



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0079965
(43) 공개일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) G02F 1/1333 (2006.01)
G06F 3/041 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/016 (2013.01)
G02F 1/13338 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0191075
(22) 출원일자 2015년12월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
고유선
서울특별시 송파구 올림픽로33길 17 미성아파트
7동 407호
함용수
서울특별시 도봉구 방학로3길 74-7
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인인벤투스

전체 청구항 수 : 총 11 항

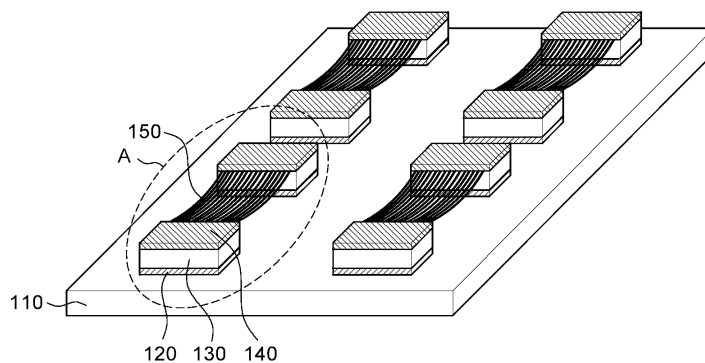
(54) 발명의 명칭 접착 감응 소자 및 이를 포함하는 표시 장치

(57) 요약

접착 감응 소자가 제공된다. 접착 감응 소자는 제1 기판, 제1 전극, 제2 전극, 복수의 절연 부재, 전기 활성 부재, 제3 전극 및 제4 전극을 포함한다. 제1 전극은 제1 기판 상에 배치된다. 제2 전극은 제1 전극과 동일 평면 상에서 이격된다. 복수의 절연 부재는 제1 전극 및 제2 전극 상에 각각 배치된다. 전기 활성 부재는 복수의 절연 부재 사이에서 연장되어 복수의 절연 부재 상에 배치된 양 단을 갖는다. 제3 전극은 복수의 절연 부재 상에서 전기 활성 부재의 일 단에 접촉한다. 제4 전극은 복수의 절연 부재 상에서 전기 활성 부재의 타 단에 접촉한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

G06F 3/041 (2013.01)

G06F 3/0416 (2013.01)

H01L 27/323 (2013.01)

(72) 발명자

김태현

서울특별시 금천구 금하로9길 24-3 3층

이용우

경기도 고양시 일산서구 가좌2로 53 가좌마을3단지
아파트 벽산아파트 304동 903호

임명진

경기도 고양시 일산서구 호수로 710 강선마을17단
지아파트 1706동 203호

최슬기

인천광역시 연수구 해송로30번길 19(송도동, 송도
웰카운티3단지아파트) 306동 2901호

지송목

대전광역시 서구 청사로 65 황실타운아파트 118동
1402호

최정운

광주광역시 북구 북문대로 235 101동 1304호

여중석

인천광역시 연수구 송도과학로51번길 136 (송도동,
캐슬 앤드 해모로) 204동 1903호

명세서

청구범위

청구항 1

제1 기관;

상기 제1 기관 상의 제1 전극;

상기 제1 전극과 동일 평면 상에서 이격된 제2 전극;

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 상에 각각 배치된 복수의 절연 부재;

상기 복수의 절연 부재 사이에서 연장되어 상기 복수의 절연 부재 상에 배치된 양 단을 갖는 전기 활성 부재;

상기 복수의 절연 부재 상에서 상기 전기 활성 부재의 일 단에 접촉하는 제3 전극; 및

상기 복수의 절연 부재 상에서 상기 전기 활성 부재의 타 단에 접촉하는 제4 전극을 포함하는, 접촉 감응 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전기 활성 부재는 압전 나노 섬유로 이루어진, 접촉 감응 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 압전 나노 섬유는 길이 방향으로 분극되어, 상기 제3 전극과 접하는 부분의 극성과 상기 제4 전극과 접하는 부분의 극성이 서로 상이한, 접촉 감응 소자.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제3 전극은 상기 전기 활성 부재의 상기 일 단의 일부 표면과 접하며,

상기 제4 전극은 상기 전기 활성 부재의 상기 타 단의 일부 표면과 접하는, 접촉 감응 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제3 전극 및 상기 제4 전극에 대응하도록 상기 제3 전극 및 상기 제4 전극 상에 배치된 복수의 스페이서; 및

상기 복수의 스페이서 상에 배치된 제2 기관을 더 포함하는, 접촉 감응 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 중 하나의 전극에는 직류 전압이 인가되도록 구성되고,

상기 제3 전극 및 상기 제4 전극 중 하나의 전극에는 교류 전압이 인가되도록 구성된, 접촉 감응 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제3 전극 및 상기 제4 전극 사이의 간격과 상기 복수의 절연 부재의 두께의 비는 1:0.3 내지 1:0.5에서 선택된 어느 하나인, 접촉 감응 소자.

청구항 8

표시 패널; 및

표시 패널 상의 접촉 감응 소자를 포함하고,

상기 접촉 감응 소자는,

제1 기관;

상기 제1 기관 상의 동일 평면 상에서 서로 이격된 제1 전극 및 제2 전극;

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극과 상이한 평면 상에서 서로 이격된 제3 전극 및 제4 전극;

일단이 상기 제3 전극과 접촉되고, 타단이 상기 제4 전극과 접촉되며, 일 방향으로 분극된 전기 활성 부재; 및

상기 전기 활성 부재 상의 제2 기관을 포함하는, 표시 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전기 활성 부재는 서로 동일한 방향으로 연장된 복수의 압전 나노 섬유로 이루어진, 표시 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 중 하나의 전극에는 직류 전압이 인가되도록 구성되고,

상기 제3 전극 및 상기 제4 전극에는 서로 반대 극성의 전압이 교번하여 인가되도록 구성된, 표시 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 제2 기관 상의 터치 전극; 및

상기 터치 전극을 커버 하는 커버 윈도우를 더 포함하는, 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 접촉 감응 소자 및 이를 포함하는 표시 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 진동 효과가 극대화된 접촉 감응 소자 및 이를 포함하는 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 터치 패널은 표시 장치에 대한 화면 터치나 제스처(gesture) 등과 같은 사용자의 터치 입력을 감지하는 장치로서, 스마트폰, 태블릿 PC 등의 휴대용 표시 장치를 비롯하여 공공 시설의 표시 장치와 스마트 TV 등의 대형 표시 장치에 널리 활용되고 있다. 이러한 터치 패널은 동작 방식에 따라 저항막 방식, 정전 용량 방식, 초음파 방식, 적외선 방식 등으로 분류된다.

[0003] 그러나, 최근에는 사용자의 터치 입력을 감지하는 것에 그치지 않고, 사용자의 터치 입력에 대한 피드백으로 사용자의 손가락 또는 사용자의 스타일러스 펜으로 느낄 수 있는 촉각 피드백을 전달하는 햅틱(haptic) 장치에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0004] 이러한 햅틱 장치로 ERM(Eccentric Rotating Mass)이 적용된 햅틱 장치, LRA(Linear Resonant Actuator)가 적용된 햅틱 장치, 압전 세라믹 액츄에이터(Piezo Ceramic Actuator)가 적용된 햅틱 장치 등이 사용되었다. 그러나, 상술한 햅틱 장치들은 불투명한 재료로 구성되고, 표시 장치의 특정 부분이 아닌 표시 장치 전체를 진동시키고, 다양한 진동감을 제공하지 못하며, 내구성이 낮아 외부 충격에 의해 쉽게 깨질 수 있다는 문제점을 갖는다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 커버 윈도우 일체형 햅틱 액추에이터를 포함하는 터치디스플레이 (특허출원번호 제10-2013-0062590호)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 진기 활성 부재의 진동 효과를 극대화함으로써, 낮은 구동 전압으로 우수한 햅틱 효과를 구현할 수 있는 접촉 감응 소자 및 이를 포함하는 표시 장치를 제공하는 것이다.
- [0007] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자는 제1 기관, 제1 전극, 제2 전극, 복수의 절연 부재, 전기 활성 부재, 제3 전극 및 제4 전극을 포함한다. 제1 전극은 제1 기관 상에 배치된다. 제2 전극은 제1 전극과 동일 평면 상에서 이격된다. 복수의 절연 부재는 제1 전극 및 제2 전극 상에 각각 배치된다. 전기 활성 부재는 복수의 절연 부재 사이에서 연장되어 복수의 절연 부재 상에 배치된 양 단을 갖는다. 제3 전극은 복수의 절연 부재 상에서 전기 활성 부재의 일 단에 접촉한다. 제4 전극은 복수의 절연 부재 상에서 전기 활성 부재의 타 단에 접촉한다. 여기서, 전기 활성 부재는 압전 나노 섬유로 이루어질 수 있다. 여기서, 제1 전극 및 상기 제2 전극 중 하나의 전극에는 직류 전압이 인가되도록 구성되고, 제3 전극 및 제4 전극 중 하나의 전극에는 교류 전압이 인가되도록 구성될 수 있다.
- [0009] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치는 표시 패널 및 접촉 감응 소자를 포함한다. 접촉 감응 소자는 표시 패널 상에 배치되고, 제1 기관, 제1 전극, 제2 전극, 제3 전극, 제4 전극, 전기 활성 부재 및 제2 기관을 포함한다. 제1 전극 및 제2 전극은 제1 기관 상의 동일 평면 상에서 서로 이격된다. 제3 전극 및 제4 전극은 제1 전극 및 제2 전극과 상이한 평면 상에서 서로 이격된다. 전기 활성 부재는 일단이 제3 전극과 접촉되고, 타단이 제4 전극과 접촉되며, 일 방향으로 분극된다. 제2 기관은 전기 활성 부재 상에 배치된다.
- [0010] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명은 복수의 절연 부재 사이에서 연장된 전기 활성 부재를 사용하여 전기 활성 부재의 진동 효과를 극대화하고, 낮은 구동 전압으로 큰 촉각 피드백을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0012] 또한, 본 발명은 교류 전압이 인가되도록 구성된 제3 전극 및 제4 전극과 더불어 직류 전압이 인가되도록 구성된 제1 전극 및 제2 전극을 사용하여 전기 활성 부재의 진동 폭을 더욱 증폭시키고, 접촉 감응 소자의 진동 효과를 더욱 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0013] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자를 설명하기 위한 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 A 영역에 대한 접촉 감응 소자의 부분 확대 사시도이다.
- 도 3a는 도 2의 III-III'에 따른 접촉 감응 소자의 개략적인 단면도이다.

도 3b 및 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자의 진동을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.
도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0016] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0017] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0018] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0019] 소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 '위 (on)'로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.
- [0020] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0021] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0022] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0023] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하고, 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시할 수도 있다.
- [0024] 본 명세서에서 전기 활성층은 전압이 인가됨에 따라 그 형상이 변형되어 진동감을 전달할 수 있는 층을 의미한다.
- [0025] 본 명세서에서 접촉 감응 소자는 접촉 감응 소자에 대한 사용자의 접촉에 대응하여 사용자에게 촉각 피드백을 전달할 수 있는 소자를 의미한다.
- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자를 설명하기 위한 개략적인 사시도이다. 도 1을 참조하면, 접촉 감응 소자(100)는 제1 기관(110), 하부 전극(120), 절연 부재(130), 상부 전극(140) 및 전기 활성 부재(150)를 포함한다. 도 1에서 하부 전극(120) 및 상부 전극(140) 각각에 연결된 배선들은 도시되지 않았으며, 제1 기관(110)과 마주하는 제2 기관은 도시되지 않았다.
- [0028] 제1 기관(110)은 접촉 감응 소자(100)의 다양한 구성요소들을 지지하기 위한 기관이다. 기관은 절연 물질로 이루어진다. 구체적으로, 기관은 투명한 절연 물질로 이루어질 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자는 표시 패널의 전면(front surface)에 배치되는 방식으로 표시 장치에 채용될 수 있으므로, 기관은 투명한 절연 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제1 기관(110)은 유리로 이루어지거나, 폴리이미드(polyimide; PI), PET(polyethylene terephthalate) 또는 아크릴 계열의 플라스틱 물질로 이루어질 수 있다.

- [0029] 제1 기관(110)은 액티브 영역을 갖도록 구성된다. 제1 기관(110)의 액티브 영역은 사용자에게 촉각 피드백을 전달하기 위한 영역으로서, 하부 전극(120), 절연 부재(130), 상부 전극(140) 및 전기 활성 부재(150)가 배치된 복수의 셀을 포함한다. 여기서, 셀은 사용자에게 촉각 피드백을 전달할 수 있는 최소 단위 영역으로서, 각각의 셀은 독립적으로 촉각 피드백을 전달할 수 있다.
- [0030] 제1 기관(110)의 각각의 셀의 면적은 일반적인 사람의 손가락의 크기를 고려하여 결정될 수 있다. 접촉 감응 소자(100)는 사용자의 터치 입력에 대한 촉각 피드백을 전달하는 것이므로, 사용자에게 촉각 피드백을 전달할 수 있는 최소 단위 영역인 셀은 사용자의 터치 입력이 발생하는 면적을 고려하여 결정될 수 있다. 이 경우, 사용자의 터치 입력이 발생하는 면적은 일반적인 사람의 손가락의 크기에 따라 결정되므로, 제1 기관(110)의 셀의 면적 또한 일반적인 사람의 손가락의 크기에 기초하여 결정될 수 있다.
- [0031] 몇몇 실시예에서, 제1 기관(110) 각각의 셀의 면적은 접촉 감응 소자(100)와 함께 사용될 수 있는 터치 패널의 화소의 면적을 고려하여 결정될 수도 있다. 터치 패널에서 사용자의 터치 입력을 감지하는 것에 응답하여 접촉 감응 소자(100)가 사용자에게 촉각 피드백을 전달하게 된다. 이에, 예를 들어, 사용자의 터치 입력이 감지된 터치 패널의 화소와 동일하게 접촉 감응 소자(100)의 셀의 면적이 결정되는 경우, 터치 패널이 화소와 접촉 감응 소자(100)의 셀이 1:1로 대응될 수 있으므로, 접촉 감응 소자(100)가 보다 용이하게 구동될 수 있다.
- [0032] 제1 기관(110) 각각의 셀에는 하부 전극(120), 절연 부재(130), 상부 전극(140) 및 전기 활성 부재(150)가 각각 배치된다. 이하에서는, 각각의 셀에 배치된 하부 전극(120), 절연 부재(130), 상부 전극(140) 및 전기 활성 부재(150)에 대한 보다 상세한 설명을 위해 도 2 및 도 3a를 함께 참조한다.
- [0033] 도 2는 도 1의 A 영역에 대한 접촉 감응 소자의 부분 확대 사시도이다. 도 3a는 도 2의 III-III'에 따른 접촉 감응 소자의 개략적인 단면도이다. 도 2 및 도 3a에서는 접촉 감응 소자(100)의 복수의 셀 중 하나의 셀만을 도시하였으며, 접촉 감응 소자(100)의 복수의 셀 모두는 도 2 및 도 3a에 도시된 셀과 동일하게 구성될 수 있다.
- [0034] 도 2를 참조하면, 하부 전극(120)은 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)을 포함한다. 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 도전성 물질로 이루어진다. 예를 들어, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 크롬(Cr), 마그네슘(Mg), 은(Ag), 금(Au) 등과 같은 금속으로 이루어질 수 있다. 이 경우, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 광을 투과할 수 있도록 얇은 두께를 가질 수 있다. 또한, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 ITO(Indium Tin Oxide), AZO(Aluminium doped zinc oxide), FTO(Fluorine tin oxide), 은-나노와이어 등과 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 다만, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)의 구성 물질은 상술한 예에 제한되지 않고, 다양한 도전성 물질이 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)의 구성 물질로 사용될 수 있다. 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 동일한 물질로 이루어질 수도 있고, 서로 상이한 물질로 이루어질 수도 있다. 또한, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 상기 물질들로 이루어진 단층 구조 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.
- [0035] 도 3a를 참조하면, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 하나의 셀 내에서 제1 기관(110)의 일 면 상에 배치된다. 즉, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 제1 기관의 동일 평면 상에 서로 이격되어 배치된다. 또한, 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 복수의 셀 각각에 모두 배치된다.
- [0036] 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 다양한 방식으로 기관의 일 면에 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 스퍼터링, 프린팅, 슬릿 코팅, 스핀 코팅 등과 같은 방식으로 기관의 상면에 형성될 수 있다. 특히, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)이 동일한 물질로 형성되는 경우, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 동시에 형성될 수도 있다.
- [0037] 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 전기 활성 부재(150)의 진동을 증폭시키도록 구성된다. 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)에 의해 전기 활성 부재(150)의 진동이 증폭되는 원리에 대하여는 도 3b 및 도 3c를 참조하여 후술한다.
- [0038] 복수의 절연 부재(130)는 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)에 대응되도록 제1 전극(121) 및 제2 전극(122) 상에 배치된다. 예를 들어, 복수의 절연 부재(130)는 제1 전극(121)에 대응되도록 제1 전극(121) 상에 배치된 제1 절연 부재 및 제2 전극(122)에 대응되도록 제2 전극(122) 상에 배치된 제2 절연 부재를 포함할 수 있다. 제1 절연 부재와 제2 절연 부재는 서로 이격되어 배치되고, 제1 절연 부재 및 제2 절연 부재 사이에 전기 활성 부재(150)의 진동을 위한 공간이 구비된다. 복수의 절연 부재(130)는 실리케이트(silicate), 실리콘 옥사이드(SiO_x), 실리콘 나이트라이드(SiN_x), 알루미늄 옥사이드(AlO_x) 등과 같은 무기 절연물로 형성될 수 있다.

- [0039] 전기 활성 부재(150)는 절연 부재(130) 사이에서 연장되며, 제3 전극(141)과 접촉하는 일 단 및 제4 전극(142)과 접촉하는 타 단을 포함한다. 전기 활성 부재(150)는 강유전성(ferroelectric)을 가지며, 압전 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 전기 활성 부재(150)는 PZT(lead zirconate titanate), BTO(BaTiO_3) 등과 같은 압전 세라믹, PEO(Polyethylene oxide), PVDF(polyvinylidene fluoride), P(VDF-TrFE)(poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene)), P(VDF-TrFE-CFE)(poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene-chlorofluoroethylene)), P(VDF-TrFE-CTFE)(poly(vinylidene fluoride-trifluoroethylene-chlorotrifluoroethylene)), 등과 같은 압전 고분자 물질로 이루어질 수 있다. 이 경우, 전기 활성 부재(150)는 분극되어 일 단의 극성과 타단의 극성이 서로 상이하다.
- [0040] 전기 활성 부재(150)는 압전 물질로 이루어진 필름 또는 나노 섬유 형태일 수 있다. 전기 활성 부재(150)가 필름 형태인 경우, 전기 활성 부재(150)를 분극시키도록 폴링(poling) 공정이 수반될 수 있다. 예를 들어, 전기 활성 부재(150)가 α -형(α -phase) PVDF로 이루어진 필름인 경우, PVDF 분자내에서 쌍극자 모멘트(dipole moment)는 서로 상쇄되므로, PVDF 필름은 상유전성(paraelectric) 필름이되며, 전기 활성 부재(150)는 전기 활성을 갖지 못한다. 이 경우, PVDF 필름을 연신함으로써, α -형 PVDF가 β -형 PVDF로 형성될 수 있으며, 폴링 공정을 통해 PVDF 필름의 쌍극자(151)들이 일정하게 배열될 수 있다. 폴링된 β -형 PVDF는 일정한 방향으로 정렬된 쌍극자(151)들을 포함하므로, 폴링된 PVDF 필름은 강유전성을 갖는다. 따라서, 폴링 공정을 통해 분극된 전기 활성 부재(150)가 형성될 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 전기 활성 부재(150)가 P(VDF-TrFE-CFE)와 같이 완화형 강유전 고분자로 이루어진 경우, 전기 활성 부재(150)는 별도의 폴링 공정 없이 접촉 감응 소자(100)의 구동을 위한 약한 전기장에 기초하여 분극될 수 있다.
- [0041] 전기 활성 부재(150)가 압전 나노 섬유 형태인 경우, 전기 방사(electrospinning) 방법을 통해 분극될 수 있다. 예를 들어, 용액 상태의 압전 물질을 전기 방사 노즐에 충전하고, 복수의 절연 부재(130)를 가로지르도록 전기 방사 노즐을 이동시키면서 압전 물질을 방사함으로써, 압전 나노 섬유의 전기 활성 부재(150)가 형성될 수 있다.
- [0042] 용액 상태의 압전 물질이 방사되는 동안 방사 노즐에는 소정의 전압이 인가될 수 있다. 이 경우, 방사 노즐에 인가된 전압에 기초하여 방사된 압전 물질 내의 쌍극자(151)들은 일정하게 정렬될 수 있다. 또한, 방사 노즐에서 압전 물질이 방사되면, 용액 상태의 압전 물질에서 용매가 증발하면서 압전 물질은 결정화된다. 압전 나노 섬유 내의 쌍극자(151)들은 방사 노즐에 인가된 전압에 의해 일정한 방향으로 정렬되므로, 방사 노즐에서 방사된 압전 물질은 분극된 상태로 결정화될 수 있다. 따라서, 별도의 폴링 공정 없이 분극된 압전 나노 섬유가 한 번에 형성될 수 있다. 예를 들어, PVDF계열의 압전 물질로 나노 섬유 형태의 전기 활성 부재(150)를 형성하는 경우, 용액 상태의 PVDF를 방사 노즐을 통해 방사함으로써, 고결정성의 β -상을 갖는 PVDF 나노 섬유가 형성될 수 있다. 도 3a에는 PVDF계열의 압전 물질로 이루어진 나노 섬유 형태의 전기 활성 부재(150)가 도시되어 있다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 전기 활성 부재(150)는 압전 나노 섬유의 길이 방향으로 배열된 쌍극자(151)들을 포함한다. 이하에서는 전기 활성 부재(150)가 압전 나노 섬유로 이루어진 경우를 기준으로 설명한다.
- [0043] 한편, 압전 나노 섬유는 방사 노즐의 이동 방향을 따라 길게 연장된 실처럼 형성된다. 방사 노즐이 복수의 절연 부재(130) 사이를 가로지르면서 이동하는 경우, 압전 나노 섬유는 복수의 절연 부재(130) 사이에서 연장된 형상으로 형성될 수 있다.
- [0044] 이 경우, 압전 나노 섬유가 복수의 절연 부재(130) 사이에서 일정하게 연장되도록 복수의 절연 부재(130) 사이에 희생 물질이 충전될 수 있다. 희생 물질은 복수의 절연 부재(130) 사이의 공간을 충전하며 제1 기판(110)의 상면을 평탄화한다. 한편, 전기 활성 부재(150)가 절연 부재(130)에 접하도록 절연 부재(130)의 일면은 노출된다. 전기 방사 노즐은 제1 전극(121) 상에서 노출된 절연 부재(130)의 일면으로부터 제2 전극(122) 상에서 노출된 절연 부재(130)의 일면으로 이동하면서 압전 물질을 방사한다. 이 경우, 압전 나노 섬유가 복수의 절연 부재(130) 사이에서 희생 물질에 의해 지지되므로, 복수의 절연 부재(130) 사이에서 균일하게 연장된 전기 활성 부재(150)가 제조될 수 있다.
- [0045] 희생 물질은 물에 녹을 수 있는 고분자 물질로 구성될 수 있으며, 예를 들어, PEDOT:PSS(poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate) 또는 PVA(polyvinyl alcohol)으로 구성될 수 있다. 희생 물질은 전기 활성 부재(150)의 양단과 접촉되는 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)이 형성된 이후 제거될 수 있다.
- [0046] 상부 전극(140)은 복수의 절연 부재(130) 상에 배치된다. 상부 전극(140)은 전기 활성 부재(150)에 전압을 인가하기 위한 전극으로서, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)을 포함한다. 상부 전극(140)은 하부 전극(120)과 동일

한 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)은 크롬, 마그네슘, 은, 금 등과 같은 금속으로 이루어지거나, ITO, AZO, FTO, 은-나노와이어 등과 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)은 서로 동일한 물질 또는 서로 상이한 물질로 이루어질 수 있으며, 상기 물질을 포함하는 단층 구조 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.

[0047] 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)은 하부 전극(120)과 동일한 방법으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)은 스퍼터링, 프린팅, 슬릿 코팅, 스핀 코팅 등과 같은 방식으로 절연 부재(130)의 일면에 형성될 수 있다.

[0048] 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)은 전기 활성 부재(150)의 양단에 접촉한다. 구체적으로, 제3 전극(141)은 전기 활성 부재(150)의 일 단을 덮으며, 제4 전극(142)은 전기 활성 부재(150)의 타 단을 덮는다. 제3 전극(141)은 전기 활성 부재(150) 일 단의 일부 표면을 덮으며, 제4 전극(142)은 전기 활성 부재(150) 타 단의 일부 표면을 덮는다. 따라서, 전기 활성 부재(150) 양단의 일부 표면은 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)과 접하고, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)과 접하지 않는 전기 활성 부재(150) 양단의 다른 표면은 복수의 절연 부재(130)와 접한다. 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)은 전기 활성 부재(150)의 양단을 고정하도록 전기 활성 부재(150)와 접촉된다. 이를 위해 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)이 형성된 이후, 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150)의 접촉 부분 및 제4 전극(142)과 전기 활성 부재(150)의 접촉부분에 국부적인 열처리가 수행될 수 있다. 예를 들어, 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150)의 접촉부분에 레이저를 조사함으로써, 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150)의 일 단이 접촉될 수 있다. 또한, 제4 전극(142)과 전기 활성 부재(150)의 접촉부분에 레이저를 조사함으로써, 제4 전극(142)과 전기 활성 부재(150)의 타 단이 접촉될 수 있다.

[0049] 한편, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)이 형성된 이후, 희생 물질이 제거될 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 희생 물질은 물에 녹는 고분자 물질로 구성되므로, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)을 형성한 이후, 제1 기판(110)을 물에 담금으로써, 희생 물질이 제거될 수 있다.

[0050] 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 상에 복수의 스페이서(180)가 배치된다. 복수의 스페이서(180)는 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)의 상면을 평탄화하며, 제2 기판(190)을 지지한다. 복수의 스페이서(180)는 투명한 절연 물질로 형성되며, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)을 제2 기판(190)과 접촉한다.

[0051] 제2 기판(190)은 제1 기판(110)에 마주하며, 하부 전극(120), 절연 부재(130), 상부 전극(140) 및 전기 활성 부재(150)를 보호한다. 또한, 제2 기판(190)은 전기 활성 부재(150)의 진동을 전달하는 진동판으로 기능한다. 전기 활성 부재(150)는 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이에서 진동하면서 제2 기판(190)을 타격할 수 있고, 제2 기판(190)은 전기 활성 부재(150)의 충격을 촉각 피드백으로 전달한다. 제2 기판(190)은 투과율이 우수하고, 진동을 잘 전달할 수 있는 다양한 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제2 기판(190)은 유리로 이루어지거나, 폴리이미드, PET 또는 아크릴 계열의 플라스틱 물질로 이루어질 수 있다.

[0052] 몇몇 실시예에서, 접촉 감응 소자(100)는 제1 기판(110)의 일면에 하부 전극(120) 및 복수의 절연 부재(130)를 형성하고, 제2 기판(190)의 일면에 상부 전극(140) 및 전기 활성 부재(150)를 형성한 후, 제1 기판(110)과 제2 기판(190)을 서로 접촉함으로써, 제조될 수 있다. 이 경우, 희생 물질 없이 복수의 절연 부재(130) 사이에 연장된 전기 활성 부재(150)가 형성될 수 있으며, 복수의 스페이서(180)는 생략될 수 있다. 즉, 제2 기판(190)의 일면에 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)을 형성하고, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 상에 직접 압전 물질을 방사함으로써, 압전 나노 섬유 형태의 전기 활성 부재(150)가 제2 기판(190)의 일면에 형성될 수 있다. 이후, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)을 복수의 절연 부재(130)와 접촉함으로써, 복수의 절연 부재(130) 사이에서 연장된 전기 활성 부재(150)를 포함하는 접촉 감응 소자(100)가 제조될 수 있다.

[0053] 전기 활성 부재(150)는 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이에서 형성되는 전기장(electric field)에 기초하여 진동한다. 구체적으로, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이에 전기장이 형성되는 경우, 전기 활성 부재(150) 내의 쌍극자(151)들 사이에 인력 또는 반발력이 작용하면서, 전기 활성 부재(150) 내에 압축 응력 또는 인장 응력이 발생된다. 이러한, 압축 응력 또는 인장 응력에 기인하여 전기 활성 부재(150)에 변형이 발생된다. 이러한 현상을 압전 역효과(inverse piezoelectric effect)라 한다.

[0054] 여기서, 전기 활성 부재(150)의 진동 폭은 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이에 발생하는 전기장의 세기에 기초하여 결정될 수 있다. 또한, 전기 활성 부재(150)의 진동 길이 즉, 제3 전극(141)과 제4 전극(142) 사이의 간격(d_2)에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 전기 활성 부재(150)의 진동 폭은 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이의 전기장이 강할수록 커지고, 제3 전극(141)과 제4 전극(142) 사이의 간격(d_2)이 클수록 커질 수 있다.

다. 복수의 절연 부재(130)의 두께(d_1)가 너무 작을 경우, 전기 활성 부재(150)는 충분한 진동 공간을 확보하지 못할 수 있으므로, 복수의 절연 부재(130)의 두께(d_1)는 전기 활성 부재(150)의 진동 폭을 고려하여 결정될 수 있다.

[0055] 구체적으로, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이의 간격(d_2)과 복수의 절연 부재(130)의 두께(d_1)의 비는 1:0.3 내지 1:0.5 에서 선택된 어느 하나일 수 있다. 만약, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이의 간격(d_2)과 복수의 절연 부재(130)의 두께(d_1)의 비가 1:0.3보다 작을 경우, 전기 활성 부재(150)의 진동 공간은 충분하지 못할 수 있으며, 전기 활성 부재(150)의 진동으로 인한 진동 효과는 극대화되지 못할 수 있다. 또한, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이의 간격(d_2)과 복수의 절연 부재(130)의 두께(d_1)의 비가 1:0.5보다 클 경우, 절연 부재(130)의 두께(d_1)가 지나치게 두꺼워 접촉 감응 소자(100)의 박형화에 적합하지 않을 수 있다.

[0056] 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)는 복수의 절연 부재(130) 사이에서 진동할 수 있는 전기 활성 부재(150)를 포함하므로, 접촉 감응 소자(100)의 진동 효과가 극대화될 수 있다. 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)는 전기 활성 부재(150)를 진동시키는 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 이외에 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)을 더 포함하므로, 전기 활성 부재(150)의 진동 효과를 더욱 극대화할 수 있다. 이에 대해 보다 상세히 설명하기 위해 도 3b 및 도 3c를 함께 참조한다.

[0057] 도 3b 및 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자의 진동을 설명하기 위한 개략적인 단면도들이다.

[0058] 도 3b를 참조하면, 제3 전극(141)과 제4 전극(142) 사이에 전기장(E_1)이 발생됨에 따라 전기 활성 부재(150)는 진동한다. 즉, 압전 역효과에 의해 전기 활성 부재(150)에는 압축 응력 또는 인장 응력이 발생되며, 이로 인해, 전기 활성 부재(150)는 진동한다. 전기 활성 부재(150)의 응력 방향은 전기 활성 부재(150)의 압전 응력 계수 (piezoelectric stress constant)에 의해 결정된다. 예를 들어, 전기 활성 부재(150)가 PVDF로 이루어진 필름 형태인 경우, 전기 활성 부재(150)는 양의(positive) 압전 응력 계수를 갖는다. 양의 압전 응력 계수를 갖는 압전 재료는 분극 방향과 동일한 방향으로 작용하는 전기장에 의해 팽창된다. 따라서, 전기 활성 부재(150)의 분극 방향(P_1)과 일치하는 방향으로 전기장(E_1)이 작용하는 경우, 전기 활성 부재(150)에는 인장 응력이 발생되고, 전기 활성 부재(150)는 팽창된다. 이에 반해, 전기 활성 부재(150)가 PVDF로 이루어진 압전 나노 섬유 형태인 경우, 전기 활성 부재(150)는 음의(negative) 압전 응력 계수를 갖는다. 음의 압전 응력 계수를 갖는 압전 재료는 분극 방향과 동일한 방향으로 작용하는 전기장에 의해 압축된다. 따라서, 전기 활성 부재(150)의 분극 방향(P_1)과 일치하는 방향으로 전기장(E_1)이 작용하는 경우, 전기 활성 부재(150)에는 압축 응력(F_1)이 발생되고, 전기 활성 부재(150)는 압축된다. 도 3b 및 도 3c에는 압전 나노 섬유 형태의 전기 활성 부재(150)가 도시되어 있으며, 이하에서는 압전 나노 섬유 형태의 전기 활성 부재(150)를 기준으로 전기 활성 부재(150)의 진동을 설명한다.

[0059] 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)에는 교류 전압(AC)이 인가된다. 예를 들어, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)에는 서로 반대 극성의 전압이 교번하여 인가된다. 이 경우, 전기장(E_1)의 형성 방향도 교번하여 변한다. 몇몇 실시예에서, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 중 하나의 전극에만 교류 전압(AC)이 인가되고, 나머지 전극은 접지될 수 있다. 이 경우, 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 중 하나의 전극에는 양의 전압과 음의 전압이 교번하여 인가되므로, 전기장(E_1)의 형성 방향도 교번하여 변한다.

[0060] 한편, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122) 중 하나의 전극에는 직류 전압(DC)이 인가된다. 예를 들어, 제1 전극(121)에는 직류 전압(DC)이 인가되고, 제2 전극(122)은 접지된다. 이 경우, 제1 전극(121)에는 양전하(121P)가 집중되고, 상대적으로 제2 전극(122)에는 음전하(122N)가 집중된다.

[0061] 도 3b에 도시된 바와 같이, 교류 전압(AC)에 기초하여 제3 전극(141)에 양의 전압이 인가되고, 제4 전극(142)에 음의 전압이 인가되는 경우, 제3 전극(141)에는 양전하(141P)들이 집중되고, 제4 전극(142)에는 음전하(142N)들이 집중된다. 이 경우, 전기장(E_1)의 방향은 전기 활성 부재(150)의 분극 방향(P_1)과 동일하므로, 전기 활성 부재(150)에는 압축 응력(F_1)이 발생되며, 전기 활성 부재(150)는 압축된다.

[0062] 앞서 언급한 바와 같이, 전기 활성 부재(150)의 양단은 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)에 접촉되므로, 전기 활성 부재(150)의 양단은 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)에 의해 고정된다. 특히, 레이저 조사 공정에 의해 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150)는 강하게 접촉된 반면, 전기 활성 부재(150)와 절연 부재(130)는 상대적으로

약하게 접촉된다. 즉, 전기 활성 부재(150) 일단의 일부 표면은 제3 전극(141)에 의해 단단하게 고정되지만, 전기 활성 부재(150) 일단의 나머지 표면은 상대적으로 약하게 고정된다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 제3 전극(141)이 전기 활성 부재(150) 일단의 상면과 접촉되는 경우, 전기 활성 부재(150) 일단의 상면과 하면의 접촉 정도가 불균일하므로, 전기 활성 부재(150)의 변형 정도는 상면과 하면에서 서로 상이하게 발생한다. 즉, 전기 활성 부재(150)의 상면은 하면에 비해 상대적으로 덜 변형될 수 있다. 이로 인해, 전기 활성 부재(150)에는 상부 방향으로 모멘트(M_1)가 발생하게된다. 동일한 원리로, 제4 전극(142)에서 전기 활성 부재(150)에는 상부 방향으로의 모멘트(M_1)가 발생되며, 전기 활성 부재(150)는 상부 방향으로 굴곡된다.

[0063] 한편, 제3 전극(141)은 전기 활성 부재(150) 일단의 일부 표면과 접하므로, 제3 전극(141)에 집중된 양전하(141P)들은 전기 활성 부재(150) 일단의 일부 표면에만 집중되며, 절연 부재(130)와 접하는 전기 활성 부재(150) 일단의 다른 표면에는 양전하(141P)들이 집중되지 않는다. 따라서, 전기 활성 부재(150)의 일단을 기준으로 양전하(141P)의 분포가 불균일해진다.

[0064] 또한, 제3 전극(141)에 집중된 양전하(141P)들에 의해 전기 활성 부재(150)의 표면에 정전기(electrostatic) 유도에 의한 음의 정전하(152)들이 형성된다. 전기 활성 부재(150)의 표면에 유도된 정전하(152)들은 전기 활성 부재(150)의 쌍극자(151)들의 배열이 미세하게 회전되어 형성되거나, 전기 활성 부재(150)를 구성하는 분자 내부의 전자들이 전기 활성 부재(150)의 표면으로 미세하게 쏠리면서 형성될 수 있다.

[0065] 이 경우, 제3 전극(141)에 집중된 양전하(141P)들과 전기 활성 부재(150)의 표면에 유도된 음의 정전하(152)들 사이에 정전기적 인력(ES_1)이 발생된다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 제3 전극(141)은 전기 활성 부재(150)의 상면을 덮도록 배치되는 경우, 제3 전극(141)에 집중된 양전하들(141P)은 전기 활성 부재(150)의 상면에 집중되며, 정전기적 인력(ES_1)은 전기 활성 부재(150)의 상부 방향으로 발생되어 압축 응력(F_1)에 의해 유도된 모멘트(M_1)를 더욱 강화시킨다.

[0066] 한편, 제1 전극(121)은 양의 전압이 인가되므로, 제1 전극(121)에는 양전하(121P)들이 집중되고, 제1 전극(121)과 제3 전극(141)에는 서로 동일한 극성의 전압이 인가되므로, 제1 전극(121)과 제3 전극(141) 사이에는 전기적 반발력(R)이 발생한다. 제1 전극(121)과 제3 전극(141) 사이의 전기적 반발력(R)에 기인하여 제3 전극(141)의 양전하(141P)들이 더욱 상부로 집중된다. 이에, 제3 전극(141)의 양전하(141P)들과 전기 활성 부재(150)의 정전하(152)들 사이에 발생하는 정전기적 인력(ES_1)은 더욱 상부 방향으로 향할 수 있다. 마찬가지로, 제2 전극(122)에 의해 제4 전극(142)의 음전하(142N)들은 더욱 제4 전극(142)의 상부로 집중되며, 제4 전극(142)의 음전하(142N)들과 전기 활성 부재(150)의 정전하(152)들 사이에 발생하는 정전기적 인력은 더욱 상부 방향으로 작용한다. 이에, 전기 활성 부재(150)의 굴곡은 더욱 상부 방향으로 향하게되고, 전기 활성 부재(150)의 상부 방향 굴곡은 더욱 강화될 수 있다.

[0067] 도 3c를 참조하면, 교류 전압(AC)에 기초하여 제3 전극(141)에 음의 전압이 인가되고, 제4 전극(142)에 양의 전압이 인가되는 경우, 제3 전극(141)에는 음전하(141N)들이 집중되고, 제4 전극(142)에는 양전하(142P)들이 집중된다. 이 경우, 전기장(E_2)의 방향은 전기 활성 부재(150)의 분극 방향(P_2)과 상이하므로, 전기 활성 부재(150)에는 인장 응력(F_2)이 발생되며, 전기 활성 부재(150)는 팽창된다. 이 경우, 도 3b와 반대로 전기 활성 부재(150)에는 하부 방향으로 모멘트(M_2)가 발생하게된다.

[0068] 한편, 제3 전극(141)에 집중된 음전하(141N)들에 의해 전기 활성 부재(150)의 표면에 정전기 유도에 의한 양의 정전하(153)들이 유도된다. 이 경우, 제3 전극(141)에 집중된 음전하(141N)들과 전기 활성 부재(150)의 표면에 유도된 양의 정전하(153)들 사이에 정전기적 인력(ES_2)이 발생된다. 도 3c에 도시된 바와 같이, 제3 전극(141)은 전기 활성 부재(150) 일단의 일부 표면과 접하므로, 제3 전극(141)에 집중된 음전하(141N)들은 전기 활성 부재(150) 일단의 일부 표면에만 집중되며, 정전기적 인력(ES_2)은 전기 활성 부재(150)의 상부 방향으로 발생된다. 이 경우, 인장 응력(F_2)에 의해 유도된 모멘트(M_2)는 전기 활성 부재(150)의 표면에 유도된 정전하(153)들과 제3 전극(141) 사이의 정전기적 인력(ES_2)에 의해 약화된다. 그러나, 정전기 유도에 의한 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력(ES_2)은 전기 활성 부재(150)의 인장 응력(F_2)에 의한 모멘트(M_2)보다 상대적으로 약하므로, 전기 활성 부재(150)는 하부 방향으로 굴곡된다.

[0069] 한편, 제1 전극(121)에는 양의 전압이 인가되므로, 제1 전극(121)에는 양전하(121P)들이 집중되고, 제1 전극

(121)과 제3 전극(141) 사이의 전기적 인력에 기인하여 제3 전극(141)의 음전하들(141N)은 제3 전극(141)의 하부 방향으로 집중된다. 이에, 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150)의 정전하(152)들 사이에 발생하는 정전기적 인력(ES_2)은 제3 전극(141)에 양의 전압이 인가된 경우에 비해 좀 더 하부 방향으로 발생된다. 이 경우, 인장 응력(F_2)에 의한 모멘트(M_2)는 상대적으로 덜 상쇄되어 전기 활성 부재(150)의 하부 방향으로의 굴곡은 미세하게 강화될 수 있다.

[0070] 본 발명의 일 실시예에 다른 접촉 감응 소자(100)는 서로 이격 배치된 복수의 절연 부재(130) 및 복수의 절연 부재(130) 사이에서 연장된 전기 활성 부재(150)를 포함하므로, 전기 활성 부재(150)의 진동 효과를 강화시킬 수 있다.

[0071] 구체적으로, 일반적인 접촉 감응 소자는 얇은 전기 활성 필름과 전기 활성 필름 양면에 배치된 전극을 포함한다. 이 경우, 일반적인 접촉 감응 소자는 전기 활성 필름 양면 전극 중 하나의 전극에 교류 전압을 인가하여 전기 활성 필름을 압축 및 팽창시킴으로써, 진동을 구현한다. 그러나, 일반적인 접촉 감응 소자는 전기 활성 필름과 전기 활성 필름 양면 상의 전극을 같이 진동시키는 구조이므로, 진동 폭이 작다. 이에, 일반적인 접촉 감응 소자는 큰 햅틱 피드백을 제공하는데 한계가 있다. 또한, 일반적인 접촉 감응 소자의 경우, 큰 햅틱 피드백을 제공하기 위해서는 큰 전기장이 필요하므로, 일반적인 접촉 감응 소자의 경우, 구동 전압이 증가되는 단점도 있다.

[0072] 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)는 절연 부재(130) 사이에 진동 공간이 확보되고, 전기 활성 부재(150)는 절연 부재(130) 사이에서 진동하므로, 상대적으로 큰 진동 폭으로 진동할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)는 사용자에게 큰 햅틱 피드백을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)의 경우, 큰 햅틱 피드백을 제공하기 위해서 상대적으로 작은 전기장이 필요하므로, 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)의 경우, 구동 전압이 감소되는 이점이 있다.

[0073] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)는 교류 전압이 인가되도록 구성된 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)과 직류 전압이 인가되도록 구성된 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)을 포함하므로, 전기 활성 부재(150)의 진동 효과를 더욱 향상시킬 수 있다. 이에 대한 구체적인 설명을 위해 하기 [표 1]을 참조한다.

[0074] [표 1]은 본 발명의 일 실시예에 따른 접촉 감응 소자(100)에서 하부 전극(120)에 의해 향상되는 진동 효과를 설명하기 위한 실험데이터이다.

표 1

구분	하부 전극 전압(DC)	상부 전극 전압 (AC)	곡률 반경		
			최대 곡률 반경 (R_{max})	최소 곡률 반경 (R_{min})	최대 곡률 반경과 최소 곡률 반경의 차이값 (ΔR)
실시예1	0 V	200V (100Hz)	1056.6 mm	600.9 mm	455.7 mm
실시예2	30 V	200V (100Hz)	1254.2 mm	586.0 mm	668.2 mm

[0076] 상기 [표 1]에서 실시예 1 및 실시예 2는 모두 도 2 및 도 3a에 도시된 접촉 감응 소자(100)를 기준으로 측정되었다. 구체적으로, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 50nm의 크롬 및 100nm의 금을 적층하여 형성되었다. 절연 부재(130)는 0.5mm의 실리콘으로 형성되었다. 제3 전극(141) 및 제4 전극(142)은 제1 전극(121)과 동일하게 50nm의 크롬 및 100nm의 금을 적층하여 형성되었다. 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 사이의 간격(d_2)은 1mm로 형성되었다.

[0077] 실시예 1에서 제3 전극(141)에는 200V 100Hz의 sin 파형 교류 전압이 인가되었고, 제4 전극(142)은 접지되었다. 또한, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 모두 접지되었다.

[0078] 실시예 2에서 제3 전극(141)에는 200V 100Hz의 sin 파형 교류 전압이 인가되었고, 제4 전극(142)은 접지되었다. 한편, 제1 전극(121)에는 30V의 직류 전압이 인가되었고, 제2 전극(122)은 접지되었다.

- [0079] 실시예 1을 참조하면, 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)이 모두 접지된 경우, 제1 전극(121)과 제3 전극(141) 사이 및 제2 전극(122)과 제4 전극(142) 사이에 전기적 반발력이 발생되지 않는다. 이 경우, 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력 및 제4 전극(142)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력은 강화되지 않으며, 전기 활성 부재(150)의 최대 곡률 반경(R_{\max})과 최소 곡률 반경(R_{\min})의 차이값(ΔR)은 작아진다. 즉, 전기 활성 부재(150)의 굴곡은 약하게 발생되며, 전기 활성 부재(150)에 의한 진동 효과는 약해진다.
- [0080] 이에 반해, 실시예 2를 참조하면, 제1 전극(121)에 직류 전압이 인가됨에 따라 제1 전극(121)과 제3 전극(141) 사이 및 제2 전극(122)과 제4 전극(142) 사이에 각각 전기적 반발력이 발생된다. 이에, 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력 및 제4 전극(142)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력은 강화되고, 전기 활성 부재(150)의 최대 곡률 반경(R_{\max})과 최소 곡률 반경(R_{\min})의 차이값(ΔR)은 커진다. 즉, 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력 및 제4 전극(142)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력이 강화됨에 따라 전기 활성 부재(150)는 더 많이 굴곡된다. 따라서, 제1 전극(121)에 직류 전압이 인가되는 경우, 접촉 감응 소자(100)의 진동 효과는 더욱 극대화되며, 접촉 감응 소자(100)는 더 큰 촉각 피드백을 발생시킬 수 있다.
- [0081] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 개략적인 단면도이다. 도 4를 참조하면, 표시 장치(400)는 표시 패널(401), 접촉 감응 소자(100), 및 터치 패널(470)을 포함한다. 설명의 편의를 위해, 도 4에서 접촉 감응 소자(100)의 하부에 배치된 표시 패널(401)의 구체적인 구성은 도시되지 않았다.
- [0082] 표시 패널(401)은 표시 장치(400)에서 영상을 표시하기 위한 표시 소자가 배치된 패널을 의미한다. 표시 패널(401)로서, 예를 들어, 유기 발광 표시 패널, 액정 표시 패널, 전기 영동 표시 패널 등과 같은 다양한 표시 패널(401)이 사용될 수 있다.
- [0083] 터치 패널(470)은 표시 장치(400)에 대한 사용자의 터치 입력을 감지하는 패널을 의미한다. 터치 패널(470)로서, 예를 들어, 정전 용량 방식(capacitive type), 저항막 방식(resistive type), 초음파 방식(surface acoustic wave type), 적외선 방식(infrared ray type) 등이 사용될 수 있으나, 바람직하게는 정전 용량 방식의 터치 패널이 터치 패널(470)로서 사용될 수 있다. 도 4에서는 정전 용량 방식의 터치 패널(470)이 도시되어 있다.
- [0084] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(400)에서 터치 패널(470)은 접촉 감응 소자(100)의 제2 기관(190)과 일체형으로 형성된다. 즉, 제2 기관(190)의 일면에 터치 전극(471)이 배치되고, 터치 전극(471)을 커버하도록 커버 윈도우(473)가 배치된다. 터치 전극(471)과 커버 윈도우(473)는 투명 접착층(472)을 통해 접착된다. 이 경우, 터치 패널(470)은 접촉 감응 소자(100)의 진동을 전달하는 진동 전달 기관으로 기능한다. 구체적으로, 접촉 감응 소자(100)의 전기 활성 부재(150)가 진동하면서 전기 활성 부재(150)는 터치 패널(470)을 가압할 수 있다. 전기 활성 부재(150)와 터치 패널(470) 사이의 충격은 터치 전극(471) 및 투명 접착층(472)을 통해 커버 윈도우(473)로 전달되고, 사용자는 커버 윈도우(473)를 통해 촉각 피드백을 전달 받을 수 있다. 이 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(400)는 별도의 진동 전달 기관이 생략될 수 있으므로, 표시 장치(400)의 두께가 얇아질 수 있다.
- [0085] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(400)는 복수의 절연 부재(130) 사이에서 연장된 전기 활성 부재(150)를 포함한다. 전기 활성 부재(150)는 절연 부재(130) 사이에 구비된 진동 공간에서 진동할 수 있으며, 전기 활성 부재(150)의 진동 폭은 극대화될 수 있다. 이에, 표시 장치(400)의 접촉 감응 소자(100)는 큰 햅틱 피드백을 전달할 수 있으며, 표시 장치(400)의 햅틱 효과는 극대화될 수 있다.
- [0086] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(400)는 교류 전압이 인가되도록 구성된 제3 전극(141) 및 제4 전극(142) 이외에 직류 전압이 인가되도록 구성된 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)을 더 포함한다. 제1 전극(121) 및 제2 전극(122)은 제3 전극(141)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력 및 제4 전극(142)과 전기 활성 부재(150) 사이의 정전기적 인력을 더욱 강화시킨다. 이에, 전기 활성 부재(150)의 상부 방향 진동은 더욱 향상될 수 있으며, 전기 활성 부재(150)는 보다 강하게 터치 패널(470)을 가압할 수 있다. 결과적으로, 접촉 감응 소자(100)의 진동 효과는 극대화될 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(400)는 사용자에게 큰 촉각 피드백을 전달할 수 있다.
- [0087] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한

것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

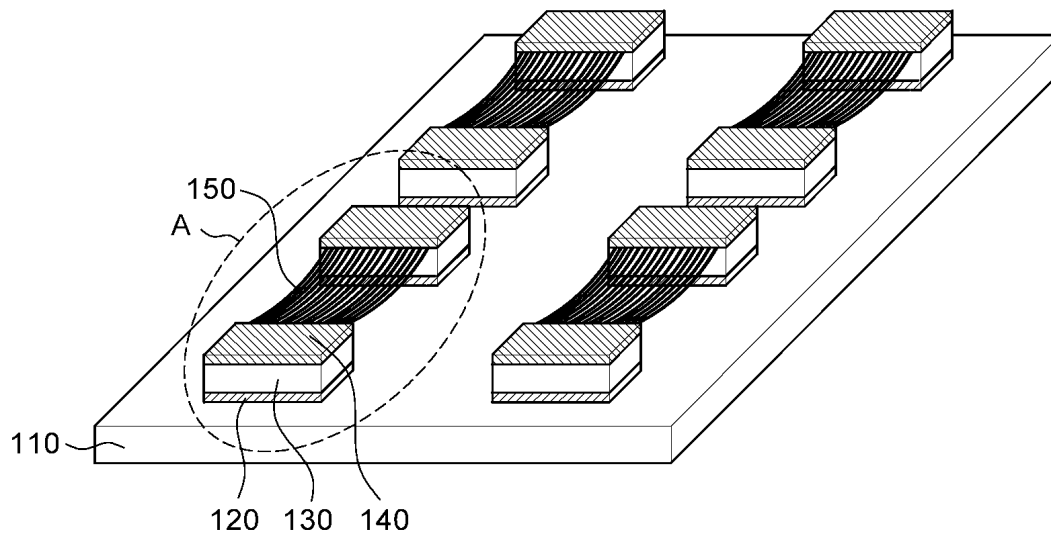
[0088]

- 100: 접촉 감응 소자
- 110: 제1 기판
- 120: 하부 전극
- 121: 제1 전극
- 121P: 제1 전극의 양전하
- 122: 제2 전극
- 122N: 제2 전극의 음전하
- 130: 절연 부재
- 140: 상부 전극
- 141: 제3 전극
- 141P: 제3 전극의 양전하
- 141N: 제3 전극의 음전하
- 142: 제4 전극
- 142N: 제4 전극의 음전하
- 150: 전기 활성 부재
- 151: 전기 활성 부재의 쌍극자
- 152: 전기 활성 부재의 양의 정전하
- 153: 전기 활성 부재의 음의 정전하
- 180: 스페이서
- 400: 표시 장치
- 401: 표시 패널
- 470: 터치 패널
- 471: 터치 전극
- 472: 투명 접촉층
- 473: 커버 윈도우

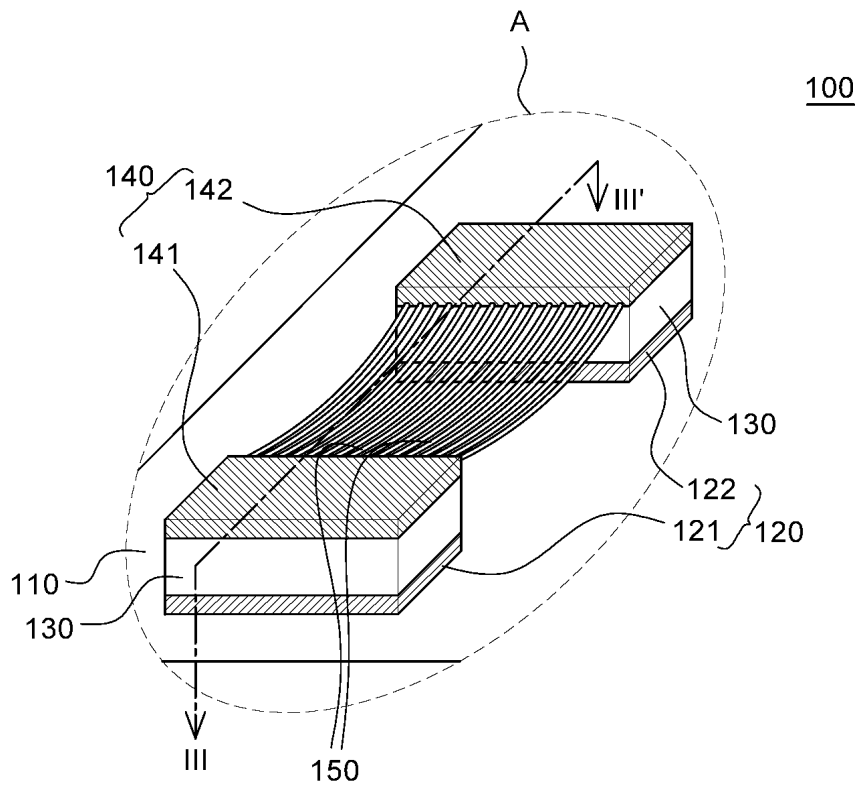
도면

도면1

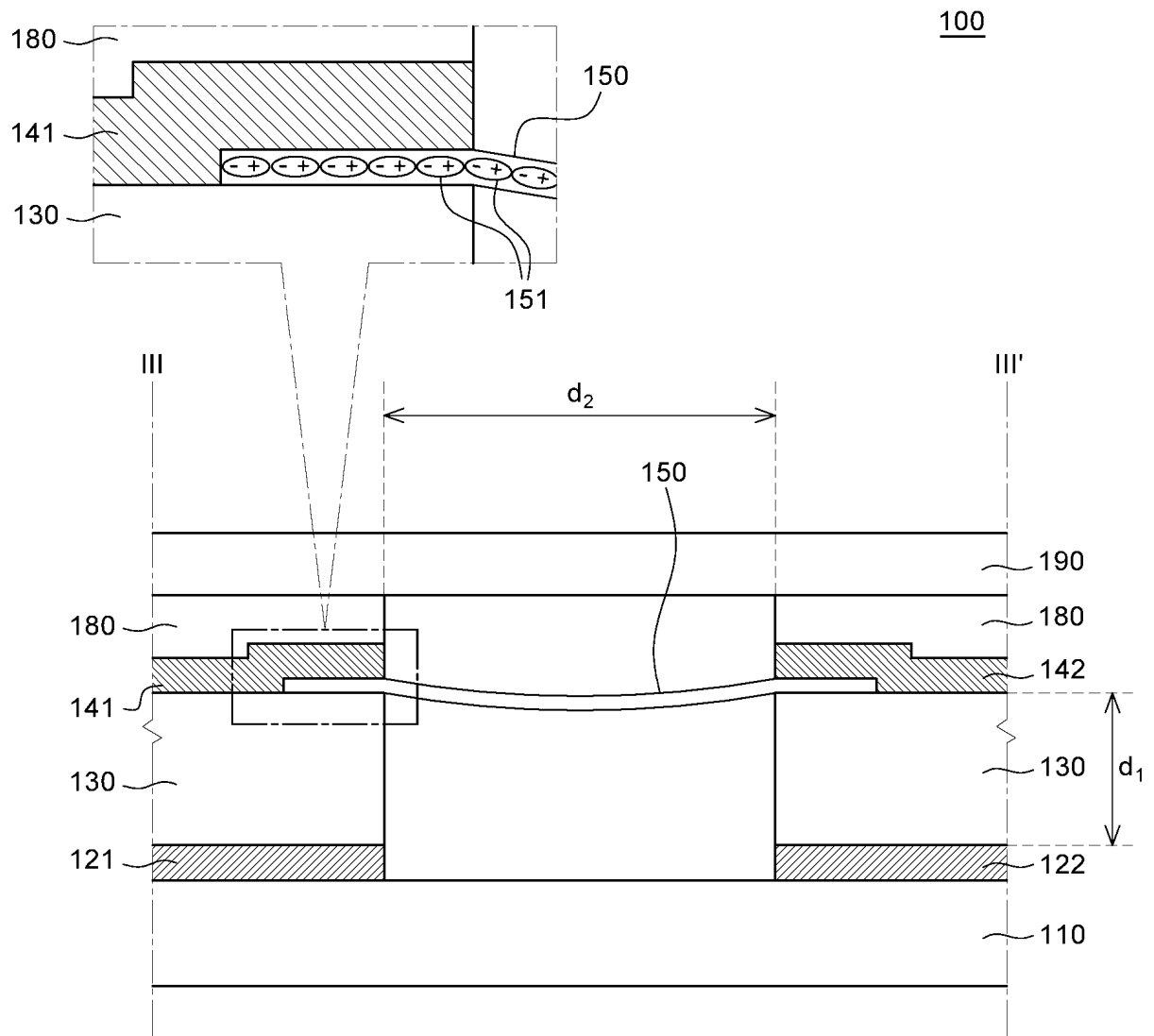
100



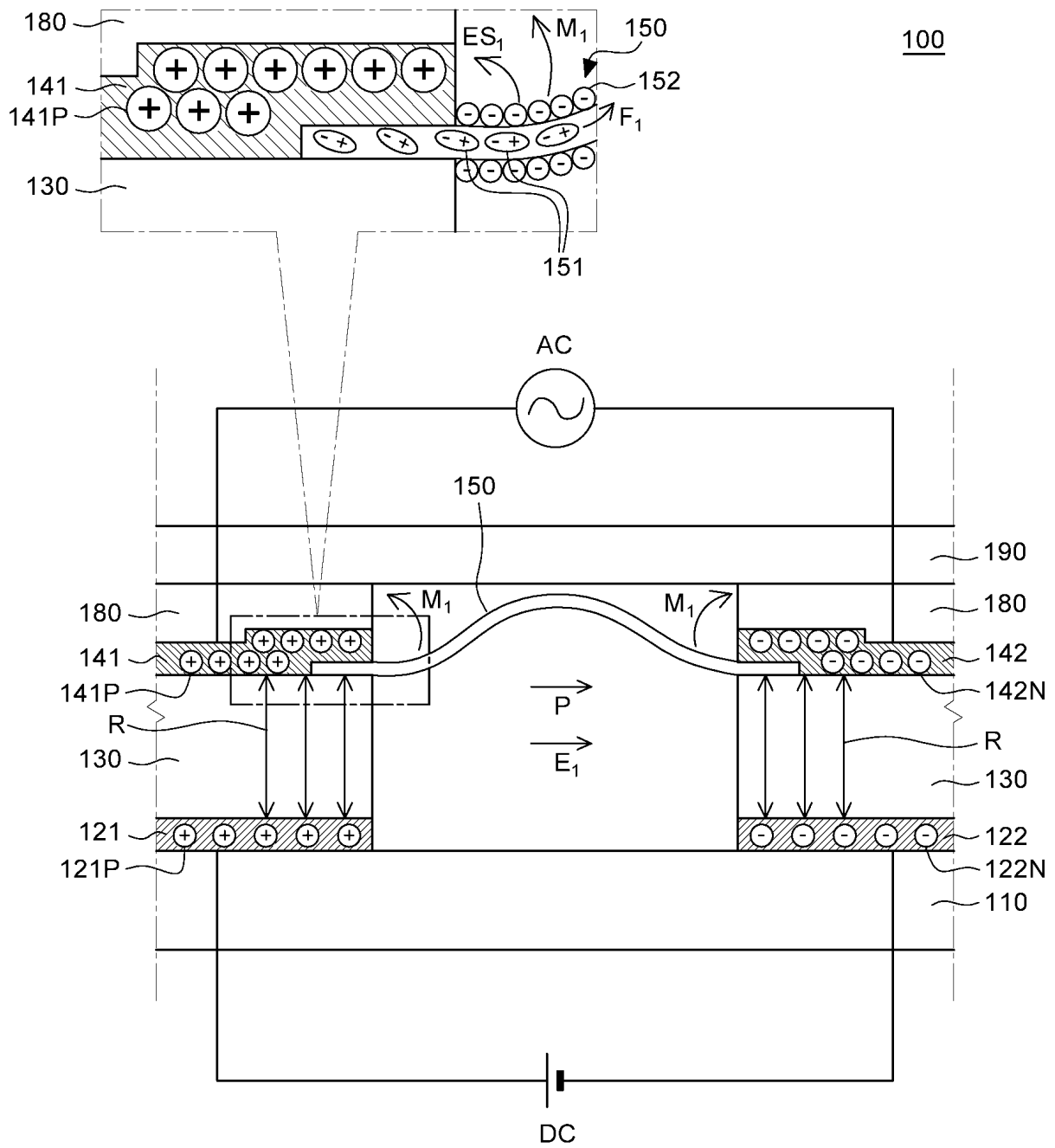
도면2



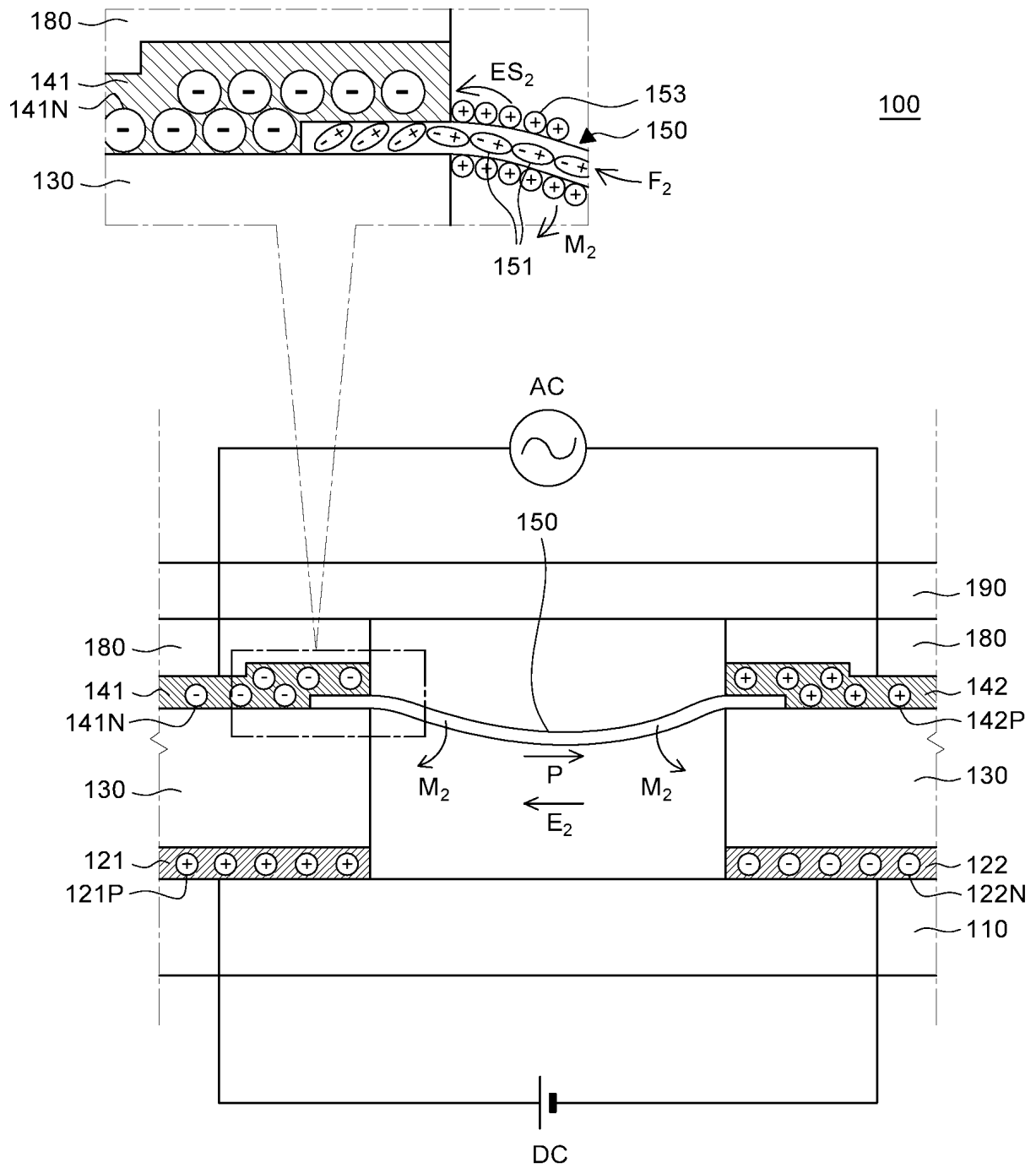
도면3a



도면3b



도면3c



도면4

400

