



- (51) 국제특허분류:
H02N 11/00 (2006.01) H02N 3/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/007558
- (22) 국제출원일: 2015년 7월 21일 (21.07.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0092313 2014년 7월 22일 (22.07.2014) KR
10-2014-0095657 2014년 7월 28일 (28.07.2014) KR
- (71) 출원인: 한양대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HAN-YANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 133-791 서울시 성동구 왕십리로 222, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김영범 (KIM, Youngbeom); 100-450 서울시 중구 청구로 64, 113 동 1504 호(이편한세상아파트), Seoul (KR). 양휘철 (YANG, Hwichul); 690-744 제주도 제주시 수덕로 44, 205 동 705 호(노형뜨란채아파트), Jeju-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 이상 (E-SANG PATENT & TRADE-MARK LAW FIRM); 137-890 서울시 서초구 바우피로 188, 3층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

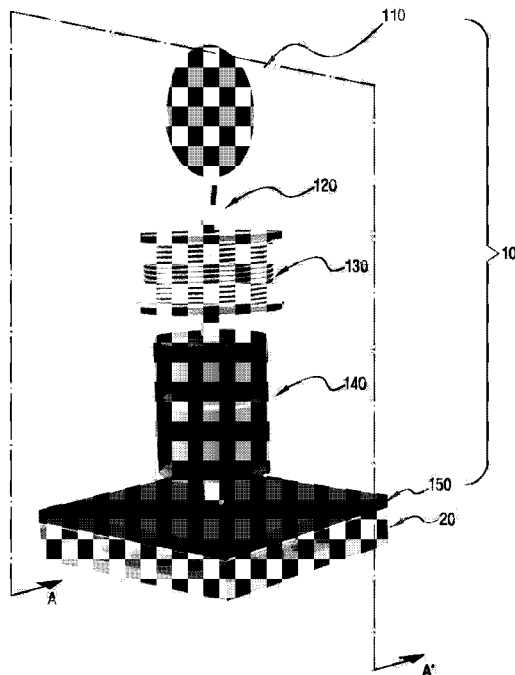
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: REWOD GENERATION APPARATUS AND REVERSE ELECTROWETTING GENERATION MODULE

(54) 발명의 명칭: REWOD 발전장치 및 역 전기습윤 발전 모듈



(57) Abstract: A REWOD generation apparatus and a reverse electrowetting generation module are provided. The REWOD generation apparatus comprises: a REWOD generation unit comprising a first electrode substrate, a second electrode substrate, and a conductive fluid array comprising conductive fluids positioned between the first electrode substrate and the second electrode substrate; and a vibration-rotation conversion unit connected to the first electrode substrate or the second electrode substrate of the REWOD generation unit so as to transfer an outside physical force to the first electrode substrate or the second electrode substrate, thereby converting a rotational energy into a vibrational energy and transferring the same. Therefore, provided is a REWOD generation apparatus capable of being more flexibly applied to an environment in which there is extreme vibration and rotation, and used as an auxiliary power device and the like so as to contribute to power demand-supply.

(57) 요약서: REWOD 발전장치 및 역 전기습윤 발전모듈을 제공한다. REWOD 발전장치는 제 1 전극기판, 제 2 전극기판 및 상기 제 1 전극기판 및 제 2 전극기판 사이에 위치하는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이를 포함하는 REWOD 발전부 및 상기 REWOD 발전부의 제 1 전극기판 또는 제 2 전극기판과 연결되어 외부의 물리력을 상기 제 1 전극기판 또는 제 2 전극기판에 전달하되, 회전 에너지를 진동 에너지로 변환하여 전달하는 진동-회전 변환부를 포함한다. 따라서, 극한 진동 및 회전 환경에서 보다 유연한 적용이 가능하고, 보조 전력장치 등으로 이용되어 전력 수급에 기여할 수 있는 REWOD 발전장치를 제공할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: REWOD 발전장치 및 역 전기습윤 발전 모듈 기술분야

- [1] 본 발명은 REWOD 발전장치에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 진동-회전 변환장치를 이용한 REWOD 발전장치에 관한 것이다.
- [2] 또한, 본 발명은 역 전기습윤을 이용한 발전 분야에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 유체 액적의 접촉면적 변화를 최대화하여 발전 성능이 향상된 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈에 관한 것이다.

배경기술

- [3] 생활 또는 환경에서 버려지는 에너지를 회생 시켜 사용하자는 회생 에너지 기반 발전 시스템에 대한 관심이 높아지고 있으며 그 중에서도 진동 등을 이용한 발전 방식이 주목을 받고 있다.
- [4] 기존에 진동을 이용한 발전 방법은 진동-압력 변환을 이용한 압전소자 발전이 있으나 낮은 발전량과 소자를 이루는 유해 물질 등의 문제로 그 실효성과 안전성에 어려움을 겪고 있으며, 엄밀히 말하자면 진동 에너지 자체를 이용하는 것이 아니므로 압력으로의 변환이 어려운 미세한 진동 환경 등에는 적용이 어려운 점도 단점으로 지적 받고 있다.
- [5] 이에 종래의 압전소자를 이용한 발전이 아닌 새로운 기술인 Reverse electrowetting on dielectric(REWOD)을 이용한 발전 방법이 새롭게 등장하였는데, 이는 미세 유체 유동을 이용한 새로운 발전 방법으로 전극-유전체-전도성 유체로 이루어진 시스템에서 유체의 형상 변화에 의한 커패시턴스 변화 효과를 이용한다.
- [6] 이러한 REWOD 기술을 이용한 발전 방법으로 관내 유동을 통한 방법과 상/하 진동을 이용한 방법이 연구되고 있다. 예를 들어, 대한민국 등록특허 제10-1358291호(2014.01.27.)에서는 유체의 체적변화를 이용하여 에너지를 전환하는 장치에 대하여 개시되어 있다.
- [7] 한편, 경우에 따라 때로는 매우 큰 진동이나 고속의 회전 환경의 경우, 에너지를 직접적으로 이용하게 되면 효율 감소나 파괴 등의 문제점이 발생하게 될 수 있다.
- [8] 따라서, 매우 큰 진동 환경 등의 극한 환경에서도 장치 파괴 문제 없이 에너지 수집이 가능한 발전장치를 개발할 필요가 있다.
- [9] 한편, REWOD 기술을 이용한 발전 모듈로 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈이 연구되고 있다.
- [10] 이와 같은 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈에서는 전도성 유체 액적과 기관의 접촉 면적이 커질수록 전력 밀도가 상승된다. 따라서, 진동에 의한 전도성 유체 액적의 접촉 면적 변화를 최대로 하기 위해서는 소수성 막에 의한

유체의 접촉 각도 상승이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 극한 진동 및 회전 환경에서도 에너지 수집이 가능한 REWOD 발전장치를 제공함에 있다.
- [12] 또한, 본 발명은 유체 액적의 접촉면적의 변화를 최대화할 수 있는 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈을 제공함에 있다.
- [13] 또한, 본 발명은 안정적이고 지속적으로 발전 동작을 수행할 수 있는 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [14] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 REWOD 발전장치를 제공한다. 상기 REWOD 발전장치는 제1 전극기관, 제2 전극기관 및 상기 제1 전극기관 및 제2 전극기관 사이에 위치하는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이를 포함하고, 외부의 물리력에 의해 제1 전극기관 또는 제2 전극기관이 진동하면서 상기 제1 전극기관 또는 제2 전극기관의 전극 부분과 상기 전도성 유체가 맞닿은 접촉면적의 변화를 이용하여 에너지를 수집하는 REWOD 발전부; 및 상기 REWOD 발전부의 제1 전극기관 또는 제2 전극기관과 연결되어 외부의 물리력을 상기 제1 전극기관 또는 제2 전극기관에 전달하되, 회전 에너지를 진동 에너지로 변환하여 전달하는 진동-회전 변환부를 포함할 수 있다.
- [15] 상기 진동-회전 변환부는 회전 에너지를 진동에너지로 변환 후 상기 변환된 에너지를 감쇠시키는 에너지 감쇠부를 더 포함할 수 있다.
- [16] 상기 진동-회전 변환부는 슬라이드-크랭크 구조를 포함할 수 있다.
- [17] 상기 진동-회전 변환부는, 외부의 물리력에 의해 회전되는 회전부재; 일단이 상기 회전부에 연결된 연결부재; 상기 연결부재의 타단에 연결되고, 상기 연결부재에 의해 진동하는 탄성부재; 상기 탄성부재에 연결되고, 상기 탄성부재로부터 전달된 진동에너지를 감쇠시키는 에너지 감쇠부재; 및 상기 에너지 감쇠부재에 연결되고, 상기 감쇠된 진동에너지를 상기 REWOD 발전부의 제1 전극기관 또는 제2 전극기관에 전달하는 진동전달부재를 포함할 수 있다.
- [18] 상기 REWOD 발전부는, 상부면에 위치하는 복수개의 홈들을 포함하는 제1 전극기관; 상기 제1 전극기관 상에 형성된 제1 유전체 박막; 상기 제1 유전체 박막 상에 형성된 제1 소수성 박막; 상부에 제1 유전체 박막 및 제1 소수성 박막이 형성된 제1 전극기관 상에 상기 홈들의 위치에 대응하여 배치되는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이; 및 상기 전도성 유체 어레이 상에 진동 가능하도록 설치되되, 하부면에 제2 유전체 박막 및 제2 유전체 박막의 하부에 위치하는 제2 소수성 박막이 형성된 제2 전극기관을 포함할 수 있다.

- [19] 상기 홈들은 상기 전도성 유체의 위치 이탈을 방지하는 것을 특징으로 한다.
- [20] 상기 전도성 유체는 액체 금속 갈린스탄, NaCl, LiCl, NaNO₃, Na₂SiO₃, AlCl₃-NaCl, LiCl-KCl, KCl, Na, NaOH, H₂SO₄, CH₃COOH, HF, CuSO₄, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜 및 AgCl 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [21] 상기 제1 전극기판과 상기 제2 전극기판 사이를 지지하는 격벽을 더 포함할 수 있다.
- [22] 상기 제1 소수성 박막 또는 상기 제2 소수성 박막은 불소 중합체(fluoropolymer) 계열의 물질 또는 초발수 나노 구조체를 포함할 수 있다.
- [23] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 측면은 REWOD 발전장치를 제공한다. 상기 REWOD 발전장치는 제1 전극기판, 제2 전극기판, 및 상기 제1 전극기판 및 제2 전극기판 사이에 위치하는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이를 포함하고, 외부의 물리력에 의해 제1 전극기판 또는 제2 전극기판이 회전하면서 상기 제1 전극기판 또는 제2 전극기판의 전극 부분과 상기 전도성 유체가 맞닿은 접촉면적의 변화를 이용하여 에너지를 수집하는 REWOD 발전부; 및 상기 REWOD 발전부의 제1 전극기판 또는 제2 전극기판과 연결되어 외부의 물리력을 상기 제1 전극기판 또는 제2 전극기판에 전달하되, 진동 에너지를 회전 에너지로 변환하여 전달하는 진동-회전 변환부를 포함할 수 있다.
- [24] 상기 진동-회전 변환부는 슬라이드-크랭크 구조를 포함할 수 있다.
- [25] 상기 진동-회전 변환부는, 외부의 물리력에 의해 진동하는 진동부재; 상기 진동부재에 연결되고 상기 진동부재로부터 전달된 진동에너지를 감쇠시키는 에너지 감쇠부재; 상기 에너지 감쇠부재에 연결되고, 상기 감쇠된 진동에너지를 전달받아 진동하는 탄성부재; 일단이 상기 탄성부재에 연결된 연결부재; 및 상기 연결부재의 타단에 연결되고, 상기 연결부재에 의해 회전하되, 회전에너지를 상기 REWOD 발전부의 제1 전극기판 또는 제2 전극기판에 전달하는 회전전달부재를 포함할 수 있다.
- [26] 상기 REWOD 발전부는, 상부면에 위치하는 복수개의 홈들을 포함하는 제1 전극기판; 상기 제1 전극기판 상에 형성된 제1 유전체 박막; 상부에 제1 유전체 박막이 형성된 제1 전극기판 상에 상기 홈들의 위치에 대응하여 배치되는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이; 및 상기 전도성 유체 어레이가 배치된 제1 전극기판 상에 회전 가능하도록 설치되되, 하부면에 제2 유전체 박막이 형성된 제2 전극기판을 포함하고, 상기 제2 전극기판의 중심부에 상기 회전전달부의 회전축이 결합될 수 있다.
- [27] 상기 홈들은 닳 형태 또는 채널 형태인 것을 특징으로 한다.
- [28] 상기 홈들은 방사형으로 서로 이격되어 배열된 것을 특징으로 한다.
- [29] 상기 홈들은 상기 전도성 유체의 위치 이탈을 방지하는 것을 특징으로 한다.
- [30] 상기 전도성 유체는 액적 또는 채널 형태인 것을 특징으로 한다.
- [31] 상기 전도성 유체는 액체 금속 갈린스탄, NaCl, LiCl, NaNO₃, Na₂SiO₃, AlCl₃

-NaCl, LiCl-KCl, KCl, Na, NaOH, H₂SO₄, CH₃COOH, HF, CuSO₄, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜 및 AgCl 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[32] 상기 제2 전극기판은 가지 형태인 것을 특징으로 한다.

[33] 상기 제2 전극기판은 가지 형태의 전극 영역 및 상기 전극 영역 이외의 비전도성 영역을 포함할 수 있다.

[34] 또한, 본 발명은 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈을 제공하며, 이는: 상호간의 간격이 변경가능하도록 배치된 상부 및 하부 전극기판; 상기 상부 전극기판과 상기 하부 전극기판 사이에 배치되는 하나 이상의 전도성 유체 액적; 상기 상부 및 하부 전극기판에 있어서 상기 전도성 유체 액적 측의 면에 각각 형성된 제1 및 제2 유전체층; 및 상기 제1 또는 제2 유전체층 상에 배열된 소수성의 돌출 나노-마이크로 구조들;을 포함한다.

[35] 여기서, 상기 제1 또는 제2 유전체층은 소수성이거나, 표면에 소수성막을 가지는 것일 수 있다.

[36] 상기 돌출형 나노-마이크로 구조는 초발수체로 이루어진 것일 수 있다.

[37] 상기 유전체층은 5 nm 내지 5 mm일 수 있다.

[38] 상기 유전체층은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 탄탈륨 산화물, 티타늄 산화물, 알루미늄 산화물, 티탄산 바륨, 유리, 파릴렌, 테플론 또는 PDMS를 포함하는 물질로 형성된 것일 수 있다.

[39] 상기 하나 이상의 전도성 유체 액적은 이온성 액체 또는 액체 금속일 수 있다.

[40] 상기 하나 이상의 전도성 유체 액적 각각은 1 μ m 내지 5 cm의 지름을 가지는 것일 수 있다.

[41] 상기 제1 및 제2 유전체층 또는 상기 소수성막에 있어서 상기 하나 이상의 전도성 유체 액적 각각이 접촉하는 부위는 상기 전도성 유체 액적의 이탈을 방지하도록 오목한 홈 구조가 형성될 수 있다.

[42] 상기 상부 전극기판 위에는 커버부재가 더 배치될 수 있다.

[43] 상기 상부 전극기판과 상기 하부 전극기판 사이의 간격 유지를 위한 탄성 분리막이 배치될 수 있다.

발명의 효과

[44] 본 발명에 따르면, 극한 진동 및 회전 환경에서 보다 유연한 적용이 가능하고, 보조 전력 장치 등으로 이용되어 전력 공급에 기여할 수 있는 REWOD 발전장치를 제공할 수 있다.

[45] 또한, 진동-회전 변환 장치를 통해 보다 고효율 환경으로 변환하여 고효율 발전이 가능한 REWOD 발전장치를 제공할 수 있다.

[46] 또한, 본 발명에 따르면, 초발수체(super hydrophobic material) 나노-마이크로 구조를 이용함으로써 전도성 유체 액적과 기판과의 접촉각을 최대화시킴으로써, 진동에 의한 압축과 복원 과정에서 액적과 기판과의 접촉면적의 변화를 최대화할 수 있다. 이를테면, 나노 콘(nano cone), 나노

필러(nano pillar), 나노 메쉬, 나노 파이버, 등의 나노-마이크로 구조 또는 초발수체 나노-마이크로 구조로 형성하면 접촉 각도가 150° 이상이 가능하게 되는데, 이를 통해 진동에 의한 압축과 복원 시에 접촉 면적의 변화가 극대화 되고, REWOD 발전 모듈의 성능 향상을 가져올 수 있다. 나아가, 본 발명의 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈은 액적이 정위치에서 이탈하지 않을 뿐 아니라 모듈 전체적으로 안정적인 구조를 가진다.

- [47] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [48] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치의 개략사시도이다.
 [49] 도 2는 도 1의 절단선 A-A'에 따라 취해진 단면도이다.
 [50] 도 3은 진동-회전 변환부의 개략사시도이다.
 [51] 도 4는 REWOD 발전부의 개략사시도이다.
 [52] 도 5는 진동형 REWOD 발전부의 에너지 수집 원리를 설명하기 위한 개념도들이다.
 [53] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발전장치의 동작설명도이다.
 [54] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치의 개략사시도이다.
 [55] 도 8은 도 7의 절단선 B-B'에 따라 취해진 단면도이다.
 [56] 도 9는 REWOD 발전부의 개략사시도이다.
 [57] 도 10은 REWOD 발전부의 분해 사시도이다.
 [58] 도 11은 회전형 REWOD 발전부의 에너지 수집 원리를 설명하기 위한 개념도들이다.
 [59] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발전장치의 동작설명도이다.
 [60] 도 13은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈을 도시한 사시도이다.
 [61] 도 14은 도 13의 단면도이다.
 [62] 도 15는 도 13의 분해사시도이다.
 [63] 도 16은 도 13에 도시한 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈에 채용된 나노-마이크로 구조가 포함하는 하부 구조를 보여주는 도면이다.
 [64] 도 17은 본 발명의 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈에 채용되는 나노-마이크로 구조의 예로서 나노 콘에 대한 FE-SEM 사진이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [65] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [66] 본 발명이 여러 가지 수정 및 변형을 허용하면서도, 그 특정 실시예들이 도면들로 예시되어 나타내어지며, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 본

발명을 개시된 특별한 형태로 한정하려는 의도는 아니며, 오히려 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 본 발명의 사상과 합치되는 모든 수정, 균등 및 대용을 포함한다.

[67] 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 구성요소 "상(on)"에 존재하는 것으로 언급될 때, 이것은 직접적으로 다른 요소 상에 존재하거나 또는 그 사이에 중간 요소가 존재할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[68] 비록 제1, 제2 등의 용어가 여러 가지 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들은 이러한 용어에 의해 한정되어서는 안 된다는 것을 이해할 것이다.

[69]

[70] 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치를 설명한다.

[71] 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치는 에너지를 수집하는 REWOD 발전부 및 진동-회전 변환부를 포함한다.

[72] REWOD 발전부는 진동에너지를 수집하는 진동형 REWOD 발전부 또는 회전에너지를 수집하는 회전형 REWOD 발전부일 수 있다.

[73] 이러한 REWOD 발전부의 종류에 따라 진동-회전 변환부는 진동에너지를 회전에너지로 변환하거나 회전에너지를 진동에너지로 변환하는 역할을 한다. 이때의 진동-회전 변환부는 슬라이드-크랭크(Slide-Crank) 구조를 포함하고, 이러한 슬라이드-크랭크 구조에 의해 진동에너지를 회전에너지로 변환하거나 회전에너지를 진동에너지로 변환할 수 있다.

[74]

[75] 먼저, REWOD 발전부가 진동형인 경우를 설명한다.

[76] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치의 개략사시도이다.

[77] 도 2는 도 1의 절단선 A-A'에 따라 취해진 단면도이다.

[78] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치는 에너지를 수집하는 REWOD 발전부(20) 및 진동-회전 변환부(10)를 포함한다.

[79] REWOD 발전부(20)는 제1 전극기판(210), 제2 전극기판(230) 및 상기 제1 전극기판(210) 및 제2 전극기판(230) 사이에 위치하는 전도성 유체들(221)을 포함하는 전도성 유체 어레이(220)를 포함할 수 있다. 이때, 외부의 물리력에 의해 제1 전극기판(210) 또는 제2 전극기판(230)이 진동하면서 상기 제1 전극기판(210) 또는 제2 전극기판(230)의 전극 부분과 상기 전도성 유체(221)가 맞닿은 접촉면적의 변화를 이용하여 에너지를 수집하게 된다.

[80] 진동-회전 변환부(10)는 상기 REWOD 발전부(20)의 제1 전극기판(210) 또는 제2 전극기판(230)과 연결되어 외부의 물리력을 상기 제1 전극기판(210) 또는 제2 전극기판(230)에 전달하되, 회전 에너지를 진동 에너지로 변환하여 전달한다.

[81] 따라서, 외부의 물리력이 회전 운동하는 회전 에너지인 경우, 진동-회전

변환부를 이용하여 회전 에너지를 진동 에너지로 변환시킴으로써, 이러한 환경에서 회전형 REWOD 발전부를 직접 이용하여 에너지를 수집하는 방법 이외에도, 필요에 따라 진동형 REWOD 발전부를 이용하여 에너지를 수집할 수 있게 된다.

[82] 또한, 진동-회전 변환부(10)는 변환된 진동에너지를 감쇠시키는 에너지 감쇠부(140)를 더 포함할 수 있다. 따라서, 상기 진동-회전 변환부(10)는 회전 에너지를 진동에너지로 변환 후 상기 변환된 에너지를 상기 에너지 감쇠부에 의해 감쇠시키고, 감쇠된 진동에너지를 상기 제1 전극기관(210) 또는 제2 전극기관(230)에 전달할 수 있다.

[83] 따라서, 극한의 회전 환경의 경우, 극한의 에너지를 감쇠시킴으로써, REWOD 발전부(20)가 파괴될 위험성을 줄일 수 있다. 따라서, 극한의 회전 환경에서도 에너지 수집을 가능하게 한다.

[84] 따라서, 본 발명 REWOD 발전 장치는 극한의 회전 환경에서 적용 가능한 바, 보다 유연한 적용이 가능하고, 보조 전력 장치 등으로 이용되어 전력 수급에 기여할 수 있다.

[85]

[86] 이하, 진동-회전 변환부(10)의 구성을 보다 구체적으로 설명한다.

[87] 도 3은 진동-회전 변환부(10)의 개략사시도이다.

[88] 도 1 및 도 2와 함께 도 3을 참조하면, 진동-회전 변환부(10)는 회전부재(110), 연결부재(120), 탄성부재(130), 에너지 감쇠부재(140) 및 진동전달부재(150)를 포함할 수 있다.

[89] 회전부재(110)는 외부의 물리력에 의해 회전되며, 회전에너지를 전달받게 된다. 예를 들어, 회전부재(110)는 자동차의 바퀴 축에 연결되어 외부의 물리력에 의해 회전할 수 있다. 이러한 회전부재(110)의 형상은 외부 환경에 따라 회전에너지를 전달받을 수 있도록 설정할 수 있고, 그 형상에 대하여 특별히 제한되지는 않는다.

[90] 예컨대, 이러한 회전부재(110)는 회전판(111) 및 회전판(111)의 회전중심에서 소정 거리 이격되어 위치하는 돌출부(112)를 포함할 수 있다. 한편, 돌출부(112) 대신 홈부를 포함할 수도 있다.

[91] 연결부재(120)는 일단이 이러한 회전부재(110)에 연결되고, 타단은 후술하는 탄성부재(130)에 연결된다. 이러한 연결부재(120)는 회전부재(110)가 외부의 물리력에 의해 회전운동시 탄성부재(130)가 선형운동을 하도록 연결된다.

[92] 예컨대, 이러한 연결부재(120)는 연결로드(121)를 포함할 수 있다. 연결로드(121)의 일단은 회전부재(110)의 돌출부(112)에 대응하는 홈부(123)가 구비되어, 이러한 홈부(123)에 회전부재(110)의 돌출부(112)가 끼워져 연결될 수 있다. 한편, 반대로, 회전부재(110)가 돌출부(112) 대신 홈부가 구비된 경우 연결로드(121)의 일단은 돌출부를 구비하여 상호 연결할 수 있을 것이다.

[93] 또한, 연결로드(121)의 타단은 탄성부재와 연결할 수 있도록 돌출부(122)가

구비될 수 있다.

- [94] 따라서, 회전부재(110)가 회전운동시 회전부재(110)와 연결된 연결로드(120)의 일단은 원운동을 하게 되고, 이러한 연결로드(120)에 의해 연결로드(120)의 타단에 연결된 탄성부재(130)는 선형운동을 하게 된다.
- [95] 탄성부재(130)는 연결부재(120)의 타단에 연결되고, 상기 연결부재(120)에 의해 진동한다. 즉, 연결부재(120)가 연결로드(121)인 경우, 탄성부재(130)는 연결로드(121)의 타단에 연결되고, 상기 연결로드(121)에 의해 진동한다. 따라서, 연결로드(121)에 의해 회전부재(110)의 회전에너지를 진동에너지로 변환시킴으로써, 탄성부재(130)가 진동하게 된다.
- [96] 이러한 탄성부재(130)는 코일 스프링뿐만 아니라 일정한 탄성계수를 가지는 것이면 어떠한 형태라도 채용할 수 있다.
- [97] 예를 들어, 탄성부재(130)는 스프링(131) 및, 이때의 스프링(131)의 상, 하부에 결합된 상부연결판(132) 및 하부연결판(133)을 포함할 수 있다. 따라서, 상부연결판(132)은 상부에 돌출부(134)가 구비되고 이러한 돌출부(134)에는 끼움홈이 구비될 수 있다. 따라서, 이러한 돌출부(134)의 끼움홈에 연결로드(121)의 돌출부(122)가 끼워져 연결될 수 있다. 또한, 하부연결판(133)은 후술하는 에너지 감쇠부재와 연결될 수 있다.
- [98] 에너지 감쇠부재(140)는 상기 탄성부재(130)에 연결되고, 상기 탄성부재(130)로부터 전달된 진동에너지를 감쇠시킨다.
- [99] 예를 들어, 이러한 에너지 감쇠부재(140)는 진동 에너지를 감쇠시키는 댐퍼(damper)일 수 있다. 예컨대, 에너지 감쇠부재는 유압 댐퍼일 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 공지된 다양한 댐퍼를 이용할 수 있다.
- [100] 따라서, 극한의 회전 환경의 경우, 감쇠부재(140)는 외부로부터 전달받은 에너지를 감쇠시킨 후, 감쇠된 에너지를 REWOD 발전부(20)에 전달함으로써, REWOD 발전부가 극한의 환경에 직접 연결하는 경우에 비하여 파괴의 위험을 줄여 안전성을 향상시킬 수 있다.
- [101] 진동전달부재(150)는 이러한 에너지 감쇠부재(140)에 연결되고, 상기 감쇠된 진동에너지를 상기 REWOD 발전부(20)의 제1 전극기관(210) 또는 제2 전극기관(230)에 전달한다. 도 2에서는 진동전달부재(150)가 REWOD 발전부(20)의 보호커버(250)와 결합된 구조이다. 따라서, 진동전달부재(150)는 보호커버(250)와 결합된 제2 전극기관(230)에 감쇠된 진동에너지를 전달할 수 있다.
- [102]
- [103] 이하, 진동형 REWOD 발전부의 구성에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [104] 도 4는 REWOD 발전부의 개략사시도이다.
- [105] 도 1 및 도 2와 함께 도 4를 참조하면, REWOD 발전부는 제1 전극기관(210), 제1 유전체 박막(미도시), 제1 소수성 박막(미도시), 전도성 유체 어레이(220), 제2 소수성 박막(미도시), 제2 유전체 박막(미도시) 및 제2 전극기관(230)을

포함한다.

- [106] 제1 전극기관(210)은 상부면에 위치하는 복수개의 홈들(211)을 포함한다. 이때의 홈들(2100)은 닷 형태일 수 있다. 이러한 홈들은 후술하는 전도성 유체(221)가 위치 이탈하는 것을 방지하는 역할을 한다.
- [107] 또한, 제1 유전체 박막은 제1 전극기관(210) 상에 형성되고, 이러한 제1 유전체 박막 상에 제1 소수성 박막이 형성될 수 있다. 한편, 제1 유전체 박막과 제1 소수성 박막을 제1 전극기관(210) 상에 형성할 때, 제1 전극기관(210) 상부면에 복수개의 홈들(211) 구조가 그대로 유지되도록 한다.
- [108] 이러한 제1 유전체 박막의 두께는 5 nm 내지 50 nm 일 수 있다.
- [109] 바람직하게 제1 유전체 박막의 두께를 1 μm 이하로 설정할 수 있다. 따라서, 유전체 박막의 두께를 1 μm 이하로 얇게 가져감과 동시에 치밀한 구조의 박막을 형성하여 커패시턴스를 크게 증가시킬 수 있으며 이는 곧 전력 밀도의 상승으로 이어지고 보다 고효율, 고발전량의 발전 시스템을 구축할 수 있다.
- [110] 또한, 제1 유전체 박막은 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(SiN_x), 탄탈륨산화물(Ta_2O_5), 티타늄 산화물(TiO_2), 알루미늄 산화물(Al_2O_3), 티탄산바륨(BaTiO_3), 유리(glass) 또는 파릴렌(parylene), 테플론(taflon) 또는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)과 같은 폴리머, 또는 이들 재료의 조합을 포함할 수 있다.
- [111] 이러한 제1 유전체 박막은 기상 증착법과 물리적 증착법을 이용하여 형성할 수 있다. 예를 들어, 제1 유전체 박막의 형성방법은 화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD), 원자층증착법(Atomic Layer Deposition, ALD), 스퍼터링법(Sputtering), 딥-코팅법(Dip-coating), 닥터블레이드법(Dr. blade), 스핀코팅법(Spin coating), 스크린프린팅법(Screen printing) 또는 스프레이코팅법(Spray coating)을 포함할 수 있다.
- [112] 제1 소수성 박막은 불소 중합체(fluoropolymer) 계열의 물질 또는 초발수 나노 구조체를 포함할 수 있다. 이러한 제1 소수성 박막은 액적과의 접촉각이 크기 때문에 액적과의 접촉면적을 작아지게 한다. 따라서, 외부 힘이 없을 경우 제1 전극기관(210)과 액적과의 접촉면적이 작기 때문에, 진동에 의한 제1 전극기관(210)과 액적과의 접촉면적의 변화량이 커지게 되고, 이에 따라 에너지 수집 효율이 향상된다.
- [113] 전도성 유체 어레이(220)는 상부에 제1 유전체 박막 및 제1 소수성 박막이 형성된 제1 전극기관(210) 상에 상기 홈들(211)의 위치에 대응하여 배치되는 전도성 유체들(221)을 포함할 수 있다.
- [114] 이러한 전도성 유체들(221)은 액적 형태일 수 있다. 이러한 전도성 유체 액적의 지름은 1 μm 내지 5 cm 일 수 있다.
- [115] 한편, 이러한 전도성 유체(221)는 갈륨, 인듐 및 주석의 합금인 액체 금속 갈륨스탄, NaCl, LiCl, NaNO_3 , Na_2SiO_3 , $\text{AlCl}_3\text{-NaCl}$, LiCl-KCl , KCL, Na, NaOH, H_2SO_4 , CH_3COOH , HF, CuSO_4 , 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜 및 AgCl 중 적어도

어느 하나를 포함할 수 있다.

[116] 제2 전극기관(230)은 상기 전도성 유체 어레이(220) 상에 진동 가능하도록 설치되며, 하부면에 제2 유전체 박막(미도시) 및 제2 유전체 박막의 하부에 위치하는 제2 소수성 박막(미도시)이 형성된다.

[117] 제2 유전체 박막은 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(SiN_x), 탄탈륨산화물(Ta_2O_5), 티타늄 산화물(TiO_2), 알루미늄 산화물(Al_2O_3), 티탄산바륨(BaTiO_3), 유리(glass) 또는 파릴렌(parylene), 테플론(taflon) 또는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)과 같은 폴리머, 또는 이들 재료의 조합을 포함할 수 있다.

[118] 제2 소수성 박막은 불소 중합체(fluoropolymer) 계열의 물질 또는 초발수 나노구조체를 포함할 수 있다.

[119] 또한, 제1 전극기관(210)과 상기 제2 전극기관(230) 사이를 지지하는 격벽(240)을 더 포함할 수 있다. 또한, 이러한 격벽(240)은 제1 전극기관(210) 또는 제2 전극기관(230)이 진동가능 하도록 탄성소재를 사용하는 것이 바람직하다.

[120] 또한, 이러한 격벽(240)은 REWOD 발전부의 진동 환경 적용시 과대 진폭의 경우에도 제1 전극기관(210)과 제2 전극기관(230)의 간격을 특정범위로 유지하는 역할을 한다.

[121] 이러한 제2 전극기관(210) 상에 진동-회전 변환부(10)의 진동전달부재(150)가 결합될 수 있다. 따라서, 진동전달부재(150)에 의해 전달된 진동에너지에 의해 제2 전극기관(210)이 진동하게 된다. 따라서, 제2 전극기관(210)의 진동에 따라 제2 전극기관(210)의 전극 부분과 전도성 유체가 맞닿은 접촉면적이 변화하게 되고 이러한 변화에 따른 캐패시턴스 변화를 이용하여 에너지를 수집할 수 있게 된다. 제2 전극기관(210)의 경우 기관 자체가 전극 부분일 수 있고, 경우에 따라 전극 영역과 비전도성 영역을 포함할 수도 있다.

[122] 한편, 이러한 제2 전극기관(230) 상에 보호커버(250)를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 진동전달부재(150)는 보호커버(250) 상부와 연결되어 제2 전극기관(230)에 진동에너지를 전달할 수 있다. 또한, 제1 전극기관(210)을 보호하기 위하여 제1 전극기관(210) 하부를 감싸도록 하부 보호커버(251)를 더 포함할 수 있다.

[123]

[124] 도 5는 진동형 REWOD 발전부의 에너지 수집 원리를 설명하기 위한 개념도들이다.

[125] 도 5를 참조하면, 제1 전극기관(210)과 제2 전극기관(230)에 소정의 전압을 인가시 인가된 전압에 의해 전도성 유체 액적(221)의 분극이 일어난다. 이때 액적과 기관 접촉 면적 부근으로 전하가 모이게 된다(과정1- 정상 상태).

[126] 진동에 의해 제1 전극기관(210)과 제2 전극기관(230) 사이에 압축될 경우, 이러한 진동에 의해 액적이 눌러 접촉 면적이 커지게 된다. 따라서, 접촉 면적의 증가로 전하 균형을 맞춰주기 위해 회로에서 전하가 추가로 공급된다(과정2-

압축 상태).

[127] 제1 전극기관(210)과 제2 전극기관(230) 사이의 압축이 해제될 경우, 액적이 압축 상태에서 회복되며 기관과 액적의 접촉면적이 다시 작아지게 된다. 따라서, 접촉 면적의 감소로 전하 균형을 맞춰 주기 위해 전하가 다시 회로로 돌아간다(과정3- 회복 상태). 따라서, 이렇게 회로로 다시 돌아가는 전하를 포집하여 전력을 생산할 수 있다.

[128]

[129] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발전장치의 동작설명도이다. 이러한 REWOD 발전장치는 진동-회전 변환부와 진동형 REWOD 발전부를 포함하는 경우이다.

[130] 도 6을 참조하면, 외부 환경에 의해 회전이 발생한다. 그 다음에 슬라이드-크랭크 구조에 의해 회전운동이 진동운동으로 변환된다.

[131] 그 다음에, 댐퍼(damper)에 의한 감쇠 진동운동을 한다.

[132] 그리고, 변환/감소된 진동 운동에 의해 진동형 REWOD 발전장치가 작동하게 된다.

[133]

[134] 그 다음에, REWOD 발전부가 회전형인 경우를 설명한다.

[135] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치의 개략사시도이다.

[136] 도 8은 도 7의 절단선 B-B'에 따라 취해진 단면도이다.

[137] 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발생장치는 에너지를 수집하는 REWOD 발전부(40) 및 진동-회전 변환부(30)를 포함한다.

[138] REWOD 발전부(40)에 대하여 후술하는 도 9를 함께 참조하면, REWOD 발전부(40)는 제1 전극기관(410), 제2 전극기관(430) 및 상기 제1 전극기관(410) 및 제2 전극기관(430) 사이에 위치하는 전도성 유체들(421)을 포함하는 전도성 유체 어레이(420)를 포함할 수 있다. 이때, 외부의 물리력에 의해 제1 전극기관(410) 또는 제2 전극기관(430)이 회전하면서 상기 제1 전극기관(410) 또는 제2 전극기관(430)의 전극 부분과 상기 전도성 유체가 맞닿은 접촉면적의 변화를 이용하여 에너지를 수집하게 된다.

[139] 진동-회전 변환부(30)는 상기 REWOD 발전부(40)의 제1 전극기관(410) 또는 제2 전극기관(430)과 연결되어 외부의 물리력을 상기 제1 전극기관(410) 또는 제2 전극기관(430)에 전달하되, 진동 에너지를 회전 에너지로 변환하여 전달한다.

[140] 따라서, 외부의 물리력이 진동 운동하는 진동 에너지인 경우, 진동-회전 변환부를 이용하여 진동 에너지를 회전 에너지로 변환시킴으로써, 이러한 환경에서 진동형 REWOD 발전부를 직접 이용하여 에너지를 수집하는 방법 이외에도, 필요에 따라 회전형 REWOD 발전부를 이용하여 에너지를 수집할 수 있게 된다.

[141] 또한, 진동-회전 변환부(30)는 외부의 진동 에너지를 감쇠시키는 에너지

- 감쇠부재(320)를 더 포함할 수 있다. 이 경우 진동-회전 변환부(30)는 에너지 감쇠부재(320)에 의해 외부의 진동 에너지를 감쇠시킨 후, 감쇠된 진동에너지로 회전에너지로 변환시켜 REWOD 발전부에 감쇠된 회전에너지를 전달할 수 있다.
- [142] 따라서, 극한의 진동 환경의 경우, 극한의 에너지를 감쇠시킴으로써, REWOD 발전부(20)가 파괴될 위험성을 줄일 수 있다. 따라서, 극한의 진동 환경에서도 에너지 수집을 가능하게 한다.
- [143] 따라서, 본 발명 REWOD 발전 장치는 극한의 진동 환경에서 적용 가능한 바, 보다 유연한 적용이 가능하고, 보조 전력 장치 등으로 이용되어 전력 수급에 기여할 수 있다.
- [144]
- [145] 이하, 진동-회전 변환부(30)의 구성을 보다 구체적으로 설명한다.
- [146] 도 7 및 8을 참조하면, 진동-회전 변환부(30)는 진동부재(310), 에너지 감쇠부재(320), 탄성부재(330), 연결부재(340) 및 회전전달부재(350)를 포함할 수 있다.
- [147] 진동부재(310)는 외부의 물리력에 의해 진동되며, 진동에너지를 전달받게 된다. 이러한 진동부재(310)의 형상은 외부 환경에 따라 진동에너지를 전달받을 수 있도록 설정할 수 있고, 그 형상에 대하여 특별히 제한되지는 않는다.
- [148] 예를 들어, 이러한 진동부재(310)는 판 형태 일수 있다.
- [149] 에너지 감쇠부재(320)는 진동부재(310)에 연결되고 상기 진동부재(310)로부터 전달된 진동에너지를 감쇠시킨다.
- [150] 예를 들어, 이러한 에너지 감쇠부재(320)는 진동 에너지를 감쇠시키는 댐퍼(damper)일 수 있다. 예컨대, 에너지 감쇠부재(320)는 유압 댐퍼일 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 공지된 다양한 댐퍼를 이용할 수 있다. 따라서, 댐퍼의 구체적인 설명에 대하여는 생략한다.
- [151] 일 예로, 이러한 댐퍼의 동작에 대하여 간략하게 설명하면, 도 8에 도시된 바와 같이 에너지 감쇠부재(320)가 유압 댐퍼인 경우를 설명한다. 외부 진동에너지에 의해, 진동부재(310)가 진동하고, 이러한 진동부재(310)에 연결된 유압 댐퍼의 중심축(321)이 반복운동(점선 화살표)을 하게 된다. 이 때 유체가 개구부(322)를 통해 이동하며(실선 화살표), 이 때 발생하는 유체의 저항에 의해 감쇠가 발생할 수 있다.
- [152] 따라서, 극한의 진동 환경의 경우, 에너지 감쇠부재(320)에 의해 외부로부터 전달받은 에너지를 감쇠시키고, 이렇게 감쇠된 에너지를 진동에너지로 변환하여 REWOD 발전부에 전달함으로써, REWOD 발전부가 극한의 환경에 직접 연결하는 경우에 비하여 파괴의 위험을 줄일 수 있는 바, 안전성을 보다 향상시킬 수 있다.
- [153] 탄성부재(330)는 상기 에너지 감쇠부재(320)에 연결되고, 감쇠된 진동에너지를 전달받아 진동한다.
- [154] 이러한 탄성부재(330)는 코일 스프링뿐만 아니라 일정한 탄성계수를 가지는

것이면 어떠한 형태라도 채용할 수 있다.

- [155] 예를 들어, 탄성부재(330)는 스프링(331) 및, 이때의 스프링(331)의 상, 하부에 결합된 상부연결판(332) 및 하부연결판(333)을 포함할 수 있다. 따라서, 또한, 하부연결판(333)은 에너지 감쇠부재(320)와 연결될 수 있다. 또한, 상부연결판(332)은 상부에 돌출부(334)가 구비되고 이러한 돌출부(334)에는 끼움홈이 구비될 수 있다. 따라서, 이러한 돌출부(334)의 끼움홈에 후술하는 연결로드(341)의 돌출부(342)가 끼워져 연결될 수 있다.
- [156] 연결부재(350)는 일단이 이러한 탄성부재(330)에 연결되고, 타단은 후술하는 회전전달부재(350)에 연결된다. 이러한 연결부재(350)는 탄성부재(330)가 진동운동시 회전전달부재(350)가 회전운동을 하도록 연결된다.
- [157] 예컨대, 이러한 연결부재(340)는 연결로드(341)를 포함할 수 있다. 연결로드(310)의 일단은 돌출부(342)가 구비되어 탄성부재(330)의 상부연결판(332) 상에 구비된 돌출부(334)의 연결홈에 끼워져 연결될 수 있다. 따라서, 연결로드(341)는 탄성부재(330)로부터 진동에너지를 전달받을 수 있다.
- [158] 또한, 연결로드(341)의 타단은 후술하는 회전전달부재(350)의 돌출부(352)에 대응하는 홈부가 구비되어, 회전전달부(350)와 연결될 수 있다.
- [159] 회전전달부재(350)는 연결부재(340)에 의해 감쇠된 회전에너지를 전달받아 REWOD 발전부(40)에 이러한 감쇠된 회전에너지를 전달할 수 있다.
- [160] 이러한 회전전달부재(350)는 회전판(351), 회전판(351) 일면의 회전중심에서 소정 거리 이격되어 위치하는 돌출부(352) 및 회전판(351) 일면의 반대면의 회전중심에 위치하는 회전축(353)을 포함할 수 있다. 한편, 돌출부(352) 대신 홈부를 포함할 수도 있다. 또한, 이러한 회전축(353)은 REWOD 발전부(40)의 제1 전극기관(410) 또는 제2 전극기관(430)에 연결될 수 있다.
- [161] 따라서, 탄성부재(330)가 진동운동시 연결부재(340)에 의해 회전전달부재(350)는 회전운동을 하게 되고, 이러한 회전에너지를 REWOD 발전부(40)의 제1 전극기관(410) 또는 제2 전극기관(430)에 전달한다.
- [162]
- [163] 이하, 회전형 REWOD 발전부의 구성에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [164] 도 9는 REWOD 발전부의 개략사시도이다. 또한, 도 10은 REWOD 발전부의 분해 사시도이다.
- [165] 도 7 및 도 8과 함께 도 9 및 도 10을 참조하면, REWOD 발전부(40)는 제1 전극기관(410), 제1 유전체 박막(미도시), 전도성 유체 어레이(420), 제2 유전체 박막(미도시) 및 제2 전극기관(430)을 포함한다.
- [166] 제1 전극기관(410)은 상부면에 위치하는 복수개의 홈들(411)을 포함할 수 있다.
- [167] 상기 홈들(411)은 방사형으로 서로 이격되어 배열될 수 있다. 이때의 홈들(411)은 닳 형태 또는 채널 형태일 수 있다. 이하 닳 형태의 홈을 예로 설명한다.
- [168] 따라서, 후술하는 전도성 유체들(421)은 이러한 홈들(411)의 위치에 대응하여

배치된다. 따라서, 이러한 홈들(411)은 배치되는 전도성 유체들(421)의 위치 이탈을 방지하는 역할을 한다.

- [169] 또한, 이러한 제1 전극기관(410)은 중심부에 관통공(412)을 더 포함될 수 있다. 이러한 관통공(412)은 회전전달부재(350)의 회전축(353)과 제2 전극기관(430)을 연결하는 통로 역할을 할 수 있다.
- [170] 또한, 이러한 제1 전극기관(410) 상에는 제1 유전체 박막이 형성된다. 이러한 제1 유전체 박막의 두께는 5 nm 내지 50 nm 일 수 있다.
- [171] 바람직하게 제1 유전체 박막의 두께를 1 μm 이하로 설정할 수 있다. 따라서, 유전체 박막의 두께를 1 μm 이하로 얇게 가져감과 동시에 치밀한 구조의 박막을 형성하여 커패시턴스를 크게 증가시킬 수 있으며 이는 곧 전력 밀도의 상승으로 이어지고 보다 고효율, 고발전량의 발전 시스템을 구축할 수 있다.
- [172] 또한, 제1 유전체 박막은 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(SiN_x), 탄탈륨산화물(Ta_2O_5), 티타늄 산화물(TiO_2), 알루미늄 산화물(Al_2O_3), 티탄산바륨(BaTiO_3), 유리(glass) 또는 파릴렌(parylene), 테플론(taflon) 또는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)과 같은 폴리머, 또는 이들 재료의 조합을 포함할 수 있다.
- [173] 이러한 제1 유전체 박막은 기상 증착법과 물리적 증착법을 이용하여 형성할 수 있다. 예를 들어, 제1 유전체 박막의 형성방법은 화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD), 원자층증착법(Atomic Layer Deposition, ALD), 스퍼터링법(Sputtering), 딥-코팅법(Dip-coating), 닥터블레이드법(Dr. blade), 스펀코팅법(Spin coating), 스크린프린팅법(Screen printing) 또는 스프레이코팅법(Spray coating)을 포함할 수 있다.
- [174] 전도성 유체 어레이(420)는 상부에 제1 유전체 박막이 형성된 제1 전극기관(410) 상에 상기 홈들(411)의 위치에 대응하여 배치되는 전도성 유체들(421)을 포함할 수 있다.
- [175] 이러한 전도성 유체들(421)은 액적 또는 채널 형태일 수 있다. 바람직하게 홈들(411)의 형태가 닳 형태인 경우 전도성 유체도 액적 형태로 형성하고, 홈들(411)의 형태가 채널 형태인 경우 전도성 유체도 채널 형태로 형성하여 대응 배치하는 것이 바람직하다.
- [176] 따라서, 도 10과 같이 홈들(411)이 닳 형태인 경우, 전도성 유체들(411)은 액적 형태인 전도성 유체 액적으로 선택하는 것이 바람직하다. 이러한 전도성 유체 액적의 지름은 1 μm 내지 5 cm 일 수 있다.
- [177] 한편, 이러한 전도성 유체는 갈륨, 인듐 및 주석의 합금인 액체 금속 갈린스탄, NaCl, LiCl, NaNO_3 , Na_2SiO_3 , AlCl_3 -NaCl, LiCl-KCl, KCL, Na, NaOH, H_2SO_4 , CH_3COOH , HF, CuSO_4 , 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜 및 AgCl 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [178] 제2 전극기관(430)은 상기 전도성 유체 어레이(420)가 배치된 제1 전극기관(410) 상에 회전 가능하도록 설치된다. 예를 들어, 제2 전극기관(430)의

중심부에 회전전달부(350)의 회전축(353)이 결합되어 회전할 수 있다.

- [179] 또한, 이러한 제2 전극기관(430)은 전도성 유체 어레이와 맞닿도록 설치될 수 있다.
- [180] 따라서, 외부의 물리력에 의해 상기 제2 전극기관(430)이 회전하면서 상기 제2 전극기관(430)의 전극 부분과 상기 전도성 유체들(421) 예컨대, 전도성 유체 액적이 맞닿은 접촉면적의 변화를 이용하여 에너지를 수집할 수 있다.
- [181] 예를 들어, 제2 전극기관(430)은 가지 형태의 전극 영역(431) 및 상기 전극 영역 이외의 비전도성 영역(432)을 포함할 수 있다. 이때의 전극 영역(431)은 전도성 물질을 포함할 수 있다. 예컨대, 이러한 전도성 물질은 ITO, IGO, 크롬, 알루미늄, IZO(Indium Zinc Oxide), IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide), ZnO, ZnO₂ 또는 TiO₂ 중 적어도 어느 하나를 포함하는 무기물질이거나 알루미늄, 철 또는 구리 중 적어도 어느 하나를 포함하는 금속물질이거나 페도트(PEDOT, polyethylenedioxythiophene), 탄소나노튜브(CNT, Carbon nanotube), 그래핀(graphene), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리티오펜(Polythiophene, PT), 폴리피롤(Polypyrrole), 폴리파라페닐렌(polyparaphenylene, PPV), 폴리아닐린(Polyaniline), 폴리설파니트라이드(polysulfur nitride) 또는 폴리파라페닐렌비닐렌(polyparaphenylenevinylene) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 유기물질일 수 있다. 또한, 이때의 비전도성 영역(432)은 비전도성 물질을 포함할 수 있다.
- [182] 따라서, 제2 전극기관(430)을 회전시킬 경우, 제2 전극기관(430)의 전극 영역(431) 부분과 전도성 유체(421)가 맞닿은 접촉면적이 변화하게 되며, 이러한 변화에 따라 캐패시턴스 변화에 의해 에너지를 수집할 수 있다.
- [183] 이러한 제2 전극기관(430)의 다른 예로서, 제2 전극기관(430) 자체가 가지 형태일 수도 있다. 이 경우, 제2 전극기관(430) 전체가 전극 물질로 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 가지 형태의 기관의 경우, 기관 자체가 전극 역할을 하게 되며, 기관의 회전에 따라 이러한 기관과 상기 전도성 유체(421)가 맞닿은 접촉면적이 변화하게 되고 이러한 변화에 따른 캐패시턴스 변화를 이용하여 에너지를 수집할 수 있게 된다.
- [184] 또한, 이러한 제2 전극기관(430)의 하부면에는 제2 유전체 박막(미도시)이 형성된다. 따라서, 제2 유전체 박막이 전도성 유체 어레이(200)와 맞닿게 될 것이다.
- [185] 이러한 제2 유전체 박막의 두께는 5 nm 내지 50 nm 일 수 있다. 바람직하게 제2 유전체 박막의 두께를 1 μ m 이하로 설정할 수 있다. 따라서, 제2 유전체 박막의 두께를 1 μ m 이하로 얇게 가져감과 동시에 치밀한 구조의 박막을 형성하여 커패시턴스를 크게 증가시킬 수 있으며 이는 곧 전력 밀도의 상승으로 이어지고 보다 고효율, 고발전량의 발전 시스템을 구축할 수 있다.
- [186] 또한, 제2 유전체 박막은 실리콘 산화물(SiO_x), 실리콘 질화물(SiN_x), 탄탈륨산화물(Ta₂O₅), 티타늄 산화물(TiO₂), 알루미늄 산화물(Al₂O₃),

티탄산바륨(BaTiO_3), 유리(glass) 또는 파릴렌(parylene), 테플론(taflon) 또는 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane, PDMS)과 같은 폴리머, 또는 이들 재료의 조합을 포함할 수 있다.

- [187] 이러한 제2 유전체 박막은 기상 증착법과 물리적 증착법을 이용하여 형성할 수 있다. 예를 들어, 제2 유전체 박막의 형성방법은 화학기상증착법, 원자층증착법, 스퍼터링법, 딥-코팅법, 닥터블레이드법, 스핀코팅법, 스크린프린팅법 또는 스프레이코팅법을 포함할 수 있다.
- [188] 보호커버(440)는 제2 전극기관(430) 상에 위치할 수 있다. 예를 들어, 이러한 보호커버(440)는 제1 전극기관(410)에 결합 지지되어, 제1 전극기관(410) 상에 위치하는 전도성 유체 어레이(420) 및 제2 전극기관(430)을 커버할 수 있다.
- [189] 따라서, 이러한 보호커버(440)는 제2 전극기관(430)의 회전시에 발생할 수 있는 상기 제2 전극기관(430)의 이탈 및 기계적 파손을 방지할 수 있다.
- [190] 또한, 이러한 보호커버(440)는 경우에 따라 제1 전극기관(440)의 하부까지 감싸도록 형성됨으로써, 제2 전극기관(440)까지 함께 보호할 수도 있다.
- [191] 한편, 전도성 유체 어레이(420)의 위치 고정을 위하여 제1 전극기관(410) 및 제2 전극기관(430) 사이의 공간에 아르곤 가스와 같은 비활성 가스를 충전시킬 수 있다.
- [192]
- [193] 도 11은 회전형 REWOD 발전부의 에너지 수집 원리를 설명하기 위한 개념도들이다.
- [194] 도 11을 참조하면, 상부에 전도성 유체 액적(421)이 위치하는 제1 전극기관(410)은 고정된 상태에서, 전도성 유체 액적(421) 상에 위치하는 제2 전극기관(430)을 회전시키게 된다.
- [195] 먼저, 제2 전극기관(430)이 회전하면서 제2 전극기관(430)의 전극 영역(431) 부분과 제1 전극기관(410) 상에 위치하는 전도성 유체 액적(410)과 맞닿기 시작한다. 이렇게 맞닿은 면적 부근으로 전하가 모이게 된다(과정1- 접촉 시작).
- [196] 그 다음에, 제2 전극기관(430)이 계속하여 회전하면서 제2 전극기관(430)의 전극 영역(431) 부분과 전도성 유체 액적(421)의 접촉 면적이 최대가 된다. 이렇게 접촉 면적의 증가에 따라, 전하 균형을 맞춰 주기 위하여 회로에서 전하가 추가로 공급된다(과정 2- 접촉 면적 최대 상태).
- [197] 그 다음에, 제2 전극기관(430)이 좀 더 회전하면서 제2 전극기관(430)의 전극 영역(431) 부분이 전도성 유체 액적(421)을 지나가게 되고, 제2 전극기관(430)의 전극 영역(431) 부분과 전도성 유체 액적(421)의 접촉 면적은 다시 감소하게 된다(과정 3-접촉 마무리 상태). 따라서, 접촉 면적의 감소로 전하 균형을 맞추주기 위하여 전하가 다시 회로로 돌아간다.
- [198] 따라서, 이렇게 회로로 다시 돌아가는 전하를 포집하여 전력을 생산할 수 있다.
- [199]
- [200] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 REWOD 발전장치의 동작설명도이다.

이러한 REWOD 발전장치는 진동-회전 변환부와 회전형 REWOD 발전부를 포함하는 경우이다.

- [201] 도 12를 참조하면, 외부 환경에 의해 진동이 발생한다. 그 다음에, 댐퍼(damper)에 의한 감쇠 진동운동을 한다.
- [202] 그 다음에, 슬라이드-크랭크 구조에 의해 진동운동이 회전운동으로 변환된다.
- [203] 그리고, 변환/감소된 회전 운동에 의해 회전형 REWOD 발전장치가 작동하게 된다.
- [204]
- [205] 본 발명에 따르면, 극한 진동 및 회전 환경에서 보다 유연한 적용이 가능하고, 보조 전력 장치 등으로 이용되어 전력 수급에 기여할 수 있는 REWOD 발전장치를 제공할 수 있다.
- [206] 또한, 진동-회전 변환 장치를 통해 보다 고효율 환경으로 변환하여 고효율 발전이 가능한 REWOD 발전장치를 제공할 수 있다.
- [207]
- [208] 도 13은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈을 도시한 사시도이다. 도 14는 도 13의 단면도이다. 도 15는 도 13의 분해사시도이다. 도 16는 도 13에 도시한 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈에 채용된 나노-마이크로 구조가 포함하는 하부 구조를 보여주는 도면이다. 도 17은 본 발명의 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈에 채용되는 나노-마이크로 구조의 예로서 나노 콘에 대한 FE-SEM 사진이다.
- [209] 도 13 내지 17을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈은 상호간의 간격이 변경가능하도록 배치된 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52)을 포함한다. 이들 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52)의 사이에는 하나 이상의 전도성 유체 액적(53)이 배치된다. 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52)에 있어서, 전도성 유체 액적(53) 측의 면, 즉 상부 전극기관(51)의 하면과 하부 전극기관(52)의 상면에는 각각 제1유전체층(54)과 제2유전체층(55)이 배치된다. 본 발명의 역 전기습윤 발전 모듈에서 제1유전체층(54) 또는 제2유전체층(55) 상에는 소수성의 돌출 나노-마이크로 구조(561)들이 배열된다. 이와 같은 나노-마이크로 구조(561)들은 후술되는 바와 같이 제1유전체층(54) 또는 제2유전체층 상에 형성된 소수성막(56)에 배치되거나, 제1유전체층(54) 또는 제2유전체층(55)을 소수성으로 형성하고, 그 위에 배치될 수 있다.
- [210] 이상과 같은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈은, 도 5에서 나타낸 바와 같이, 정상 상태(과정 1)에서 나노-마이크로 구조들에 의해 액적과 기관의 접촉 각도가 최대가 됨으로써 진동에 의한 압축 회복 과정에서 접촉면적의 변화가 최대화될 수 있다.
- [211] 구체적으로, 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52)은 Pt, Pd, Ru, Ag, Au, Al, Ni과 같은 금속, 고분자, 또는 유리와 같이 전극으로 사용될 수 있는 물질이

적용될 수 있다.

- [212] 제1유전체층(54)과 제2유전체층(55)은 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52)의 하면과 상면 상에 각각 배치된다. 이들은 예컨대, 5 nm 내지 5 μ m일 수 있다. 참고적으로, 이해의 편의를 위해 도 13과 도 15에서는 일부 요소들을 투명하도록 도시하였다. 또한 도 15의 경우에 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52) 상에 형성된 제1유전체층(54)과 제2유전체층(55)을 별도로 표시하지 않았다.
- [213] 바람직한 실시예에서 제1유전체층(54)과 제2유전체층(55)은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 탄탈륨 산화물, 티타늄 산화물, 알루미늄 산화물, 티탄산 바륨, 유리, 파릴렌, 테플론 또는 PDMS를 포함하는 물질로 형성된 것일 수 있다.
- [214] 제1유전체층(54) 또는 제2유전체층(55) 상에는 소수성막(56)이 배치될 수 있다. 도시한 예에서는 하부 전극기관(52)에 배치된 제2유전체층(55) 상에 소수성막(56)이 배치된 것을 보여준다.
- [215] 도시한 예에서 소수성막(56)에는 다수개의 돌출 나노-마이크로 구조(561)가 예를 들어 초발수체로 형성된다. 이러한 돌출 나노-마이크로 구조(561)들은 나노 리소그래피 및 패터닝을 이용하여 형성할 수 있다. 적용될 수 있는 대표적인 소수성 물질은 fluoropolymer 계열이지만, 그에 한정되는 것은 아니다.
- [216] 이들 다수개의 소수성 돌출 나노-마이크로 구조(561)들은 전도성 유체 액적(53)의 접촉 각도를 150°이상으로 높일 수 있다.
- [217] 돌출 나노-마이크로 구조(561)들은 나노 콘, 나노필러, 나노메쉬 또는 나노파이버 등일 수 있고, 그 형상에는 특별한 제약이 있는 것이 아니다.
- [218] 다른 예로서, 제1유전체층(54) 또는 제2유전체층(55)이 소수성 재료로 형성될 수 있고, 이 경우에는 돌출 나노-마이크로 구조(561)를 제1유전체층(54) 또는 제2유전체층(55)에 형성하거나, 그 위에 나노-마이크로 구조(561)들을 형성할 수 있다.
- [219] 이상과 같은 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52) 사이에는 하나 이상의 전도성 유체 액적(53)이 배치된다. 따라서 하나 이상의 전도성 유체 액적(53)은 유전체층, 소수성막(56), 또는 돌출 나노-마이크로 구조(561)에 접한다. 특히, 하부 전극기관(52)에 배치된 초발수체의 돌출 나노-마이크로 구조(561)들에 의해 진동 압축이 이루어지기 전의 정상상태에서 각각의 액적(53)들은 큰 접촉 각도를 가지게 된다. 결과적으로, 정상상태와 압축상태가 반복될 때 각각의 액적(53)들의 접촉면적의 변화가 기존 모듈 보다 커지게 된다.
- [220] 하나 이상의 전도성 유체 액적은 이온성 액체 또는 액체 금속일 수 있다. 또한 하나 이상의 전도성 유체 액적 각각은 1 μ m 내지 5 cm의 지름을 가질 수 있다.
- [221] 바람직하게는 제1 및 제2유전체층(54, 55) 또는 소수성막(56)에 있어서 하나 이상의 전도성 유체 액적 각각이 접촉하는 부위는 오목한 홈 구조일 수 있다. 이러한 오목한 홈 구조는 각 전도성 유체 액적(53)의 이탈을 방지할 수 있다. 이러한 홈 구조는 하부 전극기관(52) 상에 오목한 홈을 형성하고 그 위에

제1유전체층(54) 및 소수성막(56)과 나노-마이크로 구조(561)들을 형성하면 자연스럽게 형성될 수 있다.

[222] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈은 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52) 사이의 간격 유지를 위해 배치된 탄성 분리막(57)을 포함한다. 탄성 분리막(57)은 진동에 의한 압축시에 상부 전극기관(51)과 하부 전극기관(52) 간의 간격을 유지하고, 또한 회복 시에 상부 전극기관(51)이 정해진 높이로 회복하도록 해준다. 도시한 바와 같이, 탄성 분리막(57)은 하나의 모듈에서 하나 이상의 전도성 유체 액적(53)들을 둘러싸는 테두리 형태로 제공될 수 있지만, 이러한 형태에 한정되는 것은 아니다.

[223] 또한 상부 전극기관 위에는 커버부재(58)가 더 배치될 수 있다. 이러한 커버부재(58)는 그 하부에 배치되는 모듈의 구성요소들을 보호하는 역할을 수행한다.

[224] 이상과 같은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈의 동작을 도 5를 참조하여 설명한다.

[225] 먼저 과정 1과 같이 기관들이 압축되지 않은 정상 상태에서는 전압에 의해 액적의 분극이 일어난다. 이때, 초발수체 돌출 나노-마이크로 구조(561)들에 의해 액적(53)들은 기관과의 접촉각이 150° 이상이 될 수 있다. 이어 중앙에 도시한 과정 2와 같이 진동이 발생하여 압축이 일어나면 액적이 기관들에 의해 눌러서 접촉 면적이 커지며, 그에 따라 전하 균형을 맞춰주기 위해 회로에서 전하를 추가 공급한다. 하부의 과정 3과 같이 다시 정상상태로 회복되면 액적과 기관과의 접촉 면적이 줄어들고 전하의 균형을 맞추기 위해 전하가 회로로 이동하며, 이때 이들 전하를 포집하여 전력을 생산한다.

[226]

[227] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

[228]

[229] [부호의 설명]

[230] 10, 30: 진동-회전 변환부 20, 40: REWOD 발전부

[231] 110: 회전부재 111: 회전판

[232] 112: 돌출부 120: 연결부재

[233] 121: 연결 로드 122: 돌출부

[234] 123: 연결홈 130: 탄성부재

[235] 131: 스프링 132: 상부 연결판

[236] 133: 하부 연결판 134: 돌출부

[237] 140: 에너지 감쇠부재 150: 진동전달부재

- [238] 210: 제1 전극기관 211: 홈
- [239] 220: 전도성 유체 어레이 221: 전도성 유체
- [240] 230: 제2 전극기관 240: 격벽
- [241] 250: 보호커버 310: 진동부재
- [242] 320: 에너지 감쇠부재 321: 중심축
- [243] 322: 개구부 330: 탄성부재
- [244] 331: 스프링 332: 상부 연결판
- [245] 333: 하부 연결판 334: 돌출부
- [246] 340: 연결부재 341: 연결 로드
- [247] 342: 돌출부 350: 회전전달부재
- [248] 351: 회전판 352: 돌출부
- [249] 353: 회전축 410: 제1 전극기관
- [250] 411: 홈 412: 관통공
- [251] 420: 전도성 유체 어레이 421: 전도성 유체
- [252] 430: 제2 전극기관 431: 전극 영역
- [253] 432: 비전도성 영역 440: 보호커버
- [254] 51: 상부 전극기관 52: 하부 전극기관
- [255] 53: 전도성 유체 액적 54: 제1유전체층
- [256] 55: 제2유전체층 56: 소수성막
- [257] 561: 돌출형 나노-마이크로 구조 57: 탄성 분리막
- [258] 58: 커버

청구범위

- [청구항 1] 제1 전극기관, 제2 전극기관 및 상기 제1 전극기관 및 제2 전극기관 사이에 위치하는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이를 포함하고, 외부의 물리력에 의해 상기 제1 전극기관 또는 제2 전극기관이 진동하면서 상기 제1 전극기관 또는 제2 전극기관의 전극 부분과 상기 전도성 유체가 맞닿은 접촉면적의 변화를 이용하여 에너지를 수집하는 REWOD 발전부; 및
상기 REWOD 발전부의 제1 전극기관 또는 제2 전극기관과 연결되어 외부의 물리력을 상기 제1 전극기관 또는 제2 전극기관에 전달하되, 회전 에너지를 진동 에너지로 변환하여 전달하는 진동-회전 변환부를 포함하는 REWOD 발전장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 진동-회전 변환부는 회전 에너지를 진동에너지로 변환 후 상기 변환된 에너지를 감쇠시키는 에너지 감쇠부를 더 포함하는 REWOD 발전장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 진동-회전 변환부는 슬라이드-크랭크 구조를 포함하는 REWOD 발전장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 진동-회전 변환부는,
외부의 물리력에 의해 회전되는 회전부재;
일단이 상기 회전부에 연결된 연결부재;
상기 연결부재의 타단에 연결되고, 상기 연결부재에 의해 진동하는 탄성부재;
상기 탄성부재에 연결되고, 상기 탄성부재로부터 전달된 진동에너지를 감쇠시키는 에너지 감쇠부재; 및
상기 에너지 감쇠부재에 연결되고, 상기 감쇠된 진동에너지를 상기 REWOD 발전부의 제1 전극기관 또는 제2 전극기관에 전달하는 진동전달부재를 포함하는 REWOD 발전장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 REWOD 발전부는,
상부면에 위치하는 복수개의 홈들을 포함하는 제1 전극기관;
상기 제1 전극기관 상에 형성된 제1 유전체 박막;
상기 제1 유전체 박막 상에 형성된 제1 소수성 박막;
상부에 제1 유전체 박막 및 제1 소수성 박막이 형성된 제1 전극기관 상에 상기 홈들의 위치에 대응하여 배치되는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이; 및

상기 전도성 유체 어레이 상에 진동 가능하도록 설치되되, 하부면에 제2 유전체 박막 및 제2 유전체 박막의 하부에 위치하는 제2 소수성 박막이 형성된 제2 전극기판을 포함하는 REWOD 발전장치.

[청구항 6]

제5항에 있어서,

상기 홈들은 상기 전도성 유체의 위치 이탈을 방지하는 것을 특징으로 하는 REWOD 발전장치.

[청구항 7]

제5항에 있어서,

상기 전도성 유체는 액체 금속 갈린스탄, NaCl, LiCl, NaNO₃, Na₂SiO₃, AlCl₃-NaCl, LiCl-KCl, KCl, Na, NaOH, H₂SO₄, CH₃COOH, HF, CuSO₄, 에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜 및 AgCl 중 적어도 어느 하나를 포함하는 REWOD 발전장치.

[청구항 8]

제5항에 있어서,

상기 제1 전극기판과 상기 제2 전극기판 사이를 지지하는 격벽을 더 포함하는 REWOD 발전장치.

[청구항 9]

제5항에 있어서,

상기 제1 소수성 박막 또는 상기 제2 소수성 박막은 불소 중합체(fluoropolymer) 계열의 물질 또는 초발수 나노 구조체를 포함하는 REWOD 발전장치.

[청구항 10]

제1 전극기판, 제2 전극기판, 및 상기 제1 전극기판 및 제2 전극기판 사이에 위치하는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이를 포함하고, 외부의 물리력에 의해 상기 제1 전극기판 또는 제2 전극기판이 회전하면서 상기 제1 전극기판 또는 제2 전극기판의 전극 부분과 상기 전도성 유체가 맞닿은 접촉면적의 변화를 이용하여 에너지를 수집하는 REWOD 발전부; 및
상기 REWOD 발전부의 제1 전극기판 또는 제2 전극기판과 연결되어 외부의 물리력을 상기 제1 전극기판 또는 제2 전극기판에 전달하되, 진동 에너지를 회전 에너지로 변환하여 전달하는 진동-회전 변환부를 포함하는 REWOD 발전장치.

[청구항 11]

제10항에 있어서,

상기 진동-회전 변환부는 슬라이드-크랭크 구조를 포함하는 REWOD 발전장치.

[청구항 12]

제10항에 있어서,

상기 진동-회전 변환부는,

외부의 물리력에 의해 진동하는 진동부재;

상기 진동부재에 연결되고 상기 진동부재로부터 전달된 진동에너지를 감쇠시키는 에너지 감쇠부재;

상기 에너지 감쇠부재에 연결되고, 상기 감쇠된 진동에너지를 전달받아 진동하는 탄성부재;

일단이 상기 탄성부재에 연결된 연결부재; 및
상기 연결부재의 타단에 연결되고, 상기 연결부재에 의해 회전하되,
회전에너지를 상기 REWOD 발전부의 제1 전극기판 또는 제2 전극기판에
전달하는 회전전달부재를 포함하는 REWOD 발전장치.

- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 REWOD 발전부는,
상부면에 위치하는 복수개의 홈들을 포함하는 제1 전극기판;
상기 제1 전극기판 상에 형성된 제1 유전체 박막;
상부에 제1 유전체 박막이 형성된 제1 전극기판 상에 상기 홈들의 위치에
대응하여 배치되는 전도성 유체들을 포함하는 전도성 유체 어레이; 및
상기 전도성 유체 어레이가 배치된 제1 전극기판 상에 회전 가능하도록
설치되되, 하부면에 제2 유전체 박막이 형성된 제2 전극기판을 포함하고,
상기 제2 전극기판의 중심부에 상기 회전전달부재의 회전축이 결합된
REWOD 발전장치.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 홈들은 닷 형태 또는 채널 형태인 것을 특징으로 하는 REWOD
발전장치.
- [청구항 15] 제13항에 있어서,
상기 홈들은 방사형으로 서로 이격되어 배열된 것을 특징으로 하는
REWOD 발전장치.
- [청구항 16] 제13항에 있어서,
상기 홈들은 상기 전도성 유체의 위치 이탈을 방지하는 것을 특징으로
하는 REWOD 발전장치.
- [청구항 17] 제13항에 있어서,
상기 전도성 유체는 액적 또는 채널 형태인 것을 특징으로 하는 REWOD
발전장치.
- [청구항 18] 제13항에 있어서,
상기 전도성 유체는 액체 금속 갈린스탄, NaCl, LiCl, NaNO₃, Na₂SiO₃, AlCl₃,
-NaCl, LiCl-KCl, KCl, Na, NaOH, H₂SO₄, CH₃COOH, HF, CuSO₄,
에틸렌글리콜, 프로필렌글리콜 및 AgCl 중 적어도 어느 하나를 포함하는
REWOD 발전장치.
- [청구항 19] 제13항에 있어서,
상기 제2 전극기판은 가지 형태인 것을 특징으로 하는 REWOD 발전장치.
- [청구항 20] 제13항에 있어서,
상기 제2 전극기판은 가지 형태의 전극 영역 및 상기 전극 영역 이외의
비전도성 영역을 포함하는 REWOD 발전장치.
- [청구항 21] 진동 수집형 역 전기습윤 발전 모듈로서:
상호간의 간격이 변경가능하도록 배치된 상부 및 하부 전극기판;

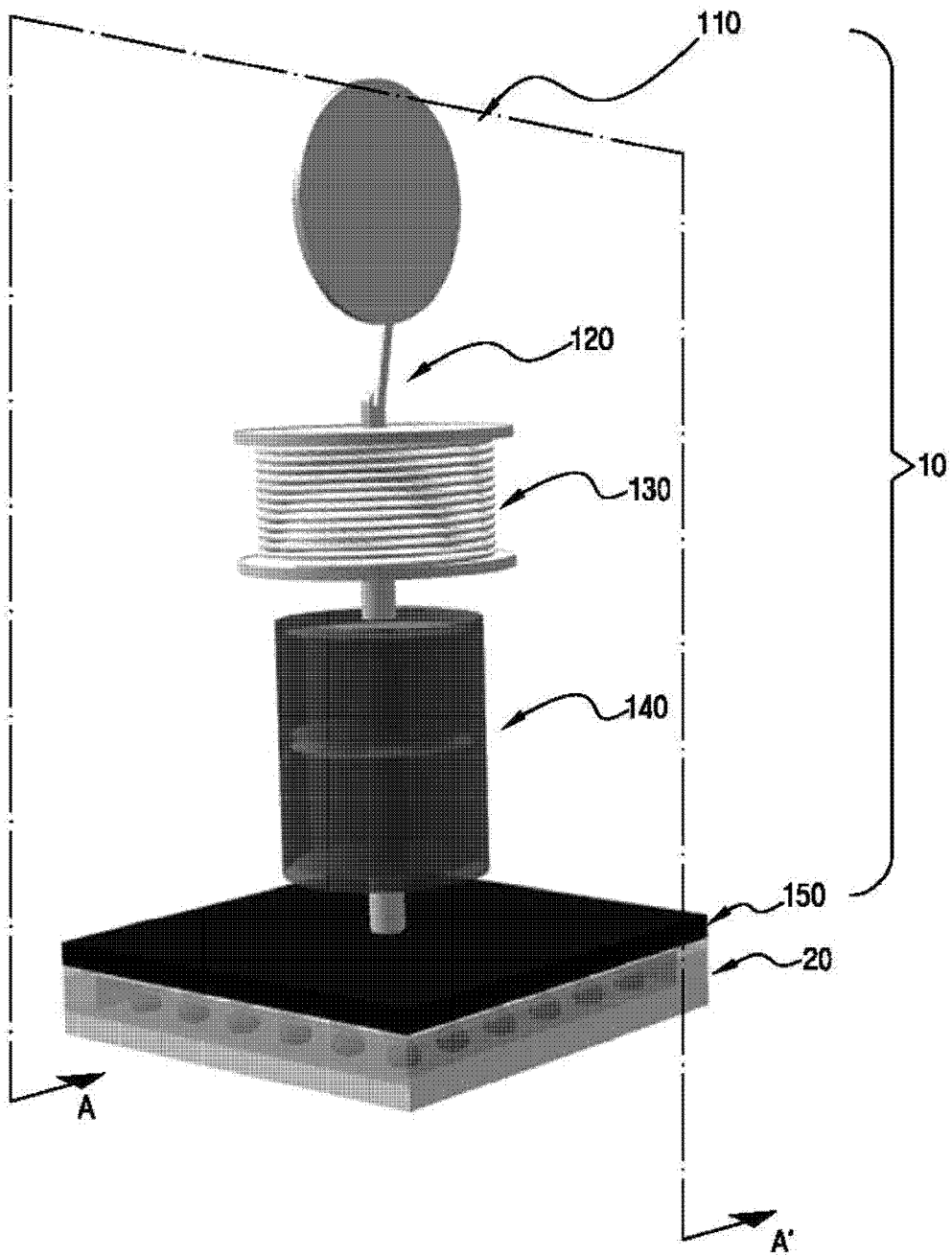
상기 상부 전극기판과 상기 하부 전극기판 사이에 배치되는 하나 이상의 전도성 유체 액적;

상기 상부 및 하부 전극기판에 있어서 상기 전도성 유체 액적 측의 면에 각각 형성된 제1 및 제2 유전체층; 및

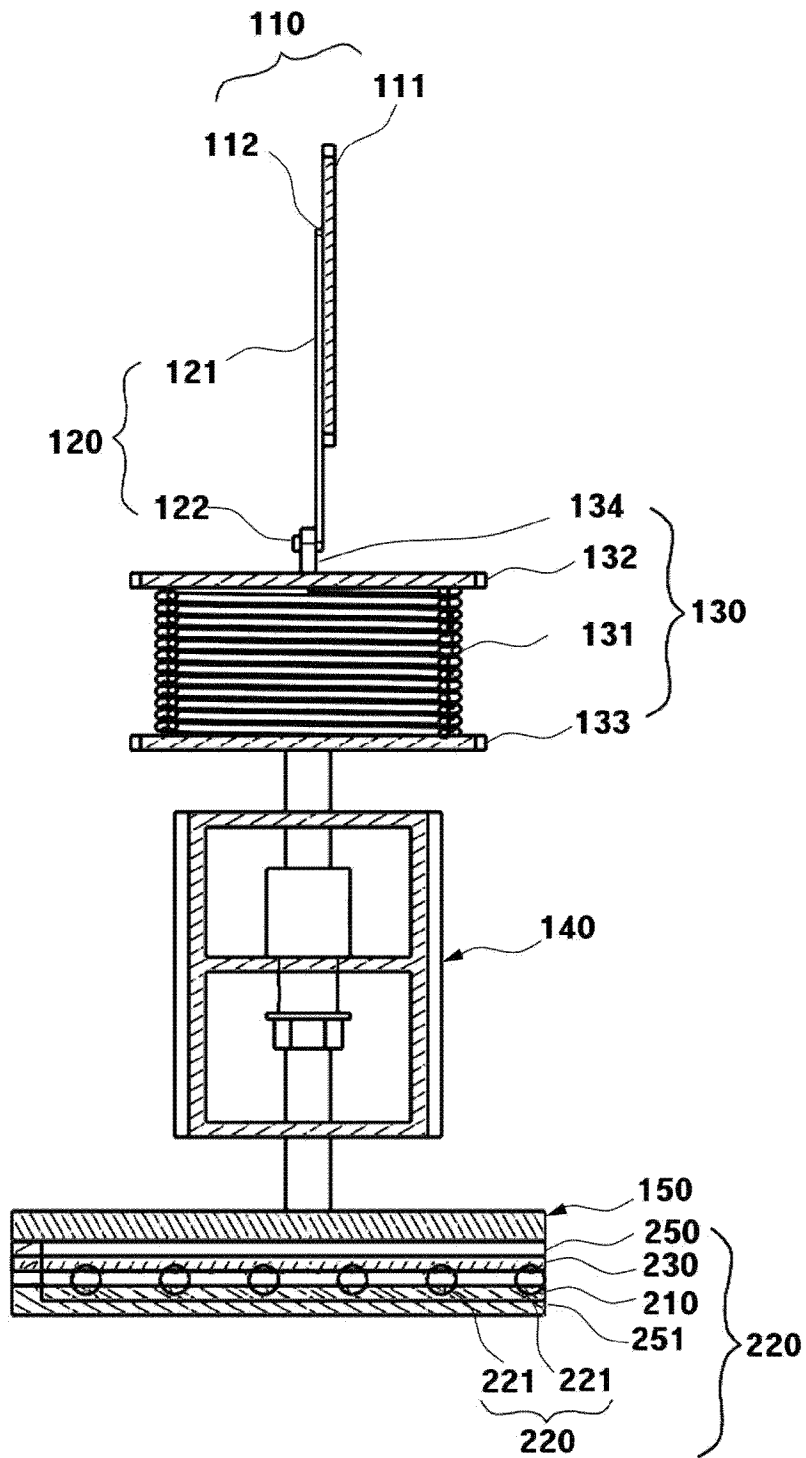
상기 제1 또는 제2 유전체층 상에 배열된 소수성의 돌출 나노-마이크로 구조들;을 포함하는, 역 전기습윤 발전 모듈.

- [청구항 22] 제21항에 있어서,
상기 제1 또는 제2 유전체층은 소수성이거나, 표면에 소수성막을 가지는 것인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 23] 제21항에 있어서,
상기 돌출형 나노-마이크로 구조는 초발수체로 이루어진 것인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 24] 제21항에 있어서,
상기 유전체층은 5 nm 내지 5 mm인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 25] 제21항에 있어서,
상기 유전체층은 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 탄탈륨 산화물, 티타늄 산화물, 알루미늄 산화물, 티탄산 바륨, 유리, 파릴렌, 테플론 또는 PDMS를 포함하는 물질로 형성된 것인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 26] 제21항에 있어서,
상기 하나 이상의 전도성 유체 액적은 이온성 액체 또는 액체 금속인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 27] 제21항에 있어서,
상기 하나 이상의 전도성 유체 액적 각각은 1 μ m 내지 5 cm의 지름을 가지는 것인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 28] 제22항에 있어서,
상기 제1 및 제2 유전체층 또는 상기 소수성막에 있어서 상기 하나 이상의 전도성 유체 액적 각각이 접촉하는 부위는 상기 전도성 유체 액적의 이탈을 방지하도록 오목한 홈 구조가 형성된 것인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 29] 제21항에 있어서,
상기 상부 전극기판 위에는 커버부재가 더 배치되는 것인, 역 전기습윤 발전 모듈.
- [청구항 30] 제29항에 있어서,
상기 상부 전극기판과 상기 하부 전극기판 사이의 간격 유지를 위한 탄성 분리막이 배치되는 것인, 역 전기습윤 발전 모듈.

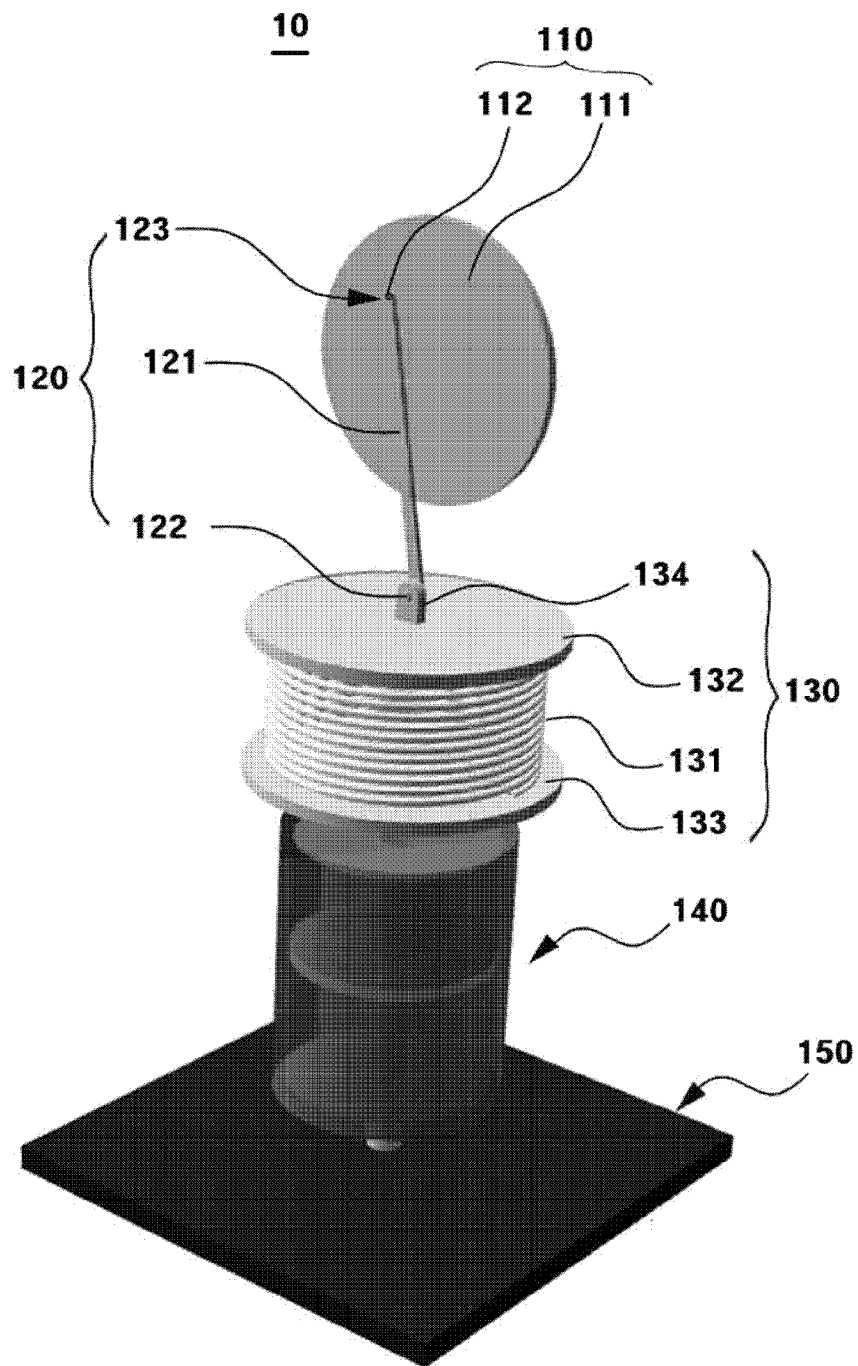
[도1]



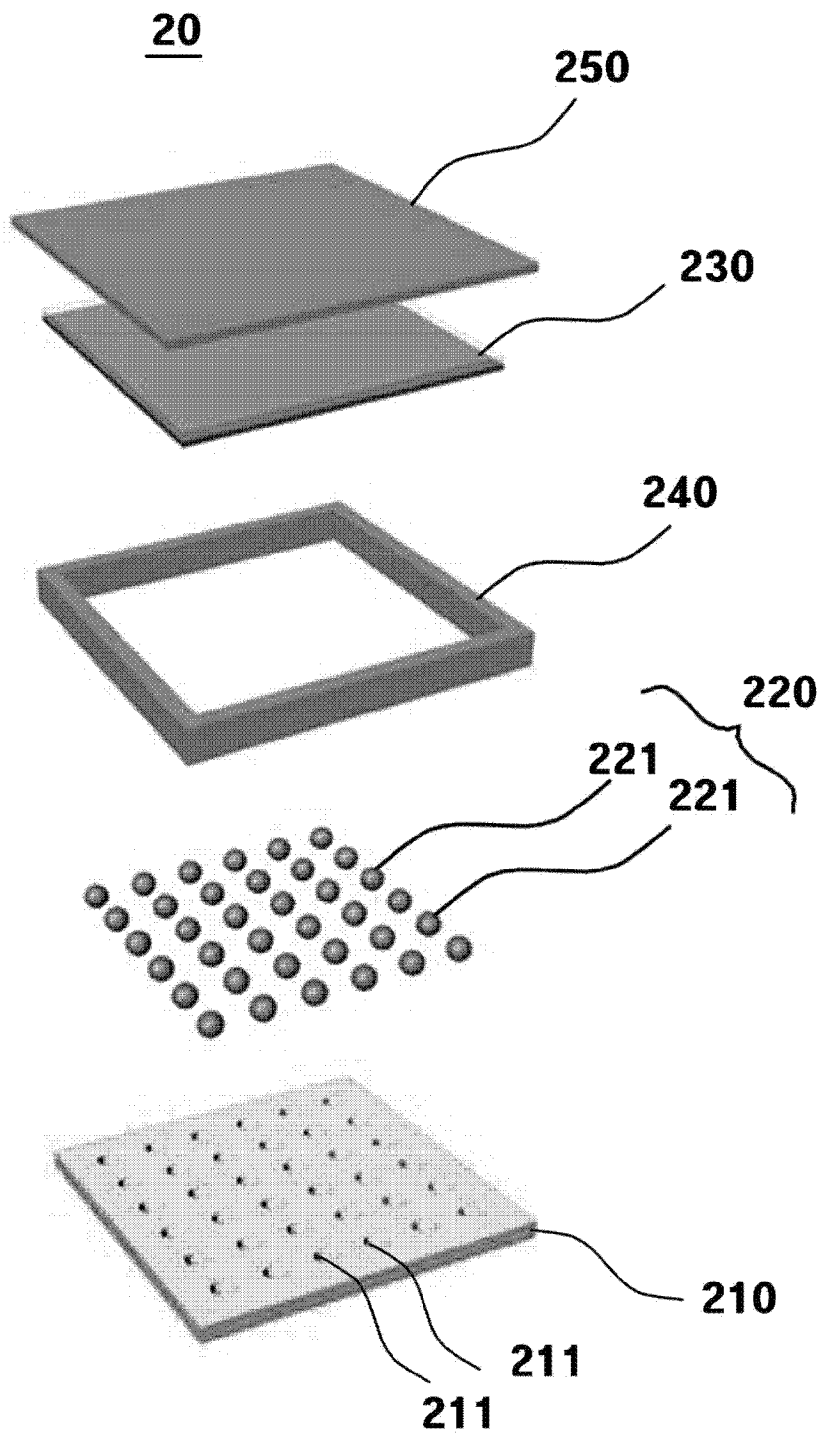
[도2]



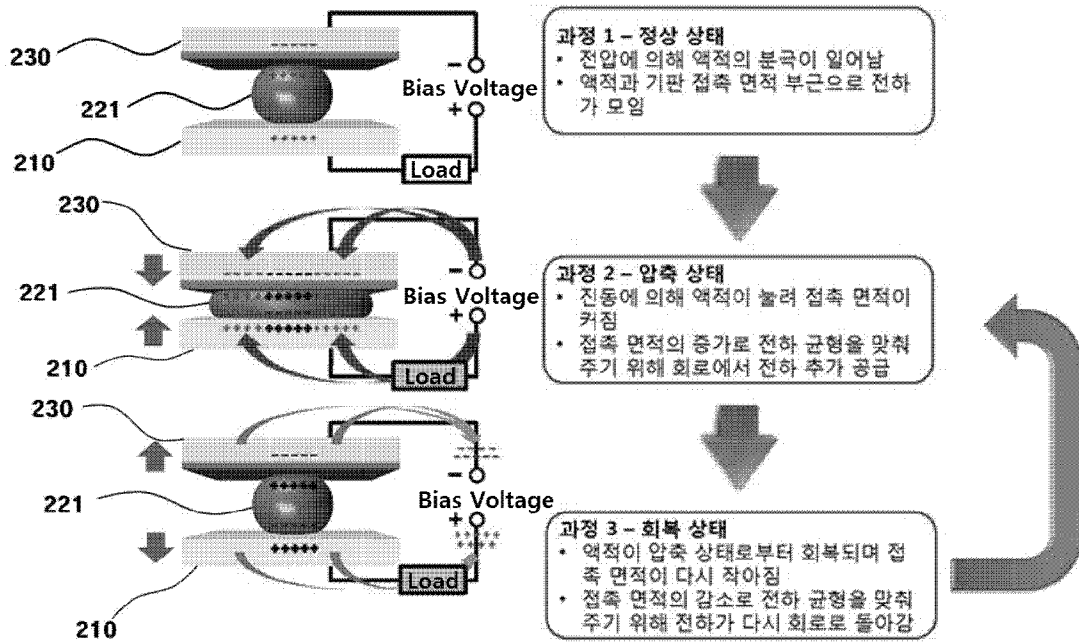
[도3]



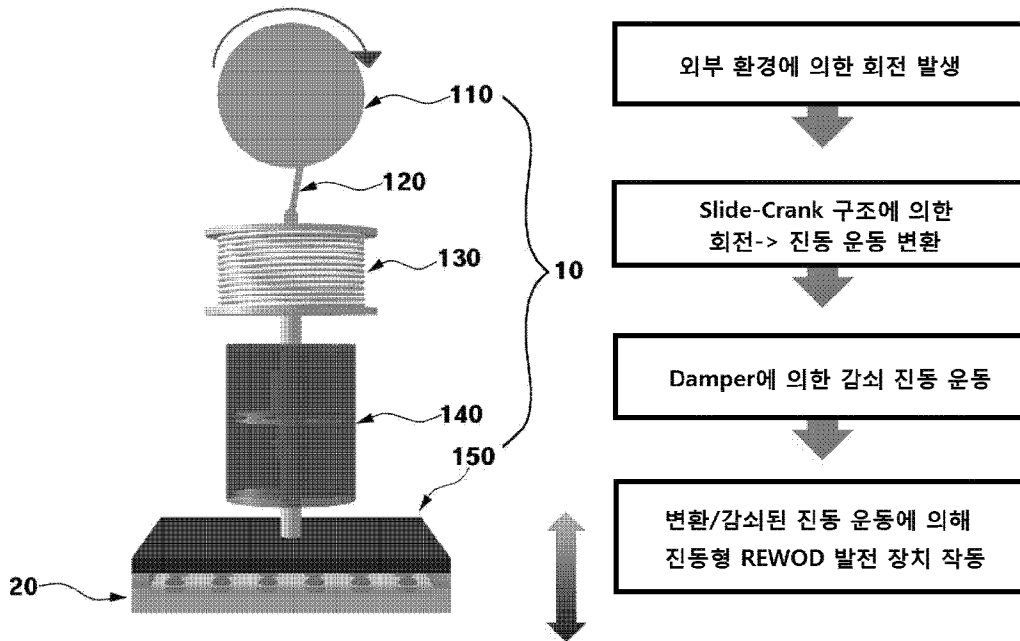
[도4]



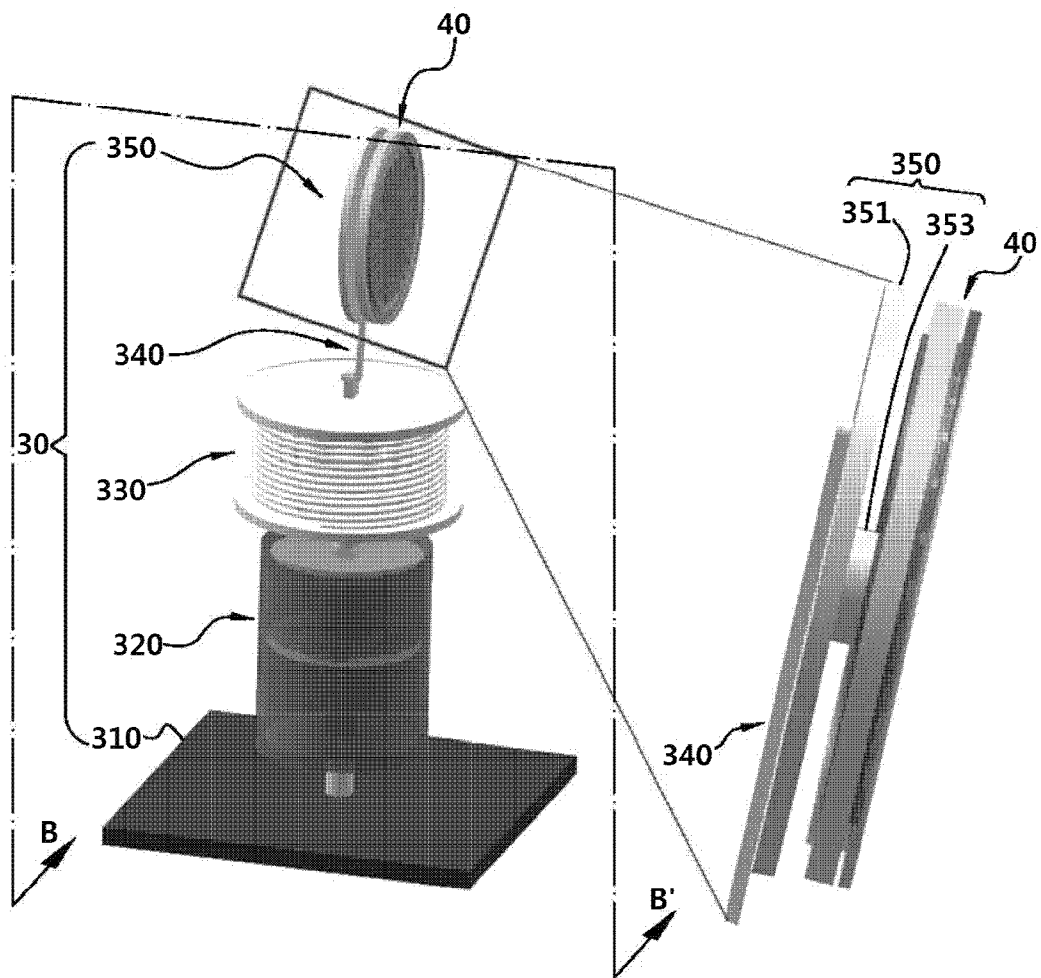
[도5]



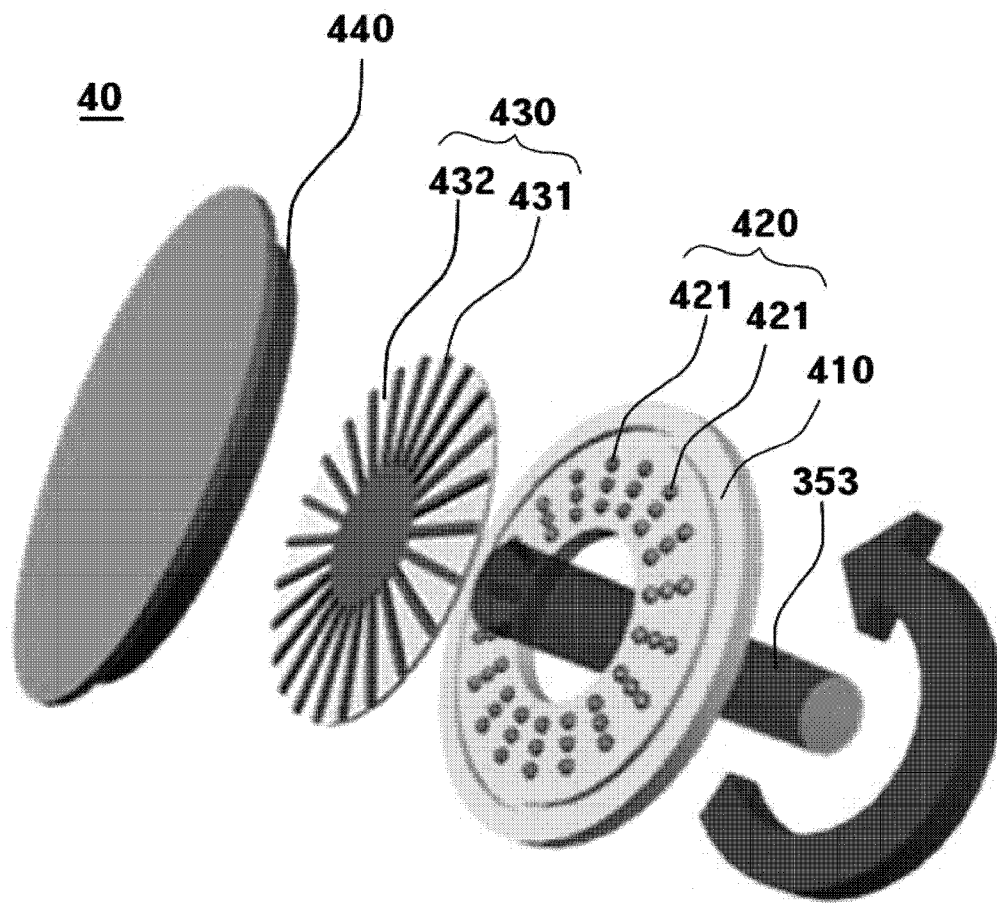
[도6]



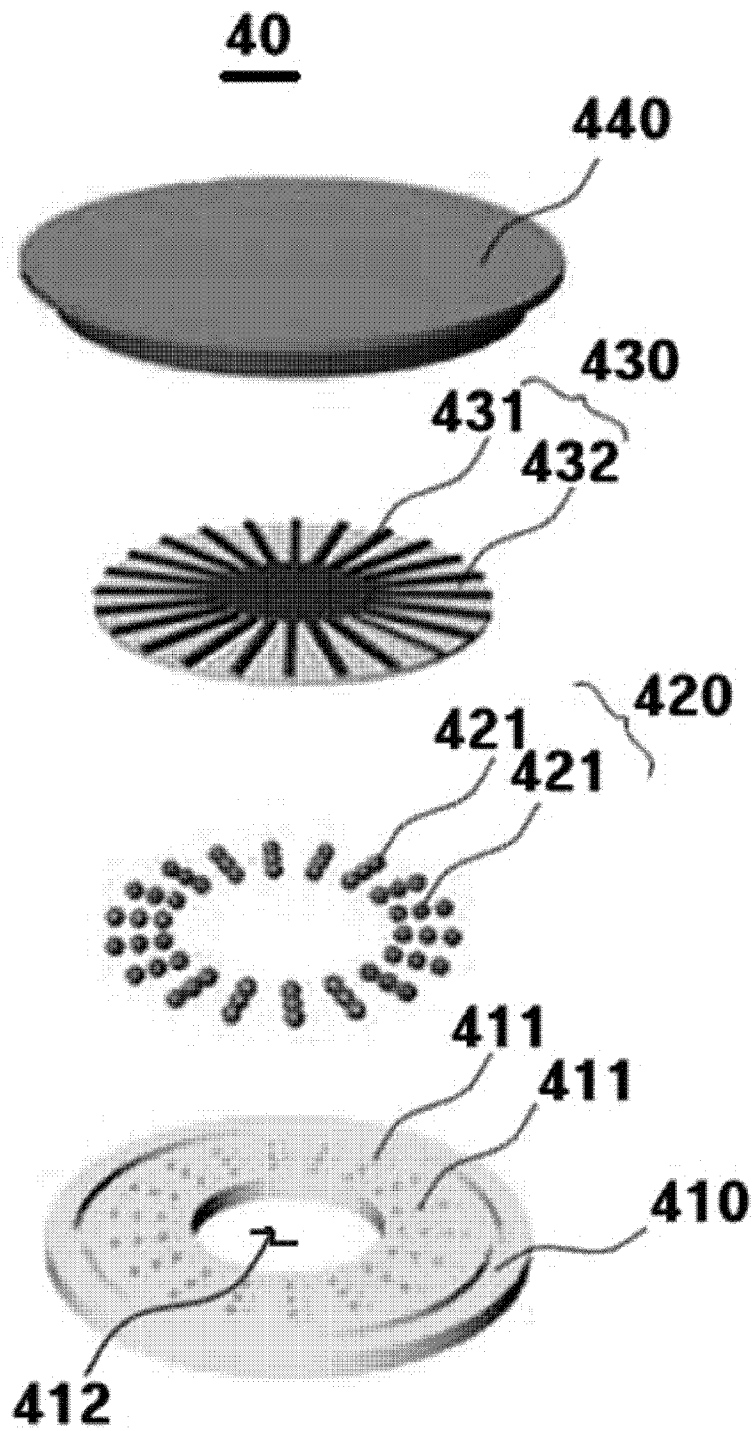
[도7]



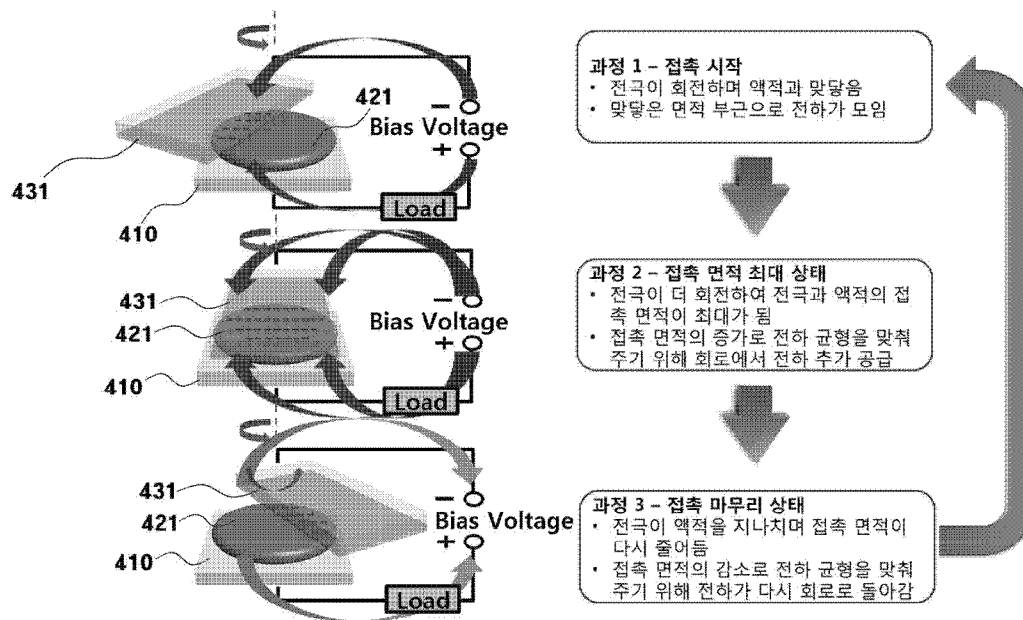
[도9]



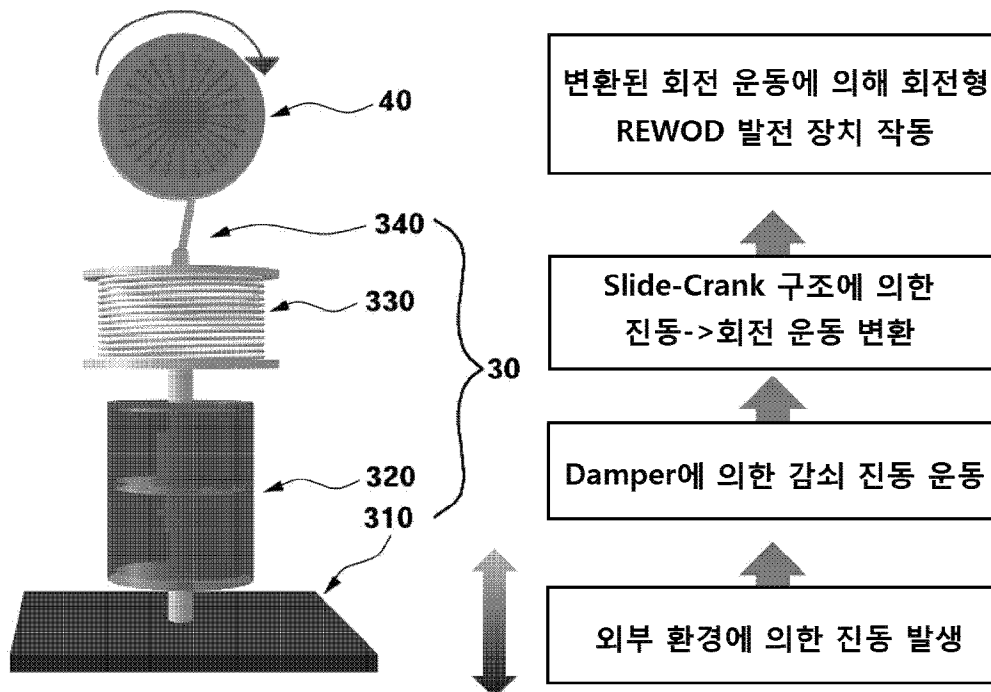
[도10]



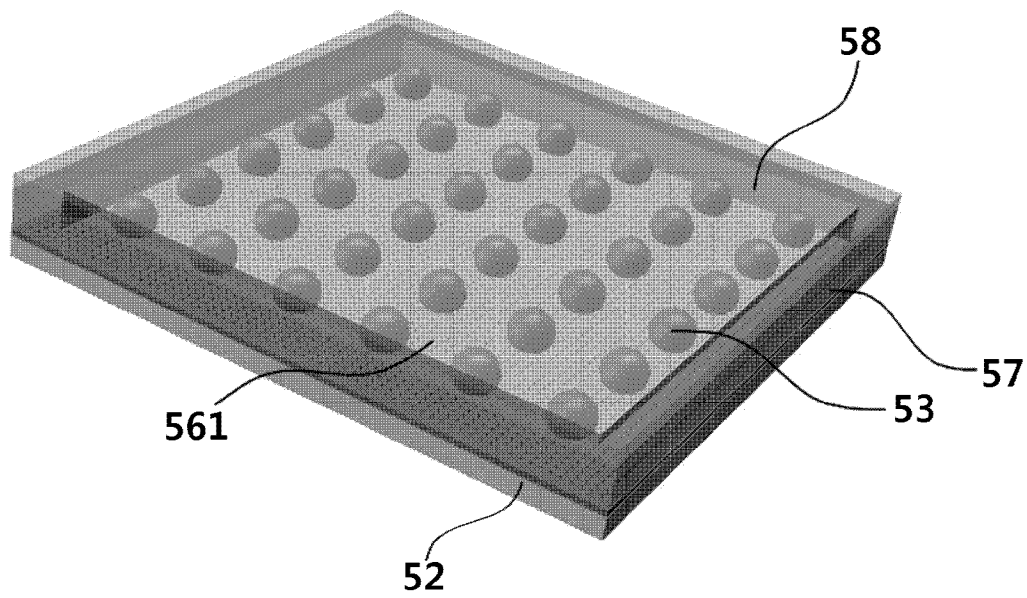
[도11]



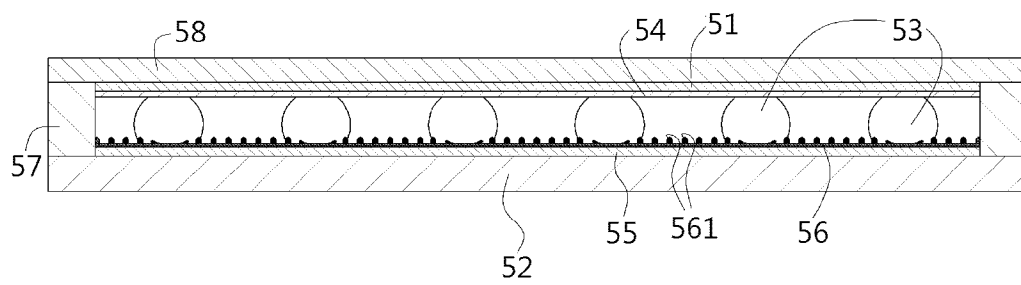
[도12]



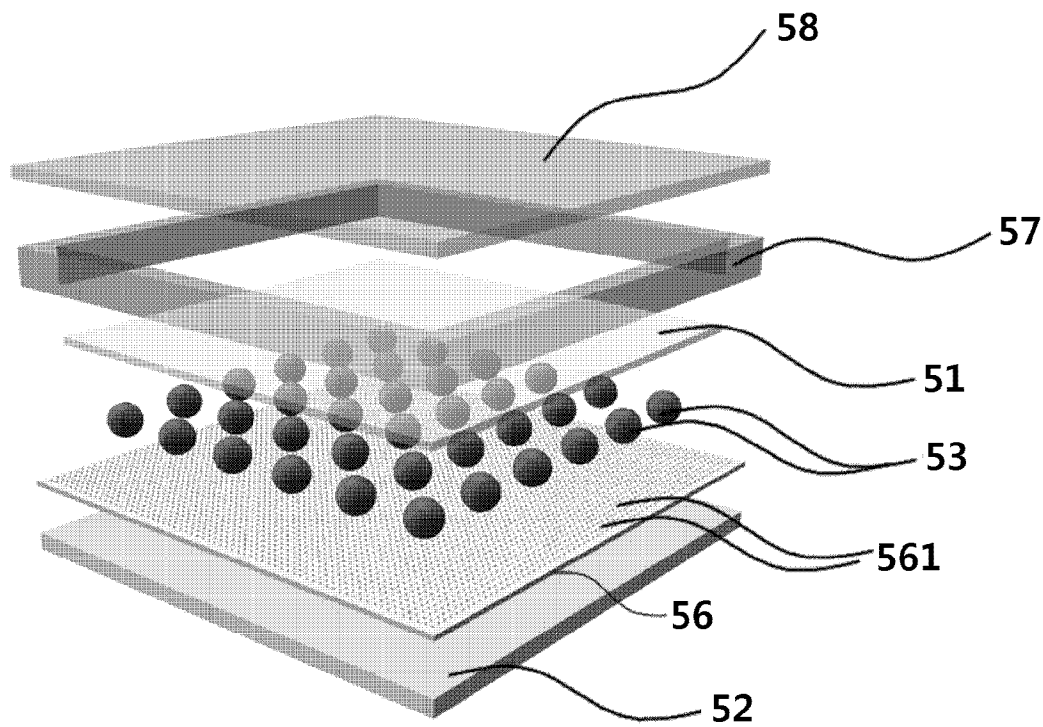
[도13]



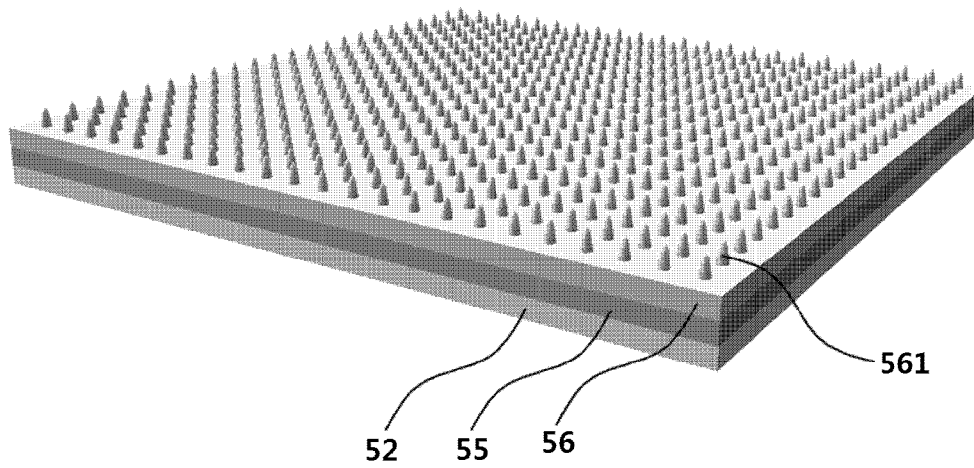
[도14]



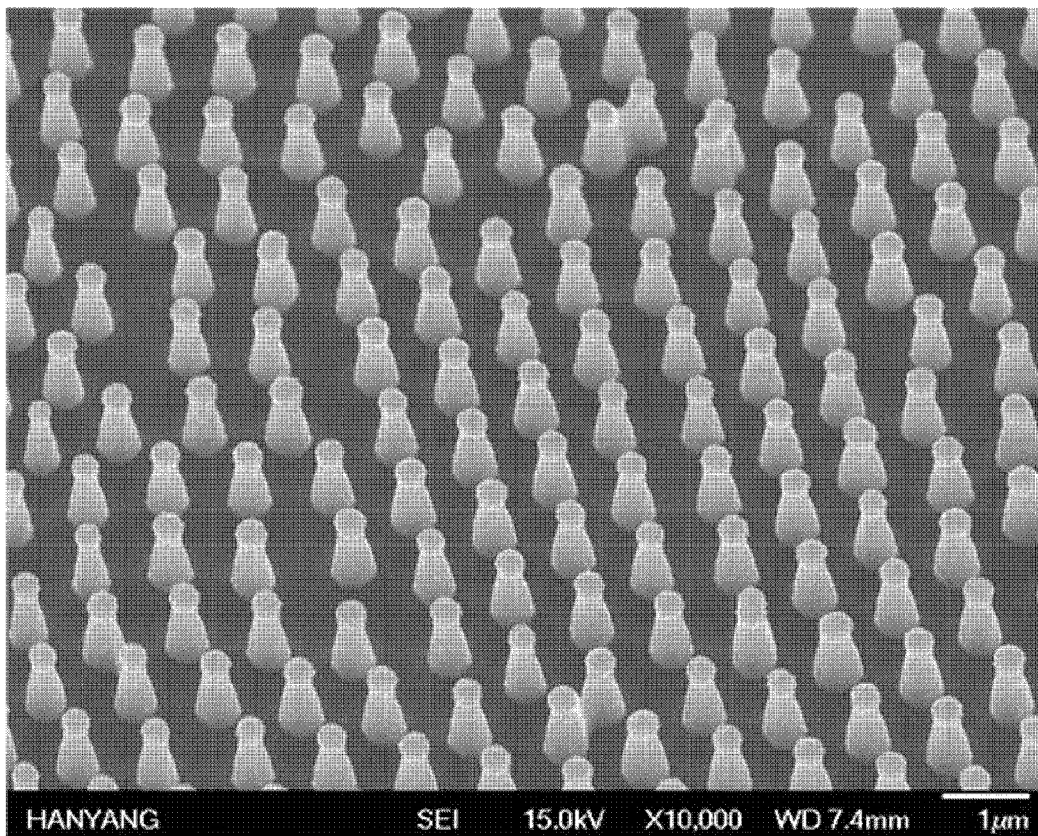
[도15]



[도16]



[도17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/007558**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H02N 11/00(2006.01)i, H02N 3/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02N 11/00; H02K 33/00; F03D 11/00; F03D 11/02; F02B 63/04; H01L 41/113; F16F 15/03; H02N 3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: electrowetting, electrode, hydrophobic property

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Nature Communication Article(23 August 2011) (Tom Krupenkin)	1-3,10-11,21-30
A	See abstract, page 5 and figures 1a, 4b.	4-9,12-20
Y	KR 10-2012-0052018 A (EDWARD VICTOR SMITH) 23 May 2012	1-3,10-11
A	See abstract, claims 1-14 and figures 2-5.	4-9,12-30
Y	KR 20-2012-0003514 U (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING CO., LTD.) 21 May 2012	2
A	See abstract, paragraphs [0035], [0036] and figure 2.	1,3-30
Y	KR 10-1411337 B1 (KOREA ELECTRONICS TECHNOLOGY INSTITUTE) 25 June 2014	21-30
A	See abstract, claims 1-10 and figures 4a-4d.	1-20
Y	US 7898096 B1 (KRUPENKIN, Thomas Nikita) 01 March 2011	25,26
A	See abstract, column 6, line 40 - column 7 line 2 and figures 1-23.	1-24,27-30



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 OCTOBER 2015 (19.10.2015)

Date of mailing of the international search report

19 OCTOBER 2015 (19.10.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/007558

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2012-0052018 A	23/05/2012	WO 2012-067386 A2	24/05/2012
		WO 2012-067386 A3	26/07/2012
KR 20-2012-0003514 U	21/05/2012	NONE	
KR 10-1411337 B1	25/06/2014	NONE	
US 7898096 B1	01/03/2011	US 8053914 B1	08/11/2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02N 11/00(2006.01)i, H02N 3/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02N 11/00; H02K 33/00; F03D 11/00; F03D 11/02; F02B 63/04; H01L 41/113; F16F 15/03; H02N 3/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전기습윤, 전극, 소수성

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	Nature Communication Article(2011.08.23.) (Tom Krupenkin)	1-3, 10-11, 21-30
A	요약, 페이지 5 및 도 1a, 4b 참조.	4-9, 12-20
Y	KR 10-2012-0052018 A (에드워드 빅터 스미스) 2012.05.23	1-3, 10-11
A	요약, 청구항 1-14 및 도 2-5 참조.	4-9, 12-30
Y	KR 20-2012-0003514 U (대우조선해양 주식회사) 2012.05.21	2
A	요약, 단락 [0035, 0036] 및 도 2 참조.	1, 3-30
Y	KR 10-1411337 B1 (전자부품연구원) 2014.06.25	21-30
A	요약, 청구항 1-10 및 도 4a-4d 참조.	1-20
Y	US 7898096 B1 (KRUPENKIN THOMAS NIKITA) 2011.03.01	25, 26
A	요약, 컬럼 6, 줄 40 - 컬럼 7 줄 2 및 도 1-23 참조.	1-24, 27-30

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 10월 19일 (19.10.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 10월 19일 (19.10.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

곽인구

전화번호 +82-42-481-8537



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2012-0052018 A	2012/05/23	WO 2012-067386 A2 WO 2012-067386 A3	2012/05/24 2012/07/26
KR 20-2012-0003514 U	2012/05/21	없음	
KR 10-1411337 B1	2014/06/25	없음	
US 7898096 B1	2011/03/01	US 8053914 B1	2011/11/08