



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0017118
(43) 공개일자 2010년02월16일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>F03B 13/18</i> (2006.01) <i>F03B 13/20</i> (2006.01)
 <i>F03B 15/00</i> (2006.01) <i>F16F 1/36</i> (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-7024052
 (22) 출원일자 2008년04월18일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2009년11월18일
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2008/054740
 (87) 국제공개번호 WO 2008/128999
 국제공개일자 2008년10월30일
 (30) 우선권주장
 07106450.5 2007년04월18일
 유럽특허청(EPO)(EP)</p> | <p>(71) 출원인
 테크놀로지 프롬 아이디어즈 리미티드
 아일랜드 워터포드 올드 킬미든 로드 클리보이 비
 즈니스 파크 유닛 3 비
 (72) 발명자
 힐리 로버트
 아일랜드 로스커먼 캐슬리아 캐로우베히 에릿
 맥어보이 폴
 아일랜드 더블린 볼브리건 더 챌트리즈 18
 (74) 대리인
 유미특허법인</p> |
|---|---|

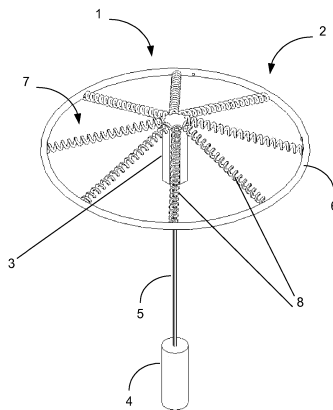
전체 청구항 수 : 총 35 항

(54) 파력 발전 장치용 댐퍼 및 댐핑 구조체

(57) 요약

본 발명은 파동에 대하여 파력 발전 장치(1)의 반발력을 감쇠하기 위한 댐퍼에 관한 것으로서, 댐퍼는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가지며, WEC의 반발력을 감쇠하도록 배치된 댐핑용 에너지 흡수기를 포함한다. 제1 특징에 의하면, 파력 발전 장치(1)용의 댐핑 구조체를 제공한다. 이 댐핑 구조체는 고정 부재(6), 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 부재(7)를 포함한다. 댐핑 부재(7)는 고정 부재(6)와 파력 발전 장치(1)의 이동가능한 부재, 즉 플로트(3)의 사이에 연결가능하게 되어 있다. 본 발명은 파력 발전 장치(1)에 관한 것이다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

파동(wave motion)에 대한 파력 발전(WEC: wave energy conversion) 장치의 반발력(reactionary motion)을 감쇠(damp)하기 위한 댐퍼로서,

가역적인 비선형의 응력-변형률 응답(reversible non-linear stress-strain response)을 가지며, 파력 발전의 반발력을 감쇠하도록 배치된 댐핑용 에너지 흡수기(damping energy absorber)를 포함하는 것을 특징으로 하는 댐퍼.

청구항 2

제1 부재; 및

가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 부재

를 포함하며,

상기 댐핑 부재는 상기 제1 부재와 파력 발전 장치의 제2 부재 또는 플로트(float)에 연결가능하게 되어 있는, 댐핑 구조체.

청구항 3

파력 발전 장치용의 댐핑 구조체로서,

고정 부재(fixed member); 및

가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 부재

를 포함하며,

상기 댐핑 부재는 상기 고정 부재와 파력 발전 장치의 이동가능한 부재 또는 플로트에 연결가능하게 되어 있는, 댐핑 구조체.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 복합의(composite) 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 갖는, 댐핑 구조체.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 복수개의 요소를 포함하며, 상기 복합의 응답은 상기 복수개의 요소의 각각의 응답의 조합에 해당하는 것인, 댐핑 구조체.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 수동형(passive)인 것인, 댐핑 구조체.

청구항 7

제2항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고정 부재는 상기 파력 발전 장치의 상기 이동가능한 부재의 주위에 실질적으로 동심원적(concentrical)으로 배치할 수 있도록 된 실질적으로 강성의(rigid) 링(ring)인 것인, 댐핑 구조체

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고정 부재는 복수개의 연결된 세그먼트를 포함하는, 댐핑 구조체.

청구항 9

제2항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고정 부재는 하나 이상의 다른 파력 발전 장치를 포함하는, 댐핑 구조체.

청구항 10

제2항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고정 부재는 상기 파력 발전 장치의 고정 부재에 연결가능하게 되어 있는, 댐핑 구조체.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 가해진 힘(applied force)에 응하여 가역적으로 변형될 수 있는 신축성의 재료를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 재료는 비선형의 탄성 재료를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 13

제1항 내지 12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 비-후크(non-Hookean) 스프링을 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 14

제1항 내지 13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 고무(rubber) 또는 폴리우레탄 재료를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 15

제1항 내지 14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 점탄성(viscous-elastic)의 재료를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 16

제1항 내지 15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 바이오 폴리머(bio-polymer)를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 바이오 폴리머는 비멘틴(vimentin)인 것인, 댐핑 구조체.

청구항 18

제1항 내지 17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 근육 섬유와 유사한 복수개의 번들 스트랜드(bundled strands)를 갖는 재료를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 19

제15항에 있어서,

상기 스트랜드는 복수개의 상이한 재료로 이루어진 복합 재료로 형성됨으로써, 상기 복합 재료가 바람직한 비선형의 응력-변형률 특성을 갖는 것인, 댐핑 구조체.

청구항 20

제1항 내지 19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 시트(sheet)형의 재료를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 시트형의 재료는 다수의 층(layer)을 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 22

제20항 또는 제21항에 있어서,

상기 시트는 천공되어(perforated) 있는 것인, 댐핑 구조체.

청구항 23

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 복합 재료(composite material)를 포함하여 이루어진, 댐핑 구조체.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 복합 재료는 에폭시 복합 점탄성 구조인 것인, 댐핑 구조체.

청구항 25

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

복수개의 댐핑 부재를 포함하며,

상기 댐핑 부재는 실질적으로 단일의 축을 따라 상기 장치의 이동을 감쇠하도록 배치됨으로써, 상기 댐핑 구조체가 상이한 축을 따라 상이한 응력-변형률 응답을 제공할 수 있도록 된, 댐핑 구조체.

청구항 26

제1항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 제공하는 동작이 가능한 능동형 응답 시스템을 포함하는, 댐핑 구조체.

청구항 27

제26항에 있어서,

과도의 상태를 감지하며 과도의 상태 정보를 상기 능동의 응답 시스템에 제공하기 위한 센서를 더 포함하며,

상기 능동형 응답 시스템의 성능이 감지된 상태에 따라 변경될 수 있는, 댐핑 구조체.

청구항 28

제26항 또는 제27항에 있어서,

상기 댐핑 부재는 롤러 상에 배치된 케이블을 포함하며,

상기 롤러는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 감지된 상태에 제공하기 위해 상기 케이블에 대한 인장

(tension)을 변경하는 데에 사용되는, 댐핑 구조체.

청구항 29

이동가능한 부재;

고정 부재;

상기 이동가능한 부재와 상기 고정 부재 사이에 배치되어, 파동에 따른 상기 이동가능한 부재와 상기 고정 부재 사이에서의 상대적인 이동을 에너지로 변환하기 위한 연결체(coupling);

제2 고정 부재; 및

상기 이동가능한 부재와 상기 제2 고정 부재 사이에 배치되어 반복적인 비선형 응력-변형률 응답을 갖는 댐핑 부재

를 포함하는 것을 특징으로 하는 파력 발전 장치.

청구항 30

이동가능한 부재;

고정 부재; 및

상기 이동가능한 부재와 상기 고정 부재 사이에 배치되어, 파동에 따른 상기 이동가능한 부재와 상기 고정 부재 사이에서의 상대적인 이동을 에너지로 변환하기 위한 연결체

를 포함하며,

상기 연결체는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 파력 발전 장치.

청구항 31

이동가능한 제1 부재;

이동가능한 제2 부재; 및

상기 이동가능한 제1 부재와 상기 이동가능한 제2 부재 사이에 배치되어, 파동에 따른 상기 이동가능한 제1 부재와 상기 이동가능한 제2 부재 사이에서의 상대적인 이동을 에너지로 변환하기 위한 연결체

를 포함하며,

상기 연결체는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 파력 발전 장치.

청구항 32

래프트형(raft-like) 구조체를 형성하기 위해 상호연결된 복수개의 파력 발전(WEC: wave energy conversion) 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 파력 발전 시스템.

청구항 33

도 2 내지 도 4를 참조하여 설명된 및/또는 도 2 내지 도 4에 도시된 파력 발전 장치용의 댐핑 구조체.

청구항 34

도 2 내지 도 4, 도 9 내지 도 14, 도 15 및 도 16, 도 17, 도 18, 도 19, 도 20 또는 도 21 중 어느 도면을 참조하여 설명된 및/또는 상기 도면에 도시된, 파력 발전 장치.

청구항 35

도 2 내지 도 4, 도 7, 도 9 내지 도 14, 도 15 및 도 16, 도 17, 도 18, 도 19, 도 20 또는 도 21 중 어느 도면을 참조하여 설명된 및/또는 상기 도면에 도시된, 파력 발전 장치용의 댐핑 구조체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 파력 발전용 장치에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 파력 발전 장치용의 댐퍼 및 댐핑 구조체에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래의 에너지 소스에 관한 관심이 증가함에 따라 대체가능하고 재사용가능한 에너지원에 대한 연구가 행해지고 있다. 파랑 에너지(wave energy)는 재사용가능한 에너지원이며, 광대한 해안을 가진 지역과 강한 탁월풍(prevaling winds)은 파력(wave power)으로부터 상당한 양의 전기를 생성할 수 있다.

[0003] 파랑 에너지는 해양 표면에서의 파도의 에너지를 의미하며, 그 에너지를 포집해서 전기를 생성한다. 일반적으로, 파도가 클수록 에너지가 크기 때문에, 포집할 수 있는 에너지도 많아진다. 구체적으로 말하면, 파도로부터 얻을 수 있는 에너지량은 파고, 속도, 파장, 및 물의 밀집도에 의해 정해진다.

[0004] 파랑 에너지를 포집하기 위해 몇 가지 유형의 장치가 사용될 수 있다. 이들 장치는 모두 유사한 원리에 기초해서 작동한다. 파력(wave force)이 이동가능한 흡수 부재(absorbing member)에 작용하고, 고정 지점에 대해서는 반발한다. 이 고정 지점은 땅이나 해저 지질, 아니면 다른 이동가능한, 그러나 힘에 대하여 저항하는 기저 구조가 될 수 있다. 파력에 의해 흡수 부재가 진동 운동(oscillatory motion)을 하게 되고, 파력의 생성과 이에 대응하는 움직임이 변환 에너지를 나타낸다.

[0005] 종래의 에너지 흡수 장치는 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 잔잔한 파랑 상태인 동안에, 큰 파랑(즉, 현재의 파랑 상태에 비해 예외적으로 대형인 파랑이나, 급격히 변화하는 파랑)이 생길 수 있다. 이러한 대형 파랑에 의해, 이동가능한 부재와 고정 지점 사이의 연결 또는 결합 부분에 과도한 힘이 가해질 수 있다. 이에 의해, 결합 부분에 파손이 생길 수 있는데, 선형의 에너지 변환기(linear energy converter)와 같은, 자연적인 댐핑(damping) 부분이 없는 장치에서 특히 그러하다. 따라서, 이러한 장치들은 정상적인 파랑 상태에서도 내구성이 약하다.

[0006] 종래의 파력 발전기와 관련된 다른 문제점은, 에너지 포집의 효율이 낮다는 점이다. 통상적인 장치는 비교적 좁은 범위의 파랑 진동수와 에너지 상태에서만 파랑 에너지를 포집할 수 있다. 더 진보한 장치가 임의의 파랑 상태에서부터 에너지 포집을 최적화할 수 있도록 이들 장치의 응답을 조절할 수 있지만, 조절이 느리기 때문에 파랑 상태의 평균적인 파워 스펙트럼에 대한 양호한 응답만을 전달할 수 있다. 몇몇 소수의 장치만이 하나의 바다 상태 내에서 개별 진동수에 대해 충분히 신속하게 응답할 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0007] 본 발명의 목적은 임의의 최대 파력(extreme wave forces)을 자동으로 완충하거나 감쇠하는 파력 발전(WEC: wave energy conversion)을 위한 댐핑 구조체를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 에너지 포집 효율을 향상시킨 WEC 장치용의 댐핑 구조체를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 넓은 범위의 파동 진동수에서 추가로 에너지 포집을 행할 수 있는 WEC 장치용의 댐핑 구조체를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 WEC가 파랑에 대해 최적의 배치(alignment)를 유지할 수 있도록 하는 WEC용의 댐핑 구조체를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명은 파동(wave motion)에 대한 파력 에너지 발전 장치의 반발력(reactionary motion)을 감쇠하기 위한 댐퍼(damper)에 관한 것으로서, 본 발명의 댐퍼는, WEC의 반발력을 감쇠할 수 있도록 배치되며, 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답(stress-strain response)을 갖는 댐핑용 에너지 흡수기(damping energy absorber)를 포함한다.

[0009] 본 발명의 일 측면에 의하면, 본 발명은 제1 부재와 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 부재를 포함하는, 파력 에너지 발전 장치용의 댐핑 구조체에 관한 것으로서, 댐핑 부재는 제1 부재와 파력 에너지 발전 장치의 제2 부재, 즉 플로트(float)에 연결가능하게 되어 있다.

[0010] 일실시예에서, 본 발명은 고정 부재와, 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 부재를 포함하는, 파력 에너지 발전 장치용 댐핑 구조체에 관한 것으로서, 댐핑 부재는 파력 에너지 발전 장치의 고정 부재와 이동

가능한 부재, 즉 플로트에 연결가능하게 되어 있다.

- [0011] 본 명세서에서 "고정 부재"(fixed member)라는 용어는, 해당 부재가 반드시 해저(sea-bed) 또는 다른 고정된 지점에 연결되거나 고정되어 있을 필요는 없으며, WEC 장치의 이동가능한 부재에 대하여 상대적으로 고정적으로 되어 있으면 된다. 예를 들어, 고정 부재는 파동에 의해 실질적으로 이동하는 것을 방지하기에 충분한 고유의 관성을 가지면 된다. 이에 대하여, WEC의 이동가능한 부재, 즉 플로트는 해양의 파동에 대하여 진동하는 방향으로 이동한다. 고정 부재는 WEC의 이동가능한 부재와의 사이에서 파동에 의한 상대적인 이동이 가능하도록, 파동에 대해 충분한 저항력을 가져야 한다. 고정 부재는 충분한 관성을 제공할 수 있는 구조이면 어떠한 구조도 가능하다. 이러한 관성은, 예를 들어, 상호연결된 WEC 장치의 래프트형(raft-like) 구조에 의해 제공될 수 있다. 이에 대한 대안으로서, 파력 발전 단지 내의 복수의 WEC 장치에 대한 고정 부재로서 작용하는 단일의 강성의 부유성 수퍼스트럭처(floating superstructure)에 의해 제공될 수도 있으며, 수퍼스트럭처는 충분한 관성을 얻기 위해 파랑의 파장보다 훨씬 더 큰 길이를 갖는다.
- [0012] 일부 실시예에서, 제1 부재와 제2 부재는 파동에 대한 상이한 진동수 응답을 나타내는데, 이는 파도가 밀려올 때 제1 부재와 제2 부재 사이에서의 상대적인 이동 때문이다. 이들 실시예에서, 제1 부재와 제2 부재는 WEC 장치의 이동가능한 부재가 될 수 있다.
- [0013] 댐핑용 에너지 흡수기 또는 댐핑 부재는 수동형인 것이 바람직하다. 본 명세서에서 "수동형"(passive)이라는 용어는, 댐핑 부재의 응력-변형률 응답이 그 내부의 재료나 이들의 설계, 형태 또는 구성과 상관관계를 갖는 것이 아니라, 공기나 유압 등과 같은 추가의 입력을 필요로 하는 기구적 구조가 된다는 의미이다.
- [0014] 본 발명의 실시예에서, 댐핑용 에너지 흡수기 또는 댐핑 부재는 복합(즉, 조합, 누적 또는 하이브리드)의 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 갖는다. 이러한 복합의 응답은 댐핑 부재 내의 복수의 요소에 의해 제공되어, 댐핑 부재가 정상적인 동작 범위 내에서 복합적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가지도록 한다. 따라서, 댐핑 부재는 특정의 응력-변형률 응답을 각각 가진 복수의 재료(바람직하게는 이들 각각이 서로 다른 응답을 가짐)를 포함할 수 있다. 댐핑 부재의 응력-변형률 응답은 개별적인 재료의 복합의 응답이 되거나, 조합된 요소의 누적적인 응력-변형률 응답이 된다. 이에 의하여, 단일의 요소나 재료에 의해 제공될 수 있는 것보다, 더 복합적인 응력-변형률 응답을 달성할 수 있다. 일 실시예에서, 댐핑 부재는 길이에 따라 두께를 가변으로 할 수 있다. 댐핑 부재의 응력-변형률 응답도 댐핑 부재의 길이에 따라 다르게 할 수 있다. 따라서, 댐핑 부재의 응력-변형률 응답은 그 상이한 두께 부분의 복합적인 응답이 될 수 있다. 마찬가지로, 댐핑 부재는 상이한 길이, 재료 또는 두께를 가진 복수의 성분을 포함할 수 있다 이러한 모든 경우에서, 댐핑 부재의 전체적인 응력-변형률 응답은 성분 부품의 개별적인 응답의 합성이 된다.
- [0015] 댐핑 부재는 고정 부재 및 WEC 장치의 이동가능한 부재에 연결될 수 있다. 이러한 연결은 직접 또는 간접으로 이루어질 수 있다.
- [0016] 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 재료 또는 부재는, 해당 재료 또는 부재에 의해 생기는 반발력이 가해진 힘과 이러한 힘이 가해지는 속도에 대해 비선형인 재료 또는 부재이다. 본 발명에서, 파동에 대한 이동가능한 부재의 움직임은 댐핑 부재에 힘을 가하게 된다. 댐핑 부재에 의해 이동가능한 부재에 가해지는 반발력은 가해진 힘과 그 힘이 가해지는 속도(rate)에 대하여 비선형적이다. 본 발명의 댐핑 부재는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 나타낸다. 예를 들어, 댐핑 부재는 가해진 힘에 따라 형태가 가역적으로 변화될 수 있다. 댐핑 부재는 동작 범위 내에서 복수의 비선형적인 응력-변형률 응답을 나타내는 것이 바람직하다.
- [0017] 댐핑 부재는 가해진 힘 또는 가해진 힘의 속도가 임계값을 초과할 때까지 낮은(또는 재료) 반발력을 가지는 것이 바람직한다. 이 임계값을 초과하면 반발력은 가해진 힘이 증가함에 따라 급격하게 증가한다. 이러한 응답의 예를 도 1에 나타낸다. 임계값은, 가해진 힘이 WEC에 손상을 줄 수 있는 수준에 도달할 때에 급격하게 증가하도록 선택된다. 도 22는 복수의 요소를 갖는 댐핑 부재에 대한 다수의 복합 또는 누적의 비선형 응력-변형률 응답을 나타낸다. 도 22에 나타낸 바와 같이, 단일의 재료 또는 요소에서 가능한 것보다 더 복잡한 응력-변형률 프로파일을 달성할 수 있다. 도시된 바와 같이, 복합의 응력-변형률 프로파일은 다수의 비선형 포인트를 가지게 되는데, 댐핑 부재의 반발력이 가해진 힘의 몇 개의 레벨 또는 임계값에서 급격하게 증가하는 것을 나타내며, 이들 포인트 사이에서는 응답이 실질적으로 선형이 된다.
- [0018] 본 발명의 특징에 의하면, 댐핑 부재의 응력-변형률 응답은 단일의 일반적인 설계가 사용되는 것보다, 각각의 개별 WEC 장치와 해당 장치가 사용될 수 있는 예측가능한 조건에 대해 설정이 가능하다. 이러한 응답은 댐핑 부재의 설계 및 구성을 신중하게 선택함으로써, 예를 들면 댐핑 부재에 포함된 재료의 조합이나, 댐핑 부재의 형

태와 배치의 선택에 의해 설정함으로써, 원하는 응답 특성을 달성할 수 있다.

- [0019] "설정"(tailored)이란 용어는 본 명세서에서, 사용된 재료가 응력-변형률 응답이 특정의 원하는 성능 프로파일 에 부합하도록 하는 형태나 구성이라는 것을 의미한다. 따라서, 원하는 또는 요구되는 곡선에 부합하도록 재료가 설계 및 변형되어야 한다. 이러한 설정은 감당하여야 하는 예측된 파동 상태에 대한 각각의 장치의 성능을 최적화하여야 한다.
- [0020] 본 발명의 특징에 의하면, 댐핑 부재의 설계 및/또는 구성에 의해, WEC 장치의 응답이 장치에 가해진 힘의 크기 및/또는 가해진 힘의 변화 속도에 따라 설정될 수 있다. 댐핑 부재는 복수개의 성분을 포함할 수 있으며, 이들 성분은 가해진 힘의 상이한 범위 및/또는 가해진 힘의 상이한 속도에 각각 반응하게 된다.
- [0021] 본 발명의 특징에 의하면, 복수의 댐핑 부재가 설치될 수 있으며, 각각의 댐핑 부재는 실질적으로 하나의 축만을 따라 장치의 움직임을 감쇠(damp)하도록 배치된다. 각각의 댐핑 부재는 각각의 응력-변형률 응답을 가질 수 있다. 앞서 설명했던 바와 같이, 각각의 댐핑 부재는 복합의 응력-변형률 프로파일(2개 이상의 개별적인 응력-변형률 응답을 포함)을 가질 수 있다. 각 댐핑 부재의 배치 및/또는 설계에 의해, 댐핑 또는 댐핑 구조체는 상이한 축을 따라 여러 가지의 응력-변형률 응답을 제공할 수 있다. 따라서, 댐핑 구조체의 각 방향에서의 응력-변형률 응답은 예상 조건에 따라 설정이 가능하다. 즉, 댐핑 구조체는 상하동요(heave: 세로방향), 종동요(pitch: 회전방향), 및 전후동요(surge: 가로방향) 중 하나 또는 바람직하게는 이들 모두에 대해 상이한 응답을 갖도록 설정될 수 있다. 압축 댐핑 부재와 인장 댐핑 부재를 설치할 수도 있고, 압축 및 인장 댐핑 부재의 조합을 사용할 수도 있다.
- [0022] 일실시예에서, 전후동요(가로방향) 힘을 감쇠하기 위해 배치되는 댐핑 부재가 장치의 최대의 가로방향 응답을 제한하도록 사용될 수 있다. 댐핑 부재는 가능한 전후동요에 대해서만 댐핑 효과가 가해지도록 적절하게 위치되거나 정렬된다. 상하동요(WEC 장치의 성분 사이)를 완화하도록 배치된 다른 댐핑 부재는 장치의 최대의 수직 확장(vertical extension)을 제한하도록 사용될 수 있다. 마찬가지로, 이러한 댐핑 부재는 상호동요 힘에 대해서만 댐핑 효과가 가해지도록 위치되거나 정렬될 수 있다. 장치에 작용하는 개별의 힘에 대한 독립적인 제어에 의해, 댐핑 구조체의 전체적인 응답이 장치를 보호하기 위한 조건에 맞도록 더 정확하게 설정될 수 있다.
- [0023] 본 발명은 종래의 WEC 장치에 대해 몇 가지 장점을 갖는다. 댐핑 구조체의 특성은 최대 파랑(extreme waves)에 의한 WEC 장치의 파손을 방지할 수 있는 보강된 구조의 안정성 및 복원력을 제공한다.
- [0024] 이 구조는 또한 더 효율적인 에너지 포집을 제공한다. 해양파는 단일의 진동수가 아니며, 항상 주요 진동 성분에 추가로 더 높은 진동 성분을 갖는다. 주요 진동 성분은 해양의 상태에 따라 변화하며, 몇몇 장치는 이러한 진동에 동조하도록 자신들의 응답을 조절할 수 있는데, 극히 일부의 WEC 장치는 한가지 해양 상태 내에서 더 높은 진동 파 성분로부터 에너지를 포집하기에 충분히 신속하게 반응할 수 있다. 댐핑 부재는 파동의 더 높은 진동 성분에 반응할 수 있기 때문에, WEC 장치가 파동의 높은 진동 성분로부터 에너지를 포집할 수 있게 된다. 이에 따라, 댐핑 부재는 파도로부터 포집된 에너지를 일시적으로 축적하는 에너지 축적 장치로서 작용할 수 있는데, 축적한 에너지를, WEC 장치와 관련된 시스템의 동력을 인출하도록 피드백시킬 수 있다. 강화된 구조적 안정성 및 복원력에 기인하여 평가될 수 있는 추가의 해양 상태에서부터 추가의 에너지 포집 강화가 상승한다.
- [0025] 본 발명은 기존의 WEC 장치에 대해 추가의 장점을 갖는다. 댐핑 부재는 가로방향 및 세로방향 성분을 모두 갖는 반발력을 가할 수 있어서, 이동가능한 부재를 자동으로 수평이 되도록(straighten) 함으로써, 사용 중에 파도에 대한 최적의 배치, 즉 파도의 이동 방향에 대해 일반적으로 수직이 되도록(perpendicular) 유지할 수 있다. 이에 의하면, WEC 장치의 이동가능한 부재와 고정 부재 사이에서의 각도 차이로부터 생기는 응력에 의한 WEC 장치의 결합 시스템에 손상이 생길 위험을 감소시킨다.
- [0026] 바람직한 실시예에서, 고정 부재는 WEC 장치의 이동가능한 부재의 둘레에 실질적으로 동심원적으로 정렬되도록 된 실질적으로 강성의 링(ring)이다. 이 링은 원형, 정사각형, 직사각형 또는 임의의 다른 다각형 형태를 포함하는 임의의 적절한 형태가 될 수 있다.
- [0027] 고정 부재는 복수의 연결된 세그먼트를 포함할 수 있다. 이와 달리, 고정 부재는 하나 이상의 다른 WEC 장치를 포함할 수 있다. 몇 개의 WEC 장치는 래프트형 구조를 형성하도록 상호연결될 수 있다. 장치는 실질적으로 강성의 것이 될 수 있는 고정 부재에 의해 연결될 수 있다. 이와 달리, 장치는 댐핑 부재에 의해 연결될 수 있다.
- [0028] 고정 부재의 사이즈 및 프로파일은 링에 제공되는 다운트러스트(downthrust)를 최대로 하도록 선택된다. WEC 장치의 이동가능한 부재가 파도의 가장 높은 지점에 있으면, 고정 부재와 이동가능한 부재 사이에 형성되는 각도가 대략 45도 이하가 되도록 하는 것이 바람직하다. 이것은 이동가능한 부재에 가해지는 힘의 수직 성분을 최대

로 하면서, 가로방향의 전후동요 힘에 반발하기에 충분한 수평의(horizontal) 반발력을 제공한다.

- [0029] 단일의 연결되지 않은 WEC 장치의 경우에, 고정 부재는 WEC 장치의 이동가능한 부재와 링 사이에서의 상당한 상대적인 이동이 존재하도록 비교적 큰 직경(diameter)을 갖는 링인 것이 바람직하다. 예를 들어, 파도의 높이 편차가 5 미터 내지 8 미터 사이인 파도 상태에서의 장치의 경우에, 적당한 링의 직경은 10 미터 내지 20 미터 사이이다. 일반적으로, 링의 사이즈는 파고에 따라 달라질 수 있다. 링의 사이즈는 상하동요를 제한하기 위한 반발력의 대형의 세로방향 성분(소형의 링)과 전후동요를 보정하기에 충분한 가로방향의 힘(대형의 링) 사이에서의 균형을 맞추도록 선택될 수 있다.
- [0030] 복수개의 서로 연결된 WEC 장치의 경우에는, 대형의 링의 직경이 링과 플로트(float) 사이의 상호작용을 피하고 상하동요를 보정하기 위한 요건과 소형의 링의 직경이 필요한 각도를 달성하기 위한 요건 간의 균형을 맞추는 것이 필요하다.
- [0031] 고정 부재의 사이즈와 형태는 해양의 해면 바로 아래에서 부유할 수 있도록 선택되는 것이 바람직하다. 일실시예에서, 고정 부재는, WEC 장치의 이동가능한 부재가 바다 속에 위치하는 지점의 대략 3미터 아래에서 부유(float)하도록 조정된 링이다.
- [0032] 댐핑 부재는 가해진 힘에 따라 가역적으로 변형될 수 있는 신축성을 가진 재료를 포함할 수 있다. 이 재료는 비선형의 탄성 재료가 될 수 있다. 댐핑 부재는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 나타내는 탄성적으로 변형가능한 재료를 포함할 수 있다. 본 발명의 여러 실시예에 의하면, 댐핑 부재는 비-후크 탄성체(non-Hookean spring), 고무 재료, 점탄성 재료 또는 바이오 폴리머(bio-polymer)를 포함할 수 있다. 이러한 재료의 예에는, 폴리우레탄, Avery FT1125, 비멘틴(vimentin)이 포함될 수 있다. 댐핑 부재는 다일레이턴트(dilatant) 재료를 포함할 수 있다.
- [0033] 댐핑 부재는 선택적으로 섞여 째 복수의 번들 스트랜드(bundled strands)를 가진 재료를 포함할 수 있다. 이 스트랜드는 근육 섬유와 유사한 형태가 될 수 있다. 스트랜드는 복수의 상이한 재료로 형성될 수 있는데, 이에 의해 복합의 재료는 원하는 가역적인 비선형의 응력-변형률 특성을 갖게 된다.
- [0034] 댐핑 부재는 시트형의 재료 또는 막 형태의 재료로 될 수 있다. 시트 또는 막은 천공될 수 있다. 이러한 시트 또는 막은 복수의 층을 포함할 수 있다. 이 층은 매트리스형의 구조를 형성할 수 있다. 파도의 상태를 감지하거나 에너지를 포집하기 위해 시트에 밸브 또는 전자 장치가 설치될 수 있다.
- [0035] 댐핑 부재는 복합 재료(composite material)를 포함할 수 있다. 이 복합 재료는 에폭시 복합 점탄성 구조 등과 같은 다층 구조를 포함할 수 있다.
- [0036] 댐핑 부재는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 제공할 수 있도록 동작하는 능동의(active) 응답 시스템을 포함할 수 있다. 이 시스템은 파도의 상태를 감지하고 파도의 상태 정보를 능동의 응답 시스템에 제공할 수 있는 센서(sensor)를 포함할 수 있으며, 능동의 응답 시스템의 성능은 감지한 상태에 따라 변경된다. 일실시예에서, 능동의 응답 시스템은, 마이크로프로세서에 의해 제어되는 텐서닝 시스템(tensioning system)을 포함할 수 있다. 센서는 고정 부재에 설치될 수 있으며, 텐서닝 시스템의 성능은 감지된 상태에 따라 변경된다. 시스템은, 롤러(roller)에 설치되는, 예를 들어 강철 케이블과 같은 케이블을 포함할 수 있다. 롤러는 감지된 상태에 대하여 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 제공하도록 케이블의 인장(tension)을 변경하는데에 사용될 수 있다. 본 구성의 장점은, 시스템의 유지가 요구될 때에, WEC 장치의 요소의 최소 이동이 허용될 수 있도록, 케이블에 가해지는 인장이 증가될 수 있다.
- [0037] 댐핑 부재는 앞서 언급한 재료나, 요구되는 비선형의 응력-변형률 특성을 나타내는 다른 재료의 조합을 포함할 수 있다.
- [0038] 본 발명의 제2 구성에 의하면, 본 발명은 이동가능한 부재, 제1 고정 부재, 및 연결체를 포함하는 파력 발전 장치에 관한 것이다. 연결체(coupling)는 이동가능한 부재와 고정 부재 사이에 설치되어, 파도의 움직임에 따른 이동가능한 부재와 고정 부재 사이에서의 상대적인 움직임을 에너지로 변환하기 위한 것이다. 본 발명의 파력 발전 장치는, 제2 고정 부재와 댐핑 부재를 더 포함할 수 있다. 댐핑 부재는 이동가능한 부재와 제2 고정 부재 사이에 배치되며, 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 갖는다.
- [0039] 본 발명의 제3 구성에 의하면, 이동가능한 부재, 고정 부재, 및 연결체를 포함하는 파력 발전 장치를 제공한다. 연결체는, 이동가능한 부재와 고정 부재 사이에 설치되어, 파도의 움직임에 따라 이동가능한 부재와 고정 부재 사이에서의 상대적인 이동을 에너지로 변환하기 위한 것이다. 이 연결체는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답

을 가진 댐핑 부재를 포함한다.

[0040] 일실시예에서, 본 발명의 제3 구성에 따른 파력 발전 장치의 고정 부재는 이동가능한 부재의 둘레에 실질적으로 동심원적으로 배치된 링을 포함한다. 이동가능한 부재와 링(파도의 움직임에 대해 저항력을 가짐) 사이의 상대적인 움직임의 형태를 갖는 에너지는 댐핑 부재에 축적되어 전기 에너지로 변환될 수 있다.

[0041] 다른 실시예에서, 댐핑 부재에는 복수의 전자 티쓰(electronic teeth)가 설치될 수 있다. 이러한 티쓰는 2개의 세트로 배치되며, 이동가능한 부재와 고정 부재 사이의 상대적인 이동에 의해, 한 세트의 티쓰가 다른 세트의 티쓰에 대해 이동하게 됨으로써, 유도(induction)에 의해 전기 에너지가 발생하게 된다.

실시예

[0067] 도 2, 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명에 따른 댐핑 구조체(2)를 포함하는 포인트 흡수버(point absorber) 방식의 파력 발전(WEC: wave energy conversion) 장치(1)가 도시되어 있다. 이러한 방식의 WEC 장치는, 장치가 소재한 위치에서의 물 기둥의 높이가 변하는 파도 상태에서, 해양 표면의 수직 이동에 의해 생기는 에너지를 흡수한다. 본 발명의 구조는 WEC 장치의 다른 방식에도 동일하게 적용할 수 있다.

[0068] WEC 장치(1)는 이동가능한 흡수 부재, 즉 플로트(float)(3)와, 제1 고정 부재(4)를 포함한다. 제1 고정 부재는 해저(sea-bed)에 고정 또는 연결되거나, 파동에 따라 그 실질적인 움직임을 방지하는 고유의 관성체, 예컨대 부유성의 밸러스트(floating ballast)를 제공할 정도로 충분히 무겁게 할 수 있다. 사용 중에, 제1 고정 부재(4)는 해양의 해면 아래에 가라앉는다. 이동가능한 부재(3)의 부력(buoyancy)은 이동가능한 부재가 해양의 해면상 또는 그 부근에서 부유하도록 선택된다. 이동가능한 부재(3)와 고정 부재(4) 사이에는 연결체 또는 연결구조(5)가 설치된다. 연결체(5)는 이동가능한 부재(3)와 고정 부재(4) 사이에서의 상대적인 운동을 전기 에너지로 변환하기 위한 동력 인출장치(power take off device)를 포함한다. 동력 인출장치는, 예를 들어 선형의 발전기가 될 수 있다.

[0069] 댐핑 구조체(2)는 제2 고정 부재(6)와 댐핑 부재(7)를 포함한다. 제2 고정 부재(6)는 WEC 장치(1)의 플로트(3) 주위에 실질적으로 동심원적으로 배치된 실질적으로 강성의 외측 링이다. 댐핑 부재(7)는 플로트(3)와 링(6) 사이에 배치되어 가역적인 비선형 또는 비-후크 응력 대 변형률 행동을 갖는 복수개의 스프링(8)을 포함한다.

[0070] 사용 중에, WEC 장치는 고정 부재 또는 밸러스트(4)가 해양의 해면 아래로 가라앉도록 된다. 이동가능한 부재(3)는 해양의 해면상이나 그 부근에서 부유하도록 된다. 해양파(10)가 WEC 장치(1)에 접근하면, 이동가능한 부재의 부력에 의해, 장치가 해양의 해면을 향해 위쪽으로 이동하게 된다. 제1 고정 부재(4)는 파동에 저항하게 되고, 실질적으로 고정적인 상태를 유지한다. 이에 따라, 이동가능한 부재(3)는 제1 고정 부재에 대하여 상대적으로 이동한다. 동력 인출장치는 이러한 상대적인 운동을 전기 에너지로 변환한다.

[0071] 해양파(10)가 장치(1)를 지나가면, 이동가능한 부재(3)는 제1 고정 부재(4)에 대하여 아래쪽으로 이동한다. 동력 인출장치는 이러한 상대적인 운동을 전기 에너지로 변환한다.

[0072] 이러한 각각의 경우에서의 이동가능한 부재(3)의 움직임이 댐핑 구조체(2)에 힘을 가한다. 링(6)은 파동에 저항하고, 실질적으로 고정적인 상태를 유지한다. 해양파(10)가 장치(1)를 지나가면, 플로트(3)의 위쪽으로 향하는 움직임이, 도 5에 나타난 바와 같이, 댐핑 부재(7)의 스프링(8)에 대해 상방으로의 상하동요 힘(upward heave force) F_U 를 가한다. 파도의 전진 운동도 또한 WEC 장치에 대하여 가로방향의 전후동요 힘(lateral surge force) F_H 를 가한다. 최대 파랑에 따라, 댐핑 부재(7)의 스프링(8)은 플로트(3)에 대하여 댐핑 작용을 하는 반발력 F_C 를 가한다. 댐핑 작용을 하는 반발력은 수직(vertical) 성분 $F_{C,Y}$ 와 수평(horizontal) 성분 $F_{C,X}$ 를 포함한다. 반발력의 수직 성분은 상방으로의 상하동요 힘 F_U 에 대하여 반발하고, 반발력의 수평 성분은 파랑에 의해 가해지는 가로방향의 전후동요 힘에 반발한다.

[0073] 댐핑 작용을 하는 반발력은 가해진 힘(applied force)과 가해진 힘의 변화 속도에 대해 모두 비선형적으로 증가한다. 정상 파랑의 경우에, 댐핑 작용을 하는 반발력은 도 6b에 나타난 것과 같이 매우 낮기 때문에, 이러한 파랑에 대한 플로트(3)의 움직임은 실질적으로 영향을 받지 않는다. 그러나, 가해진 힘(또는 가해진 힘의 변화 속도)이 임계값을 초과하면, 예컨대 최대 파랑의 경우에, 댐핑 작용을 하는 반발력이 도 6a 및 도 6c에 도시된 것보다 훨씬 크면, 플로트(3)의 최대 움직임을 방해한다. 스프링(8)의 비선형 응력-변형률 응답은, 장치(1)를 파손시킬 수 있을 것 같은 크기와 속도를 가진 파랑에 대한 임계값에 도달하도록 선택된다. 적절한 댐핑 작용하는 반발력을 인가함으로써, 플로트(3)와 제1 고정 부재(4) 사이의 연결체(5)의 파손이 방지된다.

- [0074] 댄핑 부재(7)가 입사 파랑(incident wave)의 높은 진동수 성분에 반응하여, WEC 장치로 하여금 파랑의 높은 진동수 성분으로부터 에너지를 포집할 수 있도록 하기 때문에, 댄핑 구조체(2)는 더 효율적인 에너지 포집을 제공한다. 댄핑 부재(7)는, 파랑으로부터 포집한 에너지를 일시적으로 축적했다가 WEC 장치(1)의 동력 인출 시스템으로 피드백하는 에너지 축적 장치로서 작용한다.
- [0075] 또한, 댄핑 부재(7)는 세로방향 및 가로방향 성분을 모두 갖는 반발력을 인가하기 때문에, 이동가능한 부재(3)를 수평으로 하는 작용을 자동으로 행한다. 이에 의해, WEC 장치(1)는 해양 내에서 기울어진 위치나 배향을 갖지 않게 되어, 파랑에 대하여 최적의 배치(alignment)를 유지한다. 이에 의해, WEC 장치의 고정 부재(4)와 이동가능한 부재(3) 사이의 각도 차이로부터 생기는 응력에 의해, WEC 장치(1)의 결합 시스템(5)이 손상을 입을 위험을 감소시킨다.
- [0076] 도 7을 참조하면, 본 발명의 댄핑 구조체의 다른 실시예를 나타내고 있다. 댄핑 부재(7)는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 제공할 수 있는 능동의 응답 시스템(active response system)을 포함한다. 이 능동의 응답 시스템은 마이크로프로세서에 의해 제어되는 텐서닝 시스템(microprocessor controlled tensioning system)을 포함한다. 이 시스템은, 롤러 또는 스펀(11) 상에 배치되는 강철 케이블 등과 같은 케이블(12)을 포함할 수 있다. 스펀(11)에는 그 회전 속도와 위치를 검출하기 위한 센서가 설치될 수 있다. 롤러(11)는 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 감지된 조건에 제공하도록 케이블(12)에 대한 인장력(tension)을 변경하는 데에 사용된다. 다른 실시예에서, 케이블(12)은 딱딱하거나, 신축성이 있거나, 비선형의 재료로 이루어질 수 있다.
- [0077] 도 8에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따른 댄핑 구조체를 포함하는 몇 개의 WEC 장치는 래프트형(raft-like)의 구조를 형성하도록 상호연결될 수 있다. WEC 장치는 강성체로 이루어질 수 있는 고정 부재에 의해 상호연결될 수 있다. 이와 달리, WEC 장치는 댄핑 부재에 의해 상호연결될 수 있다.
- [0078] 도 9를 참조하면, 본 발명에 따른 댄핑 구조체(92)를 포함하는, 포인트 업서버 방식의 WEC 장치(91)를 나타내고 있다. WEC 장치(91)는, 도 2 내지 도 4와 관련해서 설명했던 바와 같이, 제1 고정 부재(94)와 이동가능한 흡수 부재, 즉 플로트(93)를 포함한다. 역시 앞서 설명한 바와 마찬가지로, 이동가능한 부재(93)와 고정 부재(94) 사이에 결합체 또는 연결체(95)가 설치된다. 댄핑 구조체(92)는 제2 고정 부재(96)와 댄핑 부재(97)를 포함한다. 제2 고정 부재(96)는, 앞서 설명한 바와 마찬가지로, WEC 장치(91)의 플로트(93)의 주위에 실질적으로 동심원적으로 배치된 실질적으로 강성의 외측 링(outer ring)이다. 댄핑 부재(97)는 플로트(93)와 링(96) 사이에 배치되어 가역적인 비선형 또는 비-후크 응력 대 변형률 행동을 갖는 스프링(98) 형태의 복수개의 댄퍼(damper)를 포함한다.
- [0079] 도 9의 댄핑 구조체(92)에 의하면, WEC 장치(91)는 상하동요(가로방향) 힘에 대한 억제력이 향상된다. WEC 장치가 작동하지 않을 때에, 제2 고정 부재(96)는 플로트(93)의 아래에 위치하게 됨으로써, 댄핑 부재가 플로트(93)에 대하여 예각(acute angle)으로 배치된다. 따라서, 댄핑 부재는 가로방향에서보다 수직방향에서 훨씬 더 큰 반발력을 가할 수 있게 되어, WEC 장치를 과도한 상하동요 힘으로부터 더 잘 보호하게 된다. 마찬가지로, 특정의 예측된 장치의 상대적인 이동을 해결하기 위해 개별의 댄퍼를 위치시키거나 정렬시킬 수 있다.
- [0080] 도 10은 본 발명에 따른 댄핑 구조체(102)를 포함하는, 포인트 업서버 방식의 WEC 장치(101)를 나타낸다. WEC 장치(101)는, 도 9와 마찬가지로, 이동가능한 흡수 부재 또는 플로트(103), 제1 고정 부재(104), 및 이동가능한 흡수 부재와 고정 부재 사이의 결합체 또는 연결체(105)를 포함한다. 댄핑 구조체(102)는 제2 고정 부재(106)와 댄핑 부재(107)를 포함한다. 제2 고정 부재(106)는 WEC 장치(101)의 플로트(103)의 주위에 실질적으로 동심원적으로 배치된 실질적으로 강성의 외측 링이며, 댄핑 부재(107)는 도 9에 나타낸 바와 같이 복수개의 댄퍼(108)를 포함한다.
- [0081] 도 10의 댄핑 구조체(102)는 WEC 장치(101)에 종동요(pitch force)에 대한 내향성이 강화된 장치(101)를 제공한다. 댄퍼(108)는 쌍으로 배치되는데, 각 쌍의 하나의 스프링이 플로트(103)의 상단에 부착되고, 다른 하나의 스프링이 플로트(103)의 바닥에 부착된다. 종동요에 의해, 장치가 중력의 중심(위터라인) 주위로 회전하게 된다. 과도로부터의 종동요에 의해, 플로트(103)는 이 지점 위에서 회전하게 된다. 이들 힘에 대한 반작용에 대하여, 댄퍼(108)는 회전의 중심으로부터 일정 거리에서의 반작용을 인가하는 데에 사용된다. 회전 중심과 반발력의 인가 지점 사이의 거리가 멀수록, 종동요를 감소시키기 위한 감쇠력은 낮아진다.
- [0082] 도 11은 도 9에 나타낸 것과 유사한 WEC 장치(111)를 나타낸다. 도 11의 댄핑 구조체(112)는 전후(가로방향)동요에 대한 내향성이 강화된 장치(111)를 제공한다. 댄퍼(118)는 앞서 설명한 실시예에서와 같이 제2 고정 부재(116)의 일단부(119)에 연결된다. 그러나, 타단부(1110)에서는, 각각의 스프링(118)이 플로트(113)와 접촉하지

만, 고정적으로 부착되지는 않는다. 롤러(111)는 스프링의 단부(110)에 제공됨으로써, 플로트(113)가 수직 방향(즉, 스프링에 대해 직각인 방향)으로 자유롭게 이동할 수 있게 되지만, 댐퍼는 플로트가 세로방향으로 이동(전후동요에 의해)할 때에 감쇠력을 가한다. 이러한 구성에 의해, 댐핑 구조체는 단일의 방향으로만 작용하게 되며, 플로트는 다른 방향으로 자유롭게 이동할 수 있게 된다. 다른 방향으로의 이동을 제어하기 위해, 추가의 댐퍼가 사용될 수 있다.

- [0083] 다른 실시예에서, 롤러는 스프링을 단일의 방향으로 자유롭게 활주할 수 있도록 하는 다른 요소로 대체할 수 있다.
- [0084] 도 12는 도 9와 도 11의 구성특징을 조합한 WEC 장치(121)를 나타낸다. 댐핑 구조체(122)는 과도한 상하동요(heave force) 및 전후동요(surge force)로부터 장치(121)를 보호한다. 이러한 구성에 의해, 댐핑 구조체에 의해 가해진 반작용이 다른 방향으로 독립적으로 조절될 수 있다. 이에 따라, 특정 방향에서의 바람직하지 않거나 과도한 힘에 대하여, 수직의 힘에 영향을 미치지 않고 수직이 아닌 힘에 낮은 영향을 주면서 반발할 수 있게 된다. 본 실시예에서, 장치(121)는 링(126a, 126b)의 형태로 된 2개의 추가적인 고정 부재를 포함한다.
- [0085] 다른 실시예에서, 고정 부재(126a, 126b)는 단일의 요소로 조합될 수 있다. 다른 예로서, 이들 고정 부재는 다수의 고정 부재로 분할될 수 있다. 도 12에 나타난 구성은 임의의 구성에서 사용하도록 조절될 수 있다.
- [0086] 도 13은 댐핑 구조체(132)가 과도한 전후동요 및 종동요로부터 장치를 보호하는 WEC 장치(131)를 나타낸다. 이 구성에서, 댐퍼(138)는 도 10에서와 같이 쌍으로 정렬된다. 그러나, 각각의 댐퍼(108)에는 그 한쪽 단부에 롤러(1311)가 제공되어, 플로트가 수직 방향으로 자유롭게 이동하도록 한다. 따라서, 댐퍼(138)는 종동요와 전후동요를 제어하는데 사용된다. 도시한 실시예에서, 종동요와 전후동요는 모두 단일 세트의 댐퍼에 의해 제어된다. 그러나, 이들 2개의 힘은, 개별의 전후동요 보호 댐퍼와 종동요 보호 댐퍼에 중간 댐핑 구조체를 제공함으로써 개별적으로 제어될 수 있다. 외측 댐핑 구조체는 중간 구조를 전후동요로부터 보호하기 위한 댐퍼 세트를 가질 수 있으며(예컨대, 도 11에 도시된 것), 중간 댐핑 구조체는 플로트(WEC 장치 포함)가 종동요로부터 보호하기 위한 댐퍼를 포함할 수 있다(예컨대, 도 10에 도시된 것).
- [0087] 도 14는 종동요와 전후동요의 조합뿐만 아니라 과도한 상하동요로부터 장치를 보호하는 댐핑 구조체(142)를 포함하는 WEC 장치(141)를 나타낸다. 종동요 및 전후동요는 도 13에 나타난 것과 같이 함께 제어된다. 수직 방향으로 이격된 댐퍼(148a)의 쌍이 제공된다. 댐퍼(148a)는 고정 부재(146)의 일단부(149)에 연결된다. 타단부(1411)에는, 댐퍼(148a)를 플로트(143)를 따라 수직 방향으로 자유롭게 이동시킬 수 있도록 하기 위한 롤러(1410)가 설치된다. 상하동요는, 플로트(143)와 고정 부재(146)에 연결된 댐퍼(148b)에 의해 제어된다.
- [0088] 도 15와 도 16은 본 발명에 따른 댐핑 구조체를 포함하는, 이중 면 피어싱(dual surface piercing) WEC 장치를 나타낸다. 이 구성은 도 14에 나타난 것과 유사하다. 장치(151)는 중앙의 플로트(153)와 외측 부재 또는 "도넛"(154)을 포함한다. 플로트(153)와 도넛(154)은 파동에 대해 상이한 진동수 응답을 나타냄으로써, 이들 구성요소가 장치에 입사하는 파도에 대해 상이하게 응답하게 된다. 이에 의해, 이들 구성요소들 사이의 상대적인 움직임이 생기게 되며, 이에 따라 에너지가 포집될 수 있다. 본 실시예에서, 댐핑 부재(158)는 플로트(153)와 도넛(154) 사이에 배치되어 이들 사이의 상대적인 이동을 감쇠한다. 본 실시예에서의 댐퍼는, 도 14와 관련하여 앞서 설명한 바와 같이, 장치에 대해 상하동요, 전후동요, 및 종동요를 제어한다. 댐퍼는 플로트(153)와 도넛(154)이 서로 충돌함으로써 생기는 종동요와 전후동요로부터 장치를 보호하고, 이들 구성요소 사이에서 허용되는 최대의 상하동요 확장을 제어한다.
- [0089] 도 17은 과도한 전후동요로부터 장치를 보호하는 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치(171)를 나타낸다. 댐핑 구조체는 복수개의 댐퍼(178)를 포함함으로써, 어느 하나의 댐퍼에 가해지는 최대의 힘이 감소될 수 있다. 댐퍼(178)에는 각각의 내측 단부(1710)에 롤러 또는 마찰력이 작은 장치(1711)(플로트에 고정적으로 부착되지 않음)가 제공되어, 댐퍼가 압축 모드에서 동작하도록 한다.
- [0090] 도 18은 댐핑 구조체(182)를 포함하는 WEC 장치(181)를 나타낸다. WEC 장치는 도 1에 나타난 것과 유사하다. 이 구조는 복수개의 길게 연장된 댐퍼를 포함하는데, 중앙의 플로트(183)와 도넛(184) 사이의 좁은 공간에 체결되어 있다. 이러한 구성은 바람직한 응답을 달성하기 위해 길게 연장된 댐퍼를 필요로 할 때에 특히 유용하지만, WEC 장치의 요소들 사이의 좁은 공간이 댐퍼가 배치될 수 있는 방식을 제한하게 된다. 이러한 구성은, 플로트(183)와 도넛(184) 사이에 회전력이 인가되는 것을 피하기 위해 댐퍼가 쌍으로 정렬될 것을 필요로 한다.
- [0091] 도 19는 플로트(193)와 해저에 부착된 샤프트(194)를 포함하는 WEC 장치(191)를 나타낸다. 샤프트(194)는 해저에 견고하게 부착되거나 신축성의 조인트 또는 케이블에 의해 부착될 수 있다. 플로트(193)는 수면 피어싱(즉,

부분적으로 잠겨 있는)이나 수면 아래에 위치할 수 있으며, 파도가 장치에(또는 장치의 위로) 밀려올 때 샤프트에 대해 상대적으로 이동할 수 있다. 댐핑 구조체(192)는 플로트와 샤프트 사이에 부착된 복수개의 댐퍼(198)를 포함하여, 플로트와 샤프트 사이의 상대적인 움직임을 제어한다. 도면에 나타난 바와 같이, 장치의 종동요와 전후동요를 보정하기 위해 2쌍의 댐퍼가 정렬된다. 이들 댐퍼는 플로트(193)의 안쪽 일단부에 연결되고, 다른쪽 단부에는 롤러가 설치됨으로써, 샤프트(194)에 대하여 상대적인 수직 방향으로 자유롭게 이동될 수 있게 된다. 상하동요를 감소시키기 위해 추가로 2개의 댐퍼 쌍이 설치된다. 첫 번째 댐퍼 쌍은 플로트(193)의 하부 단부와 샤프트(194)의 하부 단부 사이에 연결된다. 플로트(193)가 파동에 의해 위쪽으로 이동하면, 이들 댐퍼가 플로트에 대하여 아래쪽에서의 감쇠력을 가하게 된다. 이와 다르게, 이들 댐퍼 쌍은 샤프트의 상부 단부와 플로트의 상단 사이에 부착될 수 있다. 두 번째 댐퍼 쌍은 샤프트의 상부 단부와 플로트의 하부 단부 사이에 연결될 수 있다. 플로트가 파동에 기인하여 아래쪽으로 이동하면, 이들 댐퍼는 플로트에 대하여 상방에서의 감쇠력을 가한다.

[0092] 도 20은 상부 부재(203)와 하부 부재(204)를 포함하는 WEC 장치(201)를 나타낸다. 상부 부재(203)와 하부 부재(204)는 신축성의 튜브(205)에 의해 연결된다. 상부 부재와 하부 부재는 파도가 장치(201)에 대하여 입사할 때 서로에 대해 상대적으로 이동한다. 이에 의해, 튜브가 압착 및 완화됨으로써, 튜브를 통해 물이 양수된다. 양수된 물은 장치로부터 에너지를 포집하는 데에 사용된다. 댐핑 구조체(202)는 상부 부재(203)와 하부 부재(204) 사이에 연결된 복수개의 댐퍼(208)를 포함한다. 이 댐퍼(208)는 최대 확장(및/또는 장치의 확장의 변화 속도)을 제한함으로써, 과도한 힘으로부터 장치의 신축성 튜브를 보호하게 된다.

[0093] 도 21은 수면상에서 부유하도록 설계된 2개의 부유 부재(floating member)(213, 214)를 포함하는 수면 부유 WEC 장치(211)를 나타낸다. 이러한 플로트에 의해 모든 방향에서 서로에 대해 상대적인 선회가 가능하게 된다. 장치로 들어오는 파도에 의해, 각각의 플로트가 이들 사이의 상대적인 움직임에 의한 종동요, 상하동요, 및 전후동요된다. 댐퍼(218)는, 제어할 플로트 사이에서의 최대 확장 및 확장 속도를 제어하기 위해 피벗 지점(pivot point)에서의 플로트 사이에 제공된다. 댐퍼는 인장, 압축 또는 이들의 혼합이 될 수 있다.

[0094] "포함/구비"라는 단어와 "갖는/가지는"이라는 단어는, 본 명세서에서 구성요소, 완전체, 단계 또는 구성성분의 존재를 특정하기 위한 것이지만, 다른 구성요소, 완전체, 단계, 구성성분 또는 이들의 그룹을 배제하는 것은 아니다.

[0095] 앞서 언급한 본 발명의 실시예에 의해 본 발명의 특징을 명확하게 알 수 있을 것이며, 하나의 실시예에서도 조합이 가능하다. 또한, 간단히 나타내기 위해 하나의 실시예에서 설명한 본 발명의 다양한 특징은 개별적으로 또는 임의의 적절한 하위 실시예에서 제공될 수 있다.

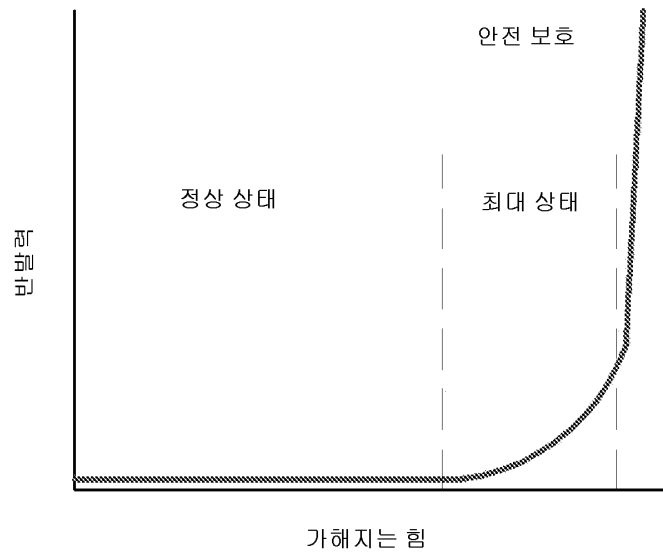
도면의 간단한 설명

- [0042] 본 발명에 따른 파력 에너지 발전 장치용의 댐핑 구조체의 실시예에 대하여 첨부 도면을 참조하여 설명한다.
- [0043] 도 1은 가역적인 비선형의 응력-변형률 응답을 가진 재료에 대해 가해진 힘에 대한 반발력을 나타내는 그래프이다.
- [0044] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 파력 에너지 발전 장치의 사시도이다.
- [0045] 도 3은 도 1의 파력 에너지 발전 장치의 상면도이다.
- [0046] 도 4는 도 1의 파력 에너지 발전 장치의 측입면도이다.
- [0047] 도 5는 본 발명에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 파력 에너지 발전 장치의 개략 도면이다.
- [0048] 도 6a는 최대 파랑의 피크에서 WEC 장치의 플로트에 가해지는 힘을 개략적으로 나타낸다.
- [0049] 도 6b는 정상 파랑의 피크에서 WEC 장치의 플로트에 가해지는 힘을 개략적으로 나타낸다.
- [0050] 도 6c는 최대 파랑의 골(trough)에서 WEC 장치의 플로트에 가해지는 힘을 개략적으로 나타낸다.
- [0051] 도 7은 본 발명에 따른 댐핑 구조체의 다른 실시예를 개략적으로 나타낸다.
- [0052] 도 8은 상호연결된 WEC 장치의 어레이를 개략적으로 나타낸다.
- [0053] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 다른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0054] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.

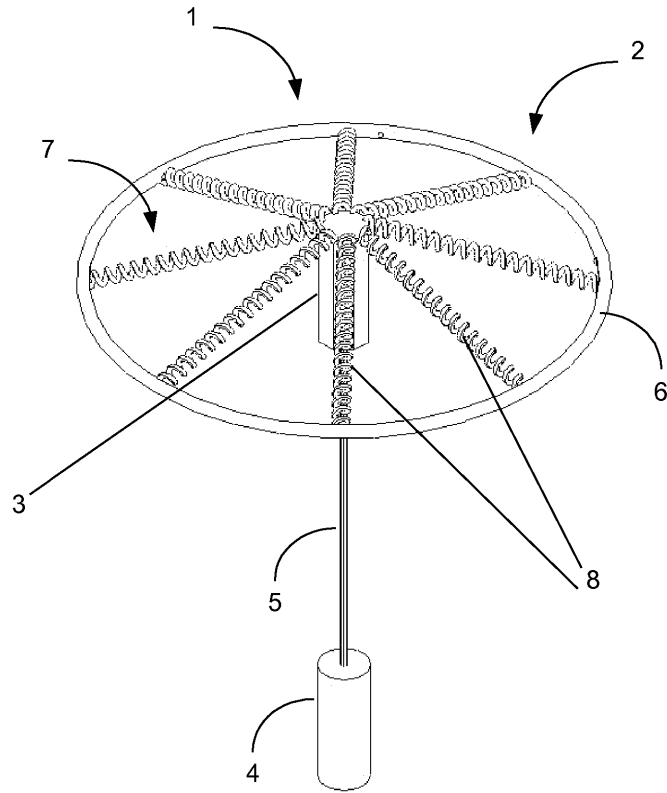
- [0055] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0056] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0057] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0058] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0059] 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 이중 면 피어싱 WEC 장치의 사시도이다.
- [0060] 도 16은 도 15의 WEC 장치의 절단 사시도이다.
- [0061] 도 17은 본 발명의 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 절단 사시도이다.
- [0062] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0063] 도 19는 본 발명의 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 절단 사시도이다.
- [0064] 도 20은 본 발명의 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0065] 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 댐핑 구조체를 포함하는 WEC 장치의 사시도이다.
- [0066] 도 22는 복합의 가역적인 비선형 응력-변형률 응답을 가진 댐핑 구조체에 대한 응력 대 변형률을 나타내는 그래프이다.

도면

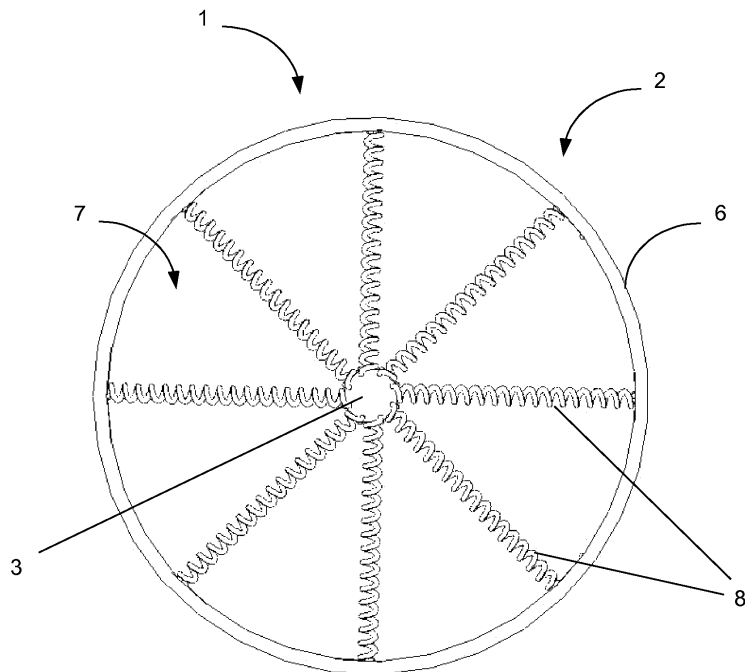
도면1



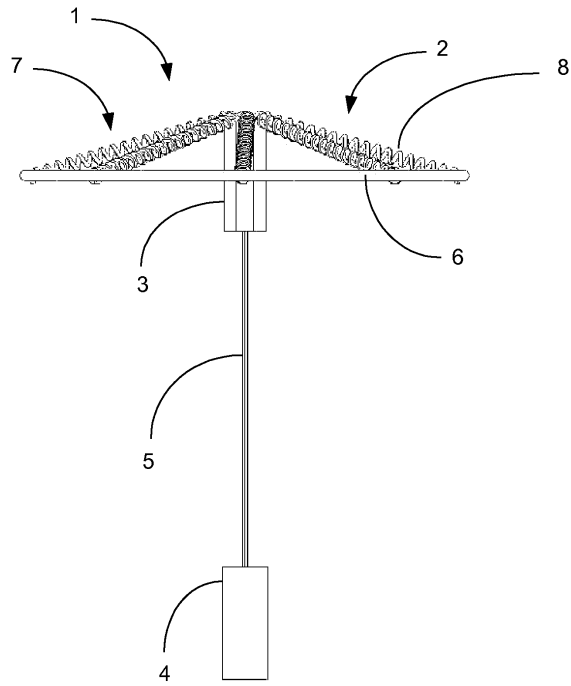
도면2



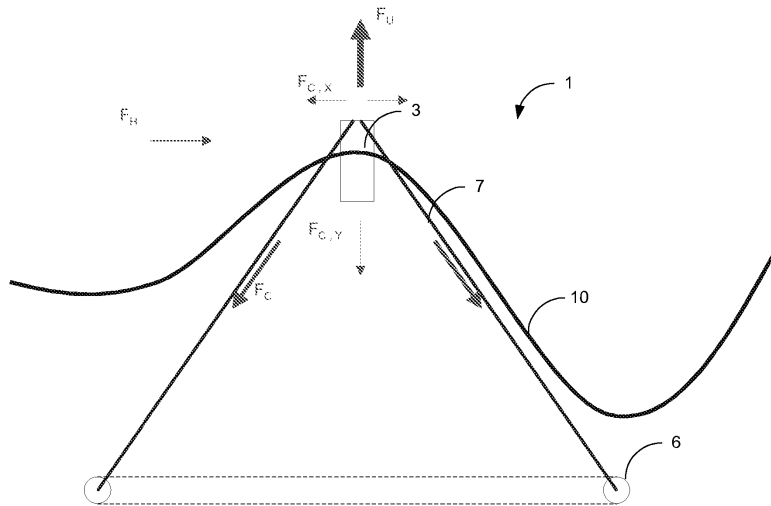
도면3



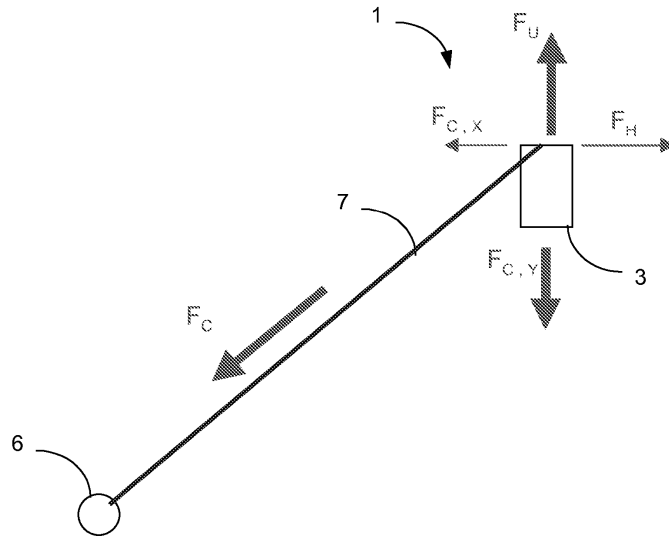
도면4



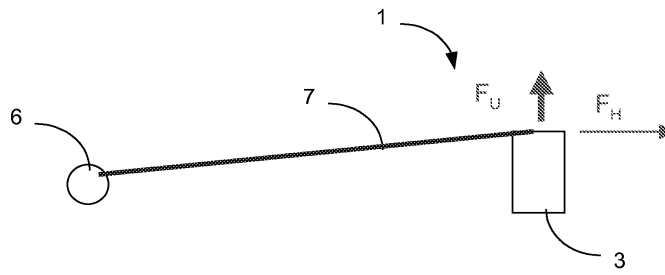
도면5



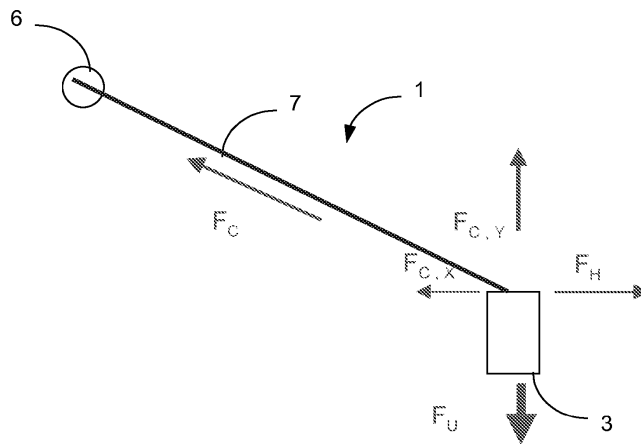
도면6a



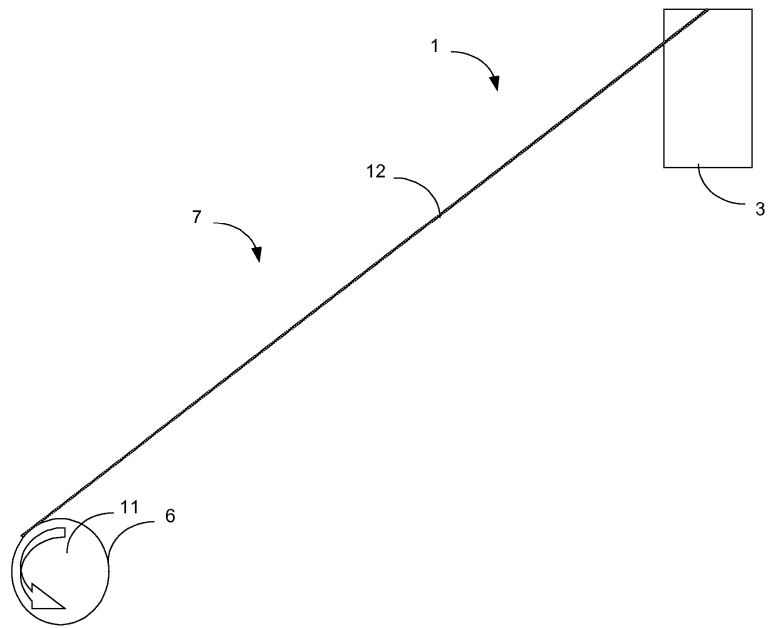
도면6b



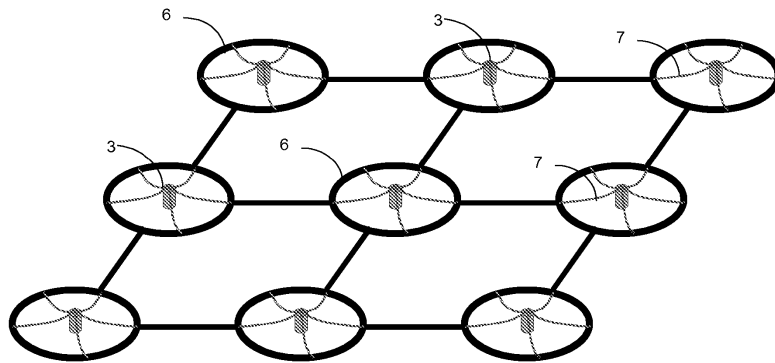
도면6c



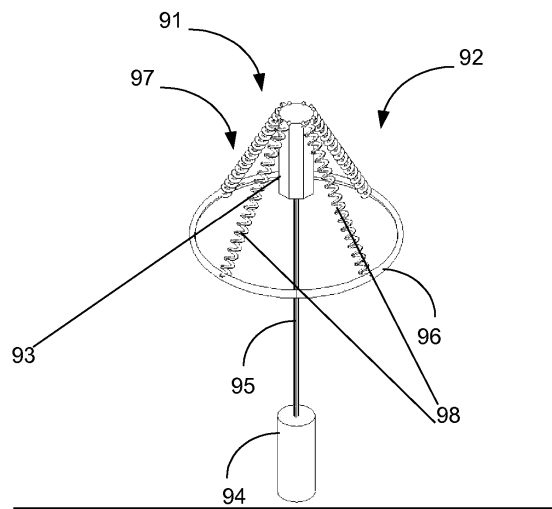
도면7



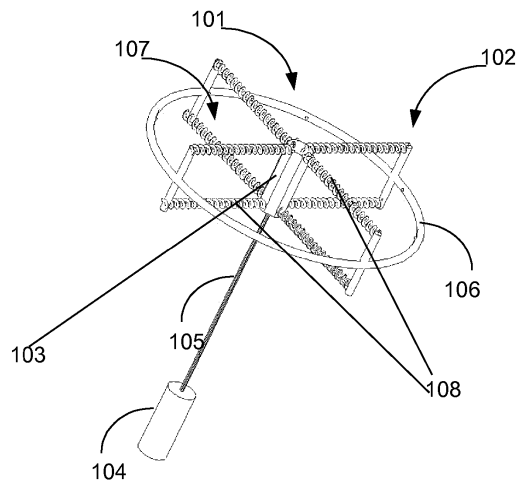
도면8



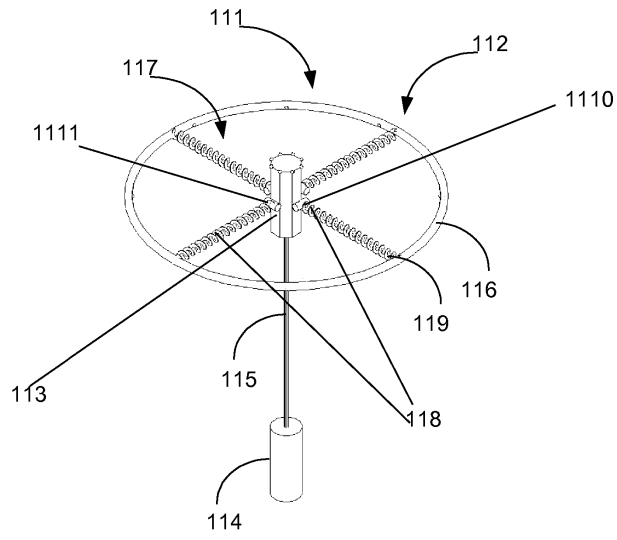
도면9



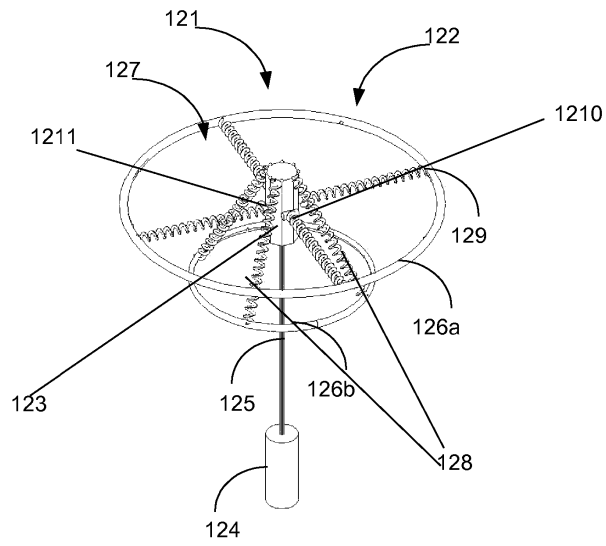
도면10



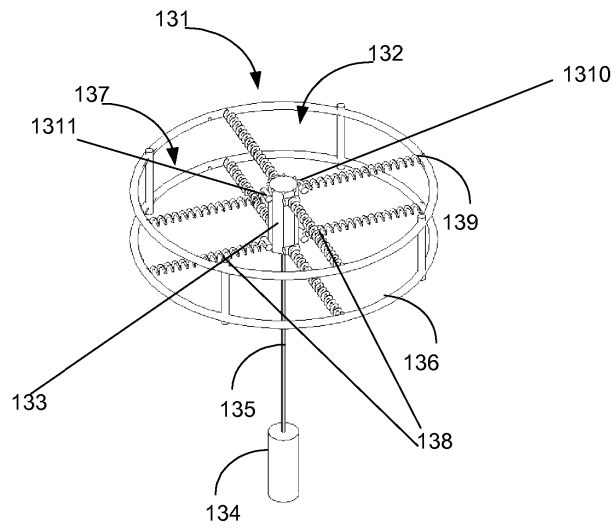
도면11



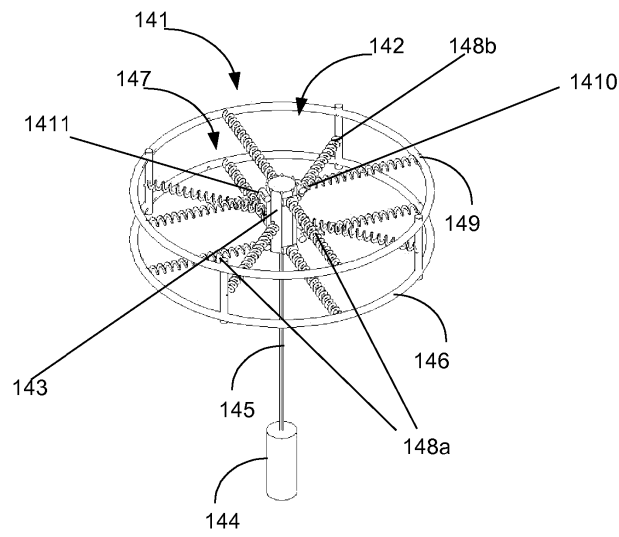
도면12



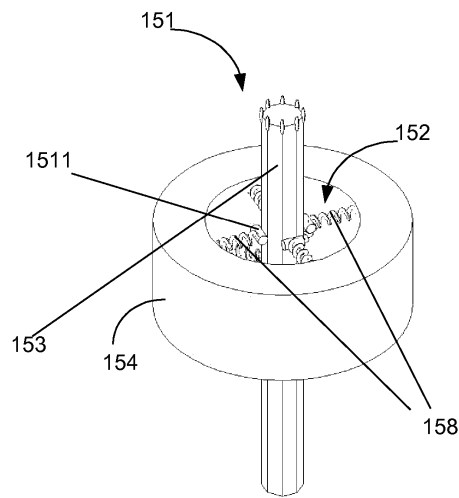
도면13



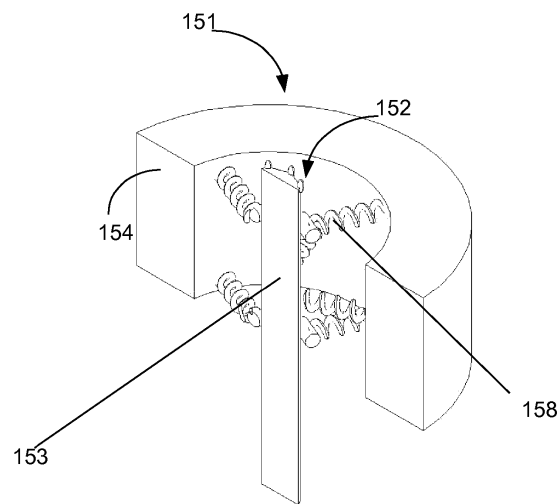
도면14



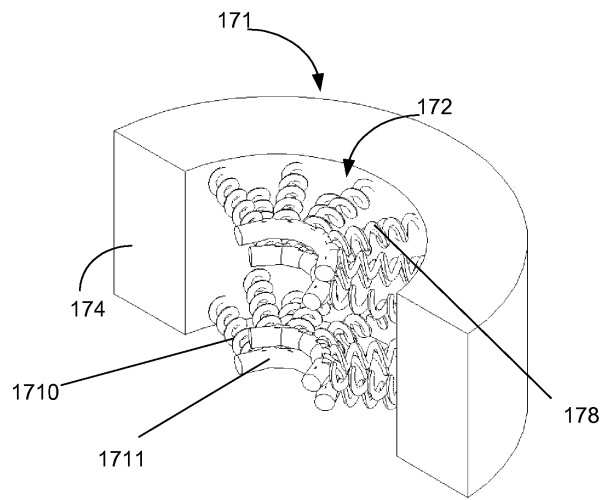
도면15



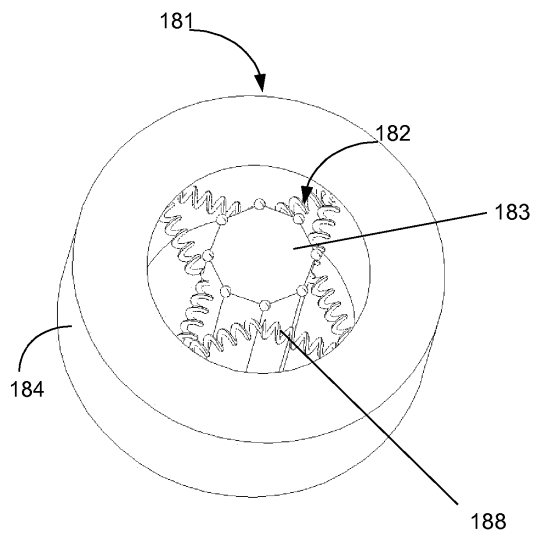
도면16



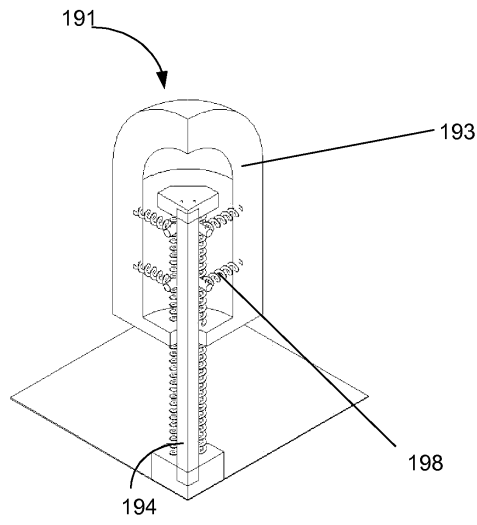
도면17



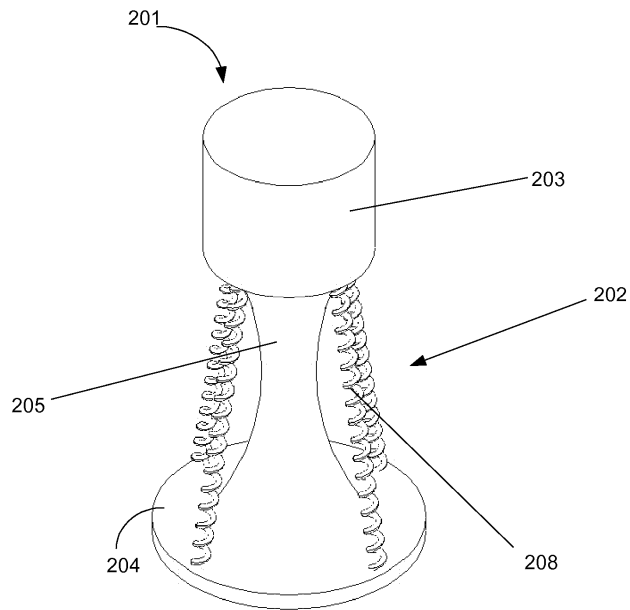
도면18



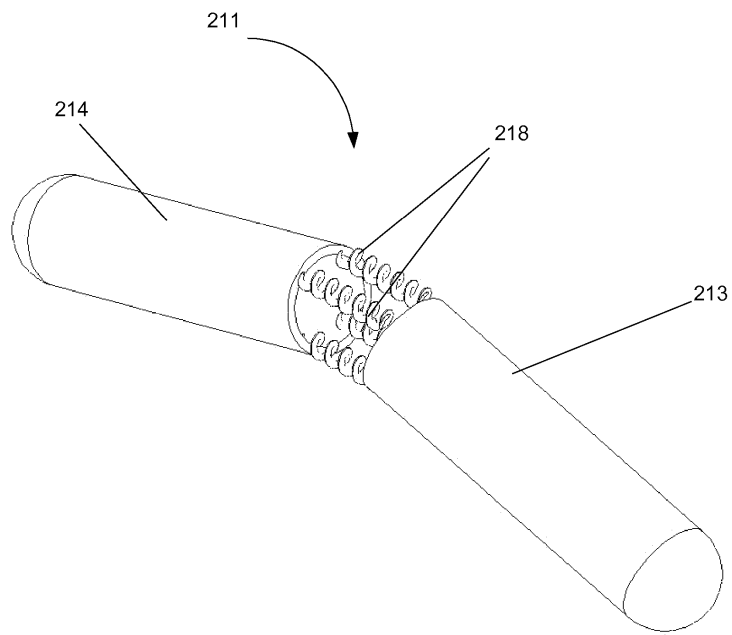
도면19



도면20



도면21



도면22

