



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0036748
(43) 공개일자 2019년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61F 5/01 (2006.01) A61H 3/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61F 5/0113 (2013.01)
A61H 3/008 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0126029
(22) 출원일자 2017년09월28일
심사청구일자 2017년09월28일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
신충수
서울특별시 서초구 서초대로23길 74, 101동 701호(방배동, 망배씨티아파트)
배석호
서울특별시 양천구 목동중앙서로11길 72, 402호(목동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
서현, 민복기

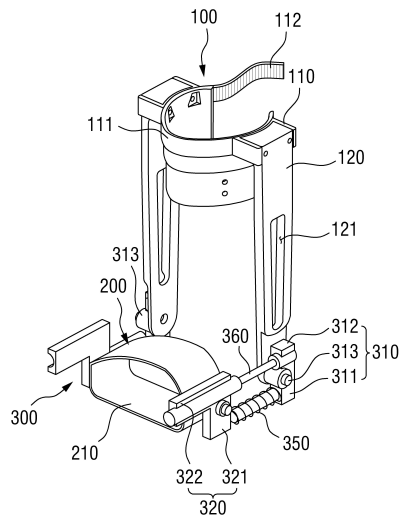
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 발목 보조장치

(57) 요약

본 발명은 보행자의 보행주기 중 족저면이 지면에 접촉되는 입각기가 시작되는 시점부터 발목에 반발 지지력을 포함한 보조력을 제공하여 보행자의 발목을 보조할 수 있는 무동력 발목 보조장치에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

A61F 2005/0155 (2013.01)

A61F 2005/0179 (2013.01)

A61H 2003/001 (2013.01)

A61H 2003/007 (2013.01)

A61H 2201/1642 (2013.01)

(72) 발명자

이진규

경기도 광명시 소하동 712-902

김판권

부산광역시 남구 전포대로 16, 101동 1201호(문현동, 문현동 이안)

김태진

대구광역시 북구 동북로49길 15, 14동 302호(북현동, 82북현시영아파트)

이재경

대전광역시 서구 월평동로 45, 108동 1003호(월평동, 진달래아파트)

홍석준

경기도 평택시 현신4길 12, 401호(용이동)

하청량

서울특별시 마포구 백범로1길 17, 408호(노고산동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711050133

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(미래부)

연구과제명 생체신호 활용 딥러닝 이론을 적용한 실시간 바이오피드백 알고리즘 개발 및 생체역학 기반 사용자 맞춤형/반응형 중족관절 보행보조장치 개발

기 여 율 1/2

주관기관 서강대학교

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711016284

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원

연구과제명 생체신호 활용 실시간 사용자 의도감지 스마트 알고리즘 개발 및 생체역학 기반 경량 발목 보행보조장치 개발

기 여 율 1/2

주관기관 서강대학교

연구기간 2014.11.01 ~ 2015.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

보행주기 중 족저면이 지면에 접촉되는 입각기에 발목에 보조력을 제공하는 발목 보조장치에 있어서,

보행자의 종아리를 지지하는 제1 고정부;

보행자의 발을 지지하는 제2 고정부; 및,

상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부를 연결하며, 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부의 연결 각도가 감소되는 구간에서 발목에 반발 지지력을 제공하는 적어도 하나의 탄성부재를 구비하는 발목지지부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 탄성부재에 의하여 제공되는 반발 지지력은 계단의 하강 보행시 족저면의 전단부가 접지되는 입각기의 시점에서부터 제공되는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 탄성부재에 의하여 제공되는 반발 지지력은 입각기 중 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부의 연결 각도가 증가되는 시점에서 해제되는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 발목 지지부는

입각기가 종료되고 족저면이 지면에서 이격되는 유각기가 시작될 때부터 상기 탄성부재에 저장된 탄성력을 완충하는 댐퍼부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 댐퍼부재는 상기 탄성부재에 복원력을 제공하여 상기 발목지지부가 점탄성을 제공하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 발목 지지부는 상기 제1 고정부의 하부와 상기 제2 고정부에 각각 회전 가능하게 연결되는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 탄성부재와 상기 댐퍼부재는 상기 제1 고정부의 하부와 상기 제2 고정부에 연결되어 구비되는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 탄성부재와 상기 댐퍼부재는 병렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 발목지지부는 병렬로 연결된 상기 탄성부재와 상기 댐퍼부재에 직렬로 연결되어, 상기 탄성부재와 상기 댐퍼부재의 변형길이를 감소시키기 위한 보조탄성부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 보조탄성부재는 상기 탄성부재 저장되는 탄성력을 완화시키는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 고정부는 상기 종아리의 적어도 일부를 감싸는 제1 고정바디와, 상기 제1 고정바디의 양측에서 하부로 연장되어 구비되는 제1 연장바디를 포함하고, 상기 제2 고정부는 상기 발등이나 상기 신발의 양측면과 상부면을 감싸는 제2 고정바디와, 상기 제2 고정바디의 하단에 구비되어 상기 신발의 하단이나 상기 발등을 지지하는 제2 지지바디를 포함하는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치.

청구항 12

계단의 하강 보행시 발목을 보조하는 발목 보조장치에 있어서,

보행자의 종아리를 지지하는 제1 고정부;

보행자의 발을 지지하며, 상기 제1 고정부와 회전 가능하게 연결된 제2 고정부;

상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부 사이에 구비되고, 입각기의 시점인 족저면의 선단부가 지면과 접촉된 후 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부의 연결각도가 감소되는 구간에서 발목 지지를 위한 탄성력을 제공하는 탄성부재; 및,

입각기가 종료되고 족저면이 지면에서 이격되는 유각기가 시작될 때부터 상기 탄성부재에 저장된 탄성력을 완충하는 댐퍼부재;를 포함하는 발목 보조장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 발목 보조장치에 관한 것이다. 구체적으로는, 본 발명은 보행자의 보행주기 중 족저면이 지면에 접촉되는 입각기가 시작되는 시점부터 발목에 반발 지지력을 포함한 보조력을 제공하여 보행자의 발목을 보조할 수 있는 무동력 발목 보조장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 보행 또는 운동 중 대부분의 인체의 체중은 발목에 집중되며, 발이 지면에 접촉하거나 분리될 때마다 발목이 수시로 회전되어 발목에 상당한 회전 모멘트가 가해지게 된다.

[0003] 부산선수트레이닝 센터 조사에 따르면, 운동 중 부상 부위 가운데 발목 부상이 전체의 32.6% 빈도를 차지할 정도로 발목부상은 흔하고 쉽게 발생한다는 것을 알 수 있다. 이러한 발목 부상은 염좌, 골절, 인대 파열 등 다양하게 나타나며, 골절이나 인대파열 등의 증세는 수술을 동반한 치료가 요구되기도 한다.

[0004] 상기 염좌, 골절, 인대파열 등의 발목부상이 발생할 경우, 보행과 같이 발목에 하중이 가해지는 운동을 수행하게 되면 부상 정도가 더 악화되며, 후유증으로 인해 부상 부위의 기능이 저하되는 현상이 발생할 수 있다.

[0005] 최근 노인 인구가 증가되고, 산업의 현대화 등의 이유로 근손실, 근육량 감소 등으로 보행에 필요한 근력이 부

족한 사람들의 수도 증가하고 있다.

- [0006] 이에 따라, 발목에 부상을 입은 사람들과, 발목에 근력이 부족한 사람들의 일상적인 보행을 보조하고, 발목을 보조할 수 있는 장치의 필요성이 있다.
- [0007] 최근에 동력형 외골격 또는 동력 발목 보조장치(Powered Exoskeleton) 등이 소개되고 있으나, 발목 보조장치가 동력장치가 부가되므로 가격이 비싸고, 구조가 복잡하여 착용이 어려우며, 자체 하중이 무거워 보행자의 불편을 초래하는 문제가 있었다.
- [0008] 또한, 상기 동력형 외골격 장치를 이용한 종래 발목 보조장치는 모터 등에 의하여 제공되는 보조력의 크기가 너무 크거나, 기구적 저항이 너무 큰 경우에는 오히려 사용자의 발목에 무리를 주거나 사용자의 움직임에 불편함을 느낄 수 있다.
- [0009] 따라서, 동력의 공급 없이 구성이 단순하고, 가벼운 무동력 발목 보조장치(Unpowered Ankle Exoskeleton) 장치가 요구된다.
- [0010] 더 나아가, 발목에 가장 큰 무리를 주는 보행 동작은 계단이나 경사면을 내려가는 하강보행이다. 구체적으로, 보행자가 계단 등의 하강보행시 보행자의 발보다 아래에 있는 지면에 발을 접지하기 위하여 발끝(선단)이 지면에 먼저 접하고 발목이 회전되며 체중을 버티며 서서히 발목을 회전하는 동작이 수행된다.
- [0011] 즉, 계단 등의 하강 보행시에는 입각기의 시점인 족저면의 선단이 지면과 접하는 시점부터 발목의 각도가 감소되며 체중을 지지하고 발바닥이 지면과 분리되는 유각기의 시점까지 발목에 큰 부하가 제공되므로 특히 하강 보행시의 보행자의 입각기의 발목을 보조할 수 있는 무동력 발목 보조장치가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 보행자의 보행주기 중 족저면이 지면에 접촉되는 입각기가 시작되는 시점부터 발목에 반발 지지력을 포함한 보조력을 제공하여 보행자의 발목을 보조할 수 있는 무동력 발목 보조장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위하여, 보행주기 중 족저면이 지면에 접촉되는 입각기에 발목에 보조력을 제공하는 발목 보조장치에 있어서, 보행자의 종아리를 지지하는 제1 고정부 보행자의 발을 지지하는 제2 고정부; 및, 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부를 연결하며, 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부의 연결 각도가 감소되는 구간에서 발목에 반발 지지력을 제공하는 적어도 하나의 탄성부재를 구비하는 발목 지지부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 발목 보조장치를 제공한다.
- [0014] 이 경우, 상기 탄성부재에 의하여 제공되는 반발 지지력은 계단의 하강 보행시 족저면의 전단부가 접지되는 입각기의 시점에서부터 제공될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 탄성부재에 의하여 제공되는 반발 지지력은 입각기 중 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부의 연결 각도가 증가되는 시점에서 해제될 수 있다.
- [0016] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위하여, 상기 발목 지지부는 입각기가 종료되고 족저면이 지면에서 이격되는 유각기가 시작될 때부터 상기 탄성부재에 저장된 탄성력을 완충하는 댐퍼부재를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 이 경우, 상기 댐퍼부재는 상기 탄성부재에 복원력을 제공하여 상기 발목지지부가 점탄성을 제공하도록 구비될 수 있다.
- [0018] 이 경우, 상기 발목 지지부는 상기 제1 고정부의 하부와 상기 제2 고정부에 각각 회전 가능하게 연결될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 탄성부재와 상기 댐퍼부재는 상기 제1 고정부의 하부와 상기 제2 고정부에 연결될 수 있다.
- [0020] 이 경우, 상기 탄성부재와 상기 댐퍼부재는 병렬로 연결될 수 있다.
- [0021] 여기서, 상기 발목지지부는 상기 탄성부재와 상기 댐퍼부재의 변형길이를 감소시켜 보행자의 낙상을 방지할 수

있는 수 있는 보조탄성부재를 더 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 보조탄성부재는 상기 탄성부재 및 상기 댐퍼부재에 직렬로 연결될 수 있다.

[0023] 이 경우, 상기 보조탄성부재는 상기 탄성부재 저장되는 탄성력을 완화시킬 수 있다.

[0024] 그리고, 상기 제1 고정부는 상기 종아리의 적어도 일부를 감싸는 제1 고정바디와, 상기 제1 고정바디의 양측에서 하부로 연장되어 구비되는 제1 연장바디를 포함하고, 상기 제2 고정은 상기 발등이나 상기 신발의 양측면과 상부면을 감싸는 제2 고정바디와, 상기 제2 고정바디의 하단에 구비되어 상기 신발의 하단이나 상기 발등을 지지하는 제2 지지바디를 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 계단의 하강 보행시 발목을 보조하는 발목 보조장치에 있어서, 보행자의 종아리를 지지하는 제1 고정부; 보행자의 발을 지지하며, 상기 제1 고정부와 회전 가능하게 연결된 제2 고정부; 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부 사이에 구비되고, 입각기의 시점인 족저면의 선단부가 지면과 접지된 후 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부의 연결각도가 감소되는 구간에서 발목 지지를 위한 탄성력을 제공하는 탄성부재; 및, 입각기가 종료되고 족저면이 지면에서 이격되는 유각기가 시작될 때부터 상기 탄성부재에 저장된 탄성력을 완충하는 댐퍼부재;를 포함하는 발목 보조장치를 제공할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따른 발목 보조장치에 의하면, 보행자에 대한 착용성이 향상되도록 구조가 단순화될 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 발목 보조장치에 의하면, 동력장치를 제거하여 발목 보조장치의 경량화를 도모할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명에 따른 발목 보조장치에 의하면, 하강 보행 등의 미리 결정된 상황에서만 발목을 보조하도록 하여 사용자의 자연스러운 움직임을 가능하게 할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명에 따른 발목 보조장치는 구체적으로 족저면의 전단이 지면에 접지하는 입각기의 시점부터 족저면이 지면에 완전히 접지하는 입각기의 종료시점까지 발목에 가해지는 하중 또는 모멘트 등의 부하를 최소화하여 발목을 보조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 보행자가 상승보행(ascent)을 하거나 하강보행(descent)을 수행하는 보행주기(gait cycle)에서 보행자의 하체의 움직임을 도시한다.

도 2는 보행주기(gait cycle)에서 발목의 각도, 모멘트 및 동력을 도시한 것이다.

도 3은 본 발명 발목 보조장치의 일실시예를 도시한 것이다.

도 4는 본 발명 발목 보조장치의 작동과정을 도시한 것이다.

도 5는 본 발명 발목 보조장치의 다른 실시예를 도시한 것이다.

도 6은 본 발명 발목 보조장치의 또다른 실시예를 도시한 것이다.

도 7은 본 발명 발목 보조장치의 효과를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명한다. 본 명세서는, 서로 다른 실시 예라도 동일·유사한 구성에 대해서는 동일·유사한 참조번호를 부여하고, 그 설명은 처음 설명으로 갈음한다. 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 됨을 유의해야 한다.

[0032] 이하에서는, 도 1과 도 2를 참조하여 보행자가 보행시의 발목 상태를 파악 및 분석하고, 이에 따라 발목을 보조하여 보행을 보조하는 본 발명 발목 보조장치의 구조를 설명한다.

- [0033] 도 1은 보행자가 상승보행(ascent)을 하거나 하강보행(descent)을 수행하는 보행주기(gait cycle)에서 보행자의 하체의 움직임을 도시한다.
- [0034] 보행자의 오른발을 기준으로 보행주기(gait cycle)를 분석하면, 다음과 같이 두 개의 단계(phase)로 나눌수 있다. 최초 오른발 족저면의 후단(발꿈치)이 땅에 닿은 후 왼발이 앞으로 나아가고, 오른발의 족저면이 다시 지면에서 떨어지는 순간 까지를 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.
- [0035] 구체적으로, 보행자가 계단을 오를 경우를 단계별로 분석하면, 보행자의 오른 발은 지면에 접촉을 시작하여 체중 또는 하중이 왼발에서 오른발로 옮겨지기 시작한다.(a단계, weight acceptance). 이후, 왼발을 지면에서 떨어뜨리게 되면 오른발이 신체의 하중을 전부 지지하게 된다. (b단계, pull-up) 그 다음, 왼발이 지면에 안착되기 시작하고, 상기 왼발로 하중을 이동시킨다.(c단계, forward continuance). 상기 왼발에 하중을 전부 이동시키면, 오른발은 지면에서 이격되어 다음 계단 또는 지면으로 이동한다.(d단계, foot clearance). 이후, 상기 오른발의 족저면은 지면에 접촉되기 시작한다.(e단계, foot placement)
- [0036] 보행자의 오른발을 기준으로 상기 단계들을 분석하면, 상기 a 내지 c단계는 지면에 접촉되어 있고, d 내지 e단계는 지면에서 이격되어 있다. 따라서, 상기 a 내지 c단계 까지는 입각기(stance phase)라고 볼 수 있으며, 상기 d 내지 e단계는 유각기(swing phase)라고 볼 수 있다.
- [0037] 상기 d 내지 e단계인 유각기에는 상기 보행자의 오른발에 하중이 실리지 않으므로 발목에 큰 힘이 필요하지 않는다. 다시말해, 상승보행 중, 하중은 입각기에 집중되며, 상승보행에 필요한 에너지는 상기 입각기(stance phase)에서 대부분 소모된다. 즉, 상승보행 중에 보행자의 발목은 상기 입각기(stance phase)에서 집중적으로 에너지를 소모하며 운동하게 된다.
- [0038] 따라서, 본 발명 발목 보조장치(1)는 상기 입각기(stance phase)에서 상기 보행자의 발목에 보조력을 제공하여 상기 발목에 가해지는 하중 및 모멘트를 완화시키도록 구비되는 것이 바람직하다.
- [0039] 한편, 상기 보행자가 계단을 내려가는 경우를 단계별로 분석하면, 오른발이 지면에 접촉하여 체중 또는 하중이 오른발로 옮겨지기 시작한다. (f단계, weight acceptance) 이후, 왼발을 지면에서 떨어뜨려 오른발이 하중을 전부 지지하게 된다.(g단계, forward continuance) 상기 g단계에서는 무게중심이 중력에 의해 전방으로 자연스럽게 이동하게 된다.
- [0040] 그 다음, 상기 왼발이 땅에 접지하면 오른발이 다음 지면으로 이동한 준비를 한다. (h단계, controlling lowering) 상기 h단계에서는, 보행자가 신체를 하부로 이동하기 위해 오른쪽 무릎을 굽히게 된다. 따라서, 무게중심이 하부로 이동하게 된다.
- [0041] 이후, 오른발을 지면에서 이격시켜 다음 계단 또는 지면으로 이동한다. (i단계, leg pull through) 그 다음, 상기 오른발이 지면에 접촉되기 시작한다.(j단계, foot placement)
- [0042] 마찬가지로, 보행자의 오른발을 기준으로 상기 단계들을 분석하면, 상기 f 내지 h단계는 지면에 접촉되어 있고, i 내지 j단계는 지면에서 이격되어 있다. 상기 f 내지 h단계 까지는 입각기(stance phase)이며, 상기 i 내지 j단계는 유각기(swing phase)라고 할 수 있다.
- [0043] 마찬가지로, 보행자의 발목은 상기 입각기(stance phase)에서 집중적으로 운동하게 되므로 발목 보조장치는 상기 입각기(stance phase)에서 상기 보행자의 발목에 보조력을 제공하여 상기 발목에 가해지는 하중 및 모멘트를 완화시키는 것이 바람직하다.
- [0044] 따라서, 상승보행 중이든, 하강보행 중이든 입각기에 발목에 하중과 모멘트가 집중되므로, 본 발명 발목 보조장치(1)는 입각기에 보조력을 제공하도록 구비되는 것이 바람직하다.
- [0045] 물론, 본 발명 발목 보조장치(1)는 입각기에 반드시 보조력을 제공하도록 구비되어야 한다는 의미일 뿐, 유각기에도 보조력을 제공하는 것을 배제하는 것은 아니다.
- [0046] 한편, 상승보행시의 입각기인 a내지 e단계와, 하강보행시의 입각기인 f내지 j단계를 비교해보면, 하강보행은 상승보행과 달리 보행자가 신체의 하중을 전방 또는 하부로 이동시키는 것이 보행자의 의도와 무관하게 발생할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0047] 다시 말해, 상승보행 중에는 보행자는 신체를 전방 및 상부로 이동시키는 속도 및 가해지는 힘을 보행자가 선택

할 수 있고, 자신의 운동능력 범위 안에서 보행주기 및 속도를 선택할 수 있다.

- [0048] 그러나, 상기 하강보행 중에는 사용자가 크게 의도하지 않아도 중력에 의해 신체 하중이 전방 및 하부로 자연스럽게 이동하게 된다. 나아가, 상기 보행자가 신체를 이동시키기 위한 힘을 발생시키지 않아도 중력에 의해 자연스럽게 신체를 하강하게 되어 하강보행은 상승보행에 비해 상대적으로 보행자의 의식이 없어도 저절로 수행되기 쉽다.
- [0049] 따라서, 보행자는 자신의 운동능력 범위안에서 하강보행을 수행할 수 있도록 중력 및 추진력에 대항하기 위해, 상기 중력 및 추진력의 방향과 반대되는 방향으로 항상 반력을 생성시켜야 하는 부담이 발생한다.
- [0050] 만약, 보행자가 하강보행 중에 의식적으로 중력이나 추진력에 대항하는 반력을 발생시키지 않으면 하강보행은 보행자의 운동능력을 벗어나기 쉽고, 그 결과 보행자는 지면이나 계단에서 전도되거나 낙상되어 큰 부상을 당할 염려가 있다.
- [0051] 따라서, 상기 하강보행 중에는 상승보행시보다 신체 하중과 중력 등에 대항하는 반력이 추가적으로 보행자의 발목에 집중된다.
- [0052] 도 1을 참고하면, 상승보행 중에는 족저면이 지면에 접촉된 상태에서나 이격된 상태에서나 발목의 각도는 크게 달라지지 않는다는 것을 알 수 있다.
- [0053] 상승보행 중에 발을 다음 단계의 지면에 안착시키기 위해 족저면의 전단(발끝)을 상부로 향하게 배치하는 것이 자연스러우므로 입각기(a내지 c단계)나 유각기(d 내지 e단계)에 모두 발등과 종아리의 각도는 크게 달라지지 않는다.
- [0054] 그러나, 하강보행 중에는 하부에 위치한 다음 지면에 족저면이 접촉해야 하기 때문에 유각기 상태(j단계 참조)에 있는 족저면의 전단은 하부를 향하는 것이 자연스러우며, 이에 따라 발목은 발등이 종아리에서 멀어지도록 회전된다.
- [0055] 이후, 상기 족저면이 지면에 하면 상기 발등은 종아리에서 가까워지도록 회전하게 되고, 다른 발이 유각기를 수행할 때(h단계 참조) 무게중심이 하부로 이동하여 발등은 종아리에 더 가까워지게 된다.
- [0056] 따라서, 하강보행 중에는 상승보행보다 발목이 회전되는 각도가 매우 크게 되어, 발목에 무리가 발생할 수 있다.
- [0057] 도 2는 상승보행, 평지보행, 하강보행시의 발목에 가해지는 각도, 모멘트 및 동력을 도시한 것이다.
- [0058] 도 2(a)는 상승보행, 평지보행, 하강보행시 발목각도를 도시한 것이다.
- [0059] 상기 그래프에서는 평소 서있는 상태의 발목 각도(Ankle dorsiflexion angle)를 0도로 하면 안쪽으로 굽혀질 때, 즉 발등이 종아리와 가까워질 때 (dorsiflexion)일 때를 양의 값으로 정의한다.
- [0060] 평지의 보행과 상승보행은 발목 각도(Ankle dorsiflexion angle)의 위상과 진폭이 큰 차이를 보이지 않지만, 하강보행에는 평지보행과 상승보행과 비교하면 위상 및 진폭이 큰 차이를 나타낸다.
- [0061] 구체적으로, 상기 발목각도의 위상도 하강보행만 상승보행과 평지보행과 서로 다르며, 각도 범위를 살펴보면, 평지보행에서는 10도에서 -17도까지이고 상승보행에서는 12도에서 -20도까지, 하강보행은 16도에서 -25도까지로 더 범위가 큰 것을 알 수 있다. 다시말해, 하강보행의 경우 각도가 가장 큰 폭인 41도 범위로 변화하는 것을 알 수 있다.
- [0062] 도 2(b)는 상승보행, 평지보행, 하강보행 중 발목에 가해지는 모멘트를 도시한 것이다.
- [0063] 발목 모멘트(Ankle plantarflexion moment)은 발이 퍼지기 위해서 발목에 작용하는 모멘트이며, 걸으면서 발목이 지면에 대해 반력으로 작용하는 모멘트를 말한다. 하강보행 중 족저면의 전단부터 지면에 닿은 상태에서 부터 상기 발목은 몸의 하중을 지지해야한다. 따라서, 하강보행 중에는 사이클의 초기 단계에서부터 큰 모멘트가 발생하게 된다.
- [0064] 또한, 평지보행에서나 상승보행에서는 지면에서 박차는 동작에서 모멘트가 최고 값을 가지는 반면, 하강보행에는 지면에 착지하는 동작이 지면을 박차는 동작보다 모멘트가 더 크게 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0065] 도 2(c)는 상승보행, 평지보행, 하강보행시 발목에 가해지는 에너지 또는 동력을 그래프로 도시한 것이다.
- [0066] 발목 동력(Ankle power)는 지면에 대한 반력 모멘트인 발목모멘트(Ankle plantarflexion moment)와 발목각도

(Ankle Dorsiflexion Angle)의 단위시간당 각도 변화량(기울기)을 곱으로 정의된다. 즉, 상기 발목에서 소모되는 에너지를 의미한다.

- [0067] 상기 발목모멘트(Ankle plantarflexion moment)은 항상 지면과 반대방향으로 작용하기 때문에 모멘트와 같은 방향으로 발목 각도가 변화 할 때에 양의 값을 갖는다. 즉, 발목이 펴지게 되면 발목동력(Ankle power)은 양의 값을 가지게 된다. 반대로 발목이 굽히게 되면 발목동력(Ankle power)은 음의 값을 가지게 된다.
- [0068] 도 2(c)를 살펴보면, 하강보행 중에만 오직 음의 발목동력(Ankle power)를 가진다는 것을 알 수 있다. 이는 착지 동작에서 발목이 굽어지는 동시에 지면에 대해 반대되는 모멘트가 작용하기 때문이다.
- [0069] 다시말해, 발목모멘트(Ankle plantarflexion moment)의 경우와 비슷하게 착지동작에서 발목동력(Ankle power)은 더 큰 값을 가진다. 구체적으로, 평지 보행시 2.1W/kg이, 상승보행시 2.3W/kg, 하강보행시 -2.5W/kg이 최고값임을 알 수 있으며, 절대값은 하강보행시가 쥔 큰 것을 알 수 있다.
- [0070] 또한, 하강보행에서는 최고값에 도달하는 기울기가 상승보행이나 평지보행에서 보다 더 크다. 이는 전술한 것처럼, 하강보행시의 입각기가 시작할 때부터 발목에 급격한 각도 변화 및 하중변화가 발생하기 때문이다.
- [0071] 결과적으로, 하강보행시에는 상승보행시 보다 발목에 더 큰 하중이 집중되며, 발목이 더 크게 회전하므로 발목에 더 큰 에너지가 소모되고, 낙상이나 전도를 방지하기 위해 더 큰 반력이 필요하다는 것을 의미한다.
- [0072] 이에 따라, 본 발명 발목 보조장치(1)는 하강보행시에 발목에 보조력을 제공하여 발목에 가해지는 하중을 감소시키거나, 발목이 회전하는 각도나 속도를 감소시켜 발목에서 소모되는 에너지, 발목동력(ankle power)를 감소시키도록 구비되는 것에 집중되는 것이 바람직하다.
- [0073] 본 발명 발목 보조장치(1)가 하강보행에서 발목을 보조할 수 있다면 상승보행이나, 평지보행에서도 보행자의 발목은 보조되는 것을 기대할 수 있다.
- [0074] 도 3은 본 발명 발목 보조장치(1)의 일실시예를 도시한 것이다.
- [0075] 본 발명 발목 보조장치(1)는 보행주기 중 족저면이 지면에 접촉되는 입각기에 발목에 보조력을 제공하도록 구비될 수 있다.
- [0076] 구체적으로, 본 발명 발목 보조장치(1)는 보행자의 종아리를 지지하는 제1 고정부(100)와, 보행자의 발을 지지하는 제2 고정부(200)와, 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)를 연결하며, 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 연결 각도가 감소되는 구간에서 발목에 반발 지지력을 제공하는 적어도 하나의 탄성부재(350)를 구비하는 발목지지부(300)를 포함할 수 있다.
- [0077] 하강보행 중에는 족저면의 전단이 지면에 접촉하게 되는 순간 직전에 해당하는 유각기의 종점이자 입각기의 시점에서, 보행자의 발등과 종아리가 이루는 각도는 가장 큰 상태가 된다. 또한, 상기 보행자의 족저면이 지면에 완전히 접촉한 입각기 진행 단계에서는 보행자의 발등과 종아리가 이루는 각도는 가장 작은 상태가 된다.
- [0078] 즉, 족저면이 지면에 접촉하는 순간부터 보행자의 하중 및 중력이 족저면의 전단에 집중되기 시작하게 되며, 보행자의 발목은 빠른 속도로 회전하게 된다.
- [0079] 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 연결각도가 감소되는 구간은 족저면의 전단부에 해당하는 발끝이 지면에 접지되기 시작하여 족저면 전체가 지면에 접지하는 일련의 과정을 포함하는 입각기 구간에 해당한다.
- [0080] 즉, 상기 입각기 구간에서 제1 고정부(100)와 제2 고정부(200)의 연결각도가 빠르게 감소되기 때문에, 본 발명 발목 보조장치(1)는 상기 탄성부재(350)를 구비하는 발목지지부(300)를 통해, 상기 입각기 구간에서 보행자의 발목에 반발 지지력을 제공하여 상기 제2 고정부(200)가 상기 제1 고정부(100)로 회전하는 속도를 감소시킬 수 있다.
- [0081] 또한, 본 발명 발목 보조장치(1)는 상기 발목에 가해지는 하중을 흡수하면서 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)가 가까이 회전되는 것을 방지하는 반발력을 제공하여 발목 상태가 급격히 달라지는 것을 방지할 수 있다.
- [0082] 상기 탄성부재(350)는 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)가 회전할 때 그 형상이 달라지면서 반발력이나 탄성력을 제공하도록 구비될 수 있다. 상기 탄성부재(350)의 반발력이나 탄성력은 상기 반발지지력으로 변환될 수 있으며, 특히, 상기 반발지지력은 보행자가 계단의 하강보행시 족저면의 전단부가 접지되는 입각기의 시점(start point, f단계 또는 j단계)에서부터 제공되도록 구비될 수 있다.

- [0083] 구체적으로, 상기 탄성부재(350)는 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)에 연결되는 스프링을 포함할 수 있다.
- [0084] 다시말해, 상기 탄성부재(350)는 상기 제1 고정부(100)나 상기 제2 고정부(200)가 가까워지거나 멀어지도록 회전할 때마다 길이가 길어지거나 짧아질 수 있다. 이에 따라, 상기 탄성부재(350)는 변형길이만큼 탄성력을 제공하는 스프링으로 구비될 수 있다.
- [0085] 이때, 상기 탄성부재(350)는 하나만 구비될 수 있지만, 필요에 따라 복수개로 구비될 수도 있다. 즉, 상기 탄성부재(350)는 상기 보행자의 하중이나 운동속도 등에 따라 적절한 반발지지력을 제공하도록 필요한 수만큼 제공될 수 있다.
- [0086] 본 발명 발목 보조장치(1)가 상기 반발 지지력을 제공하여 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)가 회전하는 속도 및 상기 제1 고정부와 상기 제2 고정부(200)가 가까이 회전하는 것에 대한 반력을 제공하는 것은 상기 발끝이 지면에 접촉하게 된 순간부터 족저면 전체가 지면에 접지하게 되기 까지 걸리는 시간이 길어진다는 것을 의미한다.
- [0087] 따라서, 본 발명 발목 보조장치(1)의 상기 탄성부재(350)는 상기 반발 지지력으로 보행자의 하중을 일부 완충, 상쇄, 흡수 등을 수행하게 되며, 상기 발목에 부과되는 발목모멘트(Ankle plantarflexion moment)의 크기를 현저히 감소시킬 수 있다.
- [0088] 또한, 본 발명 발목 보조장치(1)는 발목이 회전하는 속도를 감소시키며, 발목에 부과되는 모멘트를 감소시킴을 통해, 발목동력(ankle power)를 감소시킬 수 있고, 그 결과 보행자의 발목을 보조하면서 보행을 보조할 수 있다.
- [0089] 상기 탄성부재(350)의 스프링 상수는 몸무게 70kg인 사람의 경우 225.8N/m가 적합하며, 몸무게 80kg인 사람의 경우 254.4N/m 적합하다. 즉, 상기 탄성부재의 스프링 상수는 발목 보조장치(1)를 사용하는 보행자의 몸무게에 따라 달라질 수 있다. 예를들어, 상기 탄성부재의 스프링상수 = $\{12.214 \times \text{보행자의 몸무게(kg)} + 106.85\} / 4.26$ 의 수식으로 결정될 수 있다. 상기 수치는 실험적 데이터를 기반으로 얻어진 수식이나, 상황에 따라 최적화 수식은 달라질 수 있다.
- [0090] 한편, 유각기가 시작되는 시점이나, 입각기의 중 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 연결 각도가 증가되는 시점(i단계)에서는 상기 탄성부재(350)는 상기 탄성력이 반발지지력을 제공하는 것에서 추진력으로 변환된다.
- [0091] 즉, 상기 탄성부재(350)는 상기 탄성력이 복원력으로 변환되면서, 보행자의 발목이 펼쳐지시기 위한 힘을 보충함으로써 상기 보행자에게 추진력을 제공할 수 있다.
- [0092] 따라서, 상기 보행자가 평지보행 등을 수행하는 중이라면 상기 탄성부재(360)가 제공하는 상기 추진력은 상기 보행자가 적은 힘으로 더 빠른 보행을 수행할 수 있도록 보조할 수 있다.
- [0093] 그러나, 상기 추진력은 보행자가 하강 보행을 수행하는 경우라면, 배제되어야 할 필요가 있다. 구체적으로, 하강보행시에 입각기가 종료되고 유각기가 수행되는 시점이 수행되면 보행자의 발끝은 다시 지면에서 이격되어 위치가 낮은 다음 지면으로 접지되는 것을 준비하여야 한다. 이 과정(h단계에서 i단계)에서는 신속히 족저면의 전단(발끝)이 지면을 향하도록 구비되어야 한다.
- [0094] 상기 과정에서는 상기 족저면의 전단이 위치가 낮은 다음 지면을 향하도록 회전해야 하므로 발등이 종아리에서 멀어지도록 회전하게 되며, 이에 따라 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)는 멀어지도록 회전하게 된다.
- [0095] 이때, 발목 지지부(300)가 상기 탄성부재(350)에 저장된 에너지를 복원력 또는 추진력으로 작용시키게 되면, 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)는 급격히 멀어지도록 회전할 수 있다.
- [0096] 이에 따라, 보행자의 발목이 갑자기 펼쳐지는 방향으로 회전하게 되어 보행자의 발목에 강한 모멘트가 순식간에 집중됨으로써 발목에 큰 무리가 갈 수 있다. 또한, 발등이 갑자기 회전하면 족저면이 지면에 강하게 부딪혀 발을 비롯한 보행자의 신체에 상당한 충격이 가해질 수 있다. 동시에, 반작용에 의해 보행자가 지면을 박차고 나가는 추진력이 발생하게 되어 상기 보행자가 전방으로 강하게 돌진하는 힘이 발생함에 따라, 보행자가 계단 등에서 전도되거나 낙상할 수 있다.
- [0097] 또한, 상기 보행자가 전도되거나 낙상하지 않더라도, 상기 추진력을 상쇄하기 위해 발목에 더 큰 힘을 주게 되

어 발목에 더 큰 하중이 집중되는 모순이 발생할 수 있다.

- [0098] 따라서, 본 발명 발목 보조장치(1)의 상기 탄성부재(350)는 상기 반발지지력이 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 연결각도가 증가되는 시점에는 작용하지 않거나 해제될 수 있도록 구비되는 것이 바람직하다.
- [0099] 구체적으로, 상기 발목지지부(300)는 입각기가 종료되고 족저면이 지면에서 이격되는 유각기가 시작될 때(i단계)부터 상기 탄성부재(350)에 저장된 탄성력을 완충하거나 감쇠할 수 있는 댐퍼부재(360)를 더 포함할 수 있다.
- [0100] 상기 댐퍼부재(360)는 상기 탄성부재(350)가 갑작스러운 탄성력 또는 복원력을 발생시킬 때, 상기 탄성력 또는 복원력을 소산 시키도록 구비될 수 있다.
- [0101] 다시말해, 상기 댐퍼부재(360)는 입각기 과정에서 상기 탄성부재(350)에 저장된 탄성에너지를 감쇠하거나 상쇄하여 상기 탄성부재(350)가 원위치로 서서히 복원될 수 있도록 유도할 수 있다.
- [0102] 이에 따라, 본 발명 발목 보조장치(1)는 유각기에서 상기 보행자의 발목이 급격히 반대방향으로 회전하거나, 상기 보행자가 지면을 박차고 나가는 현상 등을 방지할 수 있다.
- [0103] 나아가, 상기 댐퍼부재(360)는 유각기에서 상기 탄성부재(350)의 에너지를 소산시킬 뿐만 아니라, 입각기의 진입시(f단계) 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)가 가까워 지도록 회전하는 것에 추가적인 저항력을 제공할 수 있다.
- [0104] 이에 따라, 상기 발목지지부(300)는 상기 댐퍼부재(360)에 의해 보행자의 하중 및 위치에너지를 상기 발목에 집중시키지 않고 소산시킬 수 있다. 결과적으로, 상기 댐퍼부재(360)는 발목에 부과되는 모멘트나 위치에너지를 감소시켜 발목을 보조할 수 있다.
- [0105] 도시된 바와 같이, 상기 댐퍼부재(360)는 상기 탄성부재(350)와 병렬로 연결될 수 있다. 상기 탄성부재(350)의 길이변화나 상기 탄성부재(350)에서 발생하는 에너지변화에 상기 댐퍼부재(360)가 즉각적으로 반응하기 위함이다.
- [0106] 상기 댐퍼부재(360)는 상기 탄성부재(350)가 변형을 시작할 때, 상기 탄성부재(350)의 변형되는 것을 방해하여 상기 탄성부재(350)에 과도한 탄성에너지가 저장되는 것을 방지할 수 있다.
- [0107] 또한, 상기 댐퍼부재(360)는 상기 탄성부재(350) 일정한 복원력을 제공함으로써, 상기 발목지지부(300) 전체가 근육과 같은 점탄성을 구비하는 효과를 도출할 수 있다.
- [0108] 이에 따라, 상기 발목지지부(300)가 근육과 같은 성질을 발생시킴으로써, 보행자의 하체가 급격한 신체변화가 발생하는 것이 방지될 뿐만 아니라 상기 발목 보조장치(1)가 이질감을 발생시키는 것까지 완화할 수 있다.
- [0109] 도 3을 참조하면, 상기 발목지지부(300)는 상기 제1 고정부(100)의 하부에 회전 가능하게 결합되는 제1 연결바디(310)와, 상기 제2 고정부(200)의 측면에 결합되는 제2 연결바디(320)를 포함할 수 있다.
- [0110] 상기 제1 고정부(100)는 보행자의 종아리 일부 또는 전부를 감싸거나, 정강이에 결합될 수 있는 제1 고정바디(110)와, 상기 제1 고정바디(110)의 양측에서 하부로 연장되어 구비되는 제1 연장바디(120)를 포함할 수 있다. 상기 제1 고정바디(110)는 상기 종아리의 형상에 맞게 구비되어 보행자의 종아리가 일부 수용될 수 있는 수용부(111)를 더 포함할 수 있다. 상기 수용부(111)는 종아리의 형상에 따라 종아리를 감싸도록 구비되도록 통 형상으로 구비될 수 있고, 보행자의 종아리에 부착이 용이하도록 후방이 개구되어 구비될 수도 있다.
- [0111] 또한, 상기 제1 고정바디(110)에는 보행자의 종아리와 상기 제1 고정바디(110)의 부착력을 향상시키도록 벨크로(112)가 더 구비될 수도 있다.
- [0112] 상기 제1 연장바디(120)는 상기 제1 고정바디(110)에서 하부로 연장되어 구비될 수 있고, 보행자의 종아리가 상기 제1 고정바디(110)에 부착되면 상기 보행자의 다리길이를 따라 지면을 향하여 연장되어 구비될 수 있다.
- [0113] 상기 제1 연장바디(120)는 상기 제1 고정바디(110)가 뒤틀리지 않도록 하며, 보행자의 종아리와 정강이를 보조하는 역할을 수행할 수 있다.
- [0114] 한편, 상기 제1 연장바디(120)는 무게를 감소시키고, 강도를 증강하기 위해 내부에 관통홀(121)을 구비할 수도 있다.
- [0115] 상기 제2 고정부(200)는 보행자의 발등이나 신발이 삽입되어 고정될 수 있는 제2 고정바디(210)를 포함할 수 있

다.

- [0116] 상기 제2 고정바디(210)는 통형상으로 구비되어 단면이 폐곡선을 이룰 수 있다. 이로써, 상기 제2 고정바디(210)는 축저면의 전단부터 삽입되어 보행자의 발등 또는 신발을 감싸도록 고정될 수 있다.
- [0117] 상기 제2 고정바디(210)의 하단면은 지면과 접촉될 수 있기 때문에 평평하게 구비될 수 있다.
- [0118] 상기 제1 연결바디(310)는 상기 제1 연장바디(120)의 하부에 회전가능하게 결합될 수 있다. 또한, 상기 제2 연결바디(320)는 상기 제2 고정바디(210)의 일측에 회전가능하게 결합될 수 있다.
- [0119] 또한, 상기 제1 연결바디(310)는 상기 탄성부재(350)의 일단이 결합될 수 있는 제1 탄성결합부(311)와, 상기 댐퍼부재(360)의 일단이 결합될 수 있는 제1 댐퍼결합부(312)를 포함할 수 있다.
- [0120] 또한, 상기 제1 연결바디(310)는 상기 제1 연장바디(120)에 회전가능하게 결합되는 회전결합부(313)를 더 포함할 수 있다. 이로써, 상기 제1 연결바디(310)는 상기 회전결합부(313)에 의해 상기 제1 연장바디(120)에서 회전될 수 있다.
- [0121] 상기 제2 연결바디(320)는 상기 탄성부재(350)의 타단이 결합될 수 있는 제2 탄성결합부(321)와, 상기 댐퍼부재(360)의 타단이 결합될 수 있는 제2 댐퍼결합부(322)를 포함할 수 있다.
- [0122] 상기 제1 탄성결합부(311)와 상기 제2 탄성결합부(321)은 상기 탄성부재(350)가 고정되어 결합될 수 있다면 어떠한 형상으로 구비되어도 무방하고, 상기 제1 댐퍼결합부(312)와 상기 제2 댐퍼결합부(322)는 상기 댐퍼부재(360)가 결합될 수 있다면 어떠한 형상으로 구비되어도 무방하다.
- [0123] 다만, 상기 제1 댐퍼결합부(312)와 상기 제2 댐퍼결합부(322) 중 어느 하나는 상기 댐퍼부재(360)의 일단이 고정되고, 나머지 하나는 상기 댐퍼부재(360)의 타단이 자유단이 되도록 상기 댐퍼부재(360)의 측면과 결합되어 구비될 수 있다.
- [0124] 어느 경우에든지, 상기 댐퍼부재(360)는 상기 탄성부재(350)의 복원력이나, 상기 제2 고정부(200)가 상기 제1 고정부(100)를 향해 회전하는 힘을 상쇄시켜야 하므로 상기 제1 댐퍼결합부(312)와 상기 제2 댐퍼결합부(322)는 양단이 상기 댐퍼부재(360)의 양단을 고정하여 결합시키는 것이 바람직하다.
- [0125] 이로써, 상기 탄성부재(350)은 상기 제1 연결바디(310)의 일측과 상기 제2 연결바디(320)의 일측에 연결되어 구비될 수 있고, 상기 댐퍼부재(360)는 상기 제1 연결바디(310)의 타측과 상기 제2 연결바디(320)의 타측에 연결되어 구비될 수 있다.
- [0126] 구체적으로, 상기 탄성부재(350)은 상기 제1 연결바디(310)의 하측과, 상기 제2 연결바디(320)의 하측에 연결되어 구비될 수 있고, 상기 댐퍼(360)는 상기 제1 연결바디(310)의 상측과, 상기 제2 연결바디(320)의 상측에 연결되어 구비될 수 있다.
- [0127] 다시말해, 상기 제1 탄성결합부(311)와 상기 제2 탄성결합부(321)는 상기 제1 연결바디(310)의 하측과, 상기 제2 연결바디(320)의 하측에 구비될 수 있고, 상기 제2 댐퍼결합부(312)와, 상기 제2 댐퍼결합부(322)는 상기 제2 연결바디(310)의 상측과, 상기 제2 연결바디(320)의 상측에 구비될 수 있다.
- [0128] 상기 제2 고정부(200)가 상기 제1 고정부(100)를 기준으로 하부로 상부로 회전하게 구비되므로, 상기 탄성부재(350)의 신장되거나 압축되는 길이가 더 길어지도록 하여 반발 지지력의 발생을 극대화하기 위함이다.
- [0129] 이로써, 상기 댐퍼(360)는 상기 탄성부재(350)과 병렬로 나란하게 구비될 수 있다.
- [0130] 한편, 제1 연결바디(310)와 상기 제2 연결바디(320)는 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 한측면에만 구비될 수 있고, 양측면에 모두 구비될 수 있다.
- [0131] 다만, 상기 제1 연결바디(310)와 상기 제2 연결바디(320)는 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 회전되는 각도가 틀어지지 않도록 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 양측에 모두 구비되는 것이 바람직하다.
- [0132] 한편, 상기 제1 연결바디(310)와 상기 제2 연결바디(320)가 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 양측에 구비되어도 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)는 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 일측에만 구비될 수도 있다.
- [0133] 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)가 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 일측에만 구비되

어도 반발지지력을 발생시키거나, 복원력을 상쇄시킬 수 있기 때문이다.

- [0134] 다만, 발목에 충분한 반발지지력을 제공하고, 복원력을 상쇄할 수 있도록 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)는 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 양측에 구비되는 것이 바람직하다.
- [0135] 이하에서는 도 4를 참조하여, 본 발명 발목 보조장치(1)가 발목을 보조하는 방법을 설명한다.
- [0136] 도 4는 본 발명 발목 보조장치(1)의 작동하는 태양을 도시한 것이다.
- [0137] 도 4(a)를 참조하면, 상기 제2 고정부(200)는 상기 제1 고정부(100)에서 하부를 향해 일정각도 하향 경사지게 구비될 수 있고, 상기 제1 고정부(100)에 직각인 상태로 구비될 수도 있다. 어느 경우이든, 도 4(a)의 상태는 상기 탄성부재(350)가 아무런 변형을 일으키지 않도록 상기 탄성부재(350)에 아무런 외력이 작용하지 않는 정상 상태 또는 기준상태라고 할 수 있다.
- [0138] 도 4(a)는 상기 제2 고정부(200)가 상기 제1 고정부(100)에서 하부로 회전된 상태가 정상상태 또는 기준상태인 경우를 도시한 것이다.
- [0139] 이 상태에서, 보행자의 종아리는 상기 제1 고정부(100)에 부착될 수 있고, 보행자의 발이나 신발을 상기 제2 고정부(200)에 부착될 수 있다.
- [0140] 도 4(b)를 참조하면, 보행자의 족저면 전단이 하부에 위치한 지면에 접지되는 경우, 상기 제2 고정부(200)는 상기 제1 고정부(100)에서 가까워지도록 회전한다.
- [0141] 이때, 상기 탄성부재(350)는 늘어나게 되고, 탄성력에 의해 상기 제1 고정부(100)가 상기 제2 고정부(200)가 가까워지는 것을 방해하는 반발지지력을 발생시킨다.
- [0142] 또한, 댐퍼부재(360)도 상기 제1 고정부(100)가 상기 제2 고정부(200)로 가까워질때에 수축되면서, 상기 제2 고정부(200)의 회전력을 상쇄시킴으로써 저항력을 발생하여 상기 반발지지력을 가중시킨다.
- [0143] 도 4(a)는 보행자의 유각기에서 발목상태와 동일할 수 있고, 도 4(b)는 보행자의 입각기에서 발목상태와 동일할 수 있다.
- [0144] 이에 따라, 본 발명 발목 보조장치(1)는 상기 유각기에서 입각기로 진행되는 과정에서 상기 발목지지부(330)가 발목에 가해지는 하중 및 위치에너지를 흡수하거나 또는 소산시킴을 통해 보행자의 발목에 반발지지력을 가할 수 있다.
- [0145] 한편, 도 4(b)에서 다시 도 4(a)로 진행하면, 탄성부재(350)는 탄성력 및 복원력에 따라 다시 길이가 짧아지게 된다. 이때, 상기 댐퍼부재(360)는 이완됨에 따라 상기 탄성부재(350)의 탄성력과 복원력을 소산 또는 감쇠시키게 된다.
- [0146] 이로써, 상기 탄성부재(350)가 상기 제2 고정부(200)를 상기 제1 고정부(100)에서 급격히 멀어지도록 회전되는 것을 방지한다.
- [0147] 나아가, 상기 댐퍼부재(360)로 인해 상기 제2 고정부(200)가 상기 제1 고정부(100)에서 멀어지도록 회전하는 것을 방해하는 저항력이 발생하더라도 탄성부재(350)가 제공하는 탄성력과 상쇄될 수 있다. 이로써, 상기 제2 고정부(200)가 상기 제1 고정부(100)에서 멀어지도록 회전하게 되면 반발지지력이 해제될 수 있다.
- [0148] 이로써, 상기 입각기에서 유각기로 진입하는 시점, 즉 제2 고정부(200)와 제1 고정부(100)가 멀어지게 되는 시점에서는 상기 발목지지부(300)가 제공하는 반발 지지력이 해제될 수 있다.
- [0149] 도 5는 본 발명 발목 보조장치(1)의 다른 실시예를 도시한 것이다. 이하에서는, 중복되는 설명을 피하기 위해 도 3의 발목 보조장치(1)와 다른 점을 중심으로 설명한다.
- [0150] 도 5를 참조하면, 상기 제2 고정부(200)는 보행자의 발등이나 상기 신발의 양측면과 상부면을 감싸는 제2 고정바디(210)와, 상기 제2 고정바디(210)의 하부에 구비되어 상기 신발의 하단이나 상기 발등을 지지하는 제2 지지바디(220)를 포함할 수 있다.
- [0151] 상기 제2 지지바디(220)는 상기 제2 고정바디(210)의 양측에서 하부를 향하여 연장되어 구비될 수 있다.
- [0152] 상기 제2 지지바디(220)는 보행자의 신발에 결합되어 고정될 수 있도록 결합홀(221)을 포함할 수 있다. 상기 결합홀(221)에는 볼트 등의 체결수단이 구비되어 상기 보행자의 신발 밑창에 결합할 수 있다.

- [0153] 또한, 상기 제2 지지바디(220)는 상기 보행자의 족저면 또는 신발을 지지하는 지지대(미도시)를 결합하도록 구비될 수 있다.
- [0154] 본 발명 발목 보조장치(1)의 상기 발목 지지부(300)는 보행자의 낙상을 방지할 수 있는 보조탄성부재(370)를 더 포함할 수 있다.
- [0155] 즉, 상기 보조탄성부재(370)는 상기 발목지지부(300)에 반발지지력을 추가로 제공함과 동시에 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)의 변형길이를 감소시키고, 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)의 유연성을 제공하여 보행자의 낙상을 방지하도록 구비될 수 있다.
- [0156] 구체적으로, 근육의 탄성활동은 두 개의 구성 요소로 되어 있다. 하나는 근 막의 병렬탄성요소(parallel elastic component: PEC)로, 근육이 수동적으로 신장될 경우 저항력으로 작용한다. 다른 하나는 힘줄의 직렬탄성요소(series elastic component: SEC)로, 장력이 발휘되고 있는 근육이 신장될 때 탄성에너지를 축적하는 스프링과 같은 역할을 한다. 이러한 근육의 탄성요소들은 수축성요소를 제공하는 근육섬유에 대해 각각 병렬 및 직렬로 배치되어 있기 때문에 이와 같이 불리고 있다. 인간의 골격근 탄성은 우선적으로 직렬탄성요소에 기인한다.
- [0157] 따라서, 상기 직렬탄성요소에 대응되도록 상기 탄성부재(350)와 상기 보조탄성부재(360)는 직렬로 배치되며, 상기 병렬탄성요소에 대응되도록 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)는 병렬로 배치될 수 있다.
- [0158] 다시말해, 상기 보조탄성부재(370)는 상기 탄성부재(350) 및 상기 댐퍼부재(360)에 직렬로 연결될 수 있다.
- [0159] 만약, 상기 보조탄성부재(370)가 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)에 병렬로 연결되면 상기 보조탄성부재(370)와 상기 탄성부재(350)가 제공되는 탄성력이 커지게 되어 상기 반발지지력이나 복원력이 보행자나 상기 발목지지부(300)의 통제수준을 벗어날 수 있다.
- [0160] 상기 보조탄성부재(370)는 상기 탄성부재(350)에 저장되는 탄성력이나 복원되는 복원력의 발생 정도를 완화할 수도 있어, 상기 발목지지부(300)의 안정성을 향상시킬 수 있다.
- [0161] 한편, 탄성부재(350)와 상기 보조탄성부재(370)의 스프링 상수는 서로 다르게 구비될 수 있다.
- [0162] 또한, 상기 보조탄성부재(370)는 상기 제2 고정부(200)와 상기 제1 고정부(100)의 회전되는 각도 범위를 향상시키면서도 상기 탄성부재(350)가 이완되는 길이를 감소시키거나 유지할 수 있다.
- [0163] 이로써, 상기 탄성부재(350)의 소성변형 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0164] 구체적으로, 상기 발목지지부(300)는 상기 제1 고정부의 하부에 회전가능하게 결합되는 제1 연결바디(310)와, 상기 제2 고정부에 회전가능하게 결합되는 제2 연결바디(320)와, 상기 제1 연결바디(310)와 상기 제2 연결바디(320) 사이에 구비되어 상기 탄성부재(350)가 결합되는 제3연결바디(330)를 포함할 수 있다.
- [0165] 상기 발목지지부(300)는 상기 제3연결바디(330)가 보행자의 발이나 신발에 고정되지 않도록 상기 제3연결바디(330)를 지지하는 보강부재(340)를 더 포함할 수 있다.
- [0166] 이는 상기 제3연결바디(330)가 전방이나 후방으로 이동할 수 있도록 구비되어, 상기 탄성부재(350)와 상기 보조탄성부재(360)가 외부 충격을 흡수하거나 완충할 수 있도록 하기 위함이다.
- [0167] 구체적으로, 상기 탄성부재(350)는 일단이 상기 제1 연결바디(310)에 결합되고, 타단이 상기 제2 연결바디가 아닌 상기 제3연결바디(330)에 결합되도록 구비될 수 있다. 상기 보조탄성부재(370)는 일단이 상기 제3연결바디(330)에 결합되고, 타단이 상기 제2 연결바디(320)에 결합되어 구비될 수 있다.
- [0168] 한편, 상기 보강부재(340)는 제3연결바디(330)와 상기 제1 연결바디(310)를 연결하여 상기 제3연결바디(330)를 지지하는 제1 보강부재(341)와, 상기 제2 연결바디(320)와 상기 제3연결바디(330)를 연결하여 상기 제3연결바디(330)를 지지하는 제2 보강부재(342)를 더 포함할 수 있다.
- [0169] 따라서, 상기 제3연결바디(330)가 다른 곳에 지지되거나 부착되지 않아도 상기 제1 연결바디(310)와 상기 제2 연결바디(320)가 상기 제3연결바디(330)를 지지할 수 있다.
- [0170] 또한, 상기 제1 보강부재(341)와 상기 제2 보강부재(342)는 상기 탄성부재(350)와 상기 보조탄성부재(360)의 내측에 삽입되어 구비될 수 있다. 따라서, 상기 제1 보강부재(341)와 상기 제2 보강부재(342)는 상기 탄성부재(350)와 상기 보조탄성부재(360)가 수축되거나 이완되는 방향을 제공하여, 상기 탄성부재(350)와 상기 보조탄성

부재(360)가 비틀어지거나 튀어나가는 것을 방지할 수 있다.

- [0171] 상기 댐퍼부재(360)는 상기 제2 연결바디(320)와 상기 제3연결바디(330)에 결합되어 구비될 수 도 있다. 이로써, 상기 댐퍼부재(360)는 상기 탄성부재(350)와 병렬로 결합되어 구비될 수 있다. 또한, 상기 댐퍼부재(360)는 상기 제1 연결바디(310)와 상기 제3연결바디(330)에 결합되어 구비될 수도 있다.
- [0172] 이때, 상기 제3연결바디(330)는 상기 제1 탄성결합부(311)와 대응하여 상기 탄성부재(350)를 고정시키는 제3탄성결합부(331)와, 상기 제2 댐퍼결합부(312)와 대응하여 상기 댐퍼부재(360)를 고정시키는 제3댐퍼결합부(332)를 포함할 수 있다.
- [0173] 또한, 상기 연결바디(330)는 일면에 상기 보조탄성부재(370)의 일단이 결합될 수 있도록 구비될 있고, 상기 제2 연결바디(320)는 상기 지지바디(220)에 회전가능하게 결합되고 일측에 상기 보조탄성부재(370)의 타단이 결합되도록 구비될 수 있다.
- [0174] 한편, 상기 회전결합부(313)는 상기 제1 탄성결합부(311)와 상기 제1 댐퍼결합부(312)의 회전중심을 제공할 수 있고, 상기 제1 연장바디(120)를 관통하여 결합될 수 있다.
- [0175] 도 6은 본 발명 발목 보조장치(1)의 또다른 실시예를 도시한 것이다.
- [0176] 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)는 보행자가 보행하는 과정에서 보행자가 측면으로 이동하거나, 측면으로 치우치는 반력 등이 제공되면 비틀릴 우려가 있다.
- [0177] 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)가 비틀어지게 되면, 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)가 회전하는 각도가 달라지게 된다. 따라서, 상기 반발지지력이 의도치 않은 방향으로 발생하여 보행자의 발목에 더 큰 무리가 갈 수 있다.
- [0178] 또한, 상기 제1 고정부(100)가 상기 제2 고정부(200)가 종아리와 발등의 운동방향과 전혀 다른 방향으로 회전하거나, 댐퍼부재(360)나, 탄성부재(350) 등이 서로 어긋나 상기 발목 보조장치(1)가 파손되거나 기능을 발휘하지 못할 위험이 발생할 수 있다.
- [0179] 이를 방지하기 위해, 본 발명 발목 보조장치(1)는 상기 탄성부재(350)와 상기 댐퍼부재(360)가 비틀리는 것을 방지하고, 나아가 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)가 비틀려 회전하는 것을 방지하는 비틀림 방지부(500)를 더 포함할 수 있다.
- [0180] 상기 비틀림 방지부(500)는 상기 제1 고정부(100)의 배면에 구비되는 방지바디(510)와, 상기 고정바디(110)의 양측과 복수의 상기 제1 연장바디(120)를 각각 연결하는 복수의 방지대(520)를 포함할 수 있다.
- [0181] 상기 방지바디(510)는 상기 제1 고정부(100)의 배면에 배치되는 판형 상으로 구비될 수 있다. 또한, 상기 방지바디(510)는 보행자의 발꿈치에 부착되도록 구비될 수 있으며, 후단양측이 상기 연결부재(120)에 연결되어 상기 연결부재(120)가 비틀어지는 것을 방지하도록 구비될 수 있다.
- [0182] 상기 방지바디(510)는 신발이나 발 배면에 부착되어 고정될 수 있다. 또한, 상기 방지대(520)는 상기 방지바디(510)의 양측과 상기 제1 연장바디(120)의 양측을 연결 및 고정할 수 있다. 이로써, 상기 비틀림 방지부(500)는 보행자의 보행 중에 상기 연결바디(120)가 좌우로 비틀리는 것을 방지할 수 있다.
- [0183] 한편, 상기 방지대(520)는 상기 제1 연장바디(120)를 관통하여 전방으로 더 연장되어 구비될 수 있다. 또한, 상기 방지대(520)는 상기 제1 연결바디(310)의 회전결합부(313)를 관통하여 전방으로 연장되어 구비될 수도 있다. 따라서, 상기 방지대와 상기 방지바디(510)는 상기 제2 고정부(200)와 동일한 각도로 회전할 수 있고, 보행자의 발목의 각도가 달라지더라도 이에 대응하여 회전 및 이동할 수 있어 부착력을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0184] 또한, 상기 방지대(520)도 보행자의 발이나 신발의 양측면에 접촉하여 상기 제1 연장바디(120)가 비틀리는 것을 방지할 수 있다.
- [0185] 상기 비틀림 방지부(500)는 보행자의 발의 저면이나 신발의 양측 하단에 결합되는 결합바디(530)를 더 포함할 수 있다.
- [0186] 상기 방지대(520)는 상기 방지바디(510)에서 상기 제1 연장바디(120) 또는 회전결합부(313)를 관통하여 상기 결합바디(530)까지 연장되어 구비될 수 있다.
- [0187] 상기 결합바디(530)는 상기 족저면의 하단을 지지하는 별도의 지지부재나, 신발의 하단 양측에 결합하여 고정될

수 있다.

- [0188] 이로써, 상기 비틀림 방지부(500)는 상기 방지대(520)가 방지바디(510), 제1 연장바디(120) 또는 상기 회전결합부(313), 결합바디(530)에 모두 결합되어 상기 제1 연장바디(120)가 비틀어지는 것을 원천적으로 차단할 수 있다.
- [0189] 상기 제1 연장바디(120)가 고정되면, 상기 제1 고정바디(110)의 위치도 고정되므로 상기 제1 고정부(100)의 위치는 항상 고정될 수 있다. 따라서, 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)는 정해진 방향으로만 회전할 수 있고, 상기 댐퍼부재(360)나 상기 탄성부재(350)도 상기 제1 고정부(100)와 상기 제2 고정부(200)의 회전방향과 다른 방향으로 비틀어지는 것을 방지할 수 있다.
- [0190] 한편, 상기 방지바디(510)는 보행자의 발끝 또는 신발 배면에 부착되어 보행자의 발을 지지하도록 구비되므로, 입각기에서 상기 방지바디(510)의 하단면이 지면에 접촉될 수 있다.
- [0191] 상기 방지바디(510)가 지면에 접촉되는 면적으로 최소화하기 위해 상기 방지바디(510)는 하단면이 아래로 볼록한 볼록부(511)를 구비할 수 있다.
- [0192] 상기 비틀림 방지부(500)는 보행자의 발목 회전에 대응하여 상기 제1 연결바디(310)와 함께 회전하도록 구비될 수 있다.
- [0193] 이하에서는, 도 7을 참조하여 본 발명 발목 보조장치(1)의 효과를 설명한다.
- [0194] 도 7은 본 발명 발목 보조장치의 효과를 그래프로 도시한 것이며, 발목 보조장치(1)를 부착하지 않은 상태와, 발목장치를 부착하였을 때 보행주기(Gait cycle)에 대한 모멘트가 그래프 형태로 나타나 있다.
- [0195] 실선은 발목 보조장치(1)를 사용하지 않은 상태에서 발목에 가해지는 모멘트를 보행주기(gait cycle)에 따라 측정한 것이며, 점선은 본 발명 발목 보조장치(1)를 착용한 상태에서 발목에 가해지는 모멘트를 보행주기(gait cycle)에 따라 측정한 것이다.
- [0196] 상기 발목에 가해지는 모멘트를 보행주기(gait cycle)에 따라 측정할 때에는 계단 지면 반력을 직접적으로 측정할 수 없으므로, 마지막 계단에서 내려올 때의 지면 반력을 측정하여 발목의 모멘트를 계산하였다.
- [0197] 먼저 보행주기(Gait cycle)의 초기 단계에 해당하는 첫 번째 최고점(peak)부분에 대해서 비교해보면, 아무것도 착용하지 않았을 때 발목에 87.37Nm의 가장 큰 모멘트가 가해지는 것을 확인할 수 있었고, 본 발명 발목 보조장치를 착용하였을 때에는 모멘트가 13.3% 감소한 것을 확인할 수 있다.
- [0198] 이 부분에서 발목은 입각기 진입상태(dorsiflexion)의 움직임, 즉 발과 정강이의 각도가 줄어드는 운동양상을 보이며, 점점 무게중심이 장치를 착용한 다리로 점점 옮겨지게 된다.
- [0199] 이러한 운동에서 본 발명 발목 보조장치(1)를 착용하였을 때 모멘트 감소 양상을 보인 것을 통해 본 발명 발목 보조장치(1)가 발목에 가해지는 힘에 대한 지지대의 역할을 하고 있음을 확인할 수 있다.
- [0200] 다음으로 보행주기의 후기 단계에 해당하는 두 번째 최고점(peak) 부분을 살펴본다. 이 구간에서의 움직임은 발이 땅을 박차고 나아가는 유각기 진입상태(plantarflexion)의 움직임을 보이게 된다.
- [0201] 실험결과에서는 이때 아무 장치도 하지 않았을 때와 본 발명 발목 보조장치(1)를 착용했을 때와 비교하면 8.6% 정도의 차이로 본 발명 발목 보조장치(1)를 착용했을 때의 모멘트 값에 현저한 차이가 발생함을 알 수 있다.
- [0202] 이로써, 본 발명 발목 보조장치(1)는 입각기 진입상태(dorsiflexion)에서 발목에 가해지는 모멘트를 감소시켜 발목에 가해지는 하중을 상쇄할 뿐만 아니라, 발목이 회전하는 각속도도 크게 감소시킴으로써 발목에 가해지는 전체적인 에너지 또는 동력(ankle power)를 감소시킬 수 있는 효과가 있다는 것이 확인되었다.
- [0203] 본 발명 발목 보조장치(1)는 추가적인 동력을 발생시키는 수단이 없이 탄성부재(350)와 댐퍼부재(360), 보조탄성부재(360)만으로 보행자의 보행을 보조할 수 있다.
- [0204] 또한, 본 발명 발목 보조장치(1)는 부상자나 노인 등의 착용성 및 접근성을 향상시킬 수 있도록 구조가 간단하고, 경량화될 수 있다.
- [0205] 또한, 본 발명 발목 보조장치(1)는 보행주기(gait cycle)에서 착용자가 운동 또는 보행하는 과정에서 균형을 유지하고, 착용하지 않았을 때와 같이 자연스러운 움직임을 유도할 수 있는 효과가 있다.
- [0206] 다시말해, 본 발명 발목 보조장치(1)는 발목이 지면에서 이격되었을 때에는 발목에 반발지지력이 제공되지 않으

므로 자연스럽게 퍼질수 있도록 유도하여 보행자에게 이질감이 느껴지는 것을 차단할 수 있다.

[0207] 구체적으로, 본 발명 발목 보조장치(1)는 입각기 진입상태(dorsiflexion)에서 발목이 지면에 접촉하였을 때, 발목이 급격히 회전되는 것을 방지하여, 발목에 무리한 하중 또는 모멘트가 발생하는 것을 차단하는 발목 보조장치를 제공하는 효과가 있다.

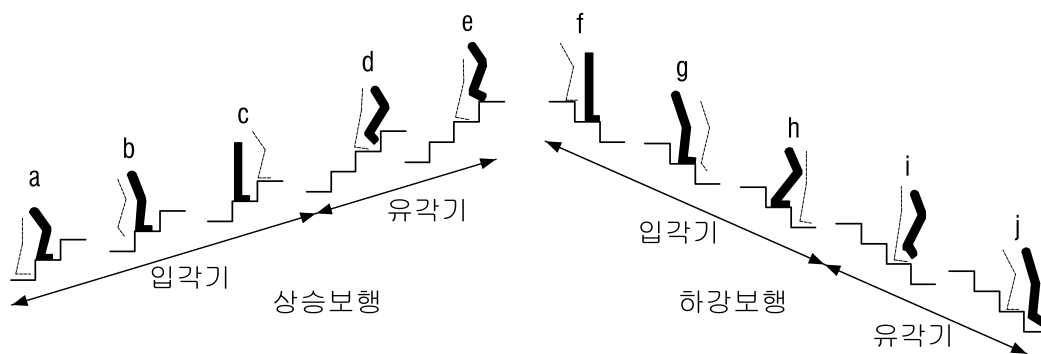
[0208] 본 발명은 다양한 형태로 변형되어 실시될 수 있을 것인바 상술한 실시예에 그 권리범위가 한정되지 않는다. 따라서 변형된 실시예가 본 발명 특허청구범위의 구성요소를 포함하고 있다면 본 발명의 권리범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

부호의 설명

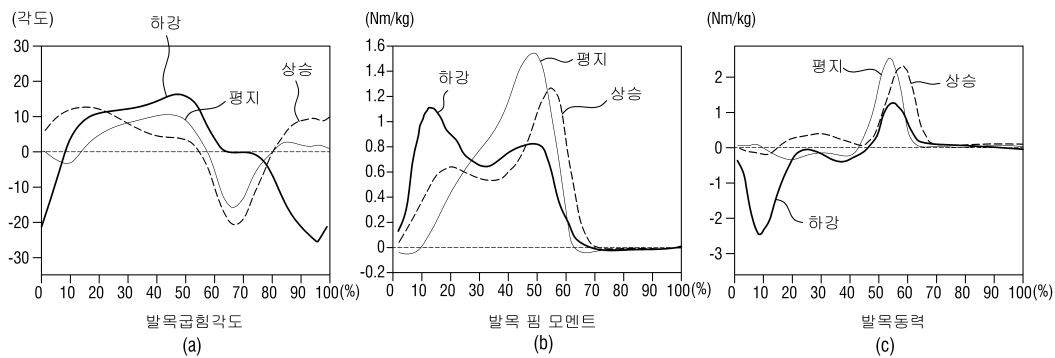
[0209] 1 : 발목 보조장치
100 : 제1 고정부
200 : 제2 고정부
300 : 발목 지지부
500 : 비틀림 방지부

도면

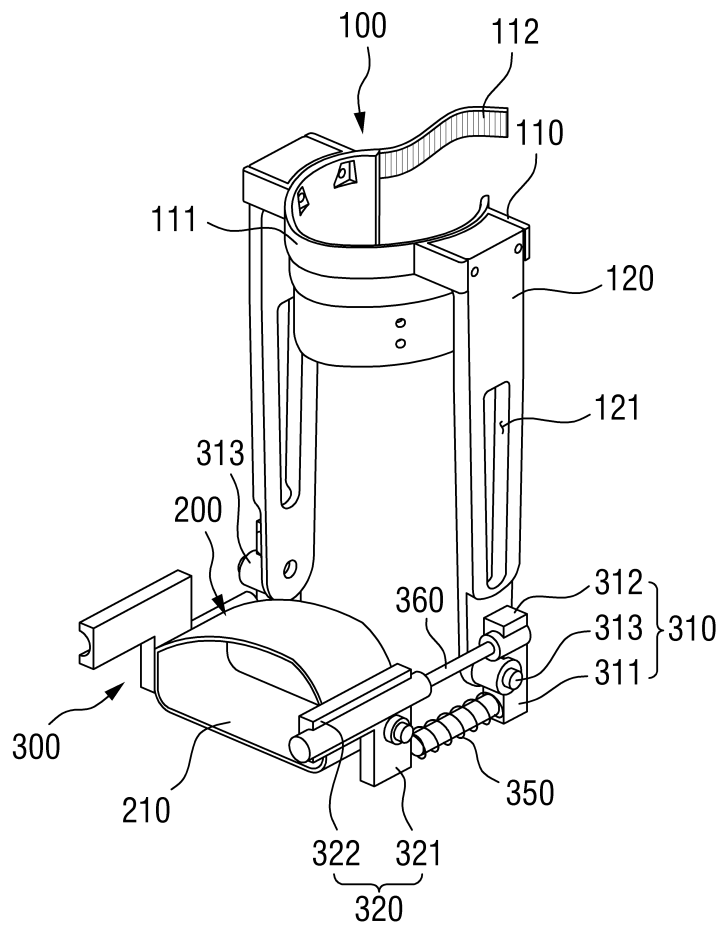
도면1



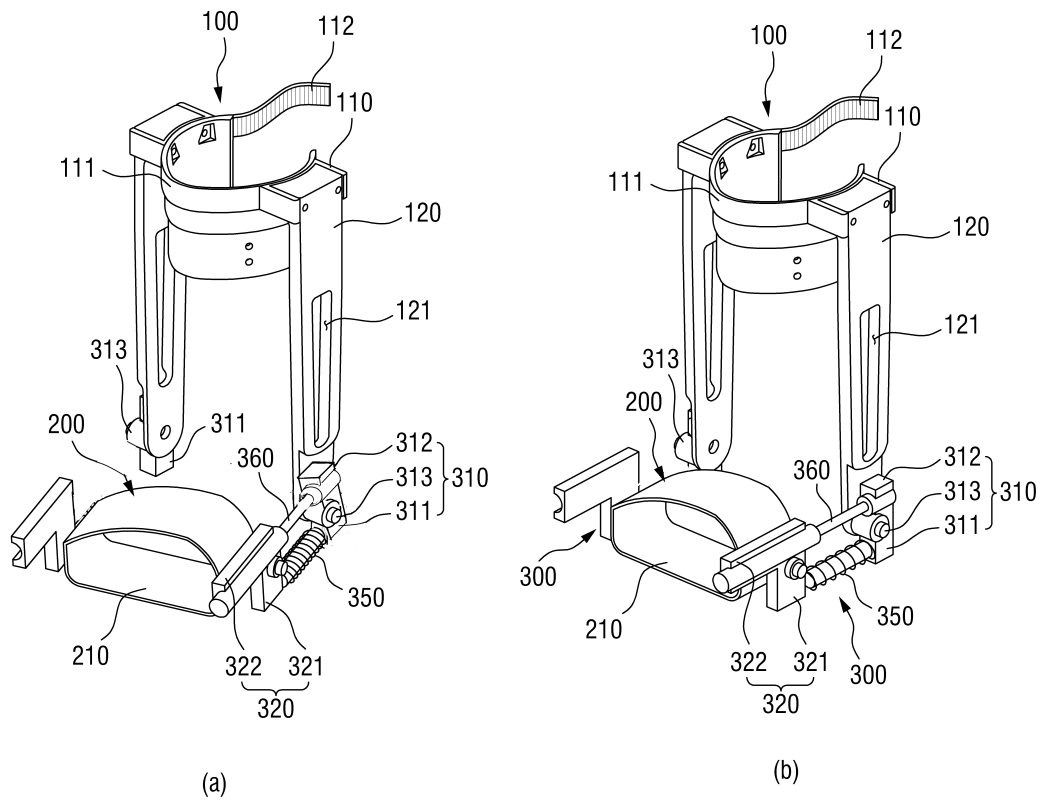
도면2



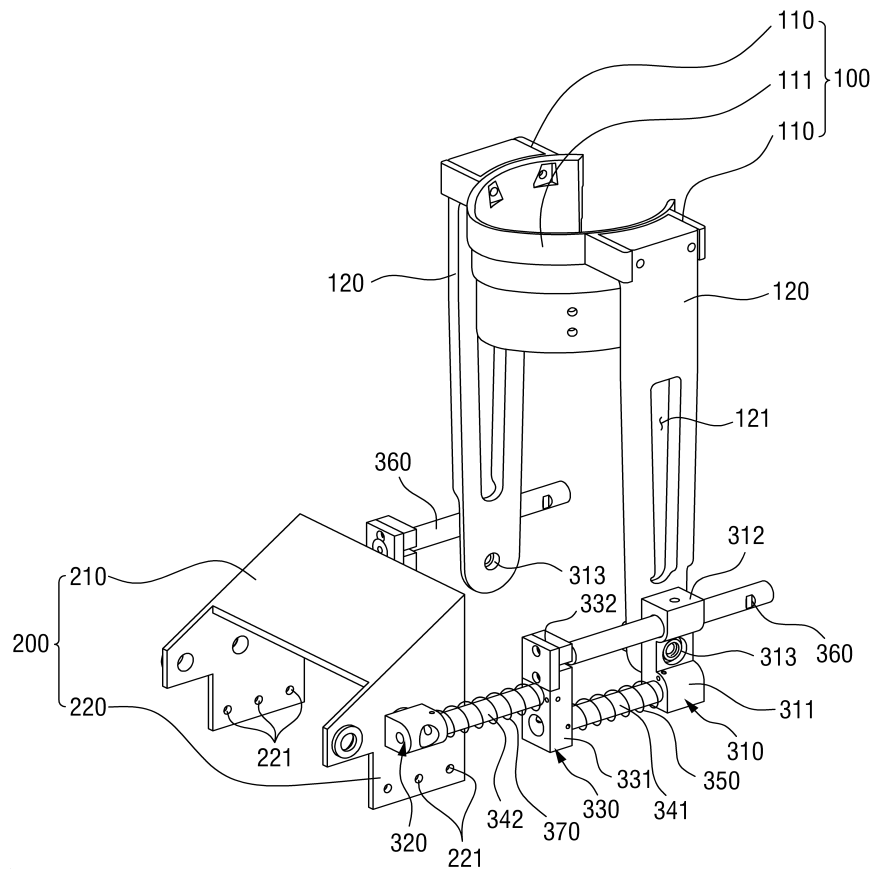
도면3



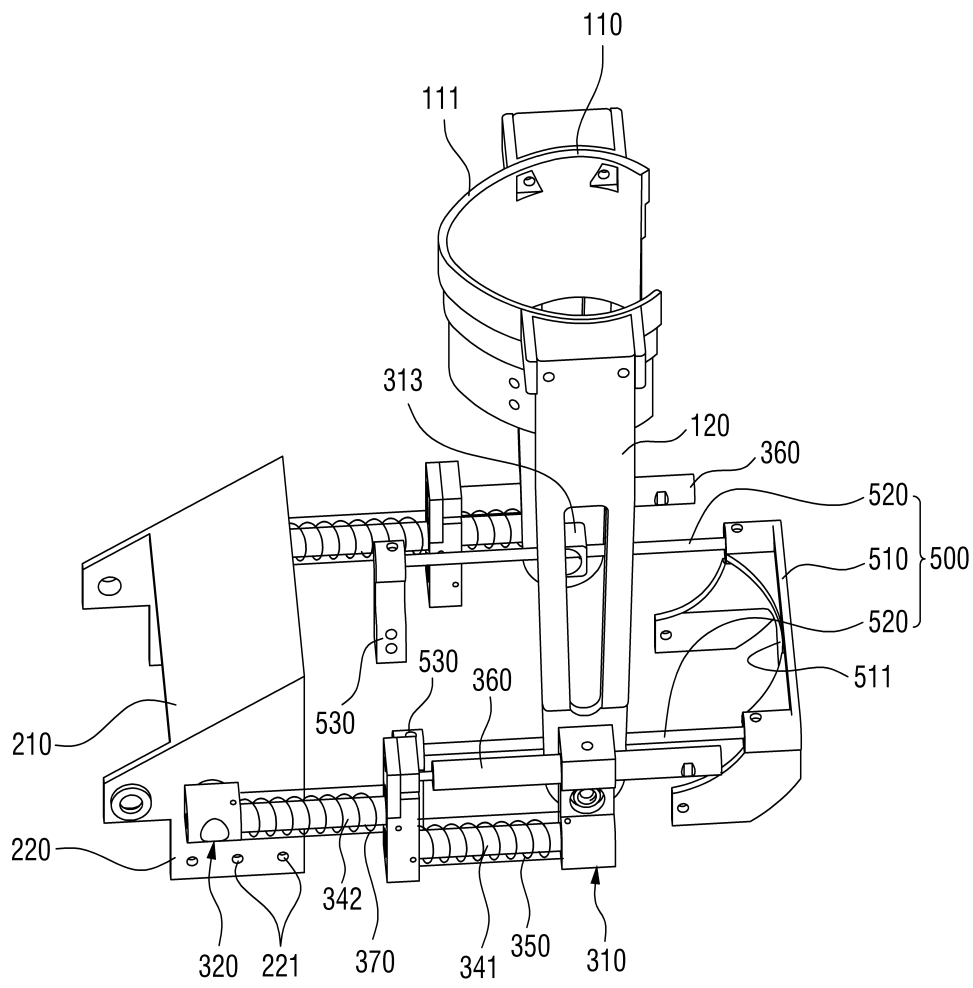
도면4



도면5



도면6



도면7

