



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0066018
(43) 공개일자 2014년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 17/00 (2006.01) B25J 19/02 (2006.01)
G01L 3/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0133197
(22) 출원일자 2012년11월22일
심사청구일자 2012년11월22일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
송재복
서울 강남구 언주로30길 56, B동 2907호 (도곡동, 타워팰리스)
김인문
경기 의정부시 호암로 256, 114동 103호 (호원동, 신일유토티아파트)
김휘수
서울 동대문구 무학로42길 39, 한아름 고시텔 (제기동)
(74) 대리인
홍동우

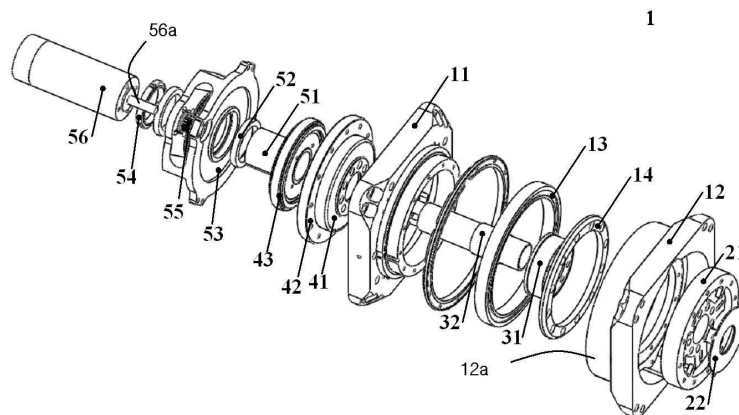
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 로봇 관절 유니트

(57) 요약

본 발명은, 베이스부와, 상기 베이스부 측에 배치되고, 모터로부터 입력 토크를 전달받는 입력축을 포함하는 구동부와, 상기 입력축으로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 토크를 변화시키는 감속부와, 상기 감속부로부터 전달받은 감속 토크를 출력 토크로 회전 출력하는 출력부와, 상기 출력부와 상기 감속부 사이에 배치되어 상기 감속 토크를 상기 출력부로 전달하고 상기 출력부 측의 출력 토크를 감지하는 토크 센서를 포함하고, 상기 베이스부와 상기 출력부는 크로스록 베어링을 사이에 두고 상호 접촉 지지되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트를 제공한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NIPA-2012-H1502-12-1002
부처명	지식경제부 한국로봇산업진흥원
연구사업명	융복합형 로봇 전문인력 양성사업
연구과제명	서비스로봇용 자율 지능형 머니플레이션
기 여 율	1/1
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

베이스부와,

상기 베이스부 측에 배치되고, 모터로부터 입력 토크를 전달받는 입력축을 포함하는 구동부와,

상기 입력축으로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 토크를 변화시키는 감속부와,

상기 감속부로부터 전달받은 감속 토크를 출력 토크로 회전 출력하는 출력부와,

상기 출력부와 상기 감속부 사이에 배치되어 상기 감속 토크를 상기 출력부로 전달하고 상기 출력부 측의 출력 토크를 감지하는 토크 센서를 포함하고,

상기 베이스부와 상기 출력부는 크로스톡 베어링을 사이에 두고 상호 접촉 지지되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 입력축은 중공 구조이고, 상기 입력축은 상기 베이스부에 회전 가능하게 관통 배치되고, 상기 베이스부와 상기 출력부는 동심 배치되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 출력부는 상기 베이스부를 향하여 연장 형성되는 출력부 서포트 연장부를 구비하고, 상기 크로스톡 베어링은 상기 출력부 서포트 연장부와 상호 회동 가능하게 접촉하는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 베이스부는 상기 출력부를 향하여 연장 형성되는 베이스부 서포트 연장부를 구비하고, 상기 크로스톡 베어링은 상기 베이스부 서포트 연장부와 상호 회동 가능하게 접촉하는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 감속부는:

상기 입력축과 연결되어 상기 입력 토크를 직접 전달받는 웨이브 제네레이터와,

상기 웨이브 제네레이터와 동심 배치되되, 상기 웨이브 제네레이터와 이격되어 상기 웨이브 제네레이터의 외측에 배치되는 서큘러스플라인과,

내측은 상기 웨이브 제네레이터와, 그리고 외측은 상기 서큘러스플라인과 치합되고, 상기 토크 센서와 연결되어 상기 감속 토크를 상기 토크 센서로 전달하는 플렉스플라인을 포함하는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 구동부는:

상기 모터와 상기 입력축 사이에 배치되고, 상기 모터로부터 입력되는 입력 토크를 상기 모터의 중심축과 평행 이격 배치되는 회전축을 갖는 상기 입력축에 전달하는 구동 전달부를 구비하고,

상기 구동 전달부는 벨트 풀리 구조인 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 토크 센서는:

상기 감속부와 연결되는 허브와,

상기 허브와 동축을 이루되 반경 방향 외측에 이격 배치되고 상기 출력부와 연결되는 림과,

양단이 각각 상기 허브 및 림의 사이에 배치 연결되는 스포크와,

상기 스포크에 배치되는 복수 개의 센서 게이지를 구비하고,

상기 스포크는 복수 개가 구비되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 센서 게이지는, 상기 스포크의 원주 방향의 양면에 각각 복수 개가 배치되고,

상기 복수 개의 스포크 중 적어도 두 개의 스포크에 배치되는 센서 게이지는 각각 화이트스톤 브릿지 구조를 이루는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 적어도 두 개의 스포크는 90도 배치 구조를 이루고,

상기 90도 배치되는 적어도 두 개의 스포크에 배치되는 화이트스톤 브릿지의 센서 게이지로부터 얻어지는 신호는 제어부로 전달되어 상쇄되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유니트.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 로봇 관절 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 보다 간결한 구조를 이루되 보다 정확한 계측을 이루어 궁극적으로 신속하고 안전한 동작 구현을 가능하게 하는 로봇 관절 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 로봇에 대한 수요는 산업용으로서 뿐만 아니라 가정용에 대한 수요도 증대되고 있고, 이에 따라 로봇 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 로봇의 동작에 관절 운동이 로봇 동작의 중요 부분을 이루는데, 종래 기술에 로봇은 강성과 위치 제어를 위하여 복잡한 구조와 상당한 장착 공간을 요구하였다.

[0003] 이러한 기계적 장치들은 통상 산업 설비 뿐만 아니라 일상 생활까지 활용범위를 넓혀가고 있고 이에 따라 안전성 확보는 로봇 등의 장치를 설계함에 있어 가장 중요한 설계 인자로 작용한다. 이와 같이 로봇 등에 장착되는 안전 장치는 수행되는 방식에 따라 수동 제어 방식과 능동 제어 방식으로 분류되는데, 능동 제어 방식은 외부 충격을 감지하여 이에 따라 소정의 안전 장치를 가동시킴으로써 감지된 외부 충격에 대응하는 구성을 취한다. 즉, 로봇과 외부 물체 간에 충돌이 발생하는 경우 센서 등이 충돌 여부 및 충돌 세기 등을 감지하여 이를 제어부로 전달하고, 제어부는 감지된 신호에 기초하여 소정의 제어 신호를 생성하고 안전 장치에 구비되는 액추에이터가 제어부로부터의 소정의 제어 신호에 따라 작동함으로써 외부 충격에 대응하는 기능을 실행한다. 수동 제어 방식은 센서 및 액추에이터를 사용하지 않고 입력되는 충격에 대하여 스프링 및/또는 댐퍼 등의 기계 요소를 통한 외부 충격에 대응한다.

[0004] 즉, 로봇과 사람 사이의 협업 작업을 위해서 로봇팔의 힘제어와 충돌 감지는 필수적으로 요구되는 사양 중의 하나이다. 예를 들어, 로봇과 사람 사이의 접촉 작업이 이루어지는 경우 힘 피드백은 필수적이며, 로봇의 작업반경 안에서 사람이 작업하는 경우 로봇과 사람 간의 예기치 못한 충돌이 발생하는 경우 충돌 감지가 필수적이다.

[0005] 이와 같이 로봇팔의 힘제어와 충돌감지를 위해 각 관절에서 발생하는 토크를 측정해야 한다. 관절에서 발생하는 토크를 측정하는 방법으로 모터에서 발생하는 전류를 측정하여 토크로 환산하는 방법이 있지만, 감속기의 마찰 문제등으로 인하여 정확한 토크 측정이 어렵다. 관절의 출력단에 토크센서를 장착하여 토크를 측정하는 방법은 관절에서 발생하는 토크를 바로 측정하므로 정확한 토크 측정이 가능하다. 그러나 일반적으로 로봇 관절의 감속기로 많이 사용하는 하모닉 드라이브의 출력단인 플렉스플라인에 토크센서를 장착한 상태에서 하모닉 드라이브를 구동하면, 하모닉 드라이브 입력단의 회전 속도에 비례하는 노이즈인 토크리플이 토크센서 구조물에 영향을 주어 정확한 토크 측정이 어려울 뿐만 아니라, 로봇 관절에 회전 방향이 아닌 다른 방향의 모멘트 로드가 인가되는 경우 토크센서에 변형이 발생하고, 이로 인하여 원치 않은 센서 출력인 크로스톡이 발생함으로써, 부정확한 토크 감지가 이루어지고 이로 인하여 신속하고 정확한 안전 동작 구현이 어렵다는 문제점이 수반되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 보다 간단한 구조를 통하여 정확한 토크 감지를 이루어 보다 정확한 동작 구현을 이룸과 동시에 안전 사고 발생 가능시 신속하고 정확한 토크 제어를 통하여 작업자 등의 상해를 방지할 수 있는 로봇 관절 유닛을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 진술한 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 베이스부와, 상기 베이스부 측에 배치되고, 모터로부터 입력 토크를 전달받는 입력축을 포함하는 구동부와, 상기 입력축으로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 토크를 변화시키는 감속부와, 상기 감속부로부터 전달받은 감속 토크를 출력 토크로 회전 출력하는 출력부와, 상기 출력부와 상기 감속부 사이에 배치되어 상기 감속 토크를 상기 출력부로 전달하고 상기 출력부 측의 출력 토크를 감지하는 토크 센서를 포함하고, 상기 베이스부와 상기 출력부는 크로스톡 베어링을 사이에 두고 상호 접촉 지지되는 것을 특징으로 하는 로봇 관절 유닛을 제공한다.

[0008] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 입력축은 중공 구조이고, 상기 입력축은 상기 베이스부에 회전 가능하게 관통 배치되고, 상기 베이스부와 상기 출력부는 동심 배치될 수도 있다.

[0009] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 출력부는 상기 베이스부를 향하여 연장 형성되는 출력부 서포트 연장부를 구비하고, 상기 크로스톡 베어링은 상기 출력부 서포트 연장부와 상호 회동 가능하게 접촉할 수도 있다.

[0010] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 베이스부는 상기 출력부를 향하여 연장 형성되는 베이스부 서포트 연장부를 구비하고, 상기 크로스톡 베어링은 상기 베이스부 서포트 연장부와 상호 회동 가능하게 접촉할 수도 있다.

[0011] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 감속부는: 상기 입력축과 연결되어 상기 입력 토크를 직접 전달받는 웨이브 제네레이터와, 상기 웨이브 제네레이터와 동심 배치되되, 상기 웨이브 제네레이터와 이격되어 상기 웨이브 제네레이터의 외측에 배치되는 서클러스플라인과, 내측은 상기 웨이브 제네레이터와, 그리고 외측은 상기 서클러스플라인과 치합되고, 상기 토크 센서와 연결되어 상기 감속 토크를 상기 토크 센서로 전달하는 플렉스플라인을 포함할 수도 있다.

[0012] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 구동부는: 상기 모터와 상기 입력축 사이에 배치되고, 상기 모터로부터 입력되는 입력 토크를 상기 모터의 중심축과 평행 이격 배치되는 회전축을 갖는 상기 입력축에 전달하는 구동 전달부를 구비하고, 상기 구동 전달부는 벨트 풀리 구조일 수도 있다.

[0013] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 토크 센서는: 상기 감속부와 연결되는 허브와, 상기 허브와 동축을 이루되 반경 방향 외측에 이격 배치되고 상기 출력부와 연결되는 립과, 양단이 각각 상기 허브 및 립의 사이에 배치 연결되는 스포크와, 상기 스포크에 배치되는 복수 개의 센서 게이지를 구비하고, 상기 스포크는 복수 개가 구비될 수도 있다.

[0014] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 센서 게이지는, 상기 스포크의 원주 방향의 양면에 각각 복수 개가 배치되고, 상기 복수 개의 스포크 중 적어도 두 개의 스포크에 배치되는 센서 게이지는 각각 휘트스톤 브릿지 구조를 이룰 수도 있다.

[0015] 상기 로봇 관절 유닛에 있어서, 상기 적어도 두 개의 스포크는 90도 배치 구조를 이루고, 상기 90도 배치되는 적어도 두 개의 스포크에 배치되는 휘트스톤 브릿지의 센서 게이지로부터 얻어지는 신호는 제어부로 전달되어

상쇄될 수도 있다.

발명의 효과

- [0016] 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명에 따른 로봇 관절 유니트는 다음과 같은 효과를 갖는다.
- [0017] 첫째, 본 발명에 따른 로봇 관절 유니트는, 베이스부와 출력부 사이의 크로스톡 베어링을 통한 회동 가능한 접촉 구조를 형성하여 토크 센서에서의 크로스톡으로 인한 감지 오차 발생을 방지 내지 최소화시켜 원활한 동작 구현 및 충돌 감지를 통한 신속한 대응을 가능하게 할 수 있다.
- [0018] 둘째, 본 발명에 따른 로봇 관절 유니트는, 토크센서의 내장 구조를 통하여 컴팩트한 구조를 이루어 설치 공간을 최소화시키되 정확한 토크 감지를 이루도록 할 수 있다.
- [0019] 셋째, 본 발명에 따른 로봇 관절 유니트는, 90도 간격 배치되는 휘트스톤 브릿지 구조의 센서 게이지를 통하여 얻어지는 출력의 위상차를 이용하여 토크 리플을 상쇄시켜 보다 정확한 토크 센서의 출력 감지를 통하여 보다 정확하고 안전한 동작 구현을 이루도록 할 수도 있다.
- [0020] 본 발명은 도면에 도시된 일실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 개략적인 분해 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 개략적인 조립 상태 부분 절단 사시도이다.
- 도 3의 (a)는 종래 구조의 로봇 관절 유니트의 개략적인 구조도이고, (b)는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 개략적인 구조도이다.
- 도 4의 (a)는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 토크 센서의 개략적인 평면도이고, (b)는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 토크 센서의 센서 게이지 배치의 개략적인 부분 확대도이고, (c)는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 센서 게이지의 휘트스톤 브릿지 구조도이다.
- 도 5의 (a) 및 (b)는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 플렉스플라인 및 토크 센서의 토크 인가시 변형 상태를 나타내는 사시도 및 측면도가 도시되고, (c)는 플렉스플라인 및 토크 센서의 변형으로 인하여 하나의 휘트스톤 브릿지의 센서 게이지 구조에서 발생하는 토크 리플의 측정값 선도이다.
- 도 6의 (a)는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 감속부의 타원형의 웨이브 제네레이터의 0도로부터 90도 및 180도로의 위치 변화를 도시하는 선도이고, (b)는 이에 따른 토크 리플의 발생 주기를 나타내는 선도이다.
- 도 7의 (a)는 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트의 90도 이격 배치되는 스포크에 배치되는 휘트스톤 브릿지 구조의 센서 게이지의 장착 상태를 나타내는 선도이고, (b)는 90도 이격 배치되는 스포크에 배치되는 휘트스톤 브릿지로부터 출력되는 신호의 교차점으로 인한 상쇄 상태를 나타내는 선도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서는 본 발명에 따른 로봇 관절 유니트에 대하여 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0023] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트(1)는 베이스부(11)와 구동부(5)와 감속부(4)와 출력부(2)와 토크 센서(21)를 포함하는 구조를 취한다.
- [0024] 로봇 관절 유니트(1)의 베이스부(11)는 하기되는 구동부(5) 등에 대하여 위치 고정된 상태를 형성하는데, 베이스부(11)는 다른 관절 내지 질량체(미도시)에 고정 장착되는 구조를 취할 수 있다. 베이스부(11)는 본 실시예에서 중앙이 관통 형성되는 사각형 프레임 링크 구조를 이루는데, 이는 일실시예로서 베이스부가 이에 국한되는 것은 아니다.
- [0025] 베이스부(11)의 일측에는 구동부(5)가 구비된다. 구동부(5)는 베이스부(11)의 일측에 배치되고 모터(56)를 포

함한다.

- [0026] 모터(56)는 본 실시예에서 BLDC 전기 모터로 구현되나 이에 국한되는 것은 아니다. 모터(56)는 베이스부(11)의 중심, 하기되는 출력부(12)의 중심에서 이격된 위치에 중심축이 배치되도록 형성되어, 모터(56)의 중심축(56a)은 출력부(12)의 중심에서 이격 배치된다. 모터(56)의 중심축(56a)은 구동 전달부(55)를 구비하는데, 구동 전달부(55)는 모터(56)와 하기되는 입력축(51) 사이에 배치되고 모터(56)로부터 생성되어 입력되는 입력 토크를 모터(56)의 중심축(56a)과 평행 이격 배치되는 회전축인 입력축(51)으로 전달하는데, 입력축(51)은 하기되는 출력부(12)와 동심 배치될 수 있다.
- [0027] 구동 전달부(55)는 본 실시예에서 벨트 풀리 구조를 취하는데, 벨트 풀리 구조의 구동 전달부(56)를 통하여 직접적이며 백래시없는 원활한 구동력 전달을 이룰 수 있다. 하지만, 경우에 따라 구동 전달부는 기어 구조를 취할 수도 있는 등 설계 사양에 따라 다양한 구성이 가능하다.
- [0028] 구동 전달부(55)의 일측은 모터(56)의 중심축(56a)과 연결되고 타측은 입력축(51)과 연결된다.
- [0029] 입력축(51)은 중공 구조이고 입력축(51)은 베이스부(11)에 회전 가능하게 관통 배치되고 베이스부(11)와 출력부(12)는 동심 배치되는데, 입력축(56)은 구동 전달부(55)를 통하여 모터(56)로부터 생성 전달되는 입력 토크를 전달받는다. 입력축(51)은 입력축 가이드(53)에 의하여 안정적인 저널 베어링 지지 구조를 이룰 수 있는데, 입력축 가이드(53)에는 입력축(51)이 회전 가능하게 관통 지지되도록 배치되고 입력축 가이드(53)는 베이스부(11)의 일측에 연결되는 구조를 취할 수 있다.
- [0030] 본 실시예에서는 입력축 가이드(53)에 관통 배치되는 입력축(51)을 보다 원활하게 회전 가능하도록 지지하기 위하여 볼 베어링(52)을 더 구비한다. 볼 베어링(52)에 입력축(51)이 관통 배치되어 볼 베어링(52)은 입력축(51)의 외주에 배치된다. 볼 베어링(52)은 입력축 가이드(53)에 형성되는 관통구에 상기 입력축(51)이 회전 가능하도록 위치 고정되어 장착되는데, 볼 베어링(52) 및 입력축(51)의 위치 이동을 방지하기 위하여 볼 베어링(52)의 외측으로 입력축 가이드(52)의 배면측에는 세트칼라(54)가 장착되는 구조를 취할 수도 있다.
- [0031] 본 실시예에서 입력축(51)은 소정의 축방향 길이를 구비하는데 볼 베어링(52)은 이격되어 두 개가 평행하도록 배치되는 구조를 취하는 것이 바람직하다.
- [0032] 한편, 본 실시예에 따른 입력축(51)은 중공형 구조를 취하는데, 이 중공 구조를 따라 다양한 배선(미도시)들이 배치될 수 있는데, 중공 구조에 배치되는 배선들과 입력축(51)의 내측면 간의 접촉으로 인한 손상 방지를 위하여 입력축(51)의 중공 구조에는 케이블 실드(32)가 관통 배치되는 구조를 취할 수도 있다. 케이블 실드(32)는 커넥터(31)와 연결되는데, 커넥터(31)는 하기되는 감속부(4)의 플렉스플라인(41)과 토크 센서(21)를 연결한다.
- [0033] 입력축(51)은 감속부(4)와 연결되는데, 감속부(4)는 입력축(51)으로부터 입력 토크를 전달받고 감속시켜 토크를 변화시켜 출력한다. 감속부(4)는 웨이브 제네레이터(43)와 서클러스플라인(42)과 플렉스플라인(41)을 포함하는 하모닉 드라이브 구조를 취한다.
- [0034] 웨이브 제네레이터(43)는 입력축(51)과 연결되어 입력 토크를 직접 전달받는다. 또한, 서클러스플라인(42)은 웨이브 제네레이터(43)와 동심 배치되되, 웨이브 제네레이터(43)와 이격되어 웨이브 제네레이터(43)의 외측에 배치된다. 플렉스플라인(41)은 내측 내주면은 웨이브 제네레이터(43)와 치합되고 외측 외주면은 서클러스플라인(42)과 치합되는 구조를 취하는데, 플렉스플라인(41)은 토크 센서(21)와 연결되어 입력축(51) 및 구동 전달부(55)를 통하여 전달된 입력 토크가 감속기(4)에서 감속되어 출력되는 감속 토크를 감지한다.
- [0035] 토크 센서(21)는 출력부(12)와 감속부(4) 사이에 배치되고 감속부(4)를 통하여 출력되는 감속 토크를 출력부(12)로 전달하고 출력부(12) 측의 출력 토크를 감지한다. 토크 센서(21)는 도 4의 (a)에 도시되는 바와 같이 허브(211)와 림(212)과 스포크(213)를 포함한다. 허브(211)는 중공형 구조를 취하여 케이블 실드(32)가 관통 배치될 수 있다. 허브(211)의 외측에는 허브(211)와 동축 동심 구조를 이루되 반경 방향 외측에 이격 배치되고 출력부(12)와 연결되는 림(212)이 구비되는데, 허브(211)와 림(212)은 스포크(213)를 통하여 연결된다. 스포크(213)의 양단은 각각 허브(211)와 림(212)과 연결되는데, 스포크(213)는 허브(211)와 림(212) 사이에 복수 개가 구비된다. 스포크(213)에는 센서 게이지(215)가 배치되는데, 센서 게이지(215)는 스포크(213)에 복수 개가 배치될 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유닛(1)는 출력부 측의 외부 토크로 인한 토크 센서(21)의 크로스톡으

로 인한 감지 오차를 최소화하기 위한 구조를 더 구비할 수 있다. 즉, 본 발명의 일실시예에 따른 로봇 관절 유니트(1)의 베이스부(11)와 출력부(12)는 크로스톡 베어링(13)을 사이에 두고 상호 회동 가능하게 상호 접촉 지지되는 구조를 취하는데, 본 발명의 로봇 관절 유니트(1)이 출력부(12)는 토크 센서(21) 만의 단독 지지 구조를 벗어나 베이스부(11)를 통한 상대 회동 가능한 지지 구조를 통하여 로봇 관절 유니트(1)에 회전 방향이 아닌 다른 방향의 모멘트 로드가 인가되는 경우 토크 센서(21)에 직접적으로 모멘트 로드가 적용되어 토크 센서(21)에 변형이 발생하는 것을 방지 내지 최소화시켜 크로스톡으로 인한 센서 감지 오차를 제거 내지 최소화할 수 있다.

[0037] 즉, 도 3의 (a)의 종래 구조의 로봇 관절 유니트의 경우 토크 센서(21)를 통하여 모터(56)와 연결되는 감속부(4)의 플렉스플라인(41)과 출력부(12)가 연결되는 구조를 취하는 경우, 앞서 언급된 회전 방향과 상이한 방향으로의 모멘트 로드가 인가되는 경우 토크 센서(21)에 직접적인 모멘트 로드가 적용되어 크로스톡을 유발하여 센서 감지 오차를 발생시킨다. 하지만, 도 3의 (b)에 도시되는 본 발명의 구조는 도 3의 (a)의 종래 구조와는 달리 토크 센서(21)를 통하여 출력부(12)와 감속부(4)의 플렉스플라인(41)이 연결되되, 출력부(12)와 베이스부(11)는 크로스톡 베어링(13)을 통하여 상대 회동 가능하게 접촉 지지되는 구조를 취하고 이러한 구조를 통하여 토크 센서(21)로의 원치 않는 모멘트 로드가 인가되는 것을 방지 내지 최소화시킴으로써 크로스톡을 제거 내지 최소화시킬 수 있다.

[0038] 보다 구체적으로, 출력부(12)는 출력부 서포트 연장부(12a)를 구비하는데, 출력부 서포트 연장부(12a)는 베이스부(11)를 향하여 연장 형성되고, 크로스톡 베어링(13)의 일측은 출력부 서포트 연장부(12a)와 접촉하고 타측은 베이스부(11)와 접촉하는 구조를 취할 수 있다.

[0039] 또한, 베이스부(11) 측의 경우, 베이스부(11)는 베이스부 서포트 연장부(11a)를 구비하는데, 베이스부 서포트 연장부(11a)는 출력부(12)를 향하여 연장 형성되고, 크로스톡 베어링(13)의 일측은 베이스부 서포트 연장부(11a)와 접촉하고 타측은 출력부(12)와 접촉하는 구조를 취할 수 있다.

[0040] 본 실시예에서 베이스부(11) 측에는 베이스부 서포트 연장부(11a)가, 그리고 출력부(12) 측에는 출력부 서포트 연장부(12a)가 형성되는데, 베이스부 서포트 연장부(11a)와 출력부 서포트 연장부(12a) 사이에는 크로스톡 베어링(13)이 배치되어 출력부(12)와 베이스부(11) 간의 원활한 상대 회동을 허용하면서 출력부(12)에 가해지는 원치 않는 모멘트 로드가 출력부(12)로부터 토크 센서(21)로 전달되는 것을 방지할 수 있다.

[0041] 본 실시예에서 출력부 서포트 연장부(12a)는 출력부(12)의 일면으로부터 베이스부(11)를 향하여 연장 형성되는 링 타입의 구조를 이루고, 베이스부 서포트 연장부(11a)는 베이스부(11)의 일면으로부터 출력부(12)를 향하여 연장 형성되는 링 타입의 구조를 이루되, 베이스부(11) 및 출력부(12)의 중심으로부터의 베이스부 서포트 연장부(11a)의 반경은 출력부 서포트 연장부(12a)의 반경보다 작은 값을 갖고, 이들 사이에 크로스톡 베어링(13)이 배치되어 상호 회동 가능한 접촉 구조를 형성한다.

[0042] 또한, 본 발명의 로봇 관절 유니트(1)는 토크 센서의 보다 원활하면서도 정확한 감지 결과를 도출하는 토크 센서(21)의 센서 게이지(215)의 배치 위치 및 구조를 구비할 수도 있다. 센서 게이지(215)는 스포크(213)의 원주 방향의 양면에 각각 복수 개가 배치되고, 본 실시예에서는 모든 스포크에 대하여 동일하게 적용되는 구조를 취하는데 복수 개의 스포크 중 적어도 하나의 스포크에 배치되는 센서 게이지는 휘트스톤 브릿지 구조를 취할 수 있다. 즉, 도 4의 (b) 및 (c)에 도시되는 바와 같이, SG1 및 SG3는 스포크(213)의 원주 방향의 일면에 그리고 SG2 및 SG4는 스포크(213)의 원주 방향의 다른 일면에 배치되고 SG1 및 SG3 및 SG2 및 SG4는 도 4 (c)에 도시되는 바와 같이 휘트스톤 브릿지 구조를 취하여 토크 센서(21)에 인가되는 출력 토크에 비례하는 출력 신호를 얻을 수 있다. 보다 구체적으로, 토크 센서(21)의 림(12)에 토크가 인가되면 이에 비례하여 스포크(213)에 굽힘 변형이 발생하고, 스포크(213)의 원주 방향의 앞, 뒷면에 부착된 4개의 센서 게이지(215)의 저항이 변한다. 굽힘 변형에 따라 스포크(213)의 인장이 발생하는 면에 부착된 센서 게이지(215)의 경우 저항이 증가하며, 스포크(213)의 압축이 발생하는 면에 부착된 센서 게이지(215)의 경우 저항이 감소한다. 4개의 센서 게이지(215)의 저항 변화를 모두 합하여 4배로 신호를 증폭하고, 저항 변화를 전압 변화로 변경하기 위해 휘스톤 브리지를 구성한다. 휘스톤 브리지를 통하여 토크센서(21)에 인가되는 토크에 비례하는 출력 신호를 얻을 수 있다. 토크 센서(21)에 인가되는 토크센서(21)의 스포크(213)의 민감한 변형을 위해 스포크(213) 내에 슬릿(214, 도 4 (a) 참조)이 형성될 수도 있다.

[0043] 또한 경우에 따라, 4개의 센서 게이지(215)를 통해 휘스톤 브리지의 신호를 4배로 증폭하더라도 신호의 출력력이

낮은 경우 외부 전기 노이즈에 취약할 수 있기 때문에, 휘트스톤 브리지의 출력을 증폭하기 위해 별도의 앰프로서, 토크센서(21) 내에 구성된 휘트스톤 브리지의 출력 신호를 바로 증폭할 수 있는 내장형 디지털 앰프(22, 도 1 및 도 2 참조)를 더 구비할 수도 있다.

[0044] 토크센서(21)의 허브(211)는 하모닉 드라이브로 구현되는 감속부(4)의 출력단인 플렉스플라인(41)과 결합되고, 외측 림(212)은 출력부(12)와 결합되어 관절에 인가되는 토크를 측정한다. 감속부(4)의 구동시, 타원형의 웨이브 제너레이터(43)가 플렉스플라인(41)을 타원으로 변형시키며, 이 타원형 변형은 토크센서(21)로 전달된다. 도 5의 (a) 및 (b) 및 (c)에서 보는 것과 같이 플렉스플라인(41)으로 인한 토크센서(21)의 스포크(213)의 변형은 원치 않는 출력신호인 토크리플의 발생 원인이 될 수 있다. 토크 리플의 주파수는 전기 노이즈보다 수 배 이상 크기 때문에 정밀한 신호 측정을 방해할 수 있는데, 플렉스플라인(41)이 웨이브 제너레이터(43)로 인하여 주기적으로 변형되므로, 토크 리플의 주파수는 웨이브 제너레이터(43)의 회전 속도와 비례하기 때문에, 도 6과 같이 웨이브 제너레이터(43)가 180도 회전할 때 1 주기의 토크 리플이 발생할 수 있다.

[0045]

$$f = \frac{\omega_W}{180} = \frac{r\omega_f}{180}$$

[0046] 여기서, 웨이브 제너레이터(43)의 회전 속도인 ω_W , 감속부(4)의 감속비인 r 을 통해 감속된 플렉스플라인

(41)의 회전 속도인 ω_f 와 비례하는 토크리플의 주파수 f 를 나타낸다.

[0047] 토크 리플은 웨이브 제너레이터(43)의 회전 속도에 비례하는 주파수를 갖기 때문에 토크 센서로부터의 출력 신호를 제어부(2, 도 7 참조) 및 연산부(미도시) 등에서 소프트웨어 필터링시켜 저감을 하는 경우 연산량이 많아 반응 속도가 느려지는 단점이 있기 때문에 본 발명의 로봇 관절 유닛(1)은 웨이브 제너레이터(43)의 타원 형상으로 인해 웨이브 제너레이터(43)가 반 바퀴 회전할 때 1주기의 토크 리플이 발생하는 원리를 이용하여, 도 7의 (a)에서 보는 것과 같이 토크센서(21)의 스포크(213)를 십자형으로 배치하고 90도 간격으로 떨어진 2개의 스포크에 각각 스트레인 게이지(215)로 구성된 휘트스톤 브리지를 구성하고, 두 개의 휘트스톤 브리지의 출력을 동시에 측정하면, 두 휘트스톤 브리지 출력 신호(Signal 1, Signal 2)에서 반대 위상의 토크 리플을 관측할 수 있는데, 도 7의 (b)에 도시되는 바와 같이 각각의 휘트스톤 브리지의 두 신호에는 동일한 출력부에서의 출력 토크로서의 관절 토크 신호와 동일한 진폭과 반대 위상을 갖는 토크 리플이 포함되어 있으므로, 두 신호의 평균(Averaged signal)을 통해 토크 리플을 저감하여 목표 토크에 근접하도록 할 수 있다. 이러한 토크 리플 저감법은 반대 위상의 두 신호를 상쇄시키는 방법으로, 로봇 관절의 회전 속도가 일정하거나 급격하게 변하는 경우에도 빠르게 대응할 수 있는 장점이 있다.

[0048] 상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 로봇 관절 유닛은, 사전 설정 값 이상의 토크가 입력되는 경우 소정의 안전 기능을 확보할 수 있고, 토크 센서부가 인가되는 토크의 크기 변화를 감지하는 범위에서 다양한 변화를 도출하는 다양한 구성이 가능하다.

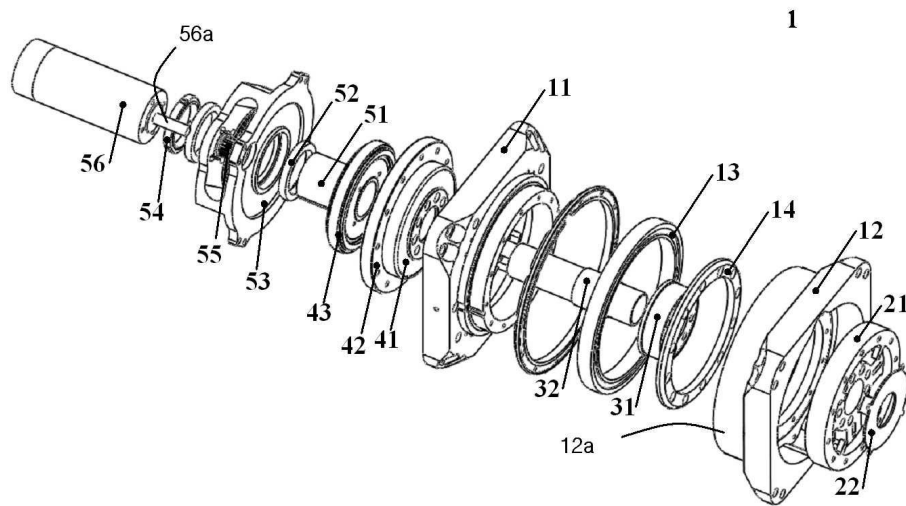
부호의 설명

[0049]

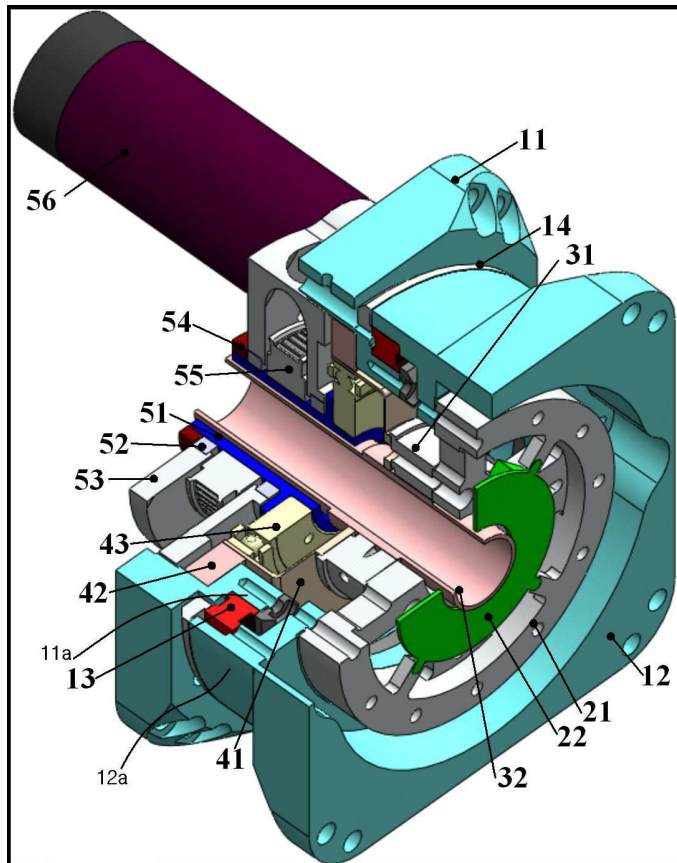
1...로봇 관절 유닛	11...베이스부
12...출력부	13...크로스롤러 베어링
21...토크 센서	

도면

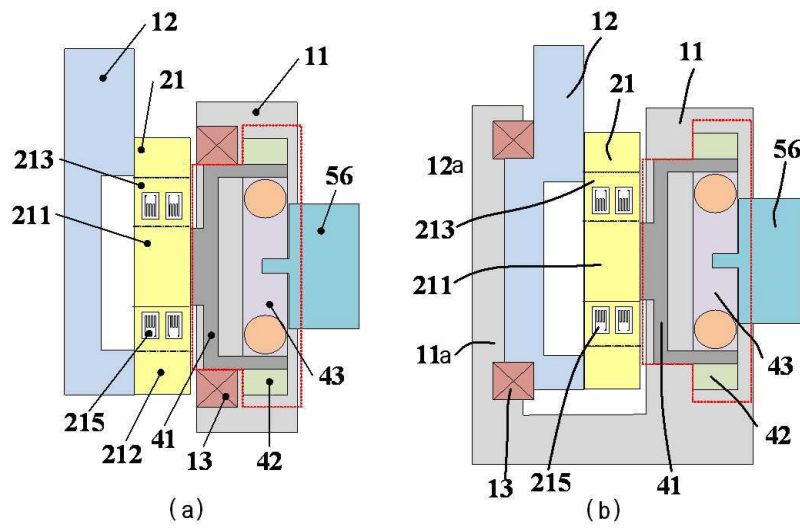
도면1



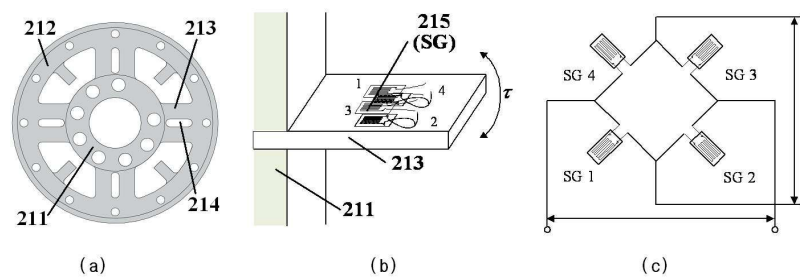
도면2



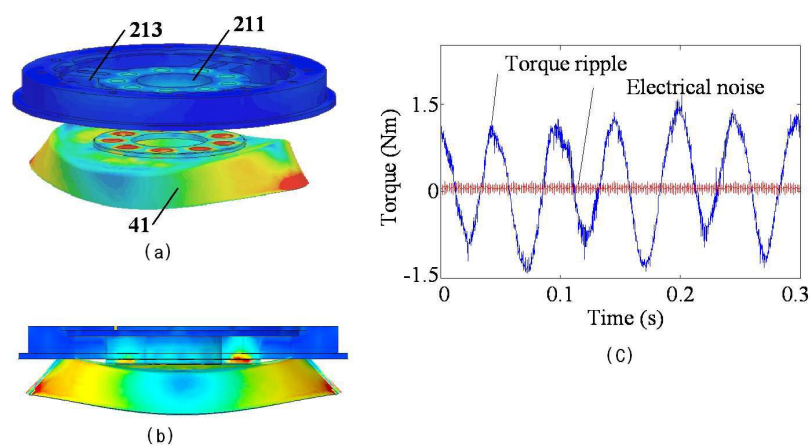
도면3



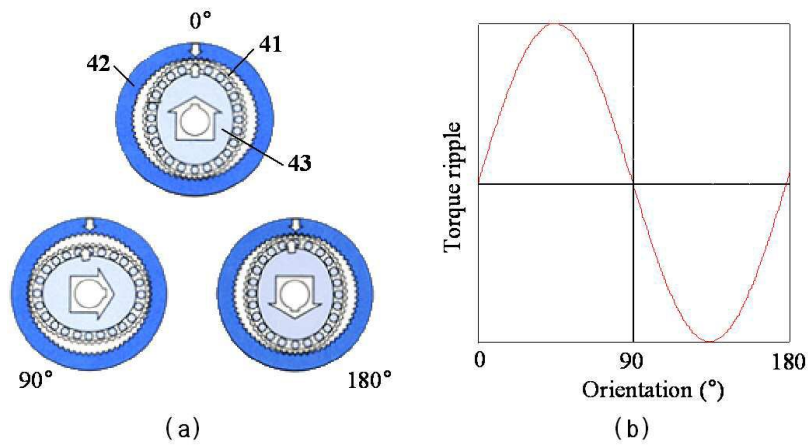
도면4



도면5



도면6



도면7

