

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2024년 12월 12일 (12.12.2024)



WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2024/253280 A1

(51) 국제특허분류:

H01F 6/00 (2006.01)

H02H 9/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2023/021296

(22) 국제출원일:

2023년 12월 21일 (21.12.2023)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2023-0074117 2023년 6월 9일 (09.06.2023) KR

(71) 출원인: 엘에스일렉트릭 주식회사 (LS ELECTRIC CO., LTD.) [KR/KR]; 14119 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 김민지 (KIM, Min Jee); 14118 경기도 안양시 동안구 엘에스로 116번길 40 글로벌 R&D 캠퍼스, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 이룸리온 (ERUUM & LEEON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 06575 서울특별시 서초구 사평대로 108, 3층 (반포동), 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

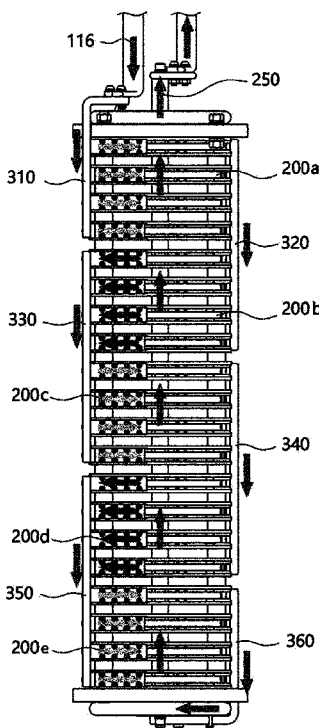
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, 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: SUPERCONDUCTING FAULT CURRENT LIMITER

(54) 발명의 명칭: 초전도 한류기



(57) Abstract: Disclosed is a superconductor fault current limiter. A superconductor fault current limiter according to one aspect of the present invention comprises: a housing accommodating a cryogenic fluid; first superconductor modules accommodated in the cryogenic fluid; second superconductor modules vertically stacked with the first superconductor modules; a first conducting unit connecting one side of the first superconductor modules; a second conducting unit connecting the other side of the first superconductor modules and the other side of the second superconductors; and a third conducting unit connecting one side of the second superconductor modules.

(57) 요약서: 초전도체 한류기가 개시된다. 본 발명의 일 측면에 따른 초전도체 한류기는, 극저온 유체를 수용하는 하우징; 상기 극저온 유체에 수용되는 제1 초전도체 모듈; 상기 제1 초전도체 모듈과 수직 방향으로 적층되는 제2 초전도체 모듈; 상기 제1 초전도체 모듈의 일측을 연결하는 제1 통전부; 상기 제1 초전도체 모듈의 타측과 상기 제2 초전도체의 타측을 연결하는 제2 통전부; 및 상기 제2 초전도체 모듈의 일측을 연결하는 제3 통전부;를 포함할 수 있다.

WO 2024/253280 A1

발명의 설명

발명의 명칭: 초전도 한류기

기술분야

- [1] 본 발명은 초전도 한류기에 관한 것이다.
[2]

배경기술

- [3] 일반적으로 한류기(Fault Current Limiters)는 전력계통에서 사고 발생시 고장 전류를 저감하여 전력계통을 보호하는 전력기기에 해당하는 것으로, 전력계통의 사고에 의한 정전의 범위를 최소화하고 전력계통의 선로상 전력기기에 대한 피해를 줄이는 역할을 수행한다.
- [4] 이러한 한류기는 전력계통의 사고로 인해 고장전류가 발생하는 경우, 빠른 시간 내에 사고 전류(Fault Current)를 적정 값 이하로 낮추어 전력기기에서의 기계적, 열적 및 전기적 스트레스를 예방하고 전력계통의 신뢰도를 향상시킨다.
- [5] 그러나, 계통고장 전류의 지속적인 상승과 이에 대응하기 위한 전력기기 개발의 어려움으로 인해 고장전류 제어가 가능한 한류기에 대한 개발 요구가 급증하고 있지만, 실제로 계통에 적용 가능한 한류기의 개발은 기술적 어려움과 상업화 등의 난점으로 인해 지연되는 실정이다.
- [6] 최근 들어, 고온 초전도체의 비선형적인 전압-전류 특성을 적용한 한류기의 개발이 진행되고 있으며, 액체질소를 냉매로 사용하는 고온 초전도 한류기 개발이 본격적으로 시작되어 있다. 초전도 물질은 높은 비선형적인 저항 특성을 가지므로 한류 소자로서의 응용 가능성을 갖고 있다. 고온 초전도 한류기는 초전도 상태에서 상전도 상태로의 켄치 특성을 이용하여 높은 저항을 발생시켜 계통상에서 사고를 감지하면 빠른 시간 내에 퓨즈 역할을 수행하여 사고전류를 제한하는 역할을 한다. 그리고, 이러한 한류기는 고장전류 저감 후 다시 초전도 상태로 전이하는 특성을 가지고 있다.
- [7] 한편, 이러한 초전도체 한류기에 대한 소형화 요구가 대두되고 있다. 특히, 초전도체 한류기를 소형화하는 과정에서, 초전도체 한류기의 내부 구조에 의해 교류 손실이 발생될 우려가 높다.
- [8]

발명의 내용

기술적 과제

- [9] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 초전도체 한류기를 소형화하면서 더불어 전류가 서로 간섭되는 것을 방지하는 초전도체 한류기를 제공하는 것이다.

- [10] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[11]

과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 일 측면에 따르면, 극저온 유체를 수용하는 하우징; 상기 극저온 유체에 수용되는 제1 초전도체 모듈; 상기 제1 초전도체 모듈과 수직 방향으로 적층되는 제2 초전도체 모듈; 상기 제1 초전도체 모듈의 일측을 연결하는 제1 통전부; 상기 제1 초전도체 모듈의 타측과 상기 제2 초전도체의 타측을 연결하는 제2 통전부; 및 상기 제2 초전도체 모듈의 일측을 연결하는 제3 통전부; 를 포함하는, 초전도체 한류기가 제공된다.
- [13] 이 때, 상기 제2 초전도체 모듈의 전류 방향은 상기 제1 초전도체 모듈의 전류 방향과 반대 방향일 수 있다.
- [14] 이 때, 상기 제1 초전도체 모듈은 복수로 구성되고, 상기 제2 초전도체 모듈은 복수로 구성될 수 있다.
- [15] 이 때, 상기 초전도체 한류기는, 상기 하우징의 외부와 전기적으로 연결되는 외부 단자; 및 상기 제1 초전도체 모듈과 상기 제2 초전도체 모듈을 관통하고, 상기 제3 통전부와 전기적으로 연결되는 부스바를 더 포함하고, 상기 외부 단자로부터 전달된 전류는 상기 제1 통전부, 상기 복수의 제1 초전도체 모듈, 상기 제2 통전부, 상기 복수의 제2 초전도체 모듈, 상기 제3 통전부 및 상기 부스바를 순차적으로 경유하여 상기 하우징의 상측으로 전달될 수 있다.
- [16] 이 때, 상기 초전도체 한류기는, 상기 복수의 제1 초전도체 모듈 및 상기 복수의 제2 초전도체 모듈을 지지하고, 적어도 하나의 관통 홀이 구비되는 지지부; 상기 적어도 하나의 관통 홀에 삽입되는 부스바; 및 상기 지지부와 상기 부스바를 이격시키는 적어도 하나의 스페이서를 더 포함할 수 있다.
- [17] 이 때, 상기 적어도 하나의 스페이서는, 제1 스페이서; 상기 제1 스페이서와 제1 각도로 기울어지도록 형성되는 제2 스페이서; 및 상기 제2 스페이서와 제2 각도로 기울어지도록 형성되는 제3 스페이서를 포함하고, 상기 제2 각도는 상기 제1 각도와 동일하거나 더 작고, 상기 제1 스페이서, 상기 제2 스페이서 및 상기 제3 스페이서는 서로 동일하게 형성될 수 있다.
- [18] 이 때, 상기 제3 스페이서는 상기 제1 스페이서와 제3 각도로 기울어지도록 형성되고, 상기 제3 각도는 상기 제1 각도와 동일할 수 있다.
- [19] 이 때, 상기 지지부는, 상기 부스바가 삽입되는 제1 관통 홀 및 상기 제1 관통 홀로부터 이격되어 형성되는 제2 관통 홀이 형성되는 제1 지지부; 상기 제1 지지부와 이격되어 배치되고, 상기 제1 관통 홀에 대응되는 제3 관통 홀 및 상기 제2 관통 홀에 대응되는 제4 관통 홀이 형성되는 제2 지지부; 상기 제1 지지부와 상기 제2 지지부 사이에 배치되고, 나선 형태로 이루어지는 제1 나선부가

구비되는 제3 지지부; 및 상기 제1 지지부와 상기 제2 지지부 사이에 배치되고, 상기 제1 나선부와 대칭적으로 형성되는 제2 나선부가 구비되는 제4 지지부를 포함할 수 있다.

[20] 이 때, 상기 복수의 제1 초전도체 모듈 또는 상기 복수의 제2 초전도체 모듈은, 상기 제3 지지부의 외측, 상기 제1 나선부 및 상기 제2 나선부를 따라 권선되는 제1 초전도체; 상기 제1 초전도체의 일측으로부터 연장되는 제2 초전도체; 및 상기 제1 초전도체의 타측으로부터 연장되는 제3 초전도체를 포함하고, 상기 제2 초전도체와 상기 제3 초전도체는 상기 제3 지지부의 외측과 상기 제4 지지부의 외측을 따라 함께 권선될 수 있다.

[21] 이 때, 상기 부스바는, 상기 제1 관통 홀 및 상기 제3 관통 홀을 통과하고, 상기 제1 나선부와 일정 간격으로 이격되는 제1 부스바; 및 상기 제2 관통 홀 및 상기 제4 관통 홀을 통과하고, 상기 제2 나선부와 일정 간격으로 이격되는 제2 부스바를 포함할 수 있다.

[22]

발명의 효과

[23] 상기의 구성에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기는, 복수의 제1 초전도체 모듈 및 복수의 제2 초전도체 모듈이 수직한 방향으로 적층되면서 전기적으로 연결됨에 따라, 초전도체 한류기의 소형화가 가능한 이점이 있다.

[24] 또한, 복수의 스페이서에 의해 부스바와 초전도체 사이를 일정한 간격으로 유지함에 따라, 부스바와 초전도체 사이의 전자기적인 간섭을 최소화할 수 있다.

[25]

도면의 간단한 설명

[26] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 외관을 나타내는 사시도이다.

[27] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 내부를 나타내는 사시도이다.

[28] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 복수의 초전도체 모듈을 중점적으로 나타내는 사시도이다.

[29] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 부스바가 복수의 초전도체 모듈을 관통하는 모습을 나타내는 도면이다.

[30] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 부스바가 복수의 초전도체 모듈로부터 분리된 모습을 나타내는 도면이다.

[31] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 복수의 초전도체 모듈과 부스바를 중점적으로 나타내는 사시도이다.

[32] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈을 나타내는 사시도이다.

- [33] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈을 다른 측면에서 바라본 사시도이다.
- [34] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈을 나타내는 분리 사시도이다.
- [35] 도 10a는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈의 내부를 부분적으로 나타내는 도면이다.
- [36] 도 10b는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체의 권선 구조를 도면이다.
- [37] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈의 단면도이다.
- [38] 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 부스바, 제3 지지부와 제4 지지부를 중점적으로 나타내는 평면도이다.
- [39] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 전기적인 연결을 설명하기 위한 도면이다.
- [40] 100: 초전도체 한류기
- [41] 110: 하우징
- [42] 210: 지지부
- [43] 218: 초전도체
- [44] 250: 부스바
- [45]

발명의 실시를 위한 형태

- [46] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 도면에서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.
- [47] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 단어와 용어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정 해석되지 않고, 자신의 발명을 최선의 방법으로 설명하기 위해 발명자가 용어와 개념을 정의할 수 있는 원칙에 따라 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [48] 그러므로 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 해당하고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것이 아니므로 해당 구성은 본 발명의 출원시점에서 이를 대체할 다양한 균등물과 변형예가 있을 수 있다.
- [49] 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을

설명하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [50] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "전방", "후방", "상부" 또는 "하부"에 있다는 것은 특별한 사정이 없는 한 다른 구성 요소와 바로 접하여 "전방", "후방", "상부" 또는 "하부"에 배치되는 것뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 구성 요소가 배치되는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소와 "연결"되어 있다는 것은 특별한 사정이 없는 한 서로 직접 연결되는 것뿐만 아니라 간접적으로 서로 연결되는 경우도 포함한다.
- [51] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기를 설명한다.
- [52] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 외관을 나타내는 사시도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 내부를 나타내는 사시도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 복수의 초전도체 모듈을 중점적으로 나타내는 사시도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 부스바가 복수의 초전도체 모듈을 관통하는 모습을 나타내는 도면이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 부스바가 복수의 초전도 모듈로부터 분리된 모습을 나타내는 도면이다.
- [53] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기(100)는 하우징(110), 초전도체 모듈(200) 및 부스바(250)를 포함한다.
- [54] 상기 하우징(110)은 원통 형상으로 이루어진다. 그리고, 상기 하우징(110)은 극저온 유체를 수용한다. 여기서, 상기 극저온 유체는 액화 질소일 수 있다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 상기 하우징(110)은 원통 형상으로 이루어지는 것에 한정되지 않고, 극저온 유체를 수용할 수 있는 다양한 형상으로 이루어질 수 있다.
- [55] 그리고, 상기 하우징(110)의 외측면에는 상기 극저온 유체를 냉각시키기 위한 냉각 장치(115)가 구비된다. 상기 냉각 장치(115)는 상기 극저온 유체의 온도가 설정된 범위에서 유지되도록 구동된다.
- [56] 그리고, 상기 하우징(110)의 상측에는 상기 하우징(110)의 외부와 전기적으로 연결되기 위한 외부 단자(117)가 구비된다. 이 때, 상기 외부 단자(117)는 별도의 장치(미도시)와 전기적으로 연결된다.
- [57] 그리고, 상기 외부 단자(117)는 상기 하우징(110)의 외부로부터 공급되는 전류를 상기 하우징(110)의 내부로 전달한다. 반대로, 상기 외부 단자(117)는 상기 하우징(110)의 내부의 전류를 상기 하우징(110)의 외부로 전달한다.
- [58] 상기 초전도체 모듈(200)은 상기 하우징(110)의 내부에 배치된다. 이 때, 상기 초전도체 모듈(200)은 상기 극저온 유체에 수용되어 상기 초전도체 모듈(200)을 통해 흐르는 전류가 초전도 상태 분위기에 놓여지게 된다.

- [59] 그리고, 상기 초전도체 모듈(200)은 복수로 구성된다. 그리고, 상기 복수의 초전도체 모듈(200)은 상기 하우징(110)의 높이 방향을 따라 서로 이격되어 적층된다. 상기 초전도체 모듈(200)에 대해서는 이후 도면을 참조하여 보다 자세하게 설명하기로 한다.
- [60] 상기 부스바(250)는 상기 하우징(110)의 높이 방향을 따라 연장된다. 그리고, 상기 부스바(250)는 상기 복수의 초전도체 모듈(200)을 관통한다. 이 때, 상기 하우징(110)의 내부에는 상기 외부 단자(117)와 연결되는 복수의 연결부(116)가 구비된다. 그리고, 상기 복수의 연결부(116) 중 하나는 상기 부스바(250)와 연결된다.
- [61] 그리고, 상기 부스바(250)는 상기 연결부(116)를 통해 상기 외부 단자(117)와 전기적으로 연결된다. 이에 따라, 상기 부스바(250)의 전류는 상기 연결부(116)와 상기 외부 단자(117)를 통해 상기 하우징(110)의 외부로 전달된다.
- [62] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기(100)에는 외부의 전류를 상기 초전도체 모듈(200)에 전달하기 위한 복수의 통전부(310, 320, 330, 340, 350, 360)가 구비된다.
- [63] 상기 복수의 통전부는 제1 통전부(310), 제2 통전부(320), 제3 통전부(330), 제4 통전부(340), 제5 통전부(350) 및 제6 통전부(360)를 포함한다.
- [64] 상기 제1 통전부(310)는 상기 연결부(116)와 상기 초전도체 모듈(200) 사이를 전기적으로 연결시킨다. 이 때, 상기 제1 통전부(310)는 상기 복수의 초전도체 모듈 중 상측에 배치되는 4개의 초전도체 모듈(200)과 볼트 결합 방식으로 결합된다.
- [65] 상기 제2 통전부(320)는 상기 복수의 초전도체 모듈(200)을 사이에 두고 상기 제1 통전부(310)의 반대측에 배치된다. 상기 제2 통전부(320)는 상기 제1 통전부(310)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200) 및 상기 제1 통전부(310)의 아래에 배치된 4개의 초전도체 모듈(200)과 볼트 결합 방식으로 결합된다. 이에 따라, 상기 제2 통전부(320)는 상기 제1 통전부(310)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200)과 상기 제1 통전부(310)의 아래에 배치되는 4개의 초전도체 모듈(200)을 전기적으로 연결한다.
- [66] 상기 제3 통전부(330)는 상기 복수의 초전도체 모듈(200)을 사이에 두고 상기 제2 통전부(320)의 반대측에 배치된다. 이 때, 상기 제3 통전부(330)는 상기 제1 통전부(310)와 나란하게 배치된다.
- [67] 그리고, 상기 제3 통전부(330)는 상기 제2 통전부(320)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200) 및 상기 제2 통전부(320)의 아래에 배치된 4개의 초전도체 모듈(200)과 볼트 결합 방식으로 결합된다. 이에 따라, 상기 제3 통전부(330)는 상기 제2 통전부(320)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200)과 상기 제2 통전부(320)의 아래에 배치되는 4개의 초전도체 모듈(200)을 전기적으로 연결한다.

- [68] 상기 제4 통전부(340)는 상기 복수의 초전도체 모듈(200)을 사이에 두고 상기 제3 통전부(330)의 반대측에 배치된다. 이 때, 상기 제4 통전부(340)는 상기 제2 통전부(320)와 나란하게 배치된다.
- [69] 그리고, 상기 제4 통전부(340)는 상기 제3 통전부(330)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200) 및 상기 제3 통전부(330)의 아래에 배치된 4개의 초전도체 모듈(200)과 볼트 결합 방식으로 결합된다. 이에 따라, 상기 제4 통전부(340)는 상기 제3 통전부(330)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200)과 상기 제3 통전부(330)의 아래에 배치되는 4개의 초전도체 모듈(200)을 전기적으로 연결한다.
- [70] 상기 제5 통전부(350)는 상기 복수의 초전도체 모듈(200)을 사이에 두고 상기 제4 통전부(340)의 반대측에 배치된다. 이 때, 상기 제5 통전부(350)는 상기 제3 통전부(330)와 나란하게 배치된다.
- [71] 그리고, 상기 제5 통전부(350)는 상기 제4 통전부(340)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200) 및 상기 제4 통전부(340)의 아래에 배치된 4개의 초전도체 모듈(200)과 볼트 결합 방식으로 결합된다. 이에 따라, 상기 제5 통전부(350)는 상기 제4 통전부(340)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200)과 상기 제4 통전부(340)의 아래에 배치되는 4개의 초전도체 모듈(200)을 전기적으로 연결한다.
- [72] 상기 제6 통전부(360)는 상기 복수의 초전도체 모듈(200)을 사이에 두고 상기 제5 통전부(350)의 반대측에 배치된다. 이 때, 상기 제6 통전부(360)는 상기 제4 통전부(340)와 나란하게 배치된다.
- [73] 그리고, 상기 제6 통전부(360)는 상기 제5 통전부(350)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200)과 볼트 결합 방식으로 결합된다. 이 때, 상기 제6 통전부(360)는 상기 부스바(250)의 하측부와 연결된다. 이에 따라, 상기 제6 통전부(360)는 상기 제5 통전부(350)와 결합된 4개의 초전도체 모듈(200)과 상기 부스바(250)를 전기적으로 연결한다.
- [74]
- [75] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 복수의 초전도체 모듈과 부스바를 중점적으로 나타내는 사시도이고, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈을 나타내는 사시도이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈을 다른 측면에서 바라본 사시도이고, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈을 나타내는 분리 사시도이고, 도 10a는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈의 내부를 부분적으로 나타내는 도면이고, 도 10b는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체의 권선 구조를 도면이다.
- [76] 먼저, 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 부스바는 제1 부스바(251) 및 제2 부스바(252)를 포함한다. 이 때, 상기 제1 부스바(251)와 상기 제2 부스바(252)는 서로 나란하게 배치된다.
- [77] 그리고, 도 6 내지 도 10b를 참조하면, 상기 초전도체 모듈(200)은 지지부(210) 및 초전도체(218)를 포함한다.

- [78] 상기 지지부(210)는 상기 초전도체(218)를 지지한다. 그리고, 상기 지지부(210)에는 적어도 하나의 관통 홀(211a, 211b)이 형성된다. 그리고, 상기 지지부(210)는 제1 지지부(211), 제2 지지부(212), 제3 지지부(213) 및 제4 지지부(214)를 포함한다.
- [79] 상기 제1 지지부(211)는 플레이트 형상으로 이루어진다. 그리고, 상기 제1 지지부(211)에는 상기 극저온 유체가 유입되거나 유출되는 복수의 유체 홀이 구비된다.
- [80] 그리고, 상기 제1 지지부(211)에는 상기 제1 부스바(251)가 관통하는 제1 관통 홀(211a) 및 상기 제2 부스바(252)가 관통하는 제2 관통 홀(211b)이 형성된다.
- [81] 상기 제2 지지부(212)는 상기 제1 지지부(211)와 이격되어 배치된다. 또한, 상기 제2 지지부(212)는 상기 제1 지지부(211)와 대면하도록 형성된다. 그리고, 상기 제2 지지부(212)는 플레이트 형상으로 이루어진다. 그리고, 상기 제2 지지부(212)에는 상기 극저온 유체가 유입되거나 유출되는 복수의 유체 홀이 구비된다.
- [82] 그리고, 상기 제2 지지부(212)에는 상기 제1 부스바(251)가 관통하는 제3 관통 홀(211c) 및 상기 제2 부스바(252)가 관통하는 제4 관통 홀(211d)이 형성된다. 이 때, 상기 제3 관통 홀(211c)은 상기 제1 관통 홀(211a)에 대응되도록 형성된다. 그리고, 상기 제4 관통 홀(211d)은 상기 제2 관통 홀(211b)에 대응되도록 형성된다.
- [83] 이 때, 상기 제2 지지부(212)에는 상기 제2 지지부(212)로부터 연장되어 상기 제3 관통 홀(211c)의 중심 및 상기 제4 관통 홀(211d)의 중심을 향하여 돌출 형성되는 적어도 하나의 스페이서(215)를 포함한다.
- [84] 상기 적어도 하나의 스페이서(215)는 복수로 구성될 수 있다. 상기 복수의 스페이서(215)는 상기 제3 관통 홀(211c)을 통과한 상기 제1 부스바(251)의 외측면 및 상기 제4 관통 홀(211d)을 통과한 상기 제2 부스바(252)의 외측면에 접촉된다. 다만, 상기 복수의 스페이서(215)는 상기 제1 부스바(251) 및 상기 제2 부스바(252)에 접촉되는 것에 한정되지 않고, 상기 지지부(210)와 상기 부스바(251, 252)를 이격시키도록 상기 부스바(251, 252)와 접촉되지 않을 수 있다.
- [85] 한편, 상기 복수의 스페이서(215)는 상기 제1 지지부(211)에 구비되지 않고 상기 제2 지지부(212)에만 구비된다. 이에 따라, 상기 제1 부스바(251) 및 상기 제2 부스바(252)를 상기 지지부(210)에 조립하는 과정에서, 상기 복수의 스페이서(215)에 의해 과도하게 간섭되는 것이 방지된다.
- [86] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 상기 복수의 스페이서(215)는 상기 제2 지지부(212) 뿐만 아니라 상기 제1 지지부(211)에도 구비될 수 있다.
- [87] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 상기 복수의 스페이서(215)는 상기 제2 지지부(212)로부터 연장되는 것에 한정되지 않고, 상기 제2 지지부(212)와 상기 부스바(251, 252)를 이격시키도록 다양한 구조가 적용될 수 있다.

- [88] 상기 제3 지지부(213)는 상기 제1 지지부(211)와 상기 제2 지지부(212) 사이에 배치된다. 이 때, 상기 제3 지지부(213)에는 나선 형태로 이루어지는 제1 나선부(213a)가 구비된다.
- [89] 상기 제4 지지부(214)는 상기 제1 지지부(211)와 상기 제2 지지부(212) 사이에 배치된다. 이 때, 상기 제4 지지부(214)에는 나선 형태로 이루어지는 제2 나선부(214a)가 구비된다. 그리고, 상기 제2 나선부(214a)는 상기 제1 나선부(213a)와 대칭적으로 형성된다.
- [90] 그리고, 상기 초전도체(218)는 상기 제3 지지부(213)와 상기 제4 지지부(214)를 따라 복수 회로 권선되는 초전도 선재로 이루어질 수 있다. 이 때, 상기 초전도체(218)는 상기 제1 나선부(213a)와 상기 제2 나선부(214a)를 따라 형성될 수 있다.
- [91] 구체적으로, 도 10b에 도시된 바와 같이, 상기 초전도체(218)는 제1 초전도체(218a), 제2 초전도체(218b), 제3 초전도체(218c), 제4 초전도체(218d) 및 제5 초전도체(218e)를 포함할 수 있다.
- [92] 먼저, 상기 제1 초전도체(218a)는 상기 제3 지지부(213)의 외측을 따라 권선된다. 그리고, 상기 제3 지지부(213)의 제1 나선부(213a)를 따라 권선된다. 그리고, 상기 제1 초전도체(218a)는 상기 제4 지지부(214)의 제2 나선부(214b)를 따라 권선된다. 즉, 상기 제1 초전도체(218a)는 상기 제3 지지부(213)의 외측, 상기 제1 나선부(213a) 및 상기 제2 나선부(214b)를 따라 순차적으로 권선된다. 이 때, 상기 제1 초전도체(218a)가 상기 제1 나선부(213a)와 상기 제2 나선부(214b)를 따라 권선된 형태는 파동 형태이다. 그리고, 상기 제1 초전도체(218a)가 상기 제3 지지부(213)의 외측을 따라 권선된 형태는 원 형태이다. 이와 같이, 상기 제1 초전도체(218a)는 파동 형태와 원 형태가 조합된 형태로 접히거나 꺾이는 부분이 없게 되어 제1 초전도체(218a)의 안정성이 확보되는 이점이 있다.
- [93] 상기 제2 초전도체(218b)는 상기 제1 초전도체(218a)의 일측으로부터 연장된다. 여기서, 상기 제1 초전도체(218a)의 일측은 상기 제2 나선부(214b)를 따라 권선된 부분을 의미한다.
- [94] 상기 제3 초전도체(218c)는 상기 제1 초전도체(218a)의 타측으로부터 연장된다. 여기서, 상기 제1 초전도체(218a)의 타측은 상기 제3 지지부(213)의 외측을 따라 권선된 부분을 의미한다.
- [95] 그리고, 상기 제2 초전도체(218b)와 상기 제3 초전도체(218c)는 상기 제4 지지부(214)의 외측을 따라 시계 방향으로 함께 권선된다. 다만, 상기 제2 초전도체(218b)와 상기 제3 초전도체(218c)의 권선 방향은 시계 방향으로 한정되지 않고, 바라보는 측면에 따라 반시계 방향일 수 있다.
- [96] 그리고, 상기 제2 초전도체(218b)와 상기 제3 초전도체(218c)는 상기 제3 지지부(213)의 외측을 따라 시계 방향으로 함께 권선된다. 즉, 상기 제2 초전도체(218b)와 상기 제3 초전도체(218c)는 상기 제4 지지부(214)의 외측과 상기 제3 지지부(213)의 외측을 따라 순차적으로 권선된다. 이 때, 상기 제2 초전도체(218b)와 상기 제3 초전도체(218c)는 상기 제4 지지부(214)의 외측과 상기 제3

지지부(213)의 외측을 따라 2번 권선될 수 있다. 다만, 상기 제2 초전도체(218b)와 상기 제3 초전도체(218c)는 상기 제4 지지부(214)의 외측과 상기 제3 지지부(213)의 외측을 따라 2번 권선되는 것에 한정되지 않고, N번 권선될 수 있다.

- [97] 상기 제4 초전도체(218d)는 상기 제3 초전도체(218c)로부터 연장된다. 그리고, 상기 제4 초전도체(218d)는 출력부(217)와 연결된다. 상기 출력부(217)는 전술한 통전부(300) 중 어느 하나와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [98] 상기 제5 초전도체(218e)는 상기 제2 초전도체(218d)로부터 연장된다. 그리고, 상기 제5 초전도체(218e)는 입력부(216)와 연결된다. 상기 입력부(216)는 전술한 통전부(300) 중 다른 하나와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [99] 그리고, 전류의 흐름의 측면에서 살펴보면, 상기 입력부(216)의 전류는 상기 제5 초전도체(218e)로 전달된다. 그리고, 상기 제5 초전도체(218e)의 전류는 상기 제2 초전도체(218b)로 전달된다. 그리고, 상기 제2 초전도체(218b)의 전류는 상기 제1 초전도체(218a)로 전달된다. 그리고, 상기 제1 초전도체(218a)의 전류는 상기 제3 초전도체(218c)로 전달된다. 그리고, 상기 제3 초전도체(218c)의 전류는 상기 제4 초전도체(218d)로 전달된다. 그리고, 상기 제4 초전도체(218d)의 전류는 상기 제5 초전도체(218e)로 전달된다. 그리고, 상기 제5 초전도체(218e)의 전류는 상기 출력부(217)로 전달된다. 즉, 상기 입력부(216)의 전류는 상기 제5 초전도체(218e), 상기 제2 초전도체(218b), 상기 제1 초전도체(218a), 상기 제3 초전도체(218c) 및 상기 제4 초전도체(218d)를 순차적으로 경유하여 상기 출력부(217)로 전달된다.
- [100] 이 때, 상기 제2 초전도체(218b)의 전류는 시계 방향으로 회전되어 이동되고, 상기 제3 초전도체(218c)의 전류는 상기 제2 초전도체(218b)의 전류 방향과 반대 방향인 반시계 방향으로 회전되어 이동된다. 이에 따라, 상기 제2 초전도체(218b)의 전자기파와 상기 제3 초전도체(218c)의 전자기파는 서로 상쇄될 수 있다.
- [101] 이와 같이, 상기 제2 초전도체(218b)와 상기 제3 초전도체(218c)는 함께 권선되면서 더불어 상기 제2 초전도체(218b)의 전류 방향과 상기 제3 초전도체(218c)의 전류 방향이 서로 반대 방향임에 따라, 전자기파의 발생을 최소화하는 이점이 있다.
- [102] 그리고, 상기 제1 부스바(251)는 상기 복수의 스페이서(215)에 의해 상기 제1 나선부(213a)와 일정 간격으로 이격된다. 이에 따라, 상기 제1 부스바(251)는 상기 초전도체(218)와 일정 간격으로 이격된 상태에서, 상기 초전도체(218)를 관통하게 되므로, 상기 제1 부스바(251)와 상기 초전도체(218) 사이의 전자기적인 간섭을 최소화하는 이점이 있다.
- [103] 그리고, 상기 제2 부스바(252)는 상기 복수의 스페이서(215)에 의해 상기 제2 나선부(214a)와 일정 간격으로 이격된다. 이에 따라, 상기 제2 부스바(252)는 상기 초전도체(218)와 일정 간격으로 이격된 상태에서, 상기 초전도체

(218)를 관통하게 되므로, 상기 제1 부스바(251)와 상기 초전도체(218) 사이의 전자기적인 간섭을 최소화하는 이점이 있다.

[104]

[105] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 초전도체 모듈의 단면도이고, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 부스바, 제3 지지부와 제4 지지부를 중점적으로 나타내는 평면도이다.

[106] 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 복수의 스페이서는 제1 스페이서(215a), 제2 스페이서(215b) 및 제3 스페이서(215c)를 포함한다.

[107] 상기 제1 스페이서(215a)는 상기 제1 부스바(251) 또는 상기 제2 부스바(252)의 외측면에 접촉된다.

[108] 상기 제2 스페이서(215b)는 상기 제1 스페이서(215a)와 동일한 형상으로 이루어진다. 이 때, 상기 제2 스페이서(215b)는 상기 제1 스페이서(215a)와 제1 각도(α_1)로 기울어지도록 형성된다.

[109] 상기 제3 스페이서(215c)는 상기 제1 스페이서(215a)와 동일한 형상으로 이루어진다. 이 때, 상기 제3 스페이서(215c)는 상기 제2 스페이서(215b)와 제1 각도(α_2)로 기울어지도록 형성된다. 여기서, 상기 제2 각도(α_2)는 상기 제1 각도(α_1)와 동일하거나 더 작을 수 있다.

[110] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 제3 스페이서(215c)는 상기 제1 스페이서(215a)와 제3 각도(α_3)로 기울어지도록 형성된다. 이 때, 상기 제3 각도(α_3)는 상기 제1 각도(α_1)와 동일하다.

[111] 이와 같이, 복수의 스페이서(215a, 215b, 215c)는 상기 제1 부스바(251) 또는 상기 제2 부스바(252)를 3점에서 접촉하여 지지하게 된다.

[112] 그리고, 도 12에 도시된 바와 같이, 상기 제1 부스바(251)는 상기 제1 나선부(213a)로부터 일정한 간격(L)으로 배치되고, 상기 제2 부스바(252)는 상기 제2 나선부(214a)로부터 일정한 간격(L)으로 배치된다.

[113] 이에 따라, 상기 제1 나선부(213a) 및 상기 제2 나선부(214a)를 따라 배치되는 초전도체는 상기 제1 부스바(251) 및 상기 제2 부스바(252)와 일정한 간격(L)으로 이격되므로, 상기 초전도체가 상기 부스바(251, 252)와의 전자기적인 간섭을 최소화할 수 있다.

[114]

[115] 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기의 전기적인 연결을 설명하기 위한 도면이다.

[116] 도 13을 참조하면, 상기 초전도체 모듈(200, 도 4 참조)는 복수의 제1 초전도체 모듈(200a) 및 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)과 수직 방향으로 적층되는 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)을 포함한다.

[117] 또한, 상기 초전도체 모듈(200)은 복수의 제3 초전도체 모듈(200c), 복수의 제4 초전도체 모듈(200d) 및 복수의 제5 초전도체 모듈(200e)를 포함한다. 다만,

상기 초전체 모듈은 5개로 구성되는 것에 한정되지 않고, 2개 또는 6개 이상으로 구성될 수 있다.

- [118] 상기 제1 통전부(310)는 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)의 일측을 연결한다. 이 때, 상기 제1 통전부(310)는 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)과 전기적으로 연결하면서 더불어 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)을 지지하는 역할을 수행한다.
- [119] 상기 제2 통전부(320)는 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)의 타측과 상기 복수의 제2 초전도체(200b)의 타측을 연결한다. 이 때, 상기 제2 통전부(310)는 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)과 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)을 전기적으로 연결하면서 더불어 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)을 지지하는 역할을 수행한다.
- [120] 상기 제3 통전부(330)는 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)의 일측을 연결한다. 이 때, 상기 제3 통전부(330)는 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)과 전기적으로 연결하면서 더불어 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)을 지지하는 역할을 수행한다.
- [121] 그리고, 외부의 전류는 상기 연결부(116)를 통해 상기 제1 통전부(310)로 전달된다.
- [122] 그리고, 상기 제1 통전부(310)의 전류는 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)을 경유하여 상기 제2 통전부(320)로 전달된다.
- [123] 그리고, 상기 제2 통전부(320)의 전류는 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)을 경유하여 상기 제3 통전부(330)로 전달된다. 이 때, 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)의 전류 방향은 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)의 전류 방향과 반대 방향이다. 이와 같이, 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)의 전류 방향은 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)의 전류 방향과 반대 방향임에 따라, 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)과 상기 복수의 제2 초전도체 모듈 사이의 전자기파가 서로 상쇄되는 이점이 있다.
- [124] 그리고, 상기 제3 통전부(330)의 전류는 상기 복수의 제3 초전도체 모듈(200c)을 경유하여 제4 통전부(340)로 전달된다.
- [125] 그리고, 상기 제4 통전부(340)의 전류는 상기 복수의 제4 초전도체 모듈(200d)을 경유하여 제5 통전부(350)로 전달된다.
- [126] 그리고, 상기 제5 통전부(350)의 전류는 상기 복수의 제5 초전도체 모듈(200e)을 경유하여 제6 통전부(360)로 전달된다.
- [127] 그리고, 상기 제6 통전부(360)의 전류는 상기 부스바(250)를 통해 상측으로 이동하게 된다. 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 초전도체 모듈(200)이 상기 복수의 제1 초전도체 모듈(200a)과 상기 복수의 제2 초전도체 모듈(200b)만으로 구성되는 경우, 상기 제3 통전부(330)가 상기 제6 통전부(360)을 대신하여 상기 부스바(250)에 전기적으로 연결될 수 있다.

[128] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 초전도체 한류기는 상기 부스바(250)를 상기 초전도체 모듈(200)의 외부에 배치하지 않고, 상기 초전도체 모듈(200)을 관통하여 배치됨으로써, 상기 초전도체 한류기의 크기가 증가되는 것을 방지한다.

[129]

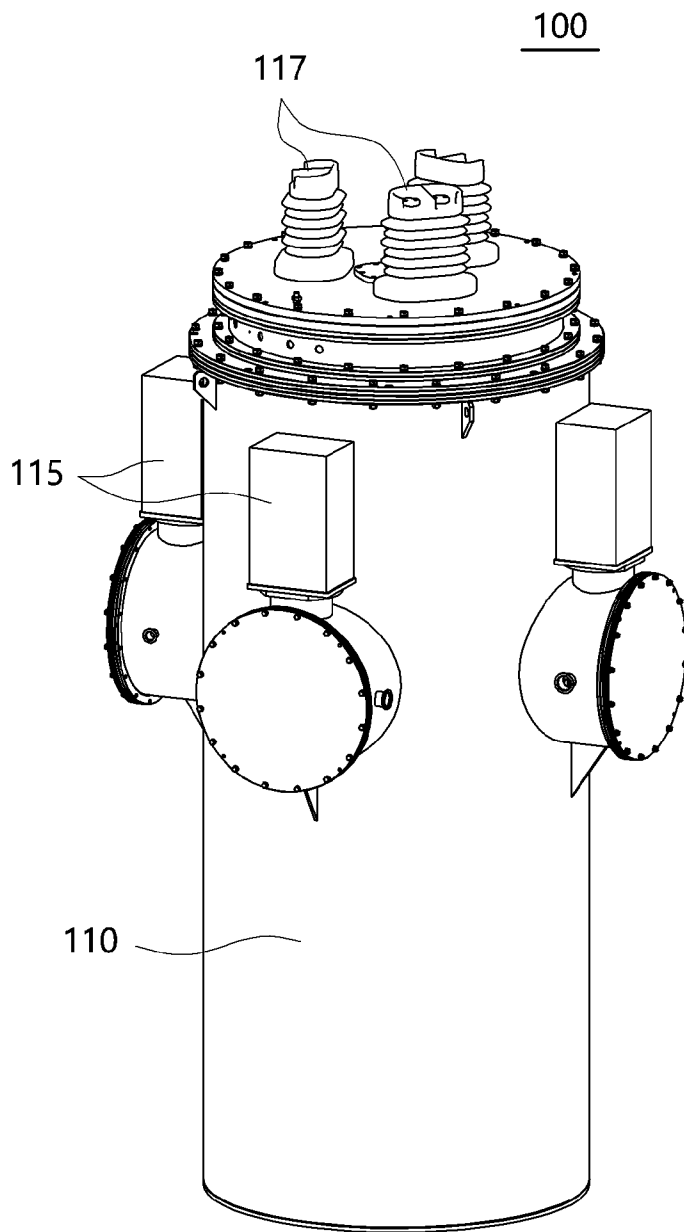
[130] 본 발명의 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시예에 의해 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

청구범위

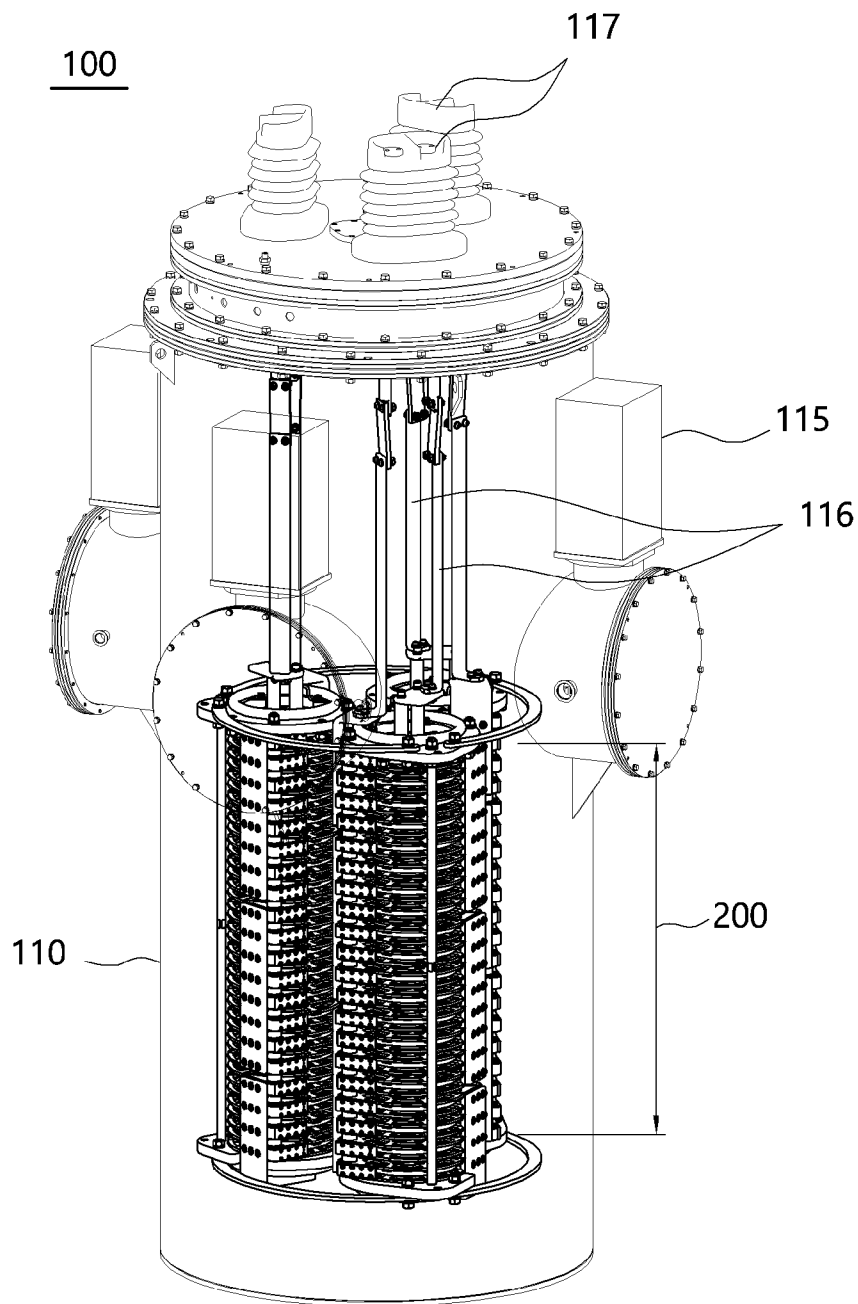
- [청구항 1] 극저온 유체를 수용하는 하우징;
 상기 극저온 유체에 수용되는 제1 초전도체 모듈;
 상기 제1 초전도체 모듈과 수직 방향으로 적층되는 제2 초전도체 모듈;
 상기 제1 초전도체 모듈의 일측을 연결하는 제1 통전부;
 상기 제1 초전도체 모듈의 타측과 상기 제2 초전도체의 타측을 연결하는 제2 통전부; 및
 상기 제2 초전도체 모듈의 일측을 연결하는 제3 통전부;
 를 포함하는, 초전도체 한류기.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,
 상기 제2 초전도체 모듈의 전류 방향은 상기 제1 초전도체 모듈의 전류 방향과 반대 방향인, 초전도체 한류기.
- [청구항 3] 제1 항에 있어서,
 상기 제1 초전도체 모듈은 복수로 구성되고,
 상기 제2 초전도체 모듈은 복수로 구성되는, 초전도체 한류기.
- [청구항 4] 제3 항에 있어서,
 상기 하우징의 외부와 전기적으로 연결되는 외부 단자; 및
 상기 제1 초전도체 모듈과 상기 제2 초전도체 모듈을 관통하고, 상기 제3 통전부와 전기적으로 연결되는 부스바를 더 포함하고,
 상기 외부 단자로부터 전달된 전류는 상기 제1 통전부, 상기 복수의 제1 초전도체 모듈, 상기 제2 통전부, 상기 복수의 제2 초전도체 모듈, 상기 제3 통전부 및 상기 부스바를 순차적으로 경유하여 상기 하우징의 상측으로 전달되는, 초전도체 한류기.
- [청구항 5] 제3 항에 있어서,
 상기 복수의 제1 초전도체 모듈 및 상기 복수의 제2 초전도체 모듈을 지지하고, 적어도 하나의 관통 홀이 구비되는 지지부;
 상기 적어도 하나의 관통 홀에 삽입되는 부스바; 및
 상기 지지부와 상기 부스바를 이격시키는 적어도 하나의 스페이서를 더 포함하는, 초전도체 한류기.
- [청구항 6] 제5 항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 스페이서는,
 제1 스페이서;
 상기 제1 스페이서와 제1 각도로 기울어지도록 형성되는 제2 스페이서;
 및
 상기 제2 스페이서와 제2 각도로 기울어지도록 형성되는 제3 스페이서를 포함하고,
 상기 제2 각도는 상기 제1 각도와 동일하거나 더 작고,

- 상기 제1 스페이서, 상기 제2 스페이서 및 상기 제3 스페이서는 서로 동일하게 형성되는, 초전도체 한류기.
- [청구항 7] 제6 항에 있어서,
상기 제3 스페이서는 상기 제1 스페이서와 제3 각도로 기울어지도록 형성되고,
상기 제3 각도는 상기 제1 각도와 동일한, 초전도체 한류기.
- [청구항 8] 제6 항에 있어서,
상기 지지부는,
상기 부스바가 삽입되는 제1 관통 홀 및 상기 제1 관통 홀로부터 이격되어 형성되는 제2 관통 홀이 형성되는 제1 지지부;
상기 제1 지지부와 이격되어 배치되고, 상기 제1 관통 홀에 대응되는 제3 관통 홀 및 상기 제2 관통 홀에 대응되는 제4 관통 홀이 형성되는 제2 지지부;
상기 제1 지지부와 상기 제2 지지부 사이에 배치되고, 나선 형태로 이루어지는 제1 나선부가 구비되는 제3 지지부; 및
상기 제1 지지부와 상기 제2 지지부 사이에 배치되고, 상기 제1 나선부와 대칭적으로 형성되는 제2 나선부가 구비되는 제4 지지부를 포함하는, 초전도체 한류기.
- [청구항 9] 제8 항에 있어서,
상기 복수의 제1 초전도체 모듈 또는 상기 복수의 제2 초전도체 모듈은, 상기 제3 지지부의 외측, 상기 제1 나선부 및 상기 제2 나선부를 따라 권선되는 제1 초전도체;
상기 제1 초전도체의 일측으로부터 연장되는 제2 초전도체; 및
상기 제1 초전도체의 타측으로부터 연장되는 제3 초전도체를 포함하고,
상기 제2 초전도체와 상기 제3 초전도체는 상기 제3 지지부의 외측과 상기 제4 지지부의 외측을 따라 함께 권선되는, 초전도체 한류기.
- [청구항 10] 제9 항에 있어서,
상기 부스바는,
상기 제1 관통 홀 및 상기 제3 관통 홀을 통과하고, 상기 제1 나선부와 일정 간격으로 이격되는 제1 부스바; 및
상기 제2 관통 홀 및 상기 제4 관통 홀을 통과하고, 상기 제2 나선부와 일정 간격으로 이격되는 제2 부스바를 포함하는, 초전도체 한류기.

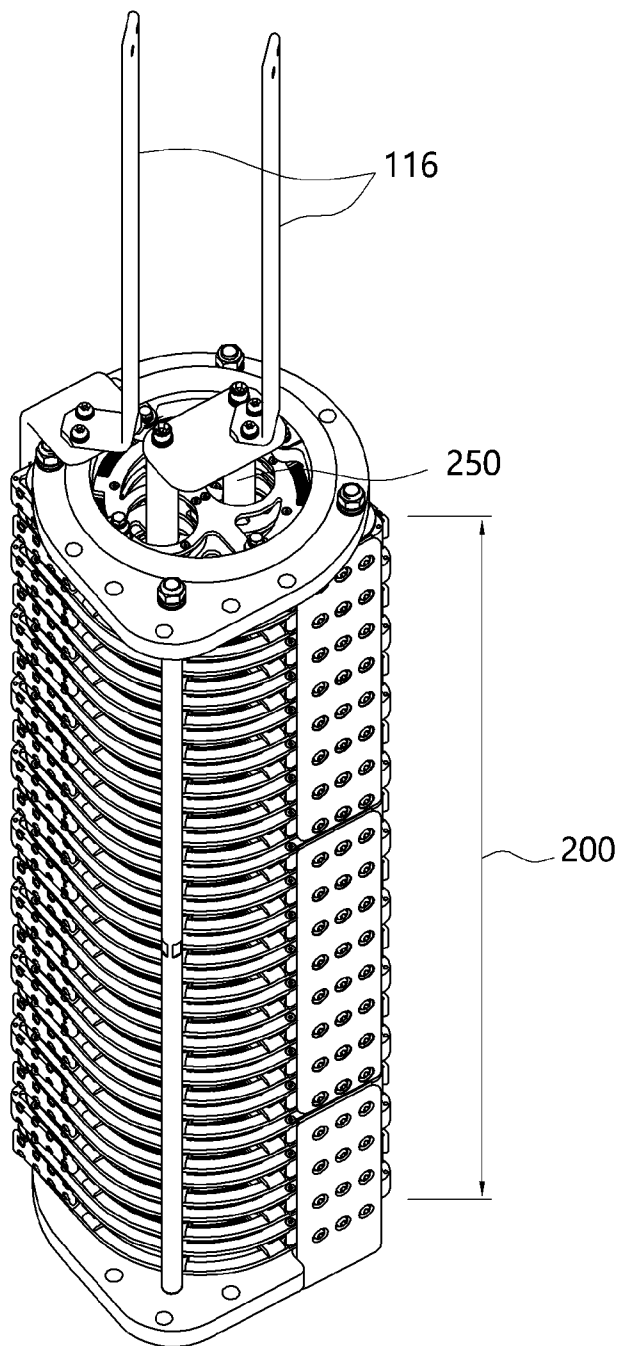
[도1]



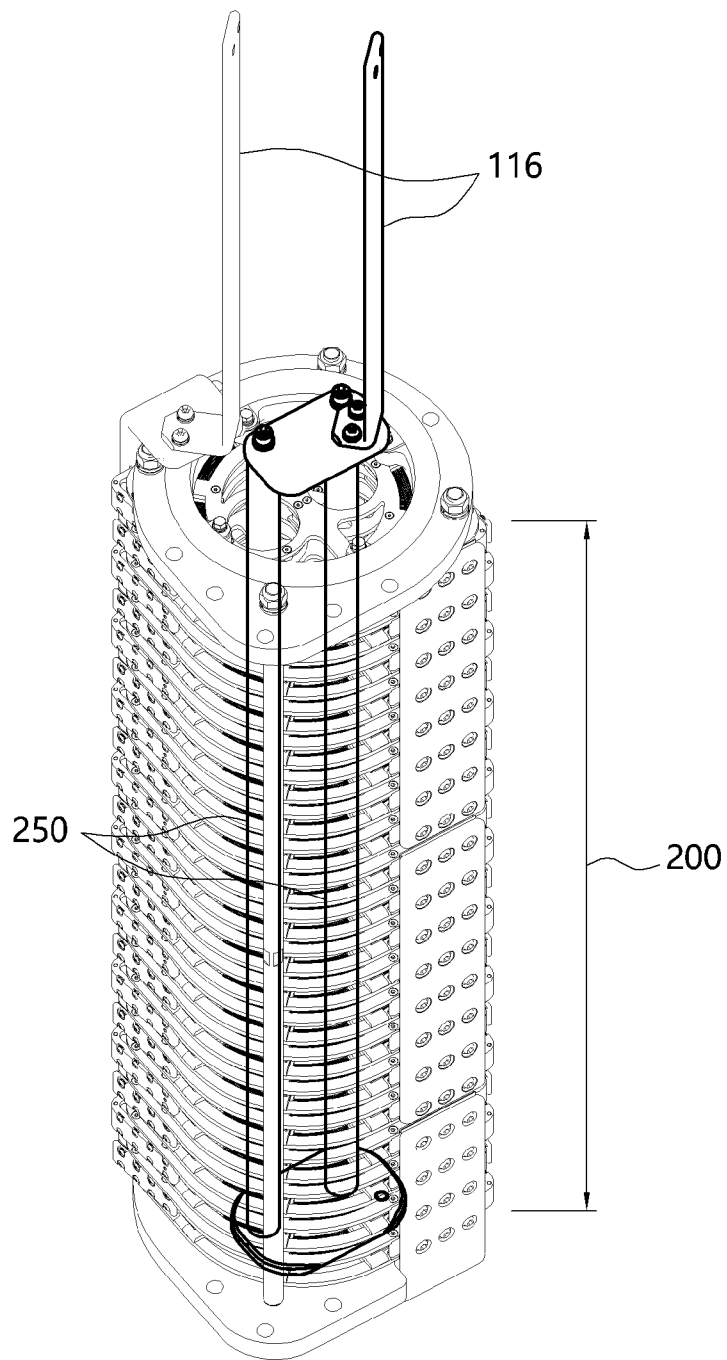
[도2]



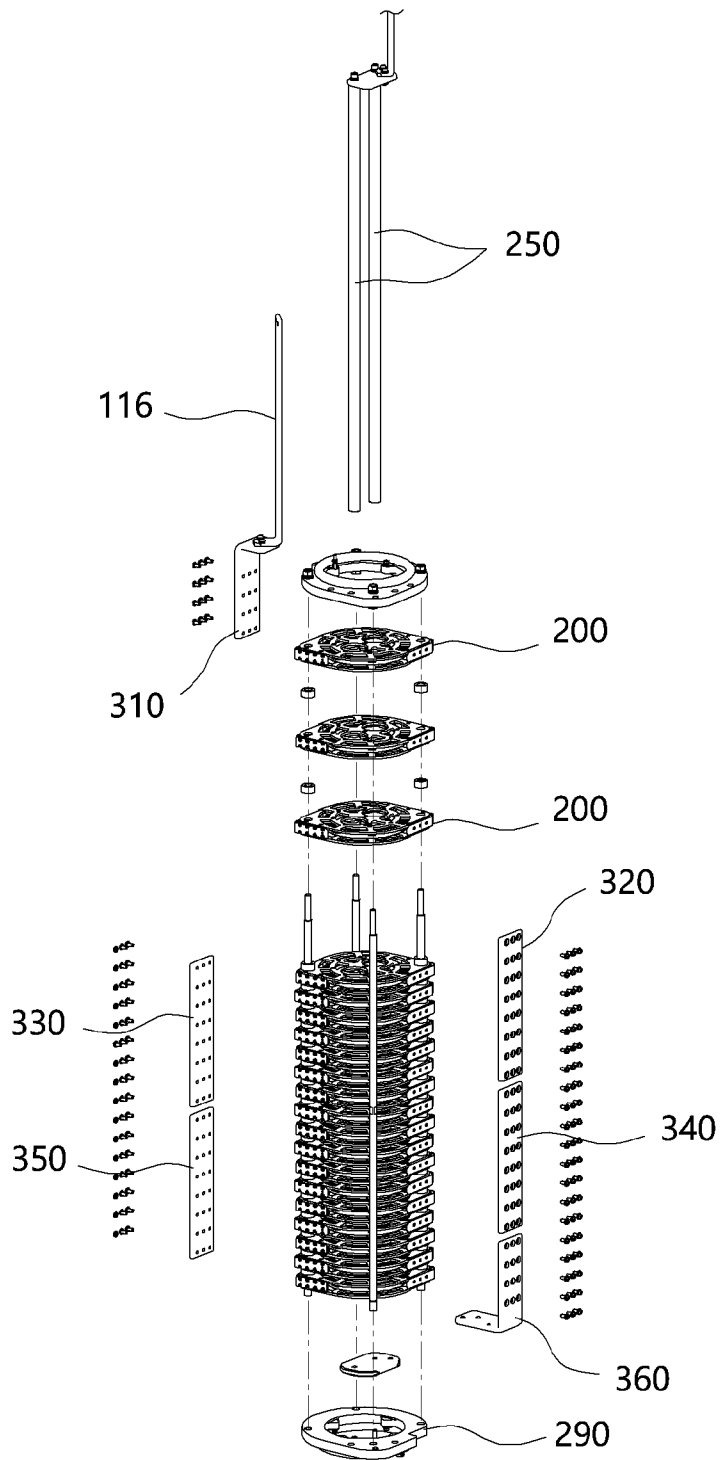
[도3]



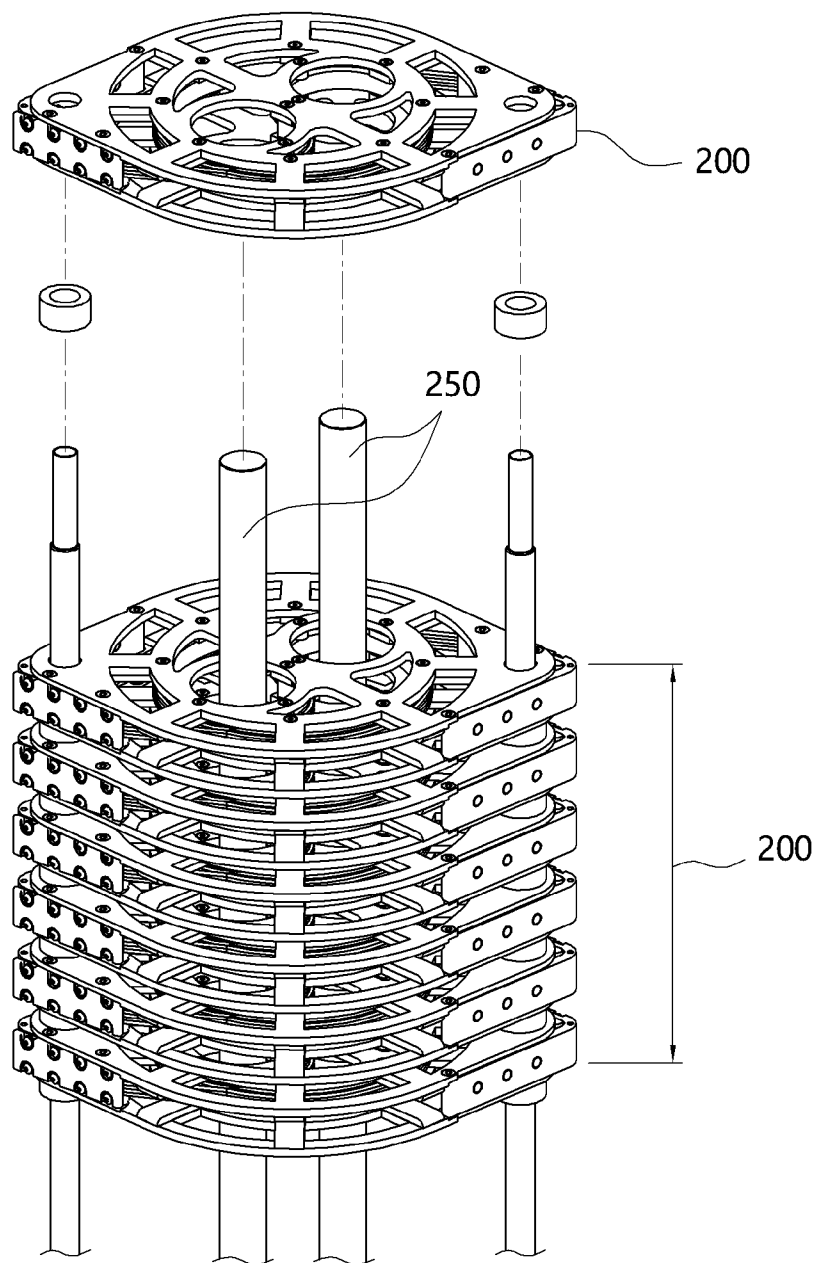
[도4]



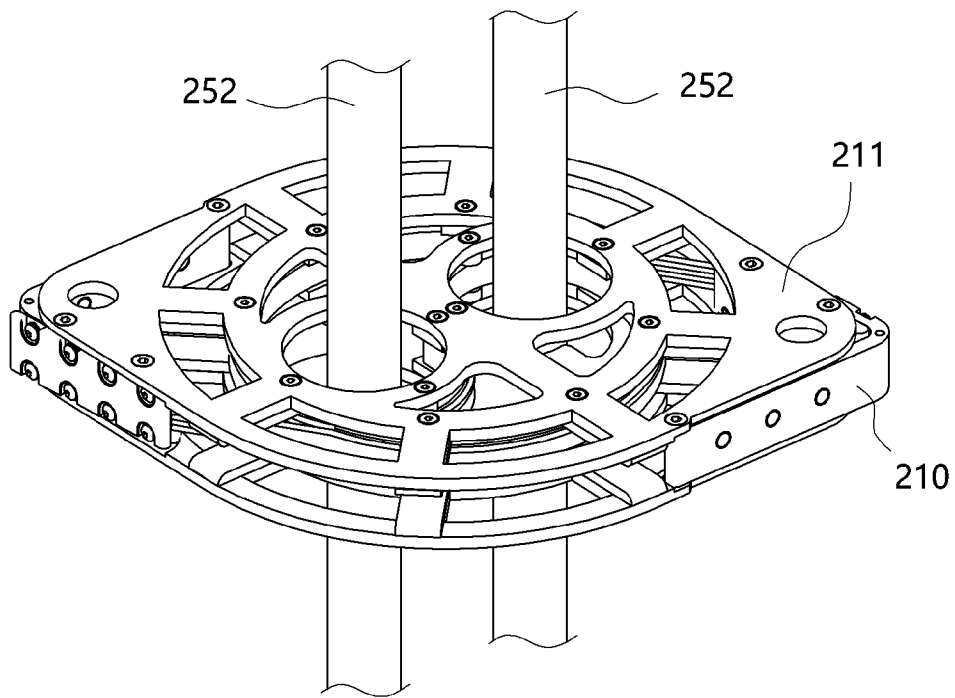
[도5]



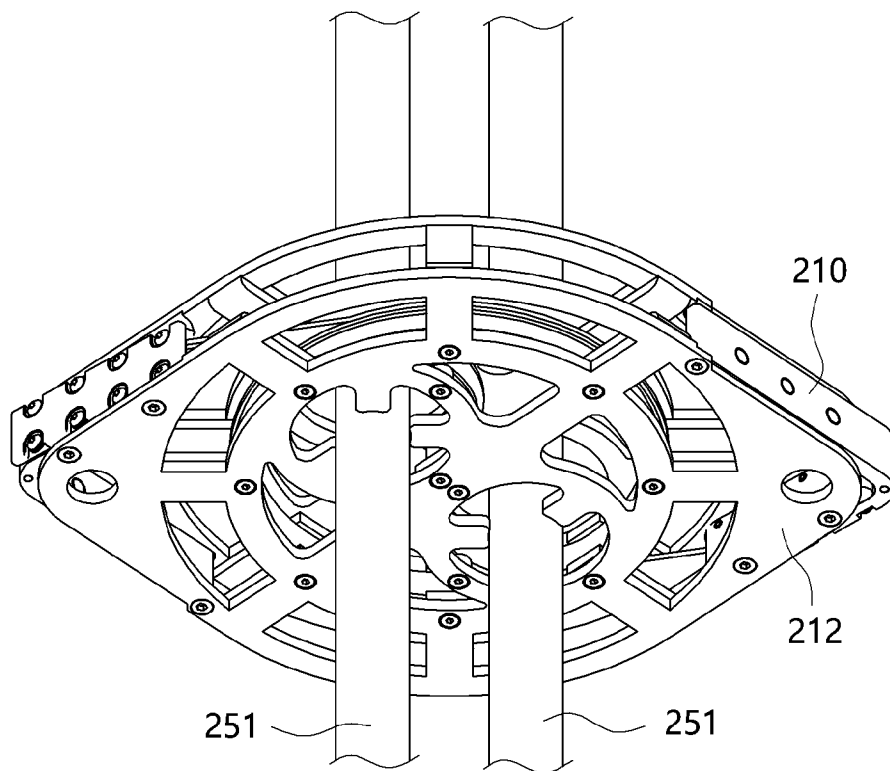
[도6]



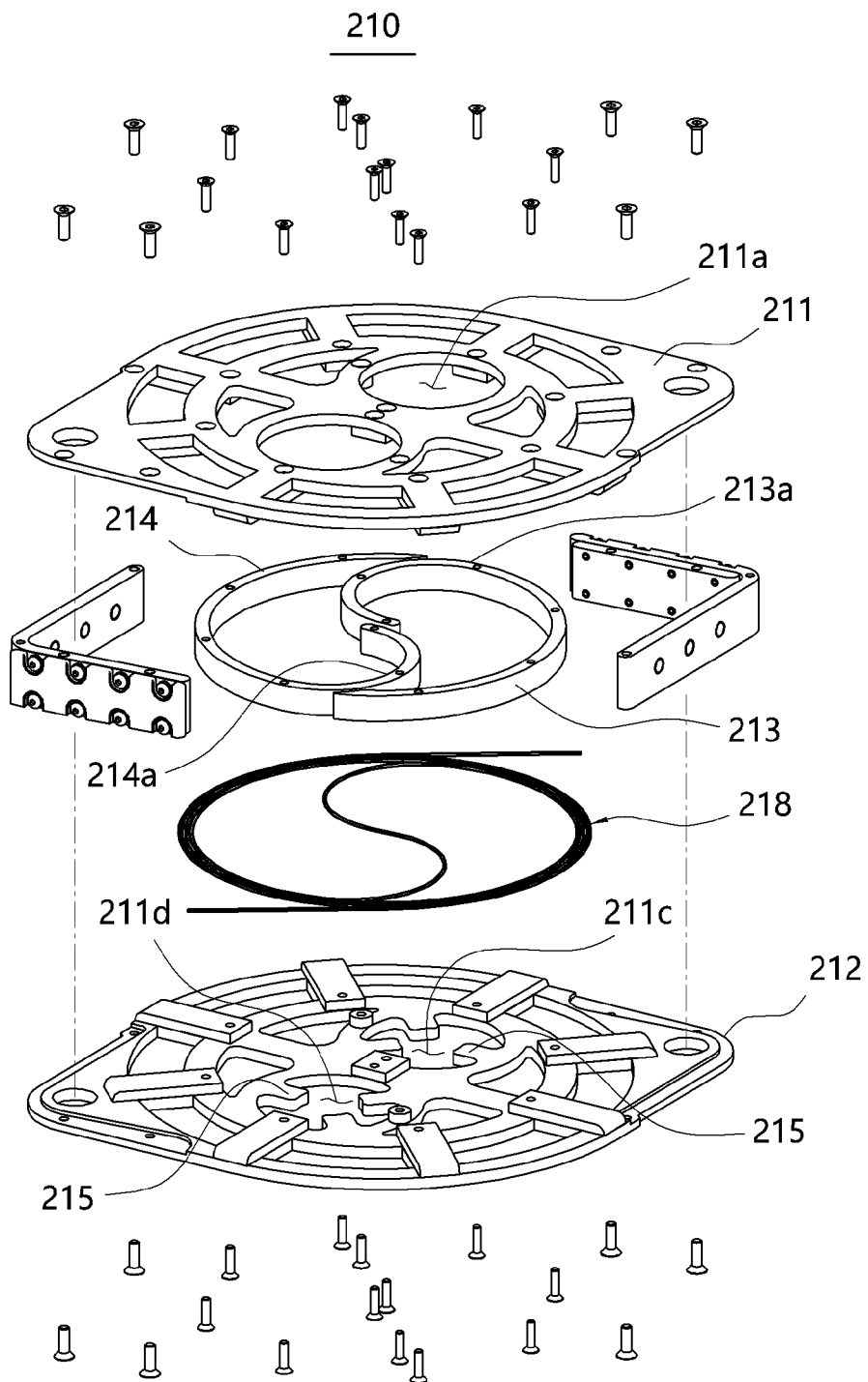
[도7]



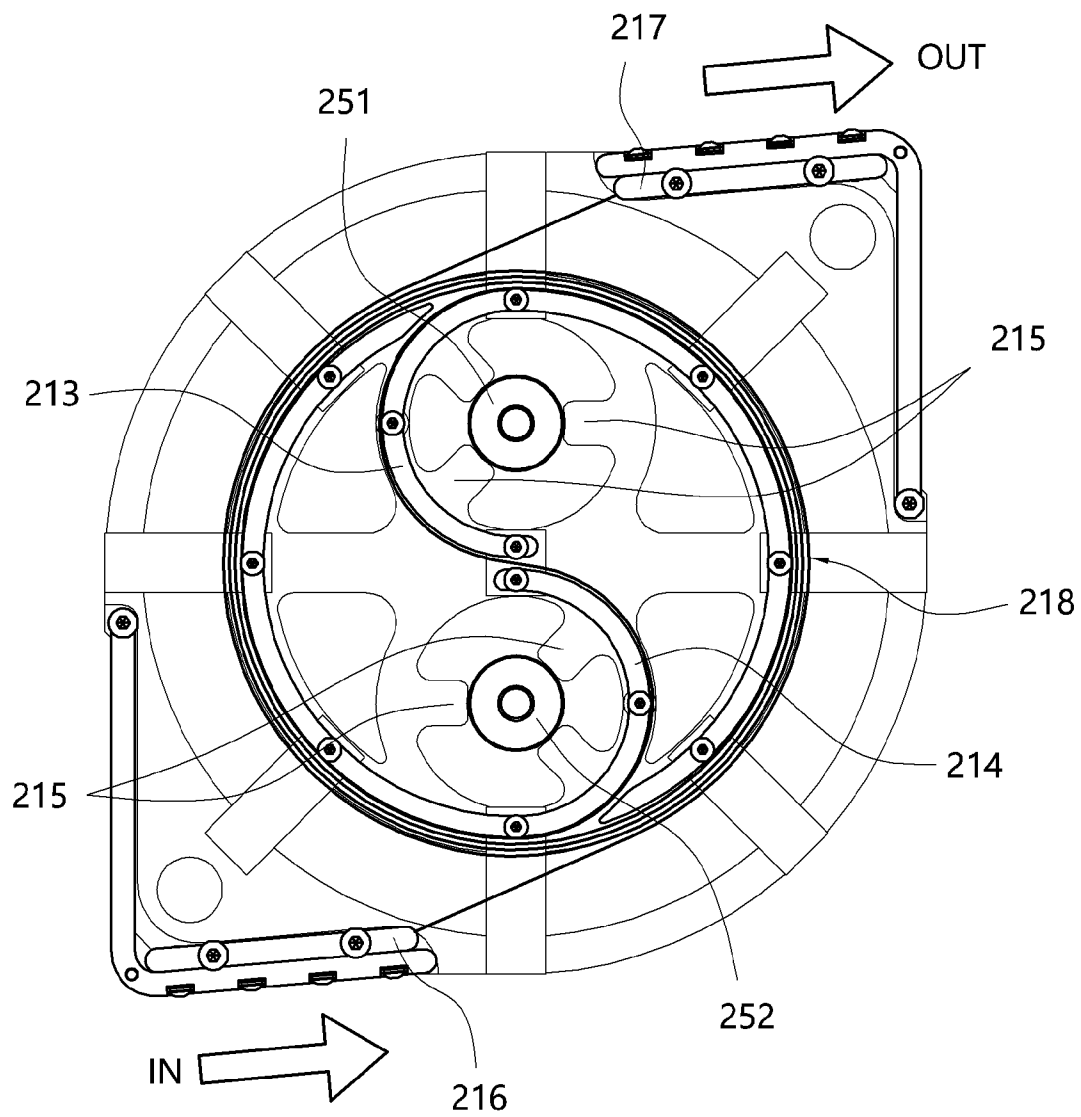
[도8]



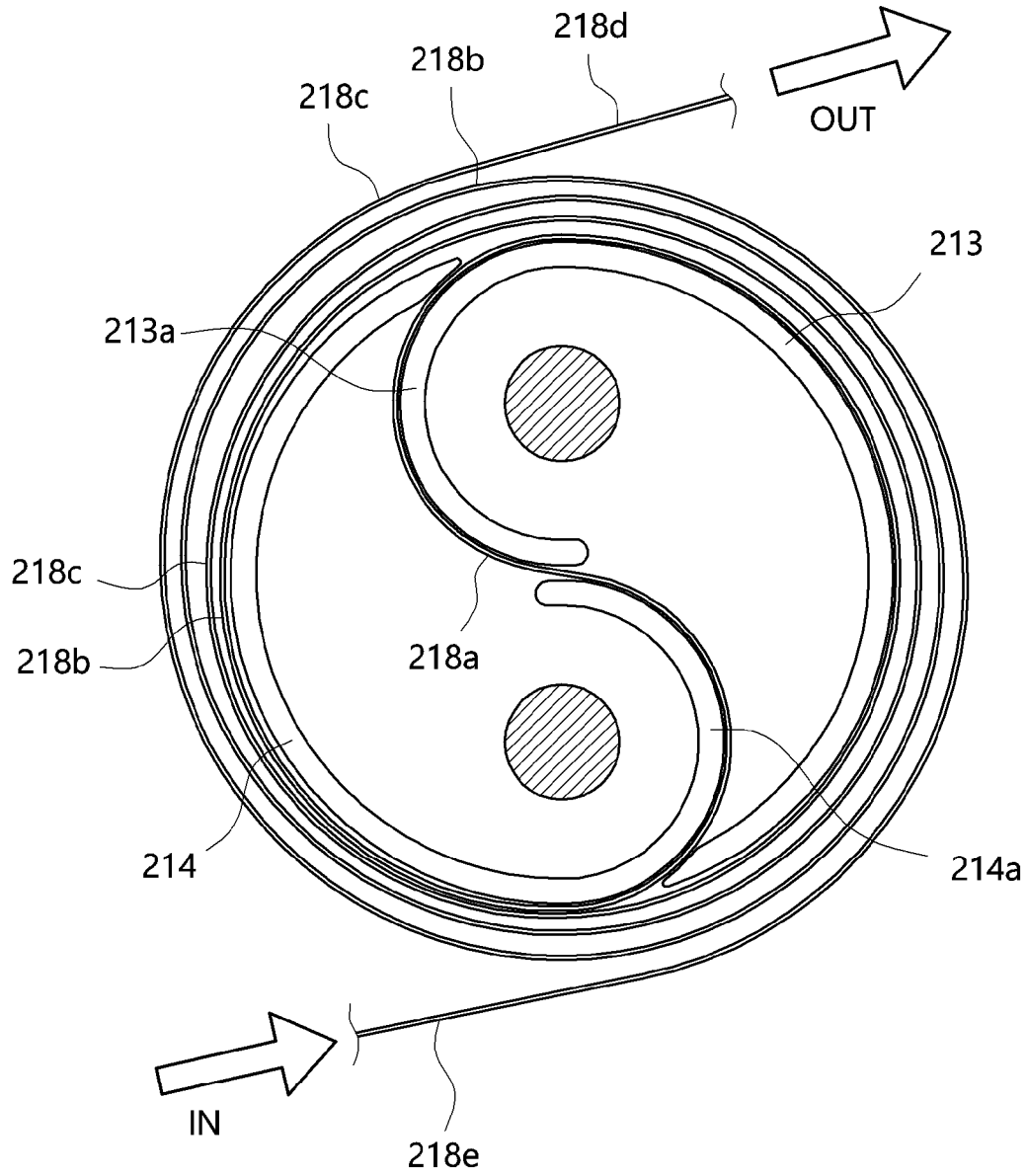
[도9]



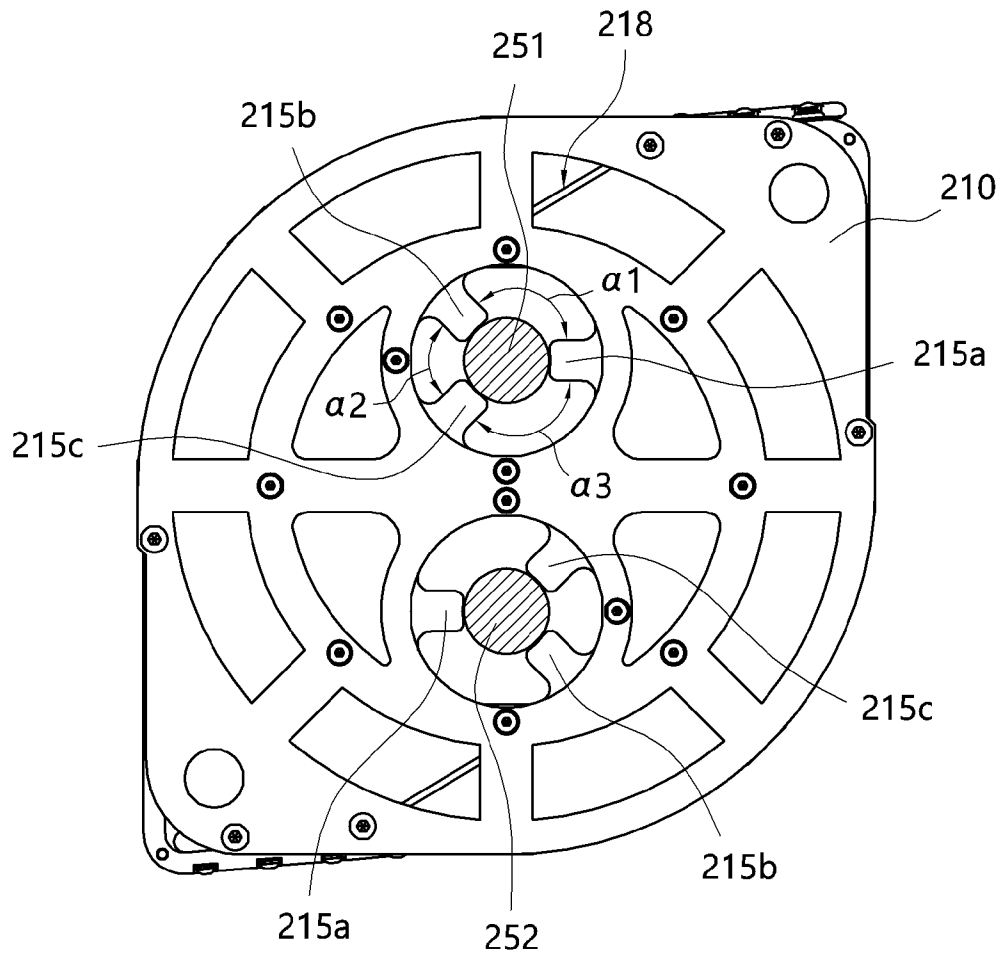
[도 10a]



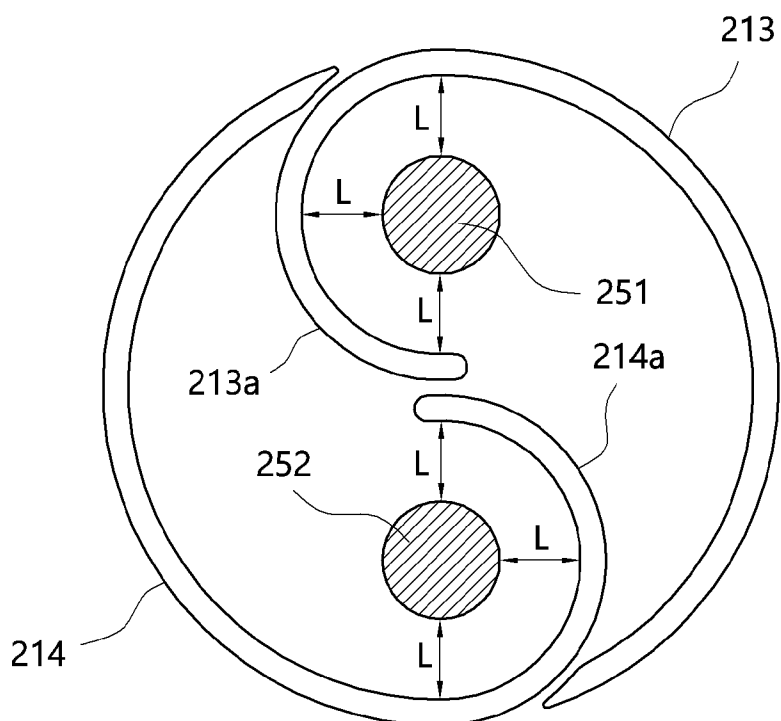
[도 10b]



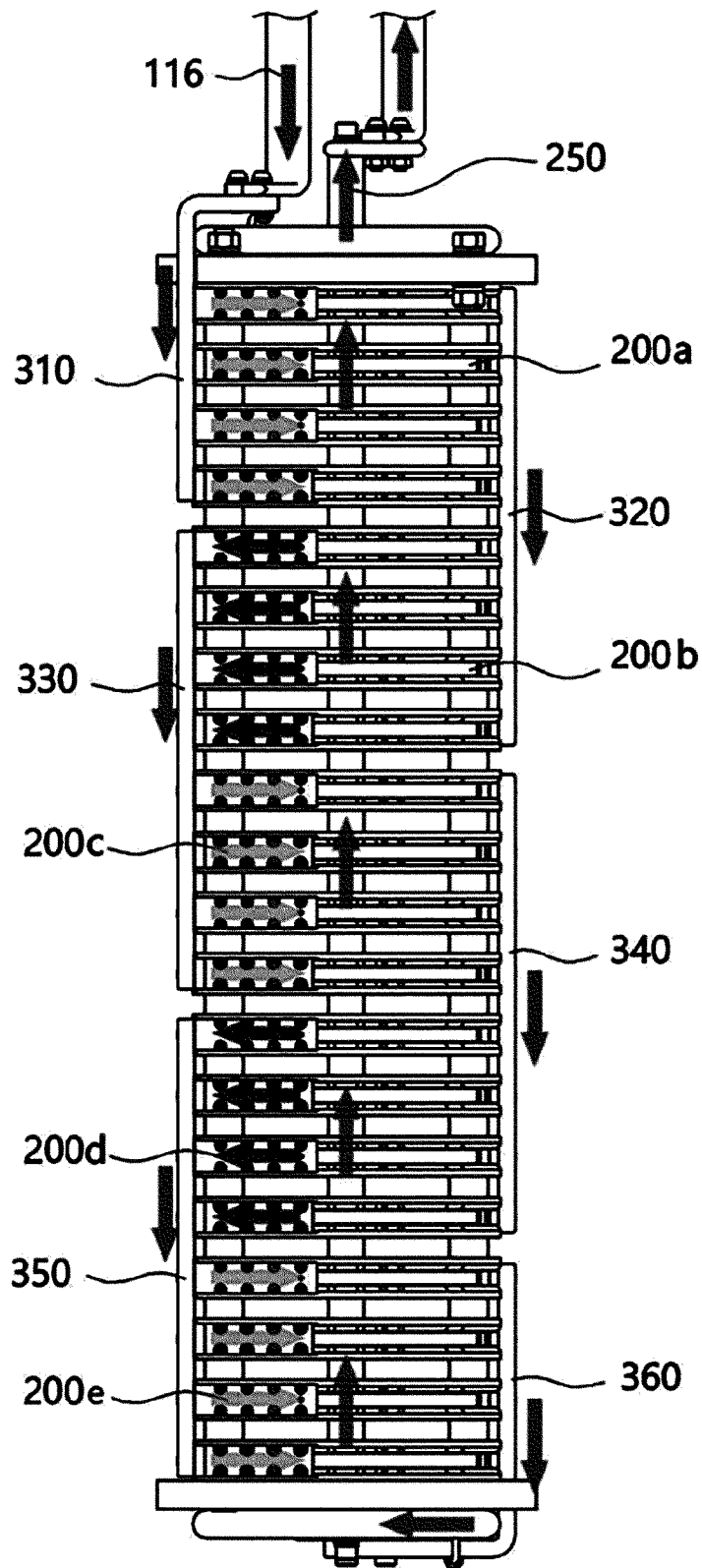
[도11]



[도12]



[도13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/021296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01F 6/00**(2006.01)i; **H02H 9/02**(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)

H01F 6/00(2006.01); H01B 12/00(2006.01); H01F 1/00(2006.01); H01F 27/24(2006.01); H01F 27/28(2006.01);
H01F 5/00(2006.01); H01F 5/02(2006.01); H01F 6/06(2006.01); H02H 9/02(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: 한류기(fault current limiters), 초전도체 모듈(superconductor module), 적층(stack), 버스바(busbar), 스페이서(spacer)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2022-0010283 A (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION et al.) 25 January 2022 (2022-01-25) See paragraphs [0030]-[0034] and figures 1-3.	1-3
A		4-10
Y	KR 10-0717351 B1 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 11 May 2007 (2007-05-11) See paragraphs [0018] and [0030]-[0034] and figures 5 and 7.	1-3
Y	EP 0935261 B1 (AMERICAN SUPERCONDUCTOR CORPORATION) 27 April 2005 (2005-04-27) See claim 14.	2
A	CN 1276909 A (AMERICAN SUPERCONDUCTOR CORPORATION) 13 December 2000 (2000-12-13) See claims 1-25 and figures 1-9.	1-10



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

29 March 2024

Date of mailing of the international search report

01 April 2024

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/KR2023/021296

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2015-0037270 A (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 08 April 2015 (2015-04-08) See paragraphs [0024]-[0101] and figures 1-11.	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2023/021296

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2022-0010283	A	25 January 2022	US	2023-0282401	A1	07 September 2023
				WO	2022-014777	A1	20 January 2022
KR	10-0717351	B1	11 May 2007	US	2007-0217097	A1	20 September 2007
				US	7589941	B2	15 September 2009
EP	0935261	B1	27 April 2005	DE	69924898	T2	23 February 2006
				EP	0935261	A2	11 August 1999
				EP	0935261	A3	02 August 2000
				US	6275365	B1	14 August 2001
CN	1276909	A	13 December 2000	AT	E369610	T1	15 August 2007
				AT	E532189	T1	15 November 2011
				AU	9130098	A	05 April 1999
				BR	9812447	A	05 December 2000
				CA	2303031	A1	25 March 1999
				CN	1172327	C	20 October 2004
				DE	69838221	T2	08 May 2008
				EP	1016095	A1	05 July 2000
				EP	1016095	B1	08 August 2007
				EP	1691381	A2	16 August 2006
				EP	1691381	A3	14 January 2009
				EP	1691381	B1	02 November 2011
				JP	2001-516965	A	02 October 2001
				JP	3215697	B2	09 October 2001
				US	5912607	A	15 June 1999
				US	6081987	A	04 July 2000
				WO	99-14770	A1	25 March 1999
KR	10-2015-0037270	A	08 April 2015	JP	2016-524810	A	18 August 2016
				JP	6139023	B2	31 May 2017
				KR	10-1535272	B1	09 July 2015
				US	10020437	B2	10 July 2018
				US	2016-0087427	A1	24 March 2016
				WO	2015-046727	A1	02 April 2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H01F 6/00(2006.01)i; H02H 9/02(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H01F 6/00(2006.01); H01B 12/00(2006.01); H01F 1/00(2006.01); H01F 27/24(2006.01); H01F 27/28(2006.01); H01F 5/00(2006.01); H01F 5/02(2006.01); H01F 6/06(2006.01); H02H 9/02(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: 한류기(fault current limiters), 초전도체 모듈(superconductor module), 적층(stack), 버스바(busbar), 스페이서(spacer)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2022-0010283 A (한국전력공사 등) 2022.01.25 단락 [30]-[34] 및 도면 1-3	1-3
A		4-10
Y	KR 10-0717351 B1 (연세대학교 산학협력단) 2007.05.11 단락 [18], [30]-[34] 및 도면 5, 7	1-3
Y	EP 0935261 B1 (AMERICAN SUPERCONDUCTOR CORPORATION) 2005.04.27 청구항 14	2
A	CN 1276909 A (AMERICAN SUPERCONDUCTOR CORPORATION) 2000.12.13 청구항 1-25 및 도면 1-9	1-10
A	KR 10-2015-0037270 A (한국전력공사) 2015.04.08 단락 [24]-[101] 및 도면 1-11	1-10
☐ 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 2024년03월29일 (29.03.2024)		국제조사보고서 발송일 2024년04월01일 (01.04.2024)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 이강하 전화번호 +82-42-481-5003

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2022-0010283 A	2022/01/25	US 2023-0282401 A1	2023/09/07
		WO 2022-014777 A1	2022/01/20
KR 10-0717351 B1	2007/05/11	US 2007-0217097 A1	2007/09/20
		US 7589941 B2	2009/09/15
EP 0935261 B1	2005/04/27	DE 69924898 T2	2006/02/23
		EP 0935261 A2	1999/08/11
		EP 0935261 A3	2000/08/02
		US 6275365 B1	2001/08/14
CN 1276909 A	2000/12/13	AT E369610 T1	2007/08/15
		AT E532189 T1	2011/11/15
		AU 9130098 A	1999/04/05
		BR 9812447 A	2000/12/05
		CA 2303031 A1	1999/03/25
		CN 1172327 C	2004/10/20
		DE 69838221 T2	2008/05/08
		EP 1016095 A1	2000/07/05
		EP 1016095 B1	2007/08/08
		EP 1691381 A2	2006/08/16
		EP 1691381 A3	2009/01/14
		EP 1691381 B1	2011/11/02
		JP 2001-516965 A	2001/10/02
		JP 3215697 B2	2001/10/09
		US 5912607 A	1999/06/15
		US 6081987 A	2000/07/04
		WO 99-14770 A1	1999/03/25
KR 10-2015-0037270 A	2015/04/08	JP 2016-524810 A	2016/08/18
		JP 6139023 B2	2017/05/31
		KR 10-1535272 B1	2015/07/09
		US 10020437 B2	2018/07/10
		US 2016-0087427 A1	2016/03/24
		WO 2015-046727 A1	2015/04/02