

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 9월 8일 (08.09.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/150933 A1

- (51) 국제특허분류:
B25J 18/00 (2006.01) B25J 9/12 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01) B25J 18/04 (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/002317
- (22) 국제출원일: 2017년 3월 3일 (03.03.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2016-0026117 2016년 3월 4일 (04.03.2016) KR
10-2016-0041633 2016년 4월 5일 (05.04.2016) KR
- (71) 출원인: 한국기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) [KR/KR]; 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 김휘수 (KIM, Hwi-su); 34067 대전시 유성구 반석서로 109, 703-2003, Daejeon (KR). 손영수 (SON, Young-su); 34200 대전시 유성구 상대남로 26, 905-1004, Daejeon (KR). 박찬훈 (PARK, Chan-hun); 34121 대전시 유성구 대덕대로 590 번길 11-10, 305 호, Daejeon (KR). 박동일 (PARK, Dong-il); 34069 대전시 유성구 반석동로 33, 508-202, Daejeon (KR). 도현민 (DO, Hyun-min); 34071 대전시 유성구 지족로 343, 204-

1502, Daejeon (KR). 최태용 (CHOI, Tae-yong); 34075 대전시 유성구 지족동로 124, 104-2702, Daejeon (KR). 김두형 (KIM, Doo-hyeong); 30064 세종시 도움 3로 159, 302-1301, Sejong (KR). 경진호 (KYUNG, Jin-ho); 34083 대전시 유성구 노은동로 187, 601-1001, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 김민태 (KIM, Min-tae); 06224 서울시 강남구 논현로 414, 세일빌딩 5층, Seoul (KR).

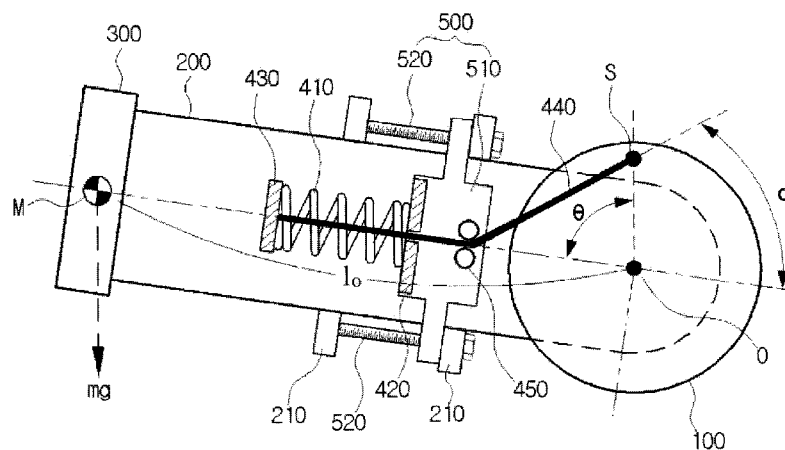
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: VARIABLE GRAVITATIONAL TORQUE COMPENSATION APPARATUS AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭 : 가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법



(57) Abstract: Disclosed are a variable gravitational torque compensation apparatus and a control method therefor. The variable gravitational torque compensation apparatus comprises: a reference surface; a link rotatably connected at one end thereof to the reference surface so as to form the rotational center thereof and arranged such that the center of gravity thereof is spaced apart from the rotational center; an elastic means having one end coupled to the link and the other side coupled to the reference surface; an idle roller coupled to the link so as to support the wire between both ends of the wire; and a compensation torque control unit installed in the link so as to control a position of the idle roller and an elastic force of the elastic means.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, **공개:**

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법에서, 상기 가변형 중력토크 보상장치는 기준면, 상기 기준면에 일단이 회동 가능하게 연결되어 회전중심을 형성하며, 무게중심이 상기 회전중심으로부터 이격되어 배치되는 링크, 상기 링크에 일단이 결합되는 탄성 수단, 상기 탄성 수단의 타단에 일측이 결합되고 타측이 기준면에 결합된 와이어, 상기 링크에 결합되어 와이어의 양단 사이를 지지하는 아이들 롤러, 및 상기 링크에 설치되어 아이들 롤러의 위치 및 탄성 수단의 탄성력을 조절할 수 있는 보상토크 조절부를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 로봇의 정해진 무게인 자중에 대한 보상뿐만 아니라 로봇에 의해 파지되는 변화되는 무게인 가반하중에 대한 보상이 이루어질 수 있도록 보상토크를 변화시킬 수 있는 가반하중 보상이 가능하며, 로봇의 장착면 또는 로봇 베이스의 회전각 변위를 측정하여 기준면을 제어할 수 있도록 하여 로봇의 장착면 또는 지면의 각도가 피치 방향 및 요 방향으로 회전되어 변경되더라도 각 관절에 적절한 보상토크를 제공할 수 있으며 로봇의 구동에 필요한 액추에이터의 용량을 최소화 하여 2축 지면각 변화에 대응 가능한 가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 인간-로봇 협업에 대한 관심 및 수요 증가와 더불어, 현재까지 다양한 협업 로봇이 개발되었지만 기존 산업용 로봇 분야에 비해 활성화되지 않고 있는 실정이다. 이와 같은 현상의 주요 원인으로서는, 아직까지 인간-로봇 간에 발생할 수 있는 충돌 위험성이 높다는 견해가 지배적이다. 인간과 격리되어 동작하는 기존 산업용 로봇과는 달리, 실제 인간과 공존하며 동작해야 하는 협업 로봇의 경우, 높은 안전성이 필수이다. 이를 해결하기 위하여 다양한 방법의 충돌 예측, 감지, 대응 방법들이 구현되었으나, 일반적으로 로봇은 동작에 필요한 충분한 토크 제공을 위하여 고용량의 모터 및 감속기가 필수로 사용되므로, 오작동 및 사람의 부주의 등으로 인한 사고 발생 시에 사람에게 큰 상해를 입힐 수 있다. 또한 안전을 위하여 모터 등의 사양을 낮춘다면 로봇의 동작 및 작업에 필요한 토크를 제공할 수 없다. 따라서 현재까지의 로봇의 경우 안전에 대한 근본적인 해결이 어려운 실정이다. 따라서 인간-로봇 협업 산업의 활성화를 위해서는 기존 로봇의 성능은 유지하면서, 최소한의 용량을 갖는 모터로 구성된 안전 로봇 개발이 필수이다.
- [3] 로봇에 사용되는 모터 용량의 절감을 위하여 개발된 대표적인 방법인 중력보상기구는, 로봇 관절에서 자중에 의해 발생하는 중력토크를 상쇄해 줌으로써, 작업 시에 필요한 토크를 최소화 할 수 있는 기구를 말한다.
- [4] 이와 관련된 기술로는 일본공개특허 2003-181789호인 "기계적 자중 보상 장치"가 있다. 이러한 자중 보상 장치는 도 1과 같이 기대(1)에 일측이 회전 가능하도록 링크(2)가 결합되고, 스프링 부재(3)는 일단이 와이어(4)와 연결되어 와이어(4)가 기대(1)의 상측인 작용점(B)에 고정되며 스프링 부재(3)의 타단이 링크(2)에 고정되며, 와이어(4)는 링크(2)에 결합된 풀리(5)들 사이를 통과하도록 결합되어, 링크(2)의 회전에 따른 자중에 대한 보상토크를 발생시키도록 구성되어 있다.

- [5] 그러나 상기와 같은 자중보상장치는 설계 당시 정해진 일정한 무게의 링크(또는 로봇 암)의 정해진 자중만을 보상할 수 있으므로, 링크의 무게가 변하거나 링크의 회전 중심으로부터 무게 중심까지의 거리가 변하거나 링크에 작용하는 가반 하중이 변하는 경우에 이에 대한 원활한 보상이 이루어질 수 없다. 즉, 변화되는 무게에 대하여 적절한 보상토크를 발생시키기 위해서는 스프링 부재를 교체하는 등의 번거로운 방법이 필요한 문제점이 있다.
- [6] 또한, 상기 로봇 팔이 모바일 플랫폼에 탑재되어 주행하는 상황이나 인간형 로봇에 탑재되어 허리 자세가 변화되는 경우, 로봇 팔이 장착된 장착면의 피치 및 요 각도가 변하게 되므로 이에 따라 중력에 대하여 각 관절에 필요한 보상토크가 변하게 된다. 그러나 기존의 기술은 장착면의 피치 및 요 방향 회전 모두에 대해 적절한 보상토크가 발생되도록 조절할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 로봇의 정해진 무게인 자중에 대한 보상뿐만 아니라 로봇에 의해 파지되는 변화되는 무게인 가반하중에 대한 보상이 이루어질 수 있도록 하되, 용이하게 보상토크를 변화시킬 수 있으며 자중 및 가반하중에 대한 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있도록 하는 가반하중 보상이 가능한 가변형 중력토크 보상장치를 제공하는 것이다.
- [8] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 중력토크 보상장치의 제어 방법을 제공하는 것이다.
- [9] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 로봇의 장착면 또는 로봇 베이스의 회전각 변위를 측정하여 기준면을 제어할 수 있도록 함으로써, 로봇의 장착면 또는 지면의 각도가 피치 방향 및 요 방향으로 회전되어 변경되더라도 각 관절에 적절한 보상토크를 제공할 수 있으며 로봇의 구동에 필요한 액추에이터의 용량을 최소화 할 수 있는 2축 지면각 변화에 대응 가능한 가변형 중력토크 보상장치를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 상기한 바와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치는, 기준면; 상기 기준면에 일단이 회동 가능하게 연결되어 회전중심을 형성하며, 무게중심이 상기 회전중심으로부터 이격되어 배치되는 링크; 상기 링크에 일단이 결합되는 탄성 수단; 상기 탄성 수단의 타단에 일측이 결합되고 타측이 기준면에 결합된 와이어; 상기 링크에 결합되어 와이어의 양단 사이를 지지하는 아이들 롤러; 및 상기 링크에 설치되어 아이들 롤러의 위치 및 탄성 수단의 탄성력을 조절할 수 있는 보상토크 조절부를 포함한다.
- [11] 일 실시예에서, 상기 탄성 수단은 링크의 길이방향을 따라 배치된 코일 스프링이며, 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리에 따라 탄성력이 조절될 수

있다.

- [12] 일 실시예에서, 상기 링크에 결합되어 링크의 길이방향으로 이동 및 고정 가능하며 상기 탄성 수단의 일단이 지지되는 스프링 고정면을 포함하여 이루어지며, 상기 아이들 롤러는 링크에 결합되되, 상기 링크의 길이방향을 따라 이동 및 고정이 가능하도록 형성될 수 있다.
- [13] 일 실시예에서, 상기 링크에 결합되어 링크의 길이방향을 따라 이동 및 고정 가능하도록 형성되는 슬라이딩 블록을 포함하여 이루어져, 상기 슬라이딩 블록에 스프링 고정면이 결합되어 고정되고, 상기 슬라이딩 블록에 아이들 롤러가 결합되어 고정될 수 있다.
- [14] 일 실시예에서, 상기 링크에 일측 또는 양측이 회전 가능하도록 결합되며 상기 슬라이딩 블록에 나사결합되는 리드 스크류를 포함할 수 있다.
- [15] 일 실시예에서, 상기 리드 스크류는 링크의 길이방향에 수직한 방향에 2개 이상 구비될 수 있다.
- [16] 일 실시예에서, 상기 링크에 고정되며 리드 스크류에 연결되어, 상기 리드 스크류를 회전시키는 구동 모터를 더 포함할 수 있다.
- [17] 일 실시예에서, 상기 링크에 부착되는 무게 측정 센서를 더 포함할 수 있다.
- [18] 상기한 바와 같은 본 발명의 다른 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치의 제어 방법에서, 상기 가변형 중력토크 보상장치는 기준면에 링크의 일단이 회동 가능하게 연결되어 회전중심을 형성하며, 상기 링크는 무게중심이 회전중심으로부터 이격되어 배치되며, 코일 스프링의 일단이 상기 링크에 결합되고 코일 스프링의 타단에 결합된 와이어가 기준면에 연결되되 링크에 결합된 아이들 롤러에 의해 와이어의 양단 사이가 지지되어, 링크가 회전중심을 기준으로 회전하는 경우 링크에 대한 보상토크를 발생시키되, 상기 링크에 설치된 보상토크 조절부에 의해 아이들 롤러의 위치 및 코일 스프링의 탄성력을 조절할 수 있다. 이 경우, 상기 가변형 중력토크 보상장치의 제어방법은, 상기 링크의 타단에 작용하는 무게가 증가하면 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0) 및 상기 회전중심에서 와이어 지지점까지의 거리(b)가 함께 증가되도록 조절되며, 상기 링크의 타단에 작용하는 무게가 감소하면 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0) 및 상기 회전중심에서 와이어 지지점까지의 거리(b)가 함께 감소되도록 조절한다.
- [19] 일 실시예에서, 상기 링크의 타단에 작용하는 무게의 변화에 따라, 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0)와 상기 회전중심에서 와이어 지지점까지의 거리(b)가 서로 동일한 크기로 증가 또는 감소하도록 조절될 수 있다.
- [20] 일 실시예에서, 상기 링크의 타단에 작용하는 무게를 측정하여, 측정된 무게에 따라 보상토크가 수동 또는 자동으로 조절될 수 있다.
- [21] 상기한 바와 같은 본 발명의 또 다른 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치는, 제1링크에 제2링크의 일단이 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인 피치(pitch) 방향 회전축인 제2관절을 형성하고, 상기

제2링크는 무게중심이 제2관절로부터 이격되게 배치되며, 일단이 상기 제2관절에 연결되고 타단이 제2링크에 결합되어 상기 제2링크가 제2관절을 중심으로 회동하는 경우 제2링크의 자중에 대한 보상토크를 발생시키는 제1-1중력토크 보상장치 및 제1-2중력토크 보상장치; 상기 제2관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제2관절의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며, 상기 제1-1중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제2-1기준면 및 제1-2중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제2-2기준면; 및 상기 제1링크에 결합되며, 상기 제2-1기준면에 연결되어 제2-1기준면의 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-1기준면 제어장치; 및 상기 제1링크에 결합되며, 상기 제2-2기준면에 연결되어 제2-2기준면의 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-2기준면 제어장치를 포함하며, 상기 제2-1기준면 및 제2-2기준면의 회전각도가 각각 별개로 조절되어 고정된다.

- [22] 일 실시예에서, 상기 제1링크가 베이스부에 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인 요(yaw) 방향 회전축인 제1관절을 형성하고, 상기 제1-1기준면 제어장치는, 상기 제1관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제1관절의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 상기 제2-1기준면과 연결되어 연동되는 제1-1기준면; 및 상기 제1-1기준면에 연결되며 베이스부에 고정되어 상기 제1-1기준면의 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-1기준면 제어 모터를 포함하며, 상기 제1-2기준면 제어장치는, 상기 제1관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제1관절의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 상기 제2-2기준면과 연결되어 연동되는 제1-2기준면; 및 상기 제1-2기준면에 연결되며 베이스부에 고정되어 상기 제1-2기준면의 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-2기준면 제어 모터를 포함할 수 있다.
- [23] 일 실시예에서, 상기 제1링크 또는 베이스부에 설치되어 상기 제1링크 또는 베이스부의 피치 방향을 중심으로 한 회전각도(기울기) 및 요 방향을 중심으로 한 회전각도(기울기)를 측정할 수 있는 기울기 센서를 더 포함할 수 있다.
- [24] 일 실시예에서, 상기 제1-1기준면 제어장치, 제1-2기준면 제어장치 및 기울기 센서와 연결되어, 상기 기울기 센서에서 측정된 제1링크 또는 베이스부의 기울기에 따라 상기 제1-1기준면 제어장치 및 제1-2기준면 제어장치를 통해 제2-1기준면의 회전각도 및 제2-2기준면의 회전각도가 자동으로 조절되도록 하는 메인 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [25] 일 실시예에서, 중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 제1링크 또는 베이스부가 피치 방향을 중심으로 기울어지는 각도에 따라 상기 제2-1기준면 및 제2-2기준면이 제어되며, 상기 제1링크 또는 베이스부가 기울어지는 각도와 크기는 동일하되 방향은 반대방향으로 제2-1기준면 및 제2-2기준면이 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.
- [26] 일 실시예에서, 중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 제1링크 또는 베이스부가 요 방향을 중심으로 기울어지는 각도에 따라 상기 제2-1기준면 및 제2-2기준면이

제어되되, 상기 제1링크 또는 베이스부가 기울어지는 각도에 따라 제2-1기준면 및 제2-2기준면이 회전되는 정도가 조절되며, 제2-1기준면과 제2-2기준면은 서로 반대 방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.

- [27] 일 실시예에서, 상기 제2링크의 타단에 제3링크의 일단이 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인 피치(pitch) 방향 회전축인 제3관절을 형성하고, 상기 제3링크는 무게 중심이 제3관절로부터 이격되게 배치되며, 일단이 상기 제3관절에 연결되고 타단이 제3링크에 결합되어 상기 제3링크가 제3관절을 중심으로 회동하는 경우 제3링크의 자중에 대한 보상토크를 발생시키는 제2-1중력토크 보상장치 및 제2-2중력토크 보상장치; 및 상기 제3관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제3관절의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며, 상기 제2-1중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제3-1기준면 및 제2-2중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제3-2기준면; 을 더 포함하여 이루어지며, 상기 제3-1기준면은 제2-1기준면과 연결되고 제3-2기준면은 제2-2기준면과 연결되되, 상기 제2-1기준면이 회전되는 각도와 동일한 각도 및 방향으로 제3-1기준면이 회전되고 상기 제2-2기준면이 회전되는 각도와 동일한 각도 및 방향으로 제3-2기준면이 회전되도록 연결될 수 있다.

- [28] 일 실시예에서, 상기 제2-1기준면과 제3-1기준면은 4개의 바가 평행사변형으로 연결된 링크 기구로 연결되며, 상기 제2-2기준면과 제3-2기준면은 4개의 바가 평행사변형으로 연결된 링크 기구로 연결될 수 있다.

- [29] 일 실시예에서, 상기 제2-1기준면과 제3-1기준면은 폴리 및 벨트로 연결되며, 상기 제2-2기준면과 제3-2기준면은 폴리 및 벨트로 연결될 수 있다.

- [30] 일 실시예에서, 상기 베이스부가 고정된 상태에서 제1링크가 제1관절을 중심으로 회전되는 경우, 상기 제1-1기준면 및 제1-2기준면은 고정되고, 상기 제1링크가 회전되는 각도와 크기는 동일하되 제2-1기준면과 제2-2기준면은 서로 반대 방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.

- [31] 일 실시예에서, 상기 베이스부에는 제1링크 회전 모터 및 제1링크 회전 감속기가 결합되어 고정되고, 상기 제1링크 회전 감속기의 감속기 회전축에 제1링크가 결합되며, 상기 감속기 회전축을 관통하도록 제1-2기준면의 제1-2회전축이 결합되며, 상기 제1-2기준면의 제1-2회전축을 관통하도록 제1-1기준면의 제1-1회전축이 결합되어, 상기 3개의 회전축의 중심축이 일치하도록 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [32] 상기한 본 발명의 실시예들에 의하면, 가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법은, 로봇에 의해 파지되는 무게인 가반하중의 변화에 대하여 용이하게 보상토크를 변화시킬 수 있으며, 가반하중에 대한 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있는 장점이 있다.

- [33] 또한, 로봇 암의 무게가 변하거나 로봇 암의 관절로부터 무게 중심까지의 거리가 변하는 경우에도 이에 대하여 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있어 원활한 보상이 이루어질 수 있는 장점이 있다.
- [34] 또한, 가변 중력토크 보상장치는, 인간형 로봇과 같이 기준면의 각도가 변경되는 다자유도의 허리 관절이 있는 경우나 모바일 플랫폼에 로봇이 장착되어 사용하는 경우, 주행 및 정지하는 지면의 각도 또는 허리 관절의 피치 방향 및 요 방향에 회전각도에 따라 기준면의 각도를 변경하여 로봇의 각 관절에 적절한 보상토크를 제공할 수 있다.
- [35] 또한, 로봇 구동에 필요한 액추에이터의 용량을 최소화 할 수 있어 인간-로봇 간 충돌 발생 시에 상해를 최소화 할 수 있다.
- [36] 또한, 로봇이 적용되는 사용처에 따른 장착 위치에 따라 기준면의 각도가 변경되더라도 로봇의 각 관절에 적절한 보상토크를 제공할 수 있으므로, 다양한 사용처에 로봇을 장착하여 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [37] 도 1은 종래 기술에 의한 기계적 자중 보상 장치를 나타낸 모식도이다.
- [38] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치를 나타낸 정면도이다.
- [39] 도 3은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 보상토크를 산출하기 위한 원리를 나타낸 개념도이다.
- [40] 도 4는 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 가반하중이 변하는 경우 보상토크 조절부의 작동을 비교하여 나타낸 정면도이다.
- [41] 도 5는 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 가변무게의 무게가 기준무게에 비해 증가한 경우 및 링크가 수평이 되도록 회전된 경우를 나타낸 정면도이다.
- [42] 도 6은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 가변무게의 무게가 기준무게에 비해 감소한 경우 및 링크가 수평이 되도록 회전된 경우를 나타낸 정면도이다.
- [43] 도 7은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 중력토크 및 보상토크를 나타낸 그래프이다.
- [44] 도 8은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 구동 모터 및 무게 측정 센서가 장착된 보상토크 조절부를 나타낸 정면도이다.
- [45] 도 9 및 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치의 개념을 설명하기 위한 중력토크 보상장치를 갖는 로봇팔을 나타낸 사시도이다.
- [46] 도 11은 로봇 팔의 피치방향 회전축을 중심으로 한 회전각도 및 요방향 회전축을 중심으로 한 회전각도에 따른 중력토크를 나타낸 그래프이다.
- [47] 도 12 내지 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치를 나타낸 사시도, 부분 절개 사시도, 정면 단면도 및 평면 단면도들이다.
- [48] 도 17은 도 12의 가변형 중력토크 보상장치가 병렬로 구성된 개념을 나타낸 개념도이다.

- [49] 도 18은 도 17에서 링크의 각도 변위에 따른 보상토크를 나타낸 그래프이다.
- [50] 도 19는 도 12의 가변형 중력토크 보상장치에서, 베이스부가 2축(피치방향 회전축 및 요방향 회전축)에 대해 변화가 없는 상태, 즉 베이스부가 중력방향인 수직으로 고정된 상태를 나타낸 부분 사시도이다.
- [51] 도 20은 도 12의 가변형 중력토크 보상장치에서, 베이스부가 피치방향 회전축을 중심으로 일정각도 회전된 상태를 나타낸 부분 사시도이다.
- [52] 도 21은 도 12의 가변형 중력토크 보상장치에서, 베이스부, 제1링크를 포함한 모든 부분이 요방향 회전축을 중심으로 일정각도 회전되어 제2관절의 회전축이 상하방향을 향한 상태에서 제2링크가 수평이 된 상태를 나타낸 부분 사시도이다.
- [53] 도 22는 도 12의 가변형 중력토크 보상장치에서, 베이스부가 중력방향인 수직으로 고정된 상태에서 베이스부, 제1-1기준면 및 제1-2기준면을 제외하고 제1링크를 포함한 모든 부분이 요방향 회전축을 중심으로 일정각도 회전된 상태를 나타낸 부분 사시도이다.
- [54] 도 23 및 도 24는 도 12의 가변형 중력토크 보상장치에서, 제1-1중력토크 보상장치와 제2-1중력토크 보상장치(또는 제1-1중력토크 보상장치와 제2-1중력토크 보상장치)가 링크 및 벨트로 연결되어 기준면들이 연동되도록 한 것을 나타낸 개념도들이다.
- [55]
- [56] * 부호의 설명
- [57] 10 : 베이스부 11 : 제1링크
- [58] J1 : 제1관절 12 : 제2링크
- [59] J2 : 제2관절 13 : 제3링크
- [60] J3 : 제2관절 14 : 제1링크 회전 모터
- [61] 15 : 제1링크 회전 감속기 15-1 : 감속기 회전축
- [62] 16 : 제2링크 회전 모터 17 : 제3링크 회전 모터
- [63] 100 : 기준면 S : 기준점
- [64] 200 : 링크 O : 회전중심
- [65] 210 : 돌출부 300 : 가변무게
- [66] M : 무게중심
- [67] 101 : 제1-1중력토크 보상장치 102 : 제1-2중력토크 보상장치
- [68] 110 : 코일 스프링 120 : 가이드 로드
- [69] 130 : 슬라이딩 블록 140 : 와이어
- [70] 150 : 롤러 201 : 제2-1기준면
- [71] 211 : 제2-1기준점 221 : 제2-1폴리
- [72] 202 : 제2-2기준면 212 : 제2-2기준점
- [73] 222 : 제2-2폴리 301 : 제1-1기준면 제어장치
- [74] 311 : 제1-1기준면 제어 모터 321 : 제1-1기준면

- [75] 331 : 제1-1회전축 302 : 제1-2기준면 제어장치
- [76] 312 : 제1-2기준면 제어 모터 322: 제1-2기준면
- [77] 332 : 제1-2회전축 400 : 기울기 센서
- [78] 410 : 탄성 수단(코일 스프링) 420 : 스프링 고정면
- [79] 430 : 스프링 블록 440 : 와이어
- [80] 450 : 아이들 롤러 I : 와이어 지지점
- [81] 500 : 보상토크 조절부 510 : 슬라이딩 블록 520 : 리드 스크류 530 : 구동 모터
540 : 무게 측정 센서
- [82] 501 : 메인 제어부 601 : 제2-1중력토크 보상장치
- [83] 602 : 제2-2중력토크 보상장치 610 : 코일 스프링
- [84] 620 : 가이드 로드 630 : 슬라이딩 블록
- [85] 640 : 와이어 650 : 롤러
- [86] 701 : 제3-1기준면 711 : 제3-1기준점
- [87] 721 : 제3-1폴리 731 : 제3-1벨트
- [88] 702 : 제3-2기준면 712 : 제3-2기준점
- [89] 722 : 제3-2폴리 732 : 제3-2벨트
- [90] 800 : 링크 기구 JA : 제1조인트
- [91] JB : 제2조인트
- [92]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [93] 이하, 상기한 바와 같은 본 발명의 가변형 중력토크 보상장치 및 이의 제어 방법을 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [94] [실시에 1: 가반하중 보상이 가능한 가변형 중력토크 보상장치]
- [95] 이하에서는, 도 2 내지 8을 참조하여, 가변형 중력토크 보상장치, 특히 가반하중 보상이 가능한 가변형 중력토크 보상장치에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [96] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치를 나타낸 정면도이다. 도 3은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 보상토크를 산출하기 위한 원리를 나타낸 개념도이다. 도 4는 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 가반하중이 변하는 경우 보상토크 조절부의 작동을 비교하여 나타낸 정면도이다. 도 5는 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 가변무게의 무게가 기준무게에 비해 증가한 경우 및 링크가 수평이 되도록 회전된 경우를 나타낸 정면도이다. 도 6은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 가변무게의 무게가 기준무게에 비해 감소한 경우 및 링크가 수평이 되도록 회전된 경우를 나타낸 정면도이다. 도 7은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 중력토크 및 보상토크를 나타낸 그래프이다. 도 8은 도 2의 가변형 중력토크 보상장치에서, 구동 모터 및 무게 측정 센서가 장착된 보상토크 조절부를 나타낸 정면도이다.
- [97] 도 2 내지 도 8에 도시된 바와 같이 본 실시예에 따른 가변형 중력토크

보상장치는, 기준면(100); 상기 기준면(100)에 일단이 회동 가능하게 연결되어 회전중심(O)을 형성하며, 무게중심(M)이 상기 회전중심(O)으로부터 이격되어 배치되는 링크(200); 상기 링크(200)에 일단이 결합되는 탄성수단(410); 상기 탄성수단(410)의 타단에 일측이 결합되고 타측이 기준면(100)에 결합된 와이어(440); 상기 링크(200)에 결합되어 와이어(440)의 양단 사이를 지지하는 아이들 롤러(450); 및 상기 링크(200)에 설치되어 아이들 롤러(450)의 위치 및 탄성 수단(410)의 탄성력을 조절할 수 있는 보상토크 조절부(500)를 포함한다.

- [98] 우선, 기준면(100)은 고정되어 기준이 되는 부재이며, 지면 등에 설치되어 고정된 베이스가 기준면이 될 수도 있고 고정된 베이스에 기준면(100)이 결합되어 고정된 상태로 유지될 수 있다.
- [99] 링크(200)는 로봇의 암에 해당되는 부분으로, 링크(200)의 길이방향 일단이 기준면(100)에 연결되어 회전 가능하도록 결합되어 회전중심(O)이 형성될 수 있다. 이때, 링크(200)가 회전되는 회전중심(O)을 형성하는 회전축은 중력방향에 수직인 지면에 대해 수평으로 형성될 수 있다. 그리고 링크(200)는 길이방향으로 길게 형성되어 무게중심(M)이 회전중심(O)으로부터 이격되어 배치될 수 있다.
- [100] 탄성 수단(410)은 일단이 링크(200)에 결합되고 타단이 기준면(100)에 연결되어, 링크(200)가 회전됨에 따라 탄성력이 발생하여 보상토크를 발생시키는 역할을 할 수 있다. 이때, 링크(200)가 회전되는 각도에 따라 탄성 수단(410)에 의한 탄성력이 변하여, 링크(200)의 회전각도에 따른 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있다. 그리고 탄성 수단(410)은 링크(200)의 길이방향과 나란하게 배치될 수 있으며, 도시된 바와 같이 정면으로 바라본 도면상에서 탄성 수단(410)의 길이방향 중심축이 회전중심(O)을 향하도록 배치될 수 있다.
- [101] 와이어(440)는 탄성 수단(410)과 기준면(100)을 연결하는 역할을 하며, 와이어(440)의 일측이 탄성 수단(410)의 타단에 결합되고 와이어(440)의 타측이 기준면(100)의 기준점(S)에 결합될 수 있다. 이때, 기준면(100)에 와이어(440)가 결합되는 기준점(S)은 회전중심(O)으로부터 수직 상측의 위치에 형성될 수 있으며, 회전중심(O)을 기준으로 중력방향에 반대방향 상측에 형성될 수 있다.
- [102] 아이들 롤러(450)는 링크(200)에 결합되며, 아이들 롤러(450)가 와이어(440)의 양단 사이에 배치되어 와이어(440)가 지지되도록 할 수 있다. 이때, 도시된 바와 같이 아이들 롤러(450)는 한 쌍으로 형성될 수 있으며, 한 쌍의 아이들 롤러(450) 사이를 통과하도록 와이어(440)가 삽입된 형태로 결합되어 아이들 롤러(450)에 의해 와이어(440)의 길이방향으로의 이동은 가능하나 그 이외의 이동은 제한될 수 있다.
- [103] 또한, 탄성 수단(410)에 결합된 부분에서 아이들 롤러(450)까지의 부분에 해당되는 와이어(440)는 어떠한 경우에도 길이방향의 이동만 가능할 수 있다. 이에 따라 탄성 수단(410)에 결합된 부분에서 아이들 롤러(450)까지의 부분에 해당되는 와이어(440)에는 탄성 수단(410)에 의한 모든 탄성력이 장력으로 작용될 수 있다.

- [104] 보상토크 조절부(500)는 링크(200)에 설치될 수 있고, 보상토크 조절부(500)에 의해 아이들 롤러(450)의 위치가 조절될 수 있으며, 보상토크 조절부(500)에 의해 탄성 수단(410)의 탄성력이 조절될 수 있다.
- [105] 여기에서 링크(200)에 작용하는 보상토크는 아이들 롤러(450)가 배치된 와이어 지지점(I)과 기준점(S)을 연결하는 와이어(440)상에 걸리는 장력에 비례하며, 회전중심(O)으로부터 상기 와이어 지지점(I)과 기준점(S)을 연결하는 와이어(440)상에 수직인 거리인 모멘트 암(보상토크를 발생시키려는 힘이 회전중심으로부터 이격된 수직 거리)에 비례하게 된다.
- [106] 이에 따라 보상토크 조절부(500)는 탄성 수단(410)에 의한 탄성력의 크기를 조절할 수 있으며, 아이들 롤러(450)의 위치를 조절하여 모멘트 암의 크기를 조절할 수 있다.
- [107] 그리하여 본 실시예에서의 상기 가변형 중력토크 보상장치는, 로봇에 의해 파지되는 무게인 가반하중의 변화에 대하여 보상토크 조절부(500)를 이용하여 용이하게 보상토크를 변화시킬 수 있으며, 가반하중에 대한 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있는 장점이 있다.
- [108] 또한, 로봇 암의 무게가 변하거나 로봇 암의 관절로부터 무게 중심까지의 거리가 변하는 경우에도 이에 대하여 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있어 원활한 중력토크에 대한 보상이 이루어질 수 있는 장점이 있다.
- [109] 또한, 상기 탄성 수단(410)은 링크(200)의 길이방향을 따라 배치된 코일 스프링이며, 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리에 따라 탄성력이 조절될 수 있다.
- [110] 즉, 탄성 수단(410)은 코일 스프링이 될 수 있으며, 도시된 바와 같이 코일 스프링은 길이방향으로 압축되는 거리에 비례하여 탄성력의 크기가 달라지는 압축 코일 스프링이 될 수 있으며, 이외에도 인장 코일 스프링이 사용될 수도 있다. 여기에서 링크가 수직 상측을 향하도록 세워져 있는 경우에는 중력토크가 작용하지 않게 되는데, 이때 모멘트 암이 0이며 코일 스프링은 미리 특정한 거리만큼 압축되어 있는 상태가 될 수 있다.
- [111] 그러므로 링크(200)의 타단쪽에 작용하는 가변무게(300)가 있는 경우(즉, 링크에 걸리는 무게가 달라지거나 변하는 경우) 코일 스프링이 초기에 압축된 거리인 초기 압축 거리(s_0)를 조절함으로써 코일 스프링의 탄성력이 조절될 수 있다.
- [112] 이때, 가변무게(300)의 무게가 증가하면 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0)를 증가시켜 탄성력이 커지도록 함으로써 보상토크를 크게 할 수 있고, 반대로 가변무게(300)의 무게가 감소하면 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0)를 감소시켜 탄성력이 작아지도록 함으로써 보상토크를 작게 조절할 수 있다.
- [113] 또한, 상기 링크(200)에 결합되어 링크(200)의 길이방향으로 이동 및 고정이 가능하며 상기 탄성 수단(410)의 일단이 지지되는 스프링 고정면(420)을 포함하여 이루어지며, 상기 아이들 롤러(450)는 링크(200)에 결합되되, 상기

링크(200)의 길이방향을 따라 이동 및 고정이 가능하도록 형성될 수 있다.

[114] 즉, 탄성 수단(410)인 코일 스프링의 일단이 지지되도록 링크(200)에 스프링 고정면(420)이 결합될 수 있으며, 이때 스프링 고정면(420)은 링크(200)에 결합되되 링크(200)의 길이방향으로 이동이 가능하며 이동된 상태에서 위치의 고정이 가능하도록 링크(200)에 결합될 수 있다.

[115] 또한, 아이들 롤러(450) 역시 링크(200)에 결합될 수 있으며, 아이들 롤러(450)도 링크(200)에 결합되되 링크(200)의 길이방향으로 이동이 가능하며 이동된 상태에서 위치의 고정이 가능하도록 링크(200)에 결합될 수 있다. 이때, 스프링 고정면(420)과 아이들 롤러(450)는 링크(200)의 길이방향을 따라 직선으로 안내되어 이동될 수 있는 다양한 형태로 구성될 수 있다.

[116] 그리고 탄성 수단(410)인 코일 스프링의 타단은 와이어(440)에 결합되되, 코일 스프링의 타단에 스프링 블록(430)이 결합되도록 하고 스프링 블록(430)에 와이어가 결합되도록 할 수 있다. 그리하여 와이어(440)가 당겨지거나 느슨해질 때 스프링 고정면(420)과 스프링 블록(430) 사이에서 코일 스프링이 압축되거나 복원될 수 있다.

[117] 또한, 상기 링크(200)에 결합되어 링크(200)의 길이방향을 따라 이동 및 고정이 가능하도록 형성되는 슬라이딩 블록(510)을 포함하여 이루어져, 상기 슬라이딩 블록(510)에 스프링 고정면(420)이 결합되어 고정되고, 상기 슬라이딩 블록(510)에 아이들 롤러(450)가 결합되어 고정될 수 있다.

[118] 즉, 슬라이딩 블록(510)이 링크(200)에 결합되되, 링크(200)의 길이방향을 따라 슬라이딩되어 이동 가능하도록 형성되고 이동된 상태에서 슬라이딩 블록(510)이 링크(200)에 고정 가능하도록 형성될 수 있다. 그리고 슬라이딩 블록(510)에 스프링 고정면(420)이 결합되어 고정되고 아이들 롤러(450)가 결합되어 고정될 수 있다.

[119] 그리하여 슬라이딩 블록(510)에 스프링 고정면(420)과 아이들 롤러(450)가 함께 결합되어 고정되어 있으므로, 슬라이딩 블록(510)을 이동시키면 스프링 고정면(420) 및 아이들 롤러(450)가 함께 이동될 수 있으며, 슬라이딩 블록(510)을 링크(200)에 고정시키면 스프링 고정면(420) 및 아이들 롤러(450)가 함께 고정될 수 있다.

[120] 또한, 상기 링크(200)에 일측 또는 양측이 회전 가능하도록 결합되며 상기 슬라이딩 블록(510)에 나사결합되는 리드 스크류(520)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[121] 즉, 리드 스크류(520)는 일측 또는 양측이 링크(200)에 회전 가능하도록 결합된 상태에서 슬라이딩 블록(510)에 나사결합되어, 리드 스크류(520)를 회전시키는 방향에 따라 슬라이딩 블록(510)이 링크(200)의 길이방향으로 일측 또는 타측 방향으로 이동되어 위치가 조절될 수 있다. 그리고 리드 스크류(520)는 링크(200)에 회전 가능하도록 결합되면서 링크(200)의 길이방향으로는 이동되지 않도록 위치가 고정될 수 있다.

- [122] 또는 반대로 리드 스크류(520)가 링크(200)에 나사결합되어 리드 스크류(520)가 회전되면 길이방향으로 이동될 수 있도록 하고, 리드 스크류(520)에 슬라이딩 블록(510)이 결합되어 회전은 가능하면서 길이방향으로의 움직임이 고정되도록 결합될 수도 있다. 또한, 리드 스크류(520)는 일반적인 나사로 형성될 수도 있으며, 슬라이딩 블록(510)을 이동시켜 위치가 고정되도록 할 수 있는 다양한 형태로 형성될 수 있다.
- [123] 그리하여 리드 스크류(520)를 이용해 슬라이딩 블록(510)을 링크(200)의 길이방향으로 용이하게 이동시킬 수 있고 슬라이딩 블록(510)의 위치를 정확하게 조절할 수 있으며, 위치가 조절된 후 변경된 위치에 그대로 고정될 수 있다.
- [124] 또한, 상기 리드 스크류(520)는 링크(200)의 길이방향에 대해 수직한 방향쪽에 2개 이상 구비될 수 있다.
- [125] 즉, 코일 스프링(410)이나 와이어(440)의 배치로 인해 리드 스크류(520)의 위치가 슬라이딩 블록(430)의 중심 위치를 밀어줄 수 있는 위치에 형성되기 어려울 수 있으므로, 리드 스크류(520)를 링크(200)의 길이방향에 대해 수직인 방향쪽인 높이방향이나 폭방향에 링크(200)와 나란하도록 2개 이상 배치할 수 있다.
- [126] 그리하여 리드 스크류(520)가 다른 부품들과 간섭이 발생하지 않도록 할 수 있으며, 리드 스크류(520)를 조절하기 용이하도록 할 수 있다. 그리고 링크(200)의 외측에 돌출부(210)들을 형성하고 돌출부(210)에 리드 스크류(520)가 결합되도록 할 수 있으며, 슬라이딩 블록(510)에도 돌출된 형태의 돌출부를 형성하여 리드 스크류(520)가 결합되도록 할 수 있다.
- [127] 또한, 상기 링크(200)에 고정되며 리드 스크류(520)에 연결되어 상기 리드 스크류(520)를 회전시키는 구동 모터(530)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [128] 즉, 리드 스크류(520)에는 스텝모터나 서보모터 등의 구동 모터(530, 액추에이터)가 연결되어 리드 스크류(520)를 용이하게 회전시킬 수 있으며 슬라이딩 블록(510)의 이동 위치를 정밀하게 조절할 수도 있다.
- [129] 그리고 리드 스크류(520)가 2개 이상 구비되는 경우에는 리드 스크류(520)들이 서로 벨트나 기어 등 다양한 형태로 연결되어, 하나의 리드 스크류를 회전시키면 모든 리드 스크류들이 동일한 방향 및 각도로 회전되도록 할 수도 있다.
- [130] 또한, 상기 링크(200)에 부착되는 무게 측정 센서(540)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [131] 즉, 링크(200)에 파지된 가변무게(300)의 무게를 측정할 수 있도록 링크(200)에 무게 측정 센서(540)가 부착될 수 있다. 그리하여 무게 변화를 측정하여 이에 따라 보상토크 조절부(500)를 조절하여 보상토크의 크기를 적절하게 조절할 수 있다.
- [132] 이때, 도시된 바와 같이 무게 측정 센서(540)는 링크(200)의 타단에 설치될 수 있으나, 이외에도 가변무게(300)의 무게를 측정할 수 있도록 링크(200)의 다른

위치될 수도 있으며, 기준면(100)이나 기준면(100)이 설치되는 베이스와 같은 부재들에 다양하게 설치될 수 있다.

[133] [실시예 2: 가반하중 보상이 가능한 가변형 중력토크 보상장치의 제어방법]

[134] 이하에서는, 상기 도 1 내지 도 8을 참조하여 설명한 가변형 중력토크 보상장치, 즉 가반하중 보상이 가능한 가변형 중력토크 보상장치의 제어방법에 대하여 상세히 설명한다.

[135] 즉, 상기 가변형 중력토크 보상장치는, 기준면(100)에 링크(200)의 일단이 회동 가능하게 연결되어 회전중심(O)을 형성하며, 상기 링크(200)는 무게중심(M)이 회전중심(O)으로부터 이격되어 배치되며, 코일 스프링(410)의 일단이 상기 링크(200)에 결합되고 코일 스프링(410)의 타단에 결합된 와이어(440)가 기준면(100)에 연결되며 링크(200)에 결합된 아이들 롤러(450)에 의해 와이어(440)의 양단 사이가 지지되어, 링크(200)가 회전중심(O)을 기준으로 회전하는 경우 링크에 대한 보상토크를 발생시키되, 상기 링크(200)에 설치된 보상토크 조절부(500)에 의해 아이들 롤러(450)의 위치 및 코일 스프링(410)의 탄성력을 조절할 수 있다.

[136] 이 경우, 상기 가변형 중력토크 보상장치를 제어하는 방법을 통해, 상기 링크(200)의 타단에 작용하는 무게가 증가하면 상기 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_0) 및 상기 회전중심(O)에서 와이어 지지점(I)까지의 거리(b)가 함께 증가되도록 조절되며, 상기 링크(200)의 타단에 작용하는 무게가 감소하면 상기 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_0) 및 상기 회전중심(O)에서 와이어 지지점(I)까지의 거리(b)가 함께 감소되도록 조절될 수 있다.

[137] 즉, 보상토크 조절부(500)에 의해 아이들 롤러(450)의 위치 및 코일 스프링(410)의 탄성력을 조절함으로써 가반하중의 무게에 따라 보상토크의 크기가 조절되도록 제어할 수 있다. 이때, 가변무게(300)의 무게가 증가하면 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_0)를 증가시키고 회전중심(O)에서 와이어 지지점(I)까지의 거리(b)가 함께 증가되도록 하여 보상토크가 커지도록 할 수 있다.

[138] 반대로 가변무게(300)의 무게가 감소하면 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_0)를 감소시키고 회전중심(O)에서 와이어 지지점(I)까지의 거리(b)도 함께 감소되도록 조절되어 보상토크가 작아지도록 할 수 있다. 여기에서 기준무게에 대해 코일 스프링(410)은 특정한 초기 압축 거리만큼 압축되어 있을 수 있으며, 초기 압축 거리(s_0)는 코일 스프링이 압축되어 있지 않은 상태의 길이와 코일 스프링에 예압이 가해져 압축된 상태의 길이의 차이가 될 수 있다.

[139] 그리하여 기준무게 보다 무게가 증가하면 상기 기준무게에 대한 코일 스프링의 초기 압축 거리보다 상대적으로 많이 압축되도록 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_0)를 증가시키고, 반대로 기준무게 보다 무게가 감소하면 상기 기준무게에 대한 코일 스프링의 초기 압축 거리보다 상대적으로 덜 압축되도록 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_0)를 줄일 수 있다.

[140] 보다 상세하게는 링크가 회전중심(O)을 기준으로 중력방향에 반대방향인 수직 상측방향에 대해 반시계 방향으로 θ 만큼 회전되어 있는 상태를 가정하면, 그 상태에서 링크(200)가 움직이지 않고 그대로 정지해있어야 중력에 대한 보상이 정확하게 이루어지는 것이므로, 이를 위해서는 중력에 의해 회전중심(O)을 기준으로 링크(200)에 작용하는 중력토크 $\{T_g(\theta)\}$ 와 이에 대한 보상토크 $\{T_c(\theta)\}$ 는 같아야 한다. 그러므로 중력토크와 보상토크와의 관계식은 아래의 [수식 1]과 같이 계산될 수 있다.

[141] [수식 1]

$$[142] \quad \begin{aligned} T_g(\theta) &= mgl_c \sin \theta \\ T_c(\theta) &= bF_s(\theta) \sin \alpha \end{aligned}$$

$$\boxed{\text{since: } T_g(\theta) = T_c(\theta)}$$

$$mgl_c \sin \theta = bk \{s_o + c(\theta) - (b - a)\} \frac{a \sin \theta}{c(\theta)}$$

$$\boxed{\text{when: } s_o = b - a}$$

$$k = mgl_c / ab$$

$$T_c(\theta) = abk \sin \theta$$

[143] 여기서,

[144] θ : 링크가 회전중심을 기준으로 수직 상측방향으로부터 회전된 각도

[145] a : 회전중심에서 기준점까지의 거리

[146] b : 회전중심에서 와이어 지지점까지의 거리

[147] $c(\theta)$: 링크가 θ 만큼 회전하였을 때 와이어 지지점에서 기준점까지의 거리

[148] α : 회전중심에서 와이어 지지점을 잇는 선과 와이어 지지점에서 기준점을 잇는 선이 이루는 각도

[149] s_o : 코일 스프링의 초기 압축 거리

[150] m : 가변무게에 의해 무게중심에 작용하는 총 무게

[151] g : 중력가속도

[152] l_c : 회전중심으로부터 무게중심까지의 거리

[153] $F_s(\theta)$: 코일 스프링의 압축에 의해 발생하는 힘(와이어에 걸리는 장력)

[154] k : 코일 스프링의 탄성계수

[155] 그러므로 상기 [수식 1]을 이용해 이에 따른 코일 스프링(410)의 탄성계수(k)를 설정할 수 있고 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_o), 회전중심(O)에서 기준점(S)까지의 거리(a), 회전중심(O)에서 와이어 지지점(I)까지의 거리(b)를 설정할 수 있다.

[156] 그리고 가변무게(300)에 대하여 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_o) 및 상기 회전중심(O)에서 와이어 지지점(I)까지의 거리(b)가 함께 증가되거나 감소되도록 함으로써, 보상토크를 정밀하게 조절할 수 있다.

- [157] 이때, 상기 링크(200)의 타단에 작용하는 무게의 변화에 따라, 상기 코일 스프링(410)의 초기 압축 거리(s_0)와 상기 회전중심(O)에서 와이어 지지점(I)까지의 거리(b)가 서로 동일한 크기로 증가 또는 감소하도록 조절될 수 있다.
- [158] 이는 도 7에 도시된 그래프와 같이 링크(200)가 회전되는 각도에 따라 중력토크는 싸인(sine) 형태로 형성되므로, 이 싸인 형태의 중력토크를 완전히 보상하기 위해서는 반드시 $s_0 = b - a$ 의 조건을 만족시켜야 한다. 즉, 링크(200)가 회전되는 각도인 θ 가 0인 경우, $c(\theta)$ 가 0이며 기준점(S)은 고정되어 있으므로 a 값이 일정하다.
- [159] 그러므로 s_0 와 b가 동일한 크기로 증가되거나 감소되도록 함으로써 변화되는 무게에 따른 중력토크에 대하여 방향은 반대이면서 크기가 동일한 보상토크를 발생시킬 수 있다. 이에 따라 링크가 θ 만큼 회전되어 있는 상태를 가정하면, 그 상태에서 링크(200)가 움직이지 않고 그대로 정지해 있을 수 있다.
- [160] 또한, 상기 링크(200)의 타단에 작용하는 무게를 측정하여, 측정된 무게에 따라 보상토크가 수동 또는 자동으로 조절될 수 있다.
- [161] 즉, 무게 측정 센서(540)를 통해 가변무게(300)의 무게를 측정한 후 측정된 무게에 따라 적절한 보상토크가 발생하도록 보상토크 조절부(500)를 수동으로 조절하거나 리드 스크류(520) 및 구동 모터(530)를 이용해 자동으로 보상토크 조절부(500)가 조절되도록 할 수 있다. 이때, 구동 모터(530)와 무게 측정 센서(540)는 제어부에 연결되어 작업자가 수동으로 보상토크를 조절할 수 있거나 자동으로 보상토크가 조절되도록 할 수 있다.
- [162] 이하에서는, 도 9 내지 도 24를 참조하여, 본 발명의 다른 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치, 특히 2축 지면각 변화에 대응한 다자유도 가변형 중력토크 보상장치에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [163] 우선, 본 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치에 대한 구체적인 실시예를 설명하기 전에 도 9 내지 도 11을 참조하여 상기 중력토크 보상장치를 갖는 로봇팔을 바탕으로 상기 중력토크 보상장치, 특히 2축 지면각 변화에 대응한 다자유도 가변형 중력토크 보상장치의 개념을 설명한다.
- [164] 도 9 및 도 10은 본 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치의 개념을 설명하기 위한 중력토크 보상장치를 갖는 로봇팔을 나타낸 사시도이다. 도 11은 로봇 팔의 피치방향 회전축을 중심으로 한 회전각도 및 요방향 회전축을 중심으로 한 회전각도에 따른 중력토크를 나타낸 그래프이다.
- [165] 도 9 내지 도 11을 참조하면, 본 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치, 특히 2축 지면각 변화에 대응 가능한 다자유도 가변형 중력토크 보상장치는, 도 9와 같이 하나 이상의 피치관절로 링크들이 연결되어 회동 가능하도록 형성되는 로봇 팔의 베이스(B)가 피치방향(Pitch) 축을 중심으로 회전되는 경우, 베이스(B)가 고정된 상태에서 피치관절인 JP1 관절을 중심으로 L1 링크가 회전되는 경우, 도 10과 같이 베이스(B)는 고정된 상태에서 JP1 관절을 포함한

모든 링크들이 요방향 축을 중심으로 회전되는 경우, 및 도 10에서 베이스(B)도 함께 요방향(Yaw) 축을 중심으로 회전되는 경우 모두에 대해 각각의 링크들에 작용하는 중력토크에 대해 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있도록 한 토크프리 로봇 팔에 관한 것이다.

[166] 즉, 관절로 연결된 모든 링크들이 회전되는 경우와 베이스가 회전되는 경우 모두를 포함하여 각각의 링크들에 작용하는 중력토크에 대해 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있다.

[167] 일례로 도 9 및 도 10과 같이 베이스(B)의 피치방향을 중심으로 한 회전각도(θ_2) 및 요방향을 중심으로 한 회전각도(θ_1)에 대해 피치관절들 중 JP2로 연결된 L2 링크에 작용하는 중력토크를 보면, 도 11의 그래프와 같이 피치방향을 중심으로 한 베이스의 회전각도(θ_2)가 0도일 때 L2 링크에 작용하는 중력토크는 최대이고 -90도 및 90도일 때 최소가 되며, θ_1 이 0도일 때 중력토크가 최대이고 90도일 때 최소가 되는 것을 알 수 있다.

[168] 이와 같이 본 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치는, 베이스의 각도 변화에 따라 변화되는 중력토크(gravitational torque)에 대해 적절한 보상토크를 발생시켜 중력토크를 상쇄시킬 수 있도록 하는 메커니즘이다.

[169] [실시예 3: 2축 지면각 변화에 대응한 다자유도 가변형 중력토크 보상장치]

[170] 이하에서는, 본 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치, 특히 2축 지면각 변화에 대응한 다자유도 가변형 중력토크 보상장치에 대하여 상세히 설명한다.

[171] 도 12 내지 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치를 나타낸 사시도, 부분 절개 사시도, 정면 단면도 및 평면 단면도들이다.

[172] 도 12 내지 도 16에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 가변형 중력토크 보상장치는, 제1링크(11)에 제2링크(12)의 일단이 회동가능하게 연결되어 지면에 수평인 피치(pitch) 방향 회전축인 제2관절(J2)을 형성하고, 상기 제2링크(12)는 무게중심이 제2관절(J2)로부터 이격되게 배치되며, 일단이 상기 제2관절(J2)에 연결되고 타단이 제2링크(12)에 결합되어 상기 제2링크(12)가 제2관절(J2)을 중심으로 회동하는 경우 제2링크(12)의 자중에 대한 보상토크를 발생시키는 제1-1중력토크 보상장치(101) 및 제1-2중력토크 보상장치(102); 상기 제2관절(J2)의 회전축과 동축상에 배치되어 제2관절(J2)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며, 상기 제1-1중력토크 보상장치(101)의 일단이 연결되어 결합되는 제2-1기준면(201) 및 제1-2중력토크 보상장치(102)의 일단이 연결되어 결합되는 제2-2기준면(202); 및 상기 제1링크(11)에 결합되며, 상기 제2-1기준면(201)에 연결되어 제2-1기준면(201)의 회전각도 조절 및 고정 가능한 제1-1기준면 제어장치(301); 및 상기 제1링크(11)에 결합되며, 상기 제2-2기준면(202)에 연결되어 제2-2기준면(202)의 회전각도 조절 및 고정 가능한 제1-2기준면 제어장치(302)를 포함하며, 상기 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)의 회전각도가 각각 별개로 조절되어 고정될 수 있다.

[173] 우선, 제1링크(11)에 제2링크(12)의 일단이 회동 가능하게 연결되어 지면에

수평인 피치(pitch) 방향 회전축인 제2관절(J2)을 형성하고, 상기 제2링크(12)는 무게중심이 제2관절(J2)로부터 이격되게 배치될 수 있다.

[174] 그리고 제1링크(11)에는 제2링크(12) 회전 모터(16)가 결합되어 고정될 수 있으며, 제2링크 회전 모터(16)에 제2링크(12)의 일단이 연결되어 제2링크(12)가 회전축인 제2관절(J2)을 중심으로 회전되도록 구성될 수 있다.

[175] 그리고 일단이 상기 제2관절(J2)에 연결되고 타단이 제2링크(12)에 결합되어 상기 제2링크(12)가 제2관절(J2)을 중심으로 회동하는 경우 제2링크(12)의 자중에 대한 보상토크를 발생시키는 제1-1중력토크 보상장치(101) 및 제1-2중력토크 보상장치(102)가 구성될 수 있으며, 또한 로봇 팔의 제2링크(12)와 제2관절(J2)에 제1-1중력토크 보상장치(101) 및 제1-2중력토크 보상장치(102)가 병렬로 연결되어, 제2링크(12)의 자중에 대한 보상토크를 발생시킬 수 있도록 토크 프리 로봇 팔이 구성될 수 있다.

[176] 베이스부(10)는 로봇, 설비 및 모바일 플랫폼 등 다양한 곳에 설치되어 고정될 수 있으며, 다양한 형태로 형성될 수 있다. 제2링크(12)는 피치 방향 회전축인 제2관절(J2)을 중심으로 하여 회전될 수 있도록 구성되며, 제2링크(12)의 무게중심은 제2관절(J2)로부터 이격된 위치에 형성될 수 있다.

[177] 그리하여 제2링크(12)가 수직인 상태를 제외한 기울어진 상태에서는 제2링크(12)의 자중에 의한 중력토크가 발생하게 된다. 또한, 제1-1중력토크 보상장치(101)는 일단이 제2-1기준면(201)에 연결되어 결합되며 타단이 제2링크(12)에 결합된다. 이때, 제2-1기준면(201)은 제2관절(J2)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 베이스부(10)가 수평인 지면에 설치되어 있는 경우에는 고정되어 회전되지 않는 상태이며, 제2링크(12)의 회전에 따라 중력토크를 상쇄할 수 있는 보상토크를 발생시킬 수 있다.

[178] 또한, 제1-2중력토크 보상장치(102)는 일단이 제2-2기준면(202)에 연결되어 결합되며 타단이 제2링크(12)에 결합된다. 이때, 제2-2기준면(202)은 제2관절(J2)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 베이스부(10)가 수평인 지면에 설치되어 있는 경우에는 고정되어 회전되지 않는 상태이며, 제2링크(12)의 회전에 따라 중력토크를 상쇄할 수 있는 보상토크를 발생시킬 수 있다.

[179] 여기에서 제1-1중력토크 보상장치(101)는, 제2링크(12)에 양단이 결합되어 고정된 가이드 로드(120), 상기 가이드 로드(120)의 외측에 끼워지는 코일 스프링(110), 상기 가이드 로드(120)를 따라 슬라이딩 될 수 있도록 결합되며 코일 스프링(110)의 일단에 밀착되는 슬라이딩 블록(130), 상기 슬라이딩 블록(130)에 일단이 연결되고 상기 제2-1기준면(201)에 타단이 결합되어 연결되는 와이어(140)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[180] 이때, 와이어(140)는 한 쌍의 롤러(150)에 의해 양측이 지지되어 와이어(140)가 원활하게 이동될 수 있으며 이탈되지 않을 수 있다.

[181] 마찬가지로 제1-2중력토크 보상장치(102)도 상기한 제1-1중력토크

보상장치(101)와 동일하게 구성되어 제2-2기준면(202)에 연결될 수 있다. 그리하여 제1-1중력토크 보상장치(101)와 제1-2중력토크 보상장치(101)가 병렬로 연결되어, 제2링크(12)의 회전에 따라 중력토크를 상쇄할 수 있는 보상토크를 각각 발생시킬 수 있다.

[182] 이때, 중력보상장치의 원리에 대한 개념 및 두 개의 중력토크 보상장치가 병렬로 연결된 개념을 도 17에 나타내었다.

[183] 또한, 제2링크(12)의 각도변위(θ)에 따라 도 18에 도시된 바와 같은 보상토크가 발생되어 제2링크(12)에 작용할 수 있다.

[184] 또한, 제1링크(11)에는 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)가 결합되며, 상기 제1-1기준면 제어장치(301)가 제2-1기준면(201)에 연결되어 제2-1기준면(201)의 회전각도를 조절할 수 있으며 각도가 조절된 상태에서 제2-1기준면(201)이 고정되도록 구성될 수 있으며, 상기 제1-2기준면 제어장치(302)가 제2-2기준면(202)에 연결되어 제2-2기준면(202)의 회전각도를 조절할 수 있으며 각도가 조절된 상태에서 제2-2기준면(202)이 고정되도록 구성될 수 있다. 이때, 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)은 회전각도가 각각 별개로 조절되어 고정될 수 있도록 구성되므로, 상기 두 기준면이 함께 회전되어 각도가 조절되거나 각각 별개로 조절되어 제1링크(11)가 피치 방향 회전축을 중심으로 기울어지거나 또는 요 방향 회전축을 중심으로 기울어지거나 피치 방향 및 요 방향 회전축을 중심으로 함께 기울어지는 모든 2축 방향의 지면각 변화에 대하여 적절한 보상토크가 발생되도록 조절될 수 있다.

[185] 그리하여 베이스부(10)가 설치되는 장착면이 수평이 아니거나 지면을 따라 이동하는 모바일 플랫폼 등에 베이스부(10)가 설치되어 2축 방향에 대해 지면각이 변하는 경우 제2링크(12)의 각도가 변해 자중에 의한 중력토크가 변하게 되므로, 이에 따라 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)에 의해 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)의 각도를 변경하여 보상토크가 조절되도록 할 수 있다.

[186] 이와 같이 본 실시예에 의한 가변형 중력토크 보상장치는 인간형 로봇과 같이 기준면의 각도가 변경되는 다자유도의 허리 관절이 있는 경우나 모바일 플랫폼에 로봇이 장착되어 사용하는 경우, 주행 및 정지하는 지면의 각도 또는 허리 관절의 피치 방향 및 요 방향에 회전각도에 따라 기준면의 각도를 변경하여 로봇의 각 관절에 적절한 보상토크를 제공할 수 있다.

[187] 또한, 상기 가변형 중력토크 보상장치에서, 상기 제1링크(11)가 베이스부(10)에 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인 요(yaw) 방향 회전축인 제1관절(J1)을 형성한다.

[188] 이 경우, 상기 제1-1기준면 제어장치(301)는, 상기 제1관절(J1)의 회전축과 동축상에 배치되어 제1관절(J1)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 상기 제2-1기준면(201)과 연결되어 연동되는 제1-1기준면(321); 및 상기

- 제1-1기준면(321)에 연결되며 베이스부(10)에 고정되어 상기 제1-1기준면(321)의 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-1기준면 제어모터(311)를 포함한다.
- [189] 상기 제1-2기준면 제어장치(302)는, 상기 제1관절(J1)의 회전축과 동축상에 배치되어 제1관절(J1)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 상기 제2-2기준면(202)과 연결되어 연동되는 제1-2기준면(322); 및 상기 제1-2기준면(322)에 연결되며 베이스부(10)에 고정되어 상기 제1-2기준면(322)의 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-2기준면 제어 모터(312)를 포함한다.
- [190] 즉, 베이스부(10)에 제1링크(11)가 회동 가능하도록 지면에 수평인 제1관절(J1)로 연결되어 로봇의 팔이 형성될 수 있다. 이때, 제1링크(11)는 요 방향 회전축으로 형성되어 피치 방향 회전축인 제2관절(J2)과 동일한 평면상에 서로 수직이 되도록 배치될 수 있다.
- [191] 그리고 제1-1기준면 제어 모터(311)가 베이스부(10)에 고정되고 제1-1기준면 제어 모터(311)에 제1-1기준면(321)이 결합되어 연결되며 제1-1기준면(321)은 제1관절(J1)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되어 상기 제2-1기준면(201)과 연결되어 연동되도록 구성될 수 있다.
- [192] 그리하여 제1-1기준면 제어 모터(311)가 회전되면 제1-1기준면(321)이 회전되고 이와 함께 제2-1기준면(201)이 회전될 수 있다.
- [193] 마찬가지로 제1-2기준면 제어 모터(312)가 베이스부(10)에 고정되고 제1-2기준면 제어 모터(312)에 제1-2기준면(322)이 결합되어 연결되며 제1-2기준면(322)은 제1관절(J1)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되어 상기 제2-2기준면(202)과 연결되어 연동되도록 구성될 수 있다.
- [194] 그리하여 제1-2기준면 제어 모터(312)가 회전되면 제1-2기준면(322)이 회전되고 이와 함께 제2-2기준면(202)이 회전될 수 있다.
- [195] 여기에서 일례로 제1-1기준면(321), 제1-2기준면(322), 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)은 각각 폴리로 형성되어 벨트나 와이어 등으로 연결되어 회전될 수 있다.
- [196] 그리하여 요 관절로 연결된 경우에도 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)가 구성될 수 있다.
- [197] 또한, 상기 제1링크(11) 또는 베이스부(10)에 설치되어 상기 제1링크(11) 또는 베이스부(10)의 피치 방향을 중심으로 한 회전각도(기울기) 및 요 방향을 중심으로 한 회전각도(기울기)를 측정할 수 있는 기울기 센서(400)를 더 포함할 수 있다.
- [198] 즉, 제1링크(11)가 피치 방향 회전축을 중심으로 기울어지거나 제1링크(11) 및 베이스부(10)가 함께 피치 방향 회전축을 중심으로 기울어지는 경우에, 기울기 센서(400)를 통해 기울어지는 각도를 측정하여 제1-1중력토크 보상장치(101) 및 제1-2중력토크 보상장치(102)의 보상토크가 조절되도록 할 수 있다.
- [199] 그리고 제1링크(11)가 요 방향 회전축을 중심으로 기울어지거나 제1링크(11) 및 베이스부(10)가 함께 요 방향 회전축을 중심으로 기울어지는 경우에, 기울기

센서(400)를 통해 기울어지는 각도를 측정하여 제1-1중력토크 보상장치(101) 및 제1-2중력토크 보상장치(102)의 보상토크가 조절되도록 할 수 있다.

[200] 이때, 기울기 센서(400)는 제1링크(11) 또는 베이스(10)에 장착될 수 있으며, 경우에 따라서 2 군데 모두 장착되거나 다양한 위치 및 개수가 장착될 수 있다. 또한, 기울기 센서(400)는 다양한 종류의 센서나 측정 장치가 사용될 수 있으며, 일례로 자이로 센서가 사용될 수 있다.

[201] 또한, 상기 제1-1기준면 제어장치(301), 제1-2기준면 제어장치(302) 및 기울기 센서(400)와 연결되어, 상기 기울기 센서(400)에서 측정된 제1링크(11) 또는 베이스부(10)의 기울기에 따라 상기 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)를 통해 제2-1기준면(201)의 회전각도 및 제2-2기준면(202)의 회전각도가 자동으로 조절되도록 하는 메인 제어부()를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[202] 즉, 메인 제어부()를 통해 피치 방향 및 요 방향 회전축을 중심으로 기울어지는 경우 그 측정된 각도에 따라 제2-1기준면(201)의 회전각도 및 제2-2기준면(202)의 회전각도가 자동으로 조절되도록 하여 적절한 보상토크를 발생시킬 수 있다.

[203] 또한, 중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 제1링크(11) 또는 베이스부(10)가 피치방향을 중심으로 기울어지는 각도에 따라 상기 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)이 제어되되, 상기 제1링크(11) 또는 베이스부(10)가 기울어지는 각도와 크기는 동일하되 방향은 반대방향으로 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)이 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.

[204] 즉, 도 19 및 도 20을 참조하면 제2-1기준면(201)의 제2-1기준점(211)과 제2-2기준면(202)의 제2-2기준점(212)이 제2관절(J2)의 중심축에서 수직 상측 방향에 각각 배치되어 있는 상태에서, 제1링크(11) 또는 베이스부(10)가 피치방향 회전축을 중심으로 θ_p 만큼 회전되면, 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)은 그 반대 방향인 $-\theta_p$ 만큼 회전되어 각각 수직 상측 방향에 제2-1기준점(211) 및 제2-2기준점(212)이 모두 위치하도록 제어될 수 있다.

[205] 이때, 제1링크(11)와 베이스부(10)는 요방향 회전축을 중심으로 회전될 수 있도록 제1관절(J1)로 연결되어 있으므로, 피치방향 회전축을 중심으로는 제1링크(11)와 베이스부(10)가 함께 회전될 수 있다.

[206] 또한, 중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 제1링크(11) 또는 베이스부(10)가 요방향을 중심으로 기울어지는 각도에 따라 상기 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)이 제어되되, 상기 제1링크(11) 또는 베이스부(10)가 기울어지는 각도에 따라 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)이 회전되는 정도가 조절되며, 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)은 서로 반대 방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.

[207] 즉, 제2-1기준면(201)의 제2-1기준점(211)과 제2-2기준면(202)의 제2-2기준점(212)이 제2관절(J2)의 중심축에서 수직 상측 방향에 각각 배치되어

있고 요방향 회전축인 제1관절(J1)을 중심으로 제2링크(12)가 회전되려고 하는 중력토크가 작용하지 않도록 제2링크(12)의 무게중심이 요방향 회전축과 롤방향 회전축이 이루는 평면상에 배치되되 도 19와 같이 제2링크(12)가 하측을 향하도록 배치된 상태에서, 도 21 및 도 22와 같이 제1링크(11) 또는 제1링크(11)와 함께 베이스부(10)가 요방향 회전축을 중심으로 θ_y 만큼 회전되면, 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)은 서로 반대방향으로 회전되되 각도의 크기는 서로 동일하도록 회전되어 위치가 고정될 수 있다.

[208] 이때, 제1-1중력토크 보상장치(101)에서 발생하는 보상토크와 제1-2중력토크 보상장치(102)에서 발생하는 보상토크가 점점 줄어들도록 할 수 있다.

[209] 즉 요방향 회전축을 중심으로 회전되는 경우 제2링크(12)에 작용하는 보상토크는 제2링크(12)가 하측 방향을 향할 때 최대가 될 수 있으며, 제2링크(12)가 수평 상태가 될 때까지 보상토크가 점점 줄어들어 제2링크(12)가 수평 방향을 향하는 경우 보상토크는 최소값인 0이 될 수 있다.

[210] 여기에서 도 21과 같이 중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 베이스부(10)가 수직으로 고정된 상태에서 제1링크(11)가 요방향을 중심으로 회전될 수 있으며, 이때에는 제1-1기준면(321) 및 제1-2기준면(322)은 베이스부(10)에 결합되어 회전되지 않고 고정된 상태에서, 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)이 결합되어 있는 제1링크(11)의 브라켓 부분이 제1링크 회전 모터(14)의 작동에 의해 θ_y 방향 및 크기로 회전될 수 있으며, 와이어 및 폴리로 제1-1기준면(321)에 연결된 제2-1기준면(201)이 도시된 화살표 방향으로 θ_y 각도 크기만큼 회전되고, 와이어 및 폴리로 제1-2기준면(322)에 연결된 제2-2기준면(202)이 도시된 화살표 방향으로 θ_y 각도 크기만큼 회전될 수 있다.

[211] 이때, 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)는 작동되지 않으며, 와이어 및 폴리로 연결된 구조에 의해 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)이 서로 반대 방향으로 회전되어 제2-1기준점(211) 및 제2-2기준점(212)이 서로 180도 차이가 되도록 배치됨으로써 보상토크가 0이 될 수 있다.

[212] 즉, 제1-1기준면 제어 모터(311) 및 제1-2기준면 제어 모터(312)에는 브레이크가 장착되어, 로봇 베이스부(10)의 기울기가 변하지 않는 일반적인 동작 상황에서는 제1-1기준면(321) 및 제1-2기준면(322)이 고정될 수 있다.

[213] 또는 도 22와 같이 중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 베이스부(10)가 요방향 회전축을 중심으로 회전되는 경우에는, 베이스부(10)와 함께 제1링크(11)가 요방향을 중심으로 회전될 수 있으며, 이때에는 제1-1기준면(321) 및 제1-2기준면(322)은 베이스부(10)에 결합되어 있으므로 제1링크(11)의 브라켓 부분과 함께 제1-1기준면(321) 및 제1-2기준면(322), 베이스부(10), 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)이 θ_y 방향 및 크기로 회전될 수 있다.

[214] 이때, 제1-1기준면(321), 제1-2기준면(322), 제2-1기준면(201) 및 제2-2기준면(202)은 모두 자체의 회전축을 기준으로 한 각도 회전이 없으므로,

보상토크를 0으로 하기 위해 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)의 작동에 의해 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)이 서로 반대방향으로 회전되도록 제어되어 제2-1기준점(211)과 제2-2기준점(212) 서로 180도 차이인 반대방향이거나 서로 0도 차이면서 제2링크(12)의 길이방향에 제2-1기준점(211)과 제2-2기준점(212) 배치되도록 이동되어 보상토크가 0이 되도록 할 수 있다.

- [215] 또한, 상기 가변형 중력토크 보상장치는, 상기 제2링크(12)의 타단에 제3링크(13)의 일단이 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인 피치(pitch) 방향 회전축인 제3관절(J3)을 형성하고, 상기 제3링크(13)는 무게중심이 제3관절(J3)로부터 이격되게 배치되며, 일단이 상기 제3관절(J3)에 연결되고 타단이 제3링크(13)에 결합되어 상기 제3링크(13)가 제3관절(J3)을 중심으로 회동하는 경우 제3링크(13)의 자중에 대한 보상토크를 발생시키는 제2-1중력토크 보상장치(601) 및 제2-2중력토크 보상장치(602); 및 상기 제3관절(J3)의 회전축과 동축상에 배치되어 제3관절(J3)의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며, 상기 제2-1중력토크 보상장치(601)의 일단이 연결되어 결합되는 제3-1기준면(701) 및 제2-2중력토크 보상장치(602)의 일단이 연결되어 결합되는 제3-2기준면(702)을 더 포함할 수 있다.
- [216] 상기 제3-1기준면(701)은 제2-1기준면(201)과 연결되고 제3-2기준면(702)은 제2-2기준면(202)과 연결되며, 상기 제2-1기준면(201)이 회전되는 각도와 동일한 각도 및 방향으로 제3-1기준면(701)이 회전되고 상기 제2-2기준면(202)이 회전되는 각도와 동일한 각도 및 방향으로 제3-2기준면(702)이 회전되도록 연결되도록 구성될 수 있다.
- [217] 이는 제2링크(12)의 타단에 제3링크(13)가 지면에 수평인 피치 방향 회전축인 제3관절(J3)로 연결되어, 제3관절(J3)을 회전축으로 하여 제3링크(13)가 회동 가능하게 형성되며, 제3링크(13)와 제3관절(J3)을 연결하도록 제2-1중력토크 보상장치(601) 및 제2-2중력토크 보상장치가 병렬로 장착되어, 제3링크(13)의 자중에 대한 보상토크를 발생시키도록 로봇 팔이 형성되는 것이다.
- [218] 그리고 제3관절(J3)을 중심으로 하여 회전되어 각도가 고정될 수 있도록 제3-1기준면(701) 및 제3-2기준면(702)이 형성된다. 이때, 제3-1기준면(701)은 제2-1기준면(201)과 연결되어 제2-1기준면(201)이 회전되는 각도에 따라 동일한 각도 및 방향으로 제3-1기준면(701)이 회전될 수 있도록 구성되며, 마찬가지로 제3-2기준면(702)은 제2-2기준면(202)과 연결되어 제2-2기준면(202)이 회전되는 각도에 따라 동일한 각도 및 방향으로 제3-2기준면(702)이 회전되도록 구성될 수 있다.
- [219] 이에 따라 피치방향 회전축이나 요방향 회전축 또는 둘 모두에 대해 제1링크(11) 또는 베이스부(10)가 기울어지는 경우 제2링크(12)의 각도 및 제3링크(13)의 각도가 모두 변해 각각 자중에 의한 중력토크가 변하게 되므로, 제2-1기준면(201), 제2-2기준면(702), 제3-1기준면(701) 및 제3-2기준면(702)의

각도를 함께 변화시켜 제2링크(12) 및 제3링크(13) 각각에 대한 보상토크를 조절할 수 있다.

- [220] 여기에서 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)이 연결되어 있고 제2-2기준면(202)과 제3-2기준면(702)이 연결되어 있으므로, 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302) 두 개의 작동만으로도 여러 개의 기준면의 각도가 함께 조절되도록 할 수 있다.
- [221] 이에 따라 제3-1기준면(701) 및 제3-2기준면(702)의 각도 조절 및 고정을 위한 모터와 같은 추가적인 기준면 제어장치가 필요 없는 장점이 있다.
- [222] 여기에서 제2-1중력토크 보상장치(601) 및 제2-2중력토크 보상장치(602)는 제1-1중력토크 보상장치(101) 및 제1-2중력토크 보상장치(102)와 동일한 형태 및 구조로 형성될 수 있으며, 코일 스프링(610), 가이드 로드(620), 슬라이딩 블록(630), 와이어(640) 및 롤러(650)로 구성될 수 있다.
- [223] 그리고 제3-1기준면(701)의 제3-1기준점(711) 및 제3-2기준면(702)의 제3-2기준점(712)도 회전축인 제3관절(J3)의 중심축에서 수직 상측인 12시 방향에 배치될 수 있다.
- [224] 이와 같이 로봇 팔이 다수의 관절로 연결된 다자유도 로봇 팔로 형성되는 경우에도 로봇의 장착면 또는 로봇 베이스 관절의 회전각 변위에 따라 각각의 기준면을 한 번에 함께 제어할 수 있어 로봇의 각 관절에 적절한 보상토크를 제공할 수 있다.
- [225] 또한, 상기 제3링크(13)가 제2링크(12)에 연결되어 보상토크를 발생시키고 기준면들이 연동되어 각도가 조절되도록 하는 것과 같이, 추가로 제4링크 및 그 이상의 링크들이 더 연결되어 상기한 바와 같이 적절한 보상토크가 발생되도록 할 수도 있다.
- [226] 또한, 상기 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)은 4개의 바가 평행사변형으로 연결된 링크 기구로 연결되며, 상기 제2-2기준면(202)과 제3-2기준면(702)은 4개의 바가 평행사변형으로 연결된 링크 기구(800)로 연결될 수 있다.
- [227] 이는 도 23과 같이 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)이 링크 기구(800)로 연결되어, 제2-1기준면(201)의 회전에 따라 제3-1기준면(701)이 동일한 각도 및 방향으로 회전될 수 있으며, 마찬가지로 제2-2기준면(202)과 제3-2기준면(702)이 링크 기구(800)로 연결되어, 제2-2기준면(202)의 회전에 따라 제3-2기준면(702)이 동일한 각도 및 방향으로 회전될 수 있도록 한 예 일 수 있다.
- [228] 보다 상세하게 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)을 예로 설명하면, 링크 기구(800)의 제1조인트(JA)가 로봇 팔의 제2관절(J2)이 되고 제2조인트(JB)가 제3관절(J3)이 되도록 하고, 나머지 2개의 조인트가 제2-1기준점(211) 및 제3-1기준점(711)이 회전축이 되도록 함으로써, 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)이 함께 동일한 각도 및 방향으로 회전되도록 구성될 수 있다.
- [229] 이때, 링크 기구(800)는 로봇의 팔인 제2링크(12)가 하나의 링크가 되고 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)이 두 번째 및 세 번째 링크가 될 수

있으므로, 실질적으로는 제2-1기준점(211)과 제3-1기준점(711)을 연결하도록 나머지 하나의 링크만 결합하여 1개의 바를 이용해 평행사변형으로 연결된 링크 기구(800) 형태가 되도록 할 수도 있다.

- [230] 이외에도 상기 평행사변형으로 연결된 링크 구조를 이용해 다양한 형태로 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)이 연동되어 서로 동일한 각도로 회전되도록 할 수 있다. 제2-2기준면(202)과 제3-2기준면(702)에 대해서도 마찬가지로 동일한 구성이 적용될 수 있다.
- [231] 또한, 상기 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)은 풀리 및 벨트로 연결되며, 상기 제2-2기준면(202)과 제3-2기준면(702)은 풀리 및 벨트로 연결될 수 있다.
- [232] 마찬가지로 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)을 예로 설명하면, 이는 도17과 같이 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)이 풀리 및 벨트를 이용해 연결되어, 제2-1기준면(201)의 회전에 따라 제3-1기준면(701)이 동일한 각도 및 방향으로 회전될 수 있도록 한 다른 예 일 수 있다.
- [233] 보다 상세하게는 제2-1기준면(201)에 제2-1풀리(221)가 결합되어 동축상에 배치되고, 제3-1기준면(701)에 제3-1풀리(721)가 결합되어 동축상에 배치되며, 제2-1풀리(221)와 제3-1풀리(721)가 제3-1벨트(731) 또는 와이어로 연결될 수 있다.
- [234] 이때, 제2-1풀리(221)와 제3-1풀리(721)는 동일한 직경을 갖도록 형성될 수 있으며, 제3-1벨트(731)는 교차되거나 비틀리거나 꼬여있지 않은 상태로 팽팽하게 풀리들에 연결될 수 있다.
- [235] 그리고 풀리 및 벨트는 미끄러짐이 없이 정확하게 작동될 수 있도록 타이밍 풀리 및 타이밍 벨트가 사용될 수도 있으며, 스프라켓 및 체인이 사용될 수도 있다. 또는 다양한 기어 및 회전축을 이용해 제2-1기준면(201)과 제3-1기준면(701)이 함께 동일한 각도 및 방향으로 회전되도록 구성될 수 있다.
- [236] 제2-2기준면(202)과 제3-2기준면(702)에 대해서도 마찬가지로 동일한 구성이 적용될 수 있다. 이때, 제2-1풀리(221)가 제2-1기준면(201)을 형성하는 풀리가 될 수 있고, 제2-2풀리(222)가 제2-2기준면(202)을 형성하는 풀리가 될 수 있다. 마찬가지로 제3-1풀리(721)가 제3-1기준면(701)을 형성하는 풀리가 될 수 있고, 제3-2풀리(722)가 제3-2기준면(702)을 형성하는 풀리가 될 수 있다.
- [237] 또한, 상기 베이스부(10)가 고정된 상태에서 제1링크(11)가 제1관절(J1)을 중심으로 회전되는 경우, 상기 제1-1기준면(321) 및 제1-2기준면(322)은 고정되고, 상기 제1링크(11)가 회전되는 각도와 크기는 동일하되 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)은 서로 반대 방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.
- [238] 즉, 베이스부(10)는 고정되어 있고 이 상태에서 제1링크(11)가 요 방향 회전축인 제1관절(J1)을 중심으로 회전될 수 있다. 이때, 제1-1기준면(321)에 연결되어 제2-1기준면(201)이 연동되는데, 제1-1기준면(321)과 제2-1기준면(201) 와이어나 벨트나 기어 등으로 연결되어 연동되도록 구성될 수 있다.

- [239] 그러므로 제1관절(J1)과 동축상에 배치된 제1-1기준면(321)이 고정되어 있으면, 제2-1기준면(201)은 제1링크(11)와 제1관절(J1)을 중심으로 함께 회전하면서 동시에 제2관절(J2)의 회전축을 중심으로도 회전하게 된다.
- [240] 마찬가지로 제1-2기준면(322)도 고정된 상태이며, 제2-2기준면(202)은 제1링크(11)와 제1관절(J1)을 중심으로 함께 회전하면서 동시에 제2관절(J2)의 회전축을 중심으로도 회전하게 된다.
- [241] 여기에서 제1링크(11)가 회전되는 각도와 크기는 동일하게 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)이 각각 회전되는데, 제2관절(J2)의 축방향으로 바라보았을 때 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)은 서로 반대 방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.
- [242] 그리하여 제1관절(J1)을 중심으로 제1링크(11)가 회전되는 경우 제2링크(12)에 작용하는 중력토크가 변하게 되고, 이때 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)는 작동하지 않고 정지되어 제1-1기준면(321) 및 제1-2기준면(322)이 고정된 상태에서도 제2링크(12)에 작용하는 중력토크가 변화되는 것에 대응하여 보상토크가 조절될 수 있다.
- [243] 그리고 제1링크(11)와 베이스부(10)가 함께 요 방향 회전축을 중심으로 기울어지도록 회전되는 경우에는, 그 각도에 대응되도록 제1-1기준면 제어장치(301) 및 제1-2기준면 제어장치(302)가 작동되어 제1-1기준면(321) 및 제1-2기준면(322)이 회전되고, 이에 따라 제2관절(J2)의 축방향으로 바라보았을 때 제2-1기준면(201)과 제2-2기준면(202)이 서로 반대 방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어될 수 있다.
- [244] 또한, 상기 베이스부(10)에는 제1링크 회전 모터(14) 및 제1링크 회전 감속기(15)가 결합되어 고정되고, 상기 제1링크 회전 감속기(15)의 감속기 회전축(15-1)에 제1링크(11)가 결합되며, 상기 제1링크 회전 감속기(15)의 감속기 회전축(15-1)을 관통하도록 제1-2기준면(322)의 제1-2회전축(332)이 결합되며, 상기 제1-2기준면(322)의 제1-2회전축(332)을 관통하도록 제1-1기준면(321)의 제1-1회전축(331)이 결합되어, 상기 3개의 회전축의 중심축이 일치하도록 형성될 수 있다.
- [245] 즉, 도시된 바와 같이 제1링크(11)가 요 방향 회전축인 제1관절(J1)을 중심으로 회전될 수 있도록 구성되며, 베이스부(10)에 제1링크 회전 모터(14) 및 제1링크 회전 감속기(15)가 결합되고, 제1링크 회전 감속기(15)의 감속기 회전축(15-1)이 제1링크(11)에 결합되어 회전될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [246] 그리고 3개의 회전축들은 순서대로 내측에 삽입되어 관통된 형태로 구성될 수 있으며, 회전축들은 서로 간극을 갖도록 이격되어 각각 원활하게 회전될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- [247] 또한, 제1링크 회전 모터(14)는 베이스부(10)에 고정될 수 있고, 제1-1회전축(331)을 회전시킬 수 있도록 제1-1기준면 제어 모터(311)가 상기 제1-1회전축(331)에 결합될 수 있으며, 제1-1기준면 제어 모터(311)는

베이스부(10)에 결합되어 고정될 수 있다.

- [248] 마찬가지로 제1-2회전축(332)을 회전시킬 수 있도록 제1-2기준면 제어 모터(312)가 제1-2회전축(332)에 결합될 수 있으며, 제1-2기준면 제어모터(312)도 베이스부(10)에 결합되어 고정될 수 있다.
- [249] 또한, 모터들은 일반적인 모터가 사용될 수도 있으며 이 경우에는 감속비가 높은 감속기를 연결해 사용하여 감속기가 브레이크의 역할을 하도록 할 수도 있다.
- [250] 또는 브레이크가 장착된 모터, 스텝모터 및 서보모터 등이 사용되어 보다 정확하게 기준면들의 회전각도를 제어할 수 있다.
- [251] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

청구범위

- [청구항 1] 기준면;
 상기 기준면에 일단이 회동 가능하게 연결되어 회전중심을 형성하며,
 무게중심이 상기 회전중심으로부터 이격되어 배치되는 링크;
 상기 링크에 일단이 결합되는 탄성 수단;
 상기 탄성 수단의 타단에 일측이 결합되고 타측이 기준면에 결합된
 와이어;
 상기 링크에 결합되어 와이어의 양단 사이를 지지하는 아이들 롤러; 및
 상기 링크에 설치되어 아이들 롤러의 위치 및 탄성 수단의 탄성력을
 조절할 수 있는 보상토크 조절부를 포함하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 탄성 수단은 링크의 길이방향을 따라 배치된 코일 스프링이며, 상기
 코일 스프링의 초기 압축 거리에 따라 탄성력이 조절되는 것을 특징으로
 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 링크에 결합되어 링크의 길이방향으로 이동 및 고정이 가능하며
 상기 탄성 수단의 일단이 지지되는 스프링 고정면을 포함하며,
 상기 아이들 롤러는 링크에 결합되되, 상기 링크의 길이방향을 따라 이동
 및 고정이 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크
 보상장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 링크에 결합되어 링크의 길이방향을 따라 이동 및 고정이
 가능하도록 형성되는 슬라이딩 블록을 포함하며,
 상기 슬라이딩 블록에 스프링 고정면이 결합되어 고정되고, 상기
 슬라이딩 블록에 아이들 롤러가 결합되어 고정되는 것을 특징으로 하는
 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
 상기 링크에 일측 또는 양측이 회전 가능하도록 결합되며 상기 슬라이딩
 블록에 나사결합되는 리드 스크류를 포함하는 것을 특징으로 하는
 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 리드 스크류는 링크의 길이방향에 수직한 방향에 2개 이상 구비되는
 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 7] 제5항에 있어서,
 상기 링크에 고정되며 리드 스크류에 연결되어, 상기 리드 스크류를
 회전시키는 구동 모터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변형
 중력토크 보상장치.

- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 링크에 부착되는 무게 측정 센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 9] 기준면에 링크의 일단이 회동 가능하게 연결되어 회전중심을 형성하며,
상기 링크는 무게중심이 회전중심으로부터 이격되어 배치되며, 코일 스프링의 일단이 상기 링크에 결합되고 코일 스프링의 타단에 결합된 와이어가 기준면에 연결되며 링크에 결합된 아이들 롤러에 의해 와이어의 양단 사이가 지지되어, 링크가 회전중심을 기준으로 회전하는 경우 링크에 대한 보상토크를 발생시키되, 상기 링크에 설치된 보상토크 조절부에 의해 아이들 롤러의 위치 및 코일 스프링의 탄성력을 조절할 수 있는 가변형 중력토크 보상장치의 제어 방법에 있어서,
상기 링크의 타단에 작용하는 무게가 증가하면 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0) 및 상기 회전중심에서 와이어 지지점까지의 거리(b)가 함께 증가되도록 조절되며,
상기 링크의 타단에 작용하는 무게가 감소하면 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0) 및 상기 회전중심에서 와이어 지지점까지의 거리(b)가 함께 감소되도록 조절되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치의 제어 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 링크의 타단에 작용하는 무게의 변화에 따라, 상기 코일 스프링의 초기 압축 거리(s_0)와 상기 회전중심에서 와이어 지지점까지의 거리(b)가 서로 동일한 크기로 증가 또는 감소하도록 조절되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치의 제어 방법.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 링크의 타단에 작용하는 무게를 측정하여, 측정된 무게에 따라 보상토크가 수동 또는 자동으로 조절되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치의 제어 방법.
- [청구항 12] 제1링크에 제2링크의 일단이 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인 피치(pitch) 방향 회전축인 제2관절을 형성하고, 상기 제2링크는 무게중심이 제2관절로부터 이격되게 배치되며, 일단이 상기 제2관절에 연결되고 타단이 제2링크에 결합되어 상기 제2링크가 제2관절을 중심으로 회동하는 경우 제2링크의 자중에 대한 보상토크를 발생시키는 제1-1중력토크 보상장치 및 제1-2중력토크 보상장치;
상기 제2관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제2관절의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며, 상기 제1-1중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제2-1기준면 및 제1-2중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제2-2기준면;
상기 제1링크에 결합되며, 상기 제2-1기준면에 연결되어 제2-1기준면의

회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-1기준면 제어장치; 및
 상기 제1링크에 결합되며, 상기 제2-2기준면에 연결되어 제2-2기준면의
 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-2기준면 제어장치를 포함하며,
 상기 제2-1기준면 및 제2-2기준면의 회전각도가 각각 별개로 조절되어
 고정되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.

[청구항 13] 제12항에 있어서,
 상기 제1링크가 베이스부에 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인
 요(yaw)방향 회전축인 제1관절을 형성하고,
 상기 제1-1기준면 제어장치는,
 상기 제1관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제1관절의 회전축을
 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 상기 제2-1기준면과 연결되어
 연동되는 제1-1기준면; 및
 상기 제1-1기준면에 연결되며 베이스부에 고정되어 상기 제1-1기준면의
 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-1기준면 제어 모터를 포함하며,
 상기 제1-2기준면 제어장치는,
 상기 제1관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제1관절의 회전축을
 중심으로 회전 가능하도록 형성되며 상기 제2-2기준면과 연결되어
 연동되는 제1-2기준면; 및
 상기 제1-2기준면에 연결되며 베이스부에 고정되어 상기 제1-2기준면의
 회전각도 조절 및 고정이 가능한 제1-2기준면 제어 모터를 포함하는 것을
 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.

[청구항 14] 제12항 또는 제13항에 있어서,
 상기 제1링크 또는 베이스부에 설치되어 상기 제1링크 또는 베이스부의
 피치 방향을 중심으로 한 회전각도(기울기) 및 요 방향을 중심으로 한
 회전각도(기울기)를 측정할 수 있는 기울기 센서를 더 포함하는 가변형
 중력토크 보상장치.

[청구항 15] 제12항 또는 제13항에 있어서,
 상기 제1-1기준면 제어장치, 제1-2기준면 제어장치 및 기울기 센서와
 연결되어, 상기 기울기 센서에서 측정된 제1링크 또는 베이스부의
 기울기에 따라 상기 제1-1기준면 제어장치 및 제1-2기준면 제어장치를
 통해 제2-1기준면의 회전각도 및 제2-2기준면의 회전각도가 자동으로
 조절되도록 하는 메인 제어부를 더 포함하는 가변형 중력토크 보상장치.

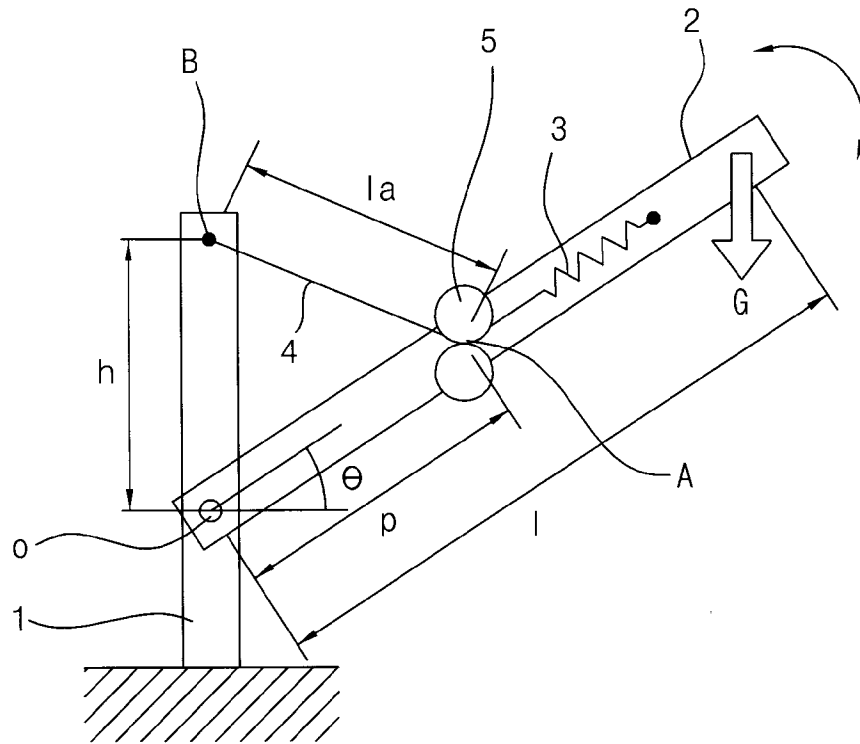
[청구항 16] 제15항에 있어서,
 중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 제1링크 또는 베이스부가 피치
 방향을 중심으로 기울어지는 각도에 따라 상기 제2-1기준면 및
 제2-2기준면이 제어되며,
 상기 제1링크 또는 베이스부가 기울어지는 각도와 크기는 동일하되
 방향은 반대방향으로 제2-1기준면 및 제2-2기준면이 회전되어 위치가

- 고정되도록 제어되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 17] 제15항에 있어서,
중력방향에 수직인 지면에 대해 상기 제1링크 또는 베이스부가 요 방향을 중심으로 기울어지는 각도에 따라 상기 제2-1기준면 및 제2-2기준면이 제어되되, 상기 제1링크 또는 베이스부가 기울어지는 각도에 따라 제2-1기준면 및 제2-2기준면이 회전되는 정도가 조절되며, 제2-1기준면과 제2-2기준면은 서로 반대 방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 18] 제12항 또는 제13항에 있어서,
상기 제2링크의 타단에 제3링크의 일단이 회동 가능하게 연결되어 지면에 수평인 피치(pitch) 방향 회전축인 제3관절을 형성하고, 상기 제3링크는 무게중심이 제3관절로부터 이격되게 배치되며, 일단이 상기 제3관절에 연결되고 타단이 제3링크에 결합되어 상기 제3링크가 제3관절을 중심으로 회동하는 경우 제3링크의 자중에 대한 보상토크를 발생시키는 제2-1중력토크 보상장치 및 제2-2중력토크 보상장치; 및
상기 제3관절의 회전축과 동축상에 배치되어 제3관절의 회전축을 중심으로 회전 가능하도록 형성되며, 상기 제2-1중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제3-1기준면 및 제2-2중력토크 보상장치의 일단이 연결되어 결합되는 제3-2기준면을 더 포함하고,
상기 제3-1기준면은 제2-1기준면과 연결되고 제3-2기준면은 제2-2기준면과 연결되되, 상기 제2-1기준면이 회전되는 각도와 동일한 각도 및 방향으로 제3-1기준면이 회전되고 상기 제2-2기준면이 회전되는 각도와 동일한 각도 및 방향으로 제3-2기준면이 회전되도록 연결되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
상기 제2-1기준면과 제3-1기준면은 4개의 바가 평행사변형으로 연결된 링크 기구로 연결되며, 상기 제2-2기준면과 제3-2기준면은 4개의 바가 평행사변형으로 연결된 링크 기구로 연결되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 20] 제18항에 있어서,
상기 제2-1기준면과 제3-1기준면은 풀리 및 벨트로 연결되며, 상기 제2-2기준면과 제3-2기준면은 풀리 및 벨트로 연결되는 것을 특징으로 하는 가변형 중력토크 보상장치.
- [청구항 21] 제13항에 있어서,
상기 베이스부가 고정된 상태에서 제1링크가 제1관절을 중심으로 회전되는 경우,
상기 제1-1기준면 및 제1-2기준면은 고정되고, 상기 제1링크가 회전되는 각도와 크기는 동일하되 제2-1기준면과 제2-2기준면은 서로 반대

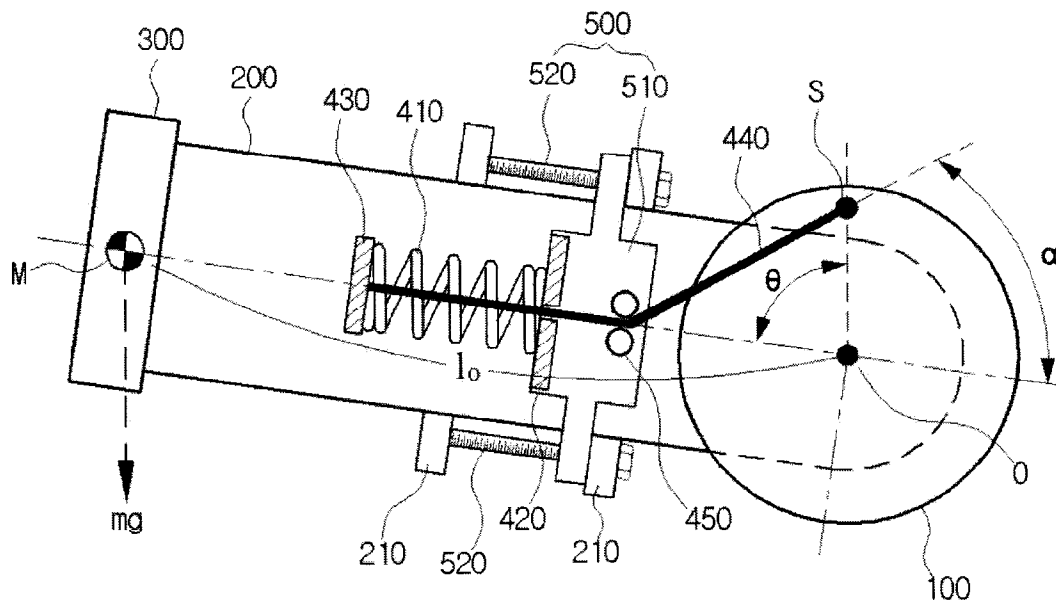
방향으로 회전되어 위치가 고정되도록 제어되는 것을 특징으로 하는
가변형 중력토크 보상장치.

- [청구항 22] 제13항에 있어서,
상기 베이스부에는 제1링크 회전 모터 및 제1링크 회전 감속기가
결합되어 고정되고, 상기 제1링크 회전 감속기의 감속기 회전축에
제1링크가 결합되며,
상기 감속기 회전축을 관통하도록 제1-2기준면의 제1-2회전축이
결합되며,
상기 제1-2기준면의 제1-2회전축을 관통하도록 제1-1기준면의
제1-1회전축이 결합되어,
상기 3개의 회전축의 중심축이 일치하도록 형성되는 것을 특징으로 하는
가변형 중력토크 보상장치.

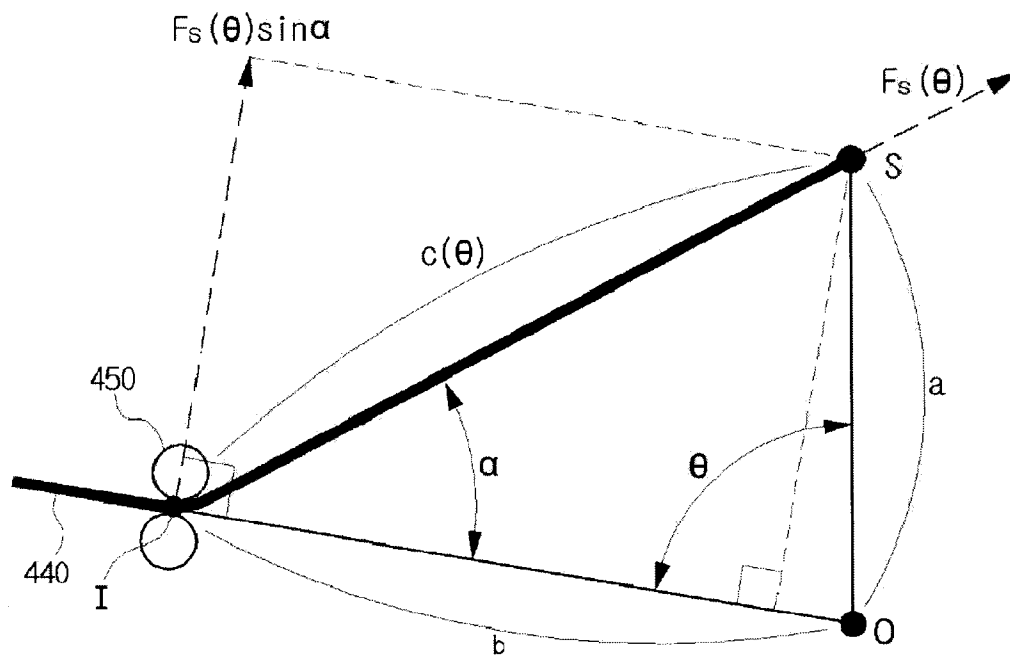
[도1]



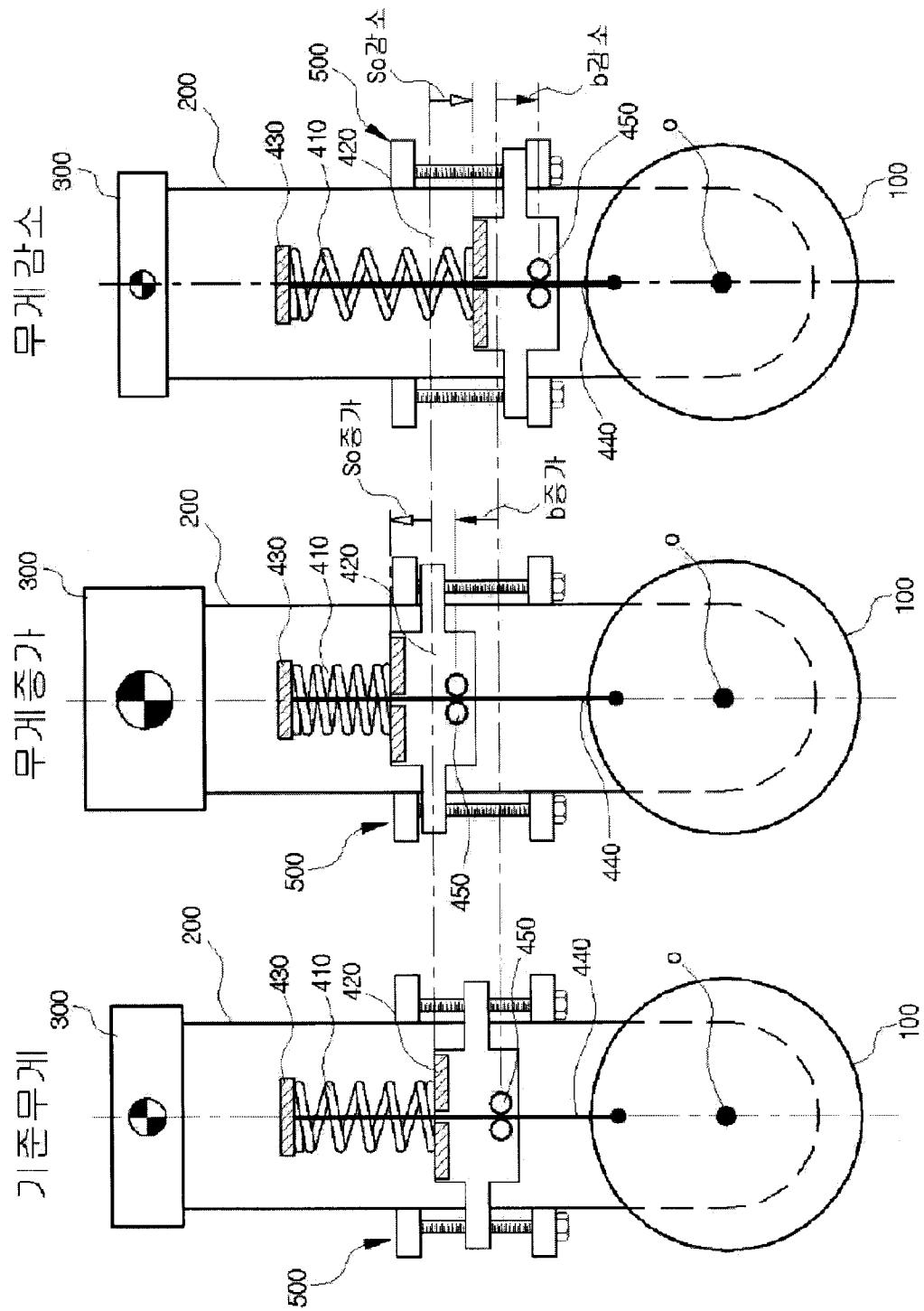
[도2]



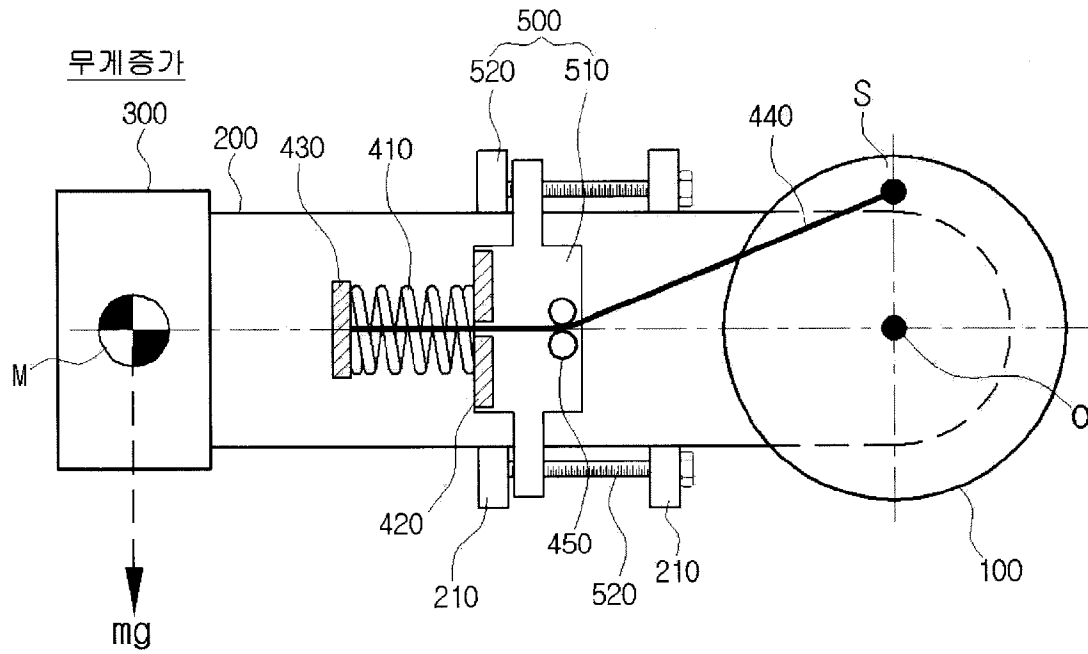
[도3]



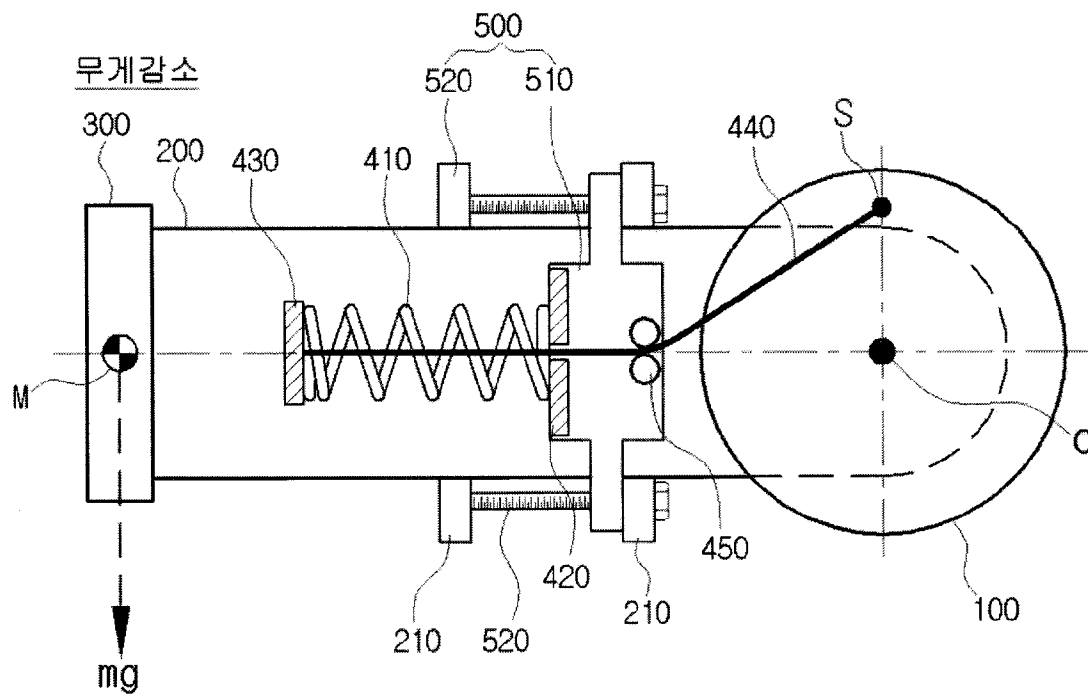
[도4]



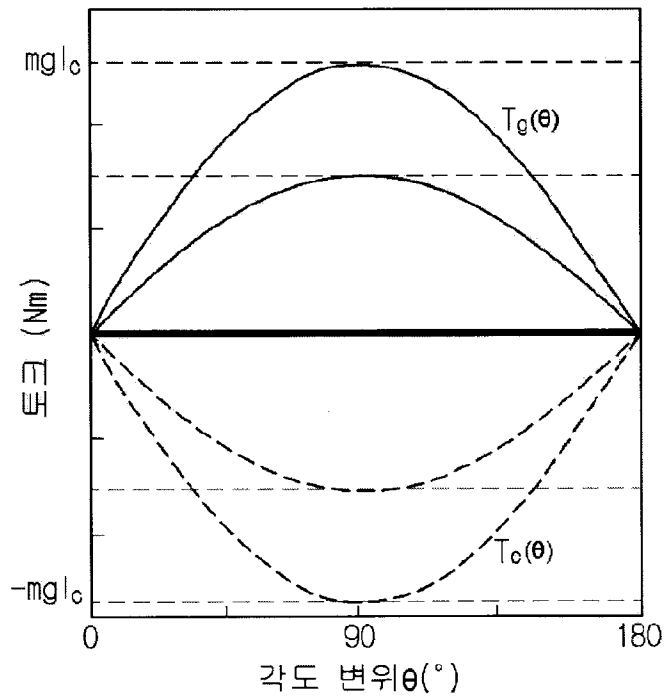
[도5]



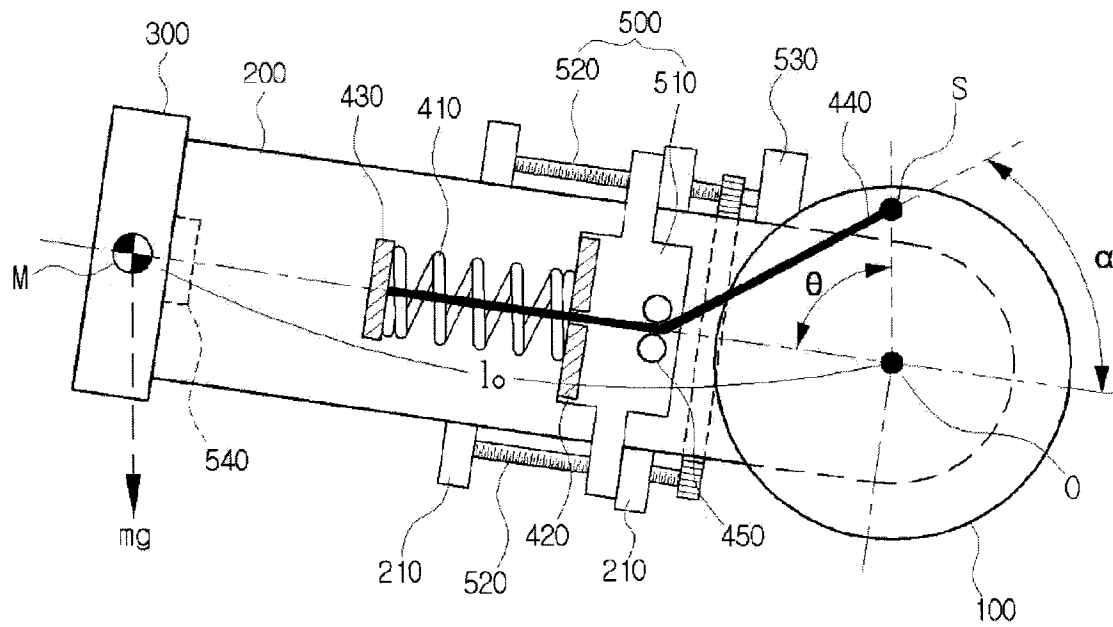
[도6]



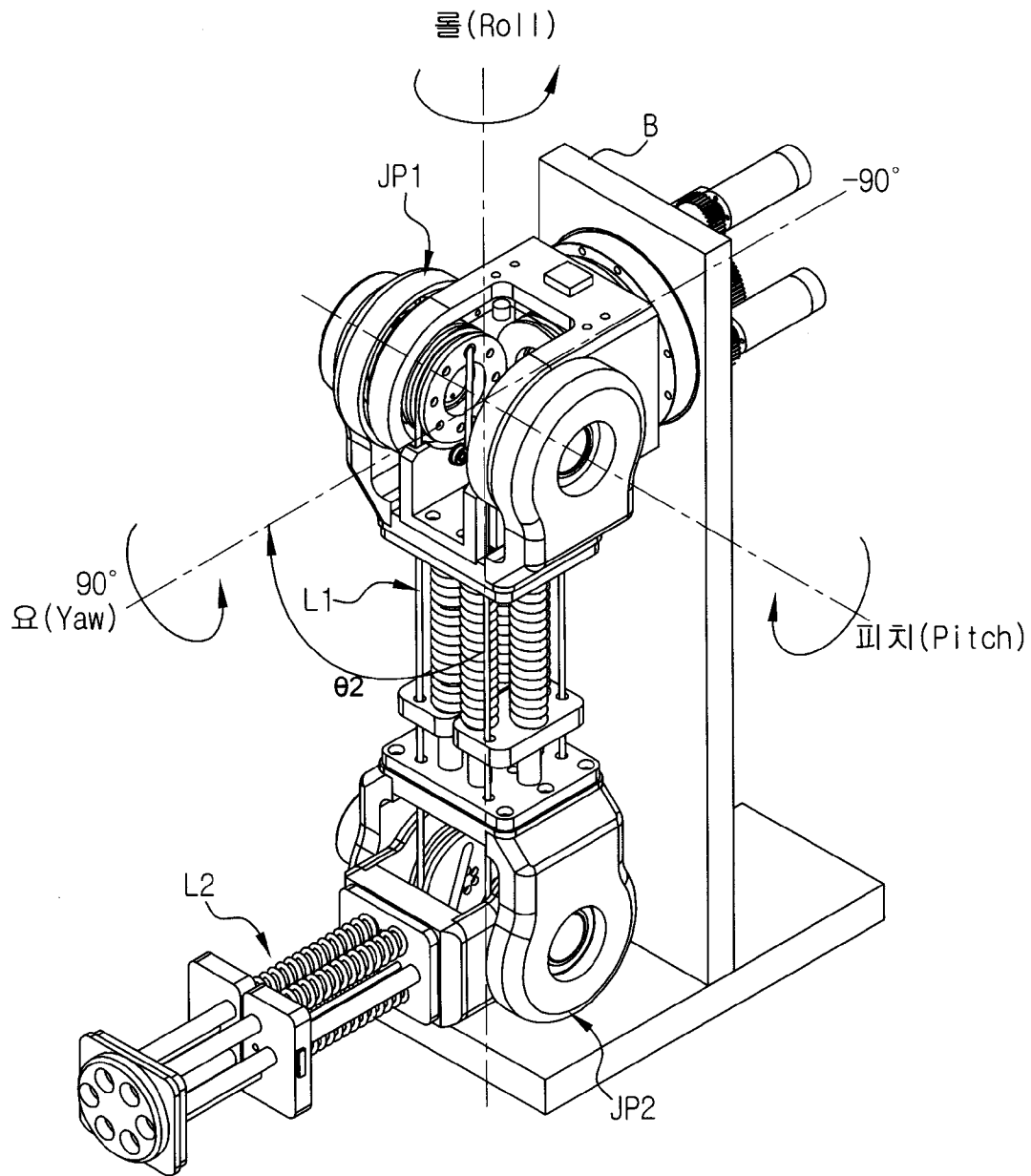
[도7]



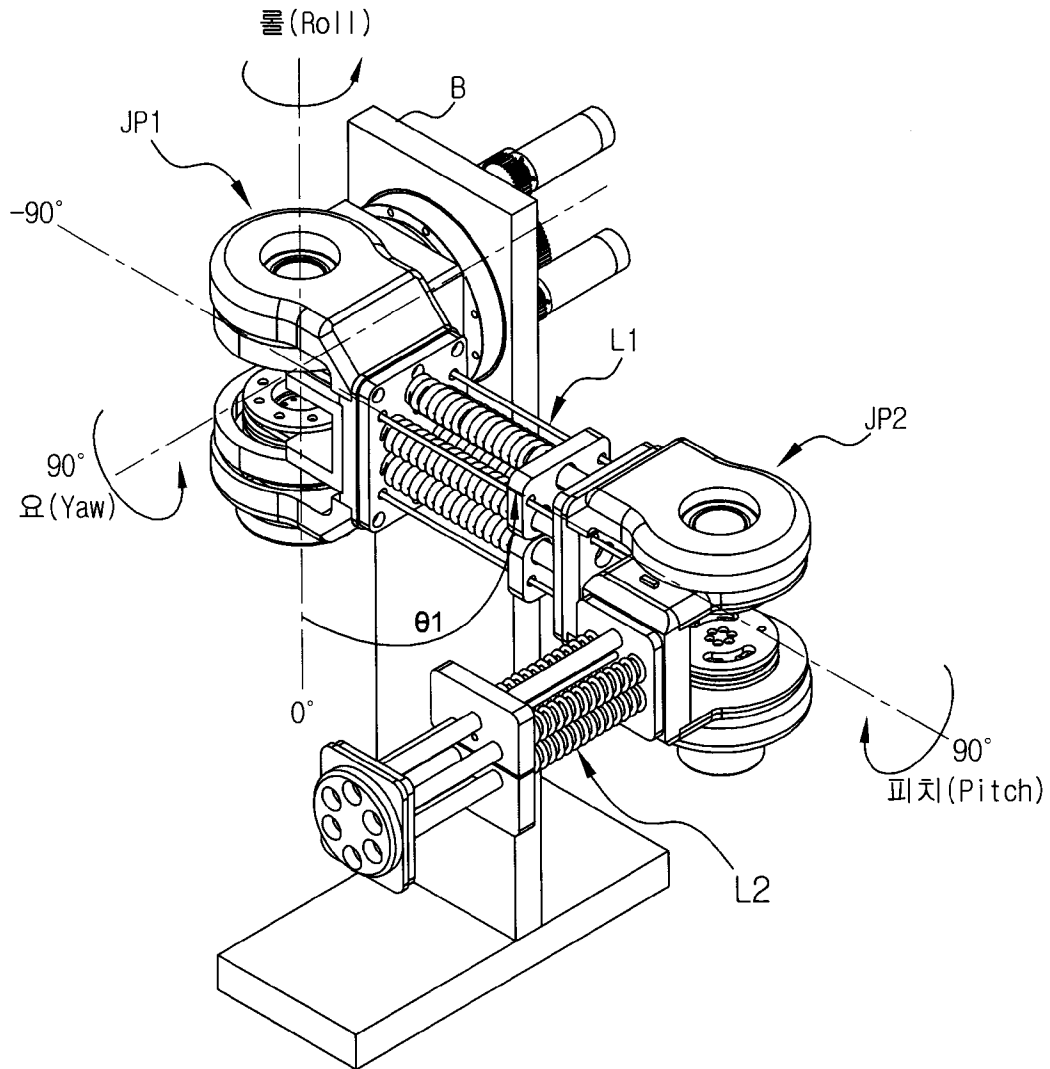
[도8]



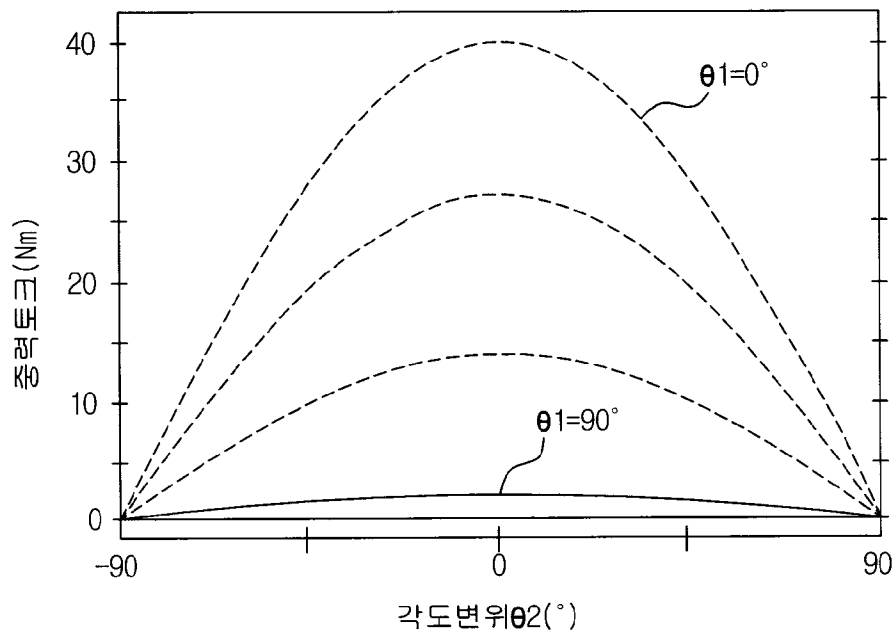
[도9]



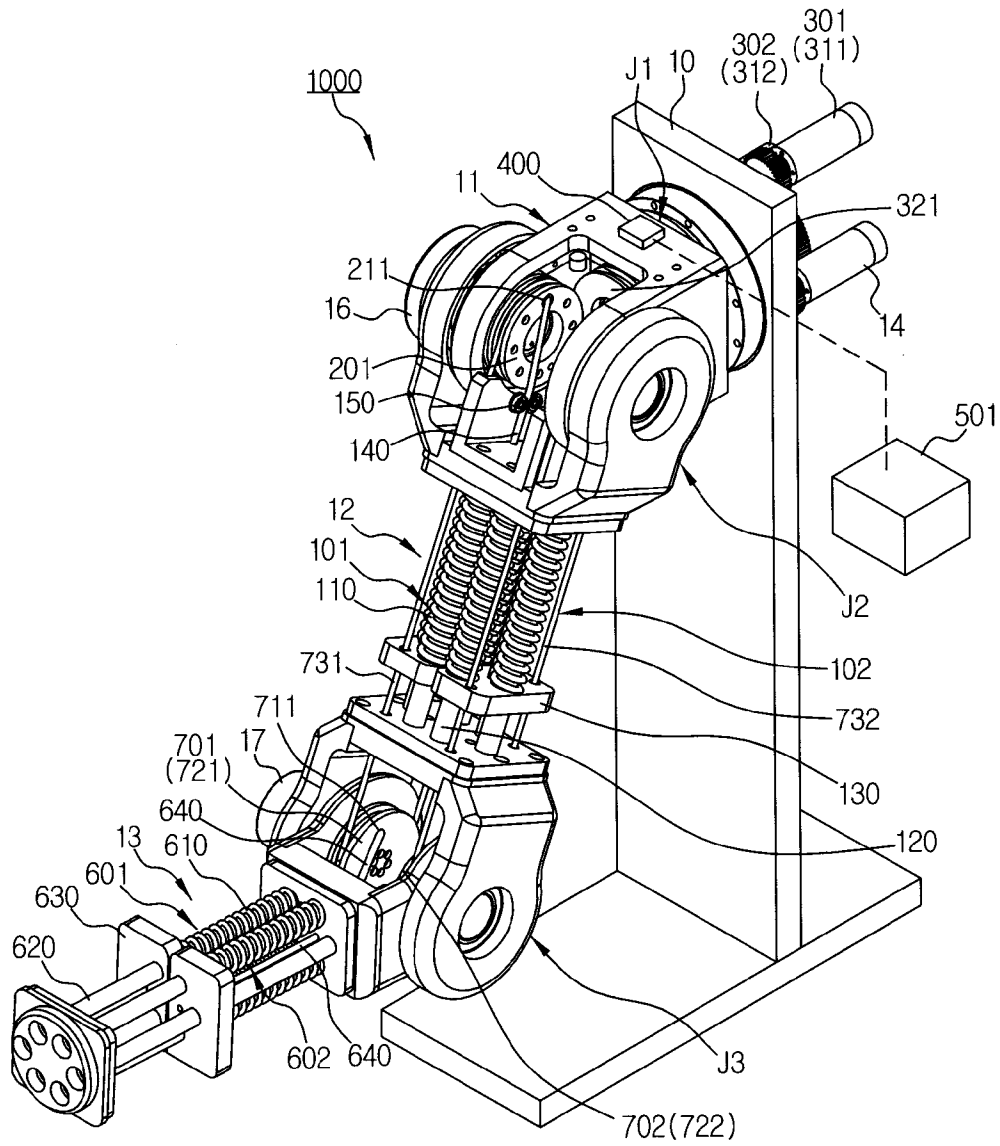
[도10]



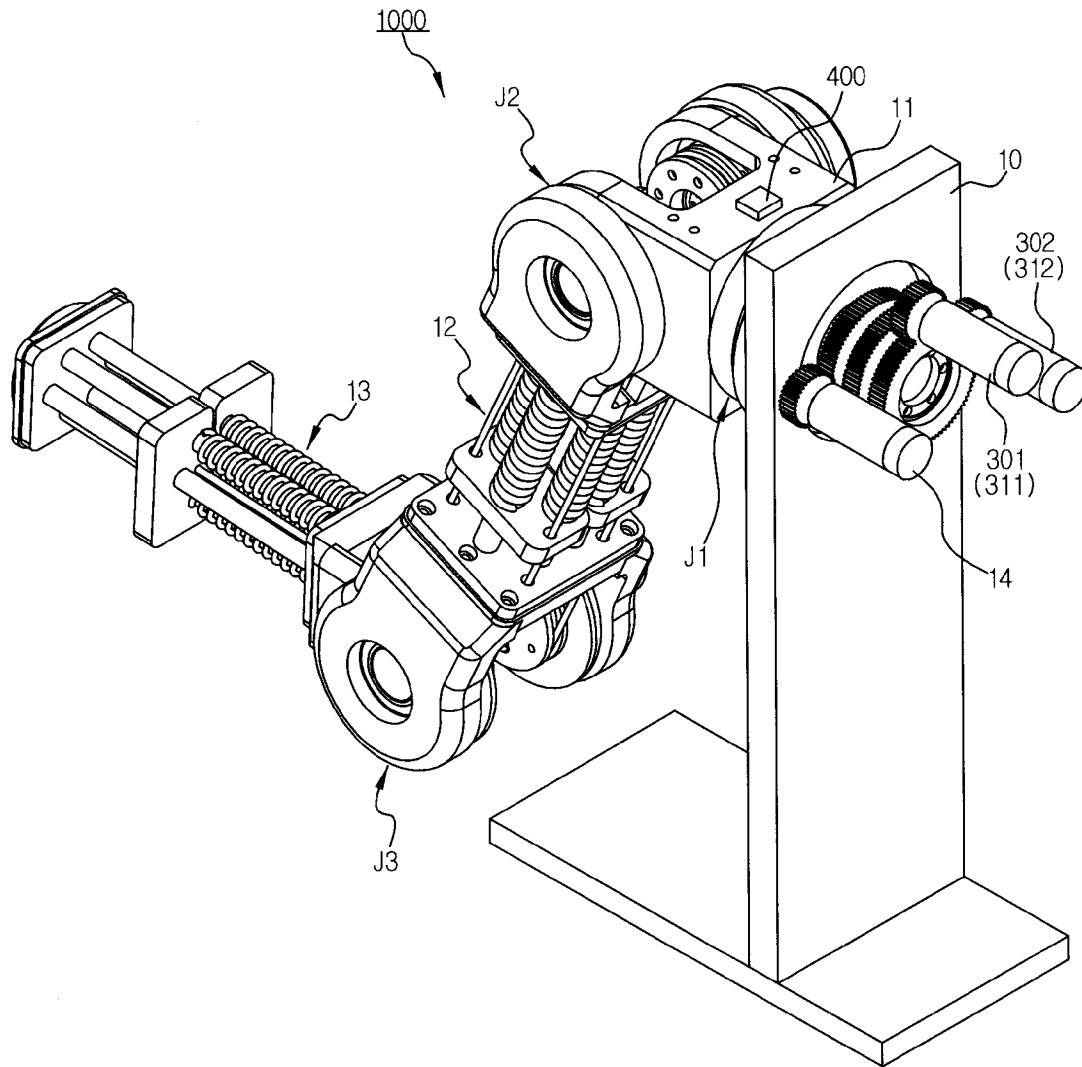
[도11]



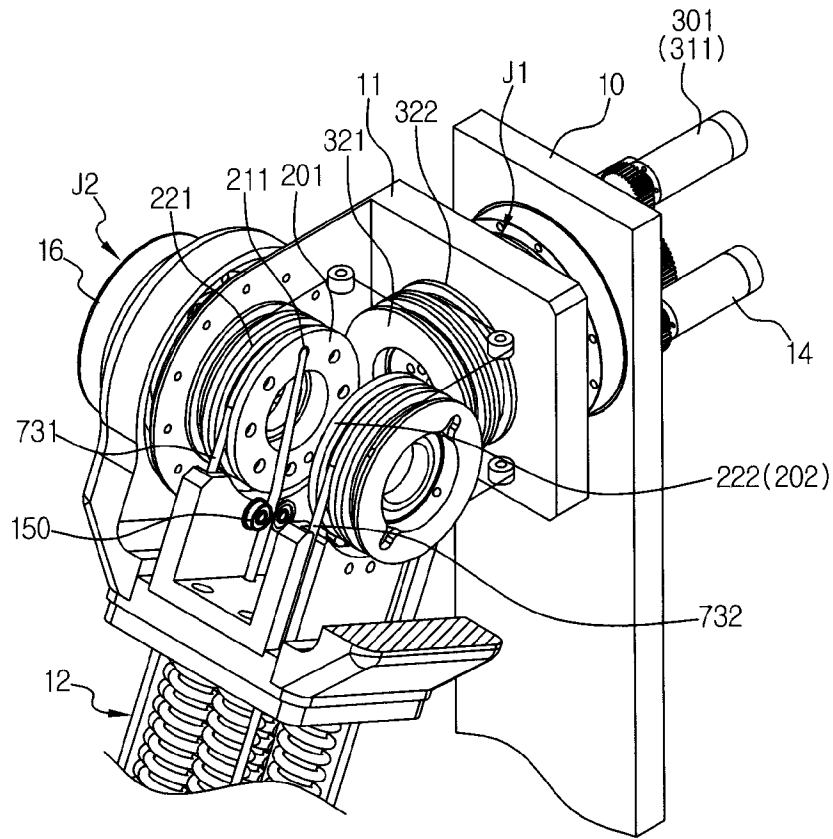
[도12]



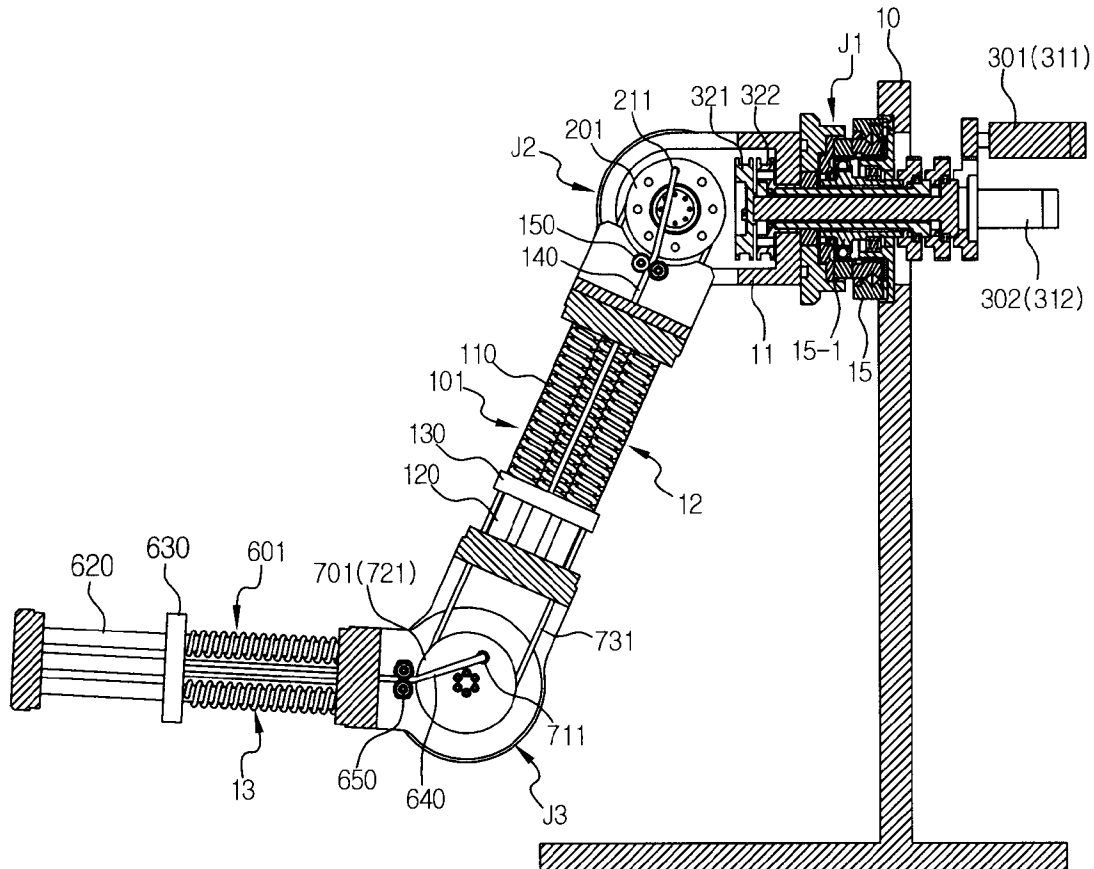
[도13]



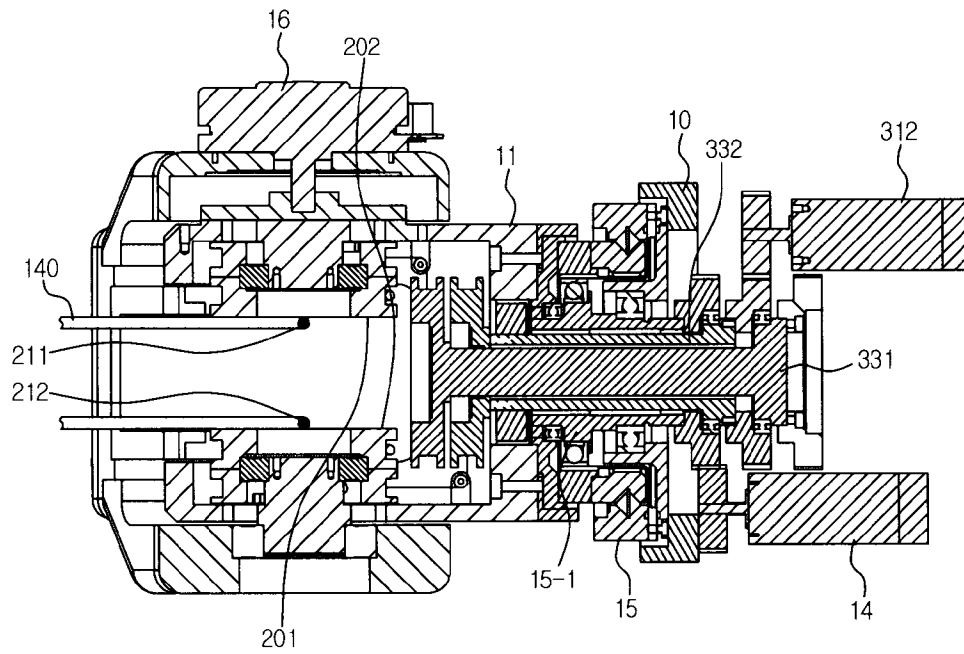
[도14]



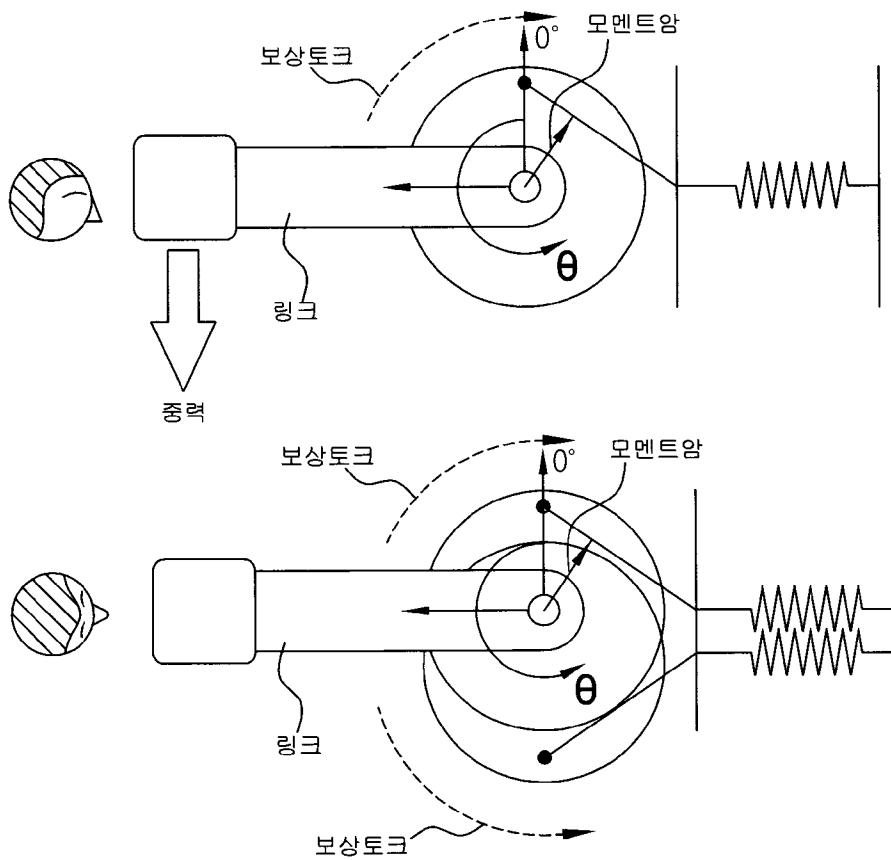
[도15]



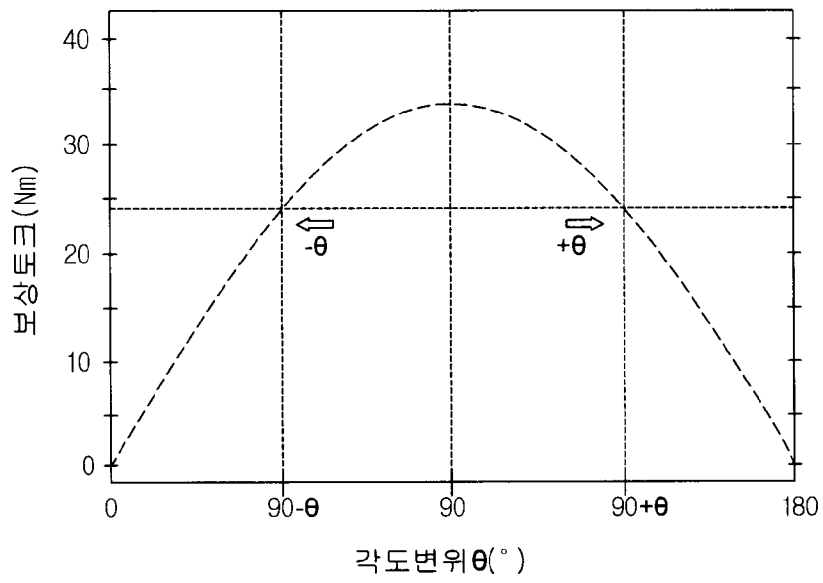
[도16]



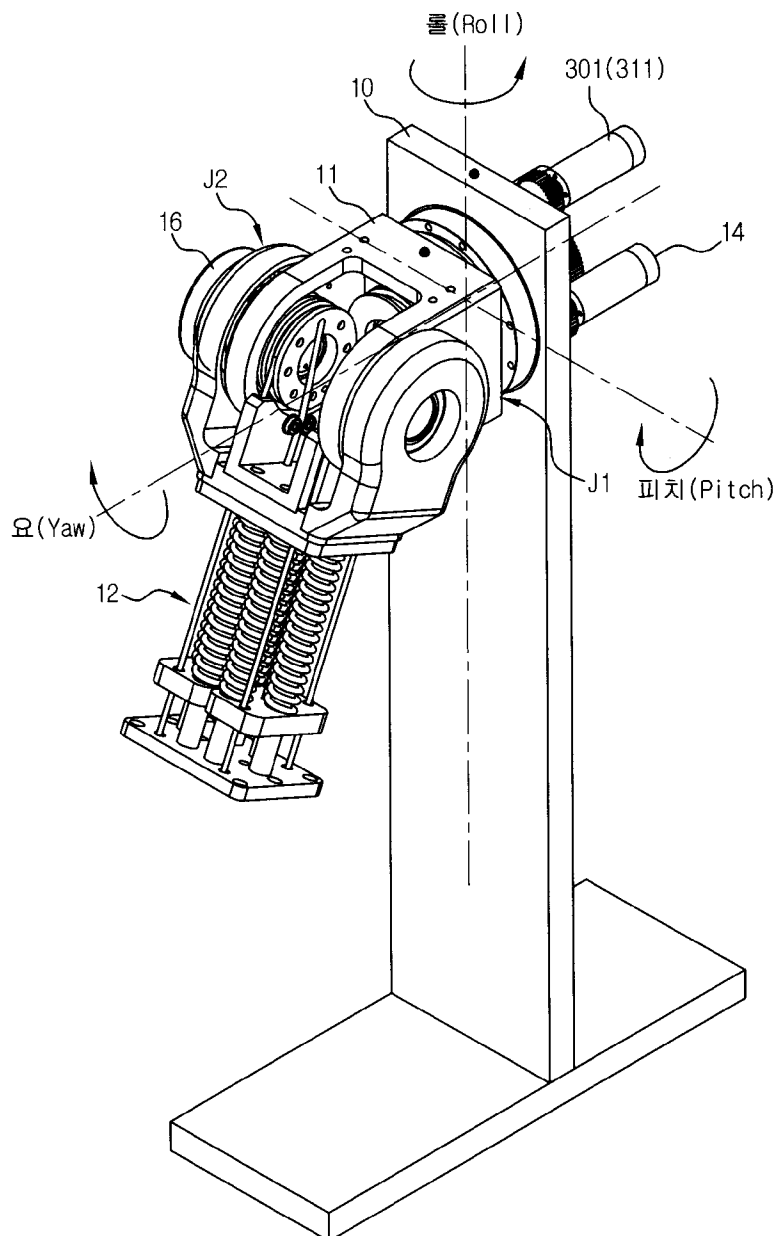
[도17]



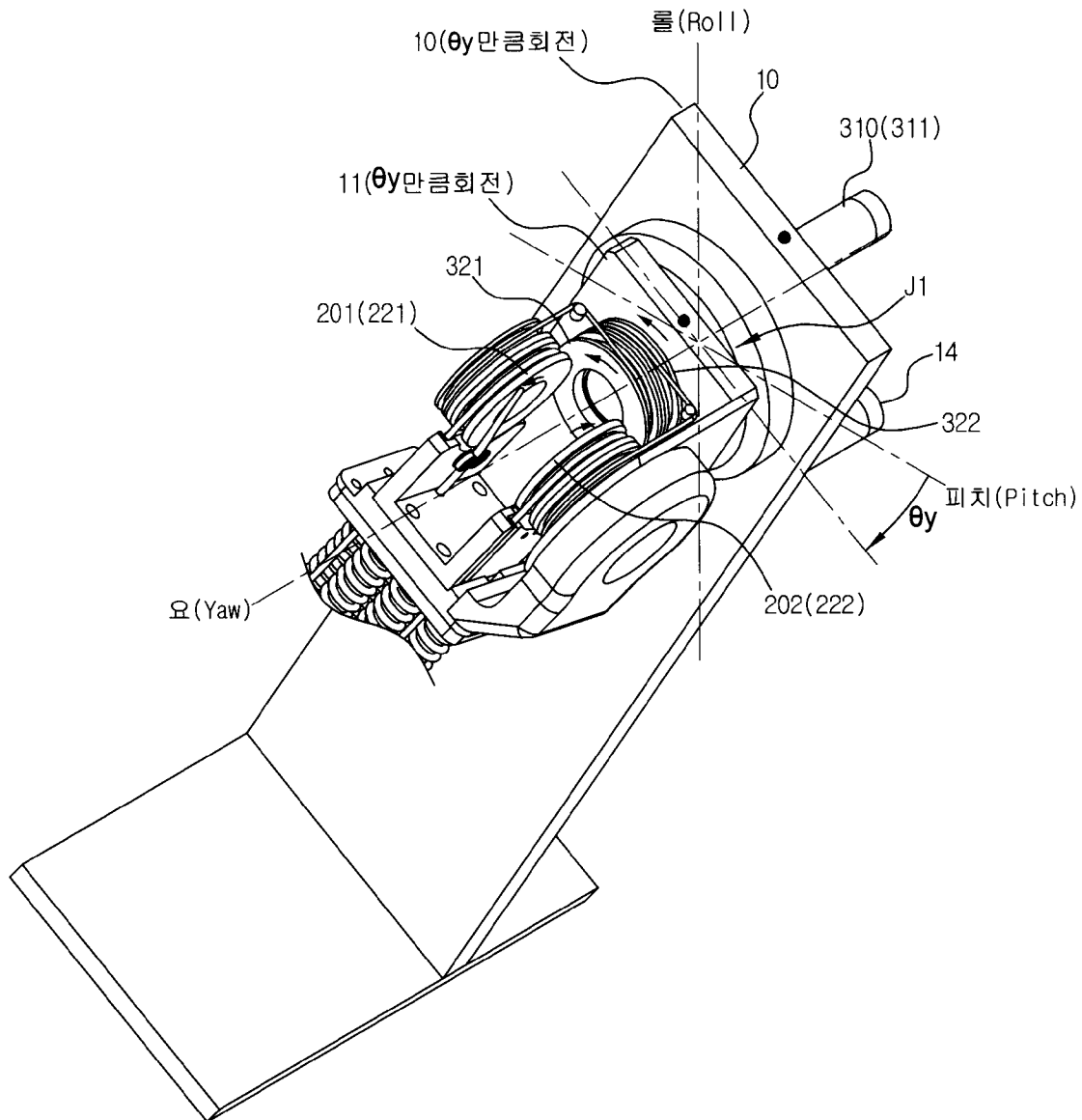
[도18]



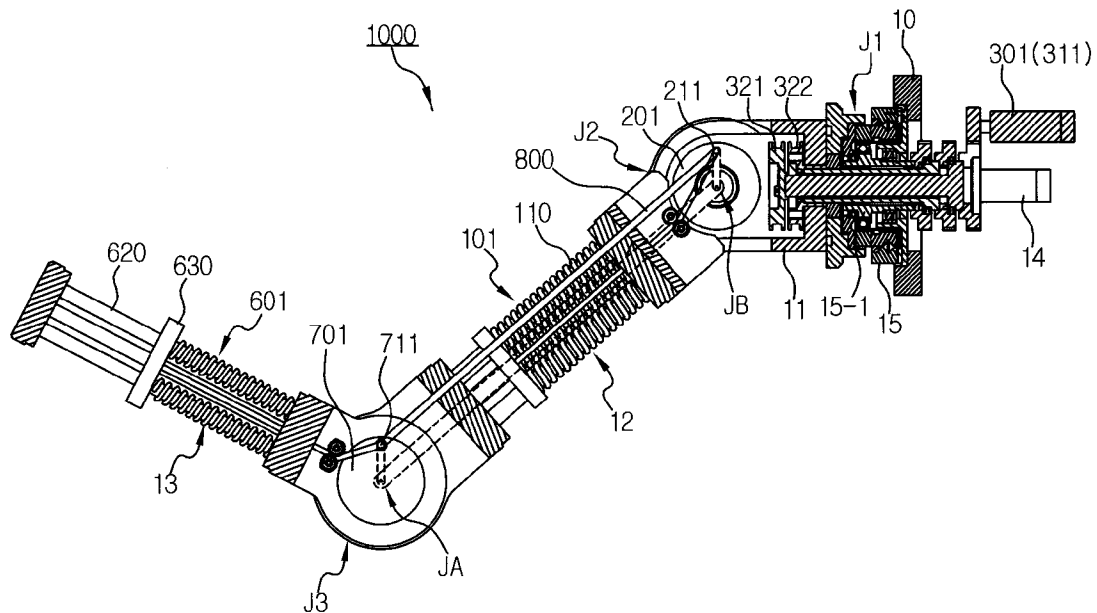
[도19]



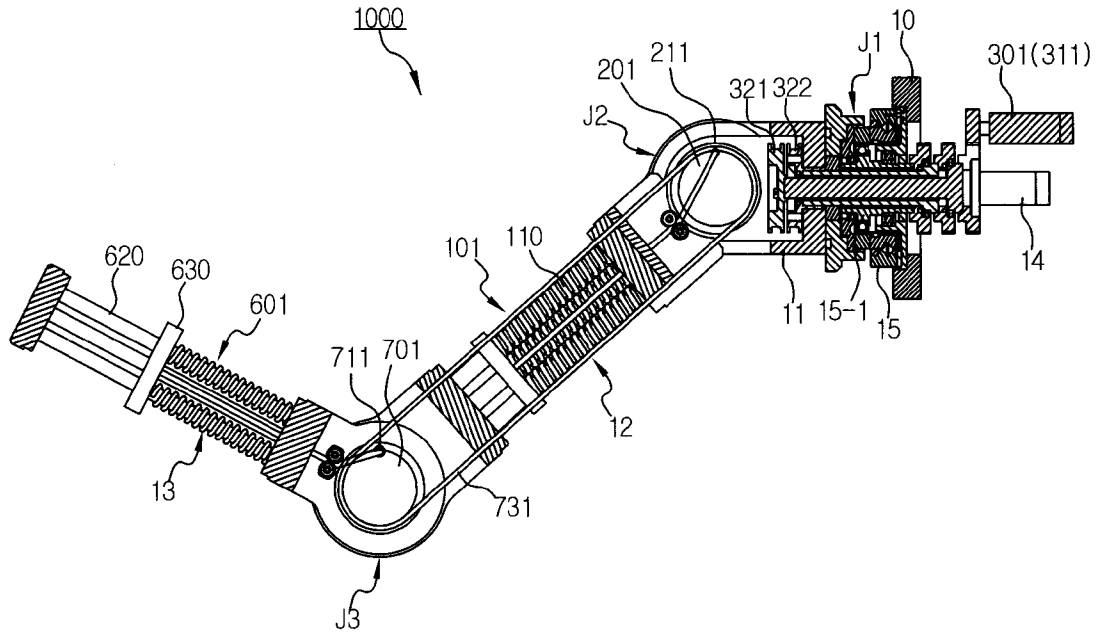
[도22]



[도23]



[도24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/002317

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 18/00(2006.01)i, B25J 9/16(2006.01)i, B25J 19/02(2006.01)i, B25J 9/12(2006.01)i, B25J 18/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J 18/00; B25J 19/06; B25J 13/00; B25J 17/00; B25J 13/08; B25J 19/00; B25J 9/16; B25J 19/02; B25J 9/12; B25J 18/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: variable gravity torque compensation device, reference surface, link, elastic means, wire, compensation torque control part

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2015-0047090 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 04 May 2015 See paragraphs [0147]-[0155], [0174]-[0179], [0264], [0268], [0277], [0285], [0300]-[0303], [0322], [0333], [0338]-[0340], [0345], [0349], [0358], [0373]-[0379] and figures 12-37.	12,18-20
Y		1-11,14
A		13,15-17,21-22
Y	KR 10-1304330 B1 (KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 September 2013 See paragraphs [0046]-[0056] and figures 1-5.	1-11
Y	JP 06-170780 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21 June 1994 See paragraph [0032] and figures 6-7.	1-11
Y	KR 10-0864607 B1 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 22 October 2008 See paragraphs [0034], [0048], [0072]-[0074] and figures 7-8.	14
A	KR 10-1332694 B1 (RED ONE TECHNOLOGIES CO., LTD. et al.) 25 November 2013 See claim 1 and figures 1-3.	1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 JUNE 2017 (15.06.2017)

Date of mailing of the international search report

15 JUNE 2017 (15.06.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/002317

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2015-0047090 A	04/05/2015	KR 10-1638695 B1	12/07/2016
		KR 10-1662883 B1	17/10/2016
		KR 10-2015-0047076 A	04/05/2015
		KR 10-2015-0047077 A	04/05/2015
		US 2016-0332312 A1	17/11/2016
		WO 2015-060626 A1	30/04/2015
		WO 2015-060629 A1	30/04/2015
KR 10-1304330 B1	11/09/2013	KR 10-2013-0084461 A	25/07/2013
		US 2013-0180353 A1	18/07/2013
JP 06-170780 A	21/06/1994	DE 4333207 A1	31/03/1994
		DE 4333207 C2	09/01/1997
		DE 4333207 C3	01/02/2001
		JP 2698028 B2	19/01/1998
		KR 10-1994-0006726 A	25/04/1994
		KR 10-1996-0008259 B1	21/06/1996
		US 5402690 A	04/04/1995
KR 10-0864607 B1	22/10/2008	NONE	
KR 10-1332694 B1	25/11/2013	KR 10-2012-0128876 A	28/11/2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B25J 18/00(2006.01)i, B25J 9/16(2006.01)i, B25J 19/02(2006.01)i, B25J 9/12(2006.01)i, B25J 18/04(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B25J 18/00; B25J 19/06; B25J 13/00; B25J 17/00; B25J 13/08; B25J 19/00; B25J 9/16; B25J 19/02; B25J 9/12; B25J 18/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 가변형 중력토크 보상 장치, 기준면, 링크, 탄성수단, 와이어, 보상토크 조절부

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2015-0047090 A (고려대학교 산학협력단) 2015.05.04 단락 [0147]-[0155], [0174]-[0179], [0264], [0268], [0277], [0285], [0300]-[0303], [0322], [0333], [0338]-[0340], [0345], [0349], [0358], [0373]-[0379] 및 도면 12-37 참조.	12, 18-20
Y A		1-11, 14 13, 15-17, 21-22
Y	KR 10-1304330 B1 (한국과학기술연구원) 2013.09.11 단락 [0046]-[0056] 및 도면 1-5 참조.	1-11
Y	JP 06-170780 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 1994.06.21 단락 [0032] 및 도면 6-7 참조.	1-11
Y	KR 10-0864607 B1 (한국과학기술원) 2008.10.22 단락 [0034], [0048], [0072]-[0074] 및 도면 7-8 참조.	14
A	KR 10-1332694 B1 (레드윈테크놀로지 주식회사 등) 2013.11.25 청구항 1 및 도면 1-3 참조.	1-22

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 06월 15일 (15.06.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 06월 15일 (15.06.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



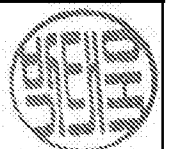
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

박태욱

전화번호 +82-42-481-3405



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2015-0047090 A	2015/05/04	KR 10-1638695 B1 KR 10-1662883 B1 KR 10-2015-0047076 A KR 10-2015-0047077 A US 2016-0332312 A1 WO 2015-060626 A1 WO 2015-060629 A1	2016/07/12 2016/10/17 2015/05/04 2015/05/04 2016/11/17 2015/04/30 2015/04/30
KR 10-1304330 B1	2013/09/11	KR 10-2013-0084461 A US 2013-0180353 A1	2013/07/25 2013/07/18
JP 06-170780 A	1994/06/21	DE 4333207 A1 DE 4333207 C2 DE 4333207 C3 JP 2698028 B2 KR 10-1994-0006726 A KR 10-1996-0008259 B1 US 5402690 A	1994/03/31 1997/01/09 2001/02/01 1998/01/19 1994/04/25 1996/06/21 1995/04/04
KR 10-0864607 B1	2008/10/22	없음	
KR 10-1332694 B1	2013/11/25	KR 10-2012-0128876 A	2012/11/28