

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0121572 (43) 공개일자 2014년10월16일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) G05D 17/00 (2006.01)		(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
(21) 출원번호 10-2013-0037893		서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(22) 출원일자 2013년04월08일		(72) 발명자
심사청구일자 2013년04월08일		송재복
		서울 강남구 언주로30길 56, B동 2907호 (도곡동, 타워팰리스)
		김휘수
		서울 동대문구 무학로42길 39, 한아름 고시텔 (제기동)
		(74) 대리인
		홍동우

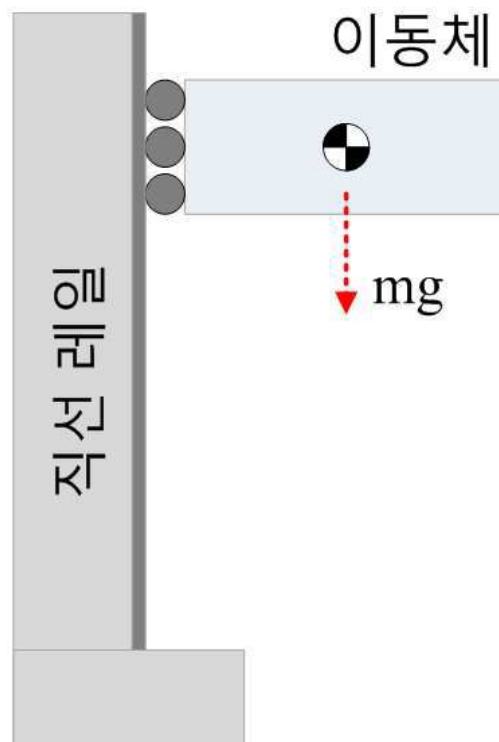
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛

(57) 요약

본 발명은, 일단에 외부 하중이 연결되는 와이어와, 외주면에 상기 와이어가 권취 가능하고 상기 와이어의 타단이 고정 장착되는 와이어 드럼과, 상기 와이어 드럼 측과 연동 가능하도록 배치되고, 상기 와이어 드럼의 회동시 함께 탄성 변형되어 탄성 복원력을 생성하고, 상기 와이어 드럼 측으로 상기 탄성 복원력을 인가 가능한 카운터 탄성부를 구비하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

일단에 외부 하중이 연결되는 와이어와,

외주면에 상기 와이어가 권취 가능하고 상기 와이어의 타단이 고정 장착되는 와이어 드럼과,

상기 와이어 드럼 측과 연동 가능하도록 배치되고, 상기 와이어 드럼의 회동시 함께 탄성 변형되어 탄성 복원력을 생성하고, 상기 와이어 드럼 측으로 상기 탄성 복원력을 인가 가능한 카운터 탄성부를 구비하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 와이어가 상기 와이어 드럼의 외주면에 권취되는 지점에서의 상기 와이어 드럼의 회전축 중심으로부터의 모멘트 길이는, 상기 와이어 드럼의 회전 변위에 비례하여 증가하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 와이어 드럼은 회전축을 포함하는 평면 상에서 사다리꼴 단면 형상을 구비하고, 상기 와이어가 상기 와이어 드럼의 외주면에 권취되는 지점에서의 상기 와이어 드럼의 회전축 중심으로부터의 모멘트 길이(r)는 일단에서 최대 모멘트 길이(r_2) 및 타단에서 최소 모멘트 길이(r_1)를 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트.

청구항 4

제 3항에 있어서,

초기 상태에서 상기 와이어는 상기 와이어 드럼의 외주면에 최대로 권취되되 상기 와이어의 외부 하중을 향한 단부는 상기 최소 모멘트 길이(r_1) 측에 배치되고,

상기 외부 하중이 지면을 향하여 가동됨에 따라 상기 와이어 드럼의 외주면에 권취된 상기 와이어가 권출되면서 상기 모멘트 길이(r)가 증가하여 상기 카운터 탄성부 측으로 제공되는 길이 변위를 증가시키는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 와이어 드럼의 외주면에는 상기 와이어의 권취 및 권출을 안내하는 와이어 가이드가 구비되는 것을 특징으로 중력 보상 유니트.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 와이어 드럼과 상기 카운터 탄성부 사이에 드럼 기어부가 구비되고, 상기 드럼 기어부의 일단은 상기 와이어 드럼과 그리고 상기 드럼 기어부의 타단은 상기 카운터 탄성부와 연결되어, 상기 와이어 드럼의 회전 변위를 상기 카운터 탄성부로 전달하는 것을 특징으로 중력 보상 유니트.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 드럼 기어부는 상기 와이어 드럼 측의 회전 변위에 따라 사전 설정된 기어비로 회전 변위를 전달하는 피니

언 기어와,

상기 피니언 기어와 외접하고 일단은 상기 카운터 탄성부에 연결되어 상기 피니언 기어의 회전 변위를 직선 변위로 변환시키는 랙 기어를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 카운터 탄성부는:

상기 와이어 드럼가 배치되는 하우징에 연결되어 상기 와이어 드럼와의 상대 운동이 제한되는 카운터 탄성부 지지체와,

일단은 상기 랙 기어와 연결되고, 타단은 상기 카운터 탄성부 지지체와 접촉하여 상기 랙 기어가 직선 변위를 이루는 경우 길이 변화를 이루는 코일 스프링 타입의 카운터 탄성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 드럼 기어부는, 상기 와이어 드럼과 상기 피니언 기어 사이에 배치되는 스퍼어 기어를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 드럼 기어부는 상기 와이어 드럼 축의 회전 변위에 따라 사전 설정된 기어비로 회전 변위를 전달하는 엔드 바디를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 카운터 탄성부는:

상기 와이어 드럼가 배치되는 하우징에 연결되어 상기 와이어 드럼와의 상대 운동이 제한되는 카운터 탄성부 지지체와,

일단은 상기 엔드 바디와 연결되고 타단은 상기 카운터 탄성부 지지체에 연결되는 토션 스프링 타입의 카운터 탄성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 드럼 기어부는, 상기 와이어 드럼과 상기 피니언 기어 사이에 배치되는 스퍼어 기어를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 인가되는 하중으로 인하여 발생하는 토크를 보상할 수 있고 작동 안전성 및 신뢰성을 증대시키는 구조의, 필요 토크가 실질적으로 0이 되도록 하는 중력보상기구에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 하중, 예를 들어 자중과 같은 하중이 지속적으로 작용하는 장치 등의 경우 자중을 보상하는 보상 기구 등이 구비된다. 예를 들어, 로봇 장치 등의 경우 자체적인 자중이 상당하여 안전 사고 발생 가능성이 증대되는데, 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 보상 기구가 사용된다. 특히, 상하이동 기구의 경우, 이동시키는 대상의 자중에 의하여 항상 일정한 힘이 중력방향으로 인가되어 보상 기구는 중력 보상 기구로 구현된다.
- [0003] 현재까지 개발된 중력 보상 기구는 무게 추를 사용한 방법과 모터 및 스프링을 사용한 방법이 주를 이룬다. 특히, 산업용 기기에서는 장비의 무게 중심을 유지하고 자중을 보상하기 위하여 힘의 작용점 반대쪽에 적당한 무게 추를 설치한다. 그러나 이와 같은 방법은 기구부 전체의 질량을 증가시킴으로써, 장비의 이동성을 저하시키고, 충돌 안전 등이 중요한 로봇 팔 등에는 사용하기 힘들다. 예를 들어 수직 칼럼 형태의 장비의 경우, 즉 도 1 내지 도 3에 도시되는 바와 같이 이동체의 자중으로 인하여 변위에 상관없이 중력방향으로 항상 일정한 힘이 인가되는 경우, 도 4에 도시되는 바와 같이 풀리 등을 사용하여 힘의 방향을 바꾼 뒤, 중력 토크에 상응하는 무게 추를 설치함으로써 중력을 보상하는 방법을 사용할 수 있는데, 이러한 무게 추 보상 구조의 경우 장비 전체의 무게를 증가시켜서 장비의 이동성을 저하시키는 요인이 되었다.
- [0004] 이를 해결하기 위하여 스프링의 압축력 및 인장력을 사용하는 방법이 제안되었다. 이와 같은 스프링을 사용하는 방법은 기존의 방법에 비하여 비교적 작은 부피 및 무게로 제작이 가능하므로, 다양한 크기의 기구부에 적용이 용이하다. 이와 같은 장치에서는 일반적으로 자중에 의해서 인가되는 하중이 수직 위치에 상관없이 일정한 반면에, 스프링은 압축 거리에 따라서 탄성력이 비례적으로 증가하므로, 스프링의 변형량을 항상 일정하게 유지시켜 줄 수 있는 장치가 필요하다. 즉, 도 5에 도시되는 바와 같이 무게 추 대신에 스프링을 삽입하여 보상력을 제공하는 중력보상 방법이 제안되었는데, 이와 같은 방법의 경우, 일반적으로 이동체의 수직 위치가 변하더라도 이동체에 의한 중력은 항상 일정하므로, 이를 보상하는 스프링의 변형량도 항상 일정하게 유지되어야 하나, 이동체와 스프링이 도 5에 도시되는 바와 같이, 와이어로 연결되어 있어 이동체의 수직 위치가 변하면 스프링의 변형량이 계속 변하므로, 스프링에서 일정한 크기의 보상력을 제공하지 못하였다.
- [0005] 이를 위해서 기존에는 별도의 모터를 사용하여 상하 이동체의 위치에 연동하여 스프링 고정단의 위치를 변화시킴으로써 스프링의 변형량을 일정하게 유지 시켰으나 이 방법은 별도의 모터 및 이동체의 수직 위치를 측정하는 센서의 장착이 필요하므로 장비의 제작 단가를 증가시키고, 별도의 제어 알고리즘이 필요하다는 단점이 있다.
- [0006] 따라서 이와 같은 문제점들을 해결하고, 효과적인 중력보상을 구현하기 위해서는 무게 추 및 추가적인 모터의 사용을 가능한 배제하고 순수하게 기구적 요소만으로 보상력을 제공할 수 있는 중력보상기구에 대한 요구가 증대되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은 상기 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 무게 추 및 추가적인 모터의 사용을 가급적 배제하고 가능한 기구적 요소로 보상력을 제공할 수 있는 하중 보상 기구 내지 중력 보상 기구를 제공하는 것이다. 이를 위하여 상하 이동체의 위치 변화에 따라 이와 연결된 스프링의 변형량이 변하더라도, 일정한 보상력이 제공되어 이동체의 자중을 보상할 수 있는 장치를 구현함으로써, 사용자가 큰 힘을 들이지 않고, 즉 필요 힘 내지 필요 토크를 최소화하여 이동체를 상하로 움직일 수 있게 하며, 모터 등이 구비되는 경우 전동 시스템 구성 시에 필요한 액추에이터의 용량을 최소화시킬 수 있는 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 일단에 외부 하중이 연결되는 와이어와, 외주면에 상기 와이어가 권취 가능하고 상기 와이어의 타단이 고정 장착되는 와이어 드럼과, 상기 와이어 드럼 측과 연동 가능하도록 배치되고, 상기 와이어 드럼의 회동시 함께 탄성 변형되어 탄성 복원력을 생성하고, 상기 와이어 드럼 측으로 상기 탄성 복원력을 인가 가능한 카운터 탄성부를 구비하는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛을 제공한다.
- [0009] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛에 있어서, 상기 와이어가 상기 와이어 드럼의 외주면에 권취되는 지점에서의 상기 와이어 드럼의 회전축 중심으로부터의 모멘트 길이는, 상기 와이어 드럼의 회전 변위에 비례하여 증가할 수도 있다.
- [0010] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛에 있어서, 상기 와이어 드럼은 회전축을 포함하는 평면 상에서

사다리꼴 단면 형상을 구비하고, 상기 와이어가 상기 와이어 드럼의 외주면에 권취되는 지점에서의 상기 와이어 드럼의 회전축 중심으로부터의 모멘트 길이(r)는 일단에서 최대 모멘트 길이(r_2) 및 타단에서 최소 모멘트 길이(r_1)를 구비할 수도 있다.

- [0011] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 초기 상태에서 상기 와이어는 상기 와이어 드럼의 외주면에 최대로 권취되되 상기 와이어의 외부 하중을 향한 단부는 상기 최소 모멘트 길이(r_1) 측에 배치되고, 외부 하중이 지면을 향하여 가동됨에 따라 상기 와이어 드럼의 외주면에 권취된 상기 와이어가 권출되면서 상기 모멘트 길이(r)가 증가하여 상기 카운터 탄성부 측으로 제공되는 길이 변위를 증가시킬 수도 있다.
- [0012] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 와이어 드럼의 외주면에는 상기 와이어의 권취 및 권출을 안내하는 와이어 가이드가 구비될 수도 있다.
- [0013] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 와이어 드럼과 상기 카운터 탄성부 사이에 드럼 기어부가 구비되고, 상기 드럼 기어부의 일단은 상기 와이어 드럼과 그리고 상기 드럼 기어부의 타단은 상기 카운터 탄성부와 연결되어, 상기 와이어 드럼의 회전 변위를 상기 카운터 탄성부로 전달할 수도 있다.
- [0014] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 드럼 기어부는 상기 와이어 드럼 측의 회전 변위에 따라 사전 설정된 기어비로 회전 변위를 전달하는 피니언 기어와, 상기 피니언 기어와 외접하고 일단은 상기 카운터 탄성부에 연결되어 상기 피니언 기어의 회전 변위를 직선 변위로 변환시키는 랙 기어를 포함할 수도 있다.
- [0015] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 카운터 탄성부: 상기 와이어 드럼이 배치되는 하우징에 연결되어 상기 와이어 드럼과의 상대 운동이 제한되는 카운터 탄성부 지지체와, 일단은 상기 랙 기어와 연결되고, 타단은 상기 카운터 탄성부 지지체와 접촉하여 상기 랙 기어가 직선 변위를 이루는 경우 길이 변화를 이루는 코일 스프링 타입의 카운터 탄성체를 포함할 수도 있다.
- [0016] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 드럼 기어부는, 상기 와이어 드럼과 상기 피니언 기어 사이에 배치되는 스퍼 기어를 더 구비할 수도 있다.
- [0017] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 드럼 기어부는 상기 와이어 드럼 측의 회전 변위에 따라 사전 설정된 기어비로 회전 변위를 전달하는 엔드 바디를 포함할 수도 있다.
- [0018] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 카운터 탄성부: 상기 와이어 드럼이 배치되는 하우징에 연결되어 상기 와이어 드럼과의 상대 운동이 제한되는 카운터 탄성부 지지체와, 일단은 상기 엔드 바디와 연결되고 타단은 상기 카운터 탄성부 지지체에 연결되는 토션 스프링 타입의 카운터 탄성체를 포함할 수도 있다.
- [0019] 상기 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 있어서, 상기 드럼 기어부는, 상기 와이어 드럼과 상기 피니언 기어 사이에 배치되는 스퍼 기어를 더 구비할 수도 있다.

발명의 효과

- [0020] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트는 다음과 같은 효과를 갖는다.
- [0021] 첫째, 본 발명에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트는, 가변 모멘트 아암을 형성하도록 와이어 드럼을 형성하고, 카운터 탄성부가 와이어 드럼과 연결되는 구조를 취하여 탄성 복원력을 이용하여 반력으로서 하중 보상 내지 중력 보상을 이루어 간단한 구조를 통하여 신속하고 정확한 중력 보상을 이루는 구조를 제공할 수 있다.
- [0022] 둘째, 본 발명에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트는, 와이어에 연결되는 외부 하중, 내지 외부 질량체를 움직이는데 소요되는 힘을 와이어 드럼 및 카운터 탄성부를 사용하여 상쇄시킴으로써, 필요 토크 내지 필요 힘을 최소화하여 사용자가 큰 힘을 들이지 않고 기기를 조작할 수 있게 할 수 있다.
- [0023] 셋째, 본 발명에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트는, 전기모터와 같은 액추에이터를 삽입하여 전동 시스템을 구성하는 경우에도 액추에이터의 필요 용량을 최소화시켜 부하를 경감시킬 수 있다.
- [0024] 넷째, 본 발명에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트는, 하중 보상 유니트의 간결한 구조를 통하여 범용성을 증진시킴으로써, 각종 의료 장비 및 산업용 장비에서부터 직교좌표 로봇 등에 이르기까지 하중이 인가

되어 소정의 하중 보상이 요구되는 메커니즘에 적용 가능하다.

[0025] 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

[0026] 도 1 내지 도 5는 종래 기술에 따른 하중 보상 기구를 개략적으로 도시한 구성도 및 선도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트의 작동 원리를 설명하는 선도이다.

도 7 내지 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트의 핵심 작동 원리를 설명하는 개략적인 구조도 및 선도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트의 구체적인 구조도이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트의 와이어 드럼의 사시도이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트의 시뮬레이션 결과를 나타내는 선도이다.

도 14는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트의 구체적인 구조도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

[0028] 본 발명의 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트(10)는 로봇의 팔에 배치될 수도 있고, 토크 하중이 가해지는 구조물에 연결 배치되는 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 설치가 가능한데, 본 실시예에서는 단일 메커니즘 유니트로서의 구조를 중심으로 설명한다.

[0029] 본 발명의 일실시예에 따른 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트(10)는 와이어(100)와 와이어 드럼(200)과 카운터 탄성부(400)를 포함하는데, 본 실시예에서는 와이어 드럼(200)과 카운터 탄성부(400) 사이에 드럼 기어부(300)가 더 구비되는 구성을 취한다.

[0030] 도 6에 도시된 바와 같이, 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트(10)의 와이어(100)는 일단이 외부 질량체(W)와 연결된다. 본 실시예에서 와이어(100)는 스틸 와이어로 설정되었으나, 복수 개의 스틸 와이어의 스트랜드(strand)를 꼬아 형성하는 와이어 로프로 형성될 수도 있고, 경우에 따라 케이블 등과 같은 합성섬유를 통한 구조를 이룰 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.

[0031] 와이어(100)의 일단에 연결 배치되는 외부 질량체(W)는 단순 하중체일 수도 있고, 가동 가능한 로봇 아암일 수도 있는 등 다양한 선택이 가능하다. 와이어(100)의 타단은 와이어 드럼(200)에 연결된다.

[0032] 와이어(100)의 타단이 연결되는 와이어 드럼(200)과의 사이에 하나 이상의 아이들러(101)가 배치되어, 일단에 외부 질량체(W)가 연결되고 타단이 와이어 드럼(200)에 연결되는 와이어(100)의 안정적인 가이드를 원활하게 할 수 있다. 아이들러(101)는 본 실시예에서 도시되지는 않았으나, 와이어(100)가 수용 가능하고 와이어 드럼(200)이 회동 가능하게 배치되는 하우징(11)에 위치 고정되어 배치될 수 있다.

[0033] 와이어 드럼(200)은 외주면에 와이어(100)가 권취 가능하고 와이어(100)의 타단이 고정 장착되는데, 와이어 드럼(200)은 회동축(0-0)를 중심으로 회동 가능하도록 하우징(11)에 장착된다.

[0034] 본 발명의 일실시예에서 와이어(100)가 와이어 드럼(200)의 외주면에 권취되는 지점에서의 와이어 드럼(200)의 회전축(0-0) 중심으로부터의 모멘트 길이는, 와이어 드럼의 회전변위에 비례하여 증가한다. 즉, 와이어 드럼(200)의 외주면은 회전축(0-0)에 대하여 경사진 직선 구조를 이루는데, 모멘트 아암으로서의 회전축(0-0)과 외주면 간의 수직 거리는 회전축(0-0)을 따른 1차 함수와 같은 직선 구조를 이룬다.

[0035] 이와 같은 구조는 원추 형상의 와이어 드럼으로 구현될 수도 있으나, 본 실시예에서 와이어 드럼(200)은 회전축(0-0)을 포함하는 평면 상에서 사다리꼴 단면 형상을 구비하고, 와이어(100)가 와이어 드럼(200)의 외주면에 권취되는 지점에서의 와이어 드럼(200)의 회전축(0-0) 중심으로부터의 모멘트 길이(r)는 일단에서 최대 모멘트 길이(r2)이고 와이어(100)의 타단에서 최소 모멘트 길이(r1)는 최소 모멘트 이(r1)를 갖는다. 이와 같은 사다리

폴 형상으로 양단에서 각각 최대 및 최소 모멘트 길이를 구비하는 구조를 통하여 와이어 드럼의 안정적인 회전과 더불어 와이어(100)의 와이어 드럼(200)의 외주면에서의 안정적인 권취 및 권출 구조를 형성할 수 있다.

[0036] 본 실시예에서 와이어 드럼(200)에 권취되는 와이어(100)의 장착 위치가 특정되는 구조를 취할 수 있다. 이는 와이어 드럼(200)의 외주면에 위치에 따른 모멘트 아암의 길이가 상이할 수 있기 때문인데, 본 실시예에서 초기 상태에서 와이어(100)는 와이어 드럼(200)의 외주면에 최대로 권취되고, 와이어(100)의 외부 질량체(W)를 향한 단부가 최소 모멘트 길이(r_1) 측에 배치되고, 그런 후 외부 질량체(W)가 지면을 향하여 가동됨에 따라 와이어 드럼(200)의 외주면에 권취된 와이어(100)가 권출되면서 모멘트 길이(r)가 증가하여 카운터 탄성부(400) 측으로 제공되는 탄성 변위를 증가시킨다. 즉, 외부 질량체(W)가 초기 상태 위치에 배치되는 경우 와이어(100)가 와이어 드럼(200)의 외주면에서 분리되는 지점에서의 모멘트 아암은 최소 모멘트 길이(r_1)를 갖고, 외부 질량체(W)가 지면으로 이동하여 중력 보상이 필요한 경우 와이어(100)와 와이어 드럼(200) 간의 접촉이 해제되는 지점에서의 모멘트 아암의 길이가 증대되어 궁극적으로 동일한 질량체가 와이어(100)를 통하여 와이어 드럼(200)에 전달하는 토크의 크기를 증대시키고, 종국에 토크가 전달되어 보상토크 내지 보상력을 생성하는 카운터 탄성부(400) 측에서의 탄성 변위를 증대시킬 수 있다. 카운터 탄성부(400)에서의 탄성 변위는 카운터 탄성부(400)의 탄성 변형으로 인하여 탄성 복원력을 축적시키는 변위로서, 본 실시예에서는 직선 길이 변위로 구현될 수도 있고, 회전 각도로서의 회전 변위로 구현될 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0037] 또한, 와이어 드럼(200)의 외주면에 회전축(0-0)에 대하여 이루는 직선의 기울기는 설계 사양에 따라 다양한 선택이 가능할 뿐만 아니라, 본 실시예에서 도시되지는 않았으나, 와이어 드럼(200)의 외주면은 곡선으로 이루어질 수도 있는 등 변형이 가능하다.

[0038] 와이어 드럼(200)의 외주면에 와이어(100)가 권취되는데, 와이어 드럼(200)의 외주면에는 와이어 가이드(201)가 배치될 수 있다. 본 실시예에서 와이어 가이드(201)는 소정의 나선형 홈으로 구현되는데, 와이어(100)가 와이어 드럼(200)의 외주면에 권취되는 경우 와이어(100)는 와이어 가이드(201)를 따라 안내됨으로써 사전 설정된 위치로의 권취 구조를 형성할 수도 있다.

[0039] 카운터 탄성부(400)는 와이어 드럼(200) 측과 연동 가능하도록 배치되고, 와이어 드럼(200)의 회동시 함께 탄성 변형되어 탄성 복원력을 생성하고, 와이어 드럼(200) 측으로 탄성 복원력을 인가 가능하다. 즉, 카운터 탄성부(400)는 와이어 드럼(200)이 회동하는 경우 와이어 드럼(200) 측과의 연동 구조를 통하여 와이어(100)의 이동에 따른 와이어 드럼(200)의 회동 변위에 상응하는 탄성 변위를 생성하여 탄성 복원력을 축적하고 이를 다시 와이어 드럼(200) 측으로 전달함으로써 와이어(100)의 일단에 배치되는 외부 질량체(W)의 하중 등에 의한 토크에 상응하는 카운터 토크를 제공함으로써 외부 질량체(W)에 대한 중력 보상을 이룰 수 있다.

[0040] 와이어 드럼(200)과 카운터 탄성부(400) 간에는 와이어 드럼(200)의 회전 변위가 전달되어 카운터 탄성부(400)의 탄성 변위를 이루는데, 와이어 드럼과 카운터 탄성부 사이에는 와이어 드럼의 회전 변위를 전달 내지 변환시키는 구성요소가 더 구비될 수도 있다.

[0041] 본 실시예에서 와이어 드럼(200)과 카운터 탄성부(400)의 사이에 드럼 기어부(300)가 배치되는데, 드럼 기어부(300)는 일단이 와이어 드럼(200)과 연결되고 타단은 카운터 탄성부(400)와 연결되어 와이어 드럼(200)의 회전 변위를 카운터 탄성부(400)로 전달하고, 전달 과정 상에서 기어비 등을 통한 변환이 이루어질 수 있다.

[0042] 본 실시예에서 드럼 기어부(300)는 피니언 기어(320)와 랙 기어(330)를 포함하는데, 본 실시예에 따른 드럼 기어부(300)는 스퍼어 기어(310)를 더 구비하여 와이어 드럼(200)의 회전에 대한 피니언 기어(320)의 회전비를 조정할 수 있다. 여기서 일실시예로 스퍼어 기어가 기술되었으나, 회전 변위 등을 전달하는 범위에서 워엄 기어 내지 베벨 기어 등과 같은 다양한 기어가 사용될 수도 있다.

[0043] 피니언 기어(320)는 와이어 드럼(200) 측의 회전 변위에 따라 사전 설정된 기어비로 회전 변위를 이루어 전달하고, 랙 기어(330)는 피니언 기어(320)와 외접하고 일단이 카운터 탄성부(400)에 연결되어 피니언 기어(320)의 회전 변위를 직선 변위로 변환시킨다. 즉, 외부 질량체(W)와 연결되는 와이어(100)의 가동에 의하여 회전 운동을 이루는 와이어 드럼(200) 및 이를 소정의 기어비로 회전 전달받는 피니언 기어(320)의 구조를 통하여 전달되는 회전 운동이 피니언 기어(320)와 치합되는 랙 기어(330)를 통하여 직선 운동으로 변환되고 이러한 직선 운동을 통한 직선 변위를 카운터 탄성부(400)로 전달되어 소정의 탄성 변위를 생성한다.

[0044] 이때 카운터 탄성부(400)는 카운터 탄성부 지지체(401)와 카운터 탄성체(410)를 포함하는데, 카운터 지지체(401)는 와이어 드럼(200)이 배치되는 하우징(11)에 연결되어 와이어 드럼(200)와의 상대 운동이 제한되고, 카운터 탄성체(410)는 일단이 랙 기어(330)와 연결되고 타단이 카운터 탄성부 지지체(401)와 접촉하여 랙 기어

(330)가 직선 변위를 이루는 경우 함께 길이 변화를 이루는 코일 스프링 타입의 탄성체로 구현된다. 즉, 직선 변위와 탄성 계수에 상응하는 탄성 복원력을 생성 축적하고 이를 드럼 기어부 및 와이어 드럼 및 와이어(100)를 통하여 외부 질량체(W)에 전달하여 외부 질량체(W)에 의한 중력을 보상할 수 있다.

[0045] 한편, 상기 실시예에서 드럼 기어부 및 카운터 탄성부는 와이어 드럼의 회전 변위를 직선 변위로 전환 전달하는 구조를 취하였으나, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 즉, 도면에 도시된 바와 같이, 와이어 드럼의 회전 변위를 유지 전달하는 구조를 취할 수도 있는데, 드럼 기어부(300a)는 엔드 바디(320a)를 포함한다. 경우에 따라 상기 실시예와 같이 드럼 기어부(300a)는 와이어 드럼(200)과 엔드 바디(320a)의 사이에 스퍼어 기어(310a)를 구비하여 엔드 바디(320a)가 와이어 드럼의 회전 변위에 대하여 소정의 기어비를 갖는 회전 변위를 갖도록 하는 구성을 취할 수도 있다.

[0046] 엔드 바디(320a)는 와이어 드럼(200) 측의 회전 변위에 따라 사전 설정된 기어비로 회전 변위를 전달하는데, 본 실시예에서 드럼 기어부(300a)는 스퍼어 기어(310)를 더 구비하는 구조를 취할 수 있다. 즉, 드럼 기어부(300a)의 스퍼어 기어(310)는 하나 이상이 배치되고, 와이어 드럼(200)의 회전축과 평행축을 구비하도록 배치되어 외접함으로써 소정의 기어비를 이루며 엔드 바디(320a)로 회전 변위를 전달한다. 이때, 엔드 바디(320a)는 카운터 탄성부(400a) 측으로 회전 변위를 전달하는데, 카운터 탄성부(400a)는 카운터 탄성부 지지체(401a)와 카운터 탄성체(410a)를 포함한다. 카운터 탄성부 지지체(401a)는 와이어 드럼(200)이 배치되는 하우징(11)에 연결되어 와이어 드럼(200)와의 상대 운동이 제한되는데, 카운터 탄성체(410a)는 카운터 탄성부 지지체(401a)와 엔드 바디(320a) 사이에 배치된다. 카운터 탄성체(410a)는 토션 스프링 타입으로 구현되어 일단이 엔드 바디(320a)와 연결되고 타단이 카운터 탄성부 지지체(401a)와 연결된다. 이 경우 여기서 명확하게 도시되지는 않으나 토션 스프링 타입의 카운터 탄성체(410a)의 설정에 따라 카운터 탄성체(410a)에 전달되는 회전 변위로 직접 변형된 각변위로서의 탄성 변위에 선형 비례하는 탄성 복원력을 생성하여 와이어 드럼 측으로 전달할 수도 있고, 탄성 변위에 대하여 비선형의 탄성 복원력을 생성하여 와이어 드럼 측으로 전달할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.

[0047] 이하에서는 도 6 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 작동 원리를 설명하는데, 도 6 내지 도 10은 본 발명의 작동 원리를 설명하기 위한 것으로 개략적으로 도시되는 개념도 및 선도이다. 도 6에는 본 발명의 핵심 원리와 종래의 구조를 비교하는 구조도가 도시된다. 도 6의 (a)에 도시된 바와 같이, 종래의 구조의 경우 폴리로서의 와이어 드럼은 단지 원기둥 구조를 취하여 회전 중심(O)에 대하여 모든 외주면이 동일한 반경의 모멘트 아암(r_{const})을 형성한다. 이때 와이어에 일정한 힘(F)이 인가되는 경우 폴리로서의 와이어 드럼에 적용되는 토크(τ_{const})도 일정한 값을 유지할 수 밖에 없다. 반면, 본 발명의 경우 가변 모멘트 아암 구조를 취하는데, 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 와이어를 통하여 와이어 드럼에 인가되는 힘이 F로 일정한 값을 갖더라도, 회전 중심(O)으로부터 외주면까지의 반경인 모멘트 아암(r_v)이 변화되는 경우 토크(τ_v)의 크기도 변화 가능하다.

[0048] 이와 같은 본 출원의 가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유니트의 원리를 이루는 가변 가능한 토크 구조를 형성하는 구조의 개념도가 도 7에 도시된다. 가변 모멘트 아암(r_v)을 형성하기 위하여 와이어 드럼(200)은 회전축(O-O)으로부터 외주면까지의 회전축(O-O)에 대한 수직 거리가 회전축(O-O)의 길이에 대하여 선형적으로 변화하는 가변 모멘트 아암(r_v) 구조를 이룬다. 이때, 와이어 드럼(200)의 외주면에는 와이어(100)가 권취되는데, 와이어(100)에 힘이 가해지는 경우, 특히 일정한 힘(F)이 인가되는 경우에도 와이어(100)가 권취 내지 권출되는 경우 와이어 드럼(200)과 접촉되거나 접촉 해제되는 경계 위치에서 회전축(O-O)의 길이 방향으로 변화되는 모멘트 아암(r_v)의 회전 반경이 변화되는 구조를 이룬다. 따라서, 도 8에 도시된 바와 같이 와이어 드럼(200)의 회전 변위(회전 각도 변위, θ)에 대하여 와이어 드럼(200)에 가해지는 토크(τ_v)는 예를 들어 비례 관계를 형성할 수 있다.

[0049] 이러한 가변 모멘트 아암 및 가변 토크를 구현하는 과정 상에서, 와이어(100)의 일단에 연결되는 외부 질량체 내지 외부 하중의 위치 이동에 의하여 와이어(100)의 이동에 따라 와이어 드럼(200)의 회전 변위(회전 각도)가 변화되는데, 와이어 드럼(200)의 회전 변위와, 외부 질량체 내지 외부 하중 내지 외부 하중의 작용점의 위치(예를 들어 수직 위치)는 소정의 관계, 예를 들어 비례 관계를 형성할 수 있으므로, 토크(τ_v)는 외부 질량체 내지 외부 하중 내지 외부 하중 작용점의 위치에 비례하는 토크로 형성된다.

[0050] 이와 같은 회전 중심으로부터 가변되는 모멘트 아암을 갖도록 외주면이 형성되는 와이어 드럼의 회전에 따라 발생하는 토크는 카운터 탄성부의 카운터 탄성체에 탄성 변위를 발생시키고, 이러한 탄성 변위에 의하여 탄성 복원력이 축적되고, 이는 다시 반력으로서 와이어 드럼 측으로 전달되어 소정의 반력 토크로 작용함으로써 와이어

(100)의 일단에 연결되는 외부 질량체(외부 하중 또는 외부 하중 작용점)에 대한 반력 보상을 이루고, 외부 질량체가 중력에 의한 하중이 인가되는 경우 중력 보상을 이룰 수 있다. 즉, 와이어(100)가 권취 내지 권출되는 외주면을 갖는 와이어 드럼(200)에는 피니언(320)이 연결될 수 있고, 피니언(320)은 랙 기어(330)와 연결되고, 랙 기어(330)는 피니언(320)과 치합되어 와이어 드럼(200)과 함께 회동하는 피니언(320)의 회전 변위에 상응하여 직선 변위를 형성한다. 이때, 랙 기어(330)의 단부에는 카운터 탄성부(400)가 배치되는데, 카운터 탄성부 지지체(401)는 와이어 드럼 내지 와이어 드럼이 장착되는 회전축의 지지 구조, 즉 하우스에 대하여 위치 고정되어 배치되어 상대 운동이 제한되고, 카운터 탄성부(400)의 카운터 탄성체(410)는 압축 내지 신장 가능한 직선 탄성 변위를 형성하는 코일 스프링으로 형성됨으로써, 와이어드럼 측 내지 피니언(320)의 회전 변위는 랙 기어(330)의 직선 변위로 변환되고, 랙 기어(330)의 직선 변위에 의하여 카운터 탄성체(410)의 탄성 변위가 형성되어 소정의 반력을로서 가변 토크(τ_v)에 비례하는 힘(F_v)을 탄성 복원력을 형성한다. 도 10에 도시되는 바와 같이 이와 같은 와이어 드럼의 회전 변위에 대하여 가변 토크(τ_v)에 비례하는 힘(F_v)은 선형 관계를 형성할 수도 있다. 가변 토크(τ_v)에 비례하는 힘(F_v)은 반력으로서 다시 랙 기어 및 피니언 기어를 거쳐 와이어 드럼으로 전달되어 와이어가 와이어 드럼의 외주면으로부터 권출되어 풀리는 회전 동작을 제한함으로써, 궁극적으로 와이어(100)의 단부에 연결되는 외부 질량체(외부 하중 내지 외부 하중점)의 원치 않는 수직 이동을 제한함으로써 소정의 중력 보상 동작을 구현할 수 있다.

[0051] 이하에서는 도 11 내지 도 13을 참조하여 본 발명의 작동 과정을 설명한다.

[0052] 외부 질량체(W)의 위치가 이동하는 경우, 외부 질량체(W)와 연결되는 와이어(100)에 소정의 인장력이 인가된다. 이때, 초기 상태에서 와이어 드럼(200)의 외주면에는 와이어(100)가 최대 권취되는 구조를 취하는바, 와이어(100)에 소정의 인장력이 인가됨에 따라 형성되는 위치 이동은, 와이어(100)는 아이들러(101)에 의하여 가이드되어 와이어 드럼(200)의 외주에 권취된 와이어(100)가 권출되어 풀려짐으로써 이루어진다.

[0053] 와이어(100)의 풀림에 따라 와이어 드럼(200)은 회전 변위를 형성하고, 회전 변위는 설정된 기어비를 갖는 드럼 기어부(300)의 스피어 기어(310) 등을 거쳐 피니언 기어(320)로 전달되고, 피니언 기어(320)와 치합되는 랙 기어(330)는 피니언 기어(320)의 회전 변위를 직선 변위로 전환시키고, 랙 기어(330)에 연결되는 카운터 탄성부(400)의 카운터 탄성체(410)는 카운터 탄성부 지지체(401)와 랙 기어(330)의 사이에서 랙 기어(330)의 직선 변위에 따라 소정의 탄성 변위를 형성한다. 이때, 카운터 탄성체(410)의 탄성 변위에 의하여 소정의 탄성 복원력이 축적 형성되고, 카운터 탄성체(410)는 탄성 변위에 상응하여 축적 형성된 탄성 복원력을 역의 방향으로 랙 기어(330), 피니언 기어(320) 및 스피어 기어(310)를 통하여 와이어 드럼(200)으로 탄성 복원력과 기어비에 따른 모멘트 아암의 값을 갖는 토크를 제공함으로써, 와이어(100)에 연결되는 외부 질량체(W)에 토크를 인가함으로써 소정의 하중 보상 내지 중력 보상을 이룰 수 있다.

[0054] 이와 같은 과정을 달리 표현하면, 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이 와이어 드럼(200)에서, 와이어 드럼(200)의 최소 반경을 r_1 , 최대 반경을 r_2 이라고 하고, 와이어(100)에 인가되는 하중, 즉 본 실시예에서 외부 질량체(W)에 대한 중력에 의해 인가되는 일정한 외력 F_g 에 의하여 와이어 드럼(200)에 토크는 드럼 기어부(300)의 기어비 N , 드럼 기어부(300)의 피니언 기어(320)의 피치반경 r_p 및 랙기어(330)를 통하여 전달되는 F_v 의 힘으로 스프링을 압축시켜 탄성 복원력을 형성한다. 이 때 랙 기어(330)에 전달되는 힘 F_v 의 최대 및 최소의 차이는 다음과 같다.

$$\nabla F_v = \frac{NF_g(r_2 - r_1)}{r_p}$$

[0055]

[0056] 또한 카운터 탄성체(410)로서의 코일 스프링이 압축되는 길이를 l_c 라고 할 때, 이는 랙 기어(330)의 이동거리와 동일한데, 카운터 탄성체(410)의 압축 거리, 즉 탄성 변위(l_c)는 다음과 같이 감속비, 피니언 기어(320)의 피치 반경(r_p)로, 피니언 기어(320)의 원주X회전수의 관계로 표현될 수 있다.

$$l_c = 2\pi r_p \frac{n}{N}$$

[0057]

[0058] 여기서, n은 와이어(100)가 와이어 드럼(200)에 권취되어 감김 회수를 나타내는데, 카운터 탄성체(410)의 반발력, 즉 탄성 복원력은 "힘=강성X변위"의 관계로부터 요구되는 카운터 탄성체(410)의 스프링 강성(k)은 다음과 같이 기술될 수 있다.

$$k = \frac{\nabla F_v}{l_c} = \frac{NF_g(r_2 - r_1)}{r_p \left(2\pi r_p \frac{n}{N} \right)}$$

[0059]

[0060] 또한, 와이어(100)의 단부에 연결되는 외부 하중, 즉 본 실시예에서 외부 질량체(W)가 허용 범위 내의 가장 높은 지점에 위치하고 와이어 드럼(200)의 외주면에 가장 많은 와이어가 권취되어 감겨진 상태의 경우에도 하중 보상, 즉 본 실시예에서 중력 보상이 이루어져야 하는데, 이를 위하여 요구되는 코일 스프링으로 구현되는 카운터 탄성체(410)의 초기 압축 거리(l_{c1})는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$l_{c1} = \frac{NF_g r_1}{r_p k}$$

[0061]

[0062] 단, 이러한 관계에 있어 중요 인자를 중심으로 기술되어 마찰에 의한 영향을 반영하는 인자는 배제하였다. 본 발명의 실시예로서 와이어 드럼(200)의 최소 반경 $r_1 = 50$ mm, 최대 반경을 $r_2 = 100$ mm, 피니언 기어(320)의 피치반경 $r_p = 50$ mm, 와이어(100)의 총 감김 횟수 $n = 3$, 총 기어비 $N = 9$, 중력에 의한 외력 $F_g = 500$ N로 설정하여 필요한 코일 스프링으로 구현되는 카운터 탄성체(410)의 사양을 선정하고 이를 바탕으로 수행된 시뮬레이션 결과가 도 13에 도시되는데, 결과적으로 필요한 카운터 탄성체(410)의 강성은 43 N/mm이고, 필요한 초기 압축 길이는 105 mm이며, 와이어에 연결되는 외부 하중, 외부 질량체(W)의 상하 이동에 따른 탄성 변위, 즉 압축 길이는 105 mm인바, 전체적으로 요구되는 카운터 탄성체(410)의 압축 길이는 총 210 mm이다. 도 13에 도시된 바와 같이, 이동체의 상하 운동으로 인하여 인가되는 가변 힘(F_v)는 카운터 탄성체(410)의 반발력, 즉 탄성 복원력(F_s)으로 인하여 모두 상쇄되어 외부 하중, 즉 외부 질량체(W)를 가동시키는데 요구되는 힘은 실질적으로 "0"이 됨을 알 수 있다.

[0063]

상기 코일 스프링으로 구현되는 카운터 탄성체의 구조에 대하여 기술되었으나, 이는 앞서 기술된 토션 스프링으로 구현되는 카운터 탄성체의 구조에 대하여도 회전 변위와 직선 변위로의 전환 과정을 제외하고 실질적으로 동일하게 적용될 수 있다.

[0064]

상기 실시예들은 본 발명을 설명하기 위한 일례들로, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 앞서 언급된 바와 같이 지면에 대하여 수직 가동되는 외부 질량체(W)를 중심으로 기술되었으나, 외부 하중이 와이어에 인가되는 범위에서 지면에 수직 가동 이외에도 다양한 구성이 가능하며, 본 실시예에서는 기계적 메커니즘 구성만을 언급하였으나, 별도의 전기 모터 등을 통하여 보상을 이룰 수도 있고, 경우에 따라 센서를 구비하여 작동 환경에 따라 전기 모터 등의 보조 동력의 단속을 이루는 구조를 취할 수도 있는 등 다양한 구성이 가능하며, 본 발명의 와이어, 와이어 드럼 및 카운터 탄성부를 구비하는 범위에서 다양한 변형이 가능하다.

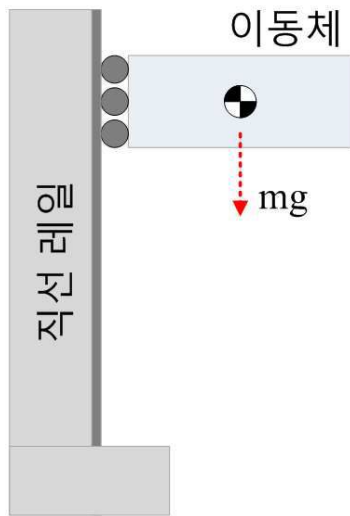
부호의 설명

[0065]

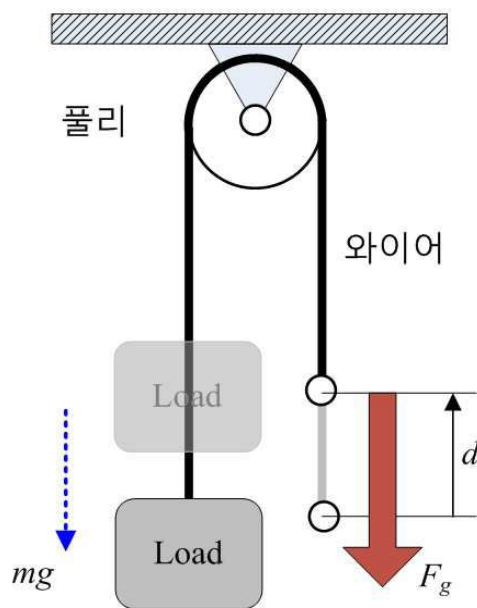
100...가변 모멘트 아암 기반 하중 보상 유닛	100...와이어
200...와이어 드럼	300...드럼 기어부
310...스퍼어 기어	320...피니언 기어
330...랙 기어	

도면

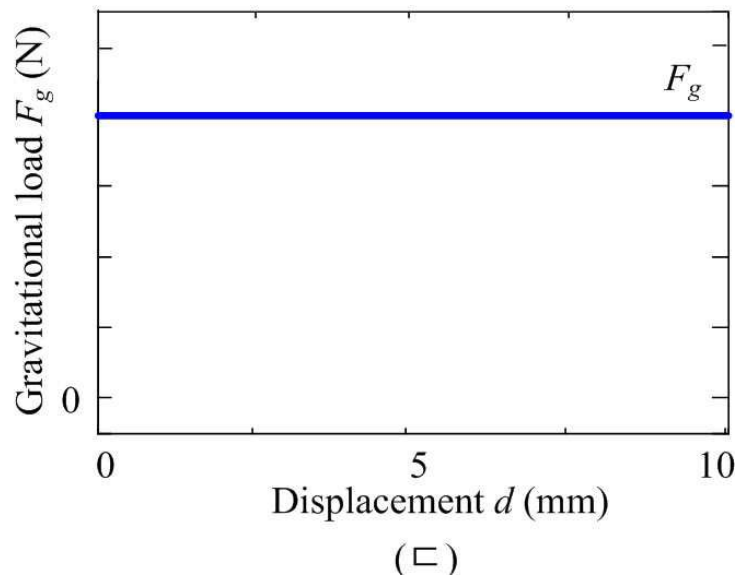
도면1



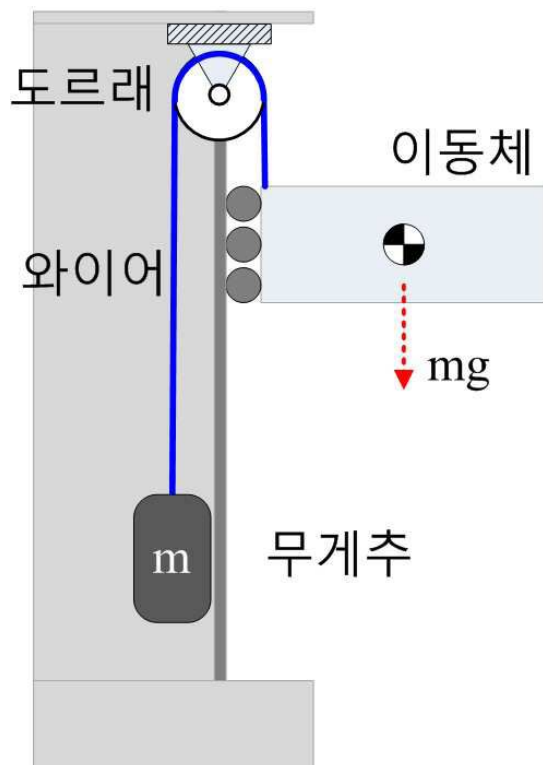
도면2



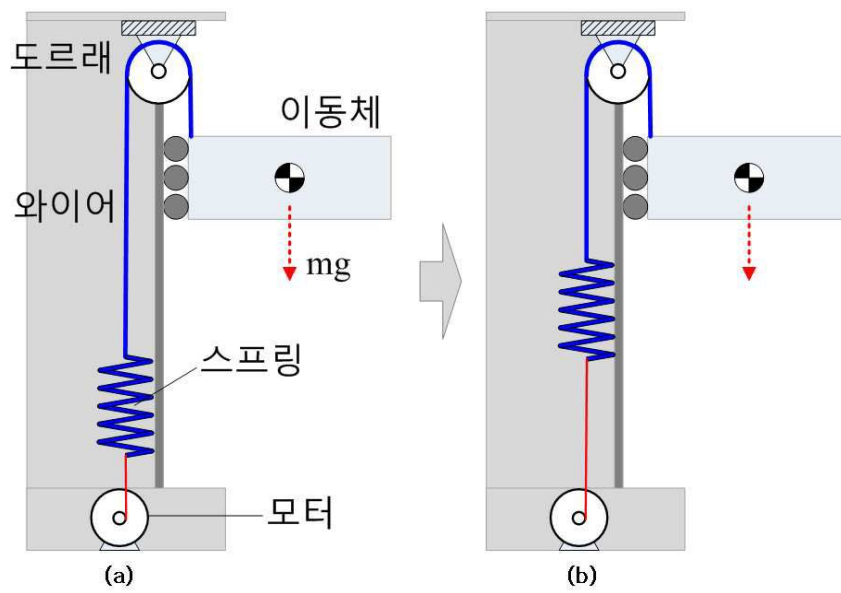
도면3



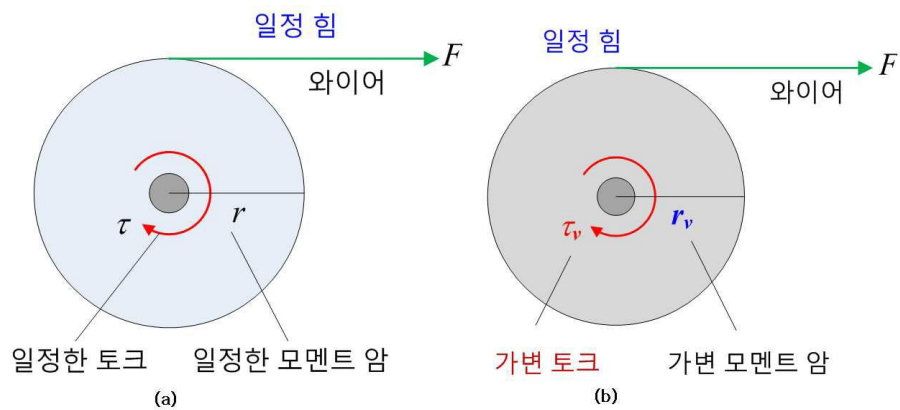
도면4



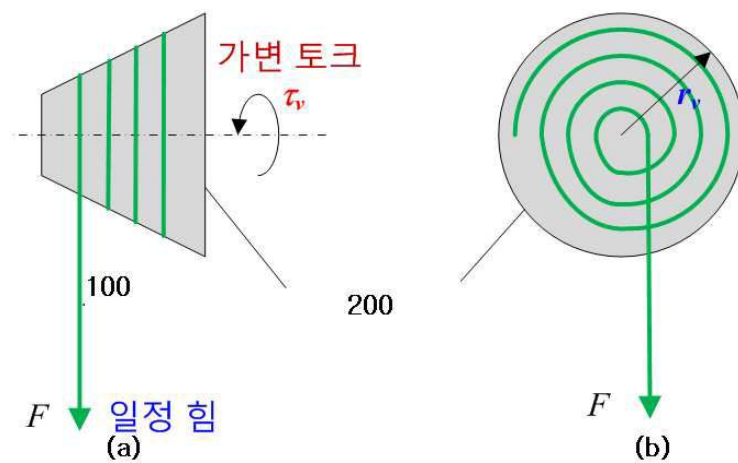
도면5



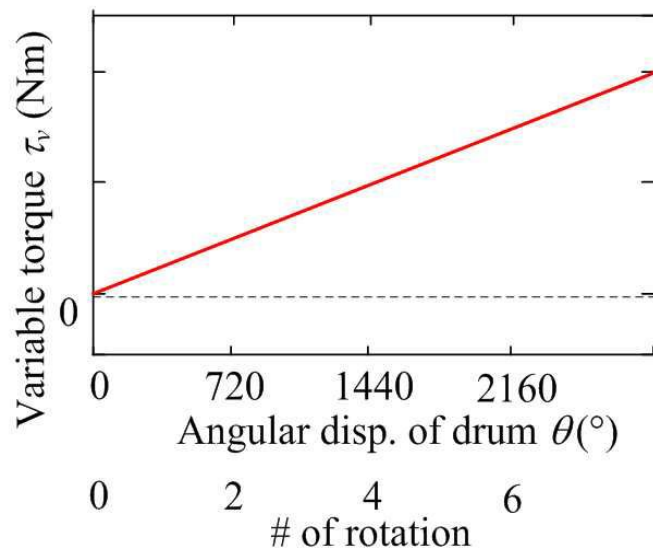
도면6



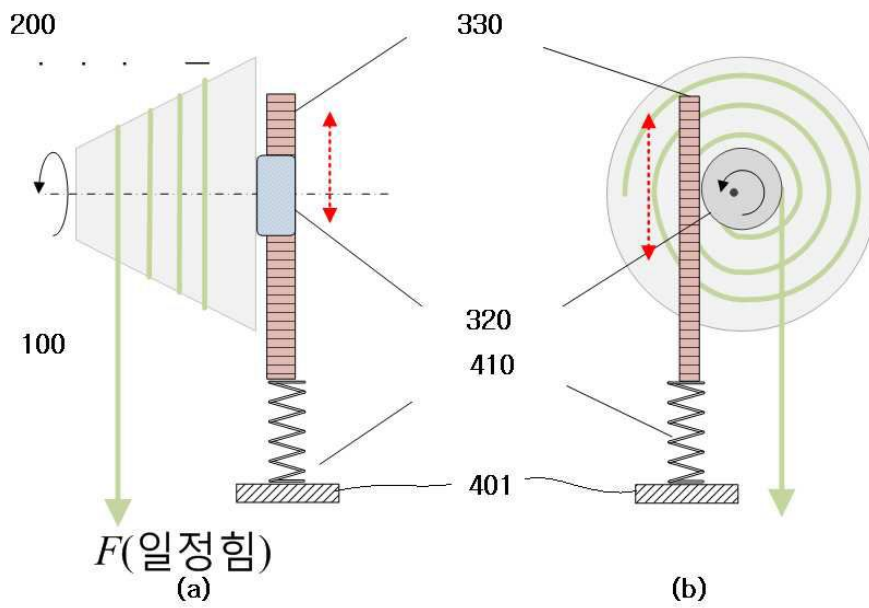
도면7



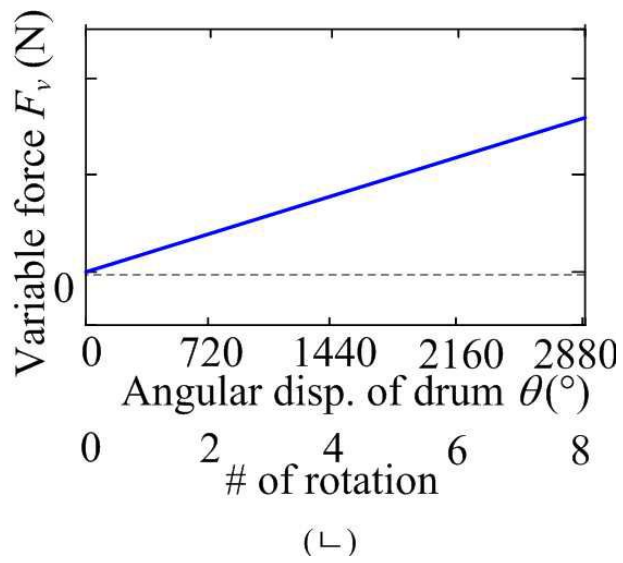
도면8



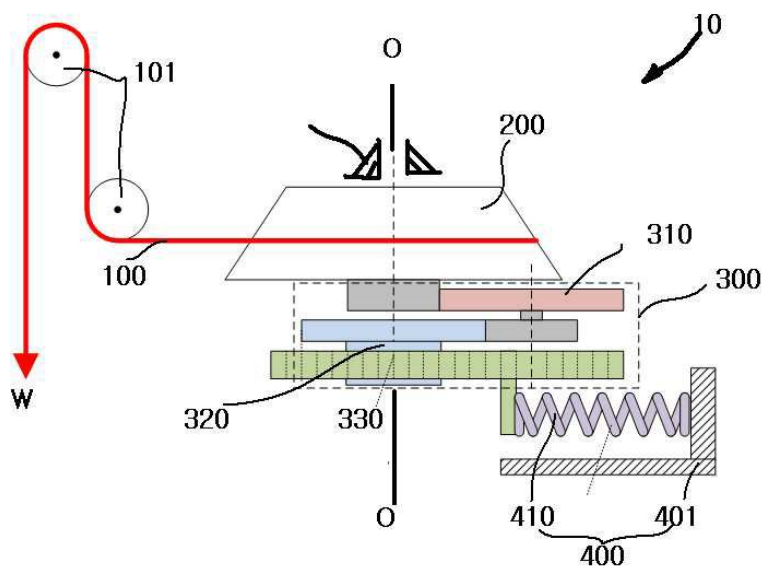
도면9



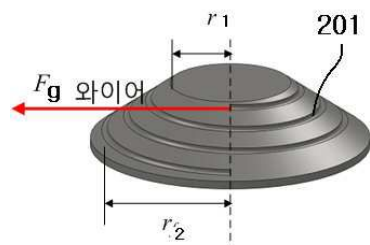
도면10



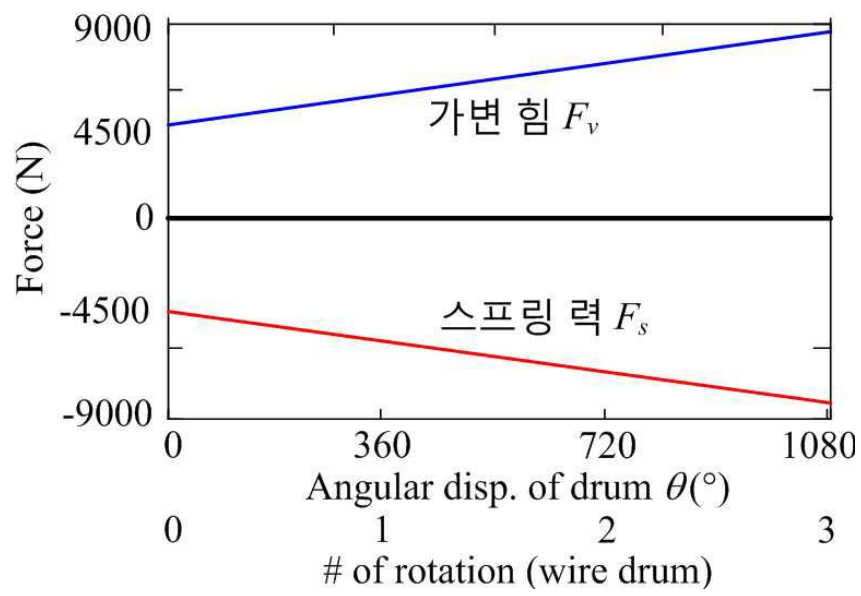
도면11



도면12



도면13



도면14

