



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월02일
 (11) 등록번호 10-1248410
 (24) 등록일자 2013년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 GOIL 9/12 (2006.01) GOIL 7/08 (2006.01)
 GOIL 1/14 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0040325
 (22) 출원일자 2011년04월28일
 심사청구일자 2011년04월28일
 (65) 공개번호 10-2012-0122269
 (43) 공개일자 2012년11월07일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009226012 A*
 JP2005049331 A
 JP2006208056 A
 KR1020070106225 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스
 내 (서천동, 경희대학교)
 (72) 발명자
김갑진
 경기도 수원시 장안구 만석로 29, 우방아파트 71
 3동302호 (천천동)
윤선
 전라남도 순천시 청사3길 26, 2층 (저전동)
 (74) 대리인
이종우

전체 청구항 수 : 총 15 항

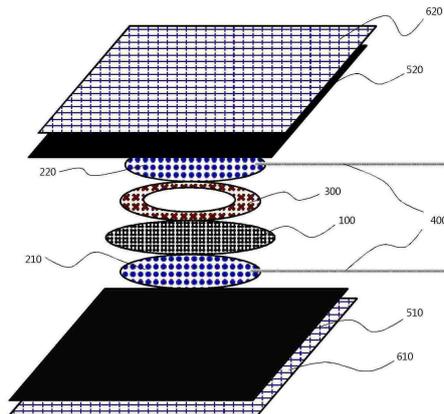
심사관 : 박재우

(54) 발명의 명칭 **나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서**

(57) 요약

본 발명은 정전용량형 압력센서에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기공을 가지면서 탄성 회복율이 우수한 나노섬유 웹과, 이러한 나노섬유 웹의 상하면에 형성되는 유연성 전극부를 모두 직물로 얇게 형성하고, 압력에 의해 기공이 압착되면서 줄어드는 유연성 전극부 사이의 거리 변경으로 인한 정전용량 변화에 의해 압력 측정이 가능하게 함으로써, 센서의 두께를 얇게 형성하면서도 우수한 감도를 얻을 수 있는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서에 관한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

나노섬유가 랜덤하게 어셈블리되면서 기공을 내포하도록 이루어지고 상기 기공에 충전된 공기의 출입으로 야기되는 두께 변경에 의해 정전용량을 가변시켜 압력을 센싱하는 나노섬유 웹;

전도성 직물로 이루어져 상기 나노섬유 웹의 상하에 위치하는 유연성 전극부; 및

상기 유연성 전극부에 각각 연결되고 상기 나노섬유 웹에 가해지는 압력에 의한 정전용량 값의 변화를 인식하여 전기적 신호를 전달하는 신호전달부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노섬유 웹은 탄성 회복률이 우수하고 유전율이 크며 취성과파괴가 잘 일어나지 않는 고분자물질로 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 나노섬유 웹은 탄성회복률이 우수한 폴리우레탄 또는 고무상 고분자 [NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 부틸러버(BR), 이소프렌러버(IR), 클로로프렌러버(CR), 실리콘고무] 또는 이들의 복합체로 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 나노섬유 웹은 폴리우레탄 또는 고무상 고분자 [NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 부틸러버(BR), 이소프렌러버(IR), 클로로프렌러버(CR), 실리콘고무] 또는 이들의 복합체에 유전 상수가 큰 물질을 혼입하여 형성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 나노섬유 웹은 폴리우레탄 또는 고무상 고분자 [NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 부틸러버(BR), 이소프렌러버(IR), 클로로프렌러버(CR), 실리콘고무] 또는 이들의 복합체로 이루어진 나노섬유에 실리콘 질화물(Silicon nitride), 바륨 스트론튬(Barium strontium), 또는 바륨 티타네이트(Barium titanate)를 혼입하여 형성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 나노섬유 웹은 20~3000nm의 직경을 갖는 나노섬유로 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 나노섬유 웹은 단위 부피당 나노섬유가 차지하는 영역이 10~90%에 이르고, 나머지 영역은 기공을 형성하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유연성 전극부는,

상기 나노섬유 웹의 일면에 부착되는 제1전극부; 및

상기 나노섬유 웹의 타면에 설치되는 제2전극부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1전극부와 제2전극부는 직물 조직에 니켈, 구리, 금, 은 또는 카본블랙과 같은 전도성이 우수한 도전성 물질이 코팅된 전도성 직물로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 유연성 전극부는 금속 페이스트에 의해 상기 나노섬유 웹에 부착되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 나노섬유 웹의 일면과 제2전극부 사이에 위치하여 상기 나노섬유와 제2전극부를 이격시키며, 중앙이 통공된 링 형상으로 이루어진 스페이서를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 유연성 전극부를 감싸는 보호부를 더 포함하여 구성되고;

상기 보호부는 발수성 나노섬유 또는 유연성 있는 필름으로 이루어지며;

상기 제1전극부의 저면에 부착되는 제1보호층과, 상기 제2전극부의 상면에 부착되는 제2보호층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1보호층과 제2보호층은 절연성 있는 직물로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 보호부를 감싸면서 외부의 노이즈로부터 유연성 전극부를 차폐시키기 위해 전도성 물질이 코팅된 직물로 이루어진 차폐부를 더 포함하여 구성되며;

상기 차폐부는 상기 제1보호층의 저면에 부착되는 제1차폐층과, 상기 제2보호층의 상면에 부착되는 제2차폐층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 신호전달부는,

일단이 상기 제1 및 제2전극부에 각각 연결되고 타단이 외부회로에 연결된 디지털사로 구성되며;

상기 제1 및 제2차폐층은 상기 디지털사의 실드선에 연결되고, 상기 디지털사의 실드선은 그라운드에 연결되어 외부 노이즈에 의한 전기적 신호로부터 압력센서를 차폐시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 정전용량형 압력센서에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기공을 가지면서 탄성 회복율이 우수한 나노섬유 웹과, 이러한 나노섬유 웹의 상하면에 형성되는 유연성 전극부를 모두 직물로 얇게 형성하고, 압력에 의해 기공이 압착되면서 줄어드는 유연성 전극부 사이의 거리 변경으로 인한 정전용량 변화에 의해 압력 측정이 가능하게 함으로써, 센서의 두께를 얇게 형성하면서도 우수한 감도를 얻을 수 있는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 압력센서는 기계적인 에너지를 전기적인 에너지로 변환하는 에너지 변환장치로서 절대압 또는 게이지압을 측정하는데 이용되며, 압력을 감지하는 원리에 따라 스트레인지티타입의 메탈형 압력센서, 압저항형 압력센서(Piezoresistive pressure sensor), 압전형 압력센서(Piezoelectric pressure sensor), MOSFET형, 피에조 접합형(Piezojunction), 광섬유 압력센서 및 정전용량형 압력센서(Piezocapacitive pressure sensor) 등 다양한 종류가 제안되어 이용되고 있다.

[0003] 이러한 다양한 압력센서 중 압전성 고분자를 이용하는 압전형 압력센서는 정적인 힘에 의해 발생하는 압력을 재기 위해서는 복잡한 구조의 인식 회로를 구비하여 하는 문제점이 있었는데, 동적인 힘에 의해 발생하는 압력을 재는데 주로 이용되었다.

[0004] 또한, 상기 압저항형 압력센서는 압력에 의해 눌리면서 가까워지는 거리에 비례해서 작아지는 저항에 의해 압력을 측정할 수 있도록 전도성 충전재로 이루어진 고무를 넣어 구성되었으며, 압력에 의해 변경된 저항 값에 의해 압력을 인식하므로 동적인 힘뿐만 아니라 정적인 힘에 의한 압력도 모두 측정할 수 있었다.

[0005] 그러나, 이러한 압저항형 압력센서는 압력 제거시의 거리복원을 위해 전도성 충전재로 이루어진 고무 등 탄성체를 전극에 위치시켜야 하므로 센서의 전체적인 부피가 증가할 수 밖에 없었고, 외부 자극에 의해 압착된 전도성 충전재가 원래의 부피로 복원되기 위해서는 많은 시간이 요구되어야 하므로 빠른 속도로 반복해서 인가되는 외부의 압력을 정확하게 측정하기 어려운 문제점이 있었다.

[0006] 또한, 상기 정전용량형 압력센서는 다이아프램(멤브레인)과 지지대 사이에 평판 커패시터를 형성하고, 외부에서 가해지는 압력에 따라 다이아프램의 휨(Deflection), 즉 멤브레인의 변형에 따른 두 전극 사이의 간격 변화로 야기되는 정전용량(Capacitance) 값의 변화에 의해 압력을 인식할 수 있도록 구성되는 것이 일반적이었다.

[0007] 즉, 압력에 의해 두 평판 커패시터 사이에 위치하는 다이아프램의 변형으로 인한 두 전극 사이의 거리 또는 면적 변화로 야기되는 정전용량의 변화에 의해 동적인 힘뿐만 아니라 정적인 힘에 의한 압력도 측정할 수 있게 되므로 정밀한 측정을 요하는 분야에서 주로 이용되었다.

[0008] 그에 따라, 종래의 정전용량형 압력센서는 두 개의 전극 사이에 전극 상호간이 붙지 않게 함과 아울러, 외부의 압력에 의해 압축 및 복원되면서 정전용량을 가변시킬 수 있는 다이아프램이나 멤브레인 등을 유전체로서 위치시켜 구성되는 것이 일반적이었다. 또한 이러한 종래의 정전용량형 압력센서는 멤브레인의 압착시 배출되는 공기를 원형 복원시에 다시 이용하기 위해 공기의 누출을 방지할 수 있는 밀폐된 구조로 구성되었다.

[0009] 이와 같이 구성된 정전용량형 압력센서는 압력이 가해지면 두 전극 사이의 간격이 줄어들면서 두 전극 사이의 거리에 반비례하는 정전용량의 값이 변하는 것을 측정하여 압력을 인식할 수 있게 된다. 또한, 압력이 해제되면 두 전극 사이에 위치하는 다이아프램의 탄성에 의하여 전극이 본래의 위치로 복원되는데, 이러한 복원시에도 두 전극 사이의 거리가 변하면서 정전용량 값이 변하는 것을 측정하여 압력 변화를 인식할 수 있게 된다.

[0010] 이처럼 다이아프램의 휨에 따라 변경되는 두 전극 사이의 거리 변화에 따른 정전용량 값을 검출하는 정전용량형 압력센서는 압저항형 압력센서보다 수십에서 수백 배 이상의 높은 민감도를 가질 뿐만 아니라, 안정성도 뛰어나고 소비전력도 적은 장점이 있어 많이 이용되지만, 제조공정의 어려움으로 인하여 제조비용이 크게 증가하게 되

어 정밀한 압력측정 등에만 한정적으로 이용되는 등 활용도가 높지 않은 문제점이 있었다.

- [0011] 또한 이러한 정전용량형 압력센서는 압력에 의해 변경되는 두 전극 사이의 거리를 확보함과 아울러, 압력 해제 시 두 전극을 원래의 위치로 복원시키기 위한 복원력을 제공하기 위해 두 전극을 이루는 시트 사이에 탄성력이 있는 고무층을 설치하여 구성되는 것이 일반적이다.
- [0012] 그러나, 이와 같이 두 전극 사이에 위치하는 고무층은 압력이 가해질 경우 신속하게 압축되지만, 압력 해제시에는 압축시보다 고무층의 복원에 많은 시간이 소요되어 히스테리시스 손실(hysteresis loss)이 크게 되므로 반복적으로 빠르게 가해지는 압력을 정밀하게 측정하기 어려운 문제점이 있었다.
- [0013] 또한, 종래의 정전용량형 압력센서는 두 전극을 시트로 형성함으로써, 시트 자체가 갖는 유연성의 한계로 인해 압력 인가시 두 전극 사이의 두께변화가 작을 수 밖에 없었는바, 미세한 압력의 차이를 인식하기 어려운 문제점이 있었다.
- [0014] 또한, 종래의 정전용량형 압력센서는 시트로 이루어진 두 전극 사이에 복원력을 제공하기 위한 고무층을 삽입하여야 하였는바, 전체적인 압력센서가 상당한 두께를 가질 수 밖에 없었고, 이러한 구조적인 제약으로 인하여 압력센서 자체의 두께를 슬림화하기 어려운 문제점이 있었다.
- [0015] 따라서, 동적인 힘과 정적인 힘을 모두 측정할 수 있으며, 큰 압력뿐만 아니라 작은 압력에 의해서도 두 전극 사이의 거리변화가 쉽게 발생되어 정밀한 압력측정이 가능하며, 센서의 전체적인 두께를 얇게 형성하여 압력센서의 이용분야를 확대할 수 있게 한 새로운 정전용량형 압력센서가 요청되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명이 해결하려는 과제는, 기공을 가지면서 탄성 회복률이 우수한 나노섬유 웹과, 이러한 나노섬유 웹의 상하면에 형성되는 유연성 전극부를 모두 직물로 얇게 형성하고, 압력에 의해 기공이 압착되면서 줄어드는 유연성 전극부 사이의 거리 변경으로 인한 정전용량 변화에 의해 압력 측정이 가능하게 함으로써, 센서의 두께를 얇게 형성하면서도 우수한 감도를 얻을 수 있는 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기 과제를 이루기 위한 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서는,
- [0018] 나노섬유가 랜덤하게 어셈블리되면서 기공을 내포하도록 이루어지고 상기 기공에 충전된 공기의 출입으로 야기되는 두께 변경에 의해 정전용량을 가변시켜 압력을 센싱하는 나노섬유 웹; 전도성 직물로 이루어져 상기 나노섬유 웹의 상하에 위치하는 유연성 전극부; 및 상기 유연성 전극부에 각각 연결되고 상기 나노섬유 웹에 가해지는 압력에 의한 정전용량 값의 변화를 인식하여 전기적 신호를 전달하는 신호전달부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 이때, 상기 나노섬유 웹은 탄성 회복률이 우수하고 유전율이 크며 취성파괴가 잘 일어나지 않는 재질의 직물로 구성되며, 탄성이 우수한 폴리우레탄 또는 고무상 고분자 [NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 부틸러버(BR), 이소프렌러버(IR), 클로로프렌러버(CR), 실리콘고무] 또는 이들의 복합체로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0020] 또한, 상기 나노섬유 웹은 폴리우레탄 또는 고무상 고분자 [NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 부틸러버(BR), 이소프렌러버(IR), 클로로프렌러버(CR), 실리콘고무] 또는 이들의 복합체로 이루어진 나노섬유에 실리콘 질화물(Silicon nitride), 바륨 스트론튬(Barium strontium), 또는 바륨 티타네이트(Barium titanate) 등 유전 상수가 큰 물질을 혼입하여 형성되는 것이 바람직하다.
- [0021] 또한, 상기 유연성 전극부는, 상기 나노섬유 웹의 일면에 부착되는 제1전극부; 및 상기 나노섬유 웹의 타면에 설치되는 제2전극부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하며, 상기 제1전극부와 제2전극부는 직물 조직에 니켈, 구리, 금, 은 또는 카본블랙과 같은 전도성이 우수한 도전성 물질이 코팅된 전도성 직물로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0022] 이때, 상기 나노섬유 웹과 제2전극부 사이에는 상기 나노섬유와 제2전극부를 이격시키며, 중앙이 통공된 링 형상으로 이루어진 스페이서를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 유연성 전극부를 감싸는 보호부를 더 포함하여 구성되고; 상기 보호부는 발수성 나노섬유 또는 유연성 있는 필름으로 이루어지며; 상기 제1전극부의 저면에 부착되는 제1보호층과, 상기 제2전극부의 상면에 부착되는 제2보호층을 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

[0024] 또한, 상기 보호부를 감싸면서 외부의 노이즈로부터 유연성 전극부를 차폐시키기 위해 전도성 물질이 코팅된 직물로 이루어진 차폐부를 더 포함하여 구성되며; 상기 차폐부는 상기 제1보호층의 저면에 부착되는 제1차폐층과, 상기 제2보호층의 상면에 부착되는 제2차폐층을 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0025] 본 발명은 외력에 의해 두께가 감소되는 센서부가 탄성 회복률이 우수하고 자체적인 기공을 갖고 있는 나노섬유 웹으로 형성됨으로써, 유전체인 공기 등의 유출입을 위한 공간과 압력 제거시 원형 회복을 위한 복원력을 확보하기 위한 별도의 고무나 멤브레인 등을 배제할 수 있게 되어 압력센서 자체의 두께를 현저히 감소시킬 수 있는 장점이 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 정전용량형 압력센서를 이루는 센서부와 전극부 등 모든 구성요소가 유연성이 우수한 직물로 형성됨으로써, 압력센서 자체의 유연성을 크게 향상시킬 수 있으며, 그로 인하여 굴곡 있는 영역 등 곡면에도 큰 제약 없이 사용될 수 있어 압력센서의 활용범위를 현저히 확대할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서의 분리 사시도.
- 도 2는 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서의 단면도.
- 도 3은 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 제조하기 위한 폴리우레탄의 전자현미경 사진.
- 도 4는 본 발명에 따른 정전용량형 압력센서에서 압력에 대한 정전용량의 변화를 나타내는 그래프.
- 도 5는 본 발명에 따른 정전용량형 압력센서에서 차폐 유무시 압력에 대한 정전용량의 변화를 나타내는 그래프.
- 도 6은 폴리우레탄을 필름으로 형성하고 차폐하지 않은 경우의 압력에 대한 정전용량 변화를 나타내는 그래프.
- 도 7은 본 발명에 따라 여러 채널에 의해 제조된 정전용량형 압력센서 중 한 채널에 의해 제조된 정전용량형 압력센서에서의 압력에 대한 정전용량 변화를 나타내는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서의 분리 사시도이고, 도 2는 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서의 단면도이다.
- [0030] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서는, 나노섬유가 랜덤하게 어셈블리되면서 기공을 내포하도록 이루어지고 상기 기공에 충전된 공기의 출입으로 야기되는 두께 변경에 의해 정전용량을 가변시켜 압력을 센싱하는 나노섬유 웹(100)과, 전도성 직물로 이루어져 상기 나노섬유 웹의 상하에 위치하는 유연성 전극부(200)와, 상기 나노섬유 웹의 일면과 유연성 전극부 사이에 위치하는 스페이서(300)와, 상기 유연성 전극부에 각각 연결되고 상기 나노섬유 웹에 가해지는 압력에 의한 정전용량 값의 변화를 인식하여 전기적 신호를 전달하는 신호전달부(400)를 포함하여 구성된다.
- [0031] 상기 나노섬유 웹(100)은 외부에서 가해지는 압력에 의해 기공에 충전된 유전체, 즉 공기가 빠져나가면서 감소되는 두께의 변화에 따른 정전용량의 변화를 야기하여 압력을 인식할 수 있는 센서부로서, 20~3000nm의 직경을 갖는 나노섬유의 집합체로 이루어진다.
- [0032] 이때, 상기 나노섬유가 20nm 이하일 경우에는 외력에 의하여 찢어지거나 소성이 변형되는 등 손상을 입기 쉽고, 3000nm 이상일 경우에는 랜덤하게 얽혀있는 나노섬유 웹의 특성상 일정하지 않고 큰 두께를 갖게 되는 영역들이 존재하게 되어 균일한 재현성을 확보하기 어렵게 되므로, 상기 나노섬유 웹은 20~3000nm의 직경을 갖는 나노섬유들로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0033] 또한, 상기 나노섬유 웹(100)은 단위 부피당 나노섬유가 차지하는 부피가 10~90%에 이르도록 형성되는 것이 바람직하며, 그 외의 나머지 영역은 유전체가 충전되어 구성된다. 그에 따라, 상기 나노섬유가 차지하는 부피를

제외한 영역은 유전체로서 작용하는 공기나 후술하는 바와 같이 유전 상수가 큰 물질들로 충전되어 유전율을 향상시킬 수 있게 된다.

- [0034] 이때, 상기 나노섬유가 차지하는 부피의 비율이 너무 작을 경우에는 압력에 의해 나노섬유 웹의 변형이 너무 크게 발생하여 균일한 재현성을 확보하기 어려우며, 상기 나노섬유가 차지하는 부피의 비율이 너무 커서 필름에 가까워질 경우에는 압력에 의한 변형이 잘 일어나지 않게 되어 감도가 큰 압력센서로 기능하기에 부적합하게 된다.
- [0035] 또한, 상기 나노섬유 웹(100)은 압력에 의한 휘어짐과 복원이 용이하게 이루어질 수 있도록, 탄성 회복률이 우수하고 유전율이 크며, 취성파괴가 잘 일어나지 않는 재질의 나노섬유 웹으로 구성되는 것이 바람직하다. 그에 따라, 상기 나노섬유 웹은 탄성이 우수한 폴리우레탄이나, 고무상 고분자 [NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 부틸러버(BR), 이소프렌러버(IR), 클로로프렌러버(CR), 실리콘고무)] 또는 이들의 복합체 또는 이들의 복합체로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0036] 또한, 상기 나노섬유 웹(100)은 유전율(ϵ) 값을 크게 하기 위해 상기 폴리우레탄이나 고무상 고분자 [NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber), SBR(Styrene Butadiene Rubber), 부틸러버(BR), 이소프렌러버(IR), 클로로프렌러버(CR), 실리콘고무] 또는 이들의 복합체로 이루어진 나노섬유에 실리콘 질화물(Silicon nitride), 바륨 스트론튬(Barium strontium), 또는 바륨 티타네이트(Barium titanate) 등 유전 상수가 큰 물질을 혼입하여 형성되는 것이 바람직하다.
- [0037] 이와 같이 탄성회복률이 우수하고 유연성이 뛰어난 나노섬유 웹에 의해 압력에 따른 거리변화를 인식하여 정밀한 압력 측정이 가능하게 함으로써, 기존 압력센서의 세라믹 계열 필름과 멤브레인 구조를 대체할 수 있게 하여 종래에 시트 구조로 이루어졌던 압력센서에 비해 유연성을 크게 향상시킬 뿐만 아니라 직물의 특성을 그대로 함유하고 있는 나노섬유 웹에 의해 대면적화가 용이하고 경제성도 우수한 정전용량형 압력센서를 구현할 수 있게 된다.
- [0038] 또한, 나노섬유 웹을 이루는 고분자 재료의 특성에 따라 뛰어난 성형성을 구현할 수 있고, 두께도 현저하게 감소시켜 압력을 가하는 착용자 등에 크게 지장을 주지 않을 수 있으므로, 보행시 압력을 측정하는 족압센서 등 다양한 활용이 가능하게 된다.
- [0039] 이와 같이 상기 나노섬유 웹(100)은 얇은 나노섬유로 형성되어 종래의 정전용량형 압력센서에서 주로 이용되던 멤브레인 형태의 센서부에 비해 그 두께를 현저히 감소시켜 얇게 형성할 수 있으며, 직물의 특성을 여전히 보유하고 있어 가공이 쉽고, 우수한 유연성을 확보할 수 있게 된다.
- [0040] 또한, 상기 센서부로 작용하는 나노섬유 웹(100)은 두께가 얇아서 압력에 의해 변경되는 거리변화도 작게 되며, 그에 따라, 평판 플레이트인 두 전극판 사이의 거리에 반비례하면서 변하는 정전용량 값의 범위가 크게 되어 정밀한 압력 변화를 용이하게 측정할 수 있게 된다.
- [0041] 그리고, 상기 나노섬유 웹은 기존의 단순 섬유물에 비해 밀도가 균일하고 일정한 두께로 생성되어 센서부로 작용시 비슷한 범위의 정전용량 값을 가질 뿐만 아니라, 직물의 특성으로 인한 재단, 레이저 커팅 등에 의해 쉽게 가공할 수 있어 나노섬유 웹뿐만 아니라 압력센서의 제조도 용이하게 할 수 있게 된다.
- [0042] 이러한 나노섬유 웹(100)은 내포하고 있는 기공(도 3에서는 나노섬유인 폴리우레탄 사이의 빈 공간으로 표현됨)으로 인하여 외력이 가해질 경우 가변될 수 있는 공간이 많게 되므로, 단순히 시트로 이루어지던 종래의 정전용량형 압력센서에 비해 같은 압력하에서도 정전용량(Capacitance) 값이 크게 나오게 되어 압력 측정을 위한 우수한 센서부로 이용할 수 있게 된다.
- [0043] 또한, 공기를 유전체로 이용할 수 있도록 구성된 압력센서는 외력에 의해 압착되거나 변형된 센서부를 원상회복시키기 위해 밀폐된 구조를 필요로 함이 일반적이지만, 상기 나노섬유 웹은 두 전극 간의 접촉을 방지함과 아울러, 자체의 탄성회복력에 의해 히스테리시스 손실을 줄일 수 있으므로 개방된 구조로 형성할 수 있게 되어 제조시 편의성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0044] 또한, 상기 나노섬유 웹은 유전상수가 큰 물질을 혼입하여 구성되므로, 공기보다 큰 유전율을 갖게 되어 정전용량의 값을 크게 하므로 보다 정밀한 압력을 용이하게 측정할 수 있게 된다.
- [0045] 상기 유연성 전극부(200)는 상기 나노섬유 웹(100)에 의해 접촉이 방지되면서 평판 플레이트로서 작용하는 두 전극으로 구성되며, 상기 나노섬유 웹의 일면에 부착되는 제1전극부(210)와, 상기 나노섬유 웹의 타면에 이격되

게 설치되는 제2전극부(220)를 포함하여 구성된다.

- [0046] 상기 제1전극부(210)는 상기 나노섬유 웹의 일면, 도 1 및 도 2에서는 나노섬유 웹(100)의 저면에 직접 접하도록 부착되는 전도성 직물로 형성된다. 이때, 상기 전도성 직물은 상기 나노섬유 웹의 일면과의 접촉 면적을 증가시켜 면적에 비례하는 정전용량 값을 크게 할 수 있도록 무늬가 없는 직물, 바람직하게는 평직물(Taffeta) 이나 립스톱(Rip Stop) 조직에 니켈, 구리, 금, 은 또는 카본블랙 등 전도성이 우수한 도전성 물질이 코팅되어 구성된다.
- [0047] 또한, 상기 제1전극부(210)는 외부에서 가해지는 잡아당김이나 정전기 등에 의한 전극부와 나노섬유 웹의 이격 현상을 줄일 수 있도록 금속 페이스트에 의해 상기 나노섬유 웹(100)의 일면에 견고하게 접촉시켜 구성되는 것이 바람직하다.
- [0048] 상기 제2전극부(220)는 상기 나노섬유 웹의 타면 방향, 도 1 및 도 2에서는 나노섬유 웹(100)의 상면에서 일정 거리 이격되게 부착되는 전도성 직물로 형성된다. 이를 위하여 상기 제2전극부와 나노섬유 웹을 일정거리 이격시킬 수 있는 스페이서(300)가 상기 제2전극부(220)와 나노섬유 웹(100) 사이에 설치되는 것이 바람직하다.
- [0049] 이때, 상기 제2전극부(220)를 이루는 전도성 직물도 상기 제1전극부와 마찬가지로 무늬가 없는 직물, 바람직하게는 평직물(Taffeta) 조직에 니켈, 구리, 금, 은 또는 카본블랙 등 전도성이 우수한 도전성 물질이 코팅되어 구성된다.
- [0050] 또한, 상기 제1전극부(210)와 제2전극부(220)는 나노섬유 웹에 의해 차단되지 않는 영역에서 외력 등에 상호 접합되는 것을 방지할 수 있도록, 상기 나노섬유 웹으로 이루어지는 센서부와 같은 크기로 형성되거나, 그보다 작은 크기를 갖도록 구성되는 것이 바람직하다.
- [0051] 상기 스페이서(300)는 상기 제2전극부(220)를 이루는 전도성 직물의 날카로운 절단면에 의해 나노섬유 웹이 찢겨지거나 굽혀서 상기 제1 및 제2전극부 간의 접촉이 일어나는 것을 방지할 수 있도록, 중앙이 통공된 링 형상의 얇은 필름이나 직물을 상기 제2전극부(220)와 나노섬유 웹(100) 사이에 접촉시켜 구성된다.
- [0052] 이때, 상기 스페이서(300)의 두께는 최소의 수준으로 얇게 형성함으로써, 센서 전체의 두께가 두꺼워지거나 그로 인해 정전용량 값이 작아지는 것을 최소화하는 것이 바람직하다.
- [0053] 이와 같이, 평판 플레이트로 기능하는 상기 제1전극부와 제2전극부 사이에 위치하는 링 형상의 상기 스페이서 중앙 공간과 상기 나노섬유 웹이 외력에 의해 압착되는 유전체 공간을 형성하게 되며, 외력에 의해 상기 스페이서 중앙 공간 및 나노섬유에 내포되어 있는 기공이 압착되면서 제1전극부와 제2전극부의 거리가 감소됨에 따라 정전용량 값이 변하여 압력을 감지할 수 있게 된다.
- [0054] 이와 같이 상기 스페이서(300)가 나노섬유 웹과 제2전극부 사이에 위치함으로써, 상기 스페이서의 중앙부분에서 스페이서의 두께에 해당하는 거리만큼의 이격공간을 확보할 수 있게 되어 보다 넓은 범위의 압력을 측정할 수 있게 된다.
- [0055] 상기 신호전달부(400)는 일단이 상기 제1 및 제2전극부(210,220)에 각각 연결되고, 타단이 정전용량 값의 변화에 따른 전기적 신호를 전달하고자 하는 회로에 연결되어 있는 디지털사로 구성된다.
- [0056] 이때, 상기 신호전달부(400)는 센서 설치시 외형상 표출되는 것을 최소화할 수 있도록 압력센서의 두께보다 얇은 직경을 갖도록 구성되는 것이 바람직하며, 외부의 영향에 의한 노이즈를 줄이면서 유연성도 우수한 디지털사로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0057] 또한, 상기 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서는 상기 유연성 전극부(200)를 감싸서 외부의 불필요한 자극이나 오염물질로부터 전극부와 센서부를 보호하는 보호부(500)를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [0058] 그에 따라, 상기 보호부(500)는 수분이나 오염물에 의해 정전용량 값이 변하지 않도록 발수성 나노섬유나 필름 등 유연성 있는 물질로 이루어지며, 상기 제1전극부의 저면에 부착되는 제1보호층(510)과, 상기 제2전극부의 상면에 부착되는 제2보호층(520)을 포함하여 구성된다. 이때, 상기 제1 및 제2보호층(510,520)은 상기 유연성 전극부를 충분히 감쌀 수 있도록 상기 제1 및 제2전극부(210,220)보다 넓은 면적으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0059] 또한, 상기 제1보호층(510)과 제2보호층(520)은 정전용량 값의 변화에 의해 상기 유연성 전극부에서 발생하는 전기적인 신호가 원하지 않게 누출되는 것을 방지할 수 있도록 절연성 있는 직물로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0060] 또한, 상기 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서는 상기 보호부를 감싸며 외부의 노이즈로부터 유연성 전

극부를 차폐시키는 차폐부(600)를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

- [0061] 이때, 상기 차폐부(600)는 전도성 물질이 코팅된 섬유제품으로 이루어져, 상기 제1보호층의 저면에 부착되는 제1차폐층(610)과, 상기 제2보호층의 상면에 부착되는 제2차폐층(620)을 포함하여 구성된다. 또한, 상기 차폐층은 전도성 물질이 코팅된 섬유에 편물이나 부직포 등 섬유 제품을 더 추가하여 구성될 수도 있음은 물론이다.
- [0062] 이러한 차폐부에 의해 외부의 노이즈가 유연성 전극부로 유입되는 것을 방지할 수 있게 되어 압력측정의 정밀성을 구현할 수 있게 된다.
- [0063] 이와 같이 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서는 외부에서 가해지는 압력에 의해 두께가 변하는 센서부인 나노섬유 웹(100)과, 이러한 나노섬유 웹의 상하부에 위치하여 평판 플레이트로 작용하는 유연성 전극부(200)와, 이러한 유연성 전극부의 상하부에 위치하여 오염을 방지하는 보호부(500)와, 상기 보호부를 감싸서 외부의 노이즈로부터 차폐시키는 차폐부(600), 및 상기 유연성 전극부에서 외부회로에 압력 변화로 발생되는 전기적 신호를 전달하는 신호전달부(400) 등 압력센서를 이루는 모든 요소가 유연성이 우수한 직물로 형성됨으로써, 압력센서 자체의 유연성을 크게 향상시킬 수 있게 된다.
- [0064] 그에 따라, 종래에 시트 등으로 이루어졌던 압력센서는 적용될 수 없었던 굴곡 있는 영역 등 곡면에도 특별한 제약 없이 사용할 수 있어 그 활용범위를 크게 확대할 수 있게 된다.
- [0065] 또한, 이와 같이 정전용량형 압력센서를 직물로 형성함으로써, 직물의 우수한 성형성을 그대로 유지하게 되어 압력센서가 사용되는 장소에 적합한 모양을 자유롭게 형성할 수 있게 된다.
- [0066] 또한, 외부로 노출되는 차폐부가 직물로 이루어져 신체 접촉시의 거부감을 감소시킬 뿐만 아니라, 그 내부에 위치하는 유연성 전극부와 나노섬유 웹도 외력에 의해 부드럽게 변형이 가능하므로 신체에의 접촉시 이물감과 같은 거부감을 현저히 감소시켜 족압센서 등 다양한 분야에 이용이 가능하게 된다.
- [0067] 또한, 외력에 의해 두께가 감소되는 센서부가 탄성 회복률이 우수하고 자체적인 기공을 갖고 있는 나노섬유 웹으로 형성됨으로써, 유전체인 공기 등의 유출입을 위한 공간을 확보하기 위한 별도의 고무나 멤브레인 등을 배제할 수 있게 되어 압력센서 자체의 두께를 현저히 감소시킬 수 있게 된다.
- [0068] 다음에는 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서를 이용하여 압력을 측정하는 여러 실시예들을 설명한다.
- [0069] <실시예 1>
- [0070] 먼저 실시예 1에서는 폴리우레탄으로 형성된 나노섬유 웹과 PVDF(Polyvinylidene fluoride)로 형성된 나노섬유 웹을 이용하여 제조된 정전용량형 압력센서의 압력에 대한 정전용량 변화를 실험적으로 확인한다.
- [0071] 도 3은 본 발명에 따른 나노섬유 웹을 제조하기 위한 폴리우레탄의 전자현미경 사진이고, 도 4는 본 발명에 따른 정전용량형 압력센서에서 압력에 대한 정전용량의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0072] 먼저, 폴리우레탄으로 형성된 나노섬유 웹 및 PVDF로 형성된 나노섬유 웹을 센서부로 하고, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 나노섬유 웹(100)의 상부와 하부에 전도성 직물로 이루어진 유연성 전극부인 제1전극부(210)와 제2전극부(220)를 부착시킨다.
- [0073] 이때, 상기 폴리우레탄으로 형성된 나노섬유 웹은 22 μ m의 두께를 갖도록 전기 방사하여 제조하고, 상기 PVDF로 형성된 나노섬유 웹은 38 μ m의 두께를 갖도록 전기 방사하여 제조한다.
- [0074] 도 3에서는 폴리우레탄으로 형성된 나노섬유 웹의 전자현미경 사진을 일예로 나타내었다. 도 3에서 알 수 있는 바와 같이 100~300nm 정도의 직경을 갖는 나노섬유로 나노섬유 웹을 형성할 경우, 전기 방사하여 랜덤하게 어셈블리되는 나노섬유 들의 사이에는 많은 기공이 존재하게 됨을 확인할 수 있다. 이러한 나노섬유 웹에 외부에서 압력이 가해지면 기공에 존재하는 공기들이 외부로 빠져나가면서 압착되어 두께가 얇아지고 되어 평판 플레이트로 작용하는 유연성 전극부 사이의 정전용량 값 변화를 야기하게 된다.
- [0075] 그리고, 이와 같이 폴리우레탄으로 형성된 나노섬유 웹(100)의 저면에 26cm의 지름을 갖는 제1전극부(210)를 접착시키고, 상기 나노섬유 웹의 상면에는 중앙이 관통된 링 형상의 스페이서(300)를 먼저 접착시킨 후 상기 스페

이서의 상부에 26cm의 지름을 갖는 제2전극부(220)를 접촉시킨다.

- [0076] 이때, 상기 스페이서(300)는 PET 필름으로 형성되고 내경이 25.5cm 이고 외경이 27cm인 링 형상으로 구성되어 상기 제2전극부보다 큰 지름을 갖게 함으로써, 상기 제2전극부의 거친 모서리에 의해 나노섬유 웹이 손상되는 것을 방지할 수 있게 한다. 또한, 이와 같이 나노섬유 웹의 손상을 방지함으로써, 상기 제1전극부와 제2전극부가 단락되는 것을 방지하게 되어 안정적인 압력측정이 가능하게 된다.
- [0077] 그리고, 상기 제1전극부(210)와 제2전극부(220)는 니켈 도금된 폴리에스테르 직물로 형성하여 전도성을 갖게 하며, 이러한 전도성 직물에 니켈 페이스트를 도포하여 전도도를 유지하면서 상기 나노섬유 웹 또는 스페이서에 안정적으로 접촉될 수 있게 한다.
- [0078] 또한, 상기 제1전극부와 제2전극부에는 나일론 직물로 이루어진 제1보호층(510)과 제2보호층(520)을 부착하여 유연성 전극부와 나노섬유 웹을 보호하면서 절연시키게 된다. 그리고, 차폐를 위해 니켈 도금된 폴리에스테르 직물 등을 상기 제1보호층과 제2보호층으로 이루어진 보호부를 포함하는 압력센서 전체를 덮어서 차폐부(600)를 형성한다. 이때, 상기 니켈 도금된 폴리에스테르 직물로 이루어진 차폐부는 디지털사의 실드선에 연결되어 외부 노이즈 등으로부터 유입되는 전기적인 노이즈를 외부로 흘려보내서 압력센서 내부를 차폐시키게 된다.
- [0079] 그리고, 상기 제1전극부와 제2전극부 각각에는 정전용량의 변화에 따라 변하는 커패시턴스에 의한 전기적 신호를 외부의 회로로 전달하기 위한 디지털사가 연결되어 신호전달부(400)를 형성하며, 상기 디지털사는 전도성 예폭시(예를 들어, 제품명 CW2400)에 의해 상기 제1 및 제2전극부(210,220)에 각각 전기적으로 연결된다.
- [0080] 이와 같이 형성된 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서에 가해지는 실제 압력에 따른 정전용량 변화를 확인하기 위해, 상기 제1 및 제2전극부에 연결되어 신호전달부를 이루는 디지털사와 실드선을 LCR미터(제품명 : NF사 ZM2353)와 그라운드에 각각 연결한다.
- [0081] 그리고 컴퓨터 프로그램으로 조절 가능하고 압력을 측정할 수 있도록 로드셀이 달린 Z축 로봇팔을 이용하여 압력을 가한다. 이때, 상기 로드셀 끝은 센서의 크기와 유사한 2.8cm의 크기를 갖는 알루미늄 플레이트로 형성한 후, 상기 로드셀의 Z축에 대한 속도는 10mm/min로 설정하고, 최대 압력을 50N 으로 조절하여 압력 인가시 정전용량(Capacitance)의 값을 4회 측정한다.
- [0082] 그 결과, 도 4에 도시된 바와 같이 0에서 최대압력인 50N에 이르는 범위내에서, 상기 정전용량 값은 약 10~15pF의 범위를 가지며 변화하였으며, 수회 측정에서도 같은 값을 계속 유지하는 것을 확인할 수 있다.
- [0083] 이때, 도 4에서 22 μ m의 두께로 형성된 폴리우레탄 나노섬유 웹과 38 μ m의 두께로 형성된 PVDF 나노섬유 웹의 정전용량 차이는 폴리우레탄과 PVDF 자체의 특성인 유전율과 초기의 두께의 차이에 기인하지만, 압력의 증가에 따른 정전용량 값의 변화정도는 폴리우레탄 나노섬유 웹과 PVDF 나노섬유 웹에서 거의 유사함을 확인할 수 있게 된다.
- [0084] 또한, 일반적인 폴리우레탄의 탄성 회복률이 PVDF보다 우수하기 때문에 히스테리시스 손실도 적음을 확인할 수 있으며, 압력 변화량이 폴리우레탄의 경우 좀 더 크게 됨을 확인할 수 있게 된다.
- [0085] <실시에 2>
- [0086] 다음으로 실시예 2에서는 디지털사의 실드선을 그라운드에 연결하여 차폐하였을 경우와, 연결하지 않아 차폐하지 않았을 경우의 압력에 대한 정전용량 변화를 실험적으로 확인한다.
- [0087] 도 5는 본 발명에 따른 정전용량형 압력센서에서 차폐 유무시 압력에 대한 정전용량의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0088] 먼저 상기 실시예 1과 같이 나노섬유 웹을 이용한 정전용량형 압력센서를 형성하고, 동일한 조건으로 압력을 가하면서 정전용량 값을 측정한다.
- [0089] 그 결과, 도 5에 도시된 바와 같이 상기 디지털사의 실드선을 그라운드에 연결하지 않아 차폐하지 않았을 경우에는 압력센서 주변에서 로봇이나 신체 등 외부요인에 의해 유발되는 정전용량에 영향을 받게 되어 동일 압력조건에서도 측정할 때마다 차이가 큰 값이 측정된다. 이와 같이 차폐하지 않았을 경우 정전용량 값의 변화가 커진 것은 제1 및 제2전극부에서 전기적 신호를 전달하는 디지털사와 실드선 사이의 정전용량에 의해 유발된 것임을 알 수 있다.

- [0090] 그러나, 상기 디지털사의 실드선을 그라운드에 연결하여 차폐하였을 때에는 실시예 1에서와 마찬가지로(폴리우레탄 나노섬유 웹의 경우) 압력의 변화에 따라 정전용량 값이 10~15pF의 범위에서 일정하게 변하게 됨을 알 수 있다.
- [0091] 따라서, 이러한 실시예 2의 결과에 의해 정밀한 압력측정을 요하는 정전용량형 압력센서를 제조하기 위해서는 차폐시키는 것이 유리함을 확인할 수 있다.
- [0092] <실시예 3>
- [0093] 다음으로 실시예 3에서는 폴리우레탄을 용제에 용해시킨 용액으로 용액주조하여 나노섬유 웹과 유사하게 28 μ m의 두께를 갖는 필름으로 압력센서를 형성할 경우 압력에 대한 정전용량 변화를 실험적으로 확인한다.
- [0094] 도 6은 폴리우레탄을 필름으로 형성하고 차폐하지 않은 경우의 압력에 대한 정전용량 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0095] 먼저 폴리우레탄 용액으로 용액주조한 후 28 μ m의 두께를 갖는 필름을 형성하고, 이러한 폴리우레탄 필름의 하부와 상부에는 제1 및 제2전극부를 형성한다. 즉, 나노섬유 웹을 폴리우레탄 필름으로 형성하는 것을 제외하고는 실시예 1에 의해 제조되는 압력센서와 동일하게 형성된다.
- [0096] 상기 실시예 3에서는 차폐하지 않고 정전용량의 변화를 측정하였다. 도 5에서 확인할 수 있는 바와 같이 상기 실시예 2에서 차폐하지 않은 경우의 측정값과 비교하여도 압력에 따른 정전용량 값의 변화가 명확하지 않고 그 변화량도 1pF을 넘지 않음을 알 수 있다.
- [0097] 이는 압력 인가시 폴리우레탄 필름의 두께 방향으로의 변화가 나노섬유 웹보다 작기 때문에, 폴리우레탄 필름만으로는 압력에 따른 정전용량 변화를 기대할 수 없음을 확인할 수 있게 하는바, 폴리우레탄 필름에 별도의 멤브레인 등이 구비되지 않고는 압력센서로 이용될 수 없음을 확인할 수 있다.
- [0098] 따라서, 실시예 3에서와 같은 필름형이 아니라, 실시예 1에서와 같이 기공을 내포하는 나노섬유 웹의 형태로 정전용량형 압력센서를 제작함이 바람직함을 확인할 수 있게 된다.

[0099] <실시예 4>

- [0100] 마지막으로 실시예 4에서는 일정 크기로 제조된 40 μ m 두께의 폴리우레탄 나노섬유 웹을 이용하여 4채널의 정전용량형 압력센서를 제작하고, 이를 통해 균일 생산이 가능한가를 확인한다. 이때, 상기 폴리우레탄 나노섬유 웹의 상부와 하부에 부착되는 유연성 전극부는 1.6cm의 크기로 제작하였다.
- [0101] 이와 같이 제작된 4채널의 정전용량형 압력센서 각각에 일정 범위의 압력을 가할 경우에 측정된 정전용량 값들도 도 7에 도시함(도 7에서는 1번 채널의 압력에 따른 정전용량 값의 변화를 나타냄)과 아울러 하기의 표 1에 나타내었다.

표 1

[0102]

ch. (채널)	1	2	3	4
C ₀ (pF)	34	41	37	39
C _t @ 25N	63	72	64	71
C _t /C ₀	1.85	1.75	1.73	1.82

- [0103] 상기 표 1에서 C₀는 압력이 0일 때의 정전용량 값을 나타내고, C_t는 압력이 25N일 때의 정전용량 값을 나타내며, C_t/C₀는 압력이 0에서 25N으로 증가할 경우 정전용량 값의 변화정도를 나타낸다.
- [0104] 상기 표 1에서 C₀일 때의 정전용량 값이 채널별로 조금씩 다르게 측정되었는데, 이는 나노섬유 웹의 기본적인 두께 차이 및 전극과 접촉 정도 차이에 의한 것일 뿐, 각 나노섬유 웹의 부피 비율이나 탄성 회복률 자체는 비슷

함을 알 수 있는바, 압력이 가해질 경우 정전용량 값의 변화정도는 대략 1.7~1.8 배 증가로 비슷함을 확인할 수 있다.

[0105] 따라서, 이러한 측정 결과에서 알 수 있는 바와 같이 동일하게 제조된 나노섬유 웹을 이용하여 제조되는 정전용량형 압력센서는 외부압력에 의한 두께 감소 및 복원 정도의 일정성 등 균일한 특성을 가짐을 확인할 수 있다. 따라서 동일하게 제조된 나노섬유 웹을 이용한 다수의 정전용량형 압력센서 제조가 가능하게 되어 생산의 편의성과 아울러 생산성의 향상도 구현할 수 있게 된다.

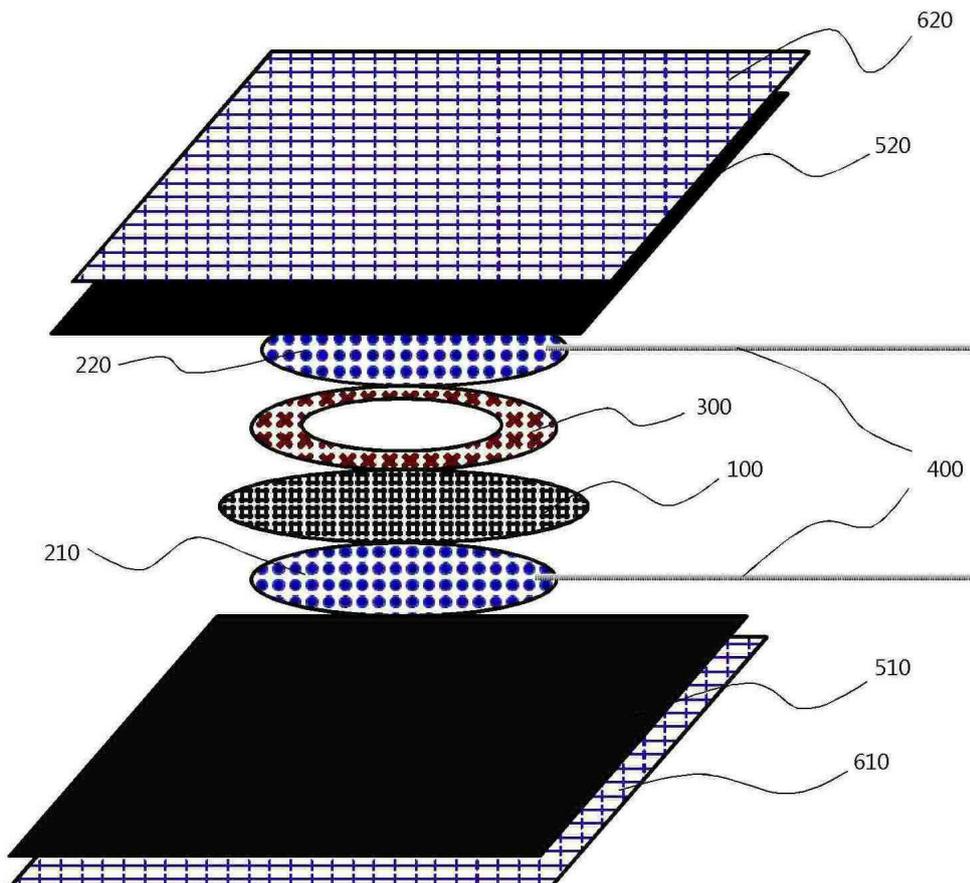
[0106] 이상에서는 본 발명에 대한 기술사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 이라면 누구나 본 발명의 기술적 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

부호의 설명

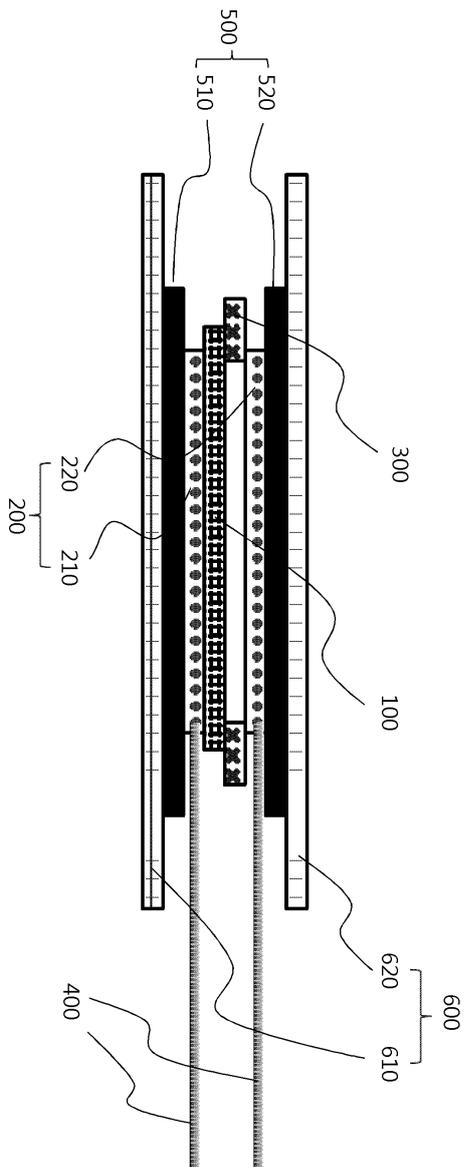
- | | | |
|--------|--------------|---------------|
| [0107] | 100 - 나노섬유 웹 | 200 - 유연성 전극부 |
| | 210 - 제1전극부 | 220 - 제2전극부 |
| | 300 - 스페이서 | 400 - 신호전달부 |
| | 500 - 보호부 | 510 - 제1보호층 |
| | 520 - 제2보호층 | 600 - 차폐부 |
| | 610 - 제1차폐층 | 620 - 제2차폐층 |

도면

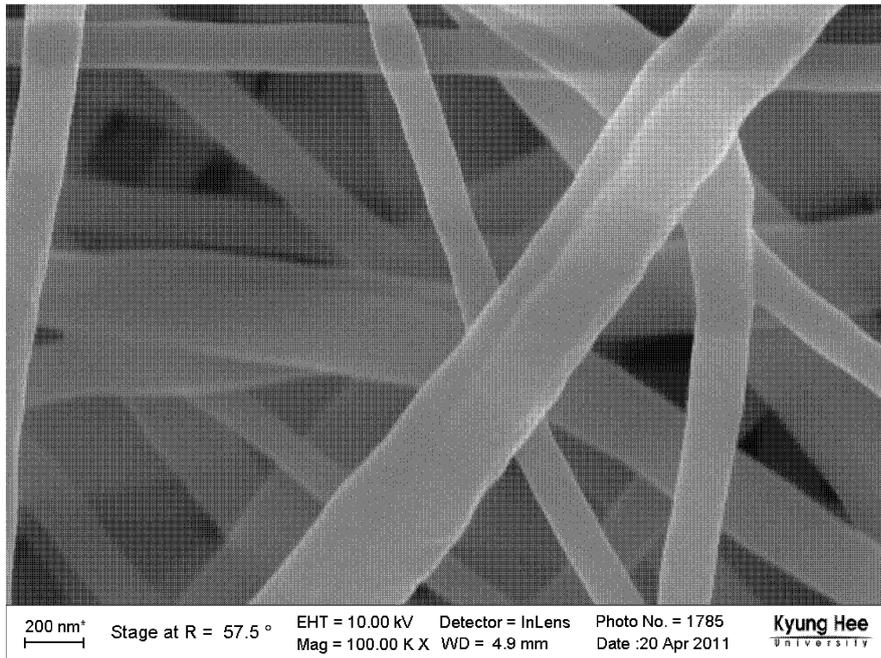
도면1



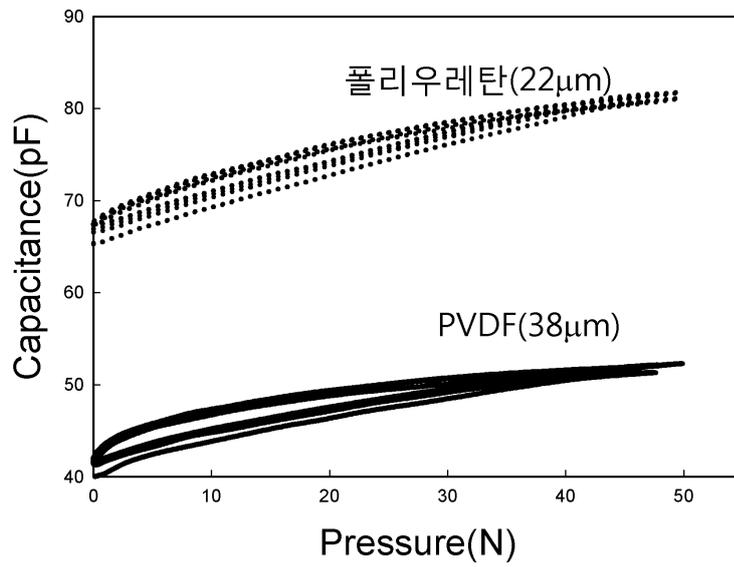
도면2



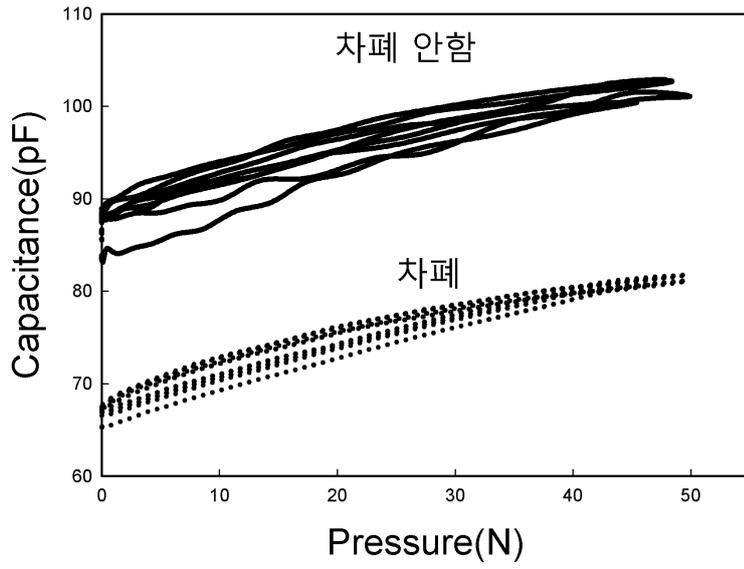
도면3



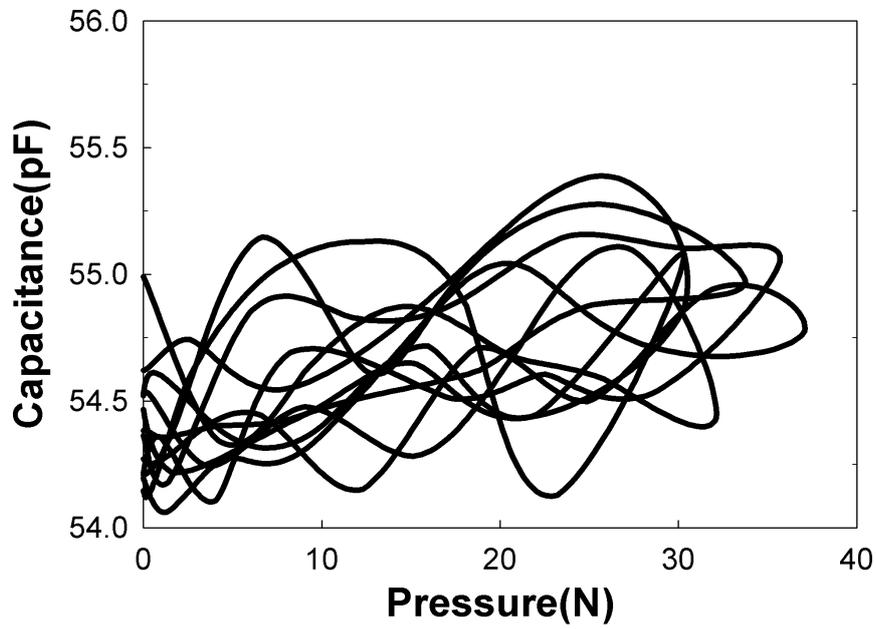
도면4



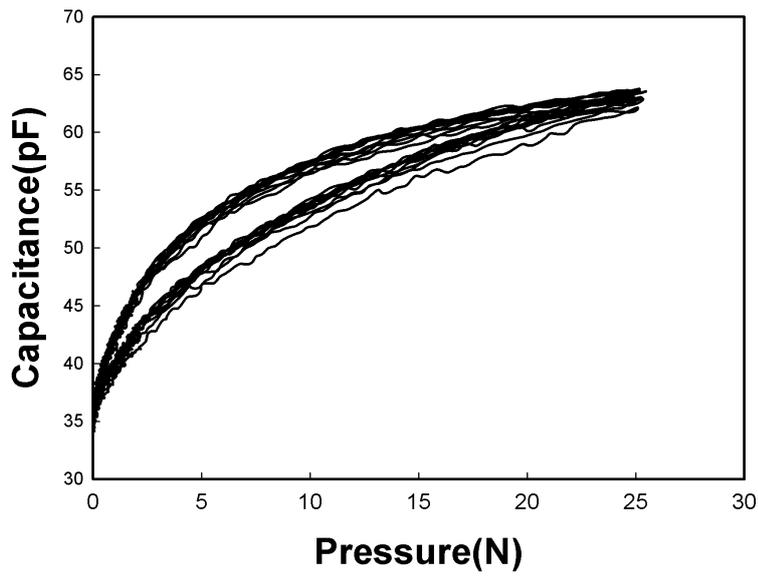
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제5항

【변경전】

바륨 티타네이트을

【변경후】

바륨 티타네이트를