



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0053950
(43) 공개일자 2023년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02K 55/04 (2006.01) H01F 6/04 (2006.01)
H01F 6/06 (2006.01) H02K 1/22 (2014.01)
H05B 3/56 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02K 55/04 (2013.01)
H01F 6/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0137353

(22) 출원일자 2021년10월15일

심사청구일자 2021년10월15일

(71) 출원인

창원대학교 산학협력단

경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)

(72) 발명자

박민원

경상남도 김해시 덕정로12번길 24 (관동동)

성해진

경상남도 창원시 마산회원구 구암북18길 39 (구암동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김종선, 이형석

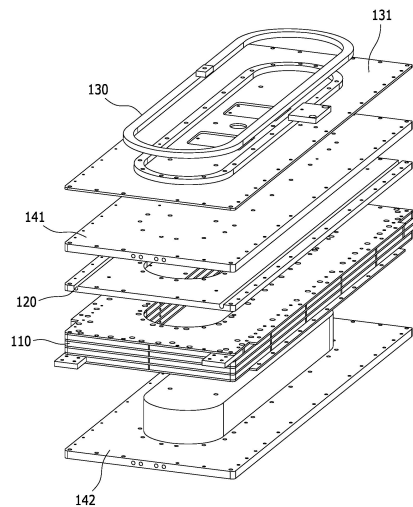
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 회전자 및 이를 포함하는 초전도 회전기

(57) 요약

본 발명은 회전자에 관한 것으로, 제 1 전원; 상기 제 1 전원과 연결되는 복수의 초전도 코일; 상기 복수의 초전도 코일의 일단에 구비되는 냉각부; 상기 복수의 초전도 코일과 대응되는 복수의 보조 권선; 상기 복수의 보조 권선마다 구비되는 히터; 및 상기 복수의 보조 권선과 연결되는 제 2 전원;을 포함하는 것이다. 초전도 코일에 대응되는 보조 권선이 상기 초전도 코일의 자기장을 보완하여 추가적인 설비 없이 자기장의 크기를 조절할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01F 6/06 (2013.01)

H02K 1/22 (2013.01)

H05B 3/56 (2013.01)

(72) 발명자

고병수

경상남도 창원시 마산회원구 석전동6길 9 (석전동)

남기동

제주특별자치도 제주시 애월읍 애조로 232, 101동
401호 (양뜨레타운)

김창현

경상남도 창원시 성산구 대암로 64, 6동 501호 (남양동, 상남동성아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 전원;

상기 제 1 전원과 연결되는 복수의 초전도 코일;

상기 복수의 초전도 코일의 일단에 구비되는 냉각부;

상기 복수의 초전도 코일과 대응되는 복수의 보조 권선;

상기 복수의 보조 권선마다 구비되는 히터; 및

상기 복수의 보조 권선과 연결되는 제 2 전원;을 포함하는 회전자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 보조 권선의 자기장은 상기 초전도 코일의 자기장을 보완하는 것인, 회전자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 히터가 미 구동시 상기 보조 권선에는 전류가 흐르는, 회전자.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 보조 권선은 상기 초전도 코일 보다 높은 온도에서 작동되는 것인, 회전자.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 초전도 코일과 상기 보조 권선의 권선 방향은 같은 것인, 회전자.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 보조 권선은 직렬로 연결되어 있는 것인, 회전자.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 보조 권선은 유리섬유강화플라스틱으로 이루어지는 것인, 회전자.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 히터는 니크롬선 히터인 것인, 회전자.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 회전자를 포함하는, 초전도 회전기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 회전자 및 이를 포함하는 초전도 회전기에 관한 것이다. 구체적으로, 초전도 코일에 문제가 발생하여 자기장이 저하될 경우 보조 권선을 통해 자기장 성능을 보완할 수 있는 회전자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기술이 진보함에 따라 초전도 회전기들은 점차적으로 대용량화 되어가고 있으며, 이에 따라 초전도 코일 또한 고 자장 특성을 가지게 되고 초전도라는 특성으로 인해 일반 구리를 적용한 코일과 비교하여 큰 전류밀도를 가지게 된다. 이러한 초전도 회전기의 경우 여러 개의 초전도 코일이 계자의 역할을 한다. 초전도 코일은 제작 시 제작자의 핸들링 방식, 초전도선의 제조 공정으로 인한 두께 및 폭의 차이 등으로 인해 약간의 인덕턴스 차이, 자기장 크기의 차이 등이 발생할 수 있다.

[0003] 종래의 영구자석 회전기의 경우 오랜 장비 사용과 열적으로 취약한 환경에서 작동될 경우 계자의 영구자석에 감자현상이 일어났다. 이 때 회전기는 토크 리플이 증가하며 유기기전력 또한 감소하며 고조파에 대한 영향이 더 커지는 문제점이 발생하였다.

[0004] 토크리플이 커질 경우 정격 부하조건에서 기기가 받은 스트레스의 폭이 증가하기 때문에 구조적 문제가 발생할 수 있고 유기기 전력의 크기가 감소하면 목표로 하는 정격 출력을 얻기 어려운 문제점이 있다. 대용량의 초전도 회전기의 경우 제작 경험과 분석이 부족하여 여러 개의 초전도 코일을 제작하여 전체 시스템을 제작하게 될 경우 영구 자석 발전기보다 더 크리티컬한 문제가 발생할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 등록특허공보 KR 제10-1981056호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 회전자에 대한 것으로서, 초전도 코일에 대응되는 보조 권선이 상기 초전도 코일의 자기장을 보완하여 추가적인 설비 없이 자기장의 크기를 조절할 수 있다.

[0007] 또한, 상기 회전자를 포함하는 초전도 회전기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 회전자는 제 1 전원; 상기 제 1 전원과 연결되는 복수의 초전도 코일; 상기 복수의 초전도 코일의 일단에 구비되는 냉각부; 상기 복수의 초전도 코일과 대응되는 복수의 보조

권선; 상기 복수의 보조 권선마다 구비되는 히터; 및 상기 복수의 보조 권선과 연결되는 제 2 전원;을 포함한다.

- [0009] 상기 보조 권선의 자기장은 상기 초전도 코일의 자기장을 보완하는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0010] 상기 히터가 미 구동시 상기 보조 권선에는 전류가 흐르는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0011] 상기 보조 권선은 상기 초전도 코일 보다 높은 온도에서 작동되는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0012] 상기 초전도 코일과 상기 보조 권선의 권선 방향은 같은 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0013] 상기 복수의 보조 권선은 직렬로 연결되어 있는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0014] 상기 보조 권선은 유리섬유강화플라스틱으로 이루어지는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0015] 상기 히터는 니크롬선 히터인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0016] 본원의 초전도 회전기는 상기 회전자를 포함한다.
- [0017] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 개시된 기술은 다음의 효과를 가질 수 있다. 다만, 특정 실시예가 다음의 효과를 전부 포함하여야 한다거나 다음의 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [0019] 진술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 본원에 따른 회전자는 보조 권선을 삽입함으로써 손상된 초전도 코일의 교체 없이 상기 초전도 코일의 자기장을 보완할 수 있다. 특히, 상기 보조 권선마다 구비되는 히터를 이용하여 상기 보조 권선을 선택적으로 구동할 수 있다. 즉, 손상된 초전도 코일에 대응되는 보조 권선에 선택적으로 전류를 흐르게 함으로써 자기장을 보완할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본원의 일 구현예에 따른 회전기의 도면이다.
- 도 2는 본원의 일 구현예에 따른 회전자의 회로 배치를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본원의 일 구현예에 따른 회전자의 회로 배치의 일 구동예를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본원의 일 구현예에 따른 회전자의 회로 배치의 일 구동예를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0022] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다. 제 1, 제 2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0023] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제 1 구성요소는 제 2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제 2 구성요소도 제 1 구성요소로 명명될 수 있다. "및/또는" 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.

- [0025] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0026] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0027] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0028] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~ 하는 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [0029] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0030] 이하에서는 본원의 회전자 및 이를 포함하는 초전도 회전기에 대하여 구현예 및 실시예와 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본원이 이러한 구현예 및 실시예와 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [0031] 본원은, 제 1 전원; 상기 제 1 전원과 연결되는 복수의 초전도 코일; 상기 복수의 초전도 코일의 일단에 구비되는 냉각부; 상기 복수의 초전도 코일과 대응되는 복수의 보조 권선; 상기 복수의 보조 권선마다 구비되는 히터; 및 상기 복수의 보조 권선과 연결되는 제 2 전원;을 포함하는 회전자에 관한 것이다.
- [0032] 본원의 회전자는 초전도 회전기에 적용하기 위한 것이다.
- [0033] 초전도 회전기를 실제로 운전할 때 복수의 초전도 코일 중 일부의 초전도 코일이 손상되어 자기장이 저하되는 문제점이 발생할 경우, 손상된 초전도 코일만을 교체하는 데에는 어려움이 있다. 본원의 회전자는 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 보조 권선을 삽입함으로써 손상된 초전도 코일의 교체 없이 상기 초전도 코일의 자기장을 보완할 수 있다. 특히, 상기 보조 권선마다 구비되는 히터를 이용하여 상기 보조 권선을 선택적으로 구동할 수 있다. 즉, 손상된 초전도 코일에 대응되는 보조 권선에 선택적으로 전류를 흐르게 함으로써 자기장을 보완할 수 있다.
- [0034] 도 1은 본원의 일 구현예에 따른 회전기의 도면이다.
- [0035] 도 1을 참고하면, 회전기(100)는 코일 철심 하부(142) 상에 초전도 코일(110)이 형성되어 있으며, 상기 초전도 코일(110)은 제 1 전원(미도시)과 연결되어 있으며, 상기 제 1 전원으로부터 전력을 공급받는 것이다. 상기 초전도 코일(110)은 상기 제 1 전원으로부터 전력을 공급받음으로써 자기장이 형성될 수 있다.
- [0036] 상기 초전도 코일(110) 상에 냉각부가 형성되어 있을 수 있다. 상기 냉각부는 냉각 플레이트(120), 냉각기(미도시) 등을 포함하는 것 일 수 있다. 상기 초전도 코일(110)은 냉각을 용이하게 하기 위해 상기 냉각 플레이트(120)와 접촉하여 설치되는 것 일 수 있다. 냉각 시, 진공챔버(미도시)를 이용하여 밀폐시킨 후, 상기 냉각기를 이용하여 냉각을 수행하게 된다. 상기 진공 챔버는 내부에 진공 환경을 구성하여 대류와 복사에 의한 열전달을 차단하며, 상기 냉각플레이트(120)를 통해 상기 초전도 코일을 냉각함에 있어서 냉각 손실을 최소화할 수 있다.
- [0037] 또한, 상기 냉각 플레이트(120)는 상기 진공 챔버 외부에 설치된 상기 냉각기로부터 저온의 냉매를 공급받아, 냉매가 상기 냉각 플레이트(120) 내부에 설치된 냉매 배관을 순환하면서 냉각할 수 있으며, 상기 냉매는 상기 냉각 플레이트(120) 및 상기 초전도 코일을 냉각한 후, 가열된 냉매는 다시 상기 냉각기로 유입되어 재응축(재냉각)되어 다시 상기 냉각 플레이트(120) 내부로 삽입될 수 있다.
- [0038] 한편, 전도냉각의 효율을 최대한 확보하기 위하여 진공 용기 내부의 진공도를 10^{-5} torr 이하로 유지하는 것이 바람직하며, 다층의 복사절드를 이용하여, 진공 챔버 내부의 대류 및 복사에 의한 열전달을 차단하는 것이 바람직하다.
- [0039] 이후, 상기 초전도 코일(110)의 경우 회전기의 운전 시 적용되는 온도(20K 내지 40 K)로 냉각을 시켜준다. 냉각

시킨 후 회전기 운전시에 적용되는 운전 전류까지 상승시킨다. 이 상태에서 초전도 코일(110)의 운전전류 통전 시 충분한 자기장을 발생하는지 확인한다.

- [0040] 상기 냉각 플레이트(120) 상에 코일 철심 상부(141)가 배치될 수 있다.
- [0041] 상기 코일 철심 상부(141) 상에 보조 권선 보빈(131) 및 보조 권선(130)이 형성될 수 있다. 상기 보조 권선(130)은 제 2 전원(미도시)와 연결되어 있으며, 상기 제 2 전원을 통해서 전력을 공급받는 것이다. 상기 보조 권선(130)은 상기 제 2 전원으로부터 전력을 공급받음으로써 자기장이 형성될 수 있다. 다만, 상기 히터가 미 구동시 전력을 공급받아 자기장이 형성될 수 있으며, 상기 히터가 구동시에는 상기 보조 권선(130)은 전류가 흐르지 않아 자기장이 형성되지 않는다.
- [0042] 상기 히터는 상기 보조 권선(130)의 온도가 80K 내지 120K로 유지하도록 열을 공급하는 것이다.
- [0043] 상기 히터는 상기 보조 권선(130)을 기준으로 상기 냉각 플레이트와 반대 면에 위치하는 것 일 수 있다.
- [0044] 상기 히터가 미 구동시 상기 보조 권선에는 전류가 흐르는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0045] 초전도 선재는 극저온일수록 저항이 작아지며, 일정 온도 이상에서는 큰 저항을 갖는다. 이에, 상기 보조 권선에 구비되는 히터가 구동되면 상기 보조 권선의 온도가 상승됨에 따라 저항이 증가하여 상기 보조 권선으로 통전되지 않는다. 반면에, 상기 보조 권선에 구비되는 히터가 구동되지 않을 때, 상기 초전도 코일의 냉각부로부터 전달받은 냉각열로 인하여 상기 보조 권선이 냉각되어 통전된다.
- [0046] 도 2는 본원의 일 구현예에 따른 회전자의 회로 배치를 나타낸 도면이다.
- [0047] 도 2를 참고하면, 복수의 초전도 코일(110)과 대응되는 복수의 보조 권선(130)이 배치되어 있으며, 상기 복수의 보조 권선마다 구비되는 히터가 배치되어 있다.
- [0048] 도 3은 본원의 일 구현예에 따른 회전자의 회로 배치의 일 구동예를 나타낸 도면이다.
- [0049] 구체적으로, 도 3은 보조 권선 2만 동작시켰을 때의 도면이다.
- [0050] 도 3에서 보조 권선 1, 보조 권선 3 및 보조 권선 4에 구비되는 히터는 켜져 있고, 보조 권선 2에 구비되는 히터만 꺼져 있다.
- [0051] 이에 따라, 상기 보조 권선 1, 보조 권선 3 및 보조 권선 4의 저항은 증가하여 전류가 통전되지 않는 반면에, 상기 보조 권선 2는 전류가 충분히 흐를 수 있을 정도로 저항이 낮아 전류가 통전된다. 이에 따라, 상기 보조 권선 2에 대응되는 초전도 코일 2의 자기장을 보완할 수 있다.
- [0052] 도 4는 본원의 일 구현예에 따른 회전자의 회로 배치의 일 구동예를 나타낸 도면이다.
- [0053] 구체적으로, 도 4는 보조 권선 2 및 4만 동작시켰을 때의 도면이다.
- [0054] 도 4에서 보조권선 1 및 3에 구비되는 히터는 켜져있고, 보조권선 2 및 4에 구비되는 히터는 꺼져있다.
- [0055] 이에 따라, 상기 보조권선 1 및 3의 저항은 증가하여 전류가 통전되지 않는 반면에, 상기 보조권선 2 및 4는 전류가 충분히 흐를 수 있을 정도로 저항이 낮아 전류가 통전된다. 이에 따라, 상기 보조 권선 2 및 4 각각에 대응되는 초전도 코일 2 및 4의 자기장을 보완할 수 있다.
- [0056] 상기 보조 권선은 상기 초전도 코일 보다 높은 온도에서 작동되는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0057] 상기 보조 권선은 상기 초전도 코일의 자기장을 보완하기 위한 것으로서, 더 낮은 전류값이 요구되어 더 높은 온도에서 작동되어도 문제가 발생하지 않는다.
- [0058] 상기 초전도 코일과 상기 보조 권선의 권선 방향은 같은 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0059] 상기 복수의 보조 권선은 직렬로 연결되어 있는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0060] 상기 보조 권선은 유리섬유강화플라스틱으로 이루어지는 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0061] 상기 보조 권선 보빈이 유리섬유강화플라스틱으로 이루어지는 것 일 수 있다. 상기 보조 권선 보빈을 유리섬유강화플라스틱으로 사용함으로써 상기 초전도 코일과 상기 보조 권선에 사용되는 코일 간의 열을 차단할 수 있다.

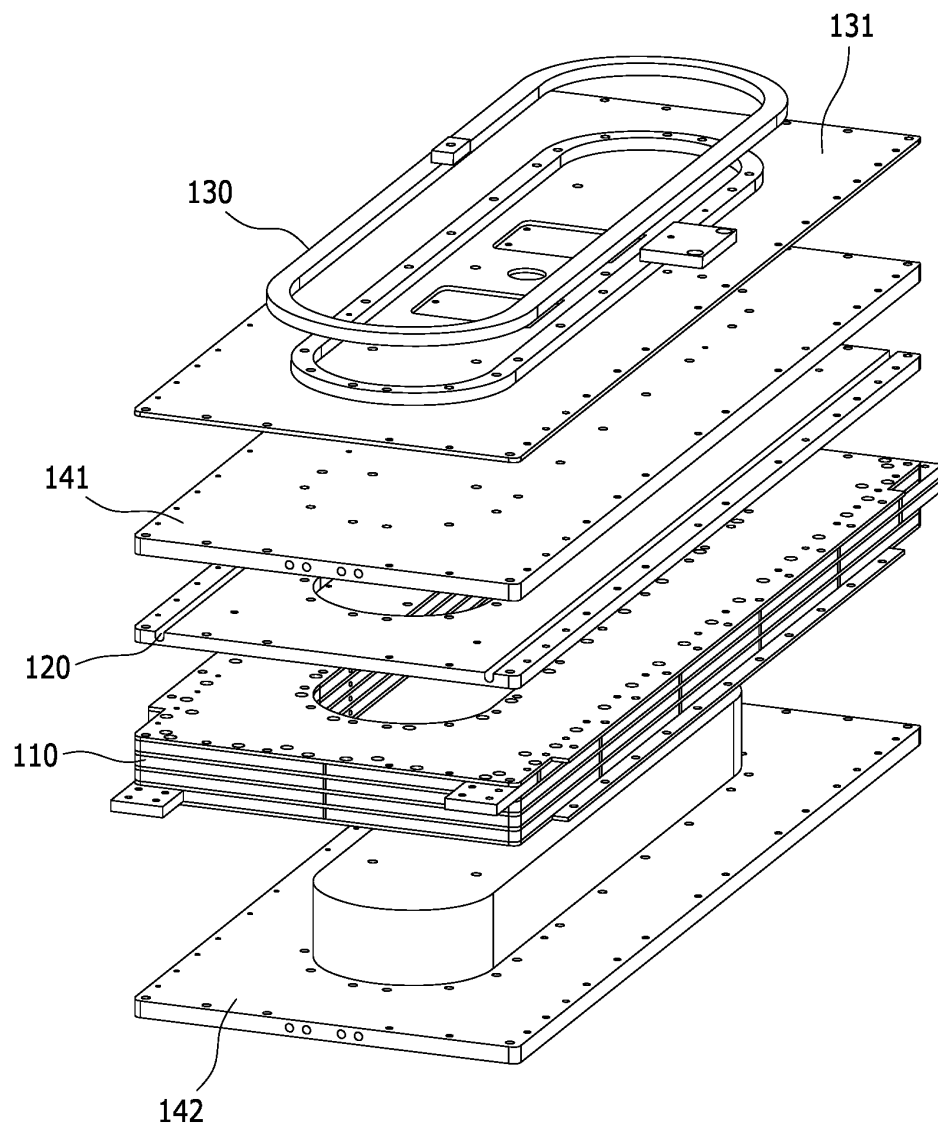
- [0062] 상기 히터는 니크롬선 히터인 것 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0063] 상기 히터는 저온에서 사용할 수 있는 히터가 사용될 수 있다.
- [0065] 본원의 초전도 회전기는 상기 회전자를 포함하는 것이다.
- [0066] 상기 초전도 회전기는 상기 회전자를 포함함으로써 복수의 초전도 코일 중 일부가 손상되었을 경우, 상기 손상된 초전도 코일과 대응되는 보조 권선에 선택적으로 전류를 통전시킴으로써, 자기장을 보완할 수 있다. 즉, 초전도 코일의 교체 없이 보조 권선의 온도 조절을 통해 용이하게 초전도 코일의 자기장을 보완할 수 있다.
- [0067] 본원의 초전도 회전기에 대하여, 본원의 회전자와 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 그 설명이 생략되었더라도 본원의 회전자에 기재된 내용은 초전도 회전기에 동일하게 적용될 수 있다.
- [0069] 기술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0070] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0071] 100: 회전자
- 110: 초전도 코일
- 120: 냉각 플레이트
- 130: 보조 권선
- 131: 보조 권선 보빈
- 141: 코일 철심 상부
- 142: 코일 철심 하부

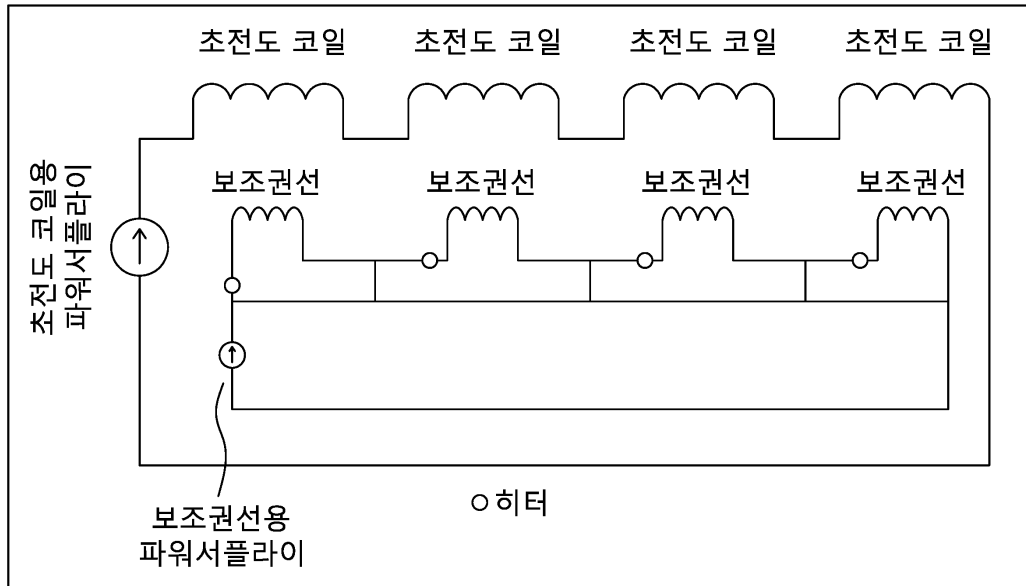
도면

도면1

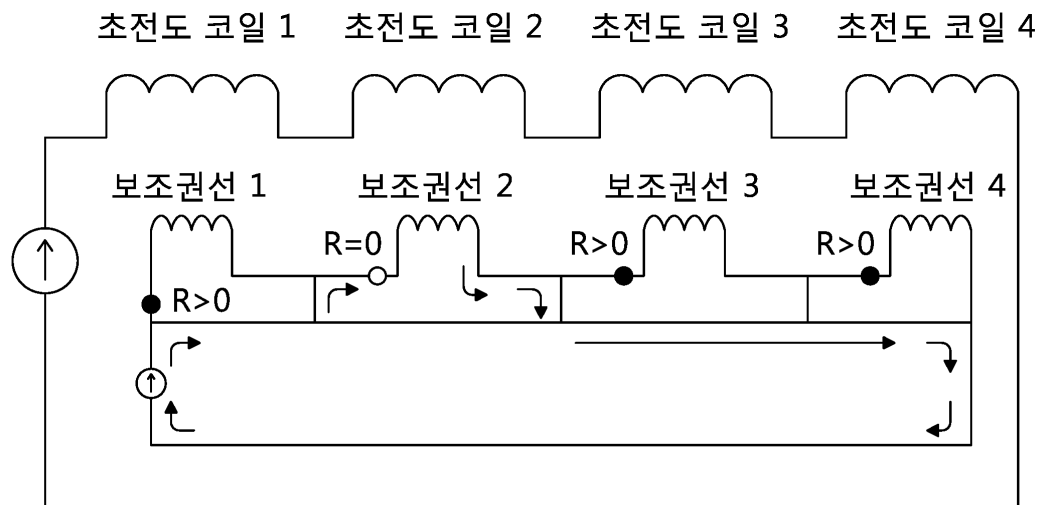


도면2

극저온 용기

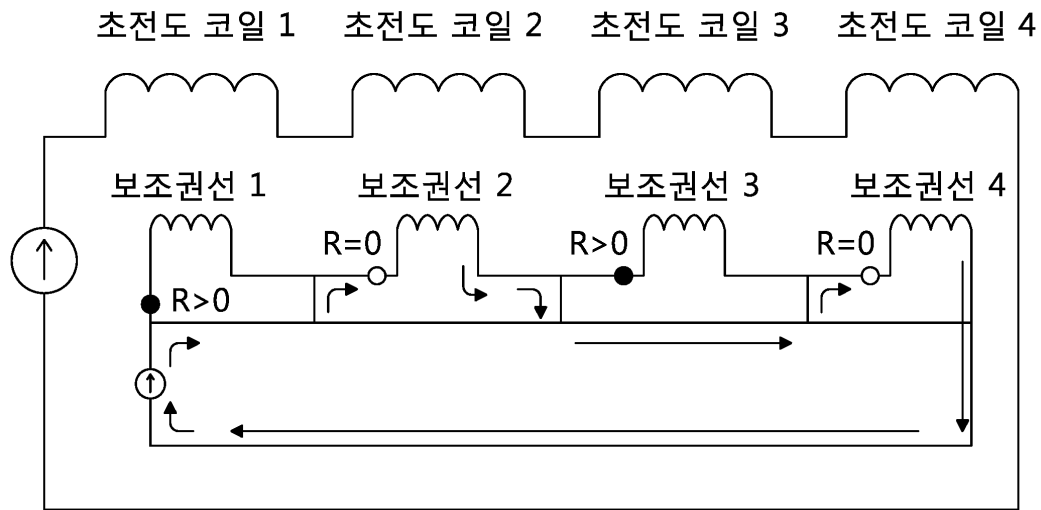


도면3



- 히터 on (보조권선 동작 off)
- 히터 off (보조권선 동작 on)

도면4



- 히터 on (보조권선 동작 off)
- 히터 off (보조권선 동작 on)