(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013 년 8 월 1 일 (01.08.2013)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2013/111942 A1

(51) 국제특허분류:
H01F 37/00 (2006.01) *H01F 27/28* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008806

(22) 국제출원일: 2012 년 10 월 25 일 (25.10.2012)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2012-0007651 2012 년 1 월 26 일 (26.01.2012) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **창원대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY)** [KR/KR]; 641-773 경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20 창원대학교, Gyeongsangnam-do (KR).

(72) 발명자; 겸
(71) 출원인 (US 에 한하여): **박민원 (PARK, Minwon)** [KR/KR]; 621-831 경상남도 김해시 장유면 덕정로 12 번길 24, Gyeongsangnam-do (KR). **유인근 (YU, In-Keun)** [KR/KR]; 642-804 경상남도 창원시 성산구 대암로 95-17 (대방동), Gyeongsangnam-do (KR). **김진근 (KIM, Jin Geun)** [KR/KR]; 642-765 경상남도 창원시 성산구 원이대로 449, 101 동 1001 호 (반림동, 반송노블파크아파트), Gyeongsangnam-do (KR). **이상진 (LEE, Sang Jin)** [KR/KR]; 790-751 경상북도 포항시 남구 지곡로 319, 304 동 506 호 (지곡동,지곡그린빌라), Gyeongsangbuk-do (KR).

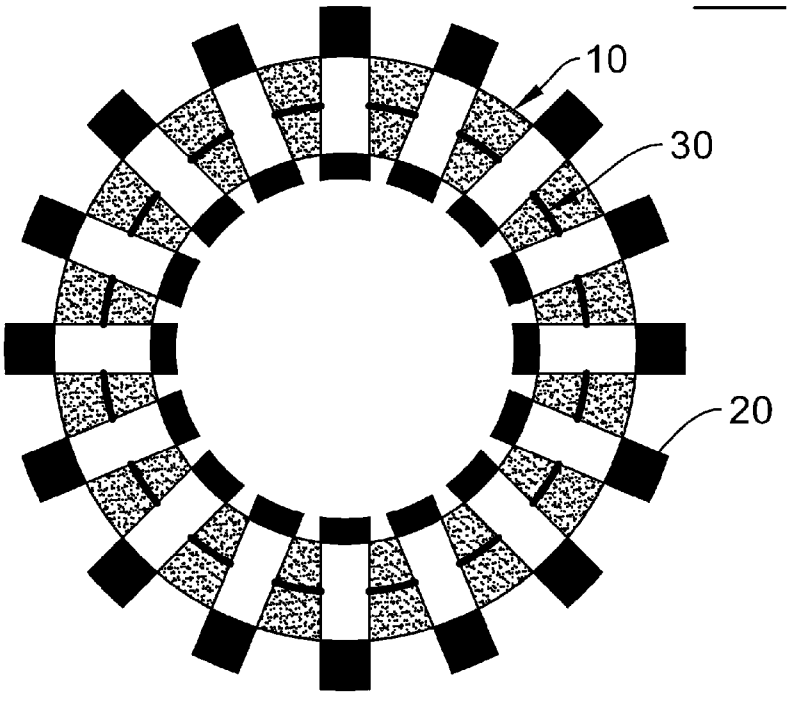
(74) 대리인: **김종선 (KIM, Jong-Sun)**; 135-936 서울시 강남구 역삼로 3 길 11, 12 층 (역삼동, 광성빌딩), Seoul (KR).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: SUPERCONDUCTING DC REACTOR

(54) **발명의 명칭** : 초전도 직류 리액터



(57) **Abstract**: The present invention relates to a superconducting DC reactor configured of a coil formed of a superconducting material. More specifically, the present invention relates to a DC reactor that uses a coil formed of a high-temperature superconducting material and has a first DC reactor bobbin configured in a toroidal shape so as to decrease leakage reactance and increase the critical current of the DC reactor.

(57) **요약서**: 본 발명은 초전도 재료의 코일로 구성된 직류 리액터에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 고온 초전도 재료의 코일을 이용하고, 직류 리액터의 제 1 보빈을 환형(toroid)으로 구성하여, 누설 리액턴스를 줄이고 직류 리액터의 임계전류를 증가시키는 직류 리액터에 관한 것이다.

WO 2013/111942 A1

(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, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

— 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 초전도 직류 리액터

기술분야

[1] 본 발명은 초전도 재료의 코일로 구성된 직류 리액터에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 고온 초전도 재료의 코일을 이용하고, 직류 리액터의 제1 보빈을 환형(toroid)으로 구성하여, 누설 리액턴스를 줄이고 직류 리액터의 임계전류를 증가시키는 직류 리액터에 관한 것이다.

배경기술

[2] 100여년간 전력의 생산이나 운반, 판매시 용이하게 전압을 바꿀 수 있는 교류 전력 송전 시스템이 활용되었다. 하지만 최근 반도체 스위칭 소자의 발달로 인하여 고압의 교류를 고압의 직류로 바꿀 수 있는 변환장치가 개발되면서부터 직류 송전 시스템에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이와 같은 연구에 의해 HVDC(Hyper Voltage Direct Current) 송전 시스템이 개발되었다.

[3] HVDC 송전 시스템은 고압의 교류 전력을 반도체 스위칭 소자를 이용한 변환장치를 사용하여 고압의 직류로 변환하여 송전한다. 상기 HVDC 송전 시스템은 교류 송전 시스템에 대해 여러 장점을 갖는다. 첫째, 직류 전압은 교류 전압의 최대값에 비해 크기가 약 70%에 불과하여 기기의 절연이 용이하고, 전압이 낮기 때문에 각 기기에 설치되어 있는 절연체의 수량 및 철탑의 높이를 줄일 수 있다. 둘째, 동일한 전력을 송전하는 경우 교류 방식에 비해 직류 방식이 송전 손실이 적기 때문에 송전 효율이 좋아진다. 기존 직류 송전시 전압을 크게 변화시킬 수 없어 송전손실이 증가하였으나 HVDC 송전 시스템의 개발로 인하여 고압의 직류 전압을 만들 수 있기 때문에 송전효율이 좋아진다. 또한, 송전거리에 대한 제약이 없고, 특히 500km가 넘는 육지 전력전송이나 40km가 넘는 해저를 통한 전력전송에 있어서 교류 송전에 비해 직류 송전 시스템이 건설비가 저렴하다.

[4] 도 1은 종래의 직류 리액터를 포함하는 HVDC 송전 시스템을 나타낸 도면이다.

[5] 도 1에 도시된 바와 같이, HVDC 송전 시스템은 직류 송전선로 측에 직류 리액터가 구비되어야 한다. 직류 리액터는 교류회로에 있어서 큰 유도리액턴스를 이용하여 무효전력을 흡수한다. 특히, 교류-직류 전력 변환 장치인 인버터 등에 있어, 3상 정류 회로의 교류회로에 적용하여 직류로 변환되는 전류의 리플 및 고조파를 감소시키는 역할을 한다. 이와 같은 직류 리액터를 통해, 전류의 파형을 개선하고, 전체 역률(Power Factor)을 향상시킨다.

[6] 다만, HVDC 송전 시스템은 고압의 직류 전류를 송전하는 기술로, HVDC 송전 시스템에서 사용되는 직류 리액터는 큰 인덕턴스 값을 가져야 한다. 즉, 상기 직류 리액터는 대용량 직류 리액터가 되어야 한다. 종래의 대용량 직류 리액터의 경우, 구리 코일로 구성되어 상기 구리 코일의 저항에 의해 많은 전력 손실이

발생하였다. 또한, 직류 리액터의 전체 부피 및 무게도 매우 컸다.

[7] 또한, 대한민국 공개특허문헌 제10-004-0108474호에는 초전도 테이프 권선을 이용하는 직류 리액터에 대해 개시되어 있으나, 직류 리액터 자체의 인덕턴스를 향상시킬 수 있는 기술적 방법에 대해서는 제시되어 있지 않다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[8] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 직류 리액터 내 코일의 저항에 의한 전력 손실량을 감소시켜 HVDC 송전 시스템에 효율적으로 적용가능한 직류 리액터를 제공하고자 한다.

[9] 또한, 본 발명은 종래 HVDC 송전 시스템에 사용되던 직류 리액터보다 부피 및 무게가 줄어들어 사용이 용이한 직류 리액터를 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

[10] 본 발명의 일 측면에 따른 초전도 직류 리액터는 교류-직류 컨버터의 출력 전류 리플 및 고조파를 감소시키는 직류 리액터에 있어서, 일정 두께를 갖는 환형의 구조로 이루어져 직류 리액터의 전체적인 형상을 구성하는 제1 보빈; 및 상기 제1 보빈의 외주면을 감싸며 일정 간격으로 이격되어 형성되는 코일 블록을 포함하고, 상기 코일 블록은, 내부가 비어 있는 원통형으로 상기 제1 보빈을 감싸는 제2 보빈; 상기 제2 보빈의 외주면에 권선되는 고온 초전도 코일; 및 상기 고온 초전도 코일이 상기 제2 보빈을 벗어나지 않게 권선되도록 상기 제2 보빈의 양끝에 구비되며, 상기 제2 보빈보다 큰 외경을 갖는 방지 디스크판으로 구성된다.

[11] 바람직하게는,상기 제1 보빈은, 속이 비어있는 공심 구조의 저투자율 재료로 구성된다.

[12] 또한, 상기 고온 초전도 코일은, BSCCO 및 YBCO 중 선택되는 재질일 수 있다.

[13] 더불어, 상기 제2 보빈의 외주면에 더블 팬케이크 방식으로 권선될 수 있다.

[14] 바람직하게는, 상기 방지 디스크판은, 알루미늄 재질로 구성될 수 있다.

[15] 또한, 상기 방지 디스크판은 상기 제1 보빈이 관통 가능한 내경을 가질 수 있다.

[16] [발명의 효과]

[17] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 직류 리액터는 직류 리액터 내 코일의 저항에 의한 전력 손실량을 감소시켜 HVDC 송전 시스템에 효율적으로 적용가능하다는 효과가 있다.

[18] 또한, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 직류 리액터는 종래 HVDC 송전 시스템에 사용되던 직류 리액터보다 부피 및 무게가 줄어들어 사용이 용이하다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[19] 도 1은 종래의 직류 리액터를 포함하는 HVDC 송전 시스템을 나타낸 도면,

[20] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 직류 리액터를 나타낸 도면, 및

[21] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 블록의 전체적인 구성 및 단면을 나타낸 도면이다.

[22]

발명의 실시를 위한 형태

[23] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[24] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[25] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[26]

[27] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[28]

[29] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 직류 리액터를 나타낸 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 초전도 직류 리액터(100)는 교류-직류 컨버터의 출력 전류 리플 및 고조파를 감소시키는 직류 리액터에 있어서, 환형의 구조로 이루어져 직류 리액터의 전체적인 형상을 구성하는 제1 보빈(10); 상기 제1 보빈(10)의 외주면을 감싸며 일정 간격으로 이격되어 형성되는 코일 블록(20)을 포함하고, 상기 코일 블록(20)은, 내부가 비어 있는 원통형으로 상기 제1 보빈(10)을 감싸는 제2 보빈; 상기 제2 보빈의 외주면에 권선되는 고온 초전도 코일; 상기 고온 초전도 코일이 상기 제2 보빈을 벗어나지 않게 권선되도록 상기 제2 보빈의 양끝에 구비되며, 상기 제2 보빈보다 큰 외경을 갖는 방지 디스크판으로 구성된다.

[30]

[31] 제1 보빈(10)은 직류 리액터의 전체적인 형상을 구성하며 환형의 구조로 구성된다. 상기 제1 보빈(10)은 내부가 비어있는 형태의 코일 블록(20)을

관통하며, 상기 코일 블록(20)이 일정 간격으로 이격되어 형성되도록 한다.

[32] 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 제1 보빈(10)이 환형의 구조로 이루어져, 상기 제1 보빈(10)을 포함하는 초전도 직류 리액터(100)는 전체적으로 토로이드(toroid) 구조가 된다. 상기와 같이 본 발명에 적용된 토로이드 구조의 초전도 직류 리액터(100)는 직선 원통형(solenoid) 구조의 경우보다 형성되는 외부 자기장의 세기를 약하게 만든다.

[33] 본 발명에 적용가능한 실시예에서, 상기 초전도 직류 리액터(100)는 종래의 구리 코일이 아닌 고온 초전도 재료의 코일(22)로 구성된다. 상기 고온 초전도 코일(22)의 특성상 초전도 특성을 잃지 않고 전달할 수 있는 임계전류의 크기는 외부 자기장의 세기에 반비례한다. 보다 상세하게는, 상기 임계전류의 크기는 고온 초전도 코일(22)의 표면에 대한 수직 성분의 자기장 세기에 반비례한다. 본 발명에서는 초전도 직류 리액터(100)에 구리코일이 아닌 고온 초전도 재료의 코일(22)을 사용하고 전체적인 형상을 구성하는 제1 보빈(10)도 환형으로 구성함으로써, 고온 초전도 코일(22)이 보다 큰 임계전류 값을 갖도록 한다. 상기 고온 초전도 코일(22)의 특성은 이후에 상세히 설명한다.

[34] 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 제1 보빈(10)은 저투자율 재료로 구성될 수 있다. 바람직한 실시예로는 상기 제1 보빈(10)은 속이 비어있는 공심 구조의 저투자율 재료로 구성될 수 있다.. 앞서 설명한 대로, 고온 초전도 코일(22)의 임계전류 값은 외부에 형성되는 자기장의 세기에 반비례한다. 즉, 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서는 상기 제1 보빈(10)을 속이 비어있는 공심 구조의 저투자율 재료로 구성함으로써, 상기 고온 초전도 코일(22)에 전류가 흐름으로써 생성되는 외부 자기장의 세기를 약하게 만들 수 있다. 본 발명에 적용가능한 실시예에서, 상기 제1 보빈(10)의 재질은 FRP 등의 비자성체, 부도체 재료 중에서 선택될 수 있다. 이는 일 실시예로, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 제1 보빈(10)의 재료가 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[35]

[36] 코일 블록(20)은 상기 제1 보빈(10)의 외주면을 감싸며 일정 간격으로 이격되어 형성된다. 도 2에서 상기 초전도 직류 리액터(100)는 제1 보빈(10) 및 총 16개의 코일 블록(20)으로 구성되어 있으나, 이는 일 실시예로 이에 국한되지 않는다. 본 발명에 적용가능한 또 다른 실시예에서, 초전도 직류 리액터(100)는 제1 보빈(10) 및 60개의 코일 블록(20)으로 구성될 수도 있다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명에 따른 상기 초전도 직류 리액터(100)를 다양한 환경의 HVDC 송전 시스템에 적용함에 있어, 상기 코일 블록(20)의 개수가 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[37]

[38] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 코일 블록의 전체적인 구성 및 단면을 나타낸 도면이다.

[39] 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 코일 블록(20)은 제2 보빈(21), 고온 초전도 코일(22), 및 방지 디스크판(23)으로 구성된다. 이하 상기 코일 블록(20)의 각 구성요소에 대해 자세히 설명한다.

[40]

[41] 제2 보빈(21)은 내부가 비어 있는 원통형으로 구성되어 상기 제1 보빈(10)을 감싼다. 즉, 상기 제2 보빈(21)은 상기 제1 보빈(10)에 의해 관통된다. 이때, 상기 제2 보빈(21)의 내경은 상기 제1 보빈(10)의 두께 이상이 될 수 있다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서, 상기 제2 보빈(21)의 내경은 상기 환형의 제1 보빈(10)이 통과하기 용이하고, 상기 제2 보빈(21)이 상기 제1 보빈(10)에 접촉 고정되기 용이한 크기가 될 수 있다.

[42] 상기 제2 보빈(21)은 외주면에 권선되는 고온 초전도 코일(22)에 있어 축 역할을 한다. 보다 상세하게는, 상기 고온 초전도 코일(22)은 테이프 형태로 구성되는데, 상기 제2 보빈(21)은 테이프 형태로 제작되는 상기 고온도 초전도 재료의 코일(22)이 다양한 권선 방식으로 권선될 수 있는 축 역할을 한다.

[43] 또한, 상기 제2 보빈(21)은 상기 고온 초전도 코일(22)이 제1 보빈(10)에 직접 권선되지 않도록 하여 코일 블록(20) 단위로 구분이 가능하게 하고, 상기 코일 블록(20)이 상기 제1 보빈(10)과 분리가 용이하도록 한다.

[44] 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 제2 보빈(21)은 상기 고온 초전도 코일(22)의 너비 이상의 폭으로 구성된 속이 빈 원통형태가 될 수 있다. 이때, 상기 제2 보빈(21)의 폭이 고온 초전도 코일(22)의 너비보다 작으면, 상기 고온 초전도 코일(22)은 제2 보빈(21)의 외주면에 권선할 수가 없다. 또한, 상기 제2 보빈(21)의 폭이 고온 초전도 코일(22)의 너비보다 너무 크면, 상기 고온 초전도 코일(22)이 고정되지 않는 문제가 생길 수 있다. 즉, 본 발명의 바람직한 실시예에서 상기 제2 보빈(21)은 외주면에 권선되는 고온 초전도 코일(22)이 알맞게 고정될 수 있는 폭의 속이 빈 원통형으로 구성될 수 있다.

[45] 또한, 본 발명에 적용가능한 실시예에서, 상기 제2 보빈(21)은 제1 보빈(10)의 곡률 이하로 휘어진 원기둥 형태가 될 수 있다. 상기 제1 보빈(10)은 환형으로 구성되어 일정 곡률을 갖게 되므로, 제2 보빈(21)은 상기 제1 보빈(10)에의 고정이 용이하도록 일정 곡률을 갖는 원기둥 형태가 될 수 있다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 제2 보빈(21)의 형태가 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[46] 본 발명에 적용가능한 실시예에서, 상기 제2 보빈(21)은 절연체인 재질로 구성될 수 있다. 바람직한 예로, 상기 제2 보빈(21)은 전기 절연성이 뛰어나고, 내열성이 강한 FRP 재질로 구성될 수 있다. FRP 재질로 구성된 제2 보빈(21)은 고온 초전도 코일(22)에 흐르는 전류가 누설되지 않도록 할 수 있다. 이는 일

실시예로, 상기 제2 보빈(21)의 재질은 이에 국한되지 않는다.

[47]

[48] 고온 초전도 코일(22)은 고온 초전도(High Temperature Superconductor, HTS) 재질의 코일로서, 비교적 높은 온도에서도 초전도현상을 나타내는 재료를 모두 포함할 수 있다. 초전도현상이란 어떤 물질이 적절한 조건 하에서 물질의 전기저항이 완전히 사라지는 특성과 자기장을 배척하는 완전반자성 특성을 갖게 되는 현상을 말한다. 초전도란 지칭은 전기저항이 0이기 때문에, 우리가 알고 있는 어떠한 물질보다도 전기전도성이 뛰어나 '최고의' 전도체라는 의미로 붙여진 이름이다. 초전도체가 되기 위한 적절한 조건에는 온도, 자기장 및 전류 등이 있다. 상온에서 초전도성을 나타내지 않는 물질이 적절한 조건 하에서 초전도체로 변하는 것을 정상상태에서 초전도상태로의 전이라고 하는데, 특히 열역학적인 초전도상태에서 초전도체가 외부자기장과 통전전류가 없는 상황에서, 초전도성을 나타내는 최고의 온도를 임계전이온도(Critical Transition Temperature) 라고 한다. 초전도 물질은 종류에 따라 고유의 임계전이온도를 가지며, 보통의 저온 초전도체들은 20K 이하이다. 고온 초전도 재료는 이에 비해 높은 임계전이온도를 가지는 초전도 물질로, 70K 이상의 임계전이온도를 갖는다.

[49] 본 발명에 적용가능한 일 실시예에서, 상기 고온 초전도 코일(22)은 BSCCO(Bismuth Strontium Calcium Copper Oxide) 재질로 구성될 수 있다. BSCCO는 간단히 비스코 혹은 Bi-2212로 불리는 물질로, 분자식은 $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$이다. 상기 BSCCO는 세라믹 물질의 Bi-Sr-Ca-Cu-O의 구조에서 기존의 초전도체보다 높은 임계온도를 갖는다.

[50] 또한, 본 발명에 적용가능한 다른 실시예에서, 상기 고온 초전도 코일(22)은 YBCO(Yttrium Barium Copper Oxide) 재질로 구성될 수 있다. YBCO는 이트륨 바륨 구리 산화물로, 분자식은 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$이다. 상기 YBCO는 초전도체 물질 중 하나로 임계 온도는 90K에서 93K로 비교적 높은 경제적인 초전도 합금 중 하나이다.

[51] 상기 고온 초전도 코일(22)은 다른 물질들에 비해 전류밀도가 높다. 즉, 고온 초전도 코일(22)을 사용함으로써, 종래의 구리 코일을 사용하는 직류 리액터에 비해 전류용량을 증가시킬 수 있다. 이러한 고온 초전도 코일(22)을 특성상, 직류 리액터의 부피 및 무게가 감소하게 된다. 또한, 앞에서 상술한 바 있듯이, 본 발명의 바람직한 일 실시예에서 제1 보빈(10)은 환형으로 구성되어, 외부 자기장의 세기를 약하게 한다. 고온 초전도 코일(22)의 임계전류는 외부 자기장의 세기에 반비례하므로, 외부 자기장의 세기가 약해짐으로 인해 고온 초전도 코일(22)의 임계전류는 커진다. 즉, 고온 초전도 코일(22)을 통해 전달할 수 있는 최대 전류량이 증가하므로, 전류용량 또한 증가하게 된다.

[52] 또한, 상기 고온 초전도 코일(22)은 일정 온도 이하에서는 자체 저항이 0에 가까워진다. 그러므로 상기 고온 초전도 코일(22)을 이용하여 종래에 비해 자체

저항으로 인한 전력 소모량을 줄일 수 있다.

[53] 상기 고온 초전도 코일(22)은 부서지기 쉬운 금속산화물 세라믹으로 형성되어 금속피복재를 가진 테이프 형태의 장선으로 제작되게 되며, 바람직하게는 더블팬케이크 권선 방식으로 권선되게 된다. 이때, 상기 고온 초전도 코일(22)은 팬케이크 권선형, 부채꼴형, 레이스 트랙형, 더블 팬케이크 권선형 중 선택되는 형태로 권선될 수 있다. 본 발명은 상기 고온 초전도 코일(22)의 권선 방법에 국한되지 않는다.

[54] 이때, 상기 고온 초전도 코일(22)은 인장응력이나 굽힘응력, 응력의 방향에 대해 전기적, 기계적 영향을 많이 받게 되며, 권선시 제2 보빈(21)의 유동이나 움직임에 의해 초전도 선재가 균일하게 감기지 않게 되면, 초전도 특성이 저하되거나 불안정하게 된다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서는, 제2 보빈(21)에 상기 고온 초전도 코일(22)의 권선시 코일에 손상을 최소화하면서 균일하게 권선되도록 한다.

[55]

[56] 방지 디스크판(23)은 상기 고온 초전도 코일(22)이 상기 제2 보빈(21)을 벗어나지 않게 권선되도록 상기 제2 보빈(21)의 양끝에 구비되며, 상기 제2 보빈(21)보다 큰 외경을 갖는다. 보다 상세하게는, 상기 방지 디스크판(23)은 상기 고온 초전도 코일(22)을 상기 제2 보빈(21)에 권선된 형태로 고정한다. 또한, 상기 방지 디스크판(23)은 제2 보빈(21)보다 큰 외경으로 구성되어 제2 보빈(21)에 권선되는 고온 초전도 코일(22)을 고정한다. 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 방지 디스크판(23)의 내경의 크기는 상기 제2 보빈(21)의 내경의 크기와 같을 수 있다. 다만 본 발명은 상기 실시예에 국한되지 않으며, 상기 방지 디스크판(23)은 내경의 크기가 상기 제2 보빈(21)의 내경의 크기와 다르지만, 상기 고온 초전도 코일(22)을 고정하는 다양한 형태가 될 수 있다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 방지 디스크판(23)의 형태가 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[57] 또한, 상기 방지 디스크판(23)은 상기 고온 초전도 코일(22)이 과전류에 의해 온도가 상승되는 경우, 상기 고온 초전도 코일(22)을 전도 냉각시킨다. 보다 상세하게는, 상기 고온 초전도 코일(22)은 과전류가 흐르게 되면 온도가 상승하게 되고, 임계전이온도 이상의 온도가 되면 상기 고온 초전도 코일(22)은 켄치(quench)되며 초전도성을 잃게 된다. 이와 같은 현상을 방지하기 위해 상기 방지 디스크판(23)은 상기 고온 초전도 코일(22)의 온도 상승시, 발생된 열을 주위로 전달하여 상기 고온 초전도 코일(22)이 일정 온도로 유지되도록 한다. 즉, 상기 방지 디스크판(23)은 열 전도도가 높은 물질로 구성될 수 있다.

[58] 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서, 상기 방지 디스크판(23)은 알루미늄 재료로 구성될 수 있다. 알루미늄 재료는 열전도성이 뛰어나고, 가벼우며, 저 투자율 재료로서, 상기 고온 초전도 코일(22)을 전도 냉각시키기

용이하며, 상기 고온 초전도 코일(22)에 전류가 흐르며 생성되는 자기장의 세기를 약하게 만들 수 있다. 이는 본 발명의 일 실시예로, 상기 방지 디스크판(23)은 열전도성이 뛰어나고, 저투자율의 다른 재료로 구성될 수 있다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 방지 디스크판(23)의 재질이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[59]

[60] 상기와 같은 코일 블록(20)들은 전류가 흐를 수 있는 연결 부재(30)로 연결될 수 있다. 이때, 상기 연결 부재(30)는 전류를 통할 수 있는 물질로 구성된다. 상기 코일 블록(20) 내 고온 초전도 코일(22)에 흐르는 전류의 용량이 매우 커서 상기 연결 부재(30)로서 초전도 재료 이외의 도체를 사용할 경우 의도치 않은 발열이 생길 수 있으므로, 본 발명에 적용가능한 실시예에서 상기 연결 부재(30)는 초전도 재료로 구성될 수 있다. 본 발명에 적용가능한 바람직한 실시예에서 상기 연결 부재(30)는 고온 초전도 코일(22)과 같은 재질로 구성될 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[61]

[62] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 교류-직류 컨버터의 출력 전류 리플 및 고조파를 감소시키는 직류 리액터에 있어서,
환형의 구조로 이루어져 직류 리액터의 전체적인 형상을 구성하는 제1 보빈; 및
상기 제1 보빈의 외주면을 감싸며 일정 간격으로 이격되어 형성되는 2개 이상의 코일 블록을 포함하고,
상기 코일 블록은,
내부가 비어 있는 원통형으로 상기 제1 보빈을 감싸는 제2 보빈;
상기 제2 보빈의 외주면에 권선되는 고온 초전도 코일; 및
상기 고온 초전도 코일이 상기 제2 보빈을 벗어나지 않게 권선되도록 상기 제2 보빈의 양끝에 구비되며, 상기 제2 보빈보다 큰 외경을 갖는 방지 디스크판으로 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 직류 리액터.

[청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 제1 보빈은,
속이 비어있는 공심 구조의 저투자율 재료인 것을 특징으로 하는 초전도 직류 리액터.

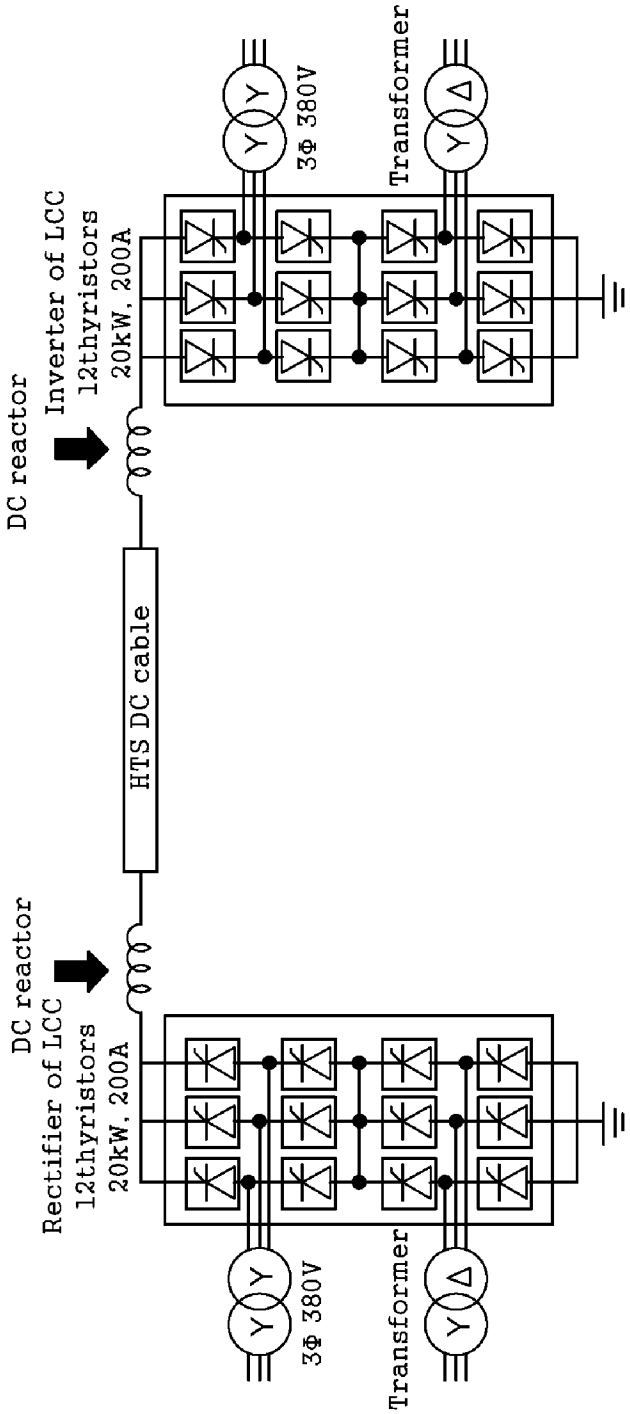
[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 고온 초전도 코일은,
BSCCO 및 YBCO 중 선택되는 재질인 것을 특징으로 하는 초전도 직류 리액터.

[청구항 4] 제 1항에 있어서
상기 고온 초전도 코일은,
상기 제2 보빈의 외주면에 더블 팬케이크 방식으로 권선되는 것을 특징으로 하는 초전도 직류 리액터.

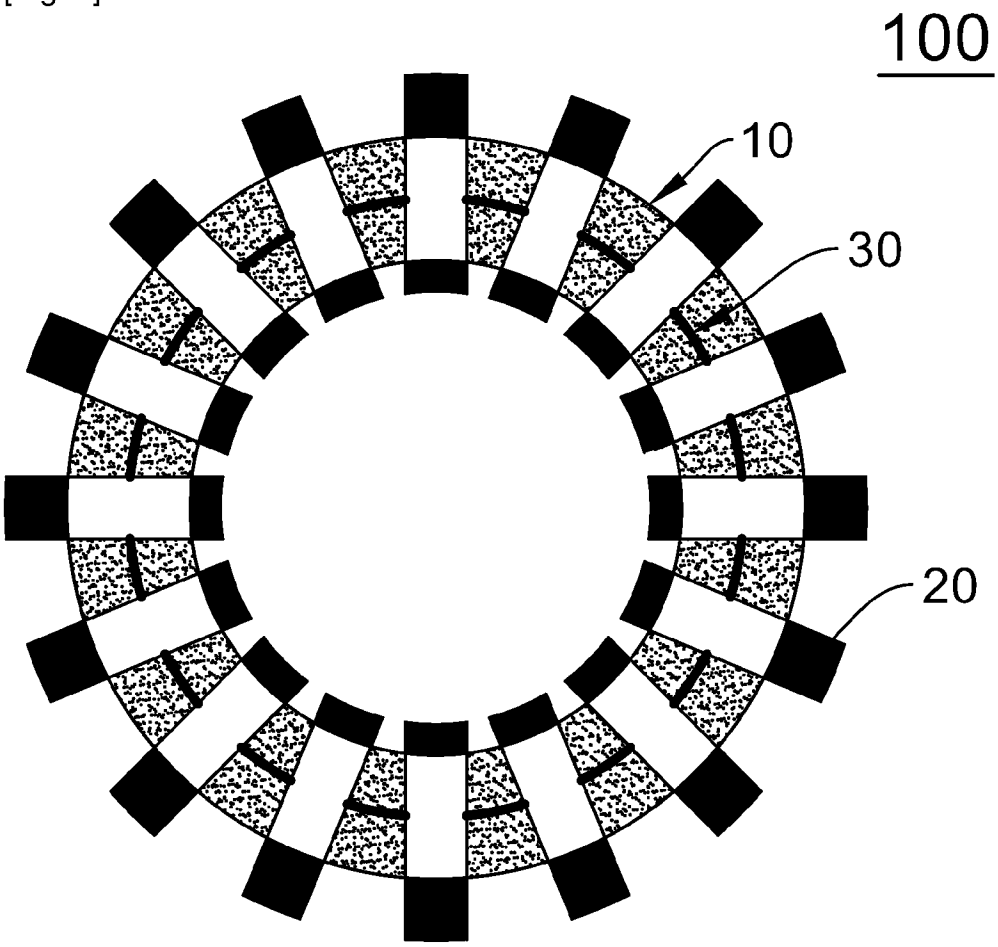
[청구항 5] 제 1항에 있어서,
상기 방지 디스크판은,
알루미늄 재질로 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 직류 리액터.

[청구항 6] 제 1항에 있어서,
상기 방지 디스크판은,
상기 제1 보빈이 관통 가능한 내경을 갖는 것을 특징으로 하는 초전도 직류 리액터.

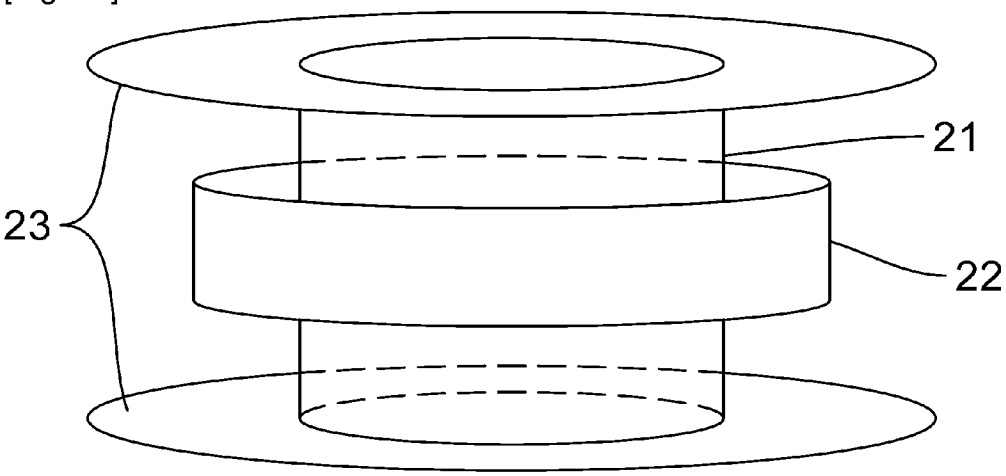
[Fig. 1]


Inverter of LCC
12thyristors
20kW, 200A
DC reactor
HTS DC cable
DC reactor
Rectifier of LCC
12thyristors
20kW, 200A
3Φ 380V
Transformer
3Φ 380V
Transformer

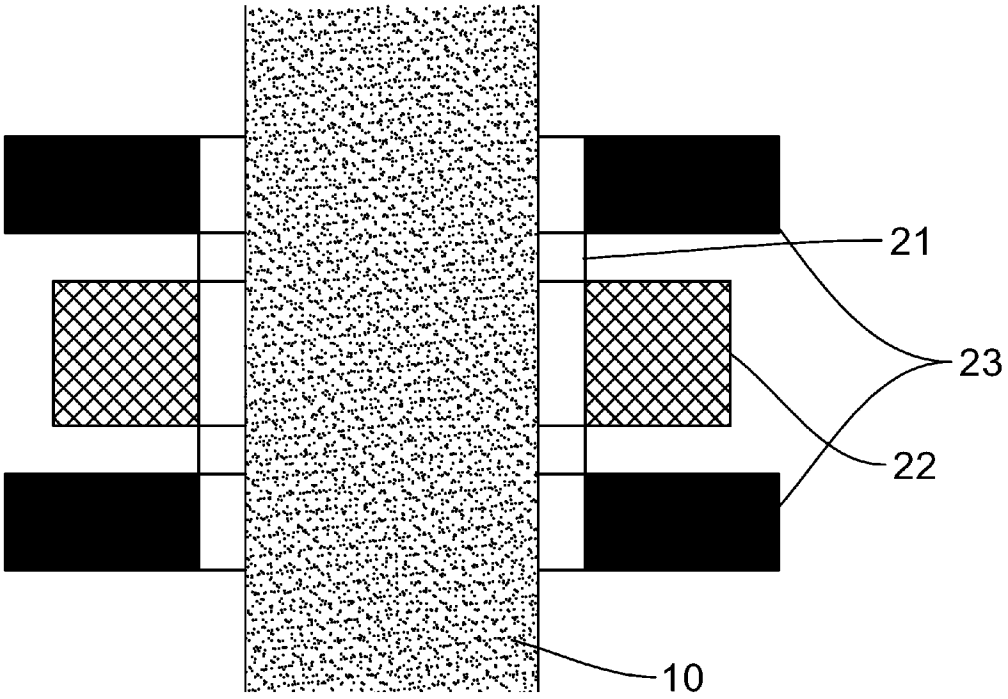
[Fig. 2]



[Fig. 3a]



[Fig. 3b]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2012/008806

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 37/00(2006.01)i, H01F 27/28(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 37/00; H01F 6/00; H01F 27/24; H01F 30/00; H01F 41/04; H01F 6/06; H01F 27/30

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: reactor, high temperature superconducting coils, bobbin, troid, ring shape

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2011-0028502 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 18 March 2011 See abstract; claims 1,3,4,8 and figures 1,4.	1-6
Y	KR 10-2008-0089636 A (BUSWELL, Harrie R.) 07 October 2008 See figure 8.	1-6
Y	JP 2006-147821 A (COSEL CO LTD) 08 June 2006 See claim 1.	2

☐ 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	Date of mailing of the international search report
25 FEBRUARY 2013 (25.02.2013)	**25 FEBRUARY 2013 (25.02.2013)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2012/008806

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0028502 A	18.03.2011	EP 2367179 A1	21.09.2011
		JP 2010-141074 A	24.06.2010
		US 2010-0323900 A1	23.12.2010
		WO 2010-067717 A1	17.06.2010
KR 10-2008-0089636 A	07.10.2008	AU 2007-205892 A1	26.07.2007
		CA 2637603 A1	26.07.2007
		CN 101401174 A	01.04.2009
		EP 1979921 A2	15.10.2008
		JP 2009-524255 A	25.06.2009
		US 2009-0278647 A1	12.11.2009
		WO 2007-084963 A2	26.07.2007
		WO 2007-084963 A3	26.07.2007
JP 2006-147821 A	08.06.2006	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2012/008806

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01F 37/00(2006.01)i, H01F 27/28(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01F 37/00; H01F 6/00; H01F 27/24; H01F 30/00; H01F 41/04; H01F 6/06; H01F 27/30

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: 리액터, 고온초전도코일, 보빈, 토로이드, 환형

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2011-0028502 A (미츠비시 쥬고교 가부시키가이샤) 2011.03.18 요약; 청구항1,3,4,8 및 도면1,4 참조.	1-6
Y	KR 10-2008-0089636 A (버스웰, 해리 알.) 2008.10.07 도면 8 참조.	1-6
Y	JP 2006-147821 A (코셀 주식회사) 2006.06.08 청구항 1 참조.	2

☐ 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

"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	국제조사보고서 발송일
2013년 02월 25일 (25.02.2013)	**2013년 02월 25일 (25.02.2013)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
김태영
전화번호 82-42-481-5650

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2012/008806

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0028502 A	2011.03.18	EP 2367179 A1	2011.09.21
		JP 2010-141074 A	2010.06.24
		US 2010-0323900 A1	2010.12.23
		WO 2010-067717 A1	2010.06.17
KR 10-2008-0089636 A	2008.10.07	AU 2007-205892 A1	2007.07.26
		CA 2637603 A1	2007.07.26
		CN 101401174 A	2009.04.01
		EP 1979921 A2	2008.10.15
		JP 2009-524255 A	2009.06.25
		US 2009-0278647 A1	2009.11.12
		WO 2007-084963 A2	2007.07.26
		WO 2007-084963 A3	2007.07.26
JP 2006-147821 A	2006.06.08	없음	