

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 5월 12일 (12.05.2022) **WIPO | PCT**



(10) 국제공개번호
WO 2022/097883 A1

(51) 국제특허분류:
G06F 3/0362 (2013.01) *H01H 19/14* (2006.01)
G06F 3/038 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/010113

(22) 국제출원일: 2021년 8월 3일 (03.08.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0148603 2020년 11월 9일 (09.11.2020) KR
10-2021-0018172 2021년 2월 9일 (09.02.2021) KR
10-2021-0101414 2021년 8월 2일 (02.08.2021) KR

(71) 출원인: 주식회사 씨케이머티리얼즈랩 (**CK MATERIALS LAB CO., LTD.**) [KR/KR]; 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 1205호, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김진기 (**KIM, Jeon Gi**); 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 1205호, Seoul (KR). 김형준 (**KIM, Hyeon Jun**); 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 1205호, Seoul (KR). 서혁진 (**SEO, Hyuk Jin**); 08380 서울시 구로구 디지털로33길 11, 1205호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 김한 (**KIM, Han**); 06739 서울시 서초구 남부순환로364길 8-9 가람빌딩 2층 올민국제특허법률사무소, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

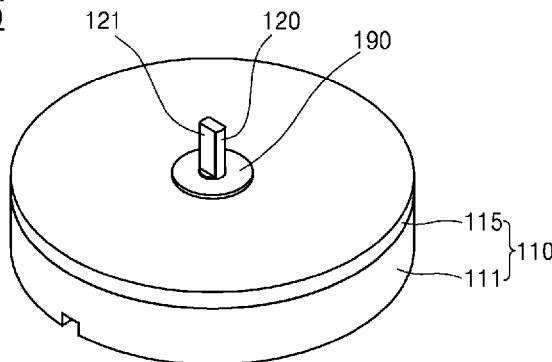
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: MAGNETORHEOLOGICAL FLUID ROTATION LOAD DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 자기유변유체 회전부하 장치 및 그 제어 방법

[도2]
100



(57) Abstract: The present invention relates to a magnetorheological fluid rotation load device and a control method therefor. A magnetorheological fluid rotation load device according to the present invention comprises: a housing; a yoke unit fixed inside the housing; a shaft rotatably provided in the center in the housing; at least one rotation ring connected to the shaft, and linked to the rotation of the shaft to rotate; a coil unit arranged in the housing; and a magnetorheological fluid filled in the housing.

(57) 요약서: 본 발명은 자기유변유체 회전부하 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 자기유변유체 회전부하 장치는, 하우징; 하우징 내에 고정되는 요크부; 하우징 내의 중심에서 회전 가능하도록 설치되는 샤프트; 샤프트에 연결되고 샤프트의 회전에 연동되어 회전하는 적어도 하나의 회전 링; 하우징의 내에 배치되는 코일부; 하우징 내에 채워지는 자기유변유체를 포함하는 것을 특징으로 한다.

WO 2022/097883 A1

명세서

발명의 명칭: 자기유변유체 회전부하 장치 및 그 제어 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 자기유변유체 회전부하 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 자기유변유체를 포함하고, 자기유변유체에 자기장을 인가함에 따라 회전 토크가 조절될 수 있는 자기유변유체 회전부하 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 차량에 이용되는 사용자 인터페이스(User Interface)가 점차 다양화됨에 따라 기존에 가정용 기기에 주로 사용되던 조그 다이얼이 텔레매틱스 단말기와 같은 운전자 정보 시스템(DIS; Driver Information System)의 메인 입력장치로 차량에 도입되고 있다.
- [3] 조그 다이얼이란 회전 가능한 원형 다이얼 형태를 가지고, 사용자가 시계/반시계 방향으로 다이얼을 회전시켜 소정의 기능을 선택하도록 된 것이다. 사용자가 조그 다이얼에 가하던 힘을 제거하면 특정 위치에 다이얼이 자리잡게 될 수 있어 정교한 위치 이동을 수행할 수 있다.
- [4] 도 1은 종래의 조그 다이얼을 나타내는 개략도이다. 종래의 기계식 조그 다이얼은 기어 물림에 의해 동작한다. 이에 따라, 종래의 기계식 조그 다이얼의 회전 축감은 기어 물림에 의한 단일 축감으로 회전 또는 사용 모드에 따른 다양한 축감을 표현할 수 없는 한계가 있다. 또한, 기계식 조그 다이얼은 기어 물림에 따른 정해진 회전 토크를 가질 뿐, 회전 토크를 자유자재로 변화시킬 수 없는 한계가 있다. 모터 등의 구동 수단을 더 구비하여 회전 토크를 제어하거나 햅틱 기능을 제공하기 위한 별도의 진동 모터를 추가한다 하더라도 이를 위한 부품과 장치들이 추가되어야 하기 때문에, 생산원가가 상승하고 장치의 부피가 커지게 되는 문제점을 내포한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명은 종전의 기계식 구조로는 단조롭고 단일한 축감 패턴이 발생하는 것과 달리, 회전 시 다양한 입력 신호에 따라 다양한 축감 패턴이 발생되어, 사용자 축감을 다양하고 고급스럽게 느끼게 할 수 있는 자기유변유체 회전부하 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [6] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 햅틱 기능이 내장되어, 회전 토크를 변화시킬 수 있고, 생산원가를 절감할 수 있으며, 장치의 소형화가 용이한 자기유변유체 회전부하 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [7] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체의 전단 특성이나 점도를 이용하여 목적에 맞는 다양한 적용이 가능한 자기유변유체 회전부하 장치 및 그

제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [8] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 상기의 목적은, 하우징; 하우징 내에 고정되는 요크부; 하우징 내에서 회전 가능하도록 설치되는 샤프트; 샤프트에 연결되고 샤프트의 회전에 연동되어 회전하는 적어도 하나의 회전 링; 하우징의 내에 배치되는 코일부; 하우징 내의 적어도 일부에 채워지는 자기유변유체;를 포함하고, 상기 하우징의 적어도 일부는 자성 재료로 구성되는, 자기유변유체 회전부하 장치에 의해 달성된다.
- [10] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체 내의 자성 입자의 함량은 60wt% 내지 95wt%일 수 있다.
- [11] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체 내의 자성 입자의 함량이 증가할수록 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크가 커질 수 있다.
- [12] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체가 배치되는 적어도 요크부와 회전 링 사이의 소정의 갭의 크기는 자기유변유체 내의 자성 입자의 직경 평균값의 10배 내지 100배일 수 있다.
- [13] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체의 점도가 커질수록 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크가 커질 수 있다.
- [14] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체의 점도, 요크부 및 회전 링의 개수, 요크부와 회전 링의 면적, 요크부와 회전 링 사이의 갭의 크기, 코일부에 인가하는 전류의 세기 중 적어도 어느 하나는 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크의 최대값을 증가시켜 사용자의 특정 상황에서 회전 조작을 방지하는 정도로 설정될 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 코일부에서 자기유변유체에 인가하는 자기장을 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체 회전부하 장치의 동작 전, 제어부에서 코일부로 예비입력신호를 전달하되, 예비입력신호는 자기유변유체의 침전된 입자들이 소정의 갭 내에서 수직 또는 수평방향 중 적어도 한 방향으로 불완전 또는 완전한 체인 형상을 이룬 후 재분산되는 신호일 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 불완전한 체인 형상은 스파이크 형상일 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제어부가 코일부에 동작 전압 V1을 인가할 때, 요크부와 회전 링 사이의 소정의 갭에서 자기유변유체의 입자들이 형성하는 체인의 높이가 갭의 높이보다 낮다고 판단한 경우 V1보다 큰 세기의 전압 V2를 인가할 수 있다.

- [19] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기유변유체 회전부하 장치의 초기 동작 온도 대비 온도 상승시, 제어부는 자기장의 세기, 패턴 중 어느 하나를 제어하여 초기 동작 온도의 토크 세기를 유지할 수 있다.
- [20] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 회전 링이 상호 간격을 이루어 샤프트에 연결되고, 요크부는, 회전 링의 외주면과 대향하는 제1 면과, 회전 링의 회전 면에 대향하고 제1면에 수직인 제2 면을 포함하는 형상을 가질 수 있다.
- [21] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 요크부는 회전 링의 외측에 배치되고, 요크부와 하우징의 수직 내측 사이에 코일부가 배치될 수 있다.
- [22] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 적어도 하나의 회전 링이 상호 간격을 이루어 샤프트에 연결되고, 요크부는, 회전 링의 외주면과 대향하는 제1 면 및 회전 링의 외주면과 대향하지 않는 제2 면을 포함하는 형상을 가질 수 있다.
- [23] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 요크부는 하우징의 수직 내측에 배치되고, 요크부의 제2 면과 샤프트 사이에 코일부가 배치되며, 회전 링의 회전 면에 대향하는 코일부의 면 상에 보호부가 연결될 수 있다.
- [24] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 요크부는 적어도 하나의 요크 링을 포함하고, 요크 링과 회전 링이 상호 소정의 갭을 가지고 수직 방향을 따라 번갈아 배치되며, 요크부는 회전 링의 외측에 배치되고, 요크부와 하우징의 수직 내측 사이에 코일부가 배치될 수 있다.
- [25] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 코일부에서 자기유변유체에 자기장이 인가되면, 자기유변유체의 입자들이 수직 방향으로 체인을 형성하여 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크를 증가시킬 수 있다.
- [26] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 회전 링의 회전 면, 또는 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면 중 적어도 어느 하나에는 유체 통과홀이 형성되고, 자기유변유체는 요크부와 회전 링 사이의 소정의 갭 및 유체 통과홀에 배치되어, 자기장 인가시 갭 및 유체 통과홀 내에서 수직 방향으로 체인을 형성함에 따라 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크가 커질 수 있다.
- [27] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 유체 통과홀은 회전 링의 회전 면 또는 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면에 30° 내지 80° 기울어진 각도로 형성될 수 있다.
- [28] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, (1) 회전 링의 회전 면 또는 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면의 상부에 돌출 패턴이 형성되거나, (2) 회전 링의 회전 면, 및 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면의 상부에 돌출 패턴이 상호 마주보게 형성되거나, 엇갈리게 형성될 수 있다.
- [29] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 회전 링의 회전 면, 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면 중 적어도 어느 하나의 면 상에 복수의 영역 별로 돌출 패턴이 형성될 수 있다.
- [30] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 하우징의 상부에 배치되고, 샤프트의 축이

삽입되어 회전 마찰력이 제어되는 베어링을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [31] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따르면, 종전의 기계식 구조로는 단조롭고 단일한 촉감 패턴이 발생하는 것과 달리, 회전 시 다양한 입력 신호에 따라 다양한 촉감 패턴이 발생되어, 사용자 촉감을 다양하고 고급스럽게 느끼게 할 수 있는 효과가 있다.
- [32] 또한, 본 발명에 따르면, 햅틱 기능이 내장되어, 회전 토크를 변화시킬 수 있고, 생산원가를 절감할 수 있으며, 장치의 소형화가 용이한 효과가 있다.
- [33] 또한, 본 발명에 따르면, 자기유변유체의 전단 특성이나 점도를 이용하여 목적에 맞는 다양한 적용이 가능한 효과가 있다.
- [34] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [35] 도 1은 종래의 조그 다이얼을 나타내는 개략도이다.
- [36] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 사시도이다.
- [37] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 분해도이다.
- [38] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 단면도이다.
- [39] 도 5는 도 4의 V 부분을 확대한 도면이다.
- [40] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 갭 공간에서 자기유변유체의 거동을 나타내는 개략도이다.
- [41] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 분해도이다.
- [42] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 단면도이다.
- [43] 도 9는 도 8의 VI 부분을 확대한 도면이다.
- [44] 도 10은 본 발명의 제3 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 사시도이다.
- [45] 도 11은 본 발명의 제3 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 분해도이다.
- [46] 도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치의 개략 단면도이다.
- [47] 도 13은 도 12의 VII 부분을 확대한 도면이다.
- [48] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 통과홀이 형성된 요크부, 회전 링을 나타내는 개략도 및 유체 통과홀에서 자기체인의 형태를 나타내는 개략도이다.
- [49] 도 15는 일 실험예에 따른 유체 통과홀 형성 전후 토크값을 나타내는

그래프이다.

- [50] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 요크부, 회전 링의 수평면 상 패턴 형태를 나타내는 개략도이다.
- [51] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변유체의 점도에 따른 토크값을 나타내는 그래프이다.
- [52] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 예비입력신호(Pre-Input Signal) 인가로 침전된 자기유변유체가 재분산되는 과정을 나타내는 개략도이다.
- [53] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 예비입력신호 인가시 자기유변유체가 스파이크 형상을 가지는 사진이다.
- [54] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변유체의 온도에 따른 토크값을 나타내는 그래프이다.
- [55] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 ABS(Anti-lock Brake System) 시스템에 적용시의 토크값을 나타내는 그래프이다.
- [56] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 모듈을 나타내는 개략도이다.
- [57] 도 23은 본 발명의 여러 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치가 적용된 상태를 나타낸다.
- [58] <부호의 설명>
- [59] 10: 자기유변유체
- [60] 11: 자성 입자
- [61] 12: 유체
- [62] 100, 200, 300: 자기유변유체 회전부하 장치
- [63] 110, 210, 310: 하우징
- [64] 120, 220, 320: 샤프트
- [65] 130, 230, 330: 코일부
- [66] 140, 240, 340: 요크부
- [67] 150, 250, 350: 회전 링
- [68] G: 겹

발명의 실시를 위한 형태

- [69] 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의

범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭하며, 길이 및 면적, 두께 등과 그 형태는 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다.

- [70] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [71] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 개략 사시도이다. 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 개략 분해도이다. 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 개략 단면도이다. 도 5는 도 4의 V 부분을 확대한 도면이다.
- [72] 도 2 내지 도 5를 참조하면, 제1 실시예의 자기유변유체 회전부하 장치(100)는 하우징(110), 샤프트(120), 코일부(130), 요크부(140), 회전 링(150), 자기유변유체(10)를 포함하고, 베어링(190)을 더 포함할 수 있다.
- [73] 하우징(110)은 내부에 다른 구성요소가 배치되는 공간(S)을 제공한다. 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 구성요소들이 하우징(110) 내에 배치되고, 자기유변유체(10)는 하우징(110) 내의 나머지 빈 공간에 채워질 수 있다. 하우징(110)은 샤프트(120), 회전 링(150)이 회전할 수 있는 공간(S)을 제공하도록, 대략 원통 형상을 가질 수 있으나, 내부에 샤프트(120), 회전 링(150)이 회전할 수 있는 공간(S)을 제공하는 범위 내라면 다른 형상이라도 무방하다.
- [74] 일 예로, 하우징(110: 111, 115)은 코일부(130), 요크부(140), 회전 링(150) 및 자기유변유체(10)가 내부에 배치되는 공간(S)을 제공하는 제1 하우징(111), 및 제1 하우징(111)의 상부를 커버하여 제1 하우징(111)의 내부 공간(S)을 밀폐하는 제2 하우징(115)을 포함할 수 있다.
- [75] 제1 하우징(111)의 공간(S)에 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 구성요소들과 자기유변유체(10)가 배치된 후, 제1 하우징(111)의 개방된 상부가 제2 하우징(115)으로 커버됨에 따라 내부가 밀폐될 수 있다. 본 발명은, 제1, 2 하우징(110: 111, 115)의 간단한 구조만으로 자기유변유체(10)를 밀폐시키면서 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 조립을 완료할 수 있는 이점이 있다.
- [76] 샤프트(120)는 하우징(110)의 중심에서 회전 가능하도록 설치될 수 있다. 샤프트(120)는 수직 방향으로 길게 연장되어 형성되고, 회전 링(150: 151, 152)들이 샤프트(120)의 축에 끼워져서 같이 회전될 수 있다. 또는, 샤프트(120)와 회전 링(150)이 일체로 형성될 수도 있다. 샤프트(120)의 상단에는 에지부(121)가 형성되고, 샤프트(120) 상단에 다이얼 등의 사용자 그립 수단(미도시)을 에지부(121)에 삽입하여 샤프트(120)의 축에 회전 힘을 용이하게 전달하도록 할 수 있다. 샤프트(120)의 하단은 제1 하우징(111)의 하부면에 형성된 샤프트

수용홈(114)에 안착되어, 샤프트(120)가 회전 중에 축의 위치가 샤프트 수용홈(114)에서 벗어나지 않게 지지될 수 있다.

- [77] 코일부(130)는 하우징(110)의 내측에 배치될 수 있다. 하우징(110) 내부에 균일하게 자기장을 인가할 수 있도록, 코일부(130)도 하우징(110)의 수직 내벽(112)에 대응하는 형상으로 개구부가 형성된 링 형상인 것이 바람직하나, 이에 제한되지는 않는다. 코일부(130)는 솔레노이드 코일로서 전류가 인가되면 수직 방향(샤프트 축 방향)으로 자기장을 형성하는 것이 바람직하다. 수직 방향의 자기장에 의해 자기유변유체(10)의 입자(11)들이 수직 방향(샤프트 축 방향)을 따라 체인 구조를 형성하여 회전 토크를 제어할 수 있다.
- [78] 요크부(140)는 하우징(110) 내에 고정되게 설치될 수 있다. 요크부(140)는 외측면이 코일부(130)의 개구부 내측면(131)에 대향하도록 고정되게 설치될 수 있다.
- [79] 요크부(140)는 적어도 후술할 회전 링(150: 151, 152)에 대향하는 제1 면(143) 및 제2 면(144)[도 5 참조]을 포함하는 형상을 가질 수 있다. 다시 말해, 요크부(140)의 내측면은 적어도 제1 면(143) 및 제2 면(144)을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 요크부(140)는 회전 링(150: 151, 152)의 외주면(153: 153a, 153b)[도 5 참조]에 대향하는 제1 면(143: 143a, 143b) 및 회전 링(150: 151, 152)의 회전 면(154: 154a, 154b, 154c, 154d)에 대향하고 제1 면(143)에 수직인 제2 면(144: 144a, 144b)을 포함하는 형상을 가질 수 있다. 요크부(140)의 중심에는 샤프트(120)가 관통할 수 있는 관통홀(149)이 형성될 수 있다.
- [80] 다른 관점으로, 요크부(140)는 관통홀(149)이 형성된 원형 디스크 형상에 더하여, 원형 디스크의 외주에서 수직 방향으로 원통 형상으로 수직벽(146)이 형성되어, 단면(도 4 참조)의 형태가 관통홀(149)을 제외하면 대략 'H' 형상일 수 있다. 상호 대응하는 표면적을 높일 수 있도록, 요크부(140)의 수직벽(146)이 형성된 내측 공간으로 회전 링(150)이 안착될 수 있다.
- [81] 회전 링(150)은 전체적으로 원형 디스크 형상을 가지고 샤프트(120)에 연결될 수 있다. 회전 링(150: 151, 152)에 샤프트(120)의 축 외경에 대응하는 관통홀(159)이 형성되어 샤프트(120)에 끼워질 수 있다. 고정 배치된 요크부(140)에 대해 회전 링(150)은 샤프트(120)의 회전에 연동되어 상대적으로 회전할 수 있다.
- [82] 복수의 회전 링(150: 151, 152)이 하우징(110) 내부에 배치될 수 있고, 회전 링(150: 151, 152)들이 상호 간격을 이루어 샤프트(120)에 연결될 수 있다. 특히, 어느 하나의 회전 링(152)에는 중앙부에 회전 링(152)의 회전 면(154)[또는, 원형 디스크 평면]과 단차를 가지는 갭 유지부(155)가 형성될 수 있다. 갭 유지부(155)에도 관통홀(159)이 형성됨은 물론이다. 요크부(140)의 관통홀(149)은 갭 유지부(155)의 외경에 대응하도록 형성될 수 있다. 갭 유지부(155)는 단차를 가지면서 회전 링(150)과 일체로 형성되기 때문에, 별도의 스페이서를 샤프트(120)에 끼울 필요없이 회전 링(150)만 순차적으로

샤프트(120)에 끼우는 방법으로, 회전 링(150)들의 상호 간격을 유지하도록 할 수 있는 이점이 있다.

- [83] 도 4에서는 두개의 회전 링(150: 151, 152) 사이에 요크부(140)가 배치되는 예를 도시하나, 회전 링이 세개 이상이 되면 요크부(140)의 개수도 늘어날 수 있다. 이때, 요크부(140)는 회전 링(150)과 교대로 배치되면서 수직 방향으로 적층되는 배치 형태를 가질 수 있다. 제1 하우징(111)의 내부 공간(S)에 코일부(130)를 고정 배치하고, 회전 링(150)과 요크부(140)를 교대로 적층, 및 샤프트(120)를 삽입한 후 자기유변유체(10)를 채우고, 제2 하우징(115)으로 내부 공간(S)을 밀폐시키는 과정으로 조립이 완료될 수 있다. 본 발명은 요크부(140)와 회전 링(150)의 개수가 늘어나거나, 사이즈가 커질수록 회전 토크가 증가할 수 있고, 하우징(110) 내에 요크부(140)와 회전 링(150)을 교대로 적층하여 조립하는 간단한 공정으로 자기유변유체 회전 부하 장치(100)를 구성할 수 있으므로, 사용 목적에 맞는 토크값을 갖추기 위한 사이즈 변화에 유연하게 대응할 수 있는 이점이 있다.
- [84] 요크부(140)와 회전 링(150) 사이에는 소정의 갭(G)이 형성되고, 갭(G)에 자기유변유체(10)가 채워질 수 있다. 구체적으로, 요크부(140)의 제1 면(143)과 회전 링(150)의 외주면(153) 사이, 및 요크부(140)의 제2 면(144)과 회전 링(150)의 회전 면(154) 사이에 갭(G)이 형성될 수 있다. 갭(G)은 하우징(110)과 요크부(140), 하우징(110)과 회전 링(150) 사이에도 형성될 수 있다. 갭(G)에 채워지는 자기유변유체(10)의 점도, 강성 등 특성이 변화함에 따라 회전 링(150)의 회전 토크가 변화할 수 있게 된다.
- [85] 회전 링(160)의 회전 운동에서 회전 링(150)과 요크부(140) 사이에 발생하는 토크(T)의 크기는 전단응력과 접촉면적으로부터 다음과 같이 구해진다.
- [86]
$$T = T_c + T_\eta + T_f$$
- [87] 여기서, T_c 는 전기장, 자기장 부하 시 발생하는 제어토크(controllable torque), T_η 은 전기장, 자기장이 가해지지 않을 때 자기유변유체(10)의 점성으로 인한 점성 토크(viscous torque), T_f 는 기계적 요소에서 발생하는 마찰토크(frictional torque)이다. 무부하 시 T_c 는 나타나지 않게 된다.
- [88] 따라서, 본 발명에서는 코일부(130)에서 자기유변유체(10)에 인가하는 자기장을 제어함에 따라, 즉, T_c 를 제어함에 따라 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 전체 토크(T)를 자유자재로 변화시키는 것을 특징으로 한다.
- [89] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 갭(G) 공간에서 자기유변유체(10)의 거동을 나타내는 개략도이다.
- [90] 자기유변유체 회전부하 장치(100)는 코일부(130)에서 발생하는 자기장의 세기, 주파수, 파형 등을 제어하는 제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 사용자가 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 샤프트(120)를 회전시킬 때, 제어부는 코일부(130)에서 인가하는 자기장을 변화시켜, 회전 링(150)의 토크를 변화시킬 수 있다.
- [91] 도 5 및 도 6을 참조하면, 요크부(140)와 회전 링(150) 사이의 갭(G)[또는,

하우징(110)과 요크부(140) 및 회전 링(150) 사이의 갭(G)]에는 자기유변유체(10)가 채워질 수 있다. 자기유변유체(10)는 자성 입자(11) 및 자성 입자(11)가 분산된 오일, 물 등 유체 형태의 매체(12)를 포함한다.

- [92] 도 6(a)에서 자기장이 인가되지 않는 경우, 자성 입자(11)는 매체(12)에 분산된 상태를 나타낸다. 즉, 무부하 시 $T_c = 0$ 이므로, $T = T_n + T_f$ 로 고정된 값을 가진다. 반대로, 자기장이 인가되는 경우, 자성 입자(11)들은 자기장의 방향으로 자기 체인을 형성할 수 있다. 체인은 대략 회전 링(150)의 일면에서부터 요크부(140)의 일면에 닿을 정도로 형성될 수 있다. 이에 따라, T_c 값이 나타나므로, $T = T_c + T_n + T_f$ 로 토크가 증가하며, T_c 값의 변화에 따라 전체 토크가 변화될 수 있다. 이에 따라, 샤프트(120)가 회전하기 위해 필요한 토크는 자기장의 세기, 자기 체인의 결합력, 요크부(140)와 회전 링(150)의 마찰 전단력 등에 의해 변화할 수 있다. 자기 체인이 보다 잘 형성되도록, 적어도 하우징(110)은 자성 부분을 포함할 수 있고, 요크부(140), 회전 링(150)도 자성 부분을 포함할 수 있다. 자성 부분을 포함하는 것은 전체가 자성 재질로 구성되거나, 일부만 자성 재질로 구성되는 형태를 포함한다. 자성 재질은 철, 니켈, 코발트, 페라이트(Fe_3O_4) 또는 이들의 합금과, 질화, 산화, 탄화, 규소화 등이 된 금속을 포함할 수 있다.
- [93] 갭(G)의 크기는 자기유변유체(10) 내의 자성 입자(11) 직경 평균값의 10배 내지 100배인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 20배 정도일 수 있다. 갭(G)이 너무 작으면 무부하 시의 토크 값이 커지거나, 구성들이 회전할 때 간섭이 생길 수 있는 문제가 있고, 갭(G)이 너무 커지면 장치의 소형화에 불리하고, 작은 자기장에서 자기 체인이 충분히 형성되지 않을 수 있다. 예를 들어, 자성 입자(11)들의 직경은 약 $2 \sim 10 \mu m$ 에 분포될 수 있으며, 직경의 평균값은 약 $5 \mu m$ 일 수 있다. 이때, 갭(G)은 약 0.1mm일 수 있고, 이 수치 범위 내에서 자성 입자(11)들이 자기장의 방향으로 자기 체인을 형성하여 사용자의 손에 촉감의 변화를 전달할 정도의 T_c 값 변화를 유발할 수 있게 된다. 또한, 자기유변유체(10) 내의 자성 입자(11)가 많을수록 자기 체인을 강하게 형성하여 회전부하 장치에서 발생할 수 있는 최대 토크가 증가하며, 자기유변유체(10) 내에서 자성 입자(11)는 바람직하게는 60 ~ 95 wt% 일 수 있다. 자성 입자(11)가 60wt%보다 적으면 최대 토크의 크기가 적어져 사용자가 느끼기에 충분한 촉감, 강성 전달이 이루어지지 않을 수 있고, 95wt%보다 크면 너무 많은 자성 입자(11)에 의해 무부하 시의 토크 값이 커질 수 있다.
- [94] 도 6(b)에는 가해지는 자기장의 세기에 따라 토크가 변화하는 형태가 도시된다. 코일부(130)에서 교류 자기장을 인가하면, 이에 대응하는 샤프트(120)의 토크가 발생할 수 있다. 이에 따라, 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 샤프트(120)를 회전하는 사용자에게 다양한 패턴 및 촉감을 제공할 수 있다.
- [95] 한편, 자기유변유체 회전부하 장치(100)는 하우징(110)의 상부에 배치되는 베어링(190)을 더 포함할 수 있다. 베어링(190)은 하우징(110) 상부의 수용홈(117)에 연결될 수 있고, 샤프트(120)의 축이 삽입되어 샤프트(120)의 회전

마찰력을 제어할 수 있다. 이 외에, 하우징(110) 내부 공간에서 샤프트(120)의 축에 다른 베어링(미도시)이 삽입될 수도 있다.

- [96] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(200)의 개략 분해도이다. 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(200)의 개략 단면도이다. 도 9는 도 8의 VI 부분을 확대한 도면이다.
- [97] 제2 실시예의 자기유변유체 회전부하 장치(200)는 도 2와 같이 제1 실시예의 자기유변유체 회전부하 장치(100)와 외관이 실질적으로 동일하거나, 유사할 수 있다. 이하에서는 제1 실시예와 다른 구성에 대해서만 설명하고 동일한 구성은 앞에서 설명한 것으로 대체한다. 제1, 2 실시예에서 동일한 구성은 도면부호가 100번대, 200번대인 것으로 상호 대응됨을 참조할 수 있다.
- [98] 도 2, 도 7 내지 도 9를 참조하면, 제2 실시예의 자기유변유체 회전부하 장치(200)는 하우징(210), 샤프트(220), 코일부(230), 요크부(240), 회전 링(250), 자기유변유체(10)를 포함하고, 베어링(290)을 더 포함할 수 있다. 하우징(210)과 샤프트(220)는 일부 형상의 차이 외에는 제1 실시예와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [99] 코일부(230)는 요크부(240)의 내측에 배치되며, 상호 간격을 이루어 샤프트(220)에 연결된 회전 링(250: 251, 252)의 직하부 또는 직상부에 배치될 수 있다. 코일부(230)의 관통홀(239)은 샤프트(220)가 관통되어 갭(G)을 이룰 정도로만 형성되고, 코일부(230)의 외주면은 요크부(240)의 내측면(244)에 연결되어 고정지지될 수 있다.
- [100] 요크부(240)는 하우징(110) 내에 고정되게 설치될 수 있다. 요크부(240)의 외주면은 하우징(210)의 수직 내벽(212)에 대응하는 형상으로, 코일부(230)가 배치될 크기의 개구부가 형성된 링 형상인 것이 바람직하나, 이에 제한되지는 않는다. 요크부(240)는 외측면이 하우징(210)의 수직 내벽(212)에 대향하도록 고정되게 설치될 수 있다.
- [101] 요크부(240)는 적어도 회전 링(250: 251, 252)에 대향하는 제1 면(243), 및 회전 링(250)에 대향하지 않는 제2 면(244)[도 9 참조]을 포함하는 형상을 가질 수 있다. 다시 말해, 요크부(240)의 내측면은 적어도 제1 면(243) 및 제2 면(244)을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 요크부(240)는 회전 링(250: 251, 252)의 외주면(253: 253a, 253b)[도 9 참조]에 대향하는 제1 면(243: 243a, 243b), 및 회전 링(250)에 대향하지 않는 제2 면(244)을 포함하는 형상을 가질 수 있다. 제2 면(244)은 코일부(230)의 외주면과 대향, 연결될 수 있다. 다른 관점으로, 요크부(240)의 제2 면(244)과 샤프트(220) 사이에 코일부(230)가 배치될 수 있다.
- [102] 회전 링(250)은 전체적으로 원형 디스크 형상을 가지고 샤프트(220)에 연결될 수 있다. 회전 링(250: 251, 252)에 샤프트(220)의 축 외경에 대응하는 관통홀(259)이 형성되어 샤프트(220)에 끼워질 수 있다. 요크부(240)의 제2 면(244)에 고정 배치된 코일부(230)에 대해 회전 링(250)은 샤프트(220)의 회전에 연동되어 상대적으로 회전할 수 있다.

- [103] 복수의 회전 링(250: 251, 252)이 하우징(210) 내부에 배치될 수 있고, 회전 링(250:251, 252)들이 상호 간격을 이루어 샤프트(220)에 연결될 수 있다. 회전 링(250: 251, 252) 사이에는 코일부(230)가 배치되어, 회전 링(250)의 회전 면(254)과 코일부(230)의 상하부면(234: 234a, 234b)이 대향할 수 있다. 복수의 코일부(230)가 구비되어 각각 회전 링(250)들 사이에 배치될 수도 있다.
- [104] 요크부(240)와 회전 링(250), 및 코일부(230)와 회전 링(250) 사이에는 소정의 갭(G)이 형성되고, 갭(G)에 자기유변유체(10)가 채워질 수 있다. 구체적으로, 요크부(240)의 제1 면(243)과 회전 링(250)의 외주면(253) 사이, 및 코일부(230)의 상하부면(234)과 회전 링(250)의 회전 면(254) 사이에 갭(G)이 형성될 수 있다. 갭(G)은 하우징(210)과 회전링(250), 코일부(230)와 샤프트(220) 사이에도 형성될 수 있다. 갭(G)에 채워지는 자기유변유체(10)의 점도, 강성 등 특성이 변화함에 따라 회전 링(250)의 회전 토크가 변화할 수 있게 된다.
- [105] 한편, 회전 링(250)의 회전 면(254)에 대향하는 코일부(230)의 면(234) 상에 보호부(260)가 연결될 수 있다. 코일부(230)와 자기유변유체(10)가 직접 접촉할 경우, 자기유변유체가 코일부(230)의 코일 틈으로 침투할 수 있다. 이에 따라, 자기유변유체(10)와 접촉할 수 있는 코일부(230)의 면(234) 상에 평판 형태의 보호부(260)를 배치하여 코일부(230)의 틈새를 커버할 수 있다.
- [106] 본 발명은 코일부(230)와 회전 링(250)의 거리가 최인접하면서 동시에 넓은 면적으로 상호 대향하고 있으므로, 코일부(230)에서 생성된 자기장이 곧바로 코일부(230)와 회전 링(250)의 갭(G)에 채워진 자기유변유체(10)에 인가될 수 있다. 넓은 면적으로 강한 세기의 자기장이 인가되어 보다 많고 강한 세기의 자기 체인이 형성되므로, 회전 토크를 현저히 증가시킬 수 있는 이점이 있다.
- [107] 제2 실시예의 자기유변유체 회전부하 장치(200)는 제1 실시예에 비해 코일부(230)가 회전 링(250)의 외주 바깥에 위치하지 않고, 회전 링(250)의 상부 또는 하부에 배치되므로, 코일부(230)의 배치로 인한 전체 장치(200)의 직경 사이즈를 감축할 수 있는 이점이 있다. 제1 실시예는 코일부(130)가 요크부(140) 및 회전 링(150)의 외주 바깥에 배치되므로 전체 장치(100)의 직경 사이즈가 상대적으로 클 수 있다.
- [108] 또한, 제2 실시예의 자기유변유체 회전부하 장치(200)는 코일부(230)와 회전 링(250)이 최인접하므로 강한 자기장의 인가로 회전 토크를 현저히 증가시킬 수 있다. 이에 따라, 큰 토크가 필요한 대상체에 장치(200)를 적용할 수 있으며, 브레이크와 같은 제동 장치에도 적용이 가능하다.
- [109] 도 10은 본 발명의 제3 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(300)의 개략 사시도이다. 도 11은 본 발명의 제3 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(300)의 개략 분해도이다. 도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치(300)의 개략 단면도이다. 도 13은 도 12의 VII 부분을 확대한 도면이다. 이하에서는 제1 실시예와 다른 구성에 대해서만 설명하고 동일한 구성은 앞에서 설명한 것으로 대체한다. 제1, 3 실시예에서

동일한 구성은 도면부호가 100번대, 300번대인 것으로 상호 대응됨을 참조할 수 있다.

- [110] 도 10 내지 도 13을 참조하면, 자기유변유체 회전부하 장치(300)는 하우징(310), 샤프트(320), 코일부(330), 요크부(340), 회전 링(350)을 포함하고, 월드 커버(380), 베어링(390)을 더 포함할 수 있다. 하우징(310), 샤프트(320), 코일부(330)는 일부 형상의 차이 외에는 제1 실시예와 실질적으로 동일할 수 있다.
- [111] 코일부(330)는 하우징(310)의 내측에 배치될 수 있다. 하우징(310) 내부에 균일하게 자기장을 인가할 수 있도록, 코일부(330)도 하우징(310)의 수직 내벽에 대응하는 형상으로 개구부가 형성된 링 형상인 것이 바람직하나, 이에 제한되지는 않는다. 코일부(330)에서 형성하는 수직 방향의 자기장에 의해 자기유변유체(10)의 입자(11)들이 수직 방향(샤프트 축 방향)을 따라 체인을 형성하여 회전 토크를 제어할 수 있다.
- [112] 요크부(340: 340a, 340b, 340c)는 하우징(310) 내에 고정되게 설치될 수 있다. 요크부(340)는 외측면이 코일부(330)의 개구부 내측면(331)에 대향하도록 고정되게 설치될 수 있다.
- [113] 요크부(340)는 적어도 회전 링(350: 351, 352)에 대향하는 제1 면(343: 343a, 343b) 및 제2 면(344)[도 13 참조]을 포함하는 형상을 가질 수 있다. 다시 말해, 요크부(340)의 내측면은 적어도 제1 면(343) 및 제2 면(344)을 포함할 수 있다.
- [114] 요크부(340: 340a, 340b, 340c)는 하우징(310) 내에 고정되며, 적어도 하나의 요크 링(340b)을 포함할 수 있다. 요크 링(340b)은 회전 링(350: 351, 352)과 교대로 배치되고, 회전 링(350: 351, 352)과 소정의 갭(G)을 형성하여 갭(G)에 자기유변유체(10)가 채워지도록 할 수 있다. 본 명세서에서는 두개의 회전 링(350: 351, 352) 사이에 한개의 요크 링(340b)이 배치되는 형태를 예시하나, 회전 링(350)과 요크 링(340b)의 개수는 더 많아질 수 있다.
- [115] 요크부(340)는 상단에 상부 요크(340a), 하단에 하부 요크(340c)를 포함하고, 상부 요크(340a)와 하부 요크(340c)가 형성하는 내부 공간에 적어도 하나의 요크 링(340b)이 배치될 수 있다.
- [116] 상부 요크(340a)는 요크부(340)의 상부벽 및 측벽을 구성할 수 있다. 상부 요크(340a)도 하우징(310)처럼 샤프트(320), 회전 링(350)이 회전할 수 있는 공간을 제공하도록, 대략 원통 형상을 가질 수 있다. 상부 요크(340a)는 회전 링(350), 요크 링(340b)의 외경보다 큰 내경을 갖는 것이 바람직하다. 상부 요크(340a)의 상부면 중심에는 샤프트(320) 및 갭유지부(355)가 끼워질 수 있는 관통홀(349)이 형성될 수 있다. 또한, 상부 요크(340a)의 상부면에는 복수의 유체 통과홀(347a)이 형성될 수 있다.
- [117] 적어도 하나의 회전 링(350: 351, 352)과 적어도 하나의 요크 링(340b)은 상부 요크(340a)의 내부 공간에 배치될 수 있다. 요크 링(340b)은 상부 요크(340a)의 내부 공간에 고정되도록 설치되고, 회전 링(350)은 요크 링(340b)의 상부 및/또는 하부에 배치되어 샤프트(320)의 회전에 연동되어 회전할 수 있도록 설치될 수

있다.

- [118] 요크 링(340b)은 회전 링(350)의 상부 및/또는 하부에 배치될 수 있다. 요크 링(340b)은 회전 링(350)과 평면 부분(344, 354)이 상호 마주볼 수 있도록 전체적으로 원형 디스크 형상을 가질 수 있다. 요크 링(340b)의 중심에는 샤프트(320) 및 갭 유지부(355)가 끼워질 수 있는 관통홀(349)이 형성될 수 있다.
- [119] 한편, 요크 링(340b)과 회전 링(350)의 평면 부분(344, 354)이 상호 마주보면서도 전체적인 높이를 줄이고, 상호 대응하는 표면적을 높일 수 있도록, 요크 링(340b)의 상부면에는 단차가 형성되어 단차벽(346b)이 형성된 공간으로 회전 링(350: 351)이 안착될 수 있다.
- [120] 하부 요크(340c)는 상부 요크(340a)의 하부에 설치되어, 하부가 개방된 상부 요크(340a)의 하부를 밀폐시킬 수 있다. 동시에, 하부 요크(340c) 상부의 평면 부분이 회전 링(350: 352)의 하측 평면과 상호 마주볼 수 있도록 할 수 있다. 또한, 하부 요크(340c)의 상부에는 샤프트 수용홈(348)이 형성되어 샤프트(320)의 하단의 일부가 수용되도록 할 수 있다. 이에 따라, 샤프트(320)가 회전 중에 축의 위치가 샤프트 수용홈(348)에서 벗어나지 않게 되는 효과가 있다.
- [121] 상부 요크(340a)와 하부 요크(340c)에 의해 내부가 밀폐되고, 내부 공간에 회전 링(350)과 요크 링(340b)이 수직방향을 따라 번갈아 배치될 수 있다. 수직방향은 샤프트(320) 축의 형성 방향에 대응하고, 수평방향은 회전 링(350)의 평면 방향에 대응한다. 이에 따라, 상부 요크(340a)의 상부 내측면, 요크 링(340b)의 상측면과 하측면, 하부 요크(340c)의 상측면은 회전 링(350)의 상측면, 하측면과 소정의 갭(G)을 가질 수 있게 된다[도 13 참조].
- [122] 한편, 상부 요크(340a)의 상부면에는 단차가 형성되어 단차벽(346a)에 형성된 공간으로 쉘드 커버(380)가 안착될 수 있다. 쉘드 커버(380)는 상부 요크(340a)의 상부면을 밀폐하여 자기유변유체(10)가 요크부(340)의 외부로 누설되는 것을 방지할 수 있다. 쉘드 커버(380)는 가운데에 홀(389)이 형성되어 샤프트(320) 축이 통과할 수 있다.
- [123] 종래의 기계식 조그 다이얼은 단일 촉감만을 제공하여 다양한 사양자 모드에 따른 패턴의 다양성을 줄 수 없으며, 기계 동작에 의한 마모가 문제가 될 수 있다. 또한, 기계식 조그 다이얼 외에도 진동 모터 타입의 조그도 있지만 진동 모터 타입은 직접 촉감이 아닌 하부에 배치된 진동 모터를 통한 간접 촉감을 전달하므로 직접 촉감 전달에 비해 촉감 전달력이 떨어지게 된다.
- [124] 반면, 본 발명은 코일부(130, 230, 330)에서 인가하는 자기장의 입력 신호에 따라 다양한 토크 패턴을 형성할 수 있어 사용자가 다양한 촉감을 느낄 수 있고, 자기유변유체(10)의 상태 변화에 따라 전단력을 변화시키므로 마모에 대한 문제가 해소되며, 샤프트(120, 220, 320)를 통해 직접적인 촉감 전달이 가능한 이점이 있다.
- [125] 또한, 본 발명은 자기유변유체(10)의 물성에 따라 다양한 어플리케이션의 목적에 맞춰 특성을 제어할 수 있다. 예를 들어, 무거운 촉감이 요구되면 점도가

높은 자기유변유체의 적용 등이 가능하다.

- [126] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 유체 통과홀(147, 157, 347)이 형성된 요크부(140, 340a, 340b), 회전 링(150)을 나타내는 개략도[(a), (b)] 및 유체 통과홀(157, 157')에서 자기체인의 형태를 나타내는 개략도[(c), (d)]이다. 도 15는 일 실험예에 따른 유체 통과홀 형성 전후 토크값을 나타내는 그래프이다.
- [127] 도 14(a), (b)를 참조하면, 요크부(140), 상부 요크(340a), 요크 링(340b) 등에는 복수의 유체 통과홀(147, 347: 347a, 347b)을 형성할 수 있다. 또한, 회전 링에도 복수의 유체 통과홀(157)을 형성할 수 있다. 유체 통과홀(147, 157, 347)은 요크부(140, 340)의 면(344, 344), 회전 링(150)의 회전 면(154)과 같은 수평면 상에서 수직으로 관통 형성될 수 있다. 또한, 이에 제한되지 않고, 유체 통과홀은 수직벽(146), 단차벽(346a, 346b)과 같은 수직면 상에서 수평으로 관통 형성될 수도 있다.
- [128] 도 14(c)를 참조하면, 유체 통과홀(157)은 자기유변유체(10)의 자성 입자(11)들이 수직 체인을 형성할 수 있는 길이를 더 늘려줄 수 있다($G1 \rightarrow G2$). 즉, 자성 입자(11)들의 체인의 길이가 원래 갭($G, G1$)의 두께에서 유체 통과홀(157)의 두께만큼 더 추가되어 갭($G2$)에 이르는 길이로 형성될 수 있다. 이에 따라, 동일한 부하 인가에 대해서 T_c 값의 변화량이 더 커지고, 전체 토크를 더 크게 할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 요크부(140, 340), 회전 링(150)의 직경이 약 10mm일 때, 유체 통과홀(147, 157, 347)의 직경은 약 0.3mm일 수 있다.
- [129] 도 14(d)를 참조하면, 유체 통과홀(157')은 반드시 수직($a=90^\circ$)으로 관통 형성되지 않고, 기울어진 각도(a)로 형성될 수 있다. 유체 통과홀(157')을 기울게 형성함에 따라, 보다 확장된 유체 통과홀(157')의 표면적을 따라 자성 입자(11)들의 체인이 늘어날 수 있다. 즉, 자성 입자(11)들의 체인이 원래 갭($G, G1$), 유체 통과홀(157')의 두께만큼 더 추가된 갭($G2$)에 형성되는 것에 더하여, 유체 통과홀(157')의 기울어진 면에서 회전 링(150)의 회전 면(154), 또는 요크부(140)의 면(144)까지 이르는 갭($G3$)에 더 형성될 수 있게 된다. 특히, 기울어지는 방향은 회전 링(150)의 회전 방향(R)을 따라 형성하는 것이 바람직하다.
- [130] 기울어진 각도(a)는 유체 통과홀(157')의 직경, 개수, 회전 토크의 세기 등을 고려하여 설정될 수 있으나, 30° 내지 80° 기울어진 각도(a)로 형성되는 것이 바람직하다. 30° 보다 작으면 유체 통과홀(157')이 수평면 상에서 너무 큰 크기로 관통되어 유체 통과홀의 본연의 효과를 나타내기 어렵고, 80° 보다 크면, 수직인 유체 통과홀(157)과 거의 효과의 차이가 나타나지 않게 될 수 있다.
- [131] 도 15(a), (b)를 참조하면, 10Hz, 100Hz로 부하를 인가할 때, 유체 통과홀(147, 157, 347)이 있는 경우 토크가 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 심지어, 자기장이 인가되지 않는 무부하인 경우에도 유체 통과홀(147, 157, 347)이 있을 때 토크가 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이는 유체 통과홀(147, 157, 347) 내에 자기유변유체(10)가 유입됨에 따라 마찰토크 T_f 값이 증가된 결과로

보인다.

- [132] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 요크부(140), 회전 링(150)의 수평면 상 패턴 형태를 나타내는 개략도이다. 도 16(a)는 요크부(140), 회전 링(150)의 개략 측면도, 도 16(b)는 개략 평면도이다.
- [133] 도 16(a)를 참조하면, 요크부(140)의 면(144) 상에 돌출 패턴(P1)이 형성되거나, 회전 링(150)의 회전 면(154) 상에 돌출 패턴(P2)이 형성될 수 있다. 돌출 패턴(P1, P2)은 요크부(140)와 회전 링(150) 사이의 표면적을 늘려 보다 많은 자기 체인이 형성되도록 할 수 있다. 이에 따라, 동일한 사이즈의 자기유변유체 회전부하 장치(100)에서 회전 토크가 증가되도록 할 수 있다. 돌출 패턴(P1, P2)뿐 아니라 요크부(140)의 면(144), 회전 링(150)의 회전 면(154)의 표면을 거칠게 하여 표면 조도(surface roughness)를 높이는 방식으로 표면적을 늘려 보다 많은 자기 체인이 형성되도록 할 수도 있다.
- [134] 돌출 패턴(P1, P2)은 요크부(140), 회전 링(150) 중 어느 하나에만 형성될 수도 있고, 모두 형성될 수도 있다. 또한, 돌출 패턴(P1, P2)은 상호 마주보게 형성되거나, 엇갈리게 형성될 수 있다.
- [135] 도 16(b)를 참조하면, 돌출 패턴(P3, P4)은 요크부(140), 회전 링(150)의 면(144, 154) 상에서 영역 별로 형성될 수 있다. 돌출 패턴(P3, P4)의 형성 영역, 형성 간격, 각도 등은 자유롭게 변경 가능하다.
- [136] 일 예로, 돌출 패턴(P3, P4)이 요크부(140), 회전 링(150) 상에 상호 마주보게 형성되되, 45°마다 총 8개가 방사형으로 형성될 수 있다. 도 16(b1)에서 사용자는 SP1 지점을 기준으로 샤프트(120)를 시계 방향으로 회전시킬 수 있다. 이때, 돌출 패턴(P3, P4)이 상호 마주보고 자기 체인이 짧은 갭(돌출 패턴 사이의 거리에 대응) 내에서 형성되므로 상대적으로 강한 토크(T1)가 작용할 수 있다. 이어서, 도 16(b2)와 같이 SP2 지점에서 회전시키는 경우, 돌출 패턴(P3, P4)이 상호 마주보지 않는 영역에서는 자기 체인이 상대적으로 긴 갭(요크부와 회전링의 면 거리에 대응) 내에서 형성되므로 상대적으로 약한 토크(T2)가 작용할 수 있다. T1에서 T2로 약해진 토크가 작용하므로 사용자는 회전이 느슨해진 촉각을 제공받을 수 있다. 이어서, 도 16(b3)와 같이 SP3 지점까지 회전이 도달하는 경우, 다시 돌출 패턴(P3, P4)이 상호 마주보고 자기 체인이 짧은 갭(돌출 패턴 사이의 거리에 대응) 내에서 형성되므로 상대적으로 강한 토크(T1)가 작용할 수 있다. T2에서 T1으로 약해진 토크가 작용하므로 사용자는 회전이 단단해진 촉각을 제공받을 수 있다. 이와 같이, 사용자가 샤프트(120)를 회전하는 가운데, 토크가 영역 별로 변화되는 촉감을 제공받을 수 있다.
- [137] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변유체의 점도에 따른 토크값을 나타내는 그래프이다. 일 예로, 표준 점도는 약 0.15Pa·s, 고점도는 약 0.4Pa·s로 설정하고, 밀도는 약 2.8g/ml, 3.8g/ml로 설정하였다.
- [138] 도 17(a), (b)를 참조하면, 10Hz, 100Hz로 부하를 인가할 때, 고점도 자기유변유체(10)의 경우 토크가 더 크게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이에

따라 표준 점도에서 부하 전압을 10V 이상으로 크게 하여도 구현하기 어려운 토크 값을 고점도 자기유변유체(10)를 통해 구현할 수 있다. 일 예로, 5V 기준으로 표준 점도로는 1.5mN·m 보다 큰 토크를 구현하기 어렵지만, 고점도로는 2mN·m보다 큰 토크도 구현할 수 있다. 특히, 차량에서 12V의 부하 사용시에 구현 토크치를 최대한 증가시켜, 특정 상황(위험 상황, 주행시 등)에서 회전부하 장치의 회전을 방지하는 응용도 가능하다. 이렇듯 자기유변유체(10)의 점도를 자기유변유체 회전부하 장치(100)에의 최대 토크를 증가시킬 수 있게 설정하여 사용자의 회전조작을 막는 안전 락(Safety Lock) 기능을 적용할 수 있다. 최대 토크값에서 사용자의 회전조작을 막을 정도의 범위라면, 안전 락 기능은 점도의 조절 외에도 회전 링과 요크부의 개수, 면적(대향 면적, 표면적 등)을 늘리거나, 갭(G)을 줄이는 구조적인 변경으로 구현 가능하다. 또한, 코일부에 보다 큰 전류를 인가하는 방법으로도 안전 락 기능을 구현할 수 있다.

- [139] 안전 락 기능은 차량에서 운전 중의 위험한 조작(예를 들어, 주행 중 조그 다이얼 기어의 변속)을 방지하여 안전을 담보할 수 있을 뿐 아니라, 세탁기 등 가전에서도 동작 중 아이들의 예상치 않은 조작을 방지할 수 있다.
- [140] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 예비입력신호(Pre-Input Signal) 인가로 침전된 자기유변유체가 재분산되는 과정을 나타내는 개략도이다. 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 예비입력신호 인가시 자기유변유체가 스파이크 형상을 가지는 사진이다.
- [141] 자기유변유체(10)를 적용함에 있어서, 유체(12) 내에서 자성 입자(11)의 침강이 문제될 수 있다. 시간이 지날수록 자성 입자가 아래로 가라앉기 때문에 하우징(110) 내부에 골고루 자성 입자가 분산되지 않는 경우 자기 체인이 제대로 형성될 수 없다. 또는, 자기유변유체 회전부하 장치(100)를 지속적으로 사용함에 따라 자성 입자(11)가 요크부(140)와 회전 링(150) 사이의 갭(G)에서 특정 부분에 집중될 수 있다. 예를 들어, 제1 실시예의 장치(100)에서는 요크부(140), 회전 링(150)의 외곽 부분이 솔레노이드 코일부(130)에 근접하기 때문에 체인이 많이 형성되며, 샤프트(120) 축에 가까운 내측으로 갈수록 솔레노이드 코일부(130)에서 멀어지기 때문에 약한 자기장으로 인해 체인이 상대적으로 적게 형성될 수 있다. 이렇게 자성 입자(11)의 침전으로 인해 갭(G) 내에서 특정 영역에만 자성 입자(11)들이 몰릴 수 있고, 하우징(110)의 내에서도 하부 영역에 자성 입자(11)들이 침전되어 몰릴 수도 있다. 이 상태에서 곧바로 자기유변유체 회전부하 장치(100)를 동작하면, 기설정된 크기와 다른 크기의 토크가 나타날 수 있다.
- [142] 따라서, 본 발명은 자기유변유체 회전부하 장치(100) 내에서 자성 입자(11)가 침전된 경우 원활하게 재분산 시키기 위해, 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 동작 전, 제어부(미도시)에서 코일부(130)로 스파이크, 펄스, 사인파 형태의 예비입력신호(Pre-Input Signal)를 전달하는 것을 특징으로 한다. 제어부는 자기유변유체 회전부하 장치(100)가 설정시간 이상 동작이 수행되지 않은 경우,

동작 전 코일부(130)로 예비입력신호를 전달할 수 있다.

- [143] 예비입력신호는 도 6에서 상술한 자기체인을 구성하는 입력신호와 구분된다. 예비입력신호는 자기유변유체(10) 내의 자성입자가 이동하여 갭(G) 내에서 수직 또는 수평방향 중 적어도 어느 한 방향으로 불완전 또는 완전한 체인 형상을 이루는 신호로서, 특정 주파수, 파형 등을 가질 필요없이, 단수 또는 복수로 강한 세기의 자기장을 인가하는 신호일 수 있다. 또한, 예비입력신호는 갭(G)의 하부면[일 예로, 회전 링(150) 상부면]으로부터 갭(G)의 상부면[일 예로, 요크부(140) 하부면]까지 이어지도록 자성 입자(11)가 완전한 자기체인을 구성하는 신호일 필요도 없다. 도 19에는 자성입자에 의한 불완전한 체인 형상인 다양한 스파이크 형상이 예시된다.
- [144] 예비입력신호를 통해 코일부(130)에서 자기장이 인가되면 자기유변유체(10) 내의 침전된 입자(11)들이 자기장의 방향으로 스파이크 형상과 같은 불완전한 체인 형상을 이루게 되고, 동시에 또는 직후에, 자기장의 인가가 해제되거나 미약한 자기장만 인가될 수 있다. 이에 따라, 스파이크 등의 형상이 해제되고, 스파이크 등과 같이 불완전한 체인 형상을 이루던 자성 입자(11)들이 퍼지게 되면서 갭(G) 내에서 재분산되는 효과가 나타날 수 있다.
- [145] 한편, 제어부는 자기유변유체 회전부하 장치(100)의 동작 전압 V_1 인가시 요크부(140)와 회전 링(150) 사이의 갭(G)에서 가장 적은 높이로 형성되는 자기체인의 높이가 갭(G)의 높이보다 낮다고 판단한 경우, 이를 해소하기 위한 예비입력신호 전압 V_2 를 V_1 보다 크게 하여 인가할 수 있다.
- [146] 도 20은 본 발명의 일 실험예에 따른 자기유변유체의 온도에 따른 토크값을 나타내는 그래프이다.
- [147] 도 20을 참조하면, 5V 기준으로 자기유변유체의 점성, 전단응력의 특성 변화에 따라서 초기 상태(default 상태)보다 고온 상태(회전부하 장치의 작동 상태)가 될수록 점차 토크가 낮아짐을 확인할 수 있다. 따라서, 제어부는 자기유변유체 회전부하 장치의 동작 온도를 감지한 후, 초기 동작 온도 대비 온도가 상승한 경우, 온도 상승에 따른 토크의 감소분을 상쇄할 수 있도록 자기장의 세기, 패턴 등을 제어하여 초기 동작 온도에서의 토크 세기를 고온 상태에서도 유지할 수 있다. 이에 따라, 여름, 겨울 등 외부의 온도 환경에 관계없이 토크값의 균일성을 확보할 수 있는 이점이 있다.
- [148] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 ABS(Anti-lock Brake System) 시스템에 적용시의 토크값을 나타내는 그래프이다.
- [149] 상술한 바와 같이, 본 발명의 자기유변유체 회전부하 장치는 요크부(140), 회전 링(150)을 복수층 적층하거나 표면적을 증가시켜 토크를 증가시킬 수도 있고, 제2 실시예처럼 코일부(2230)를 회전 링(250)에 최인접하도록 배치하여 토크를 증가시킬 수도 있다. 이에 따라, 큰 토크가 필요한 대상체에 자기유변유체 회전부하 장치를 적용할 수 있다. 대상체는 차량과 같은 운송 수단이 될 수 있고, 자기유변유체 회전부하 장치는 브레이크와 같은 제동 장치가 될 수 있다.

- [150] 특히, 본 발명은 종래의 기계식 제동 장치처럼 복잡한 구조와 여러 부품을 채용하여 순간적으로 다양한 토크값을 변화시키도록 제어할 필요없이, 코일부에서 인가하는 자기장의 세기, 패턴의 변화만으로 다양한 토크값을 구현할 수 있다. 이에 따라, 도 21과 같은 토크 변화를 구현하도록 ABS(Anti-lock Brake System) 시스템에 본 발명의 자기유변유체 회전부하 장치를 적용할 수 있다.
- [151] 차량이 급제동 할때 타이어가 순간적으로 잠김(Lock) 현상이 발생하면 자동차는 제동력을 상실하고 지면 위에서 관성력(주행속도)에 의해 미끄러질 수 있다. 차량의 미끄러짐이 발생하는 순간 최대 정지마찰력이 발생하고, 미끄러지면서부터는 마찰력이 상대적으로 적은 운동마찰력이 작용할 수 있다. ABS 시스템은 최대 정지마찰력이 작동하는 짧은 순간을 반복적으로 발생시켜, 정지마찰력이 운동마찰력으로 바뀌는 시점을 계속적으로 생성함에 따라 마찰력을 극대화할 수 있다.
- [152] 종래의 ABS 시스템은 브레이크에 유압, 감압을 제어하는 펌프, 어큐뮬레이터 등을 포함하는 ABS 모듈레이터가 더 필요하고, 정지마찰력이 작동하는 패턴을 빠르게 하는데 한계가 있었다. 반면, 본 발명의 자기유변유체 회전부하 장치는 자기장이 인가되는 세기 및 주기를 제어하는 간단한 구성으로 ABS 시스템을 구현할 수 있는 이점이 있다.
- [153] 일 실시예에 따르면, 차량의 급제동 시, 차량의 휠 락(Wheel Lock)에 의하여 차량 조향이 불가능한 점을 개선하기 위하여 휠 슬립율을 20% 수준으로 유지할 수 있다. 슬립율(%)은 $\{V(\text{차량속도}) - V(\text{휠속도})\} / V(\text{휠속도})$ 로 산출될 수 있다.
- [154] 본 발명이 적용된 제동 장치는, 반복되는 유압 브레이크 제어에 의한 내구성의 문제를 개선할 수 있고, 정확한 브레이크의 제어가 가능하며, ABS 모듈레이터의 잦은 고장을 방지할 수 있는 이점이 있다.
- [155] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 모듈을 나타내는 개략도이다. 도 23은 본 발명의 여러 실시예에 따른 자기유변유체 회전부하 장치가 적용된 상태를 나타낸다.
- [156] 자기유변유체 회전부하 장치(300)에 다양한 유닛을 결합하여 회전부하 모듈로서 응용이 가능하다. 일 실시예에 따르면, 자기유변유체 회전부하 모듈은 자기유변유체 회전부하 장치(300)에 인코더 센서(400)를 결합한 형태일 수 있다. 보통 베어링(390)과 샤프트(320)를 결합하여 회전 마찰력을 줄이지만, 회전 속도, 위치, 방향에 대한 데이터를 센싱하는 인코더에 베어링(390)을 결합한 인코더 센서(400)를 자기유변유체 회전부하 장치(300)에 결합할 수 있다.
- [157] 자기유변유체 회전부하 장치, 회전부하 모듈은 다이얼(dial)이나 휠(wheel)이 장착된 디바이스에 모두 적용이 가능하다.
- [158] 일 예로, 차량에 적용시, 일반 주행 모드로 조그 다이얼(회전부하 장치)를 설정할 때, 가벼운 진동, 적은 토크의 촉감을 제공하는 반면, 스포츠 주행 모드로 조그 다이얼을 설정할 때, 강한 진동, 강한 토크의 촉감을 제공할 수 있다. 다른

예로, 차량에서 기어 변환을 위해 조그 다이얼을 돌리는 경우, 주차(P), 주행(D), 중립(N), 후진(R)에 따라 진동, 토크의 강도를 다르게 할 제공할 수 있다. 이에 따라, 사용자는 조그 다이얼을 육안으로 확인할 필요없이, 시선을 전방에 둔 상태에서 촉감으로만 주행 모드나 기어를 용이하게 변환할 수 있게 된다.

- [159] 다른 예로, 도 23 (a)처럼 세탁기(400), 전자레인지 등의 UI(user interface)에 자기유변유체 회전부하 장치(100)가 적용되어, 각종 구동 모드에 대응하는 위치에 다이얼[샤프트(120)]가 자리잡게 될 수 있고, 구동 모드에 따른 다양한 촉각을 제공할 수 있다. 일 예로, 세탁기에서 일반 세탁 모드로 설정시에는 부드러운 회전 촉감을 제공하다가, 강력 세탁 모드로 설정시에는 센 토크로서 회전 촉감을 제공할 수 있다.
- [160] 또한, 도 23 (b)처럼 마우스(500)의 휠에 적용하여 사용 환경에 따른 휠 조작의 토크가 변화하여 다양한 햅틱 촉각을 제공할 수 있다. 일 예로, 게임 중에 위기 상황이 발생한 경우 휠의 구동을 위한 토크가 강해질 수 있다. 또한, 도 23 (c)와 같이 마우스 휠을 이용하여 좌우로 움직이는 벽돌깨기 게임(600)을 할 때, 휠을 상하방향으로 조작하여 좌우로 반사체(610)를 움직이는 중에, 휠을 상부 방향으로 구동하여 왼쪽 가장자리까지 반사체가 이동하여 더 이상 이동할 공간이 없을때, 상부 방향으로 구동하는 마우스 휠의 토크가 강해져 더 이상 조작이 어려울 수 있고, 하부 방향으로의 마우스 휠의 구동만 허가될 수 있다. 또한, 반사체(610)에 공(620)이 반사되는 순간 휠의 강성을 순간 변화시켜 공(620)이 반사되는 상태를 사용자에게 촉각으로 바로 제공할 수도 있다.
- [161] 위와 같이 본 발명은, 회전부하 장치의 회전 시 다양한 입력 신호에 따라 다양한 패턴을 만들어 줄 수 있어 사용자 촉감을 다양하고 고급스럽게 느끼게 할 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명은 회전 토크를 변화시킬 수 있고, 생산원가를 절감할 수 있으며, 장치의 소형화가 용이하며, 자기유변유체의 전단 특성이나 점도를 이용하여 목적에 맞는 다양한 적용이 가능한 효과가 있다.
- [162] 본 발명은 상술한 바와 같이 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형과 변경이 가능하다. 그러한 변형예 및 변경예는 본 발명과 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 속하는 것으로 보아야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 하우징;
하우징 내에 고정되는 요크부;
하우징 내에서 회전 가능하도록 설치되는 샤프트;
샤프트에 연결되고 샤프트의 회전에 연동되어 회전하는 적어도 하나의 회전 링;
하우징의 내에 배치되는 코일부;
하우징 내의 적어도 일부에 채워지는 자기유변유체;
를 포함하고,
상기 하우징의 적어도 일부는 자성 재료로 구성되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
자기유변유체 내의 자성 입자의 함량은 60wt% 내지 95wt%인,
자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
자기유변유체 내의 자성 입자의 함량이 증가할수록 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크가 커지는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
자기유변유체가 배치되는 적어도 요크부와 회전 링 사이의 소정의 갭의 크기는 자기유변유체 내의 자성 입자의 직경 평균값의 10배 내지 100배인, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
자기유변유체의 점도가 커질수록 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크가 커지는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
자기유변유체의 점도, 요크부 및 회전 링의 개수, 요크부와 회전 링의 면적, 요크부와 회전 링 사이의 갭의 크기, 코일부에 인가하는 전류의 세기 중 적어도 어느 하나는 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크의 최대값을 증가시켜 사용자의 특정 상황에서 회전 조작을 방지하는 정도로 설정되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
코일부에서 자기유변유체에 인가하는 자기장을 제어하는 제어부를 더 포함하는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
자기유변유체 회전부하 장치의 동작 전, 제어부에서 코일부로 예비입력신호를 전달하되,
예비입력신호는 자기유변유체의 침전된 입자들이 소정의 갭 내에서 수직

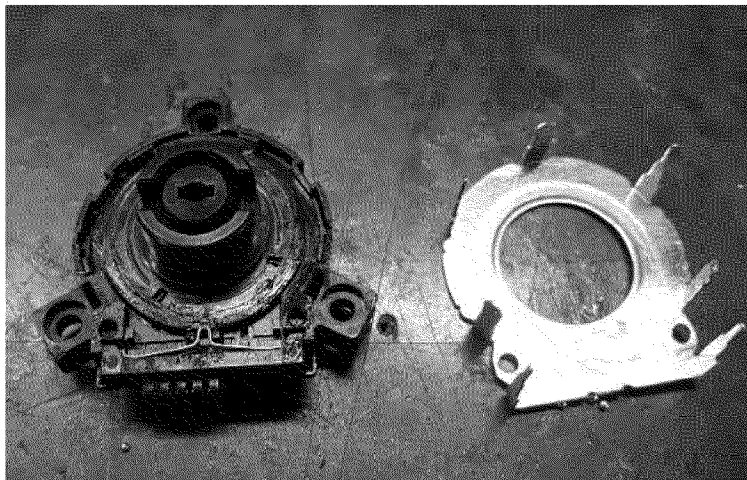
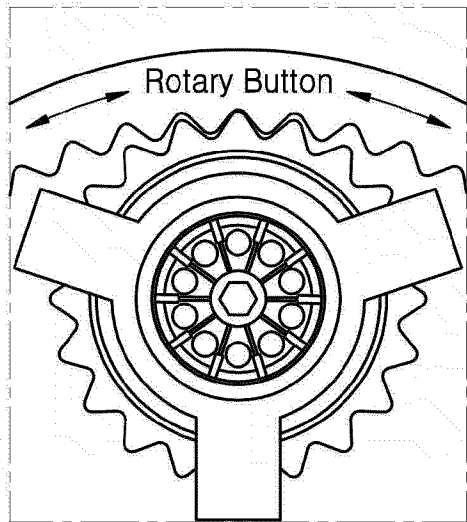
또는 수평방향 중 적어도 한 방향으로 불완전 또는 완전 체인 형상을 이룬 후 재분산되는 신호인, 자기유변유체 회전부하 장치.

- [청구항 9] 제8항에 있어서,
불완전한 체인 형상은 스파이크 형상인, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 10] 제7항에 있어서,
제어부가 코일부에 동작 전압 V1을 인가할 때, 요크부와 회전 링 사이의 소정의 갭에서 자기유변유체의 입자들이 형성하는 체인의 높이가 갭의 높이보다 낮다고 판단한 경우 V1보다 큰 세기의 전압 V2를 인가하는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 11] 제7항에 있어서,
자기유변유체 회전부하 장치의 초기 동작 온도 대비 온도 상승시, 제어부는 자기장의 세기, 패턴 중 어느 하나를 제어하여 초기 동작 온도의 토크 세기를 유지하는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
적어도 하나의 회전 링이 상호 간격을 이루어 샤프트에 연결되고, 요크부는, 회전 링의 외주면과 대향하는 제1 면과, 회전 링의 회전 면에 대향하고 제1면에 수직인 제2 면을 포함하는 형상을 가지는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
요크부는 회전 링의 외측에 배치되고, 요크부와 하우징의 수직 내측 사이에 코일부가 배치되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 14] 제1항에 있어서,
적어도 하나의 회전 링이 상호 간격을 이루어 샤프트에 연결되고, 요크부는, 회전 링의 외주면과 대향하는 제1 면 및 회전 링의 외주면과 대향하지 않는 제2 면을 포함하는 형상을 가지는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 15] 제14항에 있어서,
요크부는 하우징의 수직 내측에 배치되고,
요크부의 제2 면과 샤프트 사이에 코일부가 배치되며,
회전 링의 회전 면에 대향하는 코일부의 면 상에 보호부가 연결되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 16] 제1항에 있어서,
요크부는 적어도 하나의 요크 링을 포함하고,
요크 링과 회전 링이 상호 소정의 갭을 가지고 수직 방향을 따라 번갈아 배치되며,
요크부는 회전 링의 외측에 배치되고, 요크부와 하우징의 수직 내측 사이에 코일부가 배치되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 17] 제1항에 있어서,

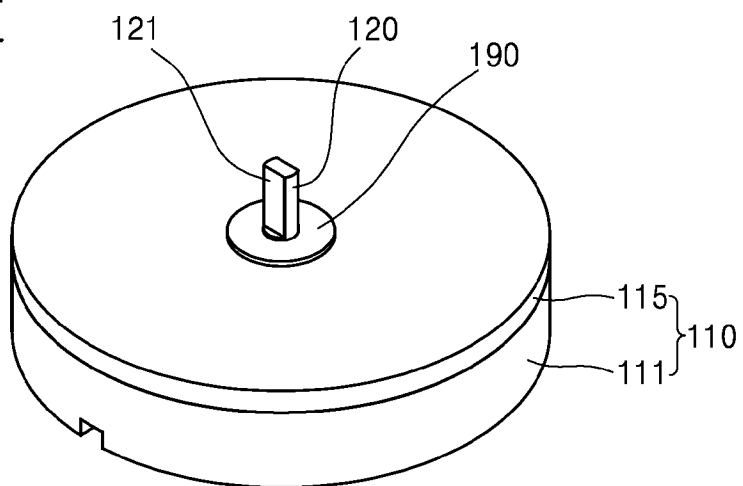
코일부에서 자기유변유체에 자기장이 인가되면, 자기유변유체의 입자들이 수직 방향으로 체인을 형성하여 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크를 증가시키는, 자기유변유체 회전부하 장치.

- [청구항 18] 제1항에 있어서,
회전 링의 회전 면, 또는 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면 중 적어도 어느 하나에는 유체 통과홀이 형성되고,
자기유변유체는 요크부와 회전 링 사이의 소정의 갭 및 유체 통과홀에 배치되어, 자기장 인가시 갭 및 유체 통과홀 내에서 수직 방향으로 체인을 형성함에 따라 요크부와 회전 링 사이에 작용하는 회전 토크가 커지는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 19] 제18항에 있어서,
유체 통과홀은 회전 링의 회전 면 또는 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면에 30° 내지 80° 기울어진 각도로 형성되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 20] 제1항에 있어서,
(1) 회전 링의 회전 면 또는 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면의 상부에 돌출 패턴이 형성되거나,
(2) 회전 링의 회전 면, 및 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면의 상부에 돌출 패턴이 상호 마주보게 형성되거나, 엇갈리게 형성되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 21] 제1항에 있어서,
회전 링의 회전 면, 회전 링의 회전 면에 대향하는 요크부의 면 중 적어도 어느 하나의 면 상에 복수의 영역 별로 돌출 패턴이 형성되는, 자기유변유체 회전부하 장치.
- [청구항 22] 제1항에 있어서,
하우징의 상부에 배치되고, 샤프트의 축이 삽입되어 회전 마찰력이 제어되는 베어링을 더 포함하는, 자기유변유체 회전부하 장치.

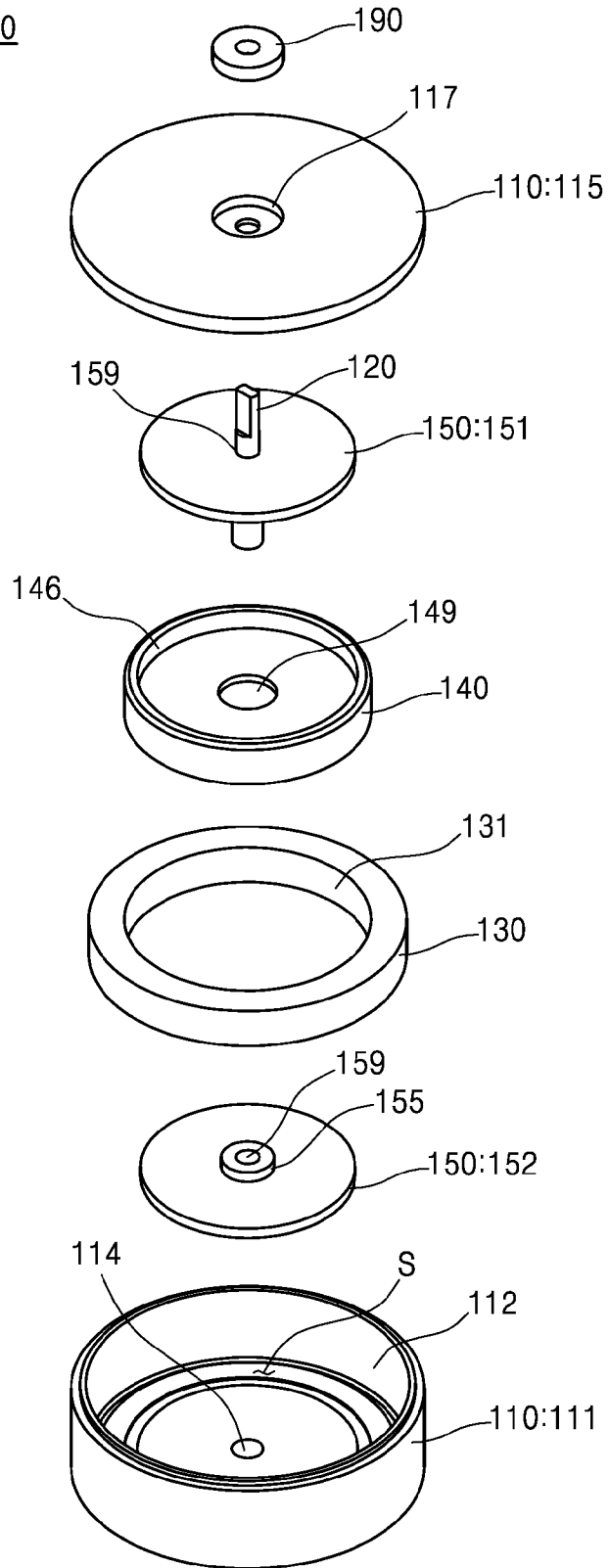
[도1]



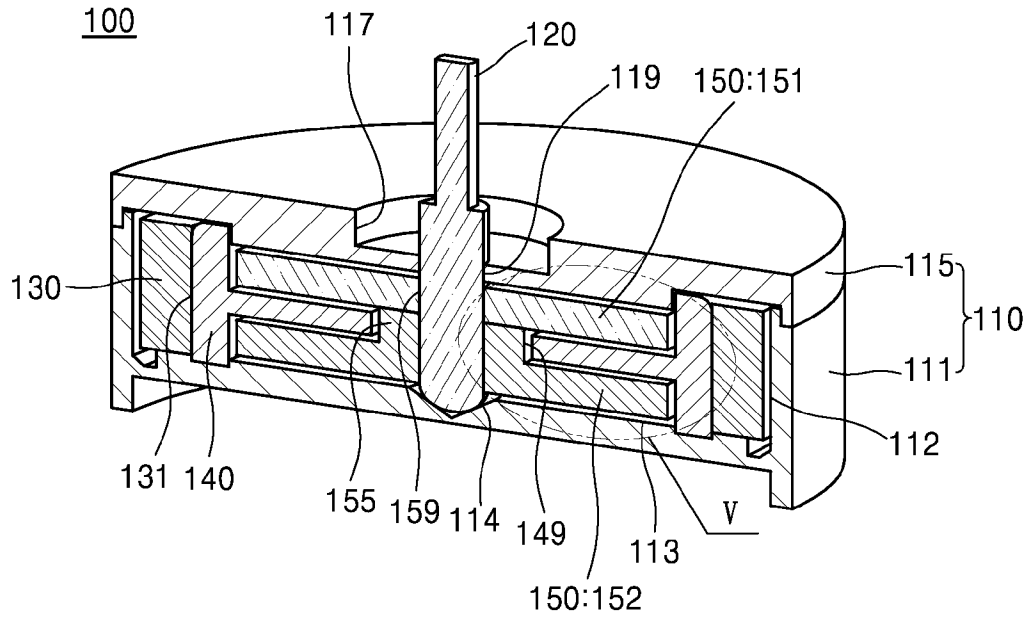
[도2]

100

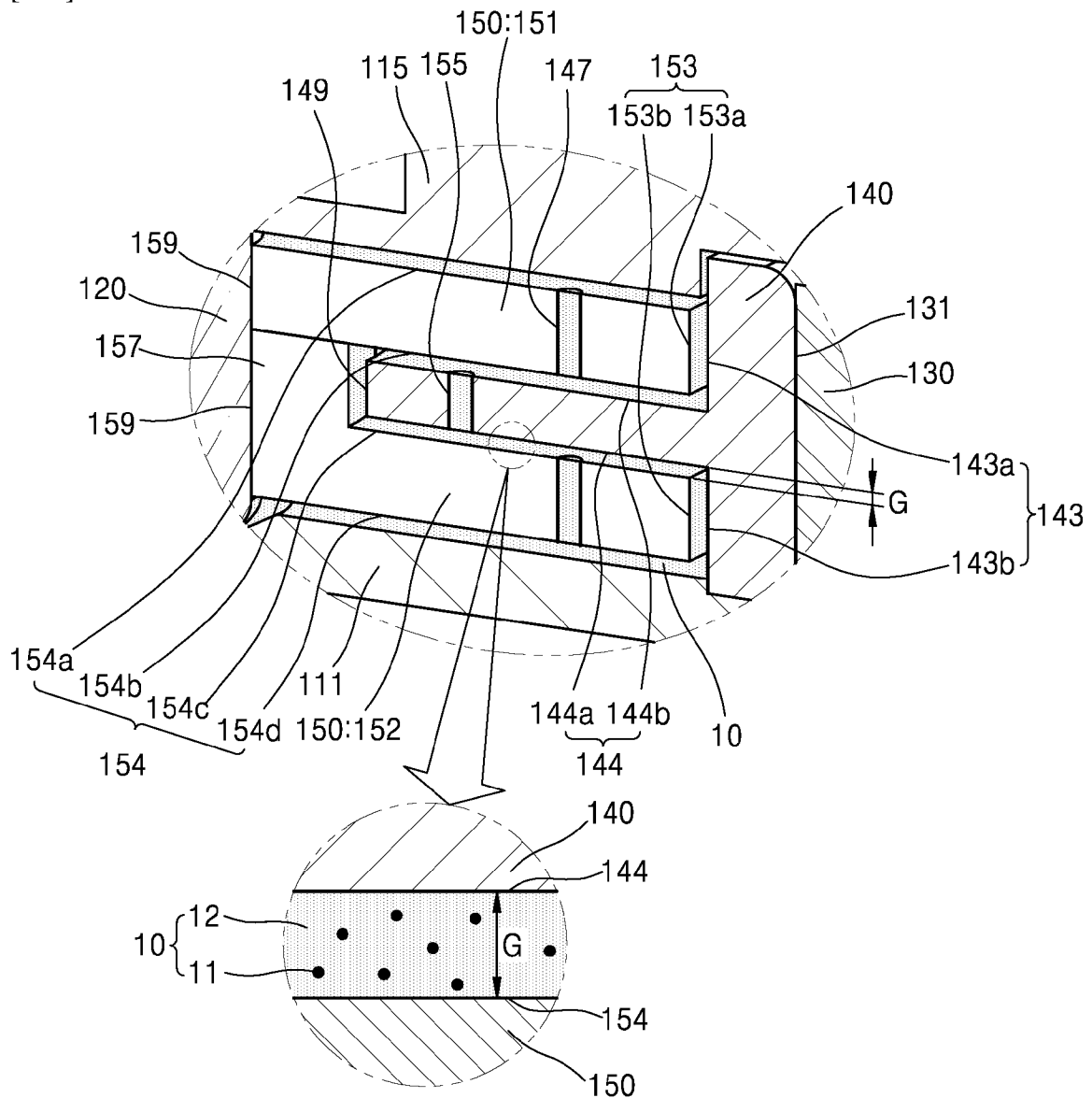
[도3]

100

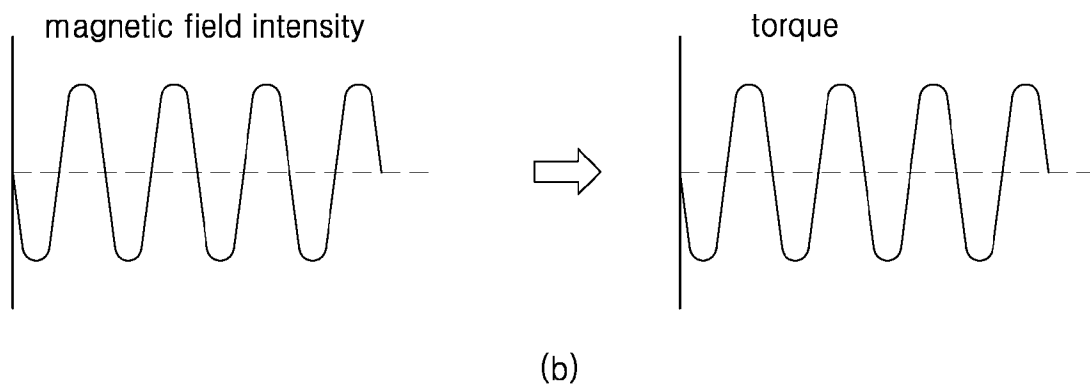
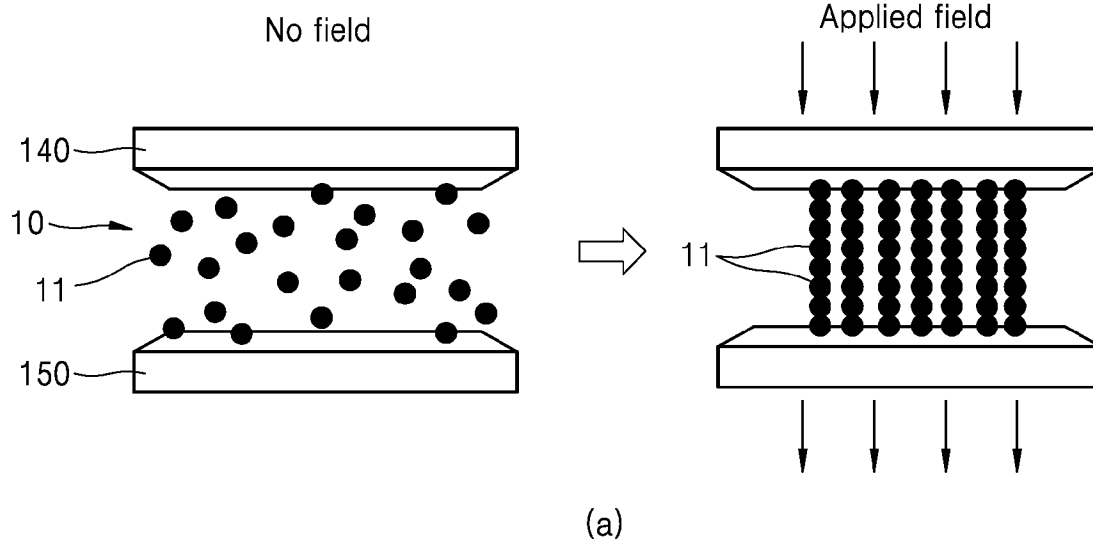
[도4]



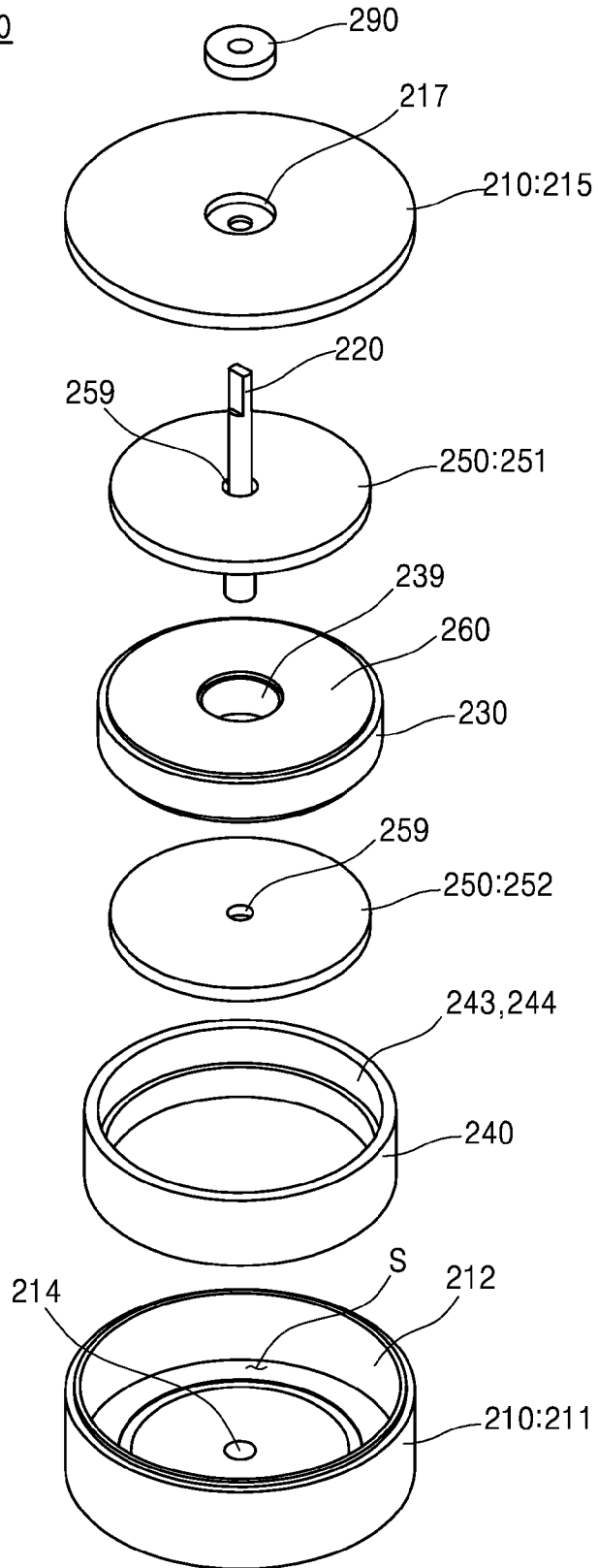
[도5]



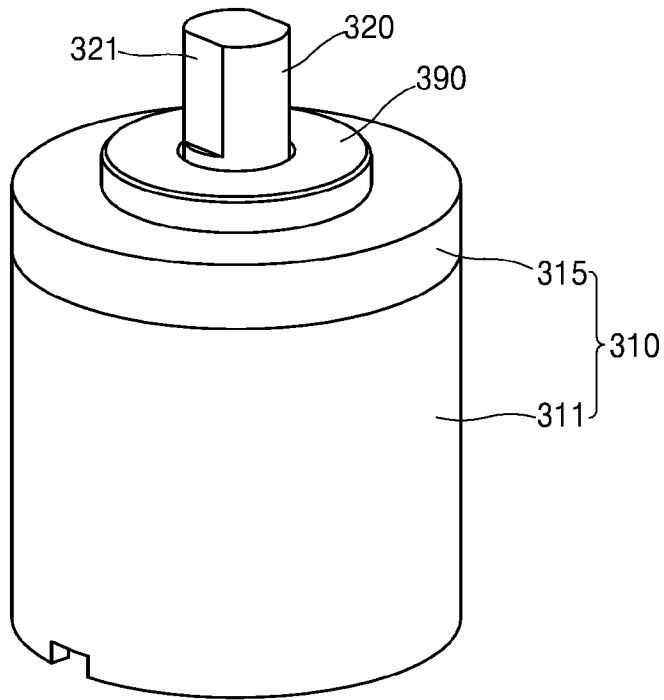
[도6]



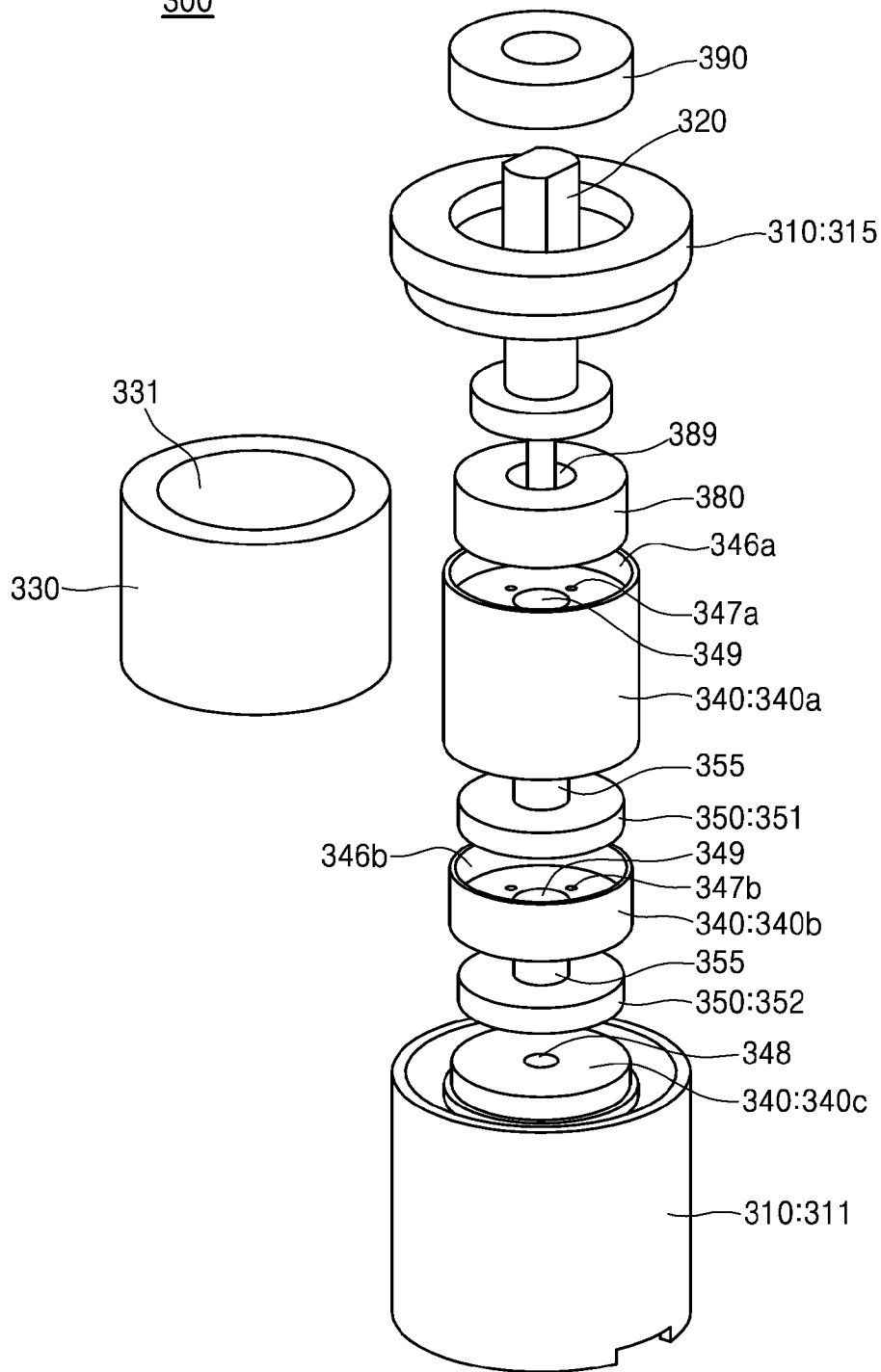
[도7]

200

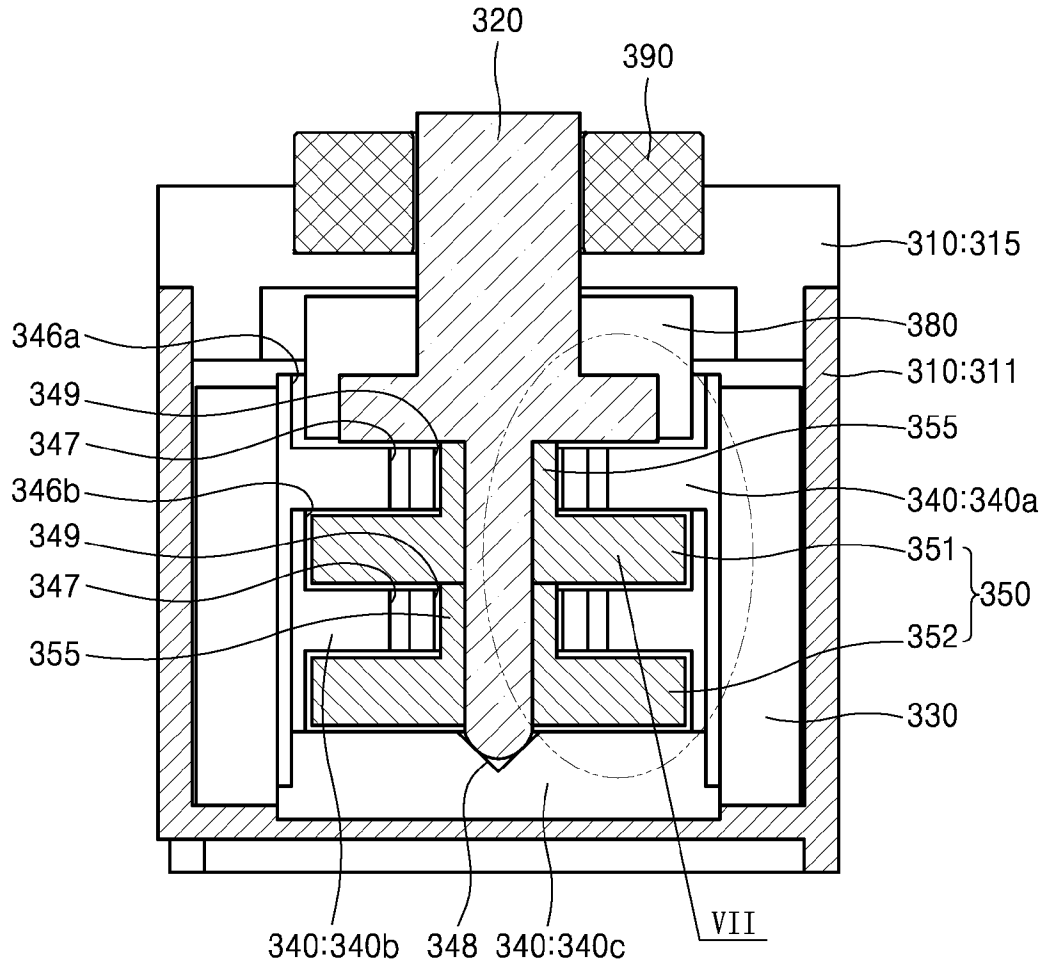
[도 10]
300



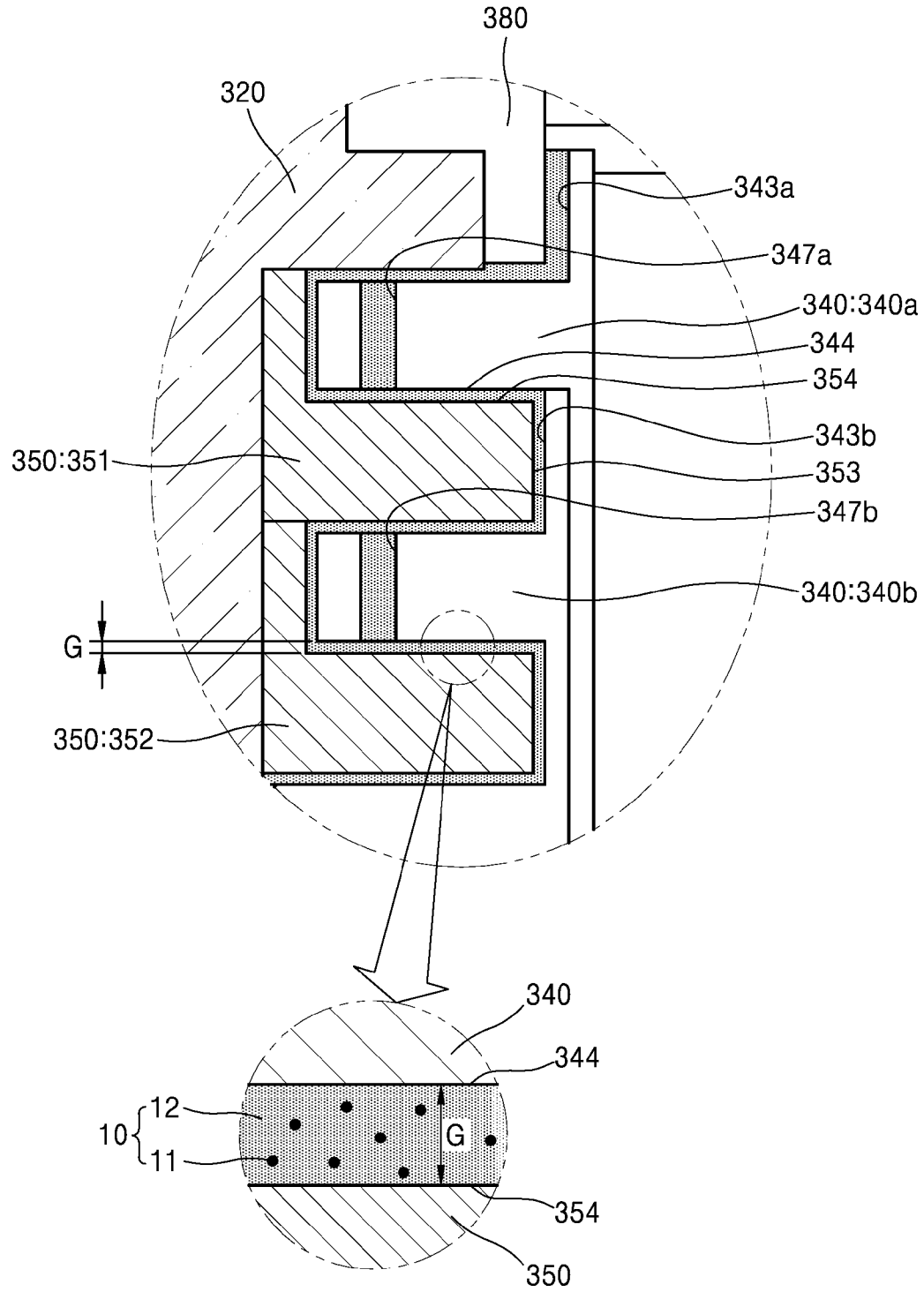
[도11]

300

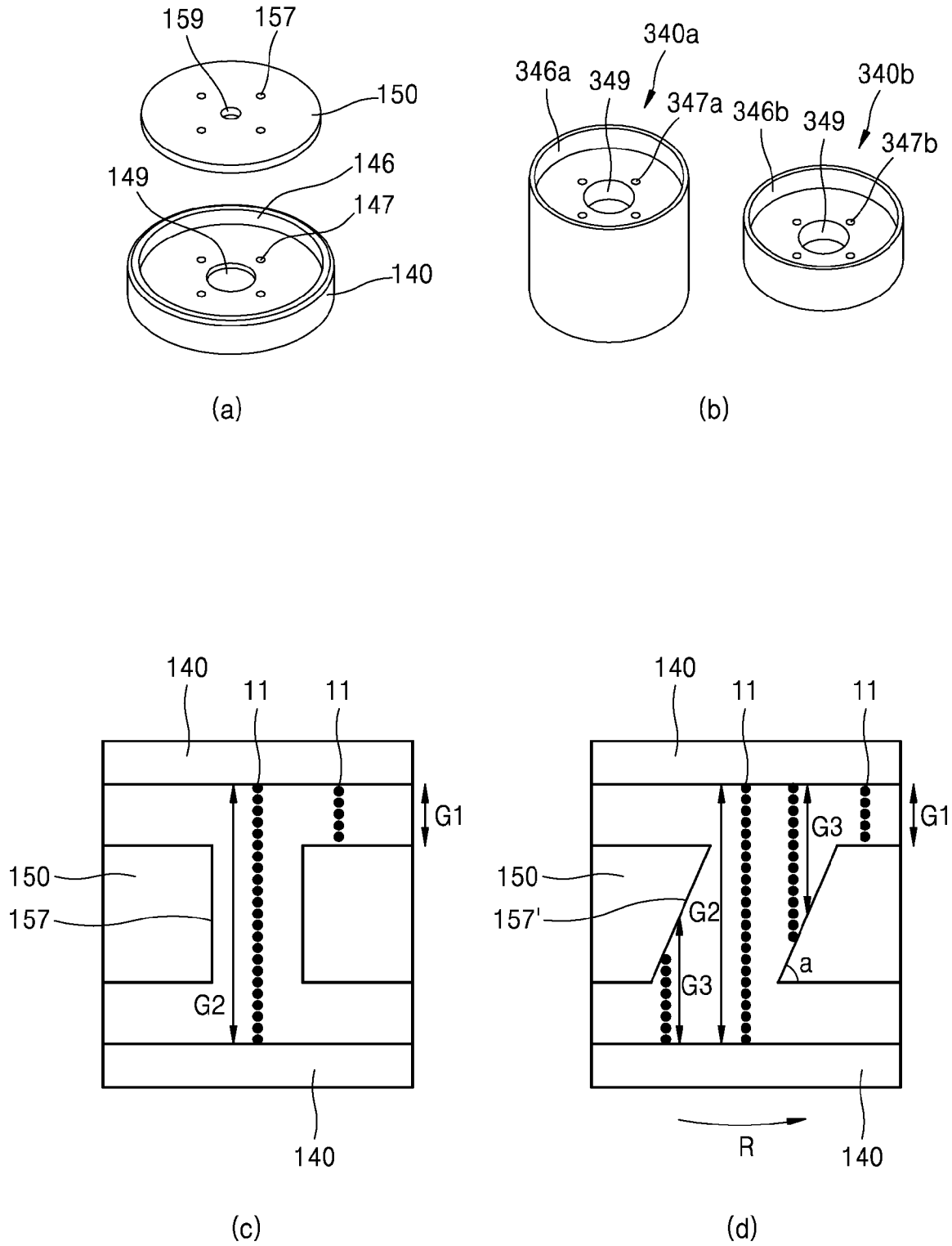
[도12]



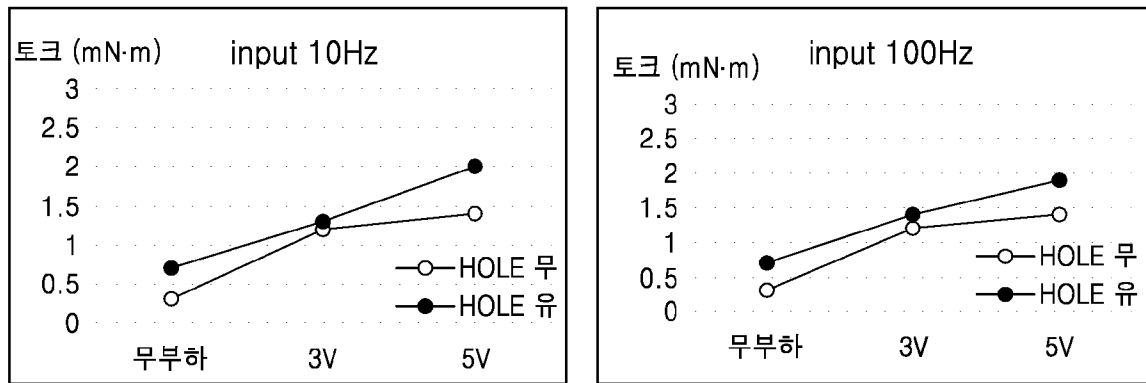
[도13]



[도14]



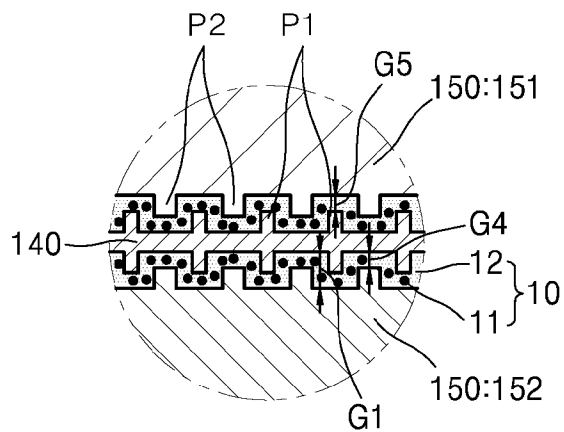
[도15]



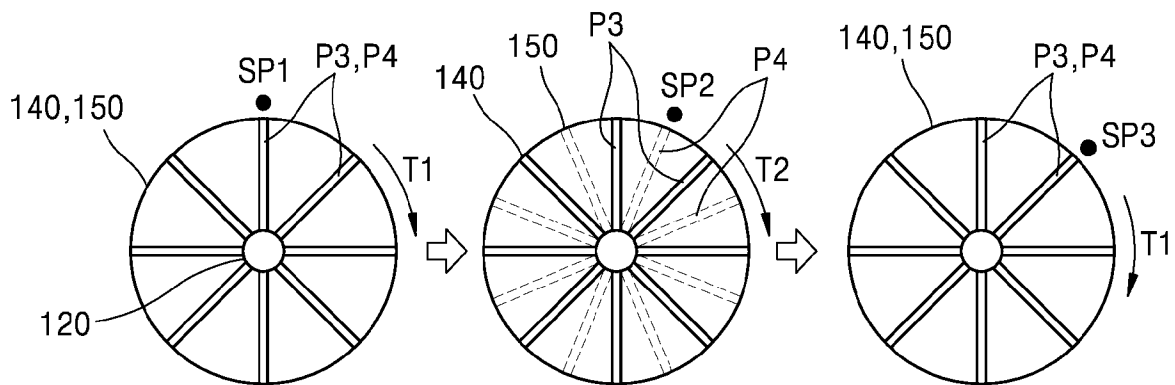
(a)

(b)

[도16]



(a)

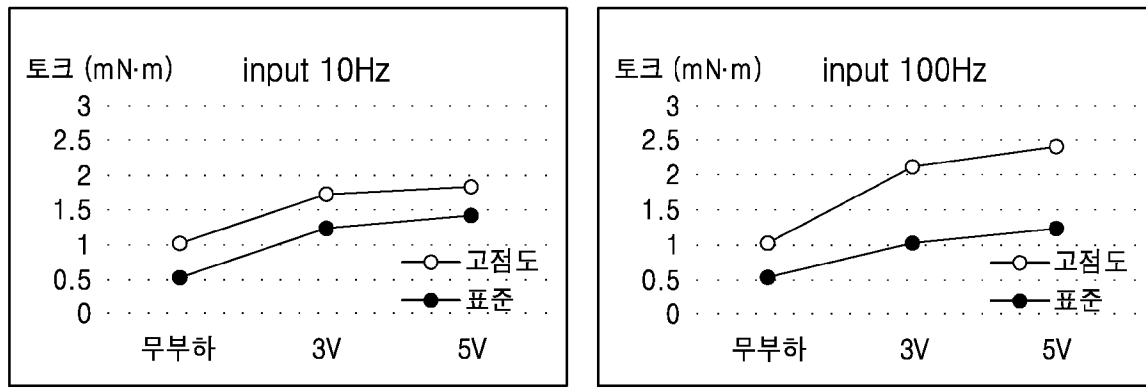


(b1)

(b2)

(b3)

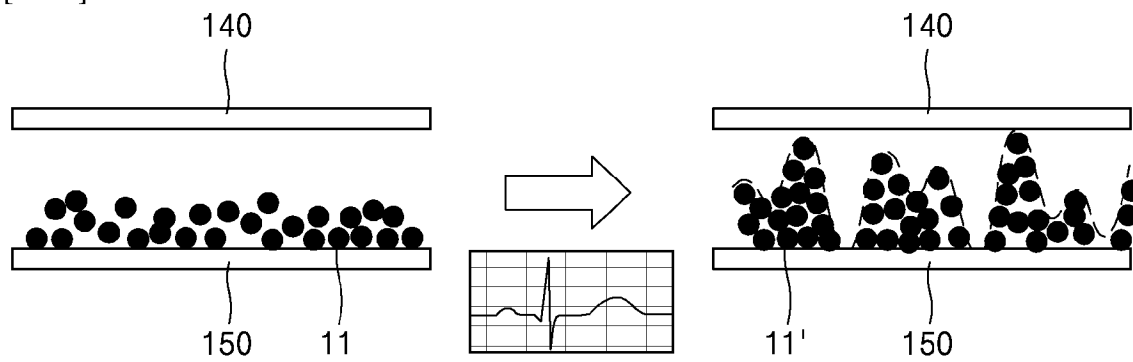
[도17]



(a)

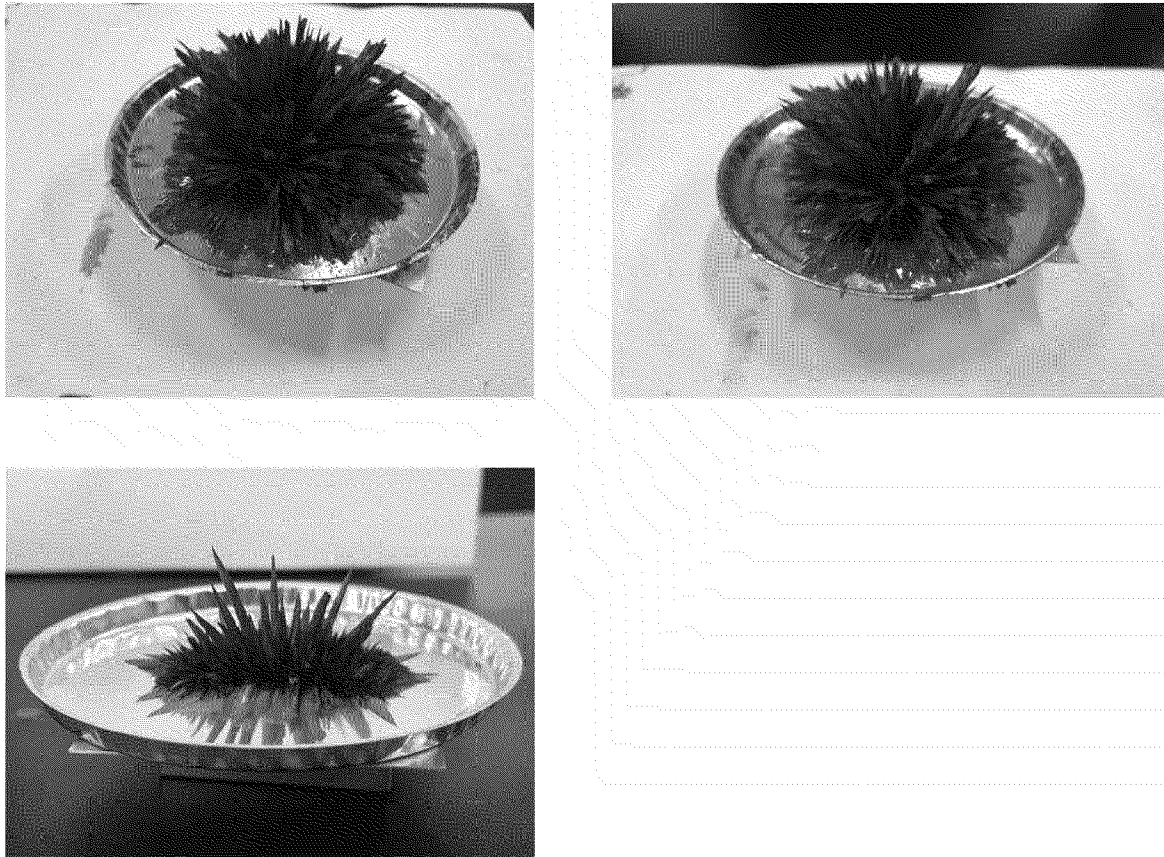
(b)

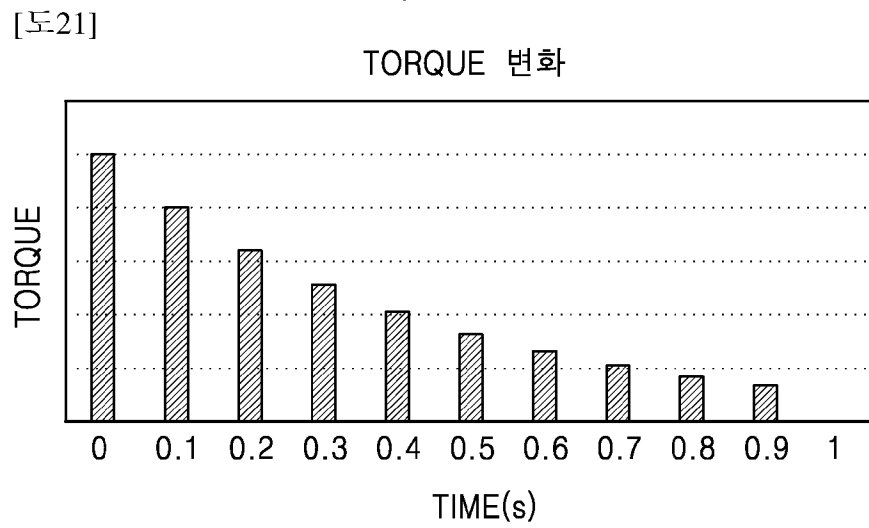
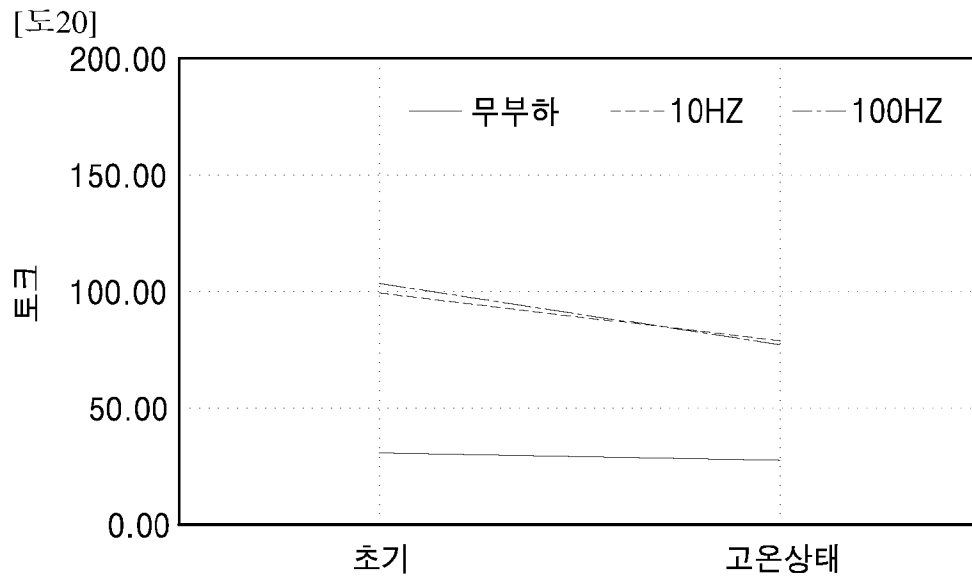
[도18]



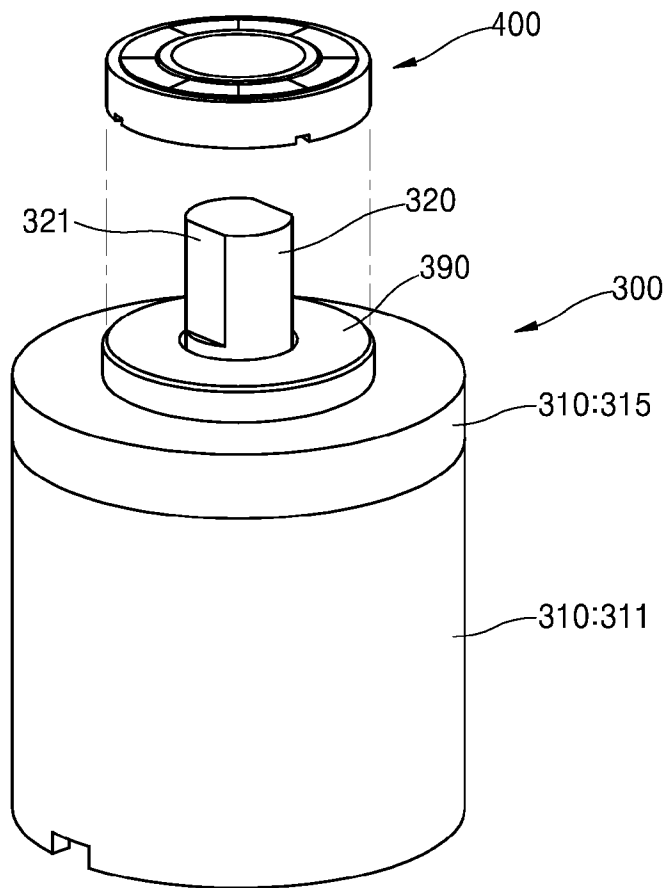
PRE INPUT SIGNAL

[도19]

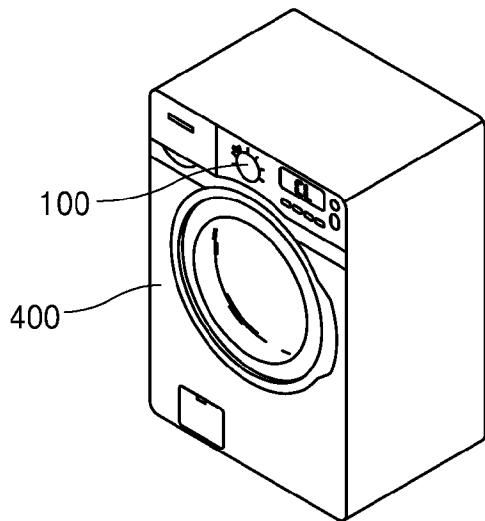




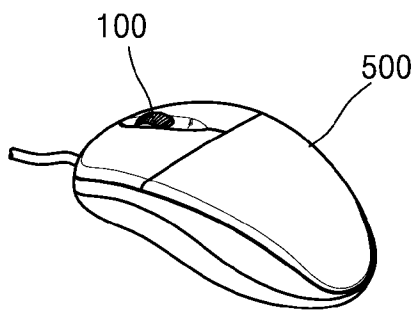
[도22]



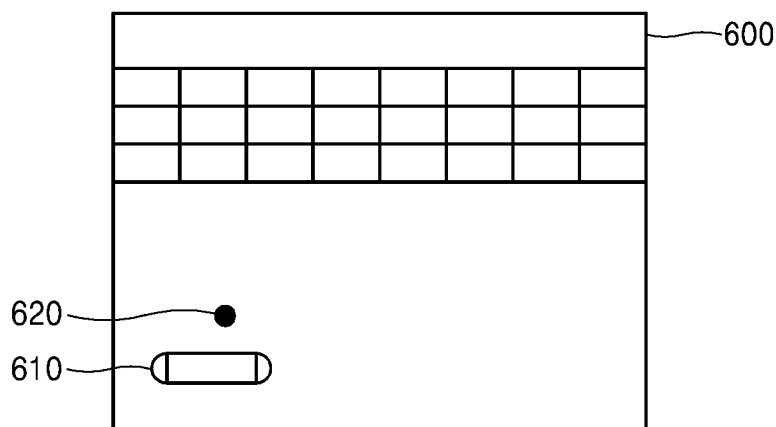
[도23]



(a)



(b)



(c)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/010113

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06F 3/0362(2013.01); G06F 3/038(2006.01); H01H 19/14(2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F 3/0362(2013.01); B60G 13/06(2006.01); B60R 16/00(2006.01); F15B 13/044(2006.01); F15B 15/06(2006.01); F15B 21/06(2006.01); F16C 33/76(2006.01); F16F 9/53(2006.01); G06F 3/01(2006.01); H02N 11/00(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 자기유변유체(magnetorheological fluid), 샤프트(shaft), 입자(particle), 점도(viscosity)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1627173 B1 (KOREA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) 03 June 2016 (2016-06-03) See paragraphs [0016]-[0017], [0044]-[0045] and [0057]-[0067]; claim 1; and figures 1-6 and 11.	1,5-7,11-15
Y		2-3,16-17,22
A		4,8-10,18-21
Y	KR 10-1635453 B1 (YEONHAB PRECISION CO., LTD.) 20 July 2016 (2016-07-20) See paragraph [0037]; claim 1; and figures 3-6.	2-3,16-17,22
A	KR 10-0836173 B1 (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 09 June 2008 (2008-06-09) See paragraphs [0040]-[0054]; claim 1; and figure 3.	1-22
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 01 November 2021		Date of mailing of the international search report 01 November 2021
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/010113**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1341089 B1 (YEONHAB PRECISION CO., LTD.) 19 December 2013 (2013-12-19) See paragraphs [0032]-[0038]; claim 1; and figure 1.	1-22
A	KR 10-2012-0016734 A (HYUNDAI ROTEM COMPANY) 27 February 2012 (2012-02-27) See paragraphs [0027]-[0041]; claim 1; and figure 2.	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/010113

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-1627173	B1	03 June 2016	None			
KR	10-1635453	B1	20 July 2016	None			
KR	10-0836173	B1	09 June 2008	None			
KR	10-1341089	B1	19 December 2013	US	2015-0011918	A1	08 January 2015
				US	9245454	B2	26 January 2016
KR	10-2012-0016734	A	27 February 2012	KR	10-1190100	B1	11 October 2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06F 3/0362(2013.01); G06F 3/038(2006.01); H01H 19/14(2006.01)		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06F 3/0362(2013.01); B60G 13/06(2006.01); B60R 16/00(2006.01); F15B 13/044(2006.01); F15B 15/06(2006.01); F15B 21/06(2006.01); F16C 33/76(2006.01); F16F 9/53(2006.01); G06F 3/01(2006.01); H02N 11/00(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 자기유변유체(magnetorheological fluid), 샤프트(shaft), 입자(particle), 점도(viscosity)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1627173 B1 (한국기술교육대학교 산학협력단) 2016.06.03 단락 [0016]-[0017], [0044]-[0045], [0057]-[0067]; 청구항 1; 및 도면 1-6, 11	1,5-7,11-15
Y		2-3,16-17,22
A		4,8-10,18-21
Y	KR 10-1635453 B1 (연합정밀주식회사) 2016.07.20 단락 [0037]; 청구항 1; 및 도면 3-6	2-3,16-17,22
A	KR 10-0836173 B1 (인하대학교 산학협력단) 2008.06.09 단락 [0040]-[0054]; 청구항 1; 및 도면 3	1-22
A	KR 10-1341089 B1 (연합정밀주식회사) 2013.12.19 단락 [0032]-[0038]; 청구항 1; 및 도면 1	1-22
A	KR 10-2012-0016734 A (현대로템 주식회사) 2012.02.27 단락 [0027]-[0041]; 청구항 1; 및 도면 2	1-22
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2021년11월01일(01.11.2021)		국제조사보고서 발송일 2021년11월01일(01.11.2021)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2021/010113

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1627173 B1	2016/06/03	없음	
KR 10-1635453 B1	2016/07/20	없음	
KR 10-0836173 B1	2008/06/09	없음	
KR 10-1341089 B1	2013/12/19	US 2015-0011918 A1	2015/01/08
		US 9245454 B2	2016/01/26
KR 10-2012-0016734 A	2012/02/27	KR 10-1190100 B1	2012/10/11