



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0036708

(43) 공개일자 2016년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 2/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0128214

(22) 출원일자 2014년09월25일

심사청구일자 2014년09월25일

(71) 출원인

전남대학교산학협력단

광주광역시 북구 용봉로 77 (용봉동)

(72) 발명자

이동원

광주 북구 용봉로 77, 기계공학과 1A-209 (용봉동, 전남대학교)

오선

광주 북구 용봉로 77, 기계공학과 1A-114 (용봉동, 전남대학교)

(74) 대리인

이은철

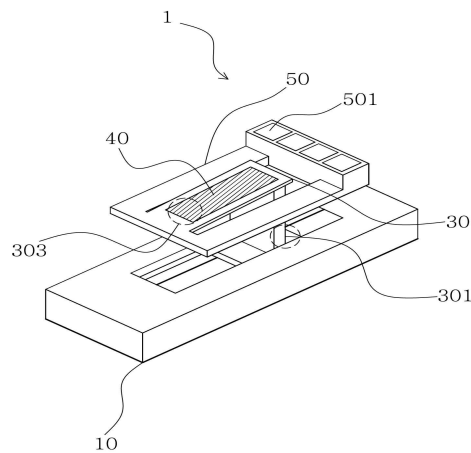
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **캔틸레버 및 이를 이용한 에너지 하베스터**

(57) 요약

본 발명은 에너지 수확 효율이 향상된 캔틸레버 및 이를 이용한 하베스터에 관한 것으로서, 받침대; 받침대에 고정되는 고정단과 상기 고정단에 대해서 휘어질 수 있도록 신장된 자유단이 구비된 몸체부; 몸체부의 자유단과 일단이 연결되고, 타단은 몸체부의 둘레를 따라 몸체부의 고정단 방향으로 신장된 'ㄷ' 형상의 진동부; 몸체부에 부착되고 몸체부의 변형에 의해서 전기를 발생시키는 압전체를 포함한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012K1A3A1A20031500

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 한-중과학기술협력센터사업

연구과제명 무전지 센서 기반의 지능시스템 구현을 위한 초소형 발전 소자 연구

기여율 1/1

주관기관 전남대학교 산학협력단

연구기간 2013.03.01 ~ 2016.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

받침대;

상기 받침대에 고정되는 고정단과 상기 고정단에 대해서 휘어질 수 있도록 신장된 자유단이 구비된 몸체부;

상기 몸체부의 자유단과 일단이 연결되고, 타단은 상기 몸체부의 둘레를 따라 상기 몸체부의 고정단 방향으로 신장된 'ㄷ' 형상의 진동부; 및

상기 몸체부에 부착되고 상기 몸체부의 변형에 의해서 전기를 발생시키는 압전체를 포함하는 것을 특징으로 하는 캔틸레버.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 진동부의 타단에 배치되는 질량체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 캔틸레버.

청구항 3

받침대;

상기 받침대 상에 배치되는 제1 캔틸레버; 및

상기 제1 캔틸레버와 대향되도록 상기 받침대 상에 배치되는 제2 캔틸레버를 포함하고,

상기 제1 캔틸레버 및 상기 제2 캔틸레버는,

상기 받침대에 고정되는 고정단과 상기 고정단에 대해서 휘어질 수 있도록 신장된 자유단이 구비된 몸체부;

상기 몸체부의 자유단과 일단이 연결되고, 타단은 상기 몸체부의 둘레를 따라 상기 몸체부의 고정단 방향으로 신장된 'ㄷ' 형상의 진동부; 및

상기 몸체부에 부착되고 상기 몸체부의 변형에 의해서 전기를 발생시키는 압전체를 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제1 캔틸레버 및 상기 제2 캔틸레버는 상기 진동부의 타단이 마주보는 방향으로 상기 받침대에 배치되는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 제1 캔틸레버 및 상기 제2 캔틸레버는,

상기 진동부의 타단에 배치되는 자성체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 제1 캔틸레버의 몸체부 길이는 상기 제2 캔틸레버의 몸체부 길이보다 긴 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 제1 캔틸레버의 몸체부 두께는 상기 제2 캔틸레버의 몸체부 두께보다 얇은 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

청구항 8

제 3 항에 있어서, 상기 받침대는

상기 제1 캔틸레버 및 상기 제2 캔틸레버의 위치 조절이 가능한 이동부재를 구비하고,

상기 제1 캔틸레버 및 상기 제2 캔틸레버의 고정단은 상기 이동부재에 고정되는 것을 특징으로 하는 에너지 하베스터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진동 에너지를 전기 에너지로 변환하는 캔틸레버 및 이를 이용한 에너지 하베스터에 관한 것으로서, 특히 에너지 수확 효율이 향상된 캔틸레버 및 이를 이용한 에너지 하베스터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 전기전자 기술의 발달과 더불어 VLSI(Very Large Scale Integration)등의 저전력 전자 소자 기술이 급속도로 발달하게 되었다. 이러한 기술의 발전은 다양한 전기장치들을 소형화하고 이러한 장치들이 마이크로 와트(μW)의 저전력 상황에서 작동하는 것을 가능하게 하였다.

[0003] 특히, 건물이나 교량의 환경 진단 센서, 선박이나 항공기와 같은 기계 구조물의 안전 진단 센서, 가정 자동화 시스템의 센서 등의 소형화는 구조물들에 처음부터 센서들을 삽입하고 무선 네트워크(wireless sensor network)로 구성하여 보다 효과적이고 상시적인 센서의 작동을 가능하게 한다.

[0004] 이러한 무선 센서 네트워크의 상시 감시 체제는 각 센서 노드(sensor node)의 전력 공급 체계를 요구한다. 이 경우, 전력 공급 방법으로 배터리를 이용할 수 있으나, 이러한 배터리는 그 작동 수명이 짧은 단점이 있다. 또한, 무선 센서 네트워크의 센서들은 구조물에 삽입되기 때문에, 배터리를 교체하는 작업이 불가능하거나 매우 비효율적인 문제점이 있다.

[0005] 이러한 문제를 해결하는 방법으로 주변의 에너지원으로부터 전력을 생산 공급하는 에너지 수확(energy harvesting) 방법이 연구되고 있다. 에너지 수확 방법 중 널리 알려진 것으로는 태양 전지(solar cell)를 이용하여 태양 에너지로부터 전력을 생산하는 방법, 제백 효과(Seebeck effect)를 이용하여 열에너지로부터 전력을 발생시키는 방법, 전자기유도현상(Faraday's law of electromagnetic induction) 또는 압전 현상(piezoelectric effect)이나 자기 변형 현상(magnetostriction effect)을 이용하여 진동 에너지로부터 전력을 생산하는 방법 등이 있다.

[0006] 진동 에너지로부터 전력을 생산하는 방법으로, 도 1은 종래의 에너지 하베스터를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 구조물(1)에 연결되는 캔틸레버 형태의 탄성 부재(33), 탄성부재(33)에 부착된 압전 소자(34), 탄성부재의 자유단 측에 배치되는 질량체(32)를 포함하여 구성된다.

- [0007] 도 1에 도시된 바와 같이 종래의 에너지 하베스터는 구조물(1)이 진동함에 따라 탄성부재(33)가 진동하면서 압전 소자(34)를 변형시키고 이러한 변형이 분극(polarization)을 일으켜서 결국 전력을 발생시키게 된다.
- [0008] 다양한 구조물의 진동으로부터 전기 에너지를 수확하는 에너지 하베스터는 캔틸레버의 고유 진동수에 대응하는 가진 주파수를 가지는 가진원(구조물)에 설치되어 공진(resonance)에 의해 큰 전력을 얻게 된다. 이와 관련 더욱 효율적인 출력을 얻기 위해 에너지 하베스터에 관한 연구가 진행되고 있으며, 개량된 에너지 하베스터에 관한 종래 특허문헌으로 한국공개특허 제10-2009-0072767호가 있다.
- [0009] 그러나 종래의 캔틸레버는 공진 대역이 수백 내지 수천 헤르츠(Hz)로서, 비교적 큰 공진 주파수로 설계되기 때문에 자연환경에서 발생하는 0~40Hz 대역의 낮은 주파수의 진동에 공진하지 못하는 문제점이 있다. 보다 상세하게, 이 경우 교량이나 건물과 같은 구조물에서 발생하는 진동 주파수 대역과 공진주파수가 일치하지 않으므로 에너지 수확의 효율이 떨어지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 따라서 본 발명은 진동 에너지가 전기 에너지로 변환되는 에너지 수확 효율이 향상된 캔틸레버를 제공하고자 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 공진 주파수가 상이한 한 쌍의 캔틸레버를 이용하여 넓은 주파수 대역에서 에너지 수확이 가능한 에너지 하베스터를 제공하고자 한다.
- [0012] 또한, 본 발명은 한 쌍의 캔틸레버를 이용하여 높은 출력 이득을 갖는 에너지 하베스터를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 에너지 수확을 위한 캔틸레버로서, 받침대; 받침대에 고정되는 고정단과 상기 고정단에 대해서 휘어질 수 있도록 신장된 자유단이 구비된 몸체부; 몸체부의 자유단과 일단이 연결되고, 타단은 몸체부의 둘레를 따라 몸체부의 고정단 방향으로 신장된 'ㄷ' 형상의 진동부; 및 몸체부에 부착되고 몸체부의 변형에 의해서 전기를 발생시키는 압전체를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0014] 바람직하게 본 발명은, 진동부의 타단에 배치되는 자성체를 더 포함할 수 있다. 또한, 압전체는 PVDF 소재로 이루어질 수 있다.
- [0015] 또한 본 발명은 에너지 하베스터로서, 받침대; 받침대 상에 배치되는 제1 캔틸레버; 및 제1 캔틸레버와 대향되도록 상기 받침대 상에 배치되는 제2 캔틸레버를 포함하고, 제1 캔틸레버 및 상기 제2 캔틸레버는, 받침대에 고정되는 고정단과 고정단에 대해서 휘어질 수 있도록 신장된 자유단이 구비된 몸체부; 몸체부의 자유단과 일단이 연결되고, 타단은 몸체부의 둘레를 따라 몸체부의 고정단 방향으로 신장된 'ㄷ' 형상의 진동부; 및 몸체부에 부착되고 몸체부의 변형에 의해서 전기를 발생시키는 압전체를 포함하는 것을 다른 특징으로 한다.
- [0016] 바람직하게, 제1 캔틸레버 및 제2 캔틸레버는 진동부의 타단이 마주보는 방향으로 상기 받침대에 배치될 수 있다.
- [0017] 바람직하게 제1 캔틸레버 및 상기 제2 캔틸레버는, 진동부의 타단에 배치되는 질량체를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 바람직하게, 제1 캔틸레버의 몸체부 길이는 상기 제2 캔틸레버의 몸체부 길이보다 길게 형성될 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 제1 캔틸레버의 몸체부 두께는 제2 캔틸레버의 몸체부 두께보다 얇게 형성될 수 있다.
- [0020] 바람직하게, 받침대는 제1 캔틸레버 및 제2 캔틸레버의 위치 조절이 가능한 이동부재를 구비하고, 제1 캔틸레버 및 제2 캔틸레버의 고정단은 이동부재에 고정될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따른 캔틸레버에 의하면, 소형의 구조로 효율적인 에너지 수확이 가능한 이점이 있다.

- [0022] 또한 본 발명에 따른 캔틸레버에 의하면, 낮은 공진 주파수로 설계가 가능한 이점이 있다.
- [0023] 또한 본 발명에 따른 에너지 하베스터에 의하면, 넓은 주파수 범위에서 진동 에너지가 전기 에너지로 변환되는 에너지를 수확할 수 있는 이점이 있다.
- [0024] 또한 본 발명에 따른 에너지 하베스터에 의하면, 공진 주파수가 상이한 한 쌍의 캔틸레버가 상보적으로 진동하고, 그 진동의 정도가 증폭되어 높은 출력 이득을 갖는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 종래의 에너지 하베스터를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 캔틸레버를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 에너지 하베스터를 나타낸다.
- 도 4는 가진시 제1 캔틸레버 및 제2 캔틸레버가 진동하는 모습을 나타낸다.
- 도 5는 가진시 제1 캔틸레버 및 제2 캔틸레버에 의해서 출력되는 결과를 나타낸다.
- 도 6은 에너지 하베스터에 가해지는 가진 주파수 대역별 출력 전압의 파형을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.
- [0027] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 캔틸레버(1)를 나타낸다. 도 2를 참조하면, 캔틸레버(1)는 받침대(10); 받침대(10)에 고정되는 고정단(301)과 상기 고정단(301)에 대해서 휘어질 수 있도록 신장된 자유단(303)이 구비된 몸체부(30); 몸체부(30)의 자유단(303)과 일단이 연결되고, 타단은 상기 몸체부(30)의 둘레를 따라 몸체부(30)의 고정단(301) 방향으로 신장된 'ㄷ' 형상의 진동부(50); 및 몸체부(30)에 부착되고 몸체부(30)의 변형에 의해서 전기를 발생시키는 압전체(40)를 포함할 수 있다.
- [0028] 받침대(10)는 교량이나 건물 선박 등 진동하는 구조물에 고정될 수 있다. 구조물의 진동은 받침대(10)를 통해 몸체부(30) 및 진동부(50)에 전달될 수 있다. 이 경우, 진동부(50)의 진동으로 몸체부(30)의 자유단(303)이 휘어지며 몸체부(30)에 부착된 압전체(40)에 분극을 발생시킨다.
- [0029] 도면에는 도시되지 않았으나 압전체(40)와 도전성 와이어 또는 도전 패턴을 통해 정류부가 전기적으로 연결될 수 있다. 정류부는 정류 소자 및 정류 소자에 의하여 정류된 전기 에너지를 저장하는 충전 소자를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0030] 몸체부(30)의 고정단(301)은 몸체부(30)가 받침대(10)에 대해서 일정 거리가 유격될 수 있도록 받침대(10)와 수직인 방향으로 형성된 지지대로 이루어질 수 있다. 이 경우, 자유단(303)은 받침대(10)와 공간을 형성하며 평행한 방향으로 신장될 수 있다.
- [0031] 압전체(40)는 몸체부(30)의 상면 또는 하면에 배치되며, 몸체부(30)의 자유단(303)이 휘어짐에 따라 변형되어 분극이 가능한 소자일 수 있다. 일례로, 압전체(40)는 폴리플루오린화비닐라덴(PVDF)일 수 있다. PVDF는 압전성 박막으로서 유연성이 있기 때문에 낮은 중량, 낮은 열 전도도, 높은 화학적 내식성 및 내열성을 갖는다.
- [0032] 진동부(50)는 진동으로 자유단(303)에 보다 높은 힘(stress)이 가해질 수 있도록, 일단은 자유단(303)에 고정되면서 타단은 고정단(301) 방향으로 신장된 'ㄷ'형상일 수 있다. 이 경우, 진동부(50)의 타단이 진동하면서 자유단(303)에 높은 강도의 힘(stress)이 걸리게 된다. 이는 압전체(40)의 변형을 증가시켜 생성되는 전력을 증가시키는 효과가 있다.
- [0033] 종래의 캔틸레버(외팔보) 구조는 몸체부(30)의 길이를 길게 하여 압전체(40)의 변형을 증가시킨다. 이 경우, 캔틸레버의 크기가 커지게 되므로 소형화가 어려운 문제점이 있다. 본 실시예에 따른 진동부(50)의 구조는 생성되는 전력이 향상된 캔틸레버(1)를 소형으로 제작할 수 있는 이점이 있다.

- [0034] 캔틸레버의 길이 및 두께는 캔틸레버가 동작하는 공진 주파수를 결정하는 파라미터로 작용될 수 있다. 본 실시예에 따른 진동부(50)의 형상은, 종래의 길이를 신장시킨 캔틸레버의 출력을 소형의 구조로 생성할 수 있다. 이는 종래의 캔틸레버에 비해 동작하는 공진 주파수가 낮게 설계될 수 있음을 의미한다. 따라서, 자연에서 발생하는 낮은 주파수의 가진으로도 공진하여 높은 전력을 생성할 수 있는 이점이 있다.
- [0035] 진동부(50)의 타단에는 중력에 의해서 진동의 정도를 향상시킬 수 있는 질량체(501)가 배치될 수 있다.
- [0036] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스터(3)을 나타낸다. 도 3을 참조하면, 에너지 하베스터(3)는 받침대(10); 받침대(10) 상에 배치되는 제1 캔틸레버(1); 및 제1 캔틸레버(1)와 대향되도록 받침대(10) 상에 배치되는 제2 캔틸레버(2)를 포함할 수 있다.
- [0037] 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)는, 받침대(10)에 고정되는 고정단(301)과 고정단(301)에 대해서 휘어질 수 있도록 신장된 자유단(303)이 구비된 몸체부(30); 몸체부(30)의 자유단(303)과 일단이 연결되고, 타단은 몸체부(30)의 둘레를 따라 몸체부(30)의 고정단(301) 방향으로 신장된 'ㄷ' 형상의 진동부(50); 및 몸체부(30)에 부착되고 몸체부(30)의 변형에 의해서 전기를 발생시키는 압전체(40)를 포함할 수 있다.
- [0038] 받침대(10)는 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)의 위치 조절이 가능한 이동부재(101)를 구비할 수 있다. 이 경우, 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)의 고정단(301)은 이동부재(101)에 각각 고정된다. 이동부재(101)에 의해서 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)의 배치 간격이 조정된다.
- [0039] 제1 캔틸레버(1)와 제2 캔틸레버(2)는 각각 다른 주파수 대역에서 공진할 수 있도록 서로 상이한 공진 주파수를 갖는다. 본 실시예로, 제1 캔틸레버(1)는 15~20Hz 사이의 공진 주파수를 갖도록 설계되고, 제2 캔틸레버(2)는 30~35Hz 사이의 공진 주파수를 갖도록 설계될 수 있다.
- [0040] 캔틸레버(1, 2)의 공진 주파수 대역은 진동하는 몸체부(30, 30'), 진동부(50, 50')의 두께 및 길이에 의해서 결정될 수 있다. 보다 상세하게, 몸체부(30, 30')의 길이가 길어질수록, 두께는 얇아질수록 캔틸레버의 공진 주파수는 낮아진다.
- [0041] 따라서, 본 실시예로 제1 캔틸레버(1)의 몸체부(30) 길이는 제2 캔틸레버(2)의 몸체부(30') 길이보다 길게 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 제1 캔틸레버(1)의 몸체부(30) 두께는 제2 캔틸레버(2)의 몸체부(30') 두께보다 얇게 형성되는 것이 바람직하다. 이와 같은 구조상 차이로 제1 캔틸레버(1)는 제2 캔틸레버(2)보다 상대적으로 낮은 공진 주파수를 갖게 된다.
- [0042] 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)는 진동부(50)의 타단이 마주보는 방향으로 받침대(10)에 배치되는 것이 바람직하다. 이 경우, 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)는, 진동부(50)의 타단에 배치되는 자성체(501')를 더 포함할 수 있다.
- [0043] 자성체(501')는 도 2에서 상술한 질량체(501)의 역할을 하면서 자성을 띤 물체를 말한다. 자성체(501')는 서로 밀어내는 척력을 발생시킬 수 있다.
- [0044] 도 4는 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)가 진동하는 모습을 나타낸다. 도 4와 같이 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)가 대향되도록 배치되는 경우, 어느 하나의 캔틸레버(1 또는 2)가 진동하면 자성체(501')의 척력에 의해서, 한 쌍의 캔틸레버(1,2)는 진동이 증폭될 수 있다.
- [0045] 보다 상세하게, 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)는 자연환경에서 발생하는 낮은 대역의 주파수에서 공진이 가능하다. 또한, 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)는 각각의 공진 주파수 대역을 갖고 있으므로 각각의 공진 주파수에서 효율적인 진동이 발생하며, 어느 한 캔틸레버의 진동은 자성체(501')에 의해서 다른 캔틸레버의 진동을 증폭시킬 수 있다. 따라서, 에너지 하베스터(3)는 넓은 주파수 대역에서 효과적으로 에너지를 수확할 수 있으며 출력 이득이 향상된다.
- [0046] 도 5는 제1 캔틸레버 및 제2 캔틸레버의 진동에 의해서 출력되는 결과를 나타낸다. 도 6은 에너지 하베스터(3)에 가해지는 진동의 주파수 대역별 출력 전압의 파형을 나타낸다. 도 5 및 도 6을 참조하면, L-part는 상대적으로 낮은 공진 주파수를 갖는 제1 캔틸레버(1)의 출력을 나타내고, H-part는 상대적으로 높은 공진 주파수를 갖는 제2 캔틸레버(2)의 출력을 나타낸다.
- [0047] 단일 캔틸레버의 사용으로 제한된 공진 주파수를 갖는 종래의 에너지 하베스터와 다르게 본 실시예에 따른 에너지 하베스터(3)는 L-part 및 H-part의 주파수 대역에서 전력을 생성할 수 있으므로 넓은 에너지 수확 범위를 갖게 된다.

[0048] 또한, 본 실시예에 따른 에너지 하베스터(3)는, 제1 캔틸레버(1) 및 제2 캔틸레버(2)의 구성 및 배치에 의해서, 단일 캔틸레버(Only L-part, Only H-part)를 적용한 에너지 하베스터의 출력보다 높은 전력을 생성하는 것을 확인할 수 있다.

[0049] 결과적으로 본 발명에 따른 에너지 하베스터는 향상된 주파수 대역 및 향상된 출력이득을 갖게 되는 이점이 있다.

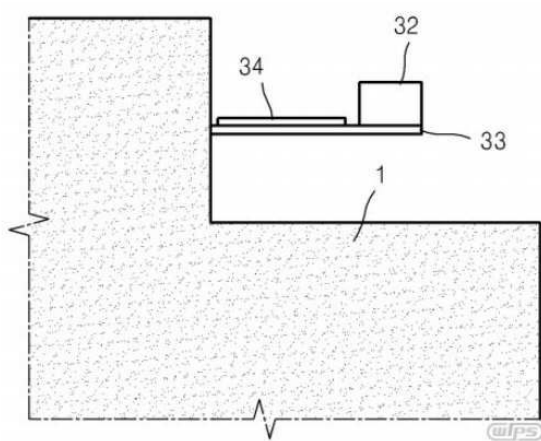
[0050] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

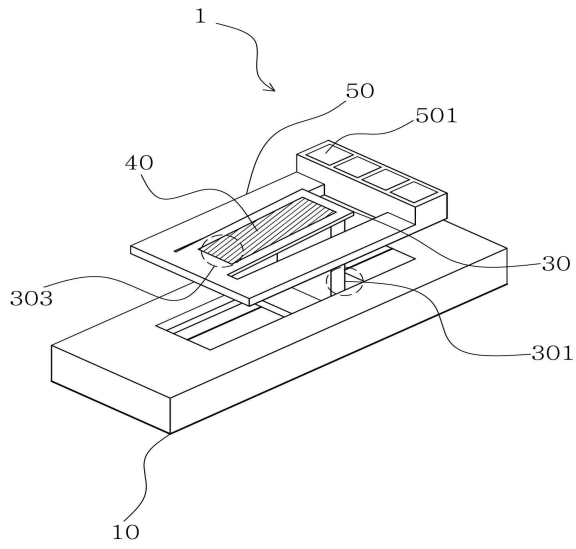
- [0051] 1: 캔틸레버 1: 제1 캔틸레버
 2: 제2 캔틸레버 3: 에너지 하베스터
 10: 받침대 101: 이동부재
 30, 30': 몸체부 301: 고정단
 303: 자유단 40: 압전체
 50, 50': 진동부 501: 질량체
 501': 자성체

도면

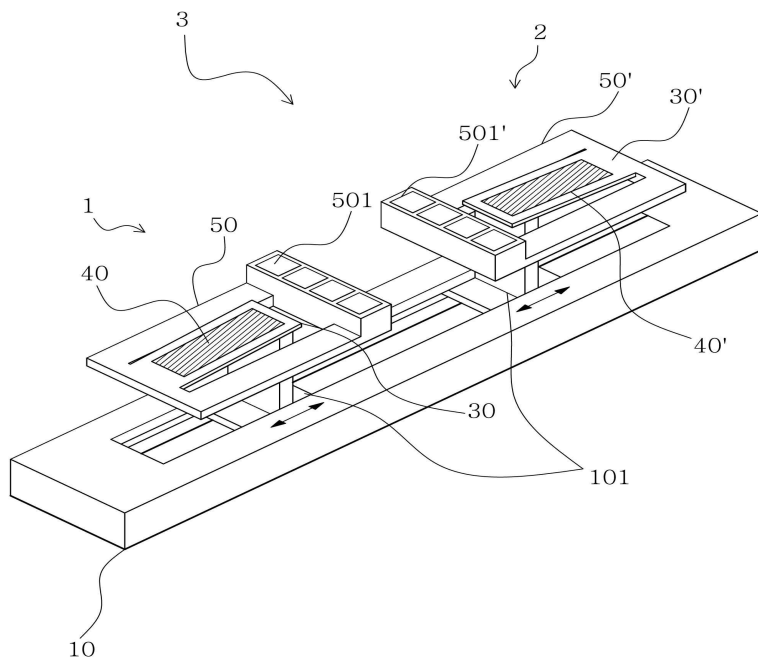
도면1



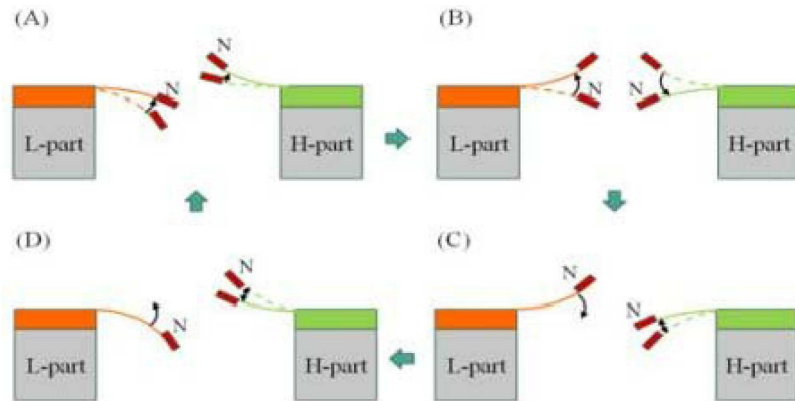
도면2



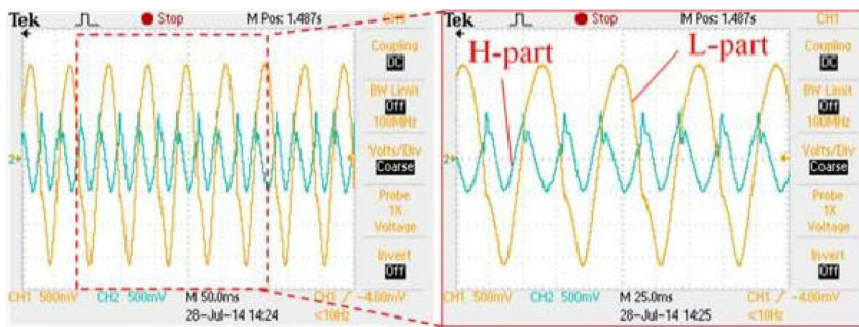
도면3



도면4



도면5



도면6

