



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0020715
(43) 공개일자 2023년02월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 44/00 (2006.01) F16D 57/00 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01) H01F 1/44 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 44/00 (2013.01)
F16D 57/002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0102450
(22) 출원일자 2021년08월04일
심사청구일자 2021년08월04일

(71) 출원인
주식회사 넥시노텍
경기도 안산시 상록구 한양대학로 55, 창업보육센터 613호(사동)
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김기남
서울특별시 송파구 올림픽로 435, 104동 501호
허용해
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 103동 401호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정충곤

전체 청구항 수 : 총 4 항

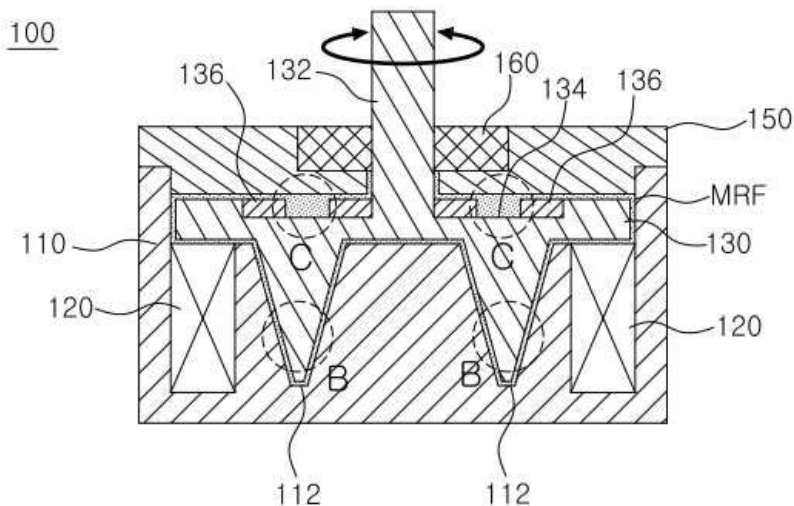
(54) 발명의 명칭 MR유체의 멀티 동작 모드를 이용한 로터리 햅틱 액추에이터

(57) 요약

본 발명은 자기유변유체의 멀티 동작모드를 이용하는 로터리 햅틱 액추에이터를 개시한다. 본 발명에 따른 로터리 햅틱 액추에이터는, 하우징; 하우징의 내부에 설치되고 상면 중앙에 회전축이 결합된 회전체; 회전체의 상면에 형성되며, 각각 직경 방향의 길이를 갖는 다수의 돌출부; 회전체의 상면과 다수의 돌출부를 덮은 상태에서 하우징의 상단에 결합되며, 회전축이 관통하는 커버; 하우징과 커버로 둘러싸인 내부 공간에 주입되어 회전체를 둘러싸는 자기유변유체; 하우징의 내부에 설치된 자기장 발생수단을 포함한다.

본 발명에 따른 로터리 햅틱 액추에이터는 자기유변유체가 멀티 동작모드로 동작하므로 보다 강한 회전 저항력을 발휘할 수 있고, 이를 통해 액추에이터의 크기를 소형화하는데 기여할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G06F 3/016 (2013.01)

H01F 1/44 (2013.01)

(72) 발명자

윤재호

경기도 수원시 장안구 정자천로189번길 47, 419동
1702호

김상연

서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711123458
과제번호	2020-IT-RD-0251-01
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	(재단)연구개발특구진흥재단
연구사업명	연구개발특구육성(R&D)
연구과제명	실감반응형 엠알 햅틱 릴개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	주식회사 넥시노텍
연구기간	2020.11.02 ~ 2021.11.01

명세서

청구범위

청구항 1

하우징;

하우징의 내부에 설치되고 상면 중앙에 회전축이 결합된 회전체;

회전체의 상면에 형성되며, 각각 직경 방향의 길이를 갖는 다수의 돌출부;

회전체의 상면과 다수의 돌출부를 덮은 상태에서 하우징의 상단에 결합되며, 회전축이 관통하는 커버;

하우징과 커버로 둘러싸인 내부 공간에 주입되어 회전체를 둘러싸는 자기유변유체;

하우징의 내부에 설치된 자기장 발생수단

을 포함하는 로터리 햅틱 액츄에이터

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 회전체의 상면에서 각 돌출부의 일단 또는 양단에는 자기유변유체가 유동할 수 있는 통로가 형성된 것을 특징으로 하는 로터리 햅틱 액츄에이터

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 다수의 돌출부는 회전방향을 기준으로 중앙이 가장 높고 선단과 후단으로 갈수록 낮아지는 경사면을 구비하는 것을 특징으로 하는 로터리 햅틱 액츄에이터

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

회전체의 상면에는 회전축을 중심으로 원형의 오목부가 형성되고, 상기 다수의 돌출부는 상기 오목부의 내부에 형성된 것을 특징으로 하는 로터리 햅틱 액츄에이터

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 햅틱 액츄에이터에 관한 것으로서, 구체적으로는 자기유변유체의 멀티 동작 모드를 이용하여 보다 강한 회전 저항력을 생성하는 로터리 햅틱 액츄에이터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 대부분의 휴대용 전자기기, 가상현실(VR) 기기, 게임기, 시뮬레이션 장치, 착용형 로봇 등에는 사용자에게 다양하고 생생한 햅틱 피드백을 제공하기 위한 햅틱 액츄에이터가 설치된다.

[0003] 일반적으로 햅틱 액츄에이터는 촉감 액츄에이터와 역감 액츄에이터로 구분되며, 촉감 액츄에이터는 사용자의 피부를 통해 진동, 질감, 압력, 온도 등의 자극을 전달하고, 역감 액츄에이터는 사용자가 힘을 가할 때 소정의 저항력을 생성함으로써 사용자의 관절이나 근육을 통해 역감을 전달한다.

[0004] 이 중에서 역감 액츄에이터는 크게 선형 액츄에이터와 로터리 액츄에이터로 구분될 수 있다. 선형 액츄에이터는 직선운동에 대해 저항력을 생성하여 사용자가 기구를 누르거나 당기는 동작을 할 때 소정의 역감을 제공할 수 있다. 로터리 액츄에이터는 회전운동에 대해 저항력을 생성하여 사용자가 링크관절, 휠, 다이얼 등을 회전시키

는 동작을 할 때 소정의 역감을 제공할 수 있다.

- [0005] 회전 저항력을 생성하는 로터리 햅틱 액츄에이터(10)는, 도 1의 단면도에 예시한 바와 같이, 하우징(11)과, 하우징(11)의 내부에 설치되고 상단에 회전축(19)이 결합된 회전체(13)와, 하우징(11)의 내부에서 회전체(13)의 주변에 배치되는 솔레노이드 코일(12)과, 하우징(11)의 상단에 결합되고 회전축(19)이 관통하는 커버(15)와, 커버(15)에 결합되어 회전축(19)을 지지하는 한편 하우징(11)의 내부공간을 밀폐하는 베어링(16)과, 하우징(11)에 형성된 회전체 삽입홈(11a)의 내벽과 회전체(13)의 사이에 채워진 자기유변유체(MRF)를 포함한다.
- [0006] 자기유변유체(MRF, magnetorheological fluid)(18)는 실리콘 오일 또는 미네랄 오일 등의 비전도성 용매 속에 마이크론 크기의 상자성 입자를 분산시킨 용액으로서 자기장이 인가되지 않으면 뉴턴 유체의 성질을 띠지만 자기장이 인가되면 상자성 입자가 자기장과 평행한 방향으로 배열되면서 전단력이나 유동에 대한 저항력을 발휘하는 특성을 갖는 스마트 물질이다.
- [0007] 도 1의 로터리 햅틱 액츄에이터(10)에서는, 솔레노이드 코일(12)에 의해 자기장이 생성되면 자기유변유체(MRF)가 자력선을 따라 정렬되면서 회전체(13)의 회전운동에 대한 저항력을 발휘하게 된다.
- [0008] 그런데 자기유변유체(MRF)가 저항력을 발휘하는 동작모드는 도 2에 나타난 바와 같이 전단모드, 유동모드, 압축모드 등으로 구분되며, 이 중에서 하나 이상의 모드로 동작할 때 저항력을 발휘할 수 있게 된다.
- [0009] 전단모드(shear mode)는 고정부와 이동부 사이에 자기유변유체(MRF)가 채워진 상태에서 자기장에 수직한 방향으로 이동부가 이동할 때 자성입자의 체인으로 인해 전단 저항력이 발생하는 모드이다.
- [0010] 유동모드(flow mode)는 자기유변유체(MRF)가 자기장에 수직한 방향으로 이동할 때 자성입자의 체인으로 인해 유동 저항력이 발생하는 모드이다.
- [0011] 압축모드(squeeze mode)는 고정부와 이동부 사이에 자기유변유체(MRF)가 채워진 상태에서 자기장과 평행한 방향으로 이동부가 이동할 때 자성입자의 체인으로 인해 압축 저항력이 발생하는 모드이다.
- [0012] 일반적으로 전단모드 보다 유동모드의 저항력이 더 크고, 유동모드 보다 압축모드의 저항력이 더 큰 것으로 알려져 있다.
- [0013] 도 1의 로터리 햅틱 액츄에이터(10)를 살펴보면, 하우징(11)과 커버(15)가 고정된 상태에서 회전체(13)만 회전운동을 하므로 자기유변유체(MRF)는 모든 영역에서 전단모드로 동작한다.
- [0014] 구체적으로 설명하면, 회전체(13)의 상면과 커버(15) 사이의 공간(A)에서는 고정된 커버(14)에 대해 회전체(13)의 상면이 자기장에 수직한 방향으로 이동하므로 이 영역의 자기유변유체(MRF)는 전단모드로 동작한다.
- [0015] 회전체 삽입홈(11a)의 내벽과 회전체(13) 측면 사이의 공간(B)에서는 고정된 내벽에 대해 회전체(13)의 측면이 자기장에 수직한 방향으로 이동하므로 이 영역의 자기유변유체(MRF)도 전단모드로 동작한다.
- [0016] 그런데 자기유변유체(MRF)의 여러 동작모드 중에서 전단모드의 저항력이 가장 약하기 때문에 이와 같이 모든 영역에서 전단모드로만 동작할 경우에는 충분한 저항력을 발휘하기 어려운 한계가 있다. 또한 이러한 구조에서 보다 큰 저항력을 발생시키려면 회전체의 크기와 자기유변유체(MRF)의 사용량을 늘려야 하므로 로터리 햅틱 액츄에이터를 소형화하는데 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0017] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2021-0080121호(2021.06.30 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 본 발명은 이러한 배경에서 고안된 것으로서, 자기유변유체가 멀티 동작모드로 동작할 수 있는 구조를 개발하여 보다 강한 회전 저항력을 발휘할 수 있으면서도 소형화에 적합한 로터리 햅틱 액츄에이터를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0019] 이러한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 양상은, 하우징; 하우징의 내부에 설치되고 상면 중앙에 회전축이 결합된 회전체; 회전체의 상면에 형성되며, 각각 직경 방향의 길이를 갖는 다수의 돌출부; 회전체의 상면과 다수의 돌출부를 덮은 상태에서 하우징의 상단에 결합되며, 회전축이 관통하는 커버; 하우징과 커버로 둘러싸인 내부 공간에 주입되어 회전체를 둘러싸는 자기유변유체; 하우징의 내부에 설치된 자기장 발생수단을 포함하는 로터리 햅틱 액츄에이터를 제공한다.
- [0020] 본 발명의 일 양상에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터에서, 상기 회전체의 상면에서 각 돌출부의 일단 또는 양단에는 자기유변유체가 유동할 수 있는 통로가 형성될 수 있다.
- [0021] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터에서, 상기 다수의 돌출부는 회전방향을 기준으로 중앙이 가장 높고 선단과 후단으로 갈수록 낮아지는 경사면을 구비할 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터에서, 상기 회전체의 상면에는 회전축을 중심으로 원형의 오목부가 형성되고, 상기 다수의 돌출부는 상기 오목부의 내부에 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터는 자기유변유체가 멀티 동작모드로 동작하므로 보다 강한 회전 저항력을 발휘할 수 있고, 이를 통해 액츄에이터의 크기를 소형화하는데 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 종래의 로터리 햅틱 액츄에이터를 예시한 단면도
- 도 2는 자기유변유체의 여러 동작모드를 나타낸 도면
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터의 단면도
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터의 사시도
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 회전체를 나타낸 도면
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 회전체의 상면 일부를 나타낸 도면
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터의 자기장 시뮬레이션을 나타낸 도면
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터의 동작을 나타낸 단면도
- 도 9 및 도 10은 회전체의 여러 변형 예를 나타낸 도면
- 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터의 단면도
- 도 12는 본 발명의 제2 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터의 회전체를 나타낸 평면도
- 도 13은 도 12의 I-I' 선에 따른 단면도
- 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터의 구체적인 적용 사례를 예시한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0026] 참고로 본 명세서에 첨부된 도면에는 실제와 다른 치수 또는 비율로 표시된 부분이 있으나 이는 설명과 이해의 편의를 위한 것이므로 이로 인해 본 발명의 범위가 제한적으로 해석되어서는 아니됨을 미리 밝혀 둔다. 또한 본 명세서에서 하나의 구성요소(element)가 다른 구성요소와 연결, 결합 또는 전기적으로 연결되는 경우는 다른 구성요소와 직접적으로 연결, 결합 또는 전기적으로 연결되는 경우뿐만 아니라 중간에 다른 요소를 사이에 두고 간접적으로 연결, 결합 또는 전기적으로 연결되는 경우도 포함한다. 또한 하나의 구성요소(element)가 다른 구성요소와 직접 연결 또는 결합되는 경우는 중간에 다른 요소 없이 연결 또는 결합되는 것을 의미한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 포함하는 것은 특별히 반대되는 기재가 없다면 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한 본 명세서에서 전, 후, 좌, 우, 위, 아래 등의 표

현은 보는 위치에 따라 달라질 수 있는 상대적인 개념이므로 본 발명의 범위가 반드시 해당 표현으로 제한되어서는 아니된다.

<제1 실시예>

도 3 및 도 4는 각각 본 발명의 제1 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터(100)의 단면도 및 사시도이다.

도면에 나타난 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터(100)는 하우징(110)과, 하우징(110)의 내부에 설치되고 상면 중앙에 회전축(132)이 결합된 회전체(130)와, 하우징(110)의 내부에서 회전체(130)의 주변에 배치되어 자기장을 발생시키는 솔레노이드 코일(120)과, 하우징(110)의 상단에 결합되고 회전축(132)이 관통하는 커버(150)와, 커버(150)에 결합되어 회전축(132)을 회전 가능하게 지지하는 베어링(160)을 포함한다.

회전축(132)은 커버(150)의 상부로 돌출되며, 도면에는 나타나지 않았으나 사용자가 손으로 돌리는 햅틱 휠이나 햅틱 다이얼의 회전중심에 결합되거나 링크기구의 회전중심에 결합된다.

하우징(110)의 내부에는 회전체(130)가 삽입되는 회전체 삽입홈(112)이 형성되고, 솔레노이드 코일(120)은 회전체 삽입홈(112)의 외측에 배치된다.

회전체(130)는 회전축(132)의 하단에 매달린 상태에서 회전체 삽입홈(112)의 내부에 삽입된다. 회전체(130)는 상면과 측면이 하우징(110)의 내벽, 커버(150)의 저면, 회전체 삽입홈(112)의 내벽의 어디에도 접촉하지 않고 소정 간격 이격되도록 설치되는 것이 바람직하다.

회전체(130)의 상면과 커버(150) 사이의 공간, 회전체(130)의 측면과 하우징(110) 사이의 공간, 및 회전체(130)와 회전체 삽입홈(112) 내벽 사이의 공간에는 모두 자기유변유체(MRF)가 채워질 수 있다. 이들 공간은 모두 연통될 수도 있고, 일부 공간은 다른 공간과 격리될 수도 있다.

한편, 본 발명의 제1 실시예에서는 회전체(130)의 상면(131)에 자기유변유체(MRF)를 유동시키기 위한 유동생성용 돌출부(135, 136)가 다수 형성될 수 있다.

도 5를 참조하면, 회전체(130)의 상면(131)에는 원형의 오목부(134)가 형성되고, 회전축(132)의 하단은 오목부(134)의 중앙에 결합된다.

다수의 유동생성용 돌출부(135, 136)는 회전축(132)을 중심으로 대칭적으로 배치되는 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

또한 유동생성용 돌출부(135, 136)의 형상은 특별히 한정되지 않지만, 회전하면서 자기유변유체(MRF)를 최대한 많이 유동시키기 위해서는 회전체(130)의 직경 방향을 따라 충분한 길이를 가지는 것이 바람직하다. 또한 충분한 높이를 가지는 것이 바람직하다.

또한 자기유변유체(MRF)를 최대한 많이 유동시키기 위해서는 도 6에 나타난 바와 같이 회전방향(원주방향)을 기준으로 유동생성용 돌출부(135, 136)의 선단(135a, 136a)과 후단(135b, 136b)은 각각 회전방향에 대해 수직면으로 형성되고, 오목부(134)의 바닥에 대해서도 수직면으로 형성되는 것이 바람직하다.

하우징(110)의 내부에 자기유변유체(MRF)를 주입하면, 오목부(134)의 내부에도 자기유변유체(MRF)가 채워진다. 따라서 회전체(130)가 회전하면 오목부(134)의 내부에 형성된 다수의 유동생성용 돌출부(135, 136)가 자기유변유체(MRF)를 밀어서 유동시키는 역할을 하게 된다.

도 7의 자기장 시뮬레이션을 참조하면, 커버(150)와 오목부(134)의 바닥 사이에는 수직방향의 자기장이 형성되므로 유동생성용 돌출부(136)가 회전하면 자기장에 수직한 방향으로 자기유변유체(MRF)가 유동하게 된다.

따라서, 종래에는 회전체(130)와 커버(150) 사이에서 전단모드에 의한 저항력만 발생하였으나, 본 발명의 실시예에 따르면 회전체(130)와 커버(150) 사이에서 전단모드 뿐만 아니라 유동모드에 의한 저항력도 발생하게 된다.

즉, 회전체(130) 상부의 오목부(134)에서는 자기유변유체(MRF)가 유동함에 따라 유동모드에 의한 저항력이 발생하고, 오목부(134)의 주변에서는 회전체 상면(131)과 커버(150)의 사이에 전단모드에 의한 저항력이 발생한다.

회전체(130)의 측면이나 하부에서는 도 8에 나타난 바와 같이 종래와 마찬가지로 전단모드에 의한 저항력이 발생한다.

- [0044] 본 발명에 따르면 이와 같이 자기유변유체(MRF)의 멀티 모드에 기반한 저항력이 발생하므로 종래에 비하여 회전 저항력이 증가하게 된다.
- [0045] 다시 도 5 및 도 6을 참조하면, 다수의 유동생성용 돌출부(135,136)는 회전체(130)의 원주방향을 따라 교대로 배치된 단독 돌출부(135)와 한 쌍의 돌출부(136)를 포함할 수 있다.
- [0046] 예를 들어, 회전체(130)의 원주방향을 따라 단독 돌출부(135)를 90도 간격으로 배치하고, 단독 돌출부(136)의 사이마다 한 쌍의 돌출부(136)를 배치할 수 있다.
- [0047] 단독 돌출부(135)는 양단이 각각 회전축(132)과 오목부(134)의 내벽으로부터 이격되는 것이 바람직하며, 이렇게 하면 단독 돌출부(135)의 양측에 통로(139)가 형성된다.
- [0048] 한 쌍의 돌출부(136)는 각각 회전축(132)과 오목부(134)의 내벽에 결합되고, 통로(139)를 사이에 두고 회전체(130)의 직경 방향으로 서로 이격되는 것이 바람직하다.
- [0049] 한편 자기유변유체(MRF)를 보다 효과적으로 유동시키기 위해서는, 회전체(130)의 상면에 원주 방향을 따라 다수의 통로(139)를 연속으로 배치하지 않는 것이 바람직하다. 다수의 통로(139)가 원주방향을 따라 연속으로 배치 되면 해당 부분에 위치한 자기유변유체(MRF)에는 미는 힘이 제대로 작용하지 않기 때문이다.
- [0050] 따라서 본 발명의 실시예에서는, 회전체(130)의 상면에 다수의 통로(139)를 지그재그 형태로 배치하여 2개 이상의 통로(139)가 원주 방향을 따라 연속 배치되지 않도록 하였다.
- [0051] 이렇게 하면, 유동생성용 돌출부(135,136)에 밀린 자기유변유체(MRF)는 회전체(130)와 같은 속도와 방향으로 일정하게 유동하는 것이 아니라 돌출부(135,136) 양측의 통로(139)로 밀려났다가 다른 돌출부(135,136)에 의해 밀리는 과정이 반복됨에 따라 회전체(130)에 대해 매우 다양한 방향의 상대속도로 유동하게 된다.
- [0052] 이렇게 되면, 자기유변유체(MRF)의 유동모드에 기반한 저항력이 증가하므로 돌출부(135,136)의 일측이나 양측에 통로(139)를 형성하지 않은 경우에 비하여 더 큰 회전 저항력을 얻을 수 있다.
- [0053] 한편 본 발명의 제1 실시예에서 회전체(130)의 상면에 형성되는 유동생성용 돌출부(135,136)의 형상, 개수, 배치형태 등은 구체적인 적용 과정에서 매우 다양하게 변형될 수 있다.
- [0054] 예를 들어, 도면에는 유동생성용 돌출부(135,136)의 형상이 전부 직육면체인 것으로 나타내었으나 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서 도 9의 (a)에 예시한 회전체(130a)와 같이, 단독 돌출부(135)는 한 쌍의 돌출부(136)와 다른 형상을 가질 수도 있다. 이 경우에도 회전방향(원주방향)을 기준으로 단독 돌출부(135)의 선단(135a)과 후단(135b)은 각각 회전방향에 대해 수직면으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0055] 또한, 도 9의 (b)에 예시한 회전체(130b)와 같이, 단독 돌출부(135)와 한 쌍의 돌출부(136)를 90도 간격으로 교대로 배치할 수도 있다.
- [0056] 또한, 도 9의 (c)에 예시한 회전체(130c)와 같이, 단독 돌출부(135)를 대신하여 3개 한 쌍의 돌출부(137)를 배치할 수도 있다. 3개 한 쌍의 돌출부(137)는 돌출부의 사이에 2개의 통로(139)가 형성될 수 있다.
- [0057] 또한 도 9의 (d)에 예시한 회전체(130a)와 같이, 3개 한 쌍으로 이루어진 돌출부(137)만을 회전축(132)의 주위에 다수 배치할 수도 있다.
- [0058] 또한 도 10의 단면도에 예시한 회전체(130e)와 같이 상면(131)에 오목부를 형성하지 않은 상태에서 다수의 유동생성용 돌출부(135,136)만을 형성할 수도 있다.
- [0059] <제2 실시예>
- [0060] 본 발명의 제2 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터(100a)는, 도 11의 단면도에 나타난 바와 같이, 회전체(130f)의 상면에 경사 돌출부(138)가 형성된 점에서 제1 실시예와 차이가 있고 나머지 구성은 제1 실시예와 동일하다.
- [0061] 도 12의 평면도를 참조하면, 회전체(130f)의 상면에는 오목부(134)가 형성되고, 오목부(134)의 중앙에 회전축(132)의 하단이 결합되며, 오목부(134)의 바닥에 원주방향을 따라 다수의 경사 돌출부(138)가 소정 간격으로 형성될 수 있다.
- [0062] 각 경사 돌출부(138)의 일단은 회전축(132)에 결합되고 타단은 오목부(134)의 내벽에 결합될 수 있다.
- [0063] 또한 각 경사 돌출부(138)의 상단은 회전체(130f)의 상면(131)과 같은 높이일 수도 있고, 회전체(130f)의 상면

(131)보다 낮을 수도 있다.

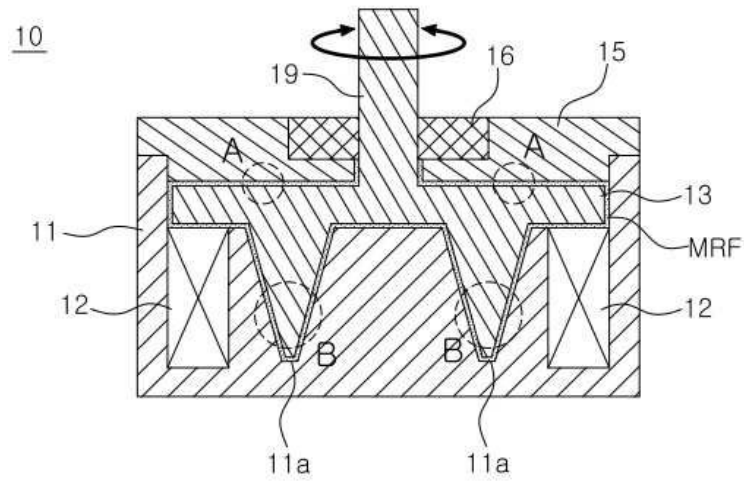
- [0064] 도 12의 I-I'선에 따른 단면을 나타낸 도 13를 참조하면, 경사 돌출부(138)는 회전체(130f)의 회전방향을 기준으로 선단에 형성된 제1 경사면(138a)과 후단에 형성된 제2 경사면(138b)을 포함할 수 있다.
- [0065] 또한 도 13에 나타낸 바와 같이, 경사 돌출부(138)는 가운데가 가장 높고 양측으로 갈수록 낮아지는 경사를 갖는 것이 바람직하다. 이때, 제1 경사면(138a)과 제2 경사면(138b)은 서로 대칭적으로 형성되는 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 또한 제1 경사면(138a)과 제2 경사면(138b)은 각각 경사진 평면일 수도 있고 곡면일 수도 있다.
- [0067] 도 13을 참조하면, 회전체(130f)가 회전하면 오목부(134) 내부의 자기유변유체(MRF)가 제1 경사면(138a)을 따라 상승하게 되는데, 이 과정에서 자기유변유체(MRF)가 점차 좁아지는 커버(150)와 제1 경사면(138a) 사이의 공간을 통과함에 따라 압축모드에 의한 저항력이 발생하게 된다.
- [0068] 자기유변유체(MRF)의 여러 동작모드 중에서 압축모드에 의한 저항력이 가장 큰 것으로 알려져 있다.
- [0069] 따라서 본 발명의 제2 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터(100a)는 제1 실시예에 비하여 더 큰 회전 저항력을 발휘할 수 있다.
- [0070] 본 발명의 제2 실시예에서도 회전체(130f)의 상면에 형성되는 경사 돌출부(138)의 형상, 개수, 배치형태 등은 구체적인 적용 과정에서 매우 다양하게 변형될 수 있다.
- [0071] 또한 회전체(130f)의 상면에 오목부를 형성하지 않은 상태에서 경사 돌출부(138)만을 형성할 수도 있다.
- [0072] 한편 본 발명의 실시예에 따른 로터리 햅틱 액츄에이터(100, 100a)는 다양한 분야에 적용될 수 있다.
- [0073] 예를 들어, 도 14의 (a)에 예시한 바와 같이, 자동차 등에 탑재된 햅틱 다이얼에 적용하여 사용자에게 다양한 햅틱 감각을 제공할 수도 있고, 사용자의 취향에 따른 맞춤형 초기 회전 저항감을 제공할 수도 있다.
- [0074] 또한 도 14의 (b)에 예시한 바와 같이, 정밀제어가 필요한 전자장치의 작동노브에 적용할 수도 있으며, 이 경우에는 상황에 따라 회전 저항력을 변화시킴으로써 안전성과 조작 용이성을 향상시킬 수 있다.
- [0075] 또한 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나 본 발명은 이에 한정되지 않고 구체적인 적용에서 보다 다양한 형태로 변형 또는 수정되어 실시될 수 있다.
- [0076] 예를 들어, 하나의 회전체(130)의 상면에 유동모드를 위한 유동발생용 돌출부(135, 136)와 압축모드를 위한 경사 돌출부(138)를 모두 형성할 수도 있다. 예를 들어, 유동발생용 돌출부(135, 136)와 경사 돌출부(138)를 소정 각도 간격으로 교대로 배치할 수 있으며, 이렇게 하면 자기유변유체(MRF)는 전단모드, 유동모드, 압축모드의 3가지 동작모드에 기반한 저항력을 생성할 수 있다.
- [0077] 이와 같이 본 발명은 다양한 형태로 변형 또는 수정되어 실시될 수 있으며, 변형 또는 수정된 실시예도 후술하는 특허청구범위에 개시된 본 발명의 기술적 사상을 포함한다면 본 발명의 권리범위에 속함은 당연하다 할 것이다.

부호의 설명

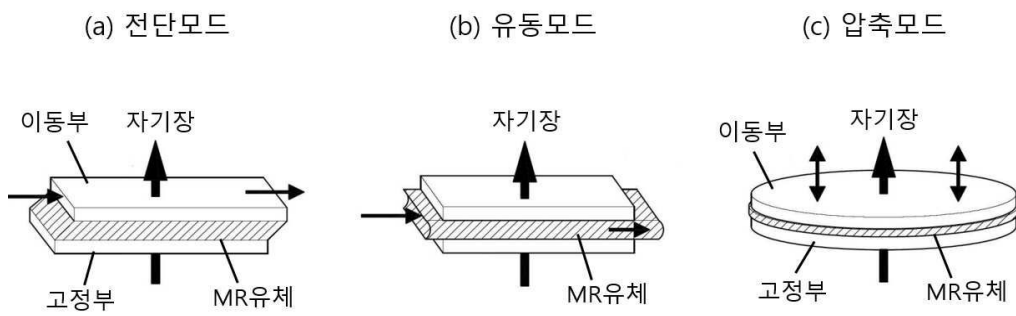
- [0078] 100, 100a: 로터리 햅틱 액츄에이터 110: 하우징
- 112: 회전체 삽입홈 120: 솔레노이드 코일 130: 회전체
- 131: 상면 132: 회전축 134: 오목부
- 135, 136, 137: 유동발생용 돌출부 138: 경사 돌출부
- 138a: 제1 경사면 138b: 제2 경사면 139: 통로
- 150: 하우징 커버 160: 베어링 MRF: 자기유변유체

도면

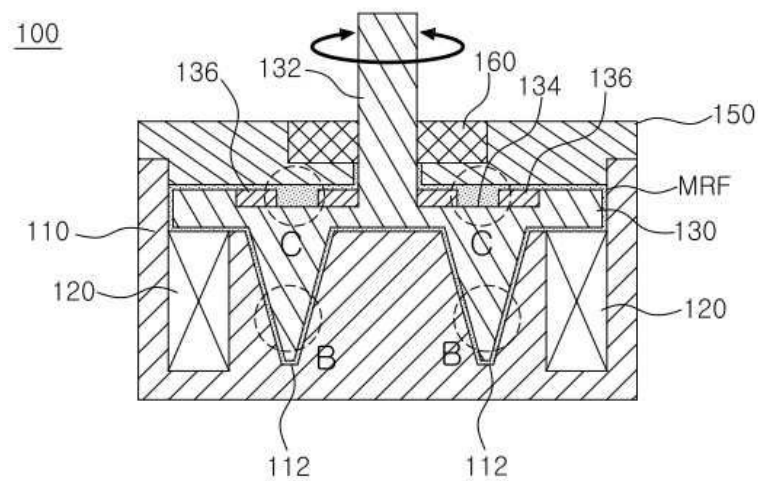
도면1



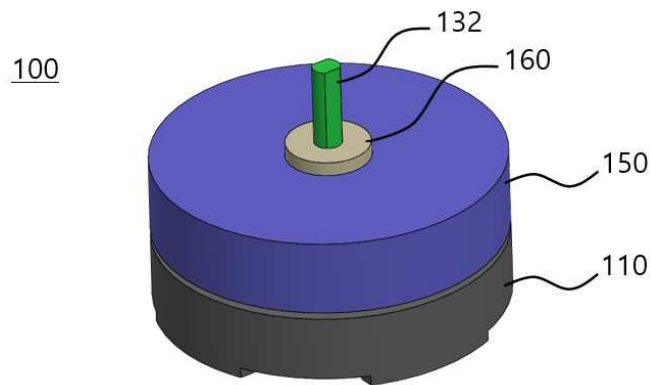
도면2



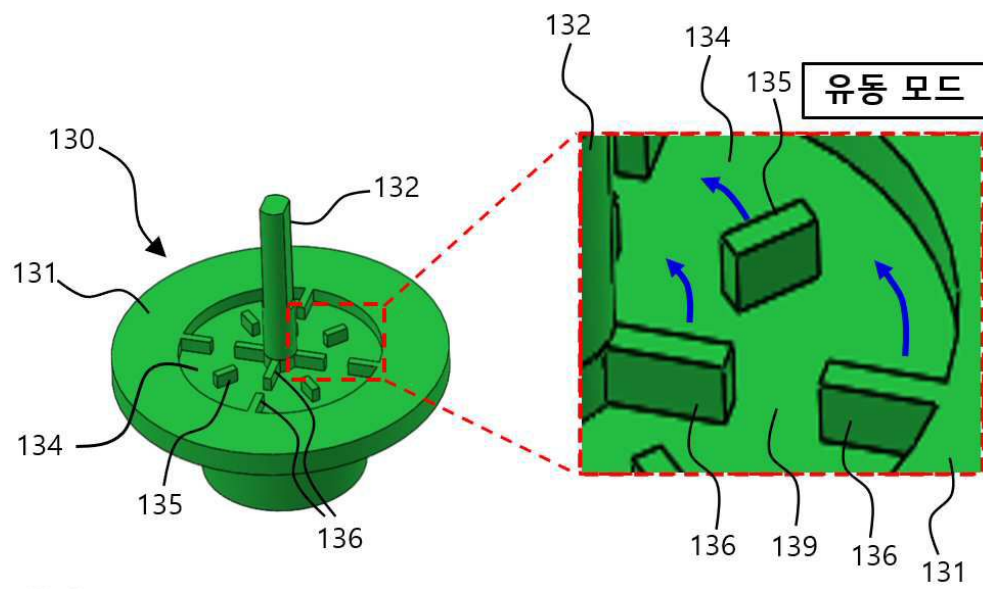
도면3



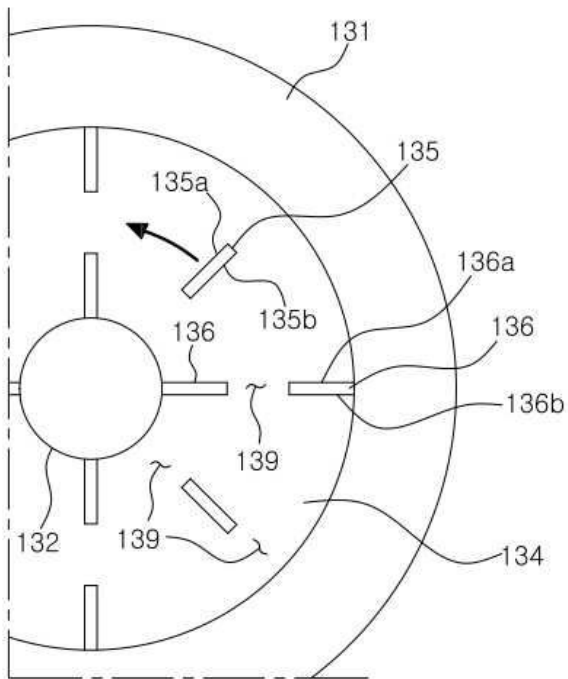
도면4



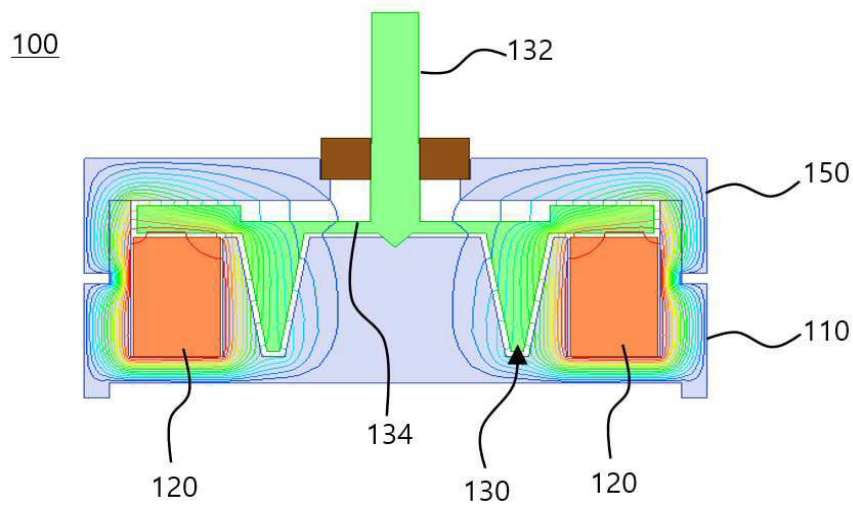
도면5



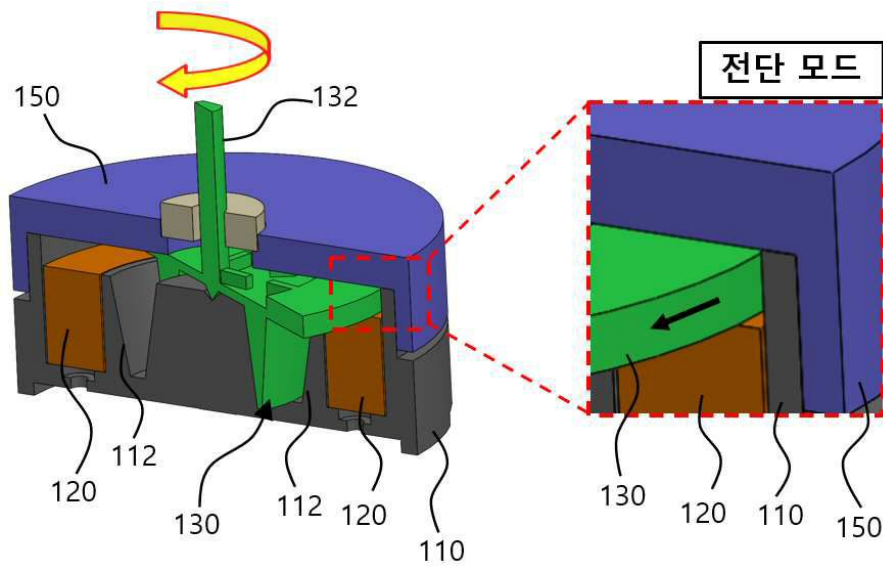
도면6



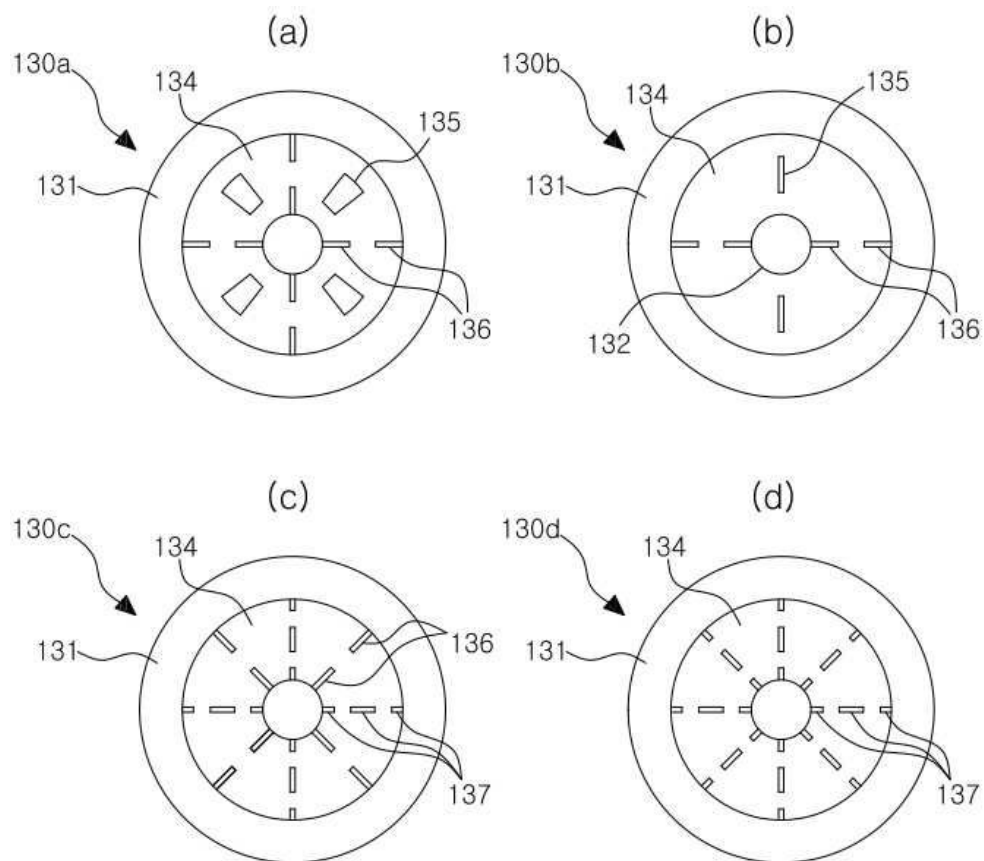
도면7



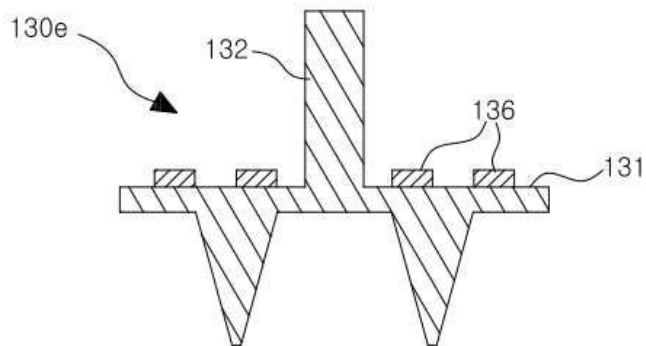
도면8



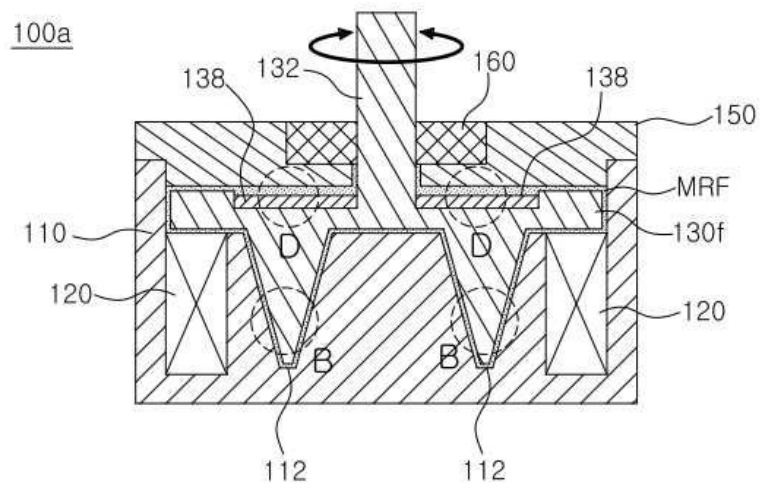
도면9



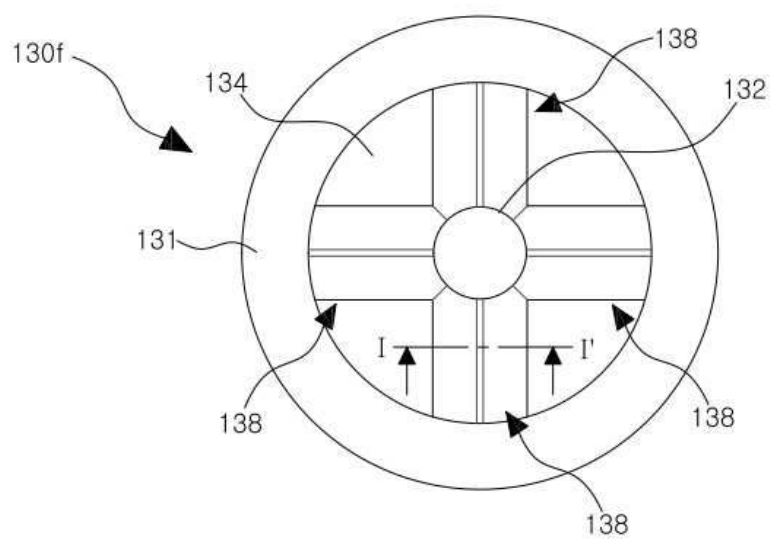
도면10



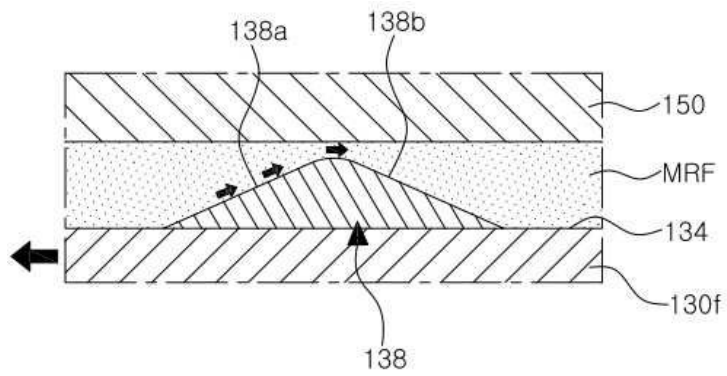
도면11



도면12



도면 13



도면14

