



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0026902
(43) 공개일자 2024년02월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 3/47 (2006.01) H02K 1/04 (2006.01)
H02K 21/24 (2014.01) H02K 9/19 (2014.01)
H02K 9/22 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02K 3/47 (2013.01)
H02K 1/04 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2023-7040705
(22) 출원일자(국제) 2022년04월27일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년11월24일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2022/061234
(87) 국제공개번호 WO 2022/229272
국제공개일자 2022년11월03일
(30) 우선권주장
21170784.9 2021년04월27일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
바이오닉 테크놀로지스 게엠베하
독일 12489 베를린, 제임스-프랭크-슈트라쎈 17
(72) 발명자
도미니크, 야니크
독일, 12489 베를린, 제임스-프랭크-슈트라쎈 17,
바이오닉 테크놀로지스 게엠베하
베르텔만, 요르그
독일, 12489 베를린, 제임스-프랭크-슈트라쎈 17,
바이오닉 테크놀로지스 게엠베하
프란츠, 게오르그
독일, 12489 베를린, 제임스-프랭크-슈트라쎈 17,
바이오닉 테크놀로지스 게엠베하
(74) 대리인
특허법인 신세기

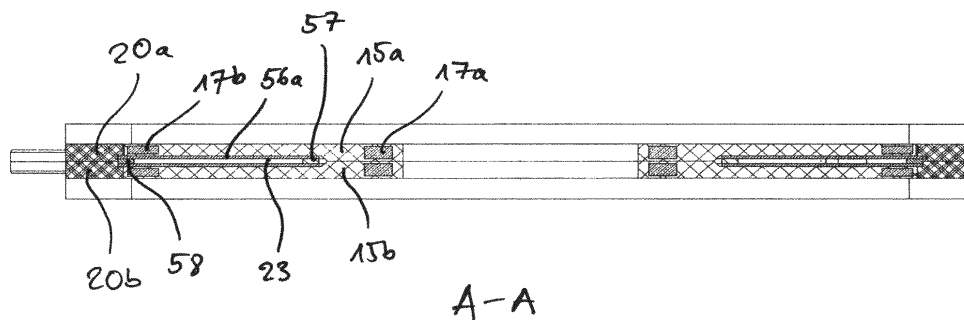
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 전기 기계의 코일 모듈

(57) 요약

본 발명은 전기 절연소재로 구성된 제1 코일 캐리어와, 제1 코일 캐리어에 매립되고 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선과, 및 제1 세라믹 구획을 갖는 제1 코일 원반을 구비하는 전기 기계의 코일 모듈에 관한 것이다. 뿐만 아니라 코일 모듈은 전기 절연소재로 구성된 제2 코일 캐리어와, 제2 코일 캐리어에 매립되고 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선과, 및 제2 세라믹 구획을 갖는 제2 코일 원반을 구비한다. 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반은, 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반 간에 냉매를 위한 대략 고리형 냉각 채널이 형성되도록 구성되어 서로 부착된다. 제1 세라믹 구획 및 제2 세라믹 구획이 각각 적어도 부분적으로 상기 대략 고리형 냉각 채널의 내측 벽을 형성한다.

대표도 - 도13c



(52) CPC특허분류

H02K 21/24 (2013.01)

H02K 9/19 (2023.08)

H02K 9/22 (2023.05)

H02K 2213/03 (2013.01)

H02K 2213/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전기 절연소재로 구성된 제1 코일 캐리어(15, 15a)와, 상기 제1 코일 캐리어(15, 15a)에 매립되고 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선(13)과, 및 제1 세라믹 구획(56, 56a)을 갖는 제1 코일 원반(6, 6a)과;

전기 절연소재로 구성된 제2 코일 캐리어(15, 15b)와, 상기 제2 코일 캐리어(15, 15b)에 매립되고 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선(13)과, 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)을 갖는 제2 코일 원반(6, 6b)을 구비하는 전기 기계의 코일 모듈(18)로;

여기서 상기 제1 코일 원반(6, 6a) 및 제2 코일 원반(6b)이, 상기 제1 코일 원반(6, 6a) 및 제2 코일 원반(6b) 간에 냉매를 위한 대략 고리형 냉각 채널(23)이 형성되도록 구성되어 서로 부착되고; 그리고

여기서 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 각각 적어도 부분적으로 상기 대략 고리형 냉각 채널(23)의 내측 벽을 형성하는 코일 모듈(18).

청구항 2

제1항에 있어서,

여기서 상기 제1 및/또는 제2 세라믹 구획(56, 56a, 56b)이 알루미늄 기반 및/또는 규소 기반 세라믹, 바람직하기로 산화알루미늄, 질화알루미늄, 탄화규소, 질화규소로 구성되는 그룹으로부터 선택된 소재를 포함하는 코일 모듈(18).

청구항 3

제1항 내지 제2항 중의 어느 한 항에 있어서,

여기서 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a)이 상기 대략 고리형 냉각 채널의 전체 반경 방향 영역에서 상기 대략 고리형 냉각 채널(23)의 내벽을 형성하고; 및/또는

여기서 상기 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 상기 대략 고리형 냉각 채널의 전체 반경 방향 영역에서 상기 대략 고리형 냉각 채널(23)의 내벽을 형성하는 코일 모듈(18).

청구항 4

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

여기서 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a)이 상기 제1 코일 캐리어(15, 15a) 상에 배치된 제1 세라믹 원반을 구비하거나 및/또는 상기 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 상기 제2 코일 캐리어(15, 15b) 상에 배치된 제2 세라믹 원반을 구비하고;

여기서 상기 제1 세라믹 원반(56, 56a) 및/또는 제2 세라믹 원반(56, 56b)이 바람직하기로 0.1 mm 내지 1 mm, 바람직하기로 0.2 mm 내지 0.8 mm, 더 바람직하기로 0.35 mm 내지 0.7 mm의 두께를 갖는 코일 모듈(18).

청구항 5

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

여기서 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a)이 상기 제1 코일 캐리어(15, 15a)에 도포된 제1 세라믹 코팅을 구비하거나 및/또는 상기 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 상기 제2 코일 캐리어(15, 15b)에 도포된 제2 세라믹 코팅을 구비하고;

여기서 상기 제1 세라믹 코팅 및/또는 제2 세라믹 코팅은 바람직하기로 1 μm 내지 100 μm , 바람직하기로 1 μm 내지 50 μm , 더 바람직하기로 1 μm 내지 30 μm 의 두께를 갖는 코일 모듈(18).

청구항 6

제1항 내지 제5항 중의 어느 한 항에 있어서,

여기서 상기 제1 코일 캐리어(15, 15a) 및/또는 제2 코일 캐리어(15, 15b)가 대략 고리형 인입부를 구비하고; 그리고

여기서 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및/또는 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 상기 제1 코일 캐리어 및/또는 제2 코일 캐리어 상의 상기 대략 고리형 인입부(22) 내에 배치된 대략 고리형 세라믹 원반 형태로 제공되는 코일 모듈(18).

청구항 7

제1항 내지 제6항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 대략 고리형 냉각 채널(23)에 배치되고 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b) 모두에 연결되는, 바람직하기로 이와 일체로 형성되는 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)를 더 구비하고;

여기서 상기 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)가 바람직하기로

- 알루미늄 기반 및/또는 규소 기반 세라믹, 바람직하기로 산화알루미늄, 질화알루미늄, 탄화규소, 질화규소로 구성되는 그룹으로부터 선택된 소재를 포함하거나; 및/또는
- 여기서 상기 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)가 바람직하기로 상기 제1 세라믹 구획 및/또는 제2 세라믹 구획에 부착되거나 이와 일체로 형성되거나; 및/또는
- 바람직하기로 상기 제1 및/또는 제2 코일 원반(6, 6a, 6b)에 직교하도록 배치된 스트럿을 구비하거나; 및/또는
- 상기 제1 및/또는 제2 코일 원반(6, 6a, 6b)에 평행하게 연장되는 리브를 구비하는 코일 모듈(18).

청구항 8

제1항 내지 제7항 중의 어느 한 항에 있어서,

반경 방향 내측 구획(57)과 반경 방향 외측 구획을 더 구비하고;

여기서 상기 반경 방향 내측 구획(57)이 바람직하기로 칼라 형태 및/또는 고리 형태이고, 반경 방향으로 보아 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)에 인접한 내측에 배치되며; 그리고

여기서 상기 반경 방향 외측 구획(58)이 바람직하기로 칼라 형태 및/또는 고리 형태이고, 반경 방향으로 보아 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)에 인접한 외측에 배치되는 코일 모듈(18).

청구항 9

제1항 내지 제8항 중의 어느 한 항에 있어서,

여기서 상기 제1 코일 원반(6, 6a) 및/또는 제2 코일 원반(6, 6b)이 상기 대략 고리형 냉각 채널(23)에 냉매를 공급하는 유입 개구(43, 54)를 구비하고; 및/또는

여기서 상기 제1 코일 원반(6, 6a) 및/또는 제2 코일 원반(6, 6b)이 상기 대략 고리형 냉각 채널(23)로부터 냉매를 배출시키는 유출 개구(45, 55)를 구비하는 코일 모듈(18).

청구항 10

제1항 내지 제9항 중의 어느 한 항에 있어서,

여기서 도전성 소재로 구성된 복수의 개별 권선(13)들이 상기 제1 코일 캐리어(15, 15a)에 매립되는데, 각각 상기 제1 코일 캐리어(15, 15a)의 중심(14) 둘레의 상기 제1 코일 캐리어(15, 15a)의 원주 상에 매립되고,

여기서 도전성 소재로 구성된 복수의 개별 권선(13)들이 상기 제2 코일 캐리어(15, 15b)에 매립되는데, 각각 상기 제2 코일 캐리어(15, 15b)의 중심(14) 둘레의 상기 제2 코일 캐리어(15, 15b)의 원주 상에 매립되며,

여기서 상기 권선(13)들의 각각이 상기 중심(14)으로부터 반경 방향으로 연장되는 2개의 능동 영역(16)들과, 그

반경 방향 외변 및 내변에서 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역들(17b)을 구비하고, 그리고

여기서, 상기 코일 원반(6, 6a, 6b)의 평면도에서, 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들은 서로 덮지 않지만, 권선(13)들 중의 하나의 각 수동 영역(17a, 17b)은 2개의 바로 인접한 권선(13)들의 대응 수동 영역(17a, 17b)들을 부분적으로 덮으며, 여기서 개별 권선(13)의 단면에서 축방향에서, 능동 영역(16)들이 수동 영역(17a, 17b)들보다 더 큰 축방향 두께를 갖는 코일 모듈(18).

청구항 11

제10항에 있어서,

여기서 상기 제1 코일 원반(6, 6a) 및 제2 코일 원반(6, 6b)의 복수의 개별 권선(13)들의 인접 능동 영역(16)들이, 상기 인접 능동 영역(16)들 간에 갭이 배치되도록 접선 방향으로 서로 이격되고, 그리고

여기서 상기 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)의 각각이 상기 인접 능동 영역(16)들 간에 배치된 갭들로 연장되는 돌출부(65)들을 구비하는 코일 모듈(18).

청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서,

여기서 상기 냉각 채널(23)이 적어도 반경 방향으로 연장되는 능동 영역(16)들의 영역과, 바람직하기로 반경 방향 외측 수동 영역(17b)들의 영역에도 배치되는 .코일 모듈(18).

청구항 13

제10항 내지 제12항 중의 어느 한 항에 있어서,

여기서 상기 권선들이 서로 전기적으로 절연되고 0.1 mm 이하의 와이어 직경을 갖는 복수의 와이어들의 가는 가닥으로 형성되는 코일 모듈(18).

청구항 14

베어링 장치(1, 3)와 상기 베어링 장치(1, 3)에 안내되는 and a 샤프트(2)를 구비하는 전기 기계로, 여기서 복수의 영구자석(5)들을 구비하는 적어도 하나의 자석 모듈(4)과 제1항 내지 13항에 따른 적어도 하나의 코일 모듈(18)이 상기 샤프트(2)를 따라 동축으로 배치되는 전기 기계.

청구항 15

제14항에 따른 전기 기계를 구비하는 차량(150) 또는 전동 톨(154).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전기 기계의 코일 모듈, 전기 기계, 차량, 및/또는 전동 톨에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다양한 설계의 전기 기계들이 종래기술로부터 알려져 있다. 문헌 DE 10 2017 204 072 A1은 고밀도의 도전성 소재가 영구자석들로 생성되는 자계의 영역 내에 둘러싸이는 전기 모터의 곡류 형(meander form)의 권선 유형을 기술하고 있다. 그러나 그 전자기적 특성 때문에 플랫 와이어(flat wire)가 사용되어야 한다는 것이 이러한 구성의 단점인데, 이는 비효율성을 초래한다. 또한 다상(multiphase) 설계가 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 이에 따라 본 발명이 기반하는 목적은 이러한 문제점들이 극복될 수 있고 축소된 공간 요건이 구현될 수 있는 콤팩트한 설계를 갖는 전기 기계의 코일 모듈을 제안하는 것이다. 본 발명이 기반하는 다른 목적은 전기 기계의 신뢰성 높고, 효율적이며, 공간 및/또는 중량 절감 냉각을 제공하거나 및/또는 전기 기계의 사용 수명을 연장시

키는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0004] 본 발명의 맥락에서 전기적 기계(electrical machine)는 전기 에너지를 기계적 일로 변환하거나 그 역인 장치를 지칭하는 것으로 이해되어야 한다. 특히 "전기 기계(electric machine)"라는 용어는 전기 엔진 또는 전기모터(electromotor or electric motor) 또는 발전기(electrogenerator or electric generator)를 의미하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0005] 이 목적들의 하나, 몇몇 또는 모두는 이하에 설명되는 바와 같이 본 발명에 따른 코일 모듈, 전기 기계, 및/또는 차량 또는 전동 톨에 의해 해결된다.
- [0006] 전기 기계의 코일 모듈은 적어도 하나의 코일 원반들을 구비한다. 각 코일 원반은 전기 절연 소재로 구성된 코일 캐리어와 도전성 소재로 구성되고 전형적으로 와이어 형태인 복수의 개별 권선(winding)들을 구비한다. 권선은 예를 들어 몰딩 등 코일 캐리어에 매립된다(embedded). 권선들은 적어도 하나의 코일 원반 상의 적어도 하나의 코일 원반 중심 둘레의 원주 상에 배치된다. 권선들의 각각은 중심으로부터 반경 방향으로 연장되는 2개의 능동 영역들과 그 반경 방향 외변 및 내변(외측 및 내측 가장자리)에서 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역을 갖는데, 다른 권선들의 능동 영역들은 서로 중첩되지 않지만, 권선들 중의 하나의 수동 영역은 각각 바로 인접한 2개의 권선들의 대응 수동 영역들과 부분적으로 중첩된다. 단면에서, 각 권선의 축방향 두께는 각 권선의 수동 영역들보다 능동 영역들이 더 크다.
- [0007] 이 명세서가 복수의 개별적인 권선들을 언급하고 있지만, 예를 들어 동일한 상(phase)을 갖는 개별적 권선 등 몇 개의 개별적 권선들이 상호연결될 수 있다.
- [0008] 능동 영역들은 전기 장치의 토크에 기여하기에 적합하거나 및/또는 전기 장치의 적어도 하나의 인접 자석 모듈의 자계 내에 위치한 권선들의 영역으로 이해될 수 있다. 이에 따라 권선들의 수동 영역들은 전기 장치의 토크에 기여하기에 적합하지 않거나 및/또는 전기 장치의 적어도 하나의 인접 자석 모듈의 자계 내에 위치하지 않는다.
- [0009] 본 발명의 맥락에서, "개별 권선의 축방향 두께(thickness of the respective winding in the axial direction)" 또는 권선의 "축방향 두께(thickness in the axial direction)"라는 용어는 축방향에서 측정된 권선의 두께로 이해되어야 할 것이다. 마찬가지로 권선의 "접선 또는 반경 방향 폭(width in the tangential or radial direction)"이라는 용어는 접선 또는 반경 방향에서 측정된 폭으로 이해되어야 할 것이다. 즉 "축방향으로(in the axial direction)", "접선 방향으로(in the tangential direction)", "반경 방향으로(in the radial direction)" 및 유사한 정보(Angabe)는 (예를 들어 두께, 폭 등) 개별 값들이 측정되는 방향을 지시한다.
- [0010] 수동 영역에서의 부분적 중첩에 기인하여, 바람직하기로 구리인 수동 영역의 도전성 소재의 양은 전형적으로 능동 영역의 2배이다. 코일 원반과 적어도 하나의 코일 원반으로 구성된 코일 모듈이 축방향으로 두꺼워지는 것을 방지하기 위해, 단면에서의 축방향 두께가 능동 영역에서 수동 영역보다 더 커져, 콤팩트한 구조가 보장된다. 이 맥락에서, 전기 절연성 소재는 25°C 의 온도에서 10^{-8} S/m 미만의 도전성을 갖는 소재로 이해되어야 한다. 이 맥락에서, 도전성 소재는 25°C 의 온도에서 10^6 S/m 보다 큰 도전성을 갖는 소재로 이해되어야 한다. 이 명세서에서 공통 규약에 따라, 반경 방향은 중심으로부터 변(가장자리)으로의 직선 방향이고, 접선 방향은 반경 방향에 대해 직각 방향으로 이해되어야 한다. 본 발명의 맥락에서, 수동 영역은 반경 방향으로 연장되지 않고 각 개별 권선의 2개의 능동 영역들을 연결하는 영역들로 이해되어야 한다. 그러나 수동 영역은 정확히 접선 방향으로 연장될 필요가 없다. 예를 들어 수동 영역들은 또한 바람직하기로 능동 영역들에 인접하고 예를 들어 단면의 변화가 이뤄지는 짧은 반경 방향 연장 영역을 가질 수 있다. 능동 영역들과 수동 영역들 간에 원주상으로 배치된 권선들이 변화되므로, 자석 원반 간의 공기 갭(air gap)의 축방향 거리가 변화될 수 있고, 이에 따라 상대적 구리 충전율(relative copper filling ratio)이 증가될 수 있게 된다. 또한 수동 영역의 감소된 두께는 권선들의 삼상 배열의 수용을 용이하게 만든다. 본 발명의 맥락에서, 상면도는 적어도 하나의 코일 원반의 법선 벡터(normal vector)를 따른 도면으로 이해되어야 하는 한편, 이에 따라 측면도는 상면도에 대해 90° 꺾인 위치로 이해된다. 여기서 법선 벡터는 적어도 하나의 코일 원반의 길이와 폭이 적어도 하나의 코일 원반의 두께보다 커지는 영역에서 시작되는 것으로 이해되어야 한다. 이에 따라 전기 기계에서 법선 벡터는 회전축에 평행하다. 코일로도 지칭되는 권선은 바람직하기로 심이 없는 또는 철심이 없는(coreless or iron-core-less) 권선의 형태이다. 본 발명의 맥락에서, "코일 캐리어(coil carrier)"라는 용어는 특히 권선 또는 코일에 대한 캐리어로

이해되어야 하는데, 이는 전형적으로 권선들을 기계적으로 연결하고 바람직하기로 에폭시 수지 또는 다른 내열성 플라스틱으로 구성된다. 본 발명의 맥락에서, "코일 원반(coil disc)"이라는 용어는 코일 또는 권선과 코일 캐리어로 고정되는 대응 링(ring)으로 이해되어야 하는 한편, "코일 모듈(coil module)"이라는 용어는 적어도 하나의 코일 원반, 전형적으로 2개 이상의 코일 원반들과의 완전한 빌트인 유닛(built-in unit)을 지명한다.

- [0011] 예를 들어, 복수의 개별적 권선들은 바람직하기로 에폭시 수지인 코일 캐리어의 소재에 몰딩되어 코일 원반을 형성한다.
- [0012] 수동 영역의 개별 권선의 두께와 능동 영역의 개별 권선의 두께의 비는 1 미만이다. 바람직하기로 이 비는 0.3 이상이고 1 미만이다. 외측 수동 영역에 대해서는 더 큰 설치 공간의 이점을 이용하고 코일 원반을 고려할 때 1인 능동 영역에 대해 균일한 상대 두께를 산출하기 위해 이 비는 정확히 0.5이다.
- [0013] 전형적으로, 능동 영역으로부터 수동 영역으로의 전이는 개별 권선의 단면 영역의 형태를 변화시킨다. 바람직하기로 단면 영역의 면적은 동일하게 유지되고 충전율(filling factor)이 최대가 되는데, 이는 예를 들어 가압(pressing)으로 이뤄질 수 있지만 변형된 형태는 더 많은 소재들이 자계선(magnetic field line)들을 통해 흐를 수 있게 하여 구동을 더 효율적으로 만든다. 변화된 형태는 자석 간격이 동일하게 유지되면서 도전성 소재에 사용 가능한 설치 공간이 전기 기계에 사용되어 이에 따라 성능과 효율이 향상될 수 있다.
- [0014] 다른 권선들, 전형적으로 모든 권선들의 모든 능동 영역들이 측면 상에서 단일한 평면에 배치되거나 및/또는 이와 교차한다.
- [0015] 이 평면은 코일 원반 또는 전기 기계의 축방향에 직교할 수 있다. 뿐만 아니라 예를 들어 부채꼴 전개(fanned-out) 실시예에서 능동 영역들은 변동하는 두께를 가져, 그 상측 및/또는 하측이 이 평면에 평행하지 않을 수 있다. 바람직하기로 능동 영역들은 이 평면을 교차하도록 구성될 수 있다. 이는 이 명세서에 기술된 격벽(Steg)이 구성된 하나 또는 몇 개의 능동 영역들을 제외할 수 있다.
- [0016] 즉, 예를 들어 다른 능동 영역들에 대해 돌출하는 능동 영역이 없도록 다양한 권선들의 능동 영역들이 모두 코일 원반의 법선 벡터 방향의 측면도로 보아 동일한 높이에 위치할 수 있다. 이는 이 명세서에 기술된 격벽이 구성된 하나 또는 몇 개의 능동 영역들을 제외할 수 있다.
- [0017] 이들을 단일한 평면에 배치함으로써, 모든 능동 영역들의 자기 모듈의 자계 내의 동일한 위치가 달성된다. 이와는 달리, 거의 모든, 바람직하기로 하나를 제외한 모든 다양한 권선들의 능동 영역들이 코일 원반의 법선 벡터 방향의 측면도로 보아 동일한 높이에 배치되어, 예를 들어 작은 수, 바람직하기로 하나의 능동 영역이 다른 능동 영역들에 대해 돌출할 수 있다. 예를 들어 이 명세서에 기술된 격벽이 이 영역에 배치될 수 있다.
- [0018] 바람직하기로 개별 권선들의 능동 영역들의 축방향 두께는 반경 방향 외측으로 감소된다. 뿐만 아니라 개별 권선들의 능동 영역들의 접선 방향 폭은 반경 방향 외측으로 증가한다.
- [0019] 달리 말해, 능동 영역들은 외측으로 부채꼴 전개된다.
- [0020] 활성 영역들의 이 부채꼴 전개는 코일 원반의 축 방향으로 동일한 두께를 갖는 개별 권선들에 더 많은 도전 소재를 사용할 수 있게 해준다. 이는 나아가 더 강력한 전기 기계 및/또는 전기 기계의 더 높은 정도의 효율로 결과된다.
- [0021] 그러나 부채꼴 전개가 권선들의 능동 영역들 전체에 존재할 필요는 없다. 예를 들어, 수동 영역들에 인접한 능동 영역들은 이 부채꼴 전개에서 제외된 개별적 전이부(transition)들을 가질 수 있다.
- [0022] 바람직하기로, 능동 영역들의 단면적은 반경 방향을 따라 일정하다.
- [0023] 전형적으로, 권선들은 서로 전기 절연된 몇 개의 와이어들의 가는 가닥(strand)으로 형성되는데, 서로 전기 절연된 와이어들은 0.1 mm 이하의 와이어 직경을 갖는다. 전기 절연 피복을 갖는 몇 개의 가닥들을 구비함으로써, 와이어로 구성되는 권선의 제조 동안의 충분한 유연성과 충분히 높은 도전성이 모두 달성될 수 있다.
- [0024] 권선들의 수는 바람직하기로 3의 배수인 정수에 해당되어 권선들이 삼상(three-phase) 작동을 가능하게 한다. 이에 따라 전체 3개의 다른 상의 스트링(string)들이 권선으로부터 형성된다. 특히 바람직한 방식에서, 모든 상들의 권선들의 모든 능동 영역들이 측면도로 보아 단일한 평면 내에 위치하는 반면, 다른 상들의 수동 영역들은 2개의 평면들에 걸쳐 위치한다. 전형적으로, 2개의 상들의 수동 영역들이 각각 하나의 평면에 위치하고 제3상의 수동 영역들이 추가적인 평면 변화를 받는다. 2개의 평면들은 전형적으로 서로 다르거나 편심(offset)되지만 서로 평행하다.

- [0025] 모든 권선들이 동일한 설계, 특히 동일한 치수 및 형태를 갖도록 구성할 수 있다. 이와는 달리 형태 또는 두께가 다른 권선들과 다른 적어도 하나의 권선을 사용하도록 구성할 수도 있다.
- [0026] 코일 원반은 권선들 중의 하나의 내측 수동 영역과 외측 수동 영역이 축방향 두께가 다르도록 구성될 수 있다. 이 경우, 내측 수동 영역은 코일 원반과 코일 모듈의 중심으로부터 외측 수동 영역보다 더 작은 거리에 배치된다. 전형적으로, 권선들 중의 하나의 외측 수동 영역의 두께는 능동 영역들의 두께에 대한 이 영역의 두께의 비가 0.5 이하가 되도록 선택된다. 내측 수동 영역에 대해, 능동 영역들의 두께에 대한 위 내측 수동 영역의 두께의 비는 1 미만으로 구성된다. 이러한 방법으로 냉각 표면이 능동 영역들로부터 외측 수동 영역들로 더 확장될 수 있다.
- [0027] 본 발명은 또한 베어링 장치와 이 베어링 장치 내에서 안내되는 샤프트(shaft)를 갖는 전기 기계에도 관련되는데, 여기서 복수의 영구자석들을 구비하는 자석 모듈과 본 발명의 범위 내에서 개시되는 적어도 하나의 코일 모듈이 샤프트를 따라 동축으로 배치된다.
- [0028] 전기 모터(electromotor or electric motor) 또는 발전기(electrogenerator or electric generator) 등의 전기 기계는 베어링 장치와 이 베어링 장치 내에서 안내되는 샤프트를 갖는다. 복수의 영구자석들을 갖는 자석 모듈을 포함하는 적어도 하나의 자석 모듈과 전술한 특성들을 갖는 적어도 하나의 코일 모듈이 샤프트를 따라 동축으로 배치되는데, 여기서 자석 모듈은 샤프트에 부착되고 코일 모듈은 하우징에 연결된다. 권선들의 높은 실장 밀도(packing density) 덕분에 전기 기계의 작동 동안 특히 유용한 효율과 출력 밀도가 달성된다.
- [0029] 적어도 하나의 코일 모듈은 액체의 침투(keitsdurchtritt)를 방지하고 냉각 채널의 형성을 가능하게 하기 위해 적어도 자석 모듈을 대향하는 측이 전기 절연 소재로 구성된 포일(foil)로 덮일 수 있다. 접착 연결 대신, 포일은 소재-대-소재 연결로서의 용접 연결, 또는 예를 들어 나사 고정 링(screwed-on ring)에 의한 강제 끼워맞춤 연결 등의 다른 연결 방법이 적용될 수 있다.
- [0030] 전기 기계, 특히 능동 영역들을 효율적으로 냉각하기 위해, 적어도 하나의 코일 모듈은 적어도 2개의 상호연결된 코일 원반들과, 2개의 코일 원반들 사이의 캐비티(cavity)로 형성된 냉각 채널을 가질 수 있다. 대체적 또는 추가적으로, 냉각 채널은 코일 원반 또는 코일 모듈과 포일로 한정되어 형성될 수도 있다.
- [0031] 본 발명은 또한 본 발명의 범위 내에서 개시되는 전기 기계를 갖는 차량 또는 전동 톨에도 관련된다.
- [0032] 본 발명이 기초하는 하나 또는 몇 개 또는 모든 목적들이 이하에 개시되는 코일 모듈, 전기 기계 및/또는 차량 및/또는 전동 톨의 발명에 의해 달성된다.
- [0033] 후술할 코일 모듈 역시 전술한 코일 모듈에 연계하여 개시한 몇 가지 특징들을 포함하므로, 전술한 기술적 효과, 이점, 및 설명들은 후술할 해당 특징들에도 적용된다. 특히 후술할 코일 모듈은 바람직하기로 전술한 코일 모듈에 연계하여 기술한 특징들의 어느 것을 포함할 수 있음에 유의해야 한다.
- [0034] 코일 모듈은 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선을 갖는 제1 코일 원반과 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선을 갖는 제2 코일 원반을 구비한다. 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반은 대략 고리형 인입부(annular recess)를 구비한다. 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반은 또한 제1 코일 원반과 제2 코일 원반 사이에 고리형 인입부/인입부들에 의해 냉매(coolant)에 대한 대략 고리형 냉각 채널이 형성되도록 서로 부착된다.
- [0035] 코일 모듈, 제1 코일 원반, 제2 코일 원반, 및 제1 코일 원반과 제2 코일 원반의 권선들은 전술한 바와 같이 구성될 수 있다.
- [0036] 대략 고리형 인입부는 코일 원반의 대략 전체 원주 둘레로 연장되는 인입부를 의미하는 것으로 이해될 수 있다. "대략(substantially)"이라는 용어는 인입부가 예를 들어 대략 고리형 인입부를 절단하는(interrupt) 더 상세히 후술할 하나(이상)의 격벽(Steg)을 포함하는 것을 의미한다. 대략 고리형 인입부는 코일 원반의 중심 둘레에 연장되고 코일 원반의 중심에 위치하지 않을 수 있다. 코일 원반의 중심은 이를 통해 전기 기계의 샤프트의 회전축이 통과하는 코일 원반 상의 점으로 이해되어야 한다.
- [0037] 대략 고리형 인입부의 반경 방향 외측 및/또는 반경 방향 내변은 코일 원반의 평면도(길이 및 폭 방향에 직교하는 도면)로 보아 원형이 될 수 있다. 이 경우, 인입부의 반경 방향 외변 및 반경 방향 내변들은 각각 코일 원반의 대략 평면으로부터 대략 고리형 인입부로 천이를 보인다. 그러나 외변 및/또는 내변의 형태는 정확한 원형 형태로부터 벗어날 수도 있다. 예를 들어 외변 및/또는 내변은 물결 형태일 수 있다. 뿐만 아니라 외변 및/또는

내변은 다각형 형태를 가질 수도 있다.

- [0038] 인입부는 2개의 대향하는 측면들과 하나의 저면의 사각형 단면을 가질 수 있다. 이와는 달리 인입부다 대향하는 측면들 간의 거리가 저면을 향해 감소되는 사다리꼴 단면을 가질 수도 있다. 뿐만 아니라, 인입부는 원호 형태나 굴곡 형태를 가질 수도 있다.
- [0039] 달리 말해, 고리형 인입부는 코일 원반의 대략 고리형 오목부(depression)로 이해될 수 있다. 코일 원반은 대략 고리형 인입부의 영역에서 고리형 인입부 외부 영역보다 더 작은 두께를 가질 수 있다.
- [0040] 코일 원반은 바람직하기로 적어도 하나의 권선을 예를 들어 에폭시 수지 등의 전기 절연 소재에 캐스팅(casting)하여 제조될 수 있다. 이를 위해 권선들이 몰드에 위치된 다음, 전기 절연 소재로 충전될 수 있다. 이어서 압착 공정(pressing process)에서 대략 고리형 인입부가 제조될 수 있다. 예를 들어 대략 고리형 몰드 또는 펀치에 의해 제조된다.
- [0041] 적어도 하나의 권선이 삽입되는 몰드는 권선들의 능동 영역들 간의 갭을 자유롭게 유지하는 돌출부들을 가질 수 있어, 코일 원반은 권선들의 능동 영역들이 위치한 대략 고리형 영역의 능동 영역들 간에 공기 갭들을 갖게 된다. 이 갭들을 갖는 코일 원반은 예를 들어 (예를 들어 물-글리콜 혼합물 등의) 냉매에 의한 다른 형태의 냉각 역시 선호되지만, 전기 기계의 공기 냉각에 특히 적합할 수 있다.
- [0042] 이 명세서에 기재된 부채꼴 전개(fanned-out) 능동 영역들의 경우, 바람직하기로, 능동 영역들 간의 거리가 매우 작거나 몰딩 후 능동 영역들 간에 갭이 남지 않도록 이 돌출부들이 몰드 내에 없을 수 있다.
- [0043] 그러나 대략 고리형 인입부는 다른 공정들로 산출될 수도 있다. 예를 들어 후속 압착 공정이 필요 없도록 전기 절연 소재가 매립되는 몰드 자체가 인입부를 형성(define)할 수 있다. 대략 고리형 인입부는 또한 예를 들어 밀링(milling)으로 산출될 수도 있다.
- [0044] 이러한 대략 고리형 인입부는 제1 및/또는 제2 코일 원반들 중의 하나에 구비될 수 있다. 바람직하기로 대략 고리형 인입부는 제1 및 제2 코일 원반들의 각각에 구비된다.
- [0045] 전술한 바와 같이, 본 발명의 맥락에서, 원반은 그 길이 및 폭 또는 직경이 예를 들의 배수 10 등 그 두께보다 현저히 더 큰 물체로 이해되어야 한다. 원반의 측면들은 길이 및 폭이 연장되는 평면에 평행, 즉 전기 기계의 축방향에 직교하는 방향에 평행한 물체의 측부로 이해되어야 한다. 대략 고리형 인입부는 코일 원반의 측면들 중의 하나에 구비된다. 그러나 코일 원반은 양면의 각각에 대략 고리형 인입부를 가질 수도 있다.
- [0046] 제1 및 제2 코일 원반들은 제1 코일 원반의 양면 중의 하나가 그 사이에 위치하는 밀봉 층을 포함하여(not excluding) 제2 코일 원반의 양면 중의 하나에 접촉하도록 서로 부착될 수 있다. 예를 들어 제1 코일 원반과 제2 코일 원반은 서로 접촉될 수 있는데, 접촉제는 이와 동시에 예를 들어 냉각 채널을 환경으로부터 밀봉하는 등 밀봉할 수 있다.
- [0047] 이하에서는 다른 코일 원반에 접촉하는 제1 및 제2 코일 원반들의 측면들을 각각 내측으로 지칭한다. 이에 따라 다른 코일 원반에서 먼 쪽을 향해 접촉하진 않는 제1 및 제2 코일 원반들의 측면들을 외측으로 지칭한다. 이에 따라 대략 고리형 인입부는 제1 코일 원반의 내측 및/또는 제2 코일 원반의 내측 산에 구비되는 것으로 이해되어야 한다.
- [0048] 제1 및 제2 코일 원반들은 각각 인입부를 구비하고, 제1 및 제2 코일 원반들의 인입부들은 바람직하기로 동일한 형태를 갖고 바람직하기로 서로 정확히 반대 및/또는 중첩하도록 배치된다. 그러나 제1 코일 원반의 인입부가 제2 코일 원반의 인입부와 다른 형태를 갖거나 및/또는 코일 모듈이 조립되었을 때 이들이 서로 편심(offset)될 수 있다.
- [0049] 대략 고리형 냉각 채널은 제1 및 제2 코일 원반들로 한정되는 공간을 의미할 수 있는데, 이는 한편으로 제1 또는 제2 코일 원반의 인입부의 벽으로 한정되고(bounded) 다른 편으로 제2 코일 원반의 내벽으로 한정된다. 바람직하기로 대략 고리형 냉각 채널은 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반에 구비된 2개의 인입부들로 한정된다. 그러나 대략 고리형 냉각 채널은 완전히 한정되지(confined) 않는, 즉 대략 고리형 냉각 채널은 예를 들어 냉매가 대략 고리형 냉각 채널에 진입 및/또는 배출될 수 있는 유입 개구 및/또는 유출 개구를 포함할 수 있다.
- [0050] 이 냉각 채널은 냉매가 권선들에 매우 가까이 통과하여 전기 기계가 아주 효율적으로 냉각될 수 있는 이점을 제공한다. 이와 동시에 이 냉각 구조는 냉매를 공급할 추가적 컴포넌트를 요구하지 않아, 이 냉각 구조는 공간 및 중량을 절감시킨다. 또한 이 냉각 구조는 매우 견고하여 고장이 발생되기 어렵다,

- [0051] 냉매는 바람직하기로 물 기반 냉매, 더 바람직하기로 물-글리콜 혼합물이다. 변압기 오일(transformer oil)도 냉매로 사용될 수 있다. 그러나 이 명세서에 기술된 코일 모듈은 공랭식일 수도 있다.
- [0052] 바람직하기로, 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반은 냉매를 대략 고리형 냉각 채널로 안내하기 위해 인입부 영역에 유입 개구를 구비한다. 대체적으로 또는 추가적으로, 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반은 냉매를 대략 고리형 냉각 채널로부터 외부로 유도하기 위해 인입부 영역에 유출 개구를 구비한다.
- [0053] 예를 들어, 유입 개구 및/또는 유출 개구는 인입부의 반경 방향 외측면에 구비될 수 있다. 바람직하기로, 유입 개구가 제1 코일 원반의 인입부의 외측면에 구비되고 유출 개구가 제2 코일 원반의 인입부의 외측면에 구비되거나 그 역이다. 유입 채널은 제1 코일 원반의 유입 개구로부터 연장되고 유출 개구는 제2 코일 원반의 유출 개구로부터 연장될 수 있다. 유입 채널 및 유출 채널은 각각 유입 및 유출 개구로부터 반경 방향 외측으로 연장될 수 있다. 유입 채널은 제1 코일 원반의 인입부로 구성될 수 있고, 유출 채널은 제2 코일 원반의 인입부로 구성될 수 있다. 유입 개구 반대쪽의 유입 채널의 단부에는 유입 구멍(inlet hole) 및/또는 유입 관통 구멍(inlet through hole)이 제1 및 제2 코일 원반들에 구비되어 냉매를 유입 채널로 유도한다. 유출 개구 반대쪽의 유출 채널의 단부에는 유출 구멍 및/또는 유출 관통 구멍이 제1 및 제2 코일 원반들에 구비되어 냉매를 유출 채널 밖으로 유도한다.
- [0054] 유입 채널 및/또는 유출 채널은 바람직하기로 바로 인접한 권선들의 외측 수동 영역들을 덮지 않거나 부분적으로만 덮는 권선의 외측 수동 영역에서 연장된다. 이러한 방법으로 유입 및/또는 유출 채널은 권선들의 두께가 가능한 한 작은 영역에 배치된다. 그러면 공간 절감 구조가 가능해진다.
- [0055] 이와는 달리 유입 및 유출 개구들과 유입 및 유출 채널들이 2개의 코일 원반들 중 하나에만 또는 양 코일 원반들에 구비될 수 있다.
- [0056] 전기 기계가 코일 스페이스를 통해 서로 연결된 복수의 코일 모듈들을 구비하면, 코일 스페이스 역시 인입 및 인출 구멍들을 포함할 수 있다. 조립 상태에서, 여러 코일 모듈들과 그 사이에 위치한 코일 스페이스들의 유입 구멍들은 서로 중첩된다. 마찬가지로 조립 상태에서, 여러 코일 모듈들과 그 사이에 위치한 코일 스페이스들의 유출 구멍들도 서로 중첩된다. 달리 말해, 모든 유입 및 유출 구멍들은 동일한 선 상에 정렬될 수 있다.
- [0057] 예를 들어, 축방향으로 보아 전기 기계의 일단에 위치한 코일 원반 또는 코일 스페이스에서, 유입 및 유출 구멍들은 생략될 수 있다. 전기 기계의 타단에 위치한 코일 원반 또는 코일 스페이스에서, 냉매는 유입 및 유출 구멍들을 통해 개별 코일 모듈들로 공급될 수 있다. 이러한 방법으로, 다른 코일 모듈들이 냉매 흐름에 대해 병렬로 연결될 수 있다.
- [0058] 유입 개구와 코일 원반의 중심과의 제1 연결선과 유출 개구와 코일 원반의 중심과의 제2 연결선은 코일 원반의 평면도에서, 바람직하기로 30° 미만, 더 바람직하기로 20° 미만, 더욱 바람직하기로 10° 미만의 각도를 둘러싼다. 특히 개구들을 가능한 한 근접 배치하여 해당 각도가 가능한 한 작은 것이 바람직하다. 이러한 방법으로, 냉매가 가능한 한 코일 원반 중심 둘레로 흘러 모든 권선들의 냉각을 보장한다.
- [0059] 바람직하기로, 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반은 유입 개구 및 유출 개구 간의 대략 고리형 냉각 채널이 칸막이(partition)를 갖도록 하는 방식으로 유입 개구 및 유출 개구 간에 격벽(Steg)을 구비한다. 이 격벽은 인입부의 유입 개구 및 유출 개구 간의 최단 연결에 배치되어 냉매가 코일 원반의 거의 전체 외주 둘레를 흐르도록 강제한다.
- [0060] 이 격벽은 인입부의 차단(interruption)으로 이해될 수 있다. 달리 말해, 격벽은 인입부의 내면으로부터 인입부의 외면으로 반경 방향 연장되는 것으로 이해될 수 있다. 예를 들어, 격벽은 인입부의 내면으로부터 인입부의 외면으로 반경 방향 연장될 수 있다. 이와는 달리, 격벽이 반경 방향과 각도를 형성할 수도 있다. 이 경우, 격벽은 바람직하기로 코일 원반의 내측과 동일한 평면인, 인입부 저면의 위에 위치하는 상면을 가질 수 있다. 이 경우, 격벽은 바람직하기로 냉매를 유효하게 차단하도록 가능한 한 좁게 구성된다.
- [0061] 바람직하기로, 유입 개구와 코일 원반의 중심과의 제1 연결선과 유출 개구와 코일 원반의 중심과의 제2 연결선 역시 30° 미만의 각도를 둘러싼다. 유입 및 유출 개구 간의 격벽에 의해 냉매는 유입 및 유출 개구 간의 "지름 길(short path)"을 택하지 못하고 냉각 채널의 나머지 훨씬 큰 원호 둘레로 흐르도록 강제된다.
- [0062] 위 격벽은 냉각 채널에서 냉매에 대한 장벽을 형성한다. 이에 따라 격벽은 냉매가 제1 및 제2 코일 원반들의 모든 관련 영역들을 통해 흐르도록 보장하여 제1 및 제2 코일 원반들의 모든 관련 영역들을 냉각한다.
- [0063] 바람직하기로, 제1 및 제2 코일 원반들은 각각 인입부와 격벽을 구비한다. 코일 모듈의 조립 상태에서, 제1 코

일 원반의 격벽과 제2 코일 원반의 격벽은 서로 상하에 위치하고, 그 사이에 접착 및/또는 밀봉 층이 배치되는 것을 배제하지 않는데, 여기서 접착제가 동시에 밀봉재가 될 수 있다.

[0064] 바람직하기로, 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반은 각각: 전기 절연 소재로 구성된 적어도 하나의 코일 캐리어와 도전성 소재로 구성된 복수의 개별적 권선들을 구비하는데, 이들은 적어도 하나의 코일 원반 상의 적어도 하나의 코일 원반의 중심 둘레에 원주상 배치된다. 각 권선들은 중심으로부터 반경 방향으로 연장되는 2개의 능동 영역들과 그 반경 방향 외변 및 내변에 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역들을 구비한다. 또한 코일 원반의 평면도에서, 다른 권선들의 능동 영역들은 서로 중첩되지 않지만, 권선들 중의 하나의 각 수동 영역은 2개의 바로 인접한 권선들의 대응 수동 영역들과 각각 부분적으로 중첩한다. 뿐만 아니라, 능동 영역들의 개별 권선들은 수동 영역보다 단면에서 더 큰 축방향 두께를 갖는다.

[0065] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.

[0066] 바람직하기로, 인입부들/인입부는 적어도 반경 방향으로 연장되는 능동 영역들의 영역에 배치되고, 바람직하기로 반경 방향 외측 수동 영역들의 영역에도 배치된다.

[0067] 권선들 중의 하나의 수동 영역들이 바로 인접한 권선들의 대응 수동 영역들과 부분적으로 중첩되고 다른 권선들의 능동 영역들이 서로 중첩되지 않으므로, 인입부를 위한 공간이 제1 및/또는 제2 코일 원반의 능동 영역들에 제공될 수 있다. 이 공간이 냉각에 사용되므로 인입부/인입부들에 의한 냉각 채널을 구비해도 추가적인 공간의 소비를 유발하지 않는다. 이와 동시에, 전술한 이 종류의 권선은 작은 공간 안에 더 많은 도전 소재가 사용될 수 있는 이점을 제공한다.

[0068] 그러나 인입부들/인입부는 적어도 부분적으로 수동 영역들, 바람직하기로 반경 방향 외측 수동 영역들에도 구비될 수 있다. 예를 들어, 반경 방향 외측 수동 영역들은 반경 방향 내측 수동 영역들보다 반경 방향으로 더 큰 폭을 가질 수 있어, 축방향으로 더 작은 두께를 갖는 반경 방향 외측 수동 영역들을 형성할 수 있다. 다른 권선들의 모든 수동 영역들이 바로 인접한 권선들의 수동 영역을 덮지는 않는 것도 가능하다. 이에 따라 예를 들어 수동 영역들에도 인입부를 위한 공간을 구비하는 것도 가능하다.

[0069] 바람직하기로, 제1 및/또는 제2 코일 원반의 개별 권선의 능동 영역들의 축방향 두께는 반경 외측 방향으로 감소된다. 뿐만 아니라, 제1 및/또는 제2 코일 원반의 개별 권선의 능동 영역들의 접선 방향 폭은 반경 외측 방향으로 증가된다.

[0070] 이 구조는 능동 영역들의 "부채꼴 전개(fanning out)"로도 지칭된다.

[0071] 여기서 축방향 두께는 능동 영역들의 전체 길이에 걸쳐 외측으로 감소할 필요는 없고, 접선 방향 폭도 능동 영역들의 전체 길이에 걸쳐 외측으로 증가할 필요도 없다. 그러나 바람직하기로, 능동 영역들은 그 길이의 적어도 70%, 바람직하기로 90%에 걸쳐 부채꼴 전개된다.

[0072] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.

[0073] 부채꼴 전개의 다른 이점은 하나의 권선의 능동 영역과 바로 인접한 권선들의 능동 영역들 간의 거리 또는 갭이 감소될 수 있는 것이다.

[0074] 결과적인 이점은 인입부가 권선 또는 권선들의 능동 영역들에 위치할 때, 인입부의 저면이 코일 원반 자체로 밀봉된다는 것이다. 이는 추가적인 밀봉을 요구할 갭이 권선 또는 권선들의 능동 영역들에 존재하지 않음을 의미한다. 이에 따라 코일 원반은 자기 지지될 뿐 아니라 자기 밀봉된다.

[0075] 이러한 방법으로, 예를 들어 전술한 포일이 필요 없어, 코일 모듈이 전체적으로 더 작은 축방향 두께를 가질 수 있다. 이러한 방법으로, 전기 기계의 자석 모듈이 권선 또는 권선들에 더 가까이 근접할 수 있고, 이에 따라 전기 기계의 성능 및/또는 효율이 향상될 수 있다.

[0076] 뿐만 아니라, 이는 권선들의 능동 영역 간에 갭이 유지될 필요가 없으므로 코일 원반, 코일 모듈들 및/또는 전기 기계의 제조에 더 적은 공정들이 필요함을 암시한다. 이 방법에서는 전기 기계에 대한 제조 원가가 전체적으로 저감될 수 있다.

[0077] 바람직하기로, 하나의 권선의 능동 영역과 바로 인접한 권선들의 능동 영역들 간의 거리는 수 마이크로미터이다.

- [0078] 바람직하기로, 인입부의 축방향 깊이는 반경 방향 외측으로 증가한다.
- [0079] 인입부의 축방향 깊이는 축방향에서 측정한 인입부의 깊이, 예를 들어 (예를 들어 저면 등) 인입부의 최저점으로부터 코일 원반의 내측으로 형성(define)되는 평면 간의 거리이다.
- [0080] 인입부의 축방향 깊이는 반경 방향 외측으로 증가하는 특징은 인입부의 반경 방향 내측 대략 고리형 영역이 이에 대해 더 외측에 위치하는 인입부의 대략 고리형 영역보다 저 작은 깊이를 가짐을 의미한다.
- [0081] 깊이는 내측으로부터 외측으로 (예를 들어 꾸준히(steadily) 등) 연속적으로 또는 (예를 들어 불연속적 등) 단계적으로 증가할 수 있다. 깊이는 내측으로부터 외측으로 선형적으로 또는 비선형적으로 증가할 수 있다.
- [0082] 인입부의 이 기하학적 구조는 또한 "V-냉각(V-Cooling)" 구조로도 지칭된다.
- [0083] 바람직하기로, 능동 영역들에서의 두께에 대한 수동 영역들에서의 개별 권선의 두께의 비는 1 미만이다.
- [0084] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0085] 바람직하기로, 능동 영역들에서의 두께에 대한 수동 영역들에서의 개별 권선의 두께의 비는 0.3 이상 1 미만이다,
- [0086] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0087] 바람직하기로, 중첩되는 수동 영역들의 영역에서 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 합산 두께는 능동 영역들에서 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 두께보다 더 크다. 예를 들어, 중첩되는 내측 수동 영역들의 영역과 중첩되는 외측 수동 영역들의 영역에서 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 합산 두께는 능동 영역들에서 2개의 바로 인접한 권선들의 각각의 축방향 두께보다 더 크다. 이와는 달리, 중첩되는 내측 수동 영역들의 영역에서 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 합산 두께는 능동 영역들에서 2개의 바로 인접한 권선들의 각각의 축방향 두께보다 더 크다. 또한 중첩되는 외측 수동 영역들의 영역에서 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 합산 두께는 능동 영역들에서 2개의 바로 인접한 권선들의 각각의 축방향 두께보다 더 작을 수 있다.
- [0088] 두께의 원활한 천이 덕분에, 권선들의 개별적인 짧은 영역들을 위 두께와 다른 두께를 가질 수 있다.
- [0089] 이는 바로 인접한 권선들의 모두 또는 거의 모두에 적용될 수 있다. 즉 하나의 능동 영역 또는 소수의 능동 영역들이 이 명세서에 기술된 격벽의 영역 내에 위치할 수 있어 다른 능동 영역들보다 더 큰 두께를 갖는다.
- [0090] 중첩되는 수동 영역들의 영역에서 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 합산 두께는 각 권선들의 각 수동 영역의 축방향의 각 두께의 합으로 이해되어야 할 것인데, 각 수동 영역들의 두께는 바로 인접한 권선들의 수동 영역들이 중첩되는 영역에서 측정된다.
- [0091] 이는 반경 방향 내측 및 반경 방향 외측 수동 영역들에도 적용될 수 있다. 이와는 달리, 반경 방향 내측 수동 영역들에서만 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 합산 두께는 능동 영역들에서의 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 두께보다 더 클 수 있다.
- [0092] 이러한 방법으로, 능동 영역들 및 선택적으로 외측 수동 영역들은 바람직하기로 수동 영역들보다 축방향 전체적으로 더 작은 공간을 점유한다. 결과적으로, 코일 원반들은 능동 영역들 및 선택적으로 외측 수동 영역들의 영역에서 인입부를 위한 공간을 갖는다.
- [0093] 바람직하기로, 능동 영역들에서의 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 두께에 대한 중첩되는 수동 영역들의 영역에서 2개의 바로 인접한 권선들의 축방향 합산 두께의 비는 1보다 크다.
- [0094] 이는 모든 바로 인접한 권선들에 적용될 수 있다.
- [0095] 바람직하기로, 각 권선의 단면의 형태는 능동 영역으로부터 수동 영역의 천이부에서 변화된다.
- [0096] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0097] 바람직하기로, 다른 권선들의 모든 능동 영역들은 측면도에서 단일한 평면에 배치된다.
- [0098] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한

특징들에도 적용된다.

- [0099] 바람직하기로 권선들은 서로 전기 절연된 몇 개의 와이어들의 가는 가닥으로 구성되는데, 0.1 mm 이하 직경의 와이어를 구비한다.
- [0100] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0101] 바람직하기로 권선들의 수는 3의 배수인 정수에 대응하여, 권선들의 삼상 작동을 가능하게 한다.
- [0102] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0103] 바람직하기로, 권선들 중의 하나의 내측 수동 영역 및 외측 수동 영역은 축방향 두께가 다르다.
- [0104] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0105] 바람직하기로, 권선들 중의 하나의 외측 수동 영역은 능동 영역들의 두께에 대한 이 영역의 두께의 비가 0.5 이하가 되도록 선택된다.
- [0106] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0107] 본 발명은 또한 베어링 장치와 이 베어링 장치 내에서 안내되는 샤프트를 갖는 전기 기계에도 관련되는데, 여기서 복수의 영구 자석들을 구비하는 자석 모듈과 본 발명의 범위 내에서 개시된 적어도 하나의 코일 모듈이 샤프트를 따라 동축으로 배치된다.
- [0108] 바람직하기로, 전기 기계는 적어도 하나의 코일 모듈, 바람직하기로 적어도 하나의 코일 모듈 및 최대 6개의 코일 모듈들, 특히 바람직하기로 적어도 하나의 코일 모듈 및 최대 3개의 코일 모듈들을 갖는다. 전기 기계는 바람직하기로 코일 모듈들보다 1개 많은 자석 모듈을 갖는다.
- [0109] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0110] 본 발명은 또한 이 명세서에 개시된 전기 기계를 구비하는 차량 또는 전동 툴에도 관련된다.
- [0111] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0112] 본 발명이 기초하는 하나, 몇 개 또는 모든 목적들은 본 발명에서 후술하는 코일 모듈, 후술하는 전기 기계, 및/또는 후술하는 차량 또는 전동 툴에 의해 달성된다.
- [0113] 후술하는 코일 모듈이 전술한 코일 모듈에 연계하여 이미 개시된 몇 가지 특징들을 포함하므로 전술한 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 후술하는 대응 특징들에도 적용된다. 특히 후술하는 코일 모듈은 바람직하기로 코일 모듈에 연계하여 전술한 특징들 중의 어느 것을 구비할 수 있음에 유의해야 한다.
- [0114] 본 발명에 따른 전기 기계의 코일 모듈은 전기 절연 소재로 구성된 제1 코일 캐리어와, 제1 코일 캐리어에 매립된 도전 소재로 구성된 적어도 하나의 권선, 및 제1 세라믹 구획(delimitation)을 구비한다. 또한 코일 모듈은 전기 절연 소재로 구성된 제2 코일 캐리어와, 제1 코일 캐리어에 매립된 도전 소재로 구성된 적어도 하나의 권선, 및 제2 세라믹 구획을 구비한다. 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반은 냉매를 위한 대략 고리형 냉각 채널이 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반 간에 형성되도록 서로 부착되도록 구성된다. 제1 세라믹 구획 및 제2 세라믹 구획은 각각 적어도 부분적으로 대략 고리형 냉각 채널의 내벽을 형성한다. 냉각 채널은 바람직하기로 1 mm 내지 2 mm의 축방향 길이(axial extent)를 갖는다.
- [0115] 코일 모듈, 제1 코일 원반, 제2 코일 원반, 그리고 제1 및 제2 코일 원반들의 권선들은 위에 개시된 바와 같이 구성될 수 있다.
- [0116] 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반, 특히 제1 코일 캐리어 및 제2 코일 캐리어는 조립 및/또는 서로 접촉할 때, 그 사이에 대략 고리형 냉각 채널을 형성하도록 구성된다. 달리 말해, 냉각 채널은 냉매를 반송하도록 구성된 (adapted and/or configured) 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반 간의 캐비티(cavity)가 될 수 있어, 제1 코일

원반 및/또는 제2 코일 원반으로부터 효율적으로 열을 제거한다.

- [0117] 예를 들어, 제1 및 또는 제2 코일 캐리어들은 제1 및 제2 코일 원반들의 조립 상태에서 냉각 채널을 형성하는 대략 고리형 인입부를 구비한다. 예를 들어, 제1 및 또는 제2 코일 캐리어들은 제1 및 제2 코일 원반들의 조립 상태에서 서로 접촉하는 올려진(raised) 및/또는 두꺼워진 반경 방향 내측 부분을 각각 가질 수 있다. 제1 및 제2 코일 캐리어들의 반경 방향 외측 부분들은 제1 및 제2 코일 원반들의 조립 상태에서 서로 이격됨으로써, 대략 고리형 냉각 채널을 형성할 수 있다. 위 냉각 채널은 반경 방향에서 볼 때 예를 들어 반경 방향 외측 세라믹 구획 및/또는 코일 캐리어 링 등의 추가적 구획에 의해 외측으로 구획될 수 있다.
- [0118] 제1 세라믹 구획은 적어도 부분적으로 대략 고리형 냉각 채널의 내벽을 형성하거나 및/또는 이에 덧대어진(line) 제1 코일 원반의 세라믹 소재의 구조로 이해될 수 있다. 제2 세라믹 구획은 적어도 부분적으로 대략 고리형 냉각 채널의 내벽을 형성하거나 및/또는 이에 덧대어진 제2 코일 원반의 세라믹 소재의 구조로 이해될 수 있다. 달리 말해, 제1 세라믹 구획은 제1 코일 캐리어로부터 대략 고리형 냉각 채널의 내부를 구획하고 제2 세라믹 구획은 제2 코일 캐리어로부터 대략 고리형 냉각 채널의 내부를 구획한다.
- [0119] 세라믹 구획들은 여러 방법으로 구비될 수 있다. 예를 들어, 세라믹 구획들은 각각 제1 및 제2 코일 캐리어들 상의 코일 원반들 간에 배치된 세라믹 소재의 원반들의 형태로 구비될 수 있다. 세라믹 구획들은 또한 코일 캐리어들 상의 세라믹 코팅의 형태로 구비될 수 있다. 이는 또한 조합, 즉 세라믹 원반 형태의 세라믹 구획의 부분과 코일 캐리어들 상의 세라믹 코팅 형태의 부분으로 구비될 수도 있다.
- [0120] 제1 및 제2 세라믹 구획들은 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반이 대략 고리형 냉각 채널의 내벽을 형성하도록 조립되었을 때 예를 들어 접착(glue) 등 서로 접착(bond)되는 2개의 분리된 구조들일 수 있다, 제1 및 제2 세라믹 구획들은 또한 단일 몸체 및/또는 서로 일체로 구성될 수도 있다.
- [0121] 이러한 세라믹 구획들은 몇 가지 면에서 유용하다. 한편으로 세라믹 구획에 포함된 세라믹은 증기밀(vapor-tight) 또는 거의 증기밀이다. 이에 따라 세라믹 구획들은 물을 흡수하지 않거나 및/또는 냉각 채널로부터의 물의 코일 캐리어들의 절연 소재 내의 축적(accumulating)을 방지한다. 세라믹은 전체적으로 높은 매질 저항성 및/또는 내화확성을 갖는다, 뿐만 아니라, 세라믹 구획의 세라믹은 코일 캐리어들의 소재보다 현저히 높은 열전도성을 갖는다. 예를 들어, 세라믹의 열전도성은 플라스틱의 그것보다 약 100배 더 높다. 이에 따라 세라믹 구획은 냉각 채널의 냉매를 통해 더 우수한 열소산을 제공할 수 있다. 세라믹은 또한 전기 절연이다.
- [0122] 이와 같이, 제1 및 제2 세라믹 구획들은 냉각 채널의 냉매가 제1 및 제2 코일 캐리어들과 접촉하여 제1 및 제2 코일 캐리어들의 소재에 축적되는 것을 방지할 수 있다. 이와 같은 냉매의 축적은 예를 들어 냉매가 물을 포함한 경우, 코일 캐리어 소재의 절연 효과의 상실을 유발할 수 있다. 그러나 코일들은 작동 동안의 전압 하에서 권선들 및 하우징 간에 충분한 전기 절연이 항상 보장되어야 한다. 직접 냉각 동안 냉매가 하우징 및 권선들과 접촉하게 되므로, 여기서도 절연이 보장되어야 한다. 이와 같이 세라믹 구획들을 구비함으로써 코일 캐리어들의 장기간 절연 효과의 유지를 보장하면서 물 포함 냉매의 사용이 가능하다. 물 포함 냉매는 물의 열용량이 크고 도전성이 우수해서 바람직하다. 이런 이유로 전기 기계의 코일 원반의 냉각을 향상시키는 동시에 전기 기계의 사용 수명을 연장시킬 수 있다. 이와 동시에 코일 원반들로부터의 열의 소산도 향상된다.
- [0123] 뿐만 아니라, 세라믹 구획은 코일 캐리어의 전기 절연 소재의 두께를 감소시킬 수 있는데, 그러면 전기 기계의 냉각 용량과 효율이 향상될 수 있는 이점이 있다.
- [0124] 또한 세라믹 구획들의 세라믹은 기계적으로 매우 견고한 소재이다. 이에 따라, 세라믹 구획들은 또한 코일 원반들의 기계적 강도 및/또는 안정성을 제공 또는 향상시킨다. 코일 원반들의 기계적 강도는 냉매의 내부 압력과 코일 모듈에 작용하는 전자기력에 기인하여 코일 원반들이 축방향으로 팽창함으로써 회전자(rotor)가 코일 모듈 상에서 견인(drag)될 가능성을 방지하여 할 수 있다. 이러한 방법으로, 코일 캐리어들에 대한 소재 선택은 코일 원반들의 강도를 세라믹 구획으로 보장하면서 열전도 및 내열성에 집중될 수 있다.
- [0125] 바람직하기로, 제1 및/또는 제2 세라믹 구획은 알루미늄 기반 및/또는 규소 기반 세라믹, 바람직하기로 산화알루미늄, 질화알루미늄, 탄화규소 및 질화규소로 구성된 그룹으로부터 선택된다.
- [0126] 그 특성들에 있어, 이 세라믹 소재들은 세라믹 구획에 사용되기에 적합하다. 뿐만 아니라 산화알루미늄은 무엇보다 광범위하게 사용되고 쉽게 입수할 수 있어 특히 적합하다.
- [0127] 그러나 다른 세라믹 소재도 세라믹 구획에 사용될 수 있다.
- [0128] 바람직하기로, 제1 세라믹 구획은 대략 고리형 냉각 채널의 반경 방향 영역 전체에 걸쳐 대략 고리형 냉각 채널

의 내벽을 형성하거나; 및/또는 제2 세라믹 구획은 대략 고리형 냉각 채널의 반경 방향 영역 전체에 걸쳐 대략 고리형 냉각 채널의 내벽을 형성한다.

- [0129] 달리 말해, 제1 및 제2 세라믹 구획들은 세라믹 구획은 대략 고리형 냉각 채널의 반경 방향 영역(radial region) 전체에 걸쳐 대략 고리형 냉각 채널의 내벽을 형성할 수 있다. 이러한 방법으로 소재가 냉각 채널의 반경 방향 영역 전체에 걸쳐 냉매로부터 보호된다.
- [0130] 바람직하기로, 제1 세라믹 구획은 제1 코일 캐리어 상에 배치된 제1 세라믹 원반을 구비한다. 바람직하기로, 제2 세라믹 구획은 제1 코일 캐리어 상에 배치된 제2 세라믹 원반을 구비한다.
- [0131] 이러한 세라믹 원반은 예를 들어 관형 세라믹 원자재를 절단 또는 편칭하여 구성될 수 있다.
- [0132] 세라믹 원반은 권선들의 예를 들어 캐스팅 등 매립 후의 코일 원반의 제조 동안 코일 캐리어 상에 위치되어 코일 캐리어에 접촉될 수 있다. 이와는 달리, 세라믹 원반은 권선들의 캐스팅 동안 틀에 위치하여 코일 캐리어를 생산하며 권선들과 함께 캐스팅될 수 있다.
- [0133] 이는 코일 모듈들의 간단하고 효율적인 제조 공정을 가능하게 한다.
- [0134] 바람직하기로, 제1 세라믹 원반 및/또는 제2 세라믹 원반은 0.1 mm 내지 1 mm, 바람직하기로 0.2 mm 내지 0.8 mm, 더 바람직하기로 0.35 mm 내지 0.7 mm의 두께를 갖는다.
- [0135] 이러한 두께를 사용하면 코일 원반의 축방향 팽창이 세라믹 구획에 의해 최소로 감소되면서 냉매의 구획과 함께 코일 원반의 강도가 보장된다.
- [0136] 바람직하기로, 제1 세라믹 원반 및 제2 세라믹 원반은 단일 몸체 및/또는 일체로 형성된 세라믹 냉각 채널의 일부이다.
- [0137] 이에 따라 세라믹 냉각 채널은 단일 몸체 및/또는 일체로 형성된 2차원 중공(hollow) 몸체로, 제1 세라믹 원반 및 제2 세라믹 원반을 구비할 수 있다. 달리 말해, 세라믹 냉각 채널은 고리형 관의 형태를 가짐으로써 냉각 채널이 중공 몸체 및/또는 고리형 관의 중공 공간으로 형성될 수 있다. 세라믹 냉각 채널은 또한 각각 제1 세라믹 원반 및 제2 세라믹 원반의 원반 세그먼트(segment)를 구비하는 복수의 세그먼트들로 분할될 수 있다. 이 세그먼트들은 각각 굴곡된 관의 형태를 가질 수 있다.
- [0138] 바람직하기로, 제1 세라믹 원반은 적어도 2개, 바람직하기로 2개, 3개, 또는 4개의 세라믹 원반 세그먼트들을 구비하거나 및/또는 제2 세라믹 원반이 적어도 2개, 바람직하기로 짝수, 더 바람직하기로 4개의 세라믹 원반 세그먼트들을 구비한다. 이 세라믹 원반들은 개별적 코일 캐리어 상에 서로 인접하여 배치될 수 있다.
- [0139] 복수의 세라믹 원반 세그먼트들 형태의 세라믹 원반을 제공하면 특히 세라믹 원반이 어떤 크기를 가질 때 세라믹 원반들의 제조가 간단해질 수 있다.
- [0140] 바람직하기로 세라믹 구획은 세라믹 원반 세그먼트들 간의 연결부를 밀봉하기 위해 세라믹 원반 세그먼트 상에 배치된 적어도 하나의 세라믹 밀봉 부재를 구비한다.
- [0141] 달리 말해, 세라믹 원반 세그먼트들은 세라믹 원반 세그먼트들 간에 하나 이상의 맞대기(butt) 연결부가 형성될 수 있는 방식으로 코일 캐리어 상에 배치될 수 있다. 이 맞대기 연결부들은 바람직하기로 각 맞대기 연결부 영역의 세라믹 원반 세그먼트들 상에 세라믹 밀봉 부재를 배치함으로써 밀봉될 수 있다. 위 세라믹 밀봉 부재는 띠 형태(strip-shaped)일 수 있다. 세라믹 밀봉 부재는 접착제에 의해 세라믹 원반 상에 장착될 수 있다. 바람직하기로, 세라믹 밀봉 부재는 세라믹 원반 세그먼트들 간의 각 맞대기 연결부에 배치된다.
- [0142] 세라믹 밀봉 부재에 의해, 세라믹 원반 세그먼트들 간의 맞대기 연결부에서도 세라믹 밀봉이 긴밀할 것을 보장할 수 있다.
- [0143] 바람직하기로, 제1 세라믹 구획은 제1 코일 캐리어에 도포된 제1 세라믹 코팅을 구비한다. 바람직하기로, 제2 세라믹 구획은 제2 코일 캐리어에 도포된 제2 세라믹 코팅을 구비한다.
- [0144] 이러한 방법으로 매우 얇은 세라믹 구획이 제공될 수 있다. 이는 무엇보다 코일 모듈의 설치 공간을 축소시키는데, 그러면 전기 기계의 효율의 정도를 향상시킨다. 또한 코팅은 높은 열전도성을 갖는다. 이러한 코팅은 직접 도포될 수 있으므로 코일 캐리어와 구획의 어느 것에도 추가적인 접착층이 필요 없어, 설치 공간이 더욱 축소될 수 있다. 결과적으로 접착제의 내열성도 필요 없게 된다.
- [0145] 코팅은 기상 증착, 바람직하기로 물리적 기상 증착(physical vapor deposition; PVD)으로 도포될 수 있다, 코팅

은 또한 화학적 기상 증착(chemical vapor deposition; CVD), 전기도금 또는 졸-겔(sol-gel) 공정으로 도포될 수도 있다.

- [0146] 바람직하기로, 제1 세라믹 코팅 및/또는 제2 세라믹 코팅은 1 μm 내지 100 μm , 바람직하기로 1 μm 내지 50 μm , 더 바람직하기로 1 μm 내지 30 μm 의 두께를 갖는다.
- [0147] 바람직하기로, 제1 코일 캐리어 및/또는 제2 코일 캐리어는 대략 고리형 인입부를 구비한다. 또한 본 발명에 따르면 제1 세라믹 구획 및/또는 제2 세라믹 구획은 각각 제1 코일 캐리어 및 제2 코일 캐리어 상의 대략 고리형 인입부 내에 배치된 대략 고리형 원반의 형태로 구비된다.
- [0148] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0149] 제1 코일 캐리어 및/또는 제2 코일 캐리어의 대략 고리형 인입부는 예를 들어, 제1 및/또는 제2 코일 캐리어의 반경 방향 내측 영역을 각각 제1 및/또는 제2 코일 캐리어의 반경 방향 외측 영역에 대해 올리거나, 및/또는 코일 캐리어의 축방향 두께를 반경 방향 외측 영역에 대해 반경 방향 내측 영역에서 증가시킴으로써 구비될 수 있다. 예를 들어, 이 명세서에 개시된 권선들의 내측 수동 영역들은 코일 캐리어들의 반경 방향 내측 영역에 배치될 수 있는 반면, 권선들의 능동 영역들과 외측 수동 영역들은 코일 캐리어들의 반경 방향 외측 영역들에 배치될 수 있다. 대략 고리형 세라믹 원반은 코일 캐리어들의 반경 방향 내측 영역에 대략 일치하는 반경 방향 내측 인입부를 가질 수 있다. 고리형 세라믹 원반의 외경은 코일 캐리어들의 직경에 대략 대응할 수 있다.
- [0150] 바람직하기로, 코일 모듈은 대략 고리형 냉각 채널 내에 배치되고 제1 세라믹 구획 및 제2 세라믹 구획 양자에 부착, 바람직하기로 일체로 형성되는 적어도 하나의 연결 부재를 구비한다.
- [0151] 달리 말해, 적어도 하나의 연결 부재는 제1 세라믹 구획 및 제2 세라믹 구획을 서로 연결할 수 있다. 이러한 방법으로, 세라믹 구획들로 제공되는 코일 원반들 또는 코일 모듈의 강도가 더 향상될 수 있다. 이와 동시에, 연결 부재들은 냉각 채널의 냉각면을 증가시켜 코일 원반들로부터의 열소산을 향상시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 연결 부재들은 냉매에 난류를 일으켜 열소산을 더 향상시키도록 하는 방식으로 냉각 채널 내에 배치 및/또는 구성될 수 있다.
- [0152] 예를 들어, 연결 부재들은 세라믹 구획들과 일체로 및/또는 단일 몸체로 형성될 수 있다. 그러나 연결 부재들은 예를 들어 세라믹 구획들에 접촉되는 별도의 부재들로 구성할 수도 있다.
- [0153] 바람직하기로, 적어도 하나의 연결 부재는 알루미늄 기반 및/또는 규소 기반 세라믹, 바람직하기로 산화알루미늄, 질화알루미늄, 탄화규소, 및 질화규소로 구성된 그룹으로부터의 소재로 구성될 수 있다. 바람직하기로, 적어도 하나의 연결 부재는 제1 세라믹 구획 및/또는 제2 세라믹 구획에 접촉되거나 일체로 형성된다.
- [0154] 바람직하기로, 적어도 하나의 연결 부재는 바람직하기로 제1 및/또는 제2 코일 원반에 직교하게 배치된 스트럿(strut)을 구비한다. 바람직하기로, 적어도 하나의 연결 부재는 제1 및/또는 제2 코일 원반에 평행하게 연장되는 리브(rib)를 갖는다.
- [0155] 이러한 연결 부재들은 이와 동시에 코일 모듈의 안정성과 함께 냉각 성능을 향상시킨다.
- [0156] 바람직하기로, 코일 모듈은 반경 방향 내측 세라믹 구획을 구비하는데, 여기서 반경 방향 내측 세라믹 구획은 더 바람직하기로 반경 방향으로 보아 칼라 형태(collar-shaped) 및/또는 링 형태(ring-shaped)로 제1 세라믹 구획 및 제2 세라믹 구획에 인접한 내부에 배치된다.
- [0157] 반경 방향 내측 세라믹 구획은 냉각 채널에 반경 방향 내부로 인접한 코일 캐리어의 영역이 냉매와 접촉하여 이를 흡수하는 것을 방지한다.
- [0158] 반경 방향 내측 세라믹 구획은 예를 들어 제1 및/또는 제2 세라믹 구획에 접촉되는 별도의 부재로 제공될 수 있다. 이와는 달리, 반경 방향 내측 세라믹 구획은 또한 제1 및/또는 제2 세라믹 구획의 일부로 구성되거나 이와 일체로 및/또는 단일 몸체로 형성될 수 있다.
- [0159] 바람직하기로, 코일 모듈은 반경 방향 외측 세라믹 구획을 구비하는데, 여기서 바람직하기로 반경 방향으로 보아 칼라 형태 및/또는 링 형태로 제1 세라믹 구획 및 제2 세라믹 구획에 인접한 외부에 배치된다.
- [0160] 반경 방향 외측 세라믹 구획은 냉각 채널이 반경 방향에서 보아 외부와 경계되는(delimited to) 것을 방지할 수 있다. 뿐만 아니라, 반경 방향 외측 세라믹 구획은 냉매가 반경 방향 외부로 탈출하여 코일 캐리어의 인접 영역

과 접촉 및/또는 이에 흡수되는 것을 방지할 수 있다.

- [0161] 반경 방향 외측 세라믹 구획은 예를 들어 제1 및/또는 제2 세라믹 구획에 접촉되는 별도의 부재로 제공될 수 있다. 이와는 달리, 반경 방향 외측 세라믹 구획은 또한 제1 및/또는 제2 세라믹 구획의 일부로 구성되거나 이와 일체로 및/또는 단일 몸체로 형성될 수 있다.
- [0162] 바람직하기로, 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반은 냉매를 대략 고리형 냉각 채널로 공급하는 유입 개구를 구비한다. 바람직하기로, 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반은 냉매를 대략 고리형 냉각 채널로부터 배출하는 유출 개구를 구비한다.
- [0163] 유입 개구 및/또는 유출 개구는 반경 방향에서 보아 코일 캐리어의 외측에 배치된 제1 및/또는 제2 코일 원반의 영역에 구비될 수 있다. 예를 들어, 각 코일 원반은 코일 캐리어의 반경 방향 외측에 위치하거나 및/또는 이를 둘러싸는 코일 캐리어 링을 가질 수 있다. 유입 및/또는 유출 개구(들)는 코일 캐리어 링 내에 배치될 수 있다. 유입 및/또는 유출 개구는 축방향으로 정렬된 구멍(bore)의 형태로 제공될 수 있다. 유입 개구는 냉매가 냉각 채널로 진입하여, 냉각 채널을 통해 흐른 다음, 유출 개구로 배출되도록 한다. 바람직하기로, 유입 개구 및 유출 개구는 코일 모듈의 축방향 축(axial axis)에 대해 180° 만큼 편심된다.
- [0164] 이러한 냉매의 안내 형태는 냉각 기능과 코일 모듈의 제조 양 측면에서 유용함이 입증되었다.
- [0165] 바람직하기로, 도전성 소재로 구성된 복수의 개별적 권선들은 제1 코일 캐리어에 매립되는데, 그 각각은 제1 코일 캐리어 중심 둘레의 원주 상의 제1 코일 캐리어에 매립된다. 도전성 소재로 구성된 복수의 개별적 권선들은 또한 제2 코일 캐리어에 매립되는데, 그 각각은 제2 코일 캐리어 중심 둘레의 원주 상의 제2 코일 캐리어에 매립된다. 권선들의 각각은 중심으로부터 반경 방향으로 연장되는 2개의 능동 영역들과 반경 방향 외측 및 외변에서 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역들을 구비한다.
- [0166] 바람직하기로, 코일 원반의 평면도에서, 다른 권선들의 능동 영역들은 서로 대응하지(cover) 않지만 of different 권선들 중의 하나의 각 수동 영역은 2개의 바로 인접한 권선들의 해당 수동 영역들과 부분적으로 대응하는데, 여기서 개별 권선의 단면에서 수동 영역들에서 능동 영역보다 더 큰 축방향 두께를 갖는다.
- [0167] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0168] 바람직하기로, 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반의 복수의 개별 권선들의 인접 능동 영역들은 인접 능동 영역들 간에 갭이 배치되도록 접선 방향으로 서로 이격되는데, 여기서 제1 세라믹 구획 및 제2 세라믹 구획은 각각 인접 능동 영역들은 간의 갭으로 연장되는 돌출부들을 갖는다.
- [0169] 달리 말해, 복수의 개별 권선들의 인접 능동 영역들은 제1 코일 캐리어 및 제2 코일 캐리어가 각각 복수의 개별 권선들의 인접 능동 영역들 간에 갭을 가지도록 이격될 수 있다. 제1 및 제2 세라믹 구획들의 돌출부들은 축방향으로 이 갭들로 연장될 수 있다.
- [0170] 갭 및 돌출부들은 바람직하기로 원형 섹터 또는 "케이크 조각(Kuchenstückchen)" 형태가 될 수 있다.
- [0171] 돌출부들은 세라믹 구획의 일부이거나 별도로 갭에 삽입되어 선택적으로 세라믹 구획에 접촉될 수 있다. 돌출부들은 세라믹 구획과 동일한 세라믹 소재 또는 다른 소재를 포함하거나 이로 구성될 수 있다.
- [0172] 한편으로 이 돌출부들은 코일 원반들의 안정성을 더 향상시키거나 및/또는 코일 원반을 추가적으로 보강할 수 있다. 결과적으로, 냉각 채널의 냉매의 내부 압력에 기인하는 부하가 더 잘 흡수될 수 있다. 뿐만 아니라, 토크를 흡수할 수 있는 끼워맞춤(form fit)이 세라믹 구획의 돌출부들과 코일 캐리어의 갭들 간에 제공될 수 있다. 전자기 상호작용에 기인하여, 예를 들어, 회전자와 고정자의 권선들 또는 코일 모듈 간에 토크가 생성된다. 반면 이 토크는 회전자의 회전을 유발하고 (이 회전은) 고정자에서 소산되어야 한다. 케이크 조각을 제공함으로써, 코일 캐리어와 세라믹 구획 간의 끼워맞춤에 기인하여 토크가 코일 캐리어로부터 세라믹 구획으로 전달될 수 있다. 그러면 세라믹 구획은 토크를 코일 모듈의 하우징과 전기 기계에 각각 전달할 수 있다. 이러한 방법으로 권선들, 특히 권선들의 능동 영역의 변형이 방지될 수 있다. 돌출부는 또한 권선들의 열소산을 향상시킬 수 있다. 이러한 방법으로 냉각 성능이 현저히 개선될 수 있다.
- [0173] 바람직하기로, 냉각 채널은 적어도 반경 방향으로 연장되는 능동 영역들의 영역과, 바람직하기로 반경 방향 외측 수동 영역들의 영역에도 배치될 수 있다.
- [0174] 달리 말해, 냉각 채널은 권선들의 적어도 하나의 능동 영역들이 배치된 제1 및 제2 코일 원반들의 반경 방향 영

역(radial area)으로 연장될 수 있다. 대부분의 열이 권선들의 능동 영역들에서 생성되므로, 열소산이 이 방법으로 향상될 수 있다, 바람직하기로, 냉각 채널은 적어도, 권선들의 능동 영역들이 모두 배치된 제1 및 제2 코일 원반들의 전체 반경 방향 영역으로 연장된다.

- [0175] 바람직하기로 제1 및/또는 제2 코일 원반의 개별 권선의 능동 영역들의 축방향 두께는 반경 방향 외측으로 감소된다. 바람직하기로, 제1 및/또는 제2 코일 원반의 개별 권선의 능동 영역들의 접선 방향 폭은 반경 방향 외측으로 증가된다.
- [0176] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0177] 바람직하기로, 인입부의 축방향 깊이는 능동 영역들의 영역에서 반경 방향 외측으로 증가된다.
- [0178] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0179] 바람직하기로, 능동 영역들의 두께에 대한 수동 영역에서의 개별 권선의 두께의 비는 1 미만이다. 바람직하기로, 능동 영역들의 두께에 대한 수동 영역에서의 개별 권선의 두께의 비는 0.3 이상 1 미만이다.
- [0180] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0181] 바람직하기로, 개별 권선의 단면의 형태는 능동 영역으로부터 수동 영역으로 천이하는 동안 변화한다.
- [0182] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0183] 바람직하기로, 제1 코일 원반의 다른 권선들의 모든 능동 영역들은 측면도로 보아 단일 평면 내에 배치된다. 바람직하기로, 제2 코일 원반의 다른 권선들의 모든 능동 영역들은 측면도로 보아 단일 평면 내에 배치된다.
- [0184] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0185] 바람직하기로, 권선들은 0.1 mm 이하의 와이어 직경을 갖는 서로 전기적으로 절연된 몇 개의 와이어들의 가는 가닥(fine strand)으로 형성된다.
- [0186] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0187] 바람직하기로, 제1 코일 원반 및/또는 제2 코일 원반의 권선들의 수는 각각 3의 정수 배에 해당하여, 권선들의 삼상 작동을 가능하게 한다.
- [0188] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0189] 바람직하기로, 권선들 중의 하나의 내측 수동 영역 및 외측 수동 영역은 축방향 두께가 다르다. 바람직하기로, 권선들 중의 하나의 외측 수동 영역의 두께는 능동 영역들에 대한 이 영역의 두께의 비가 0.5 이하가 되도록 선택된다.
- [0190] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0191] 본 발명은 또한 베어링 장치와 베어링 배열 내에 안내되는 샤프트를 구비하는 전기 기계에도 관련되는데, 복수의 영구자석들을 구비하는 적어도 하나의 자석 모듈과 본 발명의 범위 내에서 개시되는 적어도 하나의 코일 모듈이 샤프트를 따라 동축으로 배치된다.
- [0192] 이 특징들에 대한 다른 기술적 효과, 이점 및/또는 설명은 이 명세서의 다른 곳에 이미 개시했으며 여기 기술한 특징들에도 적용된다.
- [0193] 본 발명은 또한 본 발명의 범위 내에서 개시되는 전기 기계를 구비하는 차량 또는 전동 톨에도 관련된다.
- [0194] 본 발명의 다른 바람직한 실시예들은 다음 번호가 붙은 항목들로 개시되는데:

- [0195] 1. 전기 절연 소재로 구성된 적어도 하나의 코일 캐리어(15)를 갖는 적어도 하나의 코일 원반(6)과, 도전성 소재로 구성된 복수의 개별 권선(13)들을 구비하고, 이 권선들이 적어도 하나의 코일 캐리어(6) 상의 적어도 하나의 코일 캐리어(6)의 중심(14) 둘레의 원주 상에 배치되는 전기 기계의 코일 모듈(18)로, 여기서
- [0196] 권선(13)들의 각각이 중심(14)으로부터 반경 방향으로 연장되는 2개의 능동 영역(16)들과, 그 반경 방향 외변 및 내변들에서 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역(17a, 17b)들을 구비하고,
- [0197] 코일 원반(6)의 평면도에서, 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들이 서로 중첩되지 않지만 권선(13)들 중의 하나의 각 수동 영역(17a, 17b)이 2개의 바로 인접한 권선(13)들의 해당 수동 영역(17a, 17b)들과 부분적으로 중첩되는 전기 기계의 코일 모듈(18)에 있어서,
- [0198] 개별 권선(13)의 축방향의 단면에서, 능동 영역(16)들이 수동 영역(17a, 17b)들보다 더 큰 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 전기 기계의 코일 모듈(18).
- [0199] 2. 항목 1에 있어서, 능동 영역(16)의 두께에 대한 수동 영역(17a, 17b)의 개별 권선(13)의 두께의 비가 1 미만인 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0200] 3. 항목 1 또는 2에 있어서, 능동 영역(16)의 두께에 대한 수동 영역(17a, 17b)의 개별 권선(13)의 두께의 비가 0.3 이상 1 미만인 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0201] 4. 선행하는 항목들 중의 어느 하나의 항목에 있어서, 개별 권선(13)의 단면의 형태가 영역(16)으로부터 수동 영역(17a, 17b)으로 천이되는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0202] 5. 선행하는 항목들 중의 어느 하나의 항목에 있어서, 측면도에서 보아 다른 권선(13)들의 모든 능동 영역(16)들이 모구 단일한 평면 내에 배치되는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0203] 6. 선행하는 항목들 중의 어느 하나의 항목에 있어서, 개별 권선(13)의 능동 영역(16)들의 축방향 두께가 반경 방향 외측으로 감소되고;
- [0204] 개별 권선(13)의 능동 영역(16)들의 법선방향 폭이 반경 방향 외측으로 증가되는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0205] 7. 선행하는 항목들 중의 어느 하나의 항목에 있어서, 권선들이 서로 전기적으로 절연되고 0.1 mm 이하의 와이어 직경을 갖는 복수의 와이어들의 가는 가닥으로 구성되는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0206] 8. 선행하는 항목들 중의 어느 하나의 항목에 있어서, 권선(13)들의 수가 3의 정수배에 대응하여, 권선(13)들의 삼상 작동을 가능하게 하는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0207] 9. 선행하는 항목들 중의 어느 하나의 항목에 있어서, 권선(13)들 중의 하나의 내측 수동 영역(17a)과 외측 수동 영역(17b)이 축방향 두께가 다른 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0208] 10. 항목 9에 있어서, 권선(13)들 중의 하나의 외측 수동 영역(17)의 두께가 능동 영역(16)들에 대한 이 영역의 두께의 비가 0.5 이하인 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0209] 11. 베어링 장치(1, 3)과 이 베어링 장치(1, 3) 내에서 안내되는 샤프트(2)를 구비하는데, 여기서 복수의 영구 자석(5)들을 구비하는 적어도 하나의 자석 모듈(4)과 선행하는 항목들 중의 어느 하나에 따른 적어도 하나의 코일 모듈(18)이 샤프트(2)를 따라 동축으로 배치되는 것을 특징으로 하는 전기 기계.
- [0210] 12. 항목 11에 있어서, 적어도 하나의 코일 모듈(18)이, 적어도 자석 모듈(4)을 대향하는 측이 전기 절연 소재로 구성된 포일(foil)로 덮이는 것을 특징으로 하는 전기 기계.
- [0211] 13. 항목 11 또는 12에 있어서, 적어도 하나의 코일 모듈(18)이 적어도 2개의 상호연결된 코일 원반들(6)과, 2개의 코일 원반들 간의 캐비티로 형성되는 냉각 채널을 구비하는 것을 특징으로 하는 전기 기계.
- [0212] 14. 항목 11 내지 13 중의 어느 하나에 따른 전기 기계를 구비하는 차량 또는 전동 툴.
- [0213] 15. 특히 선행하는 항목들 중의 하나에 따른 전기 기계의 코일 모듈(18)로:
- [0214] 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선(13)을 갖는 제1 코일 원반(6)과;
- [0215] 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선(13)을 갖는 제2 코일 원반(6)을 구비하고;
- [0216] 여기서 제1 코일 원반(6) 및/또는 제2 코일 원반(6)이 대략 고리형 인입부(22)을 구비하고;

- [0217] 여기서 대략 고리형 인입부/인입부들에 의해 냉매를 위한 대략 고리형 냉각 채널이 제1 코일 원반(6) 및 제2 코일 원반(6) 간에 형성되도록 제1 코일 원반(6) 및 제2 코일 원반(6)이 서로 부착되는 전기 기계의 코일 모듈(18).
- [0218] 16. 항목 15에 있어서, 여기서 제1 코일 원반(6) 및/또는 제2 코일 원반(6)이 인입부(22)의 영역에, 대략 고리형 냉각 채널(23)에 냉매를 안내하기 위한 유입 개구(43)를 구비하거나; 및/또는
- [0219] 제1 코일 원반(6) 및/또는 제2 코일 원반(6)이 인입부(22)의 영역에, 대략 고리형 냉각 채널(23)로부터 냉매를 안내하기 위한 유출 개구(45)를 구비하는 코일 모듈(18).
- [0220] 17. 항목 16에 있어서, 여기서 유입 개구(43) 및 유출 개구(45) 간의 대략 고리형 냉각 채널(23)이 칸막이를 갖는 방식으로 구성되도록 제1 코일 원반(6) 및/또는 제2 코일 원반(6)이 유입 개구(43) 및 유출 개구(45) 간의 인입부(22)에 격벽(Steg; 38a, 38b)을 구비하는 코일 모듈(18).
- [0221] 18. 항목 15 내지 17 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 제1 코일 원반(6) 및 제2 코일 원반(6)의 각각이:
- [0222] 전기 절연 소재로 구성된 적어도 하나의 코일 캐리어(15)와,
- [0223] 도전성 소재로 구성되고, 적어도 하나의 코일 원반(6) 상의 적어도 하나의 코일 원반(6)의 중심(14) 둘레의 원주 상에 배치된 복수의 개별 권선(13)들을 구비하고, 여기서
- [0224] 권선(13)들의 각각이 중심(14)으로부터 반경 방향으로 연장되는 2개의 능동 영역(16)들과 외변 및 내변들로부터 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역들 (17b)을 구비하고,
- [0225] 코일 원반(6)의 평면도에서, 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들은 서로 중첩되지 않지만 권선(13)들 중의 하나의 각 수동 영역(17a, 17b)은 바로 인접하는 권선(13)들의 대응 수동 영역 (17a, 17b)들과 부분적으로 중첩되는 코일 모듈(18)에 있어서,
- [0226] 능동 영역(16)들의 개별 권선(13)들의 단면에서 수동 영역(17a, 17b)들보다 더 큰 축방향 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0227] 19. 항목 18에 있어서, 여기서 인입부들/인입부(22)가 적어도 반경 방향으로 연장되는 능동 영역(16)들의 영역에 배치되고, 바람직하기로 반경 방향 외측 수동 영역들 (17b)에도 배치되는 코일 모듈(18).
- [0228] 20. 항목 19에 있어서, 여기서 제1 및/또는 제2 코일 원반(6)의 개별 권선(13)들의 능동 영역(16)들의 축방향 두께가 반경 방향 외측으로 감소되고;
- [0229] 여기서 제1 및/또는 제2 코일 원반(6)의 개별 권선(13)들의 능동 영역(16)들의 접선 방향 폭이 반경 방향 외측으로 증가하는 코일 모듈(18).
- [0230] 21. 항목 20에 있어서, 여기서 능동 영역(16)들에서의 인입부(22)의 축방향 깊이(34, 34a, 34b)가 반경 방향 외측으로 증가하는 코일 모듈(18).
- [0231] 22. 항목 18 내지 21 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 능동 영역(16)들에서의 두께에 대한 수동 영역(17a, 17b)들에서의 개별 권선(13)의 두께의 비가 1 미만인 코일 모듈(18).
- [0232] 23. 항목 18 내지 22 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 능동 영역(16)들에서의 두께에 대한 수동 영역(17a, 17b)들에서의 개별 권선(13)의 두께의 비가 0.3 이산 1 미만인 코일 모듈(18).
- [0233] 24. 항목 18 내지 23 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 개별 권선(13)의 단면의 형태가 능동 영역(16)으로부터 수동 영역(17a, 17b)으로 천이하는 코일 모듈(18).
- [0234] 25. 항목 18 내지 24 중의 어느 하나에 있어서, 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들이 측면도에서 보아 단일한 평면 상에 배치되는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0235] 26. 항목 18 내지 25 중의 어느 하나에 있어서, 권선들이 서로 전기적으로 절연되고 0.1 mm 미만의 와이어 직경을 갖는 복수의 와이어들의 가는 가닥으로 구성되는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0236] 27. 항목 18 내지 26 중의 어느 하나에 있어서, 권선(13)들의 수가 3의 정수배에 해당하여, 권선(13)들의 삼상 작동을 가능하게 하는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0237] 28. 항목 18 내지 27 중의 어느 하나에 있어서, 권선(13)들 중의 하나의 내측 수동 영역(17a)과 외측 수동 영역

(17b)이 축방향 두께가 다른 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).

- [0238] 29. 항목 28에 있어서, 권선(13)들 중의 하나의 외측 수동 영역(17b)의 두께가, 능동 영역(16)들의 두께에 대한 이 영역의 두께의 비가 0.5 이하가 되도록 선택되는 것을 특징으로 하는 코일 모듈(18).
- [0239] 30. 베어링 장치(1, 3)과 이 베어링 장치(1, 3) 내에서 안내되는 샤프트(2)를 구비하는데, 여기서 복수의 영구 자석(5)들을 구비하는 적어도 하나의 자석 모듈(4)과 항목 15 내지 29 중의 어느 하나에 따른 적어도 하나의 코일 모듈(18)이 샤프트(2)를 따라 동축으로 배치되는 전기 기계.
- [0240] 31. 항목 30에 따른 전기 기계를 구비하는 차량(150) 또는 전동 툴(154).
- [0241] 본 발명의 다른 실시예들은 다음 번호 붙인 국면(aspect)들로 개시되는데:
- [0242] 1. 특히 선행하는 항목들 중의 어느 하나에 따른 전기 기계의 코일 모듈(18)로:
- [0243] 전기 절연 소재로 구성된 제1 코일 캐리어(15, 15a)와, 제1 코일 캐리어(15, 15a)에 매립되고 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선(13)과, 및 제1 세라믹 구획(56, 56a)을 갖는 제1 코일 원반(6, 6a)과;
- [0244] 전기 절연 소재로 구성된 제2 코일 캐리어(15, 15b)와, 제2 코일 캐리어(15, 15b)에 매립되고 도전성 소재로 구성된 적어도 하나의 권선(13)과, 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)을 갖는 제2 코일 원반(6, 6b)를 구비하고;
- [0245] 여기서 냉매를 위한 대략 고리형 냉각 채널(23)이 제1 코일 원반(6, 6a) 및 제2 코일 원반(6, 6b)에 형성되도록 제1 코일 원반(6, 6a) 및 제2 코일 원반(6, 6b)이 구성 및 서로 부착되고; 그리고
- [0246] 여기서 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 각각 적어도 부분적으로 대략 고리형 냉각 채널(23)의 내벽을 형성하는 코일 모듈(18).
- [0247] 2. 국면 1에 있어서, 여기서 제1 및/또는 제2 구획(56, 56a, 56b)이 알루미늄 기반 및/또는 규소 기반 세라믹, 바람직하기로 산화알루미늄, 질화알루미늄, 탄화규소 및 질화규소로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 소재를 포함하는 코일 모듈(18).
- [0248] 3. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 제1 세라믹 구획(56, 56a)이 대략 고리형 냉각 채널의 전체 반경 방향 영역(radial region)에서 대략 고리형 냉각 채널(23)의 내벽을 형성하거나; 및/또는
- [0249] 여기서 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 대략 고리형 냉각 채널의 전체 반경 방향 영역에서 대략 고리형 냉각 채널(23)의 내벽을 형성하는 코일 모듈(18).
- [0250] 4. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 제1 세라믹 구획(56, 56a)이 제1 코일 캐리어(15, 15a) 상에 배치된 제1 세라믹 원반을 구비하거나; 및/또는
- [0251] 여기서 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 제2 코일 캐리어(15, 15b) 상에 배치된 제2 세라믹 원반을 구비하는 코일 모듈(18).
- [0252] 5. 국면 4에 있어서, 여기서 제1 세라믹 원반(56, 56a) 및/또는 제2 세라믹 원반(56, 56b)이 0.1 mm 내지 1 mm, 바람직하기로 0.2 mm 내지 0.8 mm, 더 바람직하기로 0.35 mm 내지 0.7 mm의 두께를 갖는 코일 모듈(18).
- [0253] 6. 국면 4 또는 5에 있어서, 여기서 제1 세라믹 원반 및 제2 세라믹 원반이 단일 몸체로 구성된 세라믹 냉각 채널의 일부인 코일 모듈(18).
- [0254] 7. 국면 4 내지 6 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 제1 세라믹 원반(56, 56a)이 적어도 2개, 바람직하기로 짝수, 더 바람직하기로 4개의 세라믹 원반 세그먼트들을 구비하거나, 및/또는
- [0255] 여기서 제2 세라믹 원반(56, 56b)이 적어도 2개, 바람직하기로 짝수, 더 바람직하기로 4개의 세라믹 원반 세그먼트들을 구비하는 코일 모듈(18).
- [0256] 8. 국면 7에 있어서, 여기서 세라믹 원반 세그먼트들 간의 연결부를 밀봉하기 위해 세라믹 구획이 세라믹 원반 세그먼트들 상에 배치된 적어도 하나의 세라믹 밀봉 부재를 구비하는 코일 모듈(18).
- [0257] 9. 국면 1 내지 3 중의 어느 하나에 있어서,
- [0258] 여기서 제1 세라믹 구획(56, 56a)이 제1 코일 캐리어(15, 15a)에 도포된 세라믹 코팅을 구비하거나; 및/또는
- [0259] 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 제2 코일 캐리어(15, 15b)에 도포된 세라믹 코팅을 구비하는 코일 모듈(18).

- [0260] 10. 국면 9에 있어서, 여기서 제1 세라믹 코팅 및/또는 제2 세라믹 코팅이 1 μm 내지 100 μm , 바람직하기로 1 μm 내지 50 μm , 더 바람직하기로 1 μm 내지 30 μm 의 두께를 갖는 코일 모듈(18).
- [0261] 11. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 제1 코일 캐리어(15, 15a) 및/또는 제2 코일 캐리어(15, 15b)가 대략 고리형 인입부(22)를 구비하고;
- [0262] 여기서 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및/또는 제2 세라믹 구획(56, 56b)이 제1 코일 캐리어 및/또는 제2 코일 캐리어 상의 대략 고리형 인입부(22)에 배치된 대략 고리형 세라믹 원반 형태로 제공되는 코일 모듈(18).
- [0263] 12. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서:
- [0264] 대략 고리형 냉각 채널(23)에 배치되고 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b) 양자에 연결, 바람직하기로 일체로 형성되는 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)를 더 구비하는 코일 모듈(18).
- [0265] 13. 국면 12에 있어서,
- [0266] 여기서 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)는 바람직하기로 comprises an 알루미늄 기반 및/또는 규소 기반 세라믹, 바람직하기로 산화알루미늄, 질화알루미늄, 탄화규소, 및 질화규소로 구성되는 그룹으로부터 선택된 소재를 포함하거나; 및/또는
- [0267] 여기서 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)가 제1 세라믹 구획 및/또는 제2 세라믹 구획에 부착되거나 이와 일체로 형성되는 코일 모듈(18).
- [0268] 14. 국면 12 또는 13에 있어서,
- [0269] 여기서 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)가 바람직하기로 제1 및/또는 제2 코일 원반(6, 6a, 6b)에 직교하게 배치된 스트럿을 구비하거나; 및/또는
- [0270] 여기서 적어도 하나의 연결 부재(63, 64)가 제1 및/또는 제2 코일 원반(6, 6a, 6b)에 평행하게 연장되는 리브(rib)를 구비하는 코일 모듈(18).
- [0271] 15. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서, 반경 방향 내측 세라믹 구획(57)을 더 구비하고;
- [0272] 여기서 반경 방향 내측 세라믹 구획(57)이 바람직하기로 칼라 형태(collar-shaped) 및/또는 링 형태(ring-shaped)이고, 반경 방향에서 보아 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)에 인접한 내부에 배치되는 코일 모듈(18).
- [0273] 16. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서, 반경 방향 외측 세라믹 구획(58)을 더 구비하고;
- [0274] 여기서 반경 방향 외측 세라믹 구획(58)이 바람직하기로 칼라 형태 및/또는 링 형태이고, 반경 방향에서 보아 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)에 인접한 외부에 배치되는 코일 모듈(18).
- [0275] 17. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 제1 코일 원반(6, 6a) 및/또는 제2 코일 원반(6, 6b)이 냉매를 대략 고리형 냉각 채널(23)로 공급하는 유입 개구(43, 54)를 구비하거나; 및/또는
- [0276] 여기서 제1 코일 원반(6, 6a) 및/또는 제2 코일 원반(6, 6b)이 냉매를 대략 고리형 냉각 채널(23)로부터 배출하는 유출 개구(45, 55)를 구비하는 코일 모듈(18).
- [0277] 18. 선행하는 국면들 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 도전성 소재로 구성된 복수의 개별 권선(13)들이 제1 코일 캐리어(15, 15a)에 매립되고, 권선들의 각각이 제1 코일 캐리어(15, 15a)의 중심(14) 둘레의 원주 상의 제1 코일 캐리어(15, 15a)에 매립되고,
- [0278] 여기서 도전성 소재로 구성된 복수의 개별 권선(13)들이 제2 코일 캐리어(15, 15b)에 매립되고, 권선들의 각각이 제2 코일 캐리어(15, 15b)의 중심(14) 둘레의 원주 상의 제2 코일 캐리어(15, 15b)에 매립되며,
- [0279] 여기서 권선(13)들의 각각이 중심으로부터 반경 방향으로 연장되는 2개의 능동 영역(16)들과 외변 및 내변들로부터 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역들(17b)을 구비하고.
- [0280] 여기서, 코일 원반(6, 6a, 6b)의 평면도에서 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들은 서로 대응(cover)하지 않지만, 권선(13)들 중의 하나의 각 수동 영역(17a, 17b)이 바로 인접한 2개의 권선(13)들의 해당 수동 영역(17a, 17b)들과 부분적으로 대응하고, 여기서, 개별 권선(13)의 단면에서 수동 영역(17a, 17b)들보다 능동 영역(16)들에서 더 큰 축방향 두께를 갖는 코일 모듈(18).

- [0281] 19. 국면 18에 있어서, 여기서 제1 코일 원반(6, 6a) 및 제2 코일 원반(6, 6b)의 복수의 개별 권선(13)의 인접 능동 영역(16)들이 접선 방향에서 서로 이격되어 인접 능동 영역(16)들 간에 갭이 배치되고,
- [0282] 여기서 제1 세라믹 구획(56, 56a) 및 제2 세라믹 구획(56, 56b)의 각각이 인접 능동 영역(16)들 간에 배치된 갭들로 연장되는 돌출부(65)들을 구비하는 코일 모듈(18).
- [0283] 20. 국면 18 또는 19에 있어서, 여기서 냉각 채널(23)이 반경 방향으로 연장되는 능동 영역(16)들의 영역과 바람직하기로 반경 방향 외측 수동 영역(17b)들의 영역으로 연장되는 코일 모듈(18).
- [0284] 21. 국면 20에 있어서, 여기서 제1 및/또는 제2 코일 원반(6)의 개별 권선(13)들의 능동 영역(16)들의 축방향 두께가 반경 방향 외측으로 감소하고; 그리고
- [0285] 여기서 제1 및/또는 제2 코일 원반(6)의 개별 권선(13)들의 능동 영역(16)들의 접선 방향 폭이 반경 방향 외측으로 증가하는 코일 모듈(18).
- [0286] 22. 국면 21에 있어서, 여기서 능동 영역(16)들에서의 인입부(22)의 축방향 깊이(34, 34a, 34b)가 반경 방향 외측으로 증가하는 코일 모듈(18).
- [0287] 23. 국면 18 내지 22 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 개별 권선(13)의 능동 영역(16)들의 두께에 대한 수동 영역(17a, 17b)들의 두께의 비가 1 미만이고;
- [0288] 여기서 개별 권선(13)의 능동 영역(16)들의 두께에 대한 수동 영역(17a, 17b)들의 두께의 비가 바람직하기로 0.3 이상 1 미만인 코일 모듈(18).
- [0289] 24. 국면 18 내지 23 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 개별 권선(13)의 단면의 형태가 능동 영역(16)으로부터 수동 영역(17a, 17b)으로 천이되는 코일 모듈(18).
- [0290] 25. 국면 18 내지 24 중의 어느 하나에 있어서, 여기서, 측면도에서 보아 제1 코일 원반(15)의 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들이 모두 단일한 평면 내에 배치되거나; 및/또는
- [0291] 여기서, 측면도에서 보아 제2 코일 원반(15)의 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들이 모두 단일한 평면 내에 배치되는 코일 모듈(18).
- [0292] 26. 국면 18 내지 25 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 권선들이 서로 전기적 절연되고 0.1 mm 이하의 와이어 직경을 갖는 복수의 와이어들의 가는 가닥으로 구성되는 코일 모듈(18).
- [0293] 27. 국면 18 내지 26 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 제1 코일 원반(15) 및/또는 제2 코일 원반(15)의 권선(13)들의 수가 각각 3의 정수배에 해당하여, 권선(13)들의 삼상 작동을 가능하게 하는 코일 모듈(18).
- [0294] 28. 국면 18 내지 27 중의 어느 하나에 있어서, 여기서 권선(13)들 중의 하나의 내측 수동 영역(17a) 및 외측 수동 영역(17b)이 축방향 두께가 다르고;
- [0295] 여기서 권선(13)들 중의 하나의 외측 수동 영역(17b)의 두께가, 바람직하기로 능동 영역(16)들의 두께에 대한 이 영역에서의 두께의 비가 0.5 이하가 되도록 선택되는 코일 모듈(18).
- [0296] 29. 베어링 장치(1, 3)과, 베어링 장치(1, 3) 내에서 안내되는 샤프트(2)를 구비하고, 여기서 복수의 영구자석(5)들을 구비하는 적어도 하나의 자석 모듈(4)과 선행하는 국들 중의 어느 하나에 따른 적어도 하나의 코일 모듈(18)이 샤프트(2)를 따라 동축으로 배치되는 전기 기계.
- [0297] 30. 국면 29에 따른 전기 기계를 구비하는 차량(150) 또는 전동 툴(154).

도면의 간단한 설명

- [0298] 본 발명의 예시적 실시예들이 도면들에 도시되고 이하에 논의되는 도면들을 참조하여 이하에 설명된다.

도면에서:

도 1은 전기 모터의 분해도;

도 2는 코일 원반의 평면도;

도 3은 코일 모듈의 측면도;

도 4는 권선의 평면도 및 단면도;
 도 5는 코일 모듈의 평면도;
 도 6은 코일 모듈의 단면도;
 도 7은 코일 원반의 평면도;
 도 8a 내지 8d는 코일 원반의 단면도들;
 도 8a, 9b는 권선의 평면도 및 단면도;
 도 10은 코일 모듈의 단면도;
 도 11a, 11b는 제1 및 제2 코일 원반들의 평면도들;
 도 12a는 코일 모듈의 사시도;
 도 12b는 도 12a에 보인 코일 모듈의 평면도;
 도 12c는 도 12a에 보인 코일 모듈의 부분 사시도;
 도 13a, 13b는 코일의 사시도 및 평면도;
 도 13c, 13d는 도 13b의 평면 A-A 및 B-B를 따른 단면도들;
 도 14a, 14b는 세라믹 구획을 갖지 않는 및 갖는 코일 원반;
 도 15a, 15b는 각각 연결 부재들을 갖는 세라믹 구획;
 도 16은 돌출부들을 갖는 세라믹 구획;
 도 17은 차량; 그리고
 도 18은 전동 톨.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0299] 도 1은 전기 모터의 분해도를 보인다. 제1 베어링 실드(bearing shield)(1)가 제2 베어링 실드(3)와 함께 모터 샤프트(2)를 위한 베어링 장치(bearing arrangement)를 형성한다. 모터 샤프트(2)는 베어링 실드(1, 3)들 간의 중심에 안내되고, 제1 베어링 실드(1)의 영역에 베어링 캡(7) 및 고정 베어링(8)과 제2 베어링 실드(3)의 영역에 부동 베어링(floating bearing; 12)을 구비한다. 도시된 실시예에서, 베어링 실드(1, 3), 베어링 캡(7), 코일 스페이서(10), 및 자석 스페이서(9)들은 폴리아미드로 구성되고, 모터 샤프트(2)는 스테인리스강으로 구성되며, 고정 베어링(8) 및 부동 베어링(12)은 깊은 홈 볼베어링으로서 강으로 구성된다.
- [0300] 제1 베어링 실드(1)와 제2 베어링 실드(3) 간에는, 축방향 전후로 배치된 2개의 코일 원반(6)들과, 자석 원반 및 자석 모듈(4)이 각각 눈에 띄게 배치되는데, 이들은 코일 스페이서(10)와 자석 스페이서(9)에 의해 서로 소정의 공간 간격으로 유지된다. 코일 모듈(18)은 원반 형태, 즉 (도 1의 축방향에서 측정할 때) 그 길이와 폭이 그 두께에 비해 현저히 더 크다. "현저히 더 크다(significantly greater)"라는 용어는 그 두께가 기껏해야 그 길이 및 폭의 각각 10 퍼센트임을 의미하는 것을 이해되어야 한다. 길이와 폭은 전형적으로 동일하다. 도시된 실시예에서, 코일 모듈(18)은 모터 샤프트(2) 상에 적층된(stacked on) 고정자(stator)로 기능하고, 회전자(rotor)들로 기능하는 2개의 자석 원반 또는 자석 모듈(4)들에 인접한다. 고정자는 2개의 자석 원반(4)들 간의 중심에 위치한다. 또한 도 1에 도시된 실시예에서, 자석 원반(4)과 제2 베어링 실드(3) 간에는 철심(eisenrückschluss; 11)이 구비되지만, 이 철심(11)은 다른 실시예들에서는 생략되거나 달리 설계될 수 있다.
- [0301] 자석 원반(4)은 자화되지 않는, 바람직하기로 알루미늄 등 비도전성 소재로 구성되어, 베어링 실드(1, 3)의 베어링(8, 12)들 내에 장착된 모터 샤프트(2) 상에 장착된다. 모터 샤프트(2) 상에는 또한 코일 모듈(18)이 배치된 자석 원반(4)들 간의 에어 갭(air gap)을 생성하는 자석 스페이서(9)가 장착된다. 영구자석(5)들은 자석 원반(4)의 방사상 원주 상에 교번하는 배향(orientation)으로 배치, 즉 고정자의 방향, 즉 축방향으로 가리키는 북극과 남극이 항상 교번한다. 이 경우 영구자석(5)들의 수는 항상 짝수이다. 바람직하기로 영구자석(5)들의 수는 상 당(per phase) 권선들의 수의 정확히 2배이다.
- [0302] 도 1에 도시한 실시예에서, 단일한 코일 모듈(18)은 2개의 코일 원반(6)들로 구성될 수 있지만, 3개 이상의 이

코일 원반(6)들을 서로 연결함으로써 코일 모듈(18)을 얻을 수도 있다. 작동 동안, 냉매(cooling media)가 개별 코일 원반(6)들 간에 형성되는 캐비티(cavity)로 공급될 수 있다. 가장 간단하지만 이와 동시에 효율적으로 작동될 수 있는 모터의 구조는 단일한 코일 원반(6)과 2개의 자석 원반(4)을 갖는 단일한 코일 모듈(18)로 구성되지만, 더 많은 코일 모듈(18)들과 자석 원반(4)을 구비하는 것도 고려될 수 있는데, 여기서 자석 원반(4)의 수는 바람직하기로 코일 모듈(18)들의 수보다 하나 많다. 설치된 코일 모듈(18)들 및 자석 원반(4)들이 가변적인 수로 결과되는 대응 모듈식 설계(modular design)의 이점은 특히 해당 샤프트 및 베어링 설계에 있다. 코일 모듈(18) 및 자석 원반(4)의 2개의 모듈들의 조합에 추가하여, 개별 모듈들의 변형은 모터 설계에 추가적인 유연성을 유발한다. 예를 들어 구조의 나머지는 변경 없이 영구자석(5)들만을 조정하는 등 코일 모듈(18) 및 자석 원반(4)은 서로 독립적으로 조정될 수 있다.

[0303] 도 2에서, 그 위에 배치된 권선(13)을 가져 코일 원반(6)을 형성하는 코일 캐리어(coil carrier; 15)가 평면도, 즉 코일 모듈(18)의 길이 및 폭 양자에 대해 직교하는 수직 방향을 따라 도시되어 있다. 반복되는 특징들은 이 도면 및 후속 도면들에서 동일한 참조번호들로 지시된다. 코일 캐리어(15)는 평면도에서 원형, 즉 길이가 정확히 폭과 크기가 대응하고, 전기 절연 소재로 구성된다. 복수의 권선(13)들이 코일 캐리어(15)의 중심(14) 둘레의 코일 캐리어(15)의 방사상 원주 상에 배치되는데, 여기서 권선(13)들의 각각은 바로 인접한 권선(13)들과 전기적으로 절연된다. 중심(14)에서, 전기 기계의 회전축이 코일 캐리어(15)와 교차한다. 도 2에 도시된 실시예에서, 이 권선(13)들은 삼상(three phases)으로 감긴다. 각 가닥(strand)들의 몇 개의 턴(turn)들로 구성된다. 그러면 3개의 권선(13)마다 그 배열 및 그루핑에 관해 동일한 방식으로 설계된다. 이 권선(13)들은 또한 그 길이 방향 및 배열에 있어 동일하게 위치하는데: 이에 따라 제1 상(phase)이 도 1에서 가장 윗 층으로 보이는 권선들(13)로 형성되고, 제2 상이 위에서 보아 절반이 가려진 권선(13)들로 형성되며, 제3 상이 위에서 보아 완전히 가려진 권선(13)들로 형성된다.

[0304] 권선(13)들의 각각은 코일 원반(6)의 중심(14)으로부터 반경 방향으로 연장되어 모터의 토크(torque)에 기여하는 2개의 능동 영역(16)들과, 그 반경 방향 외변 및 내변으로부터 대략 접선 방향으로 연장되는 2개의 수동 영역들(17a, 17b)들, 즉 반경 방향 내측 수동 영역(17a)과 반경 방향 외측 수동 영역(17b)을 구비한다. 이에 따라 외측 수동 영역(17b)들보다 중심(14)에 더 가까이 배치된 내측 수동 영역들(17a)들은 외측 수동 영역(17b)들보다 더 길이가 짧다. 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들은 평면도에서, 즉 모터 샤프트(2)를 따라 서로 중첩되지 않고, 권선(13)들 중의 하나의 내측 및 외측 수동 영역들(17a, 17b)들의 각각은 2개의 바로 인접한 권선(13)들의 대응 수동 영역들(17a, 17b)들을 각각 부분적으로 덮는다.

[0305] 원(K1, K2)들은 능동 영역(16)들의 반경 방향 내측 및 반경 방향 외측 경계들을 나타낸다. 이는 능동 영역(16)들이 내측 원(K1)으로부터 외측 원(K2)으로 연장됨을 의미한다. 이 원(K1, K2)들 외부에 위치한 권선들의 영역들은 수동 영역들(17a, 17b)들에 할당된다.

[0306] 도 2에 도시된 실시예에서, 삼상들의 각각은 개별 톱니(teeth,) 즉 개별 권선(13)들을 구성하고; 개별 권선(13)들은 몇 번 감기지만, 단지 단일한 턴(turn) 역시 제공될 수 있다. 특별한 특징은 스포크 형(spoke-like) 능동 영역(16)들의 다른 상(phase)이 단일한 평면에서 서로 이웃한다는 것이다. 도 2에서, 이 능동 영역(16)들은 권선(13)들 위의 2개의 원형 선들로 지시된다. 이와 같이, 수동 영역들(17a, 17b)들은 형태와 치수 모두 다르지만 능동 영역(16)들은 형태 및 치수가 역시 동일하다.

[0307] 수동 영역들(17a, 17b)들은 항상 2개의 인접 톱니들과 중첩을 갖는데, 이는 개별 상들이 평면 변경을 거쳐야 함을 의미한다. 직접 중첩이 있으면, 단면 변화 없이 수동 영역들(17a, 17b)들의 영역에서 코일 원반(6)의 두께는 축방향으로 배증된다(doubles). 영구자석(5)들의 축방향 거리의 결과적 증가는 단면에서의 변화, 즉 두께-대-폭 비 또는 높이-대-폭 비의 변화에 영향을 받는다. 수동 영역(17a, 17b)들에서의 두께에 대한 능동 영역(16)들에서의 개별 권선(13)의 두께의 비는 도시된 실시예에서 정확히 2이다. 간단화된 방식으로, (도시된 실시예에서 그 두께에 있어 모두 동일한) 능동 영역(16)들의 축방향 두께 또는 높이는 1로 표준화되는 반면, (도시된 실시예에서 그 두께에 있어 역시 모두 동일한) 수동 영역들(17a, 17b)들은 위 표준화된 두께에 대해 더 작은 0.75의 두께를 갖지만, 측면도에서 보아 수동 영역들(17a, 17b)들은 서로 앞뒤로 정렬되는 정렬 배열 덕분에 단지 1.5로 가산된다. 이러한 배열은 예를 들어 도 2의 단면도에서 우측에 보인다. 개별적으로 고려하여 수동 영역들(17a, 17b)들이 각각 능동 영역(16)들보다 더 작은 두께 또는 높이를 갖지만, 수동 영역들(17)은 중첩(overlap)에 기인한 권선(13)들의 중첩(superimposed) 배열에서 더 두껍게 나타나, 결과적으로 영구자석(5)들이 can be located closer to 능동 영역(16)들에 더 가까이 위치할 수 있는 중앙 부분에 추가적인 설치 공간을 제공한다. 도 2의 하부는 외측 수동 영역(17b)들의 경로를 개략적으로 보인다. 3개 마다의 권선(13)이 그 수동 영역(17b)에서 평면 변경을 겪는 것이 명확하다. 도시된 실시예에서, 권선(13)들의 수는 3의 정수 배에 대응하여,

권선(13)들의 삼상 작동을 가능하게 한다. 이에 따라, 권선(13)들로부터 전체 3개의 다른 상의 가닥(Strawnge)들이 형성되는데, 여기서 권선(13)들의 모든 능동 영역(16)들은 측면도에서 단일한 평면에 존재하는 한편, 수동 영역들(17a, 17b)들은 2개의 평면들에 분포된다. 2개의 상들은 각각 하나의 평면에 위치하고 제3 상은 추가적 평면 변경을 겪는다.

[0308] 예를 들어, 2개의 상들은 해당 단면 변화에 의해 축방향 대신 반경 방향으로 적층(stack) 또는 병치(juxtapose)되어 반경 방향에서 코일 원반(6)의 확대로 결과된다. in the radial direction. When the height or thickness of 수동 영역들(17a, 17b)들의 반경 방향 높이 또는 두께가 배증될 때, 2개의 상들의 축방향으로의 배증이 보상되어, 전체 코일 원반(6)에 대한 하나의 평면으로 결과된다. 이는 권선(13)들의 조정 가능한 단면 변경을 갖는 삼상으로 감긴 철심 없는(ironless) 코일 모듈(18)로 결과되고, 이에 따라 철심 없는 축방향 자속(flux) 전기 모터에 사용되는 코일 모듈(18)의 조정 가능한 축방향 높이로 결과된다.

[0309] 이와 같이 도 2에 도시한 실시예에서, 원형으로 배치된 8개의 권선(18)들이 직렬로 도전 연결되어 코일을 형성한다. 전류의 삼상에 대응하여, 이 코일들 중의 3개가 코일 원반(6) 내의 코일 캐리어(15)와 코일 모듈(18)과 조합된다.

[0310] 다른 실시예들에서, 2개 이상의 코일 원반(6)들을 접착시키거나 달리 이들을 소재 결합 또는 강제 끼워맞춤 방식으로 서로 연결하여 코일 모듈(18)을 얻는 것 역시 가능하다. 능동 영역(16)들 간의 캐비티의 크기는 권선(13)들로 형성되는 코일 구조의 단면을 변경함으로써 조정될 수 있다.

[0311] 도 2에 명시적으로 도시하지 않았지만, 코일 캐리어(15)는 이러한 코일 캐리어가 서로 상하에 위치되었을 때 냉각 채널이 형성되도록 구성된다. 또한 코일 캐리어(15)는 본 발명의 범위 내에서 개시된 세라믹 구획들을 구비한다.

[0312] 도 3은 코일 원반(6) 상의 해당 단면 변화의 개략 측면도를 보인다. 도 3에서 권선(13)은 좌측에 1:1의 비율로 개략적으로 보이는데, 여기서 수동 영역들(17a, 17b)들은 능동 영역(16)들의 겨우 절반 두께이다. 단일한 코일 원반(6)에서, only 수동 영역들(17a, 17b)들만이 항상 부분적으로(절대 완전하지 않음) 중첩되지만, 능동 영역(16)들은 절대 중첩되지 않는다. 더 두꺼운 능동 영역(16)들은 도 3의 좌측 도면에서 동일한 평면에 서로 전후로 배치되는 반면, 수동 영역들(17a, 17b)들은 단면 변경에 기인하여 겨우 절반 두께이고, 다른 평면들에 기인하여 능동 영역(16)들 및 수동 영역들(17a, 17b)들 간의 전체적 비가 거의 1:1, 즉 단면에서 수동 영역들(17a, 17b)들의 두께의 합이 정확히 능동 영역(16)들의 두께와 동일하다.

[0313] 비율 1:1.5를 갖는 도 3의 중간 도면에 코일 원반(6)이 다시 단면으로 보인다. 중첩의 결과, 수동 영역(17)들은 이제 단면도에서 능동 영역(16)들보다 전체적으로 1.5배 더 두꺼운데, 이는 측면도에서 서로 앞뒤인 배열 덕분에 더 적은 설치 공간을 요구한다. 1:1.5인 2개의 실시예들은 다른 단면 변화를 보여, (좌측) 제1 실시예에서 능동 영역(16)의 우측에 하나의 캐비티, (우측) 제2 실시예에서 능동 영역(16)의 양측에 2개의 캐비티들로 결과된다. 자석 배열의 자석들이 캐비티들에 삽입되어 이러한 방식으로 구성될 수 있어, 능동 영역(16)들과 영구자석(5)들 간의 축방향 거리 또는 갭을 감소시킨다(이러한 축방향 거리 또는 갭을 완전히 없게 하지는 못하더라도). 이에 따라 사용 가능한 설치 공간이 더 효율적으로 활용될 수 있다. 이와는 달리, 이렇게 형성된 캐비티들도 냉각에 사용될 수 있다.

[0314] 마지막으로, 1: 0.7의 비율이 도 3의 우측에 도시되어 있다, 도시된 3개의 실시예들은 수동 영역들(17a, 17b)들에서의 단면 및 평면의 해당 변화에 의한 캐비티들의 구성을 도시한다. 이 캐비티들은 냉각에도 사용될 수 있다. 설명된 실시예들에서, 2 mm 미만, 즉 도시된 실시예에서 1.2 mm의 직경을 갖는 구리 또는 알루미늄의 유연한 가닥들이 바람직하기로 권선(13)들에 사용되는데, 이는 0.2 mm 미만, 도시된 실시예에서 전형적으로 0.05 mm의 직경을 갖고 서로 전기적으로 절연된 몇 개의 개별적 와이어들로 구성된다.

[0315] 코일 모듈(18)을 형성하는 코일 원반(6)들의 격벽(Steg)으로 구성되는 능동 영역(16)들 간에 형성되는 캐비티는 냉매의 흐름에 사용될 수 있다. 이 경우, 유압 밀봉을 위해 코일 원반(6)들은 자석 원반(4)을 대향하는 측부가 비도전성 소재로 구성된 액밀(fluid-tight) 박막(film)으로 덮여, 복수의 코일 원반(6)들로 구성되는 코일 모듈(18)이 외부로부터 밀봉된다. 이 캐비티들은 사각형, 삼각형, 사다리꼴, 또는 복잡한 형태가 될 수 있다. 도 4에는 권선(13)들 중의 하나의 평면도가 도 2의 도면에 대응하여 도면(도 4)의 좌측에 도시되어 있다. 도 4의 우측에 도시된 권선(13)을 통한 단면도에서 능동 영역(16)들에서의 두께가 수동 영역들(17a, 17b)들에서보다 더 두꺼움이 명확하다.

[0316] 도 2에서와 같이 원(K1, K2)들은 능동 영역(16)들의 범위를 나타낸다.

- [0317] 도 5는 도 2에 대응하는 코일 모듈(18)의 평면도를 도시하는데, 2개의 코일 원반(6)들이 축방향 전후로 배치되고 각각 코일 캐리어(15)를 보조하는 코일 캐리어 링(20)에 매립되고, 여기서 권선(13)들로부터 전기 접점(19)들이 코일 캐리어 링(20) 밖으로 인출된다. 이 실시예에서, 코일 캐리어 링(20)은 유리섬유(보강) 에폭시 수지 직물로 제조된다.
- [0318] 도 6은 코일 모듈(18)의 단면도를 도시하는데, 여기서 2개의 조합된 코일 원반(6)들이, 2개의 코일 원반(6)들의 능동 영역(16)들 간에 형성된 캐비티(21)가 본 발명의 맥락에서 기재된 냉각 채널을 형성하는 방식으로 배치된다. 코일 원반들이 포일에 의해 액밀 방식으로 밀봉되므로, 냉매가 이 캐비티(21)로 공급될 수 있다.
- [0319] 도 7은 전기 기계를 위한 코일 모듈의 코일 원반(6)의 내측을 보이는데, 이를 기반으로 냉각 구조가 더 상세히 설명된다. 코일 원반(6)은 전기 절연 소재로 구성된 코일 캐리어(15)와, 도전성 소재로 구성되어 코일 원반(6) 상 또는 내의 적어도 하나의 코일 원반(6)의 중심(14) 둘레에 원주상 배치된 적어도 하나의 권선(13)을 구비한다.
- [0320] 바람직하기로, 권선(13)들은 본 발명의 맥락에서 더 상세히 설명된 능동 영역(16)들과 수동 영역(17a, 17b)들을 갖는 권선들인데, 여기서 다른 권선(13)들의 능동 영역(16)들은 서로 중첩되지 않지만 권선(13)들 중의 하나의 각 수동 영역(17a, 17b)은 각 경우 2개의 바로 인접한 권선(13)들의 대응 수동 영역(17a, 17b)들과 부분적으로 중첩되고, 단면으로 보아 능동 영역(16)들에서 개별 권선(13)은 수동 영역(17)들에서보다 더 큰 축방향 두께를 갖는다. 그러나 권선(13)은 또한 다른 종류의 권선이 될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 권선(13)은 중심(14) 둘레에 곡류(meandering) 방식으로 배치된 적어도 하나의 권선 형태로 구성될 수 있다.
- [0321] 코일 원반(6)은 대략 고리형 인입부(22)를 더 구비한다. 인입부(22)는 코일 원반(6)의 내측, 즉 코일 모듈 내의 다른 코일 원반에 대향하는 측에 위치하여, 인입부(22)가 2개의 코일 원반들 내에 둘러싸여 냉각 채널을 형성하게 된다. 인입부(22)는 외변(24) 및 내변(26)을 구비하고, 이로부터 시작하여 인입부(22)가 코일 원반(6)의 나머지 면에 대해 인입된다. 이는 인입부(22)와 별도로 코일 원반(6)의 내면이 대략 하나의 평면에 위치하여 외변 및 내변(24, 26)이 각각 코일 원반(6)의 평면상 내면으로부터 인입부(22)로의 천이를 나타낸다. 이 실시예에서 인입부(22)가 정확한 고리 형태로 도시되어 있지만 본 발명에 따르면 정확한 고리 형태일 필요는 없다. 인입부(22)는 대략 중심(14) 둘레로 연장되고 중심(14) 자체에 위치하지 않는다. 그러나 인입부(22)는 이 명세서의 다른 곳에 더 상세히 논의되는 복수의 격벽(web) 또는 격벽들을 구비할 수 있는데, 이는 인입부(22)를 차단한다. 또한 내변(26) 및/또는 외변(24)은 정확히 고리형일 필요가 없어서 예를 들어 다각형 또는 부정형을 가질 수 있다.
- [0322] 인입부(22)의 내변(26)은 권선(13)들의 능동 영역(16)들로부터 내측 수동 영역들(17a)들로의 천이 영역에 위치한다. 인입부(22)의 외변(24)은 권선(13)들의 외측 수동 영역(17b)들의 최외곽 영역에 위치한다. 이 인입부(22)의 배치는 제한된 공간 덕분에 반경 방향 내측 수동 영역(17)들이 반경 방향 외측 수동 영역(17b)보다 더 두껍고, 바로 인접한 권선(13)들의 내측 수동 영역들(17a)들이 능동 영역(16)들과 달리 서로 중첩하여 축방향 합산 두께가 반경 방향 내측 수동 영역(17)들이 능동 영역(16)의 두께보다 더 두꺼워지기 때문에 바람직하다. 이에 따라 인입부(22)를 위한 공간이 능동 영역(16)들의 영역에, 그리고 선택적으로 외측 수동 영역(17b)들의 영역에 사용 가능해진다. 이와는 달리, 인입부(22)의 외변(24) 역시 능동 영역(16)들과 반경 방향 외측 수동 영역(17b)들 간의 천이부에 위치할 수 있다.
- [0323] 전기 기계가 가능한 한 최적으로 설계되면 인입부(22)를 설명한 바와 같이 배치되는 것이 바람직할 수 있다고 언급해야 한다. 그러나 공간 요건, 성능 및/또는 효율에 대해 타협이 이뤄져야 한다면 인입부(22)가 달리 배치될 수도 있다.
- [0324] 인입부(22)는 도 8a 내지 8d에 예시된 바와 같이 다른 단면들을 가질 수 있다. 도 8a 내지 8d는 각각 도 7의 평면 B-B의 단면을 보인다.
- [0325] 명시적으로 도시되지 않았지만, 코일 원반(6)은 본 발명의 맥락 내에서 기술된, 코일 캐리어(15)를 인입부(22)가 형성하는 냉매 채널로부터 분리하여 코일 캐리어(15)의 소재가 냉매(특히 수성 냉매)에 흡수되진 않게 하는 세라믹 구획(ceramic delimitation)을 구비한다.
- [0326] 도 8a는 사각형 단면을 갖는 인입부(22)를 보인다. 인입부(22)는 외측 측면(30), 저면(28), 및 내측 측면(32)을 갖는다. 여기서 내측 및 외측 측면(30, 32)들은 각각 저면(28)에 직교하고 저면(28)은 코일 원반의 내측과 평행하다. 이에 따라 인입부(22)는 내측부터 외측까지, 즉 내변(26)으로부터 외변(24)까지의 반경 방향을 따라 일정한 깊이(34)를 갖는다.

- [0327] 도 8b는 사다리꼴 단면을 갖는 인입부(22)를 보인다. 도 8a의 단면과 달리, 측벽(30, 32)들은 저면(28)에 직교하지 않고 저면(28)을 향해 경사져, 인입부(22)의 깊이가 측벽(30, 32)의 영역에서 저면(28)을 향해 꾸준히(steadily) 증가한다. 저면(28)의 영역에서 깊이는 도 8a에 관해 기술한 바와 같이 다시 일정하다.
- [0328] 도 8c는 내측으로부터 외측으로, 즉 내변(26)으로부터 외변(23)으로 반경 방향으로 증가하는 깊이(34a, 34b)를 갖는 인입부(22)를 보인다. 이는 저면(28)이 적어도 부분적으로 코일 원반의 내측에 평행하지 않음을 의미한다. 예를 들어, 저면(28)의 반경 방향 외측 부분 등 저면(28)의 일부는 코일 원반의 내측에 평행한 반면, 저면(28)의 반경 방향 내측 부분 등 저면(28)의 다른 부분은 인입부(22)의 깊이(34a, 34b)가 반경 방향 내측으로부터 반경 방향 외측으로 증가하도록 경사질 수 있다. 뿐만 아니라, 내측면(32) 및 외측면(30)은 각각 코일 원반의 내측과 직교하거나 각도를 가질 수 있다, 이 실시예에서, 외측면(30)은 코일 원반의 내측과 직교하는 반면, 내측면(32)은 이와 각도를 갖는다.
- [0329] 인입부(22)는 코일 원반의 내측에 평행한 전술한 저면(28)의 일부가, 반경 변경이 일어나는 그 반경 방향으로 연장되는 영역을 포함하여 권선들의 반경 방향 외측 수동 영역(17b)들에 위치하도록 하는 방식으로 코일 원반 내에 배치될 수 있다. 저면(28)의 경사부는 권선들의 부채꼴 전개된(fanned-out) 능동 영역들의 영역 내에 위치한다. 내측면(32)은 단면 변경이 이뤄지는 권선들의 내측 수동 영역들의 영역에 위치한다.
- [0330] 도 8c에 도시된 이 인입부(22)의 단면은 특히 권선들의 능동 영역들이 이 명세서에 설명된 바와 같이 "부채꼴 전개(fanned-out)"될 때 제공된다. 인입부의 위 형태는 또한 "V-냉각(V-Cooling)" 구조로도 지칭된다.
- [0331] 도 8d는 코일 원반의 내측으로부터 내측면(32), 저면(28), 및 외측면(30)으로의 천이가 계속적(steady) 및/또는 연속적인 인입부(22)의 단면을 보인다. 이러한 계속적 및/또는 연속적인 천이는 도 8a 내지 8c에 보인 단면들에도 가능하다.
- [0332] 도 8a 내지 8d에 보인 인입부들은 본 발명의 일부로 개시된 세라믹 구획을 구비할 수 있다.
- [0333] 인입부(22)는 또한 도 8a 내지 8d에 보인 단면들의 조합으로 결과되는 단면 형태를 가질 수 있다.
- [0334] 도 9a 및 9b는 권선(13)의 평면도를 보이는데, 이에 의해 본 발명의 맥락에서 개시된 "부채꼴 전개(fanned-out)"가 더 상세히 설명된다. 권선은 2개의 반경 방향으로 연장되는 능동 영역(16)들과, 각각 2개의 능동 영역(16)들을 연결하는 내측 접선 방향으로 연장되는 수동 영역(17a) 및 외측 접선 방향으로 연장되는 수동 영역(17b)을 구비한다. 본 발명의 맥락에서 개시된 바와 같이, 능동 영역(16)들에서의 권선(13)의 축방향 두께는 수동 영역(17a, 17b)들에서의 축방향 두께보다 더 크다. 능동 영역(16)들에 인접하여, 수동 영역(17a, 17b)들은 개별 권선(13)의 단면 변경이 일어나는 짧은 반경 방향 영역(35, 36)들을 구비하는데, 그 각각은 평면 변경 역시 수반할 수 있다. 이러한 천이 영역들은 또한 능동 영역(16)들에 위치할 수도 있다.
- [0335] 능동 영역(16)들은 부채꼴 전개 구조를 갖는다. 이는 내측부터 외측으로의 반경 방향에서 권선(13)의 접선 방향 폭이 능동 영역(16)들에서 증가, 즉 능동 영역(16)들에서의 권선(13)의 접선 방향의 폭이 내측 단면 변경(35)에 인접한 반경 방향 최내측 점에서 최소값(38)을 갖고 외측 단면 변경(36)에 인접한 반경 방향 최외측 점에서 최대값(40)을 가짐을 의미한다. 단면 변경(35, 36)에서의 권선의 폭은 이 값들 이내 및/또는 밖이다. 능동 영역(16)들에서의 권선의 축방향 두께는 반경 방향 내측으로부터 외측을 향해 감소, 즉 내측 단면 변경(35)에 인접한 반경 방향 최내측 점에서 최대값(42)을 갖고 외측 단면 변경(36)에 인접한 반경 방향 최외측 점에서 최소값(44)을 갖는다. 단면 변경(35, 36)에서의 권선의 폭은 이 값들 이내 및/또는 밖이다. 능동 영역(16)들에서의 권선(13)의 단면 영역은 반경 방향을 따라 기본적으로 일정하게 남아있다,
- [0336] 부채꼴 전개 능동 영역(16)들을 갖는 권선의 이 형태는 도 8c에 도시된, 즉 "V-냉각(V-Cooling)" 구조와 조합되면 유용할 수 있다. 이는 예를 들어 도 10에 도시되어있다.
- [0337] 도 10은 코일 모듈(18)을 통한 단면을 보이는데, 코일 모듈은 각각 도 9a 및 9b에 보인 부채꼴 전개 구조를 갖는 제1 및 제2 코일 원반(6)들을 구비한다. 제1 및 제2 코일 원반(6)들은 각각 권선(13)들의 내측 단면 변경(35)으로부터 권선들의 외측 수동 영역(17b)들로 연장되는 대략 고리형 인입부(22)를 구비한다. 단면 변경(35, 36) 간에는 인입부(22)의 깊이가 반경 방향 내측으로부터 반경 방향 외측으로 지속적으로 증가하여 인입부들은 소위 "V-냉각(V-Cooling)" 구조를 갖는다.
- [0338] 여기서 제1 및 제2 코일 원반(6)들 양자는 각각 코일 모듈(18)이 조립되었을 때 서로 정확히 대향하여 냉각 채널(23)을 한정 및 형성(define)하는 인입부(22)를 갖는다.
- [0339] 도 11a 및 11b는 각각 제1 코일 원반(6a) 및 제2 코일 원반(6b)의 내측의 평면도를 보이는데, 이들은 코일 모듈

로 조립될 것을 의도한 것이다. 간결성을 위해 이 도면들에는 권선들이 도시되지 않았다, 제1 코일 원반(6a) 및 제2 코일 원반(6b)은 각각 대략 고리형 인입부(22a, 22b)를 구비한다. 인입부(22a)는 격벽(38a)이 형성되고 인입부에 격벽(38b)이 형성되는데, 그 각각의 상부는 코일 원반(6a, 6b)의 내측의 나머지와 동일한 평면에 위치한다(즉 인입부(22a, 22b)와 별도로).

[0340] 제1 코일 원반(6a)은 유입 구멍(40a), 유출 구멍(42a), 및 유입 채널(44)을 더 구비한다. 유입 채널(44)은 인입부(22a)의 측면에 유입 개구(43)를 형성한다. 제2 코일 원반(6b)은 유입 구멍(40b), 유출 구멍(42b), 및 유출 채널(46)을 더 구비하고, 유출 채널(46)은 인입부(22b)의 측면에 유출 개구(45)를 형성한다.

[0341] 코일 모듈의 조립 상태에서, 이 배열은 냉매가 유입 개구(40a, b), 유입 채널(44), 유입 개구(43)를 통해 인입부(22a, 22b)들이 형성하는 냉매 채널로 흐르고, 이어서 화살표로 보인 바와 같이 유출 개구(45)를 통해 유출 포트(46)와 유출 구멍(42a, b)로 흐를 수 있게 한다.

[0342] 전기 기계는 전형적으로 코일 스페이서들을 통해 서로 연결된 몇 개의 이러한 일 모듈들을 구비한다. 코일 스페이서들은 해당 유입 및 유출 구멍들을 구비하여 조립되었을 때 모든 유입 구멍들이 정렬되고(line up) 모든 유출 구멍들이 정렬된다. 전기 기계의 축방향 단부에 위치한 코일 모듈 또는 코일 스페이서에서, 유입 및 유출 구멍들은 이 경우 생략될 수 있다. 전기 기계의 반대쪽 축방향 단부에 위치한 코일 모듈 또는 스페이서의 유입 및 유출 구멍들을 통해 냉매가 공급 및 배출될 수 있다.

[0343] 도 12a, 12b, 및 12c는 이 명세서에 개시된 능동 영역들의 "부채꼴 전개(fanning out)"와 "V-냉각(V-cooling)"을 설명하는 데 사용된 코일 모듈을 도시한다.

[0344] 도 12a는 코일 모듈(18)의 사시도를 보인다. 코일 모듈은 제1 코일 원반(6a) 및 제3 코일 원반(6b)을 구비한다. 제1 코일 원반(6a) 및 제2 코일 원반(6b)들은 그 개별적 내측이 서로 대향하도록 서로 부착된다. 이에 따라 각 경우 내측에 구비되는 2개의 인입부(22a, 22b)들은 서로 대향하거나 서로 상하에 위치하여, 이들이 코일 원반(6a, 6b)들 간의 냉각 채널(23)을 형성한다.

[0345] 제1 코일 원반(6a) 및 제2 코일 원반(6b)은 각각 복수의 권선(13)들을 구비한다. 개별 코일 원반(6a, 6b)의 이 권선(13)들은 달리 설계될 수 있다. 제1 그룹의 권선(13a)들은 제1 평면에 위치하여, 능동 영역(16a)들과 수동 영역들이 모두 제1 평면에 위치한다. 제2 그룹의 권선(13b)들은 제1 평면과 이격된(offset) 제2 평면에 위치하여, 능동 영역(16b)들과 수동 영역들이 모두 제2 평면에 위치한다. 평면 변경은 능동 영역(16b)들로의 천이부들에서 이뤄진다. 제3 그룹의 권선(13c)들은 접선 영역들이 제1 평면 및 제2 평면 모두에 위치하여 평면 변경이 접선 영역들에서 일어나도록 배치된다. 또한 제2 평면에 위치한 접선 영역의 부분과 제1 평면에 위치한 능동 영역(16c) 간에도 평면 변경이 일어난다. 이 방법으로, 코일 원반(8a, 6b)의 각각의 모든 능동 영역(16a, 16b, 16c)들이 제1 평면에 위치한다.

[0346] 도 12b는 코일 모듈(18)의 평면도를 도시한다. 권선들은 이 명세서에 개시된 능동 영역(16)들 및 수동 영역(17a, 17b)들을 구비한다. 권선(13)들의 능동 영역(16)들이 이 명세서에 기술된 부채꼴 전개 형태를 가짐을 쉽게 알 수 있다.

[0347] 뿐만 아니라, 도 12a의 권선(13a, 13b, 및 13c)이 도시되어 있다. 그 인접 영역(16a, 16b, 16c)들이 서로 거의 인접하여 바람직하기로 겹이 존재하지 않는 것이 명확히 보인다.

[0348] 도 12c는 일부 권선들이 생략되어 제1 코일 원반(6a) 및 제2 코일 원반(6b) 간의 채널(23)이 명확히 보이는 코일 모듈(18)의 사시도를 보인다. 이는 제1 코일 원반(6a)의 권선(13d)들과 제2 코일 원반의 권선(13e)들 간에 반경 방향 내측으로부터 반경 방향 외측으로의 축방향 높이(또는 축방향 두께)를 증가시키는 공간이 형성됨을 의미한다.

[0349] 도 13a는 본 발명의 하나의 실시예에서의 코일 모듈(18)의 사시도를 도시한다. 코일 모듈은 제1 코일 원반(6a) 및 제2 코일 원반(6b)을 구비한다. 제1 코일 원반(6a)은 제1 코일 캐리어(15a)와 제1 코일 캐리어(15a)를 외측에서 방사상으로 둘러싸는 제1 코일 캐리어 링(20a)을 구비한다. 이에 따라 제1 코일 원반(6b)은 제2 코일 캐리어(15b)와 제2 코일 캐리어(15b)를 외측에서 방사상으로 둘러싸는 제2 코일 캐리어 링(20b)을 구비한다. 제1 및 제2 코일 캐리어들(15a, 15b)은 본 발명의 맥락에서 개시된 바와 같이, 각각 거기에 매립된 권선(13)들을 갖는다. 권선(13)들은 대략 반경 방향으로 연장되는 능동 영역(16)들과 대략접선 방향으로 연장되는 내측 수동 영역(17a)들 및 외측 수동 영역(17b)들을 구비한다. 권선(13)들은 접점(19)에 전기적으로 연결된다.

[0350] 도 13b는 도 13a에 보인 코일 캐리어의 평면도를 도시한다.

- [0351] 도 13c는 도 13b의 단면(sectional plane) A-A를 따른 단면(cross-section)을 보인다. 도 13c에 보인 바와 같이, 제1 및 제2 코일 원반(6a, 6b)들은 그 사이에 대략 고리형 냉각 채널(23)이 형성되도록 구성된다. 이 실시예에 따르면, 냉각 채널(23)이 권선(13)들의 능동 영역(16)들 및 외측 수동 영역(17b)들이 배치된 코일 원반(6a, 6b)들과 코일 캐리어(15a, 15b)의 반경 방향 영역으로 연장된다.
- [0352] 코일 모듈(18)은 또한 냉각 채널(23)을 둘러싸 이를 제1 코일 캐리어(15a) 및 제2 코일 캐리어(15b)와 구획하는 제1 및 제2 세라믹 구획(ceramic delimitation)(56a, 56b)들과, 반경 방향 내측 세라믹 구획(57) 및 반경 방향 외측 세라믹 구획(58)을 더 구비한다.
- [0353] 도 13d는 도 13b의 단면 B-B를 따른 단면을 도시한다. 도 13d는 또한 유입 개구(54) 및 유출 개구(55)를 보인다. 이는 또한 제1 및 제2 세라믹 구획들(56a, 56b)을 각각 보이는데, 각각 유입 개구(54) 및 유출 개구(55)에 각각 대응하는 개구(62, 61)를 구비한다. 이러한 방법으로, 냉매가 유입 개구(54)를 통해 냉각 채널(23)을 흘러 유출 개구(55)를 통해 배출된다. 뿐만 아니라 밀봉(56a, 56b, 57, 및 58)들은 냉매가 코일 캐리어(15a, 15b)들의 소재와 접촉하지 않도록 보장한다.
- [0354] 도 14a는 예를 들어 도 13a-c에 보인 코일 모듈(18)에 설치된 것 등의 코일 원반(6)을 도시한다. 코일 원반(6)은 본 발명의 맥락에서 개시된 권선들과, 코일 캐리어 링(20)을 포함하는 코일 캐리어(15)를 구비한다.
- [0355] 코일 캐리어(15)는 반경 방향 내측 영역(50) 및 반경 방향 외측 영역(51)을 구비하는데, 여기서 반경 방향 내측 영역(50)은 반경 방향 외측 영역(51)에 대해 올려져있다. 달리 말해 반경 방향 내측 영역(50)은 반경 방향 외측 영역(51)보다 더 큰 축방향 두께를 갖는다. 반경 방향 내측 영역(50)에 권선들의 반경 방향 내측 수동 영역들이 배치된다. 반경 방향 외측 영역(51)에 능동 영역들과 권선들의 반경 방향 외측 수동 영역이 배치된다. 코일 캐리어 링(20)이 다시 코일 캐리어(15)의 반경 방향 외측 영역(51)에 대해 올려져 코일 캐리어(15)의 반경 방향 내측 영역(50)과 거의 동일한 수준에 위치한다. 제1 코일 원반 및 제2 코일 원반의 조립 상태에서, 제1 코일 캐리어(15)와 제2 코일 캐리어의 반경 방향 내측 영역(50)들은 서로 위아래에 위치한다(rest on).
- [0356] 이러한 방법으로, 코일 원반(6)들이 대칭(mirrored) 구조와 결합될 때 2개의 코일 원반들 간과 코일 캐리어 링(20)과 코일 캐리어(15)의 반경 방향 내측 영역(50) 간의 영역에 냉각 채널이 형성된다.
- [0357] 코일 캐리어 링(20)은 또한 유입 개구(54) 및 유출 개구(55)를 더 구비한다. 유입 개구(54) 둘레에, 코일 캐리어 링(20)은 코일 캐리어(15)의 반경 방향 외측 영역(51)과 대략 동일한 수준으로 이에 병합되는 인입 영역(recessed region; 52)을 구비한다. 유출 개구(54) 둘레에, 코일 캐리어 링(20)은 코일 캐리어(15)의 반경 방향 외측 영역(51)과 대략 동일한 수준으로 이에 병합되는 인입 영역(53)을 구비한다.
- [0358] 도 14a에는 세라믹 구획이 없는 코일 원반(6)을 도시한다.
- [0359] 도 14b는 세라믹 구획(56)을 갖는 도 14a에 도시된 코일 원반(6)을 도시한다. 세라믹 구획(56)은 대략 반경 방향 외측 영역(51)과 코일 캐리어 링의 인입 영역(52, 53)들에 배치된 고리형 원반의 형태이다. 달리 말해, 대략 고리형 세라믹 원반(56)은 코일 캐리어 링(20)의 인입 영역(52, 53)들에 대응하는 2개의 돌출부(59, 60)들을 갖는다.
- [0360] 도 14b는 또한 코일 원반(6)이 고리형 세라믹 원반(56)의 반경 방향 내변을 둘러싸는 반경 방향 내측 구획(57)을 구비하는 것을 보인다. 코일 원반(6)은 또한 고리형 세라믹 원반(56)의 반경 방향 외변을 둘러싸는 반경 방향 외측 구획(58)을 더 구비한다.
- [0361] 고리형 세라믹 원반(56)은 또한 유입 개구(54) 및 유출 개구(55)에 대응하는 2개의 개구(61, 62)들을 더 구비한다.
- [0362] 이러한 방법으로 냉각 채널이 코일 캐리어(15) 및 코일 캐리어 링(20)의 둘러싸는 소재로부터 완전히 구획된다.
- [0363] 예를 들어, 코일 원반(6)이 제1 코일 원반이고 세라믹 구획(56)이 제1 코일 원반에 구비된다. 본 발명의 일부로 개시된 코일 모듈은 또한 코일 원반(6)에 대칭인(mirrored) 코일 원반에 해당하는 제2 코일 원반과 제2 세라믹 구획을 더 구비한다.
- [0364] 도 15a는 제1 또는 제2 세라믹 구획(56)을 도시한다. 세라믹 구획(56)은 세라믹 구획(56)에 직교하는 방향을 향하는 복수의 연결 부재(63)들을 구비한다. 2개의 세라믹 구획(56)들을 갖는 코일 모듈에서, 연결 부재(63)들이 제1 및 제2 세라믹 구획들을 연결한다.
- [0365] 도 15b는 안내 구조 또는 안내 리브(rib)의 형태로 구성된 연결 부재(64)들을 갖는 제2 또는 제2 세라믹 구획

(56)을 도시한다. 이 연결 부재(64)들은 코일 모듈의 제1 및 제2 세라믹 구획들을 2개의 세라믹 구획(56)들로 연결한다.

[0366] 도 16은 세라믹 구획(56)을 도시한다. 세라믹 구획(56)은 "케이크 조각(Kuchenstücken)" 또는 원의 섹터 형태의 복수의 돌출부(65)들을 갖는다. 돌출부(65)들은 권선들의 2개의 인접 능동 영역들 간의 코일 캐리어에 형성된 해당 갭들로 돌출하도록 구성된다.

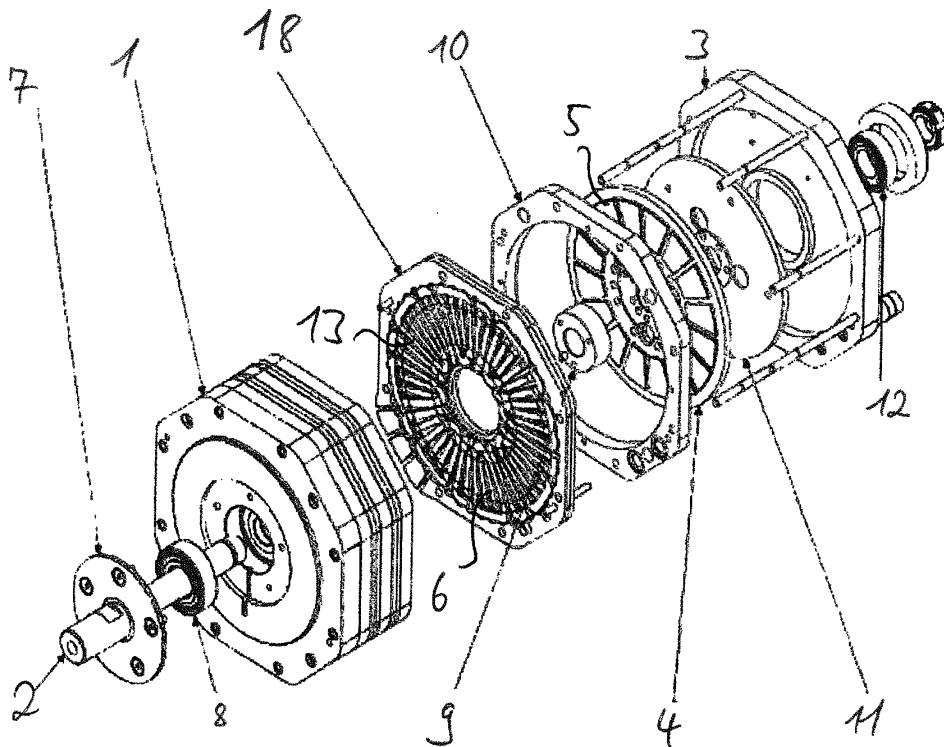
[0367] 도 17은 본 발명으로 개시되는 전기 기계(152)를 갖는 차량(150)을 도시한다.

[0368] 도 18은 본 발명의 맥락에서 개시되는 전기 기계(156)를 갖는 전동 톨(154)을 도시한다.

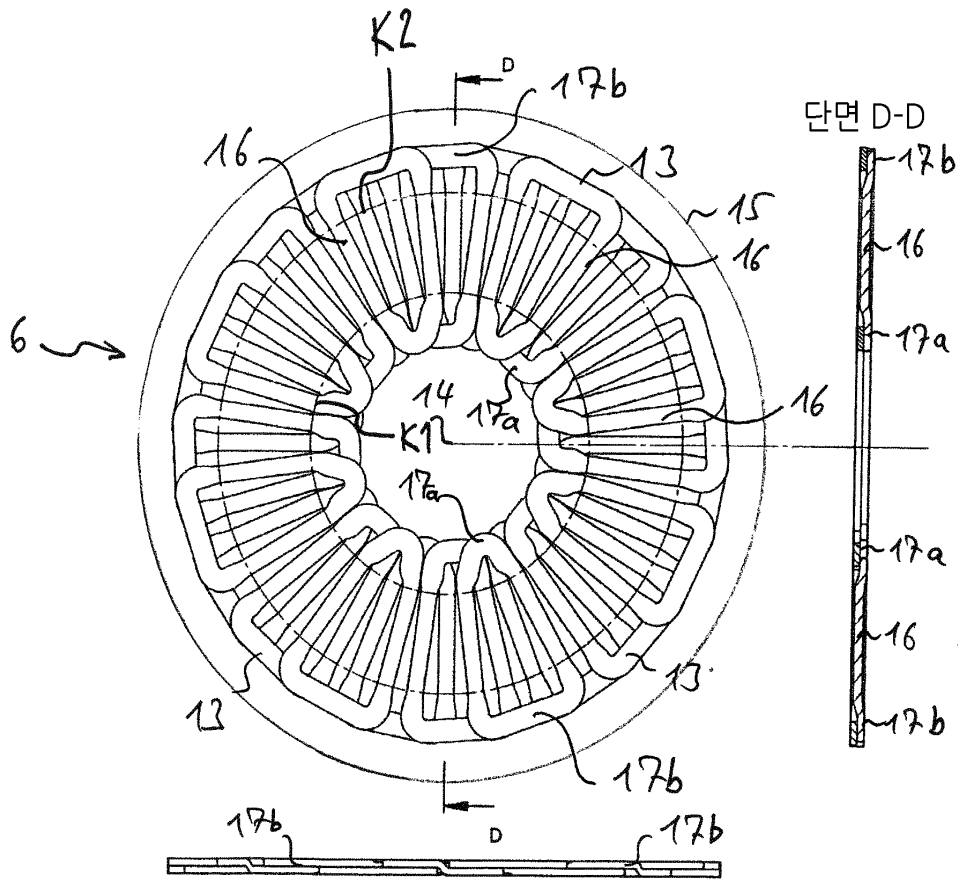
[0369] 예를 들어 개시된 다양한 실시예들은 조합될 수 있고 개별적으로 청구될 수 있다.

도면

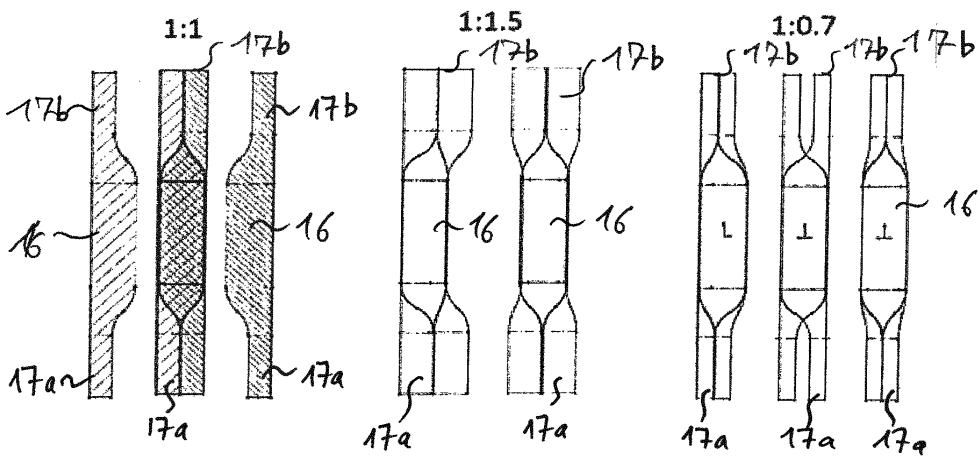
도면1



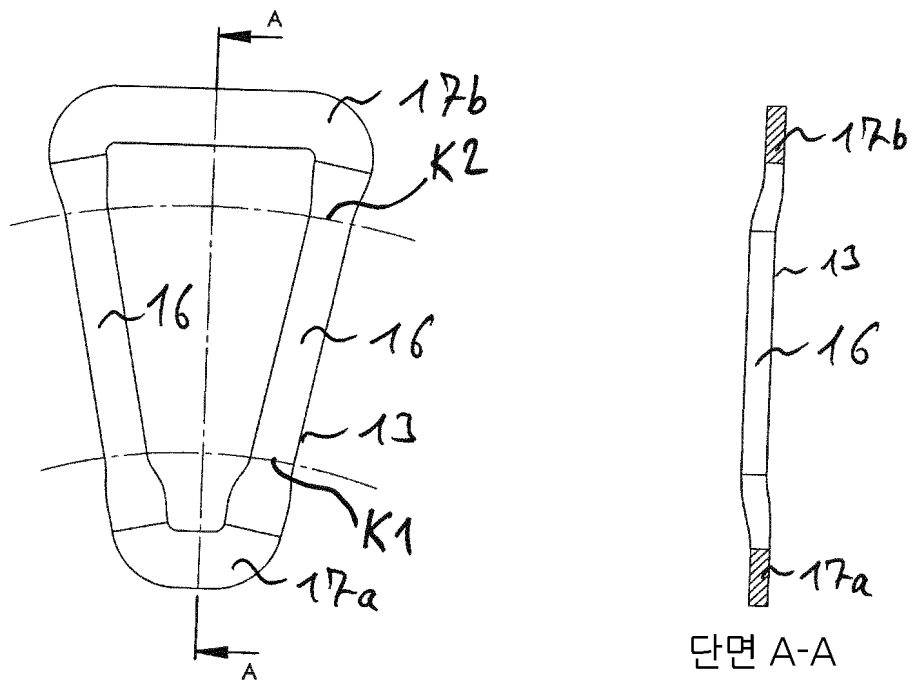
도면2



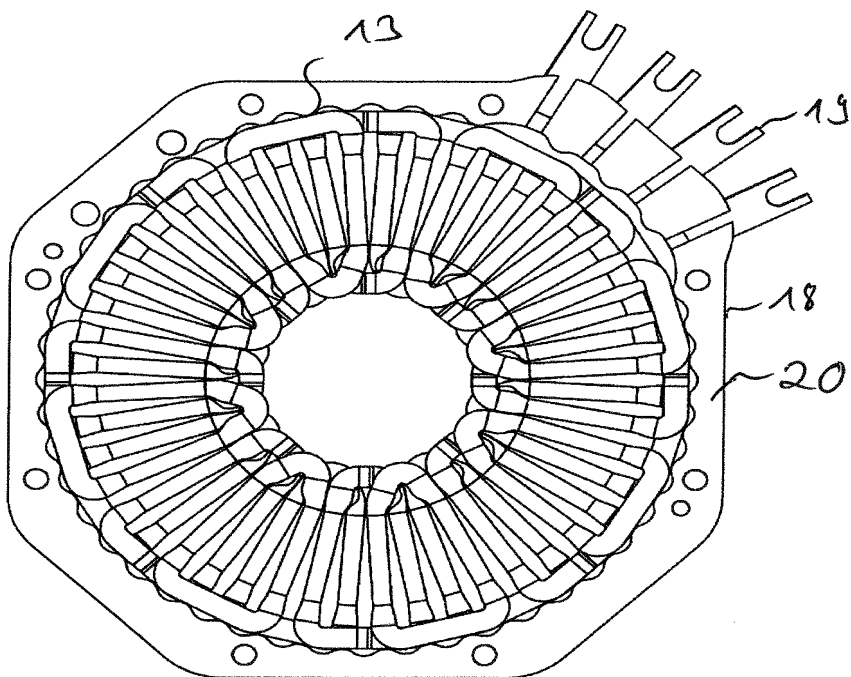
도면3



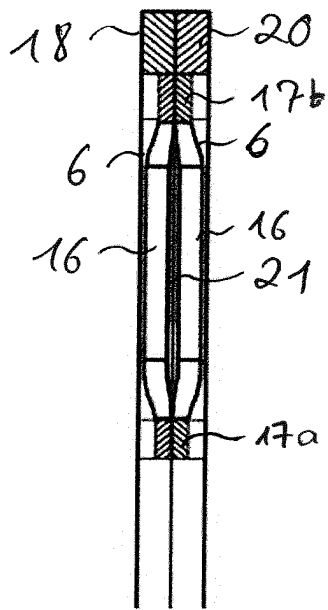
도면4



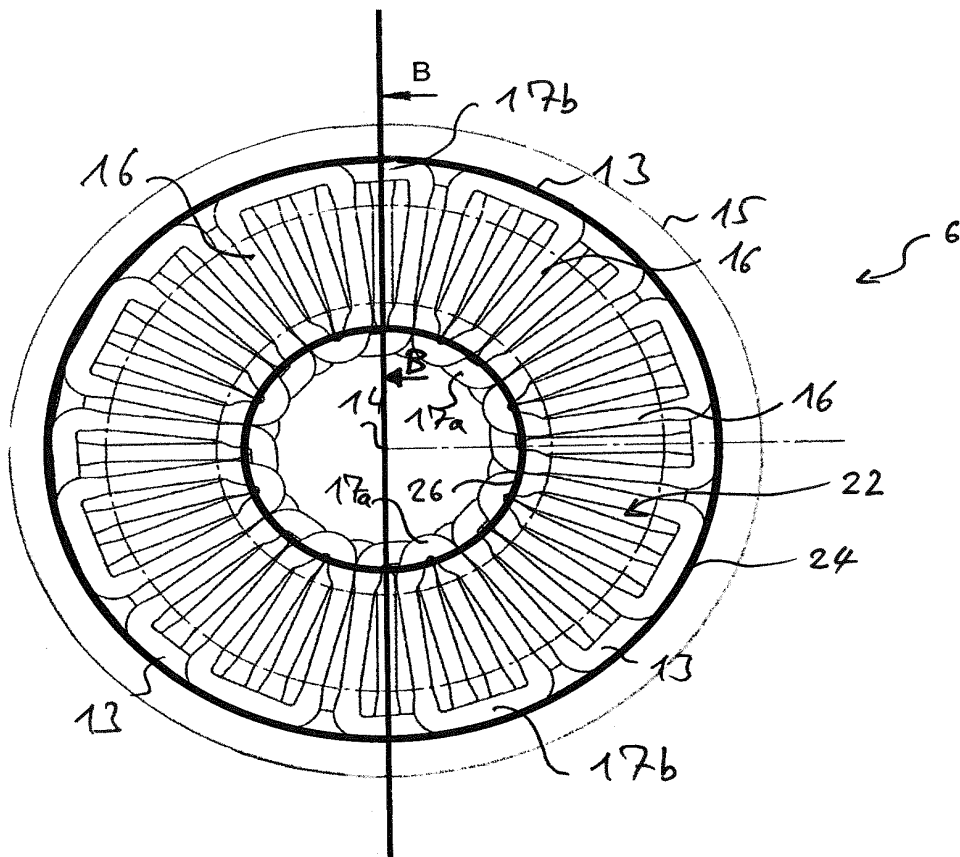
도면5



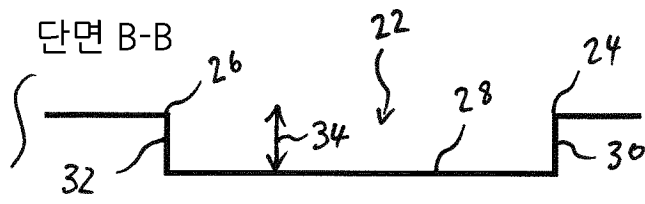
도면6



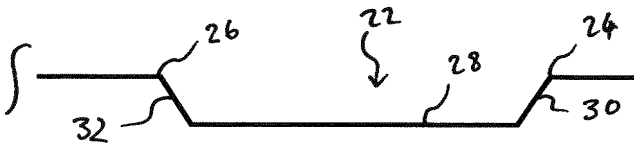
도면7



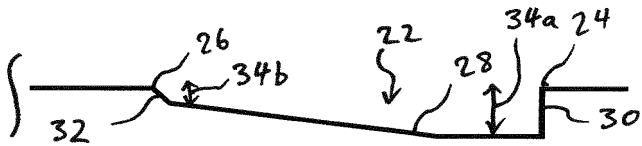
도면8a



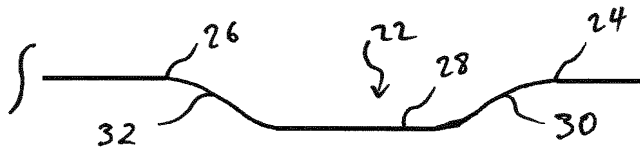
도면8b



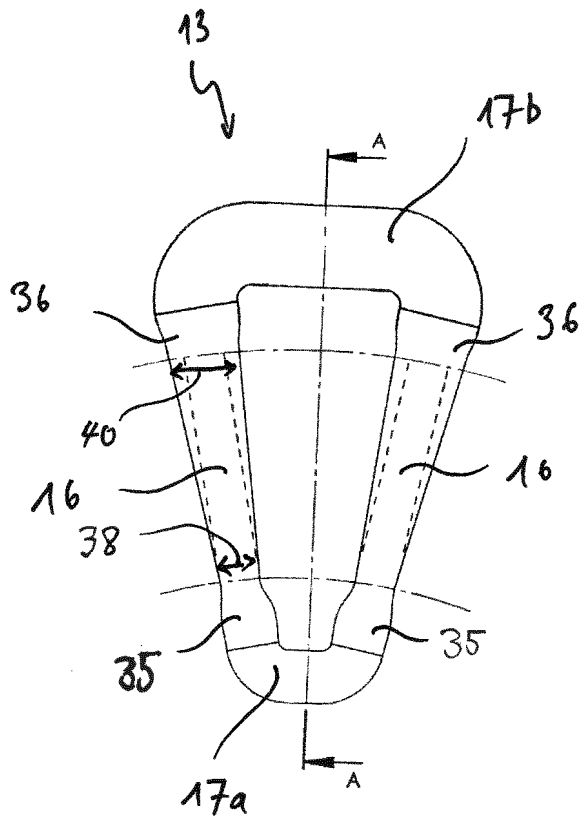
도면8c



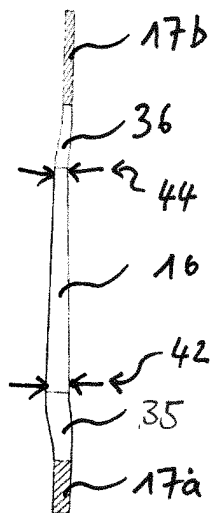
도면8d



도면9a

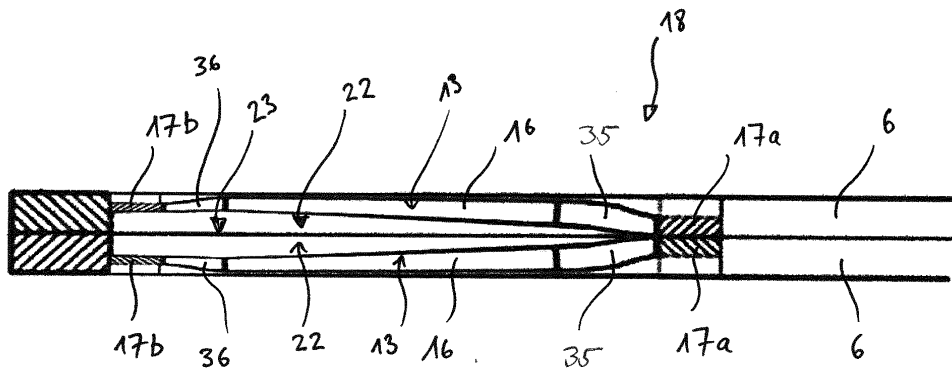


도면9b

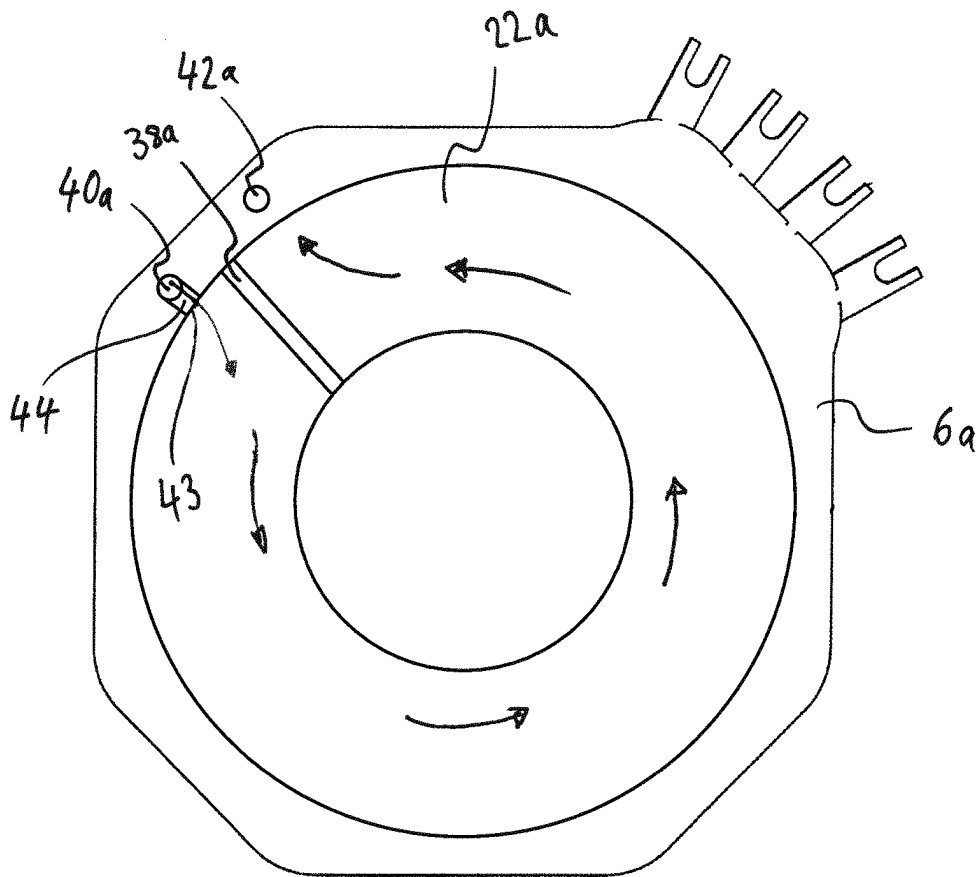


단면 A-A

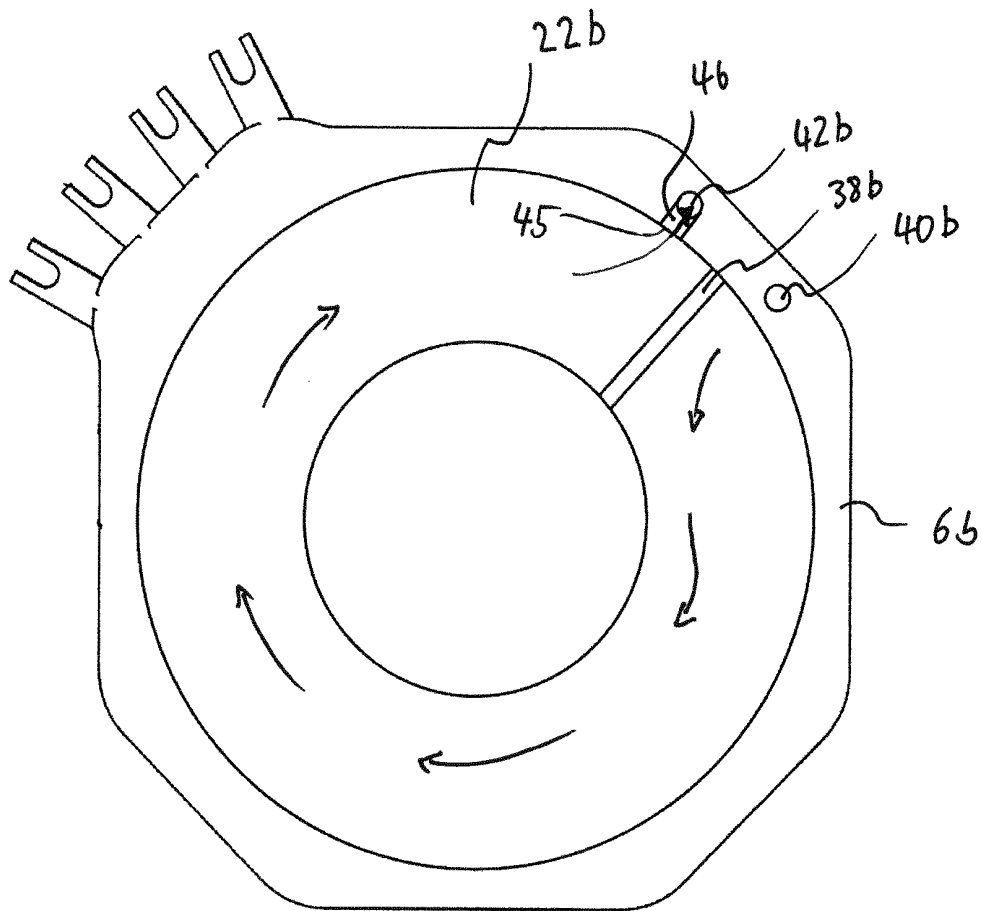
도면 10



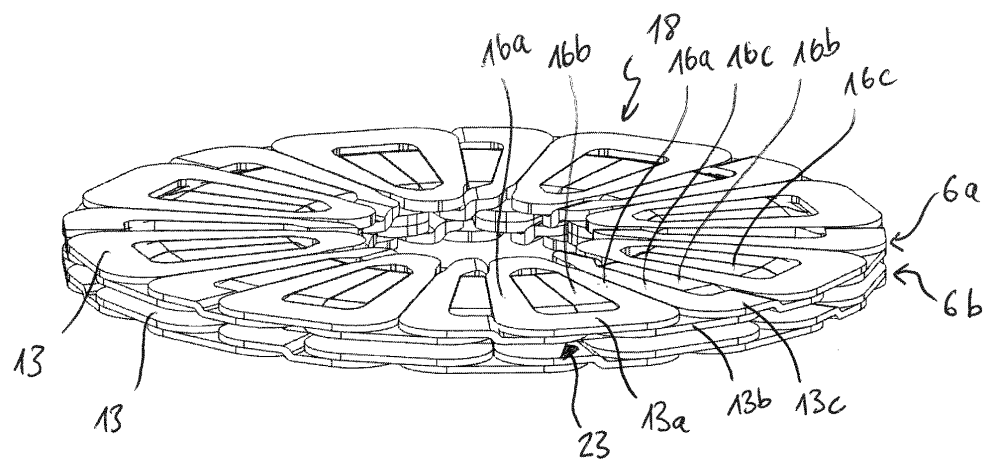
도면 11a



도면11b



도면12a



도면 12b

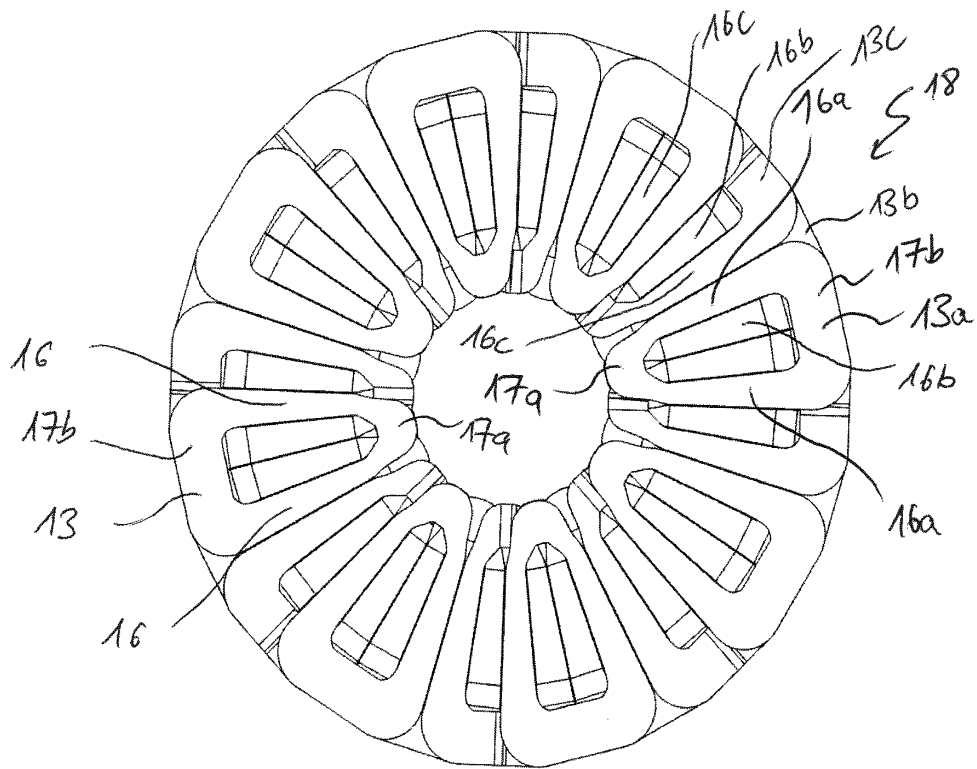
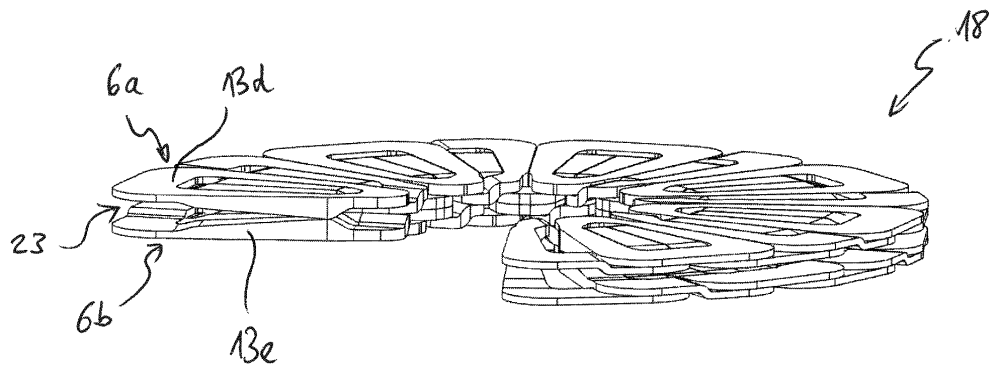
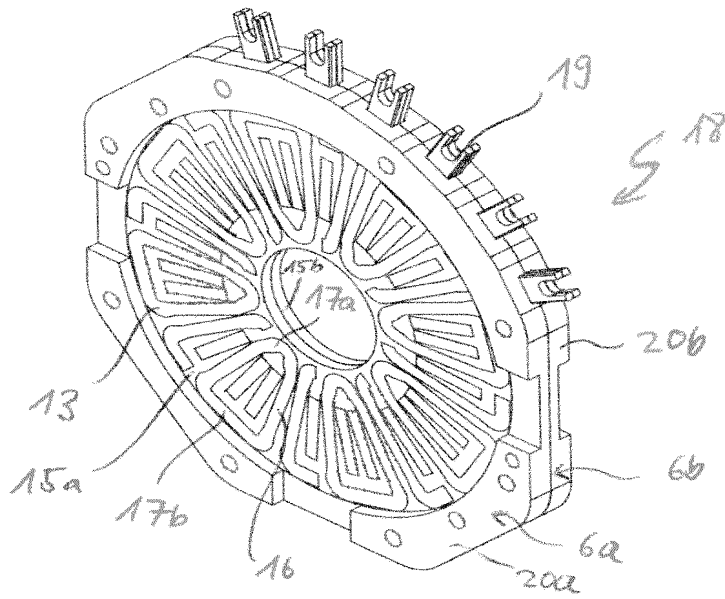


Fig. 12B

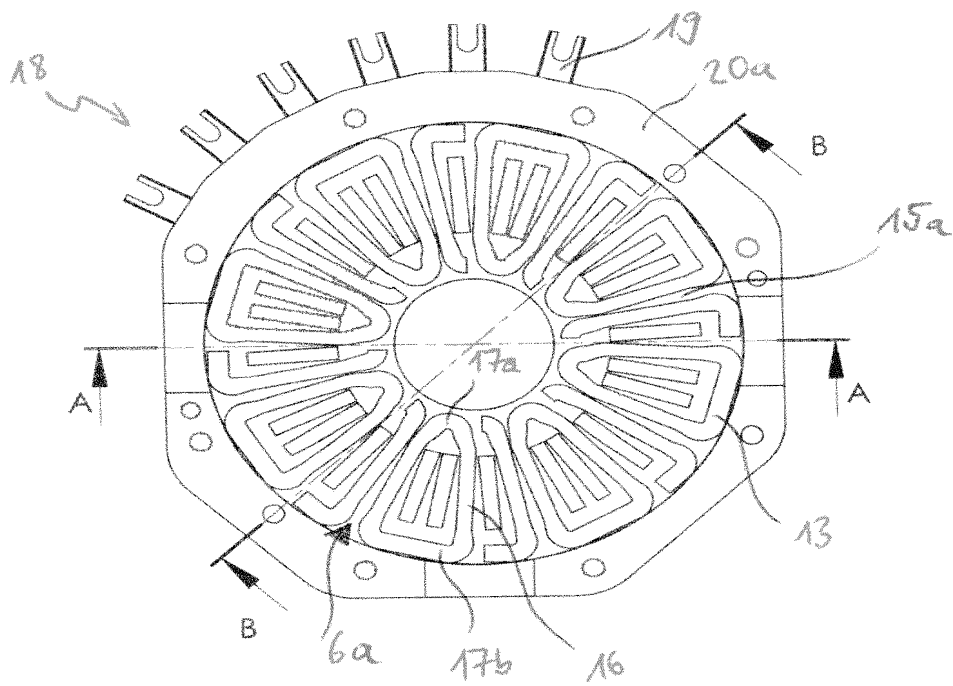
도면 12c



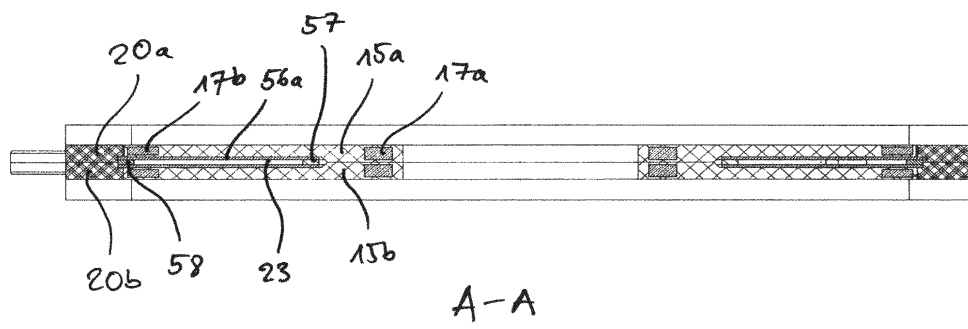
도면13a



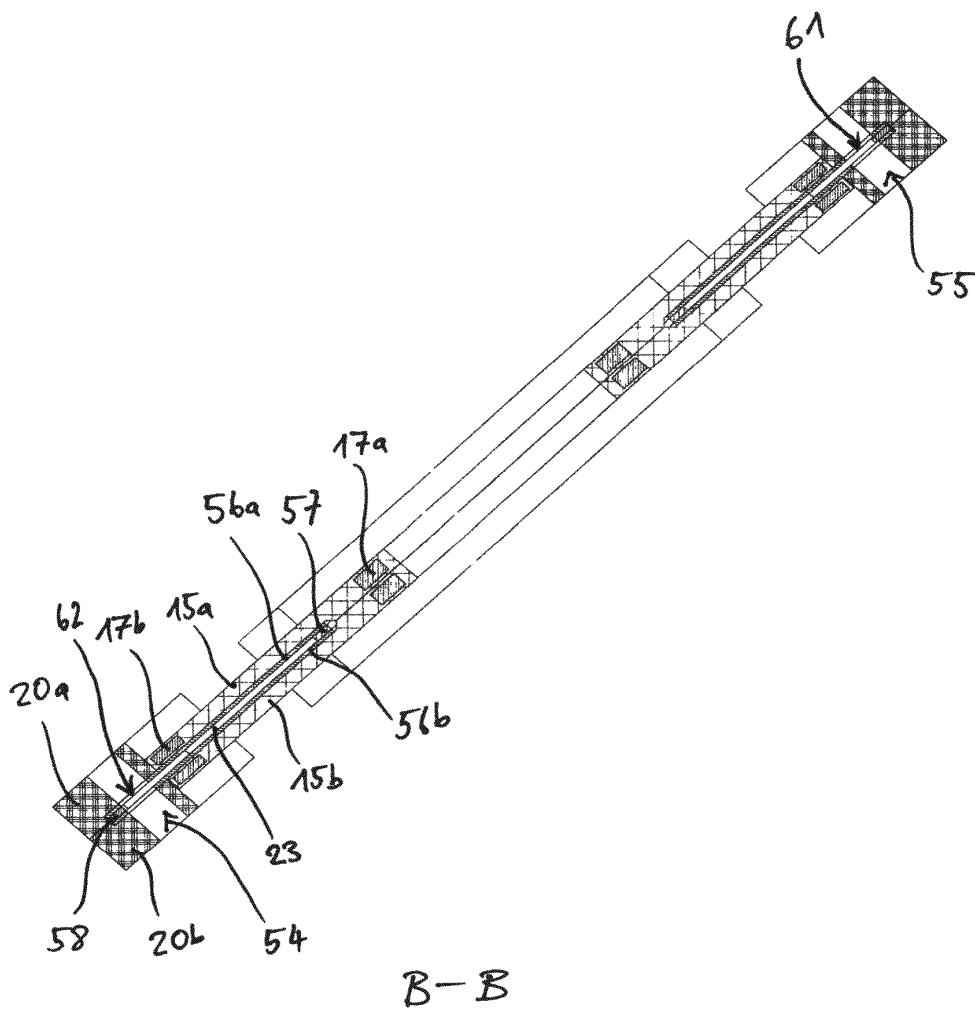
도면13b



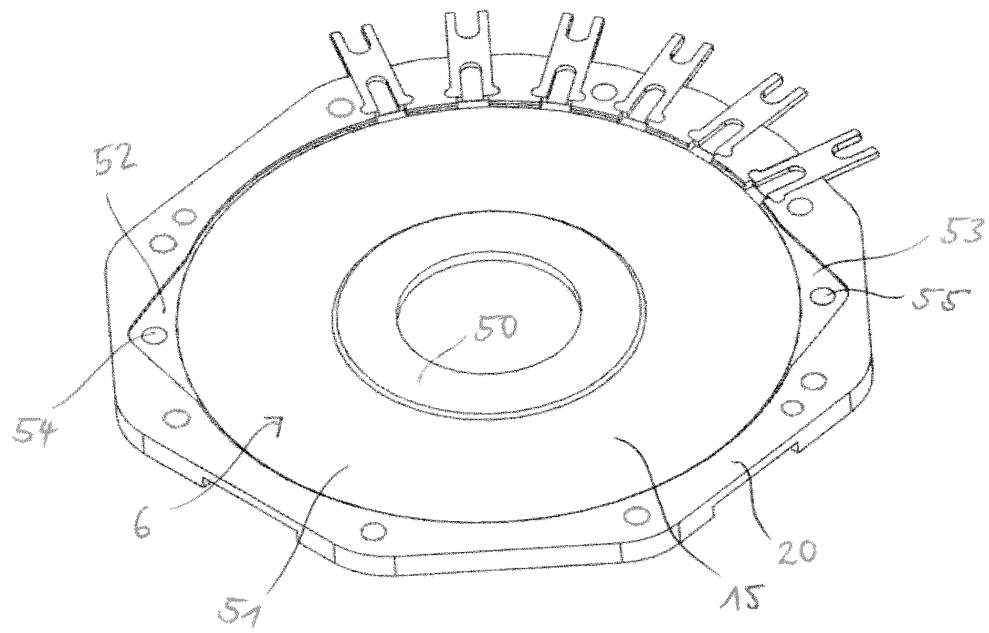
도면13c



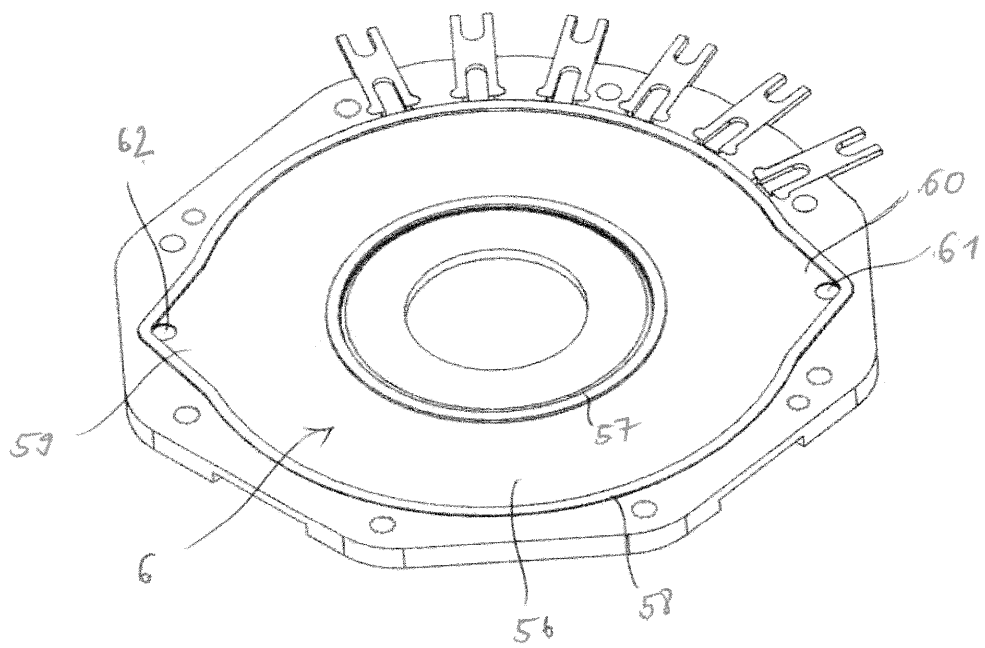
도면13d



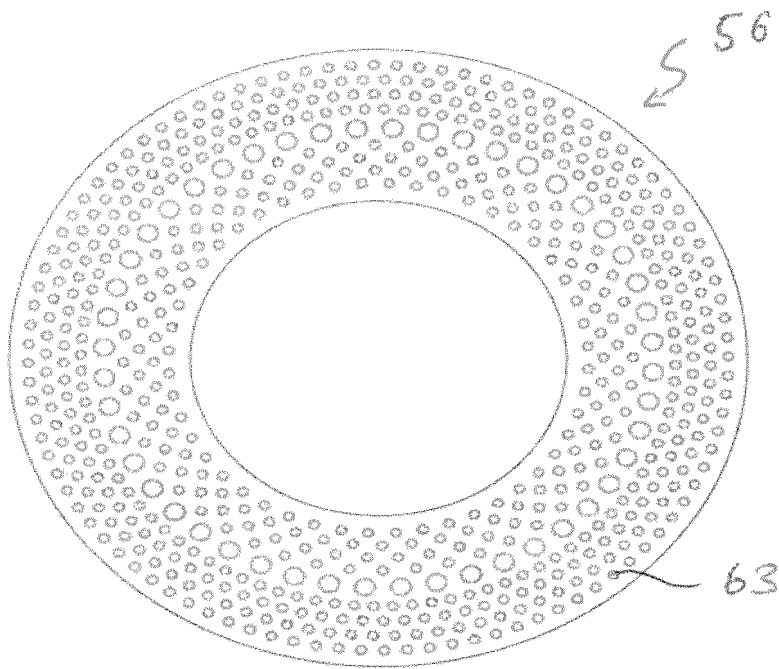
도면14a



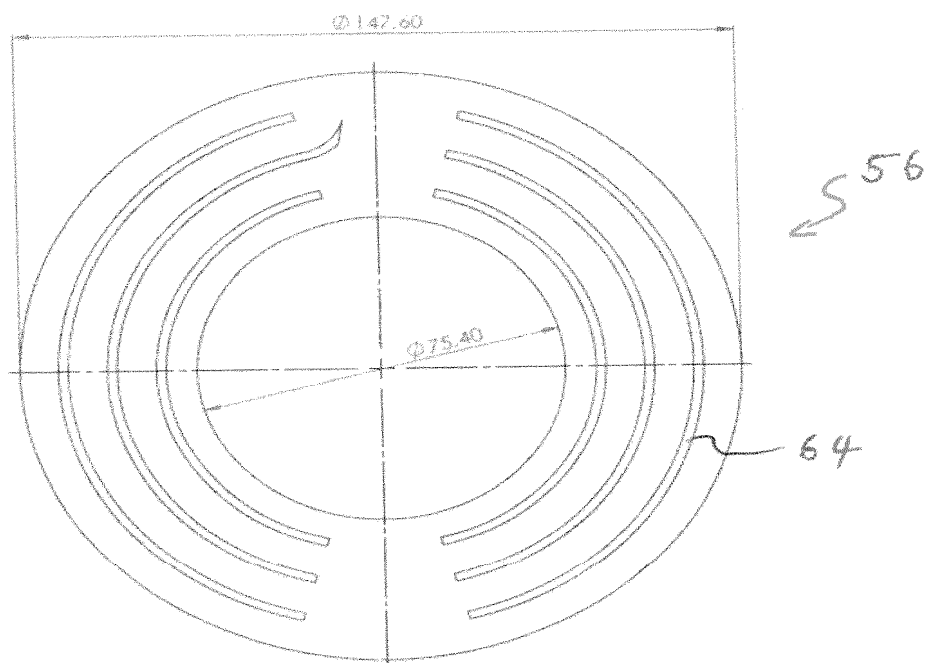
도면14b



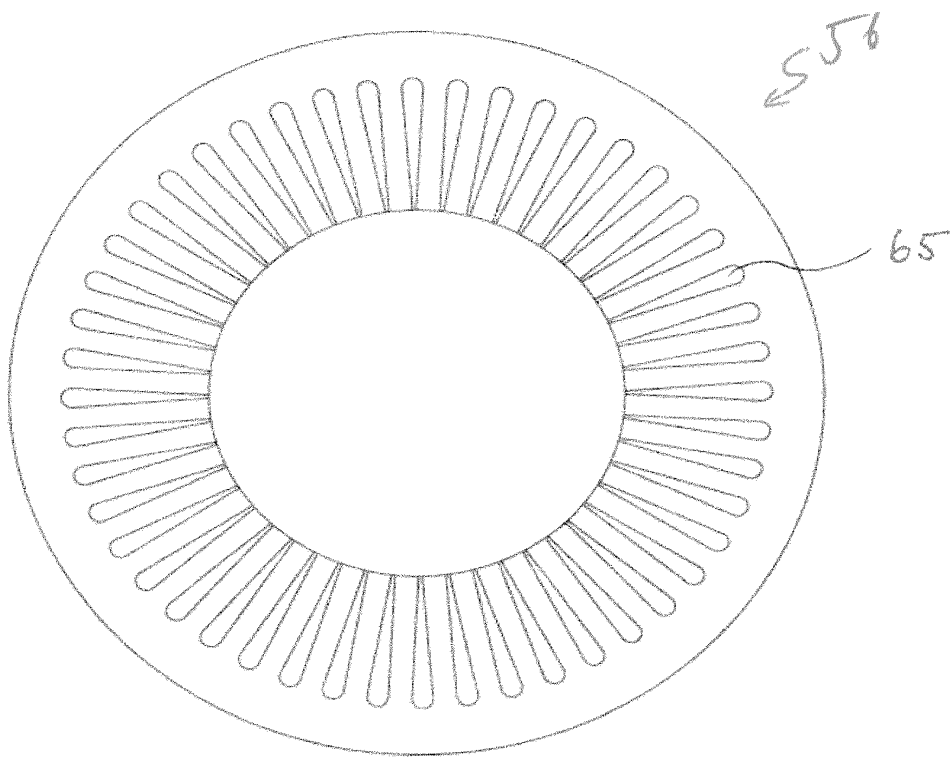
도면15a



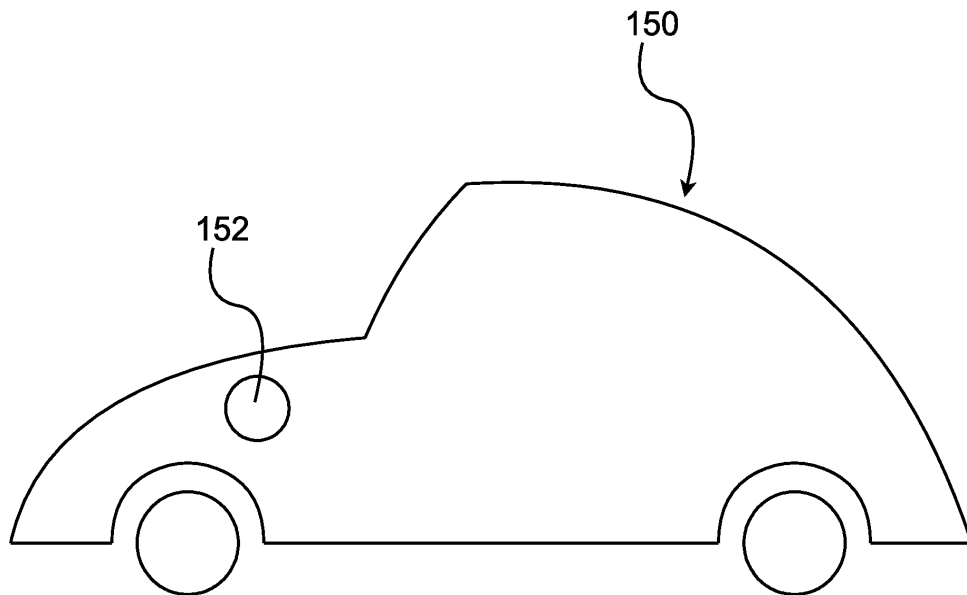
도면15b



도면16



도면17



도면18

