(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0043726
(43) 공개일자 2022년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
H02M 1/12 (2006.01) *H02M 7/12* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
H02J 7/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0127454
(22) 출원일자 2020년09월29일
심사청구일자 2020년09월29일

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

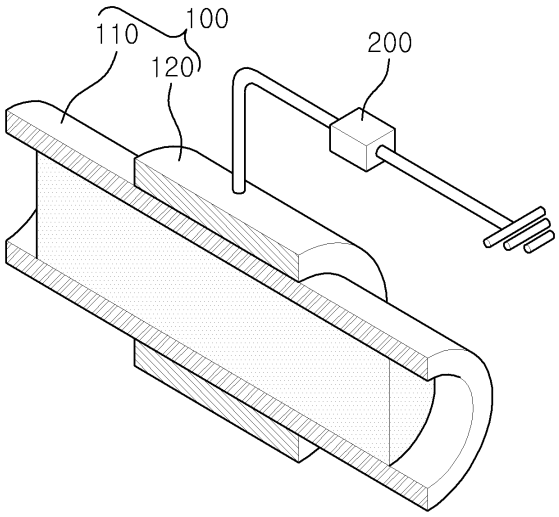
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기**

(57) 요 약

본 발명은 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 관한 것으로, 특히 유체가 부도체 관 내에서 유동되면서 부도체 관과 마찰할 때 부도체 관 내에서 발생하는 전기적 불평형으로 인해 부도체 관 둘레에 부착되어 있는 전극에서 정전기 유도가 되면서 전자가 이동하여 전기를 발생하는, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02M 1/12 (2013.01)
H02M 7/12 (2013.01)
(72) 발명자
남규현
경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 218동 1607호(반림동, 트리비앙아파트)
이강희
경상북도 구미시 선산읍 남문로3길 18-6 , 202호(하나빌라)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711110290
과제번호	NRF-2020R1A2B5B03001480
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	유체마찰전기 기반의 고출력 에너지 수확 장치 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산대학교 산학협력단
연구기간	2020.03.01 ~ 2023.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

내부에 유체가 순환되고 부도체를 재질로 하는 부도체 관(110); 및

상기 부도체 관 둘레 일부를 감싸고 있는 전극(120);을 포함하고,

유체가 유동될 때 상기 부도체 관과 마찰이 이루어지면서 전기적 불평형 상태가 되고 전기적 평형 상태를 이루기 위해 상기 전극에는 정전기가 유도되어 전기를 발생시키는, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 부도체 관의 일측에 연결되어 유체를 비정상 유동시켜 순환시키기 위한 펌핑력을 제공하는 순환 펌프(10); 및

상기 부도체 관의 타측에 연결되어 유체를 저장하고 배출하는 저장 탱크(20);를 더 포함하는, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전극에서 발생되는 교류 전원을 직류 전원으로 정류시켜 저장하도록 구성된 에너지 저장부(200)를 더 포함하는, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 에너지 저장부는

상기 전극에서 발생되는 전원을 정류시키도록 구성된 정류부; 및

상기 정류부에서 정류된 전원을 평활시키도록 구성된 RC 병렬회로;를 포함하는, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 유체는 물인, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 관한 것으로, 특히 유체가 부도체 관 내에서 유동되면서 부도체 관과 마찰할 때 부도체 관 내에서 발생하는 전기적 불평형으로 인해 부도체 관 둘레에 부착

되어 있는 전극에서 정전기 유도가 되면서 전자가 이동하여 전기를 발생하는, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 에너지 하베스팅 기술에 관한 연구들은 대부분 낮은 전력을 요구하는 시스템에 자가 동력(Self-Power)을 부여하는 방식이었다. 또한, 기존 에너지 하베스팅 기술은 전자기식, 압전식, 열전식, 태양열 발전 방식 등이 주로 사용되었다. 그러나, 기존 에너지 하베스팅 기술을 사용한 대부분의 장치들은 부피가 크고 전력밀도가 낮으며, 에너지 수확에 있어 인체의 움직임과 같은 저주파수 대역에서는 효율적인 에너지 하베스팅이 불가능한 상태였다.

[0003] 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로, 에너지 하베스팅 방법들 중 하나인 마찰전기를 이용한 마찰 발전기가 개발되었다. 마찰 발전기는 서로 다른 두 물질 간의 마찰 접촉 후, 전기적으로 극성을 가지는 특정한 재료를 사용한 접촉 대전이라는 현상을 통해 에너지를 생산한다.

[0004] 그러나, 지금까지 개발된 마찰 발전기는 다른 전기적 특성을 가진 두 고체를 접촉하여 에너지를 생산하였다. 두 고체를 서로 접촉시켜 발전하는 마찰발전기는 마찰에 의해 마모가 발생하므로, 작동하는 시간 및 횟수가 많아질수록 수명이 짧아지는 단점이 있고, 두 표면간의 거칠기에 크게 영향을 받으며, 에너지 수확 효율이 낮다는 단점이 있다.

[0005] 이러한 고체-고체 마찰 발전기의 단점을 해결하기 위하여, 상대운동으로 인한 마찰의 발생이 거의 없는 유체-고체 마찰 발전기가 개발되었다. 유체-고체 마찰 발전기는 물방울과 부도체막 사이에 발생한 마찰 전기와 이때, 물방울에 대전된 전하를 이동시킴으로써 생성되는 정전기 유도 현상으로 전기를 발생시키는 방법으로 그 이론적 근거가 비교적 간단하고 명확하다.

[0006] 그러나, 물방울은 크기가 매우 작기 때문에, 부도체막과의 접촉면적이 작다. 부도체막과의 접촉면적이 작아지게 되면 마찰전기가 적게 발생되며, 그에 따른 정전기유도 현상 역시 적게 발생된다. 따라서, 종래의 유체-고체마찰 발전기는 출력이 매우 작으므로 에너지 하베스팅을 위한 장치로는 적합하지 않았다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 한국 특허 등록 제1958872호 공보(발명의 명칭: 전도성 및 비전도성 유체방울 직렬배열에 의한 마찰전기 발전기 및 그 방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 본 발명의 목적은 정전기 유도 현상을 크게 발생시켜 고전력을 발생시킬 수 있는, 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 실시형태에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기는 내부에 유체가 순환되고 부도체를 재질로 하는 부도체 관; 및 상기 부도체 관 둘레 일부를 감싸고 있는 전극;을 포함하고, 유체가 유동될 때 상기 부도체 관과 마찰이 이루어지면서 전기적 불평형 상태가 되고 전기적 평형 상태를 이루기 위해 상기 전극에는 정전기가 유도되어 전기를 발생시키는 것을 특징으로 한다.

[0010] 상기 실시형태에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기는 상기 부도체 관의 일측에 연결되어 비정상 유동시켜 순환시키기 위한 펌핑력을 제공하는 순환 펌프; 및 상기 부도체 관의 타측에 연결되어 유체를 저장하고 배출하는 저장 탱크;를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 실시형태에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기는 상기 전극에서 발생되는 교류 전

원을 직류 전원으로 정류시켜 저장하도록 구성된 에너지 저장부를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 실시형태에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 있어서, 상기 에너지 저장부는 상기 전극에서 발생되는 전원을 정류시키도록 구성된 정류부; 및 상기 정류부에서 정류된 전원을 평활시키도록 구성된 RC 병렬회로;를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 실시형태에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 있어서, 상기 유체는 물일 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시형태에 의한 본 발명의 실시형태에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 의하면, 내부에 유체가 순환되고 부도체를 재질로 하는 부도체 관; 및 상기 부도체 관 둘레 일부를 감싸고 있는 전극;을 포함하고, 유체가 유동될 때 상기 부도체 관과 마찰이 이루어지면서 전기적 불평형 상태가 되고 전기적 평형 상태를 이루기 위해 상기 전극에는 정전기가 유도되어 전기를 발생시키도록 구성됨으로써, 종래의 물방울-부도체 마찰 방식에 비해 부도체와의 접촉면적이 넓으므로 정전기 유도 현상을 크게 발생시켜서 고전력을 발생시킬 수 있다는 뛰어난 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기의 전체 구성도이다.

도 2는 도 1의 측면도이다.

도 3은 도 1의 발전부가 순환 펌프 및 저장 탱크와 연결된 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 유체 마찰 발전기의 발전 원리를 설명하기 위한 메커니즘을 나타낸 도면이다.

도 5는 도 1의 에너지 저장부의 상세 회로도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기의 발전 효율을 설명하기 위한 도면으로서, (a)는 유체가 일정속도로 유동될 경우의 출력 전류를 나타낸 도면이고, (b)는 본 발명과 같이 유체가 가속 등과 같이 비정상 유동될 경우의 출력 전류를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 본 발명의 실시예를 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예를 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적으로 해석되어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0017] 도면에서 도시된 각 시스템에서, 몇몇 경우에서의 요소는 각각 동일한 참조 번호 또는 상이한 참조 번호를 가져서 표현된 요소가 상이하거나 유사할 수가 있음을 시사할 수 있다. 그러나 요소는 상이한 구현을 가지고 본 명세서에서 보여지거나 기술된 시스템 중 몇몇 또는 전부와 작동할 수 있다. 도면에서 도시된 다양한 요소는 동일하거나 상이할 수 있다. 어느 것이 제1 요소로 지칭되는지 및 어느 것이 제2 요소로 불리는지는 임의적이다.

[0018] 본 명세서에서 어느 하나의 구성요소가 다른 구성요소로 데이터 또는 신호를 '전송', '전달' 또는 '제공'한다 함은 어느 한 구성요소가 다른 구성요소로 직접 데이터 또는 신호를 전송하는 것은 물론, 적어도 하나의 또 다른 구성요소를 통하여 데이터 또는 신호를 다른 구성요소로 전송하는 것을 포함한다.

[0019] 이하, 본 발명의 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기의 전체 구성도이고, 도 2는 도 1의 측면도이며, 도 3은 도 1의 발전부가 순환 펌프 및 저장 탱크와 연결된 구성을 나타낸 도면이다.

[0021] 본 발명의 실시예에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기는, 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 발전부(100), 순환펌프(10), 저장탱크(20), 및 에너지 저장부(200)를 포함한다.

[0022] 발전부(100)는 부도체 관(110) 및 전극(120)을 포함한다.

[0023] 부도체 관(110)은 내부에 비정상 유동되는 유체(예컨대, 물)가 순환되고, 유체의 유동 시 유체와 마찰 되면서 음전하로 대전되기 용이한 부도체(예컨대, 실리콘, 석영, 운모 및 유기물질)를 재질로 한다.

[0024] 부도체 관(11)의 일측에는 펌핑력을 제공하는 순환 펌프(10)가 연결되어 있고, 타측에는 유체를 저장하고 배출하는 저장 탱크(20)가 연결되어 있어, 부도체 관(11)에서 유체를 비정상 유동시켜 순환시키게 된다.

[0025] 전극(120)은 부도체 관(110) 둘레 일부를 감싸도록 구성되어 있다. 전극(120)은 ITO, IGO, 크롬, 알루미늄, IZO(Indium Zinc Oxide), IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), ZnO, ZnO2 및 TiO2 중 적어도 어느 하나를 포함하는 무기 전극이거나, 백금, 금, 은, 알루미늄, 철 및 구리 중 적어도 어느 하나를 포함하는 금속전극이거나, 페돗(PEDOT, polyethylenedioxythiophene), 탄소나노튜브(CNT, Carbon nano tube), 그래핀(graphene), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리티오펜(Polythiophene, PT), 폴리피롤(Polypyrrole), 폴리파라페닐렌(polyparaphenylene, PPV), 폴리아닐린(Polyaniline), 폴리설퍼니트리드(poly sulfur nitride), 스테인레스 스틸, 크롬을 10%이상 함유한 철합금, SUS 304, SUS 316, SUS 316L, Co-Cr 합금, Ti 합금, 니티놀(Ni-Ti) 및 폴리파라페닐렌비닐렌(polyparaphenylenevinylene) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 유기 전극일 수 있다.

[0026] 에너지 저장부(200)는 발전부(100)의 전극에서 발생되는 교류전원을 직류전원으로 정류시켜 저장하는 역할을 한다. 에너지 저장부(200)는, 도 5에 도시된 바와 같이, 정류부(210) 및 RC 병렬 회로(220)를 포함한다.

[0027] 정류부(210)는 발전부(100)의 전극에서 발생되는 교류전원을 정류시켜 직류 전원으로 변환하는 역할을 하며, 여기서는 브릿지 회로를 사용하였으나, 다른 전파 정류 회로를 사용할 수도 있다. 정류작용을 할 수 있는 회로이면 특별히 한정되지 않는다.

[0028] RC 병렬 회로(220)는 정류부(210)에서 출력되는 직류 전원을 평활시켜 안정된 직류 전원으로 변환하는 역할을 하며, 여기서 R은 충전단자를 의미한다.

[0029] 이하, 본 발명의 실시예에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기의 발전 원리에 대해 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0030] 도 4는 본 발명의 유체 마찰 발전기의 발전 원리를 설명하기 위한 메커니즘을 나타낸 도면으로서, 다음의 (a), (b), (c), (d) 과정이 순차적으로 반복수행되어 발전이 이루어지게 된다.

[0031] (a) 유체가 부도체 관(110)과 마찰하며 지나갈 때 부도체 관(110)의 표면에는 음전하가 분포하게 된다.

[0032] (b)전하는 기본적으로 양전하와 음전하로 이루어져 있는데, 중성 유체가 음 경향성 부도체 관(110)의 표면과 마찰하면서 지나가면 유체 내부의 양전하는 부도체 관(110)의 표면을 향하는 정전기적 인력을 받게 되고, 부도체 관(110)의 표면으로 이동한다.

[0033] (c) 유체 표면에 배열된 양전하가 부도체 관(110)의 음전하로부터 멀어짐에 따라 부도체 관(110)을 둘러싸고 있는 전극(120)에서 그라운드로 전자가 이동하여 양의 전류가 발생한다.

[0034] (d) 유체 표면에 배열된 양전하가 부도체 관(110)의 음전하에 가까워짐에 따라 그라운드에서 전극(120)으로 전자가 이동하여 음의 전류가 발생한다.

[0035] (e) 부도체 관(110) 표면의 음전하와 유체 내부의 양전하의 위치가 일치하여 전기적 평형상태를 이룬다.

[0036] 즉, 본 발명의 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기는 부도체 관(110)과 유체가 마찰할 때 부도체 관(110)에는 전기적 불평형이 이루어지고, 이때 전기적 평형상태를 이루기 위해 전극(120)에서 정전기 유도로 인해 전자가 이동하여 전기가 발생하게 된다.

[0037] 도 6은 본 발명의 실시예에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기의 발전 효율을 설명하기 위한 도면으로서, (a)는 유체가 일정속도로 유동될 경우(즉, 정상 유동)의 출력 전류를 나타낸 도면이고, (b)는 본 발명과 같이 유체가 가속 등과 같이 비정상 유동될 경우의 출력 전류를 나타낸 도면이다.

[0038] 본 발명의 실시예에서는 순환 펌프(20)의 펌핑력에 의해 유체가 비정상 유동되는 방식을 채택하였다.

[0039] 또한, 정상유동시에는 순환 펌프(20)를 49.5mbar로 작동시켰고, 비정상 유동시에는 50mbar에서 2초, 0mbar에서

1초로 펌프를 작동시켜 실험하였다.

[0040] 실험 결과를 살펴보면, (b)의 비정상유동시의 peak to peak 전류가 (a)의 정상유동시의 peak to peak 전류보다 70배 높아졌음을 알 수 있다.

[0041]

[0042] 한편, 순환 펌프의 최대 유량율을 높이기 위하여, 연동펌프(peristaltic pump)를 사용할 수도 있다.

[0043] 본 발명의 실시예에 의한 본 발명의 실시형태에 의한 부도체 관 내의 유체 유동을 이용한 유체 마찰 발전기에 의하면, 내부에 유체가 순환되고 부도체를 재질로 하는 부도체 관; 및 상기 부도체 관 둘레 일부를 감싸고 있는 전극;을 포함하고, 유체가 유동될 때 상기 부도체 관과 마찰이 이루어지면서 전기적 불평형 상태가 되고 전기적 평형 상태를 이루기 위해 상기 전극에는 정전기가 유도되어 전기를 발생시키도록 구성됨으로써, 종래의 물방울-부도체 마찰 방식에 비해 부도체와의 접촉면적이 넓으므로 정전기 유도 현상을 크게 발생시켜서 고전력을 발생시킬 수 있다.

[0044] 도면과 명세서에는 최적의 실시예가 개시되었으며, 특정한 용어들이 사용되었으나 이는 단지 본 발명의 실시형태를 설명하기 위한 목적으로 사용된 것이지 의미를 한정하거나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0045] 10: 순환 펌프

20: 저장 탱크

100: 발전부

110: 부도체 관

120: 저장 탱크

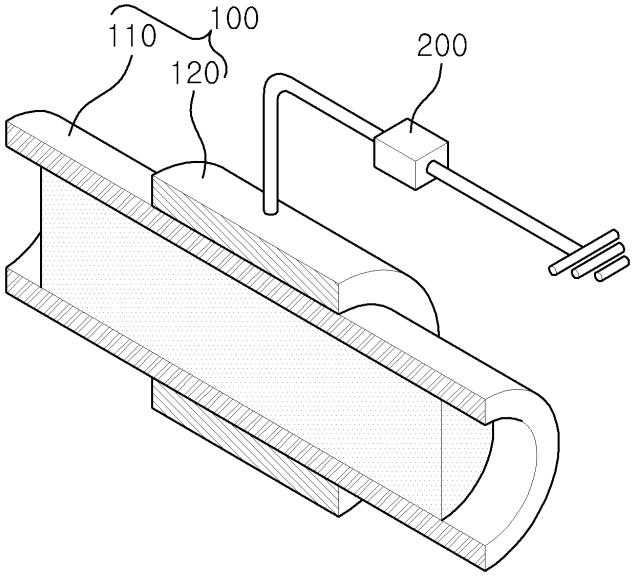
200: 에너지 저장부

210: 정류부

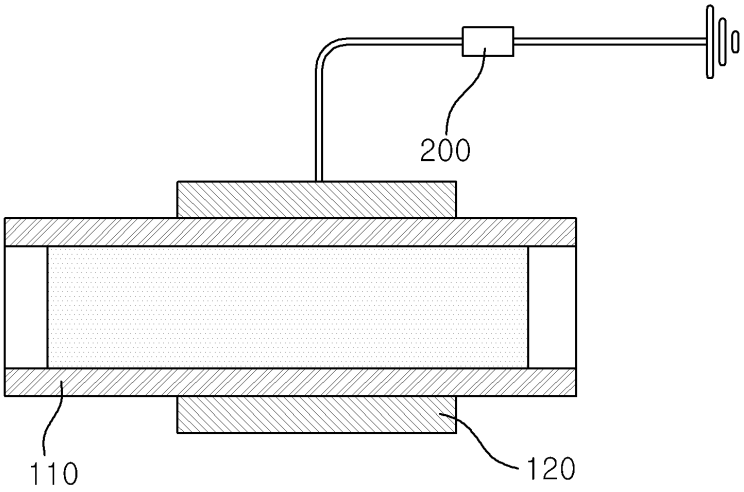
220: RC 병렬회로

도면

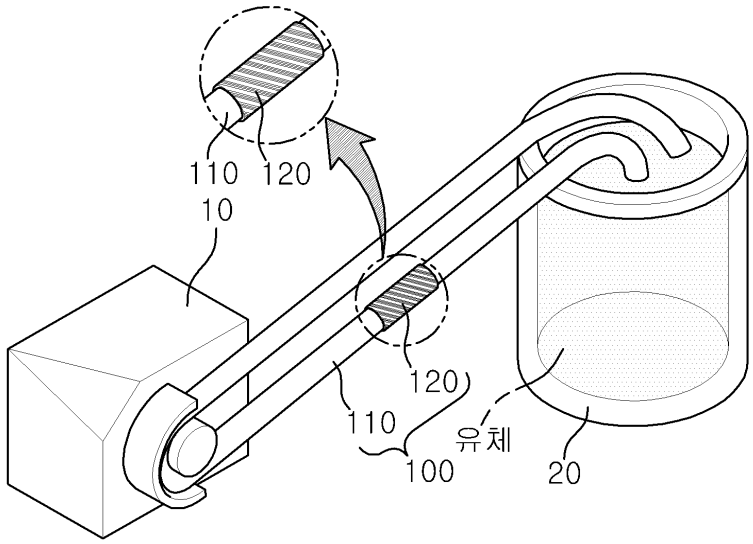
도면1



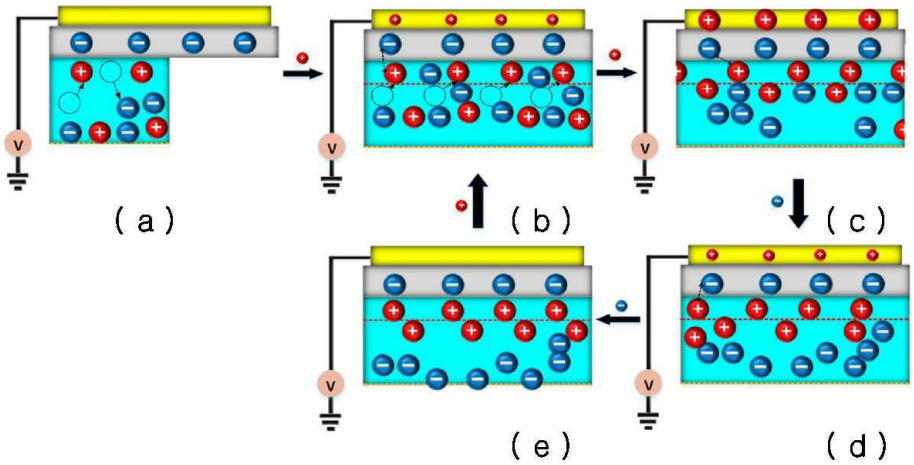
도면2



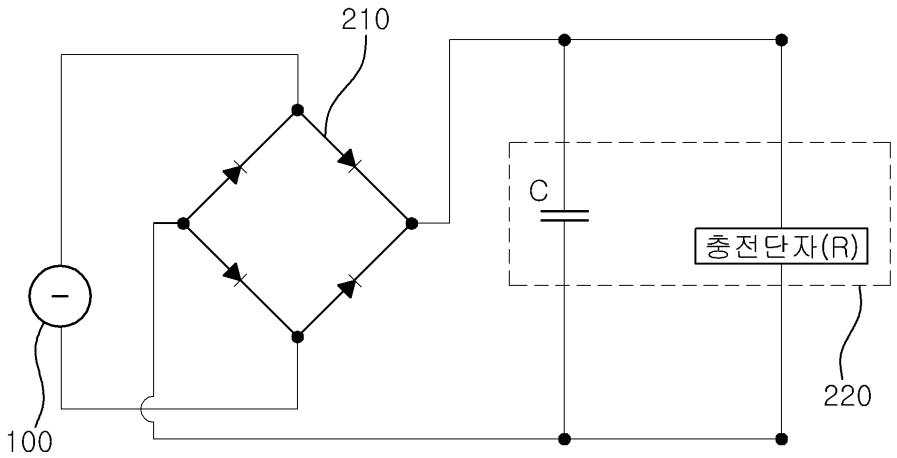
도면3



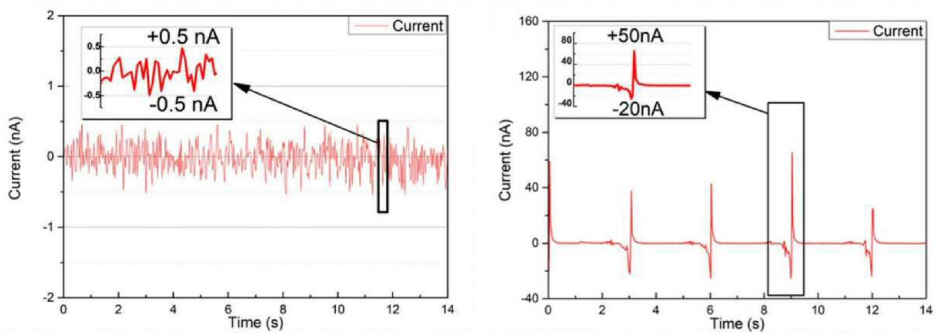
도면4



도면5



도면6


Current
+0.5 nA
-0.5 nA
Current (nA)
Time (s)
Current
+50nA
-20nA
Current (nA)
Time (s)

(a)　　(b)