



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월15일
(11) 등록번호 10-2240611
(24) 등록일자 2021년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/053 (2021.01) GOIL 1/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/0536 (2021.01)
GOIL 1/146 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0134606
(22) 출원일자 2018년11월05일
심사청구일자 2018년11월05일
(65) 공개번호 10-2020-0051350
(43) 공개일자 2020년05월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR101502762 B1*
KR1020180063506 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
우응제
경기도 성남시 분당구 금곡로 39, 106동 104호(구미동, 화이트빌)
김갑진
경기도 수원시 장안구 만석로 29, 713동 302호(천천동, 비단마을현대성우.우방아파트)
오동인
서울특별시 노원구 중계로8길 103, 115동 808호(중계동, 현대그림중계동주택조합2차(아))
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 백양규

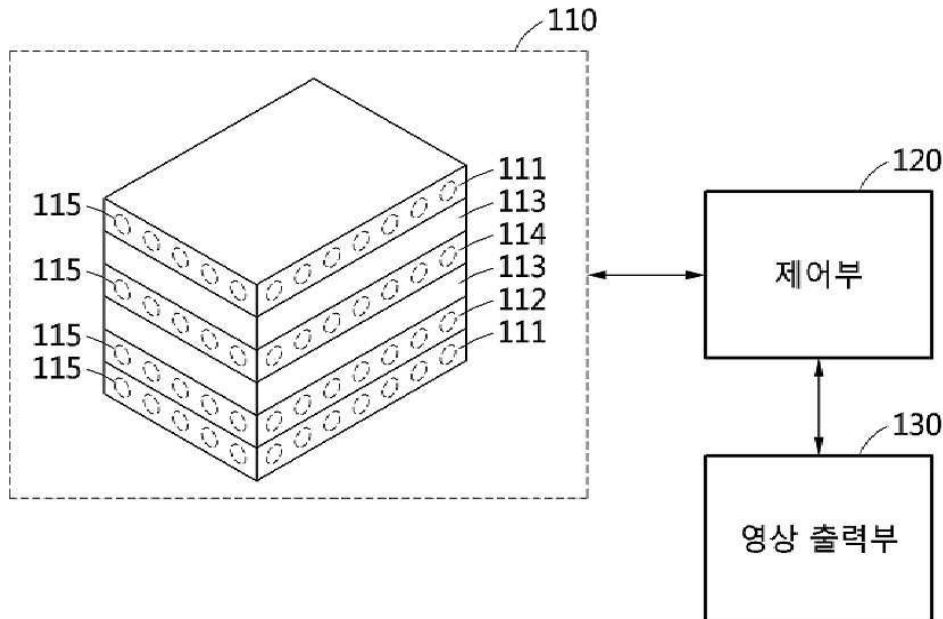
(54) 발명의 명칭 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치 및 방법을 개시한다. 본 발명의 일실시예에 따르면 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서, 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극, 상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 제어부 및 상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 영상 출력부를 포함할 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 2562/0247 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20132166
부처명	한국산업기술평가관리원
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	지원사업
연구과제명	압전/압정전용량 특성 부여 나노웹과 신축성 섬유전극 개발을 통한 다주파수 전기임피던스 단층영상 기반의 대면적 비격자 압력분포 감지시스템 개발(1/5)
기여율	1/1
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2013.11.01 ~ 2018.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서;

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극;

상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 제어부; 및

상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 영상 출력부를 포함하고,

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은

복수의 영역으로 구분되고, 상기 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 형성되며, 상기 복수의 영역은 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정되는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극 중에 선택된 공급 전극 쌍을 통해 전압 또는 전류 중 적어도 하나가 공급되도록 제어하는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어부는

상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통해 상기 공급된 전압 또는 전류 중 적어도 하나로부터 유기된 전압 또는 전류 중 적어도 하나를 측정하도록 제어하는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 4

측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-

electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서;

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극;

상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 제어부; 및

상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 영상 출력부를 포함하고,

상기 제어부는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)에 기반하여 동적 압력 변화와 시간을 연관하여 측정하고, 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 상기 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)에 인가된 압력에 의한 양적 변화를 정량화하도록 제어하는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 갖는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 영역 중 어느 하나의 영역은 상기 중합 시간(polymerizing time)이 기준 시간보다 길 경우, 상기 동일한 외력에 대하여 기준 저항 값보다 낮은 저항 값이 측정되고, 상기 중합 시간(polymerizing time)이 상기 기준 시간에 상응할 경우 상기 기준 저항 값에 상응하는 저항 값이 측정되며, 상기 중합 시간(polymerizing time)이 상기 기준 시간보다 작을 경우 상기 기준 저항 값보다 큰 저항 값이 측정되는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 8

측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서;

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극;

상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 제어부; 및

상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 영상 출력부를 포함하고,

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은 초극세사 섬유에 폴리피롤(polypyrrole)이 증기 중합되어 형성되고, 상기 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)은 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함하고, 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)은 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF, polyvinylidene fluoride) 나노웹 또는 폴리락틴 애시드(PLA, Polylactic acid) 나노웹 중 어느 하나를 포함하는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)은 상부와 하부에서 비전도성 섬유층(non-conductive fabric layer)을 더 포함하고,

상기 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF, polyvinylidene fluoride) 나노웹 또는 폴리락틴 애시드(PLA, Polylactic acid) 나노웹 중 어느 하나는 웹 접착제(web adhesive)를 이용하여 상기 비전도성 섬유층(non-conductive fabric layer)과 접착되는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)은 상기 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹이 등방성 접착제(dot adhesive)를 이용하여 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 비전도성 섬유층(non-conductive fabric layer) 중 어느 하나와 접착되는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 11

측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서;

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극;

상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 제어부; 및

상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 영상 출력부를 포함하고,

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은

섬유상의 극성분자들이 동일한 방향으로 분극되어 잔류분극이 형성되어 있고, 상기 측정 대상의 외력에 의해 상기 잔류분극이 변경되면서 전하밀도의 차이를 발생시키는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 12

측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서;

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극;

상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 제어부; 및

상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 영상 출력부를 포함하고,

상기 제어부는

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)의 표면 상에 형성된 복수의 전극을 통하여 상기 가변된 압저항성 또는 상기 가변된 압정전용량성의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하고,

상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)의 표면 상에 형성된 복수의 전극을 통하여 상기 압전성의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치.

청구항 13

제어부에서, 측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서를 이용하여 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 단계; 및

영상 출력부에서, 상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 단계를 포함하고,

상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은

복수의 영역으로 구분되고, 상기 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 형성되며, 상기 복수의 영역은 상기 측정 대상으로부터의 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정되는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제어부에서, 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극 중에 선택된 공급 전극 쌍을 통해 전압 또는 전류 중 적어도 하나가 공급되도록 제어하는 단계를 더 포함하는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 단계는

상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통해 상기 공급된 전압 또는 전류 중 적어도 하나로부터 유기된 전압 또는 전류 중 적어도 하나를 측정하도록 제어하는 단계를 포함하는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 갖는

다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 다층 구조 압력 센서를 이용하여 압력 분포를 영상화하는 기술적 압 사상에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 다층 구조의 섬유 압력 센서에 기반하여 저항성, 압정전용량성 또는 압전성 중 적어도 하나 이상의 변화에 상응하는 임피던스 변화를 측정하고, 측정된 임피던스 변화에 상응하는 압력 분포의 변화를 영상화하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로, 압력 분포를 영상화하기 위해 단일 셀 구조의 압저항성, 압정전용량성, 압전성 센서를 다수의 배열 구조로 설계하고, 각 셀의 압력 변화를 개별 전극 위치에 대응하여 맵핑하는 방식을 사용한다.
- [0004] 이러한 방식은 임의 모양을 갖는 영역의 압력 분포를 측정하기 어렵고, 개별 센서의 고장 시 수리 및 유지에 많은 비용이 소요되며, 개별 센서의 출력을 데이터 측정기기까지 연결하기 위해 다수의 연결 신호선을 사용함으로써 두께가 두껍고 신호간 간섭이 높다는 문제점이 있다.
- [0005] 인체 또는 물체(이하, 측정 대상)의 내부 구조를 비파괴적으로 영상화하는 종래 기술은 X-선, MRI 및 초음파 등이 있고, 이러한 기술을 통해 외부에서 측정한 데이터만을 이용하여 내부의 상태를 영상화하는 것이 가능하다.
- [0006] 측정 대상의 전기적 특성을 영상화하는 다른 종래 기술로는 1970년대 말부터 활발히 연구된 전기 임피던스 단층촬영(EIT, Electrical Impedance Tomography)이 존재한다.
- [0007] 종래의 전기 임피던스 단층촬영 기술은 측정 대상의 전기적 특성을 나타내는 임피던스에 기초하여 측정 대상의 도전율을 영상화한다.
- [0008] 보다 상세하게는, 종래의 전기 임피던스 단층촬영 기술은 측정 대상의 표면에 복수개의 전극을 부착하고, 복수개의 전극을 통하여 측정 대상 표면의 전류-전압 데이터를 측정하며, 측정된 전류 및 전압 분포에 기초하여 측정 대상의 도전율로 변환하여 영상화한다.
- [0009] 예를 들어, 종래의 전기 임피던스 단층촬영 기술은 인체의 특정 부위의 내부를 영상화하는데 목적이 있었고, 의료 및 산업분야에서 주로 사용되고 있다.
- [0010] 인체의 특정 부위의 내부를 도전율에 따라 영상화할 수 있는 것은 혈액, 뼈, 허파, 심장 등의 생체 조직들이 서로 다른 전기적 특성을 갖기 때문이다.
- [0011] 그러나, 종래의 전기 임피던스 단층촬영 기술은 도전율을 영상화하는데 한정되어 있었고, 측정 대상이 인체 및 유체에 주로 한정되어 있었으며, 의료 및 비파괴검사 분야에서만 사용되고 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1502762호, "나노섬유 웹을 이용한 하이브리드 압력센서"
- (특허문헌 0002) 한국공개특허 제10-2013-0026522호, "적어도 하나의 기능성 구배를 전극 안에 갖는 전극을 제조하는 방법 및 시스템 및 그로부터 제조된 장치"
- (특허문헌 0003) 한국 등록특허 제10-1490811호, "전기임피던스 다층 촬영장치"
- (특허문헌 0004) 한국 등록특허 제10-1244816호, "피부 임피던스 측정을 위한 새로운 형태의 소형 전극 센서 및 이를 이용한 피부 임피던스 측정 시스템"

비특허문헌

- [0014] (비특허문헌 0001) Yao 외 3명, EIT-Based Fabric Pressure Sensing, Computational and Mathematical Methods in Medicine Volume 2013, Article ID 405325, 9 pages.
- (비특허문헌 0002) Tong In Oh 외 5명, Flexible electrode belt for EIT using nanofiber web dry electrodes, *Physiol. Meas.* 33(2012) 1603-1616.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 특정 부위, 인체 공학적 물체 및 안전 공학적 물체 중 적어도 하나에 해당하는 측정 대상의 외력에 대응하여 측정되는 내부 전자기 물성 변화를 외부에서 전류-전압 데이터로 측정하여 영상화하는 것을 목적으로 할 수 있다.
- [0016] 본 발명은 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성 중 적어도 하나를 고려한 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정 대상의 압력 분포에 대한 정밀도를 향상시키는 것을 목적으로 할 수 있다.
- [0017] 본 발명은 동적 그리고 정적 압력 변화를 동시에 측정하는 다층 구조 섬유 압력 센서를 이용하여 비격자방식의 대면적 압력 분포를 감지하는 것을 목적으로 할 수 있다.
- [0018] 본 발명은 전도성 직물, 비전도성 직물 또는 나노 웹(nano web) 센서의 다층 구조를 통해 다층 구조의 압력 센서의 압력 민감도를 향상시키는 것을 목적으로 할 수 있다.
- [0019] 본 발명은 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성 중 적어도 하나를 고려한 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정 대상에 대한 외력에 기반한 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성의 변화와 관련된 임피던스 변화를 측정하고, 그에 따라 측정 대상에서의 압력 분포 변화를 실시간으로 영상화하는 것을 목적으로 할 수 있다.
- [0020] 본 발명은 전도성 섬유층에서의 영역별 증기 증합 시간을 조절하여 측정 대상에 대한 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정되는 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 구현하여 다층 구조의 압력 센서의 압저항성 측정 효율성을 향상시키는 것을 목적으로 할 수 있다.
- [0021] 본 발명은 평평한 표면뿐만 아니라 굴곡 된 표면에도 압력 분포를 양적으로 시각화하는 것을 목적으로 할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0023] 본 발명의 일실시예에 따르면 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서, 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극, 상기 복수

의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 제어부 및 상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 영상 출력부를 포함할 수 있다.

- [0024] 상기 제어부는 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극 중에 선택된 공급 전극 쌍을 통해 전압 또는 전류 중 적어도 하나가 공급되도록 제어할 수 있다.
- [0025] 상기 제어부는 상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통해 상기 공급된 전압 또는 전류 중 적어도 하나로부터 유기된 전압 또는 전류 중 적어도 하나를 측정하도록 제어할 수 있다.
- [0026] 상기 제어부는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)에 기반하여 동적 압력 변화와 시간을 연관하여 측정하고, 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 상기 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)에 인가된 압력에 의한 양적 변화를 정량화하도록 제어할 수 있다.
- [0027] 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은 복수의 영역으로 구분되고, 상기 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 형성되며, 상기 복수의 영역은 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정될 수 있다.
- [0028] 상기 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 갖을 수 있다.
- [0029] 상기 복수의 영역 중 어느 하나의 영역은 상기 중합 시간(polymerizing time)이 기준 시간보다 길 경우, 상기 동일한 외력에 대하여 기준 저항 값보다 낮은 저항 값이 측정되고, 상기 중합 시간(polymerizing time)이 상기 기준 시간에 상응할 경우 상기 기준 저항 값에 상응하는 저항 값이 측정되며, 상기 중합 시간(polymerizing time)이 상기 기준 시간보다 작을 경우 상기 기준 저항 값보다 큰 저항 값이 측정될 수 있다.
- [0030] 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은 초극세사 섬유에 폴리피롤(polypyrrole)이 증기 중합되어 형성되고, 상기 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)은 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함하고, 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)은 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF, polyvinylidene fluoride) 나노웹 또는 폴리락틴 애시드(PLA, Polylactic acid) 나노웹 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0031] 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)은 상부와 하부에서 비전도성 섬유층(non-conductive fabric layer)을 더 포함하고, 상기 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF, polyvinylidene fluoride) 나노웹 또는 폴리락틴 애시드(PLA, Polylactic acid) 나노웹 중 어느 하나는 웹 접착제(web adhesive)를 이용하여 상기 비전도성 섬유층(non-conductive fabric layer)과 접착될 수 있다.
- [0032] 상기 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)은 상기 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹이 등방성 접착제(dot adhesive)를 이용하여 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 비전도성 섬유층(non-conductive fabric layer) 중 어느 하나와 접착될 수 있다.
- [0033] 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은 섬유상의 극성분자들이 동일한 방향으로 분극되어 잔류분극이 형성되어 있고, 상기 측정 대상의 외력에 의해 상기 잔류분극이 변경되면서 전하밀도의 차이를 발생시킬 수 있다.
- [0034] 상기 제어부는 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)의 표면 상에 형성된 복수의 전극을 통하여 상기 가변된 압저항성 또는 상기 가변된 압정전용량성의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하고, 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)의 표면 상에 형성된 복수의 전극을 통하여 상기 압전성의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일실시예에 따르면 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 제어부에서, 측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서를 이용하여 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 상기 가변된 압저항성

과 압정전용량성, 또는 상기 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 단계 및 영상 출력부에서, 상기 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여, 상기 측정 대상의 외력에 상응하는 압력 분포 영상을 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0036] 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 상기 제어부에서, 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 상기 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극 중에 선택된 공급 전극 쌍을 통해 전압 또는 전류 중 적어도 하나가 공급되도록 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0037] 상기 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어하는 단계는 상기 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통해 상기 공급된 전압 또는 전류 중 적어도 하나로부터 유기된 전압 또는 전류 중 적어도 하나를 측정하도록 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0038] 상기 전도성 섬유층(conductive fabric layer)은 복수의 영역으로 구분되고, 상기 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 형성되며, 상기 복수의 영역은 상기 측정 대상으로부터의 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정되고, 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 갖을 수 있다.

발명의 효과

[0040] 본 발명은 특정 부위, 인체 공학적 물체 및 안전 공학적 물체 중 적어도 하나에 해당하는 측정 대상의 외력에 대응하여 측정되는 내부 전자기 물성 변화를 외부에서 전류-전압 데이터로 측정하여 영상화할 수 있다.

[0041] 본 발명은 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성 중 적어도 하나를 고려한 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정 대상의 압력 분포에 대한 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0042] 본 발명은 동적 그리고 정적 압력 변화를 동시에 측정하는 다층 구조 섬유 압력 센서를 이용하여 비격자방식의 대면적 압력 분포를 감지할 수 있다.

[0043] 본 발명은 전도성 직물, 비전도성 직물 또는 나노 웹(nano web) 센서의 다층 구조를 통해 다층 구조의 압력 센서의 압력 민감도를 향상시킬 수 있다.

[0044] 본 발명은 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성 중 적어도 하나를 고려한 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정 대상에 대한 외력에 기반한 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성의 변화와 관련된 임피던스 변화를 측정하고, 그에 따라 측정 대상에서의 압력 분포 변화를 실시간으로 영상화할 수 있다.

[0045] 본 발명은 전도성 섬유층에서의 영역별 증기 중합 시간을 조절하여 측정 대상에 대한 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정되는 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 구현하여 다층 구조의 압력 센서의 압저항성 측정 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0046] 본 발명은 평평한 표면뿐만 아니라 굴곡 된 표면에도 압력 분포를 양적으로 시각화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치의 구성 요소를 설명하는 도면이다.

도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서에서 복수의 전극이 형성되는 실시예를 설명하는 도면이다.

도 3a 내지 도 3i는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 형성하는 절차를 설명하는 도면이다.

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서의 단면도를 설명하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조의 다층 구조 압력 센서를 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용하여 외력에 따른 임피던스 맵을 설명하는 도면이다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 외력에 의해 발생하는 임피던스의 변화를 측정하는 그래프를 설명하는 도면이다.

도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 외력에 의해 발생하는 압전성의 변화를 측정하는 그래프를 설명하는 도면이다.

도 10 내지 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서의 임피던스 측정을 제어하는 실시예를 설명하는 도면이다.

도 12a 내지 도 12c는 본 발명의 일실시예에 따른 압력 분포 영상화를 설명하는 도면이다.

도 13a 내지 도 13d는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 외력에 의해 발생하는 임피던스 변화를 측정하는 그래프를 설명하는 도면이다.

도 14a 내지 도 14c는 본 발명의 일실시예에 따른 영상화 이미지와 관련된 x축 및 y축 프로파일에서 화소 대비 상대적 임피던스를 측정하는 그래프를 설명하는 도면이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정된 임피던스 변화에 기반하여 출력된 압력 분포 영상을 설명하는 도면이다.

도 16a 및 도 16b는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 섬유층의 밀도 구배율을 설명하는 도면이다.

도 17a 및 도 17b는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 설명하는 도면이다.

도 18은 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법과 관련된 흐름도를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0049] 이하, 본 문서의 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참조하여 기재된다.
- [0050] 실시 예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0051] 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0052] 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0053] 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.
- [0054] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [0055] 본 문서에서, "A 또는 B" 또는 "A 및/또는 B 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다.
- [0056] "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다.
- [0057] 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.
- [0058] 본 명세서에서, "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, 하드웨어적 또는 소프트웨어적으로 "~에 적합한," "~하는 능력을 가지는," "~하도록 변경된," "~하도록 만들어진," "~를 할 수 있는," 또는 "~하도록 설계된"과 상호 호환적으로(interchangeably) 사용될 수 있다.
- [0059] 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다.
- [0060] 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된) 프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.
- [0061] 또한, '또는'이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의

미한다.

- [0062] 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.
- [0063] 이하 사용되는 '..부', '..기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0065] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치의 구성 요소를 설명하는 도면이다.
- [0066] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치(100)는 다층 구조 압력 센서(110), 제어부(120) 및 영상 출력부(130)를 포함할 수 있다.
- [0067] 본 발명의 일실시예에 따르면 다층 구조 압력 센서(110)는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)(111), 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)(112), 비전도성 섬유층(113) 및 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)(114)이 적층된 다층 구조를 포함할 수 있다.
- [0068] 일례로, 다층 구조 압력 센서(110)는 측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(111)과 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(112), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(114) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함할 수 있다.
- [0069] 다층 구조 압력 센서(100)는 전도성 섬유층(111)에 형성되는 복수의 전극을 통하여 압저항성 및 압정전용량성의 변화에 따른 임피던스 변화를 측정할 수 있다.
- [0070] 또한, 다층 구조 압력 센서(100)는 압전성 섬유층(114)에 형성된 복수의 전극(115)을 통하여 압전성 변화에 따른 임피던스 변화를 측정할 수 있다.
- [0071] 예를 들어, 임피던스 변화는 임피던스가 시간의 흐름에 따라 변화하는 것을 나타낼 수 있다.
- [0072] 즉, 다층 구조 압력 센서(100)는 전도성 섬유층(111), 압정전용량성 섬유층(112) 및 압전성 섬유층(114)을 모두 포함할 경우, 압저항성, 압정전용량성 및 압전성 변화에 상응하는 임피던스 변화를 동시에 측정할 수 있다.
- [0073] 따라서, 본 발명은 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성 중 적어도 하나를 고려한 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정 대상의 압력 분포에 대한 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0074] 또한, 본 발명은 동적 그리고 정적 압력 변화를 동시에 측정하는 다층 구조 섬유 압력 센서를 이용하여 비격자 방식의 대면적 압력 분포를 감지할 수 있다.
- [0075] 한편, 전도성 섬유층(111), 압정전용량성 섬유층(112) 및 압전성 섬유층(114)의 다층 구조 압력 센서(100)의 포함여부는 실시예에 따라 변경될 수 있다.
- [0076] 즉, 다층 구조 압력 센서(100)는 전도성 섬유층(111) 및 압정전용량성 섬유층(112)을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0077] 또한, 다층 구조 압력 센서(100)는 압전성 섬유층(114)만을 포함하여 형성될 수 도 있다.
- [0078] 예를 들어, 다층 구조 압력 센서(100)는 하이브리드 압력 센서로도 지칭될 수 있다.
- [0079] 본 발명의 일실시예에 따르면 전도성 섬유층(111)은 초극세사 섬유에 폴리피롤(polypyrrole)이 증기 중합되어 형성될 수 있다.
- [0080] 일례로, 전도성 섬유층(111)은 복수의 영역으로 구분되고, 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 형성되며, 복수의 영역은 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정될 수 도 있다.
- [0081] 예를 들어, 복수의 영역은 중합 시간(polymerizing time)과 전도성 코팅입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 나타낼 수 도 있다.
- [0082] 또한, 복수의 영역 중 어느 하나의 영역은 중합 시간(polymerizing time)이 기준 시간보다 길 경우, 동일한 외력에 대하여 기준 저항 값보다 낮은 저항 값이 측정될 수 있다.
- [0083] 또한, 복수의 영역 중 어느 하나의 영역은 중합 시간(polymerizing time)이 기준 시간에 상응할 경우 기준 저항 값에 상응하는 저항 값이 측정될 수 있다.

[0084] 또한, 복수의 영역 중 어느 하나의 영역은 중합 시간(polymerizing time)이 기준 시간보다 작을 경우 기준 저항 값보다 큰 저항 값이 측정될 수 있다.

[0085] 일례로, 압정전용량성 섬유층(112)은 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함할 수 있다.

[0086] 본 발명의 일실시예에 따르면 압정전용량성 섬유층(112)은 폴리우레탄 나노웹이 등방성 접착제(dot adhesive)를 이용하여 전도성 섬유층(111) 또는 비전도성 섬유층(113) 중 어느 하나와 접착될 수 있다. 예를 들어, 등방성 접착제(dot adhesive)는 미소면적의 접착부위를 등방성으로 갖는 접착제를 포함할 수 있다.

[0087] 또한, 압전성 섬유층(114)은 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF, polyvinylidene fluoride) 나노웹 또는 폴리락틴 애시드(PLA, Polylactic acid) 나노웹 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0088] 다른 실시예에 따르면, 압전성 섬유층(114)은 상부와 하부에서 비전도성 섬유층(113)을 더 포함하고, 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF, polyvinylidene fluoride) 나노웹 또는 폴리락틴 애시드(PLA, Polylactic acid) 나노웹 중 어느 하나는 웹 접착제(web adhesive)를 이용하여 비전도성 섬유층(113)과 접착될 수 있다.

[0089] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(120)는 전도성 섬유층(111), 압정전용량성 섬유층(112) 또는 압전성 섬유층(114) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극(115) 중에 선택된 공급 전극 쌍을 통해 전압 또는 전류 중 적어도 하나가 공급되도록 제어할 수 있다.

[0090] 일례로, 제어부(120)는 복수의 전극(115) 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통해 공급된 전압 또는 전류 중 적어도 하나로부터 유기된 전압 또는 전류 중 적어도 하나를 측정하도록 제어할 수 있다.

[0091] 예를 들어, 제어부(120)는 복수의 전극(115) 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍 사이의 변환 저항과 압전성 섬유층(114)에서 발생된 내부자생전류로 인한 전압의 변화를 측정하도록 제어할 수 있다.

[0092] 제어부(120)는 압전성에 의해 유도된 전압을 측정하기 위해 상기 압전성 섬유층(114) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극(115) 중 측정 전극 쌍을 통해 유도된 전압을 측정할 수 있도록 제어할 수 있다.

[0093] 제어부(120)가 순차적으로 측정 전극 쌍을 선택하여 유기된 전압을 측정하는 실시예는 도 11을 이용하여 보충 설명한다.

[0094] 제어부(120)는 복수 개의 전극(115) 중에 선택된 적어도 하나의 전극 쌍을 통하여 가변된 도전율, 유전율 및 압전성 중 적어도 하나에 대응하는 임피던스의 측정을 제어한다.

[0095] 임피던스는 하기 [수학식 1]에 의해 정의될 수 있고, [수학식 1]에 기초하여 도전율과 유전율 중 적어도 하나에 대한 연산을 하는데 사용될 수 있다.

[0097] [수학식 1]

$$\begin{cases} \nabla \cdot ((\sigma(\mathbf{r}, t) + j\omega\epsilon(\mathbf{r}, t))\nabla u(\mathbf{r}, t)) = 0 \text{ in } \Omega \\ -(\sigma(\mathbf{r}, t) + j\omega\epsilon(\mathbf{r}, t))\nabla u(\mathbf{r}, t) \cdot \mathbf{n} = g \text{ on } \partial\Omega \end{cases}$$

[0100] [수학식 1]에서, σ 는 도전율을 의미하고, ϵ 는 유전율을 의미하며, u 는 측정섬유 센서 내 전압을 의미할 수 있다. 또한, g 는 외부에서 측정을 위해 주입하는 전류를 나타낼 수 있다.

[0101] 압력 인가에 의해 위치(\mathbf{r}) 및 시간(t)에서 변화한 도전율 및 유전율은 외부 주입 전류 또는 전압에 의해 유도된 전압 또는 전류의 값의 변화로 나타나며, 이를 통해 내부 압력변화를 영상화한다. 이러한 임피던스 변화는 정적 압력 변화의 양을 측정하는데 적합하나, 동적 압력 변화에 둔감하기 때문에 압전성을 이용한 내부 전류원 영상화를 통해 동적, 정적 압력 분포를 영상화 한다.

[0103] [수학식 2]

$$\begin{cases} \nabla \cdot ((\sigma(\mathbf{r}, t) + j\omega\epsilon(\mathbf{r}, t))\nabla u(\mathbf{r}, t)) = f(\mathbf{r}, t) \text{ in } \Omega \\ -(\sigma(\mathbf{r}, t) + j\omega\epsilon(\mathbf{r}, t))\nabla u(\mathbf{r}, t) \cdot \mathbf{n} = 0 \text{ on } \partial\Omega \end{cases}$$

[0106] [수학식 2]는 측정섬유 센서 내부의 도전율, 유전율 분포를 측정한 데이터에서 압력 변화에 의한 내부 잔류분극의 변화에 의한 전하밀도의 차이를 인식하고 있는 경우, 동적 압력 변화에 따른 압전소자 출력이 내부 도전성

물질 내 전파될 때에 나타나는 전자기 현상을 의미한다.

- [0107] 실시예에 따르면, [수학식 1]은 임피던스를 측정하는 회로(후술되는 검출 회로)에서 저항 구조, 콘덴서 구조, 저항과 콘덴서가 연결된 직/병렬 구조에 따라 다양하게 변형이 가능하다.
- [0108] [수학식 1]을 참조하면, 제어부(120)는 입력 전류에 대한 주파수에 기초하여 가변된 도전율의 측정을 제어할 수 있고, 정전용량에 기초하여 가변된 유전율의 측정을 제어할 수 있으며, [수학식 2]는 [수학식 1]을 통해 획득한 센서 내부의 도전율, 유전율 분포를 반영한 상태에서 전도성 섬유층(111)의 다이폴(dipole)의 방향 변화로 인하여 발생된 전류 또는 전압에 기초하여 압력인가의 위치와 시간, 크기를 측정 할 수 있다.
- [0109] 여기서, 가변된 도전율 및 유전율에 대응하는 임피던스를 측정하기 위하여 제어부(120)는 전도성 섬유층(111) 및 압정전용량성 섬유층(112) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수 개의 전극 중에 선택되지 않은 적어도 하나의 전극 쌍에 전압 및 전류 중 적어도 하나가 공급되도록 제어할 수 있다.
- [0110] 보다 상세하게는, 제어부(120)는 선택되지 않은 적어도 하나의 전극 쌍에 선정된 범위의 주파수를 갖는 전압이 공급되도록 제어하거나, 선정된 범위의 주파수를 갖는 전압을 전류로 변환하여 변환된 전류가 공급되도록 제어할 수 있다.
- [0111] 또한, 제어부(120)는 전압을 위상이 서로 상이한 전류로 변환하여 진폭 및 주파수가 동일하도록, 미리 변환된 각각의 전류가 교정되도록 제어하고, 선택되지 않은 적어도 하나의 전극 쌍에 교정된 각각의 전류가 공급되도록 제어할 수 있다.
- [0112] 여기서, 가변된 압전성에 대응하는 임피던스를 측정하기 위하여 제어부(120)는 압전성 섬유층(114)의 표면 상에 형성된 복수 개의 전극 중에 선택되지 않은 적어도 하나의 전극 쌍에 전압 및 전류 중 적어도 하나를 공급되지 않도록 제어할 수 있다.
- [0113] 또한, 제어부(120)는 전도성 섬유층(111) 또는 압전성 섬유층(114)의 잔류분극이 변경되면서 발생하는 전하밀도의 차이와, 전극 쌍을 통하여 가변된 도전율 및 유전율 중 적어도 어느 하나의 변화를 이용하여 임피던스 측정을 제어할 수 있다.
- [0114] 또한, 제어부(120)는 선택된 적어도 하나의 전극 쌍으로부터 유기된 전압 및 유기된 전류 중 적어도 하나의 측정을 제어할 수 있다.
- [0115] 보다 상세하게는, 제어부(120)는 선택된 적어도 하나의 전극 쌍으로부터 선정된 주파수 범위의 유기된 전압 및 유기된 전류 중 적어도 하나를 측정하여 가변된 도전율, 유전율 및 압전성 중 적어도 하나에 대응하는 임피던스의 측정을 제어할 수 있다.
- [0116] 실시예에 따르면, 제어부(120)는 가변된 도전율, 유전율 및 압전성에 대응하는 임피던스를 동시에 측정되도록 제어할 수 있고, 선택적으로 측정되도록 제어할 수 있다.
- [0117] 일례로, 제어부(120)는 압전성 섬유층(114)에 기반하여 동적 압력 변화와 시간을 연관하여 측정하도록 제어할 수 있다.
- [0118] 따라서, 다층 구조 압력 센서(100)는 압전성 소재에 의해 빠른 동적 압력변화에 대한 시간응답 특성을 가질 수 있다.
- [0119] 제어부(120)는 전도성 섬유층(111)와 상기 압정전용량성 섬유층(112)에 인가된 압력에 의한 양적 변화를 정량화 하도록 제어할 수 있다.
- [0120] 따라서, 다층 구조 압력 센서(100)는 압저항, 압정전용량 소재에 의해 인가된 압력에 의한 양적변화를 정량화하는 융합센서의 특성을 가질 수 있다.
- [0121] 본 발명의 일실시예에 따르면 제어부(120)는 전도성 섬유층(111)의 표면 상에 형성된 복수의 전극을 통하여 압저항성 또는 압정전용량성의 변화에 상응하는 임피던스를 측정하도록 제어할 수 있다.
- [0122] 일례로, 제어부(120)는 압전성 섬유층(114)의 표면 상에 형성된 복수의 전극을 통하여 압전성의 변화에 상응하는 임피던스를 측정하도록 제어할 수 있다.
- [0123] 즉, 제어부(120)는 압전성 섬유층(114)에 의해 발생된 전류를 측정 전극 쌍 사이의 측정저항에 유도된 전압으로서 측정하도록 제어할 수 있다.

- [0124] 본 발명의 실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치(100)는 제어부(120)의 제어 하에 전류 및 전압 중 적어도 하나를 공급하고, 유기된 전류 및 유기된 전압 중 적어도 하나에 대응하는 임피던스를 측정하는 검출 회로(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0125] 영상 출력부(130)는 측정된 임피던스 분포를 이용하여 압력 분포 영상을 출력한다. 예를 들어, 압력 분포 영상은 압력 분포 변화에 대한 영상을 포함할 수 있다.
- [0126] 보다 상세하게는, 영상 출력부(130)는 압력 분포 또는 압력 분포의 시간 추이 변화를 분석하여 2차원 및 3차원 중 적어도 하나의 영상으로 출력할 수 있다.
- [0127] 따라서, 본 발명은 특정 부위, 인체 공학적 물체 및 안전 공학적 물체 중 적어도 하나에 해당하는 측정 대상의 외력에 대응하여 측정되는 내부 전자기 물성 변화를 외부에서 전류-전압 데이터로 측정하여 영상화할 수 있다.
- [0129] 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 실시예에 따른 다층 구조 압력 센서에서 복수의 전극이 형성되는 실시예를 설명하는 도면이다.
- [0130] 도 2를 참조하면, 복수 개의 전극(201)은 섬유층(200) 옆면(또는 측면)의 표면 상에 형성될 수 있고, 실시예에 따라서는 섬유층(200) 상면 또는 하면의 표면 상에 형성될 수도 있다.
- [0131] 실시예에 따라서, 복수 개의 전극(201)은 섬유층(200)에 부착되는 전도성 직물로 구성되며, 이러한 전도성 직물은 섬유층(200)과의 접촉 면적을 증가시킬 수 있도록 무늬가 없는 직물, 바람직하게는 평직물(Taffeta)이나 립스톱(Rip Stop) 조직에 니켈, 구리, 은, 금 및 카본블랙 중 적어도 어느 하나의 전도성이 우수한 도전성 물질이 코팅되어 형성될 수 있다.
- [0132] 또한, 복수 개의 전극(201)은 외부에서 가해지는 잡아당김이나 정전기 등에 의한 전극(201)과 섬유층(200)의 이격 현상을 줄일 수 있도록 니켈 페이스트와 같은 전도성 페이스트에 의해 섬유층(200)의 일면에 견고하게 접촉시켜 구성되는 것이 바람직하다.
- [0133] 전도성 페이스트는 섬유층(200)과 복수 개의 전극(201) 사이의 접촉성을 증가시킬 뿐만 아니라, 페이스트 자체의 전도성으로 인하여 전기적 신호를 이격되어 있는 저장수단인 커패시터나 에너지 소비수단인 저항으로 전달함에 있어 전기적 신호의 손실을 최소화할 수 있게 된다. 실시예에 따르면, 섬유층(200)은 도 2a에 도시된 바와 같이, 직육면체 형태일 수 있고, 정육면체, 원기둥 및 기하학적 구조의 형태일 수 있으며, 복수 개의 전극(201)은 섬유층(200)의 구조에 대응하여 다양하게 변형하여 형성될 수 있으므로, 이에 한정되는 것을 아니다.
- [0134] 본 발명의 실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 다층 구조 압력 센서 상에 섬유층 간의 신호 간섭(crosstalk), 불필요한 자극 및 외부의 오염 물질 중 적어도 하나의 영향을 최소화하는 하우징 부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0135] 본 발명의 일측에 따르면, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 측정 대상이 인체의 특정 부위의 임피던스를 측정할 경우, 다층 구조 압력 센서와 인체의 특정 부위 간의 전기적 도통을 통하여 임피던스를 측정할 수 있다.
- [0136] 본 발명의 다른 일측에 따르면, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 측정 대상이 물체일 경우, 물체의 전기적 도통이 아닌, 물체의 외력에 의해 영향을 받는 다층 구조 압력 센서의 도전율, 유전율 및 압전성에 대응하는 임피던스를 측정할 수 있다.
- [0137] 여기서, 물체는 인체 공학적 물체(예를 들어, 가구 분야 및 웨어러블 소재 분야) 및 안전 공학적 물체(건축 분야, 기계 분야 및 산업 소재 분야) 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0138] 예를 들어, 인체 공학적 물체는 가구 분야에서 제조되는 침대 및 의자일 수 있고, 웨어러블 제조 분야에서 제조되는 신발, 장갑 및 의복일 수 있다.
- [0139] 또한, 안전 공학적 물체는 건축 분야에서 건물 또는 기구물의 벽과 바닥일 수 있고, 기계 분야에서 제조되는 자동차, 자전거 및 선박일 수 있으며, 산업 소재 분야에서 제조되는 타이어일 수 있다.
- [0140] 실시예에 따르면, 하우징 부재는 다층 구조 압력 센서의 측정 대상(예를 들어, 물체) 간의 전기적 도통을 방지하는 절연성 물질을 포함할 수 있다.
- [0141] 따라서, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 측정 대상의 인체 공학적 또는 안전 공학적 특성을 분석하기 위한 압력 분포의 밸런스를 측정하여 고품질의 측정 대상의 제품을 양산하는데 기여할 수 있다.

- [0143] 도 2b는 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층의 전도성 섬유에 복수의 전극이 연결되는 구성을 설명하는 도면이다.
- [0144] 도 2b를 참고하면, 전도성 섬유층(210)에 복수의 전극(211)이 연결되어 형성되고, 복수의 전극은 측정부(미도시)에 연결될 수 있다.
- [0146] 도 2c는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서의 전극이 회로에 연결된 구성을 예시한다.
- [0147] 도 2c를 참고하면, 전도성 섬유층(220)에 연결된 복수의 전극(221)이 회로상에 결합된 구성을 나타낼 수 있다.
- [0148] 즉, 도 2c는 다층 구조 압력 센서와 압력 분포 영상화 장치의 회로적 연결 상태를 나타낼 수 도 있다.
- [0150] 도 3a 내지 도 3i는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 형성하는 절차를 설명하는 도면이다.
- [0151] 도 3a를 참고하면, 전도성 섬유(300)에 도트 접착제(dot adhesive)가 코팅된 박리지(310)가 적층될 수 있다. 예를 들어, 도트 접착제(dot adhesive)는 미소면적의 접착 부위를 등방성으로 갖는 도트 접착제를 포함할 수 있다.
- [0152] 도 3b를 참고하면, 전도성 섬유(300)와 박리지(310)가 롤러(320)에 의하여 압착될 수 있다. 여기서, 롤러(320)에 의하여 전도성 섬유(300)와 박리지(310)에 열과 압력이 인가될 수 있다.
- [0153] 도 3c를 참고하면, 전도성 섬유(300)와 압착된 박리지(310)상에 분리 박리지(330)지가 적층될 수 있다.
- [0154] 도 3d를 참고하면, 분리 박리지(330) 상에 폴리 우레탄 나노웹 층(340)이 부착될 수 있다.
- [0155] 도 3e를 참고하면, 폴리 우레탄 나노웹 층(340)에 도트 접착제(dot adhesive)가 코팅된 박리지(310)가 적층될 수 있다.
- [0156] 도 3f를 참고하면, 폴리 우레탄 나노웹 층(340)과 박리지(310)가 롤러(320)에 의하여 압착될 수 있다.
- [0157] 도 3g를 참고하면, 폴리 우레탄 나노웹 층(340)과 압착된 박리지(310) 상에 분리 박리지(330)가 적층될 수 있다.
- [0158] 도 3h를 참고하면, 폴리 우레탄 나노웹(340)과 압착된 박리지(310)와 전도성 섬유(300)가 롤러(320)에 의하여 압착될 수 있다.
- [0159] 도 3i를 참고하면, 전도성 섬유(300) 사이에 폴리 우레탄 나노웹(340)이 적층된 다층 구조 압력 센서(350)가 형성될 수 있다.
- [0160] 일례로, 다층 구조 압력 센서(350)는 전도성 섬유(300), 접착층(310), 폴리 우레탄 나노웹(340)이 순차적으로 적층된 구조를 나타낼 수 도 있다.
- [0162] 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서의 단면도를 설명하는 도면이다.
- [0163] 도 4a와 도 4b는 폴리 우레탄 나노웹(340)을 포함하는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer)이 포함된 다층 구조 압력 센서를 예시한다.
- [0164] 도 4a를 참고하면, 다층 구조 압력 센서(400)는 전도성 섬유(410), 접착층(420), 폴리우레탄 나노웹(430)을 순차적으로 포함할 수 있다.
- [0165] 예를 들어, 하나의 폴리우레탄 나노웹(430)을 포함하는 다층 구조 압력 센서(400)의 측정 민감도는 도 13c에 도시된 임피던스 측정 값의 변화 그래프에 상응할 수 있다.
- [0166] 도 4b를 참고하면, 다층 구조 압력 센서(400)는 전도성 섬유(410), 접착층(420), 폴리우레탄 나노웹(430)을 순차적으로 포함하되, 폴리우레탄 나노웹(430)을 두 개 더 포함할 수 있다.
- [0167] 예를 들어, 세개의 폴리우레탄 나노웹(430)을 포함하는 다층 구조 압력 센서(400)의 측정 민감도는 도 13a에 도시된 임피던스 측정 값의 변화 그래프에 상응할 수 있다.
- [0168] 도 4c는 다층 구조 압력 센서(440)에서 전극을 통하여 전류 또는 전압이 측정되는 동작을 설명하기 위한 단면도를 예시한다.
- [0169] 도 4c를 참고하면, 다층 구조 압력 센서(440)는 전류 주입부(460)로부터 전류를 주입받고, 전도성 섬유(441) 사이에 나노웹(442)을 포함하며, 전도성 섬유(441)에 형성된 전극을 통하여 전류 또는 전압이 측정부(450)에 의하

여 측정될 수 있다.

- [0170] 즉, 다층 구조 압력 센서(440)는 나노웹(442)에 전극이 직접적으로 부착되는 것이 아니라, 전도성 섬유(441)에 부착 또는 형성되는 전극을 통하여 전도성 섬유의 도전율의 변화와 압정전용량성에 상응하는 유전율의 변화에 대응하는 전류 또는 전압의 변화가 측정부(450)에 의하여 측정될 수 있다. 예를 들어, 전도성 섬유(441)는 직물 내에 공기를 함유할 수 도 있다.
- [0172] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조의 다층 구조 압력 센서를 설명하는 도면이다.
- [0173] 도 5를 참고하면, 다층 구조 압력 센서(500)는 전도성 섬유(510), 도트 접착제(520) PU(polyurethane) 나노웹(530), 비 전도성 섬유(540), 웹 접착제(550) 및 PLA(Polylactic acid) 나노웹(560)을 포함할 수 있다.
- [0174] 다층 구조 압력 센서(500)는 유전율이 가변되는 PU(polyurethane) 나노웹(530)과 압전성이 가변되는 PLA(Polylactic acid) 나노웹(560)을 포함할 수 있다.
- [0175] 다층 구조 압력 센서(500)는 전도성 섬유(510)에 도트 접착제(520)를 이용하여 PU(polyurethane) 나노웹(530)이 적층되고, PU(polyurethane) 나노웹(530)에 도트 접착제(520)를 이용하여 비 전도성 섬유(540)가 적층되며, 비 전도성 섬유(540)에 웹 접착제(550)를 이용하여 PLA(Polylactic acid) 나노웹(560)이 적층될 수 있다.
- [0176] 또한, 다층 구조 압력 센서(500)는 PLA(Polylactic acid) 나노웹(560)에 웹 접착제(550)를 이용하여 비 전도성 섬유(540)가 적층되고, 비 전도성 섬유(540)에 전도성 섬유(510)가 적층될 수 있다.
- [0177] 이하, 도 6을 참조하여, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력에 따른 측정 결과를 상세히 설명하기로 한다.
- [0179] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용하여 외력에 따른 임피던스 맵을 설명하는 도면이다.
- [0180] 보다 구체적으로는 도 6은 각기 다른 영역에 압력이 가해졌을 경우, 각기 다른 영역을 하나로 통합한 다층 구조 압력 센서 및 재구성된 임피던스 맵을 도시한 것이다.
- [0182] 도 7 및 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 외력에 의해 발생하는 임피던스의 변화를 측정한 그래프를 설명하는 도면이다.
- [0183] 보다 구체적으로는 도 8은 도 4b에 도시된 다층 구조 압력 센서에 가해진 0.5, 1, 2, 5, 10, 15 및 20kgf의 외력에 따른 임피던스의 변화를 측정한 결과를 도시한 것이고, 도 7는 단층(1층)의 PU 나노웹으로 형성된 압력 센서에 가해진 0.5, 1, 2, 5, 10, 15 및 20kgf의 외력에 따른 임피던스의 변화를 측정한 결과를 도시한 것이다.
- [0184] 도 8를 참조하면, 다층 구조 압력 센서에 무게를 증가하여 외력을 가할수록, 임피던스 변화는 점차 감소하는 것을 확인할 수 있다.
- [0185] 즉, 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 다층의 PU 나노웹으로 구성된 다층 구조 압력 센서의 임피던스 변화는 도 7에 도시된 단층의 PU 나노웹으로 구성된 압력 센서의 임피던스 변화보다 약 1.5배 더 큰 것을 확인할 수 있다. 이는 PU 나노웹의 두께의 차이로 인해 발생하는 것임을 알 수 있다.
- [0187] 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 외력에 의해 발생하는 압전성의 변화를 측정한 그래프를 설명하는 도면이다.
- [0188] 보다 구체적으로 도 9b는 다층 구조의 PLA 층을 포함하는 압력 센서에 가해진 외력에 따른 압전성 변화에 대한 결과를 도시한 것이고, 도 9a는 단층(1층)의 PLA 나노웹으로 형성된 압력 센서에 가해진 외력에 따른 압전성 변화에 대한 결과를 도시한 것이다.
- [0189] 도 9b에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 다층의 PLA 나노웹으로 구성된 다층 구조 압력 센서의 압전성 변화는 도 9a에 도시된 단층의 PLA 나노웹으로 구성된 압력 센서의 압전성 변화보다 약 33% 더 큰 변화를 나타내는 것을 알 수 있으며, 이는 PLA 나노웹의 내부 전하밀도의 차이로 인해 발생하는 것임을 알 수 있다.
- [0191] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서의 특성을 분석하기 위해 인가하중에 따른 임피던스 측정을 수행하는 지그의 실시예를 설명하는 도면이다.
- [0192] 도 10을 참고하면, 다층 구조 압력 센서(1000)는 상하로 플라스틱판(1001)과 금속판(1002)으로 구성된 전극을 통해 전류 또는 전압을 주입하고, 유기된 전류 또는 전압을 측정할 수 있다.
- [0193] 예를 들어, 다층 구조 압력 센서(1000)는 전압 측정단(1010)과 전류 주입단(1020)을 포함하고, 압력(1030)에 대

하여 변화된 임피던스와 관련된 전류 또는 전압을 측정할 수 있다.

[0194] 예를 들어, 전압 측정단(1010)과 전류 주입단(1020)은 복수의 전극 중 선택된 전극 쌍을 지칭할 수 있다.

[0195] 예를 들어, 플라스틱판(1001)과 금속판(1002) 사이에 다층 구조 압력센서(1000)가 위치할 수 있다.

[0196] 또한, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 [수학식 3]을 이용하여 히스테리시스 오류를 산출할 수 있다.

[0198] [수학식 3]

$$HE (\%) = \frac{\max|Z(P_L) - Z(P_U)|_{P_L=P_U}}{Z_{max} - Z_{min}} \times 100$$

[0199]

[0201] [수학식 3]에서, HE는 히스테리시스 오류를 나타낼 수 있고, Z는 임피던스를 나타낼 수 있으며, PL은 압력이 가해지는 시점에 압력이고, PU는 압력이 사라지는 시점에 압력을 나타낼 수 있다.

[0202] 즉, 분자는 압력의 로딩과 언 로딩 기간 사이에 압력에서의 최대 임피던스 차이를 나타낼 수 있고, 분모는 임피던스 변화의 동적 범위를 나타낼 수 있다.

[0204] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서의 임피던스 측정을 제어하는 실시예를 설명하는 도면이다.

[0205] 도 11을 참고하면, 다층 구조 압력 센서(1100)는 전류 주입 단(1110)에서 전류를 공급하고, 복수의 전압 측정단(1120, 1121, 1122, 1123)에서 전압을 측정할 수 있다.

[0206] 여기서, 전류 주입단(1110)이 전류를 주입하고, 전압 측정단(1120)이 유기된 전압을 측정할 경우, 하나의 측정 채널이 형성될 수 있다.

[0207] 즉, 다층 구조 압력 센서(1100)는 복수의 전극을 포함하고, 복수의 전극 중 전류를 주입하기 위한 전극 쌍을 선택하여 전류 주입단(1110)으로 결정하고, 선택되지 않은 나머지 전극들에서 전극 쌍을 선택하여 전압 측정단(1120)이 순차적으로 전압을 측정할 수 있다.

[0208] 즉, 본 발명은 고정된 감지 영역 내에서 개별 센서의 수를 늘리면서 전압 또는 전류를 측정하기 위한 채널이 증가함에 따라 공간 분해능을 증가시킬 수 있다.

[0209] 일례로, 다층 구조 압력 센서(1100)를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 압전전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer) 중 적어도 하나의 표면에 형성된 복수의 전극 중에 선택된 공급 전극 쌍을 통해 전압 또는 전류 중 적어도 하나가 공급되도록 제어할 수 있다.

[0210] 일례로, 다층 구조 압력 센서(1100)를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)에 대한 전압 또는 전류 인가 없이 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)에 내생하는 압전 전류에 의한 유도전압만을 측정 전극쌍 양단의 저항을 통하여 측정할 수 있다.

[0211] 또한, 다층 구조 압력 센서(1100)를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통해 공급된 전압 또는 전류 중 적어도 하나로부터 유기된 전압 또는 전류 중 적어도 하나를 측정하도록 제어할 수 있다.

[0213] 도 12a 내지 도 12c는 본 발명의 일실시예에 따른 압력 분포 영상화를 설명하는 도면이다.

[0214] 도 12a 내지 도 12c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 도 12a와 같은 접촉 영역이 A_t 인 (x_t, y_t) 에서 원통형 무게의 실제 이미지를 도 12b와 같이 픽셀 값이 최대 픽셀 값의 75 %를 초과하는 A_q 영역을 갖는 픽셀의 재구성 된 이미지로 재구성하여 표시할 수 있고, 도 12b에 대응하는 이진 이미지는 도 12c에 도시된 이미지에 상응할 수 있다.

[0215] 일례로, 압력에 의한 진폭응답 특성은 하기 [수학식 4]에 기반하여 결정될 수 있다.

[0217] [수학식4]

$$AR = \sum_{(x,y) \in A_t} p(x,y)/|A_t|$$

[0218]

[0220] [수학식4]에 따르면 AR은 At 면적에 인가된 압력에 의해 변화된 영상에서의 변화값을 나타낼 수 있고, p(x, y)는 도 12b의 재구성 된 이미지의 픽셀 값이고 |At|는 집합 At에 해당하는 영역일 수 있다.

[0222] 위치 오차는 [수학식5]에 기반하여 결정될 수 있다.

[0224] [수학식5]

$$PE = \sqrt{(x_t - x_q)^2 + (y_t - y_q)^2}$$

[0225]

[0227] [수학식5]에 따르면 PE는 위치오차를 나타낼 수 있고, xq, yq는 도 12b의 재구성 된 이미지의 픽셀 일 수 있다.

[0229] 또한, 공간 해상도는 [수학식 6]에 기반하여 산출될 수 있다.

[0231] [수학식6]

$$RES = \sqrt{|A_q|/|A_0|}$$

[0232]

[0234] [수학식6]에서 RES는 해상도를 나타낼 수 있고, |Aq|는 집합 Aq에 해당하는 영역의 면적을 나타낼 수 있으며, A0 센서의 전체 감지 영역을 나타낼 수 있다.

[0236] 도 13a 내지 도13d는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 외력에 의해 발생하는 임피던스 변화를 측정한 그래프를 설명하는 도면이다.

[0237] 보다 구체적으로, 도 13a 내지 도 13d는 다층 구조 압력 센서에 포함되는 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹의 개수를 변경하면서 다층 구조 압력 센서의 측정 민감도를 나타낼 수 있다.

[0238] 도 13a 내지 도 13c를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서는 외력에 따른 임피던스 변화를 측정하되, 접촉 영역에 외력이 전달된 경우와 전달되지 않은 경우에서 임피던스 측정치의 차이가 큼을 나타낸다.

[0239] 도 13a에 해당하는 다층 구조 압력 센서는 약 3개의 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함할 수 있다.

[0240] 도 13b에 해당하는 다층 구조 압력 센서는 약 1개의 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함할 수 있다.

[0241] 도 13c에 해당하는 압력 센서는 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함하지 않고 단일 전도성 섬유로 구성되었다.

[0242] 도 13d는 도 13a 내지 도 13c에 해당하는 다층 구조 압력 센서의 측정 민감도를 비교하는 그래프를 예시한다.

[0243] 그래프에서 가로축은 외력의 크기를 나타낼 수 있고, 세로축은 임피던스 변화율을 나타낼 수 있다. 여기서, 도 13a에 해당하는 센서(1300), 도 13b에 해당하는 센서(1301) 및 도 13c에 해당하는 센서(1302)와 관련된 데이터가 그래프에 포함될 수 있다.

[0244] 즉, 다층 구조 압력 센서는 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함하는 개수가 증가될수록, 상대적으로 높은 측정 민감도를 나타낼 수 도 있다.

[0245] 또한, 다층 구조 압력 센서는 폴리우레탄(PU, polyurethane) 나노웹을 포함하는 개수가 증가될수록, 히스테리시스 오차가 증가될 수 도 있다.

[0246] 즉, 본 발명은 전도성 직물, 비전도성 직물 또는 나노 웹(nano web) 센서의 다층 구조를 통해 다층 구조의 압력 센서의 압력 민감도를 향상시킬 수 있다.

- [0248] 도 14a 내지 도 14c는 본 발명의 일실시예에 따른 영상화 이미지와 관련된 x축 및 y축 프로파일에서 화소 대비 상대적 임피던스를 측정된 그래프를 설명하는 도면이다.
- [0249] 도 14a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 임피던스 변화에 따른 압력 분포를 x축과 y축이 교차하는 지점에 영상화할 수 있다.
- [0250] 도 14b는 도 14a에 도시된 압력 분포 영상과 관련된 x축의 화소별 임피던스 변화를 나타낼 수 있다.
- [0251] 도 14c는 도 14a에 도시된 압력 분포 영상과 관련된 y축의 화소별 임피던스 변화를 나타낼 수 있다.
- [0253] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정된 임피던스 변화에 기반하여 출력된 압력 분포 영상을 설명하는 도면이다.
- [0254] 도 15를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 다층 구조 압력 센서에서 압력에 따른 임피던스 변화를 감지하여 영상화할 수 있다.
- [0255] 예를 들어, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치는 그림(1501) 내지 그림(1504)와 같이 한번의 외부 압력 내지 네 번의 외부 압력에 대하여 압력 분포를 동시에 영상화할 수 있다.
- [0256] 즉, 본 발명은 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성 중 적어도 하나를 고려한 다층 구조 압력 센서를 이용하여 측정 대상에 대한 외력에 기반한 압저항성, 압정전용량성 또는 압전성의 변화와 관련된 임피던스 변화를 측정하고, 그에 따라 측정 대상에서의 압력 분포 변화를 실시간으로 영상화할 수 있다.
- [0258] 도 16a 및 도 16b는 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 섬유층의 밀도 구배율을 설명하는 도면이다.
- [0259] 도 16a를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 섬유층은 밀도 구배율에 따라 그라데이션 효과를 나타낼 수 있다.
- [0260] 본 발명의 일실시예에 따르면 전도성 섬유층은 복수의 영역으로 구분되고, 복수의 영역은 중합 시간 (polymerizing)과 전도성 코팅 입자의 성분 및 농도 중 적어도 하나 이상에 기초하여 형성될 수 있다.
- [0261] 또한, 복수의 영역은 측정 대상으로부터의 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정되고, 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 갖을 수 있다.
- [0262] 보다 구체적으로, 복수의 영역은 제1 영역(1600), 제2 영역(1610) 및 제3 영역(1620)으로 구분될 수 있다.
- [0263] 제1 영역(1600)은 약 6시간 동안의 중합 시간을 통하여 형성될 수 있고, 제2 영역(1610)은 약 4 시간 동안의 중합 시간을 통하여 형성될 수 있으며, 제3 영역(1620)은 약 2 시간 동안의 중합 시간을 통하여 형성될 수 있다.
- [0264] 여기서, 제1 영역(1600)은 제3 영역(1620)에 대비하여 상대적으로 전도성 입자들이 밀집되어 짙은 색을 갖을 수도 있다.
- [0265] 도 16b를 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 전도성 섬유층은 제1 영역 내지 제3 영역 각각에서 동일한 하중 (weight)에 대하여 서로 다른 임피던스(impedance)가 측정될 수 있다. 여기서, 임피던스는 압저항성과 관련된 측정 값에 상응할 수 있다.
- [0266] 그래프는 제1 영역(1600), 제2 영역(1610) 및 제3 영역(1620)과 관련된 하중에 대비하여 변화하는 임피던스를 예시한다.
- [0267] 여기서, 하중에 해당하는 측정 압력은 0.015, 0.020, 0.026 및 0.032에 해당할 수도 있다.
- [0268] 따라서, 본 발명은 전도성 섬유층에서의 영역별 증기 중합 시간을 조절하여 측정 대상에 대한 동일한 외력에 대하여 서로 다른 크기의 저항이 측정되는 그라데이션(gradation)에 상응하는 전도성 밀도의 구배율을 구현하여 다층 구조의 압력 센서의 압저항성 측정 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0270] 도 17a 및 도 17b는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 설명하는 도면이다.
- [0271] 보다 구체적으로 도 17a는 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서가 비 전도성 섬유층과 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer)만을 포함하여 압전성을 측정하는 경우를 예시한다.
- [0272] 도 17a를 참고하면 다층 구조 압력 센서(1700)는 비전도성 섬유층(1710), 비전도성 접착층(1720) 및 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF, polyvinylidene fluoride) 나노웹 또는 폴리락틴 애시드(PLA, Polylactic acid) 중 어느 하나인 나노웹(1730)을 포함하는 경우를 예시한다.

- [0273] 일례로, 다층 구조 압력 센서(1700)는 가압된 압력과 관련된 압전성의 데이터를 복수의 전극(1740)을 통하여 전류 또는 전압으로 측정부(1750)에 의해 측정될 수 있다.
- [0274] 도 17b는 다층 구조 압력 센서(1700)의 상측면도를 나타낼 수 있다.
- [0275] 도 17b를 참고하면, 비전도성 섬유층(1710) 아래 복수의 전극(1740)이 다층 구조 압력 센서(1700)의 테두리를 둘러싸도록 배치될 수 있다.
- [0276] 따라서, 다층 구조 압력 센서(1700)는 다층 구조 압력 센서(1700)의 테두리를 따라서 압력에 의해 내생된 전류가 전극쌍에 위치한 저항에 통해 흘러 유기된 전압을 복수의 전극(1740)을 통하여 수집함에 따라 압전성과 관련된 임피던스 변화를 측정할 수 있다.
- [0278] 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법과 관련된 흐름도를 설명하는 도면이다.
- [0279] 도 18은 다층 구조 압력 센서의 표면에 가해지는 외부 압력과 관련된 압력 분포를 산출하여 압력 분포 영상을 출력하는 과정을 예시할 수 있다.
- [0280] 도 18을 참고하면, 단계(1801)에서 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 임피던스를 측정할 수 있다.
- [0281] 즉, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 측정 대상의 외력에 의해 압저항성이 가변되는 전도성 섬유층(conductive fabric layer)와 압정전용량성이 가변되는 압정전용량성 섬유층(piezo-capacitive fiber layer), 또는 압전성이 가변되는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나 이상의 섬유층을 포함하는 다층 구조 압력 센서를 이용하여 전도성 섬유층(conductive fabric layer) 또는 압전성 섬유층(piezo-electric fiber layer) 중 적어도 하나의 표면 상에 형성된 복수의 전극 중에 순차적으로 선택되는 적어도 하나의 측정 전극 쌍을 통하여 미리 가변된 압저항성과 압정전용량성, 또는 미리 가변된 압전성 중 적어도 하나의 변화에 상응하는 임피던스(impedance)를 측정하도록 제어할 수 있다.
- [0282] 일례로, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 저전력 소모 및 동적 압력에 대한 시간응답성이 우수한 압전소자를 이용하여 모니터링하고 있다가, 압력이 인가된 이후, 전류주입 등에 의한 압저항성, 압정전용량성 등을 측정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0283] 단계(1802)에서 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 측정된 임피던스(impedance)를 이용하여 압력 분포 영상을 출력할 수 있다.
- [0284] 즉, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 시간의 추이에 따라 측정된 임피던스의 변화를 이용하여 압력 분포 변화에 대한 영상을 출력할 수 있다.
- [0285] 따라서, 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 방법은 시간응답성이 우수한 압전소자를 이용하여 모니터링한 후, 영상화 함으로써 대기전력을 줄이고, 압력분포영상의 정적, 동적 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0287] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0288] 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.
- [0289] 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0290] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태

로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

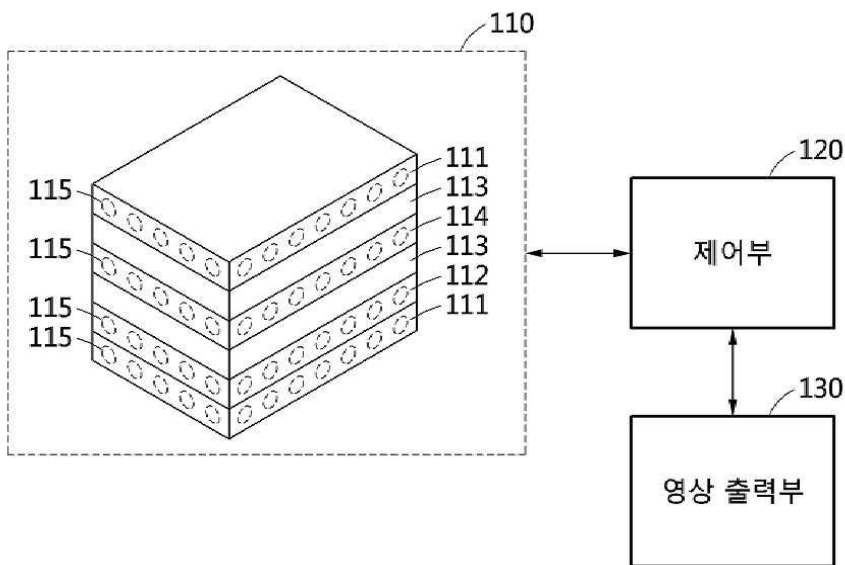
[0291] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

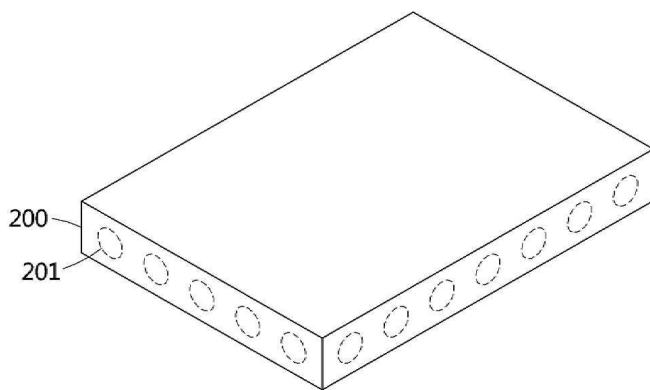
- [0293] 100: 다층 구조 압력 센서를 이용한 압력 분포 영상화 장치
 110: 다층 구조 압력 센서 120: 제어부
 130: 영상 출력부

도면

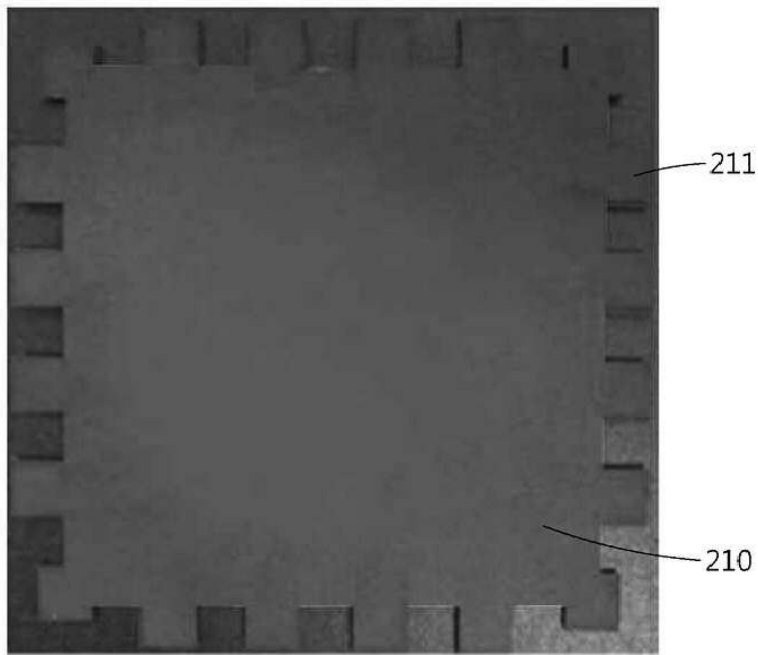
도면1



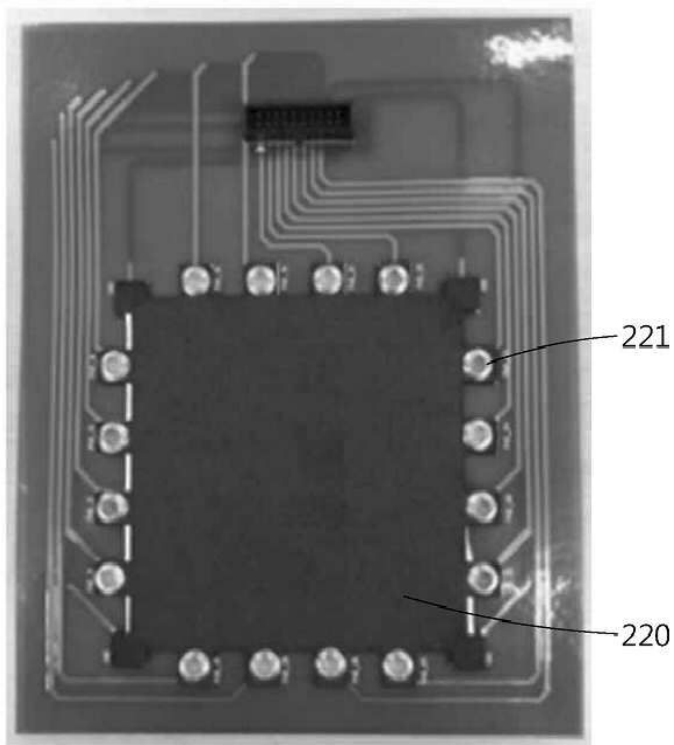
도면2a



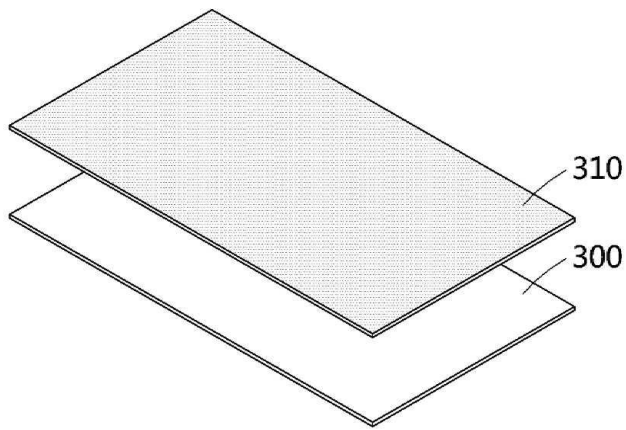
도면2b



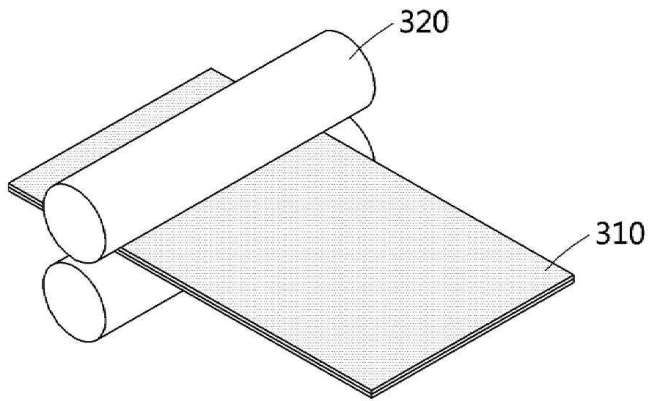
도면2c



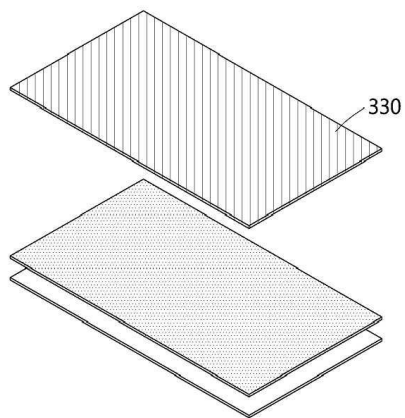
도면3a



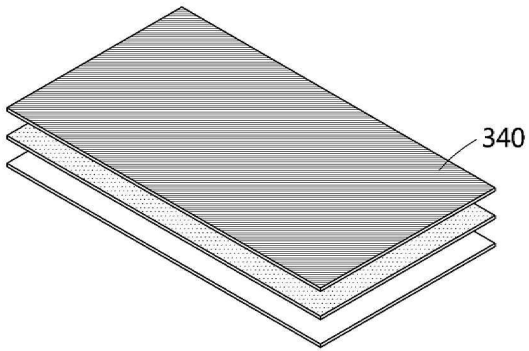
도면3b



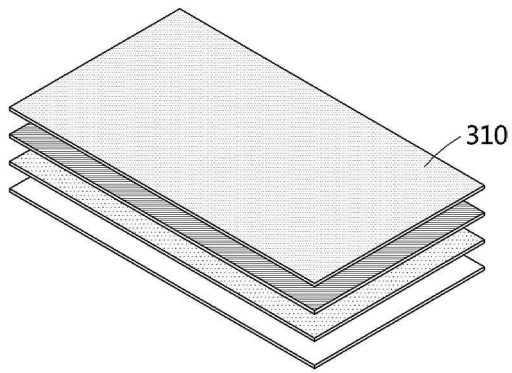
도면3c



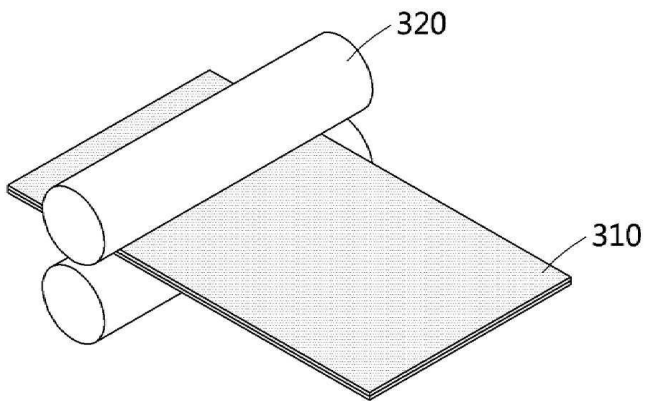
도면3d



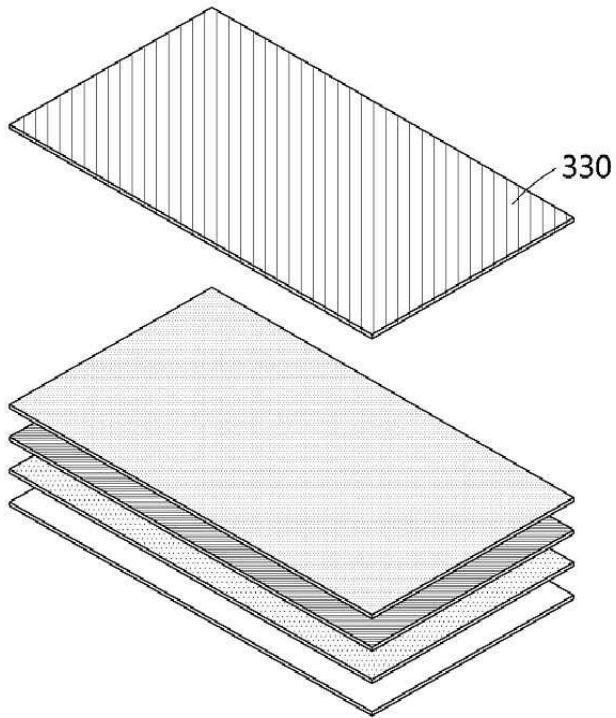
도면3e



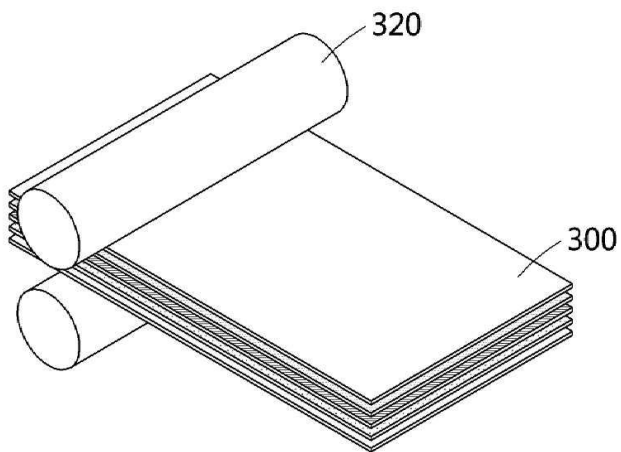
도면3f



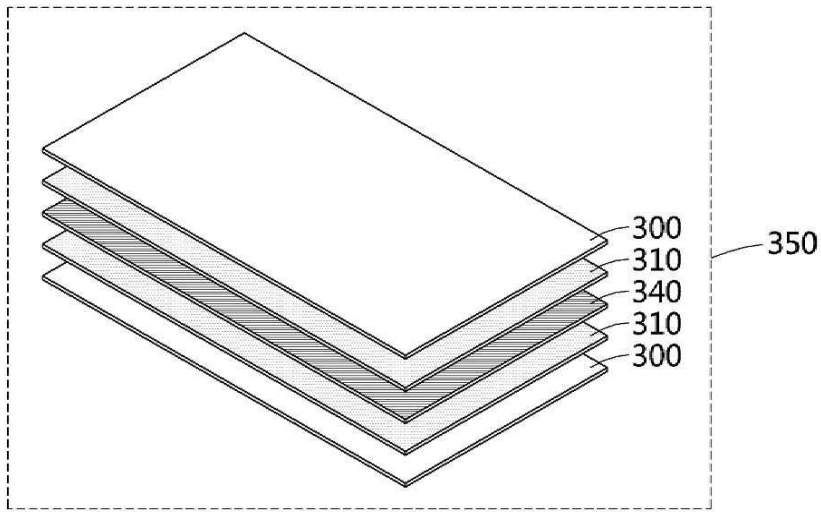
도면3g



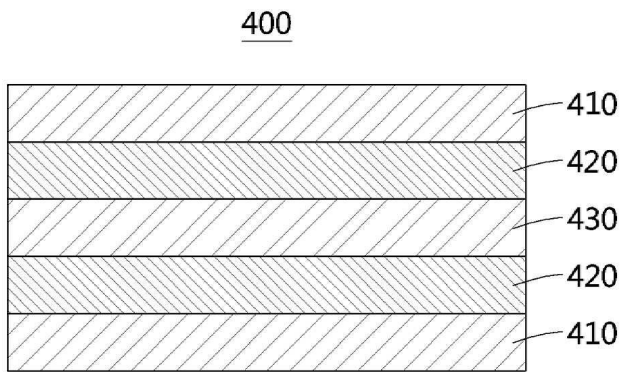
도면3h



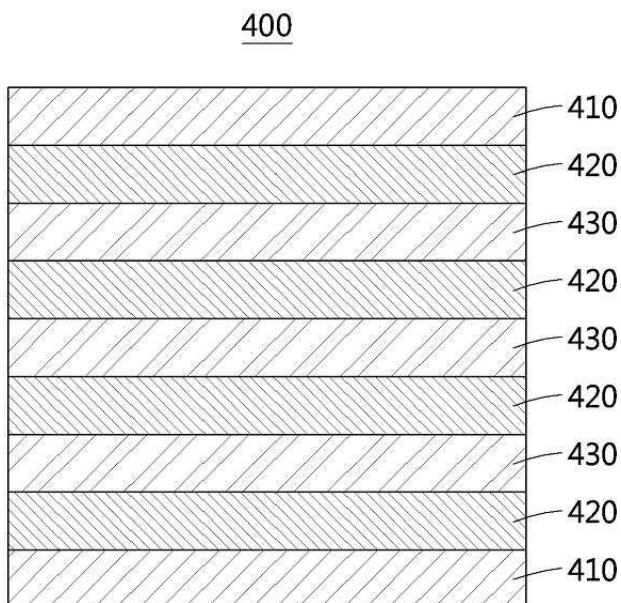
도면3i



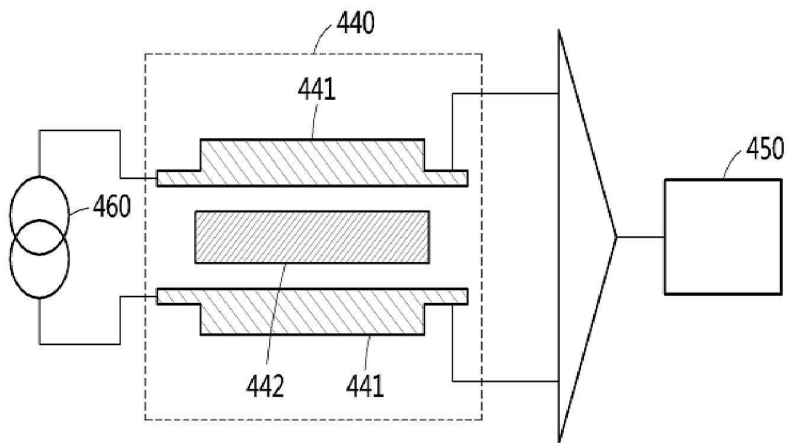
도면4a



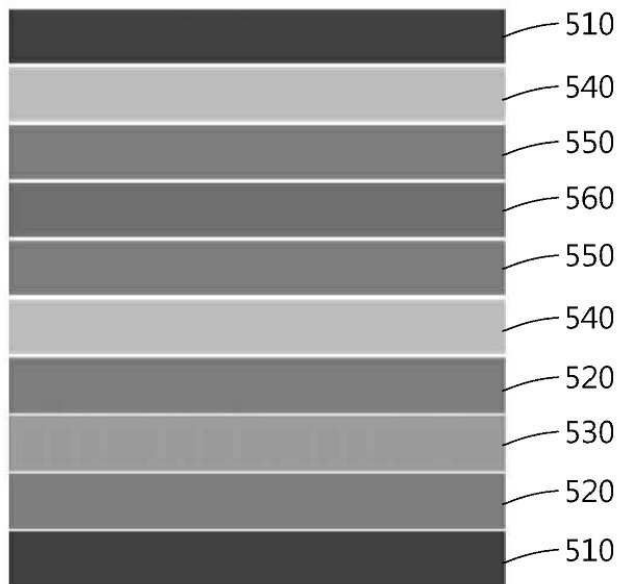
도면4b



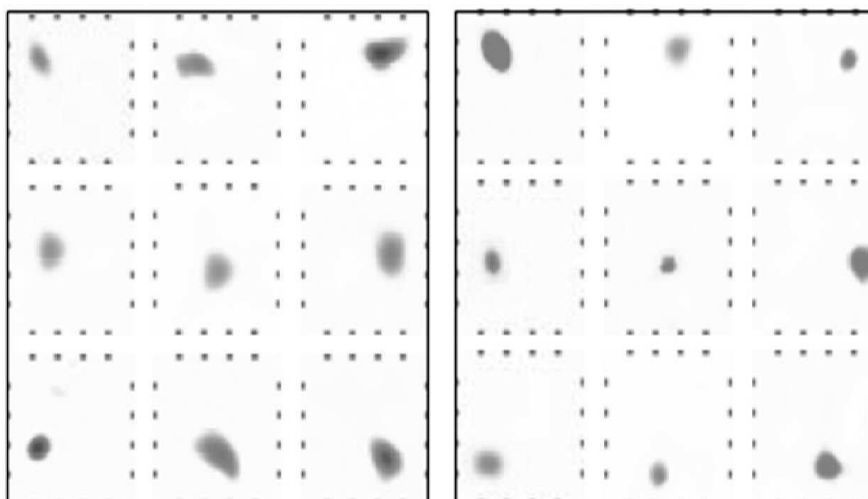
도면4c



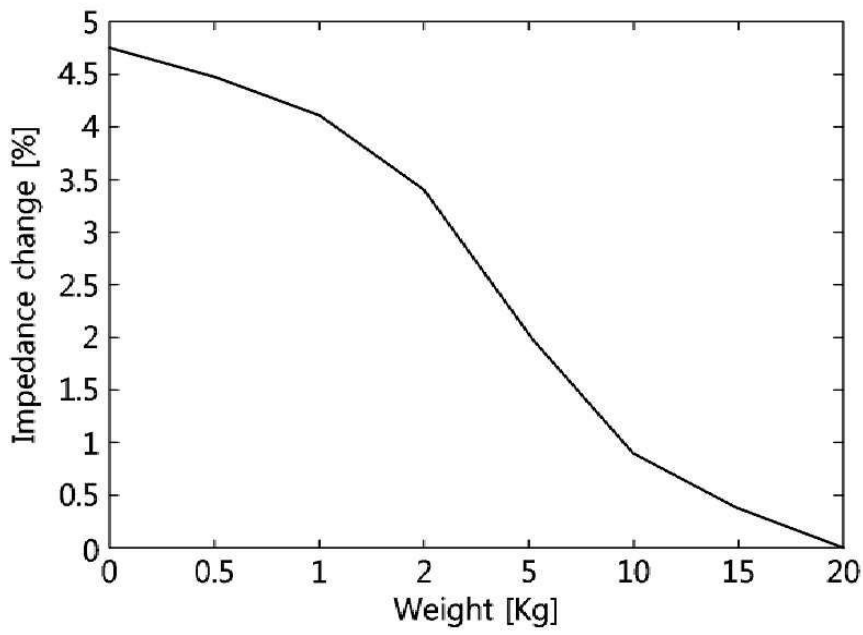
도면5



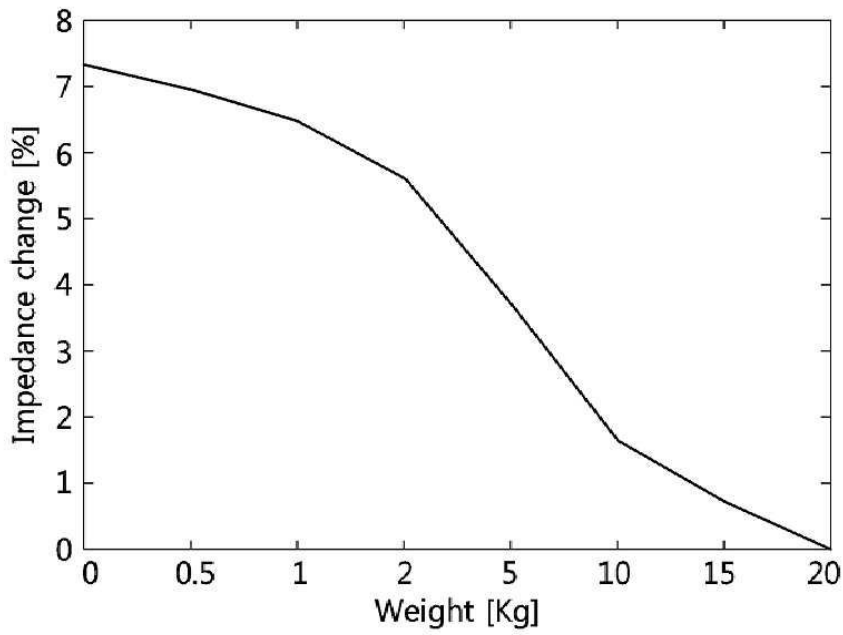
도면6



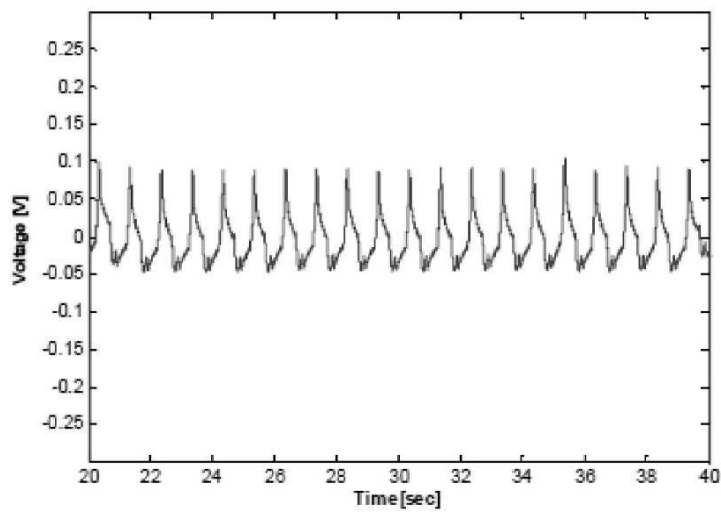
도면7



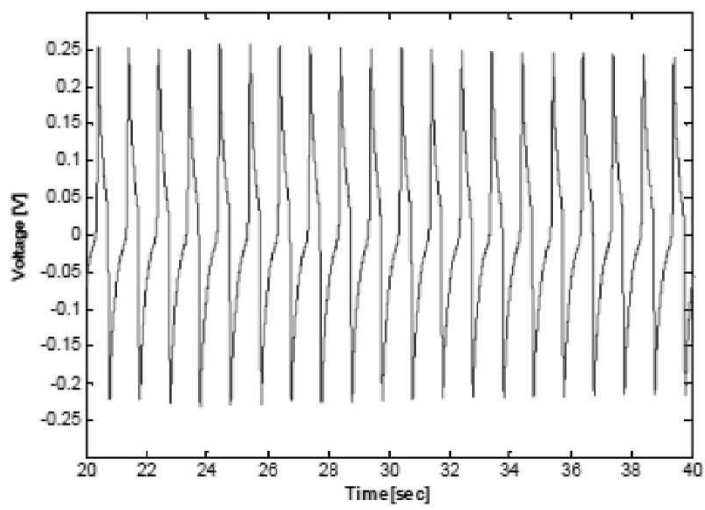
도면8



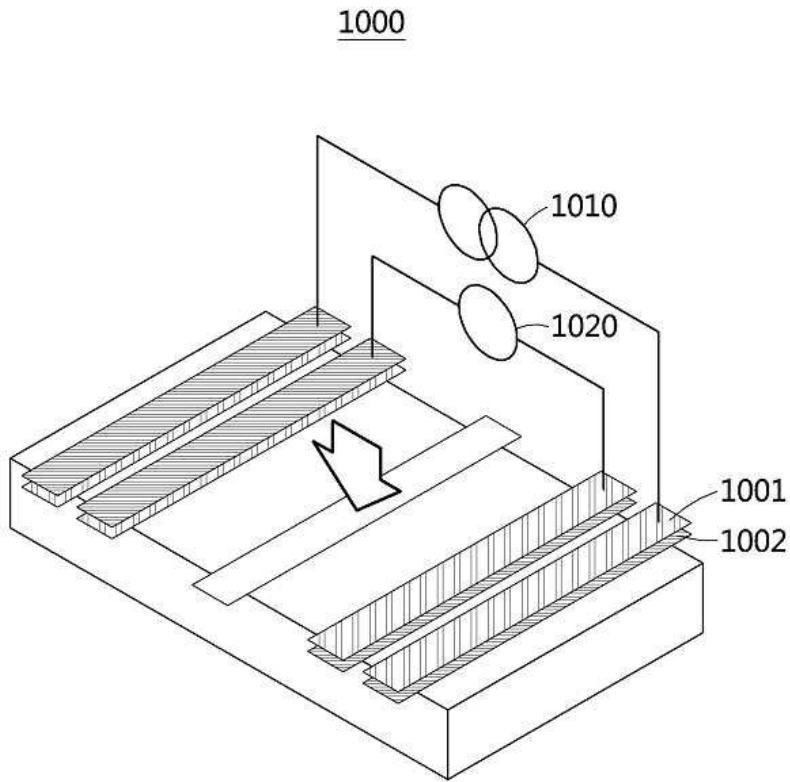
도면9a



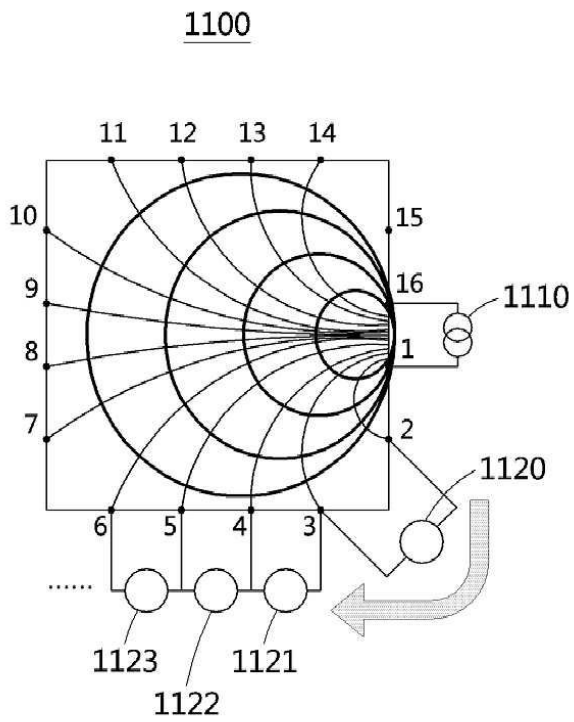
도면9b



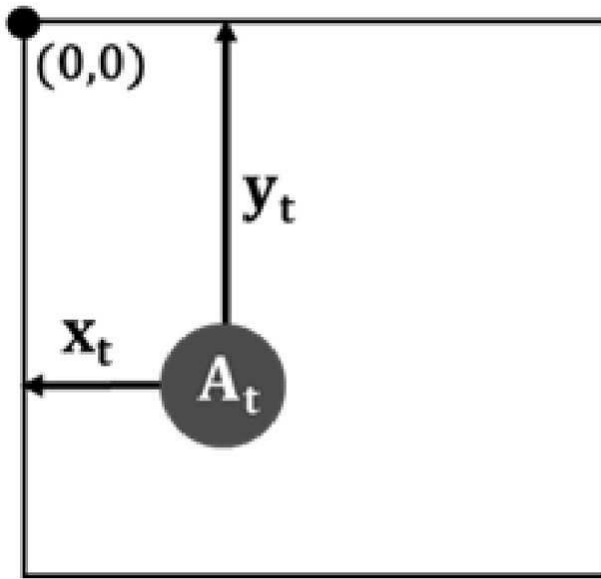
도면10



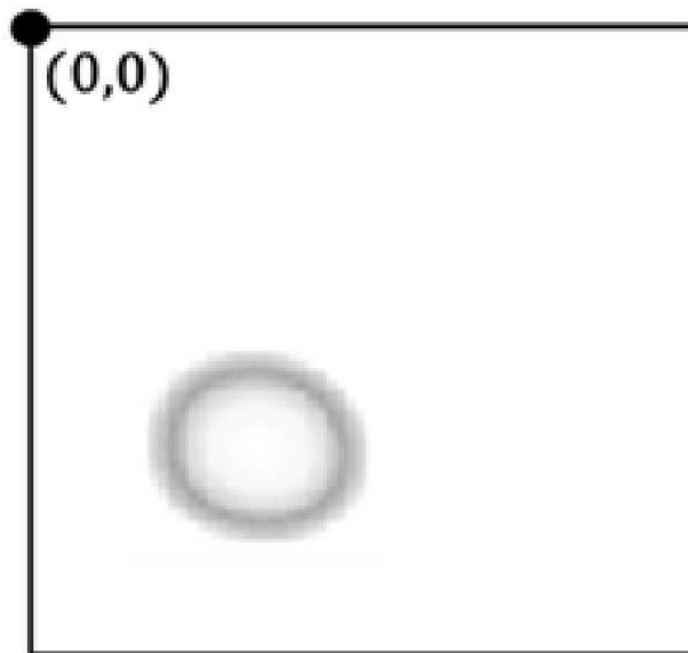
도면11



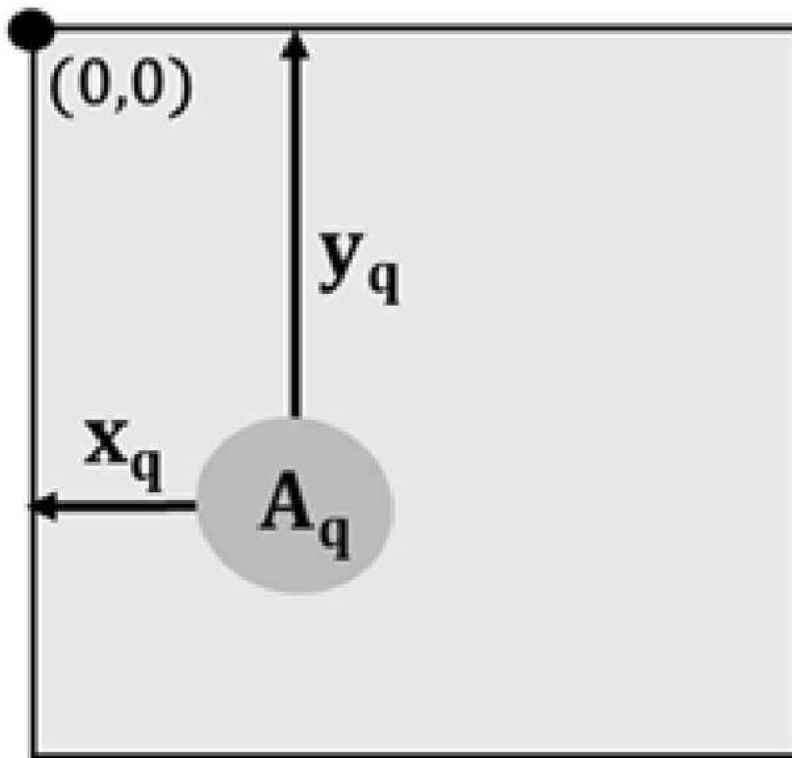
도면12a



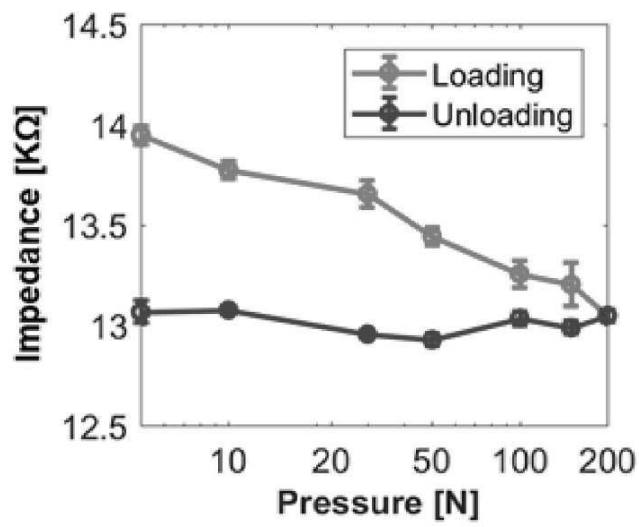
도면12b



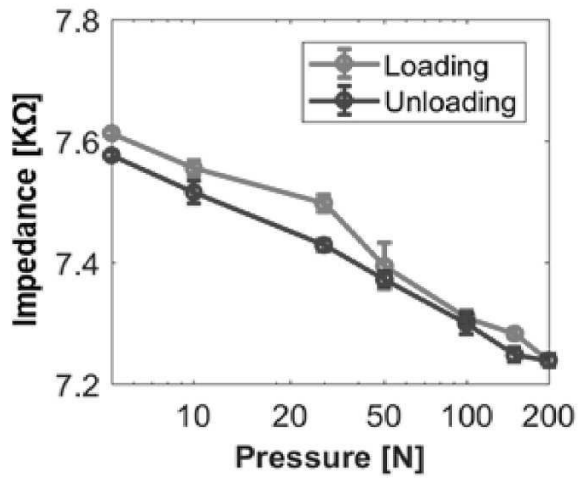
도면12c



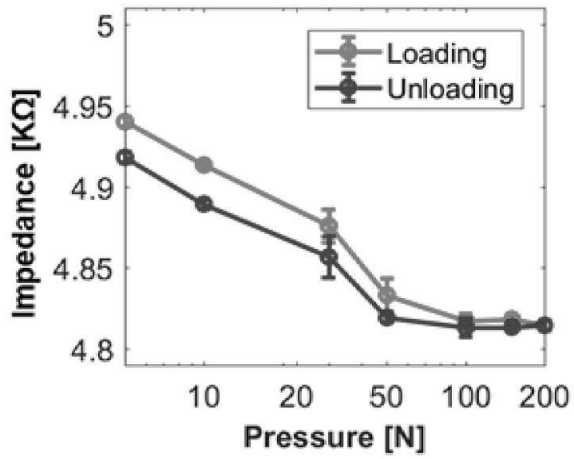
도면13a



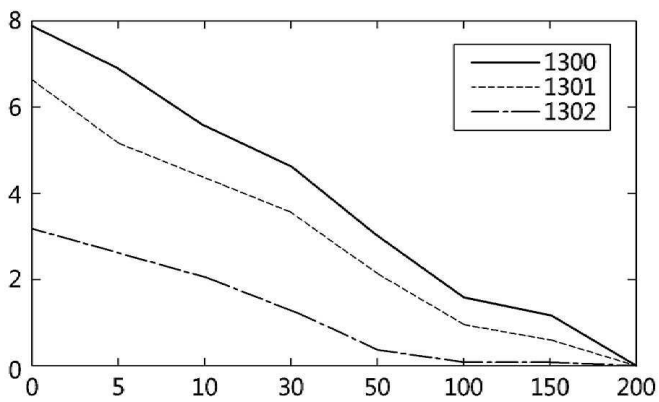
도면13b



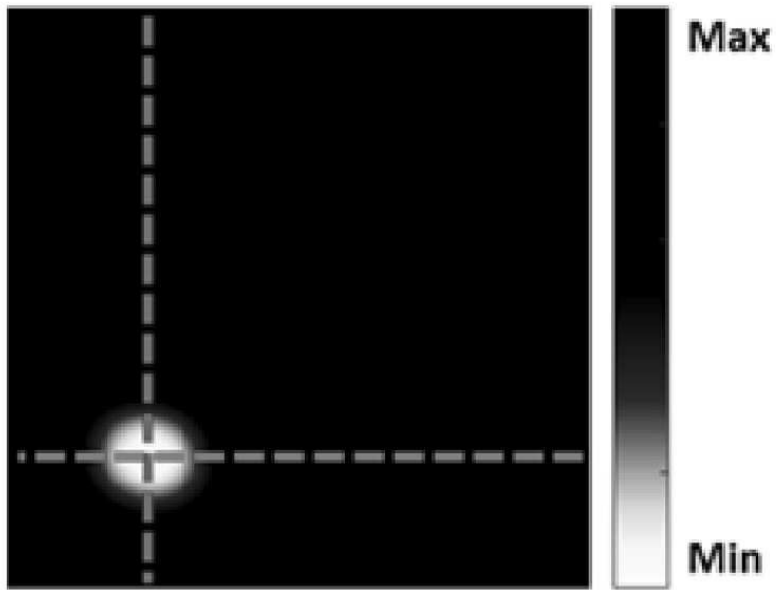
도면13c



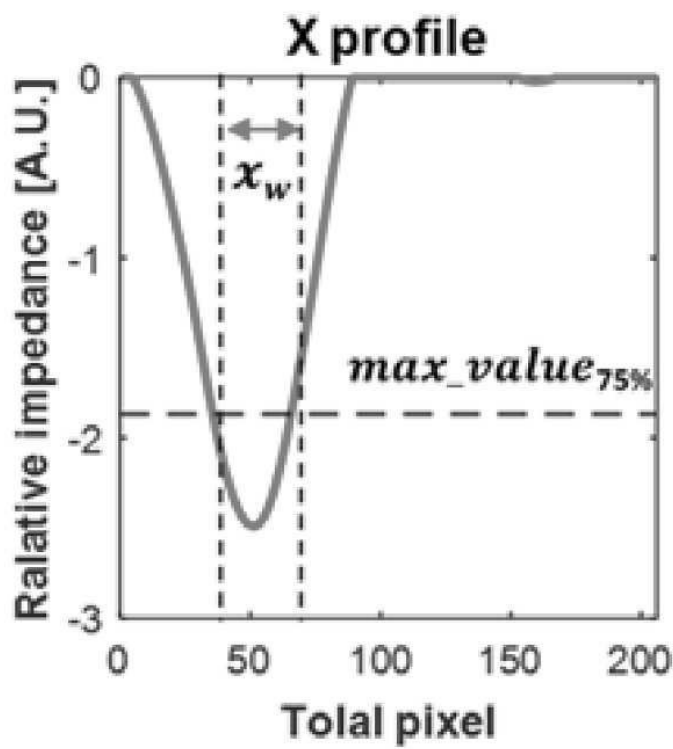
도면13d



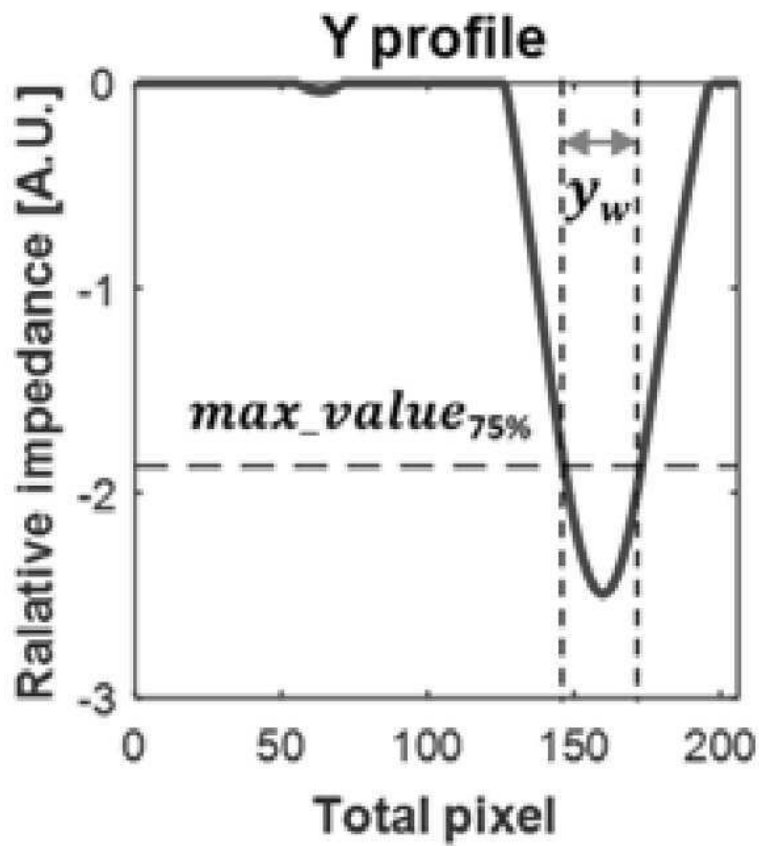
도면14a



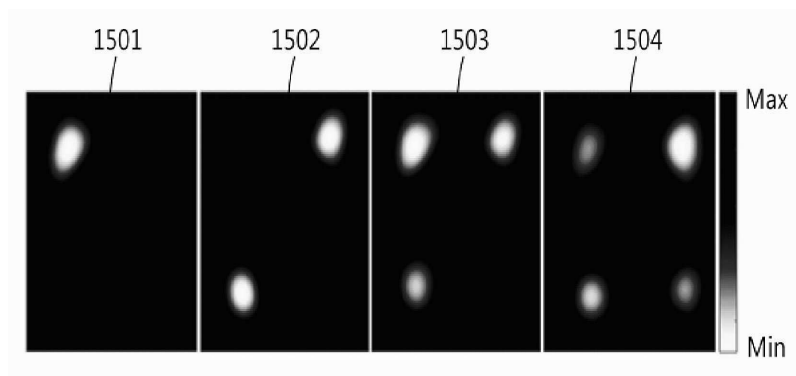
도면14b



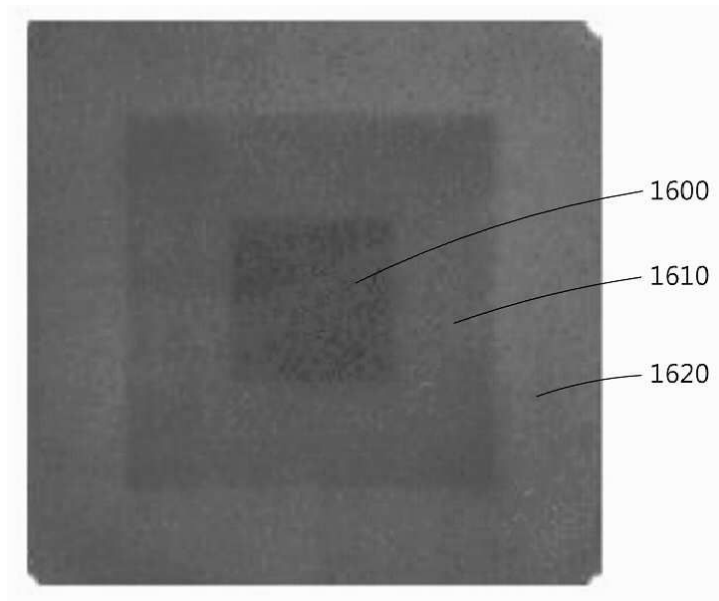
도면14c



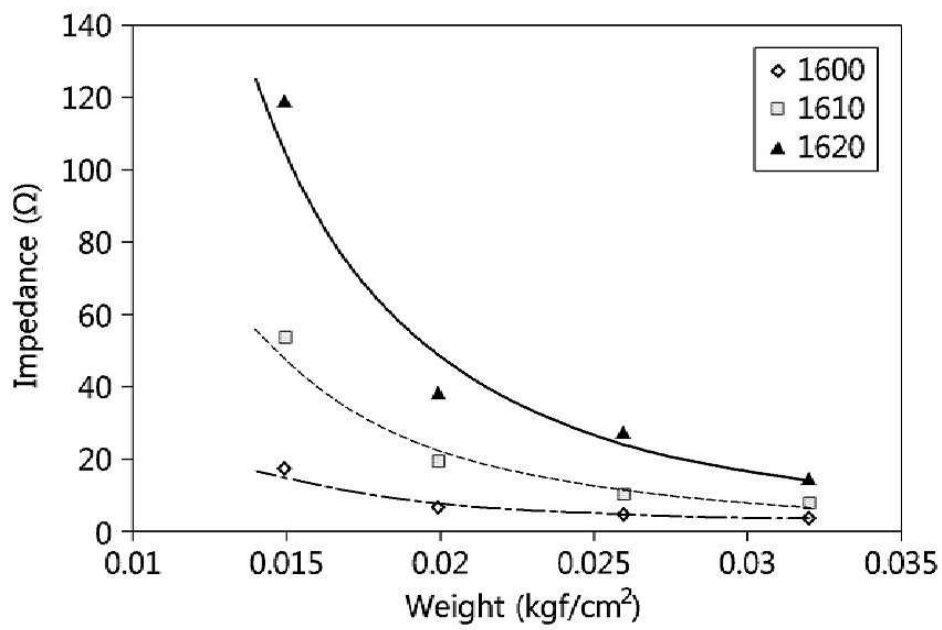
도면15



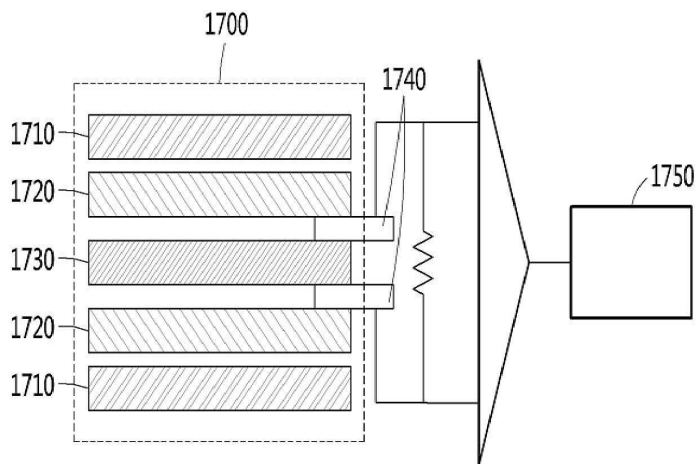
도면16a



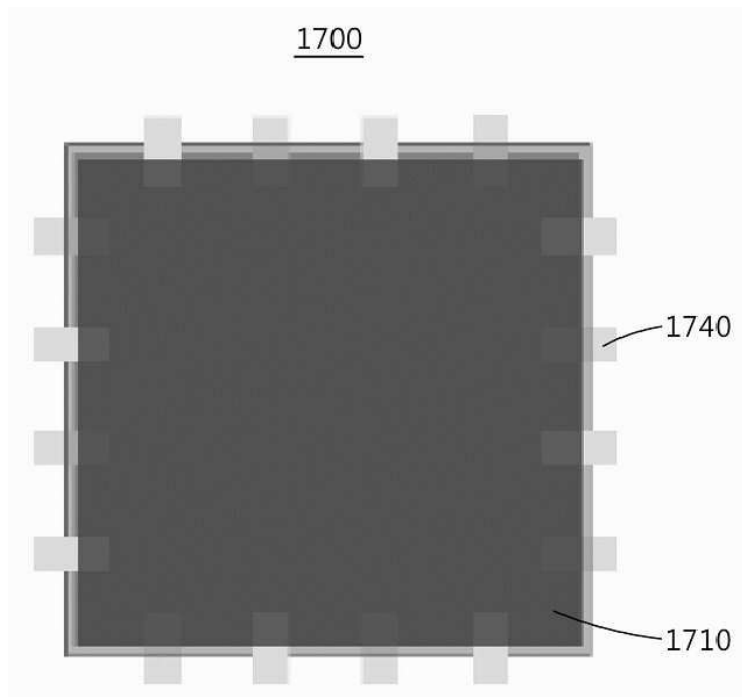
도면16b



도면17a



도면17b



도면18

