



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0051638
(43) 공개일자 2017년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 1/27 (2006.01) H02K 1/24 (2006.01)
H02K 21/14 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02K 1/278 (2013.01)
H02K 1/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0151495
(22) 출원일자 2015년10월30일
심사청구일자 2015년10월30일

(71) 출원인
전자부품연구원
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
유세현
경기도 부천시 중동로 64 112동 701호 (송내동, 중
동역푸르지오아파트)
서정무
경기도 고양시 덕양구 신원3로 20 806동 1603호
(신원동, 고양삼송아이파크)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박중환

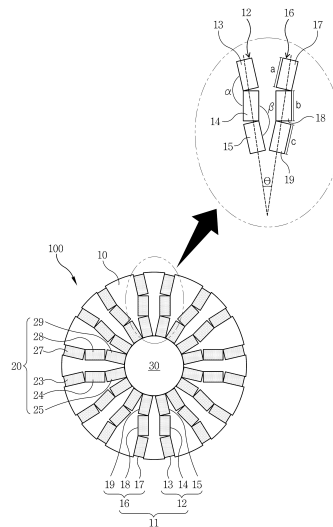
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 회전자 및 이를 포함하는 영구자석형 전동기

(57) 요약

본 발명은 회전자 및 이를 포함하는 영구자석형 전동기이 개시된다. 회전자는 회전축을 삽입하는 회전축 삽입구멍과, 회전축 삽입구멍과 이격되어 V자 형상을 유지하면서 V자 형상의 각 프레임이 적어도 2개 이상의 굴곡을 포함하여 지그재그 형상을 이루는 복수의 영구자석 삽입구멍이 연속적으로 형성되는 회전자 철심 및 복수의 영구자석 삽입구멍에 삽입되는 복수의 영구자석을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02K 21/14 (2013.01)

(72) 발명자

이정중

인천광역시 부평구 갈월동로 45 106동 204호 (갈산동, 두산아파트)

정인성

서울특별시 구로구 경인로 343 103동 2201호 (고척동, 삼환로즈빌아파트)

허진

경기도 성남시 분당구 정자일로 248 파크뷰 608동 1102호

정채립

울산광역시 동구 봉수로 290 이편한세상 110동 1401호(전하동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012T100201723

부처명 산업부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 (산업부)산업융합원천(에너지)(구, 에너지자원)

연구과제명 (RCMS)회토류 영구자석 사용률 20% 이상 저감을 위한 고효율 신구조 모터 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 전자부품연구원

연구기간 2012.11.01 ~ 2016.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

회전축을 삽입하는 회전축 삽입구멍과, 상기 회전축 삽입구멍과 이격되어 V자 형상을 유지하면서 상기 V자 형상의 각 프레임을 적어도 2개 이상의 굴곡을 포함하여 지그재그 형상을 이루는 복수의 영구자석 삽입구멍이 연속적으로 형성되는 회전자 철심; 및

상기 복수의 영구자석 삽입구멍에 삽입되는 복수의 영구자석;

을 포함하는 회전자.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 회전자 철심은, 외주연이 아크형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 회전자.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 V자 형상은,

5° 내지 85° 인 끼임각을 포함하는 것을 특징으로 하는 회전자.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 V자 형상의 각 프레임은,

적어도 3개 이상의 영구자석 삽입구멍이 형성되고, 상기 형성된 영구자석 삽입구멍이 기 설정된 끼임각으로 지그재그 형상을 이루며 굴곡이 형성되는 것을 특징으로 하는 회전자.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 적어도 3개 이상의 영구자석 삽입구멍은,

각각의 길이방향 길이가 동일하거나, 상기 회전축 삽입구멍으로부터 가까운 영구자석 삽입구멍일수록 짧게 형성되는 것을 특징으로 하는 회전자.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 적어도 3개 이상의 영구자석 삽입구멍은,

상기 기 설정된 끼임각이 동일하거나, 상기 회전축 삽입구멍으로부터 가까운 굴곡의 끼임각일수록 작게 형성되는 것을 특징으로 하는 회전자.

청구항 7

회전축을 삽입하는 회전축 삽입구멍과, 상기 회전축 삽입구멍과 이격되어 V자 형상을 유지하면서 상기 V자 형상의 각 프레임을 적어도 2개 이상의 굴곡을 포함하여 지그재그 형상을 이루는 복수의 영구자석 삽입구멍이 연속적으로 형성되는 회전자 철심과, 상기 복수의 영구자석 삽입구멍에 삽입되는 복수의 영구자석을 포함하는 회전자; 및

파이프 형상으로 형성되어 상기 파이프 형상의 내부에 상기 회전자가 구비되는 고정자;
를 포함하는 회전자를 포함하는 영구자석형 전동기.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 V자 형상의 각 프레임 사이를 연결하는 외주연을 중심으로 시계방향 또는 반시계방향으로 자속이 생성되는 것을 특징으로 하는 영구자석형 전동기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 영구자석형 전동기에 관한 것으로, 더욱 상세하게 영구자석 양을 그대로 유지하는 상태로 영구자석의 형상만 변경하여 자속을 집중시키는 회전자 및 이를 포함하는 영구자석형 전동기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 대기오염 문제로 인한 환경의 악영향과 화석연료의 고갈로 인하여, 하이브리드 자동차, 전기 자동차가 주목을 받고 있다. 하이브리드 자동차는 내연기관을 주 동력원으로 이용하고 전동기를 보조 동력원으로 이용하는 자동차이다. 전기자동차는 전동기만을 주 동력원으로 이용하는 자동차이다.

[0003] 전기자동차는 주행 시 오염물질 및 이산화탄소 배출량이 없는 무공해 자동차라는 특징 때문에, 배터리, 전동기 등의 기술 발전에 따라 하이브리드 자동차와 같은 과도기적 자동차를 대체할 것으로 기대된다.

[0004] 한편, 전기자동차의 전동기는 엔진과 같은 역할을 하며, 배터리로부터 전기 에너지를 공급받아 기계 에너지로 변환시킨다. 이에 따라, 전기자동차의 출력 및 주행 거리는 배터리와 전동기의 성능에 큰 영향을 받게 된다.

[0005] 따라서, 전기자동차의 출력 및 주행 거리 향상을 위해서는 배터리 성능 향상과 함께 전동기의 출력밀도 및 효율 향상이 중요시되고 있다.

[0006] 또한, 최근 지구환경문제 및 탄소 경제시대 도래를 배경으로 전기자동차뿐 아니라, 가전기기 등 전 분야에서 시스템의 고효율화가 매우 중요한 이슈로 부각되고 있다. 이에 따라, 시스템의 핵심 구동원으로서 전동기의 고효율화가 더욱 요구되고 있다.

[0007] 한편, 영구자석형 전동기는 자성재료 이루어지는 고정자 철심에 권취된 권선이 형성되는 고정자와, 고정자의 고정자 철심 내에 회전가능하게 배치되고 그 내부에 영구자석을 가지는 회전자로 구성되어 있다.

[0008] 특히, 영구자석형 전동기는 출력밀도가 낮은 것을 보완하기 위해서, 영구자석을 이용한 자속집중형(spoke type)을 통하여 자속을 집중시켜 출력밀도를 높여주거나, 더 높은 출력을 얻기 위해서 높은 잔류자속밀도를 가지는 가격이 비싼 영구자석을 사용하거나, 영구자석의 양을 늘리거나, 보조 영구자석을 더 삽입함으로써 부족한 자속 밀도를 보충할 수 있다.

[0009] 하지만 이와 같은 경우, 영구자석형 전동기의 제작비용 상승을 초래하는 부작용이 발생함으로, 이러한 문제점을 개선할 수 있는 새로운 출력밀도 향상의 개발이 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2013-0084175호(2013.07.24)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 영구자석 양을 그대로 유지하는 상태로 영구자석의 형상만 변경하여 자속을 집중시키는 회전자 및 이를 포함하는 영구자석형 전동기를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 회전자는, 회전축을 삽입하는 회전축 삽입구멍과, 상기 회전축 삽입구멍과 이격되어 V자 형상을 유지하면서 상기 V자 형상의 각 프레임을 적어도 2개 이상의 굴곡을 포함하여 지그재그 형상을 이루는 복수의 영구자석 삽입구멍이 연속적으로 형성되는 회전자 철심 및 상기 복수의 영구자석 삽입구멍에 삽입되는 복수의 영구자석을 포함한다.

[0013] 또한 상기 회전자 철심은, 외주연이 아크형상으로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한 상기 V자 형상은, 5° 내지 85° 인 끼임각을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한 상기 V자 형상의 각 프레임은, 적어도 3개 이상의 영구자석 삽입구멍이 형성되고, 상기 형성된 영구자석 삽입구멍이 기 설정된 끼임각으로 지그재그 형상을 이루며 굴곡이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한 상기 적어도 3개 이상의 영구자석 삽입구멍은, 각각의 길이방향 길이가 동일하거나, 상기 회전축 삽입구멍으로부터 가까운 영구자석 삽입구멍일수록 짧게 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한 상기 적어도 3개 이상의 영구자석 삽입구멍은, 상기 기 설정된 끼임각이 동일하거나, 상기 회전축 삽입구멍으로부터 가까운 굴곡의 끼임각일수록 작게 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명에 따른 회전자를 포함하는 영구자석형 전동기는, 회전축을 삽입하는 회전축 삽입구멍과, 상기 회전축 삽입구멍과 이격되어 V자 형상을 유지하면서 상기 V자 형상의 각 프레임이 적어도 2개 이상의 굴곡을 포함하여 지그재그 형상을 이루는 복수의 영구자석 삽입구멍이 연속적으로 형성되는 회전자 철심과, 상기 복수의 영구자석 삽입구멍에 삽입되는 복수의 영구자석을 포함하는 회전자 및 파이프 형상으로 형성되고, 상기 파이프 형상의 내부에 상기 회전자가 구비되는 고정자를 포함한다.

[0019] 또한 상기 V자 형상의 각 프레임 사이를 연결하는 외주연을 중심으로 시계방향 또는 반시계방향으로 자속이 생성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 회전자 및 이를 포함하는 영구자석형 전동기에 의하면, 영구자석 양을 그대로 유지하는 상태로 영구자석의 형상만을 변경하여 자속을 집중시켜 전동기의 출력밀도를 상승시키고, 원하고자 하는 출력밀도에 도달할 수 있다.

[0021] 또한 영구자석 양을 그대로 유지하므로, 추가적인 제작비용이 필요 없어 비용절감을 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전자를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석형 전동기의 자속 경로를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기본형 회전자 및 아크형 회전자를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기본형 회전자 및 아크형 회전자의 코깅 토크에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 기본형 회전자 및 아크형 회전자의 역기전압에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 종래의 영구자석 형상 및 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 형상을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 도 6에 도시된 영구자석 형상들의 공극자속밀도에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 도 6에 도시된 영구자석 형상들의 역기전압에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 도 6에 도시된 영구자석 형상들의 출력토크에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의한다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 당업자에게 자명하거나 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전자를 설명하기 위한 도면이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 회전자(100)는 영구자석 양을 그대로 유지하는 상태로 영구자석의 형상만 변경하여 자속을 집중시켜 전동기의 출력밀도를 상승시키고, 원하고자 하는 출력밀도에 도달한다. 회전자(100)는 회전자 철심(10) 및 복수의 영구자석(20)을 포함한다.
- [0026] 회전자 철심(10)은 회전자의 철심(core)으로써, 회전축을 삽입하는 회전축 삽입구멍(30)과 복수의 영구자석 삽입구멍(11)을 포함한다.
- [0027] 회전축 삽입구멍(30)은 회전자 철심(10)의 중심에 형성되어 회전축(미도시)이 삽입되는 구멍이다. 따라서, 회전자 철심(10)은 삽입되는 회전축과 연결되어 회전을 할 수 있다.
- [0028] 복수의 영구자석 삽입구멍(11)은 복수의 영구자석(20)이 삽입되는 구멍이다. 복수의 영구자석 삽입구멍(11)은 회전축 삽입구멍(30)과 일정한 간격으로 이격되어 V자 형상을 유지하면서 연속적으로 형성된다.
- [0029] V자 형상은 기 설정된 제1 끼인각(θ)을 유지하며, 가지(branch) 형상의 제1 프레임(12) 및 제2 프레임(16)이 형성된다. 여기서, 제1 프레임(12) 및 제2 프레임(16)은 가상의 중심선을 서로 연결하면 V자 형상을 이루며, 각각 복수의 영구자석 삽입구멍(13, 14, 15, 17, 18, 19)을 포함한다.
- [0030] V자 형상은 공극자속밀도가 최대가 되고, 제1 프레임(12) 및 제2 프레임(16)끼리 부딪히지 않는 지점까지 이격되게 형성된다. 바람직하게는, 제1 끼인각(θ)은 5° 내지 85° 일 수 있다. 여기서, 제1 끼인각(θ)은 제1 프레임(12) 및 제2 프레임(16)에 대한 가상의 중심선이 교차하면서 생기는 각도이다.
- [0031] 제1 프레임(12) 및 제2 프레임(16)은 적어도 2개 이상의 굴곡을 각각 포함하고, 상기 굴곡은 지그재그 형상을 이룬다. 이 때, 제1 프레임(12) 및 제2 프레임(16)은 적어도 2개 이상의 굴곡을 형성하기 위해 적어도 3개 이상의 영구자석 삽입구멍이 형성되고, 형성된 영구자석 삽입구멍은 기 설정된 제2 끼인각(α) 및 제3 끼인각(β)에 의해 지그재그 형상으로 형성된다.
- [0032] 제1 프레임(12)은 제1 영구자석 삽입구멍(13), 제2 영구자석 삽입구멍(14) 및 제3 영구자석 삽입구멍(15)을 포함하고, 제2 프레임(16)은 제4 영구자석 삽입구멍(17), 제5 영구자석 삽입구멍(18) 및 제6 영구자석 삽입구멍(19)을 포함한다.
- [0033] 여기서, 제1 및 제4 영구자석 삽입구멍(13, 17)은 길이방향의 길이가 제1 길이(a)이고, 제2 및 제5 영구자석 삽입구멍(14, 18)은 길이방향의 길이가 제2 길이(b)이며, 제3 및 제6 영구자석 삽입구멍(15, 19)은 길이방향의 길이가 제3 길이(c)이다. 또한 제1 및 제2 영구자석 삽입구멍(13, 14)의 끼인각과 제4 및 제5 영구자석 삽입구멍(17, 18)의 끼인각은 제2 끼인각(α)이고, 제2 및 제3 영구자석 삽입구멍(14, 15)의 끼인각과 제5 및 제6 영구자석 삽입구멍(18, 19)의 끼인각은 제3 끼인각(β)이다.
- [0034] 이 때, 제1 내지 제3 길이(a, b, c)와 제2 및 제3 끼인각(α , β)은 시뮬레이션을 통해 최적화된 값이 산출될 수 있으며, 산출되는 방법은 다음과 같다.
- [0035] 제1 단계는 제1 내지 제3 길이(a, b, c)와 제2 및 제3 끼인각(α , β)을 임의로 조절을 한다. 제2 단계는 조절된 제1 내지 제3 길이(a, b, c)와 제2 및 제3 끼인각(α , β)의 역기전압(Back Electro Motive Force, BEMF)을 산출한다. 제3 단계는 본 발명에 따른 영구자석형 전동기의 역기전압이 기준 전동기의 역기전압에 80%보다 크거나 같으면 최적화된 값으로 설정하고, 아닌 경우 제1 단계를 다시 수행을 한다. 여기서, 기준 전동기는 네오디뮴자석(Nd-PM)을 포함한 전동기일 수 있다.
- [0036] 한편, 제1 내지 제3 길이(a, b, c)를 최적화하면, 제1 내지 제3 길이(a, b, c)는 각각의 길이방향 길이가 동일하거나, 회전축 삽입구멍으로부터 가까운 영구자석 삽입구멍일수록 짧게 형성될 수 있다($a \geq b \geq c$).
- [0037] 즉, 제1 내지 제3 영구자석 삽입구멍(13, 14, 15)의 길이방향 길이(a, b, c)는 동일하거나, 제1 영구자석 삽입

구멍(13)의 길이방향 길이(a)가 제2 영구자석 삽입구멍(14)의 길이방향 길이(b)보다 길 수 있고, 제2 영구자석 삽입구멍(14)의 길이방향 길이(b)가 제3 영구자석 삽입구멍(15)의 길이방향 길이(c)보다 길 수 있다. 또한 제4 내지 제6 영구자석 삽입구멍(17, 18, 19)의 길이방향 길이(a, b, c)는 동일하거나, 제4 영구자석 삽입구멍(17)의 길이방향 길이(a)가 제5 영구자석 삽입구멍(18)의 길이방향 길이(b)보다 길 수 있고, 제5 영구자석 삽입구멍(18)의 길이방향 길이(b)가 제6 영구자석 삽입구멍(19)의 길이방향 길이(c)보다 길 수 있다.

[0038] 이 때, 제1 및 제2 프레임(12, 16)이 각각 3개의 영구자석 삽입구멍이 아니라 n개의 영구자석 삽입구멍을 포함 하더라도, 길이방향 길이는 각각의 길이가 동일하거나, 회전축 삽입구멍으로부터 가까운 영구자석 삽입구멍일수록 짧게 형성될 수 있는 특징이 동일하게 적용된다.

[0039] 또한 제2 및 제3 끼임각(α , β)을 최적화하면, 제2 및 제3 끼임각(α , β)은 각각의 끼임각이 동일하거나, 상 기 회전축 삽입구멍으로부터 가까운 굴곡의 끼임각일수록 작게 형성될 수 있다($\alpha \geq \beta$).

[0040] 즉, 제1 및 제2 영구자석 삽입구멍(13, 14) 사이의 제2 끼임각(α)은 제2 및 제3 영구자석 삽입구멍(14, 15) 사 이의 제3 끼임각(β)과 동일하거나 크게 형성될 수 있다. 또한 제4 및 제5 영구자석 삽입구멍(17, 18) 사이의 제2 끼임각(α)은 제5 및 제6 영구자석 삽입구멍(18, 19) 사이의 제3 끼임각(β)과 동일하거나 크게 형성될 수 있다.

[0041] 바람직하게는, 제2 끼임각(α)은 160° 보다 크고, 175° 보다 작을 수 있고($160^\circ < \alpha < 175^\circ$), 제3 끼임각(β)은 155° 보다 크고, 175° 보다 작을 수 있다($155^\circ < \beta < 175^\circ$).

[0042] 이 때, 제1 및 제2 프레임(12, 16)이 굴곡이 2개 이상의 굴곡일 경우에도, 굴곡을 이루는 끼임각은 서로 동일하 거나, 회전축 삽입구멍(30)으로부터 가까운 굴곡의 끼임각일수록 작게 형성될 수 있는 특징이 동일하게 적용된 다.

[0043] 복수의 영구자석(20)은 복수의 영구자석 삽입구멍(11)에 삽입된다. 복수의 영구자석(20)은 페라이트계 영구자석 일 수 있다. 복수의 영구자석(20)은 대응되는 복수의 영구자석 삽입구멍(11)에 삽입된다.

[0044] 즉, 제1 영구자석(23)은 제1 영구자석 삽입구멍(13)에 삽입되고, 제2 영구자석(24)은 제2 영구자석 삽입구멍 (14)에 삽입되며, 제3 영구자석(25)은 제3 영구자석 삽입구멍(15)에 삽입되고, 제4 영구자석(27)은 제4 영구자 석 삽입구멍(17)에 삽입되며, 제5 영구자석(28)은 제5 영구자석 삽입구멍(18)에 삽입되고, 제6 영구자석(29)은 제6 영구자석 삽입구멍(19)에 삽입된다.

[0045] 따라서, 회전자 철심(10)에 형성된 복수의 영구자석 삽입구멍(11)에 복수의 영구자석(20)을 삽입함으로써, 복수 의 영구자석(20)은 V자 형상을 유지하면서 V자 형상의 각 프레임(12, 16)이 지그재그 형상으로 이루어진 굴곡의 형상으로 배치될 수 있다.

[0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석형 전동기의 자속 경로를 설명하기 위한 도면이다.

[0047] 도 2를 참조하면, 영구자석형 전동기는 회전자(100) 및 고정자(200)를 포함한다.

[0048] 고정자(200)는 파이프 형상으로 형성된 고정자 철심(미도시)과, 고정자 철심에 권취된 권선(미도시)을 포함하고, 파이프 형상의 내부에 회전자(100)를 구비한다. 이 때, 고정자(200)는 회전자(100)와 일정한 간격으 로 이격되어 구비되며, 회전자(100)의 중심에는 회전축이 연결되어 회전자(100)를 회전시킨다. 이를 통해, 회전 자(100) 및 고정자(200) 사이에 자속이 형성된다.

[0049] 상세하게는, 고정자(200)는 고정자 철심에 형성된 고정자 요크(미도시)에 권선이 권취된다. 이 때, 회전자(10 0)가 회전축에 의해 회전을 하는 경우, 회전자(100)에 포함된 영구자석(20)과 고정자(200)에 권취된 권선 사이 에 자속이 형성되어 권선에 전류가 생성된다.

[0050] 특히, 자속을 보다 집중시키기 위해 영구자석형 전동기는 회전자(100)의 영구자석(20)에 대한 배치를 V자 형상 을 유지하면서 V자 형상에 적어도 2개 이상의 굴곡이 지그재그 형상으로 형성되도록 배치한다. 영구자석(20)은 회전자(100)의 회전축 삽입구멍(30)과 일정한 간격으로 이격되어 V자 형상이 연속적으로 형성된다. 이렇게 형성 된 영구자석(20)은 q축과 d축에 대한 전류가 생성한다.

[0051] 예를 들면, 영구자석(20a) 및 영구자석(20b)은 각각 V자 형상을 유지하면서 2개 이상의 굴곡이 지그재그 형상으 로 형성되며, 각각 V자 형상의 중심으로 d축에 대한 전류가 생성되며, 영구자석(20a) 및 영구자석(20b) 사이로

q축에 대한 전류가 생성된다.

- [0052] 이를 통해, 영구자석형 전동기는 V자 형상의 각 프레임 사이를 연결하는 외주연을 중심으로 시계방향 또는 반시계방향으로 자속이 생성된다. 이 때, 자속의 방향은 복수의 영구자석(20)의 자성 방향에 따라 변경될 수 있다.
- [0053] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 기본형 회전자 및 아크형 회전을 설명하기 위한 도면이다. 도 3(a)는 기본형 회전을 도시한 도면이고, 도 3(b)는 아크형 회전을 도시한 도면이다.
- [0054] 도 3을 참조하면, 회전자(100)는 기본형 회전자(100a) 및 아크형 회전자(100b)로 구분한다.
- [0055] 기본형 회전자(100a)는 기본형 회전자 철심(10a)을 포함하는 회전자이고, 아크형 회전자(100b)는 아크형 회전자 철심(10b)을 포함하는 회전자이다. 기본형 회전자 철심(10a)은 외주연이 일반적인 호 형상인데 반해, 아크형 회전자 철심(10b)은 외주연이 일반적인 호 형상보다 더 돌출되는 아크 형상이다.
- [0056] 아크형 회전자 철심(10b)은 고정자(200)와 이격되는 공간인 공극(air gap)이 아크 형상의 중심과 일반적인 호 형상보다 가까워진다. 이를 통해, 아크형 회전자(100b)는 기본형 회전자(100a)보다 코깅 토크(cogging torque)를 향상시킬 수 있다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기본형 회전자 및 아크형 회전의 코깅 토크에 대한 성능 평가를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 기본형 회전자 및 아크형 회전의 역기전압에 대한 성능 평가를 설명하기 위한 도면이다.
- [0058] 도 4 및 도 5를 참조하면, 기본형 회전자와 아크형 회전의 코깅 토크 및 역기전압에 대한 성능 평가를 하였다. 기본형 회전자와 아크형 회전의 기본적인 구성이 동일하며, 회전자 철심만 각각 기본형 회전자 철심과 아크형 회전자 철심을 사용하였다.
- [0059] 아크형 회전은 기본형 회전자보다 시간에 따른 피크 투 피크 값(peak-to-peak) 값이 감소하는 동시에 리플(ripple)도 감소하였다. 따라서, 아크형 회전은 기본형 회전자보다 코깅 토크가 약 46%를 향상되었다.
- [0060] 이에 반해, 기본형 회전자와 아크형 회전의 역기전압 값은 거의 유사한 것을 확인하였다.
- [0061] 따라서, 회전의 회전자 철심을 기본형에서 아크형으로 변경을 하면 코깅 토크 및 리플을 향상시킬 수 있는 효과가 있음을 확인하였다.
- [0062] 도 6은 종래의 영구자석 형상 및 본 발명의 일 실시예에 따른 영구자석 형상을 설명하기 위한 도면이다. 도 6(a)는 스포크형(spoke type) 영구자석 형상을 설명하는 도면이고, 도 6(b)는 V자 형상의 영구자석 형상을 설명하는 도면이며, 도 6(c)는 본 발명에 따른 영구자석 형상을 도시한 도면이다.
- [0063] 도 6을 참조하면, 종래의 스포크형 영구자석 형상은 영구자석이 하나의 직선 형상으로 배치되고, V자 형상의 영구자석 형상은 스포크형 영구자석이 폭방향으로 2등분된 상태에서 일정한 끼임각을 유지하며 이격되게 영구자석이 배치되며, 본 발명에 따른 영구자석 형상은 V자 형상 회전자에서 각 프레임이 지그재그 형상을 이루며 영구자석이 배치된다.
- [0064] 따라서, 도 6(a) 내지 도 6(c)에 도시된 영구자석 형상은 영구자석 양이 동일하지만 영구자석의 배치되는 형상이 차이가 있다.
- [0065] 도 7은 도 6에 도시된 영구자석 형상들의 공극자속밀도에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이고, 도 8은 도 6에 도시된 영구자석 형상들의 역기전압에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이며, 도 9는 도 6에 도시된 영구자석 형상들의 출력토크에 대한 성능 비교를 설명하기 위한 도면이다.
- [0066] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 도 6에 개시된 영구자석 형상들의 공극자속밀도, 역기전압 및 출력토크를 성능 비교하였다.
- [0067] 도 7(a) 및 도 7(b)에 도시된 바와 같이, 공극자속밀도는 스포크형 영구자석에 대한 최대값이 0.5(T)이고, V자

형상의 영구자석에 대한 최대값이 0.75(T)이며, 본 발명의 영구자석에 대한 최대값이 0.9(T)로 측정되었다.

[0068] 즉, 본 발명의 영구자석에 대한 형상이 종래의 영구자석에 대한 형상들보다 공극자속밀도가 높다는 것을 알 수 있다.

[0069] 도 8(a) 및 도 8(b)에 도시된 바와 같이, 역기전압은 스포크형 영구자석에 대한 최대값이 $41.1982(V_{ms})$ 이고, V자 형상의 영구자석에 대한 최대값이 $43.2478(V_{ms})$ 이며, 본 발명의 영구자석에 대한 최대값이 $50.7307(V_{ms})$ 로 측정되었다.

[0070] 즉, 본 발명의 영구자석에 대한 형상이 종래의 영구자석에 대한 형상들보다 역기전압이 높다는 것을 알 수 있다.

[0071] 도 9(a) 및 도 9(b)에 도시된 바와 같이, 출력토크는 스포크형 영구자석에 대한 최대값이 3.2(Nm)이고, V자 형상의 영구자석에 대한 최대값이 3.8(Nm)이며, 본 발명의 영구자석에 대한 최대값이 4.5(Nm)로 측정되었다.

[0072] 즉, 본 발명의 영구자석에 대한 형상이 종래의 영구자석에 대한 형상들보다 출력토크가 높다는 것을 알 수 있다.

[0073] 따라서, 본 발명의 영구자석에 대한 형상은 영구자석 양을 그대로 유지하는 상태로 종래의 영구자석에 대한 형상들보다 자속을 더욱 집중시켜 전동기의 출력밀도를 상승시킬 수 있다. 즉, 제작비용의 증가 없이 출력밀도를 상승시킬 수 있다는 효과가 있다.

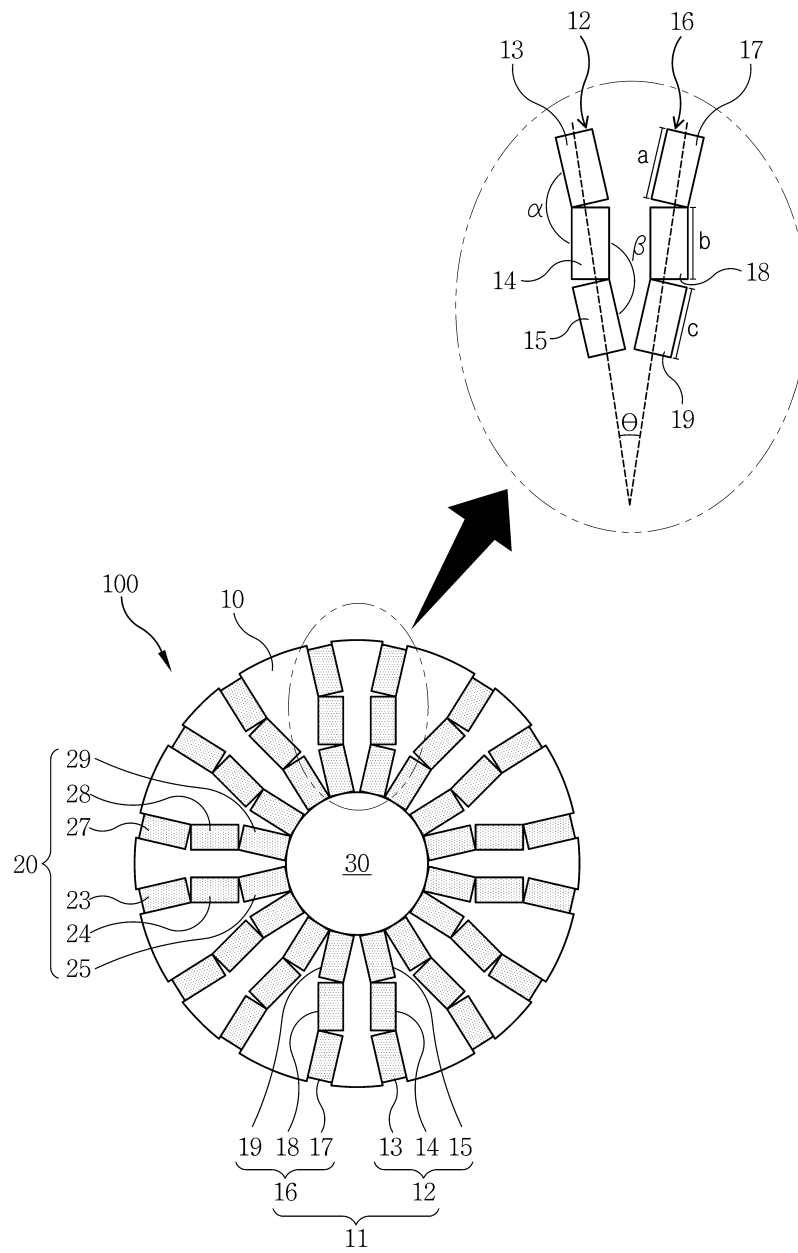
[0074] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

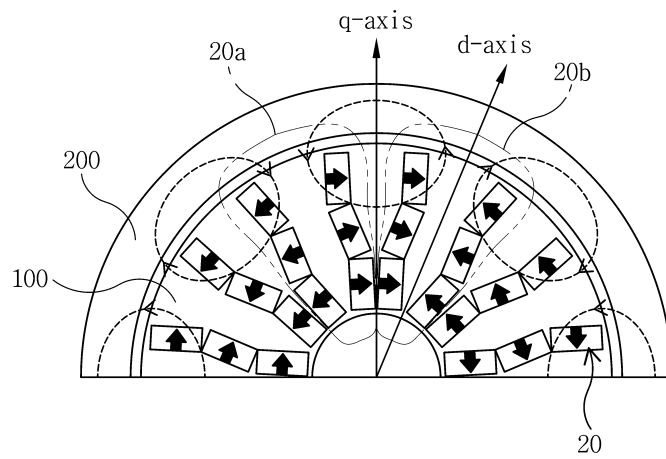
[0075] 10: 회전자 철심 10a: 기본형 회전자 철심
10b: 아크형 회전자 철심 11: 영구자석 삽입구멍
12: 제1 프레임 13: 제1 영구자석 삽입구멍
14: 제2 영구자석 삽입구멍 15: 제3 영구자석 삽입구멍
16: 제2 프레임 17: 제4 영구자석 삽입구멍
18: 제5 영구자석 삽입구멍 19: 제6 영구자석 삽입구멍
20, 20a, 20b: 영구자석 23: 제1 영구자석
24: 제2 영구자석 25: 제3 영구자석
27: 제4 영구자석 28: 제5 영구자석
29: 제6 영구자석 30: 회전축 삽입구멍
40: 공극 100: 회전자
100a: 기본형 회전자 100b: 아크형 회전자
200: 고정자 a: 제1 길이
b: 제2 길이 c: 제3 길이
 Θ : 제1 끼임각 α : 제2 끼임각
 β : 제3 끼임각

도면

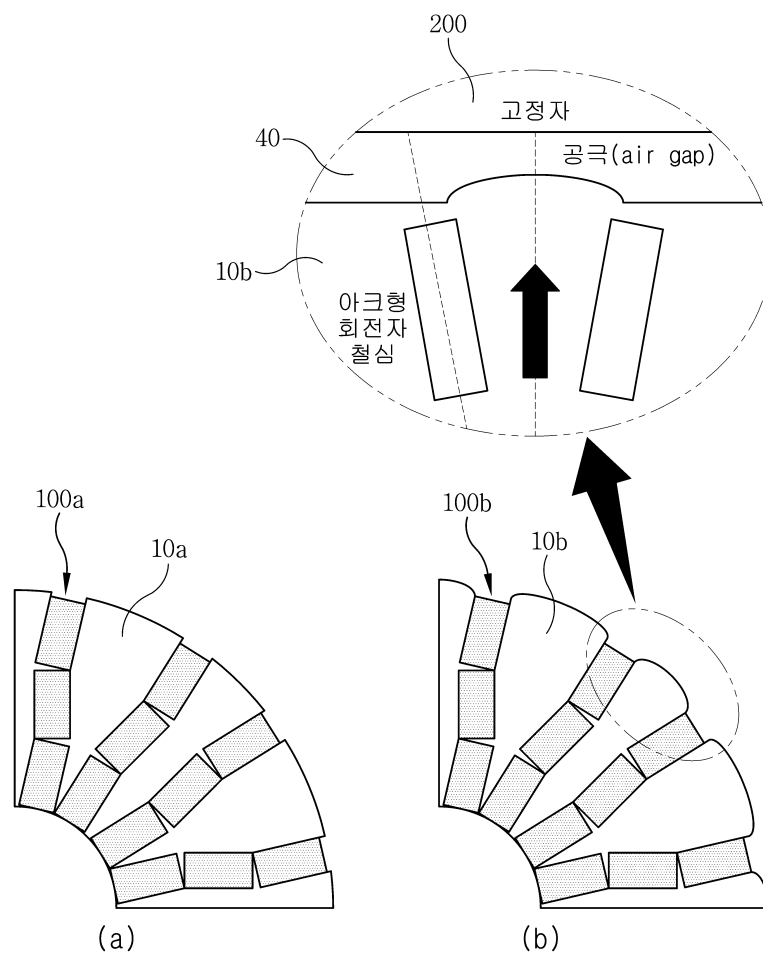
도면1



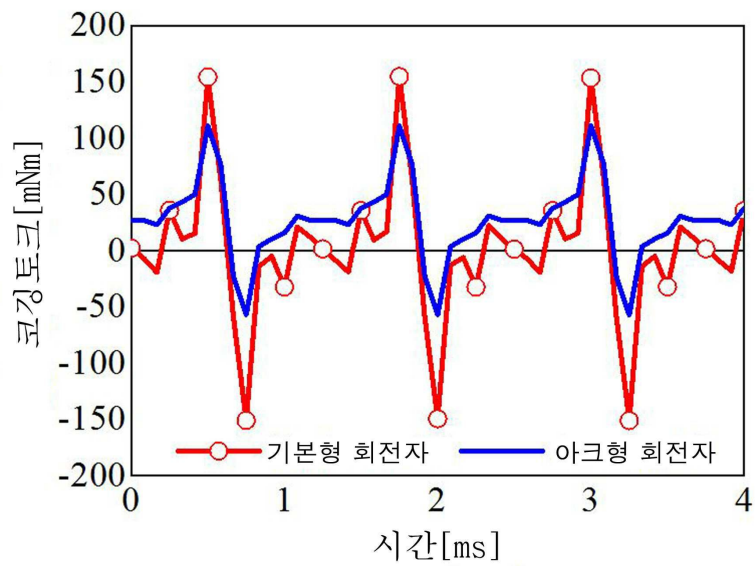
도면2



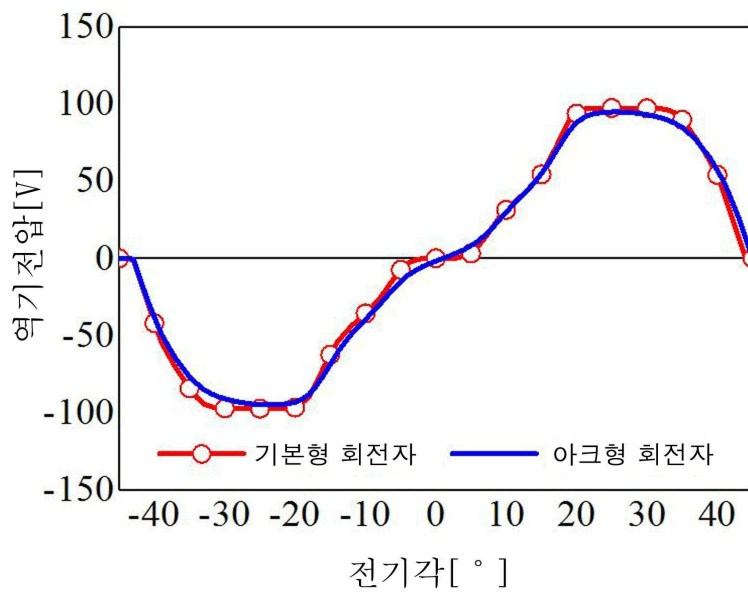
도면3



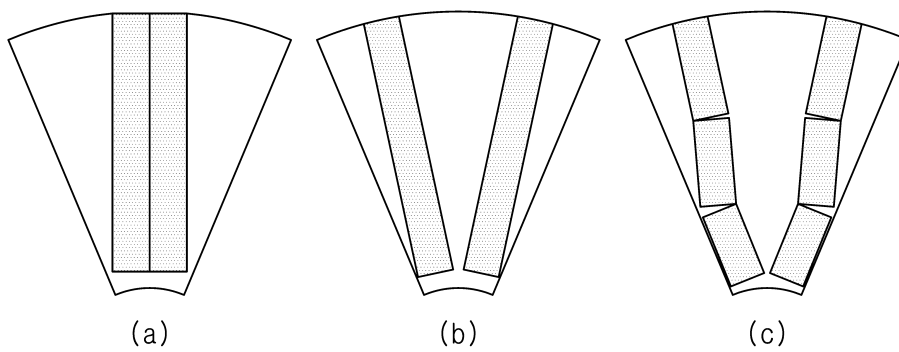
도면4



도면5

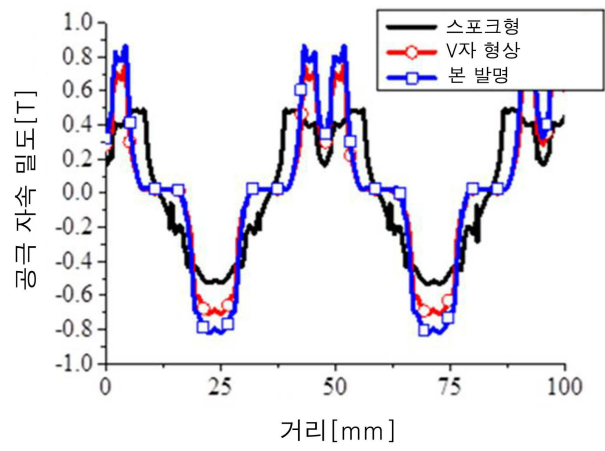


도면6



도면7

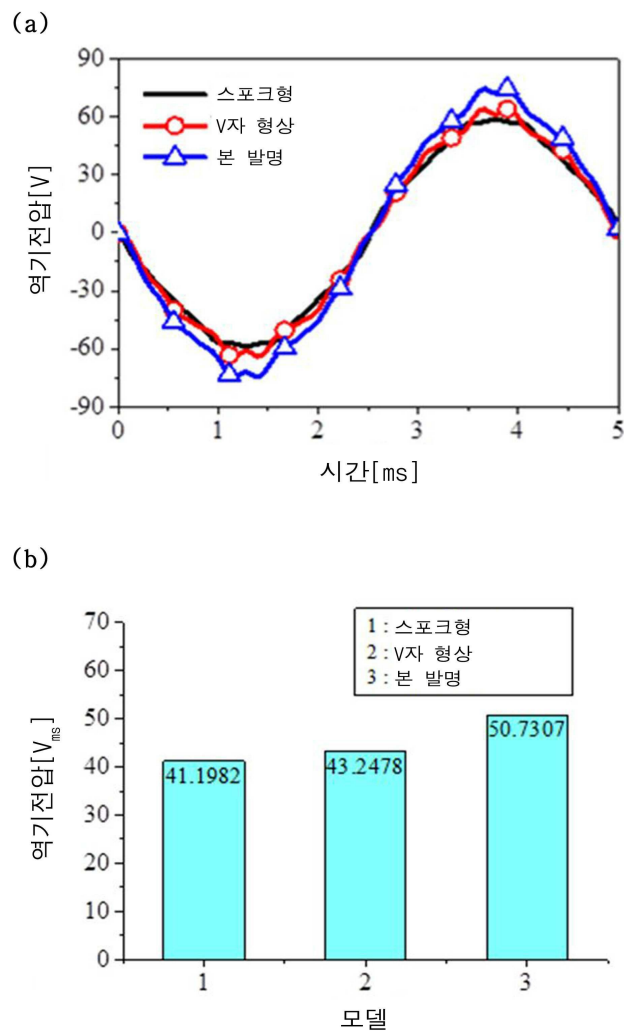
(a)



(b)

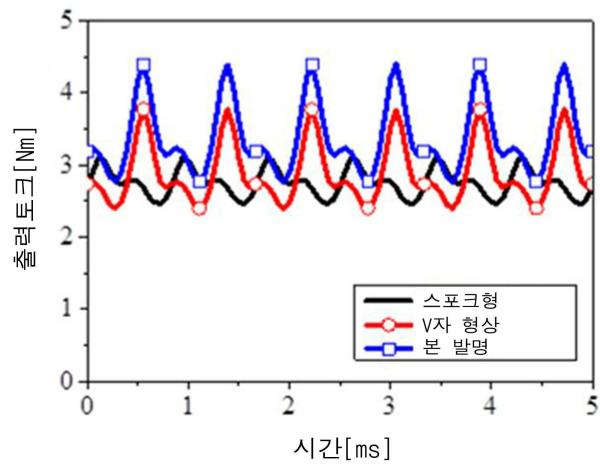
모델	최대값 [T]
스�포크형	0.5
V자 형상	0.75
본 발명	0.9

도면8



도면9

(a)



(b)

모델	최대값 [Nm]
스�포크형	3.2
V자 형상	3.8
본 발명	4.5