(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0036181
(43) 공개일자 2021년04월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01L 1/14 (2006.01) *C08J 9/00* (2006.01)
H02N 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01L 1/14 (2013.01)
C08J 9/0066 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0118320
(22) 출원일자 2019년09월25일
심사청구일자 2019년09월25일

(71) 출원인
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
김혁
서울특별시 관악구 낙성대역8길 43-14, 101호
(74) 대리인
특허법인한남

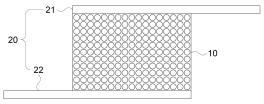
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **다공성 탄성 센서를 이용한 폴리머 비계 표면패턴을 이용한 연성 압력센서**

(57) 요 약

본 발명은 TENG을 이용하여 기존의 압력센서보다 신축성 및 탄성이 향상된 압력센서를 제공하기 위하여 마찰층 및 상기 마찰층의 상면 및 하면에 각각 구비되는 전극을 포함하고, 상기 마찰층 및 상기 전극의 접촉에 의해 발생하는 마찰전기를 측정하여 압력 강도를 측정하는 것을 특징으로 하는 압력센서를 제공한다. 본 발명에 따르면 종래의 압력센서에 비해 신축성 및 탄성이 향상된 압력센서가 제공된다. 또한 본 발명에 따르면 외부 전력 공급이 불필요한 압력센서가 제공된다. 또한 본 발명에 따르면 종래의 압력센서에 비해 감도가 향상된 압력센서가 제공된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02N 1/04 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415162351
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 산업소재핵심기술개발(R&D)
연구과제명 고유연성 디스플레이용 면상 산화물 기반 비정질 투명전극 소재개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 (주)아바텍
연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711096667
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 기후변화대응기술개발(R&D)
연구과제명 염료기반 반투과형 유기태양전지 소재 및 소자 기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 동국대학교
연구기간 2019.06.01 ~ 2020.03.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

마찰층(10); 및

상기 마찰층(10)의 상면 및 하면에 각각 구비되는 전극(20);을 포함하고,

상기 마찰층(10) 및 상기 전극(20)의 접촉에 의해 발생하는 마찰전기를 기반으로 압력 강도를 측정하는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 마찰층(10)은 다공성 스펀지 형태로 구비되는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 마찰층(10)은 PDMS(polydimethylsiloxane) 재질인 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전극(20)은 CNT(carbon-nanotube)-PDMS 재질인 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 마찰층(10)은 판 형상의 스펀지 형태로 구비되는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 전극(20)은 박막 형태로 구비되어 상기 마찰층(10)의 상면 및 하면을 덮는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 전극(20)은 구리 재질인 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 마찰층(10)은,

복수의 입자(101)로 구성된 구조체(100)에 주제-경화제 혼합물(11)을 흡수시키는 단계;

상기 주제-경화제 혼합물(11)을 가열하여 경화시키는 단계; 및

용매(200)를 통해 상기 구조체(100)를 용해시키는 단계;를 통해 제작되는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 입자(101)로 구성된 구조체(100)에 주제-경화제 혼합물(11)을 흡수시키는 단계 이전에,

주제 및 경화제를 혼합하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 주제 및 경화제를 혼합하는 단계는,

주제 및 경화제가 10:1의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 주제는 PDMS 중합체인 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 구조체(100)는 복수의 입자(101)가 배열되되 틈새를 형성하며 결합된 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 구조체(100)는 설탕 등의 수용성 물질이고,

상기 용매(200)는 물인 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 구조체(100)의 외면은 직육면체의 형태로 구비되는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 15

제 8 항에 있어서,

상기 주제-경화제 혼합물(11)을 가열하여 경화시키는 단계는,

상기 주제-경화제 혼합물(11)을 75℃의 온도에서 2시간 가열하여 경화시키는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 16

제 4 항에 있어서,

상기 전극(20)은,

CNT 및 PDMS를 혼합하는 단계; 및

CNT-PDMS 혼합물을 가열하여 경화시키는 단계;를 통해 제작되는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 CNT 및 PDMS를 혼합하는 단계는,

CNT 및 PDMS가 100:0.5의 중량비로 혼합되는 것을 특징으로 하는 압력센서.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 CNT-PDMS 혼합물을 가열하여 경화시키는 단계는,

상기 CNT-PDMS 혼합물을 75℃의 온도에서 2시간 가열하여 경화시키는 것을 특징으로 하는 압력센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압력센서에 관한 것이다. 상세하게, 다공성 탄성 센서를 이용한 폴리머 비계 표면패턴을 이용한 연성 압력센서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] TENG(Triboelectric Nanogenerator)은 고효율 에너지 수확 수단으로서 활발히 개발되고 있으며, 특히 웨어러블 장비, 무선 장비, 플렉서블 장비 및 센서로서 활용 방법 등 또한 활발히 연구중이다. TENG에 가해지는 압력 또는 마찰에 의하여 발생하는 전기의 양을 측정함으로써 압력센서 또는 터치센서로서 활용할 수 있으며, 특히 스마트 의료장비 및 가상현실 장비 등에 활용될 수 있다. 무엇보다 종래의 센서는 외부로부터의 전력 공급이 필요한 점에 비해, TENG을 이용한 압력센서는 스스로 전기를 발생시키기 때문에, 웨어러블 장비의 센서로서 적합한 장점이 있다.

[0003] 하지만 종래의 TENG을 이용한 압력센서는 소재의 신축성 및 탄성을 있는 그대로 사용하므로 웨어러블 장비에 적용하기에 부족할 수 있다는 문제점이 있다. 특히 전극을 금속재질로 사용하는 경우 신축성 및 탄성이 크게 감소할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1538082호 (2015년 07월 14일 등록)

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1840411호 (2018년 03월 14일 등록)

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) Someya, T., Sekitani T., Iba, S., Kato, Y., Kawaguchi, H. & Sakurai, T. Proc. Natl. Acad. Sci. 101, 9966 (2004).

(비특허문헌 0002) Y.F. Hu, Y. Zhang, C. Xu, L. Lin, R.L. Snyder & Z.L. Wang. Nano Lett. 12, 3109 (2012).

(비특허문헌 0003) Sekitani, T., Yokota, T., Zschieschang, U., Klauk, H., Bauer, S., Takeuchi, K., Takamiya, M., Sakurai, T.& Someya, T. Science 326, 1516 (2009).

(비특허문헌 0004) Schwartz, G. Tee, B. C. K. Mei, J. Appleton, A. L. Kim, D. H. Wang, H. & Bao, Z. Nat. Commun. 4,1859 (2013).

(비특허문헌 0005) Long. L., Yannan. X., Sihong. W., Wenzhuo. W., Simiao N., Xiaonan. W. & Z.L Wang. Amer. Chem. Soc. 7, 8266 (2013).

(비특허문헌 0006) Youfan. H., Yan. Z., Chen. X., Long. L., R. L. Snyder. & Z.L Wang. Nano Lett. 11, 2572 (2011).

(비특허문헌 0007) Sihong. W., Long. L. & Z.L Wang. Nano Energy. 11, 436 (2015).

(비특허문헌 0008) G. Zhu, W.Q, Yang, T.J. Zhang, Q.S. Jing, J. Chen, Y.S. Zhou, P. Bai, & Z.L. Wang, Nano Lett. 14, 3208 (2014).

(비특허문헌 0009) J.Chen, G. Zhu, W.Q. Yang, Q.S. Jing, P. Bai, Y. Yang, T.C. Hou & Z.L. Wang, Adv. Mater. 25, 6094 (2013).

(비특허문헌 0010) J. Yang, J. Chen, Y. Liu, W.Q. Yang, Q.S. Jing, P. Bai, Y. Yang, T.C. Hou & Z.L. Wang, ACS Nano 8, 2649 (2014).

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 과제는 TENG을 이용하여 기존의 압력센서보다 신축성 및 탄성이 향상된 압력센서를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 과제는 신축성 및 탄성이 있는 전극을 포함하는 압력센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 과제를 해결하기 위해 본 발명은 마찰층 및 상기 마찰층의 상면 및 하면에 각각 구비되는 전극을 포함하고, 상기 마찰층 및 상기 전극의 접촉에 의해 발생하는 마찰전기를 측정하여 압력 강도를 측정하는 것을 특징으로 하는 압력센서를 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따르면 종래의 압력센서에 비해 신축성 및 탄성이 향상된 압력센서가 제공된다.

[0010] 또한 본 발명에 따르면 외부 전력 공급이 불필요한 압력센서가 제공된다.

[0011] 또한 본 발명에 따르면 종래의 압력센서에 비해 감도가 향상된 압력센서가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압력센서를 나타낸 단면도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 마찰층의 제조 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체에 주제-경화제 혼합물을 흡수시키는 단계를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체에 주제-경화제 혼합물이 흡수된 것을 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 주제-경화제 혼합물이 경화된 상태를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 용매를 통해 상기 구조체를 용해시키는 단계를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰층 제조 방법에 의해 제조된 마찰층을 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전극의 제조 방법을 나타낸 순서도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 전극 및 CNT-PDMS 전극을 사용한 압력센서의 출력 전압 및 전류를 실측하여 나타낸 그래프이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 압력센서의 압력 당 캐패시턴스 변화를 실측하여 나타낸 그래프이다.

도 11은 일반적인 PDMS의 단면을 주사전자현미경(SEM, scanning electron microscope)으로 촬영한 사진이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 스펀지 구조의 PDMS 마찰층의 단면을 주사전자현미경으로 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명의 일 실시예에 대해 구체적으로 설명하기로 한다. 본 명세서에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 명세서에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0014] 본 설명에서 "상측"이란 도 1 및 도 3 내지 도 8에서 위쪽 방향을 의미하며, "상면"이란 상측 방향의 면을 의미한다. "하측"이란 도 1 및 도 3 내지 도 8에서 아래쪽 방향을 의미하고, "하면"이란 하측 방향의 면을 의미한다.

[0016] 이하, 첨부된 도면을 통해 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 압력센서를 나타낸 단면도이다.

[0019] 본 발명에 따르면 압력센서는 마찰층(10); 및 상기 마찰층(10)의 상면 및 하면에 각각 연결된 전극(20);을 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 실시예에서는 마찰층(10)의 상면에 상부 전극(21)이 연결되고, 마찰층(10)의 하면에 하부 전극(22)이 연결된 것을 기준으로 설명하였다.

[0020] 마찰층(10)은 가해지는 압력에 의해 마찰전기를 발생시키기 위한 구성이며, 전극(20)은 상기 마찰층(10)에서 발생한 마찰전기를 측정할 수 있도록 전기적인 연결을 제공하기 위한 구성이다. 바람직하게는, 상기 마찰층(10)은 상기 전극(20)과의 마찰을 통해 마찰전기를 발생시키며, 상기 전극(20)은 상기 마찰층(10)과의 마찰을 통해 마찰전기를 발생시키는 동시에 전기적인 연결을 제공한다.

[0021] 상기 마찰층(10) 및 상기 전극(20)의 마찰에 의해 마찰전기가 발생되며, 이를 측정하여 압력 강도를 측정할 수 있게 된다. 바람직하게, 전극(20)은 마찰층(10)과 접촉하여 양전하로 대전되는 소재로 구비되고, 마찰층(10)은 전극(20)과 접촉하여 음전하로 대전되는 소재로 구비된다.

[0022] 보다 바람직하게, 마찰층(10)은 PDMS(polydimethylsiloxane) 소재로 구비되고, 전극(20)은 구리 또는 CNT(carbon-nanotube)-PDMS 소재로 구비된다. 가장 바람직하게는 전극(20)은 CNT-PDMS 소재로 구비된다. 마찰층(10)이 PDMS 소재로 구비됨으로써 접촉 대전의 효율이 상승하여 압력 감지의 감도가 상승하는 효과가 있다. 전극(20)이 CNT-PDMS 소재인 경우는 구리 소재일 경우에 비해서 10배 가량 접촉 대전의 효율이 상승한다. 또한,

전극(20)이 CNT-PDMS 소재인 경우는 구리 소재일 경우에 비해서 탄성이 뛰어나므로 압력센서로서 활용도가 증가하는 효과가 있다.

[0024] 바람직하게, 마찰층(10)은 다공성 스펀지 형태로 구비될 수 있다. 바람직하게, 본 발명에 따른 마찰층(10)은 소정의 두께를 갖는 판 형상의 스펀지 형태로 구비되고, 상부 전극(21) 및 하부 전극(22) 사이에 위치한다. 마찰층(10)이 다공성 스펀지 형태로 구비됨으로써, 일반적인 PDMS 소재일 경우에 비하여 전극(20)과의 접촉 대전 효율이 증가하며, 탄성이 증가하는 효과가 있다.

[0025] 도 1의 마찰층(10) 내부에 도시된 원들은 스펀지의 기공을 도시한 것이다. 도 1은 스펀지 형태를 알아보기 쉽도록 구상의 기공이 규칙적인 배열을 이루도록 형성된 것을 기준으로 도시하였지만, 실제 스펀지의 기공은 규칙적인 배열 또는 불규칙적인 배열로 구비될 수 있다.

[0027] 본 발명에 따른 전극(20)의 형태는 상기 마찰층(10)과 마찰전기를 발생시키기 용이한 형태라면 제한되지 않는다. 본 실시예에서는 상기 마찰층(10)의 상면 및 하면에 연결되는 박막 형태의 전극(20)인 것을 기준으로 설명한다.

[0028] 또한, 도 1에 도시된 실시예에서는 각 전극(20)의 일단은 마찰층(10)의 일단에 일치하도록 구비되는 반면, 타단은 마찰층(10)의 타단에 비해 돌출되도록 구비되는 것을 기준으로 도시되었다. 이는 돌출된 부분을 통해 외부의 장비와 본 발명에 따른 압력센서가 전기적으로 연결되기 용이하도록 하기 위한 전극(20)의 일 실시예를 도시한 것이며, 본 발명에 따른 전극(20)의 형태가 이에 제한되는 것은 아니다. 본 발명의 기술 분야에서 통상 수준의 지식을 보유한 당업자라면 전극(20)의 형태를 용이하게 변경할 수 있을 것이며 이는 모두 본 발명의 청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

[0030] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 마찰층(10)의 제조 방법을 나타낸 순서도이다.

[0031] 본 발명에 따르면, 마찰층(10)의 제조 방법은 복수의 입자(101)로 구성된 구조체(100)에 주제-경화제 혼합물(11)을 흡수시키는 단계; 상기 주제-경화제 혼합물(11)을 가열하여 경화시키는 단계; 및 용매(200)를 통해 상기 구조체(100)를 용해시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 복수의 입자(101)로 구성된 구조체(100)에 주제-경화제 혼합물(11)을 흡수시키는 단계는 마찰층(10)의 원료인 주제-경화제 혼합물(11)을 스펀지 형태에 대응되는 구조체(100)에 흡수시키는 단계이다.

[0033] 구조체(100)는 복수의 입자(101)들이 규칙적 또는 불규칙적으로 배열되어 틈새를 형성하며 결합된 구조로 구비되어, 마찰층(10)의 스펀지 형태를 형성하기 위한 틀 역할을 하는 구성이다. 상세하게, 예를 들어 구 형상의 기공이 복수 형성된 스펀지 구조로 형성된 마찰층(10)을 제조하는 경우, 구조체(100)는 구 형상의 입자(101)들이 규칙적 또는 불규칙적으로 배열되어 틈새를 형성하며 결합된 구조로 구비된다. 따라서, 상기 틈새에 해당하는 부분은 채워지고, 입자(101)에 해당되는 부분은 기공이 형성되는 스펀지 구조의 마찰층(10)을 제조할 수 있게 된다.

[0034] 바람직하게, 상기 구조체(100)는 특정 용매(200)에 용해되는 가용성의 재질로 구비될 수 있다. 예를 들면, 구조체(100)는 수용성 입자(101)가 결합된 구조체(100)일 수 있다.

[0036] 주제-경화제 혼합물(11)은 마찰층(10)을 형성하기 위한 원료인 주제 및 상기 주제를 경화시키기 위한 화학성분인 경화제의 혼합물이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 Dow Corning사의 Sylgard 184에 포함된 주제 및 경화제가 사용될 수 있다.

[0038] 바람직하게, 상기 복수의 입자(101)로 구성된 구조체(100)에 주제-경화제 혼합물(11)을 흡수시키는 단계 이전에, 주제 및 경화제를 혼합하는 단계;가 더 포함될 수 있다. 또한, 상기 Sylgard 184가 사용되는 경우 주제 및 경화제는 10:1 중량비로 혼합된다.

[0040] 상기 주제-경화제 혼합물(11)을 가열하여 경화시키는 단계는 상기 구조체(100)에 흡수하고 있는 주제-경화제 혼합물(11)이 구조체(100)가 제거되어도 형태를 유지할 수 있도록 가열하여 경화시키는 단계이다. 바람직하게, 상기 Sylgard 184가 사용되는 경우 75℃의 온도에서 2시간동안 가열하여 경화시킨다.

[0042] 용매(200)를 통해 상기 구조체(100)를 용해시키는 단계는 경화된 마찰층(10)을 분리해내기 위해서 구조체(100)를 제거하는 단계이다. 상세하게, 용매(200)를 통해 구조체(100)를 용해시켜 제거한다. 바람직하게는, 상기 구조체(100)는 상기 용매(200)에 대해 가용성을 갖고, 상기 마찰층(10)은 상기 용매(200)에 대해 불용성의 소재로 구비된다. 보다 바람직하게는, 상기 마찰층(10)이 PDMS로 구비되는 경우 상기 구조체(100)는 수용성 물질로 구비되고, 상기 용매(200)는 물이 사용된다. 보다 바람직하게는, 마찰층(10)이 PDMS로 구비되는 경우 상기 구조체(100)는 수용성 물질로 구비되고, 상기 용매(200)는 탈이온수(deionized water)가 사용된다.

[0044] 이하, 도 3 내지 도 7을 참조하여 본 발명에 따른 마찰층(10)의 제조 방법의 일 실시예를 설명한다.

[0046] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(100)에 주제-경화제 혼합물(11)을 흡수시키는 단계를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구조체(100)에 주제-경화제 혼합물(11)이 흡수된 것을 나타낸 도면이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 Sylgard 184의 주제-경화제 혼합물(11)을 용기에 담고, 구조체(100)를 주제-경화제 혼합물(11)에 담금으로써 모세관 현상에 의해 주제-경화제 혼합물(11)이 구조체(100)에 흡수된다. 구조체(100)는 수용성 물질로서, 예를 들면 설탕 입자가 결합된 형태의 구조체(100)가 사용된다.

[0047] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 주제-경화제 혼합물(11)이 경화된 상태를 나타낸 도면이다. 주제-경화제 혼합물(11)이 경화되어 스펀지 구조를 형성하며, 구조체(100)는 아직 제거되지 않았으므로 스펀지 구조의 기공에 해당되는 부분에 입자(101)들이 존재하고 있다.

[0049] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 용매(200)를 통해 상기 구조체(100)를 용해시키는 단계를 나타낸 도면이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 마찰층(10) 제조 방법에 의해 제조된 마찰층(10)을 나타낸 도면이다. 구조체(100) 전체가 담길 수 있는 용량의 용기가 구비되고, 경화된 주제-경화제 혼합물(11) 및 구조체(100)가 용기에 담긴 채로 용매(200)가 투여된다. 구조체(100)가 수용성 물질인 경우 용매(200)는 물이며, 보다 바람직하게는 탈이온수이다. 용매(200)에 의해 구조체(100)가 용해되어 제거되어 경화된 주제-경화제 혼합물(11)만 잔여함으로써 마찰층(10)이 제조된다.

[0051] 도 8은 일반적인 PDMS의 단면을 주사전자현미경(SEM, scanning electron microscope)으로 촬영한 사진이며, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 스펀지 구조의 PDMS 마찰층(10)의 단면을 주사전자현미경으로 촬영한 사진이다. 도 8 및 도 9에 나타난 바와 같이, 스펀지 구조의 PDMS로 구비된 마찰층(10)의 경우 기공에 의하여 일반적인 PDMS에 비해 마찰이 용이하여, 접촉 대전 효율이 상승한다.

[0053] 본 발명에 따른 전극(20)은, 구리 소재의 전극(20)인 경우는 구리 테이프를 최종적인 압력센서의 크기 및 압력센서의 용도에 맞추어 재단함으로써 제조될 수 있다.

[0054] 한편, CNT-PDMS 소재의 전극(20)인 경우는 하기의 제조 방법에 따라 제조될 수 있다.

[0056] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 전극(20)의 제조 방법을 나타낸 순서도이다.

[0057] 본 발명에 따르면, 전극(20)의 제조 방법은 CNT 및 PDMS를 혼합하는 단계; 및 CNT-PDMS 혼합물을 가열하여 경화시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0058] CNT 및 PDMS를 혼합하는 단계는 CNT 및 PDMS를 혼합하여 CNT-PDMS 혼합물을 형성하는 단계이다. 바람직하게,

CNT 및 PDMS가 100:0.5의 비율로 혼합된다.

[0059] CNT-PDMS 혼합물을 가열하여 경화시키는 단계는 CNT-PDMS 혼합물을 경화시켜 CNT-PDMS 소재의 전극(20)을 형성하는 단계이다. 바람직하게, CNT-PDMS 혼합물을 75℃의 온도에서 2시간 가열하여 경화시킨다.

[0060] 전극(20)의 형태를 형성하기 위해서, 상기 CNT 및 PDMS를 혼합하는 단계 이후에, CNT-PDMS 혼합물을 소정의 두께로 형성시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 상세하게, CNT-PDMS 혼합물을 담을 용기에 상기 소정의 두께를 형성하는 양으로 CNT-PDMS 혼합물을 조절하여 담는다. 바람직하게, CNT-PDMS가 경화에 의하여 수축 또는 팽창하는 비율을 고려하여, 수축 또는 팽창 후에 상기 소정의 두께를 형성하는 양으로 CNT-PDMS 혼합물을 조절하여 담는다. 이에 따라, 경화된 CNT-PDMS가 상기 소정의 두께를 갖는 박막의 형태로 형성된다. 보다 바람직하게, CNT-PDMS 혼합물을 스핀 코팅하여 박막의 형태로 형성할 수 있다. 스핀 코팅을 이용함으로써 보다 균일한 두께의 박막을 형성할 수 있다.

[0061] 또한, 전극(20)의 형태를 형성하기 위해서, 상기 베이킹을 통해 CNT-PDMS 혼합물을 경화시키는 단계 이후에, 경화된 CNT-PDMS을 전극(20)으로 가공하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상세하게, 경화된 CNT-PDMS를 절단 및 절삭하여 박막 형태의 전극(20)으로 가공한다.

[0063] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 소재 및 CNT-PDMS 소재의 전극(20)을 사용한 압력센서의 출력 전압 및 전류를 실측하여 나타낸 그래프이다. 도 9에 나타난 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따르면 구리의 경우 약 25V의 출력 전압을 나타내고, CNT-PDMS의 경우 약 250V의 출력 전압을 나타내므로, CNT-PDMS의 경우가 구리에 비해 약 10배 높은 출력 전압을 나타내는 것을 알 수 있다. 따라서, CNT-PDMS를 사용할 경우 구리를 사용할 경우에 비해 압력센서의 센싱 효율이 증가한다.

[0065] 압력센서의 센싱 감도는 압력별 캐패시턴스(capacitance) 변화율로 정의할 수 있다. 캐패시턴스 변화율을 수학식으로 나타내면 다음과 같다.

수학식 1

[0067] $$\Delta C/C_0 = (C_x - C_0)/C_0$$

[0069] 상기 수학식 1에서 ΔC는 상대적인 캐패시턴스 변화를 의미하고, C_x는 캐패시턴스 값을 의미하며, C_0는 압력이 0일 때의 초기 캐패시턴스 값을 의미한다.

[0070] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 압력센서의 압력 당 캐패시턴스 변화를 실측하여 나타낸 그래프이다. Pa는 SI 압력 단위로서, N/m2와 동일한 단위이다. 도 10에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 압력센서는 압력에 대해 캐패시턴스 변화율이 선형 비례하는 특성을 나타낸다. 따라서 본 발명에 따른 압력센서는 정전형 압력센서로도 활용될 수 있다.

[0072] 상기한 본 발명의 바람직한 실시예는 예시의 목적으로 개시된 것이고, 본 발명에 대해 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경 및 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 상기의 특허청구 범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

[0073] 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서, 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로, 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

부호의 설명

[0075] 10: 마찰층 11: 주제-경화제 혼합물

20: 전극

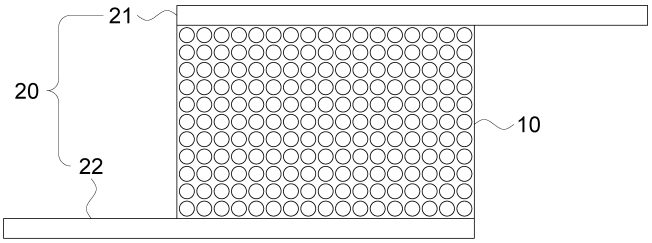
21: 상부 전극 22: 하부 전극

100: 구조체 101: 입자

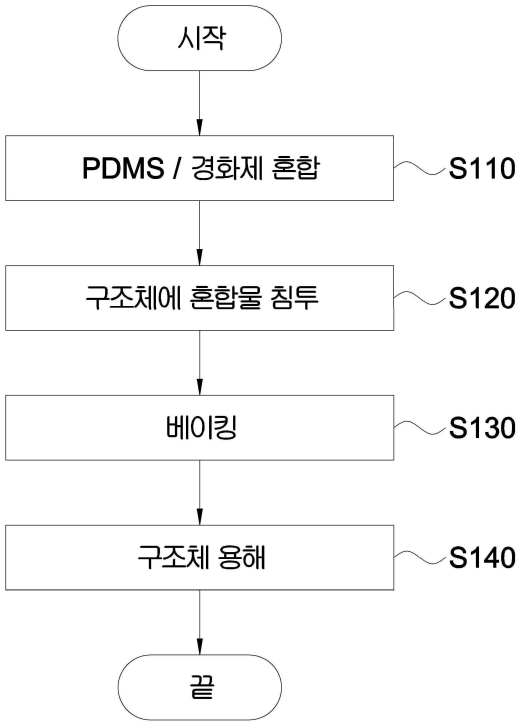
200: 용매

도면

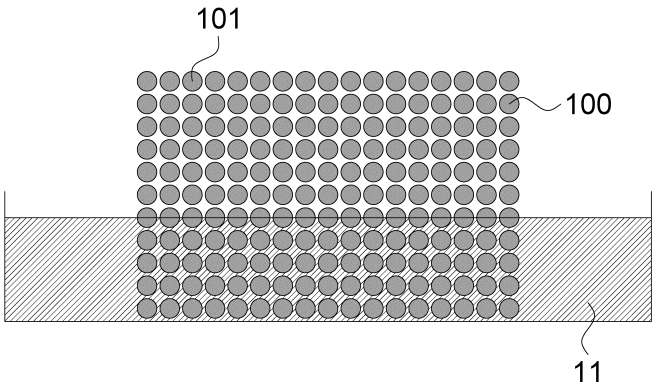
도면1



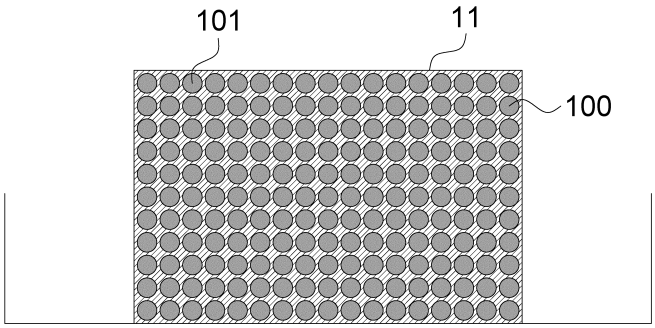
도면2



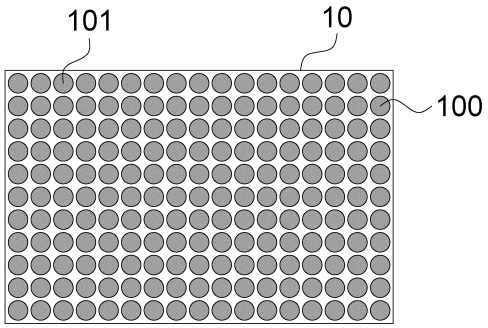
도면3



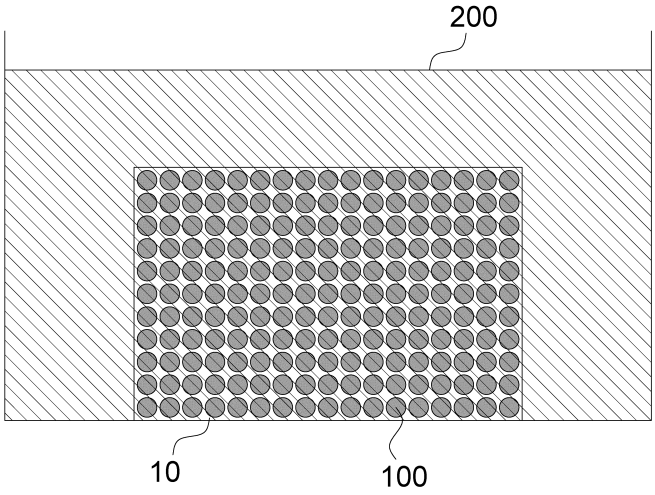
도면4



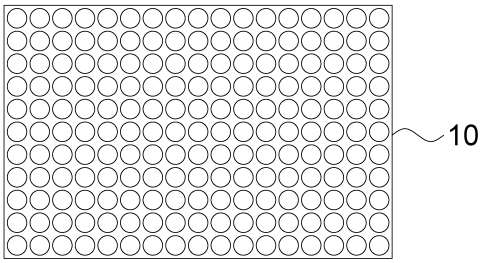
도면5



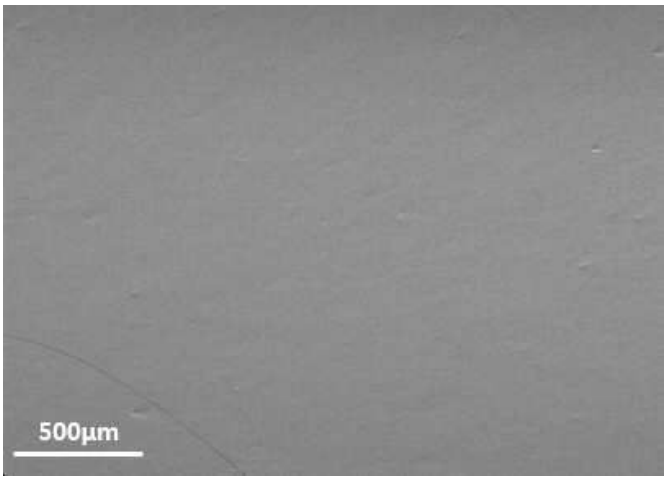
도면6



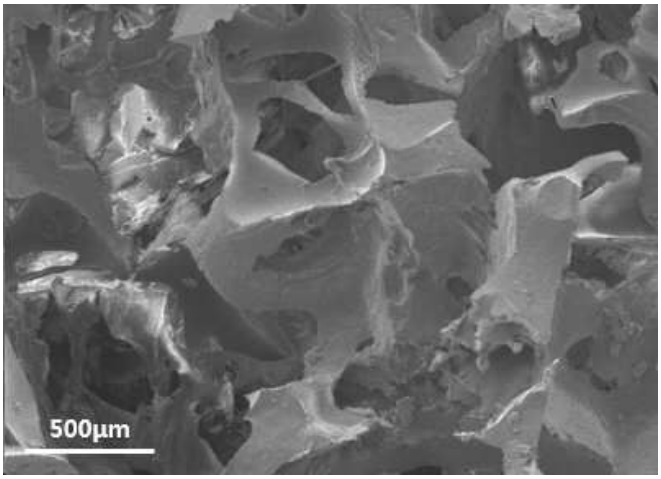
도면7



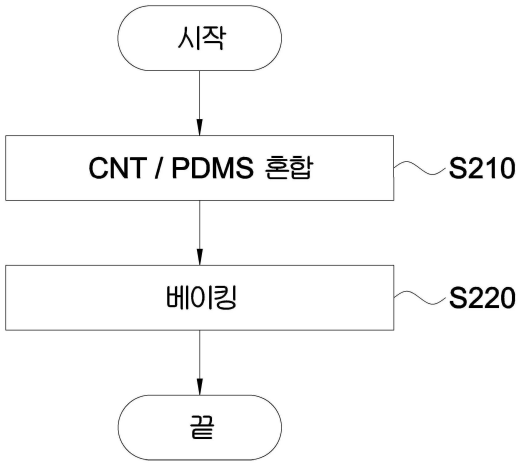
도면8



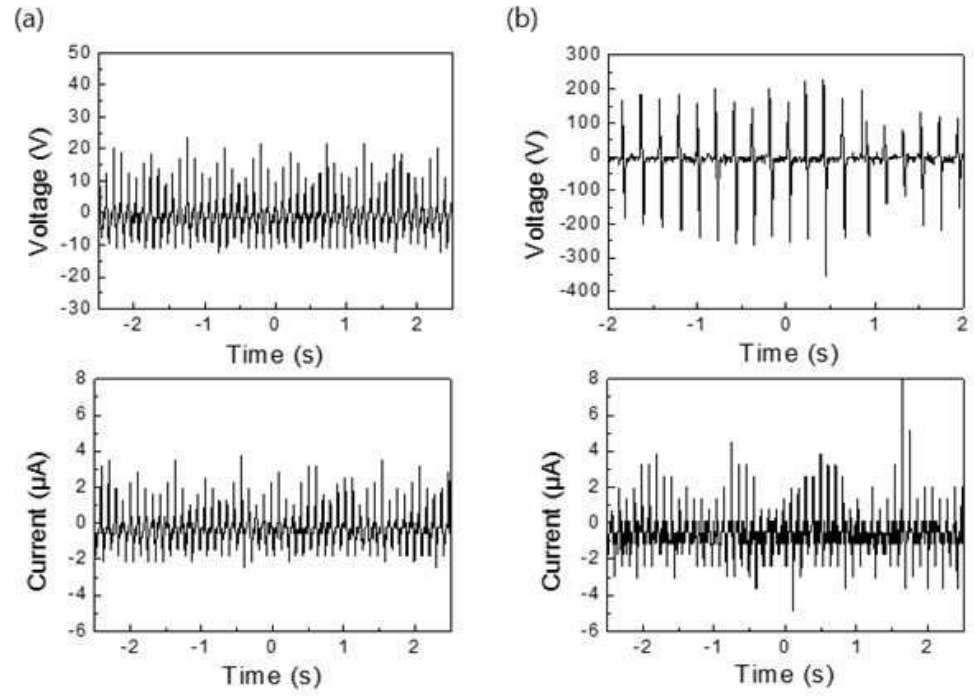
도면9



도면10



도면11



도면12

