



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0091124
(43) 공개일자 2022년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B25J 5/00 (2006.01) B25J 9/00 (2006.01)
B25J 9/10 (2006.01) B25J 9/12 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B25J 5/00 (2013.01)
B25J 9/0006 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0182335

(22) 출원일자 2020년12월23일
심사청구일자 2020년12월23일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

안경관
울산광역시 남구 대공원로 207, 102동 402호(신정동, 대공원 월드메르디앙)

보, 꿈 팻

울산광역시 남구 대학로33번길 30-29, 102호(무거동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김정수

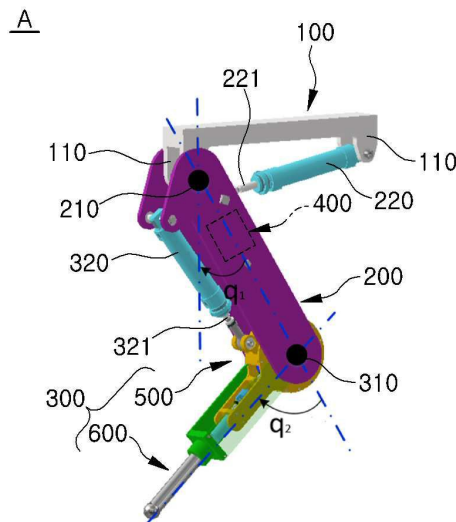
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리

(57) 요약

본 발명은, 베이스부재; 상기 베이스부재 일 단부에 회전 가능하게 연결되는 제1관절부가 제1실린더의 로드 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전하는 제1가동부재; 상기 제1가동부재 일 단부에 회전 가능하게 연결되는 제2관절부가 제2실린더의 로드 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전하는 제2가동부재; 및 상기 제1가동부재 및 상기 제2가동부재의 회전을 제어하는 컨트롤러; 포함하고, 상기 제2가동부재는, 상기 제1가동부재와 연결되는 일 단부에 배치되며, 상기 컨트롤러의 제어에 따라 강성이 가변되는 액추에이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B25J 9/0009 (2013.01)

B25J 9/102 (2013.01)

B25J 9/106 (2013.01)

B25J 9/126 (2013.01)

B25J 9/161 (2013.01)

(72) 발명자

판, 반 두

울산광역시 남구 대학로33번길 30-29, 103호(무거동)

웬, 탄 하

울산광역시 남구 대학로43번길 22-1, 202호(무거동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711110290

과제번호 NRF-2020R1A2B5B03001480

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 유체마찰전기 기반의 고효율 에너지 수확장치 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 울산대학교

연구기간 2020.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

베이스부재;

상기 베이스부재 일 단부에 회전 가능하게 연결되는 제1관절부가 제1실린더의 로드 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전하는 제1가동부재;

상기 제1가동부재 일 단부에 회전 가능하게 연결되는 제2관절부가 제2실린더의 로드 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전하는 제2가동부재; 및

상기 제1가동부재 및 상기 제2가동부재의 회전을 제어하는 컨트롤러; 포함하고,

상기 제2가동부재는, 상기 제1가동부재와 연결되는 일 단부에 배치되되, 상기 컨트롤러의 제어에 따라 강성이 가변되는 액추에이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2가동부재는 상기 액추에이터의 선단에 결합되어 길이를 연장하는 지지부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러는, 로봇 다리의 스윙(swing) 단계에서 상기 액추에이터의 강성을 높이고, 로봇 다리의 스탠스(stance) 단계에서 강성을 낮추는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 액추에이터는, 하우징; 상기 하우징의 내부에 구비되어 직선 왕복 운동하는 동력부; 및 상기 하우징의 내부에 배치되어 상기 동력부의 직선 왕복 운동에 의해 내측으로 오프러지거나 외측으로 벌어짐에 따라 강성이 가변되는 출력부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 동력부는, 모터; 상기 모터 구동에 의해 정역 회전하는 리드 스크류; 및 상기 리드 스크류에 나선 물림하여 리드 스크류 회전 방향에 따라 전후진하는 볼 너트;를 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 동력부는, 상기 리드 스크류 일단과 상기 모터의 회전축을 연결하는 커플링; 및 상기 리드 스크류 상에서의 상기 볼 너트 전진을 제한하는 고정블럭;을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 출력부는, 상기 동력부에 연결되어 상기 동력부와 함께 직선 왕복 운동하는 롱바; 상기 롱바에 연결되어 상기 롱바 직선 왕복 운동에 따라 정역 회전하는 회전판; 방사상으로 배치되는 복수 개의 스포크를 구비하는 것으로서, 수직 방향으로 이어지는 중심축이 상기 회전판에 결합되어 상기 회전판과 함께 회전하는 작동구; 상기 작동구의 상기 스포크 어느 하나와 다른 하나 사이 각각에 배치되되, 일측 및 다른 일측이 스프링에 의해 탄력적으로 지지되는 가동블럭; 상기 가동블럭 각각으로부터 상기 회전판으로 이어져 상기 회전판의 회전에 따라 상기 가동블럭을 당기거나 밀어 내외측으로 이동시키는 샷바; 및 상기 작동구의 상기 중심축에 결합되어 상기 작동구의 회전에 따라 회전하는 출력링크;를 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 출력부는 상기 가동블럭의 내외측 이동을 안내하는 가이드레일을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 로봇 다리에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 보행 동작에 따라 다리의 무릎관절에 해당하는 부위의 강성이 가변되며 충격이 완화됨으로써 자세가 안정적으로 유지되어 보행이 원활할 수 있도록 할 뿐만 아니라 주요 부품의 손상을 방지할 수 있도록 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 가정용, 군사용 및 산업용 등의 목적으로 각종의 로봇이 개발되고 있다.
- [0003] 그리고 최근 대한민국 공개특허공보 제10-2009-0083495호 등에 개시된 바와 같은 복수 개의 다리를 통해 자립 보행이 가능한 보행 로봇의 개발이 크게 늘고 있다.
- [0004] 한편, 보행 로봇의 보행 동작은 다리에서 대퇴부관절 및 무릎관절에 해당하는 부위의 반복적인 회전에 의해서 이루어진다.
- [0005] 이때, 로봇 다리의 하단, 다시 말해 발이 지면과 접촉할 때에는 상당한 충격이 발생하게 되므로 이에 의해 로봇의 자세가 흐트러져 보행이 불안정해질 뿐만 아니라 주요 부품이 손상되는 문제가 있었다.
- [0006] 이와 같은 문제를 해소하기 위하여 관절 부위에 완충장치가 적용된 로봇 다리가 제안된바 있다.
- [0007] 로봇 다리의 관절 부위에 완충장치를 적용하게 되면 보행시의 충격이 완충장치의 수축 작용 등에 의해 완화되므로 안정적인 보행이 이루어질 수 있을 뿐만 아니라 주요 부품의 손상을 방지할 수 있다.
- [0008] 그러나 로봇 다리에 적용되었던 종래 완충장치는, 그 구조가 복잡하여 로봇 다리 제조 효율이 저하되는 문제가 있었고, 특히 보행 동작과 무관하게 일률적으로 충격 완화가 이루어졌던바, 보행 동작에 따라서는 완충장치 수축 등에 의해 어느 일측으로 기울거나 하여 오히려 자세가 흐트러졌으므로 보행이 불안정해지는 문제가 있었다.
- [0009] 상기의 이유로 해당 분야에서는 보행 동작에 따라 다리의 무릎관절에 해당하는 부위의 강성이 가변되며 충격이 완화될 수 있도록 하는 로봇 다리의 개발을 시도하고 있으나, 현재까지는 만족할만한 결과를 얻지 못하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2009-0083495호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해소하기 위하여 제안된 것으로, 보행 동작에 따라 다리의 무릎관절에 해당하는 부위의 강성이 가변되며 충격이 완화됨으로써 자세가 안정적으로 유지되어 보행이 원활할 수 있도록 할 뿐만 아니라 주요 부품의 손상을 방지할 수 있도록 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은,
- [0013] 베이스부재; 상기 베이스부재 일 단부에 회전 가능하게 연결되는 제1관절부가 제1실린더의 로드 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전하는 제1가동부재; 상기 제1가동부재 일 단부에 회전 가능하게 연결되는 제2관절부가 제2실린더의 로드 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전하는 제2가동부재; 및 상기 제1가동부재 및 상기 제2가동부재의 회전을 제어하는 컨트롤러; 포함하고, 상기 제2가동부재는, 상기 제1가동부재와 연결되는 일 단부에 배치되며, 상기 컨트롤러의 제어에 따라 강성이 가변되는 액추에이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리를 제안한다.
- [0014] 상기 제2가동부재는 상기 액추에이터의 선단에 결합되어 길이를 연장하는 지지부재를 포함한다.
- [0015] 상기 컨트롤러는, 상기 제1관절부의 각도와 상기 제2관절부의 각도에 따라 상기 액추에이터의 강성을 낮춰 상기 제2가동부재의 강성을 낮추고, 상기 제1관절부의 각도와 상기 제2관절부에 따라 상기 액추에이터의 강성을 높여 상기 제2가동부재의 강성을 높인다.
- [0016] 상기 액추에이터는, 하우징; 상기 하우징의 내부에 구비되어 직선 왕복 운동하는 동력부; 및 상기 하우징의 내부에 배치되어 상기 동력부의 직선 왕복 운동에 의해 내측으로 오프러지거나 외측으로 벌어짐에 따라 강성이 가변되는 출력부;를 포함한다.
- [0017] 상기 동력부는, 모터; 상기 모터 구동에 의해 정역 회전하는 리드 스크류; 및 상기 리드 스크류에 나선 물림하여 리드 스크류 회전 방향에 따라 전후진하는 볼 너트;를 포함한다.
- [0018] 상기 동력부는, 상기 리드 스크류 일단과 상기 모터의 회전축을 연결하는 커플링; 및 상기 리드 스크류 상에서의 상기 볼 너트 전진을 제한하는 고정블럭;을 더 포함한다.
- [0019] 상기 출력부는, 상기 동력부에 연결되어 상기 동력부와 함께 직선 왕복 운동하는 롱바; 상기 롱바에 연결되어 상기 롱바 직선 왕복 운동에 따라 정역 회전하는 회전판; 방사상으로 배치되는 복수 개의 스포크를 구비하는 것으로서, 수직 방향으로 이어지는 중심축이 상기 회전판에 결합되어 상기 회전판과 함께 회전하는 작동구; 상기 작동구의 상기 스포크 어느 하나와 다른 하나 사이 각각에 배치되며, 일측 및 다른 일측이 스프링에 의해 탄력적으로 지지되는 가동블럭; 상기 가동블럭 각각으로부터 상기 회전판으로 이어져 상기 회전판의 회전에 따라 상기 가동블럭을 당기거나 밀어 내외측으로 이동시키는 숏바; 및 상기 작동구의 상기 중심축에 결합되어 상기 작동구의 회전에 따라 회전하는 출력링크;를 포함한다.
- [0020] 상기 출력부는 상기 가동블럭의 내외측 이동을 안내하는 가이드레일을 더 포함한다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리는, 제2가동부재가 액추에이터를 포함하는바, 액추에이터에 의해 강성이 가변됨에 따라 보행 동작 과정에서 제2가동부재의 강성이 조절되므로 제2가동부재 회전 과정에서 지면과의 의도하지 않은 충돌이 방지될 수 있을 뿐만 아니라 지면과의 접촉시 충격 완화가 이루어질 수 있어 안정적인 자세 유지에 의해 보행이 원활할 수 있을 뿐만 아니라 충격 전달 최소화에 의해 주요 부품의 손상을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리의 외형을 보인 사시도이다.
- 도 2는 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리에서 액추에이터의 구조를 설

명하기 위한 분리 사시도이다.

도 3은 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리에서 액추에이터의 작동을 설명하기 위한 예시도이다.

도 4는 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리의 보행 동작을 단계별로 보인 예시도이다.

도 5는 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리에서 컨트롤러를 통한 보행 동작 제어를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 첨부 도면에 의거 본 발명에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0025] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리(A)는, 베이스부재(100); 제1가동부재(200); 제2가동부재(300); 및 컨트롤러(400);를 포함한다.
- [0026] 본 발명의 베이스부재(100)는 일단 및 타단에 링크(110)를 포함한다.
- [0027] 따라서 링크(110) 어느 하나와 제1가동부재(200) 일 단부를 결합축(도면부호 미표시)으로 연결함으로써 베이스부재(100)에 제1가동부재(200)가 회전 가능하게 연결된다.
- [0028] 한편, 베이스부재(100)의 다른 하나 링크(110)는 로봇 몸체(도면상 미도시)에 결합축(도면상 미도시)으로 연결됨으로써 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리(A)가 로봇 몸체에 연결될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 제1가동부재(200)는 베이스부재(100)에 회전 가능하게 연결되는 제1관절부(210)가 제1실린더(220)의 로드(221) 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전한다.
- [0030] 따라서 제1가동부재(200)의 제1관절부(210) 회전에 의해 제1가동부재(200)에 연결되는 제2가동부재(300)의 전후 이동이 이루어진다.
- [0031] 이때, 제1실린더(220)의 로드(221) 출몰은 컨트롤러(400)의 제어에 의해 사전 설정된 범위 이내로 이루어지므로 이에 의해 제1가동부재(200)가 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전할 수 있다.
- [0032] 한편, 제1실린더(220)는 컨트롤러(400)에 의해 로드(221)의 출몰이 이루어질 수 있는 것이라면 통상의 어떠한 구조 및 방식의 것이어도 무방한바, 제1실린더(220)에 관한 상세한 설명은 생략한다.
- [0033] 그리고 제1실린더(220)의 로드(221) 선단은 제1가동부재(200)의 일 측면에 연결됨으로써 로드(221) 출몰에 의해 제1가동부재(200)가 밀리거나 당겨져 회전이 이루어질 수 있다.
- [0034] 본 발명의 제2가동부재(300)는 제1가동부재(200) 일 단부에 회전 가능하게 연결되는 제2관절부(310)가 제2실린더(320)의 로드(321)의 출몰에 따라 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전한다.
- [0035] 따라서 제2가동부재(300)의 제2관절부(310) 회전에 의해 지면과 제2가동부재(300)의 접촉 및 지면으로부터 제2가동부재(300)의 이격이 이루어진다.
- [0036] 이때, 제2실린더(320)의 로드(321)의 출몰은 컨트롤러(400)의 제어에 의해 사전 설정된 범위 이내로 이루어지므로 이에 의해 제2가동부재(300)가 일정한 각도 범위 이내에서 전방 및 후방으로 회전할 수 있다.
- [0037] 여기서, 제2실린더(320)는 컨트롤러(400)에 의해 로드(321)의 출몰이 이루어질 수 있는 것이라면 통상의 어떠한 구조 및 방식의 것이어도 무방한바, 제2실린더(320)에 관한 상세한 설명은 생략한다.
- [0038] 그리고 제2실린더(320)의 로드(321) 선단은 아래에서 설명하는 액추에이터(500)의 하우징(510) 일측에 연결됨으로써 로드(321)의 출몰에 의해 하우징(510)이 회전함에 따라 제2가동부재(300)가 밀리거나 당겨져 회전이 이루어질 수 있다.
- [0039] 한편, 제2가동부재(300)는, 제1가동부재(200)와 연결되는 일 단부에 배치되며, 컨트롤러(400)의 제어에 따라 제1관절부(210)의 각도 q_1 와 제2관절부(310)의 각도 q_2 가 조절되며 강성이 가변되는 액추에이터(500);를 포

함한다.

- [0040] 즉, 제2가동부재(300)는 제1가동부재(200)에 연결되는 일 단부가 액추에이터(500)로 이루어진다.
- [0041] 따라서 보행 과정에서 액추에이터(500)의 회전 강성이 조절되고 제1관절부(210)와 제2관절부(310)가 보행과정에서 최적화된 경로로 움직이도록 제어된다. 상기 최적화된 경로는 각 관절부에 구비된 상호작용 센서(interaction sensor)와 위치 센서(position sensor)의 결합에 의하여 정해진다. 이에 따라 탄성 에너지를 저장가능하고 로봇에 손상이 될 수 있는 갑작스런 충돌이나 충격을 피할 수 있다.
- [0042] 액추에이터(500)는, 도 2에 도시된 바와 같이 하우징(510); 하우징(510)의 내부에 구비되어 직선 왕복 운동하는 동력부(520); 및 하우징(510)의 내부에 배치되어 동력부(520)의 직선 왕복 운동에 의해 내측으로 오픈되거나 외측으로 벌어짐에 따라 강성이 가변되는 출력부(530);를 포함함으로써 동력부(520)의 직선 왕복 운동에 의한 출력부(530)의 강성 가변에 의해 제2가동부재(300)의 제2관절부(310) 강성이 조절될 수 있다.
- [0043] 여기서, 동력부(520)는, 모터(521); 모터(521) 구동에 의해 정역 회전하는 리드 스크류(522); 및 리드 스크류(522)에 나선 물림하여 리드 스크류(522) 회전 방향에 따라 전후진하는 볼 너트(523);를 포함함으로써 모터(521) 구동에 의해 리드 스크류(522)의 정역 회전이 이루어져 이에 의해 볼 너트(523)의 전후진이 이루어짐에 따라 동력부(520)의 직선 왕복 운동이 이루어진다.
- [0044] 그리고 동력부(520)는 리드 스크류(522) 일단과 모터(521)의 회전축 사이에 연결되는 커플링(524)을 더 포함함으로써 커플링(524)에 의해 리드 스크류(522) 일단과 모터(521)의 회전축의 연결 및 연결 해체가 용이할 수 있다.
- [0045] 그리고 동력부(520)는 리드 스크류(522)의 선단부에 고정 설치되는 고정블럭(525)을 더 포함함으로써 고정블럭(525)과의 접촉에 의해 볼 너트(523)의 전진이 제한될 수 있다.
- [0046] 한편, 출력부(530)는, 동력부(520)에 연결되어 동력부(520)와 함께 직선 왕복 운동하는 롱바(531); 롱바(531)에 연결되어 롱바(531) 직선 왕복 운동에 따라 정역 회전하는 회전판(532); 방사상으로 배치되는 복수 개의 스포크(533a)를 구비하는 것으로서, 수직 방향으로 이어지는 중심축(533b)이 회전판(532)에 결합되어 회전판(532)과 함께 회전하는 작동구(533); 작동구(533)의 스포크(533a) 어느 하나와 다른 하나 사이 각각에 배치되되, 일측 및 다른 일측이 스프링(534a)에 의해 탄력적으로 지지되는 가동블럭(534); 가동블럭(534) 각각으로부터 회전판(532)으로 이어져 회전판(532)의 회전에 따라 가동블럭(534)을 당기거나 밀어 내외측으로 이동시키는 숏바(535); 및 작동구(533)의 중심축(533b)에 결합되어 작동구(533)의 회전에 따라 회전하는 출력링크(536);를 포함함으로써 롱바(531) 직선 왕복과, 회전판(532) 및 이에 결합된 작동구(533)의 회전과, 숏바(535)에 의한 가동블럭(534)의 내외측 이동이 연계적으로 이루어짐에 따라 출력링크(536)의 회전시 강성 가변이 이루어질 수 있다.
- [0047] 이때, 출력부(530)는 각 가동블럭(534) 하부에 배치되는 가이드레일(537)을 더 포함함으로써 가이드레일(537)에 의해 가동블럭(534)의 내외측 이동 안내가 이루어질 수 있다.
- [0048] 그리고 출력부(530)에서 작동구(533)의 중심축(533b)이 관통하는 회전판(532) 및 하우징(510)에는 중심축(533b)을 감싸는 베어링(도면부호 미표시)이 마련됨으로써 베어링에 의해 작동구(533)의 회전이 원활할 수 있다.
- [0049] 여기서, 베어링은 작동구(533)의 회전이 원활할 수 있도록 하는 것이라면 통상의 어떠한 구조 및 방식의 것이어도 무방한바, 베어링에 관한 상세한 설명은 생략한다.
- [0050] 그리고 제2가동부재(300)는 액추에이터(500)의 출력링크(536)의 선단에 결합되는 지지부재(600)를 포함함으로써 지지부재(600)에 의해 길이 연장이 이루어질 수 있다.
- [0051] 본 발명의 컨트롤러(400)는 제1가동부재(200) 및 상기 제2가동부재(300)의 회전을 제어한다.
- [0052] 따라서 컨트롤러(400)에 의해 제1가동부재(200) 및 상기 제2가동부재(300)의 회전이 자동으로 이루어진다.
- [0053] 이때, 컨트롤러(400)는, 제1관절부(210)의 각도와 제2관절부(310)의 각도에 따라 액추에이터(500)의 강성을 낮추거나 높임으로써 출력링크(536)가 하우징(510)에 대하여 회전하는 강성을 낮추거나 높이고, 이에 따라 제2가동부재(300) 회전 과정, 다시 말해 보행 동작 과정에서 제2가동부재(300)의 치짐이 방지될 뿐만 아니라 지면과 접촉시의 충격 완화가 이루어질 수 있다.
- [0054] 한편, 컨트롤러(400)는 제1가동부재(200) 및 상기 제2가동부재(300)의 회전을 제어할 수 있는 것이면서 액추에이터(500)의 강성을 제어할 수 있는 것이라면 통상의 어떠한 구조 및 방식의 것이어도 무방하며 반드시 제1가동

부재(200)에 위치해야 하는 것도 아니고 로봇의 어느곳이나 위치가능하며 로봇과 떨어져서도 위치될 수 있다. 컨트롤러(400)에 관한 더 상세한 설명은 생략한다.

- [0056] 본 발명에 의한 보행 동작에 따라 관절 부위의 강성이 가변되는 로봇 다리(A)는 보행 충격을 완화할 수 있다. 이에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0057] 본 발명에서 베이스부재(100)와 제1가동부재(200) 사이에는 제1실린더(220)가 연결되고, 제1가동부재(200)와 제2가동부재(300) 사이에는 제2실린더(320)가 연결되는데, 제1실린더(220)의 로드(221) 출몰에 의해 제1가동부재(200)의 회전이 이루어지게 되고, 제2실린더(320)의 로드(321) 출몰에 의해 제2가동부재(300)의 회전이 이루어지게 되므로 이에 의해 도 4에 도시된 바와 같이 스윙 단계 및 스탠스 단계로 구분되는 보행 동작이 취해질 수 있다.
- [0058] 다만, 스윙 단계에서 제2가동부재(300)가 하부로 처지면 지면과 의도하지 않게 충돌할 수 있고, 스탠스 단계에서 제2가동부재(300)의 하단이 지면과 접촉할 때 충격이 과도하면 보행 자세가 흐트러지거나 주요 부품이 손상될 수 있다.
- [0059] 그러나 본 발명에서 제2가동부재(300)는 제1가동부재(200)와 연결되는 일 단부, 다시 말해 제2관절부(310)에 배치되는 액추에이터(500)를 포함하는바, 액추에이터(500)에 의해 출력링크(536)의 하우징(510)에 대한 회전 강성이 조절됨에 따라 스윙 단계에서 제2가동부재(300)의 처짐이 방지되어 지면과의 의도하지 않은 충돌이 방지될 수 있고, 스탠스 단계에서 제2가동부재(300) 하단과 지면 접촉시의 충격이 완화되어 보행 자세가 안정적으로 유지될 수 있고, 주요 부품으로의 충격 전달이 최소화될 수 있다.
- [0060] 즉, 본 발명에서 컨트롤러(400)에 의해 제어되는 액추에이터(500)는 동력부(520)의 직선 왕복 운동에 의해 출력부(530)의 강성이 가변되므로 스윙 단계에서 출력링크(536)의 하우징(510)에 대한 회전 강성이 높아짐으로써 제2가동부재(300)의 처짐이 방지되므로 이에 의해 지면과의 의도하지 않은 충돌이 방지될 수 있고, 스탠스 단계에서 출력링크(536)의 하우징(510)에 대한 회전 강성이 낮아짐으로써 제2가동부재(300) 하단과 지면 접촉시의 충격이 완화되므로 보행 자세가 안정적으로 유지될 수 있고, 주요 부품으로의 충격 전달이 최소화될 수 있다.
- [0061] 이때, 동력부(520)는, 모터(521); 모터(521) 구동에 의해 정역 회전하는 리드 스크류(522); 및 리드 스크류(522)에 나선 물림하여 리드 스크류(522) 회전 방향에 따라 전후진하는 볼 너트(523);를 포함하는바, 모터(521) 구동에 의해 리드 스크류(522)의 정역 회전이 이루어져 이에 의해 볼 너트(523)의 전후진이 이루어짐에 따라 직선 왕복 운동이 이루어진다.
- [0062] 그리고 출력부(530)는, 동력부(520)에 연결되어 동력부(520)와 함께 직선 왕복 운동하는 롱바(531); 롱바(531)에 연결되어 롱바(531) 직선 왕복 운동에 따라 정역 회전하는 회전판(532); 방사상으로 배치되는 복수 개의 스포크(533a)를 구비하는 것으로서, 수직 방향으로 이어지는 중심축(533b)이 회전판(532)에 결합되어 회전판(532)과 함께 회전하는 작동구(533); 작동구(533)의 스포크(533a) 어느 하나와 다른 하나 사이 각각에 배치되되, 일측 및 다른 일측이 스프링(534a)에 의해 탄력적으로 지지되는 가동블럭(534); 가동블럭(534) 각각으로부터 회전판(532)으로 이어져 회전판(532)의 회전에 따라 가동블럭(534)을 당기거나 밀어 내외측으로 이동시키는 숏바(535); 및 작동구(533)의 중심축(533b)에 결합되어 작동구(533)의 회전에 따라 회전하는 출력링크(536);를 포함함으로써 롱바(531) 직선 왕복과, 회전판(532) 및 이에 결합된 작동구(533)의 회전과, 숏바(535)에 의한 가동블럭(534)의 내외측 이동이 연계적으로 이루어짐에 따라 출력링크(536)의 회전 관성 가변이 이루어질 수 있다.
- [0063] 예컨대, 도 3의 상단 도시된 바와 같이 동력부(520)의 모터(521)가 시계 반대 방향으로 움직이는 경우, 모터(521)는 리드스크류(522)를 반 시계 방향으로 회전시키게 되며, 그에 따라 볼 너트(523)가 모터(521) 방향으로 이동될 수 있다.
- [0064] 이때, 볼 너트(523)와 롱바(531)에 의해 베어링 연결된 회전판(532)은 시계 방향으로 회전하게 되고, 회전판(532)의 회전에 따라 출력부(530)에서 가이드레일(537)에 안착되는 가동블럭(534)이 숏바(535)를 통해 중심축(533b) 방향으로 끌어 당겨지게 되어 복수의 스프링(534a)이 동시에 압축될 수 있도록 할 수 있다.
- [0065] 그에 따라 복수의 스프링(534a)이 충분히 압축되면 강성이 증가되고, 액추에이터(500)와 상기 출력링크(536)는 뻣뻣한(stiff) 상태로 연결되어 출력링크(536)의 하우징(510)에 대한 회전 관성이 증가하게 된다.
- [0066] 이와 반대로, 동력부(520)의 모터(521)가 시계 방향으로 움직이는 경우에는, 리드스크류(522)가 반 시계 방향으

로 회전하게 되어 볼 너트(523)를 모터(521)에서 멀어지도록 이동시킬 수 있다.

[0067] 이때, 볼 너트(523)와 롬바(531)에 의해 베어링 연결된 회전판(532)은 반 시계 방향으로 회전하게 되고, 회전판(532)의 회전에 따라 출력부(530)에서 가이드레일(537)에 안착되는 가동블럭(534)이 슷바(535)를 통해 밀어져 중심축(533b)에서 멀어지도록 이동되어 복수의 스프링(534a)이 동시에 인장될 수 있도록 변경되며, 이에 따라 복수의 스프링(534a)의 강성이 감소되어 액추에이터(500)는 유연한(soft) 상태가 되어 출력링크(536)의 하우징(510)에 대한 회전 관성이 감소하게 된다.

[0068] 한편, 본 발명에서 액추에이터(500)의 회전토크 τ 는 $\tau = K\phi$ 로 주어진다.

[0069] 이때, K 는 강성 함수이고, 이는 $K = f(q_2, \phi)$ 이며, ϕ 는 출력링크(536)의 하우징(510)에 대한 편향 각도이다.

[0070] 로봇 다리와 지면의 접촉은 제2 관절부(310)에서 액추에이터(500)의 편향에 대한 임계값을 통해 감지된다.

[0071] 달리기 동작(탄력 바운싱 모션과 유사)의 경우 터치 다운 후 감속 단계 동안 탄성 요소에 에너지를 저장하고 lift-off 전 가속 단계에서 이를 방출하여 시스템 에너지 함량(content)의 필요한 변동(fluctuation)을 달성할 수 있다.

[0072] 탄성 요소가 더 유연할수록(compliant) 이러한 에너지 변환이 더 오래 걸리고 시스템의 스텝스 지속 시간이 길어진다. 이를 통해 액추에이터 작동이 더 길어지고, 덜 강력한 액추에이터로 동일한 양의 에너지를 생성할 수 있으므로 더 안전하게 사용할 수 있다.

[0074] 2-DOF 로봇 다리의 작동 원리는 점프 작업을 고려하여 이해할 수 있다. 도 4에서 볼 수 있듯이 발이 지면과 접촉하는 스윙 단계와 스텝스 단계의 두 가지 주요 단계가 있다. 스윙 단계에서 동안 원하는 점프 높이에 도달하기 위해 관절의 강성을 조절하여 에너지 소비를 최적화하고 발 간격(foot clearance)을 보장하여 지면과의 충돌을 방지한다.

[0075] 즉, 관절의 토크는 제2 가동부재(300)의 작은 관성의 가속으로 인해서만 발생하고 스윙단계에서는 제2관절부 스프링의 고 강성 / 고 감쇠 범위에서 눈에 띄는 변형을 생성하기에는 너무 작아서 관절 탄성 변형이 작다.

[0076] 스텝스 단계에서 가변 강성 액추에이터 작동의 장점은 갑작스러운 충격에 즉각적으로 반응 할 수 있는 능력이며 안전성이다.

[0077] 터치 다운시 액추에이터(500)에있는 선형 스프링의 자연스러운 댐핑은 충격을 흡수하고 컨트롤러를 통한 강성의 능동적인 조절은 시스템 파손을 방지할 수 있다. 바닥 위치에서 무게 중심이 가장 낮기 때문에 제2관절부 탄성 각도 편향이 가장 크고 이는 탄성 에너지 저장을 의미한다. 제2관절부에서 액추에이터(500)의 도움을 받아 터치 다운과 리프트 업이 스무스하게 변환된다.

[0078] 두 단계 모두 점프 작업 중 성능 지수를 충족하도록 강성을 조정할 수 있다. 따라서 고정 강성의 경우와 비교하면 가변 강성 액추에이터의 경우가 더 까다롭고 복잡한 작업 등에 유리하다.

[0079] 그리고 본 발명에서 컨트롤러(400)에 의한 제어는 도 5에 도시된 바와 같이 두 개의 루프로 구성된다.

[0080] 첫 번째 루프에서 위치설정 실린더 제어 블록은 기준 각도 q_d 와 실제 관절 각도 q 사이의 오차를 바탕으로 제1실린더(220) 및 제2실린더(320)로 전송되는 제어 신호 u_q 를 계산한다. 여기에서 q_d 는 특정 작업에 대하여 정해진 레퍼런스 값이며, q 는 제1관절부와 제2관절부의 각도를 의미한다($q=[q_1; q_2]$)

[0081] 기준 강성 K_d 는 동적 환경에 대한 물리적 상호작용의 정보를 통하여 도출된다. 액추에이터(500)의 강성을 조절하기 위한 모터(521)의 원하는 각도 q_p 은 기준 강성 K_d 값과 편향 각도 ϕ 를 기반으로 계산된다. 결과적으로 계산된 각도 q_p 는 모터(521)로 전송되는 제어 신호 u_p 를 계산하는 내부 위치 제어 체계에 대한 기준

신호이다.

[0082] 이때, 기준 강성 K_d 은 동적 환경과 물리적으로 상호 작용하는 정보에서 도출된다.

[0083] 따라서 액추에이터(500)의 위치와 강성은 능동적이고 독립적으로 제어된다.

[0084] 그리고 두 번째 루프에서 임피던스 모델은 환경-로봇다리 상호작용의 특성에 따라 규정된다. 스윙 단계에서 터 다리 치다운 궤적을 명령하여 패시브 제한 보행(passive limitation gaits)을 분석하고, 스탠스 단계에서 다리를 패시브로 유지하여 자체 안정적 주기적 제한(self-stable periodic limitation)을 얻을 수 있다.

[0085] 이때, τ_e 는 본 발명의 제어방법에 따른 제어신호이고, τ_{ext} 는 상호 작용 토크(interaction torque)로서 토크 센서가 측정한다. 따라서 특정 다리 터치다운 궤도는 관절 부위 각도에서 상호 작용 센서(inetraction sensor)와 위치 센서의 조합에 의해 결정된다.

[0087] 이상에서 설명한 바와 같은 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하므로 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 변경 가능하며, 그와 같은 변경은 이하 청구범위 기재에 의하여 정의되는 본 발명의 보호범위 내에 있게 된다.

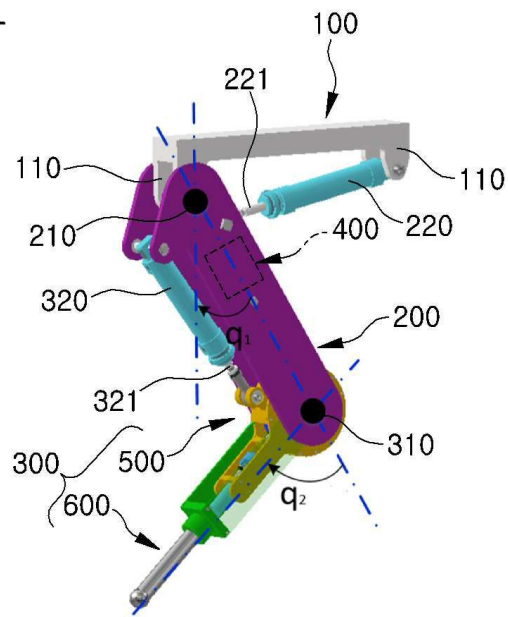
부호의 설명

[0088]	100 : 베이스부재	110 : 링크
	200 : 제1가동부재	210 : 제1관절부
	220 : 제1실린더	221 : 로드
	300 : 제2가동부재	310 : 제2관절부
	320 : 제2실린더	321 : 로드
	400 : 컨트롤러	500 : 액추에이터
	510 : 하우징	520 : 동력부
	521 : 모터	522 : 리드 스크류
	523 : 볼 너트	524 : 커플링
	525 : 고정블럭	530 : 출력부
	531 : 롱바	532 : 회전판
	533 : 작동구	533a : 스포크
	533b : 중심축	534 : 가동블럭
	534a : 스프링	535 : 솟바
	536 : 출력링크	537 : 가이드레일
	600 : 지지부재	A : 로봇 다리

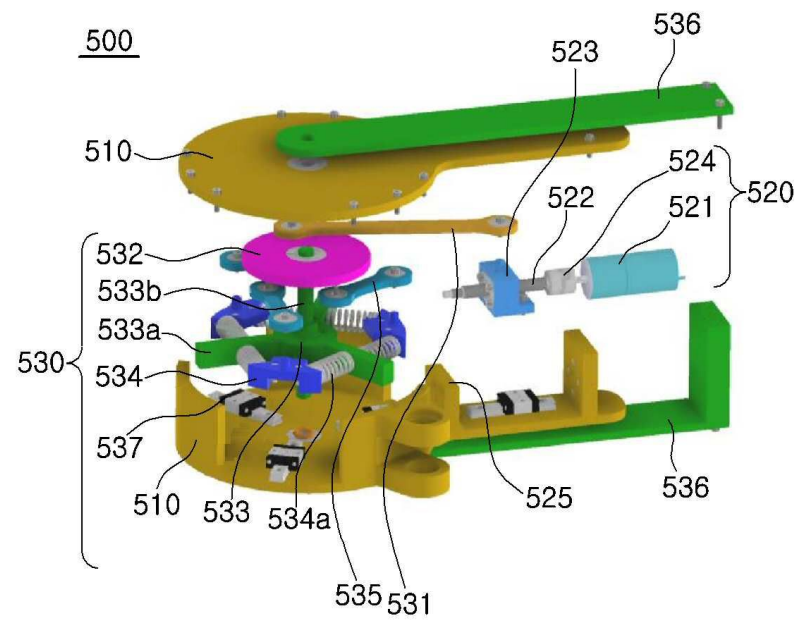
도면

도면1

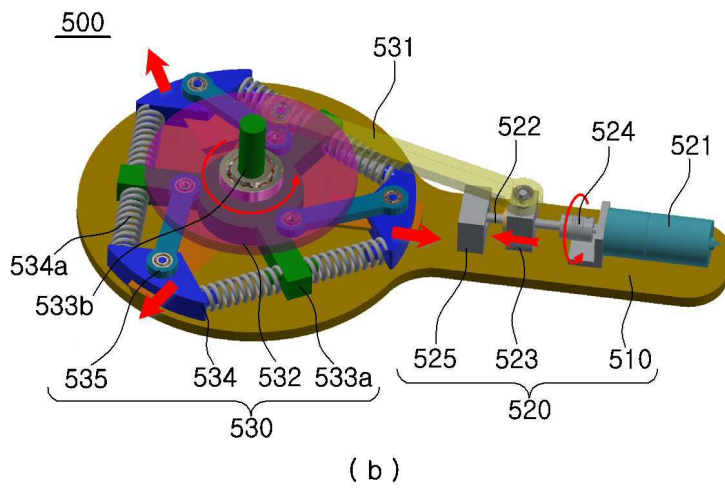
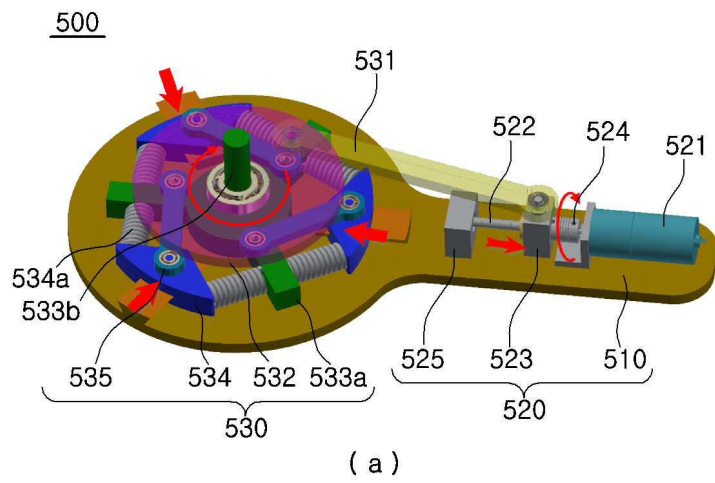
A



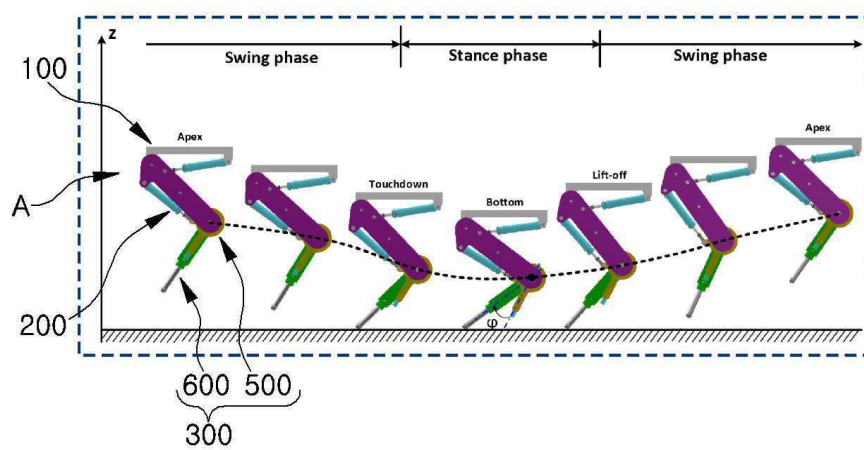
도면2



도면3



도면4



도면5

