(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0046588
(43) 공개일자 2020년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 17/02 (2006.01) *B25J 19/02* (2006.01)
B25J 9/04 (2006.01) *G01L 3/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 17/0241 (2013.01)
B25J 19/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0127964
(22) 출원일자 2018년10월25일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
송재복
서울특별시 강남구 언주로30길 56, B동 2907호(도곡동, 타워팰리스)
민재경
서울특별시 강남구 헌릉로590길 63, 508동 102호 (세곡동, 세곡리엔파크5단지)
(74) 대리인
홍동우

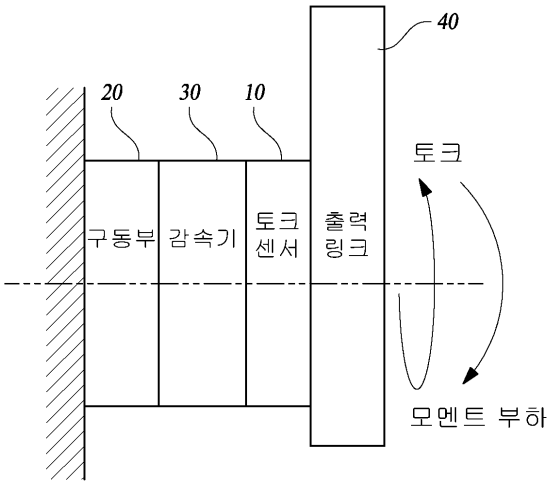
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛**

(57) 요 약

본 발명은 로봇 관절에 인가되는 토크를 반작용 방식으로 측정하여 감속기의 진동으로 인해 관절토크센서에 발생하는 상호간섭 현상을 줄이고 관절의 토크 측정 정확도를 높일 수 있는 로봇 관절 유닛 및 이에 구비되는 관절토크센서를 제공하기 위한 것이다. 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 베이스부와, 베이스부에 지지되는 스테이터 및 스테이터에 지지되어 회전하는 로터를 구비하여 입력 토크를 제공하는 구동부와, 구동부로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 구동 토크를 생성하는 감속기와, 감속기로부터 구동 토크를 전달받아 회전하는 출력 링크와, 출력 링크로부터 감속기에 작용하는 반작용 토크를 감지할 수 있도록 베이스부에 배치되어 스테이터를 지지하는 관절토크센서를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B25J 9/042 (2013.01)
G01L 3/02 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

베이스부; 상기 베이스부에 지지되는 스테이터와, 상기 스테이터에 지지되어 회전하는 로터를 구비하여 입력 토크를 제공하는 구동부; 상기 구동부로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 구동 토크를 생성하는 감속기; 상기 감속기로부터 구동 토크를 전달받아 회전하는 출력 링크; 및 상기 출력 링크로부터 상기 감속기에 작용하는 반작용 토크를 감지할 수 있도록 상기 베이스부에 배치되어 상기 스테이터를 지지하는 관절토크센서;를 포함하고,

상기 관절토크센서는, 일단이 상기 베이스부와 연결되고 타단이 상기 스테이터와 연결되는 센서 프레임과, 상기 센서 프레임에 배치되는 센서 게이지를 포함하고,

상기 센서 프레임은,

상기 베이스부에 고정되는 센서 프레임 고정 림과,

상기 센서 프레임 고정 림과 상기 로터의 회전 중심축 길이 방향으로 이격 배치되어 상기 스테이터와 연결되는 센서 프레임 연결 림과,

상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 연결하는 센서 프레임 연결 빔을 포함하고,

상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔에 배치되고,

상기 센서 프레임 연결 빔은 상기 센서 프레임 고정 림 및 상기 센서 프레임 연결 림 중의 적어도 하나와 분리 가능하게 배치되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 센서 프레임 연결 빔은 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되는 블록 구조인 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 센서 프레임 연결 빔은, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 향한 양측 단부에 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 측과 끼움 연결을 이루는 센서 프레임 연결 빔 리브를 구비하고,

상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림에는 상기 센서 프레임 연결 빔 리브를 맞물림 수용하는 센서 프레임 연결 빔 리브 대응부를 구비하는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 센서 프레임 연결 빔에는 센서 프레임 연결 빔 노치홈부가 구비되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 센서 프레임 연결 빔 노치홈부는, 상기 센서 프레임 연결 빔의 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 관통하는 관통축 중심을 향한 내측면에 형성되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 6

제 2항에 있어서,

상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔의, 상기 센서 프레임 연결 빔의 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 관통하는 관통축 중심을 향한 내측면과, 상기 센서 프레임 연결 빔의 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 관통하는 관통축 중심으로부터의 반경 방향을 향한 외측면 배치되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 센서 게이지는 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔 중 적어도 두 개의 센서 프레임 연결 빔에 각각 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이루는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 8

제 2항에 있어서,

상기 센서 프레임 연결 빔 및 상기 센서 게이지는 각각 복수로 구비되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 복수의 센서 프레임 연결 빔은 상기 로터의 회전 중심축 둘레를 따라 이격 배치되고,

상기 복수의 센서 게이지는 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔 중 적어도 하나의 센서 프레임 연결 빔의 반경상 내외주면에 각각 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이루는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛.

청구항 10

구동부는 베이스부에 지지되는 스테이터에 지지되어 회전하는 로터를 구비하고 입력 토크를 제공하고, 구동부로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 구동 토크를 생성하는 감속기로부터 구동 토크를 전달받아 출력 링크가 회전하되, 출력 링크로부터 감속기에 작용하는 반작용 토크를 감지할 수 있도록 고정되는 측에 배치되는

출력 링크로부터 감속기에 작용하는 반작용 토크를 감지할 수 있도록 고정되는 베이스부 측에 배치되어 스테이터를 지지하는 것을 특징으로 하는 관절토크센서.

청구항 11

제 10항에 있어서,

일단이 상기 베이스부와 연결되고 타단이 상기 스테이터와 연결되는 센서 프레임과,

상기 센서 프레임에 배치되는 센서 게이지를 포함하는 것을 특징으로 하는 관절토크센서.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 센서 프레임은,

베이스부 측에 고정 배치되는 센서 프레임 고정 림과,

상기 센서 프레임 고정 림과 로터의 회전 중심축 길이 방향으로 이격 배치되어 스테이터와 연결되는 센서 프레임 연결 림과,

상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 연결하는 센서 프레임 연결 빔을 포함하고,

상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔에 배치되는 것을 특징으로 하는 관절토크센서.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 센서 프레임은,

상기 베이스부에 고정되는 센서 프레임 고정 림과,

상기 센서 프레임 고정 림과 로터의 회전 중심축 길이 방향으로 이격 배치되어 스테이터와 연결되는 센서 프레임 연결 림과,

상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 연결하는 센서 프레임 연결 빔을 포함하고,

상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔에 배치되고,

상기 센서 프레임 연결 빔은 상기 센서 프레임 고정 림 및 상기 센서 프레임 연결 림 중의 적어도 하나와 분리 가능하게 배치되는 것을 특징으로 하는 관절토크센서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 관절 토크 센서 및 로봇 관절 유닛에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 로봇 관절에 인가되는 토크를 반작용 방식으로 측정하여 측정 정확도를 높일 수 있는 관절토크센서를 구비하는 로봇 관절 유닛에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재, 다양한 분야에서 로봇에 대한 수요가 증가함에 따라 직관적이고, 안전한 로봇 운용에 대한 중요성이 증대되고 있다.

[0003] 로봇의 안전한 기능 구현을 위해서는 로봇에 인가되는 힘을 정확히 측정하고 제어에 반영하는 것이 필요하며, 로봇에 인가되는 힘, 토크를 측정하기 위한 다양한 방법이 제안되어 왔다.

[0004] 도 1에 나타낸 것과 같이, 로봇의 관절에 사용되는 관절토크센서(10)는 구동부(20)로부터 토크를 전달받아 감속시키는 감속기(30)와 출력 링크(40) 사이에 장착되는 것이 일반적이다. 이러한 로봇 관절 구조에서 출력 링크(40)를 통해 토크가 가해지면 감속기(30)와 출력 링크(40) 사이에서 작용하는 토크를 관절토크센서(10)에서 직접적으로 측정할 수 있다.

[0005] 그런데 이러한 종래의 관절토크센서(10)는 측정을 원하는 회전 방향 토크와 함께 감속기(30)에서 발생하는 진동

이 관절토크센서(10)에 직접 작용하여 측정값의 흔들림 오차가 발생하기 쉽다. 또한 종래의 관절토크센서(10)는 다른 관절 구성 요소에 비해 상대적으로 낮은 강성을 가짐으로써, 조립 시 관절 전체의 강성이 낮아지는 문제가 있다. 그리고 측정값을 전송하기 위한 배선이 반드시 관절의 내부를 통과해야 하므로 배선의 꼬임 및 끊어짐 방지를 위해 관절의 회전 각도가 제한되는 문제 등이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제1715222호 (2017. 03. 13)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 로봇 관절에 인가되는 토크를 반작용 방식으로 측정하여 감속기의 진동으로 인해 관절토크센서에 발생하는 상호간섭 현상을 줄이고 관절의 토크 측정 정확도를 높일 수 있는 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 바와 같은 목적을 해결하기 위한 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 베이스부; 상기 베이스부에 지지되는 스테이터와, 상기 스테이터에 지지되어 회전하는 로터를 구비하여 입력 토크를 제공하는 구동부; 상기 구동부로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 구동 토크를 생성하는 감속기; 상기 감속기로부터 구동 토크를 전달받아 회전하는 출력 링크; 및 상기 출력 링크로부터 상기 감속기에 작용하는 반작용 토크를 감지할 수 있도록 상기 베이스부에 배치되어 상기 스테이터를 지지하는 관절토크센서;를 포함한다.

[0009] 상기 관절토크센서는, 일단이 상기 베이스부와 연결되고 타단이 상기 스테이터와 연결되는 센서 프레임과, 상기 센서 프레임에 배치되는 센서 게이지를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 센서 프레임은, 상기 베이스부에 고정되는 센서 프레임 고정 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 로터의 회전 중심축 길이 방향으로 이격 배치되어 상기 스테이터와 연결되는 센서 프레임 연결 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 연결하는 센서 프레임 연결 빔을 포함하고, 상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔에 배치될 수 있다.

[0011] 상기 센서 프레임 연결 빔 및 상기 센서 게이지는 각각 복수로 구비될 수 있다.

[0012] 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔은 상기 로터의 회전 중심축 둘레를 따라 이격 배치되고, 상기 복수의 센서 게이지는 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔 중 적어도 두 개의 센서 프레임 연결 빔에 각각 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이룰 수 있다.

[0013] 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔은 상기 로터의 회전 중심축 둘레를 따라 90도 간격으로 배치되고, 상기 휘트스톤 브릿지 구조를 이루는 복수의 센서 게이지는 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔 중 180도 간격으로 배치되는 두 개의 센서 프레임 연결 빔에 각각 두 개씩 배치될 수 있다.

[0014] 상기 센서 프레임은 상기 센서 프레임 연결 빔 중간에 마련되어 상기 센서 프레임 연결 빔의 단면적을 축소시키는 연결 빔 홈을 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 상기 베이스부와 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 연결 림을 지지하는 베어링;을 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 상기 로터의 회전 중심축과 동심 배치되도록 상기 로터와 연결되어 상기 센서 프레임의 내측으로 연장되는 회전 서포트; 상기 회전 서포트와 결합되어 회전하는 디스크 허브 및 상기 디스크 허브로부터 돌출되는 디스크 돌기를 구비하는 브레이크 디스크; 상기 디스크 돌기와 접촉하여 상기 브레이크 디스크의 회전을 구속할 수 있도록 상기 베이스부에 가동적으로 지지되는 스토퍼; 및 상기 스토퍼를 상기 디스크 돌기의 가동 반경 내외로 가동시킬 수 있도록 상기 베이스부에 지지되어 상기 스토퍼에 이동력을 제공하는

스토퍼 구동기;를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 상기 스토퍼에 대해 상기 스토퍼 구동기에 의한 상기 스토퍼의 이동 방향과 반대 방향으로 탄성력을 가하도록 상기 베이스부에 지지되는 스토퍼 지지 스프링;을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 스토퍼 구동기는 전류를 공급받아 상기 스토퍼를 상기 디스크 돌기의 가동 반경으로부터 벗어나도록 이동시키는 솔레노이드이고, 상기 스토퍼 지지 스프링은 상기 스토퍼 구동기에 대한 전류 공급이 차단될 때 상기 스토퍼를 상기 디스크 돌기의 가동 반경 내로 이동시키도록 탄성력을 가할 수 있다.

[0019] 상기 스토퍼는 그 가장자리 둘레에 상기 걸림돌기가 접촉하는 곡면형의 접촉곡면을 구비하고, 상기 디스크 돌기의 끝단에는 상기 스토퍼의 접촉곡면에 접촉하는 디스크 접촉부가 마련된 디스크 팁부가 구비되되, 상기 디스크 접촉부는 상기 디스크 돌기의 가동 반경이 이루는 원의 반경 방향에 대해 경사지게 배치될 수 있다.

[0020] 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 상기 로터의 회전 중심축과 동심 배치되도록 상기 로터와 연결되어 상기 센서 프레임의 내측으로 연장되는 회전 서포트; 상기 회전 서포트와 결합되어 회전할 수 있도록 상기 센서 프레임의 내측에 상기 회전 서포트와 동축 배치되는 엔코더 로터; 및 상기 엔코더 로터의 회전을 감지할 수 있도록 상기 센서 프레임에 지지되는 로터리 센서;를 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 상기 로터의 회전 중심축과 동심 배치되도록 상기 감속기와, 상기 로터와, 상기 관절토크센서를 관통하여 상기 출력 링크에 결합되는 중공축;을 포함할 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 센서 프레임은, 상기 베이스부에 고정되는 센서 프레임 고정 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 로터의 회전 중심축 길이 방향으로 이격 배치되어 상기 스테이터와 연결되는 센서 프레임 연결 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 연결하는 센서 프레임 연결 빔을 포함하고, 상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔에 배치되고, 상기 센서 프레임 연결 빔은 상기 센서 프레임 고정 림 및 상기 센서 프레임 연결 림 중의 적어도 하나와 분리 가능하게 배치될 수도 있다.

[0023] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 센서 프레임 연결 빔은 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되는 블록 구조일 수도 있다.

[0024] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 센서 프레임 연결 빔은, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 향한 양측 단부에 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 측과 끼움 연결을 이루는 센서 프레임 연결 빔 리브를 구비하고, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림에는 상기 센서 프레임 연결 빔 리브를 맞물림 수용하는 센서 프레임 연결 빔 리브 대응부를 구비할 수도 있다.

[0025] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 센서 프레임 연결 빔에는 센서 프레임 연결 빔 노치홈부가 구비될 수도 있다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 센서 프레임 연결 빔 노치홈부는, 상기 센서 프레임 연결 빔의 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 관통하는 관통축 중심을 향한 내측면에 형성될 수도 있다.

[0027] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔의, 상기 센서 프레임 연결 빔의 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 관통하는 관통축 중심을 향한 내측면과, 상기 센서 프레임 연결 빔의 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 관통하는 관통축 중심으로부터의 반경 방향을 향한 외측면 배치될 수도 있다.

[0028] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 복수의 센서 게이지는 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔 중 적어도 두 개의 센서 프레임 연결 빔에 각각 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이룰 수도 있다.

[0029] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 센서 프레임 연결 빔 및 상기 센서 게이지는 각각 복수로 구비될 수도 있다.

[0030] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔은 상기 로터의 회전 중심축 둘레를 따라 이격 배치되고, 상기 복수의 센서 게이지는 상기 복수의 센서 프레임 연결 빔 중 적어도 하나의 센서 프레임 연결 빔의 반경상 내외주면에 각각 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이룰 수도 있다.

[0031] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 로터의 회전 중심축과 동심 배치되도록 상기 감속기와, 상기 로터와, 상기 관절토크센서를 관통하여 상기 출력 링크에 결합되는 중공축;을 포함할 수도 있다.

[0032] 본 발명의 다른 일면에 따르면, 구동부는 베이스부에 지지되는 스테이터에 지지되어 회전하는 로터를 구비하고 입력 토크를 제공하고, 구동부로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 구동 토크를 생성하는 감속기로부터 구동 토크를 전달받아 출력 링크가 회전하되, 출력 링크로부터 감속기에 작용하는 반작용 토크를 감지할 수 있도록 고정되는 측에 배치되는 출력 링크로부터 감속기에 작용하는 반작용 토크를 감지할 수 있도록 고정되는 베이스부 측에 배치되어 스테이터를 지지하는 것을 특징으로 하는 관절토크센서를 제공한다.

[0033] 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서에 있어서, 일단이 상기 베이스부와 연결되고 타단이 상기 스테이터와 연결되는 센서 프레임과, 상기 센서 프레임에 배치되는 센서 게이지를 포함할 수도 있다.

[0034] 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서에 있어서, 상기 센서 프레임은, 베이스부 측에 고정 배치되는 센서 프레임 고정 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 로터의 회전 중심축 길이 방향으로 이격 배치되어 스테이터와 연결되는 센서 프레임 연결 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 연결하는 센서 프레임 연결 빔을 포함하고, 상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔에 배치될 수도 있다.

[0035] 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서에 있어서, 상기 센서 프레임은, 상기 베이스부에 고정되는 센서 프레임 고정 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 로터의 회전 중심축 길이 방향으로 이격 배치되어 스테이터와 연결되는 센서 프레임 연결 림과, 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되어 상기 센서 프레임 고정 림과 상기 센서 프레임 연결 림을 연결하는 센서 프레임 연결 빔을 포함하고, 상기 센서 게이지는 상기 센서 프레임 연결 빔에 배치되고, 상기 센서 프레임 연결 빔은 상기 센서 프레임 고정 림 및 상기 센서 프레임 연결 림 중의 적어도 하나와 분리 가능하게 배치될 수도 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 관절토크센서가 관절 구동에 따른 회전없이 감속기에서 발생한 토크와 동일한 크기의 반작용 토크를 측정할 수 있고, 출력 링크에 인가되는 외력 토크를 직접적으로 측정할 수 있다. 따라서 감속기의 진동으로 인한 측정값의 흔들림 오차를 크게 줄일 수 있고, 출력 링크에 인가되는 토크를 더욱 정확하게 측정할 수 있다.

[0037] 또한 본 발명에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 관절토크센서를 브레이크부나 로터리 센서부 등의 구성 요소와 병렬로 구성할 수 있다. 즉, 관절토크센서의 센서 프레임 내측에 브레이크부나 로터리 센서부의 구성 요소를 배치할 수 있다. 따라서 관절토크센서의 조립으로 인한 로봇 관절 유닛의 전체 길이 증가를 최소화할 수 있다.

[0038] 또한 본 발명에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 관절토크센서가 감속기의 회전과 무관하게 구성되므로, 종래와 같이 관절토크센서의 배선이 구동부나 감속기 등의 구성 요소의 내부를 통과하지 않아도 되어 관절의 회전 각도가 제한되지 않고 무한한 회전이 가능하다.

[0039] 또한 본 발명에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 토크 측정을 위한 관절토크센서의 변형부, 즉 센서 프레임 연결 빔이 센서 프레임의 최외각에 배치되므로, 기존의 동일한 용량의 관절토크센서에 비해 높은 강성을 가지며, 이로 인해 로봇 관절 유닛 전체의 강성이 낮아지는 문제를 해결할 수 있다.

[0040] 또한 본 발명에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 분리 조립 가능한 구조의 관절토크센서를 통하여 조립 생산성을 향상시킬 수도 있다.

[0041] 또한 본 발명에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 센서 프레임 연결 빔에 형성되는 센서 프레임 연결 빔 리브 및 이의 대응하는 센서 프레임 연결 빔 리브 대응부를 통하여 간극을 최소화하며 토크의 직접적인 물리적 전달을 이루어 감지 감도를 최대화시킬 수도 있다.

[0042] 또한 본 발명에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 센서 프레임 연결 빔 노치홈부를 통하여 응력 집중을 통한 감지 감도를 극대화시킬 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 종래 기술에 따른 로봇 관절 유닛의 개략적인 구조도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛의 개략적인 구조도이다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛을 나타낸 분해 사시도이다.

도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛을 나타낸 단면도이다.

도 7 내지 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛의 브레이크부의 설치 구조 및 작용을 설명하기 위한 것이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛의 로터리 센서부를 설명하기 위한 것이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛의 관절토크센서를 나타낸 사시도이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛의 관절토크센서를 나타낸 평면도이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛의 센서 게이지에 의한 휘트스톤 브릿지 구조를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛의 관절토크센서에 토크가 인가될 때 센서 프레임의 전단 응력에 의한 변형을 과장해서 나타낸 것이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛의 관절토크센서에 토크가 인가될 때 관절토크센서를 통해 측정된 결과 그래프를 나타낸 것이다.

도 16은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 관절토크센서의 개략적인 분해 사시도를 나타낸 것이다.

도 17은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 관절토크센서의 구성 상태의 사진 선도이다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛의 관절토크센서의 센서 게이지에 의한 휘트스톤 브릿지 구조를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 19 및 도 20은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 관절토크센서의 응력 상태의 부분 평면 선도 내지 사시 선도이다.

도 21은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 관절토크센서의 휘트스톤브릿지를 통한 출력 선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 이하, 본 발명에 따른 관절토크센서를 구비하는 로봇 관절 유닛을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0045] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 관절토크센서를 구비하는 로봇 관절 유닛의 개략적인 구조도이고, 도 3 및 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛을 나타낸 분해 사시도이며, 도 5 및 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛을 나타낸 단면도이다.

[0046] 도면에 나타낸 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)은 베이스부(110)와, 베이스부(110)에 지지되어 입력 토크를 제공하는 구동부(115)와, 구동부(115)로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 구동 토크를 발생하는 감속기(125)와, 감속기(125)로부터 구동 토크를 전달받아 회전하는 출력 링크(130)와, 구동부(115)에 제동력을 제공하는 브레이크부(140)와, 구동부(115)의 회전을 감지하기 위한 로터리 센서부(160)와, 출력 링크(130)로부터 감속기(125)에 작용하는 반작용 토크를 감지하기 위한 관절토크센서(170)를 포함한다. 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)은 도 2에 나타낸 것과 같이, 관절토크센서(170)가 베이스부(110)와 구동부(115) 사이에 배치되어 감속기(125)에서 출력 링크(130)로 전달되는 토크를 직접 측정하지는 않고 간접적으로 토크를 측정할 수 있다.

[0047] 베이스부(110)는 베이스 하우징(111)과, 베이스 하우징(111)의 내측에 배치되는 베이스 프레임(112)을 포함한다. 베이스부(110)의 내측에는 공간이 구비되고, 이 공간에 브레이크부(140), 로터리 센서부(160), 관절토크센서(170) 등의 구성 요소가 배치될 수 있다. 베이스부(110)는 도시된 구조 이외에, 구동부(115)를 지지할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0048] 구동부(115)는 관절토크센서(170)에 지지되는 구동부 하우징(116)과, 구동부 하우징(116)에 고정되는 스테이터

(117)와, 스테이터(117)에 지지되어 회전하는 로터(118)를 포함한다. 로터(118)는 스테이터(117)의 내측에 배치되어 회전한다. 로터(118)의 일단은 감속기(125)와 연결되고, 로터(118)의 타단은 회전 서포트(120)와 연결된다. 구동부 하우징(116)은 관절토크센서(170)를 통해 베이스부(110)에 지지된다.

[0049] 회전 서포트(120)는 로터(118)의 회전 중심축과 동심 배치되어 브레이크부(140)와 로터리 센서부(160)의 구성요소를 지지한다. 회전 서포트(120)는 로터(118)와 결합되는 서포트 디스크(121)와, 서포트 디스크(121)와 결합되어 서포트 디스크(121)와 동심 배치되는 서포트 보스(122)를 포함하고, 적어도 일부분이 관절토크센서(170)의 내측에 배치된다.

[0050] 구동부(115)는 도시된 구조 이외에, 입력 토크를 생성하여 감속기(125)에 제공할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다. 예를 들어, 도면에는 스테이터(117)가 구동부 하우징(116)을 통해 관절토크센서(170)에 간접적으로 지지되는 것으로 나타냈으나, 스테이터(117)가 관절토크센서(170)에 직접 결합될 수도 있다.

[0051] 감속기(125)는 구동부(115)로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 구동 토크를 생성하여 출력 링크(130)에 제공한다. 감속기(125)는 구동부(115)의 로터(118)와 연결되는 감속기 입력부(126)와, 감속기 입력부(126)와 출력 링크(130)를 연결하는 감속기 출력부(127)를 포함한다. 감속기 출력부(127)는 감속기 입력부(126)의 토크를 감속시켜 출력 링크(130)에 전달한다. 감속기(125)는 도시된 구조 이외에, 구동부(115)로부터의 입력 토크를 감속시켜 출력 링크(130)에 전달할 수 있는 다양한 구조를 취할 수 있다.

[0052] 출력 링크(130)는 감속기(125)의 감속기 출력부(127)와 연결되어 감속기(125)로부터 구동 토크를 전달받아 회전한다. 도면에는 출력 링크(130)가 중앙에 출력 링크 관통구(131)가 마련된 모양을 갖는 것으로 나타냈으나, 출력 링크(130)는 다른 부품과 결합될 수 있는 다양한 형태로 이루어질 수 있다. 출력 링크(130)에는 중공축(135)이 결합된다.

[0053] 중공축(135)은 내부가 빈 중공형 구조로 이루어지고, 출력 링크(130)의 출력 링크 관통구(131)를 통과하여 베이스부(110)의 내부를 향해 연장된다. 중공축(135)은 감속기(125)와, 로터(118)와, 관절토크센서(170)와, 회전 서포트(120)를 관통하여 로터(118)의 회전 중심축과 동심 배치된다. 중공축(135)은 베이스부(110) 내측에 배치되는 구성 요소와 베이스부(110) 외부에 배치되는 구성 요소를 전기적으로 연결하는 전기 배선의 통로로 이용될 수 있다.

[0054] 브레이크부(140)는 회전 서포트(120)와 결합되어 회전하는 브레이크 디스크(141)와, 브레이크 디스크(141)와 접촉하여 브레이크 디스크(141)의 회전을 구속하기 위한 스토퍼(148)와, 스토퍼(148)를 움직이는 스토퍼 구동기(152)를 포함한다. 이러한 브레이크부(140)는 스토퍼(148)의 움직임에 따라 브레이크 디스크(141)가 스토퍼(148)와 간섭됨으로써 출력 링크(130)에 제동력을 제공할 수 있다.

[0055] 브레이크 디스크(141)는 회전 서포트(120)에 결합되어 회전 서포트(120)와 동심 배치되는 디스크 허브(142)와, 디스크 허브(142)의 둘레에 반경 방향으로 돌출 구비되는 복수의 디스크 돌기(144)를 포함한다. 디스크 허브(142)는 그 중심부에 구비되는 디스크 관통구(143)에 회전 서포트(120)가 삽입되는 방식으로 회전 서포트(120)와 결합된다. 복수의 디스크 돌기(144)는 스토퍼(148)에 걸릴 수 있도록 디스크 허브(142)의 가장자리에 원주 방향을 따라 일정 간격으로 이격 배치된다. 디스크 돌기(144)의 끝단에는 스토퍼(148)와의 접촉을 위한 디스크 팁부(145)가 구비된다. 디스크 팁부(145)에는 스토퍼(148)와 접촉하는 디스크 접촉부(146)가 마련된다. 디스크 접촉부(146)는 스토퍼(148)의 외면에 안정적으로 접촉할 수 있도록 디스크 돌기(144)의 가동 반경, 즉, 디스크 허브(142)의 반경 방향에 대해 경사지게 배치된다.

[0056] 스토퍼(148)는 회전 서포트(120)의 외측에 회전 서포트(120)의 회전 중심축과 평행하게 직선 이동 가능하게 배치된다. 스토퍼(148)는 관절토크센서(170)의 센서 프레임(171)에 슬라이드 이동 가능하게 지지된다. 스토퍼(148)의 가장자리 둘레에는 브레이크 디스크(141)의 디스크 돌기(144)와 접촉할 수 있는 스토퍼 접촉곡면(149)이 마련된다.

[0057] 이러한 스토퍼(148)는 디스크 돌기(144)의 가동 반경 외측에 대기하다가 디스크 돌기(144)의 가동 반경 내측으로 이동함으로써 브레이크 디스크(141)의 복수의 디스크 돌기(144) 중 하나의 디스크 돌기(144)와 접할 수 있으며, 이러한 동작을 통해 회전하는 브레이크 디스크(141)를 정지시킬 수 있다. 디스크 돌기(144)가 충돌하는 스토퍼(148)의 가장자리에 곡면형의 스토퍼 접촉곡면(149)이 구비되므로, 디스크 돌기(144)의 디스크 접촉부(146)가 스토퍼(148)에 충돌할 때의 충격과 충격에 의한 파손이나 마모의 문제를 줄일 수 있다.

[0058] 스토퍼(148)의 구체적인 구성은 도시된 것으로 한정되지 않는다. 즉, 스토퍼는 디스크 돌기(144)와 접하여 브레이크 디스크(141)의 회전을 멈출 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다. 또한 스토퍼(148)는 관절토크센

서(170)를 통해 베이스부(110)에 간접적으로 지지되지 않고, 베이스부(110)에 직접 가동적으로 지지될 수 있다.

[0059] 스토퍼 구동기(152)는 스토퍼(148)를 디스크 돌기(144)의 가동 반경 내외로 이동시킬 수 있도록 스토퍼(148)에 이동력을 제공한다. 도면에는 스토퍼 구동기(152)가 베이스부(110)에 지지되는 것으로 나타냈으나, 스토퍼 구동기(152)는 관절토크센서(170)의 센서 프레임(171)에 지지될 수 있다. 스토퍼 구동기(152)는 스토퍼(148)를 회전 서포트(120)의 회전 중심축과 평행한 방향으로 가압하여 디스크 돌기(144)의 가동 반경으로부터 벗어나게 한다.

[0060] 스토퍼 구동기(152)로는 전류를 공급받아 스토퍼(148)를 가압하는 솔레노이드가 이용될 수 있다. 구동부(115)가 작동하는 동안 스토퍼 구동기(152)에 전원이 공급됨으로써 스토퍼 구동기(152)가 스토퍼(148)를 디스크 돌기(144)의 가동 반경으로부터 벗어나게 할 수 있다. 그리고 스토퍼 구동기(152)에 공급되는 전원이 차단되면, 스토퍼 지지 스프링(154)이 스토퍼(148)를 디스크 돌기(144)의 가동 반경 내로 이동시킨다.

[0061] 스토퍼 지지 스프링(154)은 관절토크센서(170)의 센서 프레임(171)에 지지되어 스토퍼(148)에 대해 스토퍼 구동기(152)의 가압 방향과 반대 방향으로 탄성력을 가한다. 스토퍼 구동기(152)에 공급되는 전원이 차단될 때, 스토퍼 지지 스프링(154)은 스토퍼(148)에 탄성력을 가해 스토퍼(148)를 디스크 돌기(144)의 가동 반경 내측으로 이동시킨다. 따라서 스토퍼 구동기(152)의 가압력이 해제되면 스토퍼(148)는 스토퍼 지지 스프링(154)의 탄성력에 의해 디스크 돌기(144)의 가동 반경 내측으로 이동하여 디스크 돌기(144)와 접촉할 수 있다. 스토퍼 지지 스프링(154)은 센서 프레임(171)이 아닌 베이스부(110)에 지지될 수 있다.

[0062] 이와 같이, 스토퍼(148)는 스토퍼 구동기(152)에 의해 브레이크 디스크(141)와 간섭이 발생하지 않은 위치로 이동하여 출력 링크(130)의 회전을 방해하지 않는다. 반면, 스토퍼 구동기(152)에 대한 전원 공급이 차단될 경우, 스토퍼(148)가 스토퍼 지지 스프링(154)의 작용으로 디스크 돌기(144)의 가동 반경 내로 들어가 디스크 돌기(144)와 간섭됨으로써 출력 링크(130)의 회전을 구속하게 된다.

[0063] 브레이크부(140)는 도시된 구조 이외에, 출력 링크(130)에 제동력을 제공할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.

[0064] 로터리 센서부(160)는 회전 서포트(120)와 결합되어 회전하는 엔코더 로터(118)와, 엔코더 로터(118)의 회전을 감지할 수 있는 로터리 센서(162)를 포함한다. 엔코더 로터(118)는 회전 서포트(120)와 동심 배치되어 센서 프레임(171)의 내측에 배치된다. 로터리 센서(162)는 관절토크센서(170)의 센서 프레임(171)에 지지된다. 엔코더 로터(118)는 그 회전 중심축 둘레를 따라 배치되는 복수의 슬릿을 구비할 수 있고, 로터리 센서(162)는 슬릿의 이동 개수를 감지하여 엔코더 로터(118)의 회전 각도를 검출할 수 있다.

[0065] 로터리 센서부(160)는 도시된 구조 이외에, 회전 서포트(120)나, 출력 링크(130)의 회전을 감지할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다. 예를 들어, 도면에는 로터리 센서(162)가 센서 프레임(171)을 통해 베이스부(110)에 간접적으로 지지되는 것으로 나타냈으나, 로터리 센서(162)는 베이스부(110)에 직접 지지될 수 있다.

[0066] 관절토크센서(170)는 출력 링크(130)로부터 감속기(125)에 작용하는 반작용 토크를 감지한다. 관절토크센서(170)는 베이스부(110)에 지지되어 구동부(115)의 구동부 하우징(116)을 지지한다. 관절토크센서(170)는 베이스부(110)와 구동부(115) 사이에 배치되어 베이스부(110)와 구동부(115)를 연결하는 센서 프레임(171)과, 센서 프레임(171)에 배치되는 복수의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)를 포함한다.

[0067] 센서 프레임(171)은 일단이 베이스부(110)와 연결되고 타단이 구동부(115)의 구동부 하우징(116)과 연결된다. 센서 프레임(171)은 베이스부(110)의 베이스 프레임(112)에 고정되는 센서 프레임 고정 림(172)과, 센서 프레임 고정 림(172)과 이격 배치되어 구동부 하우징(116)과 연결되는 센서 프레임 연결 림(173)과, 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)를 연결하는 복수의 센서 프레임 연결 빔(174)을 포함한다. 센서 프레임 연결 림(173)은 베이스부(110)의 베이스 하우징(111) 내측에 배치되는 베어링(180)에 의해 지지된다. 베어링(180)이 센서 프레임 연결 림(173)을 회전 가능하게 지지함으로써 센서 프레임(171)에 토크 인가 시 센서 프레임(171)이 일측으로 벤딩되지 않고 안정적으로 토크 인가 방향으로 변형될 수 있다.

[0068] 복수의 센서 프레임 연결 빔(174)은 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173) 사이에 로터(118)의 회전 중심축 둘레를 따라 이격 배치된다. 도면에는 네 개의 센서 프레임 연결 빔(174)이 로터(118)의 회전 중심축 둘레를 따라 90도 간격으로 배치되는 것으로 나타냈으나 센서 프레임 연결 빔(174)의 개수나 배치 각도는 다양하게 변경될 수 있다. 센서 프레임 연결 빔(174) 중간에는 연결 빔 홈(175)이 마련된다. 센서 프레임 연결 빔(174)에 연결 빔 홈(175)을 마련함으로써 센서 프레임 연결 빔(174)의 단면적을 축소시킬 수 있으며, 이를 통해 센서 프레임 연결 빔(174)의 변형 민감도를 더욱 높일 수 있다.

[0069] 도시된 것과 같이, 센서 프레임(171)은 로터(118)와 동심 배치되는 대구경 중공형 구조를 취함으로써 그 내측에 회전 서포트(120)와, 브레이크부(140) 및 로터리 센서부(160)의 구성 요소들이 배치될 수 있다. 이러한 구성 요소 간의 연결 구조를 통해 로봇 관절 유닛(100)의 전체 길이가 최소화될 수 있고, 콤팩트한 로봇 관절 유닛(100)을 구현할 수 있다.

[0070] 센서 프레임 연결 빔(174)의 바깥 면에는 복수의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)가 배치된다. 도 11 내지 도 13에 나타낸 것과 같이, 복수의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)는 복수의 센서 프레임 연결 빔(174) 중 적어도 두 개의 센서 프레임 연결 빔(174)에 각각 배치된다. 도면에 나타낸 것과 같이, 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)는 복수의 센서 프레임 연결 빔(174) 중 180도 간격으로 배치되는 두 개의 센서 프레임 연결 빔(174)에 각각 두 개씩 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이룰 수 있다.

[0071] 즉, 네 개의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d) 중에서 첫 번째, 두 번째 센서 게이지(177a)(177b)는 네 개의 센서 프레임 연결 빔(174) 중에서 어느 하나의 바깥 면에 배치되고, 세 번째, 네 번째 센서 게이지(177c)(177d)는 마주보는 센서 프레임 연결 빔(174)의 바깥 면에 배치된다. 이렇게 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이루는 네 개의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)를 통해 센서 프레임(171)에 인가되는 토크에 비례하는 출력 신호를 얻을 수 있다. 첫 번째 및 두 번째 센서 게이지(177a)(177b)는 하나의 센서 프레임 연결 빔(174)에 로터(118)의 회전 중심축 방향과 교차하되, 이들 역시 상호 교차하도록 배치된다. 세 번째 및 네 번째 센서 게이지(177c)(177d) 역시 또 다른 하나의 센서 프레임 연결 빔(174)에 로터(118)의 회전 중심축 방향과 교차하되, 상호 교차하도록 배치된다. 즉, 하나의 센서 프레임 연결 빔(174)에 배치되는 두 개의 센서 게이지는 대략 'X'자 형태로 교차하여 배치된다.

[0072] 도 14에 나타낸 것과 같이, 센서 프레임(171)에 토크가 인가되는 경우, 이에 비례하여 센서 프레임 연결 빔(174)에 전단응력으로 인한 변형이 발생하고, 센서 프레임 연결 빔(174)에 부착된 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)의 저항이 변하게 된다. 센서 프레임 연결 빔(174)이 변형될 때, 센서 프레임 연결 빔(174)에 인장이 발생하는 방향으로 배치되는 센서 게이지는 저항이 증가하고, 압축이 발생하는 방향으로 배치되는 센서 게이지는 저항이 감소하게 된다. 즉, 센서 프레임 연결 빔(174)이 변형될 때 네 개의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d) 중에서 첫 번째 센서 게이지(177a)와 세 번째 센서 게이지(177c)는 함께 저항이 증가하거나 감소하게 되고, 두 번째 센서 게이지(177b)와 네 번째 센서 게이지(177d)는 함께 저항이 감소하거나 증가하게 된다. 이들 네 개의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)를 휘트스톤 브릿지 구조를 이루도록 배치함으로써, 네 개의 센서 게이지(177a)(177b)(177c)(177d)의 저항 변화를 모두 합하여 4배로 신호 증폭하고, 저항 변화를 전압 변화로 변경할 수 있고, 관절토크센서(170)에 인가되는 토크에 비례하는 출력 신호를 얻을 수 있다.

[0073] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)의 관절토크센서(170)에 토크가 인가될 때 관절토크센서(170)를 통해 측정된 결과 그래프의 일예를 나타낸 것이다. 도 15를 보면, 본 발명에 따른 관절토크센서(170)는 양호한 선형성의 측정 결과를 획득할 수 있음을 알 수 있다. 그리고 이러한 측정 결과를 토크로 환산하여 사용할 수 있다.

[0074] 일반적으로, 로봇의 관절에 사용되는 하모닉 드라이브 감속기의 구동 시, 타원형의 웨이브 제너레이터가 플렉스플라인을 타원으로 변형시키며, 이 타원형 변형이 도 1과 같이 감속기에 부착된 관절토크센서에 전달되어 주기적인 오차로 발생하게 된다. 감속기의 탄성 변형으로 발생하는 오차는 웨이브 제너레이터의 회전 속도에 비례하는 주파수를 가지므로, 소프트웨어 저역통과 필터를 사용하는 경우 제어기의 시간지연 효과로 인해 반응속도가 느려지는 단점이 있다.

[0075] 이에 반해, 본 발명에 따른 관절토크센서(170)는 감속기(125)와 직접 연결되지 않고 출력 링크(130)의 반작용 토크를 측정할 수 있으므로, 감속기(125)의 탄성 변형과 진동으로 인한 오차를 기구적으로 차단할 수 있는 효과가 있다.

[0076] 본 발명에 따른 관절토크센서(170)가 로봇 관절 유닛의 전체 회전 강성에 미치는 영향을 확인하기 위해, 구체적인 관절토크센서(170)를 다음과 같은 설계안으로 설계하여 회전 강성을 확인해 보았다. 설계안에서, 센서 프레임(171)의 외경을 ϕ83로, 내경을 ϕ66으로 하고, 150Nm의 용량을 갖도록 센서 프레임 연결 빔(174)의 개수를 4개, 폭을 15㎜, 연결 빔 홈(175)의 깊이를 6㎜로 설계하였다. 본 설계안에서, 센서 게이지의 부착 위치에서 변형율은 1㎜/m로 최대 민감도를 가지며, 회전 강성은 2.46x105Nm/rad으로, 이는 감속기(하모닉 드라이브 SHG20)의 회전 강성 2.9x104Nm/rad의 약 8.5배 정도의 큰 값이다. 감속기의 회전 강성을 $k_{reducer}$, 관절토크센서(170)의

회전 강성을 k_{sensor}라 할 때, 직렬로 연결되는 부품의 전체 회전 강성 k_{total}은 다음의 수식과 같다.

[0077]
$$k_{total} = \frac{1}{\frac{1}{k_{reducer}} + \frac{1}{k_{sensor}}}$$

[0078] 따라서 본 설계안의 관절토크센서(170)를 장착한 로봇 관절 유닛의 회전 강성은 상기 수식에 의해 2.24x104Nm/rad이며, 관절토크센서(170)로 인한 강성의 저하가 작음을 알 수 있다.

[0079] 상술한 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)은 구동부(115) 작동 시 관절토크센서(170)가 감속기(125)에서 출력 링크(130)로 전달되는 토크를 간접적으로 측정하게 된다. 구동부(115) 작동 시, 작용-반작용의 원리에 의해서 감속기(125)에서 출력 링크(130)에 전달하는 토크와 크기가 같고 방향이 반대인 토크가 출력 링크(130)에 의해서 감속기(125)로 작용하게 된다. 이렇게 발생한 반작용 토크는 감속기(125) 및 구동부(115) 전체를 회전시키려는 힘으로 작용을 하게 되는데, 구동부(115)가 베이스부(110)에 지지되어 있으므로 실제 회전이 발생하지는 않는다. 이때, 관절토크센서(170)가 작용-반작용 원리에 의해 감속기(125)에서 발생하여 출력 링크(130)로 전달되는 구동 토크를 측정할 수 있다.

[0080] 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)은 관절 구동에 따른 회전이 없이도 감속기(125)에서 발생한 토크와 동일한 크기의 반작용 토크를 관절토크센서(170)를 통해 측정할 수 있다. 또한 출력 링크(130)를 통해 외부에서 토크가 인가되는 경우, 관절토크센서(170)가 외력 토크를 직접적으로 측정할 수 있다. 따라서 관절토크센서(170)는 기존의 감속기와 출력 링크 사이에 장착되는 관절토크센서와 동일한 기능을 수행할 수 있고, 감속기(125)의 진동으로 인한 측정값의 흔들림 오차를 크게 줄일 수 있다.

[0081] 또한 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)은 관절토크센서(170)를 브레이크부(140)나 로터리 센서부(160) 등의 구성 요소와 병렬로 구성할 수 있다. 즉, 관절토크센서(170)의 센서 프레임(171) 내측에 브레이크부(140)나 로터리 센서부(160)의 구성 요소 일부를 배치할 수 있다. 따라서 관절토크센서(170)의 조립으로 인한 로봇 관절 유닛(100)의 전체 길이 증가를 최소화할 수 있다.

[0082] 또한 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)은 관절토크센서(170)가 감속기(125)의 회전과 무관하게 구성되므로, 종래와 같이 관절토크센서(170)의 배선이 구동부(115)나 감속기(125) 등의 구성 요소의 내부를 통과하지 않아도 되어 관절의 회전 각도가 제한되지 않고 무한한 회전이 가능하다.

[0083] 또한 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(100)은 토크 측정을 위한 관절토크센서(170)의 변형부, 즉 센서 프레임 연결 빔(174)이 센서 프레임(171)의 최외각에 배치되므로, 기존의 동일한 용량의 관절토크센서에 비해 높은 강성을 가지며, 이로 인해 로봇 관절 유닛 전체의 강성이 낮아지는 문제를 해결할 수 있다.

[0084] 한편, 상기 실시예에서는 관절토크센서의 센서 프레임 연결 빔이 일체화된 경우를 중심으로 설명되었으나, 본 발명의 관절토크 센서 및 이를 구비하는 로봇 관절 유닛은 이에 국한되지 않고 다양한 변형이 가능하다.

[0085] 도 16 내지 도 21에는 본 발명의 관절토크의 다른 일예가 도시되는데, 앞선 실시예에서와 동일한 구성요소에 대하는 중복된 설명은 제외하고, 차이점을 중심으로 설명하되, 동일 구성요소에 대하여는 동일 명칭을 사용한다.

[0086] 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명의 관절토크의 센서 프레임 연결 빔은 분리 가능한 구조를 취할 수도 있다. 즉, 센서 프레임 연결 빔은 센서 프레임 고정 림과 센서 프레임 연결 림 중의 적어도 어느 하나와 분리 체결 연결 가능한 구조를 취할 수 있는데, 본 실시예에서는 센서 프레임 연결 빔이 센서 프레임 고정 림과 센서 프레임 연결 림 모두와 분리 체결 연결 가능한 구조를 취하는 경우를 중심으로 설명한다.

[0087] 본 실시예에서의 센서 프레임(171)은 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)과 센서 프레임 연결 빔(174)을 구비하고, 센서 프레임 고정 림(172)은 베이스부에 고정되고, 센서 프레임 연결 림(173)은 센서 프레임 고정 림의 중심축(I-I) 길이 방향으로 이격 배치되고 스테이터와 연결되며, 센서 프레임 연결 빔(174)는 센서 프레임 고정 림과 센서 프레임 연결 림 사이에 배치되고, 센서 게이지는 센서 프레임 연결 빔에 배치되는 것은 앞선 실시예에서와 동일하나, 본 다른 변형예의 경우 센서 프레임 연결 비(174)이 센서 프레임 고정 림과 센서 프레임 연결 림을 연결하는 구조를 취하며, 센서 프레임 연결 빔은 센서 프레임 고정 림(172) 및 센서 프레임 연결 림(173) 중의 적어도 하나, 본 실시예의 경우 양자 모두와 분리 가능하게 배치된다.

[0088] 센서 프레임 연결 빔(174)은 블록 구조를 취하는데, 센서 프레임 연결 빔(174)은 빔 볼트(179)와 같은 별도의 체결 부재를 통하여 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)과 체결 연결되는 구조를 취하며, 센서 프레임 연결 빔(174)은 복수 개의 블록 구조를 취하여 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)이 사이 이격되어 배치되는 경우 이들의 원주를 따라 이격 배치되는 구조를 취한다.

[0089] 본 실시예에서 센서 프레임 연결 빔(174)은 체결 부재로의 빔 볼트(179)를 통하여 센서 프레임 고정 림(172) 및 센서 프레임 연결 림(173)에 고정 배치되는 구조를 취하는데, 이때 구성을 통한 토크의 전달을 보다 면밀하게 함으로써 궁극적으로 토크 감도를 증대시키는 구성요소를 더 구비할 수도 있다.

[0090] 즉, 센서 프레임 연결 빔 리브(174-1,174-2)와 센서 프레임 연결 빔 리브 대응부(172-1,173-1)가 더 구비될 수 있는데, 센서 프레임 연결 빔 리브(174-1,174-2)는 센서 프레임 연결 빔(174)의 양측 단부로, 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)을 향한 양측 단부에 돌출 형성되는 구조를 취하여 센서 프레임 고정 림과 센서 프레임 연결 림 측과 끼움 연결을 이룰 수 있다.

[0091] 또한, 센서 프레임 연결 빔 리브 대응부(172-1,173-1)는 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)을 포함하는데, 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)의 내측면으로 센서 프레임 연결 빔(174)의 센서 프레임 연결 빔 리브(174-1,174-2)를 향한 내측 일면에 센서 프레임 연결 빔 리브 대응부(172-1,173-1)가 배치 형성된다. 센서 프레임 연결 빔 리브(174-1,174-2)는 센서 프레임 연결 빔 리브 대응부(172-1,173-1)와 끼워 맞춤, 본 실시예에서는 억지 끼움 구조를 취하여 양자 간의 간극을 최소화하며 체결되는 구조를 취할 수 있고, 이를 통하여 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)과 센서 프레임 연결 빔(174)간의 토크 전달 구조를 직결되도록 함으로써, 조립 생산성을 개선하되 보다 면밀하고 감도 높은 토크 감지 구조 형성이 가능하다.

[0092] 또한, 본 실시예의 경우 앞선 실시예에서와 달리 동일한 센서 프레임 연결 빔(174)에 복수 개의 센서 게이지가 배치되는 구조를 취할 수 있는데, 센서 게이지를 통한 토크 변화 감지를 보다 원활하게 이룰 수 있도록 하는 구성요소가 더 구비될 수도 있다. 즉, 센서 프레임 연결 빔(174)에는 센서 프레임 연결 빔 노치홈부(174-3)가 배치된다.

[0093] 본 실시예에서 센서 프레임 연결 빔 노치홈부(174-3)는 센서 프레임 고정 림과 센서 프레임 연결 림을 관통하는 관통축 중심을 향한 내측면에 형성되는 경우를 중심으로 기술되었으나, 경우에 따라 외주면 측에 배치될 수도 있는 등 다양한 변형이 가능한데, 본 실시예에서는 내측면에 형성되는 경우를 중심으로 설명한다.

[0094] 센서 프레임 연결 빔 노치홈부(174-3)는 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)을 관통하는 관통축(선 I-I)으로부터 반경 방향으로의 센서 프레임 연결 빔의 두께를 사전 설정된 두께를 갖도록 형성된다. 이때, 사전 설정 두께는 센서의 내구성을 유지하면서 스트레스의 집중을 통한 감도 증진시킬 수 있는 설계값으로 설정되는 것이 바람직하다.

[0095] 또 한편, 본 발명의 변형예의 경우, 센서 게이지는 앞선 실시예에서와 달리 서로 상이하거나 서로 대향 배치되는 센서 프레임 연결 빔에 배치되지 않고, 복수 개의 블록 구조로 형성되는 센서 프레임 연결 빔의 하나의 동일 블록 구조에 면을 달리하여 배치되는 구조를 취할 수도 있다.

[0096] 즉, 센서 게이지(177;177a,b,c,d)는 센서 프레임 연결 빔(174)의 내측면과 외측면에 배치될 수 있는데, 보다 구체적으로 센서 게이지(177;177a,b,c,d)는 센서 프레임 연결 빔(174)의 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)을 관통하는 관통축(선 I-I) 중심을 향한 내측면과, 센서 프레임 연결 빔(174)의 센서 프레임 고정 림(172)과 센서 프레임 연결 림(173)을 관통하는 관통축(선 I-I) 중심으로부터의 반경 방향을 향한 외측면 배치된다.

[0097] 즉, 도 17 및 도 18에 도시된 바와 같이 센서 프레임 연결 빔(174)의 외측면에 센서 게이지(177a,b)가 배치되는데, 복수 개의 센서 게이지는 블록 구조의 복수의 센서 프레임 연결 빔 중 적어도 하나의 센서 프레임 연결 빔의 반경상 내외주면에 각각 배치되어 휘트스톤 브릿지 구조를 이룬다.

[0098] 즉, 센서 프레임 연결 빔(174)의 내측면(내주면)과 외측면(외주면)에 배치된 총 4개의 센서 게이지(174a,b,c,d)로 휘트스톤 브릿지 구조를 취하는데, 도면 부호 174a,b로 지시되는 센서 게이지(174a,b)는 센서 프레임 연결 빔(174)의 외측면(외주면), 즉 바깥 면에 배치되고, 도면 부호 174c,d로 지시되는 센서 게이지(174c,d)는 동일한 센서 프레임 연결 빔(174)의 내측면(내주면), 즉 안쪽 면에 배치되며, 이들 센서 게이지는 휘트스톤 브릿지 구조를 취하여 궁극적으로 관절토크센서에 인가되는 토크에 비례하는 출력신호를 얻을 수 있다.

[0099] 보다 구체적으로, 관절토크센서의 입력부 측과 연결되는 센서 프레임 연결 림(173)에 도 20와 같이 토크가 인가되면 센서 프레임 연결 림(173)과 연결되는 블록 구조의 센서 프레임 연결 빔(174)에 힘이 분산 배치되며, 각 블록으로서의 센서 프레임 연결 빔(174)에는 접선 방향으로 힘으로 작용한다.

[0100] 센서 프레임 연결 빔(174)에 전달된 힘에 비례하여 센서 프레임 연결 빔(174)의 중앙에서 전단응력으로 인한 힘에 비례하는 변형이 발생하고, 궁극적으로 센서 게이지(177)의 저항이 변한다.

[0101] 변형에 따라 측정부에 인장이 발생하는 방향으로 부착된 센서 게이지(177a,c)의 경우 저항이 증가하며, 압축이 발생하는 방향으로 부착된 센서 게이지(177b,d)의 경우 저항이 감소한다.

[0102] 4개의 센서 게이지(177;177a,b,c,d)의 저항 변화를 모두 합하여 4배로 신호를 증폭하고, 저항 변화를 전압 변화로 변경하기 위해 휘트스톤 브릿지를 구성한다.

[0103] 휘트스톤 브릿지를 통하여 관절토크센서에 인가되는 토크에 비례하는 출력 신호를 얻을 수 있다. 센서 프레임 연결 빔(174)의 민감한 변형을 위해 앞서 기술한 바와 같이 센서 프레임 연결 빔(174)에는 센서 프레임 연결 빔 노치홈부(174-3)가 배치 형성될 수 있다.

[0104] 이상, 본 발명을 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다. 오히려 첨부된 청구범위의 사상 및 범위를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0105] 100 : 로봇 관절 유닛 110 : 베이스부

115 : 구동부 117 : 스테이터

118 : 로터 120 : 회전 서포트

125 : 감속기 130 : 출력 링크

135 : 중공축 140 : 브레이크부

141 : 브레이크 디스크 148 : 스토퍼

152 : 스토퍼 구동기 160 : 로터리 센서부

170 : 관절토크센서 171 : 센서 프레임

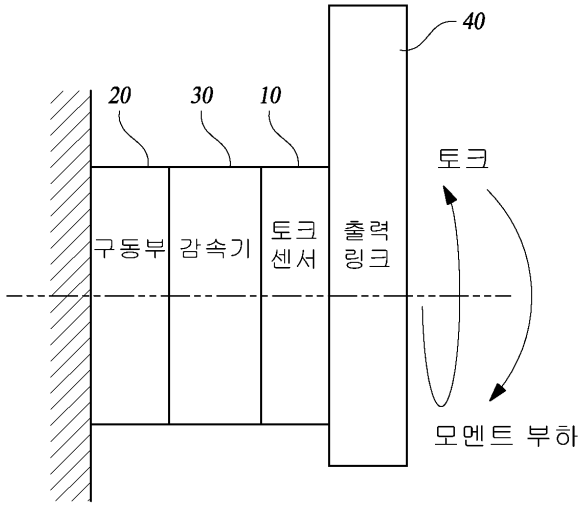
172 : 센서 프레임 고정 림 173 : 센서 프레임 연결 림

174 : 센서 프레임 연결 빔 177a~177d : 센서 게이지

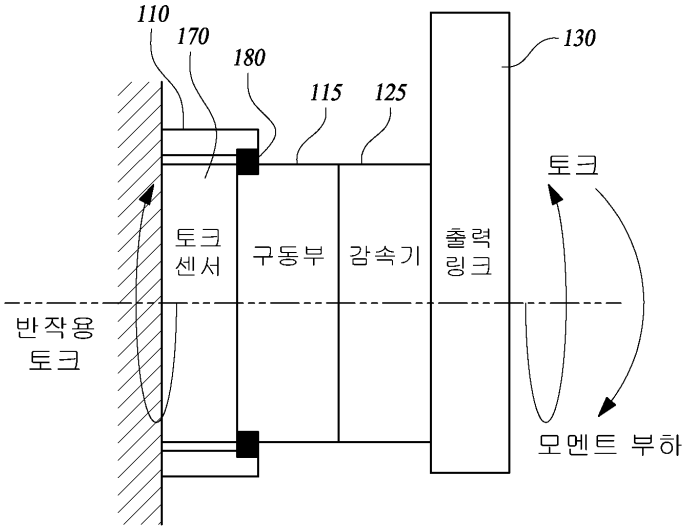
180 : 베어링

도면

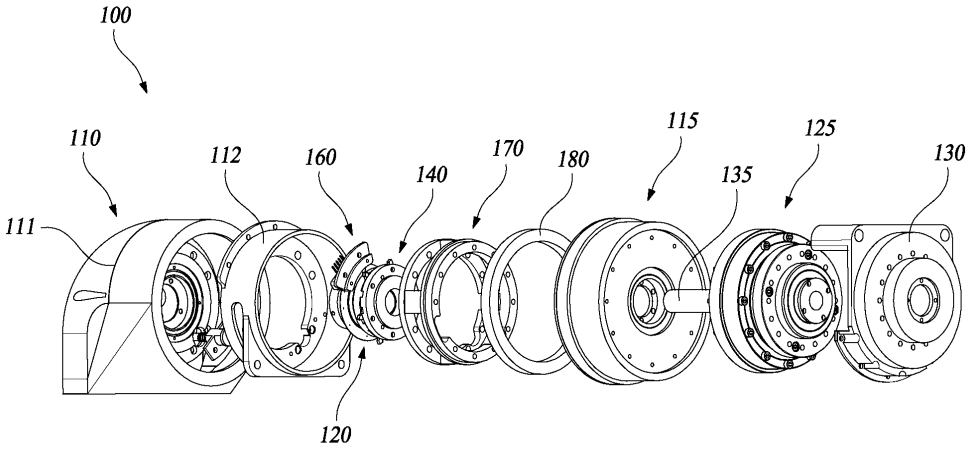
도면1


40
20
30
10
토크
구동부
감속기
토크
센서
출력
링크
모멘트 부하

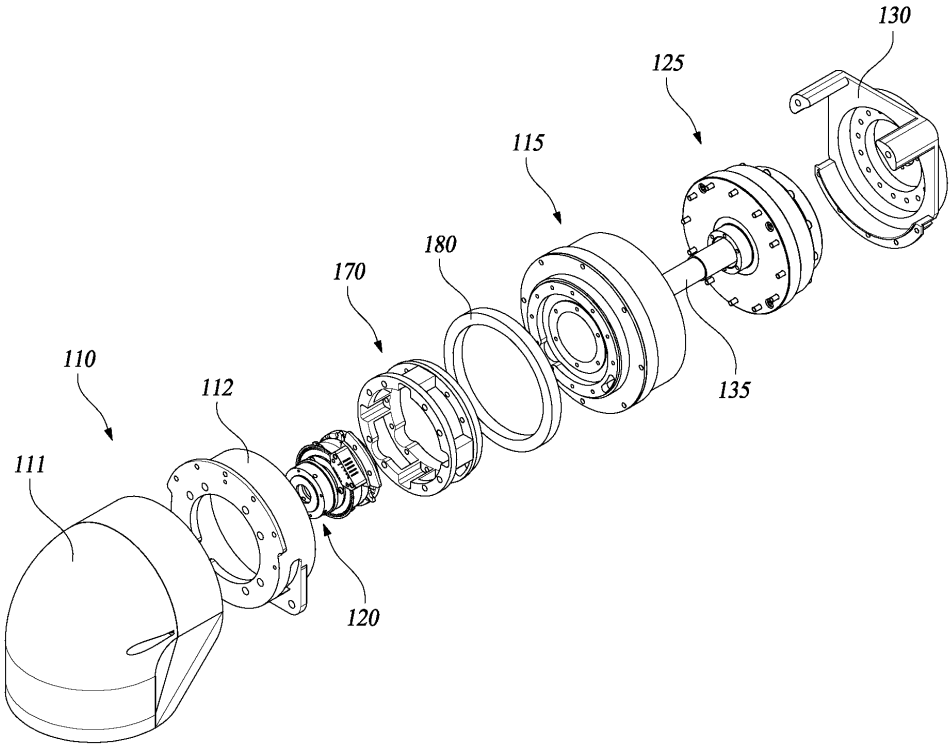
도면2


110
170
180
115
125
130
토크
토크
센서
구동부
감속기
출력
링크
반작용
토크
모멘트 부하

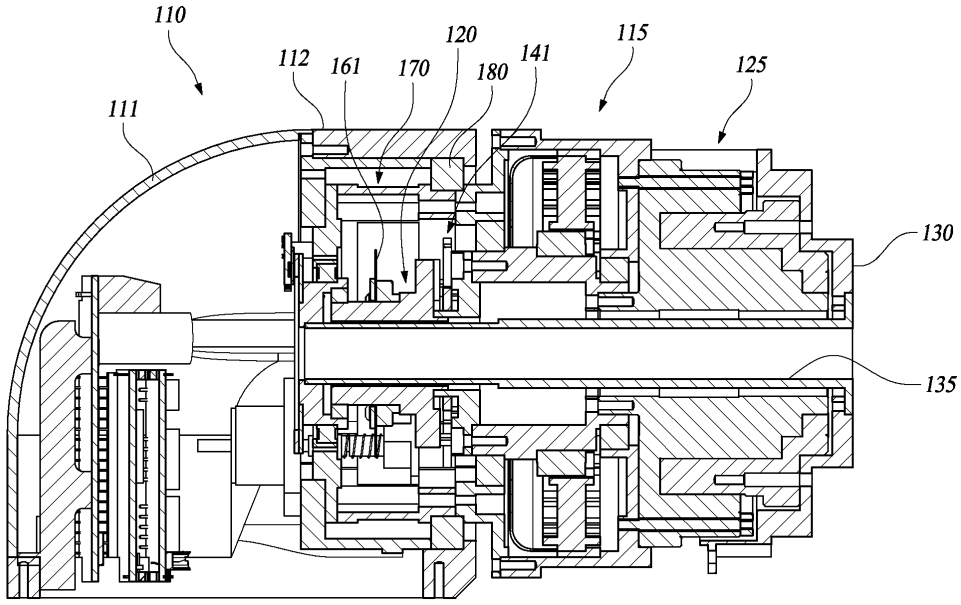
도면3


100
110
112
160
140
170
180
115
125
130
135
111
120

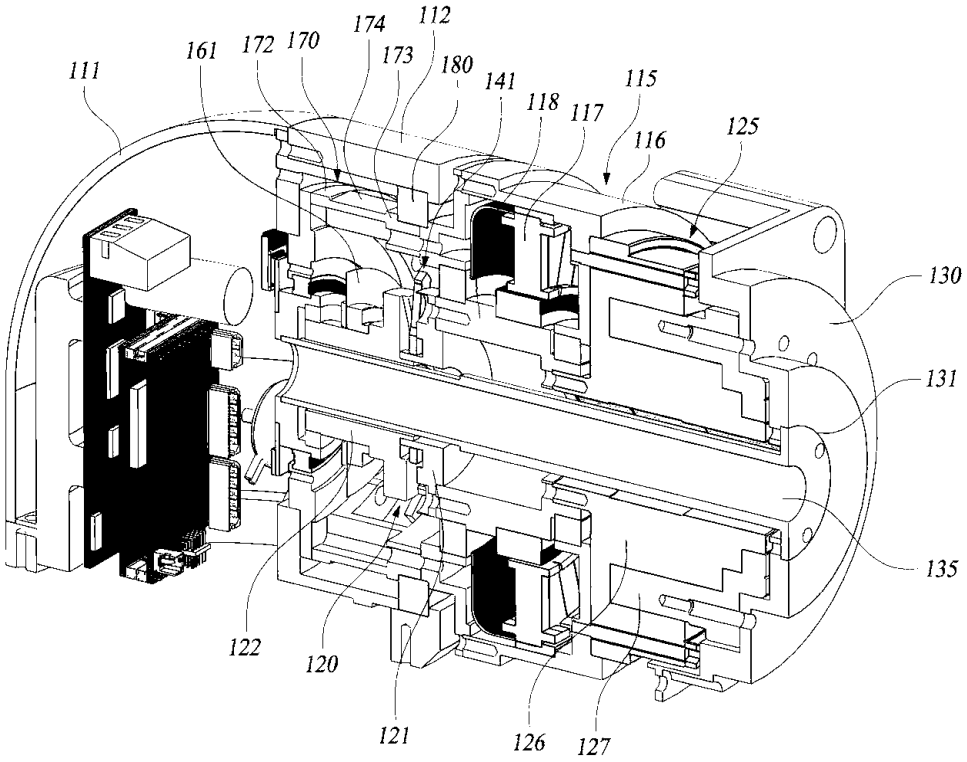
도면4


130
125
115
180
170
110
112
135
111
120

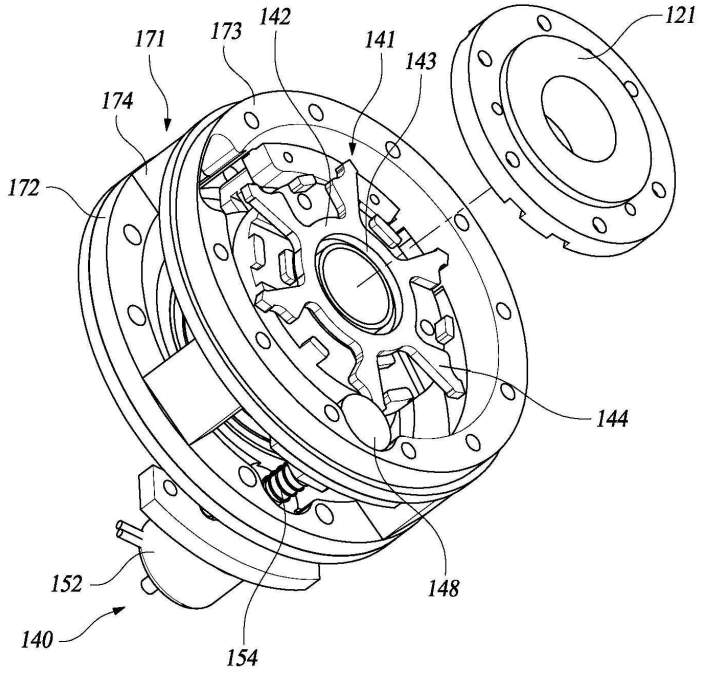
도면5


110
112
161
170
120
180
141
115
125
111
130
135

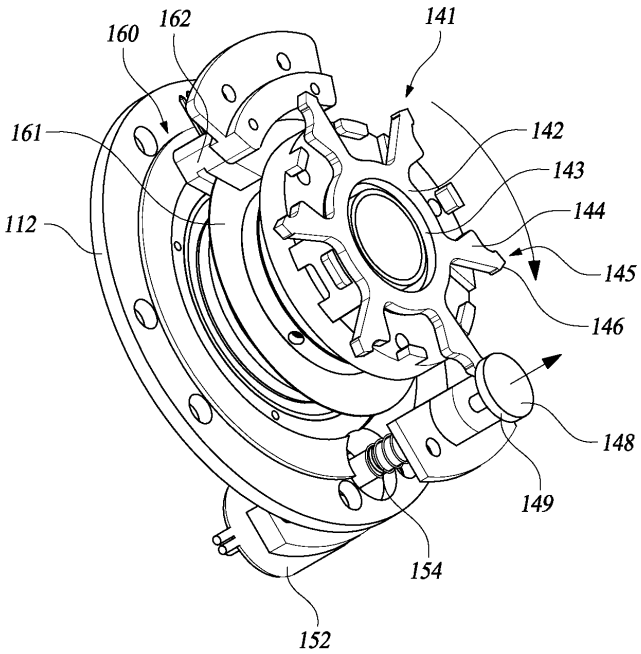
도면6


111
161
172
170
174
173
112
180
141
118
117
115
116
125
130
131
135
122
120
121
126
127

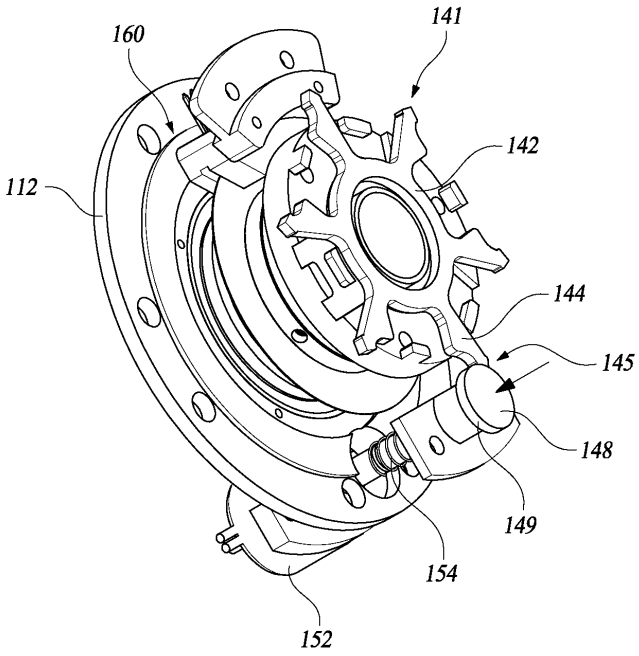
도면7


171
173
142
141
143
121
174
172
144
152
148
140
154

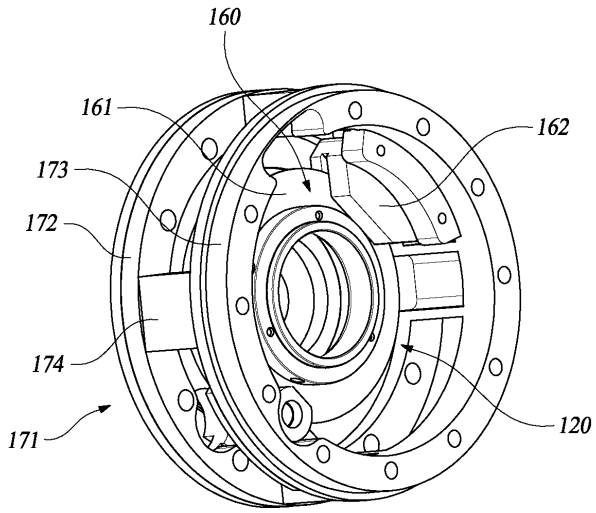
도면8


160
162
141
161
142
143
112
144
145
146
148
149
154
152

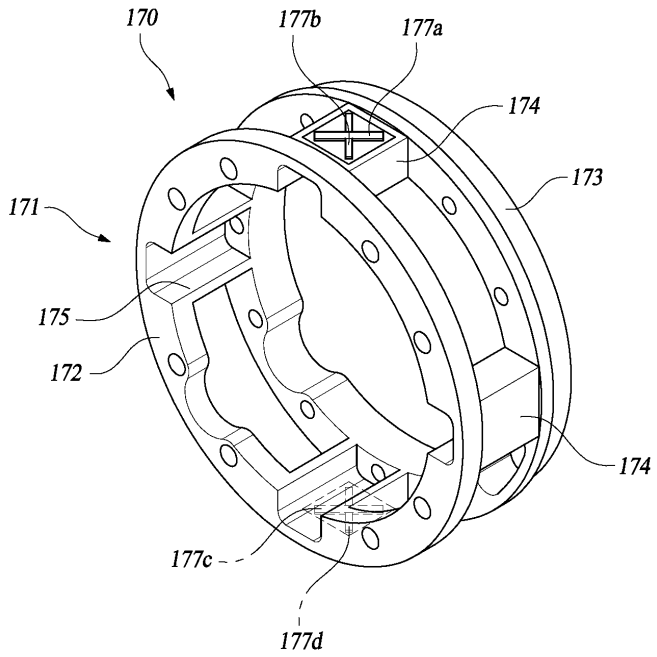
도면9


160
141
142
112
144
145
148
149
154
152

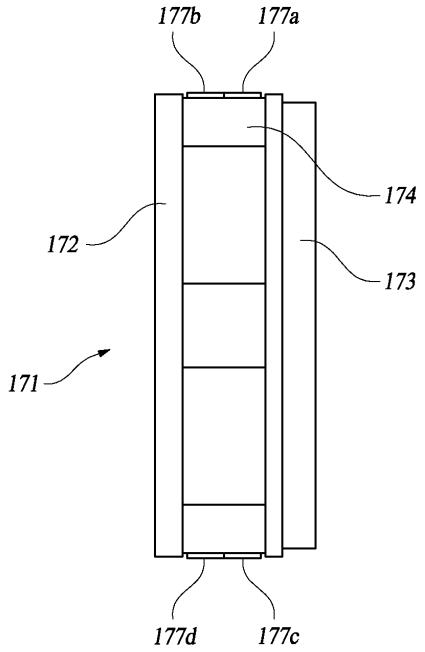
도면10


160
161
162
173
172
174
171
120

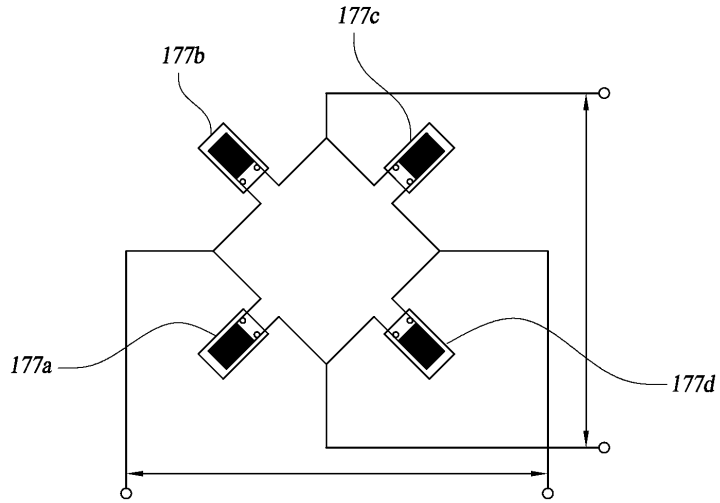
도면11


170
177b
177a
174
173
171
175
172
174
177c
177d

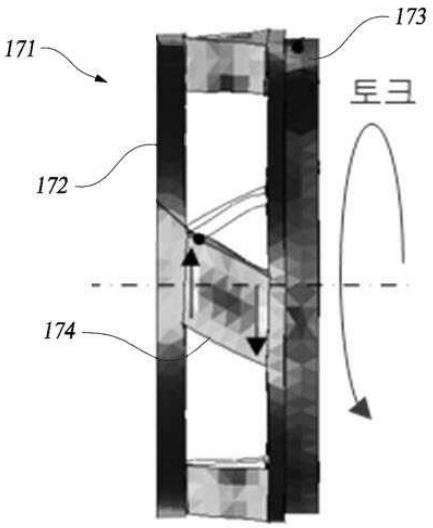
도면12


177b
177a
174
172
173
171
177d
177c

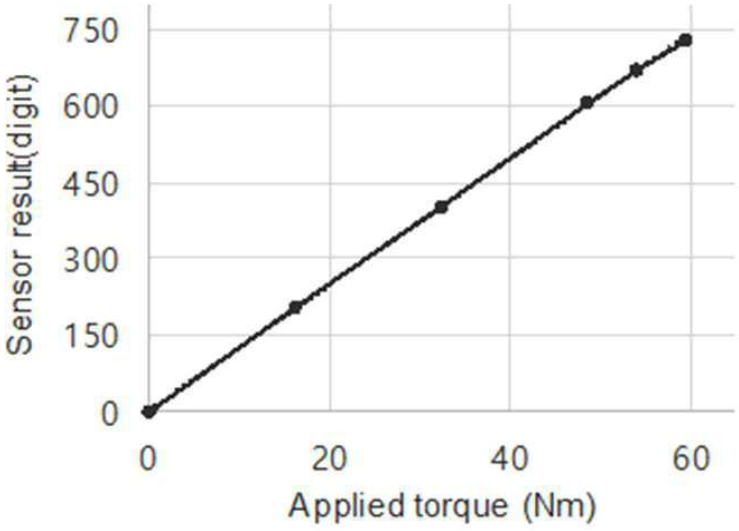
도면13



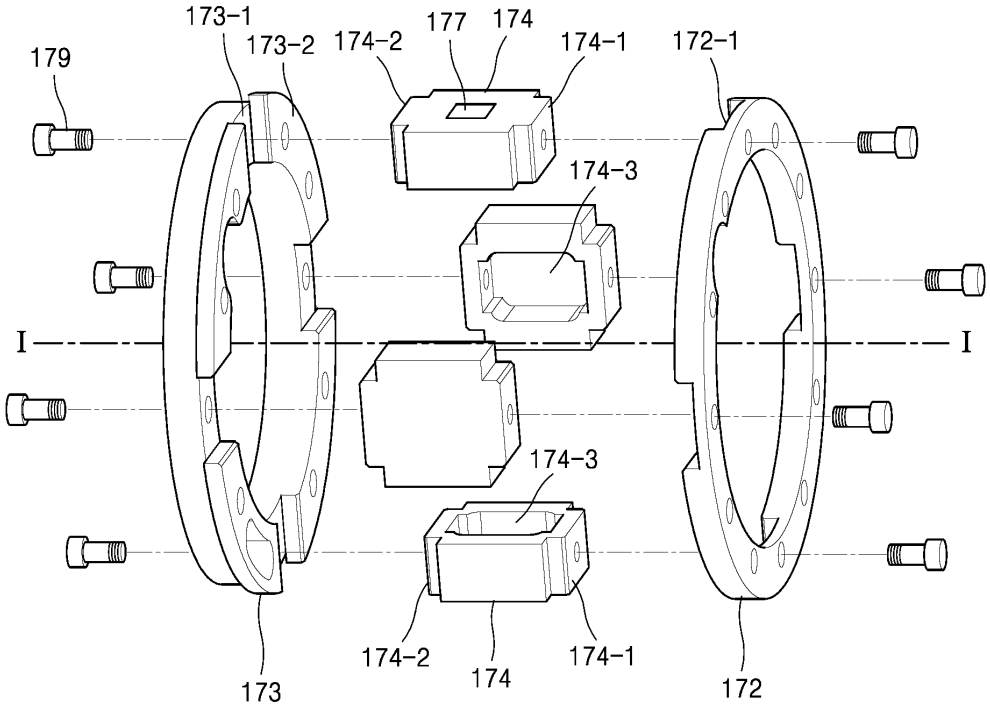
도면14



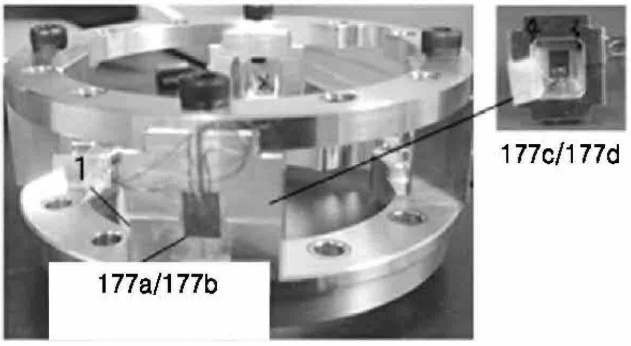
도면15



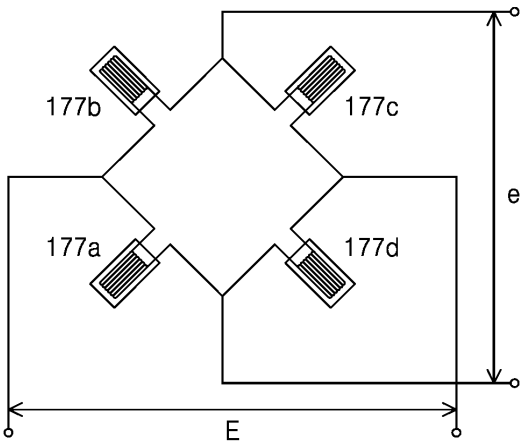
도면16



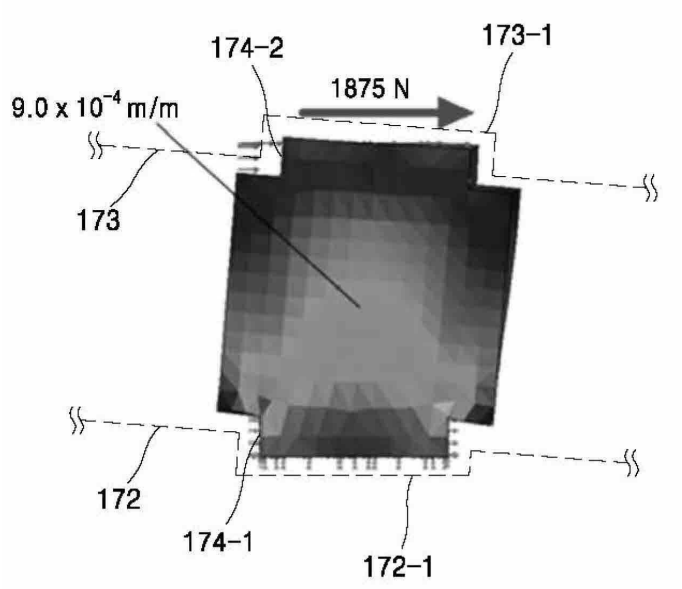
도면17



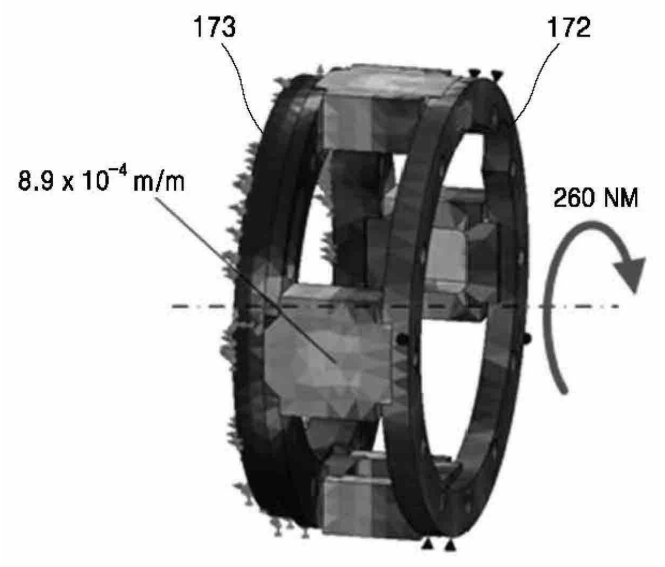
도면18



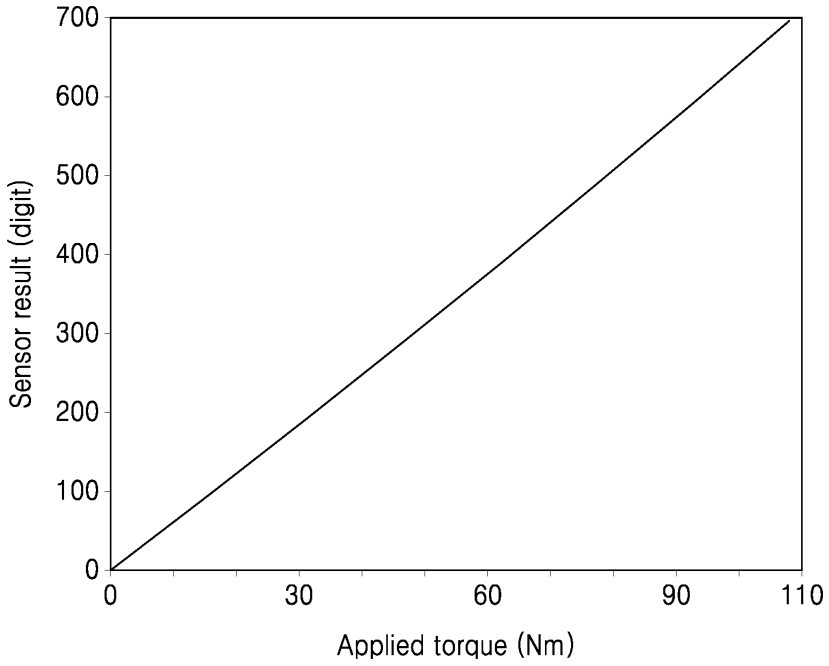
도면19


174-2
173-1
1875 N
9.0 x 10^{-4} m/m
173
172
174-1
172-1

도면20


173
172
8.9 x 10^{-4} m/m
260 NM

도면21


700
600
500
400
300
200
100
0
Sensor result (digit)
0
30
60
90
110
Applied torque (Nm)