



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0005213
(43) 공개일자 2016년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 41/39 (2013.01) H01L 41/25 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2014-0083500

(22) 출원일자 2014년07월04일

심사청구일자 2014년07월04일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)

(72) 발명자

김상연

서울특별시 강남구 선릉로 221 도곡렉슬아파트
209동 1502호

배진우

경기도 양평군 지평면 대평로 343-2

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김진우

전체 청구항 수 : 총 10 항

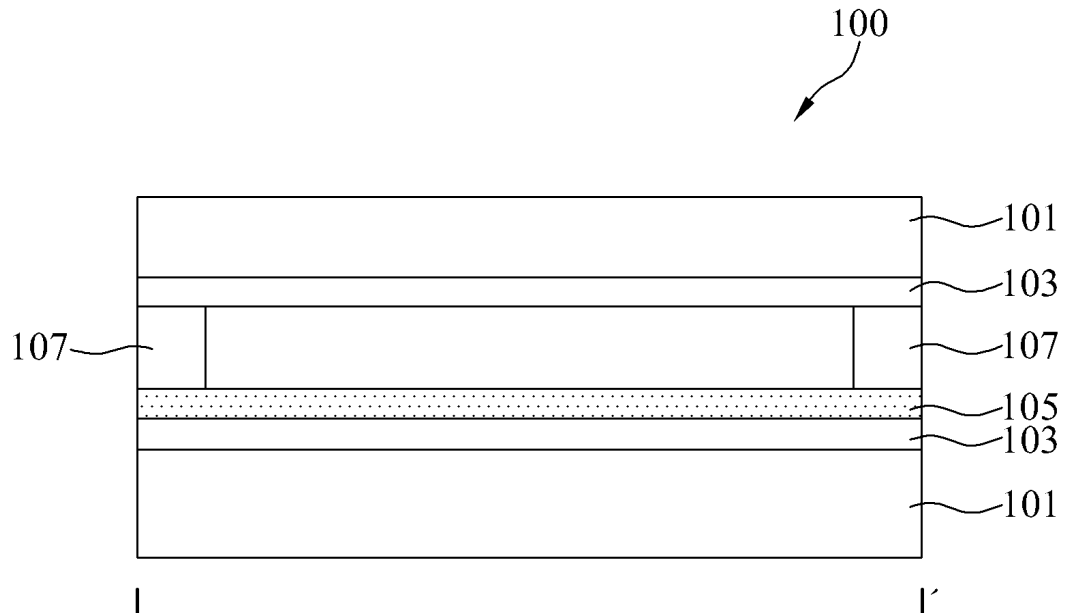
(54) 발명의 명칭 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기

(57) 요약

본 발명은 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 서로 마주하는 한 쌍의 기관들; 상기 기관들 상에 각각 배치되고, 서로 마주하는 한 쌍의 전극들; 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하여 상기 전극들 사이에 배치되

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



는 무기 절연막; 및 상기 전극들 중 어느 하나와 상기 무기 절연막의 사이에 배치되는 접착 부재를 포함하고, 상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 전극들 사이에 인력이 작용하여, 상기 접착 부재에 중첩하지 않은 상기 전극들의 부분이 상기 인력에 의해 휘어지는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기에 따르면, 정전기력 기반 작동기가, 마주하는 전극들의 사이에 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막을 포함하고, 상기 전극들에 소정의 전압이 인가되며, 상기 전압이 커짐에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상이 증가함으로써, 상기 전극들 사이의 인력이 증가하여 정전기력 기반 작동기의 기계적 변형 특징을 향상시킬 수 있다.

(72) 발명자

박원형

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638 신한
아파트 106동 208호

여명

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600

신은재

제주특별자치도 제주시 삼도2동 1227 ~1241

남병욱

충남 아산시 배방읍 호서로 460, 125동 302호 (배
방자이1차아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기로서,

서로 마주하는 한 쌍의 기관들;

상기 기관들 상에 각각 배치되고, 서로 마주하는 한 쌍의 전극들;

규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하여 상기 전극들 사이에 배치되는 무기 절연막; 및

상기 전극들 중 어느 하나와 상기 무기 절연막의 사이에 배치되는 접착 부재를 포함하고,

상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 전극들 사이에 인력이 작용하여, 상기 접착 부재에 중첩하지 않은 상기 전극들의 부분이 상기 인력에 의해 휘어지는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 규소 산화물은 이산화규소(SiO_2)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 산화물은 산화 알루미늄(Al_2O_3)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 아연 산화물은 산화 아연(ZnO)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 티타늄 산화물은 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 바륨-티타늄 산화물은 티타늄산바륨(BaTiO_3)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전극들은 산화인듐주석(indium tin oxide), 그래핀 시트(graphene sheet), 탄소 나노튜브막(carbon nanotube layer), 실버 나노와이어(silver nanowire), 실버 나노페이스트(silver nanopaste), 및 금속 나노클러스터의 표면 증착막(surface-implanted metallic nanocluster layer) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 8

정전기력 기반 작동기로서,

서로 마주하는 한 쌍의 기관들;

상기 기관들 상에 각각 배치되고, 서로 마주하는 한 쌍의 전극들; 및

규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하고, 상기 전극들 사이에 배치되는 무기 절연막을 포함하고,

상기 무기 절연막은 상기 전극들 중 제1 전극 상에 직접 배치되면서 상기 제1 전극에 마주하는 제2 전극과는 미리 설정된 간격으로 이격되며,

상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 전극들 사이에 인력이 작용하여 기계적으로 변형되는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 9

무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기로서,

서로 마주하는 한 쌍의 기관들;

상기 기관들 상에 각각 배치되고, 서로 마주하는 한 쌍의 산화인듐주석 전극들;

상기 산화인듐주석 전극들 사이에 배치되고, 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막; 및

상기 산화인듐주석 전극들 중 어느 하나와 상기 무기 절연막의 사이에 배치되는 접착 부재를 포함하고,

상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 산화인듐주석 전극들 사이에 인력이 작용하여 기계적으로 변형되는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

청구항 10

복수의 단위 정전기력 기반 작동기들이 적층된 정전기력 기반 작동기로서,

상기 단위 정전기력 기반 작동기들은 각각,

서로 마주하는 한 쌍의 전극들;

상기 전극들 사이에 배치되고, 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막; 및

상기 전극들 중 어느 하나와 상기 무기 절연막의 사이에 배치되는 접착 부재를 포함하고,

상기 단위 정전기력 기반 작동기들은, 상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 전극들 사이에 인력이 작용하여 기계적으로 변형되는 것을 특징으로 하는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 정전기력 기반 작동기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 기계적 변형 특성을 향상시킬 수 있는 정전기력 기반 작동기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전기 활성 고분자(Electro-Active Polymer, EAP)에 대한 연구가 진행됨에 따라, 화학, 기계, 전기, 의학, 재료, 식품 등 다양한 분야에서 전기 활성 고분자의 활용에 대한 기대가 증가하고 있다. 예를 들어, 전기 활성 고분자는 차세대 마이크로 로봇, 초소형 비행체 등과 같은 분야뿐 아니라, 인공근육 작동기, 엔터테인먼트 등의 다양한 산업분야에서도 활용될 수 있다.

[0003] 통상적으로, 전기 활성 고분자는 작동원리에 따라 이온성 전기 활성 고분자(ionic EAP) 및 전기성 전기 활성 고분자(electronic EAP)로 구분될 수 있다.

[0004] 이온성 전기 활성 고분자는, 두 전극 사이의 물속에 히드로겔(hydrogel)을 넣어 전기장에 따라 휘어지는 현상을 이용하여 제조될 수 있다. 예를 들어, 전기장을 인가할 때 폴리머 망에 양이온이 이동함에 따라 굽힘 변형을 일으키는 IPMC(ionomeric polymer-metal composites) 등이 이온성 전기 활성 고분자로서 사용될 수 있다.

[0005] 전기성 전기 활성 고분자는, 전자 방사된 공중합체에서 발생하는 전왜 현상을 이용하여 제조될 수 있다. 구체적으로, 전기성 전기 활성 고분자의 경우, 전기장을 인가함에 따라 변형(strain)이 발생하는 중합체를 이용하여 제조될 수 있다.

[0006] 이와 같이, 초경량, 초소형 작동기에 대한 기술에 관하여, 대한민국 공개특허공보 10-2006-0100558 (2006.09.21.공개) 및 대한민국 특허공개공보 10-2011-0138912 (2011.12.28.공개) 등에서는 다양한 분야에 응용될 수 있는 작동기를 개시하고 있다.

[0007] 그러나 이러한 전기 활성 고분자 이외에도 여러 산업분야에서 적용될 수 있는 초소형 작동기의 전기적, 기계적 특징에 대한 연구는 여전히 더 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로, 본 발명의 목적은 기계적 변형 특성을 향상시킬 수 있는, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기는,

[0010] 서로 마주하는 한 쌍의 기판들;

[0011] 상기 기판들 상에 각각 배치되고, 서로 마주하는 한 쌍의 전극들;

[0012] 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포

함하여 상기 전극들 사이에 배치되는 무기 절연막; 및

[0013] 상기 전극들 중 어느 하나와 상기 무기 절연막 사이에 배치되는 접착 부재를 포함하고,

[0014] 상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 전극들 사이에 인력이 작용하여, 상기 접착 부재에 중첩하지 않은 상기 전극들의 부분이 상기 인력에 의해 휘어지는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0015] 바람직하게는,

[0016] 상기 규소 산화물은 이산화규소(SiO_2)를 포함하도록 구성될 수 있다.

[0017] 바람직하게는,

[0018] 상기 알루미늄 산화물은 산화 알루미늄(Al_2O_3)을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0019] 바람직하게는,

[0020] 상기 티타늄 산화물은 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0021] 바람직하게는,

[0022] 상기 바륨-티타늄 산화물은 티타늄산바륨(BaTiO_3)을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0023] 바람직하게는,

[0024] 상기 아연 산화물은 산화 아연(ZnO)을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0025] 바람직하게는,

[0026] 상기 전극들은 산화인듐주석(indium tin oxide), 그래핀 시트(graphene sheet), 탄소 나노튜브막(carbon nanotube layer), 실버 나노와이어(silver nanowire), 실버 나노페이스트(silver nanopaste), 및 금속 나노클러스터의 표면 증착막(surface-implanted metallic nanocluster layer) 중 적어도 어느 하나를 포함하도록 구성될 수 있다.

[0027] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기는,

[0028] 서로 마주하는 한 쌍의 기관들;

[0029] 상기 기관들 상에 각각 배치되고, 서로 마주하는 한 쌍의 전극들; 및

[0030] 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하고, 상기 전극들 사이에 배치되는 무기 절연막을 포함하고,

[0031] 상기 무기 절연막은 상기 전극들 중 제1 전극 상에 직접 배치되면서 상기 제1 전극에 마주하는 제2 전극과는 미리 설정된 간격으로 이격되며,

[0032] 상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 전극들 사이에 인력이 작용하여 기계적으로 변형되는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0033] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기는,

- [0034] 서로 마주하는 한 쌍의 기관들;
- [0035] 상기 기관들 상에 각각 배치되고, 서로 마주하는 한 쌍의 산화인듐주석 전극들;
- [0036] 상기 산화인듐주석 전극들 사이에 배치되고, 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막; 및
- [0037] 상기 산화인듐주석 전극들 중 어느 하나와 상기 무기 절연막의 사이에 배치되는 접착 부재를 포함하고,
- [0038] 상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 산화인듐주석 전극들 사이에 인력이 작용하여 기계적으로 변형되는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

- [0039] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른, 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기는,
- [0040] 복수의 단위 정전기력 기반 작동기들이 적층된 정전기력 기반 작동기로서,
- [0041] 상기 단위 정전기력 기반 작동기들은 각각,
- [0042] 서로 마주하는 한 쌍의 전극들;
- [0043] 상기 전극들 사이에 배치되고, 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막; 및
- [0044] 상기 전극들 중 어느 하나와 상기 무기 절연막의 사이에 배치되는 접착 부재를 포함하고,
- [0045] 상기 단위 정전기력 기반 작동기들은, 상기 전극들에 전압이 인가됨에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상에 의해 상기 전극들 사이에 인력이 작용하여 기계적으로 변형되는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0046] 본 발명의 특징에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기에 따르면, 정전기력 기반 작동기가, 마주하는 전극들의 사이에 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막을 포함하고, 상기 전극들에 소정의 전압이 인가되며, 상기 전압이 커짐에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상이 증가함으로써, 상기 전극들 사이의 인력이 증가하여 정전기력 기반 작동기의 기계적 변형 특징을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0047] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기를 도시한 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 I-I' 라인을 따라 절단한 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기를 도시한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기가 동작하는 모습을 도시한 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기가 동작하는 모습을 도시한 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기의 제조방법을 도시한 단면도이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기의 제조방법을 도시한 단면도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기의 제조방법을 도시한 단면도이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기의 제조방법을 도시한 단면도이다.

도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기가 동작하는 모습을 도시한 단면도이다.

도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기가 동작하는 모습을 도시한 단면도이다.

도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기가 동작하는 모습을 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048]

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다만, 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다.

[0049]

덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 ‘연결’되어 있다고 할 때, 이는 ‘직접적으로 연결’되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 ‘간접적으로 연결’되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성요소를 ‘포함’한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0050]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기를 도시한 사시도이다. 도 2는 도 1의 I-I’ 라인을 따라 절단한 단면도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(100)는 서로 마주하는 전극들(103)과, 상기 전극들(103) 사이에 배치된 무기 절연막(105)을 포함할 수 있다.

[0051]

상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(100)는, 상기 전극들(103)이 배치되는 기판들(101) 및 상기 무기 절연막(105) 상에 배치되는 접착 부재(107)를 더 포함할 수 있다.

[0052]

본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(100)는, 무기 절연막(105)이 주된 구성요소일 수 있다. 상기 무기 절연막(105)은, 상기 전극들(103) 사이에 배치될 수 있다. 상기 전극들(103)은 소정의 전압을 인가받아, 전기장을 생성할 수 있다. 이 경우, 상기 무기 절연막(105)은 상기 전극들(103) 사이에서 유전층(dielectric layer)으로 기능할 수 있다. 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(100)의 세부적인 구성에 대하여 상세히 설명하도록 한다.

[0053]

상기 기판들(101)은 투명한 절연 재질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 기판들(101)은 유리(glass), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate, PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN), 폴리에서 설펜(polyether sulfone, PES), 폴리아미드(polyimide, PI) 등을 포함할 수 있다. 상기 기판들(101)은 유연한(flexible) 기판을 포함할 수 있다.

[0054]

상기 전극들(103)은 각각, 상기 기판들(101) 상에 배치될 수 있다. 상기 전극들(103)은 서로 마주하도록 상기 기판들(101) 상에 배치될 수 있다. 상기 전극들(103)은 예를 들어, 산화인듐주석(indium tin oxide, ITO) 등과 같은 투명한 재질을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 전극들(103)은 그래핀 시트(graphene sheet), 탄소 나노튜브막(carbon nanotube layer), 실버나노와이어(Silver nanowire), 실버 나노페이스트(silver nanopaste), 금속 나노클러스터의 표면 증착막(surface-implanted metallic nanocluster layer) 등을 포함할 수 있다.

- [0055] 상기 무기 절연막 (105)은 무기 절연 재질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)은 무기 산화막(inorganic oxide layer)일 수 있다.
- [0056] 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)은 규소 산화물(silicon oxide)을 포함할 수 있다. 상기 규소 산화물은 예를 들어, 이산화규소(SiO_2)를 포함할 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)은 알루미늄 산화물(aluminum oxide)을 포함할 수 있다. 상기 알루미늄 산화물은 예를 들어, 산화 알루미늄(Al_2O_3)을 포함할 수 있다.
- [0058] 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)은 아연 산화물(zinc oxide)을 포함할 수 있다. 상기 아연 산화물은 예를 들어, 산화아연(ZnO)을 포함할 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)은 티타늄 산화물(titanium oxide)을 포함할 수 있다. 상기 티타늄 산화물은 예를 들어, 이산화티타늄(TiO_2)을 포함할 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)은 바륨-티타늄 산화물(barium-titanium oxide)을 포함할 수 있다. 상기 바륨-티타늄 산화물은 예를 들어, 티타늄산바륨(BaTiO_3)을 포함할 수 있다.
- [0061] 상기 무기 산화막은, 상기 기판들(101) 상에 배치된 전극들(103) 상에서 상기 무기 산화물들이 물리 기상 증착법(Physical Vapor Deposition, PVD), 화학 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD), 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition) 또는 졸겔 법(sol-gel process) 등에 의해 코팅되어 형성될 수 있다.
- [0062] 상기 무기 절연막(105)은 상기 전극들(103) 사이에 배치될 수 있다. 상기 무기 절연막(105)은 상기 전극들(103)에 인가되는 전압에 의해 분극 현상이 발생할 수 있다. 예를 들어, 상기 전극들(103) 사이의 전압이 실질적으로 영(0)인 경우, 상기 무기 절연막(105)과, 상기 전극들(103)이 배치된 기판들(101) 간에 발생하는 정전기력의 크기는 실질적으로 영(0)일 수 있다. 이에 반해, 상기 전극들(103) 사이의 전압이 0 보다 크도록 증가하는 경우, 이러한 전압 증가에 따라 상기 무기 절연막(105)과, 상기 전극들(103)이 배치된 기판들(101) 간에 발생하는 정전기력이 증가할 수 있다. 이러한 정전기력에 따라 상기 기판들(101)에 인력이 작용하여 기계적인 변형이 일어날 수 있는데, 이 같은 정전 효과는 반영구적 분극을 갖는, 상기 무기 절연막(105)의 유전체 속성에 기인한 것이다. 이러한 정전 효과에 따라 발생하는 기계적인 변형에 대해서는 후술할 도 4 및 도 5를 참조하여 더욱 상세히 설명하도록 한다.
- [0063] 일 실시예에서, 상기 무기 절연막(105)의 두께는 약 수 나노미터(nanometer) 이상 약 수 밀리미터(millimeter) 이하일 수 있다.
- [0064] 일 실시예에서, 상기 무기 절연막(105)은 소정의 면적을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)의 면적은 약 1 제곱센티미터(cm^2)일 수 있다.
- [0065] 상기 전극들(103) 사이에 배치되는 상기 무기 절연막(105)의 유전상수가 상대적으로 높을 경우, 상기 전극들(103)에 인가되는 전압에 대해서, 상기 전극들(103) 사이에 생성되는 분극의 세기가 클 수 있다. 그에 따라, 전기장에 의해 야기되는 상기 무기 절연막(105)의 분극 현상 및 그에 따른 기계적인 변형의 정도가 증가할 수

있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)에 대해 전기장이 형성될 경우, 상기 높은 유전상수를 갖는 무기 절연막은 분극 현상에 의해서 야기되는 인력이 증가하고, 그에 따라 상기 기관들(101)에 발생하는 기계적인 변형의 정도가 증가할 수 있다.

[0066]

상기 접착 부재(107)는 상기 무기 절연막(105) 위에 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 접착 부재(107)는 상기 무기 절연막(105)의 테두리부에 인접하여 배치될 수 있다. 상기 접착 부재(107)는 상기 무기 절연막(105)을, 상기 무기 절연막(105)에 마주하는 상기 전극(103)에 접촉시킬 수 있다. 상기 접착 부재(107)에 의해 상기 무기 절연막(115)과 어느 하나의 전극(103)의 사이에 간격이 유지될 수 있다.

[0067]

상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(100)는 전체적으로, 소정의 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(100)의 두께는 수 마이크로미터(micrometer) 내지 수 밀리미터(millimeter)일 수 있다.

[0068]

이와 같이, 본 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기에 따르면, 정전기력 기반 작동기가, 마주하는 전극들의 사이에 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막을 포함하고, 상기 전극들에 소정의 전압이 인가되며, 상기 전압이 커짐에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상이 증가함으로써, 상기 전극들 사이의 인력이 증가하여 정전기력 기반 작동기의 기계적 변형 특징을 향상시킬 수 있다.

[0069]

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기를 도시한 단면도이다. 도 3을 참조하면, 본 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(110)는 무기 절연막(115)의 위치 및 접착 부재(107)의 위치를 제외하면, 도 2에 도시된 정전기력 기반 작동기(100)와 실질적으로 동일하다. 이하, 동일한 구성요소에 대한 설명은 간략히 한다.

[0070]

상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(110)는 서로 마주하는 전극들(103)과, 상기 전극들(103) 사이에 배치된 무기 절연막(115)을 포함할 수 있다. 상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(100)는, 상기 전극들(103)이 배치되는 기관들(101) 및 상기 무기 절연막(115) 상에 배치되는 접착 부재(107)를 더 포함할 수 있다.

[0071]

상기 기관들(101)은 투명한 절연 재질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 기관들(101)은 유리, PET, PEN, PI 등을 포함할 수 있다. 상기 기관들(101)은 유연성(flexible) 기관을 포함할 수 있다.

[0072]

상기 전극들(103)은 각각, 상기 기관들(101) 상에 배치될 수 있다. 상기 전극들(103)은 서로 마주하도록 상기 기관들(101) 상에 배치될 수 있다. 상기 전극들(103)은 예를 들어, 그래핀 시트(graphene sheet), 탄소 나노튜브 브막(carbon nanotube layer), 실버 나노와이어(silver nanowire), 실버 나노페이스트(silver nanopaste), 금속 나노클러스터의 표면 증착막(surface-implanted metallic nanocluster layer), 산화인듐주석(ITO) 등과 같은 재질을 포함할 수 있다.

[0073]

상기 무기 절연막(115)은 무기 절연 재질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(115)은 무기 산화막(inorganic elastomers layer)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(115)은 규소 산화물(silicon oxide)을 포함할 수 있다. 상기 규소 산화물은 예를 들어, 이산화규소(SiO_2)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(115)은 알루미늄 산화물(aluminum oxide)을 포함할 수 있다. 상기 알루미늄 산화물은 예를 들어, 산화 알루미늄(Al_2O_3)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(115)은 아연 산화물(zinc oxide)을 포함할 수 있다. 상기 아연 산화물은 예를 들어, 산화 아연(ZnO)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무

기 절연막(115)은 티타늄 산화물(titanium oxide)을 포함할 수 있다. 상기 티타늄 산화물은 예를 들어, 이산화 티타늄(TiO_2)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(115)은 바륨-티타늄 산화물(barium-titanium oxide)을 포함할 수 있다. 상기 바륨-티타늄 산화물은 예를 들어, 티타늄산바륨($BaTiO_3$)을 포함할 수 있다. 상기 무기 산화막은, 상기 기판들(101) 상에 배치된 전극들(103) 상에서 상기 무기 산화물들이 물리 기상 증착법(Physical Vapor Deposition, PVD), 화학 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD), 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition) 또는 졸겔 법(sol-gel process) 등에 의해 코팅되어 형성될 수 있다.

[0074] 상기 접착 부재(107)는 상기 무기 절연막(115) 위에 배치될 수 있다. 또는, 상기 접착 부재(107)는 상기 전극들(103) 중 어느 하나 위에 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 접착 부재(107)는 상기 무기 절연막(115)의 테두리부에 인접하도록 상기 무기 절연막(115) 또는 상기 전극(103) 상에 배치될 수 있다. 상기 접착 부재(107)는 상기 무기 절연막(115)을, 상기 무기 절연막(115)에 마주하는 상기 전극(103)에 접착시킬 수 있다. 상기 접착 부재(107)에 의해 상기 무기 절연막(115)과 어느 하나의 전극(103)의 사이에 간격이 유지될 수 있다.

[0075] 도 4 및 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기가 동작하는 모습을 도시한 단면도들이다. 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(120)는 기판들(101), 상기 기판들(101) 상에 배치되고 서로 마주하는 전극들(103), 상기 전극들(103) 사이에 배치되는 무기 절연막(105) 및 상기 무기 절연막(105)을 상기 전극(103)에 접착시키는 접착 부재(107)를 포함할 수 있다.

[0076] 상기 접착 부재(107)에 의해 상기 무기 절연막(105)과 어느 하나의 전극(103)의 사이에 간격이 유지될 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)이 상기 전극들(103) 중 제1 전극 상에 배치된 경우, 상기 제1 전극에 마주하는 제2 전극과 상기 무기 절연막(105) 사이의 간격은 제1 두께($TH1$)를 가질 수 있다.

[0077] 이때, 상기 전극들(103)에 소정의 전압이 인가되는 경우, 상기 전극들(103) 사이에 전기장이 생성될 수 있다. 상기 전기장에 의해, 상기 무기 절연막(105)에 분극 현상이 발생할 수 있고, 그에 따라 상기 전극들(103)이 배치된 기판들(101)에 인력이 작용할 수 있다. 이러한 인력에 의해서, 상기 제2 전극과 상기 무기 절연막(105) 사이의 간격이 제2 두께($TH2$)로 감소할 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 전극 및 상기 제2 전극이 배치된 기판(101)이 부분적으로 휘어질 수 있다. 예를 들어, 상기 접착 부재에 중첩하지 않은 상기 전극들(103)의 가운데 부분이 상기 인력에 의해 휘어질 수 있다.

[0078] 이와 같이, 상기 전극들(103)에 소정의 전압이 인가되는 경우, 상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(120)의 전체적인 두께가 부분적으로 감소할 수 있다. 그에 따라, 상기 정전기력 기반 작동기(120)의 두께 변화를 이용하여, 상기 정전기력 기반 작동기(120)를 다양한 기계적인 기능에 활용할 수 있다.

[0079] 도 6 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기의 제조방법을 도시한 단면도들이다.

[0080] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기의 제조방법은, 제1 기판(101) 상에 제1 전극(103)을 형성한다. 상기 제1 기판(101)은 투명한 절연 기판일 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 기판(101)은 유리, PET, PEN, PI 등을 포함할 수 있다. 상기 제1 전극(103)은 ITO와 같은 투명한 도전성 전극을 포함할 수 있다.

[0081] 도 7을 참조하면, 상기 전극(103)이 형성된 제1 기판(101) 상에 무기 절연막(105)을 형성한다. 상기 무기 절연막(105)은 무기 절연 재질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)은 규소 산화물, 알루미늄 산

화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)이 이산화규소(SiO_2)를 포함할 경우, 상기 제1 전극(103)이 형성된 제1 기판(101) 상에 상기 이산화규소(SiO_2)가 물리 기상 증착법(Physical Vapor Deposition, PVD), 화학 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD) 등에 의해 코팅되어 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막(105)이 이산화티타늄(TiO_2)을 포함할 경우, 상기 제1 전극(103)이 형성된 제1 기판(101) 상에 상기 이산화티타늄(TiO_2)이 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition), 졸겔 법(sol-gel process) 등에 의해 코팅되어 형성될 수 있다.

[0082] 도 8을 참조하면, 상기 무기 절연막(105)이 형성된 제1 기판(101) 상에 접착 부재(107)를 형성한다. 상기 접착 부재(107)는 상기 무기 절연막(105)의 테두리부에 형성될 수 있다.

[0083] 도 9를 참조하면, 상기 접착 부재(107)가 형성된 제1 기판(101) 상에, 제2 전극(103)이 형성된 제2 기판(101)을 마주하도록 배치시킨다. 그에 따라, 마주하는 전극들(103) 사이에 상기 무기 절연막(105)이 배치될 수 있다.

[0084] 도 10 내지 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기가 동작하는 모습을 도시한 단면도들이다.

[0085] 도 10을 참조하면, 본 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(200)는 서로 마주하는 전극들(203)의 쌍이 복수 개 적층되고, 상기 전극들(203) 사이에 각각, 무기 절연막(205)이 배치될 수 있다. 본 실시예에 따른 정전기력 기반 작동기(200)는 기판들(201), 전극들(203), 무기 절연막들(205) 및 접착 부재들(207)을 복수 개 포함하는 점을 제외하면, 도 4에 도시된 정전기력 기반 작동기(200)와 실질적으로 동일하다. 이하에서는, 동일한 구성요소에 대한 설명은 생략하도록 한다.

[0086] 예를 들어, 상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(200)는, 복수의 기판들(201) 상에 전극들(203)이 형성되고, 상기 전극들(203)의 사이에 무기 절연막(205)이 배치되도록 적층될 수 있다. 상기 무기 절연막(205) 상에는 접착 부재(207)가 더 배치됨으로써, 상기 무기 절연막(205)과 마주하는 전극(203)의 사이에 소정의 간격을 유지시킬 수 있다. 본 실시예에서, 상기 무기 절연막들(205)과, 상기 무기 절연막들(205)이 배치된 제1 전극들에 마주하는 제2 전극들 사이의 간격은 각각, 제3 두께(TH_3)를 가질 수 있다.

[0087] 도 10 내지 도 12에서는 상기 전극들(203)의 쌍의 사이에 2개의 동일한 무기 절연막들(205)이 배치되는 것으로 도시되었으나, 이는 예시적인 것으로서, 본 발명의 실시예들에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(200)는 얼마든지 다르게 변형될 수 있다. 예를 들어, 상기 무기 절연막들(205)이 셋 이상 배치되도록 전극들(203)의 쌍이 적층될 수 있다. 예를 들어, 상기 전극들(203)의 쌍의 사이에는 서로 다른 무기 재질을 포함한 무기 절연막들이 배치될 수 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 도 10에 도시된 바와 같이, 2쌍의 서로 마주하는 전극들(203)의 사이에 각각, 동일한 무기 재질을 포함하는 무기 절연막들(205)이 배치되는 경우를 설명하도록 한다.

[0088] 도 10 및 도 11을 참조하면, 본 실시예에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(200)는 상기 전극들(203)의 쌍에 각각 소정의 전압이 인가됨에 따라, 서로 마주하는 전극들(203)의 사이에 전기장을 생성할 수 있다. 이 경우, 상기 전기장에 의해 상기 무기 절연막들(205)과, 상기 무기 절연막들(205)에 마주하는 전극들(203) 사이의 간격이 제4 두께(TH_4) 및 제5 두께(TH_5)로 감소할 수 있다. 그에 따라, 상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(200)의 전체적인 두께가 부분적으로 감소할 수 있다.

[0089] 도 11 및 도 12를 참조하면, 상기 전극들(203)의 쌍에 각각 인가되는 전압이 제거되는 경우, 상기 무기 절연막들(205)과, 상기 무기 절연막들(205)에 마주하는 전극들(203) 사이의 간격이 다시, 상기 제3 두께(TH_3)로 증가

될 수 있다. 그에 따라, 상기 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기(200)의 전체적인 두께가 도 10의 경우와 마찬가지로 회복될 수 있다.

[0090]

이와 같이, 상기 전극들(203)의 쌍에 인가되는 전압 및 그로부터 생성되는 전기장에 의해서, 상기 무기 절연막들(205)에 분극 현상이 발생하고, 그에 따라 상기 전극들(203)의 쌍의 사이에 인력이 작용함으로써, 상기 정전기력 기반 작동기(200)가 기계적으로 변형될 수 있다. 상기 기계적 변형은, 다양한 기계적인 기능을 위해 활용될 수 있다.

[0091]

이상에서와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 무기 유전층을 포함한 정전기력 기반 작동기에 따르면, 정전기력 기반 작동기가, 마주하는 전극들의 사이에 규소 산화물, 알루미늄 산화물, 아연 산화물, 티타늄 산화물 및 바륨-티타늄 산화물 중 어느 하나의 재질을 포함하는 무기 절연막을 포함하고, 상기 전극들에 소정의 전압이 인가되며, 상기 전압이 커짐에 따라 상기 무기 절연막 내의 분극 현상이 증가함으로써, 상기 전극들 사이의 인력이 증가하여 정전기력 기반 작동기의 기계적 변형 특징을 향상시킬 수 있다.

[0092]

이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0093]

100, 110, 120, 200: 정전기력 기반 작동기

101, 201: 기판

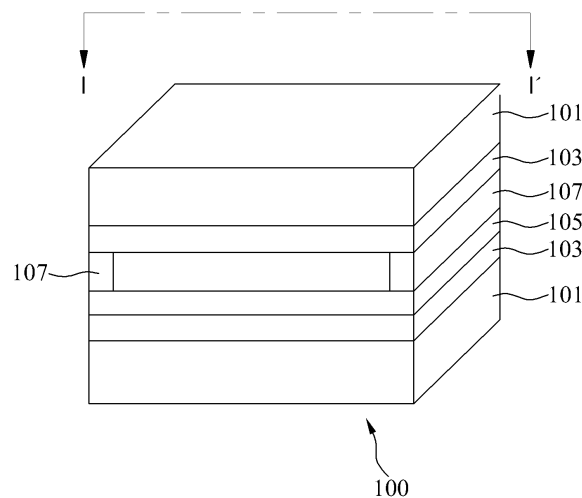
103, 203: 전극

105, 115, 205: 무기 절연막

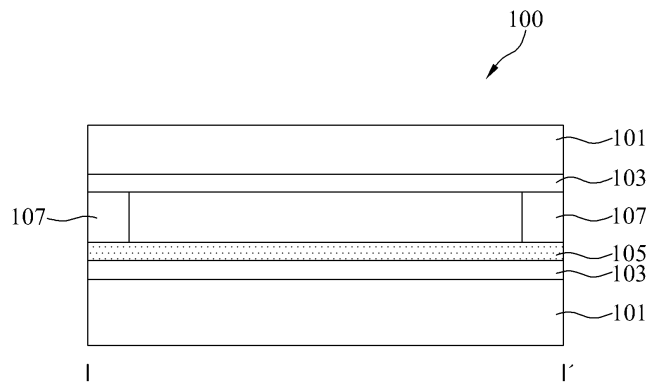
107, 207: 접착 부재

도면

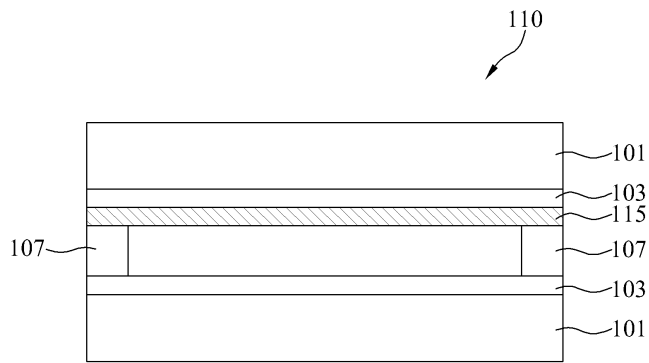
도면1



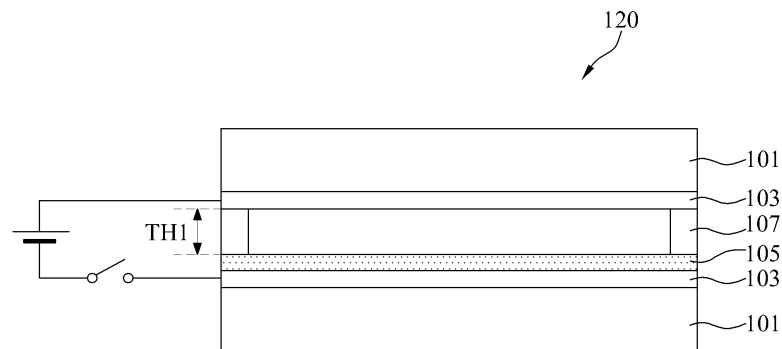
도면2



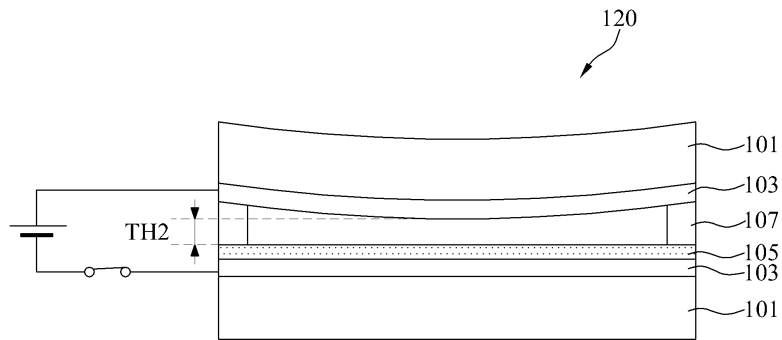
도면3



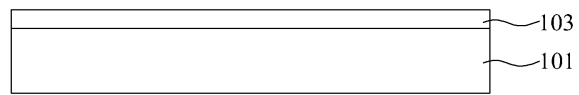
도면4



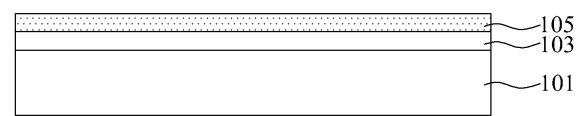
도면5



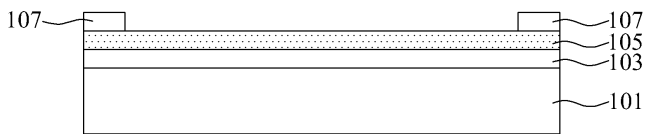
도면6



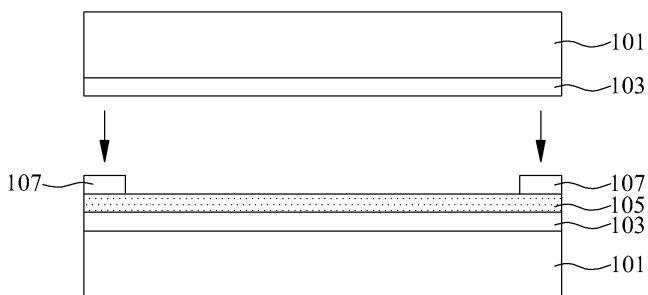
도면7



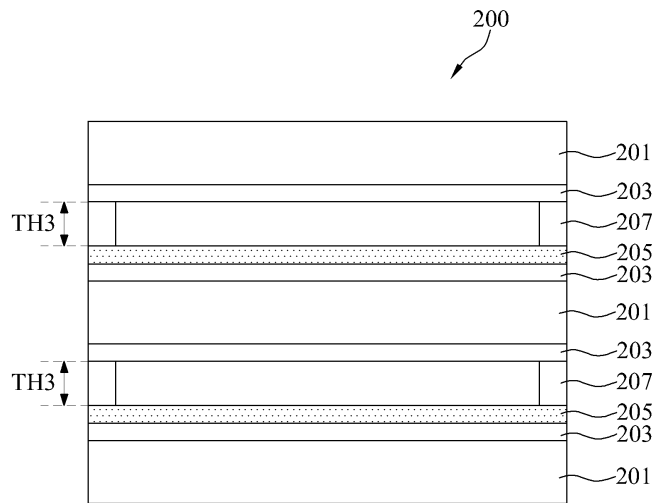
도면8



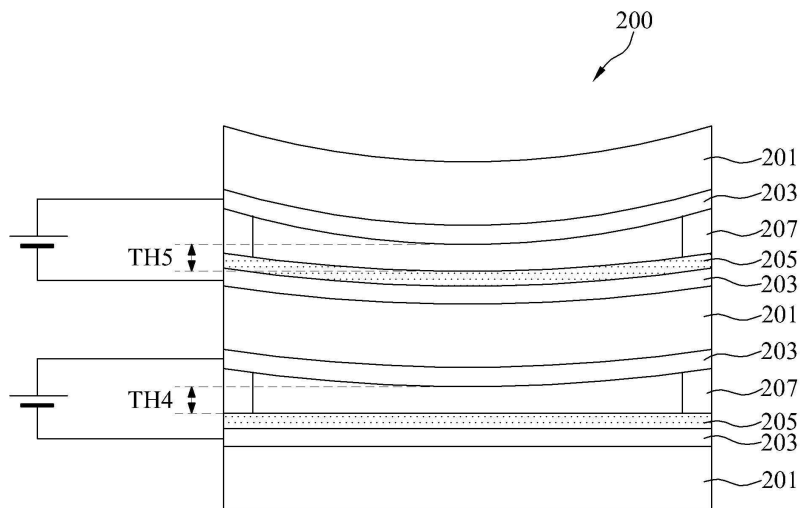
도면9



도면10



도면11



도면12

