



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0135564
(43) 공개일자 2016년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03B 13/16 (2006.01) H02N 2/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F03B 13/16 (2013.01)
H02N 2/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0069052
(22) 출원일자 2015년05월18일
심사청구일자 2015년05월18일
기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)
(72) 발명자
박종규
경상남도 창원시 성산구 외동반림로 219, 105동
504호(반림동, 현대 산업아파트)
나영민
경상남도 김해시 진영읍 진영로 88-14, 101동 70
1호(대건아파트)
(74) 대리인
위병갑

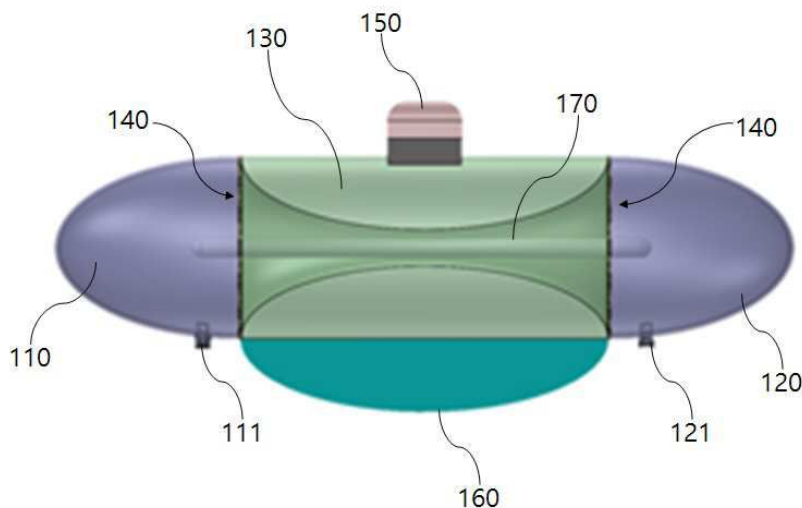
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기

(57) 요약

본 발명은 파도의 고저차에 의해 변위를 발생시키는 압전소자를 이용하여 지속적으로 발전시켜 바다 한가운데서 전력 생산이 가능하도록 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기에 관한 것으로, 회로기관이 장탈착 결합되도록 내부로 함부가 형성되어 있으며, 외주연의 소정 위치에 제 1 후크가 마련되어 있는 상단몸체; 상단몸체의 형상과 동일하며, 외주연의 소정 위치에 제 2 후크가 마련되어 있는 하단몸체; 상단몸체와 하단몸체 사이에 구비되며, 내측 중앙에 봉이 마련되어 있는 원통형상의 중앙몸체; 봉의 양 끝단부에 의해 체결부재에 의해 고정, 결합되는 전기발생부; 및 중앙몸체의 외주연 소정 위치에 고정, 결합되는 발광부를 포함한다. 이에, 조류·조력·파력 발전을 할 수 없는 부분의 바다를 이용해 전력 생성을 시도할 수 있도록 하는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

Y02E 10/38 (2013.01)

(72) 발명자

이현석

경상남도 김해시 가야로451번길 9, 101동 302호(동상동, 가야롯데캐슬 1단지)

강태훈

경상남도 창원시 성산구 연덕로184번길 12, 201동 106호(내동, 에스엔티)

김정훈

경상남도 창원시 진해구 태평로37번안길 13 (제황산동)

박치현

경상남도 창원시 의창구 대봉로 25, 201동 601호(봉림동, 휴먼시아 아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0030058

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 선도연구센터지원사업

연구과제명 메카트로닉스융합부품소재 연구센터

기 여 율 1/1

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2011.09.07 ~ 2015.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

회로기관이 장탈착 결합되도록 내부로 함부가 형성되어 있으며, 외주연의 소정 위치에 제 1 후크가 마련되어 있는 상단몸체;

상기 상단몸체의 형상과 동일하며, 외주연의 소정 위치에 제 2 후크가 마련되어 있는 하단몸체;

상기 상단몸체와 상기 하단몸체 사이에 구비되며, 내측 중앙에 봉이 마련되어 있는 원통형상의 중앙몸체;

상기 봉의 양 끝단부에 의해 체결부재에 의해 고정, 결합되는 전기발생부; 및

상기 중앙몸체의 외주연 소정 위치에 고정, 결합되는 발광부;

를 포함하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 상단몸체 및 상기 하단몸체의 양 끝단 형상은 타원형인 것을 특징으로 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전기발생부가,

상기 상단몸체 및 상기 하단몸체의 각 하단부면과 동일한 형상을 이루고 중앙에 홀이 형성된 탄성체와,

상기 탄성체의 전면 및 후면에 일정 간격으로 이격된 상태로 배열되는 복수의 압전소자들로 이루어지며,

상기 탄성체의 홀에 상기 봉의 끝단부가 인입되어 결합되는 것을 특징으로 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 체결부재가 캡이며,

상기 봉의 양 끝단부에 수나사산(암나사산)이 형성되어 있고, 상기 캡의 내측에 상기 봉의 수나사산과 나사 결합되도록 암나사산(수나사산)이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 발광부와 대향되도록 상기 중앙몸체에 마련되는 타원형의 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기에 관한 것으로, 특히 파도의 고저차에 의해 변위를 발생시키는 압전소자를 이용하여 지속적으로 발전시켜 바다 한가운데서 전력 생산이 가능하도록 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 바다의 면적은 약 360,000,000 km²에 이르며 지구의 면적에 70.8%를 차지한다. 또한 각종 해류로 인해 끊임없이 순환하고 있으며 이는 바다가 하나의 에너지원임을 의미한다. 이러한 바다를 이용한 발전 방식에는 대표적으로 조력, 조류, 파력을 이용한 발전을 들 수 있다. 하지만 조력·조류 발전의 경우, 그림 1과 같이 친환경적이고 지속적인 발전이 가능하지만, 발전 가능한 지역이 제한돼있고 대규모의 투자 초기 비용이 소요된다. 파력 발전은 소규모 발전이 가능하고 발전기 자체가 방파제 역할을 수행할 수 있지만 전기 발생 출력 변동이 심하며 육지에서 거리 30 km 미만인 지역에서만 설치할 수 있다. 앞서 언급된 발전 방식 모두 육지와 인근한 곳에서 이루어지며 이 지역들을 제외한 나머지를 이용한 발전 방식은 제시되지 않고 있다.
- [0003] 바다를 통해 생을 이어나가는 사람들 중에서 어획을 하여 어업에 종사하는 사람들을 어부라 한다. 어획량은 곧 수익으로 이어지므로 어부들은 만선의 꿈을 가지고 바다로 나간다. 바다로 나간 배는 일정 어획량을 채우기 위해 긴 시간동안 작업을 하며 이에 야간에 어획을 할 경우가 많다.
- [0004] 앞서 언급한 야간조업의 경우, 어두운 환경에 좁은 시야에 따라 낮에 미리 던져 놓은 그물을 찾기 위하여 손전등 또는 탐지등을 이용해 주위를 둘러보며 찾아야 하고 이에 많은 시간이 소요된다. 또한 그물을 찾던 중 그 위치를 파악하지 못하고 그물 위를 지나다 찢어지는 사고가 발생한다는 문제점이 있다.
- [0005] 이와 같은 해상에서 발생할 수 있는 사고 외에도 안개가 자욱한 야간에는 불과 전방 몇 미터의 거리에 있는 장애물을 보지 못하고 교량 기둥과의 충돌사고 또한 빈번히 발생한다. 그림 4와 같이 충돌 사고는 야간을 중심으로 일어나고 있으며 이러한 충격이 중첩되면 교량의 붕괴로 이어질 가능성이 존재한다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) [특허문헌1] 대한민국 등록특허 제 10-1048881 호
(특허문헌 0002) [특허문헌2] 대한민국 등록특허 제 10-1326993 호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 이와 같은 문제점을 해소시키기 위해 본 발명은 파도의 고저차에 의해 변위를 발생시키는 압전소자를 이용하여 지속적으로 발전시켜 바다 한가운데서 전력 생산이 가능하도록 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기를 제공하는데, 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 실시예에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기는 회로기관이 장탈착 결합되도록 내부로 함부가 형성되어 있으며, 외주연의 소정 위치에 제 1 후크가 마련되어 있는 상단몸체; 상단몸체의 형상과 동일

하며, 외주연의 소정 위치에 제 2 후크가 마련되어 있는 하단몸체; 상단몸체와 하단몸체 사이에 구비되며, 내측 중앙에 봉이 마련되어 있는 원통형상의 중앙몸체; 봉의 양 끝단부에 의해 체결부재에 의해 고정, 결합되는 전기 발생부; 및 중앙몸체의 외주연 소정 위치에 고정, 결합되는 발광부를 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명과 관련된 실시예로서, 상단몸체 및 상기 하단몸체의 양 끝단 형상은 타원형인 것을 특징으로 하는 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기.

[0010] 본 발명과 관련된 실시예로서, 전기발생부가, 상단몸체 및 상기 하단몸체의 각 하단부면과 동일한 형상을 이루고 중앙에 홀이 형성된 탄성체와, 탄성체의 전면 및 후면에 일정 간격으로 이격된 상태로 배열되는 복수의 압전 소자들로 이루어지며, 탄성체의 홀에 봉의 끝단부가 인입되어 결합될 수 있다.

[0011] 본 발명과 관련된 실시예로서, 체결부재가 캡이며, 봉의 양 끝단부에 수나사산(암나사산)이 형성되어 있고, 캡의 내측에 봉의 수나사산과 나사 결합되도록 암나사산(수나사산)이 형성되어 있을 수 있다.

[0012] 본 발명과 관련된 실시예로서, 발광부와 대향되도록 중앙몸체에 마련되는 타원형의 것을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0013] 본 발명은 조류·조력·파력 발전을 할 수 없는 부분의 바다를 이용해 전력 생성을 시도할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0014] 또한 본 발명은 수면 아래로 설치하지 않고 수면에서 이루어지므로 태양빛 차단에 따른 해양 생태계를 훼손할 우려가 없으며 신재생 에너지의 확보를 통해 화석 연료를 대체하여 환경 보존에 기여할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 도 17과 같이 단일 개체가 아닌 군락 형성을 통해 대량 발전을 시도할 수 있도록 할 수 있을 뿐만 아니라 도 18와 같이 해양 플랜트의 전력 확보 방법으로 활용할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0016] 또한, 본 발명은 거대 선박의 전기 공급이 필요한 상황이 발생하였을 시 비상 전력 확보할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0017] 또한, 본 발명은 도 19와 같이 발전기의 LED를 점등시켜 선박이나 어선 등이 교량 기둥과의 충돌하지 않고, 교량 기둥 등의 장애물의 위치를 파악할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0018] 또한, 본 발명은 도 20과 같이 수면을 이용한 방법이 아닌 2개의 부표를 이용하여 수면 아래 설치하고, 2개의 부표의 고저차를 이용하여 발전기를 기울여 전력을 생산할 수 있고, 생산된 전력을 도 21과 같이 해저에 자리 잡고 있어 채취가 어려운 망간 단괴를 수거하기 위한 로봇의 전력 공급원으로 제공할 수 있도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기를 설명하기 위한 도면이다.

도 2의 (a) 내지 (c)는 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기의 발전 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 3의 (a) 및 (b)는 도 1의 봉에 탄성체를 체결하는 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 4의 (a) 내지 (c)는 도 1의 봉과 탄성체의 결합을 고정시키기 위한 캡의 실시예들을 설명하기 위한 도면이다.

도 5의 (a) 내지 (c)는 도 1의 탄성체에 구비되는 압전소자의 실시예들을 설명하기 위한 도면이다.

도 6의 (a) 및 (b)는 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기가 파도방향에 따른 능동적 방향전환을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기가 파도의 능선에 맞춰 발전이 이루어지는 상태를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 부력을 산출하는 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 9의 (a) 및 (b)는 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기의 실제 부피와 겉부피를 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기의 해석 형상을 설명하기 위한 도면이다.

도 11의 (a) 및 (b)는 시간에 따른 중앙몸체 내에 구비된 봉의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 12는 Free Triangular Mesh를 설명하기 위한 도면이다.

도 13의 (a) 및 (b)는 중앙몸체 내에 구비된 봉의 변위에 의해 발생된 변위를 설명하기 위한 도면이다.

도 14의 (a) 및 (b)는 중앙몸체 내에 구비된 봉에 1.630N의 힘이 가해졌을 때 봉의 변위를 설명하기 위한 그래프이다.

도 15의 (a) 및 (b)는 각 응력에 따른 발생된 최고 전압을 설명하기 위한 도면이다.

도 16의 (a) 및 (b)는 2초까지의 발생 전류를 나타낸 그래프이다.

도 17은 본 발명에 따른 캡슐형 압전 발전기를 이용하여 군락을 형성시킨 후 집단 발전이 이루어지도록 하는 상태를 설명하기 위한 도면이다.

도 18의 (a) 및 (b)는 그물에 장착된 발전기와 군락 형성을 통한 집단 발전상태를 설명하기 위한 도면이다.

도 19의 (a) 및 (b)는 본 발명에 따른 캡슐형 압전 발전기에 구비된 LED 점등한 상태를 설명하기 위한 도면이다.

도 20의 (a) 내지 (c)는 부표를 이용한 발전 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 21은 망간 단괴 채취 로봇에 전원공급원으로 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기에 의해 생산된 전력을 공급하는 상태를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명에서 사용되는 기술적 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아님을 유의해야 한다. 또한, 본 발명에서 사용되는 기술적 용어는 본 발명에서 특별히 다른 의미로 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 의미로 해석되어야 하며, 과도하게 포괄적인 의미로 해석되거나, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다. 또한, 본 발명에서 사용되는 기술적인 용어가 본 발명의 사상을 정확하게 표현하지 못하는 잘못된 기술적 용어일 때에는, 당업자가 올바르게 이해할 수 있는 기술적 용어로 대체되어 이해되어야 할 것이다. 또한, 본 발명에서 사용되는 일반적인 용어는 사전에 정의되어 있는 바에 따라, 또는 전후 문맥상에 따라 해석되어야 하며, 과도하게 축소된 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0021] 또한, 본 발명에서 사용되는 단어의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다. 본 발명에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 발명에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계를 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기를 설명하기 위한 도면이다. 도 2의 (a) 내지 (c)는 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기의 발전 원리를 설명하기 위한 도면이다. 도 3의 (a) 및 (b)는 도 1의 봉에 탄성체를 체결하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 4의 (a) 내지 (c)는 도 1의 봉과 탄성체의 결합을 고정시키기 위한 캡의 실시예들을 설명하기 위한 도면이다. 도 5의 (a) 내지 (c)는 도 1의 탄성체에 구비되는 압전소자의 실시예들을 설명하기 위한 도면이다. 도 6의 (a) 및 (b)는 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기가 파도방향에 따른 능동적 방향전환을 설명하기 위한 도면이다. 도 7은 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기가 파도의 능선에 맞춰 발전이 이루어지는 상태를 설명하기 위한 도면이다. 도 8은 부력을 산출하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 9의 (a) 및 (b)는 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기의 실제 부피와 겉부피를 설명하기 위한 도면이다.
- [0024] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명이 적용된 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기(100)는 상단몸체(110), 하단몸체(120), 중앙몸체(130), 전기발생부(140), 발광부(150), 갓(160), 봉(170)으로 이루어진다.
- [0025] 상단몸체(110)는 회로기관이 장탈착 결합되도록 내부로 함부가 형성되어 있으며, 외주연의 소정 위치에 제 1 후크(111)가 마련되어 있다.
- [0026] 하단몸체(120)는 상단몸체(110)의 형상과 동일하며, 외주연의 소정 위치에 제 2 후크(121)가 마련되어 있다.
- [0027] 여기서 상단몸체(110) 및 하단몸체(120) 양 끝단부의 형상은 타원형을 이루고 있다.
- [0028] 중앙몸체(130)는 원통형상을 이루고 있으며, 상단몸체(110)와 하단몸체(120) 사이에 구비되며, 내측 중앙에 봉(170)이 마련되어 있다.
- [0029] 상단몸체(110), 하단몸체(120) 및 중앙몸체(130)는 Poly Lactic Acid(PLA)로 이루어져 있다. 여기서, PLA는 부식이 일어나지 않으며 단위 부피당 무게가 가볍고 가격이 저렴할 뿐만 아니라 가공성 또한 뛰어나며, PLA의 가공성의 장점을 살려 사용자의 목적에 따라 크기를 조절하여 적용 가능하며 파도의 고저차를 이용하여 발전하므로 부력에 초점이 맞추어진다.
- [0030] 상단몸체(110)와 하단몸체(120)는 타원형상을 이루고 있으며, 이는 파도를 부드럽게 타고 넘어갈 수 있도록 한다.
- [0031] 전기발생부(140)는 봉(170)의 양 끝단부에 의해 체결부재에 의해 고정, 결합된다.
- [0032] 전기발생부(140)가 상단몸체(110) 및 하단몸체(120)의 각 하단부면과 동일한 형상을 이루고 중앙에 홀(143)이 형성된 탄성체(141)와, 탄성체(141)의 전면 및 후면에 일정 간격으로 이격된 상태로 배열되는 복수의 압전소자(142)들로 이루어지며, 탄성체(141)의 홀(143)에 봉(170)의 끝단부가 인입되어 결합된다. 이때 체결부재가 캡(180)이며, 봉(170)의 양 끝단부에는 수나사산(암나사산)이 형성되어 있고, 캡(180)의 내측에는 봉(170)의 끝단부에 형성된 수나사산과 나사결합되는 암나사산(수나사산)이 형성되어 있다.
- [0033] 탄성체(141)는 도 2에 도시된 바와 같이 중앙에 설치된 봉(170)과 연결되어 봉(170)이 파도의 고저차에 의해 앞뒤로 움직이게 되고, 이로 인해 변형이 발생하게 된다. 이에 따라 탄성체(141)의 앞뒤로 부착된 압전 소자(142)에도 변위가 발생되어 전력을 생산하게 된다. 기존의 압전 소자를 이용한 발전 방식은 단일 객체만을 이용하여 발전함으로써 단위 시간당 발전량의 한계가 존재한다. 하지만 본 발명에 따른 캡슐형 압전 발전기(100)는 봉(170)이 한번 이동할 때 다수의 압전 소자(142)에 변형이 동시에 발생되기 때문에 단위 시간 당 더욱 많은 발전량을 기대할 수 있게 된다. 캡슐형 압전발전기(100)에 의해 발전이 이루어지는 도중, 평형 상태에 도달하여 봉(170)이 좌우 어느 방향으로든 움직이지 않는 경우에도 봉(170)의 자중에 의하여 압전 소자(142)에 인장 또는 압축이 일어나 발전이 중지되지 않고 지속적인 전력 생산을 할 수 있다.
- [0034] 중앙몸체(130)의 중앙에 구비된 봉(170)과 탄성체(141)의 연결 방식은 도 3에 도시된 바와 같이 봉(170)과 캡(180)사이에 끼워 넣는 방식으로 고정시켜 탄성체(141)가 현재의 위치로부터 이탈되지 않도록 한다. 또한, 도 4와 같이 봉(170)의 캡(180)을 여러 형태로 제작하여, 캡슐형 압전 발전기(100)의 잠수 높이를 지정하는 무게추 역할을 하도록 설계된다.
- [0035] 또한 탄성체(141)에 일정 간격으로 이격된 상태로 배열되는 압전소자(142)의 경우 그 형상이 도 5에 도시된 바와 같이 기본적으로 직사각형 형상의 압전 소자를 부착해 사용하지만 목적에 따라 그 형상을 팔각, 삼각 등으로 가공하여 적용할 수 있다.

[0036] 중앙 몸체(130)는 도 6에 도시된 바와 같이 원통과 같은 형상에서 부력 확보를 위해 중앙 통로만을 확보한 뒤 남은 부분은 비워낸 형상을 이루고 있으며, 깃(160)은 시시각각 변하는 파도의 방향에 맞춰 능동적으로 발전기를 사용하고자 설계된 것으로 파도의 방향에 맞게 본 발전기를 회전시켜 주는 역할을 수행한다. 이때 캡슐형 압전 발전기(100)는 제 1 후크(111) 또는 제 2 후크(121)에 의해 그물 또는 닻 등에 움직임이 가능하도록 고정되어 파도에 따라 움직이게 된다.

[0037] 캡슐형 압전 발전기(100)는 도 7에 도시된 바와 같이 파도의 능선에 맞추어 발전해야 하므로 적절한 길이 선택이 필요하며, 발전기의 길이는 20cm로 제한하여 효율적인 발전이 이루어지도록 하였다.

[0038] 캡슐형 압전 발전기(100)는 수면 위에 부유한 상태에서 발전이 이루어지는 장치로 반드시 부력 계산을 통해 부유 가능성을 판단해야 한다. 부력은 도 8에 도시된 바와 같이 캡슐형 압전 발전기(100)의 실제 무게와 캡슐형 압전 발전기(100)의 겉 부피만큼의 물의 무게와 비교하여 그 여부를 판단할 수 있다.

[0039] 부력 계산에서는 상단몸체(110), 하단몸체(120), 중앙몸체(130), 발광부(150)의 부피와 무게를 계산하며, 또한, 미소한 부피를 차지하는 제 1, 제 2 후크(111)(121), 탄성체(141), 압전소자(142), 깃(160) 등은 계산할 때 제외된다.

[0040] 그리고 도 9의 (a)에 도시된 바와 같이 상단몸체(110), 하단몸체(120) 및 중앙몸체(130)의 실제 부피는 각각 4,281, 22,820mm³이고 모두 더하면 31,382 mm³이 된다. 이를 부품의 재질인 PLA 밀도(1250kg/mm³)와 중력 가속도를 곱해 무게를 계산하면

수학식 1

[0041]
$$31382 \times 10^{-9} \times 1250 \times 9.81 = 0.38 \text{ kgf}$$

[0042] 가 된다. 다음으로 도 9의 (b)와 같이 캡슐형 압전 발전기(100)의 겉 부피는 274,220mm³과 같으므로 물의 밀도(1000 kg/mm³)와 중력 가속도를 곱하면

수학식 2

[0043]
$$274220 \times 10^{-9} \times 1000 \times 9.81 = 2.69 \text{ kgf}$$

[0044] 를 계산할 수 있다. 수학식 1 및 수학식 2를 통해 캡슐형 압전 발전기(100)가 물에 뜨는 높이를 계산하면 다음과 같다.

수학식 3

[0045]
$$\frac{0.38}{2.69} \times 5 \text{ cm} = 0.7 \text{ cm}$$

[0046] 이는 물체가 0.7cm 잠긴 상태에서 부유할 수 있다는 걸 의미하고 부력을 확보했다는 것을 알 수 있다.

[0047] 한편, 중앙몸체(130) 중앙에 마련되며, 양 끝단부에 탄성체(141)가 결합되는 봉(170)은 파도에 맞춰 앞, 뒤로 흔들림에 따라 탄성체(141)에 부착된 압전소자(142)로 하여금 발전이 이루어도록 하는 것으로 단위 시간 당 발전량을 늘리기 위해선 무게가 무거워야한다. 따라서 위에서 기술한 부력을 바탕으로 봉(170)의 최대 무게를 계산하면 하기와 같다. 이때 봉(170)의 무게는 캡슐형 압전 발전기(100)의 실제 무게에 더해져 겉 부피에 따른 물의 무게인 2.69kgf와 같은 순간까지가 최대임으로

수학식 4

$$2.69 - 0.38 = 2.31 \text{ kgf}$$

[0048]

로 계산할 수 있고, 여기서 중력 가속도를 나누면 질량임으로 봉(170)이 가질 수 있는 최대 질량은 0.235kg인 것을 알 수 있다. 뿐만 아니라 봉(170)의 재질은 SUS 304이므로 SUS 304의 밀도(7868kg/mm^3)와 중력 가속도를 이용하면 최대 부피를 계산할 수 있다.

수학식 5

$$9.81 \times 7868 \times V = 2.31 \Rightarrow V = \frac{2.31}{9.81 \times 7868} = 29928 \times 10^{-9} \text{ m}^3 = 29928 \text{ mm}^3$$

[0050]

이렇게 도출된 부피를 통해 봉(170)이 가질 수 있는 최대 지름을 계산할 수 있다. 중앙 몸체 양 끝 단까지의 길이는 100mm이므로 이것을 봉(170)의 길이로 설정하면 높이가 결정된다. 그 후 원의 지름에 따라 부피가 변하므로 원의 지름을 변수로 두고 최대 부피를 $29,928\text{mm}^3$ 로 두면 다음과 같이 원의 지름을 도출할 수 있다.

수학식 6

$$100 \times \pi r^2 = 29928 \text{ mm}^3 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{29928}{100\pi}} = 9.76 \text{ mm}$$

[0052]

무게 및 길이를 도출하였으므로 이를 통해 각도에 따른 힘을 계산할 수 있다. 마찰을 무시하고 파도가 주기적으로 30° 또는 45° 의 각도를 가진다고 가정하였을 때 봉(170)이 가지는 힘은 다음과 같다.

수학식 7

$$0.235 \times 9.81 \times \sin 30^\circ = 1.152 \text{ N}$$

[0054]

수학식 8

$$0.235 \times 9.81 \times \sin 45^\circ = 1.630 \text{ N}$$

[0055]

발광부(150)는 중앙몸체(130)의 외주연 소정 위치에 고정, 결합된다.

[0056]

깃(160)은 외주연이 타원형상이며, 발광부(150)와 대향되도록 중앙몸체(130)에 마련된다.

[0057]

본 발명에 따른 캡슐형 압전 발전기(100)의 성능을 예측하기 위해서 압전소자와 구조물 사이의 연성 해석을 실시하였으며, 이를 도 10 내지 도 16을 참조하여 설명하면 하기와 같다.

[0058]

도 10은 본 발명에 따른 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기의 해석 형상을 설명하기 위한 도면이다. 도 11의 (a) 및 (b)는 시간에 따른 중앙몸체 내에 구비된 봉의 변화를 나타낸 그래프이다. 도 12는 Free Triangular Mesh를 설명하기 위한 도면이다. 도 13의 (a) 및 (b)는 중앙몸체 내에 구비된 봉의 변위에 의해 발생된 변위를 설명하기 위한 도면이다. 도 14의 (a) 및 (b)는 중앙몸체 내에 구비된 봉에 1.630N의 힘이 가해졌을 때 봉의 변위를 설명하기 위한 그래프이다. 도 15의 (a) 및 (b)는 각 응력에 따른 발생된 최고 전압을 설명하기 위한 도면이다. 도 16의 (a) 및 (b)는 2초까지의 발생 전류를 나타낸 그래프이다. 도 17은 본 발명에 따른 캡슐형 압전 발전기를 이용하여 군락을 형성시킨 후 집단 발전이 이루어지도록 하는 상태를 설명하기 위한 도면

[0059]

이다.

[0060] 연성 해석으로는 유한 요소 해석 프로그램인 COMSOL Multiphysics를 사용하였고 수학식 7 및 수학식 8을 통해 산출된 1.152, 1.630N을 적용하여 발생하는 전압 및 전류를 측정하고자 하였다.

[0061] 압전 효과는 물질에 응력(신축응력, 전단응력)을 가할 때 전기 분극을 발생시키는 성질을 의미한다. 압전효과는 응력에 의하여 이 물질 자체의 전기 분극이 변하는 정압전 효과와 물질에 전기를 인가할 때 기계적 변형이 생기는 역압전 효과가 있다. 본 해석에서는 앞서 언급한 바와 같이 압전 소자에 변형이 발생하면 전기를 생성하는 정압전 효과를 이용해 해석을 수행한다.

[0062] 해석 형상은 도 10과 같이 원기둥 형상의 봉, 탄성체, 압전 소자로 이루어져있으며 축대칭 모델을 사용하여 해석을 수행하였다. 탄성체와 부착된 압전 소자는 이론적으로 원형에 가깝게 부착할 수 있으므로 원 형상의 박판 압전 소자로 설정돼 해석을 수행하였다. 재질은 탄성체에는 Rubber, 압전 소자는 PVDF, 봉은 SUS304로 이루어져 있다. 압전 물질 중 하나인 PVDF는 전기를 출력으로 하는 g 상수가 기존 압전 물질에 비해 월등하기 때문에 본 장치의 경우와 같이 제한된 공간에서의 발전에 효과적이다.

[0063] 본 해석에서 중요한 사항은 봉에 주기적인 힘을 가해주는 것이므로 Body Load 설정을 통해 봉에 힘을 가하여 압전 소자에 변형을 가하고자 하였다. 힘의 설정은 위에서 기술한 바와 같이 주기적으로 파도의 각도가 30° 또는 45° 일 때, 가지는 힘인 1.152, 1.630N을 최고 힘으로 설정하고, 도 11과 같이 사인(Sine) 곡선을 그리며 힘을 가하는 것으로 하였다. 전류의 측정은 Electric Circuit 모듈을 통해 이루어지며 압전 소자를 전압원으로 하고 10Ω의 저항 소자를 설치하였다고 설정하였다.

[0064] 해석 시간은 0.1초 간격으로 2초까지 설정하였고, Mesh의 설정은 도 12와 같이 Free Triangular를 사용하여 14,660개로 작성되었다.

[0065] 해석 결과, 도 13과 같이 주기적으로 봉에 변위가 발생됨에 따라 탄성체 및 압전 소자에 변형이 발생하는 것을 확인할 수 있으며 봉의 변위는 도 14와 같이 주기적으로 움직이는 것을 알 수 있다. 이 변위에 의해 발생된 최고 전압은 도 15와 같이 30° 일 때의 최대 및 평균 전압은 각각 33V, 3.2V이고 40° 일 때의 최대 및 평균 전압은 46.9V, 4.83 V로 계산되었다. 다음으로 전류 계산을 통해 파도의 각도가 30°, 40° 일 때의 단일 압전 소자의 단위 시간당 전류 발생량을 알아보았다. 도 16과 같이 각도 당 전류가 발생된 것을 확인하였고 30°에서의 최대 전류 및 초당 평균 전류는 $1.37 \cdot 10^{-7}$ A, $9.22 \cdot 10^{-8}$ A/s로 계산되었다. 파도의 각도가 40° 일 때의 최대 전류 및 초당 평균 전류는 2.018A, $1.27 \cdot 10^{-7}$ A/s로 확인되었으며 압전 소자는 총 네 개가 설치되어있으므로 단일 장치에서 총 $5.08 \cdot 10^{-7}$ A/s를 생산하는 사실을 알 수 있다. 이는 파도의 힘만으로도 꾸준한 전류를 발생시킬 수 있다는 것을 의미한다.

[0066] 전술한 내용은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0067] 100 : 파도의 고저차를 이용한 캡슐형 압전 발전기

110 : 상단몸체 120 : 하단몸체

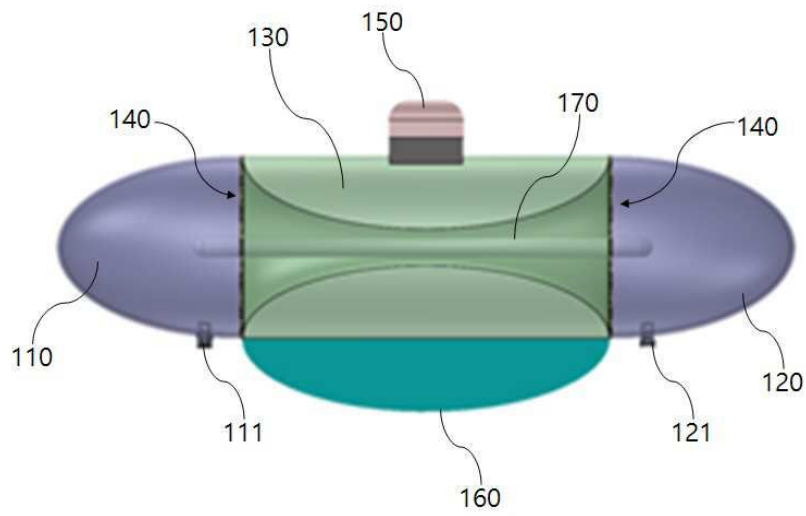
130 : 중앙몸체 140 : 전기발생부

150 : 발광부 160 : 깃

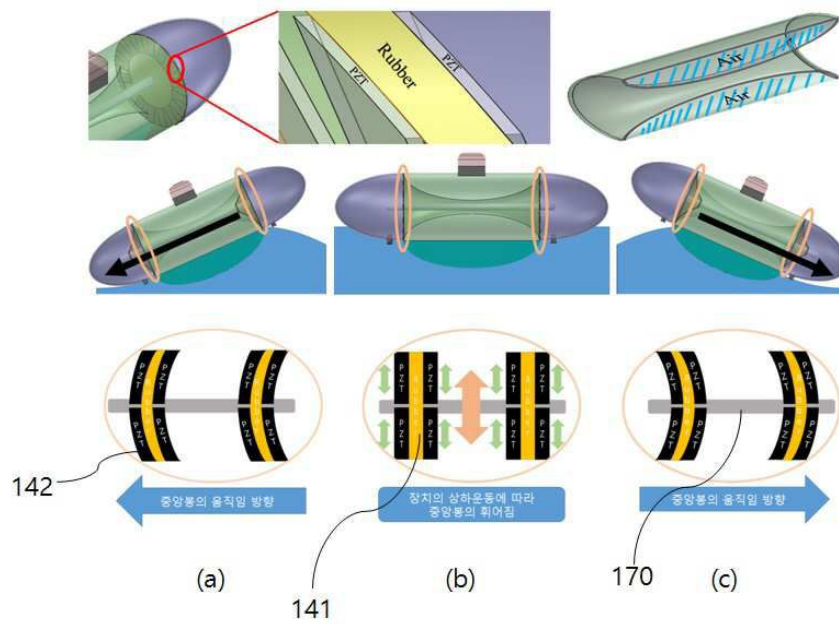
170 : 봉 180 : 캡

도면

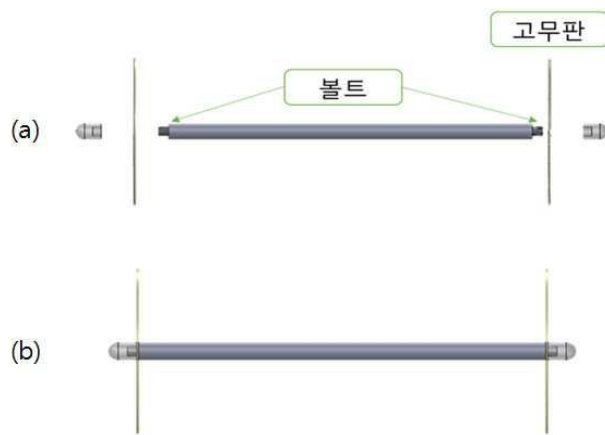
도면1



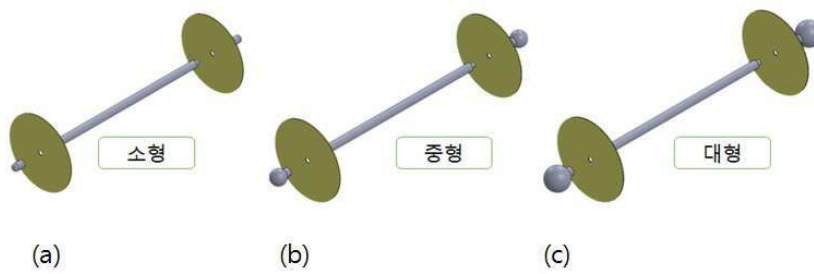
도면2



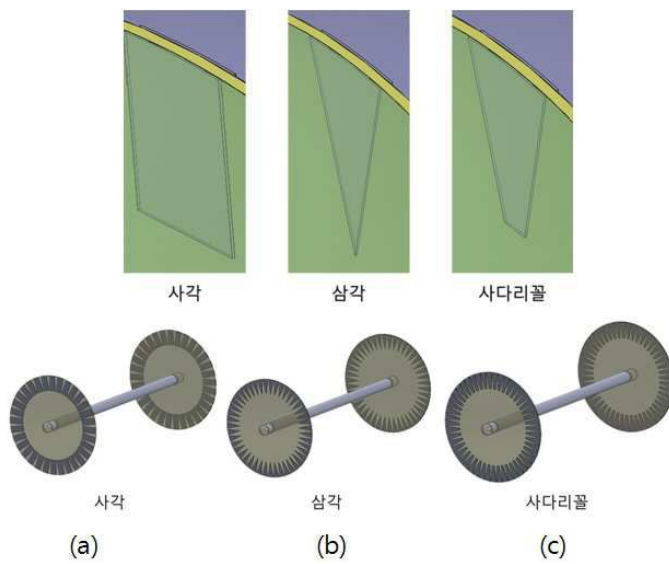
도면3



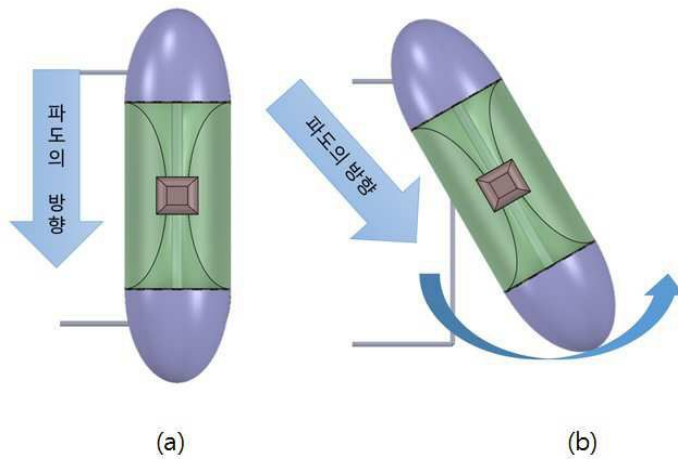
도면4



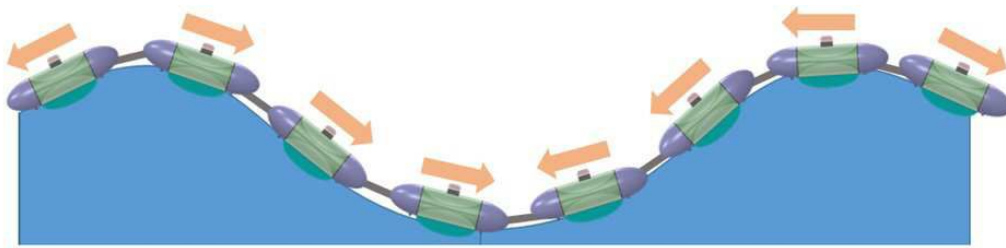
도면5



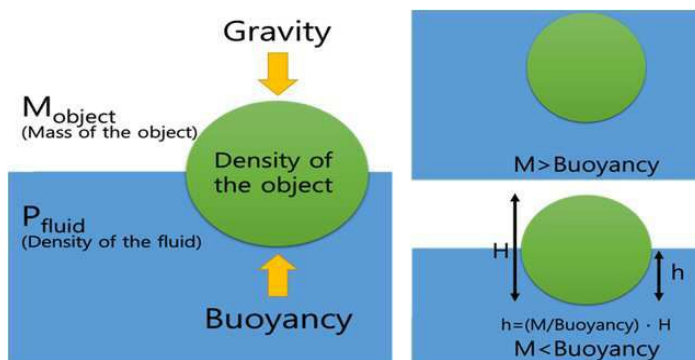
도면6



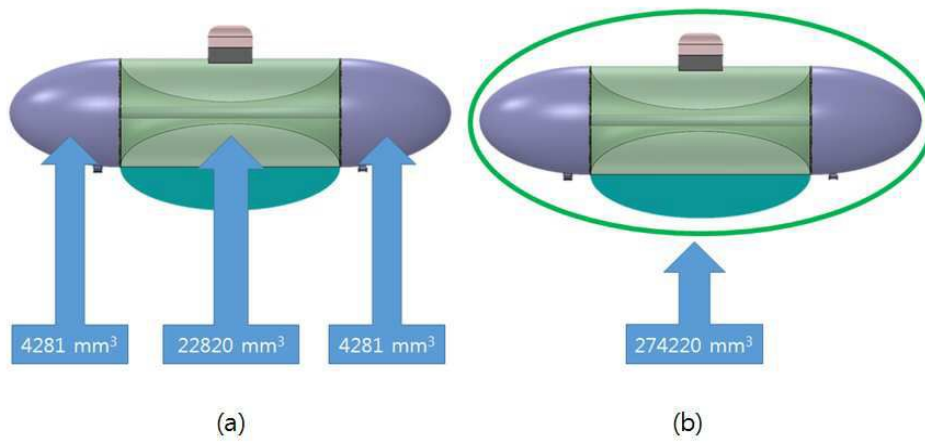
도면7



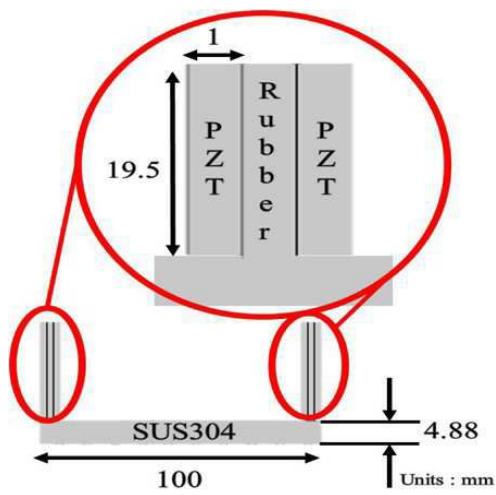
도면8



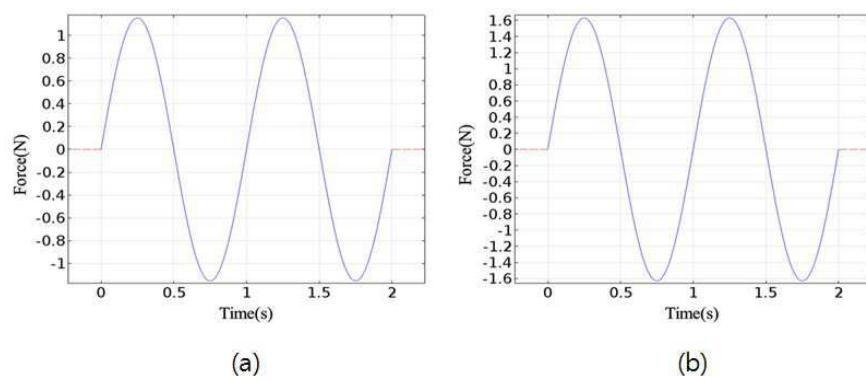
도면9



도면10



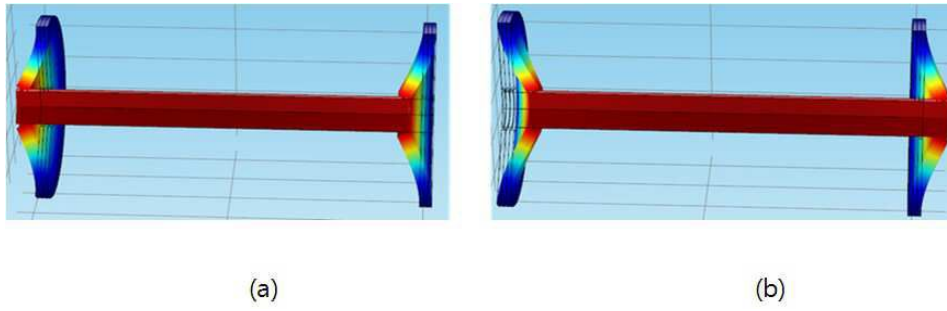
도면11



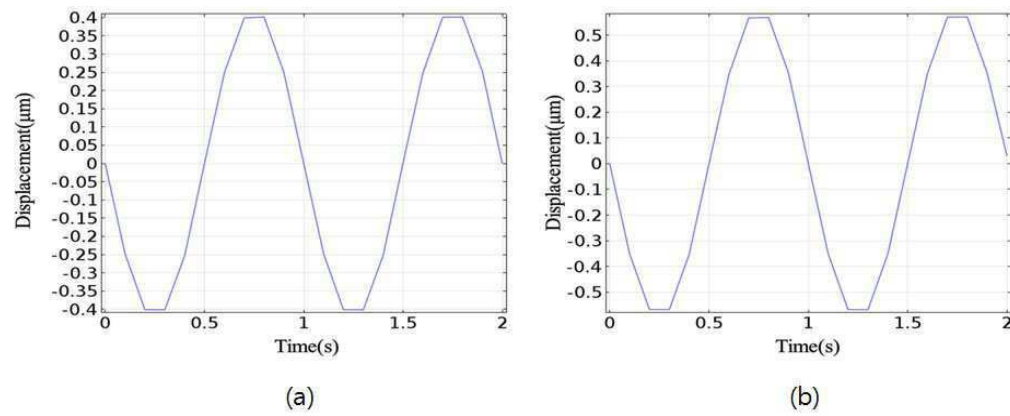
도면12



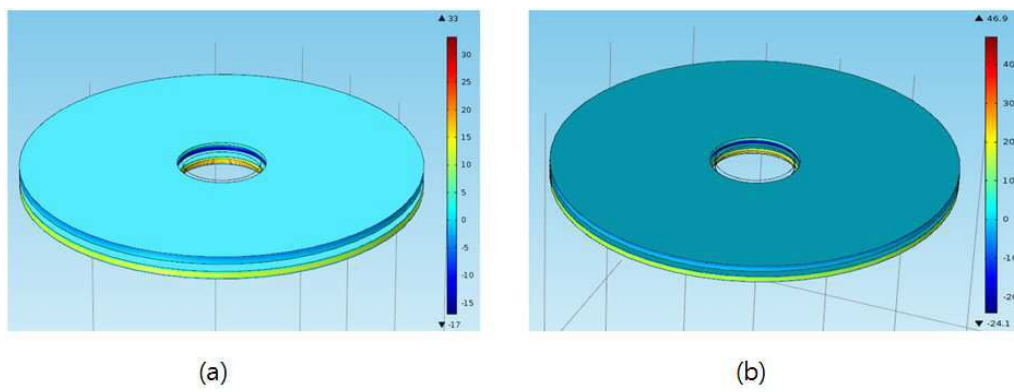
도면13



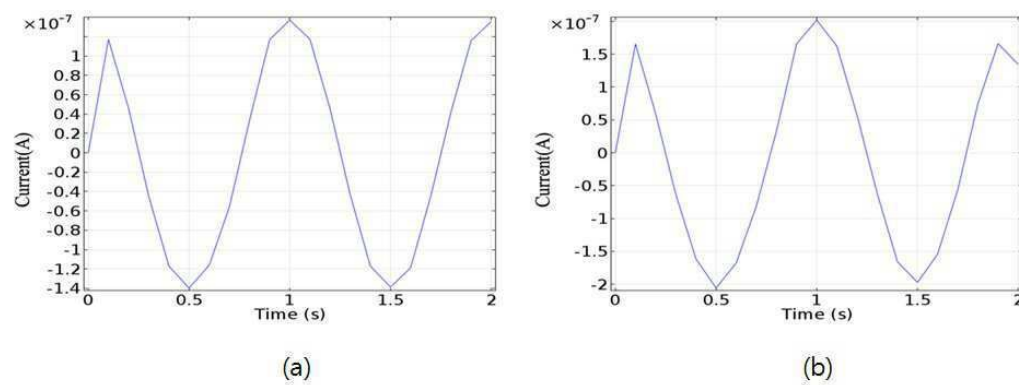
도면14



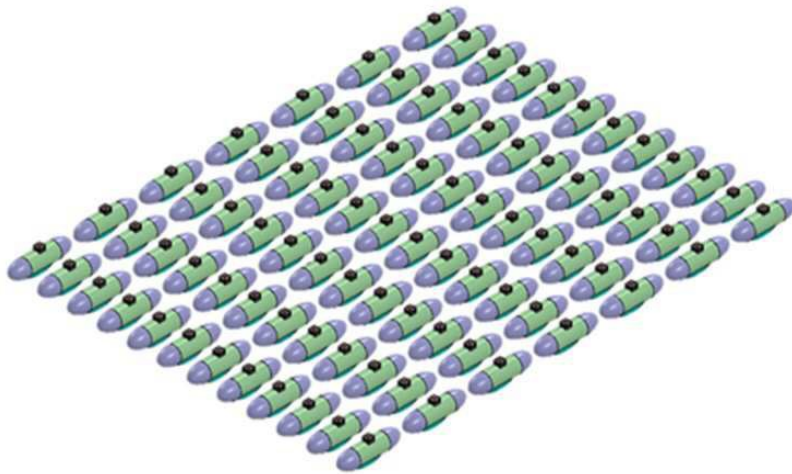
도면15



도면16



도면17



도면18

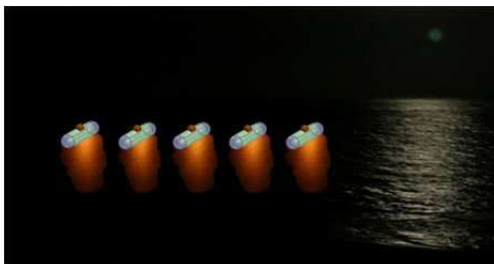


(a)



(b)

도면19

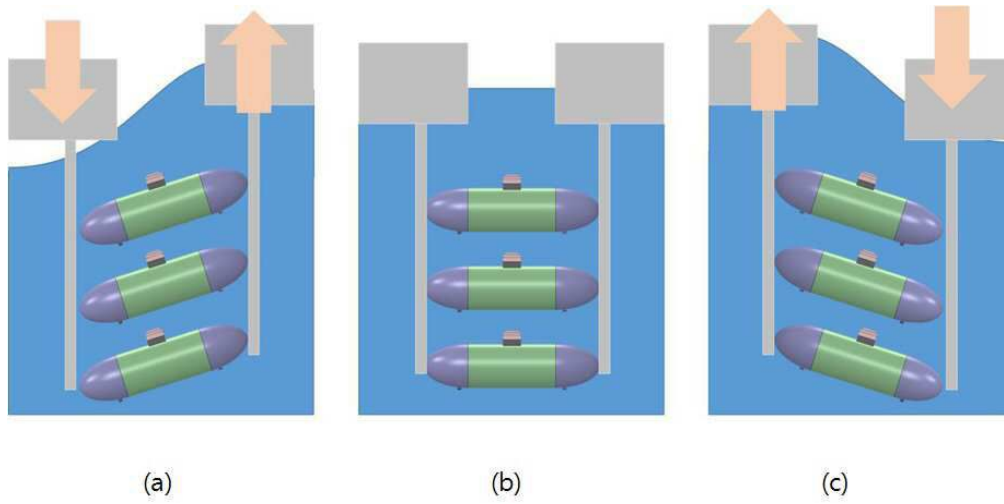


(a)



(b)

도면20



도면21

