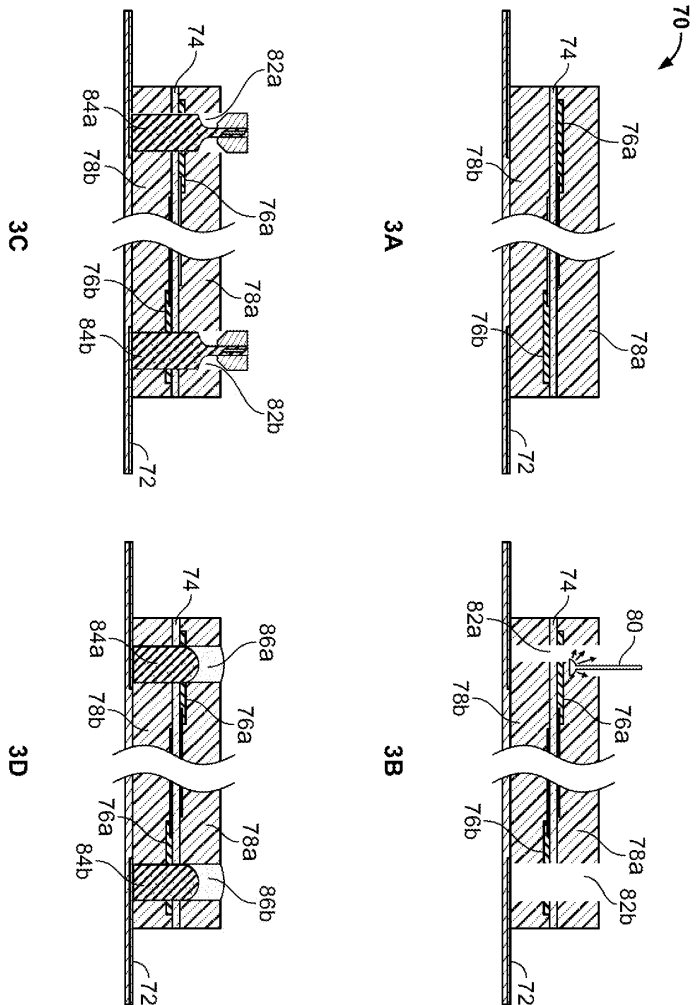
도면1



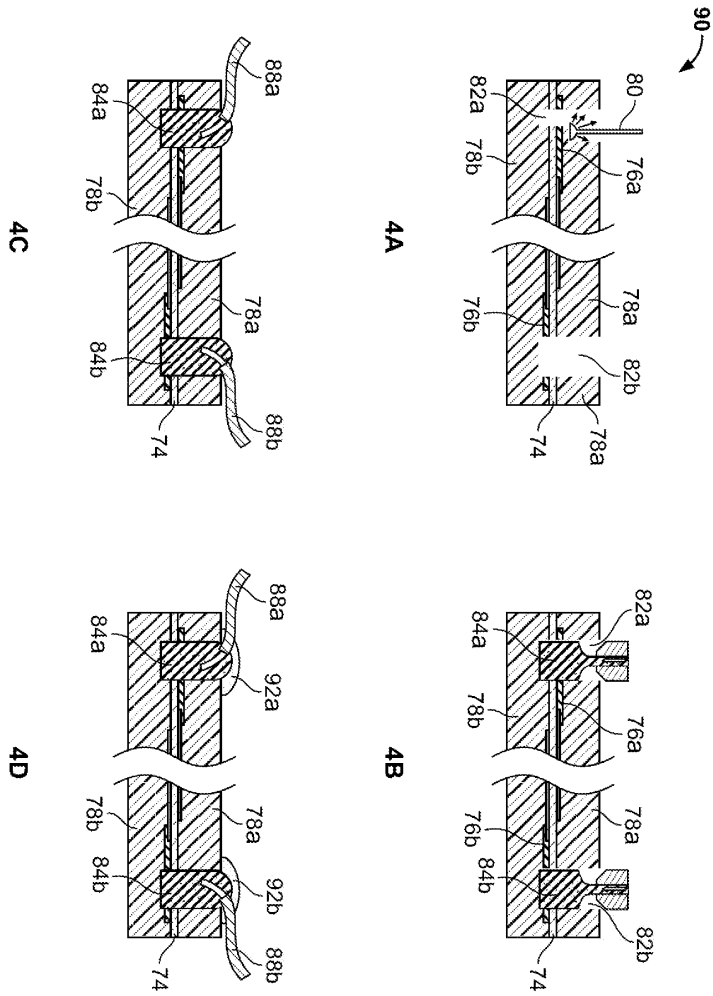
도면2



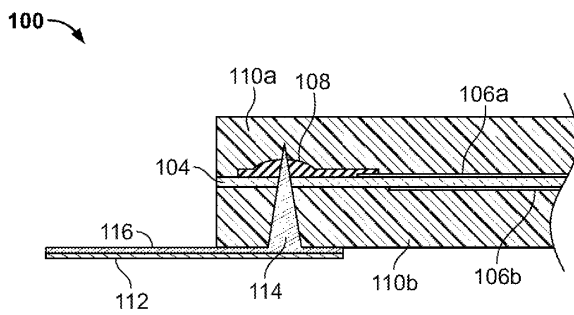
도면3



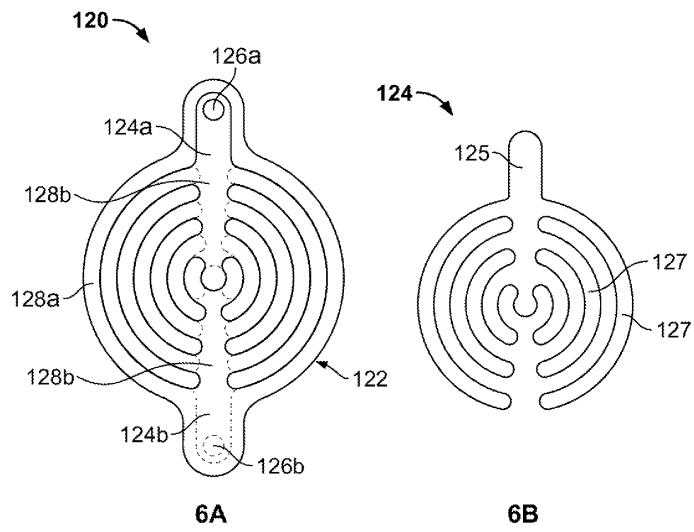
도면4



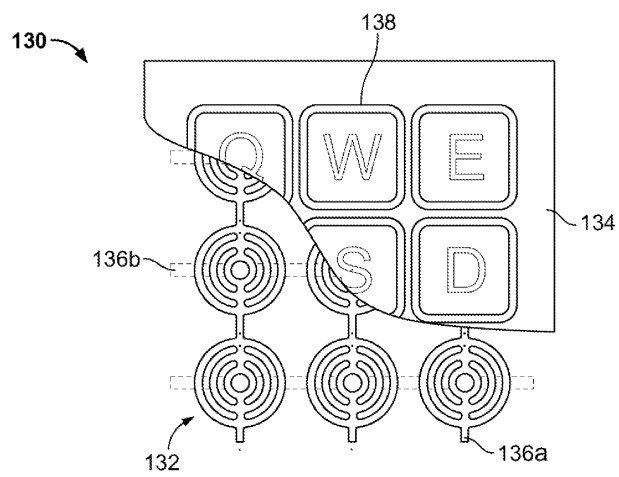
도면5



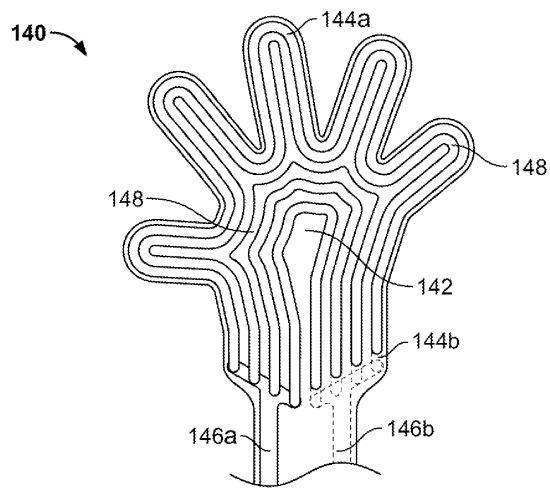
도면6



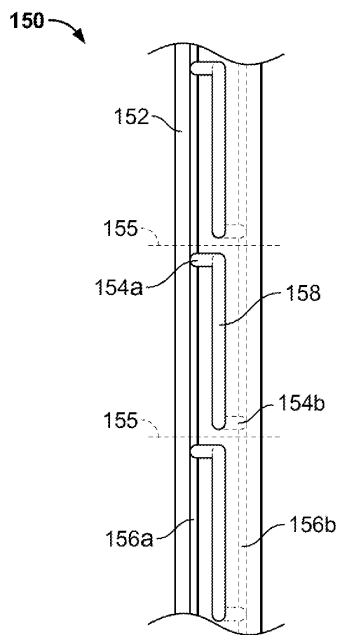
도면7



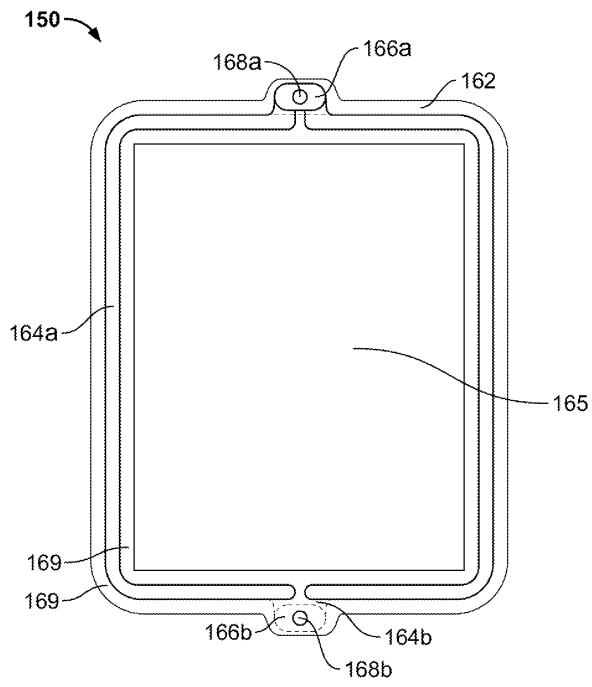
도면8



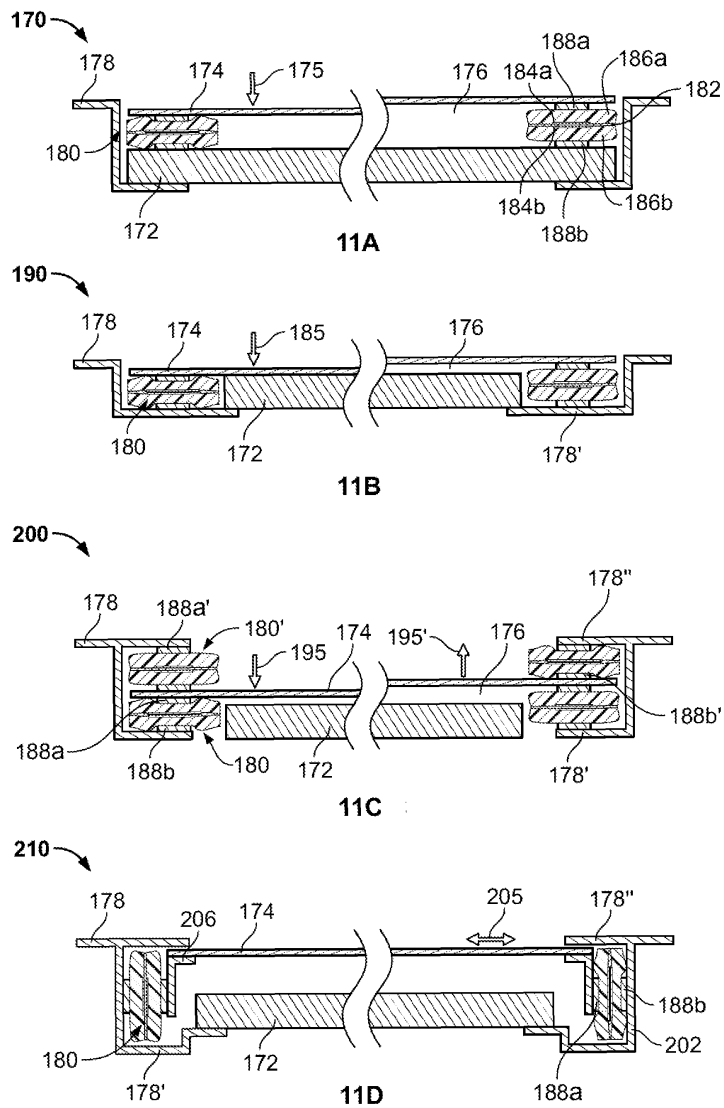
도면9



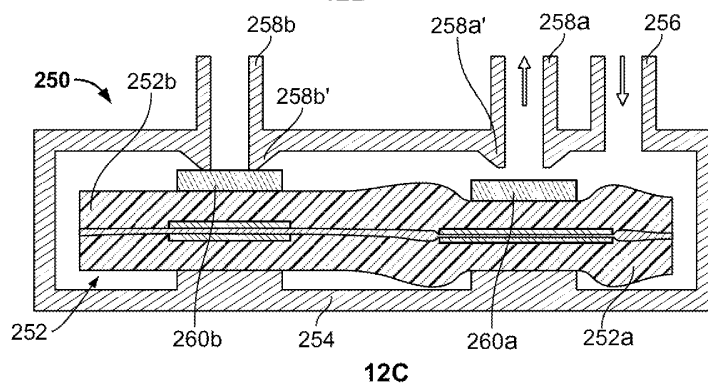
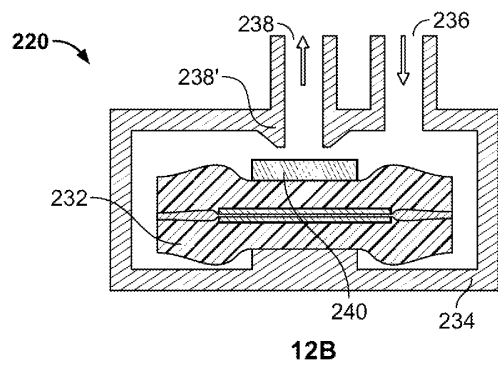
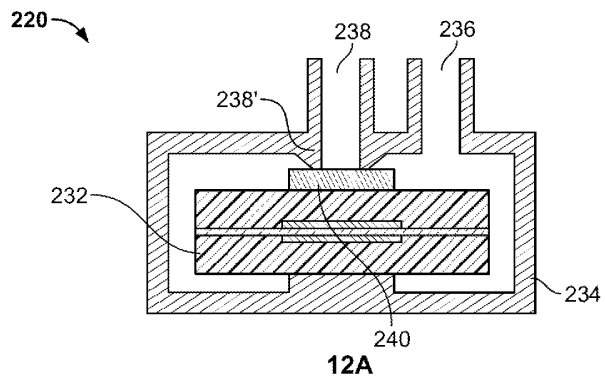
도면10



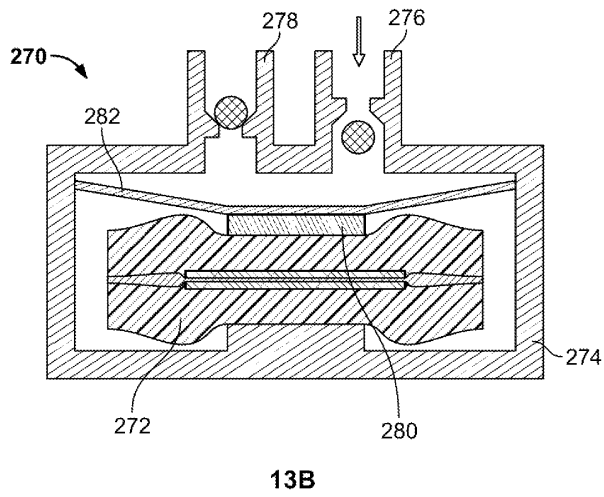
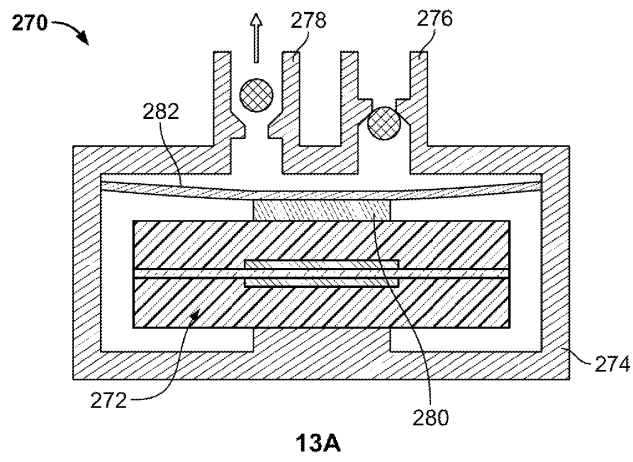
도면11



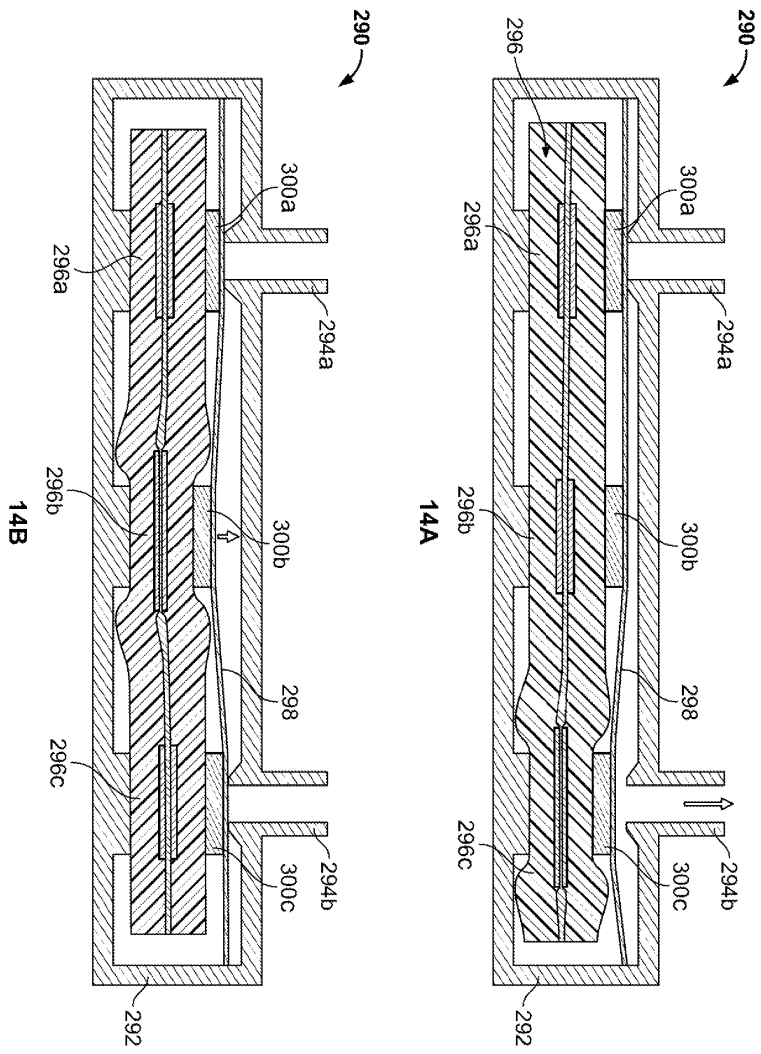
도면12



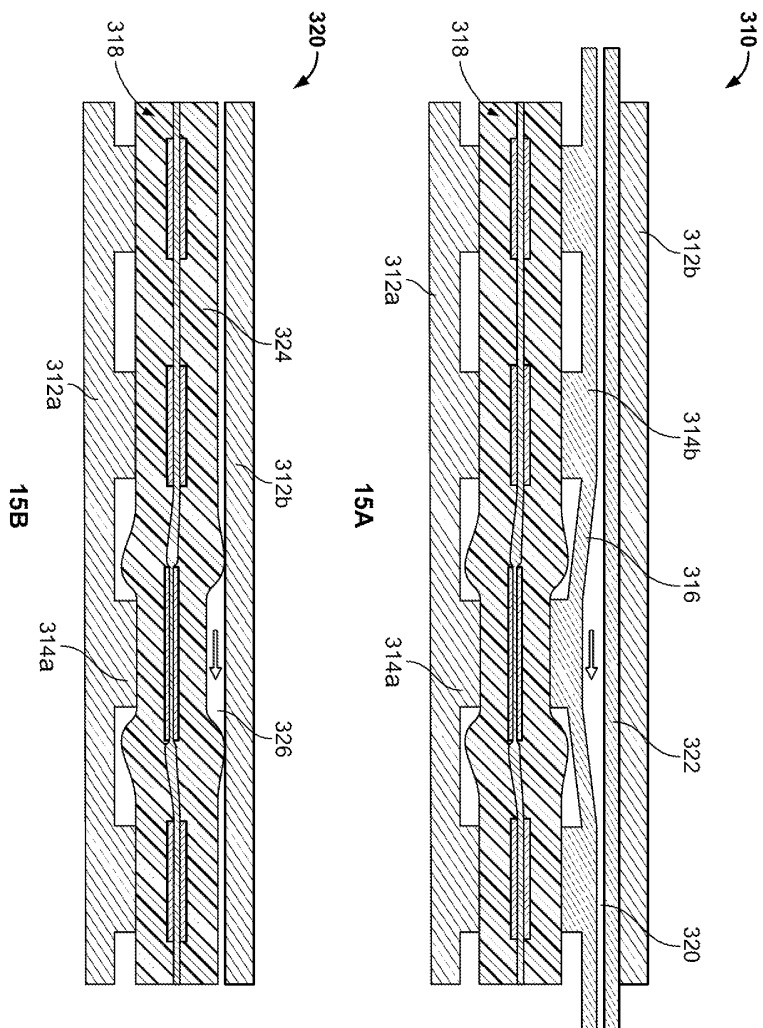
도면13



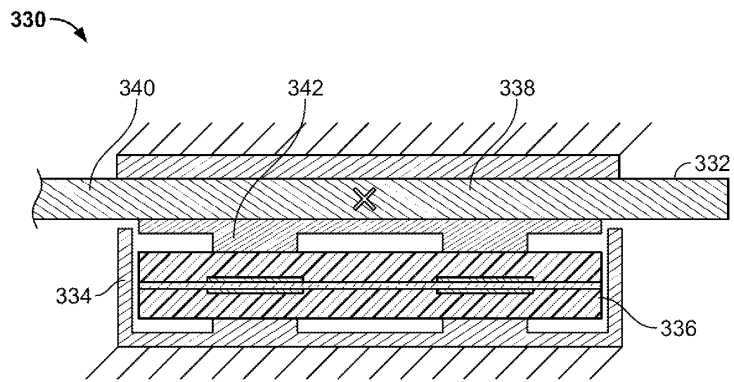
도면14



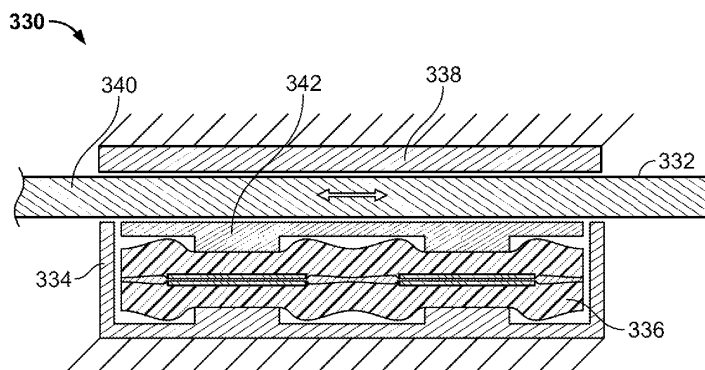
도면15



도면16

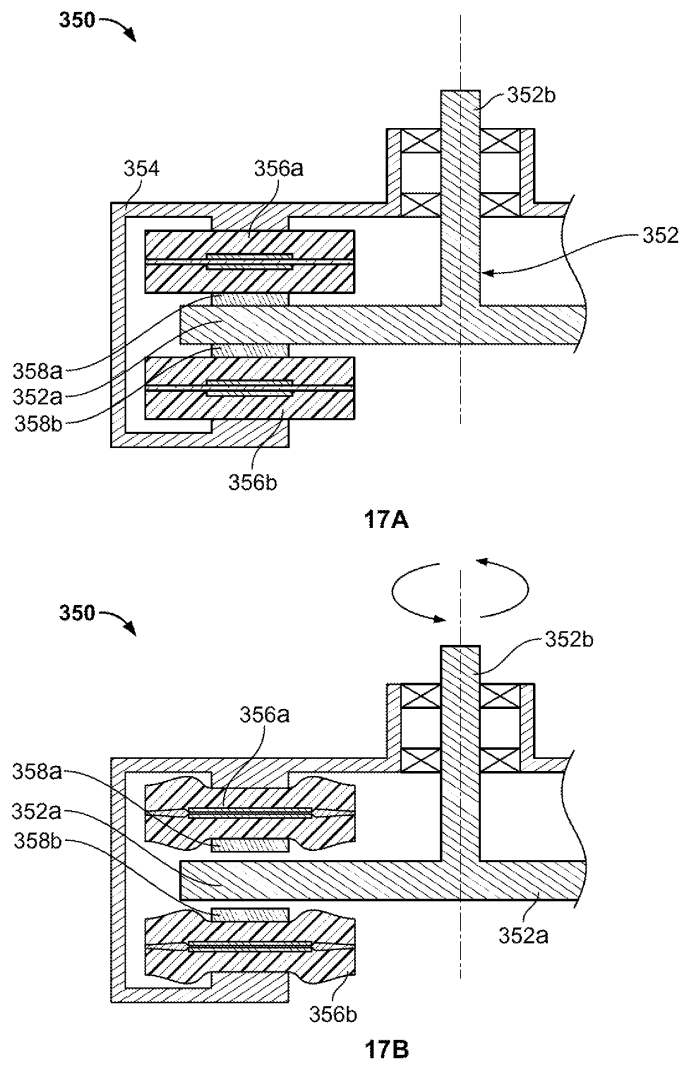


16A



16B

도면17



도면18

