



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월21일
(11) 등록번호 10-1729196
(24) 등록일자 2017년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 1/14 (2006.01) H02K 1/17 (2006.01)
H02K 21/14 (2014.01) H02K 3/12 (2006.01)
H02K 41/03 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7010476
(22) 출원일자(국제) 2010년09월20일
심사청구일자 2015년09월21일
(85) 번역문제출일자 2012년04월23일
(65) 공개번호 10-2012-0093896
(43) 공개일자 2012년08월23일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2010/063796
(87) 국제공개번호 WO 2011/033106
국제공개일자 2011년03월24일
(30) 우선권주장
61/244,281 2009년09월21일 미국(US)
PA 2009 70119 2009년09월21일 덴마크(DK)
(56) 선행기술조사문헌
EP01005136 A1*
W02007043161 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
회가내스 아베 (피유비엘)
스웨덴 회가내스 브룩스가탄 35 (우:263 83)
(72) 발명자
엡킨슨, 글린, 제임스
영국 엔이29 0엔에이취 노쓰 윌즈 타인 앤드 웨어
그로브너 플레이스 3
잭, 앨런, 지.
영국 엔이46 2엔비 헉삼 노섬벌랜드 알렌데일 로드
마일스톤 하우스
메크로우, 배리
영국 엔이25 9유엔 휘틀리 베이 타인 앤드 웨어
해딩톤 로드 50
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 26 항

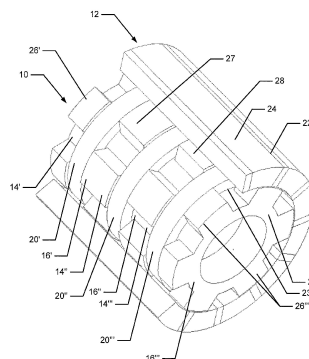
심사관 : 정재현

(54) 발명의 명칭 다-상 고정자 디바이스

(57) 요약

전기 기계에 배치되도록 구성된 고정자 디바이스(10)가 개시되고, 상기 전기 기계는 이동 디바이스를 더 포함하며, 상기 고정자 디바이스는 다-상 고정자 디바이스이고, 상기 상들은 이동 디바이스(12)의 움직임 방향에 수직인 방향으로 나란하게 배치되고, 각 상은 한 세트의 톱니들(27)을 포함하는 제1 고정자 코어 섹션(14), 한 세트의 톱니들(27)을 포함하는 제2 고정자 코어 섹션(16), 및 코일(20)을 포함하고, 상기 톱니들(27)은 상기 이동 디바이스(12)를 향해 돌출되도록 배치된다; 그리고 적어도 2개의 이웃하는 상들은 일 고정자 코어 섹션(14)을 공유하여서, 제1 상의 상기 제1 고정자 코어 섹션(14) 및 제2 상의 상기 제2 고정자 코어 섹션(16)은 하나의 단일 유닛으로 형성된다.

대표도 - 도9



도 9

명세서

청구범위

청구항 1

고정자 디바이스 및 이동 디바이스를 포함하는 전기 기계(electrical machine)로서,

상기 고정자 디바이스는 상기 이동 디바이스의 움직임 방향에 수직인, 축방 방향으로 나란하게 배치된 복수의 상(phase)들을 포함하는 다-상 고정자 디바이스이며, 상기 고정자 디바이스는 복수의 세트들의 톱니(tooth)들을 포함하며, 각각의 톱니(tooth)는 상기 이동 디바이스를 향해 돌출되고 상기 이동 디바이스를 마주하는 인터페이스 표면을 포함하며,

상기 톱니들의 각 세트는 상기 움직임 방향을 따라 분포되며,

상기 톱니들의 복수의 세트들은 2개의 주변부 세트들 및 상기 주변부 세트들 사이에서 축방 방향으로 배치된 복수의 안쪽 세트들을 포함하고;

상기 톱니들의 안쪽 세트들은 상기 톱니들의 주변부 세트들보다 축방 방향으로 폭이 더 넓고, 그리고 이웃하는 2개의 상들에 의해 공유되는 공통 자속 경로를 제공하며;

상기 주변부 세트들의 상기 톱니들의 상기 인터페이스 표면들은 상기 고정자 디바이스 및 상기 이동 디바이스 사이에 있는 액티브(active)한 에어 갭(air gap) 구역의 축방향 범위(extent)를 정의하고;

상기 이동 디바이스는 상기 축방 방향의 세장형(elongated) 직선 막대들로서 형성된 극 섹션들에 의해 상기 움직임 방향으로 서로 분리되는 복수의 영구 자석들을 포함하며, 상기 직선 막대들은 상기 액티브한 에어 갭 구역의 상기 축방향 범위를 가로질러서 연장하는 자속 경로를 제공하고;

상기 톱니들의 각 세트들은 상기 톱니들의 다른 세트들에 대해 상기 움직임 방향으로 변위(displace)되어 배치되며; 그리고

상기 고정자 디바이스는 3-상 고정자이고 4세트의 톱니들을 포함하며, 각 세트는 1보다 큰 정수인 N개의 톱니들을 포함하고, 그리고 각각의 세트들의 톱니들은 상기 톱니들의 세트들 중 첫번째 세트의 톱니들에 대하여 원주 방향으로 $0^\circ / N$, $150^\circ / N$, $270^\circ / N$, $60^\circ / N$ 의 각도들로 변위되도록 배치되는,

전기 기계.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고정자 디바이스는 복수의 고정자 코어 섹션들을 포함하며, 각 고정자 코어들 섹션은 상기 톱니들의 세트들 중 한 세트를 포함하는,

전기 기계.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 고정자 코어 섹션들은 연자성 파워더로 만들어진,

전기 기계.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 고정자 디바이스는 개별 고정자 코어 섹션들 사이에 배치된 복수의 권선들을 포함하는,

전기 기계.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서,

각 고정자 코어 섹션은 고정자 코어 백(back) 섹션 및 상기 고정자 코어 섹션으로부터 연장하는 한 세트의 톱니들을 포함하며, 상기 고정자 코어 백 섹션은 상기 톱니들을 연결하고 그리고 상기 움직임 방향에서 상기 세트의 톱니들 중 이웃하는 톱니들 사이에서 자속 경로를 제공하는,

전기 기계.

청구항 6

제5항에 있어서,

각 고정자 코어 섹션은, 동일한 상(phase)에 있는 상기 톱니들의 세트들 중 다른 한 세트를 포함하는 다른 고정자 코어 섹션을 향하여 상기 측방 방향으로의 자속 경로를 제공하는 요크(yoke) 섹션을 더 포함하는,

전기 기계.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

각각 1개의 이웃하는 상을 갖는 2개의 주변부 상들, 및 각각 2개의 이웃하는 상들을 갖는 $n-2$ 개의 안쪽 상들을 포함한 n 개의 상들을 포함하고,

각 안쪽 상은 2개의 공통된 세트들의 톱니들을 포함하며, 상기 톱니들의 각각의 공통된 세트는 상기 안쪽 상의 이웃하는 각각의 상들 중 하나와 자기적으로 공유되며,

각 주변부 상은 한 세트의 주변부 톱니들 및 한 세트의 공통된 톱니들을 포함하며, 상기 공통된 톱니들은 상기 주변부 상의 각각의 이웃하는 상과 자기적으로 공유되며,

상기 공통된 톱니들은 상기 주변부 톱니들에 대응하는 폭보다는 움직임의 방향에 수직인 방향으로 더 넓지만 상기 주변부 톱니들에 대응하는 폭의 2배보다는 더 좁은 폭을 갖는,

전기 기계.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고정자 디바이스는 3-상 고정자인,

전기 기계.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전기 기계는 회전식 기계이고, 그리고 상기 이동 디바이스는 회전자인,

전기 기계.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 4세트들의 톱니들의 상기 측방 폭들은 각각, 1단위, $\sqrt{3}$ 단위, $\sqrt{3}$ 단위, 1단위인,

전기 기계.

청구항 12

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 이동 디바이스는 상기 이동 디바이스의 움직임 방향으로 직선으로 움직이도록 배치된 이동자인,
전기 기계.

청구항 13

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 전기 기계는 변형된 극(modulated pole) 기계인,
전기 기계.

청구항 14

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 고정자 디바이스 또는 상기 이동 디바이스 중 적어도 하나는 상기 움직임의 방향에 대해 횡 방향으로의 자속 경로 성분을 포함하는 3-차원(3D) 자속 경로를 제공하는,
전기 기계.

청구항 15

전기 기계에 배치되도록 구성된 고정자 디바이스로서,
상기 전기 기계는 이동 디바이스를 포함하고,
상기 고정자 디바이스는 다-상(multi-phase) 고정자 디바이스이며,
상(phase)들은 상기 이동 디바이스의 움직임 방향에 수직인 방향으로 나란하게 배치되며, 그리고
각 상은, 각각 개별적인 한 세트의 톱니들을 갖는 2개의 고정자 코어 섹션들, 상기 고정자 코어 섹션들을 연결하는 자속 브릿지(bridge), 및 코일을 포함하며,
상기 톱니들은 상기 이동 디바이스를 향하여 돌출되도록 배치되고,
2개의 이웃하는 상들 중 첫번째 상의 제1 고정자 코어 섹션의 톱니들 및 상기 2개의 이웃하는 상들 중 두번째 상의 제2 고정자 코어 섹션의 대응하는 톱니들은 이웃하는 양쪽 상들에 의해 공유되는 공통 자속 경로를 제공하고, 그리고
상기 고정자 디바이스는 3-상 고정자이고 4세트들의 톱니들을 포함하며, 각 세트는 1보다 큰 정수인 N개의 톱니들을 포함하고, 그리고 각각의 세트들의 톱니들은 상기 톱니들의 세트들 중 첫번째 세트의 톱니들에 대하여 원주 방향으로 $0^\circ / N$, $150^\circ / N$, $270^\circ / N$, $60^\circ / N$ 의 각도들로 변위되도록 배치되는,
고정자 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 2개의 이웃하는 상들 중 상기 첫번째 상의 상기 제1 고정자 코어 섹션의 톱니들은 상기 이동 디바이스의 상기 움직임 방향에 수직인 방향에서, 상기 2개의 이웃하는 상들 중 상기 두번째 상의 상기 제2 고정자 코어 섹션의 상기 대응하는 톱니들과 동일한 지점들에 위치하는,
고정자 디바이스.

청구항 17

제15항 또는 제16항에 있어서,
각 고정자 코어 섹션은 연자성 구조인,

고정자 디바이스.

청구항 18

제15항 또는 제16항에 있어서,

각 상의 개별적인 고정자 코어 섹션들에서의 상기 톱니들의 세트들은 상기 이동 디바이스의 상기 움직임 방향에 수직인 방향으로 개별적인 변위만큼 서로에 대해 변위되도록 배치되고, 그리고 상기 상들 중 적어도 2개는 상이한 변위들을 갖는,

고정자 디바이스.

청구항 19

제15항 또는 제16항에 있어서,

각 고정자 코어 섹션의 톱니들은 상기 이동 디바이스의 상기 움직임 방향에 수직인 상기 방향으로의 개별적인 폭을 가지며, 그리고 제1 고정자 코어 섹션의 톱니들은 제2 고정자 코어 섹션의 톱니들의 폭과는 상이한 폭을 갖는,

고정자 디바이스.

청구항 20

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 제1 고정자 코어 섹션 및 제2 고정자 코어 섹션은 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들에 공통된, 한 세트의 공통된 톱니들을 포함하는 단일 유닛으로 형성되는,

고정자 디바이스.

청구항 21

제15항 또는 제16항에 있어서,

각각 1개의 이웃하는 상을 갖는 2개의 주변부 상들, 및 각각 2개의 이웃하는 상들을 갖는 $n-2$ 개의 중심 상들을 포함한 n 개의 상들을 포함하고,

각 중심 상은 공통된 2세트들의 톱니들을 포함하며, 상기 톱니들의 각각의 공통된 세트는 상기 중심 상의 이웃하는 각각의 상들 중 하나와 자기적으로 공유되며,

각 주변부 상은 한 세트의 주변부 톱니들 및 한 세트의 공통된 톱니들을 포함하며, 상기 공통된 톱니들은 상기 주변부 상의 각각의 이웃하는 상과 자기적으로 공유되며,

상기 공통된 톱니들은 상기 주변부 톱니들에 대응하는 폭보다는 움직임의 방향에 수직인 방향으로 더 넓지만 상기 주변부 톱니들에 대응하는 폭의 2배보다는 더 좁은 폭을 갖는,

고정자 디바이스.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 4세트의 톱니들 중 축방향의 상기 폭들은 개별적으로, 1단위, $\sqrt{3}$ 단위, $\sqrt{3}$ 단위, 1단위인,

고정자 디바이스.

청구항 25

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 전기 기계는 회전식 기계이며, 그리고 상기 이동 디바이스는 회전자인,

고정자 디바이스.

청구항 26

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 이동 디바이스는 상기 이동 디바이스의 상기 움직임 방향으로 직선으로 움직이도록 배치된 이동자인,

고정자 디바이스.

청구항 27

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 코일은 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들 사이에 배치되는,

고정자 디바이스.

청구항 28

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 고정자 디바이스 및 상기 이동 디바이스는 변형된 극 기계를 구성하는,

고정자 디바이스.

청구항 29

제15항 또는 제16항에 있어서,

상기 고정자 디바이스 또는 상기 이동 디바이스 중 적어도 하나는 상기 움직임의 방향에 대해 횡 방향으로의 자속 경로 성분을 포함하는 3-차원(3D) 자속 경로를 포함하는,

고정자 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 전기 기계들에 관련된 것이다. 보다 상세하게는, 상기 발명은 영구 자석 회전자 또는 이동자(mover) 구조를 갖는, 회전하거나 또는 직선으로(linearly) 움직이는 3-상(phase) 횡(transverse) 자속 기계에 관련된 것이다. 이러한 타입의 기계는 적용 영역에 따라 모터 또는 발전기 중 하나로 활용 가능하다. 직선으로 움직이는 기계는 또한 직선 기계, 횡 이동 기계 또는 병진 이동 기계로 나타내어 질 수 있다.

배경 기술

[0002] 횡 자속 기계 (TFM) 토폴로지(topology)는 변형된 극(modulated pole) 기계의 일 예이다. 종래 기계들을 뛰어넘는 다수의 장점들을 갖는다고 알려져 있다. 단면의 방사상 자속 고정자의 기본 디자인은 에어 갭(air gap)에 평행한 단일의 단순 권선(single, simple winding)에 의해 특징되며, 상기 권선을 둘러싸면서 그리고 상기 에어 갭과 마주하는 톱니들(teeth)의 주된 평행한 2열을 노출시키는 대략 U-자 형상의 요크(yoke) 섹션(section)을 수반한다. 다-상 배치의 최근 기술은 자기적으로 분리된 단상 유닛들을 회전자 또는 이동자의 움직임 방향에 수직으로 스택(stack)함에 의해 특징지워 진다. 그 다음, 상기 상들은, 동작을 부드럽게 하면서 회전자 또는 이동자의 위치와 독립적으로 다소 일정한 힘이나 토크(torque)를 만들어내기 위해, 3-상 배치에 있어 전기적으로 및 자기적으로 120도만큼 쉬프트(shift)된다. 언급된 상기 각도는 전기적 각도로 주어진 것이며, 이는 자극

(magnetic pole)들 쌍들(pairs)의 수로 나뉜 역학적 각도와 동일함을 여기서 주목하라.

- [0003] 실린더형의 모터는 동심(concentric) 고정자 및 회전자를 사용하며, 이때 그 움직임은 회전으로 또는 무한 회전으로 여겨진다. 직선 기계는 보통 폐곡선의 패턴으로 움직이기 보다는 "선"을 따라 앞-뒤로 움직일 수 있는 병진 움직임을 사용한다. 직선 기계 또는 드라이버(driver)는 회전자 대신 이동자를 갖는다. 비록 기하학적 구조가 다르다 하더라도, 회전자 및 이동자 모두에서 동일한 기본 자기 원리들에 의해 자기 회로가 배치될 수 있다.
- [0004] 효과적인 회전자 및 이동자 배치의 일 예는, 영구 자기장을 Jack 등에 의한 특허 출원 W02007/024184에서 기술된 것과 같은 움직임에 횡인 방향으로 자속-집중시키게 하거나 또는 탄력적이게 하기 위해, 연성 자극 섹션들이나 부분들과 결합된 이른바 매입 자석들을 사용하는 것이다.
- [0005] W02007/024184는, 실질적으로 원형이고 그리고 다수의 톱니들을 포함하는 제1 고정자 코어(core) 섹션, 실질적으로 원형이고 그리고 다수의 톱니들을 포함하는 제2 고정자 코어 섹션, 상기 제1 및 제2 원형 고정자 코어 섹션들 사이에 배치된 코일, 및 다수의 영구 자석들을 포함하는 회전자를 포함한, 전기 기계, 회전식 기계를 개시한다. 상기 제1 고정자 코어 섹션, 상기 제2 고정자 코어 섹션, 상기 코일 및 상기 회전자는 공통적인 기하학적 축을 둘러싸고 있으며, 그리고 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션의 다수의 톱니들은 상기 회전자를 향하여 돌출되도록 배치된다. 추가적으로, 상기 제2 고정자 코어 섹션의 톱니들은 상기 제1 고정자 코어 섹션에 대하여 원주 방향에 위치되고, 상기 회전자 내의 영구 자석들은 연성 자성 물질로 만들어지고 축 방향으로 연장하는 극 섹션들에 의해 서로서로 원주 방향으로 분리되어 있다.
- [0006] 개개의 고정자 상(phase) 섹션들의 스택(stack)은 보통, 동작 중에 에어 갭에서의 유효 자속을 감소시키는 효과를 갖는 것이 가능한 상들 사이에서의 자기 결합을 감소시키기 위해, 상기 개개의 상-섹션들 사이에서의 물리적 자성 분리를 기초로 한다.
- [0007] 몇몇의 용도에서는, 주어진 제한된 공간 내에 적합되며, 그리고 높은 부피 특성의 성능(예를 들면, 부피 당 토크[Nm/m³]로 표현되는 것과 같은)을 갖는 것이 가능할 정도로, 기하학적으로 컴팩트한 장치를 제공하는 것이 바람직하다.
- [0008] 평형되게 120도 위상 쉬프트된, 종래의 3-상 정현파(sinusoidal) 또는 사다리꼴 구동 방식으로는 동작의 주기 시간 동안 상기 코어를 자기적으로 완전히 고정(engage)할 수 없으며, 따라서 전체 고정자 코어 부피의 중요한 부분은 끊임없이 비효율적으로 사용된다.
- [0009] 그러므로, 종래 기술은 0° , 120° , 및 240° 상 순서들인 한 세트의 3상 유닛들을 조정(tuning)하는 것을 개시한다.
- [0010] 이는 부피 당 토크 및/또는 전류 당 토크와 같은, 성능 수치들 또는 값들을 최적화하는 문제를 남긴다.
- [0011] EP 1005136는 결합된 상들을 갖는 횡 자속 기계를 개시한다. 그러나, 이러한 전기 기계에서 더 단순한 구조를 제공하는 것이 바람직하도록 남는다.

발명의 내용

- [0012] 고정자 디바이스 및 이동 디바이스를 포함하는 전기 기계가 개시되며,
- [0013] 상기 고정자 디바이스는 이동 디바이스의 움직임 방향에 수직인, 측방으로 나란하게 배치된 다수의 상들을 포함하는 다-상 고정자 디바이스이며, 상기 고정자 디바이스는 다수의 세트들의 톱니들을 포함하되, 각 톱니는 상기 이동 디바이스를 향해 돌출되어 있으면서 그리고 상기 이동 디바이스를 마주하는 인터페이스 표면을 포함하며, 각 세트의 상기 톱니들은 상기 움직임의 방향을 따라 분포하며, 상기 다수의 세트들의 톱니들은 2개의 주변부 세트들 및 상기 주변부 세트들 사이에서 측방 방향으로 배치된 다수의 안쪽 세트들을 포함한다; 상기 안쪽 세트들의 상기 톱니들은 상기 주변부 세트들의 톱니들보다 측방 방향으로 폭이 더 넓고, 그리고 2개의 이웃하는 상들에 의해 공유되는 공통 자속 경로를 제공한다.
- [0014] 상기 전기 기계의 실시 예들에서, 상기 이동 디바이스는 상기 측방 방향의 세장형(elongated) 직선 막대들로서 형성된 극 섹션들의 움직임 방향으로 서로 분리된 다수의 영구 자석들을 포함하고, 그리고 상기 극 섹션들은 상기 고정자의 모든 상들을 측방으로 가로질러서 연장한다. 특히, 주변부 세트들의 상기 톱니들의 인터페이스 표면들은, 측방 방향에서 측정된, 상기 고정자 디바이스 및 상기 이동 디바이스 사이에서 액티브(active)한 에어 갭(air gap) 구역 측방 범위(extent)를 정의할 수 있다; 그리고 상기 막대들은 상기 액티브한 에어 갭의 측방

크기를 가로지르는 자속 경로를 제공할 수 있다.

- [0015] 전기 기계의 실시 예들에서, 상기 개별 세트들의 상기 톱니들은 상기 다른 세트들의 톱니들에 대한 상기 움직임의 방향에 위치되도록 개시된다.
- [0016] 고정자 디바이스의 각 상은 2개의 고정자 코어 섹션들에 의해 형성될 수 있는데, 2개의 이웃하는 상들 중 첫번째인 제1 고정자 코어 섹션의 상기 톱니들 및 상기 2개의 이웃하는 상들 중 두번째인 제2 고정자 코어 섹션에 대응하는 상기 톱니들은 이웃하는 상들 모두에 의해 공유되는 공통 자속 경로를 제공하는 공통된 세트의 톱니들로서 형성된다.
- [0017] 그러므로, 이웃하는 상들의 톱니들은 상기 2개의 이웃하고/인접하는 상들에 공통적이면서, 그리고 상기 2개의 이웃하고/인접하는 상들에 의해 자기적으로 공유되는, 공통된 세트의 톱니들로서 자기적으로 기능한다. 상기 이동 디바이스 및 고정자 디바이스 각각은 간단한 구성의 이동 디바이스 및 몇몇 부분들을 수반하는 간단한 구성의 고정자 디바이스를 갖는다. 상기 이동 디바이스 부분들 각각은 간단한 기하학적인 형상을 가지며, 그러므로 효율적이면서 그리고 비용 면에서 효과적인 구성을 허락한다.
- [0018] 2개의 이웃하는 상들 중 첫번째인 상기 제1 고정자 코어 섹션의 상기 톱니들은 상기 2개의 이웃하는 상들 중 두번째인 상기 제2 고정자 코어 섹션의 상응하는 톱니들과 동일한 지점들(상기 이동 디바이스의 상기 움직임 방향에 수직인 방향을 따라)에 위치할 수 있는데, 즉, 상기 이웃하는 상들에 인접하는 고정자 코어 섹션들의 톱니들은 상기 이동 디바이스의 상기 움직임 방향에 수직인 방향으로 서로 일직선이 될 수 있다. 첫번째 제 상의 제1 고정자 코어 섹션 및 두번째 제 상의 제2 고정자 코어 섹션은 백-투-백(back-to-back)으로 (예를 들면 서로 인접하도록) 배치된 2개의 분리된 유닛으로 형성될 수 있으며, 또는 그들은 단일 유닛으로 형성될 수 있고, 따라서 상기 이웃하는 상들에 공통되는 공통 고정자 코어 섹션을 형성한다.
- [0019] 결과적으로, 상기 상들은 동작 중에 하나의 고정자 코어 섹션을 자기적으로 공유하도록 결합되는 장점을 가지며, 이는 총 고정자 코어 부피의 중요한 부분이 계속하여 효율적으로 사용되기 때문이다.
- [0020] 자속 경로들이 상기 이웃하는 상들 사이에서 공유되기 때문에 자화의 듀티(duty) 사이클이 개선되는 것이 장점이다.
- [0021] 상기 고정자 디바이스는, 단일 면 횡 자속 기계로 기능하는 것이 장점인데, 이로써 부피 및 무게 특정 성능이 개선되기 때문이다. 그러므로, 예를 들면 부피에 대비한 부피 당 토크(torque) 및/또는 전류 당 토크에 대한 성능 수치들이 개선될 수 있다.
- [0022] 움직임 방향에 수직인 방향으로의 기계의 기하학적 폭이 줄어드는 것이 장점인데, 상기 상들 사이에서의 자성 분리 섹션은 더 큰 기하학적 폭을 야기하기 때문이다.
- [0023] 추가적으로, 전기 회전식 기계는 분리된 상들을 갖는 종래의 고정자 디바이스에서보다 축 방향으로 전체 길이가 더 짧은 영구 자석들을 포함하는 것이 장점이다. 상기 축의 방향으로 더 짧은 영구 자석들은 더 낮은 비용을 야기할 것이 추가적인 장점이다.
- [0024] 이웃하는 상들의 상기 공통 고정자 섹션이 단일 유닛으로 형성될 때, 줄어드는 수의 컴포넌트들이 상기 고정자 디바이스를 위해 필요한데, 고정자 코어 섹션은 둘 또는 그 이상의 상들 사이에서 공유되기 때문이다. 종래 기술의 고정자 디바이스들에서, 각 상은 그 자신의 분리된 세트의 고정자 코어 섹션들을 갖는다.
- [0025] 추가적으로, 상기 컴포넌트들을 더 높은 레벨로 통합할 수 있다는 것이 장점인데, 그로써 상기 고정자 디바이스는 보다 튼튼해질 수 있으면서 그리고 생산이 보다 용이할 수 있기 때문이다.
- [0026] 한 세트의 톱니들은 다수의 톱니들과 같은, 한 그룹의 톱니들로 정의된다.
- [0027] 상기 상들은 이동 디바이스의 움직임 방향에 수직인 방향으로 나란하게 배치되기 때문에, 상기 방향은 회전식 기계에서의 축의 방향일 것이다.
- [0028] 이동 디바이스는 회전식 이동 디바이스에서의 회전자 또는 직선 이동 디바이스에서의 이동자일 수 있다.
- [0029] 몇몇 실시 예들에서 상기 고정자 코어 섹션은 연자성 구조이다. 연자성 구조의 개선된 활용은 부피 당 성능의 개선을 야기할 수 있는 것이 장점이다. 일 실시 예에서 상기 고정자 코어 섹션들은 연자성 파워더로 구성된다. 연자성 파워더로 구성된 상기 고정자 디바이스를 제조함으로써, 상기 고정자 디바이스의 생산이 단순화될 수 있고, 효과적인 3차원 자속 경로들의 장점을 활용하는 자속 집중은 좀더 효율적일 수 있다.

- [0030] 각 고정자 코어 섹션은 고정자 코어 백(back) 섹션 및 고정자 코어 섹션으로부터 연장하는 한 세트의 톱니들을 포함할 수 있는데, 상기 고정자 코어 백 섹션은 상기 톱니들을 연결하고 그리고 움직임 방향으로 이웃하는 톱니들 간에 자속 경로를 제공한다. 고정자 코어 섹션은 동일 상(phase)을 갖는 상기 세트들의 톱니들 중 다른 하나를 포함하는 다른 고정자 코어 섹션을 향하여, 측방 방향으로의 자속 경로를 제공하는 요크 섹션을 추가적으로 포함할 수 있다.
- [0031] 몇몇 실시 예들에서, 상기 고정자 디바이스는 모든 상들의 상기 고정자 코어들 섹션들을 연결하는 단일 요크(yoke) 섹션들을 포함한다. 회전식 기계에서, 자속 브릿지(bridge)는 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들과 동심으로 배치된 고정자 요크 섹션일 수 있다. 이러한 고정자 코어 섹션을 배치함으로써 고정자 조립체의 부분들을 제조하는 프로세스 및 상기 고정자 조립체를 조립하는 프로세스가 용이하게 되며 그리고 더 비용 면에서 효과적일 수 있다.
- [0032] 상기 고정자 코어 섹션은 그러므로 작은 수의 부분들만을 유일하게 포함하도록 제조될 수 있으며, 그리고 한 세트의 톱니들의 각 톱니가 동일 상(phase)의 상기 세트들의 톱니들 중 다른 세트의 하나 이상의 톱니들과 자기적으로 소통하게 할 수 있다.
- [0033] 몇몇 실시 예들에서 상기 고정자 디바이스는 3-상 고정자다. 홀수 개의 상들이 유리한데, 왜냐하면 순간적인 전류들의 합이 0이고, 이는 기계에 공급(supply)하는 선(wire)들의 수가 1만큼 줄고, 그리고 컨버터에 필요한 스위칭 디바이스들의 수가 2만큼 줄어드는 것을 의미하기 때문이다. 복수이면서 홀수인 상들의 최소 숫자는 따라서 3이다. 상들에 대한 다른 홀수 숫자인, 5, 7, 9 등도 역시 제공 가능하다. 그러므로, 일반적으로는, 다상 고정자 디바이스는 각각 1개의 이웃하는 단상을 갖는 2개의 주변부 상들, 각각 2개의 이웃하는 상들을 갖는 $n-2$ 개의 안쪽 상들이 포함된, n 개의 상들(n 은 정수이며 그리고 1보다 큼)을 포함할 수 있고, 각 안쪽 상은 공통된 2세트들의 톱니들을 포함하되, 공통된 각 세트의 톱니들은 상기 안쪽 상과 이웃하는 상기 개별 상들 중 하나와 공통되거나/공유되고, 각 주변부 상은 한 세트의 주변부 톱니들 및 상기 주변부 상과 이웃하는 상기 개별 상과 공통되거나/공유되는 한 세트의 공통 톱니들을 포함한다.
- [0034] 또한, 짝수 개의 상들 역시 제공될 수 있지만, 그러나 위에서 기술된 바와 같이, 홀수 개의 상들만큼 유리하지 않을 수 있다.
- [0035] 몇몇 실시 예들에서, 전기 기계는 회전식 기계이다. 상기 이동 디바이스는 회전자이다. 이 경우, 제1 고정자 코어 섹션, 제2 고정자 코어 섹션, 코일 및 회전자는 공통 기하학 축을 둘러쌀 수 있다. 회전식 기계에서 측방 방향은 기계의 축방향이며, 그리고 상기 움직임 방향은 기계의 원주 방향이다.
- [0036] 이동 디바이스의 영구 자석은 직선(rectilinear) 막대들 형태로, 측방으로 연장하는 극 섹션들에 의해서 서로서로 상기 움직임의 방향으로 분리될 수 있다. 상기 극 섹션들은 연자성 파우더로 구성될 수 있다. 상기 영구 자석들은 움직임 방향으로 교번 배향을 갖도록 자화될 수 있다. 일반적으로, 상기 영구 자석들은 또한 측방 방향의 세장형(elongated) 직선 막대들일 수 있다; 상기 막대들은 액티브(active)한 에어 갭의 측방 크기를 가로질러 연장할 수 있다.
- [0037] 몇몇 실시 예들에서 전기 기계는 횡 자속 기계와 같은 변형된 극 기계이다.
- [0038] 종래 기계들에서, 코일들은 자기장의 다중-극 구조를 명백하게 형성하며, 그리고 자성 코어 기능은 단지 이러한 다중-극 장을 상기 자석 및/또는 다른 코일들에 연결하도록 전달(carry)하는 것이다.
- [0039] 변형된 극 기계에서는, 코일에 의해 생산되어, 훨씬 더 낮으면서, 보통은 2개인, 극 장으로부터 다중-극(multipole) 자기장을 형성하는 것은 자성 회로이다. 변형된 극 기계에서, 상기 자석들은 일반적으로 매칭(matching)되는 다중-극 장을 분명하게 형성하지만, 단일 자석으로부터 다중-극 장들을 형성하는 자성 회로를 갖는 것도 가능하다.
- [0040] 변형된 극 기계는 고정자 및 이동 디바이스 모두에서 횡 방향으로, 예를 들면 이동 디바이스가 회전자인 회전식 기계에서 축의 방향으로, 자속 경로들을 활용하는 3-차원(3D) 자속 경로를 갖는다. 상기 3-차원 자속 경로들은 특히 결합된 상 고정자를 활용할 때 적합하다.
- [0041] 그러므로, 몇몇 실시 예들에서 상기 고정자 디바이스 및/또는 상기 이동 디바이스는 이동 방향에 대해 횡 방향으로의 자속 경로 성분을 포함하는 3-차원(3D) 자속 경로를 포함한다.
- [0042] 변형함(modulation)으로써 생기는 이득에는, 모든 극이 코일의 기자력(Magneto Motive Force; MMF) 모두를 보게되어(see), 극 숫자가 증가함에 따라 코일에서의 어떤 변화도 수반하지 않고 자기장의 세기(MMF/metre)가 함

게 증가한다는 것이다. 이는, 극의 숫자가 증가함에 따라 코일의 숫자도 증가하고, 그러므로 각 코일 역시 더 작아지게 되는 종래 기계와 비교될 수 있다. 그러나, 극 피치(pitch)는 또한 극 숫자와 함께 떨어지게 되어서, 극 숫자가 증가함에 따라, MMF/코일 감소가 극 피치에서의 경감과 균형을 이루므로, 자기장 세기는 종래 기계에서 거의 일정하게 된다.

[0043] 변형된 극 기계에 대한 자연스러운 설계는 높은 극 숫자를 위한 것이다. 이는 매우 높은 전기 로딩, 예를 들면, 필요로 되는 도체의 부피에 대하여 보통의 요구들이 가능한 자기장 세기를 만들게 할 수 있다.

[0044] 그러므로, 변형된 극 기계는 극 숫자가 높으면서 그리고 종래 코일들을 사용하는 가능 전기 로딩이 낮은 상황에서 그것의 가장 큰 장점을 보여줄 것이다.

[0045] 몇몇 실시 예들에서 변형된 극 기계는 클로우(claw) 극 배치 또는 연장을 포함한다.

[0046] 원주 방향의/축 방향의 표면으로부터 토크를 형성하는 고정된 기하학적 구조를 취하는 변형된 극 기계(예를 들어, 방사상 장 기계)들에 대해, 자기 장(field)은 자성 회로와 함께 에어 갭을 가로질러 방사상으로, 자기 고정자 또는 자기 회전자 또는 부분적으로는 양쪽 모두에서 행해질 수 있는 하나의 극 피치에 의해 원주 방향으로, 및 코일을 둘러싸기 위하여 양쪽 방향들에서 축의 방향으로 전달될 수 있다. 만약 축방향의 회로가 코일 주변의 고정자에서 단한다면, 자기 클로우 극 배치는 생성된다.

[0047] 클로우 극 배치 또는 연장은 결합된 상들과 함께 사용될 수 있지만, 그러나 축 방향의 클로우 연장은 누설(leakage)을 야기하지 않도록 제한되거나 작아야 된다. 누설은 클로우들이 서로 겹칠 때 발생할 수 있는데, 이러한 겹치는 면(face)들이 누설 자속에 대한 원치 않는 경로를 제공할 수 있기 때문이다. 만약 클로우들이 단지 상의 축 방향 폭의 반만 늘어나더라도, 그들은 가깝워질 것이고 이는 원치 않는 많은 자기 누설을 야기할 것이므로, 따라서, 단지 작거나 또는 중요하지 않은 클로우들은 결합된 상들을 사용할 때 사용되어야 할 것이다. 그러므로, 극 팁(pole tip) 영역을 조정하기 위하여 세미-클로우 극들로 정의되는 마이너한(minor) 클로우들을 사용하는 것이 가능하지만, 그러나 결합된 상들의 상 쉬프트(shift)는 고정자 축 방향의 자유로운 확대를 방해하기 때문에 자기 클로우들은 축의 방향으로 겹칠 수 없을 것이다.

[0048] 본 발명은, 위에서 및 이하에서 기술되는 고정자 디바이스, 그리고 상응하는 방법들, 디바이스들 및/또는 제조 수단을 상이한 양상들과 관련되며, 각각은 첫번 째로 언급된 양상과 관련하여 기술된 하나 이상의 이점들 및 장점들을 제공하며, 그리고 각각은 첫번 째로 언급된 양상과 관련하여 기술되고 그리고/또는 첨부된 청구항들에서 개시되는 실시 예들에 대응하는 하나 이상의 실시 예들을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0049] 본 발명에 대한 상기 및/또는 추가적인 대상들, 특성들 및 장점들은 첨부되는 도면들과 관련하여, 본 발명의 실시 예들을 예시하고 그리고 제한하지 않는 다음의 상세한 설명에 의해 추가적으로 설명될 것이다.

도 1은 분리된 상들을 가지는 종래 기술인 기계 및 고정자 디바이스의 예들을 도시한다.

도 2는 분리된 상들을 가지는, 3-상 기계의 단면의 일 예를 도시한다.

도 3은 분리된 상들을 가지는 3-상 기계의 자속 페이저(phasor) 도의 일 예를 도시한다.

도 4는 에어 갭 평면에 수직인 방향에서의 고정자를 보여주는, 분리된 상들을 갖는 3-상 기계의 고정자 배치의 일 예를 도시한다.

도 5는 자기적으로 결합된 상들을 갖는 고정자 디바이스의 일 예를 도시한다.

도 6은 자기적으로 결합된 상들을 갖는 3-상 기계의 단면의 일 예를 도시한다.

도 7은 자기적으로 결합된 상들을 갖는 3-상 기계의 자속 페이저 도의 일 예를 도시한다.

도 8은 에어 갭 평면에 수직인 방향에서의 고정자를 보여주는, 자기적으로 결합된 상들을 갖는 3-상 기계의 고정자 배치의 일 예를 도시한다.

도 9는 자기적으로 결합된 상들을 갖는 3-상 기계의 구조의 일 예를 도시한다.

도 10은 3-상 직선 이동 기계의 구조의 예들을 도시한다.

도 11은 자기적으로 결합된 상들 및 세미-클로우(semi-claw) 극들을 갖는 3-상 기계들의 구조의 예들을 도시한

다.

도 12는 고정자 디바이스 및 이동 디바이스의 자속 경로들의 일 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0050] 다음의 설명에서, 본 발명이 어떻게 실행될 수 있는지를 예를 통해 도시하는 첨부되는 도면들이 참조된다.
- [0051] 도 1 내지 4는 분리된 상 변형 극 기계(SPMPM)라고 일컬어질 수 있는, 분리된 상들을 갖는 3-상 기계의 예들을 도시한다.
- [0052] 도 1a 및 1b는 종래 기술인 3-상의 방사상 기계의 일 예를 도시한다. 전기 기계, 회전식 기계는 고정자 조립체 및 회전자를 포함한다. 본 설명서의 목적을 위해, 프라임 '(prime)'이 붙지 않은 참조 번호들은 모든 상들에 대응하는 특성들을 나타내는 반면, 프라임 '이 표시된 참조 번호들은 제1 상의 특성을, '은 제2 상에 대응하는 특성을, 및 '''은 제3 상에 대응하는 특성을 나타낸다. 3개의 고정자 조립체들(10', 10'', 10''')이 도시되고, 그리고 각 고정자 조립체는 제1 고정자 코어 섹션(14), 제2 고정자 코어 섹션(16), 고정자 요크(yoke) 섹션(18) 및 코일(20)을 포함한다. 3개의 회전자들(12', 12'', 12''')이 도시되고, 그리고 각 회전자(12)는 영구 자석들(22) 및 극 섹션들(24)을 포함한다. 상기 회전자가 탑재되는 차축(50)이 도시된다. 각 고정자 코어 섹션(14, 16)은 본질적으로 원형의 형상이며, 그리고 방사상으로 연장하는 다수의 톱니들(26)을 포함한다. 상기 톱니들은 상기 회전자(12)와 폐쇄 회로 자속 경로를 형성하기 위하여 상기 회전자(12)를 향해 연장하도록 배치된다.
- [0053] 상기 상 섹션들 각각은, 즉 단상 기계들은, 그 자신의 회전자를 포함하도록 도시되는데, 예를 들면 각 상 섹션은 단상 기계와 정확하게 일치된다.
- [0054] 도 1c는 종래 기술에 따라 상들 사이에서의 공간적 분리의 일 예를 도시한다. 상기 도면에서, 각 상의 상기 제1 고정자 코어 섹션(14', 14'', 14''')이 도시된다. 이 예에서의 상기 공간적 분리는 한 상의 고정자 코어 섹션의 톱니들(26)이 다른 상들의 고정자 코어 섹션의 톱니들과의 관계에서 원주 방향으로 위치하는 것과 관련있다.
- [0055] 분리된 상들을 가지는 고정자 디바이스의 도 1d에서의 도식적 예는 고정자 조립체 10'의 상 1, 고정자 조립체 10''의 상 2, 및 고정자 조립체 10'''의 상 3의 3개의 분리된 상들을 보여준다.
- [0056] 각 기본 유닛 또는 상 유닛은 단일 코일 또는 코어(20), 제1 고정자 코어 섹션(14), 제2 고정자 코어 섹션(16), 및 고정자 요크 섹션(18)을 포함한다. 이 상 유닛은 단일 방향이지만 그러나 펄싱(pulsing) 토크를 생성한다.
- [0057] 도 2는 3-상의 분리된 상 변형된 극 기계(SPMPM)의 단면도를 도시한다. 상 1은 A, 고정자 코어 섹션(14') 및 고정자 조립체(10'), 상 2는 B, 고정자 섹션(14'') 및 고정자 조립체(10''), 및 상 3은 C, 고정자 코어 섹션(14''') 및 고정자 조립체(10''')으로 표시된다. 제1 고정자 코어 섹션(14), 제2 고정자 코어 섹션(16), 및 고정자 요크 섹션(18)은 각 상 유닛에 대하여 도시된다.
- [0058] 회전자(12)가 보여지며, 그리고 상기 회전자와 각 고정자 조립체들(10', 10'', 10''') 사이의 에어 갭(30)이 보여진다. 상기 상들 각각에 대한 자속(Ψ) 경로는 상 A에 대해 Ψ_A , 상 B에 대해 Ψ_B , 및 상 C에 대해 Ψ_C 로 보여진다. 상기 에어 갭(30)에서의 분리된 자속들의 값인 + 또는 - 역시 보여진다.
- [0059] 도 3은 상기 분리된 상 유닛들에 대한 자속의 페이저(phasor) 도를 도시한다. 상기 상 유닛들의 변위는 120° 이다. 상 1의 자속은 Ψ_A 로 표시되며, 상 2의 자속은 Ψ_B 로 표시되며, 그리고 상 3의 자속은 Ψ_C 로 표시된다.
- [0060] 도 4는 상 유닛들인 상 A, 상 B 및 상 C의 회전자 극에 대한 변위의 일 예를 도시한다. 상기 회전자 극 참조(reference)는 상 A, 상 B 및 상 C를 가로지르는, 점선으로 표시된 사각형에 의해 표시된다. 상기 상 유닛들의 톱니들(26) 및 코일들(20)이 도시된다. 상기 톱니들(26)은 도 1b에서 보이는 바와 같이 고정자 코어 섹션들의 부분이다. 상 유닛들 간에는 120° 변위들이 보여지고 그리고 숫자 0° , 120° , 240° 및 360° 의 지점에 의해 표시된다.
- [0061] 이러한 상 유닛들 각각은 도 1b에서 보이는 바와 같이 2세트들의 전기자(armature) 톱니들(26)을 갖는데, 제1 고정자 코어 섹션(14)은 한 세트의 톱니들을 포함하고 그리고 제2 고정자 코어 섹션(16)은 다른 세트의 톱니들을 포함한다. 한 세트는 코일(20)의 왼쪽부터 시작하고 그리고 특정 방향의 전기자 전류로 구동될 때 북(north) 극을 가지며, 다른 한 세트는 상기 코일(20)의 오른쪽에서 시작하고, 그리고 동일 방향의 전류로 구동될 때 남(south) 극을 가진다.

- [0062] 다상 유닛들이 사용될 때 그들은 축방향으로 서로 분리되며, 그리고 이는 가장 왼쪽의 유닛에서 우측에 있는 톱니들은 그 다음 상 유닛의 좌측에 있는 톱니들과 매우 근접해 있으며 그리고 이는 축방향을 마주하는 유닛들 각각에 대해서도 마찬가지가 됨을 의미한다.
- [0063] 그러나, 이런 매우 근접해 있는 것은 상기 톱니들의 각도 변위를 가장 명확하게 선택하는 것에 대해서는 도움이 되지 않는다.
- [0064] 도 5 내지 9는 결합된 상 변형 극 기계(CPMPM)로 일컬어질 수 있는, 결합된 상들을 가진 3-상 기계의 예들을 도시한다.
- [0065] 상기 결합된 상 기계는 도 5 및 도 6에서 보이는 바와 같이 고정자 조립체(10), 및 도 6에서 보이는 바와 같이 예를 들면 회전자인 이동 디바이스(12)를 포함한다. 도 5, 6 및 8에서, '를 갖는 참조 번호들은 제1 상의 특성을, ''는 제2 상의 특성을, 그리고 '''은 제3 상의 특성을 나타낸다.
- [0066] 도 5는 고정자 조립체(10)가 3개의 상들인 상 1, 상 2 및 상 3을 포함하는 것을 도시한다. 상 1 및 상 3은 주변부 상들로 지정될 수 있고, 상 2는 안쪽 상으로 지정될 수 있다. 각 상은 동작을 위해 다른 전압들, 예를 들어 정현파 또는 구형파가 공급될 수 있는 단일 코일이나 또는 코어(20)를 포함한다. 각 상은 추가적으로 제1 고정자 코어 섹션(14), 및 제2 고정자 코어 섹션(16)을 포함한다. 상기 도면에서 보이는 바와 같이, 상 2의 제1 고정자 코어 섹션(14'') 및 상 1의 제2 고정자 코어 섹션(16')은 단일 유닛으로 형성된다. 유사하게, 상 3의 제1 고정자 코어 섹션(14''') 및 상 2의 제2 고정자 코어 섹션(16'')은 단일 유닛으로 형성된다. 추가적으로, 상 1의 제1 고정자 코어 섹션(14')은 다른 어떤 상과도 공유되지 않는 단일 유닛이며, 이와 마찬가지로 상 3의 제2 고정자 코어 섹션(16''')도 단일 유닛이다. 그러므로, 4개의 유닛들이 있으며 상기 단일 유닛들 중 2개는 각각 2개의 서로 다른 상들 사이에서 공유된다.
- [0067] 상기 고정자 조립체(10)는 모든 상들에 공통되면서 모든 상들에 의해 공유되는 고정자 요크(yoke) 섹션(18)을 포함한다. 상기 고정자 요크 섹션은 고정자 코어 섹션들 사이에 자속 경로를 제공하도록 배치되고, 그럼으로써 자속 브릿지(flux bridge)로 역할한다. 상기 고정자 요크 섹션에 사용되는 물질은 상기 고정자의 조립체를 용이하게 하면서 그리고 제1 및 제2 고정자 코어 섹션 사이에서 상대적으로 낮은 저항 전이를 제공하기 위한, 연자성 파우더(powder)일 수 있다.
- [0068] 이동 디바이스는 도 5에 도시되진 않았으나, 그러나 이동 디바이스가 코일들(20)에 가깝게 하도록, 상기 도면의 상단에 배치되게 구성될 수 있을 것이다.
- [0069] 도 6은 3-상의 결합된 상 변형 극 기계(CPMPM)의 단면도를 도시한다. 상기 고정자 조립체(10)는 A로 표시되는 상 1, B로 표시되는 상 2, 및 C로 표시되는 상 3을 포함한다. 제1 고정자 코어 섹션(14) 및 제2 고정자 코어 섹션(16)은 각 상 유닛에 대해 도시된다. 고정자 요크 섹션(18)은 상기 3상들에 의해 공유되며 그리고 공통된다.
- [0070] 회전자 또는 이동자가 될 수 있는 이동 디바이스(12)가 도시되고, 그리고 상기 이동 디바이스는 연자성 물질로 만들어질 수 있는 영구 자석들의 섹션들 및 극 섹션들(도시되진 않은)을 포함한다. 상기 극 섹션들은 상기 영구 자석들 사이에 배치되고, 그럼으로써 상기 영구 자석들을 서로 분리한다. 극 섹션들과 영구 자석들 및 자속에 관한 더 많은 것들은 W02007/024184에 기술된다.
- [0071] 만약 상기 이동 디바이스(12)가 회전자이면 상기 회전자(12)는 차축(axle) 또는 샤프트(도시되진 않은) 위에 배치될 수 있고, 그리고 상기 고정자 조립체(10)의 중앙에 위치할 수 있으며 또는, 만약 상기 회전자가 외부에 있는 회전자 타입인 경우엔 상기 고정자 조립체 주변에 위치할 수 있다. 만약 상기 이동 디바이스(12)가 이동자이면, 상기 디바이스는 회전자로서의 어떤 안쪽 또는 바깥쪽도 갖지 않는 평평한, 직선(linear) 디바이스 일 수 있으며, 상기 이동자는 단지 상하 또는 좌우로 움직인다.
- [0072] 도 6에서는 또한 공통 고정자 조립체(10) 및 상기 이동 디바이스(12) 사이의 에어 갭(30)이 도시된다.
- [0073] 예를 들어 회전자인 상기 이동 디바이스는, 3개의 모든 상 섹션들과의 상호 작용을 위해 배치되는데, 즉, 상기 회전자는 3개의 모든 상 섹션들과 상호 작용하기 위해 축방향으로 연장할 수 있다. 상기 전기 기계는 방사상의 상 섹션들 또는 축방향의 상 섹션들 또는 조합을 포함할 수 있다.
- [0074] 고정자 코어 섹션들(14', 16', 14'', 16'', 14''' 및 16''') 각각은 도 8에서 보이는 바와 같이, 본질적으로 원형의 형상일 수 있으며 그리고 방사상으로 연장하는 다수의 톱니들(26)을 포함할 수 있다. 상기 톱니들은 상기 회전자(12)와 폐쇄 회로 자속 경로를 형성하기 위하여 예를 들면 회전자인 이동 디바이스(12)를 향해 연장하도록 배

치된다. 상기 톱니들은 내부 회전자를 향하여 안쪽으로 연장할 수 있거나, 또는, 상기 회전자는 상기 고정자 코어 섹션들(14,16)의 바깥쪽으로 배치될 수 있으며, 그럼으로써 상기 톱니들은 대신에 방사상의 바깥쪽으로 연장되도록 배치되어야 한다.

[0075] 이 상들 각각에 대한 자속(Ψ)은 상 A에 Ψ_A , 상 B에 Ψ_B , 및 상 C에 Ψ_C 로 보인다. 결합된 자속들의 에어 갭 (30)에서의 값들 또한 도시된다.

[0076] 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들(14,16)은 서로에 관해 축방향으로 위치되고 그리고 그들은 공통 축 둘레에 배치될 수 있다. 각 코일(20)은 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션(14,16) 사이에 배치될 수 있다. 상기 코일(20)을 이와 같이 배치하는 것에 의한 장점은 모든 기자력(Magneto Motive Force; MMF)이 모든 극에 의해 보이고 (seen), 따라서, 주어진 크기 및/또는 비용에 대해 높은 전기 로딩(loading) 및 높은 출력을 야기할 수 있는 것이다. 상기 고정자 요크 섹션(18)은 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들(14,16)에 대하여 동심이 되게 (concentrically) 배치될 수 있다. 상기 고정자 요크 섹션(18)은 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션(14,16) 간의 자속 브릿지(bridge)로 배치되기 위해서, 상기 제1, 및 제2 고정자 섹션(14,16)과 상기 코일(20) 조립체들의 폭에 축 방향에서 실질적으로 대응하는 폭을 가질 수 있다. 상기 고정자 요크 섹션(18)을 연자성 파우더로 만듦으로써, 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들(14,16)로부터 상기 고정자 요크 섹션(18)까지의 3차원 자속 경로의 효율성은 상기 고정자 요크 섹션이 적층 (laminate)들로 만들어진 실시 예와 관련하여 개선된다. 게다가, 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들(14,16) 중 하나는 상기 제1 및 제2 고정자 코어 섹션(14,16)의 다른 하나에 대하여 회전 방향으로 변위될 수 있다. 이러한 변위는, 제1 및 제2 고정자 코어 섹션(14,16)들 중 하나의 톱니들(도 8 참조)이 상기 제1(14)이나 또는 제2(16) 고정자 코어 섹션 중 다른 하나에 속하는 톱니들의 원주 방향 위치와는 상이한 원주 방향 위치에 위치하는 결과를 낳는다. 제1(14) 또는 제2(16) 고정자 코어 섹션들 중 하나의 각 톱니는, 원주 방향에서, 상기 제1(14) 또는 제2(16) 고정자 코어 섹션 중 다른 하나의 2개의 톱니들 사이에 있는 갭의 중간에 위치할 수 있다.

[0077] 다른 하나의 고정자 코어 섹션의 톱니들과 관련해서 상기 제1(14) 또는 제2(16) 고정자 코어 섹션 중 하나의 톱니들을 변위시키는 개념은 이동 디바이스를 위에서 기술한 대로의 효과적인 사용 및 가장 효과적인 디자인을 만드는데 유리하다.

[0078] 도 8은 예를 들어 회전자 극인 이동 디바이스 극에 대하여 상 A, 상 B 및 상 C가 결합된 상 유닛들의 변위를 도시한다. 상기 회전자 극 참조(121)는 상 A, 상 B 및 상 C를 가로지르는, 점선으로 표시된 사각형에 의해 표시된다. 각각의 상 유닛들의 코일(20)이 도시된다. 각 상 A,B,C는 제1 고정자 코어 섹션(도시되진 않은), 및 제2 고정자 코어 섹션(도시되진 않은)을 포함하고, 상기 고정자 코어 섹션들은 톱니들을 포함한다. 도 5에서 보였던 것처럼, 여기서 상 B에 대응되는 상 2의 제1 고정자 코어 섹션(14''), 및 여기서 상 A에 대응되는 상 1의 제2 고정자 코어 섹션(16'')은 단일 유닛으로 형성된다. 그러므로, 상기 톱니들(27)은 상 A 및 B에 의해 공유된다. 유사하게, 여기서 상 C에 대응되는 상 3의 제1 고정자 코어 섹션(14'''), 및 여기서 상 B에 대응되는 상 2의 제2 고정자 코어 섹션(16''')은 단일 유닛으로 형성되므로, 따라서 상기 톱니들(28)은 상 B 및 C에 의해 공유된다. 또한, 여기서 상 A에 대응되는 상 1의 제1 고정자 코어 섹션(14'')은 단일 유닛이고, 그리고 톱니들(26'')은 2개의 상들에 의해 공유되지 않는다. 이와 마찬가지로, 여기서 상 C에 대응되는 상 3의 제2 고정자 코어 섹션(16''')은 단일 유닛이고, 그리고 톱니들(26''')은 2개의 상들에 의해 공유되지 않는다. 그러므로, 4개의 단일 유닛들이 있으며, 상기 단일 유닛들 중 2개는 각각 2개의 서로 다른 상들에 의해 공유되고, 그럼으로써 상기 세트의 톱니들(27,28) 각각은 2개의 상들에 의해 공유된다.

[0079] 상기 상들 사이에서의 변위는 각각 숫자 0° , 150° , 270° 및 60° 의 위치에 의해 보이고 그리고 표시되며, 이하에서 좀더 자세하게 기술된다.

[0080] 그러므로, 하나의 단일 세트 톱니들은 분리된 상 유닛들을 사용하는 대신 순차적으로 상들을 공유하도록 사용될 수 있다. 각 세트의 톱니들을 적절한 방향으로 선택하는 것은 중요한 이점을 제공할 수 있다. 만약 예를 들어, 축방향으로 배치된 3개의 코일들을 갖는 3상 기계가 제공되는 경우, 이는 양 끝단에 하나씩, 상들 1과 2 사이에 한 세트, 상들 2와 3사이에 다른 한 세트씩, 4세트의 톱니들을 제공한다(도8 참조). 각도의 선택이 직관적이진 않으나, 그러나 4세트의 톱니들 중 각각에 대해 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝까지 0° , 150° , 270° 및 60° 에 가깝게 되어야 한다.

[0081] 몇몇 실시 예들에 따르면, 중간 세트들의 톱니들은 도 8에서 보이는 바와 같이 양 끝단에 있는 세트들의 톱니들과는 상이한 축방향으로의 폭을 가지며, 이는 3개의 상들 사이에서 정확하게 평형인 세트의 자속 결합들 및 토

코들을 만드는 축방향의 폭에서 약간의 조정을 제공한다.

- [0082] 결합된 상들을 갖는 3-상 회전식 기계의 구조에 대한 일 예가 도 9에 도시된다.
- [0083] 도 9는 고정자 디바이스(10), 및 회전자 형태의 이동 디바이스(12)를 도시한다. '를 갖는 참조 번호들은 제1 상의 특성을, '는 제2 상의 특성을, 그리고 '''은 제3 상의 특성을 나타낸다. 상기 고정자 디바이스(10)는 3개의 상들을 포함하는데, 각 상은 코일(20), 제1 고정자 코어 섹션(14) 및 제2 고정자 코어 섹션(16)을 포함한다. 일 회전자(12)는 상기 고정자 디바이스(10)를 둘러싸도록 도시된다. 상기 회전자(12)는 상기 고정자 디바이스(10) 전체를 따라 연장하는 영구 자석들(22) 및 극 섹션들(24)을 포함한다. 상기 고정자가 탑재되는 차축이 (도시되진 않지만)제공될 수 있다. 각 고정자 코어 섹션(14,16)은 본질적으로 원형 형상이고 그리고 고정자 코어 백(back) 섹션(29) 및 상기 고정자 코어 백 섹션으로부터 연장하는, 방사상으로 연장하는 다수의 톱니들을 포함한다. 상기 톱니들은 상기 회전자(12)와 폐쇄 회로 자속 경로를 형성하기 위하여 상기 회전자(12)를 향해 바깥쪽으로 연장하도록 배치된다. 상기 고정자 코어 백 섹션(29)은 상기 톱니들을 원주 방향으로 연결한다. 상기 고정자 코어들 섹션들은 축방향으로 자속 브릿지를 제공하기 위해, 상기 고정자 코어 백 섹션(29)으로부터 이웃하는 고정자 코어 섹션을 향하여 축방향으로 연장하는 요크 섹션(23)을 더 포함한다.
- [0084] 상 1의 제2 고정자 코어 섹션(16') 및 상 2의 제1 고정자 코어 섹션(14'')은 단일 유닛, 즉 결합된 고정자 코어 섹션으로 배치되고, 그림으로써 상 1 및 상 2는 고정자 코어 섹션을 공유한다. 그러므로, 상기 결합된 상 유닛의 톱니들(27)은 상 1 및 상 2 사이에서 공유되도록 배치되고, 그림으로써 상 2의 상기 제1 고정자 코어 섹션(14'')의 한 세트의 톱니들 및 상 1의 상기 제2 고정자 코어 섹션(16')의 한 세트의 톱니들은 하나의 유닛으로 형성된다.
- [0085] 결합된 상 유닛의 톱니들(28)은 상 2 및 상 3 사이에서 공유되도록 배치되고, 그림으로써 상 3의 상기 제1 고정자 섹션(14''')의 한 세트의 톱니들 및 상 2의 상기 제2 고정자 코어 섹션(16'')의 한 세트의 톱니들은 하나의 유닛으로 형성된다.
- [0086] 상기 고정자 디바이스(10)의 각 끝단에서의 톱니들(26)은 2개의 상들 사이에서 공유되지 않으며, 그러므로 상기 톱니들(26')은 오로지 상 1에 속하고 그리고 상기 톱니들(26'')은 오로지 상 3에 속한다. 또한, 주변부 상들 1 및 3의 톱니들(26',26'')은 각각, 상기 톱니들(26',26'') 각각의 주변부 가장자리들 사이에서 축방향으로 연장하는 고정자의 액티브(active) 에어 갭 구역의 축방향 범위를 정의한다. 영구 자석들(22) 및 극 섹션들(24)은 전체 활성 에어 갭 영역을 축방향으로 가로질러, 즉 회전자를 마주보는 톱니들(26',26'')의 표면들의 축방향 외측 에지들 사이에서 연장한다.
- [0087] 결합된 상들을 갖는 3-상 직선 이동 기계의 구조에 대한 일 예가 도 10a에 도시된다. 도 10b는 직선 이동 기계를 도시한다.
- [0088] 도 10a는 고정자 디바이스(10) 및 상기 고정자 디바이스를 따라 직선 또는 횡으로 이동하도록 구성된 이동자 형태의 이동 디바이스(12)를 보여준다. '를 갖는 참조 번호들은 제1 상의 특성을, '는 제2 상의 특성을, 그리고 '''은 제3 상의 특성을 나타낸다. 상기 고정자 디바이스(10)는 3개의 상들을 포함하는데, 각 상은 코일(20), 제1 고정자 코어 섹션(14) 및 제2 고정자 코어 섹션(16)을 포함한다. 상기 이동자(12)는 상기 고정자 디바이스(10) 전체를 따라 연장하는 영구 자석들(22) 및 극 섹션들(24)을 포함한다. 각 고정자 코어 섹션(14,16)은 본질적으로 직선의 형상이고 그리고 직선으로 연장하는 다수의 톱니들을 포함한다. 상기 톱니들은 상기 이동자(12)와 폐쇄 회로 자속 경로를 형성하기 위하여 상기 이동자(12)를 향해 연장하도록 배치된다.
- [0089] 상 1의 제2 고정자 코어 섹션(16') 및 상 2의 제1 고정자 코어 섹션(14'')은 단일 유닛, 즉 결합된 고정자 코어 섹션으로 배치되고, 그림으로써 상 1 및 상 2는 고정자 코어 섹션을 공유한다. 그러므로, 결합된 상 유닛의 톱니들(27)은 상 1 및 상 2 사이에서 공유되도록 배치되고, 그림으로써 상 2의 제1 고정자 섹션(14'')의 한 세트의 톱니들 및 상 1의 제2 고정자 섹션(16')의 한 세트의 톱니들은 하나의 유닛으로 형성된다.
- [0090] 결합된 상 유닛의 톱니들(28)은 상 2 및 상 3 사이에서 공유되도록 배치되고, 그림으로써 상 3의 제1 고정자 섹션(14''')의 한 세트의 톱니들 및 상 2의 제2 고정자 섹션(16'')의 한 세트의 톱니들은 하나의 유닛으로 형성된다.
- [0091] 상기 고정자 디바이스(10)의 2개의 끝 각각에 있는 세트들의 톱니들(26)은 2개의 상들 사이에 공유되지 않고, 그러므로, 톱니들(26')은 오로지 상 1에 속하며 톱니들(26'')은 오로지 상 3에 속한다.
- [0092] 도 10b에서 3개의 상들 모두는 분리되고, 그러므로, 제1 및 제2 고정자 코어 섹션들(14,16)은 어떤 상들 사이에

서도 공유되지 않는다. 그러므로, 도 10b의 기계에서는 유일하게 분리된 세트들의 톱니들(26), 즉 단지 하나의 상에 속하는 톱니들이 존재한다.

- [0093] 결합된 상들 및 세미-클로우(semi-claw) 극들을 갖는 3-상 기계들의 구조에 대한 예들이 도 11에서 도시된다.
- [0094] 도 11a 및 11b는 고정자 디바이스(10) 및 이동 디바이스(12)를 도시한다. 도 11a에서, 이동 디바이스(12)는 고정자 디바이스(10)를 둘러싸도록 도시된 회전자이며, 그리고 도 11b에서는, 이동 디바이스(12)는 고정자 디바이스를 따라 직선으로 또는 횡으로 이동하도록 구성된 이동자이다. '를 갖는 참조 번호들은 제1 상의 특성을, ''는 제2 상의 특성을, 그리고 '''은 제3 상의 특성을 나타낸다. 상기 고정자 디바이스(10)는 3개의 상들을 포함하는데, 각 상은 코일(20), 제1 고정자 코어 섹션(14) 및 제2 고정자 코어 섹션(16)을 포함한다. 상기 이동 디바이스(12)는 상기 고정자 디바이스(10) 전체를 따라 연장하는 영구 자석들(22) 및 극 섹션들(24)을 포함한다. 각 고정자 코어 섹션(14,16)은 다수의 연장하는 톱니들을 포함한다. 상기 톱니들은 상기 이동 디바이스(12)와 패쇄 회로 자속 경로를 형성하기 위하여 상기 이동 디바이스(12)를 향해 연장하도록 배치된다.
- [0095] 상 1의 제2 고정자 코어 섹션(16') 및 상 2의 제1 고정자 코어 섹션(14'')은 단일 유닛, 즉 결합된 고정자 코어 섹션으로 배치되고, 그림으로써 상 1 및 상 2는 고정자 코어 섹션을 공유한다. 그러므로, 상기 결합된 상 유닛의 톱니들(27)은 상 1 및 상 2 사이에서 공유되도록 배치되고, 그림으로써 상 2의 제1 고정자 섹션(14'')의 상기 세트의 톱니들 및 상 1의 제2 고정자 섹션(16')의 상기 세트의 톱니들은 하나의 유닛으로 형성된다.
- [0096] 상기 결합된 상 유닛의 세트의 톱니들(28)은 상 2 및 상 3 사이에서 공유되도록 배치되고, 그림으로써 상 3의 제1 고정자 섹션(14''')의 세트의 톱니들 및 상 2의 제2 고정자 섹션(16'')의 세트의 톱니들은 하나의 유닛으로 형성된다.
- [0097] 상기 고정자 디바이스(10)의 각 끝단에 있는 세트의 톱니들(26)은 2개의 상들 사이에서 공유되지 않고, 그러므로 상기 세트의 톱니들(26')은 오로지 상 1에 속하며 상기 톱니들(26'')은 오로지 상 3에 속한다.
- [0098] 또한, 도 11a 및 11b의 결합된 상들 기계들은 세미-클로우(semi-claw) 극들(40)을 포함하는데, 이들은 코일들(20)과 겹쳐지는 세트의 톱니들(26',27,28 및 26'')에 있는 톱니들이 짧게 연장된 것들이다. 상기 세미-클로우 극들은 짧고, 작거나 또는 미미한 클로우 극들, 즉, 상의 축방향의 폭 전체를 따라 연장되지는 않으나 단지 축방향의 작은 부분만을 따라 연장하는 클로우 극들이며, 그림으로써 누설되는 자속이 방지되거나 줄어든다. 도 11a 및 11b는 상기 세미-클로우 극들(40)이 톱니들과 통합되어 배치되는 것을 도시한다. 각각 2개의 상들 사이에서 공유되는 세트들의 톱니들(27,28)은 상기 톱니들의 양쪽 끝단에서, 즉 코일(20)에 인접하게 상기 세미-클로우 극들을 포함하는 반면, 2개의 상들 사이에서 공유되지 않고 오로지 한 개의 상에 속하는 세트들의 톱니들(26',26'')은 오로지 각 코일들(20',20'')에 인접하는 톱니들의 끝단에만 세미-클로우 극들을 포함한다.
- [0099] 동일한 자석들, 동일한 기자력(MMF), 동일한 구경(bore) 및 동일한 에어 갭 폭을 사용했을 때, 종래 기술 기계들과 비교시 토크면에서 30% 증가가 실현될 수 있다.
- [0100] 더 크고 더 원활한 토크가, 단지 하나의 상만 이용하는 대신에, 각 위치가 기계적 및 전기적으로 위치되는 다상 유닛들을 이용할 때 생성 가능하다. 예를 들어, 3개의 고정자들을 통하거나 둘러싸도록 연장하는 단일 이동 디바이스 구조, 예를 들어 회전자 구조를 사용하면서, 3상 기계는 한 쌍의 극들 피치의 1/3만큼을 또는 120도의 전기적 각도만큼 기계적으로 변위된 상 유닛들 및 시간면에서 동일한 각도에 의해 분리되는 상 전류들을 가질 수 있다.
- [0101] 유사한 효과는, 원주 방향의 위치로 모두 정렬되지만, 원주상에서 120도 떨어져 변위된 각 상에 대해 하나씩, 3개의 이동 디바이스 섹션들, 예를 들어 회전자 섹션들과 결합하여 시간 면에서 120도 떨어진 전류들이 제공되는, 3개의 고정자 유닛들을 사용하여 얻어질 수 있다.
- [0102] 언급된 바와 같이, 종래 기술인 분리된 3-상 변형 극 기계는 도 3에서 보이는 바와 같이 각 상 사이에 120° 변위를 갖는 3개의 상들을 갖는다. 각 상은 180° 도 차이로 변위되면서 한 세트의 북(north) 극들 및 한 세트의 남(south) 극들을 형성하는 2세트들의 톱니들로 이루어진다. 상기 3 상 기계는 6세트의 톱니들(3개의 쌍들에서)에 3개의 코일들을 더하여 구성된다. 각 상은 상들 사이에서의 최소한의 자성 연결을 보장하기 위하여, 좁은 간격 또는 에어 갭에 의하여 인접하는 상로부터 분리된다(도2 참조).
- [0103] 상기 상이 분리되는 대신 도 5, 6 및 8에서 보이는 바와 같이 결합되는 때, 인접하는 톱니들은 지금 도 6에서 보이는 바와 같은 공유 자속 경로를 갖는다. 인접하는 톱니들의 결합은 도 8에서 보이는 바와 같이 하나의 기

계가 4세트들의 톱니들 및 3개의 코일들을 갖도록 할 수 있고, 그리고 하나의 기계가 상기 기계의 축방향의 폭 전부를 늘리는, 예를 들면 회전자인, 공통 이동 디바이스를 갖도록 할 수 있다.

[0104] 각 세트의 톱니들은 특정 각도로 위치해야 되며, 평형 3상 동작을 확보하기 위한 특정 양의 자속을 얻어야 하며, 각 코일은 동일 크기의 자속을 각각 위상 각도 0° , 120° , 240° 에서 연결한다.

[0105] 평형 3상 세트의 코일 자속들이 야기하는 조건들을 계산하기 위해, 결합 상 변형된 극 기계는 다음의 가정들과 함께 분석된다.

[0106] - 에어 갭 자속 밀도는 축방향으로는 일정하며 그리고 원주 방향으로는 정현파적으로 변화한다.

[0107] - b 는 에어 갭 자속 밀도이며 a 는 상기 톱니의 에어 갭 표면 영역일 때, 톱니에 들어가는 자속 $\Psi=ba$ 이다.

[0108] - 상기 톱니의 (원주방향으로의) 각 위치는 상기 톱니로 들어가는 자속의 상 각도를 결정한다.

[0109] - 코일 상의 코어백(coreback)을 통해 축 방향으로 직접 가로지르는 자속은 코일을 연결하는 자속과 동일하다.

[0110] 이하에서는, 참조는 도 3 및 7에서의 페이지 도들에 대해 만들어진다.

[0111] 평형 3상 기계는 다음의 코일 자속 결합들을 갖는다.

$$\Psi_A = |\Psi| < 0^\circ$$

$$\Psi_B = |\Psi| < 120^\circ$$

$$\Psi_C = |\Psi| < 240^\circ$$

[0112]

[0113] 상기 톱니들은 축 방향으로 1,2,3,4로 숫자가 붙여지고, 각 톱니로 들어가는 자속을 합하면 다음과 같다.

$$\Psi_1 = \Psi_A$$

$$\Psi_2 = \Psi_B - \Psi_A$$

$$\Psi_3 = \Psi_C - \Psi_B$$

$$\Psi_4 = -\Psi_C$$

[0114]

[0115] 도 7의 페이지 도에서 도시된 바와 같이, 요구되는 평형 3상 코일 자속들에 대한 톱니 자속들과 관련지으면, 아래의 코일 자속들을 야기한다.

$$\Psi_1 = |\Psi| < 0^\circ$$

$$\Psi_2 = |\sqrt{3}\Psi| < 150^\circ$$

$$\Psi_3 = |\sqrt{3}\Psi| < 270^\circ$$

$$\Psi_4 = |\Psi| < 60^\circ$$

[0116]

[0117] 그러므로, 평형 3상 기계에 대해, 상기 톱니들(1,2,3,4)은 0° , 150° , 270° , 60° 의 상 각도에 위치할 수 있고, 상 각도 360° 는 이웃하는 톱니들 사이의 원주 방향의 피치(pitch) 거리에 대응되며, 그러므로 상기 세트들의 톱니들 중 하나와 관련된 톱니들의 각도(angle) 변위는 $0^\circ/N$, $150^\circ/N$, $270^\circ/N$, $60^\circ/N$ 이고, 여기서 N 은 각 세트의 톱니들에서 톱니들의 갯수이다. 추가적으로, 각 세트들의 톱니들에서 톱니들의 상대적인 축방향의 폭들이 각각 1 , $\sqrt{3}$, $\sqrt{3}$ 및 1 과 같을 때 정확한 표면 영역이 확보될 수 있을 것이다. 그러므로, 2개의 인접하는 상들 사이에서 공유되는 안쪽 톱니들은 상들 사이에서 공유되진 않으나 그러나 오로지 단상(single phase)에 속하는 주변부 톱니들보다 $\sqrt{3}$ 배만큼 더 넓다.

[0118] 도 7은 각각 축방향으로의 폭의 1단위, $\sqrt{3}$ 단위, $\sqrt{3}$ 단위 및 1단위뿐 아니라, 결합된 상들에 대하여 각도들이 도시된 자속 페이지 도를 도시한다. 상기 결합된 상들의 자속들 역시 도시된다.

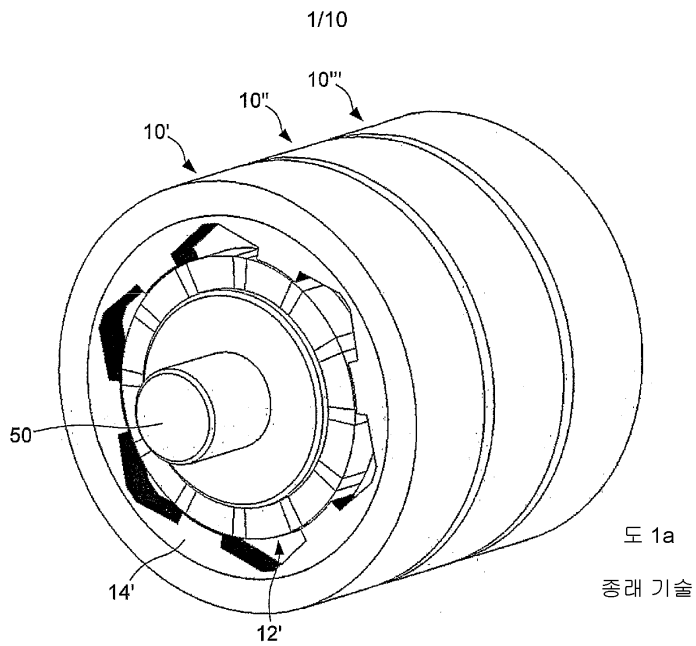
- [0119] 도 12는 고정 디바이스 및 이동 디바이스에서의 자속 경로들에 대한 일 예를 도시한다. 변형된 극 기계는 고정자 및 예를 들어 회전자인 이동 디바이스 양쪽 모두에서, "축 방향"을 가로지르는 방향의 자속 경로들을 이용하는, 3-차원(3D) 자속 경로를 갖는다.
- [0120] 도 12에서, 예를 들어 회전자인 이동 디바이스(12)는 3개의 톱니들(26)의 윤곽이 나타난 고정자 디바이스(10)에 대해 방사상으로 바깥쪽을 향하는 위치로부터 보여진다. 이동 디바이스/고정자 디바이스의 축 방향(304) 및 접선 방향(305)이 그려진다. 이동 디바이스의 내의 다수의 영구 자석들(22)은 극 섹션들(24) 사이에 끼어있는 빗금친 영역들로 도시된다. 상기 스케치(sketch)에서, 고정자 톱니들(26)은 두꺼운 선들로 도시된 주 자속 경로(300)를 발생시키는 극 섹션(24)에 바로 대향하여 있는 상황에 있다. 보이는 바와 같이 극 섹션들(24)을 통과하는 자속은 3-차원인 반면, 영구 자석들(22)을 통과하는 자속 방향은 주로 2-차원이다. 추가적으로, 자속은 2개의 이웃하는 극 섹션들 사이의 각 영구 자석(22)의 중심 구역들(301)에 주로 집중된다. 이동 디바이스(12)의 이러한 설계는 그러므로, 고정자 톱니(26)를 대향하는 이동 디바이스(12)의 표면으로 하여금 이웃하는 영구 자석들 모두로부터 톱니의 표면으로 총 자속을 모두 제공할 수 있도록, 영구 자석들로부터의 자속 집중을 가능하게 한다. 자속 집중은 톱니를 마주하는 영역에 의해 나뉘는 각각의 극 섹션을 마주하는 영구 자석들의 영역의 함수로서 보일 수 있다. 각 극 섹션의 이러한 자속 집중 특성은 이동 디바이스에서의 영구 자석으로서 저비용 이면서 자력이 약한 영구 자석들을 사용하는 것을 가능하게 하며 그리고 매우 높은 에어 갭 자속 밀도들을 얻는 것을 가능하게 한다. 자속 집중은 연자성 파우더로부터 만들어져서 도시된 바와 같은 유효한 3차원 자속 경로들을 가능하게 하는 극 섹션에 의해 용이하게 될 수 있다.
- [0121] 도 12에 도시되진 않았지만, 고정자 디바이스에는 대응하는 3-차원 자속 경로가 있다.
- [0122] 도 8에서 또한 보이는 바와 같이, 3-차원 자속 경로는 이동 디바이스(12)의 축방향 또는 가로지르는 자속 경로를 포함하는데, 상기 자속 경로는 움직임 방향에 횡 방향이다. 고정 디바이스 및 이동 디바이스 내의 3-차원 자속 경로들은 결합된 상들 고정자를 활용하는 때 특히 적합하다.
- [0123] 방사상(radial) 기계 또는 축방향(axial) 기계 또는 축방향 기계 및 방사상 기계의 혼합 모두가 가능하다.
- [0124] 축방향의 자속 버전의 경우, 에어 갭을 마주하는 톱니 영역들은 코일들 또는 권선들의 열들과 이러한 열들 사이에서 동심인(concentric) 열들을 형성할 수 있다. 따라서, 3-상 버전은 3개의 분리된 세트들로 설계될 수 있는데, 동심인 2개의 톱니들의 각 열들과 하나의 코일이나 또는 자성 연결을 회피하기 위하여 가장 가까운 상 세트에 대한 거리를 갖는 권선일 수 있다. 그러므로, 축방향으로, 결합된 상 배치는 2개의 이웃하거나 또는 인접한 톱니들의 열들을 방사상 에어 갭 자속 버전과 동일한 방법으로 결합할 수 있다(예를 들면 도 8을 참조).
- [0125] 일반적으로, 여기에서의 고정자 구조들은 연자성 파우더, 예를 들면 실질적으로 순수한 물 분사(atomised) 철 파우더 또는 전기 절연물질로 코팅되어 불규칙한 형상의 입자들을 갖는 스폰지 철 파우더 일 수 있다. 이 맥락에서, 용어 "실질적으로 순수"는 파우더에 포함된 것이 실질적으로 없어야 되며 그리고 불순물들 산소(O), 탄소(C) 및 질소(N)의 양이 최소한으로 유지되어야 됨을 의미한다. 평균 입자 크기들은 일반적으로 300 μm 미만 이면서 10 μm 초과이다.
- [0126] 그러나, 임의의 연자성 금속 파우더 또는 금속 합금 파우더는, 연자성 특성들이 충분하고 상기 파우더가 금형 압축에 적합하기만 하면 사용될 수 있다.
- [0127] 상기 파우더 입자들의 전기적 절연은 무기물 재료로 만들어질 수 있다. 특히, 본질적으로 순수한 철로 이루어진 기초 파우더의 입자에 관한 미국 특허 6348265(여기서 참조로써 통합되는)에 개시된 절연 타입에 적합하며, 상기 입자는 본질적으로 순수한 철은 절연 산소- 및 인- 함유 배리어를 갖는다. 절연 입자들을 갖는 파우더들은 스웨덴의 회가네스 아베로부터 이용가능한 Somaloy®500, Somaloy®505 또는 Somaloy®700로써 이용 가능하다.
- [0128] 특정 실시 예들이 상세하게 기술되었고 그리고 도시되었음에도 불구하고, 본 발명은 이들에 제한되는 것은 아니며, 그러나 뒤따르는 청구항에서 정의되는 청구 주체의 범위 내에서 다른 방식으로 역시 구현될 수 있다. 특히, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고도, 다른 실시 예들이 활용될 수 있으며, 그리고 구조상 및 기능상의 수정들이 행해질 수 있음이 이해되어야 한다.
- [0129] 몇 가지 수단을 열거하는 디바이스 청구항들에서, 이러한 몇몇 수단은 하나 및 동일한 하드웨어 아이템에 의해 구현될 수 있다. 특정 방법들이 서로 상이한 종속 청구항들에서 열거되거나 또는 서로 상이한 실시 예들에서 기술되었다는 사실만으로, 이러한 방법들의 조합이 유리하도록 사용될 수 없음을 나타내는 것은 아니다.

[0130] 용어 "포함하다/포함하는" 가 이 설명서에서 사용될 때는 언급된 특성들, 정수들, 단계들 또는 컴포넌트들의 존재를 명시하는 것으로 받아들여지지만, 그러나 하나 이상의 다른 특성들, 정수들, 단계들 컴포넌트들 또는 그것들의 그룹들의 존재나 추가를 불가능하게 하는 것은 아님은 강조되어야 한다.

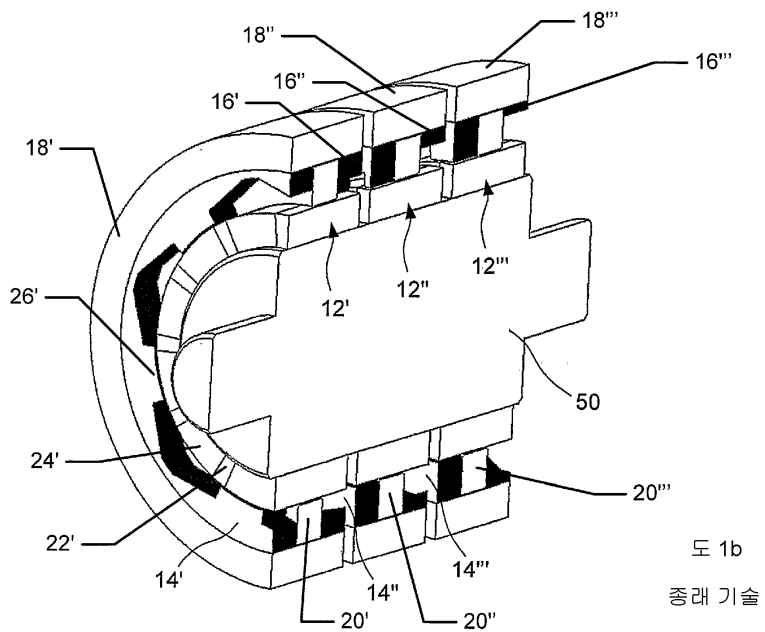
[0131] 삭제

도면

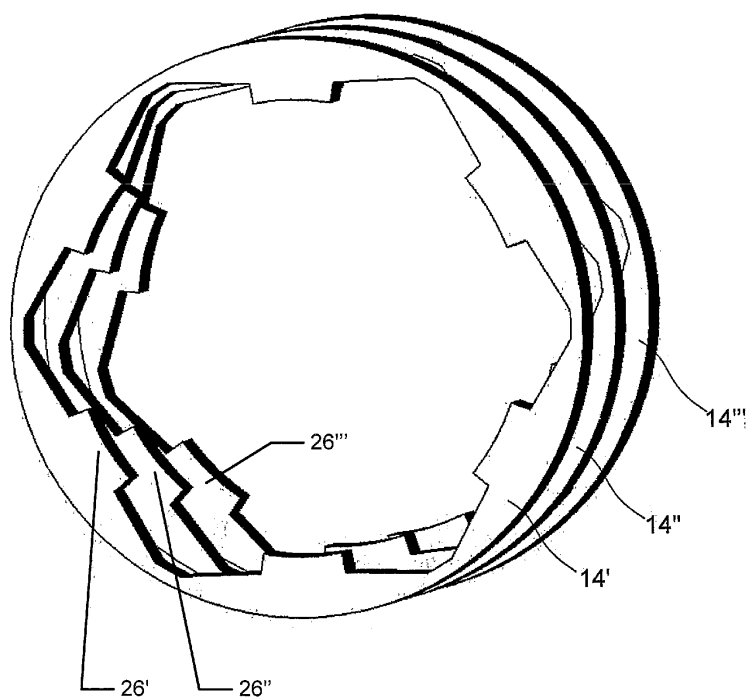
도면1a



도면 1b



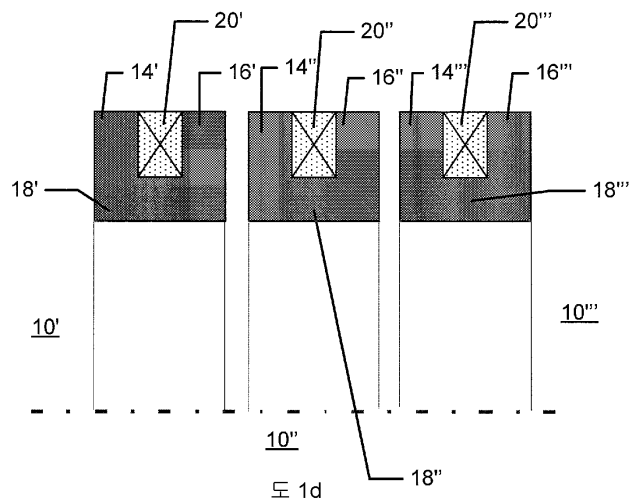
도면1c



도 1c

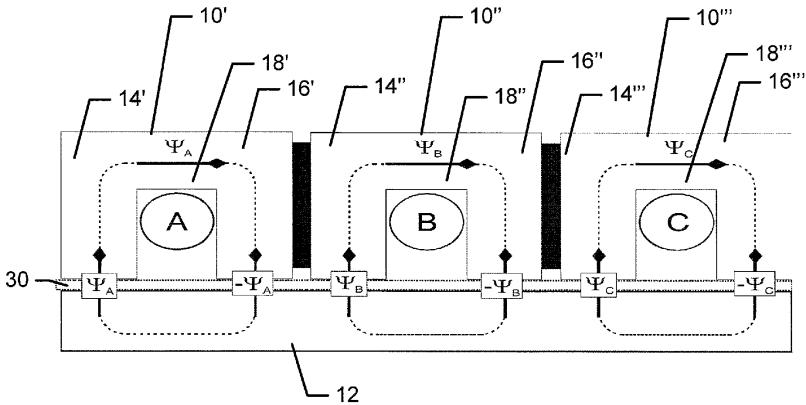
종래 기술

도면1d



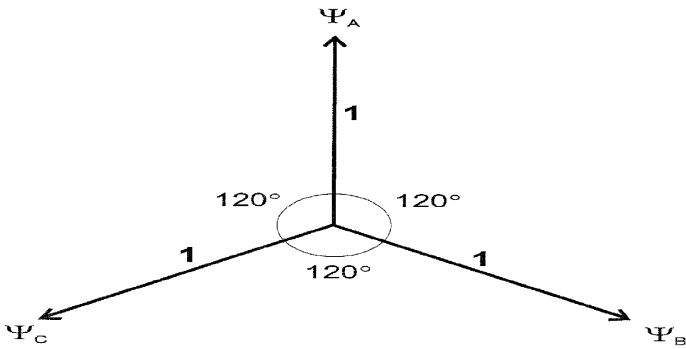
도 1d

도면2



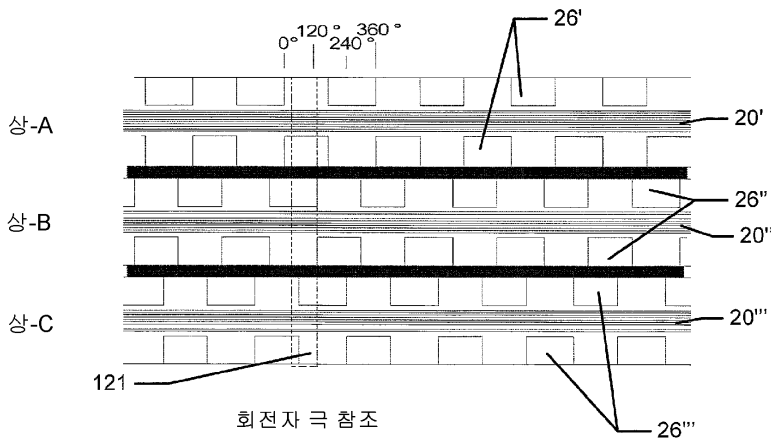
도 2

도면3



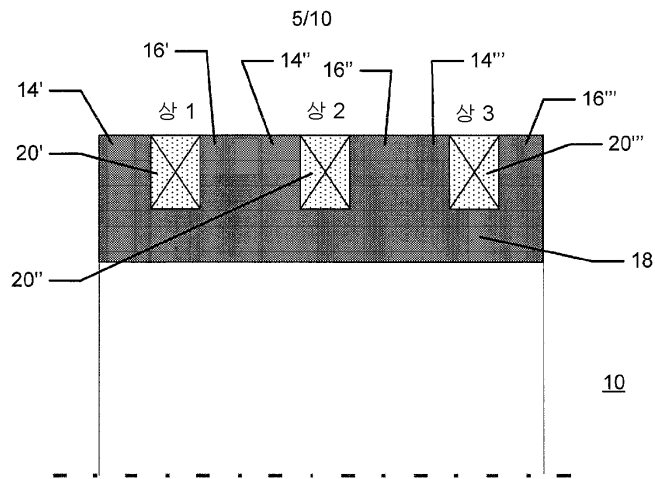
도 3

도면4



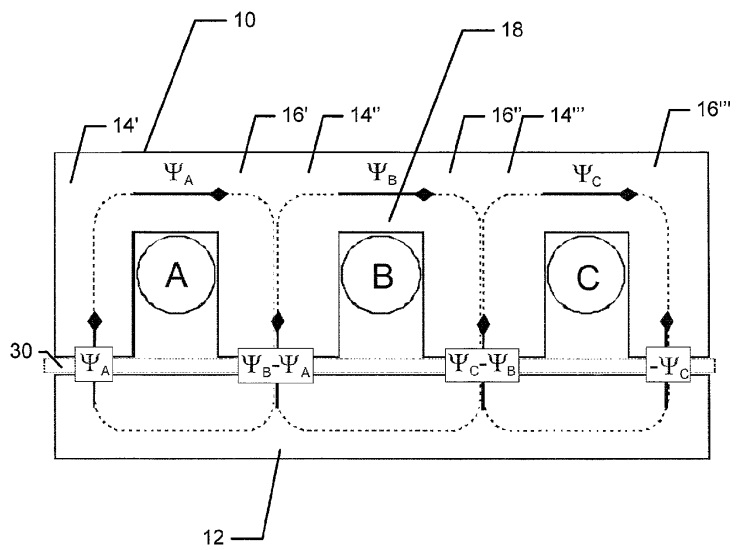
도 4

도면5



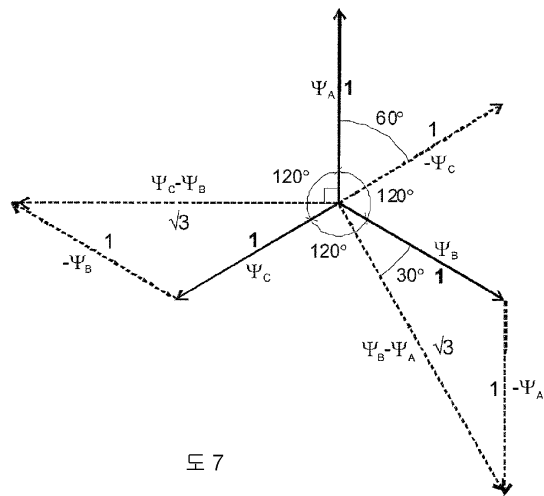
도 5

도면6



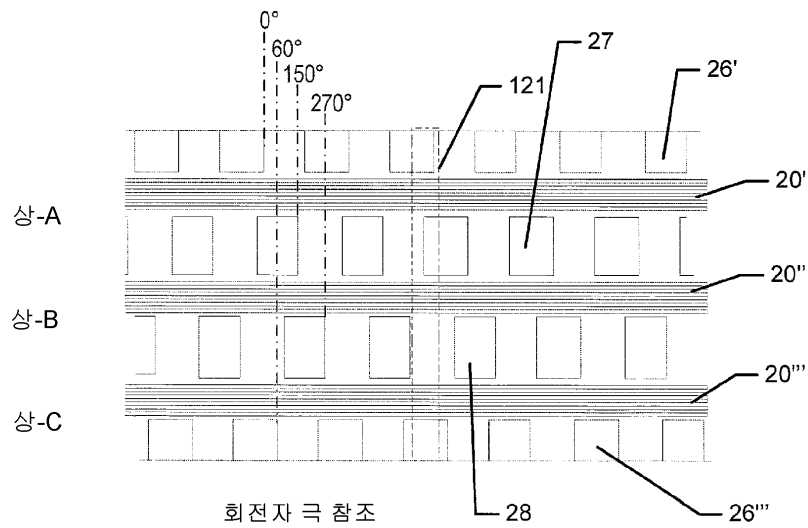
도 6

도면7



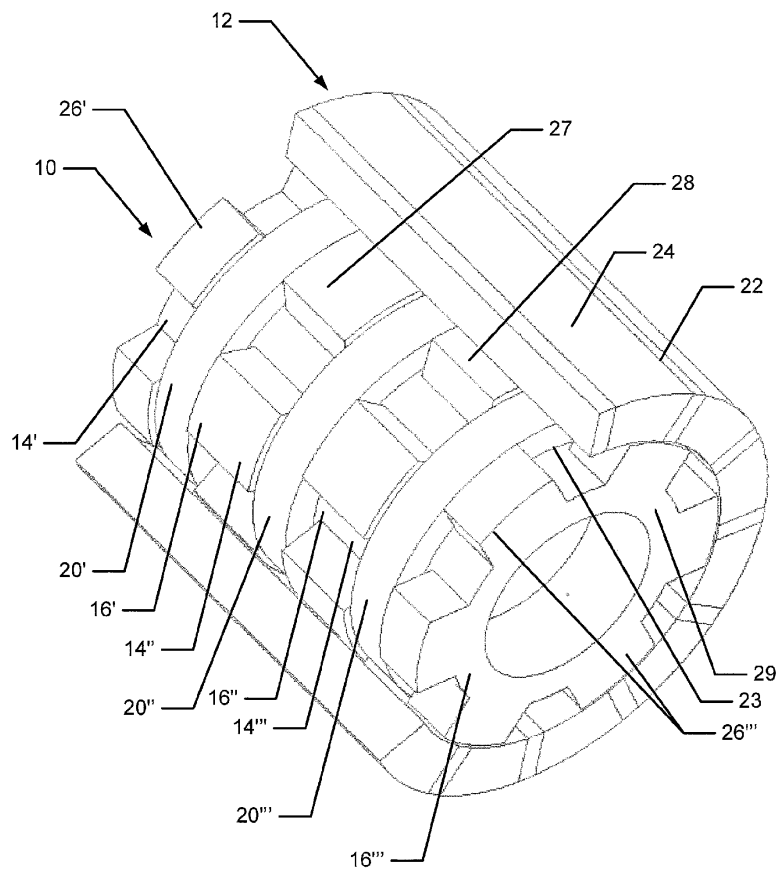
도 7

도면8



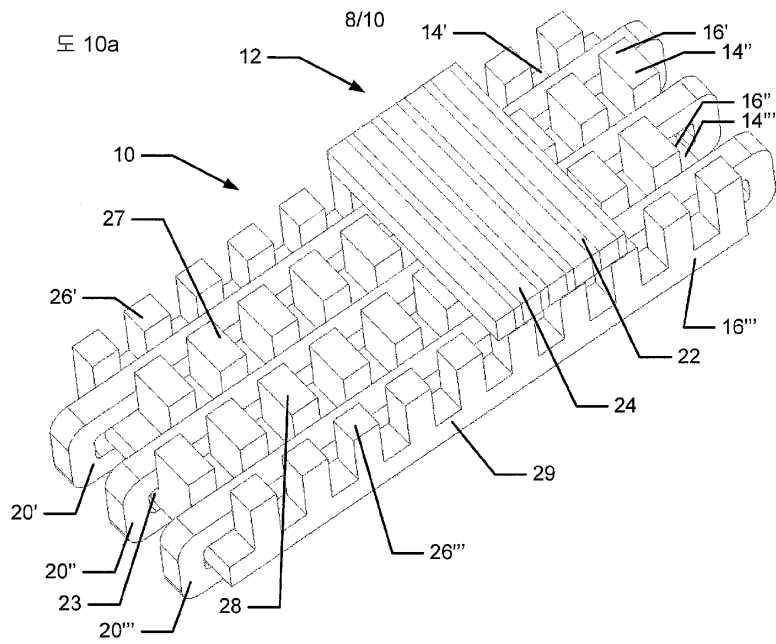
도 8

도면9

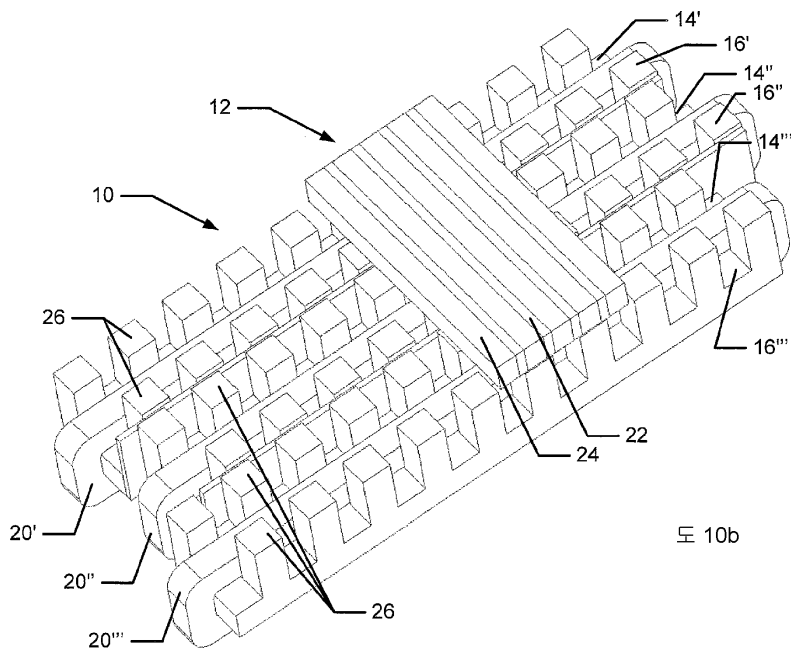


도 9

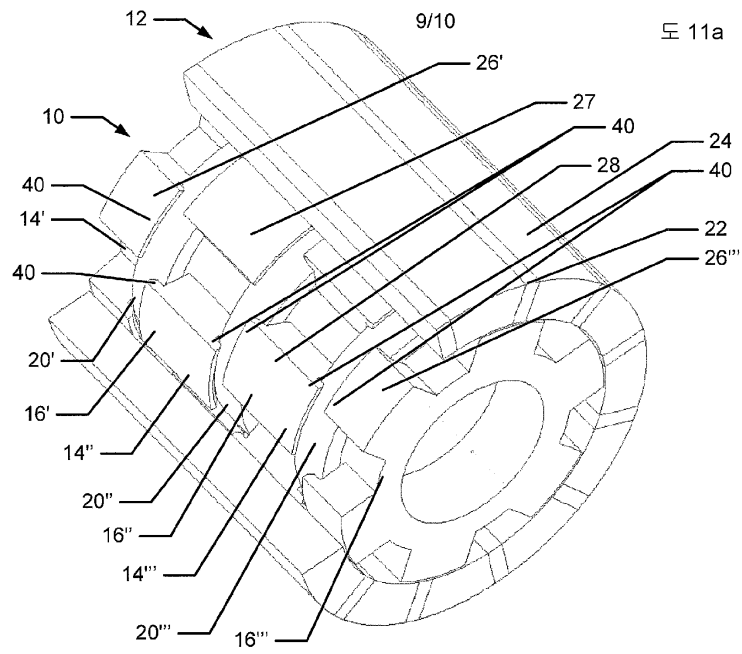
도면10a



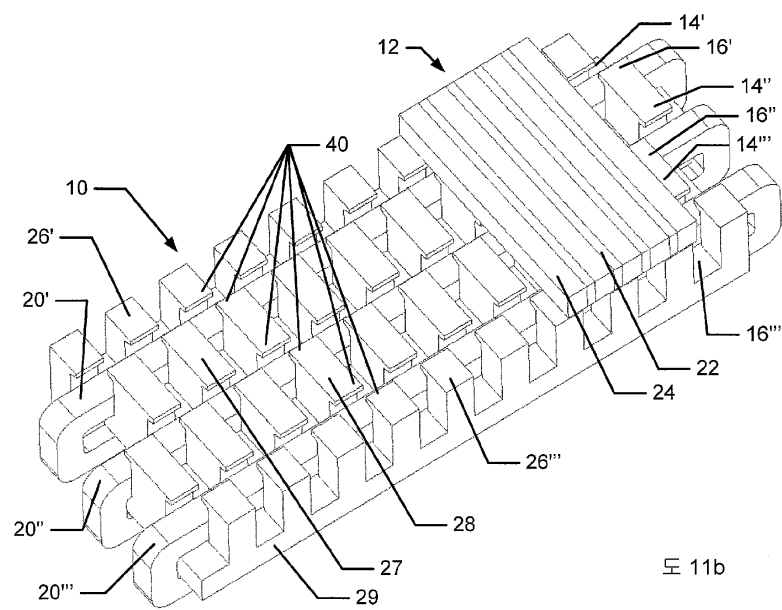
도면10b



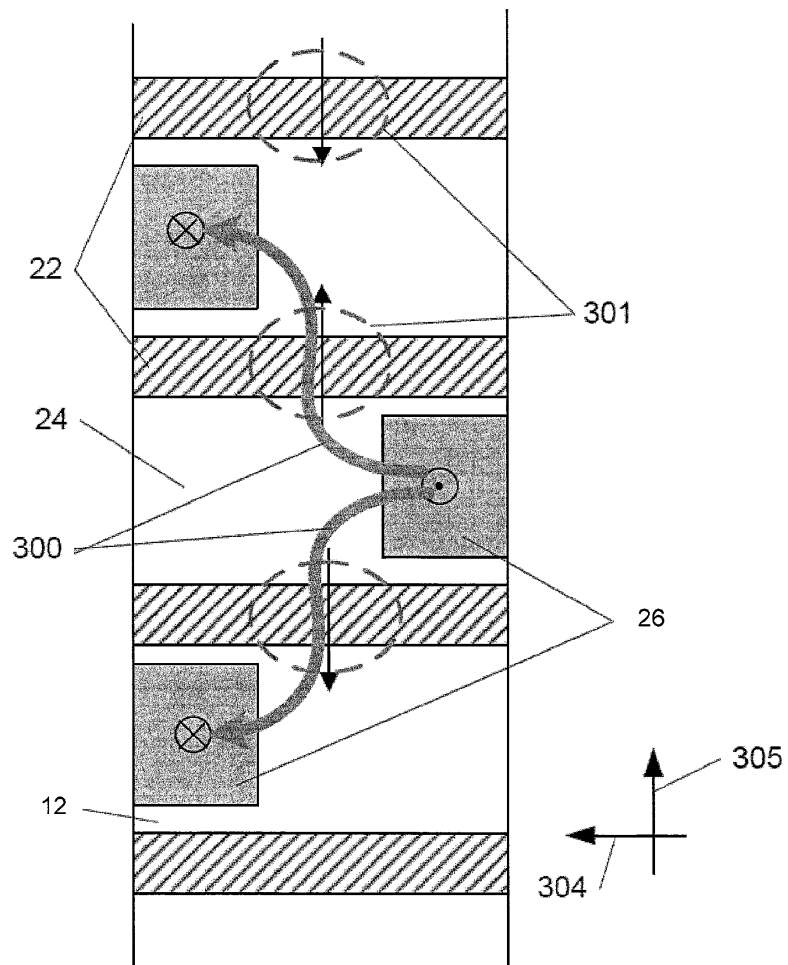
도면11a



도면11b



도면12



도 12