



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0154257
(43) 공개일자 2023년11월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/11 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/01 (2021.01) A61B 5/256 (2021.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 5/1121 (2013.01)
A61B 5/01 (2021.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7034270
- (22) 출원일자(국제) 2022년03월07일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2023년10월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2022/071012
- (87) 국제공개번호 WO 2022/192859
국제공개일자 2022년09월15일
- (30) 우선권주장
63/157,812 2021년03월07일 미국(US)
(뒷면에 계속)

- (71) 출원인
리퀴드 와이어 인크.
미국 97202 오리건주 포틀랜드 사우스 이스트 브
루클린 스트리트 1710
- (72) 발명자
카보 조지 이 주니어
미국 97219 오리건 포틀랜드 사우스 리버사이드
스트릿 550
넬슨 캐서린 엠
미국 97202 오리건 포틀랜드 사우스이스트 72번
에비뉴 6114
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 김연송, 백만기

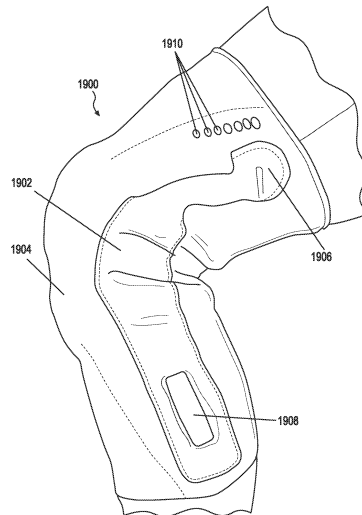
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **가요성 회로를 통해 사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하는 디바이스, 시스템, 및 방법**

(57) 요약

사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하도록 구성된 시스템이 본 출원에 개시된다. 시스템은, 탄성 재료를 포함하는 관형 본체, 제1 신호를 생성하도록 구성된 유체상 진도체를 포함하는 개요성 회로, 및 탄성 재료에 결합된 관성 측정 유닛("IMU")으로서, IMU는 제2 신호를 생성하도록 구성되는, IMU를 포함하는, 웨어러블 물품을 포함할 수 있다. 시스템은 개요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합된 프로세서를 더 포함할 수 있다.

대표도 - 도19



(52) CPC특허분류

A61B 5/1116 (2013.01)

A61B 5/256 (2021.01)

A61B 5/4519 (2021.01)

A61B 5/4528 (2013.01)

A61B 5/6802 (2013.01)

A61B 2562/0219 (2013.01)

A61B 2562/0247 (2013.01)

A61B 2562/0271 (2013.01)

(72) 발명자

윌랜스 마이클 재스퍼

미국 97206 오리건 포틀랜드 사우쓰이스트 46번 에
비뉴 6405

홉킨스 마이클 어드벤처

미국 97215 오리건 포틀랜드 사우쓰이스트 43번
1843

로네이 마크 윌리엄

미국 97222 오리건 포틀랜드 사우쓰이스트 40번 에
비뉴 9807

컬버슨 케이시

미국 97068 오리건 웨스트 린 마이클 드라이브
2206

(30) 우선권주장

63/235,937 2021년08월23일 미국(US)

63/241,806 2021년09월08일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하도록 구성된 시스템이며, 시스템은, 웨어러블 물품으로서, 탄성 재료를 포함하는 관형 본체; 제1 신호를 생성하도록 구성된 유체상 전도체를 포함하는 가요성 회로; 및 탄성 재료에 결합된 관성 측정 유닛("IMU")으로서, IMU는 제2 신호를 생성하도록 구성되는, IMU를 포함하는, 웨어러블 물품; 및 가요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합된 프로세서를 포함하는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 프로세서는, 가요성 회로로부터 제1 신호를 수신하고, IMU로부터 제2 신호를 수신하고; 제1 신호에 기초하여 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 결정하고; 제2 신호에 기초하여 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터를 결정하고; 제1 전기적 파라미터를 가요성 회로와 연관된 제1 물리적 파라미터와 상관시키고, 제2 전기적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 물리적 파라미터와 상관시키고; 상관 관계에 기초하여 웨어러블 물품의 모델을 생성하도록 구성되는, 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 프로세서는, 가요성 회로로부터 제1 신호를 수신하고, IMU로부터 제2 신호를 수신하고; 제1 신호에 기초하여 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 결정하고; 제2 신호에 기초하여 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터를 결정하고; 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터와 상관시키고; 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터의 상관 관계에 기초하여 IMU와 연관된 제2 물리적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터로 수정하고; 수정에 기초하여 웨어러블 물품의 모델을 업데이트하도록 더 구성되는, 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 프로세서는 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 가요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합되는, 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서, 웨어러블 물품은 무선 송신기를 더 포함하고, 프로세서는 무선 송신기를 통해 가요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합되는, 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 웨어러블 물품은 유체상 전도체를 포함하는 압력 센서를 더 포함하는, 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 압력 센서의 유체상 전도체는 유도 압력 센서로서 구성되는, 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 웨어러블 물품은 온도 센서를 더 포함하는, 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 탄성 재료에 결합된 제2 IMU를 더 포함하고, 가요성 회로는 IMU와 제2 IMU 사이에 배치되는, 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 웨어러블 물품은 사용자의 무릎에 착용되도록 구성된 관절 모니터링 슬리브로서 구성되는, 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 관절 모니터링 슬리브가 사용자에게 의해 착용되는 경우, IMU는 사용자의 무릎 주위에 위치되며, 제2 IMU는 사용자의 무릎 아래에 위치되고, 가요성 회로는 사용자의 무릎을 가로지르도록 구성되는, 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 가요성 회로에 전기적으로 결합된 표시기를 더 포함하고, 표시기는 복수의 발광 다이오드("LED")를 포함하고, 표시기는 가요성 회로의 구부림에 응답하여 복수의 LED 중 다수의 LED를 조명하도록 구성되는, 시스템.

청구항 13

사용자의 동작을 모니터링하도록 구성된 웨어러블 물품이며, 웨어러블 물품은,

탄성 재료를 포함하는 관형 본체;

제1 신호를 생성하도록 구성된 유체상 전도체를 포함하는 가요성 회로; 및

탄성 재료에 결합된 관성 측정 유닛("IMU")으로서, IMU는 제2 신호를 생성하도록 구성되는, IMU를 포함하고,

가요성 회로 및 IMU는 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 프로세서에 통신 가능하게 결합되는, 웨어러블 물품.

청구항 14

제13항에 있어서, 프로세서는 탄성 재료에 결합되고, 가요성 회로 및 IMU는 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 프로세서에 통신 가능하게 결합되는, 웨어러블 물품.

청구항 15

제14항에 있어서, 프로세서는,

가요성 회로로부터 제1 신호를 수신하고, IMU로부터 제2 신호를 수신하고;

제1 신호에 기초하여 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 결정하고;

제2 신호에 기초하여 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터를 결정하고;

제1 전기적 파라미터를 가요성 회로와 연관된 제1 물리적 파라미터와 상관시키고, 제2 전기적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 물리적 파라미터와 상관시키고;

상관 관계에 기초하여 웨어러블 물품의 모델을 생성하도록 구성되는, 웨어러블 물품.

청구항 16

제13항에 있어서, 웨어러블 물품은 유체상 전도체를 포함하는 압력 센서를 더 포함하는, 웨어러블 물품.

청구항 17

제13항에 있어서, 힘 센서의 유체상 전도체는 유도 힘 센서로서 구성되는, 웨어러블 물품.

청구항 18

제13항에 있어서, 웨어러블 물품은 온도 센서를 더 포함하는, 웨어러블 물품.

청구항 19

제13항에 있어서, 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 가요성 회로에 전기적으로 결합된 표시기를 더 포함하고, 표시기는 복수의 발광 다이오드("LED")를 포함하고, 표시기는 가요성 회로의 구부림에 응답하여 복수의 LED 중 다수의 LED를 조명하도록 구성되는, 웨어러블 물품.

청구항 20

복수의 가요성 회로를 포함하는 웨어러블 물품의 사용자에게 의해 수행되는 물리적 동작의 가상 표현을 생성하는 방법이며, 방법은,

웨어러블 물품을 착용한 상태에서 제1 동작을 수행하는 단계;

복수의 가요성 회로 중 제1 가요성 회로를 통해, 제1 동작과 연관된 제1 전기적 파라미터를 생성하는 단계;

카메라를 통해, 제1 동작의 성능과 연관된 동작 캡처 데이터를 생성하는 단계;

웨어러블 물품에 통신 가능하게 결합된 프로세서를 통해, 생성된 동작 캡처 데이터를 생성된 제1 전기적 파라미터와 상관시키는 단계;

프로세서에 통신 가능하게 결합된 메모리를 통해, 상관 관계를 저장하는 단계;

웨어러블 물품을 착용한 상태에서 제1 동작을 반복하는 단계; 및

생성된 동작 캡처 데이터와 생성된 제1 전기적 파라미터의 저장된 상관 관계에만 기초하여, 프로세서를 통해, 제1 동작의 가상 복제를 생성하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] [관련 출원에 대한 상호 참조]

[0002] 본 출원은 JOINT MONITORING SLEEVE라는 명칭으로 2021년 3월 7일자로 출원된 미국 특허 가출원 제63/157,812호, BIASING ELECTRODES SLEEVES라는 명칭으로 2021년 8월 23일자로 출원된 미국 특허 가출원 제63/235,937호, 및 BRACE WITH INERTIAL MEASUREMENT UNITS이라는 명칭으로 2021년 9월 8일자로 출원된 미국 특허 출원 제 63/241,806호에 관한 것이며, 이들의 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다.

[0003] [분야]

[0004] 본 개시내용은 일반적으로 가요성 회로에 관한 것이며, 특히 실제 환경에서의 물리적 동작에 대응하는 가상 환경에서의 시뮬레이션된 동작을 생성할 목적으로 웨어러블 물품에 통합될 수 있는 가요성 회로에 관한 것이다.

발명의 내용

[0005] 다음의 요약은 본 출원에 개시된 양태에 고유한 혁신적인 특징 중 일부에 대한 이해를 용이하게 하기 위해 제공되며 완전한 설명을 의도하는 것은 아니다. 전체 명세서, 청구범위 및 요약서를 전체적으로 취함으로써 다양한

양태를 완전히 이해할 수 있다.

[0006] 다양한 양태에서, 사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하도록 구성된 시스템이 개시된다. 시스템은, 탄성 재료를 포함하는 관형 본체; 제1 신호를 생성하도록 구성된 유체상(fluid-phase) 전도체를 포함하는 가요성 회로; 및 탄성 재료에 결합된 관성 측정 유닛("IMU")으로서, IMU는 제2 신호를 생성하도록 구성되는, IMU를 포함하는 웨어러블 물품, 및 가요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합된 프로세서를 포함할 수 있다.

[0007] 다양한 양태에서, 사용자의 동작을 모니터링하도록 구성된 웨어러블 물품이 개시된다. 웨어러블 물품은 탄성 재료를 포함하는 관형 본체; 제1 신호를 생성하도록 구성된 유체상 전도체를 포함하는 가요성 회로; 및 탄성 재료에 결합된 관성 측정 유닛("IMU")으로서, IMU는 제2 신호를 생성하도록 구성되는, IMU를 포함할 수 있으며, 가요성 회로 및 IMU는 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 프로세서에 통신 가능하게 결합된다.

[0008] 다양한 양태에서, 복수의 가요성 회로를 포함하는 웨어러블 물품의 사용자에게 의해 수행되는 물리적 동작의 가상 표현을 생성하는 방법이 개시된다. 방법은, 웨어러블 물품을 착용한 상태에서 제1 동작을 수행하는 단계; 복수의 가요성 회로 중 제1 가요성 회로를 통해, 제1 동작과 연관된 제1 전기적 파라미터를 생성하는 단계; 카메라를 통해, 제1 동작의 성능과 연관된 동작 캡처 데이터를 생성하는 단계; 웨어러블 물품에 통신 가능하게 결합된 프로세서를 통해, 생성된 동작 캡처 데이터를 생성된 제1 전기적 파라미터와 상관시키는 단계; 프로세서에 통신 가능하게 결합된 메모리를 통해, 상관 관계를 저장하는 단계; 웨어러블 물품을 착용한 상태에서 제1 동작을 반복하는 단계; 및 생성된 동작 캡처 데이터와 생성된 제1 전기적 파라미터의 저장된 상관 관계에만 기초하여, 프로세서를 통해, 제1 동작의 가상 복제를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 본 개시내용의 이들 및 다른 특징 및 특성은 물론 구조의 관련 요소 및 부품의 조합의 작동 방법 및 기능, 그리고 제조 경제성은, 전부가 본 명세서의 일부를 형성하고 유사한 참조 번호가 다양한 도면에서 대응하는 부분을 지정하는 첨부 도면을 참조하여 다음 설명 및 첨부된 청구범위를 고려하면 더욱 명백해질 것이다. 그러나, 도면은 단지 예시 및 설명의 목적을 위한 것이며 본 발명의 한계를 정의하려는 의도가 아니라는 점을 분명히 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 출원에 설명된 양태의 다양한 특징은 첨부된 청구범위에서 구체적으로 제시된다. 그러나, 구성 및 작동 방법 모두에 대한 다양한 양태는 그 이점과 함께 다음과 같은 첨부 도면과 관련하여 취해진 다음 설명에 따라 이해될 수 있다.

도 1은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 2차원 스트레인 센서를 포함하는 스트레인 센서 시스템을 예시하고;

도 2a 내지 도 2e는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 도 1의 스트레인 센서 시스템의 매체의 개별 층을 예시하고;

도 3a 및 도 3b는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 이완된 상태와 변형된 상태의 스트레인 센서 시스템의 트레이스를 예시하고;

도 4는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 스트레인 센서를 예시하고;

도 5는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 전극을 예시하고;

도 6은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 전극을 예시하고;

도 7a 및 도 7b는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 전극을 예시하고;

도 8은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 전극을 예시하고;

도 9a 및 도 9b는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 전극을 예시하고;

도 10은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 웨어러블 물품을 예시하고;

도 11은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 웨어러블 물품을 예시하고;

도 12는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 웨어러블 물품을 예시하고;

도 13은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 웨어러블 물품에 통합되도록 구성된 가요성 회로를 예시하고;

도 14a 내지 도 14d는 본 개시내용의 적어도 하나의 양태에 따른 여러 다른 가요성 회로를 예시하고;

도 15는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 웨어러블 물품을 예시하고;

도 16은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 도 15의 웨어러블 물품을 예시하고;

도 17은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 도 15 및 도 16의 웨어러블 물품을 예시하고;

도 18은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 웨어러블 물품을 예시하고;

도 19는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 다른 웨어러블 물품을 예시하고;

도 20a 내지 도 20d는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 모니터링된 동작의 대응 특성화를 포함하여 사용자의 동작을 모니터링하도록 구성된 웨어러블 물품을 예시하고;

도 21a 내지 도 21c는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 웨어러블 물품에 대한 표시기의 사용을 예시하고;

도 22는 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른 스트레인 게이지 데이터 및 IMU 데이터를 교정하는 방법을 예시하고;

도 23은 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따른, 전기적 파라미터와 연관된 신호를 생성하고 이러한 전기적 파라미터를 본 출원에 개시된 웨어러블 물품의 사용자의 물리적 동작과 상관시키는 방법을 예시한다.

대응 참조 번호는 여러 도면 전체에 걸쳐 대응하는 부분을 나타낸다. 본 출원에 제시된 예시는 본 발명의 다양한 양태를 하나의 형태로 예시하며, 이러한 예시는 어떠한 방식으로든 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 해석되지 않아야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 개시내용에 설명되고 첨부 도면에 예시된 바와 같은 양태의 전체적인 구조, 기능, 제조 및 사용에 대한 철저한 이해를 제공하기 위해 수많은 특정 세부사항이 제시된다. 본 명세서에 설명되는 양태를 모호하게 하지 않기 위해 잘 알려진 동작, 컴포넌트, 및 요소에 대해서는 자세히 설명하지 않는다. 독자는 본 출원에 설명되고 예시된 양태가 비제한적인 예임을 이해할 것이며, 따라서, 본 출원에 개시된 특정한 구조적 및 기능적 세부사항은 대표적 및 예시적일 수 있다는 것을 인식할 수 있다. 청구항의 범위를 벗어나지 않고 이에 대한 변형 및 변경이 이루어질 수 있다. 더욱이, "전", "후", "좌", "우", "상", "하" 등과 같은 이러한 용어는 편의상의 단어이며 제한하는 용어로 해석되지 않아야 한다는 점을 이해해야 한다. 더욱이, "전", "후", "좌", "우", "상", "하" 등과 같은 이러한 용어는 편의상의 단어이며 제한하는 용어로 해석되지 않아야 한다는 점을 이해해야 한다.

[0012] 본 출원은 Deformable Conductors and Related Sensors, Antennas and Multiplexed Systems라는 명칭으로 2018년 4월 6일자로 출원되고, 2018년 8월 30일에 미국 특허 출원 공개 제2018/0247727호로 공개된 미국 특허 출원 제15/947,744호, Sensors with Deformable Conductors and Selective Deformation이라는 명칭으로 2018년 10월 11일자로 출원되고, 2019년 2월 21일에 미국 특허 출원 공개 제2019/0056277호로 공개된 미국 특허 출원 제16/157,102호, Continuous Interconnects Between Heterogeneous Materials라는 명칭으로 2020년 5월 28일자로 출원되고, 2020년 12월 3일에 미국 특허 출원 공개 제2020/0381349호로 공개된 미국 특허 출원 제16/885,854호, Deformable Sensors With Selective Restraint라는 명칭으로 2020년 6월 4일자로 출원되고, 2020년 12월 3일에 미국 특허 출원 공개 제2020/0386630호로 공개된 미국 특허 출원 제16/893,427호, Deformable Inductors라는 명칭으로 2021년 3월 4일자로 출원되고, 2021년 9월 9일에 미국 특허 공개 제2021/0280482호로 공개된 미국 특허 출원 제17/192,725호, 및 TWO DIMENSIONAL MOTION CAPTURE STRAIN GAUGE SENSOR라는 명칭으로 2021년 10월 10일자로 출원된 미국 특허 가출원 제63/263,112호에 관한 것이며, 이들의 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다.

[0013] 다음 설명에서, 동일한 참조 번호는 도면의 여러 도면 전체에 걸쳐 동일한 또는 대응하는 부분을 지정한다. 또한, 다음 설명에서, "전", "후", "좌", "우", "상", "하" 등과 같은 이러한 용어는 편의상의 단어이며 제한하는

용어로 해석되지 않아야 한다는 점을 이해해야 한다.

- [0014] 본 특허 문서의 개시내용 중 일부에는 저작권 보호 대상인 자료가 포함되어 있다. 저작권자는 특허상표청 특허 파일 또는 기록에 나타나는 특허 개시내용을 누구라도 복사할 권리를 복제하는 것에 대해 이의가 없겠지만, 본 출원에 개시된 임의의 및 모든 저작권을 보유한다.
- [0015] 물리적 환경과 가상 환경의 정확한 통합에 대한 필요성이 점점 커지고 있다. 실제로, 메타버스를 포함한 증강 현실 및 가상 현실은 점점 더 보편화되고 있으며, 사람들이 일하고, 놀고, 휴식하고, 재충하는 방식을 재창조할 것으로 기대된다. 그러나, 종래의 "스마트" 의류(예를 들어, 슬리브, 보조기, 장갑, 끈 끼는 의류 등)는 일반적으로 관성 측정 유닛("IMU")과 같은 센서를 이용하는데, 이는 비용이 많이 들고 시간 경과에 따라 "드리프트(drift)"를 경험하여, 불충분한 가치 제안이 될 수 있다. 따라서, 종래의 디바이스에는 정밀도가 중요한 특정 응용에 필요한 정확도가 부족할 수 있다. 예를 들어, 관절(예를 들어, 무릎, 팔꿈치 등) 구부림 동안의 동작 범위는 무릎 관절 건강의 주요 지표가 될 수 있다. 의사가 환자의 신체 부위(예를 들어, 다리, 팔, 어깨, 목, 등, 손, 손목, 손가락, 발목, 발, 발가락 등)의 전체 동작 범위를 높은 정확도로 시뮬레이션하여 재충을 추적하고 원격으로 검토할 수 있게 하는 것이 유익할 것이다. 사용자의 동작이 충분한 정확도로 추적되면, 의사는 더 많은 양의 관리를 할 수 있게 되고 환자는 가상 예약 및 상담의 편의를 누릴 수 있다.
- [0016] 다른 예에 따르면, 메타버스는 소비자에게 다양한 가상 제품 및 서비스를 제공할 것으로 기대된다. 앞서 언급한 바와 같이, 종래의 디바이스는 이 전례 없는 시장을 가능하게 하는 데 필요한 정확도가 부족할 수 있다. 예를 들어, 많은 종래의 디바이스는 사용자 동작(예를 들어, 사용자의 엉덩이에 대한 무릎의 위치)의 제한된 근사치를 위해 상대적인 점대점 데이터에 의존한다. 그러나, 사용자가 친구들과 함께 메타버스에서 가상 축구 게임을 하고 싶어하는 경우, 사용자의 동작을 보다 정확하게 표현하면 경험이 향상될 것이다. 따라서, 가상 환경에서 사용자의 동작을 정확하게 시뮬레이션하기 위한 디바이스, 시스템 및 방법이 필요하다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 이러한 디바이스, 시스템 및 방법은 가요성 회로 및, 특히 전기 전도성을 유지하면서 신축성뿐만 아니라 가요성을 증진할 수 있는 변형 가능한 전도체를 이용할 수 있다. 따라서, 이러한 회로에 걸쳐 측정된 전기적 파라미터는 사용자의 물리적 동작과 상관될 수 있으며 정확한 시뮬레이션을 알릴 수 있다.
- [0017] 특정 전자 컴포넌트는 전형적으로 일부 고유의 가요성을 갖고 있지만, 그 가요성은 전형적으로 컴포넌트가 구부러질 수 있는 양, 그 구부림에 있어서의 탄력성, 및 전자 컴포넌트가 악화되거나 파손되기 전에 전자 컴포넌트가 구부러질 수 있는 횡수 모두에서 제한된다. 또한, 은 또는 기타 전도성 잉크를 포함하는 것과 같이 신축성이 있는 전자 제품은 내구성이 불충분하고 전형적으로 신장된 경우 완전히 회복되지 않아, 결국 완전히 파손될 때까지 전기적 특성이 계속 변하게 된다. 결과적으로, 다양한 환경에서 이러한 전자 컴포넌트의 유용성은 신뢰성 또는 수명에 의해 제한되거나 또는 전혀 작동하지 않는 기능에 의해 제한될 수 있다.
- [0018] 그러나, 회로의 트레이스에 전도성 겔을 사용하면 탄력성을 유지하면서, 가요성이 있고 확장 가능하며 변형 가능한 전자 컴포넌트가 제공된다. 또한, 전도성 겔로 형성된 전도성 트레이스의 조작상의 구부림, 신장, 변형 또는 기타 물리적 조작은 이완된 상태로 복귀할 때 히스테리시스가 거의 또는 전혀 없이 트레이스의 전기적 특성에 있어서 예측 가능하고 측정 가능한 변화를 생성할 수 있다. 이러한 트레이스의 저항 또는 임피던스 변화를 측정함으로써 트레이스 길이의 변화를 추론할 수 있다. 다수의 트레이스의 길이의 변화를 조합하여, 2차원 표면에 있는 지점들의 상대적 움직임을 계산할 수 있다. 3차원 공간에서 지점들의 상대적 움직임은, 예를 들어 관절에 의해 상호 연결된 신체의 사지에 위치한 지점과 같이 동작이 제한된 신체에 지점들이 배치된 경우 2차원 변위 정보를 사용하여 계산 및 결정될 수 있다.
- [0019] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로는 HIGHLY SUSTAINABLE CIRCUITS AND METHODS FOR MAKING THEM이라는 명칭으로 2021년 2월 26일자로 출원된 미국 특허 가출원 제63/154,665호 및/또는 STRUCTURES WITH DEFORMABLE CONDUCTORS라는 명칭으로 2019년 8월 22일자로 출원된 국제 특허 출원 번호 PCT/US2019/047731에 개시된 바와 같이 구성될 수 있으며, 이들의 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다.
- [0020] 추가적으로, 가요성 회로의 트레이스는 유체상 전도체로 구성될 수 있다. 본 출원에 사용될 때, 용어 "유체상 전도체"는 본 출원에 설명된 임의의 가요성의 변형 가능한 전도체 및/또는 참조로 포함된 임의의 문서에 설명된 임의의 가요성의 변형 가능한 전도체를 포함할 것이다. 구체적으로, "유체상 전도체"는 2017년 2월 27일자로 출원되고 2017년 9월 8일에 국제 특허 공개 번호 W02017/151523A1로 공개된 LIQUID WIRE라는 명칭의 국제 특허 출원 번호 PCT/US2017/019762 및/또는 2019년 8월 22일자로 출원된 STRUCTURES WITH DEFORMABLE CONDUCTORS라는 명칭의 국제 특허 출원 번호 PCT/US2019/047731에 설명되어 있으며, 이들의 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다.

- [0021] 예를 들어, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 각각의 트레이스는 무엇보다도 트레이스가 변형 가능한(예를 들어, 연성, 가요성, 신축성, 굴곡성, 탄성, 유동성 점탄성, 뉴턴성, 비뉴턴성 등) 품질을 가질 수 있게 하는 액체, 페이스트, 겔 및/또는 분말과 같은 다양한 형태를 포함할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 변형 가능한 전도성 재료는 전도성 겔(예를 들어, 갈륨 인듐 합금)로부터 생성된 변형 가능한 전도체와 같은 전기활성 재료를 포함할 수 있다. 전도성 겔은 전단 담화 조성물을 가질 수 있으며, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 원하는 비율의 재료의 혼합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나의 바람직한 비제한적인 양태에 따르면, 전도성 겔은 59.9% 내지 99.9%의 공유 갈륨 합금의 중량 백분율 및 0.1% 내지 약 2.0%의 산화 갈륨의 중량 백분율을 포함할 수 있다. 물론, 본 개시내용은 본 출원에 개시된 이점을 달성하기 위해 다양한 형태 및/또는 조성물의 트레이스를 특징으로 하는 다른 비제한적인 양태를 고려한다.
- [0022] 전기 전도성 조성물은 전도성 전단 담화 겔 조성물로서 특성화될 수 있다. 본 출원에 설명된 전기 전도성 조성물은 또한 빙햄(Bingham) 소성의 특성을 갖는 조성물로서 특성화될 수 있다. 예를 들어, 전기 전도성 조성물은 낮은 응력에서는 강성이고 높이 및 폭에 의해 특성화되는 3차원 피처를 형성하고 유지할 수 있지만 높은 응력에서는 점성 유체로 유동하도록 점소성일 수 있다. 다른 비제한적 양태에 따르면, 유용한 금속 겔의 저전단 점도는 10^6 내지 4×10^7 Pa*s(1,000,000 - 40,000,000 파스칼 초)일 수 있고, 여기서, "저전단" 점도는 휴지(또는 침강) 조건에서의 점도를 의미한다. 마이크로/나노 구조는 가교 구조를 형성하는 산화물 시트를 포함하고, 이는 예를 들어 공기를 혼합물에 포함시키는 방식으로 혼합하거나, 또는 가교 구조에서 산화물 형성이 달성될 수 있게 혼합물에 공기를 끌어들이는 표면에서 공동화를 유도하는 초음파 처리에 의해 달성될 수 있다.
- [0023] 가요성 회로와 변형 가능한 전도체를 사용함으로써, 사용자에게 의해 착용되는 웨어러블 물품(예를 들어, 슬리브, 보조기 등)에 통합될 때, 물리적 파라미터(예를 들어, 스트레인, 응력, 압력, 치수, 등)와 상관될 수 있는 다양한 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량, 및 전자기장 등)를 생성할 수 있고, 따라서 물품을 착용한 상태에서 사용자의 동작에 대한 매우 정확한 시뮬레이션을 생성하는 데 사용되는 다양한 센서가 구성될 수 있다는 점을 인식할 것이다. 예를 들어, 웨어러블 물품(예를 들어, 무릎 보조기, 팔꿈치 슬리브 등)은 센서(예를 들어, 스트레인 센서 등)로서 기능하도록 구성된 변형 가능한 전도체 및 가요성 회로를 이용할 수 있다. 관절과 함께 움직이도록 구성된 변형 가능한 전도체를 통해, 웨어러블 물품은 수천 번의 스트레인 사이클에 걸쳐 상당한 전기적 또는 물리적 저하 없이 관절 유연성을 능동적으로 정확하게 모니터링할 수 있다. 따라서, 지속적인 교정이 불필요하며, 반대로 가요성 회로는 종래의 센서(예를 들어, IMU 등)를 교정하는데 사용할 수 있다. 또한, 회로의 일부는 환자의 부속기관(예를 들어, 정강이 등)의 특정 위치에서 스트레인 및 그에 따른 부종을 측정하도록 특별히 구성 및 위치될 수 있다.
- [0024] 예를 들어, 앞서 설명한 회로는 전도성 겔 트레이스의 네트워크를 이용하는 2차원 스트레인 센서를 형성하도록 구현될 수 있으며, 그 개별 전기적 특성은 트레이스의 상대적 길이 또는 다른 배향으로 변환된다. 전기적 특성을 조합함으로써(예를 들어, 삼각 측량 또는 다른 수학적 처리 등을 통해) 2차원 표면의 다양한 지점의 상대적인 위치가 결정될 수 있다. 시간 경과에 따라 이러한 전기적 특성을 반복적으로 측정함으로써, 지점의 동작이 결정될 수 있으며, 스트레인 센서에서 지점의 실시간 동작 캡처 능력이 제공된다. 트레이스의 네트워크를 확장하거나 및/또는 스트레인 센서의 수를 증가시키고 스트레인 센서를 물체에 배치함으로써, 물체의 동작 캡처를 실시간으로 획득할 수 있다.
- [0025] 이제, 도 1을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 2차원 스트레인 센서(102)를 포함하는 스트레인 센서 시스템(100)이 도시되어 있다. 예로서, 스트레인 센서 시스템(100)은 TWO DIMENSIONAL MOTION CAPTURE STRAIN GAUGE SENSOR라는 명칭으로 2021년 10월 10일자로 출원된 미국 특허 가출원 제 63/263,112호에 개시된 것과 유사하게 구성될 수 있으며, 그 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 도 1의 비제한적인 양태에 따르면, 스트레인 센서(102)는 다수의 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)를 포함할 수 있다. 도 1은 4개의 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)를 도시하고 있지만, 트레이스의 수는 사용자 선호도 및/또는 의도된 응용에 따라 구체적으로 구성될 수 있다. 각각의 트레이스(104a-104d)는 본 출원에 자세히 개시된 바와 같이 전도성 겔로 형성될 수 있다. 전도성 겔은 매체(106)에 위치되고 매체에 의해 캡슐화될 수 있다. 각각의 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)는 2개의 기준 지점(108a, 108b) 사이에서 연장되어 그 중 하나를 앵커 지점(110a, 110b)에 전기적으로 결합할 수 있다. 예시된 예에서, 기준 지점(108a, 108b)은 서로 직접 연결되지 않으며 앵커 지점(110a, 110b)은 서로 직접 연결되지 않는다.
- [0026] 구체적으로 매체(106) 및 스트레인 센서(102)는 일반적으로 본 출원에 설명된 기술에 따라 형성될 수 있거나, 또는 제한되는 것은 아니지만 사출 성형, 3D 인쇄, 열성형, 레이저 에칭, 다이 절단 등을 포함하여, 존재하거나

또는 개발될 수 있는 임의의 다른 메커니즘에 따라 형성될 수 있다. 매체(106)는 다른 적절한 화합물 또는 재료 중에서 B-스테이지 수지 필름, C-스테이지 수지 필름, 접착제, 열경화성 에폭시계 필름, 열가소성 폴리우레탄(TPU), 및/또는 실리콘 중 하나로 형성될 수 있다. 예에서, 매체(106)는 550%의 인장 신율; 5.0 메가파스칼의 인장 모듈러스; 95%의 회복률; 100 마이크로미터의 두께; 미터당 적어도 1.0 킬로뉴턴의 90도 박리 강도; 10 기가헤르츠에서 2.3의 유전 상수; 10 기가헤르츠에서 0.0030의 유전 소산 계수; 80 마이크로미터의 두께에서 7.0 킬로볼트의 항복 전압; 질소분위기에서 10 사이클 동안 260°C의 환경에서 변화가 없는 내열성; 및 NaOH, Na2CO3 또는 구리 에칭액 중 어느 것에 24시간 담근 후에도 매체(106)에 아무런 변화를 일으키지 않는 내화학성을 갖는다.

[0027] 예시적인 매체(106)의 세부사항은 Ronay 등에 의한 "CONTINUOUS INTERCONNECTS BETWEEN HETEROGENEOUS MATERIALS"라는 명칭의 미국 특허 출원 공개 제2020/0381349호에 개시되어 있으며, 그 전체 내용은 본 출원에 참조로 포함된다.

[0028] 스트레인 센서(102)는 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d) 중 하나 이상의 임피던스/저항의 변화에 기초하여 기준 지점(108a, 108b)의 상대적인 위치의 변화를 식별하도록 구성된다. 특히, 스트레인 센서(102)는, 기준 지점(108a, 108b)이 연관 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)를 통해 결합된 2개의 앵커 지점(110a, 110b)에 관하여 주어진 기준 지점(108a, 108b)의 매체(106)에 의해 정의된 평면에서 데카르트 시스템(x, y)에 따라 상대적인 위치를 결정하도록 구성된다. 따라서, 예를 들어 기준 지점(108a)의 상대적인 위치는 임의의 주어진 시간에 트레이스(104a) 및 트레이스(104b)의 길이를 결정하는 것 및/또는 앵커 지점(110a, 110b)의 상대적인 위치(x, y)를 결정하는 것 중 하나에 의해 또는 추론적으로 양자 모두에 의해 결정될 수 있다.

[0029] 트레이스(104a, 104b)의 길이는 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)에 의해 결합되는 기준 지점(108a, 108b)과 앵커 지점(110a, 110b) 사이에서 측정된 주어진 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)의 저항 및/또는 임피던스의 함수로서 결정될 수 있다. 예시된 예에서, 스트레인 센서 시스템(100)은 프로세서(114)에 동작 가능하게 결합된 전자 파라미터 센서(112)를 포함한다. 전자 파라미터 센서(112)는 저항, 정전용량, 인덕턴스 등과 같은 전자 특성을 검출하거나 또는 달리 측정하도록 구성된 임의의 디바이스일 수 있다. 따라서, 다양한 예에서, 전자 파라미터 센서(112)는 저항계 또는 저항 신호 판독기일 수 있다. 또한, 전자 파라미터 센서(112)와 프로세서(114)는 별개의 컴포넌트이거나 또는 함께 통합될 수 있다. 이러한 예에서, 프로세서(114)는 저항 신호 판독 및 기록 능력을 통합하는 칩셋 또는 패키지의 일부일 수 있다. 또 다른 예에서, 아날로그-디지털 신호 프로세서는 아날로그 저항 신호를 프로세서(114)에 의해 수신될 수 있는 디지털 신호로 변환하는 데 이용될 수 있다. 원격 프로세서가 스트레인 센서(102)로부터 신호를 수신하도록 구성된 예에서, 센서에 통합된 무선 통신 컴포넌트는 프로세서(114)에 신호를 제공하도록 구성될 수 있다.

[0030] 예시된 바와 같은 스트레인 센서 시스템(100)은 전자 파라미터 센서(112) 및 프로세서(114)를 포함하지만, 전자 파라미터 센서(112) 및 프로세서(114) 중 하나 또는 양자 모두는 스트레인 센서 시스템(100)의 잔여 부분 및/또는 클라우드 컴퓨팅 자산 등에 대해 원격일 수 있다는 점을 인식하고 이해해야 한다. 또한, 다양한 예에서 전자 파라미터 센서(112) 및/또는 프로세서(114)는 예시된 바와 같이 스트레인 센서(102) 자체에 통합될 수 있거나 또는 스트레인 센서(102)가 동작 가능하게 결합되는 컴포넌트일 수 있다. 프로세서(114) 및/또는 전자 파라미터 센서(112)가 스트레인 센서(102)에 대해 원격인 예에서, 무선 통신 모듈은 스트레인 센서(102)에 포함되어 데이터를 전자 파라미터 센서(112) 및/또는 프로세서(114)에 제공할 수 있다.

[0031] 다양한 예에서, 프로세서(114)는 기준 지점(108a, 108b)의 상대적인 위치 및/또는 앵커 지점(110a, 110b)의 상대적인 위치를 결정하기 위해 주어진 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)의 임피던스의 교정된 또는 미리 결정된 관계를 필요로 하지 않는다. 이러한 예에서, 프로세서(114)는 트레이스(104a, 104b)가 결합되는 각각의 앵커 지점(110a, 110b)의 결정된 위치(x, y)에 대한 기준 지점(108a)의 위치를 결정함으로써 기준 지점(108a)의 매체(106) 상의 상대적인 위치(x, y)를 결정할 수 있다. 이러한 예에서, 기준 지점(108a)의 위치 변수 x 및 y는 다음 식에 따라 프로세서(114)에 의해 결정될 수 있다:

$$x = \frac{\ell}{\partial} (x_a - x_b) \pm \frac{h}{\partial} (y_a - y_b) + x_b$$

[0032]

[0033] 식 1: 기준 지점의 X 좌표

$$y = \frac{\ell}{\partial} (y_a - y_b) + \frac{h}{\partial} (x_a - x_b) + y_b$$

[0034]

[0035] 식 2: 기준 지점의 Y 좌표

$$h = \sqrt{r_b^2 - \ell^2}$$

[0036]

[0037] 식 3: 하위 계산 #1

$$\ell = \frac{r_b^2 - r_a^2 + \partial^2}{2\partial}$$

[0038]

[0039] 식 4: 하위 계산 #2

$$\partial = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$$

[0040]

[0041] 식 5: 하위 계산 #3

[0042] 상기의 식에서, r은 전자 파라미터 센서(112)에 의해 측정되고 프로세서(114)에 제공되는 주어진 트레이스(104a, 104b)에 대한 임피던스이다. 기준 지점(108b)에 대해 동일한 방식으로 동일한 식을 적용하되, 트레이스(104c, 104d)에 대해서는 기준 지점(108a, 108b) 각각의 위치가 결정될 수 있다. 상대적으로 높은 빈도, 예를 들어 초당 적어도 1회, 또는 초당 적어도 15회, 또는 초당 적어도 24회 등으로 계산을 수행함으로써, 스트레인 센서 시스템(100)은 기준 지점(108a, 108b)의 상대적인 위치 및 그에 따른 기준 지점(108a, 108b)의 움직임의 양 및 속도의 실시간 결정을 획득할 수 있다.

[0043] 스트레인 센서 시스템(100)을 저항 또는 임피던스의 측정에 관하여 설명하지만, 임의의 전기적 측정이 유사한 기준으로 적용될 수 있다는 것을 인식하고 이해해야 한다. 따라서, 예를 들어, 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)는 인덕턴스, 정전용량, 또는 트레이스의 변형에 기초하여 변경될 수 있는 다른 측정 가능한 전자 특성을 가지거나 또는 가지도록 구성될 수 있다. 결과적으로, 전자 파라미터 센서(112)를 설명하고 예시하지만, 관련 전자 특성을 감지하고 측정하도록 구성된 임의의 전자 계량기가 본 개시내용과 일치하는 방식으로 전자 파라미터 센서(112)에 추가하여 또는 대신하여 이용될 수 있다는 것을 인식하고 이해해야 한다. 파라미터 센서(112)는 신호를 디지털 방식으로 처리할 수 있는 프로세서(114)와 통신하도록 작동 가능한 아날로그-디지털 신호 변환기를 포함할 수 있다.

[0044] 도 2a 내지 도 2e는 예시적인 양태에서 스트레인 센서(102)의 매체(106)의 개별 층의 묘사이다. 도 2a 내지 도 2e의 예에서, 스트레인 센서(102)는 매체(106)의 개별 층이 개별적으로 형성되고, 적층되고, 함께 유닛화되어 매체(106) 전체를 생성하는 적층 구조이다. 층은, 그 개시내용이 이로써 전부 참조로 포함되는, "STRUCTURES WITH DEFORMABLE CONDUCTORS"라는 명칭의 미국 특허 출원 공개 제2020/0066628호에 설명된 반복적인 스텐실-인-플레이스(stencil-in-place) 프로세스에 따라, 또는 임의의 적절한 메커니즘에 따라 형성될 수 있다. 그러나, 앞서 설명한 바와 같이, 스트레인 센서(102)를 적층 구조로 형성하는 것은 제한이 아닌 예이며, 스트레인 센서(102)를 제조하는 임의의 적절한 기술이 스트레인 센서(102)를 적층 구조로 제조하는 프로세스 대신에 또는 이에 추가하여 적용될 수 있다. 층의 묘사는 스트레인 센서(102)의 장축을 따라 바라보고 있으며, 따라서 도 1의 관점에 대한 층의 평면도 또는 저면도이다.

[0045] 도 1 내지 도 4의 비제한적인 양태에 따르면, 본 출원에 개시된 센서(102, 402), 가요성 회로, 및 웨어러블 물품은 주요 재료에 장착된 하나 이상의 기관을 포함할 수 있으며, 하나 이상의 기관은 STRUCTURES WITH DEFORMABLE CONDUCTORS라는 명칭으로 2019년 8월 22일자로 출원되고 2021년 8월 10일에 미국 특허 제 11,088,063호로 허여된 미국 특허 출원 제16/548,379호에 개시된 것과 같은 가요성의 신축성 재료로 구성되고, 그 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 구체적으로, 하나 이상의 기관은 가요성 또는 신축성 재료, 예컨대 천연 고무, 합성 고무, 가요성 플라스틱, 실리콘 기반 재료(예를 들어, 폴리디메틸실록산("PDMS")), 열가소성 폴리우레탄("TPU"), 에틸렌 프로필렌 디엔테르폴리머("EPDM"), 네오프렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트

("PET"), 가요성 복합 재료, 및/또는 가죽과 같은 천연 가요성 재료로 제조될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 기판은 특히 Lubrizol® Estane® 58000 시리즈(예를 들어, 58238)와 같은 탄성의 신축성 TPU로 제조될 수 있다. 대안적으로, 하나 이상의 기판은 특히 Lubrizol® Estane® S375D와 같은 가요성이 있지만 비교적 더 강성인 재료로 형성될 수 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품의 주요 재료 자체는 앞서 설명한 가요성 및/또는 신축성 재료 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 기판은 기판 층, 스텐실 층 및 캡슐화 층을 포함하는 다층 구성을 포함할 수 있지만, 다른 비제한적인 양태에서 기판은 2층 구성(예를 들어, 기판 층, 캡슐화 층 등) 또는 심지어 변형 가능한 트레이스를 수용하도록 구성된 단일 층을 포함할 수 있다.

[0046] 도 2a는 기판 층(202)이다. 기판 층(202)은 매체(106)의 재료로 형성되고 결국 그 위에 트레이스(104a, 104b)가 위치하지만 그 외에는 특징이 없으며, 다양한 예에서 전도성 겔에 대한 절연 및/또는 봉쇄를 제공할 수 있다.

[0047] 도 2b는 제1 패턴화된 층(204)이다. 제1 패턴화된 층(204)은 매체(106)의 재료로 형성되고, 예를 들어 매체(106)에 형성된 전도성 겔을 포함하는 채널로서 형성된 트레이스(104a, 104b)를 포함한다. 추가적으로, 제1 기준 비아(206) 및 제1 앵커 비아(208)는 각각의 트레이스(104a, 104b)에 동작 가능하게 결합되고 스트레인 센서(102)의 다양한 층을 통해 트레이스(104a, 104b)에 대한 전기적 액세스를 제공한다. 비아(206, 208)는 전도성 겔 또는 임의의 적절한 전도체로부터 형성될 수 있다.

[0048] 도 2c는 절연층(210)이다. 절연층(210)은 매체(106)의 재료로 형성되고, 절연층(210)을 관통하여 연장되는 제1 기준 비아(206) 및 제1 앵커 비아(208)를 포함한다.

[0049] 도 2d는 제2 패턴화된 층(212)이다. 제2 패턴화된 층(212)은 매체(106)의 재료로 형성되고, 예를 들어 매체(106)에 형성된 전도성 겔을 포함하는 채널로서 형성된 트레이스(104c, 104d)를 포함한다. 제1 기준 비아(206) 및 제1 앵커 비아(208)는 제2 패턴화된 층(212)을 통해 연장되고, 제2 기준 비아(214) 및 제2 앵커 비아(216)는 트레이스(104c, 104d)에 동작 가능하게 결합된다.

[0050] 도 2e는 캡슐화 층(218)이다. 캡슐화 층(218)은 매체(106)의 재료로 형성되고, 제1 기준 비아(206), 제1 앵커 비아(208), 제2 기준 비아(214) 및 제2 앵커 비아(216)를 포함하며, 이들은 모두 매체(106)를 넘어 노출되어, 도 1에 도시된 바와 같이 스트레인 센서(102)가 전자 파라미터 센서(112)에 동작 가능하게 결합될 수 있게 한다.

[0051] 다양한 층은 제한이 아닌 예시를 위해 제시된 것이며, 임의의 다양한 추가적 또는 대안적인 층이 원하는 바에 따라 적층 구조에 포함될 수 있다는 것을 인식하고 이해해야 한다. 적층 구조는 전도성 겔이 위치하는 적어도 하나의 기판 층, 적어도 하나의 트레이스를 형성하는 적어도 하나의 패턴화된 층, 및 트레이스 또는 적층 구조의 다른 컴포넌트를 밀봉하는 적어도 하나의 캡슐화 층을 포함할 수 있다. 적층 구조는, 예를 들어, 스텐실-인-플레이스 제조 프로세스가 이용되는 경우를 위한 스텐실 층; 예를 들어, 상대적으로 고전력 버스, 센서, 접지 평면, 차폐 등을 위한 전도성 층; 예를 들어, 기판 층, 전도성 층, 스텐실 층, 및/또는 캡슐화 층 사이에서 주로 트레이스 또는 전도성 층을 서로 절연시키는 절연층; 반드시 본 출원에 개시된 프로세스에 따라 형성될 필요는 없는 전자 컴포넌트, 예를 들어 표면 실장 커패시터, 저항기, 프로세서 등; 층 사이의 연결을 위한 비아; 및 접촉 패드를 더 포함할 수 있다.

[0052] 적층 구조의 층들의 집합은 "스택"으로 지칭될 수 있다. 최종 또는 중간 구조는 유닛화된 적어도 하나의 스택(또는 예를 들어 모듈식 구성 기술을 사용하는 다수의 스택)을 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 구조는 하나 이상의 전자 컴포넌트를 갖는 적어도 하나의 유닛화된 스택을 포함할 수 있다. 적층 조립체는 예를 들어 모듈식 구성의 다수의 적층 구조를 포함할 수 있다. 조립체는, 전적으로 그러한 것은 아니지만 전형적으로 그 자체가 전기 컴포넌트로 채워진 적층 구조일 수 있는 제1 적층 구조("아일랜드")를 포함하거나, 또는 예를 들어 아일랜드(들)와 다른 보조 구조, 예를 들어 센서 사이를 이동하는 신호, 전류 또는 전위의 경로 역할을 하는 종래의 인쇄 회로 기판("PCB")처럼 구성된, 예를 들어 트레이스 및 비아를 포함하는 제2 적층 구조에 제1 적층 구조가 부착되어 있는, 예를 들어 이산 센서인 적층 구조를 포함하는 아일랜드 아키텍처를 이용할 수 있다.

[0053] 도 3a 및 도 3b는 각각 이완된 구성 및 변형된 구성의 스트레인 센서(102)의 트레이스의 추상적 묘사이다. 스트레인 센서(102)는 스트레인 센서(102)가 신장, 구부림 등을 통해 변형되도록 스트레인 센서(102)에 작용하고 있는 외력이 없을 때에는 이완된 구성에 있는 것으로 고려된다. 스트레인 센서(102)는 스트레인 센서(102)가 신장, 구부림 등을 통해 변형되도록 외력이 스트레인 센서(102)에 작용할 때에는 변형된 구성에 있는 것으로 고

려되며, 결과적으로 하나 이상의 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)는 이완된 구성에서의 그 길이에 대해 길어지거나 수축된다. 도 3a 및 도 3b는 2차원 평면에서 설명되지만, 2차원에 관하여 설명된 원리는 스트레인 센서(102)에 가해지는 3차원 스트레인에도 적용된다는 것을 인식하고 이해해야 한다.

[0054] 예시된 예에서, 이완된 구성에서 트레이스(104a, 104d)는 실질적으로 동일한 길이, 예를 들어 5% 이내이고, 결과적으로 거의 동일한 저항 또는 임피던스를 갖는다. 유사하게, 트레이스(104b, 104c)는 유사하게 실질적으로 동일한 길이를 가지며, 결과적으로 거의 동일한 거리를 갖는다. 이러한 상황에서, 프로세서(114)는 기준 지점(108a, 108b)의 상대적인 (x, y) 위치가 이완된 상태에 있다고 결정할 것이다.

[0055] 변형된 구성에서, 외력으로 인해 기준 지점(108a)이 기준 지점(108b)에 대해 이동하게 된다. 예시된 예에서, 길이 및 결과적으로 트레이스(104c, 104d)의 저항이 실질적으로 변하지 않았으며, 그 결과 프로세서(114)는 적어도 상대적인 기준으로 기준 지점(108b)에 근접한 스트레인 센서(102)에 스트레인이 가해지지 않았음을 결정하도록 구성된다. 그러나, 길이 및 결과적으로 트레이스(104a, 104b)의 저항이 변경되었으며, 이완된 상태의 트레이스(104a, 104b)의 길이에 대하여 트레이스(104a)의 경우에는 짧아지고 트레이스(104b)의 경우에는 길어졌다. 결과적으로, 프로세서(114)는 기준 지점(108a)에 근접한 스트레인 센서(102)에 스트레인이 가해졌음을 결정하도록 구성된다.

[0056] 서로 다른 위치에서 스트레인 센서(102)에 가해진 스트레인은 스트레인 센서(102)의 서로 다른 변형을 초래하고, 결과적으로 본 출원에 예시된 것과는 다르게 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d)가 길어지거나 짧아진다. 또한, 2개의 트레이스의 길이가 일정한 것으로 도시되어 있지만, 트레이스(104a, 104b, 104c, 104d) 중 일부 또는 전부는 길이, 및 결과적으로 측정된 저항을 변경할 수 있다. 또한, 스트레인 센서(102)는 스트레인 센서(102)의 서로 다른 위치에서 서로 다른 힘이 나타날 정도까지 스트레인 센서(102)에 가해지는 서로 다른 힘을 민감할 수 있다.

[0057] 도 4는 예시적인 양태에서 스트레인 센서(402)의 추상적인 묘사이다. 스트레인 센서(102)와 대조적으로, 스트레인 센서(402)는 4개의 기준 지점(404a, 404b, 404c, 404d)을 포함한다. 이러한 예에서, 기준 지점(404c, 404d)은 기준 지점(404a, 404b)에 관하여 사실상 앵커 지점으로서 기능할 수 있다. 결과적으로, 트레이스(406a)에 대한 저항은 기준 지점(404a)으로부터 기준 지점(404c)까지 측정될 수 있는 등이다.

[0058] 각각의 기준 지점(404a, 404b, 404c, 404d)의 상대적인 위치는 각각 2개의 트레이스(406)에 의해 결정된다. 명확성을 위해, 각각의 기준 지점(404a, 404b, 404c, 404d)과 연관된 트레이스(406)는 특정 점선으로 표시된다. 따라서, 기준 지점(404a)의 상대적인 위치(x, y)는 트레이스(406a, 406b)의 저항에 기초하여 결정되고, 기준 지점(404c)의 상대적인 위치는 트레이스(406e, 406f)의 저항에 기초하는 등이다. 본 출원에 개시된 원리는 임의의 주어진 영역에 걸쳐 임의의 수의 기준 지점으로 쉽게 확장 가능하다. 전자 파라미터 센서(112) 또는 저항계에 대한 입력의 수는 프로세서(114)의 처리 자원과 함께 비례적으로 확장될 수 있다.

[0059] 또한, 주어진 기준 지점과 연관된 트레이스의 수가 이용 가능한 트레이스에 기초하여 확장될 수 있다는 것을 인식하고 이해해야 한다. 다양한 예에서, 기준 지점의 상대적인 위치는 단지 2개가 아닌 3개 이상의 트레이스에 기초하여 결정될 수 있으며, 앞서 설명된 식은 추가적인 트레이스를 포함하도록 확장된다. 그러나, 추가의 예에서는 각각의 기준 지점(404)에 대해 2개를 넘는 추가적인 트레이스가 중복 트레이스로서 취급될 수 있다. 따라서, 프로세서(114)는 주어진 기준 지점의 상대적인 위치를 결정하기 위해 2개의 트레이스만을 이용할 수 있지만, 기준 지점(404)에 대한 트레이스가 파손될 경우, 프로세서(114)는 기준 지점(404)의 상대적인 위치를 결정하기 위해 파손되지 않은 다른 트레이스를 이용할 수 있다.

[0060] 스트레인 센서 및/또는 다수의 스트레인 센서에 다수의 기준 지점(404)을 포함하면 더 큰 물체의 실시간 3차원 모델의 생성을 제공할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 웨어러블 물품은 웨어러블 물품 전체에 걸쳐 연장되는 트레이스를 가질 수 있으며, 이 트레이스는 웨어러블 물품 전체에 걸쳐 분산된 많은 기준 지점에 결합된다. 각각의 기준 지점의 상대적인 위치를 정기적으로 결정함으로써, 프로세서(114)는 이웃 기준 지점에 대한 각각의 기준 지점의 상대적인 위치의 변화에 기초하여 웨어러블 물품의 3차원 모델을 쉽게 생성할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 2차원 움직임은 스트레인 센서 시스템(100)을 통해 모니터링되고 3차원 표현과 상관될 수 있다. 이는, 제한된 동작 시스템을 기지의 2차원 변위 데이터와 상관시키고 스트레인 센서 시스템(100)의 2차원 출력으로부터 3차원 변위를 계산함으로써 수행된다.

[0061] 본 출원에 개시된 스트레인 센서를 다양한 사용 사례에 적용하면 트레이스의 길이가 스트레인 센서가 부착된 웨어러블 물품 또는 다른 물품의 조건에 대해 최적화될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 일부 트레이스는 상대적으

로 더 길 수 있고 기준 지점들은 스트레인이 가해질 것으로 예상되지 않는 특정 위치(예를 들어, 슬리브의 팔뚝 부분을 따라, 무릎 보조기의 허벅지 부분에 걸쳐 등)에서는 이격되는 반면, 다른 트레이스는 상대적으로 더 짧을 수 있고 기준 지점은 스트레인이 가해질 것으로 예상될 수 있는 위치(예를 들어, 슬리브의 팔꿈치, 무릎 보조기의 무릎 관절 등)에서 함께 더 근접하게 배치된다.

[0062] 도 1 내지 도 4의 센서는 "스트레인" 센서로 설명되지만, 본 개시내용의 일부 비제한적인 양태에 따르면 이러한 센서는 스트레인 이외의 다른 물리적 파라미터(예를 들어, 응력, 압력, 치수 등)와 상관될 수 있는 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량, 및 전자기장 등)를 생성하는 데 사용될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 그러므로, 앞서 설명한 가요성 회로 및 변형 가능한 전도체를 사용자에게 의해 착용되는 웨어러블 물품(예를 들어, 슬리브, 보조기 등)에 통합함으로써, 물리적 파라미터(예를 들어, 스트레인, 응력, 압력, 치수 등)와 상관될 수 있는 다양한 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량, 및 전자기장 등)를 생성할 수 있고, 따라서 물품을 착용한 상태에서 사용자의 동작의 매우 정확한 시뮬레이션을 생성하는 데 사용될 수 있음을 인식할 것이다. 도 1 내지 도 4의 센서는 웨어러블 물품에 구현될 수 있지만, 대체 컴포넌트(예를 들어, 가요성 회로, 전극, 압력 센서, 온도 센서 등)가 웨어러블 물품에 통합하는 데 유용할 수 있다. 예를 들어, 아래에 예시되는 바와 같이, 단일 축을 따라 스트레인을 모니터링하기 위해 다양한 가요성 회로를 구현할 수 있다.

[0063] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 다양한 가요성 회로를 포함하는 다양한 센서(예를 들어, 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402))는, BIASING ELECTRODES SLEEVES라는 명칭으로 2021년 8월 23일자로 출원된 미국 특허 가출원 제 63/235,937호, BRACE WITH INERTIAL MEASUREMENT UNITS라는 명칭으로 2021년 9월 8일자로 출원된 미국 특허 가출원 제63/241,806호, 및/또는 Multi-axis differential strain sensor라는 명칭으로 2021년 6월 11일자로 출원된 국제 특허 출원 공개 번호 WO2021253050에 개시된 것과 같은 웨어러블 물품에 통합되는 하나 이상의 전극과 함께 이용될 수 있으며, 이들 문서의 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 예를 들어, 이제 도 5를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 하나의 이러한 전극(500)이 도시된다. 도 5의 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500)은 최적화된 피부 접촉을 위해 구조적으로 구성될 수 있다. 도 5의 전극(500)은 근육의 신경 자극에 응답하여 근육 응답 및/또는 전기적 활동을 측정하도록 전기적으로 구성될 수 있으며, 이는 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402)와 함께 복수의 신호 중 하나일 수 있거나 및/또는 물품을 착용한 상태에서 사용자의 동작을 특성화하기 위해 프로세서(114)(도 1)에 의해 사용되는 집합 신호에 기여할 수 있다.

[0064] 도 5를 계속 참조하면, 전극(500)은 특정 직경(D) 및 두께(T)를 정의할 수 있어, 전극(500)은 원하는 방식으로 물품에 적절하게 통합될 수 있다. 구체적으로, 직경(D)은 사용자의 피부에 접촉하도록 구성된 전극(500)의 표면(502)이 원하는 감지 능력을 위한 충분한 영역을 제공하도록 하는 치수로 될 수 있다. 또한, 전극(500)은 원하는 방식으로 회로의 센서(102, 402)(도 1 내지 도 4)와 전기적으로 통합되도록 구성된 접점(504)을 포함할 수 있어, 프로세서(114)(도 1)가 센서(102, 402)(도 1 내지 도 4) 및 전극(500)으로부터 신호를 수신할 수 있도록 한다. 물론, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500)은 대안적으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 6을 참조하면, 다른 전극(600)은 원하는 감지 능력을 가능하게 하기에 충분한 영역의 표면(602)을 정의하는 특별히 구성된 폭(W) 및 길이(L)를 갖는 직사각형 구성을 포함할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 도 6의 전극(600)은 원하는 방식으로 회로의 센서(102, 402)(도 1 내지 도 4)와 전기적으로 통합되도록 구성된 접점(604)을 다시 한 번 포함할 수 있어, 프로세서(114)(도 1)가 센서(102, 402)(도 1 내지 도 4) 및 전극(600)으로부터 신호를 수신할 수 있도록 한다.

[0065] 도 5 및 도 6을 추가로 참조하면, 전극(500, 600)과 연관된 한 가지 과제는 일부 사용 사례 및 조건에서 센서 및/또는 전극으로부터 적절한 신호를 달성하는 것일 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 물품 내에 함유될 수 있는 다양한 신체 부위 크기와 광범위한 동작을 통해 피부와의 일관된 접촉을 제공해야 하는 과제로 인해, 다양한 압력은 일부 착용자의 피부와 전극(500, 600) 사이에 가변적인 접촉 품질을 초래할 수 있다. 앞서 설명한 예시적인 전극(500, 600) 구성은 사용자의 근육 또는 근육 그룹에서 의도된 활동을 모니터링하기 위해 허용 가능한 데이터 및/또는 신호를 제공할 수 있지만, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 앞서 설명한 전극(500, 600)과 사용자의 피부 사이의 경계면을 개선할 필요가 있을 수 있다.

[0066] 이제, 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 다른 전극(700)이 도시되어 있다. 도 7a 및 도 7b의 전극(700)은 도 5의 전극(500)과 유사하게 구성될 수 있다. 그러나, 전극(700)의 피부 접촉 표면(702) 반대쪽의 표면(704)은 평탄하지만, 도 7a 및 도 7b의 비제한적인 양태에 따르면, 전극(700)은 "펨릿" 기하형상을 가질 수 있으며, 이는 전극(700)의 피부 접촉 표면(702)이 특정 반경(R) 및 높이(H)에 의해 정의된 바와 같이 볼록할 수 있음을 의미한다. 달리 말해서, 도 7a 및 도 7b의 전극(700)은

돛형, 구형 및/또는 볼록 지형을 이용하여 웨어러블 물품에 통합될 때 표면(702)의 피부 접촉 영역을 더 최적화한다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 반경(R)은 전극(700)의 주요 치수(예를 들어, 직경(D))의 약 0.25 내지 1.75배, 바람직하게는 0.5 내지 1.5배 범위 내의 치수로 될 수 있다. 예를 들어, 하나의 비제한적인 양태에 따르면, 전극(700)은 대략 13 밀리미터의 직경(D), 대략 11.5 밀리미터의 접촉 표면 곡률 반경(R), 및 대략 2 밀리미터의 구형 캡 높이(H)를 포함할 수 있다. 달리 말해서, 전극(700)은 전극(700) 직경(D)의 0.88배인 반경(R)을 가질 수 있으며, 이는 0.50 내지 1.50의 바람직한 범위 내에 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 본 출원에서 더 구체적으로 설명되는 바와 같이, 전극의 길이 또는 폭이 주요 치수로 고려될 수 있다. 달리 말해서, 도 7a 및 도 7b의 전극(700)은 피부 접촉 표면(702)에 대해 더 큰 영역을 가능하게 한다.

[0067] 이제, 도 8을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 다른 전극(800)이 도시되어 있다. 도 7a 및 도 7b의 전극(700)과 유사하게, 도 8의 전극(800)은 "펠릿" 기하형상을 포함할 수 있고, 이는 전극(700)의 피부 접촉 표면(802)이 특정 반경(R)에 의해 정의된 바와 같이 볼록할 수 있음을 의미한다. 그러나, 도 8의 비제한적인 양태에 따르면, 전극(800)의 피부 접촉 표면(802) 반대쪽에 있는 표면(804)은 또한 특정 반경(R)으로 정의된 오목형일 수 있으며, 이에 의해 길이(L)에 걸쳐 "관 스프링" 또는 "컵형" 기하형상이 정의되고 그 폭(W)을 따라 평탄한 기하형상이 정의된다. 도 8의 전극(800)은, 둘 중 하나가 반경(R)의 원하는 치수를 결정하기 위한 주요 치수로 고려될 수 있는, 시트의 실질적으로 전체 길이(L) 또는 폭(W)을 따라 연장되는 곡률 반경(R)을 갖도록 성형 및/또는 다른 방식으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 8의 비제한적인 양태에 따르면, 반경(R) 방향 축이 폭(W)을 따라 연장되기 때문에 주요 직경은 길이(L)일 수 있다. 그러나, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 반경(R)을 종방향으로 연장하는 것이 바람직할 수 있으며, 이 경우 주요 치수는 폭(W)일 수 있다. 도 7a 및 도 7b의 전극(700)과 달리, 전극(800)에 의해 정의된 곡률은 중공형이고 일부 측면이 구속되지 않으며, 따라서 전극(800)의 결과적인 구조는 도 10 내지 도 12에 도시된 바와 같이 웨어러블 물품(예를 들어, 보조기, 슬리브 등)에 통합될 때 훨씬 관 스프링처럼 거동할 수 있다. 달리 말해서, 전극(800)의 구조는 피부 접촉 표면(802)의 영역을 증가시킬 뿐만 아니라 전극(800)이 압력 하에서 변형할 수 있게 한다. 따라서, 도 8의 전극(800)은 착용자 신체의 각각의 부분에 걸쳐 신장될 때 웨어러블 물품에 의해 공급되는 반경방향 압축력에 응답하여 착용자의 피부에 편향력을 제공하도록 구성될 수 있다. 따라서, 전극(800)은 피부 접촉 표면(802)과 사용자의 피부 사이의 접촉 품질을 개선시킬 수 있고, 따라서 보다 정확한 신호 및/또는 데이터를 생성할 수 있다.

[0068] 본 개시내용은 도 8의 "관 스프링" 전극(800) 구성에 대한 대안을 고려한다. 예를 들어, 도 9a 및 도 9b의 전극(900)은 특정 반경(R)에 의해 정의되는 볼록한 피부 접촉 표면(902)을 포함할 수 있다. 그러나, 도 9a 및 도 9b의 비제한적인 양태에 따르면, 전극(900)의 피부 접촉 표면(802) 반대쪽의 표면(904)은 특정 반경(R)에 의해 정의되는 모든 방향(예를 들어, 그 길이 및 폭)으로 오목할 수 있다. 다시 말해서, 도 9a 및 도 9b의 전극(900)은 "돛형" 또는 "컵형" 기하형상을 정의할 수 있다. 도 9a 및 도 9b의 전극(900)은 정의된 돛에 의해 모든 측면이 구속되어 있지만, 도 7a 및 도 7b의 전극(700)과 달리, 중공형이므로 "관 스프링" 편향 효과를 생성할 수 있다. 도 8의 전극과 유사하게, 보조기 또는 슬리브에 통합될 때, 돛형 곡률과 조합하여 도 9의 전극(900)에 의해 제공되는 가요성은 압력 하에서 전극을 사용자의 피부에 대해 편향시킬 수 있는 스프링 같은 효과를 생성하고, 이에 의해 전극(900)의 성능이 개선된다.

[0069] 도 9a 및 도 9b의 원형 형상은 단지 예시일 뿐이며, 본 개시내용이 다른 비제한적인 양태를 고려한다는 점을 인식해야 하며, 여기서 본 출원에 개시된 임의의 전극은 다양한 대체 기하형상(예를 들어, 직사각형, 삼각형, 육각형 등)을 포함해도 유사한 편향 효과가 달성된다. 본 개시내용에 따르면, 다양한 구형 지형을 포함하여, 임의의 형상의 전극이 도 9a 및 도 9b의 돛과 유사한 돌출 기하형상으로 구성될 수 있다. 도 9a 및 도 9b의 비제한적인 양태에 따르면, 전극(900)의 주요 치수는 직경(D)일 수 있다. 그러나, 전극(900)이 정사각형 또는 직사각형 기하형상을 포함하는 다른 비제한적인 양태에 따르면, 앞서 개시된 바와 같이, 전극의 길이 또는 폭은 원하는 반경을 계산하기 위한 주요 치수로서의 역할을 할 수 있다.

[0070] 본 개시내용은 전극 편향 효과가 전극 구조(예를 들어, 전극(800, 900)의 구조)뿐만 아니라 웨어러블 물품 자체에 의해 제공되는 비제한적인 양태를 추가로 고려한다. 예를 들어, 유체 충전 가능 회로는 웨어러블 물품에 통합되고 다양한 양의 유체로 채워질 수 있으며, 이에 의해 특정한 미리 결정된 부분에서 웨어러블 물품의 두께가 확장되며, 따라서 임의의 전극(예를 들어, 도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b의 전극(500, 600, 700, 800, 900))이 사용자의 피부에 접촉하는 압력이 증가된다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 유체 충전 가능 회로는 DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS FOR MAKING AND USING A FLUID-FILLABLE CIRCUIT이라는 명칭으로 2021년 10월 27일자로 출원된 미국 가출원 제63/272,487호에 설명된 것과 유사할 수 있으며, 그 개시내용은

이로써 전부 참조로 포함된다.

[0071] 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a 및 도 9b의 전극(700, 800, 900)은 도 5 및 도 6의 전극(500, 600)에 의해 생성되는 신뢰성을 강화하고 신호 품질을 향상시킬 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품(예를 들어, 보조기, 슬리브 등)은 관형 구성을 포함할 수 있으므로, 종래의 전극의 뒷면에는 반경방향 압력이 인가될 수 있다. 이는 전극의 접촉 표면과 사용자의 신체 사이의 표면 접촉부에서 사용자의 피부의 연관 편향을 초래할 수 있다. 선택한 보조기 또는 슬리브 크기와 착용자의 신체 부위 크기 사이에 불일치가 있거나 최적의 페어링보다 부족한 경우, 센서와 착용자의 피부 사이의 신뢰할 수 있는 접촉 경계면이 달성되지 않을 수 있다. 이는 선택된 보조기 또는 슬리브 크기가 착용자에게 바람직한 수준의 적합도나 편안함을 제공하지만 착용자의 피부와 전극 사이의 경계면에서는 차선의 신뢰성 또는 일관성을 제공하게 될 때 특히 문제가 될 수 있다. 이는 그 중 일부가 관련되는 다양한 요인에 기인할 수 있다. 예를 들어, 사용자의 피부의 불충분한 편향이 센서와의 적절한 또는 신뢰할 수 있는 접촉을 생성하지 못할 수 있거나, 및/또는 보조기 또는 슬리브가 센서와의 적절한 또는 신뢰할 수 있는 접촉을 가능하게 하는 충분한 반경방향 힘을 생성하지 못할 수 있다.

[0072] 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a 및 도 9b의 전극(700, 800, 900)을 통해 도시된 다양한 돌출(예를 들어, 오목, 블록 등) 피치는 도 5 및 도 6의 더 평면형이거나 평탄한 전극(500, 600)의 피부 접촉 표면(502, 602)에 비해 더 큰 피부 접촉 표면(702, 802, 902)을 제공할 수 있다. 이는 일부 비제한적인 양태에 따르면, 대략 100 밀리미터 내지 200 평방 밀리미터 범위일 수 있는 상대적으로 더 큰 피부 접촉 표면 영역을 초래할 수 있다. 예를 들어, 본 개시내용의 일부 바람직한 비제한적 양태에 따르면, 도 7a, 도 7b, 도 8 및 도 9의 피부 접촉 표면(702, 802, 902) 영역은 유사한 외경을 정의하지만 단지 대략 133 평방 밀리미터의 표면 영역만을 갖는 피부 접촉 표면을 갖는 평면 전극(예를 들어, 도 5의 전극(500))과는 대조적으로 대략 145 평방 밀리미터일 수 있다. 따라서, 도 7a, 도 7b, 도 8 및 도 9의 곡선형 피부 접촉 표면(702, 802, 902)을 제공하는 추가적인 이점은 전극(700, 800, 900)의 주어진 폼 팩터 또는 "설치 공간"에 대해 더 큰 영역을 제공하여 전극(700, 800, 900)에 의해 생성된 신호의 정확도를 더욱 개선시키는 기능이라는 것을 인식할 것이다.

[0073] 도 7a, 도 7b, 도 8 및 도 9를 추가로 참조하면, 웨어러블 물품(예를 들어, 슬리브, 보조기 등)의 주변 표면에 대해 곡선형 피부 접촉 표면(702, 802, 902)에 의해 제공되는 돌출부는 착용자의 피부에 대한 보조기의 반경방향 압축력을 바람직한 전극(700, 800) 위치에 민감하게 집중시킬 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 결과적인 압축력은 편향을 증가시키고 센서와 착용자 사이의 접촉을 개선할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 다양한 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 하나 이상의 센서, 예컨대 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402)와 함께 웨어러블 물품으로 통합될 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 전극 및 센서는, 개시내용이 이로써 전부 참조로 포함되는, BIASING ELECTRODES SLEEVES라는 명칭으로 2021년 8월 23일자로 출원된 미국 특허 가출원 제 63/235,937호, BRACE WITH INERTIAL MEASUREMENT UNITS라는 명칭으로 2021년 9월 8일자로 출원된 미국 특허 가출원 제 63/241,806호, 및/또는 MULTI-AXIS DIFFERENTIAL STRAIN SENSOR라는 명칭으로 2021년 6월 11일자로 출원된 국제 특허 출원 공개 번호 WO2021253050에 개시된 수단을 통해 웨어러블 물품에 통합될 수 있다. 도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b의 전극(500, 600, 700, 800, 900)과 같은 전극, 및 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402)와 같은 센서를 수용하도록 구성된 웨어러블 물품(1000, 1100, 1200)의 몇 가지 비제한적인 예가 도 10 내지 도 12에 도시되어 있다. 따라서, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 사용(예를 들어, 물리 치료, 가상 현실 구현 등) 동안 전기적 출력을 생성할 수 있기 때문에 적용 부위의 근육에 영향을 미치는 상태를 모니터링하고 심지어 진단하는 데 사용될 수 있다.

[0074] 도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b의 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 정교한 능동 증폭기 및/또는 필터를 포함할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)의 증폭기 및/또는 필터는 가요성 회로의 매우 유연한 TPU 필름에서 "연성 납땜" 프로세스를 사용하여 형성될 수 있다. 따라서, 웨어러블 물품은 가요성, 신축성, 완전 순응성, 능동 회로를 생성하는 가요성 회로의 TPU 필름에 직접 부착될 수 있는 전극(500, 600, 700, 800, 900)(예를 들어, 건식 전극)을 통해 골격근 조직으로부터 전압을 끌어당길 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품이 능동 보철인 경우, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 보철을 제어하도록 구성될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 사용자의 근육 내의 맥박을 검출할 수 있고, 따라서 자신의 근육, 관절 및/또는 부속기관을 움직이려는 사용자의 시도를 모니터링할 수 있다. 따라서, 본 출원에 개시된 가요성 회로 및 다른 컴포넌트는 해당 데이터를 감지된 위치 데이터(예를 들어, IMU에 의해 생성된 데이터, 스트레인 게이지에 의해 생성된 데이터 등)와 비교하여 사용자의 노력 및 사용자의 노력에 의해 생성된 결과를 평가할 수 있다.

[0075] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)(도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및

도 9b)이 본 출원에 개시된 다른 컴포넌트와 함께 로봇 디바이스를 제어하는 데 사용될 수 있음을 인식할 것이다. 예를 들어, 전극은 감지된 위치 데이터(예를 들어, IMU에 의해 생성된 데이터, 스트레인 게이지에 의해 생성된 데이터 등)와 함께 사용될 수 있는 사용자의 노력을 모니터링하여, 관절 모니터링 슬리브(1500)를 착용한 상태에서 사용자의 동작을 시뮬레이션할 뿐만 아니라 관절 모니터링 슬리브(1500) 내의 사용자의 관절 및/또는 부속기관의 인공 재건 역할을 하는 연결된 로봇 디바이스를 통해 이러한 동작을 복제할 수 있다.

[0076] 임의의 전극(500, 600, 700, 800, 900)(도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b)은 전극을 형성하는 데 사용되는 재료 및 도 10 내지 도 12의 웨어러블 물품(1000, 1100, 1200)과 같은 웨어러블 장치에의 결과적인 센서 통합에 필요한 원하는 특성 또는 편향 효과에 따라, 사출 성형, 주조, 또는 임의의 다른 적절한 기술을 포함하여 다양한 동작을 사용하여 형성될 수 있다.

[0077] 또한, 본 출원에 개시된 임의의 전극(500, 600, 700, 800, 900)(도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b)은 건식, 습식, 및/또는 수동형 구성일 수 있다는 점을 인식할 것이다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402) 및 가요성 회로를 참조하여 설명된 바와 같이 앞서 설명한 변형 가능한 전도체와 유사한 전도성 겔을 사용할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 가장 신뢰할 수 있는 신호를 제공하기 위해서는 습식 구성이 바람직할 수 있지만, 습식 전극은 전도성 겔의 사용으로 인해 장기간 사용시 사용자의 편리함 및/또는 편안함이 덜할 수 있다. 따라서, 다른 비제한적인 양태인, 건식 전극이 웨어러블 물품에 통합될 수 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은, 그 개시내용이 이로써 전부 참조로 포함되는 Electrodes and sensors having nanowires라는 명칭으로 2015년 4월 7일자로 출원된 미국 출원 제15/127,455호에 설명된 바와 같이 폴리머(예를 들어, 폴리디메틸실록산("PDMS") 등)에 내장된 가요성의 건조한 은 나노와이어 구성을 포함할 수 있다. 그러나, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 은 및/또는 염화은 펠릿형 전극(예를 들어, J&J Engineering의 SE-12 및 SE-13 등)을 포함할 수 있다. 물론, 또 다른 비제한적인 양태에 따르면, 다양한 다른 전극 유형이 도 5 내지 도 9의 구성으로 형성될 수 있다. 앞서 설명한 예는 단지 예시의 목적으로 제공된다.

[0078] 그럼에도 불구하고, 도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b의 앞서 설명한 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 비록 구성은 다르지만, 본 출원에서 고려되는 웨어러블 물품에 통합될 때 유사한 생체 인식 데이터 및 신호를 수집하는 데 사용될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 예를 들어, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 전극은 대략 8 밀리미터의 직경을 갖는 원형 접촉 영역을 가질 수 있다(예를 들어, J&J Engineering의 SE-12 등). 다른 비제한적인 양태에 따르면, 전극은 대략 17 밀리미터의 더 큰 직경을 포함할 수 있다(예를 들어, J&J Engineering의 SE-13 등).

[0079] 전극(500, 600, 700, 800, 900)(도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b)이 은 나노와이어 유형 구성을 포함하는 비제한적인 양태에 따르면, 본 개시내용은 치수적으로 제한되지 않기 때문에, 다양한 기하학적 형상과 크기를 선택할 수 있다. 예를 들어, 일부 바람직한 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 은 나노와이어 유형 구성을 포함하고 적어도 약 20 평방 밀리미터의 표면 접촉 영역을 정의한다. 예를 들어, 이러한 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 대략 5 밀리미터의 직경을 갖는 원형 접촉 영역, 또는 대략 4.5 밀리미터의 폭 및 길이를 갖는 직사각형 접촉 영역을 포함할 수 있다. 다른 바람직한 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 대략 130 평방 밀리미터의 접촉 영역을 정의할 수 있다. 예를 들어, 이러한 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 대략 13 밀리미터의 직경을 갖는 원형 접촉 영역, 또는 대략 11.5 밀리미터의 폭 및 길이를 갖는 직사각형 접촉 영역을 포함할 수 있다. 또 다른 비제한적인 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 900 평방 밀리미터만큼 큰 표면 영역을 정의할 수 있다. 예를 들어, 이러한 양태에 따르면, 전극(500, 600, 700, 800, 900)은 대략 34 밀리미터의 직경을 갖는 원형 접촉 영역, 또는 대략 30 밀리미터의 폭 및 길이를 갖는 직사각형 접촉 영역을 포함할 수 있다.

[0080] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품(예를 들어, 도 10 내지 도 12의 웨어러블 물품(1000, 1100, 1200))은 더 큰 접촉 영역을 필요로 하는 특정 근육 그룹의 활동을 모니터링 및/또는 측정하도록 구성될 수 있다. 이러한 비제한적인 양태에서, 전극(500, 600, 700, 800, 900)(도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b)의 접촉 영역은 물리적 파라미터 및 이에 따른 웨어러블 물품의 동작(예를 들어, 유연성, 가요성, 신축성 등)과 상관될 수 있는 전기적 파라미터와 연관된 신호를 생성 및 처리하기 위해 임의의 센서, 가요성 회로, 및/또는 추가적인 전자 장치를 또한 처리해야 하는 웨어러블 물품의 이용 가능한 영역에 의해 제한될 수 있다. 따라서, 본 출원에 개시된 센서(102, 402)(도 1 내지 도 4), 전극(500, 600, 700, 800, 900)(도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b), 및 웨어러블 물품(1000, 1100, 1200)(도 10 내지 도 12) 구성은 단지 예시일 뿐이며 제한하려는 의도는 아니라는 것을 인식할 것이다. 달리 말해서, 웨어러블 물품(1000, 1100,

1200)(도 10 내지 도 12) 및 그 각각의 전자 컴포넌트는 관심 있는 특정 관절 또는 신체 부위에 맞게 특별히 맞춤형될 수 있다.

[0081] 이제, 도 10을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 하나의 이러한 웨어러블 물품(1000)이 도시되어 있다. 도 10의 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품(1000)은 미리 결정된 직경(D)에 의해 정의되는 관형 구성의 관절 모니터링 슬리브로서 구성될 수 있다. 본 출원에 사용된 용어 "관절 모니터링 슬리브"는 임의의 관절(예를 들어, 무릎, 팔꿈치, 어깨, 손목, 발목, 엉덩이 등) 및/또는 부속기관(예를 들어, 팔, 다리, 손가락, 발가락, 목, 등 등)의 움직임을 모니터링하도록 구성된 웨어러블 물품을 포함한다는 것을 인식할 것이다. 직경(D)은 특히 관절 모니터링 슬리브(1000)가 원하는 관절 및/또는 부속기관 주위에 착용될 수 있게 하도록 구성될 수 있다. 도 10의 관절 모니터링 슬리브(1000)가 복수의 전극(1004, 1006)으로 도시되어 있지만, 일부 비제한적인 양태에 따르면 관절 모니터링 슬리브(1000)는 센서(예를 들어, 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402)) 및/또는 다른 전자 컴포넌트(예를 들어, 힘 센서, 유도 코일 센서, 온도 센서 등)를 더 포함할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 전극(1004, 1006)을 포함하는 전자 컴포넌트는 앞서 개시된 바와 같이 변형 가능한 전도체로 구성된 가요성 회로를 사용하여 전기적으로 결합될 수 있다.

[0082] 도 10의 비제한적인 양태를 추가로 참조하면, 관절 모니터링 슬리브(1000)에 통합된 임의의 수의 전극(1004, 1006)은 도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8 및 도 9를 참조하여 설명된 임의의 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 전극(1004)은 도 6 및 도 8의 전극(600, 800)과 같은 직사각형 구성을 포함할 수 있고, 일부 전극(1006)은 도 5, 도 7a, 도 7b, 도 9a, 및 도 9b의 전극(500, 700, 900)과 같은 원형 구성을 포함할 수 있다. 추가적으로, 임의의 전극(1004, 1006)은 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b의 전극과 같은 돌출된 피부 접촉 표면을 포함할 수 있으며, 이에 의해 전극(1004, 1006)에 앞서 설명된 편향 효과가 부여되게 된다. 예를 들어, 이제 도 11을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 웨어러블 물품(1100)이 도시되어 있다. 도 11의 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품은 도 9a 및 도 9b의 전극(900)과 유사한 구성을 가진 적어도 하나의 전극(1102)을 포함할 수 있는 관절 모니터링 슬리브(1100)로서 구성될 수 있다. 마찬가지로, 도 12는 도 8의 전극(800)과 유사한 구성을 가진 적어도 하나의 전극(1202)을 포함하는 관절 모니터링 슬리브로서 구성된 다른 웨어러블 물품(1200)을 도시한다. 따라서, 도 10 내지 도 12의 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)는, 앞서 설명한 가요성 회로, 변형 가능한 전도체, 센서(102, 402)(도 1 내지 도 4), 및 기타 전자 장치(예를 들어, 도 1의 저항계(112) 및/또는 프로세서(114) 등과 함께, 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)를 착용한 상태에서 사용자의 물리적 움직임과 연관된 물리적 파라미터와 상관될 수 있는 전기적 파라미터를 생성할 수 있는 다양한 전극(1004, 1006, 1102, 1202) 구성을 포함할 수 있다.

[0083] 예를 들어, 관절 또는 부속기관의 구부림 동안의 동작 범위는 특히, 환자가 재활 중일 때, 건강의 주요 지표가 될 수 있다. 도 10 내지 도 12의 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)는 향상된 정확도로 환자의 유연성 및 동작을 능동적으로 모니터링할 수 있는 전극(1004, 1006, 1102, 1202) 및/또는 추가적인 전자 장치를 이용한다. 예를 들어, 전극(1004, 1006, 1102, 1202) 및/또는 센서(102, 402)(도 1 내지 도 4)는 관절과 함께 움직이도록 고유하게 구성되는 변형 가능한 전도체(예를 들어, 유체 금속 겔 트레이스 등)를 특징하는 가요성 전도체를 통해 구현될 수 있다. 추가적으로, 이러한 가요성 회로에 의해 사용되는 전도체의 변형 가능 특성으로 인해, 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)는 제한적이며 일부 비제한적인 양태에 따르면 수천 번의 스트레인 사이클에 걸쳐 열화가 전혀 발생하지 않는다. 따라서, 도 10 내지 도 12의 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)를 통한 정확한 결과를 보장하기 위한 교정은 필요하지 않다.

[0084] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)는 관심 위치(예를 들어, 환자의 정강이 앞부분 등)에 위치되는 압력 센서를 더 포함할 수 있어, 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)는 관심 위치의 부종을 측정할 수 있게 한다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 압력 센서는 도 1 내지 도 4의 스트레인 센서(102, 402)와 유사하게 구성될 수 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 압력 센서는 WEARABLE ARTICLE WITH FLEXIBLE INDUCTIVE PRESSURE SENSOR라는 명칭으로 2021년 9월 3일자로 출원된 국제 특허 출원 번호 PCT/US2021/071374, FLEXIBLE THREE-DIMENSIONAL ELECTRONIC COMPONENT라는 명칭으로 2021년 10월 22일자로 출원된 미국 가출원 제63/270,589호, 및 DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS FOR MAKING AND USING A FLUID-FILLABLE CIRCUIT라는 명칭으로 2021년 10월 27일자로 출원된 미국 가출원 제63/272,487호에 설명된 것 중 어느 하나를 포함할 수 있으며, 이들의 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 따라서, 센서의 유도 코일이 늘리거나 연장되면, 센서에 의해 생성된 전기적 파라미터(예를 들어, 전자기 인덕턴스 등)가 변경되고 대응 신호는 압력 센서에 의해 검출된 관심 위치의 부종의 특성화를 위해 회로를 통해 프로세서(114)(도 1)로 송신될 수 있다. 물론, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 유사한 효과를 달성하기 위해 대체 압력 센서(예를 들어, 스

트레인 게이지, 박막 압력 센서, 가변 정전용량 압력 센서 등)가 구현될 수 있다.

[0085] 또 다른 비제한적인 양태에서, 관절 모니터링 슬리브(1000, 1100, 1200)는 앞서 설명한 변형 가능한 전도체로 구성된 온도 센서를 포함할 수 있다. 이러한 전도체는 온도 구배에 노출되면 변형될 수 있으며, 이는 회로에 걸쳐 생성된 전기적 파라미터 사이에 차이를 초래할 수 있다. 예를 들어, 모니터링된 위치의 온도가 변하면, 변형 가능한 전도체 또는 캡슐화 구조가 팽창하거나 수축할 수 있으며 변형 가능한 전도체 전체에 걸쳐 측정된 저항의 변화는 온도 변화와 상관될 수 있다. 이러한 차이는 연결된 프로세서(114)(도 1)에 의해 처리될 수 있고 온도 센서의 위치에서 관절 또는 부속기관의 온도 변화와 상관될 수 있으며, 이는 혈류의 변화를 나타낼 수 있다.

[0086] 이제, 도 13을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 웨어러블 물품에 통합되도록 구성된 가요성 회로(1300)가 도시되어 있다. 도 13의 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1300)는 2017년 2월 27일자로 출원되고 2017년 9월 8일에 국제 특허 공개 번호 WO2017/151523A1로 공개된 LIQUID WIRE라는 명칭의 국제 특허 출원 번호 PCT/US2017/019762에 개시된 것과 같은 변형 가능한 전도체로 형성된 하나 이상의 트레이스(1302)를 포함할 수 있으며, 그 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 트레이스(1302)는 "CONTINUOUS INTERCONNECTS BETWEEN HETEROGENEOUS MATERIALS"라는 명칭으로 2019년 5월 28일자로 출원된 미국 특허 출원 공개 제2020/0381349호에 개시된 것과 같은 매체(1303)에 배치될 수 있으며, 그 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1300)는 "STRUCTURES WITH DEFORMABLE CONDUCTORS"라는 명칭으로 2018년 8월 22일자로 출원된 미국 특허 출원 공개 제2020/0066628호에 개시된 기술에 따라 구성될 수 있으며, 그 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 예를 들어, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 본 출원에 개시된 스트레인 게이지의 트레이스(1302)는 앞서 설명된 유체상 전도체로부터 구성될 수 있으며, 이는 이완된 상태로 복귀했을 때 히스테리시스가 거의 또는 전혀 없는 트레이스의 전기적 특성에 있어서의 예측 가능하고 측정 가능한 변화를 생성할 수 있다. 그러나, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 대체 전도체(예를 들어, 은 잉크 등)가 사용될 수 있지만, 다수의 변형 사이클을 겪은 후 이완된 상태로 복귀할 때 히스테리시스(또는 전기 특성의 측정 가능한 변화)가 발생하지 않을 수 있다. 설명되는 바와 같이, 본 출원에 개시된 교정 방법(예를 들어, 방법(2200))은 대체 전도체를 이용하는 가요성 회로의 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0087] 도 13을 계속 참조하면, 가요성 회로(1300)는 직렬 통신 버스(1310)(예를 들어, I2C 프로토콜 등)를 통해 적어도 하나의 IMU(1308)에 전기적으로 결합된 프로세서(1304)를 더 포함할 수 있다. 트레이스(1302) 중 하나 이상은 다중 게이지, 저전력 센서(1306)에 전기적으로 결합된 가요성 회로(1300)의 스트레인 게이지(1312) 부분을 형성하도록 구체적으로 구성될 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 스트레인 게이지(1312) 및 센서(1306)는 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402)와 유사하게 가요성 회로(1300) 전체에 걸쳐 스트레인을 측정하도록 구성될 수 있다. 또한, 스트레인 게이지(1312) 및 센서(1306). 일부 비제한적인 양태에 따르면, 스트레인 게이지(1312)에 의해 생성된 전기적 파라미터는 가요성 회로(1300)가 이동할 때 IMU(1308)에 의해 생성된 IMU 데이터와 상관될 수 있고, 따라서 IMU(1308)를 교정하는 데 사용될 수 있다. 도 13의 가요성 회로(1300)에는 도 15 내지 도 17의 관절 모니터링 슬리브(1500, 1600)를 참조하여 설명되는 기능 중 일부가 부족하지만, 도 13의 가요성 회로(1300)는 단일의 적층 구조로서 기능하는 매체(1303) 상으로 적어도 일부 기능을 조합한 통합된 유연형 회로를 제공한다. 이는 효율, 경제성, 제조 용이성, 및 웨어러블 물품에의 보다 단순한 통합을 더욱 증진할 수 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 단일의 적층 구조는 도 15 내지 도 17을 참조하여 설명된 것을 포함하여 본 출원에 개시된 임의의 컴포넌트 및/또는 기능을 통합하는 데 사용될 수 있다. 따라서, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 도 13의 구성과 유사한 회로(1300) 구성은 도 15 내지 도 17의 관절 모니터링 슬리브(1500, 1600)의 향상된 기능과 함께 앞서 설명된 이점을 제공할 수 있다.

[0088] 예를 들어, 웨어러블 물품이 사용자의 무릎 주위에 착용되는 관절 모니터링 슬리브로서 구성되는 비제한적인 양태에 따르면, 적어도 2개 이상의 IMU(1308)는 슬개골의 양쪽에 위치될 수 있고 스트레인 게이지(1312)는 각각의 IMU(1308) 사이의 관절 모니터링 슬리브의 일부에 걸쳐 무릎의 슬개골을 가로지르도록 구성될 수 있다. 따라서, 사용자가 무릎에 관절 모니터링 슬리브를 착용한 상태에서 다리를 구부리면, 가요성 회로(1300)가 다양한 각도에 걸쳐 사용자의 다리 동작에 걸쳐 팽창 및 수축됨에 따라, 스트레인 게이지(1312)는 사용자의 무릎 슬개골에 걸친 스트레인을 측정할 수 있다. 이 데이터는 변형 가능한 전도체로 형성된 트레이스(1302)에 의해 측정될 수 있으며 관절 모니터링 슬리브를 장식하는 신체 부위의 동작과 정확하게 상관될 수 있는 선형 스트레인을 가정함으로써 교정 지점 사이의 각도 관계와 상관될 수 있다. 추가적으로, IMU(1308)는 각도의 공생적 측정을 추가할 수 있고 관절의 회전 및/또는 스트레인 게이지(1312)의 설정점을 넘어서는 과도한 확장을 모니터링함으로써 스트레인 데이터를 보완할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, IMU(1308) 자체는 스트레인 게이지

지(1312)를 보완 및/또는 대신하여 동작하도록 구성되는 가요성 회로 상호 연결부를 포함할 수 있으며, 따라서 유체상 전도체는 IMU(1308)에 종래의 IMU에 비해 향상된 정확도를 부여할 수 있다.

[0089] 이제 도 14a 내지 도 14d를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 양태에 따라 여러 다른 가요성 회로(1400, 1420, 1430)가 도시되어 있다. 도 13의 가요성 회로(1300)와 유사하게, 도 14a 내지 도 14d의 가요성 회로(1400, 1420, 1430)는 매체(1403) 상에 배치된 변형 가능한 전도체로 형성된 하나 이상의 트레이스(1402)를 포함할 수 있으며, 그 개시내용이 이로써 전부 참조로 포함되는, "STRUCTURES WITH DEFORMABLE CONDUCTORS"라는 명칭으로 2018년 8월 22일자로 출원된 미국 특허 출원 공개 제2020/0066628호에 개시된 기술에 따라 구성될 수 있다. 추가적으로, 도 14a 및 도 14b의 가요성 회로(1400)는 하나 이상의 센서(예를 들어, 도 1 내지 도 4의 센서(102, 402)) 및/또는 다른 전자 컴포넌트(예를 들어, IMU, 프로세서, 힘 센서, 유도 코일 센서, 온도 센서 등)를 더 포함할 수 있다. 전극(1004, 1006)을 포함하는 전자 컴포넌트는 앞서 개시된 바와 같이 변형 가능한 전도체로 구성된 가요성 회로를 사용하여 전기적으로 결합될 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 변형 가능한 전도체는 가요성 회로(1400)의 버스(예를 들어, 도 13의 버스(1310)) 부분 및/또는 가요성 회로(1400)의 스트레인 게이지(예를 들어, 도 13의 스트레인 게이지(1312)) 부분으로서 구성될 수 있다.

[0090] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 도 14a의 가요성 회로(1400)는 웨어러블 물품 내에 통합된 다양한 전극과 경계면을 이루고 이를 웨어러블 물품 전체에 걸쳐 배치된 회로(1400, 1420, 1430)의 다른 부분에 전기적으로 결합하도록 구성될 수 있다.

[0091] 도 14c를 참조하면, 다른 비제한적인 양태에 따라, 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)은, WEARABLE ARTICLE WITH FLEXIBLE INDUCTIVE PRESSURE SENSOR라는 명칭으로 2021년 9월 3일자로 출원된 국제 특허 출원 번호 PCT/US2021/071374, FLEXIBLE THREE-DIMENSIONAL ELECTRONIC COMPONENT라는 명칭으로 2021년 10월 22일자로 출원된 미국 가출원 제63/270,589호, 및 DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS FOR MAKING AND USING A FLUID-FILLABLE CIRCUIT이라는 명칭으로 2021년 10월 27일자로 출원된 미국 가출원 제63/272,487호에 설명된 것 중 어느 하나를 포함하여 압력 센서로서 구성될 수 있으며, 이들의 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 예를 들어, 도 14c의 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)은 (예를 들어, 폼 상에 또는 압축성 유체로 채워진 블래더 내부에 전도성 평면을 장착하는 등으로) 웨어러블 물품 내에 통합된 전도성 평면에 대해 편향될 수 있는 코일로서 구성될 수 있다. 전도성 평면과 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)의 코일 사이의 거리가 변경됨에 따라, 전기적 파라미터(예를 들어, 전자기 인덕턴스)의 차이가, 예를 들어 WEARABLE ARTICLE WITH FLEXIBLE INDUCTIVE PRESSURE SENSOR라는 명칭으로 2021년 9월 3일자로 출원된 국제 특허 출원 번호 PCT/US2021/071374(미국 가출원 제63/270,589호)에 개시된 바와 같은 저항기의 커패시터, 인덕터, 커패시터("RLC") 회로를 통해 검출될 수 있다. 따라서, 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)의 유도 코일이 늘리거나 및/또는 연장됨에 따라, 가요성 회로(1420)의 해당 부분(1422)에 의해 생성된 전기적 파라미터(예를 들어, 전자기 인덕턴스 등)가 변경되고 대응 신호는 부분(1422)이 위치되는 곳에서 부종의 특성화를 위해 회로를 통해 프로세서(114)(도 1)로 송신될 수 있다. 따라서, 유도 압력 센서로서 구성된 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)은 앞서 개시된 바와 같이 관절 및/또는 부속기관의 특정 부분의 부종을 모니터링하도록 구성될 수 있다.

[0092] 도 14d의 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1430)는 웨어러블 물품의 특정 위치에서 "스팟" 모니터링을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 14d의 가요성 회로(1430)는 앞서 개시된 바와 같이, 예를 들어 혈류 및/또는 부종을 모니터링하기 위한 온도 센서 및/또는 압력 센서로서 기능하도록 구성될 수 있다.

[0093] 변형 가능한 전도체(1402) 및 매체(1403)의 가요성 특성으로 인해, 가요성 회로(1400, 1420, 1430)는 종래의 회로에 비해 엄청난 양의 가요성이 부여될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 예를 들어, 도 14a의 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1400)는 휴지 및 변형되지 않은 상태이다. 따라서, 변형 가능한 전도체(1402)에 의해 형성된 트레이스를 통해 전류가 도입될 때, 가요성 회로는 휴지 상태에서 복수의 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량 및/또는 전자기장 등)를 생성하게 된다. 그러나, 도 14b의 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1400)는 트레이스 및/또는 전자 컴포넌트 사이에 불연속부를 도입하지 않고도 본질적으로 반으로 절첩될 수 있으며, 다른 비제한적인 양태에 따르면 감기거나 및/또는 꼬일 수 있다. 물론, 가요성 회로(1400)가 이러한 변형을 겪음에 따라, 다양한 정도의 응력 하에서 가요성 회로(1400)에 의해 생성된 복수의 전기적 파라미터는 휴지 상태에서 가요성 회로(1400)가 생성하는 것과는 다를 것이다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 유체상 전도체를 포함하는 가요성 회로(1400)는 "휴지" 상태에 비해 20% 내지 40%의 변형을 경험할 수 있으며, 이에 따라 회로(1400)에 의해 생성된 전기적 파라미터가 달라지게 된다.

- [0094] 스트레인 감지 가요성 회로를 형성하기 위해 대체 전도체(예를 들어, 은 잉크 등)가 사용되는 비제한적인 양태에 따르면, 이러한 회로는 히스테리시스를 경험할 수 없고, 따라서 여러 번의 변형 사이클을 거친 후 이완된 상태로 복귀시 전기적 특성의 측정 가능한 변경을 경험할 수 있다. 이는 "스트레인 크리프", 즉, 변형 사이클의 수가 증가함에 따라 성능이 저하되는 현상으로 알려져 있다. 이러한 양태에 따르면, 이러한 대체 전도체를 이용하는 스트레인 감지 가요성 회로(1300)의 성능은 본 출원에 개시된 교정 방법(2200)(도 22)을 통해 향상될 수 있다.
- [0095] 도 14a 및 도 14b의 비제한적인 양태에 따르면, 그 개시내용이 이로써 전부 참조로 포함되는, DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS FOR MAKING AND USING A FLUID-FILLABLE CIRCUIT이라는 명칭으로 2021년 10월 27일자로 출원된 미국 특허 가출원 제63/272,487호에 개시된 바와 같이, 프로세서(1404)는 가요성 회로(1400) 상에 배치된 다양한 센서 및/또는 컴포넌트로부터 신호를 수신할 수 있고, 따라서 프로세서(1404)는 생성된 전기적 파라미터의 차이를 식별하여 가요성 회로(1400)의 변형과 연관된 다양한 물리적 파라미터와 상관시킬 수 있다. 따라서, 도 14a 및 도 14b의 가요성 회로(1400)는 사용자의 관절 및/또는 부속기관의 동작을 정확하게 모니터링 및 특성화하기 위해 웨어러블 물품에 통합될 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1400) 및/또는 웨어러블 물품은 하나 이상의 IMU를 더 포함할 수 있다. 따라서, 생성된 전기적 파라미터의 차이는 IMU 데이터를 교정하기 위해 상관될 수 있으며 앞서 설명한 바와 같이 IMU 데이터를 보완 및/또는 교정하는 데 사용될 수 있다.
- [0096] 이제, 도 15를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하도록 구성된 웨어러블 물품(1500)이 도시되어 있다. 도 15의 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품(1500)은 특히 사용자의 무릎 주위에 착용되도록 설계된 관절 모니터링 슬리브로서 구성될 수 있다. 그러나, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 대안적으로 임의의 관절(예를 들어, 무릎, 팔꿈치, 어깨, 손목, 발목, 엉덩이 등) 및/또는 사용자의 부속기관(예를 들어, 팔, 다리, 손가락, 발가락, 목, 등) 주위에 착용되도록 설계될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 도 15에 도시된 바와 같이, 도 15의 관절 모니터링 슬리브(1500)는 웨어러블 물품 내에 통합된 다양한 전극(예를 들어, 도 5, 도 6, 도 7a, 도 7b, 도 8, 도 9a, 및 도 9b의 전극(500, 600, 700, 800, 900))과 경계면을 이루도록 구성되고 관절 모니터링 슬리브(1500)를 형성하는 가요성 매체(1506)(예를 들어, 엘라스틱, 스판덱스, 면, 및/또는 다른 천연 및 합성 직물 등) 전체에 걸쳐 배치된 회로(1420, 1501, 1502, 1504)의 다른 부분에 이들 전극을 전기적으로 결합하도록 구성된 도 14a의 가요성 회로(1400)를 포함할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1400)는 도 13의 가요성 회로(1300)와 유사하게 구성될 수 있고, 최소한 도 13의 가요성 회로(1300)의 IMU 아일랜드(1308)와 유사한 IMU를 포함할 수 있다.
- [0097] 도 15를 계속 참조하면, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 압력 감지 가요성 회로(1420)를 더 포함할 수 있는 데, 그 이유는 앞서 개시된 바와 같이, 압력 감지 가요성 회로(1420)가 관절에서의 부종, 또는 부종이 특별한 관심 대상이 되는 관절 모니터링 슬리브(1500)의 임의의 다른 부분을 모니터링하는 데 특히 유리할 수 있기 때문이다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 압력 감지 가요성 회로(1420)는 관절 모니터링 슬리브(1500)의 관절 부분(1508)에 장착될 수 있어, 가요성 회로(1420)는 일반적으로 슬개골에 위치된다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 슬개골에서 압력 감지 가요성 회로(1420)를 사용하는 대신, 스트레인 특정 모니터링을 위해 스트레인 게이지 센서(1501)가 슬개골에 위치될 수 있다. 대안적으로, 가요성 회로(1420)는 관절에 걸쳐 단일 축 스트레인을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 가요성 회로(1420)는 사용자의 허벅지에 있는 무릎 위쪽의 지점으로부터 슬개골을 가로질러 사용자의 정강이에 있는 무릎 아래쪽의 지점까지 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량, 전자기장 등)를 생성할 수 있다. 가요성 회로(1420)에 의해 생성된 전기적 파라미터는 해당 관절에 걸쳐 물리적 파라미터(예를 들어, 스트레인, 응력, 압력, 치수 등)와 상관될 수 있으며 관절 모니터링 슬리브(1500)를 착용한 상태에서 사용자의 동작을 특성화하는 데 사용될 수 있다.
- [0098] 도 15를 추가로 참조하면, 스트레인 감지 가요성 회로(1501)의 하나 이상의 부분은 트레이스가 가요성 회로(1501)의 다른 부분에 비해 더 길거나 또는 그렇지 않으면 상이하도록 대체 트레이스 구성을 포함할 수 있다. 따라서, 해당 부분에서 생성된 전기적 파라미터는 회로(1501)의 다른 부분에서 생성된 전기적 부분에 비해 과장될 수 있으며, 따라서 특정 관심 영역은 응답성이 개선되고 증가된 정확도로 모니터링될 수 있다.
- [0099] 도 14c를 참조하여 언급된 바와 같이, 가요성 회로(1420)는 유도 압력 센서와 같은 압력 센서로 구성된 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)을 포함할 수 있다. 도 15의 비제한적인 양태에 따르면, 하나 이상의 부분(1422)은 슬개골 바로 아래에 위치되어 무릎의 해당 부분의 부종을 모니터링할 수 있다. 추가적으로, 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)은 압력 측정을 용이하게 하기 위해 관절 모니터링 슬리브(1500)의 특정

피처에 대해 위치설정 및/또는 편향될 수 있다. 예를 들어, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)의 관절 부분(1508)은 전도성 층 및/또는 기지의 스프링 상수의 편향 매체(예를 들어, 폼)에 의해 유도 압력 센서로 구성된 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)으로부터 이격되어 통합된 전도성 섬유를 포함하는 직조 층을 포함할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 코일 부분(1422)은 보조기의 제1 층(예를 들어, 피부 대향 층)에 부착될 수 있고 전도성 층은 보조기의 제2 층(예를 들어, 외부 층)에 통합(예를 들어, 재봉, 부착, 직조 등)될 수 있거나, 또는 그 반대도 가능하다. 기지의 스프링 상수의 편향 재료(예를 들어, 폼)는 보조기에 통합되거나 또는 제1 층과 제2 층 사이에 분산될 수 있다. 따라서, 측정된 전기적 파라미터(예를 들어, 전자기 인덕턴스)를 코일과 전도성 층 사이의 거리에 상관시킴으로써 코일과 전도성 층 사이의 계산된 거리에 기초하여 압력이 결정될 수 있다.

[0100] 추가적으로 및/또는 대안적으로, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)의 관절 부분(1508)은 아래에서 설명되는 바와 같이 유도 압력 센서로서 구성된 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)이 무릎의 구부림에 의해 부정적인 영향을 받지 않고 관절 자체의 부종에만 더 반응하도록 강화될 수 있다. 따라서, 일부 바람직한 양태에 따르면, 가요성 회로(1420)의 하나 이상의 부분(1422)이 코일과 전도성 층 사이의 거리에 영향을 주고 모니터링된 압력에 부정적으로(그리고 부정확하게) 영향을 미칠 수 있는 관절의 구부림으로부터 "잠겨거나" 또는 강화되도록, 관절 모니터링 슬리브(1500)의 관절 부분(1508)의 중심에서 가요성 회로의 하나 이상의 부분(1422)을 강화하는 것이 유리할 수 있다. 물론, 하나 이상의 부분(1422)은 해부학적 필요, 사용자 선호도 및/또는 의도된 응용에 따라 관절 모니터링 슬리브(1500)의 어느 곳이나 위치될 수 있다.

[0101] 달리 말해서, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 관절 모니터링 슬리브(1500)의 특정 위치에서 가요성 회로의 변형을 완화하거나 또는 용이하게 할 수 있는 다른 구조적 구성 및/또는 피처(예를 들어, 관절 부분(1508))를 가질 수 있다. 예를 들어, 특정 가요성 회로(1400, 1420, 1501, 1502, 1504)의 위치에 대해, 변형에 영향을 미칠 수 있고 따라서 해당 회로(1400, 1420, 1501, 1502, 1504)에 의해 생성된 전기적 파라미터를 감소시킬 수 있는 관절 모니터링 슬리브(1500)의 특정 위치에서 직물 특성이 약화될 수 있다(예를 들어, 더 두껍고, 더 얇고, 덜 유연하고, 더 유연하고, 더 쿠션이 있는 등). 따라서, 이러한 특징은 스트레인 센서가 존재하는 일부 구역에서 스트레인 감지 능력을 비활성화할 수 있다(예를 들어, 관절의 양 측면에 있는 스트레인 센서의 구역을 "잠그고" 관절 위로 연장되는 부분만이 자유롭게 신장되게 할 수 있음).

[0102] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로 구조가 장착되는 관절 모니터링 슬리브(1500) 부분에서 편안함을 증진시키기 위해 유사한 피처가 이용될 수 있다. 예를 들어, 가요성 회로는 관절 모니터링 슬리브(1500)의 더 강성 또는 가요성 부분(1506, 1508)에 장착될 수 있어, 관절 모니터링 슬리브(1500)가 사용 중인 동안 가요성 회로의 구조적 특징이 사용자에게 눈에 띄지 않게 되고, 이에 의해 사용자의 불편함이 감소된다. 예를 들어, 이러한 특징은 Article of footwear incorporating a knitted component라는 명칭으로 2019년 5월 9일자로 출원된 미국 특허 제8,898,932호에 설명된 방법을 통해 도입될 수 있으며, 그 개시내용은 이로써 전부 참조로 포함된다. 구체적으로, 미국 특허 제8,898,932호는 예시적인 물품의 편직 및 직물의 부분을 재강화하는 것을 제공한다. 그러나, 본 개시내용에 따르면, 사용자 편안함을 증진시키는 것과 함께, 관절 모니터링 슬리브(1500)의 특정 부분(1506, 1508)의 변형을 강화 및/또는 향상시키기 위해 유사한 기술을 사용하여 가요성 회로(1400, 1420, 1501, 1502, 1504)로부터 원하는 전기적 응답을 증진시킬 수 있다.

[0103] 도 15의 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 웨어러블 물품의 특정 위치에서 "스팟" 모니터링을 위해 구성된 다른 가요성 회로 및/또는 센서(1504)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 가요성 회로(1504)는 온도 센서를 포함할 수 있거나 및/또는 앞서 설명된 바와 같이 관절 모니터링 슬리브(1500)의 특정 부분에서, 예를 들어 혈류 및/또는 부종을 모니터링하기 위한 압력 센서로서 기능하도록 구성될 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 다른 가요성 회로 및/또는 센서(1504)는 온도 센서를 포함할 수 있다. 물론, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로 및/또는 센서(1504)는 유사한 효과를 달성하도록 구현되는 대체 압력 센서(예를 들어, 스트레인 게이지, 박막 압력 센서, 가변 정전용량 압력 센서 등)를 포함할 수 있다.

[0104] 도 15를 추가로 참조하면, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 제3 가요성 회로(1501)에 의해 생성된 전기적 파라미터에 대응하는 신호에 응답하여 조명하도록 구성된 하나 이상의 발광 다이오드("LED")를 포함하는 온보드 표시기(1502)에 전기적으로 결합되며 스트레인 센서로서 구성되는 제3 가요성 회로(1501)를 더 포함할 수 있다. 본 출원에서, 구체적으로 도 21a 내지 도 21c를 참조하여 또는 도 19의 하나 이상의 LED 및/또는 복수의 버튼(1910)을 참조하여 더 구체적으로 설명되는 바와 같이, 온보드 표시기(1502)는 관절 모니터링 슬리브(1500)를 사용하는 동안 사용자의 동작에 관한 실시간 피드백을 제공하도록 구성될 수 있다. 그러나, 표시기(1502)의 하나 이상의 LED를 통해 사용자는 구부림 범위를 실시간으로 쉽게 모니터링할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에

따르면, 온보드 표시기(1502)는 재활 동안 동작 운동의 범위를 통해 환자를 안내하는 데에 사용될 수도 있다. 추가적으로 및/또는 대안적으로, 표시기(1502)는 일부 비제한적인 양태에 따라, 관절 모니터링 슬리브(1500)를 착용한 상태에서 사용자의 동작과 연관된 보다 정교한 시각적 표시, 촉각 피드백, 및/또는 청각적 경고를 제공하도록 구성된 보다 정교한 디스플레이, 촉각 센서, 및/또는 변환기를 포함할 수 있다.

[0105] 도 15에서는 시각적으로 명확하지 않지만, 관절 모니터링 슬리브(1500)의 가요성 회로(1400, 1420, 1501, 1502, 1504)가 관절 모니터링 슬리브(1500) 내에 통합된 도 13의 직렬 통신 버스(1310)와 유사한 버스 아키텍처에 전기적으로 결합될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 도 13의 가요성 회로(1300)의 통합 아키텍처는 도 15의 관절 모니터링 슬리브(1500)의 컴포넌트 및 기능을 포함하도록 구현될 수 있으며, 이에 의해 앞서 설명한 효율 및 경제적 이점이 가능해진다. 또 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 다수의 평면에 회로를 수직으로 쌓도록 구성된 하나 이상의 비아를 포함할 수 있으며, 이는 필요한 재료를 감소시킬 수 있고, 따라서 유체상 전도체의 신장, 회로, 및 처리량을 증가시킬 수 있다.

[0106] 추가적으로 및/또는 대안적으로, 도 15의 관절 모니터링 슬리브(1500)의 임의의 및/또는 모든 가요성 회로(1400, 1420, 1502, 1504)는 본 출원에 개시된 바와 같이, 관절 모니터링 슬리브(1500)에 걸쳐 생성된 신호를 수신 및 처리하고 이들 신호와 후속 집합 및 상관 관계에 기초하여 사용자의 동작을 특성화하도록 구성된 온보드 프로세서(예를 들어, 도 1의 프로세서(114) 등)에 전기적으로 결합될 수 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)의 가요성 회로(1400, 1420, 1502, 1504)는 원격 프로세서에 전기적으로 결합될 수 있다. 또 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 원격 프로세서에 대해 무선으로 신호를 송신하도록 구성된 무선 트랜시버를 더 포함할 수 있다.

[0107] 또 다른 비제한적인 양태에서, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 트랜시버 및 사용자에게 실시간 피드백(예를 들어, 시각적 표시, 청각적 경고, 촉각 피드백 등)을 제공하도록 구성된 하나의 이러한 원격 프로세서를 포함하는 모바일 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 랩톱, 스마트폰, 스마트 시계, 스마트 안경 등)와 무선으로 통신할 수 있다. 이러한 양태에 따르면, 모바일 컴퓨팅 디바이스는 원격 프로세서에 의해 실행될 때 원격 프로세서로 하여금 관절 모니터링 슬리브(1500)로부터 수신된 신호에 기초하여 사용자의 동작의 시뮬레이션을 생성하게 하고 시뮬레이션을 모바일 컴퓨팅 디바이스의 디스플레이를 통해 디스플레이하게 하는 애플리케이션을 저장하도록 구성된 메모리를 더 포함할 수 있다. 또 다른 비제한적인 양태에 따르면, 애플리케이션은 미리 정의된 운동을 통해 사용자를 안내하고 슬리브(1500)에 탑재된 또는 모바일 컴퓨팅 디바이스에 원격으로 탑재된 컴포넌트(예를 들어, 스피커, 디스플레이, 촉각 작동기 등)를 통해 제공되는 경고(예를 들어, 청각, 시각, 촉각 등)를 통해 이러한 운동과 연관된 실시간 피드백을 제공하도록 구성될 수 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 애플리케이션은 원격 프로세서에 의해 실행될 때, 추가로 모바일 컴퓨팅 디바이스의 원격 프로세서로 하여금 모바일 컴퓨팅 디바이스의 트랜시버를 통해 관절 모니터링 슬리브(1500)의 온보드 표시기(예를 들어, 도 16의 표시기(1608))를 통한 실시간 피드백을 송신하게 할 수 있다. 또 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500) 및/또는 모바일 컴퓨팅 디바이스는 관절 모니터링 슬리브(1500)의 사용자와 연관된 의료 데이터를 저장하도록 구성된 원격 서버에 통신 가능하게 결합될 수 있다. 이러한 양태에서, 관절 모니터링 슬리브(1500) 및/또는 모바일 컴퓨팅 디바이스는 지역 의료 규정(예를 들어, Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA))을 준수를 보장하는 보안 통신(예를 들어, 대칭성 암호화, 비대칭성 암호화, 해싱 등)을 위해 구성될 수 있다.

[0108] 이제 도 16을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 도 15의 웨어러블 물품(1500)이 도시되어 있다. 도 16의 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)의 가요성 회로(1400, 1420, 1501, 1502, 1504)는 관절 모니터링 슬리브(1500) 내에 통합되어 있다.

[0109] 그러나, 도 16에 도시된 바와 같이, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 슬개골 모니터링 회로(1604) 아래에 위치한 별개의 스트레인 모니터링 회로(1612)를 더 포함할 수 있다. 관절 모니터링 슬리브(1500)의 횡방향 스트레인과 같은 추가적인 모니터링을 제공하기 위해 별개의 스트레인 모니터링 회로(1612)가 관절 모니터링 슬리브(1500)에 포함될 수 있다. 이는 또한 관절 모니터링 슬리브(1500)의 적합도를 모니터링하거나 및/또는 부종을 모니터링하는 데 도움이 될 수 있다.

[0110] 이제, 도 17을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 도 15 및 도 16의 관절 모니터링 슬리브(1500)가 도시되어 있다. 도 17의 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1500)는 사용자의 무릎 관절 아래쪽의 정강이에 위치하도록 구성된 가요성 회로(1512)와 함께 사용자의 무릎 관절 위쪽의 허벅지에 위치하도록 구성된 다른 회로(1602)를 포함할 수 있다. 최소한, 사용자의 무릎 관절 위쪽의 허벅지에 위

치하도록 구성된 제1 회로(1602) 및 사용자의 무릎 관절 아래쪽의 정강이에 위치하도록 구성된 제2 회로(1612)는 도 13의 가요성 회로(1300)의 IMU 아일랜드(1308)와 유사한 IMU를 포함할 수 있다. 따라서, 제1 회로(1602) 및 제2 회로(1612)는 적어도 각각 IMU 데이터를 생성하도록 구성된 제1 IMU(1616) 및 제2 IMU(1618)를 포함할 수 있다. 따라서, 압력 모니터링 회로(1420)는 IMU(1616, 1618)에 의해 생성된 IMU 데이터와 상관될 수 있는 전기적 파라미터(예를 들어, 스트레인 데이터)를 생성할 수 있고, 따라서 IMU(1616, 1618)를 교정할 수 있으며, 이에 의해 관절 모니터링 슬리브(1500)의 드리프트가 완화되고 전반적인 정확도가 개선된다. 물론, 모니터링되는 특정 관절 및/또는 부속기관에 따라, 컴포넌트(예를 들어, 전극, 센서, 가요성 회로, IMU 등)의 수량은 달라질 수 있다. 무릎에는 2개의 동작 평면만 있기 때문에 무릎을 모니터링하는 비제한적인 양태의 경우에는 2개의 IMU 구성이 적합하다. 그러나, 특정 구성은 모니터링되는 관절 및/또는 부속기관에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 어깨에는 5개의 동작 평면이 포함되어 있으며, 전체 동작 범위를 정확하게 모니터링하려면 각각의 평면 사이에 첨부용 가요성 회로가 배치되어 있는 더 많은 IMU가 필요할 수 있다.

[0111] 일부 비제한적인 양태에 따르면, 전극, 센서, 가요성 회로 및/또는 IMU의 임의의 조합에 의해 생성된 데이터의 교정은 본 출원에 더 구체적으로 설명되는 바와 같이 도 22의 방법(2200)에 따라 수행될 수 있다. 추가적으로 및/또는 대안적으로, 이미지 캡처 데이터는 본 출원에서 더 구체적으로 설명되는 바와 같이 도 23의 방법(2400)에 따라 전극, 센서, 가요성 회로 및/또는 IMU의 임의의 조합에 의해 생성된 데이터에 사용되고 상관될 수 있다. 도 23의 방법(2400)은 도 16의 관절 모니터링 슬리브(1600)를 착용한 상태에서 가상 환경에서 사용자의 동작의 시뮬레이션을 생성하기 위해 본 출원에 개시된 전극, 센서, 가요성 회로 및/또는 IMU로부터의 데이터를 사용하는 데 특히 유용할 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0112] 이제, 도 18을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하도록 구성된 다른 웨어러블 물품(1800)이 도시되어 있다. 도 15 내지 도 17의 웨어러블 물품(1500, 1600)과 유사하게, 도 18의 웨어러블 물품(1800)은 특히 사용자의 무릎 주위에 착용되도록 설계된 관절 모니터링 슬리브로서 구성될 수 있다. 그러나, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1800)는 사용자의 임의의 관절(예를 들어, 무릎, 팔꿈치, 어깨, 손목, 발목, 엉덩이 등) 및/또는 부속기관(예를 들어, 팔, 다리, 손가락, 발가락, 목, 등 등) 주위에 착용되도록 대안적으로 설계될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0113] 도 18의 비제한적인 양태에 따르면, 웨어러블 물품(1800)은 웨어러블 물품(1800)의 슬개골 부분(1812) 아래쪽에 위치한 다른 가요성 회로(1802)를 포함할 수 있다. 도 18의 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(1802)는 도 13의 가요성 회로(1300)와 유사하게 더 통합된 아키텍처를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 18의 가요성 회로(1802)는 변형 가능한 전도체로 형성되고 스트레인 센서로 기능하도록 구성된 복수의 트래이스(1804), 압력 센서(1820), 온도 센서(1818) 및 IMU(1806)를 포함할 수 있고, 이들은 모두 동일한 가요성 매체(1801) 또는 기판에 장착된다. 도 18의 비제한적인 양태에 따르면, 통합된 가요성 회로(1802)는 프로세서(1808)에 전기적으로 결합될 수 있지만, 다른 비제한적인 양태에 따르면 프로세서(1808)는 도 13의 프로세서(1306)와 유사하게 가요성 매체(1801)에 통합될 수도 있다.

[0114] 도 18의 비제한적인 양태를 더 참조하면, 관절 모니터링 슬리브(1800)는 도 13의 직렬 통신 버스(1310)(예를 들어, I2C 프로토콜 등)와 유사한 버스 아키텍처(1810)를 더 포함할 수 있으며, 변형 가능한 전도체로 형성되어 관절 모니터링 슬리브(1800) 내에 통합될 수 있으며, 또한 통합된 가요성 회로(1802)를 관절 모니터링 슬리브(1800)의 다른 곳에 위치한 다른 센서, 회로 및/또는 전극, 예컨대 스트레인 감지 회로(1816)에 전기적으로 결합할 수 있다.

[0115] 이제, 도 19를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라 사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하도록 구성된 다른 웨어러블 물품(1900)이 도시되어 있다. 도 15 내지 도 18의 웨어러블 물품(1500, 1600, 1800)과 유사하게, 도 19의 웨어러블 물품(1900)은 특히 사용자의 무릎 주위에 착용되도록 설계된 관절 모니터링 슬리브로서 구성될 수 있다. 그러나, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1900)는 사용자의 임의의 관절(예를 들어, 무릎, 팔꿈치, 어깨, 손목, 발목, 엉덩이 등) 및/또는 부속기관(예를 들어, 팔, 다리, 손가락, 발가락, 목, 등 등) 주위에 착용되도록 대안적으로 설계될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

[0116] 도 19의 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(1900)는 앞서 설명된 바와 같이, 집적 회로(1906, 1908)의 가요성을 증진 또는 억제하거나 및/또는 사용자의 편안함을 향상시키기 위해 서로 다른 재료 특성을 가질 수 있는 제1 부분(1902) 및 제2 부분(1904)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 센서 및/또는 회로(1906, 1908)를 수용하는 부분(1902)은 다양한 보조 비감지 회로를 수용할 수 있는 주변 부분(1904)보다 더 유연할 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 센서 및/또는 회로(1906, 1908)는 특히 사용자의 동작

과 상관될 수 있는 전기적 파라미터를 생성하도록 구성될 수 있고, 따라서 이들 컴포넌트의 가요성을 증진하는 것이 더욱 바람직할 수 있다. 따라서, 주변 부분(1904)은 내부의 보조 회로의 구부림을 억제하도록 강화될 수 있다.

[0117] 도 19를 계속 참조하면, 관절 모니터링 슬리브(1900)는 사용자의 무릎 관절 위쪽의 허벅지에 위치하도록 구성된 제1 회로(1906) 및 사용자의 무릎 관절 아래쪽의 정강이 또는 종아리에 위치하도록 구성된 제2 회로(1908)를 포함할 수 있다. 제1 회로(1906)와 제2 회로(1908)는 모두 도 13의 가요성 회로(1300)의 IMU 아일랜드(1308)와 유사한 IMU를 포함할 수 있다. 슬개골 모니터링 회로(도시되지 않음)는 관절 모니터링 슬리브(1900)의 제1 부분(1902) 내에 통합될 수 있고, 제1 회로(1906) 및 제2 회로(1908)의 IMU에 의해 생성된 IMU 데이터와 상관될 수 있는 전기적 파라미터(예를 들어, 스트레인 데이터)를 생성할 수 있다. 따라서, 슬개골 모니터링 회로(도시되지 않음)는 IMU(1616, 1618)를 교정할 수 있으며, 이에 의해 관절 모니터링 슬리브(1600)의 드리프트가 완화되고 전반적인 정확도가 개선된다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 전극, 센서, 가요성 회로 및/또는 IMU의 임의의 조합에 의해 생성된 데이터의 교정은 본 출원에 더 구체적으로 설명되는 바와 같이 도 22의 방법(2200)에 따라 수행될 수 있다.

[0118] 추가적으로, 관절 모니터링 슬리브는 하나 이상의 LED 및/또는 복수의 버튼(1910)을 포함하는 표시기를 포함할 수 있으며, 이는 관절 모니터링 슬리브(1900) 내에 통합된 내부의 가요성 스트레인 감지 회로에 결합될 수 있다. 따라서, LED(1910)는 전기적으로 결합된 내부의 가요성 스트레인 감지 회로에 의해 생성된 전기적 파라미터에 응답하여 조명될 수 있다. 도 21a 내지 도 21c를 참조하여 더 구체적으로 설명되는 바와 같이, LED(및 다른 수단을 통해 표시기에 의해 생성된 다른 표시)는 관절 모니터링 슬리브(1900)를 착용한 상태에서 사용자의 동작에 관한 실시간 피드백을 사용자에게 제공할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 지정된 영역에서 보조기의 외부 표면을 터치하면 LCD 어레이(1910)에 다양한 센서 출력을 디스플레이하는 보조기의 기능이 순환될 수 있도록, 변형 가능한 전도체가 관절 모니터링 슬리브(1900)의 재료에 통합되는 용량성 사용자 입력 버튼(1910)을 만드는 데 사용될 수 있다. 또한, 용량성 입력 요소를 사용하여 디스플레이에 표시되는 피드백을 0으로 만들거나 나중에 검색할 수 있게 메모리에 기록할 수 있다. 최종 사용자는 버튼을 사용하여 사용자가 불편하게 느끼는 위치 또는 통증을 유발하는 활동을 기록할 수 있으며, 예를 들어 플래그 또는 태그를 데이터에 추가하여 관절 모니터링 슬리브(1900)의 제어 회로에 통합된 온보드 메모리에 기록한다.

[0119] 도 19를 추가로 참조하면, 관절 모니터링 슬리브(1900)의 가요성 및/또는 신축성 특성, 구체적으로 트레이스를 형성하는 변형 가능한 전도체에 의해 제공되는 가요성은 사용자의 물리적 움직임과 연관된 물리적 파라미터와 상관될 수 있는 전기적 파라미터의 생성을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 관절 모니터링 슬리브(1900)를 착용하고 다리를 이동할 때, 관절 모니터링 슬리브(1900)의 부분(1902, 1904)에 장착된 및/또는 내부에 통합된 트레이스, 센서, 가요성 회로, 전극 및/또는 기타 컴포넌트에 대한 결과적인 물리적 교란은 이후에 트레이스 및/또는 기타 전기적 컴포넌트에 의해 생성된 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량 및 전자기장 등)를 변경할 수 있다. 생성된 전기적 파라미터는 관절 모니터링 슬리브(1900)를 착용한 상태에서 사용자의 다리의 동작을 모니터링 및/또는 특성화하기 위해 서로 및/또는 기준 데이터와 상관될 수 있다. 관절 모니터링 슬리브(1900)에 의해 생성된 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량 및 전자기장 등)는 관절 모니터링 슬리브(1900)와 연관된 물리적 파라미터(예를 들어, 스트레인, 응력, 압력, 치수 등)와 상관될 수 있고, 따라서 사용자의 다리의 동작을 모니터링 및/또는 모델링하는 데 사용될 수 있다. 구체적으로, 상관된 물리적 파라미터의 차이를 사용하여 가상 환경에서 사용자의 다리를 모델링할 수 있다.

[0120] 이제 도 20a 내지 도 20d를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라, 모니터링된 동작의 대응 특성화(2004)를 포함하여 사용자의 동작을 모니터링하도록 구성된 웨어러블 물품(2000)이 도시되어 있다. 예를 들어, 관절 모니터링 슬리브로 구성된 웨어러블 물품(2000)이 실제 환경(2002)에서 도시되어 있다. 도 20a 내지 도 20d의 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(2000)는 사용자의 무릎에 걸쳐 배치된 스트레인 센서로서 구성된 가요성 회로(2001)를 포함할 수 있다. 그러나, 다른 비제한적인 양태에 따르면, 관절 모니터링 슬리브(2000)는 본 출원에 설명된 바와 같이 임의의 수의 전극, IMU, 압력 센서 및/또는 온도 센서를 더 포함할 수 있다.

[0121] 추가적으로, 도 20a 내지 도 20d는 가상 환경(2004)에서 관절 모니터링 슬리브(2000)의 생성된 모델(2006)을 추가로 도시한다. 앞서 설명된 바와 같이, 가요성 회로(2001)는 전기적 파라미터를 생성할 수 있으며, 사용자가 다리를 움직이는 동안 변형되고, 전기적 파라미터는 도 22 및 도 24의 방법(2200, 2400)에 설명된 바와 같이, 상관 관계에 기초하여 관절 모니터링 슬리브(2000)의 매우 정확한 모델(2006)을 생성하는 데 사용될 수 있다.

모델(2006)은 다양한 위젯(2008, 2010, 2012)과 함께 프로세서(예를 들어, 도 1의 프로세서(114), 도 13의 프로세서(1306), 도 18의 프로세서(1808), 원격 프로세서 등)에 통신 가능하게 결합된 디스플레이에 제시될 수 있다. 예를 들어, 제1 위젯(2012)은 사용자의 관절 및/또는 부속기관의 현재 상태와 연관된 실시간 동작 데이터를 제시할 수 있다. 예를 들어, 도 20a의 비제한적인 양태에 따르면, 사용자의 다리는 관절 모니터링 슬리브(2000) 내에서 굽혀진다. 이에 따라, 제1 위젯(2012)은 현재 엉덩이 각도 29.9도 및 현재 무릎 각도 67.3도를 디스플레이한다. 제2 위젯(2008)과 제3 위젯(2010)은 과거 동작 데이터 차트이고, 따라서 모니터링 및 특성화가 막 시작되었기 때문에 현재 엉덩이 각도와 무릎 각도만 반영한다. 추가적으로, 생성된 사용자 다리의 모델(2006)은 관절 모니터링 슬리브(2000) 내에서 엉덩이 각도 29.9도 및 무릎 각도 67.3도로 사용자 다리의 실시간 위치를 반영한다.

[0122] 이제 도 20b를 참조하면, 사용자는 실제 환경에서 관절 모니터링 슬리브(2000) 내에서 다리를 뻗는다. 이에 따라, 제1 위젯(2012)은 사용자의 현재 엉덩이 각도가 27.2도이고 현재 무릎 각도가 9.9도임을 나타내고, 모델(2006)은 가상 환경(2004)에서 관절 모니터링 슬리브(2000) 내에서 사용자 다리의 실시간 위치를 정확하게 반영하도록 업데이트되어 있다. 또한, 제2 위젯(2008)과 제3 위젯(2010)은 관절 모니터링 슬리브(2000)에 의해 모니터링 및 특성화되는 과거 동작 데이터의 변경을 반영하도록 업데이트되었다. 도 20c에서는, 사용자가 다시 한번 엉덩이 각도 33.6도 및 무릎 각도 63.2도로 무릎을 굽혔다. 가상 환경에서, 모델(2006)과 제1 위젯(2012)은 관절 모니터링 슬리브(2000) 내의 사용자 다리의 실시간 위치를 반영하도록 그에 따라 업데이트되었다. 추가적으로, 제2 위젯(2008)과 제3 위젯(2010)은 과거 차트에 실시간 위치 데이터를 기록하도록 업데이트되었다.

[0123] 도 20d에 따르면, 사용자는 제2 위젯(2008)과 제3 위젯(2010)을 통해 예시된 바와 같이, 도 20a 내지 도 20c의 엉덩이 구부림을 몇 차례 계속했다. 실제 환경에서 관절 모니터링 슬리브(2000) 내의 사용자의 다리의 실시간 위치를 특성화하는 생성된 모델(2006) 외에도, 제2 위젯(2008) 및 제3 위젯(2010)은 매우 높은 해상도의 정현파 유형 곡선을 반영하도록 업데이트되었으며, 이는 관절 모니터링 슬리브(2000) 내에서 사용자의 동작이 모니터링 될 수 있는 정확도를 예시한다. 따라서, 본 출원에 개시된 바와 같이, 가요성 회로, 센서 및/또는 전자 컴포넌트의 다양한 조합을 웨어러블 물품에 통합하여 사용자 동작의 매우 정확한 모델을 생성하는 것이 어떻게 구현될 수 있는지를 인식할 것이다. 이는 수많은 이점을 가져올 수 있다. 예를 들어, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 의사는 원격 위치에서 환자의 재활을 모니터링하여 고품질 의료 서비스에 대한 접근성을 증가시킬 수 있다. 다른 비제한적인 양태에 따르면, 도 20a 내지 도 20d의 모델(2006)은 가상 현실 게임 및/또는 개선된 메타버스 애플리케이션을 포함하는 다른 애플리케이션에 사용될 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 모델(2006) 및/또는 위젯(2008, 2010, 2012)은 모바일 컴퓨팅 디바이스에 디스플레이될 수 있다.

[0124] 이제, 도 21a 내지 도 21c를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라, 웨어러블 물품(2101)에서의 표시기(2100)의 사용이 도시되어 있다. 도 21a 내지 도 21c의 비제한적인 양태에 따르면, 표시기(2100)는 복수의 LED(2102)를 포함할 수 있고 스트레인 게이지로서 구성된 가요성 회로(2104)에 전기적으로 결합될 수 있다. 특정 개수의 LED(2102)는 가요성 회로(2104)에 의해 생성된 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량 및 전자기장 등)에 응답하여 조명될 수 있으며, 여기서 전기적 파라미터는 가요성 회로(2104)의 물리적 파라미터(예를 들어, 회로의 구부림으로 인해 가해진 스트레인)와 상관된다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 표시기(2100)는 물리적 상태의 결과로서 가요성 회로(2104)에 의해 생성된 특정 전기적 파라미터(예를 들어, 사용자의 구부림을 통해 적용되는 스트레인)에 응답하여 복수의 LED(2102) 중 특정 개수의 LED를 조명하도록 프로그램된 프로세서(내부)를 포함할 수 있다.

[0125] 예를 들어, 도 21a의 비제한적인 양태에 따르면, 가요성 회로(2104)는 상당한 양의 스트레인을 받지 않으므로, 복수의 LED(2102) 중 단 하나의 LED만이 조명된다. 그러나, 도 21b에서는 가요성 회로(2104)에 약간 더 많은 스트레인이 가해지고 있으므로, 복수의 LED(2102) 중 4개의 LED가 조명된다. 도 21c에 따르면, 가요성 회로(2104)에 인가된 최대량의 스트레인과 상관되는 가요성 회로(2104)에 의해 생성된 전기적 파라미터에 응답하여 복수의 LED(2102) 중 최대 개수의 LED가 조명된다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 표시기(2100)는 관절 모니터링 슬리브(2101)를 착용한 상태에서 사용자의 동작과 연관된 더 정교한 시각적 디스플레이, 촉각 피드백, 및/또는 청각적 경고를 제공하도록 구성된 더 정교한 디스플레이, 촉각 센서, 및/또는 변환기를 더 포함할 수 있다. 따라서, 표시기(2100)는 사용자의 진행 및 동작 범위에 관한 피드백을 사용자에게 제공할 수 있다. 달리 말해서, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 온보드 표시기(2100)는 재활 동안 동작 운동의 범위를 통해 환자를 안내하는 데에 사용될 수도 있다.

[0126] 이제 도 22를 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라, 스트레인 게이지(예를 들어, 도

13의 스트레인 게이지(1312)) 데이터 및 IMU(예를 들어, 도 13의 IMU(1308)) 데이터를 교정하는 방법(2200)이 도시되어 있다. 도 22의 비제한적인 양태에 따르면, 방법(2200)은 가요성 회로(예를 들어, 도 13, 도 14a 및 도 14b의 가요성 회로(1300, 1400)) 및 IMU(예를 들어, 도 13의 IMU(1308))를 포함하는 시스템을 초기화하는 단계(2202), 및 그 후, IMU에 대한 교정 시퀀스를 시작하는 단계(2204)를 포함할 수 있다. 이어서, 방법(2200)은 가요성 회로로부터 스트레인 데이터를 기록하는 단계(2206) 및 IMU로부터 IMU 데이터를 기록하는 단계(2208)를 수반한다.

[0127] 스트레인 데이터를 기록하는 단계(2206) 및 IMU 데이터를 기록하는 단계(2208)는 상호 교환 가능하며, 일부 비제한적인 양태에 따라 방법(2200)은 IMU 데이터가 스트레인 데이터로 교정되는 것과는 대조적으로 스트레인 데이터를 IMU 데이터로 교정하는 데 사용될 수 있다는 점을 인식할 것이다. 달리 말해서, 교정 방법(2200)은 양방향이다. 이는 스트레인 감지 가요성 회로를 형성하기 위해 대체 전도체(예를 들어, 은 잉크 등)가 사용되는 비제한적인 양태에서 특히 유용할 수 있다. 대체 전도체를 사용하는 회로는 히스테리시스를 경험할 수 있고, 따라서 다수의 변형 사이클을 거친 후 이완된 상태로 복귀할 때 전기적 특성에 있어서의 측정 가능한 변화를 경험할 수 있기 때문에, 스트레인 데이터는 "스트레인 크리프"를 처리하기 위해 IMU 데이터로 교정되어야 할 수 있다.

[0128] 원하는 샘플 크기가 기록되면, 방법(2200)은 기록된 스트레인 데이터를 기록된 IMU 데이터에 상관시키는 단계(2210) 및 상관 관계에 적어도 부분적으로 기초하여 추론된 IMU의 공간 위치에 기초하여 드리프트를 계산하는 단계(2212)를 포함한다. 따라서, 방법(2200)은 계산된 드리프트에 적어도 부분적으로 기초하여 보정된 IMU 중속 정보를 출력하는 단계(2216)를 포함한다. 그러나, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 방법(2200)은 가요성 회로로부터 기록된 스트레인 데이터에만 기초하여 스트레인 중속 정보를 출력하는 단계(2214)를 더 포함할 수 있다.

[0129] 달리 말해서, 측정된 스트레인은 복수의 각도에 대한 교정을 가질 수 있고 교정 지점 사이의 각도를 추론할 수 있으며(예를 들어, 선형 스트레인을 가정하여), 이는 일반적으로 두 금속 겔 전도체 기반 스트레인 센서와 웨어러블 물품으로 덮힌 신체 부위의 동작에 대한 생체 역학 모두에 대해 정확할 수 있다. IMU를 추가하면 공생적 각도 측정이 추가된다. 스트레인 센서는 IMU로부터 데이터를 교정 또는 "원위치(re-home)"시키기 위해 도 22의 방법(2200)을 통해 사용될 수 있다. 또한, IMU는 관절에서의 회전 또는 스트레인 센서의 설정점을 넘어서는 과도한 확장과 같이 스트레인 센서에 추가하도록 작용하는 동작을 알려줄 수 있다.

[0130] 추가적으로, 앞서 설명된 바와 같이, 관절 반대쪽의 서로 다른 사지에 위치하는 2개의 IMU의 사용은 관절 움직임 및 사지의 각도 위치를 추론하기 위해 구현될 수 있지만, IMU에 의해 제공되는 데이터의 "드리프트"로 인해 연장된 사용 기간에 걸친 신뢰성이 부족한 것으로 밝혀졌다. 연장된 사용 기간에 걸쳐, IMU들 사이의 추론된 위치와 공간적 관계가 더 이상 착용자의 신체 상의 실제 위치에 대한 허용 가능한 공차 내에 있지 않기 때문에, 드리프트는 신뢰할 수 없는 데이터 세트를 생성할 수 있다. 따라서, 사지 및 관절 움직임을 이해하거나 또는 IMU 쌍에 의해 제공되는 데이터에 의존하여 관절의 상태를 원격으로 모니터링하거나 관절 재활을 위한 물리 치료 및 훈련을 원격으로 수행하려는 시도는 불가능하다.

[0131] 그러나 스트레인 센서 및 도 2의 방법(2200)의 추가를 통해, 본 출원에 개시된 웨어러블 물품은 관절 위치 및 동작과 관련된 데이터를 제공할 수 있을 뿐만 아니라 보다 신뢰할 수 있는 데이터 또는 연장된 사용 기간을 생성하기 위해 IMU의 공간 위치를 원위치시키도록 기능할 수도 있다. 이 센서 구성과 함께 제공되는 슬리브의 각각의 착용자에 대한 교정 절차를 이용하여 연관 스트레인 및 IMU 추론 공간 위치 데이터를 벤치마킹해야 할 수 있다. 이는 착용자가 슬리브에 포함된 사지 또는 신체 부위를 다양한 서로 다른 위치로 이동하고 IMU 추론된 공간 위치 데이터와 측정된 스트레인을 기록함으로써 수행될 수 있다. 따라서, 스트레인 측정은 일부 양태에서 슬리브에 통합된 프로세서(예를 들어, 마이크로 제어 유닛("MCU") 등)에 의해 계산된 IMU의 추론된 공간 위치를 교정 및 보정하는 데 사용될 수 있다.

[0132] 스트레인 센서는 전통적으로 마이크로미터 단위의 매우 작은 스트레인만 측정할 수 있기 때문에 스트레인 센서로는 IMU의 교정이 불가능하다. 이러한 작은 크기의 스트레인은 IMU에 의해 추론된 공간 좌표의 드리프트보다 더 작을 수 있다. 그러나, 변형 가능한 전도체(예를 들어, 금속 겔)로 제조된 스트레인 센서는 센티미터 및 데시미터 단위의 스트레인을 측정할 수 있으며, 센서 크기와 센서를 만드는 데 사용되는 기관의 탄력성에 따라 훨씬 더 큰 크기를 측정할 수 있다. 따라서, 스트레인 센서를 사용하여 IMU가 추론한 공간 위치의 드리프트에 대한 보정 계수를 결정하는 것은 신체 부위의 상대적 동작에 따른 IMU의 이동으로 인해 웨어러블 디바이스가 사용자 신체에 의해 상당히 신장되는 웨어러블 전자 장치에 대하여 상당한 가치가 있다. 상당한 신장은 3 밀리미터

이상의 선형 신장으로 정의될 수 있다. 일부 응용에서는, 약 1 밀리미터 정도로 작게 정의될 수 있다. 다른 예에서는, 슬리브의 사용 사례에 따라 5 밀리미터 또는 10 밀리미터, 또는 심지어 그 이상으로 정의될 수 있다.

[0133] 앞서 개시된 원리는 단일 IMU가 장착된 슬리브에 적용될 수 있으며, 이는 착용자의 관절 양쪽에 있는 하나의 사지, 손가락, 또는 기타 신체 부위에 대해 실질적으로 유사한 동작 정보를 제공할 수 있다. 다른 쪽 사지의 위치는 스트레인 데이터로부터 추론될 수 있다. 예를 들어, 불편한 자세나 고통스러운 활동을 기록할 때 나중에 물리치료사나 기타 의료 전문가가 검토할 수 있는 음성 메모를 녹음하는 기능과 같은 추가 기능을 제공하는 전용 앱을 실행할 수 있는 스마트폰과 보조기를 페어링하는 것이 유용할 수 있다. 또한, 데이터는, 예를 들어 치료 지침이나 조언, 운동, 훈련 또는 부상 진단의 제공을 위해, 클라우드 저장소에 무선으로 스트리밍되거나 또는 원격 위치에 있는 개인에 의해 실시간으로 모니터링될 수 있다.

[0134] 이제, 도 23을 참조하면, 본 개시내용의 적어도 하나의 비제한적인 양태에 따라, 전기적 파라미터와 연관된 신호를 생성하고 이러한 전기적 파라미터를 본 출원에 개시된 웨어러블 물품의 사용자의 물리적 동작과 상관시키는 방법(2400)이 도시되어 있다. 도 23의 비제한적인 양태에 따르면, 방법(2400)은 본 출원에 개시된 물품 중 하나를 착용한 상태에서 제1 동작을 수행하는 단계(2402)를 포함할 수 있다. 제1 동작을 수행(2402)할 때, 주요성 회로 중 하나는 본 출원에 개시된 트레이스 구성 및/또는 전기적 특징 중 어느 것을 통해 제1 동작과 연관된 제1 전기적 파라미터(예를 들어, 인덕턴스, 저항, 전압 강하, 정전용량 및 전자기장 등)를 생성할 수 있다. 제1 동작은 카메라를 통해 모니터링될 수 있거나 또는 제1 동작과 연관된 동작 캡처 데이터를 생성(2406)할 수 있는 임의의 다른 디바이스를 통해 모니터링될 수 있다. 제1 동작과 연관된 전기적 파라미터 및 동작 캡처 데이터가 생성되면, 제1 동작과 연관된 전기적 파라미터는 제1 동작과 연관된 동작 캡처 데이터와 상관(2408)될 수 있다. 상관 관계는, 제1 동작이 반복(2410)될 때, 개시된 물품에 통신 가능하게 결합된 프로세서가 제1 전기적 파라미터와 연관되어 있다고 결정할 수 있는 하나 이상의 신호를 수신하게 되도록 저장될 수 있다. 따라서, 프로세서는 저장된 상관 관계에 기초하여 제1 동작의 가상 복제를 생성(2412)할 수 있다.

[0135] 그러나, 도 23에 예시된 단계는 본 개시내용에서 고려되는 방법(2400)의 배타적인 단계는 아니다. 예를 들어, 일부 비제한적인 양태에 따르면, 방법(2400)은 기준 전기적 파라미터를 생성하는 단계 및 동작의 전체 범위가 본 출원에 개시된 물품을 사용하여 가상으로 복제될 수 있게 하도록 복수의 동작에 대한 단계를 복제하는 단계를 더 포함할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 방법은 전기적 파라미터를 물품 및 그 회로의 물리적 파라미터(예를 들어, 스트레인, 응력, 압력, 치수 등)와 상관시키는 중간 단계를 포함할 수 있다. 일부 비제한적인 양태에서, 전기적 파라미터를 동작 캡처 데이터에 상관시키는 대신에 전기적 파라미터를 물리적 파라미터에 상관시킬 수 있다. 또한, 방법은 물품에 결합된 하나 이상의 압력 센서로부터 입력을 수신 및 처리하는 단계, 그리고 하나 이상의 압력 센서로부터 수신된 신호에 기초하여, 물품의 사용자와 실제 환경의 물체 사이의 상호작용을 가상으로 재현하는 단계를 포함할 수 있다.

[0136] 이 특허 개시내용의 발명의 원리는 발명의 개념에서 벗어나지 않고 배열 및 세부사항이 수정될 수 있기 때문에, 이러한 변경 및 수정은 다음의 청구범위에 속하는 것으로 간주된다. 제1 및 제2와 같은 용어의 사용은 서로 다른 컴포넌트를 구별하기 위한 것이며, 반드시 하나 초과와 컴포넌트가 존재함을 의미하는 것은 아니다.

[0137] 본 출원에 설명된 물품에 포함된 전도성 겹과 같은 전기 전도성 조성물은, 예를 들어 무엇보다도 산화 갈륨이 공유 갈륨 합금에 혼합될 때 산화 갈륨이 조성물에 부여할 수 있는 구조를 이용하여 생성될 수 있는 페이스트 유사 또는 겔 농도를 가질 수 있다. 공유 갈륨 합금에 혼합될 때, 산화 갈륨은 본 출원에 추가로 설명되는 마이크로 또는 나노 구조를 형성할 수 있으며, 이 구조는 공유 갈륨 합금의 벌크 재료 특성을 변경할 수 있다.

[0138] 본 출원에 사용된 용어 "공용"은 일반적으로 가장 낮은 용점을 갖는 조성물의 2개 이상의 상의 혼합물을 의미하고, 여기서 상들은 이 온도에서 용융 용액으로부터 동시에 결정화된다. 공용을 획득하기 위한 상들의 비율은 상태도의 공용점에 의해 식별된다. 공용 합금의 특징 중 하나는 그 급격한 용점이다.

[0139] 일부 비제한적인 양태에서, 변형 가능한 전도성 재료의 특성 및/또는 변형 가능한 전도성 재료의 패턴을 둘러싸는 층의 특성은 변형 가능한 전도성 재료의 패턴이 주변 층의 유닛화 시에 회복되는 것을 보장하기 위해 조절 및/또는 최적화될 수 있다. 예를 들어, 변형 가능한 전도성 재료는 변형 가능한 전도성 재료가 층들의 유닛화 시에 회복될 수 있지만 변형 가능한 전도성 재료가 과도하게 변형되어 의도한 패턴을 달성하지 못하게 하는 정도를 갖도록 최적화될 수 있다. 다른 예로서, 변형 가능한 전도성 재료의 접촉 특성 및/또는 점도는 제거 가능한 스텐실(50)의 제거 시 기관 층에 남아 있지만 스텐실의 채널(504, 506)에는 부착되지 않아 변형 가능한 전도성 재료가 기관 층에서 들리게 하도록 최적화될 수 있다. 일부 양태에서, 변형 가능한 전도성 재료의 점도는, (예를 들어, 동작 중) 높은 전단 하에 있을 때, 약 10 파스칼초(Pa*s) 내지 500 Pa*s 범위, 예컨대 50 Pa*s 내

지 300 Pa*s 범위일 수 있거나, 및/또는 약 50 Pa*s, 약 60 Pa*s, 약 70 Pa*s, 약 80 Pa*s, 약 90 Pa*s, 약 100 Pa*s, 약 110 Pa*s, 약 120 Pa*s, 약 130 Pa*s, 약 140 Pa*s, 약 150 Pa*s, 약 160 Pa*s, 약 170 Pa*s, 약 180 Pa*s, 약 190 Pa*s, 또는 약 200 Pa*s일 수 있다. 일부 양태에서, 변형 가능한 전도성 재료의 점도는, (예를 들어, 휴지 상태에서) 낮은 전단 하에 있을 때, 1,000,000 Pa*s 내지 40,000,000 Pa*s 범위일 수 있거나, 및/또는 약 10,000,000 Pa*s, 약 20,000,000 Pa*s, 약 30,000,000 Pa*s, 또는 약 40,000,000 Pa*s일 수 있다. 일부 비제한적인 양태에 따르면, 마이크로/나노 구조는 가교 구조를 형성하는 산화물 시트를 포함할 수 있으며, 이는 혼합물에 공기를 포함시키는 방식으로 혼합하거나 또는 가교 구조에서 산화물이 형성되도록 혼합물에 공기를 끌어들이는 표면에서 공동화를 유도하는 초음파 처리에 의해 달성될 수 있다.

[0140] 본 출원에 설명된 전기 전도성 조성물은 임의의 적절한 전도성, 예컨대 약 2×10^5 S/m 내지 약 8×10^5 S/m의 전도성을 가질 수 있다.

[0141] 본 출원에 설명된 전기 전도성 조성물은 임의의 적절한 용점, 예컨대 약 -20°C 내지 약 10°C, 약 -10°C 내지 약 5°C, 약 -5°C 내지 약 5°C 또는 약 -5°C 내지 약 0°C의 용점을 가질 수 있다.

[0142] 전기 전도성 조성물은 공용 갈륨 합금과 산화 갈륨의 혼합물을 포함할 수 있으며, 공용 갈륨 합금과 산화 갈륨의 혼합물은 약 59.9% 내지 약 99.9%의 공용 갈륨 합금의 중량 백분율(wt%), 예컨대 약 67% 내지 약 90%, 및 약 0.1% 내지 약 2.0% 산화 갈륨의 wt%, 예컨대 약 0.2 내지 약 1%를 갖는다. 예를 들어, 전기 전도성 조성물은 약 60%, 약 61%, 약 62%, 약 63%, 약 64%, 약 65%, 약 66%, 약 67%, 약 68%, 약 69%, 약 70%, 약 71%, 약 72%, 약 73%, 약 74%, 약 75%, 약 76%, 약 77%, 약 78%, 약 79%, 약 80%, 약 81%, 약 82%, 약 83%, 약 84%, 약 85%, 약 86%, 약 87%, 약 88%, 약 89%, 약 90%, 약 91%, 약 92%, 약 93%, 약 94%, 약 95%, 약 96%, 약 97%, 약 98%, 약 99%, 또는 그 이상, 예컨대 약 99.9% 공용 갈륨 합금, 및 약 0.1%, 약 0.2%, 약 0.3%, 약 0.4%, 약 0.5%, 약 0.6%, 약 0.7%, 약 0.8%, 약 0.9%, 약 1.0%, 약 1.1%, 약 1.2%, 약 1.3%, 약 1.4%, 약 1.5%, 약 1.6%, 약 1.7%, 약 1.8%, 약 1.9%, 및 약 2.0% 산화 갈륨을 가질 수 있다.

[0143] 공용 갈륨 합금은 임의의 비율의 원소로 갈륨-인듐 또는 갈륨-인듐-주석을 포함할 수 있다. 예를 들어, 공용 갈륨 합금은 갈륨 및 인듐을 포함한다. 전기 전도성 조성물은 갈륨-인듐 합금에 임의의 적절한 중량 백분율 약 40% 내지 약 95%, 예컨대 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 약 50%, 약 51%, 약 52%, 약 53%, 약 54%, 약 55%, 약 56%, 약 57%, 약 58%, 약 59%, 약 60%, 약 61%, 약 62%, 약 63%, 약 64%, 약 65%, 약 66%, 약 67%, 약 68%, 약 69%, 약 70%, 약 71%, 약 72%, 약 73%, 약 74%, 약 75%, 약 76%, 약 77%, 약 78%, 약 79%, 약 80%, 약 81%, 약 82%, 약 83%, 약 84%, 약 85%, 약 86%, 약 87%, 약 88%, 약 89%, 약 90%, 약 91%, 약 92%, 약 93%, 약 94%, 또는 약 95%의 갈륨을 가질 수 있다.

[0144] 전기 전도성 조성물은 갈륨-인듐 합금에 중량 백분율 약 5% 내지 약 60%, 예컨대 약 5%, 약 6%, 약 7%, 약 8%, 약 9%, 약 10%, 약 11%, 약 12%, 약 13%, 약 14%, 약 15%, 약 16%, 약 17%, 약 18%, 약 19%, 약 20%, 약 21%, 약 22%, 약 23%, 약 24%, 약 25%, 약 26%, 약 27%, 약 28%, 약 29%, 약 30%, 약 31%, 약 32%, 약 33%, 약 34%, 약 35%, 약 36%, 약 37%, 약 38%, 약 39%, 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 약 50%, 약 51%, 약 52%, 약 53%, 약 54%, 약 55%, 약 56%, 약 57%, 약 58%, 약 59%, 또는 약 60%의 인듐을 가질 수 있다.

[0145] 공용 갈륨 합금은 갈륨 및 주석을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전기 전도성 조성물은 합금에 중량 백분율 약 0.001% 내지 약 50%, 예컨대 약 0.001%, 약 0.005%, 약 0.01%, 약 0.05%, 약 0.1%, 약 0.2%, 약 0.3%, 약 0.4%, 약 0.5%, 약 0.6%, 약 0.7%, 약 0.8%, 약 0.9%, 약 1%, 약 1.5%, 약 2%, 약 3%, 약 4%, 약 5%, 약 6%, 약 7%, 약 8%, 약 9%, 약 10%, 약 11%, 약 12%, 약 13%, 약 14%, 약 15%, 약 16%, 약 17%, 약 18%, 약 19%, 약 20%, 약 21%, 약 22%, 약 23%, 약 24%, 약 25%, 약 26%, 약 27%, 약 28%, 약 29%, 약 30%, 약 31%, 약 32%, 약 33%, 약 34%, 약 35%, 약 36%, 약 37%, 약 38%, 약 39%, 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 또는 약 50%의 주석을 가질 수 있다.

[0146] 전기 전도성 조성물은 공용 갈륨 합금 및 산화 갈륨과 블렌딩된 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 규모의 입자를 포함할 수 있다. 입자는 공용 갈륨 합금 또는 갈륨으로 코팅되고 산화 갈륨으로 캡슐화되거나 또는 이전 방식으로 코팅되지 않고 공용 갈륨 합금 내에 현탁될 수 있다. 마이크로 입자 또는 서브미크론 규모의 입자는 크기가 나노미터로부터 마이크로미터까지의 범위일 수 있으며, 갈륨, 갈륨-인듐 합금, 또는 갈륨-인듐-주석 합금에서 현탁될 수 있다. 입자 대 합금 비율은 다양할 수 있으며 전기 전도성 조성물의 유동 특성을 변경할 수 있다. 마이크로 구조 및 나노 구조는 초음파 처리 또는 다른 적절한 수단을 통해 전기 전도성 조성물 내에 블렌딩될 수 있다. 전기 전도성 조성물은 공용 갈륨 합금/산화 갈륨 혼합물 내에 마이크로 구조 및 나노

구조의 콜로이드 현탁액을 포함할 수 있다.

[0147] 전기 전도성 조성물은 조성물 내에 분산된 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 규모 입자를 더 포함할 수 있다. 이는 공용 갈륨 합금 또는 갈륨으로 코팅되고 산화 갈륨으로 캡슐화되거나 또는 이전 방식으로 코팅되지 않은 입자를 전기 전도성 조성물 내에 또는 구체적으로 공용 갈륨 합금 유체 내에 현탁시키는 것을 포함하여 임의의 적절한 방식으로 달성될 수 있다. 이러한 입자는 크기가 나노미터로부터 마이크로미터까지의 범위일 수 있으며, 갈륨, 갈륨-인듐 합금, 또는 갈륨-인듐-주석 합금에서 현탁될 수 있다. 입자 대 합금 비율은 무엇보다도 합금 및 전기 전도성 조성물 중 적어도 하나의 유체 특성을 변화시키기 위해 달라질 수 있다. 또한, 무엇보다도 그 물리적, 전기적, 또는 열적 특성을 향상시키거나 또는 수정하기 위해 콜로이드 현탁액 또는 공용 갈륨 합금에 임의의 보조 재료를 추가하는 것이다. 공용 갈륨 합금 및 전기 전도성 조성물 중 적어도 하나 내의 마이크로 구조 및 나노 구조의 분포는 입자의 첨가 없이 초음파 처리 또는 기타 기계적 수단을 포함하여 임의의 적절한 수단을 통해 달성될 수 있다. 특정 양태에서, 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 입자는 wt%로 약 0.001% 내지 약 40.0%의 마이크로 입자, 예컨대 약 0.001%, 약 0.005%, 약 0.01%, 약 0.05%, 약 0.1%, 약 0.2%, 약 0.3%, 약 0.4%, 약 0.5%, 약 0.6%, 약 0.7%, 약 0.8%, 약 0.9%, 약 1%, 약 1.5%, 약 2%, 약 3%, 약 4%, 약 5%, 약 6%, 약 7%, 약 8%, 약 9%, 약 10%, 약 11%, 약 12%, 약 13%, 약 14%, 약 15%, 약 16%, 약 17%, 약 18%, 약 19%, 약 20%, 약 21%, 약 22%, 약 23%, 약 24%, 약 25%, 약 26%, 약 27%, 약 28%, 약 29%, 약 30%, 약 31%, 약 32%, 약 33%, 약 34%, 약 35%, 약 36%, 약 37%, 약 38%, 약 39%, 또는 약 40을 갖는 공용 갈륨 합금 및 전기 전도성 조성물 중 적어도 하나와 블렌딩된다.

[0148] 이러한 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 입자는 소다 유리, 실리카, 보로실리케이트 유리, 석영, 산화 구리, 은 코팅 구리, 비-산화 구리, 텅스텐, 초 포화 주석 과립, 유리, 흑연, 은 코팅 구리, 예컨대 은 코팅 구리 구체 및 은 코팅 구리 플레이크, 구리 플레이크, 또는 구리 구체, 또는 이들의 조합, 또는 공용 갈륨 합금 및 전기 전도성 조성물 중 적어도 하나에 의해 습윤될 수 있는 임의의 다른 재료를 포함하는 임의의 적합한 재료로 이루어질 수 있다. 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 규모 입자는 회전 타원체, 막대, 튜브, 플레이크, 플레이트, 입방체, 프리즘, 피라미드, 케이지, 및 텐드러머의 형상을 포함하는 임의의 적절한 형상을 가질 수 있다. 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 규모 입자는 약 0.5 미크론 내지 약 60 미크론의 크기 범위, 예컨대 약 0.5 미크론, 약 0.6 미크론, 약 0.7 미크론, 약 0.8 미크론, 약 0.9 미크론, 약 1 미크론, 약 1.5 미크론, 약 2 미크론, 약 3 미크론, 약 4 미크론, 약 5 미크론, 약 6 미크론, 약 7 미크론, 약 8 미크론, 약 9 미크론, 약 10 미크론, 약 11 미크론, 약 12 미크론, 약 13 미크론, 약 14 미크론, 약 15 미크론, 약 16 미크론, 약 17 미크론, 약 18 미크론, 약 19 미크론, 약 20 미크론, 약 21 미크론, 약 22 미크론, 약 23 미크론, 약 24 미크론, 약 25 미크론, 약 26 미크론, 약 27 미크론, 약 28 미크론, 약 29 미크론, 약 30 미크론, 약 31 미크론, 약 32 미크론, 약 33 미크론, 약 34 미크론, 약 35 미크론, 약 36 미크론, 약 37 미크론, 약 38 미크론, 약 39 미크론, 약 40 미크론, 약 41 미크론, 약 42 미크론, 약 43 미크론, 약 44 미크론, 약 45 미크론, 약 46 미크론, 약 47 미크론, 약 48 미크론, 약 49 미크론, 약 50 미크론, 약 51 미크론, 약 52 미크론, 약 53 미크론, 약 54 미크론, 약 55 미크론, 약 56 미크론, 약 57 미크론, 약 58 미크론, 약 59 미크론, 또는 약 60 미크론을 포함하여, 임의의 적절한 크기를 가질 수 있다.

[0149] 본 출원에 설명된 전기 전도성 조성물은 표면 산화물/합금 경계면의 전단 혼합에 의해 공용 갈륨 합금의 표면에 형성된 표면 산화물을 공용 갈륨 합금의 벌크에 블렌딩하는 단계를 포함하는 방법을 포함하여, 임의의 적절한 방법에 의해 제조될 수 있다. 이러한 조성물의 전단 혼합은 표면 산화물에 가교 결합된 마이크로 구조를 유도할 수 있으며; 이에 의해, 전도성 전단 담화 겔 조성물이 형성된다. 마이크로 구조의 콜로이드 현탁액은 공용 갈륨 합금/산화 갈륨 혼합물 내에서, 예를 들어 산화 갈륨 입자 및/또는 시트로서 형성될 수 있다.

[0150] 표면 산화물은 약 0.1%(중량 기준) 내지 약 2.0%의 산화 갈륨에 대한 약 59.9%(중량 기준) 내지 약 99.9%의 공용 갈륨 합금의 비율과 같은 임의의 적절한 비율로 블렌딩될 수 있다. 예를 들어, 산화 갈륨과 블렌딩되는 갈륨 합금의 중량 백분율은 약 60%, 61%, 약 62%, 약 63%, 약 64%, 약 65%, 약 66%, 약 67%, 약 68%, 약 69%, 약 70%, 약 71%, 약 72%, 약 73%, 약 74%, 약 75%, 약 76%, 약 77%, 약 78%, 약 79%, 약 80%, 약 81%, 약 82%, 약 83%, 약 84%, 약 85%, 약 86%, 약 87%, 약 88%, 약 89%, 약 90%, 약 91%, 약 92%, 약 93%, 약 94%, 약 95%, 약 96%, 약 97%, 약 98%, 약 99%, 또는 그 이상, 예컨대 약 99.9% 공용 갈륨 합금이고, 한편 산화 갈륨의 중량 백분율은 약 0.1%, 약 0.2%, 약 0.3%, 약 0.4%, 약 0.5%, 약 0.6%, 약 0.7%, 약 0.8%, 약 0.9%, 약 1.0%, 약 1.1%, 약 1.2%, 약 1.3%, 약 1.4%, 약 1.5%, 약 1.6%, 약 1.7%, 약 1.8%, 약 1.9%, 및 약 2.0% 산화 갈륨이다. 양태에서, 공용 갈륨 합금은 언급된 요소의 임의의 비율로 갈륨-인듐 또는 갈륨-인듐-주석을 포함할 수 있다. 예를 들어, 공용 갈륨 합금은 갈륨 및 인듐을 포함할 수 있다.

- [0151] 갈륨-인듐 합금에서 갈륨의 중량 백분율은 약 40% 내지 약 95%, 예컨대 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 약 50%, 약 51%, 약 52%, 약 53%, 약 54%, 약 55%, 약 56%, 약 57%, 약 58%, 약 59%, 약 60%, 약 61%, 약 62%, 약 63%, 약 64%, 약 65%, 약 66%, 약 67%, 약 68%, 약 69%, 약 70%, 약 71%, 약 72%, 약 73%, 약 74%, 약 75%, 약 76%, 약 77%, 약 78%, 약 79%, 약 80%, 약 81%, 약 82%, 약 83%, 약 84%, 약 85%, 약 86%, 약 87%, 약 88%, 약 89%, 약 90%, 약 91%, 약 92%, 약 93%, 약 94%, 또는 약 95%일 수 있다.
- [0152] 대안적으로 또는 추가로, 갈륨-인듐 합금에서 인듐의 중량 백분율은 약 5% 내지 약 60%, 예컨대 약 5%, 약 6%, 약 7%, 약 8%, 약 9%, 약 10%, 약 11%, 약 12%, 약 13%, 약 14%, 약 15%, 약 16%, 약 17%, 약 18%, 약 19%, 약 20%, 약 21%, 약 22%, 약 23%, 약 24%, 약 25%, 약 26%, 약 27%, 약 28%, 약 29%, 약 30%, 약 31%, 약 32%, 약 33%, 약 34%, 약 35%, 약 36%, 약 37%, 약 38%, 약 39%, 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 약 50%, 약 51%, 약 52%, 약 53%, 약 54%, 약 55%, 약 56%, 약 57%, 약 58%, 약 59%, 또는 약 60%일 수 있다.
- [0153] 공용 갈륨 합금은 갈륨, 인듐, 및 주석을 포함할 수 있다. 갈륨-인듐-주석 합금에서 주석의 중량 백분율은 약 0.001% 내지 약 50%, 예컨대 약 0.001%, 약 0.005%, 약 0.01%, 약 0.05%, 약 0.1%, 약 0.2%, 약 0.3%, 약 0.4%, 약 0.5%, 약 0.6%, 약 0.7%, 약 0.8%, 약 0.9%, 약 1%, 약 1.4%, 약 2%, 약 3%, 약 4%, 약 5%, 약 6%, 약 7%, 약 8%, 약 9%, 약 10%, 약 11%, 약 12%, 약 13%, 약 14%, 약 15%, 약 16%, 약 17%, 약 18%, 약 19%, 약 20%, 약 21%, 약 22%, 약 23%, 약 24%, 약 25%, 약 26%, 약 27%, 약 28%, 약 29%, 약 30%, 약 31%, 약 32%, 약 33%, 약 34%, 약 35%, 약 36%, 약 37%, 약 38%, 약 39%, 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 또는 약 50%일 수 있다.
- [0154] 갈륨-인듐-주석 합금에서 갈륨의 중량 백분율은 약 40% 내지 약 95%, 예컨대 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 약 50%, 약 51%, 약 52%, 약 53%, 약 54%, 약 55%, 약 56%, 약 57%, 약 58%, 약 59%, 약 60%, 약 61%, 약 62%, 약 63%, 약 64%, 약 65%, 약 66%, 약 67%, 약 68%, 약 69%, 약 70%, 약 71%, 약 72%, 약 73%, 약 74%, 약 75%, 약 76%, 약 77%, 약 78%, 약 79%, 약 80%, 약 81%, 약 82%, 약 83%, 약 84%, 약 85%, 약 86%, 약 87%, 약 88%, 약 89%, 약 90%, 약 91%, 약 92%, 약 93%, 약 94%, 또는 약 95%일 수 있다.
- [0155] 대안적으로 또는 추가로, 갈륨-인듐-주석 합금에서 인듐의 중량 백분율은 약 5% 내지 약 60%, 예컨대 약 5%, 약 6%, 약 7%, 약 8%, 약 9%, 약 10%, 약 11%, 약 12%, 약 13%, 약 14%, 약 15%, 약 16%, 약 17%, 약 18%, 약 19%, 약 20%, 약 21%, 약 22%, 약 23%, 약 24%, 약 25%, 약 26%, 약 27%, 약 28%, 약 29%, 약 30%, 약 31%, 약 32%, 약 33%, 약 34%, 약 35%, 약 36%, 약 37%, 약 38%, 약 39%, 약 40%, 약 41%, 약 42%, 약 43%, 약 44%, 약 45%, 약 46%, 약 47%, 약 48%, 약 49%, 약 50%, 약 51%, 약 52%, 약 53%, 약 54%, 약 55%, 약 56%, 약 57%, 약 58%, 약 59%, 또는 약 60%일 수 있다.
- [0156] 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 규모 입자가 공용 갈륨 합금 및 산화 갈륨과 블렌딩될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 입자는 조성물에서 wt%로 약 0.001% 내지 약 40.0%의 마이크로 입자, 예를 들어 약 0.001%, 약 0.005%, 약 0.01%, 약 0.05%, 약 0.1%, 약 0.2%, 약 0.3%, 약 0.4%, 약 0.5%, 약 0.6%, 약 0.7%, 약 0.8%, 약 0.9%, 약 1%, 약 1.5%, 약 2%, 약 3%, 약 4%, 약 5%, 약 6%, 약 7%, 약 8%, 약 9%, 약 10%, 약 11%, 약 12%, 약 13%, 약 14%, 약 15%, 약 16%, 약 17%, 약 18%, 약 19%, 약 20%, 약 21%, 약 22%, 약 23%, 약 24%, 약 25%, 약 26%, 약 27%, 약 28%, 약 29%, 약 30%, 약 31%, 약 32%, 약 33%, 약 34%, 약 35%, 약 36%, 약 37%, 약 38%, 약 39%, 또는 약 40을 갖는 혼합물과 블렌딩될 수 있다. 양태에서, 입자는 소다 유리, 실리카, 보로실리케이트 유리, 석영, 산화 구리, 은 코팅 구리, 비-산화 구리, 텅스텐, 초포화 주석 과립, 유리, 흑연, 은 코팅 구리, 예컨대 은 코팅 구리 구체 및 은 코팅 구리 플레이크, 구리 플레이크 또는 구리 구체 또는 이들의 조합, 또는 갈륨에 의해 습윤될 수 있는 임의의 다른 재료일 수 있다. 일부 양태에서, 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 규모 입자는 회전타원체, 막대, 튜브, 플레이크, 플레이트, 입방체, 프리즘, 피라미드, 케이지, 및 텐드리머 형상이다. 특정 양태에서, 하나 이상의 마이크로 입자 또는 서브미크론 입자는 약 0.5 미크론 내지 약 60 미크론의 크기 범위, 예컨대 약 0.5 미크론, 약 0.6 미크론, 약 0.7 미크론, 약 0.8 미크론, 약 0.9 미크론, 약 1 미크론, 약 1.5 미크론, 약 2 미크론, 약 3 미크론, 약 4 미크론, 약 5 미크론, 약 6 미크론, 약 7 미크론, 약 8 미크론, 약 9 미크론, 약 10 미크론, 약 11 미크론, 약 12 미크론, 약 13 미크론, 약 14 미크론, 약 15 미크론, 약 16 미크론, 약 17 미크론, 약 18 미크론, 약 19 미크론, 약 20 미크론, 약 21 미크론, 약 22 미크론, 약 23 미크론, 약 24 미크론, 약 25 미크론, 약 26 미크론, 약 27 미크론, 약 28 미크론, 약 29 미크론, 약 30 미크론, 약 31 미크론, 약 32

미크론, 약 33 미크론, 약 34 미크론, 약 35 미크론, 약 36 미크론, 약 37 미크론, 약 38 미크론, 약 39 미크론, 약 40 미크론, 약 41 미크론, 약 42 미크론, 약 43 미크론, 약 44 미크론, 약 45 미크론, 약 46 미크론, 약 47 미크론, 약 48 미크론, 약 49 미크론, 약 50 미크론, 약 51 미크론, 약 52 미크론, 약 53 미크론, 약 54 미크론, 약 55 미크론, 약 56 미크론, 약 57 미크론, 약 58 미크론, 약 59 미크론, 또는 약 60 미크론이다.

- [0157] 이 명세서의 일부 부분은 기계 메모리(예를 들어, 컴퓨터 메모리) 내에 비트 또는 이진 디지털 신호로 저장된 데이터에 대한 연산의 알고리즘 또는 기호 표현의 관점에서 제시된다. 이들 알고리즘 또는 기호 표현은 데이터 처리 분야의 통상의 기술자가 자신의 작업 내용을 본 기술 분야의 다른 통상의 기술자에게 전달하기 위해 사용하는 기술의 예이다. 본 출원에 사용될 때, "알고리즘"은 원하는 결과를 가져오는 일관된 동작 순서 또는 유사한 처리이다. 이에 관련하여, 알고리즘과 동작에는 물리량의 물리적 조작이 수반된다. 전형적으로, 이러한 양은, 반드시 그런 것은 아니지만 저장, 액세스, 전송, 조합, 비교, 또는 그렇지 않으면 기계에 의해 조작될 수 있는 전기, 자기, 또는 광학 신호의 형태를 취할 수 있다. 주로 일반적인 사용의 이유로, "데이터", "내용", "비트", "값", "요소", "기호", "문자", "용어", "번호", "숫자" 등과 같은 단어를 사용하여 이러한 신호를 참조하는 것이 편리할 때가 있다. 그러나, 이러한 단어는 단지 편리한 레이블일 뿐이며 적절한 물리량과 연관되어야 한다.
- [0158] 달리 구체적으로 언급하지 않는 한, "처리", "컴퓨팅", "계산", "결정", "제시", "디스플레이" 등과 같은 단어를 사용한 본 출원에서의 설명은 하나 이상의 메모리(예를 들어, 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 임의의 적절한 조합), 레지스터, 또는 정보를 수신, 저장, 송신, 또는 디스플레이하는 다른 기계 컴포넌트 내에서 물리적(예를 들어, 전자, 자기, 또는 광학) 양으로 표현된 데이터를 조작 또는 변환하는 기계(예를 들어, 컴퓨터)의 동작 또는 프로세스를 의미할 수 있다. 더욱이, 달리 구체적으로 언급하지 않는 한, 특허 문서에서 흔히 있는, 용어 "a" 또는 "an"은 본 출원에서 하나 또는 하나 초과와 인스턴스를 포함하기 위해 사용된다. 마지막으로, 본 출원에 사용된 접속사 "또는"은 달리 구체적으로 언급되지 않는 한 비배타적인 "또는"을 의미한다.
- [0159] 본 출원에 설명된 청구 대상의 다양한 양태는 번호가 매겨진 다음 조항에서 제시된다:
- [0160] 조항 1: 사용자의 동작을 모니터링 및 특성화하도록 구성된 시스템이며, 시스템은, 탄성 재료를 포함하는 관형 본체; 제1 신호를 생성하도록 구성된 유체상 전도체를 포함하는 가요성 회로; 및 탄성 재료에 결합된 관성 측정 유닛("IMU")으로서, IMU는 제2 신호를 생성하도록 구성되는, IMU를 포함하는 웨어러블 물품, 및 가요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합된 프로세서를 포함한다.
- [0161] 조항 2: 조항 1에 따른 시스템으로서, 프로세서는, 가요성 회로로부터 제1 신호를 수신하고, IMU로부터 제2 신호를 수신하고; 제1 신호에 기초하여 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 결정하고; 제2 신호에 기초하여 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터를 결정하고; 제1 전기적 파라미터를 가요성 회로와 연관된 제1 물리적 파라미터와 상관시키고, 제2 전기적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 물리적 파라미터와 상관시키고; 상관 관계에 기초하여 웨어러블 물품의 모델을 생성하도록 구성된다.
- [0162] 조항 3: 조항 1 또는 조항 2에 따른 시스템으로서, 프로세서는, 가요성 회로로부터 제1 신호를 수신하고, IMU로부터 제2 신호를 수신하고; 제1 신호에 기초하여 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 결정하고; 제2 신호에 기초하여 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터를 결정하고; 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터와 상관시키고; 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터의 상관 관계에 기초하여 IMU와 연관된 제2 물리적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터로 수정하고; 수정에 기초하여 웨어러블 물품의 모델을 업데이트하도록 더 구성된다.
- [0163] 조항 4: 조항 1 내지 조항 3 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 프로세서는 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 가요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합된다.
- [0164] 조항 5: 조항 1 내지 조항 4 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 웨어러블 물품은 무선 송신기를 더 포함하고, 프로세서는 무선 송신기를 통해 가요성 회로 및 IMU에 통신 가능하게 결합된다.
- [0165] 조항 6: 조항 1 내지 조항 5 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 웨어러블 물품은 유체상 전도체를 포함하는 압력 센서를 더 포함한다.
- [0166] 조항 7: 조항 1 내지 조항 6 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 압력 센서의 유체상 전도체는 유도 압력 센서로서 구성된다.

- [0167] 조항 8: 조항 1 내지 조항 7 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 웨어러블 물품은 온도 센서를 더 포함한다.
- [0168] 조항 9: 조항 1 내지 조항 8 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 탄성 재료에 결합된 제2 IMU를 더 포함하고, 가요성 회로는 IMU와 제2 IMU 사이에 배치된다.
- [0169] 조항 10: 조항 1 내지 조항 9 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 웨어러블 물품은 사용자의 무릎에 착용되도록 구성된 관절 모니터링 슬리브로서 구성된다.
- [0170] 조항 11: 조항 1 내지 조항 10 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 관절 모니터링 슬리브가 사용자에게 의해 착용되는 경우, IMU는 사용자의 무릎 주위에 위치되며, 제2 IMU는 사용자의 무릎 아래에 위치되고, 가요성 회로는 사용자의 무릎을 가로지르도록 구성된다.
- [0171] 조항 12: 조항 1 내지 조항 11 중 어느 하나에 따른 시스템으로서, 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 가요성 회로에 전기적으로 결합된 표시기를 더 포함하고, 표시기는 복수의 발광 다이오드("LED")를 포함하고, 표시기는 가요성 회로의 구부림에 응답하여 복수의 LED 중 다수의 LED를 조명하도록 구성된다.
- [0172] 조항 13: 사용자의 동작을 모니터링하도록 구성된 웨어러블 물품이며, 웨어러블 물품은, 탄성 재료를 포함하는 관형 본체; 제1 신호를 생성하도록 구성된 유체상 전도체를 포함하는 가요성 회로; 및 탄성 재료에 결합된 관성 측정 유닛("IMU")으로서, IMU는 제2 신호를 생성하도록 구성되는, IMU를 포함하며, 가요성 회로 및 IMU는 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 프로세서에 통신 가능하게 결합된다.
- [0173] 조항 14: 조항 13에 따른 웨어러블 물품으로서, 프로세서는 탄성 재료에 결합되고, 가요성 회로 및 IMU는 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 프로세서에 통신 가능하게 결합된다.
- [0174] 조항 15: 조항 13 또는 조항 14에 따른 웨어러블 물품으로서, 프로세서는, 가요성 회로로부터 제1 신호를 수신하고, IMU로부터 제2 신호를 수신하고; 제1 신호에 기초하여 가요성 회로와 연관된 제1 전기적 파라미터를 결정하고; 제2 신호에 기초하여 IMU와 연관된 제2 전기적 파라미터를 결정하고; 제1 전기적 파라미터를 가요성 회로와 연관된 제1 물리적 파라미터와 상관시키고, 제2 전기적 파라미터를 IMU와 연관된 제2 물리적 파라미터와 상관시키고; 상관 관계에 기초하여 웨어러블 물품의 모델을 생성하도록 구성된다.
- [0175] 조항 16: 조항 13 내지 조항 15 중 어느 하나에 따른 웨어러블 물품으로서, 웨어러블 물품은 유체상 전도체를 포함하는 압력 센서를 더 포함한다.
- [0176] 조항 17: 조항 13 내지 조항 16 중 어느 하나에 따른 웨어러블 물품으로서, 압력 센서의 유체상 전도체는 유도 압력 센서로서 구성된다.
- [0177] 조항 18: 조항 13 내지 조항 17 중 어느 하나에 따른 웨어러블 물품으로서, 웨어러블 물품은 유체상 전도체를 포함하는 온도 센서를 더 포함한다.
- [0178] 조항 19: 조항 13 내지 조항 18 중 어느 하나에 따른 웨어러블 물품으로서, 유체상 전도체를 포함하는 복수의 전도성 트레이스를 통해 가요성 회로에 전기적으로 결합된 표시기를 더 포함하고, 표시기는 복수의 발광 다이오드("LED")를 포함하고, 표시기는 가요성 회로의 구부림에 응답하여 복수의 LED 중 다수의 LED를 조명하도록 구성된다.
- [0179] 조항 20: 복수의 가요성 회로를 포함하는 웨어러블 물품의 사용자에게 의해 수행되는 물리적 동작의 가상 표현을 생성하는 방법이며, 방법은, 웨어러블 물품을 착용한 상태에서 제1 동작을 수행하는 단계; 복수의 가요성 회로 중 제1 가요성 회로를 통해, 제1 동작과 연관된 제1 전기적 파라미터를 생성하는 단계; 카메라를 통해, 제1 동작의 성능과 연관된 동작 캡처 데이터를 생성하는 단계; 웨어러블 물품에 통신 가능하게 결합된 프로세서를 통해, 생성된 동작 캡처 데이터를 생성된 제1 전기적 파라미터와 상관시키는 단계; 프로세서에 통신 가능하게 결합된 메모리를 통해, 상관 관계를 저장하는 단계; 웨어러블 물품을 착용한 상태에서 제1 동작을 반복하는 단계; 및 생성된 동작 캡처 데이터와 생성된 제1 전기적 파라미터의 저장된 상관 관계에만 기초하여, 프로세서를 통해, 제1 동작의 가상 복제를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0180] 본 출원에 언급된 모든 특허, 특허 출원, 간행물 또는 기타 공개 자료는 마치 각각의 개별 참고문헌이 명시적으로 각각 참조로 포함된 것처럼 이로써 전부 참조로 포함된다. 본 출원에 참조로 포함되는 것으로 언급된 모든 참고문헌, 임의의 자료 또는 그 일부는 포함된 자료가 본 개시내용에 제시된 기존의 정의, 설명 또는 기타 공개 자료와 상충되지 않는 범위에 대해서만 본 출원에 포함된다. 따라서, 그리고 필요한 정도로, 본 출원에 제시된 개시내용은 본 출원에 참조로 포함된 임의의 상충되는 자료 및 본 출원에 명시적으로 제시된 개시내용을 대체한다.

다.

[0181] 본 발명은 다양한 예시 및 예시적인 양태를 참조하여 설명되었다. 본 출원에 설명된 양태는 개시된 발명의 다양한 양태의 다양한 세부사항의 예시적인 특징을 제공하는 것으로 이해되며; 따라서, 달리 명시되지 않는 한, 가능한 범위에 대하여, 개시된 양태의 하나 이상의 특징, 요소, 컴포넌트, 구성요소, 성분, 구조, 모듈 및/또는 양태가 개시된 발명의 범위를 벗어나지 않고 개시된 양태의 하나 이상의 다른 특징, 요소, 컴포넌트, 구성요소, 성분, 구조, 모듈 및/또는 양태와 또는 이에 대하여 조합, 분리, 상호 교환, 및/또는 재배열될 수 있다는 점을 이해해야 한다. 따라서, 본 기술 분야의 통상의 기술자는 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 임의의 예시적 양태의 다양한 대체, 수정 또는 조합이 이루어질 수 있음을 인식할 것이다. 또한, 본 기술 분야의 통상의 기술자는 본 명세서를 검토할 때 단지 일상적인 실험을 사용하여 본 출원에 설명된 본 발명의 다양한 양태에 대한 많은 등가물을 인식하거나 확인할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 다양한 양태의 설명에 의해 제한되지 않고 오히려 청구범위에 의해 제한된다.

[0182] 본 기술 분야의 통상의 기술자는 일반적으로 본 출원, 특히 첨부된 청구범위(예를 들어, 첨부된 청구범위의 본문)에 사용된 용어가 일반적으로 "개방형" 용어로서 의도된다는 점을 인식할 것이다(예를 들어, 용어 "포함하는"은 "포함하지만 이에 제한되지 않는"으로 해석되어야 하고, 용어 "갖는"은 "적어도 갖는"으로 해석되어야 하며, 용어 "포함한다"는 "포함하지만 이에 제한되지 않는다"로 해석되어야 하는 등임). 또한, 통상의 기술자라면, 특정한 수의 도입된 청구항 인용을 의도하는 경우, 이러한 의도는 청구항에서 명시적으로 인용될 것이고, 이러한 인용이 없을 경우 이러한 의도가 없다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 이해를 돕기 위해, 하기의 첨부된 청구항들은 청구항 인용을 도입하기 위해 서두의 문구 "적어도 하나" 및 "하나 이상"의 사용을 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 문구의 사용은, 동일한 청구항에 "하나 이상" 또는 "적어도 하나"라는 도입 문구와 "a" 또는 "an"과 같은 부정관사(예를 들어, "a" 및/또는 "an"은 통상적으로 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 함)가 포함될 때조차, 부정관사 "a" 또는 "an"에 의한 청구항 인용의 도입이 이러한 도입된 청구항 인용을 포함하는 임의의 특정 청구항을 이러한 인용을 하나만 포함하는 청구항으로 제한한다는 것을 암시하는 것으로 해석되지 않아야 하고; 청구항 열거를 도입하는 데 사용되는 정관사의 사용에 대해서도 마찬가지이다.

[0183] 또한, 특정한 수의 도입된 청구항 인용이 명시적으로 인용된 경우에도, 본 기술분야의 통상의 기술자는 일반적으로 이러한 인용이 적어도 인용된 수를 의미하는 것으로 해석되어야 한다는 것을 인식할 것이다(예를 들어, 다른 수식어가 없이 "두 개 인용"의 있는 그대로의 인용은, 일반적으로 적어도 두 개 인용, 또는 두 개 이상의 인용을 의미함). 더욱이, "A, B, 및 C 중 적어도 하나" 등과 유사한 관계가 사용되는 경우, 일반적으로, 이러한 구성은 본 기술분야의 통상의 기술자가 관계를 이해할 수 있는 의미로 의도된다(예를 들어, "A, B, 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은 A 단독, B 단독, C 단독, A와 B 함께, A와 C 함께, B와 C 함께, 및/또는 A, B, 및 C 함께 등을 갖는 시스템을 포함하지만 이에 제한되지 않음). "A, B, 및 C 중 적어도 하나" 등과 유사한 관계가 사용되는 경우, 일반적으로, 이러한 구성은 본 기술분야의 통상의 기술자가 관계를 이해할 수 있는 의미로 의도된다(예를 들어, "A, B, 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은 A 단독, B 단독, C 단독, A와 B 함께, A와 C 함께, B와 C 함께, 및/또는 A, B, 및 C 함께 등을 갖는 시스템을 포함하지만 이에 제한되지 않음). 일반적으로, 상세한 설명, 청구범위, 또는 도면에 관계없이, 둘 이상의 대안적인 용어를 제시하는 이접적인 단어 및/또는 문구는, 문맥상 달리 언급되지 않는 한, 용어 중 하나, 용어 중 어느 하나, 또는 두 용어 모두를 포함할 가능성을 고려하는 것으로 이해되어야 한다는 것은 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 더 이해될 것이다. 예를 들어, 문구 "A 또는 B"는 일반적으로 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성을 포함하는 것으로 이해될 것이다.

[0184] 첨부된 청구항과 관련하여, 본 기술분야의 통상의 기술자는 청구항에서 인용된 동작이 일반적으로 임의의 순서로 수행될 수 있음을 이해할 것이다. 또한, 청구항 인용이 순서대로 제시되어 있지만, 다양한 동작은 설명된 순서와는 다른 순서로 수행될 수 있거나, 또는 동시에 수행될 수 있음을 이해해야 한다. 이러한 대체 순서의 예는, 문맥상 달리 명시되지 않는 한, 중첩, 삽입, 중단, 재정렬, 증분, 준비, 보충, 동시, 역순, 또는 다른 변형된 순서를 포함할 수 있다. 더욱이, 문맥상 달리 명시되지 않는 한, "~에 응답하는", "~와 관련된", 또는 다른 과거형 형용사 같은 용어는 일반적으로 이러한 변형을 배제하려는 의도가 아니다.

[0185] "하나의 양태", "양태", "예시", "하나의 예시" 등에 대한 임의의 언급은 그 양태와 관련하여 설명된 특정한 특징, 구조 또는 특성이 적어도 하나의 양태에 포함된다는 것을 의미한다는 점에 유의할만 하다. 따라서, 명세서 전반에 걸쳐 다양한 위치에서의 "하나의 양태에서", "양태에서", "예시에서", 및 "하나의 예시에서" 문구의 출현은 반드시 모두 동일한 양태를 지칭하는 것은 아니다. 더욱이, 특정한 특징, 구조 또는 특성은 하나 이상의

양태에서 임의의 적절한 방식으로 조합될 수 있다.

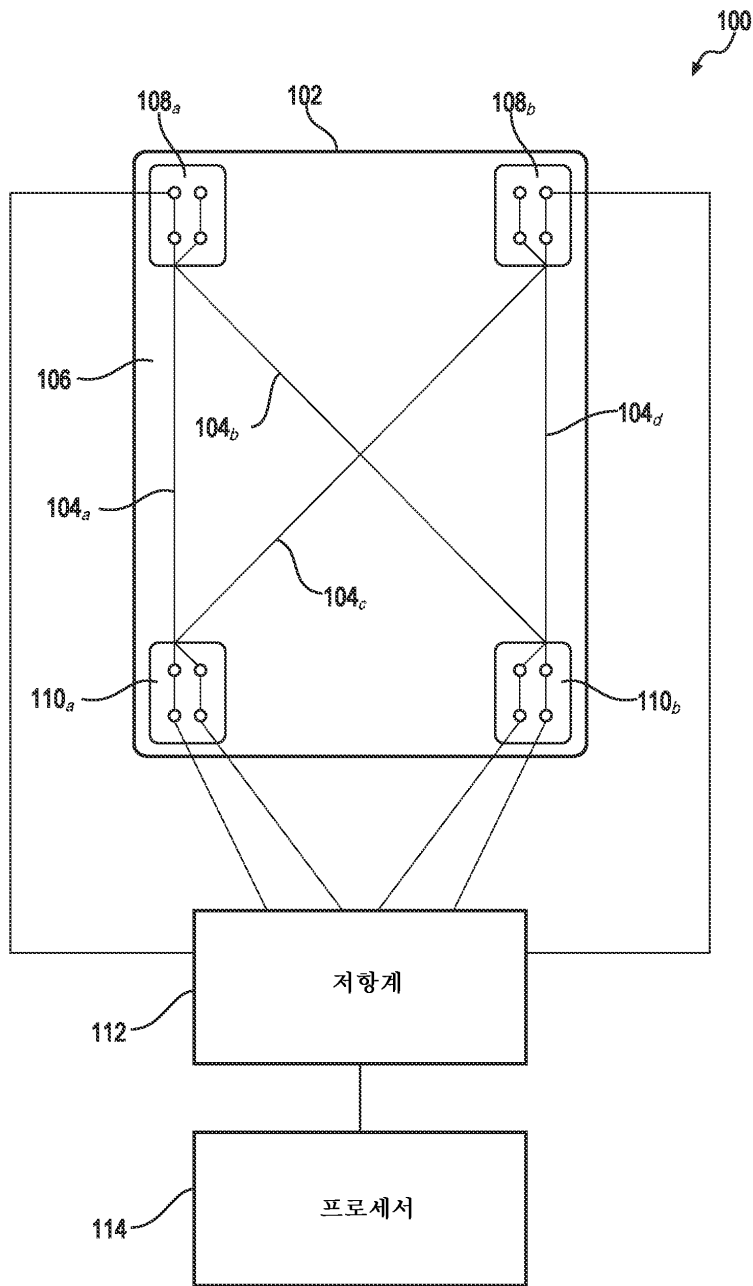
- [0186] 본 출원에서 사용되는 바와 같이, 문맥이 달리 명확하게 언급하지 않는 한, 단수 형태("a", "an", 및 "the")는 복수 참조를 포함한다.
- [0187] 제한이 아닌 예로서, 상, 하, 좌, 우, 하부, 상부, 전방, 후방, 및 이들의 변형과 같은 본 출원에서 사용되는 방향 문구는 첨부 도면에 도시된 요소의 방위와 관련될 것이며, 달리 명시적으로 언급되지 않는 한 청구범위를 제한하지 않는다.
- [0188] 본 개시내용에서 사용된 바와 같이, 용어 "약" 또는 "대략"은, 달리 명시되지 않는 한, 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 결정되는 특정 값에 대한 허용 가능한 오차를 의미하며, 이는 그 값이 측정 또는 결정되는 방법에 부분적으로 의존한다. 특정 양태에서, 용어 "약" 또는 "대략"은 1, 2, 3 또는 4 표준 편차 이내를 의미한다. 특정 양태에서, 용어 "약" 또는 "대략"은 주어진 값 또는 범위의 50%, 200%, 105%, 100%, 9%, 8%, 7%, 6%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1%, 0.5%, 또는 0.05% 이내를 의미한다.
- [0189] 이 명세서에서, 달리 명시되지 않는 한, 모든 수치 파라미터는 모든 경우에 "약"이라는 용어에 의해 앞에 놓이고 수정되는 것으로 이해되어야 하며, 여기서 수치 파라미터는 파라미터의 수치 값을 결정하는 데 사용되는 근본적인 측정 기술의 고유한 가변성 특성을 갖는다. 적어도, 청구항의 범주에 대한 균등론의 적용을 제한하려는 시도가 아니면, 본 출원에 설명된 각각의 수치 파라미터는, 적어도 보고된 유효 자릿수의 수를 고려하여 그리고 통상적인 반올림 기법을 적용하여 해석되어야 한다.
- [0190] 본 출원에서 인용된 임의의 수치 범위는, 인용된 범위 내에 포함되는 모든 하위 범위를 포함한다. 예를 들어, "1 내지 100"의 범위는 인용된 최소값 1과 인용된 최대값 100 사이(및 이를 포함)의, 즉, 1 이상의 최소값 및 100 이하의 최대값을 갖는 모든 하위 범위를 포함한다. 또한, 본 출원에서 인용된 모든 범위는 인용된 범위의 종점을 포함한다. 예를 들어, "1 내지 100"의 범위는 종점 1 및 100을 포함한다. 이 명세서에 인용된 임의의 최대 수치 제한은 그 안에 포함되는 모든 더 낮은 수치 제한을 포함하도록 의도되고, 이 명세서에 인용된 임의의 최소 수치 제한은 그 안에 포함되는 모든 더 높은 수치 제한을 포함하도록 의도된다. 따라서, 출원인은 명시적으로 인용된 범위 내에 포함되는 임의의 하위 범위를 명시적으로 인용하기 위해 청구범위를 포함하여 이 명세서를 수정할 권리를 보유한다. 이러한 모든 범위는 본질적으로 이 명세서에 설명되어 있다.
- [0191] 이 명세서에서 언급되거나 및/또는 출원 데이터 시트에 나열된 임의의 특허 출원, 특허, 비특허 간행물 또는 기타 공개 자료는 포함된 자료가 본 출원과 일치되지 않는 범위까지 본 출원에 참조로 포함된다. 따라서, 그리고 필요한 정도로, 본 출원에 명시적으로 제시된 개시내용은 본 출원에 참조로 포함된 임의의 상충되는 자료를 대체한다. 본 출원에서 참조로서 포함된다고 언급되지만, 본 출원에 제시된 기존의 정의, 진술, 또는 다른 공개 자료와 상충되는 임의의 자료 또는 그 일부는 통합된 자료와 기존 공개 자료 사이에서 상충되지 않을 정도로만 포함될 것이다.
- [0192] 용어 "포함하다"(및 "포함한다" 및 "포함하는"과 같은 포함하다의 임의의 형태), "갖다"(및 "갖는다" 및 "갖는"과 같은 갖다의 임의의 형태), "구비하다"(및 "구비한다" 및 "구비하는"과 같은 구비하다의 임의의 형태) 및 "함유하다"(및 "함유한다" 및 "함유하는"과 같은 함유하다의 임의의 형태)는 개방형 연결 동사이다. 결과적으로, 하나 이상의 요소를 "포함하는", "갖는", "구비하는" 또는 "함유하는" 시스템은 그 하나 이상의 요소를 소유하지만, 그 하나 이상의 요소만 소유하는 것으로 제한되지 않는다. 마찬가지로, 하나 이상의 특징을 "포함하는", "갖는", "구비하는" 또는 "함유하는" 시스템, 디바이스, 또는 장치의 요소는 그 하나 이상의 특징을 소유하지만, 그 하나 이상의 특징만 소유하는 것으로 제한되지 않는다.
- [0193] 개시된 다양한 양태를 수행하기 위해 로직을 프로그래밍하는 데 사용되는 명령어는 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM), 캐시, 플래시 메모리, 또는 기타 저장소와 같은 시스템의 메모리 내에 저장될 수 있다. 더욱이, 명령어는 네트워크를 통해 또는 기타 컴퓨터 판독 가능 매체를 통해 배포될 수 있다. 따라서, 기계 판독 가능 매체는 기계(예를 들어, 컴퓨터)에 의해 판독 가능한 형태로 정보를 저장 또는 송신하기 위한 임의의 메커니즘을 포함할 수 있으며, 플로피 디스켓, 광학 디스크, 콤팩트 디스크 리드-온리 메모리(CD-ROM), 및 광자기 디스크, 리드-온리 메모리(ROM), 랜덤 액세스 메모리(RAM), 소거 및 프로그램 가능 리드-온리 메모리(EPROM), 전기적 소거 및 프로그램 가능 리드-온리 메모리(EEPROM), 자기 또는 광학 카드, 플래시 메모리, 또는 전기, 광학, 음향 또는 기타 형태의 전파 신호(예를 들어, 반송파, 적외선 신호, 디지털 신호 등)를 통해 인터넷을 거쳐 정보를 송신하는 데 사용되는 유형(tangible)의 기계 판독 가능 저장소이지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 따라서, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체는 기계(예를 들어, 컴퓨터)에 의해 판독 가능한 형태로 전자 명령어 또는 정보

를 저장 또는 송신하는 데 적절한 임의의 타입의 유형의 기계 판독 가능 매체를 포함한다.

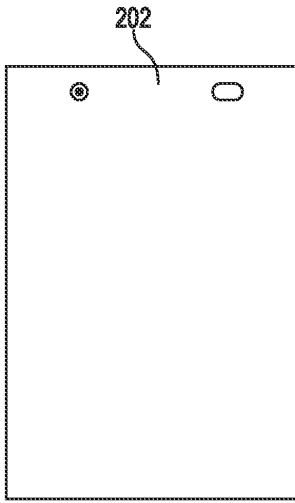
- [0194] 본 출원의 임의의 양태에서 사용될 때, 프로세서 또는 마이크로프로세서에 대한 임의의 참조는 임의의 "제어 회로"로 대체될 수 있으며, 이는 예를 들어 배선으로 연결된 회로, 프로그램 가능 회로(예를 들어, 하나 이상의 개별 명령어 처리 코어, 처리 유닛, 프로세서, 마이크로컨트롤러, 마이크로컨트롤러 유닛, 제어기, 디지털 신호 프로세서(DSP), 프로그램 가능 로직 디바이스(PLD), 프로그램 가능 로직 어레이(PLA), 또는 필드 프로그램 가능 게이트 어레이(FPGA)를 포함하는 컴퓨터 프로세서), 상태 기계 회로, 프로그램 가능 회로에 의해 실행되는 명령어를 저장하는 펌웨어, 및 그 임의의 조합을 의미할 수 있다. 제어 회로는 집합적으로 또는 개별적으로 더 큰 시스템, 예를 들어 집적 회로(IC), 주문형 집적 회로(ASIC), 시스템 온 칩(SoC), 데스크탑 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 서버, 스마트폰 등의 일부를 형성하는 회로로 구현될 수 있다. 따라서, 본 출원에 사용된 "제어 회로"는 적어도 하나의 이산 전기 회로를 갖는 전기 회로, 적어도 하나의 집적 회로를 갖는 전기 회로, 적어도 하나의 주문형 집적 회로를 갖는 전기 회로, 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 범용 컴퓨팅 디바이스(예를 들어, 적어도 부분적으로 프로세스를 수행하는 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 범용 컴퓨터 및/또는 본 출원에 설명된 디바이스, 또는 적어도 부분적으로 프로세스를 수행하는 컴퓨터 프로그램에 의해 구성된 마이크로프로세서 및/또는 본 출원에 설명된 디바이스)를 형성하는 전기 회로, 메모리 디바이스를 형성하는(예를 들어, 랜덤 액세스 메모리를 형성하는) 전기 회로, 및/또는 통신 디바이스(예를 들어, 모뎀, 통신 스위치, 또는 광-전기 장비)를 형성하는 전기 회로를 포함하지만, 이들로 제한되는 것은 아니다. 본 기술 분야의 통상의 기술자는 본 출원에 설명된 청구 대상이 아날로그 또는 디지털 방식 또는 그 일부 조합으로 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0195] 본 출원의 임의의 양태에서 사용되는 용어 "로직"은 앞서 설명한 동작 중 임의의 동작을 수행하도록 구성된 앱, 소프트웨어, 펌웨어 및/또는 회로를 지칭할 수 있다. 소프트웨어는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 기록된 소프트웨어 패키지, 코드, 명령어, 명령어 세트 및/또는 데이터로 구현될 수 있다. 펌웨어는 메모리 디바이스에 하드 코딩된(예를 들어, 비휘발성) 코드, 명령어 또는 명령어 세트 및/또는 데이터로서 구현될 수 있다.
- [0196] 본 출원의 임의의 양태에서 사용된 용어 "컴포넌트", "시스템", "모듈" 등은 컴퓨터 관련 엔티티, 즉, 하드웨어, 하드웨어와 소프트웨어의 조합, 소프트웨어, 또는 실행 중인 소프트웨어를 의미할 수 있다.
- [0197] 앞서 설명한 개시내용으로부터 명백하게 달리 구체적으로 언급되지 않는 한, 앞서 설명한 개시내용 전체에 걸쳐, "처리", "컴퓨팅", "계산", "결정", "디스플레이" 등과 같은 용어를 사용한 설명은, 컴퓨터 시스템의 레지스터 및 메모리 내의 물리적(전자) 수량으로 표현되는 데이터를 컴퓨터 시스템 메모리 또는 레지스터 또는 기타 이러한 정보 저장 장치, 송신 또는 디스플레이 디바이스 내의 물리적 수량으로 유사하게 표현되는 다른 데이터로 조작 및 변환하는 컴퓨터 시스템 또는 유사한 전자 컴퓨팅 디바이스의 동작 및 프로세스를 의미한다는 것을 인식한다.
- [0198] 하나 이상의 컴포넌트는 본 출원에서 "구성된", "구성 가능한", "동작/작동 가능한", "적용된/적용 가능한", "가능한", "부합하는/부합된" 등으로 지칭될 수 있다. 본 기술 분야의 통상의 기술자는 문맥상 달리 요구되지 않는 한, "구성된"이 일반적으로 활성 상태 컴포넌트 및/또는 비활성 상태 컴포넌트 및/또는 대기 상태 컴포넌트를 포함할 수 있다는 것을 인식할 것이다.

도면

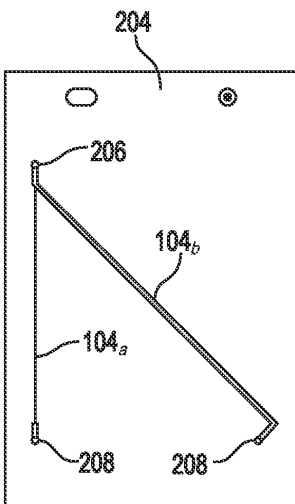
도면1



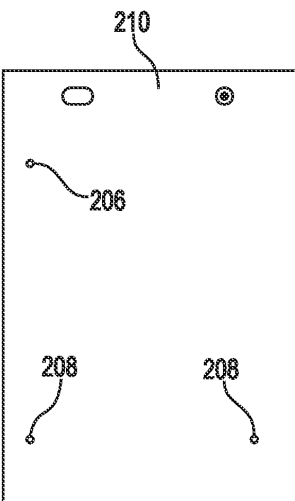
도면2a



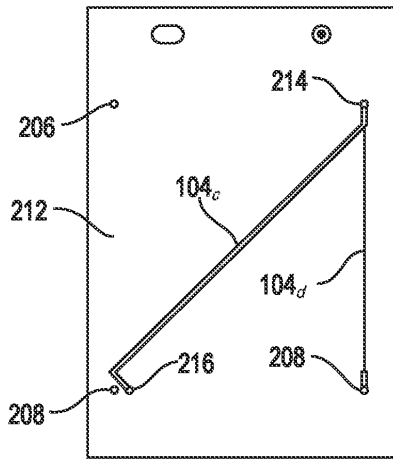
도면2b



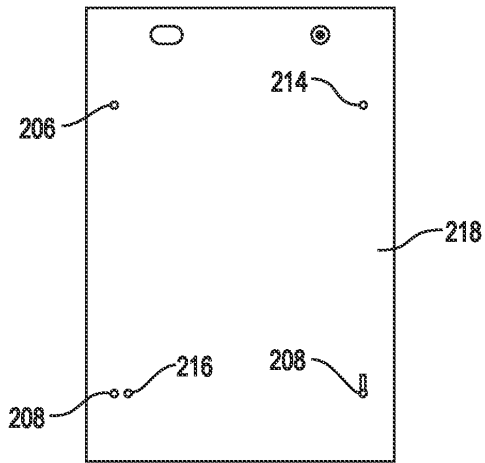
도면2c



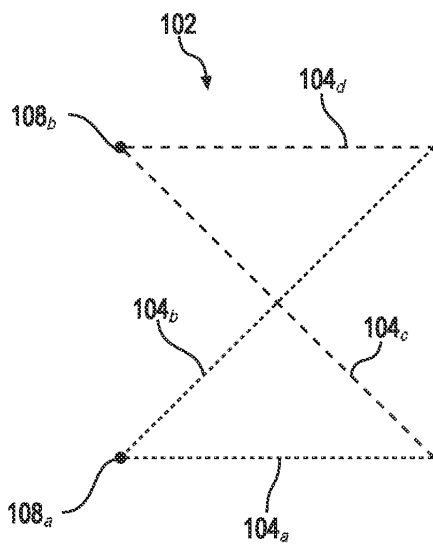
도면2d



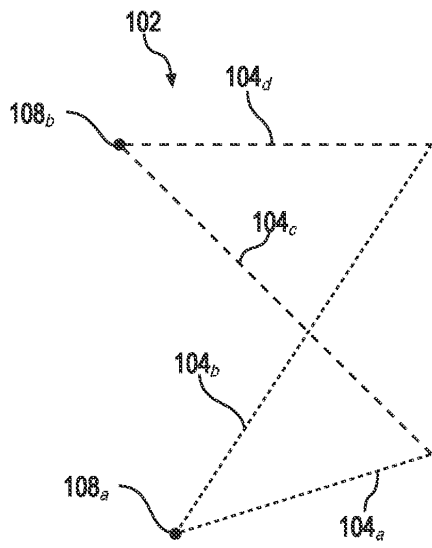
도면2e



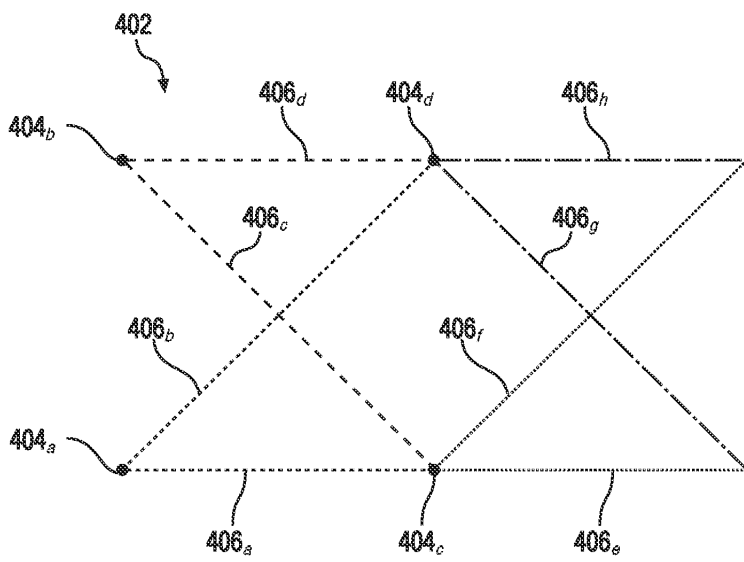
도면3a



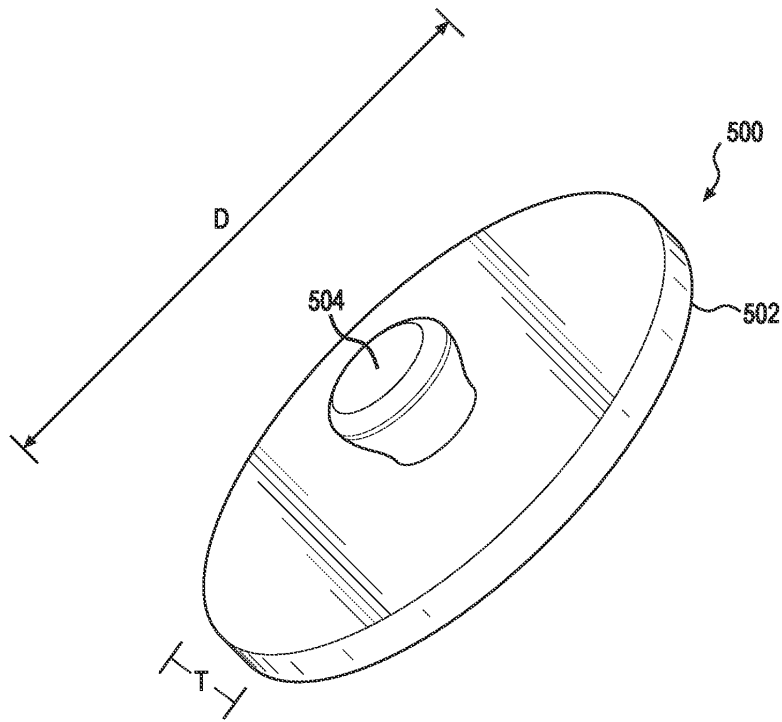
도면3b



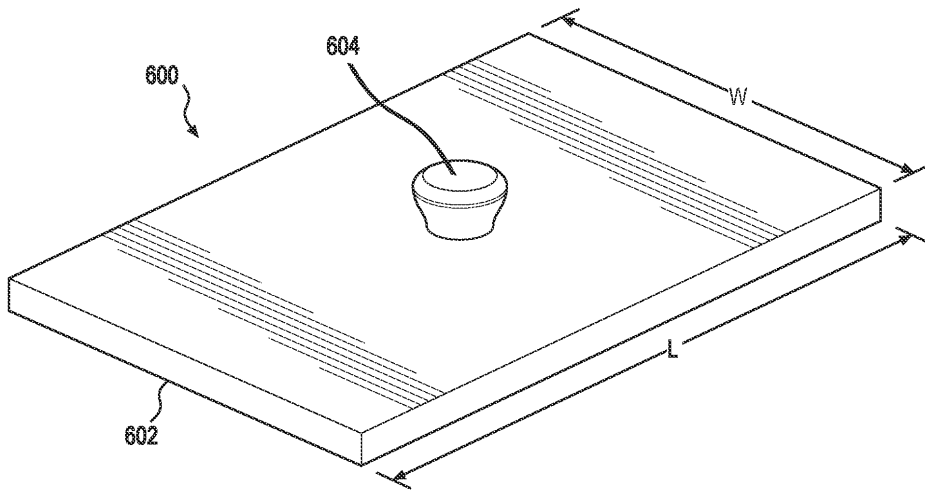
도면4



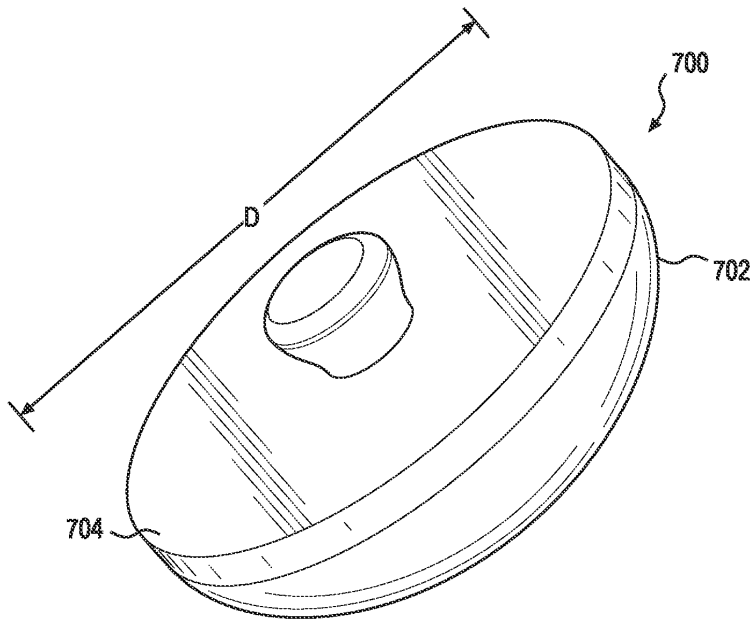
도면5



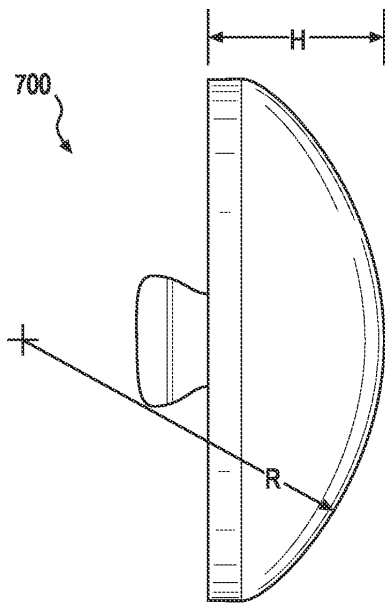
도면6



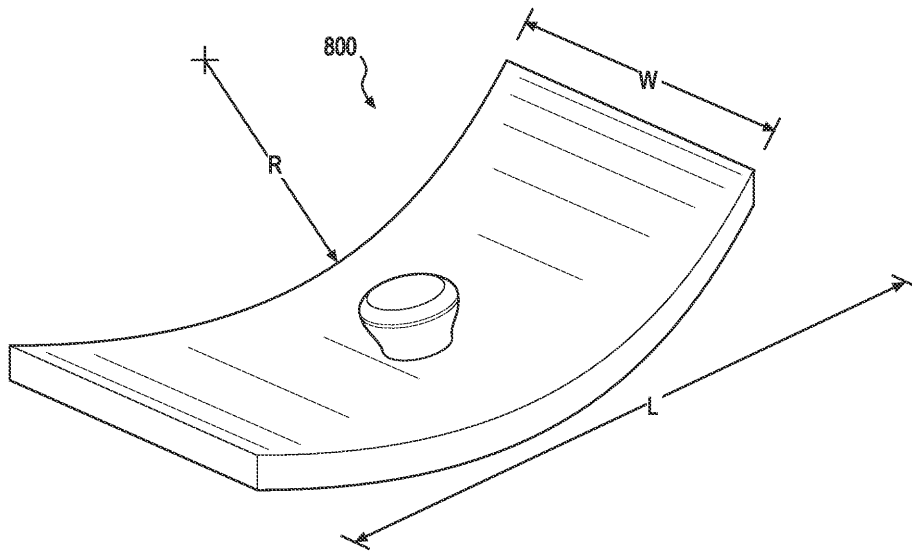
도면7a



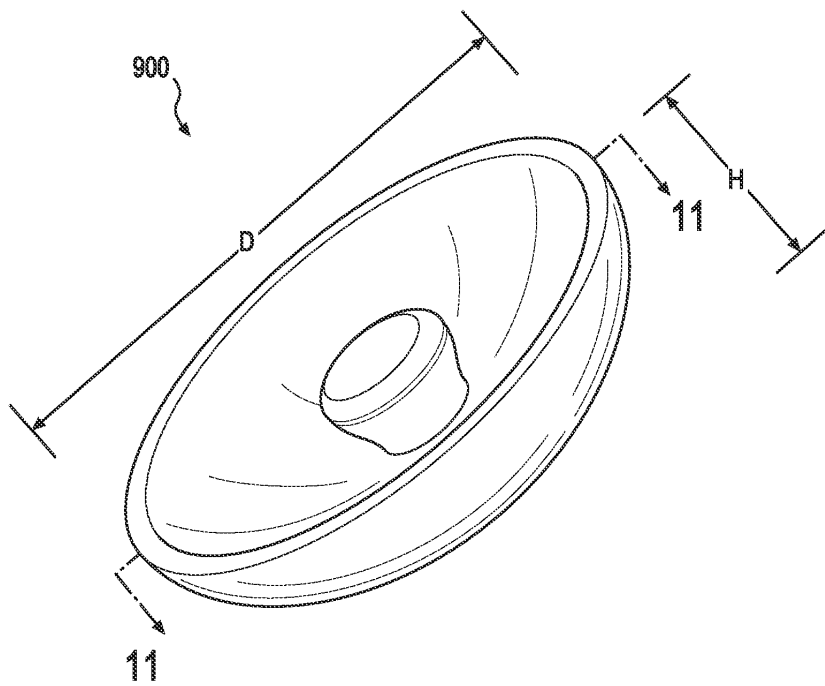
도면7b



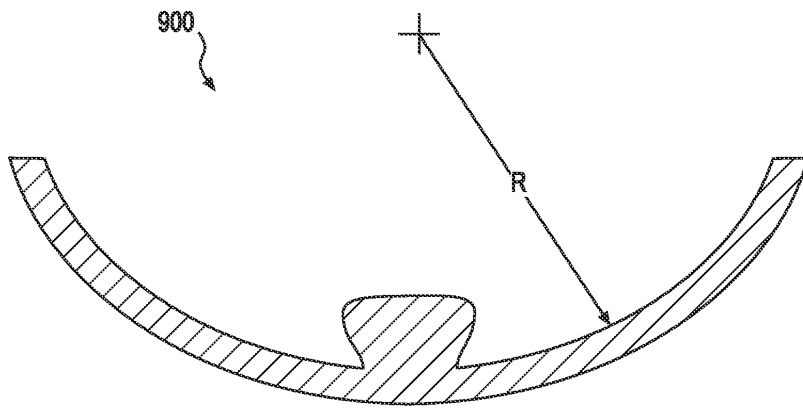
도면8



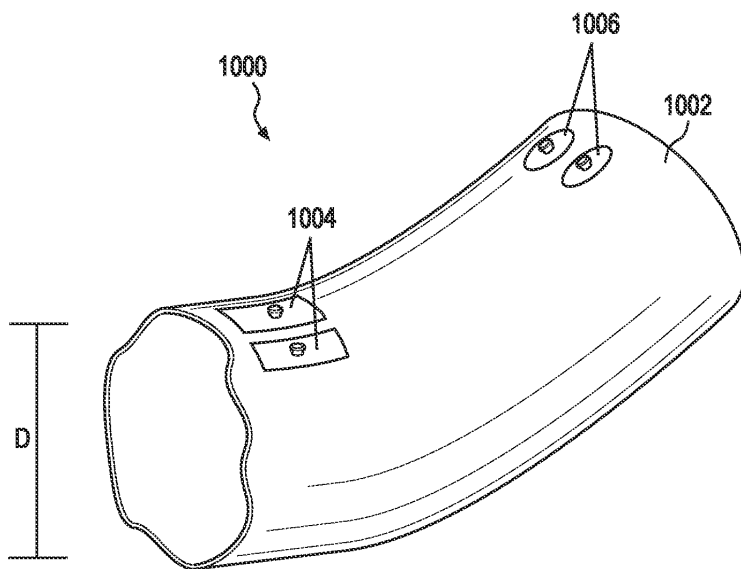
도면9a



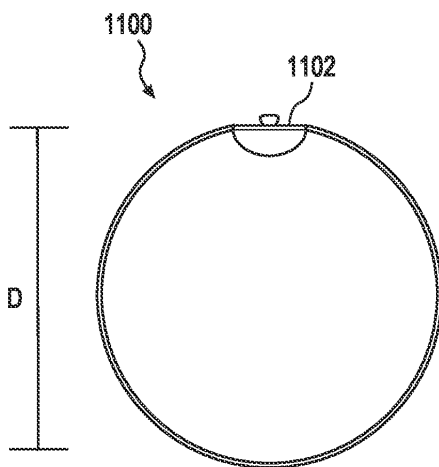
도면9b



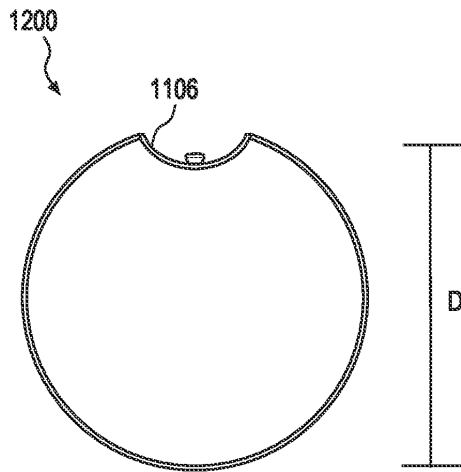
도면10



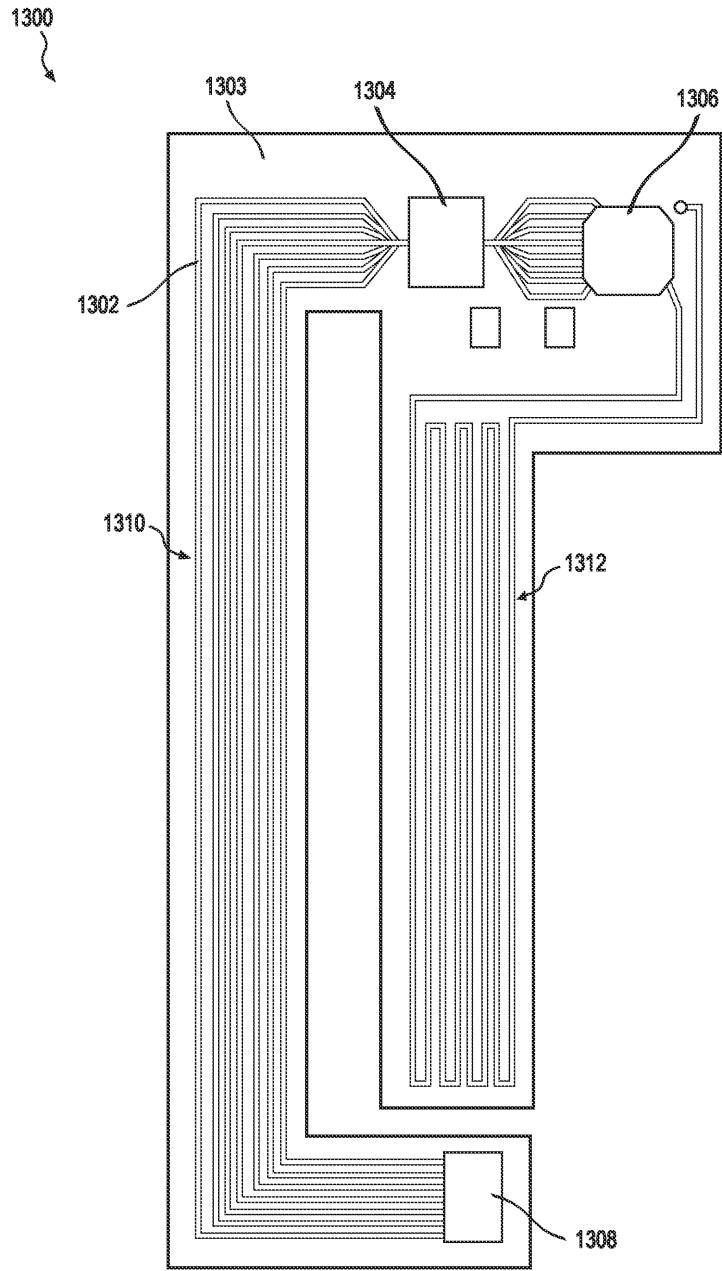
도면11



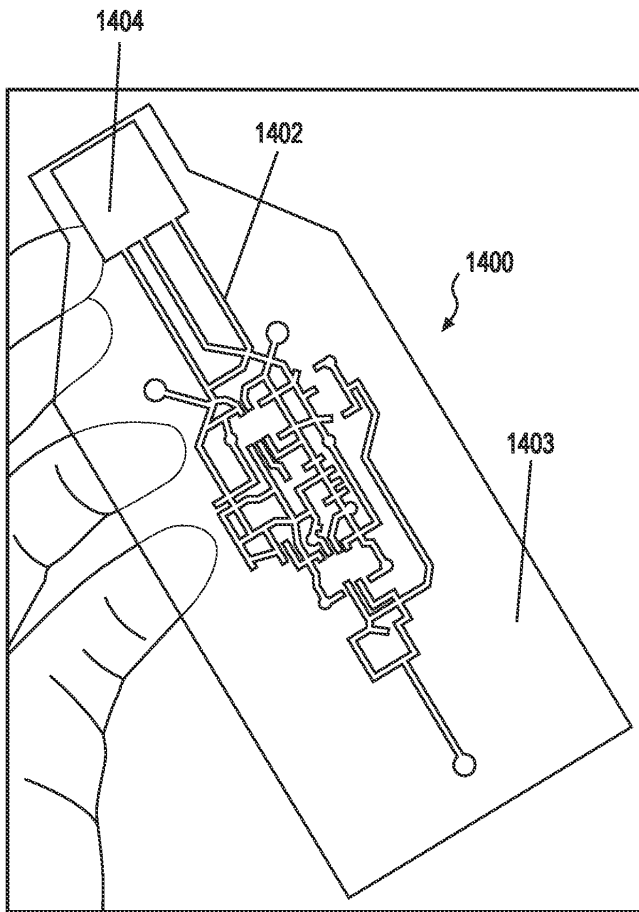
도면12



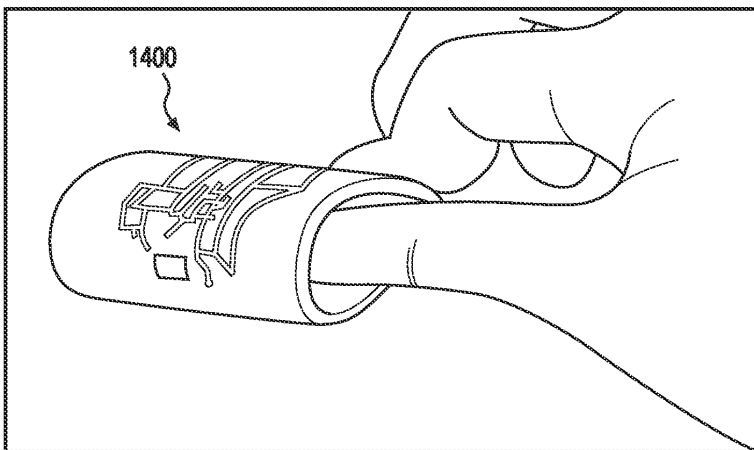
도면13



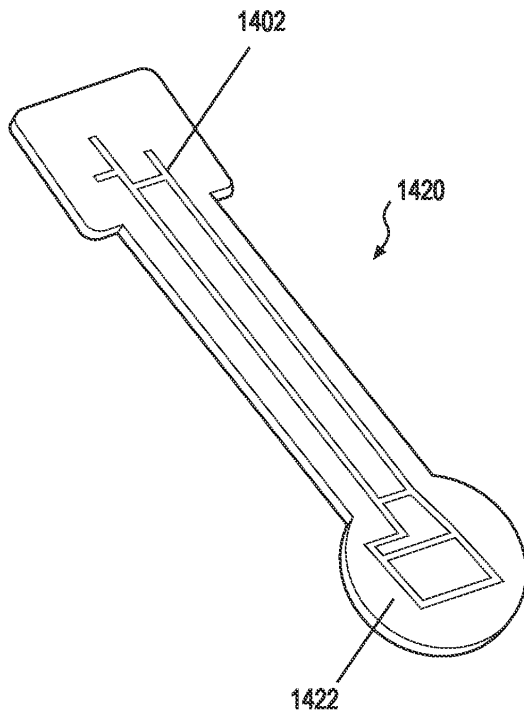
도면14a



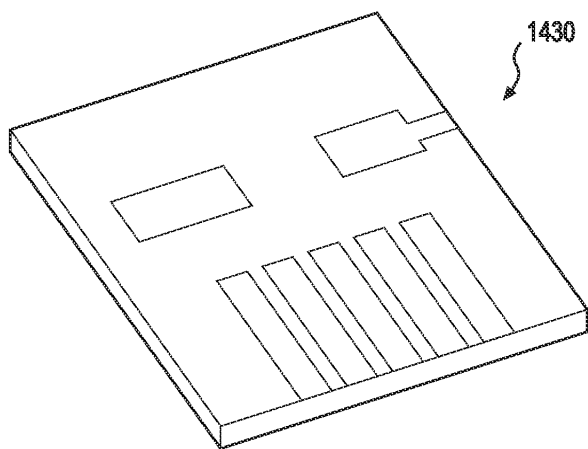
도면14b



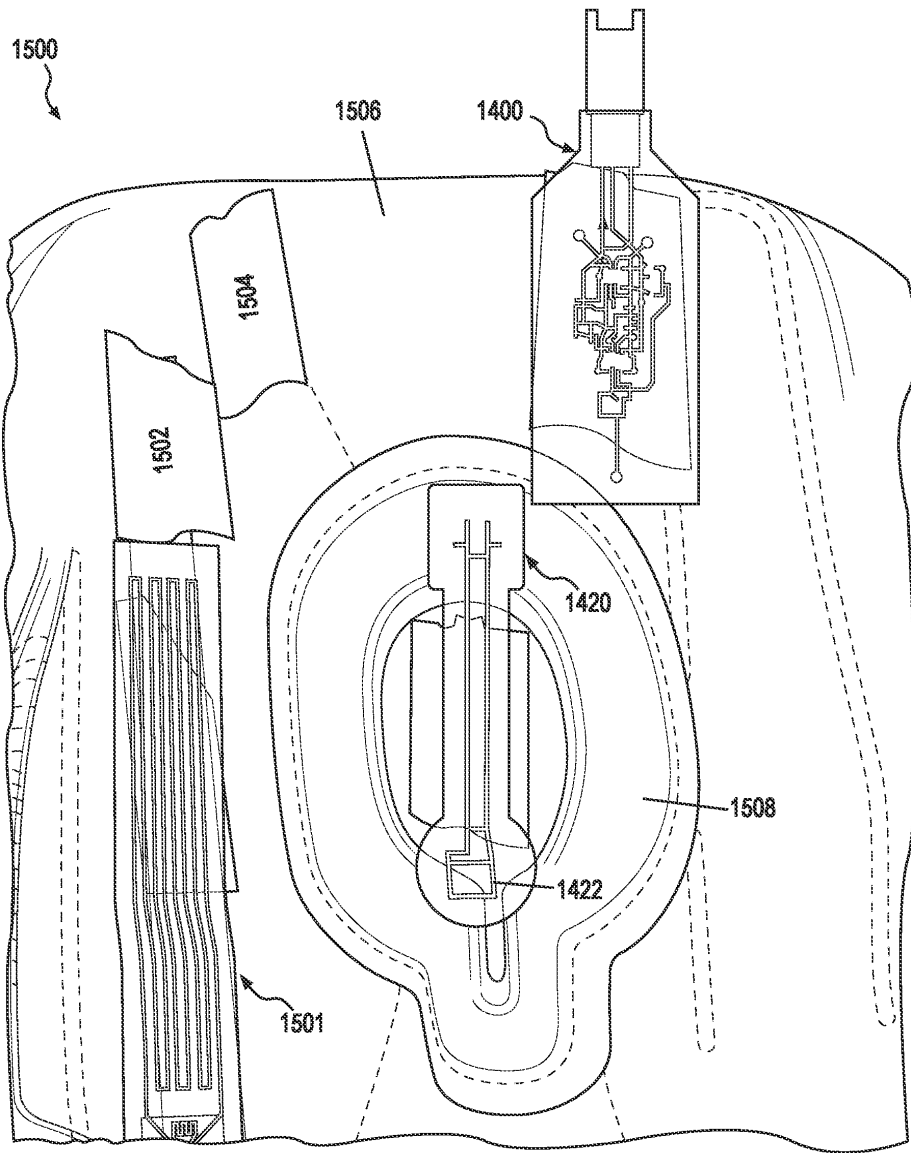
도면14c



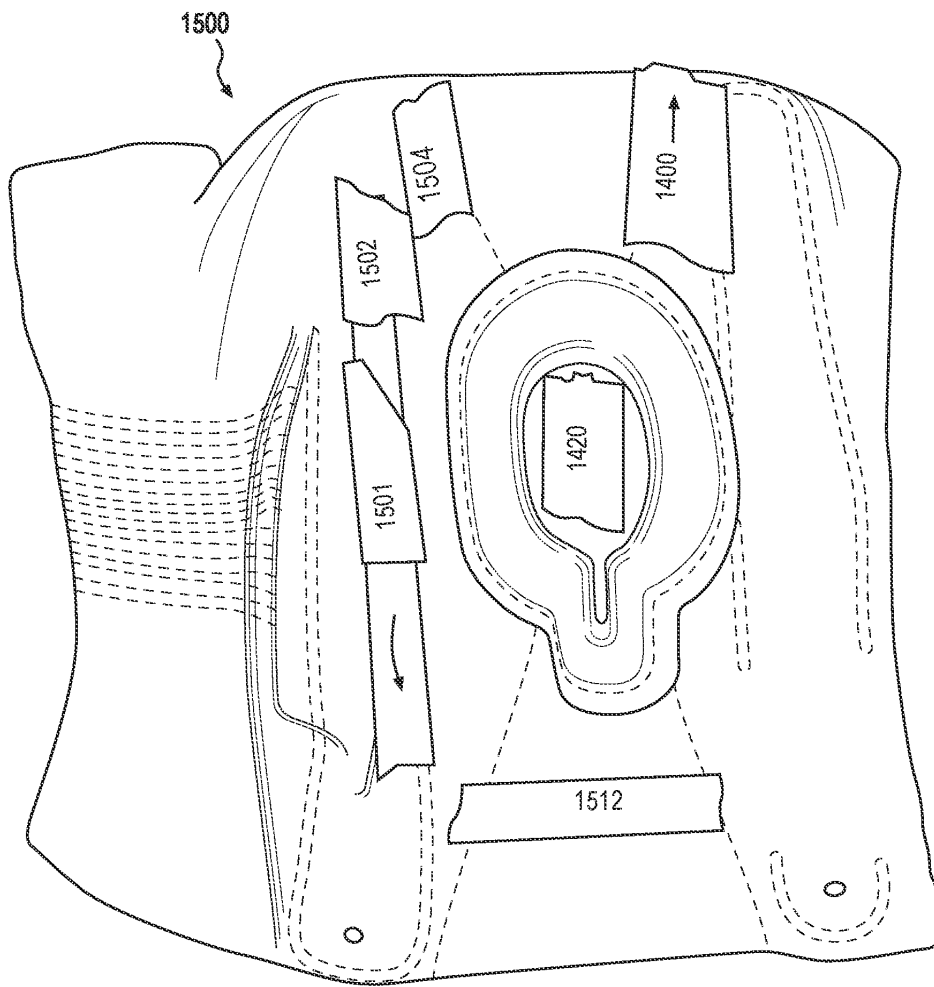
도면14d



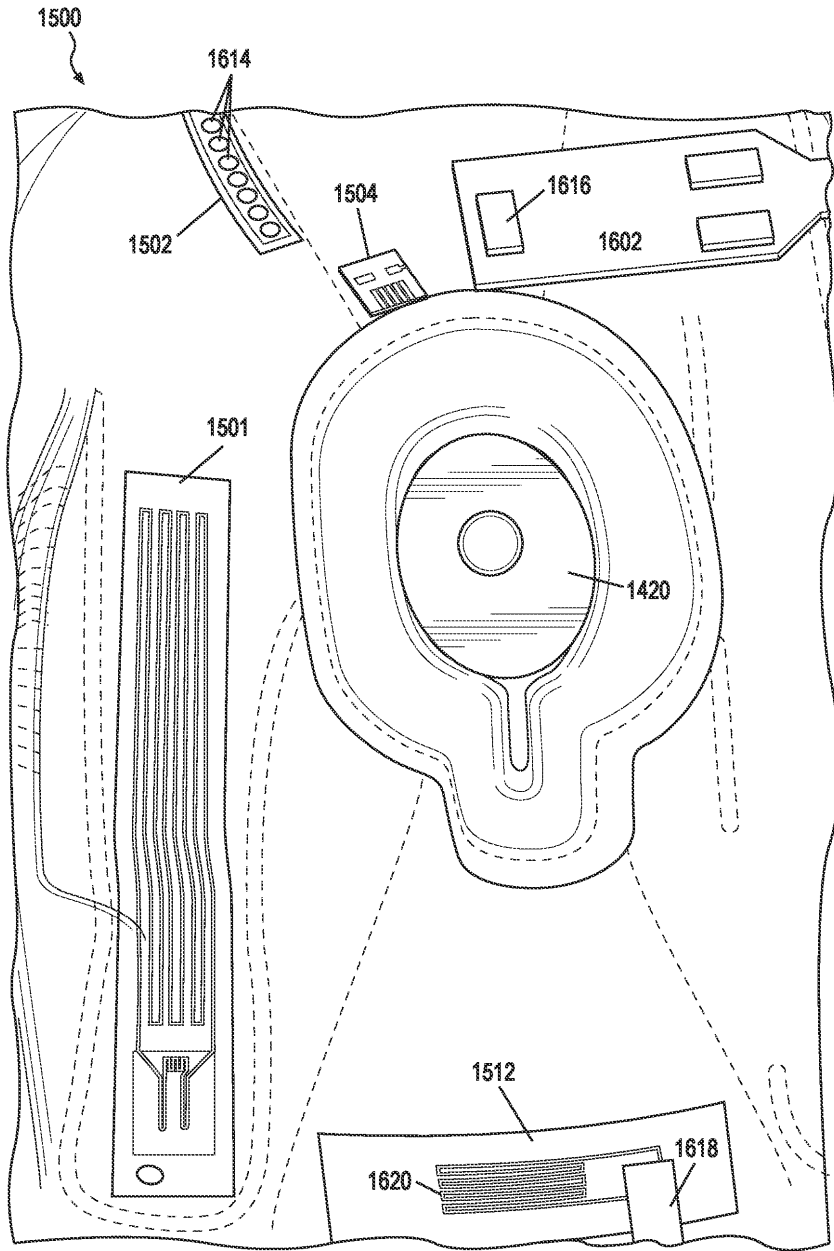
도면15



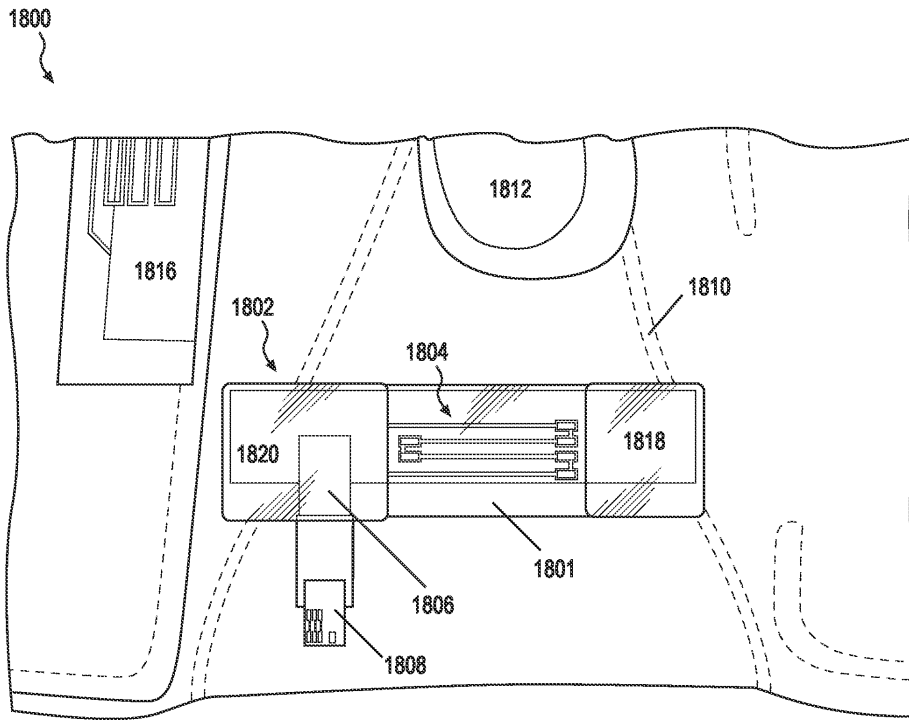
도면16



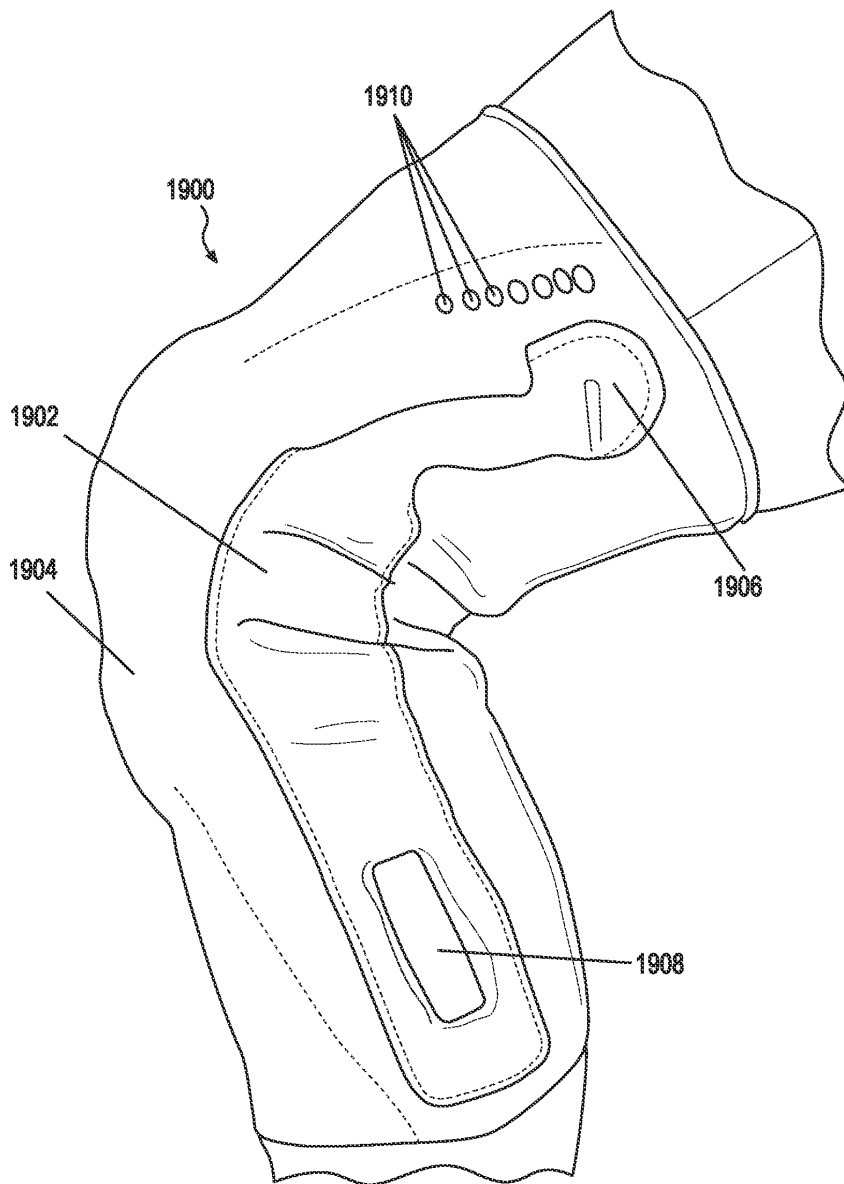
도면17



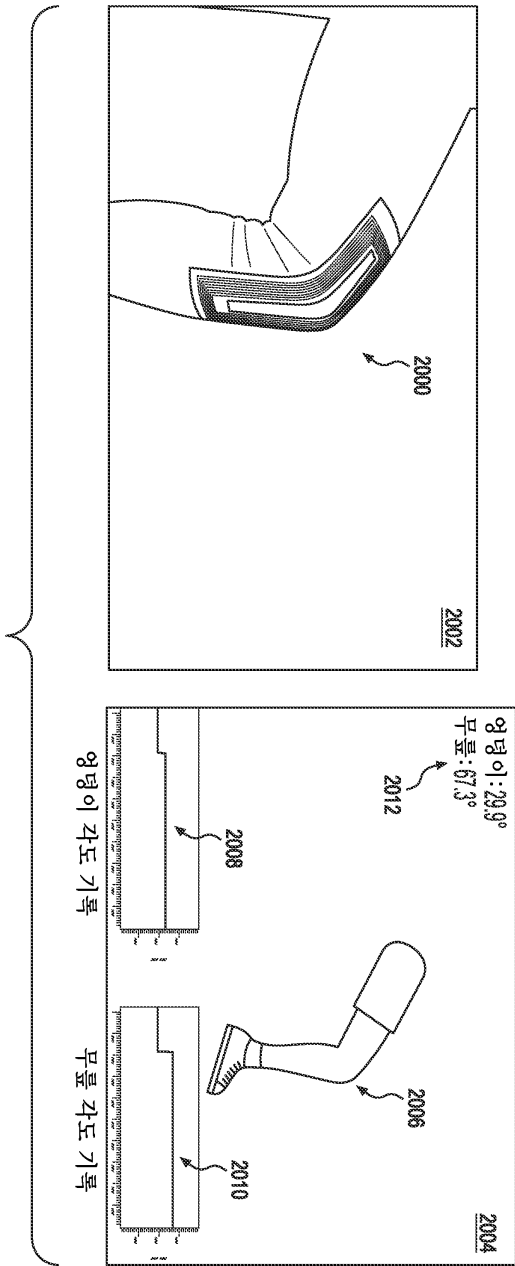
도면18



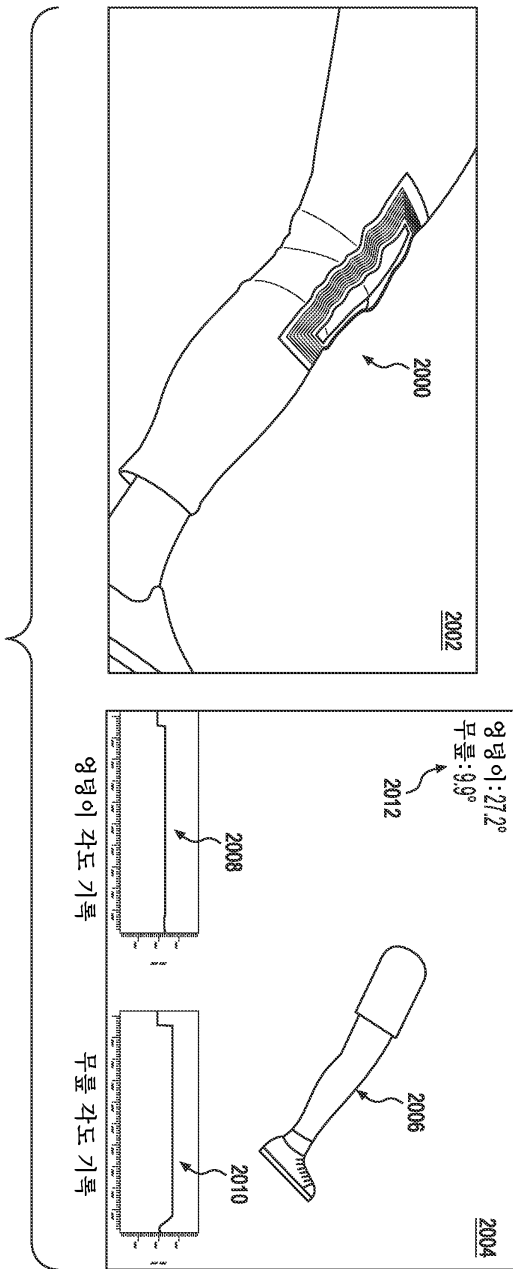
도면19



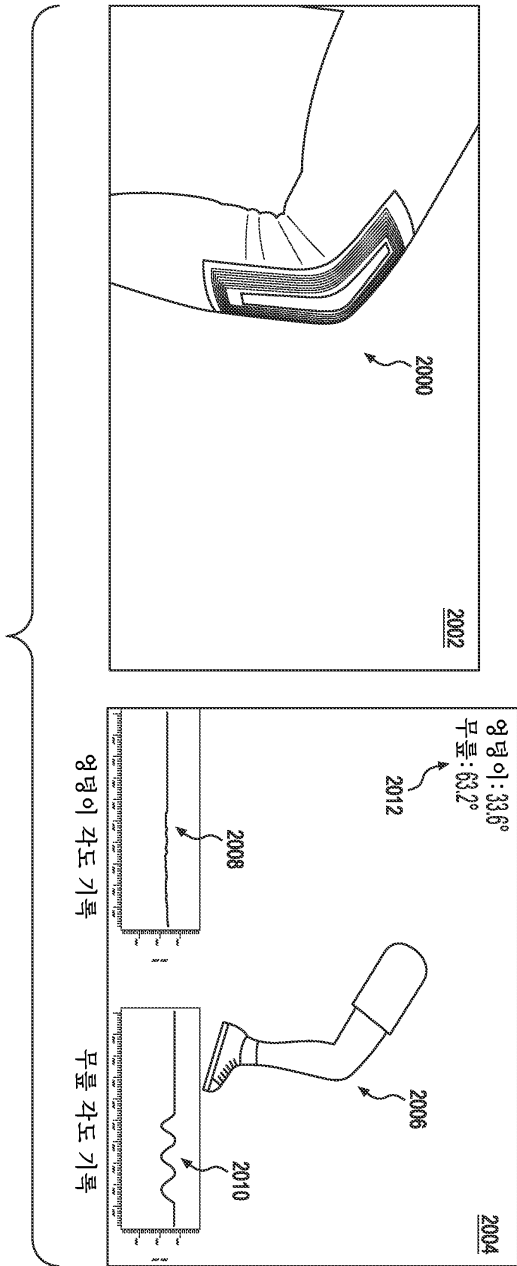
도면20a



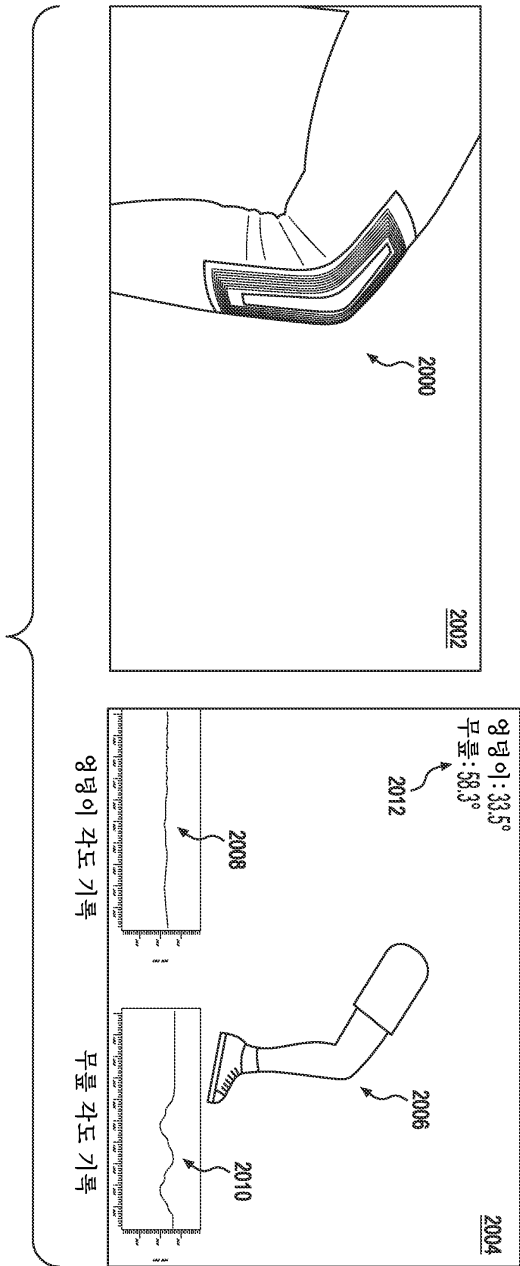
도면20b



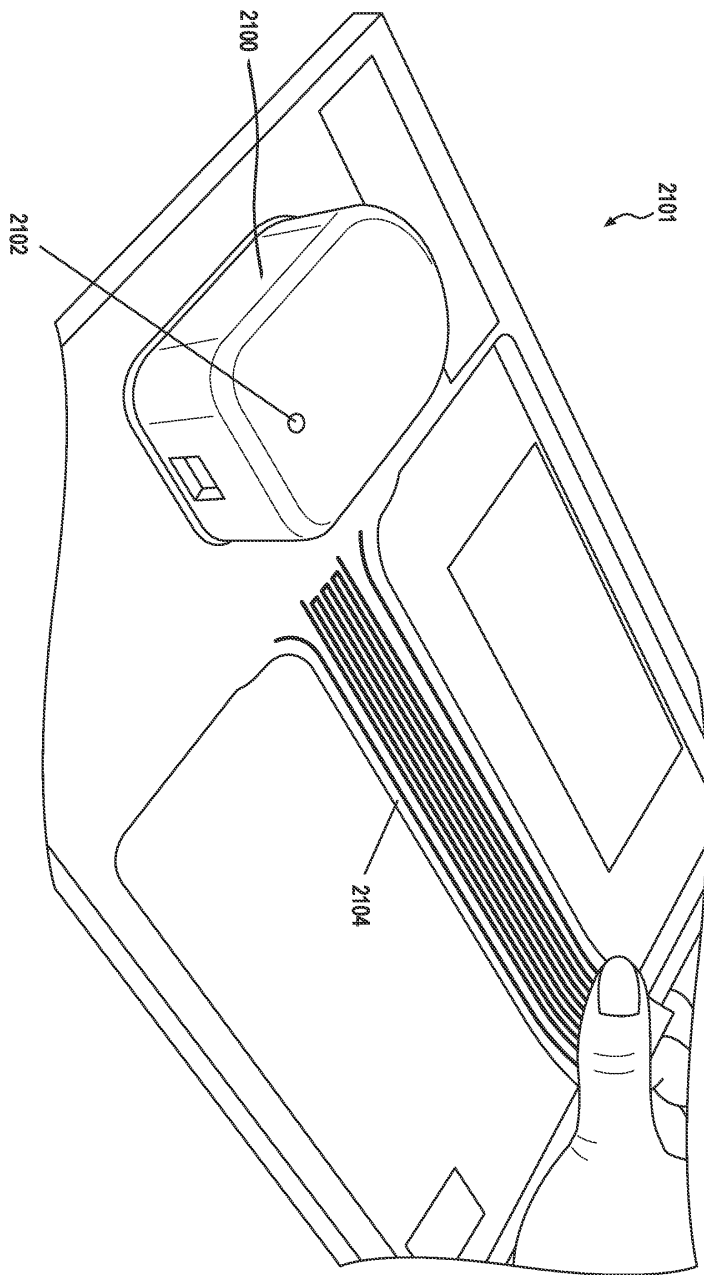
도면20c



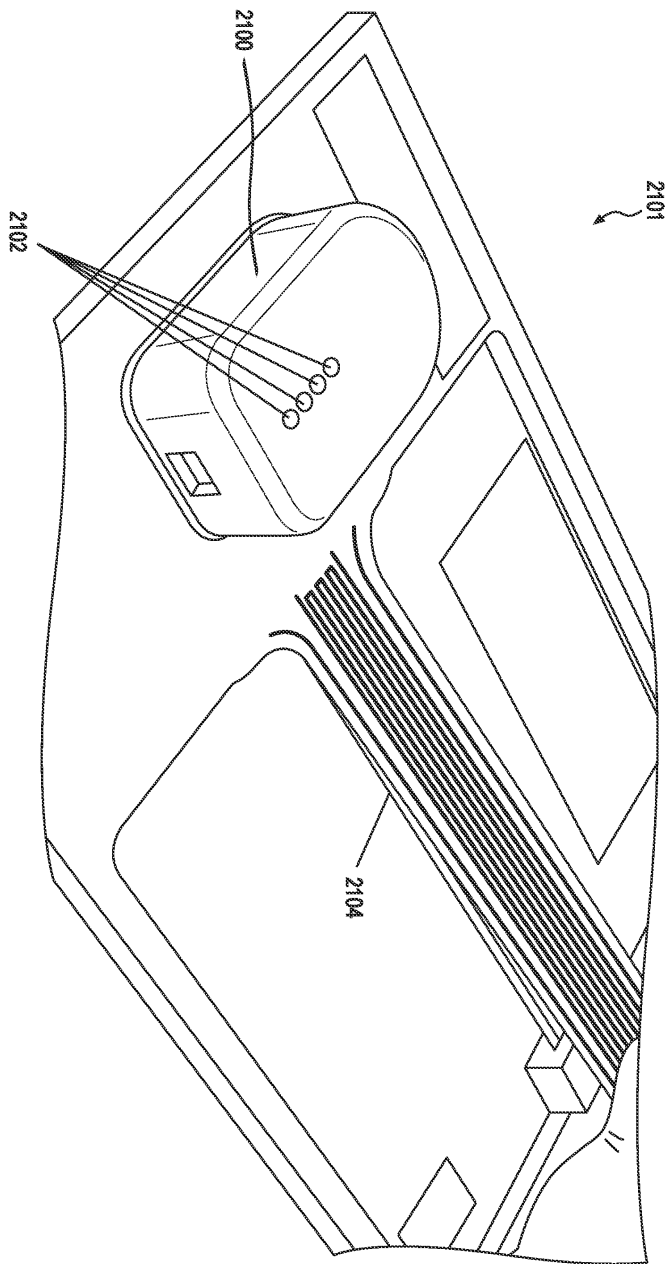
도면20d



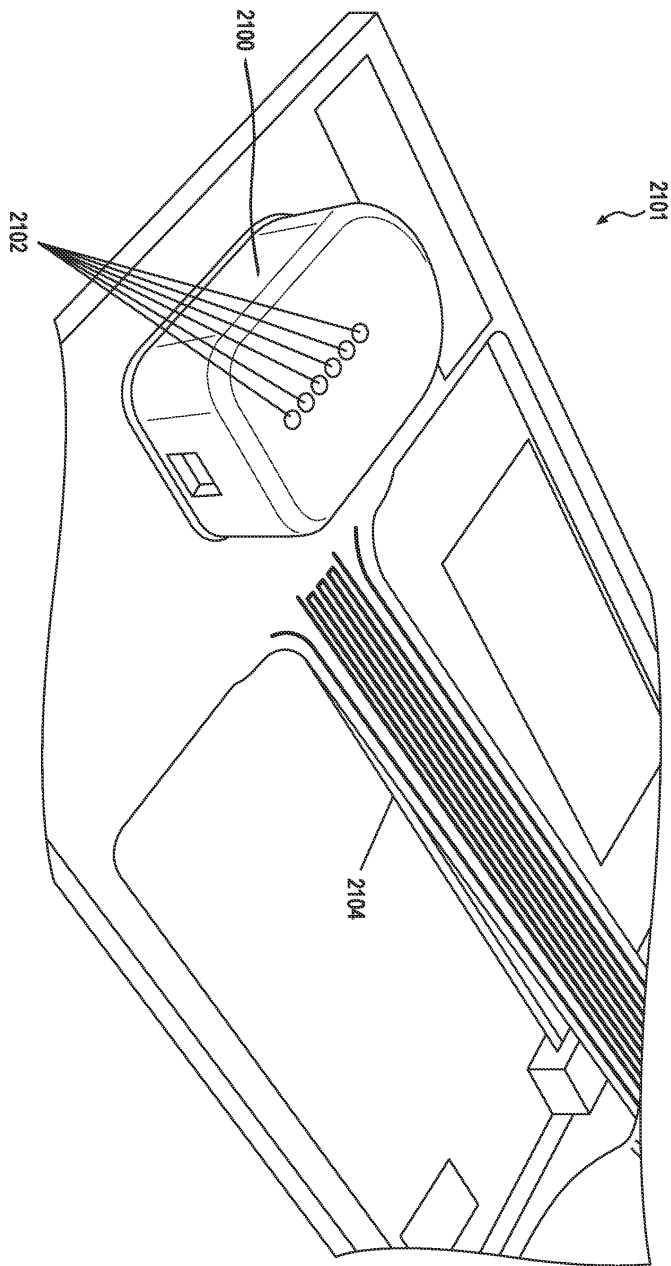
도면21a



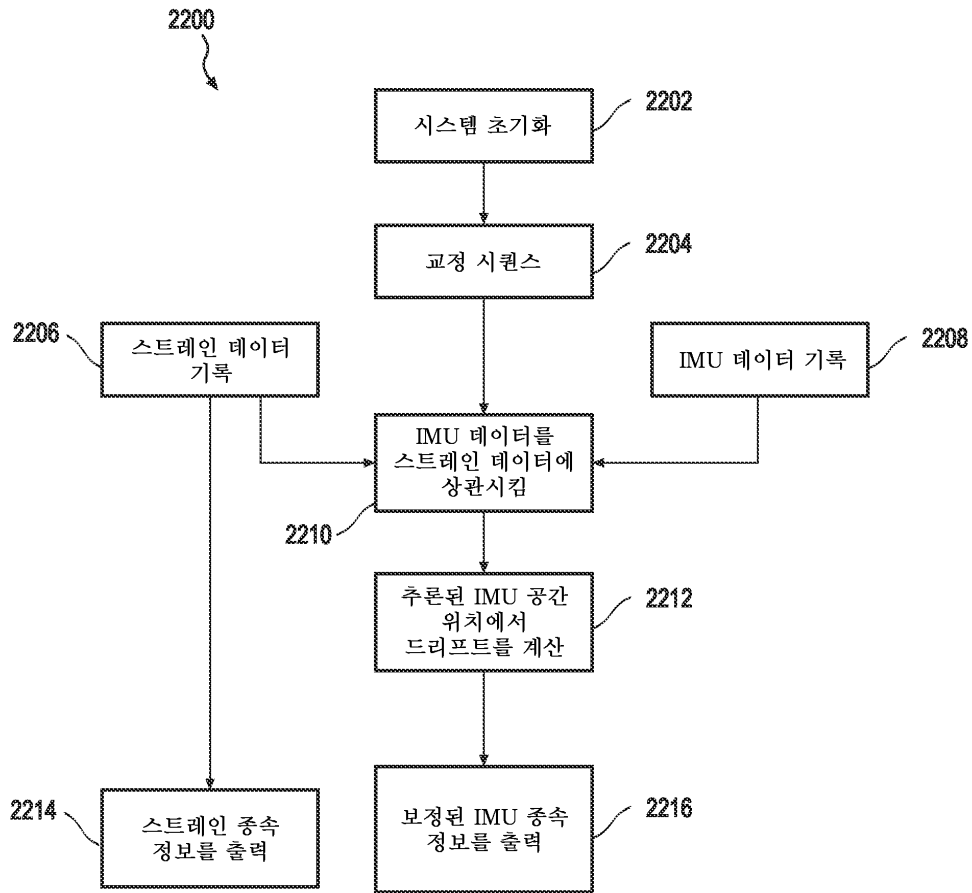
도면21b



도면21c



도면22



도면23

