



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월03일
(11) 등록번호 10-1457782
(24) 등록일자 2014년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 2/00 (2006.01) H01L 41/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7032626
(22) 출원일자(국제) 2011년06월09일
심사청구일자 2012년12월13일
(85) 번역문제출일자 2012년12월13일
(65) 공개번호 10-2013-0028940
(43) 공개일자 2013년03월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/003276
(87) 국제공개번호 WO 2011/158473
국제공개일자 2011년12월22일
(30) 우선권주장
JP-P-2010-139930 2010년06월18일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US05982054 A*
US07471030 B2
US20100127582 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿠리츠다이가쿠호정 가나자와다이가쿠
일본 이시카와켄 가나자와시 가쿠마마치 누 7
(72) 발명자
우에노 도시유키
일본 이시카와켄 가나자와시 가쿠마마치 누 7 도
쿠리츠다이가쿠호정 가나자와다이가쿠 내
이케하타 요시오
일본 이시카와켄 가나자와시 가쿠마마치 누 7 도
쿠리츠다이가쿠호정 가나자와다이가쿠 내
야마다 소토시
일본 이시카와켄 가나자와시 가쿠마마치 누 7 도
쿠리츠다이가쿠호정 가나자와다이가쿠 내
(74) 대리인
한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

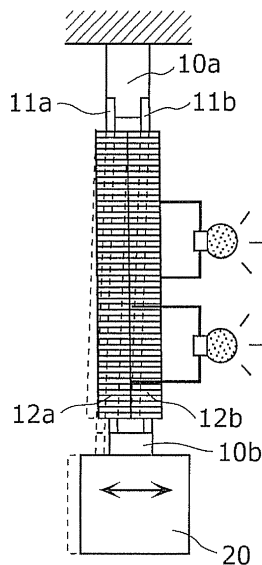
심사관 : 곽인구

(54) 발명의 명칭 **발전 소자 및 발전 소자를 구비한 발전 장치**

(57) 요약

굽힘이나 충격에 강하고 발전량이 많은 발전 소자, 및 발전 소자를 구비한 발전 장치를 제공한다. 발전 소자(1)는, 자왜 재료로 구성된 제1 자왜봉(11a)과, 제1 자왜봉(11a)에 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 강성 및 형상을 갖는 자성 재료로 구성되고, 제1 자왜봉(11a)과 평행하게 배치된 강성봉(11b)과, 제1 자왜봉(11a)에 감긴 제1 코일(12c)과, 제1 자왜봉(11a) 및 강성봉(11b)의 각각의 양단에, 제1 자왜봉(11a)과 강성봉(11b)을 연결하도록 설치된 2개의 연결 요크(10a, 10b)를 구비하고, 제1 자왜봉(11a)의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 제1 자왜봉(11a)이 신장 또는 수축됨으로써 발전한다.

대표도 - 도4b



특허청구의 범위

청구항 1

자왜(滋歪) 재료로 구성된 제1 자왜봉과,

상기 제1 자왜봉에 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 강성 및 형상을 갖는 자왜 재료 이외의 자성(磁性) 재료로 구성되고, 상기 제1 자왜봉과 평행하게 배치된 강성봉과,

상기 제1 자왜봉에 감긴 제1 코일과,

상기 제1 자왜봉 및 상기 강성봉의 각각의 양단에, 상기 제1 자왜봉과 상기 강성봉을 연결하도록 설치된 2개의 연결 요크를 구비하고,

상기 제1 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉이 신장 또는 수축함으로써 발전하는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 2

자왜(滋歪) 재료로 구성된 제1 자왜봉과,

상기 제1 자왜봉에 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 강성 및 형상을 갖는 자성(磁性) 재료로 구성되고, 상기 제1 자왜봉과 평행하게 배치된 제2 자왜봉과,

상기 제1 자왜봉에 감긴 제1 코일과,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 각각의 양단에, 상기 제1 자왜봉과 상기 제2 자왜봉을 연결하도록 설치된 2개의 연결 요크를 구비하고,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉은 접착제를 통해 상기 연결 요크에 고정되며,

상기 제1 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉이 신장 또는 수축함으로써 발전하며,

상기 제2 자왜봉에 감긴 제2 코일을 더 구비하고,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉 중 한 쪽이 신장되고, 다른 쪽이 수축됨으로써 발전하는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 3

자왜(滋歪) 재료로 구성된 제1 자왜봉과,

상기 제1 자왜봉에 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 강성 및 형상을 갖는 자성(磁性) 재료로 구성되고, 상기 제1 자왜봉과 평행하게 배치된 제2 자왜봉과,

상기 제1 자왜봉에 감긴 제1 코일과,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 각각의 양단에, 상기 제1 자왜봉과 상기 제2 자왜봉을 연결하도록 설치된 2개의 연결 요크를 구비하고,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉과 상기 연결 요크의 접합은, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉과 상기 연결 요크를 하나의 핀으로 관통하여 접합하며,

상기 제1 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉이 신장 또는 수축함으로써 발전하며,

상기 제2 자왜봉에 감긴 제2 코일을 더 구비하고,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉 중 한 쪽이 신장되고, 다른 쪽이 수축됨으로써 발전하는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 4

자왜(滋歪) 재료로 구성된 제1 자왜봉과,

상기 제1 자왜봉에 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 강성 및 형상을 갖는 자성(磁性) 재료로 구성되고, 상기 제1 자왜봉과 평행하게 배치된 제2 자왜봉과,

상기 제1 자왜봉에 감긴 제1 코일과,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 각각의 양단에, 상기 제1 자왜봉과 상기 제2 자왜봉을 연결하도록 설치된 2개의 연결 요크를 구비하고,

상기 연결 요크와 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 경계는 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉을 향해 경사지는 형상으로 되며,

상기 연결 요크와 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 경계는, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉을 향해 경사지는 형상으로 되며,

상기 제1 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉이 신장 또는 수축함으로써 발전하며,

상기 제2 자왜봉에 감긴 제2 코일을 더 구비하고,

상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉 중 한 쪽이 신장되고, 다른 쪽이 수축됨으로써 발전하는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발전 소자는 백 요크를 갖는 자석을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 2개의 연결 요크 중 한 쪽은 고정되고, 다른 쪽은 추를 갖고 있는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 발전 소자는 2차 공진 모드로 공진하는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 추의 상기 자왜봉의 축방향의 길이는, 상기 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 길이보다 긴 형상을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제1 코일의 권수를 N 회로 하면,

상기 제1 코일은, N/K 회의 권수를 갖는 K 개의 병렬 접속된 코일로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 10

청구항 2에 있어서,

상기 제1 코일 및 상기 제2 코일의 각각의 권수를 N 회로 하면,

상기 제1 코일 및 상기 제2 코일의 각각은, N/K 회의 권수를 갖는 K 개의 병렬 접속된 코일로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 11

청구항 1에 있어서,
 평행하게 배치된 복수개의 상기 발전 소자를 구비하고,
 상기 복수개의 발전 소자는 직렬로 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 12

청구항 1에 있어서,
 상기 강성 봉 및 상기 연결 요크는 일체 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 13

청구항 1에 기재된 발전 소자를 구비하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 14

청구항 12에 기재된 발전 소자를 구비하는 것을 특징으로 하는 발전 장치.

청구항 15

청구항 6에 있어서,
 상기 강성 봉, 상기 연결 요크 및 상기 추는 일체 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 발전 소자.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 진동을 이용한 발전 소자에 관한 것이며, 특히, 자왜 재료를 사용한 발전 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래, 일상의 진동으로부터 발전을 행하기 위한 기술의 개발이 활발히 행해지고 있고, 그 기술의 하나로서 압전 소자를 이용한 발전 방법이나 영구자석의 자속 밀도의 변화를 이용한 발전 방법이 알려져 있다.

[0003] 압전 소자를 이용한 발전 방법의 상당수는, 압전 소자에 어떠한 방법으로 외부로부터 힘을 가함으로써, 압전 소자를 변형시켜 발전하는 것이다. 압전 소자를 변형시키려면, 예를 들면, 압전 소자에 진동을 가하여 변형시키는 방법, 풍압이나 음압 등의 압력을 간접적으로 부여하는 방법, 추 등의 물체를 압전 소자에 충돌시키는 방법, 변형하는 물체에 압전 소자를 부착하는 방법 등이 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조). 특허 문헌 1에서는, 소리에 의한 공기의 압력 변동을 이용하여 압전 소자에 의해 발전하는 음력 발전 장치, 및, 진동에 의한 압력 변동을 이용하여 압전 소자에 의해 발전하는 진동력 발전 장치가 기재되어 있다.

[0004] 또, 영구자석의 자속밀도의 변화를 이용한 발전 방법은, 영구자석의 진동에 따른 코일의 쇠교자속밀도의 시간적 변화로 발전을 행하는 방법, 즉, 전자 유도를 이용한 발전 방법이다(예를 들면, 비특허 문헌 1, 특허 문헌 2 참조).

[0005] 비특허 문헌 1에서는, 코일의 내부를 자화의 방향과 평행 방향으로 진동하는 영구자석에 의해, 코일 내부의 자속밀도가 변화하여, 코일에 전류가 발생함으로써 발전이 행해지는 발전 소자가 개시되어 있다.

[0006] 특허 문헌 2에서는, 2극에 착자된 바이어스 자석과, 외부로부터의 힘을 가함으로써 역자왜 효과에 의해 투자율이 변화되어 자속의 흐름이 변화되는 자왜 재료와, 자왜 재료를 자기적인 이방성을 갖는 방향으로 주기적으로

압축하는 압축 수단과, 이 주기적으로 변화하는 자속에 의해 전류를 유기(誘起)하는 코일 수단을 구비한 발전 소자가 개시되어 있다. 이 발전 소자는, 상기한 주기적으로 변화하는 자속과, 코일심에 감긴 코일이 쇠교하도록, 자왜 재료와, 코일과, 압축 수단이 배치되어 있다. 즉, 길이 방향으로 자기 이방성을 갖는 자왜 재료를, 길이 방향으로 주기적으로 압축하고, 이 때 코일에 발생하는 전류에 의해 발전을 행하는 구성이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본국 특허공개2006-166694호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 특허공개2008-72862호 공보

비특허문헌

- [0008] (비특허문헌 0001) 호사카 히로시, "웨어러블 정보 기기를 위한 진동 발생 기술", 전기 학회지, 126권 4호, 2006

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 특허 문헌 1에 기재된 압전 재료는, 압전종 상수가 크고, 압전종 효과(힘의 방향과 전압을 취출하는 방향이 같은 경우)의 발전 효율은 높다. 그러나, 단판의 압전 재료를 구부림에 따른 굽힘 변형을 이용하여 발전하는 경우에는, 힘의 방향과 직교하는 방향으로 전압을 취출(압전형 효과)하기 때문에, 발전 효율이 낮다. 또, 압전 재료는, 취성 재료이며, 굽힘이나 충격에 대해서 약한 재료이다. 그 때문에, 과도한 부하를 가하지 못하고, 발전량을 증가하기 위해서 큰 굽힘이나 충격을 가하는 것이 어렵다는 문제가 있다. 또, 압전 소자는, 전기적으로 유도성의 부하이기 때문에, 저주파수에서 임피던스가 높고, 압전 소자보다 낮은 임피던스를 갖는 부하를 연결했을 때에, 부하에 발생하는 전압이 작아지기 때문에, 발전에 의해 얻어지는 전력이 작아지고, 발전의 효율이 낮다는 결점을 갖고 있다.
- [0010] 또, 비특허 문헌 1에 기재된 영구자석의 진동에 따른 코일의 쇠교자속밀도의 변화를 이용한 발전 방법에서는, 발전량을 증가하기 위해서, 대진폭이며 고주파수로 진동자를 진동시킬 필요가 있다. 그래서, 진동자로서 사용되는 영구자석의 크기를 크게 하면, 진동자의 질량이 증가하고, 진동자의 공진 주파수가 낮아진다. 그 결과, 발전량은 커지지 않는다는 문제가 있다.
- [0011] 또, 특허 문헌 2에 기재된, 자왜 재료를 주기적으로 압축함에 따른 발전 방법에서는, 자왜 재료를 길이 방향으로 압축하기 위해서 큰 힘이 필요하다. 또, 압축력은 자왜 재료에 불균일하게 가해지기 때문에, 발전 효율이 낮아진다는 결점을 갖고 있다.
- [0012] 상기 과제를 감안하여, 본 발명은, 굽힘이나 충격에 강하고 발전량이 많은 발전 소자, 및 발전 소자를 구비한 전자 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기의 과제를 달성하기 위해, 본 발명의 일형태에 있어서의 발전 소자는, 자왜 재료로 구성된 제1 자왜봉과, 상기 제1 자왜봉에 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 강성 및 형상을 갖는 자성 재료로 구성되고, 상기 제1 자왜봉과 평행하게 배치된 강성봉과, 상기 제1 자왜봉에 감긴 제1 코일과, 상기 제1 자왜봉 및 상기 강성봉의 각각의 양단에, 상기 제1 자왜봉과 상기 강성봉을 연결하도록 설치된 2개의 연결 요크를 구비하고, 상기 제1 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉이 신장 또는 수축함으로써 발전한다.
- [0014] 이 구성에 의하면, 제1 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 자왜 재료로 구성되는 제1 자왜봉이 휘고, 제1 자왜봉에는, 제1 자왜봉의 축방향과 평행한 방향의 신장 및 수축이 발생한다. 이로 인해, 제1 자왜봉의 축방향과 평행한 방향으로 자속밀도가 변화하는 역자왜 효과가 발생하고, 제1 자왜봉에 감긴 코일에 전류가

발생한다. 즉, 이 구성에 의하면, 역자왜 효과를 이용하여 자속밀도의 시간적 변화에 의해 발전할 수 있다. 이로 인해, 작은 힘으로 효율적으로 발전할 수 있다.

- [0015] 또, 굽힘이나 충격 등의 외력에 강한 자왜 재료를 자왜봉에 사용하므로, 발전 소자에 큰 굽힘이나 충격을 가할 수 있고, 발전량을 많게 할 수 있다.
- [0016] 여기서, 상기 강성봉은, 자왜 재료로 구성된 제2 자왜봉이며, 상기 제2 자왜봉에 감긴 제2 코일을 더 구비하고, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동에 의해, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 한 쪽이 신장되고, 다른 쪽이 수축됨으로써 발전한다.
- [0017] 이 구성에 의하면, 자왜 재료로 구성되는 2개의 자왜봉의 신장 및 수축에 의해, 역자왜 효과를 이용하여 자속밀도의 시간적 변화에 의해 발전할 수 있다. 2개의 자왜봉을 조합하여 발전 소자가 구성되어 있기 때문에, 발전 소자에 2개의 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 진동이 부여되면, 2개의 자왜봉의 한 쪽은 신장되고, 다른 쪽은 수축된다. 이로 인해, 작은 힘으로 효율적으로 발전할 수 있다.
- [0018] 또, 굽힘이나 충격 등의 외력에 강한 자왜 재료를 자왜봉에 사용하므로, 발전 소자에 큰 굽힘이나 충격을 가할 수 있고, 발전량을 많게 할 수 있다.
- [0019] 여기서, 상기 제1 자왜봉의 자화 용이 방향은, 상기 제1 자왜봉의 축방향과 평행인 것이 바람직하다.
- [0020] 또, 상기 제1 자왜봉 및 상기 제2 자왜봉의 각각의 자화 용이 방향은, 상기 제1 자왜봉 및 제2 자왜봉의 각각의 축방향과 평행인 것이 바람직하다.
- [0021] 이 구성에 의하면, 자왜봉의 자화의 방향 또는 자왜봉에 자화가 발생하기 쉬운 방향인, 자화 용이 방향과, 자왜봉의 신축의 방향이 동일하므로, 자왜봉의 신장 또는 수축에 의한 자속밀도의 변화를 보다 크게 할 수 있다. 이로 인해, 효율적으로 발전할 수 있고, 발전량을 많게 할 수 있다.
- [0022] 여기서, 상기 발전 소자는, 영구자석을 갖는 백 요크를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- [0023] 이 구성에 의하면, 백 요크에 의해 자왜봉에 자화를 바이어스로 발생시키므로, 잔류자화를 갖지 않는 재료여도 자왜봉으로서 사용할 수 있다.
- [0024] 여기서, 상기 2개의 연결 요크의 한 쪽은 고정되고, 다른 쪽은 추를 갖고 있는 것이 바람직하다.
- [0025] 이 구성에 의하면, 발전 소자의 일단이 고정되고, 타단에 배치된 추가 굽힘 진동을 함으로써, 발전 소자가 소정의 공진 주파수로 공진하여 연속해서 발전할 수 있다.
- [0026] 여기서, 상기 발전 소자는, 2차 공진 모드로 공진해도 되고, 2차 공진 모드를 부여하는 2차 공진 주파수에서도 효율적으로 발전할 수 있다.
- [0027] 발전 소자에 발생하는 전압은, 발전 소자의 공진 주파수에 비례하여 커진다. 이 구성에 의하면, 발전 소자는, 발전 소자에 일반적으로 발생하는 1차 공진 모드보다 공진 주파수가 높은 2차 공진 모드로 진동하므로, 보다 큰 전력을 얻을 수 있다.
- [0028] 여기서, 상기 추의 상기 자왜봉의 축방향의 길이는, 상기 자왜봉의 축방향과 수직인 방향의 길이보다 긴 형상을 갖고 있는 것이 바람직하다.
- [0029] 이 구성에 의하면, 발전 소자에 있어서 2차 공진 모드에 의한 공진을 일으키기 쉽게 할 수 있다.
- [0030] 여기서, 상기 제1 코일의 권수를 N회로 하면, 상기 제1 코일은, N/K회의 권수를 갖는 K개의 병렬 접속된 코일로 구성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0031] 또, 상기 제1 코일 및 상기 제2 코일의 각각의 권수를 N회로 하면, 상기 제1 코일 및 상기 제2 코일의 각각은, N/K회의 권수를 갖는 K개의 병렬 접속된 코일로 구성되어 있는 것이 바람직하다.
- [0032] 이 구성에 의하면, 코일의 부하 저항(R)에서 발생하는 전력 V^2/R 의 K^2 배의 전력을 취출할 수 있다.
- [0033] 여기서, 평행하게 배치된 복수개의 상기 발전 소자를 구비하고, 상기 복수개의 발전 소자는 직렬로 접속되어 있는 것이 바람직하다.
- [0034] 이 구성에 의하면, 복수개의 발전 소자의 자왜봉을 접합하는 연결 요크를, 서로 이웃하는 발전 소자에서 공통으로 사용하여, 복수개의 발전 소자를 직렬로 접속함으로써 발전량을 크게 할 수 있다. 구체적으로는, K개의 발

전 소자를 직렬로 접속함으로써, 발전량을 K배로 할 수 있다. 동시에, K개의 발전 소자를 평행하게 K개 늘어놓음으로써, 공진 주파수를 1/K로 감소시킬 수 있으므로, 단위시간 당의 진동 회수가 증가하기 때문에, 발전량을 증가할 수 있다. 또, 발전 장치 전체의 형상이 탄성을 갖는 스프링 형상으로 구성되어 있기 때문에, 발전 소자에 있어서의 진동을 장시간 계속시킬 수 있다. 이로 인해, 사용하는 환경에 있던 진동수, 발전 전력으로 용이하게 조정할 수 있다.

- [0035] 여기서, 상기 자왜 재료는, 연성을 갖는 것이 바람직하다.
- [0036] 이 구성에 의하면, 연성을 갖는 자왜 재료를 사용함으로써, 굽힘이나 충격에 강한 자왜봉에 의해, 발전량을 보다 많게 할 수 있다.
- [0037] 여기서, 상기 자왜 재료는, 철 갈륨 합금인 것이 바람직하다.
- [0038] 이 구성에 의하면, 자왜 재료로서, 예를 들면 Galfenol 등의 굽힘이나 충격 등의 외력에 대해서 강하고 기계 가공성이 뛰어난 철 갈륨 합금을 사용함으로써, 발전량을 보다 많게 할 수 있다.
- [0039] 여기서, 상기 자왜 재료는, 철 코발트 합금인 것이 바람직하다.
- [0040] 이 구성에 의하면, 자왜 재료로서, 예를 들면 퍼멘더 등의 자왜 효과가 높은 철 코발트 합금을 사용함으로써, 보다 효율적으로 발전할 수 있다.
- [0041] 또, 상기의 과제를 달성하기 위해, 본 발명의 한 형태에 있어서의 발전 소자를 구비한 발전 장치는, 상기한 특징을 갖는 발전 소자를 구비하고 있다.
- [0042] 이 구성에 의하면, 상기한 특징을 갖는 발전 소자를 구비하는 발전 장치를 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [0043] 본 발명에 의하면, 굽힘이나 충격에 강하고 발전량이 많은 발전 소자 및 발전 소자를 구비한 발전 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1A는, 본 발명의 실시의 형태 1과 관련된 발전 소자의 상면도이다.
- 도 1B는, 본 발명의 실시의 형태 1과 관련된 발전 소자의 측면도이다.
- 도 2A는, 도 1A에 나타내는 발전 소자의 자왜봉 및 연결 요크의 배치 위치를 나타내는 상면도이다.
- 도 2B는, 도 1B에 나타내는 발전 소자의 자왜봉 및 연결 요크의 배치 위치를 나타내는 측면도이다.
- 도 2C는, 자왜봉 및 연결 요크의 접합 방법을 나타내는 상면도이다.
- 도 2D는, 자왜봉 및 연결 요크의 접합 방법을 나타내는 측면도이다.
- 도 2E는, 자왜봉 및 연결 요크의 접합 방법을 나타내는 측면도이다.
- 도 2F는, 자왜봉 및 연결 요크의 접합 방법을 나타내는 상면도이다.
- 도 2G는, 자왜봉 및 연결 요크의 접합 방법을 나타내는 측면도이다.
- 도 2H는, 자왜봉 및 연결 요크의 접합 방법을 나타내는 상면도이다.
- 도 2I는, 자왜봉 및 연결 요크의 접합 방법을 나타내는 상면도이다.
- 도 2J는, 백 요크의 구성의 일례를 나타내는 측면도이다.
- 도 2K는, 백 요크를, 코일이 감긴 자왜봉으로 치환한 발전 소자의 구성을 나타내는 측면도이다.
- 도 2L은, 백 요크를, 코일이 감긴 자왜봉으로 치환한 발전 소자의 구성을 나타내는 측면도이다.
- 도 3은, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 일례를 나타내는 사진이다.
- 도 4A는, 발전 소자의 발전 동작을 나타내는 상면도이며, 자왜봉의 동작을 나타내는 도면이다.
- 도 4B는, 발전 소자의 발전 동작을 나타내는 상면도이며, 자왜봉에 코일, 추가 배치된 상태를 나타내는 도면이다.

다.

도 5는, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 발전량을 전압에 의해 나타낸 도면이다.

도 6은, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 발전량을 전류에 의해 나타낸 도면이다.

도 7은, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 평균 발생 전력을 나타낸 도면이다.

도 8A는, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 변위를 나타낸 도면이다.

도 8B는, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 발생 전압을 나타낸 도면이다.

도 9는, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 입력 일량과 출력 전기 에너지의 관계를 나타낸 도면이다.

도 10A는, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 1차 공진 모드에서의 형상의 변화를 나타내는 도면이다.

도 10B는, 도 1B에 나타낸 발전 소자의 2차 공진 모드에서의 형상의 변화를 나타내는 도면이다.

도 11A는, 실시의 형태 2와 관련된 발전 소자의 측면도이다.

도 11B는, 도 11A에 나타내는 발전 소자의 자왜봉 및 연결 요크의 배치 위치를 나타낸 측면도이다.

도 12A는, 실시의 형태 3과 관련된 발전 소자의 상면도이다.

도 12B는, 실시의 형태 3과 관련된 발전 소자의 상면도이다.

도 12C는, 실시의 형태 3과 관련된 발전 소자의 상면도이다.

도 12D는, 실시의 형태 3과 관련된 발전 소자의 상면도이다.

도 13A는, 도 12A에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다.

도 13B는, 도 12B에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다.

도 13C는, 도 12B에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다.

도 13D는, 도 12C에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다.

도 13E는, 도 12C에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다.

도 13F는, 도 12D에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다.

도 13G는, 도 12D에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다.

도 14는, 실시의 형태 4와 관련된 발전 장치의 개략 구성도이다.

도 15A는, 실시의 형태 4와 관련된 발전 장치의 사용예를 나타내는 도면이다.

도 15B는, 도 15A에 나타낸 발전 장치의 개략 구성도이다.

도 15C는, 도 15A에 나타낸 발전 장치의 개략 구성도이다.

도 15D는, 도 15A에 나타낸 발전 장치의 개략 구성도이다.

도 16은, 실시의 형태 5와 관련된 휴대 전화기의 개략 구성도이다.

도 17은, 도 16에 나타낸 휴대 전화기의 내부 구조의 일부를 나타내는 개략도이다.

도 18A는, 실시의 형태 6과 관련된 발전 소자의 상면도이다.

도 18B는, 실시의 형태 6과 관련된 발전 소자의 측면도이다.

도 18C는, 실시의 형태 6과 관련된 발전 소자의 동작을 나타내는 상면도이다.

도 19는, 실시의 형태 7과 관련된 발전 소자의 응용예를 나타내는 도면이다.

도 20은, 실시의 형태 7과 관련된 공기압 센서에 대해 설명하기 위한 모식도이다.

도 21은, 실시의 형태 7과 관련된 진동 센서에 대해서 설명하기 위한 모식도이다.

도 22A는, 실시의 형태 8과 관련된 발전 장치를 나타내는 도면이다.

도 22B는, 실시의 형태 8과 관련된 발전 장치를 나타내는 도면이다.

도 22C는, 실시의 형태 8과 관련된 발전 장치를 나타내는 도면이다.

도 23은, 발전 소자를 이용한 전자 장치의 일례를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하, 본 발명의 실시의 형태에 대해서, 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 본 발명에 대해서, 이하의 실시의 형태 및 첨부도의 도면을 이용하여 설명을 행하지만, 이것은 예시를 목적으로 하고 있고, 본 발명이 이들에 한정되는 것을 의도하지 않는다.
- [0046] (실시의 형태 1)
- [0047] 도 1A는, 본 발명의 일실시의 형태와 관련된 발전 소자의 상면도, 도 1B는, 본 발명의 일실시의 형태와 관련된 발전 소자의 측면도이다. 도 1A 및 도 1B에 나타내는 바와 같이, 발전 소자(1)는, 연결 요크(10a 및 10b)와, 자왜봉(11a 및 11b)과, 코일(12a 및 12b)과, 영구자석(14a 및 14b)과, 백 요크(15)를 구비하고 있다.
- [0048] 도 2A 및 도 2B는, 도 1A 및 도 1B에 나타낸 발전 소자(1)의 자왜봉(11a 및 11b), 연결 요크(10a 및 10b)의 배치 위치를 나타낸 개략도이며, 도 2A 및 도 2B는, 각각 도 1A 및 도 1B에 대응되어 있다.
- [0049] 자왜봉(11a 및 11b)은, 예를 들면 철 갈륨 합금인 Galfenol로 구성되고, 연성을 가지며, 각각, 1mm×0.5mm×10mm의 직방체의 막대 형상을 하고 있다.
- [0050] 또, 도 2A에 나타내는 바와 같이, 자왜봉(11a 및 11b)은 평행하게 배치되어 있다. 자왜봉(11a 및 11b)의 일단에는, 자왜봉(11a 및 11b)을 접속하도록 연결 요크(10a)가 설치되어 있다. 자왜봉(11a 및 11b)의 타단에는, 자왜봉(11a 및 11b)을 연결하도록 연결 요크(10b)가 설치되어 있다. 연결 요크(10a 및 10b)는, 예를 들면 Fe를 포함하는 자성 재료에 의해 형성되고, 기계적 및 자기적으로 자왜봉(11a 및 11b)에 연결되어 있다.
- [0051] 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a 및 10b)는, 일례로서 이하와 같이 하여 접속되어 있다.
- [0052] 도 2C~도 2J는, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)의 접합 방법을 나타내는 도면이다. 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)는, 발전 소자가 진동을 이용하는 것이기 때문에 강고하게 접합되어 있을 필요가 있지만, 이하의 방법에 의하면, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)를, 발전에 필요한 진동에 견딜 수 있도록 강고하게 접합할 수 있다.
- [0053] 도 2C에 나타내는 바와 같이, 연결 요크(10a)에는, 자왜봉(11a 및 11b)을 삽입하기 위한 2개의 홈이 형성되고, 홈에는 각각 자왜봉(11a 및 11b)이 삽입된다. 이 때, 연결 요크(10a)에 형성된 홈과, 이 홈에 삽입된 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)의 사이에는 간극이 있다. 이 간극을 메우기 위해서, 일반적으로는 접착제가 사용되지만, 접착제를 사용하는 것만으로는, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)의 접합 강도는 불충분하다. 그래서, 도 2D에 나타내는 바와 같이, 연결 요크(10a)의 높이는, 미리 자왜봉(11a 및 11b)의 높이보다 크게 형성되어 있다.
- [0054] 자왜봉(11a 및 11b)을 연결 요크(10a)에 형성된 홈에 삽입한 후, 도 2E에 나타내는 바와 같이, 프레스(17)에 의해서 연결 요크(10a)를 압축하여 찌그러뜨림으로써, 연결 요크(10a)의 찌그러진 부분에 의해 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)의 간극이 메워지고, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)가 밀착하여 강고하게 접합된다. 또한, 압축 후의 연결 요크(10a)는, 도 2G에 나타내는 바와 같이, 자왜봉(11a 및 11b)과 같은 높이가 된다.
- [0055] 자왜봉(11a 및 11b)의 연결 요크(10a)에 삽입된 부분은, 연결 요크(10a)가 찌그러짐으로써 압축되고, 자왜봉(11a 및 11b)의 근원 부분(자왜봉(11a 및 11b)의 연결 요크(10a)에 삽입된 부분과 삽입되어 있지 않은 부분의 경계 부분)에는 응력이 집중한다고 생각된다. 그래서, 도 2H에 나타내는 바와 같이, 자왜봉(11a 및 11b)의 근원 부분의 근방을, 예를 들면, 에폭시 수지 등의 접착제(18)로 보강함으로써, 상기한 응력의 집중이 완화됨과 더불어, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)의 접합 강도를 보다 높일 수 있다.
- [0056] 또한, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)의 접합은, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)를 하나의 핀으로 관통하여 접합하는 핀 고정 방법에 의해 접합해도 된다. 또, 연결 요크(10a)에 하나의 오목부를 형성하고, 이 오목부에 자왜봉(11a 및 11b)을 삽입하고, 또한 자왜봉(11a 및 11b)의 사이에, 예를 들면, 각주 형상을 갖는 코킹부를 삽입하여 압축함으로써, 코킹부를 찌그러뜨려 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)를 밀착시키는 압입

방법이어도 된다.

- [0057] 또, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10a)의 접합에 한정되지 않고, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결 요크(10b)의 접합에 대해서도 마찬가지이다.
- [0058] 또, 연결 요크의 형상은, 도 2C에 나타난 형상 이외에도, 일례로서, 도 2I에 나타내는 바와 같은 형상이어도 된다. 도 2C에 나타내는 연결 요크(10a)는, 자왜봉(11a 및 11b)과의 경계가 자왜봉(11a 및 11b)에 대해서 거의 수직인 형상이지만, 도 2I에 나타내는 연결 요크(10c)는, 자왜봉(11a 및 11b)과의 경계가 자왜봉(11a 및 11b)을 향해 경사지는 형상으로 되어 있다. 이 구성에 의하면, 진동에 의해 자왜봉(11a 및 11b)이 만곡되었을 때의 자왜봉(11a 및 11b)의 근원 부분에 있어서의 응력 집중을 완화할 수 있다.
- [0059] 또, 도 2B에 나타내는 바와 같이, 발전 소자(1)의 하면측에는 백 요크(15)가 설치되어 있다. 백 요크(15)는, 자왜봉(11a 및 11b)에 바이어스 자화를 인가하기 위한 구성이다.
- [0060] 백 요크(15)는, 도 2B에 나타내는 바와 같이, 연결 요크(10a)측에 설치된 영구자석(14a)과 연결 요크(10b)측에 설치된 영구자석(14b)을 가지며, 영구자석(14a 및 14b)을 개재하여, 연결 요크(10a) 및 연결 요크(10b)에 접속되어 있다.
- [0061] 영구자석(14a)은, 백 요크(15)와 접속되는 면측에 N극, 연결 요크(10a)와 접속되는 면측에 S극을 갖고 있다. 또, 영구자석(14b)은, 백 요크(15)와 접속되는 면측에 S극, 연결 요크(10b)와 접속되는 면측에 N극을 갖고 있다. 연결 요크(10a 및 10b)와, 자왜봉(11a 및 11b)과, 영구자석(14a 및 14b)과, 백 요크(15)에 의해, 도 2B에 화살표로 나타내는 바와 같은 자기 루프가 형성된다. 이로 인해, 영구자석(14a 및 14b)의 기자력에 의해, 자왜봉(11a 및 11b)에 바이어스 자화를 발생시키고 있다. 즉, 자왜봉(11a 및 11b)의 자화의 방향 또는 자왜봉(11a 및 11b)의 자화가 발생하기 쉬운 자화 용이 방향이, 자왜봉(11a 및 11b)의 축방향과 평행한 방향으로 설정된다. 이 때의 자화의 크기는, 예를 들면, 포화 자속밀도의 1/2이 되는 0.85T(테스라)이다.
- [0062] 또한, 백 요크(15)의 영구자석은, 도 2B에 나타낸 바와 같은 영구자석(14a, 14b)을 이용한 구성으로 한정되지 않고, 이하와 같은 구성이어도 된다.
- [0063] 도 2J는, 백 요크의 구성의 일례를 나타내는 측면도이다. 도 2J에 나타내는 바와 같이, 발전 소자의 백 요크는, 연결 요크(10a)측에 설치된 연결부(19a)와, 연결 요크(10b)측에 설치된 연결부(19b)와, 연결부(19a)와 연결부(19b)의 사이에 설치된 영구자석(19c)에 의해 구성되어 있다. 즉, 자왜봉(11a 및 11b)과 영구자석(19c)은 접촉되어 있지 않고, 자왜봉(11a 및 11b)에 대해서 영구자석(19c)이 평행하게 배치된 구성으로 되어 있다. 연결부(19a 및 19b)는, 예를 들면 연결 요크(10a, 10b)와 마찬가지로, Fe를 포함하는 자성 재료에 의해 형성되어 있다.
- [0064] 자기회로에는 누설 자속이 발생하기 때문에, 도 2J에 나타내는 구성이어도, 자왜봉(11a 및 11b)과 연결부(19a)와 영구자석(19c)과 연결부(19b)에 의해 자기 루프가 형성되기 때문에, 자왜봉(11a 및 11b)에 바이어스 자화가 인가된다.
- [0065] 또한, 상기한 백 요크에 있어서의 영구자석의 배치는 일례이며, 상기한 구성으로 한정하지 않고 그 외의 구성이어도 된다. 또, 영구자석으로 한정하지 않고, 전자석을 이용한 것이어도 된다. 또, 발전 소자(1)의 외부로부터의 자장에 의해 자기 회로에 누설 자속이 발생하는 구성이면, 발전 소자(1)의 외부에 자석을 배치한 구성이나, 백 요크가 없는 구성이어도 된다.
- [0066] 또한, 도 1A 및 도 1B에 나타내는 바와 같이, 자왜봉(11a 및 11b)에는, 각각 코일(12a 및 12b)이 형성되어 있다. 코일(12a 및 12b)은, 예를 들면 구리 선으로 구성되고, 권수는 각각 300권 정도이다. 코일(12a 및 12b)의 권수를 변경함으로써, 발전 소자에 발생하는 전압의 크기를 조정하는 것이 가능하다. 자왜봉(11a)과 코일(12a)의 사이에는 간극이 설치되고, 마찬가지로, 자왜봉(11b)과 코일(12b)의 사이에도 간극이 설치되어 있다. 또, 코일(12a 및 12b)은, 수지에 의해 그 사이가 메워지고, 일체로 되어 있다. 또한, 코일(12a 및 12b)은 일체로 된 구성이 아니어도 된다. 또, 코일의 권수는, 각 코일에서 동일해도 되고, 달라도 된다.
- [0067] 또, 발전 소자(1)는, 도 2K에 나타내는 바와 같이, 도 1B에 나타내는 백 요크(15)를, 코일이 감긴 자왜봉으로 치환한 구성이어도 된다. 도 2K는, 백 요크를, 코일이 감긴 자왜봉으로 치환한 발전 소자의 구성을 나타내는 측면도이다.
- [0068] 도 2K에 나타내는 바와 같이, 백 요크와 치환된 자왜봉(11d)에는, 코일(12d)이 감겨 있다. 자왜봉(11d)의 양단에는, 가동 요크(10d 및 10e)가 설치되어 있다. 가동 요크(10d)의 길이는, 연결 요크(10a)의 길이와 거의

같다. 또, 가동 요크(10b)의 길이는, 연결 요크(10e)의 길이와 거의 같다. 또, 가동 요크(10d)는, 영구자석(14a)에 의해 연결 요크(10a)에 접속되어 있다. 가동 요크(10e)는, 영구자석(14b)에 의해 연결 요크(10b)에 접속되어 있다.

- [0069] 영구자석(14a)은, 가동 요크(10d)와 접속되는 면측에 N극, 연결 요크(10a)와 접속되는 면측에 S극을 갖고 있다. 또, 영구자석(14b)은, 가동 요크(10e)와 접속되는 면측에 S극, 연결 요크(10b)와 접속되는 면측에 N극을 갖고 있다. 연결 요크(10a 및 10b)와, 자왜봉(11a 및 11b)과, 영구자석(14a 및 14b)과, 가동 요크(10d 및 10e)에 의해, 도 2K의 아래의 도면에 나타내는 바와 같은 자기 루프가 형성된다.
- [0070] 이로 인해, 발전 소자의 진동에 의해 코일(12d)의 내부의 자속이 변화함으로써, 코일(12a) 뿐만 아니라 코일(12d)에도 전류가 발생하므로, 효율적으로 발전할 수 있다. 또, 백 요크를 대신하여 코일(12d)이 감긴 자왜봉(11d)을 구비하므로, 공간을 유효하게 이용하면서 효율적으로 발전할 수 있다.
- [0071] 또, 도 2K에서는, 가동 요크(10b와 10e)는 거의 같은 길이로 했지만, 가동 요크(10b와 10e)는, 도 2L에 나타내는 바와 같이, 다른 길이여도 된다.
- [0072] 도 2L은, 백 요크를 대신하여 코일(12d)이 감긴 자왜봉(11d)을 구비하고, 가동 요크(10b와 10e)의 길이가 다른 발전 소자(16b, 16c, 16d, 16e)를, 진동체(16a)에 구비한 발전 소자의 구성을 나타내고 있다.
- [0073] 도 2L에 나타내는 바와 같이, 발전 소자(16b, 16c, 16d, 16e)의 가동 요크의 길이를 다른 길이로 함으로써, 발전 소자(16b, 16c, 16d, 16e)의 공진 주파수는, 각각 다른 것으로 된다. 따라서, 이 구성에 의하면, 진동체(16a)의 진동에 의해 동시에 폭넓은 주파수로 발전을 행할 수 있다.
- [0074] 또한, 도 2L에 있어서, 발전 소자(16 및 16c, 16d 및 16e) 영구자석(14a 및 14)으로 각각 접속되어 있는 바와 같이도 생각되지만, 자석의 흡착력은 작고, 또, 흡착력은 진동 방향으로서는 작용하지 않기 때문에, 발전 소자의 진동에는 영향을 주지 않는다고 생각된다.
- [0075] 도 3은, 발전 소자(1)의 일례를 나타내는 사진이다. 자왜봉(11a 및 11b)은, 단면이 1mm×0.5mm이고 축방향의 길이가 10mm 정도인 직방체(각주) 형상의 막대 형상을 갖고 있다. 연결 요크(10a)는, 고정 부재(21)에 고정되고, 연결 요크(10b)는, 추(20)를 구비하고 있다. 추(20)는, 자왜봉(11a 및 11b)의 축방향으로 긴 형상을 갖고 있고, 예를 들면, 자왜봉(11a 및 11b)과 동일한 정도의 길이이다. 이러한 구성에 의해, 발전 소자(1)는, 고정 부재(21)에 고정된 연결 요크(10a)를 중심으로 하여, 추(20)의 진동에 의해 굽힘 진동(공진)을 한다. 추(20)를 설치함으로써, 공진에 의해서 진동을 지속시킬 수 있다. 또한, 추(20)의 형상은, 상기한 바와 같이 자왜봉(11a 및 11b)의 축방향으로 긴 형상으로 한정되지 않고, 그 외의 형상이어도 된다. 예를 들면, 축방향으로 길게 형성된 추(20)의 일부를 고정 부재(21)의 방향으로 그자 형상으로 접어 구부리고, 추(20)의 일부가 자왜봉(11a 및 11b)과 평행하게 배치되는 형상이어도 된다. 추(20)를 이러한 형상으로 함으로써, 추(20)의 길이를 길게 함과 더불어 추(20)가 설치되는 공간을 작게 할 수 있다.
- [0076] 도 4A는, 자왜봉(11a 및 11b)의 동작을 나타내는 도면, 도 4B는, 자왜봉(11a 및 11b)에 코일(12a 및 12b), 추(20)가 배치된 상태를 나타내는 도면이다.
- [0077] 발전 소자(1)에서는, 역자왜 효과가 발생한다. 여기서, 역자왜 효과란, 자화되어 있는 자왜 재료에 응력을 가하면 자화가 변화하는 효과이다. 이 자화의 변화에 의해 코일에 유도 전압(또는 유도 전류)이 발생하고, 발전된다.
- [0078] 상세하게는, 도 4A에 나타내는 바와 같이, 발전 소자(1)의 연결 요크(10a)는 고정 부재에 고정된 캔틸레버 빔으로 간주할 수 있는 구성이며, 연결 요크(10b)에 소정의 굽힘력(P)이 부여됨으로써, 발전 소자(1)의 연결 요크(10b)가 굽힘 진동한다. 이 때, 굽힘력(P)의 방향은, 자왜봉(11a 및 11b)의 축방향에 대해서 수직인 방향이다. 연결 요크(10b)가 굽힘 진동함으로써, 발전 소자(1)는 공진한다. 이 때의 공진 주파수는, 일례로서 300Hz이며, 수십~1kHz이여도 된다.
- [0079] 또, 연결 요크(10b)에 굽힘력(P)이 부여되면, 자왜봉(11a 및 11b)은, 굽힘 변형된다. 구체적으로는, 발전 소자(1)는, 도 4A에 나타내는 방향의 굽힘력(P)을 받으면, 자왜봉(11a)이 신장되고, 자왜봉(11b)이 수축된다. 또, 연결 요크(10b)가 상기한 방향의 굽힘력(P)과 역방향의 굽힘력(P)을 받으면, 자왜봉(11a)이 수축되고, 자왜봉(11a)이 신장된다. 이와 같이, 자왜봉(11a 및 11b)이 신축됨으로써, 자왜봉(11a 및 11b)의 자화는 역자왜 효과에 의해 증가 또는 감소한다. 이로 인해, 코일(12a 및 12b)을 관통하는 자속밀도가 변화된다. 이 자속밀도의 시간적 변화에 의해, 도 4B에 나타내는 바와 같이, 코일(12a 및 12b)에 유도 전압(또는 유도 전류)이 발생한다.

또, 발전 소자(1)의 연결 요크(10b)가 굽힘 진동함으로써, 공진에 의해 진동이 지속되므로, 연속된 발전을 행할 수 있다.

[0080] 또한, 상기한 구성의 발전 소자(1)는, 자왜 재료로 구성되는 자왜봉을 2개 구비하고 있지만, 이른바 바이모르프 구조의 발전 소자와는 다르다.

[0081] 바이모르프 구조의 발전 소자에서는, 일반적으로, 자왜 재료로 구성되는 자왜판을 2장 붙이고, 붙여진 2개의 자왜판의 둘레에 한방향으로 코일이 감겨 있다. 이러한 구성의 발전 소자에서는, 진동에 의해 한 쪽의 자왜판이 신장되고, 다른 쪽의 자왜판이 수축되어도, 2개의 자왜판의 각각에 발생하는 자속의 변화는 서로 역방향이다. 따라서, 자속의 변화가 서로 없어지고 2개의 자왜판에 공통되게 감긴 코일에는 거의 전류가 발생하지 않게 된다.

[0082] 이에 대해서, 상기한 구성의 발전 소자(1)에서는, 자왜봉(11a 및 11b)의 각각 코일(12a 및 12b)이 감겨 있기 때문에, 자왜봉(11a 및 11b)의 신장 또는 수축에 의해 각각의 자왜봉(11a 및 11b)에 발생한 자속의 변화에 의해, 코일(12a 및 12b)의 각각 전류가 발생한다. 또, 자왜봉(11a 및 11b)은 연결 요크(10a 및 10b)에 의해 평행하게 연결되어 있으므로, 자왜봉(11a 및 11b)의 한 쪽이 신장되면 다른 쪽은 반드시 수축되는 구성으로 되어 있다. 이 때, 자왜봉(11a 및 11b)의 축방향과 평행한 중앙 부근에서는, 거의 한결같은 응력 분포로 되어 있다. 따라서, 이른바 바이모르프 구조의 발전 소자에 비해, 확실하면서, 큰 발전량을 얻을 수 있다.

[0083] 여기서, 발전 소자(1)에 의한 발전에 있어서의 발전량에 대해서 설명한다. 도 5는, 본 실시의 형태와 관련된 발전 소자(1)의 발전량을 전압에 의해 나타낸 도면이다.

[0084] 도 5는, 1차의 굽힘 공진 주파수가 393Hz이고, 소자를 강제 진동시켰을 때의 이동자의 변위, 발생 전압, 자속밀도의 변화의 시간 응답이다. 여기에서는, 부하를 접속하지 않는(open) 경우와, 30Ω의 부하를 접속한 경우의, 이동자의 진동에 의해 발생하는 발생 전압, 자속밀도의 변화, 및, 이동자의 진폭을 나타내고 있다.

[0085] 도 5에 의하면, 추(20)의 주기적인 변위에 대응하여 코일(12a 및 12b)을 관통하는 자속밀도가 주기적으로 변화되고, 전압이 발생되고 있다. 도 5에 의하면, 변위의 음양에서 자왜판이 만곡하는 것과 동시에, 내부의 자속밀도가 음양으로 변화하고, 그 자속밀도의 시간 분포에 비례하여 전압이 발생되어 있다. 자속밀도의 변화는, 일례로서 ±0.5T이며, 이 때 발생한 최대 전압은, 일례로서, ±1.5V(open)이다. 또, 30Ω의 부하를 접속한 경우에는, 최대 전압은 0.6V로 감소하지만, 순간 전력으로서 최대 12mW의 전력이 얻어진다.

[0086] 또, 도 5에 있어서, 30Ω의 부하를 접속한 경우에는, 이동자의 진폭이 감소하고 있고, 이로부터도 기계 에너지의 일부가 전기 에너지로 변환되어 있는 것을 알 수 있다.

[0087] 또한, 일반적으로 발생 전압은 이하의 (식 1)에 의해 계산할 수 있다.

수학식 1

[0088]
$$V = NAB2\pi f \cos 2\pi ft = 0.39 \cos 2\pi ft \quad (\text{식 1})$$

[0089] 여기서, V는 발생 전압, N은 코일의 권수, A는 코일의 단면적, B는 코일을 관통하는 자속밀도, f는 굽힘 진동의 공진 주파수를 나타내고 있다.

[0090] 또, 도 6은, 본 실시의 형태와 관련된 발전 소자의 발전량을 전류에 의해 나타낸 도면이며, 상기한 30Ω의 부하를 접속했을 때에 얻어지는 유도 전류를 나타내고 있다. 얻어진 전류치로부터 이하의 (식 2)에 의해 발전량(W)을 계산한다. 여기서, T는 진동의 주기이다. 발전량(W)은 W=2mW라는 값이 얻어졌다. 또한, 부하 저항(R)을 R=20Ω로 하고 있다.

수학식 2

[0091]
$$W = \frac{1}{T} \int_0^T I^2 R dt \quad (\text{식 2})$$

[0092] 상기한 단면적(A), 자속밀도(B), 공진 주파수(f), 코일의 권수(N)를 변경함으로써, 일례로서 1mW 이상의 발전량을 얻는 것이 가능하다.

[0093] 다음에, 발전 소자(1)에 의한 발전에 있어서의 평균 발생 전력(P) 및 전력 밀도에 대해 설명한다. 도 7은, 도 1에 나타난 발전 소자(1)에 있어서, 부하 저항(R)에 대한 평균 발생 전력(P)을 나타낸 도면이다.

[0094] 평균 발생 전력(P)은, 이하의 (식 3)에 의해 계산하고 있다.

수학식 3

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{v^2}{R} dt \quad (\text{식 3})$$

[0095]

[0096] 여기서, T는 진동의 주기이며, 평균 발생 전력(P)는, 부하 저항(R)의 순시 전압(v)을 측정하여 계산하고 있다.

[0097] 도 7에 의하면, 코일의 저항과 동일한 정도의 부하 저항(R)을 연결한 정합 조건에 있어서, 2.0W의 최대 전력을 취출할 수 있는 것이 확인되어 있다. 이 경우의 발생 전력의 체적 밀도(전력 밀도)는, 10mW/cm³ 이상이다. 또한, 이 전력 밀도는, 발전 소자(1)의 코일이나 요크도 포함한 체적으로 산출한 것이다.

[0098] 상기한 전력 밀도의 값은, 본 실시의 형태와 관련된 자왜 재료를 이용한 발전 소자(1)에 의하면, 압전 소자를 이용한 발전(1mW/cm³)이나 일렉트렛을 이용한 발전에 비해, 10배 이상의 발전량을 얻을 수 있는 것을 나타내고 있다. 즉, 발전 소자(1)에 의하면, 소자의 소형화를 실현할 수 있다.

[0099] 다음에, 발전 소자(1)에 의한 발전에 있어서의 에너지 변환 효율(η)에 대해서 설명한다. 여기서 말하는 에너지 변환 효율이란, 입력 기계 에너지에 대한 출력 전기 에너지를 말한다. 도 8A는, 도 1에 나타난 발전 소자의 변위를 나타낸 도이며, 도 8B는, 도 1에 나타난 발전 소자의 발생 전압을 나타낸 도면이다.

[0100] 에너지 변환 효율(η)은, 입력 기계 에너지(W_i)와 출력 전기 에너지(W_o)에 의해, 이하의 (식 4)에 의해 계산하고 있다.

수학식 4

$$\eta = \frac{W_o}{W_i} = \int \frac{v^2}{R} dt \bigg/ \frac{1}{2} F_0 X_0 \quad (\text{식 4})$$

[0101]

[0102] 여기서, 입력 기계 에너지(W_i)는, 여진을 위해서 부여한 초기의 탄성 에너지로, 초기 변위(X₀)와 힘(F₀)으로부터 구하고 있다. 출력 전기 에너지(W_o)는, 부하 저항(R)의 줄 손실의 시간 적분이다. 또, 부하 저항(R)은, 30Ω로 하고 있다. 도 8A 및 도 8B에 나타난 변위와 발생 전압은, 발전 소자(1)의 추(20)의 위치에 50g의 추를 실로 매달고, 실을 자르고 자유진동을 개시시켰을 때의 추(20)의 위치의 변위와 발생 전압이다.

[0103] 도 8A에 나타내는 바와 같이, 추(20)의 변위는, 진동 개시시(도 8A에 있어서의 Time=0.02s부근)가 피크이며 그 후 감소되어 있다. 또, 도 8B에 나타내는 바와 같이, 발생 전압은, 진동 개시시(도 8B에 있어서의 Time=0.02s부근)에 있어서 피크치 0.5V를 나타내고, 그 후 도 8A에 나타난 변위와 마찬가지로 감쇠(감쇠 계수 0.081)되어 있다. 도 8B에 의하면, 출력 전기 에너지(W_o)는, 1.2×10⁻⁵J, 도 8A에 의하면, 입력 기계 에너지(W_i)는, 8.9×10⁻⁵J가 된다. 이들 값으로부터, 에너지 변환 효율(η)은, 0.14(14%)가 된다. 즉, 도 8A 및 도 8B에 의하면, 50g의 추의 분리에 의한 1회의 자유진동으로, 피크 전력 8.3mW, 평균 0.12mW(1.2×10⁻⁵J/0.1s)의 전력이 얻어지는 것을 알 수 있다.

[0104] 또, 도 9는, 추에 의해 여진 조건을 바꾸었을 때의, 발전 소자의 입력 일량(입력 기계 에너지)(W_i)과 출력 전기

에너지(W_0)의 관계를 나타낸 도면이다.

- [0105] 도 9에 나타내는 바와 같이, 입력 일량(입력 기계 에너지)(W_1)와 출력 전기 에너지(W_0)의 관계는, 거의 선형의 관계가 얻어져 있다. 또, 에너지 변환 효율(η)은 15%로 산출되어 있다. 코일의 저항에 있어서, 이것과 동일한 정도의 줄 손실이 발생하는 것을 고려하면, 변환 효율은 30% 이상이라고 생각할 수 있다.
- [0106] 여기서, 발전 소자(1)의 진동시의 공진 모드와 형상 변화에 대해서 설명한다. 도 10A는, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 1차 공진 모드에서의 형상의 변화를 나타내는 도면, 도 10B는, 도 1A에 나타낸 발전 소자의 2차 공진 모드에서의 형상의 변화를 나타내는 도면이다.
- [0107] 도 10A에 있어서의 발전 소자(1)는 캔틸레버 빔으로서 설치되어 있다. 즉, 발전 소자(1)는 한 쪽의 연결 요크(10a)가 고정되고, 다른 쪽의 연결 요크(10b)가 고정되지 않는 구성으로 되어 있다. 또한, 고정되지 않는 연결 요크(10b)를 가동부라고 부르기도 한다. 이러한 캔틸레버 빔의 구성을 한 발전 소자(1)는, 공진 상태에 있어서 효율적으로 발전할 수 있다. 발전 소자(1)의 공진 진동의 모드는 무한으로 있지만, 일반적으로는, 도 10A에 나타내는 바와 같은 1차 공진 모드에 의한 공진이 발생하기 쉽다.
- [0108] 1차 공진 모드에 의한 공진에서는, 발전 소자(1)는, 도 10A에 나타내는 바와 같이, 캔틸레버 빔 전체적으로 한 방향으로 만곡하는 변형을 발생시킨다. 이 때, 자왜봉(11a)은 신장되고, 자왜봉(11b)은 압축된다. 이로 인해, 발전 소자(1)에는 자왜봉의 변형량에 따른 발전을 행할 수 있다.
- [0109] 또, 발전 소자(1)에 의한 발전은, 2차 공진 모드에 있어서도 행할 수 있다. 즉, 캔틸레버 빔으로서 설치된 발전 소자(1)는, 발전 소자(1)의 형상 및 부여되는 진동의 주파수에 의해, 1차 공진 모드보다 공진 주파수가 높은 고차 공진 모드에서도 공진한다. 예를 들면, 1차 공진 모드에 있어서의 공진 주파수의 4배 정도의 공진 주파수인 2차 공진 모드에서는, 발전 소자(1)는, 도 10B에 나타내는 바와 같은 변형을 발생시킨다.
- [0110] 도 10B에 나타내는 바와 같이, 2차 공진 모드에 있어서의 발전 소자(1)는, 전체를 캔틸레버 빔으로서 보았을 때, 도 10B에 나타내는 바와 같이, 절점이 생기는 상태이다. 이 때, 캔틸레버 빔의 평행 빔 부분, 즉, 자왜봉(11a 및 11b)과 가동부(발전 소자(1)에 있어서의 고정되어 있지 않은 측의 연결 요크(10a))는, 전체적으로 보았을 때에 한 방향으로 만곡하는 변형을 발생시킨다. 이 때, 자왜봉(11a)은 신장되고, 자왜봉(11b)은 압축된다. 이로 인해, 발전 소자(1)에는 자왜봉(11a, 11b)의 변형량에 따른 발전을 행할 수 있다.
- [0111] 여기서, 발전 소자(1)에 발생하는 전압은, 발전 소자의 공진 주파수에 비례하여 커지므로, 2차 공진 모드에 있어서의 발전 소자(1)에서는, 1차 공진 모드보다 공진 주파수가 높기 때문에, 보다 큰 전력을 얻을 수 있다.
- [0112] 발전 소자(1)에 있어서 2차 공진 모드에 의한 공진을 발생시키기 쉽게 하려면, 발전 소자(1)에 있어서 가동부의 길이를 길게 하거나, 가동부와 평행 빔을 연결하는 부분을 설치하고 이 연결부나 가동부의 일부를 부드럽게 하여, 발전 소자(1)의 자왜봉(11a 및 11b)에 진동 절이 생기기 쉬운 구성으로 하거나 하는 것이 효과적이다.
- [0113] 또, 공진 주파수가 다른 복수의 발전 소자(1)를 늘어놓은 구성으로 함으로써, 복수 종류의 주파수에서 공진 상태가 발생하는 구성으로 해도 된다. 이 구성에 의하면, 발전 소자(1)에 부여되는 진동의 주파수가 다른 경우에도, 전부 발전할 수 있다.
- [0114] 자왜봉(11a 및 11b)을 형성하는 자왜 재료는, 철 갈륨 합금인 Galfenol로 한정하지 않고, 그 외의 재료여도 된다. Galfenol을 이용한 경우에는, 응력을 가함에 따른 Galfenol의 내부 자화의 변화는, 포화 자속밀도가 1T 정도까지 변화하므로, 발전 소자(1)에 있어서의 발전량을 올릴 수 있다.
- [0115] Galfenol 이외의 자왜 재료로서는, 예를 들면, 철 코발트 합금인 퍼멘더여도 되고, 그 외의 재료여도 된다. 또, 결정 상태의 재료 뿐만 아니라, 아몰퍼스 상태의 재료여도 된다. 또한, 인장 응력에 대한 자화의 변화를 크게 하기 위해서, 미리 응력 어닐링 처리를 실시함으로써 압축 응력을 부가한 자왜 재료를 이용해도 된다.
- [0116] 또한, 상기한 발전 소자(1)에서는, 자왜봉(11a) 및 자왜봉(11b) 모두 자왜 재료로 구성된 발전 소자이지만, 자왜봉(11a 및 11b)의 어느 한 쪽, 예를 들면, 자왜봉(11b)을, 자왜 재료와 대략 동일한 강성, 또는, 자왜 재료의 강성 이상의 강성을 갖는 재료로 구성된 강성봉(11b)으로 해도 된다. 이 경우, 강성봉(11b)에는 코일(12b)을 감을 필요는 없기 때문에, 자왜봉(11a)에 감기는 코일(12a)의 권수를 증가시킬 수 있고, 또한, 간단한 구성에 의해 발전 소자(1)를 실현할 수 있다.
- [0117] 또, 연결 요크(10b)에 부여되는 굽힘력(P)의 방향은, 자왜봉(11a 및 11b)의 축방향에 대해서 수직인 방향으로, 자왜봉(11a 및 11b)의 한 쪽이 신장되고 다른 쪽이 수축되는 것이면, 어떠한 방향으로 부여되어도 된다.

- [0118] 또, 자왜봉(11a 및 11b)의 형상은, 직방체의 막대 형상으로 한정되지 않고, 예를 들면 원주 형상의 막대 형상, 판 형상, 얇은 띠 형상 등 그 외의 형상이어도 된다.
- [0119] (실시의 형태 2)
- [0120] 다음에, 본 발명의 일형태에 관련된 실시의 형태 2에 대해서 설명한다. 상기한 실시의 형태 1에서는, 2개의 자왜봉에 의해 발전 소자를 구성하고 있었지만, 본 실시의 형태에서는, 하나의 자왜봉과 연결 요크에 의해, 발전 소자를 구성하고 있는 점이, 실시의 형태 1과 다른 점이다.
- [0121] 도 11A는, 본 실시의 형태와 관련된 발전 소자의 측면도이며, 도 11B는, 도 11A에 나타내는 발전 소자의 자왜봉 및 연결 요크의 배치 위치를 나타낸 측면도이다.
- [0122] 도 11A에 나타내는 바와 같이, 본 실시의 형태와 관련된 발전 소자는, 자왜봉(11c)과, 연결 요크(10c)와, 코일(12c)을 구비하고 있다. 또한, 자왜봉(11c), 코일(12c)은, 각각 본 발명에 있어서의 제1 자왜봉, 제1 코일에 상당한다.
- [0123] 자왜봉(11c)은, 실시의 형태 1에 나타낸 자왜봉(11a 및 11b)과 같이, 예를 들면, 철 갈륨 합금인 Galfenol(영률 70GPa)로 구성되고, 연성을 가지며, 1mm×0.5mm×10mm의 직방체의 막대 형상을 하고 있다. 연결 요크(10c)는, 자왜봉(11c)에 한결같은 응력(압축력 또는 인장력)을 가하기 위한 강성 및 형상을 갖는 자성 재료에 의해 형성되어 있다. 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 강성이란, 예를 들면, 자왜봉(11c)과 대략 동일한 강성을 갖는 자성 재료, 한결같은 압축력 또는 인장력을 가하기 위한 형상이란, 예를 들면, 자왜봉(11c)과 대략 동일한 형상을 갖는 자성 재료이다. 이러한 재료로서는, 예를 들면, Fe를 포함하는 자성 재료, SUS430(영률 210GPa) 등의 스테인리스가 있다.
- [0124] 연결 요크(10c)는, 도 11B에 나타내는 바와 같이, 일부에 오목부를 갖고 있다. 이 오목부 내의 측벽에, 자왜봉(11c)의 일단 및 타단이 각각 기계적 및 자기적으로 접속되어 있다. 따라서, 오목부 내에 있어서, 자왜봉(11c)과 연결 요크(10c)는 평행하게 배치되어 있다. 즉, 자왜봉(11c)과 평행하게 배치되어 있는 연결 요크(10c)의 부분은, 본 발명에 있어서의 강성봉에 상당한다. 또, 자왜봉(11c)과 평행하게 배치되어 있는 연결 요크(10c)의 부분 이외의 부분은, 본 발명에 있어서의 2개의 연결 요크에 상당한다. 이 구성에 의해, 자왜봉(11c)의 축방향과 수직 방향으로 발전 소자(1)가 진동하면, 자왜봉(11c)은 신장 또는 수축된다. 이로 인해, 자왜봉(11c)에 있어서 자속의 변화가 발생한다.
- [0125] 또, 도 11A에 나타내는 바와 같이, 자왜봉(11c)에는 또한, 코일(12c)이 형성되어 있다. 코일(12c)은, 예를 들면 구리 선으로 구성되고, 권수는 250권이다. 상기한 바와 같이, 자왜봉(11c)이 신장 또는 수축되어 자속밀도가 변화함으로써, 코일(12c) 내의 자속도 변화하므로, 코일(12c)에는 전류가 발생한다. 이로 인해, 발전할 수 있다. 또한, 실시의 형태 1과 같이, 코일(12c)의 권수를 변경함으로써, 발전 소자에 발생하는 전압의 크기를 조정하는 것이 가능하다. 또, 코일의 권수는, 상기한 권수가 아니어도 적절히 변경해도 된다.
- [0126] 본 실시의 형태와 관련된 발전 소자에 의하면, 실시의 형태 1과 관련된 발전 소자(1)에 비해, 자왜봉이 1개여도 발전하는 것이 가능하다. 또, 연결 요크(10c)의 구성을, 실시의 형태 1과 관련된 발전 소자(1)에 있어서의 2개의 연결 요크(10a 및 10b)와 강성봉(11b)을 일체로 한 구성으로 함으로써, 발전 소자의 부품수를 줄임과 더불어 자왜봉과 연결 요크의 접속 부분을 줄일 수 있다. 이로 인해, 연결 요크와 자왜봉의 접합을 보다 강고하게 할 수 있다. 또, 자왜봉(11c)에만 코일(12c)을 감음으로써, 코일의 권수를 증가시킬 수 있기 때문에, 발전량을 증가시킬 수 있다.
- [0127] (실시의 형태 3)
- [0128] 다음에, 본 발명의 일형태에 관련된 실시의 형태 3에 대해서 설명한다. 본 실시의 형태에서는, 각각의 자왜봉에 복수의 코일이 병렬로 감겨 있는 발전 소자에 대해 설명한다. 도 12A~도 12D는, 본 실시의 형태와 관련된 발전 소자의 상면도이며, 도 13A~13G는, 도 12A~도 12D에 나타낸 발전 소자의 등가 전기 회로도이다. 또한, 도 12A~도 12D에 있어서, 코일(12a 및 12b)은 단면도로서 나타내고 있다.
- [0129] 도 12A에 나타내는 발전 소자(1)는, 도 1A에 나타낸 발전 소자(1)와 같은 구성이며, 발전 소자(1)의 기본 구성을 나타내고 있다. 이 발전 소자(1)에서는, 자왜봉(11a 및 11b)에, 하나의 코일(12a 및 12b)의 각각이 감겨 있다. 이 구성에 의하면, 코일을 분할하고, 그들을 병렬로 접속함으로써, 발전 소자(1)의 부하 저항 내부 저항을 감소시킬 수 있다.
- [0130] 도 13A는, 이 발전 소자(1)의 등가 전기 회로도이다. 도 13A에 있어서, 코일(12a 및 12b)의 권수를 N, 부하 저항

항을 R, 발생하는 전압을 V, 외부 부하 저항을 R₀로 하면, 최대의 전력을 취출할 수 있는 정합 조건 R₀=R일 때, 부하 저항(R₀)에서 발생하는 전력은 $V^2/4R_0$ 이다.

- [0131] 또, 각각의 분할된 코일(12a)(또는 12b)의 부하 저항은, 코일(12a)(또는 12b)의 권수를 N, 부하 저항을 R로 하면, 코일(12a)(또는 12b)을 도 12D에 나타내는 바와 같이 K개로 분할하는 경우에는, 도 13F의 등가 전기 회로도에 나타내는 바와 같이 R/K가 된다. 이 때, K개로 분할된 코일(12a)(또는 12b) 모두를 병렬로 접속한 경우의 합성 저항(R)은, 도 13G에 나타내는 바와 같이, $R=R/K^2$ 가 된다.
- [0132] 구체적으로는, 도 12B에 나타내는 바와 같이, 2분할된 코일(12a)(또는 12b)을 병렬 접속한 경우, 도 13B의 등가 전기 회로도에 나타내는 바와 같이, 두 개로 분할된 각각의 코일(12a)(또는 12b)의 부하 저항은 R/2가 되고, 도 13C에 나타내는 바와 같이, 합성 저항은 R/4가 된다. 또, 도 12C에 나타내는 바와 같이, 3분할된 코일(12a)(또는 12b)을 병렬 접속한 경우, 도 13D의 등가 전기 회로도에 나타내는 바와 같이, 분할된 각각의 코일(12a)(또는 12 b)의 부하 저항은 R/3이 되고, 도 13E에 나타내는 바와 같이, 합성 저항은 R/9가 된다.
- [0133] 또, 각각의 코일(12a)(또는 12b)의 권수(N)를 증가시킴으로써, 발생 전력을 증가시킬 수 있다. 발생 전압은 코일(12a)(또는 12b)의 권수(N)에 비례하기 때문에, 도 13D에 나타내는 바와 같이, 코일(12a)(또는 12b)을 K분할했을 때의 코일(12a)의 권수는 N/K이고, 발생 전압은 1/K배가 된다. 예를 들면, 도 13B에 나타내는 바와 같이, 코일(12a)(또는 12b)을 2분할한 경우, 발생 전압은 V/2이다. 또, 도 13C에 나타내는 바와 같이, 코일(12a)(또는 12b)을 3분할한 경우, 발생 전압은 V/3이다.
- [0134] 정합 조건으로 외부 부하 저항을 R/K^2 로 했을 때의 발생 전력은, $(V/K)^2/(4 R/K^2)=V^2/4R$ 이 되고, 분할하지 않은 경우와 같다. 즉, 코일(12a)(또는 12b)을 K분할하여 병렬로 접속함으로써, 발전 소자(1)의 내부 저항을 $1/K^2$ 배로 내릴 수 있다(단 전압이 1/K배가 된다). 반대로, 분할하지 않는 경우와 같은 부하 저항(R)을 허용할 수 있다면, 부하 저항을 K^2 배, 즉, 권수를 “ K^2 배”로 해도 된다(권수와 부하 저항이 비례한다고 가정하고 있다). 이 경우, 발생 전압은, $1/K * K^2=K$ 배가 된다.
- [0135] 따라서 취출할 수 있는 전력은 $(KV)^2/4R=K^2 * V^2/4R$ 이 되고, 부하 저항(R)에서 발생하는 전력 $V^2/4R$ 의 K^2 배의 전력을 취출할 수 있다.
- [0136] (실시의 형태 4)
- [0137] 다음에, 본 발명의 일형태에 관련된 실시의 형태 4에 대해서 설명한다. 본 실시의 형태에서는, 실시의 형태 1에 나타난 발전 소자를 직렬로 복수개 연결한 발전 장치, 및, 실시의 형태 2에 나타난 발전 소자를 직렬로 복수개 연결한 발전 장치에 대해 설명한다. 도 14, 및, 도 15A~도 15D는, 본 실시의 형태와 관련된 발전 장치의 개략 구성도이다. 또한, 도 14에 있어서, 코일(12a 및 12b)은 단면도로서 나타내고 있다.
- [0138] 도 14는, 실시의 형태 1에 나타난 발전 소자를 직렬로 복수개 연결한 발전 장치의 개략 구성도이다. 도 14에 나타내는 바와 같이, 본 실시의 형태와 관련된 발전 장치(23a)는, 고정부(24)와, 고정부(24)에 직렬로 접속된 5개의 발전 소자와, 고정부(26)와, 추(이동자)(27)를 구비하고 있다. 직렬로 접속된 발전 소자의 각각은, 자왜봉(11a 및 11b)과, 자왜봉(11a 및 11b)에 각각 감긴 코일(12a 및 12b)과, 자왜봉(11a 및 11b)을 연결하는 연결 요크(25a, 25b, 25c, 25d)를 갖고 있다. 5개의 발전 소자는, 각각 평행하게 배치되고, 서로 이웃하는 발전 소자에 있어서 연결 요크를 공통으로 사용하여 5개의 발전 소자를 직렬로 접속하고 있다.
- [0139] 즉, 도 14에 나타내는 바와 같이, 고정부(24)에 일단이 연결된 제1 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 타단은, 연결 요크(25a)에 연결되고, 또한 연결 요크(25a)에는 제1 발전 소자와 평행하게 배치된 제2 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 일단이 연결되어 있다. 제2 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 타단은, 연결 요크(25b)에 연결되고, 또한 연결 요크(25b)에는 제2 발전 소자와 평행하게 배치된 제3 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 일단이 연결되어 있다. 제3 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 타단은, 연결 요크(25c)에 연결되고, 또한, 연결 요크(25c)에는 제3 발전 소자와 평행하게 배치된 제4 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 일단이 연결되어 있다. 제4 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 타단은, 연결 요크(25d)에 연결되고, 또한 연결 요크(25d)에는 제4 발전 소자와 평행하게 배치된 제5 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 일단이 연결되어 있다. 제5 발전 소자의 자왜봉(11a 및 11b)의 타단은, 고정부(26)에 접속되어 있다. 이러한 구성에 의해, 발전 장치(23a) 전체의 형상이 탄성을 갖는 스프링 형상으로 구성되어 있기 때문에, 추(27)의 상하 진동에 의해, 복수개의 발전 소자의 자왜봉

(11a 및 11b)의 한쪽은 신장되고, 다른 쪽은 수축된다. 이로 인해, 실시의 형태 1에 나타낸 발전 소자(1)와 같이 발전을 행할 수 있다.

- [0140] 발전 장치(23a)의 구성에 의하면, 복수개의 발전 소자의 자왜봉을 접합하는 연결 요크를, 서로 이웃하는 발전 소자에서 공통으로 사용하여, 복수개의 발전 소자를 직렬로 접속함으로써 발전량을 크게 할 수 있다. 구체적으로는, K개의 발전 소자를 직렬로 접속함으로써, 발전량을 K배로 할 수 있다. 동시에, K개의 발전 소자를 평행하게 K개 늘어놓음으로써, 공진 주파수를 1/K로 감소시킬 수 있으므로, 단위시간 당의 진동 회수가 증가하기 때문에, 발전량을 증가할 수 있다. 또, 발전 장치 전체의 형상이 탄성을 갖는 스프링 형상으로 구성되어 있기 때문에, 발전 소자에 있어서의 진동을 장시간 계속시킬 수 있다. 이로 인해, 사용하는 환경에 있던 진동수, 발전 전력으로 용이하게 조정할 수 있다. 또한 추(27)의 무게를 무겁게 하면, 발전량이 커진다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0141] 도 15A는, 발전 장치의 사용예를 나타내는 도면이다. 도 15A에 나타내는 바와 같이, 발전 장치(23a), 또는, 이하에 나타내는 발전 장치(23b)는, 예를 들면, 자동차의 차체에 설치되어도 된다.
- [0142] 도 15B~도 15D는, 실시의 형태 2에서 나타낸 발전 소자를 직렬로 복수개 연결한 발전 장치의 개략 구성도이다. 도 15B~도 15D에 있어서, 코일 12c는 단면도로서 나타내고 있다.
- [0143] 도 15B~도 15D에 나타내는 발전 장치(23b)의 구성은, 상기한 발전 장치(23a)의 구성과 거의 같지만, 각각의 발전 소자가 하나의 자왜봉(11c)과, 연결 요크(10c)와, 자왜봉(11c)에 감긴 코일(12c)에 의해 구성되어 있는 점이 다르다. 도 15B~도 15D에 나타내는 바와 같이, 발전 장치(23b)는, 복수의 발전 소자가 직렬로 연결된 발전 소자 연결체와, 추(28a)와, 추(28a)에 형성된 오목부 내의 측벽에 설치된 자석(28b, 28c)과, 추(28a)를 수납하는 용기(29a)와, 추(28a)와 용기(29a)의 사이에 배치된 복수의 구체(29b)를 구비하고 있다. 복수의 구체(29b)는, 추(28a)와 용기(29a)의 사이의 마찰을 저감하기 위해서 설치되어 있다.
- [0144] 도 15B~도 15D에 나타내는 바와 같이, 발전 소자 연결체의 일부는, 추(28a)에 형성된 오목부 내에 삽입되어 있다. 또, 오목부에 설치된 자석(28b, 28c)은, 자왜봉(11c)의 측방향으로 배치되어 있다. 즉, 오목부에 삽입된 발전 소자 연결체의 일부가 진동하는 방향으로, 각각 배치되어 있다. 발전 소자 연결체의 상기 일부는, 자성체로 형성되어 있는 연결 요크(10c)와 일체로 형성되어 있기 때문에, 자성을 갖고 있고, 자석(28b, 28c)과 흡착된다.
- [0145] 이하, 발전 장치(23b)의 동작에 대해서 설명한다. 발전 장치(23b)는, 예를 들면, 자동차에 설치되고, 자동차의 관성력을 이용한 진동하는 구성이다. 여기서, 관성력이란, 자동차가 발전할 때(가속), 또는, 정지할 때(감속)의 가속도에 의한 힘이다.
- [0146] 정상 시, 즉, 자동차가 거의 등속으로 주행하고 있는 경우에는, 추(28a)와 발전 소자 연결체의 일부는, 도 15B에 나타내는 바와 같이, 자석(28b)의 흡착력에 의해 흡착하여 일체로 되어 있다. 또, 브레이크의 작동이나 감속에 의해 자동차가 감속하면, 추(28a)에는, 진행 방향으로 더 진행하려고 하는 관성력이 작용한다. 이로 인해, 도 15C에 나타내는 바와 같이, 자석(28b)의 흡착력에 의해 흡착되어, 자석(28b)과 일체로 되어 있던 발전 소자 연결체는 변형된다. 이 변형이 발생하는 동안, 복수개의 발전 소자 각각의 자왜봉(11c) 또는 연결 요크(10c)의 한쪽은 신장되고 다른 쪽은 수축되기 때문에, 자왜봉(11c)의 자속은 변화되고, 코일(12c)에는 전류가 발생한다. 이로 인해, 발전할 수 있다. 또한 추(28a)는, 용기(29a) 내에, 구체(29b) 상에 배치되어 있으므로, 용기(29a) 내에서의 이동만 가능하고, 용기(29a)가 스톱퍼가 되고, 변위가 제한된다.
- [0147] 또, 도 15C에 나타내는 바와 같이, 추(28a)가 관성력에 의해 이동하고, 관성력이 자석(28b)의 흡착력을 넘으면, 추(28a)는 발전 소자 연결체의 일부로부터 벗어난다. 이 때, 관성력에 의한 작용력은 영이 되고, 발전 소자 연결체에는 자유진동이 여진된다. 이 진동으로부터, 발전 소자(23b)를 구성하는 복수개의 발전 소자 각각의 자왜봉(11c) 및 연결 요크(10c)의 한쪽은 신장되고 다른 쪽은 수축되므로, 상기한 도 15B에 나타내는 경우와 같이, 발전을 행할 수 있다.
- [0148] 또한 도 15D에 나타내는 바와 같이, 추(28a)가 자석(28b)으로부터 벗어난 후, 발전 소자 연결체의 일부는, 자석(28b)이 배치된 오목부의 측벽과 반대측의 측벽에 배치된 자석(28c)에 흡착된다. 이로 인해, 반대의 가속도(자동차의 발전 또는 가속) 시에 같은 발전을 행할 수 있다.
- [0149] 또한 상기한 발전 장치(23b)에서는, 발전 장치 전체에 있어서의 공진 주파수와 필요한 작용력을 내리기 위해서 복수개의 발전 소자를 연결한 발전 소자 연결체를 사용하고 있지만, 관성력을 이용한 진동에 의한 발전 장치에서는, 상기한 발전 소자 연결체가 아니어도 발전은 가능하다. 또, 관성력으로 한정되지 않고, 상하 방향의 진

동에 의해서도 발전하는 것이 가능하다.

[0150] (실시의 형태 5)

[0151] 다음에, 본 발명의 일형태에 관련된 실시의 형태 5에 대해서 설명한다. 본 실시의 형태에서는, 실시의 형태 1에서 설명한 발전 소자를 구비한 전자 장치의 일례로서의 휴대 전화기에 대해서 설명한다.

[0152] 도 16은, 본 실시의 형태와 관련된 휴대 전화기의 개략 구성도이다. 도 17은, 도 16에 나타난 휴대 전화기의 내부 구조의 일부를 나타내는 개략도이며, 발전 소자를 탑재한 부분을 나타내는 도면이다.

[0153] 도 17에 나타내는 바와 같이, 발전 소자(50)는, 휴대 전화기(30)의 디스플레이가 탑재된 덮개 부분의 내부에 있어서, 디스플레이가 배치된 위치를 사이에 두고 양측에 각각 1개씩 탑재되어 있다. 각 발전 소자(50)는, 실시의 형태 1에 나타난 발전 소자(1)와 같이, 연결 요크(60a 및 60b)와, 자왜봉(61)과, 코일(62)과, 영구자석(63a 및 63b)과, 백 요크(64)를 구비하고 있다.

[0154] 또, 도 17에 나타내는 바와 같이, 각 발전 소자(50)는, 휴대 전화기(30)에 있어서 덮개 부분의 개폐의 중심축이 되는 축축에 연결 요크(60a)가 배치되고, 휴대 전화기(30)의 단축에 연결 요크(60b)가 배치되어 있다. 또, 발전 소자(50)의 백 요크(64)는, 자왜봉(61)보다 휴대 전화기(30)의 덮개 부분의 중심축에 배치되어 있다. 또한, 휴대 전화기(30)의 단축에는, 2개의 발전 소자(50)의 연결 요크(60b)를 연결하도록 추(70)가 배치되어 있다.

[0155] 이러한 구성에 의해, 휴대 전화기(30)의 덮개 부분을 개폐함으로써, 발전 소자(50)에 설치된 자왜봉(61)이 그 진동에 의해 진동한다. 그리고, 그 진동에 의해 코일(62)을 관통하는 자속밀도가 변화함으로써 발전된다.

[0156] 또한, 도 17에 나타난 발전 소자(50)를 구비한 휴대 전화기(30)의 구성은, 본 발명을 휴대 전화기에 있어서 실현하기 위한 일례이며, 발전 소자(50) 이외에, 예를 들면, 진동을 발생하는 공진 진동 발생 기구를 구비하는 구성으로 해도 된다.

[0157] (실시의 형태 6)

[0158] 다음에, 본 발명의 일형태와 관련된 실시의 형태 6에 대해서 설명한다. 본 실시의 형태에서는, 실시의 형태 1에서 설명한 발전 소자에 공진 진동 발생 기구를 구비한 발전 소자에 대해 설명한다. 도 18A는, 공진 진동 발생 기구로서 텅김 이동자를 구비한 본 실시 형태와 관련된 발전 소자의 상면도이며, 도 18B는, 본 실시 형태와 관련된 발전 소자의 측면도, 도 18C는, 본 실시 형태와 관련된 발전 소자의 동작을 나타내는 상면도이다.

[0159] 도 18A~도 18C에 나타내는 발전 소자(80)는, 상기한 발전 소자(50)와 같이, 연결 요크(90a 및 90b)와, 자왜봉(91a 및 91b)과, 코일(92a 및 92b)과, 영구자석(93a 및 93b)과, 백 요크(94)를 구비하고 있다. 또, 연결 요크(90a)에는 샤프트(96)가 설치되고, 연결 요크 90b로부터 90a의 방향으로, 자왜봉(91a 및 91b)에 대해서 백 요크(94)가 설치된 측과 반대 측에, 대략 L자형의 형상으로 구성되어 있다. 또한 도 18C에서는, 백 요크(94) 및 영구자석(93a 및 93b)은 도시를 생략하고 있다.

[0160] 또, 도 18A에 나타내는 바와 같이, 연결 요크(90b)는 볼록부를 갖고 있고, 텅김 이동자(97)에는, 이 볼록부와 대응하여 오목부가 설치되어 있다. 그리고, 연결 요크(90b)측의 텅김 이동자(97)를, 도 18C에 나타내는 바와 같이, 샤프트(96)를 회전축으로 하여 이동시키면, 텅김 이동자(97)의 오목부가 연결 요크(90b)의 볼록부에 접촉하여 걸리고, 연결 요크(90b)의 볼록부가 텅김 이동자(97)의 오목부에 의해 튕겨진다. 이로 인해, 발전 소자(80)는, 자왜봉(91a 및 91b)과 평행한 방향으로 공진 진동한다.

[0161] 즉, 텅김 이동자(97)를, 샤프트(96)를 회전축으로 하여 이동시킴으로써, 발전 소자(80)는, 연결 요크(90b)에 있어서, 텅김 이동자(97)의 이동에 따라 자왜봉(91a 및 91b)의 축방향으로 수직인 방향의 힘을 받게 된다. 이로 인해, 자왜봉(91a 및 91b)의 한 쪽이 신장되고 다른 쪽이 수축되어, 발전한다. 또, 한 번 텅김 이동자(97)를 이동하면, 발전 소자(80)의 공진 진동은 연속해서 일어나므로, 발전도 연속해서 행할 수 있다.

[0162] 이 발전 소자(80)는, 샤프트(96)가 설치된 연결 요크(90a)측의 단면을, 예를 들면 사람의 몸의 일부에 고정하고, 텅김 이동자(97)에, 예를 들면 추로서 휴대 전화기 등의 전자 장치를 장착함으로써, 전자 장치에 필요한 전력을 발전 소자(80)에 의해 연속적으로 공급할 수 있다.

[0163] 또한 상기한 텅김 이동자(97)를 구비한 발전 소자(80)에서는, 연결 요크(90b)의 볼록부가 텅김 이동자(97)의 오목부에 의해 튕겨지는 구성으로 했지만, 이 구성으로 한정되지 않고, 그 외의 구조, 예를 들면, 실시의 형태 4에 나타난 발전 소자 연결체의 일부와 자석(28b)의 구성과 같이, 연결 요크와 텅김 이동자가 자석의 흡착을 이용하여 진동을 발생시키는 것이어도 된다.

- [0164] (실시의 형태 7)
- [0165] 다음에, 본 발명의 일형태와 관련된 실시의 형태 7에 대해 설명한다. 본 실시의 형태에서는, 실시의 형태 1에서 설명한 발전 소자를 구비한 전자 장치의 일례로서, 자동차 등의 타이어의 공기압을 모니터링하는 공기압 센서, 도로 또는 교량에 설치된 발전 장치에 대해 설명한다.
- [0166] 실시의 형태 4에 나타낸 바와 같이, 도 19에 나타내는 자동차의 차체에 부착된 발전 소자(23c)는, 차체의 진동 또는 가속도에 의한 관성력으로 발전하는 발전 소자였지만, 본 실시의 형태와 관련된 발전 장치는, 도 19에 나타내는 바와 같이, 타이어(102)의 공기압 센서(100)에 배치되어 있다. 공기압 센서는, 일반적으로, 자동차의 주행에 따라 회전하는 타이어에 설치되는 것이므로, 공기압 센서에 필요한 전력을 자동차 본체로부터 유선으로 공급하는 것이 어렵다. 따라서, 통상은 공기압 센서 내에 버튼 전지 등의 소형 전원을 구비할 필요가 있다. 여기서, 본 발명의 실시의 형태 1에 나타낸 발전 소자를 공기압 센서에 설치함으로써, 타이어의 진동에 의해 발전할 수 있다.
- [0167] 도 20은, 본 실시의 형태와 관련된 공기압 센서(100)에 대해 설명하기 위한 모식도이다. 도 20에 나타내는 바와 같이, 공기압 센서(100)는, 센서부(103)와 발전 소자(101)를 구비하고 있다. 그리고, 센서부(103)의 일부가, 타이어(102)에 접촉하여 설치되어 있다. 또, 발전 소자(101)는, 일단의 연결 요크가 센서부(103)에 고정되고, 추가 배치된 타단의 연결 요크가 타이어의 지름의 내측을 향하도록 배치되어 있다. 그리고, 타이어(102)의 진동에 의해, 발전 소자(101)가 진동하여 발전된다. 발전의 동작의 상세는, 실시의 형태 1에 나타낸 발전 소자(50)와 같으므로 생략한다. 또한 타이어의 진동 주파수는, 일례로서 400~500Hz이다.
- [0168] 또, 도 21은, 교량 또는 도로에 설치된 발전 장치의 예이다. 교량 또는 도로(200)에서는, 자동차 또는 보행자가 통과할 때마다 진동이 발생하므로, 교량 또는 도로에 발전 장치(201)를 설치함으로써, 이 진동을 이용하여 발전 장치(201)에 의해 발전할 수 있다. 또, 노면에 요철을 설치하고, 자동차 또는 보행자가 노면의 요철을 통과할 때마다 강제적으로 진동이 발생하는 구성이어도 된다. 이 발전 소자(201)에 의해 발전된 전력은, 예를 들면, 교량에 부착된 진동 센서, 전광 게시판 및 조명용의 LED의 전원 등에 이용되어도 된다.
- [0169] 발전 소자(201)의 배치 위치는, 도 21에 나타내는 바와 같이, 노면 아래여도 되고, 진동이 발생하기 쉬운 그 외의 위치여도 된다. 또, 교량 또는 도로에 한정하지 않고, 공장 등의 플랜트에 있어서, 모터, 기계 등의 근방에 발전 장치를 배치하고, 모터, 기계 등의 진동을 이용하여 발전해도 된다. 또, 발전 소자는, 실시의 형태 1, 2에 나타낸 것이어도 되고, 실시의 형태 4에 나타낸 것이어도 된다.
- [0170] 또, 이 발전 장치는, 전원으로부터의 배선을 필요로 하지 않기 때문에, 무선기기의 전원으로서 유용하다. 예를 들면, 공장 등의 플랜트에 있어서, 무선 센서 네트워크용의 발전 장치로서 이용해도 된다.
- [0171] 또한, 본 실시의 형태에서는, 공기압 센서, 진동 센서를 전자 장치의 일례로서 설명했지만, 공기압 센서에 한정하지 않고 그 외의 전자 장치에 발전 소자를 구비해도 된다. 예를 들면, 휴대 전화기나 음악 플레이어 등의 휴대 전자기기, 체내 센서, 초소형 전력 공급 장치 등을 전자 장치로서, 발전 소자를 구비한 구성으로 해도 된다.
- [0172] (실시의 형태 8)
- [0173] 다음에, 본 발명의 일형태와 관련된 실시의 형태 8에 대해 설명한다. 본 실시의 형태에서는, 실시의 형태 1에서 설명한 발전 소자를 구비한 발전 시스템의 일례로서, 수류 또는 풍류에 의한 진동을 이용한 발전 시스템에 대해 설명한다. 도 22A~도 22C는, 본 실시의 형태와 관련된 발전 장치를 나타내는 도면이다.
- [0174] 도 22A 및 도 22B에 나타내는 바와 같이, 본 실시의 형태와 관련된 발전 시스템은, 복수의 발전 장치(300)를 구비하고 있다. 발전 장치(300)는, 고정부(301)와, 발전 소자(302)와, 날개형 블레이드(303)를 구비하고 있다. 발전 소자(302)에는 판 형상의 자왜 재료(자왜판) 2장이 평행하게 배치되고, 2장의 자왜판 각각의 일단이 고정부(301)에 고정되고, 타단이 날개형 블레이드(303)에 연결된 구성으로 되어 있다. 날개형 블레이드(303)는, 대략 판 형상의 가지며, 날개형 블레이드(303)의 주면은, 발전 소자(302)가 평행하게 배치된 2장의 자왜판의 주면과 대략 동일한 방향으로 배치되도록 발전 소자(302)와 연결되어 있다. 또한 고정부(301)는, 본 발명에 있어서의 연결 요크에 상당하고, 날개형 블레이드(303)는, 본 발명에 있어서의 연결 요크 및 추에 상당한다.
- [0175] 또, 도 22C는, 날개형 블레이드(303)의 상면도이다. 도 22C에 나타내는 바와 같이, 날개형 블레이드(303)는, 대략 판 형상의 넓은 면의 한 변으로부터, 이 한 변과 마주 보는 다른 변으로 날개형 블레이드(303)의 두께가 얇아져 있다. 이 구성에 의하면, 날개형 블레이드(303)의, 판두께가 두꺼운 쪽으로부터 얇은 쪽으로 수류 또는 풍류가 발생하고, 유로차에 따른 압력차로 날개형 블레이드(303)에는 양력이 발생한다. 이 양력과, 날개형 블

레이드(303) 및 발전 소자(302)의 탄성력의 작용에 의해, 날개형 블레이드(303) 및 발전 소자(302)에는, 자여진동이 발생한다. 이 진동에 의해, 발전 소자(302)를 구성하는 2개의 자왜판의 한쪽은 신장되고, 다른 쪽은 수축된다. 이로 인해, 자왜판의 자속이 변화하여 자왜판에 감긴 코일(또는, 자왜판에 프린트된 배선에 의한 코일)에 전류가 발생하기 때문에, 발전할 수 있다.

- [0176] 이러한 형상의 발전 장치(300)를, 도 22A에 나타내는 바와 같이, 일정한 수류가 있는 수 중 또는 일정한 풍류가 있는 공기 중에 방향을 맞추어 복수개 배치한 발전 시스템에 의해, 효율적으로 발전하여 큰 전력을 얻을 수 있다.
- [0177] 또한, 상기한 발전 장치(300)에서는, 판 형상의 자왜 재료를 사용하여 발전 소자(302)를 구성하고 있지만, 실시의 형태 1에 나타낸 발전 소자(1)와 같이, 막대 형상의 자왜 재료를 사용하여 발전 소자(302)를 형성해도 된다. 또, 날개형 블레이드(303)는, 상기한 형상으로 한정하지 않고, 수류 또는 풍류에 의한 양력이 발생하기 쉽고, 진동하기 쉬운 것이면, 어떠한 구성이어도 된다. 또한 발전 소자(302)를 구성하는 자왜 재료는, 2장의 자왜판으로 구성된 것에 한정하지 않고, 1장의 자왜판과 다른 강성을 갖는 판 형상의 재료를 붙인, 이른바 유니모프 구조여도 된다.
- [0178] 또한, 본 발명은, 상기한 실시의 형태로 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위 내에서 여러 가지의 개량, 변형을 행해도 된다.
- [0179] 예를 들면, 상기한 실시의 형태에서는, 연결 요크의 한 쪽이 고정되고 다른 쪽에 추가 배치된 캔틸레버형의 발전 소자에 대해 설명했지만, 캔틸레버형의 발전 소자에 한정하지 않고, 예를 들면, 발전 소자의 중앙 부분이 고정되고, 2개의 연결 요크의 각각에 추가 배치된 구성이어도 된다. 이러한 구성을 함으로써, 발전 소자의 양단에 배치된 추가 소정의 공진 주파수로 굽힘 진동을 함으로써, 연속해서 효율적으로 발전할 수 있다. 또, 발전 소자의 양단이 고정되고, 중앙 부분에 추가 배치된 구성이어도 된다. 이러한 구성으로 함으로써, 발전 소자의 중앙에 배치된 추가 소정의 공진 주파수로 굽힘 진동을 함으로써, 연속해서 효율적으로 발전할 수 있다.
- [0180] 또, 상기한 실시의 형태에서는, 자왜봉을 구성하는 자왜 재료의 일례로서 철 갈륨 합금인 Galfenol에 대해 설명했지만, 자왜 재료는 Galfenol에 한정하지 않고 그 외의 재료여도 된다. 예를 들면, 철 코발트 합금인 퍼멘더여도 되고, 그 외의 재료여도 된다. 또, 인장 응력에 대한 자화의 변화를 크게 하기 위해서, 미리 응력 어닐링 처리를 실시함으로써 압축 응력을 부가한 자왜 재료를 이용해도 된다.
- [0181] 또, 자왜봉의 형상은, 상기한 실시의 형태에서는 직방체의 막대 형상으로 한정하지 않고, 예를 들면 원주 형상의 막대 형상이어도 되고, 그 외의 형상이어도 된다. 또, 자왜봉의 크기는, 상기한 예에 한정하지 않고 변경해도 된다. 또, 자왜봉의 형상은, 막대 형상으로 한정되지 않고, 판 형상의 것이어도 되고, 자왜 박판, 자왜막이어도 된다.
- [0182] 또, 상기한 발전 소자는, 영구자석을 갖는 백 요크를 구비하는 구성으로 했지만, 백 요크를 구비하지 않는 구성이어도 된다. 또, 백 요크의 형상은 상기한 형상으로 한정하지 않고, 그 외의 형상이어도 된다.
- [0183] 또, 상기한 실시의 형태에서는, 2개의 자왜봉에 각각 형성된 각 코일의 사이는 수지로 매워져 일체로 된 구성이지만, 코일은 일체로 된 구성이 아니어도 된다. 또, 코일의 권수는, 각 코일에서 동일해도 되고, 달라도 된다. 또, 코일은 자왜봉에 감겨 형성된 것이 아니어도, 예를 들면, 자왜봉의 주위에 배선 패턴을 프린트하여 형성된 것이어도 된다.
- [0184] 또, 본 발명과 관련된 발전 소자의 전자 장치에 대한 응용은, 상기한 휴대 전화기, 공기압 센서 등에 한정하지 않고, 예를 들면, 인간이나 동물의 보행에 의한 진동을 이용한 진동 발전 시스템으로서, 인간이나 동물에 사용하는 무선 센서 등에 적용해도 된다. 구체적으로는, 도 23에 나타내는 바와 같이, 발전 소자(401)에 적당한 추(402)를 단 발전 디바이스(403)를, 고무 등의 탄성체로 구성된 탄성 밴드(405)로 발목에 고정한다. 보행 시에 다리를 마루에 착지시켰을 때에, 속도가 급속히 0이 되고, 큰 가속도가 발생하고, 그것이 추(402)에 순간적으로 큰 관성력을 작용시킨다. 이 관성력에 의해, 연결된 발전 소자(401)에 자유진동이 여진되어, 발전을 행할 수 있다.
- [0185] 또한, 이 전력으로, 예를 들면, 발전 디바이스에 설치된 GPS를 동작하고, 인간의 위치 정보나 동물의 행동 등을 파악하거나 할 수 있다. 일반적으로는, 이러한 시스템에는 전지가 필요하지만, 본 발명과 관련된 발전 장치를 이용하면, 전지없이 반영구적으로 이용하는 것이 가능하다. 또한, 상기한 발전 디바이스(403)를 장착하는 위치는, 발목 뿐만 아니라, 손목, 그 외의 부위여도 된다. 이러한 구성으로 함으로써, 예를 들면, 손가락을 움직일 수 없는 신체가 부자유스러운 사람이, 신체의 일부에 발전 디바이스를 장착하고 그 부분을 흔들거나, 마루, 침

대 등에 발전 디바이스를 장착하고 마루, 침대 등을 두드리거나 함으로써, 진동을 이용하여 의사 표시를 하는 발전 디바이스로서 사용할 수 있다.

[0186] 또, 본 발명과 관련된 발전 소자에는, 상기 실시의 형태에 있어서의 임의의 구성요소를 조합하여 실현되는 다른 실시의 형태나, 실시의 형태에 대해서 본 발명의 주지를 일탈하지 않는 범위에서 당업자가 생각해 내는 각종 변형을 실시하여 얻어지는 변형예나, 본 발명과 관련된 발전 소자를 구비한 각종 기기 등, 예를 들면, 휴대 전화기나 음악 플레이어 등의 휴대 전자기기, 체내 센서, 초소형 전력 공급 장치 등도 본 발명에 포함된다.

[0187] 산업상의 이용 가능성

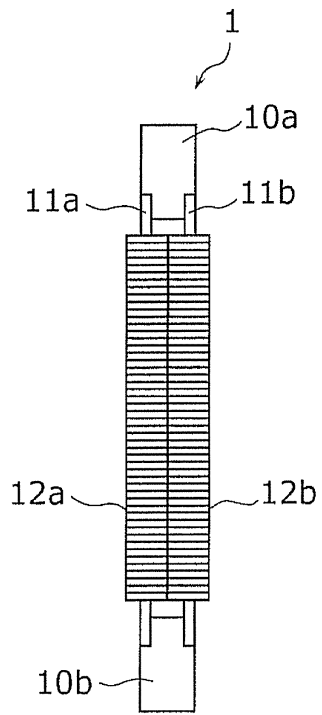
[0188] 본 발명은, 진동이 발생하는 기기 등, 특히, 일상적으로 진동이 발생하는 휴대 전화기나 음악 플레이어 등의 전자 장치에 탑재되는 발전 소자로서 유용하다. 또, 진동이 발생하는 장소에 설치되는 기기, 예를 들면, 교량, 도로에 있어서의 조명용 LED 전구나 전광 게시판 등에 유용하다. 또한 수류 또는 풍류를 이용한 발전 장치로서 유용하고, 폭넓은 분야에 이용 가능하다.

부호의 설명

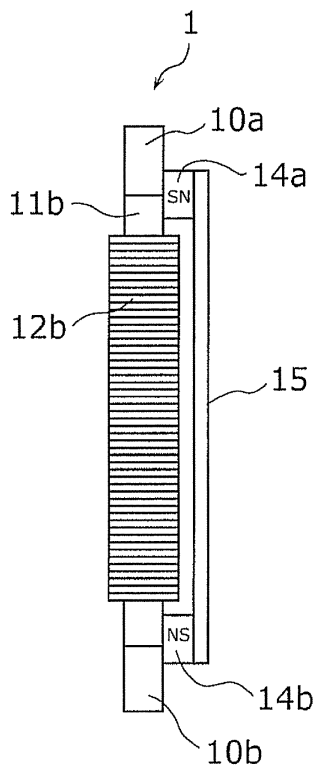
- [0189] 1, 23, 50, 80, 101, 302, 401:발전 소자
- 10a, 10b, 25a, 25b, 25c, 25d, 60a, 60b, 90a, 90b:연결 요크
- 10c:연결 요크(연결 요크, 강성부)
- 10d, 10e:가동 요크(백 요크)
- 11a, 11c, 61, 91a:자왜봉(제1 자왜봉)
- 11b, 91b:자왜봉(제2 자왜봉, 강성부)
- 11d:자왜봉(백 요크)
- 12a, 12b, 12c, 62, 92a, 92b:코일
- 12d:코일(백 요크)
- 14a, 14b, 19c, 63a, 63b, 93a, 93b:영구자석
- 15, 19a, 19b, 64, 94:백 요크
- 20, 27, 29a, 70, 402:추
- 23a, 23b, 23c, 201, 300:발전 장치
- 24, 26:고정부(연결 요크)
- 30:휴대 전화기(전자 장치, 발전 장치)
- 100:공기압 센서(전자 장치, 발전 장치)
- 301:고정부(연결 요크)
- 303:날개형 블레이드(연결 요크)
- 403:발전 디바이스(전자 장치)

도면

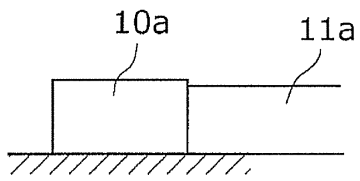
도면1a



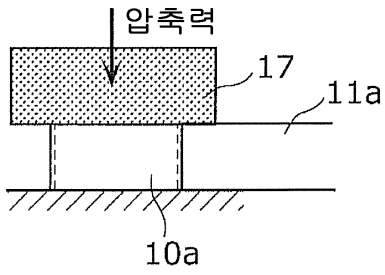
도면1b



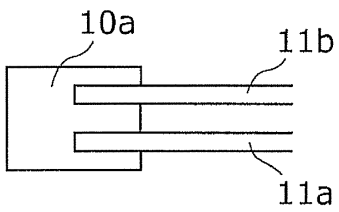
도면2d



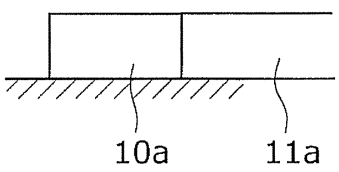
도면2e



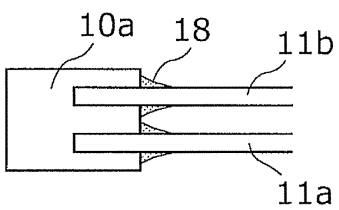
도면2f



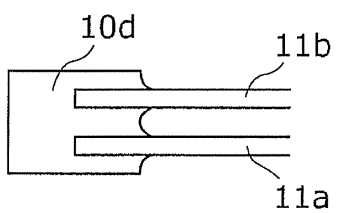
도면2g



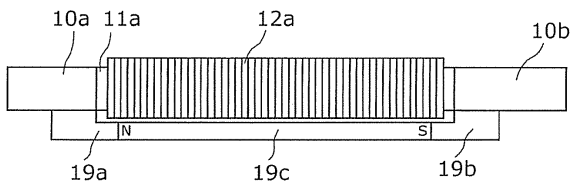
도면2h



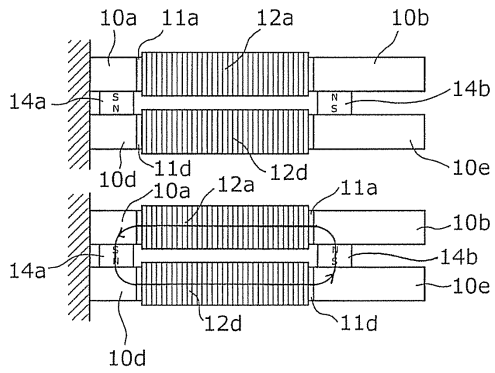
도면2i



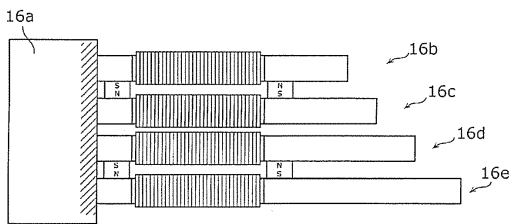
도면2j



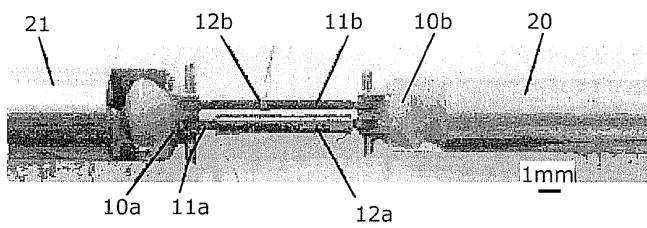
도면2k



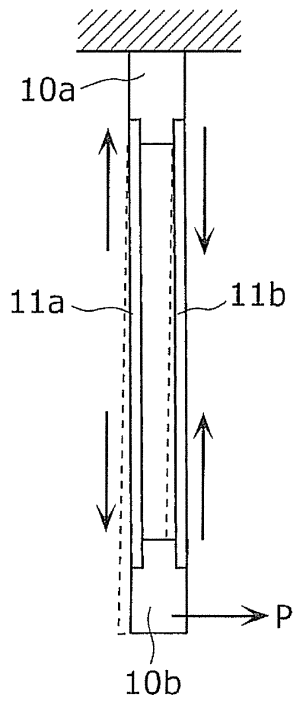
도면2l



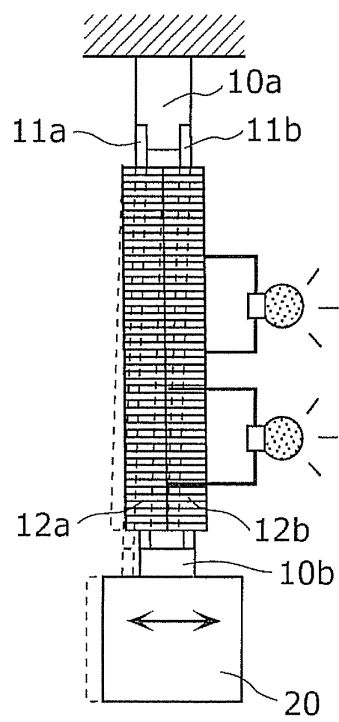
도면3



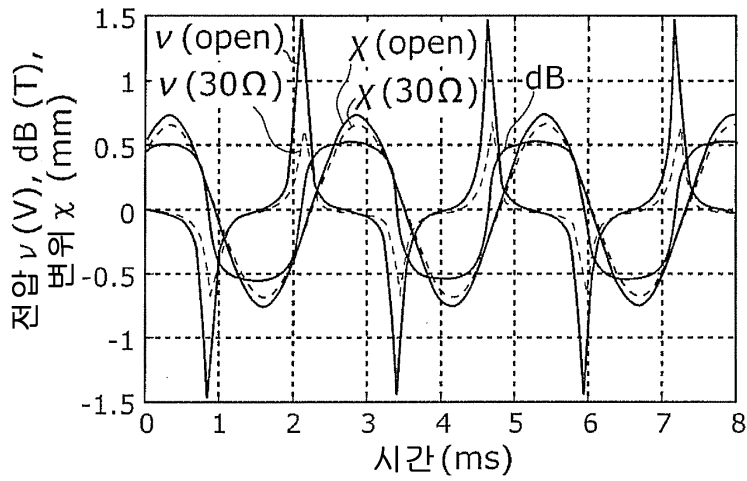
도면4a



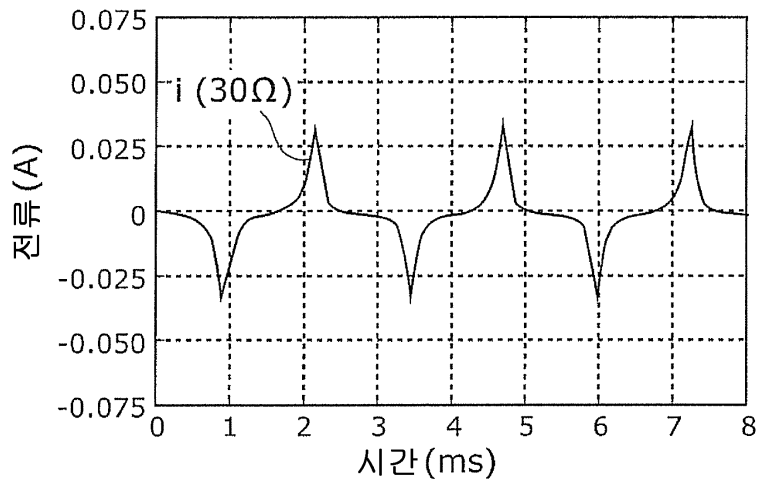
도면4b



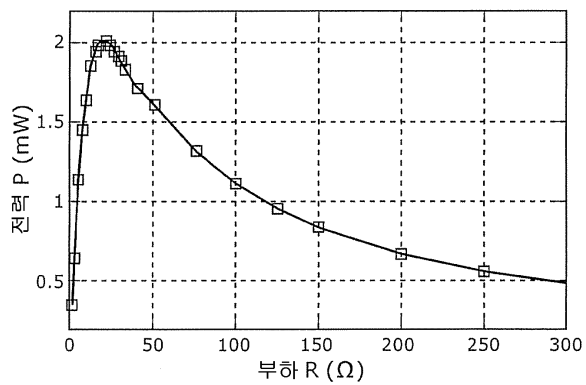
도면5



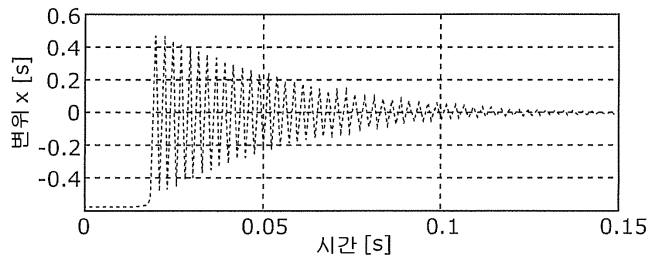
도면6



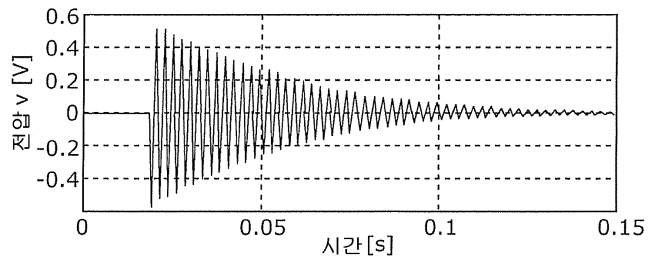
도면7



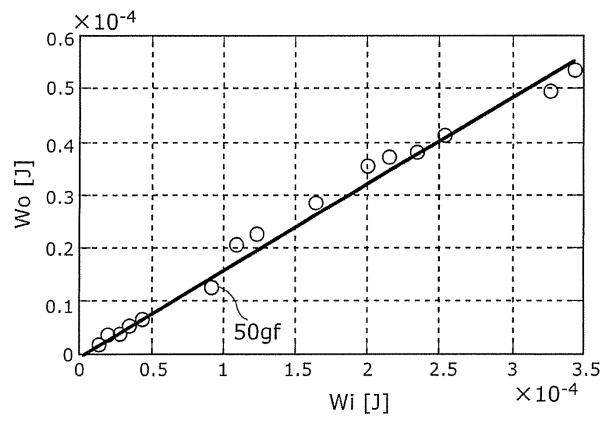
도면8a



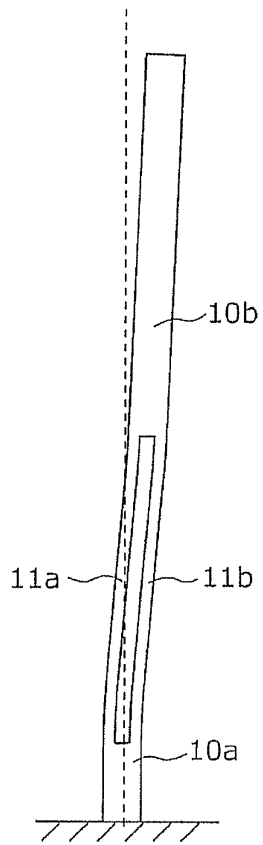
도면8b



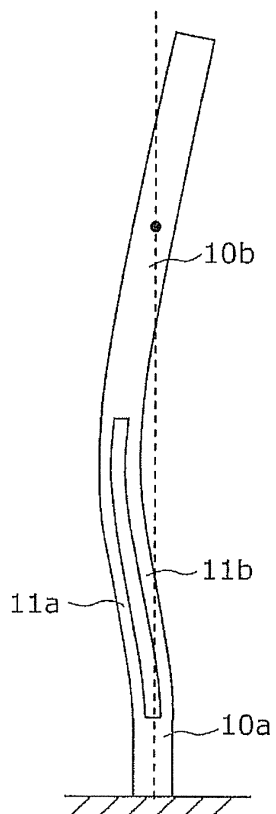
도면9



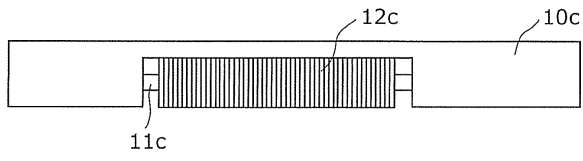
도면10a



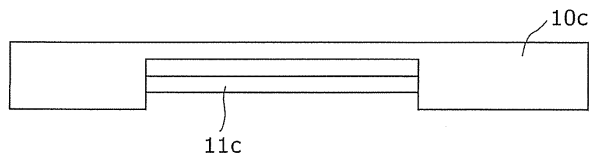
도면10b



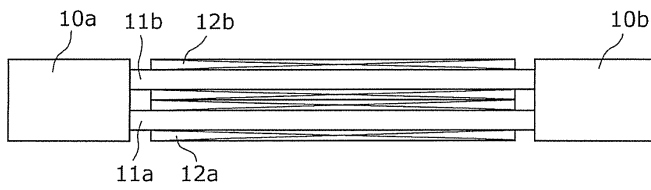
도면11a



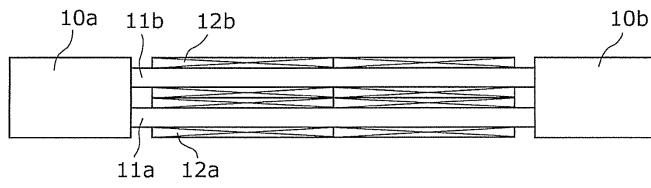
도면11b



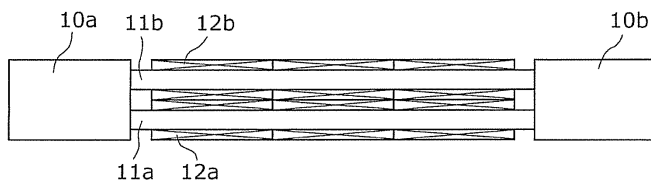
도면12a



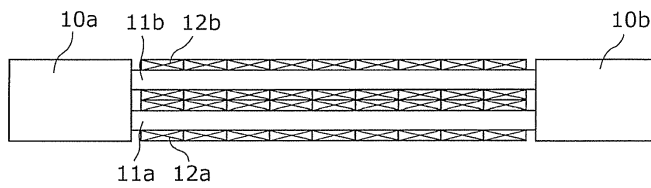
도면12b



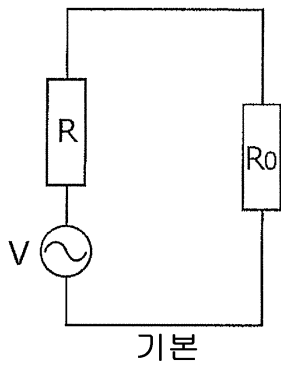
도면12c



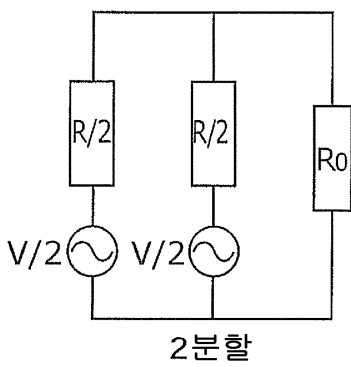
도면12d



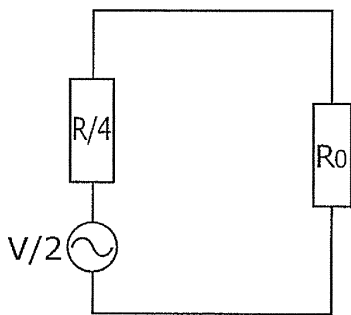
도면13a



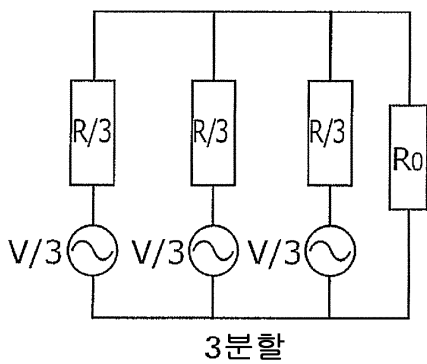
도면13b



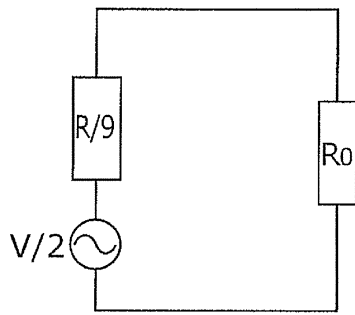
도면13c



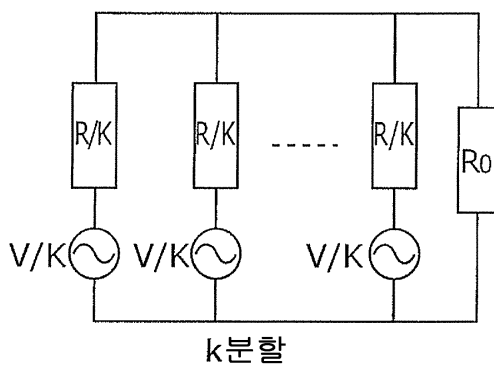
도면13d



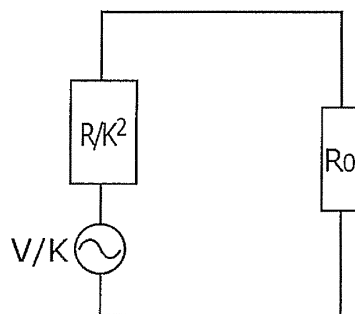
도면13e



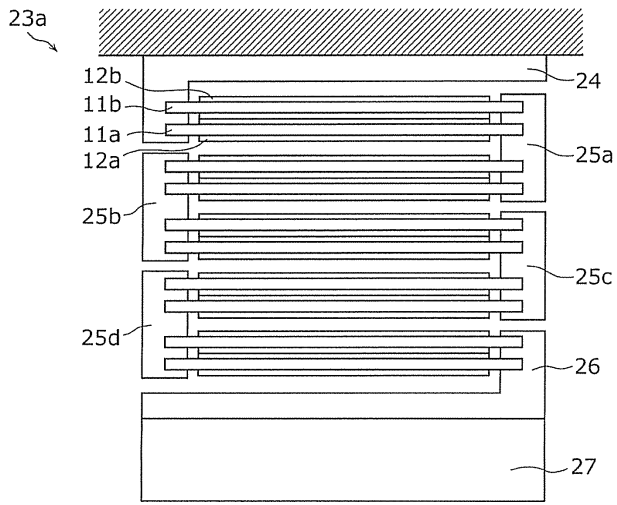
도면13f



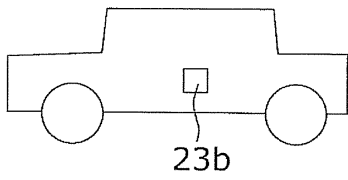
도면13g



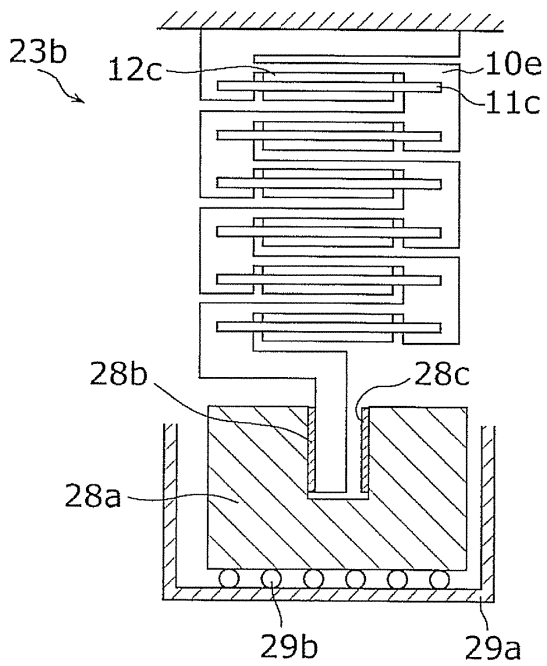
도면14



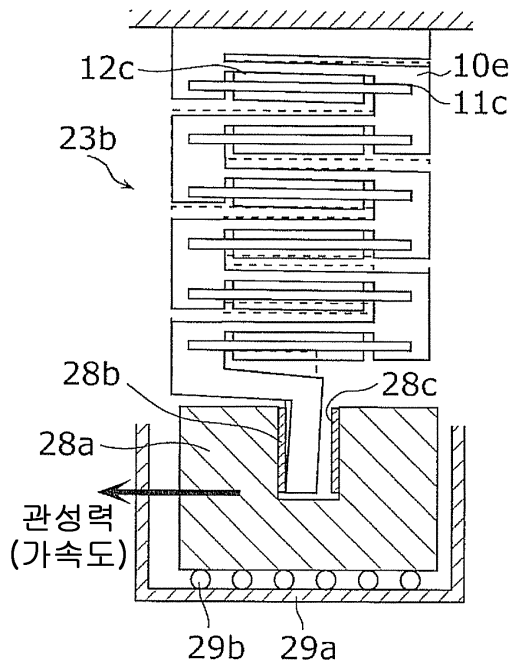
도면15a



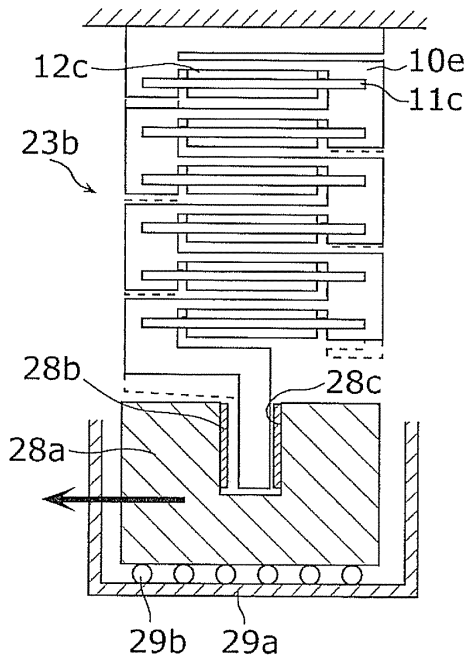
도면15b



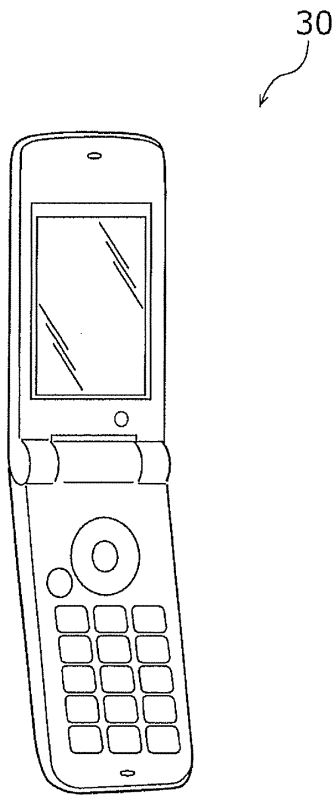
도면15c



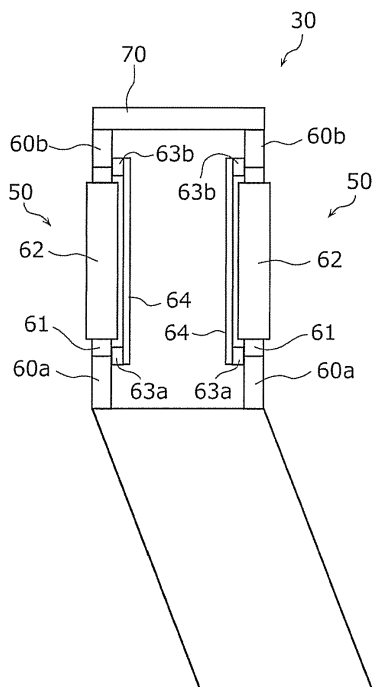
도면15d



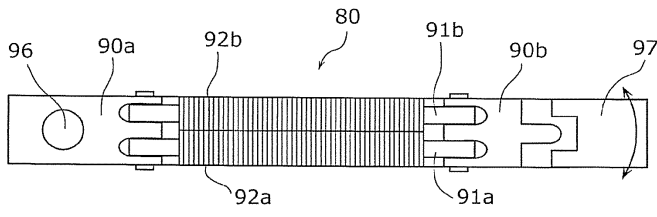
도면16



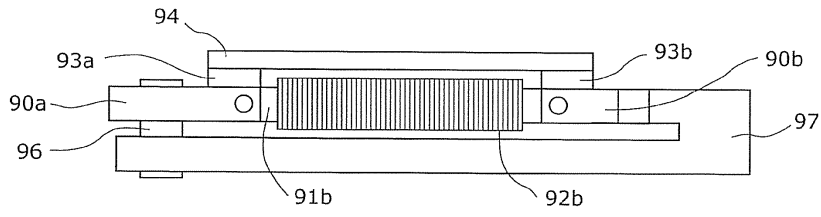
도면17



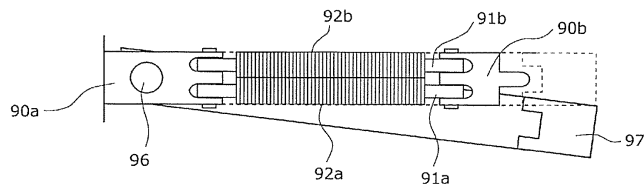
도면18a



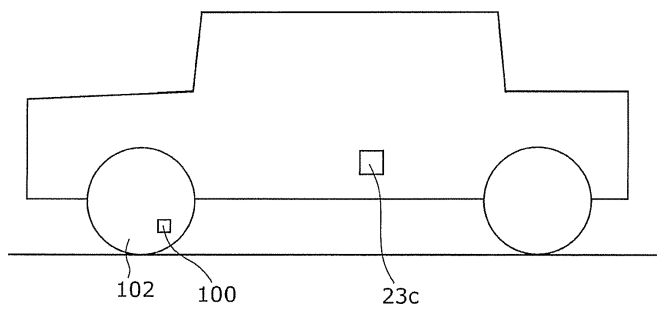
도면18b



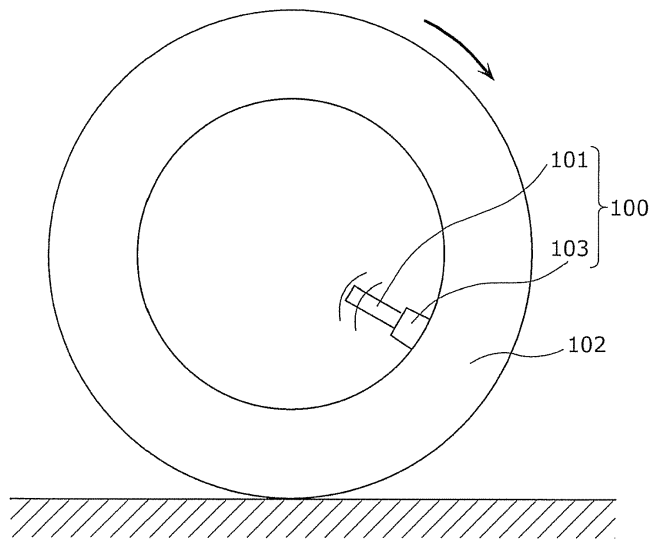
도면18c



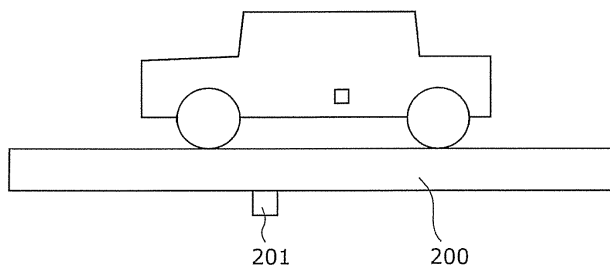
도면19



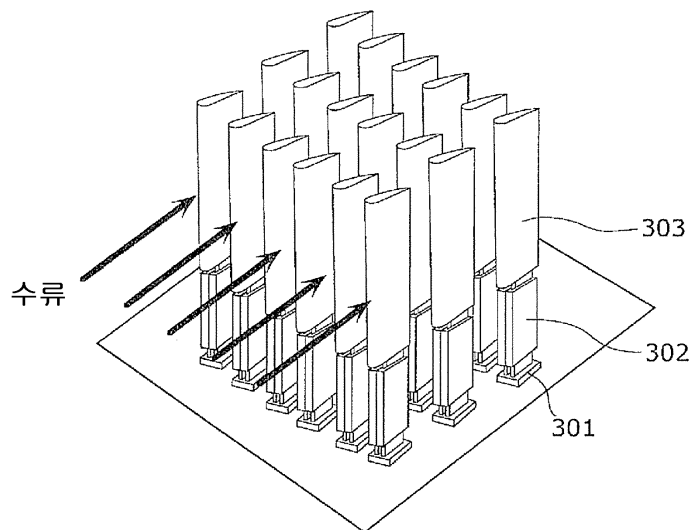
도면20



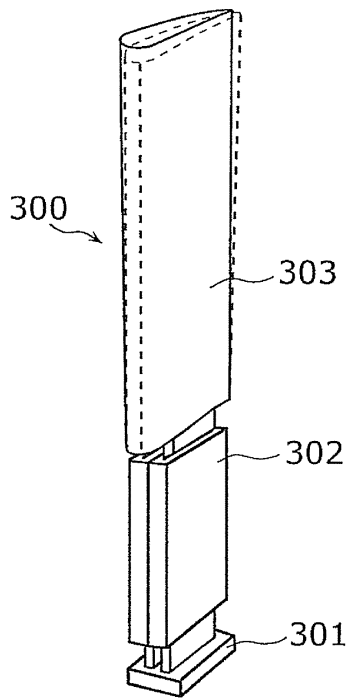
도면21



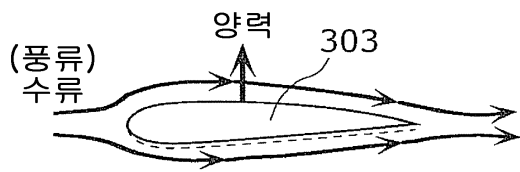
도면22a



도면22b



도면22c



도면23

