



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월04일

(11) 등록번호 10-1517718

(24) 등록일자 2015년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 41/08 (2006.01) H01L 41/113 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0005720

(22) 출원일자 2014년01월16일

심사청구일자 2014년01월16일

(56) 선행기술조사문헌

JP2011233563 A

WO2010029715 A1

KR1020110062677 A

KR101212958 B1

기술이전 희망 : 기술양도

(73) 특허권자

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)

(72) 발명자

박태곤

서울시 양천구 목동동로 130, 1404동 604호 (신정동, 목동신시가지아파트)

정성수

경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 217동 104호 (반림동, 트리비아아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김중선, 이형석

전체 청구항 수 : 총 8 항

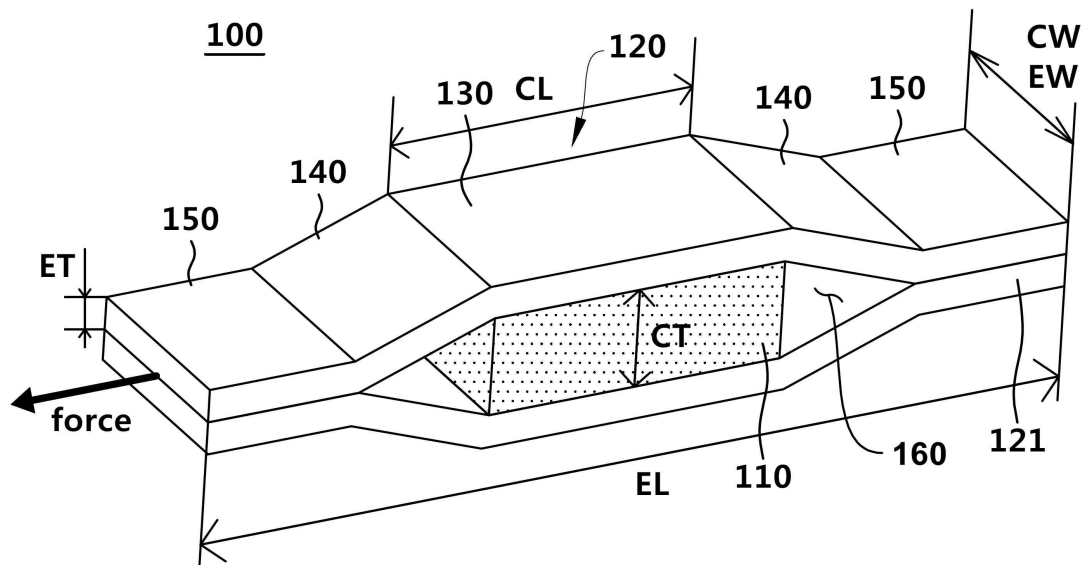
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 **장력용 압전발전소자**

(57) 요약

본 발명은 장력용 압전 발전 소자에 관한 것으로, 압전체가 윗방 향으로 분극을 가지며, 압전체의 윗면과 아랫면에 접착된 상부 및 하부 탄성체가 미세한 진동 또는 인간의 움직임에 의해 수평방향으로 당겨 졌을시, 장력에 의해 중앙 수직방향으로 변위가 생김에 따라 탄성체가 수직방향의 변위를 탄성체에 가하게 되어 전기에너지가 발생하게 되고, 이와 같이 작은 운동에너지를 전기 에너지로 변환하여 사용할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

하용우

경상남도 창원시 마산회원구 내서읍 광려천남로
267, 106동 1402호 (원계대동다숲아파트)

천성규

울산광역시 중구 광남6길 8 (남외동)

김나리

경상남도 창원시 진해구 여좌로118번길 20, 408호
(여좌동, 해성APT)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711005133

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역기초연구활성화(교육부)

연구과제명 비파괴 검사용 친환경 압전 초음파 탐상기 개발

기 여 율 1/3

주관기관 창원대학교

연구기간 2013.04.26 ~ 2016.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425081339

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 한국산학연합회

연구사업명 산학연합력기술개발

연구과제명 비금속 구조물 검사용 초음파 트랜스듀서 개발

기 여 율 1/3

주관기관 (주)매트론

연구기간 2013.07.01 ~ 2014.06.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345174664

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 선도연구센터지원

연구과제명 기능성 소자/시스템 설계 및 제어 기술

기 여 율 1/3

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2011.09.07 ~ 2018.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

전기에너지를 발생시키는 압전체;
상기 압전체의 윗면에 중앙부가 접촉되고 양끝단이 연장된 상부 탄성체; 및
상기 압전체의 아랫면에 중앙 부분이 접촉되고, 양끝이 상기 상부 탄성체의 양끝단에 접촉된 하부 탄성체;를 포함하는 장력용 압전 발전 소자.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 압전체는 윗 방향으로 분극을 가지는 것을 특징으로 하는 장력용 압전 발전 소자.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 압전체는 세라믹 재질인 것을 특징으로 하는 장력용 압전 발전 소자.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 압전체는 육면체인 것을 특징으로 하는 장력용 압전 발전 소자.

청구항 5

제 1항에 있어서,
상기 상부 및 하부 탄성체는 양끝을 수평방향으로 당겨 생기는 장력에 의해 중앙 수직방향으로 변위가 생기고,
상기 압전체는 상기 상부 및 하부 탄성체의 수직방향의 변위에 의해 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 하는 장력용 압전 발전 소자.

청구항 6

제 1항에 있어서
상기 상부 및 하부 탄성체는 스테인리스 스프링 강(stainless spring steel) 재질을 포함하는 것을 특징으로 하는 장력용 압전 발전 소자.

청구항 7

제 1항에 있어서,
상기 상부 탄성체 및 상기 하부 탄성체는

상기 압전체와 접촉되어 있는 중앙면,
상기 중앙면의 끝에서부터 일정 경사를 가지는 경사면 및
상기 상부 탄성체와 상기 하부 탄성체의 양끝단이 접하는 각각의 양단면을 포함하는 장력용 압전 발전 소자.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 상부 탄성체 및 상기 하부 탄성체와 상기 압전체 사이의 상기 경사면에 의하여 이루어지는 삼각형의 공간 부가 형성된 것을 특징으로 하는 장력용 압전 발전 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 장력용 압전발전소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 장력에 의하여 탄성체에서 생긴 변위가 압전 세라믹에 변위를 일으켜 전력을 발생시키는 장력용 압전발전소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 산업에서는 고유가시대를 맞이하여 전기에너지 사용이 급격히 증가하며, 이에 따라 발전량이 부족하여 에너지부족 현상이 나타나고 있다. 이런 이유로 신 재생 에너지 활용이 각광을 받고 있음에 따라 버려지는 에너지 혹은 낭비되는 물리적인 에너지를 활용하여 전력을 생산하는 압전 발전은 에너지 부족 문제를 해결하는 방안이 될 수 있다.

[0003] 특히 기구나 생활주변에서 발생하는 진동, 소음 등의 버려지는 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 압전 하베스팅 기술이 나날이 발전되고 있다. 또한, 특수한 분자구조를 가짐으로 인해 소자에 외력이 인가되어 전기에너지가 발생하는 압전세라믹 기술이 점차 발전되고 있다.

[0004] 이러한 압전 에너지 하베스팅 기술은, 압전체만으로 구성이 가능하여 발전이 되지만, 실제 사용 시에는 압전 세라믹에 전달하는 힘을 키우기 위해 탄성체를 부착한 형태로 제작하여 사용해야 한다.

[0005] 그러나 이와 같은 종래의 압전 에너지 하베스팅 기술은 수직방향의 직접적인 압력을 이용한 압전발전 방식이 주를 이루고 있어 다양한 기기에 적용하기 어렵고, 그 사용 범위 또한 한정되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 미국 등록특허공보 제6928878호(2005년08월16일)
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제 10-2012-00070040(2012년6월29일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 각종 케이블이나 여러 기기들의 내부에 적용되는 하나의 소자로 사용하기 위한 것으로 특히 케이블, 전력선, 용수철 등 장력이 발생하는 곳에 적용하여 버려지는 에너지를 사용하기 위한 장력용 압전 발전소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은, 복수의 압전 발전소자를 케이블 길이에 따라 직렬 또는 병렬로 연결하여 출력량을 증가시킴으로써 보조 전력원 및 출력량 체크를 통한 센서로 활용하기 위한 장력용 압전 발전 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은 전기에너지를 발생시키는 압전체; 및 상기 압전체의 윗면에 중앙부가 접촉되고 양끝단이, 연장된 상부 탄성체; 및 아랫면에 중앙 부분이 접촉되고, 양끝이 상기 상부 탄성체의 양끝단에 접촉된 하부 탄성체;를 포함하여 장력용 압전 발전 소자를 제공한다.

[0010] 상기 압전체는 윗 방향으로 분극을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 압전체는 세라믹 재질이며, 육면체인 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 상부 및 하부 탄성체는 양끝을 수평방향으로 당겨 생기는 장력에 의해 중앙 수직방향으로 변위가 생기고, 상기 압전체는 상기 탄성체가 수직방향의 변위에 의해 전기에너지를 발생시키는 것을 특징으로 한다.

[0013] 그리고, 상기 상부 및 하부 탄성체는 스테인리스 스프링 강(stainless spring steel) 재질을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기 탄성체는 압전체와 접촉되어 있는 중앙면, 상기 중앙면의 끝에서부터 일정 경사를 가지는 경사면 및 상부 탄성체와 하부 탄성체의 양끝단이 접하는 각각의 양단면을 포함하고, 상기 탄성체와 상기 압전체 사이에 상기 경사면에 의하여 이루어지는 삼각형의 공간부가 형성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0015] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 장력용 압전 발전 소자에 의하면, 윗 방향으로 분극을 가진 육면 압전체의 윗면과 아랫면에 상부 및 하부 탄성체의 중앙 부분이 접촉되어 있고, 상부 및 하부 탄성체의 양끝단이 접촉하는 구성을 제공함에 따라 케이블, 전력선, 용수철 등 장력이 발생하는 곳에 적용하여 전기에너지를 얻을 수 있음으로 버려지는 에너지를 사용할 수 있는 효과가 있다.

[0016] 또한, 복수의 장력용 압전 발전 소자를 케이블 길이에 따라 직렬 또는 병렬로 연결하여 출력량을 증가시킬 수 있어, 보조 전력원 및 출력량 체크를 통한 센서로 활용 가능한 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 장력용 압전 발전 소자를 나타낸 구성도.

도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 장력에 의한 압전체의 전기에너지 발생 예를 나타낸 예시도.

도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 압전체 두께 변화 특성에 따른 출력 전압 결과 그래프.

도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 압전체 폭 변화 특성에 따른 출력 전압 결과 그래프.

도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 탄성체의 두께 변화 특성에 따른 출력 전압 결과 그래프.

도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 장력용 압전 발전 소자에 가진기에서 생성된 진동을 전달하여 측정된 출력 전압(V_p)값 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명은 다양한 변형 및 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0019] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

- [0020] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 장력용 압전 발전 소자를 나타낸 구성도이다.
- [0021] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 장력용 압전 발전 소자(100)는 압전체(110)가 윗 방향으로 분극을 가지는 압전체(110)와, 상기 압전체(110)의 윗면과 아랫면에 접촉된 상부 탄성체(120) 및 하부 탄성체(121)로 구성된다.
- [0022] 압전체(110)는 일반적으로 큰 변위를 확보하기 위하여 단면적이 증가하는 형상으로 형성되지만 이 형상에 국한되는 것은 아니며, 본 발명에서는 일 예로 육면체 형상으로 구성된다.
- [0023] 또한, 상기 압전체(110)는 다양한 재질로 형성될 수 있으나, 대표적인 압전/초전성 세라믹인 티탄산 지르콘산염(lead zirconate titanate, 이하 PZT라 통칭함)으로 구성된 세라믹 소재를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0024] 상기 상부 탄성체(120)는 상기 압전체(110)와 접촉되어있는 중앙면(130), 상기 중앙면(130)의 끝에서부터 일정 경사를 가지는 경사면(140), 상부 탄성체와 하부 탄성체의 양끝단이 접하는 각각의 양단면(150) 및 상기 상부 탄성체(120)와 상기 압전체(110) 사이에 상기 경사면(140)에 의하여 이루어지는 삼각형의 공간부(160)가 형성된다.
- [0025] 상기 하부 탄성체(121)는 상부 탄성체(120)와 서로 아래 위 방향으로 대칭되는 동일한 구조로 이루어지므로 여기서 세세한 설명은 생략한다.
- [0026] 또한, 상기 상부 탄성체(120) 및 하부 탄성체(121)는 스테인리스 스프링강(stainless spring steel, 이하 SUS라 통칭함)재질을 사용할 수 있고, 상기 장력용 압전 발전 소자(100)가 적용되는 케이블, 전력선, 용수철 등의 이용환경에 따라, 탄성체의 재질을 다르게 할 수도 있다.
- [0027] 한편, 도 1에서 장력용 압전 발전 소자(100)의 설계 변수로 지정한 각 부분의 명칭은 다음의 표 1과 같다.

C.T	Ceramic Thickness	E.T	Elastic body Thickness
C.W, E.W	Ceramic Width, Elastic body Width	E.L	Elastic body Length
CL	Ceramic Length	force	Direction of Force

- [0028]
- [0029] 즉 C.T는(ceramic thickness) 압전체 두께, E.T는(elastic body thickness) 탄성체 두께, C.W는(ceramic width) 압전체 폭, E.W는(elastic body width) 탄성체 폭, E.L은(elastic body length) 탄성체 길이, C.L은(ceramic length) 압전체 길이 및 force는(direction of force) 힘의 방향을 나타낸다.
- [0030] 압전체(110)의 두께(C.T) 및 폭(C.W)은 상기 장력용 압전 발전 소자(100)가 적용되는 이용환경에 따라 조정가능하며, 상기 탄성체(120)의 두께(E.T) 및 폭(E.W) 또한 반드시 어떠한 하나의 형태로 국한될 필요는 없다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장력에 의한 압전체의 전기에너지 발생 예를 예시도를 나타낸 것으로 이를 참조하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 장력용 압전 발전 소자(100)의 상부 탄성체(120) 및 하부 탄성체(121)가 미세 진동이나 인간의 움직임 등으로 발생 되는 작은 운동 에너지에 의해 양끝이 수평방향(X축 방향)으로 당겨 지면, 이때 생기는 수평방향의 장력에 의해 압전체(110) 중앙에 수직방향(Z축 방향)으로 변위가 생기게 된다.
- [0033] 이에 따라, 상기 상부 탄성체(120) 및 하부 탄성체(121)가 수직방향의 변위에 의해 상기 압전체(110)의 윗면과 아랫면을 압박하게 되어 상기 압전체(110)가 전기에너지를 발생하게 된다.
- [0034] 이와 같이, 도 2의 장력에 의한 압전체(110)의 전기에너지 발생은 압전체(110)의 두께(C.T) 및 폭(C.W)과 탄성체(120)의 두께(E.T) 및 폭(E.W)의 변화에 따라 전기에너지가 달리 출력될 수 있으며, 설계된 장력용 압전 발전 소자(100)의 모형을 바탕으로 압전체(110)의 출력 특성을 알아보기 위한 모달 해석과 하모닉 해석을 진행하였다.
- [0035] 먼저, 도 2에 도시된 바와 같이, 장력용 압전 발전 소자(100) 내 압전체(110)의 고유 진동 모드를 모달 해석을

통해 확인해 보았으며, 주파수 변화에 따른 출력 전압을 하모닉 해석을 통해 확인하였다.

- [0036] 하모닉 해석은 압전체(110)의 길이(C.L) 10mm, 상기 압전체(110) 대각선 부분의 길이 5mm, 탄성체(120)의 양단면(150) 길이 5mm, 상기 탄성체(120)의 재질인 SUS 및 일반적인 교량의 케이블에서 발생하는 가진력인 18N을 고정변수로 정하여 해석을 진행하였다.
- [0037] 또한, 출력특성을 측정하기 위해 함수발생기에서 교류파형을 전력증폭기에 인가하고, 전력증폭기에서 이득값 만큼 증폭시킨 전원을 가진기에 인가하였다. 입력된 교류파형의 크기에 따라 가진기가 상하로 진동하면서 장력용 압전 발전 소자(100)의 양단면(150)을 당겨 발생된 출력전압을 오실로스코프로 측정하여 그래프를 완성하였다.
- [0038] 이를 도 3의 압전체 두께 변화 특성에 따른 출력 전압 결과 그래프를 통해 나타내면 다음과 같다.
- [0039] 고정변수 이외의 나머지 변수는 압전체 폭(C.W) 5mm, 탄성체의 두께(E.T) 0.5mm, 탄성체 재질은 SUS, 가진력은 18N으로 정하고, 압전체의 두께(C.T)를 (A) 1.5mm, (B) 2mm, (C) 2.5mm, (D) 3mm 총 4가지로 해석하였으며, 해석결과 출력전압은 (A) 1.5mm 일 때 19.99V, (B) 2mm 일 때 22.27V, (C) 2.5mm 일 때 23.65V, (D) 3mm 일 때 25.53V로 최대전압을 발생하였다. 따라서 압전체의 두께(C.T)가 두꺼워질수록 출력이 증가하고 공진 주파수가 낮아지는 것을 확인하였다.
- [0040] 이어서, 도 4의 압전체 폭 변화 특성에 따른 출력 전압 결과 그래프를 나타내면, 도 3에서 출력이 가장 좋았던 (D) 모델인 압전체 두께(C.T) 3mm, 탄성체 두께(E.T) 0.5mm, 탄성체 재질은 SUS, 가진력은 18N으로 정하고 압전체의 폭(C.W)을 (A) 20mm, (B) 15mm, (C) 10mm, (D) 5mm 총 4가지로 해석하였다.
- [0041] 해석결과 (A) 20mm 일 때 11.45V, (B) 15mm 일 때 15.98V, (C) 10mm 일 때 25.53V, (D) 5mm 일 때 28.93V로 최대 전압을 발생하였다. 따라서, 압전체 폭(C.W)이 얇아질수록 출력이 점점 증가하는 것을 확인하였다.
- [0042] 마찬가지로 도 5를 통하여 탄성체의 두께 변화 특성에 따른 출력 전압 결과 그래프를 나타내면, 앞선 해석에서 출력이 가장 좋았던 모델인 압전체 두께(C.T) 3mm, 압전체 폭(C.W) 5mm, 탄성체 재질은 SUS, 가진력은 18N으로 정하고, 탄성체의 두께(E.T)는 (A) 0.2mm, (B) 0.4mm, (C) 0.6mm, (D) 0.8mm 총 4가지로 해석하였다.
- [0043] 해석결과 (A) 0.2mm 일 때 35.85V, (B) 0.4 일 때 30.78V, (C) 0.6 일 때 27.39V, (D) 0.8 일 때 24.89V로 최대전압을 발생하였다. 따라서 탄성체의 두께(E.T)가 얇아질수록 출력이 증가하며 공진 주파수가 낮아지는 것을 확인할 수 있다.
- [0044] 이와 같이 압전체의 두께(C.T), 폭(C.W) 및 탄성체의 두께(E.T)와 같은 특성 변화에 따라 출력 전압이 변화하는 것을 확인하였으며, 도 6에서는 장력용 압전 발전 소자에 가진기에서 생성된 진동을 전달하여 측정한 출력 전압(V_p)값을 나타내었다.
- [0045] 주파수는 10Hz로 고정하고 유한요소해석에서 실행한 18N의 힘을 실험 장비에서 구현하지 못하여 1.5N, 3N, 4.5N, 6N 순으로 가진력 변화에 따른 출력전압을 측정하였다. 실험결과 1.5N 일 때 1.3V, 3N 일 때 3.52V, 4.5N 일 때 4.1V, 6N 일 때 4.7V의 최대전압을 발생하는 것을 확인하였다. 따라서 가진력의 크기가 증가함에 따라 출력전압이 증가하는 것을 확인하였다. 물론, 이는 하나의 예에 불과하다. 얼마든지 다른 형태로 나타낼 수 있을 것이다.
- [0046] 이와 같이 본 실시 예는 장력용 압전 발전 소자(100)에 수평으로 힘이 전달되는 디자인을 제안하여 다양한 분야에 적용될 수 있도록 제안하였다. 또한, 실험 변수를 지정하여 변수에 따른 출력특성을 유한요소해석 프로그램을 이용하여 해석 하였다. 해석결과 출력전압은 압전체의 두께(C.T)에 비례하였고, 압전체의 폭(C.W)과 탄성체의 두께(E.T)에는 반비례하는 결과를 보였다. 해석을 바탕으로 가장 출력이 높았던 압전체의 두께(C.T) 3mm, 압전체의 폭(C.W) 5mm 및 탄성체의 두께(E.T) 0.2mm의 모델을 제작하여, 가진력 증가에 따라 출력전압은 높아지는 것을 확인하였다.
- [0047] 실험결과와 유한요소해석 결과를 힘의 크기 비율로 비교 분석한 결과 전압의 크기차이는 보였지만, 비교적 선형적인 결과값을 보이는 것으로 확인하였다. 따라서 교량에서의 발생하는 장력인 18N에서는 더 높은 출력이 발생될 것으로 예상된다. 그리고, 실험결과 10Hz라는 낮은 주파수에도 전압이 출력되는 것을 확인하여, 장력이 발생하는 다양한 분야에서 발생하는 응력의 크기에 따라서 최적화를 통해 응용되는 것을 기본적인 기술적 요지로 하고 있음을 알 수 있다.
- [0048] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 관한 것이고, 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균

등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서 본 발명은 상술한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

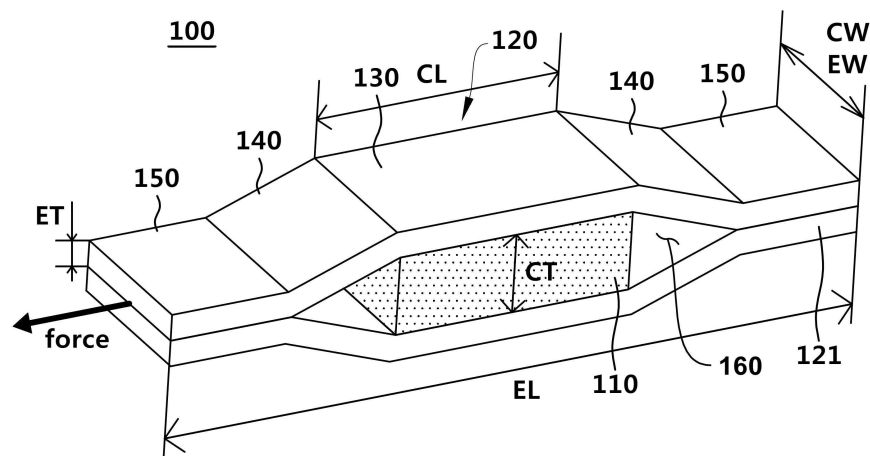
부호의 설명

[0049]

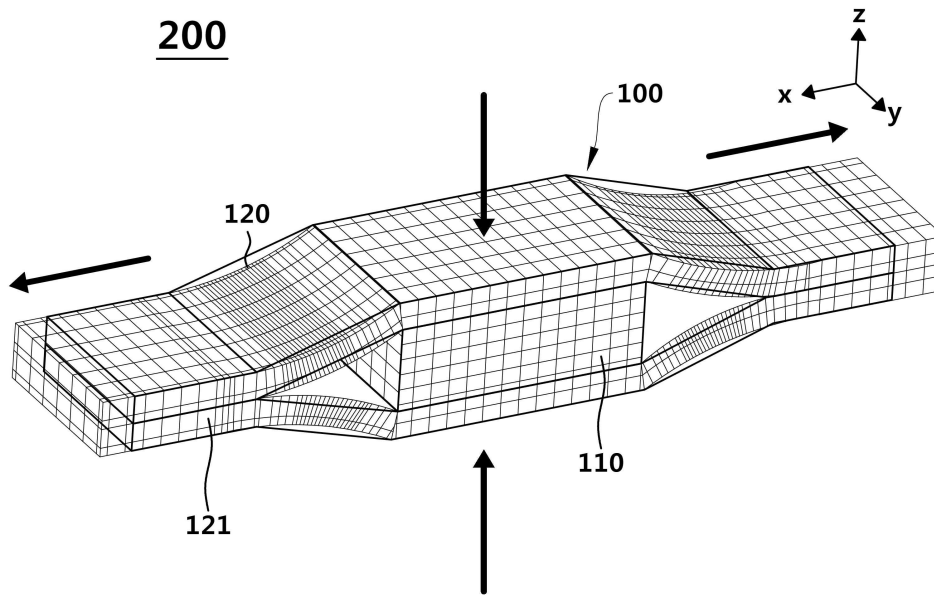
- 100 : 장력용 압전 발전 소자
- 110 : 압전체
- 120 : 상부 탄성체
- 121 : 하부 탄성체
- 130 : 중앙면
- 140 : 경사면
- 150 : 양단면
- 160 : 공간부

도면

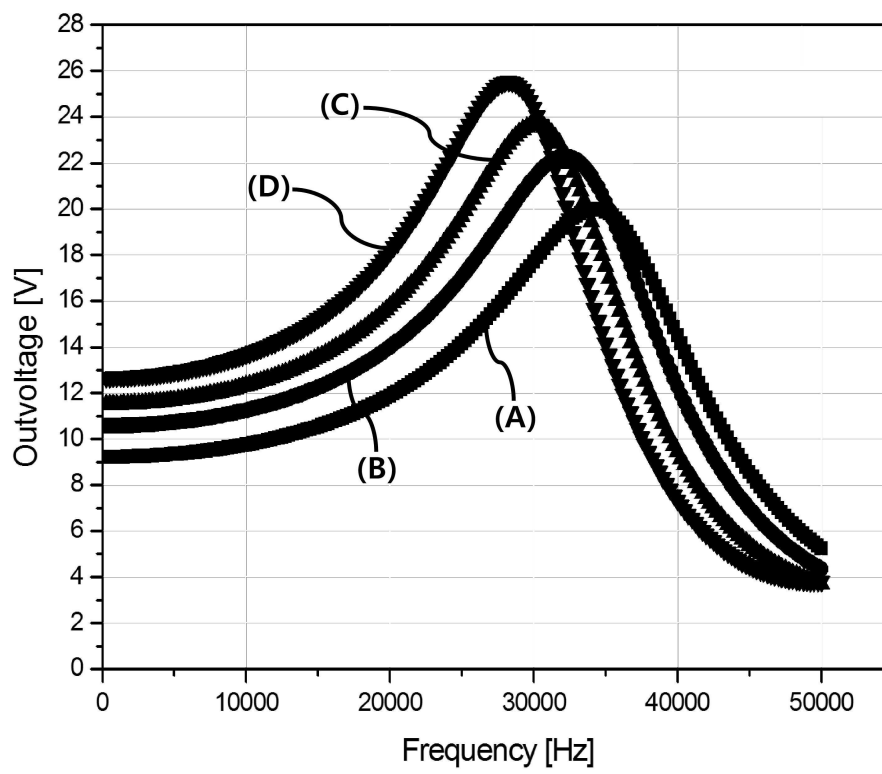
도면1



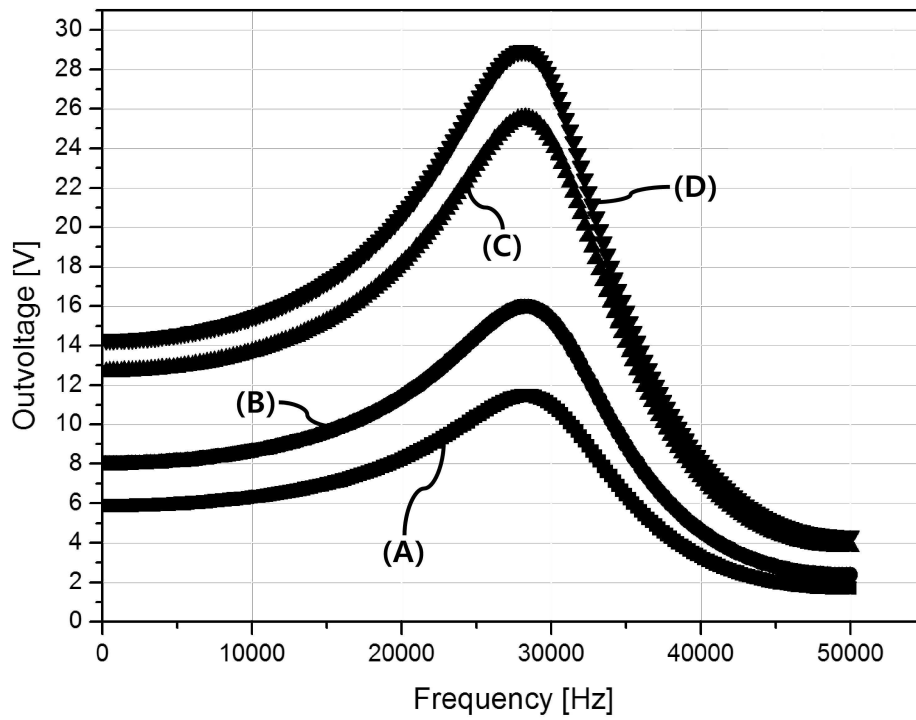
도면2



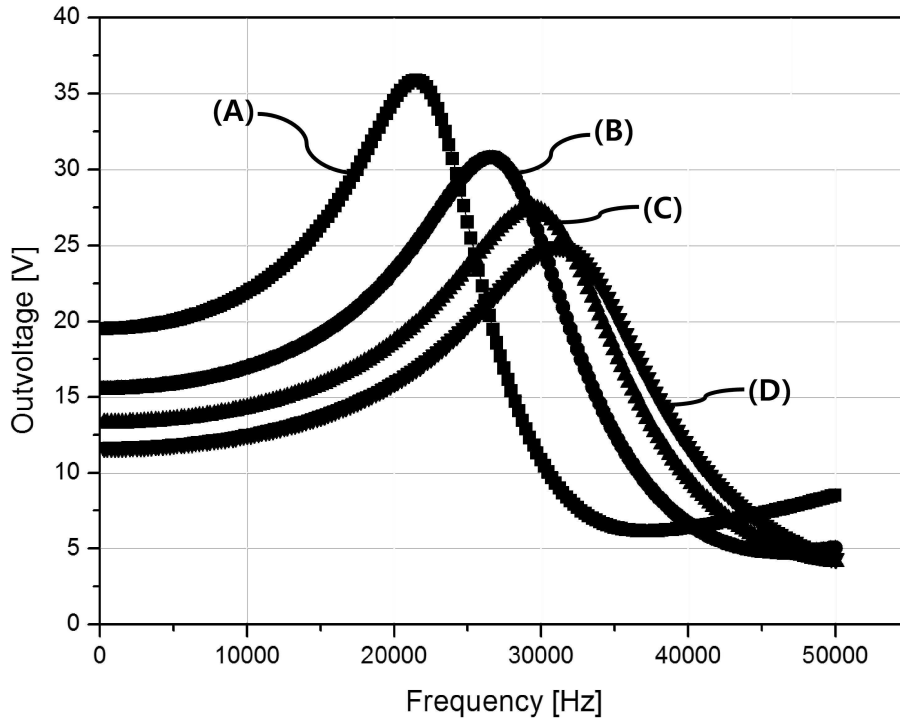
도면3



도면4



도면5



도면6

