



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월25일
 (11) 등록번호 10-1332008
 (24) 등록일자 2013년11월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H02N 2/18 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0080694
 (22) 출원일자 2012년07월24일
 심사청구일자 2012년07월24일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2003211395 A*
 JP2007500998 A*
 KR100404089 B1*
 KR101139700 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
광운대학교 산학협력단
 서울특별시 노원구 광운로 20 (월계동, 광운대학교)
 (72) 발명자
박재영
 서울 노원구 월계2동 대우아파트 107-1502
박중철
 충청남도 아산시 염치읍 방현동길 134-7
 (74) 대리인
특허법인 신지

전체 청구항 수 : 총 5 항

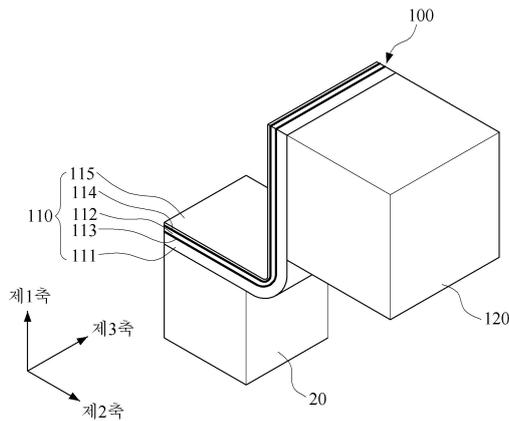
심사관 : 위재우

(54) 발명의 명칭 **에너지 하베스터**

(57) 요약

구조물의 진동 에너지를 전기 에너지로 변환하는 에너지 하베스터에 관한 것이다. 에너지 하베스터는 외팔보 및 관성체를 포함한다. 외팔보는 한쪽 단이 구조물에 연결되고 일정 각도로 휘어진 형태를 갖는 제1 단성부재와, 제1 단성부재의 휘어진 양쪽 면들 중 어느 한쪽 면에 부착된 압전부재, 및 압전부재에 설치되어 압전부재의 변형에 의해 발생된 전기에너지를 공급받는 전극들을 구비한다. 관성체는 외팔보의 자유 단에 연결된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

고분자로 형성된 플레이트 형상으로 이루어져 한쪽 단이 구조물에 연결되고 설정 각도로 휘어진 형태를 갖는 제 1 탄성부재와, 상기 제 1 탄성부재의 휘어진 양쪽 면들 중 어느 한쪽 면에 부착된 압전부재와, 고분자로 형성된 플레이트 형상으로 이루어져 상기 압전부재를 사이에 두고 상기 제 1 탄성부재의 반대쪽에서 상기 압전부재에 부착되는 제 2 탄성부재, 및 상기 압전부재에 설치되어 상기 압전부재의 변형에 의해 발생된 전기에너지를 공급받는 전극들을 구비하는 외팔보; 및

상기 외팔보의 한쪽 면에 자유단에 인접하여 고정됨에 따라 무게중심이 상기 외팔보의 길이 방향에 따른 무게중심 축으로부터 벗어나 위치되며, 상기 외팔보로부터 돌출된 길이가 상기 외팔보에 고정된 길이보다 큰 중형비를 갖는 관성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 탄성부재는 90도 휘어진 형태를 갖고,

상기 압전부재는 상기 제 1 탄성부재보다 두께가 얇은 플레이트 형상으로 이루어져 상기 제 1 탄성부재의 한쪽 면에 부착된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 전극들은 상기 압전부재의 양쪽 면에 나뉘어 형성된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 전극들은 상기 압전부재의 한쪽 면에 서로 이격되어 형성된 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 전극들로부터 흐르는 교류를 직류로 변환하는 정류기와,

상기 정류기에 의해 변환된 직류를 설정 크기의 직류로 변환하는 컨버터, 및

상기 컨버터에 의해 변환된 직류를 저장하는 축전지를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 7

삭제

명세서

기술분야

본 발명은 에너지 하베스터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 구조물의 진동 에너지를 전기 에너지로 변환하는 에너지 하베스터에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

- [0002] 통신기술 및 집적회로기술의 발전으로 인해, 전자기기는 소형화가 가능하게 됨과 아울러, 마이크로 와트(μW) 단위의 저전력하에서 작동이 가능하게 되었다. 이러한 기술을 바탕으로, 건물이나 교량 등의 건축 구조물의 환경 진단 모니터링, 선박이나 항공기 등의 기계 구조물의 안전 진단 모니터링, 생산 자동화 시스템 등의 구조물의 모니터링 등에, 소형화된 무선센서를 이용한 무선센서네트워크의 구성이 활발하게 연구되고 있다.
- [0003] 이러한 무선센서네트워크는 수많은 센서 노드의 집합체로 구성되며, 센서 노드에 전력을 공급하기 위해 배터리를 이용하고 있으나, 이 경우 센서 노드는 구조물에 삽입되어야 하기 때문에 배터리의 교체가 불가능하거나, 배터리의 제한된 수명으로 인해 매우 비효율적이다. 따라서, 센서 노드가 상시적으로 동작하기 위해서 보다 효과적인 전력공급이 요구되고 있다.
- [0004] 에너지 하베스터는 주변에서 지속적으로 발생/소멸되는 에너지를 전기에너지로 변환하는 장치로서, 에너지 스캐빈저(scavenger) 혹은 자가발전소자라고도 불린다. 이러한 에너지 하베스터는 센서 노드와 같이 저전력하에서 동작하는 기기의 상시적인 운용을 가능하게 한다. 에너지 하베스터 중 널리 알려진 것으로는 태양전지가 있다. 하지만, 태양전지는 직사광선이 없는 실내 및 지하와 같은 어두운 환경에서의 응용이 제한적이다. 따라서, 최근에는 압전, 정전력, 전자기력 등을 이용하여, 주변의 진동에너지로부터 전기에너지를 생산하는 다양한 형태의 에너지 하베스터가 연구되고 있다.
- [0005] 도 1은 종래의 압전 현상을 이용한 에너지 하베스터에 대한 구성도이다. 도 1에 도시된 에너지 하베스터(10)는 구조물(1)에 연결된 외팔보(11), 외팔보(11)의 자유 단에 부착된 관성체(14)를 포함한다. 외팔보(11)는 구조물(1)에 부착되어 관성체(14)를 지지하는 탄성부재(12)와, 탄성부재(12)에 부착된 압전부재(13)를 포함한다. 구조물(1)에 제1축 방향에 따른 진동이 가해져 구조물(1)이 진동하게 되면, 관성체(14)에 의해 탄성부재(12)가 진동하면서 압전부재(13)의 표면이 인장 또는 수축 변형을 일으키고, 이러한 변형이 분극(polarization)을 일으켜 전기에너지를 발생시키게 된다.
- [0006] 그런데, 종래의 에너지 하베스터(10)는 구조물(1)에 제2축 방향에 따른 진동, 즉 외팔보(11)의 길이 방향과 나란한 방향에 따른 진동이 가해지는 경우, 전기에너지의 생산이 매우 어렵다. 또한, 종래의 에너지 하베스터(10)는 강성이 높은 탄성부재(12)를 사용하기 때문에, 낮은 주파수의 진동에너지로부터 전기에너지의 수확이 용이하지 않은 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 등록번호 제10-1061591호(2011.09.02 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 과제는 2개의 축 방향에서 가해지는 진동에너지로부터 전기에너지를 용이하게 수확할 수 있는 에너지 하베스터를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 에너지 하베스터는, 한쪽 단이 구조물에 연결되고 설정 각도로 휘어진 형태를 갖는 제1 탄성부재와, 상기 제1 탄성부재의 휘어진 양쪽 면들 중 어느 한쪽 면에 부착된 압전부재, 및 상기 압전부재에 설치되어 상기 압전부재의 변형에 의해 발생된 전기에너지를 공급받는 전극들을 구비하는 외팔보; 및 상기 외팔보의 자유 단에 연결된 관성체;를 포함한다.

발명의 효과

- [0010] 본 발명에 따른 에너지 하베스터에 의하면, 2개의 축 방향에서 가해지는 진동에너지로부터 전기에너지를 용이하게 수확할 수 있다. 따라서, 에너지 하베스터는 어느 한 평면 상에서 어디에 회전해 위치하던 전기에너지를 수확할 수 있으므로, 설치가 자유로울 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 에너지 하베스터에 의하면, 매우 낮은 주파수를 갖는 진동에너지로부터 전기에너지를 용이하게 수확할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 종래의 압전 현상을 이용한 에너지 하베스터에 대한 구성도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 하베스터에 대한 사시도.
- 도 3은 도 2의 일부 영역을 확대하여 도시한 단면도.
- 도 4는 도 3에 있어서, 압전부재의 변형에 의해 전극들 사이에 전위차를 얻는 예를 설명하기 위한 도면.
- 도 5 및 도 6은 도 2의 에너지 하베스터의 작용 예를 설명하기 위한 도면.
- 도 7은 도 2의 에너지 하베스터에 의해 발생된 전기에너지를 저장하는 예를 설명하기 위한 도면.
- 도 8은 도 3에 있어서, 전극들의 다른 예를 도시한 단면도.
- 도 9는 도 8에 있어서, 압전부재의 변형에 의해 전극들 사이에 전위차를 얻는 예를 설명하기 위한 도면.
- 도 10은 본 발명에 따른 에너지 하베스터와 종래에 따른 에너지 하베스터 간에 설치 방향에 따른 출력을 비교하기 위한 그래프.
- 도 11은 본 발명의 일 예에 따른 관성체를 포함한 에너지 하베스터에 대한 구성도.
- 도 12는 비교 예에 따른 관성체를 포함한 에너지 하베스터에 대한 구성도.
- 도 13은 도 11 및 도 12에 도시된 에너지 하베스터들 간에 설치 방향에 따른 출력을 비교하기 위한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.
- [0013] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 에너지 하베스터에 대한 사시도이다. 그리고, 도 3은 도 2의 일부 영역을 확대하여 도시한 단면도이다.
- [0014] 도 2 및 도 3을 참조하면, 에너지 하베스터(100)는 외팔보(110) 및 관성체(120)를 포함한다.
- [0015] 외팔보(110)는 한쪽 단이 구조물(20)에 고정된 고정 단을 이루고, 다른 쪽 단이 받쳐지지 않은 상태의 자유 단을 이룬다. 외팔보(110)의 한쪽 단은 기판과 같은 매개부재를 통해 구조물(20)에 고정되는 것도 물론 가능하다. 외팔보(110)는 제1 탄성부재(111)와, 압전부재(112)와, 전극들(113,114)을 구비한다.
- [0016] 제1 탄성부재(111)는 설정 각도로 휘어진 형태를 갖고, 한쪽 단이 구조물(20)에 연결되어 고정된다. 예컨대, 제1 탄성부재(111)는 플레이트 형상으로 이루어져 90도로 휘어진 형태를 갖고, 휘어진 바깥쪽 면의 한쪽 가장자리가 구조물(20)에 고정될 수 있다. 제1 탄성부재(111)는 90도로 휘어져, 관성체(120)에 고정되는 단이 제1축 방향에 나란하게 위치되고, 구조물(20)에 고정되는 단이 제2축 방향에 나란하게 위치될 수 있다. 물론, 제1 탄성부재(111)는 90도보다 조금 큰 각도로 휘어진 형태를 갖는 것도 가능하다.
- [0017] 구조물(20)에 진동이 가해져 구조물(20)이 진동하게 되면, 제1 탄성부재(111)는 관성체(120)에 의해 진동하면서 압전부재(112)의 표면이 인장 또는 수축 변형을 일으킬 수 있게 한다. 제1 탄성부재(111)는 고분자로 형성될 수 있다. 이에 따라, 제1 탄성부재(111)는 낮은 강성으로 외팔보(110)의 스프링 상수를 낮춤으로써 외팔보(110)와 관성체(120)에 따른 고유진동수를 낮출 수 있다. 그 결과, 에너지 하베스터(100)는 매우 낮은 주파수를 갖는 진동에너지로부터 전기에너지를 용이하게 수확할 수 있다.
- [0018] 압전부재(112)는 제1 탄성부재(111)의 휘어진 양쪽 면들 중 어느 한쪽 면에 부착되어, 제1 탄성부재(111)가 진동하게 되면, 표면이 인장 또는 수축 변형될 수 있다. 압전부재(112)는 압전기 현상을 일으키는 소재, 예컨대 압전 세라믹 등으로 형성된다. 압전기 현상이란 압전부재(112)에 일정한 방향에서 외력을 가할 때 그 외력에 비례해서 양, 음의 전하가 나타나는 현상이다.
- [0019] 압전부재(112)는 제1 탄성부재(111)의 휘어진 안쪽 면에 부착될 수 있다. 물론, 압전부재(112)는 제1 탄성부재(111)의 휘어진 바깥쪽 면에 부착되는 것도 가능하다. 이 경우, 압전부재(112)의 한쪽 단이 구조물(20)에 연결되어 고정될 수 있다. 압전부재(112)는 제1 탄성부재(111)보다 두께가 매우 얇은 플레이트 형상으로 이루어질 수 있다. 따라서, 압전부재(112)는 압전기 현상을 발생시키면서도, 제1 탄성부재(111)에 발생하는 진동 변위에 대한 저항을 최소화할 수 있다.

- [0020] 전극들(113,114)은 압전부재(112)에 설치되어 압전부재(112)의 변형에 의해 발생된 전기에너지를 공급받는다. 예컨대, 전극들(113,114)은 압전부재(112)의 양쪽 면에 나뉘어 형성될 수 있다. 이 경우, 도 4에 도시된 바와 같이, 압전부재(112)의 한쪽 면이 인장되고 반대쪽 면이 수축되는 변형을 하게 되면, 압전부재(112)에 가해지는 외력 방향에 수직인 방향, 즉 d31 진동 모드를 이용하여 전기에너지를 얻을 수 있다.
- [0021] 외팔보(110)는 제2 탄성부재(115)를 더 포함하여, 압전부재(112)를 지지하는 효과를 높일 수 있다. 제2 탄성부재(115)는 플레이트 형상으로 이루어져, 압전부재(112)를 사이에 두고 제1 탄성부재(111)의 반대쪽에서 압전부재(112)에 부착될 수 있다. 제2 탄성부재(115)는 제1 탄성부재(111)보다 두께가 얇은 구조로 이루어질 수 있다. 따라서, 제2 탄성부재(115)는 압전부재(112)를 지지하는 효과를 지니면서도, 제1 탄성부재(111)에 발생하는 진동 변위에 대한 저항을 최소화할 수 있다. 제2 탄성부재(115)는 고분자로 형성될 수 있다.
- [0022] 관성체(120)는 외팔보(110)의 자유 단에 연결되어 고정된다. 관성체(120)는 외팔보(110)에 고정되어 고유진동수가 구조물(20)의 고유진동수와 동일하거나 근접하게 설정됨으로써, 공진을 통한 충분한 전기에너지를 얻을 수 있게 한다.
- [0023] 전술한 에너지 하베스터(100)에 의하면, 2개의 축 방향에서 가해지는 진동에너지로부터 전기에너지를 용이하게 수확할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 구조물(20)에 제1축 방향으로 진동이 가해지거나, 제1축 방향과 직교하는 제2축 방향으로 진동이 가해진다.
- [0024] 그러면, 도 6에 도시된 바와 같이, 관성체(120)는 제1 탄성부재(111)의 휘어진 부위를 중심으로 회전 진동하면서 압전부재(112)의 표면이 인장 또는 수축 변형될 수 있다. 이에 따라, 2개의 축 방향에서 가해지는 진동에너지로부터 전기에너지가 수확될 수 있다. 따라서, 에너지 하베스터(100)는 제1축-제2축 평면 상의 어디에 회전해 위치하던 전기에너지를 수확할 수 있으므로, 설치가 자유로울 수 있다.
- [0025] 도 7에 도시된 바와 같이, 에너지 하베스터(100)에 의해 발생된 전기에너지는 저장부(130)에 의해 저장될 수 있다. 여기서, 저장부(130)는 정류기(131)와, 컨버터(132), 및 축전지(133)를 포함할 수 있다.
- [0026] 정류기(131)는 전극들(113,114)로부터 흐르는 교류를 직류로 변환한다. 정류기(131)로는 다이오드를 포함하여 구성될 수 있다. 컨버터(132)는 정류기(131)에 의해 변환된 직류를 설정 크기의 직류로 변환한다. 압전부재(112)의 출력전류는 μ A급 미세한 양이므로, 컨버터(132)에 의해 전력사용 장치의 가동을 위한 충분한 크기의 전류로 변환한다. 컨버터(132)는 DC-DC 컨버터가 사용될 수 있다. 축전지(133)는 컨버터(132)에 의해 변환된 직류를 저장해서 전력사용 장치로 공급한다. 축전지(133)는 콘덴서를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0027] 도 8에 도시된 바와 같이, 전극들(213,214)은 압전부재(112)의 한쪽 면에 서로 이격되어 형성될 수 있다. 전극들(213,214)은 2개뿐 아니라 3개 이상으로 이루어져 빗살 형태로 배열될 수 있다. 이 경우, 도 9에 도시된 바와 같이, 압전부재(112)의 한쪽 면이 인장되고 반대쪽 면이 수축되는 변형을 하게 되면, 압전부재(112)에 가해지는 외력 방향에 수평한 방향, 즉 d33 진동 모드를 이용하여 전기에너지를 얻을 수 있다.
- [0028] 도 10은 본 발명에 따른 에너지 하베스터와 종래에 따른 에너지 하베스터 간에 설치 방향에 따른 출력을 비교하기 위한 그래프이다. 여기서, 본 발명에 따른 에너지 하베스터(100)는 도 2에 도시된 바와 같이 구성되고, 종래에 따른 에너지 하베스터(10)는 도 1에 도시된 바와 같이 구성된 것이다. 그리고, 설치 각도는 도 5에 도시된 에너지 하베스터(100)의 위치를 기준으로 제1축-2축 평면 상에 $-90^\circ \sim 90^\circ$ 로 회전시킨 각도이다.
- [0029] 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 에너지 하베스터(100)는 제1축-2축 평면 상에 $-90^\circ \sim 90^\circ$ 사이에서 어느 각도로 설치되더라도 일정 수준 이상의 출력이 발생되지만, 종래에 따른 에너지 하베스터(10)는 $-20^\circ \sim 20^\circ$ 사이를 벗어나면 출력이 떨어지는 것을 확인해볼 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 에너지 하베스터(100)는 종래에 따른 에너지 하베스터(10)보다 설치가 자유로울 수 있다.
- [0030] 한편, 관성체(120)는 도 2에 도시된 바와 같이, 외팔보(110)의 한쪽 면에 고정될 수 있다. 예컨대, 관성체(120)는 제1 탄성부재(111)의 휘어진 바깥쪽 면에 제1 탄성부재(111)의 자유 단과 인접하여 고정될 수 있다. 이에 따라, 관성체(120)의 무게중심은 외팔보(110)의 길이 방향에 따른 무게중심 축으로부터 벗어나 위치할 수 있다. 따라서, 2개의 축 방향에서 가해지는 진동에너지로부터 전기에너지가 용이하게 수확될 수 있다.
- [0031] 도 11 내지 도 13을 참조하여 상술하면 다음과 같다. 여기서, 도 11은 본 발명의 일 예에 따른 관성체를 포함한 에너지 하베스터에 대한 구성도이고, 도 12는 비교 예에 따른 관성체를 포함한 에너지 하베스터에 대한 구성도이다. 그리고, 도 13은 도 11 및 도 12에 도시된 에너지 하베스터들 간에 설치 방향에 따른 출력을 비교하기 위한 그래프이다.

[0032] 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 에너지 하베스터에서, 외팔보(110)는 θ 의 각도로 휘어져 한쪽 단이 구조물(20)에 고정되고, 관성체(120)는 외팔보(110)의 한쪽 면에 고정된다. 이에 따라, 관성체(120)의 무게중심(C)은 외팔보(110)의 길이 방향에 따른 무게중심 축(P)으로부터 벗어나 위치하게 된다. 따라서, 도 13에 도시된 바와 같이, 본 발명의 에너지 하베스터는 설치 각도에 상관 없이 일정 수준 이상의 출력이 발생됨을 확인할 수 있다.

[0033] 도 12에 도시된 바와 같이, 비교 예에 따른 에너지 하베스터에서 관성체(120)는 외팔보(110)의 길이 방향에 따른 무게중심 축(P)을 기준으로 외팔보(110)의 자유 단에 대칭적으로 고정된다. 이에 따라, 관성체(120)의 무게중심(C)이 외팔보(110)의 길이 방향에 따른 무게중심 축(P) 상에 위치하게 된다. 따라서, 도 13에 도시된 바와 같이, 비교 예의 에너지 하베스터는 외팔보(110)의 휘어진 각도에 상응하는 각도로 설치되는 경우, 출력이 발생되지 않는 것을 확인할 수 있다. 이는 해당 각도에서 외팔보(110)의 인장/수축이 일어나지 않기 때문이다.

[0034] 한편, 도 11에 도시된 바와 같이, 관성체(120)의 무게중심(C)은 외팔보(110)의 길이 방향에 따른 무게중심 축(P)으로부터 벗어난 거리가 멀수록 전기에너지의 수확이 더욱 효과적일 수 있다. 이를 위해, 관성체(120)는 외팔보로부터 돌출된 길이(H)가 외팔보에 고정된 길이(W)보다 크도록, 예컨대 W:H 값이 1:5 이상의 고종횡비를 갖도록 구성될 수 있다.

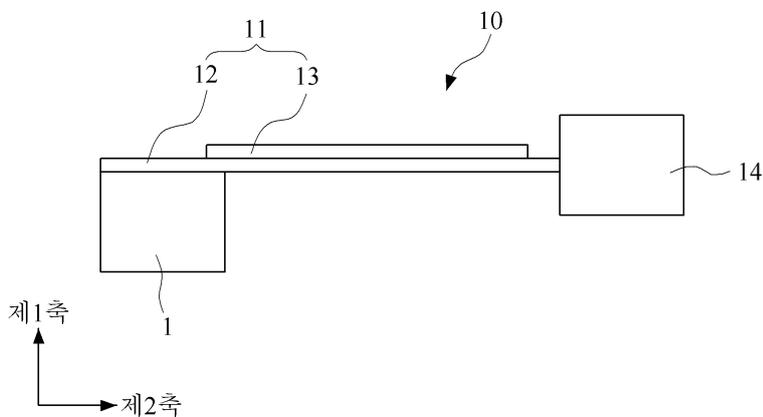
[0035] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

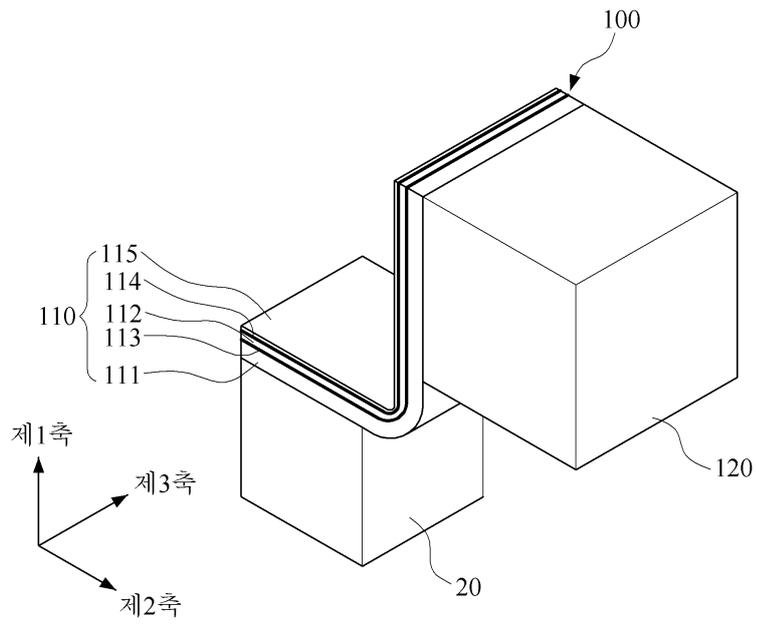
- | | |
|---------------------|--------------|
| [0036] 20..구조물 | 110..외팔보 |
| 111..제1 탄성부재 | 112..압전부재 |
| 113,114,213,214..전극 | 115..제2 탄성부재 |
| 120..관성체 | 131..정류기 |
| 132..컨버터 | 133..축전지 |

도면

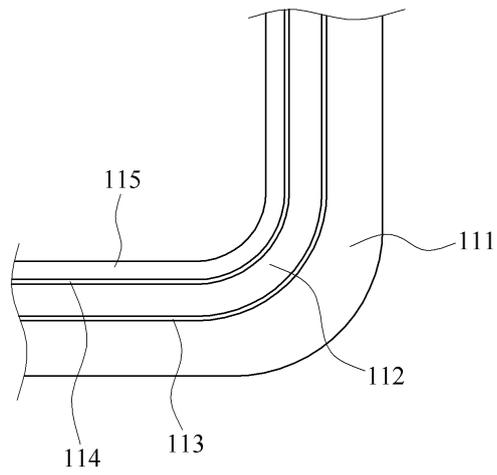
도면1



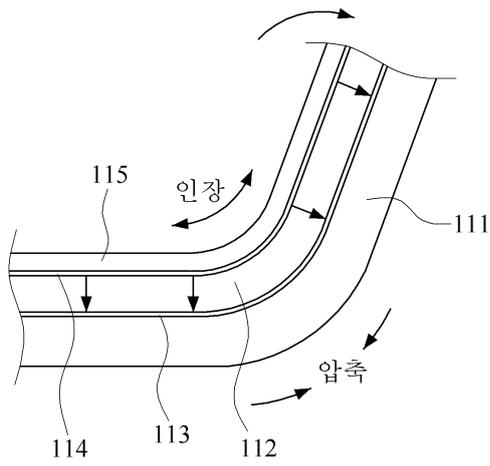
도면2



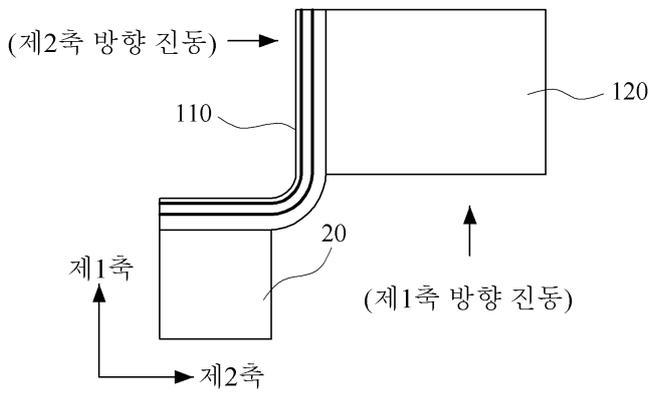
도면3



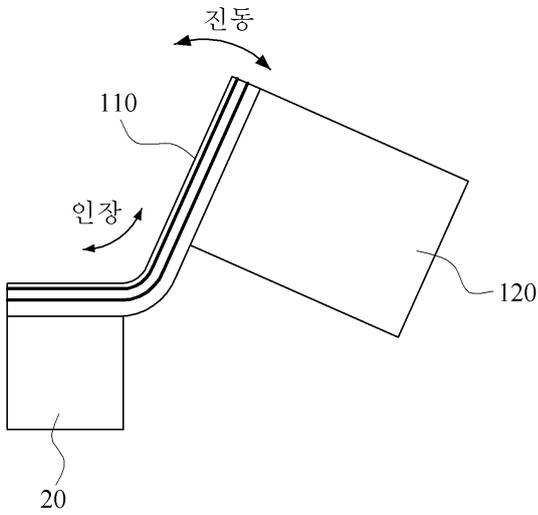
도면4



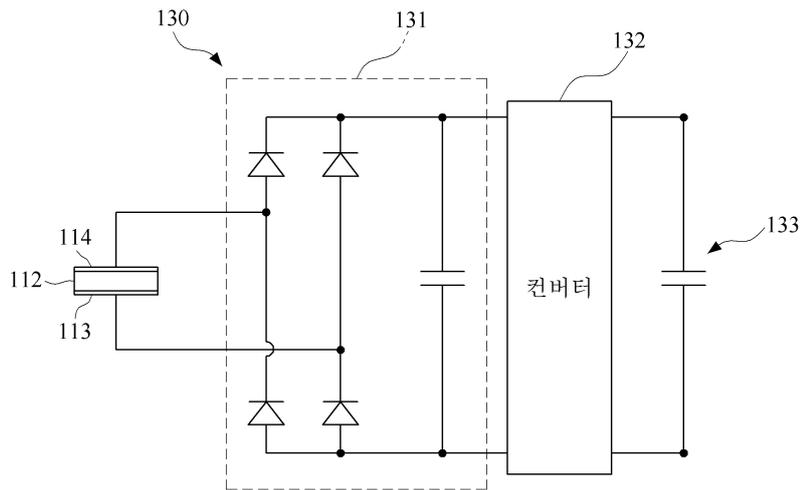
도면5



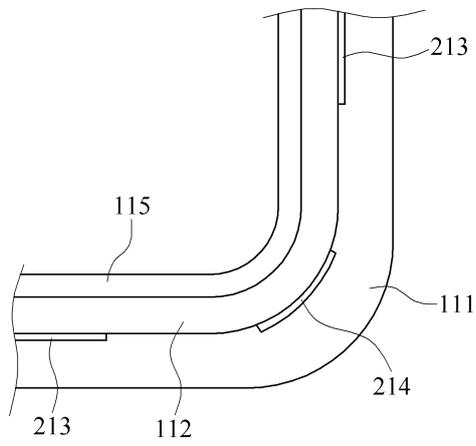
도면6



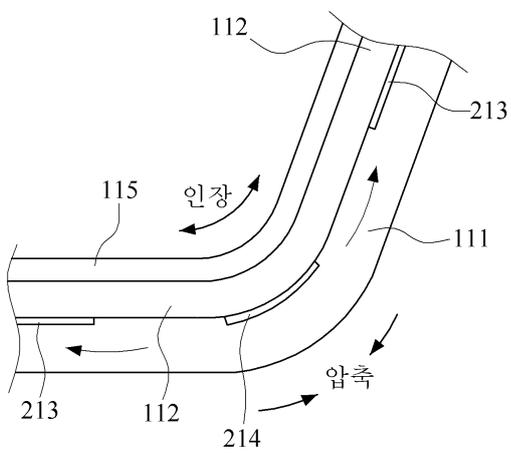
도면7



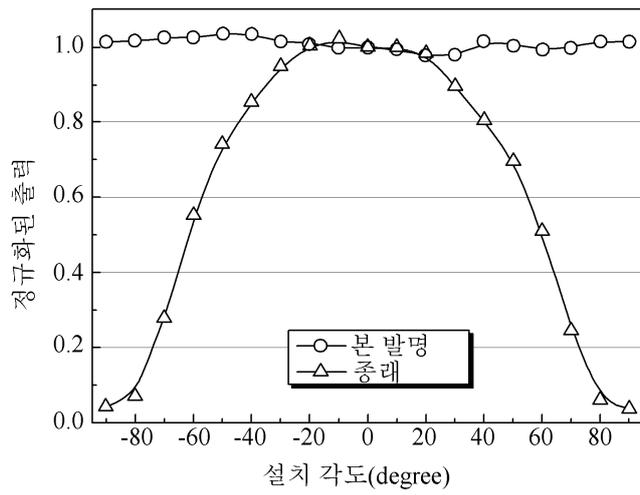
도면8



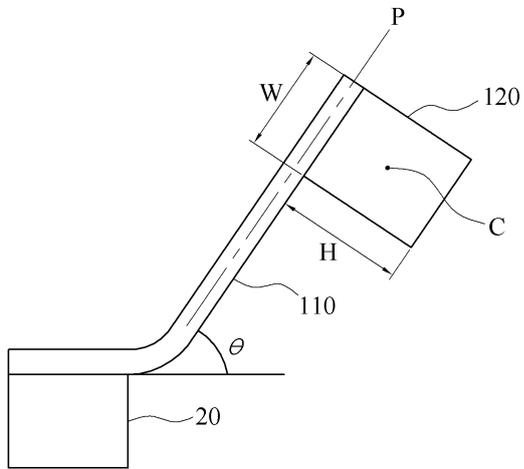
도면9



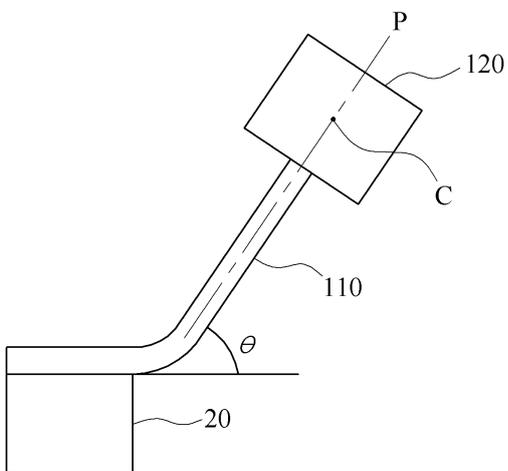
도면10



도면11



도면12



도면13

