



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월20일
(11) 등록번호 10-1431291
(24) 등록일자 2014년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 1/27 (2006.01) H02K 21/46 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-7005311
(22) 출원일자(국제) 2007년08월15일
심사청구일자 2012년07월17일
(85) 번역문제출일자 2009년03월13일
(65) 공개번호 10-2009-0048631
(43) 공개일자 2009년05월14일
(86) 국제출원번호 PCT/BR2007/000206
(87) 국제공개번호 WO 2008/019459
국제공개일자 2008년02월21일
(30) 우선권주장
PI0603363-6 2006년08월16일 브라질(BR)
(56) 선행기술조사문헌
KR100492665 B1*
US05097166 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
월폴 예쎄.아.
브라질, 에스피, 상파울루, 브루클린
노보-04578-000, 에이브이. 다스 나코에스 유니다
스, 12.995, 32 안다르
(72) 발명자
칼러프, 플라비오, 제이. 에이치.
브라질, 에스씨 주앵빌, 에이피티 203, 137, 루
아 조알 데이스
버닝, 밀튼
브라질, 에스씨 주앵빌, 디, 에이피티 301-비엘.
1431, 루아 루이바르보사
(74) 대리인
김윤배

전체 청구항 수 : 총 19 항

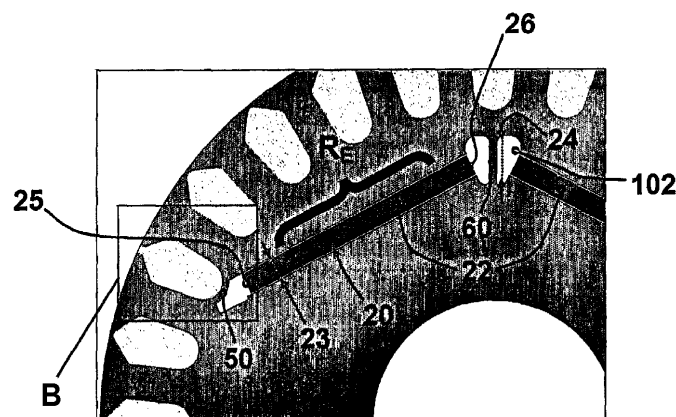
심사관 : 김동우

(54) 발명의 명칭 동기기계 및 동기기계 제조 프로세스

(57) 요약

본 발명은 동기기계 및 동기기계 제조 프로세스, 특히 회전자(10) 내에 영구자석(22)을 가진 동기기계에 관한 것으로, 그 목적은 자석에 의해 발생하는 자속의 누설이 저감되고 직축(直軸: direct axis)(32)과 횡축(橫軸: quadrature axis)(31)의 릴럭턴스(reluctance: 자기 저항)의 차를 최대화 하는 구조적인 특성을 갖는 기계를 제공하는 것이고, 동시에 장비의 양호한 기능을 위해 필요한 강도를 갖는 회전자가 얻어진다. 이들 목적은, 회전자(10)의 자석고정홈(magnet-fixation groove; 20)이 릴럭턴스 증가 채널(50, 60 80)을 형성하도록 구성된 연장된 단부(enlongate end; 101, 102, 103)를 갖추되, 제1 자유단부(25)로부터 회전자 홈 밑부분(151)의 단부에 인접한 영역으로 연장되는 제1의 연장된 단부(101)와, 릴럭턴스 증가 채널(60, 80)을 형성하도록 구성되되 그 쌍의 다른 고정홈(20)의 제2 자유단부(26)를 향하여 각각의 제2 자유단부(26)로부터 연장되는 제2의 연장된 단부(102)를 갖추고 있고, 제1의 연장된 단부연장된 단부연장된 단부연장된 단부연장된 단부연장된 단부 구성되되 릴럭턴스 증가 채널(50)을 형성하며, 개구부는 회전자(10)를 따라 그리고 고정홈(20)을 따라 연장되는 동기기계에 의해 달성된다. 또한, 동기기계를 제조하기 위한 프로세스도 개시되어 있다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

고정자 및 회전자(10)를 갖추되, 원통형상의 회전자가 표면부 및 회전자 핵 부분(12)을 가지며, 회전자(10)가 표면부에 배치된 케이지(16)를 갖추고, 케이지(16)는 케이지 홈(16)에 할당된 전도성 봉과 그들의 단부에서 봉을 상호연결하는 링(18)에 의해 형성되며,

회전자(10)가 적어도 한 쌍의 영구자석(22)을 더 갖추고, 이들 영구자석(22)은 자석 고정홈(20)에 할당되며, 자석 고정홈(20)이 기하학적 회전의 회전자(10) 축의 핵(12)과 동일 라인을 따라 배치되는 동기기계로서,

상기 자석 고정홈(20)이 맞물림 영역(R_E)과 제1 자유단부(25) 및 제2 자유단부(26)를 갖는 직사각형 단면을 가지며, 회전자(10)의 핵(12)을 따라 연장되고,

상기 영구자석(22)은 맞물림 영역(R_E)에서 회전자(10)에 고정적으로 결합되며,

상기 자석 고정홈(20)은 회전자(10)의 표면부(14)에 대해 시컨트 방식(할선 방식)으로 배치되고,

상기 자석 고정홈(20)은 제1 자유단부(25) 가까이에 릴럭턴스 증가 채널(50)을 형성하도록 구성된 제1의 연장된 단부(101)를 가지며, 제1의 연장된 단부(101)는 제1 자유단부(25)로부터 케이지 홈(16)의 내부 단부에 인접한 영역으로 연장되고, 제1의 연장된 단부(101)는 회전자(10)의 개구부로부터 구성되며, 개구부는 회전자(10)의 핵(12)을 따라 그리고 자석 고정홈(20)을 따라 연장되고, 자석 고정홈(20)은 제1 자유단부(25)와 제2 자유단부(26)에 인접한 변위 제한기(201, 202)를 가지며, 이들 변위 제한기는 자석 폭(23)에 평행한 방향으로 자석 고정홈(20) 내부로 연장되는 핵(12) 부분에 의해 형성되고, 자석(22)의 자석 고정홈(20)의 제1의 연장된 단부(101)에 근접한 케이지 홈(16)만이 핵(12)의 개구부를 통해 구성된 표면 브리지(70)를 갖되, 상기 개구부만이 회전자(10)의 표면부(14)와 자석 고정홈(20)의 제1의 연장된 단부(101)에 근접한 케이지 홈(16)의 외부 단부 사이에 설치되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 회전자(10)가 중앙 자극 영역(C_P) 및 단부 자극 영역(E_P)을 갖는 자극을 가지고, 중앙 자극 영역(C_P)과 단부 자극 영역(E_P) 사이에서 연장되는 자석 고정홈(20)이 쌍으로 설치되고 그 쌍의 각 자석 고정홈이 단부 자극 영역(E_P)으로부터 중앙 자극 영역(C_P)으로 연장되어 대칭적으로 배치되며, 자석 고정홈의 쌍이 중앙 자극 영역(C_P)에 가까이 이어지며 서로 인접하고 있도록 배치되며,

제2의 연장된 단부(102)는 릴럭턴스 증가 채널(60, 80)의 형성이 가능하도록 중앙 자극 영역(C_P)에 인접한 자석 고정홈(20)의 제2 자유단부(26) 가까이에 구성되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 제2의 연장된 단부(102)는, 릴럭턴스 증가 채널(60, 80)의 형성이 가능하도록 각각의 제2 자유단부(26)로부터 그 쌍의 다른 자석 고정홈(20)의 다른 제2 자유단부(26)를 향하여 연장되도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 4

청구항 1 또는 3에 있어서, 제1의 연장된 단부(101)는 자석 고정홈(20)의 제1 자유단부(25)의 방향으로 연장되어 회전자(10)의 홈 밀부분(15')의 단부에 평행한 단부를 갖도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 제1의 연장된 단부(101)는 회전자(10)의 홈 밀부분(15')의 전체 또는 적어도 일부분과 겹치도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 6

청구항 3에 있어서, 릴럭턴스 증가 채널이 회전자(10)의 기하학적 중심에 관하여 반경방향(radial direction)으

로 연장되도록, 직축의 방향으로 자석 고정홈(20)의 폭(23)에 관하여 릴럭턴스 증가 채널(60, 80)보다 큰 반경방향으로 연장부(24)를 갖춘 회전자(10)의 핵(12)에 리브를 형성하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 릴럭턴스 증가 채널(60)의 채널벽이 서로간에 평행한 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 8

청구항 6에 있어서, 릴럭턴스 증가 채널(60)의 채널벽이 서로간에 평행하지 않은 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 9

청구항 7 또는 8에 있어서, 중앙 자극 영역(C_p)에 인접한 제1 및 제2의 연장된 단부(101, 102) 중의 하나는, 자석 고정홈의 제1 및 제2 자유단부(25, 26)가 서로 인접하여 배치될 수 있도록 제1 및 제2의 연장된 단부(101, 102)의 다른 쌍을 향하여 연장되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 10

청구항 9에 있어서, 제1 및 제2의 연장된 단부(101, 102)가 인접하여 배치되고 서로 근접하여 배치되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 11

삭제

청구항 12

청구항 1에 있어서, 핵(12)의 개구부가 회전자(10)의 표면부를 따라 연장되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 13

청구항 1에 있어서, 자석 고정홈(20)은 단부 자극 영역(E_p) 내지 다른 이어지는 단부 자극 영역(E_p) 사이에서 연장되고, 자석 고정홈(20)의 제1 및 제2 자유단부(25, 26)가 홈 밀부분(15')을 둘러싸는 릴럭턴스 증가 채널(60')을 형성하는 제3의 연장된 단부(103)를 갖춘 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 제3의 연장된 단부(103)의 릴럭턴스 증가 채널(60')의 채널벽이 서로간에 평행한 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 15

케이지 회전자(10)를 구비하되 회전자(10)가 표면부(14)와 회전자(10) 핵(12)을 가지며,

회전자(10)가 표면부에 배치된 케이지(16)를 갖추고, 케이지(16)는 케이지 홈(16)에 할당된 전도성 봉과 그들의 단부에서 봉을 상호연결하는 링(18)에 의해 형성되며,

회전자(10)가 적어도 한 쌍의 영구자석(22)을 더 갖추고, 이들 영구자석(22)은 자석 고정홈(20)에 할당되며, 자석 고정홈(20)이 기하학적 회전의 회전자(10) 축의 핵(12)과 동일 라인을 따라 배치되고,

회전자(10)가 중앙 자극 영역(C_p)과 2개의 단부 자극 영역(E_p)을 갖는 자극을 가지는 동기기계로서,

자석 고정홈(20)의 쌍이 대칭적으로 배치되어 맞물림 영역(R_E)과 제1 자유단부(25) 및 제2 자유단부(26)를 갖는 직사각형 단면을 가지며, 자석 고정홈(20)이 회전자(10)의 핵(12)을 따라 연장되고 서로 인접하게 되어 있으며,

상기 영구자석(22)은 맞물림 영역(R_E)에서 회전자(10)에 고정되어 결합되고,

자석 고정홈(20)은 회전자(10)의 표면부(14)에 대해 시퀀트 방식(할선 방식)으로 배치되고 단부 자극 영역(E_p)

의 하나와 중앙 자극 영역(C_p) 사이에서 연장되며,

제1의 연장된 단부(101)를 갖는 자석 고정홈(20)이 제1 자유단부(25) 가까이에 릴럭턴스 증가 채널(50)을 형성하도록 구성되고, 릴럭턴스 증가 채널(50)이 회전자(10)의 홈 밀부분(15')에 평행하게 연장되며, 릴럭턴스 증가 채널(50)이 회전자(10)의 홈 밀부분(15')의 반경의 전체 또는 일부분과 겹치고, 회전자가 표면부에 배치된 케이지를 갖추고, 케이지는 케이지 홈에 할당된 전도성 봉과 그들의 단부에서 봉을 상호연결하는 링에 의해 형성되며, 자석(22)의 자석 고정홈(20)의 제1의 연장된 단부(101)에 근접한 케이지 홈(16)만이 핵(12)의 개구부를 통해 구성된 표면 브리지(70)를 갖되, 상기 개구부만이 회전자(10)의 표면부(14)와 자석 고정홈(20)의 제1의 연장된 단부(101)에 근접한 케이지 홈(16)의 외부 단부 사이에 설치되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 16

청구항 15에 있어서, 자석 고정홈(20)의 단부 중의 하나는, 회전자(10) 핵(12) 필렛이 자석 고정홈의 제1 및 제2 자유단부(25, 26)와 인접한 케이지 홈(16)의 내부 단부 사이에 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 17

청구항 15에 있어서, 자석 고정홈(20)은 제1 자유단부(25)와 제2 자유단부(26)에 인접한 변위 제한기(201, 202)를 가지며, 이들 변위 제한기는 자석 폭(23)에 평행한 방향으로 자석 고정홈(20) 내부로 연장되는 핵(12) 부분에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 18

케이지 회전자(10)를 구비하되 회전자(10)가 표면부(14)와 회전자(10) 핵(12)을 가지며, 회전자(10)가 표면부에 배치된 케이지(16)를 갖추고, 케이지(16)는 케이지 홈(16)에 할당된 전도성 봉과 그들의 단부에서 봉을 상호연결하는 링(18)에 의해 형성되며, 회전자(10)가 적어도 한 쌍의 영구자석(22)을 더 갖추고, 이들 영구자석(22)은 자석 고정홈(20)에 할당되며, 자석 고정홈(20)은 기하학적 회전의 회전자(10) 축의 핵(12)과 동일 라인을 따라 배치되고, 회전자(10)가 중앙 자극 영역(C_p)과 2개의 단부 자극 영역(E_p)을 갖는 자극을 가지는 동기기계로서, 자석 고정홈(20)의 쌍이 대칭적으로 배치되어 맞물림 영역(R_E)과 제1 자유단부(25) 및 제2 자유단부(26)를 갖는 직사각형 단면을 가지며, 자석 고정홈(20)이 회전자(10)의 핵(12)을 따라 연장되고 서로 인접하게 되어 있으며, 상기 영구자석(22)은 맞물림 영역(R_E)에서 회전자(10)에 고정되어 결합되고, 자석 고정홈(20)은 회전자(10)의 표면부(14)에 대해 시컨트 방식(할선 방식)으로 배치되고 단부 자극 영역(E_p)의 하나와 중앙 자극 영역(C_p) 사이에서 연장되며, 제1의 연장된 단부(101)를 갖는 자석 고정홈(20)이 제1 자유단부(25) 가까이에 릴럭턴스 증가 채널(50)을 형성하도록 구성되고, 릴럭턴스 증가 채널(50)은 회전자(10)의 홈 밀부분(15')에 평행하게 연장되어 회전자(10)의 홈 밀부분(15')의 주변을 포함하는 곡면 형상을 가지며, 릴럭턴스 증가 채널(50)이 회전자(10)의 홈 밀부분(15')의 반경의 전체 또는 일부분과 겹치고, 자석(22)의 자석 고정홈(20)의 제1의 연장된 단부(101)에 근접한 케이지 홈(16)만이 핵(12)의 개구부를 통해 구성된 표면 브리지(70)를 갖되, 상기 개구부만이 회전자(10)의 표면부(14)와 자석 고정홈(20)의 제1의 연장된 단부(101)에 근접한 케이지 홈(16)의 외부 단부 사이에 설치되는 것을 특징으로 하는 동기기계.

청구항 19

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 기재된 동기기계를 제조하기 위한 프로세스로서,

회전자(10) 핵(12)의 제조가 제1, 제2의 연장된 단부(101, 102)를 형성하기 위한 스탬핑 단계와, 이들 단부 근방에 릴럭턴스 증가 채널(50, 60)을 형성하기 위한 스탬핑 단계를 갖춘 것을 특징으로 하는 동기기계 제조 프로세스.

청구항 20

청구항 19에 있어서, 회전자(10)의 표면부(14)와 자석 고정홈(20)에 인접한 케이지 홈의 외부 단부 사이에 핵(12)의 개구부(70)를 만들기 위한 스탬핑 단계를 구비한 것을 특징으로 하는 동기기계 제조 프로세스.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 동기기계 및 동기기계 제조 프로세스, 특히 회전자의 영구자석과 직접 시동(direct start)을 위한 케이지(cage)를 갖춘 동기기계에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 영구자석을 갖춘 동기기계는, 종래기술로부터 알려져 있고, 기본적으로는 고정자(stator) 및 회전자(rotor)를 갖추며, 회전자는 실질적으로 원통형상이고 표면부 및 회전자 핵을 가지며, 회전자는 표면부에 배치된 케이지(cage)를 갖추 수도 있고, 케이지는 단락회로 링에 의해 그들의 단부에 연결된 평행봉(parallel bar)에 의해 형성된다. 이러한 회전자 구성은, 케이지 회전자로서 알려져 있고, 기계를 시동하는 프로세스에 유용하다.
- [0003] 회전자 내부에는, 회전자 핵(rotor nucleus; 또는 회전자 코어)에서 세로로 배치되어 있는 고정홈(fixation groove) 내에 영구자석의 쌍을 할당할 수도 있다.
- [0004] 전기적인 특성이 관련되어 있는 한에 있어서는, 회전자는 각 기계의 특성 및 응용에 따라 변동하는 다수의 자극(pole)을 가진다.
- [0005] 회전자 내부에 할당된 영구자석은, 기계 자기화 플럭스(machine-magnetization flux)를 발생하는 목적을 가진다.
- [0006] 이러한 형태의 기계에서 발견된 공통의 사실은, 다음과 같은 점에서 1) 동일한 자극의 자석의 할당을 위한 홈 사이, 2) 자석의 할당을 위한 홈과 케이지의 인접한 홈 사이, 3) 회전자 홈의 부리(beak)와 회전자의 외부 반경 사이에 형성된 강철 브리지(steel bridge)를 통한 자석의 자기적인 단락회로에 의해 야기되는 플럭스 누설이다. 이러한 효과뿐만 아니라 플럭스 손실 점(flux-loss point)은 자속선(magnetic flux line)을 나타내는 도 6으로부터 더 잘 이해할 수 있다.
- [0007] 이러한 관점에서, 도 9로부터 알 수 있는 바와 같이 이와 같이 해서 자속의 손실을 없앨 수 있기 때문에 세로로 완전히 절단된 핵을 자석에 제공하는 것이 이상적일 수 있다. 이 경우에 회전자는 전기 기계의 기능(functioning)을 위해 필요한 기계적인 안정성을 가질 수 없기 때문에, 이 상황은 가설연역적(hypothetical)일 뿐이다.
- [0008] 영구자석의 응용의 이용을 개시하고 있는 종래기술의 해결책(solution)의 하나는, 문헌 US 6,876,119에 개시되어 있다. 이 종래기술의 개시내용에 따르면, 서로 자석 세트의 접합을 통해 V자 형상의 자석으로 제공되는 회전자를 갖춘 동기 모터를 개시하고 있다. 이러한 해결책은 자기적인 시점으로부터는 양호하지만, 스탬핑 프로세스(stamping process) 중에 제거되는 다량의 강철로 인해 블레이드 패킷(blade packet)의 기계적인 안정성(강도)에 관하여 문제가 나타날 수 있다. 알루미늄의 주입 중에 강철 패킷에 충분한 변형이 발생한다는 사실과 동맹한 이러한 사실은, 기계의 신뢰성을 손상시키는 회전자의 부식의 문제를 일으킬 수 있다. 이러한 문제는, 연마, 기계 가공(machining) 또는 유사한 프로세스 등의 부식을 저감하기 위한 회전자의 후속의 처리를 필요로 한다. 동일한 레퍼런스는, 그들이 자석에 접근하여 동일한 자석에서 한 자극으로부터 다른 자극으로의 자속의 단락회로를 방지하도록 더 큰 깊이를 갖는 자석의 단부 가까이에 홈을 구성할 가능성을 더 개시하고 있다. 이 해결책은 자속의 단락회로의 문제를 최소로 하지만, 실용적 및 경제적인 본질의 곤란한 문제를 일으키는 특수화된 스탬핑 도구(stamping tool)를 필요로 하는 기계를 제조하는 프로세스 중에 케이지-회전자 홈이 특별히 구성되어 특정의 방법으로 재치되어야 할 필요가 있기 때문에, 전기 기계의 구성을 곤란하게 만든다.
- [0009] 이 레퍼런스의 다른 특성은, 직축(直軸: direct axis) 및 횡축(橫軸: quadrature axis)에서 유사한 릴럭턴스(reluctance: 자기 저항)를 나타낸다는 사실이다. 그렇지만, 이와 같이 작업 조건에서 릴럭턴스 토크를 이용하는 것이 가능하지 않고, 이것은 다음과 같은 이유로 발생한다.
- [0010] 동기 전동기에 의해 발생하는 토크는 2가지의 컴포넌트로 분할될 수 있다.
- [0011] (a) 동기 토크(synchronous torque): 이것은 자석 분야 및 주요 방적 분야 사이의 동기 토크를 나타낸다. 이것은 다음 식 (1)에 의해 계산될 수 있다.

$$T_{sinc} = \frac{p}{2 \cdot \pi \cdot f} \cdot \left(\frac{V_1 \cdot E_f}{X_{sd}} \right) \cdot \sin(\delta) \quad (1)$$

여기서, p = 자극의 수,

f = 주파수 [Hz]

V1 = 공급전압(feed voltage) [V]

Ef = 자석에 의해 유도된 EMF [V]

Xsd = 직축의 동기 리액턴스(synchronous reactance) [Ω]

ζ = 부하각(load angle)

a) 틸력턴스 토크: 이것은 직축과 횡축 사이의 틸력턴스의 차로 인해 나타난다. 이것은 다음 식 (2)에 의해 계산될 수 있다.

$$T_{rel} = \frac{p \cdot V_1^2}{4 \cdot \pi \cdot f} \cdot \left(\frac{1}{X_{sq}} - \frac{1}{X_{sd}} \right) \cdot \sin(2 \cdot \delta) \quad (2)$$

여기서, Xsd = 횡축의 동기 리액턴스 [Ω]

동기 속도의 모터에 의해 발생하는 총 토크는 Tsync + Trel의 합이다. 이와 같이, 직축 틸력턴스와 횡축 틸력턴스가 얻어지는 최대 토크값에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

보다 구체적으로는, 모터 부하각의 함수로서의 각 토크부 및 그 편차(variation)의 영향은 도 1에 나타난 바와 같이 도해적으로 분해하면 더 잘 이해할 수 있다. 이들 식에 의해 나타난 바와 같이, 직축 틸력턴스 및 횡축 틸력턴스의 다른 값은 모터에 의해 발생하는 최대 토크의 다른 값을 유발할 수 있다. 2극(2-pole) 모터를 근거로 하면, 이하의 구성, 도 2a에서는 직축의 진폭이 횡축의 진폭과 실질적으로 동일한 경우(Xd ≃ Xq)의 상황, 도 2b에서는 직축의 진폭이 횡축의 진폭보다 작은 경우(Xd < Xq)의 상황, 도 2c에서는 직축의 진폭이 횡축의 진폭보다 큰 경우(Xd > Xq)의 상황의 각각에 대해 최대 토크의 진폭을 계산할 수 있다.

변형례의 각각에 대해, Xd 및 Xq 값은 유한 요소(finite element)의 분석에 의해 얻어졌다. 식 (1) 및 (2)를 이용함으로써, 도 3의 그래프에 나타난 바와 같이 총 토크의 값을 모터 부하각의 함수로서 계산한다. 이 그래프에서 알 수 있는 바와 같이, 최대 토크는 Xd < Xq의 경우에 더 크다. 이들의 대부분은, 동기 토크의 부분의 손실의 값을 현저하게 증가시키는 직축 동기 리액턴스의 강하로 인한 것이다.

발명의 상세한 설명

종래기술의 문제를 극복하기 위해, 본 발명은 단락회로 자속의 통로(passage)에 대해 틸력턴스를 일으키기 위한 특별한 크기의 회전자의 홈을 이용해서 케이징 회전자 홈 주위뿐만 아니라 자석의 단부 근방의 단락회로 자속을 저감시켜 이전의 기술에 따라 발생하는 손실을 저감하는 목적을 가지고 있다. 그 밖에, 종래기술에 따른 기계에서 발생하는 동적인 문제(회전자의 부식)는 연마, 기계 가동 등의 필요한 범위가 축소되는 것에 의해 극복된다.

해결책의 하나는, 제1 자유단 근방에 틸력턴스 증가 채널(reluctance-increase channel)을 형성하는 긴 브리지(elongate bridge)를 갖추는 특별한 크기의 홈과 같은 영구자석용의 고정홈을 갖는 동기기계의 응용을 예지한다. 제1 자유단은 회전자 케이징의 홈 중의 하나에 인접하여 배치되어 있고, 긴 브리지는 고정홈의 자유단과 케이징 홈의 내부 단부 사이에 형성되어 있다. 긴 단부는 회전자의 개구부로부터 구성되어 있고 회전자를 따라 그리고 고정홈을 따라 연장된다. 이러한 구성은, 회전자 핵을 형성하는 블레이드의 제조 중에 스탬핑에 의해, 또는 회전자가 이미 실장되어 있을 때는 여전히 천공(perforation)에 의해 얻을 수 있다.

따라서, 자석의 단부에서 누설되는 경향이 있는 자속이 저감되고, 핵 내의 채널의 개구부에 의해 자석의 단락회

로 자속으로의 릴럭턴스가 일어나기 때문에 손실이 최소화된다.

- [0028] 본 발명의 다른 해결책은, 서로서로 분리된 회전자 내에 자석을 유지하고, 또 자석 고정 채널의 타단 가까이에 (또는 제2 자유단 가까이에) 릴럭턴스 증가 채널을 제공하는 것이다. 이 경우, 영구자석이 쌍으로 설치되어 있기 때문에, 릴럭턴스 증가 채널은 동시에 (i) 자속의 단락회로를 방지하고 (ii) 회전자가 이동할 때 손상되지 않는 전기 기계의 특성을 위해 충분한 레벨로 회전자의 강도를 유지할 수 있도록 구성되어야 한다.
- [0029] 더욱이, 자속이 회전자 홈 바깥에서 단락회로로 되는 것을 방지하기 위해, 본 발명에 따르면 회전자 표면을 따라 연장되는 브리지와 같은 케이지 홈의 표면부와 밑바닥 단부(bottom end)(또는 홈의 부리) 가까이에 핵의 개구부를 통해 구성된 표면 브리지를 예지한다.
- [0030] 따라서, 자석 고정홈의 단부 가까이에 브리지를 놓고 케이지 홈과 회전자의 단부 표면 사이의 브리지를 개구함으로써, 자석 단부에서 단락회로 자속을 저감하고 또 케이지 홈 둘레의 단락회로 자속을 저감하는 것이 가능하다. 동시에, 회전자의 기계적인 안정성을 유지하도록 관리한다.
- [0031] 본 발명의 다른 목적은, 직축 릴럭턴스와 횡축 릴럭턴스의 현저한 차이를 회전자에 발생시키는 것이다. 이것은, 자석을 배열하기 위한 홈과, 직축을 향하는 플럭스의 통로를 곤란하게 만들고 횡축의 방향으로 촉진하도록 배열되어 있는 릴럭턴스 증가 채널을 형성하는 긴 브리지를 이용하여 달성된다. 이 해결책에 의해, 최대 토크 작업조건을 최대 하도록 발생하는 릴럭턴스 토크를 이용하는 것이 가능하다.
- [0032] 본 발명의 목적은, 영구자석과 직접 시동을 가지되, 자석에 의해 발생하는 자속의 누설이 저감되고, 동시에 기계의 양호한 기능을 위해 충분한 강도를 갖는 회전자가 얻어지는 동기 전기 기계를 제공하는데 있다. 본 발명의 다른 목적은, 직축과 횡축간의 회전자 릴럭턴스의 관계에서의 증가를 달성하는데 있다.
- [0033] 이러한 목적은, 고정자 및 회전자를 갖추되, 회전자가 실질적으로 원통형상이면서 표면부 및 회전자 핵 부분을 가지며, 회전자가 표면부에 배치된 케이지를 갖추고, 케이지는 케이지 홈에 할당된 전도성 봉과 그들의 단부에서 봉을 상호연결하는 링에 의해 형성되며, 회전자가 적어도 한 쌍의 영구자석을 더 갖추고, 이들 영구자석은 자석 고정홈에 할당되며, 자석 고정홈이 회전자의 핵에 세로로 배치되고, 상기 고정홈이 맞물림 영역과 제1 자유단부 및 제2 자유단부를 갖는 실질적으로 직사각형부를 가지며, 회전자를 따라 연장되고, 상기 영구자석은 맞물림 영역에서 회전자에 고정적으로 결합되며, 고정홈은 회전자의 표면부에 대해 시컨트 방식(secant manner: 할선 방식)으로 배치되고, 고정홈은 제1 자유단 가까이에 릴럭턴스 증가 채널을 가지도록 구성된 제1의 연장된 단부를 가지며, 이 연장된 단부는 제1 자유단부로부터 홈 밑부분의 단부에 인접한 영역으로 연장되고, 제1의 연장된 단부는 회전자의 개구부로부터 구성되며, 개구부는 회전자를 따라 그리고 고정홈을 따라 연장되고, 자석 고정홈은 제1 자유단부와 제2 자유단부에 인접한 변위 제한기를 가지며, 이들 변위 제한기는 자석 폭에 평행한 방향으로 자석 고정홈 내부로 연장되는 핵 부분에 의해 형성되는 동기기계에 의해 달성된다.
- [0034] 본 발명의 다른 목적은, 케이지 회전자를 구비하되 회전자가 표면부와 회전자 핵을 가지며, 회전자가 적어도 한 쌍의 영구자석을 갖추고, 이들 영구자석은 자석 고정홈에 할당되며, 자석 고정홈은 회전자의 핵에 세로로 배치되고, 회전자가 중앙 자극 영역과 2개의 단부 자극 영역을 가지며, 자석 고정홈의 쌍이 대칭적으로 배치되어 맞물림 영역과 제1 자유단부 및 제2 자유단부를 갖는 실질적으로 직사각형 단면을 가지고, 고정홈이 회전자를 따라 연장되고 서로 인접하게 되어 있으며, 상기 영구자석은 맞물림 영역에서 회전자에 고정되어 결합되고, 고정홈은 회전자의 표면부에 대해 시컨트 방식(할선 방식)으로 배치되고 단부 자극 영역의 하나와 중앙 자극 영역 사이에서 연장되며, 자석 고정홈이 제1 자유단 가까이에 릴럭턴스 증가 채널을 형성하도록 조립되고, 릴럭턴스 증가 채널이 회전자 홈 밑부분에 평행하게 연장되며, 릴럭턴스 증가 채널이 홈 밑부분의 반경의 전체 또는 일부분과 겹치는 동기기계에 의해 달성된다.
- [0035] 본 발명의 다른 목적은, 자석 고정홈의 단부 가까이에 긴 브리지 및 릴럭턴스 증가 채널을 형성하기 위한 스텝핑 단계와, 회전자의 표면부와 자석 고정홈에 인접한 케이지 홈의 외부 단부 사이의 핵의 개구부를 통해 표면 브리지를 구성하기 위한 스텝핑 단계를 갖춘 동기기계를 제조하는 프로세스에 의해 달성된다.

실시예

- [0050] 도 4 내지 도 7로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 개시내용에 따른 동기기계는 고정자(도시하지 않음)와 회전자(10)를 구비하고 있다.

- [0051] 회전자(10)는, 실질적으로 원통형상이고 표면부(14) 및 회전자 핵(12)을 가지며, 회전자(10)는 회전자의 표면부(14)에 설치되되 케이지(17)가 할당되어 있는 홈(15)을 갖추고, 상기 케이지(17)는 전도성 권선(conductive windings) 또는 홈(15) 내에 할당된 봉(bar; 16) 및 그들의 단부에서 봉을 상호연결하는 링(17)에 의해 형성된다. 이 어셈블리는 도 10으로부터 알 수 있는 바와 같이 마무리 칠(finish; 71)을 수용할 수 있다.
- [0052] 더욱이, 2극(2-pole) 회전자의 실시예를 나타내는 도 4 내지 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 이 실시예에서는 회전자(10)가 자석 고정홈(20)에 할당되어 있는 적어도 한 쌍의 영구자석(22)을 더 구비하고 있고, 이들 자석 고정홈(20)은 회전자(10) 핵에 세로로 배치된다. 바람직하게는, 자석 고정홈(20)은 회전자(10)를 따라 연장되고 맞물림 영역(engagement region; R_E)과 제1 자유단부(25) 및 제2 자유단부(26)를 갖는 실질적으로 직사각형 부를 갖추고 있다. 이들 도면에서 상세히 알 수 있는 바와 같이, 각 영구자석(22)은 맞물림 영역(R_E)에서 회전자(10)에 고정되어 결합되어 있다.
- [0053] 회전자(10)는, 2극 구성에서 설명을 위해 각 자극을 중앙 자극 영역(C_P) 및 2개의 단부 자극 영역(E_P)을 갖는 것으로 분할할 수 있도록 다수의 케이지 홈(16)을 따라 연장되는 자극을 가지고 있다.
- [0054] 자석 고정홈(20)의 배치에 관해서는, 그들은 회전자(10)의 표면부(14)에 대해 시컨트 방식(secant manner: 할선 방식)으로 배치되어 단부 자극 영역(E_P)의 하나와 중앙 자극 영역(C_P) 사이에서 연장되고, 고정홈은 케이지 홈(16)의 홈 밀부분(또는 부리; 15')에 가까이 이어진다.
- [0055] 도 6(도 4의 A부분의 확대도)에서 상세히 알 수 있는 바와 같이, 고정홈(22)은 제1 자유단(25) 가까이에 릴렉턴스 증가 채널(50)을 가지며, 이 릴렉턴스 증가 채널(50)은 긴 브리지를 형성하도록 구성되고 인접한 회전자의 홈 밀부분(15')의 전체 또는 적어도 일부분과 겹치도록 조립된다. 이러한 구성은 도 7(도 6의 B부분의 확대도)에서 더 상세히 알 수 있다.
- [0056] 바람직하게는, 가능한 한 얇은 릴렉턴스 증가 채널(50)을 얻도록 제1 자유단부(25)로부터 홈 밀부분 단부(15')에 인접한 영역으로 연장될 수 있도록, 제1의 연장된 단부(101)를 형성하도록 자석 고정홈의 단부 중의 하나를 구성하기 위한 것을 선택한다. 이와 같이, 홈 밀부분 단부(15')에 평행한 채널벽을 구성하기 위한 것을 선택하는 것이 바람직하다.
- 도 7에서 그리고 도 13에서 주로 상세히 알 수 있는 바와 같이, 2극 모터의 제1의 연장된 단부(101) 및 4극 모터용의 제1의 연장된 단부(103)는 실질적으로 홈 밀부분 단부(15')의 주변을 포함하는 곡면 형상(curved shape) 또는 맞물림 형상을 가진다.
- 도 7 및 도 13에 나타난 바와 같은 이러한 곡면 또는 맞물림 형상은 홈 밀부분 단부(15')뿐만 아니라 도 13에 나타난 바와 같은 홈의 선형 영역(linear region)까지 그 주변도 피복한다. 이 경우, 전술한 바와 같이, 릴렉턴스 증가 채널(50)은 홈 밀부분(15')의 반경의 전체 또는 일부를 따라간다.
- 더욱이, 도 7에 나타난 바와 같이, 제1의 연장된 단부(101)는 홈 밀부분의 반경의 일부를 받아들이는 릴렉턴스 증가 채널(50)을 가짐으로써, 플럭스 누설을 저감한다.
- 도 13에 나타난 릴렉턴스 증가 채널(50)의 실시예는, 그 맞물림 형상이 홈 밀부분(15')의 전체 반경을 따라가기 때문에, 홈 밀부분의 주요 부분을 받아들인다.
- 본 발명의 양 실시예는, 종래기술의 릴렉턴스 채널과 비교해서 플럭스 채널의 릴렉턴스 및 모터의 성능을 증가시킨다. 도 7 및 도 13에 나타난 이들 실시예에 의해, 본 발명은 도 9에 나타난 가설연역적 모델과 아주 가까운 구성으로 된다.
- [0057] 자석 고정홈(20)이 "V" 내에 배치된 위치이고 쌍으로 배열되어 있기 때문에, 그 쌍의 각 홈은 단부 자극 영역(E_P)으로부터 중앙 자극 영역(C_P)으로 연장되어 대칭적으로 배치되고, 고정홈 쌍(20)은 중앙 자극 영역(C_P)에 가까이 이어져 인접하며, 각각의 제2 단부(26)는 여전히 서로 인접하고 있다. 이 경우, 자석 고정홈은 각각의 제2 자유단부(26)로부터 그 쌍의 다른 고정홈(20)의 제2 자유단부(26)를 향하여 연장되는 릴렉턴스 증가 채널(60)을 형성하는 제2의 연장된 단부(102)를 형성함으로써, 이 채널이 중앙 자극 영역(C_P)에 인접하게 될 것이다.
- [0058] 도 6 및 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 영구자석(22)의 각각은 제1 및 제2 말단(termination)을 갖는 직사각형 단면을 갖고, 고정홈(20)의 쌍 사이에는 릴렉턴스 증가 채널(60)을 형성하는 제2의 연장된 단부가 회전자(10)의 기하학적 중심에 관하여 반경방향(radial direction)으로 연장되도록, 직축의 방향으로 자석 고정홈

(20)의 폭(23)에 관하여 릴럭턴스 증가 채널(60)의 영역에서보다 실질적으로 큰 반경방향으로 연장부(24)를 갖춘 회전자(10) 핵(12) 필렛(fillet)을 형성하는 제2의 연장된 단부(102)를 형성하도록 구성되어 있다.

- [0059] 도 8 및 도 11에서 알 수 있는 바와 같이, 릴럭턴스 증가 채널은 평행(참조번호 60 참조) 또는 비평행(참조번호 80 참조) 측면 에지(side edge)를 갖도록 구성할 수도 있는데, 양 구성은 회전자(10)의 각각의 강도뿐만 아니라 모터 성능 제한규정을 동시에 충족하도록 만들어진다. 모든 경우에, 중앙 자극 영역(C_p)에 위치한 제2의 연장된 단부(102)를 연장하기 위한 것을 선택함으로써, 그것들이 그 쌍의 다른 연장된 단부에 인접하여 배치되고 서로 아주 근접하여 배치될 것이다.
- [0060] 게다가, 영구자석(22)으로부터의 자속이 자석 고정홈(20)의 자유단부에 근접한 케이지 홈(16)의 팁(tip)을 통해 전파되는 것을 방지하기 위해서, 이들 케이지 홈(16)은 핵(12)의 개구부를 통해 구성된 표면 브리지(70)를 갖도록 조립되는데, 이 표면 브리지(70)는 회전자(10)의 표면부(14)와 케이지 홈(16)의 외부 단부 사이에 설치되어 회전자(10)의 표면부(14)를 따라 연장된다.
- [0061] 본 발명의 개념은, 임의의 많은 회전자 자극에 적용가능하다. 그 일례로서 4극 구성에 대해 이러한 개념이 어떻게 적용될 수 있는지를 도 12 및 도 13(도 12의 C부분의 확대도)에서 알 수 있다.
- [0062] 이 실시예에서는, 각 고정홈(20)이 단부 자극 영역(E_p) 내지 다른 이어지는 단부 자극 영역(E_p) 사이에서 연장되어 릴럭턴스 증가 채널(50)이 본 출원의 제1 실시예에서와 동일한 방법으로 각각의 프로파일(profile)에 대해 평행한 것을 둘러싸는 홈 밑부분(15') 가까이, 즉 제1 자유단(25) 가까이에서 구성될 수 있도록 구성되어 있는 제3의 연장된 단부(103)를 형성하는 것을 관찰할 수 있다.
- [0063] 본 실시예에서는 고정홈(20) 사이의 각도가 90° 이기 때문에, 도 13으로부터 상세히 알 수 있는 바와 같은 평행한 측면 에지(60'), 또는 다른 실시예를 설명하는 도 11에 나타난 바와 같은 비평행 측면 에지(도시하지 않음)를 가질 수 있도록, 고정홈(100)의 단부의 내부 영역을 구성하기 위한 것을 선택할 수 있다.
- [0064] 더욱이, 이러한 구성에서는 설명되는 다른 구성에서와 마찬가지로 회전자(10)의 표면부(14)와 케이지 홈(16)의 외부 단부 사이에 설치되어 회전자(10)의 표면부(14)를 따라 연장되는 표면 브리지(70)를 더 갖춘 4극 기계를 조립하기 위한 것을 선택할 수 있다. 설계 조건을 위해 충분히 고정된 회전자(10)를 유지하기 위해서는 기계적 안정성을 고려하지 않으면 안된다는 사실에 주의해야 한다.
- [0065] 규모가 큰 전극을 갖는 기계를 조립해야 할 필요성을 고려하여, 릴럭턴스 증가 채널(50)을 형성하는 긴 브리지에 고정홈(20)을 제공하고, 이에 따라 자속의 단락회로를 축소하는 개념을 이용해서 상술한 2가지 구성에서 설명되는 구성의 조합을 적용하기에 충분하다.
- [0066] 더욱이, 상술한 도면에 제안된 실시예를 기초로, 그 기능 중에 모터를 제조하거나 모터의 무결성(integrity: 완전성)을 보증하는 프로세스를 촉진할 수 있는 변형을 초래하는 설계 변형도 제공한다. 이들 실시예 중의 하나가 제조공정을 촉진하고 기계의 자기화 및/또는 통상의 기능 중에 자석(22)의 변위를 방지할 목적으로 사용될 수 있는 고정홈의 단부의 형상에 대한 변형례를 나타내는 도 14 및 도 15에 나타내어져 있는데, 이들 변형 형상의 기본적인 원리는 자석의 단부(25, 26)에 인접한 변위 제한기(displacement limiter; 201, 202)의 이용이고, 이들 제한기는 측면에 대해 그 변위를 제한하는 돌출부(protrusion)를 형성하는 자석 두께에 평행한 방향으로 자석 고정홈(20) 내부로 연장되는 핵(12) 부분에 의해 형성된다. 이 자석 고정 형상에서는, 홈의 측면 중의 하나에만 변위 제한기(201, 202)를 가지는 도 14에 나타난 구성을 위한 것을 선택할 수 있다. 각 단부에서는, 홈 반대측의 한 측면으로부터 오는 제한기를 설계하기 위한 것을 선택할 수 있거나, 또는 도 15에 나타난 구성으로부터 알 수 있는 바와 같이 홈의 한 측면으로부터 오거나 여전히 하나의 단부에만 설치될 때는 언제나 제한기를 구성할 수 있다. 동기기계의 다른 특성은 변하지 않는다.
- [0067] 게다가, 본 발명에 따르면, 자석 고정홈 근방에 릴럭턴스 증가 채널(50, 60)을 형성하도록 2가지의 스탬핑 단계를 갖출뿐만 아니라 표면부와 케이지 홈의 외부 단부 사이에 핵(12)의 개구부(70)를 만들기 위한 스탬핑 단계를 구비한 동기기계를 제조하는 프로세스를 제공한다.
- [0068] 성능의 점에서 보면, 종래기술과 비교해서 본 발명의 이득이 현저하다. 긴 브리지의 이용 및 연장된 단부의 이용은, 발생된 플럭스의 더 많은 이용을 보증한다. 따라서, 비교적인 관점에서는, 종래기술의 개시내용에 따라 조립된 모터는 80~85%의 범위에 걸쳐 플럭스 이용하는 반면, 본 발명의 개시내용에 따라 조립된 모터의 경우는 성능이 85~90%의 범위에 이른다.
- [0069] 바람직한 실시예에 대해 설명했지만, 본 발명의 범위는 가능한 등가를 포함하는 첨부된 청구의 범위의 내용에

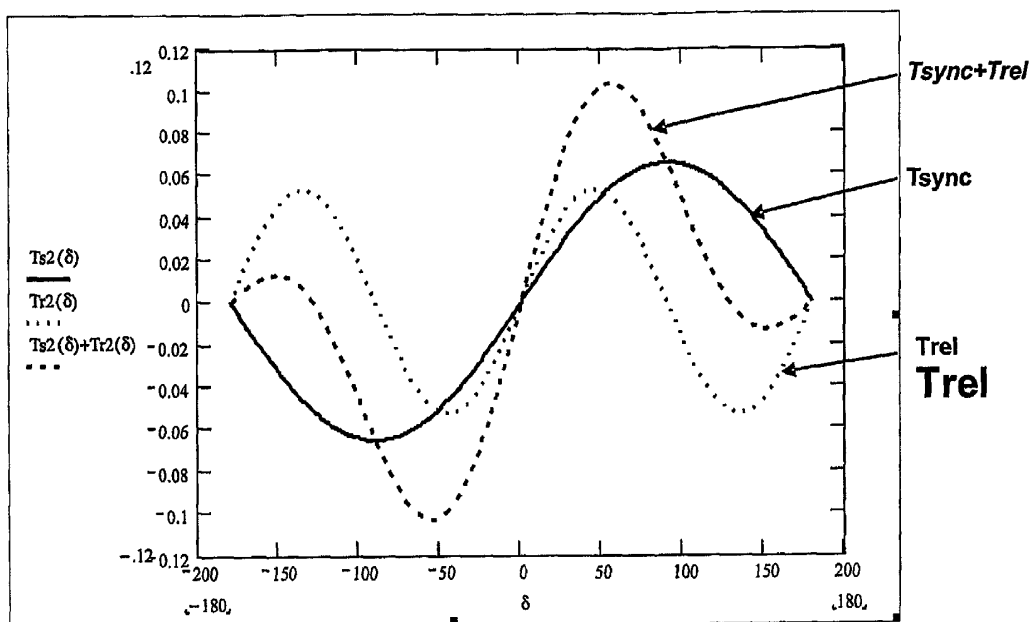
의해서만 제한되는 다른 가능한 변형을 받아들인다는 것을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

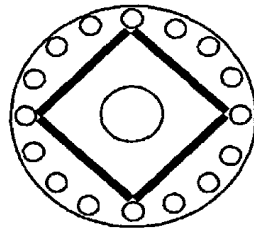
[0036] 이하, 본 발명은 도면에 나타난 실시예를 참조해서 더 상세히 설명될 것이다. 이들 도면은,
 [0037] 도 1은 모터 부하각의 함수로서의 각 토크부 및 그 편차(variation)의 영향을 설명하는 그래프를 나타내고,
 [0038] 도 2a, 도 2b 및 도 2c는 2극 회전자의 다른 구성을 나타내며,
 [0039] 도 3은 $X_d < X_q$ 인 경우에 최대 토크를 관찰할 수 있는 그래프를 나타내고,
 [0040] 도 4는 본 발명의 개시내용에 따른 동기기계의 회전자의 개략 단면도이며,
 [0041] 도 5는 도 4에 나타난 회전자의 케이지의 사시도이고,
 [0042] 도 6은 본 발명의 개시내용에 따른 릴럭턴스 증가 채널을 더 상세히 설명하는 동기기계의 회전자의 개략 단면도(도 4의 A부분의 확대도)이며,
 [0043] 도 7은 본 발명의 개시내용에 따른 케이지 홈의 표면부와 외부 단부 사이의 핵 개구부를 더 상세히 설명하는 동기기계의 회전자의 개략 단면도(도 6의 B부분의 확대도)이고,
 [0044] 도 8은 플럭스 누설 점을 나타내는 종래기술에 따라 구축된 동기기계의 회전자의 개략 단면도이며,
 [0045] 도 9는 영구자석 배치의 가설연역적 상황을 설명하는 동기기계의 회전자의 개략 단면도(직축 및 횡축의 두 축의 방향도 나타내어져 있음)이고,
 [0046] 도 10은 도 5에 나타난 마무리된 회전자의 사시도이며,
 [0047] 도 11은 릴럭턴스 증가 채널의 변형 형상을 나타내는 동기기계의 회전자의 개략 단면도이고,
 [0048] 도 12 및 도 13은 4극 기계에 대한 본 발명의 변형례를 나타낸 것으로, 도 13은 도 12의 C부분의 확대도이며,
 [0049] 도 14 및 도 15는 본 발명의 개시내용에 따른 자석 고정홈의 변형 형상을 나타낸다.

도면

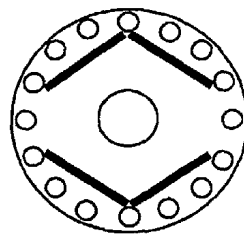
도면1



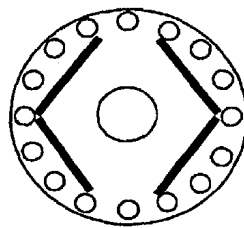
도면2a



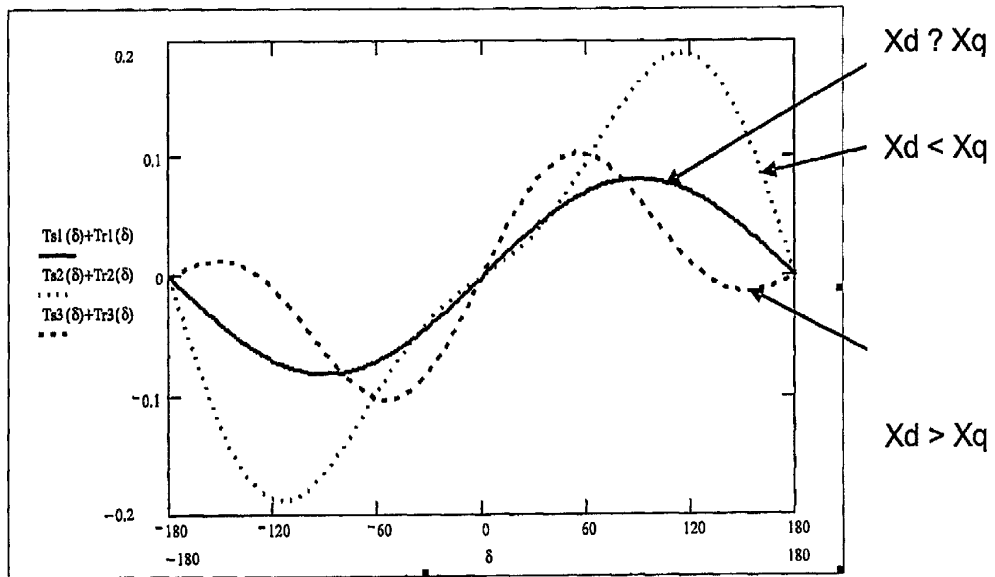
도면2b



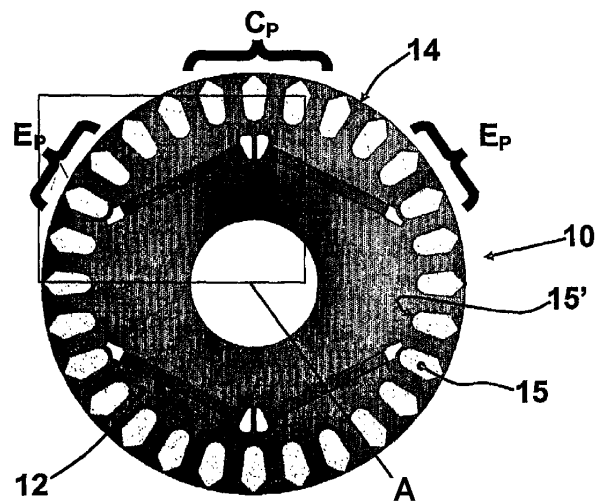
도면2c



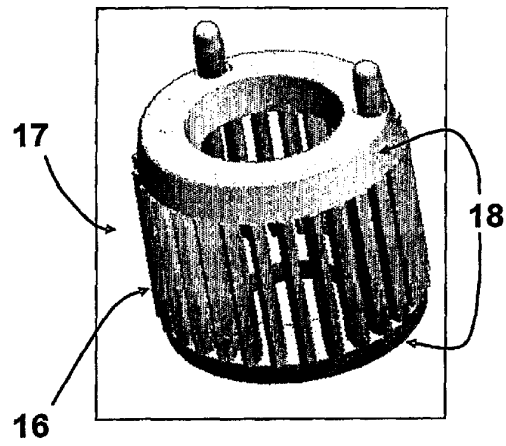
도면3



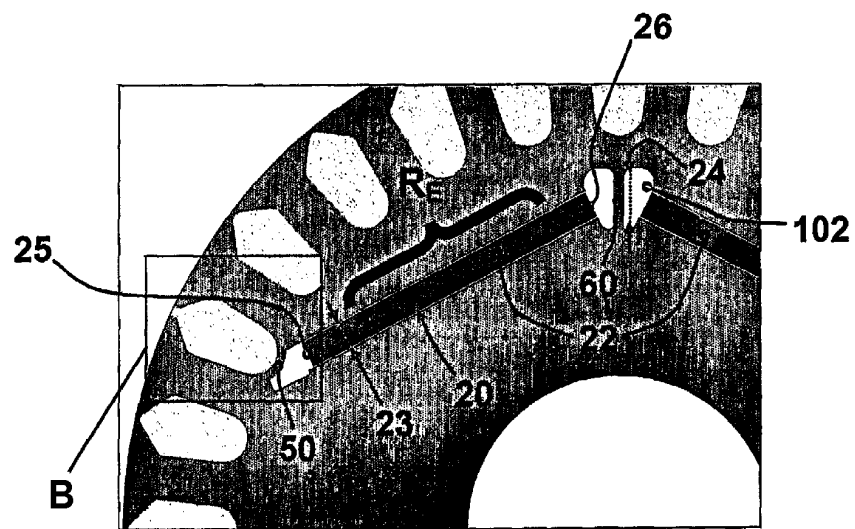
도면4



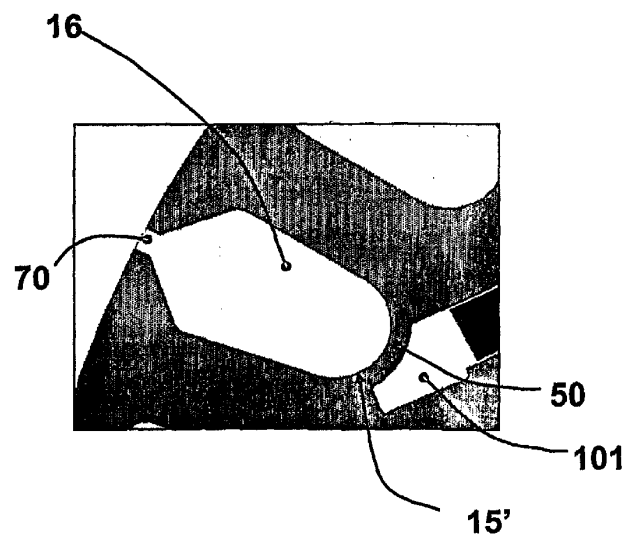
도면5



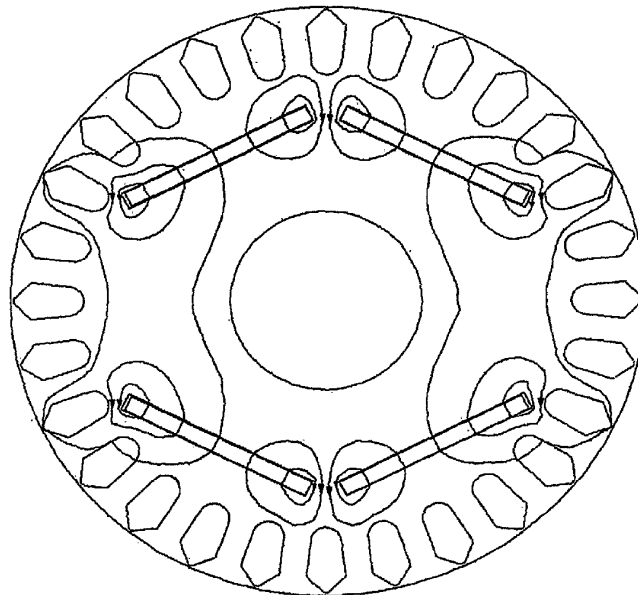
도면6



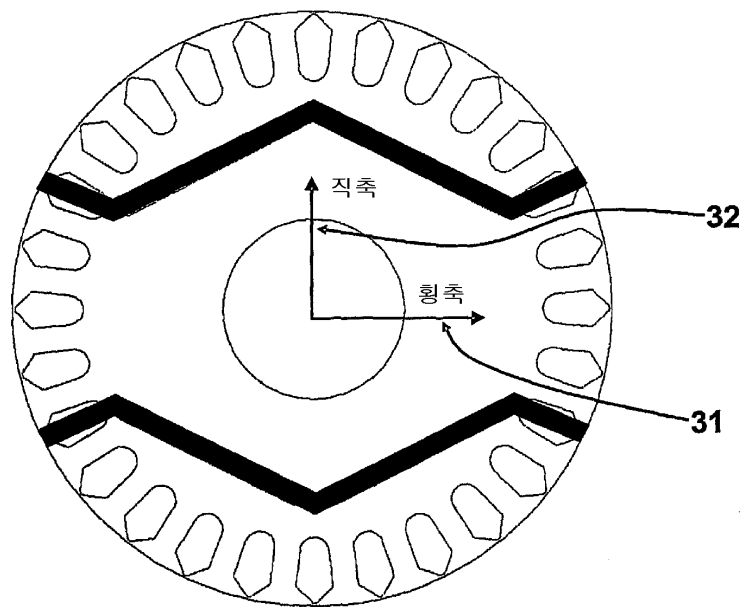
도면7



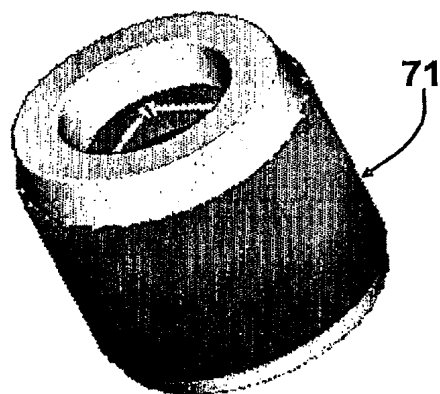
도면8



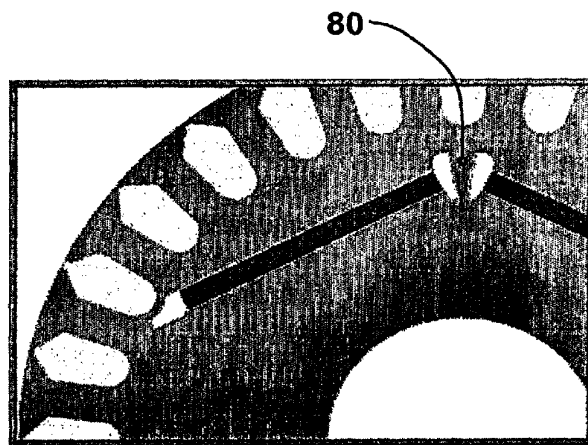
도면9



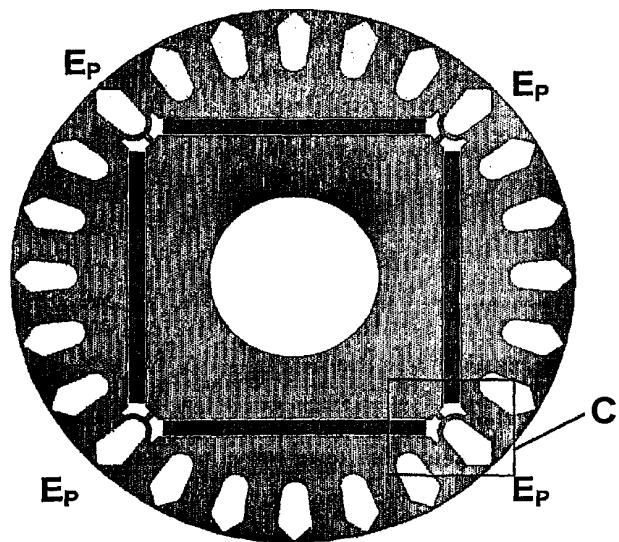
도면10



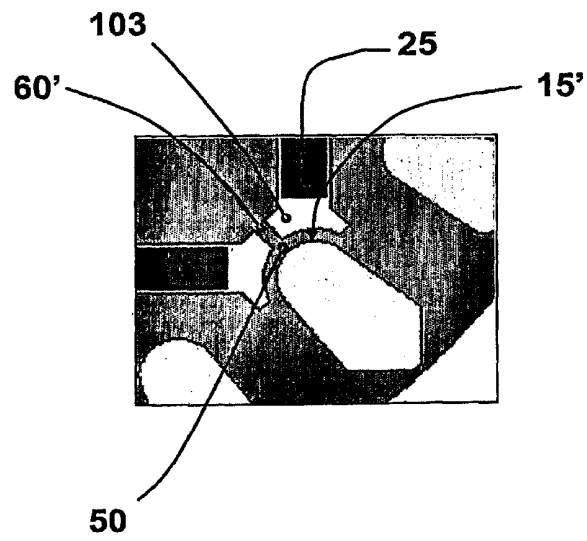
도면11



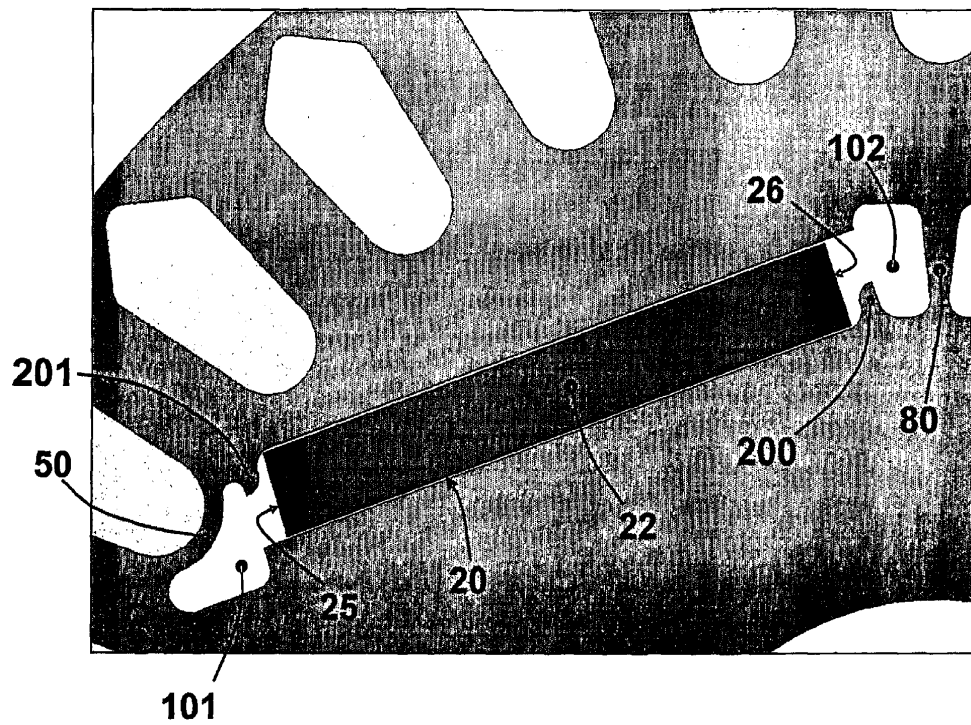
도면12



도면13



도면14



도면15

