



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0104649
(43) 공개일자 2024년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02K 55/00 (2006.01) F16J 15/43 (2006.01)
F16J 15/447 (2006.01) H02K 5/124 (2014.01)
H02K 9/19 (2014.01)

(52) CPC특허분류

H02K 55/00 (2013.01)
F16J 15/43 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0187099

(22) 출원일자 2022년12월28일
심사청구일자 2022년12월28일

(71) 출원인

국립창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)

(72) 발명자

김석호

경상남도 김해시 율하3로 76, 805동 1802호(율하동, 신리마을 중앙하이츠아파트)

최종호

경상남도 김해시 율하로 479, 302동 301호(장유동, 원메이저푸르지오아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김연권

전체 청구항 수 : 총 12 항

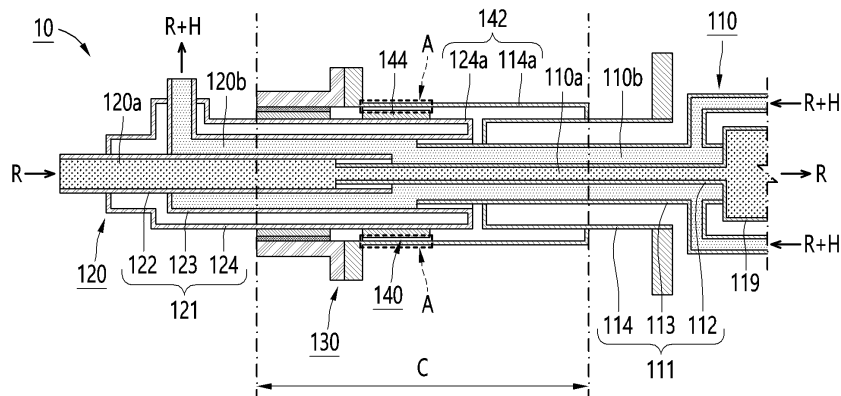
(54) 발명의 명칭 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조는, 극저온의 초전도 상태에서 회전되고 극저온의 냉매가 유동되기 위한 제1 냉매 유로가 내부에 마련된 회전부, 상기 회전부를 회전 가능하게 지지하도록 상기 회전부에 커플링 연결되고 상기 제1 냉매 유로에 대한 상기 냉매의 공급과 배출이 가능하도록 상기 제1 냉매 유로에 연결된 제2 냉매 유로가 내부에 마련된 정지부, 상기 정지부와 상기 회전부의 커플링부에 배치되고, 상기 정지부와 상기 회전부의 커플링부를 밀봉하여 진공 상태를 유지하는 자성유체 셀, 및 상기 자성유체 셀과 상기 제1,2 냉매 유로를 연결하는 연결 통로 측에 배치되고 상기 연결 통로를 따라 상기 자성유체 셀로 유동되는 상기 냉매를 자기유도가열 방식으로 가열하는 동결 방지부를 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

F16J 15/447 (2013.01)
H02K 5/124 (2013.01)
H02K 9/19 (2023.08)
H05B 6/109 (2013.01)
Y02E 40/60 (2020.08)
Y10S 277/904 (2013.01)
Y10S 277/935 (2013.01)
Y10S 505/878 (2013.01)

(72) 발명자

김기환

경상남도 김해시 율하1로 7, 201동 1303호(율하동,
 율곡마을주공2단지아파트)

심기덕

경상남도 김해시 율하1로 90, 607동 1401호(
 율하동, 율상마을모아미래도6단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711156840
과제번호	2019R1A5A8083201
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원
연구과제명	극한환경 스마트 기계 부품 설계/제조 혁신 센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711173028
과제번호	2022M3I9A1073187
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	고온초전도마그네티스기술개발사업
연구과제명	고온초전도 레이스트랙 코일 냉각기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2022.04.20 ~ 2026.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

극저온의 초전도 상태에서 회전되고, 극저온의 냉매가 유동되기 위한 제1 냉매 유로가 내부에 마련된 회전부;

상기 회전부를 회전 가능하게 지지하도록 상기 회전부에 커플링 연결되고, 상기 제1 냉매 유로에 대한 상기 냉매의 공급과 배출이 가능하도록 상기 제1 냉매 유로에 연결된 제2 냉매 유로가 내부에 마련된 정지부;

상기 정지부와 상기 회전부의 커플링부에 배치되고, 상기 정지부와 상기 회전부의 커플링부를 밀봉하여 진공 상태를 유지하는 자성유체 씰; 및

상기 자성유체 씰과 상기 제1,2 냉매 유로를 연결하는 연결 통로 측에 배치되고, 상기 연결 통로를 따라 상기 자성유체 씰로 유동되는 상기 냉매를 자기유도가열 방식으로 가열하는 동결 방지부;

를 포함하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 동결 방지부는,

상기 회전부의 회전력을 이용하여 상기 연결 통로 측의 전자기장 변화를 유도함으로써 상기 연결 통로를 유도 가열시키도록 마련된 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 정지부의 커플링부에는 원통 형상의 정지부 연결배관이 형성되고,

상기 회전부의 커플링부에는 상기 정지부 연결배관과 회전 가능하게 삽입 연결되도록 상기 정지부 연결배관과 다른 직경을 갖는 원통 형상의 회전부 연결배관이 형성되며,

상기 자성유체 씰은 상기 정지부 연결배관과 상기 회전부 연결배관의 서로 겹쳐진 연결 부위에 설치되고, 상기 연결 통로는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 사이를 따라 형성되며, 상기 동결 방지부는 상기 연결 통로의 내부에 배치되는 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 연결 통로는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 상호 겹친 부위에 해당되는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 사이에 형성되며,

상기 동결 방지부는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 어느 하나의 표면에 장착되는 마그네트 부재;를 포함하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 마그네트 부재는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 어느 하나의 표면에 상기 회전부의 회전 방향을 따라 복수개가 일정 간격으로 이격되게 배치되는 영구자석으로 제공되며,

상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부는, 상기 회전부의 회전시 상기 영구자석들에 의해 발생하는 전자기장의 변화를 통해 유도 가열되는 재질로 제공되는 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 어느 하나에는 상기 마그네트 부재가 배치되고,

상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 다른 하나에는 상기 회전부의 회전시 상기 마그네트 부재에 의해 유도 가열되는 히팅 영역이 형성되며,

상기 히팅 영역의 범위와 위치는 상기 마그네트 부재의 형상, 배치 위치 및 자력 세기에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 동결 방지부는, 상기 히팅 영역의 유도가열 성능을 향상시키도록 상기 연결 통로에 장착되는 유도가열 보조부재;를 더 포함하며,

상기 유도가열 보조부재는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부보다 전기전도도 또는 자화율 중 적어도 하나가 더 높은 재질로 마련된 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 정지부의 커플링부에는 원통 형상의 정지부 연결배관이 형성되고,

상기 회전부의 커플링부에는 상기 정지부 연결배관에 회전 가능하게 삽입 연결되도록 상기 정지부 연결배관과 다른 직경을 갖는 원통 형상의 회전부 연결배관이 형성되며,

상기 자성유체 씌운 상기 정지부 연결배관과 상기 회전부 연결배관의 서로 겹쳐진 연결 부위에 설치되고, 상기 연결 통로는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 사이를 따라 형성되며, 상기 동결 방지부는 상기 연결 통로의 외부에 배치되는 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 연결 통로는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 상호 겹친 부위에 해당되는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 사이에 형성되며,

상기 동결 방지부는, 상기 연결 통로의 외측을 감싸도록 배치된 커플링 커버; 및 상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 사이에 배치되어 상기 커플링 커버 및 상기 연결 통로 중 어느 하나의 표면에 장착되는 마그네트 부재;를 포함하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 마그네트 부재는 상기 커플링 커버 및 상기 연결 통로 중 어느 하나의 표면에 상기 회전부의 회전 방향을 따라 복수개가 일정 간격으로 이격되게 배치되는 영구자석으로 제공되고,

상기 커플링 커버, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부는, 상기 회전부의 회전시 상기 영구 자석들에 의해 발생하는 전자기장의 변화를 통해 유도 가열되는 재질로 제공되는 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 중 어느 하나에는 상기 마그네트 부재가 배치되고,

상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 중 다른 하나에는 상기 회전부의 회전시 상기 마그네트 부재에 의해 유도 가열되는 히팅 영역이 형성되며,

상기 히팅 영역의 범위와 위치는 상기 마그네트 부재의 형상, 배치 위치 및 자력 세기에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 동결 방지부는, 상기 히팅 영역의 유도가열 성능을 향상시키도록 상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 중 다른 하나에 장착되는 유도가열 보조부재;를 더 포함하며,

상기 유도가열 보조부재는 상기 커플링 커버, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부보다 전기 전도도 또는 자화율 중 적어도 하나가 더 높은 재질로 마련된 것을 특징으로 하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조에 관한 것으로서, 더 상세하게는 극저온 초전도 회전기의 회전부와 정지부를 연결하는 커플링부에 자기유도가열 구조를 적용하여 커플링부가 극저온 냉매에 의해 동결되는 문제를 안정적으로 방지할 수 있는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로, 극저온에서 전기적 저항이 '0'이 되는 초전도체는 기존의 구리도체와 비교하여 고자장, 저손실 및 소형화라는 이점을 가지고 있어 이미 많은 응용분야에서 활용되고 있다.

[0004] 예컨대, 초전도 자석은 MRI, NMR, 입자가속기, 자기분리장치 등에 적용되어 해당 장치의 성능 향상에 큰 도움을 주고 있다. 또한, 전력케이블과 초전도 변압기, 초전도 모터 및 초전도 발전기 등과 같이 산업 전반에 걸쳐 응용기술이 지속적으로 연구 개발되고 있다.

[0005] 특히, 초전도 회전기는 초전도 모터와 초전도 발전기를 통칭하는 장치로써, 산업용으로 널리 사용되고 있는 기존의 상전도 회전기에서 구리 권선을 저항이 없고 고에너지 밀도의 공심형 초전도코일로 대체한 것이다. 따라서, 초전도 회전기는 기존의 상전도 회전기와 비교하여 손실, 무게, 부피 등을 획기적으로 줄일 수 있고, 회전기의 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0006] 한편, 기존의 극저온 초전도 회전기에는 구리선 대신 초전도선을 사용하므로, 냉각 시스템이 반드시 사용되고 있는 실정이며, 그런 냉각 시스템에 의해 초전도 자석 및 초전도 전기자가 냉각되고 있다. 그런데, 기존의 극저온 초전도 회전기에서는 극저온부와 상온부 사이의 온도 차이로 인해 결로 현상이 필연적으로 발생하는 문제가 있다.
- [0007] 상기와 같은 문제를 해소하기 위하여, 최근에는 히터를 사용하거나 극저온 냉매의 유입을 최소화하기 위한 쉘링 구조를 적용하여 온도가 낮은 냉매의 유입을 최소화하는 구조로 극저온 초전도 회전기를 설계하고 있다.
- [0008] 하지만, 기존의 극저온 초전도 회전기는, 지속적이고 반복적인 운전이 가능해야 하고 안정적 운전을 위한 신뢰성 또한 높아야 하나, 결로 현상에 의한 기능상실 및 운전불가 상황은 장치의 신뢰성 및 안정성에 치명적인 악영향을 준다. 이를 해소하기 위하여, 히터를 사용하는 방법은 확실하게 결로 현상을 제거할 수 있지만, 추가적인 전원선의 연결 및 구조적인 복잡함으로 인해 매우 비효율적인 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 일본등록특허 제5343404호 (2013.08.23 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명의 실시예는, 극저온 초전도 회전기의 회전부와 정지부를 연결하는 커플링부에 자기유도가열 구조를 적용하여 커플링부가 극저온 냉매에 의해 동결되는 문제를 안정적으로 방지할 수 있는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조를 제공한다.
- [0012] 또한, 본 발명의 실시예는, 극저온 초전도 회전기의 커플링부에서 극저온 냉매에 의해 동결되는 부위를 자기유도가열 방식으로 가열하여 커플링부의 동결을 효과적으로 방지할 수 있고, 별도의 전원이나 히터를 추가로 사용하지 않기 때문에 온도 차이로 인한 결로 현상을 간단한 구조로 방지할 수 있는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 극저온의 초전도 상태에서 회전되고 극저온의 냉매가 유동되기 위한 제1 냉매 유로가 내부에 마련된 회전부, 상기 회전부를 회전 가능하게 지지하도록 상기 회전부에 커플링 연결되고 상기 제1 냉매 유로에 대한 상기 냉매의 공급과 배출이 가능하도록 상기 제1 냉매 유로에 연결된 제2 냉매 유로가 내부에 마련된 정지부, 상기 정지부와 상기 회전부의 커플링부에 배치되고, 상기 정지부와 상기 회전부의 커플링부를 밀봉하여 진공 상태를 유지하는 자성유체 쉘, 및 상기 자성유체 쉘과 상기 제1,2 냉매 유로를 연결하는 연결 통로 측에 배치되고 상기 연결 통로를 따라 상기 자성유체 쉘로 유동되는 상기 냉매를 자기유도가열 방식으로 가열하는 동결 방지부를 포함하는 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조를 제공한다.
- [0015] 바람직하게, 상기 동결 방지부는, 상기 회전부의 회전력을 이용하여 상기 연결 통로 측의 전자기장 변화를 유도함으로써 상기 연결 통로를 유도 가열시키도록 마련될 수 있다.
- [0016] 바람직하게, 상기 정지부의 커플링부에는 원통 형상의 정지부 연결배관이 형성될 수 있고, 상기 회전부의 커플링부에는 상기 정지부 연결배관과 회전 가능하게 삽입 연결되도록 상기 정지부 연결배관과 다른 직경을 갖는 원통 형상의 회전부 연결배관이 형성될 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 자성유체 쉘은 상기 정지부 연결배관과 상기 회전부 연결배관의 서로 겹쳐진 연결 부위에 설치될 수 있다. 그리고, 상기 연결 통로는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 사이를 따라 형성될 수 있다. 또한, 상기 동결 방지부는 상기 연결 통로의 내부에 배치될 수 있다.

- [0018] 바람직하게, 상기 연결 통로는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 상호 겹친 부위에 해당되는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 사이에 형성될 수 있다.
- [0019] 바람직하게, 상기 동결 방지부는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 어느 하나의 표면에 장착되는 마그네트 부재를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 마그네트 부재는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 어느 하나의 표면에 상기 회전부의 회전 방향을 따라 복수개가 일정 간격으로 이격되게 배치되는 영구자석으로 제공될 수 있다.
- [0021] 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부는, 상기 회전부의 회전시 상기 영구자석들에 의해 발생하는 전자기장의 변화를 통해 유도 가열되는 재질로 제공될 수 있다.
- [0022] 바람직하게, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 어느 하나에는 상기 마그네트 부재가 배치될 수 있고, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 중 다른 하나에는 상기 회전부의 회전시 상기 마그네트 부재에 의해 유도 가열되는 히팅 영역이 형성될 수 있다.
- [0023] 상기 히팅 영역의 범위와 위치는 상기 마그네트 부재의 형상, 배치 위치 및 자력 세기에 따라 결정될 수 있다.
- [0024] 바람직하게, 상기 동결 방지부는, 상기 히팅 영역의 유도가열 성능을 향상시키도록 상기 연결 통로에 장착되는 유도가열 보조부재를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 유도가열 보조부재는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부보다 전기전도도 또는 자화율 중 적어도 하나가 더 높은 재질로 마련될 수 있다.
- [0026] 한편, 상기와 다르게, 상기 정지부의 커플링부에는 원통 형상의 정지부 연결배관이 형성될 수 있고, 상기 회전부의 커플링부에는 상기 정지부 연결배관에 회전 가능하게 삽입 연결되도록 상기 정지부 연결배관과 다른 직경을 갖는 원통 형상의 회전부 연결배관이 형성될 수 있다.
- [0027] 여기서, 상기 자성유체 씰은 상기 정지부 연결배관과 상기 회전부 연결배관의 서로 겹쳐진 연결 부위에 설치될 수 있다. 그리고, 상기 연결 통로는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 사이를 따라 형성될 수 있다. 또한, 상기 동결 방지부는 상기 연결 통로의 외부에 배치될 수 있다.
- [0028] 바람직하게, 상기 연결 통로는, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 상호 겹친 부위에 해당되는 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부 사이에 형성될 수 있다.
- [0029] 바람직하게, 상기 동결 방지부는, 상기 연결 통로의 외측을 감싸도록 배치된 커플링 커버, 및 상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 사이에 배치되어 상기 커플링 커버 및 상기 연결 통로 중 어느 하나의 표면에 장착되는 마그네트 부재를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기 마그네트 부재는 상기 커플링 커버 및 상기 연결 통로 중 어느 하나의 표면에 상기 회전부의 회전 방향을 따라 복수개가 일정 간격으로 이격되게 배치되는 영구자석으로 제공될 수 있다.
- [0031] 상기 커플링 커버, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부는, 상기 회전부의 회전시 상기 영구자석들에 의해 발생하는 전자기장의 변화를 통해 유도 가열되는 재질로 제공될 수 있다.
- [0032] 바람직하게, 상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 중 어느 하나에는 상기 마그네트 부재가 배치될 수 있고, 상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 중 다른 하나에는 상기 회전부의 회전시 상기 마그네트 부재에 의해 유도 가열되는 히팅 영역이 형성될 수 있다.
- [0033] 상기 히팅 영역의 범위와 위치는 상기 마그네트 부재의 형상, 배치 위치 및 자력 세기에 따라 결정될 수 있다.
- [0034] 바람직하게, 상기 동결 방지부는, 상기 히팅 영역의 유도가열 성능을 향상시키도록 상기 커플링 커버와 상기 연결 통로 중 다른 하나에 장착되는 유도가열 보조부재를 더 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 유도가열 보조부재는 상기 커플링 커버, 상기 회전부 연결배관과 상기 정지부 연결배관의 연결부보다 전기전도도 또는 자화율 중 적어도 하나가 더 높은 재질로 마련될 수 있다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명의 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조는, 극저온 초전도 회전기의 회전부와

정지부를 연결하는 커플링부에 자기유도가열 방식의 동결 방지부를 적용하여 커플링부가 극저온 냉매에 의해 동결되는 문제를 안정적으로 방지할 수 있다.

[0038] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조는, 극저온 초전도 회전기의 커플링부에서 극저온 냉매에 의해 동결되는 연결 통로 측에 동결 방지부를 배치한 구조이므로, 동결 방지부가 회전부의 회전시 자기유도가열 방식으로 연결 통로 측을 가열하여 커플링부에 배치된 자성유체 쉘의 동결 파손 문제를 효과적으로 방지할 수 있다. 즉, 본 실시예에서는 동결 방지부가 연결 통로를 따라 자성유체 쉘로 유동되는 액체 상태의 극저온 냉매를 가열하여 기체 상태로 상변화시키므로, 액체 상태의 극저온 냉매와 직접 접촉하여 자성유체 쉘이 파손되는 문제를 미연에 방지할 수 있고, 자성유체 쉘이 기체 상태로 상변화된 냉매를 안정적으로 밀봉하여 커플링부를 통한 냉매의 유출을 안정적으로 차단할 수 있다.

[0039] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조는, 회전부를 회전시킴에 따라 동력 방지부의 마그네트 부재에 의해 발생하는 전자기장의 변화로 인하여 연결 통로를 유도 가열시키는 구조이므로, 별도의 전원이나 히터를 사용하지 않아 전체적인 구조를 매우 간소화시킬 수 있고, 그에 따라 극저온 초전도 회전기의 부피와 무게를 줄이면서 극저온 초전도 회전기의 작동 효율을 증가시킬 수 있다.

[0040] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조는, 동결 방지부의 마그네트 부재의 형상, 배치 위치 및 자력 세기를 조절하여 회전부와 정지부의 커플링부를 가열하는 히팅 영역의 범위와 위치를 간편하게 설정할 수 있고, 그에 따라 기존에 사용되는 다양한 종류의 극저온 초전도 회전기에도 동력 방지부를 간단한 설계 변경만으로도 적용할 수 있다.

[0041] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조는, 연결 통로를 형성하는 회전부 연결배관과 정지부 연결배관의 연결부 또는 연결 통로를 감싸도록 배치된 커플링 커버의 히팅 영역에 전기전도도와 자화율이 우수한 유도가열 보조부재를 장착시킴으로써, 유도가열 보조부재의 유도가열에 의해서 히팅 영역의 유도가열 성능을 대폭 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조가 개략적으로 도시된 도면이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조가 도시된 사시도이다.

도 3은 도 2에 도시된 극저온 초전도 회전기의 내부 구조를 나타낸 도면이다.

도 4는 도 2에 도시된 극저온 초전도 회전기를 나타낸 단면도이다.

도 5는 도 2에 도시된 극저온 초전도 회전기의 주요부를 확대시킨 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0046] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 극저온 초전도 회전기(10)의 커플링부 동결방지 구조(100)가 개략적으로 도시된 도면이다.

[0047] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 극저온 초전도 회전기(10)의 커플링부 동결방지 구조(100)는 회전부(110), 정지부(120), 자성유체 쉘(130), 및 동결 방지부(140)를 포함할 수 있다.

[0048] 본 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기(10)는 초전도 모터, 초전도 발전기 및 초전도 블로어 등과 같이 극저온 상태에서 회전 작동하는 장치이다. 상기와 같은 극저온 초전도 회전기(10)는 회전부(110)와 정지부(120)를 서로 커플링 결합시킨 구조로 형성될 수 있고, 그에 따라 회전부(110)와 정지부(120)의 커플링부(C)를 기준으로 회전부(110)가 회전 작동될 수 있다.

[0049] 또한, 회전부(110)와 정지부(120)의 커플링부(C)에는 진공 상태를 유지하여 외부 열침입을 차단하기 위한 자성

유체 씰(ferro-fluid seal)(130)을 배치할 수 있다. 이때, 자성유체 씰(130)은 액체 상태의 극저온 냉매(R)와 접촉할 경우에 동결되면서 씰의 성능을 잃어 버리는 구조이므로, 동결 방지부(140)의 자기유도가열을 이용하여 자성유체 씰(130)로 유동되는 극저온 냉매(R)를 가열할 수 있고, 그에 따라 액체 상태의 극저온 유체를 기체 상태로 상변화시킬 수 있다.

[0050] 또한, 냉매(R)는 극저온 초전도 회전기(10)를 극저온 상태로 냉각하기 위한 것으로서, 정지부(120)를 통해 회전부(110)로 공급된 후 회전부(110)를 극저온 상태로 만들 수 있고, 회전부(110)의 회전 작동시 발생하는 열을 흡수한 후 정지부(120)를 통해 배출시킬 수 있다. 일례로, 냉매(R)는 액체질소, 네온(neon), 액체수소(LH₂), 수소가스(GH₂), 헬륨가스 등이 사용될 수 있지만, 이하에서는 액체수소가 냉매(R)로 사용되는 것으로 설명한다.

[0051] 참고로, 극저온 초전도 회전기(10)로 공급되는 냉매(R)는 냉매 탱크(미도시)에 저장된 냉매(R)를 공급 받을 수 있고, 극저온 초전도 회전기(10)에서 배출되는 냉매(R+H)는 열을 흡수하면서 상변화된 수소가스(H)를 포함하고 있기 때문에 연료전지에 공급하여 수소가스(H)를 활용하거나 후술하는 정지부(120)의 스테이터에 공급할 수 있다.

[0052] 도 1을 참조하면, 본 실시예의 회전부(110)는 극저온의 초전도 상태에서 회전될 수 있다. 회전부(110)의 내부에는 극저온의 냉매(R)가 유동되기 위한 제1 냉매 유로(110a, 110b)가 마련될 수 있다. 상기와 같은 제1 냉매 유로(110a, 110b)는 후술하는 정지부(120)의 제2 냉매 유로(120a, 120b)에 연통되게 연결될 수 있다.

[0053] 예를 들면, 회전부(110)는 회전부 연결배관(111), 스테이터(미도시), 로터(115), 진공 챔버(116), 회전축(117) 및 베어링 부재(118)를 포함할 수 있다.

[0054] 회전부 연결배관(111)은 회전부(110)의 커플링부(C)에 원통 형상으로 형성될 수 있다. 회전부 연결배관(111)은 후술하는 정지부 연결배관(121)에 회전 가능하게 삽입되는 결합 방식으로 연결될 수 있다. 이를 위하여, 회전부 연결배관(111)의 직경은 정지부 연결배관(121)과 다른 직경을 갖도록 형성되되, 본 실시예에서는 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)이 3중 동심관 구조로 형성된 것으로 설명한다.

[0055] 즉, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)은, 서로 다른 직경을 갖는 3개의 배관으로 각각 형성되되, 3개의 배관의 중심축이 동일축 상에 위치되도록 3개의 배관이 서로 겹쳐진 구조로 마련될 수 있다. 이때, 본 실시예에서는 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부를 통해 냉매(R)가 쉽게 누설되지 않도록 정지부 연결배관(121)과 회전부 연결배관(111) 사이의 틈새를 최대한 작게 형성하는 것이 바람직하다. 이를 위하여, 회전부 연결배관(111)의 3개 배관의 직경은 정지부 연결배관(121)의 3개 배관의 직경과 매우 미세한 차이로 형성될 수 있지만, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)이 서로 접촉되는 것은 바람직하지 않다.

[0056] 도 1에 도시된 바와 같이, 회전부 연결배관(111)은 3중 동심 배관 구조로 형성될 수 있다. 일례로, 회전부 연결배관(111)은 제1 냉매 공급관(112), 제1 냉매 배출관(113), 및 제1 진공관(114)을 포함할 수 있다. 이때, 제1 냉매 공급관(112)과 제1 냉매 배출관(113) 및 제1 진공관(114)은 동일축 상에 배치되되, 제1 냉매 공급관(112)은 제1 냉매 배출관(113)의 내부에 배치될 수 있고, 제1 냉매 배출관(113)은 제1 진공관(114)의 내부에 배치될 수 있다.

[0057] 여기서, 제1 냉매 공급관(112)은, 제1 냉매 배출관(113)과 제1 진공관(114)의 내부에 배치될 수 있고, 회전부(110)와 정지부(120)의 연결시 정지부 연결배관(121)의 후술하는 제2 냉매 공급관(122)의 내부에 연통되게 삽입될 수 있다. 즉, 제1 냉매 공급관(112)의 입구부는 제2 냉매 공급관(122)의 출구부에 회전 가능하게 연결될 수 있고, 제1 냉매 공급관(112)의 출구부는 내부 챔버(119)에 연통되게 연결될 수 있다. 제1 냉매 공급관(112)의 내부에는 제2 냉매 공급관(122)으로부터 극저온 냉매(R)를 전달받아서 내부 챔버(119)로 안내하는 제1 냉매 공급유로(110a)가 형성될 수 있다.

[0058] 그리고, 제1 냉매 배출관(113)은, 제1 진공관(114)의 내부에 배치될 수 있고, 회전부(110)와 정지부(120)의 연결시 정지부 연결배관(121)의 후술하는 제2 냉매 배출관(123)의 내부에 연통되게 삽입될 수 있다. 즉, 제1 냉매 배출관(113)의 입구부는 회전부(110)의 로터(115)에 배치될 수 있고, 제1 냉매 배출관(113)의 출구부는 제2 냉매 배출관(123)의 입구부에 회전 가능하게 연결될 수 있다. 제1 냉매 배출관(113)과 제1 냉매 공급관(112)의 사이에는 로터(115)를 냉각시킨 냉매(R+H)를 전달받아서 제2 냉매 배출관(123)의 입구부로 안내하는 제1 냉매 배출유로(110b)가 형성될 수 있다.

[0059] 또한, 제1 진공관(114)은, 제1 냉매 배출관(113)의 외부를 감싸도록 배치될 수 있고, 회전부(110)와 정지부(120)의 연결시 정지부 연결배관(121)의 후술하는 제2 진공관(124)이 내부에 연통되게 삽입될 수 있다. 상기와

같은 제1 진공관(114)은 진공 공간이 내부에 수용된 이중 파이프 구조로 형성될 수 있고, 제1 냉매 배출관(113)을 외부와 차단시키는 구조로 마련될 수 있다. 따라서, 제1 진공관(114)은 제1 냉매 배출관(113)과 제1 냉매 공급관(112)을 외기와 차단시킴으로써 제1 냉매 배출관(113)과 제1 냉매 공급관(112)에 대한 외부 열침입을 원활하게 방지할 수 있다.

[0060] 스테이터(미도시)는 진공 챔버(116)의 외측면에서 외측으로 이격된 위치에 마련되며, 회전부(110)의 회전 방향을 따라 진공 챔버(116)의 외측면을 둘러싸는 구조로 배치될 수 있다. 상기와 같은 스테이터는 회전부(110)의 외측에 배치된 회전부 하우징(미도시)에 고정될 수 있다. 참고로, 회전부 하우징의 내부에는 스테이터, 로터(115), 진공 챔버(116) 등이 수용될 수 있다.

[0061] 로터(115)는 진공 챔버(116)를 사이에 두고 스테이터와 마주보게 배치될 수 있다. 즉, 로터(115)는 진공 챔버(116)의 내측면에서 내측으로 이격된 위치에 배치되며, 회전부(110)의 회전 방향을 따라 진공 챔버(116)의 내측면을 따라 배치될 수 있다.

[0062] 진공 챔버(116)는 중공된 원통형으로 마련된 챔버로서, 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 공급관(112)과 연결되는 내부 챔버(119)와의 사이를 진공 상태로 유지하도록 형성될 수 있다. 이러한 진공 챔버(116)는 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 공급관(112)과 제1 냉매 배출관(113) 및 내부 챔버(119)를 에워싸도록 형성될 수 있다. 따라서, 진공 챔버(116)는, 냉매(R)의 누설을 방지할 수 있고, 냉매(R)로의 외부 열침입도 미연에 방지할 수 있다.

[0063] 상기와 같은 진공 챔버(116)의 진공 공간에는 로터(115) 및 회전축(117)이 배치될 수 있다. 참고로, 내부 챔버(119)는 진공 챔버(116)에 의해 둘러싸인 챔버로서, 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 공급관(112)을 통해 냉매(R)를 공급받아 저장하는 리저버 역할을 수행할 수 있다. 이때, 로터(115)는 극저온 냉매(R)에 의해 냉각되는 내부 챔버(119)의 외측면에 장착되는 것이 바람직하다.

[0064] 회전축(117)의 일단부는 로터(115), 진공 챔버(116) 및 내부 챔버(119)와 함께 회전되도록 진공 챔버(116)와 내부 챔버(119)에 동시에 연결될 수 있다. 회전축(117)의 타단부는 회전부(110)의 회전 중심을 따라 길게 연장되어 회전부(110)의 외측에 노출되게 배치될 수 있다.

[0065] 베어링 부재(118)는 회전축(117)의 타단부에 배치된 커런트 슬립링(current slip ring)으로 제공될 수 있다.

[0066] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 실시예의 정지부(120)는, 회전부(110)를 회전 가능하게 지지하도록 회전부(110)에 3중 동심 구조로 커플링 연결될 수 있다. 정지부(120)의 내부에는 제1 냉매 유로(110a, 110b)에 연결된 제2 냉매 유로(120a, 120b)가 마련될 수 있다. 제2 냉매 유로(120a, 120b)는 제1 냉매 유로(110a, 110b)에 대한 냉매(R)의 공급과 배출이 가능할 수 있다.

[0067] 예를 들면, 정지부(120)는 냉매 탱크(미도시) 및 정지부 연결배관(121)을 포함할 수 있다.

[0068] 냉매 탱크는 정지부 연결배관(121)으로 공급되는 극저온의 냉매(R)를 저장하고 있으며, 필요시 정지부 연결배관(121)의 제2 냉매 공급관(122)의 입구부로 냉매(R)를 공급할 수 있다.

[0069] 정지부 연결배관(121)은 정지부(120)의 커플링부(C)에 원통 형상으로 형성될 수 있다. 정지부 연결배관(121)은 회전부 연결배관(111)에 회전 가능하게 삽입되는 결합 방식으로 연통되게 연결될 수 있다. 상기와 같은 정지부 연결배관(121)은 회전축(117)과 함께 회전부(110)를 회전 가능하게 지지하는 회전축 역할을 수행할 수 있다.

[0070] 상기와 같은 정지부 연결배관(121)은 회전부 연결배관(111)에 대응하는 3중 동심 배관 구조로 형성될 수 있다. 일례로, 정지부 연결배관(121)은 제2 냉매 공급관(122), 제2 냉매 배출관(123), 및 제2 진공관(124)을 포함할 수 있다. 이때, 제2 냉매 공급관(122)과 제2 냉매 배출관(123) 및 제2 진공관(124)은 동일축 상에 배치되며, 제2 냉매 공급관(122)은 제2 냉매 배출관(123)의 내부에 배치될 수 있고, 제2 냉매 배출관(123)은 제2 진공관(124)의 내부에 배치될 수 있다.

[0071] 여기서, 제2 냉매 공급관(122)은, 제2 냉매 배출관(123)과 제2 진공관(124)의 내부에 배치될 수 있고, 회전부(110)와 정지부(120)의 연결시 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 공급관(112)이 내부에 연통되게 삽입될 수 있다. 제2 냉매 공급관(122)의 입구부는 냉매 탱크에 연결될 수 있고, 제2 냉매 공급관(122)의 출구부는 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 공급관(112)을 통해 내부 챔버(119)에 연통되게 연결될 수 있다. 제2 냉매 공급관(122)의 내부에는 극저온 냉매(R)를 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 공급관(112)으로 안내하는 제2 냉매 공급 유로(120a)가 형성될 수 있다.

- [0072] 그리고, 제2 냉매 배출관(123)은, 제2 진공관(124)의 내부에 배치될 수 있고, 회전부(110)와 정지부(120)의 연결시 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 배출관(113)이 내부에 연통되게 삽입될 수 있다. 즉, 제2 냉매 배출관(123)의 입구부는 제1 냉매 배출관(113)의 출구부에 회전 가능하게 연결될 수 있고, 제2 냉매 배출관(123)의 출구부는 스테이터 또는 연료전지에 연결될 수 있다. 제2 냉매 배출관(123)과 제2 냉매 공급관(122) 사이에는 회전부 연결배관(111)의 제1 냉매 배출관(113)에서 냉매(R+H)를 전달받아서 정지부(120)의 외부로 배출하는 제2 냉매 배출유로(120b)가 형성될 수 있다.
- [0073] 또한, 제2 진공관(124)은, 제2 냉매 배출관(123)의 외부를 감싸도록 배치될 수 있고, 회전부(110)와 정지부(120)의 연결시 회전부 연결배관(111)의 제1 진공관(114)의 내부에 회전 가능하게 삽입될 수 있다. 상기와 같은 제2 진공관(124)은 진공 공간이 내부에 수용된 이중 파이프 구조로 형성될 수 있고, 제2 냉매 배출관(123)을 외부와 차단시키는 구조로 마련될 수 있다. 따라서, 제2 진공관(124)은 제2 냉매 배출관(123)과 제2 냉매 공급관(122)을 외기와 차단시킴으로써 제2 냉매 배출관(123)과 제2 냉매 공급관(122)에 대한 외부 열침입을 원활하게 방지할 수 있다.
- [0074] 도 1을 참조하면, 본 실시예의 자성유체 쉘(130)은, 정지부(120)와 회전부(110)의 커플링부(C)를 밀봉하여 극저온 초전도 회전기(10)의 진공 상태를 유지하는 쉘 부재이다. 상기와 같은 자성유체 쉘(130)은 정지부(120)의 제2 진공관(124) 및 회전부(110)의 제1 진공관(114) 사이에 형성된 커플링부(C)에 배치될 수 있다.
- [0075] 여기서, 자성유체 쉘(130)은 정지부 연결배관(121)과 회전부 연결배관(111)의 서로 겹쳐진 부위에 설치될 수 있다. 즉, 자성유체 쉘(130)은, 정지부 연결배관(121)의 제2 진공관(124)의 외주면 및 회전부 연결배관(111)의 제1 진공관(114)의 단부에 배치될 수 있고, 정지부 연결배관(121)과 회전부 연결배관(111)의 사이로 냉매(R)의 누출을 차단하도록 마련될 수 있다.
- [0076] 그리고, 정지부 연결배관(121)의 제2 진공관(124) 및 회전부 연결배관(111)의 제1 진공관(114)의 단부에 사이에는 자성유체 쉘(130)과 연결되는 연결 통로(142)가 형성될 수 있다. 따라서, 회전부(110)의 내부 챔버(119)에 저장된 냉매(R)가 연결 통로(142)를 따라 기체 상태로 누설될 수 있고, 그런 기체 상태의 냉매(GH₂)는 자성유체 쉘(130)에 의해 외부 누출이 차단될 수 있다.
- [0077] 도 1를 참조하면, 본 실시예의 동결 방지부(140)는 연결 통로(142)를 따라 자성유체 쉘(130)로 유동되는 액체 상태의 냉매(R)를 자기유도가열 방식으로 가열하는 장치이다. 동결 방지부(140)는 자성유체 쉘(130)과 제1,2 냉매 유로(110b, 120b)를 연결하는 연결 통로(142)의 내부에 배치될 수 있다. 상기와 같은 동결 방지부(140)는, 회전부(110)의 회전력을 이용하여 연결 통로(142) 측의 전자기장 변화를 유도함으로써, 연결 통로(142)를 유도 가열시켜 연결 통로(142)를 따라 유동되는 냉매(R)를 가열할 수 있다.
- [0078] 여기서, 동결 방지부(140)는 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 사이를 따라 형성된 연결 통로(142)의 내부에 배치될 수 있다. 일례로, 연결 통로(142)는, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 상호 겹친 부위에 해당되는 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부 사이에 형성될 수 있다. 회전부 연결배관(111)의 연결부는 정지부 연결배관(121)의 제2 진공관(124)이 삽입되는 회전부 연결배관(111)의 제1 진공관(114)의 단부 부분으로 정의될 수 있고, 정지부 연결배관(121)의 연결부는 회전부 연결배관(111)의 제1 진공관(114)의 단부에 삽입되는 정지부 연결배관(121)의 제2 진공관(124)의 삽입 부분으로 정의될 수 있다.
- [0079] 예를 들면, 본 실시예의 동결 방지부(140)는, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부 중 어느 하나의 표면에 비접촉 구조로 장착되는 마그네트 부재(144)를 포함할 수 있다.
- [0080] 마그네트 부재(144)는, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부 중 어느 하나의 표면에 배치되는 영구자석으로 제공될 수 있다. 뿐만 아니라, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부는 마그네트 부재(144)에 의한 전자기장의 변화에 따라 자기유도가열이 가능한 재질로 마련될 수 있다.
- [0081] 상기와 같은 영구자석은 회전부(110)의 회전 방향을 따라 복수개가 일정 간격으로 이격되게 배치될 수 있다. 이하, 본 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 마그네트 부재(144)가 정지부 연결배관(121)의 연결부에 배치되는 것으로 설명한다. 즉, 마그네트 부재(144)는 정지부 연결배관(121)의 제2 진공관(124)의 외주면에 둘레를 따라 복수개가 이격되게 배치될 수 있다.
- [0082] 이때, 회전부(110)가 회전되면, 회전부 연결배관(111)의 연결부는 회전부(110)와 함께 회전될 수 있고, 정지부 연결배관(121)의 연결부는 마그네트 부재(144)와 함께 정지 상태로 유지될 수 있다. 따라서, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부에는, 회전부(110)의 회전시 영구자석들에 의해 전자기장의 변화가 발생

될 수 있고, 이를 통해 회전부 연결배관(111)의 연결부가 유도 가열될 수 있다.

- [0083] 여기서, 정지부 연결배관(121)의 연결부에는 복수개의 마그네트 부재(144)가 배치될 수 있고, 회전부 연결배관(111)의 연결부에는 회전부(110)의 회전시 복수개의 마그네트 부재(144)에 의해 유도 가열되는 히팅 영역(A)이 형성될 수 있다. 상기와 같은 히팅 영역(A)의 범위와 위치는 마그네트 부재(144)들의 형상, 배치 위치 및 자력 세기 등에 따라 결정될 수 있다. 따라서, 히팅 영역(A)의 범위와 위치는, 극저온 초전도 회전기(10)의 설계 조건 및 상황에 따라 마그네트 부재(144)들의 형상, 배치 위치 및 자력 세기 등을 조절하는 간단한 방법으로 다양하게 변경될 수 있다.
- [0084] 한편, 동결 방지부(140)는, 히팅 영역(A)의 유도가열 성능을 향상시키도록 연결 통로(142)에 장착되는 유도가열 보조부재(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0085] 유도가열 보조부재는 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부보다 전기전도도 또는 자화율 중 적어도 하나가 더 높은 재질로 마련될 수 있다. 참고로, 유도가열 보조부재의 전기전도도가 높으면 유도 전류가 크게 발생하여 유도 가열 성능을 향상시킬 수 있고, 유도가열 보조부재의 자화율이 높으면 자기장의 세기가 크게 증가하여 유도 가열의 전력을 높일 수 있다.
- [0086] 상기와 같은 유도가열 보조부재는 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부에 배치될 수 있지만, 본 실시예에서는 유도 가열이 발생하는 히팅 영역(A)에 배치되는 것으로 설명한다. 즉, 본 실시예에서는 히팅 영역(A)이 회전부 연결배관(111)의 연결부에 형성된 구조이기 때문에 유도가열 보조부재를 제2 진공관(124)의 단부에 부착시키거나 코팅시킬 수 있다.
- [0088] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기(20)의 커플링부 동결방지 구조(200)가 도시된 사시도이다. 도 3은 도 2에 도시된 극저온 초전도 회전기(20)의 내부 구조를 나타낸 도면이고, 도 4는 도 2에 도시된 극저온 초전도 회전기(20)를 나타낸 단면도이며, 도 5는 도 2에 도시된 극저온 초전도 회전기(20)의 주요부를 확대시킨 도면이다.
- [0089] 즉, 도 2 내지 도 5에서 도 1에 도시된 참조부호와 동일 유사한 참조부호는 동일한 단계를 나타내며, 그에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다. 이하에서는 도 1에 도시된 극저온 초전도 회전기(10)의 커플링부 동결방지 구조(100)와 상이한 점을 중심으로 서술하도록 한다.
- [0090] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 극저온 초전도 회전기(20)의 커플링부 동결방지 구조(200)가 도 1에 도시된 극저온 초전도 회전기(10)의 커플링부 동결방지 구조(100)와 상이한 점은, 동결 방지부(140)가 연결 통로(152)의 내부가 아닌 연결 통로(152)의 외측에 배치된다는 점에 차이가 있다.
- [0091] 즉, 본 실시예의 연결 통로(152)는 도 1의 연결 통로(142)와 같이 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부 사이를 따라 형성될 수 있지만, 본 실시예의 동결 방지부(140)는 연결 통로(152)의 외측에 위치한 커플링 커버(156)에 배치될 수 있다.
- [0092] 예를 들면, 본 실시예의 동결 방지부(140)는, 연결 통로(152)의 외측을 감싸도록 배치된 커플링 커버(156), 및 커플링 커버(156)와 연결 통로(152) 사이에 배치되도록 커플링 커버(156) 및 연결 통로(152) 중 어느 하나의 표면에 장착되는 마그네트 부재(154)를 포함할 수 있다.
- [0093] 여기서, 커플링 커버(156)는 연결 통로(152)를 둘러 싸도록 형성되되, 연결 통로(152)와 일정 간격으로 이격된 위치에 배치될 수 있다. 즉, 커플링 커버(156)는 연결 통로(152)의 외주면을 형성하는 회전부 연결배관(111)의 연결부(예컨대, 제1 진공관(114)의 단부)보다 큰 직경의 원통 형상으로 형성될 수 있고, 회전부(110)와 정지부(120)의 커플링 결합시 회전부 연결배관(111)의 연결부가 커플링 커버(156)의 내부로 삽입될 수 있다.
- [0094] 커플링 커버(156)의 일단부는 정지부(120)에 연결 고정될 수 있고, 커플링 커버(156)의 타단부는 회전부(110)의 진공 챔버(116)에 연결 고정될 수 있다. 따라서, 회전부(110)의 회전시 커플링 커버(156)는 정지부 연결배관(121)의 연결부(예컨대, 제2 진공관(124))와 마찬가지로 정지 상태를 유지할 수 있다.
- [0095] 커플링 커버(156), 및 연결 통로(152)는 마그네트 부재(154)에 의한 전자기장의 변화에 따라 자기유도가열이 가능한 재질로 마련될 수 있다. 이때, 연결 통로(152)는 전술한 바와 같이 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부로 형성되므로, 회전부 연결배관(111)과 정지부 연결배관(121)의 연결부는 자기유도가열이 가능한 재질로 마련될 수 있다.

- [0096] 그리고, 마그네트 부재(154)는 커플링 커버(156) 및 연결 통로(152) 중 어느 하나의 표면에 배치되는 영구자석으로 제공될 수 있다. 상기와 같은 영구자석은 회전부(110)의 회전 방향을 따라 복수개가 일정 간격으로 이격되게 배치될 수 있다. 이하, 본 실시예에서는 설명의 편의를 위하여 마그네트 부재(154)가 커플링 커버(156)에 배치되는 것으로 설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 연결 통로(152)의 외주에 배치하는 것도 가능하다. 즉, 본 실시예에서는 마그네트 부재(154)가 커플링 커버(156)의 내주면에 둘레를 따라 복수개가 이격되게 배치될 수 있다.
- [0097] 또한, 연결 통로(152)의 외주면에는 회전부(110)의 회전시 마그네트 부재(154)의 영구자석에 의해 유도 가열되는 히팅 영역(A)이 형성될 수 있다. 상기와 같은 히팅 영역(A)의 범위와 위치는 마그네트 부재(154)의 형상, 배치 위치 및 자력 세기 등에 따라 결정될 수 있다.
- [0098] 한편, 본 실시예의 동결 방지부(140)는, 히팅 영역(A)의 유도가열 성능을 향상시키도록 커플링 커버(156) 또는 연결 통로(152)에 장착되는 유도가열 보조부재를 더 포함할 수 있다.
- [0099] 유도가열 보조부재는 커플링 커버(156) 및 회전부 연결배관(111)의 연결부보다 전기전도도 또는 자화율 중 적어도 하나가 더 높은 재질로 마련될 수 있다. 상기와 같은 유도가열 보조부재는 커플링 커버(156) 및 회전부 연결배관(111)의 연결부에 배치될 수 있지만, 본 실시예에서는 유도 가열이 발생하는 히팅 영역(A)에 배치되는 것으로 설명한다. 따라서, 본 실시예에서는 히팅 영역(A)이 커플링 커버(156)에 형성된 구조이기 때문에 유도가열 보조부재를 커플링 커버(156)의 표면에 부착시키거나 코팅시킬 수 있다.
- [0100] 전술한 바와 같이, 본 실시예의 극저온 초전도 회전기(20)의 커플링부 동결방지 구조(200)는, 마그네트 부재(154)를 연결 통로(152)의 내부에 삽입하는 구조가 아니므로, 동결 방지부(140)의 설치 공간을 유리하게 확보할 수 있고, 동결 방지부(150)의 설치 작업 및 정비 작업을 간편하게 실시할 수 있으며, 연결 통로(152)의 크기 한계로 인해 설치 가능한 마그네트 부재(154)의 크기와 개수에 제약이 있는 문제도 해소할 수 있다.
- [0102] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0104] 100, 200: 극저온 초전도 회전기의 커플링부 동결방지 구조
- 110: 회전부
- 111: 회전부 연결배관
- 120: 정지부
- 121: 정지부 연결배관
- 130: 자성유체 쉘
- 140, 150: 동결 방지부
- 142, 152: 연결 통로
- 144, 154: 마그네트 부재
- 148, 158: 유도가열 보조부재
- 156: 커플링 커버
- A: 히팅 영역

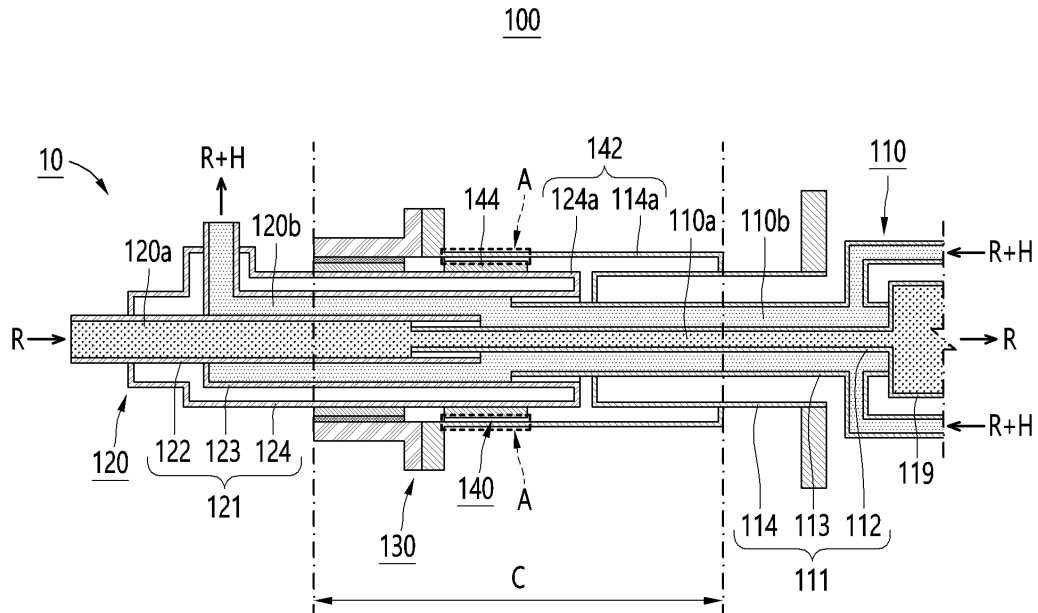
C: 커플링부

R: 냉매(액체 냉매)

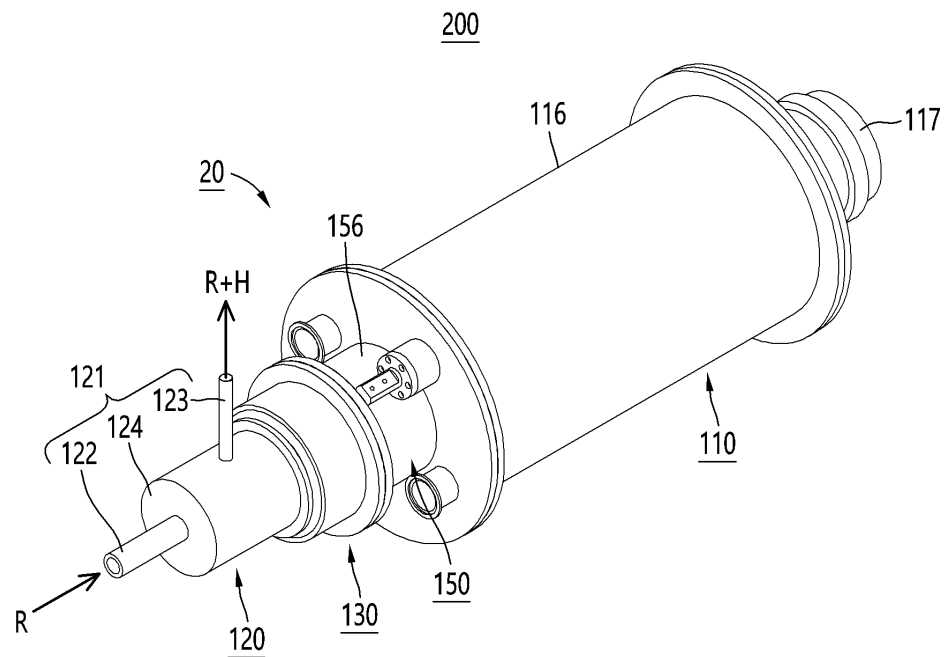
H: 기체 냉매(수소)

도면

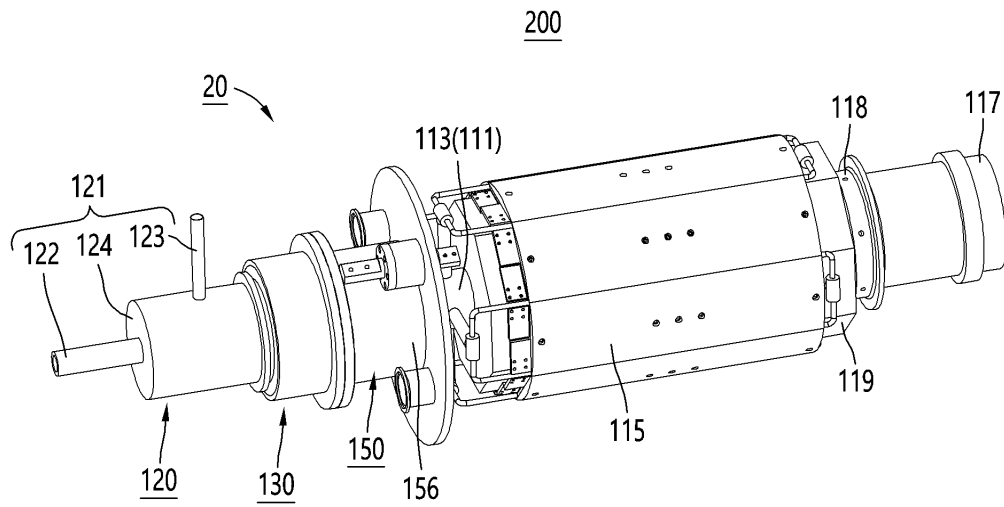
도면1



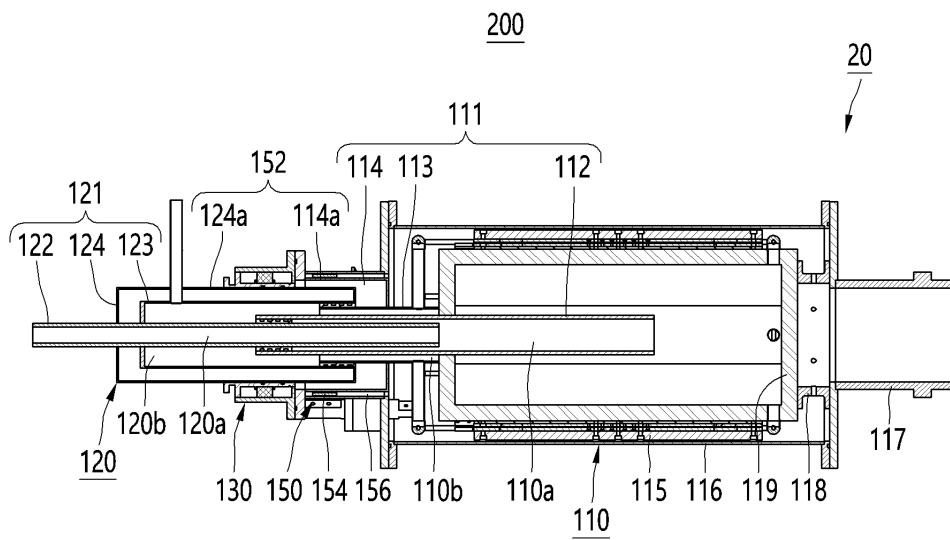
도면2



도면3



도면4



도면5

