



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0106296
(43) 공개일자 2023년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01L 1/20 (2006.01) C08K 3/04 (2006.01)
C08L 101/00 (2006.01) C08L 83/04 (2006.01)
G01L 1/22 (2006.01) G06F 3/045 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01L 1/205 (2013.01)
C08K 3/041 (2017.05)

(21) 출원번호 10-2022-0002026

(22) 출원일자 2022년01월06일

심사청구일자 2022년01월06일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김중백

경기도 고양시 일산동구 강석로 152 강촌마을7단지아파트 708-2001

김민형

경상북도 경주시 현곡면 충현로 537-4

배규빈

서울특별시 마포구 와우산로29길 48-17, 202호

(74) 대리인

특허법인 플러스

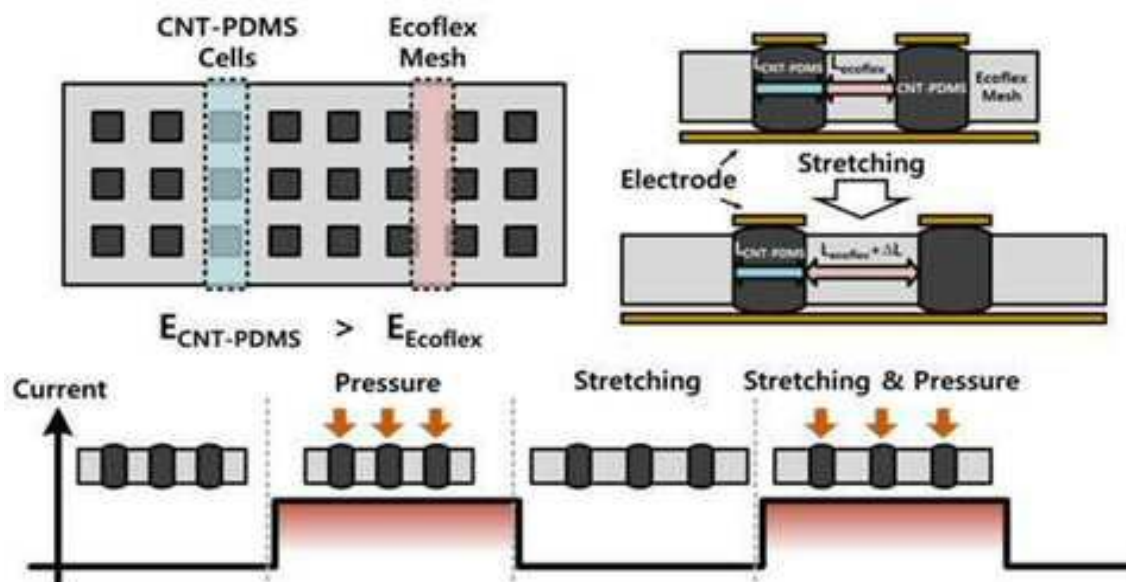
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 신축성 센서 어레이를 활용한 높은 민감도와 넓은 감지 범위를 가지는 인장에 둔감한 촉각 센서

(57) 요약

본 발명은 신축성 센서 어레이를 활용해 높은 민감도와 넓은 감지 범위를 가지며 인장에 둔감한 촉각 센서에 관한 것이다. 본 발명의 신축성 센서 어레이 및 이의 제조방법에 따르면, 센서의 유연성을 유지함과 동시에 인장의 간섭 없이 압력 측정이 가능하다. 또한, 높은 초기 저항을 가지며, 압력이 가해질 때 많은 접촉 저항 변화를 유도하여 높은 민감도로 압력 측정이 가능하고, 넓은 압력 감지 범위를 가짐과 동시에 압력 분포 감지 시 인접한 셀에 의한 간섭이 감소할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08L 101/00 (2013.01)

C08L 83/04 (2013.01)

G01L 1/2287 (2013.01)

G06F 3/045 (2022.02)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711129437

과제번호 2021R1A2B5B0300285011

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 (통합Ezbaro)접촉과 마찰 기반 MEMS의 가혹환경 구동 및 장수명 고신뢰성 확보를 위한 나노소재 응용 연구(1/3)(2021.3.1~2024.2.29)

기 여 율 1/2

과제수행기관명 연세대학교

연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425139699

과제번호 G21S271930501

부처명 중소벤처기업부

과제관리(전문)기관명 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 중소기업기술개발 지원사업

연구과제명 [RCMS_위탁]카이트로닉스/스마트폰 압착제조공정 자동화를 위한 제조 품질 모니터링 및 양불 판정용 압력분포측정 시스템 기술 개발(2/2)

기 여 율 1/2

과제수행기관명 카이트로닉스

연구기간 2020.06.26 ~ 2021.06.25

명세서

청구범위

청구항 1

제1탄성 중합체를 함유하며 복수의 홀을 포함하는 고분자 매트릭스; 및

상기 복수의 홀에 충전되고, 상기 고분자 매트릭스의 하나 이상의 표면에서 외부로 향하여 돌출된 볼록부를 포함하는 복수의 셀;을 포함하고,

상기 복수의 셀은 전도성 입자 및 제2탄성 중합체를 함유하는 전도성 복합체를 포함하는 것을 특징으로 하는, 신축성 센서 어레이.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고분자 매트릭스의 표면에 돌출된 볼록부의 높이는 0.1 내지 1 mm인, 신축성 센서 어레이.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 셀은 압축에 따라 두께가 감소하는, 신축성 센서 어레이.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1탄성 중합체 및 제2탄성 중합체는 실리콘계 탄성 중합체인, 신축성 센서 어레이.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전도성 입자는 전도성 탄소계 물질인, 신축성 센서 어레이.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전도성 탄소계 물질은 탄소 나노튜브인, 신축성 센서 어레이.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전도성 입자는 전도성 복합체에 대하여 0.1 내지 15중량% 포함되는, 신축성 센서 어레이.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전도성 복합체의 영률(Young's modulus)이 상기 제1탄성 중합체의 영률보다 큰, 신축성 센서 어레이.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 신축성 센서 어레이는 압력을 감지하여 전기적 신호를 발생시키는, 신축성 센서 어레이.

청구항 10

상부 전극;

상부 전극에 전기적으로 접촉하는 제1항에 따른 신축성 센서 어레이; 및

상기 신축성 센서 어레이와 전기적으로 접촉하는 하부 전극;을 포함하는, 촉각 센서.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 촉각 센서의 민감도($S = (\Delta I/I_0) / \Delta p$)가 0.8 kPa^{-1} 이상인, 촉각 센서.

청구항 12

(a) 제1탄성 중합체를 함유하며 복수의 홀을 포함하는 고분자 매트릭스를 인장하는 단계;

(b) 전도성 입자 및 제2탄성 중합체를 함유하는 분산액을 상기 복수의 홀에 충전하는 단계;

(c) 상기 고분자 매트릭스의 인장을 제거하는 단계; 및

(d) 상기 분산액을 경화하여 복수의 셀을 형성하는 단계;를 포함하는 신축성 센서 어레이의 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 (d) 단계 완료 후,

(e) 상기 고분자 매트릭스를 식각하는 단계;를 더 포함하는 신축성 센서 어레이의 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 단계 (e)의 식각하는 단계는 암모늄 플루오라이드계 화합물과 극성 비양자성 용매를 포함하는 용액을 사용하는, 신축성 센서 어레이의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 극성 비양자성 용매는 아마이드계 용매인, 신축성 센서 어레이의 제조방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 암모늄 플루오라이드계 화합물과 극성 비양자성 용매가 1:2 내지 1:5의 부피비로 혼합된, 신축성 센서 어레이의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 신축성 센서 어레이를 활용해 높은 민감도와 넓은 감지 범위를 가지며 인장에 둔감한 촉각 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 인간의 피부는 외부 환경과 상호작용하는 복합적인 감각 인지 기관으로, 이를 모방하기 위하여 외부 물리적 자극을 인지하는 촉각을 모방하는 촉각 센서가 개발되고 있다. 촉각 센서는 압력, 인장, 굽힘과 같은 물리적 자극에 반응하며, 물리적 자극 신호를 전기적 신호 또는 디지털 신호로 변환하여 인지하는 것이다.

[0004] 촉각 센서는 변화시킨 전기적 신호의 종류 및 적용하려는 응용분야에 따라 소자의 구조가 상이하기 때문에 다양한 형상으로 구현이 가능해야 하고, 예를 들어 웨어러블 센서에 사용되는 경우에는 유연성 및 부드러움이 요구되고, 단말기에 사용되는 경우에는 소형화, 경량화 등이 요구된다.

[0005] 현재까지 개발된 촉각 센서는 저항 방식(resistive type), 정전용량 방식(capacitive type), 적외선 근접 방식(infrared proximity type), 압전 특성 방식(piezoelectric type) 등이 있다. 그 중에서, 신축 가능한 촉각 센서는 저항 방식을 통하여 간단한 구조로 인해 쉽게 압력을 측정할 수 있기 때문에 많은 연구가 진행되어 왔으며, 특히 민감도를 높이는 연구가 큰 관심을 받고 있다.

[0006] 그러나, 이러한 촉각 센서의 경우 낮은 민감도, 한정된 압력 측정 범위, 불균일한 센서 특성 등의 문제가 있기 때문에, 종래에 비하여 낮은 이력 현상을 가지고 균일한 센서 특성, 넓은 압력 측정 범위 및 높은 민감도를 가지는 유연한 촉각 센서의 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 센서의 유연성을 유지함과 동시에 인장의 간섭 없이 압력 측정이 가능한 신축성 센서 어레이를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 목적은 높은 초기 저항을 가지며, 압력이 가해질 때 많은 접촉 저항 변화를 유도하여 높은 민감도로 압력 측정이 가능한 신축성 센서 어레이를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 목적은 넓은 압력 감지 범위를 가짐과 동시에 압력 분포 감지시 인접한 셀에 의한 간섭이 감소된 신축성 센서 어레이를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 또 다른 목적은 대면적의 유연한 신축성 센서 어레이를 쉽고 빠르게 제조할 수 있는 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은 제1탄성 중합체를 함유하며 복수의 홀을 포함하는 고분자 매트릭스; 및 상기 복수의 홀에 충전되고, 상기 고분자 매트릭스의 하나 이상의 표면에서 외부로 향하여 돌출된 볼록부를 포함하는 복수의 셀;을 포함하고, 상기 복수의 셀은 전도성 입자 및 제2탄성 중합체를 함유하는 전도성 복합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 신축성 센서 어레이를 제공한다.
- [0014] 본 발명의 신축성 어레이에 있어서, 상기 고분자 매트릭스의 표면에 돌출된 볼록부의 높이는 0.1 내지 1 mm 일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 신축성 어레이에 있어서, 상기 셀은 압축에 따라 두께가 감소할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 신축성 어레이에 있어서, 상기 제1탄성 중합체 및 제2탄성 중합체는 실리콘계 탄성 중합체일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 신축성 어레이에 있어서, 상기 전도성 입자는 전도성 탄소계 물질일 수 있고, 상기 전도성 탄소계 물질은 탄소 나노튜브일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 신축성 어레이에 있어서, 상기 전도성 입자는 전도성 복합체에 대하여 0.1 내지 15중량% 포함될 수 있고, 상기 전도성 복합체의 영률(Young's modulus)이 상기 제1탄성 중합체의 영률보다 클 수 있다.
- [0019] 본 발명의 신축성 어레이에 있어서, 상기 신축성 센서 어레이는 압력을 감지하여 전기적 신호를 발생시킬 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명은 상부 전극; 상부 전극에 전기적으로 접촉하는 제1항에 따른 신축성 센서 어레이; 및 상기 신축성 센서 어레이와 전기적으로 접촉하는 하부 전극을 포함하는 촉각 센서를 제공한다.
- [0021] 본 발명의 촉각 센서에 있어서, 상기 촉각 센서의 민감도($S = (\Delta I/I_0) / \Delta p$)가 0.8 kPa^{-1} 이상일 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명은 (a) 제1탄성 중합체를 함유하며 복수의 홀을 포함하는 고분자 매트릭스를 인장하는 단계; (b) 전도성 입자 및 제2탄성 중합체를 함유하는 분산액을 상기 복수의 홀에 충전하는 단계; (c) 상기 고분자 매트릭스의 인장을 제거하는 단계; 및 (d) 상기 분산액을 경화하여 복수의 셀을 형성하는 단계를 포함하는 신축성 센서 어레이의 제조방법을 제공한다.
- [0023] 본 발명의 신축성 센서 어레이의 제조방법에 있어서, 상기 (d) 단계 완료 후, (e) 상기 고분자 매트릭스를 식각하는 단계를 더 포함할 수 있고, 상기 단계 (e)의 식각하는 단계는 암모늄 플루오라이드계 화합물과 극성 비양자성 용매를 포함하는 용액을 사용할 수 있으며, 상기 극성 비양자성 용매는 아미드계 용매일 수 있고, 상기 암모늄 플루오라이드계 화합물과 극성 비양자성 용매가 1:2 내지 1:5의 부피비로 혼합될 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명의 신축성 센서 어레이 및 이의 제조방법에 따르면, 센서의 유연성을 유지함과 동시에 인장의 간섭 없이 압력 측정이 가능하다. 또한, 높은 초기 저항을 가지며, 압력이 가해질 때 많은 접촉 저항 변화를 유도하여 높은 민감도로 압력 측정이 가능하고, 넓은 압력 감지 범위를 가짐과 동시에 압력 분포 감지 시 인접한 셀에 의한 간섭이 감소할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명에 따라 제조한 신축성 센서 어레이의 구동 원리를 나타내는 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 신축성 센서 어레이의 제작 과정을 나타내는 개략도이다.
- 도 3은 본 발명의 신축성 센서 어레이를 광학 현미경 및 SEM을 통하여 관찰한 이미지이다.
- 도 4는 본 발명의 신축성 센서 어레이의 인장에 따른 감압을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 신축성 센서 어레이의 인장에 따른 저항 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 신축성 센서 어레이, 이의 제조방법 및 이를 포함하는 촉각 센서를 상세히 설명한다.
- [0029] 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수 있으며, 이하 제시되는 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다.
- [0030] 이 때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명을 생략한다.
- [0031] 또한 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서 사용되는 단수 형태는 문맥에서 특별한 지시가 없는 한 복수 형태도 포함하는 것으로 의도할 수 있다.
- [0032] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용된다.
- [0033] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 또는 구성 요소가 존재함을 의미하는 것이고, 특별히 한정하지 않는 한, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 추가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0034] 본 명세서 및 첨부된 특허청구범위에서, 막(층), 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 위에 또는 상에 있다고 할 때, 다른 부분과 접하여 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막(층), 다른 영역, 다른 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0036] 본 발명에 따른 신축성 센서 어레이는 제1탄성 중합체를 함유하며 복수의 홀을 포함하는 고분자 매트릭스; 및 상기 복수의 홀에 충전되고, 상기 고분자 매트릭스의 하나 이상의 표면에서 외부로 향하여 돌출된 볼록부를 포함하는 복수의 셀을 포함하고, 상기 복수의 셀은 전도성 입자 및 제2탄성 중합체를 함유하는 전도성 복합체를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 일 구체예에 있어, 상기 복수의 셀은 고분자 매트릭스의 하나 이상의 표면에서 외부로 향하여 돌출된 볼록부를 포함하는 형상을 가질 수 있다. 이러한 형상으로 인하여 상기 신축성 센서 어레이는 초기 저항이 높으며, 압력이 가해질 시 더 많은 접촉 저항 변화를 유도하여 압력을 높은 민감도로 측정할 수 있는 장점이 있다. 또한, 상기 신축성 센서 어레이를 통하여 압력을 측정하는 경우, 낮은 압력은 전도성 복합체와 전극 사이의 접촉 면적 변화를 통하여 감지할 수 있으며, 높은 압력은 전도성 복합체의 압저항 효과로 측정할 수 있기 때문에, 넓은 압력 감지 범위를 가져 다양한 응용 분야에 활용할 수 있다.
- [0040] 일 구체예에 있어, 상기 고분자 매트릭스의 표면에 돌출된 볼록부의 높이는 0.1 내지 1 mm 일 수 있고, 바람직하게는 0.1 내지 0.4 mm 일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 0.2 내지 0.3 mm 일 수 있다. 상기 셀이 압축됨에 따라 고분자 매트릭스의 표면에 돌출된 볼록부의 높이가 감소할 수 있고, 이에 따라 셀의 접촉 면적이 증가할 수 있다. 또한, 상기 고분자 매트릭스는 신축성을 가지기 때문에, 셀이 압축됨에 따라 고분자 매트릭스의 두께가 감소하면서 폭 방향으로 인장이 가해져 면 방향의 폭이 증가할 수 있다.
- [0041] 일 구체예에 있어, 상기 복수의 셀 각각의 평균 지름은 100 내지 2,000 μm 일 수 있고, 바람직하게는 300 내지 1,800 μm 일 수 있고, 더욱 바람직하게는 500 내지 1,500 μm 일 수 있다. 또한, 상기 복수의 셀 사이의 간격은 100 내지 1,000 μm 일 수 있고, 바람직하게는 150 내지 800 μm 일 수 있고, 더욱 바람직하게는 200 내지 600 μm 일 수 있다.
- [0042] 상기 범위의 고분자 매트릭스의 표면에서 외부로 향하여 돌출된 볼록부의 높이, 셀의 평균 지름, 셀 사이의 간격을 만족함으로써 인하여, 각 셀들이 서로 분리되어 전기적 크로스토크를 제거함으로써 인하여 압력 분포 감지시 인접한 셀에 의한 간섭을 줄여 셀 간의 전기적 연결이 없는 구조의 센서를 제조할 수 있기 때문에 낮은 압력에서

도 높은 감지 민감도를 가지며, 낮은 압력에서부터 높은 압력까지의 넓은 압력 범위의 압력을 감지할 수 있는 장점이 있다.

- [0044] 일 구체예에 있어, 상기 제1탄성 중합체 및 제2탄성 중합체는 상온 부근에서 탄성을 나타내는 고분자 물질일 수 있고, 상기 고분자 물질에 힘을 가하면 원래 길이의 수백%까지 신장하며, 힘을 제거하면 단시간에 거의 원래 길이로 회복하는 특징을 가진다.
- [0045] 상기 제1탄성 중합체 및 제2탄성 중합체로 실리콘계 탄성 중합체를 사용할 수 있다. 상기 실리콘계 탄성 중합체는 폴리디알킬실록산(polydialkylsiloxane)일 수 있고, 비한정적인 일 예로, 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane; PDMS), Ecoflex[®], dragon skin[®]로 이루어지는 군으로부터 선택되는 물질을 사용할 수 있다. 바람직하게는 제1탄성 중합체로 Ecoflex[®]를, 제2탄성 중합체로 PDMS를 사용할 수 있으며, 상기 실리콘계 탄성 중합체를 사용함으로써 인하여 넓은 인장 범위의 센싱 구현에 유리한 장점이 있다.
- [0047] 일 구체예에 있어, 상기 전도성 입자는 전도성을 가지는 물질이면 제한되지 않으나, 바람직하게는 전도성 탄소계 물질일 수 있다.
- [0048] 상기 전도성 탄소계 물질은 전도성 1차원 탄소계 물질 또는 전도성 2차원 탄소계 물질을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전도성 1차원 탄소계 물질은 탄소나노튜브(carbon nanotube, CNT), 그래핀 나노리본(graphene nanoribbon, GNR), 탄소나노섬유(carbon nanofiber) 및 탄소나노와이어(carbon nanowire)로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있고, 상기 탄소나노튜브는 단일벽 탄소나노튜브(single-wall carbon nanotube, SWNT) 또는 다중벽 탄소나노튜브(multi-wall carbon nanotube, MWNT)일 수 있으며, 바람직하게는 전도성 1차원 탄소계 물질로 다중벽 탄소나노튜브를 사용할 수 있다. 다중벽 탄소나노튜브는 단일벽 탄소나노튜브 등의 탄소나노튜브에 비해 기계적 강도가 우수하고, 인장의 반복에 따른 구조 유지성이 우수하며, 인장 범위가 넓어 센서 복합체에 사용되는데 장점이 있다.
- [0049] 상기 전도성 1차원 탄소계 물질은 지름이 10 내지 200 nm 일 수 있고, 바람직하게는 20 내지 150 nm 일 수 있으며, 길이가 10 내지 100 μm 일 수 있고, 바람직하게는 20 내지 80 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0050] 또한, 상기 2차원 탄소계 물질은 그래핀, 산화그래핀(GO) 및 환원된 산화그래핀(rGO)으로 이루어지는 군에서 선택되는 어느 하나 또는 둘 이상의 조합일 수 있다.
- [0052] 일 구체예에 있어, 상기 전도성 입자는 상기 제2탄성 중합체에 균일하게 분산된 특징을 가질 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 전도성 입자는 상기 전도성 복합체에 대하여 0.1 내지 15중량%로 포함될 수 있고, 바람직하게는 0.5 내지 10중량%로 포함될 수 있고, 더욱 바람직하게는 2 내지 8중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위의 전도성 입자의 함량에 의하면, 감압 물질인 전도성 복합체는 제2탄성 중합체와 비교해 수평방향으로 거의 변형되지 않음과 동시에 압력이 가해질 때 높은 초기 저항을 유도하여 높은 민감도를 보일 수 있는 장점이 있다.
- [0054] 일 구체예에 있어, 상기 신축성 센서 어레이는 상대적으로 높은 영률(Young's modulus)을 가지는 전도성 복합체와 상대적으로 낮은 영률을 가져 쉽게 늘어나는 제1탄성 중합체를 함유하는 고분자 매트릭스 부분으로 나뉘게 된다. 이로 인해 센서가 인장될 때 고분자 매트릭스 구조가 대부분의 변형을 담당하게 되고, 감압 물질인 전도성 복합체는 거의 변형되지 않는다. 이러한 구조로 인해 제작된 센서는 유연성은 유지함과 동시에 인장에는 둔감하게 된다.
- [0055] 즉, 영률이 다른 탄성 중합체를 사용함으로써 영률이 낮은 탄성 중합체의 구조가 주로 변형되고, 영률이 높은 전도성 복합체 부분은 거의 변형되지 않아 인장에 의한 영향을 줄일 수 있는 장점이 있다. 상기 신축성 센서 어레이의 구동 원리는 도 1에 나타내었다.
- [0057] 일 구체예에 있어, 상기 신축성 센서 어레이는 압력을 감지하여 전기적 신호를 발생시킬 수 있다. 상기 신축성

센서 어레이의 원리는 상기 고분자 매트릭스의 복수의 홀에 충전된 셀에 압력을 가할 시 셀의 형상이 변형되어 셀 표면에 노출된 서로 다른 전도성 입자 사이에 전기적 접촉이 발생하는 것일 수 있다. 압력을 가하는 경우, 상기 신축성 센서 어레이의 복수의 홀에 충전된 셀의 형상이 변형되며, 셀 표면에 돌출되어 노출된 전도성 입자들 사이에서 전기적 접촉이 발생하여 외부의 압력이 없는 경우에 비하여 상대적으로 높은 전류가 흐르게 되는 것일 수 있다.

[0059] 본 발명에 따른 촉각 센서는 상부 전극; 상부 전극에 전기적으로 접촉하는 신축성 센서 어레이; 및 상기 신축성 센서 어레이와 전기적으로 접촉하는 하부 전극을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0061] 상기 상부 전극 및 하부 전극은, 공지된 전극이라면 제한되지 않고 사용할 수 있으나, 구체적으로는 금속 또는 전도성 고분자 등의 재질일 수 있으며, 바람직하게 유연한 금속 재질 또는 유연한 전도성 고분자 재질일 수 있다. 구체적으로, 상기 금속 재질의 전극은 알루미늄(Al), 구리(Cu), 티타늄(Ti) 또는 텅스텐(W)을 포함하는 금속 물질, 또는 이의 합금 등에서 선택되는 것일 수 있으나, 전도성을 가지는 재질의 금속이라면 이에 제한받지 않는다.

[0062] 상기 촉각 센서는 감지할 수 있는 압력범위가 최소 0 kPa에서 최대 4,000 kPa 이상의 범위를 포함하는 것일 수 있고, 전극의 면에 대해 수직 방향으로 주어지는 압력 변화에 대해 결정계수 R^2 가 0.98 이상일 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 촉각 센서는 결정계수 R^2 가 0.98 이상, 바람직하게는 0.99 이상으로, 우수한 선형성을 가져 상기 압력 범위에서 균일한 응답 특성을 가지며, 압력 센서의 정확도가 향상된 감지 특성을 갖는다. 또한, 상기 촉각 센서는 민감도(sensitivity, S)가 0.8 kPa^{-1} 이상일 수 있고, 바람직하게는 1.6 kPa^{-1} 이상일 수 있으며, 더욱 바람직하게는 2.4 kPa^{-1} 이상일 수 있다. 이는 전형적인 압력 센서가 가지는 $5 \times 10^{-3} \sim 0.55 \text{ kPa}^{-1}$ 수준의 민감도보다 현저히 향상된 것이다.

[0063] 상기 민감도(S)는 커브의 기울기로 $S = (\Delta I/I_0) / \Delta p$ 로 정의되며, 상기 Δp 는 인가된 압력의 변화를 의미하고, ΔI 와 I_0 는 전류의 상대적 변화 및 인가된 압력이 없는 경우의 전류를 각각 의미한다.

[0065] 본 발명에 따른 신축성 센서 어레이의 제조방법은 (a) 제1탄성 중합체를 함유하며 복수의 홀을 포함하는 고분자 매트릭스를 인장하는 단계; (b) 전도성 입자 및 제2탄성 중합체를 함유하는 분산액을 상기 복수의 홀에 충전하는 단계; (c) 상기 고분자 매트릭스의 인장을 제거하는 단계; 및 (d) 상기 분산액을 경화하여 복수의 셀을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 구체적인 제조방법은 도 2에 나타내었다.

[0067] 일 구체예에 있어, 상기 단계 (b)에서 전도성 입자 및 제2탄성 중합체를 유기 용매에 분산시켜 분산액을 제조할 수 있다.

[0068] 상기 유기 용매는 전도성 입자 및 제2탄성 중합체가 용해될 수 있는 유기 용매면 제한되지 않고 사용될 수 있으나, 구체적으로 테트라하이드로푸란, 1,3-디옥솔란 등의 에테르류; 메탄올, 에탄올, 이소프로필알코올 등의 알코올류; 아세톤, N-메틸피롤리돈 등의 케톤류; 에틸렌글리콜모노에틸에테르, 에틸렌글리콜모노부틸 에테르, 프로필렌글리콜모노메틸에테르(PGME), 프로필렌글리콜모노에틸에테르 등의 글리콜에테르류 등의 지방족 탄화수소류; 탈이온수, 톨루엔, 자일렌, 클로로포름 등을 사용할 수 있고, 바람직하게는 클로로포름을 사용할 수 있다.

[0069] 상기 전도성 입자가 분산된 용액에 제2탄성 중합체를 혼합하는 단계에서, 상기 제2탄성 중합체는 액상의 제2탄성 중합체의 예비중합체와 가교제(경화제)를 포함하는 제1양태, 상기 제1양태에 유기 용매를 더 포함하는 제2양태 또는 고상의 제2탄성 중합체가 유기 용매에 용해된 고분자 용액인 제3양태일 수 있다.

[0070] 상기 액상의 제2탄성 중합체 예비중합체는 경화가 가능한 관능기를 함유하고 있는 중합체로서, 경화 후 유연성을 가지는 것이라면 특별히 한정하지 않고 사용할 수 있으나, 구체적으로 실리콘계 예비중합체, 올리핀계 탄성 예비중합체 및 우레탄계 예비중합체 등에서 선택되는 것일 수 있다.

[0071] 상기 실리콘계 예비중합체는 축합형과 부가형으로 나뉘 수 있다. 상기 축합형 실리콘계 예비중합체는 수분 존재

하에서 가수분해 및 축합반응에 의해 가교 경화가 일어날 수 있으며, 상기 부가형 실리콘계 예비중합체는 촉매 존재 하에서 실리콘계 예비중합체의 불포화기와 가교제 간의 부가반응에 의해 가교 경화가 일어날 수 있다.

[0072] 보다 구체적으로, 상기 축합형 실리콘계 예비중합체는 말단기로 실란올기를 함유하는 실록산계 예비중합체일 수 있으며, 실란올기와 가교제 간의 가수분해 축합반응 및 촉매와 수분에 의한 축합반응에 의해 중합체를 형성할 수 있다. 축합형 실리콘계 예비중합체는 하이드록시기가 2개 이상인 지방족 폴리실록산, 방향족 폴리실록산 또는 지방족기와 방향족기를 하나의 반복단위 내에 모두 포함하거나 독립적으로 각각 포함하는 실록산 반복단위를 포함하는 폴리실록산일 수 있다. 하이드록시기는 하나의 폴리실록산 사슬내에 2 내지 20개 포함될 수 있으나 이에 제한되지는 않고, 폴리실록산의 분자량이 증가할수록 하이드록시기는 비례하여 20개를 초과하여 증가할 수 있으며, 분자량이 낮은 폴리실록산의 경우에는 2 내지 4개를 포함할 수 있다. 지방족 폴리실록산의 비한정적인 예로, 폴리디메틸실록산, 폴리디에틸실록산, 폴리메틸에틸실록산, 폴리디메틸실록산-co-디에틸실록산, 폴리디메틸실록산-co-에틸메틸실록산 등이 있으며, 방향족 폴리실록산의 비한정적인 예로, 폴리디페닐실록산, 폴리메틸페닐실록산, 폴리에틸페닐실록산, 폴리(디메틸실록산-co-디페닐실록산) 등이 있다. 지방족기와 방향족기를 하나의 반복단위 내에 모두 포함하거나 독립적으로 각각 포함하는 실록산 반복단위를 포함하는 폴리실록산은 상기 예시된 지방족 폴리실록산의 반복단위 및 방향족 폴리실록산의 반복단위를 모두 포함하거나, 상기 예시된 지방족 치환기와 상기 예시된 방향족 치환기를 하나의 반복단위 내에 위치하는 실리콘 원소에 각각 결합된 형태를 의미하는 것일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0073] 이때, 상기 가교제는 Si-O 결합을 함유하는 실록산계 경화제 또는 Si-N 결합을 함유하는 오르가노실라잔계(organosilazane) 경화제 등을 사용할 수 있으며, 일 구체예로 $(CH_3)_3Si(X)_3$ 또는 $Si(OR)_4$ 일 수 있다. 이때, X는 메톡시, 아세톡시, 옥심, 아민기 등일 수 있고, R은 저급 알킬기이며, 비한정적인 일 구체예로 메틸, 에틸 또는 프로필기일 수 있다.

[0074] 상기 촉매는 당 분야에서 통상적으로 사용되는 것이라면 한정하지 않으며, 비한정적인 일 구체예로 유기주석화합물, 유기티타늄화합물 또는 아민계 화합물 등을 사용할 수 있다.

[0075] 상기 부가형 실리콘계 예비중합체는 에틸렌성 불포화기를 함유하는 실록산계 예비중합체일 수 있으며, 보다 구체적으로, 비닐기를 함유하는 실록산계 예비중합체일 수 있다. 이에 따라, 비닐기를 함유하는 실록산계 예비중합체와 Si-H 결합을 함유하는 실록산계 화합물(가교제)을 부가 반응시킴으로써 실록산 사슬을 가교시켜 중합체를 형성할 수 있다. 부가형 실리콘계 예비중합체는 비닐기가 2개 이상인 지방족 폴리실록산, 방향족 폴리실록산 또는 지방족기와 방향족기를 하나의 반복단위 내에 모두 포함하거나 독립적으로 각각 포함하는 실록산 반복단위를 포함하는 폴리실록산일 수 있다. 비닐기는 하나의 폴리실록산 사슬내에 2 내지 20개 포함될 수 있으나 이에 제한되지는 않고, 폴리실록산의 분자량이 증가할수록 비닐기는 비례하여 20개를 초과하여 증가할 수 있으며, 분자량이 낮은 폴리실록산의 경우 2 내지 4개를 포함할 수 있다. 지방족 폴리실록산의 비한정적인 예로, 폴리디메틸실록산, 폴리디에틸실록산, 폴리메틸에틸실록산, 폴리디메틸실록산-co-디에틸실록산, 폴리디메틸실록산-co-에틸메틸실록산 등이 있으며, 방향족 폴리실록산의 비한정적인 예로, 폴리디페닐실록산, 폴리메틸페닐실록산, 폴리에틸페닐실록산, 폴리(디메틸실록산-co-디페닐실록산) 등이 있다. 지방족기와 방향족기를 하나의 반복단위 내에 모두 포함하거나 독립적으로 각각 포함하는 실록산 반복단위를 포함하는 폴리실록산은 상기 예시된 지방족 폴리실록산의 반복단위 및 방향족 폴리실록산의 반복단위를 모두 포함하거나, 상기 예시된 지방족 치환기와 상기 예시된 방향족 치환기를 하나의 반복단위 내에 위치하는 실리콘 원소에 각각 결합된 형태를 의미하는 것일 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다.

[0076] 상기 가교제는 Si-H 결합을 함유하는 실록산계 화합물이라면 특별히 한정하지 않고 사용할 수 있으며, 일 구체예로, $-(R_aHSiO)-$ 기가 포함된 지방족 또는 방향족 폴리실록산일 수 있다. R_a 는 지방족기 또는 방향족기일 수 있으며, 지방족기로는 메틸기, 에틸기, 프로필기일 수 있으며, 방향족기로는 페닐기, 나프틸기일 수 있고, 상기 치환기는 가교반응에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 다른 치환기로 치환되거나 또는 비치환될 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니다. 비한정적인 일 구체예로, 폴리메틸하이드로젠실록산 $[(CH_3)_3SiO(CH_3HSiO)_xSi(CH_3)_3]$, 폴리디메틸실록산 $[(CH_3)_2HSiO((CH_3)_2SiO)_xSi(CH_3)_2H]$, 폴리페닐하이드로젠실록산 $[(CH_3)_3SiO(PhHSiO)_xSi(CH_3)_3]$ 또는 폴리디페닐실록산 $[(CH_3)_2HSiO((Ph)_2SiO)_xSi(CH_3)_2H]$ 등일 수 있으며, 이때, 부가형 실리콘계 예비중합체에 함유된 비닐기의 숫자에 따라 Si-H의 함량을 조절하는 것이 바람직하며, 일 예로 x는 1 이상일 수 있으며, 보다 좋게는 2 내지 10일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.

[0077] 이때, 촉매는 반응의 촉진을 위해 선택적으로 부가될 수 있으며 당 분야에 서 통상적으로 사용되는 것이라면 제

한되지 않으며, 일 구체예로 백금 화합물 등을 사용할 수 있다.

- [0079] 상기 제2양태의 제2탄성 중합체는, 상기 액상의 제2탄성 중합체 예비중합체를 유기 용매에 대하여 0.1 mg/ml 내지 20 mg/ml의 농도로 포함되는 것일 수 있고, 구체적으로 1 mg/ml 내지 10 mg/ml의 농도로 포함하는 것일 수 있으나 이에 제한되지 않는다.
- [0080] 상기 유기 용매는 제2탄성 중합체 예비중합체가 용해될 수 있는 유기 용매면 제한되지 않고 사용될 수 있으나, 구체적으로 테트라하이드로푸란, 1,3-디옥솔란 등의 에테르류; 메탄올, 에탄올, 이소프로필알코올 등의 알코올류; 아세톤, N-메틸피롤리돈 등의 케톤류; 에틸렌글리콜모노에틸에테르, 에틸렌글리콜모노부틸 에테르, 프로필렌글리콜모노메틸에테르(PGME), 프로필렌글리콜모노에틸에테르 등의 글리콜에테르류 등의 지방족 탄화수소류; 탈이온수, 톨루엔, 자일렌, 클로로포름 등을 사용할 수 있고, 바람직하게는 클로로포름을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0082] 상기 고상의 제2탄성 중합체가 유기 용매에 용해된 고분자 용액인 제3양태의 제2탄성 중합체 용액은, 상기 제2탄성 중합체를 고분자 용액 내에 1 mg/ml 내지 100 mg/ml의 농도로 포함되는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0083] 상기 유기 용매는 제2탄성 중합체 예비중합체가 용해될 수 있는 유기 용매면 제한되지 않고 사용될 수 있으나, 구체적으로 테트라하이드로푸란, 1,3-디옥솔란 등의 에테르류; 메탄올, 에탄올, 이소프로필알코올 등의 알코올류; 아세톤, N-메틸피롤리돈 등의 케톤류; 에틸렌글리콜모노에틸에테르, 에틸렌글리콜모노부틸 에테르, 프로필렌글리콜모노메틸에테르(PGME), 프로필렌글리콜모노에틸에테르 등의 글리콜에테르류 등의 지방족 탄화수소류; 탈이온수, 톨루엔, 자일렌, 클로로포름 등을 사용할 수 있고, 바람직하게는 클로로포름을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0084] 상기 제2탄성 중합체 용액의 점도는 제한되는 것은 아니나, 25℃에서 점도(viscosity)가 1,000 cp 이하일 수 있고, 구체적으로는 100 cp 이하, 더욱 구체적으로는 10 cp 이하일 수 있으며, 상기 범위에서 후술하는 전도성 입자의 분산이 용이하므로 바람직하다.
- [0086] 일 구체예에 있어, 상기 단계 (b)에서 분산액을 복수의 홀에 충전하는 단계는 용액을 도포하여 막을 형성하는데 통상적으로 사용되는 방법으로 수행되면 무방하다. 일 예로, 스핀 코팅, 롤 코팅, 스프레이 코팅, 블레이드 코팅, 바코팅, 딥코팅 등에 의해 수행될 수 있고, 바람직하게는 딥코팅에 의해 수행될 수 있으나, 본 발명이 구체적인 코팅 방법에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0087] 일 구체예에 있어, 상기 단계 (a)에서 인장에 의하여 고분자 매트릭스의 두께가 감소하면서 면 방향의 폭이 증가할 수 있는데, 상기 단계 (c)에서 인장을 제거함으로 인하여 고분자 매트릭스의 두께가 증가하면서 면 방향의 폭이 감소하게 된다. 이로 인하여, 상기 고분자 매트릭스의 홀에 충전된 셀이 고분자 매트릭스의 표면에서 외부로 향하여 돌출된 볼록부를 형성하게 될 수 있다.
- [0089] 일 구체예에 있어, 상기 단계 (d)에서 분산액을 경화하는 단계는 실리콘계 탄성 중합체를 경화하는데 통상적으로 사용되는 방법으로 수행되면 무방하다. 일 예로, 고온 열경화, 상온경화, 자외선경화, 초음파경화 등에 의해 수행될 수 있고, 바람직하게는 고온 열경화에 의해 수행될 수 있다. 이 때, 상기 분산액을 60 내지 100℃에서 경화할 수 있고, 바람직하게는 70 내지 90℃에서 경화할 수 있으며, 0.1 내지 5시간 동안 경화할 수 있고, 바람직하게는 0.3 내지 2시간 동안 경화할 수 있다. 상기 온도 및 시간 범위 내에서 경화함으로 인하여 상기 실리콘계 탄성 중합체 내부에 형성되어 있던 물방울을 증발시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0091] 일 구체예에 있어, 상기 신축성 센서 어레이의 제조방법의 (d) 단계 완료 후, (e) 상기 고분자 매트릭스를 식각하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0092] 상기 단계 (e)에서 고분자 매트릭스를 식각하기 위하여 암모늄 플루오라이드계 화합물과 극성 비양자성 용매를

포함하는 용액을 사용할 수 있다.

- [0093] 먼저, 식각 용액을 구성하는 암모늄 플루오라이드계 화합물은 금속막의 표면을 식각하는 역할을 하며, 유기 용매 상에서 F^- 또는 HF^{2-} 와 같은 불소 이온을 해리함으로써 식각 반응에 참여한다. 상기 암모늄 플루오라이드계 화합물은 종류가 특별히 한정되지 않고, 이 분야의 공지된 것이라면 무엇이든 사용될 수 있다. 보다 구체적으로, 암모늄 플루오라이드(AF), 암모늄부틸 플루오라이드(ABF), 테트라메틸암모늄 플루오라이드(TMAF), 테트라부틸암모늄 플루오라이드(TBAF), 테트라부틸암모늄 하이드로플루오라이드(TbAHF)로 이루어지는 군에서 선택될 수 있으며, 바람직하게는 테트라부틸암모늄 플루오라이드(TBAF)를 사용할 수 있다.
- [0094] 상기 극성 비양자성 용매는 이 분야의 공지된 것이라면 무엇이든 사용될 수 있으나, 바람직하게는 아마이드계 용매를 사용할 수 있고, 보다 바람직하게는 디메틸아세트아마이드(DMAc) 또는 디메틸포름아마이드(DMF)를 사용할 수 있다.
- [0095] 상기 용액은 암모늄 플루오라이드계 화합물과 극성 비양자성 용매를 1:2 내지 1:5의 부피비로 혼합하여 사용할 수 있고, 바람직하게는 1:2 내지 1:4의 부피비로 혼합하여 사용할 수 있다. 암모늄 플루오라이드계 화합물과 극성 비양자성 용매의 부피비가 상기 범위 미만이면 금속막에 대한 식각 효과가 미비하고, 상기 범위를 초과하면 식각 효과가 크게 증가하여 막에 대한 손상이 발생하고, 식각된 잔류물의 제거가 불충분하여 표면에 잔류하는 잔류물로 인해 막에 결함이 발생하여 소자의 특성에 좋지 않은 효과를 나타낼 수 있으므로, 센서의 single-noise ratio를 높이기 위하여 함량을 한정할 수 있다.
- [0097] 이하 본 발명을 실시예를 통해 상세히 설명한다. 다만, 이들은 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 권리범위가 하기 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [0099] <실시예> 신축성 센서 어레이의 제조
- [0100] 먼저, 몰드에 ecoflexTM을 붓고 오븐에 넣어 경화시킨 후 디몰드 과정을 통해 복수의 홀을 포함하는 고분자 매트릭스를 제작한다. 동시에 40g의 클로로포름(chloroform)에 분산된 1g의 탄소나노튜브(carbon nanotube; CNT)를 24g의 PDMS(polydimethylsiloxane)와 혼합하여 CNT 4중량% CNT-PDMS 분산액을 제작한다. 상기 CNT-PDMS 분산액을 인장을 가한 고분자 매트릭스에 딥코팅하여 CNT-PDMS 복합체를 고분자 매트릭스의 홀에 충전한 뒤, 가한 인장을 제거하여 CNT-PDMS 복합체가 볼록한 형상을 가지도록 한다. 오븐에서 경화한 후, 센서의 signal-noise ratio를 높이기 위해 CNT-PDMS 복합체를 TBAF(tetra-n-butylammonium fluoride)와 DMF(dimethylformamide)를 1:3의 부피비로 혼합한 용액에 식각과 건조 과정을 거쳐 최종적으로 센서를 완성한다. 제작된 센서는 고분자 매트릭스의 홀에 CNT-PDMS 복합체가 볼록한 형상의 셀의 형태로 댕쳐 있는 구조로, 전체 센서의 신축 및 변형이 쉬우며, 각 셀들이 분리되어 있어 셀 간의 전기적 연결이 없는 구조이다.
- [0102] <실험예 1> 촉각 센서의 구조 분석
- [0103] 상기 실시예에서 제조한 신축성 센서 어레이를 포함하는 촉각 센서의 광학 이미지 및 SEM 이미지를 도 3에 나타내었다.
- [0104] 도 3을 참조하면, 고분자 매트릭스 표면에 복수개의 셀이 포함되어 있고, 각각의 가공에 CNT-PDMS 복합체를 포함하는 셀이 분리되어 댕쳐 있으며, 셀이 볼록한 형상을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [0106] <실험예 2> 촉각 센서의 압력에 따른 저항 변화
- [0107] 상기 실시예에서 제조한 신축성 센서 어레이의 아래 위에 전극을 배치한 후, 신축성 센서 어레이와 수직한 방향으로 압력을 가하여 저항 변화를 측정하였다.
- [0108] 도 4를 참조하면, 제작한 촉각 센서에 인장을 가하지 않은 경우, 10%, 20%, 30% 인장을 가하고, 촉각 센서에 압력을 가한 경우, 압력이 증가함에 따라 저항 변화가 일정한 비율(약 5.31 kPa^{-1})로 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 인장의 유무 및 인장의 정도와 관계없이 반응이 일정한 것을 알 수 있다. 이는 신축성 센서 어레이에 인장

을 가하여도, 고분자 매트릭스 구조가 대부분 변형하는 동시에 CNT-PDMS 복합체는 거의 변형되지 않아 인장에 의한 영향을 줄일 수 있기 때문이다.

[0109] 즉, 상기 실시예에 따른 신축성 센서 어레이는 센서의 유연성은 고분자 매트릭스 구조로 인하여 유지하면서, 센서를 인장할 시 낮은 영률의 고분자 매트릭스가 대부분의 변형을 담당하고, 감압 물질인 CNT-PDMS 복합체는 상대적으로 영률이 높아 변형되지 않아 인장의 간섭 없이 압력을 측정할 수 있는 장점이 있다.

[0111] <실험예 3> 촉각 센서의 인장에 따른 저항 변화

[0112] 상기 실시예에서 제조한 신축성 센서 어레이의 아래 위에 전극을 배치한 후, 인장을 가하여 저항 변화를 측정하였다.

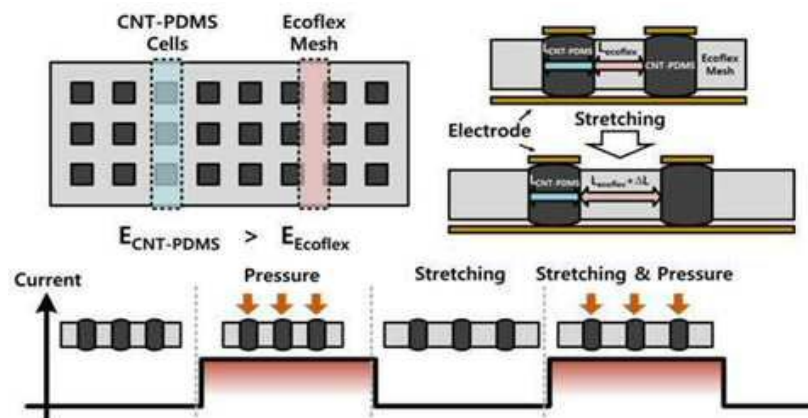
[0113] 도 5를 참조하면, CNT-PDMS 복합체에 직접 인장을 가하는 경우, 인장 정도에 따라 저항이 상당히 큰 변화량을 가지고 변화하는 것을 알 수 있다. 이에 반하여, 상기 실시예에 따라 고분자 매트릭스 구조에 CNT-PDMS 복합체를 블록한 셀의 형태로 이격하여 제조된 센서를 사용하는 경우, 인장 정도에 따른 저항 변화량이 매우 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

[0114] 즉, 상기 실시예에 따른 신축성 센서 어레이는 CNT-PDMS 복합체 셀들이 분리되어 있어, 압력 분포 감지 시 인접한 셀에 의한 간섭을 줄일 수 있기 때문에 인장이 증가하여도 저항 변화가 크지 않음을 알 수 있었고, 또한, 낮은 영률의 고분자 매트릭스가 대부분의 변형을 담당하고, 감압 물질인 CNT-PDMS 복합체는 상대적으로 영률이 높아 변형되지 않아 인장의 간섭 없이 압력을 측정할 수 있는 장점이 있다.

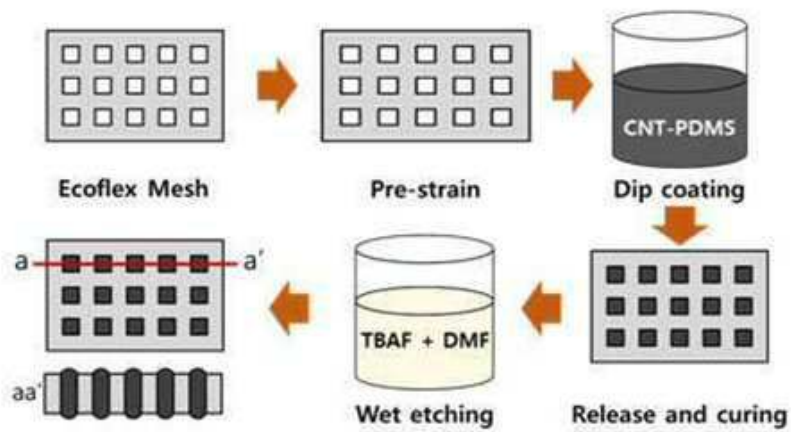
[0116] 결론적으로, 상기 제조방법을 통하여 손쉽고 빠르게 신축성 센서 어레이의 제조가 가능하고, 상기 제조방법에 의하여 제조된 신축성 센서 어레이는 센서의 유연성을 유지함과 동시에 인장의 간섭 없이 압력 측정이 가능하고, 높은 민감도로 압력 측정이 가능하며, 넓은 압력 감지 범위를 가짐과 동시에 압력 분포 감지시 인접한 셀에 의한 간섭이 감소하는 장점이 있다.

도면

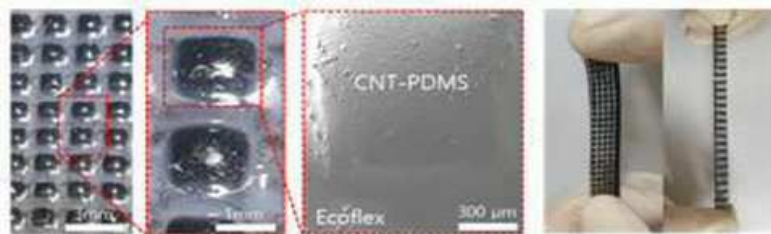
도면1



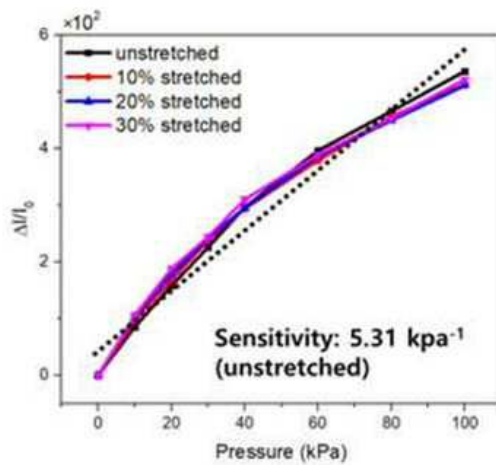
도면2



도면3



도면4



도면5

