



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0096264
(43) 공개일자 2018년08월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16F 9/53 (2006.01) F16F 9/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16F 9/535 (2013.01)
F16F 9/3207 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0022743
(22) 출원일자 2017년02월21일
심사청구일자 2017년02월21일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
김상연
서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호 (도곡동, 도곡렉슬아파트)
변상규
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 106동 208호 (신한아파트)
최동수
충청남도 천안시 동남구 병천면 가전7길 26-19, 201호
(74) 대리인
특허법인우인

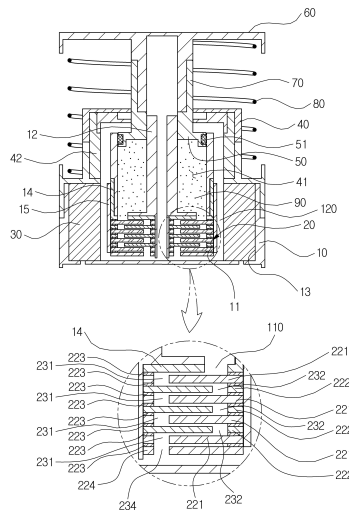
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 멀티 스택 디스크 구조를 가진 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터는, MR유체가 채워지는 수용실이 형성되는 하우징; 상기 수용실의 내측면에 결합되는 피스톤; 및 상기 수용실 하부에 구비되며 서로 이격되는 복수의 디스크; 를 포함한다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

MR유체가 채워지는 수용실이 형성되는 하우징;

상기 수용실의 내측면에 결합되는 피스톤; 및

상기 수용실 하부에 구비되며 서로 이격되는 복수의 디스크;

를 포함하며,

상기 복수의 디스크는 제1 통로가 형성되는 제1 디스크 및 상기 제1 통로와 중첩되지 않는 위치에 제2 통로가 형성되며 상기 제1 디스크 하부에 위치하는 제2 디스크를 포함하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 하우징 아래에 위치하는 것으로서, 내부에 디스크 배열공간이 구비되는 본체; 및

상기 복수의 디스크 측면을 감싸도록 본체 내부에 구비되는 솔레노이드 코일;

을 더 포함하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 하우징의 하부가 상기 복수의 디스크 상부에 위치하도록 본체에 결합되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 피스톤은,

상기 수용실 상부에 위치되며 하강작동을 통해 아래의 MR유체를 가압하여 MR유체가 복수의 디스크 사이를 흐르도록 하는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 하우징의 상부에는,

로드에 의해 상기 피스톤과 연결되는 누름판이 구비되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 로드 상단은 상기 하우징의 상면을 관통하여 상기 누름판의 저면에 연결되고, 상기 로드 하단은 상기 수용실에 위치하는 피스톤의 상면에 연결되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 누름판과 본체 사이에는,

스프링이 구비되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 본체 중심에는 복수의 디스크 중심을 관통하는 중심축이 구비되며, 상기 중심축 상부는 상기 로드의 내부에 결합되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 9

청구항 2에 있어서,

상기 피스톤의 측면에는,

상기 수용실 내부의 측벽면에 밀착되는 실링부재가 결합되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 실링부재는,

오링인 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 11

청구항 2에 있어서,

상기 피스톤의 하강작동 시 상기 수용실 내의 MR유체가 상기 제1 디스크와 제2 디스크 사이를 거쳐 상기 수용실 상부로 이동할 수 있도록 하는 MR유체 유로;

를 더 포함하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 MR유체 유로는,

상기 수용실과 디스크 배열공간 사이의 본체 격벽에 구비되는 제1 본체 유로;

상단구간이 상기 제1 본체 유로와 연통되며, 상기 MR유체가 상기 제1 디스크와 제2 디스크 사이를 이동할

수 있도록 경로를 제공하는 디스크 유로;

상기 복수의 디스크와 솔레노이드 코일 사이의 본체 격벽 내부에 구비되는 유로로서, 하단구간이 상기 디스크 유로의 하단구간과 연통되는 제2 본체 유로; 및

상기 하우징의 측벽 내부에 구비되는 유로로서, 하단구간이 상기 제2 본체 유로의 상단구간과 연통되고 상단구간은 상기 수용실의 상부와 연통되는 하우징 유로;

를 포함하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 디스크 유로는 상기 제1 디스크의 제1 통로 및 제2 디스크의 제2 통로에 의해 지그재그 유로를 이루며,

상기 제1 디스크의 제1 통로는 중심 쪽 가장자리에 위치하며 상기 제2 디스크의 제2 통로는 외측 가장자리에 위치하고,

상기 제1 디스크와 제2 디스크는 번갈아 층을 이루도록 배열되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 14

청구항 2에 있어서,

상기 제1 디스크와 제2 디스크 사이에는 간격유지 디스크가 개재되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 제1 디스크의 제1 통로와 상기 제2 디스크의 제2 통로는 방사형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 16

청구항 14에 있어서,

상기 간격유지 디스크에는 제3 통로가 방사형으로 구비되고, 상기 제3 통로는 상기 제1 디스크의 제1 통로 및 상기 제2 디스크의 제2 통로와 연통되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 17

청구항 12에 있어서,

상기 디스크 배열공간의 최상단에는 간격유지 디스크가 구비되며, 상기 간격유지 디스크 아래에는 제1 디스크가 위치되고, 상기 간격유지 디스크에는 제3 통로가 방사형으로 구비되며, 상기 제3 통로는 상기 제1 본체 유로 및 상기 제1 디스크의 제1 통로와 연통되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

청구항 18

청구항 12에 있어서,

상기 디스크 배열공간의 최하단에는 바닥 디스크가 구비되고 상기 바닥 디스크 위에는 상기 제1 디스크가 배열되는 것을 특징으로 하는 기반 리니어 액추에이터.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 바닥 디스크에는 상기 제1 디스크의 제1 통로와 동일 구조의 제4 통로가 구비되면서 저면 가장자리를 따라 하향으로 돌출되는 복수의 발이 형성되며, 상기 복수의 발 사이에는 제5 통로가 마련되고 상기 복수의 발은 상기 디스크 배열공간의 바닥에 밀착되는 것을 특징으로 하는 기반 리니어 액추에이터.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 제1 디스크와 바닥 디스크 사이에는 간격유지 디스크가 개재되며, 상기 간격유지 디스크에는 제3 통로가 방사형태로 구비되고, 상기 제3 통로는 상기 제1 디스크의 제1 통로 및 바닥 디스크의 제4 통로와 연통되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 멀티 스택 디스크 구조를 가진 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 자기유변유체(Magnetorheological fluid)는 $10^{-4} \sim 10^{-3}$ cm 크기의 강자성 입자를 포함하는 비콜로이드 용액으로 자기장을 인가하지 않을 경우 상온에서 0.20~0.30Pa·sec의 점성을 가지고 150~250kA/m(2~3kOe)의 자기장이 가해지면 50~100kPa의 높은 항복응력을 갖는다. 또한, 자기유변유체는 자기 포화(magnetic saturation)에 의해 최대 항복 응력이 제한되기는 하지만, 빠른 응답시간[1~2msec(msec ; 10^{-3} sec)]을 가지며, 또한 -40~150℃의 작동 범위와 유입되는 불순물에 대해서 상당히 둔감한 특성을 갖는다. 이런 특성을 갖는 자기유변유체는 자기장이 가해질 경우에 유체에 포함된 입자가 체인을 형성하게 되어 유체의 전단 항복 응력이 변화하게 된다. 따라서, 자기장 비인가 시에 뉴토니안 유체(newtonian fluid)의 거동을 나타내지만 자기장 인가 시에는 유체 중에 분산된 입자가 체인을 형성하게 되어 전단 변형률이 발생하지 않은 상태에서도 항복 응력을 가지며 각속도의 증가에 따라서 소산되는 토크가 증가하는 빙햄 유체(bingham fluid)의 거동을 나타낸다. 즉, 자기유변유체는 자기장 비인가 시 액체 상태이던 것이 자기장 인가 시 젤 상태로 변하게 된다.

[0004] 자기유변유체(magnetorheological fluid)를 이용하여 승용차, 트럭, 군용차량, 기차 등의 속업소버, 엔진마운트, 브레이크시스템, 충돌방지시스템, 팬클러치시스템, 햅틱시스템 등에 활용할 수 있다.

[0005] 대한민국 특허등록 제10-0445988호는 "자기유변유체를 이용한 속 업소버"를 개시한다. 대한민국 특허등록 제10-1153447호는 "자기유변유체를 이용한 외력 반응형 강성발생장치 및 그를 이용한 햅틱제공장치"를 개시한다. 대한민국 특허등록 제10-1357183호는 "유체를 이용한 멀티 모드의 근감각-촉각 발생기 및 그의 설계방법, 근감각-촉각 발생기를 이용한 댄퍼장치 및 휴대용 기기, 저항력 발생방법 및 그 기록매체"를 개시한다.

[0006] 그런데 기존 액추에이터에서 전단모드를 사용한 구조는 피스톤과 외부 하우징 간의 간격이 좁아져야 하기 때문에 금속 마찰이 발생하고 이는 내구성 약화 요인으로 작용할 수 있다. 또한, 액추에이터에 압축모드를 사용하게 될 경우 액추에이터의 저항력이 강해질 수 있지만 액추에이터가 누르는 거리에 따라 저항력이 일정하지 않으므로 별도의 제어장치와 센서가 필요하다. 또한, 압축모드는 행정거리가 길어질수록 저항력의 생성 구간이 효율적

이지 못한 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 전술한 문제를 해결하기 위하여, 본 발명의 실시예는 액추에이터의 저항력이 누르는 거리에 따라 일정하게 생성될 수 있으며, 자성체 사이에서 유체가 흐르기 때문에 금속 간에 마찰이 발생하지 않는 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 전술한 목적을 이루기 위해 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터는, MR유체가 채워지는 수용실이 형성되는 하우징; 상기 수용실의 내측면에 결합되는 피스톤; 및 상기 수용실 하부에 구비되며 서로 이격되는 복수의 디스크; 를 포함하며, 상기 복수의 디스크는 제1 통로가 형성되는 제1 디스크 및 상기 제1 통로와 중첩되지 않는 위치에 제2 통로가 형성되며 상기 제1 디스크 하부에 위치하는 제2 디스크를 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 하우징 아래에 위치하는 것으로서, 내부에 디스크 배열공간이 구비되는 본체; 및 상기 복수의 디스크 측면을 감싸도록 본체 내부에 구비되는 솔레노이드 코일; 을 더 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 하우징의 하부가 상기 복수의 디스크 상부에 위치하도록 본체에 결합될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 피스톤은 상기 수용실 상부에 위치되며 하강작동을 통해 아래의 MR유체를 가압하여 MR유체가 복수의 디스크 사이를 흐르도록 할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 하우징의 상부에는 로드와 연결되는 누름판이 구비될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 로드 상단은 상기 하우징의 상면을 관통하여 상기 누름판의 저면에 연결되고, 상기 로드 하단은 상기 수용실에 위치하는 피스톤의 상면에 연결될 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 누름판과 본체 사이에는 스프링이 구비될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 본체 중심에는 복수의 디스크 중심을 관통하는 중심축이 구비되며, 상기 중심축 상부는 상기 로드의 내부에 결합될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 피스톤의 측면에는 상기 수용실 내부의 측벽면에 밀착되는 실링부재가 결합될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 실링부재는 오링일 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 피스톤의 하강작동 시 상기 수용실 내의 MR유체가 상기 제1 디스크와 제2 디스크 사이를 거쳐 상기 수용실 상부로 이동할 수 있도록 하는 MR유체 유로; 를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 MR유체 유로는 상기 수용실과 디스크 배열공간 사이의 본체 격벽에 구비되는 제1 본체 유로; 상단구간이 상기 제1 본체 유로와 연통되며, 상기 MR유체가 상기 제1 디스크와 제2 디스크 사이를 이동할 수 있도록 경로를 제공하는 디스크 유로; 상기 복수의 디스크와 솔레노이드 코일 사이의 본체 격벽 내부에 구비되는 유로로서, 하단구간이 상기 디스크 유로의 하단구간과 연통되는 제2 본체 유로; 및 상기 하우징의 측벽 내부에 구비되는 유로로서, 하단구간이 상기 제2 본체 유로의 상단구간과 연통되고 상단구간은 상기 수용실의 상부와 연통되는 하우징 유로; 를 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 디스크 유로는 상기 제1 디스크의 제1 통로 및 제2 디스크의 제2 통로에 의해 지그재그 유로를 이루며, 상기 제1 디스크의 제1 통로는 중심 쪽 가장자리에 위치하며 상기 제2 디스크의 제2 통로는 외측 가장자리에 위치하고, 상기 제1 디스크와 제2 디스크는 번갈아 층을 이루도록 배열될 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 제1 디스크와 제2 디스크 사이에는 간격유지 디스크가 개재될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 제1 디스크의 제1 통로와 상기 제2 디스크의 제2 통로는 방사형태로 형성될 수 있다.

- [0025] 또한, 상기 간격유지 디스크에는 제3 통로가 방사형태로 구비되고, 상기 제3 통로는 상기 제1 디스크의 제1 통로 및 상기 제2 디스크의 제2 통로와 연통될 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 디스크 배열공간의 최상단에는 간격유지 디스크가 구비되며, 상기 간격유지 디스크 아래에는 제1 디스크가 위치되고, 상기 간격유지 디스크에는 제3 통로가 방사형태로 구비되며, 상기 제3 통로는 상기 제1 본체 유로 및 상기 제1 디스크의 제1 통로와 연통될 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 디스크 배열공간의 최하단에는 바닥 디스크가 구비되고 상기 바닥 디스크 위에는 상기 제1 디스크가 배열될 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 바닥 디스크에는 상기 제1 디스크의 제1 통로와 동일 구조의 제4 통로가 구비되면서 저면 가장자리를 따라 하향으로 돌출되는 복수의 발이 형성되며, 상기 복수의 발 사이에는 제5 통로가 마련되고 상기 복수의 발은 상기 디스크 배열공간의 바닥에 밀착될 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 제1 디스크와 바닥 디스크 사이에는 간격유지 디스크가 개재되며, 상기 간격유지 디스크에는 제3 통로가 방사형태로 구비되고, 상기 제3 통로는 상기 제1 디스크의 제1 통로 및 바닥 디스크의 제4 통로와 연통될 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터에 의하면 액추에이터의 저항력이 누르는 거리에 따라 일정하게 생성될 수 있다.
- [0032] 또한, 자성체 사이에서 MR유체가 흐르기 때문에 금속 간에 마찰이 발생하지 않는다.
- [0033] 또한, 행정거리별로 저항력이 일정한 구조의 액추에이터를 제공할 수 있다.
- [0034] 또한, 스택형 구조로 설치되는 디스크의 개수와 두께에 따라 액추에이터 저항력 범위를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 분리 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 측단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 본체의 확대 단면도이다.
- 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 하우징의 확대 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 MR유체의 흐름을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 복수의 디스크의 분리상태도이다.
- 도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 복수의 디스크의 확대도이다.
- 도 9는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 바닥 디스크의 확대도이다.
- 도 10은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자기장의 흐름을 나타내는 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자기장 무부하 시 MR유체를 나타내는 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자기장 부하 시 MR유체를 나타내는 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 강한 자기장 부하 시 MR유체를 나타내는 도면이다.
- 도 14는 기존 액추에이터의 자기장 시뮬레이션 결과이다.
- 도 15는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자기장 시뮬레이션 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예를 설명할 것이나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다.
- [0039] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터의 구성을 설명한다.
- [0041] 도 1, 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터는, 하우징(40) 아래에 위치하는 본체(10), 본체(10) 내부에 설치되는 복수의 디스크(20), 복수의 디스크(20)를 감싸도록 본체(10) 내부에 장착되는 솔레노이드 코일(30), 내부에 MR유체(90)가 수용되는 하우징(40), 하우징(40) 내부에서 MR유체(90)를 가압하는 피스톤(50) 및 MR유체(90)의 이동 경로를 제공하는 MR유체 유로를 포함한다.
- [0043] 도 3, 4에 도시된 바와 같이 본체(10)의 내부에는 디스크 배열공간(11) 및 코일 수용공간(13)이 구획된다. 디스크 배열공간(11)에는 복수의 디스크(20)가 수용된다. 코일 수용공간(13)에는 솔레노이드 코일(30)이 수용된다. 디스크 배열공간(11)은 본체(10) 중앙에 위치하며 코일 수용공간(13)은 디스크 배열공간(11)을 감싸는 형태로 형성된다.
- [0045] 디스크 배열공간(11)과 수용실(41)은, 디스크 배열공간과 수용실 사이의 본체 격벽(14)에 의해 구획된다. 본체(10)의 상부 중앙은 함몰 구성된다. 본체(10)의 함몰 부위에는 하우징(40) 하부가 삽입 결합된다. 본체(10)의 함몰 부위는 하우징(40) 하부에 부합하는 형태로 형성된다.
- [0047] 본체(10)의 중심에는 중심축(12)이 구비될 수 있다. 중심축(12)은 디스크 배열공간(11) 중앙에 위치된다. 중심축(12)의 상단은 로드(70)의 내부에 위치한다. 중심축(12)은 피스톤(50)의 하강 작동이 안정적으로 이루어질 수 있도록 안내하는 역할을 한다. 중심축(12)의 하부에 복수의 디스크(20)가 층을 이루도록 결합될 수 있다. 중심축(12)은 속이 빈 중공축일 수 있다.
- [0049] 복수의 디스크(20)는 멀티 스택(Multi-stacked) 디스크 구조이다. 복수의 디스크(20)는 본체(10)의 디스크 배열공간(11)에 층을 이루도록 수용실(41) 하부에 구비된다. 복수의 디스크(20)는 제1 통로(231)가 형성된 제1 디스크(221) 및 제1 통로(231)와 중첩되지 않는 위치에 제2 통로(232)가 형성되며 제1 디스크(221) 하부에 위치하는 제2 디스크(222)를 포함한다.
- [0051] 도 3에는 복수의 디스크(20)가 16층을 이루도록 배열되는 것으로 도시되어 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 복수의 디스크(20)의 수는 액추에이터의 저항력을 고려하여 설계되어야 할 것이다. 복수의 디스크(20)의 개수와 두께를 조절함으로써 액추에이터 저항력 범위를 초기에 변경할 수 있다.
- [0053] 솔레노이드 코일(30)은 복수의 디스크(20)의 측면을 감싸는 형태로 본체(10) 내부의 코일 수용공간(13)에 배치된다. 솔레노이드 코일(30)에 전원이 인가되면 자기장이 생성된다.
- [0055] 도 3, 5에 도시된 바와 같이 하우징(40)은 본체(10) 상부에 배치된다. 하우징(40) 내부에는 수용실(41)이 구비된다. 수용실(41)에는 MR유체(90)가 채워진다. 하우징(40)의 하부는 본체(10)에 상부 중앙에 결합된다. 하우징

(40)의 하부는 복수의 디스크(20) 상부에 위치한다.

- [0057] 하우징(40)의 상부에는 누름판(60)이 위치한다. 누름판(60)은 하우징(40)과 일정간격을 두고 설치된다. 누름판(60)을 누르면 피스톤(50)이 하강한다. 누름판(60)은 로드(70)에 의해 피스톤(50)과 연결된다. 로드(70) 상단은 하우징(40)의 상면을 관통하여 누름판(60)의 저면에 연결된다. 로드(70) 하단은 수용실(41)에 위치하는 피스톤(50) 상면과 연결된다.
- [0059] 누름판(60)과 본체(10) 사이에는 스프링(80)이 구비된다. 누름판(60)을 누르면 피스톤(50)은 하강하고 스프링(80)은 압축된다. 누름판(60)을 누르는 힘이 사라지면 압축되었던 스프링(80)이 신장되면서 누름판(60)을 상향으로 밀어올린다. 누름판(60)은 스프링(80)의 신장에 의해 가압 전 상태로 원위치한다.
- [0061] 피스톤(50)은 수용실(41) 상부에 위치한다. 피스톤(50) 아래 수용실(41) 영역에 MR유체(90)가 채워진다. 수용실(41) 상부에 위치하는 피스톤(50)이 하강작동을 하면 수용실(41) 내의 MR유체(90)가 아래에 위치하는 복수의 디스크(20)로 이동한다.
- [0063] 솔레노이드 코일(30)에 전원이 인가된 상태에서 MR유체(90)가 복수의 디스크(20) 사이를 흐를 때 자기장의 세기가 강해짐에 따라 자기 체인이 강하게 형성된다. 자기 체인이 강하게 형성되면 MR유체(90)의 점성이 증가하고 액추에이터의 저항력이 증가한다.
- [0065] 피스톤(50)의 측면에는 홈이 형성된다. 피스톤(50)의 홈에는 실링부재(51)가 결합된다. 실링부재(51)는 수용실(41)의 내벽면에 밀착되어 밀봉 작용을 한다. 실링부재(51)는 오링 또는 패킹일 수 있다.
- [0067] 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터는, MR유체 유로를 더 포함한다. MR유체 유로는 MR유체(90)의 이동 경로를 제공한다. 수용실(41) 내의 피스톤(50) 하강 시 MR유체(90)는 복수의 디스크(20) 사이를 거쳐 수용실(41) 상부로 이동한다.
- [0069] 도 6에 도시된 바와 같이 MR유체 유로는, 제1 본체 유로(110), 디스크 유로(220), 제2 본체 유로(120) 및 하우징 유로(410)를 포함한다.
- [0071] 구체적으로 제1 본체 유로(110)는 수용실과 디스크 배열공간 사이의 본체 격벽(14)에 구비된다. 피스톤(50)이 하강하면 수용실(41) 내의 MR유체(90)가 제1 본체 유로(110)를 통해 디스크 배열공간(11)으로 이동한다.
- [0073] 도 7 내지 9에 도시된 바와 같이, 디스크 유로(220)는 MR유체(90)가 복수의 디스크 사이(20)를 이동할 수 있도록 경로를 제공한다. 디스크 유로(220)는 상단구간이 제1 본체 유로(110)와 연통된다. 디스크 유로(220)는 디스크의 배열에 의해 자연스럽게 형성되는 유로이다. 디스크 유로(220)는 지그재그(zigzag) 형태의 유로를 형성한다. 디스크 유로(220)는 지그재그 형태의 유로를 형성하기 위해 중심 쪽 가장자리에 제1 통로(231)가 구비되는 제1 디스크(221)와, 외측 가장자리에 제2 통로(232)가 구비되는 제2 디스크(222)가 번갈아 층을 이루도록 배열된다.
- [0075] 제1 디스크(221)의 제1 통로(231)와 제2 디스크(222)의 제2 통로(232)는 방사형태로 형성된다.

- [0077] 제1 디스크(221)와 제2 디스크(222) 사이에는 간격유지 디스크(223)가 개재된다.
- [0079] 수용실과 디스크 배열공간 사이의 본체 격벽(14)과, 제1 디스크(221) 사이에도 간격유지 디스크(223)가 개재될 수 있다.
- [0081] 간격유지 디스크(223)에는 제3 통로(233)가 방사형태로 구비된다. 제1 디스크(221)와 제2 디스크(222) 사이에 간격유지 디스크(223)가 개재된 상태에서 제3 통로(233)는 제1 디스크(221)의 제1 통로(231) 및 제2 디스크(222)의 제2 통로(232)와 연통된다.
- [0083] 디스크 배열공간(11)의 최하단에는 바닥 디스크(224)가 구비된다. 바닥 디스크(224)의 바로 위에는 제1 디스크(221)가 배열된다. 바닥 디스크(224)에는 제2 디스크(221)의 제1 통로(231)와 동일 구조의 제4 통로(234)가 구비된다. 바닥 디스크(224)의 저면 가장자리를 따라 하향으로 돌출되는 복수의 발(225)이 형성된다.
- [0085] 바닥 디스크(224)에 구비되는 복수의 발(225) 사이에는 제5 통로(235)가 마련된다. 복수의 발(225)은 디스크 배열공간(11)의 바닥에 밀착된다.
- [0087] 디스크 배열공간(11)의 최하단에 구비되는 바닥 디스크(224)와 바로 위의 제1 디스크(221) 사이에는 간격유지 디스크(223)가 개재된다.
- [0089] 디스크 배열공간(11)에 배열되는 제1 디스크(221), 제2 디스크(222), 간격유지 디스크(223), 바닥 디스크(224)의 구조를 더욱 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.
- [0091] 디스크 배열공간(11) 최상단의 간격유지 디스크(223), 그 아래에 제1 디스크(221), 그 아래 간격유지 디스크(223), 그 아래에 제2 디스크(222), 그 아래에 간격유지 디스크(223), 그 아래에 제1 디스크(221), 그 아래 간격유지 디스크(223), 그 아래에 제2 디스크(222), 그 아래에 간격유지 디스크(223), 그 아래에 제1 디스크(221), 그 아래 간격유지 디스크(223), 그 아래에 제2 디스크(222), 그 아래에 간격유지 디스크(223), 그 아래에 제1 디스크(221), 그 아래 간격유지 디스크(223), 그 아래에 바닥 디스크(224) 순으로 총 16개의 디스크로 배열될 수 있다. 이러한 디스크들의 배열 순서 및 수는 초기 저항력 설계에 따라 변경될 수 있다.
- [0093] MR유체(90)는 디스크 유로(220)를 구성하는 간격유지 디스크(223)의 제3 통로(233), 제1 디스크(221)의 제1 통로(231), 제2 디스크(222)의 제2 통로(232), 바닥 디스크(224)의 제4 통로(234)와 제5 통로(235)를 따라 흐른다.
- [0095] 제2 본체 유로(120)는 직선 유로를 이룬다. 제2 본체 유로(120)는 복수의 디스크와 솔레노이드 코일 사이의 본체 격벽(15) 내부에 구비된다. 제2 본체 유로(120)는 하단구간이 디스크 유로(220)의 하단구간과 연통된다.
- [0097] 하우징 유로(410)는 직선 유로를 이룬다. 하우징 유로(410)는 하우징 측벽(42) 내부에 구비된다. 하우징 유로(410)는 하단구간이 제2 본체 유로(120)의 상단구간과 연통된다. 하우징 유로(410)는 상단구간이 수용실(41)의 상부와 연통된다. 피스톤(50)의 하강작동 시 수용실(41) 내의 유체(90)는 제1 본체 유로(110), 디스크 유로(220), 제2 본체 유로(120), 하우징 유로(410)를 거쳐 피스톤(50)이 위치해 있던 수용실(41) 상부로 이동한다.

- [0099] 다음은 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터의 피스톤 하강작동에 따른 MR유체 유동을 설명한다.
- [0101] 도 6과 같이 누름판(60)을 누르면 수용실(41) 내의 피스톤(50)이 하강한다. 이때, 누름판(60)과 본체(10) 사이의 스프링(80)은 압축된다. 피스톤(50)이 하강함에 따라 MR유체(90)는 도 6에 도시된 화살표와 같은 MR유체 유로를 따라 수용실(41) 내에서 복수의 디스크(20) 사이를 거쳐 수용실(41) 상부로 이동한다.
- [0103] 구체적으로 피스톤(50) 하강에 의해 피스톤(50) 아래에 위치하던 수용실(41) 내의 MR유체(90)는 제1 본체 유로(110)를 통해 디스크 유로(220)로 이동한다.
- [0105] MR유체(90)는 간격유지 디스크(223)의 제3 통로(233), 제1 디스크(221)의 제1 통로(231), 간격유지 디스크(223)의 제3 통로(233), 제2 디스크(222)의 제2 통로(232)로 배열되는 동일 유로를 수차례 반복하여 이동하다가 최하단의 바닥 디스크(224)의 제4 통로(234) 및 제5 통로(235)를 통해 제2 본체 유로(120)로 이동한다.
- [0107] 디스크 유로(220)를 통과한 MR유체(90)는 복수의 디스크(20)와 솔레노이드 코일(30) 사이에 마련된 제2 본체 유로(120)를 거쳐 하우징 유로(410)로 이동한다. MR유체(90)는 하우징 유로(410)를 거쳐 수용실(41) 상부로 이동한다.
- [0109] 다음은 자기장에 의한 MR유체 입자들이 체인형태로 배열되는 과정을 설명한다.
- [0111] 도 10에 도시된 화살표와 같이 솔레노이드 코일(30)에 전원을 인가하면 자기장(M)이 발생한다. 도 11과 같이 자기장 무부하 상태에서는 MR유체(90)는 액체인 오일의 성질을 가진다. 도 12, 13과 같이 MR유체(90)가 자기장의 영향을 받을 경우 MR유체(90) 입자들이 체인형태로 배열된다.
- [0113] 도 12와 같은 자기장 부하 상태에서, 도 13과 같이 강한 자기장 부하 상태가 되면 MR유체(90) 입자들의 체인구조는 더 단단해진다. 이와 같이 복수의 디스크(20) 사이를 MR유체(90)가 흐를 때 자기장 세기가 강해짐에 따라 자기 체인이 강하게 형성된다. 자기 체인이 강하게 형성되면 MR유체(90)의 점성이 증가하고 이에 액추에이터의 저항력이 증가한다.
- [0115] 누름판(60)을 누르는 힘이 사라지면 압축되었던 스프링(80)이 신장되면서 누름판(60)을 상향으로 밀어 올린다. 이때, 피스톤(50)은 상승하여 하강 전 수용실(41) 상부로 원위치한다. 반대로 피스톤(50)의 상승과 동시에 수용실(41) 밖에 있던 MR유체(90)는 다시 피스톤(50) 아래의 수용실(41)로 원위치한다. 이러한 사이클은 피스톤(50)의 작동에 의해 연속 반복적으로 이루어진다.
- [0117] 도 14는 기존 액추에이터의 자기장 시뮬레이션 결과이다. 도 15는 본 발명의 실시예에 따른 자기장 시뮬레이션 결과이다.
- [0119] 도 14와 같이 기존 액추에이터의 자기장 시뮬레이션 결과, 기존 액추에이터는 코일과 피스톤이 결합되어 상승작동을 하기 때문에 본체 외측으로 자기장이 흐르게 되어 행정거리별로 자기장이 균일하게 형성되지 않았다. 또한, 저항력 생성부인 복수의 디스크에 자기장이 집중되지 않음으로 인하여 리니어 액추에이터의 최종 저항력이 약해지는 결과를 야기하였다.

[0121] 도 15와 같이 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터의 자기장 시뮬레이션 결과, 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터는 중심부에 솔레노이드 코일과 자기장 생성부인 복수의 디스크가 스택 형태로 배치되고, 솔레노이드 코일이 고정되어 있기 때문에 자기장이 기존 액추에이터에 비해 매우 균일하게 형성되었다. 결국, 저항력생성부에 전류 인가량에 따른 저항력이 계속 일정하게 발생하였다.

[0123] 살펴본 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체 기반 리니어 액추에이터는, 액추에이터의 저항력이 누르는 거리에 따라 일정하게 생성될 수 있다. 또한, 자성체 사이에서 MR유체가 흐르기 때문에 금속 간에 마찰이 발생하지 않는다. 또한, 스택형 구조로 설치되는 디스크의 개수와 두께에 따라 액추에이터 저항력 범위를 제어할 수 있다.

[0125] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

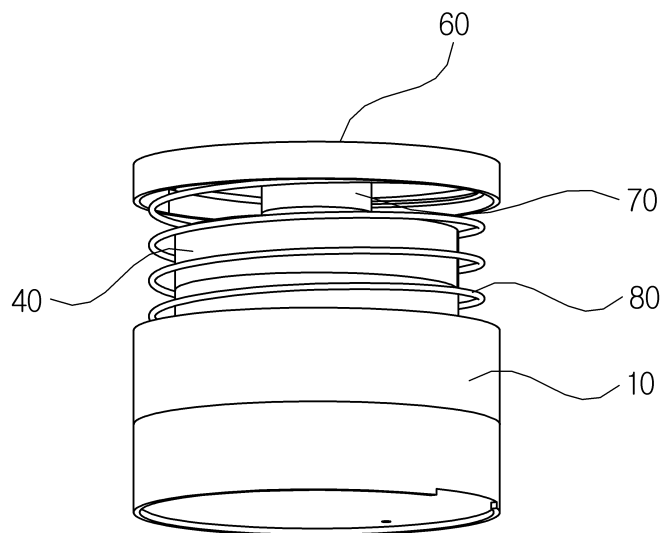
[0127]

- 10:본체
- 11:디스크 배열공간
- 12:중심축
- 13:코일 수용공간
- 14:수용실과 디스크 배열공간 사이의 본체 격벽
- 15:복수의 디스크와 솔레노이드 코일 사이의 본체 격벽
- 20:복수의 디스크
- 30:솔레노이드 코일
- 40:하우징
- 41:수용실
- 42:하우징 측벽
- 50:피스톤
- 51:실링부재
- 60:누름판
- 70:로드
- 80:스프링
- 90:MR유체
- 110:제1 본체 유로
- 120:제2 본체 유로
- 220:디스크 유로
- 221:제1 디스크

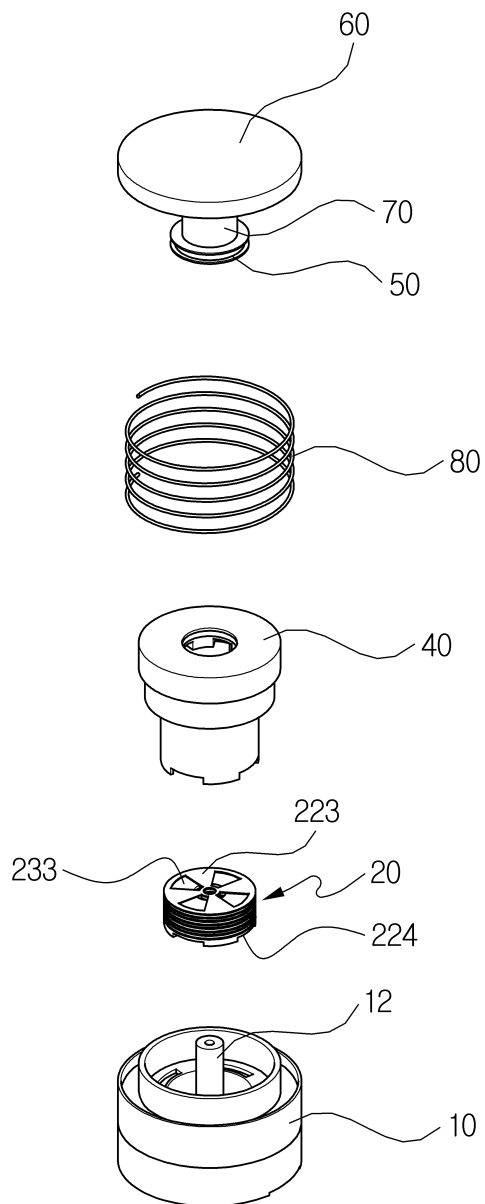
222: 제2 디스크
 223: 간격유지 디스크
 224: 바닥 디스크
 225: 발
 231: 제1 통로
 232: 제2 통로
 233: 제3 통로
 234: 제4 통로
 235: 제5 통로
 410: 하우징 유로
 M: 자기장

도면

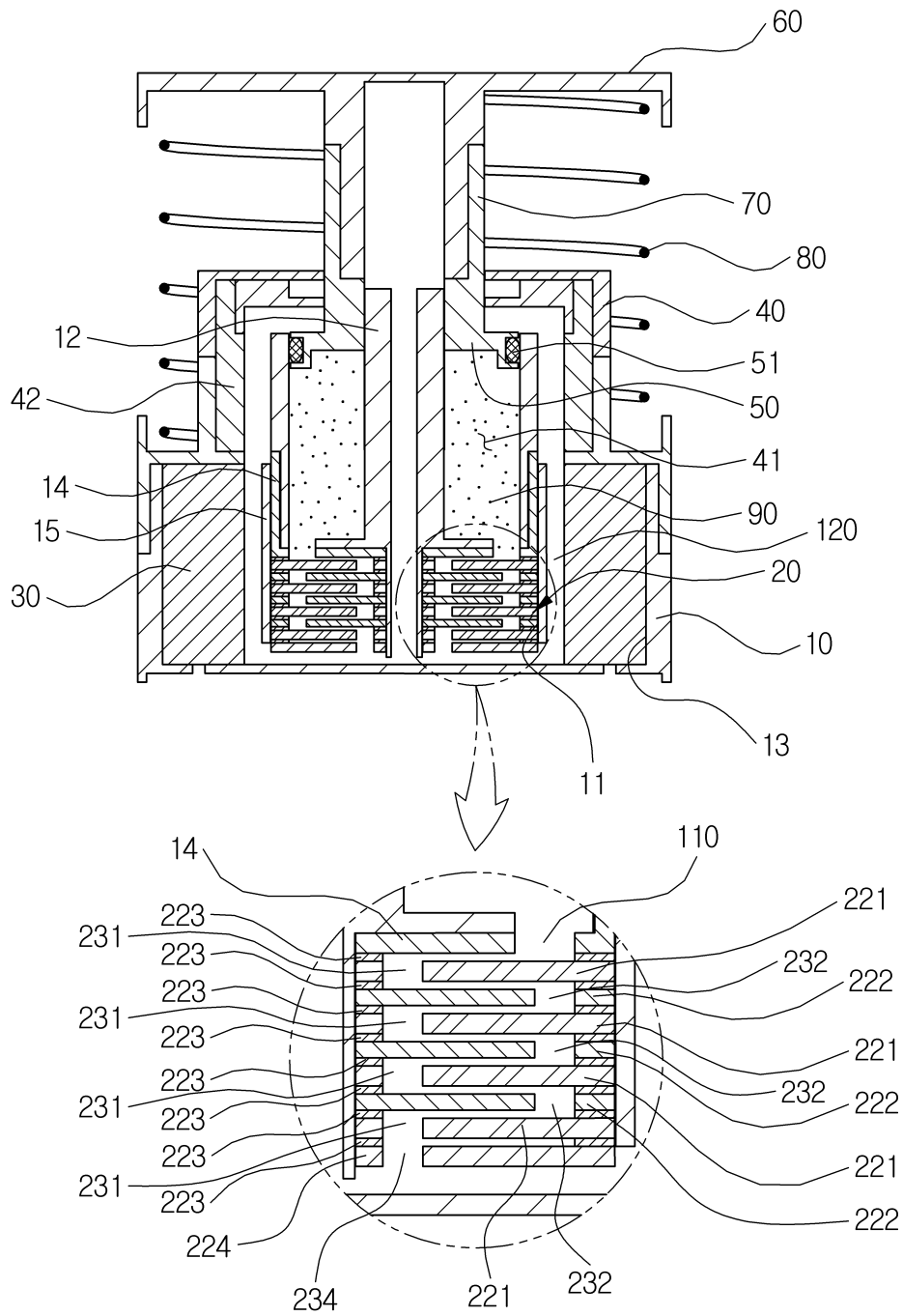
도면1



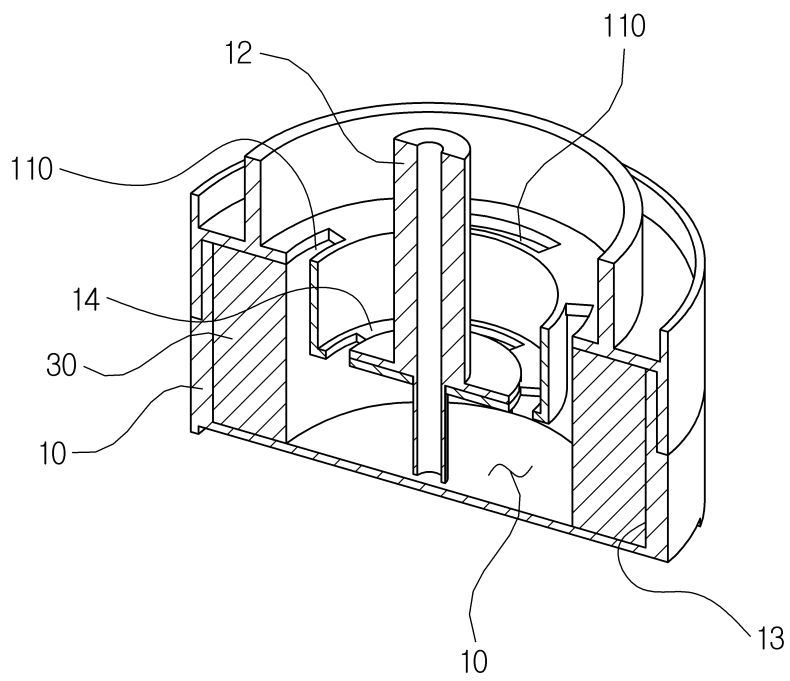
도면2



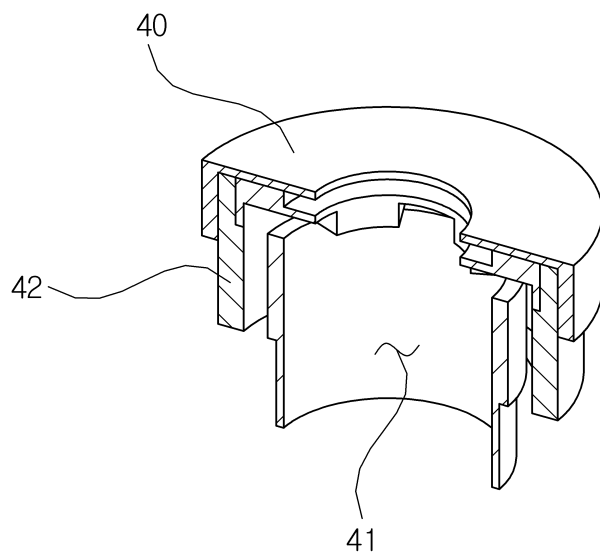
도면3



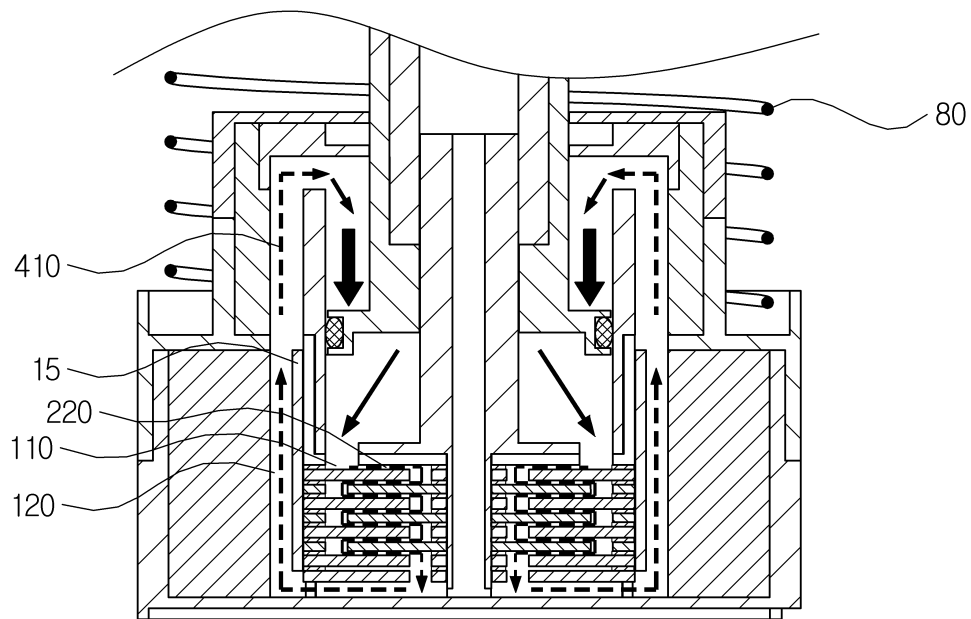
도면4



도면5

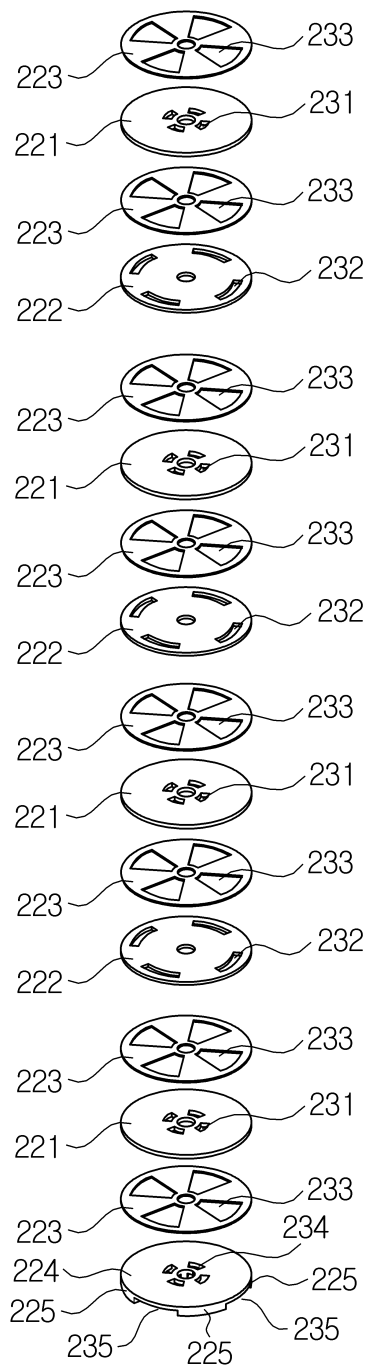


도면6

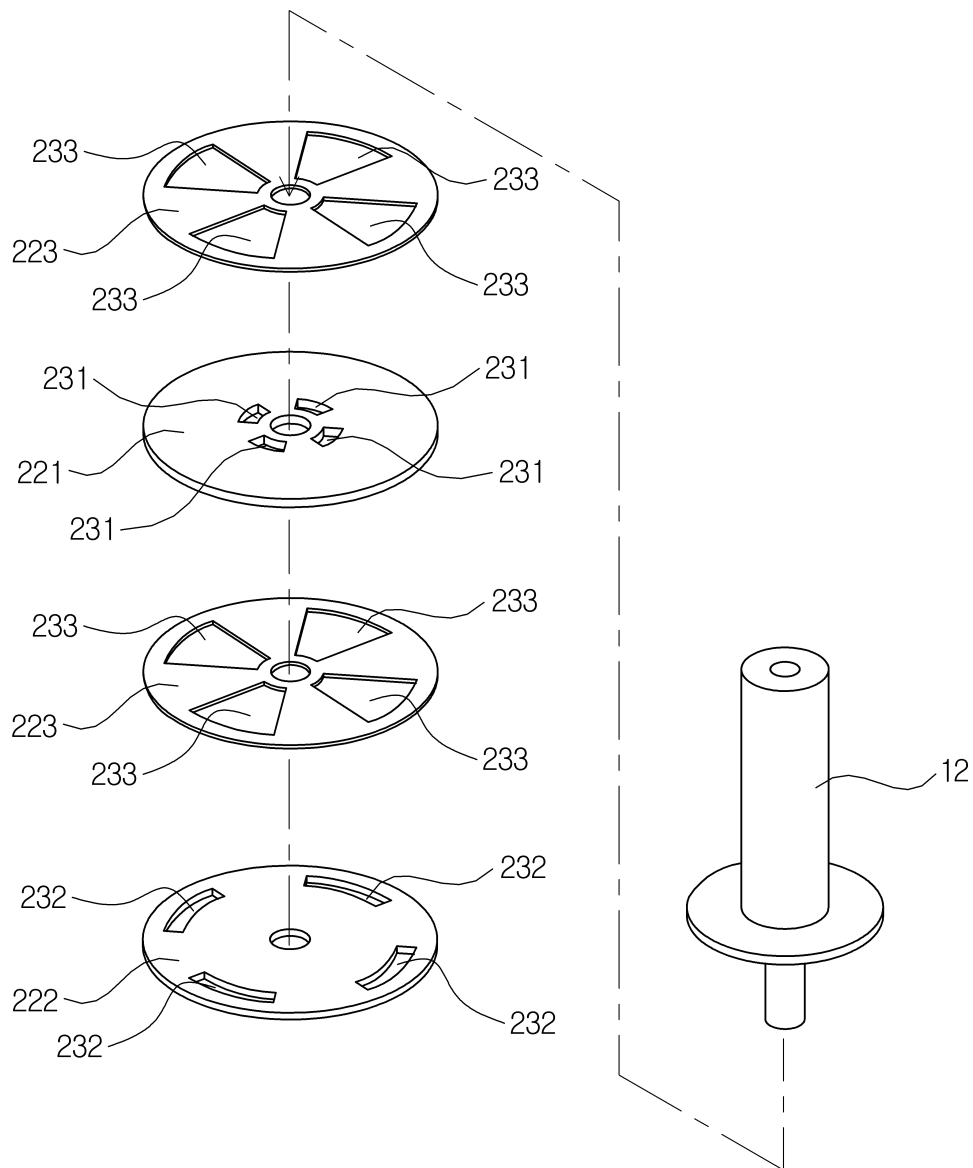


도면7

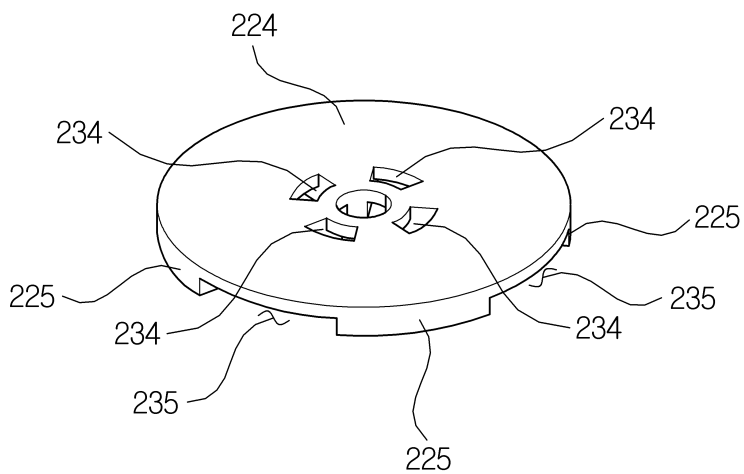
20



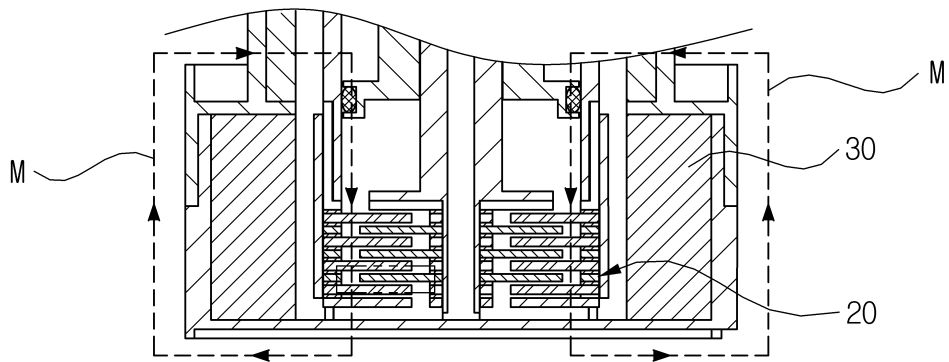
도면8



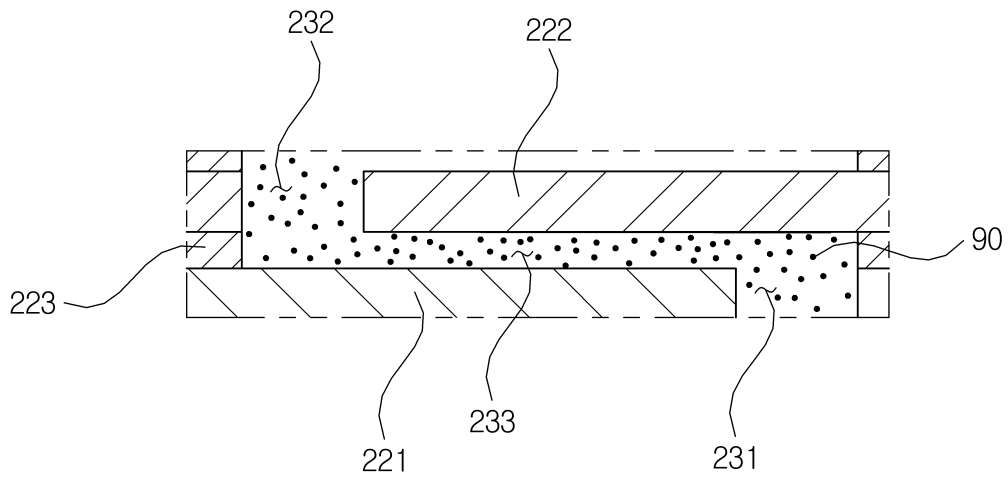
도면9



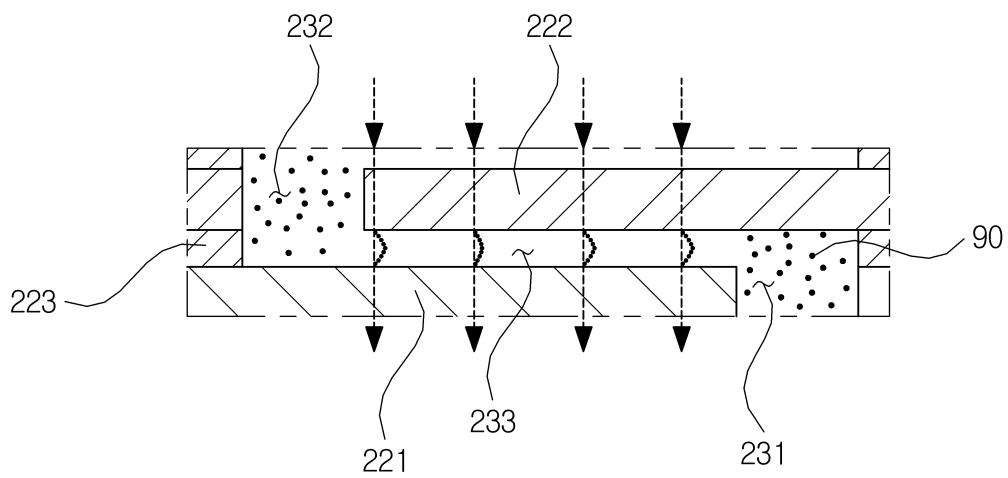
도면10



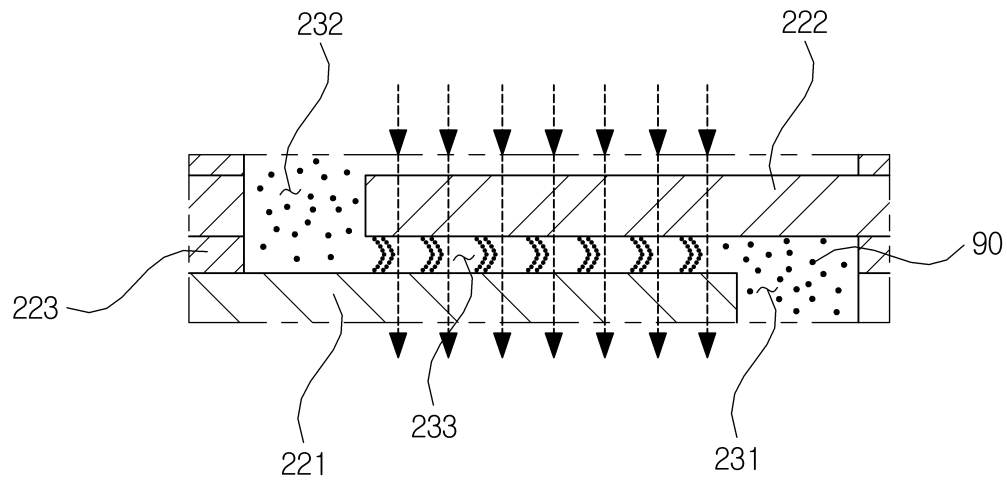
도면11



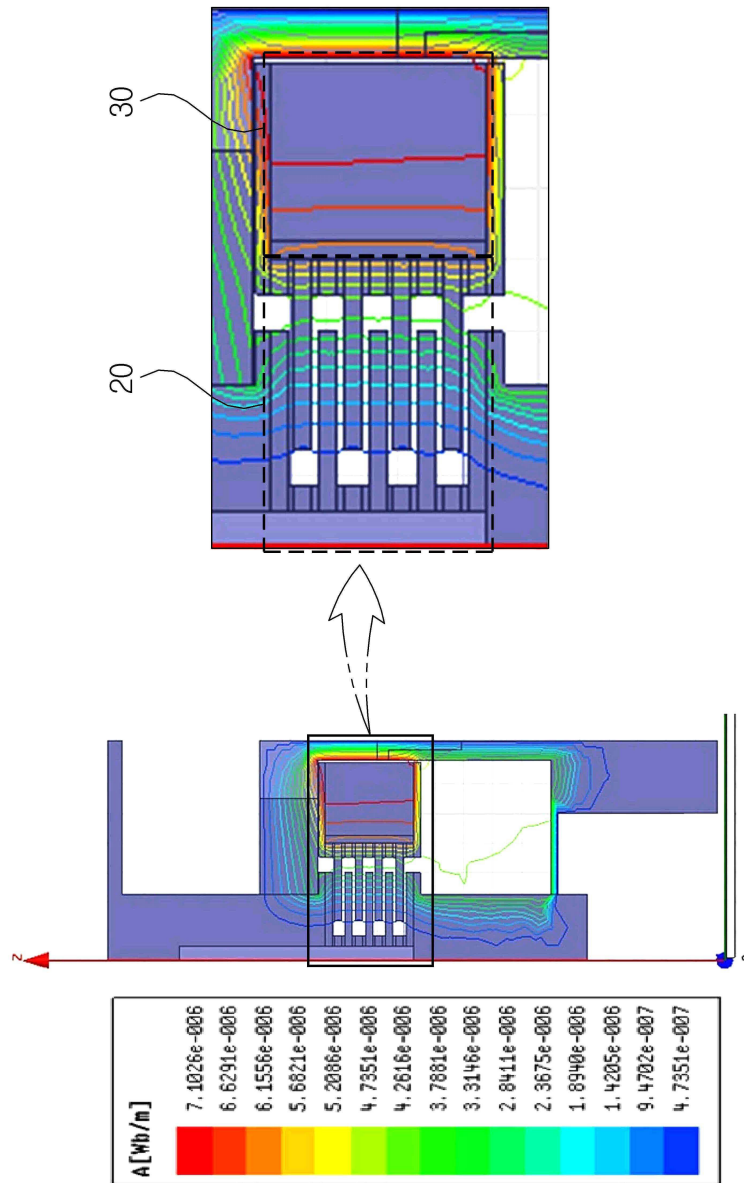
도면12



도면13



도면14



도면15

