



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0148228  
(43) 공개일자 2016년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B25J 18/00 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B25J 18/002 (2013.01)  
B25J 9/1638 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0084938  
(22) 출원일자 2015년06월16일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
한국기술교육대학교 산학협력단  
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한  
국기술교육대학교)  
(72) 발명자  
한정현  
서울특별시 강남구 테헤란로10길 40 한진빌라 303  
김용재  
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (가  
전리 307)  
(74) 대리인  
특허법인세림

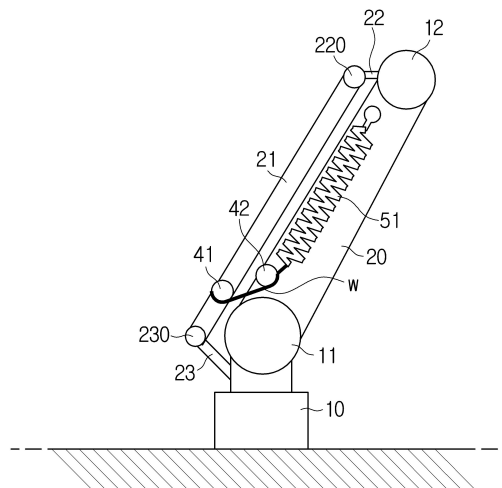
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 중력보상구조를 구비하는 로봇암

### (57) 요약

중력보상구조에 의해 로봇암에 포함된 링크의 하중이 상쇄되어 구동원의 크기를 줄일 수 있고 슬립화된 로봇을 구현할 수 있다. 중력보상구조를 구비하는 로봇암은, 피봇가능하게 구비되는 제1링크, 상기 제1링크와 평행하게 배치되는 제1보조링크, 상기 제1보조링크에 장착되는 제1폴리, 상기 제1링크에 장착되는 제2폴리, 상기 제1폴리와 상기 제2폴리를 연결하는 와이어 및 일측이 상기 제1링크에 장착되고 타측이 상기 와이어에 연결되어, 상기 제1링크의 하중을 보상하도록 탄성력을 제공하는 탄성부재를 포함한다.

대표도 - 도2



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

피봇가능하게 구비되는 제1링크;

상기 제1링크와 평행하게 배치되는 제1보조링크;

상기 제1보조링크에 장착되는 제1폴리;

상기 제1링크에 장착되는 제2폴리;

상기 제1폴리와 상기 제2폴리를 연결하는 와이어; 및

일측이 상기 제1링크에 장착되고 타측이 상기 와이어에 연결되어, 상기 제1링크의 하중을 보상하도록 탄성력을 제공하는 탄성부재;를 포함하는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1링크가 피봇되더라도 상기 제1보조링크는 상기 제1링크와 평행한 상태를 유지하는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 와이어는, 일단부는 상기 제1폴리에 고정되고, 상기 제2폴리의 외측면 일부를 지나 상기 와이어의 타단부는 상기 탄성부재와 연결되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1폴리의 지름의 크기와 상기 제2폴리의 지름의 크기는 동일한 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1링크가 피봇됨에 따라 상기 제1폴리와 상기 제2폴리 사이의 거리는 가변되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2폴리의 중심은, 상기 제1링크의 중심을 지나고 상기 제1링크의 연장방향을 따라 연장된 중심선으로부터 소정 간격 이격되어 위치되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 탄성부재는 상기 제1링크의 내부 공간에 수용되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1폴리의 중심은, 상기 제1보조링크의 중심을 지나고 상기 제1보조링크의 연장방향을 따라 연장된 중심선상에 위치되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1링크와 상기 제1보조링크를 연결하는 제2보조링크를 포함하는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1링크와 상기 제2보조링크는, 상기 제1링크가 피봇되더라도 상기 제2보조링크의 길이만큼 이격되어 평행한 상태를 유지하는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제2보조링크는 상기 제1링크 및 상기 제1보조링크에 대해 각각 회전축을 중심으로 피봇가능하게 구비되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 12

제1항에 있어서,

상기 탄성부재는 복수의 탄성부재들이 중첩되어 구비되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 복수의 탄성부재들은, 단부에 장착되는 캡에 의해 고정되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 캡의 내측면에는 나사산이 형성되고, 상기 나사산에 의해 상기 복수의 탄성부재들이 고정되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

상기 캡에는 상기 탄성부재들이 삽입될 수 있는 수용부가 형성되고, 상기 수용부의 개수는 상기 복수의 탄성부재의 개수에 대응되어 구비되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 수용부를 형성하는 상기 캡의 내측면에는, 상기 탄성부재를 고정시킬 수 있는 나사산이 형성되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 17

제13항에 있어서,

상기 캡에는 상기 탄성부재의 장력을 조절하기 위한 조정장치가 구비되는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 조정장치는 외주면에 나사산이 형성되고 상기 캡을 관통하는 샤프트인 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 샤프트를 회전시켜 상기 탄성부재의 장력을 조절할 수 있는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

#### 청구항 20

탄성부재의 탄성력에 의해 링크의 하중을 보상하는 중력보상구조를 구비하는 로봇암으로서,

상기 로봇암은, 평행하게 유지되는 제1링크 및 제2링크를 포함하고,

상기 중력보상구조는, 상기 제1링크에 장착되는 제1폴리;

상기 제1폴리와 동일한 직경을 갖도록 구비되고, 상기 제2링크에 장착되는 제2폴리;

상기 제1폴리 및 상기 제2폴리를 연결하는 와이어; 및

상기 제1링크의 연장방향을 따라 배치되고, 일측이 상기 제1링크에 고정되고 타측이 상기 와이어에 연결되는 탄성부재;를 포함하는 중력보상구조를 구비하는 로봇암.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 개시된 발명은 중력보상구조를 구비하는 로봇암에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 로봇은 산업 현장에서 작업을 보조하기 위해 사용될 수 있다. 로봇은 관절(joint)을 중심으로 피봇가능하게 구비되는 암(arm)을 하나 이상 포함할 수 있다. 암은 고중량의 작업물을 이송하거나 지지할 수 있어야 한다. 암은 자중이나 작업물의 중량에 의해 토크를 받게 되고, 토크의 크기가 커질수록 암을 동작시키는 데에 필요한 모터와 같은 구동원의 크기가 커질 수 있다. 구동원의 크기가 커지면 슬립화된 로봇을 구현하기가 어려워진다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0003] 개시된 일 실시예에 따르면, 로봇암의 하중을 상쇄시킬 수 있는 중력보상구조를 구비하는 로봇암을 제공한다.

#### 과제의 해결 수단

[0004] 일 실시예에 따른 중력보상구조를 구비하는 로봇암은, 피봇가능하게 구비되는 제1링크; 상기 제1링크와 평행하게 배치되는 제1보조링크; 상기 제1보조링크에 장착되는 제1폴리; 상기 제1링크에 장착되는 제2폴리; 상기 제1폴리와 상기 제2폴리를 연결하는 와이어; 및 일측이 상기 제1링크에 장착되고 타측이 상기 와이어에 연결되어, 상기 제1링크의 하중을 보상하도록 탄성력을 제공하는 탄성부재;를 포함한다.

[0005] 상기 제1링크가 피봇되더라도 상기 제1보조링크는 상기 제1링크와 평행한 상태를 유지한다.

[0006] 상기 와이어는, 일단부는 상기 제1폴리에 고정되고, 상기 제2폴리의 외측면 일부를 지나 상기 와이어의 타단부는 상기 탄성부재와 연결된다.

[0007] 상기 제1폴리의 지름의 크기와 상기 제2폴리의 지름의 크기는 동일하다.

[0008] 상기 제1링크가 피봇됨에 따라 상기 제1폴리와 상기 제2폴리 사이의 거리는 가변된다.

[0009] 상기 제2폴리의 중심은, 상기 제1링크의 중심을 지나고 상기 제1링크의 연장방향을 따라 연장된 중심선으로부터 소정 간격 이격되어 위치된다.

- [0010] 상기 탄성부재는 상기 제1링크의 내부 공간에 수용된다.
- [0011] 상기 제1폴리의 중심은, 상기 제1보조링크의 중심을 지나고 상기 제1보조링크의 연장방향을 따라 연장된 중심선상에 위치된다.
- [0012] 상기 제1링크와 상기 제1보조링크를 연결하는 제2보조링크를 포함한다.
- [0013] 상기 제1링크와 상기 제2보조링크는, 상기 제1링크가 피봇되더라도 상기 제2보조링크의 길이만큼 이격되어 평행한 상태를 유지한다.
- [0014] 상기 제2보조링크는 상기 제1링크 및 상기 제1보조링크에 대해 각각 회전축을 중심으로 피봇가능하게 구비된다.
- [0015] 상기 탄성부재는 복수의 탄성부재들이 중첩되어 구비된다.
- [0016] 상기 복수의 탄성부재들은, 단부에 장착되는 캡에 의해 고정된다.
- [0017] 상기 캡의 내측면에는 나사산이 형성되고, 상기 나사산에 의해 상기 복수의 탄성부재들이 고정된다.
- [0018] 상기 캡에는 상기 탄성부재들이 삽입될 수 있는 수용부가 형성되고, 상기 수용부의 개수는 상기 복수의 탄성부재의 개수에 대응되어 구비된다.
- [0019] 상기 수용부를 형성하는 상기 캡의 내측면에는, 상기 탄성부재를 고정시킬 수 있는 나사산이 형성된다.
- [0020] 상기 캡에는 상기 탄성부재의 장력을 조절하기 위한 조정장치가 구비된다.
- [0021] 상기 조정장치는 외주면에 나사산이 형성되고 상기 캡을 관통하는 샤프트이다.
- [0022] 상기 샤프트를 회전시켜 상기 탄성부재의 장력을 조절할 수 있다.
- [0023] 일 실시예에 따른 중력보상구조를 구비하는 로봇암은, 탄성부재의 탄성력에 의해 링크의 하중을 보상하는 중력보상구조를 구비하는 로봇암으로서, 상기 로봇암은 평행하게 유지되는 제1링크 및 제2링크를 포함하고, 상기 중력보상구조는, 상기 제1링크에 장착되는 제1폴리; 상기 제1폴리와 동일한 직경을 갖도록 구비되고, 상기 제2링크에 장착되는 제2폴리; 상기 제1폴리 및 상기 제2폴리를 연결하는 와이어; 및 상기 제1링크의 연장방향을 따라 배치되고, 일측이 상기 제1링크에 고정되고 타측이 상기 와이어에 연결되는 탄성부재;를 포함한다.

### 발명의 효과

- [0024] 개시된 일 실시예에 의하면, 중력보상구조에 의해 로봇암에 포함된 링크의 하중이 상쇄되어 구동원의 크기를 줄일 수 있고 슬림화된 로봇을 구현할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일 실시예에 따른 중력보상구조의 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 로봇암을 도시한 도면이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 로봇암의 중력보상구조를 도시한 개략도이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 로봇암이 제1위치에 있을 때의 모습을 도시한 도면이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 로봇암이 제2위치에 있을 때의 모습을 도시한 도면이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 중력보상구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7 내지 도 10은 일 실시예에 따른 탄성부재를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 개시된 발명의 일 실시예에 따른 중력보상구조를 구비하는 로봇암에 관하여 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0027] 도 1은 일 실시예에 따른 중력보상구조의 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 탄성부재(100)의 일단부는 기준면(g)의 a에 고정되고, 링크(200)는 기준면(g)의 b에 고정될 수 있다. 탄성부재(100)의 타단부는 링크(200)의 고정부 c에 고정될 수 있다. 적절한 탄성계수(k)를 갖는 탄성

부재(100)의 탄성력(f)에 의해 링크(200)의 하중(mg)이 상쇄되어 링크(200)가 고정된 b에서 링크(200)의 하중(mg)에 의한 토크가 0이 될 수 있다.

- [0029] 이하에서는 탄성부재(100)가 고정된 a와 링크(200)가 고정된 b 간의 거리를  $h_2$ 라 하고, b로부터 링크(200)에서 탄성부재(100)가 결합된 고정부 c까지의 거리를  $h_1$ 이라 할 수 있다. b로부터 링크(200)의 하중(mg)까지의 거리는 L이라 할 수 있다. 탄성부재(100)와 a,b가 위치하는 기준면(g) 사이의 각도는  $\theta$ 라 할 수 있다.
- [0030] 고정부 c에서, 탄성부재(100)의 탄성력(f)는 링크(200)의 길이 방향에 따른  $f_1$ 과 링크(200)의 하중(mg)과 평행하고 방향이 반대인  $f_2$ 로 분해될 수 있다.  $f_1$  성분은 링크(200)의 길이 방향으로 작용되는 힘으로서 b 지점에서 토크를 발생시키지 않는다. 그러나  $f_2$  성분의 경우  $f_2 h_1 \cos \theta$ 의 크기만큼 b에서 토크를 발생시킨다.
- [0031] 링크(200)의 하중(mg)에 의한 토크의 크기는  $mgL \cos \theta$ 이다. 탄성부재(100)의  $f_2$  성분과 의한 토크와 링크(200)의 하중(mg)에 의한 토크의 크기가 동일한 경우, 즉,  $mgL \cos \theta = f_2 h_1 \cos \theta$  (식 1)를 만족하는 경우에 탄성부재(100)에 의해 링크(200)의 하중(mg)이 상쇄될 수 있다. 한편, 도 1의 a,b,c가 형성하는 삼각형에서  $f_2 = fh_2/x$  (식 2)가 유도될 수 있다. 탄성부재(100)의 탄성계수를 k라 하면, 탄성부재(100)의 탄성력  $f = kx$  (식 3)를 만족할 수 있다.
- [0032] 식 2, 식 3을 식 1에 대입하여 정리하면,  $k = mgL / (h_1 h_2)$ 가 유도될 수 있다.
- [0033] 이와 같이, 탄성부재(100)의 탄성계수 k가  $k = mgL / (h_1 h_2)$ 를 만족하도록 설정되면, 링크(200)에 대해 중력보상이 가능하다.
- [0034] 이하에서는, 적절한 탄성계수를 갖는 탄성부재를 이용하여 로봇암의 하중을 상쇄시킬 수 있는 중력보상구조에 관하여 설명한다.
- [0035] 도 2는 일 실시예에 따른 로봇암을 도시한 도면이다.
- [0036] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 로봇암(1)은 복수의 링크가 피봇가능하게 연결되어 구비될 수 있다. 로봇암(1)은, 베이스(10), 베이스(10)에 피봇가능하게 연결된 제1링크(20)를 포함할 수 있다. 제1링크(20)의 일단부는 제1관절(11)을 통해 베이스(10)와 연결될 수 있다. 제1링크(20)의 타단부에는 다른 링크가 더 연결되거나, 제1링크(20)의 타단부에 직접 하중이 가해질 수도 있다. 제1링크(20)는 구동원(미도시)에 의해 제1관절(11)을 중심으로 피봇될 수 있다.
- [0037] 로봇암(1)에는 제1링크(20)의 하중을 상쇄시킬 수 있는 중력보상구조가 구비될 수 있다. 로봇암(1)에 구비되는 중력보상구조에 의해, 제1링크(20)의 하중에 의한 제1관절(11)에서의 토크가 상쇄될 수 있다. 제1링크(20)의 하중에 의한 제1관절(11)에서의 토크가 상쇄됨으로써, 제1링크(20)를 구동시키기 위한 구동원의 사양을 최소화시킬 수 있다.
- [0038] 제1링크(20)에 대한 중력보상구조는, 제1보조링크(21), 제1보조링크(21)와 제1링크(20)를 연결하는 제2보조링크(22), 복수의 폴리(41,42), 복수의 폴리(41,42)를 연결하는 와이어(w) 및 탄성부재(51)를 포함한다.
- [0039] 제1보조링크(21)는 제1링크(20)와 평행하게 위치될 수 있다. 제1보조링크(21)는 제1링크(20)가 제1관절(11)을 중심으로 피봇되더라도 제1링크(20)와 평행한 상태를 유지할 수 있다.
- [0040] 제2보조링크(22)는, 제1링크(20)의 타단부 측에서 제1링크(20)와 제1보조링크(21)를 연결할 수 있다. 제2보조링크(22)는 베이스(10)가 위치되는 기준면(G)과 평행하게 위치될 수 있다. 제2보조링크(22)는 제1링크(20)가 제1관절(11)을 중심으로 피봇되더라도 기준면(G)과 평행한 상태를 유지할 수 있다. 제1보조링크(21)의 타단부와 제2보조링크(22)는 제1회전축(220)을 중심으로 피봇가능하게 마련될 수 있다. 제2보조링크(22)와 제1링크(20)의 타단부 측은 제2관절(12)를 중심으로 피봇가능하게 마련될 수 있다.
- [0041] 제1보조링크(21)는 제3보조링크(23)에 의해 제1관절(11)과 연결될 수 있다. 제3보조링크(23)는 제1관절(11)을 중심으로 피봇가능하게 구비될 수 있다. 제3보조링크(21)는 제1관절(11)에 연결되지 않고 베이스(10)에 구비되는 다른 관절부와 연결될 수도 있다. 제1보조링크(21)와 제3보조링크(23)는 제2회전축(230)을 중심으로 피봇가능하게 마련될 수 있다.
- [0042] 복수의 폴리(41,42)는 제1링크(20) 및 제1보조링크(21)에 장착될 수 있다. 일례로 복수의 폴리(41,42)는 제1보조링크(21)에 장착되는 제1폴리(41) 및 제1링크(20)에 장착되는 제2폴리(42)를 포함할 수 있다. 제1폴리(41)는 제1보조링크(21)의 일측에 고정되고, 제2폴리(42)는 제1링크(20)의 길이 방향으로 연장된 중심선(C)으로부터 소정 간격 이격되어 위치될 수 있다. 제1폴리(41)와 제2폴리(42)는 동일한 지름(r)을 갖도록 구비될 수 있다.

- [0043] 탄성부재(51)의 일측은 제1링크(20)에 고정될 수 있다. 탄성부재(51)의 타측은 와이어(w)에 연결될 수 있다. 와이어(w)는 제2폴리(42)를 지나 제1폴리(41)에 고정될 수 있다.
- [0044] 이러한 복수의 폴리(41,42), 탄성부재(51), 와이어(w)를 포함하는 중력보상구조에 의해 제1링크(20)의 하중은 상쇄될 수 있다. 또한, 탄성부재(51)는 제1링크(20) 내에 위치되므로 중력보상구조에 의해 로봇암(1)의 크기가 불필요하게 커지는 것을 방지할 수 있다.
- [0045] 일 실시예에 따른 중력보상구조는, 복수의 폴리의 지름과 무관하게 적절한 탄성계수를 갖는 탄성부재(51)를 통해 제1링크(20)의 하중을 상쇄시킬 수 있다. 이하에서는 일 실시예에 따른 중력보상구조에서 제1링크(20)의 하중을 상쇄시키는 것은 복수의 폴리의 지름과 무관하다는 점, 제1링크(20)의 하중을 상쇄시키기 위한 탄성부재(51)의 탄성계수의 설정에 관하여 설명한다.
- [0046] 도 3은 일 실시예에 따른 로봇암의 중력보상구조를 도시한 개략도이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 중력보상구조를 설명하기 위해 로봇암(1)의 구조가 단순화되어 도시되고 있다. 도면부호 20a는 제1링크(20)의 연장방향을 따라 제1링크(20)의 중심을 지나는 직선을 의미한다. 도면부호 21a는 제1보조링크(21)의 연장방향을 따라 제1보조링크(21)의 중심을 지나는 직선을 의미한다. 도면부호 22a는 제2보조링크(22)의 연장방향을 따라 제2보조링크(22)의 중심을 지나는 직선을 의미한다.
- [0048] 제1보조링크(21)에 고정되는 제1폴리(41)의 중심(41a)은 제1보조링크(21)의 중심선(21a) 상에 위치될 수 있다. 제2폴리(42)의 중심(42a)은 제1링크(20)의 중심선(21a)과 소정 간격(h2) 이격되도록 위치될 수 있다. 제1폴리(41)와 제2폴리(42)는 동일한 지름(r)을 갖도록 구비될 수 있다. 제2폴리(42)의 중심(42a)과 제1링크(20)의 중심선(21a) 간의 간격(h2)은 도 1의 a,b 간의 거리 h2에 대응되는 것으로 볼 수 있다.
- [0049] 와이어(w)의 일단부는 제1폴리(41)의 A 지점에 고정될 수 있다. 와이어(w)는 제1폴리(41)의 외주면 일부를 따라 감기고 제2폴리(42)를 지나고, 와이어(w)의 타단부는 제1링크(20)에 고정된 탄성부재(51)와 연결될 수 있다. 제1링크(20)의 중심선(20a)으로부터 제2폴리(42)의 중심(42a)을 최소 거리로 연결한 직선과 제2폴리(42)의 외주면이 만나는 점을 B라 할 수 있다. 제2폴리(42)의 중심(42a)으로부터 제1링크(20)의 중심선(20a)까지의 최소 거리는 h1이라 할 수 있다. 제2폴리(42)의 중심(42a)으로부터 제1링크(20)의 중심선(20a)까지의 최소 거리(h1)는, 도 1의 b로부터 고정부 c까지의 거리 h1에 대응될 수 있다.
- [0050] 제1링크(20)의 중심선(20a)은 제1기준점(11a)을 중심으로 피봇가능하게 구비되고, 제1보조링크(21)의 중심선(21a)은 제2기준점(23a)을 중심으로 피봇가능하게 구비될 수 있다. 제1링크(20)의 중심선(20a)의 일단부와 제1보조링크(21)의 중심선(21a)의 일단부는 제2보조링크(22)의 중심선(22a)에 의해 연결될 수 있다. 제1기준점(11a)과 제2기준점(23a)이 이격된 거리(h2)는 제2보조링크(22)의 길이와 동일할 수 있다. 제1링크(20)와 제1보조링크(21)는 각각 제1기준점(11a) 및 제2기준점(23a)을 중심으로 피봇되더라도 서로 평행한 상태를 유지할 수 있다.
- [0051] 도 4는 일 실시예에 따른 로봇암이 제1위치에 있을 때의 모습을 도시한 도면이고, 도 5는 일 실시예에 따른 로봇암이 제2위치에 있을 때의 모습을 도시한 도면이다.
- [0052] 도 4 및 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 로봇암(1)은 기준면과 제1링크(20)가 수직할 때 제1위치에 있다고 할 수 있다. 이때 제1보조링크(21)는 제1기준점(23a)을 중심으로 피봇가능하게 위치되고, 제1링크(20)는 제2기준점(11a)을 중심으로 피봇가능하게 위치되는 것으로 볼 수 있다. 제1폴리(41)의 중심(41a)과 제2폴리(42)의 중심(42a)을 연결한 직선은 제1기준점(23a)과 제2기준점(11a)을 연결한 직선과 평행하다.
- [0053] 와이어(w)는 탄성부재(51)와 연결되어 제2폴리(42)와 B 지점에서 만나 제2폴리(42)의 일부 외주면과 제1폴리(41)의 일부 외주면을 지나 제1폴리(41)의 A 지점에 고정될 수 있다. 제1폴리(41)의 중심(41a)과 제2폴리(42)의 중심(42a)은 A와 B를 연결한 직선상에 위치될 수 있다.
- [0054] 로봇암(1)이 제1위치에 있을 때 제1폴리(41)의 중심(41a)과 제2폴리(42)의 중심(42a) 간의 거리는 x(0)라 할 수 있다. 제2폴리(42)의 중심(42a)으로부터 제1폴리(20)의 중심선(20a)까지의 거리를 h1이라 하고, 제1폴리(41)의 중심(41a)으로부터 제1폴리(20)의 중심선(20a)까지의 거리를 h2라 하면, h2는 h1+x(0)와 같다.
- [0055] 로봇암(1)이, 도 3에 도시된 바와 같이, 제1위치에 있을 때, 제1폴리(41)의 A로부터 제2폴리(42)의 B까지 연장된 와이어(w)의 길이(WL)는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$WL = \frac{\pi}{2}r + h_2 - h_1 + \frac{\pi}{2}r = x(0) + \pi r$$

[0056] (1)

[0057] 제1링크(20)가 제2기준점(11a)을 중심으로 시계 방향으로  $\theta$  만큼 회전하면, 제1보조링크(21)도 제1기준점(23a)을 중심으로 시계 방향으로  $\theta$  만큼 회전하여 제1링크(20)와 평행한 상태를 유지한다. 이러한 상태를 로봇암(1)이 제2위치에 있다고 할 수 있다. 로봇암(1)이 제1위치에 있을 때와 비교하여, 제1폴리(41)에 감긴 와이어(w)의 길이는 중심각  $\phi$ 를 갖는 부채꼴의 호의 길이만큼 길어지고, 제2폴리(42)에 감긴 와이어(w)의 길이는 중심각  $\phi$ 를 갖는 부채꼴의 호의 길이만큼 짧아질 수 있다.

[0058] 따라서 로봇암(1)이 제2위치에 있을 때 제1폴리(41)의 A로부터 제2폴리(42)의 B까지 연장된 와이어(w)의 길이(WL)은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$WL = \frac{\pi}{2}r + \varnothing r + x(\theta) + \frac{\pi}{2}r - \varnothing r = x(\theta) + \pi r$$

[0059] (2)

[0060] 식 (1)과 식 (2)를 비교해보면, 와이어(w)의 길이(WL)는  $\pi r$ 이라는 상수항을 제외하면 제1폴리(41)의 중심(41a)과 제2폴리(42)의 중심(42a) 간의 거리에 대한 함수로 표현된다. 이를 통해, 와이어(w)의 길이는 폴리(41,42)의 지름과는 무관하다는 것을 알 수 있다.

[0061] 일 실시예에 따른 중력보상구조는 임의의 높이에 구비되어도 동일한 동작을 할 수 있다. 구체적으로, 제1폴리(41), 제2폴리(42) 및 탄성부재(51)의 기준면(G)으로부터의 높이와 무관하게 와이어(w)의 길이는 동일하게  $x(\theta)$ 에 관한 함수를 가지며 동일한 중력보상기능을 할 수 있다.

[0062] 도 6은 일 실시예에 따른 중력보상구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0063] 일 실시예에 따른 로봇암의 중력보상구조는, 도 6과 같이 도식화될 수 있다. a와 b 간의 거리는  $h_2$ 이고, a와 제2폴리의 중심(42a) 간의 거리는 x, b와 제2폴리의 중심(42a) 간의 거리는  $h_1$ 이다. b와 제2폴리의 중심(42a)을 연결한 직선은 제1링크(20)의 중심선(20a)과 수직하다. 제1링크(20)의 하중(mg)은 b로부터 소정 거리(L) 이격된 위치에 가해지는 것으로 볼 수 있다.

[0064] 도 6에 도시된 중력보상구조는 도 1에 도시된 구조와 실질적으로 동일한 구조라고 볼 수 있다. 상세히, b 지점을 기준으로, 도 6에서의 링크(20)의 하중(mg)에 의한 토크는 도 1에서의 링크(200)의 하중(mg)에 의한 토크와 실질적으로 동일한 것으로 볼 수 있다. 그밖의 a, b 간의 거리  $h_2$ , 탄성부재(51)의 길이 x, 제2폴리의 중심(42a)와 제1링크의 중심선(20a) 간의 거리  $h_1$ 은 각각 도 1에 도시된  $h_2$ , x,  $h_1$ 에 대응될 수 있다.

[0065] 따라서 도 1의 구조에서 설명한 바와 같이, 도 6의 중력보상구조에서 탄성부재(51)의 탄성계수(k)가, 도 1에서와 같이,  $k = mgL / (h_1 h_2)$ 를 만족하도록 설정된 경우, 제1링크(20)의 하중이 상쇄될 수 있다.

[0066] 이와 같이, 일 실시예에 따른 탄성부재(51)의 탄성계수 k가  $k = mgL / (h_1 h_2)$ 를 만족하도록 구비되면 제1링크(20)의 하중은 상쇄될 수 있다. 제1링크(20)의 하중이 상쇄됨에 따라 제1링크(20)를 구동하는 구동원은 제1링크(20)를 구동시키기 위한 구동력을 고려하지 않아도 되므로 중력보상구조가 구비되지 않은 경우에 비해 더 적은 용량으로 구비될 수 있다.

[0067] 종래의 경우, 중력보상구조는 로봇암의 외측에 별도의 부피를 차지하도록 구비되었다. 따라서 중력보상구조가 구비되는 경우 부피가 커지는 단점이 있었다. 또한 중력보상구조가 로봇암의 외측에 구비되는 경우, 도 1에 도시된 중력보상구조가 그대로 적용되기 힘들다는 단점이 있었다.

[0068] 일 실시예에 따른 중력보상구조에 포함된 탄성부재(51)는 제1링크(20) 내에 배치될 수 있다. 따라서 도 1에 도시된 중력보상구조가 그대로 적용될 수 있어, 도 1에서 설명한 바와 같이 적절한 탄성계수를 갖는 탄성부재(51)에 의해 제1링크(20)의 하중이 상쇄될 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 중력보상구조에 포함된 폴리(41,42), 탄성부재(51) 등은 로봇암의 외부에 위치되지 않으므로 로봇의 부피가 커지지 않을 수 있다.

[0069] 일 실시예에 따른 중력보상구조는 와이어(w)의 길이가 폴리(41,42)의 지름과 무관하고 제1폴리(41)의 중심과 제2폴리(42)의 중심 사이의 거리에 대한 함수로 표현되므로, 폴리(41,42)의 지름이 커지더라도 적절한 탄성계수를 갖는 탄성부재에 의해 제1링크(20)의 하중이 상쇄될 수 있다. 따라서 안정적으로 제1링크(20)를 지지하기 위해 지름이 큰 폴리(41,42)를 이용하여 중력보상구조를 구현할 수 있다.

- [0070] 도 7 내지 도 10은 일 실시예에 따른 탄성부재를 도시한 도면이다.
- [0071] 도 7 내지 도 10을 참조하면, 일 실시예에 따른 중력보상구조에 구비되는 탄성부재(51)는 제1링크(20)의 내부에 마련되는 공간(20b)에 수용될 수 있다. 탄성부재(51)가 제1링크(20)의 내부에 수용됨으로서 중력보상구조가 차지하는 공간을 줄일 수 있고 중력보상구조를 구비하는 로봇암(1)을 슬림하게 구현할 수 있다. 필요에 따라 탄성부재(51)는 제1링크(20)의 외측에서 제1링크(20)의 연장방향을 따라 연장되도록 배치될 수도 있다.
- [0072] 탄성부재(51)는 복수의 탄성부재들이 중첩되어 구비될 수 있다. 하중이 큰 제1링크(20)를 지지할 수 있도록 큰 탄성계수를 갖는 탄성부재(51)를 구현하는 데에는 비용이 많이 들거나 구현하기가 용이하지 않을 수 있다. 따라서 큰 탄성계수를 갖는 탄성부재(51)는 작은 탄성계수를 갖는 탄성부재를 복수 개 중첩되도록 위치시켜 구현할 수 있다.
- [0073] 일례로, 탄성부재(51)는, 제1탄성부재(511), 제1탄성부재(511)의 내부에 수용되는 제2탄성부재(512), 제2탄성부재(512)의 내부에 수용되는 제3탄성부재(513)를 포함할 수 있다. 제1탄성부재(511), 제2탄성부재(512), 제3탄성부재(513)의 직경은 서로 상이하게 구비될 수 있다.
- [0074] 탄성부재(51)의 양쪽 끝단에는 탄성부재(51)를 고정시킬 수 있는 캡(52)이 구비될 수 있다. 캡(52)의 내부에는 제1탄성부재(511)의 일부가 삽입되어 고정되는 제1수용부(521), 제2탄성부재(512)의 일부가 삽입되어 고정되는 제2수용부(522), 제3탄성부재(513)의 일부가 삽입되어 고정되는 제3수용부(523)가 구비될 수 있다.
- [0075] 캡(52)은 제1탄성부재(511)의 외측 일부를 커버하는 제1캡(526), 제1캡(526)의 내부에 수용되어 제1캡(526)의 내측면과 함께 제1수용부(521)를 형성하는 제2캡(527), 제2캡(527)의 내부에 수용되어 제2캡(527)의 내측면과 함께 제2수용부(522)를 형성하는 제3캡(528), 제3캡(528)의 내부에 수용되어 제3캡(528)의 내측면과 함께 제3수용부(523)를 형성하는 제4캡(529)를 포함할 수 있다.
- [0076] 제1탄성부재(511), 제2탄성부재(512) 및 제3탄성부재(513)는 회전하면서 각각 제1수용부(521), 제2수용부(522) 및 제3수용부(523)에 삽입될 수 있다. 제1탄성부재(511), 제2탄성부재(512) 및 제3탄성부재(513)는 회전하면서 각각 제1수용부(521), 제2수용부(522) 및 제3수용부(523)에 삽입될 수 있다.
- [0077] 제1탄성부재(511), 제2탄성부재(512) 및 제3탄성부재(513)가 회전하면서 각각 제1수용부(521), 제2수용부(522) 및 제3수용부(523)에 삽입될 수 있도록, 각각의 수용부(521, 522, 523)를 형성하는 캡(52)의 내측면에는 나사산이 형성될 수 있다. 상세히, 제2캡(527), 제3캡(528), 제4캡(529)의 외측면에는 오목한 나사산(521a, 522a, 523a)이 형성되어 제1탄성부재(511), 제2탄성부재(512) 및 제3탄성부재(513)가 장착될 수 있다.
- [0078] 캡(52)에 복수의 탄성부재(51)가 장착된 후, 체결부재(53)에 의해 캡(52) 전체가 체결될 수 있다. 이로써 복수의 탄성부재(51)가 고정될 수 있다.
- [0079] 필요한 탄성계수를 갖는 탄성부재를 구현하기 위해 탄성부재의 개수는 이에 한정되지 않는다. 또한 복수의 탄성부재들을 고정하는 캡(52)의 형태는 상기 기재된 바에 한정되지 않는다. 제1탄성부재(511), 제2탄성부재(512), 제3탄성부재(513)를 고정시키는 캡(52)은 일체로 형성될 수도 있다.
- [0080] 캡(52)에는 탄성부재(51)의 초기 장력을 조절하기 위한 조정장치(54)가 구비될 수 있다. 조정장치(54)는 캡(52)의 중심을 관통하는 샤프트의 형태로 구비될 수 있다. 캡(52)의 중심에는 중심홀(520)에 형성되고, 중심홀(520)을 형성하는 내측면에는 나사산(미도시)이 형성될 수 있다. 조정장치(54)의 외측면에는 중심홀(520)의 내측면에 형성된 나사산에 대응되는 나사산이 형성될 수 있다. 조정장치(54)는 중심홀(520)에 삽입되어 회전함으로써 탄성부재(51)의 장력을 조절할 수 있다.

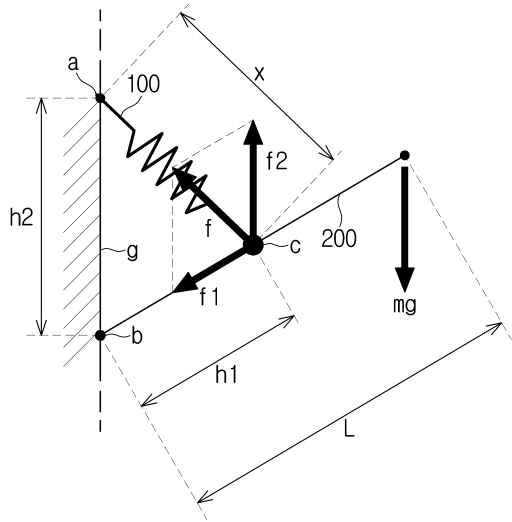
## 부호의 설명

- [0081] 1: 로봇암    10: 베이스
- 11: 제1관절    12: 제2관절
- 20: 제1링크    21: 제1보조링크
- 22: 제2보조링크    23: 제3보조링크
- 41: 제1폴리    42: 제2폴리
- 51: 탄성부재    52: 캡

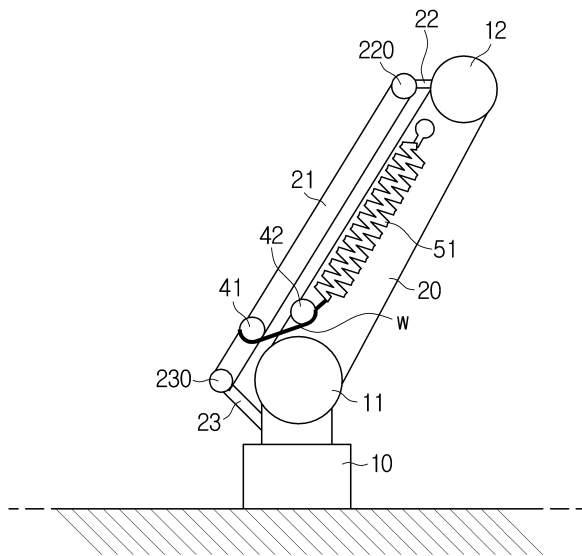
54: 조정장치 w: 와이어

도면

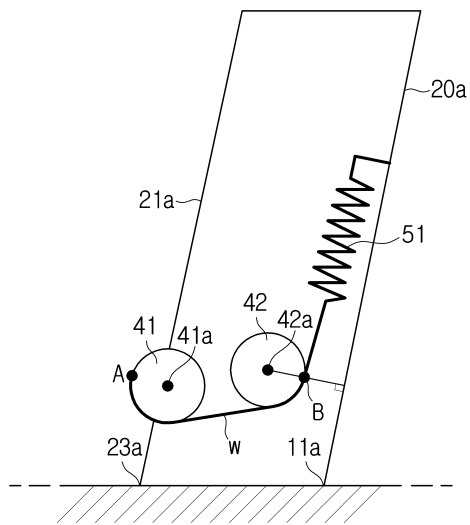
도면1



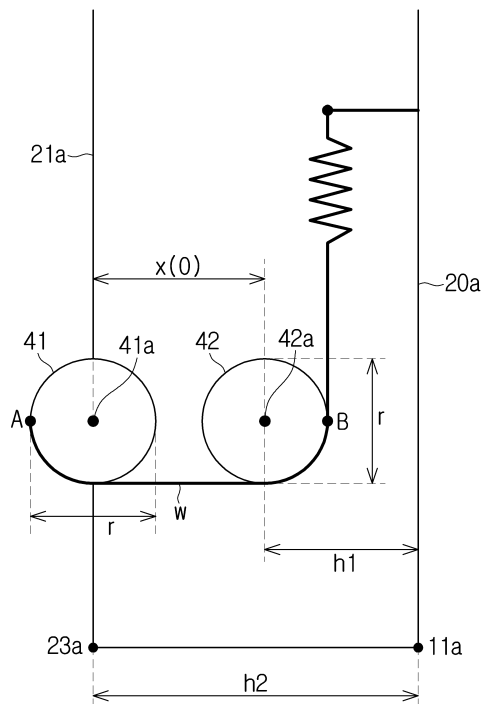
도면2



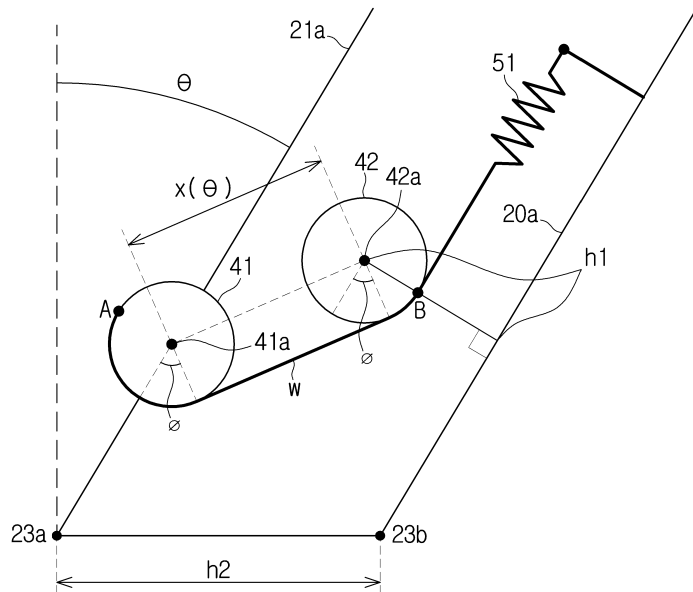
도면3



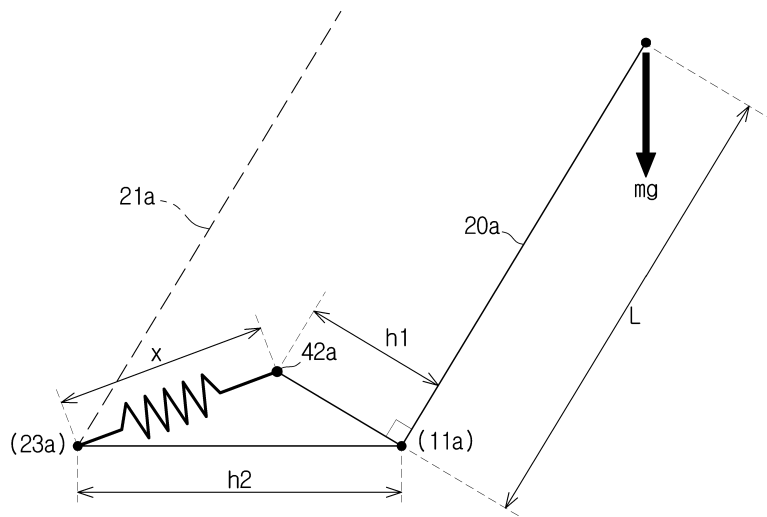
도면4



도면5

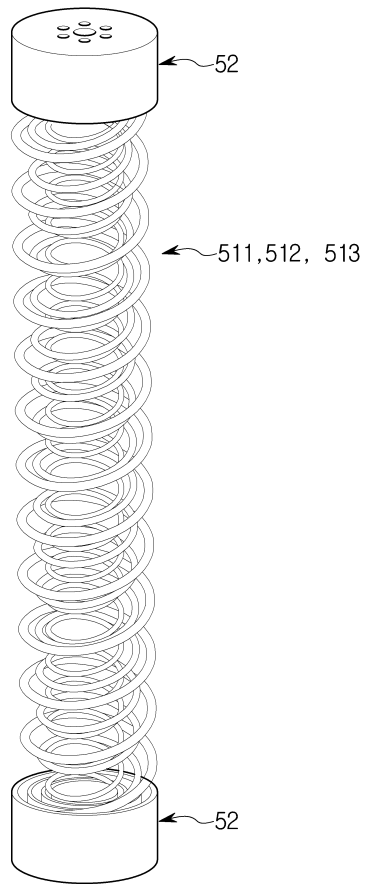


도면6

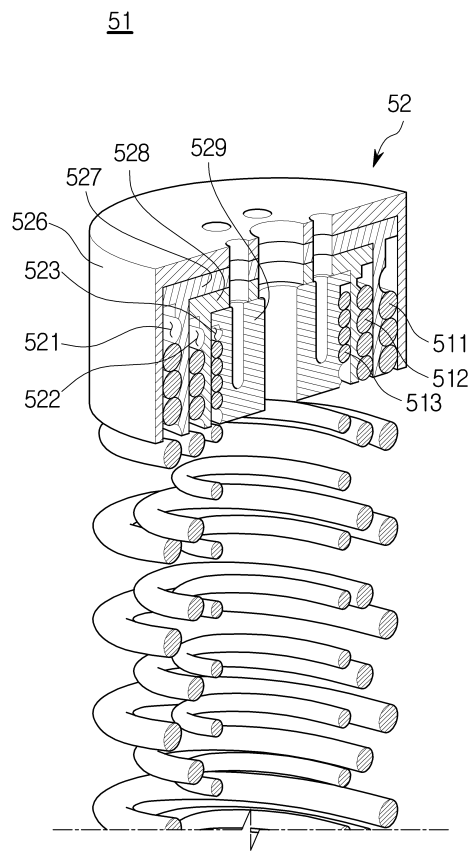


도면7

51

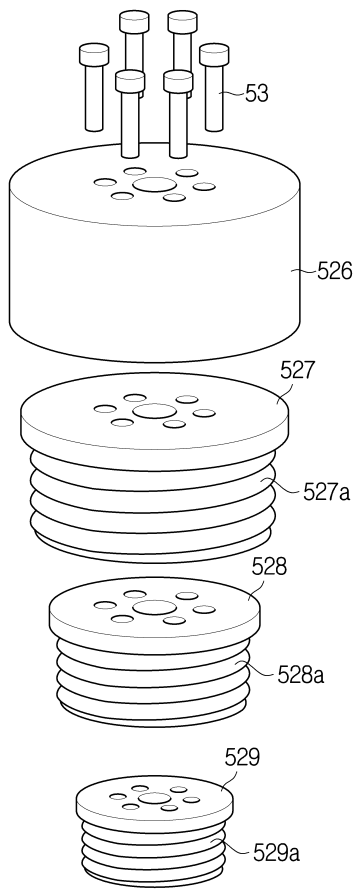


도면8

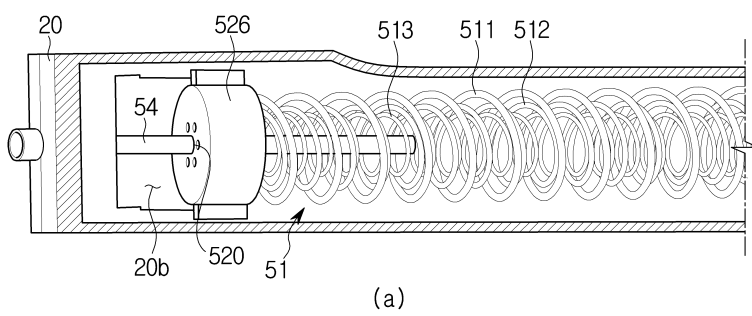


도면9

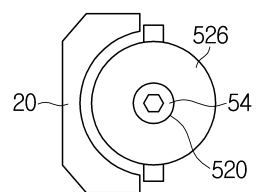
51



도면10



(a)



(b)