



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0134867
(43) 공개일자 2010년12월24일

(51) Int. Cl.

A61H 3/00 (2006.01) A61H 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0053211

(22) 출원일자 2009년06월16일

심사청구일자 2009년06월16일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자

윤정원

경상남도 사천시 사천읍 사천우체국구암리 이안에
아파트 106-904호

프란산스 꾸마르

경남 진주시 가좌동 900

(74) 대리인

박창희, 김종관, 권오식

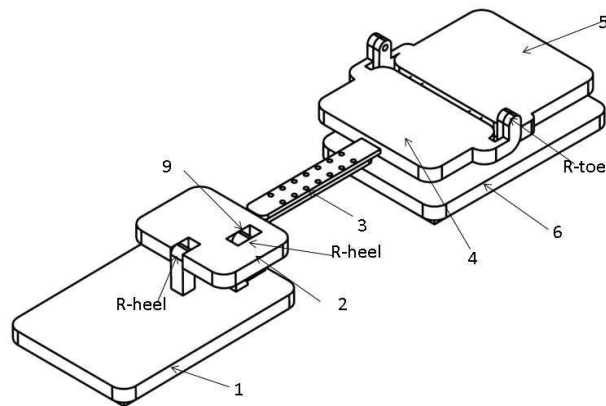
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치

(57) 요약

본 발명은 착지기(stance phase) 때는 발판의 크기가 늘어나 지면과의 지지 면적이 커지고 보행 회전기(swing phase) 때는 정상적인 발판 크기로 돌아와 보행에 지장을 주지 않으면서 추가적인 구동기 사용 없이 보행안정성을 증가시키는 적응형 보행 보조 장치의 개발에 관한 것으로 압력 센서시스템이 적응형 보행 보조 장치와 인터페이스 되어 효율적인 보행 재환을 지원하는 보행환자 도움장치, 정상보다 과도한 무게를 지지할 수 있는 힘 증폭용 외골격장치, 안정성이 증대된 인간형로봇 등 보행 관련된 분야들에 적용되어 기존 시스템을 변경함이 없이 기존 발(신발)장치에 부착되어 보행안정성을 증대시킬 수 있는 적응형 보행 보조 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

발뒤꿈치 부위의 뒤발 하부에 구비되어 뒤발을 지지하는 뒤발지지대(2);

상기 뒤발지지대(2) 하부에 구비되어 지면과의 지지면적을 넓히는 뒤발확장발판(1);

상기 뒤발지지대(2)와 상기 뒤발확장발판(1)을 서로 연결하며 발뒤꿈치 들림시 상기 뒤발지지대(2)의 하방으로 상기 뒤발확장발판(1)이 회동되도록 하고 발 착지시 상기 뒤발지지대(2)와 평행하게 위치되도록 하는 뒤발조인트(R-heel);

상기 뒤발지지대(2)로부터 전방으로 이격되어 설치되며 발가락 관절부위 후방에 위치한 발바닥 하부를 지지하는 발바닥지지대(4);

상기 뒤발지지대(2)와 상기 발바닥지지대(4)를 연결시키는 연결부(3);

상기 발바닥지지대(4) 전방에 위치하여 발가락 관절부위 전방에 위치한 발가락 하부를 지지하며, 발 착지시 발가락의 상방향로의 굽힘과 상응하도록 상기 발바닥지지대(4)의 상부로 회동가능하게 발가락조인트(R-toe)로 상기 발바닥지지대(4)와 연결되는 앞발지지대(5);

상기 앞발지지대(5)의 하부에 고정되며 지면과의 지지면적을 넓히는 앞발확장발판(6);

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 뒤발지지대(2)와 연결되어 상기 뒤발조인트(R-heel)의 회동방향과 반대방향으로 회동가능하며, 발 착지시 상기 뒤발확장발판(1)이 상기 뒤발지지대(2)와 평행하게 위치되도록 상기 뒤발지지대(2)를 로킹시키는 잠금고리(9); 및

상기 잠금고리(9)와 상기 앞발지지대(5)를 연결하며 발뒤꿈치 들림시 상기 앞발지지대(5)의 상부 회동에 의한 당김에 의해 상기 잠금고리(9)를 회동시켜 상기 뒤발 지지대(2)로부터 상기 잠금고리(9)를 로킹해정시키는 발가락조인트와이어(Wi-toe); 를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 잠금고리(9)는 발뒤꿈치 들림시 후 발 착지시 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 뒤발지지대(2)가 평행한 위치에서 상기 뒤발지지대(2)를 로킹시키도록 복원시키는 잠금고리복원스프링(sp-hook)으로 탄지된 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 앞발지지대(5)에 구비되어 상기 발가락조인트와이어(Wi-toe)의 장력을 유지하는 발가락조인트스프링(sp-toe)이 더 구비된 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 뒤발조인트(R-heel)에 탄지되어 발뒤꿈치 들림시 상기 뒤발지지대(2)의 하방으로 상기 뒤발확장발판(1)이 회동되도록 하는 뒤발조인트스프링(Sp-heel)이 더 구비된 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 뒤발확장발판(1)과 상기 뒤발지지대(2)를 연결하며 상기 뒤발조인트(R-heel)에 의한 상기 뒤발확장발판(1)의 회동시 착용자발목 및 지면과의 충돌을 방지하기 위하여 상기 뒤발확장발판(1)의 회동을 제한하는 뒤발조인트와이어(Wi-heel)가 더 구비된 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 연결부(3)는 착용자의 발 크기에 따라 착용가능하도록 상기 뒤발지지대(2)와 상기 발바닥지지대(4) 사이의 거리 조절이 가능한 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)의 하부 4개의 모퉁이에는 고무패드가 부착되며,

상기 고무패드 내부에 내장되며 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)에 작용하는 힘을 측정하고, 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)에서의 제로모멘트위치(ZMP)를 측정하고, 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)에 작용하는 전체 힘 값을 이용하여 전체의 최종 제로모멘트위치(ZMP)를 구하는 압력센서(PS-1, PS-2, PS-3, PS-4, PS-5, PS-6, PS-7, PS-8)가 구비된 것을 특징으로 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 착용형 외골격장치에 발지지대를 크게 하여 지지범위를 넓게 해주어 보행의 안정성 영역(stability margin)을 증가시켜 균형감각 능력을 향상시키도록 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 제공하는 것이다.

배경 기술

[0002] 사람이 균형을 유지하기 위해서는 서 있을 동안에는 발지지대 안에 무게중심이 위치해야하고, 보행동안에는 인간형 로봇의 보행 안정성 개념을 적용할 경우 ZMP(Zero Moment Point)가 사람의 발지지대 안에 위치해야 땅에 넘어지지 않고 몸의 균형을 맞출 수 있다. 따라서, 사람에게 추가적인 장치를 부착하던지 외부의 가반 하중이 작용하게 되면 사람의 무게 중심이 바뀌게 되어 몸의 균형을 위해 앞으로 쏙이게 되고, 이때 균형을 잡지 못하면 위험한 상황에 직면할 수 있다. 따라서, 외골격형 로봇을 입은 착용자는 몸의 균형을 유지하기 위한 안정성을 증가시킬 필요가 있고, 보행재활을 수행하는 환자의 경우 넘어지지 않도록 몸의 균형(balance)을 잡을 수 있도록 지지해줘야 하는 것이 급선무다.

[0003] 현재 병원에서 사용 중인 대표적인 착용용 보장구로는 단하지 보장구(Ankle Foot Orthosis, AFO), 장하지 보장구(Knee Ankle Foot Orthosis, KAFO), 신발 및 족부 보장구, 슬관절 보조기(Knee brace)등이고 위 장치들은 보행동안 보조적으로 환자의 상태를 개선시키는 것을 목적으로 하고 있어 상태가 비교적 양호한 환자에게만 적용이 가능하다. 보행용 보장구 중에서 상품화된 제품으로는 장하지 보조기(KAFO)를 양발에 착용하고, 골반조인트 및 밴드를 추가하여 골반 부분을 지지하는 보행용 보장구(Hip Knee Ankle Foot Orthosis, HKAF0)가 있다. HKAF0는 골반조인트에 잠금장치가 있어 골반의 움직임을 허락할 수도 있고, 제한 할 수도 있으며 주로 목발(crutch), walker등의 보조장치와 함께 어린 환자들에게 많이 사용된다. 왕복보행보조기(reciprocating gait orthosis, RGO)는 HKAF0의 일종으로 기존의 HKAF0에 비해 정상보행에 가까운 운동을 발생시킨다. 왕복보행보조기는 기존의 KAFO를 양다리에 부착하고, KAFO를 각각 밴드, 케이블(혹은 push-pull rod)로 연결하여 한 다리에 서의 에너지를 다른 다리로 전이하는 기구운동을 구현해 도립진자(Inverted Pendulum) 보행운동을 발생시킬 수 있다. 따라서, 한발이 고정되던지 앞으로 나간다면, 반대발이 대칭해서 움직이게 되어 왕복운동(reciprocating)하는 구조를 가지고 있어 보다 부드러운 보행을 허락하면서 환자의 걷기위한 노력을 감소시켜 목발 등의 보조

장치 없이도 걸을 수 있는 구조로 되어 있다. 하지만, 여전히 환자에게는 상체 쪽의 많은 에너지 사용과 보행의 불편함 때문에 대부분 몇 번의 사용 후 휠체어등으로 대체된다. 재활공학연구소에서는 하반신 마비환자의 보행을 위하여 왕복보행보조기(Reciprocating Gait Orthosis, RGO) 및 왕복보행보조구의 고관절위치에 공압 구동기를 부착하여 보행을 보조하는 동력보행보조기(PGO) 및 왕복보행보조구를 사용하여 보행시 고관절 굴곡근에 전기자극을 가하여 보행을 보조하는 하이브리드 보행보조기 각각에 대하여 에너지 소모도를 분석한 결과 동력보행보조기가 가장 적은 에너지소비 및 정상보행에 가까운 보행 궤적을 발생시킨다는 결과를 제시하였다.

[0004] 한편 다른 형태의 보행 보조 장치로는 하지부분의 착용형 능동 정형 장치(orthosis device)가 개발된 바 있다. 제안된 장치는 구동기, 제어기, 배터리를 포함하는 부분을 모바일장치에 실어 장치의 무게를 경감시키는 구조를 가지고 있다. 골반 및 무릎에 flexion/extension 운동의 능동 구동이 들어가고 발목의 회전은 고정되고, 다른 쪽은 모두 수동으로 구동되었다. 사용자의 보행 의도는 조인트 각도 센서 및 근육에 부착된 압력센서에 의해 측정되었다. 하지만, 제안된 장치는 보행이 가능한 노인들을 대상으로 하고 있어 하지환자에게는 적용하기 힘들고, 보행의도를 전적으로 신호처리에 의존함으로써 환자마다 틀린 마비정도로 인해 사용자의 정확한 보행의도를 획득하기는 어렵다. 외골격장치의 보행안정성에 보면, 기존에 제시된 힘 증폭용 착용형 외골격장치의 경우 배낭에 가반된 하중을 상쇄하기 위해서 지면과 병렬로 연결된 외골격장치가 독립적으로 가반 하중을 지지하는 개념을 가진다. 하지만, 이때 가반하중 및 외골격장치의 무게로 인해 사용자의 무게중심이 뒤로 이동하게 되어 사용자의 보행이 부자연스러워지고 많은 양의 에너지를 소비하는 문제점을 가진다. 보행재활용 외골격장치의 경우는 골반, 무릎, 발목에서의 능동 구동기를 통해 환자에게 보행 시 필요로 하는 토크를 보상해주는 개념을 제공하고 있지만 환자가 평행바나 목발(crutch)등의 부가적인 보조장치를 사용하지 않고서는 보행 시작 전 제자리에 서지도 못하고 있어 다른 사람의 도움 및 부가적인 지지대 없이 독립적으로 걷기는 거의 불가능하다. 더욱이, 몸의 균형 유지를 위해 보조장치를 이용하는 경우 손을 포함한 상체의 이용으로 많은 에너지 소비가 필요하고 보행동안 다른 작업(핸드폰 통화 등)을 수행할 수 없는 단점이 있다. 또한, 환자가 뇌졸중등의 신경계 질환을 가지고 있는 경우는 상체의 움직임도 원활하지 못해 목발 등의 사용도 어렵게 된다. 따라서, 외골격장치를 보행재활에 적용하기 위해서는 우선 환자 몸의 균형을 맞출 수 있는 보조장치가 제공되어야 한다. 이때, 단순히 안정성영역을 넓히기 위해 외골격장치와 연결된 발지지대를 크게 하는 경우 제자리에서 서 있을 동안에는 몸의 지지를 효율적으로 할 수 있지만 보행을 위해 발을 회전시킬 경우 한쪽 발판이 다른 쪽 발의 움직임을 방해하고 발의 회전동안 발판이 지면과 충돌하여 정상보행을 수행할 수 없게 된다. 이상의 보행 특수성으로 인해 특별히 설계된 발장치여야 보행안정성을 높이면서 정상 보행운동을 방해하지 않을 것이다.

[0005] 이와 같이, 기존에 제시된 착용용 보행재활 시스템으로는 뇌졸중등의 신경계 계통의 질병을 가지고 있는 환자가 외부장치의 도움 없이 홀로 서 있을 수 있도록 제어하기는 거의 불가능하고, 무게지지대나 목발 등의 부가장치는 환자의 보행 안정성을 높이는 효과는 있으나 환자의 정상 보행을 방해한다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위하여 안출된 것으로 본 발명의 목적은 착용형 외골격장치에 발지지대를 크게 하여 지지범위를 넓게 해주는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 개발하여 적용할 경우 보행의 안정성 영역(stability margin)의 증가로 균형감각 능력을 크게 향상시켜 힘 증폭을 위한 착용형 외골격형 로봇 및 보행 재활 등에서의 보행 성능을 추가적인 구동기 사용 없이 증가시킬 수 있도록 하는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 또한, 본 발명의 다른 목적은 별도의 보조지지장치 없이 환자가 혼자서 설 수 있도록 회전기(swing phase)에는 정상발의 크기를 가지면서 착지기(stance phase)에는 가능한 넓은 지지 면적을 가져 보행 안정성을 증가시킬 수 있는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치는 발뒤꿈치 부위의 뒤 발 하부에 구비되어 뒤발을 지지하는 뒤발지지대(2); 상기 뒤발지지대(2) 하부에 구비되어 지면과의 지지면적을 넓히는 뒤발확장발판(1); 상기 뒤발지지대(2)와 상기 뒤발확장발판(1)을 서로 연결하며 발뒤꿈치 들림시 상기

뒤발지지대(2)의 하방으로 상기 뒤발확장발판(1)이 회동되도록 하고 발 착지시 상기 뒤발지지대(2)와 평행하게 위치되도록 하는 뒤발조인트(R-heel); 상기 뒤발지지대(2)로부터 전방으로 이격되어 설치되며 발가락 관절부위 후방에 위치한 발바닥 하부를 지지하는 발바닥지지대(4); 상기 뒤발지지대(2)와 상기 발바닥지지대(4)를 연결시키는 연결부(3); 상기 발바닥지지대(4) 전방에 위치하여 발가락 관절부위 전방에 위치한 발가락 하부를 지지하며, 발 착지시 발가락의 상방향로의 굽힘과 상응하도록 상기 발바닥지지대(4)의 상부로 회동가능하게 발가락조인트(R-toe)로 상기 발바닥지지대(4)와 연결되는 앞발지지대(5); 및 상기 앞발지지대(5)의 하부에 고정되며 지면과의 지지면적을 넓히는 앞발확장발판(6); 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 상기 뒤발지지대(2)와 연결되어 상기 뒤발조인트(R-heel)의 회동방향과 반대방향으로 회동가능하며, 발 착지시 상기 뒤발확장발판(1)이 상기 뒤발지지대(2)와 평행하게 위치되도록 상기 뒤발지지대(2)를 로킹시키는 잠금고리(9); 및 상기 잠금고리(9)와 상기 앞발지지대(5)를 연결하며 발뒤꿈치 들림시 상기 앞발지지대(5)의 상부 회동에 의한 당김에 의해 상기 잠금고리(9)를 회동시켜 상기 뒤발 지지대(2)로부터 상기 잠금고리(9)를 로킹 해제시키는 발가락조인트와이어(Wi-toe); 를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또, 상기 잠금고리(9)는 발뒤꿈치 들림시 후 발 착지시 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 뒤발지지대(2)가 평행한 위치에서 상기 뒤발지지대(2)를 로킹시키도록 복원시키는 잠금고리복원스프링(sp-hook)으로 탄지된 것을 특징으로 한다.

[0011] 아울러, 상기 앞발지지대(5)에 구비되어 상기 발가락조인트와이어(Wi-toe)의 장력을 유지하는 발가락조인트스프링(sp-toe)이 더 구비된 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 뒤발조인트(R-heel)에 탄지되어 발뒤꿈치 들림시 상기 뒤발지지대(2)의 하방으로 상기 뒤발확장발판(1)이 회동되도록 하는 뒤발조인트스프링(Sp-heel)이 더 구비된 것을 특징으로 한다.

[0013] 또, 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 뒤발지지대(2)를 연결하며 상기 뒤발조인트(R-heel)에 의한 상기 뒤발확장발판(1)의 회동시 착용자발목 및 지면과의 충돌을 방지하기 위하여 상기 뒤발확장발판(1)의 회동을 제한하는 뒤발조인트와이어(Wi-heel)가 더 구비된 것을 특징으로 한다.

[0014] 아울러, 상기 연결부(3)는 착용자의 발 크기에 따라 착용가능하도록 상기 뒤발지지대(2)와 상기 발바닥지지대(4) 사이의 거리 조절이 가능한 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)의 하부 4개의 모퉁이에는 고무패드(가) 부착되며, 상기 고무패드 내부에 내장되며 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)에 작용하는 힘을 측정하고, 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)에서의 제로모멘트위치(ZMP)를 측정하고, 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 앞발확장발판(6)에 작용하는 전체 힘 값을 이용하여 전체의 최종 제로모멘트위치(ZMP)를 구하는 압력센서(PS-1,PS-2,PS-3,PS-4,PS-5,PS-6,PS-7,PS-8)가 구비된 것을 특징으로 한다.

효 과

[0016] 제안된 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치는 정지 상태로 서 있을 경우 지면과의 지지면적을 넓게 해서 보행안정성을 증대시키면서 회전기동안 자동으로 발판이 분리되어 자연스런 보행에 지장을 주지 않고 착지기 시작동안 자동으로 두 발판이 감겨져 지지면적을 넓게 해 주는 동작이 가능한 장점이 있고, 정지, 보행, 러닝 등의 착용자 이동 동안에도 사용이 가능하여 착용자의 이동 동안의 안정성을 방해함이 없이 추가구동기의 사용없이 획기적으로 보행안정성을 증대시킬 수 있는 장점이 있다.

[0017] 이에 따라 힘증폭용 외골격장치, 인간형로봇(휴머노이드로봇), 보행재활환자등 이족보행을 하는 모든 적응분야에 이동성능을 증대시킬 수 있을 것으로 예상된다. 특히, 인간형 로봇(휴머노이드)에 적용된다면 기존의 로봇발 시스템을 교체함이 없이 단순히 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 발에 부착하여 보행안정성을 증대시킬 수 있을 것으로 예상된다.

[0018] 아울러, 부가 보조지지장치가 필요없어 자유로운 상체를 통한 보행 안정성의 추가증대를 기대 할 수 있으며, 상지의 자유도를 다른 작업을 하는데도 사용할 수 있는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 상세히 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명에 따른 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 작동도이며, 도 3은 본 발명에 따른 무게중심위치 변화 및 위치변화 대응 적응형 발판 작동도이고, 도 4는 본 발명에 따른 뒤발확장발판의 구성도이며, 도 5는 본 발명에 따른 뒤발지지대의 구성도이고, 도 6은 본 발명에 따른 잠금고리의 작동도이며, 도 7은 본 발명에 따른 발가락조인트 운동을 이용한 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 작동도이며, 도 8은 본 발명에 따른 발바닥지지대 구성도이고, 도 9는 본 발명에 따른 앞발의 장치구성도이며, 도 10은 본 발명에 따른 한개 발판의 압력센서 및 ZMP 위치도이고, 도 11은 본 발명에 따른 두개 발판의 ZMP 위치도이다.
- [0021] 본 발명의 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치는 도 1 및 도 7을 참조하면 크게 뒤발지지대(2), 뒤발확장발판(1), 뒤발조인트(R-heel), 발바닥지지대(4), 연결부(3), 앞발지지대(5), 발가락조인트(R-toe), 앞발확장발판(6)로 구성된다.
- [0022] 상기 뒤발지지대(2)는 발뒤꿈치 부위의 뒤발 하부에 구비되어 뒤발을 지지하는 역할을 한다.
- [0023] 상기 뒤발확장발판(1)은 상기 뒤발지지대(2) 하부에 구비되어 지면과의 지지면적을 넓히는 역할을 하며, 뒤발을 안정적으로 지면에 지지하게 된다.
- [0024] 상기 뒤발조인트(R-heel)는 상기 뒤발지지대(2)와 상기 뒤발확장발판(1)을 서로 연결하며 발뒤꿈치 들림시 도 6의 (a)에서와 같이 상기 뒤발확장발판(1)이 상기 뒤발지지대(2)의 하방으로 회동되도록 하고 발 착지시 도 6의 (b)에서와 같이 도 6의 (a) 상태에서 상기 뒤발확장발판(1)이 원래상태로 회동되어 즉, 상부로 회동되어 상기 뒤발확장발판(1)이 상기 뒤발지지대(2)와 평행하게 위치되도록 하는 역할을 한다.
- [0025] 상기 발바닥지지대(4)는 상기 뒤발지지대(2)로부터 전방으로 이격되어 설치되며 발가락 관절부위 후방에 위치한 발바닥 하부를 지지하는 역할을 한다.
- [0026] 상기 연결부(3)는 상기 뒤발지지대(2)와 상기 발바닥지지대(4)를 연결시키는 역할을 한다. 상기 연결부(3)는 착용자 발의 크기에 따라 뒤발지지대(2) 및 발바닥지지대(4) 사이에 거리 조절이 가능한 것이 바람직하다.
- [0027] 상기 앞발지지대(5)는 상기 발바닥지지대(4) 전방에 위치하여 발가락 관절부위 전방에 위치한 발가락 하부를 지지하며, 발 착지시 발가락의 상방향로의 굽힘과 상응하도록 상기 발바닥지지대(4)의 상부로 회동가능하게 발가락조인트(R-toe)로 상기 발바닥지지대(4)와 연결된다.
- [0028] 상기 발가락조인트(R-toe)는 발바닥지지대(4)와 앞발지지대(5) 사이에 위치하며 발 구조상 착용자 발가락관절 위치 특히 엄지발가락 관절 위치와 일치하도록 설계된다.
- [0029] 상기 앞발확장발판(6)은 상기 앞발지지대(5)의 하부에 고정되며 지면과의 지지면적을 넓히는 역할을 하며, 앞발을 안정적으로 지면에 지지하게 된다.
- [0030] 본 발명은 상기 뒤발지지대(2)와 연결되어 상기 뒤발조인트(R-heel)의 회동방향과 반대방향으로 회동가능하며, 발 착지시 상기 뒤발확장발판(1)이 상기 뒤발지지대(2)와 평행하게 위치되도록 상기 뒤발지지대(2)를 로킹시키는 역할을 하는 잠금고리(9)가 구비되는 것이 바람직하다. 상기 잠금고리(9)는 발뒤꿈치 들림시 발가락조인트와 이어(Wi-toe)의 당김에 의해 뒤발지지대(2)로부터 해제되게 된다.
- [0031] 또한, 본 발명은 상기 잠금고리(9)와 상기 앞발지지대(5)를 연결하며 발뒤꿈치 들림시 상기 앞발지지대(5)의 상부 회동에 의한 당김에 의해 상기 잠금고리(9)를 회동시켜 상기 뒤발 지지대(2)로부터 상기 잠금고리(9)를 로킹 해제시키는 역할을 하는 상기 발가락조인트와이어(Wi-toe)가 구비되는 것이 바람직하다.
- [0032] 도 2는 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 구조도로 뒤발지지대(2), 발바닥지지대(4) 및 앞발지지대(5)에 착용자의 발(신발)을 고정시킨 상태에서 착지된 상태를 나타낸다.
- [0033] 여기서 뒤발지지대(2), 연결부(3), 발바닥지지대(4)는 최종적으로 결합되어 상대운동이 없는 강체가 되어 뒤발지지부(7)가 되고, 앞발지지대(5)와 앞발확장발판(6)도 결합되어 앞발지지부(8)가 된다.
- [0034] 도 3은 정지상태에서의 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 효용성을 나타내기 위한 것으로 사람의 등에 추가적인 무게가 작용하였을 때 무게중심위치가 발목 뒤로 이동하게 되고 이로 인해 사용자의 균형 안정성이 낮아지고 이를 피하기 위해 허리를 구부려 상지를 앞으로 이동하여 무게중심을 지면 경계 안에 유지하도록 한다. 하지만, 위 자세를 통해 보행을 수행한다면 비정상적인 보행운동이 발생되어 보행자의 몸에 무리가 가

게 된다. 반면, 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 이용할 경우 정지 상태에서 지면 지지면적이 넓어져 허리 굽임이 없이 무게중심을 유지할 수 있게 되고, 보행동안에도 외부 무게에 대해서 바른 자세를 유지할 수 있게 된다. 또한, 정상보행이 어려운 환자 등에도 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치를 적용할 경우 보행 안정성을 증가시켜 정상보행에 도움을 줄 수 있게 된다.

[0035] 도 4의 뒤발확장발판(1)은 뒤발조인트(R-heel)와 잠금홀(1-2) 및 발판프레임(1-1)으로 이루어지고, 도 5의 뒤발지지대(2)는 뒤발조인트(R-heel)와 지지대프레임(2-1), 뒤발지지대받침대(2-2), 잠금고리조인트(R-hook), 연결부 하부(3-2)로 이루어지며, 잠금고리조인트(R-hook)에 잠금고리(9)가 연결된다.

[0036] 보행하는 동안 발뒤꿈치 들림시에는 뒤발확장발판(1)이 회동되게 되며 뒤발착지기(heel strike)동안 뒤발확장발판(1)이 도 6의 (a)와 같이 먼저 지면과 접하게 되며 이어서 발은 도 6의 (b)와 같이 발바닥접지기(foot flat)의 상태가 된다. 이때, 뒤발지지대(2)와 뒤발확장발판(1)이 수평이 된다. 이 경우에는 발바닥접지기(foot flat)기간 동안 자동으로 잠금고리(9)가 잠금홀(1-2)에 결합되어 로킹되게 된다. 상기 잠금고리(9)가 로킹되게 되면 상기 뒤발지지대(2)와 연결부(3)와 발바닥 지지대(4) 및 앞발지지대(5)는 하나의 강체로 작용하게 된다. 이때 잠금고리(9)는 잠금고리조인트(R-hook)를 따라서 회전하게 되는데 잠금고리(9)가 로킹되기 위해서는 상기 잠금홀(1-2)의 하단과 접하여 상기 잠금고리(9)가 회전되는 것을 제한하는 걸림턱(9-1)이 구비되어 상기 걸림턱(9-1)에 의해 강체의 상대운동이 멈추는 잠금장치 역할을 하게 된다.

[0037] 이때, 상기 잠금고리(9)의 잠금상태를 유지하기 위해서 발바닥접지기 즉, 발뒤꿈치 들림시 후 발 착지시 상기 뒤발확장발판(1)과 상기 뒤발지지대(2)가 평행한 위치에서 상기 뒤발지지대(2)를 로킹시키도록 상기 잠금고리(9)를 복원시키는 잠금고리복원스프링(sp-hook)으로 탄지된 것이 바람직하다.

[0038] 아울러, 상기 앞발지지대(5)에는 상기 발가락조인트와이어(Wi-toe)의 장력을 유지하는 발가락조인트스프링(sp-toe)이 더 구비되는 것이 바람직하다.

[0039] 발바닥접지기(foot flat)에서 뒤꿈치 들림(heel rise)동안에는 도 7과 같이 앞발장치에 부착된 발가락조인트와이어(Wi-toe)가 잠금고리(9)를 잡아당겨 고정된 2개의 고리연결을 해제하는 역할을 한다.

[0040] 이때 발가락조인트스프링(Sp-toe)이 뒤발지지대(2) 및 앞발지지대(5)를 평행이 되도록 장력 힘을 발생시킨다.

[0041] 또한, 적응형발장치의 잠금장치가 풀렸을 때 뒤발조인트스프링(Sp-heel)의 역할은 뒤발확장발판(1)을 뒤로 회전시켜 발뒤꿈치 착지기(heel strike)기간 동안 뒤발확장발판(1)의 바깥쪽이 지면에 닿는 것을 도와준다(도 6참조).

[0042] 잠금고리 해제시 뒤발조인트와이어(Wi-heel)의 역할은 적응형발장치의 잠금장치가 풀렸을 때 상기 뒤발확장발판(1)이 뒤발조인트스프링(Sp-heel)에 의한 탄성으로 착용자 발목 및 지면과 충돌하는 것을 방지하면서 다음 착지기(heel strike)시 뒤발확장발판(1)의 적합한 지면 충돌각을 유지하도록 뒤발확장발판(1)의 회전 범위를 제한하는 것이다. 따라서, 발바닥접지기(foot flat) 동안 상기 뒤발확장발판(1) 및 뒤발지지대(2)가 고정되어 뒤발지지대(2)의 뒤발 지지면적을 뒤발확장발판(1)까지 증대되는 효과를 가져 지지면 증대를 통한 보행안정성을 증가시키고, 발 뒤꿈치 들림(heel rise)동안에는 발가락조인트와이어(Wi-toe)가 뒤발확장발판(1) 및 뒤발지지대(2)의 잠금장치를 자동으로 풀어 다음 걸음에서의 발 뒤꿈치 착지기동안 자연스런 발뒤꿈치 착지가 가능하게 한다. 도 8의 발바닥지지대(4)는 발가락조인트(R-toe) 및 연결부 상부(3-1) 및 발바닥지지대몸체(4-1)로 구성되어 뒤발지지대(2)의 연결부 하부(3-2)와 발바닥지지대(4)의 연결부 상부(3-1)를 겹쳐 볼트로 체결하여 발 크기의 변화에 대응하면서 발바닥지지대(4)와 뒤발지지대(2)를 강체로 고정시킨다. 도 8은 앞발지지부(8)의 구체적인 장치구조를 나타내고 있으며 앞발장치는 도 9에서와 같이 앞발지지대(5) 및 앞발확장발판(6)으로 나뉘며 앞발지지대(5)와 앞발확장발판(6)은 볼트체결을 통해 강체로 연결되고, 앞발지지대(5) 및 발바닥지지대(4)는 발가락조인트(R-toe)로 연결된다. 앞발확장발판(6) 및 뒤발확장발판(1)의 아래 면은 고무패드를 부착하여 보행동안 지면과의 충돌에 의해 발생하는 충격력을 완화시키는데 사용된다. 또한, 고무패드(도시되지 않음) 안에는 압력센서(PS-1,2,3,4,5,6,7,8)가 삽입되어 도면10과 같이 하나의 발판에 작용하는 ZMP(Zero Moment Point) 위치는 다음과 같은 관계식을 가지고

$$[0043] \quad (F_1 + F_2)(x_F - x) = (F_3 + F_4)(x_F + x) \quad (1)$$

$$[0044] \quad (F_2 + F_3)(y_F - y) = (F_1 + F_4)(y_F + y) \quad (2)$$

[0045] 여기서, F_1, F_2, F_3, F_4 는 압력센서(PS-1,2,3,4)에서 측정된 단일 힘 값이고, x_F, y_F 는 센서의 오프셋 값이고, x, y 는 ZMP 위치이다. 따라서 위 식을 풀면 다음과 같이 ZMP를 구할 수 있다.

$$x = \frac{(F_1 + F_2 - F_3 - F_4)}{(F_1 + F_2 + F_3 + F_4)} x_F, \quad y = \frac{(F_2 + F_3 - F_1 - F_4)}{(F_1 + F_2 + F_3 + F_4)} y_F \quad (3)$$

[0047] 도면 11은 앞발확장발판(6) 및 뒤발확장발판(1)에서 작용하는 ZMP를 나타내고 있고, 이때 의 ZMP 값은 다음과 같다.

$$x = \frac{F_T x_T - F_H x_H}{F_T + F_H}, \quad y = \frac{F_T y_T - F_H y_H}{F_T + F_H} \quad (4)$$

[0049] 여기서, x_T, y_T 는 앞발확장발판(6)의 ZMP 값, x_H, y_H 는 뒤발확장발판(1) ZMP 값이고, F_T, F_H 는 그때의 힘 값이다. 이상으로 구해진 ZMP 값 및 발장치 지지면적과 ZMP와의 최단 거리를 구하는 것으로 보행 안정성의 정도를 수치적으로 구할 수 있다. 위 정보를 이용해 보행의 상태 파악 및 추가 제어 작업을 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0050] 도 1은 본 발명에 따른 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 구성도.

[0051] 도 2는 본 발명에 따른 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 작동도.

[0052] 도 3은 본 발명에 따른 무게중심위치 변화 및 위치변화 대응 적응형 발판 작동도.

[0053] 도 4는 본 발명에 따른 뒤발확장발판의 구성도.

[0054] 도 5는 본 발명에 따른 뒤발지지대의 구성도.

[0055] 도 6은 본 발명에 따른 잠금고리의 작동도.

[0056] 도 7은 본 발명에 따른 발가락조인트 운동을 이용한 보행안정성 증대를 위한 적응형 보행 보조 장치의 작동도.

[0057] 도 8은 본 발명에 따른 발바닥지지대 구성도.

[0058] 도 9는 본 발명에 따른 앞발의 장치구성도.

[0059] 도 10은 본 발명에 따른 한개 발판의 압력센서 및 ZMP 위치도.

[0060] 도 11은 본 발명에 따른 두개 발판의 ZMP 위치도.

[0061] -도면의 주요부분에 대한 부호의 설명-

[0062] 1: 뒤발확장발판(1)

[0063] 2: 뒤발지지대(2)

[0064] R-heel: 뒤발조인트

[0065] 9: 잠금고리

[0066] 4: 발바닥지지대

[0067] 3: 연결부

[0068] R-toe: 발가락조인트

[0069] 5: 앞발지지대

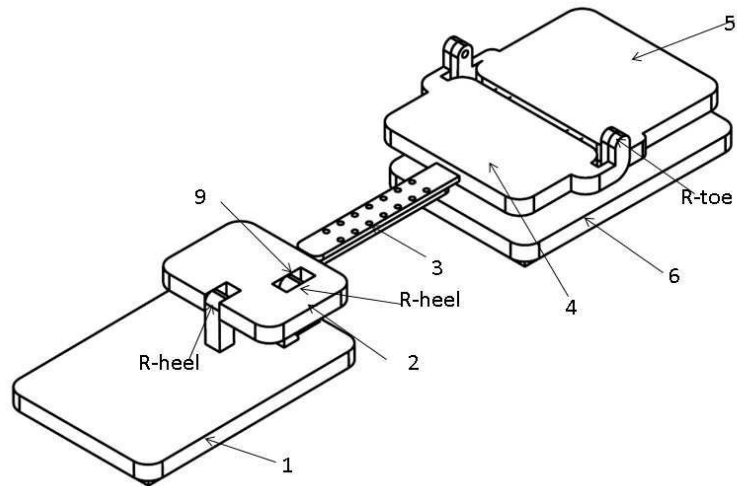
[0070] 6: 앞발확장발판

[0071] Wi-toe: 발가락조인트와이어

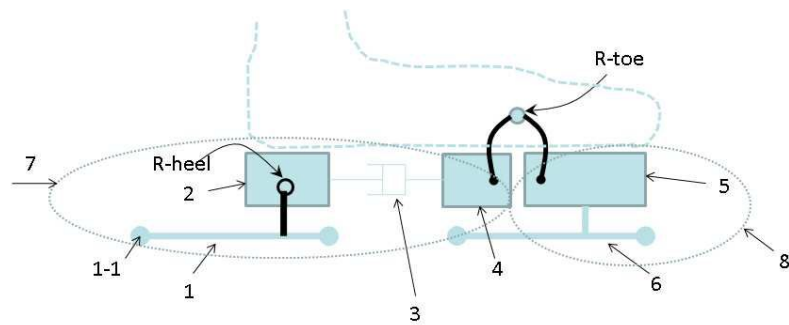
- [0072] sp-hook: 잠금고리복원스프링
- [0073] sp-toe: 발가락조인트스프링
- [0074] Sp-heel: 뒤발조인트스프링
- [0075] Wi-heel: 뒤발조인트와이어
- [0076] PS-1,PS-2,PS-3,PS-4,PS-5,PS-6,PS-7,PS-8: 압력센서

도면

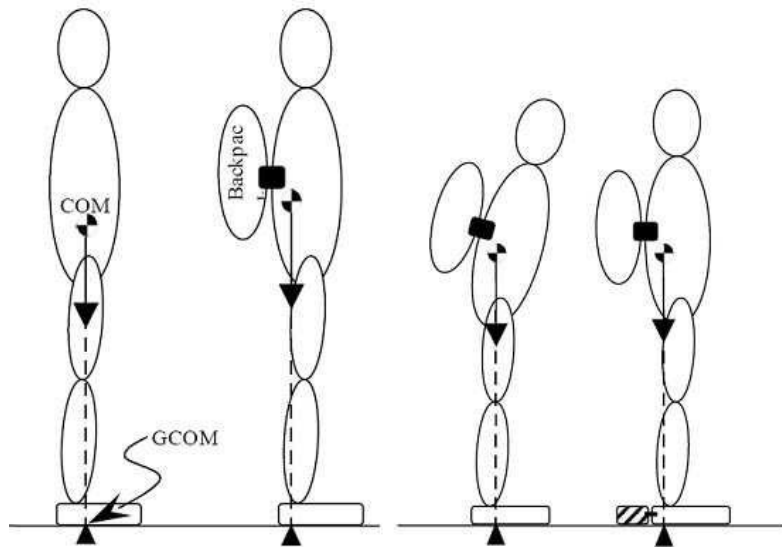
도면1



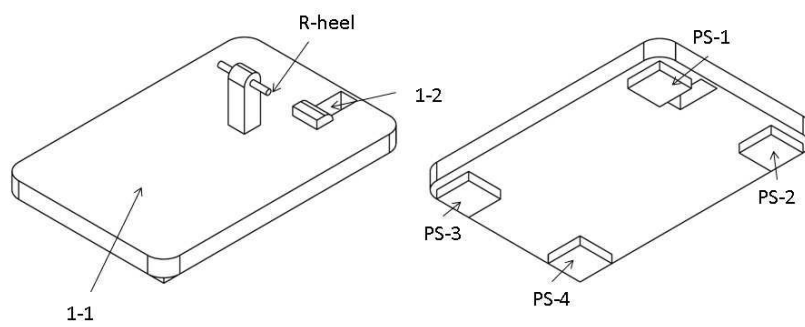
도면2



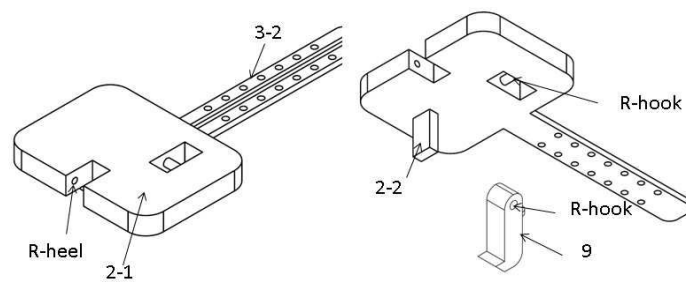
도면3



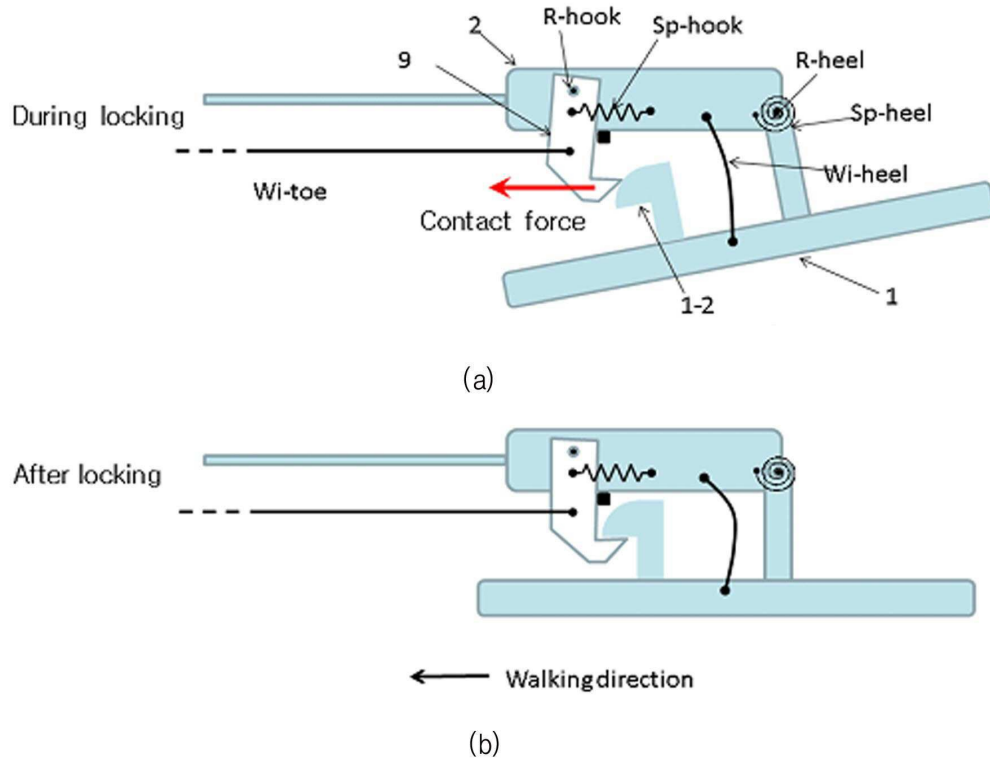
도면4



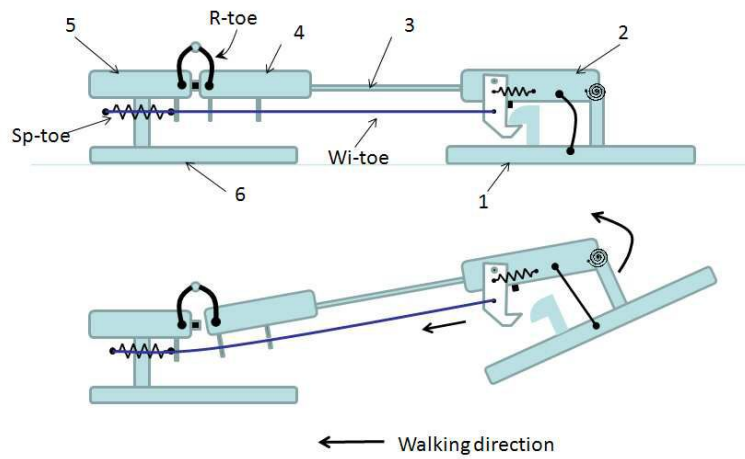
도면5



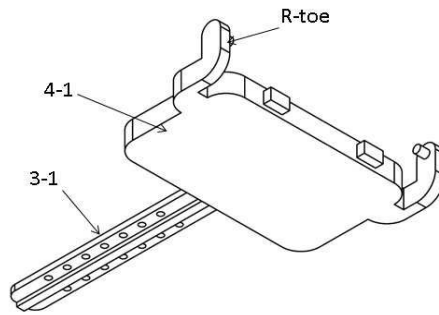
도면6



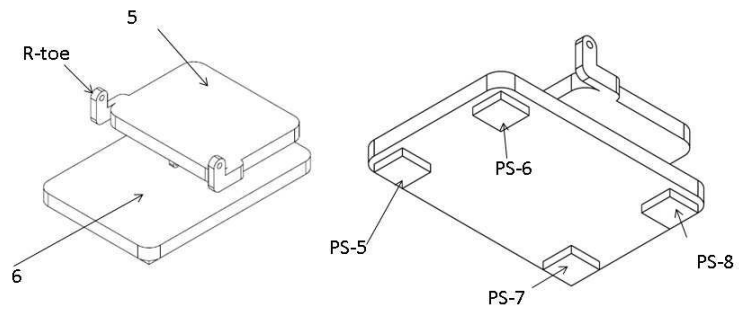
도면7



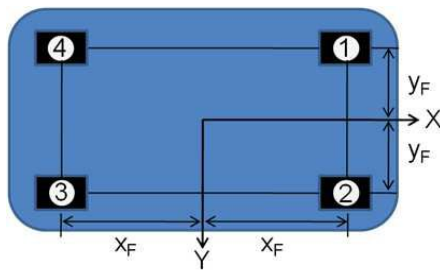
도면8



도면9



도면10



도면11

