(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0059261
(43) 공개일자 2022년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/20 (2006.01) *G06F 3/01* (2006.01)
H01L 41/23 (2013.01) *H01L 41/47* (2013.01)
(52) CPC특허분류
H01L 41/20 (2013.01)
G06F 3/016 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0144628
(22) 출원일자 2020년11월02일
심사청구일자 2020년11월02일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)
(72) 발명자
김태훈
충청남도 천안시 동남구 병천면 가전7길 13, 305호
정성원
충청남도 천안시 동남구 병천면 가전6길 13-1, 103호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정충곤

전체 청구항 수 : 총 9 항

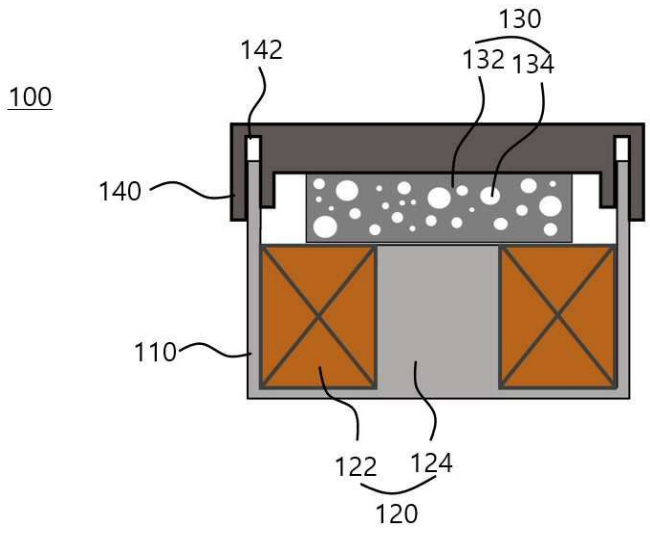
(54) 발명의 명칭 **다공성 자기유변탄성체 기반 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터**

(57) 요 약

본 발명은 자기유변탄성체를 이용하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터에 관한 것이다. 본 발명에 따른 액츄에이터는, 하우징의 내부에 설치된 자기장발생부; 자기장발생부의 상부에 설치된 다공성 자기유변탄성체; 다공성 자기유변탄성체의 상부에 배치된 커버를 포함한다.

본 발명에 따르면, 자기장의 세기를 적절히 조절하여 다공성 자기유변탄성체의 강성과 체적을 변화시킴으로써 사용자에게 촉감은 물론이고 다양한 근감각을 제공할 수 있다. 또한 자기장을 적절한 진동수로 온/오프 시켜서 자기유변탄성체의 수축과 복원에 의한 다양한 진동을 발생시킬 수 있으며 이를 통해 사용자에게 진동 기반의 촉감을 제공할 수도 있다. 또한 본 발명에 따른 액츄에이터는 간단한 구성으로 사용자에게 촉감과 근감각을 제공할 수 있으므로 휴대용 기기나 소형 게임기에 쉽게 적용할 수 있는 이점이 있다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01L 41/23 (2013.01)
H01L 41/47 (2013.01)
(72) 발명자
고현우
충청남도 천안시 서북구 공원로 177, 402동 3007호
김상연
서울특별시 강남구 선릉로 221, 209동 1502호

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
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345323058
과제번호 2020R1I1A3065371
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 지역대학우수과학자지원사업
연구과제명 얇고 소프트한 근감각/피부감각 햅틱 글러브
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국기술교육대학교 산학협력단
연구기간 2020.06.01 ~ 2024.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

하우징의 내부에 설치된 자기장발생부;

자기장발생부의 상부에 설치된 다공성 자기유변탄성체;

다공성 자기유변탄성체의 상부에 배치된 커버

를 포함하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 다공성 자기유변탄성체에는 실리콘 고무재, 실리콘 오일 및 카로보닐 철이 각각 1: (0.6 내지 0.8) : (6 내지 8) 의 중량비로 함유된 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 커버와 상기 다공성 자기유변탄성체의 사이에는 기공이 없는 자기유변탄성체가 설치되는 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 다공성 자기유변탄성체와 상기 기공이 없는 자기유변탄성체 중에서 적어도 하나는 표면에 요철부가 형성된 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 커버와 상기 다공성 자기유변탄성체의 사이에는 상기 다공성 자기유변탄성체에 비하여 기공의 함유량이 적은 저밀도 다공성 자기유변탄성체가 설치되는 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 6

제1항에 있어서,

사용자가 누르는 힘을 감지하는 압력감지센서를 포함하고,

상기 압력감지센서의 측정값이 제1 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 제1 전류가 공급되고, 상기 압력감지센서의 측정값이 상기 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 상기 제1 전류 보다 큰 제2 전류가 공급되는 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 7

제1항에 있어서,

사용자가 누르는 힘을 감지하는 압력감지센서를 포함하고,

상기 압력감지센서의 측정값이 제1 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 상기 제1 전류가 공급되고, 상기 압력감지센서의 측정값이 상기 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 상기 제1 전류 보다 작은 제2 전류가 공급되는 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 8

제1항에 있어서,

사용자가 누르는 힘을 감지하는 압력감지센서를 포함하고,

상기 압력감지센서의 측정값이 제1 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부를 제1 진동수로 온/오프 시키고, 상기 압력감지센서의 측정값이 상기 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부를 상기 제1 진동수와 다른 제2 진동수로 온/오프 시키는 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 커버의 저면 가장자리에는 상기 하우징의 측벽 상단이 삽입되는 가이드 홈이 형성되고, 상기 하우징의 측벽에는 상기 가이드홈의 입구보다 큰 폭을 갖는 걸림돌기가 형성된 것을 특징으로 하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 사용자의 촉각과 근감각을 자극할 수 있는 햅틱 액츄에이터에 관한 것으로서, 구체적으로는 다공성 자기유변탄성체를 이용하여 사용자에게 다양한 자극을 제공하는 액츄에이터에 관한 것이다.

배 경 기 술

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

[0003] 햅틱 액츄에이터의 종류는 매우 다양하며, 편심 모터 액츄에이터(ERM: Eccentric Rotating Mass), 선형 공진 액츄에이터(LRA: Linear Resonant Actuator), 압전소자(piezo element) 액츄에이터, 전기활성고분자(Electroactive polymer, EAP) 액츄에이터 등이 널리 알려져 있다.

[0004] 한편 햅틱 피드백은 사용자의 피부가 물체에 닿을 때 느껴지는 촉감 피드백과 관절과 근육의 움직임이 방해될 때 느껴지는 근감각(역감) 피드백으로 구분될 수 있다.

[0005] 그런데 종래의 액츄에이터는 하우징이나 표면을 진동시켜서 사용자에게 진동감이나 재질감을 제공하는 방식이 대부분이기 때문에 사용자에게 근감각(역감)을 제공하기가 어려운 문제가 있다.

[0006] 항공 시뮬레이션 장비나 의료용/산업용 매니퓰레이터(manipulator) 등에 근감각 발생장치가 많이 사용되기는 하지만, 이들 장비의 근감각 발생장치는 대부분 모터를 이용하기 때문에 휴대용 전자기기, 게임기 등과 같은 소형 기기에는 적용할 수 없는 한계가 있다.

[0007] 따라서 보다 간단한 구성을 가지면서 사용자에게 촉감 이외에도 근감각을 제공할 수 있는 햅틱 액츄에이터를 개발할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 공개특허 제10-2020-0093103호(2020.08.05 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 이러한 배경에서 고안된 것으로서, 사용자가 촉감은 물론이고 다양한 근감각(역감)을 느낄 수 있도록 자기유변탄성체를 이용한 액츄에이터를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 이러한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 양상은, 하우징의 내부에 설치된 자기장발생부; 자기장발생부의 상부에 설치된 다공성 자기유변탄성체; 다공성 자기유변탄성체의 상부에 배치된 커버를 포함하는 피부감각 및 근감각 자극 액츄에이터를 제공한다.

[0011] 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터에서, 상기 다공성 자기유변탄성체에는 실리콘 고무재, 실리콘 오일 및 카로보닐 철이 각각 1: (0.6 내지 0.8) : (6 내지 8) 의 중량비로 함유될 수 있다.

[0012] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터에서, 상기 커버와 상기 다공성 자기유변탄성체의 사이에는 기공이 없는 자기유변탄성체가 설치될 수 있다.

[0013] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터에서, 상기 다공성 자기유변탄성체와 상기 기공이 없는 자기유변탄성체 중에서 적어도 하나는 표면에 요철부가 형성될 수 있다.

[0014] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터에서, 상기 커버와 상기 다공성 자기유변탄성체의 사이에는 상기 다공성 자기유변탄성체에 비하여 기공의 함유량이 적은 저밀도 다공성 자기유변탄성체가 설치될 수 있다.

[0015] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터는, 사용자가 누르는 힘을 감지하는 압력감지센서를 포함하고, 상기 압력감지센서의 측정값이 제1 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 제1 전류가 공급되고, 상기 압력감지센서의 측정값이 상기 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 상기 제1 전류 보다 큰 제2 전류가 공급될 수 있다.

[0016] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터는, 사용자가 누르는 힘을 감지하는 압력감지센서를 포함하고, 상기 압력감지센서의 측정값이 제1 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 상기 제1 전류가 공급되고, 상기 압력감지센서의 측정값이 상기 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부에 상기 제1 전류 보다 작은 제2 전류가 공급될 수 있다.

[0017] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터는, 사용자가 누르는 힘을 감지하는 압력감지센서를 포함하고, 상기 압력감지센서의 측정값이 제1 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부를 제1 진동수로 온/오프 시키고, 상기 압력감지센서의 측정값이 상기 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하면 상기 자기장발생부를 상기 제1 진동수와 다른 제2 진동수로 온/오프 시킬 수 있다.

[0018] 또한 본 발명의 일 양상에 따른 액츄에이터에서, 상기 커버의 저면 가장자리에는 상기 하우징의 측벽 상단이 삽입되는 가이드 홈이 형성되고, 상기 하우징의 측벽에는 상기 가이드홈의 입구보다 큰 폭을 갖는 걸림돌기가 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 자기장의 세기를 적절히 조절하여 다공성 자기유변탄성체의 강성과 체적을 변화시킴으로써 사용자에게 촉감은 물론이고 다양한 근감각을 제공할 수 있다. 또한 자기장을 적절한 진동수로 온/오프 시켜서 자기유변탄성체의 수축과 복원에 의한 다양한 진동을 발생시킬 수 있으며 이를 통해 사용자에게 진동 기반의 촉감을 제공할 수도 있다.

[0020] 또한 본 발명에 따른 액츄에이터는 간단한 구성으로 사용자에게 촉감과 근감각을 제공할 수 있으므로 휴대용 기기나 소형 게임기에 쉽게 적용할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액츄에이터의 사시도

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 액츄에이터의 분해 사시도

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액츄에이터의 분해 단면도

도 4는 하우징과 커버의 결합 구조를 예시한 도면

도 5는 자기장의 유무에 따라 다공성 자기유변탄성체의 변위를 대비한 도면

도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액츄에이터의 진동 원리를 나타낸 도면

도 7은 다공성 자기유변탄성체의 제조방법을 나타낸 흐름도

도 8은 에탄올 함량에 따른 다공성의 차이를 나타낸 도면

도 9는 다공성 정도에 따른 압력 저항성의 차이를 나타낸 도면

도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액츄에이터의 단면도

도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액츄에이터의 변형 예를 나타낸 단면도

도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 액츄에이터의 단면도

도 13은 본 발명의 제4 실시예에 따른 액츄에이터의 단면도

도 14 내지 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 액츄에이터의 여러 변형 예를 나타낸 단면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.

[0023] 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 경우 뿐 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 제한되어서는 아니된다.

[0024] **<제1 실시예>**

[0025] 도 1의 사시도, 도 2의 분해사시도 및 도 3의 단면도에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른 액츄에이터(100)는, 내부공간을 둘러싸는 하우징(110), 하우징의 내부에 설치된 자기장발생부(120), 자기장발생부(120)의 상부에 배치된 다공성 자기유변탄성체(130), 저면이 다공성 자기유변탄성체(130)에 접촉한 상태에서 가장자리가 하우징(110)의 상단에 결합되는 커버(140)를 포함한다.

[0026] 하우징(110)은 내부 부품을 보호하는 한편 외부의 자기장이나 노이즈를 차단하는 역할을 하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 자성체 재질의 하우징(110)을 사용하는 것이 바람직하다.

[0027] 자성체 재질의 하우징(110)을 사용하면 내부의 자기장발생부(120)에서 발생한 자력선이 하우징(110)의 바닥과 측벽을 따라 유도되므로 자기장 손실을 최소화할 수 있고 외부 자기장이나 노이즈의 영향을 최소화할 수 있다.

[0028] 다만, 하우징(110)의 내부에 다공성 자기유변탄성체(130)를 둘러싸는 별도의 자성체가 설치되는 경우에는 플라스틱 등의 비자성체를 이용하여 하우징(110)을 제작할 수도 있다.

[0029] 커버(140)는 하부에 위치하는 다공성 자기유변탄성체(130)의 변형이나 진동을 사용자에게 직접 또는 간접적으로 전달하는 매개체의 역할을 한다. 커버(140)도 하우징(110)과 마찬가지로 자력선을 유도할 수 있는 자성체 재질인 것이 바람직하다.

[0030] 커버(140)의 저면은 다공성 자기유변탄성체(130)의 상면에 접촉하는 것이 바람직하며, 경우에 따라서는 접착제 등을 이용하여 다공성 자기유변탄성체(130)의 상면에 접착할 수도 있다.

[0031] 커버(140)는 다공성 자기유변탄성체(130)가 변형 또는 진동할 때 하우징(110)에 대해 승강운동을 해야 하므로 커버(140)의 저면 가장자리에는 하우징(110)의 측벽 상단이 삽입되는 수직방향의 가이드홈(142)이 형성될 수 있다.

[0032] 이 경우 하우징(110)의 측벽 상단이 커버(140)의 가이드홈(142)에 삽입된 상태에서 빠지지 않도록 하기 위하여, 도 4에 나타낸 바와 같이, 하우징(110)의 측벽에는 일측 또는 양측으로 돌출된 걸림돌기(112)를 형성하고 가이드홈(142)의 입구 내벽에는 삽입된 걸림돌기(112)가 걸려서 빠지지 않게 하는 걸림턱(144)을 형성할 수 있다.

[0033] 하우징(110)의 상단에 커버(140)를 결합하기 위해서는 하우징(110)의 측벽 상단에 커버(140)의 가이드홈(142)을 위치시킨 상태에서 걸림돌기(112)가 좁은 입구를 지나 걸림턱(144)의 상부에 도달할 수 있도록 억지 끼움 식으로 강한 압력을 가하여 결합하면 된다.

[0034] 한편 커버(140)는 사용자가 손으로 잡는 컨트롤러 등의 표면에 배치될 수도 있고, 표면의 하부에 배치될 수도 있다.

[0035] 자기장발생부(120)는 코어(124)와 코어(124)에 감긴 코일(122)을 포함하며, 코일(122)은 스위칭 수단을 통해 전원(배터리 등)에 연결된다. 코일(122)에 전류가 인가되면 도 5의 (b)에 나타낸 바와 같이 코어(124), 커버(140), 하우징(110)을 지나는 자기장이 생성되며, 이로 인해 다공성 자기유변탄성체(130)의 강성이 변하게 된다.

[0036] 특히, 자기장의 세기에 따라 다공성 자기유변탄성체(130)의 강성이 달라지므로 컨트롤러(도면에는 나타내지 않았음)를 통해 코일(122)에 대한 전류 공급을 적절히 온/오프 시키면 다공성 자기유변탄성체(130)의 강성과 체적이 반복적으로 변함에 따라 사용자가 다양한 촉감과 근감각을 느낄 수 있게 된다.

[0037] 다공성 자기유변탄성체(Magnetorheological elastomer, MRE)(130)는 천연고무, 실리콘 고무 등의 폴리머 탄성체에 자성 입자가 함유되고 다수의 기공이 형성된 것으로서, 자기장이 인가되지 않은 상태에서는 상대적으로 유연하지만 자기장이 인가되면 탄성력과 강성이 변하는 특성을 갖는다.

[0038] 또한 다공성 자기유변탄성체(130)는 내부에 형성된 다수의 기공으로 인해 기공이 없는 보통의 자기유변탄성체에 비하여 훨씬 말랑말랑한 성질을 가지며, 이러한 특성으로 인해 사용자에게 훨씬 부드러운 촉감과 근감각을 제공할 수 있는 이점이 있다.

[0039] 도 5를 참조하면, (a)와 같이 자기장이 인가되지 않은 상태에서 사용자가 커버(140)에 압력을 가하였을 때 d1의 변위가 발생한다면, (b)와 같이 자기장을 인가한 상태에서는 커버(140)에 동일한 압력을 가하더라도 d1 보다 작은 d2 만큼의 변위가 발생한다.

[0040] 자기장이 인가되면 외부에서 압력이 가해지더라도 자기력선 방향으로 힘을 받고 있는 자성입자가 변형에 대한 저항력을 발휘하기 때문이다. 또한 저항력의 크기는 자기장의 세기에 비례하므로 자기장의 세기를 조절하여 다공성 자기유변탄성체(130)의 탄성력 및 강도를 제어할 수 있다.

[0041] 따라서 이러한 특성을 이용하면 사용자가 커버(140)를 누를 때 느끼는 저항감을 다양하게 조절할 수 있으며 이를 통해 사용자에게 다양한 근감각을 제공할 수 있다.

[0042] 한편 다공성 자기유변탄성체(130)는 자기장이 인가되면 체적이 약간 줄어 드는 특성이 있다. 자기장이 인가되면 내부의 자성입자가 자기력 방향을 따라 배향되면서 서로 간에 인력이 발생하기 때문이다.

[0043] 이러한 특성을 이용하면, 도 6에 나타낸 바와 같이, 자기장을 주기적으로 온/오프 시킴으로써 다공성 자기유변탄성체(130)를 진동시킬 수 있다. 이 경우 사용자는 커버(140)를 통해 직접적으로 진동성 촉감을 느낄 수도 있고 전자기기의 하우징을 통해 간접적으로 진동성 촉감을 느낄 수도 있다.

[0044] 이하에서는 도 7의 흐름도를 참조하여 다공성 자기유변탄성체(130)의 제조방법을 설명한다.

[0045] 먼저, 실리콘 고무재, 실리콘 오일 및 카르보닐 철(Carbonyl) 분말을 혼합한다. 이때 실리콘 고무재, 실리콘 오일, 카로보닐 철의 중량비는 1: (0.6 내지 0.8) : (6 내지 8) 인 것이 바람직하다. (ST11)

[0046] 이어서 위 혼합물에 에탄올을 첨가한 후 교반기를 이용하여 교반 작업을 수행한다. 이때 실리콘 고무재와 에탄올의 중량비는 1 : (0.5 내지 3.0)인 것이 바람직하다. (ST12)

[0047] 교반 작업을 수행한 후에는 초음파 균질기를 이용한 분산 및 균질화 작업을 약 1시간 정도 수행한다. (ST13)

[0048] 균질화 작업을 마친 후에는 혼합물을 틀에 붓고 경화 작업을 수행한다. 이때 약 70 내지 90 ℃의 온도로 가열하면서 경화 작업을 수행하는 것이 바람직하며, 이렇게 하면 경화 과정에서 에탄올이 증발하면서 내부에 다수의 기공이 형성되어 다공성 자기유변탄성체(130)가 만들어 진다.

[0049] 한편 필요한 경우에는 경화작업 중에 혼합물에 대해 자기장을 인가할 수 있다. 이렇게 하면 자성입자(카르보닐 철)가 자기장의 방향을 따라 배향된 상태에서 경화되므로 자성입자가 균일하게 분산된 자기유변탄성체와 대비할 때 외부 자기장에 대한 저항 특성이 달라지게 된다.

[0050] 따라서 경화작업 중에 가해지는 자기장의 방향이나 세기를 적절히 조절하면 다공성 자기유변탄성체의 특성을 다양하게 선택할 수 있다. (ST14, ST15)

[0051] 도 8은 자기유변탄성체의 주사전자현미경(FESEM) 사진으로서, (a)는 일반 자기유변탄성체를 나타낸 것이고, (b) 내지 (d)는 각각 다른 함량의 에탄올이 사용된 다공성 자기유변탄성체(130)를 나타낸 것이다.

[0052] 이를 통해 일반 자기유변탄성체의 내부에는 기공이 거의 없고, 다공성 자기유변탄성체(130)의 경우에는 첨가된 에탄올의 양이 많을수록 기공의 양이 많아지는 것을 알 수 있다.

[0053] 또한 도 9는 일반 자기유변탄성체와 다공성 자기유변탄성체(130)의 압축 테스트 결과를 나타낸 그래프로서, 이를 통해 일반 자기유변탄성체가 다공성 자기유변탄성체(130)에 비하여 저항력이 크고, 다공성 자기유변탄성체(130)의 경우에는 기공의 양이 많을수록 저항력이 작아지는 것을 알 수 있다.

[0054] **<제2 실시예>**

[0055] 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액츄에이터(100a)의 단면도로서, 커버(140)와 다공성 자기유변탄성체(130)의 사이에 기공이 없는 자기유변탄성체(150)가 추가로 설치된 점에서 제1 실시예와 차이가 있다.

[0056] 이와 같이 다공성 자기유변탄성체(130)와 일반 자기유변탄성체(150)를 상하로 적층하면, 자기장이 인가되지 않았을 때는 일반 자기유변탄성체(150)만을 사용한 경우에 비하여 초기 강성을 낮출 수 있고, 자기장이 인가되었을 때는 다공성 자기유변탄성체(130)만을 사용한 경우에 비하여 강성을 높일 수 있다.

[0057] 따라서 본 발명의 제2 실시예에 따르면, 제1 실시예에 비하여 강성 변화 범위를 더욱 확대할 수 있는 이점이 있다.

[0058] 또한 상부에 위치하는 자기유변탄성체(150)는 다공성 자기유변탄성체(130)에서 발생하는 자기 누설을 줄이는 역할을 할 수 있다. 이를 위해서는 상부에 위치하는 자기유변탄성체(150)가 하부의 다공성 자기유변탄성체(130)에 비하여 더 많은 자성 입자를 함유하는 것이 바람직하다.

[0059] 한편 도 11에 나타낸 액츄에이터(100b)와 같이, 다공성 자기유변탄성체(130)의 상부에 일반 자기유변탄성체(150)를 대신하여 저밀도 다공성 자기유변탄성체(160)를 적층할 수도 있다. 저밀도 다공성 자기유변탄성체(160)는 기공을 함유하기는 하지만 다공성 자기유변탄성체(130)에 비하여 훨씬 적은 밀도의 기공을 포함한다.

[0060] 보다 정확하게는, 저밀도 다공성 자기유변탄성체(160)는 내부에 함유된 기공 전체의 체적이 다공성 자기유변탄성체(130)에 비하여 훨씬 작으며, 따라서 다공성 자기유변탄성체(130)에 비하여 강성이 큰 성질을 갖는다. 따라서 사용자의 입장에서는 다공성 자기유변탄성체(130)만을 설치한 경우에 비하여 단단한 느낌을 얻을 수 있다.

[0061] 한편 적층된 자기유변탄성체(130,150,160)들은 접착제 등으로 서로 접착될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0062] 또한 상부에 위치하는 자기유변탄성체(150,160)는 커버(140)의 저면에 접착될 수도 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0063] **<제3 실시예>**

[0064] 도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 액츄에이터(100c)의 단면도로서, 커버(140)와 다공성 자기유변탄성체(130)의 사이에 요철형 자기유변탄성체(170)가 설치된 점에서 제2 실시예와 차이가 있다.

[0065] 요철형 자기유변탄성체(170)는 저면과 상면에 물결 형상의 요철구조가 형성된 것으로서, 도면에 나타낸 바와 같이 기공이 없는 자기유변탄성체일 수도 있고 앞서 설명한 바와 같은 저밀도 다공성 자기유변탄성체일 수도 있다.

[0066] 요철형 자기유변탄성체(170)를 사용하면, 커버(140)와 요철형 자기유변탄성체(170)의 사이에 소정의 공간이 형성되고 요철형 자기유변탄성체(170)와 다공성 자기유변탄성체(130)의 사이에도 소정의 공간이 형성되므로 자기장에 의해 수축되거나 복원될 때 변형 폭이 증가되고 고속으로 수축 및 복원 운동을 할 때는 진동의 세기가 증대되는 이점이 있다.

[0067] 한편 도면에는 요철형 자기유변탄성체(170)의 양면에 요철구조가 형성된 것으로 나타나 있으나 한 면에만 요철구조가 형성될 수도 있다.

[0068] 또한 도면에는 요철형 자기유변탄성체(170)의 요철구조가 단면을 기준으로 물결 형상인 것으로 나타나 있으나

이에 한정되는 것은 아니다. 따라서 단면을 기준으로 피라미드 형상, 아치 형상 등과 같은 다양한 형태의 요철구조를 가질 수도 있다.

[0069] 또한 도면에는 하부에 위치하는 다공성 자기유변탄성체(130)는 요철구조가 아닌 것으로 나타나 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서 다공성 자기유변탄성체(130)의 상면 또는 저면에도 앞서 설명한 요철구조를 형성할 수도 있다.

[0070] 또한 도 3과 같이, 커버(140)와 자기장발생부(120)의 사이에 다공성 자기유변탄성체(130)만 설치된 경우에도 다공성 자기유변탄성체(130)의 상면 또는 저면에 앞서 설명한 요철구조를 형성할 수도 있다.

[0071] **<제4 실시예>**

[0072] 도 13은 본 발명의 제4 실시예에 따른 액츄에이터(100d)의 단면도로서, 커버(140)의 하부에 압력감지센서(180)가 설치된 점에 다른 실시예와 차이가 있다.

[0073] 압력감지센서(180)는 사용자가 누르는 힘을 검출하기 위한 것이므로 커버(140)의 하부에 설치되는 것이 바람직하지만 설치위치가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0074] 이와 같이 압력감지센서(180)를 설치하여 사용자가 누르는 힘을 검출하면, 사용자가 누르는 힘의 정도에 따라 액츄에이터(100d)의 동작을 제어할 수 있는 이점이 있다.

[0075] 일 예로서, 액츄에이터(100d)가 대기 모드일 때는 자기장발생부(120)에 전류를 공급하지 않고, 사용자의 조작으로 인해 압력감지센서(180)의 측정값이 제1 설정범위에 속하는 것으로 확인되면 액츄에이터(100d)의 컨트롤러 또는 전자기기의 CPU 등이 자기장발생부(120)에 제1 전류가 공급되도록 제어하고, 압력감지센서(180)의 측정값이 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하는 것으로 확인되면 자기장발생부(120)에 제1 전류 보다 큰 제2 전류가 공급되도록 제어할 수 있다.

[0076] 이렇게 하면 사용자가 누르는 힘이 강할수록 자기유변탄성체(130,150)의 강성이 증가하면서 더 큰 저항력을 발휘하는 효과를 얻을 수 있다.

[0077] 다른 예로서, 액츄에이터(100d)가 대기 모드이거나 압력감지센서(180)에서 압력이 검출되지 않을 때는 자기장발생부(120)에 강한 제1 전류를 인가하여 사용자에게 딱딱한 느낌을 제공하고, 압력감지센서(180)의 측정값이 제1 설정범위에 속하는 것으로 확인되면 자기장발생부(120)에 제1 전류 보다 작은 제2 전류가 공급되도록 제어하고, 압력감지센서(180)의 측정값이 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하는 것으로 확인되면 자기장발생부(120)에 제2 전류 보다 작은 제3 전류가 공급되도록 제어할 수 있다.

[0078] 이렇게 하면 처음에는 사용자가 딱딱한 느낌을 받게 되고, 누르는 힘이 강해질수록 자기유변탄성체(130,150)의 강성이 단계적으로 줄어 들면서 갈수록 유연한 느낌을 제공하는 효과를 얻을 수 있다.

[0079] 또 다른 예로서, 압력감지센서(180)의 측정값이 제1 설정범위에 속하는 것으로 확인되면 자기장발생부(120)에 대한 전류 공급을 제1 진동수로 온/오프 시키고, 압력감지센서(180)의 측정값이 제1 설정범위 보다 큰 제2 설정범위에 속하는 것으로 확인되면 자기장발생부(120)에 대한 전류 공급을 제1 진동수와 다른 제2 진동수로 온/오프 시키도록 제어할 수 있다.

[0080] 이렇게 하면, 사용자가 강하게 누를 때는 고주파수의 진동 피드백을 제공하고 약하게 누를 때는 저주파수의 진동 피드백을 제공함으로써 사용자가 누르는 힘의 정도에 따라 차등화된 진동수의 피드백을 제공할 수 있다. 다만 피드백 방법이 반드시 이에 한정되는 것은 아니므로 사용자가 강하게 누를 때는 저주파수의 진동 피드백을 제공하고 약하게 누를 때는 고주파수의 진동 피드백을 제공하는 것도 가능하다.

[0081] 즉, 이와 같이 압력감지센서(180)를 설치하면 사용자의 의도나 동작에 대응하여 다양한 촉감이나 근감각을 제공할 수 있는 이점이 있다.

[0082] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나 본 발명은 전술한 실시예에 한정되지 않고 구체적인 적용 과정에서 다양한 형태로 변형 또는 수정되어 실시될 수 있다.

[0083] 일 예로서, 도 14의 단면도에 나타낸 액츄에이터(100e)와 같이, 다공성 자기유변탄성체(130)와 일반 자기유변탄성체(150)를 상하로 연속 적층하지 않고 자기장발생부(120)의 상부와 하부에 각각 별도로 배치할 수도 있다.

[0084] 이 경우에도 커버(140)의 저면에 압력감지센서(180)를 추가로 설치할 수 있으며, 다공성 자기유변탄성체(130)와 기공이 없는 자기유변탄성체(150) 중에서 적어도 하나는 표면에 요철구조를 구비할 수도 있다. 또한 기공이 없

는 자기유변탄성체(150)를 대신하여 저밀도 다공성 자기유변탄성체(160)를 사용할 수도 있다.

[0085] 다른 예로서, 도 15 및 도 16에 나타낸 바와 같이, 커버(140a)를 하우징(110)의 측벽 상단에 결합하지는 않고 자기유변탄성체(130,150)의 상부에만 접착제 등으로 직접 결합할 수도 있다.

[0086] 이와 같이 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

[0087] 100: 액츄에이터 110: 하우징 112: 걸림돌기

120: 자기장발생부 122: 코일 124: 자성코어

130: 다공성 자기유변탄성체 132: 탄성 기재 134: 기공

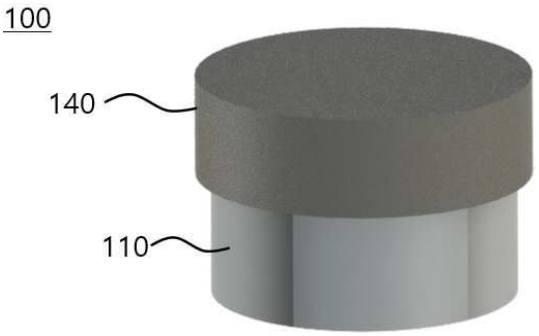
140: 커버 142: 가이드 홈 144: 걸림턱

150: 자기유변탄성체 160: 저밀도 다공성 자기유변탄성체

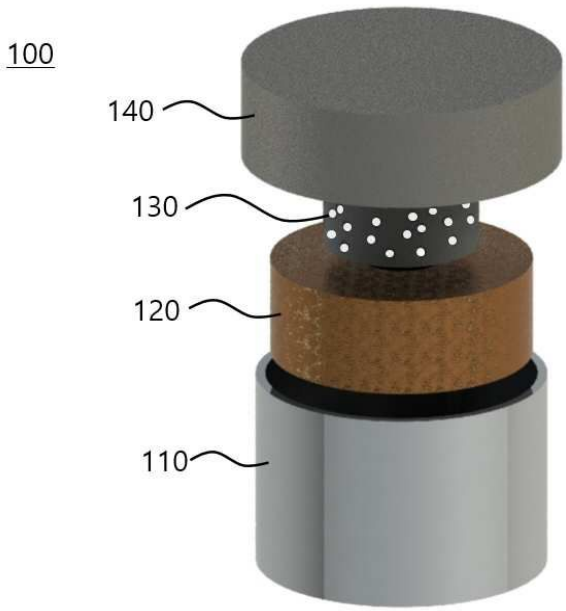
170: 요철형 자기유변탄성체 180: 압력감지센서

도면

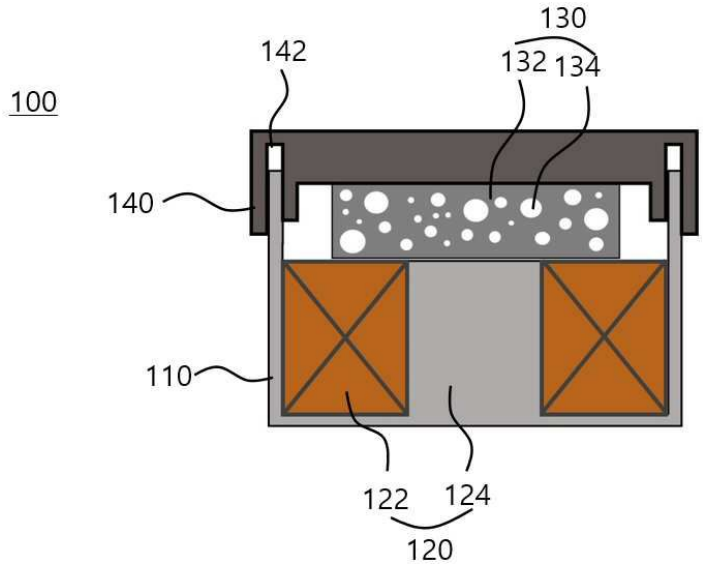
도면1



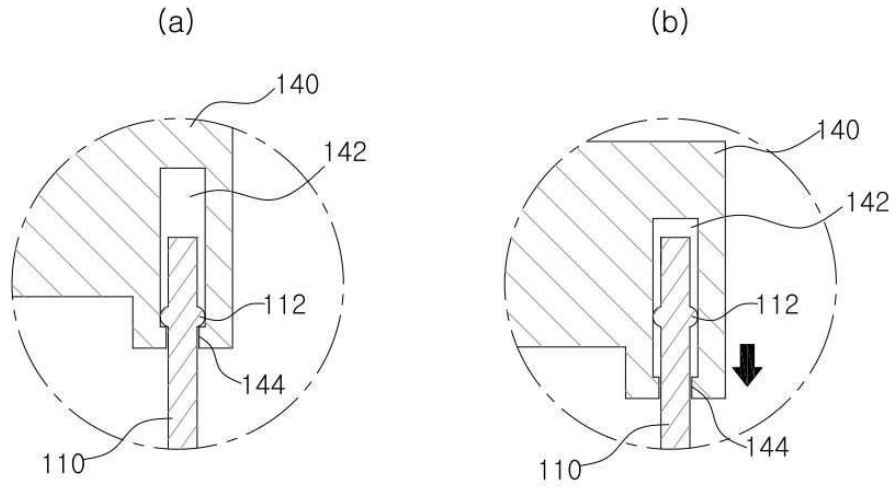
도면2



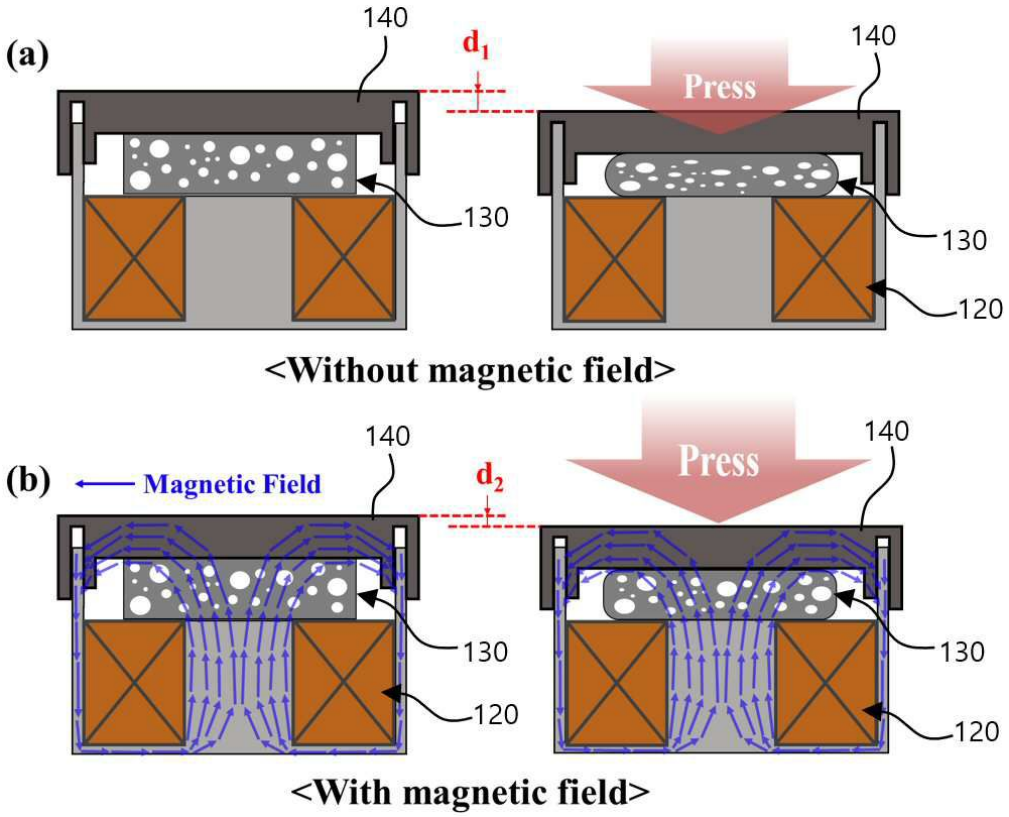
도면3


100
142
130
132
134
140
110
122
124
120

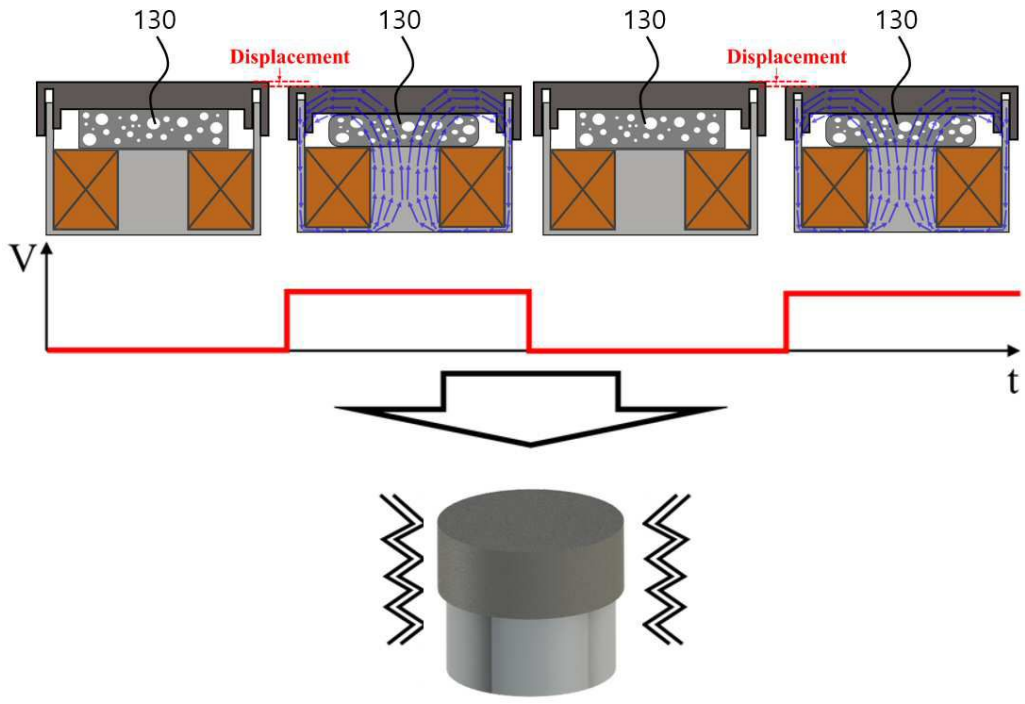
도면4


(a)
(b)
140
142
112
144
110
140
142
112
144
110

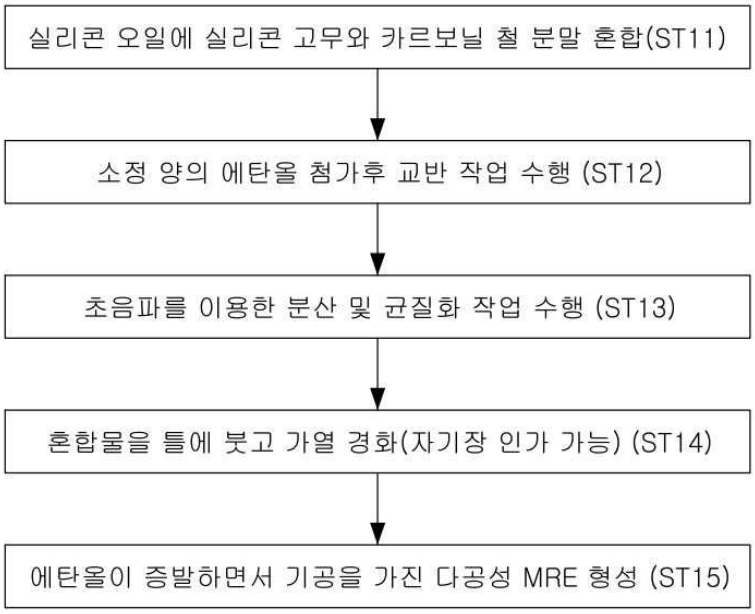
도면5


(a)
140
d_1
Press
140
130
130
120
<Without magnetic field>
(b)
Magnetic Field
140
d_2
Press
140
130
130
120
120
<With magnetic field>

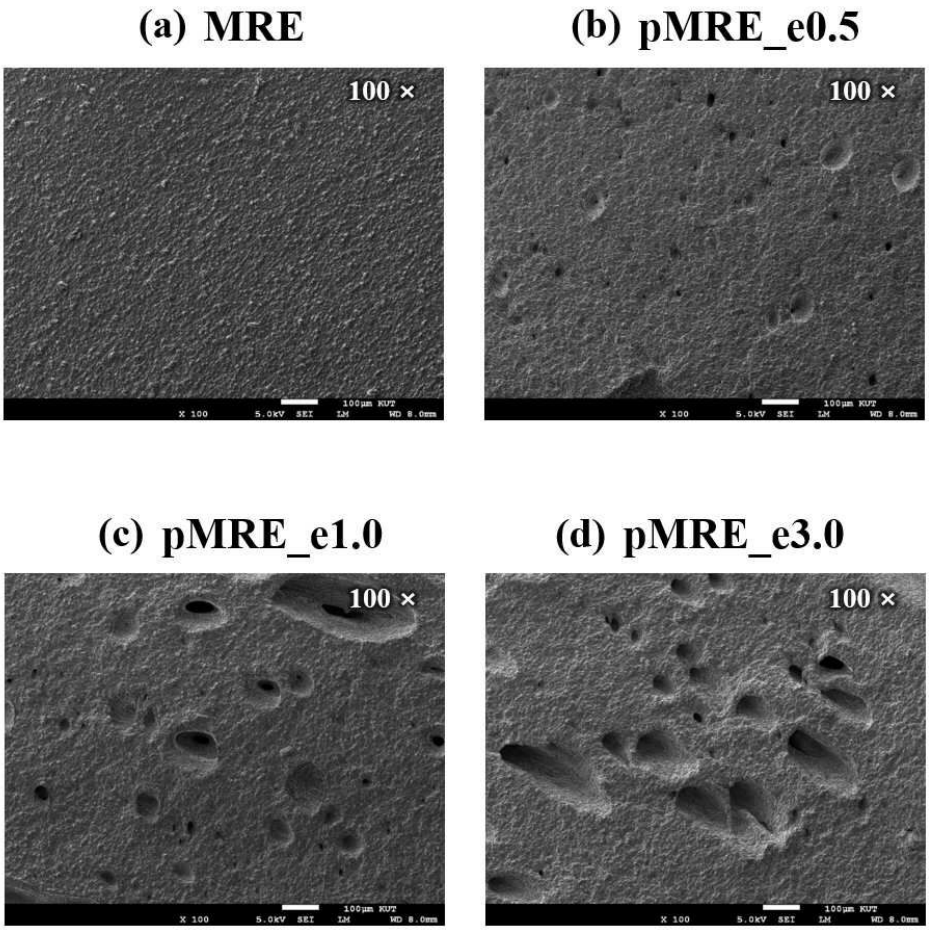
도면6


130
Displacement
130
130
Displacement
130
V
t

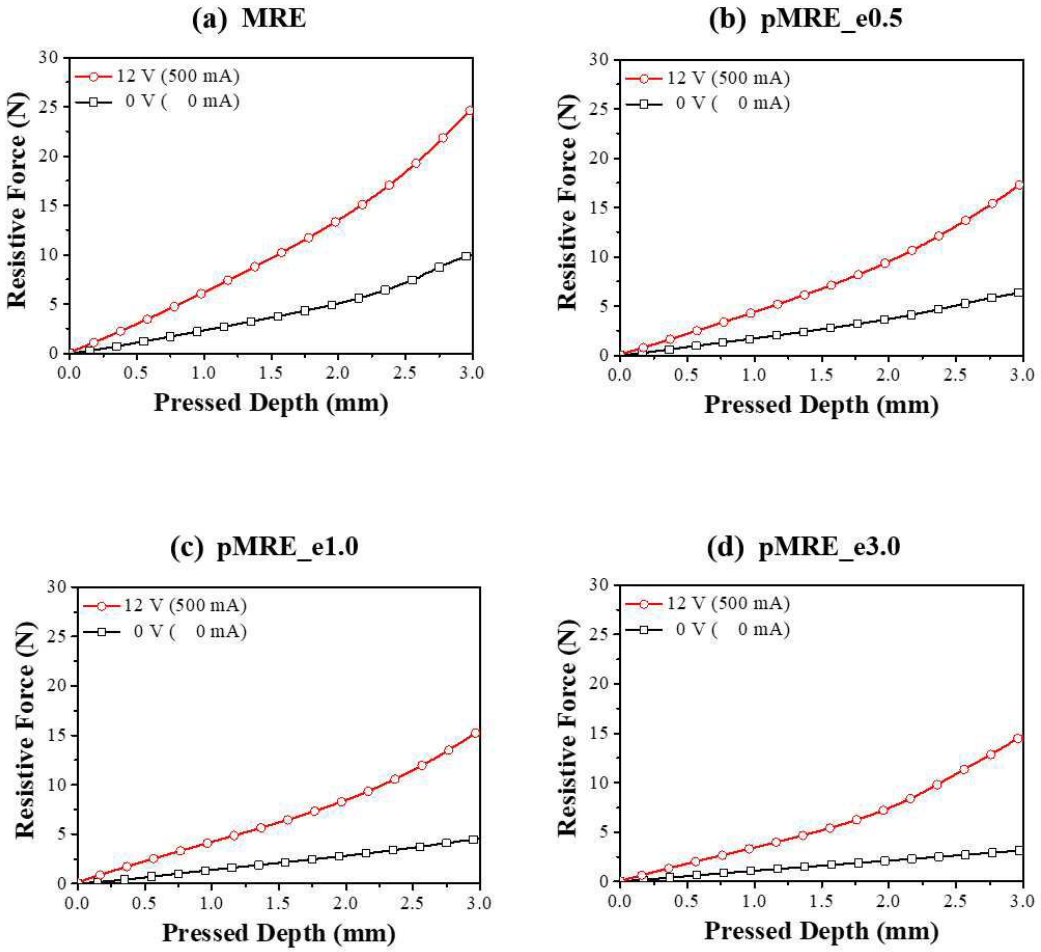
도면7


실리콘 오일에 실리콘 고무와 카르보닐 철 분말 혼합(ST11)
소정 양의 에탄올 첨가후 교반 작업 수행 (ST12)
초음파를 이용한 분산 및 균질화 작업 수행 (ST13)
혼합물을 틀에 붓고 가열 경화(자기장 인가 가능) (ST14)
에탄올이 증발하면서 기공을 가진 다공성 MRE 형성 (ST15)

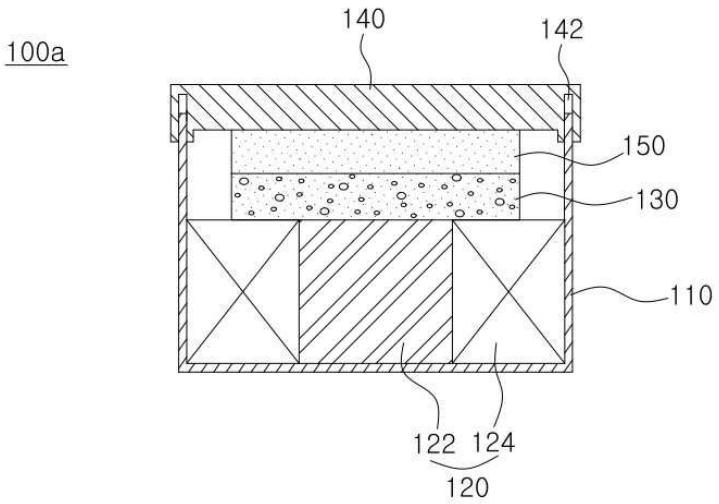
도면8


(a) MRE
100 ×
(b) pMRE_e0.5
100 ×
(c) pMRE_e1.0
100 ×
(d) pMRE_e3.0
100 ×

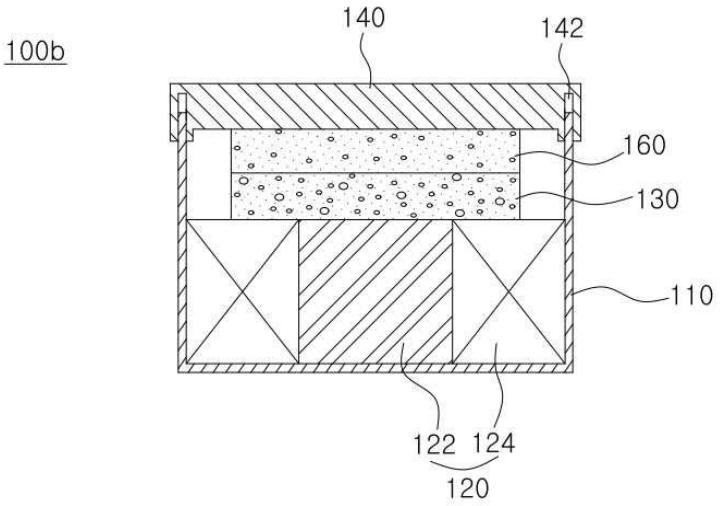
도면9


(a) MRE
(b) pMRE_e0.5
(c) pMRE_e1.0
(d) pMRE_e3.0
12 V (500 mA)
0 V (0 mA)
Resistive Force (N)
Pressed Depth (mm)

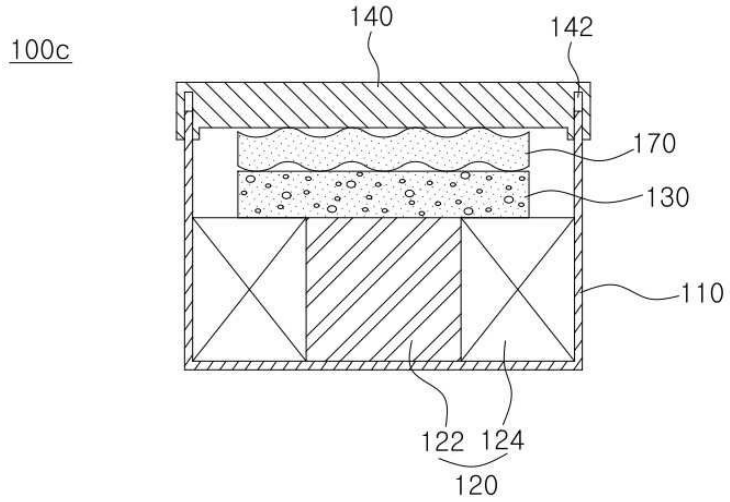
도면10


100a
140
142
150
130
110
122
124
120

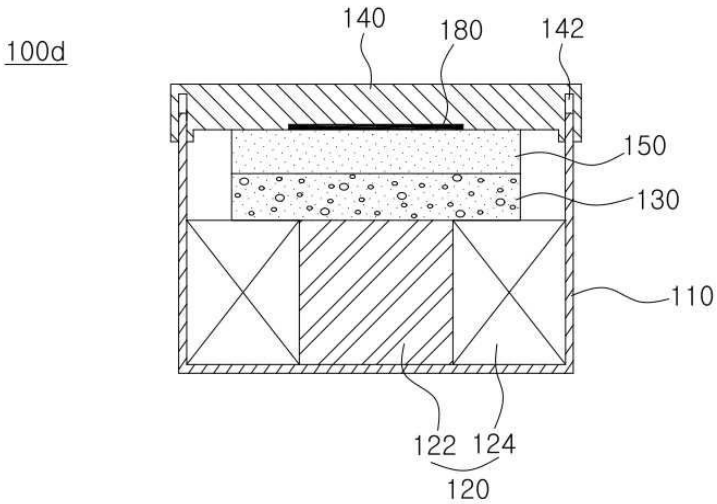
도면11



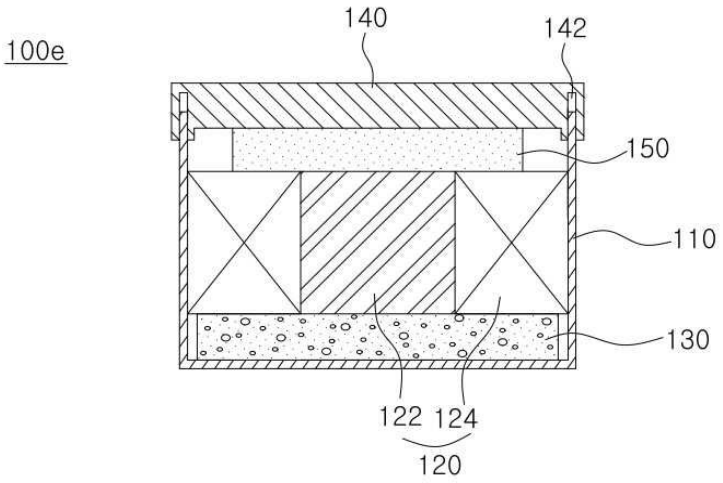
도면12



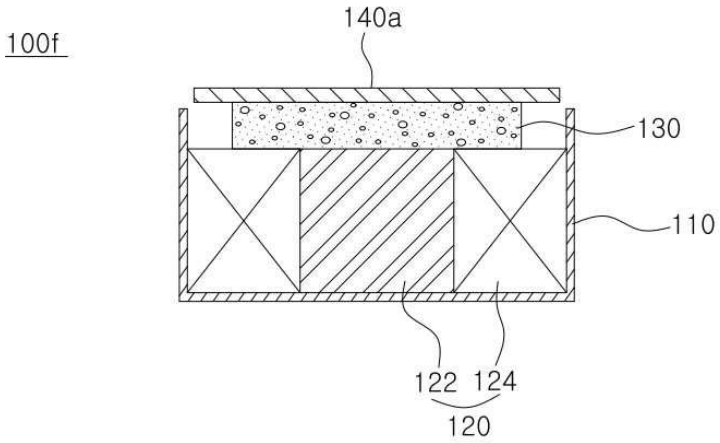
도면13



도면14



도면15



도면16

