

(51) 국제특허분류:  
H01F 6/04 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2014/008340

(22) 국제출원일: 2014년 9월 4일 (04.09.2014)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:  
10-2013-0127654 2013년 10월 25일 (25.10.2013) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]; 136-701 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 이해근 (LEE, Haigun); 130-787 서울시 동대문구 장한로 119, 548 호, Seoul (KR). 김광록 (KIM, Kwang-lok); 422-704 경기도 부천시, 소사구 소안로 20, 103 동 805 호, Gyeonggi-do (KR). 최윤혁 (CHOI, Yoon Hyuck); 136-701 서울시 성북구 안암로 145, 신소재공학과, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 충현 (CHUNG HYUN PATENT &amp; LAW FIRM); 137-130 서울시 서초구 바우피로 225 한마음빌딩 4층, Seoul (KR).

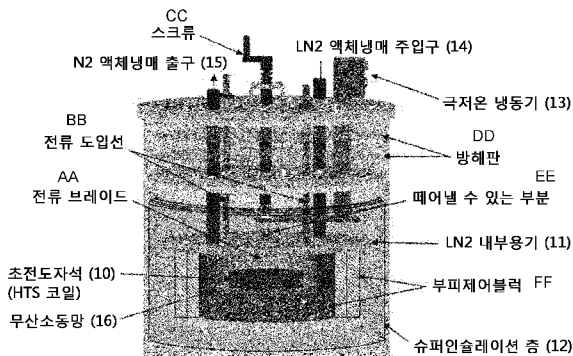
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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 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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR COOLING SUPERCONDUCTING MAGNET

(54) 발명의 명칭: 초전도 자석을 냉각시키는 방법 및 시스템



- 10 ... Superconducting magnet (HTS coil)  
 11 ... LN2 internal container  
 12 ... Super insulation layer  
 13 ... Cryogenic refrigerator  
 14 ... LN2 liquid refrigerant inlet  
 15 ... N2 liquid refrigerant outlet  
 16 ... Oxygen-free copper net  
 AA ... Current blade  
 BB ... Current lead wire  
 CC ... Screw  
 DD ... Baffle plate  
 EE ... Detachable member  
 FF ... Volume control block

(57) Abstract: The present invention relates to a method for cooling a superconducting magnet, comprising: by a cooling system, freezing a first external container and a second external container, which are in a vacuum state, to be at a preset temperature or less; by the cooling system, receiving a first refrigerant to be injected in the first external container and receiving a second refrigerant to be injected in the second external container; by the cooling system, condensing the second refrigerant into a liquid through heat exchange and injecting the second refrigerant condensed into a liquid from the second external container to the first external container; by the cooling system, cooling the inside of the first external container using the second refrigerant condensed into a liquid, thereby solidifying the first refrigerant, located inside the first external container, into a solid; and by the cooling system, cooling the superconducting magnet adjacent to the first refrigerant solidified into a solid.

(57) 요약서: 초전도 자석을 냉각시키는 방법에 관한 것으로, 냉각 시스템이 진공상태인 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기를 미리 설정된 온도 이하로

[다음 쪽 계속]

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

냉동하고, 냉각 시스템이 제 1 냉매를 제 1 외부용기로 주입받고, 제 2 냉매를 제 2 외부용기로 주입받고, 냉각 시스템이 열교환을 통해 제 2 냉매를 액체로 응축시키며, 액체로 응축된 제 2 냉매를 제 2 외부용기로부터 제 1 외부용기로 주입하고, 냉각 시스템이 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 제 1 외부용기 내부에 위치하는 제 1 냉매를 고체로 고화시키며, 냉각 시스템이 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시킨다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 초전도 자석을 냉각시키는 방법 및 시스템 기술분야

- [1] 본 발명은 초전도 자석을 냉각시키는 방법에 관한 것으로, 특히 저온의 액체 냉매를 고온의 초전도 자석이 위치한 냉각용기 하단부에서 순환시킴으로써, 초전도 자석을 냉각시킬 수 있는 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

- [2] 무분별한 화석연료에 대한 사용으로 인해 현재 세계 각국은 환경보호를 위한 대체 에너지원 및 친환경 시스템 개발에 관심이 집중되어 있다. 특히, 초전도 자석(Superconducting magnet)을 이용한 전력 기기는 에너지 밀도가 매우 높기 때문에 경제성 및 효율성이 우수하며, 동일한 성능 구현을 위해 요구되는 시스템의 크기, 기타 부대시설, 및 재료를 획기적으로 절감할 수 있기 때문에, 에너지 절약과 환경 오염문제를 동시에 해결할 수 있는 기술로서 각광받고 있다. 이를 위하여 미국(DOE, Department of Energy), 일본(NEDO, New Energy and industrial Technology Development Organization), 유럽 등의 에너지 관리기관에서는 국가적인 규모로 친환경적 신 재생에너지 개발을 장려하고 있는 상황이다.
- [3] 이 중, 초전도 자석의 운전을 위해서는 초전도성의 발현을 위한 특정 온도(임계온도, Critical temperature:  $T_c$ ) 이하로의 냉각이 필수적으로 요구되며, 일반적으로 초전도 자석 응용기기의 냉각을 위해서 액체 냉매를 이용한 직접냉각방식과 전도냉각을 이용한 간접냉각방식이 채택되어 사용되고 있다. 여기서, 액체냉각방식은 극저온 액체 냉매로서 액체 헬륨 또는 액체 네온을 초전도 자석이 위치한 용기 내부로 주입시켜 냉각하게 되는데, 이때 초전도 자석의 성능은 운전온도, 즉 액체 냉매 자체의 기화 온도로 고정되기 때문에 운전 온도의 유연성이 떨어질 뿐만 아니라, 액체 냉매 기화에 의한 갑작스런 압력상승으로 시스템 자체의 안정성에 문제가 생길 수 있으며, 액체 냉매를 지속적으로 공급해야하기 때문에 부대장비 설치에 따른 전체적인 시스템의 크기가 커진다는 단점이 있다. 전도냉각방식은 극저온냉동기(Cryocooler)를 이용하여 냉각하기 때문에 운전온도 확보가 비교적 용이하지만, 초전도 자석의 크기가 큰 대용량 기기의 경우 초전도 자석의 온도가 균일하지 못하여 시스템의 안정적인 운전이 어렵다는 단점이 있다.
- [4] 한편, 이하에서 인용되는 선행기술 문헌에는 초전도 자석을 액체 질소와 같은 저렴한 극저온 냉매에 침냉한 후, 극저온 냉동기를 통해 냉각하여 고체 냉매가 초전도 자석을 외부에서 포함하여 냉각하는 기술을 제안하고 있다. 하지만, 선행기술 문헌이 제시하고 있는 기술은 열편차가 발생하여 초전도 자석을 같은 온도 영역으로 고르게 냉각하지 못한다는 치명적인 단점이 존재한다.

- [5] 이와 같은 관점에서, 열편차 발생으로 인한 문제점을 극복하고, 안정적이며 높은 신뢰도를 가지는 냉각 시스템을 구현할 수 있는 기술적 수단이 필요하다는 사실을 알 수 있다.
- [6] 본 발명에 대한 선행기술로 '고화 냉매를 이용한 냉각시스템이 적용된 고온 초전도에너지저장시스템(공개번호: 10-2010-0009383)" 등이 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [7] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 순환하는 냉매의 온도를 기준으로 초전도 자석의 온도편차를 최소화하고, 순환하는 냉매는 재응축이 가능하여 냉매의 소모를 최소화하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법을 제공하는 것이다.
- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 순환하는 냉매의 온도를 기준으로 초전도 자석의 온도편차를 최소화하고, 순환하는 냉매는 재응축이 가능하여 냉매의 소모를 최소화하는 초전도 자석 냉각 시스템을 제공하는 것이다.

### 과제 해결 수단

- [9] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 냉각 시스템이 진공상태인 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기를 미리 설정된 온도 이하로 냉동하는 단계; 상기 냉각 시스템이 제 1 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입받고, 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입받는 단계; 상기 냉각 시스템이 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키며, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 주입하는 단계; 상기 냉각 시스템이 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하는 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시키는 단계; 및 상기 냉각 시스템이 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시키는 단계를 포함하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법을 제공한다.
- [10] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 기화될 경우, 상기 냉각시스템이 상기 기화된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입하고, 열교환을 통해 상기 기화된 제 2 냉매를 액체로 재응축시키며, 상기 액체로 재응축된 제 2 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법일 수 있다.
- [11] 또한, 상기 초전도 자석은, 고체 냉매 형성에 대한 열교환을 수행할 수 있는 열교환블록이 하단에 삽입되고, 상기 초전도 자석과의 열적 접촉을 위한 전도냉각봉이 상기 초전도 자석과 상기 열교환블록 사이에 삽입되며, 상기 열교환블록과 상기 전도냉각봉은 열전도율이 높은 무산소동으로 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법일 수 있다.
- [12] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 복사열차단용기는 상기 제 1 외부용기 및

상기 제 2 외부용기 내부에 각각 위치하며, 주위에 다층의 슈퍼인슐레이션(Superinsulation)을 설치하여 외부로부터의 복사에 의한 열전달을 최소화하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법일 수 있다.

- [13] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 내부용기는 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하며, 실링 와이어(Sealing wire)를 이용하여 외부로부터 기체 출입을 차단하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법일 수 있다.
- [14] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 제 1 외부용기와 상기 제 2 외부용기는 냉매 공급관으로 연결되어 있으며, 상기 냉매 공급관을 통해 상기 제 2 냉매가 순환되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법일 수 있다.
- [15] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 제 1 냉매는 질소로 형성되며, 상기 제 2 냉매는 네온(Neon)으로 형성되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법일 수 있다.
- [16] 본 발명의 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 미리 설정된 온도 이하로 냉동된 후, 제 1 냉매 및 제 2 냉매를 각각 주입받는 진공상태의 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기; 상기 제 2 외부용기에 구비되어 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키는 무산소동으로 구성된 열교환기; 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 주입하는 냉매 공급관; 및 상기 제 1 외부용기에 위치하여 상기 제 1 냉매를 통해 냉각되는 초전도 자석을 포함하되, 상기 제 1 외부용기는, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시키며, 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시키는 것을 특징으로 초전도 자석 냉각 시스템을 제공한다.
- [17] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 냉매 공급관은, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 기화될 경우, 상기 기화된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입하고, 상기 열교환기를 통해 상기 기화된 제 2 냉매를 액체로 재응축시키며, 상기 액체로 재응축된 제 2 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각 시스템일 수 있다.
- [18] 또한, 상기 초전도 자석은, 고체 냉매 형성에 대한 열교환을 수행할 수 있는 열교환블록이 하단에 삽입되고, 상기 초전도 자석과의 열적 접촉을 위한 전도냉각봉이 상기 초전도 자석과 상기 열교환블록 사이에 삽입되며, 상기 열교환블록과 상기 전도냉각봉은 열전도율이 높은 무산소동으로 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각 시스템일 수 있다.
- [19] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 복사열차단용기는 상기 제 1 외부용기 및 상기 제 2 외부용기 내부에 각각 위치하며, 주위에 다층의 슈퍼인슐레이션을 설치하여 외부로부터의 복사에 의한 열전달을 최소화하는 것을 특징으로 하는

초전도 자석 냉각 시스템일 수 있다.

- [20] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 내부용기는 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하며, 실링 와이어를 이용하여 외부로부터 기체 출입을 차단하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각 시스템일 수 있다.

### **발명의 효과**

- [21] 본 발명에 따르면, 순환하는 냉매의 온도를 기준으로 초전도 자석의 균일한 냉각이 가능하므로 초전도 자석의 온도편차를 최소화할 수 있는 효과가 있다.
- [22] 또한, 순환하는 냉매는 재응축에 의한 재사용이 가능하기 때문에 냉매의 소모를 최소화하는 효과가 있다.

### **도면의 간단한 설명**

- [23] 도 1은 종래 기술에 따른 단일 고체 냉매 냉각시스템을 도시한 도면이다.
- [24] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 자석을 냉각시키는 방법을 도시한 흐름도이다.
- [25] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 자석 냉각 시스템을 도시한 도면이다.
- [26] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 자석 부분을 확대한 도면이다.

### **발명의 실시를 위한 최선의 형태**

- [27] 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 자석을 냉각시키는 방법은 냉각 시스템이 진공상태인 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기를 미리 설정된 온도 이하로 냉동하는 단계, 상기 냉각 시스템이 제 1 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입받고, 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입받는 단계, 상기 냉각 시스템이 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키며, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 주입하는 단계, 상기 냉각 시스템이 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하는 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시키는 단계, 및 상기 냉각 시스템이 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시키는 단계를 포함한다.

### **발명의 실시를 위한 형태**

- [28] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 기존의 초전도 자석 냉각 시스템에서 발생하는 문제점들을 검토한 후, 이들 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 개괄적으로 소개하도록 한다.
- [29] 초전도 자석의 운전을 위해서는 초전도성의 발현을 위한 특정 온도 이하로의 냉각이 필수적으로 요구되며, 일반적으로 초전도 자석 응용기기의 냉각을 위해서 액체 냉매를 이용한 직접냉각방식과 전도 냉각을 이용한 간접냉각방식이 채택되어 사용되고 있다. 하지만, 상기 직접냉각방식은 운전온도의 유연성이 떨어지고, 압력상승으로 인한 시스템 자체의 안정성에 문제가 발생하며, 부대장비 설치에 따른 전체적인 시스템의 크기가 커진다는

단점이 있다. 또한, 상기 간접냉각방식은 초전도 자석의 온도가 균일하지 못하여 시스템의 안정적인 운전이 어렵다는 단점이 존재한다. 이와 같은 상기의 단점을 보완하기 위하여 선행기술문헌의 냉각시스템이 제안되었다. 상기 냉각시스템은 이하에서 도 1을 통해 설명하도록 한다.

[30] 도 1은 종래 기술에 따른 단일 고체 냉매 냉각시스템을 도시한 도면이다.

[31] 보다 구체적으로, 상기 초전도 자석을 액체 질소와 같은 저렴한 극저온 냉매에 침냉한 후 극저온냉동기(13)를 이용하여 냉각함으로써, 고체 냉매가 초전도 자석(10)을 외부에서 포함하여 냉각하는 방법이다. 여기서, 초전도 자석(10)이 위치하는 내부용기(11)로의 대류열 및 복사열을 차단하기 위하여 최외곽 용기 내부를 진공으로 유지하여 주며, 다층의 슈퍼인슐레이션(Superinsulation)(11)을 설치하여 준다. 이때, 액체 냉매 주입구(14)를 통해 고체화할 극저온 냉매를 주입하여 주며, 내부용기(11)의 갑작스러운 압력변화를 최소화하기 위하여 액체 냉매출구(15)를 개방하여주며, 극저온 냉매의 주입이 완료되면 극저온냉동기(12)를 통하여 고화를 실시한다.

[32] 상기와 같은 방법으로 고체 냉매를 형성하는 경우, 초전도 자석(10) 주변에 무산소동망(16)을 설치함으로써, 상기 고체 냉매의 균일한 형성을 도모할 수 있다.

[33] 또한, 상기의 고체 냉매 냉각시스템을 적용할 경우, 초전도 자석(10)의 운전 시 추가적인 액체 냉매의 주입 없이 극저온냉동기(12)를 통한 주기적인 냉각만이 요구되어 냉각실시 전 고체 냉매만으로 초전도 자석(10)의 운전을 가능하게 하여 불필요한 부대설비의 제거를 통한 시스템의 경량화 및 간소화를 이루게 된다. 이때의 냉각주기는 재냉각기간 (Recooling-to-recooling Time Period, RRTP:  $\Delta t$ )이라 지칭하며, 상기 고체 냉매 시스템의 설계에 있어 가장 중요한 파라미터이고, 이는 형성하고자하는 고체 냉매의 부피 ( $V_{sol}$ ) 및 외부에서 내부용기(11)로 유입되는 열침입( $Q_{in}$ )을 고려하여 설계 시 사용자 임의로 상기 냉각주기를 설정함으로써, 상기 냉각주기는 아래와 같이 표현할 수 있다.

[34] 수학적 1

$$V_{sol} = \frac{Q_{in}}{\Delta H} \times \Delta t$$

[35] 여기서,  $\Delta H$ 는 임의로 설정된 작동온도 범위에서의 엔탈피 차이이다.

[36] 그러나 종래의 문제점을 개선한 상기 고체 냉매 냉각시스템은 고체 냉매의 냉각 특성이 극저온냉동기의 냉각 기능에 따라 크게 영향을 받게 되며, 근본적으로 열편차가 발생할 수밖에 없는 한계를 포함하고 있기 때문에 상기 초전도 자석을 같은 온도 영역으로 균등하게 냉각하지 못한다는 치명적인 단점이 존재한다. 또한, 상기 종래 기술인 고체 냉매 냉각시스템을 모터, 또는 발전기와 같은 다극 회전기기에 적용하기 위해서는 각각의 초전도 자석에

해당하는 극저온냉동기가 요구됨으로써, 설치 시 비용이 많이 증가하여 시스템 생산 및 운용이 어렵다는 치명적인 단점 또한 존재한다.

[37] 따라서, 본 발명의 실시예들은 열편차 발생으로 인한 문제점을 극복하고, 안정적이며 높은 신뢰도를 가지는 냉각 시스템을 구현할 수 있는 기술적 수단을 제안하고자 한다.

[38] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 다만, 하기의 설명 및 첨부된 도면에서 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기능 또는 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 또한, 도면 전체에 걸쳐 동일한 구성 요소들은 가능한 한 동일한 도면 부호로 나타내고 있음에 유의하여야 한다. 또한, 본 발명의 실시예들에서 기재되는 극저온은 초전도 자석의 정상적인 운전을 가능하도록 하는 온도이며, 상기 초전도 자석의 정상적인 운전을 가능하도록 하는 임계온도 이하의 범위 내로 임의 설정 가능한 것이라는 전제하에 설명하도록 한다.

[39] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 자석을 냉각시키는 방법을 도시한 흐름도로서, 냉각 시스템이 진공상태인 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기를 미리 설정된 온도 이하로 냉동하고, 상기 냉각 시스템이 제 1 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입받고, 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입받고, 상기 냉각 시스템이 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키며, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 주입하며, 상기 냉각 시스템이 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하는 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시키며, 상기 냉각 시스템이 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시킨다. 여기서 상기 초전도 자석은 강성재료로 제작되는 보빈에 고온 초전도 선재가 권선된 형태일 수 있다.

[40] 보다 구체적으로, S110 단계에서, 냉각 시스템이 진공상태인 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기를 미리 설정된 온도 이하로 냉동한다. 즉, 상기 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기는 내부에서 대류열 및 복사열을 차단하도록 진공상태에서 냉각 시스템에 의해 미리 설정된 온도 이하로 냉각시킨다. 여기서, 상기 미리 설정된 온도 이하로 상기 제 1 외부용기 및 상기 제 2 외부용기를 냉각시키는 것은 상기 제 1 냉매 및 상기 제 2 냉매를 공급 받을 때, 급격한 온도차이로 인해 상기 제 1 냉매 및 상기 제 2 냉매가 기화되어 상기 제 1 외부용기 및 상기 제 2 외부용기의 압력변화가 발생하여 초전도 자석 냉각 시스템 자체의 손상이 발생함으로써, 상기 손상을 방지하기 위해 상기 제 1 외부용기 및 상기 제 2 외부용기를 상기 제 1 냉매 및 상기 제 2 냉매의 온도 또는 상기 제 1 냉매 및 상기 제 2 냉매와 비슷한 수준의 온도로 미리 냉각시킬 수 있다.

[41] S120 단계에서, 상기 냉각 시스템이 제 1 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입받고, 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입받는다.

[42] 보다 구체적으로, 상기 제 1 외부용기에 위치하는 고체 냉매용 냉매주입구를

통해 초전도 자석 냉각용 고체 냉매의 형성을 위한 제 1 냉매인 극저온 냉매를 공급 받으며, 동시에 상기 제 2 외부용기에 위치하는 재응축 냉매용 냉매주입구를 통해 제 2 냉매인 극저온 상변화 냉매를 공급받을 수 있다. 여기서, 상기 제 1 냉매로 액체 질소를 공급받을 수 있으며, 상기 제 2 냉매로 기체 네온을 공급받을 수 있다.

- [43] S130 단계에서, 상기 냉각 시스템이 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키며, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 주입한다.
- [44] 보다 구체적으로, 상기 제 2 냉매는 상기 제 2 외부용기 내부에 위치하는 열교환기를 통해 액체로 응축되며, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매에 압력을 가함으로써, 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 주입시킨다.
- [45] S140 단계에서, 상기 냉각 시스템이 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하는 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시킨다.
- [46] 보다 구체적으로, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매는 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기와 상기 제 2 외부용기를 연결하는 냉매 공급관을 통해 상기 제 1 외부용기로 주입되어 상기 냉매 공급관을 순환함으로써, 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하는 제 1 냉매를 고체로 고화시킬 수 있다. 여기서, 상기 제 1 냉매는 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하는 상기 초전도 자석을 둘러싸고 있고, 상기 초전도 자석은, 고체 냉매 형성에 대한 열교환을 수행할 수 있는 열교환블록이 하단에 삽입되고, 상기 초전도 자석과의 열적 접촉을 위한 전도냉각봉이 상기 초전도 자석과 상기 열교환블록 사이에 삽입되어, 상기 냉매 공급관을 순환하는 액체로 응축된 제 2 냉매가 상기 열교환블록 및 전도냉각봉을 냉각시킴으로써, 상기 제 1 냉매가 고체로 고화될 수 있다.
- [47] 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 상기 제 1 외부용기의 내부에 위치하는 열교환블록 및 전도냉각봉을 냉각시킴으로써, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 기화된 경우, 상기 기화된 제 2 냉매를 상기 냉매 공급관을 통해 다시 상기 제 2 외부용기로 주입하고, 상기 제 2 외부용기 내부에 위치하는 열교환기를 통해 상기 기화된 제 2 냉매를 액체로 재응축시키며, 상기 액체로 재응축된 제 2 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입함으로써, 자연적인 냉각순환경로를 가질 수 있다.
- [48] S150 단계에서, 상기 냉각 시스템이 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시킨다.
- [49] 보다 구체적으로, 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하여 초전도 자석을 둘러싸고 있는 제 1 냉매가 S140 단계로 인해 고체로 고화된으로써, 고온의 초전도 자석 상기 고체로 고화된 제 1 냉매가 안정적으로 냉각시킬 수 있다.
- [50] 한편, 도 1에서 복사열차단용기는 상기 제 1 외부용기 및 상기 제 2 외부용기

내부에 각각 위치하며, 주위에 다층의 슈퍼인슐레이션(Superinsulation)을 설치하여 외부로부터의 복사에 의한 열전달을 최소화할 수 있으며, 내부용기는 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하며, 실링 와이어(Sealing wire)를 이용하여 외부로부터 기체 출입을 차단할 수 있다.

- [51] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 자석 냉각 시스템을 도시한 도면으로서, 초전도 자석 냉각 시스템은 앞서 기술한 도 2의 각 과정에 대응하는 구성을 포함한다. 따라서, 여기서는 설명의 중복을 피하기 위해 시스템의 세부구성을 중심으로 그 기능을 약술하도록 한다.
- [52] 미리 설정된 온도 이하로 냉동된 후, 제 1 냉매 및 제 2 냉매를 각각 주입받는 진공상태의 제 1 외부용기(206) 및 제 2 외부용기(214), 제 2 외부용기(214)에 구비되어 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키는 무산소동으로 구성된 열교환기(211), 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 제 2 외부용기(214)로부터 제 1 외부용기(206)로 주입하는 냉매 공급관(207), 제 1 외부용기(206)에 위치하여 상기 제 1 냉매를 통해 냉각되는 초전도 자석(201)을 포함하되, 제 1 외부용기(206)는, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 제 1 외부용기(206)의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시키며, 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석(201)을 냉각시키는 것을 특징으로 초전도 자석 냉각 시스템이다. 여기서, 상기 초전도 자석(201)은 강성재료로 제작되는 보빈에 고온 초전도 선재가 권선된 형태일 수 있다.
- [53] 보다 구체적으로, 초전도 자석(201)은 밀폐된 내부용기(202) 내부에 위치할 수 있고, 초전도 자석(201)은 도 4와 같이 구성될 수 있다.
- [54] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 초전도 자석 부분을 확대한 도면으로서, 내부용기(202)의 하단부에는 초전도 자석(201)의 냉각을 위한 열교환블록(203)이 삽입되며, 열교환블록(203)은 초전도 자석(201)과의 열적 접촉을 위하여 초전도 자석(201)과 열교환블록(203) 사이에 수직방향으로 다수의 전도냉각봉(204)이 삽입될 수 있다. 여기서, 열교환블록(203)과 전도냉각봉(204)은 열전도율이 높은 무산소동으로 구성될 수 있다.
- [55] 이제 다시 도 3으로 돌아가 초전도 자석 냉각 시스템의 구성을 설명하도록 한다.
- [56] 내부용기(202)는 실링 와이어(Sealing wire)를 이용하여 외부로의 기체 출입을 완벽하게 차단할 수 있다. 여기서, 내부용기(202)는 복사열차단용기(205)의 내부에 위치하게 되며, 상기 복사열차단용기(205) 인근에 다층의 슈퍼인슐레이션(Superinsulation)을 설치하여 외부로부터의 복사에 의한 열전달을 최소화할 수 있도록 한다. 그리고 내부용기(202)를 포함한 복사열차단용기(205)는 다시금 밀폐된 제 1 외부용기(206)의 내부에 위치하고, 내부용기(202)와 제 1 외부용기(206) 사이의 중공은 진공으로 유지될 수 있다.
- [57] 또한, 열교환블록(203)의 내부에는 냉매 공급관(207)이 매설되어 있고, 냉매 공급관(207)을 통해 열교환블록(203)의 내부에 열교환기로부터 응축된 제 2

냉매인 액체 냉매(208)로서 액체 네온이 공급될 수 있다.

- [58] 또한, 냉매 공급관(207)의 끝단은 극저온냉동기(209)의 콜드헤드(210)와 연결된 열교환기(211)에 기밀이 유지된 상태로 결합될 수 있으며, 열교환기(211)는 열전도율이 높은 무산소동으로 구성될 수 있다.
- [59] 또한, 열교환기(211)에서 응축된 제 2 냉매인 재응축 냉매(208)는 극저온펌프(212)로 인위적인 압력을 주어 냉매 공급관(207) 내부를 순환하게 함으로써, 제 2 냉매의 응축 및 초전도 자석(201)의 냉각을 원활하게 할 수 있다. 그리고 열교환기(211)는 복사열차단용기(213)의 내부에 위치하게 되며, 복사열차단용기(213) 인근에는 다층의 슈퍼인슐레이션(Superinsulation)을 설치하여 외부로부터의 복사에 의한 열전달을 최소화할 수 있다. 여기서, 열교환기(211)를 포함한 복사열차단용기(213)는 밀폐된 제 2 외부용기(214)의 내부에 위치하고, 제 2 외부용기(214)의 중공은 진공으로 유지될 수 있다.
- [60] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 종래의 냉각방식의 문제점을 해결하고 보다 안정적이며, 높은 신뢰도를 제공할 수 있는 초전도 자석 냉각 시스템을 제공하기 위하여, 초전도 자석(201), 내부가 중공의 밀폐공간을 포함하는 제 1 외부용기(206) 및 제 2 외부용기(214), 제 1 외부용기(206) 하단부에 열교환기(211) 역할을 수행할 수 있는 무산소동으로 형성된 열교환블록(203), 무산소동으로 형성된 열교환블록(203)의 내부를 관통하여 극저온 냉매를 공급하기 위한 무산소동으로 형성된 냉매 공급관(207), 기화된 극저온 액체 냉매를 재응축하여 재공급하기 위한 재응축시스템을 포함할 수 있다. 여기서, 상기 재응축시스템은 제 2 외부용기(214), 재응축 냉매용 냉매 주입구(216), 극저온 냉동기(209), 콜드헤드(210), 열교환기(211), 및 극저온펌프(212)로 구성될 수 있다.
- [61] 또한, 무산소동으로 형성된 냉매 공급관(207)의 끝단은 상기 극저온 냉매 재응축시스템에 수직방향으로 결합되어 재응축된 제 2 냉매인 액체 냉매는 중력의 영향으로 무산소동으로 형성된 냉매 공급관(207)을 흐를 수 있다. 여기서, 제 1 외부용기 내부(206)에 설치된 초전도 자석(201)은 무산소동으로 형성된 냉매 공급관(207)의 내부로 흐르는 제 2 냉매인 극저온 냉매에 의한 열전도를 통하여 냉각될 수 있으며, 초전도 자석(201) 주변으로의 제 1 냉매인 고체 냉매 형성을 기본으로 하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [62] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 기존의 액체 냉각, 전도 냉각, 및 고체 냉매의 단일시스템에 비해 본 발명의 초전자 자석을 냉각시키는 방법은 종래 기술보다 효과적인 냉각이 가능하며, 순환되는 극저온 냉매는 재응축에 의한 재사용이 가능함으로써, 사용되는 냉매의 소모를 최소화할 수 있다. 또한, 순화하는 극저온 냉매의 온도를 기준으로 초전도 자석의 균일한 냉각이 가능하므로 초전도 자석의 온도편차를 최소화할 수 있다. 나아가, 본 발명의 초전자 자석을 냉각시키는 방법은 다극 회전기기와 같은 응용시스템으로의 활용이 가능할 수 있다.

- [63] 한편, 본 발명의 실시예들은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록 장치를 포함한다.
- [64] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의하여 용이하게 추론될 수 있다.
- [65] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 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.

### 산업상 이용가능성

- [66] 본 발명의 일 실시예에 따른 초전도 자석을 냉각시키는 방법을 이용함으로써 순환하는 냉매의 온도를 기준으로 초전도 자석의 온도편차를 최소화하고, 순환하는 냉매는 재응축이 가능하여 냉매의 소모를 최소화하여 초전도 자석을 냉각시킬 수 있다.

## 청구범위

- [청구항 1] 냉각 시스템이 진공상태인 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기를 미리 설정된 온도 이하로 냉동하는 단계;  
상기 냉각 시스템이 제 1 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입받고, 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입받는 단계;  
상기 냉각 시스템이 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키며, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 주입하는 단계;  
상기 냉각 시스템이 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하는 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시키는 단계; 및  
상기 냉각 시스템이 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시키는 단계를 포함하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,  
상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 기화될 경우, 상기 냉각시스템이 상기 기화된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입하고, 열교환을 통해 상기 기화된 제 2 냉매를 액체로 재응축시키며, 상기 액체로 재응축된 제 2 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,  
상기 초전도 자석은,  
고체 냉매 형성에 대한 열교환을 수행할 수 있는 열교환블록이 하단에 삽입되고, 상기 초전도 자석과의 열적 접촉을 위한 전도냉각봉이 상기 초전도 자석과 상기 열교환블록 사이에 삽입되며, 상기 열교환블록과 상기 전도냉각봉은 열전도율이 높은 무산소동으로 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,  
복사열차단용기는 상기 제 1 외부용기 및 상기 제 2 외부용기 내부에 각각 위치하며, 주위에 다층의 슈퍼인슐레이션(Superinsulation)을 설치하여 외부로부터의 복사에 의한 열전달을 최소화하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,

[청구항 6]

내부용기는 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하며, 실링 와이어(Sealing wire)를 이용하여 외부로부터 기체 출입을 차단하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법.  
제 1 항에 있어서,

[청구항 7]

상기 제 1 외부용기와 상기 제 2 외부용기는 냉매 공급관을 연결되어 있으며, 상기 냉매 공급관을 통해 상기 제 2 냉매가 순환되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법.  
제 1 항에 있어서,  
상기 제 1 냉매는 질소로 형성되며, 상기 제 2 냉매는 네온(Neon)으로 형성되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석을 냉각시키는 방법.

[청구항 8]

미리 설정된 온도 이하로 냉동된 후, 제 1 냉매 및 제 2 냉매를 각각 주입받는 진공상태의 제 1 외부용기 및 제 2 외부용기;  
상기 제 2 외부용기에 구비되어 열교환을 통해 상기 제 2 냉매를 액체로 응축시키는 무산소동으로 구성된 열교환기;  
상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로부터 상기 제 1 외부용기로 주입하는 냉매 공급관; 및  
상기 제 1 외부용기에 위치하여 상기 제 1 냉매를 통해 냉각되는 초전도 자석을 포함하되,  
상기 제 1 외부용기는, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매를 통해 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 제 1 냉매를 고체로 고화시키며, 상기 고체로 고화된 제 1 냉매에 인접한 초전도 자석을 냉각시키는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각 시스템.

[청구항 9]

제 8 항에 있어서,  
상기 냉매 공급관은,  
상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 상기 제 1 외부용기의 내부를 냉각시킴으로써, 상기 액체로 응축된 제 2 냉매가 기화될 경우, 상기 기화된 제 2 냉매를 상기 제 2 외부용기로 주입하고, 상기 열교환기를 통해 상기 기화된 제 2 냉매를 액체로 재응축시키며, 상기 액체로 재응축된 제 2 냉매를 상기 제 1 외부용기로 주입하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각 시스템.

[청구항 10]

제 8 항에 있어서,  
상기 초전도 자석은,  
고체 냉매 형성에 대한 열교환을 수행할 수 있는 열교환블록이 하단에 삽입되고, 상기 초전도 자석과의 열적 접촉을 위한 전도냉각봉이 상기 초전도 자석과 상기 열교환블록 사이에 삽입되며, 상기 열교환블록과 상기 전도냉각봉은 열전도율이 높은 무산소동으로 구성되는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각

시스템.

[청구항 11]

제 8 항에 있어서,

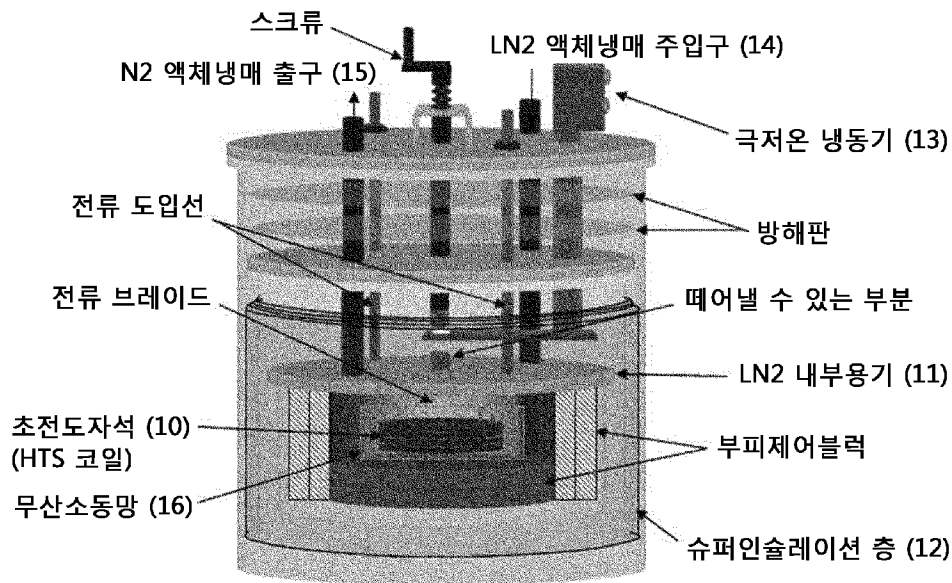
복사열차단용기는 상기 제 1 외부용기 및 상기 제 2 외부용기 내부에 각각 위치하며, 주위에 다층의 슈퍼인슐레이션을 설치하여 외부로부터의 복사에 의한 열전달을 최소화하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각 시스템.

[청구항 12]

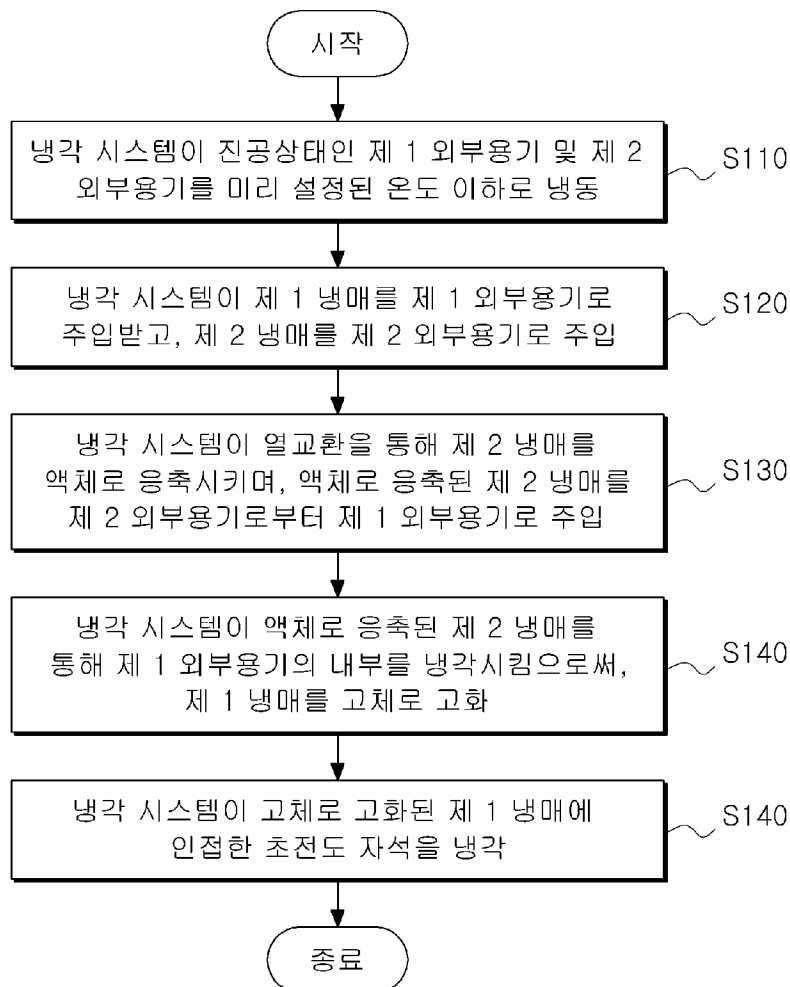
제 8 항에 있어서,

내부용기는 상기 제 1 외부용기 내부에 위치하며, 실링 와이어를 이용하여 외부로부터 기체 출입을 차단하는 것을 특징으로 하는 초전도 자석 냉각 시스템.

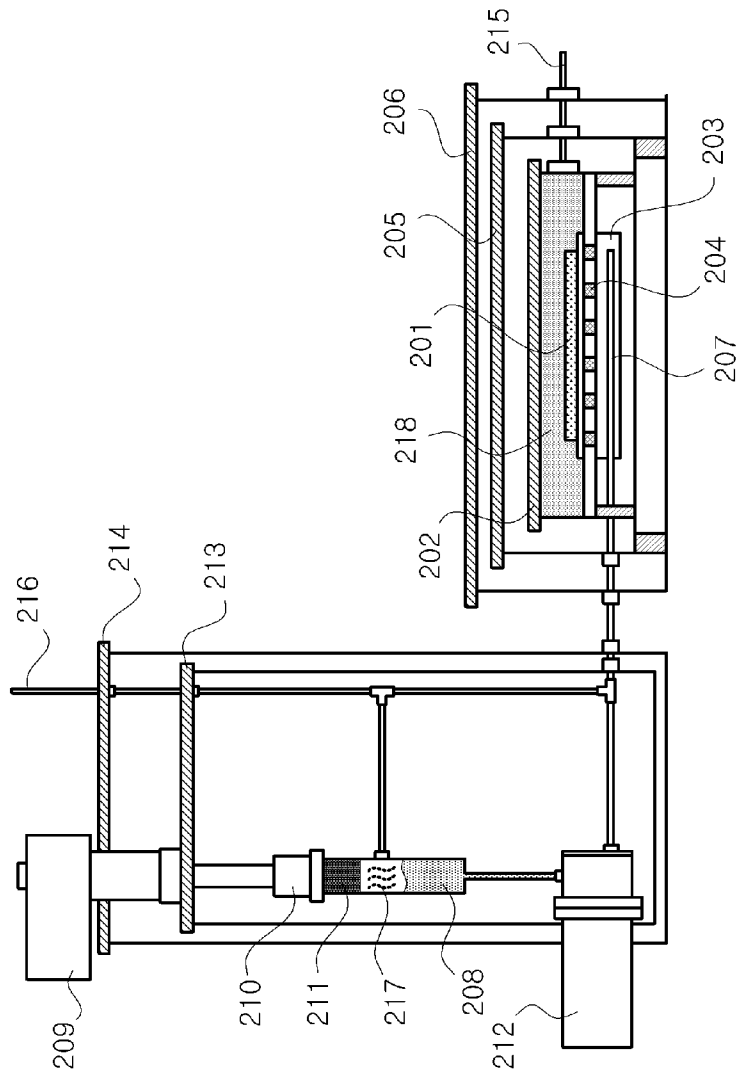
[Fig. 1]



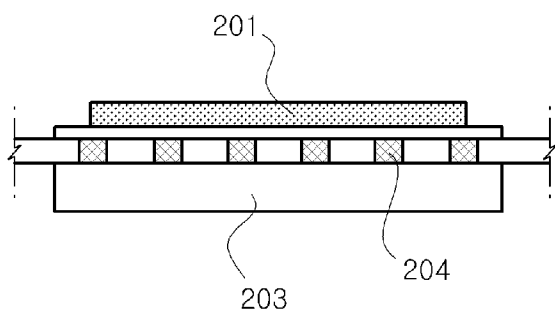
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2014/008340****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H01F 6/04(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 6/04; H01B 12/00; F25D 3/10; F25B 9/00

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 after 1975

Japanese Utility models and applications for Utility models after 1975

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: superconductivity, magnet, conductor, cooling, recondensation

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2008-249201 A (TOSHIBA CORP.) 16 October 2008<br>See paragraphs 0014, 0020 - 0022 and figure 2                                | 1-12                  |
| A         | KR 10-0958748 B1 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) 19 May 2010<br>See paragraphs 0027, 0029, 0032 - 0034, 0046 - 0048 and figure 1 | 8-12                  |
| A         | KR 10-0981153 B1 (KOREA ELECTRIC POWER CORPORATION) 10 September 2010<br>See paragraphs 0016 - 0020 and figures 1, 2             | 1-7                   |
| A         | JP 2002-130851 A (TOKYO GAS CO., LTD.) 09 May 2002<br>See paragraphs 0026, 0032 - 0038 and figure 2                              | 1-7                   |



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

"I" 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**24 NOVEMBER 2014 (24.11.2014)**

Date of mailing of the international search report

**26 NOVEMBER 2014 (26.11.2014)**

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.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2014/008340**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| JP 2008-249201 A                          | 16/10/2008          | JP 4855990 B2           | 18/01/2012          |
| KR 10-0958748 B1                          | 19/05/2010          | KR 10-2008-0038021 A    | 02/05/2008          |
| KR 10-0981153 B1                          | 10/09/2010          | KR 10-2009-0124825 A    | 03/12/2009          |
| JP 2002-130851 A                          | 09/05/2002          | NONE                    |                     |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

H01F 6/04(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01F 6/04; H01B 12/00; F25D 3/10; F25B 9/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

1975년 이후 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보  
1975년 이후 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 초전도, 자석, 컨덕터, 냉각, 제응축

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                       | 관련 청구항 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| A     | JP 2008-249201 A (TOSHIBA CORP.) 2008.10.16<br>문단번호 0014, 0020 - 0022 및 도면 2 참조                  | 1-12   |
| A     | KR 10-0958748 B1 (한국기초과학지원연구원) 2010.05.19<br>문단번호 0027, 0029, 0032 - 0034, 0046 - 0048 및 도면 1 참조 | 8-12   |
| A     | KR 10-0981153 B1 (한국전력공사) 2010.09.10<br>문단번호 0016 - 0020 및 도면 1, 2 참조                            | 1-7    |
| A     | JP 2002-130851 A (TOKYO GAS CO., LTD.) 2002.05.09<br>문단번호 0026, 0032 - 0038 및 도면 2 참조            | 1-7    |

☐ 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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 11월 24일 (24.11.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 11월 26일 (26.11.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

 대한민국 특허청  
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

황성범

전화번호 +82-42-481-8142



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌               | 공개일        |
|-----------------------|------------|----------------------|------------|
| JP 2008-249201 A      | 2008/10/16 | JP 4855990 B2        | 2012/01/18 |
| KR 10-0958748 B1      | 2010/05/19 | KR 10-2008-0038021 A | 2008/05/02 |
| KR 10-0981153 B1      | 2010/09/10 | KR 10-2009-0124825 A | 2009/12/03 |
| JP 2002-130851 A      | 2002/05/09 | 없음                   |            |