



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년10월22일
(11) 등록번호 10-2169167
(24) 등록일자 2020년10월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16F 9/53 (2006.01) F16F 9/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16F 9/535 (2013.01)
F16F 9/3214 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0072923
(22) 출원일자 2019년06월19일
심사청구일자 2019년06월19일
(56) 선행기술조사문헌
On the response time of a new permanent
magnet based magnetorheological damper:
experimetal investigation(2018. 12. 4.) 1
부.*
KR101973696 B1
KR1020160133754 A
JP2006342955 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대
학교)
(72) 발명자
최승복
인천광역시 미추홀구 인하로298번길 33, 102동
1304호(주안동, 진흥아파트)
이태훈
인천광역시 미추홀구 용정공원로 33, 124동 1905
호(용현동, 인천 SK Sky VIEW)
이예호
서울특별시 관악구 대학4길 40, 1층(신림동)
(74) 대리인
특허법인세신

전체 청구항 수 : 총 3 항

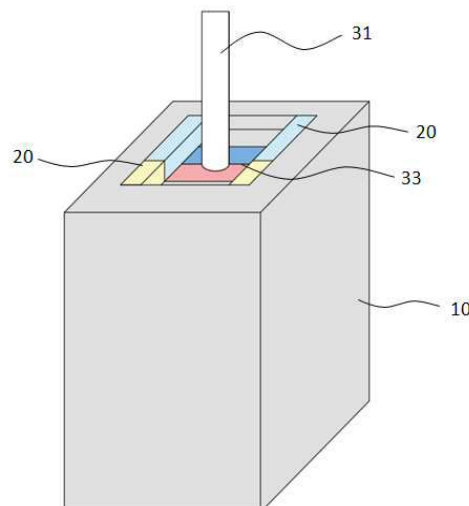
심사관 : 성상훈

(54) 발명의 명칭 진동 저감 제어기 구현을 위한 영구자석 기반 MR 댐퍼

(57) 요약

본 발명은 실린더와 상기 실린더 내부를 왕복 운동하는 피스톤, 및 상기 피스톤 주위의 상기 실린더 내부에 수용되는 MR유체를 포함하고, 상기 피스톤은 축이 연결되는 피스톤 헤드의 적어도 일부가 영구자석으로 구성되고, 상기 실린더는 좌우 내벽 면을 따라 측벽들이 설치되고, 상기 측벽들은 상기 실린더의 전,후면 방향으로 강자성체와 상자성체로 이분화된 구조를 갖는 MR 댐퍼로서, 상기 측벽들의 상자성체 부분은 강자성체 부분보다 넓은 면적을 가지며, 상기 상자성체 부분은 적어도 상기 영구자석의 이동 면적까지 커버하는 크기를 가진다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
F16F 2224/045 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

실린더와 상기 실린더 내부를 왕복 운동하는 피스톤, 및 상기 피스톤 주위의 상기 실린더 내부에 수용되는 MR유체를 포함하고, 상기 피스톤은 축이 연결되는 피스톤 헤드의 적어도 일부가 영구자석으로 구성되고, 상기 실린더는 좌우 내벽 면을 따라 측벽들이 설치되고, 상기 측벽들은 상기 실린더의 전,후면 방향으로 강자성체와 상자성체로 이분할된 구조를 갖고, 상기 측벽들의 상자성체 부분은 강자성체 부분보다 넓은 면적을 갖되, 상기 상자성체 부분은 적어도 상기 영구자석의 이동 면적까지 커버하는 크기를 갖는 것을 특징으로 하는 MR 댐퍼.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 측벽들은 상기 실린더의 상하 방향으로 이분할된 구조를 갖되, 상기 이분할된 상부 측벽과 하부 측벽은 강자성체 부분과 상자성체 부분의 위치가 서로 대칭을 이루는 것을 특징으로 하는 MR 댐퍼.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 피스톤 헤드는 상부 일측과 하부 타측의 서로 대칭을 이루는 방향에 각각 체크밸브를 구비하되, 상기 체크밸브는 상기 피스톤 헤드의 선단부에 회전가능하게 힌지되어 유로 폐쇄시 상기 실린더의 전면과 후면에 각각 밀착되도록 구성되고, 유로 개방시에는 힌지점을 중심으로 회전하여 상기 실린더의 전면과 후면으로부터 분리되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 MR 댐퍼.

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영구자석 기반의 MR 댐퍼에 관한 것으로, 보다 상세하게는 진동 저감 제어기 구현을 위한 영구자석 기반 MR 댐퍼 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 유압 댐퍼는 유체의 난류 저항을 감쇠력으로 이용하는 댐퍼로서, 자동차, 철도 차량, 항공기의 바퀴 장치, 세탁기, 배관 계통 등의 완충이나 도어 개폐시의 충격 방지에 사용된다. 이러한 유압 댐퍼는 피스톤 헤드와 피스톤 로드로 이루어진 피스톤이 상부 챔버와 하부 챔버로 이루어진 실린더 내에서 상하 방향으로 이동하도록 구성되고, 피스톤의 이동에 따라 실린더 내에 충전되어 있는 유체가 상부 챔버 또는 하부 챔버 방향으로 유동됨으로써 상부 챔버와 하부 챔버 사이에 압력차가 발생되어 유압 댐퍼 내에 감쇠력이 생성된다.

[0003] 한편, 근래에 들어서는 실린더 내에 자기 유변 유체, 즉 MR유체를 충전한 MR 댐퍼가 유압 댐퍼로서 사용되는 경향이 있다. 자기유변(MR) 유체는 유변학적 특성이 자기 자극을 통해 변경될 수 있는 잠재적인 스마트 물질 중 하나임이 잘 알려져 있다. 지난 20년 동안 MR유체의 빠른 반응성과 높은 항복 응력 측면에서의 용이한 제어가 능성 등의 MR유체의 중요한 장점은 댐퍼, 밸브, 브레이크, 클러치, 마운트 및 의료기기를 포함한 다양한 장치에 활용되었다.

[0004] 이와 같은 MR유체를 이용한 MR 댐퍼의 일 예가 대한민국 등록특허공보 제10-1257346호에 개시되어 있다. 이 특허에 따르면, 가변 유로를 구비한 유압 댐퍼는 실린더 내부에 작동 유체로서 MR유체가 충전되고 피스톤 헤드에 자기 유도 코일을 구비하며, 자기 유도 코일의 자기장 세기를 변화시켜 MR유체의 항복 응력을 변화시킴으로써

원하는 댐핑 성능을 얻도록 구성된다.

[0005] 그러나, 이 MR 댐퍼의 경우, 전자기 유도를 통해 자기장을 생성해야 하므로 자기 유도 코일을 별도로 구비해야 하고, 아울러 자기 유도 코일에 전류를 인가할 필요가 있었다. 이를 위해서는 피스톤 내부에 자기 유도 코일이 설치되어야 하며, 댐퍼 내부의 전기 회로에 MR유체가 간섭하지 않도록 해야 하는 복잡한 설계 절차가 추가로 필요하다. 따라서, 위 특허는 외부 전원으로부터의 전류 입력에 대한 필요성과 복잡한 구조적 설계 문제로 인한 시간과 비용 소모를 초래하는 단점이 있다.

[0006] 최근에 이러한 문제점을 해결하기 위해, 영구자석을 이용한 새로운 구성의 MR유체 댐퍼(특허등록공보 제10-1679244호)가 본 출원인에 의해 개발되어 영구자석 기반의 MR 댐퍼(Permanent Magnet based MR damper; PMMR 댐퍼)의 감쇠력 제어 실현 가능성을 확인할 수 있었다. 이러한 PMMR 댐퍼는 자기 유도 코일을 포함하지 않으므로 별도의 외부 전원이 필요하지 않고 구조가 간단하므로 제작 비용이나 시간을 줄일 수 있다는 장점이 있는데, 그 구성은 피스톤 부재의 일단에 영구자석으로 이루어진 자성부재를 구비한 것으로, 피스톤 부재는 상부 피스톤과 이 상부 피스톤에 대하여 수축 또는 연장되도록 구성된 하부 피스톤으로 이루어지고, 자성부재는 피스톤 부재의 수직 방향 이동에 따라 회전가능하게 구성되어 있다. 이 특허는 상자성체와 강자성체의 구성을 통해 자기장 회로 내의 자화면적의 변화를 통해 자기장 세기의 변화를 이끌어내는 것으로, 자화면적을 줄일수록 자속(magnetic flux)에 대한 밀집도가 증가함으로써 MR유체의 항복응력에 직접적으로 영향을 주는 자속밀도가 증가하게 된다.

[0007] 그러나, 위 특허의 경우, 자기장 세기가 증가하더라도 MR유체를 응집시키는 면적이 상대적으로 줄어들기 때문에 MR유체의 항복 응력과 자화 면적의 곱으로 정의되는 감쇠력의 변화가 매우 미미한 것을 확인할 수 있는데, 즉 자화 면적과 자기장 세기가 트레이드 오프(trade-off)되는 특성으로 인해 성능의 효율성이 떨어지는 문제점이 있었다.

[0008] 이에 본 출원인은 상기한 미미한 감쇠력 변화를 개선하기 위해 자화면적 변화가 아닌 자기장 분산 구조를 적용한 MR유체 댐퍼(특허출원 제10-2018-0040554호)를 제안한 바 있다. 하지만, 제안된 자기장 분산형 MR유체 댐퍼를 다양한 진동 저감 어플리케이션에 적용하기 위해서는 댐퍼 피스톤의 상하 운동 방향에 따라 상이한 감쇠력을 도출할 수 있어야 하는데, 제안된 자기장 분산형 영구자석 기반 MR유체 댐퍼는 상술한 자화면적 변화를 활용하는 발명과는 구조적으로 완전히 다르기 때문에 피스톤의 행정 방향에 따라 상이한 감쇠력을 도출할 수 있는 양방향 메커니즘을 적용하는데 어려움이 따른다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 개발된 것으로, 자기장 분산형 영구자석 기반의 MR 댐퍼에서 상하 양방향으로 상이한 감쇠력을 도출할 수 있는 진동 저감 제어기 구현을 위한 메커니즘으로서의 MR 댐퍼를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 위와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 한 형태에 따르면, 실린더와 상기 실린더 내부를 왕복 운동하는 피스톤, 및 상기 피스톤 주위의 상기 실린더 내부에 수용되는 MR유체를 포함하고, 상기 피스톤은 축이 연결되는 피스톤 헤드의 적어도 일부가 영구자석으로 구성되고, 상기 실린더는 좌우 내벽 면을 따라 측벽들이 설치되고, 상기 측벽들은 상기 실린더의 전,후면 방향으로 강자성체와 상자성체로 이분할된 구조를 갖는 MR 댐퍼로서, 상기 측벽들의 상자성체 부분은 강자성체 부분보다 넓은 면적을 갖되, 상기 상자성체 부분은 적어도 상기 영구자석의 이동 면적까지 커버하는 크기를 갖는 것이 바람직하다.

[0011] 본 발명에 따르면, 상기 측벽들은 상기 실린더의 상하 방향으로 이분할된 구조를 갖되, 상기 이분할된 상부 측벽과 하부 측벽은 강자성체 부분과 상자성체 부분의 위치가 서로 대칭을 이루고, 상기 피스톤 헤드는 상부 일측과 하부 타측의 서로 대칭을 이루는 방향에 각각 체크밸브를 구비하되, 상기 체크밸브는 상기 피스톤 헤드의 선단부에 회전가능하게 힌지되어 유로 폐쇄시 상기 실린더의 전면과 후면에 각각 밀착되도록 구성되고, 유로 개방시에는 힌지점을 중심으로 회전하여 상기 실린더의 전면과 후면으로부터 분리되도록 구성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0012] 상술된 특징들로부터 본 발명은 상자성체와 강자성체로 구획된 측벽 구성과 체크밸브의 조합을 통해 자기장 분산형 MR댐퍼에서 양방향으로 상이한 감쇠력을 도출함으로써 진동저감 제어를 구현할 수 있으며, 이를 통해 영구자석 기반의 MR 댐퍼를 다양한 진동 저감 어플리케이션에 보다 실질적으로 적용할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 영구자석 기반의 MR 댐퍼의 개략적인 형태를 나타낸 도면,
 도 2는 도 1에 따른 MR 댐퍼의 실린더 내부 구성의 일 예를 나타낸 개략도,
 도 3은 도 2의 구조를 갖는 MR 댐퍼 내 피스톤의 위치에 따른 자기장 회로의 형성을 나타낸 도면,
 도 4는 도 1에 따른 MR 댐퍼의 실린더 내부 구성의 다른 예를 나타낸 개략도,
 도 5는 도 4의 구조를 갖는 MR 댐퍼 내 피스톤의 위치에 따른 자기장 회로의 형성을 나타낸 도면,
 도 6은 도 2 또는 도 4의 내부 구성을 갖는 MR 댐퍼의 변형례로서 피스톤의 이동 방향에 따른 작동 상태를 나타낸 도면,
 도 7은 도 6을 구조를 갖는 본 발명의 MR 댐퍼의 작동에 따른 감쇠력 변화를 도시한 선도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명의 추가의 세부 사항 및 이점은 첨부된 도면에 도시된 본 발명의 실시예를 사용하여 설명된다.

[0015] 아래의 실시예에서는 발명을 설명함에 있어서 필연적인 부분들을 제외하고 그 도시와 설명을 생략하였으며, 명세서 전체를 걸쳐 동일 유사한 요소에 대하여는 동일한 부호를 부여하고 그에 대한 상세한 설명은 반복하지 않고 생략하기로 한다.

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 영구자석 기반의 MR 댐퍼의 개략적인 형태를 나타내고, 도 2 내지 도 3은 도 1에 따른 MR 댐퍼의 실린더 내부 구성의 일 예와 그러한 구조를 갖는 MR 댐퍼 내 피스톤의 위치에 따른 자기장 회로의 형성을 나타내며, 도 4 내지 도 5는 도 1에 따른 MR 댐퍼의 실린더 내부 구성의 다른 예와 그러한 구조를 갖는 MR 댐퍼 내 피스톤의 위치에 따른 자기장 회로의 형성을 나타낸다.

[0017] 도 1에 따르면, 본 발명의 MR 댐퍼는 댐퍼의 실린더(10) 좌우 벽면 안쪽에 강자성체(21)와 상자성체(22)의 복합 구조로 된 측벽(side bars;20)들을 설치하고, 이 측벽(20)들 사이에서 피스톤(30)이 실린더(10)의 상하 방향으로 왕복 운동하는 기본 구성이 제안된다.

[0018] 피스톤(30)은 헤드(32; 피스톤 헤드)의 적어도 일부가 영구자석(33)으로 이루어져 상기 측벽(20)들에 밀착되고, 상기 피스톤 헤드(32) 주위로 실린더(10)의 내부는 MR유체(40)로 채워진다. 일 예로서, 피스톤 축(31)이 연결되는 피스톤 헤드(32)의 중심 부분이 영구자석(33)으로 이루어지고 그 외측 부분(34)은 자석이 아니거나 비자성 소재로 구성될 수 있다.

[0019] 본 발명에 따른 MR 댐퍼의 실린더 내부 구성의 일 예인 도 2를 참조하면, 실린더(10)의 좌우 내벽면을 따라 설치되는 상기 측벽(20)들은 전후 방향으로 강자성체(21)와 상자성체(22)로 이분화된 구조로서, 일 예로 좌우 측벽(20)의 전방 부분은 강자성체(21)로 구성됨에 반하여 후방 부분은 상자성체(22)로 구성될 수 있으며, 물론 그 반대의 구성도 가능하다. 도 2의 예에 따르면, 측벽(20)들의 후방 부분인 상자성체(22)는 전방 부분인 강자성체(21)보다 넓은 면적을 갖도록 구성되는 것이 바람직하데, 보다 구체적으로 강자성체(21)와 상자성체(22)의 면적비는 상기 상자성체(22) 부분이 적어도 영구자석(33)의 이동 면적까지 커버하는 크기를 갖는 것이 바람직하다.

[0020] 한편, 위의 구조에서 강자성체 부분과 상자성체 부분으로 이루어진 측벽(20)들은 자기 플럭스(자속)를 영구자석 위치에 따라 두 개의 서로 다른 자기장 회로로 분산시키는데 사용된다. 도면에서 상하 직사각형으로 이분화된 측벽(20)들은 영구자석(33)을 포함하는 피스톤 헤드(32)의 위치를 기반으로 재료의 일부를 조정할 수 있으며, 따라서 자기 회로의 자기 저항(magnetic reluctance)을 변경할 수 있다.

[0021] 예를 들어, 양 측벽이 자기 저항이 낮은 강자성체로 구성될 경우, MR 유체의 자기 저항은 강자성체의 자기 저항보다 높기 때문에 자속은 MR유체로 들어갈 수 없다. 그러나, 양 측벽이 상자성 물질로 구성되어 있을 경우에는 상자성체의 자기 저항이 MR 유체의 자기 저항보다 훨씬 크기 때문에 모든 자속이 MR유체로 들어간다. 결과적으로, MR유체의 자속 변화는 감쇠력을 결정하는 다른 인자의 변화없이 영구자석을 갖는 피스톤 헤드의 위치에 기

초하여 실현될 수 있는 것이다.

- [0022] 따라서, 도 2의 구성에서 MR 댐퍼의 자기장 회로 형성은 도 3의 빨간 점선과 같이 나타날 수 있는데, 이 경우 자기장 회로는 영구자석(33)과 이를 커버하는 상자성체(22) 부분을 중심으로 형성되어 실린더(10)의 후면 방향에 MR 효과가 나타나게 된다.
- [0023] 또한, 본 발명에 따른 MR 댐퍼의 실린더 내부 구성의 다른 예인 도 4를 참조하면, 실린더(10)의 좌우 내벽면을 따라 설치되는 측벽(20)들은 상부와 하부로 이분할된 구조를 갖고, 상부 측벽(20')과 하부 측벽(20'')은 각각 전후 방향으로 강자성체(21) 및 상자성체(22)로 이분할된 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 이분할된 상부 측벽(20')과 하부 측벽(20'')은 강자성체(21)와 상자성체(22)의 위치가 서로 대칭을 이루는 형태로 제공될 수 있는데, 예를 들면 도 4에 도시된 바와 같이 상부 측벽(20')은 전방 부분이 강자성체(21)로 구성되고 후방 부분이 상자성체(22)로 구성됨에 반해, 하부 측벽(20'')은 전방 부분이 상자성체(22)로 구성되고 후방 부분이 강자성체(21)로 구성되어 상부 측벽(20')과 하부 측벽(20'')을 구성하는 성분이 서로 대칭을 이루는 것이다. 이 경우에도 도 2와 마찬가지로 상자성체(22) 부분이 강자성체(21) 부분보다 넓은 면적을 갖는 것이 바람직한데, 구체적으로 강자성체(21)와 상자성체(22)의 면적비는 상기 상자성체(22) 부분이 적어도 영구자석(33)의 이동 면적까지 커버하는 크기를 갖는 것이 바람직하다.
- [0024] 도 4의 구성에서 MR 댐퍼의 자기장 회로 형성은 도 5의 빨간 점선과 같이 나타날 수 있는데, 예를 들어 피스톤 헤드(32)가 실린더(10)의 상부에 위치해 있을 때는 도 5a와 같이 자기장 회로가 영구자석(33)과 이를 커버하는 상부 측벽(20')의 상자성체(22) 부분을 중심으로 형성되어 실린더(10)의 후면 방향에 MR 효과가 나타나게 된다. 반면, 피스톤 헤드(32)가 실린더(10)의 하부에 위치해 있을 때는 도 5b와 같이 자기장 회로가 영구자석(33)과 이를 커버하는 하부 측벽(20'')의 상자성체(22) 부분을 중심으로 형성되어 실린더(10)의 전면 방향에 MR 효과가 나타나게 된다.
- [0025] 도 6은 도 2 또는 도 4의 내부 구성을 갖는 MR 댐퍼에 복수의 체크밸브를 추가한 변형례를 나타내고, 도 7은 도 6을 구조를 갖는 본 발명의 MR 댐퍼의 작동에 따른 감쇠력 변화를 도시한 것으로, 피스톤 헤드(32)의 상부 일측과 하부 타측에 각각 체크밸브(35)(36)를 추가할 수 있다.
- [0026] 이러한 체크밸브(35)(36)는 피스톤(30)의 상하 이동시 실린더(10) 내부를 일방향으로만 개방하기 위한 것으로, 각각의 체크밸브(35)(36)는 피스톤 헤드(32)의 선단부에 회전가능하게 힌지되어 유로 폐쇄시 실린더(10)의 전면과 후면에 각각 밀착되도록 구성되고, 유로 개방시에는 힌지점을 중심으로 회전하여 실린더(10)의 전면과 후면으로부터 분리되도록 구성된다. 이와 같이 본 발명은 도 2 또는 도 4의 MR 댐퍼에 체크밸브 원리를 적용하여 피스톤 운동 방향에 따른 MR유체의 유동 방향 조정이 가능하다.
- [0027] 일 예로, 도 6a와 같이 피스톤(30)이 하강할 경우, MR유체(40)는 체크밸브(36)가 개방된 후면 방향을 통해서만 유동하고, 도 6b와 같이 피스톤(30)이 상승할 경우에는 MR유체(40)는 체크밸브(35)가 개방된 전면 방향을 통해서만 유동할 수 있다.
- [0028] 결과적으로, 도 2의 내부 구성을 갖는 도 6의 MR 댐퍼의 경우, 피스톤 헤드(32)가 실린더(10)의 상부에 있을 때와 하부에 있을 때 모두 자기장 회로가 영구자석(33)과 이를 커버하는 상자성체(22) 부분을 중심으로 형성되어 실린더(10)의 후면 방향에 MR 효과가 나타나므로, 피스톤이 하강할 때는 후면 부분의 MR 효과에 의해 높은 감쇠력이 형성되는 반면, 상승할 때는 전면 부분에 MR 효과가 없어 낮은 감쇠력이 도출된다.
- [0029] 또한, 도 4의 내부 구성을 갖는 도 6의 MR 댐퍼의 경우에는, 피스톤 헤드(32)가 실린더(10)의 상부에 있을 때는 도 5a와 같이 자기장 회로가 영구자석(33)과 이를 커버하는 상부 측벽(20')의 상자성체(22) 부분을 중심으로 형성되어 실린더(10)의 후면 방향에 MR 효과가 나타나고, 피스톤 헤드(32)가 실린더(10)의 하부에 있을 때는 도 5b와 같이 자기장 회로가 영구자석(33)과 이를 커버하는 하부 측벽(20'')의 상자성체(22) 부분을 중심으로 형성되어 실린더(10)의 전면 방향에 MR 효과가 나타나게 된다.
- [0030] 따라서, 피스톤을 사인과 가진할 때, 실린더 하단에서 상승할 경우 속도가 증가하는 하부 구간에서는 높은 감쇠력이 형성되고, 속도가 감소하는 상부 구간에서는 낮은 감쇠력이 형성될 수 있다. 반대로, 실린더 상단에서 하강할 경우 속도가 증가하는 상부 구간에서는 높은 감쇠력이 형성되고, 속도가 감소하는 하부 구간에서는 낮은 감쇠력이 형성될 수 있다. 즉, 변위 도메인에서 형성되는 감쇠력은 도 7과 같이 나타나며, 이는 아래 공식의 Modified Ground-hook 진동 저감 제어기를 활용하였을 때와 동일한 감쇠력 모델이 된다.

$$F = \begin{cases} F_{mr}, & (a_p v_p > 0) \\ 0, & (a_p v_p < 0) \end{cases}$$

[0031]

[0032]

여기서 a_p 는 피스톤의 가속도, v_p 는 피스톤의 속도를 나타내며, F_{mr} 은 MR 효과에 의해 구현되는 감쇠력을 의미한다.

[0033]

본 발명에 따르면, 일정한 면적비의 상자성체와 강자성체로 구성된 측벽 구성과 체크밸브의 조합을 통해 자기장 분산형 MR댐퍼에서 양방향으로 상이한 감쇠력을 도출하여 진동저감 제어를 구현할 수 있게 되며, 이를 통해 영구자석 기반의 MR 댐퍼를 다양한 진동 저감 어플리케이션에 보다 실질적으로 적용할 수 있다.

[0034]

이상 본 발명의 다양한 실시예들에 대하여 설명하였으나, 지금까지 설명한 내용들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 그 일부를 예시한 정도에 불과하며, 아래에 첨부된 청구범위에 나타날 수 있는 것을 제외하고는 상술한 내용에 의해 제한되지 않는다. 따라서, 본 발명은 이와 동일한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 청구범위에 기재된 범위 내에서 발명의 기술적 사상과 요지를 벗어나지 않으면서 균등물의 많은 변화, 수정 및 대체가 이루어질 수 있음을 이해하여야 할 것이다.

부호의 설명

[0035]

10 : 실린더

20 : 측벽

20' : 상부 측벽

20" : 하부 측벽

21 : 강자성체

22 : 상자성체

30 : 피스톤

31 : 피스톤 축

32 : 피스톤 헤드

33 : 영구자석

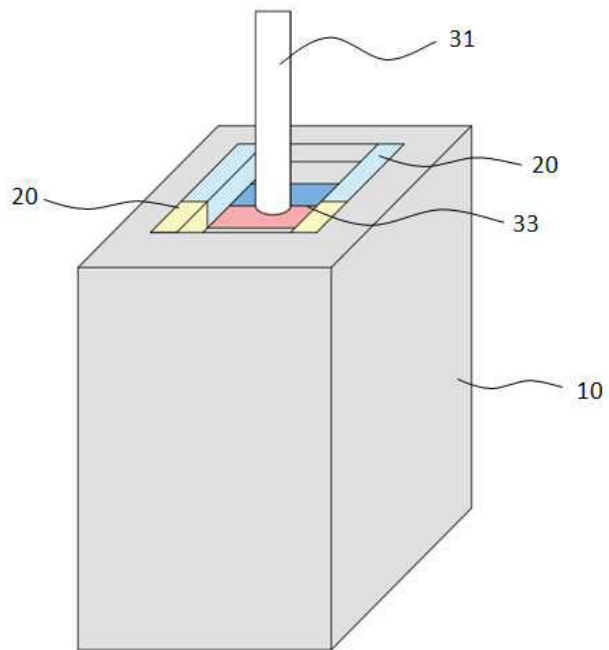
34 : 외측 부분

35,36 : 체크밸브

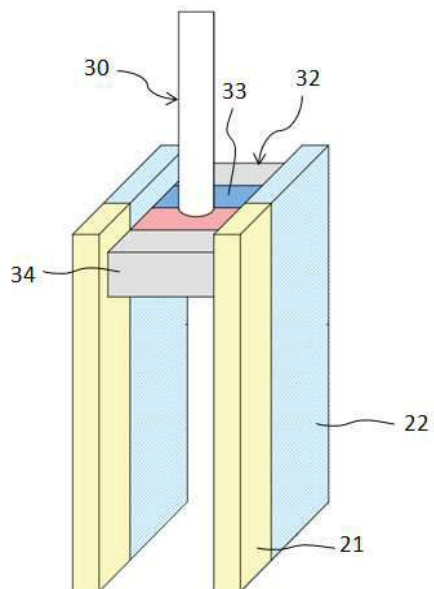
40 : MR유체

도면

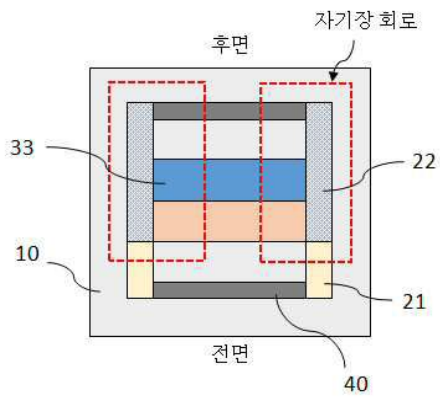
도면1



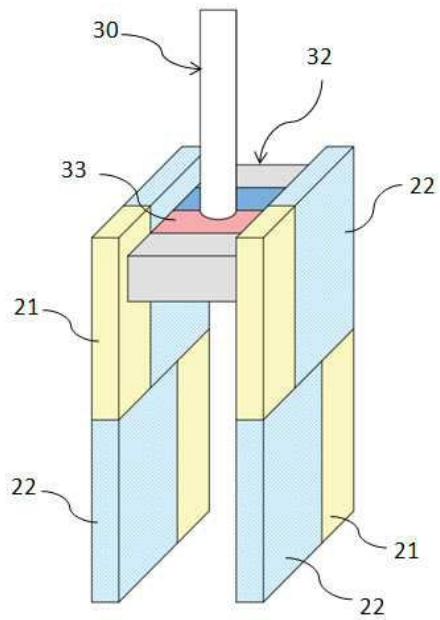
도면2



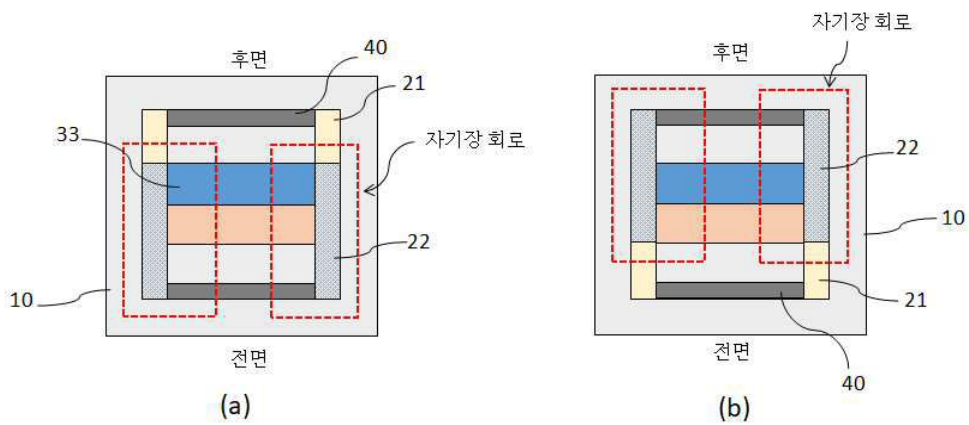
도면3



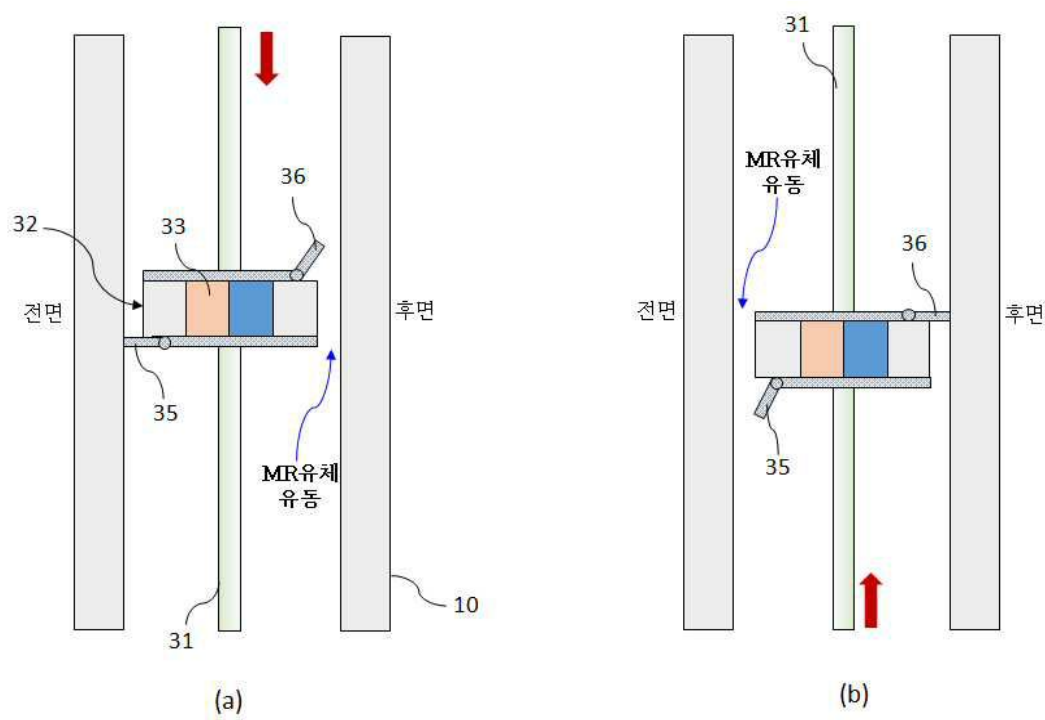
도면4



도면5



도면6



도면7

