



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0086938
(43) 공개일자 2025년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F16F 13/30 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F16F 13/305 (2013.01)

F16F 2224/045 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0176197

(22) 출원일자 2023년12월07일

심사청구일자 2023년12월07일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

허용해

충청남도 천안시

고현우

충청남도 천안시 서북구 공원로 177, 402동 3007호(불당동, 천안불당 시티프라디움)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박민홍

전체 청구항 수 : 총 10 항

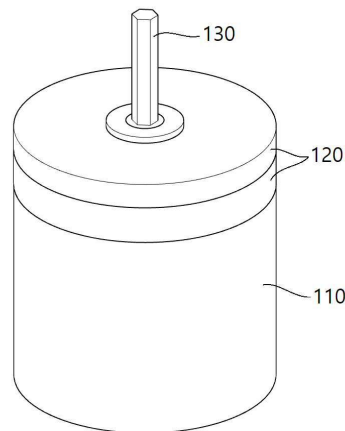
(54) 발명의 명칭 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터

(57) 요약

본 발명은, 향상된 T 형상의 회전축과 자기 유도링을 이용하여 자기유변 유체(MR 유체)에 높은 자기장을 유도하여 MR 유체 점성을 높임으로써, MR 유체의 전단 모드 및 유동 모드를 동시 만족함은 물론, 보다 높은 회전 저항력을 생성할 수 있는 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터에 대한 것이다.

대표도 - 도1

100



(72) 발명자

안규빈

경기도 수원시 팔달구 수성로232번길 64, 101호(화서동, 시화빌라)

김상연

서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호(도곡동, 도곡렉슬아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345364767
과제번호	2018R1A6A1A03025526
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	상호작용 가상현실 기반 몰입형 교육 훈련 플랫폼
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간	2018.06.01 ~ 2027.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415185141
과제번호	20011013
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술기획평가원
연구사업명	소재부품기술개발
연구과제명	자동차 디스플레이용 액추에이팅 구현 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(주)이미지스테크놀로지
연구기간	2020.04.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

액추에이터 하우징(110);

상기 액추에이터 하우징(110)의 상측을 커버하는 액추에이터 하우징 커버(120);

상기 하우징(110) 내에 수용되고 일부가 상기 액추에이터 하우징 커버(120)를 통해 외부로 노출되며, 상기 하우징(110) 내에서 회전이 가능하도록 마련되는 회전부(130);

상기 액추에이터 하우징(110) 내측에 마련되며, 상기 액추에이터 하우징(110) 내벽과 상기 회전부(130) 사이에 충전되는 MR 유체(140);

상기 액추에이터 하우징(110) 내측에서 고리 형태로 마련되는 솔레노이드 코일(150); 및

상기 액추에이터 하우징(110) 내측에서 고리 형태로 마련되며 상기 솔레노이드 코일(150)과 상기 회전부(130) 사이에 위치되는 자기 유도 링(160);을 포함하는 것을 특징으로 하는,

자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액추에이터 하우징 커버(120)는,

상기 액추에이터 하우징(110)에 연결되며, 상기 회전부(130)가 외부로 노출되기 위한 관통 홀(121a)이 형성되는 하부 하우징 커버(121);

상기 하부 하우징 커버(121) 상측에 연결되며, 상기 회전부(130)가 외부로 노출되기 위한 관통 홀(122a)이 형성되는 상부 하우징 커버(122);

상기 관통 홀(121a)에 마련되며, 상기 MR 유체(140)가 외부로 누출되는 것을 방지하는 오링(123); 및

상기 관통 홀(122a)에 마련되며, 상기 회전부(130)와의 마찰을 방지하는 베어링(124);을 포함하는 것을 특징으로 하는,

자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 회전부(130)는,

상기 액추에이터 하우징(110) 내부에 수용되는 원기둥 형상의 회전부 몸체(131);

상기 액추에이터 하우징(110) 내부에 수용되며, 상기 회전부 몸체(131) 상측에서 상기 회전부 몸체(131) 보다 큰 직경을 가지도록 일체형으로 형성되는 회전 샤프트(132); 및

상기 회전 샤프트(132) 상측에서 일체형으로 형성되며, 상기 관통 홀(121a, 122a)을 통해 외부로 돌출된 회전축(133);을 포함하는 것을 특징으로 하는,

자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 회전 샤프트(132)는,
가장자리 둘레를 따라 하나 이상의 범프가 돌출 형성된 톱니 형상인 것을 특징으로 하는,
자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 자기 유도 링(160)은 비자성체에 해당하는 것을 특징으로 하는,
자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 회전축(133)은,
육각기둥 형상인 것을 특징으로 하는,
자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 7

제2항에 있어서,
상기 관통 홀(122a)과 상기 베어링(124) 사이에는,
마찰열 방지용 그리스가 도포된 것을 특징으로 하는,
자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 8

제3항에 있어서,
상기 액추에이터 하우징(110) 내측 하부에는,
상측이 상기 회전부 몸체(131)의 하부에서 내측 방향으로 삽입되는 회전용 축이 마련되는 것을 특징으로 하는,
자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 9

제4항에 있어서,
상기 범프는,
상기 회전 샤프트(132)의 가장자리 둘레를 따라 짝수 개로 형성되는 것을 특징으로 하는,

자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

청구항 10

제4항에 있어서,

상기 액추에이터 하우징(110)과 상기 범프 사이 간격에서는 전단 모드가 형성되고,

상기 액추에이터 하우징(110)과 상기 범프가 형성되지 않은 회전 샤프트(132)의 가장자리 사이 간격에서는 전단 모드 및 유동 모드가 동시 형성되는 것을 특징으로 하는,

자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 향상된 T 형상의 회전축과 자기 유도링을 이용하여 자기유변 유체(MR 유체)에 높은 자기장을 유도하여 MR 유체 점성을 높임으로써, MR 유체의 전단 모드 및 유동 모드를 동시 만족함은 물론, 보다 높은 회전 저항력을 생성할 수 있는 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로, 자기유변 유체(MR 유체)는 자기장 부하 시 유체 흐름 저항이 증가하는 효과를 가진 유체로써 ER(ELECTRO-RHEOLOGICAL) 유체와 유사한 현상을 보인다. MR 유체는 낮은 투과율(permeability)의 용매에 상자성(paramagnetic)입자를 분산시킨 유체로, 자기장 무부하 시에는 입자가 자유롭게 운동하는 뉴토니안(Newtonian) 유체와 같은 거동을 보이지만 자기장 부하 시에는 입자가 대전되어 체인 구조를 형성하여 항복응력을 갖는 빙햄(Bingham)유체의 거동을 보인다.

[0004] 이러한 MR 유체는 다양한 응용장치의 설계, 제작, 위치, 진동제어 및 회전체 등에 활용되는데, 예를 들어 차량용 속 업소버, 임팩트 댐퍼, 엔진 마운트, 차량 서스펜션 등에 활용되고 있다.

[0005] 한편, 일반적으로 MR 유체가 적용된 회전체는 크게 드럼 구조, 디스크 구조, T 형상 구조로 나뉜다. MR 유체는 자기장 세기에 따라 점성이 높아지는 특성을 가지는데, 종래의 MR 유체가 적용된 회전체는 자기장 유도에 따른 MR 유체의 점성도 상승폭이 어느 정도 제한되어 있기 때문에, 더욱 큰 회전 저항력 생성을 위한 기술 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2311171호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위함으로써, 향상된 T 형상의 회전축과 자기 유도링을 이용하여 자기유변 유체(MR 유체)에 높은 자기장을 유도하여 MR 유체 점성을 높임으로써, MR 유체의 전단 모드 및 유동 모드를 동시 만족함은 물론, 보다 높은 회전 저항력을 생성할 수 있는 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터(100)는 액추에이터 하우징(110), 상기 액추에이터 하우징(110)의 상측을 커버하는 액추에이터 하우징 커버(120), 상기 하우징(110) 내에 수용되고 일부가 상기 액추에이터 하우징 커버(120)를 통해 외부로 노출되며, 상기 하우징(110) 내에서 회전이 가능하도록 마련되는 회전부(130), 상기 액추에이터 하우징(110) 내측에 마련되며, 상기 액추에이터 하우징(110) 내벽과 상기 회전부(130) 사이에 충전되는 MR 유체(140), 상기 액추에이터 하우징(110) 내측에서 고리 형태로 마련되는 솔레노이드 코일(150) 및 상기 액추에이터 하우징(110) 내측에서 고리 형태로 마련되며 상기 솔레노이드 코일(150)과 상기 회전부(130) 사이에 위치되는 자기 유도 링(160)을 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에서, 상기 액추에이터 하우징 커버(120)는 상기 액추에이터 하우징(110)에 연결되며, 상기 회전부(130)가 외부로 노출되기 위한 관통 홀(121a)이 형성되는 하부 하우징 커버(121), 상기 하부 하우징 커버(121) 상측에 연결되며, 상기 회전부(130)가 외부로 노출되기 위한 관통 홀(122a)이 형성되는 상부 하우징 커버(122), 상기 관통 홀(121a)에 마련되며, 상기 MR 유체(140)가 외부로 누출되는 것을 방지하는 오링(123) 및 상기 관통 홀(122a)에 마련되며, 상기 회전부(130)와의 마찰을 방지하는 베어링(124)을 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 회전부(130)는 상기 액추에이터 하우징(110) 내부에 수용되는 원기둥 형상의 회전부 몸체(131), 상기 액추에이터 하우징(110) 내부에 수용되며, 상기 회전부 몸체(131) 상측에서 상기 회전부 몸체(131) 보다 큰 직경을 가지도록 일체형으로 형성되는 회전 샤프트(132) 및 상기 회전 샤프트(132) 상측에서 일체형으로 형성되며, 상기 관통 홀(121a, 122a)을 통해 외부로 돌출된 회전축(133)을 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 회전 샤프트(132)는 가장자리 둘레를 따라 하나 이상의 범프가 돌출 형성된 톱니 형상으로 형성될 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 자기 유도 링(160)은 비자성체에 해당될 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 일 측면에 따르면, 향상된 T 형상의 회전축과 자기 유도링을 이용하여 자기유변 유체(MR 유체)에 높은 자기장을 유도하여 MR 유체 점성을 높임으로써, MR 유체의 전단 모드 및 유동 모드를 동시 만족함은 물론, 보다 높은 회전 저항력을 생성할 수 있는 이점을 가진다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터(100)의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터(100)의 단면을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 회전부(130)를 보다 구체적으로 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 3에 도시된 회전 샤프트(132)의 구조, 회전 샤프트(132)의 범프 개수에 따른 회전 샤프트(132) 다양한 형상 및 범프 개수에 따른 토크 저항 변화량에 대한 시뮬레이션 결과를 각각 나타낸 도면이다.
- 도 5는 범프와 범프가 아닌 영역 각각의 전단 모드 및 유동 모드와, 이에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 도 2에 도시된 MR 유체(140)에 유도되는 자기장 경로를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 도 2에 도시된 자기 유도 링(160)이 있는 경우와 없는 경우 각각의 MR 유체(140)에 유도되는 자기장 경로에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 실시예에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터(100)의 구성을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터(100)의 단면을 나타낸 도면이다.
- [0022] 도 1 및 도 2를 살펴보면, 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터(100)는 크게 액추에이터 하우징(110), 액추에이터 하우징 커버(120), 회전부(130), MR 유체(140), 솔레노이드 코일(150) 및 자기 유도 링(160)을 포함하여 구성된다.
- [0023] 액추에이터 하우징(110)은 내부에 회전부(130), MR 유체(140), 솔레노이드 코일(150) 및 자기 유도 링(160)을 수용하며, 내측 형상은 회전부(130) 형상과 상응하는 형태로 내부가 음각 형성된다.
- [0024] 액추에이터 하우징 커버(120)는 액추에이터 하우징(110)의 상측을 커버하여 액추에이터 하우징(110)의 상부가 외부로 노출되는 것을 차단하는 역할을 한다.
- [0025] 이러한 액추에이터 하우징 커버(120)는 하부 하우징 커버(121), 상부 하우징 커버(122), 오링(123) 및 베어링(124)을 포함하여 구성된다.
- [0026] 하부 하우징 커버(121)는 액추에이터 하우징(110)의 상측과 직접적으로 결합되는 형태로써, 액추에이터 하우징(110)의 상측에 끼움 결합 방식으로 고정되거나, 액추에이터 하우징(110)의 상부 내주면을 따라 형성된 나사선과 결합하여 볼트 결합 방식으로 고정될 수 있다.
- [0027] 하부 하우징 커버(121)는 하부 일부영역이 액추에이터 하우징(110) 내부로 삽입되도록 일부 돌출된 구조를 가진다. 또한, 하부 하우징 커버(121)의 중심부에는 후술되는 회전부(130)의 회전축(133)이 상부로 관통하여 외부로 노출되기 위한 관통 홀(121a)이 형성된다. 또한 관통 홀(121a)에는 오링(123)이 마련됨에 따라, 액추에이터 하우징(110) 내 충진된 MR 유체(140)가 외부로 누출되는 것이 방지될 수 있다.
- [0028] 하부 하우징 커버(121) 상측에는 상부 하우징 커버(122)가 결합된다.
- [0029] 상부 하우징 커버(122)는 하부 하우징 커버(121)와 상응하는 형태로 형성되며, 하부 일부영역이 하부 하우징 커버(121)의 상측에 삽입되도록 일부 돌출된 구조를 가진다.
- [0030] 상부 하우징 커버(122)는 하부 하우징 커버(121)의 상측과 끼움 결합 방식을 통해 고정되거나, 또는 하부 하우징 커버(121)의 상부 내주면을 따라 형성된 나사선과 결합하여 볼트 결합 방식으로 고정될 수 있다.
- [0031] 상부 하우징 커버(122)의 중심부에는 회전부(130)의 회전축(133)이 상부로 관통하여 외부로 노출되기 위한 관통 홀(122a)이 형성된다. 이는 하부 하우징 커버(121)의 관통 홀(121a)과 동일한 수직선 상에 위치하게 되며, 직경 또한 동일하게 형성된다.
- [0032] 상부 하우징 커버(122)의 관통 홀(122a)에는 베어링(124)이 마련된다. 베어링(124)은 관통 홀(121a, 122a)을 관통하여 외부로 노출된(돌출된) 회전부(130)의 회전축(133)과 접하도록 마련되며, 회전축(133)의 고속 회전 시 마찰이 최소화되도록 한다.
- [0034] 도 3은 도 1에 도시된 회전부(130)를 보다 구체적으로 나타낸 도면이고, 도 4는 도 3에 도시된 회전 샤프트(132)의 구조, 회전 샤프트(132)의 범프 개수에 따른 회전 샤프트(132) 다양한 형상 및 범프 개수에 따른 토크 저항 변화량에 대한 시뮬레이션 결과를 각각 나타낸 도면이며, 도 5는 범프와 범프가 아닌 영역 각각의 전단 모드 및 유동 모드와, 이에 따른 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 3 내지 도 5를 살펴보면, 회전부(130)는 크게 회전부 몸체(131), 회전 샤프트(132) 및 회전축(133)으로 구성된다.
- [0036] 회전부 몸체(131)는 액추에이터 하우징(110)의 최내측에 수용되는 구조로써, 원기둥 형상을 가진다. 이때 회전부 몸체(131)는 액추에이터 하우징(110) 내 공간에서 회전하게 되는데, 회전부 몸체(131)와 액추에이터 하우징(110) 내벽 사이에는 MR 유체(140)가 충진된다.

- [0037] 회전부 몸체(131) 상측에는 회전부 몸체(131) 보다 직경이 더 큰 회전 샤프트(132)가 마련된다. 회전 샤프트(132)는 액추에이터 하우징(110) 내에 수용된 상태에서 회전부 몸체(131)와는 일체형으로 형성되며, MR 유체(140)의 자기장 유도에 의한 회전 저항력을 발생시키기 위한 구조를 가진다.
- [0038] 보다 구체적으로, 회전 샤프트(132)는 가장자리 둘레를 따라 하나 이상의 범프가 돌출 형성된 톱니 형상을 가진다. 이때, 범프는 톱니 자체를 의미하며, 도 4와 같이 범프의 개수 및 각도에 따라 회전 샤프트(132) 자체 형상이 다양하게 형성될 수 있다.
- [0039] 범프 개수가 0개일 경우 회전 샤프트(132)의 가장자리 자체가 하나의 범프가 되며, 이때 범프 각도는 360도가 된다. 범프 개수가 2개일 경우 회전 샤프트(132)의 가장자리에 2개의 범프가 돌출되어 톱니를 형성하며, 이때 범프 각도는 90도를 이루게 된다. 범프 개수가 4개일 경우 회전 샤프트(132)의 가장자리에 4개의 범프가 돌출되어 톱니를 형성하며, 이때 범프 각도는 45도를 이루게 된다. 범프 개수가 6개일 경우 회전 샤프트(132)의 가장자리에 6개의 범프가 돌출되어 톱니를 형성하며, 이때 범프 각도는 30도를 이루게 된다. 범프 개수가 8개일 경우 회전 샤프트(132)의 가장자리에 8개의 범프가 돌출되어 톱니를 형성하며, 이때 범프 각도는 22.5도를 이루게 된다. 범프 개수가 10개일 경우 회전 샤프트(132)의 가장자리에 10개의 범프가 돌출되어 톱니를 형성하며, 이때 범프 각도는 18도를 이루게 된다.
- [0040] 즉, 범프 개수가 많아지면 많아질수록 범프 각도는 그에 맞게 분할되며, 회전 샤프트(132) 자체의 톱니 개수가 증가되는 형상을 보인다.
- [0041] 이때, 도 4의 시뮬레이션 결과를 살펴보면, 동일한 MR 유체(140)를 기준으로 범프 개수가 6개일 경우 가장 높은 토크 저항(Nmm)을 보이는 것을 알 수 있다. 이에 따라, 본 발명에서 회전 샤프트(132)는 범프 개수 6개, 각 범프 각도가 30도를 이루도록 범프가 형성될 수 있다.
- [0042] 도 5를 살펴보면, 회전 샤프트(132)의 범프에서는 범프와 액추에이터 하우징(110) 사이 간격에 채워진 MR 유체(140)에 의해 전단 모드가 적용될 수 있고, 범프가 아닌 영역과 액추에이터 하우징(110) 사이 간격에 채워진 MR 유체(140)에서는 더욱 큰 공간에 의해 전단 모드와 유동 모드가 동시에 적용된다. 이때, 솔레노이드 코일(150)에서 발생한 자기장에 의해 MR 유체(140)는 점성을 가지기 때문에 회전 샤프트(132) 자체에 더욱 큰 저항이 발생하게 되고, 이는 더욱 큰 토크 저항력을 형성하게 된다.
- [0044] MR 유체(140)는 자기장(magnetic field)에 의해 상 변화가 일어나는 지능 유체로써, 실리콘 오일과 같은 베이스 유체와 자성 입자로 구성되어 외부 자기장에 따라 유체의 유동을 제어할 수 있는 지능 유체이다. 또한 반응성이 매우 빠르고 유동 시 항복응력이 뛰어나며, 특히 적은 전력으로도 높은 감쇠력을 가진다는 점에서 회전체에 활용될 수 있다. 이러한 MR 유체(140)는 자기장 인가시 점성이 높아지게 된다.
- [0045] MR 유체(140)의 항복응력은 하기의 수학적식에 기재된 바와 같이 자속밀도(B)에 비례하며, 자속밀도는 자기회로에 형성되는 자속(Φ)에 비례하고 자화면적(A)에 반비례하게 된다.
- [0046] [수학식]
- [0047] $B = \Phi / A$
- [0048] (여기에서, B는 자속밀도, Φ 는 자속, A는 자화면적이다)
- [0050] 이러한 MR 유체(140)는 자기장 유도에 따라 MR 유체(140)의 점성이 올라가게 되며, 이에 따라 회전 샤프트(132)의 범프에 더욱 큰 저항력이 걸리면서 전단 모드 및 유동 모드가 동시에 적용될 수 있다.
- [0052] 솔레노이드 코일(150)은 액추에이터 하우징(110) 내측에서 고리 형태로 마련되며, 회전부 몸체(131)와는 자기장 유도 링(160)의 길이만큼 이격된 상태로 위치된다.
- [0053] 솔레노이드 코일(150)에서는 전류 인가 시 자기장을 발생시켜 액추에이터 하우징(110)과 회전부(130) 사이에 채워진 MR 유체(140)의 자기장을 유도하며 점성을 높여 회전 저항력을 생성하게 된다.
- [0054] 한편, 액추에이터 하우징(110) 내측에서, 솔레노이드 코일(150)과 회전부(130)의 회전부 몸체(131) 사이에는 길

이 방향을 따라 비자성체에 해당하는 자기 유도 링(160)이 마련된다.

- [0055] 자기 유도 링(160)은 비자성체로써 자화되지 않기 때문에 자체적으로는 자기장이 유도될 수 없기 때문에, 솔레노이드 코일(150) 자체에서 MR 유체(140)에 더욱 큰 자기장을 발생시켜 더욱 큰 자기장이 유도되도록 할 수 있으며, 이에 따라 MR 유체(140)의 점성이 더욱 높아짐으로써 가장 큰 토크 저항력을 가질 수 있다. 이에 대해 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
- [0056] 도 6은 도 2에 도시된 MR 유체(140)에 유도되는 자기장 경로를 나타낸 도면이고, 도 7은 도 2에 도시된 자기 유도 링(160)이 있는 경우와 없는 경우 각각의 MR 유체(140)에 유도되는 자기장 경로에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- [0057] 도 6 및 도 7을 살펴보면, 자기 유도 링(160)은 그 자체가 비자성체이므로, 자화가 되지 않아 자기장이 유도될 수 없다, 따라서, 도 6과 같이 솔레노이드 코일(150)에서 MR 유체(140)에 더욱 큰 자기장을 발생시켜 더욱 큰 자기장이 유도되도록 할 경우, 자기장이 자기 유도 링(160)의 길이 방향을 따라 자기 유도 링(160)을 타고 더욱 크게 유도된다. 이렇게 유도된 자기장은 회전부(130)에 더욱 큰 토크 저항력을 형성하게 되는데, 도 7과 같이 자기 유도 링(160)의 두께가 1000 μm 에서 가장 큰 토크 저항력을 형성하는 것을 알 수 있다.
- [0058] 또한, 도 7과 같이, 자기 유도 링(160)이 없을 경우 자기장이 솔레노이드 코일(150) 자체에서만 유도되는데 반해, 자기 유도 링(160)이 있을 경우에는 자기장이 자기 유도 링(160)을 타고 더욱 크게 유도되는 것을 알 수 있다.
- [0060] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

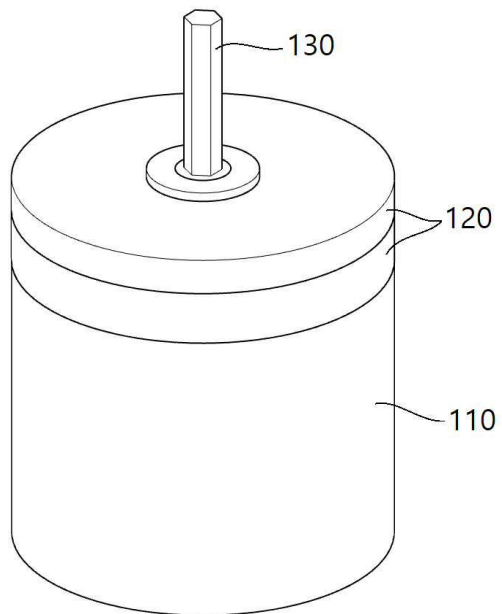
부호의 설명

- [0062] 100: 자기유변 유체 기반 향상된 T 형상 회전 타입 햅틱 액추에이터
 110: 액추에이터 하우징
 120: 액추에이터 하우징 커버
 121: 하부 하우징 커버
 121a: 관통 홀
 122: 상부 하우징 커버
 122a: 관통 홀
 123: 오링
 124: 베어링
 130: 회전부
 131: 회전부 몸체
 132: 회전 샤프트
 133: 회전축
 140: MR 유체
 150: 솔레노이드 코일
 160: 자기 유도 링

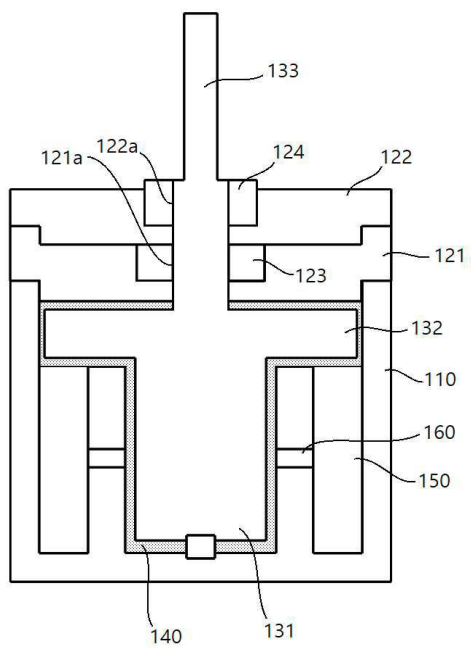
도면

도면1

100

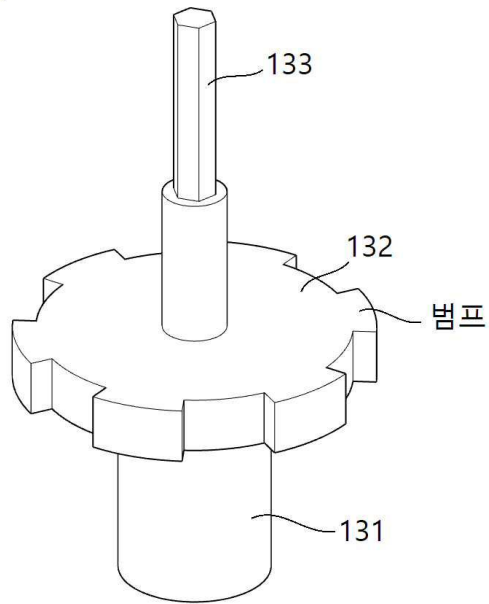


도면2

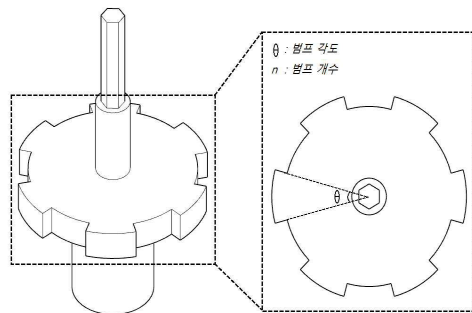


도면3

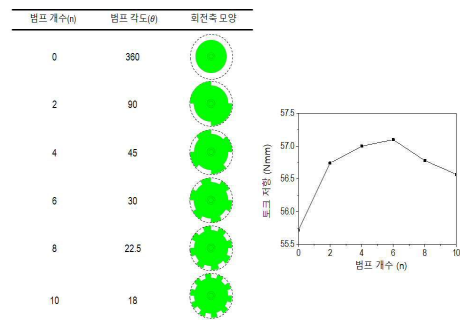
130



도면4

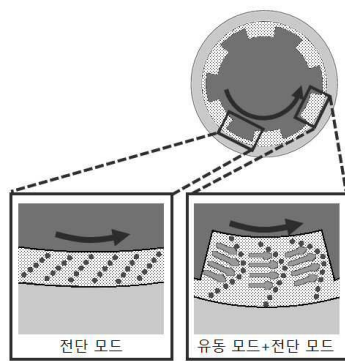


회전 샤프트 구조

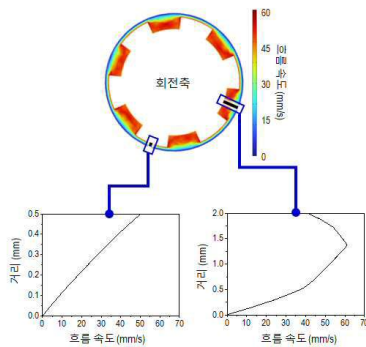


범프 개수에 따른 토크 저항 변화량

도면5

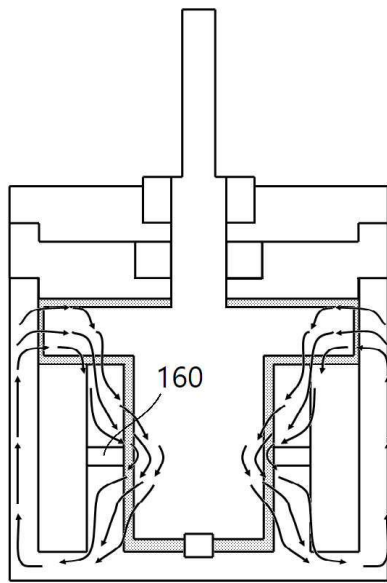


전단모드/유동 모드



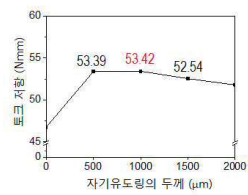
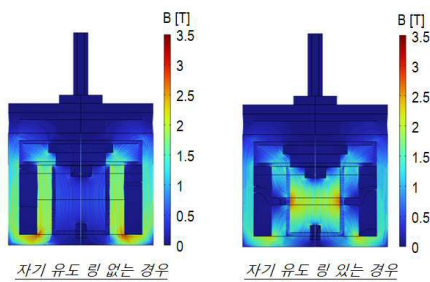
시뮬레이션 결과

도면6



자기장 흐름

도면7



자기 유도 링 두께에 따른 토크 저장 결과