(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0117440
(43) 공개일자 2020년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0039549
(22) 출원일자 2019년04월04일
심사청구일자 2019년04월04일

(71) 출원인
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
안경관
울산광역시 남구 대공원로 207, 102동 402호(신정동, 대공원 월드메르디앙)
보 꽁 팟
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교(무거동)
(74) 대리인
김정수

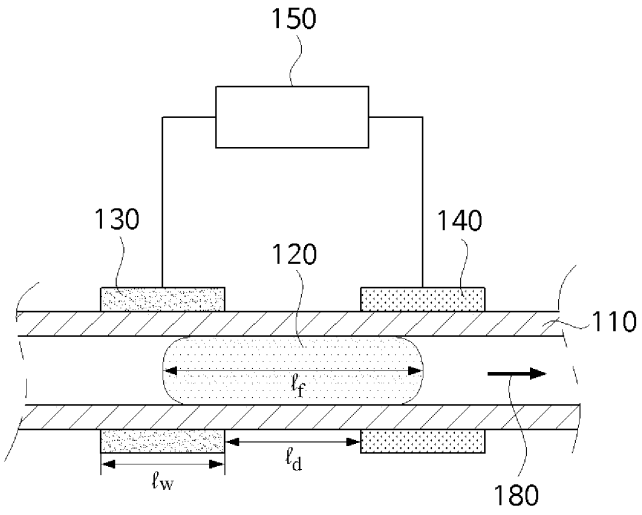
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **유체 기반 마찰발전 소자**

(57) 요 약

본 발명은 유체 기반 마찰발전 소자에 관한 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자는 튜브, 상기 튜브 내를 이동하면서 상기 튜브와의 마찰을 통해 상기 튜브와 서로 다른 극성으로 대전되는 유체방울, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제1 전극, 상기 제1 전극과 상기 유체방울의 상기 튜브내 진행방향으로 이격되고, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제2 전극 및 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제1 전극과 상기 제2 전극간 전하의 흐름을 에너지로 저장하는 에너지 저장소자;를 포함하고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극간 전하의 흐름은 상기 유체방울이 상기 제1 전극에 둘러싸인 상기 튜브내의 제1 영역 및 상기 제2 전극에 둘러싸인 상기 튜브내의 제2 영역에 걸쳐 이동하는 과정에서 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 유도되는 전하량의 변화에 기인한다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	KNRF-2019023245
부처명	과기부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	유체 마찰전기 기반의 에너지 수확 기전 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교 산학협력단
연구기간	2017.03.01 ~ 2020.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

튜브;

상기 튜브 내를 이동하면서 상기 튜브와의 마찰을 통해 상기 튜브와 서로 다른 극성으로 대전되는 유체방울;

상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제1 전극;

상기 제1 전극과 상기 유체방울의 상기 튜브내 진행방향으로 이격되고, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제2 전극; 및

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제1 전극과 상기 제2 전극간 전하의 흐름을 에너지로 저장하는 에너지 저장소자;를 포함하되,

상기 제1 전극과 상기 제2 전극간 전하의 흐름은 상기 유체방울이 상기 제1 전극에 둘러싸인 상기 튜브내의 제1 영역 및 상기 제2 전극에 둘러싸인 상기 튜브내의 제2 영역에 걸쳐 이동하는 과정에서 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 유도되는 전하량의 변화에 기인한 것인, 유체 기반 마찰발전 소자.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 유체방울의 크기(v_f)는 상기 유체방울이 상기 제1 영역과 상기 제2 영역에 걸쳐서 이동할 수 있도록 상기 유체방울의 진행방향 길이(l_f)가 상기 1 전극과 상기 제2 전극간의 전극간 이격 거리(l_d)보다 크도록 설정되는, 유체 기반 마찰발전 소자.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 전극너비(l_w)는 동일하게 설정되고, 상기 유체방울의 진행방향 길이(l_f)는 상기 전극간 이격 거리(l_d)와 상기 전극너비(l_w)의 합(l_d+l_w)으로 설정되는, 유체 기반 마찰발전 소자.

청구항 4

제2 항에 있어서,

상기 튜브의 일측에 연결되어 상기 유체방울의 크기(v_f) 및 상기 유체방울의 상기 튜브내 이동속도를 제어하는 유체제어모듈;을 더 포함하는, 유체 기반 마찰발전 소자.

청구항 5

제2 항에 있어서,

상기 제2 전극으로부터 상기 유체방울의 진행방향으로 상기 이격 거리(l_d)만큼 이격되고, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제3 전극; 및

상기 제3 전극으로부터 상기 유체방울의 진행방향으로 상기 이격 거리(l_d)만큼 이격되고, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제4 전극;을 더 포함하되,

상기 제3 전극은 상기 제1 전극과 전기적으로 결합되고, 상기 제4 전극은 상기 제2 전극과 전기적으로 결합되는, 유체 기반 마찰발전 소자.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 유체방울과 이격되어 상기 유체방울의 진행방향으로 상기 유체방울을 후행하여 이동하는 후행 유체방울을 더 포함하고,

상기 유체방울과 상기 후행 유체방울간의 유체방울간 이격 거리(l_{fd})는 상기 전극간 이격 거리(l_d)보다 크도록 설정되는, 유체 기반 마찰발전 소자.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제1 전극, 상기 제2 전극, 상기 제3 전극 및 상기 제4 전극의 전극너비(l_w)는 동일하게 설정되고, 상기 유체방울의 진행방향 길이(l_f) 및 상기 유체방울간 이격 거리 (l_{fd})는 상기 전극간 이격 거리(l_d)와 상기 전극너비(l_w)의 합(l_d+l_w)으로 설정되는, 유체 기반 마찰발전 소자.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 튜브의 일측에 연결되어 상기 유체방울의 크기(v_f), 상기 유체방울간 이격 거리 (l_{fd}) 및 상기 유체방울의 상기 튜브내 이동속도를 제어하는 유체제어모듈;을 더 포함하는, 유체 기반 마찰발전 소자.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지 하베스팅 소자(energy harvesting device)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 교차 배열된 전극을 갖는 유체 기반 마찰 발전기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 휴대 가능한 전자기기는 전자부품의 소형화, 경량화에 더하여 무선 통신 기술의 발전에 의해 네트워크와 연결 가능하게 되어 다양한 기능을 제공할 수 있게 됨으로써 다양한 분야에서 다양한 용도로 사용되고 있다. 다만, 종래의 휴대 가능한 전자기기는 전력공급을 위하여 전기화학 배터리를 포함하도록 설계되어 배터리의 제한된 용량과 수명이라는 한계 때문에 주기적인 배터리의 충전 또는 교체가 필요하다는 단점을 갖는다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 휴대 가능한 전자기기의 전력공급원으로서 전지를 대체하기 위한 새로운 발전소자에 관한 연구들이 계속되고 있다.

[0003] 마찰전기를 이용한 발전소자는 주변의 모든 기계적인 에너지를 전기 에너지로 변환할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 대부분의 물질에서 정전기 효과를 얻을 수 있기 때문에 사용 가능한 물질의 제한이 적다는 장점이 있다.

[0004] 두 개의 서로 다른 물체가 접촉하였을 때, 각각의 물체 접촉면에서 전하들이 편극되어 전하가 상대를 향하여 병행하는 전기 이중층이 형성된다. 이 후, 물체가 분리되면 전기 이중층의 전하 분리가 일어나 두 물체의 표면에는 각각 극성이 다른 전하가 발생하게 되며, 이러한 접촉상태의 변화에 기인한 전하량의 변화를 기전력으로하여 에너지를 얻을 수 있다.

[0005] 종래의 유체 기반 마찰전기를 이용한 발전소자들은 미국 등록특허 제7,898,096호와 같이 튜브내 상하로 분리하여 배치된 한쌍의 전극을 유체방울이 통과하면서 발생하는 전하분포의 변화를 기전력으로 하여 에너지를 획득하였다. 종래의 이러한 방식은 전극간 절연이 유지됨과 동시에 유체방울과 전극간에도 절연이 유지되어야 하는 까닭에 복잡한 구조를 갖게 되어 내구성 및 구현비용의 관점에서 단점을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 보다 단순한 구조를 갖는 동시에 보다 높은 에너지 회수율을 갖도록 하는 유

체 기반 마찰발전 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 양태에 있어서, 본 발명의 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자는 튜브, 상기 튜브 내를 이동하면서 상기 튜브와의 마찰을 통해 상기 튜브와 서로 다른 극성으로 대전되는 유체방울, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제1 전극, 상기 제1 전극과 상기 유체방울의 상기 튜브내 진행방향으로 이격되고, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제2 전극 및 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제1 전극과 상기 제2 전극간 전하의 흐름을 에너지로 저장하는 에너지 저장소자를 포함하고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극간 전하의 흐름은 상기 유체방울이 상기 제1 전극에 둘러싸인 상기 튜브내의 제1 영역 및 상기 제2 전극에 둘러싸인 상기 튜브내의 제2 영역에 걸쳐 이동하는 과정에서 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극에 유도되는 전하량의 변화에 기인한다.

[0008] 상기 유체방울의 크기(v_f)는 상기 유체방울이 상기 제1 영역과 상기 제2 영역에 걸쳐서 이동할 수 있도록 상기 유체방울의 진행방향 길이(l_f)가 상기 1 전극과 상기 제2 전극간의 전극간 이격 거리(l_d)보다 크도록 설정될 수 있다.

[0009] 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극의 전극너비(l_w)는 동일하게 설정되고, 상기 유체방울의 진행방향 길이(l_f)는 상기 전극간 이격 거리(l_d)와 상기 전극너비(l_w)의 합(l_d+l_w)으로 설정될 수 있다.

[0010] 상기 유체 기반 마찰발전 소자는 상기 튜브의 일측에 연결되어 상기 유체방울의 크기(v_f) 및 상기 유체방울의 상기 튜브내 이동속도를 제어하는 유체제어모듈을 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 유체 기반 마찰발전 소자는 상기 제2 전극으로부터 상기 유체방울의 진행방향으로 상기 이격 거리(l_d)만큼 이격되고, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제3 전극 및 상기 제3 전극으로부터 상기 유체방울의 진행방향으로 상기 이격 거리(l_d)만큼 이격되고, 상기 튜브의 외측면을 둘러싸고 있는 제4 전극;을 더 포함하고, 상기 제3 전극은 상기 제1 전극과 전기적으로 결합되고, 상기 제4 전극은 상기 제2 전극과 전기적으로 결합될 수 있다.

[0012] 상기 유체방울과 이격되어 상기 유체방울의 진행방향으로 상기 유체방울을 후행하여 이동하는 후행 유체방울을 더 포함하고, 상기 유체방울과 상기 후행 유체방울간의 유체방울간 이격 거리(l_{fd})는 상기 전극간 이격 거리(l_d)보다 크도록 설정될 수 있다.

[0013] 상기 제1 전극, 상기 제2 전극, 상기 제3 전극 및 상기 제4 전극의 전극너비(l_w)는 동일하게 설정되고, 상기 유체방울의 진행방향 길이(l_f) 및 상기 유체방울간 이격 거리 (l_{fd})는 상기 전극간 이격 거리(l_d)와 상기 전극너비(l_w)의 합(l_d+l_w)으로 설정될 수 있다.

[0014] 상기 유체 기반 마찰발전 소자는 상기 튜브의 일측에 연결되어 상기 유체방울의 크기(v_f), 상기 유체방울간 이격 거리 (l_{fd}) 및 상기 유체방울의 상기 튜브내 이동속도를 제어하는 유체제어모듈을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자는 종래의 유체 기반 마찰발전 소자에 비해 상대적으로 단순한 구성을 갖는 동시에 높은 에너지 회수율을 얻을 수 있다. 내구성과 구현 비용 측면에서 이점을 가질 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 발전소자를 간략히 도시한 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 발전소자의 단면을 보여준다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자에서 전극간 전하의 흐름이 발생하는 과정을 보여준다.

도 4는 복수의 전극과 복수의 유체방울을 포함하는 유체 기반 마찰발전 소자의 실시예를 보여준다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자의 일 구성요소인 에너지저장소자에 포함될 수 있는 정류회로를 예시한 것이다.

도 6은 유체제어모듈을 포함하는 유체 기반 마찰발전 소자의 구성 일례를 보여준다.

도 7은 에너지저장소자에 의한 유체제어모듈 제어 방법을 나타낸 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 본 발명을 특징을 명확하게 하기 위하여 본 발명의 기술적 특징과 관계없는 부분의 설명은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0018] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유체방울을 이용한 마찰전기 방식의 발전소자를 도시한 모식도이고, 도 2는 그 단면도이다.

[0020] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자(100)는 튜브(110), 튜브(100) 내부를 활주하는 유체방울(120), 제1 전극(130), 제2 전극(140) 및 에너지저장소자(150)를 포함한다.

[0021] 튜브(110)는 전도성 물질로 형성된다. 도 1에서 튜브(100)는 원기둥 형상으로 도시되어 있으나, 튜브(110)는 유체방울(120)의 이동 통로가 되는 것으로서 원기둥 형상에 제한 되는 것은 아니다. 튜브(110)의 양 끝단은 서로 연결되어 고리 형상으로 내부의 유체방울(120)이 순환하도록 구성되거나 나선형으로 형성되어 유체방울(120)이 나선형 튜브(110)를 따라 진행방향(180)으로 이동하도록 구성될 수 있다.

[0022] 튜브(110)와 튜브(110) 내부를 활주하는 유체방울(120)은 서로 마찰하여 대전될 수 있다. 튜브(110)는 유체방울(120)과 전자친화도가 다른 물질로 형성된 것일 수 있다. 튜브(110)와 유체방울(120)의 전자친화도 차이에 따라 각각의 표면이 (+) 전하, (-) 전하 또는 (-) 전하, (+) 전하를 띄도록 대전될 수 있다.

[0023] 유체방울(300)은 액체 또는 기체일 수 있으며, 응집력이 있는 물질일 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에서 유체 기반 마찰발전 소자(100)는 튜브(110)의 내에서 유체방울(120)을 응집시키고 이동시키기 위한 전달 유체(carrier fluid)(미도시됨)를 더 포함할 수 있다. 이때, 전달 유체는 공기 일 수 있으나 이에 제한 되는 것은 아니며, 유체방울(120)과 혼합되지 않는 물질 중 어느 하나로 선택된 것일 수 있다.

[0025] 제1 전극(130) 및 제2 전극(140)은 전류가 흐를 수 있는 전도성 물질로 형성될 수 있다. 전도성 물질의 예로서 알루미늄(Al), 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni)등의 금속, 그래핀(graphene), 은(Ag) 나노와이어(nanowire) 또는 필름(film), 금속 그리드(metal grid), 또는 인듐-주석 산화물(indium tin oxide, ITO) 중 하나를 포함하거나 혹은 이들의 조합으로 이루어진 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0026] 제1 전극(130)과 제2 전극(140)은 튜브(110)의 외주면을 따라 일부 영역을 둘러싼 형태로 서로 이격되어 설치된다. 이때 전극에 둘러 쌓인 영역의 너비(l_w)-전극의 너비 또는 전극의 유체방울의 진행방향 길이로 달리 표현될 수 있다-와 제1 전극(130)과 제2 전극(140)간의 간격(l_d)은 유체방울(120)의 크기(v_f)와 특별한 상관관계를 갖도록 설정될 수 있는데 이와 관련된 사항은 본 발명의 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자의 동작원리를 설명하면서 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0027] 제1 전극(130)과 제2 전극(140)은 에너지저장소자(150)와 전기적으로 연결될 수 있고, 양 전극간 전위차에 따른 전하의 흐름(전류)은 에너지저장소자(150)에 저장될 수 있다.

[0028] 이하에서는 설명의 편의를 위하여 튜브(110)와 유체방울(120)가 마찰하여 유체방울(120)이 (+)로 대전되고 튜브(110)가 (-)로 대전되는 실시예를 들어 설명하나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0029] 일 실시예에서 튜브(110)는 비전도성 물질(가령, PMMA(poly-methylmethacrylate), PDMS(Polydimethylsiloxane)과 같은 고분자 물질 또는 플라스틱 중 어느 하나를 포함하는 물질)로 구성되고, 유체방울(120)은 전도성 유체방울(가령, 물방울)일 수 있다.

[0030] 전도성 유체방울(120)은 튜브(110) 내를 이동하면서 마찰에 의하여 전도성 유체방울(120)의 표면은 (+)전하로, 튜브(110) 표면은 (-)전하로 대전된다.

[0031] (+)전하로 대전된 전도성 유체방울(120)은 튜브(110) 내에서 제1 전극(130)과 제2 전극(140)에 걸쳐 이동하면서 제1 전극(130)과 제2 전극(140)에 유도되는 전하량의 변화를 초래하고, 전하량의 변화를 기전력으로 한 전자의 흐름(전류)은 에너지저장소자(150)에 저장된다.

[0032] 이하 도 3내지 7을 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자의 발전과정에 대해서 더욱 상세히 설명하도록 한다.

[0033] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자에서 전극간 전하의 흐름이 발생하는 과정을 보여준다.

[0034] 도 3의 예에서 유체방울(120)의 크기(v_f)는 유체방울이 제1 전극(130)으로 둘러싸인 영역과 제2 전극(140)으로 둘러싸인 영역에 걸쳐서 이동할 수 있도록 설정될 수 있다. 즉 유체방울의 진행방향 진행방향 길이(l_f)-일례에서 l_f는 유체방울의 부피를 튜브의 단면적으로 나눈 값일 수 있다. 다만 이는 이해를 돕기 위한 설명으로 튜브나 유체방울의 형상에 대한 제한으로 이해되어서는 안 된다-는 제1 전극(130)과 제2 전극(140)간의 전극간 간격 l_d보다 크고, 전극간 간격 l_d와 전극의 너비 l_w의 합(l_d+ l_w)보다 작게 설정될 수 있다.

[0035] 도 3의 (a)를 참조하면, 전도성 유체방울(120)이 튜브(110)의 일단에서 타단으로 이동하면서 전도성 유체방울(120)은 (+)전하로 대전되고, 튜브(110)는 (-)전하로 대전된다. 전도성 유체방울(120)이 도 3의 (b)와 같이 제2 전극(140)에 둘러 쌓인 영역에 진입하여 계속 이동하면 (+)전하가 유도되어 있던 제2 전극의 전하는 평형을 이루기 위하여 전도성 유체방울(120)이 도 3의 (c)에 도시된 위치에 이를 때까지 제1 전극(120)으로 이동하게 된다.

[0036] 마찬가지로, 전도성 유체방울(120)이 도 3의 (c)에 도시된 위치를 지나 도 3의 (d)에 도시된 위치를 거쳐 도 3의 (a)에 도시된 위치에 다다를 때까지 제1 전극(130)과 제2 전극(140)간 전기적 평형을 이루기 위한 전하의 이동이 이루어지고 이는 에너지저장소자(150)에 저장된다.

[0037] 즉, 전도성 유체방울(120)와 튜브(110)간이 마찰에 의하여 전하가 유도된 후, 전도성 유체방울(120)가 일정 간격(l_d)을 두고 이격된 양 전극에 걸쳐 이동에 따라 전극에 유도되는 전하량의 변화로 인한 전하의 이동을 에너지로 저장한다.

[0038] 도 3의 예에서는 하나의 전도성 유체방울(120)이 제1 전극(130)과 제2 전극(140)에 걸쳐 이동하는 상황을 예시하였으나, 도 4의 예와 같이 복수의 전도성 유체방울(120-1, 120-2, … , 120-n) 각각이 동시에 일정한 간격을 유지하며 튜브(110) 외주면을 따라 교차 구비된 복수의 제1 전극(130-1, 130-2, … , 130-n) 및 제2 전극(140-1, 140-2, … , 140-n)에 걸쳐 이동할 수 있다. 이때 k($1 \leq k \leq n-1$)번째 전도성 유체방울(120-k)는 k번째 제1 전극(130-k)과 k번째 제2 전극(140-k)를 걸쳐 이동하면서, 이후 다시 k+1번째 제1 전극(130-k+1)과 k+1번째 제2 전극(140-k+1)를 걸쳐 이동하면서 도 3의 과정을 거치게 되고, 해당 과정에서 발생하는 전극간 전하의 흐름은 에너지로 저장될 수 있다.

[0039] 즉, 각각 너비 l_w를 갖는 복수의 제1 전극(130-1, 130-2, … , 130-n)과 복수의 제2 전극(140-1, 140-2, … , 140-n)은 서로 번갈아 가면서 일정한 간격(l_d)을 두고 교차 배치되고, 복수의 전도성 유체방울(120-1, 120-2, … , 120-n)은 일정한 간격을 두고 튜브(110)를 통과하면서 각각의 전도성 유체방울은 하나의 전극 셋(set)을 통과할 때마다 도 3의 과정을 거치면서 에너지를 생산하게 된다. 이때, 전도성 유체방울의 크기와 각 전도성 유체방울간의 간격 l_{fd}는 l_d보다 크고 l_w+ l_d보다 작은 값으로 설정될 수 있다. 도 4는 l_f=l_{fd}=l_w+l_d 로 설정된 경우를 예시하고 있으나 이에 반드시 한정되는 것은 아니다.

[0040] 도 4의 실시예에서 복수의 제1 전극(130-1, 130-2, … , 130-n) 각각과 복수의 제2 전극(140-1, 140-2, … , 140-n) 각각의 유도된 전하 상태는 동일 시점에 동일한 분포를 보이게 되므로 한 쌍의 제1 전극(140-k)과 제2 전극(140-k)를 기준으로 n쌍의 전극간 전하의 흐름은 동일 시점에 같은 방향을 이루게 된다. 따라서, n개의 전극 셋(set)을 통해 n 배의 에너지를 저장할 수 있다.

[0041] 도 3과 함께 설명한 바와 같이 도 3의 사이클을 반복하는 과정에서 전류(전하의 이동)의 방향이 주기적으로 반전되는 형태를 갖는다. 일 실시예에서 복수의 다이오드를 이용한 정류회로를 부가하여 전류의 방향과 무관하게 에너지저장소자에 에너지가 저장되도록 할 수 있다.

[0042] 도 5는 에너지저장소자(150)에 포함될 수 있는 정류회로를 예시한 것이다.

[0043] 도 5를 참조하면, 도 3의 메커니즘에 따를 때 에너지저장소자(150)에 인가되는 전류의 파형은 (i)와 같은 파형을 갖게 되나, 왼편에 일례로 도시된 복수의 다이오드(156, 157, 158, 159)로 구성된 정류회로를 거치면 (ii)와 같은 정류된 파형을 얻을 수 있으며, 정류된 전류가 에너지저장소자(150)에 인가되어 축전소자(155)에 저장될 수 있다.

[0044] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자의 구성을 보여준다.

[0045] 명확한 설명을 위해 기본적인 구성을 같이 하는 도 1의 예와 차별점을 중심으로 설명한다. 도 6의 예는 도 1에서 예시된 본 발명의 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자(100)에 유체제어모듈(160)을 부가한 것이다.

[0046] 유체제어모듈(160)은 튜브(110)내에서 이동하는 전도성 유체방울(120)의 크기, 간격 및 이동속도 중 적어도 어느 하나를 조절하는 기능을 수행할 수 있다. 일례로, 유체제어 모듈(160)은 전극간의 간격 l_d에 기반하여 적정한 전도성 유체방울(120)의 크기 v_f를 결정할 수 있다. 도 4의 실시예와 같이 복수의 전도성 유체방울(120-1, 120-2, … , 120-n)이 튜브 내부를 이동하는 경우 유체제어모듈(160)은 전극간의 간격 l_d에 기반하여 각각의 전도성 유체방울(120)의 적정한 크기 v_f 및 전도성 유체방울(120)간의 적정한 간격 l_{fd}를 결정할 수 있다. 유체제어모듈(160)은 전도성 유체방울(120)의 크기 v_f 및 전도성 유체방울(120)간의 간격 l_{fd}를 결정함에 있어 전극간의 간격 l_d외에 튜브의 단면적(A_t)을 추가로 고려할 수 있다.

[0047] 튜브(110)내의 복수의 전도성 유체방울(120-1, 120-2,…, 120-n) 각각은 유체제어모듈(160)에 의해 v_f크기 와 l_{fd} 간격을 유지한 상태로 튜브(110)를 이동하여 복수의 전도성 유체방울(120-1, 120-2,…, 120-n) 각각이 도 3의 과정을 반복하여 전력을 생산할 수 있다.

[0048] 일 실시예에서 유체제어모듈(160)은 에너지저장소자(150)로부터 알람 또는 제어신호를 받아 전도성 유체방울(120)의 크기 v_f 또는 복수의 전도성 유체방울(120-1, 120-2,…, 120-n) 각각의 크기 v_f와 간격 l_{fd} 또는 튜브내 이동속도를 재조정할 수 있다.

[0049] 에너지저장소자(150)는 인입전류량을 실시간으로 검출하거나, 설정된 일정 주기(t_p)에 따라 주기적으로 검출하여 인입전류가 설정된 값($i_{threshold}$)보다 적은 경우 유체제어모듈(160)로 제어신호를 전달할 수 있다. 유체제어모듈(160)로 전달되는 제어신호는 인입전류가 기준값에 미치지 못함을 알리는 알람신호이거나 유체방울의 크기 v_f, 간격 l_{fd} 및 이동속도 중 적어도 어느 하나를 조정할 것을 지시하는 제어신호일 수 있다. 전술한 제어신호는 제어신호 전달시 인입전류 값에 대한 정보(가령, 인입전류값, 기준전류값과의 차에 관한 정보 등)를 포함할 수 있다.

[0050] 도 7은 상술한 에너지저장소자(150)에 의한 유체제어모듈(160) 제어 방법을 나타낸 순서도이다.

[0051] 다른 일 실시예에서, 에너지저장소자(150)는 주기적으로 인입전류량에 대한 정보를 유체제어모듈(160)에 제공할 수 있다. 이 경우, 유체제어모듈(160)은 에너지저장소자(150)에 인가되고 있는 인입전류량을 기준으로 유체방울의 크기 v_f와 간격 l_{fd}이 적정한지 여부를 판단하여 조정여부를 결정하고 필요한 조정을 수행할 수 있다.

[0052] 상술한 본 발명의 다양한 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자는 교차배열된 한 쌍의 전극을 걸쳐서 유체가 이동하는 과정에서 전극간 전하의 흐름을 발전에 이용하는 종래와 차별화된 과제해결 원리를 갖는다. 본 발명의 다양한 실시예에 따른 유체 기반 마찰발전 소자는 유체를 이용함으로써 마찰 부재 간의 마찰에 의한 마모를 줄여 발전소자의 수명을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 또한 튜브 상측과 하측에 전극을 배치하는 종래 유체를

이용한 마찰발전소자가 갖는 복잡한 구조를 단순화 할 수 있으며, 필요에 따라 교차배열 되는 전극의 수 및 전극간 간격을 조절하여 에너지 획득량을 쉽게 조절할 수 있다. 더불어 에너지저장소자와 유체제어모듈간 상호 작용을 통해 동작과정에서 유체방울의 크기 및/또는 간격을 제어할 수 있어 에너지 획득 효율을 획기적으로 높일 수 있다.

[0053] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

[0054] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0055] 100 유체 기반 마찰발전소자

110 튜브

120 유체방울

130 제1 전극

140 제2 전극

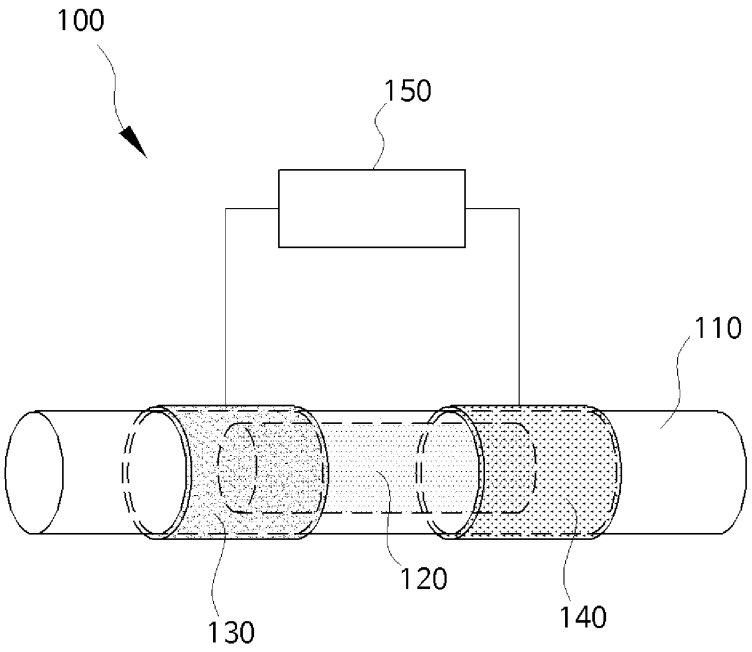
150 에너지저장소자

160 유체제어모듈

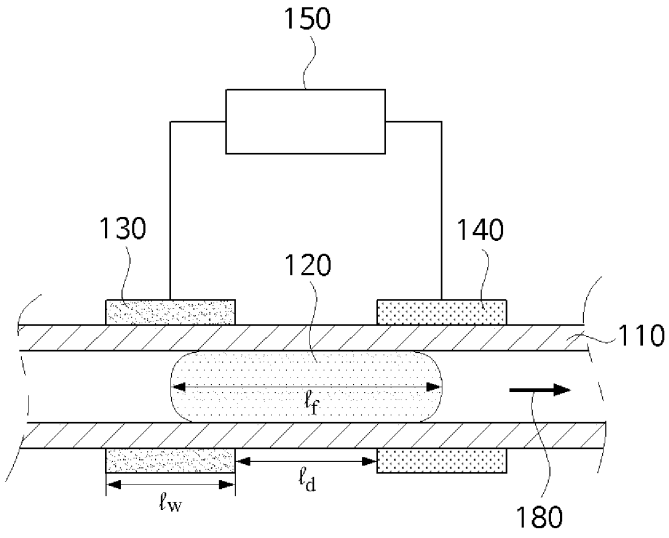
180 유체방울 진행방향

도면

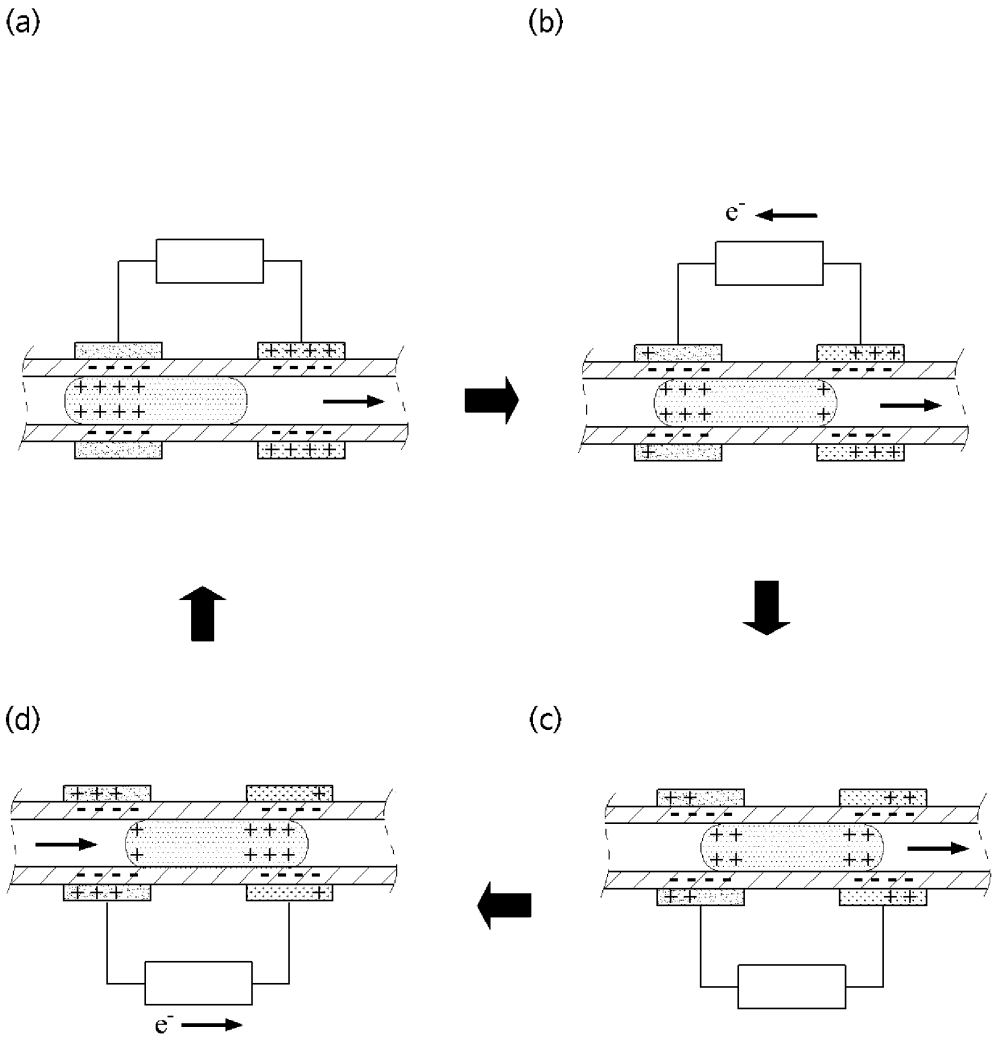
도면1



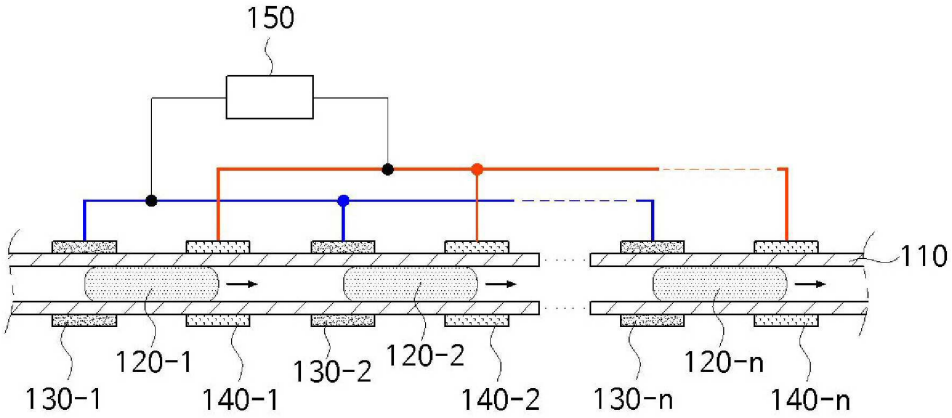
도면2



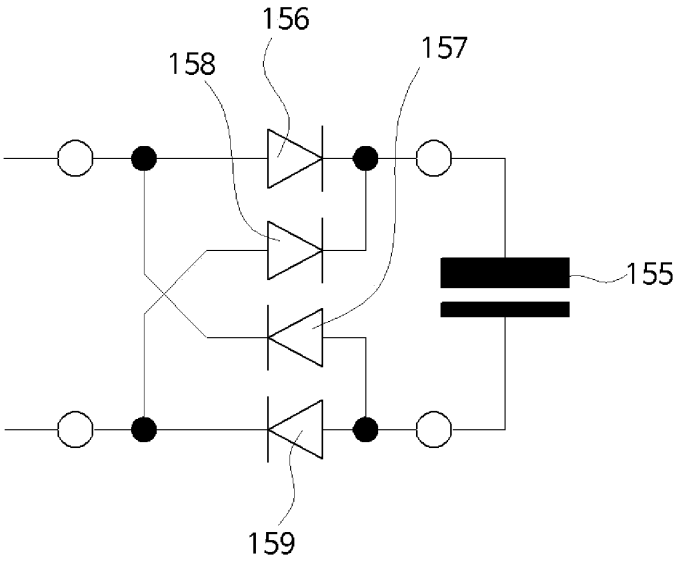
도면3

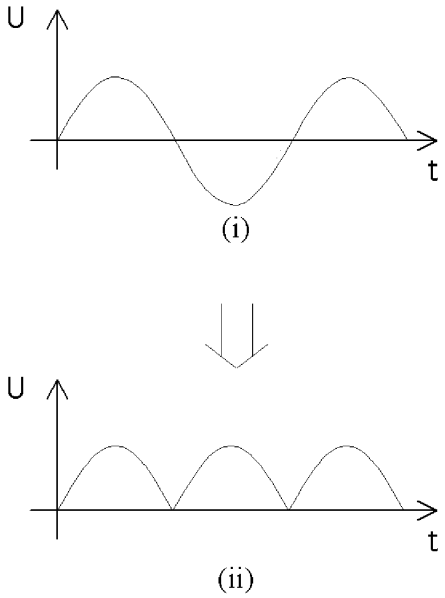


도면4

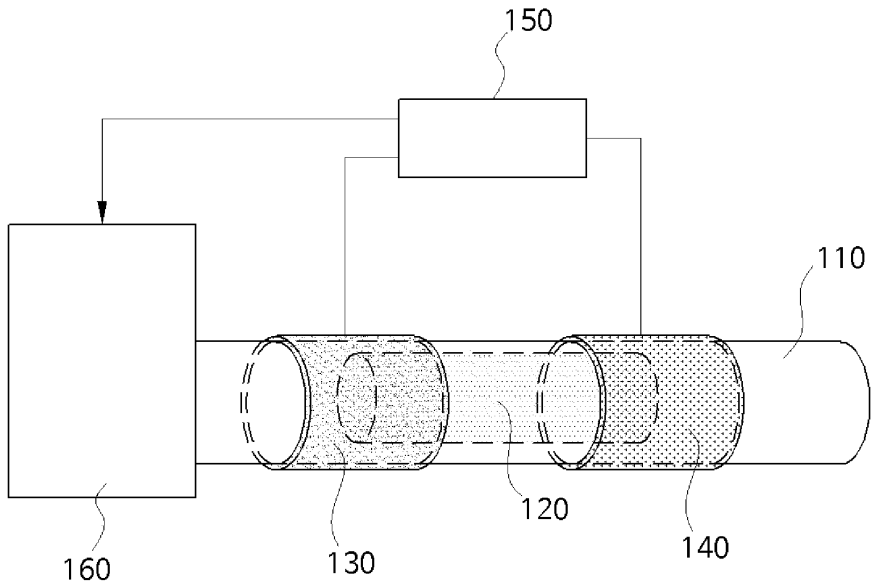

150
110
120-1
130-1
140-1
130-2
120-2
140-2
120-n
130-n
140-n

도면5

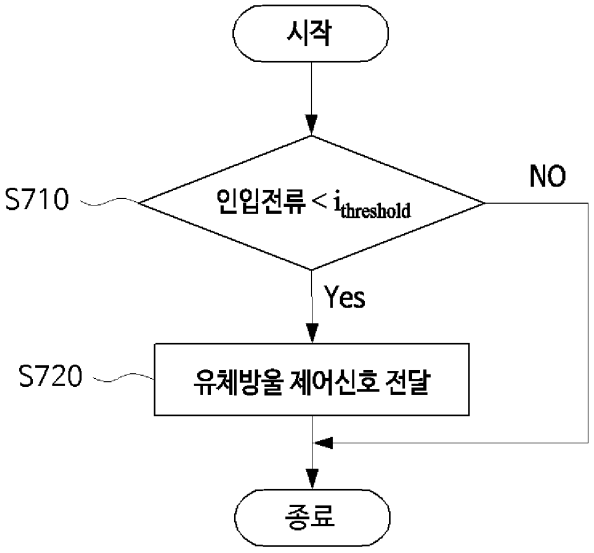

156
158
157
155
159


U
t
(i)
U
t
(ii)

도면6


150
110
120
130
140
160

도면7


시작
S710
인입전류 < $i_{threshold}$
NO
Yes
S720
유체방울 제어신호 전달
종료