



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0050498
(43) 공개일자 2020년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) H01F 7/08 (2006.01)
H01F 7/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/016 (2013.01)
H01F 7/081 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0132826
(22) 출원일자 2018년11월01일
심사청구일자 2018년11월01일

(71) 출원인
(주)이미지스테크놀로지
경기도 수원시 영통구 광교로 107, 3층 301호 (이
의동, 경기알앤디비센터)
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한
국기술교육대학교내)
(72) 발명자
류시호
충청북도 청주시 청원구 읍봉로167번길 66-9, 20
1동 503호
최동수
충청남도 천안시 동남구 병천면 가전6길 13-1,
303호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정충곤

전체 청구항 수 : 총 13 항

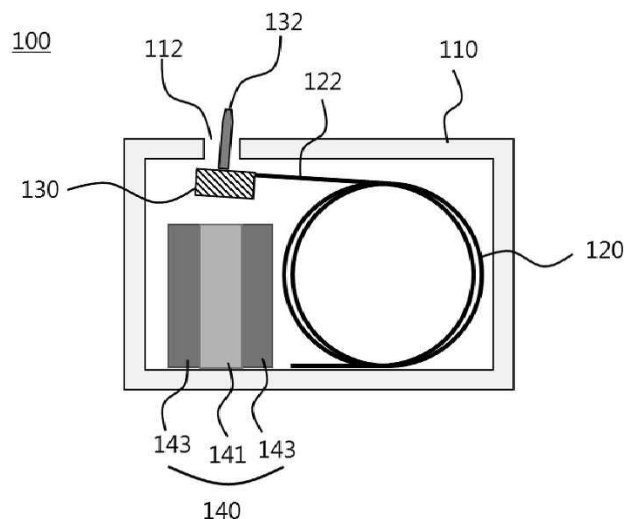
(54) 발명의 명칭 **핀 타입 햅틱 액츄에이터**

(57) 요약

본 발명은 핀 타입의 햅틱 액츄에이터를 개시한다. 본 발명에 따른 햅틱 액츄에이터는, 상면에 홀이 형성된 하우징; 하우징의 내부에 설치된 탄성부재; 상기 탄성부재에 결합되어 승강운동을 하는 자성 질량체; 상기 자성 질량체에 결합되며, 상승하면 상기 홀을 통해 하우징의 외부로 돌출되는 핀; 상기 하우징의 내부에서 자기력을 선택적으로 발생시키는 자기장생성부를 포함할 수 있다.

본 발명에 따르면, 자기장생성부에 의해 승강 운동하는 핀이 하우징의 외부로 돌출되어 사용자의 피부 등을 직접적으로 자극할 수 있으므로 보다 생생하고 사실적인 촉감을 제공할 수 있다. 또한 핀을 이용하여 자극을 발생시키므로 촉감을 제공하는 위치나 영역을 선택하는 것이 가능한 이점이 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01F 7/1646 (2013.01)

(72) 발명자

김상연

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

백승현

경기도 성남시 분당구 미금로22번길 10, 1206동
2002호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10077367

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 우수기술연구센터(ATC)

연구과제명 필름형 투명($\geq 90\%$) · 고신축성($\geq 500\%$) 3D 터치 센서(1kPa~100kPa) 햅틱 액추에이터 (~250hz, 최대1N) 모듈 및 신개념 UI/UX 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)이미지스테크놀로지

연구기간 2017.04.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

상면에 홀이 형성된 하우징;
 하우징의 내부에 설치된 탄성부재;
 상기 탄성부재에 결합되어 승강운동을 하는 자성 질량체;
 상기 자성 질량체에 결합되며, 상승하면 상기 홀을 통해 하우징의 외부로 돌출되는 편;
 상기 하우징의 내부에서 자기력을 선택적으로 발생시키는 자기장생성부
 를 포함하는 햅틱 액추에이터

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 탄성부재는 중심축이 하우징의 바닥과 나란하도록 설치된 토션스프링이고, 상기 자성 질량체는 상기 토션스프링의 상단 연장부에 결합되는 것을 특징으로 하는 햅틱 액추에이터

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 자성 질량체는 영구자석이고, 상기 자성 질량체와 상기 전자석 사이에 인력과 척력을 선택적으로 발생시키기 위하여 전류방향을 선택하는 스위칭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 액추에이터

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 자기장생성부는 상기 자성 질량체의 하부에서 하우징의 바닥에 고정되는 전자석 또는 전자영구자석(EPM)인 것을 특징으로 하는 햅틱 액추에이터

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 전자영구자석은,
 상기 자성 질량체의 하부에 수평방향으로 배치된 제1 영구자석;
 상기 제1 영구자석보다 약한 보자력을 가지며, 상기 제1 영구자석과 극성이 반대가 되도록 나란히 배치되는 제2 영구자석;
 상기 제1 영구자석의 일단과 상기 제2 영구자석의 일단에 배치된 제1 코어;
 상기 제1 영구자석의 타단과 상기 제2 영구자석의 타단에 배치된 제2 코어;
 상기 제1 영구자석과 제2 영구자석의 둘레에 함께 감기거나 상기 제2 영구자석의 둘레에 감기는 코일을 포함하고,
 상기 코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 스위칭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 액추에이터

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 자기장생성부는 전자석이고,

상기 자성 질량체는 영구자석이며,

상기 자성 질량체의 상부에 설치되어 중심부가 상기 홀과 연통하는 솔레노이드코일을 포함하고,

상기 전자석의 코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 제1 스위칭부와, 상기 솔레노이드코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 제2 스위칭부를 포함하며,

상기 제1 스위칭부와 상기 제2 스위칭부는 상기 전자석과 상기 솔레노이드코일의 극성이 서로 반대가 되도록 전류방향을 선택하며,

상기 핀은 상기 솔레노이드코일의 중심부에서 승강운동을 하는 것을 특징으로 하는 햅틱 액츄에이터

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 자성 질량체는 제2의 전자석이고,

상기 전자석의 코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 제1 스위칭부와, 상기 제2의 전자석에 흐르는 전류방향을 선택하는 제2 스위칭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 액츄에이터

청구항 8

상면에 홀이 형성된 하우징;

하우징의 내부에 설치된 탄성부재;

상기 탄성부재에 결합되어 승강운동을 하는 자기장생성부;

상기 자기장생성부의 상부에서 하우징의 천정에 고정되는 자성체;

상기 자기장생성부에 결합되며, 상승하면 상기 자성체의 관통홀과 상기 하우징의 홀을 통과하여 하우징의 외부로 돌출되는 핀

를 포함하는 햅틱 액츄에이터

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 탄성부재는 중심축이 하우징의 바닥과 나란하도록 설치된 토션스프링이고, 상기 자기장생성부는 상기 토션스프링의 상단 연장부에 결합되는 것을 특징으로 하는 햅틱 액츄에이터

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 자기장생성부는 전자석 또는 전자영구자석(EPM)인 것을 특징으로 하는 햅틱 액츄에이터

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 자성체는 영구자석이고, 상기 자성체와 상기 자기장발생부 사이에 인력과 척력을 선택적으로 발생시키기 위하여 전류방향을 선택하는 스위칭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 액츄에이터

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 자기장생성부의 하부에서 하우징의 바닥에 고정되는 제2의 자성체를 포함하며,

상기 제2의 자성체는 하우징의 천정에 고정된 영구자석과 반대 극성으로 배치된 영구자석인 것을 특징으로 하는

햅틱 액츄에이터

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

자극면적 또는 자극영역에 변화를 주기 위한 것으로서 상기 하우징의 외부에서 상기 핀의 단부에 결합되는 보조 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 햅틱 액츄에이터

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 햅틱 액츄에이터에 관한 것으로서, 구체적으로는 토션스프링 등을 이용하여 질량체에 결합된 핀을 승강 운동시키는 핀 타입 햅틱 액츄에이터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어 휴대용 전자기기, 가상현실 기기, 원격조종용 매니퓰레이터(manipulator), 훈련용 시뮬레이터 등에는 사용자에게 다양하고 생생한 촉각피드백을 제공할 수 있는 햅틱 액츄에이터가 구비되어 있다.

[0003] 이러한 햅틱 액츄에이터는 편심 모터 액츄에이터(ERM: Eccentric Rotating Mass), 선형 공진 액츄에이터(LRA: Linear Resonant Actuator), 압전소자 액츄에이터, 전기활성고분자 액츄에이터(Electroactive Polymer Actuator) 등과 같이 다양한 유형으로 구분될 수 있다.

[0004] 그런데 종래의 햅틱 액츄에이터는 대부분 하우징을 진동시켜 사용자에게 자극을 주는 방식이어서 사용자에게 보다 직접적이고 사실적인 촉감을 제공하는 데는 일정한 한계가 있다. 또한 특정 위치나 영역을 선택하여 자극을 주기에는 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2014-0103226호(2014.08.26공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이러한 배경에서 안출된 것으로서, 사용자에게 보다 직접적이고 사실적인 촉감을 제공할 수 있고, 촉감을 발생시키는 위치나 영역을 적절히 선택할 수 있는 햅틱 액츄에이터를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 이러한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 양상은, 상면에 홀이 형성된 하우징; 하우징의 내부에 설치된 탄성부재; 상기 탄성부재에 결합되어 승강운동을 하는 자성 질량체; 상기 자성 질량체에 결합되며, 상승하면 상기 홀을 통해 하우징의 외부로 돌출되는 핀; 상기 하우징의 내부에서 자기력을 선택적으로 발생시키는 자기장생성부를 포함하는 햅틱 액츄에이터를 제공한다.

[0008] 본 발명의 일 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 탄성부재는 중심축이 하우징의 바닥과 나란하도록 설치된 토션스프링이고, 상기 자성 질량체는 상기 토션스프링의 상단 연장부에 결합될 수 있다.

[0009] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 자성 질량체는 영구자석이고, 상기 자성 질량체와 상기 전자석 사이에 인력과 척력을 선택적으로 발생시키기 위하여 전류방향을 선택하는 스위칭부를 포함할 수 있다.

[0010] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 자기장생성부는 상기 자성 질량체의 하부에서 하우징의 바닥에 고정되는 전자석 또는 전자영구자석(EPM)일 수 있다.

- [0011] 이때 상기 전자영구자석은, 상기 자성 질량체의 하부에 수평방향으로 배치된 제1 영구자석; 상기 제1 영구자석보다 약한 보자력을 가지며, 상기 제1 영구자석과 극성이 반대가 되도록 나란히 배치되는 제2 영구자석; 상기 제1 영구자석의 일단과 상기 제2 영구자석의 일단에 배치된 제1 코어; 상기 제1 영구자석의 타단과 상기 제2 영구자석의 타단에 배치된 제2 코어; 상기 제1 영구자석과 제2 영구자석의 둘레에 함께 감기거나 상기 제2 영구자석의 둘레에 감기는 코일을 포함하고, 상기 코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 스위칭부를 포함할 수 있다.
- [0012] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 자기장생성부는 전자석이고, 상기 자성 질량체는 영구자석이며, 상기 자성 질량체의 상부에 설치되어 중심부가 상기 홀과 연통하는 솔레노이드코일을 포함하고, 상기 전자석의 코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 제1 스위칭부와, 상기 솔레노이드코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 제2 스위칭부를 포함하며, 상기 제1 스위칭부와 상기 제2 스위칭부는 상기 전자석과 상기 솔레노이드코일의 극성이 서로 반대가 되도록 전류방향을 선택하며, 상기 핀은 상기 솔레노이드코일의 중심부에서 승강운동을 할 수 있다.
- [0013] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 자성 질량체는 제2의 전자석이고, 상기 전자석의 코일에 흐르는 전류방향을 선택하는 제1 스위칭부와, 상기 제2의 전자석에 흐르는 전류방향을 선택하는 제2 스위칭부를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 양상은, 상면에 홀이 형성된 하우징; 하우징의 내부에 설치된 탄성부재; 상기 탄성부재에 결합되어 승강운동을 하는 자기장생성부; 상기 자기장생성부의 상부에서 하우징의 천정에 고정되는 자성체; 상기 자기장생성부에 결합되며, 상승하면 상기 자성체의 관통홀과 상기 하우징의 홀을 통과하여 하우징의 외부로 돌출되는 핀을 포함하는 햅틱 액츄에이터를 제공한다.
- [0015] 본 발명의 다른 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 탄성부재는 중심축이 하우징의 바닥과 나란하도록 설치된 토션스프링이고, 상기 자기장생성부는 상기 토션스프링의 상단 연장부에 결합될 수 있다.
- [0016] 또한 본 발명의 다른 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 자기장생성부는 전자석 또는 전자영구자석(EPM)일 수 있다.
- [0017] 또한 본 발명의 다른 양상에 따른 햅틱 액츄에이터에서, 상기 자성체는 영구자석이고, 상기 자성체와 상기 자기장발생부 사이에 인력과 척력을 선택적으로 발생시키기 위하여 전류방향을 선택하는 스위칭부를 포함할 수 있다. 이때, 상기 자기장생성부의 하부에서 하우징의 바닥에 고정되는 제2의 자성체를 포함하고, 상기 제2의 자성체는 하우징의 천정에 고정된 영구자석과 반대 극성으로 배치된 영구자석일 수 있다.
- [0018] 또한 본 발명의 여러 양상에 따른 햅틱 액츄에이터는, 자극면적 또는 자극영역에 변화를 주기 위한 것으로서 상기 하우징의 외부에서 상기 핀의 단부에 결합되는 보조부재를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 따르면, 자기장생성부에 의해 승강 운동하는 핀이 하우징의 외부로 돌출되어 사용자의 피부 등을 직접적으로 자극할 수 있으므로 보다 생생하고 사실적인 촉감을 제공할 수 있다.
- [0020] 또한 핀을 이용하여 자극을 발생시키므로 촉감을 제공하는 위치나 영역을 선택하는 것이 가능한 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도
- 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면
- 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도
- 도 4는 전자영구자석의 구조를 나타낸 도면
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면
- 도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도
- 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면
- 도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도

도 10은 본 발명의 제4 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면
 도 11은 본 발명의 제5 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도
 도 12는 본 발명의 제5 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면
 도 13은 본 발명의 제6 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도
 도 14는 본 발명의 제6 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면
 도 15는 본 발명의 제7 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도
 도 16은 본 발명의 제7 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면
 도 17은 본 발명의 제8 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 개략 구성도
 도 18은 본 발명의 제8 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터의 동작원리를 나타낸 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- [0023] 참고로 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 표현은 보는 위치에 따라 달라질 수 있는 상대적인 개념이므로 본 발명의 범위가 반드시 해당 표현으로 제한되는 것은 아니다. 또한 본 명세서에 첨부된 도면에는 실체와 다른 치수 또는 비율로 표시된 부분이 있으나 이는 이해의 편의를 위한 것이므로 이로 인해 본 발명의 범위가 제한적으로 해석되어서는 아니 된다.
- [0024] 제1 실시예
- [0025] 본 발명의 제1 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100)는 도 1의 단면도에 나타난 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우징(110), 하우징(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합된 자성 질량체(130), 자성 질량체(130)에 결합되는 것으로서 상승하면 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132), 자성 질량체(130)의 하부에서 하우징(110)의 바닥에 고정된 전자석(140)을 포함한다.
- [0026] 토션스프링(120)은 중심축이 수평방향으로 배치되며, 하단의 연장부는 하우징(110)의 바닥에 고정되고, 상단의 연장부(122)는 토션스프링(120)의 측방으로 돌출되어 전자석(140)의 상부까지 연장된다. 토션스프링(120)은 비자성체 재질인 것이 바람직하다.
- [0027] 한편 자성 질량체(130)에 복원력을 제공하는 탄성부재가 반드시 토션스프링(120)에 한정되는 것은 아니므로 토션스프링을 대신하여 코일스프링, 판스프링 등 다른 종류의 탄성부재가 사용될 수도 있다. 이는 이후에 설명하는 다른 실시예의 경우도 마찬가지이다.
- [0028] 자성 질량체(130)는 철, 니켈, 코발트 등의 자성체인 것이 바람직하다. 자성 질량체의 상단으로 돌출된 핀(132)도 같은 재질의 자성체인 것이 바람직하지만 반드시 이에 한정되지는 않는다.
- [0029] 핀(132)은 사용자의 피부에 직접 접촉할 수도 있고, 다른 부재를 개재한 상태에서 간접적으로 접촉할 수도 있다.
- [0030] 또한 필요에 따라서는 자극위치, 자극면적, 자극영역의 모양 등에 변화를 주기 위하여 별도의 보조부재를 핀(132)의 상단에 결합할 수도 있다. 이러한 보조부재는 하우징(110)의 외부에서 핀(132)의 상단에 결합되는 것이 바람직하다.
- [0031] 전자석(140)은 하우징(110)의 바닥에 대해 수직으로 배치되는 자성체 재질의 코어(141)와 코어(141)의 주변에 감긴 코일(143)을 포함한다.
- [0032] 이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100)의 동작을 설명한다.

- [0033] 먼저 도 2의 (a)에 나타난 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 홀(112)을 통과하여 하우징(110)의 외부로 돌출될 수 있도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 자성 질량체(130)의 무게, 핀(132)의 길이 등을 적절히 선택할 수 있다.
- [0034] 이 상태에서 전자석(140)의 코일(143)과 전원공급부(300)를 연결하면, 도 2의 (b)에 나타난 바와 같이, 코일(143)에 흐르는 전류에 의해 자기장이 형성되고 이로 인해 코어(141)의 자구가 자기력선을 따라 배열됨에 따라 코일(143)에 의해 형성된 자기장보다 훨씬 강한 자기장이 형성된다.
- [0035] 이에 따라 전자석(140)의 상부에 이격되어 있던 자성 질량체(130)가 자기력에 끌려서 전자석(140)쪽으로 이동하게 되며, 이로 인해 핀(132)이 거리 d 만큼 하강하여 하우징(110)의 외부로 돌출되지 않게 된다.
- [0036] 이와 같이 핀(132)이 하강한 상태에서, 코일(143)과 전원공급부(300)의 연결을 끊으면 코어(141)의 자구가 다시 무작위로 배열되면서 자기장이 소멸되고, 이로 인해 전자석(140)쪽으로 하강한 자성 질량체(130)는 토션 스프링(120)의 복원력에 의해 다시 상승한다.
- [0037] 자성 질량체(130)가 상승하면 핀(132)의 상단은 홀(112)을 통과하여 다시 하우징(110)의 외부로 돌출된다.
- [0038] 따라서 스위칭장치를 제어하여 코일(143)과 전원공급부(300)의 연결시간과 차단시간을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.
- [0039] 제2 실시예
- [0040] 본 발명의 제2 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100a)는, 도 3의 단면도에 나타난 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우징(110), 하우징(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합된 자성 질량체(130), 자성 질량체(130)에 결합되는 것으로서 상승하면 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132), 자성 질량체(130)의 하부에서 하우징(110)의 바닥에 고정된 전자영구자석(140)을 포함한다.
- [0041] 본 발명의 제2 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100a)는 전자석을 대신하여 전자영구자석(150)을 사용하는 점에서 제1 실시예와 차이가 있을 뿐이고 나머지 구성은 제1 실시예와 동일하다. 따라서 제1 실시예와 동일한 구성 요소에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0042] 전자영구자석(150)은 영구자석의 둘레에 감긴 코일에 공급되는 전류를 제어하여 외부 자기장을 온(on) 또는 오프(off) 시키는 장치이다.
- [0043] 본 발명의 제2 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100a)에서는 전자영구자석(150)의 외부 자기장이 온(on) 되면 자성 질량체(130)가 자기력에 의해 전자영구자석(150)쪽으로 이동하고, 외부 자기장이 오프(off) 되면 토션스프링(120)의 복원력에 의해 자성 질량체(130)가 원래 위치로 복귀한다.
- [0044] 전자영구자석(150)은, 도 4에 예시한 바와 같이, 극성이 서로 반대인 상태에서 나란히 배치된 제1 영구자석(151)과 제2 영구자석(152), 제1 및 제2 영구자석(151,152)의 둘레에 감긴 코일(153)과, 제1 및 제2 영구자석(151,152)의 일단과 타단에 각각 설치된 자성체 재질의 제1 코어(155)와 제2 코어(156)를 포함할 수 있다.
- [0045] 제1 영구자석(151)과 제2 영구자석(152)의 보자력(coercive force)은 서로 다른 것이 바람직하다.
- [0046] 본 발명의 실시예에서는 보자력이 매우 큰 네오디뮴(NdFeB) 자석을 제1 영구자석(151)에 사용하고, 네오디뮴(NdFeB) 자석에 비해 보자력이 매우 작은 AlNiCo 자석을 제2 영구자석(152)으로 사용한다. 다만 자석의 종류가 이에 한정되는 것은 아니므로 제1 및 제2 영구자석(151,152)을 각각 다른 종류의 자석으로 대체할 수도 있다.
- [0047] 제1 영구자석(151)과 제2 영구자석(152)은 극성이 서로 반대가 되도록 나란히 배치된다. 따라서 제1 영구자석(151)의 N극은 제2 영구자석(152)의 S극과 인접하게 되고, 제1 영구자석(151)의 S극은 제2 영구자석(152)의 N극과 인접하게 된다.
- [0048] 도면에는 제1 영구자석(151)과 제2 영구자석(152)이 서로 접하는 것으로 나타내었으나 이에 한정되는 것은 아니며 서로 이격될 수도 있다.
- [0049] 또한 도면에는 코일(153)이 제1 영구자석(151)과 제2 영구자석(152)을 모두 감는 것으로 나타내었으나, 이에 한정되는 것은 아니며 보자력이 작은 제2 영구자석(152)에만 코일(153)을 감을 수도 있다.
- [0050] 제1 및 제2 영구자석(151,152)의 양단에 각각 배치된 제1 코어(155)와 제2 코어(156)는 강자성체로서, 예를 들

어 철(Fe) 또는 철-코발트 합금일 수 있다.

- [0051] 이하에서는 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100a)의 동작을 설명한다.
- [0052] 먼저 도 5의 (a)에 나타낸 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 홀(112)을 통과하여 하우징(110)의 외부로 돌출될 수 있도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 자성 질량체(130)의 무게, 핀(132)의 길이 등을 적절히 선택한다.
- [0053] 도 5의 (a)에 나타낸 바와 같이, 전자영구자석(150)의 코일(153)과 전원공급부(300)의 연결이 차단된 상태에서는 제1 영구자석(151)과 제2 영구자석(152)이 서로 반대 극성으로 배치되어 있으므로 제1 영구자석(151)의 N극에서 나온 자기력선은 제2 코어(156)를 거쳐 인접한 제2 영구자석(152)의 S극으로 들어가고, 제2 영구자석(152)의 N극에서 나온 자기력선은 제1 코어(155)를 거쳐 인접한 제1 영구자석(151)의 S극으로 들어간다.
- [0054] 따라서 이 상태는 상부에 배치된 자성 질량체(130)에 영향을 미칠 수 있는 외부 자기장이 오프(off)된 상태이므로 자성 질량체(130)의 움직임이 발생하지 않는다.
- [0055] 그런데 이러한 상태에서 도 5의 (b)에 나타낸 바와 같이 코일(153)에 전원공급부(300)를 연결하여 소정 세기의 전류를 제1 방향으로 공급하면, 보자력이 약한 제2 영구자석(152)의 극성은 코일(143) 내부에 형성된 유도자기장에 의해 반대로 변경된다.
- [0056] 즉, 제2 영구자석(152)의 S극이 N극으로 변경되고, 이로 인해 제1 영구자석(151)과 제2 영구자석(152)의 극성 방향이 동일하게 된다.
- [0057] 이렇게 되면 제1 영구자석(151)의 N극과 제2 영구자석(152)의 N극에서 나온 자기력선이 제2 코어(156)를 거쳐 반대쪽의 제1 코어(155)로 들어감에 따라 외부 자기장이 형성된다.
- [0058] 이러한 외부 자기장이 형성되면 자성 질량체(130)를 전자영구자석(150)쪽으로 당기는 자기력이 발생하며, 이로 인해 자성 질량체(130)가 전자영구자석(150)쪽으로 이동하게 된다.
- [0059] 이와 같이 제2 영구자석(152)의 극성이 바뀐 이후에는 도 6의 (a)에 나타낸 바와 같이 코일(153)과 전원공급부(300)의 연결을 끊어도 보자력으로 인해 제2 영구자석(152)의 극성은 변경된 상태로 유지된다.
- [0060] 이동한 자성 질량체(130)를 본래 위치로 복귀시키기 위해서는 제2 영구자석(152)의 극성 방향을 처음과 동일하게 변경해야 한다.
- [0061] 이를 위해서는 도 6의 (b)에 나타낸 바와 같이 코일(153)에 제1 방향과 반대인 제2 방향의 전류를 공급해야 하며, 이렇게 하면 제2 영구자석(152)의 극성이 처음과 동일하게 변경되면서 외부 자기장이 제거되고 자성 질량체(130)는 토션스프링(120)의 복원력에 의해 본래 위치로 복귀하게 된다.
- [0062] 전자영구자석(150)을 이러한 방식으로 동작시키기 위해서는 코일(153)에 공급되는 전류의 방향을 정/역 방향으로 선택할 수 있는 스위칭부(310)가 구비되어야 함은 물론이다.
- [0063] 또한 스위칭부(310)를 제어하여 코일(153)과 전원공급부(300)의 연결시간과 차단시간을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.
- [0064] 한편 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합되는 자성 질량체(130)를 대신하여 후술하는 영구자석 질량체(160)를 설치할 수도 있다.
- [0065] 제3 실시예
- [0066] 본 발명의 제3 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100b)는 도 7의 단면도에 나타낸 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우징(110), 하우징(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합된 영구자석 질량체(160), 영구자석 질량체(160)에 결합되는 것으로서 상승하면 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132), 영구자석 질량체(160)의 하부에서 하우징(110)의 바닥에 고정된 전자석(140)을 포함한다.
- [0067] 본 발명의 제3 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100b)는 제1 실시예의 자성 질량체(130)를 대신하여 영구자석 질량체(160)를 사용하는 점에서 제1 실시예와 차이가 있을 뿐이고 나머지 구성은 제1 실시예와 동일하다. 따라서 제1 실시예와 동일한 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다.

- [0068] 영구자석 질량체(160)는 N극과 S극이 상하로 배열되도록 설치하는 것이 바람직하다. 이와 같이 영구자석 질량체(160)를 사용하면, 영구자석 질량체(160)와 전자석(140) 간에 인력 또는 척력이 훨씬 강하게 작용하므로 핀(132)의 이동속도가 훨씬 빨라지고 이를 통해 보다 강한 자극을 줄 수 있는 이점이 있다.
- [0069] 영구자석 질량체(160)를 사용하는 경우에는 전자석(140)의 코일(143)에 흐르는 전류의 방향을 정/역 변환할 수 있어야 하며, 이를 위해서는 도 8에 나타난 바와 같은 전자석(140)과 전원공급부(300)의 사이에 전류반향 변환을 위한 스위칭부(310)를 설치하는 것이 바람직하다.
- [0070] 이하에서는 도 8을 참조하여 본 발명의 제3 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100b)의 동작을 설명한다.
- [0071] 먼저 도 7에 나타난 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 홀(112)을 통과하여 하우징(110)의 외부로 돌출될 수 있도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 영구자석 질량체(160)의 무게, 핀(132)의 길이 등을 적절히 선택한다. 편의상 영구자석 질량체(160)의 상단이 N극이고 하단이 S극인 것으로 가정한다.
- [0072] 이 상태에서 스위칭부(310)를 제어하여 전자석(140)의 코일(143)과 전원공급부(300)를 연결하여 코일(143)에 제1 방향의 전류를 흘리면, 도 8의 (a)에 나타난 바와 같이, 코일(143)에 흐르는 전류에 의해 전자석(140)의 상단과 하단이 각각 N극과 S극이 된다.
- [0073] 이렇게 되면 영구자석 질량체(160)의 S극과 전자석(140)의 N극 간의 인력으로 인해 영구자석 질량체(160)가 전자석(140)쪽으로 이동하게 되며, 이로 인해 핀(132)이 하강하여 하우징(110)의 외부로 돌출되지 않게 된다.
- [0074] 이와 같이 핀(132)이 하강한 상태에서, 스위칭부(310)를 제어하여 코일(143)에 제1 방향과 반대인 제2 방향의 전류를 흘리면, 도 8의 (b)에 나타난 바와 같이, 코일(143)에 흐르는 전류에 의해 전자석(140)의 상단과 하단이 각각 S극과 N극이 된다.
- [0075] 이렇게 되면 영구자석 질량체(160)의 S극과 전자석(140)의 S극 간의 척력으로 인해 영구자석 질량체(160)가 상승하며, 이때 토션 스프링(120)의 복원력도 함께 작용하므로 영구자석 질량체(160)는 매우 빠른 속도로 상승하게 되고 핀(132)의 상단은 홀(112)을 통과하여 다시 하우징(110)의 외부로 돌출된다.
- [0076] 따라서 스위칭부(310)를 제어하여 코일(143)과 전원공급부(300)의 연결시간, 차단시간, 전류방향 등을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.
- [0077] 본 발명의 제3 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100b)에서는 전자석(140)을 대신하여 제2 실시예에서 설명한 전자영구자석(150)을 사용할 수도 있다.
- [0078] 스위칭부(310)를 제어하여 전자영구자석(150)의 상부에 외부 자기장을 형성하면 영구자석 질량체(160)가 자기력에 의해 전자영구자석(150)쪽으로 이끌리고, 외부 자기장이 소멸되면 토션스프링(120)의 복원력에 의해 본래 위치로 복원될 수 있기 때문이다.
- [0079] 제4 실시예
- [0080] 본 발명의 제4 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100c)는 도 9의 단면도에 나타난 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우징(110), 하우징(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 하우징(110)의 천정에 고정되며 중심부가 홀(112)과 연통하도록 설치된 솔레노이드코일(170), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합되며 솔레노이드코일(170)의 하부에 배치된 영구자석 질량체(160), 하단이 영구자석 질량체(160)에 결합된 상태에서 솔레노이드코일(170)의 중심부에 위치하며 상승하면 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132), 영구자석 질량체(160)의 하부에서 하우징(110)의 바닥에 고정된 전자석(140)을 포함한다.
- [0081] 본 발명의 제4 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100c)는 영구자석 질량체(160)의 상부에 솔레노이드코일(170)을 설치한 점에서 제3 실시예와 차이가 있을 뿐이고 나머지 구성은 제3 실시예와 동일하다. 따라서 제3 실시예와 동일한 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0082] 솔레노이드코일(170)은 내부에 위치한 핀(132)의 승강운동을 가이드하는 역할을 할 뿐만 아니라 코일에 전류가 흐를 때 생성되는 자기장을 이용하여 영구자석 질량체(130)를 보다 빠르게 가속시키는 역할을 한다.
- [0083] 한편 전자석(140)과 솔레노이드코일(170)은 도 10에 나타난 바와 같이 각각 제1 스위칭부(310a)와 제2 스위칭부(310b)를 통해 전원공급부(300)에 연결된다.
- [0084] 제1 스위칭부(310a)와 제2 스위칭부(310b)는 전자석(140)과 솔레노이드코일(170)의 극성이 서로 반대 방향이 되

도록 스위칭 동작을 수행하는 것이 바람직하다.

- [0085] 예를 들어 제1 스위칭부(310a)와 제2 스위칭부(310b)를 적절히 제어하여 전류방향을 조절함으로써 전자석(140)의 상단이 N극일 때는 솔레노이드코일(170)의 하단이 N극이 되고, 전자석(140)의 상단이 S극인 경우에는 솔레노이드코일(170)의 하단이 S극이 되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0086] 이하에서는 도 10을 참조하여 본 발명의 제4 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100c)의 동작을 설명한다.
- [0087] 먼저 도 9에 나타난 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 홀(112)을 통과하여 하우스(110)의 외부로 돌출될 수 있도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 영구자석 질량체(160)의 무게, 핀(132)의 길이, 솔레노이드코일(170)의 길이 등을 적절히 선택한다. 편의상 영구자석 질량체(160)의 상단이 N극이고 하단이 S극인 것으로 가정한다.
- [0088] 이 상태에서 제1 및 제2 스위칭부(310a, 310b)를 제어하여, 도 10의 (a)에 나타난 바와 같이, 전자석(140)의 상단과 하단은 각각 N극과 S극이 되고, 솔레노이드코일(170)의 상단과 하단은 각각 각각 S극과 N극이 되도록 전류방향을 조절한다.
- [0089] 이렇게 되면 영구자석 질량체(160) 하단의 S극과 전자석(140) 상단의 N극 간에는 인력이 작용하고, 솔레노이드코일(170) 하단의 N극과 영구자석 질량체(160) 상단의 N극 사이에는 척력이 작용한다.
- [0090] 이에 따라 영구자석 질량체(160)는 하부의 전자석(140)쪽으로 보다 빠르게 이동하고 이에 결합된 핀(132)은 하강하여 하우스(110)의 외부로 돌출되지 않게 된다.
- [0091] 이와 같이 핀(132)이 하강한 상태에서, 제1 및 제2 스위칭부(310a, 310b)를 제어하여 전자석(140)과 솔레노이드코일(170)에 각각 흐르는 전류의 방향을 반대로 전환하면, 도 10의 (b)에 나타난 바와 같이, 전자석(140)의 상단과 하단은 각각 S극과 N극이 되고, 솔레노이드코일(170)의 상단과 하단은 각각 각각 N극과 S극이 된다.
- [0092] 이렇게 되면 영구자석 질량체(160) 하단의 S극과 전자석(140) 상단의 S극 간에는 척력이 작용하고, 솔레노이드코일(170) 하단의 S극과 영구자석 질량체(160) 상단의 N극 사이에는 인력이 작용한다.
- [0093] 이에 따라 영구자석 질량체(160)는 상부의 솔레노이드코일(170)쪽으로 빠르게 이동하고 이에 결합된 핀(132)은 상승하여 홀(112)을 통해 하우스(110)의 외부로 다시 돌출된다.
- [0094] 따라서 제1 및 제2 스위칭부(310a, 310b)를 제어하여 전자석(140) 및 솔레노이드코일(170)와 전원공급부(300)의 연결시간, 차단시간, 전류방향 등을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.
- [0095] 본 발명의 제4 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100c)에서는 전자석(140)을 대신하여 제2 실시예에서 설명한 전자영구자석(150)을 사용할 수도 있다.
- [0096] 제1 스위칭부(310a)를 제어하여 전자영구자석(150)의 상부에 외부 자기장을 형성하면 영구자석 질량체(160)가 자기력에 의해 전자영구자석(150)쪽으로 이끌리고, 외부 자기장이 소멸되면 토션스프링(120)의 복원력에 의해 본래 위치로 복원될 수 있기 때문이다.
- [0097] 제5 실시예
- [0098] 본 발명의 제5 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100d)는 도 11의 단면도에 나타난 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우스(110), 하우스(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 하우스(110)의 바닥에 고정된 제1 전자석(140a), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합된 제2 전자석(140b), 제2 전자석(140b)에 결합되는 것으로서 상승하면 하우스의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132)을 포함한다.
- [0099] 본 발명의 제5 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100d)는 제3 실시예의 영구자석 질량체(160)를 대신하여 제2 전자석(140b)을 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합한 점에서 제3 실시예와 차이가 있을 뿐이고 나머지 구성은 제3 실시예와 동일하다. 따라서 제3 실시예와 동일한 구성요소에 대한 설명은 생략하기로 한다.
- [0100] 제1 및 제2 전자석(140a, 140b)은 각각 코어(141)와 코어(141)의 주변에 감긴 코일(143)을 포함한다.
- [0101] 제2 전자석(140b)의 코어(141)에는 핀(132)이 결합될 수 있다. 또한 제2 전자석(140b)의 코어(141)에는 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)가 결합될 수 있다.
- [0102] 본 발명의 제5 실시예에서는, 도 12에 나타난 바와 같이, 하우스(130)의 바닥에 고정된 제1 전자석(140a)은 단

순한 개폐스위치를 통해 전원공급부(300)에 연결하고, 제2 전자석(140b)은 전류 방향을 정/역 변환할 수 있는 스위칭부(310)를 통해 전원공급부(300)에 연결한다.

- [0103] 그러나 이에 한정되는 것은 아니므로 제1 및 제2 전자석(140a, 140b) 중에서 어느 하나 또는 전부를 전류 방향을 정/역 변환할 수 있는 스위칭부(310)를 통해 전원공급부(300)에 연결할 수도 있다.
- [0104] 이하에서는 도 12를 참조하여 본 발명의 제5 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100d)의 동작을 설명한다.
- [0105] 먼저 도 11에 나타난 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 홀(112)을 통과하여 하우징(110)의 외부로 돌출될 수 있도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 제2 전자석(140b)의 무게, 핀(132)의 길이 등을 적절히 선택한다.
- [0106] 이 상태에서 개폐스위치를 제어하여 제1 전자석(140a)의 코일(143)과 전원공급부(300)를 연결하여 제1 전자석(140a)의 상단과 하단이 각각 N극과 S극이 되도록 한다.
- [0107] 이와 동시에 스위칭부(310)를 제어하여 제2 전자석(140b)의 코일(143)과 전원공급부(300)를 연결하여 코일(143)에 제1 방향의 전류를 흘리면, 도 12의 (a)에 나타난 바와 같이 제2 전자석(140b)의 상단과 하단이 각각 N극과 S극이 된다.
- [0108] 이렇게 되면 제2 전자석(140b)의 S극과 제1 전자석(140a)의 N극 간의 인력으로 인해 제2 전자석(140b)이 하부의 제1 전자석(140a)쪽으로 이동하게 되며, 이로 인해 핀(132)이 하강하여 하우징(110)의 외부로 돌출되지 않게 된다.
- [0109] 이와 같이 핀(132)이 하강한 상태에서, 스위칭부(310)를 제어하여 코일(143)에 제1 방향과 반대인 제2 방향의 전류를 흘리면, 도 12의 (b)에 나타난 바와 같이, 제2 전자석(140b)의 상단과 하단이 각각 S극과 N극이 된다.
- [0110] 이렇게 되면 제2 전자석(140b)의 N극과 제1 전자석(140a)의 N극 간의 척력으로 인해 제2 전자석(140b)이 위쪽으로 상승하게 된다. 이때 토션 스프링(120)의 복원력도 함께 작용하므로 제2 전자석(140b)은 더욱 빠른 속도로 상승하게 되고 핀(132)의 상단은 홀(112)을 통과하여 다시 하우징(110)의 외부로 돌출된다.
- [0111] 따라서 스위칭부(310) 등을 제어하여 제1 및 제2 전자석(140a, 140b)과 전원공급부(300)의 연결시간, 차단시간, 전류방향 등을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.
- [0112] 본 발명의 제5 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100b)에서도 제1 및 제2 전자석(140a, 140b) 중에서 적어도 하나를 대신하여 제2 실시예에서 설명한 전자영구자석(150)을 사용할 수 있다.
- [0113] 한편 전술한 제1 내지 제5 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100, 100a, 100b, 100c, 100d)는 모두 하우징(110)의 바닥에 고정된 전자석(140)을 포함한다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니므로 전자석(140)을 하우징(110)의 바닥에 고정하는 대신 토션스프링(120)에 결합할 수도 있으며, 후술하는 제6 내지 제8 실시예는 이에 관한 것이다.
- [0114] 제6 실시예
- [0115] 본 발명의 제6 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100e)는 도 13의 단면도에 나타난 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우징(110), 하우징(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합되는 코어(141)와 코어(141)의 주변에 감긴 코일(143)을 구비한 전자석(140), 하우징(110)의 천정에 고정되며 홀(112)과 연통하는 관통부를 구비하는 자성체(180), 전자석(140)의 코어(141)에 결합되며 상승하면 자성체(180)의 관통부와 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132)을 포함한다.
- [0116] 이하에서는 도 14를 참조하여 본 발명의 제6 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100e)의 동작을 설명한다.
- [0117] 먼저 도 14의 (a)에 나타난 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되지 않도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 전자석(140)의 무게, 핀(132)의 길이 등을 적절히 선택한다.
- [0118] 이 상태에서 전자석(140)의 코일(143)과 전원공급부(300)를 연결하면, 도 14의 (b)에 나타난 바와 같이, 자화된 전자석(140)이 토션스프링(120)의 복원력을 극복하면서 상부의 자성체(180)쪽으로 이동하고, 이로 인해 핀(132)이 상승하여 하우징(110)의 외부로 돌출하게 된다.
- [0119] 이와 같이 핀(132)이 상승한 상태에서, 코일(143)과 전원공급부(300)의 연결을 끊으면 자기장이 소멸되고, 이로

인해 상승한 전자석(140)은 토션 스프링(120)의 복원력과 자중에 의해 다시 본래 위치로 하강한다.

[0120] 따라서 스위칭장치를 제어하여 전자석(140)과 전원공급부(300)의 연결시간과 차단시간을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.

[0121] 본 발명의 제6 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100e)에서도 전자석(140)을 대신하여 제2 실시예에서 설명한 전자영구자석(150)을 사용할 수 있다.

[0122] 제7 실시예

[0123] 본 발명의 제7 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100f)는 도 15의 단면도에 나타난 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우징(110), 하우징(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합되는 코어(141)와 코어(141)의 주변에 감긴 코일(143)을 구비한 전자석(140), 하우징(110)의 천정에 고정되며 홀(112)과 연통하는 관통부를 구비하는 영구자석(190), 전자석(140)의 코어(141)에 결합되며 상승하면 영구자석(190)의 관통부와 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132)을 포함한다.

[0124] 본 발명의 제7 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100f)는 단순한 자성체가 아닌 극성을 갖는 영구자석(190)을 천정에 설치한 점에서 제6 실시예와 차이가 있을 뿐이고 나머지 구성은 제6 실시예와 동일하다.

[0125] 이하에서는 도 16을 참조하여 본 발명의 제7 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100f)의 동작을 설명한다.

[0126] 먼저 도 15에 나타난 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되지 않도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 전자석(140)의 무게, 핀(132)의 길이 등을 적절히 선택한다. 또한 영구자석(190)은 편의상 하단이 S극이고 상단이 N극인 것으로 가정한다.

[0127] 이 상태에서 스위칭부(310)를 제어하여, 도 16의 (a)에 나타난 바와 같이, 전자석(140)의 상단과 하단이 각각 N극과 S극이 되도록 전류방향을 선택하면, 전자석(140)과 영구자석(190) 간에는 인력이 작용하므로 전자석(140)이 토션스프링(120)의 복원력을 극복하면서 상승하게 된다.

[0128] 이에 따라 전자석(140)에 결합된 핀(132)은 상승하여 영구자석(190)의 관통부와 하우징의 홀(112)을 통과하여 하우징(110)의 외부로 돌출된다.

[0129] 이어서 스위칭부(310)를 제어하여, 도 16의 (b)에 나타난 바와 같이, 전자석(140)의 상단과 하단이 각각 S극과 N극이 되도록 전류방향을 선택하면, 전자석(140)과 영구자석(190) 간에는 척력이 작용하므로 전자석(140)은 아래쪽으로 하강하게 된다.

[0130] 이에 따라 전자석(140)에 결합된 핀(132)도 하강하여 하우징(110)의 외부로 돌출되지 않게 된다.

[0131] 따라서 스위칭부(310)를 제어하여 전자석(140)과 전원공급부(300)의 연결시간, 차단시간, 전류방향 등을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.

[0132] 본 발명의 제7 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100f)에서도 전자석(140)을 대신하여 제2 실시예에서 설명한 전자영구자석(150)을 사용할 수 있다.

[0133] 제8 실시예

[0134] 본 발명의 제8 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100g)는 도 17의 단면도에 나타난 바와 같이, 상면에 홀(112)이 형성된 하우징(110), 하우징(110)의 내부에 설치된 토션스프링(120), 토션스프링(120)의 상단 연장부(122)에 결합되는 코어(141)와 코어(141)의 주변에 감긴 코일(143)을 구비한 전자석(140), 하우징(110)의 천정에 고정되며 홀(112)과 연통하는 관통부를 구비하는 제1 영구자석(190a), 전자석(140)의 코어(141)에 결합되며 상승하면 제1 영구자석(190a)의 관통부와 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되는 핀(132), 전자석(140)의 하부에서 하우징(110)의 바닥에 고정된 제2 영구자석(190b)을 포함한다.

[0135] 제1 영구자석(190a)과 제2 영구자석(190b)은 서로 극성이 반대가 되도록 배치하는 것이 바람직하다. 예를 들어 도면에 나타난 바와 같이, 제1 영구자석(190a)은 상단과 하단이 각각 N극과 S극이고, 제2 영구자석(190b)은 상단과 하단이 각각 S극과 N극이 되도록 배치하는 것이 바람직하다.

[0136] 본 발명의 제8 실시예에 따른 햅틱 액추에이터(100g)는 제7 실시예에 따른 햅틱액추에이터(100f)에 제2 영구자

석(190b)을 추가한 점에서 차이가 있을 뿐이고 나머지 구성은 제7 실시예와 동일하다.

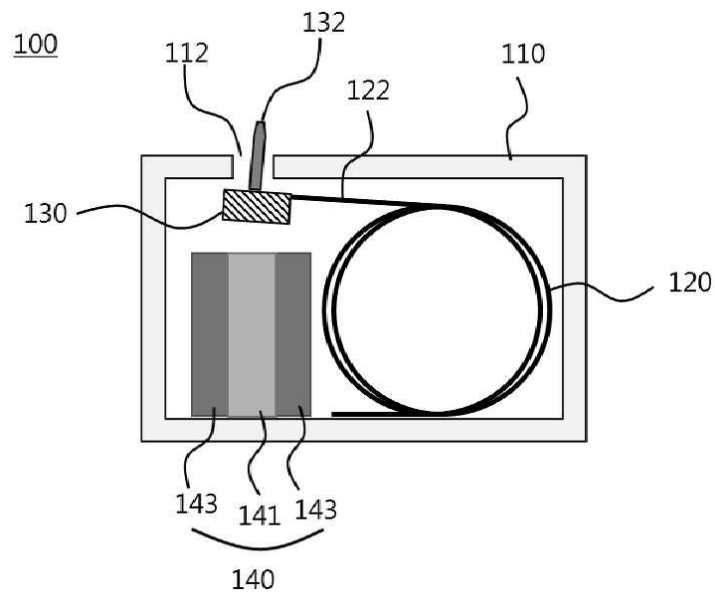
- [0137] 이하에서는 도 18을 참조하여 본 발명의 제8 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100f)의 동작을 설명한다.
- [0138] 먼저 도 17에 나타난 바와 같이, 외력이 작용하지 않을 때는 핀(132)의 상단이 하우징의 홀(112)을 통해 외부로 돌출되지 않도록 토션스프링(120)의 탄성계수, 전자석(140)의 무게, 핀(132)의 길이 등을 적절히 선택한다.
- [0139] 이 상태에서 스위칭부(310)를 제어하여, 도 18의 (a)에 나타난 바와 같이, 전자석(140)의 상단과 하단이 각각 N극과 S극이 되도록 전류방향을 선택하면, 전자석(140)과 제1 영구자석(190) 간에는 인력이 작용하고 전자석(140)과 제2 영구자석(190b) 간에는 척력이 작용하므로 전자석(140)이 토션스프링(120)의 복원력을 보다 쉽게 극복하면서 빠르게 상승하게 된다.
- [0140] 이에 따라 전자석(140)에 결합된 핀(132)은 상승하여 제1 영구자석(190a)의 관통부와 하우징의 홀(112)을 통과하여 하우징(110)의 외부로 돌출된다.
- [0141] 이어서 스위칭부(310)를 제어하여, 도 18의 (b)에 나타난 바와 같이, 전자석(140)의 상단과 하단이 각각 S극과 N극이 되도록 전류방향을 선택하면, 전자석(140)과 제1 영구자석(190) 간에는 척력이 작용하고 전자석(140)과 제2 영구자석(190b) 간에는 인력이 작용하므로 전자석(140)이 제2 영구자석(190b)을 향하여 빠르게 하강하게 된다. 이에 따라 전자석(140)에 결합된 핀(132)도 하강하여 하우징(110)의 외부로 돌출되지 않게 된다.
- [0142] 따라서 스위칭부(310)를 제어하여 전자석(140)과 전원공급부(300)의 연결시간, 차단시간, 전류방향 등을 적절히 선택하면 핀(132)의 동작주파수, 듀티비(duty ratio) 등을 적절히 조절할 수 있고, 이를 통해 보다 다양한 촉감을 제공할 수 있다.
- [0143] 본 발명의 제8 실시예에 따른 햅틱 액츄에이터(100g)에서도 전자석(140)을 대신하여 제2 실시예에서 설명한 전자영구자석(150)을 사용할 수 있다.
- [0144] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나 본 발명은 전술한 실시예에 한정되지 않고 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

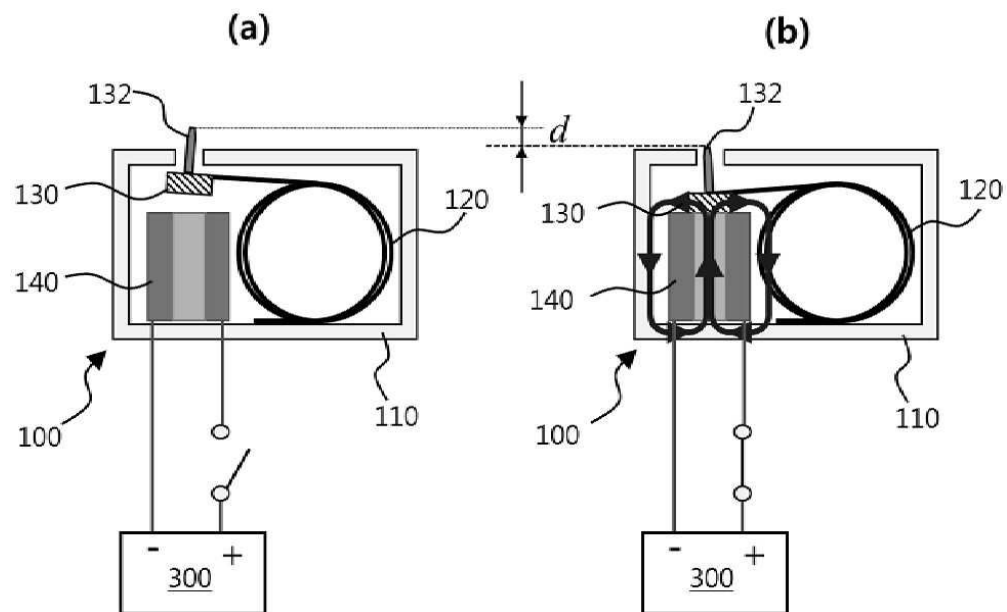
- [0145] 100: 햅틱 액츄에이터 110: 하우징 112: 홀
120: 토션스프링 122: 연장부 130: 자성 질량체
132: 핀 140: 전자석 141: 코어
143: 코일 150: 전자영구자석 151: 제1 영구자석
152: 제2 영구자석 153: 코일 155: 제1 코어
156: 제2 코어 160: 영구자석 질량체 170: 솔레노이드코일
180: 자성체 190: 영구자석 300: 전원공급부
310: 스위칭부

도면

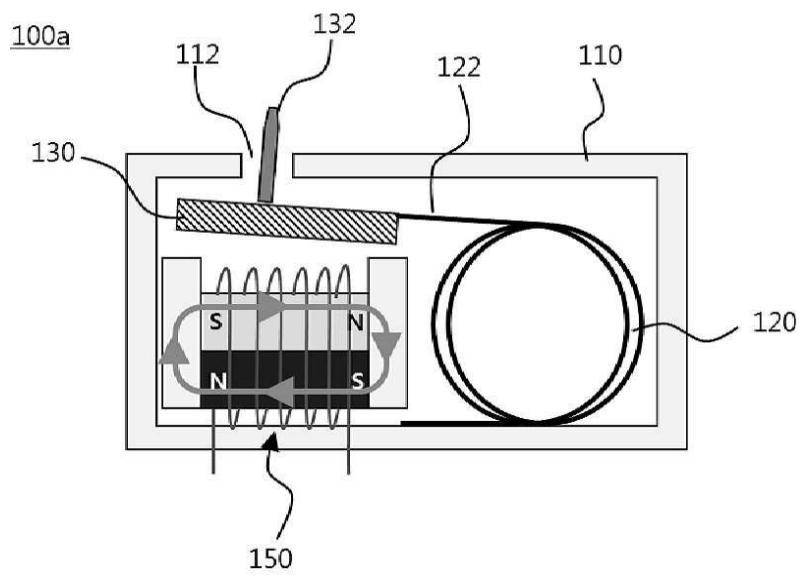
도면1



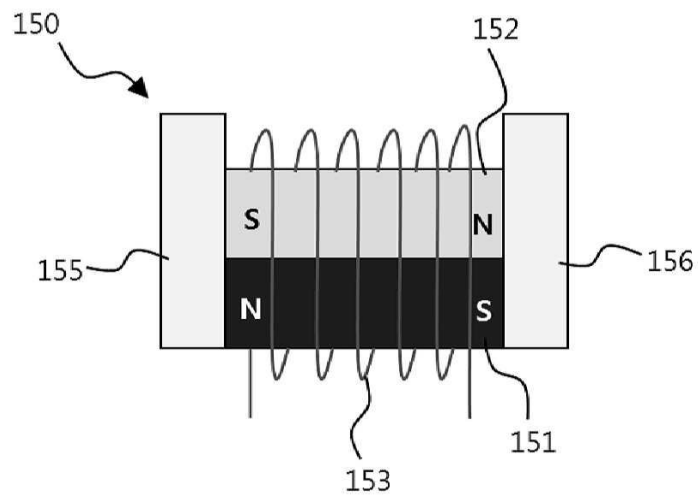
도면2



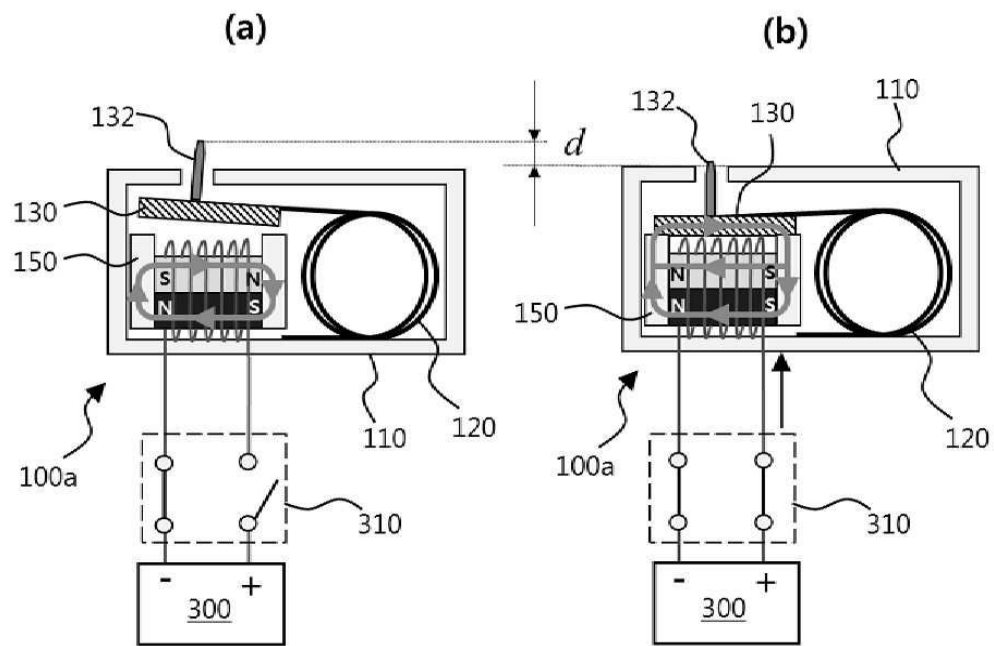
도면3



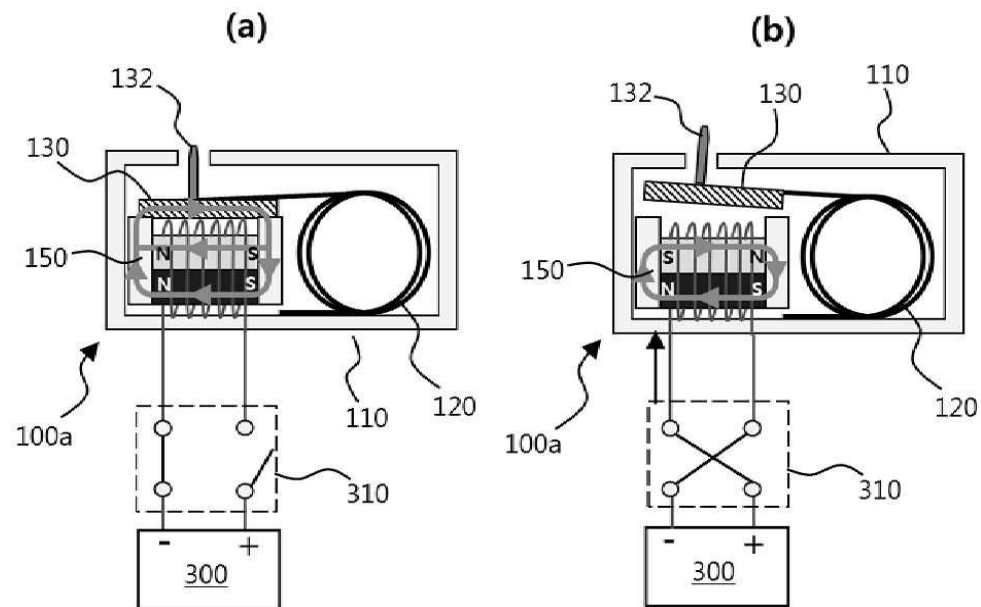
도면4



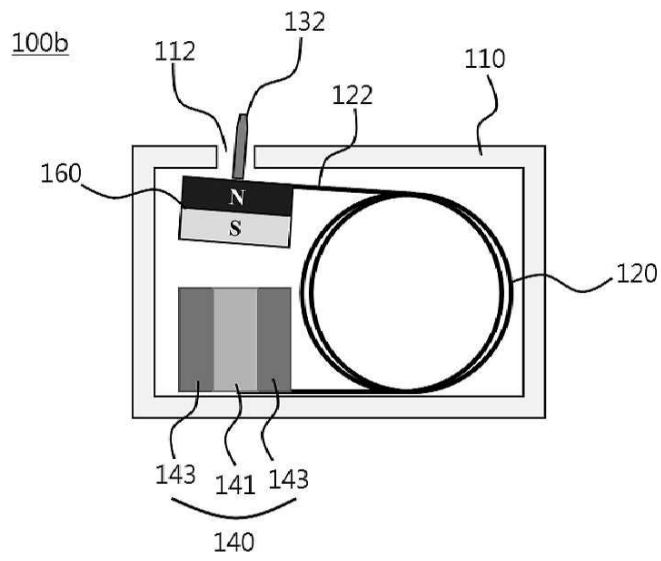
도면5



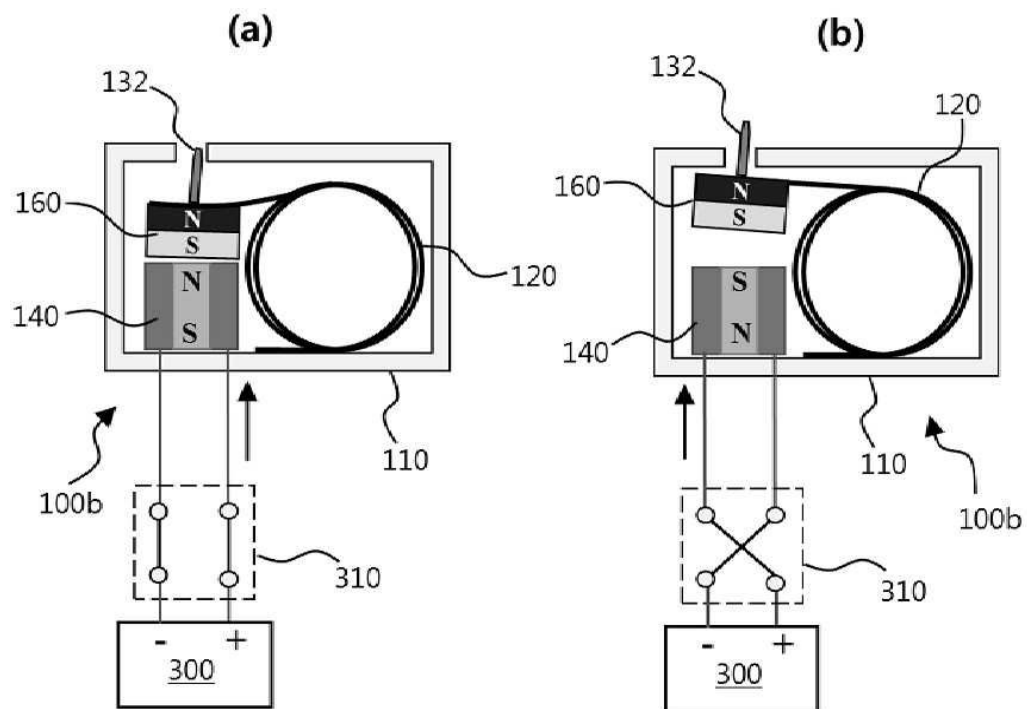
도면6



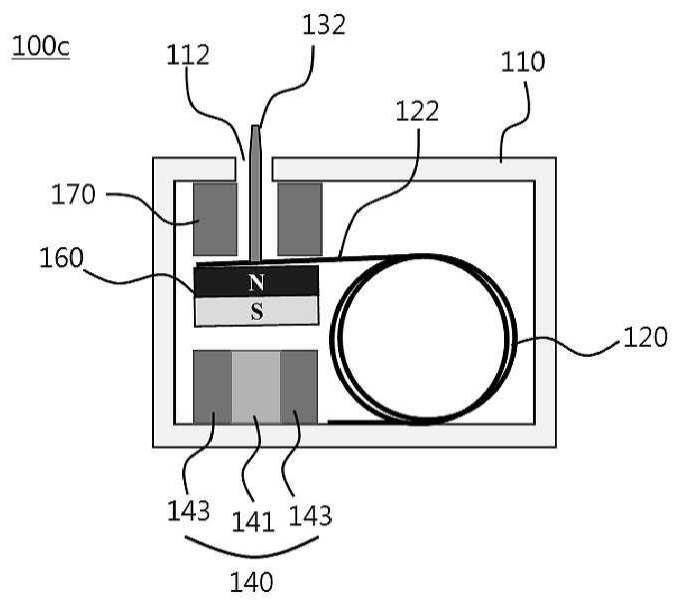
도면7



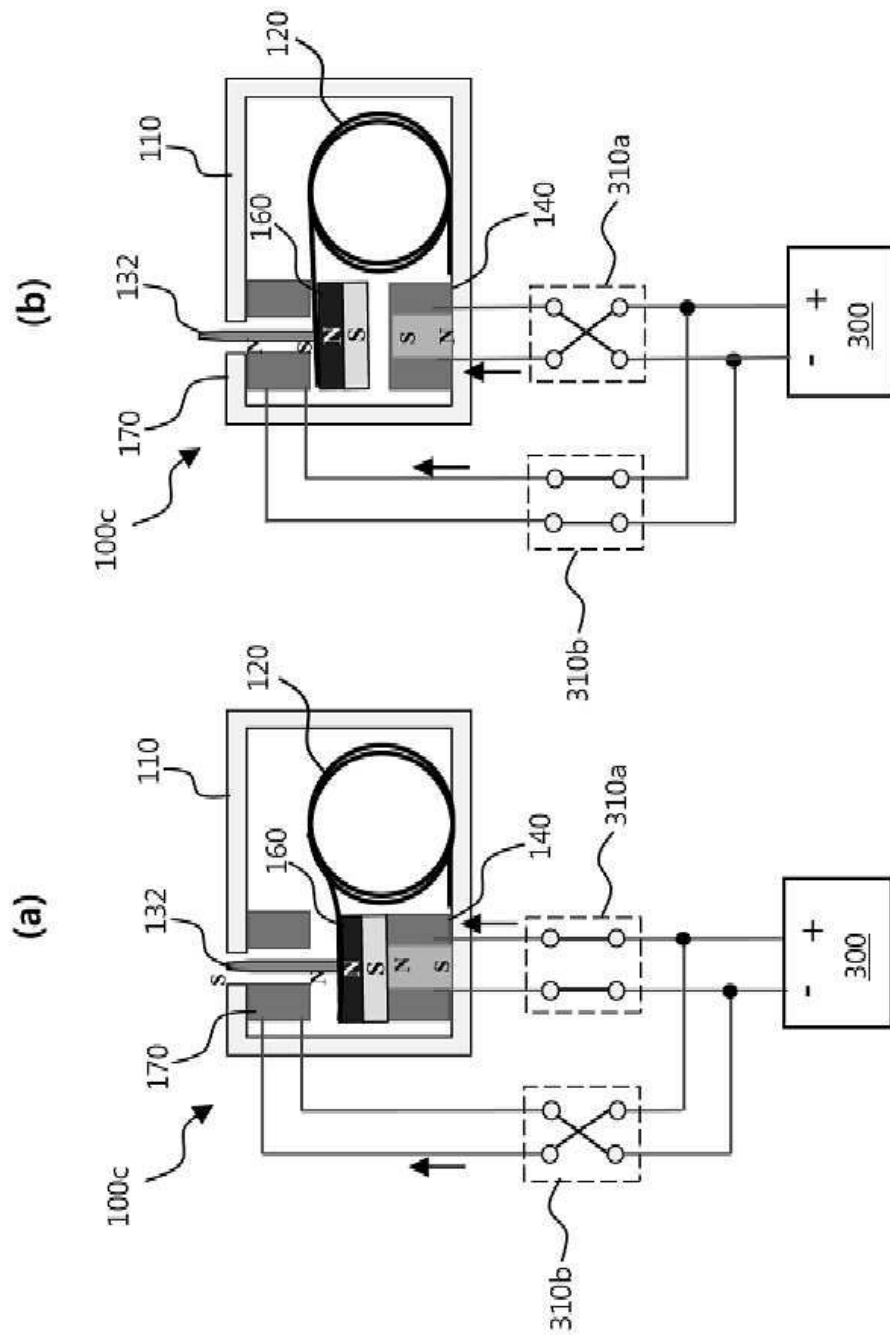
도면8



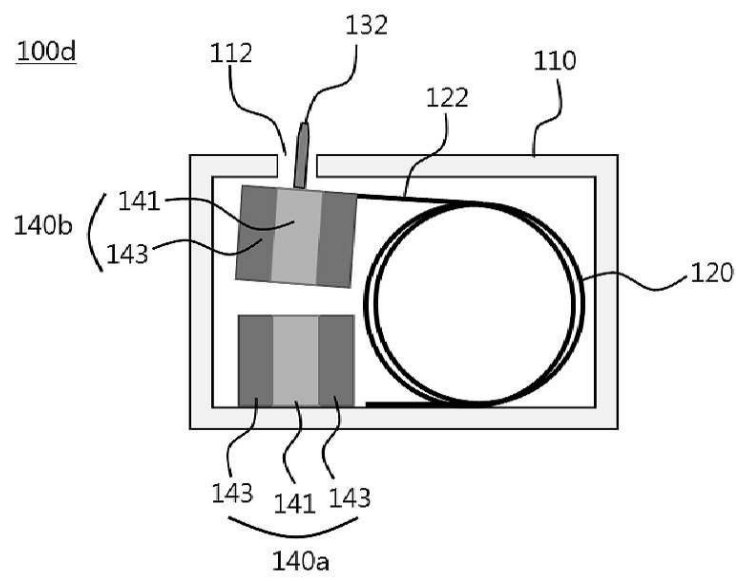
도면9



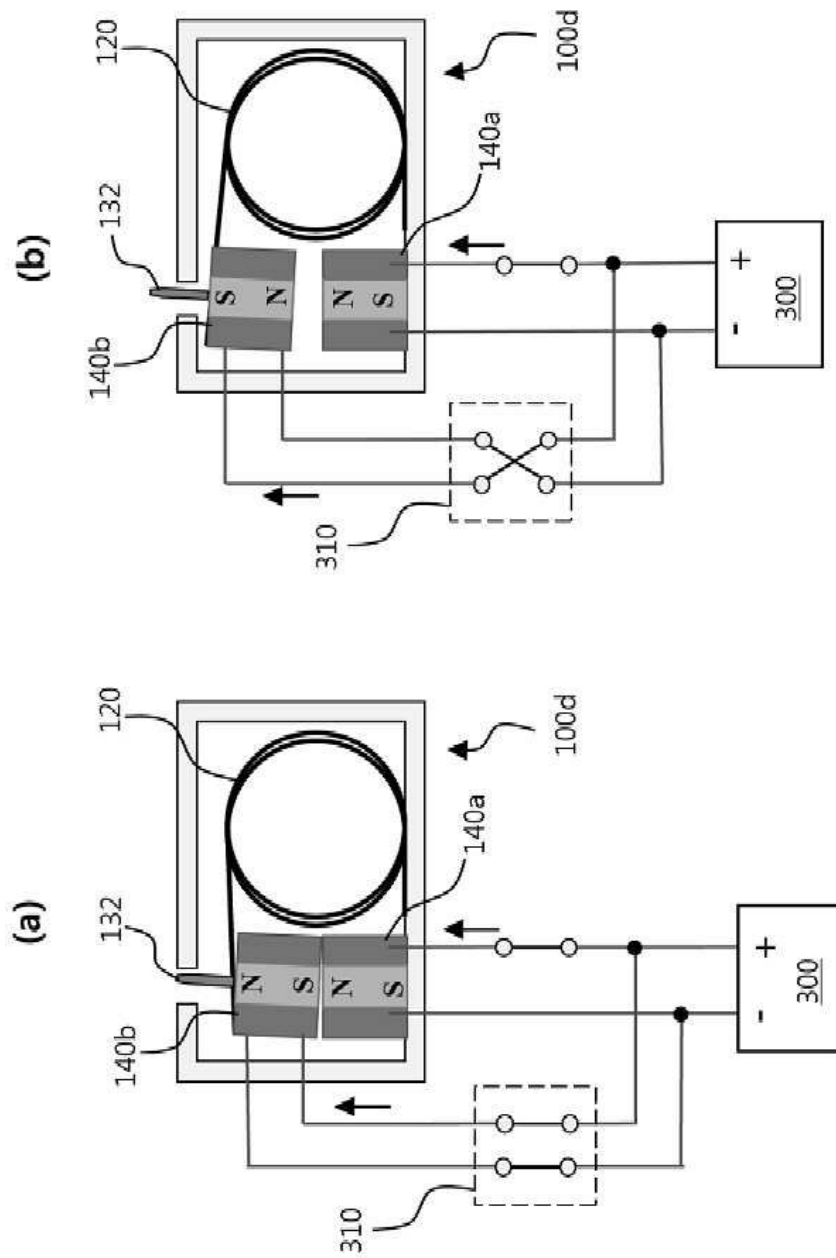
도면10



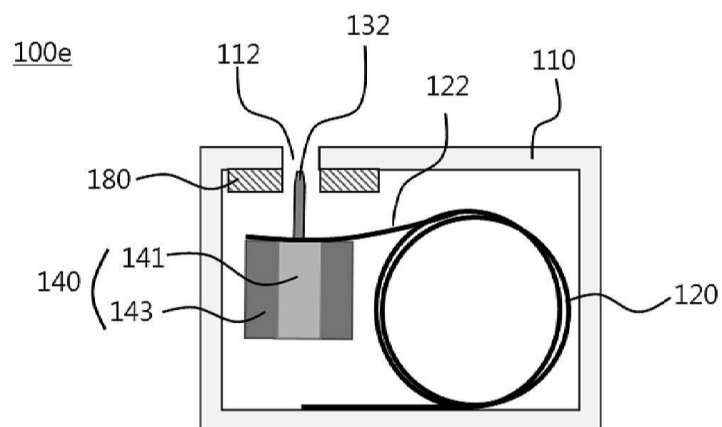
도면11



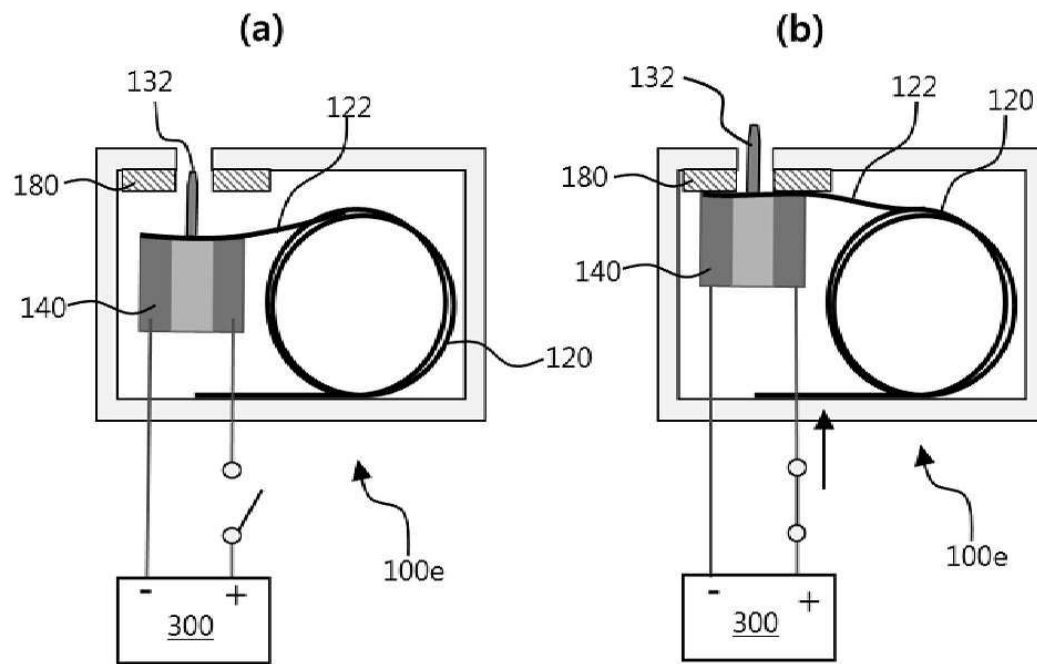
도면12



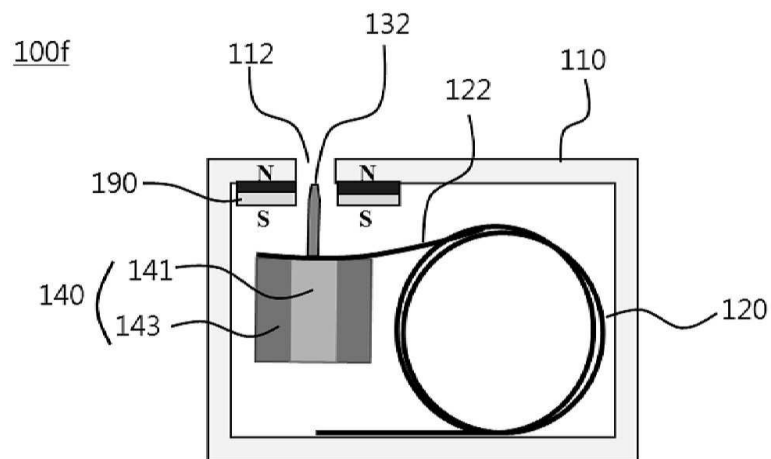
도면13



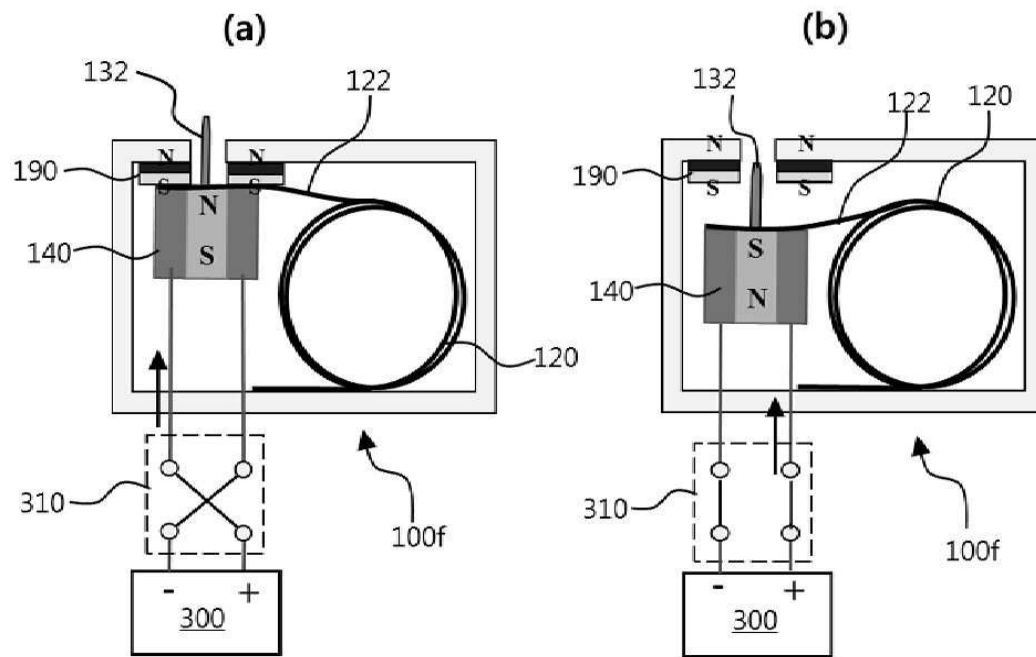
도면14



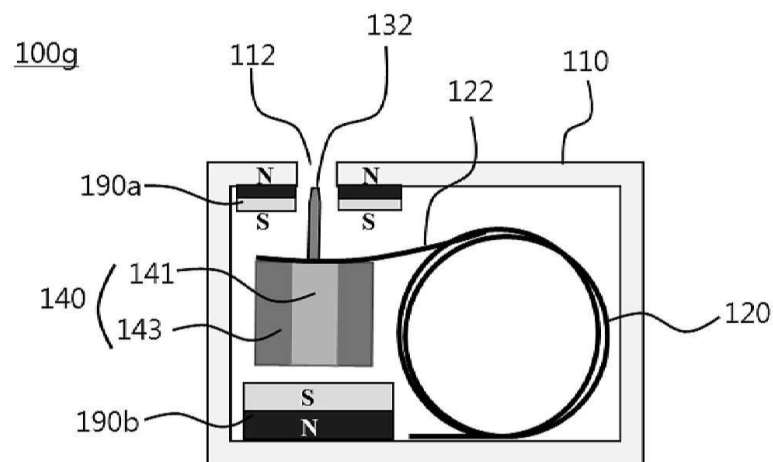
도면15



도면16



도면17



도면18

