(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0083472
(43) 공개일자 2016년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/04 (2006.01) *B25J 13/08* (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0195040
(22) 출원일자 2014년12월31일
심사청구일자 2015년01월02일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
송재복
서울시 강남구 언주로30길 56 B동 2907호
민재경
서울특별시 성북구 안암로 145 기계공학부 창의관 706호 (안암동5가,고려대학교안암캠퍼스)
(74) 대리인
홍동우

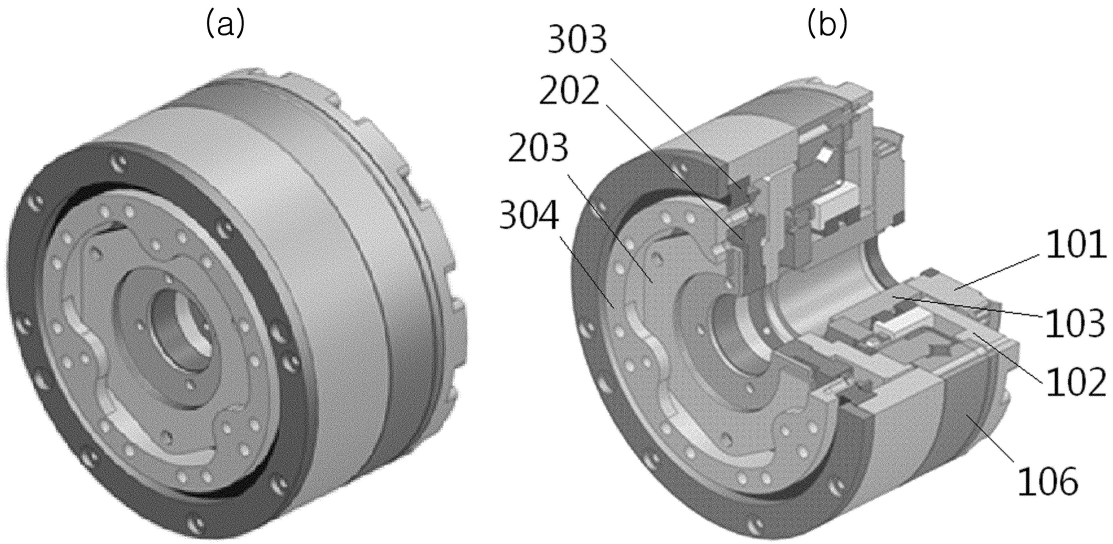
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **로봇 동축 관절 유니트**

(57) 요 약

본 발명의 일면에 따르면, 구동부로부터 구동력을 입력받는 입력부(100)와, 상기 입력부와 동축 배치되고 상기 입력부로부터 전달되는 구동력을 통하여 외부로 회전력을 출력하는 출력부(300)와, 일단은 상기 입력부 측에 그리고 타단은 상기 출력부 측에 배치되되, 상기 입력부 및 상기 출력부와 동축 배치되어 동축 관절에 인가되는 토크를 검출하는 관절토크센서(202)를 포함하는 토크 센싱부(200)를 구비하는 로봇 동축 관절 유니트를 제공한다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10048980
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	로봇산업융합핵심기술개발사업
연구과제명	다자유도 수동식 중력보상 기반 저가형 로봇시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교
연구기간	2014.07.01 ~ 2015.06.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

구동부로부터 구동력을 입력받는 입력부(100)와,

상기 입력부와 동축 배치되고 상기 입력부로부터 전달되는 구동력을 통하여 외부로 회전력을 출력하는 출력부(300)와,

일단은 상기 입력부 측에 그리고 타단은 상기 출력부 측에 배치되되, 상기 입력부 및 상기 출력부와 동축 배치되어 동축 관절에 인가되는 토크를 검출하는 관절토크센서(202)를 포함하는 토크 센싱부(200)를 구비하는 로봇 동축 관절 유니트.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 입력부는 구동부로부터 입력되는 구동력을 감속시키고 상기 관절토크센서의 일측과 연결되는 감속기를 구비하고,

상기 출력부는:

상기 감속기에 연결되어 함께 회동하는 출력부 하우징(301)과,

상기 출력부 하우징(301)에 의하여 지지되고 외부로 회전력을 출력하고 상기 토크 센싱부(200)의 타단과 연결되는 출력 프레임(304)와,

상기 출력부 하우징(301)과 상기 출력 프레임(304) 사이에 배치되어 상기 출력 프레임(304)의 회전 방향 토크 이외의 부하를 지지하는 크로스롤러 베어링(303)을 구비하는 것을 특징으로 하는 로봇 동축 관절 유니트.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 토크 센싱부(200)는:

일단은 상기 관절토크센서(202)에 배치되고, 타단은 상기 출력 프레임(304)에 배치되어 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304) 사이에서 상호 연결시키는 디스크(203)을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 로봇 동축 관절 유니트.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 디스크(203)는:

중앙에 디스크 관통구를 구비하고, 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304)이 일면 측에 동심 연결되는 것을 특징으로 하는 로봇 동축 관절 유니트.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 디스크(203)는 복수 개의 적층 플레이트 구조인 것을 특징으로 하는 로봇 동축 관절 유니트.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 디스크(203)의 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304)과의 연결 위치는 등각 교번 배치되는 것

을 특징으로 하는 로봇 동축 관절 유니트.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 디스크(203)의 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304)과의 연결 위치 개수의 총합은 짝수인 것을 특징으로 하는 로봇 동축 관절 유니트.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 디스크(203)는 짝수 개의 각형을 갖는 다각형 형상인 것을 특징으로 하는 로봇 동축 관절 유니트.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 로봇 동축 관절 유니트에 관한 것으로, 모멘트부하(moment load) 및 응력으로 인하여 관절토크센서에 발생하는 상호간섭 현상을 절감하여, 로봇 관절에 인가되는 토크를 정확히 측정하는 구조에 관한 것이다. 로봇의 관절에 인가되는 토크를 측정하기 위한 관절토크센서가 내장된 경우에 측정하고자 하는 축의 토크뿐만 아니라, 로봇의 자세에 따라서 관절에 작용하는 힘 및 다른 축에 작용하는 모멘트에 의한 모멘트부하 및 조립 응력 등에 의한 상호간섭 오차가 발생한다. 따라서 이러한 상호간섭을 배제할 수 있는 관절 구조를 개발함으로써, 관절에 인가되는 축 토크를 효과적으로 측정할 수 있다.

배 경 기 술

[0002] 다양한 분야에서 로봇에 대한 수요가 증가함에 따라 로봇의 효과적인 운용 및 작업환경에서의 안전성에 대한 중요성이 증대되고 있다. 이를 위해서 로봇에 인가되는 힘을 측정하고 이를 로봇의 제어에 활용하는 연구가 활발하다. 일반적으로 산업용 로봇에서는 3축 힘과 3축 토크가 측정이 가능한 6축 힘/토크 센서를 로봇 말단에 부착함으로써, 로봇의 힘제어, 충돌 감지, 로봇의 교시 등에 활용하고 있다.

[0003] 그러나 6축 힘/토크 센서를 사용하는 경우에는 센서가 부착된 로봇의 말단부에서만 힘 및 토크의 측정이 가능하게 되어 작업 중 말단부가 아닌 로봇 몸체 부분에서 발생하는 충돌에는 대응이 불가능하게 된다. 그러나 로봇의 각 관절의 회전축에서의 토크를 측정할 수 있는 관절토크센서를 내장하면, 말단부뿐만 아니라 로봇 몸체에 발생하는 충돌의 감지가 가능해진다. 또한, 기구학적 계산을 통해 관절토크센서의 측정값으로부터 말단부에 인가되는 힘/토크를 추정할 수 있게 되어, 고가의 6축 힘/토크 센서를 대체할 수도 있게 된다.

[0004] 일반적으로 로봇은 도 1과 같이 여러 개의 관절과 링크로 구성되어 있다. 로봇의 각 관절은 도 1의 관절 1을 확대한 도 2(a)에서 보는 것과 같이 링크와 링크 사이에 모터와 감속기로 구성되어 있다. 앞서 제안된 로봇 관절에서 토크를 측정하기 위해서는 도 2(b)과 같이 감속기와 링크 사이에 관절토크센서가 삽입된다. 로봇이 동작함에 따라 로봇의 관절에는 회전 방향으로의 토크뿐만 아니라 회전 방향 이외의 방향으로도 모멘트부하가 인가된다. 예를 들어, 도 1의 로봇의 무게로 인한 부하는 관절 2에서는 토크로 작용하지만 관절 1에서는 회전축 방향이 아닌 다른 축 방향의 모멘트부하로 작용한다. 이와 같이, 관절토크센서에 모멘트부하가 인가되면 상호간섭(crosstalk)이 발생하여 정확한 회전 방향 관절토크를 측정하지 못하게 된다.

[0005] 현재까지 개발된 관절토크센서는 이를 해결하기 위해서 베어링을 이용하여 링크를 양단 지지함으로써 관절토크센서에 모멘트부하가 전달되지 않도록 하였다. 그러나 이와 같은 방법은 그 부피가 크고, 실제 조립 시 가공오차에 의한 응력이 발생하므로, 큰 토크 오차가 발생할 수 있다. 따라서 효과적으로 토크센서를 로봇 관절에 삽입하고, 이를 통하여 정확한 토크를 측정하기 위해서는, 원천적으로 모멘트부하와 조립공차로 인한 응력 등을 감소 시킬 수 있는 구조가 고안되어야 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 상기 문제점을 해소하기 위한 것으로서, 상호간섭 오차를 절감할 수 있는 새로운 구조를 제공하는 것이다. 따라서 크로스롤러 베어링과 디스크를 사용하여 기구적으로 모멘트부하와 응력이 관절토크센서에 인가되지 않게 함으로써, 관절에 인가되는 토크를 효과적으로 측정할 수 있는 구조를 개발한다. 더불어 다양한 모터와의 연결이 용이한 풀리, 감속기, 관절토크센서, 베어링 등의 관절 구성 요소를 내장함으로써 소형으로 로봇의 관절을 구성할 수 있는 로봇 동축 관절 유니트을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일면에 따르면, 구동부로부터 구동력을 입력받는 입력부(100)와, 상기 입력부와 동축 배치되고 상기 입력부로부터 전달되는 구동력을 통하여 외부로 회전력을 출력하는 출력부(300)와, 일단은 상기 입력부 측에 그리고 타단은 상기 출력부 측에 배치되되, 상기 입력부 및 상기 출력부와 동축 배치되어 동축 관절에 인가되는 토크를 검출하는 관절토크센서(202)를 포함하는 토크 센싱부(200)를 구비하는 로봇 동축 관절 유니트를 제공한다.

[0008] 상기 로봇 동축 관절 유니트에 있어서, 상기 입력부는 구동부로부터 입력되는 구동력을 감속시키고 상기 관절토크센서의 일측과 연결되는 감속기를 구비하고, 상기 출력부는: 상기 감속기에 연결되어 함께 회동하는 출력부 하우징(301)과, 상기 출력부 하우징(301)에 의하여 지지되고 외부로 회전력을 출력하고 상기 토크 센싱부(200)의 타단과 연결되는 출력 프레임(304)와, 상기 출력부 하우징(301)과 상기 출력 프레임(304) 사이에 배치되어 상기 출력 프레임(304)의 회전 방향 토크 이외의 부하를 지지하는 크로스롤러 베어링(303)을 구비할 수도 있다.

[0009] 상기 로봇 동축 관절 유니트에 있어서, 상기 토크 센싱부(200)는: 일단은 상기 관절토크센서(202)에 배치되고, 타단은 상기 출력 프레임(304)에 배치되어 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304) 사이에서 상호 연결시키는 디스크(203)를 더 구비할 수도 있다.

[0010] 상기 로봇 동축 관절 유니트에 있어서, 상기 디스크(203)는: 중앙에 디스크 관통구를 구비하고, 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304)이 일면 측에 동심 연결될 수도 있다.

[0011] 상기 로봇 동축 관절 유니트에 있어서, 상기 디스크(203)는 복수 개의 적층 플레이트 구조일 수도 있다.

[0012] 상기 로봇 동축 관절 유니트에 있어서, 상기 디스크(203)의 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304)과의 연결 위치는 등각 교번 배치될 수도 있다.

[0013] 상기 로봇 동축 관절 유니트에 있어서, 상기 디스크(203)의 상기 관절토크센서(202) 및 상기 출력 프레임(304)과의 연결 위치 개수의 총합은 짝수일 수도 있다.

[0014] 상기 로봇 동축 관절 유니트에 있어서, 상기 디스크(203)는 짝수 개의 각형을 갖는 다각형 형상일 수도 있다.

발명의 효과

[0015] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 디스크 연결구조의 관절토크센서가 삽입된 로봇 동축 관절 유니트은 다음과 같은 효과를 갖는다.

[0016] 첫째, 본 발명은 관절토크센서를 통한 동력전달부와 크로스롤러베어링을 병렬로 구성하여 로봇의 관절에서 발생하는 회전방향 이외의 모멘트부하를 지지하므로, 관절토크센서에서 모멘트부하로 인한 상호간섭 오차가 발생하지 않게 된다.

[0017] 둘째, 본 발명은 디스크를 사용하여 관절토크센서와 출력프레임을 연결함으로써 가공공차가 있는 부품을 조립할 때 발생할 수 있는 응력으로 인한 관절토크센서의 성능 저하와 같은 문제를 해결하여 줄 수 있다.

[0018] 셋째, 본 발명은 감속기와 관절토크센서가 내장된 로봇 동축 관절 유니트을 구성하게 되어, 이를 다축 관절 로봇으로 적용하면 모터 및 링크의 연결을 통해 각 관절에서 효과적으로 정확한 토크 측정이 가능한 로봇을 구현할 수 있다.

[0019] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예들을 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 일반적인 로봇팔의 관절과 링크 구성에 관한 개념도이다.

도 2는 로봇 관절의 구성요소에 대한 개념도이다

도 3은 로봇 동축 관절 유니트의 전체 외형도 및 단면도 이다.

도 4는 로봇 동축 관절 유니트의 전체 분해도이다.

도 5은 로봇 동축 관절 유니트의 모멘트부하 지지부의 개념도이다.

도 6은 로봇 동축 관절 유니트의 디스크를 통한 응력절감부의 개념도이다.

도 7은 디스크와 출력프레임, 관절토크센서에 대한 조립도이다.

도 8은 디스크의 설계와 변형을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 9는 디스크의 변형을 통해 작용하는 힘을 설명하기 위해 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 기본적으로 본 실시 예에 따른 로봇관절 모듈은, 관절부에 인가되는 토크를 효과적으로 측정하기 위하여, 외부에서 인가되는 모멘트를 지지할 수 있는 베어링과 조립공차 등으로 인해 전달되는 응력을 최소화할 수 있는 디스크 연결 구조로 구성된다.

[0022] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 설명한다.

[0023] 도 3은 본 발명의 전체적인 기구부의 외형도와 단면도를 보여준다. 도 4는 기구부의 분해도를 나타낸다. 본 발명은 크게 입력부(100), 토크센싱부(200), 출력부(300)를 구비하는데, 본 발명의 출력부(300)는 입력부(100) 및 토크센싱부(200)측과 연결되어 모멘트부하 지지부로서의 기능을 수행할 수 있다. 즉, 본 발명의 로봇 동축 관절 유니트(10)는 구동부(미도시)로부터 구동력을 입력받는 입력부(100)와, 입력부(100)와 동축 배치되고 입력부(100)로부터 전달되는 구동력을 통하여 외부로 회전력을 출력하는 출력부(300)와, 일단은 입력부(100) 측에 그리고 타단은 출력부(300) 측에 배치되되, 입력부(100) 및 출력부(200)와 동축 배치되어 동축 관절에 인가되는 토크를 검출하는 관절토크센서(202)를 포함하는 토크 센싱부(200)를 구비한다.

[0024] 보다 구체적으로, 입력부(100)는 외부 모터(미도시)로 구현되는 구동부와 연결된다. 입력부(100)는 벨트 및 풀리(101)와 입력프레임(102) 및 입력축(103) 그리고 베어링(104)을 구비하는데, 본 발명의 입력부(100)는 감속기(106)를 구비한다. 구동부로서의 외부 모터로부터 생성된 구동력을 벨트 및 풀리(101)를 통하여 입력부(100)로 전달되는데, 벨트 및 풀리(101)의 풀리 일단 측은 입력축(103)의 일단과 연결되고 입력축(103)의 타단은 감속기(하모닉 드라이브,106)의 입력측(웨이브제네레이터)과 연결되어, 구동부로부터의 구동력이 감속기(106)로 전달된다. 이때, 베어링(104)은 베어링 하우징(105)과 입력프레임(102)에 복열로 삽입되어 입력축(103)을 지지함으로써 입력축(103)은 안정적 회전 지지 상태를 형성한다. 감속기(106)의 출력은 기어비에 따라 입력 대비 속도는 감소되며, 토크는 증가되는데 기어비는 설계 사양에 따라 다양한 변형이 가능하다.

[0025] 이와 같이 감속기를 통하여 형성된 토크는 토크 센싱부(200)를 통하여 출력부(300) 측으로 전달된다. 토크 센싱부(200)는 허브 플레이트(201)와 관절토크센서(202)를 구비하고, 본 발명의 토크 센싱부(200)는 디스크(203)를 더 구비할 수 있다.

[0026] 입력부(100)로부터 전달된 구동력으로서의 토크는 감속기(106)와 연결되는 허브플레이트(201)를 통하여 관절토크센서(202)로 전달된다. 관절토크센서(202)는 일측은 허브플레이트(201)에 그리고 타측은 출력프레임(304) 측에 연결되는데, 관절토크센서(202)와 출력프레임(304) 사이에는 디스크(203)가 배치된다. 관절토크센서(202)는 동축 배치되는 입력부(100) 측과 출력부(300) 측 사이에 배치되어 회전력으로서의 토크량을 측정하는데, 관절토크센서(202)는 두 개의 상이한 반경을 갖는 동심 허브를 잇는 림 구조를 취하고 내측 허브는 허브플레이트(201)에 그리고 외측 허브는 디스크(203) 측에 연결되고 내외측 허브를 잇는 복수 개의 림의 외면에 스트레인게이지 등이 배치되어 회전토크의 인가량에 따른 변형량을 측정하고, 이로부터 회전토크를 감지하는 구조를 취할 수도 있는 등 입력부와 출력부 사이에 전달되는 회전토크를 감지하는 범위에서 다양한 구성이 가능하다.

[0027] 디스크(203)는 일단이 관절토크센서(202)에 배치되고, 타단이 상기 출력 프레임(304)에 배치되어 관절토크센서(202) 및 출력 프레임(304) 사이를 상호 연결시키는 구조를 취한다. 디스크(203)는 중앙에 디스크 관통구를 구비하고, 관절토크센서(202) 및 출력 프레임(304)이 동심 연결되는 구조를 취할 수 있다. 또한, 경우에 따라 관절토크센서(202) 및 출력 프레임(304)이 디스크(203)에 연결되는 위치가 서로 상이한 반경을 갖는 구조를 취할 수도 있으나, 관절토크센서(202) 및 출력 프레임(304)이 디스크(203)에 대하여 중앙 디스크 관통구의 외측에 등반경 상으로 배치되는 구조를 취하여 회전축의 길이 방향의 변형을 최소화하거나 안정적인 힘의 전달 구조를 취하도록 할 수 있으며, 본 발명의 일실시예는 이와 같은 등반경 구조를 취한다.

[0028] 또한, 본 발명의 디스크(203)에 대한 관절토크센서(202) 및 출력 프레임(304)이 디스크(203)에 연결되는 위치는 등각 교번 배치되는 구조를 취하는데, 이와 같은 구조를 통하여 힘의 균일한 전달을 이루어 안정적인 구조를 형성할 수도 있다. 또한, 이와 같은 디스크(203)에 대한 관절토크센서(202) 및 출력 프레임(304)이 디스크(203)에 연결되는 위치의 개수의 총합은 짝수 개를 이루도록 하여 균등 배치되도록 하여 양측으로의 힘의 균형을 이루도록 할 수도 있다.

[0029] 또한, 본 발명의 디스크(203)는 짝수 개의 연결 위치 총합 구조와 맞물리어, 짝수 연결 위치에 대응하는 다각형 형상을 갖는 구조를 장착 연결 위치 이외의 불필요한 영역을 제거하여 재료의 원가 절감을 이루는 구조를 형성할 수도 있다.

[0030] 또한, 본 발명의 디스크(203)는 단일의 구성체로 이루어지는 구조를 형성할 수도 있으나, 탄성복원력을 증진시키도록 복수 개의 스틸 시트가 적층되는 적층 플레이트 구조를 취하여 조립성을 개선하고 회전 방향에 대한 강성을 증대시키고, 회전축에 수직한 평면에 대한 회전축 길이 방향으로의 변형에 대한 탄성을 증대시키는 구조를 취하였다.

[0031] 한편, 본 발명의 출력부(300)는 입력부(100)와 동축 배치되고 입력부(100)로부터 전달되는 구동력을 통하여 외부로 회전력을 출력하는데, 출력부(300)는 출력부 하우징(301)과 출력 프레임(304)을 구비하고, 본 발명의 출력부(300)는 크로스롤러 베어링(303)을 더 구비한다. 출력부 하우징(301)은 감속기(106)의 고정부에 연결되어 위치 고정되고, 크로스롤러 베어링(303)은 출력부 하우징(301)과 출력 프레임(304) 사이에 배치되어 출력 프레임(304)의 회전 방향 토크 이외의 부하를 지지하고, 출력프레임(304)은 크로스롤러 베어링(303)에 의하여 지지되어 외부로 회전력을 출력하고 토크 센싱부(202)의 타단과 연결된다.

[0032] 구동부로부터의 구동력은 입력부를 거쳐 토크 센싱부(200)의 디스크(203)를 통하여 출력프레임(304)으로 전달된다. 출력부(300)에 구비되는 출력부 하우징(301)에는 크로스롤러 베어링(303)이 배치되고 크로스롤러 베어링(303)은 출력부 하우징(301)에 삽입 배치되어 출력프레임(304)의 회전을 지지한다. 이와 같은 크로스롤러 베어링(303)의 조립 상태 위치 확보 및 유지를 위하여 베어링플랜지(302,305)가 사용되었다. 즉, 베어링플랜지(302,305)를 통하여 출력부 하우징(301)에 안정적으로 삽입 배치되는 크로스롤러 베어링(303)은 출력프레임(304)을 안정적으로 회동 가능하게 지지하여 출력프레임(304)에 인가되는 모멘트부하로 인한 상호간섭의 문제를 해소하고 안정적인 회동 상태를 유지하도록 할 수 있다.

[0033] 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 로봇 동축 관절 유니트의 원리를 나타내는 도면으로서의 도 5 내지 도 7 및 도 9를 참조하여 본 발명의 실시 예에 대한 작동 메커니즘을 설명한다.

[0034] 먼저, 출력부(300)를 통하여 출력 토크가 출력되는데, 출력부(300)는 크로스롤러 베어링(303)을 통하여 이에 대한 모멘트부하를 지지하는 구조를 취한다. 즉, 도 5의 (a)에는 본 발명의 일실시예의 구조가 개략 도시되고, 도 5 (b)에는 본 발명의 또 다른 일예로서 출력부에 크로스롤러 베어링(303)이 구비되는 로봇 동축 관절 유니트(10)의 구조가 개략 도시된다.

[0035] 도 5의 (a)에 도시된 바와 같은 로봇 관절 모듈의 경우 출력프레임(304)에 인가되는 토크를 측정하기 위해서는 출력프레임(304)과 감속기(106) 사이에 토크 센싱부(200)의 관절토크센서(202)가 배치되되, 관절토크센서(202)는 출력프레임(304)과 감속기(106) 사이에서 직렬 연속적으로 연결되어 관절토크센서의 내장 배치 구조를 통하여 컴팩트하고 안정적인 토크 감지 구조를 형성한다.

[0036] 한편, 도 5의 (b)에 도시된 다른 실시예에 따른 로봇 동축 관절 유니트(10)는 이와 같은 내장 구조에서 더 나아가, 크로스롤러 베어링(303)이 출력부 하우징(301)과 출력 프레임(304) 사이에 배치되어 출력 프레임(304)의 회

전 방향 토크 이외의 부하를 지지하는 구조를 취할 수도 있다. 즉, 도 5의 (a)와 같은 경우 관절토크센서(202)에서 출력프레임(304)에 회전방향으로 인가되는 토크의 측정 시 회전방향 외 작용하는 모멘트부하로 인한 상호간섭 오차가 발생될 수 있는데, 이러한 상호간섭 현상은 거의 모든 측정 상황에서 발생하게 되어 정확도를 저하시킬 수 있다. 이때, 본 발명의 다른 일예로서 도 5 (b)에 도시된 바와 같은 로봇 동축 관절 유니트와 같이 크로스롤러 베어링(303)을 삽입하여 외부로부터 출력프레임(304)에 전달되는 회전방향 이외의 모멘트부하를 지지함으로써, 이러한 모멘트부하가 관절토크센서(202)로 전달되는 것을 최소화하여 관절토크센서(202)에는 회전방향 토크만 전달되도록 하였다.

[0037] 앞서 기술된 바와 같이, 도 4의 출력부(300)와 같이 출력프레임(304)이 크로스롤러 베어링(303)의 내륜에 조립되고, 크로스롤러 베어링(303)의 외륜이 출력부 하우징(301)에 조립되어 베어링플랜지(302,305)로 고정된다. 크로스롤러 베어링(303)은 내륜과 외륜 사이의 회전만 가능하며 이외의 방향으로의 회전 및 이동이 구속되어, 출력프레임(304)에 인가되는 모멘트부하는 크로스롤러 베어링(303)에 의해 지지됨으로써, 측정하고자 하는 회전방향 토크만이 관절토크센서(202)로 전달되어 모멘트부하로 인한 상호간섭을 방지 내지 최소화시킬 수 있다.

[0038] 또 한편, 본 발명의 로봇 동축 관절 유니트(10)의 또 다른 일실시예는 토크 센싱부(200)에 디스크(203)가 구비되어 응력 발생을 최소화 내지 방지시킬 수 있다. 앞서 도 5의 (b)와 같이 크로스롤러 베어링(303) 및 관절토크센서(202)의 병렬 구조로 다종의 부품이 조립되는 경우 각 부품 간의 편평도 오차로 인한 응력이 발생하고, 이 힘으로 인하여 관절토크센서(202)의 구조물이 변형될 수도 있는데, 이는 토크측정 시에 오차를 유발할 수 있다. 예를 들어, 도 6 (a)와 같이 출력프레임(304)이 관절토크센서(202)와 크로스롤러 베어링(303)의 두 부품에 동시에 조립되는 경우, 각 부품의 편평도 오차로 인하여 관절토크센서(202)와 출력프레임(304) 사이에 편각이 발생할 수 있고, 편각이 존재하는 두 면을 볼트를 이용하여 조립하면 관절토크센서(202)에 변형과 함께 큰 응력이 작용하므로 토크측정 시에 오차가 발생할 수도 있게 된다. 따라서 본 발명의 또 다른 일실시예에서는 다종 부품이 조립되는 경우 도 6(b)에 도시되는 바와 같이 편각이 발생한 관절토크센서(202)와 출력프레임(304)를 디스크(203)를 통해 연결함으로써 조립에 의한 응력을 감소시킴으로써, 관절토크센서(202)와 출력프레임(304) 사이에 편각이 존재할 때 디스크(203)가 탄성변형을 이루어 편각 변형을 허용하되, 관절토크센서(202)에 응력이 발생하지 않도록 함과 동시에, 회전방향으로는 높은 강성을 유지하여 회전 토크, 즉 동력 전달을 원활하게 할 수도 있다.

[0039] 디스크의 형상 내지 체결 위치 및 위치의 총합은 앞서 기술된 바 및 도 7과 같이 균등 등각 및 등반경 배치 구조를 취할 수도 있고, 관절토크센서(202)와 출력프레임(304)와의 체결 위치 개수의 총합은 짝수 개를 이루며 원가 절감을 위하여 다각형 구조를 취할 수도 있다. 즉, 디스크와 양측 부품 (관절토크센서(202) 및 출력프레임(304))으로의 결합성을 고려하여 2n 개의 볼트 구멍을 포함한 2n 각형으로 설계할 수 있고, 이때 볼트 구멍의 개수 및 중심으로부터의 거리는 전달하려는 토크를 고려하여 적절히 선정하며, 힘(토크)의 대칭성을 위하여 짝수 개의 볼트를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 볼트는 이들 각 꼭지점에 번갈아 가면서 각각 출력프레임(304)과 관절토크센서(202)에 교번 배치 연결하는 구조를 취할 수도 있다.

[0040] 도 7의 조립에서 출력프레임(304)에 가공공차 등으로 인한 편각이 발생하였을 때, 출력프레임(304)과 관절토크센서(202)를 연결한 디스크(203)가 도 8의 (b) 및 (c)와 같이 변형된다. 이때, 출력프레임(304), 디스크(203) 및 관절토크센서(202)에서 각각에 작용하는 힘은 스프링을 직렬로 3개 연결한 것으므로 도 9에서와 같이 도식화하여 구할 수 있다.

[0041] 즉, 편각으로 인한 총 거리를 d_{total}, 출력프레임(304)의 강성을 k_{frame}, 디스크(203)의 축방향 강성을 k_{disk}, 그리고 관절토크센서(202)의 축방향 강성을 k_{sensor}라 할 때, 관절토크센서(202)에 편각으로 인해서 작용하는 힘 F는 다음과 같다.

[0042]
$$k_{total}=\frac{1}{\frac{1}{k_{frame}}+\frac{1}{k_{disk}}+\frac{1}{k_{sensor}}}=\frac{k_{frame}k_{disk}k_{sensor}}{k_{frame}k_{disk}+k_{frame}k_{sensor}+k_{disk}k_{sensor}} \quad (1)$$

[0043]
$$F=d_{total}\times k_{total} \quad (2)$$

[0044] 식 (2)에서 디스크(203)의 축방향(디스면에 수직한 방향) 강성 k_{disk}가 작을수록 편각에 의해 발생하는 힘이 감소하며, 이를 통해 관절토크센서(202)에서 가공오차 등으로 인한 응력을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 단, 디스크(203)의 회전방향 강성은 로봇의 정밀도를 위해서 충분히 크도록 설계하여야 한다.

[0045] 본 실시 예에서 설계한 디스크(203)는 도 8와 같이 육각형의 형상을 갖지만 디스크(203)의 허용토크 및 강성에 따라 2n각형으로 설계함으로써 동등한 효과를 얻을 수 있다. 디스크(203)는 토크를 전달할 수 있도록 Z축 회전방향으로 충분히 높은 강성을 갖고 Z축에 수직한 방향으로는 낮은 강성을 갖도록 하여 편각의 허용을 최대화하도록 설계한다.

[0046] 본 고안에서 구체적인 하나의 실시 예는 다음과 같다. 디스크(203)의 외경은 관절토크센서(202)의 크기에 맞춰 최대 ϕ70로 하고 중공형 구조를 위해 내경을 ϕ40로 설계하고, 75Nm의 용량을 가진 감속기(하모닉드라이브)(106)의 강성이 4.7×10^{4} Nm/rad로 설계되어 본 실시예에서는 0.6mm 두께의 디스크 4장을 겹으로 사용함으로써 회전방향 강성이 이와 비슷한 약 5×10^{4} Nm/rad을 갖도록 하였다. 이때 디스크의 축방향(디스크 면에 수직한 방향) 강성은 약 4.5×10^{2} Nm/rad으로 이는 관절토크센서(202)의 축방향 강성 9×10^{4} Nm/rad보다 200배 정도 작아서 효과적으로 응력감소 효과를 얻을 수 있다. 위의 설계변수를 기반으로 디스크(203)는 허용토크 80Nm, 허용편각은 약 0.4°를 갖도록 설계되었다. 하지만, 이러한 수치적 사항은 설계 사양의 일예로서 본 발명은 이에 국한되지 않고 다양한 변형이 가능하다.

부호의 설명

[0047] 10...로봇 동축 관절 유니트

100...입력부 101...벨트/풀리

102...입력 프레임 103...입력축

104...베어링 105...베어링 하우징

106...감속기 200...토크 센싱부

201...허브 플레이트 202...관절토크센서

203...디스크 300...출력부

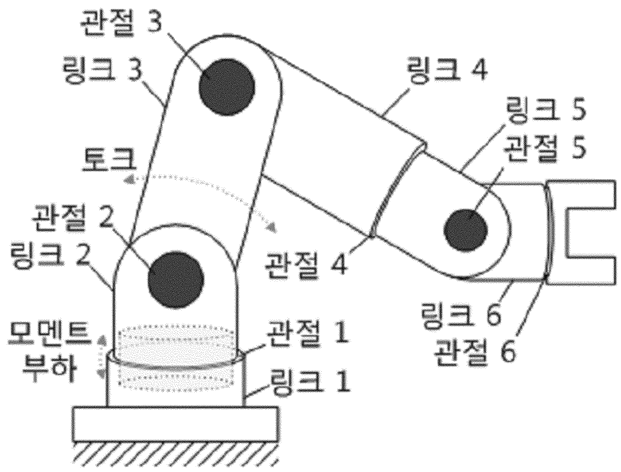
301...출력부 하우징 302...베어링 플랜저

303...크로스폴러 베어링 304...출력프레임

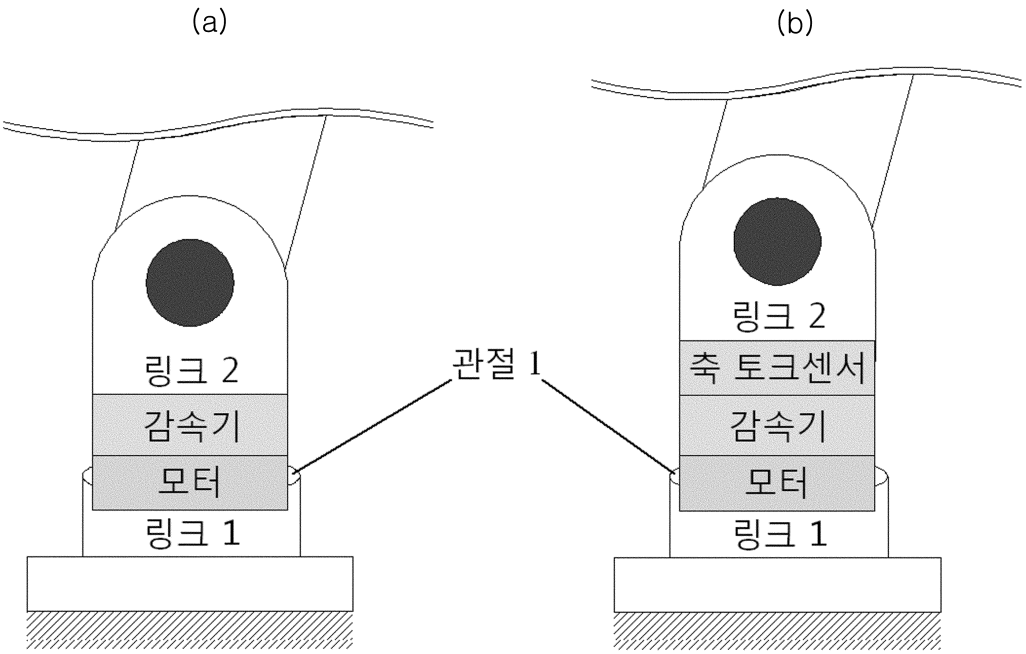
305...베어링 플랜저

도면

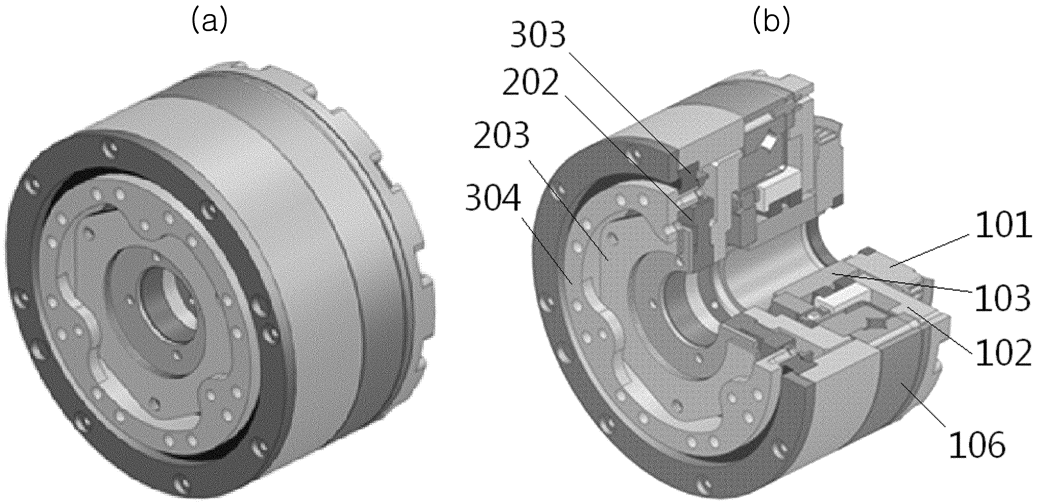
도면1


관절 3
링크 3
링크 4
링크 5
관절 5
토크
관절 2
링크 2
관절 4
모멘트
부하
관절 1
링크 1
링크 6
관절 6

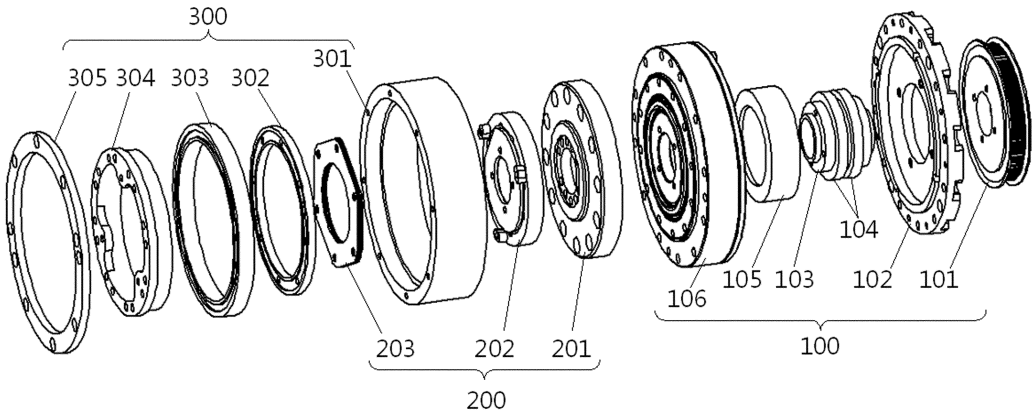
도면2


(a)
(b)
링크 2
감속기
모터
링크 1
관절 1
링크 2
축 토크센서
감속기
모터
링크 1

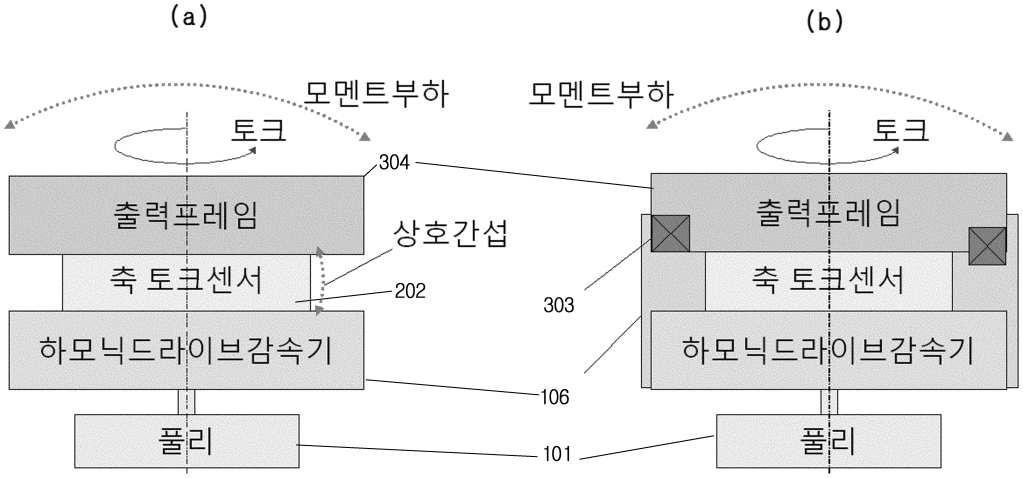
도면3


(a)
(b)
303
202
203
304
101
103
102
106

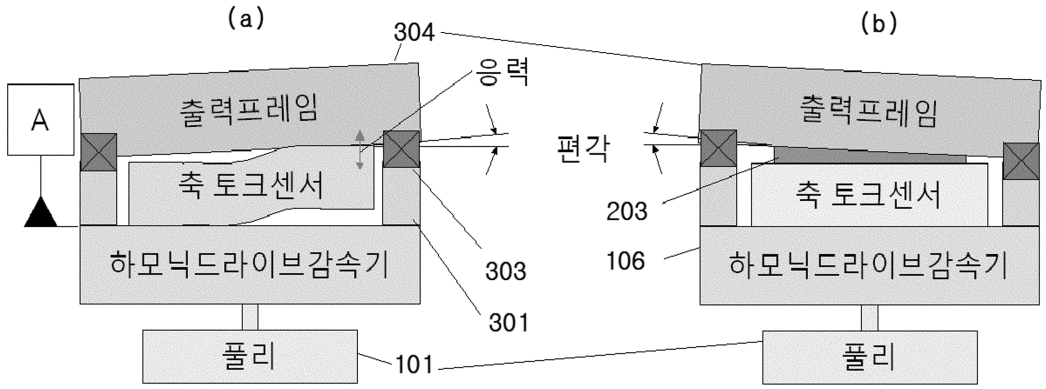
도면4


300
305 304 303 302
301
203 202 201
200
104
105 103 102 101
106
100

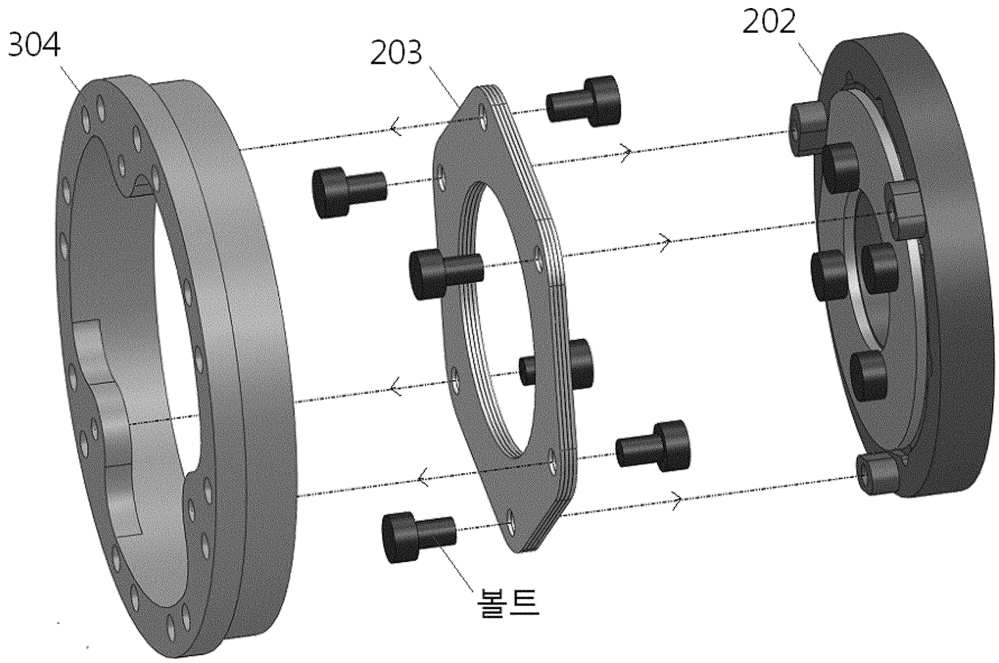
도면5


(a)
(b)
모멘트부하
모멘트부하
토크
토크
304
출력프레임
출력프레임
상호간섭
축 토크센서
202
303
축 토크센서
하모닉드라이브감속기
하모닉드라이브감속기
106
풀리
101
풀리

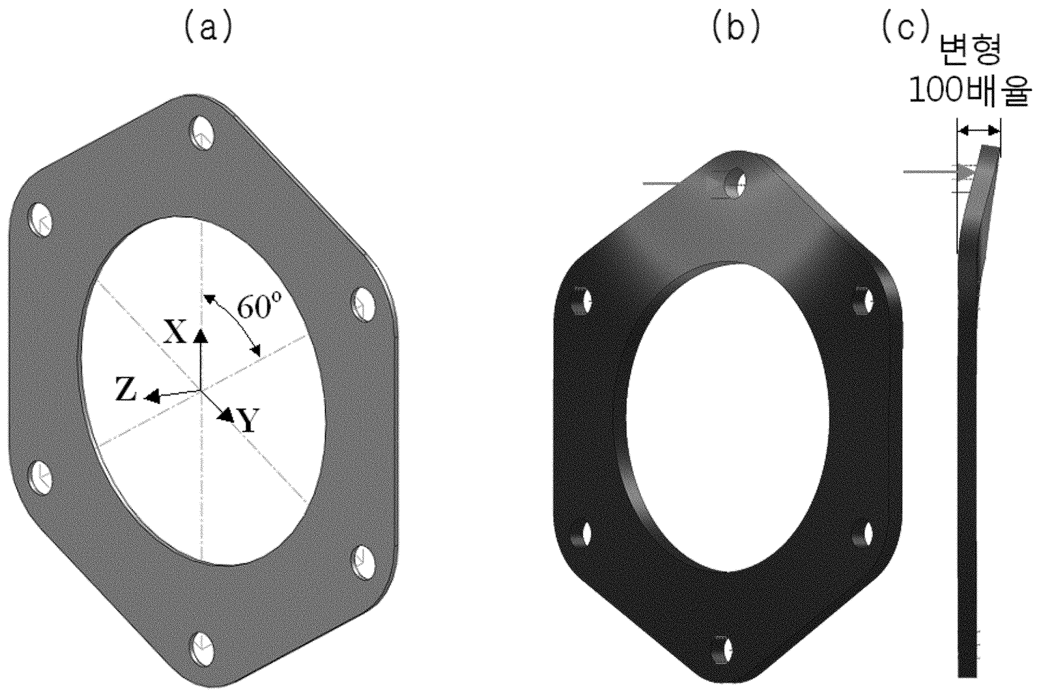
도면6


(a)
(b)
304
응력
A
출력프레임
편각
출력프레임
축 토크센서
203
축 토크센서
106
하모닉드라이브감속기
303
하모닉드라이브감속기
301
풀리
101
풀리

도면7


304
203
202
볼트

도면8



도면9

