



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0112662

(43) 공개일자 2013년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 41/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0097585

(22) 출원일자 2012년09월04일

심사청구일자 2012년09월04일

(30) 우선권주장

1020120034963 2012년04월04일 대한민국(KR)

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

윤광석

서울특별시 마포구 염리동 삼성래미안아파트 106
동 1704호

한동재

서울특별시 송파구 문정1동 삼성래미안아파트 12
6동 403호

(74) 대리인

심충섭

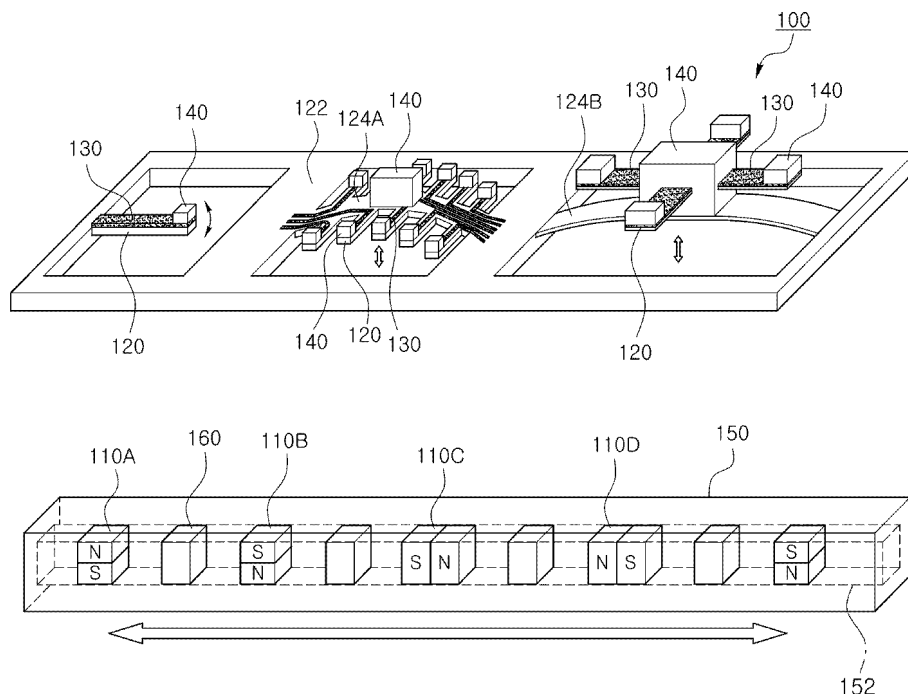
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 자기력을 이용한 에너지 수확장치 및 에너지 수확방법

(57) 요약

에너지 수확소자에 관한 기술이 개시(disclosure)된다. 일 실시 예에 있어서, 에너지 수확장치가 개시(disclosure)된다. 상기 에너지 수확장치는 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 자기장 변조기 및 상기 자기장 변조기와 이격되어 배치되며 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 적어도 하나의 진동체를 포함한다. 상기 진동체는 자성체를 포함하며, 상기 자기장 변조기는 적어도 하나의 자성체를 포함하되, 상기 적어도 하나의 자성체 중 적어도 일부는 상기 진동에 응답하여 이동한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 자기장 변조기; 및

상기 자기장 변조기와 이격되어 배치되며, 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 적어도 하나의 진동체를 포함하되,

상기 진동체는 자성체-이하 제1자성체라 함-를 포함하며,

상기 자기장 변조기는 적어도 하나의 자성체-이하 제2자성체라 함-를 포함하되, 상기 제2자성체 중 적어도 일부는 상기 힘에 응답하여 이동하는 에너지 수확장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 진동체는 압전물질을 포함하며, 상기 압전물질은 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 에너지 수확장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 진동체와 전기적으로 연결되며, 상기 전기에너지를 저장하는 저장회로를 더 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 진동체에 배치되며, 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 에너지변환체를 더 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 에너지변환체와 전기적으로 연결되며, 상기 전기에너지를 저장하는 저장회로를 더 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기장 변조기는 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부가 이동할 수 있는 채널을 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자기장 변조기는 적어도 하나의 스페이서를 포함하며, 상기 제2자성체 중 적어도 일부는 상기 스페이서에 의하여 서로 이격되어 배치되는 에너지 수확장치.

청구항 8

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진동체는 상기 자기장에 응답하여 자유 진동하여 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하되,

상기 자유 진동은 상기 제1자성체에 가해지는 자기장-상기 자기장은 상기 힘에 응답하여 이동하는 상기 제2자성

체 중 상기 적어도 일부에 의하여 발생됨-에 의하여 발생하는 에너지 수확장치.

청구항 9

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진동체는 상기 제1자성체가 배치되는 적어도 하나의 캔틸레버(cantilever)를 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 적어도 하나의 캔틸레버는 복수의 캔틸레버들을 포함하며, 상기 복수의 캔틸레버들은 상기 자기장에 의하여 서로 동일한 방향으로 자유 진동하되,

상기 자유 진동은 상기 복수의 캔틸레버들 각각에 배치되는 상기 제1자성체에 가해지는 자기장-상기 자기장은 상기 힘에 응답하여 이동하는 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부에 의하여 발생됨-에 의하여 발생하는 에너지 수확장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 에너지변환체는 상기 캔틸레버의 적어도 어느 한 면에 배치되는 압전물질을 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 진동체는 상기 캔틸레버 상에 배치되는 적어도 하나의 질량체를 더 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 13

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진동체는

적어도 하나의 빔(beam); 및

상기 빔에 배치되는 적어도 하나의 캔틸레버를 포함하되,

상기 제1자성체는 상기 빔 및 상기 캔틸레버 중에서 선택되는 적어도 어느 하나에 배치되며,

상기 빔은 상기 자기장에 응답하여 스냅 좌굴(snap-through buckling)을 일으키는 에너지 수확장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 에너지변환체는 상기 캔틸레버의 적어도 어느 한 면에 배치되는 압전물질을 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 진동체는 상기 빔 및 상기 캔틸레버 중에서 선택되는 적어도 어느 하나에 배치되는 적어도 하나의 질량체를 더 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 16

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2자성체는 서로 이격되어 배치되는 복수의 자성체들을 포함하되,

상기 복수의 자성체들 중 적어도 일부는 상기 힘에 의하여 이동하고, 상기 진동체는 상기 힘에 의하여 이동하는 상기 복수의 자성체들 중 상기 적어도 일부에 의하여 발생하는 자기장에 의하여 자유 진동하여 상기 자기장으로

부터 진동에너지를 생성하는 에너지 수확장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 복수의 자성체들은 서로 다른 자기장 방향을 가지는 자성체들을 포함하는 에너지 수확장치.

청구항 18

외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 과정;

상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 과정; 및

상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 과정을 포함하되,

상기 자기장을 생성하는 과정은 적어도 하나의 자성체-이하 제1자성체라 함-를 포함하는 자기장 변조기를 제공하는 과정을 포함하되,

상기 제1자성체 중 적어도 일부가 상기 힘에 응답하여 이동하여 상기 자기에너지를 생성하는 에너지 수확방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 과정은 자성체-이하 제2자성체라 함-를 포함하는 적어도 하나의 진동체를 제공하는 과정을 포함하되,

상기 진동체는 상기 자기장에 응답하여 자유 진동하여 상기 자기장을 상기 진동에너지로 변환하는 에너지 수확방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 진동체는 압전물질을 포함하며, 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 과정 및 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 과정은 동시에 수행되는 에너지 수확방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 명세서는 대체로 에너지 수확장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 자기력을 이용한 에너지 수확장치 및 에너지 수확방법에 관한 것이다.

[0002] 본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 미래유망 융합기술 파이오니어사업으로부터 지원받아 수행되었습니다(과제번호-2010-0019453).

배경기술

[0003] 최근 유비쿼터스 환경 영향 하에 휴대용 전자기기 기술의 비약적 발전에 반하여, 이를 구동하여 주는 전원공급 매체의 더딘 발전속도는 전원공급 기기의 지속적인 교체 필요성과 이에 따른 유지비용의 증가라는 문제를 야기시키며 문제로 지적되고 있다. 따라서 외부전원 또는 교환이 필요한 건전지 등의 사용 없이, 휴대용 전자기기 등에 영구적인 에너지를 공급하기 위하여 에너지 수확(Energy Harvesting) 기술이 필요하다.

[0004] 휴대용 전자기기의 발달과 함께 wearable computer, smart wear 등과 같은 인간의 의복 또는 착용 가능한 전자 기기에 대한 수요와 연구가 증가하고 있다. 인체의 움직임 등에서 발생하는 진동에너지를 이용한 에너지 수확 기술로 전자기기에 전원공급을 한다면 시간과 공간에 제약을 받지 않는 지속적 에너지 공급원으로서 기존의 전원공급 매체의 문제점을 해결 및 관련 분야의 기술발달에 기여할 수 있다. 또한, 의복 또는 착용 가능한 에너지 수확 소자의 경우 착용성이 높고 무의식적인 에너지 수확이 가능하다는 장점이 있다. 또한, 인체에 착용 가능한 에너지 수확장치는 인체의 구부림과 폼에 의한 힘이나 상하좌우 운동에 의한 에너지를 바로 수확할 수 있다는 장점이 있다.

[0005] 압전형 에너지 수확장치는 변형의 크기와 속도 및 면적에 비례하는 출력을 가지고 있으며, 캔틸레버, 나노선, 쌍안경 구조 등 여러 구조를 이용한 소자들이 연구되고 있다. 하지만 인체의 움직임에 의하여 에너지 수확을 하려는 경우 기계적 진동에 비하여 주파수가 느리고 비주기적인 간헐적인 움직임을 가지므로 출력되는 전압과 전류가 작다. 효율적인 에너지 수확을 위해서는 느린 움직임에서도 높은 출력을 얻을 수 있는 압전 구조체가 필요하다. 이러한 연구 결과들 중 하나는 외부의 진동에너지를 수확하여 전기에너지로 변환 및 저장하려는 시도이다. 진동에너지를 수확하여 전기에너지로 변환 및 저장하는 기술은 자연적인 진동뿐만 아니라 인위적인 진동이 존재하는 모든 장소에서 적용이 가능하다. 따라서, 진동에너지를 수확하여 전기에너지로 변환 및 저장하는 기술은 휴대용 전자기기 등에 영구적인 에너지를 공급하기 위한 유망한 후보가 되고 있다.

[0006] 진동에너지를 수확하여 전기에너지로 변환하는 압전형 에너지 수확장치의 예가 출원특허 KR 10-2009-0122406, '고효율 자가 발전장치'에서 제안된 바 있으나, 인용발명은 압전 구조체가 배치된 진동체에 직접 외력을 인가하여 전기에너지를 생성하는 것으로서 본 명세서에서 제시하는 자기력을 이용하여 진동체에 간접적으로 외력을 인가하는 에너지 수확장치와는 차이가 있다.

발명의 내용

[0007] 일 실시 예에 있어서, 에너지 수확장치가 개시(disclosure)된다. 상기 에너지 수확장치는 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 자기장 변조기 및 상기 자기장 변조기와 이격되어 배치되며 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 적어도 하나의 진동체를 포함한다. 상기 진동체는 자성체를 포함하며, 상기 자기장 변조기는 적어도 하나의 자성체를 포함하되, 상기 적어도 하나의 자성체 중 적어도 일부는 상기 외부의 힘에 응답하여 이동한다.

[0008] 다른 실시 예에 있어서, 에너지 수확방법이 개시된다. 상기 에너지 수확방법은 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 과정, 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 과정 및 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 과정을 포함한다. 상기 변화하는 자기장을 생성하는 과정은 적어도 하나의 자성체를 포함하는 자기장 변조기를 제공하는 과정을 포함하되, 상기 적어도 하나의 자성체 중 적어도 일부가 상기 외부의 힘에 응답하여 이동하여 상기 변화하는 자기장을 생성한다.

[0009] 전술한 내용은 이후 보다 자세하게 기술되는 사항에 대해 간략화된 형태로 선택적인 개념만을 제공한다. 본 내용은 특허 청구 범위의 주요 특징 또는 필수적 특징을 한정하거나, 특허청구범위의 범위를 제한할 의도로 제공되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일 실시 예에 따른 에너지 수확장치를 나타내는 도면이다.

도 2는 다른 실시 예에 따른 에너지 수확장치를 나타내는 도면이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 에너지 수확장치를 이용한 에너지 수확방법을 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 본 명세서에 개시된 실시 예들을 도면을 참조하여 상세하게 설명하고 자 한다. 본문에서 달리 명시하지 않는 한, 도면의 유사한 참조번호들은 유사한 구성요소들을 나타낸다. 상세한 설명, 도면들 및 청구항들에서 상술하는 예시적인 실시 예들은 한정을 위한 것이 아니며, 다른 실시 예들이 이용될 수 있으며, 여기서 개시되는 기술의 사상이나 범주를 벗어나지 않는 한 다른 변경들도 가능하다. 당업자는 본 개시의 구성요소들, 즉 여기서 일반적으로 기술되고, 도면에 기재되는 구성요소들을 다양하게 다른 구성으로 배열, 구성, 결합, 도안할 수 있으며, 이것들의 모두는 명백하게 고안되어지며, 본 개시의 일부를 형성하고 있음을 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 도면에서 여러 층(또는 막), 영역 및 형상을 명확하게 표현하기 위하여 구성요소의 폭, 길이, 두께 또는 형상 등은 과장되어 표현될 수도 있다.

[0012] 일 구성요소가 다른 구성요소 "와 연결" 이라고 언급되는 경우, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소와 직접 연결되는 경우는 물론, 이들 사이에 추가적인 구성요소가 개재되는 경우도 포함할 수 있다.

[0013] 일 구성요소가 다른 구성요소 "에 배치" 이라고 언급되는 경우, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접 배치되는 경우는 물론, 이들 사이에 추가적인 구성요소가 개재되는 경우도 포함할 수 있다. 또한, 일 구성요소가 다른 구성요소 "에 배치" 이라고 언급되는 경우, 상기 배치라는 용어는 일반적인 배치의 의미뿐만 아니라 부

작의 의미도 포함할 수 있다.

- [0014] 도 1은 일 실시 예에 따른 자기력을 이용한 에너지 수확장치를 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, 에너지 수확장치(100)는 자기장 변조기(110) 및 자성체(140)를 포함하는 적어도 하나의 진동체(120)를 포함한다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 에너지 수확장치(100)는 선택적으로(optionally) 에너지변환체(130)를 더 포함할 수 있다. 몇몇 또 다른 실시 예들에 있어서, 에너지 수확장치(100)는 선택적으로(optionally) 저장회로(미도시)를 더 포함할 수 있다. 이하 진동체(120)가 포함하는 자성체(140)를 제1자성체라 하기로 한다.
- [0015] 자기장 변조기(110)는 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성한다. 자기장 변조기(110)는 적어도 하나의 자성체를 포함한다. 이하 자기장 변조기(110)가 포함하는 상기 적어도 하나의 자성체를 제2자성체라 하기로 한다. 상기 제2자성체 중 적어도 일부는 상기 외부의 힘에 응답하여 이동한다. 일례로, 상기 외부의 힘은 진동의 형태를 취할 수도 있다. 상기 제2자성체는 진동체(120)에 자기력을 인가할 수 있다. 진동체(120)에 인가되는 상기 자기력은 상기 제2자성체가 생성하는 자기장에 기인할 수 있다. 상기 제2자성체가 고정되어 있을 경우, 진동체(120)에 인가되는 상기 자기력은 소정의 값을 가질 수 있다. 소정의 값을 가지는 상기 자기력은 상기 제2자성체에 포함되는 자성체의 극성, 종류, 세기 등을 조정하여 조절될 수 있다. 도면에 화살표로 도시된 바와 같이, 상기 제2자성체 중 적어도 일부가 상기 외부의 힘에 응답하여 이동하면, 진동체(120)에 인가되는 상기 자기력의 값이 달라질 수 있다. 이는 상기 외부의 힘에 의한 진동체(120)와 상기 제2자성체 간의 거리의 변화에 기인할 수 있다. 이를 통하여 자기장 변조기(110)는 변화하는 자기장을 생성할 수 있다. 상기 제2자성체의 재료로서 다양한 재료가 사용될 수 있다. 상기 제2자성체는 예로서 네오디뮴(NdFeB)자석일 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서, 상기한 예시 이외에도 상기 제2자성체로서 다양한 재료의 영구자석, 다양한 재료의 비영구자석, 전자석 등이 사용될 수 있다. 상기 제2자성체는 서로 이격되어 배치되는 복수의 자성체들을 포함하며, 상기 복수의 자성체들 중 적어도 일부는 상기 외부의 힘에 의하여 이동할 수 있다. 이 경우, 상기 복수의 자성체들은 서로 다른 자기장 방향을 가지는 자성체들을 포함할 수 있다. 도면에는 서로 다른 극성방향을 가지는 자성체(110A, 110B, 110C, 110D)를 포함하는 상기 제2자성체가 예로서 표현되어 있다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 상기 제2자성체는 동일한 극성방향을 가지는 자성체만을 포함할 수도 있다. 또 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 상기 제2자성체는 서로 다른 극성방향을 가지는 자성체(110A, 110B, 110C, 110D) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나를 포함할 수도 있다. 도면에 도시된 상기 제2자성체의 배치는 이해를 위한 예시로서, 상기한 예시 이외에도 상기 제2자성체는 다양한 방식으로 배치될 수 있다.
- [0016] 일 실시 예에 있어서, 자기장 변조기(110)는 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부가 이동할 수 있는 채널(150)을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부는 채널(150)의 공간(152)를 통하여 이동할 수 있다. 채널(150)의 재료로서 다양한 재료가 사용될 수 있다. 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부가 채널(150)의 공간(152)을 통하여 이동할 수 있는 한 채널(150)의 재료에는 제한이 없다. 일례로, 자기장 변조기(110)에 외부의 힘이 전달되면, 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부는 채널(150)의 공간(152)을 통하여 이동할 수 있다. 이를 통하여 자기장 변조기(110)는 변화하는 자기장을 생성할 수 있다. 다른 실시 예에 있어서, 자기장 변조기(110)는 적어도 하나의 스페이서(160)를 더 포함할 수 있다. 상기 제2자성체 중 적어도 일부는 스페이서(160)에 의하여 서로 이격되어 배치될 수 있다. 스페이서(160)의 길이 또는 폭을 조정하면 상기 제2자성체 중 인접하는 자성체 간의 간격을 조정할 수 있다. 스페이서(160)의 재료로서 다양한 재료가 사용될 수 있다. 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부를 서로 이격되게 배치할 수 있는 한 스페이서(160)의 재료에는 제한이 없다. 도면에는 서로 다른 극성방향을 가지는 자성체(110A, 110B, 110C, 110D) 사이에 배치된 스페이서(160)가 예로서 표현되어 있다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 스페이서(160)는 상기 제2자성체 중 일부의 사이에만 배치될 수도 있다. 도면에 도시된 스페이서(160)의 배치는 이해를 위한 예시로서, 상기한 예시 이외에도 스페이서(160)는 다양한 방식으로 배치될 수 있다.
- [0017] 적어도 하나의 진동체(120)는 자기장 변조기(110)와 이격되어 배치된다. 적어도 하나의 진동체(120)는 제1자성체(140)를 포함한다. 제1자성체(140)의 재료, 특성 등은 상기 제2자성체의 재료, 특성과 실질적으로 동일하므로, 이하 설명의 편의상 생략한다. 진동체(120)는 자기장 변조기(110)가 생성하는 상기 변화하는 자기장으로 부터 진동에너지를 생성한다. 상기 변화하는 자기장은 상기 외부의 힘에 응답하여 이동하는 상기 제2자성체 중 적어도 일부에 의하여 발생될 수 있다. 일례로, 상기 제2자성체는 서로 이격되어 배치되는 복수의 자성체들을 포함할 수 있다. 상기 복수의 자성체들 중 적어도 일부는 상기 외부의 힘에 의하여 이동하여 상기 변화하는 자기장을 생성할 수 있다. 이 경우, 진동체(120)는 상기 외부의 힘에 의하여 이동하는 상기 복수의 자성체들 중 상기 적어도 일부에 의하여 발생하는 자기력에 의하여 자유 진동할 수 있다. 이를 통하여 진동체(120)는 상기

변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 도면에는 진동체(120)로서 제1자성체(140)가 배치되는 캔틸레버(cantilever)가 예로서 표현되어 있다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있는 한 진동체(120)로서 다양한 구조의 진동체가 사용될 수 있다. 일 실시 예에 있어서, 진동체(120)는 자기 변화하는 자기장에 응답하여 자유 진동하여 자기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 이 경우, 자기 자유 진동은 제1자성체(140)에 가해지는 자기 변화하는 자기장에 의하여 발생될 수 있다. 다시 말하면, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장은 제1자성체(140)에 자기력을 가할 수 있다. 자기 자기장의 세기, 극성 등에 따라 제1자성체(140)에 가해지는 자기력의 크기, 방향 등이 달라질 수 있다. 제1자성체(140)의 자기장의 방향은 예로서, 자기장 변조기(110)쪽으로 나가는 방향, 즉, 제1자성체(140)의 N극 방향이 자기장 변조기(110)쪽을 향할 수 있다. 이 경우, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장의 N극 방향이 제1자성체(140) 방향일 경우에는 제1자성체(140)는 척력을 경험하게 된다. 한편, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장의 N극 방향이 제1자성체(140) 반대 방향일 경우에는 제1자성체(140)는 인력을 경험하게 된다. 다른 예로, 제1자성체(140)의 자기장의 방향은 자기장 변조기(110)쪽에서 들어오는 방향, 즉, 제1자성체(140)의 S극 방향이 자기장 변조기(110)쪽을 향할 수 있다. 이 경우, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장의 N극 방향이 제1자성체(140) 방향일 경우에는 제1자성체(140)는 인력을 경험하게 된다. 한편, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장의 N극 방향이 제1자성체(140) 반대 방향일 경우에는 제1자성체(140)는 척력을 경험하게 된다. 이를 통하여 제1자성체(140)가 배치되는 진동체(120)는 변위될 수 있다. 진동체(120)는 자유단에 배치되는 제1자성체(140)를 포함할 수 있다. 이 경우, 제1자성체(140)에 가해지는 자기력에 의해 진동체(120)의 자유단은 변위될 수 있다. 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장은 변화하는 자기장이므로 제1자성체(140)에 가해지는 자기력 역시 변화하는 자기력일 수 있다. 따라서, 진동체(120)의 자유단의 변위 역시 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장의 변화에 따라 변화될 수 있다. 일례로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장은 제1자성체(140)에 단속적으로 가해질 수 있다. 이 경우, 진동체(120)의 자유단은 자기 자기장이 가해지는 동안에는 변위되며, 자기 자기장의 자기력의 세기가 줄거나 소멸하게 되면 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 다른 예로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장의 극성이 일정한 시간 간격을 두고 반전될 경우에 진동체(120)의 자유단의 변위 역시 반전될 수 있다. 이 과정에서 진동체(120)의 자유단은 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 이를 통하여 진동체(120)는 자기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다.

[0018] 일 실시 예에 있어서, 진동체(120)는 제1자성체(140)가 배치되는 적어도 하나의 캔틸레버를 포함할 수 있다. 이 경우, 제1자성체(140)는 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장에 의하여 자기력을 경험할 수 있다. 앞서 상술한 바와 같이, 제1자성체(140)가 배치되는 자기 캔틸레버는 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장에 의하여 변위될 수 있다. 일례로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장은 제1자성체(140)에 단속적으로 가해질 수 있다. 이 경우, 자기 캔틸레버의 자유단은 자기 자기장이 가해지는 동안에는 자기 자기장에 의한 자기력에 의해 변위되며, 자기 자기력의 세기가 줄거나 소멸하게 되면 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 다른 예로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장의 극성이 일정한 시간 간격을 두고 반전될 경우에 자기 캔틸레버의 자유단의 변위 역시 반전될 수 있다. 이 과정에서 자기 캔틸레버의 자유단은 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 이를 통하여 자기 캔틸레버는 자기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다.

[0019] 다른 실시 예에 있어서, 진동체(120)는 제1자성체(140)가 배치되는 복수의 캔틸레버(cantilever)들을 포함할 수 있다. 자기 복수의 캔틸레버들 중 적어도 일부는 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장에 의하여 자유 진동할 수 있다. 앞서 상술한 바와 같이, 자기 자유 진동은 자기 캔틸레버에 배치되는 제1자성체(140)에 가해지는 자기 변화하는 자기장에 의하여 발생될 수 있다. 자기 변화하는 자기장은 자기 진동에 응답하여 이동하는 자기 제2자성체 중 자기 적어도 일부에 의하여 발생될 수 있다. 일례로, 자기 복수의 캔틸레버들 중 적어도 일부는 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장에 기인하는 자기력에 의하여 서로 동일한 방향으로 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 제1자성체(140)의 극성과 자기 제2자성체의 극성을 조정하면, 서로 동일한 방향으로 자유 진동 또는 자유 공진하는 진동체(120)를 얻을 수 있다. 다른 예로, 자기 복수의 캔틸레버들 중 적어도 일부는 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장에 기인하는 자기력에 의하여 서로 다른 방향으로 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 이를 통하여 자기 캔틸레버는 자기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다.

[0020] 또 다른 실시 예에 있어서, 진동체(120)는 제1자성체(140)가 배치되는 적어도 하나의 빔(beam)(124A, 124B) 및 빔(124A, 124B)에 배치되는 적어도 하나의 캔틸레버를 포함할 수 있다. 도면에는 진동체(120)로서 제1자성체(140)가 각각 배치되는 빔(124A, 124B) 및 캔틸레버(120)가 예로서 표현되어 있다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 제1자성체(140)는 빔(124A, 124B)에만 배치될 수도 있다. 또 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리,

제1자성체(140)는 캔틸레버(120)에만 배치될 수도 있다. 빔(124A, 124B)은 상기 변화하는 자기장 또는 상기 외부의 힘에 응답하여 스냅 좌굴(snap-through buckling)을 일으킬 수 있다. 빔(124A, 124B)은 다양한 방법에 의하여 좌굴될 수 있다. 일례로, 빔(124A, 124B)은 양끝단에 인가되는 압축 응력(compressive stress)에 의하여 좌굴될 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 빔(124A, 124B)은 다양한 방법에 의하여 좌굴될 수 있다. 스냅 좌굴은 평형상태(이하 제1 평형상태라 함)를 유지하고 있던 구조물이 외력의 변화에 의하여 갑자기 상기 제1 평형상태와는 다른 평형상태(이하 제2 평형상태라 함)로 이동하는 현상을 말한다. 이 경우, 외력이 제거되어도 구조물은 상기 제1 평형상태로 복귀하지 않는다. 상기 제1 평형상태에 놓여있는 빔(124A, 124B)에 임계 하중 이상의 외력이 전달되면 빔(124A, 124B)은 스냅 좌굴을 일으키며, 스냅 좌굴에 의하여 빔(124A, 124B)은 상기 제2 평형상태를 가질 수 있다. 상기 제1 평형상태에서 상기 제2 평형상태로의 이동은 매우 빠르게 일어날 수 있다. 상술한 설명과 실질적으로 동일한 방식에 의해, 빔(124A, 124B)은 상기 제2 평형상태에서 상기 제1 평형상태로 상태가 변화할 수도 있다. 일 실시 예에 있어서, 상기 스냅 좌굴은 빔(124A, 124B)에 배치되는 제1자성체(140)에 가해지는 자기장 변조기(110)가 생성하는 변화하는 자기장에 의하여 발생될 수 있다. 일례로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 자기장이 빔(124A, 124B)에 배치되는 제1자성체(140)에 빔(124A, 124B)의 임계 하중 이상의 자기력을 인가할 경우 상기 스냅 좌굴은 일어날 수 있다. 다른 실시 예에 있어서, 상기 외부의 힘에 의한 힘이 빔(124A, 124B)의 좌굴 임계값을 넘어설 경우 상기 스냅 좌굴은 일어날 수 있다. 스냅 좌굴에 의한 빔(124A, 124B)의 상태이동은 매우 빠르게 일어날 수 있다. 도면에는 진동체(120)로서 빔(124A)에 배치되는 캔틸레버(120)가 예로서 표현되어 있다. 이 경우, 캔틸레버(120)는 빔(124A)에 직접 연결되어 배치될 수 있다. 또한, 도면에는 진동체(120)로서 빔(124B)에 배치되는 캔틸레버(120)가 예로서 표현되어 있다. 이 경우, 캔틸레버는 제1자성체(140)에 연결되어 빔(124B)에 배치될 수 있다. 빔(124A, 124B)에 배치된 캔틸레버(120)는 빔(124A, 124B)의 빠른 상태이동시 생성되는 임펄스 진동에 의하여 진동할 수 있다. 일례로, 빔(124A, 124B)에 배치된 캔틸레버(120)는 고유의 공진주파수를 가질 수 있으며, 상기 임펄스 진동에 의하여 자유 공진 또는 자유 진동할 수 있다. 이 경우, 상기 캔틸레버는 상기 임펄스 진동에너지로 고주파 진동에너지로 변환할 수 있다. 다시 말하면, 빔(124A, 124B)은 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기장을 이용하여 상기 임펄스 진동энер지를 생성할 수 있다. 캔틸레버(120)는 상기 임펄스 진동에너지로부터 진동에너지로 생성할 수 있다. 이를 통하여 진동체(120)는 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 자기장으로부터 진동에너지로 생성할 수 있다. 캔틸레버(120)의 자유 공진 주파수는 상기 캔틸레버의 재료, 크기 등을 조절하여 조절될 수 있다. 상기 고주파 진동의 주파수는 상기 외부 진동의 주파수보다 높은 주파수를 가진다. 상기 고주파 진동의 주파수는 수 kHz 일 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 상기한 예시 이외에도 다양한 주파수 범위를 가질 수 있다.

[0021] 또 다른 실시 예에 있어서, 진동체(120)는 적어도 하나의 질량체(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 질량체는 상기 캔틸레버 및 빔(124A, 124B) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나의 위에 배치될 수 있다. 상기 질량체는 예로서 상기 캔틸레버의 자유단에 배치될 수 있다. 다른 예로서, 상기 질량체는 빔(124A, 124B)의 표면에 배치될 수도 있다. 이 경우, 상기 질량체와 상기 캔틸레버 및 빔(124A, 124B) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나 사이에는 추가적인 구성요소가 개재될 수 있다. 상기 추가적인 구성요소는 예로서 절연층, 압전물질 및 금속 박막 중에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다. 상기 절연층은 예로서 산화막, 질화막 등일 수 있다. 상기 질량체는 상기 캔틸레버 및 빔(124A, 124B) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나의 적어도 어느 한 표면에 배치될 수 있다. 상기 질량체는 상기 캔틸레버 및 빔(124A, 124B) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나에 집중하중을 줄 수 있다. 일례로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장에 의하여 진동체(120)가 진동할 경우, 상기 질량체는 빔(124A, 124B)의 스냅 좌굴을 촉진시키는 역할을 수행할 수 있다. 다른 예로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 자기 변화하는 자기장에 의하여 진동체(120)가 진동할 경우, 상기 질량체는 상기 캔틸레버의 자유단에 배치되어 상기 캔틸레버에 하중을 인가할 수 있다. 또 다른 예로, 빔(124A, 124B)이 스냅좌굴될 경우, 캔틸레버(120)는 앞서 상술한 상기 임펄스 진동에 의하여 자유 진도 또는 자유 공진할 수 있다. 이 경우, 상기 질량체는 캔틸레버(120)의 큰 변형을 유도할 수 있다. 또한, 캔틸레버(120)는 상기 질량체에 직접 연결되어 배치될 수 있다. 일례로, 상기 질량체는 빔(124A, 124B)에 배치될 수 있다. 이 경우, 상기 질량체에 배치된 캔틸레버(120)는 빔(124A, 124B)의 빠른 상태이동시 생성되는 임펄스 진동에 의하여 진동할 수 있다. 상기 질량체에 배치된 캔틸레버(120)는 고유의 공진주파수를 가질 수 있으며, 상기 임펄스 진동에 의하여 자유 공진 또는 자유 진동할 수 있다. 이 경우, 상기 캔틸레버는 상기 임펄스 진동에너지로 고주파 진동에너지로 변환할 수 있다. 한편, 제1자성체(140)가 소정의 질량을 가지는 경우, 제1자성체(140)는 상기 질량체의 기능을 수행할 수 있다.

[0022] 에너지변환체(130)는 진동체(120)에 배치되며, 진동체(120)가 변환한 자기 진동에너지로 전기에너지로 변환할 수 있다. 일 실시 예에 있어서, 에너지변환체(130)는 캔틸레버(120) 및 빔(124A, 124B) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나의 위에 배치되어 상기 진동에너지로 전기에너지로 변환할 수 있다. 에너지변환체(130)는 압전물질

(piezoelectric material)을 포함할 수 있다. 일례로, 에너지변환체(130)는 캔틸레버(120)의 적어도 어느 한 면에 배치되는 압전물질을 포함할 수 있다. 다른 예로, 에너지변환체(130)는 상기 캔틸레버 및 빔(124A, 124B) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나의 위에 배치되는 압전물질을 포함할 수 있다. 압전물질은 기계적인 변형에 의하여 전하의 분극 현상이 생성되거나, 반대로 전기장에 의하여 기계적인 변형이 생기는 물질을 말한다. 압전 물질이 나타내는 이러한 현상을 압전 효과라고 한다. 일례로, 진동하는 물체의 표면에 압전물질을 배치하는 경우에 물체의 진동에 따라 표면에 배치된 압전물질은 기계적 변형을 겪을 수 있다. 이 경우, 압전물질은 기계적 변형에 의하여 전하의 분극 현상을 생성할 수 있다. 다시 말하면, 물체의 표면에 압전물질을 배치하고 물체를 진동시키는 경우, 물체의 표면에 배치된 압전물질은 인장과 압축을 반복적으로 경험하게 된다. 반복적인 인장과 압축을 통해 압전물질은 교류 전기 신호를 생성할 수 있다. 교류 전기 신호의 주파수는 물체의 진동주파수일 수 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 에너지변환체(130)는 예로서 캔틸레버(120) 및 빔(124A, 124B)의 상면에 배치될 수 있다. 다른 예로, 도면에 도시된 바와 같이, 에너지변환체(130)는 캔틸레버(120)의 상면에만 배치될 수도 있다. 또 다른 예로, 도면에 도시된 바와 달리, 에너지변환체(130)는 예로서 캔틸레버(120) 및 빔(124A, 124B) 중에서 선택되는 적어도 어느 하나의 적어도 어느 한 면에 배치될 수도 있다. 에너지변환체(130)는 제1자성체(140)를 포함하는 진동체(120)에 배치되므로, 자기장 변조기(110)가 생성하는 상기 변화하는 자기장에 의하여 기계적으로 변형될 수 있다. 기계적 변형에 의하여 에너지변환체(130)는 교류 전기 신호를 생성할 수 있다.

[0023] 다른 실시 예에 있어서, 진동체(120)는 압전물질을 포함할 수 있다. 진동체(120)가 압전물질을 포함하는 경우, 에너지변환체(130)는 생략될 수 있다. 압전물질을 포함하는 진동체(120)는 예로서 도면에 도시된 구조물(122)을 압전물질로 형성하여 얻어질 수 있다. 구조물(122)은 진동체(120)를 포함한다. 압전물질을 포함하는 진동체(120)는 자기장 변조기(110)가 생성하는 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 또한, 이와 동시에 압전물질을 포함하는 진동체(120)는 변환한 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환할 수 있다. 다시 말하면, 압전물질을 포함하는 진동체(120)는 자기장 변조기(110)가 생성하는 상기 변화하는 자기장을 이용하여 진동할 뿐만 아니라, 동시에 전기에너지를 생성할 수 있다. 압전물질을 포함하는 진동체(120)는 예로서 압전 물질인 캔틸레버 보 형태의 PVDF 필름일 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 자기장 변조기(110)가 생성하는 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있는 한 진동체(120)의 구조, 재료 등에는 제한이 없다.

[0024] 상기 저장회로는 예로서 에너지변환체(130)와 전기적으로 연결되며, 에너지변환체(130)가 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 이 경우, 상기 저장회로는 에너지변환체(130)의 일면 및 타면에 각각 배치되는 제1전극(미도시) 및 제2전극(미도시)에 각각 전기적으로 연결되는 제1연결단자(미도시) 및 제2연결단자(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 제1연결단자 및 상기 제2연결단자를 통하여 상기 저장회로는 에너지변환체(130)가 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 상기 제1전극 및 상기 제2전극은 전하의 분극현상이 발생하는 에너지변환체(130)의 표면에 각각 배치될 수 있다. 다른 예로, 상기 저장회로는 압전물질을 포함하는 진동체(120)와 전기적으로 연결되며, 상기 압전물질이 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 이 경우, 상기 저장회로는 압전물질을 포함하는 진동체(120)의 일면 및 타면에 각각 배치되는 제1전극(미도시) 및 제2전극(미도시)에 각각 전기적으로 연결되는 제1연결단자(미도시) 및 제2연결단자(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 제1연결단자 및 상기 제2연결단자를 통하여 상기 저장회로는 압전물질을 포함하는 진동체(120)가 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 상기 제1전극 및 상기 제2전극은 전하의 분극현상이 발생하는 진동체(120)의 표면에 각각 배치될 수 있다. 일 실시 예에 있어서, 상기 저장회로는 에너지변환체(130) 또는 압전물질을 포함하는 진동체(120)에 의하여 생성되는 전류를 수신하는 적어도 하나의 다이오드(미도시) 및 상기 다이오드로부터 출력되는 전류를 저장하는 적어도 하나의 축전기(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 다이오드는 에너지변환체(130) 또는 압전물질을 포함하는 진동체(120)가 생성하는 교류 전기 신호를 정류하여 상기 축전기에 제공하며, 상기 축전기는 정류된 전기 신호로부터 전기에너지를 저장할 수 있다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 전기에너지를 이용하는 무선 센서 네트워크 등과 같은 회로에서 교류 전기 신호를 직접 이용하는 경우에는 상기 축전기는 생략될 수 있다. 상기 저장회로는 전원공급 조절 회로를 포함할 수 있다. 상기 전원공급 조절 회로는 상기 저장회로에 연결되며, 저장된 상기 전기에너지를 전기적으로 연결된 외부 장치에 공급할 수 있다. 상기 전원공급 조절 회로는 상기 축전지에 저장된 전류의 양을 확인하여 충전량이 특정 값 이상이 될 경우 상기 외부 장치에 전원을 공급하도록 할 수 있다. 상기 전원공급 조절 회로로는 다양한 회로가 사용될 수 있다. 상기 전원공급 조절 회로는 예로서 디지털 또는 아날로그 제어 회로를 포함할 수 있다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 전기에너지를 이용하는 무선 센서 네트워크 등과 같은 회로에서 교류 전기 신호를 직접 이용하는 경우에는 상기 전원공급 조절 회로는 생략될 수 있다. 상기 저장회로는 이해를 위한 예시로서 에너지변환체(130)가 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있는 한 상기 저장회로의 구성에는 제한이 없다.

- [0025] 도 1을 다시 참조하면, 도면에는 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 자기장 변조기(110), 자성체를 포함하며 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 적어도 하나의 진동체(120) 및 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 에너지변환체(130)를 포함하는 에너지 수확장치(100)가 예로서 표현되어 있다. 진동체(120)는 예로서 상기 자기장에 기인하는 자기력을 이용하여 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 도 1과 관련하여 상술한 바와 같이, 자기장 변조기(110) 및 진동체(120)는 다양한 구성으로 구현될 수 있다. 진동체(120)가 압전물질을 포함하는 경우에는 에너지변환체(130)는 생략될 수 있다는 점은 앞서 언급한 바와 같다. 진동체(120)가 예로서 압전물질로 구현되는 경우, 진동체(120)는 상기 자기장에 의하여 진동하면서 동시에 전기에너지를 생성할 수 있다.
- [0026] 도 2는 다른 실시 예에 따른 에너지 수확장치를 나타내는 도면이다. 도 2를 참조하면, 에너지 수확장치(200)는 자기장 변조기(210), 자성체(240)를 포함하는 적어도 하나의 진동체(220) 및 에너지변환체(230)를 포함한다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 에너지 수확장치(200)는 선택적으로(optionally) 저장회로(미도시)를 더 포함할 수 있다. 이하 진동체(220)가 포함하는 자성체(240)를 제1자성체라 하기로 한다.
- [0027] 자기장 변조기(210)는 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성한다. 자기장 변조기(210)는 적어도 하나의 자성체를 포함한다. 이하 자기장 변조기(210)가 포함하는 상기 적어도 하나의 자성체를 제2자성체라 하기로 한다. 상기 제2자성체 중 적어도 일부는 상기 외부의 힘에 응답하여 이동한다. 일례로, 상기 외부의 힘은 진동의 형태를 취할 수도 있다. 상기 제2자성체는 진동체(220)에 자기력을 인가할 수 있다. 진동체(220)에 인가되는 상기 자기력은 상기 제2자성체가 생성하는 자기장에 기인할 수 있다. 상기 제2자성체가 고정되어 있을 경우, 진동체(220)에 인가되는 상기 자기력은 소정의 값을 가질 수 있다. 소정의 값을 가지는 상기 자기력은 상기 제2자성체에 포함되는 자성체의 극성, 종류, 세기 등을 조정하여 조절될 수 있다. 도면에 화살표로 도시된 바와 같이, 상기 제2자성체 중 적어도 일부가 상기 외부의 힘에 응답하여 이동하면, 진동체(220)에 인가되는 상기 자기력의 값이 달라질 수 있다. 이는 상기 외부의 힘에 의한 진동체(220)와 상기 제2자성체 간의 거리의 변화에 기인할 수 있다. 이를 통하여 자기장 변조기(210)는 변화하는 자기장을 생성할 수 있다. 일례로, 상기 제2자성체는 서로 이격되어 배치되는 복수의 자성체들을 포함할 수 있다. 도면에는 상기 제2자성체로서 서로 다른 극성방향을 가지며, 교대로 이격되어 배치되어 있는 복수의 자성체(210A, 210B)가 예로서 표현되어 있다. 또한, 도면에는 자기장 변조기(210)로서 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부가 이동할 수 있는 채널(250)을 포함하는 자기장 변조기(210)가 예로서 표현되어 있다. 이 경우, 상기 제2자성체 중 상기 적어도 일부는 채널(250)의 공간(252)를 통하여 이동할 수 있다. 이하 설명의 편의를 위하여 상기 제2자성체로서 자성체(210A, 210B)를 사용하여 설명하기로 한다. 하지만, 이러한 설명이 제2자성체(210)를 특정한 유형들이나 특정한 구조에 한정하는 것은 아니다. 일 실시 예에 있어서, 자성체(210A, 210B)는 서로 소정의 간격을 두고 배치될 수 있다. 상기 소정의 간격은 예로서 제1자성체(240) 사이의 간격과 동일한 간격일 수 있다. 또한, 상기 소정의 간격은 도 1과 관련하여 상술한 스페이서(미도시)에 의하여 유지될 수도 있다. 자성체(210), 채널(250) 및 상기 스페이서의 재료 및 기능은 각각 도 1과 관련하여 상술한 자성체(110), 채널(150) 및 스페이서(160)의 재료 및 기능과 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 설명의 편의상 생략한다.
- [0028] 적어도 하나의 진동체(220)는 자기장 변조기(210)와 이격되어 배치된다. 적어도 하나의 진동체(220)는 제1자성체(240)를 포함한다. 진동체(220)는 자기장 변조기(210)가 생성하는 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성한다. 상기 변화하는 자기장은 상기 외부의 힘에 응답하여 이동하는 제2자성체(210A, 210B) 중 적어도 일부에 의하여 발생될 수 있다. 일례로, 제2자성체(210A, 210B)는 서로 이격되어 배치되는 복수의 자성체들을 포함할 수 있다. 상기 복수의 자성체들 중 적어도 일부는 상기 외부의 힘에 의하여 이동하여 상기 변화하는 자기에너지를 생성할 수 있다. 이 경우, 진동체(220)는 상기 외부의 힘에 의하여 이동하는 상기 복수의 자성체들 중 상기 적어도 일부에 의하여 발생하는 자기장에 기인하는 자기력에 의하여 자유 진동할 수 있다. 이를 통하여 진동체(220)는 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 도면에는 진동체(220)로서 캔틸레버(220)가 예로서 표현되어 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 진동체(220)로서 도 1과 관련하여 상술한 빔 등 다양한 구조물이 사용될 수 있다. 또한, 도면에는 제1자성체(240)로서 인접하는 캔틸레버(220) 상에 교대로 배치되는 서로 다른 극성방향을 가지는 제1자성체(240A, 240B)가 예로서 표현되어 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 제1자성체(240)로서 다양한 극성 또는 배치를 가지는 자성체가 사용될 수 있다. 이하 설명의 편의를 위하여 진동체(220)로서 캔틸레버(220)를 사용하여 설명하기로 한다. 또한, 설명의 편의를 위하여 제1자성체(240)로서 인접하는 캔틸레버(220) 상에 교대로 배치되는 서로 다른 극성방향을 가지는 제1자성체(240A, 240B)를 사용하여 설명하기로 한다. 하지만, 이러한 설명이 진동체(220) 또는 제1자성체(240)를 특정한

유형들이나 특정한 구조에 한정하는 것은 아니다. 제1자성체(240)의 재료, 특성, 기능 등은 도 1과 관련하여 상술한 제1자성체(140)의 재료, 특성, 기능 등과 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 설명의 편의상 생략한다. 일 실시 예에 있어서, 캔틸레버(220)는 상기 변화하는 자기장에 응답하여 자유 진동하여 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 이 경우, 상기 자유 진동은 제1자성체(240A, 240B)에 가해지는 상기 변화하는 자기장에 의하여 발생될 수 있다. 다시 말하면, 자기장 변조기(210)가 생성하는 상기 변화하는 자기장은 제1자성체(240A, 240B)에 자기력을 가할 수 있다. 상기 자기장의 세기, 극성 등에 따라 제1자성체(240A, 240B)에 가해지는 자기력의 크기, 방향 등이 달라질 수 있다. 도면에는 제1자성체(240)로서 제1자성체(240A)의 S극 및 제1자성체(240B)의 N극이 각각 자기장 변조기(210) 쪽을 향하는 제1자성체(240)가 예로서 표현되어 있다. 즉, 제1자성체(240)로서 인접하는 캔틸레버(220) 상에 서로 다른 극성방향을 가지며, 교대로 배치되는 제1자성체(240A, 240B)가 예로서 표현되어 있다. 또한, 도면에는 자기장 변조기(210)로서 채널(250) 내부에 서로 다른 극성방향을 가지며, 교대로 이격되어 배치되는 복수의 자성체(210A, 210B)를 포함하는 자기장 변조기(210)가 예로서 표현되어 있다. 자성체(210A)의 N극 및 자성체(210B)의 S극은 각각 캔틸레버(220)쪽을 향한다. 외부의 힘에 의하여 제2자성체(210A, 210B)는 이동할 수 있다. 이를 통하여 자기장 변조기(210)는 변화하는 자기장을 생성할 수 있다. 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 외부의 힘에 의하여 제2자성체(210A, 210B)가 이동하여 서로 마주보는 제1자성체(240A, 240B) 및 제2자성체(210A, 210B)의 극성이 동일하게 되면, 제1자성체(240A, 240B)는 척력을 경험하게 된다. 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 외부의 힘에 의하여 제2자성체(210A, 210B)가 이동하여 서로 마주보는 제1자성체(240A, 240B) 및 제2자성체(210A, 210B)의 극성이 반대가 되면, 제1자성체(240A, 240B)는 인력을 경험하게 된다. 도 2의 (a) 및 (b)에서 도시된 바와 같이, 외부의 힘에 의하여 제2자성체(210A, 210B)는 이동할 수 있다. 제2자성체(210A, 210B)의 이동은 외부의 힘의 세기, 힘이 가해지는 주기 등에 따라 천천히 또는 빨리 이뤄질 수 있다. 제2자성체(210A, 210B)의 이동을 통하여 변화하는 자기장을 생성할 수 있다. 상기 변화하는 자기장은 제1자성체(240A, 240B)에 변화하는 자기력을 인가할 수 있다. 상기 변화하는 자기력은 제1자성체(240A, 240B)에 척력 또는 인력을 가할 수 있으며, 이를 통하여 캔틸레버(220)는 변형될 수 있다. 상기 변화하는 자기력이 단속적으로 또는 주기적으로 제1자성체(240A, 240B)에 인가되면, 캔틸레버(220)는 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 다시 말하면, 외부의 힘에 의하여 이동하는 제2자성체(210A, 210B)에 의하여 제1자성체(240A, 240B)는 반복적으로 인력과 척력을 경험할 수 있다. 이를 통하여 캔틸레버(220)는 반복적으로 변형될 수 있다. 즉, 캔틸레버(220)는 자기장 변조기(210)가 생성하는 자기장을 이용하여 진동에너지를 생성할 수 있다. 다른 실시 예에 있어서, 진동체(220)는 적어도 하나의 질량체(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 질량체는 캔틸레버(220)에 배치될 수 있다. 상기 질량체는 예로서 캔틸레버(220)의 자유단에 배치될 수 있다. 이 경우, 상기 질량체와 캔틸레버(220) 사이에는 추가적인 구성요소가 개재될 수 있다. 상기 추가적인 구성요소는 예로서 절연층, 압전물질 및 금속 박막 중에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다. 상기 절연층은 예로서 산화막, 질화막 등일 수 있다. 상기 질량체는 캔틸레버(220)의 적어도 어느 한 표면에 배치될 수 있다. 상기 질량체는 캔틸레버(220)에 집중하중을 줄 수 있다. 일례로, 자기장 변조기(210)가 생성하는 상기 변화하는 자기장에 의하여 진동체(220)가 진동할 경우, 상기 질량체는 캔틸레버(220)의 자유단에 배치되어 캔틸레버(220)에 하중을 인가할 수 있다. 이 경우, 상기 질량체는 캔틸레버(220)의 큰 변형을 유도할 수 있다. 한편, 제1자성체(240A, 240B)가 소정의 질량을 가지는 경우, 제1자성체(240A, 240B)는 상기 질량체의 기능을 수행할 수 있다.

[0029] 에너지변환체(230)는 진동체(220)에 배치되며, 진동체(220)가 변환한 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환한다. 일 실시 예에 있어서, 에너지변환체(230)는 캔틸레버(220)에 배치되어 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환할 수 있다. 에너지변환체(230)는 압전물질(piezoelectric material)일 수 있다. 상기 압전물질의 재료 및 기능은 도 1과 관련하여 상술한 압전물질의 재료 및 기능과 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 설명의 편의상 생략한다. 일례로, 에너지변환체(230)는 캔틸레버(220)의 적어도 어느 한 면에 배치되는 압전물질을 포함할 수 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 에너지변환체(230)는 예로서 캔틸레버(220)의 상면에 배치될 수 있다. 에너지변환체(230)는 제1자성체(240A, 240B)를 포함하는 진동체(220)에 배치되므로, 자기장 변조기(210)가 생성하는 상기 변화하는 자기장에 의하여 기계적으로 변형될 수 있다. 기계적 변형에 의하여 에너지변환체(230)는 교류 전기 신호를 생성할 수 있다. 일례로, 제2자성체(210A, 210B)의 이동이 천천히 이뤄지는 경우, 상술한 바와 같이, 캔틸레버(220)는 척력과 인력을 경험할 수 있다. 제2자성체(210A, 210B)의 이동이 천천히 이뤄지므로 캔틸레버(220)가 척력을 받는 시점과 인력을 받는 시점에는 시간차가 존재할 수 있다. 제2자성체(210A, 210B)의 이동에 따라 제1자성체(240A, 240B)에 가해지는 자기력이 약해지므로 캔틸레버(220)는 복원력에 의하여 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 캔틸레버(220)의 자유진동 또는 자유 공진은 에너지변환체(230)의 반복적인 인장과 압축을 야기하며, 이를 통하여 에너지변환체(230)는 교류 전기 신호를 생성할 수 있다. 즉, 에너지변환체(230)는 캔틸레버(220)가 생성하는 진동에너지를 전기에너지로 변환할 수 있다. 교류 전

기 신호의 주파수는 물체의 진동주파수일 수 있다. 캔틸레버(220)의 자유 진동 또는 자유 공진 주파수는 캔틸레버(220)의 재료, 크기 등을 조절하여 조절될 수 있다. 일반적으로 압전물질의 경우 변형 주기가 짧을수록 또는 변형 주파수가 클수록 큰 전기에너지를 생성한다. 캔틸레버(220)의 재료, 크기 등을 조절하여 캔틸레버(220)의 자유 진동 또는 자유 공진 주파수를 높일 수 있다. 이를 통하여 보다 큰 전기에너지를 생성할 수 있다. 다른 예로, 제2자성체(210A, 210B)의 이동이 빨리 이뤄지는 경우, 상술한 바와 같이, 캔틸레버(220)는 인력과 척력을 반복적으로 받게 되어 진동될 수 있다. 이 경우, 캔틸레버(220)의 진동의 정도는 제2자성체(210A, 210B)의 이동속도를 조절하여 조절될 수 있다. 또한, 도면에 도시된 바와 같이, 자기장 변조기(210)로서 채널(250) 내부에서 서로 다른 극성방향을 가지며, 교대로 일정한 간격을 두어 이격되어 배치되는 제2자성체(210A, 210B)를 사용하는 경우, 캔틸레버(220)는 주기적으로 진동될 수 있다. 이 경우, 캔틸레버(220)의 진동의 주기는 제2자성체(210A, 210B)의 이동속도, 제2자성체(210A, 210B) 간의 간격 조정 등을 통하여 조절이 가능하다. 일례로, 제2자성체(210A, 210B)의 간격은 상기 스페이서에 의하여 일정하게 유지될 수 있다.

[0030] 다른 실시 예에 있어서, 진동체(220)는 압전물질을 포함할 수 있다. 진동체(220)가 압전물질을 포함하는 경우, 에너지변환체(230)는 생략될 수 있다. 압전물질을 포함하는 진동체(220)는 예로서 도면에 도시된 구조물(222)을 압전물질로 형성하여 얻어질 수 있다. 구조물(222)은 진동체(220)를 포함한다. 압전물질을 포함하는 진동체(220)는 자기장 변조기(210)가 생성하는 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 또한, 이와 동시에 압전물질을 포함하는 진동체(220)는 변환한 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환할 수 있다. 다시 말하면, 압전물질을 포함하는 진동체(220)는 자기장 변조기(210)가 생성하는 상기 변화하는 자기장을 이용하여 진동할 뿐만 아니라, 동시에 전기에너지를 생성할 수 있다. 압전물질을 포함하는 진동체(220)는 예로서 압전 물질인 캔틸레버 보 형태의 PVDF 필름일 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서 자기장 변조기(210)가 생성하는 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있는 한 진동체(220)의 구조, 재료 등에는 제한이 없다.

[0031] 상기 저장회로는 에너지변환체(230)와 전기적으로 연결되며, 에너지변환체(230)가 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 이 경우, 상기 저장회로는 에너지변환체(230)의 일면 및 타면에 각각 배치되는 제1전극(미도시) 및 제2전극(미도시)에 각각 전기적으로 연결되는 제1연결단자(미도시) 및 제2연결단자(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 제1연결단자 및 상기 제2연결단자를 통하여 상기 저장회로는 에너지변환체(230)가 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 상기 제1전극 및 상기 제2전극은 전하의 분극현상이 발생하는 에너지변환체(230)의 표면에 각각 배치될 수 있다. 다른 예로, 상기 저장회로는 압전물질을 포함하는 진동체(220)와 전기적으로 연결되며, 상기 압전물질이 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 이 경우, 상기 저장회로는 압전물질을 포함하는 진동체(220)의 일면 및 타면에 각각 배치되는 제1전극(미도시) 및 제2전극(미도시)에 각각 전기적으로 연결되는 제1연결단자(미도시) 및 제2연결단자(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 제1연결단자 및 상기 제2연결단자를 통하여 상기 저장회로는 압전물질을 포함하는 진동체(220)가 변환한 상기 전기에너지를 저장할 수 있다. 상기 제1전극 및 상기 제2전극은 전하의 분극현상이 발생하는 진동체(220)의 표면에 각각 배치될 수 있다. 상기 저장회로의 구조, 기능 등은 도 1과 관련하여 상술한 저장회로의 구조, 기능 등과 실질적으로 동일하므로, 이에 대한 상세한 설명은 설명의 편의상 생략한다.

[0032] 도 2를 다시 참조하면, 도면에는 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 자기장 변조기(210), 자성체를 포함하며 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 적어도 하나의 진동체(220) 및 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 에너지변환체(230)를 포함하는 에너지 수확장치(200)가 예로서 표현되어 있다. 진동체(220)는 예로서 상기 자기장에 기인하는 자기력을 이용하여 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 도 2와 관련하여 상술한 바와 같이, 자기장 변조기(210) 및 진동체(220)는 다양한 구성으로 구현될 수 있다. 진동체(220)가 압전물질을 포함하는 경우에는 에너지변환체(230)는 생략될 수 있다는 점은 앞서 언급한 바와 같다. 도면에 도시된 바와 같이, 제1자성체(240)로서 인접하는 캔틸레버(220) 상에 서로 다른 극성방향을 가지며, 교대로 배치되는 제1자성체(240A, 240B)를 사용할 수 있다. 또한, 도면에는 자기장 변조기(210)로서 서로 다른 극성방향을 가지며, 교대로 이격되어 배치되는 복수의 자성체(210A, 210B)를 포함하는 자기장 변조기(210)를 사용할 수 있다. 이 경우, 자기장 변조기(210)에 의하여 생성되는 변화하는 자기장에 의하여 진동체(220)는 동일한 방향으로 자유 진동 또는 자유 공진할 수 있다. 진동체(220)의 진동을 동일한 방향으로 가져가면, 압전물질을 포함하는 진동체(220) 또는 에너지변환체(230)는 동일한 위상의 전기에너지를 생성할 수 있다. 이를 통하여 에너지 수확장치(200)는 큰 출력의 전기에너지를 생성할 수 있다. 다른 실시 예에 있어서, 도면에 도시된 바와 달리, 동일한 위상의 전기에너지를 생성하는 에너지 수확장치(200)는 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 일례로, 제1자성체(240)로서 인접하는 캔틸레버(220) 상에 서로 동일 극성방향을 가지며, 이격되어 배치되는 제1자성체(240)를 사용할 수 있다. 또한, 자기장 변조기(210)로서 서로 동일 극성방향을 가지며, 이격되어 배치되

는 복수의 자성체(210A, 210B)를 포함하는 자기장 변조기(210)를 사용할 수 있다. 이 경우, 각각의 진동체(220)는 자기장 변조기(210)에 의하여 동일한 방향으로 변위될 수 있다. 다른 예로, 외부의 진동에 의하여 동일한 방향으로 변위되는 진동체(220)은 서로 대향하는 제1자성체(240) 및 제2자성체(210) 간에 작용하는 자기력의 방향을 동일한 방향으로 조정하면 구현할 수 있다. 상기의 예시는 이해를 위한 예시로서, 상기한 예시 이외에 외부의 진동에 의하여 진동체(220)가 동일한 방향으로 변위될 수 있는 한 진동체(220)의 구조에는 제한이 없다.

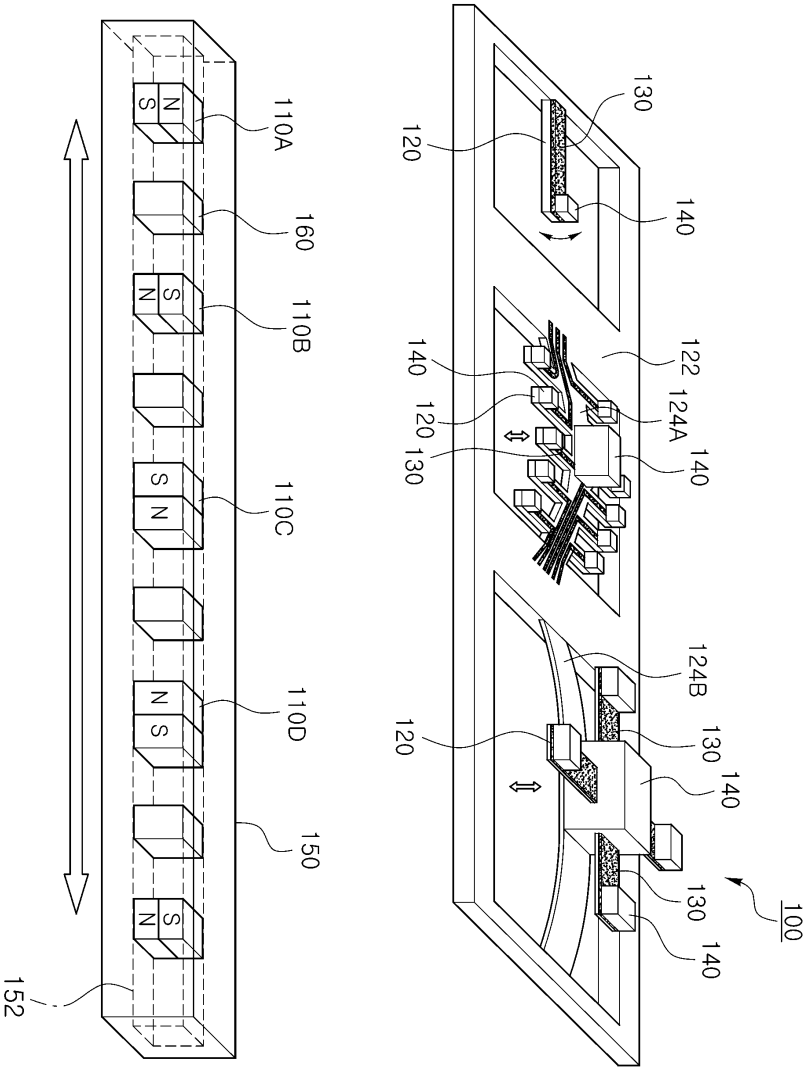
[0033] 도 3은 일 실시 예에 따른 에너지 수확장치를 이용한 에너지 수확방법을 설명하는 흐름도이다. 도 3을 참조하면, 310 블록에서, 자기장 변조기는 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성한다. 일 실시 예로서, 상기 변화하는 자기장을 생성하는 과정은 기계적으로(mechanically) 수행될 수 있다. 일례로, 상기 변화하는 자기장을 생성하는 과정은 외부의 힘을 이용하여 변화하는 자기장을 생성하는 자기장 변조기에 의하여 수행될 수 있다. 상기 자기장 변조기는 적어도 하나의 자성체를 포함하며, 상기 자성체 중 적어도 일부는 상기 외부의 힘에 응답하여 이동할 수 있다. 320 블록에서, 자성체를 포함하는 적어도 하나의 진동체는 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성한다. 일 실시 예로서, 상기 진동에너지로 변환하는 과정은 기계적으로 수행될 수 있다. 일례로, 상기 진동에너지로 변환하는 과정은 상기 자기장 변조기와 이격되어 배치되며, 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 적어도 하나의 진동체에 의하여 수행될 수 있다. 상기 진동체는 예로서 상기 자기장에 기인하는 자기력을 이용하여 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성할 수 있다. 상기 진동체는 자성체를 포함할 수 있다. 330 블록에서, 에너지변환체는 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환한다. 일 실시 예로서, 상기 전기에너지로 변환하는 과정은 압전식(piezoelectrically)으로 수행될 수 있다. 일례로, 상기 전기에너지로 변환하는 과정은 상기 진동체의 적어도 어느 한 변에 배치되는 압전물질에 의하여 수행될 수 있다. 몇몇 실시 예들에 있어서, 상기 진동에너지로 변환하는 과정은 상기 자기장 변조기와 이격되어 배치되며, 상기 변화하는 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 적어도 하나의 진동체에 의하여 수행될 수 있다. 상기 진동체는 압전물질을 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 자기장으로부터 진동에너지를 생성하는 과정 및 상기 진동에너지를 전기에너지로 변환하는 과정은 동시에 수행될 수 있다. 상기 진동체가 압전물질을 포함하는 경우, 에너지변환체를 생략될 수 있다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 상기 에너지 수확방법은 선택적으로(optionally) 상기 전기에너지를 저장하는 과정을 더 포함할 수 있다. 일 실시 예로서, 상기 전기에너지를 저장하는 과정은 상기 전기에너지를 정류하는 과정 및 정류된 상기 전기에너지를 저장하는 과정을 포함할 수 있다. 몇몇 다른 실시 예들에 있어서, 상기 에너지 수확방법은 선택적으로(optionally) 상기 전기에너지를 저장하는 과정 및 저장된 상기 전기에너지를 외부 기기에 공급하는 과정을 더 포함할 수 있다. 일 실시 예로서, 저장된 상기 전기에너지를 상기 외부 기기에 공급하는 과정은 저장된 상기 전기에너지의 충전량이 소정의 값 이상이 될 경우 상기 외부 기기에 저장된 상기 전기에너지를 공급하는 과정을 포함할 수 있다.

[0034] 도 1 내지 도 3과 관련하여 상술한 에너지 수확장치(100, 200) 및 에너지 수확방법은 주변 환경에서 얻을 수 있는 다양한 형태의 힘 에너지(예로서, 진동에너지)를 사용함에 따라 영구적인 사용이 가능한 친환경 청정 기술이다. 특히, 인체의 움직임에 의해 발생하는 에너지는, 수확한 에너지를 사용하는 인간과 맞닿아 있으므로, 가장 우선적으로 활용 가능한 에너지 자원이다. 하지만, 비주기적이며 낮은 주파수를 발생하는 인체의 움직임으로 인하여, 기존에 제안되었던 에너지 수확 방법으로는 전자기기에 적용할 수 있는 전력 공급 매체로 대체하기에 어려움이 있다. 본 명세서에서 개시한 에너지 수확장치는 인체의 움직임 등에 의해 발생하는 에너지를 효율적으로 수확할 수 있다. 본 명세서에서 개시한 에너지 수확장치는 인체의 구부림과 폼에 의한 힘이나 일상에서 발생하는 상하좌우 운동에 의한 에너지를 바로 수확할 수 있는 것이 큰 장점이다. 본 명세서에서는 자기력을 이용하여 압전 물질에 변형력을 가하는 형태의 에너지 수확 방법을 개시한다. 자성을 가진 자성체를 빠르게 이동할 수 있도록 구조를 제작하여, 압전 물질의 변형을 크게 하고, 높은 주파수로 진동하도록 하였다. 이를 통하여 낮은 주파수의 일상의 진동에너지를 높은 주파수의 진동에너지로 변환하여 에너지 수확 효율을 높일 수 있다.

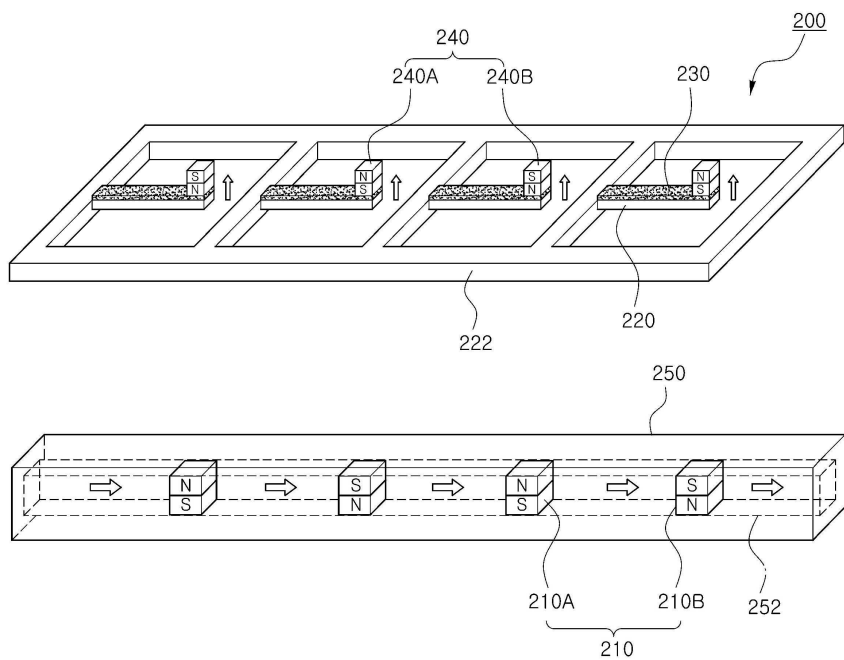
[0035] 상기로부터, 본 개시의 다양한 실시 예들이 예시를 위해 기술되었으며, 아울러 본 개시의 범주 및 사상으로부터 벗어나지 않고 가능한 다양한 변형 예들이 존재함을 이해할 수 있을 것이다. 그리고, 개시되고 있는 상기 다양한 실시 예들은 본 개시된 사상을 한정하기 위한 것이 아니며, 진정한 사상 및 범주는 하기의 청구항으로부터 제시될 것이다.

도면

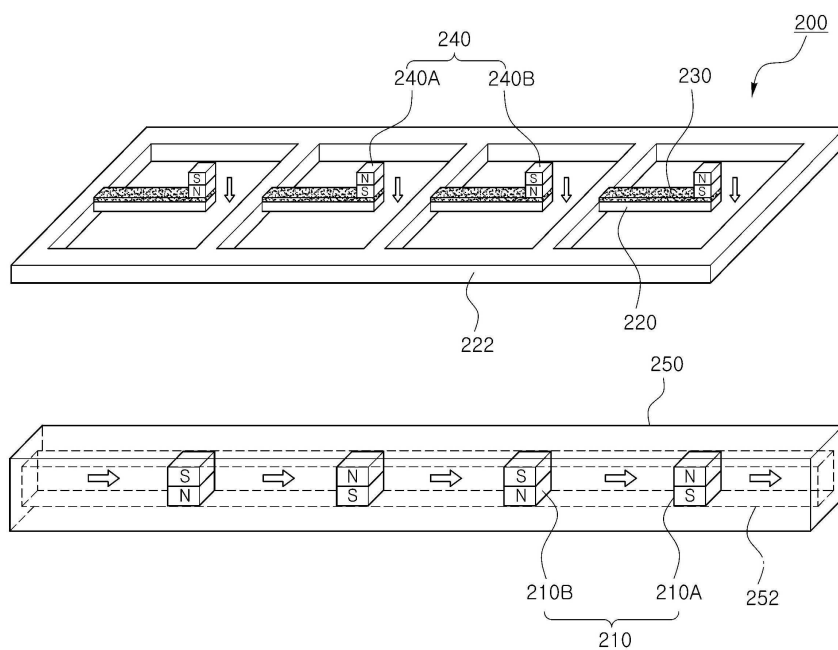
도면1



도면2



(a)



(b)

도면3

