



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월09일
 (11) 등록번호 10-1551583
 (24) 등록일자 2015년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 55/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0179386
 (22) 출원일자 2014년12월12일
 심사청구일자 2014년12월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020090114437 A*
 KR1020140078239 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국기계연구원
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
 (72) 발명자
고준석
 대전광역시 유성구 배울2로 6 테크노밸리1단지
 111동 501호 (관평동, 한화꿈에그린)
김효봉
 대전 유성구 반석동로 33(반석동, 반석마을 5단지
 505동 1401호)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
조영현, 나승택

전체 청구항 수 : 총 5 항

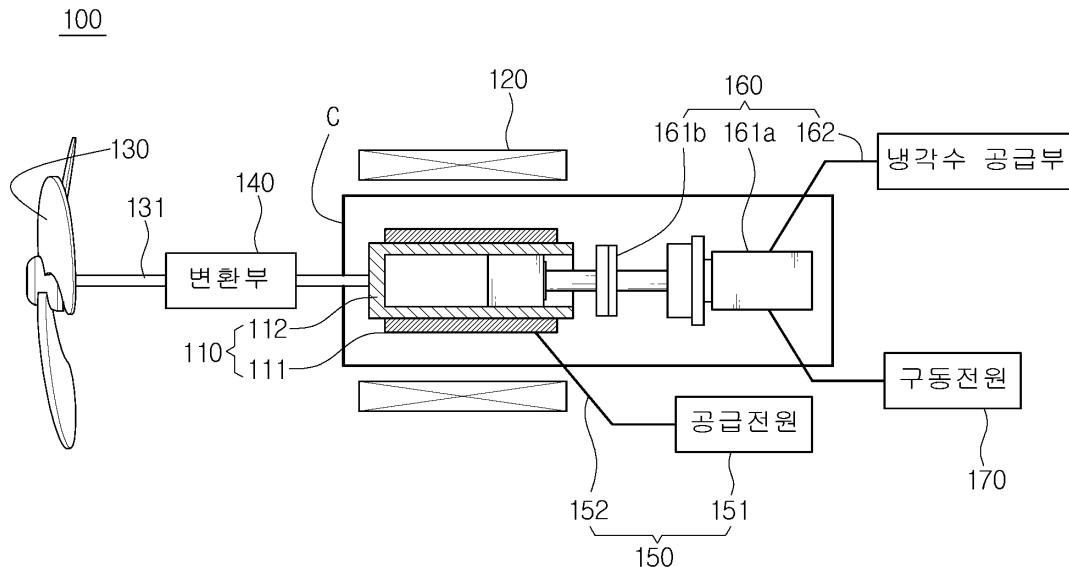
심사관 : 임영훈

(54) 발명의 명칭 **극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기**

(57) 요약

본 발명은 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기는 계자권선이 권취되며, 단열되도록 진공챔버 내부에 수용되는 운동자; 상기 운동자의 외주면과 소정간격 이격되며, 전기자 권선이 권취되는 고정자; 상기 운동자와 연결되는 터빈 블레이 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



드; 상기 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 상기 운동자를 직선운동시키는 변환부; 상기 운동자를 극저온으로 냉각시키도록, 상기 운동자에 탑재되어 상기 운동자를 냉각하는 냉동기;와, 플렉서블하게 마련되어 상기 진공챔버 외부에 배치되는 냉각수 공급부로부터 상기 냉동기에 냉각수를 공급하는 공급라인;을 포함하는 극저온 냉각부;를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 의하여, 변환부를 이용하여 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 운동자에 전달되도록 함으로써 운동자가 직선왕복운동을 하며, 이에 따라 극저온 냉각부에 의한 냉각이 용이하며, 전류의 공급이 용이한 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기가 제공된다.

(72) 발명자

박성제

대전 유성구 유성대로783번길 38, 104동 402호 (장대동, 월드캡패밀리타운)

염한길

대전 서구 청사로 70 (누리아파트 108-1503)

인세환

대전광역시 서구 도안동로 183 도안 아이파크 아파트 1507동 2103호

홍용주

대전 서구 둔산로 201 우성아파트 506-506

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M05300

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업부-국가연구개발사업(III)

연구과제명 초전도케이블 액체질소 냉각용 냉동능력 4 kW급의 스테링 극저온 냉동기 개발 (2/5)

기여율 1/1

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

계자권선이 권취되며, 단열되도록 진공챔버 내부에 수용되는 운동자;
 상기 운동자의 외주면과 소정간격 이격되며, 전기자 권선이 권취되는 고정자;
 상기 운동자와 연결되는 터빈 블레이드;
 상기 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 상기 운동자를 직선운동시키는 변환부;
 상기 운동자를 극저온으로 냉각시키도록, 상기 운동자에 탑재되어 상기 운동자를 냉각하는 냉동기;와, 플렉서블하게 마련되어 상기 진공챔버 외부에 배치되는 냉각수 공급부로부터 상기 냉동기에 냉각수를 공급하는 공급라인;을 포함하는 극저온 냉각부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 진공챔버 외부에 배치되는 공급전원과, 플렉서블하게 마련되며 상기 공급전원으로부터 상기 계자권선에 전류를 공급하는 전선을 포함하는 전원부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제2항에 있어서,
 상기 극저온 냉각부는,
 냉동기; 상기 냉동기에 의하여 극저온으로 유지되는 저온부; 상기 저온부에 의하여 냉각된 작동유체를 순환시키는 순환펌프;를 포함하는 것을 특징으로 하는 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기.

청구항 6

제2항에 있어서,
 상기 극저온 냉각부는,
 냉동기; 작동유체가 중력방향으로 이동하도록 상기 냉동기와의 열교환을 통하여 상기 작동유체를 응축시키는 응축부; 상기 응축부의 하방에서 상기 운동자와 접촉되도록 배치되며, 상기 응축부로부터 유입된 작동유체가 증발되도록 상기 운동자로부터 열을 흡수하는 증발부; 상기 작동유체의 유동로로서 상기 응축부와 상기 증발부 사이에 배치되는 단열부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 극저온 냉각부는, 상기 응축부에 작동유체를 추가적으로 공급하는 기체 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 변환부에 의하여 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 운동자에 전달함으로써 선형 초전도 모터-발전기가 제공되며, 운동자가 직선운동함으로써 극저온 냉각부에 의한 냉각이 용이한 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기가 제공된다.

배경기술

[0002] 초전도 모터-발전기는 회전자에 일반 구리선을 대신하여 초전도 코일을 사용한 초전도 응용기기이다. 초전도 모터-발전기는 영구자석에 비해 훨씬 강한 자기력을 얻을 수 있는 초전도 자석을 이용하며, 초전도 자석은 초전도 코일을 권선하여 직류전류를 인가하여 구현된다.

[0003] 초전도 모터는 수 MW 급으로 개발되어 선박 구동모터로 활용되며, 초전도 발전기는 수 MW 급의 풍력 발전기에 적용된다. 특히 풍력 발전기는 높은 곳에 설치되므로 소형, 경량화가 중요하다.

[0004] 초전도체는 임계 온도(critical temperature), 임계 자기장(critical magnetic field)과 임계 전류밀도(critical current density) 이하에서 전기 저항이 0이 되며, 구리와 같은 일반 도체에 비해 전류밀도가 매우 높다. 이에 따라, 초전도 모터-발전기는 동급의 일반 모터-발전기에 비해 1/3 수준의 크기로 소형화 및 경량화하거나, 동일한 크기에서 보다 큰 용량을 획득할 수 있다. 뿐만 아니라 초전도 모터-발전기의 회전자는 저항에 의한 열손실이 없어 효율의 상승을 기대할 수 있다.

[0005] 초전도체의 임계 온도는 극저온(cryogenic temperature) 영역이며 초전도 성질을 나타내기 위하여 극저온으로 반드시 냉각되어야 하며, 온도를 낮출수록 임계 전류 밀도가 크게 증가하는 특성을 가지므로 초전도 모터-발전기에 있어서 극저온 냉각은 매우 중요한 기술이다.

[0006] 도 1은 종래의 일반적인 초전도 모터-발전기 및 이의 냉각구조를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 초전도 모터-발전기(10)는 진공챔버(C) 내부에 배치되는 회전자(11) 및 회전자(11)와 이격되는 고정자(12)를 포함한다. 냉각기(13)를 이용하여 회전하는 회전자(11)를 냉각하기 위해서는 회전 밀봉구조(14)가 반드시 요구된다. 즉, 회전자(11)와 외부에 고정된 기기 사이의 연결이 요구된다. 그러나, 회전 밀봉구조(14)를 이용하는 경우 밀봉 및 기밀유지의 어려움이 있으며 이에 따라 에너지 손실이 발생하고, 기계적 신뢰성이 낮은 문제점이 있다.

[0007] 또한, 이러한 초전도 모터-발전기에는 초전도 자석에 직류전류를 공급하기 위하여 슬립링(slip-ring)을 사용한다. 즉, 회전하는 회전자의 초전도 코일에 직류전류를 공급하기 위하여 슬립링을 사용하는데, 이로 인해 초전도 자석을 유지하기 위한 손실이 발생하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 변환부를 이용하여 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 운동자에 전달되도록 함으로써 운동자가 직선왕복운동을 하며, 이에 따라 극저온 냉각부에 의한 냉각이 용이하며, 전류의 공급이 용이한 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 계자권선이 권취되며, 단열되도록 진공챔버 내부에 수용되는 운동자; 상기 운동자의 외주면과 소정간격 이격되며, 전기자 권선이 권취되는 고정자; 상기 운동자와 연결되는 터빈 블레이드; 상기 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 상기 운동자를 직선운동시키는 변환부; 상기 운동자를 극저온으로 냉각시키도록, 상기 운동자에 탑재되어 상기 운동자를 냉각하는 냉동기;와, 플렉서블하게 마련되어 상기 진공챔버 외부에 배치되는 냉각수 공급부로부터 상기 냉동기에 냉각수를 공급하는 공급라인;을 포함하는 극저온 냉각부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기에 의해 달성된다.

[0010] 여기서, 상기 진공챔버 외부에 배치되는 공급전원과, 플렉서블하게 마련되며 상기 전원으로부터 상기 계자권선

에 전류를 공급하는 전선을 포함하는 전원부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0011] 삭제

[0012] 삭제

[0013] 여기서, 상기 극저온 냉각부는, 냉동기; 상기 냉동기에 의하여 극저온으로 유지되는 저온부; 상기 저온부에 의하여 냉각된 작동유체를 순환시키는 순환펌프;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0014] 여기서, 상기 극저온 냉각부는, 냉동기; 작동유체가 증류방향으로 이동하도록 상기 냉동기와 열교환을 통하여 상기 작동유체를 응축시키는 응축부; 상기 응축부의 하방에서 상기 운동자와 접촉되도록 배치되며, 상기 응축부로부터 유입된 작동유체가 증발되도록 상기 운동자로부터 열을 흡수하는 증발부; 상기 작동유체의 유동로로서 상기 응축부와 상기 증발부 사이에 배치되는 단열부;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0015] 여기서, 상기 극저온 냉각부는, 상기 응축부에 작동유체를 추가적으로 공급하는 기체 저장부를 더 포함하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 운동자에게 전달함으로써, 운동자가 선형으로 왕복이동하는 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기가 제공된다.

[0017] 또한, 운동자가 선형으로 왕복이동함으로써, 회전 밀봉구조가 요구되지 않아 극저온 냉각부에 의한 냉각이 용이하며, 기밀성이 향상된다.

[0018] 또한, 운동자가 선형으로 왕복이동함으로써, 운동자의 계자권선에 전류를 공급하기 위한 슬립링이 요구되지 않으며, 플렉서블 전선을 이용하여 진공챔버 외부 배치되는 전원으로부터 전류 공급이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 종래의 일반적인 초전도 모터-발전기 및 이의 냉각구조를 개략적으로 도시한 도면이며,
- 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 개략적인 단면도이며,
- 도 3은 도 2의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 작동을 개략적으로 도시한 도면이며,
- 도 4는 도 2의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 운동자와 극저온 냉각부의 개략적인 사시도이며,
- 도 5는 도 2의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 운동자와 극저온 냉각부의 결합 단면도이며,
- 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 개략적인 단면도이며,
- 도 7은 본 발명의 제3실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 개략적인 단면도이며,
- 도 8은 도 7의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 냉각 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 제1실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 제1실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기에 대하여 상세하게 설명한다.

[0022] 이하, 초전도 발전기를 기준으로 하여 설명하며, 초전도 모터의 경우 초전도 발전기와 반대일 뿐 그 원리는 동일하므로 생략한다.

[0023] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 개략적인 단면도이다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기(100)는, 운동자(11

0)와, 운동자(110)의 외주면과 소정간격 이격되는 고정자(120)와, 터빈 블레이드(130)와, 터빈 블레이드(130)와 운동자(110) 사이에 설치되는 변환부(140)와, 운동자(110)에 전류를 공급하는 전원부(150) 및 운동자(110)를 냉각하는 극저온 냉각부(160)를 포함한다.

[0024] 운동자(110)는 고정자(120)와의 관계에서 자기장에 의하여 고정자(120)에서 전류를 발생시키기 위한 구성이다. 운동자(110)는 계자권선(111)이 권취된 보빈(112)을 포함한다.

[0025] 여기서, 계자권선(111)은 초전도 선재의 코일로 마련되며, 계자권선(111)에 전원부(150)로부터 전류가 공급되어 자기장이 형성된다. 즉, 계자권선(111)에 전원부(150)로부터 전류가 공급되어 초전도 자석이 된다. 이때, 운동자(110)의 극수는 도면에 도시된 바에 제한되지 않으며 설계에 따라 자유롭게 설정될 수 있다.

[0026] 운동자(110)는 초전도 현상을 이용하여야 하므로 극저온 냉각부(160)에 의하여 극저온까지 냉각되며, 외부와의 단열을 위하여 진공챔버(C) 내부에 수용된다.

[0027] 한편, 운동자(110)는 직선왕복운동 가능하게 마련된다. 도 3은 도 2의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 작동을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 3을 참조하면, 터빈 블레이드(130)가 회전하면 샤프트(131)가 회전하게 되며, 변환부(140)는 샤프트(131)의 회전운동을 직선운동으로 변환시킨다. 변환부(140)에 연결된 운동자(110)는 직선왕복운동을 한다. 즉, 터빈 블레이드(130)의 회전력은 변환부(140)에 의하여 직선운동으로 변환되어 운동자(110)에 전달되며, 운동자(110)는 직선왕복운동 함으로써 선형 초전도 발전기가 된다.

[0028] 이때, 변환부(140)에 의한 회전운동의 직선운동으로의 변환은 상온 환경에서 일어나기 때문에 별도의 진공 단열이 필요하지 않아 용이하게 변환이 가능하다.

[0029] 고정자(120)는 운동자(110)와의 관계에서 자기장에 의하여 전류를 발생시키는 구성이다. 고정자(120)는 전기자 권선이 권취되며 운동자(110)의 외주면과 소정간격 이격되어 진공챔버(C) 외부에 배치된다. 즉, 고정자(120)는 전기자 권선이 권취되며, 운동자(110)와 소정 간격을 유지하며 감싸도록 배치된다.

[0030] 터빈 블레이드(130)는 운동자(110)에 운동력을 전달하기 위한 구성으로서, 풍력 발전기에서 풍력에 의해 회전하는 블레이드 등이 이에 해당한다. 회전하는 터빈 블레이드(130)의 회전운동은 변환부(140)에 의해 직선운동으로 변환되어 운동자(110)에 인가됨은 상술한 바와 같다.

[0031] 터빈 블레이드(130)는 샤프트(131)의 일단에 연결되며, 샤프트(131)의 타단은 변환부(140)에 연결된다.

[0032] 변환부(140)는 터빈 블레이드(130)의 회전운동을 직선운동으로 변환하기 위한 구성으로서, 터빈 블레이드(130)와 운동자(110) 사이에 설치되어 양 구성을 상호 연결한다.

[0033] 변환부(140)는 진공챔버(C) 외부에 배치된다. 상술한 바와 같이, 변환부(140)는 상온 환경에 배치됨으로써 별도의 진공 단열이 요구되지 않아 터빈 블레이드(130)의 회전운동을 직선운동으로 용이하게 변환할 수 있다.

[0034] 터빈 블레이드(130)가 회전하여 운동자(110)가 회전하는 경우에는 계자권선(111)에 직류전류를 공급하기 위하여 슬립링이 반드시 요구되며 이로 인해 초전도 자석을 유지하는데 손실이 발생한다. 또한, 고정된 냉각장치와 회전하는 운동자(110)의 연결 및 진공챔버(C) 내부의 기밀을 위한 회전 밀봉장치가 반드시 요구되는데, 이러한 연결부에서 발생하는 열 손실 및 마찰로 인한 열손실, 냉각효율 저하, 냉각수 공급 및 회수 등에서 문제점이 발생하며 신뢰성이 저하된다.

[0035] 그러나, 본 발명에서는 변환부(140)를 통하여 운동자(110)가 직선왕복운동을 함으로써 상술한 문제점들이 모두 해결될 수 있다.

[0036] 한편, 변환부(140)는 크랭크 축, 랙/피니언 기어, 캠 등을 사용할 수 있으며, 터빈 블레이드(130)의 회전운동을 직선운동으로 변환할 수 있다면 제한되지 않는다.

[0037] 전원부(150)는 운동자(110)에 권취된 계자권선(111) 즉, 초전도 선재로 마련되는 코일에 전류를 공급하여 초전도 자석을 형성하기 위한 구성으로서, 공급전원(151)과 전선(152)을 포함한다.

[0038] 공급전원(151)은 전선(152)을 통하여 계자권선(111)에 직류전류를 공급함으로써 초전도 자석을 형성하기 위한 구성으로서, 진공챔버(C) 외부에 배치된다. 전선(152)은 공급전원(151)으로부터 발생하는 전류를 계자권선(111)에 공급하는 구성이다. 전선(152)은 플렉서블하게 마련되어, 진공챔버(C) 외부에 배치되는 전원으로부터 진공챔버(C) 내부에 배치되는 운동자(110)에 전류를 공급할 수 있다.

[0039] 즉, 운동자(110)가 변환부(140)에 의하여 직선 왕복운동하는 선형 초전도 발전기로 마련됨으로써, 슬립링이 요

구되지 않으며, 플렉서블하게 마련되어 진공챔버(C) 외부에 배치되는 공급전원(151)으로부터 용이하게 전류를 공급할 수 있으며, 슬립링 장착에 의한 손실이 발생하지 않는다.

[0040] 도 4는 도 2의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 운동자와 극저온 냉각부의 개략적인 사시도이며, 도 5는 도 2의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 운동자와 극저온 냉각부의 결합 단면도이다.

[0041] 극저온 냉각부(160)는 운동자(110)를 극저온으로 유지시키기 위하여 운동자(110)를 냉각하는 구성으로서, 냉동기(161)와 공급라인(162)을 포함한다.

[0042] 냉동기(161)는 운동자(110)를 극저온으로 유지시키기 위한 것으로서 압축기(161a)와 저온부(161b)를 포함한다. 저온부(161b)는 발열이 일어나는 운동자(110)에 직접 접촉됨으로써 운동자(110)를 극저온으로 냉각시켜 온도를 유지한다. 압축기(161a)에는 냉각수가 공급되며, 저온부(161b)가 운동자(110)로부터 얻은 열 및 압축기(161a) 구동 중 발생하는 발열은 냉각수에 의해 진공챔버(C) 외부로 배출된다.

[0043] 즉, 냉동기(161)는 저온부(161b)를 통하여 운동자(110)에 직접 연결되며, 진공챔버(C) 내부에 수용된다.

[0044] 공급라인(162)은 진공챔버(C) 외부에 배치되는 냉각수 공급부로부터 냉동기(161)에 냉각수를 공급하는 구성이다. 공급라인(162) 또한 전선(152)과 같이 플렉서블하게 마련됨으로써, 용이하게 전류를 공급할 수 있으며 손실이 발생하지 않는다.

[0045] 극저온 냉각부(160)는 운동자(110)에 탑재되어, 냉동기(161)와 냉각 대상인 계자권선(111) 및 보빈(112)이 직접 접촉해 있으므로 열전달 경로가 짧아져 냉각 효율이 상승된다. 또한, 냉각 장치가 회전자 내부에 탑재되므로 전체 시스템의 집적화가 가능하다.

[0046] 구동전원(170)은 냉동기(161)를 구동하기 위한 전력을 공급하기 위한 구성이다. 구동전원(170)의 전선 또한, 전원부(150)의 전선(152)과 같이 플렉서블하게 마련될 수 있다.

[0047] 지금부터는 본 발명의 제1실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기의 작동에 대하여 설명한다.

[0048] 먼저, 냉동기(161)의 구동에 의하여 극저온으로 유지되는 저온부(161b)와 직접 연결되는 운동자(110)의 계자권선이 냉각되어 초전도화 된다. 이와 동시에, 공급전원(151)으로부터 전선(152)을 통하여 계자권선(111)에 전류가 공급되어 계자권선(111)이 여자되어 강자장을 발생시킨다.

[0049] 터빈 블레이드(130)가 회전함으로써 샤프트(131)가 회전운동하며, 변환부(140)는 샤프트(131)의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 운동자(110)에 전달한다.

[0050] 운동자(110)는 직선운동을 하게 되며, 초전도 자석에 의하여 발생된 강자장에 의하여 고정자(120)의 전기자 권선에 유도기전력이 발생하여 전류가 발생된다.

[0051] 이때, 전선(152)은 플렉서블하게 마련되어 운동자(110)의 직선왕복운동에 관계없이 용이하게 전류를 공급할 수 있으며, 슬립링 장착에 의한 손실이 발생하지 않는다.

[0052] 다음으로 본 발명의 제2실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기에 대하여 설명한다.

[0053] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 개략적인 단면도이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기(200)는 운동자(110)와, 운동자(110)의 외주면과 소정간격 이격되는 고정자(120)와, 터빈 블레이드(130)와, 터빈 블레이드(130)와 운동자(110) 사이에 설치되는 변환부(140)와, 운동자(110)에 전류를 공급하는 전원부(150) 및 운동자(110)를 냉각하는 극저온 냉각부(260)를 포함한다. 여기서, 운동자(110)와, 고정자(120)와, 터빈 블레이드(130)와, 변환부(140) 및 전원부(150)는 제1실시예와 동일하므로 중복 설명은 생략한다.

[0054] 극저온 냉각부(260)는, 운동자(110)를 극저온으로 유지시키기 위하여 운동자(110)를 냉각하는 구성으로서, 냉동기(261)와 저온부(262) 및 순환펌프(263)를 포함한다.

[0055] 냉동기(261)는 저온부(262)를 저온으로 유지하기 위한 장치이며, 저온부(262)는 작동유체를 냉각하기 위한 구성

이고, 순환펌프(263)는 작동유체를 순환시키는 구성이다.

- [0056] 구체적으로, 액상의 작동유체는 냉동기(261)의 저온부(262)와 열교환을 통해 온도가 낮아진다. 이후, 작동유체는 순환펌프(263)에 의해 계자권선(111)이 권취된 보빈(112) 측으로 이동하여 발생한 열을 빼앗아 운동자(110)를 냉각시키고, 다시 순환펌프(263)에 의해 순환되어 저온부(262) 측으로 이동하여 저온부(262)와의 열교환을 통해 온도가 낮아진다. 즉, 본 실시예에서는 순환펌프(263)에 의해 순환되는 작동유체의 현열변화를 이용하여 운동자(110)를 냉각한다.
- [0057] 한편, 작동유체는 반드시 액상으로 마련되어야 하는 것은 아니며, 순환펌프(263)가 송풍기로 대체된다면 기상의 작동유체도 사용할 수 있다.
- [0058] 다음으로 본 발명의 제3실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기에 대하여 설명한다.
- [0059] 도 7은 본 발명의 제3실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 개략적인 단면도이며, 도 8은 도 7의 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기의 냉각 방법을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명의 제3실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기(300)는 운동자(110)와, 운동자(110)의 외주면과 소정간격 이격되는 고정자(120)와, 터빈 블레이드(130)와, 터빈 블레이드(130)와 운동자(110) 사이에 설치되는 변환부(140)와, 운동자(110)에 전류를 공급하는 전원부(150) 및 운동자(110)를 냉각하는 극저온 냉각부(360)를 포함한다. 여기서, 운동자(110)와, 고정자(120)와, 터빈 블레이드(130)와, 변환부(140) 및 전원부(150)는 제1실시예와 동일하므로 중복 설명은 생략한다.
- [0060] 극저온 냉각부(360)는, 운동자(110)를 극저온으로 유지시키기 위하여 운동자(110)를 냉각하는 구성으로서, 냉동기(361)와, 응축부(362)와, 증발부(364)와, 단열부(363) 및 기체 저장부(365)를 포함한다.
- [0061] 냉동기(361)는 응축부(362)와의 열교환을 통하여 응축부(362) 내에 존재하는 작동유체의 온도를 낮추는 구성이다.
- [0062] 응축부(362)는 냉동기(361)와의 열교환을 통하여 내부의 작동유체의 온도를 낮춤으로써 작동유체를 액체로 상변화시키는 구성이다. 응축부(362) 내에서 상변화한 작동유체는 액적의 상태로 중력에 의하여 단열부(363)를 통하여 증발부(364) 측으로 흘러내린다.
- [0063] 단열부(363)는 응축부(362)와 증발부(364)를 상호 연결시킴으로써, 증발부(364)로부터 증발과정에 의하여 기화되는 작동유체 중 일부를 응축부(362)로 전달하는 역할을 함과 동시에, 응축부(362)에서 액화된 작동유체 액적이 중력에 의하여 증발부(364)로 흘러내리는 경로로서의 역할을 수행하게 된다.
- [0064] 증발부(364)는 단열부(363)의 하측에 배치되어, 운동자(110)으로부터 열을 흡수하기 위하여 운동자(110)와 접촉 배치되는 구성이다. 증발부(364)에서는 액적 상태의 작동유체가 잠열에 해당하는 열을 운동자(110)로부터 흡수함으로써 기화하게 된다.
- [0065] 기체저장부(365)는 진공챔버(C) 외부에 배치되고 내부에는 작동유체가 저장됨으로써 응축부(362)에 작동유체를 추가적으로 유입시키는 구성이다.
- [0066] 지금부터는 본 발명의 제3실시예에 따른 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기 극저온 냉각부의 작동에 대하여 설명한다.
- [0067] 먼저, 냉동기(361)가 작동하고 응축부(362) 내의 기체 상태의 작동유체가 냉각됨으로써, 작동유체의 온도가 내려간다.
- [0068] 냉동기(361)는 작동유체가 액체로 상변화할 때 까지 지속적으로 작동유체를 냉각하고, 액화된 작동유체는 중력에 의하여 단열부(363) 측으로 이동한다. 즉, 작동유체는 액적의 상태로 단열부(363)의 내벽면을 따라서 중력방향을 따라 흘러내리게 되고, 증발부(364)에 도달하게 된다.
- [0069] 증발부(364)에 도달하는 액적상태의 작동유체는 증발부(364)와 접촉중인 운동자(110)로부터 기화에 필요한 잠열을 흡수함으로써 기화된다. 이때, 기체 상태의 작동유체는 자연대류에 의하여 단열부(363)가 배치된 상측으로 상승한다.

[0070] 이러한 순환과정은 반복적으로 수행되며, 운동자(110)는 지속적으로 냉각된다.

[0071] 따라서, 본 발명에 의하면, 변환부를 이용하여 터빈 블레이드의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 운동자에 전달되도록 함으로써 운동자가 직선왕복운동을 하며, 이에 따라 극저온 냉각부에 의한 냉각이 용이하며, 전류의 공급이 용이한 극저온 냉각부를 구비하는 초전도 모터-발전기가 제공된다.

[0072] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

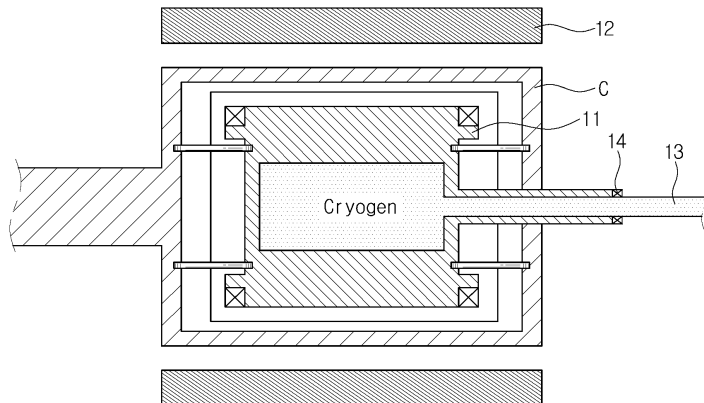
부호의 설명

- [0073] 100,200,300 : 극저온 냉각부를 구비하는 선형 초전도 모터-발전기
 110 : 운동자
 120 : 고정자
 130 : 터빈 블레이드
 140 : 변환부
 150 : 전원부
 160,260,360 : 극저온 냉각부

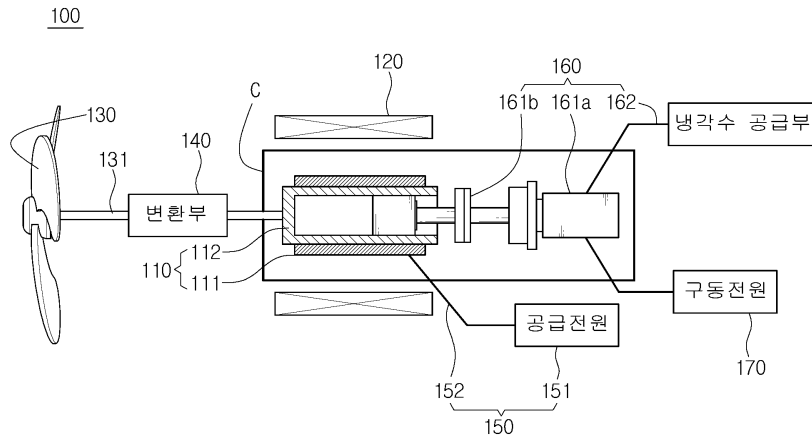
도면

도면1

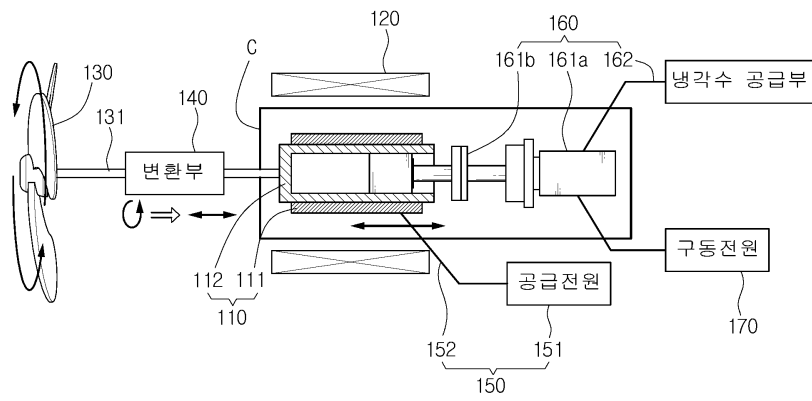
10



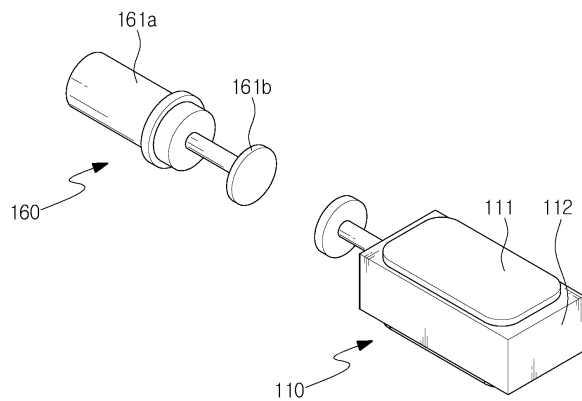
도면2



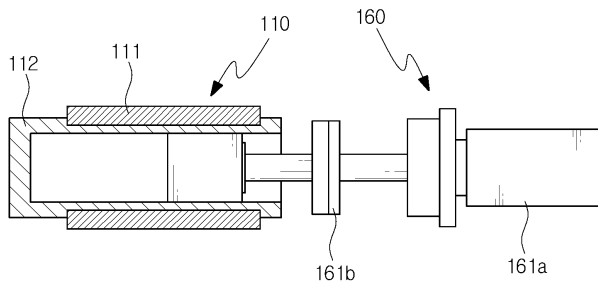
도면3



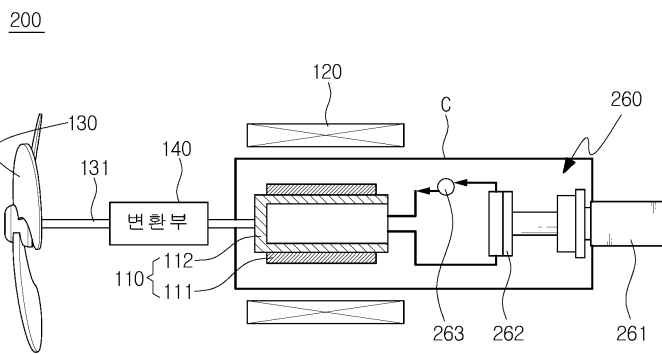
도면4



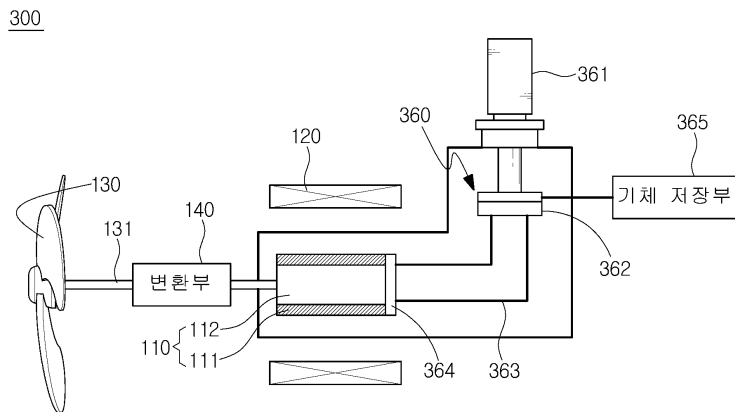
도면5



도면6



도면7



도면8

