



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월20일

(11) 등록번호 10-2167759

(24) 등록일자 2020년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B25J 19/00 (2006.01) B25J 9/00 (2006.01)  
B25J 9/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
B25J 19/002 (2013.01)  
B25J 9/0078 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0016883

(22) 출원일자 2019년02월13일

심사청구일자 2019년02월13일

(65) 공개번호 10-2020-0099028

(43) 공개일자 2020년08월21일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020190014287 A\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 18 항

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

곽관웅

서울특별시 서초구 신반포로23길 41, 101동 502호(잠원동, 신반포2지구아파트)

이창환

서울특별시 광진구 아차산로25길 70, 205호 (화양동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

홍동우

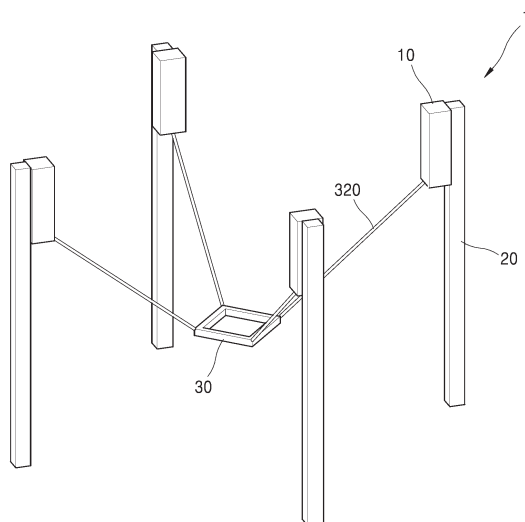
심사관 : 최봉돈

(54) 발명의 명칭 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치

(57) 요약

본 발명은, 유니트 하우징(100)과, 상기 유니트 하우징(100)에 배치되는 유니트 구동부(200)와, 상기 유니트 구동부(200) 측과 연결되어 구동력을 전달하는 드럼 와이어(320)를 포함하는 유니트 드럼(300)과, 상기 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 통하여 상기 드럼 와이어(320) 측에 초기 중력 보상력을 제공하는 유니트 카운터 밸런서(400)와, 일단이 상기 드럼 와이어(320)와 접촉하여 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 안내하는 유니트 리스트레이너(500)를 포함하는 카운터 밸런싱 유니트(10), 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치 및 이의 제어 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**B25J 9/102** (2013.01)

**B25J 9/104** (2013.01)

(72) 발명자

**박치홍**

서울특별시 도봉구 해등로 312-20, 402호(방학동, 북한산 팰리스 아파트)

**김동현**

서울특별시 송파구 올림픽로 135, 258동 802호(잠실동, 리센츠)

**이재홍**

서울특별시 서초구 효령로 164, 7동 1307호(방배동, 신동아아파트)

(56) 선행기술조사문헌

KR200248999 Y1

KR1020120019684 A\*

KR101535469 B1

KR1020160112547 A

KR1020020038228 A

KR1020190005558 A

KR1020100082540 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711066149

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 기초연구실지원사업

연구과제명 병렬 케이블 로봇기반 건축물용 3D프린팅 기술

기 여 율 1/1

과제수행기관명 세종대학교

연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

유니트 하우징(100)과, 상기 유니트 하우징(100)에 배치되는 유니트 구동부(200)와, 상기 유니트 구동부(200)측과 연결되어 구동력을 전달하는 드럼 와이어(320)를 포함하는 유니트 드럼(300)과, 상기 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 통하여 상기 드럼 와이어(320)측에 초기 중력 보상력을 제공하는 유니트 카운터 밸런서(400)와, 일단이 상기 드럼 와이어(320)와 접촉하여 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 안내하는 유니트 리스트레이너(500)를 포함하고,

상기 유니트 카운터 밸런서(400)는: 상기 밸런서 탄성부(410)의 타측과 상기 유니트 드럼(300)측 사이에 연결되는 밸런서 전달부(420)와, 상기 밸런서 탄성부(410)를 사이에 두고 상기 밸런서 전달부(420)와 대향 배치되고 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하는 밸런서 모듈레이터(430)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 2**

제 1항에 있어서,

상기 유니트 드럼(300)은, 일단은 상기 유니트 구동부(200)와 연결되고 외주에 상기 드럼 와이어(320)가 권취되는 드럼 바디(310)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제 1항에 있어서,

상기 밸런서 전달부(420)는 유성 기어 세트인 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 5**

제 1항에 있어서,

상기 밸런서 탄성부(410)는:

일단이 상기 밸런서 모듈레이터(430)와 연결되는 밸런서 탄성체(411)와,

일단은 상기 밸런서 탄성체(411)의 타단에, 그리고 타단은 상기 밸런서 전달부(420)에 연결되는 밸런서 탄성 플레이트(413)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 6**

제 1항에 있어서,

상기 밸런서 모듈레이터(430)는:

상기 밸런서 탄성부(410)와 연결되어 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하는 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)와,

상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하기 위한 조정 구동력을 생성하는 밸런서 모듈레이터 구동부(431)와,

상기 밸런서 모듈레이터 구동부(431) 및 상기 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)의 사이에 배치되어 상기 밸런서 모듈레이터 구동부(431)의 조정 구동력을 상기 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)로 전달하는 밸런서 모듈레이터 전달부(433)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 7**

제 1항에 있어서,

상기 유니트 리스트레이너(500)는:

상기 드럼 와이어(320)와 상시 접촉 상태를 형성하는 리스트레이너 폴리(520)와,

상기 리스트레이너 폴리(520)의 회동을 지지하는 리스트레이너 바디(510)와,

일단이 상기 유니트 하우징(100)에 배치되고 타단은 상기 리스트레이너 바디(510)를 지지하는 리스트레이너 바디 서포터(530)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 8**

제 7항에 있어서,

상기 유니트 리스트레이너(500)는 회동을 디텐팅 동작시키는 리스트레이너 디텐트부(540)를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 9**

제 8항에 있어서,

상기 리스트레이너 디텐트부(540)는:

상기 리스트레이너 폴리(520)의 외측면으로, 상기 리스트레이너 폴리(520)의 회동축의 길이 방향으로 연장 배치되는 부분의 회동 원주면 상에 요철 배치되는 리스트레이너 디텐트(541)와,

상기 리스트레이너 바디(510)의 단부의 내측면에 위치 고정되어 배치되고 상기 리스트레이너 디텐트(541)와 적어도 일부가 상시 접촉하는 리스트레이너 디텐트 탄성부(543)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 10**

제 9항에 있어서,

상기 리스트레이너 디텐트 탄성부(543)는:

상기 리스트레이너 바디(510)의 내측에 위치 고정되어 배치되는 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)와,

상기 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)에 연결되어 상기 리스트레이너 디텐트(541)를 향하여 돌출 배치되는 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 11**

제 10항에 있어서,

상기 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)와 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)는 일체형 구조를 취하고, 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)의 양단에 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)가 배치되는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 12**

제 1항에 있어서,

상기 유니트 리스트레이너(500)는:

상기 드럼 와이어(320)와 상시 접촉 상태를 형성하는 리스트레이너 폴리(520)와,

적어도 일부가 상기 리스트레이너 폴리(520)의 회동을 지지하고, 적어도 다른 일부가 상기 유니트 하우징에 고정 배치되는 리스트레이너 바디(510;510a,510b)와,

복수 개가 각각 이격되어 배치되며, 양단이 상기 리스트레이너 바디(510)에 연결되는 리스트레이너 바디 서포터

(530)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 13**

제 12항에 있어서,

상기 리스트레이너 바디(510)는 이중 지지 구조를 취하되,

상기 리스트레이너 풀리(520)가 배치되는 리스트레이너 제 1 바디(510a)와,

상기 리스트레이너 제 1 바디(510a)에 이격되어 상기 유니트 하우징(100)에 위치 고정되어 배치되고, 상기 리스트레이너 바디 서포터(530;530a,530b,530c)를 통하여 상기 리스트레이너 제 1 바디(510a)를 지지하는 리스트레이너 제 2 바디(510b)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 14**

제 1항에 있어서,

상기 밸런서 전달부(420)와 상기 유니트 드럼(300) 사이에 배치되어, 상기 밸런서 전달부(420)의 회동축과 상기 유니트 드럼(300)의 회동축의 비동축선 상의 배치를 가능하게 하는 유니트 연결부(600)가 더 구비되는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 유니트(10).

**청구항 15**

유니트 하우징(100)과, 상기 유니트 하우징(100)에 배치되는 유니트 구동부(200)와, 상기 유니트 구동부(200)측과 연결되어 구동력을 전달하고 단부에 엔드익펙터(3,3a)가 연결되는 드럼 와이어(320)를 포함하는 유니트 드럼(300)과, 상기 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 통하여 상기 드럼 와이어(320)측에 초기 중력 보상력을 제공하는 유니트 카운터 밸런서(400)와, 일단이 상기 드럼 와이어(320)와 접촉하여 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 안내하는 유니트 리스트레이너(500)를 포함하고, 상기 유니트 카운터 밸런서(400)는: 상기 밸런서 탄성부(410)의 타측과 상기 유니트 드럼(300)측 사이에 연결되는 밸런서 전달부(420)와, 상기 밸런서 탄성부(410)를 사이에 두고 상기 밸런서 전달부(420)와 대향 배치되고 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하는 밸런서 모듈레이터(430)를 포함하고, 모션 지지부(2)측에 배치되는 하나 이상의 카운터 밸런싱 유니트(10)와,

운영자의 운영 지시를 입력하는 입력부(50)와,

상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력에 대한 초기 탄성력 정보 및 상기 드럼 와이어(320)의 구동 정보를 포함하는 사전 설정 데이터가 저장되는 저장부(30)와,

상기 입력부(50)를 통하여 입력된 입력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)의 초기 탄성력을 조정하거나 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 제어하는 제어 신호를 출력하는 제어부(20)와,

상기 제어부(20)의 연산 제어 신호에 따라 상기 초기 탄성력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)와 상기 유니트 구동부(200)에 인가되는 제어 신호를 산출하는 연산부(40)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치.

**청구항 16**

제 15항에 있어서,

상기 카운터 밸런싱 유니트(10)가 복수 개인 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 모션 장치.

**청구항 17**

제 15항에 있어서,

상기 모션 지지부(2,2a,2b)에는 상기 모션 지지부(2;2a,2b)를 따라 가동 가능한 모션 블록(5)이 배치되고 상기 카운터 밸런싱 유니트(10)는 상기 모션 블록(5)에 배치되는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 모션 장치.

**청구항 18**

유니트 하우징(100)과, 상기 유니트 하우징(100)에 배치되는 유니트 구동부(200)와, 상기 유니트 구동부(200)측과 연결되어 구동력을 전달하고 단부에 엔드이펙터(3,3a)가 연결되는 드럼 와이어(320)를 포함하는 유니트 드럼(300)과, 상기 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 통하여 상기 드럼 와이어(320)측에 초기 중력 보상력을 제공하는 유니트 카운터 밸런서(400)와, 일단이 상기 드럼 와이어(320)와 접촉하여 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 안내하는 유니트 리스트레이너(500)를 포함하고, 모션 지지부(2)측에 배치되는 하나 이상의 카운터 밸런싱 유니트(10)와, 운영자의 운영 지시를 입력하는 입력부(50)와, 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력에 대한 초기 탄성력 정보 및 상기 드럼 와이어(320)의 구동 정보를 포함하는 사전 설정 데이터가 저장되는 저장부(30)와, 상기 입력부(50)를 통하여 입력된 입력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)의 초기 탄성력을 조정하거나 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 제어하는 제어 신호를 출력하는 제어부(20)와, 상기 제어부(20)의 연산 제어 신호에 따라 상기 초기 탄성력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)와 상기 유니트 구동부(200)에 인가되는 제어 신호를 산출하는 연산부(40)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치를 제공하는 제공 단계(S10)와,

상기 제공 단계(S10)에서 상기 카운터 밸런싱 유니트(10)의 드럼 와이어(320)에 형성되는 장력이 감지되고 감지 신호가 상기 제어부(20)로 전달되는 감지 단계(S20)와,

상기 제어부(20)가 감지된 장력 신호와 상기 저장부(30)에 저장되는 상기 사전 설정 데이터를 활용하여 상기 연산부(40)에 연산 제어 신호를 인가하고,

상기 카운터 밸런싱 유니트(10)의 상기 드럼 와이어(320)에 형성되는 장력과, 상기 유니트 카운터 밸런서(400)에 의한 중력 보상값을 포함하는 목적함수를 산출하는 목적 함수 산출 단계(S30)와,

상기 목적 함수 산출 단계(S30)에서 산출된 목적 함수 값을 사전 설정 데이터에 포함되는 사전 설정 기준값과 비교하여 목적 함수 값이 최적화되는 초기 중력보상값을 형성하도록 스프링의 최적화된 스프링의 초기 각도 값을 산출하는 최적 초기 각도 산출 단계(S40)와,

상기 제어부(20)가 상기 초기 각도 산출 단계(S40)에서 산출된 최적 초기 각도로 조정되도록 밸런서 모듈레이터(430)에 조정 제어 신호를 인가하여 초기 중력 보상력을 조정하는 밸런서 조정 단계(S50)를 포함하는 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 모션 장치 제어 방법.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

상기 목적 함수(J)는:

$$J = \sum_{i=1}^t \left\{ F_i + \frac{k \left( \frac{b}{gr} - \theta_{ini} \right)^2}{r} \right\}^2$$

여기서,  $g, r, k > 0$ ,

- $F_i$  : 각 케이블의 장력
- $k$  : 스프링의 탄성 계수
- $g$  : 유성기어장치의 기어비
- $r$  : 드럼의 반지름
- $b$  : 케이블의 길이
- $\theta_{ini}$  : 스프링의 초기 각도

그리고,  $F$ 는 각 드럼 와이어의 장력,  $t$ 는 모션 지지부(2)에 장착되는 카운터 밸런싱 유니트(10)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치로서의 카운터 밸런싱 모션 장치의 작업 공간을 메쉬(mesh)화하였을 때 각 메쉬의 고려된 모든 교점의 수인 것을 특징으로 하는 카운터 밸런싱 모션 장치 제어 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 중력 보상 유니트에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 End-Effector의 무게에 의해 발생하는 구동 토크의 보상과 케이블의 진동을 억제하는 케이블 로봇 구동부를 구비하는 중력 보상 유니트 및 이를 포함하는 장치 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 케이블 로봇은 기존의 매니퓰레이터와 달리 강체로 이루어진 파트가 매우 적어 다양한 작업환경에 대응할 수 있다는 장점이 있다. 이를 이용하여 다양한 응용분야에 대한 연구가 진행 중이다. 특히 건축물과 같이 작업물의 크기가 일반적인 경우보다 매우 큰 경우 요구되는 작업공간의 크기가 커지므로 케이블 로봇의 적용 필요성이 증가하고 있다.

[0003] 케이블 로봇의 구동부는 구동 모터와 케이블이 감기는 드럼으로 구성된다. 구동 모터의 회전에 따라 드럼은 회전한다. 그리고 드럼의 회전에 따라 케이블의 길이가 조절된다. 케이블은 엔드이펙터에 연결되어 엔드이펙터의 위치를 결정한다.

[0004] 케이블은 케이블 로봇의 핵심 요소이며 로봇의 성능에 다양한 영향을 미친다. 케이블이 길어질수록 케이블의 탄성, 자중 그리고 외란에 의해서 케이블에 진동현상이 발생한다. 이 진동에 의해서 엔드이펙터도 진동하여 로봇의 정밀도에 악영향을 미친다. 이 진동 현상을 억제하기 위해서는 케이블의 장력을 증가시켜 강인함을 향상시키는 방법과 케이블의 진동을 직접적으로 감쇠하는 장치가 사용될 수 있다.

[0005] 진동 현상을 억제하기 위해서 케이블의 장력을 증가시킨다면 구동부에 요구되는 용량이 커지며, 구동부의 소모 동력이 증가한다. 따라서 강인함을 추가적으로 향상시키기 위해서는 모터의 용량 및 소모 동력을 증가시켜야 된다는 문제점이 발생한다. 케이블의 진동을 직접적으로 감쇠하는 장치가 사용된다면 이러한 문제점의 경감이 가능하다.

[0006] 진동억제를 위해 케이블의 장력을 증가시키는 것 이외에도 End-Effector의 무게에 의해서 구동 모터에 요구되는 용량 및 소모 동력이 증가할 수 있다. End-Effector의 무게에 의한 모터의 요구 용량 및 소모 동력을 감소시키기 위해서는 기존에 사용되는 중력보상 메커니즘이 매우 유효하다. 중력보상 메커니즘은 스프링을 사용하여 구조물의 자중을 경감하여 구동 모터의 용량 혹은 소모 동력을 감소시키는 효과를 지닌다. 주로 로봇 매니퓰레이터에 적용되며, 로봇의 자중을 스프링으로 지지하여 구동 모터의 부담을 경감하도록 도와준다.

[0007] 하지만 기존의 중력 보상 메커니즘은 가동 범위에 한계가 있다는 문제점이 있다. 중력보상 메커니즘에 사용되는 스프링은 구조적인 특성상 가동 범위에 한계가 존재한다. 이 가동 범위 밖에서는 스프링의 영구적 변형 혹은 기능상실의 가능성이 존재한다. 로봇 매니퓰레이터에의 중력보상 메커니즘의 적용 사례에서는 매니퓰레이터가 대략 0~180도 정도의 가동범위에서 동작하기에 스프링의 가동 범위는 큰 문제가 되지 않는다. 하지만 케이블 로봇의 가동범위는 케이블이 감긴 드럼의 회전에 의해서 결정되고 드럼의 회전 범위는 360도를 상회하는 수준에서 가동되므로 스프링의 영구적 변형 혹은 기능상실의 가능성이 존재한다. 따라서 일반적인 중력보상 메커니즘으로는 케이블 로봇의 구동부 적용이 불가능하고, 케이블 로봇에의 적용을 위해서 개량된 중력보상 메커니즘이 요구

된다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 따라서, 본 발명은 케이블 로봇 내지 장치의 모터 용량을 최소화시키되 출력 동력을 최대화시키며 컴팩트한 구성을 가능하게 하는 카운터 밸런서를 구비하는 케이블 장치로서의 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치 및 이의 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 유니트 하우징(100)과, 상기 유니트 하우징(100)에 배치되는 유니트 구동부(200)와, 상기 유니트 구동부(200) 측과 연결되어 구동력을 전달하는 드럼 와이어(320)를 포함하는 유니트 드럼(300)과, 상기 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 통하여 상기 드럼 와이어(320) 측에 초기 중력 보상력을 제공하는 유니트 카운터 밸런서(400)와, 일단이 상기 드럼 와이어(320)와 접촉하여 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 안내하는 유니트 리스트레이너(500)를 포함하는 카운터 밸런싱 유니트(10)를 제공한다.

[0010] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 유니트 드럼(300)은, 일단은 상기 유니트 구동부(200)와 연결되고 외주에 상기 드럼 와이어(320)가 권취되는 드럼 바디(310)를 포함할 수도 있다.

[0011] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 유니트 카운터 밸런서(400)는: 상기 밸런서 탄성부(410)의 타측과 상기 유니트 드럼(300) 측 사이에 연결되는 밸런서 전달부(420)와, 상기 밸런서 탄성부(410)를 사이에 두고 상기 밸런서 전달부(420)와 대향 배치되고 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하는 밸런서 모듈레이터(430)를 포함할 수도 있다.

[0012] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 밸런서 전달부(420)는 유성 기어 세트일 수도 있다.

[0013] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 밸런서 탄성부(410)는: 일단이 상기 밸런서 모듈레이터(430)와 연결되는 밸런서 탄성체(411)와, 일단은 상기 밸런서 탄성체(411)의 타단에, 그리고 타단은 상기 밸런서 전달부(420)에 연결되는 밸런서 탄성 플레이트(413)를 포함할 수도 있다.

[0014] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 밸런서 모듈레이터(430)는: 상기 밸런서 탄성부(410)와 연결되어 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하는 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)와, 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하기 위한 조정 구동력을 생성하는 밸런서 모듈레이터 구동부(431)와, 상기 밸런서 모듈레이터 구동부(431) 및 상기 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)의 사이에 배치되어 상기 밸런서 모듈레이터 구동부(431)의 조정 구동력을 상기 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)로 전달하는 밸런서 모듈레이터 전달부(433)를 포함할 수도 있다.

[0015] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 유니트 리스트레이너(500)는: 상기 드럼 와이어(320)와 상시 접촉 상태를 형성하는 리스트레이너 폴리(520)와, 상기 리스트레이너 폴리(520)의 회동을 지지하는 리스트레이너 바디(510)와, 일단이 상기 유니트 하우징(100)에 배치되고 타단은 상기 리스트레이너 바디(510)를 지지하는 리스트레이너 바디 서포터(530)를 포함할 수도 있다.

[0016] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 유니트 리스트레이너(500)는 회동을 디텐팅 동작시키는 리스트레이너 디텐트부(540)를 더 구비할 수도 있다.

[0017] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 리스트레이너 디텐트부(540)는: 상기 리스트레이너 폴리(520)의 외측면으로, 상기 리스트레이너 폴리(520)의 회동축의 길이 방향으로 연장 배치되는 부분의 회동 원주면 상에 요철 배치되는 리스트레이너 디텐트(541)와, 상기 리스트레이너 바디(510)의 단부의 내측면에 위치 고정되어 배치되고 상기 리스트레이너 디텐트(541)와 적어도 일부가 상시 접촉하는 리스트레이너 디텐트 탄성부(543)를 포함할 수도 있다.

[0018] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 리스트레이너 디텐트 탄성부(543)는: 상기 리스트레이너 바디(510)의 내측에 위치 고정되어 배치되는 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)와, 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)에 연결되어 상기 리스트레이너 디텐트(541)를 향하여 돌출 배치되는 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)를 포함할 수도 있다.



- [0019] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)와 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)는 일체형 구조를 취하고, 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)의 양단에 상기 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)가 배치될 수도 있다.
- [0020] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 유니트 리스트레이너(500)는: 상기 드럼 와이어(320)와 상시 접촉 상태를 형성하는 리스트레이너 폴리(520)와, 적어도 일부가 상기 리스트레이너 폴리(520)의 회동을 지지하고, 적어도 다른 일부가 상기 유니트 하우징에 고정 배치되는 리스트레이너 바디(510;510a,510b)와, 복수 개가 각각 이격되어 배치되며, 양단이 상기 리스트레이너 바디(510)에 연결되는 리스트레이너 바디 서포터(530)를 포함할 수도 있다.
- [0021] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 리스트레이너 바디(510)는 이중 지지 구조를 취하되, 상기 리스트레이너 폴리(520)가 배치되는 리스트레이너 제 1 바디(510a)와, 상기 리스트레이너 제 1 바디(510a)에 이격되어 상기 유니트 하우징(100)에 위치 고정되어 배치되고, 상기 리스트레이너 바디 서포터(530;530a,530b,530c)를 통하여 상기 리스트레이너 제 1 바디(510a)를 지지하는 리스트레이너 제 2 바디(510b)를 포함할 수도 있다.
- [0022] 상기 카운터 밸런싱 유니트에 있어서, 상기 밸런서 전달부(420)와 상기 유니트 드럼(300) 사이에 배치되어, 상기 밸런서 전달부(420)의 회동축과 상기 유니트 드럼(300)의 회동축의 비동축선 상의 배치를 가능하게 하는 유니트 연결부(600)가 더 구비될 수도 있다.
- [0023] 본 발명의 다른 일면에 따르면, 본 발명은 유니트 하우징(100)과, 상기 유니트 하우징(100)에 배치되는 유니트 구동부(200)와, 상기 유니트 구동부(200) 측과 연결되어 구동력을 전달하고 단부에 엔드이펙터(3,3a)가 연결되는 드럼 와이어(320)를 포함하는 유니트 드럼(300)과, 상기 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 통하여 상기 드럼 와이어(320) 측에 초기 중력 보상력을 제공하는 유니트 카운터 밸런서(400)와, 일단이 상기 드럼 와이어(320)와 접촉하여 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 안내하는 유니트 리스트레이너(500)를 포함하고, 상기 유니트 카운터 밸런서(400)는: 상기 밸런서 탄성부(410)의 타측과 상기 유니트 드럼(300) 측 사이에 연결되는 밸런서 전달부(420)와, 상기 밸런서 탄성부(410)를 사이에 두고 상기 밸런서 전달부(420)와 대향 배치되고 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하는 밸런서 모듈레이터(430)를 포함하고, 모션 지지부(2) 측에 배치되는 하나 이상의 카운터 밸런싱 유니트(10)와, 운영자의 운영 지시를 입력하는 입력부(50)와, 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력에 대한 초기 탄성력 정보 및 상기 드럼 와이어(320)의 구동 정보를 포함하는 사전 설정 데이터가 저장되는 저장부(30)와, 상기 입력부(50)를 통하여 입력된 입력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)의 초기 탄성력을 조정하거나 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 제어하는 제어 신호를 출력하는 제어부(20)와, 상기 제어부(20)의 연산 제어 신호에 따라 상기 초기 탄성력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)와 상기 유니트 구동부(200)에 인가되는 제어 신호를 산출하는 연산부(40)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치를 제공한다,
- [0024] 상기 카운터 밸런싱 모션 장치에 있어서, 상기 카운터 밸런싱 유니트(10)가 복수 개일 수도 있다.
- [0025] 상기 카운터 밸런싱 모션 장치에 있어서, 상기 모션 지지부(2,2a,2b)에는 상기 모션 지지부(2;2a,2b)를 따라 가동 가능한 모션 블록(5)이 배치되고 상기 카운터 밸런싱 유니트(10)는 상기 모션 블록(5)에 배치될 수도 있다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 일면에 따르면, 본 발명은 유니트 하우징(100)과, 상기 유니트 하우징(100)에 배치되는 유니트 구동부(200)와, 상기 유니트 구동부(200) 측과 연결되어 구동력을 전달하고 단부에 엔드이펙터(3,3a)가 연결되는 드럼 와이어(320)를 포함하는 유니트 드럼(300)과, 상기 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 통하여 상기 드럼 와이어(320) 측에 초기 중력 보상력을 제공하는 유니트 카운터 밸런서(400)와, 일단이 상기 드럼 와이어(320)와 접촉하여 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 안내하는 유니트 리스트레이너(500)를 포함하고, 모션 지지부(2) 측에 배치되는 하나 이상의 카운터 밸런싱 유니트(10)와, 운영자의 운영 지시를 입력하는 입력부(50)와, 상기 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력에 대한 초기 탄성력 정보 및 상기 드럼 와이어(320)의 구동 정보를 포함하는 사전 설정 데이터가 저장되는 저장부(30)와, 상기 입력부(50)를 통하여 입력된 입력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)의 초기 탄성력을 조정하거나 상기 드럼 와이어(320)의 가동을 제어하는 제어 신호를 출력하는 제어부(20)와, 상기 제어부(20)의 연산 제어 신호에 따라 상기 초기 탄성력 정보 및 상기 사전 설정 데이터에 기초하여 상기 유니트 카운터 밸런서(400)와 상기 유니트 구동부(200)에 인가되는 제어 신호를 산출하는 연산부(40)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치를 제공하는 제공 단계(S10)와, 상기 제공 단계(S10)에서 상기 카운터 밸런싱 유니트(10)의 드럼 와이어(320)에 형성되는 장력이 감지되고 감지 신호가 상기 제어부(20)로 전달되는 감지 단계(S20)와, 상기 제어부(20)가 감지된 장력 신호와 상기 저장부(30)에 저장되는 상기 사전 설정 데이터를 활용하여 상기 연산부(40)에

연산 제어 신호를 인가하고, 상기 카운터 밸런싱 유니트(10)의 상기 드럼 와이어(320)에 형성되는 장력과, 상기 유니트 카운터 밸런서(400)에 의한 중력 보상값을 포함하는 목적함수를 산출하는 목적 함수 산출 단계(S30)와, 상기 목적 함수 산출 단계(S30)에서 산출된 목적 함수 값을 사전 설정 데이터에 포함되는 사전 설정 기준값과 비교하여 목적 함수 값이 최적화되는 초기 중력보상값을 형성하도록 스프링의 최적화된 스프링의 초기 각도 값을 산출하는 최적 초기 각도 산출 단계(S40)와, 상기 제어부(20)가 상기 초기 각도 산출 단계(S40)에서 산출된 최적 초기 각도로 조정되도록 상기 밸런서 모듈레이터(430)에 조정 제어 신호를 인가하여 초기 중력 보상력을 조정하는 밸런서 조정 단계(S50)를 포함할 수도 있다.

[0027] 상기 카운터 밸런싱 모션 장치 제어 방법에 있어서, 상기 목적 함수(J)는:

$$J = \sum_{i=1}^t \left\{ F_i + \frac{k \left( \frac{b}{gr} - \theta_{ini} \right)^2}{r} \right\}^2$$

[0028]

여기서,  $g, r, k > 0$ ,

[0029]

- $F_i$  : 각 케이블의 장력
- $k$  : 스프링의 탄성 계수
- $g$  : 유성기어장치의 기어비
- $r$  : 드럼의 반지름
- $b$  : 케이블의 길이
- $\theta_{ini}$  : 스프링의 초기 각도

[0030]

[0031] 그리고, F는 각 드럼 와이어의 장력, t는 모션 지지부(2)에 장착되는 카운터 밸런싱 유니트(10)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치로서의 카운터 밸런싱 모션 장치의 작업 공간을 메쉬(mesh)화하였을 때 각 메쉬의 고려된 모든 교점의 수일 수도 있다.

### 발명의 효과

[0032] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 카운터 밸런싱 유니트, 카운터 밸런싱 모션 장치 및 이의 제어 방법은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0033] 첫째, 본 발명에 따른 카운터 밸런싱 유니트, 카운터 밸런싱 모션 장치 및 이의 제어 방법은, 구비되는 모터로 구현되는 구동부의 모터용량을 높이되 공간 및 중량을 최소화시켜 작동 성능을 극대화시키는 구조의 케이블 로봇의 구현을 가능하게 할 수 있다.

[0034] 둘째, 본 발명에 따른 카운터 밸런싱 유니트, 카운터 밸런싱 모션 장치 및 이의 제어 방법은, 유니트 리스트레이너를 통한 드럼 와이어의 거동을 가이드 제한함으로써 진동 내지 원치 않는 거동을 인한 엔드이펙터 동작의 불안정성을 방지 내지 최소화시킬 수도 있다.

[0035] 셋째, 본 발명에 따른 카운터 밸런싱 유니트, 카운터 밸런싱 모션 장치 및 이의 제어 방법은, 카운터 밸런서 모듈레이터를 통한 초기 중력 보상력을 조정함으로써 최적화된 동작 구현을 가능하게 할 수도 있다.

[0036] 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치의 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치의 개략적인 블록선도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트의 개략적인 사시도이다.
- 도 4 내지 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치의 작동 조건에 따른 목적함수의 산출 선도이다.
- 도 7은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트의 개략적인 변형 구조이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치의 제어 방법의 개략적인 흐름도이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치의 개략적인 사시도이다.
- 도 10은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트의 변형예의 개략적인 부분 투영 단면도이다.
- 도 11은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트의 유니트 리스트레이너의 변형예의 개략적인 부분 사시도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0038] 이하에서는 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치에 대한 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 본 발명의 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트(10)는 자가 균형 탑승 로봇(M)을 안전성/안정성을 시험하기 위한 장치로서, 카운터 밸런싱 유니트(10)는 자가 균형 탑승 로봇(M)에 장착 탑재되어 테스트 실행되고, 해당 테스트 결과는 카운터 밸런싱 유니트(10)를 통하여 확인될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 일실시예에 따른 카운터 밸런싱 유니트(10)는 유니트 하우징(100)과, 유니트 구동부(200)와, 유니트 드럼(300)과, 유니트 카운터 밸런서(400)와, 유니트 리스트레이너(500)를 포함한다.
- [0040] 유니트 하우징(100)은 다른 구성요소를 수용하기 위한 케이스 기능을 하는 구성요소로, 도 1에 도시된 바와 같이 유니트 하우징(100)은 본 실시예에서 장방형 사각 케이스로 구현된다.
- [0041] 유니트 하우징(100)은 유니트 하우징 커버(도 1 참조)와 유니트 하우징 베이스(110)와 유니트 하우징 서포터(120)를 포함한다. 유니트 하우징 베이스(110)는 유니트 하우징 커버(미도시)와 맞물리어 내부 공간을 형성한다. 유니트 하우징 베이스(110)의 일면 상에는 유니트 하우징 서포터(120)가 배치되는데, 유니트 하우징 서포터(120)는 다른 회동 동작을 이루는 구성요소의 지지 내지 이들 회동축의 저널 베어링의 기능을 수행할 수도 있다.
- [0042] 본 실시예에서 유니트 하우징 서포터(120)는 하기되는 유니트 카운터 밸런서(400)의 밸런서 탄성부(410)와 밸런서 전달부(420)의 사이에, 그리고 밸런서 전달부(420)와 유니트 드럼(300)의 사이에 배치되는 구성을 취하나, 이는 본 발명을 구현하기 위한 일예일 뿐, 본 발명의 유니트 하우징 서포터(120)의 배치 위치 및 개수는 설계 사양에 따라 다양한 구성을 취할 수 있다.
- [0043] 유니트 하우징(100)의 내부에는 유니트 구동부(200)가 배치된다. 유니트 구동부(200)는 전기 모터로 구현되는데, 유니트 구동부(200)는 유니트 하우징 서포터(120)에 의하여 지지되고, 유니트 구동부(200)의 구동축(미도시)은 하기되는 유니트 드럼부(300) 축과 연결된다.
- [0044] 유니트 구동부(200)는 하기되는 제어부(20)의 구동 제어 신호에 따라 가동되어 소정의 구동력을 생성하고, 생성된 구동력은 유니트 드럼부(300) 축으로 전달된다.
- [0045] 유니트 드럼(300)은 유니트 구동부(200) 축과 연결되어 유니트 구동부(200)에서 생성된 구동력을 전달받아 외부로 출력하는데, 이러한 구동력의 출력은 유니트 드럼(300)의 드럼 와이어(320)를 통하여 이루어진다.
- [0046] 보다 구체적으로, 유니트 드럼(300)은 드럼 와이어(320)와 드럼 바디(310)를 포함한다. 드럼 와이어(320)는 복수 개의 스트랜드로 구성된 스틸 와이어일 수도 있고, 탄소 섬유 내지 복합 강화섬유로 구성된 합성 와이어일 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 선택이 가능하다. 드럼 바디(310)는 회동축을 중심으로 드럼 와이어

(320)가 권취될 수 있는 외주면을 갖는 원통형 구조로 형성된다.

- [0047] 유니트 드럼(300)의 일단은 유니트 구동부(200)와 연결된다. 이들 구성요소간의 연결은 직결 방식을 취할 수도 있고, 경우에 따라 중심 축선을 달리하는 경우 키플러 등을 통하여 간접 연결되는 방식을 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.
- [0048] 유니트 드럼(300)의 타단은 유니트 카운터 밸런서(400)의 밸런서 전달부(420)에 연결된다. 유니트 드럼(300)의 드럼 바디(310)는 앞서 기술한 바와 같이, 원통형 외주면 구조를 취하는데, 드럼 바디(310)는 드럼 메인 바디(311)와 드럼 사이드 바디(313)를 포함한다. 드럼 메인 바디(311)의 원통형 단면의 반경은 드럼 사이드 바디(313)의 반경보다 작은 값을 구비하여, 드럼 와이어(320)가 드럼 메인 바디(311)에 권취되는 경우 드럼 사이드 바디(313)를 통한 안내 동작을 이루어, 드럼 메인 바디(311) 외측으로의 이탈을 방지할 수 있다.
- [0049] 유니트 카운터 밸런서(400)는 드럼 와이어(320) 측에 초기 중력 보상력을 제공하는데, 유니트 카운터 밸런서(400)는 밸런서 탄성부(410)를 포함하고, 밸런서 탄성부(410)는 이러한 초기 중력 보상력 제공을 이룬다.
- [0050] 보다 구체적으로, 유니트 카운터 밸런서(400)는 초기 탄성력 제공을 통한 중력 보상 기능을 드럼 와이어(320)를 통하여 최종적으로 연결되는 구성물에 중력 보상력을 제공하는데, 유니트 카운터 밸런서(400)는 밸런서 탄성부(410)와 밸런서 전달부(420)와 그리고 밸런서 모듈레이터(430)를 포함한다.
- [0051] 밸런서 탄성부(410)는 유니트 드럼(300)의 타측과 연결되고, 밸런서 탄성부(410)와 유니트 드럼(300) 사이에는 밸런서 전달부(420)가 배치되며, 밸런서 모듈레이터(430)는 밸런서 탄성부(410)의 단부로 유니트 드럼(300) 측과 연결되는 단부의 반대편 단부와 연결된다.
- [0052] 본 실시예에서의 밸런서 탄성부(410)는 밸런서 탄성체(411)와 밸런서 탄성 플레이트(413)를 포함한다. 밸런서 탄성체(411)는 일단이 밸런서 모듈레이터(430)와 연결된다. 밸런서 탄성체(411)는 본 실시예에서 코일형 토션 스프링으로 구현되나, 유니트 드럼(300) 측 내지 유니트 드럼(300) 측과 연결되는 하기되는 밸런서 전달부(420)의 회동축에 대한 토션을 제공하는 범위에서 다양한 선택이 가능하다.
- [0053] 밸런서 탄성 플레이트(413)는 일단이 밸런서 탄성체(411)의 타단에, 그리고 타단이 밸런서 전달부(420)에 연결된다. 밸런서 탄성 플레이트(413)는 본 실시예에서 원형 디스크 플레이트로 구현되는데, 이는 일례로서 토션 스프링으로 기능하는 밸런서 탄성체(411)와 회동축의 연결을 요하는 밸런서 전달부(420) 측의 연결을 이루는 범위에서 다양한 선택이 가능하다.
- [0054] 밸런서 전달부(420)는 밸런서 탄성부(410)의 타측과 유니트 드럼(300) 측 사이에 연결되어 밸런서 탄성부(410) 측과 유니트 드럼(300) 측 사이에 변속 연결 상태를 형성할 수 있다. 즉, 유니트 드럼(300)의 축회동 속도와 밸런서 탄성부(410) 사이에 사전 설정 내지 조정 변속비로의 전달 상태를 형성하여 궁극적으로 양단에서의 사전 설정 내지 조정 토크비로의 토크 전달 내지 토크 전달 상태 형성을 이룰 수 있다. 본 실시예에서 유니트 드럼(300) 측의 회전 속도는 밸런서 탄성부(410) 측의 회전 속도보다 훨씬 큰 값을 갖고, 유니트 드럼(300) 측에 대한 밸런서 탄성부(410) 측의 토크비는 1보다 큰 값을 갖는다.
- [0055] 따라서, 밸런서 전달부(420)는 양단에서의 속도비 내지 토크비의 변화를 이루는 범위에서 다양한 선택이 가능하나, 본 실시예에서의 밸런서 전달부(420)는 유전로 구현된다. 유성 기어 세트로 구현되는 밸런서 전달부(420)는 양단의 입력/출력 샤프트 사이에 유성 캐리어, 유성 선기어 내지 유성 플래네터리 기어등의 구성요소를 구비하는데, 이는 통성적인 유성 기어 세트의 구성을 취하는바 별도의 설명은 생략한다. 이와 같은 유성 기어 세트 로 구현되는 밸런서 전달부(420)를 통하여 감속에 다른 토크비 변환 전달 구조를 통하여 안정적인 중력 보상 기능을 수행할수 있다.
- [0056] 밸런서 모듈레이터(430)는 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정한다. 즉, 밸런서 모듈레이터(430)는 밸런서 탄성부(410)를 사이에 두고 밸런서 전달부(420)와 대향 배치되는데, 밸런서 모듈레이터(430)는 소정의 동작을 통하여 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정한다. 이와 같은 초기 탄성력의 조정 가능한 구성을 통하여 다양한 작동 환경에서의 적용을 가능하게 함으로서, 본 발명의 구성에 따른 카운터 밸런싱 유니트 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치의 적용 범위 내지 범용성을 확장시킬 수도 있다.
- [0057] 보다 구체적으로, 밸런서 모듈레이터(430)는 밸런서 모듈레이터 구동부(431)와 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)와 밸런서 모듈레이터 전달부(433)를 포함한다.
- [0058] 밸런서 모듈레이터 구동부(431)는 밸런서 탄성부(410)와 연결되는데, 밸런서 모듈레이터 구동부(431)는 전기모

터로 구현되어 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하기 위한 조정 구동력을 생성한다.

- [0059] 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)는 밸런서 탄성부(410)와 연결되어 밸런서 탄성부(410)의 초기 탄성력을 조정하는데, 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)는 단순 원형 디스크 플레이트로 구현되고, 일측이 밸런서 탄성부(410)의 밸런서 탄성체(411)와 연결되고, 타측은 밸런서 모듈레이터 구동부(431) 측, 보다 정확하게는 밸런서 모듈레이터 전달부(433) 측과 연결된다.
- [0060] 밸런서 모듈레이터 전달부(433)는 밸런서 모듈레이터 구동부(431) 및 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)의 사이에 배치된다. 밸런서 모듈레이터 전달부(433)는 밸런서 모듈레이터 구동부(431)의 조정 구동력을 밸런서 모듈레이터 전달 플레이트(435)로 전달한다. 밸런서 모듈레이터 전달부(433)는 본 실시예에서 위엄 기어 세트 로 구현되는데, 이는 일예일 뿐, 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.
- [0061] 한편, 본 발명의 카운터 밸런싱 유니트(10)는 유니트 리스트레이너(500)를 포함한다. 유니트 리스트레이너(500)는 일단이 드럼 와이어(320)와 접촉하여 드럼 와이어(320)의 가동을 안내한다. 즉, 유니트 리스트레이너(500)는 드럼 바디(310)에 대하여 드럼 와이어(320)의 인출 내지 권취 동작이 이루어지는 경우 드럼 와이어(320)의 요동 내지 원치 않는 과도한 이동 동작 발생을 방지하는 접촉 가이드 요소로 구현된다.
- [0062] 보다 구체적으로, 본 실시예에 따른 유니트 리스트레이너(500)는 리스트레이너 폴리(520)와 리스트레이너 바디(510)와 리스트레이너 바디 서포터(530)를 포함한다. 리스트레이너 폴리(520)는 드럼 와이어(320)와 상시 접촉 상태를 형성한다. 리스트레이너 폴리(520)는 스폴 타입 형상을 구비하는데, 길이 방향 상에서 중앙에서의 반경이 외측 단부 측에서의 반경보다 작은 값을 갖는 구성을 통하여 외면에 접촉하는 드럼 와이어(320)의 과도한 원치 않는 이탈을 방지할 수 있다.
- [0063] 리스트레이너 바디(510)는 리스트레이너 폴리(520)의 회동을 지지하는데, 리스트레이너 폴리(520)는 본 실시예에서 'ㄷ'자 형상의 지지 구조를 형성한다. 'ㄷ'자 형상의 리스트레이너 바디(510)의 양단에 배치되는 부분에 리스트레이너 폴리(520)가 회동 가능 배치된다. 본 실시예에서의 리스트레이너 폴리(520)는 'ㄷ'자 형상의 리스트레이너 바디(510)의 양단에 배치되는 부분에 자유 회동 가능 배치되는 구성을 취하나, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0064] 즉, 도 10에 도시된 바와 같이, 유니트 리스트레이너(500)는 회동을 디텐팅 동작시키는 리스트레이너 디텐트부(540)를 더 구비할 수도 있다. 리스트레이너 디텐트부(540)는 리스트레이너 디텐트(541)와 리스트레이너 디텐트 탄성부(543)를 포함한다.
- [0065] 리스트레이너 디텐트(541)는 리스트레이너 폴리(520)의 외측면에 배치되는데, 리스트레이너 디텐트(541)는 리스트레이너 폴리(520)의 회동축의 길이 방향으로 연장 배치되는 부분의 회동 원주면 상에 요철 배치되는 구성을 취한다.
- [0066] 리스트레이너 디텐트 탄성부(543)는 'ㄷ'자 형상의 리스트레이너 바디(510)의 단부의 내측면에 위치 고정되어 배치되는데, 리스트레이너 디텐트 탄성부(543)는 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)와 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)를 포함한다.
- [0067] 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)와 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)는 일체형 구조를 취하는데, 단일의 스틸 편을 절곡시켜 제조하는 구조를 취할 수도 있고, 소정의 탄성 변형 가능한 플라스틱으로 사출 성형된 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.
- [0068] 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)는 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)의 사이에 배치되고 리스트레이너 디텐트(541)를 향하여 돌출 배치된다.
- [0069] 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)는 양측에서 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)에 의하여 리스트레이너 바디(510)의 내측에 위치 고정 장착된다. 리스트레이너 디텐트 탄성 지지부(5433)의 리스트레이너 바디(510)의 내측에 위치 고정 장착되는 구조는 삽입 구조일 수도 있고, 끼움 구조 내지 압입 구조일 수도 있는 등 설계 사양에 따라 변형이 가능하다.
- [0070] 이와 같은 리스트레이너 디텐트 탄성 바디(5431)와 리스트레이너 디텐트(541)과의 접촉 구조를 통하여 리스트레이너 폴리(520)의 자유 회동을 인한 과도한 폴립 등을 최소화시키는 구성을 취할 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하다.
- [0071] 리스트레이너 바디 서포터(530)는 리스트레이너 바디(510)를 지지하는 구성을 취하는데, 리스트레이너 바디 서

서포터(530)는 일단이 유니트 하우징(100)에 배치되고 타단이 리스트레이너 바디(510)를 지지한다.

- [0072] 리스트레이너 바디 서포터(530)는 본 실시예에서 소정의 강성 및 탄성을 갖는 토션 스프링 형태로 구현되는데, 리스트레이너 바디 서포터(530)는 드럼 와이어(320)에 대한 소정의 댐핑 기능을 제공하여 드럼 와이어(320)의 드럼 바디(310)에 대한 권취 내지 풀림 동작이 이루어지는 경우 원활한 가동을 안내하도록 할 수 있다.
- [0073] 리스트레이너 바디 서포터(530)는 본 실시예에서 단일 토션 스프링으로 구현되나 리스트레이너 바디(510)를 소정의 변위 범위 내에서 가동 가능한 구조를 취하는 범위에서, 개수, 형상, 위치 등은 다양한 변형이 가능하다.
- [0074] 즉, 도 11에 도시된 바와 같이, 리스트레이너 바디(510)는 이중 지지 구조를 취하되, 리스트레이너 제 1 바디(510a)는 리스트레이너 폴리(520)가 배치되고, 리스트레이너 제 2 바디(510b)는 리스트레이너 제 1 바디(510a)에 이격되어 유니트 하우징(100)에 위치 고정되어 배치되고 리스트레이너 바디 서포터(530;530a,530b,530c)를 통하여 리스트레이너 제 1 바디(510a)를 지지하는 구성을 취함으로써, 리스트레이너 폴리(520)와 접촉하는 드럼 와이어(320)의 3차원적 거동에 대한 소정의 강성을 갖는 탄성 변형 가능한 상태로서의 지지를 가능하게 함으로써 진동에 의한 드럼 와이어(320)에 연결되는 엔드이펙터(3,3a)의 동작 불안정성을 방지 내지 최소화시킬 수도 있다.
- [0075] 상기 실시예에서 벨런서 전달부(420)와 유니트 드럼(300)은 직결되는 방식을 취하여 전체적 구성의 배치가 일축 장방형 배치 구성을 취하나, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 즉, 컴팩트한 배치를 요하는 경우 본 발명의 카운터 벨런싱 유니트(10)는 유니트 연결부(600)를 더 구비할 수 있는데, 도 7에 도시된 바와 같이, 유니트 연결부(600)는 벨런서 전달부(420)와 상기 유니트 드럼(300) 사이에 배치된다. 즉, 유니트 연결부(600)는 벨런서 전달부(420)의 회동축과 유니트 드럼(300)의 회동축의 비동축선 상의 배치를 가능하게 하는데, 유니트 연결부(600)는 본 실시예에서 베벨 기어 세트(30)로 구현된다. 이러한 연결 구성요소인 유니트 연결부(600)의 배치 구조를 채택함으로써, 장방형 길이를 충족시키지 못하는 공간적 제약이 수반되는 경우 유니트 연결부(600)를 통한 배치 구성의 변화를 통하여 공간적 제약 조건을 극복하고 중력 보상 기능을 실행하도록 할 수도 있다.
- [0076] 한편, 본 발명의 카운터 벨런싱 모션 장치(1)는 상기한 본 발명의 실시예에 따른 카운터 벨런싱 유니트(10)를 포함하는데, 카운터 벨런싱 유니트(10)와 입력부(50)와 저장부(30)와 제어부(20)와 연산부(40)를 포함한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 카운터 벨런싱 유니트(10)는 복수 개가 구비되어 복수 지점에 배치된다. 카운터 벨런싱 모션 장치(1)는 모션 지지부(2)를 포함하는데, 모션 지지부(2)는 도 1에서 단순한 폴 샤프트로 구성되나 이는 단지 일례로서 다양한 변형이 가능하다.
- [0077] 도 1에서 모션 지지부(2)는 지면 상 4개의 지점에 각각 이격되어 독립 배치되는 폴 샤프트로 구현된다. 도면에 서 도시되지는 않았으나, 모션 지지부(2)는 연장 가능한 익스텐션 크레인 구조를 취할 수도 있고, 경우에 따라 별도의 지지 와이어(미도시)를 통하여 지지되는 구조를 취할 수도 있다.
- [0078] 각각의 모션 지지부(2)의 단부에는 카운터 벨런싱 유니트(10)가 배치되고, 복수 개의 모션 지지부(2)에 배치되는 각각의 카운터 벨런싱 유니트(10)가 배치된다. 카운터 벨런싱 유니트(10)를 포함하는 카운터 벨런싱 모션 장치(1)는 모션 지지부(2)에 배치되는 하나 이상의 카운터 벨런싱 유니트(10)와 더불어, 입력부(50)와 저장부(30)와 제어부(20)와 연산부(40)를 포함할 수 있다.
- [0079] 입력부(50)는 운영자의 운영 지시를 입력하는 입력 수단으로 배치된다. 이러한 입력부(50)는 컴퓨터 장치의 입력 단말 장치로 구현될 수도 있고, 작업 현장에서 사용가능한 모바일 작업 가능 형태의 앱으로 구현될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구현이 가능하다.
- [0080] 저장부(30)는 사전 설정 데이터 및 유니트 구동부의 작동 데이터가 저장될 수 있다. 여기서, 저장부(30)에 저장되는 사전 설정 데이터는 벨런서 탄성부(410)의 초기 탄성력에 대한 초기 탄성력 정보 및 드럼 와이어(320)의 구동 정보를 포함한다.
- [0081] 제어부(20)는 유니트 구동부(200)에 유니트 구동 제어 신호를 인가하거나, 유니트 카운터 벨런서(400)에 조정 제어 신호를 인가한다. 즉, 제어부(20)는 입력부(50)를 통하여 입력된 입력 정보 및 사전 설정 데이터에 기초하여 유니트 카운터 벨런서(400)의 초기 탄성력을 조정하는 조정 제어 신호를 인가하여 벨런서 모듈레이터 구동부(431)의 작동을 제어하거나 유니트 구동부(200)에 구동 제어 신호를 인가하여 유니트 구동부(200)와 연결되는 드럼 바디(310)에 권취되는 드럼 와이어(320)의 가동을 제어한다.
- [0082] 연산부(40)는 제어부(20)와 연결되는데, 제어부(20)의 연산 제어 신호에 따라 초기 탄성력 정보 및 사전 설정 데이터에 기초하여 유니트 카운터 벨런서(400)와 유니트 구동부(200)에 인가되는 제어 신호를 산출한다.

[0083] 이러한 카운터 밸런싱 모션 장치(1)는 입력부(50)를 통한 입력 신호를 받아 제어부(20)가 저장부(30)의 사전 설정 데이터 및 입력 신호에 따라 연산부(40)를 통한 소정의 연산 과정을 거쳐 구동 제어 신호를 카운터 밸런싱 유니트(10)의 유니트 구동부(200) 측으로 인가하여 드럼 와이어(320)의 작동 상태 제어가 가능하다.

[0084] 본 실시예에서 제어부(20), 연산부(40), 저장부(30) 등이 단수 개가 배치되는 구성을 취하였으나, 경우에 따라 이들도 복수 개가 각각의 카운터 밸런싱 유니트에 개별 배치되고 이들을 총합하여 제어하는 마스터 제어부의 기능을 별도의 제어부 내지 복수 개의 제어부 중 하나가 실행하는 방식을 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.

[0085] 한편, 본 발명의 카운터 밸런싱 모션 장치(1)는 밸런서 모듈레이터(430)의 동작 상태를 조정하는 조정 제어 방법을 구현할 수도 있다. 즉, 카운터 밸런싱 모션 장치(1)의 제어 방법은, 제공 단계(S10)와, 감지 단계(S20)와, 목적 함수 산출 단계(S30)와, 최적 초기 각도 산출 단계(S40)와, 밸런서 조정 단계(S50)를 포함할 수 있다.

[0086] 먼저, 제공 단계(S10)에서 카운터 밸런싱 유니트(10)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치(1)가 제공되는데, 앞선 기술 사항으로 대체하며, 중복된 기술은 생략한다. 카운터 밸런싱 유니트(10)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치(1)가 제공된 후, 감지 단계(S20)가 실행된다. 감지 단계(S20)에서 제어부(20)는 드럼 와이어(320)에 형성되는 장력을 감지한다. 이러한 장력 감지는 별도의 인장 센서(미도시)를 통하여 이루어질 수도 있고, 드럼 와이어(320)가 권취되는 드럼 바디(310)에 연결되는 유니트 구동부(200)를 통하여 감지될 수도 있는 등 다양한 선택이 가능하다.

[0087] 그런 후, 제어부(20)는 목적 함수 산출 단계(S30)를 실행하는데, 목적 함수 산출 단계(S30)에서 제어부(20)는 감지된 장력 신호와 저장부(30)에 저장되는 사전 설정 데이터를 활용하여 연산부(40)에 연산 제어 신호를 인가하여 연산부(40)로 하여금 하나 이상의 카운터 밸런싱 유니트(10)의 드럼 와이어(320)에 형성되는 장력과, 각각의 드럼 와이어(320)에 형성되는 유니트 카운터 밸런서(400)에 의한 중력 보상값으로 형성되는 목적함수를 산출한다.

[0088] 먼저, 장력 분석을 위해서  $n$ 은 드럼 와이어(케이블)의 수,  $F$ 는 각 드럼 와이어의 장력, 그리고  $J$ 는 목적함수라고 하면, 목적 함수는 다음과 같이 표현될 수도 있다.

$$J = \sum_{i=1}^n F_i$$

$$F_i \geq 0$$

[0089]

[0090] 다만, 본 발명의 카운터 밸런싱 유니트는 유니트 카운터 밸런서를 통한 중력보상이 이루어지는바, 이를 반영하여 최적화를 통한 장력 분석 결과를 이용하여 중력 보상 메커니즘의 각 파라미터를 설계해야 한다. 즉, 이를 위해서 다음과 같은 목적 함수의 수정이 이루어진다.

[0091]

$$J = \sum_{i=1}^t \left\{ F_i + \frac{k \left( \frac{b}{gr} - \theta_{ini} \right)^2}{r} \right\}^2$$

[0092]

[0093] 여기서,  $g, r, k > 0$ ,

- $F_i$  : 각 케이블의 장력
- $k$  : 스프링의 탄성 계수
- $g$  : 유성기어장치의 기어비
- $r$  : 드럼의 반지름
- $b$  : 케이블의 길이
- $\theta_{mi}$  : 스프링의 초기 각도

[0094]

[0095]

여기서, 모션 지지부(2)에 장착되는 카운터 밸런싱 유니트(10)를 포함하는 카운터 밸런싱 모션 장치로서의 케이블 로봇으로서의 카운터 밸런싱 모션 장치의 작업 공간을 메쉬(mesh)화하여 각 메쉬의 교점에서의 평가함수를 모두 합산하게 되는데,  $t$ 는 고려된 모든 교점의 수를 나타낸다.

[0096]

그런 후 목적 함수 값을 사전 설정 데이터에 포함되는 사전 설정 기준값과 비교하여 최적화되는 초기 중력보상 값을 형성하도록 스프링의 최적화된 스프링의 초기 각도 값을 산출하는 최적 초기 각도 산출 단계(S40)가 실행되고, 제어부(20)는 산출된 최적 초기 각도로 조정되도록 밸런서 모듈레이터(430)에 조정 제어 신호를 인가하여 초기 중력 보상력을 조정하는 밸런서 조정 단계(S50)를 실행한다.

[0097]

도 4 내지 도 6은 작업 공간이 1.7m x 1.7 m x 2 m인 케이블 로봇에서 위 과정을 거쳐 중력보상 메커니즘을 설계했을 때의 효율을 시뮬레이션을 통해 나타낸 선도로서,  $x$ 축과  $y$ 축은 각각 평면의 위치(단위 : 미터)이며, 높이가 0m, 1m, 그리고 2m 일 때의 효율을 나타낸다. 효율은 0~1로 표현하였으며, 효율이 1이면 100%의 효율(무동력)을 의미하는데, 본 실시예에서 중력 보상 메커니즘의 가동 범위는 300도에 달하며, 최대 90%의 고효율을 구현할 수 있고, 이러한 목적함수를 최적화시키는 최적 초기 각도 산출이 가능하다.

[0098]

한편, 앞선 실시예에서 카운터 밸런싱 유니트(10)가 복수 개가 구비되는 경우를 도시하였으나, 본 발명의 카운터 밸런싱 모션 장치(1)는 단일의 카운터 밸런싱 유니트(10)를 구비하는 구성을 취할 수도 있다 즉, 도 10에 도시된 바와 같이, 모션 지지부(2a,2b)에 배치되는 카운터 밸런싱 유니트(10)가 가동 가능하게 배치되는 구성을 취할 수도 있는데, 이 경우 전체적 구조는 호이스트 타입으로 구현될 수도 있다. 모션 블록(5)은 모션 지지부(2;2a,2b)를 따라 가동 가능하게 배치되고, 모션 블록(5)에 카운터 밸런싱 유니트(10)가 배치된다.

[0099]

모션 블록(5)에는 모션 블록 구동 모터(미도시) 및 모션 블록 구동 휠(미도시)이 배치되어, 모션 블록 구동 모터에서 인가되는 모션 블록 구동력은 모션 블록 구동 모터에 연결되는 모션 블록 구동 휠에 전달되고, 모션 블록 구동 휠의 회동 상태는 격자 내지 H자 형상으로 연결 배치되는 모션 지지부(2a,2b)의 길이를 따라 마찰 구동되어 모션 블록(5)의 위치 이동을 발생시키고, 궁극적으로 모션 블록(5)에 배치되는 카운터 밸런싱 유니트(10)의 위치 이동을 이룰 수도 있다.

[0100]

본 발명의 카운터 밸런싱 유니트(10) 및 이를 구비하는 카운터 밸런싱 모션 장치(1)는 본 실시예에서 건설 장비, 예를 들어 3D 프린터 건설 장비 등이 사용될 수도 있고, 다양한 하중 범위의 부하를 운반하는데 사용되는 장비로 구현될 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.

[0101]

상기 실시예들은 본 발명을 설명하기 위한 일예들로, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니고 다양한 변형이 가능하다.

**부호의 설명**

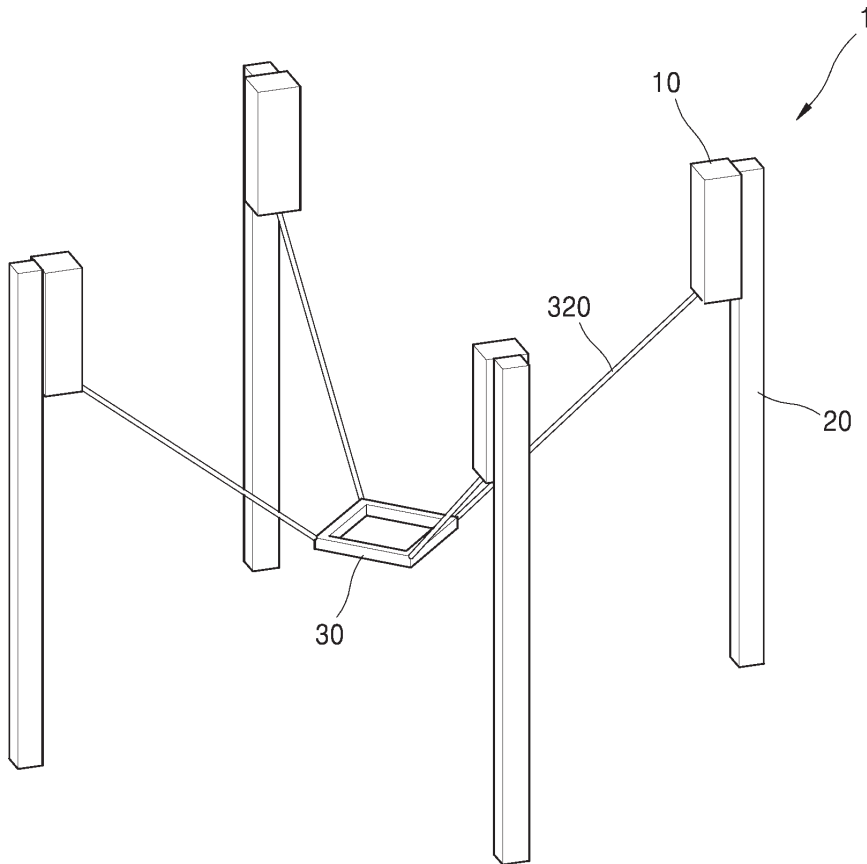
[0102]

- 10...카운터 밸런싱 유니트                                100...유니트 하우징
- 200...유니트 구동부                                        300...유니트 드럼
- 400...유니트 카운터 밸런서                            500...유니트 리스트레이너

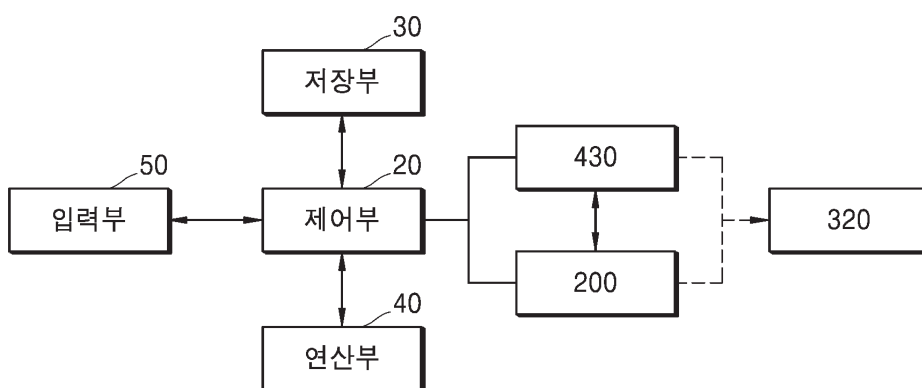


도면

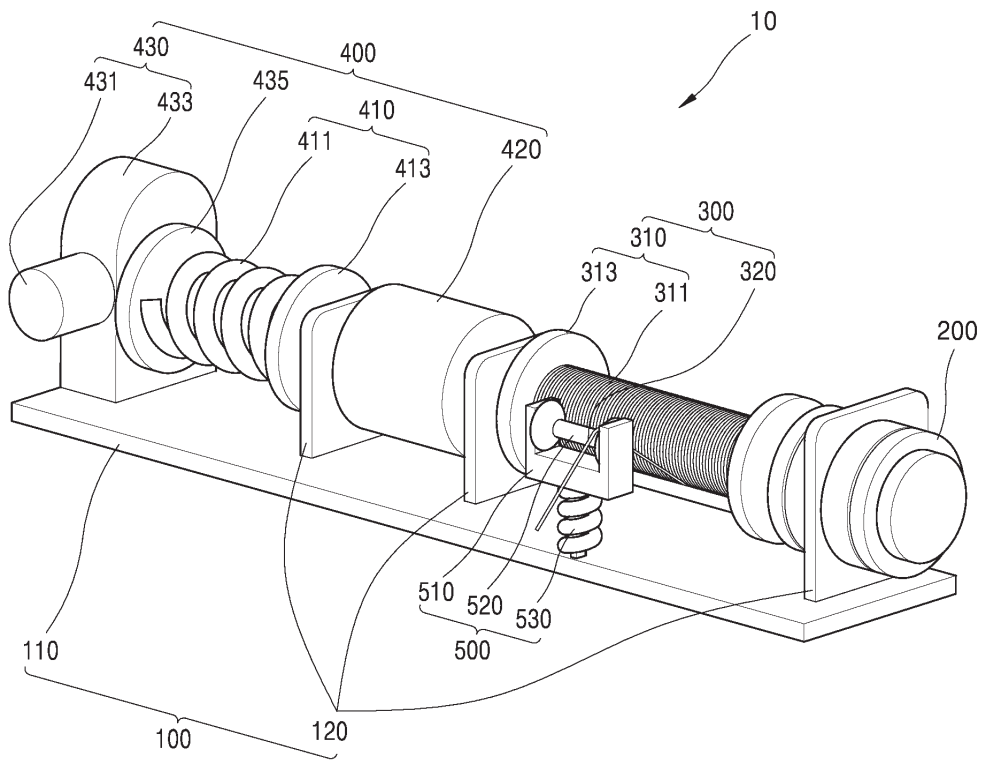
도면1



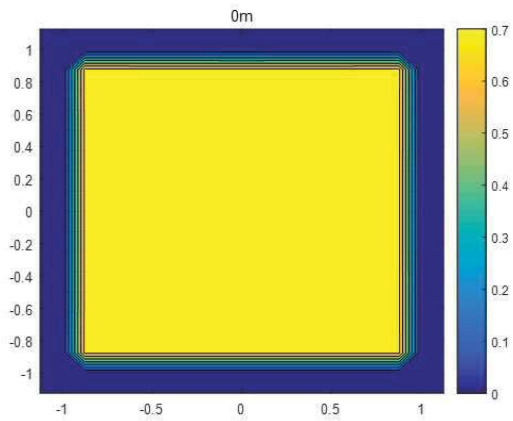
도면2



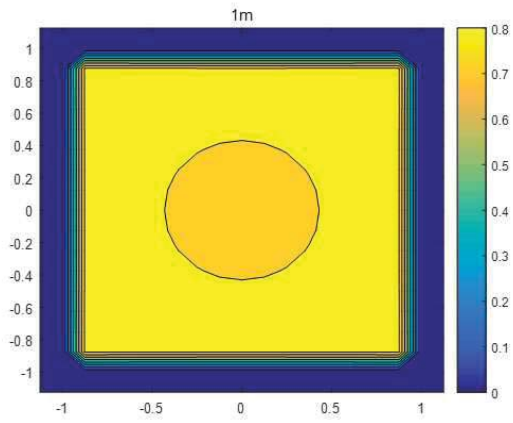
도면3



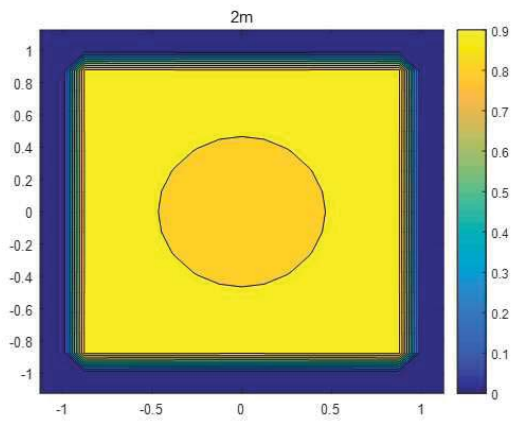
도면4



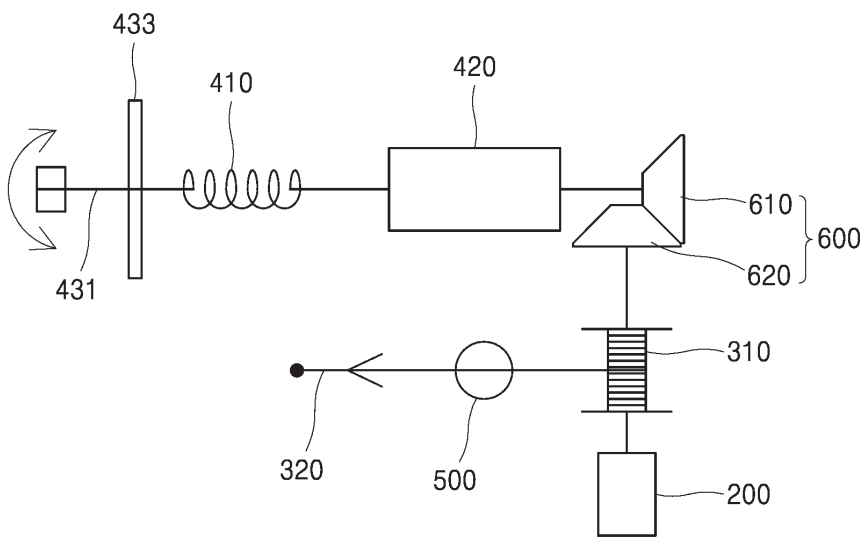
도면5



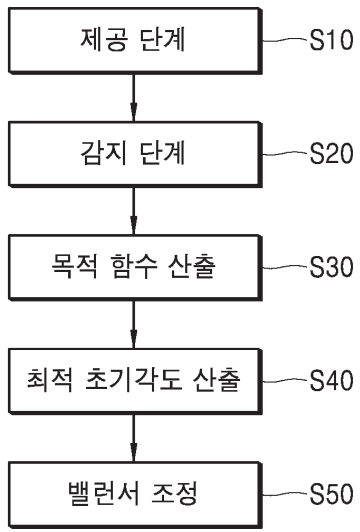
도면6



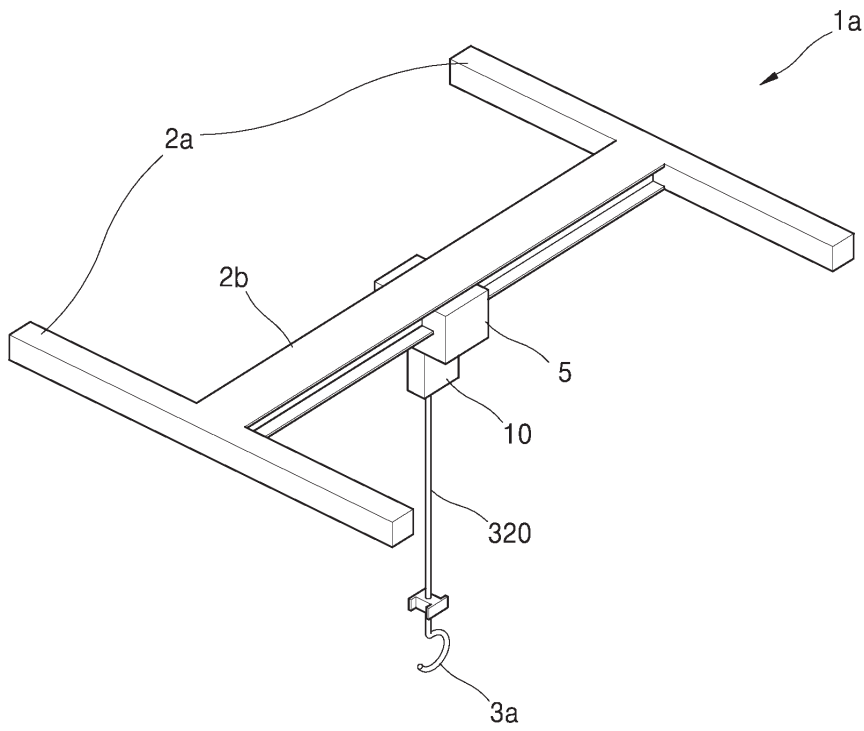
도면7



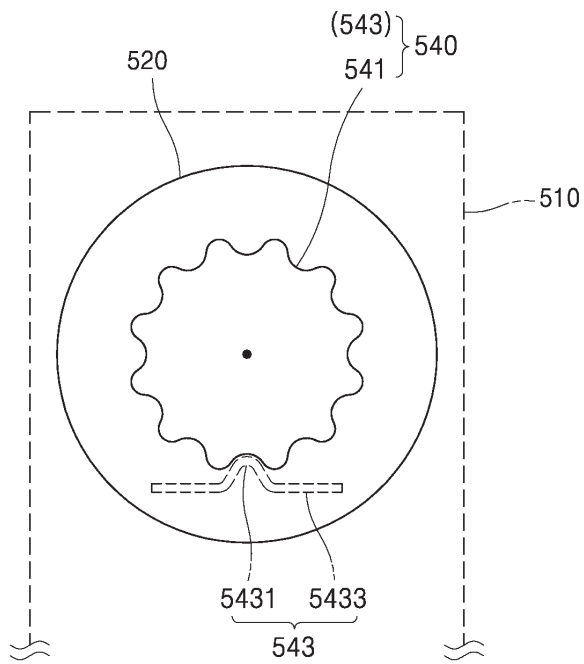
도면8



도면9



도면10



도면11

