(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0168692
(43) 공개일자 2023년12월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16F 9/53 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16F 9/537 (2013.01)
F16F 2224/045 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0069289
(22) 출원일자 2022년06월08일
심사청구일자 2022년06월08일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김상연
서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호(도곡동, 도곡렉슬아파트)
허용해
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 103동 401호(신한아파트)
진경복
경기도 수원시 영통구 태장로71번길 19, 204동 1301호(망포동, 망포마을동수원엘지빌리지)
(74) 대리인
박민홍, 최웅근

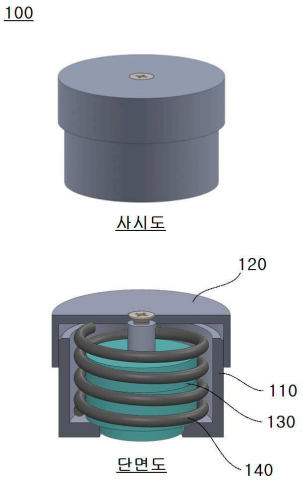
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **모빌리티용 액츄에이터 장치**

(57) 요 약

본 발명은 자기유변유체(MR 유체)의 수직 방향 유동이 가능한 다수의 유로를 형성하여 유동 모드(flow mode) 특성 및 압착 모드(squeeze mode) 특성을 모두 만족하는 항복응력을 발생시켜 충격 및 진동 감쇄력을 극대화하여 효율성을 높일 수 있고, 또한 간편화 및 소형화된 구조를 통해 모빌리티에 적용이 가능한 모빌리티용 액츄에이터 장치에 대한 것이다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711117099
과제번호 2020-0-00594-001
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 정보통신·방송 연구개발사업
연구과제명 VR·AR 콘텐츠 제어를 위한 다형성 햅틱컨트롤러
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간 2020.04.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345315470
과제번호 2018R1A6A1A03025526
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공분야 대학중점 연구소 지원사업
연구과제명 상호작용 가상현실 기반 몰입형 교육 훈련 플랫폼
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간 2018.06.01 ~ 2027.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

액츄에이터 하우징(110);

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

일측이 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)와 연결된 상태에서 상기 액츄에이터 하우징(110) 내에 수용되며, 자기장에 따른 항복응력을 발생시켜 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)에 가해지는 충격을 완충하는 MR 댐퍼(130); 및

상기 액츄에이터 하우징(110) 내에 수용되며, 탄성력을 통해 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)가 상기 액츄에이터 하우징(110)으로부터 일정 간격으로 띄워진 상태를 유지하도록 하는 탄성체(140);를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 MR 댐퍼(130)는,

하우징(131);

상기 하우징(131)을 커버하는 하우징 커버(132);

상기 하우징(131) 내에서 수직 방향으로 왕복이동이 가능하도록 마련되는 플런저(133);

상기 하우징(131) 내에 충진되는 MR 유체(134);

상기 하우징(131)의 내벽을 따라 고리 형태로 마련되는 솔레노이드 코일(135);

상기 하우징(131)의 내벽을 따라 고리 형태로 마련되되 상기 솔레노이드 코일(135) 상측에 위치되는 자기 유도 링(136); 및

상기 솔레노이드 코일(135)과 상기 플런저(133) 사이에 개재되는 자기 우회 링(137);을 포함하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 하우징(131) 및 자기 유도 링(136)은 자성체에 해당하고,

상기 하우징 커버(132) 및 자기 우회 링(137)은 비자성체에 해당하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 플런저(133)는,

상기 하우징(131) 내측을 하측 챔버(131a) 및 상측 챔버(131b)로 구획하는 형상으로 마련되며, 상기 MR 유체(134)가 수직 방향으로 유동하기 위한 하나 이상의 유로(133a-1)가 형성된 플런저 바디(133a);

상기 플런저 바디(133a)의 상측 중심부와 연결되고, 상측 말단부는 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)와 볼트 결합되는 상부 로드(133b); 및

상기 플런저 바디(133a)의 하측 중심부와 연결되는 하부 로드(133c);를 포함하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 플런저 바디(133a)는 자성체에 해당하고,

상기 상부 로드(133b) 및 하부 로드(133c)는 비자성체에 해당하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 하우징(131) 내측에서 상기 플런저(133) 하부에 위치되는 분리 디스크 링(138); 및

상기 분리 디스크 링(138) 하부에 위치되며, 탄성력을 통해 상기 분리 디스크 링(138)이 상기 하우징(131) 내측 바닥면으로부터 일정 간격으로 띄워진 상태를 유지하도록 하는 판형 탄성체(139);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 분리 디스크 링(138)에는,

상기 MR 유체(134)가 수직 방향으로 유동하기 위한 하나 이상의 유로(138-1)가 형성된 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 분리 디스크 링(138)은 자성체에 해당하고,

상기 판형 탄성체(139)는 비자성체에 해당하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

청구항 9

제4항에 있어서,

상기 액츄에이터 하우징 커버(120)에 충격이 가해지는 경우,

상기 액츄에이터 하우징 커버(120)와 연결된 플런저(133)의 플런저 바디(133a)가 하우징(131) 내에서 하측 방향으로 하강함에 따라, 상기 솔레노이드 코일(135)과 상기 플런저 바디(133a) 간에 자기장이 생성되며,

상기 하나 이상의 유로(133a-1)를 통해 상기 MR 유체(134)가 하측 챔버(131a)에서 상측 챔버(131b)로 이동함에 따라, 유동 모드(flow mode) 특성 및 압착 모드(squeeze mode) 특성에 의한 항복응력이 발생되어 상기 충격을 완충하는 것을 특징으로 하는, 모빌리티용 액츄에이터 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 모빌리티용 액츄에이터 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 자기유변유체(MR 유체)의 수직 방향 유동이 가능한 다수의 유로를 형성하여 유동 모드(flow mode) 특성 및 압착 모드(squeeze mode) 특성을 모두 만족하는 항복응력을 발생시켜 충격 및 진동 감쇄력을 극대화하여 효율성을 높일 수 있고, 또한 간편화 및 소형화된 구조를 통해 모빌리티에 적용이 가능한 모빌리티용 액츄에이터 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로, 자기유변유체(MR 유체)는 자기장 부하 시 유체 흐름 저항이 증가하는 효과를 가진 유체로써 ER 효과와 유사한 현상을 보인다. MR 유체는 낮은 투자율(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 및 진동제어 등에 활용되는데, 예를 들어 차량용 속 업소버, 임팩트 댐퍼, 엔진 마운트, 차량 서스펜션 등에 활용되고 있다.

[0005] 한편, 현재 개발된 MR 댐퍼의 경우 가격이 매우 고가이며 부피가 크기 때문에 차량, 철도 혹은 토목/건축 분야에서 주로 활용되고 있는 바, 전동 킥보드와 같이 현재 상용화 된 개인형 이동수단 등에 이를 활용하기 위해서는 부피 및 무게를 다운 사이징 하여야 하고, 지금보다 제작 단가를 현저히 낮추어 가격 경쟁력을 높일 필요성이 있다는 점에서, 이를 만족시키기 위한 기술 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

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

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위함으로써, 자기유변유체(MR 유체)의 수직 방향 유동이 가능한 다수의 유로를 형성하여 유동 모드(flow mode) 특성 및 압착 모드(squeeze mode) 특성을 모두 만족하는 항복응력을 발생시켜 충격 및 진동 감쇄력을 극대화하여 효율성을 높일 수 있고, 또한 간편화 및 소형화된 구조를 통해 모빌리티에 적용이 가능한 모빌리티용 액츄에이터 장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른 모빌리티용 액츄에이터 장치는 액츄에이터 하우징(110), 상기 액츄에이터 하우징(110)의 상측을 커버하는 액츄에이터 하우징 커버(120) 및 일측이 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)와 연결된 상태에서 상기 액츄에이터 하우징(110) 내에 수용되며, 자기장에 따른 항복응력을 발생시켜 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)에 가해지는 충격을 완충하는 MR 댐퍼(130)를 포함할 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 본 발명은 상기 액츄에이터 하우징(110) 내에 수용되며, 탄성력을 통해 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)가 상기 액츄에이터 하우징(110)으로부터 일정 간격으로 띄워진 상태를 유지하도록 하는 탄성체(140)를 더 포함할 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 MR 댐퍼(130)는 하우징(131), 상기 하우징(131)을 커버하는 하우징 커버(132), 상기 하우징(131) 내에서 수직 방향으로 왕복이동이 가능하도록 마련되는 플런저(133), 상기 하우징(131) 내에 충진되는 MR 유체(134), 상기 하우징(131)의 내벽을 따라 고리 형태로 마련되는 솔레노이드 코일(135), 상기 하우징(131)의 내벽을 따라 고리 형태로 마련되되 상기 솔레노이드 코일(135) 상측에 위치되는 자기 유도 링(136) 및 상기 솔레노이드 코일(135)과 상기 플런저(133) 사이에 개재되는 자기 우회 링(137)을 포함할 수 있다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 하우징(131) 및 자기 유도 링(136)은 자성체에 해당하고, 상기 하우징 커버(132) 및 자기 우회 링(137)은 비자성체에 해당할 수 있다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 플런저(133)는 상기 하우징(131) 내측을 하측 챔버(131a) 및 상측 챔버(131b)로 구획하는 형상으로 마련되며, 상기 MR 유체(134)가 수직 방향으로 유동하기 위한 하나 이상의 유로(133a-1)가 형성된 플런저 바디(133a), 상기 플런저 바디(133a)의 상측 중심부와 연결되고, 상측 말단부는 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)와 볼트 결합되는 상부 로드(133b) 및 상기 플런저 바디(133a)의 하측 중심부와 연결되는 하부 로드(133c)를 포함할 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 플런저 바디(133a)는 자성체에 해당하고, 상기 상부 로드(133b) 및 하부 로드(133c)는 비자성체에 해당할 수 있다.

[0016] 일 실시예에서, 본 발명은 상기 하우징(131) 내측에서 상기 플런저(133) 하부에 위치되는 분리 디스크 링(138) 및 상기 분리 디스크 링(138) 하부에 위치되며, 탄성력을 통해 상기 분리 디스크 링(138)이 상기 하우징(131) 내측 바닥면으로부터 일정 간격으로 띄워진 상태를 유지하도록 하는 판형 탄성체(139)를 더 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시예에서, 상기 분리 디스크 링(138)에는 상기 MR 유체(134)가 수직 방향으로 유동하기 위한 하나 이상의 유로(138-1)가 형성될 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 상기 분리 디스크 링(138)은 자성체에 해당하고, 상기 판형 탄성체(139)는 비자성체에 해당할 수 있다.

[0019] 일 실시예에서, 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)에 충격이 가해지는 경우, 상기 액츄에이터 하우징 커버(120)와 연결된 플런저(133)의 플런저 바디(133a)가 하우징(131) 내에서 하측 방향으로 하강함에 따라, 상기 솔레노이드 코일(135)과 상기 플런저 바디(133a) 간에 자기장이 생성되며, 상기 하나 이상의 유로(133a-1)를 통해 상기 MR 유체(134)가 하측 챔버(131a)에서 상측 챔버(131b)로 이동함에 따라, 유동 모드(flow mode) 특성 및 압착 모드(squeeze mode) 특성에 의한 항복응력이 발생되어 상기 충격을 완충할 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명의 일 측면에 따르면, MR 유체(MR)의 수직 방향 유동이 가능한 다수의 유로를 형성하여 유동 모드(flow mode) 특성 및 압착 모드(squeeze mode) 특성을 모두 만족하는 항복응력을 발생시켜 충격 및 진동 감쇄력을 극대화하여 효율성을 높일 수 있는 이점을 가진다.

[0022] 또한 본 발명의 일 측면에 따르면, 간편화 및 소형화된 구조를 통해 전동 킥보드와 같이 현재 상용화 된 개인형 이동수단(모빌리티)에 적용이 가능함은 물론 제작 단가를 현저히 낮추어 가격 경쟁력을 높일 수 있는 이점을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모빌리티용 액츄에이터 장치(100)의 형상 및 단면을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 모빌리티용 액츄에이터 장치(100)의 구성을 나타낸 구성도이다.

도 3은 도 1에 도시된 MR 댐퍼(130)의 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 도 3에 도시된 MR 댐퍼(130)의 구성을 보다 구체적으로 나타낸 구성도이다.

도 5는 도 4에 도시된 플런저(133)를 보다 구체적으로 나타낸 도면이다.

도 6은 액츄에이터 하우징 커버(120)에 충격(외력)이 가해지는 경우 내부 작용 상태 및 MR 유체(134)의 흐름 상

태를 나타낸 도면이다.

도 7은 액츄에이터 하우징 커버(120)에 충격(외력)이 가해지는 경우 동작 순서에 따른 내부 구조 변화를 나타낸 도면이다.

도 8은 액츄에이터 하우징 커버(120)에 가해진 충격(외력)이 제거되는 경우 내부 작용 상태 및 MR 유체(134) 흐름 상태를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 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.

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 모빌리티용 액츄에이터 장치(100)의 형상을 나타낸 도면이고, 도 2는 도 1에 도시된 모빌리티용 액츄에이터 장치(100)의 구성을 보다 구체적으로 나타낸 구성도이다.

[0028] 도 1 및 도 2를 살펴보면, 본 발명의 일 실시예에 따른 모빌리티용 액츄에이터 장치(100)는 크게 액츄에이터 하우징(110), 액츄에이터 하우징(110)의 상측을 커버하는 액츄에이터 하우징 커버(120), 액츄에이터 하우징(110) 내에 수용되며, 자기장에 따른 항복응력을 통해 액츄에이터 하우징 커버(120)의 상측에서 하측 방향으로 가해지는 충격(외력)을 완충하는 MR 댐퍼(130) 및 액츄에이터 하우징 커버(120)를 액츄에이터 하우징(110)으로부터 일정 간격으로 띄워진 상태를 유지하도록 하는 탄성체(140)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0029] 여기에서, 모빌리티용 액츄에이터 장치(100)는 MR 댐퍼(130) 내 플런저(133)의 수직 방향의 왕복이동 반경이 작기 때문에 그만큼 부피 및 크기를 줄일 수 있어 전동 킥보드와 같은 개인형 이동수단인 모빌리티에 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 부피 및 크기를 더욱 줄일 경우 신발에서 적용될 수 있다.

[0031] 먼저, 액츄에이터 하우징(110)은 내측에 MR 댐퍼(130)와 탄성체(140)를 수용하는 역할을 하며, 상부는 개방된 형태이고 하부는 후술되는 MR 댐퍼(130)의 하부가 하측으로 돌출 가능하도록 개방된 형태로 형성된다.

[0032] 액츄에이터 하우징 커버(120)는 액츄에이터 하우징(110)의 상부를 커버하는 역할을 하며, 중심부는 후술되는 MR 댐퍼(130)의 플런저(133)와 볼트 결합을 통해 연결된다.

[0034] 액츄에이터 하우징 커버(120)는 내측에 수용된 탄성체(140)의 탄성력에 의해 기본적으로 액츄에이터 하우징(110)으로부터 일정 간격(높이)으로 띄워진 상태를 유지하게 되며, 상측에서 가해지는 충격(외력)에 의해 하측 방향으로 눌리면서 하강하게 된다. 이러한 액츄에이터 하우징 커버(120)는 상측에서 가해지는 충격(외력)을 MR 댐퍼(130)의 플런저(133)로 전달하는 역할을 하게 되는데, MR 댐퍼(130)에 의해 그 충격(외력)이 완충될 수 있다.

[0036] MR 댐퍼(130)는 액츄에이터 하우징(110) 내에 수용된 상태에서 하부에 형성된 턱이 액츄에이터 하우징(110)의 하부면에 개방된 영역에 걸림 결합되어 고정되고, 플런저(133)의 상단부가 액츄에이터 하우징 커버(120)의 중심부와 볼트 결합을 통해 연결된다. 따라서, 액츄에이터 하우징 커버(120)에 가해지는 충격(외력)이 그대로 MR 댐퍼(130)로 전달되는 것이다. MR 댐퍼(130)에 대해 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[0038] 도 3은 도 1에 도시된 MR 댐퍼(130)의 구성을 나타낸 도면이고, 도 4는 도 3에 도시된 MR 댐퍼(130)의 구성을 보다 구체적으로 나타낸 구성도이다.

[0039] 도 3 및 도 4를 살펴보면, MR 댐퍼(130)는 하우징(131), 하우징(131)을 커버하는 하우징 커버(132), 하우징(131) 내에서 수직 방향으로 왕복이동이 가능하도록 마련되는 플런저(133), 하우징(131) 내에 충진되는 자기유변유체(MR 유체)(134), 하우징(131) 내벽을 따라 고리 형태로 마련되는 솔레노이드 코일(135), 솔레노이드 코일(135) 상측에 위치되는 자기 유도 링(136), 솔레노이드 코일(135)과 플런저(133) 사이에 개재되는 자기 우회 링(137), 하우징(131) 내측에서 플런저(133) 하부에 위치되는 분리 디스크 링(138) 및 분리 디스크 링(138)이 하

우징(131)의 내측 바닥면으로부터 일정 간격으로 띄워진 상태를 유지하도록 하는 판형 탄성체(139)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0041] 하우징(131)은 앞서 살펴본 액츄에이터 하우징(110)의 하부에 형성된 홀에 걸림 결합을 통해 고정되며, 자성체에 해당한다. 내측에는 플런저(133), MR 유체(134), 솔레노이드 코일(135), 자기 유도 링(136), 자기 우회 링(137), 분리 디스크 링(138) 및 판형 탄성체(139)가 수용된다.

[0042] 하우징(131)은 플런저(133)의 위치 변화에 따라 솔레노이드 코일(135) 간에 발생되는 자기장을 내측으로 순환시킬 수 있도록 자성체로 구성된다. 이러한 하우징(131)의 상측에는 하우징 커버(132)가 결합되는데, 하우징 커버(132)는 비자성체로 구성된다.

[0044] 하우징 커버(132)의 상측에는 플런저(133)의 상부 로드(133b)가 외부로 돌출되기 위한 홀이 형성되며, 이때 홀 내측면에는 하우징(131) 내에 충진된 MR 유체(134)가 누출되지 않도록 하는 씰링(미도시)이 마련된다. 하우징 커버(132)는 MR 유체(134)가 외부로 누출되지 않도록 하우징(131)에 완전히 밀착 결합된다.

[0046] 플런저(133)는 하우징(131) 내에서 수직 방향으로 왕복 이동하는 구조로 형성된다. 이에 관해서는 도 5를 통해 보다 구체적으로 살펴보기로 한다.

[0047] 도 5는 도 4에 도시된 플런저(133)를 보다 구체적으로 나타낸 도면이다.

[0048] 도 5를 살펴보면, 플런저(133)는 하우징(131) 내측을 하측 챔버(131a) 및 상측 챔버(131b)로 구획하는 형상으로 마련되는 플런저 바디(133a), 플런저 바디(133a)의 상측 중심부와 연결되며, 상측 말단부가 액츄에이터 하우징 커버(120)의 중심부와 볼트 결합되는 상부 로드(133b) 및 플런저 바디(133a)의 하측 중심부와 연결되는 하부 로드(133c)를 포함하여 구성된다.

[0050] 먼저 플런저 바디(133a)는 중심부가 뚫린 원기둥 형상을 가지며, 이때 상측 및 하측으로 각각 상부 로드(133b) 및 하부 로드(133c)가 연결된다. 이때 상부 로드 (133b) 및 하부 로드(133c)는 끼움 결합될 수도 있고, 볼트 결합될 수도 있다.

[0051] 플런저 바디(133a)는 자성체로 구성되며, 수직 방향으로 다수의 유로(133a-1)가 형성된다. 유로(133a-1)는 하측 챔버(131a)와 상측 챔버(131b)를 서로 연결하는 형상이며, 플런저(133)가 하측 방향으로 수직 이동하는 경우, 하측 챔버(131a) 내 수용된 MR 유체(134)가 상측 챔버(131b)로 유동하기 위한 통로 역할을 한다. 이때, MR 유체(134)는 자기장에 의해 항복응력이 발생하여 소정의 점성을 가지도록 상태 변형이 발생된 상태이기 때문에, 그만큼 유체 저항이 증가하게 된다. 이 경우, 하측 챔버(131a)와 상측 챔버(131b) 간 압력 강하가 발생하게 되며, 이를 통해 플런저(133)의 수직 이동에 따른 감쇠력이 생성되는 것이다.

[0052] 플런저 바디(133a)의 상측 및 하측에 각각 연결되는 상부 로드(133b) 및 하부 로드(133c)는 비자성체로 구성되며, 상부 로드(133b)는 액츄에이터 하우징 커버(120)와 볼트 결합을 통해 연결된다. 따라서, 액츄에이터 하우징 커버(120)가 충격(외력)에 의해 상측에서 하측 방향으로 눌림에 따라 플런저(133)도 함께 눌리면서 하측 방향으로 수직 이동하는 것이다.

[0053] 이때, 하우징(131) 내에는 플런저 바디(133a)와의 자기장 발생을 위한 솔레노이드 코일(135), 발생된 자기장을 상측 방향으로 유도하는 자기 유도 링(136)이 마련된다.

[0055] 솔레노이드 코일(135)은 하우징(131) 내벽을 따라 고리 형태로 마련되며, 고리 내측으로 플런저 바디(133a)가 관통하여 수직 이동하게 된다. 마찬가지로, 솔레노이드 코일(135)의 상부에 자기 유도 링(136)이 동일한 형태로 마련되며, 자기 유도 링(136)의 상부는 하우징 커버(132)와 맞닿게 된다.

[0056] 이때, 솔레노이드 코일(135)과 플런저 바디(133a) 사이에는 얇은 두께의 고리 형상을 가진 자기 우회 링(137)이 마련된다. 자기 우회 링(137)은 비자성체로 구성되며, 솔레노이드 코일(135)의 높이보다 더 높게 형성된다. 따라서, 솔레노이드 코일(135)을 통해 발생되는 자기장이 중심부 방향이 아닌 자기 유도 링(136) 방향으로 유도되

는 것이다.

[0058] MR 유체(134)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 MR 댐퍼(130)에 활용될 수 있다.

[0059] MR 유체(134)의 항복응력은 하기의 수학식에 기재된 바와 같이 자속밀도(B)에 비례하며, 자속밀도는 자기회로에 형성되는 자속(Φ)에 비례하고 자화면적(A)에 반비례하게 된다.

[0060] [수학식]

[0061] $B = \Phi / A$

[0062] (여기에서, B는 자속밀도, Φ는 자속, A는 자화면적이다)

[0064] 이러한 MR 유체(134)는 플런저 바디(133a)가 눌리지 않은 상태에서는 하측 챔버(131a)에 채워진 상태를 유지하다가, 플런저 바디(133a)가 눌리면서 하측 방향으로 하강하는 경우 플런저 바디(133a)에 형성된 다수의 유로(133a-1)를 통해 상측 챔버(131b) 방향으로 빠져나가는 유동이 발생하게 된다. 이때 MR 유체(134)는 항복응력이 발생하면서 유동 저항이 증가하게 되면서 플런저 바디(133a)의 하강에 대응하는 감쇠력이 생성되는 것이다. MR 유체(134)의 경우 종래의 공지된 내용의 적용이 가능하기 때문에 더욱 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0066] 하우징(131) 내측에서 특히 플런저 바디(133a)의 하측에는 분리 디스크 링(138)이 마련된다. 분리 디스크 링(138)에는 MR 유체(134)가 수직 방향으로 유동하기 위한 하나 이상의 유로(138-1)가 마련되며, 자성체로 구성된다. 분리 디스크 링(138)은 하측에 마련되는 판형 탄성체(139)의 탄성력을 통해 하우징(131) 내측 바닥면으로부터 일정 간격으로 띄워진 상태를 유지하게 된다.

[0067] 이때, 플런저 바디(133a)가 하측 방향으로 수직 이동하는 경우, 분리 디스크 링(138)과 플런저 바디(133a)의 하측면 사이에는 압착 모드(squeeze mode) 특성을 따른 항복응력이 발생하게 되며, 마찬가지로 분리 디스크 링(138)과 하우징(131) 내측 바닥면 사이에도 압착 모드 특성에 따른 항복응력이 발생하게 된다.

[0069] 한편, 액츄에이터 하우징 커버(120)에 충격(외력)이 가해지는 경우와, 가해진 충격(외력)이 제거되는 경우 각각에 대한 하우징(131) 내 내부 작용 상태 및 MR 유체(134) 흐름 상태를 살펴보면 다음과 같다.

[0070] 도 6은 액츄에이터 하우징 커버(120)에 충격(외력)이 가해지는 경우 내부 작용 상태 및 MR 유체(134)의 흐름 상태를 나타낸 도면이고, 도 7은 액츄에이터 하우징 커버(120)에 충격(외력)이 가해지는 경우 동작 순서에 따른 내부 구조 변화를 나타낸 도면이며, 도 8은 액츄에이터 하우징 커버(120)에 가해진 충격(외력)이 제거되는 경우 내부 작용 상태 및 MR 유체(134) 흐름 상태를 나타낸 도면이다.

[0071] 도 6 및 도 7을을 살펴보면, 도 6 및 도 7은 액츄에이터 하우징 커버(120)의 상측에서 하측 방향으로 충격(외력)이 가해지는 경우이다. 이 경우 액츄에이터 하우징 커버(120)는 하측 방향으로 눌리게 되며, 액츄에이터 하우징 커버(120)와 연결된 상부 로드(133b)가 함께 눌리게 된다. 따라서 플런저 바디(133a)가 하우징(131) 내에서 하측 방향으로 수직 이동하게 된다.

[0072] 이때, 플런저 바디(133a)에 형성된 다수의 유로(133a-1)를 통해 MR 유체(134)가 유동하게 되는데, 자성체에 해당하는 플런저 바디(133a)와 솔레노이드 코일(135) 간에 발생되는 자기장이 자기 유도 링(136)을 통해 MR 유체(134)에 전달됨에 따라 유로(133a-1)를 통해 유동되는 MR 유체(134)에 유동 모드(flow mode) 특성을 만족하는 항복응력을 발생시키게 된다. 뿐만 아니라, 플런저 바디(133a)의 하부에 채워진 MR 유체(134)에 전달되는 자기장은 분리 디스크 링(138) 간에 압착 모드(squeeze mode) 특성을 만족하는 항복응력을 발생시키게 된다. 따라서, 플런저 바디(133a)의 하측 방향으로의 수직 이동에 대응하는 이중(유동 모드 특성에 따른 항복응력과 압착 모드 특성에 따른 항복응력)의 항복응력이 작용하여 감쇠력이 상승하게 된다.

[0073] 도 7(a)는 액츄에이터 하우징 커버(120) 상에 충격이 가해지기 전인 초기 상태에 해당하며, 이때 탄성체(140)는

0.00㎜의 스트로크가 가해진 상태에 해당한다. 도 7(b)에서 도 7(d)로 갈수록 점차 가해지는 충격이 증가함에 따라, 스트로크는 1.25㎜에서 3.75㎜까지 증가하게 되며, 도 7(e)에서와 같이 탄성체(140)의 최대 하사점에 도달하는 경우 스토로크는 5.00㎜에 이르게되면서 최대한 압축되게 된다.

[0074] 한편, 액츄에이터 하우징 커버(120)에 가해진 충격(외력)이 제거되는 과정은 앞의 상황에 대한 역순으로 진행될 수 있다. 관련해서는 도 8을 통해 살펴보기로 한다.

[0076] 도 8을 살펴보면, 도 8은 액츄에이터 하우징 커버(120)에 가해진 충격(외력)이 제거되어 액츄에이터 하우징 커버(120)가 탄성체(140)의 탄성력에 의해 다시 릴리즈(Release) 상태로 복구되는 상태이다. 이 경우, 플런저 바디(133a)가 다시 상측 방향으로 서서히 수직 이동하게 되면서, MR 유체(134)는 다수의 유로(133a-1)를 통해 다시 하측 챔버(131a) 방향으로 유동하게 된다. 이 경우 앞서 발생된 이중의 항복응력 또한 해제되면서 플런저 바디(133a)가 본래 위치로 복귀가 완료되는 것이다.

[0078] 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

[0080] 100: 모빌리티용 액츄에이터 장치

110: 액츄에이터 하우징

120: 액츄에이터 하우징 커버

130: MR 댐퍼

131: 하우징

131a: 하측 챔버

131b: 상측 챔버

132: 하우징 커버

133: 플런저

133a: 플런저 바디

133b: 상부 로드

133c: 하부 로드

133a-1: 유로

134: MR 유체

135: 솔레노이드 코일

136: 자기 유도 링

137: 자기 우회 링

138: 분리 디스크 링

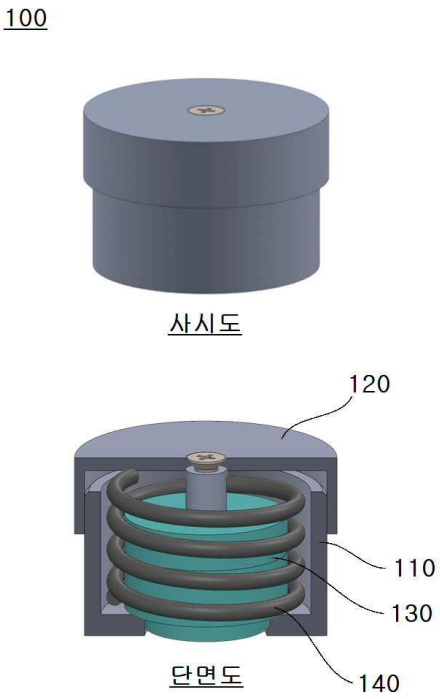
138-1: 유로

139: 판형 탄성체

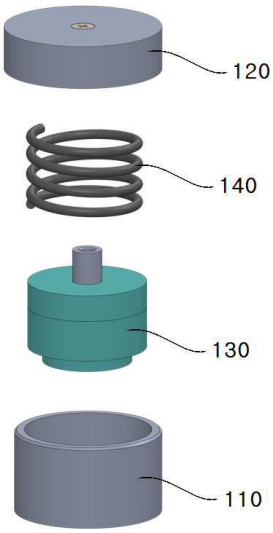
140: 탄성체

도면

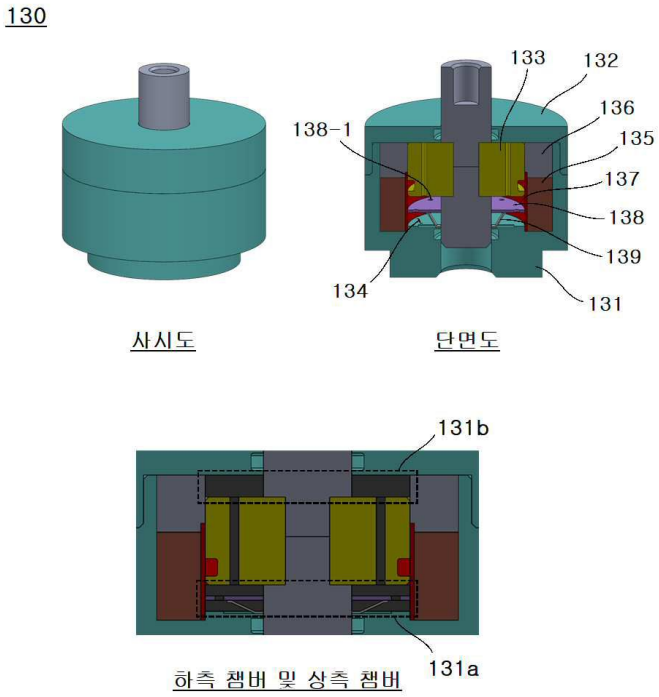
도면1



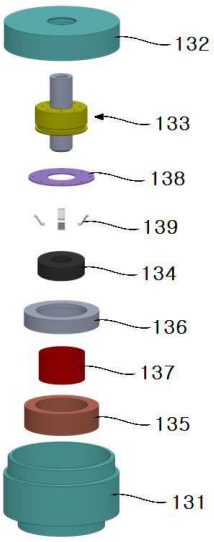
도면2



도면3

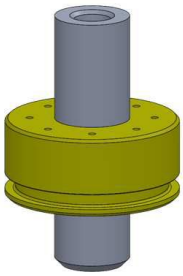

130
133
132
136
138-1
135
137
138
139
134
131
사시도
단면도
131b
131a
하측 챔버 및 상측 챔버

도면4

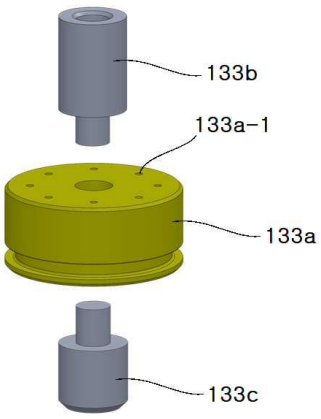

132
133
138
139
134
136
137
135
131

도면5

133

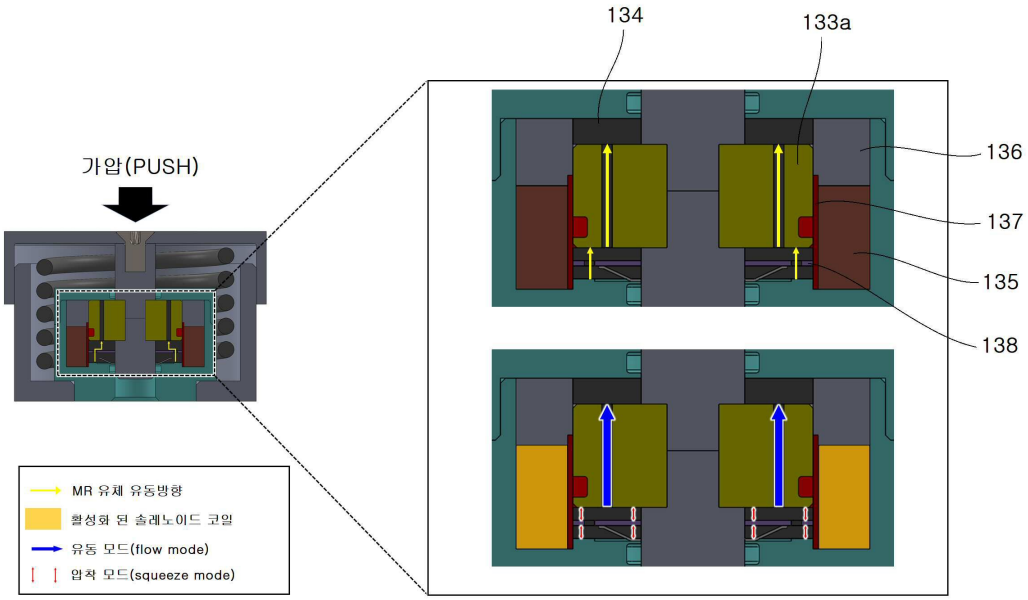


사시도

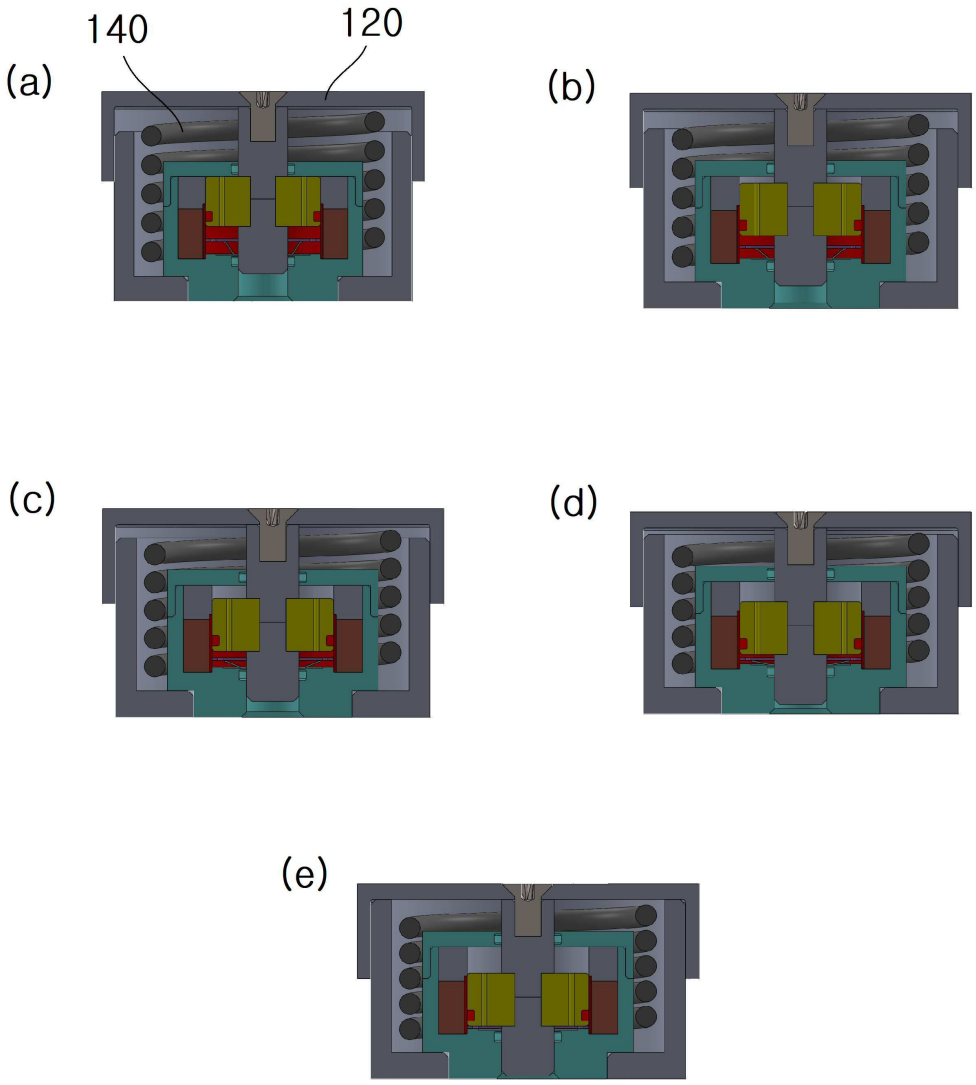


구성도

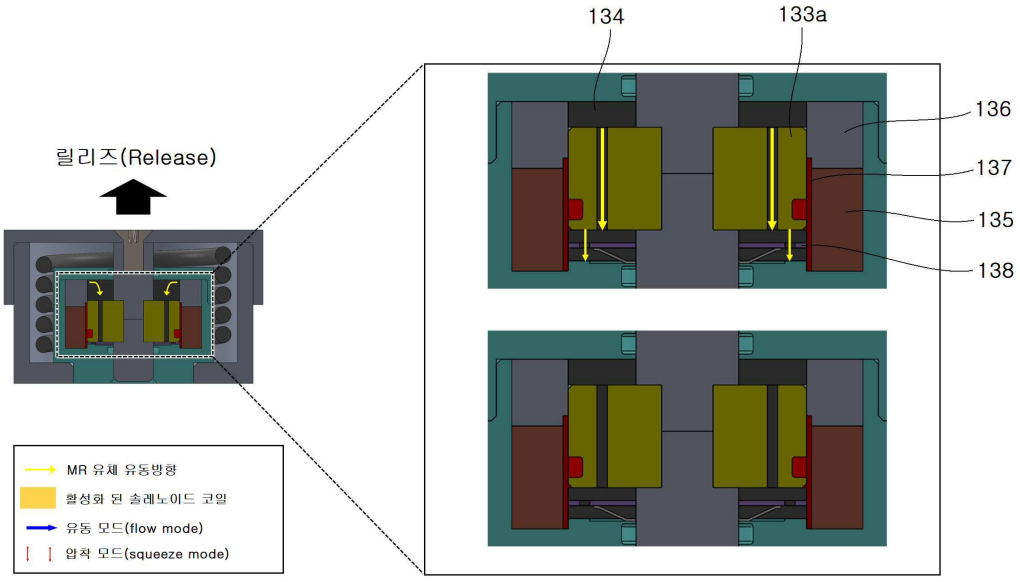
도면6



도면7



도면8


134
133a
136
137
135
138
릴리즈(Release)
MR 유체 유동방향
활성화 된 솔레노이드 코일
유동 모드(flow mode)
압착 모드(squeeze mode)