



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0035669
(43) 공개일자 2018년04월06일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>A61B 5/053</i> (2006.01) <i>A61B 5/00</i> (2006.01)
 <i>A61B 5/01</i> (2006.01) <i>A61B 5/024</i> (2006.01)
 <i>A61B 5/0488</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>A61B 5/053</i> (2013.01)
 <i>A61B 5/01</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0116505
 (22) 출원일자 2017년09월12일
 심사청구일자 2017년09월12일</p> <p>(30) 우선권주장
 1020160125453 2016년09월29일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
 울산과학기술원
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(72) 발명자
 강상훈
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
 김성진
 울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50</p> <p>(74) 대리인
 특허법인다나</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 13 항

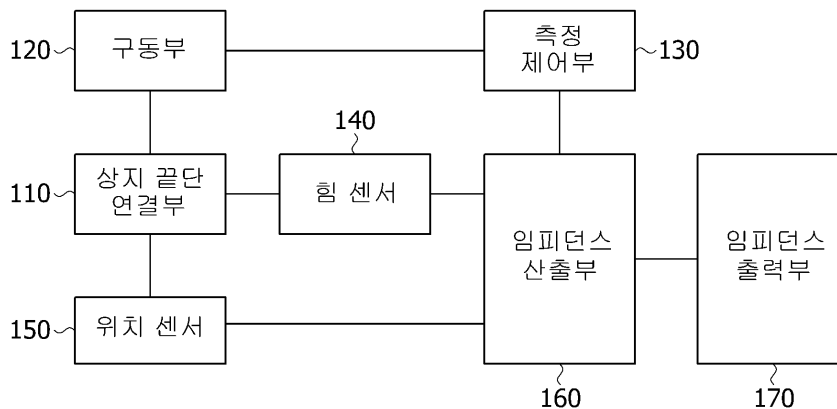
(54) 발명의 명칭 **상지 다관절 임피던스 측정 방법 및 그 장치**

(57) 요약

본 발명은 상지 다관절 임피던스 측정 방법 및 그 장치에 관한 발명이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 상지 임피던스 측정 장치는, 피측정자의 상지의 끝단과 연결되는 상지 끝단 연결부, 상기 상지 끝단 연결부가 섭동을 상기 상지 끝단에 가하도록 상기 상지 끝단 연결부를 구동시키는 구동부, 상기 구동부에 상기 섭동을 위한 제어 신호를 제공하는 측정 제어부, 상기 섭동에 따른 상기 상지 끝단 연결부가 상기 상지 끝단에 가하는 힘의 크기를 감지하는 힘 센서, 상기 섭동에 따른 상기 상지 끝단 연결부의 위치를 감지하는 위치 센서, 상기 감지된 힘 및 위치를 가리키는 힘 데이터 및 위치 데이터를 바탕으로 상기 피측정자의 상지의 기계적 임피던스를 산출하는 임피던스 산출부 및 상기 산출된 임피던스 값을 가리키는 출력 신호를 출력하는 임피던스 출력부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

A61B 5/024 (2013.01)

A61B 5/0488 (2013.01)

A61B 5/742 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

피측정자의 상지의 끝단과 연결되는 상지 끝단 연결부;
 상기 상지 끝단 연결부가 섭동을 상기 상지 끝단에 가하도록 상기 상지 끝단 연결부를 구동시키는 구동부;
 상기 구동부에 상기 섭동을 위한 제어 신호를 제공하는 측정 제어부;
 상기 섭동에 따른 상기 상지 끝단 연결부가 상기 상지 끝단에 가하는 힘의 크기를 감지하는 힘 센서;
 상기 섭동에 따른 상기 상지 끝단 연결부의 위치를 감지하는 위치 센서;
 상기 감지된 힘 및 위치를 가리키는 힘 데이터 및 위치 데이터를 바탕으로 상기 피측정자의 상지의 기계적 임피던스를 산출하는 임피던스 산출부; 및
 상기 산출된 임피던스 값을 가리키는 출력 신호를 출력하는 임피던스 출력부;를 포함하는,
 상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 상지 끝단 연결부는,
 상기 피측정자의 상기 끝단이 연결되며 상기 피측정자가 파지할 수 있는 부분을 포함하는,
 상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 섭동은,
 x축 방향, y축 방향 및 z축 방향 중에서 적어도 어느 하나의 방향으로 상기 상지 끝단 연결부가 상기 상지 끝단에 가하는 힘과 위치 중 적어도 하나의 변동을 포함하는,
 상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 피측정자의 상기 상지 부분에 부착되어 상기 피측정자의 생체 신호를 감지하는 생체신호 센서;를 더 포함하고,
 상기 임피던스 산출부는,
 상기 감지된 생체 신호를 바탕으로 상기 힘 데이터 또는 상기 위치 데이터를 필터링하는,
 상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 생체 신호는,
 상기 피측정자의 근전도 신호, 맥박 또는 체온 중에서 적어도 어느 하나를 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 생체신호 센서는,

상기 상지 부분의 상대적인 위치를 감지하는 IMU(Inertial Measurement Unit) 센서를 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 임피던스 산출부는,

상기 힘 데이터 및 상지 위치 데이터를 주파수 영역으로 변환하고, 상기 변환된 주파수 영역의 위치 데이터를 입력으로 하고 상기 변환된 주파수 영역의 힘 데이터를 출력으로 하는 전달 함수를 산출하고, 상기 산출된 전달 함수가 상기 기계적 임피던스로 도출하는,

상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 임피던스 출력부는,

디스플레이 장치, 오디오 출력 장치 또는 프린트 장치 중에서 적어도 어느 하나를 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 장치.

청구항 9

구동부에 의해서 상지 끝단 연결부가 섭동을 피측정자의 상지 끝단에 가하는 단계;

상기 섭동이 이루어지는 동안, 상기 상지 끝단 연결부가 상기 상지 끝단에 가하는 힘이 감지되는 단계;

상기 섭동 운동이 이루어지는 동안, 상기 상지 끝단 연결부의 위치가 감지되는 단계;

상기 감지된 힘과 위치를 각각 가리키는 힘 데이터 및 위치 데이터를 바탕으로, 상기 피측정자의 상지의 기계적 임피던스가 산출되는 단계; 및

상기 산출된 임피던스가 출력되는 단계;를 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 섭동을 가하는 단계는,

상기 상지 끝단 연결부가 x축 방향, y축 방향 또는 z축 방향 중에서 어느 하나의 방향으로 힘 혹은 위치를 상지 끝단에 가하는 단계;를 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 섭동을 가하는 단계 이후에,

상기 섭동이 이루어지는 동안, 상기 피측정자의 생체 신호가 감지되는 단계;를 더 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 생체 신호는,

상기 피측정자의 근전도 신호를 포함하며,

상기 생체 신호가 감지되는 단계 이후에,

상기 근전도 신호가 자의적 반응 신호를 가리키면, 상기 측정을 처음부터 다시 시작하는 단계;를 더 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 임피던스가 산출되는 단계는,

상기 감지된 힘과 위치를 각각 가리키는 힘 데이터 및 위치 데이터를 주파수 영역으로 각각 변환되는 단계; 및

상기 변환된 주파수 영역의 위치 데이터를 입력으로 하고 상기 변환된 주파수 영역의 힘 데이터를 출력으로 하는 전달 함수를 산출하고, 상기 산출된 전달 함수가 상기 임피던스로 도출되는 단계;를 포함하는,

상지 다관절 임피던스 측정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 상지 다관절 임피던스 측정 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 피측정자의 상지 끝단에 섭동(Perturbations)을 제공하고, 상기 섭동에 따른 힘과 위치 그리고 기타 생체신호를 바탕으로 상기 피측정자의 상지 다관절의 기계적 임피던스를 측정하는 방법 및 그 방법을 이용한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 상지 다관절의 재활을 위해서는 상지 다관절의 기계적 임피던스를 알 필요가 있다. 상지 다관절의 기계적 임피던스는 환자 상지의 경직 및 강직 등의 진단 보조에 사용될 수 있다. 또한, 상지 다관절의 기계적 임피던스를 정확히 알 수 있다면, 그에 맞는 재활 프로그램을 실시할 수 있고, 또한 재활 훈련 중 수시로 상기 임피던스를 측정하여 비교함으로써, 재활 훈련의 효과를 확인하고 다음 재활 프로그램의 작성에 반영할 수 있다.

[0003] 종래의 상지 임피던스를 측정하는 방법은, 의료진의 경험과 의료진의 손으로 만져본 손 감각에 의존하는 주관적인 방법이었다. 이러한 방법은 검사하는 의료진에 따라 값이 달라질 수 있어 신뢰성이 떨어지며, 5단계 정도의 서열척도(Ordinal scale)로 정성적인 값이므로 큰 변화가 아닌 경우 그 변화가 측정되기 어렵다는 문제점이 있다.

[0004] 또한 의료진의 손으로 만져서 임피던스를 측정하기 때문에, 하나의 자유도/관절에 대한 임피던스만을 측정할 수 있을 뿐이고, 둘 이상의 자유도/관절이나 자유도/관절간 커플된 임피던스는 측정이 불가능한 단점이 있다.

[0005] 또 다른 종래의 상지 임피던스를 측정하는 방법은, 상지 재활 로봇 혹은 산업용 로봇을 이용하여 측정하는 방법이 있다. 이러한 상지의 로봇은 임피던스 측정만을 위해 디자인된 것 아니므로, 부피가 매우 크고 설치에 어려움이 있으며, 산업용 로봇의 경우 안전성에 심각한 문제가 있을 수 있다. 조작측면에서도 상지의 로봇은 임상에서 사용하기에는 로봇공학 전공자를 필요로 할 만큼 복잡하다. 또한 상기 로봇은 임피던스 측정에서 필요한 힘 또는 위치 섭동에 비하여 불필요하게 큰 사이즈를 가지고 있기 때문에 임피던스 측정에는 부적합한 단점이 있다.

[0006] 따라서, 임상 사용에 적합한 크기를 가지고 조작과 사용이 쉬우며, 상지 다관절 다자유도의 임피던스를 측정할 수 있는 장치 및 방법에 관한 기술의 제공이 요구 된다.

선행기술문헌

[0007] (특허문헌 1) 한국등록특허 제10-1600850호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 상지 다관절의 기계적 임피던스를 손쉽게 측정할 수 있는 방법 및 그 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 과제에 국한되지 않으며 여기서 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실시예는, 피측정자의 상지의 끝단과 연결되는 상지 끝단 연결부; 상기 상지 끝단 연결부가 섭동을 상기 상지 끝단에 가하도록 상기 상지 끝단 연결부를 구동시키는 구동부; 상기 구동부에 상기 섭동을 위한 제어 신호를 제공하는 측정 제어부; 상기 섭동에 따른 상기 상지 끝단 연결부가 상기 상지 끝단에 가하는 힘의 크기를 감지하는 힘 센서; 상기 섭동에 따른 상기 상지 끝단 연결부의 위치를 감지하는 위치 센서; 상기 감지된 힘 및 위치를 가리키는 힘 데이터 및 위치 데이터를 바탕으로 상기 피측정자의 상지의 기계적 임피던스를 산출하는 임피던스 산출부; 및 상기 산출된 임피던스 값을 가리키는 출력 신호를 출력하는 임피던스 출력부;를 포함하는, 상지 다관절 임피던스 측정 장치를 제공한다.

[0011] 바람직하게는, 상기 상지 끝단 연결부는, 상기 피측정자의 상기 끝단이 연결되며 상기 피측정자가 파지할 수 있는 부분을 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 섭동은, x축 방향, y축 방향 및 z축 방향 중에서 적어도 어느 하나의 방향으로 상기 상지 끝단 연결부가 상기 상지 끝단에 가하는 힘과 위치 중 적어도 하나의 변동을 포함할 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 피측정자의 상기 상지 부분에 부착되어 상기 피측정자의 생체 신호를 감지하는 생체신호 센서;를 더 포함하고, 상기 임피던스 산출부는, 상기 감지된 생체 신호를 바탕으로 상기 힘 데이터 또는 상기 위치 데이터를 필터링할 수 있다.

[0014] 상기 생체 신호는, 상기 피측정자의 근전도 신호, 맥박 또는 체온 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 생체신호 센서는, 상기 상지 부분의 상대적인 위치를 감지하는 IMU(Inertial Measurement Unit) 센서를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 임피던스 산출부는, 상기 힘 데이터 및 상기 위치 데이터를 주파수 영역으로 변환하고, 상기 변환된 주파수 영역의 위치 데이터를 입력으로 하고 상기 변환된 주파수 영역의 힘 데이터를 출력으로 하는 전달 함수를 산출하고, 상기 산출된 전달 함수가 상기 기계적 임피던스로 도출할 수 있다.

[0017] 상기 임피던스 출력부는, 디스플레이 장치, 오디오 출력 장치 또는 프린트 장치 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 또 다른 실시예는 구동부에 의해서 상기 끝단 연결부가 섭동을 피측정자의 상기 끝단에 가하는 단계; 상기 섭동이 이루어지는 동안, 상기 상지 끝단 연결부가 상기 상지 끝단에 가하는 힘이 감지되는 단계; 상기 섭동 운동이 이루어지는 동안, 상기 상지 끝단 연결부의 위치가 감지되는 단계; 상기 감지된 힘과 위치를 각각 가리키는 힘 데이터 및 위치 데이터를 바탕으로, 상기 피측정자의 상지의 기계적 임피던스가 산출되는 단계; 및 상기 산출된 임피던스가 출력되는 단계;를 포함하는 상지 다관절 임피던스 측정 방법을 제공한다.

[0019] 상기 섭동을 가하는 단계는, 상기 상지 끝단 연결부가 x축 방향, y축 방향 또는 z축 방향 중에서 어느 하나의 방향으로 힘 혹은 위치를 상기 끝단에 가하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0020] 상기 섭동을 가하는 단계 이후에, 상기 섭동이 이루어지는 동안, 상기 피측정자의 생체 신호가 감지되는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0021] 상기 생체 신호는, 상기 피측정자의 근전도 신호를 포함하며, 상기 생체 신호가 감지되는 단계 이후에, 상기 근

전도 신호가 자의적 반응 신호를 가리키면, 상기 측정을 처음부터 다시 시작하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0022] 상기 임피던스가 산출되는 단계는, 상기 감지된 힘과 위치를 각각 가리키는 힘 데이터 및 위치 데이터를 주파수 영역으로 각각 변환되는 단계; 및 상기 변환된 주파수 영역의 위치 데이터를 입력으로 하고 상기 변환된 주파수 영역의 힘 데이터를 출력으로 하는 전달 함수를 산출하고, 상기 산출된 전달 함수가 상기 임피던스로 도출되는 단계;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 상기 다관절 임피던스 측정 장치를 이용하여 피측정자가 상기 끝단 연결부를 상기 끝단에 장착하고 상기 끝단 연결부를 통해 피측정자 상기 끝단에 섭동이 가해지도록만 함으로써 상기 다관절의 임피던스를 측정할 수 있는 효과가 있다.

[0024] 본 발명의 다양하면서도 유익한 장점과 효과는 상술한 내용에 한정되지 않으며, 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하는 과정에서 보다 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 상기 다관절 임피던스 측정 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상기 다관절 임피던스 측정 장치의 구성도이다.

도 3는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상기 다관절 임피던스 측정 장치의 상기 다관절 임피던스 측정 방법을 도식화하여 나타낸 도면이다.

도 4은 본 발명의 일 실시예에 따른, 상기 다관절 임피던스 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상기 다관절 임피던스 측정 방법을 나타내는 순서도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상기 다관절 임피던스 측정 장치를 사용하는 개념도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상기 다관절 임피던스 측정 장치를 이용 예시를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예를 도면에 예시하고 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명 실시 예를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 실시 예의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0027] 제 1, 제 2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 실시 예의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 2 구성 요소는 제 1 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 1 구성 요소도 제 2 구성 요소로 명명될 수 있다. 및/또는이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0028] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명 실시 예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 실시 예의 설명에 있어서, 어느 한 element가 다른 element의 "상(위) 또는 하(아래)(on or under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)(on or under)는 두 개의 element가 서로 직접(directly)접촉되거나 하나 이상의 다른 element가 상기 두 element 사이에 배치되어(indirectly) 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 "상(위) 또는 하(아래)(on or under)"으로 표현되는 경우 하나의 element를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.

[0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

- [0031] 도 1 내지 도 7는, 본 발명을 개념적으로 명확히 이해하기 위하여, 주요 특징 부분만을 명확히 도시한 것이며, 그 결과 도해의 다양한 변형이 예상되며, 도면에 도시된 특정 형상에 의해 본 발명의 범위가 제한될 필요는 없다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른, 상지 다관절 임피던스 측정 장치의 구성도이다. 도 1을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 상지 다관절 임피던스 측정 장치(100)의 구성을 자세하게 설명한다.
- [0033] 상지 다관절 임피던스 측정 장치(100)는 상지 끝단 연결부(110), 구동부(120), 측정 제어부(130), 힘 센서(140), 위치 센서(150), 임피던스 산출부(160) 및 임피던스 출력부(170)를 포함할 수 있다.
- [0034] 상지 끝단 연결부(110)는 피측정자의 상지의 끝단이 연결되는 부분이다. 상지 끝단 연결부(110)는 상기 피측정자가 파지할 수 있는 부분을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 파지할 수 있는 부분은 손잡이 형상일 수 있다. 상지 다관절 임피던스를 측정하고자 하는 상기 피측정자는 상지 끝단 연결부(110)에 상기 상지의 끝단을 연결함으로써 측정 준비를 마칠 수 있다. 예를 들어, 상기 피측정자는 상지 끝단 연결부(110)를 상기 상지에 착용할 수 있다.
- [0035] 구동부(120)는 상지 끝단 연결부(110)를 구동시킬 수 있다. 구동부(120)는 모터 장치를 포함할 수 있다. 구동부(120)는 상기 모터 장치를 이용하여 상지 끝단 연결부(110)를 정밀하게 구동시킬 수 있다. 구동부(120)는 상지 끝단 연결부(110)가 x축 방향, y축 방향 및 z축 방향 중에서 적어도 어느 하나의 방향으로 상지 끝단에 섭동을 가하도록 구동시킬 수 있다.
- [0036] 측정 제어부(130)는 구동부(120)에 상지 끝단 연결부(110)가 섭동을 상지 끝단에 가하도록 하는 제어 명령을 제공할 수 있다. 예를 들어, 측정 제어부(130)는 상지 끝단 연결부(110)가 3차원 x, y 및 z축 중 적어도 하나의 방향으로 최대 2[cm]의 무작위적인 병진 운동을 포함하는 위치 섭동을 상지 끝단에 가하도록 구동부(120)가 상지 끝단 연결부(110)를 구동시키는 제어 명령을 구동부(120)에 제공할 수 있다.
- [0037] 종래의 상지 다관절 임피던스 측정장치는 2차 선형 시스템(질량-댐퍼-스프링)으로 단순하게 모델링하여 임피던스를 측정하였다. 또한, 종래의 상지 다관절 임피던스 측정장치는 2차원 수평면상에서의 상지 다관절 임피던스 값만을 추정할 수 있고, 더불어 상지가 상기한 2차 시스템이라는 가정으로 인해 정확한 임피던스가 추출되지 않는 문제점이 있었다.
- [0038] 그러나, 본 발명은 3차원의 섭동을 이용하고 3차원의 임피던스를 추정하는 바, 종래의 상지의 수평면상 2차원 기계적 임피던스만을 추정할 수 있는 제약이 제거되었고, 또한 2차원이 아닌 3차원 임피던스를 추정할 수 있어 포괄적 결과를 도출할 수 있는 장점이 있다.
- [0039] 더불어 종래의 상지 다관절 임피던스 측정장치는 정해진 경로를 움직이는 동안 랜덤한 순서로 여러 방향으로 피측정자를 밀거나 당기는 것으로 섭동을 가하도록 되어 있다. 이러한 방식의 실험은 동일 경로에 대하여 매우 많은 횟수의 반복실험을 진행하여야 필요로 하는 데이터를 모두 얻을 수 있어 많은 시간이 소요되며, 관심 있는 주파수 범위의 모든 영역에서 상지를 가진 하지 않아 얻을 수 있는 데이터의 정보의 양이 제한적이다. 이에 반해 본 장치는 3차원 모든 방향으로 예측 불가능한 저주파 필터링된 백색잡음형태의 섭동을 가하여 임피던스를 추정하게 되므로 관심있는 모든 주파수 영역에서의 임피던스 특성의 파악이 가능하며 섭동을 가하는 시간이 종래의 장치에 비하여 매우 짧아서 효율적이다.
- [0040] 더불어, 예측 불가능한 저주파 필터링 된 백색잡음 형태의 섭동은 피험자의 자의적인 반응을 억제하게 되어 무의미한 데이터의 양을 최소화 할 수 있다.
- [0041] 힘 센서(140)는 상지 끝단 연결부(110)가 구동부(120)에 의해서 섭동을 상기 상지 끝단에 가하는 동안, 상지 끝단 연결부(110)를 통해서 상기 상지 끝단에 가해지는 힘을 감지할 수 있다. 힘 센서(140)는 압력 감지 센서를 포함할 수 있다. 힘 센서(140)는 상기 감지한 힘의 크기 및 방향을 가리키는 힘 데이터를 출력할 수 있다.
- [0042] 위치 센서(150)는 상지 끝단 연결부(110)가 구동부(120)에 의해서 섭동을 상기 상지 끝단에 가하는 동안, 상지 끝단 연결부(110)의 위치를 감지할 수 있다. 위치 센서(150)는 상기 위치를 감지하기 위하여 엔코더(encoder), 가변 저항(Potentiometer), 리졸버(Resolver), 초음파(Ultrasound) 센서, 레이저 (Laser) 센서, IMU(Inertial Measurement Unit) 센서 및 모션 캡처 카메라(Motion Capture Camera) 중에서 어느 하나를 포함할 수 있다. 위치 센서(150)는 상기 감지된 위치 정보를 포함하는 위치 데이터를 출력할 수 있다.
- [0043] 도 3을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 산출부(160)의 임피던스 도출 방법을 설명한다.

[0044] 임피던스 산출부(160)는 측정 제어부(130)에 측정 시작 신호를 제공할 수 있고, 힘 센서(140)와 위치 센서(150)에서 각각 출력되는 상기 힘 데이터와 상기 위치 데이터를 바탕으로 상기 피측정자의 상기 다관절의 기계적 임피던스(이하 “상지 임피던스” 라고 한다)를 산출할 수 있다.

[0045] 임피던스 산출부(160)는 상기 상지 임피던스를 산출하기 위하여, 시스템에 섭동을 가하였을 때 측정된 힘 및 변위를 통해 시스템을 추정하는 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어, 아래 식과 같이, 변위 데이터($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$)를 입력으로 하고 힘 데이터(F_x, F_y, F_z)를 출력으로 하는 전달 함수 행렬($Z_{xx}, Z_{xy}, \dots, Z_{zz}$)을 산출할 수 있고, 상기 산출된 전달 함수 행렬이 기계적 임피던스이다.

$$\begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{xx} & Z_{xy} & Z_{xz} \\ Z_{yx} & Z_{yy} & Z_{yz} \\ Z_{zx} & Z_{zy} & Z_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}$$

[0046]

[0047] 상기 힘 데이터와 상기 위치 데이터는 시간에 따른 미세한 값의 변동을 포함하는 데이터일 수 있다. 임피던스 산출부(160)는 상기 임피던스를 산출하기 위하여, 상기 힘 데이터와 상기 위치 데이터에 대하여 신호 처리를 할 수 있다. 본 발명의 일 실시예 따르면, 임피던스 산출부(160)는 상기 힘 데이터와 상기 위치 데이터를 주파수 영역으로 변환한다. 임피던스 산출부(160)는 상기 주파수 영역으로 변환을 위하여 푸리에 변환(Fourier transform)을 이용할 수 있지만, 이것은 예시에 불과하고 이에 한정되지 않는다.

[0048] 임피던스 산출부(160)는 상기 주파수 영역으로 변환된 위치 데이터를 입력으로 하고, 상기 주파수 영역의 힘 데이터를 출력으로 할 때의 전달 함수를 산출한다. 임피던스 산출부(160)는 상기 산출된 전달 함수를 상기 상지 임피던스로 도출할 수 있다.

[0049] 예를 들어서, 상기 주파수 영역의 위치 데이터가 X_h 이고, 상기 주파수 영역의 힘 데이터가 F_h 인 경우에, 전달 함수 Z_h 는 다음과 같이 정의된다. 아래 식에서, Z_h 를 산출하면, 산출된 Z_h 가 상지 임피던스가 된다.

$$F_h = Z_h x_h$$

[0050]

$$\begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

[0051]

[0052] 상기 수식에서 Z_h 를 구하는 것은, 본 발명의 기술 분야의 통상의 기술자에게는 자명한 것이므로 자세한 설명은 생략한다.

[0053] 다시 도 1을 참조하면, 임피던스 출력부(170)는 임피던스 산출부(160)에서 산출된 상기 상지 임피던스를 출력할 수 있다. 임피던스 출력부(170)는 디스플레이 장치, 오디오 출력 장치 또는 프린트 장치 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 임피던스 출력부(170)가 디스플레이 장치를 포함하는 경우, 상기 디스플레이 장치에 상기 산출된 상지 임피던스를 표시할 수 있다.

[0054] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상지 다관절 임피던스 측정 장치의 구성도이다. 도 2를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상지 임피던스 측정 장치(200)의 구성을 자세하게 설명한다.

[0055] 본 발명의 다른 실시예에 따른 상지 임피던스 측정 장치(200)은 일 실시예에 따른 상지 임피던스 측정 장치(100)에서 추가적으로 생체신호 센서(210)를 더 포함할 수 있다. 상지 임피던스 측정 장치(200)의 구성에서 상지 임피던스 측정 장치(100)의 구성과 동일한 지시 번호를 가진 구성은 동일한 구성이므로, 설명의 중복을 피하기 위하여 설명을 생략한다.

[0056] 생체신호 센서(210)는 피측정자의 상지에 부착되어 상기 피측정자의 생체 신호를 감지할 수 있다. 상기 생체 신호는 상기 피측정자의 근전도(Electromyography) 신호, 맥박 또는 체온 중에서 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 생체신호 센서(210)는 상기 감지된 생체 신호를 가리키는 생체 신호 데이터를 출력할 수 있다.

- [0057] 생체신호 센서(210)는 상기 상지 부분의 상대적인 위치를 감지하는 IMU(Inertial Measurement Unit) 센서를 포함할 수 있다. 생체신호 센서(210)는 상기 IMU 센서가 감지한 데이터를 포함하는 상기 생체 신호 데이터로 출력할 수 있다.
- [0058] 임피던스 산출부(260)는 상기 생체 신호 데이터를 바탕으로, 힘센서와 위치센서로부터 측정된 데이터의 정보를 필터링 할 수 있다.
- [0059] 예를 들어서, 임피던스 산출부(260)는 상기 생체 신호에 포함된 근전도 신호를 바탕으로, 상기 피측정자의 생체 상태를 파악하여 자의적 반응 신호가 포함된 것으로 판단되면, 자의적 운동이 있는 경우에 측정된 데이터를 배제할 수 있다.
- [0060] 이는 자의적 반응이 있는 경우에 정확한 측정 데이터가 형성되지 않으며, 이는 정확한 임피던스의 산출이 되지 않는다. 따라서 자의적 운동에 따른 데이터를 필터링하여 임피던스의 정확성을 증대할 수도 있다.
- [0061] 또한, 임피던스 산출부(260)은 상기 생체 신호 데이터를 바탕으로, 상기 산출된 상지 임피던스 값과 상기 생체 신호 데이터와의 관계 등을 파악할 수 있다. 예를 들어서, 상기 생체 신호에 포함된 근전도 레벨과 임피던스 값과의 상관 관계를 통계적인 방법을 통하여 파악할 수 있다.
- [0062] 도 4은 본 발명의 일 실시예에 따른, 상지 다관절 임피던스 측정 방법을 나타내는 순서도이다. 도 4을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 상지 다관절 임피던스 측정 방법을 자세하게 설명한다.
- [0063] 피측정자의 상지 끝단이 상지 끝단 연결부(110)에 연결된 후, 측정 제어부(130)는 구동부(120)에 의해서 상지 끝단 연결부(110)가 섭동을 상기 상지 끝단에 가하도록 구동부(120)에 제어 신호를 제공한다(S110).
- [0064] 예를 들어, 상기 피측정자가 상지 끝단 연결부(110)에 상기 상지 끝단을 연결하고, 상지 임피던스 측정 장치(100)에 시작 신호를 제공하면, 측정 제어부(130)는 구동부(120)에 제어 신호를 제공하게 된다. 구동부(120)는 상지 끝단 연결부(110)를 x축, y축 및 z축 중에서 적어도 어느 하나의 방향으로 정밀하게 구동시킬 수 있다.
- [0065] 상지 끝단 연결부(110)가 움직이는 동안, 상지 끝단 연결부(110)가 상지 끝단에 가하는 힘과 상지 끝단 연결부(110)의 위치를 감지한다(S120). 힘 센서(140)는 상기 힘의 크기를 가리키는 힘 데이터를 출력하고, 위치 센서(150)는 상기 위치 변동을 가리키는 위치 데이터를 출력한다.
- [0066] 임피던스 산출부(160)는 상기 힘 데이터와 상기 위치 데이터를 신호 처리한다(S130). 상기 힘 데이터와 상기 위치 데이터는 시간에 따른 미세한 값의 변동을 포함하는 데이터일 수 있다. 임피던스 산출부(160)는 상기 힘 데이터와 상기 위치 데이터를 주파수 영역으로 변환할 수 있다.
- [0067] 임피던스 산출부(160)는 상기 주파수 영역으로 변환된 힘 데이터 및 상기 주파수 영역으로 변환된 위치 데이터를 바탕으로 상기 임피던스를 산출한다(S140). 임피던스 산출부(160)는 상기 주파수 영역으로 변환된 위치 데이터를 입력으로 하고, 상기 주파수 영역의 힘 데이터를 출력으로 할 때의 전달 함수를 산출한다. 임피던스 산출부(160)는 상기 산출된 전달 함수를 상기 상지 임피던스로 도출할 수 있다.
- [0068] 임피던스 출력부(170)는 상기 상지 임피던스를 출력한다(S150). 임피던스 출력부(170)가 디스플레이 장치를 포함하는 경우, 상기 상지 임피던스는 상기 디스플레이 장치에 표시될 수 있다.
- [0069] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상지 다관절 임피던스 측정 방법을 나타내는 순서도이다. 도 5를 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 상지 다관절 임피던스 측정 방법을 자세하게 설명한다.
- [0070] 도 5와 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 상지 다관절 임피던스 측정 방법은 본 발명의 일 실시예에 따른 상지 다관절 임피던스 측정 방법에서 섭동을 가하는 단계(S110) 이후에 근전도 측정하는 단계(S125)가 더 추가되는 것 외에는 동일하다. 따라서, 동일한 지시 기호를 가진 각 단계는 동일하므로 설명의 중복을 피하기 위하여 설명을 생략한다.
- [0071] 본 발명의 다른 실시예에 따른 상지 다관절 임피던스 측정 방법은, 상지 끝단 연결부(110)가 섭동을 상지 끝단에 가하는 동안 피측정자의 상지의 근전도 신호를 측정한다(S125). 상기 측정된 근전도의 신호에 자의적 반응 신호가 포함된 경우, 측정 제어부(130)는 처음부터 측정을 다시 하도록 구동부(120)에 제어 신호를 제공할 수 있다.
- [0072] 또한, 임피던스 산출부(260)은 상기 힘 데이터, 상기 위치 데이터 및 상기 측정된 근전도 신호를 바탕으로 상지 임피던스를 도출할 수 있다. 또는, 임피던스 산출부(260)은 상기 산출된 임피던스 값과 상기 측정된 근전도 신

호의 관계를 도출할 수 있다.

[0073] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상지 다관절 임피던스 측정 장치를 사용하는 개념도이다. 도 6를 참조하면, 피측정자는 상지 다관절 임피던스 측정 장치(200) 앞에 앉아서 상지 끝단 연결부에 상지 끝단을 연결하고, 조작부 패널을 조작하여 측정을 시작할 수 있다. 조작부 패널은 측정하는 사람(임상 전문가) 또는 피측정자가 모두 조작할 수 있도록 구비된다. 상지 끝단 연결부를 통해 상지 끝단에 가해지는 힘과 상지 끝단의 위치 및 생체 신호 센서가 수집한 피험자의 데이터를 바탕으로 상지 임피던스가 산출되며, 산출된 상지 임피던스는 디스플레이에 표시될 수 있다.

[0074] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른, 상지 다관절 임피던스 측정 장치를 이용 예시를 나타내는 도면이다.

[0075] 도 7을 참조하면, 피측정자는 상지 다관절 임피던스 측정 장치(200)의 앞에 앉은 후에 상지 끝단 연결부(110)에 상지 끝단을 연결함으로써, 상지 임피던스를 측정할 수 있다.

[0076] 이상으로 본 발명의 실시 예에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 살펴보았다.

[0077] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

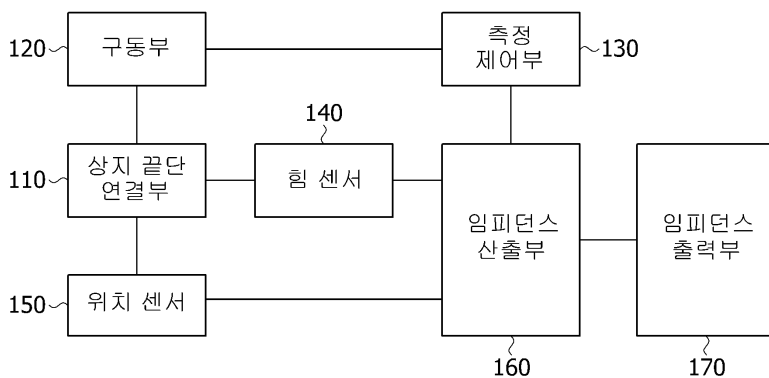
부호의 설명

[0078] 상지 임피던스 측정 장치 100, 200

도면

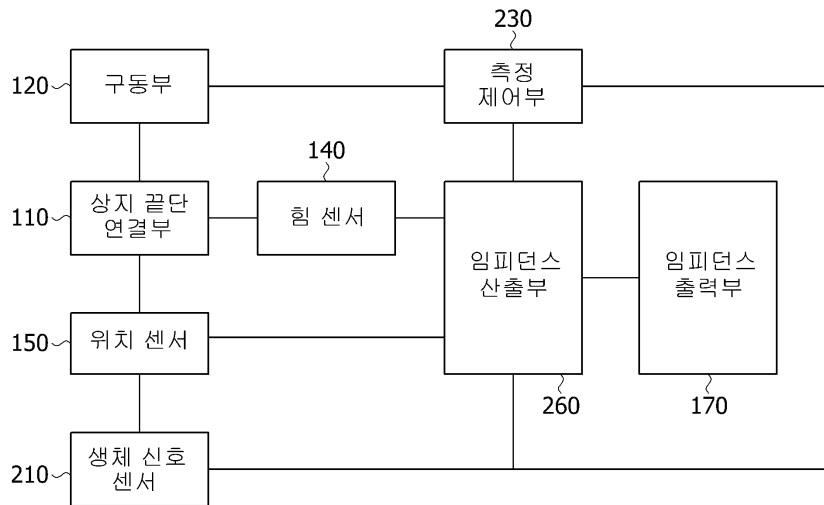
도면1

100

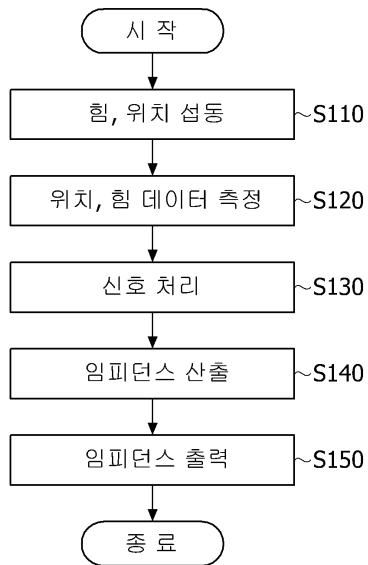


도면2

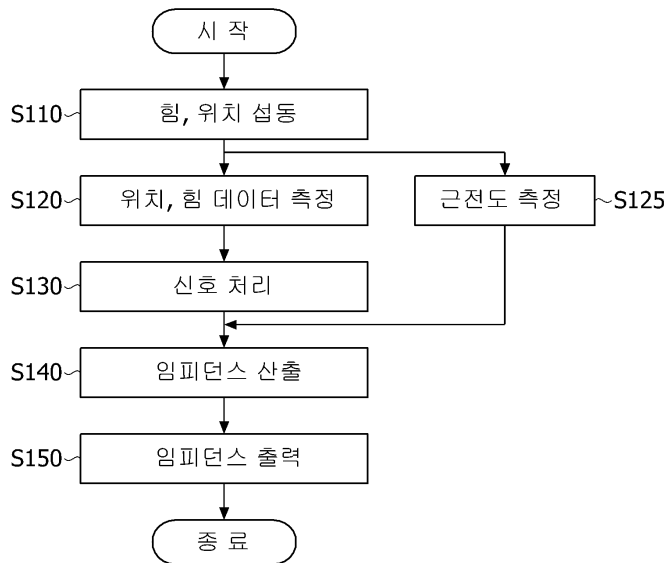
200



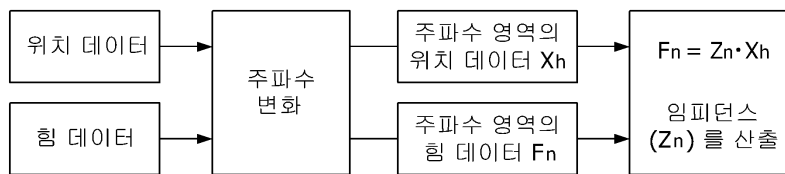
도면3



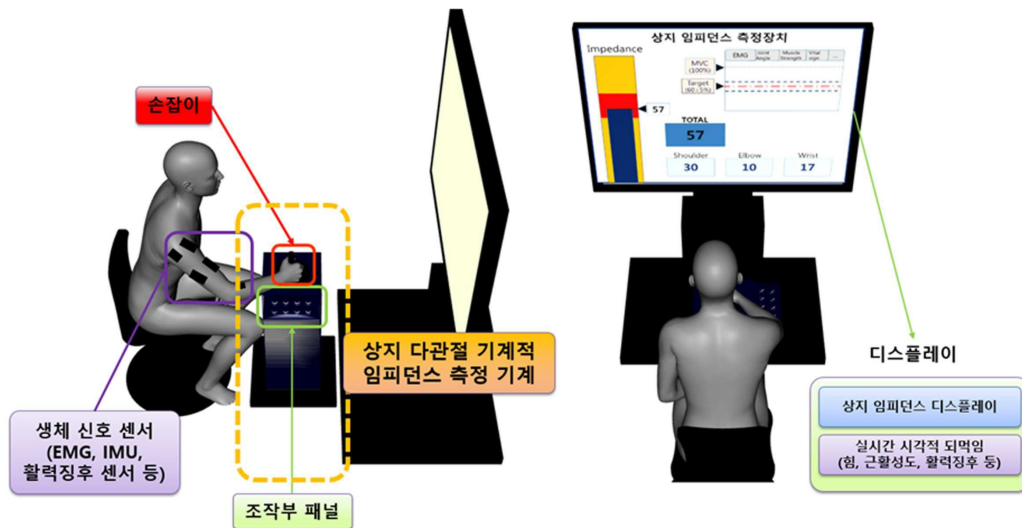
도면4



도면5



도면6



도면7

