



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년12월12일
 (11) 등록번호 10-1928088
 (24) 등록일자 2018년12월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02N 1/04 (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)
H02N 3/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)
G06F 3/041 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7032563(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2014년04월17일
 심사청구일자 2017년11월09일
- (85) 번역문제출일자 2017년11월09일
- (65) 공개번호 10-2017-0126522
- (43) 공개일자 2017년11월17일
- (62) 원출원 특허 10-2016-7000923
 원출원일자(국제) 2014년04월17일
 심사청구일자 2016년01월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/CN2014/075563
- (87) 국제공개번호 WO 2014/198155
 국제공개일자 2014년12월18일

(30) 우선권주장
 201310233679.4 2013년06월13일 중국(CN)

(56) 선행기술조사문헌

DE4429029 A1*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 31 항

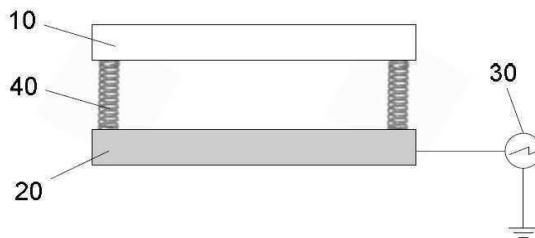
심사관 : 남배인

(54) 발명의 명칭 단극 마찰식 나노발전기, 발전 방법 및 자체 구동 추적 장치

(57) 요약

본 발명에서는 폴리머 재료와 금속 재료가 서로 다른 마찰대전 특성을 가지는 특성을 이용하여 단극 마찰식 발전기를 구축하며, 이 발전기를 기초로 하는 추적 시스템을 제조한다. 추적 시스템은, 복수 개의 발전기로 어레이 매트릭스를 구성하며, 물체가 추적 시스템상을 이동할 때, 압력이 발전기에 작용하여, 발전기를 구성하는 두개 층의 마찰대전 재료가 접촉함으로써, 외부로 전기적 신호를 출력한다. 물체가 발전기를 떠나면, 발전기를 구성하는 두개 층의 마찰대전 재료는 탄성재료의 작용으로 인하여 분리되며, 이때도 마찬가지로 외부로 전기적 신호를 출력한다. 본 발명의, 마찰발전기를 이용하는 추적 시스템은, 일부 물체의 이동 노선에 대해 추적할 수 있으며 비용이 낮고 자체 구동이 가능하며 구조가 간단한 등 특징이 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02N 3/00 (2013.01)

(56) 선행기술조사문현

CN2818150 Y

JP2010505616 A

US20110050181 A1

US20130049531 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

마찰층과 전극층을 포함하고, 상기 전극층은 하나 뿐이고 상기 마찰층과 대향되며 등전위 소스에 전기적으로 연결되고, 상기 마찰층과 전극층의 적어도 일부 표면은 외력의 작용하에 접촉-분리를 발생할 수 있으며, 동시에 상기 전극층과 상기 등전위 소스를 통하여 전기적 신호를 출력하는데,

상기 마찰층과 상기 전극층은 대전열에서 나열 순서에 차이가 있으며,

상기 분리하는 과정에서, 상기 마찰층과 상기 전극층의 표면의 서로 접촉하는 부분이 도달할 수 있는 최대분리 간격은 양자의 접촉하는 면의 길이 및 폭 사이즈와 같거나 더 큰 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마찰층은, 폴리이미드, 폴리염화비닐, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리디메틸실록산, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리염화비닐리덴, 염화폴리에테르(polyetherchloride), 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리비닐알코올, 폴리에스테르, 폴리이소부틸렌, 폴리우레탄 탄성 스펀지, 폴리비닐 부티랄, 나일론, 폴리아크릴로나트릴, 및 폴리디페놀카보네이트 중에서 선택된 하나 또는 복수 개의 조합인 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 3

제1항에 있어서,

미크론 또는 서브미크론 레벨의 미세 구조가 상기 전극층과 대향하는 상기 마찰층의 표면 및 상기 마찰층과 대향하는 상기 전극층의 표면 중 적어도 하나의 적어도 일부에 분포되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 4

제1항에 있어서,

두 개의 표면 중 마찰 대전열에서 "-"로 대전되기 쉬운 하나의 표면에 전자를 쉽게 얻는 작용기를 도입하도록, 상기 전극층과 대향하는 상기 마찰층의 표면 및 상기 마찰층에 대향하는 상기 전극층의 표면 중 적어도 하나가 화학 수식되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 5

제1항에 있어서,

두 개의 표면 중 마찰 대전열에서 "+"로 대전되기 쉬운 하나의 표면에 전자를 쉽게 잃는 작용기를 도입하도록, 상기 전극층에 대향하는 상기 마찰층의 표면 및 상기 마찰층에 대향하는 상기 전극층의 표면 중 적어도 하나가 화학 수식되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 6

제1항에 있어서,

두 개의 표면 중 마찰 대전열에서 "-"로 대전되기 쉬운 하나의 표면에 전자를 쉽게 얻는 작용기를 도입하고, 두 개의 표면 중 마찰 대전열에서 "+"로 대전되기 쉬운 하나의 표면에 전자를 쉽게 잃는 작용기를 도입하도록, 상기 전극층에 대향하는 상기 마찰층의 표면 및 상기 마찰층에 대향하는 상기 전극층의 표면 중 적어도 하나가 화학 수식되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 마찰층 및 전극층 중 적어도 하나는 경질 재료 또는 연질 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 최대분리간격과 상기 접촉하는 면의 길이의 비례값, 및 상기 최대분리간격과 상기 접촉하는 면의 폭의 비례값은 1~100 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 등전위 소스는 접지를 통하여 제공되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 11

제1항에 있어서,

부하를 더 포함하며,

상기 전극층은 상기 부하를 통하여 상기 등전위 소스와 전기적으로 연결되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 전기적 연결은 전력공급을 필요로 하는 외부회로를 통하여 실현되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 13

제1항에 있어서,

외력이 작용하지 않을 때, 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 분리되어 있고, 외력이 작용하면 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 접촉하며; 또는

외력이 작용하지 않을 때, 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 접촉되어 있고, 외력이 작용하면 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 분리되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 14

제1항에 있어서,

탄성부재를 더 포함하며,

상기 탄성부재를 통하여 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면이 외력이 작용하지 않을 때 분리 또는 접촉 상태를 유지하도록 하는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 탄성부재를 2개 이상 가지고,

상기 탄성부재는 인장 탄성 또는 굴곡 변형 탄성을 가지는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 16

제1항에 있어서,

제1지지소자를 더 포함하되, 상기 제1지지소자는 상기 마찰층의 상기 전극층을 등진 일측의 표면에 고정되고,

제2지지소자를 더 포함하되, 상기 제2지지소자는 상기 전극층의 상기 마찰층을 등진 일측의 표면에 고정되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 17

제16항에 있어서,

탄성부재의 일단은 상기 제1지지소자에 고정되며 상기 마찰층을 둘러싸고 설치되고,

상기 탄성부재의 타단은 상기 제2지지소자에 고정되며 상기 전극층을 둘러싸고 설치된 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 제1지지소자 및 제2지지소자는 평판 구조를 가지거나 곡면 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 제1지지소자와 제2지지소자는 서로 평행되거나, 일단이 서로 만나는

것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 마찰층과 상기 전극층은 대향되어 하나의 챔버를 형성하는데, 상기 마찰층 및 상기 전극층 중 적어도 하나는 챔버의 반대쪽을 향해 외부로 돌출된 곡면이며, 외력이 작용할 때, 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 서로 접촉할 수 있으며, 외력이 해제되면 원상태로 복귀하며, 상기 전극층 및 상기 마찰층 중 적어도 하나는 탄성굴곡변형 특성을 가지는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 전극층과 상기 마찰층은 옛지를 통하여 연결되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 마찰층은 챔버의 반대쪽을 향해 외부로 돌출된 곡면이고, 상기 전극층은 평탄한 면이며, 상기 전극층의 사이즈는 상기 마찰층의 사이즈보다 작은 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기.

청구항 23

2개 이상의 제1항 내지 7항 및 제9항 내지 제22항 중 어느 한 항의 상기 발전기가 병렬 연결되어 형성되며, 각 발전기가 출력하는 전기적 신호들을 단독으로 감시하거나 일괄적으로 감시하는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기 그룹.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 2개 이상의 발전기는 세로방향에서 중첩되어 상기 발전기 그룹을 형성하는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기 그룹.

청구항 25

제23항에 있어서,

인접하는 두 발전기 사이는 절연차단층을 통하여 고정 연결되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기 그룹.

청구항 26

제24항에 있어서,

인접하는 두 발전기는 상기 전극층을 공용하는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기 그룹.

청구항 27

제26항에 있어서,

공용되는 상기 전극층이 두 발전기 중의 상기 마찰층에 대한 전자를 얻고 잃는 능력이 동일한 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기 그룹.

청구항 28

제23항에 있어서,

상기 2개 이상의 발전기는 나란히 배열되어 상기 발전기 그룹을 형성하는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기 그룹.

청구항 29

제28항에 있어서,

모든 발전기는 전극층을 공용하며, 모든 발전기 중의 상기 마찰층은 모두 공용되는 전극층의 동일한 측에 위치하는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기 그룹.

청구항 30

제1항 내지 7항 및 제9항 내지 제22항 중 어느 한 항의 상기 발전기를 사용하며,

- (1) 상기 마찰층을 제공하는 단계;
 - (2) 상기 전극층을 제공하는 단계;
 - (3) 상기 전극층과 등전위 소스의 전기적 연결을 형성하는 단계;
 - (4) 외력을 가하여 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면 사이에서 적어도 하나의 접촉-분리 주기를 형성하는 단계; 및
 - (5) 단계(4)의 과정에서, 상기 전극층과 상기 등전위 소스를 통하여 전기적 신호를 출력하는 단계;
- 를 포함하는 것을 특징으로 하는 발전 방법.

청구항 31

제30항에 있어서,

단계(4)에서 방향이 주기적으로 반전되거나 크기가 주기적으로 변화하는 지속적인 외력을 가하는 것을 특징으로 하는 발전 방법.

청구항 32

2개 이상의 제1항 내지 7항 및 제9항 내지 제22항 중 어느 한 항의 상기 발전기를 포함하며, 각각의 상기 발전기의 상기 마찰층 또는 상기 전극층은 위로 향하여 피추적물체가 이동하는 표면에 설치되고, 상기 전극층과 상기 마찰층은 피추적물체의 압력 하에 적어도 일부 표면이 접촉될 수 있으며, 피추적물체가 떠나면 원상태로 복귀하고, 각 발전기가 출력하는 전기적 신호들은 별도로 감시되는 것을 특징으로 하는 단극 마찰식 나노발전기의 추적 설비.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마찰식 나노발전기에 관한 것으로, 특히 단극(single electrode) 마찰식 나노발전기, 발전기 그룹, 발전 방법 및 상기 발전기에 의한 자체 구동(self driving) 추적 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마찰식 나노발전기는, 서로 다른 마찰 대전 특성을 가지는 두 가지 재료 사이의 상호적인 접촉과 분리를 이용하여 발전한다. 하지만, 현재 널리 알려진 모든 마찰식 나노발전기는 모두 두 개의 전극층을 필요로 하는데, 그 중에서 적어도 하나의 전극층은 마찰하는 박막 재료의 표면에 도전성 금속을 증착하는 것을 통하여 형성되며 상술한 두 개의 전극층을 통하여 외부로 전력을 출력한다. 이러한 발전기는 금속의 증착으로 인하여 제조 비용이 비교적 높은 한편, 마찰하는 층을 구성하는 재료의 두께가 반드시 일정한 범위 내에 있어야 한다. 이러한 제한적 요소들은 마찰식 나노발전기의 보급에 아주 큰 영향을 끼치고 있다.

[0003] 추적 시스템은 안전 감시, HCI(Human Computer Interface), 및 의료 과학 분야에서 아주 널리 사용되는데, 일반적인 추적 시스템에서는 시간과 위치에 관한 정보를 제공하여 물체의 이동에 대한 추적과 위치결정(positioning)을 실현한다. 종래의 추적 시스템은 주로 광학, 자기학 및 역학적 센서 네트워크에 의해 추적을 실현하며, 외부로부터의 전력 공급은 필수적인 요소이다. 종래의 이런 추적 시스템들은 대량의 전력 소모로 인하여 미래의 에너지 위기에서 널리 이용되기 어렵다. 자체 구동되는 추적 시스템을 발전시키는 것은 이러한 장치들을 장기적이고 안정적으로 동작하도록 하는 문제를 근본적으로 해결하는 관건적 요소이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 종래 기술의 상술한 기술적 결함들을 극복하기 위하여, 본 발명은, 구조가 간단하고 저렴한 단극 마찰식 나노발전기, 발전기 그룹, 발전 방법 및 상기 발전기에 의한 자체 구동 추적 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0005] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에서는 우선 단극 마찰식 나노발전기를 제공하는데, 상기 단극 마찰식 나노발전기는, 마찰층과 전극층을 포함하고, 상기 전극층은 하나뿐이며 상기 마찰층과 대향되게 배치되고, 상기 전극층은 등전위 소스에 전기적으로 연결되고, 상기 마찰층과 전극층의 적어도 일부 표면은 외력의 작용하에 접촉-분리를 발생할 수 있으며 동시에 상기 전극층과 상기 등전위 소스를 통하여 전기적 신호를 출력하는 것을 특징으로 한다.

[0006] 바람직하게는, 상기 마찰층과 상기 전극층은 대전열에서 나열 순서에 차이가 있다.

[0007] 바람직하게는, 상기 마찰층은, 폴리이미드, 폴리염화비닐, 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리디메틸실록산, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 폴리스티렌, 폴리염화비닐리덴, 염화폴리에테르(polyetherchloride), 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리비닐알코올, 폴리에스테르, 폴리이소부틸렌, 폴리우레탄 탄성 스펜지, 폴리비닐 부티랄, 나일론, 폴리아크릴로니트릴, 및 폴리디페놀카보네이트 중에서 선택된 하나 또는 복수 개의 조합이다.

[0008] 바람직하게는, 상기 전극층의 상기 마찰층과 접촉하는 표면은 도전 재료로 구성된다.

- [0009] 바람직하게는, 상기 전극층은 도전 재료로 구성되고, 상기 도전재료는 금속, ITO(Indium Tin Oxide), 유기물 도체 또는 도핑반도체로부터 선택된다.
- [0010] 바람직하게는, 상기 금속은, 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 동(Cu), 티타늄(Ti), 크롬(Cr) 또는 셀렌(Se), 및 상기 금속으로 형성된 합금으로부터 선택되고; 상기 유기물 도체는 도전고분자로, 폴리피롤, 폴리페닐렌설파이드(poly phenylene sulfide), 폴리프탈로시아닌계화합물, 폴리아닐린, 및 폴리티오펜을 포함한다.
- [0011] 바람직하게는, 상기 전극층은 금속 박막 또는 벌크 페이즈(bulk phase)재료로 구성되며, 박막의 두께는 10 nm~5 mm이다.
- [0012] 바람직하게는, 상기 마찰층은 상기 전극층의 표면과 대향하며, 및/또는 상기 전극층은 마찰층의 표면과 대향하며, 상기 마찰층 및/또는 상기 전극층의 전부 또는 일부에는 미크론 또는 서브미크론 레벨의 미세 구조가 분포되어 있다.
- [0013] 바람직하게는, 상기 미세 구조는, 나노와이어, 나노튜브, 나노입자, 나노로드(nano-rods), 나노꽃, 나노홈, 미크론홈, 나노뿔, 미크론뿔, 나노스피어, 및 미크론스피어의 구조, 및 상술한 구조로 형성되는 어레이로부터 선택된다.
- [0014] 바람직하게는, 상기 마찰층은 상기 전극층의 표면과 대향하며, 및/또는, 상기 전극층은 마찰층의 표면과 대향하며, 상기 마찰층 및/또는 상기 전극층에는 나노재료의 장식 또는 도포층이 있다.
- [0015] 바람직하게는, 상기 마찰층은 상기 전극층의 표면과 대향하며, 및/또는 상기 전극층은 마찰층의 표면과 대향하며, 화학수식을 통하여, 양자 중에서 대전열에서 "-"로 대전되기 쉬운 재료의 표면에 전자를 쉽게 얻는 작용기를 도입하고, 및/또는, 양자 중에서 대전열에서 "+"로 대전되기 쉬운 재료의 표면에 전자를 쉽게 잃는 작용기를 도입한다.
- [0016] 바람직하게는, 상기 마찰층 및/또는 전극층은 경질 재료로 형성된 것이다.
- [0017] 바람직하게는, 상기 마찰층 및/또는 전극층은 연질 재료로 형성된 것이다.
- [0018] 바람직하게는, 상기 마찰층과 전극층은 사이즈와 형상이 동일하고, 서로 대향하도록 배치된다.
- [0019] 바람직하게는, 상기 분리하는 과정에서, 상기 마찰층과 전극층의 표면의 서로 접촉하는 부분이 도달할 수 있는 최대분리간격은 양자의 접촉하는 면의 길이 및 폭 사이즈와 비슷하거나 더 크다.
- [0020] 바람직하게는, 상기 최대분리간격과 상기 접촉하는 면의 길이의 비례값, 및 상기 최대간격과 상기 접촉하는 면의 폭의 비례값은 1~100 범위 내에 있다.
- [0021] 바람직하게는, 상기 등전위 소스는 접지를 통하여 제공된다.
- [0022] 바람직하게는, 부하를 더 포함하며, 상기 전극층은 상기 부하를 통하여 상기 등전위 소스와 전기적으로 연결된다.
- [0023] 바람직하게는, 상기 전기적 연결은 전력공급을 필요로 하는 외부회로를 통하여 실현된다.
- [0024] 바람직하게는, 외력이 작용하지 않을 때 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 분리되거나 접촉되어 있고, 외력이 작용하면 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 접촉되거나 분리된다.
- [0025] 바람직하게는, 탄성부재를 더 포함하며, 상기 탄성부재를 통하여, 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면이 외력이 작용하지 않을 때 분리 또는 접촉 상태를 유지하도록 한다.
- [0026] 바람직하게는, 상기 탄성부재를 2개 이상 가진다.
- [0027] 바람직하게는, 상기 탄성부재는 인장 탄성 또는 굴곡 변형 탄성을 가진다.
- [0028] 바람직하게는, 제1지지소자를 더 포함하는데, 상기 제1지지소자는 상기 마찰층의 상기 전극층을 등진 일측의 표면에 고정되고, 및/또는, 제2지지소자를 더 포함하는데, 상기 제2지지소자는 상기 전극층의 상기 마찰층을 등진 일측의 표면에 고정된다.
- [0029] 바람직하게는, 상기 탄성부재의 일단은 상기 제1지지소자에 고정되며 상기 마찰층을 둘러싸고 설치되며, 및/또는, 상기 탄성부재의 타단은 상기 제2지지소자에 고정되며 상기 전극층을 둘러싸고 설치된다.

- [0030] 바람직하게는, 상기 제1지지소자 및/또는 제2지지소자는 강성 재료로 구성된다.
- [0031] 바람직하게는, 상기 제1지지소자 및/또는 제2지지소자는 평판 구조를 가진다.
- [0032] 바람직하게는, 상기 제1지지소자 및/또는 제2지지소자는 곡면 구조를 가진다.
- [0033] 바람직하게는, 상기 제1지지소자와 제2지지소자는 서로 평행된다.
- [0034] 바람직하게는, 상기 제1지지소자와 제2지지소자의 일단은 서로 만난다.
- [0035] 바람직하게는, 상기 마찰층과 전극층은 대향되어 하나의 챔버를 형성하는데, 상기 마찰층 및/또는 전극층은 챔버의 반대쪽을 향해 외부로 돌출된 곡면이며, 외력이 작용할 때, 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면은 서로 접촉할 수 있으며, 외력이 해제되면 원상태로 복귀한다.
- [0036] 바람직하게는, 상기 전극층과 상기 마찰층은 옛지를 통하여 연결된다.
- [0037] 바람직하게는, 상기 전극층 및/또는 상기 마찰층은 탄성굴곡변형 특성을 가진다.
- [0038] 바람직하게는, 상기 마찰층은 돌출 방향의 외측면에 제1탄성베이스가 접합되어 있고, 및/또는, 상기 전극층은 돌출 방향의 외측면에 제2탄성베이스가 접합되어 있다.
- [0039] 바람직하게는, 상기 제1탄성베이스와 제2탄성베이스는 폴리이미드, PET(Poly ethylene terephthalate), 및 폴리스티렌으로부터 선택된다.
- [0040] 바람직하게는, 상기 제1탄성베이스와 제2탄성베이스의 두께는 $50 \mu\text{m}$ 내지 10mm 이다.
- [0041] 바람직하게는, 상기 제1탄성베이스와 상기 마찰층의 열팽창 계수는 서로 다르며, 서로 접합된 후 전체적으로 상기 제1탄성베이스 측으로 돌출되며, 및/또는, 상기 제2탄성베이스와 상기 전극층의 열팽창 계수는 서로 다르며, 서로 접합된 후 전체적으로 상기 제2탄성베이스 측으로 돌출된다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 마찰층은 챔버의 반대쪽을 향해 외부로 돌출된 곡면이고, 상기 전극층은 평탄한 면이며, 상기 전극층의 사이즈는 상기 마찰층의 사이즈보다 작다.
- [0043] 본 발명에서는 단극 마찰식 나노발전기 그룹을 더 제공하는데, 상기 단극 마찰식 나노발전기 그룹은, 2개 이상의 상술한 단극 발전기가 병렬연결되어 형성된 것이며, 각 발전기가 출력하는 전기적 신호들을 단독적으로 감시하거나 일괄적으로 감시하는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 바람직하게는, 상기 2개 이상의 발전기는 세로방향에서 중첩되어 상기 발전기 그룹을 형성한다.
- [0045] 바람직하게는, 인접하는 두 발전기 사이는 절연차단층을 통하여 고정 연결된다.
- [0046] 바람직하게는, 인접하는 두 발전기는 상기 전극층을 공용한다.
- [0047] 바람직하게는, 공용되는 상기 전극층이 두 발전기 중의 상기 마찰층에 대한 전자를 얻고 잃는 능력이 동일하다.
- [0048] 바람직하게는, 공용되는 상기 전극층은 상기 제2지지소자와 그 외면에 접합된 도전박층으로 구성된다.
- [0049] 바람직하게는, 상기 2개 이상의 발전기는 나란히 배열되어 상기 발전기 그룹을 형성한다.
- [0050] 바람직하게는, 모든 발전기는 전극층을 공용하며, 모든 발전기중의 상기 마찰층은 상기 공용되는 전극층의 동일한 측에 위치한다.
- [0051] 바람직하게는, 상기 2개 이상의 발전기는 적어도 일부가 다르거나 완전히 동일하다.
- [0052] 본 발명에서는 발전 방법을 더 제공하는데, 상기 발전방법은, 본 발명에서 개시된 발전기 또는 발전기 그룹을 사용하며,
- [0053] (1) 상기 마찰층을 제공하는 단계;
 - [0054] (2) 상기 전극층을 제공하는 단계;
 - [0055] (3) 상기 전극층과 등전위 소스의 전기적 연결을 형성하는 단계;
 - [0056] (4) 외력을 가하여 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면 사이에서 적어도 하나의 접촉-분리 주기를 형성하는 단계; 및

- [0057] (5) 단계(4)의 과정에서, 상기 전극층과 상기 등전위 소스를 통하여 전기적 신호를 출력하는 단계;
- [0058] 를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0059] 바람직하게는, 단계(4)에서 상기 마찰층과 상기 전극층은 완전히 접촉한다.
- [0060] 바람직하게는, 단계(4)에서 방향이 주기적으로 반전되거나 크기가 주기적으로 변화하는 지속적인 외력을 가한다.
- [0061] 본 발명에서는 상기 단극 마찰식 나노발전기를 기초로 하는 추적 설비를 더 제공하는데, 상기 설비는, 2개 이상의 상기 발전기를 포함하며, 매개 상기 발전기의 상기 마찰층 또는 상기 전극층은 위로 향하여 피추적물체가 이동하는 표면에 설치되고, 상기 전극층과 상기 마찰층은 피추적물체의 압력 하에 적어도 일부 표면이 접촉될 수 있으며, 피추적물체가 떠나면 원상태로 복귀하고, 각 발전기가 출력하는 전기적 신호들은 별도로 감시되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0062] 종래 기술과 비교하면, 본 발명의 단극 마찰식 나노발전기는 아래와 같은 이점들이 있다.
- [0063] 1. 최초로 단극에 의한 마찰식 나노발전기를 제조하여, 마찰대전 폴리머 재료와 도전 재료를 한가지씩만 사용하면 나노발전기를 제조할 수 있으므로 더 이상 마찰대전 폴리머 재료의 표면에 금속 전극층을 증착하지 않아도 된다. 따라서, 제조 비용을 대폭 감소시킬 수 있다.
- [0064] 2. 최초로 일 단부를 접지하는 방식을 통하여 마찰식 나노발전기의 전기적 신호의 출력을 실현하여, 사용 과정에서의 회로 연결을 대폭 간소화하여, 그 응용 범위를 현저하게 확장시킬 수 있다.
- [0065] 3. 최초로 마찰발전기 어레이를 사용하여 자체 구동하는 추적 시스템을 제조하였다. 이 시스템은 피탐지체와 환경 사이의 교호적 작용에 의하여 물체의 이동 경로에 관한 효과적인 탐지를 실현할 수 있다. 이 시스템은 외부로부터의 전력공급이 필요없이 주로 물체가 이동하는 과정에서 발생하는 마찰발전기가 출력하는 신호에 의하여 물체에 대한 탐지를 실현한다.

도면의 간단한 설명

- [0066] 첨부도면을 통하여, 본 발명의 상술한 목적 및 기타 목적, 특징 및 이점들은 더욱 명확해질 것이다. 모든 첨부도면에 있어서, 동일한 부호는 동일한 부분을 표시한다. 도면은 실제 사이즈에 기초하여 등비례로 확대 또는 축소한 것이 아니라, 본 발명의 주제를 표시하는데 그 목적이 있다.
- 도 1은 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 전형적인 구조도이다.
- 도 2는 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 동작원리를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 전형적인 구조도이다.
- 도 4(a)~(b)는 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 전형적인 구조도이다.
- 도 5는 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 전형적인 구조도이다.
- 도 6은 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 탄성부재의 전형적인 장착구조도이다.
- 도 7은 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 탄성부재의 전형적인 장착구조도이다.
- 도 8은 본 발명의 단극 마찰식 발전기가 지지소자를 포함하는 것을 나타내는 전형적인 구조도이다.
- 도 9는 본 발명의 단극 마찰식 발전기가 지지소자를 포함하는 것을 나타내는 전형적인 구조도이다.
- 도 10은 본 발명의 단극 마찰식 발전기가 지지소자를 포함하는 것을 나타내는 전형적인 구조도이다.
- 도 11(a)~(b)은 본 발명의 단극 마찰식 발전기가 지지소자를 포함하는 것을 나타내는 전형적인 구조도이다.
- 도 12(a)~(c)는 본 발명의 단극 마찰식 발전기의 전형적인 구조도이다.
- 도 13은 본 발명의 단극 마찰식 발전기 그룹의 전형적인 구조도이다.
- 도 14는 본 발명의 단극 마찰식 발전기 그룹의 전형적인 구조도이다.

도 15는 본 발명의 단극 마찰식 발전기 그룹의 전형적인 구조도이다.

도 16은 본 발명의 단극 마찰식 발전기 그룹의 전형적인 구조도이다.

도 17은 본 발명의 단극 마찰식 발전기 그룹의 전형적인 구조도이다.

도 18은 본 발명의 단극 마찰식 발전기에 의한 추적 시스템의 전형적인 구조도이다.

도 19는 본 발명의 실시예 2의 단락전류 출력도이다.

도 20은 본 발명의 실시예 3의 추적 시스템의 회로연결도이다.

도 21은 본 발명의 실시예 3의 발전기가 동작할 때의 신호수집도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0067]

이하, 본 발명의 도면을 참조하면서 본 발명의 실시예의 기술방안을 명확하고 완정하게 설명한다. 물론, 여기에서 설명하는 실시예들은 본 발명의 일부 실시예일 뿐 모든 것을 포괄하는 실시예는 아니다. 통상의 기술자가 본 발명의 실시예에 기초하여 쉽게 얻을 수 있는 모든 기타 실시예에도 본 발명의 보호범위에 포함된다.

[0068]

또한, 본 발명에 관하여 도면을 참조하면서 상세하게 설명하나, 본 발명의 실시예를 상세하게 설명할 경우 상기 도면은 설명의 편의를 위한 예시일 뿐, 본 발명의 보호범위를 한정하는 것은 아니다.

[0069]

본 발명의 "접지"는 대량의 전하를 제공할 수 있거나 제공을 받을 수 있는 물체에 연결하는 의미로, "지(地)"는 모든 점의 전위를 관례에 따라 제로로 하는 대지 또는 도전물질을 말하는데, 예를 들면 선박 또는 운반 수단의 금속 케이스 등을 가르킨다.

[0070]

본 발명의 "대전열(電列)"은, 재료를 전하에 대한 흡인 정도에 따라 나열한 것으로, 두 재료가 서로 마찰하는 순간 마찰하는 면에서 음전하가 대전열 중의 "+"로 대전되며 쉬운 재료의 표면으로부터, 대전열 중의 "-"로 대전되며 쉬운 재료의 표면으로 이동하는 것을 말한다. 예를 들면, 고분자 재료인 폴리테트라플루오로에틸렌(Teflon)이 금속 재료인 알루미늄 포일과 접촉할 시, 알루미늄 포일은 양전하를 띠게 되므로 전자를 얻는 능력이 비교적 약하다. 그리고 고분자 재료인 폴리테트라플루오로에틸렌(Teflon)은 음전하를 띠게 되므로 전자를 얻는 능력이 비교적 강하다. 현재, 전하 이동의 원리를 완정하게 해석할 수 있는 통일된 이론은 없다. 일반적으로, 이러한 전하의 이동은 재료 표면의 일함수에 관련되는 것으로, 전자 또는 이온의 접촉면에서의 이동에 의하여 전하의 이동을 실현하는 것으로 간주한다. 대전열은 단지 경험에 의하여 통계된 결과로서, 두 물체가 대전열에서 멀리 떨어질 수록 접촉할 경우에 발생되는 전하의 "+", "-" 성질이 대전열에 부합될 확률이 커진다. 또한, 실제적인 결과는 재료 표면의 거칠기, 환경의 습도 및 상대적 마찰의 유무 등과 같은 여러 요소의 영향을 받는다.

[0071]

본 발명에 기재된 "접촉전하"는, 대전열에 있어서 순서에 차이가 있는 두 가지 종류의 재료가 접촉마찰하여 분리된 후 그 표면이 가지는 전하를 말하는데, 일반적으로 이러한 전하는 재료의 표면에만 분포되며, 분포되는 최대 깊이는 약 10nm이다. 접촉전하의 부호는, 순전하(net charge)의 부호이다. 다시 말하면, "+" 접촉전하를 가지는 재료는, 표면의 일부 영역에 음전하가 집중된 영역이 존재할 수 있으나 표면전체의 순전하의 부호는 "+"이다.

[0072]

본 발명에서의 발전기의 방향은 마찰층과 전극층이 상하관계를 나타날 때의 세로방향으로서, 마찰층이 위에 위치하고 전극층이 아래에 위치하거나 또는 마찰층이 아래에 위치하고 전극층이 위에 위치하는 경우를 의미한다. 이 두 가지 장착 상태는 모두 본 발명에서 말하는 세로방향에 해당된다.

[0073]

도 1은 본 발명의 단극 마찰식 나노발전기의 전형적인 구조를 나타내는 것으로, 마찰층(10)과 전극층(20)을 포함하는데, 전극층(20)은 외부회로(30)를 통하여 등전위를 제공하는 지면과 연결된다. 마찰층(10)과 전극층(20)은 서로 대향하도록 배치되고, 그 사이는 탄성부재(40)를 통하여 일정한 간격을 유지하며, 외력의 작용하에 마찰층(10)과 전극층(20)의 적어도 일부 표면은 접촉-분리를 순환적으로 발생할 수 있으며, 동시에 외부회로(30)로 전력을 공급할 수 있다.

[0074]

설명의 편의를 위하여, 이하 도 1의 전형적인 구조를 참조하면서 본 발명의 원리, 각 부품을 선택하는 원칙 및 재료의 범위를 설명하기로 한다. 물론, 이러한 내용은 도 1에 표시된 실시예에 한정되는 것이 아니라, 본 발명에 개시되는 모든 기술방안에 적용될 수 있다.

[0075]

도 2를 참조하면서, 본 발명의 발전기 동작 원리를 설명하기로 한다. 마찰층(10)과 전극층(20)은 대전열에서의

위치가 서로 다르므로, 전자를 얻는 능력에 차이가 존재한다(마찰층(10)이 전자를 얻는 능력이 비교적 약한 경우를 예로 한다). 때문에 외력(F)이 발전기에 작용하여 마찰층(10)과 전극층(20)의 일부 표면이 서로 접촉할 경우, 마찰층(10)의 표면은 양전하를 띠고 전극층(20)의 표면은 음전하를 띠게 된다. 외력을 해제하면 탄성부재(40)로 인하여 마찰층(10)과 전극층(20)이 분리되는데 이는 마찰층(10)과 전극층(20) 사이의 표면전하의 평형을 파괴하게 된다. 평형을 다시 회복하기 위하여, 전자는 외부회로(30)를 통하여 전극층(20)으로부터 지면으로 이동하며 외부로 전기적 신호를 출력하게 된다. 마찰층(10)과 전극층(20)의 간격이 최대에 달할 때, 양자 사이의 표면전하는 다시 평형을 이루어, 전자의 이동이 발생하지 않는다. 외력(F)이 다시 발전기에 작용하게 되면, 탄성부재(40)는 압축되고, 마찰층(10)의 표면과 전극층(20)의 표면은 점차 가까워져 양자사이의 표면전하의 평형이 다시 파괴된다. 그리하여 전자가 외부회로(30)를 통하여 지면으로부터 전극층(20)으로 이동하므로써 외부로 전류를 출력하게 된다. 마찰층(10)과 전극층(20)이 완전히 접촉하게 되면, 표면의 접촉전하가 다시 평형을 이루어 소정방향으로의 정자이동이 정지되며, 외부회로(30)에서 전류의 출력을 관찰 할 수 없게 된다.

[0076] 상술한 발전 원리로부터 알 수 있듯이, 마찰층(10)과 전극층(20)의 대전열에서의 나열 순서 차이는, 출력가능한 전기적 신호를 생성하는 관건적 요소이다. 아래의 폴리머 재료는 모두 본 발명의 마찰층(10)을 구성하는 재료로 사용될 수 있으며, 배열된 순서에 따라 전자를 얻는 능력이 점차적으로 강해진다. 상기 폴리머 재료로는, 폴리메틸메타크릴레이트, 나일론, 폴리비닐알코올, 폴리에스테르, 폴리이소부틸렌, 폴리우레탄 탄성 스펜지, PET(Poly ethylene terephthalate), 폴리비닐 부티랄, 폴리클로로프렌, 천연고무, 폴리아크릴로니트릴, 폴리디페놀카보네이트, 염화폴리에테르(polyetherchloride), 폴리염화비닐리덴, 폴리스티렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리이미드, 폴리염화비닐, 폴리디메틸실록산, 폴리테트라플루오로에틸렌이다. 본 명세서의 지면 상의 제한으로 사용 가능한 모든 재료를 예시할 수 없으므로, 여기서는 참고로 몇 개의 구체적인 폴리머 재료만을 예시한다. 물론, 이러한 재료는 본 발명의 보호범위를 한정할 수 있는 요소들이 아니다. 통상의 기술자들은, 본 발명의 시사 하에 이러한 재료의 마찰 대전 특성에 기초하여 유사한 기타 재료를 용이하게 선택할 수 있을 것이다.

[0077] 실험을 통하여, 마찰층(10)의 재료와 전극층(20)의 재료 사이의 전자를 얻는 능력의 차이가 클수록, 나노발전기가 출력하는 전기적 신호는 더욱 강하다는 것을 발견하였다. 따라서, 상기 열거한 순서에 따라 간단한 대비실험을 결합하여 적합한 폴리머 재료를 마찰층(10)의 재료로 선택하면 최적의 전기적 신호 출력을 얻을 수 있을 것이다.

[0078] 전극층(20)은 발전기에서 발전을 위한 마찰하는 표면을 제공할 뿐만 아니라, 전극의 기능도 구비하므로, 표면전하가 이루는 전기장이 평형되지 않을 경우 외부회로(30)를 통하여 전자를 전송할 수 있어야 한다. 따라서, 전극층(20)의 마찰층(10)과 접촉하는 표면은 도전 재료로 구성되거나 또는 전극층 전체가 도전 재료로 구성되어야 한다. 상기 도전 재료는, 금속, ITO(Indium Tin Oxide), 유기물 도체, 또는 도핑반도체로부터 선택될 수 있다. 전극층(20)은 평판(flat plate), 시트, 또는 박막일 수 있는데, 박막일 경우 그 두께의 가능한 범위는 10nm~5mm이고, 바람직하게는 50nm~1mm이며, 더욱 바람직하게 100nm~500μm이다. 본 분야에서 널리 쓰이는 금속은, 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 동(Cu), 티타늄(Ti), 크롬(Cr) 또는 셀렌(Se), 및 상기 금속으로 형성된 합금을 포함한다. 유기물 도체는 일반적으로 도전 고분자로서, 폴리피롤, 폴리페닐렌설파이드(poly phenylene sulfide), 폴리프탈로시아닌계화합물, 폴리아닐린, 및/또는 폴리티오펜을 포함한다.

[0079] 본 발명은 발전기의 출력 성능을 제고시키기 위하여, 상기 마찰층(10)의 전극층(20)과 마주하는 표면 및/또는 상기 전극층(20)의 마찰층(10)과 마주하는 표면의 전체 또는 일부에 미크론(micron) 또는 서브미크론(sub micron) 레벨의 미세 구조가 분포되는 것이 바람직한다. 이로써 마찰층(10)과 전극층(20)의 유효접촉면적을 증가시켜, 양자의 표면전하의 밀도를 향상시킬 수 있다. 상기 미세 구조는 바람직하게는 나노와이어, 나노튜브, 나노입자, 나노로드(nano-rods), 나노꽃, 나노홉, 미크론홉, 나노뿔, 미크론뿔, 나노스피어, 및 미크론스피어의 구조, 및 상술한 구조로 형성되는 어레이이다. 특히 나노와이어, 나노튜브 또는 나노로드(nano-rods)로 이루어진 나노 어레이가 바람직하며, 포토리소그래피, 플라즈마 에칭 등 방법을 통하여 제조된 와이어 형상, 정육면체, 또는 사각뿔 형상의 어레이일 수 있다. 어레이 중의 매개 유닛의 사이즈는 나노미터로부터 마이크로미터 레벨의 크기인데, 구체적인 마이크로-나노 구조인 유닛의 사이즈, 형상은 본 발명의 범위를 제한하지 않는다.

[0080] 나노 어레이를 형성하는 방법으로는 물리적 방법 외에, 포토리소그래피, 화학에칭, 이온에칭 등과 같은 화학적 방법을 더 포함한다. 또한 나노재료를 장식하거나 도포층을 통하여 상술한 목적을 실현할 수도 있다. 이외에도, 서로 접촉하는 마찰층(10)과 전극층(20)의 표면 또는 그중의 일 표면에 대하여 화학수식을 실시하여, 접촉 순간의 전하의 이동량을 더욱 향상시켜 접촉전하의 밀도 및 발전기의 출력 전력을 향상시킬 수도 있다. 화학수식은

아래와 같은 두 가지 방법으로 나뉜다.

[0081] 일 방법으로는, 서로 접촉하는 마찰층(10)과 전극층(20)에 대하여, 대전열에서 "+"로 대전되기 쉬운 재료의 표면에 전자를 쉽게 잃는 작용기(다시 말하면, 강한 전자공여기)를 도입하거나, "-"로 대전되기 쉬운 재료의 표면에 전자를 쉽게 얻는 작용기(강한 전자흡인기)를 도입함으로써, 서로 슬라이드할 때의 전하의 이동량을 더욱 향상시켜, 마찰 전하의 밀도 및 발전기의 출력 전력을 향상시키는 방법이다. 강한 전자공여기는, 아미노기, 하이드록실기, 알콕실기(alkoxy group) 등을 포함한다. 강한 전자흡인기는, 아실기, 카복실기, 니트로기, 술폰기 등을 포함한다. 작용기의 도입은, 플라즈마에 의한 표면 수식 등 일반적인 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면, 산소와 질소의 혼합가스를 소정의 전력하에서 플라즈마를 형성시킴으로써, 아미노기를 마찰층을 구성하는 재료의 표면으로 도입할 수도 있다.

[0082] 다른 일 방법으로는, 대전열에서 "+"로 대전되기 쉬운 마찰층을 구성하는 재료의 표면에 양전하를 도입하고, "-"로 대전되기 쉬운 마찰층을 구성하는 재료의 표면에 음전하를 도입하는 방법이다. 구체적으로는, 화학결합을 통하여 실현할 수 있다. 예를 들면, PDMS(polydimethylsiloxane) 마찰층의 표면에 줄-겔 법(sol-gel)을 이용하여 TEOS(tetraethyl orthosilicate)를 수식하여, 음전하를 가지도록 할 수 있다. 또는 금박막층에 대하여 금-황 결합을 통하여 표면에 CTAB(hexadecyltrimethylammonium bromide)가 함유된 금나노 입자를 수식할 수도 있다. CTAB가 양이온이므로, 마찰층 전체가 "+"전하를 띠게 된다. 통상의 기술자들은, 마찰층을 구성하는 재료의 전자를 잃고 얻는 성질 및 표면의 화학결합의 종류에 의하여 적합한 수식 재료를 선택하여 결합시킴으로써, 본 발명의 목적을 달성할 수 있다. 따라서, 이러한 변형도 본 발명의 보호범위 내에 속한다.

[0083] 본 발명은, 마찰층(10)과 전극층(20)이 반드시 경질 재료로 이루어지는 것에 한정되는 것은 아니며, 연질 재료로 이루어질 수도 있다. 이는 재료의 경도가 양자 사이의 접촉 마찰 효과에 영향을 주지 않기 때문이다. 마찰하는 면의 평탄성을 유지해야 할 경우, 기타 부재를 통하여 지지함으로써 실현할 수도 있다. 따라서, 통상의 기술자들은 수요에 따라 마찰층(10)과 전극층(20)을 형성하는 재료의 경도를 선택할 수 있다.

[0084] 도 1에 도시된 마찰층(10)과 전극층(20)은 사이즈와 형상이 동일하고 대향하도록 배치되어, 외력의 작용 하에 완전히 접촉될 수 있다. 하지만 이는 비교적 바람직한 실시형태일 뿐, 마찰층(10)과 전극층(20) 사이에서 일부 표면의 접촉-분리 과정을 순환할 수만 있다면 발전기를 정상적으로 동작시킬 수 있다. 따라서, 마찰층(10)과 전극층(20)의 형상 및 사이즈는 동일하지 않을 수도 있으며, 상대적인 위치도 완전히 정면으로 대향하는데 국한되지 않는 바, 통상의 기술자들은 사용 환경에 따라 자유롭게 선택할 수 있다.

[0085] 본 발명자는 실험을 통해 아래와 같은 현상을 발견하였다. 마찰층(10)과 전극층(20) 표면의 접촉할 수 있는 부분의 최대분리간격(d)이 접촉하는 면의 길이 및 폭(D)과 비슷하거나 더 클 때(도 3에는 접촉하는 면의 길이만 도시되고 폭이 도시되어 있지 않는데, 폭(D)도 최대분리간격(d)과 비슷하다), 발전기의 출력 성능이 비교적 양호하다. 최대분리간격(d)과 상기 길이 및 폭간의 비례값이 모두 1~100인 것이 바람직하다. 물론, 상기 비례값은 이보다 더 클 수도 있으며, 더 클 때 이론적으로 전기적 신호의 출력 특성이 더욱 양호하지만, 가공 난이도를 고려하여야 한다. 따라서, 더욱 양호한 발전 성능을 발휘하도록, 실제 사용시 상술한 원칙에 따라 마찰층(10)과 전극층(20)의 사이즈와 상대적인 위치를 조절할 수 있다.

[0086] 등전위 소스에 전기적으로 연결되는 것은 본 발명의 발전기가 정상적으로 동작하는 관건적 요소인데, 등전위 소스는 접지를 통하여 제공될 수도 있고, 외부의 보상 회로로부터 제공될 수도 있다. 상술한 전기적 연결은 전력 공급을 필요로 하는 외부회로(30)를 통하여 직접 실현될 수도 있고, 발전기 내부에 부하를 설치하여 실현될 수도 있다(미도시). 다시 말하면, 전극층(20)은 상기 부하를 통하여 등전위 소스와의 전기적 연결을 실현하며, 전력공급을 필요로 하는 외부회로(30)는 상기 부하와 병렬 또는 직렬로 연결되어 전기적 신호를 수신한다.

[0087] 탄성부재(40)는 외력과 협력하여 마찰층(10)과 전극층(20)의 접촉-분리 순환을 실현하는데 그 작용이 있다. 따라서, 발전기에 작용하는 외력이 그 자체가 방향이 주기적으로 변화하여 마찰층(10)과 전극층(20)의 접촉-분리 순환을 실현할 수 있다면, 탄성부재(40)는 필수적인 부재가 아니다. 예를 들면, 도 3에 도시된 바와 같이, 주기적인 외력(F)을 연결부(401)를 통하여 마찰층(10)에 작용하여 왕복운동을 하도록 하면, 마찰층(10)과 전극층(20)은 주기적으로 접촉 또는 분리 되는데 이로써 발전기를 정상적으로 동작시킬 수 있다. 하지만 단지 가하는 외력 자체만으로는 발전기를 정상적으로 동작시킬 수 없을 경우, 탄성부재(40)의 협력이 필요하다. 예를 들면, 도 1에 도시된 바와 같이, 탄성부재(40)의 양단은 각각 마찰층(10)과 전극층(20)의 서로 대향하는 표면에 고정되어, 양자의 적어도 일부 표면으로 하여금 외력이 작용하지 않을 때 분리 상태를 유지하고, 외력이 작용할 때 압축되어 마찰층(10) 또는 전극층(20)의 굴곡 변형을 통하여 접촉되도록 한다. 마찰층(10)과 전극층(20)의 접촉 효과를 더욱 향상시키기 위하여, 탄성부재(40)를 고정하는 위치를 조절할 수도 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된

바와 같다. 도 4(a)에 도시된 바와 같이, 탄성부재(40)의 일단은 마찰층(10)의 전극층(20)과 대향하는 일측의 표면에 고정되고, 타단은 전극층(20)의 지지부에 고정된다. 또는, 도 4(b)에 도시된 바와 같이, 탄성부재(40)의 일단은 전극층(20)의 마찰층(10)과 대향하는 일측의 표면에 고정되고, 타단은 마찰층(10)의 지지부에 고정된다. 상기 두 가지 고정 방식은 모두 압력의 작용 하에 탄성부재(40)를 압축하여 마찰층(10)과 전극층(20)의 표면이 완전히 접촉되도록 할 수 있고, 압력이 없어질 경우 마찰층(10)과 전극층(20)을 분리시킴과 동시에 탄성부재(40)의 두께가 마찰층(10)과 전극층(20) 사이의 접촉효과에 대한 영향을 피할 수 있다. 외력이 압력이 아닌 장력일 때, 도 5에 도시된 실시형태를 사용할 수도 있는데, 이때 탄성부재(40)는, 장력이 없어질 경우 마찰층(10)과 전극층(20)이 다시 접촉할 수 있도록 확보하여, 마찰층(10)과 전극층(20)의 접촉-분리 순환을 완성할 수 있다. 지지부재(50)는 전극층(20)을 지지하기 위한 것이다. 탄성부재(40)는 마찰층(10)과 전극층(20)의 옆지에 균일하게 분포될 수도 있고, 마찰층(10) 또는 전극층(20)의 중앙에 분포될 수도 있다. 예를 들면 도 6에 도시된 바와 같이, 탄성부재(40)는 전극층(20)의 중앙에 위치하여 있다. 물론, 전극층(20) 및/또는 마찰층(10)의 사이즈가 비교적 클 경우, 복수 개의 탄성부재(40)를 접촉하는 면의 중앙에 분포할 수도 있다.

[0088] 탄성부재(40)는 본 분야에서 흔히 사용되는 탄성을 제공할 수 있는 부재일 수 있다. 예를 들면, 탄성부재(40)는, 스프링, 고무, 폴리우레탄 탄성체, 스펀지 등과 같은 세로방향에서의 인장 탄성을 제공할 수 있는 부재일 수도 있고; 금속 시트, 열가소성 탄성체 시트 등과 같은 탄성굴곡변형을 가지는 부재일 수도 있다. 도 7에 도시된 실시형태에 있어서, 양단이 각각 마찰층(10)과 전극층(20)에 고정된 탄성시트(402)를 탄성부재로 사용하였는데, 탄성시트(402)는 탄성굴곡변형을 일으킬 수 있는 특성을 가진다. 탄성시트(402)는 외부 압력의 작용을 받으면 변형을 일으켜 마찰층(10)과 전극층(20)이 서로 접촉하도록 하고, 외력이 사라지면 그 자체가 가지는 탄성으로 인하여 마찰층(10)과 전극층(20)이 분리되도록 한다. 탄성시트(402)의 두께, 형상 및 사이즈는 수요에 따라 기계적 강도와 탄성을 종합적으로 고려하여 선택할 수 있다. 이러한 선택들은 모두 통상의 기술자들이 용이하게 할 수 있는 선택 사항이다.

[0089] 탄성부재(40)의 수량은 수요에 따라 결정할 수 있다. 마찰층(10)과 전극층(20)의 사이즈가 비교적 크다면 수요 되는 탄성부재(40)도 비교적 많으나, 이와 반대로, 사이즈가 비교적 작으면 탄성부재(40)의 수량에 대한 요구도 상응하게 적어진다. 2개 이상의 탄성부재(40)를 가지는 것이 바람직하다.

[0090] 도 8에는 본 발명의 발전기의 다른 전형적인 실시형태가 도시되어 있다. 본 실시형태의 발전기는, 마찰층(10)과 전극층(20)을 포함한다. 전극층(20)은 외부회로(30)를 통하여 등전위를 제공하는 지면과 연결되고, 마찰층(10)과 전극층(20)은 서로 대향 배치되며, 양자 사이는 탄성부재(40)를 통하여 일정한 간격을 유지하며, 외력의 작용 하에 마찰층(10)과 전극층(20)의 적어도 일부는 접촉-분리 순환을 발생할 수 있으며 동시에 전극층(20)과 등전위 소스를 통하여 외부회로(30)로 전기적 신호를 출력한다. 발전기의 기계적 강도를 확보하기 위하여, 전극층(20)의 마찰층(10)을 등진 일측의 표면에 제1지지소자(50)를 고정하고, 마찰층(10)의 전극층(20)을 등진 일측의 표면에 제2지지소자(60)를 고정한다. 탄성부재(40)의 양단은 각각 제1지지소자(50)의 하면과 제2지지소자(60)의 상면에 고정된다.

[0091] 제1지지소자(50)와 제2지지소자(60)는, 지지 작용만 발휘할 수 있으면 강성(stiffness) 소자일 수도 있고 탄성을 가지는 소자일 수도 있다. 지지소자들을 구성하는 재료는, 플라스틱 판 또는 실리콘 웨이퍼 등과 같은 절연재료나 반도체 재료를 선택할 수 있다. 그 형상 및 사이즈는 자유로 선택할 수 있는데, 마찰층(10)과 전극층(20)의 형상 및 사이즈와 서로 대응되는 것이 바람직하며, 두께는 서로 다른 재료와 수요에 따라 선택할 수 있다.

[0092] 제1지지소자(50)와 제2지지소자(60)는 동시에 사용될 수도 있고, 하나만 사용될 수도 있다. 도 9에 도시된 실시 형태에 있어서, 전극층(20)은 일정한 기계적 강도를 가지는 금속 박판을 사용하고 있는데, 두께가 비교적 얇은 마찰층(10)은 제1지지소자(50)의 하면에 접합되어 있다. 탄성부재(40)는 마찰층(10)의 주위를 둘러싸는데, 일단은 제1지지소자(50)의 하면에 고정되고 타단은 전극층(20)의 상면에 고정되어 있다.

[0093] 제1지지소자(50)와 제2지지소자(60)는, 지지 작용만 발휘할 수 있으면 평판유형의 소자일 수도 있고 기타 형상일 수도 있다. 예를 들면, 도 10에 도시된 실시형태에 있어서, 제1지지소자(50)는 우산 형상과 유사한 구조를 가지는데 마찰층(10)을 지지하기 위한 표면은 곡면이며, 이는 외력을 전달하는 작용도 발휘할 수 있다. 제2지지소자(60)는 제1지지소자(50)와 동일한 곡면 구조를 가지는 부재로서, 제1지지소자(50)와 평행되게 배치된다. 이로부터 알 수 있듯이, 제1지지소자(50)와 제2지지소자(60)는 서로 협력하여 2개 곡면의 접촉하여 마찰하는 표면을 형성하는데, 이러한 마찰 표면은 발전기의 정상적인 동작에 영향주지 않는다. 또한 이런 곡면 구조로 인하여 발전기는 더욱 많은 동작 환경에 사용될 수 있다.

- [0094] 제1지지소자(50)와 제2지지소자(60)는 서로 평행되게 배치될 수 있을 뿐만 아니라 일정한 각도를 가지도록 배치될 수도 있다. 예를 들면, 도 11에 도시된 실시형태에서, 제1지지소자와 제2지지소자의 일단이 서로 만나므로 일체로 제작되는 것이 바람직하다. 따라서 하나의 부재로 간주할 수 있으므로, 여기서는 제1지지소자(50)로 칭하기로 한다. 도 11(a)에 도시된 바와 같이, 제1지지소자(50)는 그 자체가 일정한 탄성을 가지고, 외력이 작용하지 않을 때 V자 형의 구조를 유지할 수 있으며, 마찰층(10)과 전극층(20)은 각각 제1지지소자(50)의 마주보는 두 개의 내측면에 접합된다. 전극층(20)은 회로(30)를 통하여 지면과 전기적으로 연결된다. 외력이 작용하면 제1지지소자(50)가 압착되어 그 위에 접합된 마찰층(10)과 전극층(20)이 표면 접촉을 실현한다. 외력이 없어지면 제1지지소자(50) 자체가 가지는 탄성에 의해 발전기 전체가 V자 형 구조를 회복하고 마찰층(10)과 전극층(20)은 분리된다. 이로써 하나의 발전 순환을 완성한다.
- [0095] 제1지지소자(50) 자체가 가지는 탄성이 부족할 때, V자 형 구조의 개구단에 탄성부재(40)를 장착할 수도 있다. 도 11(b)을 참조하면, 외력이 없어지면, 마찰층(10)과 전극층(20)은 신속하게 분리될 수 있다. 이러한 구조는 발전기의 사용 수명을 연장할 수 있다. 또한, 제1지지소자(50)를 구성하는 재료의 탄성에 대한 요구를 저하시킬 수 있다.
- [0096] 도 12는 본 발명의 발전기의 다른 전형적인 실시형태를 나타낸다. 발전기는 대향되게 배치되는 마찰층(10)과 전극층(20)을 포함하는데, 엣지를 통하여 연결되며, 중앙에 챔버를 형성한다. 마찰층(10)과 전극층(20)은 모두 챔버의 반대쪽을 향해 외부로 돌출되는 곡면인데, 외력이 작용하면 마찰층(10)과 전극층(20)의 적어도 일부 표면은 서로 접촉할 수 있으며, 외력을 없어지면 원상태로 복귀한다. 도 12(a)에 도시된 바와 같이, 전극층(20)과 등전위를 제공하는 지면을 통하여 외부회로(30)에 전기적 신호를 출력한다.
- [0097] 본 실시형태의 각 구성부재들은, 외력이 없어지면 신속하게 원상태로 복귀하여 발전기가 정상적으로 동작할 수 있도록, 상기 도 1 내지 도 11의 실시형태에서 한정한 조건을 만족해야 하는 외에, 마찰층(10) 및/또는 전극층(20)이 탄성굴곡변형 특성을 가져야 한다. 이런 탄성은, 재료의 선택을 통하여 실현할 수 있다. 예를 들면, 탄성을 가지는 고무 또는 폴리우레탄 탄성체 등을 사용할 수 있다. 이외에, 구조의 조절을 통하여 상술한 탄성을 실현할 수도 있다. 예를 들면, 전극층은 두꺼운 금속 판넬이 아닌 금속 시트를 사용하는 등 방식을 이용할 수 있다. 이런 방식은 모두 본 분야의 용이한 선택이므로 여기서는 설명을 생략하기로 한다.
- [0098] 마찰층(10)과 전극층(20) 자체가 탄성굴곡변형 특성을 가지지 않는다면, 탄성베이스를 사용하여 발전기의 정상적인 동작을 확보해야 한다. 예를 들면, 도 12(b)에 도시된 실시형태에서는, 마찰층(10)과 전극층(20)의 돌출되는 방향의 외측면에 각각 제1탄성베이스(70)와 제2탄성베이스(80)가 접합되어 있다. 이 두 개의 베이스는 탄성굴곡변형 특성을 가지는 재료로 구성되는데 절연체 또는 반도체일 수 있다. 바람직하게는, 제1탄성베이스(70)와 제2탄성베이스(80)는, 폴리이미드, PET(Poly ethylene terephthalate), 및 폴리스티렌으로부터 선택될 수 있다. 탄성베이스의 두께는 베이스의 탄성에 대한 요구를 만족시키면 되는 것으로 $50\text{ }\mu\text{m}\sim10\text{mm}$ 일 수 있으며, 바람직하게는 $100\text{ }\mu\text{m}\sim5\text{mm}$ 이고, 더욱 바람직하게는 $127\text{ }\mu\text{m}\sim1\text{mm}$ 이다. 제1탄성베이스(70) 및 제2탄성베이스(80)는 이산화규소 등과 같은 열팽창 계수가 마찰층(10) 및 전극층(20)과 다른 재료일 수도 있다. 열팽창 계수가 서로 다르므로, 특히 차이가 비교적 큰 재료를 접합하였을 때 접합된 부재가 전체적으로 굽게 상태를 나타내도록 할 수 있다. 다시 말하면 제1탄성베이스(70)와 마찰층(10)을 접합하면 전체적으로 제1탄성베이스(70) 측으로 돌출되고, 제2탄성베이스(80)와 전극층(20)을 접합하면 전체적으로 제2탄성베이스(80) 측으로 돌출된다.
- [0099] 마찰층(10)과 전극층(20)의 엣지 연결은 본 분야에서 흔히 쓰이는 연결 방식을 사용할 수 있다. 예를 들면 절연 접착제를 사용하여 접착하거나 양면 테이프로 접착하거나 클램프로 고정하는 방법 등이 있다.
- [0100] 상술한 전형적인 실시형태에 있어서, 마찰층(10)과 전극층(20)은 동시에 곡면 구조를 가질 수 있는데, 두 곡면이 동일한 사이즈와 형상을 가지는 것이 바람직하다. 또한, 마찰층(10)과 전극층(20) 중의 하나만을 곡면구조로 설치할 수도 있는데, 도 12(c)에 도시된 바와 같이, 전극층(20)의 사이즈가 마찰층(10)의 사이즈보다 작은 것이 바람직하다.
- [0101] 이상, 본 발명에 관한 여러가지 단극 마찰식 나노발전기의 전형적인 구조를 설명하였으나, 통상의 기술자들은 이러한 구조를 기초로 여러가지 간단한 변경을 위하여 서로 다른 동작 환경에서 적절하게 사용할 수 있는 발전기를 얻을 수 있을 것이다. 따라서 이러한 변경도 모두 본 발명에 개시된 주지하에 완성된 것으로 모두 본 발명의 기술방안이 보호하고자 하는 범위 내에 속한다.
- [0102] 발전기의 역학적 에너지에 대한 이용 효율을 향상시키고 전기적 신호의 출력 강도를 보강하기 위하여, 본 발명에 개시된 2개 이상의 단극 마찰식 나노발전기를 조합하여 발전기 그룹을 형성하고, 각 발전기의 연결 방식을

조절하여, 매개 병렬 연결된 발전기가 출력하는 전기적 신호들을 단독적으로 감시하거나 일괄적으로 감시하여 서로 다른 수요를 만족시킬 수도 있다. 아래 설명하는 발전기 그룹중의 발전기는 모두 본 발명의 앞 부분에서 설명한 발전기이므로, 위에서 이미 각 부재에 대하여 상세한 설명을 하였기 때문에, 하기에서는 다만 발전기 그룹의 전체적인 구조, 각 발전기의 연결 관계, 및 특수한 요구 조건을 만족해야 하는 부재에 대해서만 설명하고, 기타 특수한 요구 사항이 없는 부재에 대해서는 위의 설명을 따르므로 별도로 설명하지 않기로 한다.

[0103] 도 13은 본 발명의 발전기 그룹의 전형적인 실시형태를 나타내는 도면이다. 상기 발전기 그룹은 도 9에 도시된 나노발전기를 2개 포함한다. 상기 2개의 나노발전기를 간단히 세로방향에서 중첩시키고 2개의 전극층(20) 사이에 절연차단층(60)을 설치하며, 매개 발전기의 전기적 신호들을 단독적으로 수집한다. 절연차단층(60)을 구성하는 재료는 절연 및 차단 작용만 발휘할 수 있다면 제한이 없다. 예를 들면, 플라스틱 판, 고무 시트일 수 있다. 그 사이즈와 형상은 수요에 따라 선택할 수 있다.

[0104] 본 실시형태에서는, 외부로부터 인가되는 압력(F)이 발전기 그룹에 작용할 때, 2개의 발전기를 동시에 구동하여 동작하도록 할 수 있다. 이는 역학적 에너지에 대한 이용율을 대폭 향상시킨다. 물론, 외력의 크기에 따라 중첩되는 발전기의 수량을 조절할 수도 있다. 모든 발전기가 정상적으로 동작하도록 효과적으로 구동할 수 있는 경우를 기준으로, 외력이 클수록 중첩되는 발전기의 수량이 많다. 중첩되는 각 발전기는 동일할 수도 있고 상이할 수도 있다. 특히, 매개 발전기에 연결되는 외부회로(30)가 전력 공급에 대한 요구가 서로 다를 경우, 서로 다른 발전기를 이용하여 그룹을 형성하면 이 요구를 더욱 원만하게 만족시킬 수 있다. 더욱 강한 전기적 신호를 출력해야 하는 경우에는, 발전기의 마찰층(10)과 전극층(20) 사이의 분리 간격을 증가할 수 있다. 더욱 높은 감도가 필요할 경우에는, 해당 발전기의 마찰층(10)과 전극층(20)의 접촉하는 표면에 예를 들면 나노 구조를 형성하여 접촉하는 표면의 면적을 증가시키는 등 처리를 실시할 수 있다.

[0105] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 도 14에 도시된 바와 같은 조립 방식을 사용할 수도 있다. 본 실시형태에서는, 절연차단층(60)을 생략하고, 인접하는 발전기가 하나의 제1지지소자(50)를 공용하는데, 이로써 힘의 전달 효율이 더욱 높고 비용도 더욱 저렴하다. 하지만 구조 특징상 조립 및 조절의 자유도를 조금 저하시킨다.

[0106] 도 15는 병렬 연결된 발전기 그룹을 도시한다. 매개 발전기는 마찰층(10), 마찰층(10)과 대향하도록 분리되어 배치되는 전극층(20), 마찰층(10)의 상면에 접합된 제1지지소자(50), 및 제1지지소자(50)와 전극층(20) 사이에 위치하는 탄성부재(40)로 구성된다. 탄성부재(40)의 일단은 제1지지소자(50)의 표면에 고정되고 타단은 전극층(20)의 표면에 고정된다. 복수 개의 탄성부재(40)는 마찰층(10)을 둘러싸고 균일하게 배치된다. 상, 하로 인접하는 발전기는 전극층(20)을 공용하며 이 전극층(20)과 등전위를 제공하는 지면을 통하여 외부회로(30)로 전기적 신호를 출력한다. 상기 발전기 그룹중의 각 발전기가 동시에 동작하려면, 전극층(20)을 공용하는 인접하는 두 개의 발전기가 아래와 같은 조건을 만족하여야 한다. 즉, 공용되는 전극층(20)은 2개의 마찰층(10)에 대하여, 전자를 잃고 얻는 능력이 동일하여야 한다. 다시 말하면, 공용되는 전극층(20)이, 모 발전기 중의 마찰층(10)보다 전자를 쉽게 잃는다면, 다른 하나의 발전기 중의 마찰층에 대하여서도 전자를 쉽게 잃는 특성을 가져야 한다. 이런 경우에만 전극층(20)이 2개의 마찰층(10)과 각각 마찰하는 과정에서 형성되는 표면전하가 서로 상쇄되지 않는다. 하지만, 발전기 그룹 중의 두 발전기가 동시에 동작하지 않고 단지 제조할 때 중첩되어 전극층(20)을 공용한 것 뿐이라면, 마찰층(10)과 전극층(20)을 형성하는 재료를 선택할 때 상술한 제한을 받지 않는다.

[0107] 비용을 절감하고 종량을 감소하기 위하여, 도 15에 도시된 발전기 그룹에 대하여 아래와 같은 개선을 가할 수도 있다. 가벼운 판넬 형상의 재료를 제2지지소자(20)로 하고, 그 외면에 도전박층을 접합하여 공용하는 전극층(20)으로 하는 것이다. 구체적인 구조는 도 16에 도시한 바와 같다.

[0108] 도 13 내지 도 16에는 모두 세로방향에서 중첩된 조립 방식이 도시되어 있다. 이러한 방식을 통하여 형성된 발전기 그룹은 동기화 작동을 더욱 쉽게 실현할 수 있다. 하지만 외력을 받는 면적이 한정적이어서, 외력에 대한 안정적 요구가 비교적 높다. 또한 외력이 작용하는 위치가 자주 바뀌면, 그 발전 효과에 영향을 주게 된다. 외력이 작용하는 위치가 바뀔 수도 있는 경우를 대비하기 위하여, 나란히 배열하는 방식을 이용하여 발전기 그룹을 형성할 수도 있다. 구체적으로 도 17에 도시된 구조를 참조하면, 발전기 그룹은, 복수 개의 발전기가 동일한 평면에 배열되어 이루어진 것으로, 발전기의 마찰층(10)마다 모두 탄성굴곡변형 특성을 가지는 재료로 이루어진 아치형 구조로, 양단을 전극층(20)의 표면에 고정함으로써 모든 발전기가 하나의 전극층(20)을 공용하고 있다. 모든 마찰층(10)은 공용되는 전극층(20)의 동일한 일측에 위치하며, 전극층(20)은 도선을 통하여 일단이 접지된 외부회로(30)에 연결되어 있다.

[0109] 비록 본 실시형태에서 마찰층(10)은 탄성굴곡변형을 발생할 수 있는 아치형 구조이지만 이는 단지 하나의 예시

적인 예일 뿐이다. 실제로 본 발명의 도 1~11에 도시된 모든 발전기 모두가 유사한 방법으로 조립되어 발전기 그룹을 형성할 수 있으며, 동일한 효과를 발휘할 수 있다. 발전기 그룹을 구성하는 각 발전기중의 마찰층(10)은 동일할 수도 있고 다를 수도 있다. 모든 마찰층(10)이 모두 동일할 때, 발전기 그룹 중의 어느 발전기든지 동일한 외력의 작용을 받으면 동일한 전기적 신호를 출력한다. 외력이 동시에 여러개의 발전기에 작용하면, 출력되는 전기적 신호는 누적된다. 이로부터, 외력의 작용범위, 또는 외력을 발생하는 소스와 발전기의 접촉면적을 추정할 수 있다. 이런 특징을 이용하여 본 발전기 그룹을 접촉면적을 탐지하는데 사용할 수 있다. 각 발전기의 마찰층(10)이 서로 다를 때, 동일한 외력이 단독으로 다른 발전기에 작용하면 다른 전기적 신호를 출력하게 된다. 다시 말하면, 발전기 그룹에서 출력되는 전기적 신호는 외력의 좌표 정보를 반영할 수 있다. 이러한 특징에 의하여, 외력이 작용하는 노선에 대해 추적할 수 있다. 외력의 크기가 서로 다를 경우, 동일한 발전기에서 출력되는 전기적 신호의 크기가 변화한다. 본 발명의 발명인은 발전기에 인가되는 압력의 크기와 출력되는 전기적 신호 사이에 상관성이 존재한다는 것을 발견하였다. 따라서 본 발명의 발전기 그룹은 압력의 분포에 대하여 모니터링 할 수도 있다.

[0110] 물론, 전극층(20)을 공용하지 않는 발전기를 복수개 나란히 배열하여도, 면적 탐지와 노선 추적 기능을 실현할 수 있으나, 발전기들을 단독으로 모니터링하여야 하며, 노선 추적 기능을 실현하려면 매개 모니터링기기가 반영하는 노선 정보들을 미리 관련시켜야 한다. 이런 방식의 이점은, 외력을 가하는 소스와 발전기 사이의 접촉면적 및 이동 노선에 대해 동시에 간단하고 직관적인 모니터링을 진행할 수 있다는 점이다. 이 원리를 이용하여 본 발명에서는 추적 시스템(도 18을 참조)을 더 제공한다. 본 추적 시스템은, 2개 이상의 상술한 발전기를 포함하며, 매개 발전기에 있어서 마찰층(10) 또는 전극층(20)은 위로 향하게 피추적물체가 이동하는 표면에 설치되며, 피추적물체의 압력 하에 전극층(20)과 마찰층(10)의 적어도 일부 표면은 접촉할 수 있으며, 피추적물체가 떠나면 원상태로 복귀한다. 발전기마다 출력하는 전기적 신호들은 별도로 감시되고, 매개 감시 회로(도면 부호는 301, 302, ……309)의 일단은 모두 접지되며, 발전기마다 출력하는 신호들은 동시에 수집된다. 물체가 추적 시스템상에서 이동할 때, 서로 다른 발전기는 선후적으로 물체와 접촉하며, 이로써 생성되는 압력은 서로 다른 마찰발전기가 외부로 신호를 출력하도록 한다. 출력된 신호에 대한 분석을 통하여, 물체의 추적 시스템상에서의 구체적인 이동 노선을 알 수 있다.

[0111] 상술한 설명을 통하여, 본 발명에서는 또한 새로운 발전 방법도 개시한다는 것을 알 수 있을 것이다. 상기 발전 방법은, 본 발명에 개시된 어느 한 발전기 또는 발전기 그룹을 사용하며,

[0112] (1) 상기 마찰층을 제공하는 단계;

[0113] (2) 상기 전극층을 제공하는 단계;

[0114] (3) 상기 전극층과 등전위 소스의 전기적 연결을 형성하는 단계;

[0115] (4) 외력을 하여 상기 마찰층과 상기 전극층의 적어도 일부 표면 사이에서 적어도 하나의 접촉-분리 주기를 형성하는 단계 ; 및

[0116] (5) 단계(4)의 과정에서, 상기 전극층과 상기 등전위 소스를 통하여 전기적 신호를 출력하는 단계;

[0117] 를 포함하는 것을 그 특징으로 한다.

[0118] 바람직하게는, 단계(4)에서 상기 마찰층과 상기 전극층을 완전히 접촉한다.

[0119] 바람직하게는, 단계(4)에서 방향이 주기적으로 반전되거나 크기가 주기적으로 변화하는 지속적인 외력을 가한다.

[0120] 실시예 1: 단극 마찰식 나노발전기의 제조

[0121] 레이저를 이용하여 길이 3cm × 폭 3cm × 두께 1.59mm인 유기유리판을 절단하여 제2지지소자로 하고, 한 장의 Al포일로 전체 유기유리판을 완전히 덮는다. 테이프로 한장의 길이 7cm × 폭 3cm × 두께 25μm의 나일론박막과 한장의 길이 7cm × 폭 3cm × 두께 127μm의 폴리아미드를 접착시킨다. 나일론의 표면은 Al포일을 향하고, 양단을 테이프로 유기유리판에 고정시킨다. 동(Cu) 도선으로 Al포일을 연결하는 한편 하나의 저항과 연결하고, 저항의 타단은 접지한다. 폴리아미드박막이 양호한 탄성을 가지므로, 압력을 받지 않을 경우 나일론박막과 Al포일이 완전히 분리되도록 확보할 수 있다. 압축할 때, 나일론박막과 Al포일은 서로 접촉할 수 있다. 발전기의 연질 외막에, 살짝 누르는 등 외력을 가할 때, 전압계에는 상응한 전기적 신호가 출력된다. 이는 역학적 에너지를 전기 에너지로 전환하여 발전할 수 있다는 것을 설명한다.

[0122] **실시예 2: 단극 마찰식 발전기 그룹의 제조**

[0123] 레이저를 이용하여 길이 $10\text{cm} \times$ 폭 $10\text{cm} \times$ 두께 1.59mm 인 유기유리판을 절단하여 제2지지소자로 하고, 그 위에 두 장의 $2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 0.5\text{mm}$ 의 Cu막을 제조한다. 매 Cu막의 주위에 4개의 1mm 두께의 고탄성 스펀지를 균일하게 접착하여 탄성부재로 한다. 그리고 2장의 $3\text{cm} \times 3\text{cm} \times 1\text{mm}$ 크기의 폴리에스테르 시트를 마찰층으로 하여 각각 제2지지소자 상의 두 장의 Cu막과 대향하도록 배치하고, 고탄성 스펀지의 타단을 그 하면에 접착시키면, 도 9에 도시된 바와 유사한 구조를 형성할 수 있다. Cu막마다 도선을 경유하여 일단이 접지된 하나의 저항과 연결되어 발전기를 두개 가지는 발전기 그룹을 구성한다. 구체적인 구조는 도 18에 도시된 실시형태와 유사하다. 고탄성 스펀지는 압력이 존재하지 않을 경우, 폴리에스테르 시트와 Cu막이 완전히 분리되도록 확보할 수 있다. 압축할 때, 폴리에스테르 시트와 Cu막의 대향하는 표면은 서로 접촉할 수 있다. 따라서 본 발전기 그룹은 정상적으로 동작할 수 있다.

[0124] 도 19는 본 발전기 그룹이 동작할 때 출력하는 전류를 나타내는 도면이다. 좌측 도면과 중앙 도면은 발전기 그룹 중의 일 발전기에만 외력을 가할 때 출력되는 전류를 나타내고, 우측 도면은 두 개의 발전기가 동시에 동작할 때 출력되는 전류를 나타낸다. 도면으로부터, 발전기 그룹을 형성하는 방식은 발전 효율을 대폭 향상시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

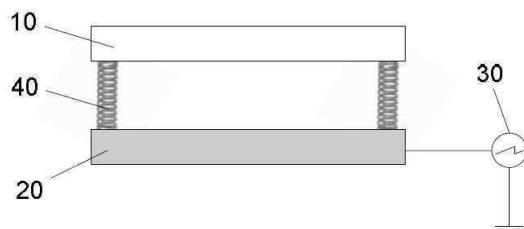
[0125] **실시예 3: 단극 마찰식 발전기 추적 시스템의 제조**

[0126] 실시예 1의 방법에 따라 16개의 사이즈가 동일한 마찰발전기를 제조하여 4×4 의 매트릭스 형태로 배열한다. 발전기 그룹의 회로 연결은 도 20에 도시한 바와 같다. 물체가 본 추적 시스템상을 이동할 때, 물체와 마찰발전기가 접촉하게 되면 발전기가 압축되어 외부로 전기적 신호를 출력할 수 있다. 이런 신호들을 수집하면 물체의 이동 경로에 대한 탐지를 실현할 수 있다. 본 시스템은 직접 마찰발전기를 트리거링 센서로 사용하므로, 외부로부터의 전력 공급을 필요로 하지 않는다. 때문에 자원을 효과적으로 절약할 수 있고 장기적 및 안정적으로 동작할 수 있다. 한 발전기를 압축하여 얻은 데이터 화상으로부터 일곱번째 발전기라는 것이 선명하게 표시되어 있다 (도 21).

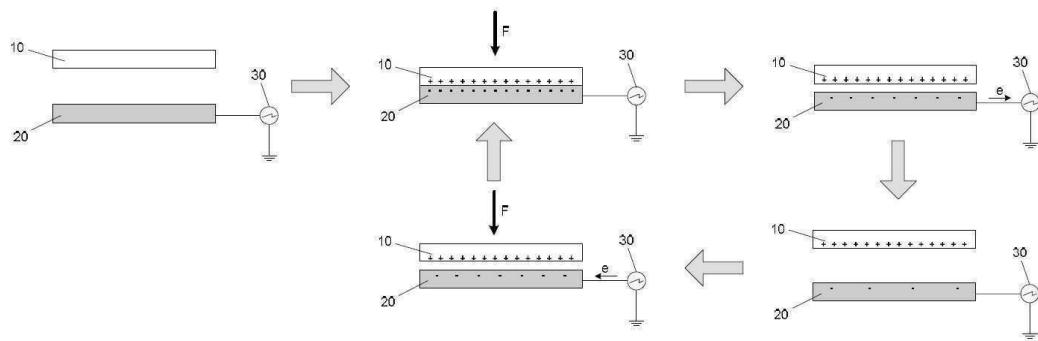
[0127] 상술한 내용들은 본 발명의 비교적 바람직한 실시예일 뿐, 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 통상의 기술자들은, 본 발명의 주지를 이탈하지 않는 범위 내에서, 상기 개시된 방법 및 기술내용에 기초하여 본 발명에 대하여 여러가지 변경 및 개선을 진행할 수도 있고, 동등하게 변화시킨 균등 실시예로 변경할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 주지를 이탈하지 않는 한, 본 발명의 사상에 기초하여 상기 실시예에 대하여 진행한 간단한 수정, 균등한 변경 및 개선은 모두 본 발명의 기술방안이 보호하고자 하는 범위 내에 속한다.

도면

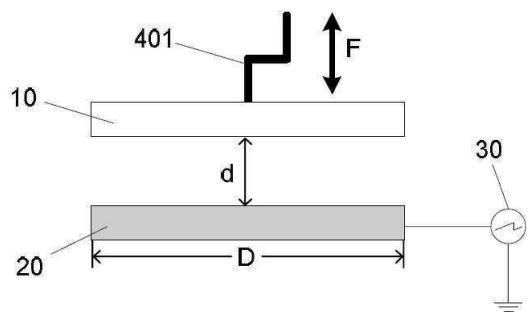
도면1



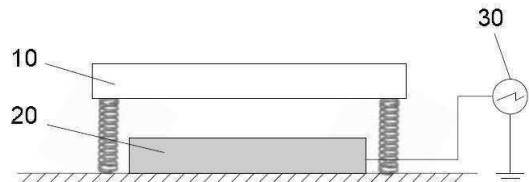
도면2



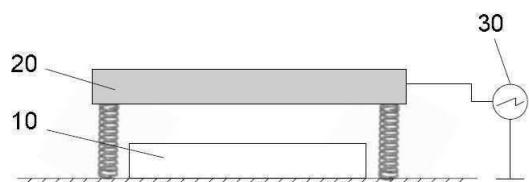
도면3



도면4

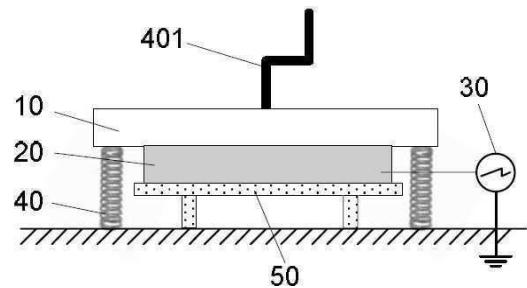


(a)

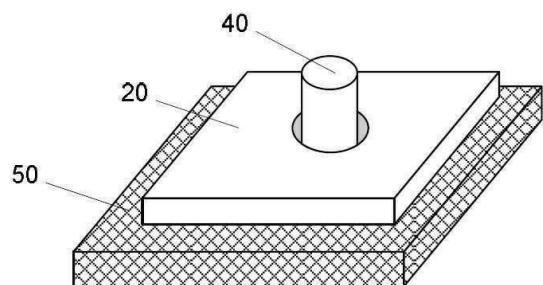


(b)

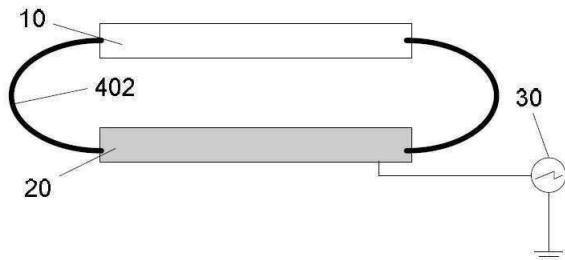
도면5



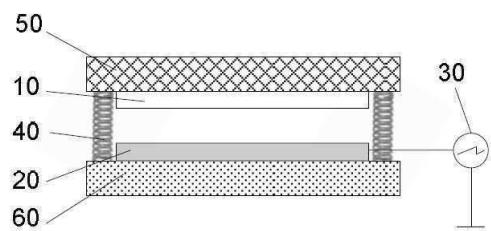
도면6



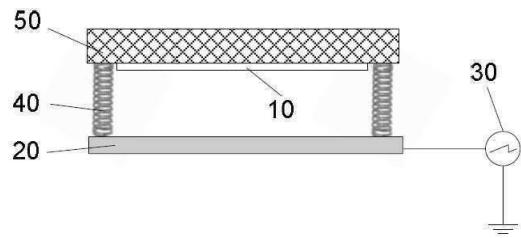
도면7



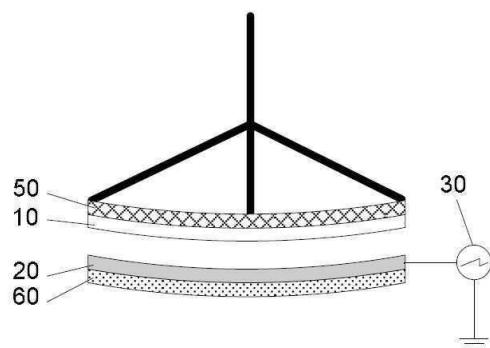
도면8



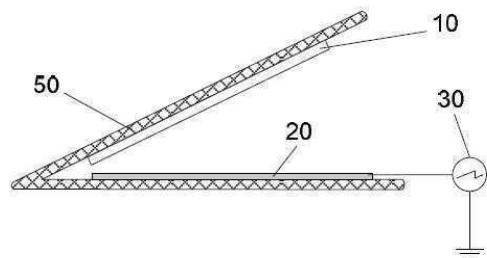
도면9



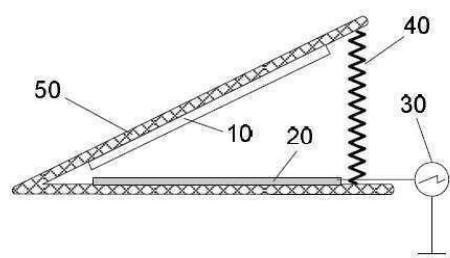
도면10



도면11

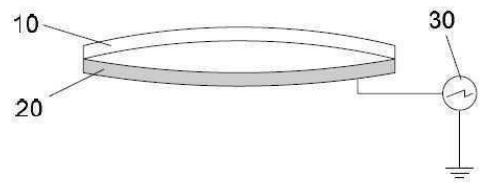


(a)

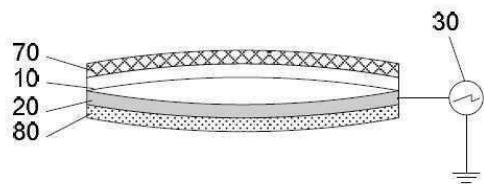


(b)

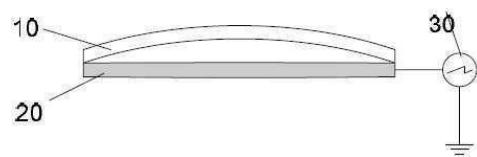
도면12



(a)

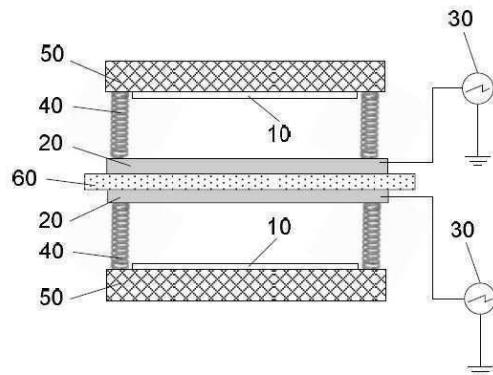


(b)

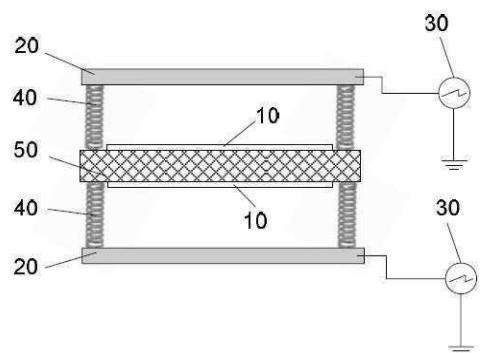


(c)

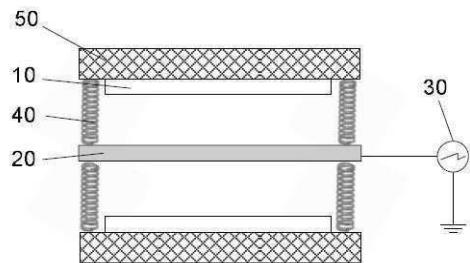
도면13



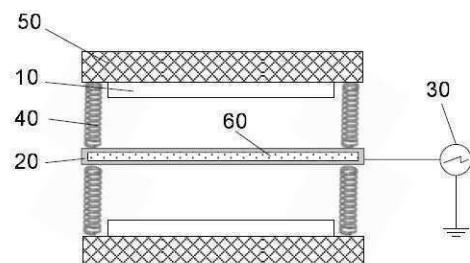
도면14



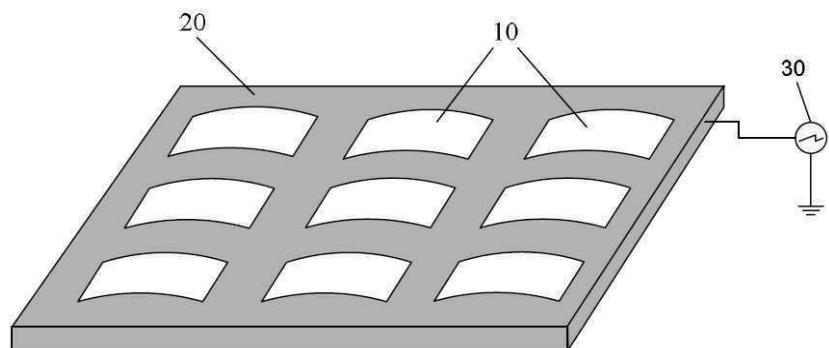
도면15



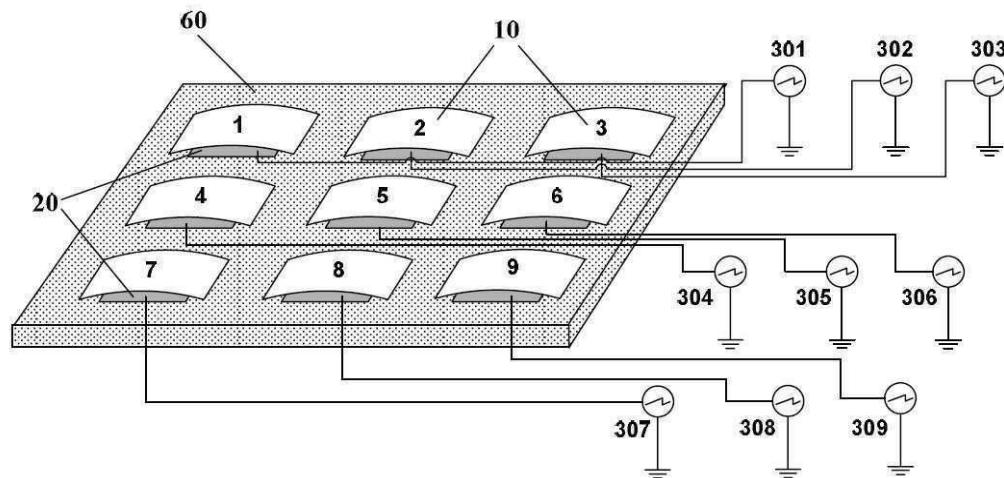
도면16



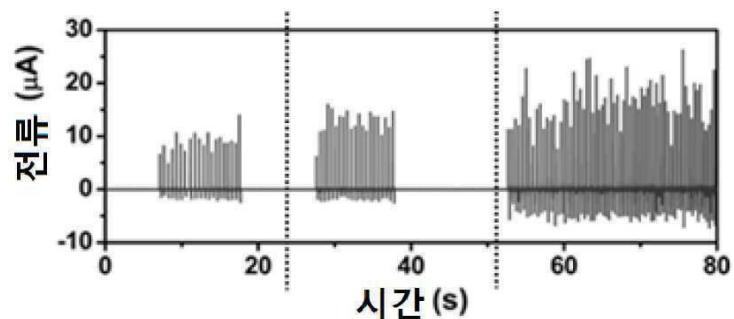
도면17



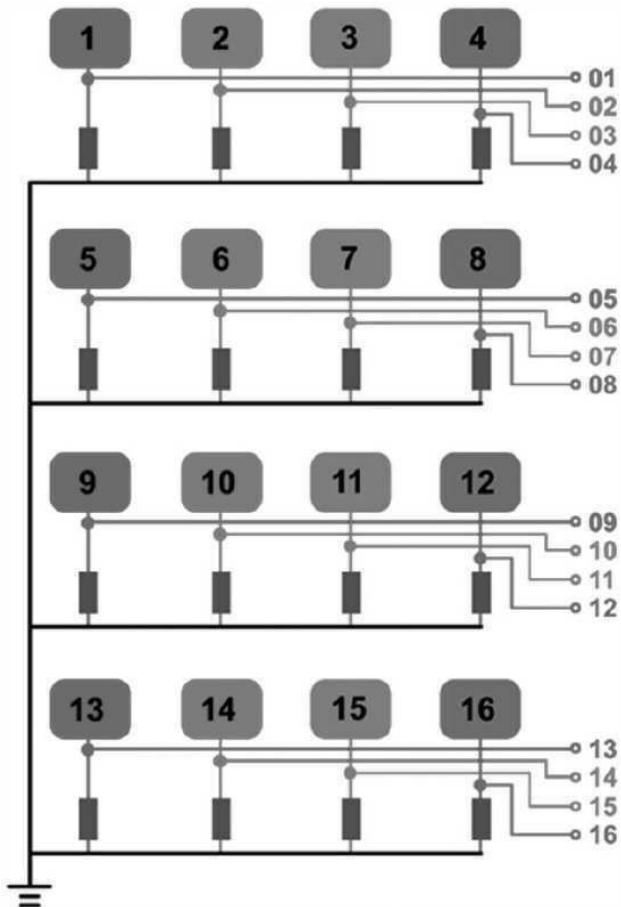
도면18



도면19



도면20



도면21

