(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0001759
(43) 공개일자 2023년01월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 1/36 (2006.01) *A61B 17/00* (2022.01)
A61B 5/392 (2021.01) *A61F 2/04* (2006.01)
A61F 2/48 (2006.01) *A61N 1/05* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 1/36007 (2013.01)
A61B 5/392 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2021-0084713
(22) 출원일자 2021년06월29일
심사청구일자 2022년04월29일

(71) 출원인
고려대학교 세종산학협력단
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511 (고려대학교세종캠퍼스내)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
홍정화
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511
전훈재
서울특별시 성북구 대사관로 21
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
백두진, 강일신, 김정연, 유광철

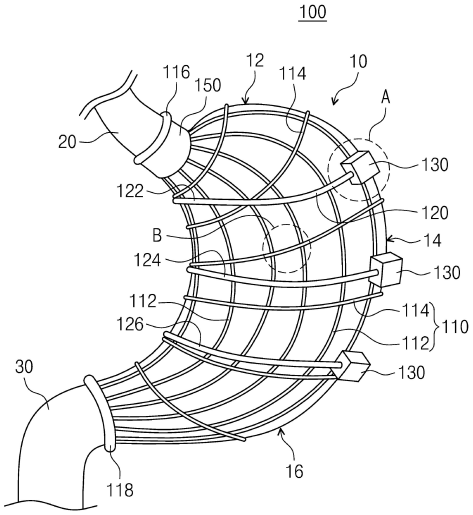
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치 및 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법**

(57) 요 약

만성적 기능성 위장 장애 환자를 대상으로 위의 연동운동이 비정상적으로 느려지거나 빨라질 때 이를 위 운동성 디지털 트윈을 활용하여 환자 개인의 생체특성에 맞게 정상적인 연동운동으로 바꿔주는 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치와, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 제어하는 제어 방법이 개시된다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61F 2/04 (2013.01)
A61F 2/482 (2021.08)
A61F 5/0063 (2013.01)
A61N 1/0509 (2013.01)
A61B 2017/00716 (2013.01)
A61B 2017/00818 (2013.01)
A61F 2002/045 (2013.01)
(72) 발명자
설동근
서울특별시 중구 동호로10길 30, 111동 106호
김승한
서울특별시 성북구 고려대로17가길 64, 104동 1101호
김재민
세종특별자치시 조치원읍 세종로 2511

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711091324
과제번호	2019R1A2C3009595
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	골재형성 골조직온어칩 시스템 개발 및 환자 맞춤형 골질환 치료를 위한 골재형성 연구
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교세종캠퍼스
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

청구범위유예 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

인체 내부에 삽입 가능하고, 위를 감싼 상태로 상기 위의 외벽에 접촉될 수 있는 형태로 제공되는 위 접촉부; 및

상기 위 접촉부의 움직임을 기계적으로 제어하여 상기 위의 비정상적 운동을 정상적 연동 운동으로 유도하도록 구성되는 기계적 제어부;

를 포함하는 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기계적 제어부는:

복강경을 통해 삽입 가능하고, 상기 인체 내부에 삽입되어 상기 위 접촉부를 감쌀 수 있도록 구성되는 포위선; 및

상기 복강경을 통해 삽입 가능하고, 상기 포위선을 조이거나 풀어 상기 위를 상기 정상적 연동 운동으로 유도하도록 구성되는 초소형 모터;

를 포함하는 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 위 접촉부는 접힌 상태에서 복강경을 통해 상기 인체 내부에 삽입되고 상기 인체 내부에 삽입된 후 펼쳐져 상기 위의 외부를 감쌀 수 있도록 구성되는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 위에 상기 정상적 연동 운동을 유도하는 전기 자극을 인가하도록, 상기 위 접촉부에 분산되어 배치되는 다수의 자극 인가 전극; 및

상기 다수의 자극 인가 전극 중 적어도 하나로 전기 신호를 전달하여 상기 위에 상기 전기 자극을 인가하도록 구성되는 전기적 제어부;

를 더 포함하는 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 위의 생체 전기신호를 수집하도록, 상기 위 접촉부에 분산되어 배치되는 다수의 생체신호 수집 전극;을 더 포함하고,

상기 전기적 제어부는 적어도 하나의 생체신호 수집 전극으로부터 수집된 상기 생체 전기신호를 상기 인체의 외부로 무선 전송하도록 구성되는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 위 접촉부는 격자형 구조로 이루어지고, 상기 다수의 자극 인가 전극 및 상기 다수의 생체신호 수집 전극

은 상기 위 접촉부의 격자형 구조의 교차점에 배치되는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

인체의 외부에 마련되어 상기 전기적 제어부로부터 상기 생체 전기신호를 수신하고, 상기 생체 전기신호를 분석하여 상기 기계적 제어부의 기계적 제어를 위한 기계적 제어신호와 상기 다수의 자극 인가 전극으로 출력할 전기적 제어신호를 결정하도록 구성되는 디지털 트윈 제어부;를 더 포함하는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 디지털 트윈 제어부는:

상기 위의 해부학적 구조 정보와 상기 위의 전기생리학적 수축 특성을 기반으로 가상 컴퓨터 공간에 상기 위의 운동을 모사하는 위 운동성 디지털 트윈 모델을 구현하고;

상기 생체 전기신호를 상기 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용하고, 상기 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석하여 상기 정상적 연동 운동을 유도하는 상기 기계적 제어신호와 상기 전기적 제어신호를 결정하고;

상기 기계적 제어신호를 상기 기계적 제어부로 무선 전송하고, 상기 전기적 제어신호를 상기 전기적 제어부로 무선 전송하여 상기 위에 상기 정상적 연동 운동을 유도하도록 구성되는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 디지털 트윈 제어부는:

상기 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하고;

상기 비정상 부위에 강제적 탈분극을 유발시키도록 상기 전기적 제어신호를 결정하고;

상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 연동 운동을 분석하여 정상적 연동 운동을 유발하도록 상기 기계적 제어신호를 결정하는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 기계적 제어부는 상기 인체의 하부 식도로부터 상부 십이지장을 향하는 방향을 따라 복수개소에 배치되고,

상기 디지털 트윈 제어부는:

상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 외벽이 상기 생체신호 수집 전극과 닿아 있는지를 판단하여 상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위 및 상기 위의 운동을 분석하고;

상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위의 위치에 따라 각각의 기계적 제어부에 인가될 상기 기계적 제어신호를 결정하도록 구성되는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 위는 상기 하부 식도로부터 상기 상부 십이지장을 따라 위저부와, 위체부 및 전정부로 구분되고,

상기 기계적 제어부는:

상기 위체부의 상부 영역 중 대만곡 부위에 걸쳐 배치되도록 구성되는 제1 기계적 제어부; 및

상기 위체부의 하부 영역을 감싸도록 배치되도록 구성되는 제2 기계적 제어부를 포함하는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 위 접촉부의 상단부에 구비되고, 상기 인체의 하부 식도 부분을 감쌀 수 있도록 마련되며, 제1 경첩을 중심으로 절첩식으로 구성되는 링 형태로 구성되는 상부 결합부; 및

상기 위 접촉부의 하단부에 구비되고, 상기 인체의 상부 십이지장 부분을 감쌀 수 있도록 마련되며, 제2 경첩을 중심으로 절첩식으로 구성되는 링 형태로 구성되는 하부 결합부;

를 더 포함하는, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치.

청구항 13

제1항에 기재된 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 제어하기 위한 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법으로서,

디지털 트윈 제어부에 의해, 상기 위의 해부학적 구조 정보와 상기 위의 전기생리학적 수축 특성을 기반으로 가상 컴퓨터 공간에 상기 위의 운동을 모사하는 위 운동성 디지털 트윈 모델을 구현하는 단계; 및

상기 디지털 트윈 제어부에 의해, 상기 위와 관련된 생체 전기신호를 상기 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용하고, 상기 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석하여 상기 위의 정상적 연동 운동을 유도하기 위한 기계적 제어신호를 결정하는 단계;를 포함하는 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 디지털 트윈 제어부에 의해, 상기 생체 전기신호를 상기 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용하고, 상기 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석하여 상기 위의 정상적 연동 운동을 유도하기 위한 전기적 제어신호를 결정하는 단계;를 더 포함하는 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 기계적 제어신호를 결정하는 단계는:

상기 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하는 단계; 및

상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 연동 운동을 분석하여 정상적 연동 운동을 유발하도록 상기 기계적 제어신호를 결정하는 단계;

를 포함하는 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 기계적 제어부는 상기 인체의 하부 식도로부터 상부 십이지장을 향하는 방향을 따라 복수개소에 배치되고,

상기 기계적 제어신호를 결정하는 단계는:

상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 외벽이 생체신호 수집 전극과 닿아 있는지를 판단하여 상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위 및 상기 위의 운동을 분석하는 단계;

상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위의 위치에 따라 각각의 기계적 제어부에 인가될 상기 기계적 제

어신호를 결정하는 단계;를 포함하는, 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 전기적 제어신호를 결정하는 단계는:

상기 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하는 단계; 및

상기 비정상 부위에 강제적 탈분극을 유발시키도록 상기 전기적 제어신호를 결정하는 단계;를 포함하는 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법.

청구항 18

제13항 내지 제17항 중 어느 한 항에 기재된 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법을 실행시키도록 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체에 기록된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 위 운동성 디지털 트윈(digital twin of gastric motility) 기반 인체 위 제어 장치 및 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 급속한 인구의 고령화와 생활 및 식습관의 서구화 등의 요인으로 인해 현대인의 만성적 소화기관 질환 발병률은 꾸준히 증가하고 있다. 특히 인체 위에서 발생하며 소화기계 검사로는 기질적 원인을 규명하기 어려운 기능성 위장 장애와 같은 위질환은 구토(vomiting), 식후 더부룩함(postprandial fullness), 조기 만복감(early satiation), 명치 통증(epigastric pain)과 명치 화끈거림(epigastric burning) 등의 주요 증상이 지속적, 복합적으로 발생하기 때문에 현대인의 삶의 질을 크게 저하시키는 원인으로 작용한다.

[0003] 현재 기능성 위장 장애는 로마 표준(Rome criteria)를 기준으로 증상을 기반으로 진단하며 약제 처방을 통해 치료하고 있으나, 해당 질환은 병태 생리가 환자마다 다르고 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하기 때문에 단순 증상 기반의 진단에 따른 약제 처방으로는 증상이 호전되지 않거나, 약을 먹으면 호전되었다가 중단하면 다시 악화되는 상황이 반복될 가능성이 높다.

[0004] 그럼에도 불구하고 약제 처방 이상의 치료가 시도되지 않는 이유는 소화불량증과 같은 소화기계 질환 치료를 위해 환자의 신체적, 경제적 부담이 큰 침습적 수술을 시행하는 것은 현실적으로 어렵고, 복부 피부 전극을 통한 위전도(Electrogastrogram; EGG) 측정 방식과 같은 비침습적인 방법으로는 환자 위의 운동상태를 명확하게 분석하기 힘든 한계가 있기 때문이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기 문제점을 해소하기 위하여 안출된 것으로, 만성적 기능성 위장 장애 환자를 대상으로 위의 연동 운동이 비정상적으로 느려지거나 빨라질 때 이를 위 운동성 디지털 트윈을 활용하여 환자 개인의 생체특성에 맞게 정상적인 연동운동으로 바꿔주는 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치와, 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 제어하는 제어 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치는: 인체 내부에 삽입 가능하고, 위를 감싼 상태로 상기 위의 외벽에 접촉될 수 있는 형태로 제공되는 위 접촉부; 및 상기 위 접촉부의 움직임을 기계적으로 제어하여 상기 위의 비정상적 운동을 정상적 연동 운동으로 유도하도록 구성되는 기계적 제어부;를 포함한다.

[0007] 상기 기계적 제어부는: 복강경을 통해 삽입 가능하고, 상기 인체 내부에 삽입되어 상기 위 접촉부를 감쌀 수 있도록 구성되는 포위선(包胃線); 및 상기 복강경을 통해 삽입 가능하고, 상기 포위선을 조이거나 풀어 상기 위를 상기 정상적 연동 운동으로 유도하도록 구성되는 초소형 모터;를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 위 접촉부는 접힌 상태에서 복강경을 통해 상기 인체 내부에 삽입되고 상기 인체 내부에 삽입된 후 펼쳐져 상기 위의 외부를 감쌀 수 있도록 구성될 수 있다.

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치는: 상기 위에 상기 정상적 연동 운동을 유도하는 전기 자극을 인가하도록, 상기 위 접촉부에 분산되어 배치되는 다수의 자극 인가 전극; 및 상기 다수의 자극 인가 전극 중 적어도 하나로 전기 신호를 전달하여 상기 위에 상기 전기 자극을 인가하도록 구성되는 전기적 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치는: 상기 위의 생체 전기신호를 수집하도록, 상기 위 접촉부에 분산되어 배치되는 다수의 생체신호 수집 전극;을 더 포함할 수 있다. 상기 전기적 제어부는 적어도 하나의 생체신호 수집 전극으로부터 수집된 상기 생체 전기신호를 상기 인체의 외부로 무선 전송하도록 구성될 수 있다.

[0011] 상기 위 접촉부는 격자형 구조로 이루어지고, 상기 다수의 자극 인가 전극 및 상기 다수의 생체신호 수집 전극은 상기 위 접촉부의 격자형 구조의 교차점에 배치될 수 있다.

[0012] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치는: 인체의 외부에 마련되어 상기 전기적 제어부로부터 상기 생체 전기신호를 수신하고, 상기 생체 전기신호를 분석하여 상기 포위선의 기계적 제어를 위한 기계적 제어신호와 상기 다수의 자극 인가 전극으로 출력할 전기적 제어신호를 결정하도록 구성되는 디지털 트윈 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 디지털 트윈 제어부는: 상기 위의 해부학적 구조 정보와 상기 위의 전기생리학적 수축 특성을 기반으로 가상 컴퓨터 공간에 상기 위의 운동을 모사하는 위 운동성 디지털 트윈 모델을 구현하고; 상기 생체 전기신호를 상기 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용하고, 상기 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석하여 상기 정상적 연동 운동을 유도하는 상기 기계적 제어신호와 상기 전기적 제어신호를 결정하고; 상기 기계적 제어신호를 상기 기계적 제어부로 무선 전송하고, 상기 전기적 제어신호를 상기 전기적 제어부로 무선 전송하여 상기 위에 상기 정상적 연동 운동을 유도하도록 구성될 수 있다.

[0014] 상기 디지털 트윈 제어부는: 상기 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하고; 상기 비정상 부위에 강제적 탈분극을 유발시키도록 상기 전기적 제어신호를 결정하고; 상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 연동 운동을 분석하여 정상적 연동 운동을 유발하도록 상기 기계적 제어신호를 결정할 수 있다.

[0015] 상기 기계적 제어부는 상기 인체의 하부 식도로부터 상부 십이지장을 향하는 방향을 따라 복수개소에 배치될 수 있다. 상기 디지털 트윈 제어부는: 상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 외벽이 상기 생체신호 수집 전극과 닿아 있는지를 판단하여 상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위 및 상기 위의 운동을 분석하고; 상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위의 위치에 따라 각각의 기계적 제어부에 인가될 상기 기계적 제어신호를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0016] 상기 기계적 제어부는: 위체부의 상부 영역 중 대만곡 부위에 걸쳐 배치되도록 구성되는 제1 기계적 제어부; 및 상기 위체부의 하부 영역을 감싸도록 배치되도록 구성되는 제2 기계적 제어부를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치는: 상기 위 접촉부의 상단부에 구비되고, 상기 인체의 하부 식도 부분을 감쌀 수 있도록 마련되며, 제1 경첩을 중심으로 절첩식으로 구성되는 링 형태로 구성되는 상부 결합부; 및 상기 위 접촉부의 하단부에 구비되고, 상기 인체의 상부 십이지장 부분을 감쌀 수 있도록 마련되며, 제2 경첩을 중심으로 절첩식으로 구성되는 링 형태로 구성되는 하부 결합부;를 더 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법은: 상기 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 제어하기 위한 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법으로서, 디지털 트윈 제어부에 의해, 상기 위의 해부학적 구조 정보와 상기 위의 전기생리학적 수축 특성을 기반으로 가상 컴퓨터 공간에 상기 위의 운동을 모사하는 위 운동성 디지털 트윈 모델을 구현하는 단계; 및 상기 디지털 트윈 제어부에 의해, 상기 위와 관련된 생체 전기신호를 상기 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용하고, 상기 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해

분석하여 상기 위의 정상적 연동 운동을 유도하기 위한 기계적 제어신호를 결정하는 단계;를 포함한다.

[0019] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법은: 상기 디지털 트윈 제어부에 의해, 상기 생체 전기신호를 상기 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용하고, 상기 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석하여 상기 위의 정상적 연동 운동을 유도하기 위한 전기적 제어신호를 결정하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0020] 상기 기계적 제어신호를 결정하는 단계는: 상기 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하는 단계; 및 상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 연동 운동을 분석하여 정상적 연동 운동을 유발하도록 상기 기계적 제어신호를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 기계적 제어부는 상기 인체의 하부 식도로부터 상부 십이지장을 향하는 방향을 따라 복수개소에 배치될 수 있다. 상기 기계적 제어신호를 결정하는 단계는: 상기 생체 전기신호로부터 상기 위의 외벽이 상기 생체신호 수집 전극과 닿아 있는지를 판단하여 상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위 및 상기 위의 운동을 분석하는 단계; 상기 생체신호 수집 전극과 이격된 위 외벽 부위의 위치에 따라 각각의 기계적 제어부에 인가될 상기 기계적 제어신호를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 전기적 제어신호를 결정하는 단계는: 상기 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하는 단계; 및 상기 비정상 부위에 강제적 탈분극을 유발시키도록 상기 전기적 제어신호를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0023] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법을 실행시키도록 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 기록된 컴퓨터 프로그램이 제공된다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시예에 의하면, 위의 연동운동이 비정상적으로 느려지거나 빨라질 때, 위 운동성 디지털 트윈을 활용하여 환자 개인의 생체특성에 맞게 위의 연동운동을 정상적인 연동운동으로 바꿔줄 수 있는 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치와, 이를 제어하는 제어 방법, 및 제어 방법을 실행시키기 위한 기록 매체가 제공된다.

[0025] 또한, 본 발명의 실시예에 의하면, 최소침습적 수술인 복강경 수술을 통해 기계적 제어 수단과 전극이 부착된 격자형 구조물을 삽입하여 위 외벽을 감싸도록 하고, 위 운동성 디지털 트윈을 활용하여 격자형 구조물을 환자 개인의 생체특성에 맞게 기계적 및/또는 전기적인 방식으로 제어함으로써 기능성 위장 장애 환자의 위의 연동운동을 정상적인 연동운동으로 바꿔줄 수 있다.

[0026] 본 발명의 실시예에 의하면, 만성적 기능성 위장 장애 환자를 대상으로 기존의 증상 기반의 약제 치료의 한계를 극복하고 전통적 진단에 의한 획일적 치료(one size fits all medicine)가 아닌 개별 환자 중심적 맞춤형 치료(personalized medicine)의 구현이 가능하며, 위 연동운동의 생체역학적 매커니즘을 규명하는 생체 전기신호 측정/전기 자극/디지털 트윈 기반 분석용 디바이스로 활용 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치의 사용 상태를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 상부 결합부를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 위 접촉부와 포위선의 착탈 구조를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 초소형 모터를 나타낸 도면이다.

도 5는 도 1의 'A'부 확대도로서, 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 자극 인가 전극과, 생체신호 수집 전극을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 자극 인가 전극과,

생체신호 수집 전극의 전기신호 전달을 위한 구조를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 디지털 트윈 제어부와 초소형 모터의 제어 모듈의 구성도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 디지털 트윈 제어부와 전기적 제어부의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0029] 본 명세서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본 명세서에서 사용되는 '~부'는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위로서, 예를 들어 소프트웨어, FPGA 또는 하드웨어 구성요소를 의미할 수 있다. '~부'에서 제공하는 기능은 복수의 구성요소에 의해 분리되어 수행되거나, 다른 추가적인 구성요소와 통합될 수도 있다. 본 명세서의 '~부'는 반드시 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되지 않으며, 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고, 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해서 구체적으로 설명하기로 한다.

[0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치의 사용 상태를 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치(100)는 위 접촉부(110)와, 기계적 제어부(120, 130)를 포함할 수 있다.

[0031] 위 접촉부(110)는 복강경(내시경) 시술을 통해 인체 내부(환자 복부 내부)에 삽입 가능하고, 인체 위(10)를 감싼 상태로 위(10)의 외벽(장막, serosa)에 접촉될 수 있는 형태로 제공될 수 있다. 실시예에서, 위 접촉부(110)는 격자형 구조로 이루어질 수 있다. 위 접촉부(110)는 접힌 상태에서 복강경을 통해 인체 내부에 삽입되고, 복강경을 통해 인체 내부로 삽입된 뒤 펼쳐져 위(10)의 외부를 감쌀 수 있는 구조물로 구성될 수 있다. 위 접촉부(110)의 구조물 재질은 와이어, 섬유 또는 유연성 물질(flexible material)로 구성될 수 있다.

[0032] 위 접촉부(110)의 상단부에는 상부 결합부(116)가 구비될 수 있다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 상부 결합부를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 상부 결합부(116)는 인체의 하부 식도(lower esophagus)(20) 부분을 감쌀 수 있도록 마련될 수 있다.

[0033] 상부 결합부(116)는 두 개의 반원형 고리(116a, 116b)가 제1 경첩(116c)을 중심으로 절첩식으로 구성되는 링 형태로 구성될 수 있다. 반원형 고리(116a, 116b)의 단부에는 결합 유지를 위한 결합돌기(117a)와 결합홈(117b)이 형성될 수 있다.

[0034] 위 접촉부(110)와, 기계적 제어부(120, 130), 및 전기적 제어부(150)는 모두 복강경을 통해 삽입 가능한 크기로 제공될 수 있다. 기계적 제어부(120, 130), 및/또는 전기적 제어부(150)는 위 접촉부(110)와 분리된 상태에서 복강경을 통해 삽입된 후 위 접촉부(110)와 조립될 수도 있고, 미리 위 접촉부(110)와 조립되어 위 접촉부(110)와 함께 복강경을 통해 삽입될 수도 있다.

[0035] 위 접촉부(110)의 하단부에는 하부 결합부(118)가 구비될 수 있다. 하부 결합부(118)는 인체의 상부 십이지장(superior duodenum)(30) 부분을 감쌀 수 있도록 마련될 수 있다. 하부 결합부(118)는 상부 결합부(116)와 동일 또는 유사한 구조로 제공될 수 있다. 즉, 하부 결합부(118)는 제2 경첩을 중심으로 절첩식으로 구성되는 링 형태로 구성될 수 있다.

[0036] 기계적 제어부(120, 130)는 위 접촉부(110)의 움직임을 기계적/물리적으로 제어하여 위의 비정상적 운동을 정상적 연동 운동으로 유도하도록 구성될 수 있다. 이를 위해, 기계적 제어부(120, 130)는 포위선(包胃線)(120)과, 초소형 모터(130)를 포함할 수 있다.

[0037] 포위선(120)은 복강경을 통해 삽입 가능하고, 인체 내부에 삽입되어 위 접촉부(110)를 감쌀 수 있도록 구성될 수 있다. 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 위 접촉

부와 포위선의 착탈 구조를 나타낸 도면이다.

[0038] 도 1 및 도 3을 참조하면, 각 포위선(120)은 두 개의 포위선 부분(120a, 120b)으로 구성될 수 있다. 두 개의 포위선 부분(120a, 120b)의 말단부에는 각각 착탈 구조(121a, 121b)가 마련될 수 있다. 착탈 구조(121a, 121b)는 예를 들어, 벨크로 부재, 후크, 접착 물질 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[0039] 위 접촉부(110)는 하부 식도로부터 상부 십이지장을 향하는 방향(상하 방향)으로 형성되는 다수의 제1 접촉선(112)과, 제1 접촉선(112)과 교차하는 방향(좌우 방향)으로 형성되는 다수의 제2 접촉선(114)을 포함할 수 있다. 다수의 제1 접촉선(112)과 다수의 제2 접촉선(114)은 그물망 구조(격자형 구조)로 배열될 수 있다. 제1 접촉선(112) 및/또는 제2 접촉선(114)은 케이블 타이, 밴드, 올가미, 섬유 등의 형태로 제공될 수 있다.

[0040] 포위선(120)과 유사하게, 위 접촉부(110)를 위의 표면을 감싸도록 배치시키기 위하여, 제2 접촉선(114)은 두 개의 접촉선 부분(114a, 114b)으로 구성될 수 있다. 두 개의 접촉선 부분(114a, 114b)의 말단부에는 각각 착탈 구조(115a, 115b)가 마련될 수 있다. 착탈 구조(115a, 115b)는 예를 들어, 벨크로 부재, 후크, 접착 물질 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.

[0041] 초소형 모터(130)는 복강경을 통해 삽입 가능하고, 포위선을 조이거나 풀어 위를 정상적 연동 운동으로 유도하도록 구성될 수 있다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 초소형 모터를 나타낸 도면이다.

[0042] 인간의 위(10)는 기능적, 해부학적으로 하부 식도(20)로부터 상부 십이지장(30)을 향하는 방향을 따라 위저부(fundus)(12)와, 위체부(body)(14) 및 전정부(antrum)(16)의 3 부위로 구분된다. 위의 부위에 따라 수축·이완 거동이 다르기 때문에, 위의 주 수축 부위에 기계적 제어부(120, 130)의 포위선(120)과 초소형 모터(130)를 위치시키면 보다 효율적으로 기계적 위 운동 유도 효과를 얻을 수 있다. 위저부(12)는 음식물을 저장하는 기능을 하기 때문에 위체부(14)와 전정부(16) 보다 상대적으로 수축·이완 거동이 적다. 따라서, 위저부(12) 보다는 위체부(14), 전정부(16) 측에 기계적 제어부(120, 130)를 배치시키는 것이 바람직하다.

[0043] 위(10)의 연동운동은 위체부(14)를 3등분 했을 때, 상부 1/3 지점에 해당하는 대만곡에 위치한 페이스메이커(pacemaker) 부위에서 시작하는 서파(slow wave)의 전도로부터 유도되며, 고리 모양의 연동운동이 십이지장 방향으로 전파된다. 또한, 위 근육의 수축은 위를 구성하고 있는 근육인 민무늬근(smooth muscle) 세포막이 가지고 있는 활동전위에 서파 전위(slow wave potential)가 가해지면 발생하는 탈분극에 의해 유도되며 평균 분당 약 3회의 주기를 갖는다.

[0044] 이러한 위(10)의 연동운동 특성을 고려하면, 위(10)의 연동운동을 효과적으로 제어하기 위하여, 기계적 제어부(120, 130)는 적어도 위체부(14)의 상부 영역 중 대만곡 부위(pacemaker region)에 걸쳐 배치되도록 구성되는 제1 기계적 제어부(122, 130)와, 위체부(14)의 하부 영역을 감싸도록 배치되도록 구성되는 하나 이상의 제2 기계적 제어부(124, 126, 130)를 포함하여, 적어도 두 개 이상, 바람직하게는 3개 이상의 복수개소에 마련되는 것이 바람직하다.

[0045] 도 1 및 도 4를 참조하면, 초소형 모터(130)는 초소형 하우징(132), 초소형 하우징(132) 내에 설치되는 풀리(134), 풀리(134)의 회전축(136a)을 회전 구동시켜 풀리(134)에 감긴 포위선(120)을 조이거나 풀어주는 구동부(136), 및 구동부(136)를 제어하는 제어 모듈(138)을 포함할 수 있다. 포위선(120)의 일단은 풀리(134)에 감겨 있으며, 타단은 초소형 하우징(132)에 고정되어 있다. 포위선(120)은 풀리(134)의 두 개의 가이드판(134a)에 의해 이탈되지 않고 풀리(134)에 감겨지거나 풀릴 수 있다.

[0046] 제어 모듈(138)에 의해 풀리(134)가 시계 또는 반시계 방향으로 회전하면, 포위선(120)이 풀리(134)에 감겨지거나 풀려지게 된다. 이에 따라 포위선(120)에 의해 감싸여 있는 위 접촉부(110)가 위를 조이거나 풀어 위의 운동 변화를 유발할 수 있다. 기계적 제어부(120, 130)는 인체의 하부 식도로부터 상부 십이지장을 향하는 방향을 따라 복수개소에 배치될 수 있다. 도시된 예에서, 포위선(120)과 초소형 모터(130)는 3개의 상이한 높이에 각각 배치되어 있으나, 포위선(120) 및 초소형 모터(130)의 개수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0047] 도 5는 도 1의 'A'부 확대도로서, 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 자극 인가 전극과, 생체신호 수집 전극을 나타낸 도면이다. 도 1 및 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치(100)는 다수의 자극 인가 전극(142)과, 다수의 생체신호 수집 전극(144)을 포함하는 다수의 전극(140) 및 전기적 제어부(150)를 구비할 수 있다. 경우에 따라, 하나의 전극(140)이 생체신호 수집 기능과 전기자극 인가 기능을 모두 수행하도록 구현될 수도 있다.

[0048] 다수의 자극 인가 전극(142)은 위 접촉부(110)의 격자형 구조의 교차점(111)에 배치될 수 있다. 다수의 자극 인가 전극(142)은 위에 정상적 연동 운동을 유도하는 전기 자극을 위 외벽에 인가하도록, 위 접촉부(110)의 위 외벽과 닿는 내면 부분에 분산되어 배치될 수 있다. 전기적 제어부(150)는 다수의 자극 인가 전극(142) 중 적어도 하나로 전기 신호를 전달하여 위에 전기 자극을 인가하도록 구성될 수 있다.

[0049] 전기적 제어부(150)는 수집된 생체 전기신호를 실시간 무선 통신을 통해 디지털 트윈 제어부의 위 운동성 디지털 트윈으로 전송할 수 있다. 또한, 전기적 제어부(150)는 위 운동성 디지털 트윈에 의해 도출된 신호를 디지털 트윈 제어부로부터 수신하여, 위 외벽에 전기 자극이 필요한 경우 전기 자극 인가 신호를 자극 인가 전극(142)으로 전달할 수 있다.

[0050] 전기적 제어부(150)는 상부 결합부(116) 또는 하부 결합부(118)와 유사하게, 하부 식도 부분 및/또는 상부 십이지장 부분에 경첩이 있는 링 형태로 구성될 수 있다. 전기적 제어부(150)의 내부에는 다수의 생체신호 수집 전극(144)에 의해 수집된 생체 신호 데이터를 수신하여 외부로 송신하도록 실시간 통신을 수행하는 통신 모듈과, 위 접촉부(110)를 전기적으로 제어하도록 자극 인가 신호를 다수의 자극 인가 전극(142)으로 출력할 수 있는 회로부가 구비될 수 있다.

[0051] 다수의 생체신호 수집 전극(144)은 위 접촉부(110)의 격자형 구조의 교차점(111)에 배치될 수 있다. 다수의 생체신호 수집 전극(144)은 위의 생체 전기신호를 수집하도록, 위 접촉부(110)에 분산되어 배치될 수 있다. 전기적 제어부(150)는 적어도 하나의 생체신호 수집 전극(144)으로부터 수집된 생체 전기신호를 인체의 외부로 무선 전송하도록 구성될 수 있다. 생체신호 수집 전극(144)을 통해 수집된 생체 전기신호는 디지털 트윈 제어부로 전송되어 위 운동성 디지털 트윈 제어를 통한 개별 환자 맞춤형의 위 운동 유도에 활용될 수 있다.

[0052] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 자극 인가 전극과, 생체신호 수집 전극의 전기신호 전달을 위한 구조를 나타낸 도면이다. 자극 인가 전극(142)과, 생체신호 수집 전극(144)은 위 접촉부(110)의 제1 접촉선(112)을 따라 교차 배열될 수 있다.

[0053] 자극 인가 전극(142)과, 생체신호 수집 전극(144)은 제1 접촉선(112)의 외피(112a) 표면을 관통하여 위에 접촉 가능하도록 외부로 노출된 상태로 배치될 수 있다. 제1 접촉선(112)의 내부 공간(112b)에는 제1 접촉선(112)의 길이 방향을 따라 전기신호의 전달이 가능한 전선인 제1 전기신호 라인(142a) 및 제2 전기신호 라인(144a)이 형성될 수 있다.

[0054] 자극 인가 전극(142)은 제1 전기신호 전달라인(142b)를 통해 제1 전기신호 라인(142a)으로부터 전기 자극 인가를 위한 전기신호를 전달받을 수 있다. 생체신호 수집 전극(144)은 제2 전기신호 전달라인(144b)를 통해 제2 전기신호 라인(144a)으로 위에서 발생하는 생체 전기신호를 전달할 수 있다.

[0055] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 디지털 트윈 제어부와 초소형 모터의 제어 모듈의 구성도이다. 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 구성하는 디지털 트윈 제어부와 전기적 제어부의 구성도이다. 도 1, 도 5, 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치는 디지털 트윈 제어부(160)를 더 포함할 수 있다.

[0056] 디지털 트윈 제어부(160)는 인체의 외부에 마련되는 컴퓨터 장치로 구현될 수 있으며, 전기적 제어부(150)에서 전송한 다채널 위전도 생체 전기신호를 수신하고, 이를 분석하여 환자의 위 운동성을 파악할 수 있다. 또한, 디지털 트윈 제어부(160)는 위 운동성 분석 결과, 환자의 위 운동성이 비정상적인 것으로 판단되면, 위 운동성 디지털 트윈 모델을 이용하여 정상적인 위 운동을 유도할 수 있는 기계적, 전기적 제어 방법을 도출하여, 포위선(120)의 기계적 제어를 위한 기계적 제어신호와 다수의 자극 인가 전극(142)으로 출력할 전기적 제어신호를 결정할 수 있다. 디지털 트윈 제어부(160)의 해석 결과를 통해 도출된 기계적 제어신호와 전기적 제어신호는 실시간 동기화를 통해 위 외벽에 위치한 기계적 제어부(120, 130)의 초소형 모터(130)와, 전기적 제어부(150)로 전달될 수 있다.

[0057] 실시예에서, 디지털 트윈 제어부(160)는 인체 위의 해부학적 구조 정보와 전기생리학적 수축 특성을 기반으로 가상 컴퓨터 공간에 위의 운동을 모사하는 3차원 위 운동성 디지털 트윈 모델을 구현하고, 개별 환자의 위 외벽(장막: serosa)에 부착된 전극에서 측정된 생체 전기신호를 실시간 동기화하여 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용함으로써, 환자 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석할 수 있다.

[0058] 디지털 트윈 제어부(160)는 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석하여, 위의 정상적 연동 운동

을 유도하는 기계적 제어신호와 전기적 제어신호를 결정할 수 있다. 디지털 트윈 제어부(160)는 기계적 제어신호를 기계적 제어부(120, 130)의 초소형 모터(130)로 무선 전송하고, 전기적 제어신호를 전기적 제어부(150)로 무선 전송하여 위에 정상적 연동 운동을 유도할 수 있다.

[0059] 디지털 트윈 제어부(160)는 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하고, 비정상 부위에 강제적 탈분극을 유발시키도록 전기적 제어신호를 결정할 수 있다. 또한, 디지털 트윈 제어부(160)는 생체 전기신호로부터 위의 연동 운동을 분석하여 정상적 연동 운동을 유발하도록 기계적 제어신호를 결정할 수 있다.

[0060] 실시예에서, 디지털 트윈 제어부(160)는 생체 전기신호로부터 위의 외벽이 생체신호 수집 전극(144)과 닿아 있는지를 판단하여 생체신호 수집 전극(144)과 이격된 위 외벽 부위 및 위의 운동을 분석할 수 있다. 즉, 환자의 위가 어떻게 거동하고 있는지에 대한 분석은 전극을 통한 생체 전기신호 측정뿐 아니라, 위 외벽이 전극과 닿아 있는지를 측정하여 수행될 수 있으며, 그에 따라 기계적 및/또는 전기적 제어 범위를 결정할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 전극과 위 외벽 간의 접촉이 떨어질 때 측정 신호가 끊기는 것을 감지하여 위의 모양이나 연동운동을 분석할 수 있으며, 이를 통해 위의 연동운동을 정상적으로 유도하기 위한 기계적 및/또는 전기적 제어신호를 결정할 수 있다. 이때, 디지털 트윈 제어부(160)는 생체신호 수집 전극(144)과 이격된 위 외벽 부위의 위치에 따라 각각의 기계적 제어부(120, 130)의 초소형 모터(130)에 인가될 기계적 제어신호, 전기적 제어부(150)로 전달할 전기적 제어신호를 결정할 수 있다.

[0062] 위 운동성 디지털 트윈을 이용한 위 연동운동 제어를 위해, 정상인의 다채널 위전도 데이터를 확보하는 것이 바람직하다. 정상인의 다채널 위전도 데이터는 환자가 기능성 소화불량증을 앓고 있기 전 정상상태일 때 측정한 데이터일 수도 있고, 환자의 연령대, 성별, 체형 등 개인 정보가 일치하는 다른 정상인 데이터들의 평균값일 수도 있다.

[0063] 전극을 통해 비정상적으로 약한 서파 전도가 측정될 경우(위 연동운동이 정상적으로 발생하지 않는 상태), 이를 정상인의 위 운동성과 비교하여 강제적인 탈분극을 유도할 수 있는 전기 자극을 연동운동이 일어나지 않은 부위에 가해주는 형태로 정상적인 위 연동운동을 유도할 수 있다.

[0064] 위 접촉부(110)와, 기계적 제어부(120, 130), 다수의 전극(140) 및 전기적 제어부(150)는 위 외벽에 위치하게 되므로, 내산성은 고려하지 않고, 내수성과 생체적합성, 형태적 안정성만 고려하여도 된다. 또한, 디지털 트윈 제어부(160)는 인체 외부에 위치하기 때문에, 내수성이나 생체적합성 등에 대해서도 고려하지 않아도 된다.

[0065] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 디지털 트윈 제어부(160)는 제어부(162), 통신부(164), 전력 공급부(166) 및 전력 전송부(168)를 포함할 수 있다. 제어부(162)는 환자의 위에 대해 측정된 생체 전기신호를 기반으로 위 운동성 디지털 트윈을 이용하여 위의 정상적인 연동운동을 유도하는 기계적 제어신호 및 전기적 제어신호를 결정하여 기계적 제어부(130)와 전기적 제어부(150)를 제어하는 기능을 실행하도록 구성될 수 있다.

[0066] 통신부(164)는 수신부(164a)와 송신부(164b)를 포함할 수 있다. 수신부(164a)는 전기적 제어부(150)로부터 송신된 인체 위의 생체 전기신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 송신부(164b)는 인체 위의 생체 전기신호에 따라 결정된 기계적 제어신호를 기계적 제어부(120, 130)를 구성하는 초소형 모터(130)의 제어 모듈(138)로 전송하고, 전기적 제어신호를 전기적 제어부(150)로 전송할 수 있다.

[0067] 전력 공급부(166)는 초소형 모터(130)의 무선 충전을 위한 전력을 공급할 수 있다. 전력 공급부(166)는 전압 출력 장치로 구성될 수 있다. 전력 전송부(168)는 초소형 모터(130)와 전기적 제어부(150)의 무선 충전을 위해, 전력 공급부(166)에 의해 공급된 전력을 초소형 모터(130)의 제어 모듈(138)과 전기적 제어부(150)로 전송할 수 있다. 초소형 모터(130)의 제어 모듈(138)은 전력 전송부(168)에 의해 제공되는 전력을 공급받아 자기유도 방식, 자기공명(공진) 방식, 전자기파 방식 등에 의해 무선 충전될 수 있다.

[0068] 제어 모듈(138)은 제어부(138a), 통신부(138b), 전력 수신부(138e) 및 재충전 배터리(rechargeable battery)(138f)를 포함할 수 있다. 제어부(138a)는 디지털 트윈 제어부(160)로부터 기계적 제어신호를 수신하고, 제어 모듈(138)의 전력 상태 등의 정보를 디지털 트윈 제어부(160)로 송신할 수 있다. 또한, 제어부(138a)는 초소형 모터(130)의 구동부(136)로 기계적 제어신호를 출력하고, 재충전 배터리(138f)의 충전을 제어할 수 있다.

[0069] 통신부(138b)는 송신부(138c)와 수신부(138d)를 포함할 수 있다. 송신부(138c)는 디지털 트윈 제어부(160)로 제어 모듈(138)의 전력 상태 등의 정보를 송신할 수 있다. 수신부(138d)는 디지털 트윈 제어부(160)로부터 초소형

모터(130)의 구동을 위한 기계적 제어신호를 수신할 수 있다. 수신된 기계적 제어신호는 초소형 모터(130)의 구동을 위해 구동부(136)로 출력될 수 있다. 전력 수신부(138e)는 전력 전송부(168)로부터 전송된 무선 전력을 수신하여 재충전 배터리(138f)를 충전시키도록 구성될 수 있다. 재충전 배터리(138f)는 전력 수신부(138e)에 의해 수신된 무선 전력에 의해 충전될 수 있다.

[0070] 전기적 제어부(150)는 제어부(151), 통신부(152), 전력 수신부(155), 재충전 배터리(156), 및 펄스 출력부(157)를 포함할 수 있다. 제어부(151)는 디지털 트윈 제어부(160)로부터 전기적 제어신호를 수신하고, 다수의 전극(140)에 의해 수집된 생체 전기신호, 전기적 제어부(150)의 전력 상태 등의 정보를 디지털 트윈 제어부(160)로 송신할 수 있다. 또한, 제어부(151)는 펄스 출력부(157)를 제어하여 다수의 전극(140)으로 전기적 제어신호를 출력하고, 재충전 배터리(156)의 충전을 제어할 수 있다.

[0071] 통신부(152)는 송신부(153)와 수신부(154)를 포함할 수 있다. 송신부(153)는 다수의 생체신호 수집 전극(144)에 의해 수집된 생체 전기신호와, 전기적 제어부(150)의 전력 상태 등의 정보를 디지털 트윈 제어부(160)로 송신할 수 있다. 수신부(154)는 디지털 트윈 제어부(160)로부터 전기적 제어부(150)의 구동을 위한 전기적 제어신호를 수신할 수 있다. 수신된 전기적 제어신호는 펄스 출력부(157)로 전달될 수 있다. 펄스 출력부(157)는 전기적 제어신호에 해당하는 펄스 신호를 자극 인가 전극(142)으로 출력할 수 있다. 전력 수신부(155)는 디지털 트윈 제어부(160)의 전력 전송부(168)로부터 전송된 무선 전력을 수신하여 재충전 배터리(156)를 충전시키도록 구성될 수 있다. 재충전 배터리(156)는 전력 수신부(155)에 의해 수신된 무선 전력에 의해 충전될 수 있다.

[0072] 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치에 의하면, 환자 신체 내부로 최소침습적으로 기계적 제어부(120, 130) 및 전기적 제어부(150)를 구비하는 위 접촉부(110)를 위 외벽을 감싸도록 인체 내에 삽입할 수 있고, 위 외벽에 부착되어 위에서 발생하는 생체 전기신호 데이터를 정확하게 측정하고 수집하여, 측정된 데이터를 위 운동성 디지털 트윈에 적용함으로써 개별 환자 맞춤형으로 환자 위를 기계적, 전기적으로 제어할 수 있다.

[0073] 본 발명의 실시예에 따른 위 운동성 디지털 트윈 제어 방법은 상술한 바와 같은 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치를 제어하는 방법으로서, 디지털 트윈 제어부(160)에 의해, 위의 해부학적 구조 정보와 위의 전기생리학적 수축 특성을 기반으로 가상 컴퓨터 공간에 위의 운동을 모사하는 위 운동성 디지털 트윈 모델을 구현하는 단계; 및 디지털 트윈 제어부(160)에 의해, 위와 관련된 생체 전기신호를 위 운동성 디지털 트윈 모델에 적용하고, 위의 운동성과 병리적 변화를 시뮬레이션을 통해 분석하여 위의 정상적 연동 운동을 유도하기 위한 기계적 제어신호 및/또는 전기적 제어신호를 결정하는 단계;를 포함한다.

[0074] 이때, 디지털 트윈 제어부(160)는 생체 전기신호로부터 비정상적 서파 전도가 발생된 전극 위치를 분석하여 연동 운동이 일어나지 않은 비정상 부위를 판단하고, 생체 전기신호로부터 위의 연동 운동을 분석하여 정상적 연동 운동을 유발하도록 기계적 제어신호 및/또는 전기적 제어신호를 결정할 수 있다. 또한, 디지털 트윈 제어부(160)는 생체 전기신호로부터 위의 외벽이 생체신호 수집 전극(144)과 닿아 있는지를 판단하여 생체신호 수집 전극(144)과 이격된 위 외벽 부위 및 위의 운동을 분석하고, 생체신호 수집 전극(144)과 이격된 위 외벽 부위의 위치에 따라 각각의 기계적 제어부(120, 130) 및/또는 전기적 제어부(150)에 인가될 기계적 제어신호 및/또는 전기적 제어신호를 결정할 수 있다.

[0075] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

[0076] 10: 위 12: 위저부

14: 위체부 16: 전정부

20: 하부 식도 30: 상부 십이지장

100: 위 운동성 디지털 트윈 기반 인체 위 제어 장치

110: 위 접촉부 111: 교차점

112: 제1 접촉선 114: 제2 접촉선

114a, 114b: 접촉선 부분 115a, 115b: 착탈 구조

116: 상부 결합부 116a, 116b: 반원형 고리

116c: 제1 경첩 117a: 결합돌기

117b: 결합홈 118: 하부 결합부

120, 130: 기계적 제어부 120: 포위선

120a, 120b: 포위선 부분 121a, 121b: 착탈 구조

122: 제1 기계적 제어부 124, 126: 제2 기계적 제어부

130: 초소형 모터 132: 초소형 하우징

134: 풀리 136: 구동부

138: 제어 모듈 138a: 제어부

138b: 통신부 138c: 송신부

138d: 수신부 138e: 전력 수신부

138f: 재충전 배터리 140: 전극

142: 자극 인가 전극 142a: 제1 전기신호 라인

142b: 제1 전기신호 전달라인 144: 생체신호 수집 전극

144a: 제2 전기신호 라인 144b: 제2 전기신호 전달라인

150: 전기적 제어부 151: 제어부

152: 통신부 153: 송신부

154: 수신부 155: 전력 수신부

156: 재충전 배터리 157: 펄스 출력부

160: 디지털 트윈 제어부 162: 제어부

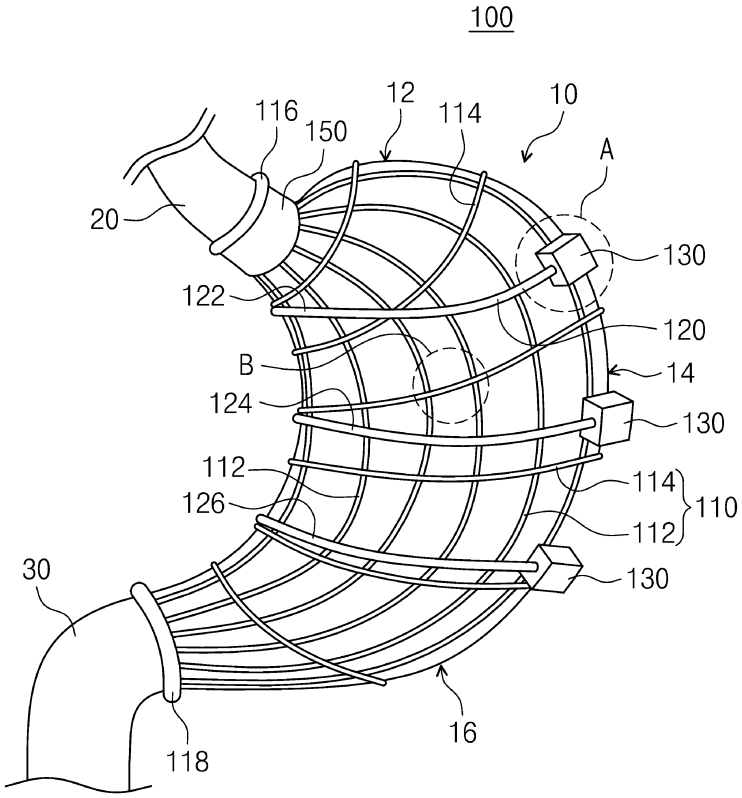
164: 통신부 164a: 수신부

164b: 송신부 166: 전력 공급부

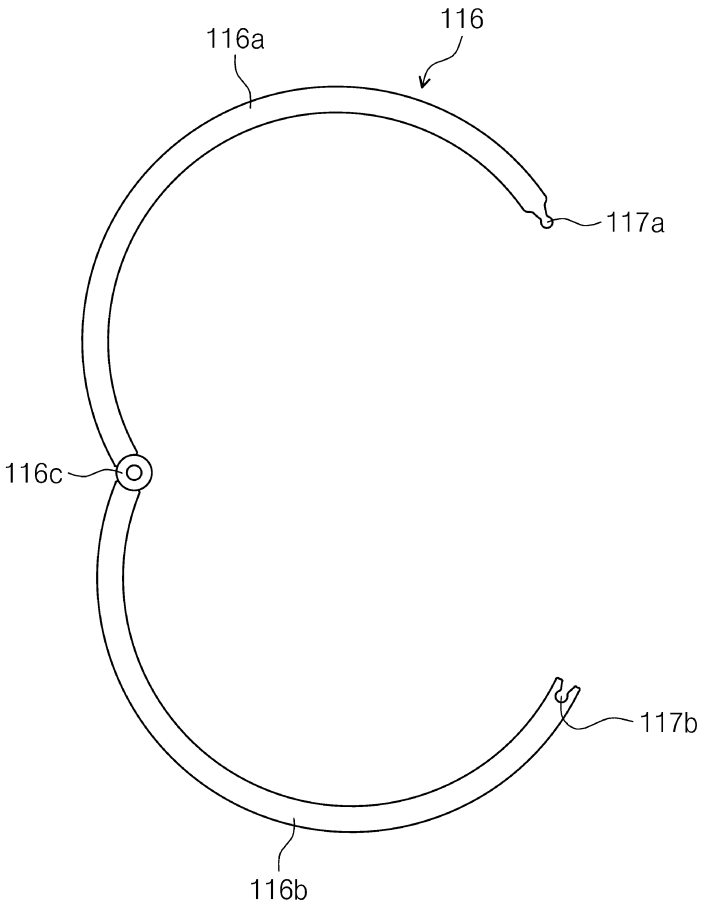
168: 전력 전송부

도면

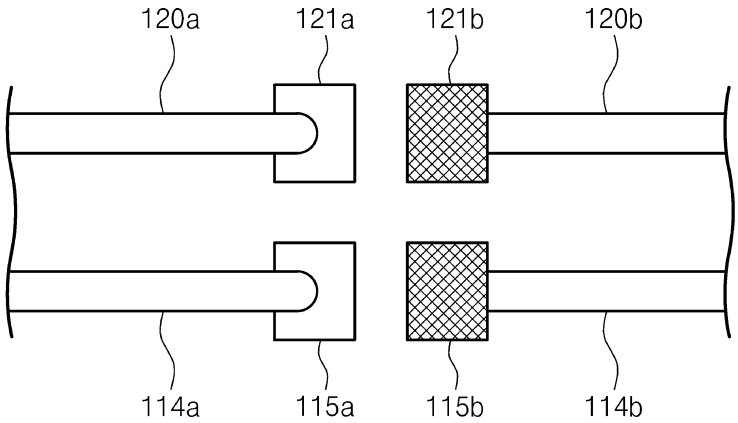
도면1


100
116
150
12
114
10
A
20
130
122
120
B
14
124
130
112
114
110
126
112
30
130
16
118

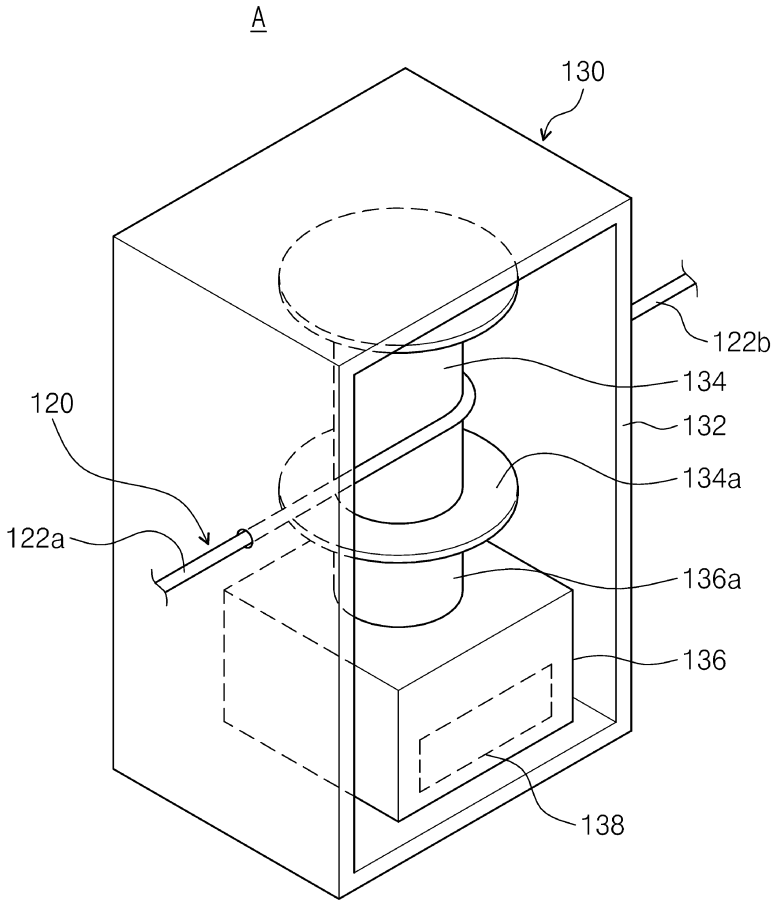
도면2


116a
116
117a
116c
117b
116b

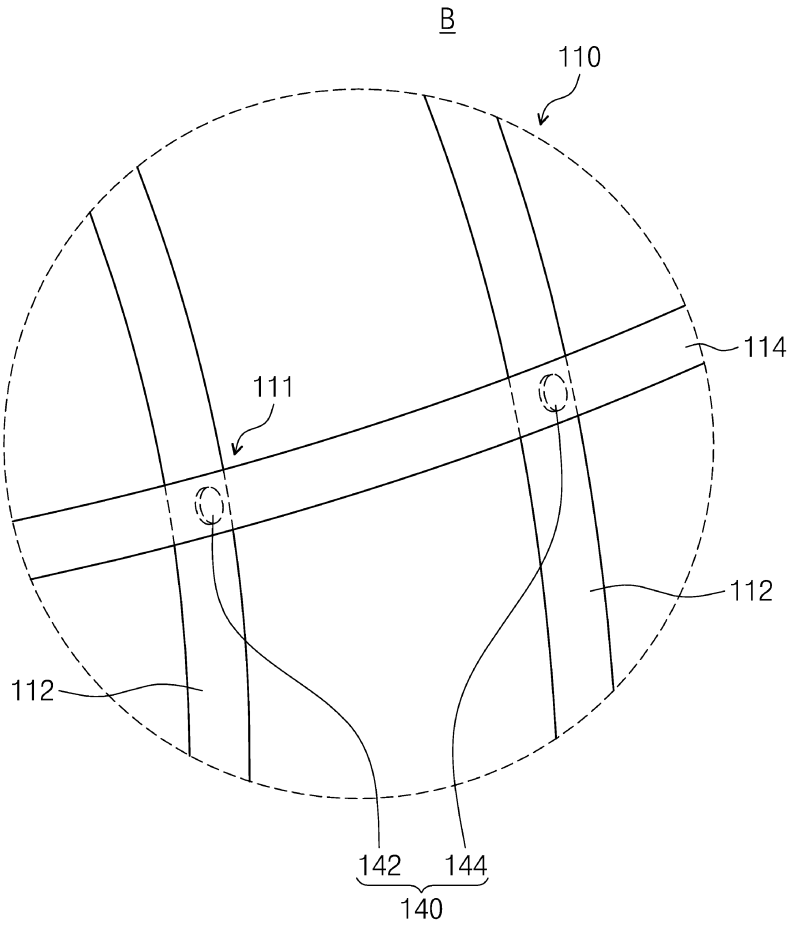
도면3


120a
121a
121b
120b
114a
115a
115b
114b

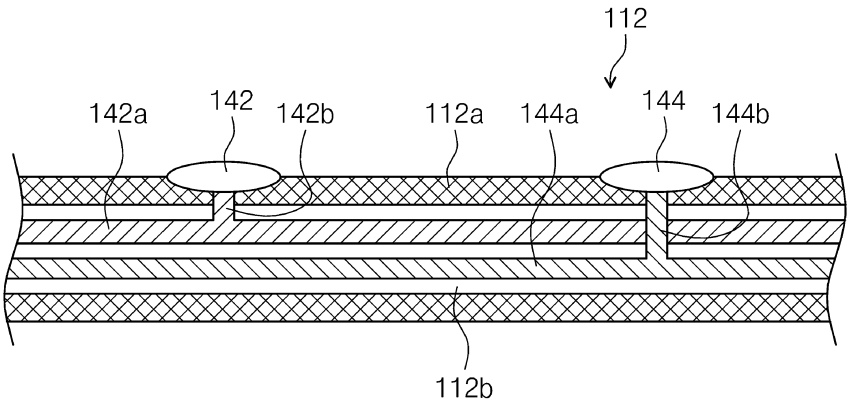
도면4



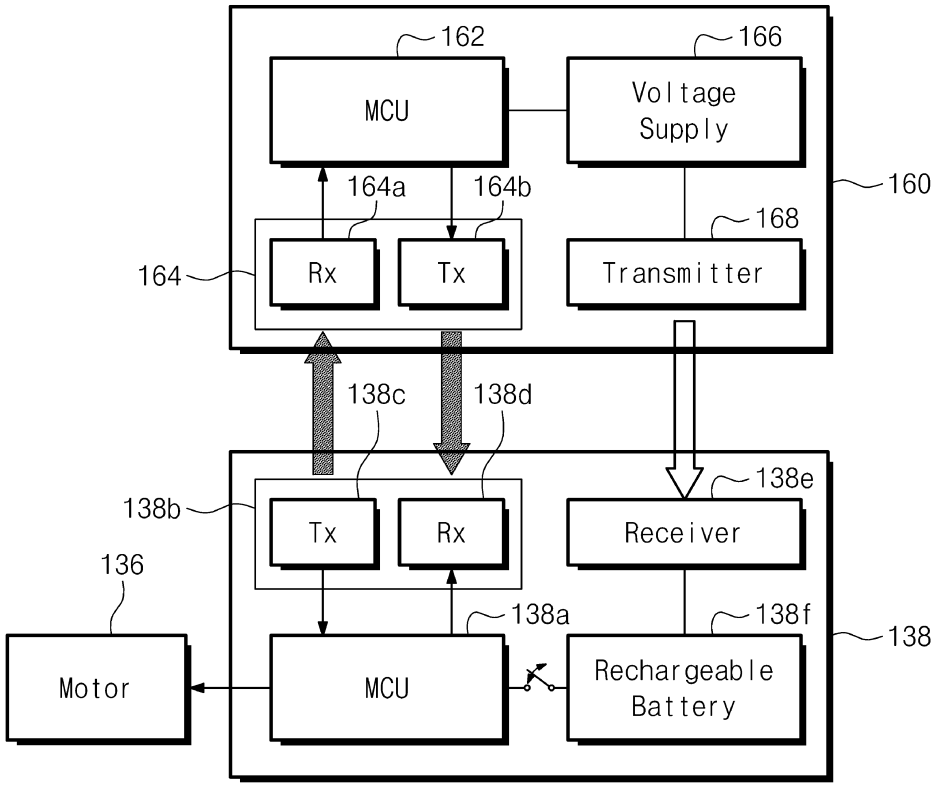
도면5


B
110
114
111
112
112
142
144
140

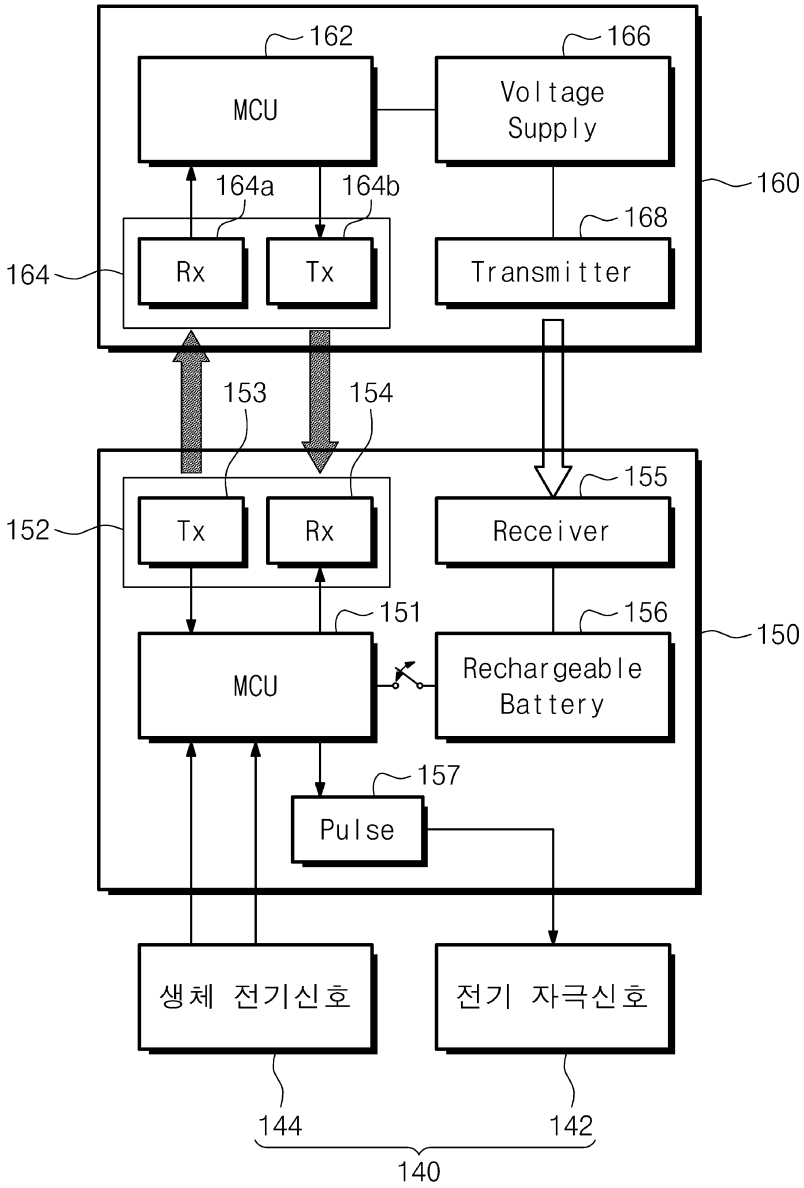
도면6


112
142a
142
142b
112a
144a
144
144b
112b

도면7


162
166
MCU
Voltage Supply
160
164a
164b
168
164
Rx
Tx
Transmitter
138c
138d
138e
138b
Tx
Rx
Receiver
136
138a
138f
138
Motor
MCU
Rechargeable Battery

도면8


162
166
MCU
Voltage Supply
164a
164b
160
168
164
Rx
Tx
Transmitter
153
154
155
152
Tx
Rx
Receiver
151
156
150
MCU
Rechargeable Battery
157
Pulse
생체 전기신호
전기 자극신호
144
142
140