



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0039458
(43) 공개일자 2025년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 55/04 (2006.01) F03D 9/25 (2016.01)
H02K 3/47 (2006.01) H02K 7/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 55/04 (2013.01)
F03D 9/25 (2023.08)
(21) 출원번호 10-2025-7005641
(22) 출원일자(국제) 2022년07월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년02월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2022/038027
(87) 국제공개번호 WO 2024/019737
국제공개일자 2024년01월25일

(71) 출원인
제너럴 일렉트릭 레노바블레스 에스빠냐 에스.엘.유.
스페인 바르셀로나 씨.피. 08005 칼레 락 보로나트 78
(72) 발명자
포가티 제임스 마이클
미국 12345 뉴욕 웨벡테디 원 리버 로우드 제너럴 일렉트릭 캄파니 내
헤베르트 커티스 모리스
미국 12345 뉴욕 웨벡테디 원 리버 로우드 제너럴 일렉트릭 캄파니 내
(74) 대리인
김태홍, 김진희

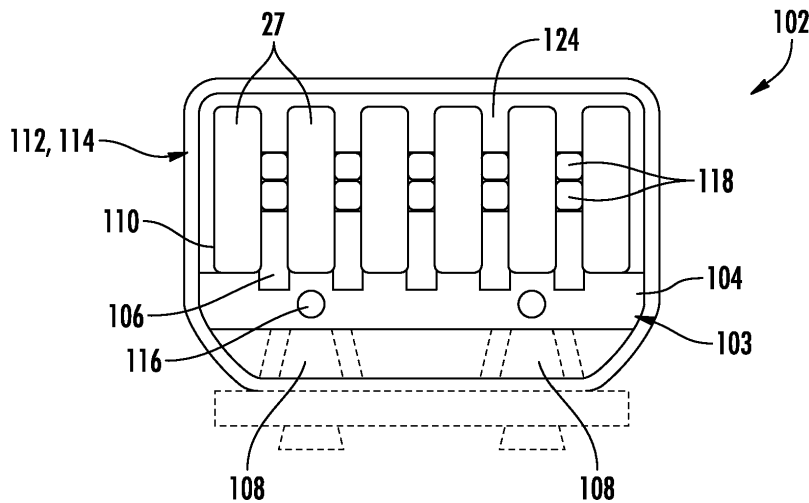
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 초전도 기계를 위한 섬유 강화 복합재 전기자 권선 지지 구조물

(57) 요약

회전식 기계가, 계자 권선 조립체 및 복수의 권선 모듈을 구비하는 전기자 권선 조립체를 포함한다. 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물을 포함한다. 전기자 권선 지지 구조물은, 몸체 및, 몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯을 포함한다. 복수의 슬롯은, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트를 수용하고 지지한다. 전기자 권선 지지 구조물은, 몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바 및 복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물을 더 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H02K 3/47 (2013.01)

H02K 7/1838 (2013.01)

H02K 2213/12 (2013.01)

Y02E 10/70 (2013.01)

Y10S 505/876 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

회전식 기계로서,

계자 권선 조립체;

복수의 권선 모듈을 포함하는 전기자 권선 조립체로서, 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물을 포함하고, 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물은:

몸체;

몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯으로서, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트를 수용하고 지지하는 것인, 복수의 슬롯;

몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바; 및

복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물

을 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체

를 포함하는 것인, 회전식 기계.

청구항 2

제1항에 있어서,

몸체는, 하나 이상의 자성 적층체로 구성되는 것인, 회전식 기계.

청구항 3

제1항에 있어서,

복수의 지지 바는, 금속 또는 금속 합금으로 구성되고, 복수의 지지 바 중의 하나 이상은, 섬유 강화 복합재 구조물 상에 작용하는 힘을 회전형 기계의 회전 가능한 구성요소로 축방향으로 전달하도록 하기 위해, 복수의 권선 모듈 중 하나의 전체 축방향 길이로 연장되는 것인, 회전식 기계.

청구항 4

제1항에 있어서,

섬유 강화 복합재 구조물은, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드를 포함하는 것인, 회전식 기계.

청구항 5

제4항에 있어서,

하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드는, 유리 섬유들, 합성 섬유들, 중합체 섬유들, 목재 섬유들, 세라믹 섬유들, 금속 섬유들, 탄소 섬유들, 또는 이들의 조합들 중의 적어도 하나로 구성되는 것인, 회전식 기계.

청구항 6

제1항에 있어서,

섬유 강화 복합재 구조물은, 몸체 및 복수의 전도 코일의 하위 세트 둘레에 감기며, 그리고 복수의 권선 모듈 중의 하나를 형성하기 위해 그들 상에서 경화되는 것인, 회전식 기계.

청구항 7

제1항에 있어서,

복수의 권선 모듈은 각각, 개별적인 권선 모듈에 압축을 제공하기 위한 하나 이상의 축방향-연장 스티드를 더 포함하는 것인, 회전식 기계.

청구항 8

제1항에 있어서,

복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일에 인접하게 또는 그 내부에 배열되는 하나 이상의 냉각 채널을 더 포함하는 것인, 회전식 기계.

청구항 9

제1항에 있어서,

인접한 톱니들은, 몸체 내에 형성되는 복수의 리세스 내부에 배열되는 복수의 웨지 톱니를 포함하는 것인, 회전식 기계.

청구항 10

제9항에 있어서,

섬유 강화 복합재 구조물 내부에서 복수의 전도 코일 둘레로 연장되는 코일 커버 구조물을 더 포함하는 것인, 회전식 기계.

청구항 11

제1항에 있어서,

복수의 권선 모듈은 각각, 전기자 권선 조립체의 둘레에 대해 약 10도로부터 약 20도까지 연장되는 것인, 회전식 기계.

청구항 12

제1항에 있어서,

계자 권선 조립체 및 전기자 권선 조립체 중의 적어도 하나는, 초전도 코일들을 구비하는 초전도 권선 조립체인 것인, 회전식 기계.

청구항 13

전기자 권선 조립체로서,

복수의 권선 모듈로서, 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물을 포함하고, 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물은:

몸체;

몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯으로서, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트를 수용하고 지지하는 것인, 복수의 슬롯;

몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바; 및

복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물

을 포함하는 것인, 복수의 권선 모듈

을 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체.

청구항 14

제13항에 있어서,

몸체는, 하나 이상의 자성 적층체로 구성되는 것인, 전기자 권선 조립체.

청구항 15

제13항에 있어서,

복수의 지지 바는, 금속 또는 금속 합금으로 구성되고, 복수의 지지 바 중의 하나 이상은, 섬유 강화 복합재 구조물 상에 작용하는 힘을 회전형 기계의 회전 가능한 구성요소로 축방향으로 전달하도록 하기 위해, 복수의 권선 모듈 중 하나의 전체 축방향 길이로 연장되는 것인, 전기자 권선 조립체.

청구항 16

제13항에 있어서,

섬유 강화 복합재 구조물은, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드를 포함하고, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드는, 유리 섬유들, 합성 섬유들, 중합체 섬유들, 목재 섬유들, 세라믹 섬유들, 금속 섬유들, 탄소 섬유들, 또는 이들의 조합들 중의 적어도 하나로 구성되는 것인, 전기자 권선 조립체.

청구항 17

제13항에 있어서,

섬유 강화 복합재 구조물은, 몸체 및 복수의 코일의 하위 세트 둘레에 감기며, 그리고 복수의 권선 모듈 중의 하나를 형성하기 위해 그들 상에서 경화되는 것인, 전기자 권선 조립체.

청구항 18

제13항에 있어서,

복수의 권선 모듈은 각각, 개별적인 권선 모듈에 압축을 제공하기 위한 하나 이상의 축방향-연장 스티드를 더 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체.

청구항 19

제13항에 있어서,

인접한 톱니들은, 몸체 내에 형성되는 복수의 리세스 내부에 배열되는 복수의 웨지 톱니를 포함하며, 그리고 전기자 권선 지지 구조물은, 섬유 강화 복합재 구조물의 내부에서 복수의 코일 둘레로 연장되는 코일 커버 구조물을 더 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체.

청구항 20

제13항에 있어서,

복수의 권선 모듈은 각각, 전기자 권선 조립체의 둘레에 대해 약 10도로부터 약 20도까지 연장되는 것인, 전기자 권선 조립체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 개괄적으로, 초전도 기계들에, 더욱 구체적으로 초전도 기계들을 위한 전기자 권선 지지 구조물들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 풍력 터빈은, 환경적으로 안전하며 그리고 상대적으로 저렴한 대안적인 에너지 공급원으로서 증가된 관심을 받았다. 이러한 증가하는 관심과 더불어, 상당한 노력이, 신뢰할 수 있으며 그리고 효율적인 풍력 터빈들을 개발하기 위해 이루어졌다. 일반적으로, 풍력 터빈은, 로터 허브를 통해 터빈의 메인 샤프트에 커플링되는 복수의 로터 블레이드를 포함한다. 로터 허브는, 튜브형 타워 또는 베이스의 상부에 배치된다. 유틸리티 등급 풍력 터빈들(즉, 전력망에 전력을 제공하도록 설계되는 풍력 터빈들)은, 큰 로터들(예를 들어, 직경 100 미터 이상)을 구비할 수 있다. 로터 블레이드들은, 풍력 에너지를, 로터에 회전 가능하게 커플링되는 발전기를 구동하는

회전 토크 또는 힘으로 변환한다.

[0003] 저 리액턴스 기계들(예를 들어, 초전도 발전기들)이, 풍력 터빈 설비들에서의, 특히 해양 설비들에서의 사용을 위해, 탐구되고 있다. 그러한 기계들에서, 낮은 리액턴스는, 권선 또는 권선에 연결되는 장비의 전기적 결함과 같은, 비정상적인 이벤트 도중에 전기자 권선에 더 높은 힘 및 토크를 야기하는, (아래에서 논의되는) 공기 간극 권선의 자연적인 결과이다. 그러한 더 높은 힘들 및 토크들은, 권선 전도체들의 파괴적 운동이 일어나지 않도록 관리되어야만 한다. 이러한 기계들은, 초전도 전계 권선들 및, 전기자 코일들, 냉각 시스템들, 및 전기자 내의 코일들 사이에 배치되는 비-자성 톱니들의 조립체들을 사용한다. 특정 설계에서, 초전도 발전기는, 종래의 기계(예를 들어, 통상적인, 비 초전도 발전기) 구성들과 달리, 저온 유지 장치 내부에 초전도 전계 코일들을 갖는 저온 유지 장치를 포함하는, 초전도 전계 조립체 내부에서 회전하는, 전기자 권선 조립체를 포함한다.

[0004] 나아가, 모터들 및 발전기들과 같은, 회전식 전기 기계의 전기자 권선들은, 일반적으로, 전기자 권선을 포함하는 전도체들을, 전도체들을 수용하기 위한 축방향 슬롯들을 포함하는 (자기 코어와 같은) 철 구조물 내에, 매립한다. 철 구조물은, 전기 기계의 성능을 향상시키도록 그리고 권선에 기계적 지지를 제공하도록 구성된다. 계자 권선 내에 초전도 코일들을 사용하는 전기 기계에서, 초전도 코일들과 전기자 권선 사이의 공기 간극 내의 자기장은, 그러한 자기 코어의 톱니들을 자기적으로 포화시키기에 충분할 정도로 강할 수 있을 것이다. 그러한 경우에, 단지 환형 링을 남기도록 계자 코일들에 가장 가까운 자기 코어의 부분들을 제거하는 것이, 통상적이다. 임의의 자성 재료들이 결여된, 전기자 권선은, 이때, 그러한 환형 링에, 링과 계자 코일들 사이의 공간 내에서 부착될 수 있다. 권선은, 이러한 경우에, 공기 간극 권선으로서 지칭될 수 있을 것이다.

[0005] 특정 사례들에서, 공기 간극 권선은, 특정 문제점들과 연관될 수 있다. 예를 들어, 로터 상에 제동 토크를 생성하는 자기력은, 통상적으로, 전기자 권선을 수용하는 철 톱니 상에 작용한다. 그러나, 공기 간극 권선에서, 이러한 자기력은, 전도체 자체에 작용한다. 부가적으로, 톱니들의 부재는, 코일들의 지지가 다른 수단에 의해 달성되어야만 한다는 것을 의미한다. 신뢰할 수 있는 전기자 권선을 설계하는 것 및 제조하는 것에 대한 근본적인 원리가, (열팽창 이외의) 진동 또는 이동이 일어날 수 없도록, 조립체 내의 공간을 최소화하거나 또는 제거하는 것이다. 공간이 이용 가능하다면, 전도체가, 궁극적으로 그러한 공간 내로 이동할 것이다. 더불어, 이동은, 마모, 더 많은 공간의 생성, 및 고장으로 이어진다.

[0006] 특히, 열팽창, 정상적인 진동, 및 결합력을 포함하는, 권선의 고장으로 이어질 수 있는, 전기자 권선 내에서의 이동의 복수의 소스가, 존재한다. 열팽창력은, 발전기가 생산하고 있는 전력을 변경할 때마다, 부과된다. 더 높은 전력 출력은, 권선 내의 더 큰 전류, 더 큰 손실, 및 더 높은 온도에 대응한다. 그러한 온도의 증가는, 권선이, 가장 상당하게는 축방향으로, 팽창하는 것을 야기한다. 그러한 팽창을 구동하는 열적 힘은, 회피 불가능하지만, 정확하게 계산될 수 있으며, 그리고 이들은, 초 단위 내지 분 단위의 기간에 걸쳐 권선 상에 부과된다. 권선의 정상적인 진동은, 열적 힘보다 작은 크기의 정도일 수 있지만 전기적 주파수의 2배에서 발생하는, 전도체들 상에 직접적으로 작용하는 자기력으로부터 야기된다. 결합력은, 매우 드물게 그리고 예기치 않게 발생한다. 그러나, 결합력이 발생할 때, 그 크기는 열적 힘의 100배일 수 있으며, 그리고 전기자 전도체들 상의 절연체를 파손시키거나 또는 그러한 전도체들을 그들의 정상 위치들로부터 분리시키기에 충분할 정도로 높을 수 있을 것이다.

[0007] 이상에 언급된 것의 관점에서, 당해 기술분야는, 새롭고 개선된 발전기들, 더욱 구체적으로 초전도 발전기들을 위한 전기자 권선 지지 구조물들을 지속적으로 찾고 있다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 양태들 및 이점들이, 뒤따르는 설명에서 부분적으로 기술될 것이고, 또는 설명으로부터 명백해질 수 있으며, 또는 본 발명의 실행을 통해 습득될 수 있을 것이다.

[0009] 일 양태에서, 본 개시는, 회전식 기계에 관련된다. 회전식 기계는, 계자 권선 조립체, 및 복수의 권선 모듈을 구비하는 전기자 권선 조립체를 포함한다. 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물을 포함한다. 전기자 권선 지지 구조물은, 몸체 및, 몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯을 포함한다. 복수의 슬롯은, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트를 수용하고 지지한다. 전기자 권선 지지 구조물은, 몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바 및 복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물을 더 포함한다.

[0010] 다른 양태에서, 본 개시는, 전기자 권선 조립체에 관련된다. 전기자 권선 조립체는, 복수의 권선 모듈을 포함한다. 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물을 포함한다. 전기자 권선 지지 구조물은, 몸체 및, 몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯을 포함한다. 복수의 슬롯은, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트를 수용하고 지지한다. 전기자 권선 지지 구조물은, 몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바 및 복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물을 더 포함한다.

[0011] 본 발명의 이런 저런 특징부들, 양태들 및 이점들이, 뒤따르는 설명 및 첨부 청구항들을 참조하여 더욱 잘 이해될 것이다. 본 명세서에 통합되며 본 명세서의 일부를 구성하는 첨부되는 도면들은, 본 발명의 실시예들을 도시하며, 그리고, 상세한 설명과 함께, 본 발명의 원리를 표현하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 당업자에 해당되는, 자체의 최상의 모드를 포함하는 본 발명에 대한 완전하고 실시 가능한 개시가, 첨부 도면들에 대해 참조하는, 명세서에 기술된다:

- 도 1은 본 개시에 따른 발전기를 구비하는 풍력 터빈의 하나의 실시예에 대한 사시도를 예시하고;
 - 도 2는, 본 개시에 따른 초전도 발전기를 구비하는 풍력 터빈의 기관실의 하나의 실시예의 내부 사시도를 예시하며;
 - 도 3은 본 발명의 양태에 따른 발전기의 측면도를 예시하고;
 - 도 4는 본 개시에 따른 발전기의 전기자 권선 조립체의 실시예의 정면도를 예시하며;
 - 도 5는 본 개시에 따른 발전기의 전기자 권선 조립체를 위한 전기자 권선 지지 구조물의 권선 모듈의 실시예의 정면도를 예시하고;
 - 도 6은 본 개시에 따른 발전기의 전기자 권선 조립체를 위한 전기자 권선 지지 구조물의 권선 모듈의 다른 실시예의 정면도를 예시하며;
 - 도 7은 본 개시에 따른 전기자 권선 지지 구조물의 권선 모듈의 몸체의 실시예의 정면도를 예시하고;
 - 도 8은 본 개시에 따른 전기자 권선 지지 구조물의 몸체의 다른 실시예의 정면도를 예시하며;
 - 도 9는 본 개시에 따른 발전기의 전기자 권선 조립체를 위한 전기자 권선 지지 구조물의 권선 모듈의 실시예의 측면도를 예시하고;
 - 도 10은, 특히 권선 모듈 상에 작용하는 반경 방향 및 접선 방향 힘을 예시하는, 본 개시에 따른 발전기의 전기자 권선 조립체를 위한 전기자 권선 지지 구조물의 권선 모듈의 실시예의 정면도를 예시하며;
 - 도 11은, 특히 권선 모듈 상에 작용하는 반경 방향 및 접선 방향 힘을 예시하는, 본 개시에 따른 발전기의 전기자 권선 조립체를 위한 전기자 권선 지지 구조물의 권선 모듈의 다른 실시예의 정면도를 예시하고; 그리고
 - 도 12는, 본 개시에 따른 전기자 권선 지지 구조물의 다양한 구성요소들을 통한, 발전기의 회전 구성요소로의 반경 방향 힘의 전달의 실시예에 대한 단순화된 도면을 예시한다.
- 본 명세서 및 도면들에서의 참조 부호들의 반복적 사용은, 본 발명의 동일한 또는 유사한 특징부들 또는 요소들을 나타내도록 의도된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 지금부터, 그의 하나 이상의 예가 도면들에 예시되는, 본 발명의 실시예들에 대해, 상세하게 참조될 것이다. 각각의 예는, 본 발명의 제한이 아닌, 본 발명의 설명으로서 제공된다. 사실, 다양한 수정들 및 변형들이 본 발명의 범위 또는 사상으로부터 벗어남 없이 본 발명 내에서 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 예를 들어, 하나의 실시예의 일부로서 예시되거나 설명되는 특징들은, 또 다른 실시예를 생성하기 위해 다른 실시예와 함께 사용될 수 있다. 따라서, 본 개시는 첨부 청구항들 및 그들의 균등물의 범위 이내에 속하는 것으로서, 그러한 수정들 및 변형들을 커버하는 것으로 의도된다.

[0014] 용어들 "커플링된", "고정된", "부착된" 및 이와 유사한 것은, 본 명세서에 달리 구체화되지 않는 한, 직접적인 커플링, 고정 또는 부착 뿐만 아니라, 하나 이상의 중간 구성요소 또는 특징부를 통한 간접적인 커플링, 고정

또는 부착 양자 모두를 지칭한다.

- [0015] 개괄적으로, 본 개시는, 계자 권선 조립체, 및 복수의 권선 모듈을 구비하는 전기자 권선 조립체를 구비하는, 회전식 기계들에 관한 것이다. 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 복수의 전기자 권선 지지 구조물을 포함한다. 각각의 전기자 권선 지지 구조물은, 몸체, 몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯, 몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바, 및 복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물을 포함한다. 복수의 슬롯은, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트를 수용하고 지지한다.
- [0016] 따라서, 일 실시예에서, 전기자 권선 조립체는, 예를 들어, 회전 가능한 구성요소의 표면 상에 교호 반복되는 N 극 및 S극을 생성하도록 배열된다. 일 실시예에서, 여기에서 권선 모듈로서 지칭되는 각 쌍의 N극/S극은, 전형적으로 얇은 철 적층체들로 제작되며 그리고 여러 개의 축방향 압축 스테드에 의해 압축 상태로 유지되는, 자성 철 코어를 포함할 수 있을 것이다. 부가적으로, 권선 모듈은, N 자기 효과 및 S 자기 효과를 생성하기 위한 방식으로 연결되는 한 세트의 전도 코일들, 그러한 전도 코일들 주위의 전기 절연체, 냉각 통로들, 및/또는 충전 재료들을 포함한다. 더불어, 일 실시예에서, 권선 모듈은, 코일 웨지 톱니들, 권선의 활성 길이의 전체 범위에 걸쳐 코일들 사이에서 내향으로 돌출하는 비-금속 코일 커버 구조물, 및 모듈 구성요소들을 수용하기 위한 섬유 강화 복합재 밴드들을 포함할 수 있을 것이다.
- [0017] 따라서, 본 개시는, 종래 기술에 존재하지 않는 많은 이점을 제공한다. 예를 들어, 전도 코일들, 축방향 웨지 블록들, 냉각 채널들, 및/또는 전체 길이 반경 방향 톱니들의 적절한 구성과 더불어, 전도 코일들의 운동을 허용할 권선 모듈 내부의 임의의 공간을 제거하는 것이 가능하다. 부가적으로, 본 개시의 일부 실시예들이 유사한 전기 정격의 통상적인 발전기들과 비교하여 매우 클 수 있다는 것을 고려하면, 큰 구조물의 사소한 편향들, 또는 권선 내부의 과도한 간극으로 이어질 수 있는 조립체들의 크기들에 관한 사소한 변동들의 축적을 예상해야만 한다. 예로서, 발전기가 더 느리게 회전할수록, 발전기는, 동일한 출력 및 토크를 위해, 더 커야만 한다. 고속(예를 들어, 3600 rpm) 발전기들은, 예로서, 일반적으로, 약 0.3 미터 내지 약 1.2 미터의 로터 직경을 갖는다. 더 큰 것은, 과도한 기계적 응력을 가질 것이다. 따라서, (8 rpm 정도와 같은) 더 낮은 속도를 갖는 풍력 터빈들은, 5 - 10 미터 정도의, 통상적인 발전기들보다 더 큰 크기 정도의 발전기 로터 직경을 갖는다. 그러나, 권선 조립체의 단지 2개의 극 둘레에 배치되는 본 개시의 밴드는, 그렇지 않으면 축적될 수 있는 간극들을 더욱 효과적으로 제한한다. 따라서, 일 실시예에서, 권선 모듈의 부분들 둘레에 배치되는 밴드는, 그로 인해 전기자 코일들의 효과적이고 신뢰할 수 있는 지지로 이어지도록, 그러한 긴밀한 패키징이 제자리에 유지되는 것을 보장할 수 있다. 부가적으로, 섬유 강화 복합재 밴드들의 사용은, 비용 효율적이며, 그리고 권선 모듈들을 제조하는 프로세스는, 신뢰할 수 있는 제품을 보장하기 위해 섬유 강화 복합재 밴드들의 균일한 적용을 달성하도록 자동화될 수 있다.
- [0018] 추가의 실시예에서, 개별적인 권선 모듈들은, 발전기가 풍력 터빈 상부에 조립되어 있는 동안에, 회전 구성요소로부터 서비스 및/또는 교체를 위해 제거 가능할 수 있을 것이다. 특히, 일 실시예에서, 본 개시는, 모듈의 전체 내용물들(예를 들어, 철 적층체들, 전도 코일들, 냉각 채널들, 비금속 지지체들, 등)은, 모두 그러한 모듈 내에 완전히 수용된다. 그러한 수용은, 서비스 및/또는 교체의 용이함을 위해, 회전 구성요소로부터 권선 모듈의 제거를 가능하게 한다.
- [0019] 도면을 참조하면, 도 1은 풍력 터빈(10)의 사시도를 예시한다. 언급된 바와 같이, 본 개시는, 비록 그러한 용도에 국한되는 것은 아니지만, 풍력 터빈(10)에서의 사용에 특히 적합한, 발전기에 관한 것이다. 비록 도 1은 "육상" (지상 기반) 풍력 터빈(10) 설비를 도시하지만, 본 발명은, 육상 풍력 터빈들에 국한되지 않으며 그리고 "해상" (수상 기반) 풍력 터빈 설비들에도 적용 가능하다는 점이, 인식되어야 한다.
- [0020] 비록 초전도 발전기가 도면에 도시되며 그리고 본 명세서에 설명되지만, 본 발명은, 초전도 발전기에 국한되지 않으며 그리고 회전 구성요소를 구비하는 임의의 발전기 구성에 적용 가능하다는 점이, 이해되어야 한다. 예를 들어, 발전기가, 전기자 권선 조립체가 고정형 계자 조립체 둘레에서 회전하도록 구성될 수 있을 것이다. 대안적인 발전기 구성에서, 계자 조립체는, 고정형 전기자 권선 조립체 둘레에서 회전할 수 있을 것이다. 또 다른 대안적인 발전기 구성에서, 발전기는, 덜 비싼 영구 자석 재료를 갖는 회전형 영구 자석 계자를 포함할 수 있다.
- [0021] 계속 도 1을 참조하면, 풍력 터빈(10)은, 지지 표면(14)으로부터 연장되는 타워(12), 타워(12) 상에 장착되는 기관실(16), 및 기관실(16)에 커플링되는 로터(18)를 포함한다. 로터(18)는, 회전 가능 허브(20) 및, 허브(20)에 커플링되며 그리고 허브(110)로부터 외향으로 연장되는, 적어도 하나의 로터 블레이드(22)를 포함한다.

예를 들어, 예시된 실시예에서, 로터(18)는, 3개의 로터 블레이드들(22)을 포함한다. 그러나, 대안적인 실시예에서, 로터(18)는, 3개 초과 또는 3개 미만의 로터 블레이드(22)를 포함할 수 있을 것이다. 각 로터 블레이드(22)는, 바람으로부터 전달될 운동 에너지를, 사용 가능한 기계적 에너지로, 그리고 후속적으로 전기적 에너지로, 변환하는 것을 가능하게 하도록, 로터(18)를 회전시키는 것을 가능하게 하기 위해, 허브(20) 둘레에서 이격될 수 있을 것이다. 예를 들어, 허브(20)는, 전기적 에너지가 생성되는 것을 허용하기 위해, 기관실(16) 내부에 배치되는 전기 발전기(미도시)에 회전 가능하게 커플링될 수 있을 것이다.

[0022] 지금부터 도 2를 참조하면, 본 개시에 따른 그 내부에 수용되는 초전도 발전기(23)를 구비하는 기관실(16)의 실시예의 내부 사시도가 예시된다. 추가로, 도시된 바와 같이, 지지 튜브(40)가, 허브(20)에 직접적으로 연결되며 그리고 전기자 권선 조립체(24)를 지지한다. 따라서, 전기자 권선 조립체(24)는, 초전도 계자 권선 조립체(26)와 같은, 제2 전자기 구성요소 구성을 구비하는 고정형 계자 조립체(26)를 중심으로 회전하는, (단부 권선들(end turns)(28)을 갖는) 전도 코일들(27) 형태의 회전형 제1 전자기 구성요소 구성을 갖는 발전기(23)의 회전 구성요소로서 간주된다.

[0023] 고정형 계자 조립체(26)는, 경주 트랙 형상으로 형성되는 와이어들의 그룹일 수 있는, 초전도 코일들(63)을 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같은, "경주 트랙" 형상은, 일반적으로, 한 쌍의 서로 등지는 단부들에 있는 반원들과 함께 직사각형 또는 정사각형으로 구성되는, 2차원 형상을 지칭한다. 따라서, 특정 실시예에서, 초전도 코일들(63)은, 경주 트랙 형상을 유지하도록 구속된다. 더불어, 도시된 바와 같이, 각각의 초전도 코일(63)은, 극저온 온도로의 헬륨 욕조에 의해 또는 극저온 공학 분야에 공지된 어떤 다른 방법에 의해 냉각될 수 있는, 케이스(71) 내의 리세스/통로(83) 내에 지지된다. 그에 따라, 케이스(71)는, 베이스 튜브(44)에 고정되는, 저온 유지 장치 하우징(56) 내에 지지될 수 있을 것이다. 따라서, 예시한 실시예에 도시된 바와 같이, 마운트(47)가, 기관실(16) 내부에서 베이스 튜브(44)를 지지할 수 있을 것이다.

[0024] 여전히 도 2를 참조하면, 초전도 코일들(63)은, 케이스(71) 둘레에서 연장되는 환형 어레이 내에 나란히 배열될 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예에서, 삼십육(36)개의 코일이, 발전기(23)를 위한 스테이터 계자 권선으로서 역할을 하는, 계자 권선들의 환형 어레이를 형성할 수 있을 것이다. 더불어, 일 실시예에서, 초전도 코일들(63)은, 각각, 헬륨을 위한 냉각 도관들을 포함할 수 있는 경주 트랙 형상체 둘레에 나선형으로 감기는 (NbTi 또는 다른 초전도) 와이어로 형성될 수 있다.

[0025] 부가적인 실시예들에서, 극저온 유체 재-응축기들(60, 64)이, 기관실(16) 내에 수용될 수 있으며, 이 경우 재-응축기들(60, 64) 내의 극저온 냉각 액체는, 권선들에 대한 극저온 유체의 중력 급송을 제공하기 위해 초전도 전계 권선들 위로 적어도 부분적으로 상승된다. 대안적으로, 재-응축기들(60, 64)은, 기관실(16)의 상부에 장착될 수 있을 것이다.

[0026] 지금부터 도 3을 참조하면, 고정형 계자 조립체(26)의 반경 방향 내향으로 환형 회전 전기자 권선 조립체(24) ("전기자(24)")를 갖는 초전도 발전기(23)의 실시예의 단면이 예시된다. 특히, 도시된 바와 같이, 전기자(24)는, 본질적으로, 고정형 계자 조립체(26) 내부에서 회전하는, 내측 환형 링 구성(도 4)이다. 전기자(24)는, 전기자(24)의 길이를 따라 종방향으로 그리고 전기자(24)의 내측 원통형 표면 상에 배열되는, 전도 코일들(27), 예를 들어 코일들 또는 막대들을 포함한다. 전도 코일들(27)은, 전도성 단부 권선들(conductive end turns)(28)에 의해, 그들의 양단부에서 연결될 수 있을 것이다. 종방향 전도 코일들(27) 사이의 단부 권선 연결부들(28)은, 그들의 개수 및 배열, 그리고 전도 코일들(27) 내에 생성될 전기의 위상들에 의존한다. 전기자 권선들의 내측 원통형 표면은, 고정형 계자 조립체(26)의 외측 표면으로부터, 예를 들어 약 10-25 mm의, 좁은 공기 간극에 의해 분리된다.

[0027] 따라서, 일 실시예에서, 전기자(24)는, 회전형 전자기 구성요소 구성(예를 들어, 전도 코일들(27) 및 단부 권선들(28))을 갖는 발전기 로터(25)(도 4)와 함께 회전하도록 구성될 수 있는 가운데, 고정형 계자 조립체(26)는, 고정형 전자기 구성요소 구성(초전도 코일들(63)(도 2))을 갖는 고정형 구성요소를 구성할 수 있을 것이다.

[0028] 일반적으로 도 3 내지 도 8을 참조하면, 전기자(24)는, 전도 코일들(27)을 지지하는 원통형 요크 또는 몸체(30)(본 명세서에서 "몸체"로 지칭됨)를 포함한다. 특히, 전도 코일들(27)은, 몸체(30)로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들(106) 사이에 한정되는, 슬롯들(110)(도 5 및 도 6) 내에 수용된다. 몸체(30) 및 톱니들(106)은, 층상 적층 구조물일 수 있을 것이다. 예를 들어, 일 실시예에서, 몸체(30)의 층상 구조물은, 통상적으로 인식되는 전자기적 목적을 위한, 자성 강의 시트들(예를 들어, 약 0.5 mm 두께)을 포함할 수 있을 것이다. 추가로, 일 실시예에서, 톱니들(106)은, 그러한 형상을 형성하도록 성형되는 유리 섬유 또는 비금속 재료들의 다른 적당한 구성들을 포함할 수 있을 것이다. 몸체(30)의 내측 표면은, 전기자(24)와 함께 회전

하는 원통형 하우징(29)에 고정된다. 하우징(29)은, 하우징(29) 및 전기자(24)를 지지하는, 원형 디스크(34)에 조립된다.

- [0029] 원형 디스크(34)는, 회전형 원통형 지지 튜브(40)에 고정된다. 지지 튜브(40)의 외측 표면 상에, 슬립 링 조립체(41)가, 발전기(23)에 의해 생성되는 AC 전력의 각각의 위상에 대한 접점들을 갖도록 제공된다. 슬립 링(41)은, 회전형 전기자(24)의 전도 코일들(27)에 전기적으로 커플링되며, 그리고 지지 튜브(40)와 함께 회전한다. 고정형 연결부, 예를 들어, 탄소 브러시들(도시 생략)이, 슬립 링(41) 및 전기자(24)로부터, 타워 아래로 내려가기 이전에 전자 전력 컨버터 및 체송 변압기로 연장되며 그리고 전력망, 공장 또는 다른 전력 부하에 커플링되는, 와이어 전도체들로 전기를 전도한다.
- [0030] 한 쌍의 환형 베어링(42)이, 지지 튜브(40)의 서로 등지는 단부들을 향해 배열되며 그리고, 기관실(16)의 바닥에 의해 지지되는, 마운트(47)에 부착되는 고정형 베이스 튜브(44) 상에서 지지 튜브(40)를 회전 가능하게 지지한다.
- [0031] 저온 유지 장치 하우징(56)은, 초전도 코일들을 단열하며, 따라서 이들은, 거의 절대 제로까지, 예를 들어 10 켈빈(K)까지 그리고 바람직하게 4K까지, 냉각될 수 있을 것이다. 권선들을 냉각하기 위해, 저온 유지 장치 하우징(56)은, 액체 헬륨(He) 또는 다른 유사한 극저온 액체(극저온 유체(cryogen)로 지칭됨)를 수용하기 위한 하나 이상의 단열된 도관(58)을 포함할 수 있을 것이다. 통상적인 2-스테이지 재-응축기(60)가, 중력 급송을 사용하여, 극저온 유체를, 예를 들어 액체 헬륨을 제공하기 위해, 기관실(16)의 상측 구역에, 기관실(16)의 상부에 또는 타워(16)의 상부에, 그리고 계자 권선들 위에 장착된다. 제2 재-응축기(64)는, 도관(66)을 통해 저온 유지 장치 하우징(56)의 내측 열 차폐체에, 제2 냉각 액체, 예를 들어 액체 질소 또는 네온을 제공한다.
- [0032] 지금부터 도 4 내지 도 12를 참조하면, 본 개시의 양태에 따른 전기자 권선 조립체(24)를 위한 섬유 강화 복합재 전기자 권선 지지체(100)의 실시예들의 다양한 구성요소들이, 예시된다. 특히, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 개시에 따른 발전기(23)의 전기자 권선 조립체(24)의 실시예의 정면도가, 예시된다. 더욱 구체적으로, 도시된 바와 같이, 발전기(23)는, 고정형 계자 조립체(26)와 같은, 계자 권선 조립체를 지지하는 회전 불가능한 구성요소, 및, 발전기(23)의 작동 도중에 고정형 계자 조립체(26)에 대해 회전하도록 배향되는, 그에 장착되는 전기자 권선 조립체(24)를 갖는 발전기 로터(25)와 같은, 회전 가능한 구성요소를 포함한다. 따라서, 특정 실시예에서, 예를 들어, 전기자 권선 조립체(24)는, 발전기(23)의 작동 도중에 그와 함께 회전하도록, 발전기 로터(25)에 고정적으로 커플링된다.
- [0033] 언급된 바와 같이, 전기자 권선 조립체(24)는, 복수의 전도 코일(27)을 포함한다. 더욱 구체적으로, 도 4 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 전기자 권선 조립체(24)는, 복수의 권선 모듈(102)을 구비한다. 복수의 권선 모듈(102)은 각각, 복수의 전도 코일(27) 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물(103)을 포함한다. 더욱 구체적으로, 도 4에 도시된 바와 같이, 복수의 권선 모듈(102)은, 회전 가능한 구성요소(즉, 발전기 로터(25)) 둘레에서 원주 방향으로 배열된다. 특정 실시예에서, 예를 들어, 복수의 권선 모듈(102)은 각각, 약 18도와 같은, 전기자 권선 조립체(24)의 둘레에 대해 약 10도로부터 약 20도까지 연장될 수 있을 것이다.
- [0034] 특히 도 5 및 도 6을 참조하면, 권선 모듈들(102) 중의 하나의 2개의 축방향 단면이, 예시된다. 명료함을 위해, 도 5 및 도 6은, 6개의 전도 코일(27)을 구비하는 권선 모듈(102)을 도시하지만, 본 명세서에 설명되는 권선 모듈들(102)은, 24개 이상과 같은, 임의의 적당한 개수의 전도 코일(27)을 포함할 수 있다는 것이, 이해되어야 한다. 더불어, 도 5는, 모듈 구성요소들이, 발전기 로터(25)에 부착되지 않는 가운데, 본 명세서에 설명되는 바와 같은 섬유 강화 복합재 밴드들(114)에 의해 수용되는, 단면을 예시하는 반면, 도 6은, 권선 모듈(102)이, 예를 들어 도브테일 연결부들(128)을 통해, 발전기 로터(25)에 고정되는 지점에서의 상이한 단면을 예시한다.
- [0035] 도 5 내지 도 8에 개괄적으로 도시된 바와 같이, 전기자 권선 지지 구조물(103)은, 하나 이상의 철 적층체로 구성될 수 있는, 몸체(104)를 포함한다. 더불어, 도 5는, 제1 철 적층체 구성을 갖는 몸체(104)를 구비하는 권선 모듈(102)의 실시예의 정면도를 예시하는 반면, 도 6은, 상이한 제2 철 적층체를 갖는 몸체(104)를 구비하는 권선 모듈(102)의 다른 실시예의 정면도를 예시한다. 특히, 도 7에 도시된 몸체(104)는, 몸체(104)와 발전기 로터(25) 사이에 반경 방향으로 배치되는 지지 구조물(126)을 구비하는 반면, 도 8의 몸체는, 지지 구조물(126)을 구비하지 않으며 그리고 본 명세서에 설명되는 섬유 강화 복합재 밴드들(114)에 의해 둘러싸이는 구역들에서 사용된다.
- [0036] 추가로, 도시된 바와 같이, 전기자 권선 지지 구조물(103)은, 몸체(104)로부터 반경 방향으로 연장되는, 인접한

톱니들(106) 사이에 한정되는 복수의 슬롯(110)을 포함한다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 인접한 톱니들(106)은, 전도 코일들(27)에 축방(접선 방향) 지지를 제공하도록 하기 위해, 몸체(104) 내에 형성되는 복수의 리세스(120)(도 7 및 도 8) 내부에 배열되는, 복수의 웨지 톱니를 포함할 수 있을 것이다. 그러한 실시예에서, 복수의 슬롯(110)은, 그 내부에 복수의 전도 코일(27)의 하위 세트를 수용하고 지지한다.

[0037] 더불어, 일 실시예에서, 도 5 및 도 6 그리고 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 각 권선 모듈(102)은, 섬유 강화 복합재 구조물(112) 내부에서 복수의 전도 코일(27) 둘레로 연장되는 코일 커버 구조물(124)을 포함할 수 있을 것이다. 그에 따라, 일 실시예에서, 전도 코일들(27)은, 톱니들(106) 사이의 몸체(104)의 외측 표면 상에 배치될 수 있을 것이다. 다른 실시예에서, 코일 커버 구조물(124)은, 전도 코일들(27)의 반경 방향 외측 부분들 위에 그리고 그들 사이에 삽입될 수 있는, 복수의 전체 길이 비금속 코일 캡을 포함할 수 있을 것이다. 따라서, 일 실시예에서, 코일 커버 구조물(124)은, 2개 이상의 전도 코일(27)의 둘레 폭을 갖는 적절한 재료로 성형 또는 기계 가공될 수 있을 것이다. 따라서, 코일 캡들은, 전도 코일들(27) 사이의 단지 단일의 공간을 점유하는, 웨지 톱니들(106)과 구별될 수 있다.

[0038] 추가로, 도 5, 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 각 권선 모듈(102)은, 복수의 권선 모듈(102) 각각의 둘레에 고정되는, 섬유 강화 복합재 구조물(112)을 포함한다. 예를 들어, 일 실시예에서, 도시된 바와 같이, 섬유 강화 복합재 구조물(112)은, 도 9에 도시된 바와 같이, 복수의 섬유 강화 복합재 밴드(114)와 같은, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드(114)를 포함할 수 있을 것이다. 따라서, 도 9에 도시된 바와 같이, 섬유 강화 복합재 밴드들(114)은, 개별적인 몸체들(104) 및 복수의 전도 코일(27)의 하위 세트 둘레에 감길 수 있으며, 그리고 권선 모듈들(102) 중의 하나를 형성하도록 그 위에서 경화될 수 있을 것이다. 특히, 도 9는, 여러 개의 밴드로 둘러싸인 부분들이 발전기 로터(25)에 대한 부착을 위한 부분들과 함께 산재되어 있는, 권선 모듈(102) 중의 하나의 측면도를 예시한다. 그에 따라, 섬유 강화 복합재 밴드들(114)에 의해 지지되는 길이의 분율 및 발전기(25)에 부착되는 분율은, 모든 기계적 힘이 적절하게 고려되도록, 결정될 수 있다.

[0039] 특정 실시예에서, 섬유 강화 복합재 밴드들(114)은, 예를 들어, 유리 섬유들 또는 탄소 섬유들로 구성될 수 있을 것이다. 그러한 실시예에서, 섬유 강화 복합재 밴드들(114)은, 열적 힘으로부터의 축방향 팽창을 방지하지 않는다. 대신에, 섬유 강화 복합재 밴드들(114)은, 구속 없이 작용할 수 있으며 그리고 반경 방향 및 접선 방향 운동에 대해 전도 코일들(27)을 구속할 수 있다. 그에 따라, 일 실시예에서, 그러한 운동을 구동하는 힘들은, 부하 토크, 정상적인 작동 진동, 및/또는 결합력일 것이다.

[0040] 부가적인 실시예들에서, 도시된 바와 같이, 각 권선 모듈(102)은, 몸체(104) 내부에 배열되는 복수의 지지 바(108)를 포함한다. 그러한 실시예에서, 지지 바들(108)은, 예를 들어, 금속 또는 금속 합금으로 구성될 수 있을 것이다. 따라서, 일 실시예에서, 지지 바들(108)은, 모듈(102)의 밴드로 둘러싸인 부분들 상에 작용하는 힘을 발전기 로터(25)에 부착되는 부분들로 축방향으로 전달하기 위해, 권선 모듈(102)의 반경 방향 내측 부분에 한 세트의 전체 길이 축방향 부재들("키 바들")을 포함할 수 있을 것이다.

[0041] 추가의 실시예에서, 도 5 및 도 6 그리고 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 전기자 권선 지지 구조물(103)은 또한, 개별적인 권선 모듈(102)에 압축을 제공하기 위한 하나 이상의 축방향-연장 스테드(116)를 포함할 수 있을 것이다. 따라서, 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 전기자 권선 지지 구조물(103)의 몸체(104)는, 축방향-연장 스테드(들)(116)를 수용하기 위한 하나 이상의 관통 구멍(122)을 구비할 수 있을 것이다.

[0042] 더불어, 일 실시예에서, 도 5 및 도 6 그리고 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 각각의 권선 모듈(102)은, 각각의 전도 코일(27) 사이에 배열되는 하나 이상의 냉각 채널(118)을 더 포함할 수 있다. 그러한 실시예에서, 냉각 채널(들)은, 전도 코일들(27)로부터 열을 제거하도록 구성된다.

[0043] 특히 도 10 및 도 11을 참조하면, 접선 방향 힘, F_{θ} 및 반경 방향 힘, F_R 이, 개별적으로, 도 5 및 도 6의 권선 모듈들(102) 상에 부과되는 것으로 예시된다. 그러한 힘들은, 힘들이 밴드로 둘러싸인 섹션들 그리고 또한 밴드 없는 섹션들 상에 부과되도록, 권선 모듈(102)의 축방향 활성 길이에 걸쳐 대부분 균일하다. 따라서, 일 실시예에서, 웨지 톱니들(106) 및 비금속 코일 커버 구조물(124)은, 밴드 없는 섹션들로부터 인접한 밴드로 둘러싸인 섹션들로 힘을 전달하도록 구성된다.

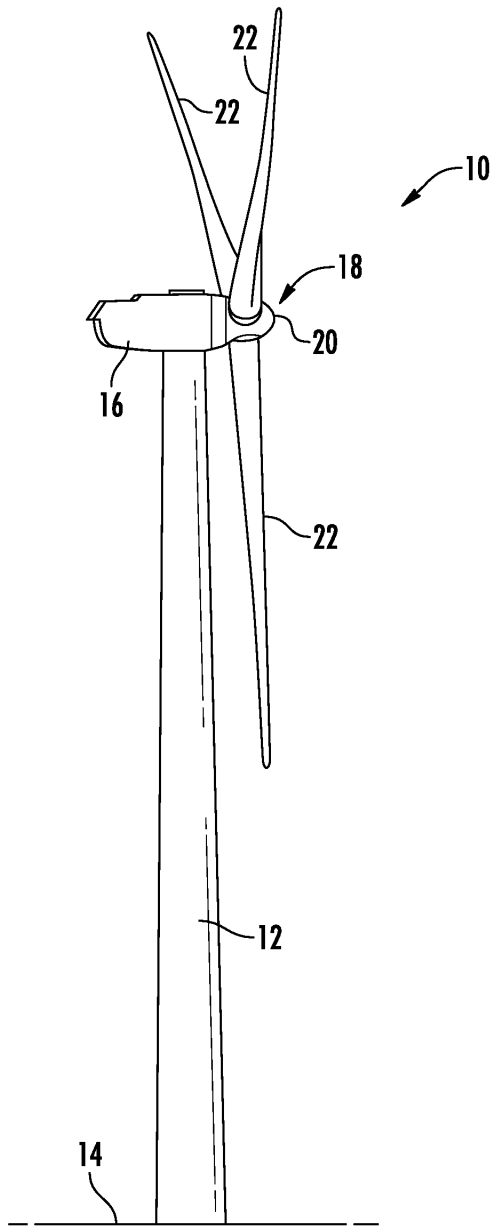
[0044] 더불어, 그리고 도 12를 참조하면, 한 세트의 예시적 자유물체도가, 어떻게 본 명세서에 설명되는 권선 모듈들(102) 상의 반경 방향 힘이 궁극적으로 발전기 로터(25)로 전달되는지를 도시한다. 특히, 도시된 바와 같이, 다양한 화살표들은, 권선 모듈들(102) 중의 하나의 전도 코일들(27), 지지 바들(108), 및 몸체(104) 사이의 반경방향 힘들을 예시한다.

- [0045] 더불어, 숙련자는, 상이한 실시예들로부터의 다양한 특징들의 호환성을 인식할 것이다. 유사하게, 설명되는 다양한 방법 단계들 및 특징들 뿐만 아니라, 각각의 그러한 방법들 및 특징에 대한 다른 공지 균등물들은, 본 개시의 원리에 따라 부가적인 시스템들 및 기법들을 구성하기 위해, 당업자에 의해 혼합되고 정합될 수 있다. 물론, 반드시 이상에 설명된 모든 그러한 목적들 또는 장점들이 임의의 특정 실시예에 따라 달성될 수 있는 것은 아니라는 점이, 이해되어야 한다. 따라서, 예를 들어, 당업자는, 본 명세서에서 설명하는 시스템들 및 기법들이 본 명세서에서 교시되거나 제안될 수 있는 바와 같은 다른 목적들 또는 장점들을 반드시 달성하지 않는 가운데, 본 명세서에서 교시되는 바와 같은 하나의 장점 또는 장점들의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로, 실시되거나 또는 수행될 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0046] 본 발명의 추가의 양태들이, 뒤따르는 항목들의 대상에 의해 제공된다:
- [0047] 항목 1. 회전식 기계로서,
- [0048] 계자 권선 조립체;
- [0049] 복수의 권선 모듈을 포함하는 전기자 권선 조립체로서, 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물을 포함하고, 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물은:
- [0050] 몸체;
- [0051] 몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯으로서, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트들 수용하고 지지하는 것인, 복수의 슬롯;
- [0052] 몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바; 및
- [0053] 복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물
- [0054] 을 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체
- [0055] 를 포함하는 것인, 회전식 기계.
- [0056] 항목 2. 항목 1에 있어서, 몸체는, 하나 이상의 자성 적층체로 구성되는 것인, 회전식 기계.
- [0057] 항목 3. 항목 1 또는 항목 2에 있어서, 복수의 지지 바는, 금속 또는 금속 합금으로 구성되고, 복수의 지지 바 중의 하나 이상은, 섬유 강화 복합재 구조물 상에 작용하는 힘을 회전형 기계의 회전 가능한 구성요소로 축방향으로 전달하도록 하기 위해, 복수의 권선 모듈 중 하나의 전체 축방향 길이로 연장되는 것인, 회전식 기계.
- [0058] 항목 4. 항목 1 내지 항목 3 중 어느 한 항목에 있어서, 섬유 강화 복합재 구조물은, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드를 포함하는 것인, 회전식 기계.
- [0059] 항목 5. 항목 4에 있어서, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드는, 유리 섬유들, 합성 섬유들, 중합체 섬유들, 목재 섬유들, 세라믹 섬유들, 금속 섬유들, 탄소 섬유들, 또는 이들의 조합들 중의 적어도 하나로 구성되는 것인, 회전식 기계.
- [0060] 항목 6. 항목 1 내지 항목 5 중 어느 한 항목에 있어서, 섬유 강화 복합재 구조물은, 몸체 및 복수의 전도 코일의 하위 세트 둘레에 감기며, 그리고 복수의 권선 모듈 중의 하나를 형성하기 위해 그들 상에서 경화되는 것인, 회전식 기계.
- [0061] 항목 7. 항목 1 내지 항목 6 중 어느 한 항목에 있어서, 복수의 권선 모듈은 각각, 개별적인 권선 모듈에 압축을 제공하기 위한 하나 이상의 축방향-연장 스테르트를 더 포함하는 것인, 회전식 기계.
- [0062] 항목 8. 항목 1 내지 항목 7 중 어느 한 항목에 있어서, 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일에 인접하게 또는 그 내부에 배열되는 하나 이상의 냉각 채널을 더 포함하는 것인, 회전식 기계.
- [0063] 항목 9. 항목 1 내지 항목 8 중 어느 한 항목에 있어서, 인접한 톱니들은, 몸체 내에 형성되는 복수의 리세스 내부에 배열되는 복수의 웨지 톱니를 포함하는 것인, 회전식 기계.
- [0064] 항목 10. 항목 9에 있어서, 섬유 강화 복합재 구조물 내부에서 복수의 전도 코일 둘레로 연장되는 코일 커버 구조물을 더 포함하는 것인, 회전식 기계.
- [0065] 항목 11. 항목 1 내지 항목 10 중 어느 한 항목에 있어서, 복수의 권선 모듈은 각각, 전기자 권선 조립체의 둘레에 대해 약 10도로부터 약 20도까지 연장되는 것인, 회전식 기계.

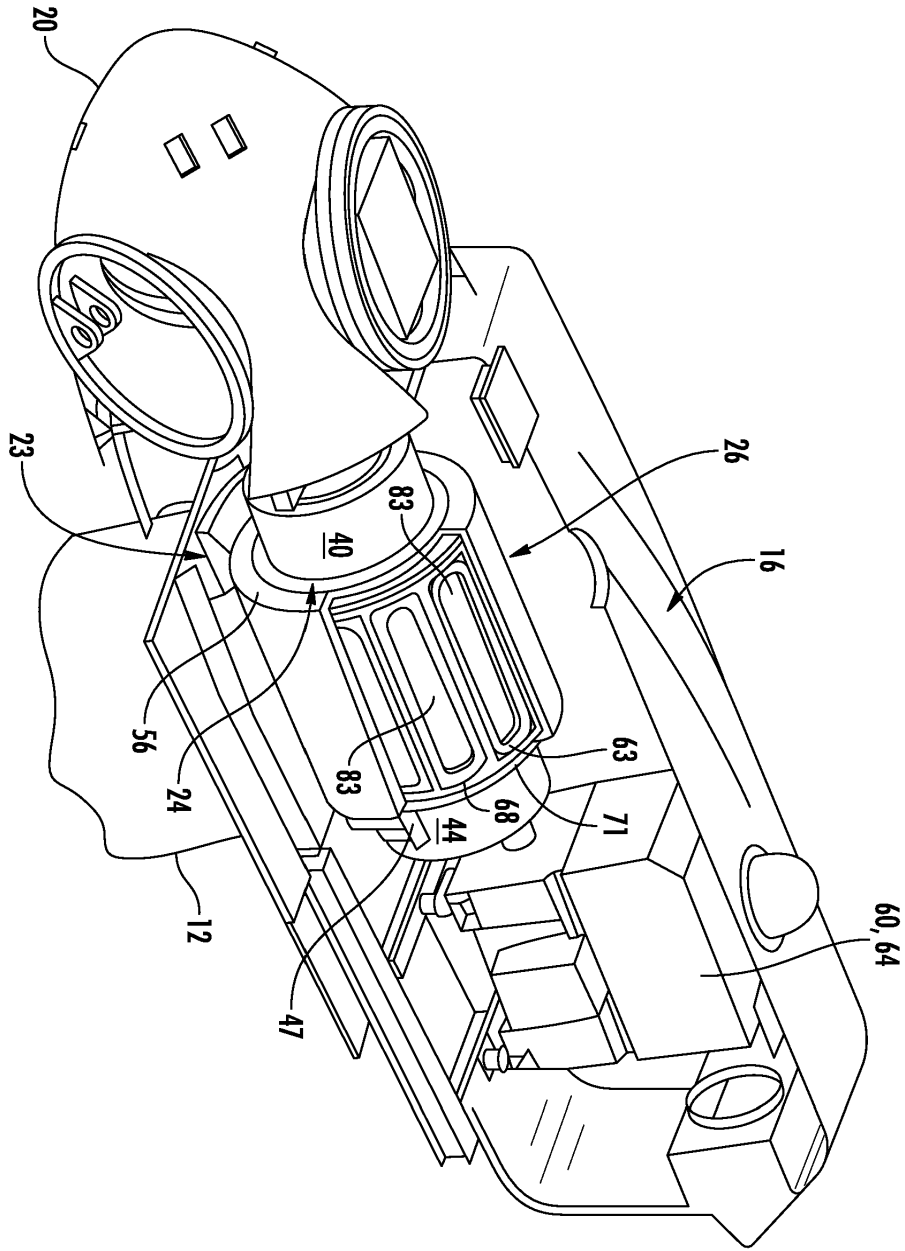
- [0066] 항목 12. 항목 1 내지 항목 11 중 어느 한 항목에 있어서, 계자 권선 조립체 및 전기자 권선 조립체 중의 적어도 하나는, 초전도 코일들을 구비하는 초전도 권선 조립체인 것인, 회전식 기계.
- [0067] 항목 13. 전기자 권선 조립체로서,
- [0068] 복수의 권선 모듈로서, 복수의 권선 모듈은 각각, 복수의 전도 코일 및 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물을 포함하고, 적어도 하나의 전기자 권선 지지 구조물은:
- [0069] 몸체;
- [0070] 몸체로부터 반경 방향으로 연장되는 인접한 톱니들 사이에 한정되는 복수의 슬롯으로서, 그 내부에 복수의 전도 코일의 하위 세트를 수용하고 지지하는 것인, 복수의 슬롯;
- [0071] 몸체 내부에 배열되는 복수의 지지 바; 및
- [0072] 복수의 권선 모듈 각각의 둘레에 고정되는 섬유 강화 복합재 구조물
- [0073] 을 포함하는 것인, 복수의 권선 모듈
- [0074] 을 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0075] 항목 14. 항목 13에 있어서, 몸체는, 하나 이상의 자성 적층체로 구성되는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0076] 항목 15. 항목 13 또는 항목 14에 있어서, 복수의 지지 바는, 금속 또는 금속 합금으로 구성되고, 복수의 지지 바 중의 하나 이상은, 섬유 강화 복합재 구조물 상에 작용하는 힘을 회전형 기계의 회전 가능한 구성요소로 축 방향으로 전달하도록 하기 위해, 복수의 권선 모듈 중 하나의 전체 축방향 길이로 연장되는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0077] 항목 16. 항목 13 내지 항목 15 중 어느 한 항목에 있어서, 섬유 강화 복합재 구조물은, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드를 포함하고, 하나 이상의 섬유 강화 복합재 밴드는, 유리 섬유들, 합성 섬유들, 중합체 섬유들, 목재 섬유들, 세라믹 섬유들, 금속 섬유들, 탄소 섬유들, 또는 이들의 조합들 중의 적어도 하나로 구성되는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0078] 항목 17. 항목 13 또는 항목 16에 있어서, 섬유 강화 복합재 구조물은, 몸체 및 복수의 코일의 하위 세트 둘레에 감기며, 그리고 복수의 권선 모듈 중의 하나를 형성하기 위해 그들 상에서 경화되는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0079] 항목 18. 항목 13 내지 항목 17 중 어느 한 항목에 있어서, 복수의 권선 모듈은 각각, 개별적인 권선 모듈에 압축을 제공하기 위한 하나 이상의 축방향-연장 스티드를 더 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0080] 항목 19. 항목 13 내지 항목 18 중 어느 한 항목에 있어서, 인접한 톱니들은, 몸체 내에 형성되는 복수의 리세스 내부에 배열되는 복수의 웨지 톱니를 포함하며, 그리고 전기자 권선 지지 구조물은, 섬유 강화 복합재 구조물의 내부에서 복수의 코일 둘레로 연장되는 코일 커버 구조물을 더 포함하는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0081] 항목 20. 항목 13 내지 항목 19 중 어느 한 항목에 있어서, 복수의 권선 모듈은 각각, 전기자 권선 조립체의 둘레에 대해 약 10도로부터 약 20도까지 연장되는 것인, 전기자 권선 조립체.
- [0082] 이러한 작성된 설명은, 최상의 모드를 포함하는 본 발명을 개시하기 위해, 그리고 또한 당해 기술 분야의 임의의 숙련자가, 임의의 장치들 또는 시스템들을 만들고 사용하는 것 및 임의의 통합된 방법들을 실행하는 것을 포함하는, 본 발명을 실행하는 것을 가능하게 하기 위해, 예들을 사용한다. 본 발명의 특허 가능한 범위는, 청구항들에 의해 한정되며, 그리고 당업자들에게 일어나는 다른 예들을 포함할 수 있을 것이다. 그러한 다른 예들은, 이들이 청구항들의 문자 그대로의 언어와 상이하지 않은 구조적 요소들을 포함하는 경우, 또는 이들이 청구항들의 문자 그대로의 언어와 실질적이지 않은 차이를 갖는 균등한 구조적 요소들을 포함하는 경우, 청구항들의 범위 이내에 속하는 것으로 의도된다.

도면

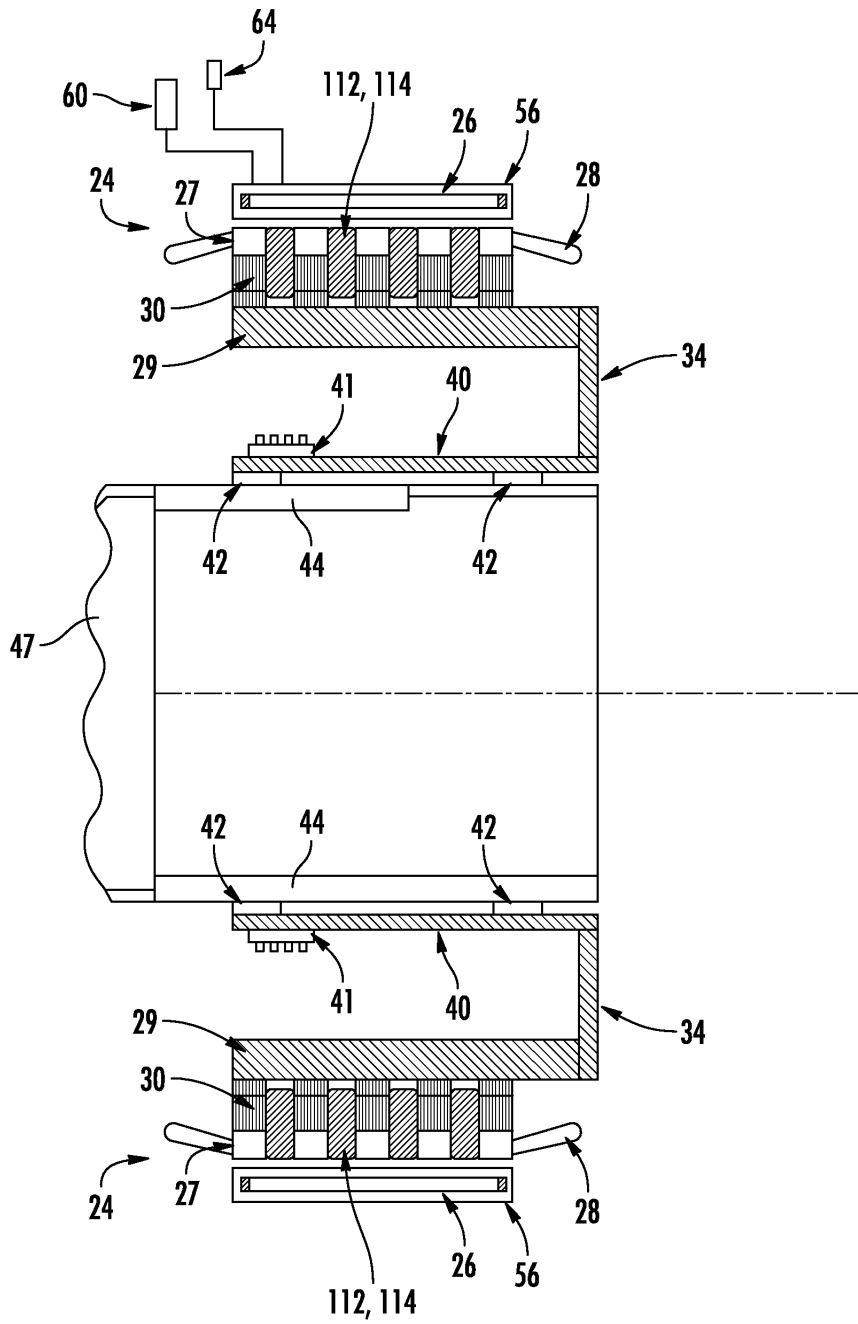
도면1



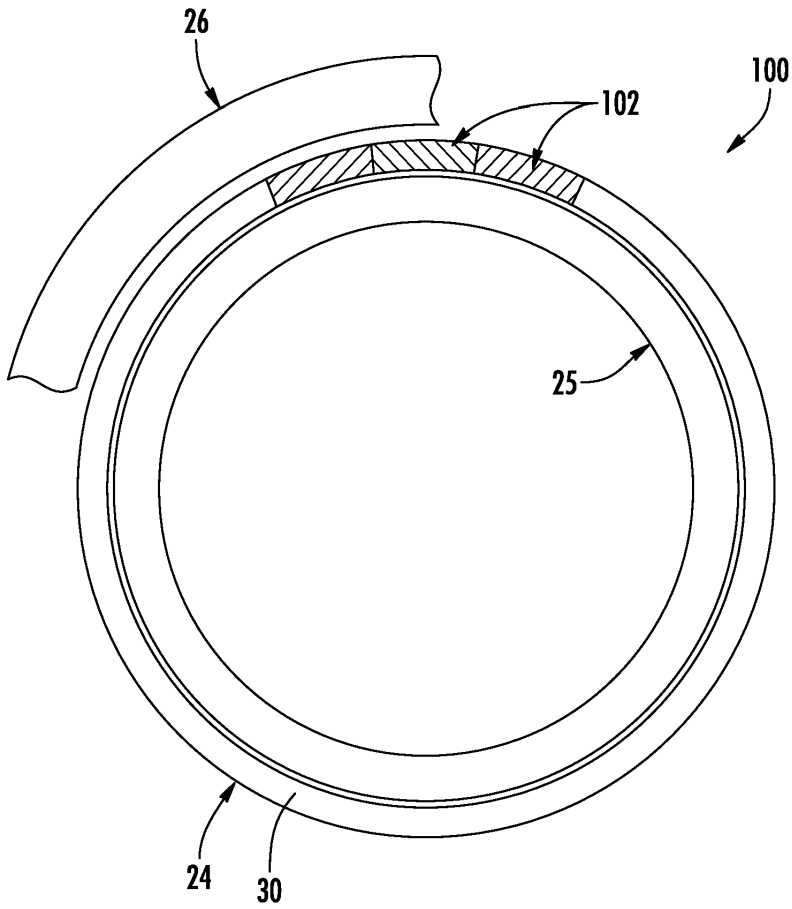
도면2



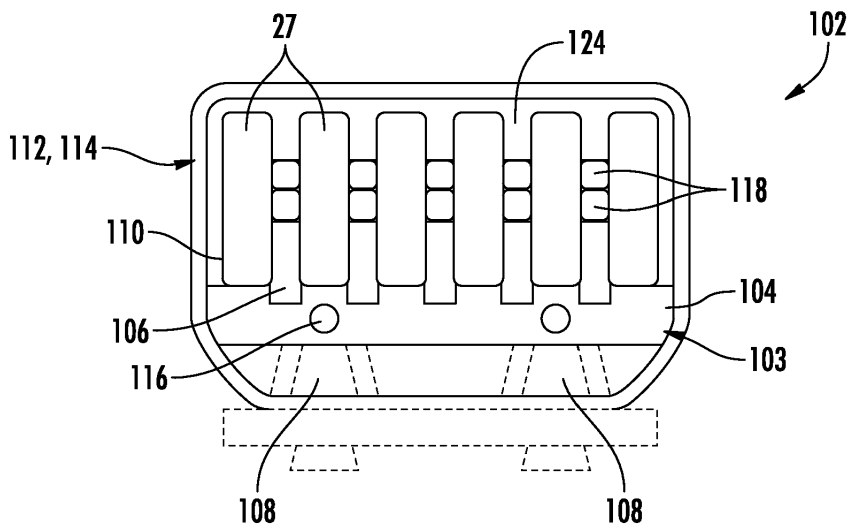
도면3



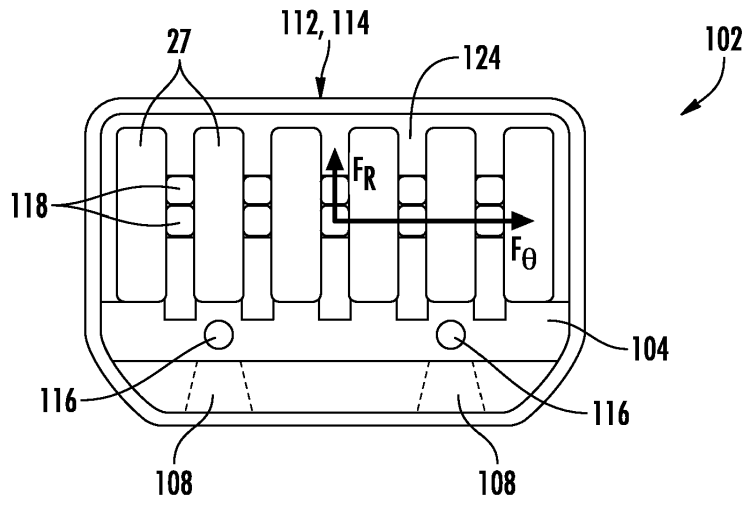
도면4



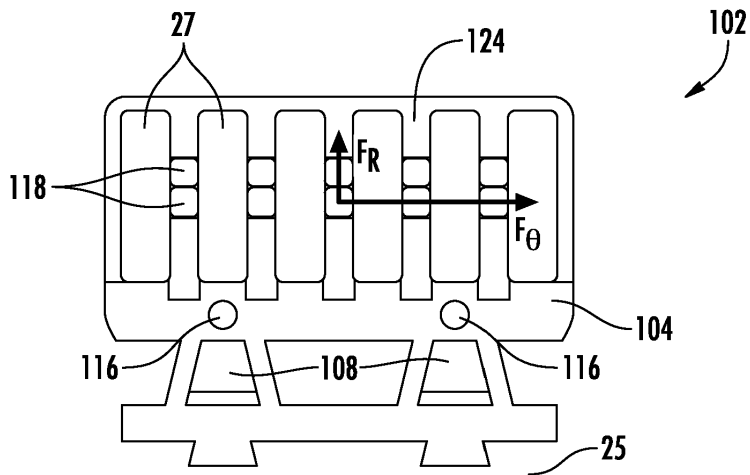
도면5



도면10



도면11



도면12

