



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0129706
(43) 공개일자 2023년09월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01P 15/125 (2006.01) G01P 1/04 (2006.01)
G01P 3/483 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01P 15/125 (2013.01)
G01P 1/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0026637
(22) 출원일자 2022년03월02일
심사청구일자 2022년03월02일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김종팔
경기도 화성시 동탄순환대로27길 45, 621동 802호(영천동, 동탄역 센트럴 예미지)
(74) 대리인
특허법인 무한

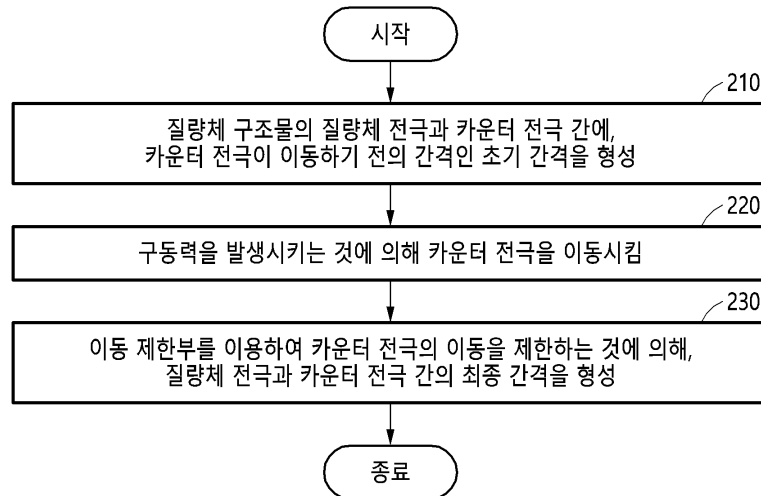
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 방법 및 장치**

(57) 요약

센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 방법 및 장치가 개시된다. 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치는 질량체 전극(mass electrode)을 구비하는 질량체 구조물(mass structure), 질량체 구조물의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제1 탄성체, 제1 탄성체를 고정하는 제1 앵커(anchor), 질량체 전극과 이격되어 배치되는 카운터 전극(counter electrode), 카운터 전극의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제2 탄성체, 제2 탄성체를 고정하는 제2 앵커 및 구동력에 의한 카운터 전극의 이동을 제한하기 위한 이동 제한부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01P 3/483 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치에 있어서,
 질량체 전극(mass electrode)을 구비하는 질량체 구조물(mass structure);
 상기 질량체 구조물의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제1 탄성체;
 상기 제1 탄성체를 고정하는 제1 앵커(anchor);
 상기 질량체 전극과 이격되어 배치되는 카운터 전극(counter electrode);
 상기 카운터 전극의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제2 탄성체;
 상기 제2 탄성체를 고정하는 제2 앵커; 및
 구동력에 의한 상기 카운터 전극의 이동을 제한하기 위한 이동 제한부
 를 포함하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 구동력은,
 상기 제1 앵커 및 상기 제2 앵커에 인가된 전기적 신호에 의해 상기 카운터 전극과 상기 질량체 전극 간에 발생
 한 전기적 인력이거나 또는 상기 카운터 전극을 이동시키기 위해 물리적으로 인가된 기계적인 힘인,
 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 이동 제한부는,
 상기 이동 제한부의 결쇠를 이용하거나 또는 상기 카운터 전극에 기계적 힘을 인가하여 결정된 최종 이동 위치
 에서의 상기 카운터 전극의 위치를 고정시키는,
 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 이동 제한부는,
 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격을 설계할 때 상기 카운터 전극의 이동을 제한하기 위한 스톱퍼
 (stopper)이거나 또는 상기 제2 앵커의 일부를 이용하는,
 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 제2 탄성체는,
 변위 방향에 따라 강성이 상이한 비등방성이고,

제3 탄성체 및 제4 탄성체를 포함하는,
장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 제3 탄성체는,
카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 좁아지는 방향으로 이동하는 경우에 이용되는,
장치.

청구항 7

제5항에 있어서,
상기 제4 탄성체는,
카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 넓어지는 방향으로 이동하는 경우에 이용되고,
상기 제3 탄성체의 강성은,
상기 제4 탄성체의 강성보다 약한,
장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격은,
상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 사이에 발생한 정전용량의 크기와 반비례하는,
장치.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격은,
상기 카운터 전극의 이동 전 간격보다 상기 카운터 전극의 이동 후 간격이 더 작은,
장치.

청구항 10

센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 방법에 있어서,
질량체 구조물의 질량체 전극과 카운터 전극 간에, 상기 카운터 전극이 이동하기 전의 간격인 초기 간격을 형성하는 단계;
구동력을 발생시키는 것에 의해 상기 카운터 전극을 이동시키는 단계; 및
이동 제한부를 이용하여 상기 카운터 전극의 이동을 제한하는 것에 의해, 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 최종 간격을 형성하는 단계
를 포함하는,
방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 카운터 전극은,

앵커들에 전기적 신호가 인가된 경우, 상기 카운터 전극과 상기 질량체 전극 간에 발생한 상기 구동력에 의해 상기 질량체 전극과의 간격이 가까워지도록 이동하는,

방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 이동 제한부는,

상기 이동 제한부의 걸쇠를 이용하거나 또는, 상기 카운터 전극에 기계적 힘을 인가하여 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격이 상기 최종 간격에 대응되도록 상기 카운터 전극의 위치를 고정시키는,

방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 카운터 전극을 이동시키는 단계는,

탄성체들을 이용하여 상기 카운터 전극을 이동시키는 단계를 포함하고,

상기 탄성체들은,

상기 질량체 구조물의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제1 탄성체; 및

상기 카운터 전극의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제2 탄성체를 포함하는,

방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 앵커들은,

제1 탄성체와 연결된 상기 제1 앵커; 및

제2 탄성체와 연결된 상기 제2 앵커를 포함하는,

방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제2 탄성체는,

변위 방향에 따라 강성이 상이한 비등방성이고,

제3 탄성체 및 제4 탄성체를 포함하는,

방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제3 탄성체는,

카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 좁아지는 방향으로 이동하는 경우에 이용되는,

방법.

청구항 17

제15항에 있어서,
상기 제4 탄성체는,
카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 넓어지는 방향으로 이동하는 경우에 이용되고,
상기 제3 탄성체의 강성은,
상기 제4 탄성체의 강성보다 약한,
방법.

청구항 18

제10항에 있어서,
상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 사이에는,
정전용량(capacitor)이 형성되는,
방법.

청구항 19

제10항에 있어서,
상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격은,
상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 사이에 발생한 정전용량의 크기와 반비례하고,
상기 정전용량의 크기는,
물리량 측정의 감도와 비례하는,
방법.

청구항 20

제10항에 있어서,
상기 최종 간격은,
상기 초기 간격보다 좁은,
방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래 실시예들은 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하는 실시예들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 가속도계 또는 각속도계 등의 센서들은 반도체 공정을 이용한 MEMS(Micro-Electro Mechanical Systems) 기술에 기초하여 제작된다. 종래의 센서들은 물리량(가속도, 각속도 등)의 변화를 감지하기 위해 일정 간격을 가지는 두 구조물 사이에 형성되는 정전용량의 변화를 감지한다. 센서의 감도를 높이기 위해서 정전용량이 큰 것이 유리하고, 종래의 센서들은 정전용량을 높이기 위하여 구조물의 두께가 두껍게 가공된다. 보통 단결정 실리콘을 건식 식각하여 정전용량을 형성하는 두 구조물이 형성될 수 있다. 그러나, 높은 센서 감도를 위해 두 구조물의 간격이 좁을수록 유리하지만, 건식 식각 공정 기술의 한계로 두 구조물 간의 미세한 간격을 형성하는 것에는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0003] 일 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치는 질량체 전극(mass electrode)을 구비하는 질량체 구조물(mass structure); 상기 질량체 구조물의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제1 탄성체; 상기 제1 탄성체를 고정하는 제1 앵커(anchor); 상기 질량체 전극과 이격되어 배치되는 카운터 전극(counter electrode); 상기 카운터 전극의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제2 탄성체; 상기 제2 탄성체를 고정하는 제2 앵커; 및 구동력에 의한 상기 카운터 전극의 이동을 제한하기 위한 이동 제한부를 포함할 수 있다.
- [0004] 상기 구동력은, 상기 제1 앵커 및 상기 제2 앵커에 인가된 전기적 신호에 의해 상기 카운터 전극과 상기 질량체 전극 간에 발생한 전기적 인력(또는 정전력)이거나 또는 상기 카운터 전극을 이동시키기 위해 물리적으로 인가된 기계적인 힘일 수 있다. 기계적인 힘이 인가되는 경우, 장치는 카운터 전극에 물리적 접촉을 가하여 구동력을 인가할 수 있다.
- [0005] 상기 이동 제한부는, 상기 이동 제한부의 결쇠를 이용하거나 또는 상기 카운터 전극에 기계적 힘을 인가하여 결정된 최종 이동 위치에서의 상기 카운터 전극의 위치를 고정시킬 수 있다.
- [0006] 상기 이동 제한부는, 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격을 설계할 때 상기 카운터 전극의 이동을 제한하기 위한 스톱퍼(stopper)이거나 또는 상기 제2 앵커의 일부를 이용할 수 있다.
- [0007] 상기 제2 탄성체는, 변위 방향에 따라 강성이 상이한 비등방성이고, 제3 탄성체 및 제4 탄성체를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 제3 탄성체는, 카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 좁아지는 방향으로 이동하는 경우에 이용될 수 있다.
- [0009] 상기 제4 탄성체는, 카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 넓어지는 방향으로 이동하는 경우에 이용되고, 상기 제3 탄성체의 강성은, 상기 제4 탄성체의 강성보다 약할 수 있다.
- [0010] 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격은, 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 사이에 발생한 정전 용량의 크기와 반비례할 수 있다.
- [0011] 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격은, 상기 카운터 전극의 이동 전 간격보다 상기 카운터 전극의 이동 후 간격이 더 작을 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 방법은 질량체 구조물의 질량체 전극과 카운터 전극 간에, 상기 카운터 전극이 이동하기 전의 간격인 초기 간격을 형성하는 단계; 구동력을 발생시키는 것에 의해 상기 카운터 전극을 이동시키는 단계; 및 이동 제한부를 이용하여 상기 카운터 전극의 이동을 제한하는 것에 의해, 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 최종 간격을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 카운터 전극은, 앵커들에 전기적 신호가 인가된 경우, 상기 카운터 전극과 상기 질량체 전극 간에 발생한 상기 구동력에 의해 상기 질량체 전극과의 간격이 가까워지도록 이동할 수 있다.
- [0014] 상기 이동 제한부는, 상기 이동 제한부의 결쇠를 이용하거나 또는, 상기 카운터 전극에 기계적 힘을 인가하여 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격이 상기 최종 간격에 대응되도록 상기 카운터 전극의 위치를 고정시킬 수 있다.
- [0015] 상기 카운터 전극을 이동시키는 단계는, 탄성체들을 이용하여 상기 카운터 전극을 이동시키는 단계를 포함하고, 상기 탄성체들은, 상기 질량체 구조물의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제1 탄성체; 및 상기 카운터 전극의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제2 탄성체를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 앵커들은, 제1 탄성체와 연결된 상기 제1 앵커; 및 제2 탄성체와 연결된 상기 제2 앵커를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 제2 탄성체는, 변위 방향에 따라 강성이 상이한 비등방성이고, 제3 탄성체 및 제4 탄성체를 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 제3 탄성체는, 카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 좁아지는 방향으로 이동하는 경우

에 이용될 수 있다.

- [0019] 상기 제4 탄성체는, 카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 넓어지는 방향으로 이동하는 경우에 이용되고, 상기 제3 탄성체의 강성은, 상기 제4 탄성체의 강성보다 약할 수 있다.
- [0020] 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 사이에는, 정전용량(capacitor)이 형성될 수 있다.
- [0021] 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 간의 간격은, 상기 질량체 전극과 상기 카운터 전극 사이에 발생한 정전용량의 크기와 반비례하고, 상기 정전용량의 크기는, 물리량 측정의 감도와 비례할 수 있다.
- [0022] 상기 최종 간격은, 상기 초기 간격보다 좁을 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 일 실시예에 따르면, 종래 센서의 건식 식각 공정 기술의 한계를 극복하고 센서에 구비된 두 구조물 간에 미세한 간격을 형성할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따르면, 센서에 구비된 두 구조물 간에 미세한 간격을 형성할 수 있어 물리량 측정을 위한 센서의 감도를 향상시킬 수 있다.
- [0025] 일 실시예에 따르면 센서에 구비된 두 구조물 간에 미세한 간격을 형성할 수 있어 두 구조물 사이에 형성되는 정전용량을 최대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 제1 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 2는 제1 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 제1 실시예에 따른 구조물들 간의 간격이 형성된 후 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 4는 제2 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 5는 제2 실시예에 따른 구조물들 간의 간격이 형성된 후 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 6은 제3 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 7은 제4 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- 도 8 및 도 9는 일 실시예에 따른 이동 제한부를 도시하는 도면들이다.
- 도 10 내지 도 11은 일 실시예에 따른 탄성체와 이동 제한부를 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 12는 제2 실시예에 따른 탄성체와 이동 제한부를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 13 및 도 14는 제5 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 실시예들에 대한 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 예시를 위한 목적으로 개시된 것으로서, 다양한 형태로 변경되어 구현될 수 있다. 따라서, 실제 구현되는 형태는 개시된 특정 실시예로만 한정되는 것이 아니며, 본 명세서의 범위는 실시예들로 설명한 기술적 사상에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0028] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 이런 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 해석되어야 한다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0029] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0030] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설명된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들

을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0032] 이하, 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고, 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0033] 도 1은 제1 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- [0034] 본 명세서에서 설명하는 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치는 물리량을 측정하기 위한 센서의 구조물들에 기계적 힘 또는 정전기력을 인가하여 구조물들 간의 간격이 미세하게 조정되도록 할 수 있다. 장치는 설계 또는 제작 공정상 전극 간의 간격이 미세한 구조물의 제작이 불가능한 경우에 이를 극복할 수 있는 방안을 제공할 수 있다. 센서는 물리력이 가해졌을 때 구조물들 중 질량체 구조물이 이동하는 것에 기초하여 물리량을 측정할 수 있다. 즉, 센서는 가속도가 +x 방향(도면 상에서 우측)으로 인가된 경우, 한쪽의 구조물들 간의 간격이 증가하는 것에 의해 정전용량이 감소하고, 다른 한쪽의 구조물들 간의 간격이 감소하는 것에 의해 정전용량이 증가하는데 이의 차분을 측정하여 가속도를 감지할 수 있다. 여기서 구조물들 간의 간격이 좁아지거나 배향면적이 커질수록 센서의 물리량 측정 감도가 증가될 수 있다. 본 명세서에서 설명하는 장치는 종래에 구조물들 간의 간격을 미세하게 형성하기 어렵다는 한계를 극복하기 위해, 정전기력 또는 기계적 힘을 이용하여 구조물들 간의 간격을 미세하게 형성할 수 있다.
- [0035] 도 1을 참조하면 장치는 질량체 구조물(mass structure)(140, 142), 카운터 전극(counter electrode)(120, 122), 이동 제한부(130, 132), 전압 인가부, 탄성체들(160, 162, 170) 및 앵커(anchor)들(150, 152, 154)을 포함할 수 있다. 위에서 설명한 구조물들은 예를 들어 질량체 구조물(140, 142) 및 카운터 전극(120, 122)을 포함할 수 있고 구조물들은 전기적인 전극일 수 있다.
- [0036] 질량체 구조물(140, 142)은 질량체 전극(mass electrode)(110, 112)을 구비할 수 있다. 카운터 전극(120, 122)은 질량체 전극(110, 112)과 이격되어 배치될 수 있다. 질량체 전극(110, 112)은 질량체 구조물(140, 142)의 평거라고도 지칭될 수 있다. 또한, 카운터 전극(120, 122)은 전극 구조물(electrode structure) 또는 전극 구조물의 평거라고도 지칭될 수 있다.
- [0037] 이동 제한부(130, 132)는 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간의 간격을 설계할 때 구동력에 의한 카운터 전극(120, 122)의 이동을 제한하기 위한 것일 수 있다. 전기적 신호에 의해 카운터 전극(120, 122)이 질량체 전극(110, 112) 쪽으로 이동하게 될 때 카운터 전극(120, 122)은 이동 제한부(130, 132)에 의해 이동 범위가 예를 들어 ds로 제한될 수 있다. 이동 제한부(130, 132)는 카운터 전극의 앵커(152, 154) 구조를 확장하여 구현할 수도 있다. 이동 제한부(130, 132)는 이동 제한부(130, 132)의 걸쇠를 이용하거나 또는 카운터 전극(120, 122)에 기계적 힘을 인가하여 결정된 최종 이동 위치에서의 카운터 전극(120, 122)의 위치를 고정시킬 수 있다. 또한, 이동 제한부(130, 132)는 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간의 간격을 설계할 때 카운터 전극(120, 122)의 이동 범위를 제한하기 위한 스톱퍼(stopper)이거나 또는 제2 앵커(152, 154)의 일부를 이용할 수 있다.
- [0038] 전압 인가부는 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간에 구동력(또는 정전기력 또는 정전력)을 발생시키기 위한 전기적 신호를 인가할 수 있다. 전압 인가부는 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122)이 서로 다른 전압을 가지도록 하는 전기적 신호를 인가할 수 있다. 예를 들어, 질량체 전극(112)의 전압에서 카운터 전극(120)의 전압을 뺀 값의 절댓값이 질량체 전극(110)의 전압에서 카운터 전극(122)의 전압을 뺀 절댓값이 같아지도록 하는 전기적 신호를 인가할 수 있다. 구동력은 제1 앵커(150) 및 제2 앵커(152, 154)에 인가된 전기적 신호에 의해 카운터 전극(120, 122)과 질량체 전극(110, 112) 간에 발생한 전기적 인력이거나 또는 카운터 전극(120, 122)을 이동시키기 위해 물리적으로 인가된 기계적인 힘일 수 있다.
- [0039] 제2 탄성체(160, 162)는 예를 들어 스프링일 수 있고, 고정된 위치의 제2 앵커(152, 154)와 카운터 전극(120, 122)에 연결될 수 있다. 제2 탄성체(160, 162)는 카운터 전극(120, 122)의 이동에 관여할 수 있고, 카운터 전극(120, 122)의 움직임에 대하여 복원력을 제공할 수 있다. 제2 탄성체(160, 162)는 변위 방향에 따라 강성이

상이한 비등방성이고, 제3 탄성체 및 제4 탄성체를 포함할 수 있다. 제3 탄성체는 카운터 전극(120, 122)이, 카운터 전극(120, 122)과 질량체 전극(110, 112) 간의 간격이 좁아지는 방향으로 이동하는 경우에 이용되고, 제4 탄성체는 카운터 전극(120, 122)이, 카운터 전극(120, 122)과 질량체 전극(110, 112) 간의 간격이 넓어지는 방향으로 이동하는 경우에 이용될 수 있다. 제3 탄성체의 강성은 제4 탄성체의 강성보다 약할 수 있다. 즉, 카운터 전극(120, 122)과 질량체 전극(110, 112)이 가까워질 때에는 비교적 약한 탄성체가 작용할 수 있고, 카운터 전극(120, 122)과 질량체 전극(110, 112)이 멀어질 때에는 비교적 강한 탄성체가 작용할 수 있다.

[0040] 하나의 비등방성 탄성체는 방향에 따라 강성이 같은 복수의 등방성 탄성체들을 포함할 수 있다. 강성이 약한 등방성 탄성체의 변위가 커져서 일 방향으로 움직일 경우 강성이 강한 등방성 탄성체와 접촉하지 않으며, 반대 방향으로 움직일 경우 강성이 강한 등방성 탄성체와 접촉될 수 있다. 또한 등방성 탄성체는 보의 한쪽 끝만 고정되어 있는 외팔보 형태일 수 있다.

[0041] 카운터 전극(120, 122)은 전기적 신호가 인가된 경우, 카운터 전극(120, 122)과 질량체 전극(110, 112) 간에 발생한 구동력에 의해 질량체 전극(110, 112)과의 간격이 가까워지도록 이동할 수 있다. 이 때, 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 사이에는 정전용량(capacitor)이 형성될 수 있다. 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간의 간격은 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 사이에 발생한 정전용량의 크기와 반비례할 수 있다. 정전용량의 크기는 물리량 측정의 감도와 비례하기 때문에, 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간의 간격이 좁아질수록 센서의 물리량 측정의 감도가 높아질 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 설명하는 장치는 센서의 물리량 측정의 감도를 최대화하기 위하여 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간의 간격을 최소화할 수 있다. 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간의 간격은 카운터 전극(120, 122)의 이동 전 간격보다 카운터 전극(120, 122)의 이동 후 간격이 더 작을 수 있다. 즉, 카운터 전극(120, 122)은 질량체 전극(110, 112)과 카운터 전극(120, 122) 간의 간격이 좁아지도록 이동할 수 있다.

[0042] 다른 실시예에서 장치는 이동 제한부로서 예를 들어 걸쇠(latch)를 포함할 수 있다. 걸쇠에 대한 실시예는 도 8 및 도 9에서 설명될 수 있다.

[0043] 제1 탄성체는 질량체 구조물의 움직임에 대하여 복원력을 제공할 수 있다. 질량체 구조물(142)의 이동과 관련된 제1 탄성체(170)는 고정된 제1 앵커(150)와 연결되어 있을 수 있다. 제1 앵커(150)는 제1 탄성체(170)를 고정시킬 수 있다. 질량체 전극과 카운터 전극간에는 정전용량이 형성될 수 있다. 정전용량 C는 다음 식과 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

$$C = (\epsilon \times T \times L) / d$$

[0044]

[0045] 여기서 T는 카운터 전극과 질량체 전극 간의 배향면적을 이루는 두께를 나타내고, L은 카운터 전극과 질량체 전극 간의 배향면적을 이루는 길이를 나타내고, d는 카운터 전극과 질량체 전극 간의 거리가 될 수 있다. 질량체 전극의 움직임에 대하여, 전극간 거리 d에 변화가 발생하도록 하여 커패시터 변화와 반비례 관계의 구조물(도 1)을 형성할 수도 있고, 배향면적에 변화가 발생하도록 하여 커패시터 변화와 비례 관계의 구조물(도 4)을 형성할 수도 있다. 센서로서 구조물이 활용될 때 간격 d의 변화를 유발하도록 하거나 면적 A의 변화를 유발하는 방식으로 모두 구현될 수 있다.

[0046] 도 2는 제1 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0047] 도 2를 참조하면, 단계(210)에서 장치는 질량체 구조물의 질량체 전극과 카운터 전극 간에, 카운터 전극이 이동하기 전의 간격인 초기 간격(d_i)를 형성할 수 있다.

[0048] 단계(220)에서 장치는 구동력을 발생시키는 것에 의해 카운터 전극을 이동시킬 수 있다. 카운터 전극은 앵커들에 전기적 신호가 인가된 경우, 카운터 전극과 질량체 전극 간에 발생한 구동력에 의해 질량체 전극과의 간격이 가까워지도록 이동할 수 있다. 장치는 탄성체들을 이용하여 카운터 전극을 이동시킬 수 있다. 여기서, 탄성체들은 질량체 구조물의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제1 탄성체 및 카운터 전극의 움직임에 대하여 복원력을 제공하는 제2 탄성체를 포함할 수 있다. 또한, 앵커들은 제1 탄성체와 연결된 제1 앵커 및 제2 탄성체와

연결된 제2 앵커를 포함할 수 있다. 제2 탄성체는 변위 방향에 따라 강성이 상이한 비등방성이고, 제3 탄성체 및 제4 탄성체를 포함할 수 있다. 제3 탄성체는 카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 좁아지는 방향으로 이동하는 경우에 이용될 수 있고, 제4 탄성체는 카운터 전극이, 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격이 넓어지는 방향으로 이동하는 경우에 이용될 수 있다. 제3 탄성체의 강성은 제4 탄성체의 강성보다 약할 수 있다.

[0049] 질량체 전극과 카운터 전극 사이에는 정전용량(capacitor)이 형성될 수 있다. 질량체 전극과 카운터 전극 간의 간격은 질량체 전극과 카운터 전극 사이에 발생한 정전용량의 크기와 반비례하고, 정전용량의 크기는 물리량 측정의 감도와 비례할 수 있다.

[0050] 단계(230)에서 장치는 이동 제한부를 이용하여 카운터 전극의 이동을 제한하는 것에 의해, 질량체 전극과 카운터 전극 간의 최종 간격(d0)을 형성할 수 있다. 이동 제한부는 이동 제한부의 걸쇠를 이용하거나 또는, 카운터 전극에 기계적 힘을 인가하여 질량체 전극과 카운터 전극 간의 간격이 최종 간격에 대응되도록 카운터 전극의 위치를 고정시킬 수 있다. 최종 간격은 초기 간격에서, 이동 제한부에 의해 제한된 카운터 전극의 이동 범위인 ds만큼 줄어든 것으로, 초기 간격보다 좁을 수 있다.

[0051] 이동 제한부는 앵커의 일 부분으로 구성되거나 추가의 앵커로서 구성될 수 있다. 실시예에 따라 장치는 지속적으로 전기적 신호를 인가하는 것에 의해 카운터 전극의 위치를 고정시킬 수도 있다. 또는 이동 제한부는 구동력이 제거되어도 카운터 전극의 위치를 고정시킬 수 있는 기계적 걸쇠로서 구현될 수 있다.

[0052] 실시예에 따라 장치는 카운터 전극의 이동 범위를 제어하는 것에 의해 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격을 제어할 수도 있는데 이 실시예는 도 6에서 설명될 수 있다.

[0053] 장치는 도 2의 단계들을 거친 후에 도 1에서 도 3의 모습으로 변화될 수 있다.

[0054] 도 3은 제1 실시예에 따른 구조물들 간의 간격이 형성된 후 장치의 구조를 도시하는 도면이다.

[0055] 도 3에서 질량체 전극과 카운터 전극 간의 간격이 도 1의 d1에서 d0로 변화될 수 있다. 카운터 전극이 질량체 전극 쪽으로 이동하였기 때문에 탄성체의 형태도 도 1과 비교하여 변화될 수 있다. 도 3의 상태에서 센서는 도 1의 상태에서보다 감도가 높은 물리량 측정을 수행할 수 있다.

[0056] 도 4는 제2 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.

[0057] 제2 실시예는 카운터 전극(420, 430)과 질량체 전극(410)의 형태가 빗(comb) 형태인 실시예를 나타낼 수 있다. 장치는 제작 공정상 전극간 간격이 d0인 구조물 제작이 불가능한 경우에 이를 극복할 수 있는 방안을 제공할 수 있다. 빗 형태의 질량체 전극(410) 간의 간격은 d_fm이고, 카운터 전극간(430)의 간격은 d_fc 일 수 있다. d_fm과 d_fc는 d0 보다 큰 값으로 구동력이나 기계적인 힘이 없더라도 제작이 가능한 간격일 수 있다. 일단 도 4와 같이 구조물을 제작하여 놓고 구동력에 의해 카운터 전극(420)을 질량체 전극(410) 쪽으로 이동시키면 도 5와 같이 카운터 전극(420)이 질량체 전극(410) 사이로 삽입된 형태가 형성될 수 있다. 이때 최종적으로 카운터 전극(420)이 질량체 전극(410) 간 간격이 d0가 되도록 하기 위해서는 d_fm 과 w_fc 수치가 수학적 2와 같은 관계가 만족되도록 설계될 수 있다.

수학적 2

$$d0 = (d_fm - w_fc)/2$$

[0058]

[0059] 이러한 방식으로 카운터 전극(420)을 질량체 전극(410) 간의 간격이 제작 공정으로는 형성되기 어려운 미세한 d0가 되어, 센서의 감도가 향상될 수 있다. 이동 제한부(440)에 의해 제한되는 카운터 전극(420, 430)의 이동 범위는 ds일 수 있다.

[0060] 도 5는 제2 실시예에 따른 구조물들 간의 간격이 형성된 후 장치의 구조를 도시하는 도면이다.

[0061] 도 5에는 카운터 전극이 이동한 후의 카운터 전극과 질량체 전극 간의 오버랩 길이인 10가 표시될 수 있다. 10는 탄성체에 의해 이동 범위가 제한된 카운터 전극의 최대 이동 범위인 ds에서 카운터 전극이 이동하기 전의 카

운터 전극과 질량체 전극 간의 오버랩 길이인 l_1 을 뺀 값일 수 있다.

- [0062] 이 실시예에서 카운터 전극(420, 430)과 질량체 전극(410) 사이에 발생하는 정전용량은 수학적 식 1에 기초하여 산출될 수 있다. 이 실시예에서 카운터 전극(420, 430)과 질량체 전극(410) 간의 배향면적을 나타내는 A는 구조물의 두께(t)와 카운터 전극(420, 430)과 질량체 전극(410) 간의 오버랩 길이(l_1)의 곱일 수 있다. 운용 중(즉, 센서가 센싱을 수행하는 중)에 형성되는 정전용량에 기여하는 오버랩 길이는 도 5의 10에 대응될 수 있다.
- [0063] 도 6은 제3 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- [0064] 제3 실시예에 따른 장치는 카운터 전극의 이동 범위를 제어하는 것에 의해 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격을 제어하는 구동부(610)를 더 포함할 수 있다. 위 실시예에서 설명된 이동 제한부에 의하면 이동 제한부에 이동 범위가 제한된 카운터 전극은 ds 만큼만 이동할 수 있다. 반면에 구동부(610)는 카운터 전극과 이동 제한부(630) 간의 거리 내에서 카운터 전극의 이동 범위를 제어할 수 있다. 즉, 구동부(610)는 카운터 전극이 카운터 전극과 이동 제한부(630) 간의 거리인 ds 보다 적은 이동 범위 내에서 이동할 수 있도록 제어할 수 있다. 구동부(610)는 고정된 앵커(620)와 연결될 수 있다.
- [0065] 도 7은 제4 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면이다.
- [0066] 제4 실시예는 도 4의 실시예에 구동부가 구비된 실시예일 수 있다. 즉, 제4 실시예는 카운터 전극과 질량체 전극이 빗 형태일 수 있다. 카운터 전극과 질량체 전극의 형태가 빗 형태인 것에 의해 카운터 전극과 질량체 전극 간에 더 큰 정전용량이 형성될 수 있으면서도 카운터 전극과 질량체 전극 간의 간격을 미리 정해진 간격(ds) 내에서 자유롭게 조정될 수 있다.
- [0067] 도 8 및 도 9는 일 실시예에 따른 이동 제한부를 도시하는 도면들이다.
- [0068] 도 8의 실시예에서 이동 제한부는 예를 들어 걸쇠일 수 있다. 도 8에서 카운터 전극(830)이 기계적 힘 또는 전기적 신호에 의해 고정된 부분(fixed part)(810) 방향(820)으로 이동할 수 있다. 카운터 전극(830)이 고정된 부분(810)을 지나친 후에 기계적 힘의 제공이 중단되거나 전기적 신호의 인가가 중단된 경우, 카운터 전극(830)의 걸쇠가 고정된 부분(810)에 걸려서 도 9와 같은 형태가 될 수 있다. 도 9의 형태에서는 더 이상 전기적 신호가 인가되지 않더라도 카운터 전극(830)이 최종 이동 위치에서 고정될 수 있다.
- [0069] 도 10 내지 도 11은 일 실시예에 따른 탄성체와 이동 제한부를 설명하기 위한 도면들이다.
- [0070] 도 10은 이동 제한부가 포함된 장치의 대칭 구조물 중 1/4만을 도시하는 도면일 수 있다. 참조번호(1010, 1012, 1014)는 고정된 앵커일 수 있고, 참조번호(1020)은 질량체 전극일 수 있고, 참조번호(1030)은 카운터 전극일 수 있다. 참조번호(1040)은 탄성체일 수 있다.
- [0071] 도 11에서 단계(1110)은 카운터 전극(1170)이 이동하기 전의 단계이고, 단계(1120)은 구동부(1160)에 의해 카운터 전극(1170)이 이동 중인 단계이며, 단계(1130)은 카운터 전극(1170)이 이동된 후에 이동 제한부(1190)에 고정된 후의 단계일 수 있다.
- [0072] 단계(1120)에서 구동부(1160)가 도면 상에서 왼쪽(즉 $-x$ 방향)으로 이동하는 경우에 등방성 탄성체들(1150, 1155)들은 저항하지 않을 수 있다. 카운터 전극(1170)의 이동 범위는 앵커 V_n (1140)에 의해 ds 로 제한될 수 있다.
- [0073] 단계(1130)에서 구동부(1160)의 구동력이 제거된 후, 구동부의 탄성체(1180)의 복원력에 의해 구동부(1160)는 제자리로 돌아가려고 할 수 있다. 그러나, 이동 제한부(1190)와 등방성 탄성체들(1150, 1155)에 의해 구동부(1160)는 원래의 위치로 돌아가지 못하고 구동부의 탄성체(1180)가 카운터 전극(1170)을 $-x$ 방향으로 잡아당기는 상태로 유지될 수 있다. 최종적으로 카운터 전극(1170)은 $-ds$ 만큼 이동하여 영구적으로 머물게 될 수 있다.
- [0074] 도 12는 제2 실시예에 따른 탄성체와 이동 제한부를 설명하기 위한 도면이다.
- [0075] 도 12를 참조하면 질량체 전극(1220) 및 카운터 전극(1230)의 형태가 빗 형태일 수 있다. 제2 실시예에 따른 장치는 고정된 앵커(1210, 1250, 1260)과 탄성체(1240)를 포함할 수 있다. 제2 실시예에 따른 장치는 질량체 전극(1220) 및 카운터 전극(1230)의 형태가 빗 형태라는 것을 제외하고는 도 10 및 도 11에서 설명된 장치와 동일하게 작동할 수 있다.
- [0076] 도 13 및 도 14는 제5 실시예에 따른 센서 내 구조물들 간의 간격을 형성하기 위한 장치의 구조를 도시하는 도면들이다.

[0077] 제5 실시예는 이동 제한부가 구비되지 않은 장치에 대한 실시예일 수 있다. 이 실시예에서 카운터 전극(1310, 1340, 1410, 1430)은 고정되지 않을 수 있다. 질량체 구조물의 증명 질량(proof mass; Mp)는 카운터 전극(1310, 1340, 1410, 1430)의 질량(counter electrode mass; Mc)보다 클 수 있고, 카운터 전극(1310, 1340, 1410, 1430)과 연결된 제2 탄성체(1350, 1360, 1450, 1460)의 강성 kf가 질량체 전극(1320, 1330, 1420)과 연결된 제1 탄성체(1370, 1440)의 강성에 인가된 전압 km보다 크므로, 외부의 가속도 입력에 있어서 x는 xp와 xn보다 클 수 있다. 여기서 xp는 카운터 전극(1310, 1410)의 변위(displacement)이고, xn은 카운터 전극(1340, 1430)의 변위일 수 있다. 또한, x는 질량체 전극(1320, 1330, 1420)의 변위이다. 이 점들에 기초하여 아래 수학적식들이 성립할 수 있다.

수학적식 3

$$x_p = x_n = x \times \alpha$$

[0078]

[0079] 여기서 alpha는 아래 식과 같을 수 있다.

수학적식 4

$$\alpha = (k_m/k_f) \times (M_c/M_p)$$

[0080]

[0081] km/kf이 0.1이고 Mc/Mp이 0.1이면, alpha는 0.01일 수 있다. 즉, 카운터 전극(1310, 1330)은 고정되지 않더라도 증명 질량의 움직임에 비해 1/100 수준의 미세한 만큼만 움직일 수 있다. 따라서 카운터 전극(1310, 1330)이 움직인 범위가 센서의 물리량 측정의 감도에 영향을 거의 미치지 않을 수 있다.

[0082] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0083] 위에서 설명한 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 또는 복수의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0084] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0085] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

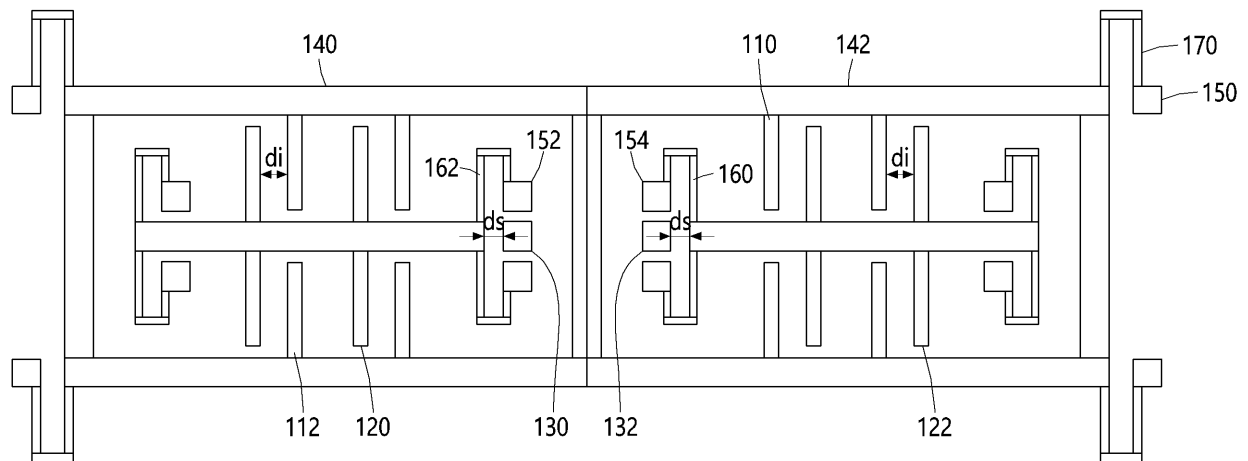
부호의 설명

[0086]

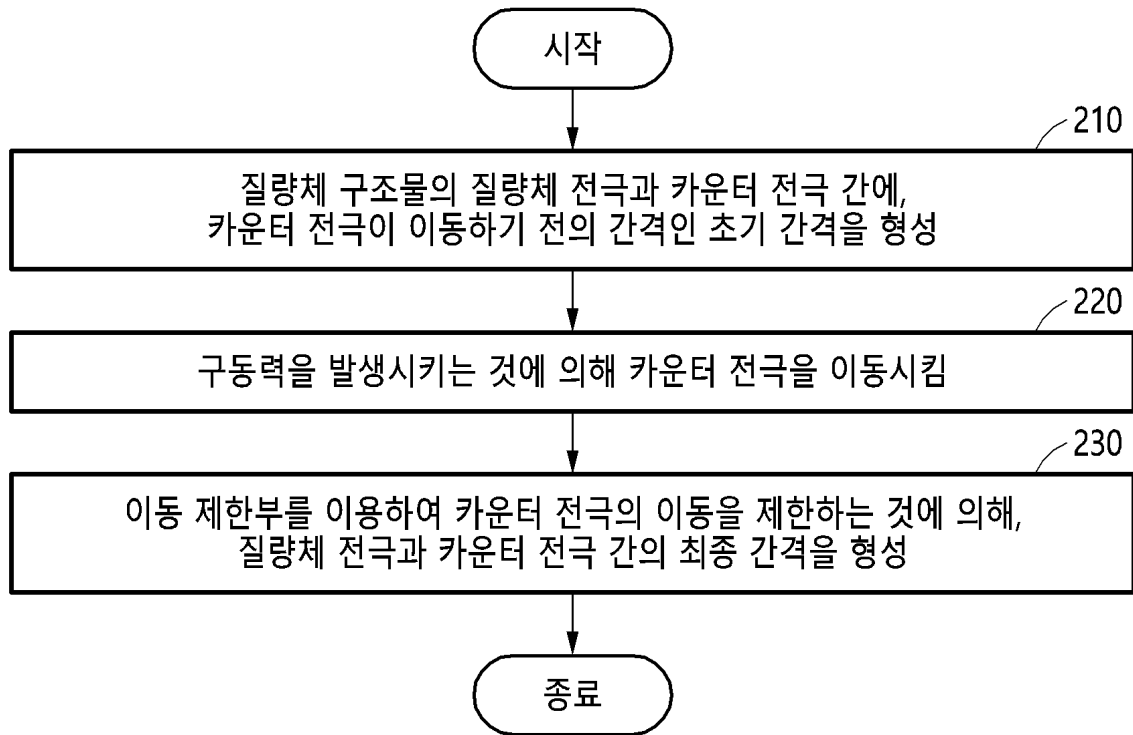
110, 112, 410, 1020, 1220, 1320, 1330, 1420: 질량체 전극
 120, 122, 420, 430, 830, 1030, 1170, 1230, 1310, 1340, 1410, 1430: 카운터 전극
 130, 132, 440, 630: 이동 제한부
 140, 142: 질량체 구조물
 150: 제1 앵커
 152, 154, 620: 제2 앵커
 1010, 1012, 1014, 1140, 1210, 1250, 1260: 앵커
 160, 162, 1350, 1360, 1450, 1460: 제2 탄성체
 1040, 1150, 1155, 1240: 탄성체
 170: 질량체 구조물의 이동과 관련된 탄성체
 610, 1160: 구동부
 810: 고정된 부분
 1180: 구동부의 탄성체
 1190: 이동 제한부
 1370, 1440: 제1 탄성체

도면

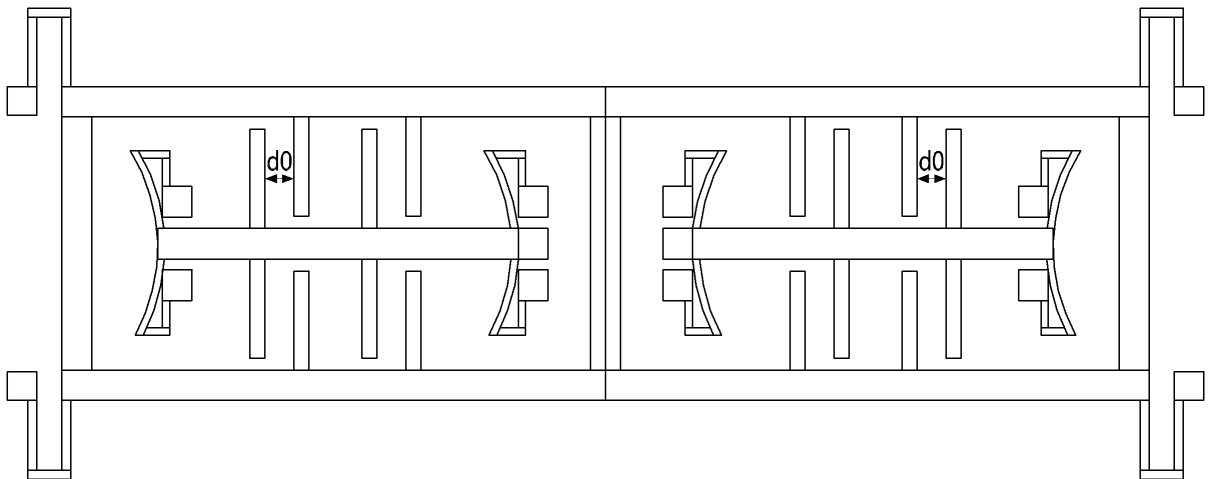
도면1



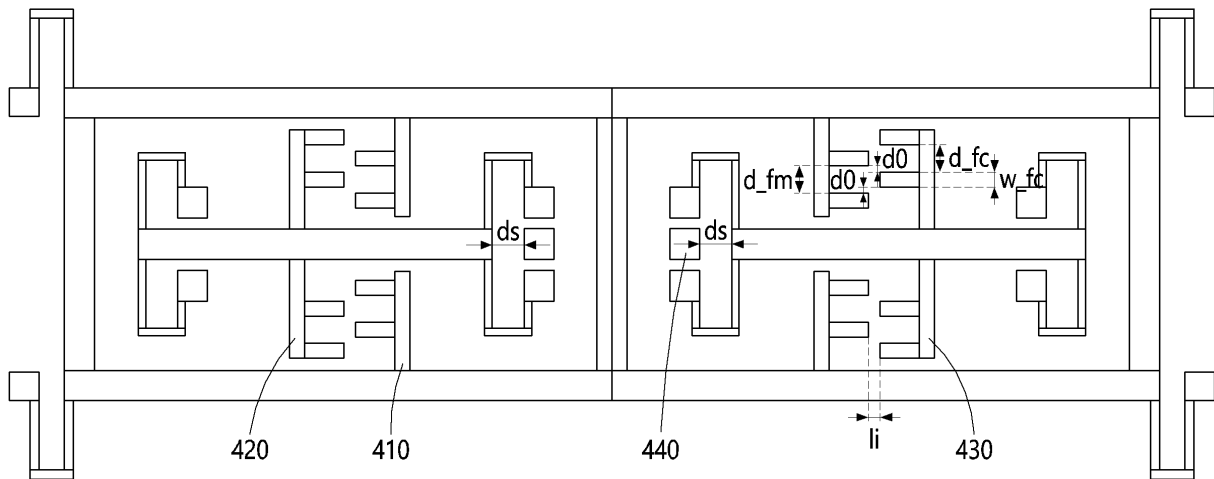
도면2



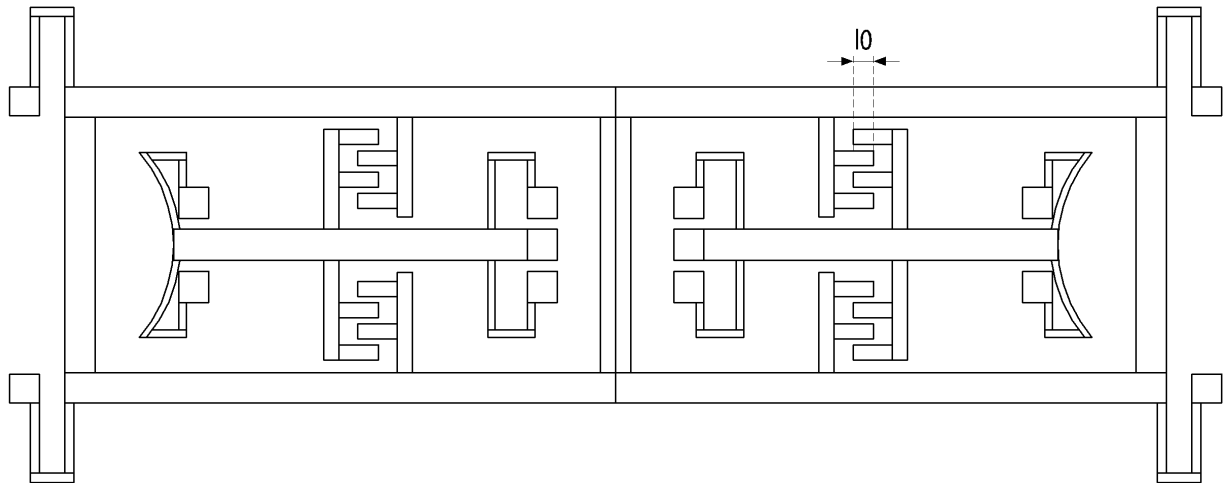
도면3



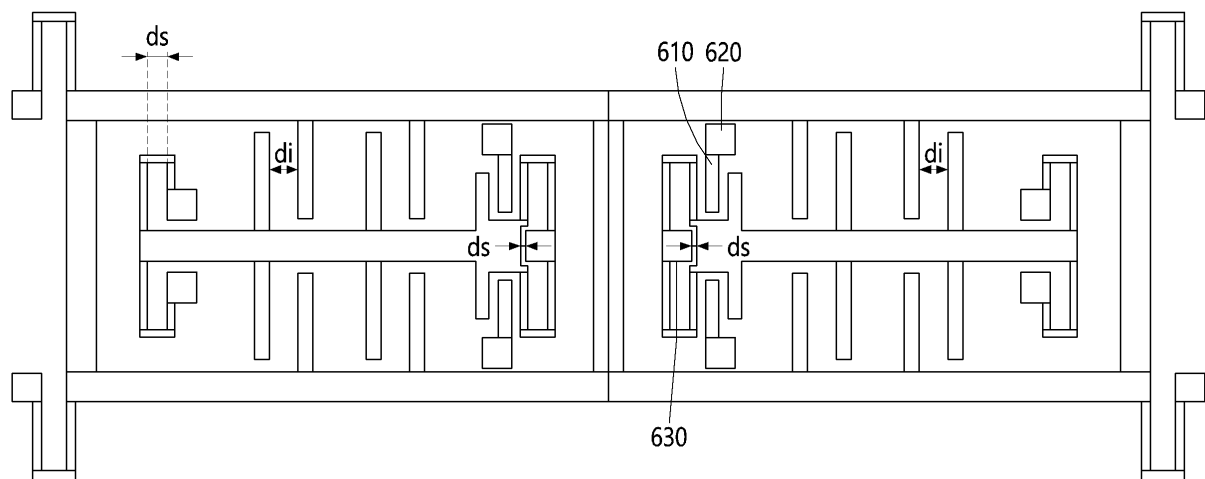
도면4



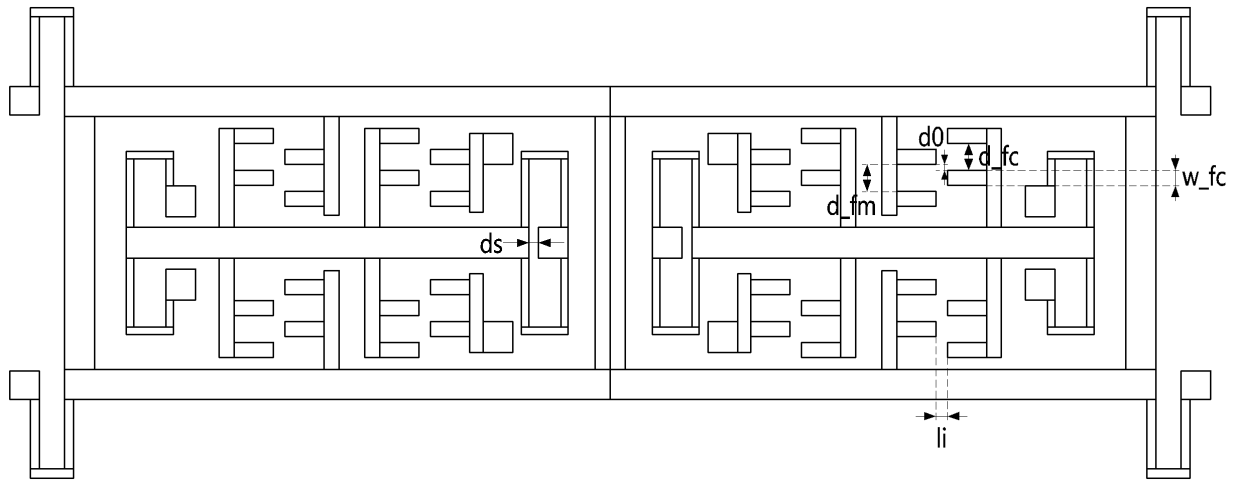
도면5



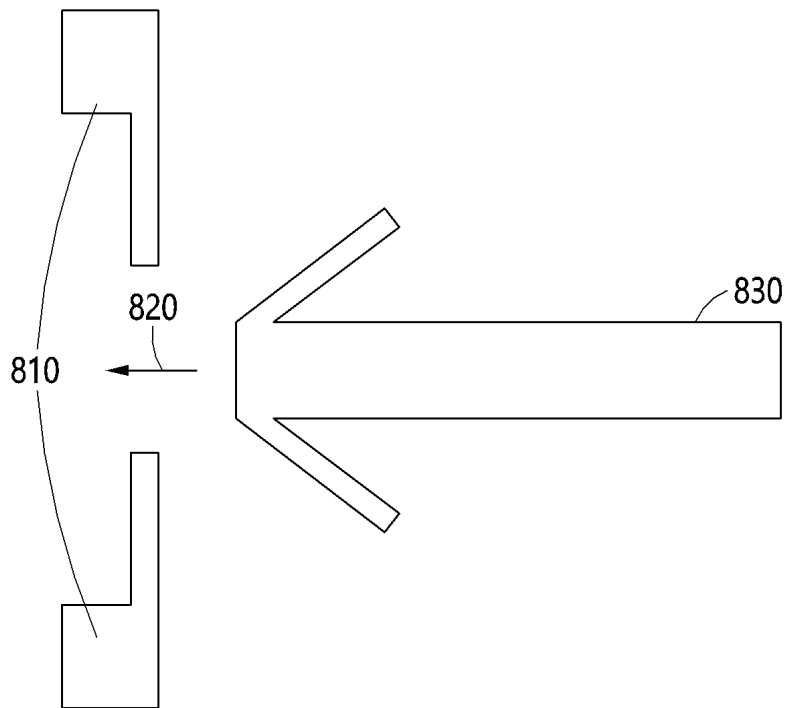
도면6



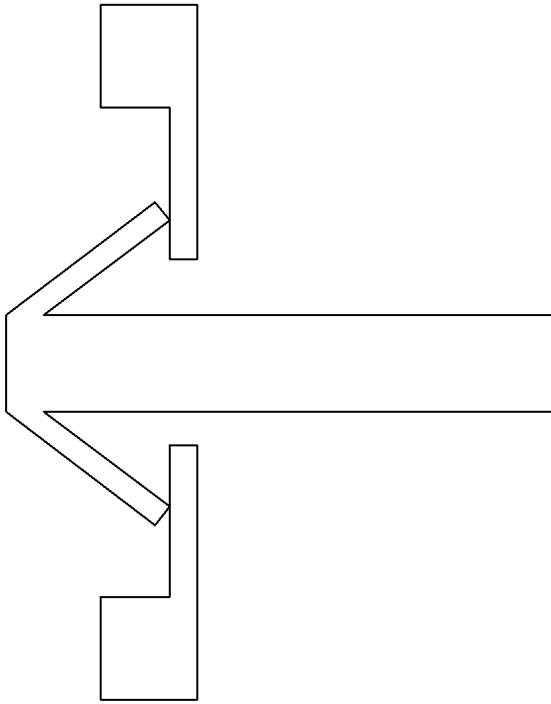
도면7



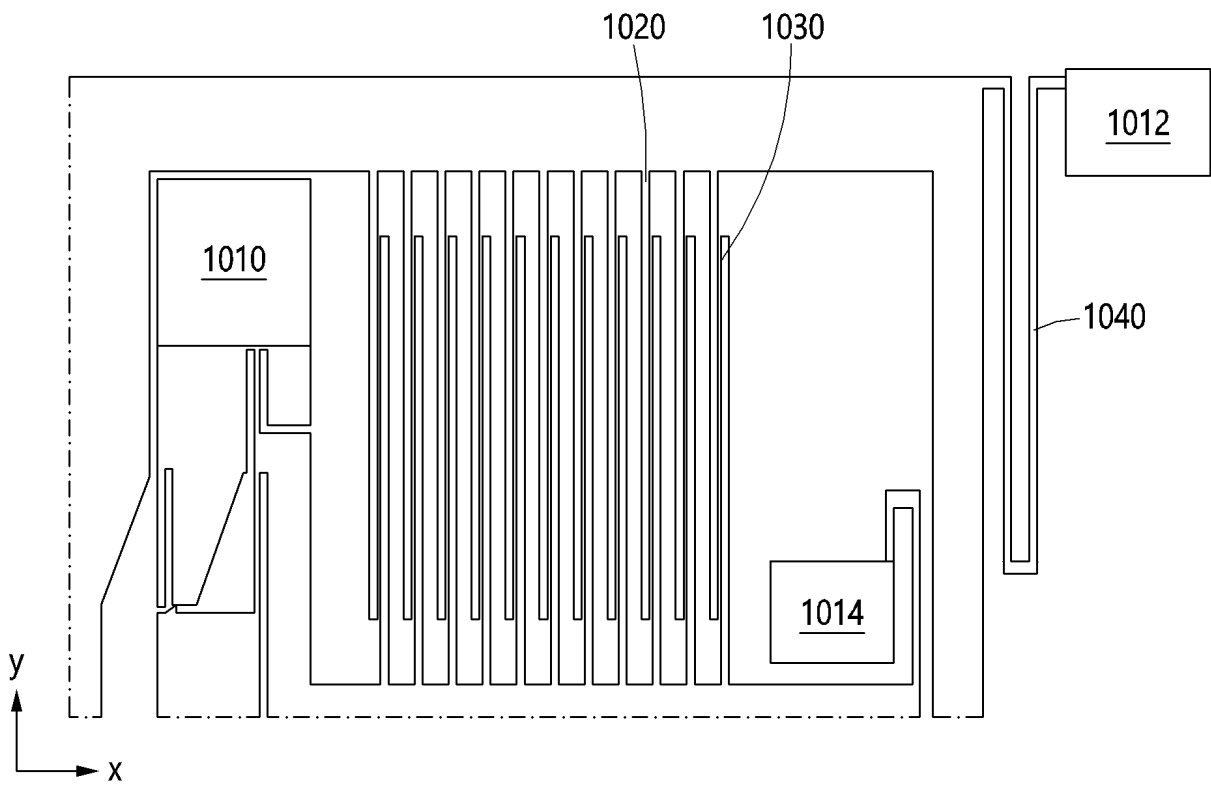
도면8



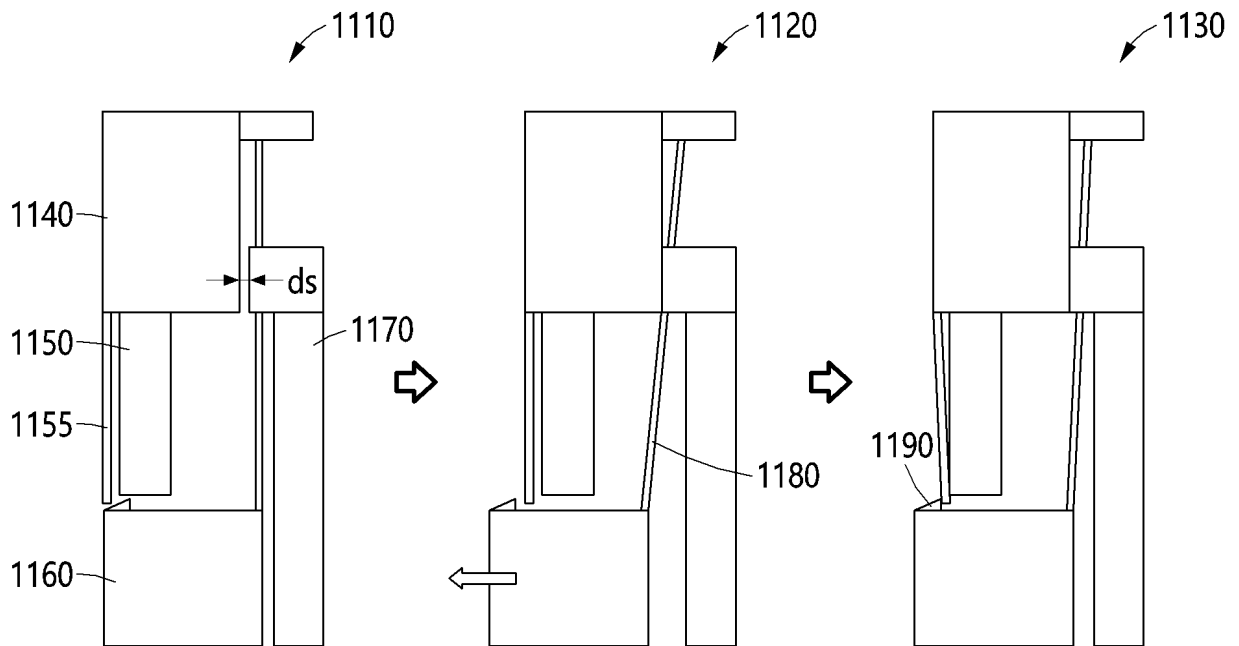
도면9



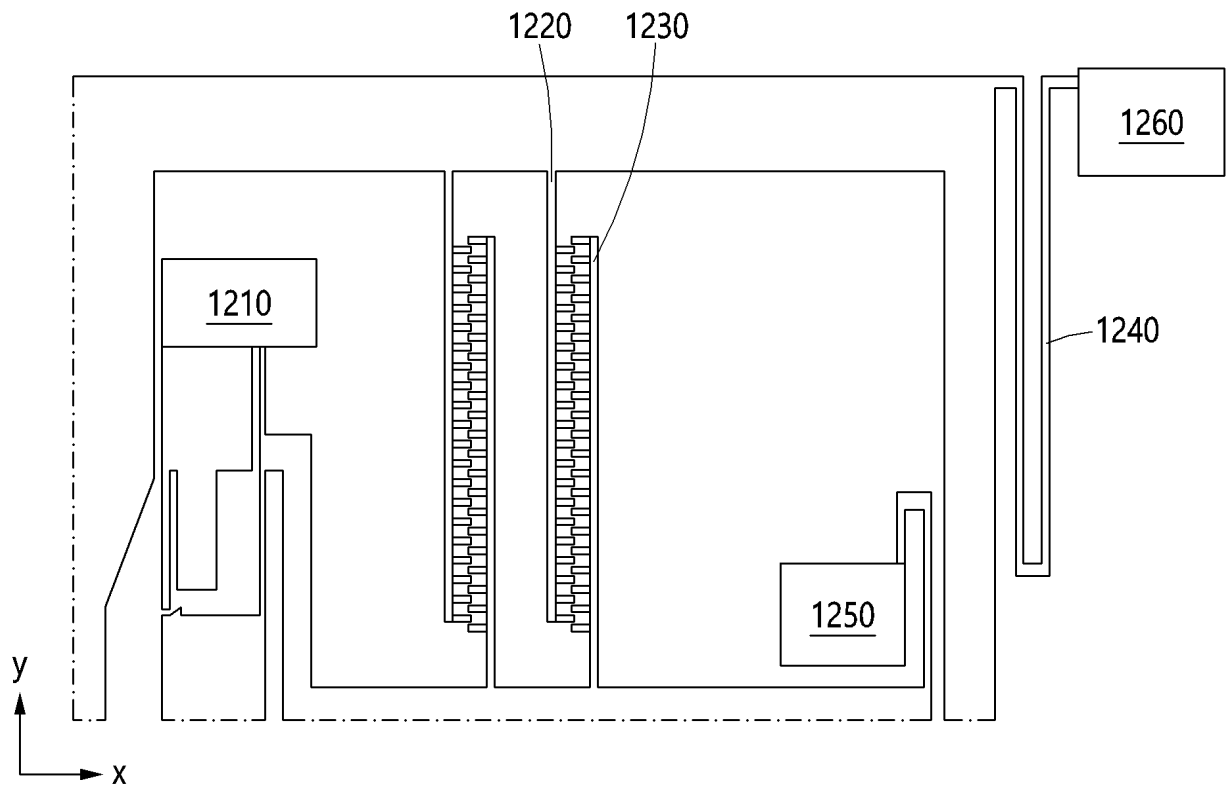
도면10



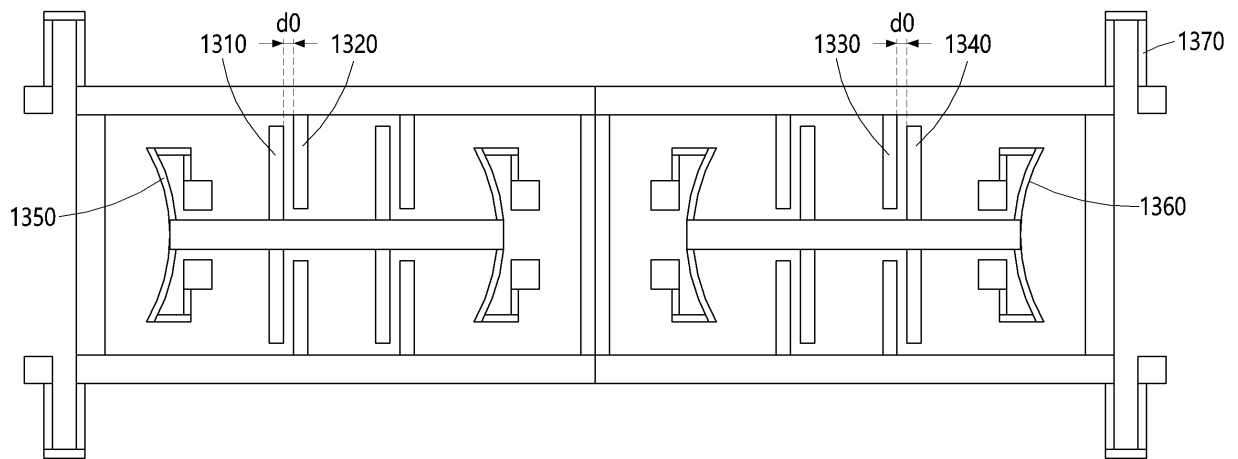
도면11



도면12



도면13



도면14

