



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월07일
 (11) 등록번호 10-1683483
 (24) 등록일자 2016년12월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 55/04 (2006.01) *H02K 3/48* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02K 55/04 (2013.01)
H02K 3/48 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7006552
- (22) 출원일자(국제) 2015년08월15일
 심사청구일자 2015년03월13일
- (85) 번역문제출일자 2015년03월13일
- (65) 공개번호 10-2015-0043470
- (43) 공개일자 2015년04월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/055106
- (87) 국제공개번호 WO 2014/028717
 국제공개일자 2014년02월20일
- (30) 우선권주장
 61/683,829 2012년08월16일 미국(US)
 13/945,982 2013년07월19일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP08168235 A*
 US7633192 B2
 JP2006515980 A
 US6597082 B1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
지멘스 에너지, 인코포레이티드
 미국 플로리다주 올랜도 알라파야 트레일 4400 (우: 32826-2399)
- (72) 발명자
리코, 라울 리카도
 미국 32765 플로리다 오비에도 컨트리 선 코브 300
머피, 로버트 엘.
 미국 32779 플로리다 룽우드 셸리 코트 105
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남, 정현주, 이시용

전체 청구항 수 : 총 16 항

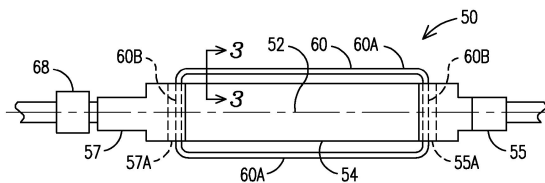
심사관 : 임영훈

(54) 발명의 명칭 **전동 머신의 로터에 있는 초전도 와인딩들을 지지하기 위한 장치**

(57) 요약

전동 머신의 초전도체 와인딩(61)을 지지하기 위한 장치(구조물)가 제공된다. 어셈블리(110), 예컨대 크래들이, 초전도체 와인딩을 수용하기 위한 리세스를 정의할 수 있다. 세장형 루프(74)가 와인딩에 반경방향 지지를 제공한다. 루프(74)는 열 흐름에 저항력 있는 재료, 예컨대 FRP(fiber-reinforced polymer) 재료로 만들어질 수 있다. 어셈블리(110)는 세장형 루프(74)를 상기 루프의 말단부(78)에서 지지하도록 배열될 수 있다. 베이스 어셈블리(130)가, 세장형 루프를 상기 루프의 근단부(76)에서 앵커링시키도록 배열될 수 있다. 지지 구조물(120)이, 어셈블리에 접선 하중 지지를 제공하도록 배열될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
Y02E 40/62 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전동 머신(electromotive machine)의 로터 코어(rotor core)로부터 이격된(spaced-apart) 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩(superconductor winding)을 지지하기 위한 장치로서,

상기 적어도 하나의 초전도 와인딩에 반경방향 지지를 제공하도록 배열된 적어도 하나의 세장형 루프(elongated loop) -상기 세장형 루프는 열 흐름에 저항력 있는 재료를 포함함-;

상기 로터 코어에 대해 상기 적어도 하나의 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 근단부(proximate end)에 앵커링(anchoring)시키도록 배열된 축방향으로 연장되는 베이스 어셈블리(base assembly);

상기 적어도 하나의 초전도체 와인딩의 적어도 일부분을 수용하고 상기 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 말단부에서 지지하기 위한 리세스(recess)를 갖는 어셈블리; 및

상기 적어도 하나의 초전도 와인딩에 접선 지지를 제공하도록 배열된 지지 구조물

을 포함하고,

상기 베이스 어셈블리는 상기 지지 구조물을 구성하는 범퍼 지지 구조물(bumper support structure)을 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 지지 구조물은, 상기 적어도 하나의 초전도 와인딩에 상기 접선 지지를 제공하도록 배열된 축방향으로 연장되는 루프를 포함하고, 상기 축방향으로 연장되는 루프는 열 흐름에 저항력 있는 재료를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치로서,

상기 적어도 하나의 초전도 와인딩에 반경방향 지지를 제공하도록 배열된 적어도 하나의 세장형 루프 -상기 세장형 루프는 열 흐름에 저항력 있는 재료를 포함함-;

상기 로터 코어에 대해 상기 적어도 하나의 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 근단부에 앵커링시키도록 배열된 축방향으로 연장되는 베이스 어셈블리;

상기 적어도 하나의 초전도체 와인딩의 적어도 일부분을 수용하고 상기 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 말단부에서 지지하기 위한 리세스를 갖는 어셈블리; 및

상기 적어도 하나의 초전도 와인딩에 접선 지지를 제공하도록 배열된 지지 구조물

를 포함하고,

상기 어셈블리는 크래들(cradle), 및 상기 리세스의 바닥 면을 폐쇄하고 상기 초전도 와인딩을 상기 크래들에서

지지하도록 배열된 페데스탈(pedestal)을 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 베이스 어셈블리는, 로터의 정적 조건 동안 또는 100 RPM(분당 회전수) 내지 300 RPM 범위 내의 상기 로터의 RPM을 포함하는 회전 조건 동안 상기 페데스탈을 지지하도록 배열된 적어도 하나의 시이트(seat)를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 지지 구조물은 상기 적어도 하나의 시이트의 연장부를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 시이트 및 상기 적어도 하나의 시이트의 연장부는 연속적인 범퍼 지지 구조물을 형성하고, 상기 연속적인 범퍼 지지 구조물은 상기 베이스 어셈블리의 주변부의 적어도 일부분을 정의하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 범퍼 지지 구조물은 상기 베이스 어셈블리의 주변부 상에 배치된 적어도 하나의 이산적인(discrete) 범퍼를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 범퍼 지지 구조물은, 상기 로터의 정적 조건 동안 또는 100 RPM(분당 회전수) 내지 300 RPM 범위 내의 상기 로터의 RPM을 포함하는 회전 조건 동안 크래들을 지지하도록 배열된 시이트를 정의하는 제1 범퍼부를 포함하고, 그리고 상기 적어도 하나의 세장형 루프와 공동으로, 반경방향 및 접선 지지를 상기 크래들에 제공하는 제2 범퍼부를 더 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 적어도 하나의 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 11

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치로서,

상기 초전도체 와인딩을 수용하기 위한 리세스를 정의하도록 구성된 어셈블리;

적어도 하나의 초전도 와인딩에 반경방향 지지를 제공하도록 배열된 적어도 하나의 세장형 루프 -상기 세장형 루프는 열 흐름에 저항력 있는 재료를 포함하고, 상기 어셈블리는 상기 적어도 하나의 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 말단부에서 지지하도록 배열됨-;

상기 로터 코어에 대해 상기 적어도 하나의 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 근단부에 앵커링시키도록 배열된 축방향으로 연장되는 베이스 어셈블리; 및

상기 적어도 하나의 세장형 루프와 공동으로, 반경방향 및 접선 지지를 상기 어셈블리에 제공하기 위한 지지 구

조물

을 포함하고,

상기 베이스 어셈블리는 상기 지지 구조물을 구성하는 범퍼 지지 구조물을 포함하는, 전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 지지 구조물은, 상기 적어도 하나의 초전도 와인딩에 상기 접선 지지를 제공하도록 배열된 축방향으로 연장되는 루프를 포함하고, 상기 축방향으로 연장되는 루프는 열 흐름에 저항력 있는 재료를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치로서,

상기 초전도체 와인딩을 수용하기 위한 리세스를 정의하도록 구성된 어셈블리;

적어도 하나의 초전도 와인딩에 반경방향 지지를 제공하도록 배열된 적어도 하나의 세장형 루프 -상기 세장형 루프는 열 흐름에 저항력 있는 재료를 포함하고, 상기 어셈블리는 상기 적어도 하나의 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 말단부에서 지지하도록 배열됨-;

상기 로터 코어에 대해 상기 적어도 하나의 세장형 루프를 상기 세장형 루프의 근단부에 앵커링시키도록 배열된 축방향으로 연장되는 베이스 어셈블리; 및

상기 적어도 하나의 세장형 루프와 공동으로, 반경방향 및 접선 지지를 상기 어셈블리에 제공하기 위한 지지 구조물

을 포함하고,

상기 어셈블리는 크래들, 및 상기 리세스의 바닥 면을 폐쇄하고 상기 초전도 와인딩을 상기 크래들에서 지지하도록 배열된 페데스탈을 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 베이스 어셈블리는, 로터의 정적 조건 동안 또는 100 RPM(분당 회전수) 내지 300 RPM 범위 내의 상기 로터의 RPM을 포함하는 회전 조건 동안 상기 페데스탈을 지지하도록 배열된 적어도 하나의 시이트를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 지지 구조물은 상기 적어도 하나의 시이트의 연장부를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 시이트 및 상기 적어도 하나의 시이트의 연장부는 연속적인 범퍼 지지 구조물을 형성하고,

상기 연속적인 범퍼 지지 구조물은 상기 베이스 어셈블리의 주변부의 적어도 일부분을 정의하는, 전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 범퍼 지지 구조물은 상기 베이스 어셈블리의 주변부 상에 배치된 적어도 하나의 이산적인 범퍼를 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

청구항 19

제 11 항에 있어서,

상기 범퍼 지지 구조물은, 상기 로터의 정적 조건 동안 또는 100 RPM(분당 회전수) 내지 300 RPM 범위 내의 상기 로터의 RPM을 포함하는 회전 조건 동안 크래들을 지지하도록 배열된 시이트를 정의하는 제1 범퍼부를 포함하고, 그리고 상기 적어도 하나의 세장형 루프와 공동으로, 반경방향 및 접선 지지를 상기 크래들에 제공하는 제2 범퍼부를 더 포함하는,

전동 머신의 로터 코어로부터 이격된 관계로, 초전도체 와인딩을 지지하기 위한 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2012년 8월 16일을 출원일로 하는 미국 가출원 61/683,829를 우선권으로 청구한다. 본 출원은 2012년 3월 13일자로 출원된 미국 정식출원 13/418,624의 부분계속출원이고, 이는 결국 2011년 3월 15일을 출원일로 하는 미국 가출원 61/452,726을 우선권으로 주장하며, 상기 출원들 각각은 인용에 의해 본원에 통합된다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 전동 머신(electromotive machine)들, 예컨대 전기 발전기들, 모터(motor)들에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는, 머신의 로터(rotor)에 있는 초전도 로터 와인딩(superconducting rotor winding)들을 지지하고 열적으로 격리시키도록 배열된 장치(예컨대, 기계적 구조물들)에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 출력 및 효율성을 증가시키고 머신 크기 및 무게를 감소시키기 위해, 사실상 어떠한 전기 저항도 갖지 않는 초전도 로터 와인딩들이 개발되었다. 이러한 와인딩은 고온 초전도(HTS:high-temperature superconducting) 와인딩들로 보통 지칭된다(더 낮은 온도에서 초전도 상태를 달성하는 저온 초전도 재료들과 구별됨). 고온 초전도 재료들을 사용하는 것이 바람직한데, 그 이유는 상기 고온 초전도 재료들의 냉각 요건들이 덜 극심하기 때문이다.

[0004] HTS 로터 와인딩들(코일(coil)들)이 전기 전류 흐름에 대해 비교적 낮은 저항을 나타내지만, 상기 HTS 로터 와인딩들(코일들)은 기계적 굽힘 및 인장 스트레스(tensile stress)들에 민감한데, 상기 기계적 굽힘 및 인장 스트레스들은 조기 열화 및 와인딩 손상(winding failure)(예컨대, 전기적 개방 회로(circuit))을 유발할 수 있다. 예컨대, HTS 로터 와인딩들에는 코어(core)를 둘러싸는 굽힘부들을 형성할 필요가 있다. 이러한 굽힘부들에서는 스트레스들이 초래된다. 정상 로터 토크(normal rotor torque), 일시적 결합 조건 토크들 및 일시적 자기장들이 로터 와인딩들에서 부가적인 스트레스 힘들을 초래한다. 또한, HTS 로터 와인딩은, 로터 밸런싱 프로시저(rotor balancing procedure)들 동안에는 과속 힘들을 당할 수 있고, 전력 발전 동작 동안에는 우발적인 과속 조건들을 당할 수 있다. 이러한 과속 및 결합 조건들은 실질적으로, 로터 와인딩들 상의 힘 하중(force load)들을, 정상 동작 조건들 동안에 겪게 되는 하중들 이상으로 증가시킨다. 이러한 동작 조건들은, HTS 로터 와인딩들 및 연관된 지지 구조물들의 설계시 고려되어야 한다.

[0005] 초전도 전도체들을 상기 초전도 전도체들의 임계 온도로 또는 그 미만으로 유지시키기 위해, 극저온 냉각기(cryogenic cooler)로부터 공급되는 냉각제를 운반하는 냉각제 흐름 경로들이 와인딩들 근처에 또는 가까이에 배치된다. 통상적인 냉각제들은 액체 헬륨(helium), 액체 질소 또는 액체 네온(neon)을 포함할 수 있다. 정적 하중 및 동적 하중에 대비하여 초전도 로터 와인딩들 및 연관된 지지 구조물의 구조적 무결성을 유지시키는 것

은, 고온 초전도 전동 머신의 개발에 대해 상당한 과제를 제시한다.

[0006]

앞의 고려사항들을 고려하면, 위에서 설명된 정상 및 결합 조건 동작의 힘들, 스트레스들, 스트레인(strain)들 및 순환 하중들을 견디도록 설계된 와인딩 지지 시스템(winding support system)에 의해 HTS 로터 와인딩들이 적절하게 지지되는 것이 바람직하다. 게다가, 지지 시스템은, 와인딩들이 조기에 갈라지거나, 피로해지거나 또는 부서지지 않음을 보장해야 한다. 추가로, 와인딩들을 상기 와인딩들의 임계 온도로 또는 그 미만으로 유지시키기 위해, 와인딩 지지 구조물이 극저온으로 냉각된 HTS 초전도 와인딩들로부터 "따뜻한" 로터(통상적으로 상온 초과에서 동작함)를 적절하게 열적으로 격리시키는 것이 바람직하다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) US 7,825,551 B2

(특허문헌 0002) US 7,633,192 B2

(특허문헌 0003) US 7,795,764 B2

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0007]

본 발명은 도면들을 고려하여 하기의 설명에서 설명된다.

도 1은 본 발명의 양상들을 구현하는 초전도 전동 머신에서 사용될 수 있는 예시적 로터의 개략적인 표현이다.

도 2-도 4는 도 1의 평면 3-3을 따르는 개개의 단면도들이다.

도 5는 예시적 베이스 모듈(base module)의 부분 등각도(fragmentary isometric view)이고, 상기 예시적 베이스 모듈은, 추가적인 베이스 모듈들과 결합하여, 축방향으로 연장되는 앵커링 빔(axially-extending anchoring beam)을 형성하도록 배열될 수 있고, 상기 축방향으로 연장되는 앵커링 빔은, 일 예시적 실시예에서, 세그멘팅된 관형 커플링 어레이먼트(segmented tubular coupling arrangement)를 통해 상호연결될 수 있다.

도 6은, 관형 커플러(tubular coupler)들을 통해 축방향으로 서로 상호연결될 수 있는 두 개의 베이스 모듈들의 부분 분해도이다.

도 7은, 반경방향 지지를 제공하도록 배열된 개개의 루프(loop)들을 포함하는 두 개의 상호연결된 베이스 모듈들의 예시적 축방향 어셈블리(axial assembly)를 예시하는 부분 절취도(fragmentary cut-away view)이다.

도 8은, 앞의 세그멘팅된 커플링 어레이먼트 대신에, 각각의 루프를 상기 각각의 루프의 개개의 근단부(proximate end)에서 앵커링시키기 위해 사용될 수 있는 연속 로드(rod)들의 등각도이다.

도 9 및 도 10은, 루프 앵커링 구조물들이 머신의 로터 코어에 통합된 베이스 어셈블리의 예시적 실시예의 개개의 등각도들을 예시한다.

도 11은 원심력들을 시각화하는데 도움이 될 수 있는 다이어그램(diagram)이고, 상기 원심력들은, 예컨대 로터 동작 동안, 머신의 초전도 블록(block)들(예컨대, 와인딩들)이 겪게 될 수 있는 접선 하중 컴포넌트(component)(예컨대, 측방향(lateral) 컴포넌트) 및 반경방향 하중 컴포넌트 둘 다를 생성할 수 있다.

도 12는, 측방향으로 인접한 초전도 와인딩들의 적어도 일부분을 수용하도록 구성된 개개의 내부 리세스(interior recess)들을 정의하는 브라켓 어셈블리(bracket assembly)의 등각도이다.

도 13은, 초전도 와인딩들 및 개개의 아치(arch) 형상 지지부들을 도시하는, 도 12의 브라켓 어셈블리의 등각도이다. 브라켓 어셈블리는, 초전도 와인딩들이 겪게 될 수 있는 측방향 하중들을 전달하도록 배열된 측방향으로 연장되는 루프의 일 단부를 지지하도록 배열될 수 있다.

도 14는, 개개의 브라켓 어셈블리들을 포함하는 두 개의 예시적 베이스 모듈들의 측방향 어셈블리를 예시하는

부분 절취도이고, 상기 개개의 브라켓 어셈블리들은, 결합하여, 축방향으로 연장되는 와인딩 세그먼트(axially-extending winding segment)들에 대한 모듈식 브라켓 어셈블리(modular bracket assembly)를 형성한다.

도 15는, 축방향 하중들에 대한 대칭적 전달을 달성하기 위해 축방향으로 연장되는 루프들의 배향이 교번될 수 있음을 시각화하는데 도움이 될 수 있는 부분 등각도이다.

도 16은, 선행하는 도면들 중 몇몇에서 예시된 다양한 컴포넌트들 중 적어도 몇몇의 컴포넌트들의 어셈블리를 예시하는 등각도이고, 상기 적어도 몇몇의 컴포넌트들은, 결합하여, 예컨대, 머신의 정상 조건 및/또는 결합 조건 동안에 전개될 수 있는 힘들, 스트레스들, 스트레인들 및 순환 하중들을 기계적으로 견디면서 동시에, "따뜻한" 로터 코어로부터 초전도 와인딩들로의 열 전달을 실질적으로 감소시키는데 효과적일 수 있는, 본 발명의 양상들을 구현하는 와인딩 지지 장치를 형성한다.

도 17은 본 발명의 다른 예시적 실시예에 관한 하중-실림(carrying) 양상들을 개념화하기 위한 단순화된 자유물체도(free-body diagram)이고, 여기서 단일의 세장형 루프(single elongated loop)는, 적절한 지지 구조물과 결합하여, 반경방향 하중 및 접선 하중을 지지하는 것을 허용할 수 있다.

도 18은 반경방향 하중 및 접선 하중이 실리는 단일의 세장형 루프와 함께 사용될 수 있는 적절한 지지 구조물을 포함하도록 적응된 예시적 베이스 어셈블리를 예시하는 정면도(elevational view)이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 발명의 양상들을 구현하는 초전도 로터(50)가 도 1에 도시된다. 초전도 로터(50)는 길이방향으로 연장되는 축(52)(예컨대, 축방향)을 정의하고, 그리고 일반적으로 원통형으로 형성화된 코어(54) 및 동축으로 정렬된 로터 단부 섹션(section)들(55 및 57) -로터 단부 섹션들(55 및 57) 각각은 코어(54)의 단부 표면에 부착됨- 을 포함한다. 코어(54)의 재료, 예컨대 철과 같은 강자성 재료는 높은 투자율을 나타낸다.

[0009] 일 예시적 실시예에서, 초전도 로터(50)는 일반적으로 길이방향으로 연장되는, 레이스트랙(racetrack) 형상 초전도 코일 또는 와인딩(60)을 더 포함할 수 있고, 상기 초전도 코일 또는 와인딩(60)은, 로터(50)의 개개의 단부 섹션들(55 및 57)에 배치된 개개의 스페이서(spacer)들(55A 및 57A)을 통해 연장될 수 있는 반경방향으로 연장되는 와인딩 세그먼트들(60B)(예컨대, 반경방향)에 의해 연결된, 일반적으로 선형의 축방향으로 연장되는 와인딩 세그먼트들(60A)을 포함한다. 본 발명의 양상들이 레이스트랙 형상 와인딩 구성들로 제한되지 않음이 인식될 것이다. 다른 와인딩 구성들, 예컨대 새들(saddle) 형상 구성들, 그리고 다수의 와인딩들을 수용할 수 있는 다른 구성들이 사용될 수 있음이 인식될 것이다.

[0010] 일 예시적 실시예에서, 초전도 로터(50)는 전기 발전기의 로터로서 배열될 수 있고, 초전도 와인딩(60)은 전기 발전기 필드(field) (로터) 와인딩으로서 배열될 수 있다. 단부 섹션들 중 하나의 단부 섹션(55 또는 57)은, 스테이터(stator)에서 전기 발전을 위해 초전도 로터(50)에 회전 에너지(rotational energy)를 공급하기 위한 원동기에 로터(50)를 연결시키기 위한 터빈 커플링(turbine coupling)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 초전도 로터(50)는, 주위의 스테이터 와인딩에서 생성된 전기장에 응답하여 회전 에너지를 생성하기 위한 모터의 로터로서 배열될 수 있다.

[0011] 일 예시적 실시예에서, 단부 섹션(57)은 극저온 전달 커플링(68)을 포함할 수 있다. 다이내모일렉트릭 머신(dynamolectric machine)의 동작 동안 초전도 로터(50)가 회전하고 있을 때, 고정부 및 회전부(개별 부분들은 도 1에 예시되지 않음)를 포함할 수 있는 극저온 전달 커플링(68)은, 초전도 와인딩(60)을 상기 초전도 와인딩(60)의 임계 온도로 또는 그 미만으로 유지시키기 위해, 극저온 냉각기(미도시)로부터 초전도 와인딩(60)에 있는 폐쇄형 냉각제 흐름 경로들 또는 채널(channel)들로 냉각 유체(예컨대, 극저온 유체)를 공급한다. 냉각제는, 냉각제 채널들을 통과하며, 다시 극저온 냉각기로 순환되어(여기서 냉각제 온도는 낮아짐) 냉각제 채널들로 리턴(return)된다.

[0012] 극저온 냉각기의 요구되는 냉각 용량은, 초전도 발전기의 동작 동안 "따뜻한" 로터 코어(54) 및 그 주변부(surroundings)로부터 초전도 와인딩(60)으로 전달되는 열에 직접적으로 관련된다. 본 발명의 발명자들은, 예컨대 요구되는 냉각기 용량, 및 극저온 유체를 냉각시키기 위해 냉각기에 의해 소모되는 에너지가 감소될 수 있도록 하기 위한, 정상 및 일시적 동작 조건들 동안 이러한 열 전달을 실질적으로 감소시키도록 배열된 와인딩 지지 구조물을 제안한다.

[0013] 도 2-도 4는 도 1의 평면 3-3을 따르는 개개의 단면도들이다. 수반된 다양한 컴포넌트들 때문에, 이러한 도면들은, 본 발명의 양상들을 구현하는 와인딩 지지 장치의 예시적 실시예의 컴포넌트들을 점진적으로 도입시키는

데 사용될 것이다. 아이디어(idea)는, 독자를 당황하게 하는 것을 피하기 위해 와인딩 지지 장치를 형성하는 컴포넌트들을 점진적으로 도입시키는 것이다.

- [0014] 도 2는 로터 코어(54)에서 구성될 수 있는 캐비티(cavity)(70)를 예시한다. 캐비티(70)는, 로터 코어(54)로부터 초전도 블록들(예컨대, 와인딩들)(61A 및 61B)로의 방사열 전달(radiative heat transfer)을 제한하는 진공을 제공하는데 사용될 수 있는 크라이오스탯(cryostat)(72)을 수용하도록 구성될 수 있고, 상기 초전도 블록들(예컨대, 와인딩들)(61A 및 61B)은, 본 예시적 실시예에서, 초전도 와인딩(60)을 형성한다. 일 예시적 실시예에서, 크라이오스탯(72)은 비-자성 금속 또는 금속 합금, 예컨대 비-자성 스틸(non-magnetic steel)로 만들어질 수 있다.
- [0015] 캐비티(70)는 적절하게 형상화된 억제 구조물들, 예컨대 로터 동작 동안에 전개되는 원심력들 하에서 크라이오스탯(72)을 캐비티(70)에서 유지시키기 위해 크라이오스탯(72)의 대응하는 표면과 맞물리도록 구성된 숄더(shoulder)들(73)(예컨대, 용기부들)을 정의하도록 구성될 수 있다. 두 개의 초전도 블록들이 도면들에서 예시되지만, 다른 예시적 실시예들이 두 개보다 더 많거나 또는 더 적은 개수의 초전도 블록들을 가질 수 있기 때문에, 본 발명의 양상들이 임의의 특정 개수의 초전도 블록들로 제한되지 않음이 인식될 것이다.
- [0016] 초전도 와인딩들(61A 및 61B) 각각은, 알려진 초전도 HTS 재료로부터 형성된 복수의 초전도 테이프(tape)들로 구성될 수 있다. 기술분야의 당업자들에게 의해 이해될 바와 같이, 테이프들을 원하는 구성으로 어셈블링(assembly)하고 유지시키기 위해 적절한 접착제들 및 기술들이 사용될 수 있다. 아래의 설명은, "따뜻한" 로터 코어(54)로부터 초전도 와인딩들(61A 및 61B)로의 열 전달을 실질적으로 감소시키면서 동시에, 초전도 와인딩들(61A 및 61B)을 기계적으로 지지하기 위한 예시적 컴포넌트들을 도입시키도록 진행된다.
- [0017] 도 3은 저온들에서 비교적 높은 인장 강도, 및 높은 열적 저항률(예컨대, 스테인리스 스틸(stainless steel)의 열적 전도율에 비해 낮은 열적 전도율)을 갖는 재료, 예컨대 섬유 강화된 폴리머(FRP; fiber-reinforced polymer) 재료로부터 형성될 수 있는 한 쌍의 세장형 루프들(74)을 예시한다. 따라서, FRP 재료는 열 흐름에 실질적으로 저항력 있는 섬유 강화된 복합 재료(fiber-reinforced composite material)의 일 예이다.
- [0018] 각각의 루프(74)는 초전도 와인딩들(61A 및 61B)에 반경방향 지지를 제공하기 위해 근단부(76)로부터 말단부(distal end)(78)로 연장된다. 본 예에서, 말단부(78)는 로터 축(52)(도 1)에 대해 반경방향으로 말단부를 구성한다. 루프들(74)의 FRP 재료는, 따뜻한 로터 코어(54)로부터 초전도 와인딩들(61A 및 61B)로의 열 흐름에 실질적으로 저항한다. 루프들(74)과 초전도 와인딩들(61A 및 61B) 사이의 전도성 열적 커플링을 감소시키기 위해 각각의 루프(74)와 초전도 와인딩들(61A 및 61B)의 대응하는 측방향 표면 사이에 갭(gap)(75)(예컨대, 반경방향으로 연장되는 갭)이 제공될 수 있다. 초전도 와인딩들(61A 및 61B)의 말단 에지(distal edge)(79)(예컨대, 상부 측방향 에지)에서 루프들(74)과 초전도 와인딩들(61A 및 61B) 사이에 접촉이 제공될 수 있다.
- [0019] 이어지는 설명으로부터 인식되어야 하는 바와 같이, 각각의 루프(74)는 초전도 와인딩들(61A 및 61B) 상에 가해지는 원심 하중들을 로터 코어(54)로 효과적으로 전달하도록 배열될 수 있다. 도 3은 한 쌍의 지지부들(80)(예컨대, 아치 형상 지지부들)의 예시적 실시예를 추가로 도시하고, 상기 지지부들(80) 각각은, 루프들(74)의 개개의 말단부(78)와 초전도 와인딩들(61A 및 61B)의 대응하는 표면(예컨대, 최상단 표면) 사이에 각각 배치된다. 아치 형상 지지부들(80)은 알루미늄(aluminum), 알루미늄 합금, 또는 다른 적절한 비교적 가벼운 무게의 섬유 강화된 복합 재료로부터 만들어질 수 있다. 아래의 설명은, "따뜻한" 로터 코어(54)로부터 초전도 와인딩들(61A 및 61B)로의 열 전달을 실질적으로 감소시키면서 동시에, 초전도 와인딩들(61A 및 61B)을 기계적으로 지지하기 위한 추가적인 컴포넌트들을 도입시키도록 진행된다.
- [0020] 도 4는 로터 코어에 대해 각각의 루프(74)를 상기 각각의 루프(74)의 개개의 근단부(76)에서 앵커링시키도록 구성된 복수의 베이스 모듈들(89)(예컨대, 도 6-도 8)을 포함하는 베이스 어셈블리(84)를 도시한다. 일 예시적 실시예에서, 베이스 모듈들(89)은 측방향으로 연장되는 앵커링 빔을 형성하도록 배열될 수 있고, 이러한 모듈들은 레고(Lego)형 인터록킹 빌딩 블록(interlocking building block)들로 개념적으로 유추될 수 있다. 초전도 와인딩들(61A 및 61B)의 측방향으로 연장되는 와인딩 세그먼트들(60A)(도 1)의 라우팅(routing)을 조장하는데 베이스 어셈블리(84)의 모듈식 양상들이 도움이 된다는 것이 인식될 것이다.
- [0021] 베이스 어셈블리(84)는 임의의 다양한 재료들, 예컨대 스틸, 알루미늄, 알루미늄 합금, 섬유 강화된 복합 재료로 만들어질 수 있고, 크라이오스탯(72)에 의해 에워싸이도록 구성될 수 있으며, 여기서 베이스 어셈블리(84)는, 로터 동작 동안에 전개되는 원심력들 하에서 크라이오스탯(72)과 함께 숄더들(73)(도 2)에 의

해 캐비티(70)에서 유지된다. 일 예시적 실시예에서, 크라이오스탯(72)은, 부분적으로, 베이스 어셈블리(84)를 에워싸도록 구성될 수 있고, 그리고 와인딩 지지 장치 및 초전도체 와인딩들 주위에 진공을 형성하기 위해 캐비티(70) 밖으로 연장되도록 추가로 구성될 수 있다.

[0022] 일 예시적 실시예에서, 베이스 어셈블리(84)는, 각각의 루프(74)의 개개의 근단부(76)를 수용하고 인접한 베이스 모듈에 기계적 연결(예컨대, 축방향 연결)을 제공하도록 구성된 관형 커플링(86)을 포함할 수 있다. 도 4는 전자기 차폐물(82)을 추가로 예시하고, 상기 전자기 차폐물(82)은 일시적 전자기장들로부터 초전도 와인딩들(61A 및 61B)을 차폐시키기 위해 로터(54)에 연결될 수 있다. 차폐물(82)은, 전기적으로 전도성이고 비-자성인 재료, 예컨대 알루미늄 또는 구리로 만들어질 수 있다.

[0023] 도 5는 예시적 베이스 모듈(89)의 부분 등각도이고, 상기 예시적 베이스 모듈(89)은, 부가적인 베이스 모듈들과 결합하여, 베이스 어셈블리(84)(도 4)를 형성할 수 있다. 일 예시적 실시예에서, 각각의 베이스 모듈(89)은, 암(female) 커플러(90)의 적어도 일부분을 수용하도록 구성된 수(male) 커플러(88)를 포함할 수 있고, 상기 암 커플러(90)는, 자신의 외부 지름의 일부분에 걸쳐, 대응하는 루프(74)의 근단부를 수용한다. 암 커플러가 또한 축방향으로 인접한 베이스 모듈의 수 커플러에 의해 수용될 수 있도록, 암 커플러(90)의 축방향 치수는 수 커플러(88)의 축방향 치수에 비해 충분히 길 수 있다.

[0024] 도 6은 두 개의 베이스 모듈들(89₁ 및 89₂)의 부분 분해도이고, 상기 두 개의 베이스 모듈들(89₁ 및 89₂) 각각은 개개의 암 커플러들(90)을 통해 축방향으로 서로 상호연결될 수 있는 개개의 수 커플러들(88₁ 및 88₂)을 갖는다. 예시의 단순성을 위해, 딱 한 개의 암 커플러(90)가 도 6에 도시된다. 부가적인 암 커플러(90)가 베이스 모듈들(89₁ 및 89₂)의 나머지 수 커플러들을 상호연결시키는데 사용될 것이다.

[0025] 도 7은 개개의 세장형 루프들(74)을 포함하는 두 개의 예시적 베이스 모듈들(89₁ 및 89₂)의 축방향 어셈블리를 예시하는 부분 절취도이다. 도 3-도 7의 상황에서 설명되는 관형 커플링이 세그멘팅된 관형 커플링 어레이먼트의 예임이 인식될 것이다. 본 발명의 양상들이 세그멘팅된 관형 커플링 어레이먼트로 제한되지 않음이 이해될 것이다. 예컨대, 연속적인 관형 커플링 어레이먼트가 사용될 수 있다. 예컨대, 도 8에 도시된 바와 같이, 앞의 세그멘팅된 커플링 어레이먼트 대신에, 각각의 루프(74)를 상기 각각의 루프(74)의 개개의 근단부(76)에서 앵커링시키기 위해 하나 또는 그 초과 연속적인 로드들(92)이 사용될 수 있다.

[0026] 본 발명의 양상들이 로터 캐비티에서 크라이오스탯에 배치된 베이스 어셈블리(84)로 제한되지 않음이 인식될 것이다. 예컨대, 로터 캐비티에 수용된 베이스 어셈블리(84)(및 연관된 관형 커플링 구조물들) 대신에, 루프들(74)에 대한 앵커링 구조물들(93)이 구성될 수 있음 - 여기서, 이러한 앵커링 구조물들은 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이 머신의 로터 코어와 통합됨 - 이 고려된다. 본 예시적 실시예에서, 크라이오스탯은, 원통형 구조물인 로터 코어에 대해 외부에 배치될 수 있고, 그리고 와인딩 지지 장치 및 초전도체 와인딩들 주위에 진공을 형성하기 위해 로터 코어(54)를 둘러싸도록 부착 및 배열될 수 있다.

[0027] 도 11은, 초전도 와인딩들(61A 및 61B)의 포지셔닝(positioning)이 반경방향과 일치하지 않을 수 있음을 시각적으로 인식하는데 사용된다. 그러므로, 로터 동작 동안, 원심력들은 초전도 와인딩들(61A 및 61B)이 꺾게 될 접선 하중 컴포넌트(94)(예컨대, 축방향 컴포넌트) 및 반경방향 하중 컴포넌트(96) 둘 다를 생성할 수 있다. 아래의 설명은, 이러한 접선 하중 컴포넌트 및 반경방향 하중 컴포넌트의 존재를 고려하여, 초전도 와인딩들(61A 및 61B)을 기계적으로 지지하기 위해 사용되는 컴포넌트들을 도입하도록 진행된다.

[0028] 도 12는 브라켓 어셈블리(100)의 등각도이고, 상기 브라켓 어셈블리(100)는, 도 13에 예시된 것처럼, 개개의 아치형상 지지부들(80) 및 초전도 와인딩들(61A 및 61B)(예컨대, 축방향으로 인접한 와인딩들)의 적어도 일부분을 수용하도록 구성된 개개의 내부 리세스들(101)을 정의한다. 일 예시적 실시예에서, 브라켓 어셈블리(100)는 세 개의 서브어셈블리(subassembly)들, 예컨대 브라켓 서브어셈블리들(100₁, 100₂, 및 100₃)로 형성될 수 있다.

[0029] 본 예시적 실시예에서, 서브어셈블리(100₁)는 인버팅(inverting)된 숫자 "3" 구조물로서 형상화될 수 있고, 서브어셈블리들(100₂, 및 100₃)은 상호 마주보는 "L"자 형상 구조물들로서 형상화될 수 있다. 서브어셈블리들(100₁, 100₂, 및 100₃)의 주변부의 개개의 부분들은, 예컨대 티타늄(titanium) 또는 높은 인장 강도의 다른 금속으로 만들어질 수 있는 스트랩(strap)(103)에 의해 스트랩핑(strapping)될 수 있다. 일 예시적 실시예에서, 스트랩(103)은, 서브어셈블리들(100₁, 100₂, 및 100₃)을 타이트(tight)하게 서로 상호연결된 상태로 유지시키고 접선 하중 하에서 이러한 서브어셈블리들의 분리(예컨대, 서브어셈블리들(100₂, 및 100₃)의 오픈링(opening) 분

리)를 막도록 효과적으로 배열될 수 있다.

- [0030] 브라켓 서브어셈블리들(100₂ 또는 100₃)은, 측방향으로 연장되는 루프(106)의 일 단부를 지지하도록 배열된 제1 핀(pin)(104)(도 13)을 수용하기 위한 개개의 오프닝들(102)을 포함할 수 있고, 상기 측방향으로 연장되는 루프(106)는 (반경방향 지지 루프(74)처럼) 열 흐름에 실질적으로 저항력 있는 재료(예컨대, FRP 재료 등등)로 또한 만들어질 수 있다. 개개의 베이스 모듈의 중심부(109)에 연결될 수 있는 제2 핀(108)에 의해, 측방향으로 연장되는 루프(106)의 다른 단부가 지지될 수 있다. 다시 말해, 핀(108)은, 베이스 어셈블리의 일부분(109)과 결합하여, 초전도 와인딩들(61A 및 61B)이 겪게 되는 측방향 하중들을 측방향으로 연장되는 루프(106)를 통해 로터 코어(54)에 전달하기 위한 앵커(anchor) 지점을 포함한다.
- [0031] 도 14는 두 개의 예시적 베이스 모듈들(89₁ 및 89₂)의 측방향 어셈블리를 예시하는 부분 절취도이고, 상기 두 개의 예시적 베이스 모듈들(89₁ 및 89₂)은 개개의 브라켓 어셈블리들(100)을 포함하며, 상기 개개의 브라켓 어셈블리들(100)은, 결합하여, 측방향으로 연장되는 와인딩 세그먼트들(60A)(도 1)에 대한 모듈식 브라켓 어셈블리를 형성한다. 도 15로부터 인식되어야 하는 바와 같이, 측방향 하중들에 대한 대칭적 전달을 제공하기 위해, 일 예시적 실시예에서, 측방향으로 연장되는 루프들(106)의 배향이 교번될 수 있다. 예컨대, 도 13에서는, 핀(104)이 앵커 핀(108)에 대해 우측에 위치됨이 인식될 수 있는 반면에, 도 15에서는, 그 다음의 측방향으로 인접한 브라켓 어셈블리에 있는 핀(104)이 앵커 핀(108)에 대해 좌측에 위치됨이 인식될 수 있다.
- [0032] 따라서, 일 예시적 실시예에서, 측방향으로 연장되는 루프들(106)은, 지향적으로 교번하도록 배열된 측방향으로 연장되는 루프들의 측방향 시퀀스(sequence)를 형성할 수 있어, 이 시퀀스에서의 제1 측방향으로 연장되는 루프(예컨대, 도 13의 측방향 루프(106))는 자신의 제1 단부가 대응하는 브라켓 어셈블리에 의해 어셈블리의 제1 측방향 단부에서 기계적으로 지지되게 한다(예컨대, 도 13에 도시된 바와 같이, 루프(106)는 핀(104)에 의해 지지될 수 있고, 본 예시의 경우에서 상기 핀(104)은 앵커 핀(108)에 대해 우측에 위치됨). 이 시퀀스에서의 제2 측방향으로 인접한 측방향으로 연장되는 루프(예컨대, 도 15의 측방향 루프(106))는 자신의 제1 단부가 대응하는 브라켓 어셈블리에 의해 어셈블리의 제2 측방향 단부에서 기계적으로 지지되게 할 수 있다(예컨대, 도 15에 도시된 바와 같이, 루프(106)는 핀(104)에 의해 지지될 수 있고, 본 경우에서 상기 핀(104)은 앵커 핀(108)에 대해 좌측에 위치됨). 본 예시적 실시예에서, 대응하는 어셈블리들의 제1 단부 및 제2 단부는 상호 마주보는 측방향 단부들에 대응할 수 있고, 따라서 측방향으로 연장되는 루프들의 지향적으로 교번하는 시퀀스는, 접선 하중을 로터 코어에 대칭적으로 전달하기 위해 측방향을 따라서 효율적으로 배열될 수 있다.
- [0033] 본 발명의 양상들이, 접선 하중을 로터 코어에 대칭적으로 전달하기 위하여, 측방향으로 연장되는 루프들의 지향적으로 교번하는 시퀀스로 제한되지 않음이 인식될 것이다. 예컨대, 측방향으로 연장되는 루프들의 측방향으로 인접한(나란히 있는) 쌍들은, 이러한 루프들의 개개의 제1 단부들이 주어진 브라켓 어셈블리의 상호 마주보는 측방향 단부들에 각각 연결될 수 있고 그리고 이러한 루프들의 개개의 제2 단부들이 개개의 베이스 모듈의 중심부(109)에 앵커링(예컨대, 공동으로 앵커링)될 수 있도록 배열될 수 있다.
- [0034] 도 14에서, 브라켓 어셈블리(100)(예컨대, 베이스 모듈들(89₁ 및 89₂)에 의해 공유되는 중간 브라켓 어셈블리(100))가 측방향으로 인접한 세장형 루프들(74)의 개개의 쌍들의 대응하는 부분들 사이에 끼어질 수 있음이 인식될 수 있다.
- [0035] 도 16은 선행하는 설명에서 설명된 다양한 컴포넌트들 중 적어도 몇몇의 컴포넌트들의 어셈블리를 예시하는 등 각도이고, 상기 적어도 몇몇의 컴포넌트들은, 결합하여, 예컨대 머신의 정상 조건 및/또는 결합 조건 동안에 전개될 수 있는 힘들, 스트레스들, 스트레인들 및 순환 하중들을 기계적으로 견디면서 동시에, "따뜻한" 로터 코어로부터 초전도 와인딩으로의 열 전달을 실질적으로 감소시키는데 효과적일 수 있는, 본 발명의 양상들을 구현하는 와인딩 지지 장치를 형성한다.
- [0036] 따라서 지금까지의 설명이, 측방향으로 연장되는 루프들(106)과 결합하여, 원심 하중 및 접선 하중이 실리는 하나 또는 그 초과인 세장형 루프들(74)을 참조했지만, 본 발명의 양상들이 하나 또는 그 초과인 세장형 루프들(74), 및 이러한 원심 하중 및 접선 하중이 함께 실리도록 배열된, 화살표들(120)(도 17)에 의해 개념적으로 표현된, (측방향으로 연장되는 루프들(106) 이외의(그리고/또는 측방향으로 연장되는 루프들(106)과 결합되는)) 적절한 지지 구조물을 통해 구현될 수 있음이 고려된다.
- [0037] 도 18에 예시된 바와 같이, 일 예시적 실시예에서, 지지 구조물(120)은 하나 또는 그 초과인 범퍼(bumper)들을 포함할 수 있고, 상기 하나 또는 그 초과인 범퍼들은, 접선 지지를 제공하기 위해, 베이스 어셈블리(130)의 일

부일 수 있거나 또는 그렇지 않으면 상기 베이스 어셈블리(130) 상에 구성될 수 있다. 본 예시적 실시예에서, 크래들(cradle)(110)은 초전도 와인딩(61)을 수용하기 위한 리세스를 포함할 수 있다. 일 예시적 실시예에서, 크래들(110)은, 세장형 루프의 개개의 말단부(78)를 수용할 수 있는 아치 형상 외부 표면을 포함할 수 있다. 크래들(110)은, 적절한 극저온 유체를 전달하기 위한 하나 또는 그 초과인 통로들(112)을 포함할 수 있다. 본 발명의 양상들이 통로들(112)과 관련하여 임의의 특정 어레인지먼트로 제한되지 않음이 기술분야의 당업자에 의해 인식될 것이다. 예컨대, 냉각 통로들이 와인딩(61) 내에 구성될 수 있음이 고려된다. 일 예시적 실시예에서, 크래들(110)은 하나 또는 그 초과인 무게 감소 오프닝들(114)을 포함할 수 있다. 크래들(110)은 알루미늄, 알루미늄 합금, 또는 다른 적절한 비교적 가벼운 무게의 섬유 강화된 복합 재료로 만들어질 수 있다.

[0038] 도 18은 페데스탈(pedestal) 지지부(116)를 추가로 도시하고, 상기 페데스탈 지지부(116)는 크래들(110)에 있는 리세스의 바닥을 폐쇄하고 그리고 초전도 와인딩(61)을 지지하기 위한 페데스탈을 제공한다. 페데스탈(116)은 열가소성 폴리머(thermoplastic polymer) 재료 또는 유사한 단열 재료로 만들어질 수 있다. 페데스탈 지지부(116)는 아치 형상 표면(118)을 더 포함할 수 있고, 일 예시적 실시예에서 상기 아치 형상 표면(118)은 베이스 어셈블리(130)에 의해 지지될 수 있다. 브라켓 어셈블리(100)(예컨대, 도 16), 크래들(110), 및 페데스탈 지지부(116)는, 초전도 와인딩(61)을 수용하는데 사용될 수 있는 개개의 어셈블리들의 예들이다.

[0039] 예컨대, 정적 조건들 동안(어떠한 로터 회전도 없음) 또는 로터의 비교적 낮은 분당 회전수(RPM:revolution per minute)(예컨대, 대략 100 RPM 내지 대략 300 RPM의 범위에 있음)을 포함하는 회전 조건들 동안, 페데스탈 지지부(116)는, 베이스 어셈블리(130)의 대응하는 주변부(134) 상에서 적어도 하나 또는 그 초과인 일부부들을 따라서 구성될 수 있는 하나 또는 그 초과인 시이트(seat)들(132)과 접촉될 수 있다. 반대로, 로터의 비교적 더 높은 분당 회전수(RPM)(예컨대, 대략, 앞의 예시적 범위를 초과함)을 포함하는 회전 조건들 동안, 원심력들에 응답하여, 페데스탈 지지부(116)의 표면(118)과 시이트들(132) 사이에 비교적 작은 갭(G)(예컨대, 대략 몇 밀리미터(millimeter)임)이 형성될 수 있고, 이 갭은 "따뜻한" 로터 코어(54)로부터 초전도 와인딩(61)으로의 전도성 열적 전달을 감소시키는데 효과적일 수 있다.

[0040] 지지 구조물(120)은 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 예컨대, 지지 구조물(120)은 연속적인 범퍼(121)로서 구현될 수 있다. 이러한 연속적 구조물은 듀얼(dual) 기능성을 제공할 것이다. 예컨대, 제1 범퍼부(122)는 정적 조건들 또는 비교적 저속 로터 동작 동안 시이트(132)에 의해 제공되는 지지 기능을 제공할 수 있고, 제2 범퍼부(124)는 접선 지지를 제공할 것이며, 상기 접선 지지는 그렇지 않으면 측방향으로 연장되는 루프들에 의해 맡아졌었을 것이다. 본 예시적 실시예에서, 제2 범퍼부(124)는 시이트(132)의 연장부로서 보일 수 있고, 범퍼부들(122 및 124)은 베이스 어셈블리(130)의 주변부(134)를 정의할 것이다.

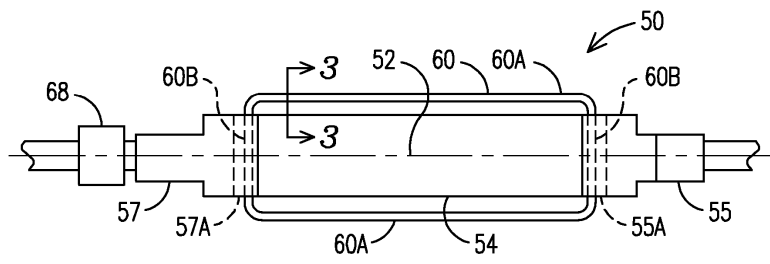
[0041] 일 대안적 실시예에서, 지지 구조물(120)은 주변부(134)를 따라서 있는 이산적인 범퍼 구조물로서 구현될 수 있다. 예컨대, 하나 또는 그 초과인 이산적인 범퍼들(126)이 접선 지지를 제공할 것이고, 상기 접선 지지는 그렇지 않으면 측방향으로 연장되는 루프들에 의해 맡아졌었을 것이다. 위에서 설명된 측방향으로 연장되는 루프들이 지지 구조물(120)의 일 예시적 실시예로서 대략적으로 개념화될 수 있음이 인식될 것이다.

[0042] 베이스 어셈블리(130)는, 비교적 넓은 범위의 열적 전도율 특징들을 포함할 수 있는 다양한 재료들, 예컨대 스틸, 알루미늄, 알루미늄 합금, 섬유 강화된 복합 재료 중 임의의 재료로부터 만들어질 수 있다. 베이스 어셈블리(130)가 비교적 높은 열적 전도율을 갖는 재료로부터 만들어지는 예시적 경우들에서, 지지 구조물(120)은 적절한 단열 재료의 코팅(coating)을 선택적으로 포함할 수 있거나, 또는 지지 구조물(120)은 선택적으로, 베이스 어셈블리(130)의 열적 전도율에 비해 더 낮은 열적 전도율을 갖는 재료로 만들어질 수 있다. 다른 예시적 경우들에서, 베이스 어셈블리(130)가 비교적 낮은 열적 전도율을 이미 포함하는 재료(예컨대, 섬유 강화된 복합물)로 만들어지는 경우, 지지 구조물(120)과 관련하여 추가적인 단열은 사용될 필요가 없다.

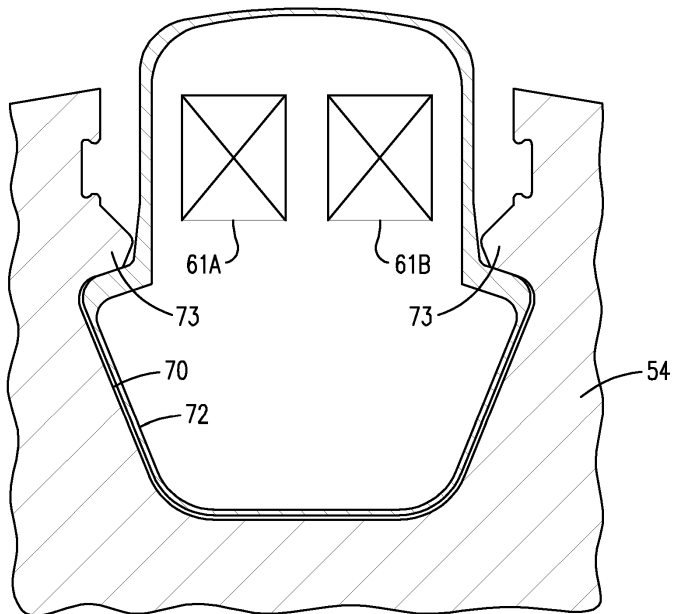
[0043] 본 발명의 다양한 실시예들이 본원에서 도시 및 설명되었지만, 이러한 실시예들이 예로서만 제공됨이 명백할 것이다. 본원의 본 발명으로부터 벗어남 없이, 많은 변형들, 변경들 및 치환들이 이루어질 수 있다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항들의 사상 및 범위에 의해서만 제한됨이 의도된다.

도면

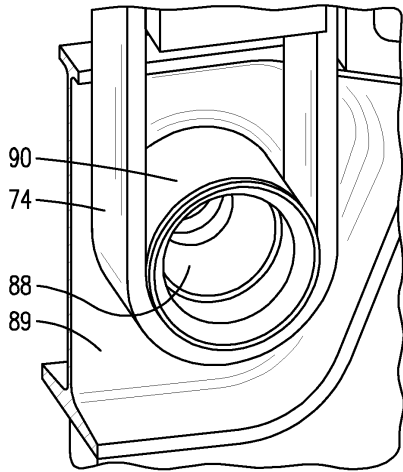
도면1



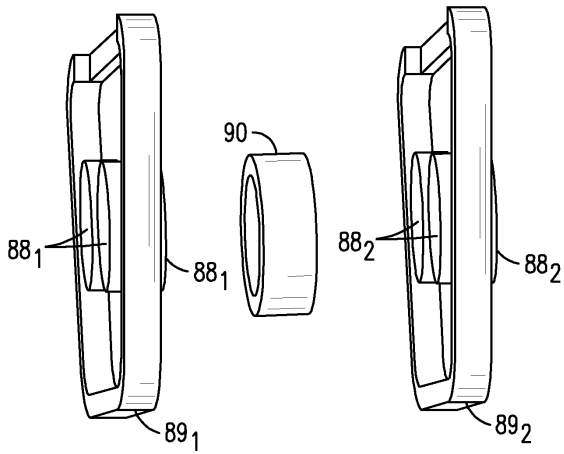
도면2



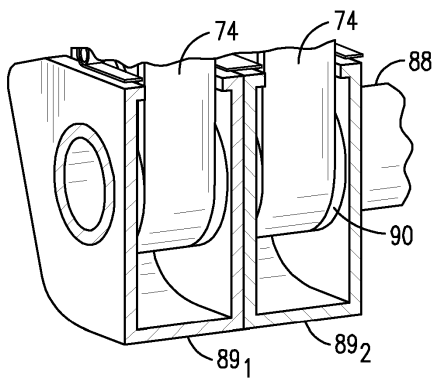
도면5



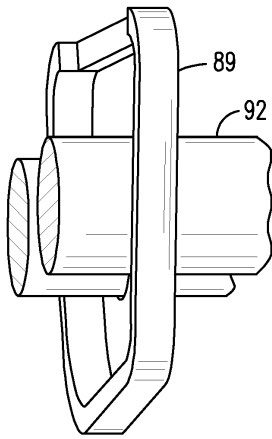
도면6



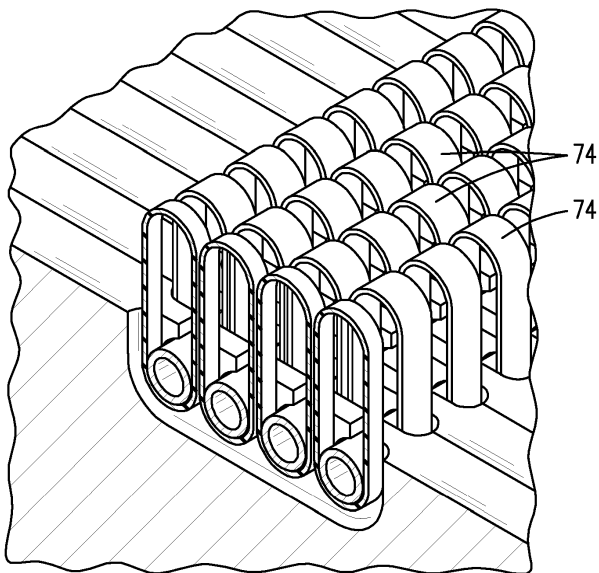
도면7



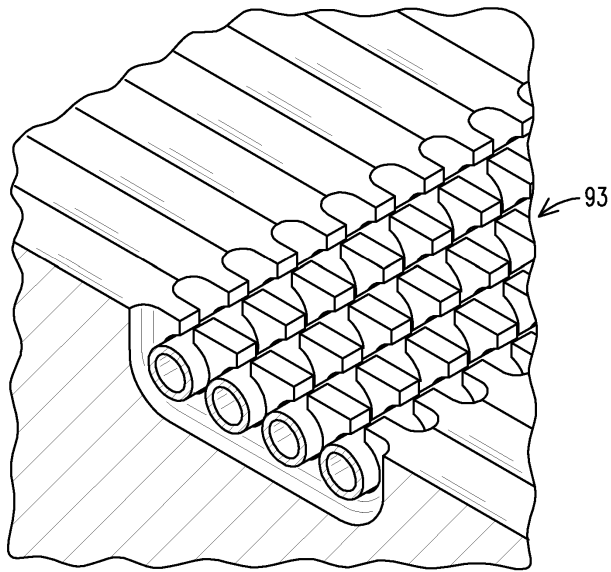
도면8



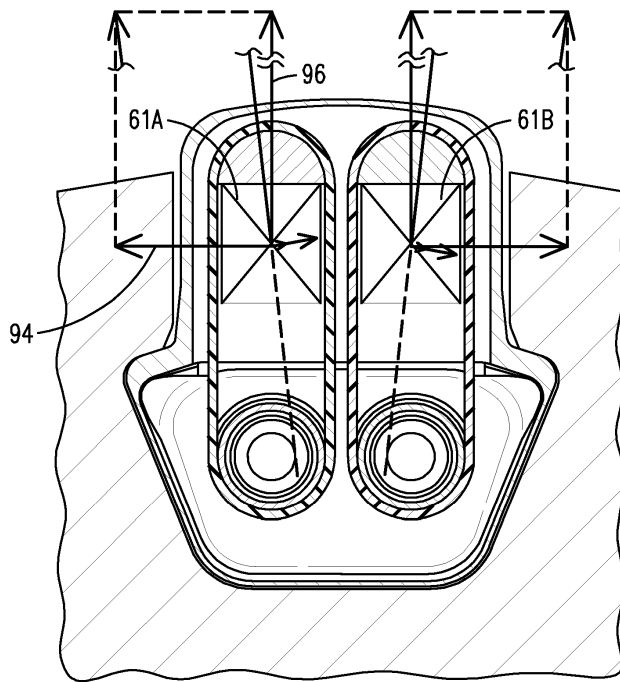
도면9



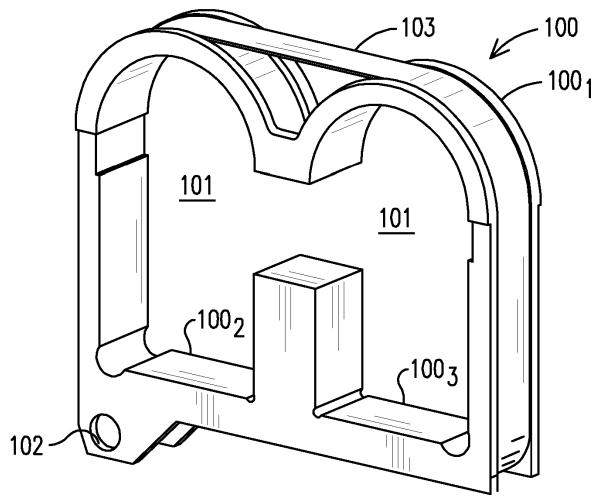
도면10



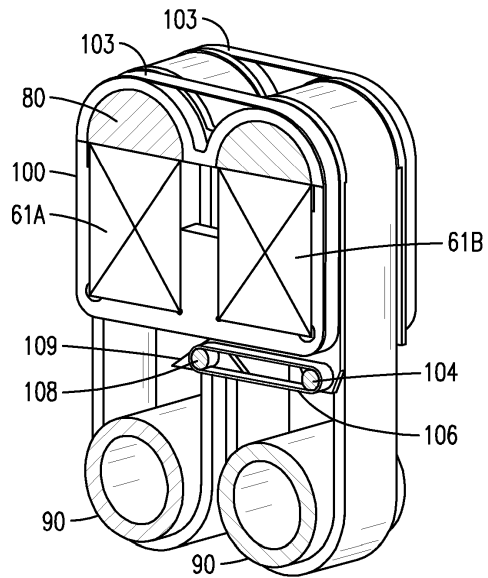
도면11



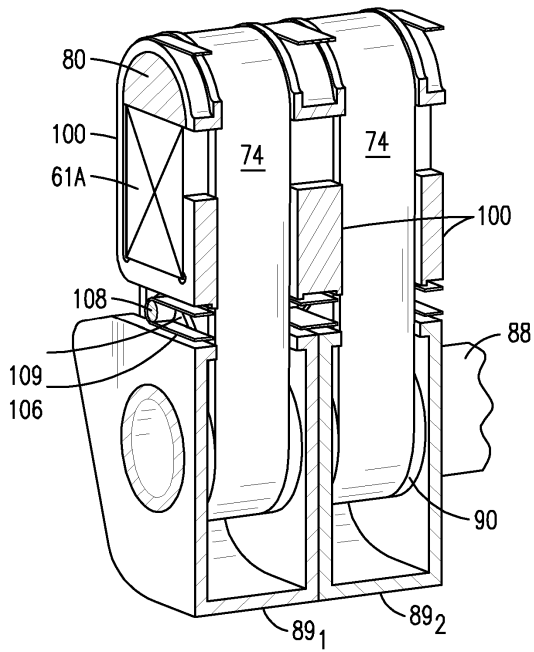
도면12



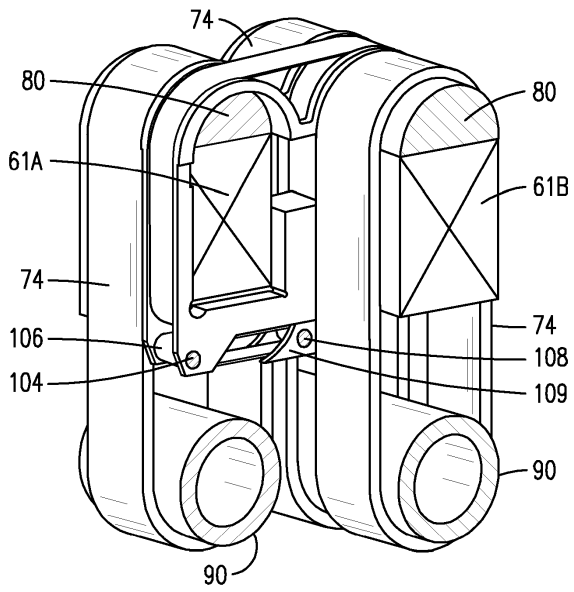
도면13



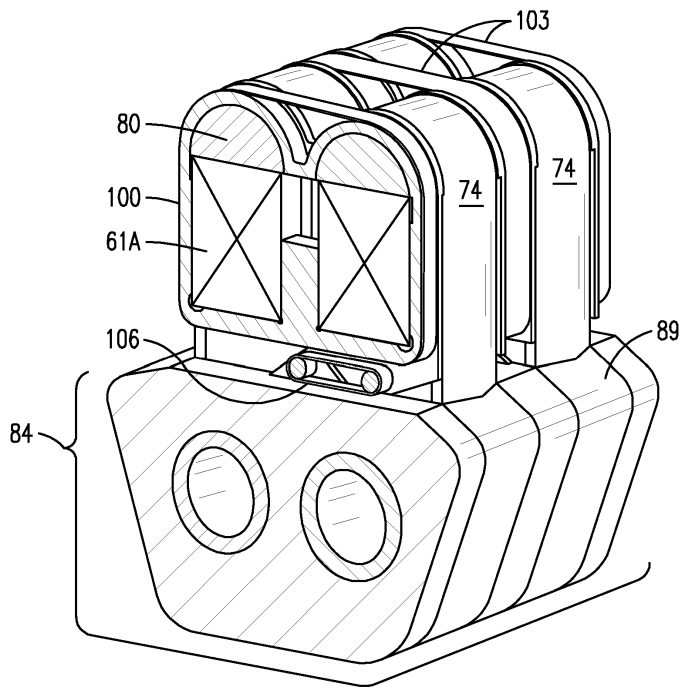
도면14



도면15



도면16



도면17

