



- (51) 국제특허분류: *G01R 31/34* (2006.01) *H01F 6/06* (2006.01)
G01R 31/06 (2006.01) *G01R 33/12* (2006.01)
G01R 29/20 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/007337

(22) 국제출원일: 2019 년 6 월 18 일 (18.06.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보: 10-2019-0009876 2019 년 1 월 25 일 (25.01.2019) KR

(71) 출원인: 창원대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY) [KR/KR]; 51140 경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20 (사림동), Gyeongsangnam-do (KR).

(72) 발명자: 박민원 (PARK, Min Won); 50997 경상남도 김해시 덕정로12번길 24 (관동동), Gyeongsangnam-do (KR). 유인근 (YU, In Keun); 51461 경상남도 창원시 성산구 대암로77번길 12 (대방동), Gyeongsangnam-do (KR). 성해진 (SUNG, Hae Jin); 51203 경상남도 창원시 마산회원구 구암북18길 39 (구암동), Gyeongsangnam-do (KR). 김창현 (KIM, Chang Hyun); 51478 경상남도 창원시 성산구 대암로 64, 6동 501호 (남양동), Gyeongsangnam-do (KR).

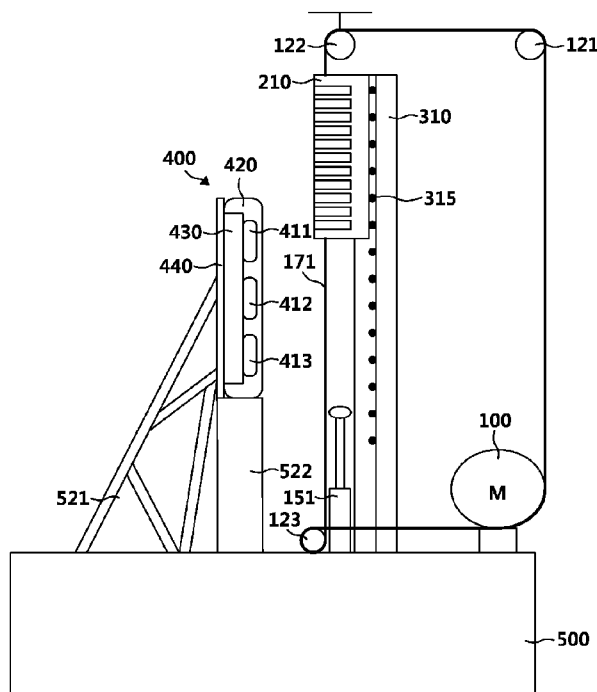
(74) 대리인: 김종선 (KIM, Jong Sun); 06242 서울시 강남구 역삼로3길 11, 12층 (역삼동, 광성빌딩), Seoul (KR).

(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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 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, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

(54) Title: DEVICE FOR EVALUATING VERTICAL CHARACTERISTICS OF SUPERCONDUCTING COIL AND CHARACTERISTIC EVALUATION METHOD USING SAME

(54) 발명의 명칭: 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치 및 이를 이용한 특성 평가 방법



(57) Abstract: A device for evaluating the vertical characteristics of a superconducting coil according to an embodiment of the present invention comprises: a base stand; a vertical transfer part disposed vertically on the top surface of the stand; an armature module mounted to the vertical transfer part and falling down while being accelerated along the vertical transfer part; a transfer motor module for driving a chain connected to the top and bottom ends of the armature module; a tested object module mounted vertically on the top surface of the stand while being opposite to the vertical transfer part and being supported by a first support and a second support disposed on the top surface of the stand; and a cushion buffer mounted on the stand to correspond to the armature module.

(57) 요약서: 본 발명의 일실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치는 하부의 거치대; 상기 거치대의 상부면에 수직으로 구비된 수직 이송부; 상기 수직 이송부에 거치되어 가속 낙하되는 전기자 모듈; 상기 전기자 모듈의 위, 아래 단부에 연결된 체인을 구동하는 이송모터모듈; 상기 거치대의 상부면에 구비된 제 1 지지부와 제 2 지지부에 의해 지지되어 상기 수직 이송부에 마주하여 수직으로 장착된 피검체 모듈; 및 상기 전기자 모듈에 대응하여 상기 거치대에 장착된 완충부피를 포함한다.

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).

규칙 4.17에 의한 선언서:

- 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예
외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치 및 이를 이용한 특성 평가 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치 및 이를 이용한 특성 평가 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 장치 규모를 최소화하여 수직형으로 구비된 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치 및 이를 이용한 특성 평가 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 초전도 모터는 기존의 회전자에 사용되는 구리선 대신에 전기저항이 제로인 초전도체를 사용하여 대전류 통전 및 고자장 발생이 가능하여, 고정자와 회전자에 사용되는 철심을 제거함으로써 무게, 부피 및 각종 손실을 대폭 줄인 고성능, 고출력의 첨단 모터를 말한다.
- [3] 지금까지 개발된 초전도 모터에 사용되는 초전도 계자코일은 테이프 형상을 하고 있는 초전도 선재가 권선된 레이스트랙형 또는 팬케이크코일 형태로 권선되어 형성되며, 원하는 자장 및 세기를 얻기 위해 상기와 같은 코일 여러 개를 적층하여 한국의 초전도 계자코일을 이루고 2극(pole), 4극, 12극, 24극 또는 그 이상으로 결선된다.
- [4] 현재, 초전도 모터 또는 발전기는 초전도체를 응용한 전력기기 분야 중 대표적이고 활발한 연구 개발이 진행되고 있는 분야이다. 기술이 진보함에 따라 초전도 모터들은 점차적으로 대용량화 되어가고 있으며, 이에 따라 초전도 코일 또한 고자장 및 대전류화 되어가고 있다.
- [5] 도 1은 초전도 코일을 포함한 초전도 회전기를 나타낸 것이다.
- [6] 도 1의 (a)는 전력 기기에 이용되는 초전도 회전기를 전체적으로 도시한 사시도이며, (b)는 초전도 회전기 중 점선부분을 확대하여 나타낸 것이다. 초전도 회전기는 회전축을 중심으로 일정 반경을 가지는 회전자(Rotor body), 회전자의 외측면에 소정 간격으로 배치되는 복수의 초전도 코일(HTS coil), 회전자의 외측면에서 각각의 초전도 코일을 수용하는 크라이오스탯(Cryostat), 회전 몸체와 소정의 거리(air gap)로 이격된 반경을 가지는 고정자(Stator body), 고정자의 내측면에 소정 간격으로 삽입되어 배열되는 복수의 전기자 코일(Armature Coil), 고정자의 외측면을 둘러싸는 자기차폐층(Magnetic shield)을 포함한다.
- [7] 도시된 것과 같은 초전도 회전기는 고자장 및 대전류화가 됨으로써 코일에서 발생하는 힘 또는 외부의 힘에 대해서 초전도 코일이 취약하고, 대용량 회전기의 경우 기존의 회전기 설계가 적용되기 어려운 문제가 있다.
- [8] 또한 일반 상전도 발전기와 비교하여 연구된 기간 및 축적된 기술도가

상대적으로 낮아, 연구 개발기간이 더디며, 특히 고가의 초전도체를 이용한 비용적 리스크와 아직 최적화되지 않은 설계 제작 과정 등의 이유로 연구된 초전도 발전기의 제작을 쉽게 하지 못하는 실정이다.

- [9] 따라서, 대용량 초전도 회전기에 적용하기 전에, 설계단계에서 모터 및 발전기의 설계 결과 및 초전도 코일의 성능을 평가하기 위한 장치의 필요성이 대두되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명은 초전도 회전기의 전체 시스템을 제작하기 전에 설계된 초전도 모터의 성능 평가 장치를 수직형으로 최소화하여 구현하는데 그 목적이 있다.
- [11] 본 발명의 다른 목적은 초전도 회전기의 전체 시스템을 제작하기 전에 설계된 초전도 코일에 대해 수직형 특성 평가 장치를 이용한 특성 평가 방법을 제공하는 데 있다.
- [12] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [13] 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치는 하부의 거치대; 상기 거치대의 상부면에 수직으로 구비된 수직 이송부; 상기 수직 이송부에 거치되어 가속 낙하되는 전기자 모듈; 상기 전기자 모듈의 위, 아래 단부에 연결된 체인을 구동하는 이송모터모듈; 상기 거치대의 상부면에 구비된 제 1 지지부와 제 2 지지부에 의해 지지되어 상기 수직 이송부에 마주하여 수직으로 장착된 피검체 모듈; 및 상기 전기자 모듈에 대응하여 상기 거치대에 장착된 완충버퍼;를 포함한다.
- [14] 본 발명의 일실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에서 상기 거치대는 상기 완충버퍼를 수용하는 버퍼용 홈부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [15] 본 발명의 일실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에서 상기 이송모터모듈은 상부에 구비된 2개의 롤러 및 하부의 롤러와 함께 상기 체인을 순방향 또는 역방향으로 구동하는 것을 특징으로 한다.
- [16] 본 발명의 일실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에서 상기 수직 이송부와 상기 피검체 모듈은 설계된 초전도 회전기의 공극에 해당하는 설정 간격으로 이격되는 것을 특징으로 한다.
- [17] 본 발명의 일실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에서 상기 수직 이송부는 측면에 상기 전기자 모듈과 맞물리는 가이드 레일 및 상기 가이드 레일과 상기 전기자 모듈 사이에 구비된 다수의 베어링(Bearing)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [18] 또는, 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법은 (A) 전기자 모듈을 수직 이송부의 상측에 거치된 대기 상태로 준비하는 단계; (B) 이송모터모듈에 의해 상기 전기자 모듈을 상기 수직 이송부의 가이드 레일을 따라 가속 낙하시키는 단계; 및 (C) 상기 전기자 모듈을 완충버퍼에 의해 제동하는 단계;를 포함한다.
- [19] 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법에서 상기 (B) 단계는 상기 이송모터모듈이 상기 전기자 모듈에 연결된 상기 체인을 역방향으로 구동하여 상기 전기자 모듈을 아래 방향으로 가속 낙하시키는 것을 특징으로 한다.
- [20] 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법에서 상기 (B) 단계는 상기 전기자 모듈이 상기 수직 이송부에 설정 간격으로 이격된 피검체 모듈에 마주하여 가속 낙하함에 따라 피검체 초전도 코일에서 발생된 전자기력 토크를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [21] 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법에서 상기 이송모터모듈의 역방향 회전력은 상기 전기자 모듈이 설계된 초전도 회전자의 정격 속도(V_r)에 대응하는 속도로 낙하하도록 조절되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [22] 본 발명의 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에 따르면, 이송모터 및 체인을 이용하여 전기자를 낙하시킴으로써 전기자의 이동구간을 감소시켜 장치 규모를 최소화할 수 있다.
- [23] 본 발명의 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에 따르면, 피검체 초전도 코일의 성능 검사, 손상여부 및 파라미터를 파악할 수 있다.
- [24] 본 발명의 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에 따르면, 전기자 토크 및 발전기 2 Pole에 해당하는 출력 파형을 통해 발전기 설계 결과를 검증할 수 있다.
- [25] 또한, 본 발명의 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에 따르면 전체 시스템을 만들지 않고도 설계된 초전도 코일 각각에 대한 설계의 검증이 가능하게 되며, 이로 인한 제작 시간 및 개발 비용을 감축할 수 있다.
- [26] 따라서, 본 발명에서는 설계된 초전도 모터 또는 발전기의 전체 시스템을 제작하기 전에, 설계된 발전기의 부분 모듈과 실제 초전도 발전기가 운전되는 환경을 모의하는 장치를 이용하여, 설계된 초전도 발전기의 설계 검증 및 특성 파라미터를 확보할 수 있는 특성 평가장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 초전도 코일을 포함한 초전도 회전기를 나타낸 것이다.
- [28] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 피검체 초전도 코일 및 전기자 모듈 간의 구조를 설명하기 위한 개념도이다.
- [29] 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 피검체 초전도 코일 및 전기자 모듈 간의

동작을 설명하기 위한 개념도이다.

- [30] 도 4는 본 발명의 실시예들에 따른 수직형 특성 평가 장치의 피검체 모듈을 구체적으로 도시한 것이다.
- [31] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 작동 초기 상태의 단면도를 도시한 것이다.
- [32] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 작동 초기 상태의 단면도를 도시한 것이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [33] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 실시 예에 기초하여 설명한다. 이들 실시 예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시 예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시 예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시 예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시 예 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 지칭한다.
- [34] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있는 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백히 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [35] 본 명세서에서 초전도 회전기의 초전도 코일이 아닌 테스트용으로 설계가 확보된 초전도 코일은 피검체 초전도 코일이라고 지칭한다.
- [36] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시 예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [37] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 피검체 초전도 코일 및 전기자 모듈 간의 구조를 설명하기 위한 개념도이고, 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 피검체 초전도 코일 및 전기자 모듈 간의 동작을 설명하기 위한 개념도이다.
- [38] 본 발명에서는 도 1에 도시된 것과 같은 초전도 회전기의 전체 시스템을 제작하기 전에, 설계된 초전도 발전기의 부분 모듈과 실제 초전도 발전기가 운전되는 환경을 모의하는 특성 평가 장치를 이용하여, 설계된 초전도 발전기의 성능 검증 및 특성 파라미터를 확보할 수 있다.

- [39] 도 2를 참고하면, 초전도 회전기에 사용되는 초전도 코일을 테스트용으로 설계한 피검체 초전도 코일을 나타낸 것이다.
- [40] 피검체 초전도 코일(410)은 일 실시예로 설계 결과가 확보된 초전도 회전기의 3 Pole에 해당하는 초전도 코일이다. 피검체 초전도 코일(410)은 일 예로 레이스 트랙 형상으로 구현될 수 있으나 형상이 이에 한정되는 것은 아니고 초전도 회전기에 수용되는 실제 형상이면 다른 형태로도 구현 가능하다. 피검체 초전도 코일(410)은 3 Pole로 구현하기 위하여 3개의 레이스 트랙 형상 초전도 코일을 포함할 수 있고, 성능 평가 조건에 따라 1 Pole 또는 2 Pole 등으로도 구현 가능하다.
- [41] 본 발명의 특성 평가 장치는 피검체 초전도 코일(410)의 성능을 확인하기 위해 교차하는 전기자(210)를 포함할 수 있다. 테스트용 전기자 모듈(210)은 도 1에 도시된 초전도 회전기의 전기자 형태와 유사하다.
- [42] 전기자 모듈(210)은 고정자(211), 전기자 코일(213) 및 자기차폐층(215)을 포함한다. 전기자 코일(213)은 피검체 초전도 코일과 대면하는 고정자의 일면에 소정의 등간격으로 삽입 배열되며, 자기차폐층(215)은 피검체 초전도 코일과 대면하지 않는 고정자의 타면을 둘러싸도록 형성된다.
- [43] 도 3에 도시된 바와 같은 3 Pole에 해당하는 초전도 코일은 설계 결과가 확보된 초전도 회전기의 1 Pole에 해당하는 제 1 초전도 코일 및 제 1 초전도 코일의 양측에 이웃하여 위치하고 설계결과가 확보된 초전도 회전기의 2 Pole에 해당하는 두 개의 제 2 초전도 코일을 포함한다.
- [44] 전기자 모듈(210)은 피검체 초전도 코일(410)로부터 소정거리만큼 이격되어, 피검체 초전도 코일(410)들의 일면과 평행한 방향으로 정격 속도로 교차하며 이동한다. 이때, 정격 속도는 실제 초전도 회전기가 운전되는 환경에서의 속도로서 설정된 것이다.
- [45] 따라서 전기자 모듈(210)이 정격 속도로 피검체 초전도 코일 위로 움직이면, 제 1 초전도 코일에서는 제 1 방향으로 N극의 전자기력 토크가, 제 2 초전도 코일에서는 제 2 방향으로 S극의 전자기력 토크가 발생한다.
- [46] 본 발명의 성능 평가 장치는 전기자 모듈(210)이 피검체 초전도 코일(410)과 교차하면서 발생하는 전자기력 토크를 감지하여, 피검체 초전도 코일(410)의 손상 유무를 가시적으로 판단할 수 있다.
- [47] 도 4는 본 발명의 실시예들에 따른 수직형 특성 평가 장치의 피검체 모듈을 구체적으로 도시한 것이다.
- [48] 도 4를 참고하면, 피검체 모듈(400)은 피검체 초전도 코일(410), 크라이오스탯(420), 냉각 플레이트(431)와 절연 플레이트(432)로 구성된 냉각부(430) 및 피검체 지지부(440)를 포함한다.
- [49] 피검체 초전도 코일(410)은 성능 평가 환경에 따라 적어도 하나 이상의 초전도 코일을 포함할 수 있다. 도 4에 도시된 실시예에서는 3 Pole 성능 평가를 위해 3개의 초전도 코일(411, 412, 413)을 포함하고 각 초전도 코일 간 소정 간격으로

일 평면상에 배열한다.

- [50] 냉각 플레이트(431)는 피검체 초전도 코일을 냉각하기 위한 것으로 피검체 초전도 코일(411, 412, 413) 하단에 배치된다. 구체적으로 도시하지는 않았으나 냉매가 공급되는 구조가 더 포함될 수 있다.
- [51] 크라이오스탯(420)은 피검체 초전도 코일(410)을 진공상태로 수용하면서 별도의 냉각 시스템을 이용하여 극저온으로 피검체 초전도 코일을 냉각시킨다.
- [52] 절연 플레이트(432)는 크라이오스탯(420)과 냉각 플레이트(431) 사이에 위치하여, 외부로부터의 열 전달을 차단한다.
- [53] 피검체 지지부(440)는 제 1 지지부(521)에 연결 구비되어 피검체 모듈(400)을 거치대(500)로부터 소정의 높이에서 지지한다.
- [54] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 작동 초기 상태의 단면도를 도시한 것이다. 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 작동 초기 상태의 단면도를 도시한 것이다.
- [55] 먼저 도 5를 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 구조를 설명하면, 하부의 거치대(500), 거치대(500)의 상부면에 수직으로 구비된 수직 이송부(310), 수직 이송부(310)에 거치되어 가속 낙하되는 전기자 모듈(210), 상부의 롤러(121, 122)와 하부의 롤러(123)와 함께 전기자 모듈(210)의 위, 아래 단부에 연결된 체인(171)을 구동하는 이송모터모듈(100), 거치대(500)의 상부면에 구비된 제 1 지지부(521)와 제 2 지지부(522)에 의해 지지되어 수직 이송부에 마주하여 수직으로 장착된 피검체 모듈(400) 및 전기자 모듈(210)에 대응하여 거치대(500)의 상부에 장착된 완충버퍼(151)를 포함한다.
- [56] 구체적으로, 이송모터모듈(100)은 거치대(500)의 상부면 일측에 구비되고, 상부에 구비된 2개의 롤러(121, 122)와 거치대(500)의 상부면에 구비된 하부의 롤러(123)를 거쳐 전기자 모듈(210)의 위, 아래 단부에 연결된 체인(171)을 구동한다. 이때, 이송모터모듈(100)은 순방향으로 구동하여 수직 이송부(310)의 레일을 따라 전기자 모듈(210)을 소정의 높이로 올려 거치할 수 있고, 역방향으로 구동하여 수직 이송부(310)의 레일을 따라 낙하하는 전기자 모듈(210)을 아래로 당겨 정격 속도로 가속되도록 한다. 여기서, 체인(171)이라고 지칭하지만, 예컨대 와이어, 밧줄 등 탄성이 없는 연결부재를 모두 포함한다고 할 것이다.
- [57] 수직 이송부(310)는 측면에 전기자 모듈(210)과 맞물리는 가이드 레일 및 가이드 레일과 전기자 모듈(210) 사이에 구비된 다수의 베어링(Bearing: 315)을 포함하고 거치대(500)의 상부면에 수직으로 구비된다.
- [58] 이러한 수직 이송부(310)의 가이드 레일은 전기자 모듈(210)을 안정적으로 낙하하도록 전기자 모듈(210)과 맞물리게 구비된다. 다수의 베어링(315)은 가이드 레일을 따라 일정 간격으로 구비되어, 가이드 레일과 전기자 모듈(210) 사이의 마찰을 줄여 전기자 모듈(210)이 빠른 속도로 낙하하게 한다. 물론, 다수의 베어링(315)으로 지칭하지만 이에 한정되지 않고, 예컨대 롤러 등과 같이

마찰을 줄일 수 있는 여타의 회전구조체를 적용할 수도 있다.

- [59] 피검체 모듈(400)은 전술한 바와 같이 피검체 초전도 코일(410), 크라이오스탯(420), 냉각 플레이트(431)와 절연 플레이트(432)로 구성된 냉각부(430) 및 피검체 지지부(440)를 포함한다.
- [60] 피검체 초전도 코일(411, 412, 413)은 도 4에서 설명한 바와 같이 적어도 하나의 초전도 코일을 포함한다. 초전도 코일 사이는 초전도 발전기의 회전자와 동일한 간격으로 배치될 수 있다. 도시된 바와 같은 3 Pole에 해당하는 초전도 코일은 설계 결과가 확보된 초전도 회전기의 1 Pole에 해당하는 제 1 초전도 코일 및 제 1 초전도 코일의 양측에 이웃하여 위치하고 설계결과가 확보된 초전도 회전기의 2 Pole에 해당하는 두 개의 제 2 초전도 코일을 포함한다.
- [61] 일 실시예에 따라 제 2 초전도 코일은 제 1 초전도 코일과 동일 평면상에 배치될 수도 있고, 다른 실시예에 따라 전체 초전도 발전기의 회전자와 동일한 각도의 곡면상에 동일한 간격으로 배치될 수도 있다.
- [62] 일 실시예에 따를 경우, 제 1 초전도 코일(412) 및 제 2 초전도 코일(411, 413)은 전기자 모듈(210)과 직접적으로 채교하여 각각 동일한 자속을 발생시킨다.
- [63] 또는, 다른 실시예에 따를 경우 제 1 초전도 코일(412)은 전기자 모듈(210)과 직접적으로 채교하여 자속을 발생시키고, 제 2 초전도 코일(411, 413)은 제 1 초전도 코일(412)에서 발생되는 자장이 설계값과 동일한 크기의 자장을 발생할 수 있도록 자장의 크기를 보완해주는 역할을 수행할 수 있다.
- [64] 크라이오스탯(420)은 내부에 진공환경을 구성하여 대류 및 복사에 의한 열 전달을 차단하여 냉각 손실을 최소화하기 위해 밀폐된 구조로 구비될 수 있다. 전도냉각의 효율을 최대한 끌어올리기 위하여 진공 용기 내부의 진공도를 10-5 torr 이하로 유지하는 것이 바람직하며, MLI(Multi Layer Insulation)를 이용하여 내부의 대류 및 복사에 의한 열전달을 차단하는 것이 바람직하다.
- [65] 냉각부(430)는 냉각 플레이트(431)와 절연 플레이트(432)로 구성된 구조체로서, 피검체 초전도 코일(411, 412, 413)을 냉각시키기 위한 구조체이다. 이때, 냉각부(430)는 별도의 냉각 시스템으로부터 저온의 냉매를 공급받아 내부에 설치된 냉매 배관을 따라 순환시키고, 다시 냉각 시스템으로 유입시켜 재응축되게 하며, 다시 냉각 플레이트(431)로 재유입되게 한다.
- [66] 절연 플레이트(432)는 극저온으로 냉각된 냉각 플레이트(431)가 피검체 초전도 코일(411, 412, 413) 외에 크라이오스탯(420)을 냉각시키는 것을 방지하기 위해, 냉각 플레이트(431)와 크라이오스탯(420) 사이에 위치할 수 있다.
- [67] 피검체 지지부(440)는 판 형태의 부재로서, 거치대(500)의 상부면에 경사진 프레임 구조로 구비된 제 1 지지부(521)에 연결 구비되어 피검체 모듈(400)을 거치대(500)의 상부면으로부터 일정 높이로 고정지지한다. 이때, 피검체 모듈(400)은 거치대(500)의 상부면에 구비된 제 2 지지부(522)에 의해 하부가 지지된다.
- [68] 이렇게 구성된 피검체 모듈(400)은 수직 이송부(310)에 설정 간격으로 이격, 즉

피검체 초전도 코일(411, 412, 413)과 전기자 모듈(210)이 설계된 초전도 회전기의 공극만큼 이격되어 전자기력 토크가 발생하는 설정 간격으로 이격되어 평행하게 배치될 수 있다.

- [69] 이러한 피검체 모듈(400)에 대해 수직 이송부(310)에 거치된 전기자 모듈(210)이 이송모터모듈(100)에 의해 아래로 당겨져 가이드 레일을 따라 정격 속도(V_r)로 가속되어 낙하하게 된다.
- [70] 또는, 본 발명의 다른 실시예로서 도 6에 도시된 바와 같이 거치대(500)의 상부에 완충버퍼(151)를 수용하는 홈부(510)를 구비한 수직형 특성 평가 장치를 구현할 수 있다.
- [71] 홈부(510)는 완충버퍼(151)의 전체 높이에서 완충버퍼(151)가 낙하하는 전기자 모듈(210)의 충격을 견디는 행정길이를 제외한 나머지 길이에 해당하는 깊이로 거치대(500)의 상부에 형성된다.
- [72] 이렇게 홈부(510)에 완충버퍼(151)를 수용하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치는 장치 전체의 높이를 줄일 수 있어서 설치공간을 절감할 수 있다.
- [73] 구동 방법
- [74] 도 5와 도 6을 참고하여 본 발명의 실시예에 따른 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 구동을 설명하면 다음과 같다.
- [75] 구동 초기 상태에는 전기자 모듈(210)이 이송모터모듈(100)에 의해 수직 이송부(310)의 상부에 소정의 높이로 거치된 대기 상태로 준비된다.
- [76] 이때, 이송모터모듈(100)을 역방향으로 구동하여, 전기자 모듈(210)이 수직 이송부(310)의 상부에서 중력가속도의 자유낙하와 함께 이송모터모듈(100)의 역방향 회전력에 의해 가속되어 낙하한다.
- [77] 이송모터모듈(100)의 역방향 회전력은 전기자 모듈(210)이 피검체 모듈(400)을 마주하여 낙하할 때 설계된 초전도 회전자의 정격 속도(V_r)에 대응하는 속도로 낙하하도록 조절된다.
- [78] 이렇게 가속되어 낙하하는 전기자 모듈(210)이 피검체 모듈(400)을 마주하여 정격 속도(V_r)로 낙하하면, 피검체 모듈(400)은 피검체 초전도 코일(411, 412, 413)에서 발생된 전자기력 토크를 측정하여, 피검체 초전도 코일(411, 412, 413)의 성능, 손상여부 및 파라미터를 파악할 수 있다.
- [79] 이어서, 정격 속도(V_r)로 낙하한 전기자 모듈(210)은 거치대(500)의 상부 또는 홈부(510)에 구비된 완충버퍼(151)에 닿아 제동된다.
- [80] 그러므로 본 발명의 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에 따르면, 이송모터 및 체인을 이용하여 전기자 모듈(210)을 중력가속도와 함께 가속시켜 낙하시킴으로써 전기자 모듈(210)의 이동구간을 감소시켜 장치 규모를 최소화할 수 있다.
- [81] 본 발명의 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에 따르면, 전기자 토크 및 발전기 2 Pole에 해당하는 출력 파형을 통해 발전기 설계 결과를 검증할 수 있다.

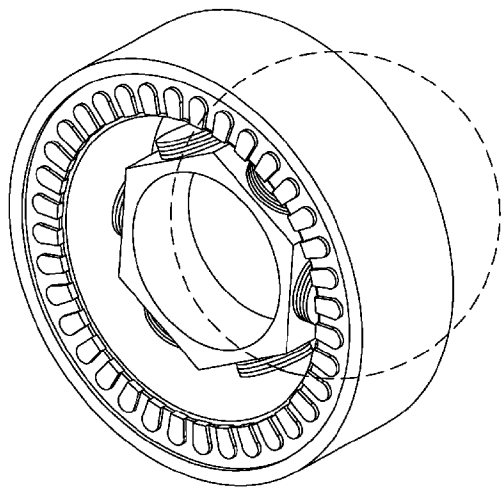
- [82] 또한, 본 발명의 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치에 따르면 전체 시스템을 만들지 않고도 설계된 초전도 코일 각각에 대한 설계의 검증이 가능하게 되며, 이로 인한 제작 시간 및 개발 비용을 감축할 수 있다.
- [83] 따라서, 본 발명에서는 설계된 초전도 모터 또는 발전기의 전체 시스템을 제작하기 전에, 설계된 모터의 부분 모듈과 실제 초전도 모터가 운전되는 환경을 모의하는 장치를 이용하여, 설계된 초전도 모터의 설계 검증 및 특성 파라미터를 확보할 수 있는 수직형 특성 평가장치를 제공할 수 있다.
- [84] 본 발명의 기술사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 전술한 실시예들은 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다.
- [85] 또한, 본 발명의 기술분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 다양한 실시가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.
- [86]

청구범위

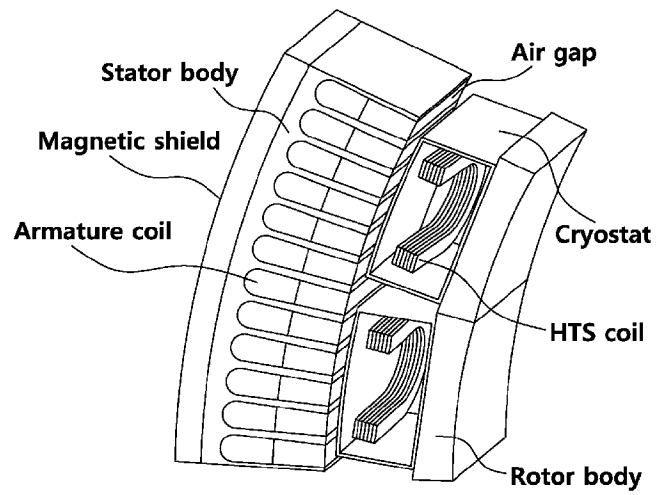
- [청구항 1] 하부의 거치대;
 상기 거치대의 상부면에 수직으로 구비된 수직 이송부;
 상기 수직 이송부에 거치되어 가속 낙하되는 전기자 모듈;
 상기 전기자 모듈의 위,아래 단부에 연결된 체인을 구동하는 이송모터모듈;
 상기 거치대의 상부면에 구비된 제 1 지지부와 제 2 지지부에 의해 지지되어 상기 수직 이송부에 마주하여 수직으로 장착된 피검체 모듈; 및
 상기 전기자 모듈에 대응하여 상기 거치대에 장착된 완충버퍼;
 를 포함하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 거치대는 상기 완충버퍼를 수용하는 버퍼용 홈부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 이송모터모듈은 상부에 구비된 2개의 롤러 및 하부의 롤러와 함께 상기 체인을 순방향 또는 역방향으로 구동하는 것을 특징으로 하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 수직 이송부와 상기 피검체 모듈은 설계된 초전도 회전기의 공극에 해당하는 설정 간격으로 이격되는 것을 특징으로 하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 수직 이송부는 측면에 상기 전기자 모듈과 맞물리는 가이드 레일 및 상기 가이드 레일과 상기 전기자 모듈 사이에 구비된 다수의 베어링(Bearing)을 포함하는 것을 특징으로 하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치.
- [청구항 6] (A) 전기자 모듈을 수직 이송부의 상측에 거치된 대기 상태로 준비하는 단계;
 (B) 이송모터모듈에 의해 상기 전기자 모듈을 상기 수직 이송부의 가이드 레일을 따라 가속 낙하시키는 단계; 및
 (C) 상기 전기자 모듈을 완충버퍼에 의해 제동하는 단계;
 를 포함하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서, 상기 (B) 단계는 상기 이송모터모듈이 상기 전기자 모듈에 연결된 상기 체인을 역방향으로 구동하여 상기 전기자 모듈을 아래 방향으로 가속 낙하시키는 것을 특징으로 하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법.
- [청구항 8] 제 6 항에 있어서, 상기 (B) 단계는 상기 전기자 모듈이 상기 수직 이송부에 설정 간격으로 이격된 피검체 모듈에 마주하여 가속 낙하함에 따라 피검체 초전도 코일에서 발생된 전자기력 토크를 측정하는 것을 특징으로 하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법.

- [청구항 9] 제 7 항에 있어서, 상기 이송모터모듈의 역방향 회전력은 상기 전기자모듈이 설계된 초전도 회전자의 정격 속도(V_n)에 대응하는 속도로 낙하하도록 조절되는 것을 특징으로 하는 초전도 코일의 수직형 특성 평가 장치의 특성 평가 방법.

[도1]

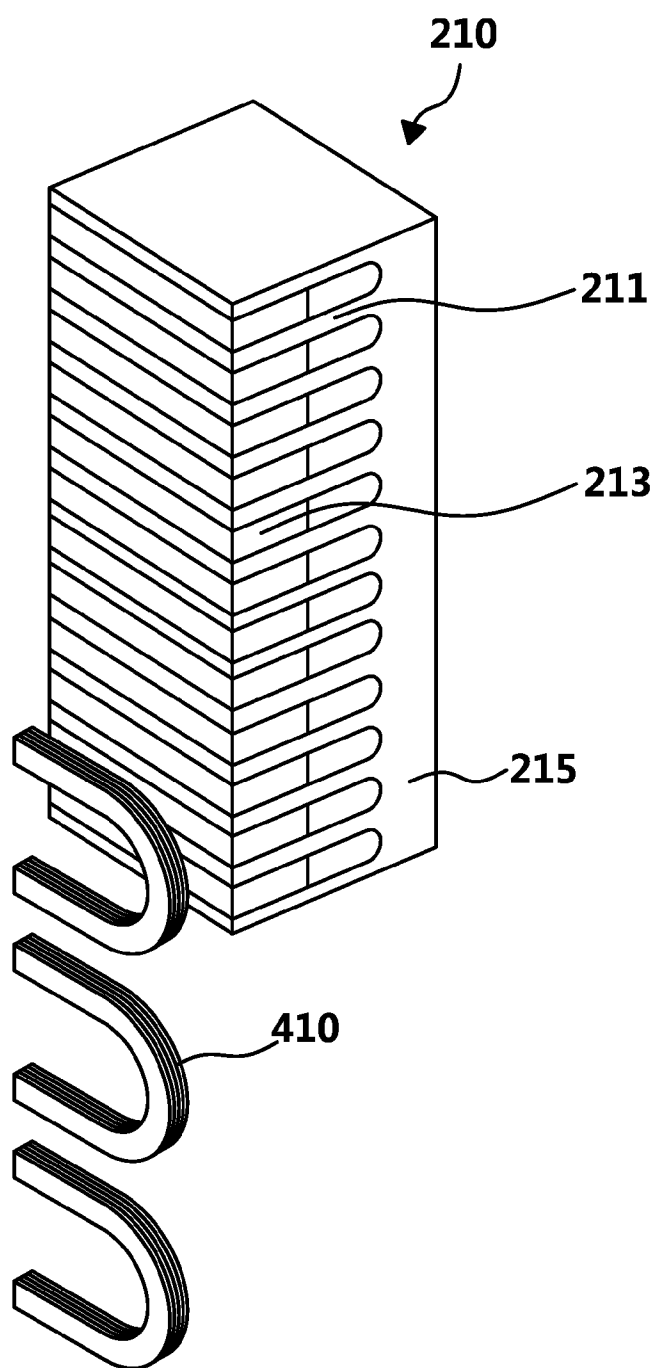


(a)

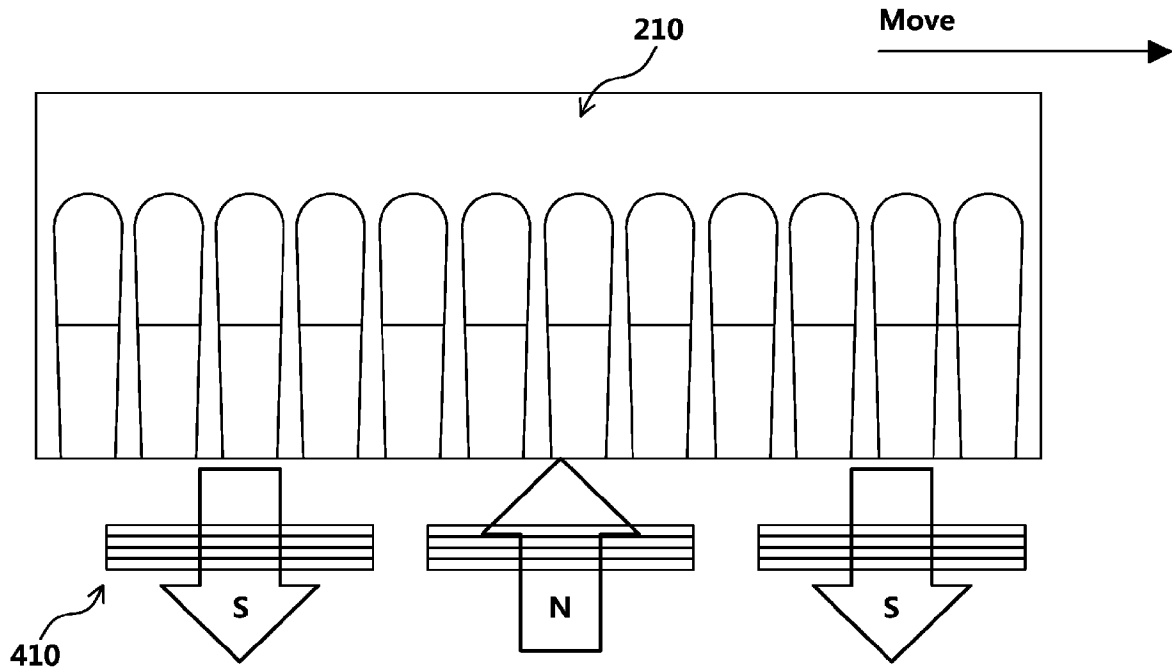


(b)

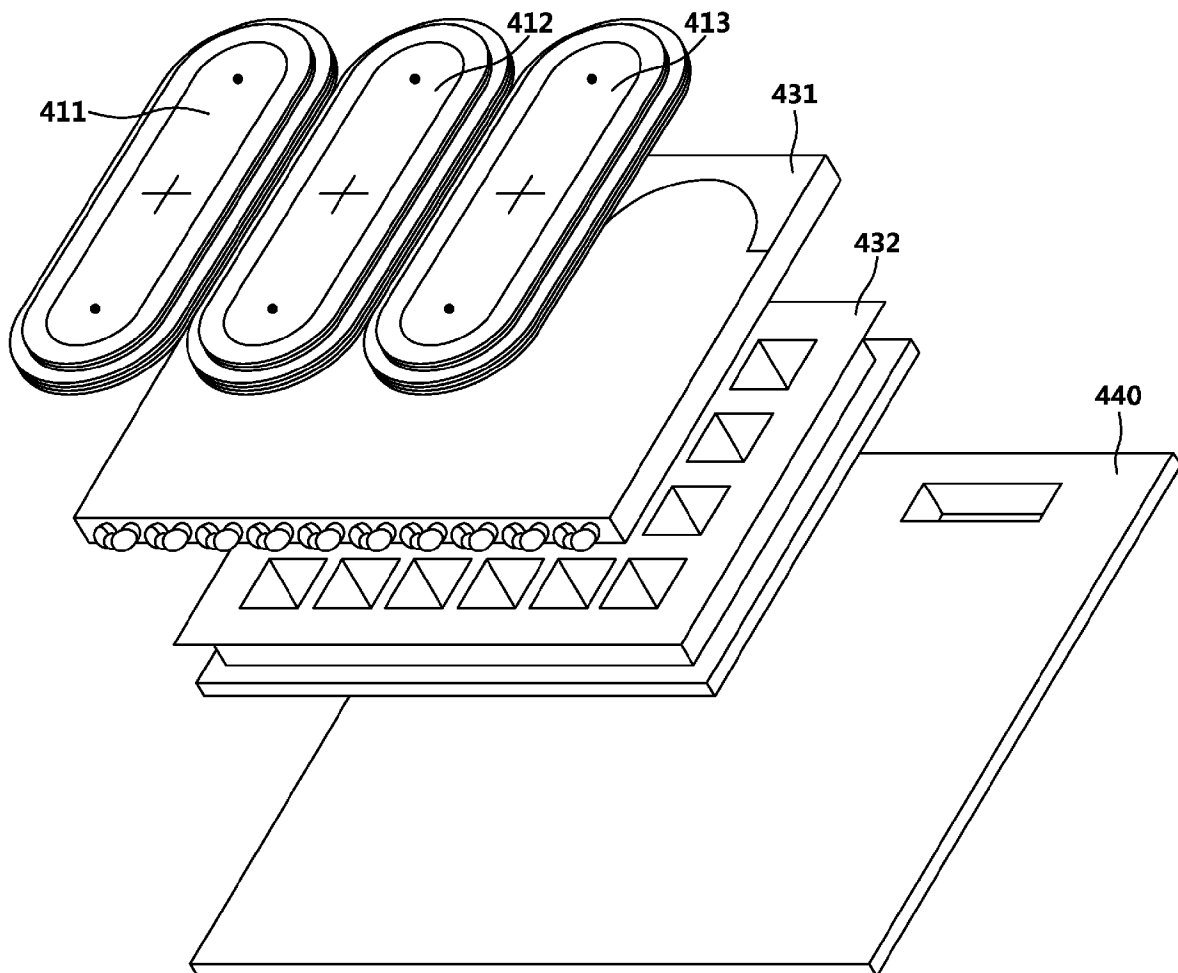
[도2]



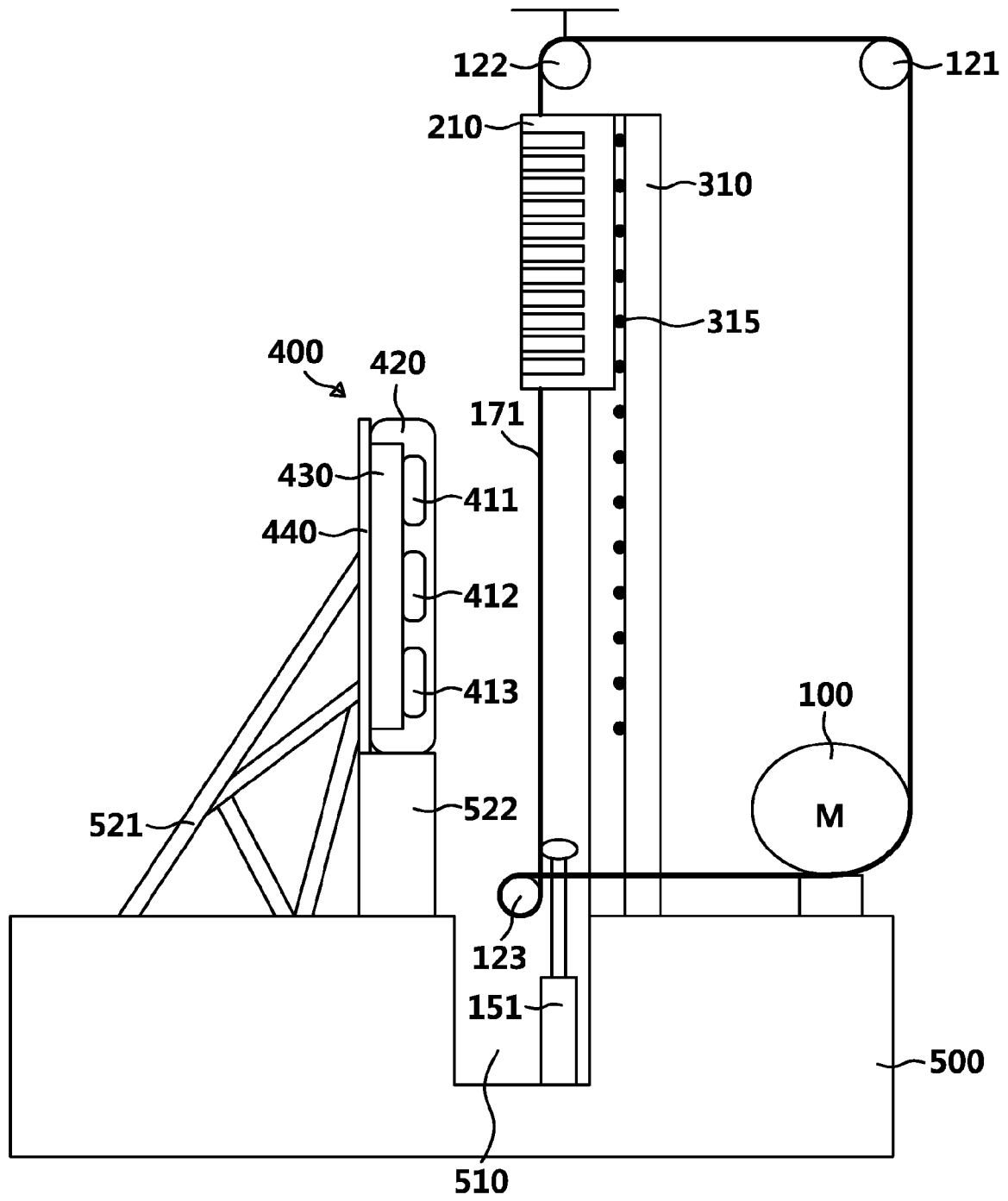
[도3]



[도4]



[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/007337

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/34(2006.01)i, G01R 31/06(2006.01)i, G01R 29/20(2006.01)i, H01F 6/06(2006.01)i, G01R 33/12(2006.01)i

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)

G01R 31/34; B66B 1/34; B66B 5/04; G01N 27/72; G01R 31/02; G01R 31/06; G01R 31/20; G01R 33/035; G01R 33/12; G01R 29/20; H01F 6/06

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: superconductive coil, buffer, fall, chain

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-1420732 B1 (CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY COOPERATION CORPS.) 22 July 2014 See paragraphs [20], [57]-[58], [71]-[79], [88], and figure 2.	1-9
Y	KR 10-2018-0057326 A (KOREA TESTING LABORATORY (KTL) et al.) 30 May 2018 See paragraph [37], and figure 1.	1-9
A	KR 10-1420733 B1 (CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY COOPERATION CORPS.) 22 July 2014 See paragraphs [30]-[36], and figure 1.	1-9
A	JP 09-236583 A (SHIKOKU SOGO KENKYUSHO K.K. et al.) 09 September 1997 See the entire document.	1-9
A	KR 10-1428377 B1 (POSCO et al.) 08 August 2014 See the entire document.	1-9



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

“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

22 OCTOBER 2019 (22.10.2019)

Date of mailing of the international search report

23 OCTOBER 2019 (23.10.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/007337

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1420732 B1	22/07/2014	None	
KR 10-2018-0057326 A	30/05/2018	None	
KR 10-1420733 B1	22/07/2014	None	
JP 09-236583 A	09/09/1997	JP 3609190 B2	12/01/2005
KR 10-1428377 B1	08/08/2014	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/34(2006.01)i, G01R 31/06(2006.01)i, G01R 29/20(2006.01)i, H01F 6/06(2006.01)i, G01R 33/12(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 31/34; B66B 1/34; B66B 5/04; G01N 27/72; G01R 31/02; G01R 31/06; G01R 31/20; G01R 33/035; G01R 33/12; G01R 29/20; H01F 6/06

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: 초전도 코일(superconductive coil), 완충(buffer), 낙하(fall), 체인(chain)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-1420732 B1 (창원대학교 산학협력단) 2014.07.22 단락 20, 57-58, 71-79, 88, 및 도면 2 참조.	1-9
Y	KR 10-2018-0057326 A (한국산업기술시험원 등) 2018.05.30 단락 37, 및 도면 1 참조.	1-9
A	KR 10-1420733 B1 (창원대학교 산학협력단) 2014.07.22 단락 30-36, 및 도면 1 참조.	1-9
A	JP 09-236583 A (SHIKOKU SOGO KENKYUSHO K.K. 등) 1997.09.09 전체 문헌 참조.	1-9
A	KR 10-1428377 B1 (주식회사 포스코 등) 2014.08.08 전체 문헌 참조.	1-9

☐ 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 이후 “X”에 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

2019년 10월 22일 (22.10.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 10월 23일 (23.10.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김연정

전화번호 +82-42-481-3325



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1420732 B1	2014/07/22	없음	
KR 10-2018-0057326 A	2018/05/30	없음	
KR 10-1420733 B1	2014/07/22	없음	
JP 09-236583 A	1997/09/09	JP 3609190 B2	2005/01/12
KR 10-1428377 B1	2014/08/08	없음	