(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0107423
(43) 공개일자 2021년09월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61H 3/00 (2006.01) *A61B 5/103* (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61H 3/00 (2013.01)
A61B 5/1038 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0022400
(22) 출원일자 2020년02월24일
심사청구일자 2020년02월24일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
신충수
서울특별시 서초구 서초대로23길 74, 101동 701호(방배동, 방배씨티아파트)
김지연
인천광역시 계양구 동양로 10, 104동 602호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
서현, 민복기

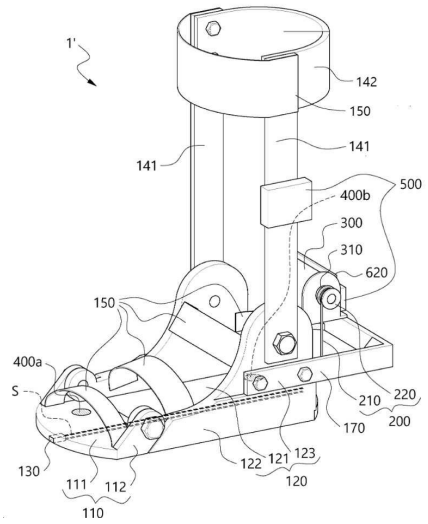
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **중족지관절 보조장치**

(57) 요 약

본 발명은 중족지관절 보조장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 보행자의 족저면이 지면에 접촉되는 입각기 동안 감지된 족저압에 따라 보행자의 보행주기를 판단하고, 보행자가 안정적인 보행 동작을 수행할 수 있도록 적절한 시점에 중족지관절에 보조력을 제공할 수 있는 중족지관절 보조장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
A61B 5/112 (2013.01)
A61H 2201/1215 (2013.01)
A61H 2201/1642 (2013.01)
A61H 2201/165 (2013.01)
A61H 2201/5071 (2013.01)

(72) 발명자
김관권
부산광역시 남구 전포대로 16, 101동 1201호(문현동, 문현동 이안)
이진규
서울특별시 마포구 창전로2길 10
대원칸타빌아파트, 502호
이동환
경기도 성남시 분당구 야탑로 162 진흥더블파크, 102동 1405호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711088669
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	생체신호 활용 딥러닝 이론을 적용한 실시간 바이오피드백 알고리즘 개발 및 생체역학 기반 사용자 맞춤형/반응형 중족관절 보행보조장치 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

족부의 전방부와 후방부를 각각 지지하고, 서로 회전 가능하게 연결되는 제1 지지부재 및 제2 지지부재;

상기 제1 지지부재가 발바닥 방향으로 전개되도록 회전 보조력을 제공하는 구동모터;

상기 구동모터에서 생성된 회전 보조력을 상기 제1 지지부재로 전달하기 위한 동력전달유닛;

상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재 각각에 적어도 하나 이상 구비되며, 보행자의 족저압을 감지하기 위한 족저압센서; 및

상기 족저압센서로부터 족저압이 감지되어 보행주기가 입각기임을 판단하고, 상기 입각기에 상기 구동모터의 동력이 출력되도록 제어하기 위한 제어부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입각기 중 상기 제2 지지부재에 구비된 족저압센서로부터 감지되는 족저압이 점진적으로 감소하기 시작하는 시점부터 구동모터의 동력이 출력되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 입각기 중 상기 제1 지지부재에 구비된 족저압센서로부터 족저압이 감지되는 시점부터 상기 구동모터의 동력이 출력되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 지지부재는 상기 제2 지지부재에 대하여 발등 방향으로 90도 및 발바닥 방향으로 20도의 각도 범위 내에서 회전 가능하도록 회전범위가 제한되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 동력전달유닛은

상기 구동모터의 회전축에 축결합되는 회동부재; 및,

상기 회동부재에 권취되며, 상기 제1 지지부재와 연결된 와이어;를 포함하고,

상기 구동모터의 구동시 상기 회동부재가 상기 와이어를 권취하여 상기 제1 지지부재가 상기 제2 지지부재에 대하여 발바닥 방향으로 회전 구동되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 와이어의 일단은 상기 회동부재에 권취 가능하게 장착되고 상기 와이어의 타단은 상기 제1 지지부재와 상기 제2 지지부재를 회전 가능하게 결합한 힌지축 하부로 배치되어 상기 제1 지지부재의 전단에 고정되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 와이어는 전체 또는 일부 구간이 탄성 재질 소재로 구성되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재는 상기 동력전달유닛의 와이어가 배치되는 수용부가 구비되고, 상기 수용부는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재의 길이방향으로 연결되어 구성되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 수용부는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재 저면에 형성된 홈 또는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재 내측에 형성되는 관로인 것을 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재의 족저압센서로부터 족저압이 감지되지 않는 경우 유각기로 판단하여, 상기 구동모터의 작동을 중단하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

경사면의 상승 보행 시 경사도가 증가할수록 상기 제어부는 상기 구동모터의 회전 속도가 증가되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제2 지지부재의 양측으로 회전 가능하게 연결되며 상부로 연장되는 한 쌍의 연장부재; 및

상기 두 개의 연장부재와 서로 연결되며 종아리의 적어도 일부에 고정되는 종아리 지지부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제1 지지부재, 상기 제2 지지부재 및 종아리 지지부재에 착용자의 발등, 발목 또는 정강이가 착용되도록 하는 적어도 하나의 착용부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 제2 지지부재의 후방을 감싸도록 장착되고, 상기 구동모터를 지지하기 위한 구동모터 지지대가 구비되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 중족지관절 보조장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 보행자의 족저면이 지면에 접촉되는 입각기 동안 감지된 족저압에 따라 보행자의 보행주기를 판단하고, 보행자가 안정적인 보행 동작을 수행할 수 있도록 적절한 시점에 중족지관절에 보조력을 제공할 수 있는 중족지관절 보조장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 하체(부분) 또는 소아 마비환자, 재활환자, 고령자 또는 장애인의 하체에 보조력을 제공하여 보행을 안내하거나 보조하는 보행보조장치가 소개되고 있다.

[0003] 한편, 보행자의 족지골이 포함되는 전족부(forefoot)는 체중을 지지하고, 보행 시 지면으로부터 신체 균형을 유지하는데 핵심적인 역할을 수행한다.

[0004] 그러나, 종래 소개된 대부분의 보행보조장치는 보행자의 대퇴부(또는 고관절) 및/또는 하퇴부(또는 슬관절)를 보조하도록 설계되어 보행자의 전족부에는 충분한 보조력을 제공하지 못하였다.

[0005] 특히, 전족부에서 지골과 중족골 사이에 위치하며 발가락의 회전을 허용하는 중족지관절은 개인에 따라 차이가 있으나, 보행 시 약 90도 범위에서 발등 방향으로 회전하는 신전 회전 및 약 45도 범위에서 발바닥 방향으로 회전하는 굴곡 회전이 반복해서 수행될 수 있다.

[0006] 이러한 중족지관절의 신전 회전과 굴곡 회전은 발목 관절의 회전과 함께 보행자의 입각기 및 유각기에서 지속적으로 변경되며 보행 동작을 구성할 수 있다.

[0007] 만일 중족지관절의 회전이 적절하게 수행되지 않는 경우, 정상적인 보행을 어렵게 하거나 부상의 위험을 증가시킬 수 있다. 특히, 계단을 오르는 등의 상승 보행에서 중족지관절의 굴곡 회전이 정확하게 수행되지 않는 경우 발이 계단에 걸려 넘어지는 등 부상 발생 가능성이 높아질 수 있다. 상기 중족지관절에 전달되는 보조력은 보행 주기에 따라 적절한 시점에 제공되어야 하며, 또한 보행 주기에 따른 선택적 보조력이 아니라 일정한 크기의 보조력 등이 지속하여 제공되는 경우 보행자가 불편함 또는 통증을 유발할 수 있다.

[0008] 그리고 종래 발과 관련된 보조력 제공장치와 관련하여, 발목 등을 보조하는 보조장치는 일부 소개된 바가 있으나, 중족지관절은 그 관절의 위치 등으로 인해 중족지관절에 선택적 능동 보조력을 제공하며 부피와 크기가 최소화된 보조장치의 개발이 쉽지 않았다.

[0009] 따라서, 하체(부분) 또는 뇌아(소아) 마비환자, 재활환자, 고령자 또는 장애인 등의 정상적인 보행을 보조하기 위하여 중족지관절에 선택적 능동 보조력을 제공할 수 있는중족지관절 보조장치가 절실하게 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 보행자의 보행주기 중 족저면이 지면에 접촉되는 입각기 동안 보행자의 보행주기를 감지하고, 이에 따라 적절한 시점에 중족지관절에 보조력을 제공할 수 있으며, 구조가 단순화되어 착용성이 향상된 중족지관절 보조장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 과제를 해결하기 위하여, 족부의 전방부와 후방부를 각각 지지하고, 서로 회전 가능하게 연결되는 제1 지지부재 및 제2 지지부재; 상기 제1 지지부재가 발바닥 방향으로 전개되도록 회전 보조력을 출력하는 구동모터; 상기 구동모터에서 생성된 회전 보조력을 상기 제1 지지부재로 전달하기 위한 동력전달유닛; 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재 각각에 적어도 하나 이상 구비되며, 보행자의 족저압을 감지하기 위한 족저압센서; 및 상기 족저압센서로부터 족저압이 감지되어 보행주기가 입각기임을 판단하고, 상기 입각기에 상기 구동모터의 동력이 출력되도록 제어하기 위한 제어부;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 중족지관절 보조장치를 제공할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 입각기 중 상기 제2 지지부재에 구비된 족저압센서로부터 감지되는 족저압이 점진적으로 감소하기 시작하는 시점부터 구동모터의 동력이 출력되도록 제어할 수 있다.

[0013] 그리고, 상기 입각기 중 상기 제1 지지부재에 구비된 족저압센서로부터 족저압이 감지되는 시점부터 상기 구동모터의 동력이 출력되도록 제어할 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 제1 지지부재는 상기 제2 지지부재에 대하여 발등 방향으로 90도 및 발바닥 방향으로 20도의 각도 범위 내에서 회전 가능하도록 회전범위가 제한될 수 있다.

[0015] 이 경우, 상기 동력전달유닛은 상기 구동모터의 회전축에 축결합되는 회동부재; 및, 상기 회동부재에 권취되며,

상기 제1 지지부재와 연결된 와이어;를 포함하고, 상기 구동모터의 구동시 상기 회동부재가 상기 와이어를 권취하여 상기 제1 지지부재가 상기 제2 지지부재에 대하여 발바닥 방향으로 회전 구동될 수 있다.

[0016] 그리고, 상기 외이어의 일단은 상기 회동부재에 권취 가능하게 장착되고 상기 와이어의 타단은 상기 제1 지지부재와 상기 제2 지지부재를 회전 가능하게 결합한 힌지축 하부로 배치되어 상기 제1 지지부재의 전단에 고정될 수 있다.

[0017] 그리고, 상기 와이어는 전체 또는 일부 구간이 탄성 재질 소재로 구성될 수 있다.

[0018] 여기서, 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재는 상기 동력전달유닛의 와이어가 배치되는 수용부가 구비되고, 상기 수용부는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재의 길이방향으로 연결되어 구성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 수용부는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재 저면에 형성된 홈 또는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재 내측에 형성되는 관로일 수 있다.

[0020] 이 경우, 상기 제어부는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재의 족저압센서로부터 족저압이 감지되지 않는 경우 유각기로 판단하여, 상기 구동모터의 작동을 중단하도록 제어할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 제어부는 경사면의 상승 보행 시 경사도가 증가할수록 상기 구동모터의 회전 속도가 가속되도록 제어할 수 있다.

[0022] 그리고, 상기 제2 지지부재의 양측으로 회전 가능하게 연결되며 상부로 연장되는 한 쌍의 연장부재; 및 상기 두 개의 연장부재와 서로 연결되며 종아리의 적어도 일부에 고정되는 종아리 지지부재;를 포함할 수 있다

[0023] 여기서, 상기 제1 지지부재, 상기 제2 지지부재 및 종아리 지지부재에 착용자의 발등, 발목 또는 정강이가 착용되도록 하는 적어도 하나의 착용부재를 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 제2 지지부재의 후방을 감싸도록 장착되고, 상기 구동모터를 지지하기 위한 구동모터 지지대가 구비될 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치는 보행자의 족저압을 감지하여 각각의 발의 입각기 또는 유각기 등의 보행 상태, 더 나아가 유각기 중 초기, 중기 또는 말기를 판단하여, 상기 입각기 중 중족지관절의 굴곡 회전이 필요한 시점에 조력을 제공할 수 있어 보행자가 안정적인 보행을 보조할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치는 중족지관절에 보조력을 제공하기 위한 동력전달유닛의 구조를 단순화하여, 중족지관절 보조장치의 경량화를 도모할 수 있어 보행자에 대한 착용성이 향상될 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치로 동력이 전달되지 않을 시에도 보행자 발의 움직임을 어느 정도 허용할 수 있도록 탄성의 와이어를 구비하여 중족지관절에 가해지는 저항 및 부하를 최소화할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명은 중족지관절 보조를 위한 보조력을 기어방식으로 지지부재 등을 회전시키는 것이 아니라 구동력 전달을 위한 와이어 등을 사용하므로, 보조장치 자체의 하중 등을 경량화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치의 전체 사시도를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치를 밑에서 바라본 저면도를 도시한 것이다.

도 3는 입각기 구간에 따른 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치의 작동을 도시한 것이다.

도 4는 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치의 하나의 실시예를 도시한 것이다.

도 5는 입각기 동안 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치 착용자의 장무지굴근의 최대 근활성도 변화를 도시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 자세히 설명한다. 이 때, 각각의 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타낸다. 또한, 이미 공지된 기능 및/또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

이하에 개시된 내용은, 다양한 실시 예에 따른 동작을 이해하는데 필요한 부분을 중점적으로 설명하며, 그 설명의 요지를 흐릴 수 있는 요소들에 대한 설명은 생략한다. 또한 도면의 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시될 수 있다. 각 구성요소의 크기는 실제크기를 전적으로 반영하는 것이 아니며, 따라서 각각의 도면에 그려진 구성요소들의 상대적인 크기나 간격에 의해 여기에 기재되는 내용들이 제한되는 것은 아니다.

[0031] 도 1은 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1)의 전체 사시도를 도시한 것이다.

[0032] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1)는 족부의 전방부와 후방부를 각각 지지하고, 서로 회전 가능하게 연결되는 제1 지지부재(110) 및 제2 지지부재(120), 상기 제1 지지부재(110)가 발바닥 방향으로 회전 구동되도록 회전 보조력을 출력하는 구동모터(300), 상기 구동모터(300)에서 생성된 회전 보조력을 상기 제1 지지부재(110)로 전달하기 위한 동력전달유닛(200), 상기 제1 지지부재(110) 및 상기 제2 지지부재(120) 각각에 적어도 하나 이상 구비되며, 보행자의 족저압을 감지하기 위한 족저압센서(400), 및 상기 족저압센서(400)로부터 족저압이 감지되어 보행주기가 입각기임을 판단하고, 상기 입각기에 상기 구동모터(300)의 회전 보조력이 증가되도록 제어하기 위한 제어부;를 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 여기서, 회전 보조력은 와이어의 견인력에 의하여 발생되는 제1 지지부재를 발바닥 방향으로 회전시키는 토크 또는 구동력 등을 포함하는 개념으로 이해될 수 있다.

[0034] 구체적으로, 상기 제1 지지부재(110)와 상기 제2 지지부재(120)는 족저면의 전방과 후방을 각각 지면으로부터 지지하기 위한 저면부(111,121) 및 보행자의 발이 이탈하지 않도록 족부 측면의 전방 및 후방을 각각 지지하기 위한 측면부(112,122)를 포함하여 구성된다.

[0035] 상기 제1 지지부재의 측면부(111)와 상기 제2 지지부재의 측면부(112)가 서로 접합하는 부위에 상기 제1 지지부재(110)의 회전을 허용하는 힌지축 등의 별도의 회전부재가 양 측에 구비되어 상기 제1 지지부재(110)가 회전할 수 있다.

[0036] 따라서, 상기 제1 지지부재(110)는 기설정된 회전 범위를 허용하는 상기 회전부재에 의하여 발등 방향(신전)으로 90도 및 발바닥 방향(굴곡)으로 20도의 각도 범위 내에서 회전 가능하도록 회전범위가 제한되며, 여기서, 상기 제1 지지부재(110)의 굴곡 방향으로의 회전은 20도 내로 제한하여 중족지관절의 과도한 굴곡 회전에 의한 보행자의 불편함과 어색함을 방지하였다.

[0037] 일반적으로, 중족지관절의 굴곡 회전을 허용하는 주요 근육은 정강이 관절의 후방에서부터 발목 관절과 중족지관절을 지나 지골관절의 저면에 닿는 근육인 장무지굴근 및 장지굴근이다. 이와 같은 신체구조와 유사하게 장치를 구성하여 보행자가 자연스러운 보행을 하게끔 유도할 수 있으며, 이를 위해 상기 제2 지지부재(120)의 후방으로 상기 구동모터(300)를 지지하기 위한 구동모터 지지대(170)가 구비될 수 있다.

[0038] 상기 동력전달유닛(200)은 상기 구동모터(300)의 회전축(310)에 축결합되는 회동부재(220) 및 상기 회동부재(220)에 권취되며, 상기 제1 지지부재(110)와 연결된 와이어(220)를 포함한다. 상기 구동모터(300)의 구동시 상기 회동부재(220)가 상기 와이어(220)를 권취하여 상기 제1 지지부재(110)가 상기 제2 지지부재(120)에 대하여 발바닥 방향으로 회전 구동되어 중족지관절의 굴곡 회전을 보조할 수 있다.

[0039] 도 2는 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1)를 밑에서 바라본 저면도를 도시한 것이다.

[0040] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 와이어(210)는 상기 구동모터(300)에서 제공된 구동력을 상기 제1 지지부재(110)로 전달하기 위하여 상기 제1 지지부재(110) 및 상기 제2 지지부재(120)에 길이방향으로 형성된 수용부(S)를 따라 매립되어 수용 및 상기 회동부재(220)에 의하여 권취되도록 구비될 수 있다.

[0041] 여기서, 상기 수용부(S)의 형상은 상기 제1지지부재(110) 및 상기 제2 지지부재(120) 하단에 개구부가 형성되기 위한 홈 또는 상기 수용부(S)의 형상은 상기 제1 지지부재(110) 및 상기 제2 지지부재(120)의 내측을 관통하는 관로를 포함하도록 구성 가능하다.

[0042] 또한, 상기 와이어(210)는 전체 또는 일부 구간은 와이어를 통한 구동력 전달시 충격을 완화하여 부상을 감소시키고, 구동모터가 정지된 상태에서 와이어가 자동으로 회동부재에 권취되도록 하기 위하여 탄성 재질로 구성될 수 있다.

[0043] 상기 와이어(210) 전체를 구성하는 소재가 탄성 재질로 구성될 수 있으며, 또는 일반 와이어의 일부 구간에 코일 스프링 등의 탄성 부재를 별도로 삽입하여 구비하는 방식으로 상기 와이어에 탄성을 부여할 수 있다.

[0044] 또한, 상기 와이어(210)가 상기 회동부재(220)에 견인됨에 따라 제1 지지부재(110)가 발바닥 방향으로 회전 구동되어 고정된 상태에서도 발등으로 상기 와이어가 탄성을 지니기 때문에 보행자의 중족지관절이 신전 회전하더라도 어느 정도의 움직임을 허용할 수 있어 자연스러운 보행을 가능하게 하고, 중족지관절 및 발목에 가해지는 하중을 경감시킬 수 있다.

[0045] 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 와이어(210)의 일단은 상기 회동부재(220)에 권취 가능하게 장착되고, 상기 와이어(210)의 타단은 상기 제1 지지부재(110)와 상기 제2 지지부재(120)를 회전 가능하게 결합한 힌지축 하부로 배치되어 상기 제1 지지부재(110)의 전단에 구비되는 고정부재(130)에 의하여 고정될 수 있다.

[0046] 상기 고정부재(130)는 상기 와이어(210)의 타단을 접착 또는 압착하여 고정할 수도 있고, 또는 상기 고정부재(130) 내부 공간에 상기 와이어(210)의 매듭을 수용하여 견인 시에도 상기 와이어가 풀리지 않도록 단단하게 고정시킬 수 있다.

[0047] 다음으로, 상기 족저압센서(400)는 상기 제어부가 보행주기가 입각기인지를 판단하기 위한 정보를 제공하는 기능을 수행하며, 이를 위하여 상기 제1 지지부재(110)와 상기 제2 지지부재(120) 각각에 적어도 하나의 족저압센서(400a, 400b)를 구비한다. 따라서, 상기 족저압센서(400a, 400b)에서 보행자의 족저압이 감지되면, 지면에 닿은 발의 보행 상태가 유각기인지 또는 입각기인지 판단이 가능하고, 입각기 중에서도 초기, 중기 및 말기인지를 식별할 수 있다.

[0048] 상기 제어부는 상기 구동모터(300)가 구동되도록 제어하고, 이에 상기 구동모터의 회전축(310)과 연결된 상기 회동부재(220)가 회전하며 상기 와이어(210)를 권취함에 따라 상기 제1 지지부재(110)를 발바닥 방향으로 회전 구동시켜 보행자의 중족지관절에 반발 지지력 등의 보조력을 제공할 수 있다.

[0049] 상기 제어부는 상기 구동모터(300)의 구동방향, 구동토크 또는 회전속도를 제어하기 위한 컨트롤러(500)를 구비할 수 있다. 상기 컨트롤러(500)는 보행주기가 입각기라고 판단되면, 상기 제1 지지부재(110)가 발바닥 방향으로 회전 구동되도록 하는 방향으로 상기 구동모터(300)를 구동시킬 수 있고, 중족지관절의 신전 회전이 필요한 경우에는 상기 구동모터(300)를 상기 와이어(210)의 회전 방향을 변경하거나, 신전 회전이 허용되도록 작동이 중단될 수 있다.

[0050] 후자의 경우, 와이어가 탄성을 구비한 경우, 와이어는 구동모터가 정지한 상태에서도 신전 회전을 허용할 수 있다.

[0051] 또한, 경사면 보행 시에는 평지 보행 시보다 중족지관절에 가해지는 요구 토크 또는 보조력이 증가하므로, 보행자가 경사면 보행 시에 상기 컨트롤러(500)는 상기 구동모터(300)의 회전속도를 빠르게 하거나, 구동토크가 증가되도록 제어함으로써 평지 보행 시에 비하여 상기 중족지관절에 더 큰 보조력을 제공할 수 있다.

[0052] 상기 제어부는 보행자가 경사면에 서있는지 여부를 판단하기 위하여, 직립 상태에서 상기 족저압센서(400a, 400b)에 따른 족저압 배분 여부에 따라 오르막 또는 내리막을 판단할 수 있다.

[0053] 즉, 수평 평지에서의 족저압 배분을 기준으로 미보행 상태로 오르막 방향으로 직립된 보행자의 제1 지지부재의 족저압센서의 족저압이 크게 배분되는 경우 오르막 경사에 서있음을 식별하여 구동모터의 회전속도 또는 토크 출력이 크도록 제어할 수 있다. 내리막 경사의 경우도 반대로 적용하여 구동모터의 제어를 수행할 수 있다.

[0054] 보행자가 보행하지 않고 직립한 상태인지 여부는 모든 족저압센서의 감지된 족저압이 일정한 크기 이상으로 유지되는지 여부로 판단할 수 있다.

[0055] 전술한 바와 같이, 상기 제어부는 보행주기가 입각기라고 판단되면 상기 제1 지지부재(110)가 발바닥 방향으로 회전 구동되도록 상기 구동모터(300)를 제어한다. 한편, 상기 제어부는 보행자의 보행주기가 입각기인지 판단해야 하며, 구체적으로 상기 입각기의 어느 시점에 보조력을 제공할 것인지에 대한 판단이 필요하다.

[0056] 보행자의 오른발을 기준으로 보행주기(gait cycle)를 분석하면, 두 개의 단계로 나눌 수 있다. 최초 오른발 족저면이 후단(발꿈치)이 땅에 닿은 후 왼발이 앞으로 나아가고, 오른발의 족저면이 다시 지면에서 떨어지는 순간까지를 전체 주기의 60%로 보고 이를 입각기(stance phase)라고 한다. 이후 오른발이 공중에 떠서 앞으로 이동한 뒤 족저면의 후단이 다시 땅에 닿을 때까지를 유각기(swing phase)라고 한다.

[0057] 유각기에는 보행자의 오른발에 하중이 실리지 않으므로 중족지관절에도 큰 힘이 필요하지 않는다. 따라서, 평지 또는 경사면 보행 중 하중은 입각기에 집중되며, 이에 필요한 에너지는 입각기에서 대부분 소모되며, 즉, 평지 또는 경사면 보행 중에 보행자의 중족지관절은 입각기에서 집중적으로 에너지를 소모하며 운동하게 된다.

[0058] 또한, 유각기는 중족지관절이 발등을 향하도록 신전 회전되어야 보행 시 균형을 유지할 수 있으므로, 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1)는 입각기에서만 중족지관절에 굴곡 회전을 위한 보조력을 집중적으로 제공하여 상기 중족지관절에 가해지는 하중 및 모멘트를 완화시키도록 구비되는 것이 바람직하다.

[0059] 따라서, 상기 중족기관절 보조장치(1)는 보행 주기가 입각기임을 상기 제어부에서 판단하도록 상기 제1 지지부재(110) 및 상기 제2 지지부재(120) 각각에 적어도 하나의 족저압센서(400)를 구비한다.

[0060] 상기 제1 지지부재(110)는 족부의 전방부가 접촉하는 부분이고, 상기 제2 지지부재(120)는 족부의 후방부가 접촉하는 부분으로, 상기 족저압센서(400a, 400b)로부터 족저압이 감지되면 상기 제어부는 보행자의 족부 중 적어도 일부가 지면에 접촉되어 상기 보행자가 입각기 중이라고 판단 가능하다.

[0061] 반면, 상기 제어부는 상기 제1 지지부재 및 상기 제2 지지부재의 족저압센서(400a, 400b)로부터 족저압이 감지되지 않는 경우 또는 미리 결정된 크기보다 작은 족저압으로 측정되는 경우 유각기로 판단하여 상기 구동모터(300)의 작동을 중단할 수 있다.

[0062] 전술한 바와 같이, 상기 제어부는 입각기라고 판단되면 상기 구동모터(300)의 동력이 증가되도록 제어 가능하며, 이에 상기 구동모터(300)에서 제공된 구동력은 상기 동력전달유닛(200)으로 전달되어 상기 제1 지지부재(110)를 발바닥 방향으로 회전 구동시킬 수 있다.

[0063] 한편, 보행주기가 입각기라 할지라도, 상기 입각기의 전체 보행주기 동안 중족지관절의 굴곡 회전이 필요한 것이 아니다.

[0064] 오른발을 기준으로, 오른발의 족저면의 후단(발꿈치)이 지면에 접촉하는 초기 유각기부터 족저면 전체가 지면에 접촉하는 중간 입각기까지의 보행주기에는 중족지관절의 굴곡 회전이 불필요하며, 상기 굴곡 회전을 허용하는 경우 보행자의 하중이 앞으로 치중되어 낙상 등의 부상 위험이 발생한다.

[0065] 반면, 상기 중간 입각기 이후부터 왼발이 앞으로 나아가고, 족저면의 후단은 지면에서 분리되며 상기 족저면의 전단이 지면에 접촉하는 말기 입각기까지는 상기 중족지관절에 굴곡 회전을 위한 보조력을 제공할 시 보행자가 더욱 수월하게 보행할 수 있다.

[0066] 보행에 필요한 지면 반발력은 중족지관절의 굴곡 회전에 의해 수행될 수 있으나, 하체(부분) 또는 뇌아(소아) 마비환자, 재활환자, 고령자 또는 장애인 등 하체 보행이 어려운 보행자의 경우 평지 또는 경사면 보행 중 의식적으로 중력이나 추진력에 대항하는 지면 반발력을 충분하게 발생시키지 못하는 경우가 많아 보행 시 드는 힘이 과도하게 들거나, 균형을 상실할 수 있어 종족지관절이 발바닥 방향으로 회전 구동되게끔 하여 지면 반발력을 보강해주어야 한다.

[0067] 따라서, 상기 제어부는 입각기의 보행주기를 세부적으로 판단하여 상기 구동모터(300)를 제어할 필요가 있다.

[0068] 도 3는 입각기 구간에 따른 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치의 작동을 도시한 것이다.

[0069] 도 3의 (a)는 족부의 후방부가 지면에 접촉되는 초기 입각기(Initial-stance), 도 3의 (b)는 족저면 전체가 지면에 접촉되는 중간 입각기(Mid-stance), 도 3의 (c)는 족부의 후방부가 지면으로부터 분리되고 전방부는 지면에 접촉되는 말기 입각기(Terminal-stance)를 도시한 것이다.

[0070] 상기 도 3의 (a)와 같이, 상기 초기 입각기는 족부의 후방부가 지면에 접촉되어 있는 상태로, 상기 제2 지지부재(120)에 구비된 족저압센서(400b)로부터 족저압이 감지되는 반면 상기 제1 지지부재(110)에 구비된 족저압센서(400a)로부터 족저압이 감지되지 않게 되며, 상기 제어부에서는 보행주기가 초기 입각기임을 판단 가능하다.

[0071] 상기 초기 입각기에서 보행자의 고관절(엉덩이 관절)이 구부러지고 슬관절(무릎 관절)이 펴지며, 발목 관절과 중족지관절은 신체 균형을 유지하기 위해 발등 방향으로 다소 신전 회전된 상태이다. 따라서, 상기 제어부는 상기 초기 입각기에서 중족지관절이 발바닥 방향으로 회전 구동되지 않도록 상기 구동모터(300)가 정지되도록 제어하는 것이 바람직하다.

[0072] 또는, 도 2의 (a)와 같은 보행주기에서 중족지관절의 신전 회전에 필요한 상기 와이어(210)의 길이가 충분하게 확보되지 않은 경우에는 상기 구동모터(300)가 상기 회동부재(220)에 감겨 권취된 상태의 와이어(210)를 견인 해제하도록 구동 회전하도록 제어되어 상기 와이어(210)의 길이 확보가 가능하다.

[0073] 상기 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 중간 입각기는 족저면이 전체적으로 지면에 접촉되는 보행주기로, 상기 제1 지지부재(110) 및 상기 제2 지지부재(120)의 각각에 구비된 족저압센서(400a, 400b)로부터 족저압이

모두 감지되는 경우 상기 제어부에서는 보행주기가 중간 입각기임을 판단 가능하다.

[0074] 상기 도 3의 (c)에 도시된 바와 같이, 상기 중간 입각기 이후 족부의 후방부가 지면으로부터 서서히 분리되고 족부의 전방부가 지면에 접촉하는 말기 입각기에는 보행자의 무게중심이 발바닥의 중심보다 전방으로 이동하게 되고, 발목 관절 및 중족지관절은 발등 방향으로 굴곡 회전되어 보행에 필요한 반발 지지력을 생성한다.

[0075] 따라서, 상기 중간 입각기에서 족저면 전체가 지면에 접촉된 이후 상기 말기 입각기까지 해당하는 보행주기에서 제어부는 상기 구동모터(300)가 와이어(210)를 견인하도록 회전 구동하도록 제어하고, 상기 제1 지지부재(110)를 발바닥 방향으로 회전 구동됨에 따라 중족지관절이 발바닥 방향으로 수월하게 굴곡 회전하도록 보조력을 제공받을 수 있다.

[0076] 전술한 바와 같이, 족저면 전체가 지면에 접촉되다가 족부의 후방부가 지면으로부터 점진적으로 분리되는 말기 입각기에 해당하는 보행주기에 중족지관절의 굴곡 회전을 보조해야 한다. 상기 제어부는 굴곡 회전이 필요한 상기 보행주기를 판단하기 위한 방법으로, 상기 제2 지지부재에 구비된 족저압센서(400b)로부터 감지되는 족저압의 크기가 점진적으로 감소하는 시점부터 상기 구동모터(300)가 구동되도록 제어할 수 있다.

[0077] 또는, 족부의 전방부가 지면에 접촉되기 시작하는 시점도 상기 중간 입각기가 시작됨에 따라 곧이어 족부의 후방부가 지면으로부터 분리되는 말기 입각기임을 보장하거나 제1 지지부재의 회전 보조력이 필요한 순간으로 한정할 수 있으므로, 상기 제1 지지부재에 구비된 족저압센서(400a)로부터 족저압이 감지되는 시점부터 상기 구동모터(300)가 구동되도록 제어할 수 있다. 즉, 족저면 중 앞부분이 지면과 접촉하는 시점부터 회전 보조력이 제공되도록 구동모터를 제어할 수도 있다.

[0078] 또는, 상기 구동모터에 의한 회전 보조력 제공 시점을 족저압센서(400a, 400b)로 측정되는 족저압의 크기 조건에 따라 다양하게 변경이 가능할 수 있다.

[0079] 여기서, 상기 와이어(210)를 견인 또는 견인 해제하는 구동모터(300)의 출력의 의미는 견인력의 크기만을 의미하는 것이 아니라 구동모터(300)의 회전속도(RPM)을 포함하는 개념으로 이해되는 것이 바람직하다.

[0080] 도 4는 본 발명의 중족지관절 보조장치의 다른 실시예를 도시한 것이다.

[0081] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1)는 보행자에 대한 착용성이 향상되도록 보행자의 하체 중 족부만을 지지하는 지지부재만으로 구성하여 구조가 단순화 및 경량화되어 신발 내부에도 구비될 수 있다.

[0082] 한편, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 다른 실시예로서 중족지관절 보조장치(1')는 다리를 지지하기 위한 부재를 추가적으로 구비하여 안정적인 보행을 보조할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0083] 보행자의 다리를 보호하도록 구성된 중족지관절 보조장치(1')는 상기 제2 지지부재(120)의 양측으로 회전 가능하게 연결되며, 상부로 연장되는 한 쌍의 연장부재(141) 및 상기 한 쌍의 연장부재(141)와 서로 연결되며 종아리의 적어도 일부에 착용되는 종아리 지지부재(142)를 포함할 수 있다.

[0084] 상기 다리 중 정강이는 무릎 아래의 뼈가 위치한 부분으로, 연부 조직이 적고 뼈가 있어 마찰 시 골절과 같은 부상이 쉽게 발생할 수 있는 반면, 상기 종아리는 상대적으로 연부 조직이 두꺼워 마찰 시에도 부상이 잘 발생하지 않는 부분이다. 따라서, 정강이에 장착되는 착용부재(150)와 종아리 지지부재(142)는 그 재질을 서로 달리하여 구비될 수 있다.

[0085] 또한, 상기 제1 지지부재(110), 상기 제2 지지부재(120) 및 종아리 지지부재(142)에 착용자의 발등, 발목 또는 정강이가 착용되도록 하는 적어도 하나의 착용부재(150)가 구비될 수 있다. 상기 착용부재(150)는 벨크로 형태로 구비되어 탈착 가능하도록 구비될 수 있으나, 그 어떤 특별한 형태나 재질로 한정되지는 않는다.

[0086] 도 5는 입각기 동안 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1) 착용자의 장무지굴근의 최대 근활성도 변화를 도시하는 그래프이다.

[0087] 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1)의 중족지관절에 대한 보조력의 효과를 검증하기 위한 보행 실험을 실시하였고, 상기 보행 실험은 상기 중족지관절 보조장치(1)에 구동모터(300)를 구동시켜 입각기의 보행주기에 따른 제1 지지부재(110)의 회전을 허용한 경우와 그렇지 않은 각각의 조건의 경우에 대하여 보행자의 중족지관절의 굴곡 회전를 발생시키는 근육인 장무지굴근에 표면 근전도 센서를 부착하여 상기 장무지굴근에 발생하는 근활성도를 측정하였다.

[0088] 상기 보행 실험 중 메트로놈을 사용하여 피실험자가 보행속도를 일정하게 유지하도록 하였으며, 보행구간의 중앙에는 지면 반력기를 설치하고, 상기 중족지관절 보조장치(1)를 착용한 보행자의 오른발이 상기 지면 반력기의 중앙을 밟고 지나가도록 하였다.

[0089] 이 후, 상기 각각의 조건에서 상기 표면 근전도 센서로부터 상기 장무지굴근에 발생하는 최대 근활성도 데이터를 추출 및 필터링하여 유의수준(significance level)의 기준값이 0.05이 되도록 하는 통계분석(t-test)를 실시하였고, 상기 지면 반력기로부터 얻은 족저압 데이터로부터 입각기 보행주기를 판별하였다.

[0090] 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 중족지관절 보조장치(1)의 구동모터(300)가 회전 구동되어 중족지관절에 보조력을 제공하는 경우, 입각기 보행구간 동안 장무지굴근의 최대 근활성도가 약 2.9 mV에서 1.9mV로 약 34% 감소했음을 확인할 수 있다.

[0091] 이는, 중간 입각기 내지 말기 입각기에 해당하는 보행주기 동안 상기 제1 지지부재(110)가 발바닥 방향으로 회전되도록 상기 구동모터(300)가 구동되어 반발 지지력을 포함한 보조력을 제공받았으며, 이에 따라 중족지관절의 굴곡 회전을 발생시키는 근육이 피로나 약화, 부상으로 인해 충분한 힘을 제공하지 못하더라도 중족지관절 보조장치가 보조력을 제공하여 정상 보행이 가능할 수 있음을 의미한다.

[0092] 본 발명은 다양한 형태로 변형되어 실시될 수 있을 것인바 상술한 실시예에 그 권리범위가 한정되지 않는다. 따라서 변형된 실시예가 본 발명 특허청구범위의 구성요소를 포함하고 있다면 본 발명의 권리범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

부호의 설명

[0093] 1: 중족지관절 보조장치

110: 제1 지지부재

120: 제2 지지부재

200: 동력전달유닛

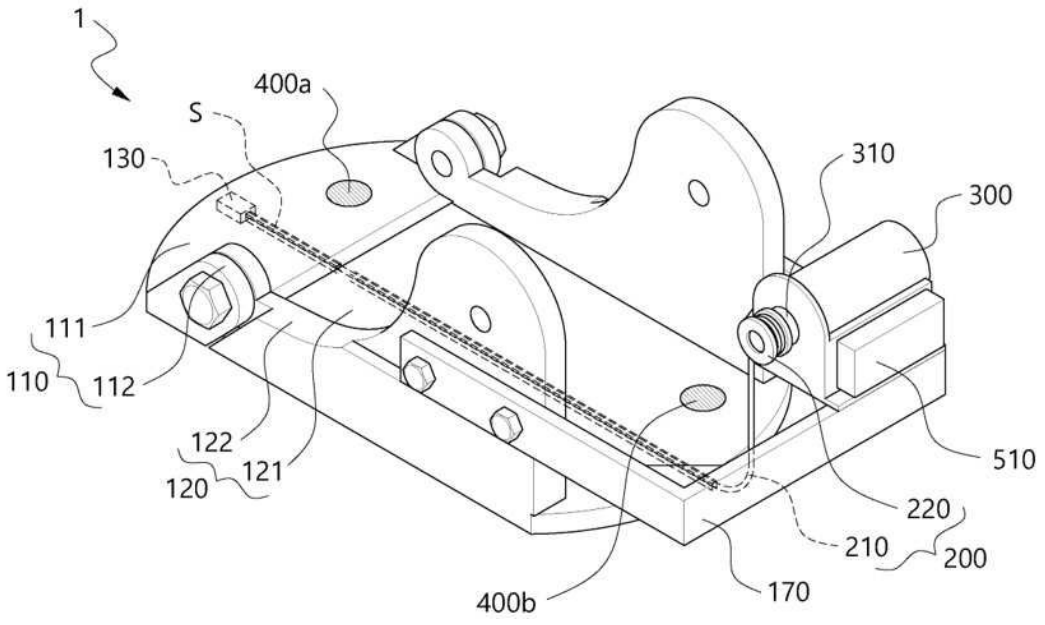
300: 구동모터

400: 족저압센서

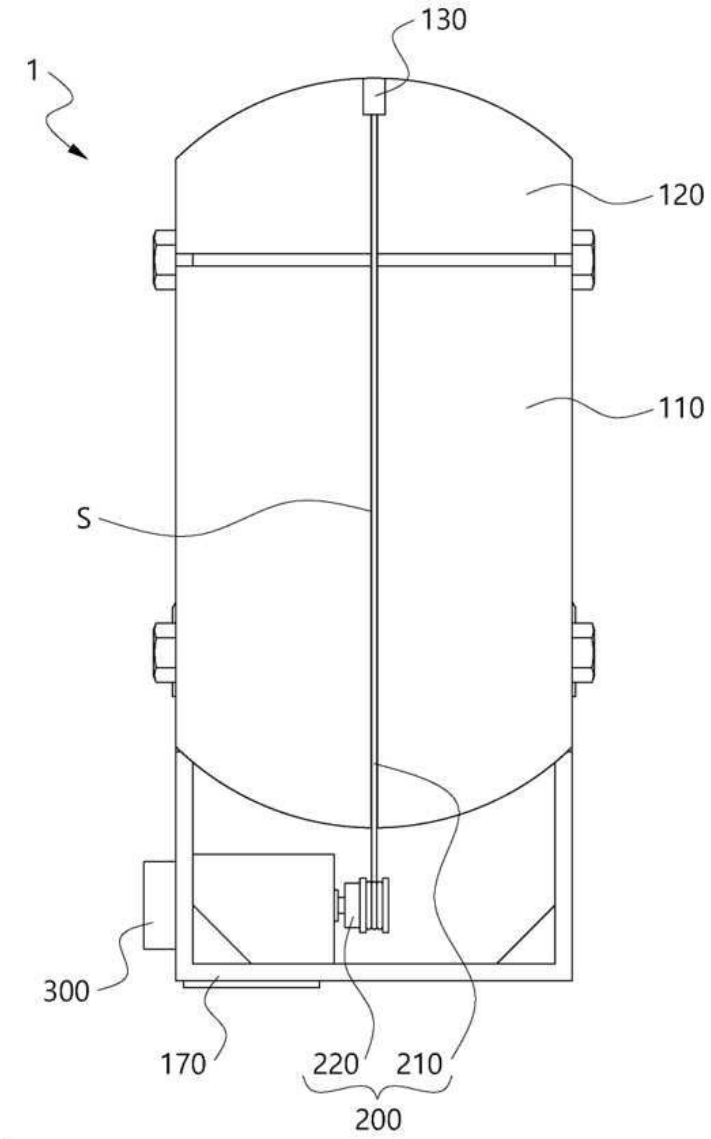
500: 컨트롤러

도면

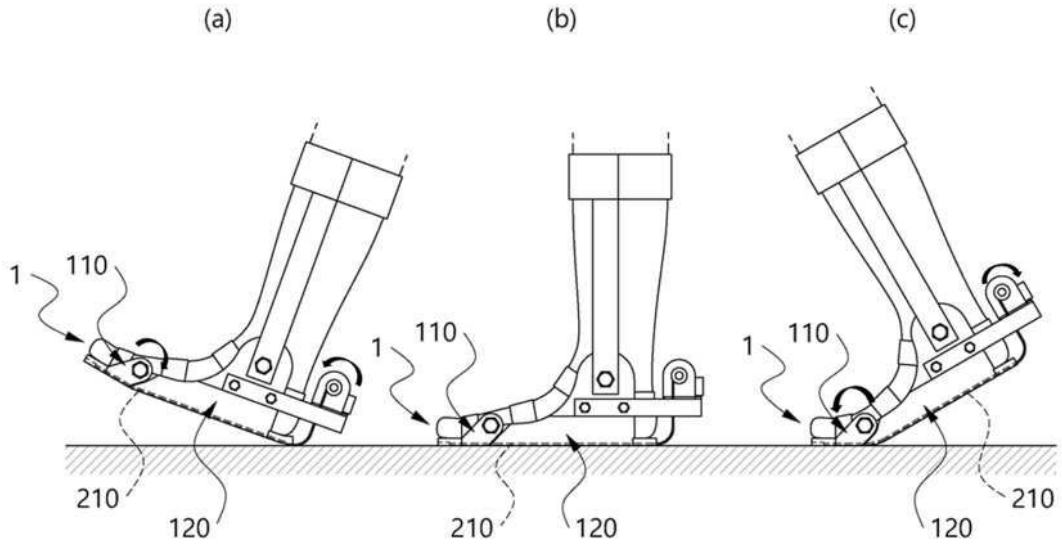
도면1



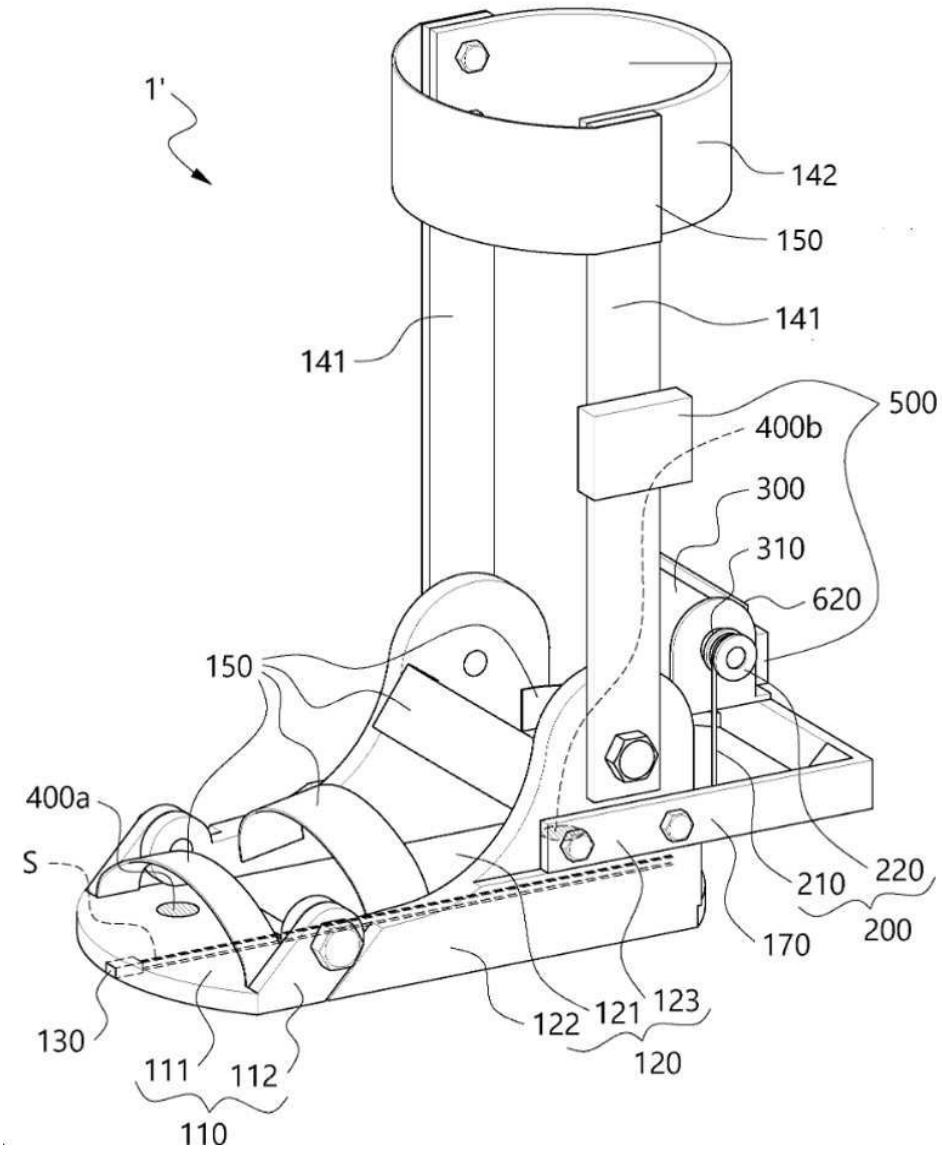
도면2



도면3



도면4


1'
142
150
141
141
500
400b
300
310
620
150
400a
S
210
220
200
170
130
111
112
110
122
121
123
120

도면5

