



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0086920
(43) 공개일자 2013년08월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0142178

(22) 출원일자 2012년12월07일

심사청구일자 2012년12월07일

(30) 우선권주장

1020120007906 2012년01월26일 대한민국(KR)

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

신세현

서울특별시 서초구 방배동 신삼호아파트 바동 406호

카리미 알리

서울특별시 성북구 안암동 고려대학교 기계공학과

(74) 대리인

특허법인다나

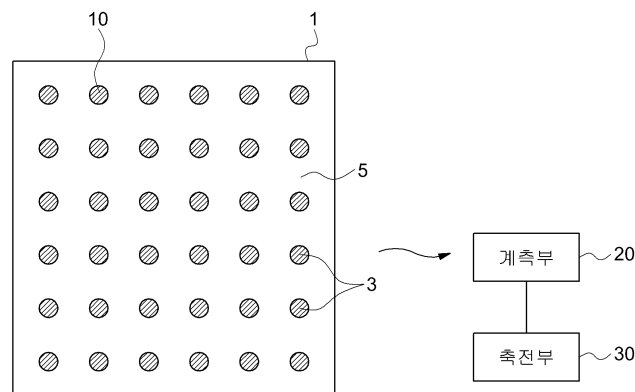
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 기관; 기관의 표면에 액적 형태로 형성되고, 이온을 포함한 복합 유체; 복합 유체가 형성된 부분에 코팅되는 친수성 코팅층; 친수성 코팅층을 제외한 부분에 코팅되는 소수성 코팅층; 및 액적 형태로 형성된 복합 유체가 기화되면서 발생하는 반경방향으로 생성되는 모세관 유동에 의해 이온의 흐름이 발생하고 이로 인해 발생하는 기전력을 수집하는 전극부를 포함한다. 이와 같은 본 발명에 의하면, 특정의 복합 유체를 액적 형태로 형성시키고 자연적으로 기화되면서 발생하는 액적 내부의 유동으로 탄성유체가 강하게 인장되면서 기전력을 발생시킨 후에, 이를 전극을 통해서 수집함으로써 별도의 동력 수집장치 없이 에너지(기전력)를 발생시킬 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기관;

상기 기관의 표면에 액적 형태로 형성되고, 전기적으로 하전된 복합유체;

상기 복합 유체가 형성된 부분에 코팅되는 친수성 코팅층;

상기 친수성 코팅층을 제외한 부분에 코팅되는 소수성 코팅층; 및

액적 형태로 형성된 상기 복합 유체가 기화되면서 생성되는 강한 모세관 유동에 의해 이온을 포함한 유체가 반경 방향으로 유동되면서 발생하는 기전력을 수집하는 전극부를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전극부에서 수집한 전기적 신호를 계측하기 위한 계측부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전극부에서 수집한 전기를 저장하기 위한 축전부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 기관의 상면 또는 하면에 상기 복합 유체를 공급하기 위한 액체 공급 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 액체 공급 장치는 상기 기관의 표면에 구비되어 액적 내부로 상기 복합 유체를 공급하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 복합 유체에서 발생한 기전력을 수집한 후에, 기관의 표면에 잔류하는 전기화합물이나 폴리머를 세척하기 위한 기관 세척 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

액적 외곽부의 유체가 상기 기관의 하면으로 유출되도록 액적 외곽부의 기관에 다수의 모세관 또는 슬롯을 구성하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기관의 하면에는 상기 모세관 또는 슬롯과 연결되어 액체가 지속적으로 흡수되도록 친수성의 흡수재가 부착되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

액적 외곽부에 위치한 상기 모세관 또는 슬롯과 연결되어 액체가 지속적으로 상기 기관 하면에 유입되도록 상기 기관 하면에 친수성 마이크로 돌기가 구비되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

액적 외곽 부에 고농축 이온 또는 하전 입자가 삼투압의 원리에 의하여 지속적으로 분산되도록 액적 외곽부에 위치한 모세관 또는 슬롯과 연결된 물 저장 챔버를 구비하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 전극부는 액적 중앙부의 내측 전극과 액적 외곽부의 외측 전극으로 구성되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 외측 전극은 상기 기관의 표면에 삽입되거나 상기 기관의 표면으로부터 돌출되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 친수성 코팅층은 원형, 정사각형, 직사각형, 다이아몬드형 중 적어도 어느 하나의 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 복합 유체에는 기화를 촉진시키기 위한 휘발성 액체가 배합되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 기관의 표면에는 다수가 일정한 간격 및 높이를 갖는 친수성 마이크로 돌기가 형성되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 복합 유체는 물을 기반으로 다수의 이온이 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 복합 유체에는 이온을 생성하기 위하여 수용성 염이 첨가되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 복합 유체는 테트라히드로푸란 내 폴리스티렌(polystyrene (PS) in tetrahydrofuran (THF)), 사이클로헥사논 내 폴리비닐 알코올(poly(vinyl alcohol) in cyclohexanone), 물에 용해된 폴리아크릴아미드(poly(acrylamide)(PAM) in water) 중 어느 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 복합 유체는 미세 규모의 입자가 용매에 분산된 현탁액이며 분산된 미세 입자의 표면은 전기적으로 하전되는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치.

청구항 20

전기적으로 하전된 복합 유체를 기관의 표면에 공급하는 단계; 및

상기 복합 유체가 기화되면서 유체 내부에 생성되는 강한 모세관 유동에 의해 발생하는 기전력을 전극부에서 수집하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 전극부에서 수집한 전기적 신호를 계측하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 방법.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 전극부에서 수집한 전기를 저장하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 방법.

청구항 23

제 20 항에 있어서,

액적 형태의 상기 복합 유체의 외곽부에 존재하는 고농도의 이온 또는 하전 입자를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 방법.

청구항 24

제 20 항에 있어서,

상기 기관의 표면에 잔류하는 전기화합물이나 폴리머 등의 잔류물을 세척하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 세척에 사용된 용액의 농도를 조절하여 재사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 방법.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집에 대한 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 이온을 포함한 유체가 액적의 증발 유도에 의하여 내부 유동이 생기면서 스트리밍 포텐셜(streaming potential)이 생성되고 발생된 기전력을 전극을 통해 수집하는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 종래에 특정 복합 유체가 미세 축소관의 모세관 유동에서 전기적 신호가 발생하는 현상이 발견되었다. 이러한 현상에 대해서는 하기 논문에서 구체적으로 발표되었다.
- [0003] (1) C. Klason, J. Kubat, O. Quadrato, D. H. McQueen, Electrical noise generated during capillary flow of aqueous poly(ethylene oxide) solutions, Experiments in Fluids 24 (1998) 110-117
- [0004] (2) C. Klason, J. Kubat, and O. Quadrato, Electrical noise and streaming potential generated during capillary flow of poly(ethylene oxide) solutions, J. Appl. Phys. 72, (1992)3912-3916
- [0005] (3) C Hedman, C. Klason, and D. Poupetova, Excess thermal noise generated during Poiseuille flow of certain polymer solutions, Rheol. Acta 22 (1983) 449-454
- [0006] 그리고, 스트리밍 포텐셜(streaming potential)이라는 현상에 대해서 많은 연구 발표가 있어왔다. 이는 전해질 용액이 담기 두 챔버 사이를 마이크로 채널로 연결 후, 한쪽 챔버에서 강한 압력을 가하면 전해질 용액이 미세 채널 내부를 관통하면서 양쪽 챔버 사이에 전압이 발생하는 현상으로서 이를 유체의 유동에 의한 전압 발생이라 하여 스트리밍 포텐셜이라 한다. 물론, 전류(electric current) 또한 계측된다. 이를 스트리밍 커런트(streaming current)라고도 한다.
- [0007] 이러한 스트리밍 포텐셜 현상의 원리는 미세 채널 또는 모세관 표면에 액체가 접촉할 경우 고체 표면은 물질의 종류에 따라 다르지만 음전하를 띠거나 양전하를 띠게 된다. 일례로, 고체 표면이 음전하를 띠는 경우, 고체에 접한 액체 면에서는 이에 대응하는 양 이온들이 고체 표면에 달라 붙어 층(layer)을 형성하게 되는데 이를 스턴 층(stern layer)이라 한다. 그리고, 이어서 액체의 두번째 층에는 이에 상응하는 반대 이온, 즉 음이온 층이 형성되는데 이를 디퓨지브 층(diffusive layer)이라 한다. 이때, 유동이 발생하면 디퓨지브 층은 쉽게 깨지면서 유동에 의하여 흘러가게 되지만 스턴 층에 있는 이온층은 단단히 고정되어 있다. 따라서, 유동에 의하여 이온의 농도가 변화되고 이로 인해 전류 또는 전압이 생성되는 것이다. 이러한 현상에 대해서는 하기 논문에서 구체적으로 발표되었다.
- [0008] (1) I. B. Oldham, F. J. Young, and J. F. Osterle, STREAMING POTENTIAL IN SMALL CAPILLARIES, J. COLLOID SCIENCE 18, 328-336 (1963)
- [0009] (2) Frank H. J. van der Heyden, Douwe Jan Bonthuis, Derek Stein, Christine Meyer, and Cees Dekker, Power Generation by Pressure-Driven Transport of Ions in Nanofluidic Channels, LETTERS, Vol. 7, 1022-1025 (2007)
- [0010] 그리고, 종래에 커피링 효과(Coffee ring effect) 라는 현상이 있다. 이는 미세입자를 포함한 현탁액(예: 커피)이 고체 표면에 한방울 떨어졌을 때, 대기 중으로 기화되는 과정에서 액적의 외곽이 진해지는 현상으로서 액체표면에서 기화가 일어나면서 액적 내부로부터 외곽방향으로 모세관 유동이 발생하면서 입자가 외곽으로 이동하는 현상이다. 이러한 현상에 대해서는 하기 논문에서 구체적으로 발표되었다. 이 때, 입자가 작을수록 최외곽에 배치되고 입자의 크기에 따라 안쪽에 위치하는 입자 분리 현상이 발생하기도 한다. 이러한 입자 분리현상은 나노 입자에 도 해당된다.
- [0011] (1) Robert D. Deegan, Olgica Bakajin, Todd F. Dupont, Greb Huber, Sidney R. Nagel & Thomas A. Witten, Capillary flow as the cause of ring stains from dried liquid drops, Nature 389 (1997)

- [0012] (2) Peter J. Yunker, Tim Still, Matthew A. Lohr & A. G. Yodh, Suppression of the coffee-ring effect by shape-dependent capillary interactions, Nature 476 (2011) 308-311
- [0013] 한편, 에너지를 자연현상에서 얻어보려는 필요에 따라 얻어진 연구결과 중에서 주목할 것으로, 탄소나노튜브(CNT) 또는 그래핀 나노채널 등에 액체를 빠른 속도로 유동시킬 때 기전력이 발생하는 기술이 논문 Shankar Ghosh, A. K. Sood, I. N. Kumar, Carbon Nanotube Flow Sensors, Science 299, 1042 (2003), 및 미국등록특허 US 6,718,834 (Carbon nanotube flow sensor device and method)에 고시되었다.
- [0014] 상기의 전기 발생이나 에너지 하비스팅(energy harvesting) 연구 및 방법에서는 인위적인 힘이나 에너지를 입력하여야 전기 에너지를 얻는 점에 문제점이 존재한다. 즉, 인위적인 입력 에너지가 투입 되어야 전기에너지를 얻을 수 있다는 점이다. 이러한 인위적인 에너지 투입없이 자연적으로 존재하는 힘이나 에너지를 이용하여 전기 에너지를 얻을 수 있는 새로운 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 따라서, 본 발명의 목적은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 실질적으로 적용할 수 있는 정도의 기전력을 별도의 동력의 발생 장치 없이 자연현상 원리를 이용하여 간단하게 동력을 발생·획득할 수 있는 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 본 발명은 기관; 상기 기관의 표면에 액적 형태로 형성되고, 전기적으로 하전된 복합유체; 상기 복합 유체가 형성된 부분에 코팅되는 친수성 코팅층; 상기 친수성 코팅층을 제외한 부분에 코팅되는 소수성 코팅층; 및 액적 형태로 형성된 상기 복합 유체가 기화되면서 생성되는 강한 모세관 유동에 의해 이온을 포함한 유체가 반경 방향으로 유동되면서 발생하는 기전력을 수집하는 전극부를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 본 발명은 전기적으로 하전된 복합 유체를 기관의 표면에 공급하는 단계; 및 상기 복합 유체가 기화되면서 유체 내부에 생성되는 강한 모세관 유동에 의해 발생하는 기전력을 전극부에서 수집하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 의하면, 특징의 복합 유체를 액적 형태로 형성시키고 자연적으로 기화되면서 발생하는 액적 내부의 모세관 유동으로 하전된 복합 유체가 강하게 한쪽 방향으로 유도되면서 수십 mV의 기전력을 발생시킨 후에, 이를 전극을 통해서 수집함으로써 별도의 동력 수집장치 없이 에너지(기전력)를 발생시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치를 개략적으로 보인 평면도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 기관의 상면에 복합 유체가 액적 형태로 형성되어 내부 유동이 발생하며 이로 인해 발생하는 기전력을 수집하는 내측과 외측의 원형 전극의 예를 보인 구성도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 기관의 상면에 복합 유체가 액적 형태로 존재하며 증발되는 양 만큼을 액적 내에 유체를 보급하는 예를 보인 구성도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 중력을 이용하여 기관의 하부 면에 복합 유체가 액적 형태로 존재하며 증발되는 양 만큼을 액적 내에 유체를 보급하는 또 다른 예를 보인 구성도.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복합 유체 유동의 모세관현상을 극대화하기 위한 평판구조를 지닌 기전력 발생/수집 장치를 개략적으로 보인 구성도.
- 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 액적 외곽부의 기관에 모세관 또는 슬롯을 간헐적으로 구성한 것을 개략적으로 보인 구성도.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 구리 중심 전극과 원형 전극으로 구성되어 복합 유체가 액적 형태로 형성되어 기전력 발생/수집 장치를 개략적으로 보인 구성도 및 사진.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 단일 액적으로부터 측정된 시간에 따른 전압 곡선 그래프.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 수집방법을 보인 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 본 발명에 의한 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치의 일 실시예를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 유체의 액적증발 기반 기전력 발생/수집 장치를 개략적으로 보인 평면도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 기관의 상면에 복합 유체가 액적 형태로 형성된 것을 보인 구성도이다.
- [0022] 이에 도시된 바에 따르면, 본 발명의 일 실시예에 따른 기전력 발생 및 수집장치는 기관(1)과, 기관(1)의 표면에 코팅되는 두 개의 코팅층(3,5)을 포함한다. 본 실시예에서 코팅층(3,5)은 이와 같이 두 개로 나뉘어 형성될 수 있다.
- [0023] 구체적으로 설명하면, 코팅층(3,5)은 복합 유체(10)가 형성된 부분에 코팅되는 친수성 코팅층(3)과, 친수성 코팅층(3)을 제외한 부분에 코팅되는 소수성 코팅층(5)을 포함한다. 이와 같이 코팅층(3,5)을 나누어 형성한 것은, 다량의 복합 유체(10)를 기관(1)의 표면에 공급하여도 자연적으로 복수의 액적으로 분리될 수 있도록 하기 위함이다. 즉, 다량의 복합 유체(10)의 기관(1)의 표면에 공급되면, 복합 유체(10)는 친수성 코팅층(3)이 형성된 부분에 예를 들어, 1mm 이하의 크기를 가진 액적 형태로 형성될 것이다. 물론, 상술한 바와 같이 기관(1)에 반드시 두 개의 코팅층(3,5)을 형성하여야 하는 것은 아니고 액적 크기에 대응되는 친수성 코팅층(3)만 코팅될 수도 있다.
- [0024] 도 1에는 기관(1)의 평면도를 도시한 것이지만, 친수성 코팅층(3)은 복합 유체(10)의 액적을 기관(1)의 표면에 다수의 열 및 행으로 배치하기 위해, 각각에 대응되는 위치마다 형성될 수 있다. 또한, 친수성 코팅층(3)은 원형, 정사각형, 직사각형, 다이아몬드형 중 적어도 어느 하나의 형상을 가지도록 형성될 수 있다.
- [0025] 한편, 본 실시예에서 복합 유체(10)는 전기적으로 하전된 모든 유체를 포함한다. 대표적인 복합유체로는 전해질 용액으로서, 물에 다량의 이온을 포함한 유체의 특성을 띤다. 일례로 물에 다량의 수용성 염 (KCl , KOH , K_2SO_4 , $NaCl$, $CaCl_2$, NaI , $NaSCN$ 등의 염)이 녹아 있는 상태를 예시할 수 있다. 이를 만족하는 대표적인 복합 유체로는 바닷물이 존재한다.
- [0026] 또 다른 복합유체(10)로는, 수용성 폴리머가 물에 녹아 하전되는 특성을 띤 폴리머 수용액을 일례로 들 수 있다. 그 중에서도 특정 폴리머는 수용액이 되면 점성과 탄성을 지닌 점탄성 액체가 된다. 점탄성 성질이란 액체로서의 성질과 고체로서의 성질이 동시에 나타나는 현상을 말하는데, 이러한 점탄성 성질을 가진 복합 유체로서 예를 들어, 폴리에틸렌 옥사이드(PEO: polyethylene oxide) 용액으로서, 용매(solvent)는 물, 디메틸포름아미드(DMF: dimethylformamide), 9%의 물을 함유한 이소프로필 알코올(isopropyl alcohol) 등이 사용될 수 있다. 또한, 복합 유체(10)로서 예를 들어, 테트라히드로푸란 내 폴리스티렌(polystyrene (PS) in tetrahydrofuran (THF)), 사이클로헥사논 내 폴리비닐 알코올(poly(vinyl alcohol) in cyclohexanone), 물에 용해된 폴리아크릴아미드(poly(acrylamide)(PAM) in water) 등이 사용될 수 있다. 더욱이, 복합 유체(10)로서 젤라틴 수용액, 카복실기를 가진 라텍스 현탁액(Alkalized latex dispersions carrying carboxyl groups) 등이 사용될 수 있다.
- [0027] 또 다른 복합유체(10)로는, 마이크로 또는 나노 규모의 미세 입자가 용매에 분산되어 현탁액을 구성하되, 입자가 하전되어 있는 현탁액을 예시할 수 있다. 일례로, 물에 폴리스티렌 미세 입자를 분산시킬 경우 미세 입자의 표면에 음전하를 띠게 되어 결과적으로 이온을 포함한 전해질 용액과 같은 상태의 액체가 된다.
- [0028] 이와 같이 확인된 본 발명의 복합유체(10)의 공통점은 전기적으로 하전되어 있는 유체이다. 유동이 없을 때라도 이미 하전된 복합 유체이거나, 유동이 발생할 때 하전되는 복합 유체를 모두 포함한다.
- [0029] 상기에서 정의된 복합유체가 일정한 방향으로 흐르게 되면 유동을 따라 하전된 입자 또는 이온이 유선을 따라 이동하게 되고 이로 인해 전류가 발생하는데 이를 스트리밍 전류(streaming current)라하며 유동의 상류와 하류에 전위차가 발생하는데 이를 스트리밍 포텐셜(streaming potential)이라 한다.

- [0030] 이러한 스트리밍 포텐셜을 얻기 위해서는 유체를 한쪽 방향으로 유동시켜야 하하기 때문에 이를 위해 가압 펌프 또는 진공 펌프 등을 이용하여 유체를 이동시킨다. 이러한 펌프를 구동하기 위해서는 전기적 에너지의 투입이 요구된다. 기존의 모든 스트리밍 포텐셜은 이와 같이 인위적인 에너지를 입력하여 얻어진 유체 유동을 통하여 얻어진 결과들이기 때문에 입력 동력 (input power)이 반드시 소요된다. 일반적으로, 입력 동력 대비 출력 동력 (output power)의 비율을 효율(efficiency)라 하며 효율은 100%를 넘을 수 없다. 특히, 현재까지 보고된 스트리밍 포텐셜 원리 기반의 에너지 변환(energy conversion) 효율은 대단히 낮아 사용이 극히 제한적인 단점을 갖고 있다.
- [0031] 그러나, 본 발명에서는 인위적으로 투입되는 동력이 없고 자연적으로 존재하는 힘, 즉 액적이 대기에 노출되어 증발하는 현상에 의한 발생하는 액적내부 유동을 이용한 스트리밍 전류 및 스트리밍 포텐셜을 얻게 된다. 따라서, 본 발명의 핵심적 특징은, 인위적 입력 동력 없이 자연적 발생하는 입력 동력만으로 희망하는 전기에너지 형태의 출력 동력을 얻을 수 있는 특징을 갖고 있다.
- [0032] 이를 좀더 상세하게 설명하면 다음과 같다. 액적(droplet)이 대기 중에 노출되면 액적의 증발(evaporation) 현상이 발생한다. 이 때, 단위 면적당 증발량또는 증발 유속(evaporating flux)은 액적의 중심부에서 외곽쪽으로 갈수록 증가하는 것으로 나타난다(Deegan et al., Nature 389, 827, 1997). 이와 같은 액적의 표면에서의 비균질한 증발 유속에 기인하여 도 2(a)에 도시된 바와 같이 액적 내부에 자연적인 내부 유동이 발생한다. 이 유동 방향에 대해서는 액적과 액적이 놓인 판(substrate)의 열전도율(thermal conductivity)의 비율과 액적의 접촉각(contact angle)에 의존적인 것으로 알려져 있다(Hu & Larson, Langmuir 21, 3972, 2005).
- [0033] 액적의 내부 유동이 발생하면서 액체 내에 존재하는 미세 입자도 유동을 따라 흘러가다가 액적의 외곽부에서 입자가 작은 것일수록 최외곽부로부터 차곡차곡 축적되는 현상이 발생하며 이러한 상태로 액적이 모두 증발하면 액적 외곽에 환형(Ring shape)으로 미세 입자가 집중 분포된다. 커피 한방울을 테이블 위에 흘린 후 말랐을 때 흔히 이러한 현상을 볼 수 있어, 이를 커피링 (coffee ring) 효과 또는 현상이라고 한다 (Deegan et al., Nature 389, 827, 1997). 이러한 커피링 현상은 액적 내부에 자연적인 유동을 발생시키게 되는데 이때 발생하는 유동은 어떠한 인위적인 동력없이 자연적으로 발생한 것이다.
- [0034] 본 발명에서는 상기 서술한 커피링 효과를 복합유체를 대상으로 적용한 것이다. 즉, 하전된 복합유체가 액적의 비균질한 증발 현상으로 내부 순환유동이 발생할 때 하전 입자가 일정한 방향으로 이동하는 현상이 발생한다. 즉 액적 중심부에서 반경방향의 외곽부로 흐르게 되는데 이는 앞서 언급한 스트리밍 커런트 및 스트리밍 포텐셜 등의 기전력이 발생한다. 이러한 기전력을 측정 및 수집하기 위하여 본 발명에서는 복합 유체의 액적 중심부에 중심 전극 하나와 외곽부에 환형 전극 하나를 구성하는 특징을 갖고 있다.
- [0035] 한편, 액적의 내부 유동이 빠를수록 단위 시간당 하전된 이온의 이동량이 증가되어 발생하는 기전력이 증가할 수 있다. 이를 목적으로 다양한 방법이 적용될 수 있다. 먼저, 복합 유체(10)에 기화를 촉진시키기 위한 휘발성 액체가 배합될 수 있다. 예를 들어, 알코올과 같은 휘발성이 강한 액체가 복합 유체(10)에 배합되어 기화속도를 증가시켜 더욱 강한 내부 유동을 통해 큰 기전력을 수집할 수 있다. 또 다른 방법으로는 태양열을 이용하여 액적의 기화 유속을 증가시킬 수 있다. 즉, 액적을 태양에 노출하여 액적의 표면을 가열하는 효과를 얻을 수 있어 기화 유속이 증가하는 효과를 얻을 수 있다. 또한 기관(1)의 표면을 태양열 또는 폐열(waste heat) 등으로 가열하는 방법이 있다.
- [0036] 액적 내부의 유동 속도를 증가시키는 또 다른 방법으로, 액적 외곽부의 기관에 모세관 또는 슬롯(slot)을 간헐적으로 구성하여 기관의 바닥면으로 유도하고 기관의 바닥면을 친수성 미세 돌기 구조를 구성하여 기관의 하면에 젖어 들어가며 증발하도록 유도하는 것이다. 즉, 이러한 방법은 기관의 하면까지를 활용하여 증발 면적을 최대한으로 증가시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있어 증발유속을 증가시킬 수 있다.
- [0037] 액적 내부의 유동 속도를 증가시키는 또 다른 방법으로, 액적의 외곽에 종이와 같은 친수성이며 다공성 물질을 위치시켜 액적의 유체가 모세관 현상으로 빨려 들어가게 하면서 유동 속도를 획기적으로 증가시키는 것이다. 물론, 이 경우에는 액적에 지속적인 액체 공급이 필요하며 이러한 연속적인 액체 공급과 더불어 액적 내부 유동이 지속적으로 유지되면 연속적인 기전력 발생이 가능하게 된다. 이때, 액체 공급은 액적 내부 유동을 방해하지 않도록 설계되어야 한다.
- [0038] 하전된 입자 또는 이온이 액적 내부에서 유동함에 따라 기전력이 발생하는 현상을 좀더 상세하게 설명하면 다음과 같다. 도 2에서와 같이 하전된 복합 유체(10)를 기관(1)의 표면에 공급하여 액적이 형성되면, 액체와 접촉하는 고체 표면에는 고유의 전기적 특성에 의하여 양전하 또는 음전하가 하전된다. 일례로 고체 표면에 음전하가

배열될 경우, 이에 상응하여 고체표면에 접하는 액체 최외곽 층에는 양이온 층이 강하게 형성되며 그 바깥 층에는 다시 음이온이 형성되는 전기적 이중층 구조를 형성하게 된다. 이를 전기적 이중층(electrical double layer)이라 한다.

- [0039] 이때, 액체의 표면에서 증발이 시작되면 액적 내부에 유동이 발생한다. 이러한 유동은 앞서 언급한 커피링 효과에서도 확인되었으며 바닥면에 위치한 미세 입자가 반경방향으로 움직이는 것을 현미경을 통해 관찰 할 수 있다. 따라서, 액적 표면의 증발에 의해 생긴 유동이 액적의 내부에 발생하는데, 이때 하전된 액체 내부의 전기 층 구조에서 강하게 고체 표면층과 결합을 이루고 있는 층에 존재하는 이온들은 유동에 의해 이동되지 않는다. 그러나, 액체 내의 두번째 층에 존재하는 아온 또는 하전 입자 들은 유동에 의해 움직이며 유동방향으로 이동하게 된다. 이때 중심쪽의 전극과 액적의 최외곽 환 (ring) 모양의 전극 사이에는 수십 mV급(약 1 내지 100mV)의 전압이 측정되며 상당한 시간 동안 전압이 계속된다. 본 발명의 일 실시 예로서 수행된 실험에서 측정된 결과로는 4 μ l의 단일 액적에서 측정되는 50mV의 전압이 1시간 동안 계속되었다.
- [0040] 본 발명에 있어서, 복합 유체(10)와 기관(1)의 표면 사이에 존재하는 접촉각은 매우 중요한 변수이다. 기관의 표면이 친수성일수록 접촉각이 작고, 고체표면에 넓고 얇게 분포되며 이로 인해 공기와의 접촉면적이 증가하여 증발유속 또한 증가하여 기전력은 상대적으로 증가하게 된다. 그렇지만, 액적 외곽에 이온 또는 하전 입자가 포획되는 속도 또한 빠르기 때문에 지속적인 기전력 생산에 문제점이 발생한다.
- [0041] 이러한 작은 접촉각으로 인해 발생하는 문제를 해결하는 방법으로는, 도 2(b)에 도시된 바와 같이 기관(1)의 표면은 친수성으로 처리하지만 외측 전극(7b)이 일정한 높이를 갖도록 구성하여 액적이 조그만 높이의 벽에 갇히도록 하는 방법이다. 액적의 외곽선이 외측 전극(7b)에 접촉되고 액적의 외곽 최소 두께가 외측 전극(7b)의 두께와 같도록 구성하는 방법이다. 이렇게 구성한 경우에는 액적 내부의 이온 또는 하전 입자가 액적 내부 유선을 따라 다시 액적 중앙부로 이동될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 실험결과에 의하면 외측 전극(7b)이 표면으로부터 1mm 돌출된 경우가 표면에 돌출되지 않고 삽입된 경우보다 기전력 발생 양과 시간이 크게 증가하는 것을 관찰하였다.
- [0042] 본 실시예에서는 이와 같이 발생하는 기전력을 수집하기 위해 전극부(7)를 구성하였다. 전극부(7)는 다양한 방법으로 기전력을 수집할 수 있다. 예를 들어, 전극부(7)는 도 2에서와 같이 내측 전극(7a)과 외측 전극(7b)으로 구성될 수도 있고, 기관(1)에 패턴으로 형성되어 발생하는 기전력을 수집할 수 있다. 또한, 전극부(7)는 도 2(a)에서 도시된 바와 같이 기관의 표면에 삽입(flush mounting)되거나 또는 도 2(b)에 도시된 바와 같이 기관의 표면으로부터 일정한 높이로 돌출되도록 설치하여 기전력을 수집하도록 구성될 수도 있다.
- [0043] 기전력 발생/수집 장치는 전극부(7)에서 수집한 전기적 신호를 계속하기 위한 계측부(20)와, 전극부(7)에서 수집한 전기를 저장하기 위한 축전부(30)를 더 포함한다.
- [0044] 액체 공급 장치(12)는 기관(1)의 상방에 위치한 상태로 기관(1)의 상면에 복합 유체(10)를 공급할 수 있다. 액체 공급 장치(12)는 예를 들어, 기관(1)의 상면에 일정한 크기로 액적을 형성시키는 분무기, 또는 일정한 유량을 토출하는 장치 등으로 구성될 수 있다. 일정량의 복합유체가 기관(1)에 공급되면 기관(1)의 표면에 처리된 친수성 및 소수성 구성에 따라 일정한 모양과 체적의 액적이 저절로 형성된다.
- [0045] 또한, 기관 세척 장치(15)는 기관(1)의 상방에서 고압으로 유체를 분사하여 기관(1)의 표면이나 전극에 잔류하는 농축된 이온, 전기화학적 생성물 또는 물에 녹아있던 폴리머를 세척하는 역할을 한다. 복합 유체(10)가 증발되면서 기전력이 발생하는 한 번의 주기가 종료되면, 기관(1)의 표면에는 고농도의 폴리머 또는 염(salt)가 석출되어 적층될 수 있고 이러한 생성물은 전극부(7)와의 절연을 초래할 수 있어 본 실시예에서는 기관 세척 장치(15)를 통해 주기적으로 잔류하는 폴리머 및 염을 세척하도록 한 것이다. 그리고, 기관(1)의 세척에 사용된 용액은 별도로 회수되어 농도가 조정된 후 시료액체 등으로 재사용될 수 있다.
- [0046] 한편, 도 3을 참조하면, 액체 공급 장치(12)는 연속적인 기전력의 생산을 위하여 증발한 복합유체의 양 만큼을 정확하게 공급해줄 수 있도록 기관(1)의 상부에 공급장치(12)를 설치하여 액적 내부에 복합 유체(10)를 공급하도록 구성될 수 있다. 이와 같이 액체 공급 장치(12)가 기관(1)을 관통하여 기관(1)의 표면에서 복합 유체(10)를 공급하면, 액적 내부에 자연적으로 발생하는 내부 유동을 증폭시키거나 큰 교란없이 복합 유체(10)가 공급될 수 있다.
- [0047] 또한, 액체 공급 장치(12)는 복합 유체(10)에 의해 기전력이 발생하는 시점부터 복합 유체(10)가 증발하는 유량과 동일한 유량으로 복합 유체(10)를 지속적으로 공급하는 것이 바람직하다. 이와 같이 복합 유체(10)가 공급되면, 연속적으로 기전력이 발생할 수 있거나, 기전력이 1회 동안 발생하는 시간을 최대로 증가시킬 수 있다.

- [0048] 한편, 도 4(a)를 참조하면, 복합 유체(10)의 액적이 기관(1)의 하부에 위치하도록 하여 액적이 중력에 영향을 받도록 구성하였으며, 액체 공급 장치(12)는 기관(1)의 아래쪽에 위치한 상태로 기관(1)의 액적과 접하여서 복합 유체(10)를 공급할 수 있다. 기관(1)의 하면에 액적이 형성되면, 내부 유동이 바닥면을 따라 중앙에서 외곽으로 이동한 후, 재순환 유동시 중력방향과 일치하여 보다 안정적인 유선이 형성될 수 있으며 액적 외곽부에 이온이나 하전 입자가 포획될 확률이 감소하여 액적이 모두 증발할 때까지 안정적인 기전력이 발생한다.
- [0049] 그러나, 중력에 의해 가장자리에 위치한 액적의 두께가 감소되면서 액적이 중앙으로 집중되어 접촉각(θ)이 감소되는 현상이 발생할 수 있다. 이와 같이 되면, 모세관 현상에 의해 가장자리에 위치한 액적의 유동속도를 증가시킬 수 있지만 이온 또는 하전 입자가 액적 외곽에 쉽게 포획되어 지속적인 기전력 생산에는 도움이 되지 않을 수 있다. 이러한 현상을 방지하기 위해서는 도 4에 도시된 바와 같이 전극이 기관(1)으로부터 돌출되어 액적 외곽의 두께를 증가시키면 문제는 해결된다.
- [0050] 도 4(b)는 액적과 기관이 또 다른 중력 방향에 배치되도록 하는 일 실시예를에 도시한 것이다. 기관(1)은 중력 방향으로 배치되었지만 필요에 따라 다양한 각도로 배치하여 기전력의 발생을 최대화할 수 있다.
- [0051] 한편, 도 5에는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복합 유체 유동을 이용한 기전력 발생 및 수집 장치를 개략적으로 보인 구성도가 도시되어 있다.
- [0052] 이를 참조하면, 본 실시예에서는 기관(1)의 표면에 친수성 마이크로 돌기(2)가 형성되어 있다. 친수성 마이크로 돌기(2)는 기관(1)의 표면에 다수가 일정한 간격과 높이를 갖도록 배치된다. 이러한 친수성 마이크로 돌기(2)는 액적이 모세관 현상으로 인하여 유체(L)가 이동되는 현상을 유도할 수 있는 역할을 한다. 그리고, 복합 유체(10)의 증발되는 양으로 인하여 복합 유체(10)의 속도가 더욱 증가하는데, 적절한 유량으로 복합 유체(10)를 지속적으로 공급하면 모세관 유동에 의해 연속적으로 전기를 생산할 수 있다.
- [0053] 도 6은 액적 외곽부 기관(1)에 모세관(16) 또는 슬롯(미도시)을 다수 구성하고, 기관(1)의 하면에 젖음성(wettability)이 뛰어난 친수성 마이크로 돌기(2)를 다수 구성하거나(도 6(a)) 흡수성이 뛰어난 재료를 부착하는 구성(도 6(b))을 도시한 것이다. 이는 액적으로부터 발생하는 기전력을 지속적으로 얻는데 있어 매우 중요한 설계 구성 요소이다. 이를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0054] 액적 내에서, 하전된 입자 또는 이온은 액적 바닥면을 따라 중심부에서 외곽방향으로 유선을 따라 이동하다가 액적 외곽 부에 포획(capture)되어 더 이상 유선(streamline)을 따라 흐르지 않게 된다. 이는 유한한 크기를 갖는 이온이나 하전된 미세 입자들은 커패시터 효과에 노출되어 액적의 최외곽 부위로 이동한 후 다시 중심부로 돌아오지 못하게 되어 외곽부에는 높은 농도로 농축되고 액적 중심부에는 하전 입자나 이온의 농도가 감소하게 된다.
- [0055] 결과적으로, 액적 내부에는 이온이나 하전된 입자가 여전히 액적 증발 진행 정도에 상관없이 동일한 양으로 존재하지만 액적 내부 유동을 따라 흐를 수 있는 이온이나 하전된 입자가 감소하게 된다. 즉, 액적의 증발은 액체 상태의 물 분자가 기체 상태로 바뀐 것이어서 액적 내부의 이온 또는 하전된 입장의 양을 변화시키지 못한다. 그러나, 액적 내부 유동을 따라 이동한 이온이나 입자는 액적 외곽부에 포획되어 더 이상 유선을 따라 흐를 수 없게 되어 기전력을 발생시키는데 사용될 수 없게 된다.
- [0056] 상기에 서술된 문제점, 즉 액적 중심에는 이온이나 하전 입자가 감소하고 외곽에는 고농도의 이온이나 하전 입자가 존재하여 더 이상 전기에너지를 발생시키지 못하는 문제를 해결하는 방법으로 다음과 같은 두 가지 해결책이 존재한다.
- [0057] 첫째, 외부로부터 복합 유체(10)를 공급하면서 외곽부에 농축된 이온 또는 하전 입자를 제거 하는 방법이다. 일례로, 액적 중심부에 유선을 방해하지 않도록 복합 유체 공급관을 설치하고, 액적 외곽부의 기관(1)에 다수의 모세관(16) 또는 슬롯을 구성하여 기관(1)의 하면으로 액체를 유도한 후 종지와 같은 흡수재(18)로 흡수하거나 친수성 마이크로 돌기(2)를 구성하여 액적을 하면에서 흡수하여 증발시키는 방법이다. 이러한 구성의 실시예를 도 7(b)에 도시하였다.
- [0058] 상기 액적의 흡수재(18)로는 친수성을 지니며 다공성 구조를 지닌 특성을 지닌 소재가 물을 흡수하는데 우수하기 때문에 대표적인 재료로는 종이 또는 휴지, 천(texture) 등이 사용될 수 있다. 물론 이 경우에는 액적 증발로 인한 내부 유동과 종이가 액체를 흡수하여 발생하는 유동이 동시에 존재하게 된다. 종이에 흡수된 이온을 포함한 액체는 종이 표면에서 증발하여 고체로 석출된다. 본 발명에서 사용할 수 있는 복합 유체(10)로는 바닷물(sea water)이 포함되는데, 이를 사용할 경우 종이 표면에 염화나트륨을 포함한 염 성분이 고체로 석출된다.

- [0059] 또 다른 방법으로는, 액적 외곽부의 기관(1)에 모세관(16) 슬롯을 간헐적으로 구성하여 기관(1)의 하면으로 액체를 유도하고, 기관(1)의 하면을 친수성 마이크로 돌기(2) 구조를 다수 구성하여 기관(1)의 하면에 젖어 들어가며 증발하도록 유도할 수 있다. 즉, 기관(1)의 하면까지를 활용하여 증발 면적을 최대로 증가시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있어 증발유속을 증가시킬 수 있다. 이러한 구성의 일 실시예를 도 7(a)에 도시하였다.

[0060] 도면으로 예시하지는 않았지만, 이온 등이 최소로 포함된 제3의 액체를 기관(1)의 하면에 위치시켜서 액적 외곽부에 고농축 이온 또는 하전 입자가 삼투압의 원리에 의하여 기관 외곽부에 구성된 모세관 또는 슬롯을 통하여 지속적으로 제3의 액체에 확산되도록 구상할 수 있다. 이를 위해 본 발명에서는 액적 외곽부에 위치한 모세관(16) 또는 슬롯과 연결된 기관(1) 하면에 물 저장 챔버를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0061] 또 다른 방법으로는, 액적 외곽부에서 유선 방향으로 분사하여 액적 외곽부에 포획되어 농축된 이온을 재순환되는 유선을 따라 보내어 액적 중심부에 재위치 시키는 방법을 적용할 수 있다. 액적 내부의 유선, 즉 액적 바닥면에서는 액적 중심부에서 외곽으로 이동한 후 다시 바닥면으로부터 이탈되면서 공기와 맞닿는 영역을 따라 액적 중앙부위로 이동하는 유선에 최소한의 교란을 지니며 외곽부에 위치한 고농축 하전 입자 또는 이온을 유선을 따라 중앙부로 이동시킬 수 있도록 제3의 액체를 분사(injection)하는 방법이다. 이 때, 제3의 액체를 분사하는 동력은 소량의 위치에너지로 공급할 수 있다.

[0062] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 구리 중심 전극과 원형 전극으로 구성되어 복합 유체가 액적 형태로 형성되어 기전력 발생 및 수집 장치를 개략적으로 보인 구성도와 실제 제작된 장치 사진이다.

[0063] 도 8은 NaCl 수용액 (0.9%)이 점탄성 폴리머 혼합없이 복합유체로 사용된 일 실시예로서, 5 μ l를 구리 전극이 구성된 아크릴 소재의 표면에 떨어뜨린 후 측정한 시간에 따른 전압 곡선 그래프이다. 초기에 정전기 현상으로 인해 피크가 발생한 후 다시 급격히 감소하지만 액적의 증발과 함께 유도된 유동에 의해 기전력이 발생한 결과이다. 이러한 기전력의 발생은 60mV이며, 증발이 끝나는 시점에서 전압이 감소하다가 다시 마지막 피크를 보인 후 급격히 감소한다. 전압이 다시 0V로 다시 돌아온 시점에는 액적이 모두 증발하여 전극과 전극 사이에는 전기적으로 단락된 상태가 된다.

[0064] 본 발명에서는, 사용하는 복합유체의 이온 농도를 최적화하여 사용하는 것 특징으로 한다. 즉, 본 발명에서 예시한 대표적인 복합유체인 바닷물을 원액 그대로 사용하는 방법도 있지만 최대의 기전력을 얻기 위하여 최적화된 조건의 농도를 얻기 위하여 희석하거나 특정 이온의 농도를 추가시킬 수 있다.

[0065] 이하에서는 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 복합 유체 유동을 이용한 기전력 수집방법을 상세하게 설명한다.

[0066] 도 9에는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 유체 유동을 이용한 기전력 수집방법을 보인 순서도가 도시되어 있다.

[0067] 이를 참조하면, 작업자는 복합 유체(10)를 기관(1)의 표면에 공급한다(S10). 이때, 복합 유체(10)는 액체 공급 장치(12)에 의해서 공급될 수 있다. 이와 같이 기관(1)의 표면에 공급된 복합 유체(10)가 자연적으로 대기 중으로 기화되면서 액적 내부에서 강한 내부 유동이 발생하게 된다. 이때, 복합 유체(10)에 포함된 하전 입자 또는 이온이 액적 중심부에서 외곽으로 일정한 방향으로 이동하면서 약 수십 mV 크기의 기전력이 발생하게 된다.

[0068] 기관(1)의 표면에 패턴으로 형성된 전극부(7)는 이와 같이 발생된 기전력을 수집한다(S20). 그리고, 전극부(7)에서 수집한 전기적 신호는 계측부(20)에 의해 계측되며(S30), 전극부(7)에서 수집한 전기는 축전부(30)에 저장될 수 있다(S40).

[0069] 한편, 이와 같이 복합 유체(10)가 증발되면서 기전력이 발생하는 한 번의 주기가 종료되면, 기관(1)의 표면에는 고농도의 폴리머가 적층될 수 있어 기관 세척 장치(15)는 주기적으로 잔류하는 폴리머를 세척한다(S50). 그리고, 기관(1)의 세척에 사용된 용액은 별도로 회수되어 농도가 조정된 후 시료액체 등으로 재사용될 수 있다(S60).

[0070] 본 발명의 권리범위는 위에서 설명된 실시예에 한정되지 않고 청구범위에 기재된 바에 의해 정의되며, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 청구범위에 기재된 권리범위 내에서 다양한 변형과 개작을 할 수 있다는 것은 자명하다.

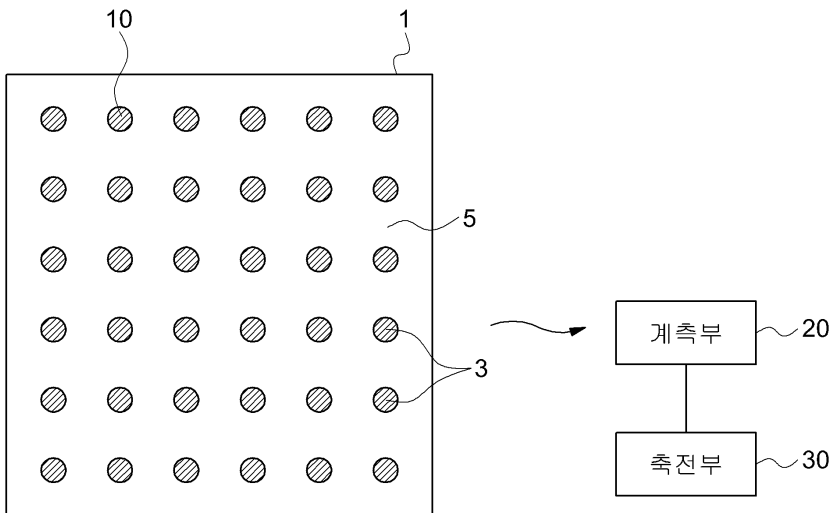
부호의 설명

- [0071] 1 : 기판 2 : 친수성 마이크로 돌기

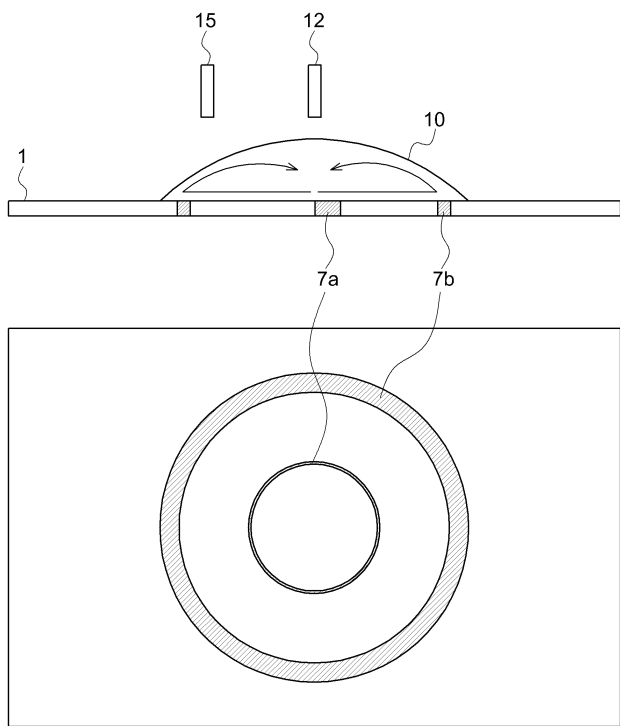
- | | |
|---------------|---------------|
| 3 : 친수성 코팅층 | 5 : 소수성 코팅층 |
| 7 : 전극부 | 10 : 복합 유체 |
| 12 : 액체 공급 장치 | 15 : 기관 세척 장치 |
| 16 : 모세관 | 18 : 흡수재 |
| 20 : 계측부 | 30 : 축전부 |

도면

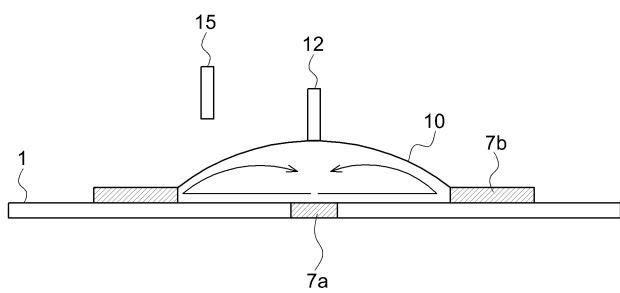
도면1



도면2

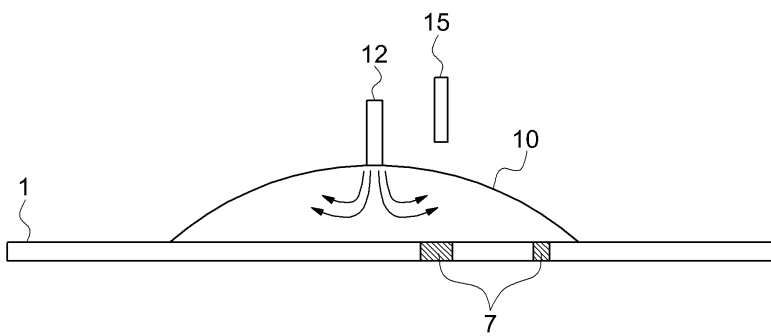


(a)

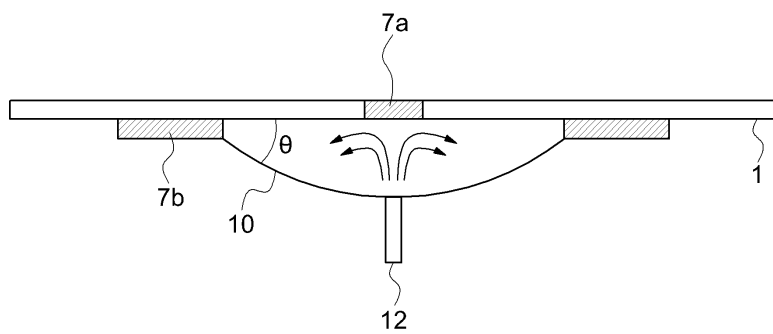


(b)

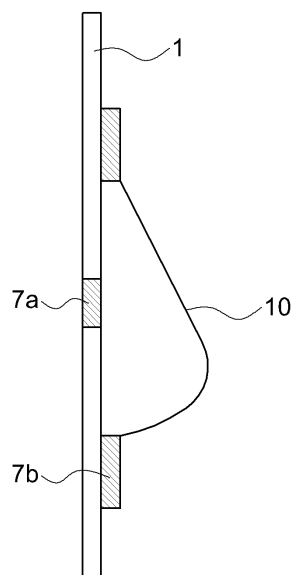
도면3



도면4

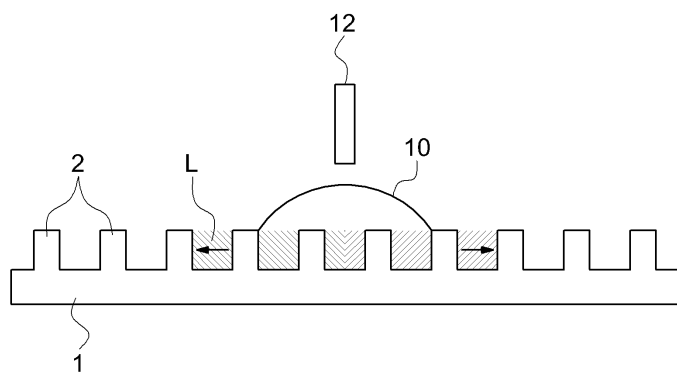


(a)

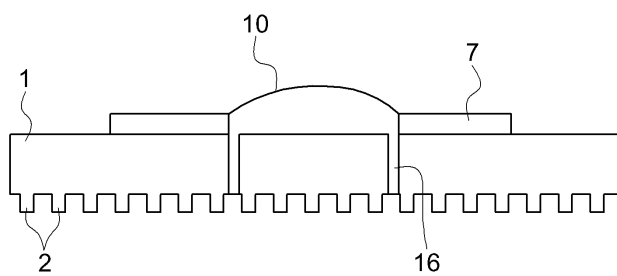


(b)

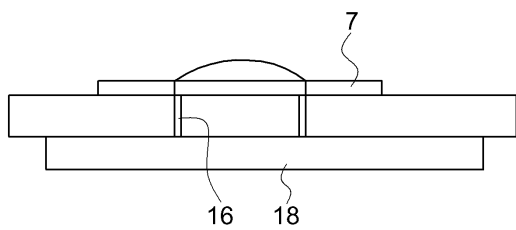
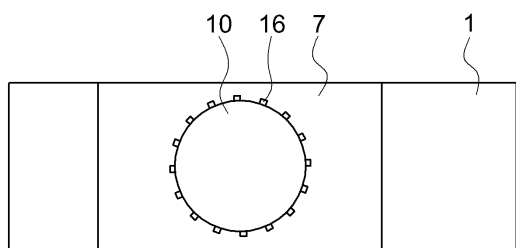
도면5



도면6

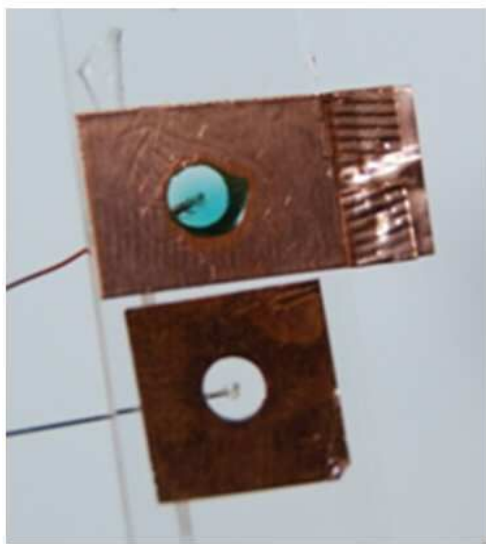
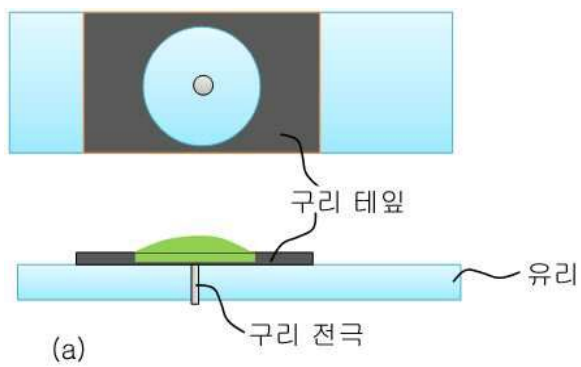


(a)



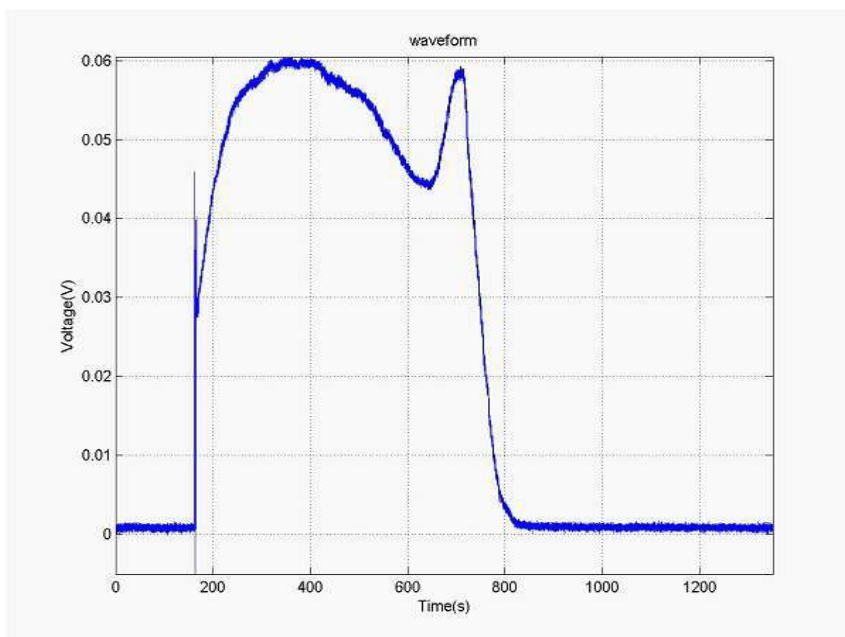
(b)

도면7



(b)

도면8



도면9

