



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월05일
(11) 등록번호 10-1525222
(24) 등록일자 2015년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 16/02 (2006.01) H02K 1/27 (2006.01)
H02K 21/14 (2014.01)
(21) 출원번호 10-2014-0163545(분할)
(22) 출원일자 2014년11월21일
심사청구일자 2014년11월21일
(65) 공개번호 10-2015-0023211
(43) 공개일자 2015년03월05일
(62) 원출원 특허 10-2013-0099394
원출원일자 2013년08월22일
심사청구일자 2013년08월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004274826 A
JP2002142426 A

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(72) 발명자
김기찬
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 4 항

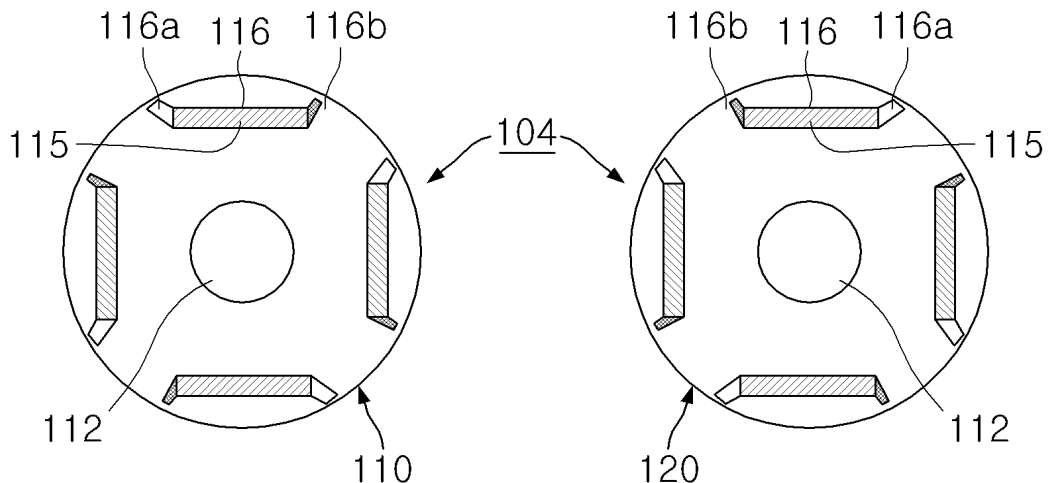
심사관 : 정재현

(54) 발명의 명칭 **매입형 영구자석 동기 전동기**

(57) 요약

본 발명은, 샤프트가 설치되는 관통공과 관통공 주변에 영구자석이 설치되는 복수의 베리어가 형성된 회전자를 갖는 매입형 영구자석 동기 전동기에 있어서, 베리어들은 양쪽 리브들이 서로 다른 형상을 갖도록 서로 다른 각도로 형성되어 비대칭 구조로 이루어지고, 회전자는 적층방향으로 제1회전자와 제2회전자로 구획되며, 제1회전자는 베리어들이 동일 열을 이루도록 배치되고, 제2회전자는 베리어들이 제1회전자의 베리어들과 반전되어 대향하는 반대방향으로 동일 열을 이루도록 배치됨으로써, 노칭 또는 스큐 구조로 제작하지 않아도 되므로 제작이 쉬우면서 조립성이 우수하고, 코깅 토크와 토크 리플은 저감되거나 토크 성능은 그대로 유지되는 효과를 기대할 수 있다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

샤프트가 설치되는 관통공 및 상기 관통공의 주변에 영구자석이 매입되는 복수의 베리어가 마련된 회전자를 갖는 매입형 영구자석 동기 전동기에 있어서,

상기 회전자의 베리어들은 어느 한쪽 끝의 제1리브 및 다른 쪽 끝의 제2리브가 외측방향으로 각각 절곡되고 서로 다른 형상을 갖도록 서로 다른 각도로 형성되어 비대칭 구조로 이루어지고,

상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 일정 영역씩 나뉘어 제1회전자와 제2회전자로 구획되며,

상기 제1회전자는 상기 제1회전자의 비대칭 구조의 베리어들이 동일 열을 이루도록 배치되고,

상기 제2회전자는 상기 제2회전자의 비대칭 구조의 베리어들이 상기 제1회전자의 베리어들과 반전되어 대향하는 반대방향으로 동일 열을 이루도록 배치된,

매입형 영구자석 동기 전동기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 베리어들의 제2리브는,

상기 베리어의 수평방향 상부 변과 상기 제2리브의 상부 변 간의 각도가 151도이고,

상기 베리어의 수평방향 하부 변과 상기 제2리브의 하부 변 간의 각도가 41도이며,

상기 관통공의 중심으로부터 상기 베리어의 중심을 잇는 선과 상기 관통공의 중심으로부터 상기 제2리브의 끝을 잇는 선 간의 각도가 17도인,

매입형 영구자석 동기 전동기.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 2등분 이상의 짝수로 나뉘고,

상기 제1회전자와 상기 제2회전자는 교호로 배치된,

매입형 영구자석 동기 전동기.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1회전자의 베리어들에는 중심을 기준으로 좌측영역과 우측영역 중 어느 하나에 상기 영구자석이 매입되고,

상기 제2회전자의 베리어들에는 중심을 기준으로 상기 제1회전자의 베리어들에 매입된 영구자석과 반대방향을 이루는 위치에 상기 영구자석이 매입되며,

상기 제1회전자의 베리어들과 상기 제2회전자의 베리어들의 중앙영역에는 외측방향으로 연장된 구조의 제3리브가 형성된,

매입형 영구자석 동기 전동기.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은, 영구자석 및 이 영구자석의 매입을 위한 베리어(barrier)가 형성된 회전자를 갖는 매입형 영구자석 동기 전동기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 매입형 영구자석 동기 전동기(Interior Permanent Magnet Synchronous Machine ; IPMSM)는, 전기 자동차 또는 하이브리드(hybrid) 자동차의 견인(traction)용 전동기로 주로 사용되고, 토크 제어 모드로 구동되며, 자속 전류 및 토크 전류를 독립적으로 제어하는 벡터 제어(vector control)가 수행된다.

[0003] 도 1은 종래기술에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기의 구조가 도시된 정면도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 이와 같은 매입형 영구자석 동기 전동기(10)는, 코일(도시되지 않음)이 권선되고 둘레를 따라 바(bar) 형태의 도체들이 매입, 고정되기 위한 복수의 홀(14)이 형성된 고정자(11)와, 이 고정자(11)와 공극을 두고서 회전 가능하게 설치되는 회전자(13)로 구성된다. 회전자(13)는 중심에 샤프트가 관통하여 고정되기 위한 관통공(12)이 형성된다. 관통공(12)과 홀(14)들 사이에는 일정 간격으로 복수의 베리어(barrier)(16)가 형성되는데, 이 베리어(16)마다 영구자석(18)이 매입되어 설치된다.

[0004] 베리어(16)의 내측에는 공기가 채워져서 자속을 차단시키고, 영구자석(18)은 베리어(16)마다 매입, 설치되어 고정자(11)에 권선된 코일에서 발생하는 자기장과의 상호 작용에 의해 토크를 발생시킨다. 즉, 코일에 전류가 인가되면, 고정자(11)의 구조로 인해 발생하는 회전 자기장과 도체에서 발생하는 유도 전류와의 상호 작용에 의해 회전자(13)가 회전되고, 회전자(13)가 동기속도에 이르게 되면 영구자석(16)에 의한 토크와 회전자(13)의 구조에 기인한 릴럭턴스 토크(reluctance torque)가 발생하여 회전자(13)가 회전되면서, 토크를 발생시키게 된다.

[0005] 그러나, 상기와 같은 매입형 영구자석 동기 전동기(10)는 회전자(13)의 베리어(16) 및 이 베리어(16)에 매입, 설치되는 영구자석(18)으로 인하여 코깅 토크(cogging torque)가 발생되고, 이로 인하여 토크 리플(torque ripple)이 발생하여 그 제어가 쉽지 않게 되는 문제점이 있다.

[0006] 이에, 최근에는 코깅 토크 및 토크 리플을 저감시키기 위한 방안이 다수 제안되고 있으며, 그 중에서 회전자 또는 고정자의 코어에 슬롯을 많이 내거나 보조 돌극 또는 보조 슬롯을 형성하는 등의 노칭 또는 회전자 적층 방향으로 영구자석을 일렬 설치하는 대신 설치 각도에 차이를 두는 스큐(skew) 구조를 채용하고 있다.

[0007] 그러나, 상기 노칭 또는 스큐 구조는, 그 구조가 복잡하여 그 제작이 매우 어렵고 조립성 또한 좋지 못할 뿐만 아니라, 다수의 금형을 복잡하게 제작함에 따른 제작비용이 많이 소요됨은 물론 자속의 감소로 인해 토크 값이 저하되는 문제점을 야기한다. 또한, 스큐 구조를 견인용 전동기에 적용하는 경우 타겟이 되는 운전 영역에 맞게 최적의 스큐 각도를 결정하여 적용하게 되므로, 일정 운전 영역에서만 토크 리플 감소 효과가 발생하는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 제작이 쉽고 조립성이 우수하면서도 코깅 토크 및 토크 리플을 저감시킴과 아울러 토크 성능은 그대로 유지할 수 있는 매입형 영구자석 동기 전동기를 제공하는 데 목적이 있다.

[0009] 또한, 견인용 모터에 적용하는 경우, 보다 넓은 운전 영역에서 토크 리플 감소 효과를 얻을 수 있는 매입형 영구자석 동기 전동기를 제공하는 데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실시예에 따르면, 샤프트가 관통 설치되는 관통공 및 상기 관통공의 주변에 영구자석이 매입, 설치되는 복수의 베리어가 형성된 회전자를 갖는 매입형 영구자석 동기 전동기에 있어서, 상기 회전자의 베리어들은 어느 한쪽 끝의 제1리브 및 다른 쪽 끝의 제2리브가 서로 다른 형상(형태)을 가져 비대칭 구조로 이루어지고, 상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 일정 영역씩 나뉘어 제1회전자와 제2회전자로 구획되되, 상기 제1회전자는 그 비대칭 구조의 베리어들이 동일 열을 이루도록 배치되고, 상기 제2회전자는 그 비대칭 구조의 베리어들이 상기 제1회전자의 베리어들과 반전되어 대향되는 반대방향으로 동일 열을 이루도록 배치된 것을 특징으로 하는 매입형 영구자석 동기 전동기가 제공될 수 있다.

- [0011] 여기서, 상기 베리어들의 제1리브와 제2리브는 상기 베리어들의 비대칭 구조를 위하여 외측방향으로 각각 절곡됨과 아울러 서로 다른 각도를 갖도록 형성될 수 있다.
- [0012] 상기 베리어들의 제2리브(또는, 제1리브)는, 상기 베리어의 수평방향 상부 변과 상기 제2리브(또는, 제1리브)의 상부 변 간의 각도가 151도이고, 상기 베리어의 수평방향 하부 변과 상기 제2리브(또는, 제1리브)의 하부 변 간의 각도가 41도이며, 상기 관통공의 중심으로부터 상기 베리어의 중심을 잇는 선과 상기 관통공의 중심으로부터 상기 제2리브(또는, 제1리브)의 끝을 잇는 선 간의 각도가 17도인 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 절반으로 나뉘어 상기 제1회전자와 상기 제2회전자로 구성될 수 있다. 또는, 상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 2등분 이상의 짝수로 나뉘고, 상기 제1회전자와 상기 제2회전자는 교호하도록 배치될 수 있다.
- [0014] 상기 제1회전자와 상기 제2회전자 중 적어도 어느 하나에는 스큐가 더 형성될 수도 있다.
- [0015] 상기 제1회전자의 베리어들에는 중심을 기준으로 좌측영역과 우측영역 중 어느 하나에 상기 영구자석이 매입되고, 상기 제2회전자의 베리어들에는 중심을 기준으로 상기 제1회전자의 베리어들에 매입된 영구자석과 반대방향을 이루는 위치에 상기 영구자석이 매입되며, 상기 제1회전자와 상기 제2회전자의 베리어들의 중앙영역에는 외측방향(고정자 쪽)으로 연장된 구조의 제3리브가 형성될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시예에 따르면, 샤프트가 관통 설치되는 관통공 및 상기 관통공의 주변에 영구자석이 매입, 설치되는 복수의 베리어가 형성된 회전자를 갖는 매입형 영구자석 동기 전동기에 있어서, 상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 일정 영역씩 나뉘어 제1회전자와 제2회전자로 구획되되, 상기 제1회전자의 베리어에는 그 중심을 기준으로 좌측에 영구자석이 매입, 설치되거나 또는 우측에 영구자석이 매입, 설치되어 비대칭 구조를 이루고, 상기 제2회전자의 베리어에는 그 중심을 기준으로 상기 제1회전자의 베리어에 매입, 설치된 영구자석과 반대방향을 이루는 위치에 영구자석이 매입, 설치되어 비대칭 구조를 이루는 매입형 영구자석 동기 전동기가 제공될 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 회전자의 베리어들은 비대칭 구조를 위하여 상기 제1리브와 상기 제2리브가 외측방향으로 각각 절곡되고 서로 다른 형상을 갖도록 서로 다른 각도로 형성될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 절반으로 나뉘어 상기 제1회전자와 상기 제2회전자로 구성될 수 있다. 또는, 상기 회전자는 적층방향의 길이를 기준으로 2등분 이상의 짝수로 나뉘고, 상기 제1회전자와 상기 제2회전자는 교호하도록 배치될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 제1회전자와 상기 제2회전자 중 적어도 어느 하나에는 스큐가 더 형성될 수도 있다.
- [0020] 또, 상기 제1회전자와 상기 제2회전자의 베리어들의 중앙영역에는 외측방향(고정자 쪽)으로 연장된 구조의 제3리브가 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 실시예에 의하면, 회전자가 적층방향으로 일정 영역씩 구획되되, 어느 한쪽 영역과 다른 한의 영역의 회전자는 (비대칭 구조의)베리어 및/또는 영구자석이 서로 반대되어 대향하는 구조로 배치됨으로써, 종래와 같이 노칭 또는 스큐 구조로 제작하지 않아도 되므로 제작이 용이하고 조립성이 우수함은 물론, 코깅 토크와 토크 리플이 저감됨과 아울러 토크 성능은 그대로 유지되는 효과를 제공할 수 있다.
- [0022] 또한, 견인용 모터에 적용하는 경우, 스큐 구조를 적용하는 경우에 비해 보다 넓은 운전 영역에서 토크 리플 감소 효과를 얻을 수 있는 매입형 영구자석 동기 전동기를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 종래기술에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기 구조가 도시된 정면도이다.
- 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기가 도시된 사시도이다.
- 도 3은 도 2에 도시한 회전자가 반으로 분할된 상태의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성을 나타낸다.
- 도 4는 제2리브의 각도를 설명하고자 회전자의 일부를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서 회전자가 반으로 분할된 상태의 제1회전

자 및 제2회전자의 단면 구성을 나타낸다.

도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서 회전자가 반으로 분할된 상태의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성을 나타낸다.

도 7은 본 발명의 제4실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서 회전자가 반으로 분할된 상태의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성을 나타낸다.

도 8은 본 발명의 제5실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서 회전자가 반으로 분할된 상태의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면에 의거하여 상세히 설명한다.
- [0025] <제1실시예>
- [0026] 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기를 나타낸 사시도이고, 도 3은 도 2에서 회전자가 반으로 분할된 상태에서의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성도이다.
- [0027] 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기(100)는, 코일(도시되지 않음)이 권선되고 둘레를 따라 바(bar) 형태의 도체들이 매입, 고정되기 위한 복수의 홀(114)들이 형성된 고정자(102)와, 이 고정자(102)와 공극을 두고서 회전 가능하게 설치되는 회전자(104)로 구성되어 있다.
- [0028] 여기서, 회전자(104)의 중심에는 샤프트가 관통하여 고정되기 위한 관통공(112)이 형성되고, 고정자(102)의 둘레를 따라 바(bar) 형태의 도체들이 매입, 고정되기 위한 복수의 홀(114)들이 형성되며, 상기 관통공(112)과 홀(114)들 사이에 일정간격으로 복수의 베리어(barrier)(116)가 형성되는데, 이 베리어(116)마다 영구자석(115)이 일직선 방향으로 매입되어 설치되는 구조로 이루어져 있다.
- [0029] 여기서, 베리어(116)는 관통공(112)을 중심으로 각각 일정간격을 두고 형성되고, 각각의 베리어(116)들은 양쪽 끝단에 외향 절곡된 리브(116a, 116b)들이 형성되어 있는데, 상기 베리어(116)들은 그 중심을 기준으로 어느 한쪽의 리브(116a)와 다른 한쪽의 리브(116b)가 각각 서로 다른 형상을 갖도록 서로 다른 각도로 형성되어 서로 비대칭을 이룬다.
- [0030] 또한, 다수의 플레이트가 적층된 구조로 이루어지는 회전자(104)에서 적층방향 길이를 기준으로 반으로 나누어 어느 한쪽에 위치하는 제1회전자(110)와 다른 한쪽에 위치하는 제2회전자(120)의 베리어는 서로 반전되어 대향되도록 형성된다.
- [0031] 예컨대, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 회전자(104) 적층방향의 어느 한쪽에 위치하는 제1회전자(110)는 좌측 리브가 제1리브(116a)로 이루어지고 우측 리브가 제2리브(116b)로 이루어진 플레이트들이 적층된 것을 적용하고, 다른 한쪽에 위치하는 제2회전자(120)는 우측 리브가 제1리브(116a)로 이루어지고 좌측 리브가 제2리브(116b)로 이루어진 플레이트들이 적층된 것을 적용하여 구성될 수 있다. 여기서 제1리브(116a) 및 제2리브(116b)라는 용어는 서로 형상이 동일하지 않아 베리어가 비대칭이 되도록 하는 리브를 표현하기 위한 용어로서, 각 리브의 형상이 특정 형상으로 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 이와 같이, 베리어(116)들의 양쪽 끝단에 형성되는 리브(116a, 116b)들을 비대칭 구조로 형성하되, 적층방향 길이를 기준으로 반으로 나누어, 어느 한쪽 영역에는 동일한 베리어 형상(좌측 리브가 제1리브(116a), 우측 리브가 제2리브(116b))을 갖는 플레이트들로 적층된 제1회전자(110)를 구비하고, 다른 한쪽 영역에는 상기 제1회전자(110)들의 베리어와 반전되어 대향된 리브 구조를 갖되, 동일한 베리어 형상(좌측 리브가 제2리브(116b), 우측 리브가 제1리브(116a))을 갖는 플레이트들로 적층된 제2회전자(120)를 구비한 후, 상기 베리어(116)들에 영구자석(115)을 매입, 설치하게 되면, 스큐 구조 없이 영구자석(115)을 회전자 적층방향으로 일렬로 설치하더라도 종래의 매입형 영구자석 동기 전동기에 비하여 토크 리플이 감소되게 된다. 이는, 제1회전자(110)의 베리어(116)가 좌측 리브는 제1리브(116a)로 형성되고, 우측 리브는 제2리브(116b)로 형성되되, 제2회전자(120)는 제1회전자(110)와는 반전되어 대향되도록 베리어(116)의 좌측 리브가 제2리브(116b)로 형성되고 우측 리브는 제1리브(116a)로 형성됨으로써, 회전시 서로 반대되는 두 개의 파형의 위상차를 가짐에 따라 상호 코깅이 보상됨에 따른 결과로 판단된다.
- [0033] 도 4는 회전자(104)의 베리어(116)에서 제2리브(116b)의 각도를 나타낸 부분도로서, 제2리브(116b)의 각도를 하기의 표 1에서와 같이 다양한 각도로 적용하고 이들을 다양한 경우의 수로 조합하여 설계한 후(다구치 방법),

토크 리플을 측정된 결과 아래의 표 2와 같이 나타남을 알 수 있었다.

[표 1]

| Variable (변수) | 각도 |
|---------------|--------------------|
| $\Theta 1$ | 147° , 149° , 151° |
| $\Theta 2$ | 38° , 41° , 44° |
| $\Theta 3$ | 17° , 17.5° , 18° |

[표 2]

| Model | $\Theta 1$ | $\Theta 2$ | $\Theta 3$ | 토크 리플 (%) |
|---------|------------|------------|------------|-----------|
| Model 1 | 147° | 38° | 17° | 5.88 |
| Model 2 | 147° | 41° | 17.5° | 4.58 |
| Model 3 | 147° | 44° | 18° | 5.79 |
| Model 4 | 149° | 38° | 17.5° | 5.20 |
| Model 5 | 149° | 41° | 18° | 6.88 |
| Model 6 | 149° | 44° | 17° | 5.11 |
| Model 7 | 151° | 38° | 18° | 7.60 |
| Model 8 | 151° | 41° | 17° | 4.51 |
| Model 9 | 151° | 44° | 17.5° | 5.62 |

여기서, 도 4에 도시된 바와 같이, $\Theta 1$ 은 베리어(116)의 수평방향 상부 변과 제2리브(116b)의 상부 변과의 각도를 나타내고, $\Theta 2$ 는 베리어(116)의 수평방향 하부 변과 제2리브(116b)의 하부 변과의 각도를 나타내며, $\Theta 3$ 은 회전자(104)의 관통공(112) 중심으로부터 베리어(116)의 중심을 잇는 기준선과 회전자(104)의 관통공(112) 중심으로부터 제2리브(116b)의 끝단을 잇는 기준선과의 각도를 나타낸다.

이와 같이, 다구치 방법에 의해 상기 $\Theta 1$, $\Theta 2$, $\Theta 3$ 의 각도를 표 2에서와 같은 다양한 경우의 수대로 각도를 적용하여 설계한 후 토크 리플을 측정된 결과, Model 8에서와 같이, $\Theta 1$ 은 151° , $\Theta 2$ 는 41° , $\Theta 3$ 은 17° 일 경우, 토크 리플이 가장 적게 측정되었다.

참고로, 본 발명의 제1실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기(100)의 경우, 회전자(104)가 플레이트 적층 방향을 기준으로 반으로 구획되어 제1회전자(110) 및 제2회전자(120)로 구분되며, 제1회전자(110)의 베리어(116) 비대칭 구조와, 제2회전자(120)의 베리어 비대칭 구조가 서로 반대되어 대향된 구조로 이루어져 있는바, 한 쪽 방향으로 회전되는 전동기 뿐만 아니라 양쪽 방향으로 회전되는 전동기에도 적용될 수 있다.

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기(100)의 경우, 단순히 베리어(116)의 형상만 변경하고 종래에서와 같이 코깅 토크 및 토크 리플 감소를 위하여 노칭을 하지 않아도 되는 바, 노칭에 따른 자기적 공극이 증가되지 않아 토크의 저감이 발생되지 않으면서 코깅 토크 및 토크 리플만 저감되는 효과를 갖게 된다.

또한, 종래에서와 같이 코깅 토크 및 토크 리플 감소를 위하여 스큐를 주지 않아도 되는바, 스큐에 따른 쇄교 자속이 감소되지 않아 토크의 저감이 발생되지 않으면서 코깅 토크 및 토크 리플만 저감된 것은 물론이고, 영구자석을 회전자 적층방향으로 일렬로 설치할 수 있게 되므로 조립성이 크게 향상되는 효과를 갖게 된다. 또한, 견인용 모터에 적용되는 경우, 타겟 운전영역에 최적화된 스큐 각도를 결정하는 방식이 아니므로, 스큐 구조를 사용하는 것에 비해 보다 넓은 운전 영역에서 토크 리플 감소 효과를 얻을 수 있다.

한편, 본 발명의 제1실시예에서 회전자(104)가 적층방향을 기준으로 반으로 구획되어 어느 한쪽 영역에는 상기와 같은 구조의 제1회전자(110)가 배치되고, 다른 한쪽 영역에는 상기와 같은 구조의 제2회전자(120)가 배치되어 서로 반대되어 대향되도록 배치된 것을 일례로 들어 설명하였으나, 경우에 따라서는 적층방향을 기준으로 2등분 이상(4등분, 6등분~)으로 구획하여 상기 제1회전자(110) 및 상기 제2회전자(120)가 순차적으로 교호하도록 배치할 수도 있을 것이며, 이의 경우에도 동일한 작용효과를 거둘 수 있음은 물론이다.

- [0044] <제2실시예>
- [0045] 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서의 회전자가 반으로 분할된 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성도이다.
- [0046] 본 발명의 제2실시예는 앞선 제1실시예와 비교할 때, 베리어(116-1)의 좌측영역 또는 우측영역에 영구자석이 선택적으로 매입, 설치됨으로써, 비대칭 구조를 갖는 것에 차이가 있다.
- [0047] 즉, 베리어(116-1)들이 양쪽 리브는 동일 형상으로 이루어지되, 베리어(116-1)의 중심을 기준으로 좌측 영역에 영구자석(115-1)이 매입, 설치되거나 또는 베리어(116-1)의 중심을 기준으로 우측 영역에 영구자석(115-1)이 매입, 설치됨으로써, 비대칭 구조를 갖게 된다.
- [0048] 본 발명의 제2실시예에서도, 회전자(104-1)는 적층방향 길이를 기준으로 제1회전자(110-1)와 제2회전자(120-1)로 나누어 구분되며, 제1회전자(110-1)에는 베리어(116-1)의 좌측 영역에 영구자석(115-1)이 매입, 설치되고, 제2회전자(120-1)에는 베리어(116-1)의 우측 영역에 영구자석(115-1)이 매입, 설치되는 구조로 이루어짐으로써, 제1회전자(110-1)와 제2회전자(120-1)가 서로 반대되어 대향된 형태를 가진다.
- [0049] 물론, 제1회전자(110-1)의 베리어(116-1) 우측 영역에 영구자석이 매입, 설치되고, 제2회전자(120-1)의 베리어(116-1) 좌측 영역에 영구자석이 매입, 설치될 수도 있다.
- [0050] 이와 같이, 회전자(104-1)를 적층방향 길이를 기준으로 제1회전자(110-1)와 제2회전자(120-1)로 나누어 구분하고, 어느 하나의 회전자에는 베리어(116-1)의 좌측 영역에 영구자석(115-1)을 매입, 설치하고, 다른 하나의 회전자에는 베리어(116-1)의 우측 영역에 영구자석(115-1)을 매입, 설치하여 각각 비대칭으로 영구자석을 매입하면서 제1, 2 회전자가 서로 반대되어 대향된 형태를 가지게 되면, 앞선 제1실시예에서와 동일 또는 극히 유사한 작용효과를 거둘 수 있게 될 것이므로, 이에 대한 작동관계의 설명은 생략하기로 한다.
- [0051] 참고로, 도면 중 설명되지 않은 도면부호 112-1은 샤프트가 매입되는 관통공을 나타낸 것이다.
- [0052] 한편, 본 발명의 제2실시예에서도, 경우에 따라서는 회전자(104-1)를 적층방향을 기준으로 2등분 이상(4등분, 6등분~)으로 구획하여 제1회전자(110) 및 제2회전자(120)가 순차적으로 교차되게 배치할 수도 있을 것이며, 이의 경우에도 동일한 작용효과를 거둘 수 있음은 물론이다.
- [0053] <제3실시예>
- [0054] 도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서 회전자가 반으로 분할된 상태에서의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성도이다.
- [0055] 본 발명의 제3실시예는 앞선 제2실시예의 변형 실시예로서, 제2실시예에서와 동일한 부분에 대해서는 동일부호를 부여하여 설명하고, 그 반복되는 설명은 생략하여 설명하기로 한다.
- [0056] 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기는, 회전자(104-1)의 베리어(116-1) 중앙 영역에 고정자 쪽으로 일정 너비의 제3리브(116c)가 연장 형성된 구조로 이루어져 있다.
- [0057] 즉, 베리어(116-1)의 좌우측 영역 중, 어느 한쪽 영역에 영구자석(115-1)이 매입, 설치된 상태에서, 영구자석(115-1)이 매입, 설치된 영역과 매입, 설치되지 않은 영역을 구분하는 중앙 영역에 고정자 쪽으로 제3리브(116c)가 연장 형성된 구조로 이루어져 있다.
- [0058] 이와 같이, 베리어(116-1)의 중앙 영역에 제3리브(116c)가 연장 형성되게 되면, 영구자석(115-1)이 매입, 설치된 영역에서의 자속 집중 효과가 증대되어 비대칭성이 더욱 강화됨으로써, 토크의 저감이 발생되지 않으면서 보다 향상된 코깅 토크 및 토크 리플의 저감 효과를 갖게 된다. 여기서 베리어의 중앙 영역이라 함은 반드시 베리어의 정 중앙이나 영구자석이 설치된 영역과 설치되지 않은 영역의 정확한 경계면을 의미하는 것은 아니며, 제3리브(116c)가 형성되지 않은 경우에 비해 자속 집중 효과를 거둘 수 있는 위치면 특별히 한정되지 않는다.
- [0059] <제4실시예>
- [0060] 도 7은 본 발명의 제4실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서 회전자가 반으로 분할된 상태에서의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성도로서, 도시된 바와 같이, 본 발명의 제4실시예는 앞선 제1실시예와 제2실시예에 따른 구성을 혼합한 구성을 나타내고 있다.
- [0061] 즉, 회전자(104-2)를 적층방향 길이를 기준으로 제1회전자(110-2)와 제2회전자(120-2)로 나누어 구분하되, 어느

하나의 회전자는 베리어(116)의 양쪽 리브(116a,116b) 형상이 앞선 제1실시예에서와 같이 다른 형태로 이루어지고, 또한 앞선 제2실시예에서와 같이 베리어(116)의 어느 한쪽 영역에 영구자석(115-1)이 매입, 설치된다. 또, 다른 하나의 회전자 또한 베리어(116)의 양쪽 리브(116a,116b) 형상이 다른 형태로 이루어지되, 상기 어느 하나의 회전자와는 베리어가 반전되어 대향되도록 배치되고 아울러 상기 어느 하나의 회전자의 베리어와는 다른 방향에 영구자석이 매입, 설치된다.

[0062] 이와 같이, 제1회전자(110-2)와 제2회전자(120-2)를 각각 반전하여 대향되게 배치시키게 됨에 따라 베리어(116) 및 영구자석(115-1)이 서로 비대칭을 이루면서 서로 대향되게 배치되는바, 앞선 제1실시예에서와 동일 또는 극히 유사한 작용효과를 거둘 수 있게 될 것이므로, 이에 대한 작동관계의 설명은 생략하기로 한다.

[0063] 참고로, 도면 중 설명되지 않은 도면부호 112-2는 샤프트가 매입되는 관통공을 나타낸 것이다.

[0064] 한편, 본 발명의 제4실시예에서도, 경우에 따라서는 적층방향을 기준으로 2등분 이상(4등분, 6등분~)으로 구획하여 상기 제1회전자(110-2) 및 상기 제2회전자(120-2)가 순차적으로 교차되게 배치할 수도 있을 것이며, 이의 경우에도 동일한 작용효과를 거둘 수 있음은 물론이다.

[0065] <제5실시예>

[0066] 도 8은 본 발명의 제5실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에서 회전자가 반으로 분할된 상태에서의 제1회전자 및 제2회전자의 단면 구성도이다.

[0067] 본 발명의 제5실시예는 앞선 제4실시예의 변형 실시예로서, 제4실시예에서와 동일한 부분에 대해서는 동일부호를 부여하여 설명하고, 그 반복되는 설명은 생략하여 설명하기로 한다.

[0068] 도시된 바와 같이, 본 발명의 제5실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기는, 회전자(104-2)의 베리어(116) 중앙 영역에 고정자 쪽으로 일정 너비의 제3리브(116c)가 연장 형성된 구조로 이루어져 있다.

[0069] 즉, 베리어(115-1)의 좌우측 영역 중, 어느 한쪽 영역에 영구자석(115-1)이 매입, 설치된 상태에서, 영구자석(115-1)이 매입, 설치된 영역과 매입, 설치되지 않은 영역을 구분하는 중앙 영역에 고정자 쪽으로 제3리브(116c)가 연장 형성된 구조로 이루어져 있다.

[0070] 이와 같이, 베리어(116)의 중앙 영역에 제3리브(116c)가 연장 형성되게 되면, 영구자석(115-1)이 매입, 설치된 영역에서의 자속 집중 효과가 증대되어 비대칭성이 더욱 강화됨으로써, 토크의 저감이 발생되지 않으면서 보다 향상된 코깁 토크 및 토크 리플의 저감 효과를 갖게 된다.

[0071] 여기서, 베리어의 중앙 영역이라 함은 제3실시예와 마찬가지로 반드시 베리어의 정 중앙이나 영구자석이 설치된 영역과 설치되지 않은 영역의 정확한 경계면을 의미하는 것은 아니며, 제3리브(116c)가 형성되지 않은 경우에 비해 자속 집중 효과를 거둘 수 있는 위치면 특별히 한정되지 않는다.

[0072] 이처럼 본 발명의 제1실시예 내지 제5실시예에 따른 매입형 영구자석 동기 전동기에 따르면, 회전자 적층방향에 따라 베리어 및/또는 영구자석이 서로 반전되어 대향되는 구조에 의해 자속의 비대칭이 발생하게 되므로, 종래 기술과 같이 노칭 또는 스큐를 형성하지 않더라도 토크 리플을 감소시킬 수 있으며 동시에 토크 값은 유지할 수 있는 효과가 있다. 또한, 건인용 모터에 적용하는 경우, 스큐 구조에 비해 보다 넓은 운전 영역에서 토크 리플 감소 효과를 거둘 수 있다.

[0073] 또한, 이상의 설명에서는 영구자석이 회전자가 적층되는 길이방향으로 일렬로 매입, 설치되는 것으로 설치하였으나, 본 발명의 기술사상은 그대로 이용하면서 부가적으로 스큐도 형성하여 코깁 토크 및 토크 리플의 저감효과를 증대시킬 수도 있을 것이다.

[0074] 이상에서와 같은 본 발명의 실시예에서 설명한 기술적 사상은 각각 독립적으로 실시될 수 있으며, 서로 조합되어 실시될 수도 있다. 또한, 본 발명은 도면 및 발명의 상세한 설명에 기재된 실시예를 통하여 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

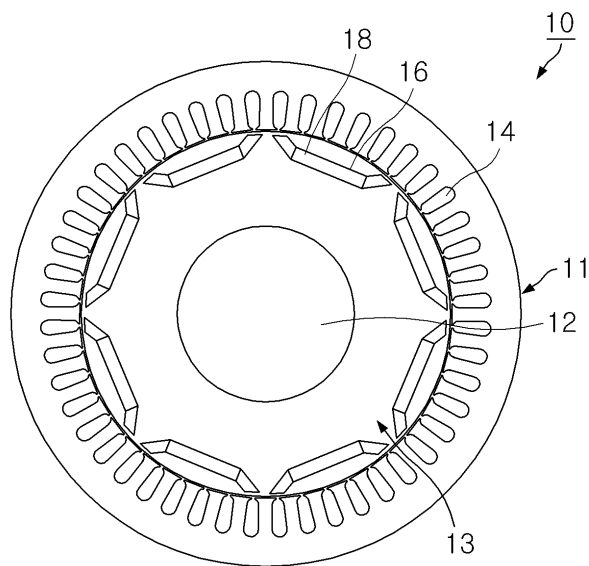
부호의 설명

[0075] 100 : 매입형 영구자석 동기 전동기

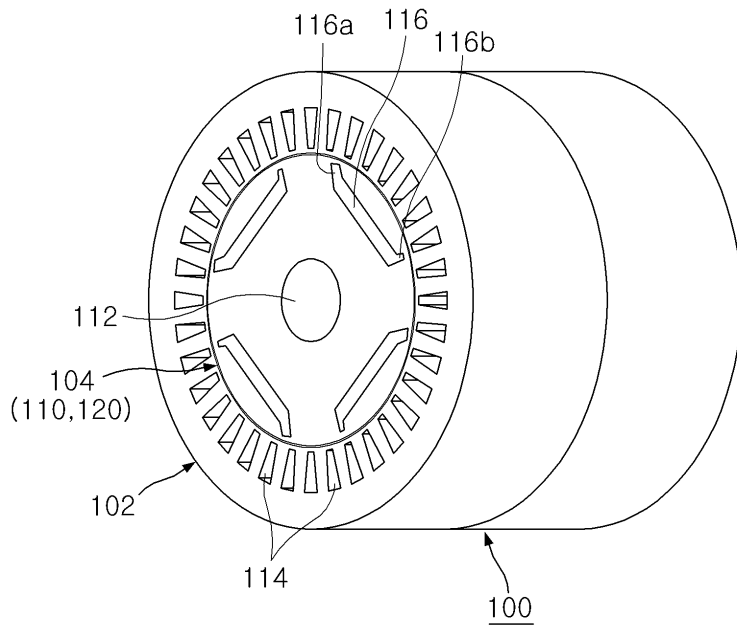
- 102 : 고정자
- 104, 104-1, 104-2 : 회전자
- 110, 110-1, 110-2 : 제1회전자
- 120, 120-1, 120-2 : 제2회전자
- 112, 112-1, 112-2 : 관통공
- 114 : 홀
- 115, 115-1 : 영구자석
- 116, 116-1 : 베리어
- 116a : 제1리브
- 116b : 제2리브
- 116c : 제3리브

도면

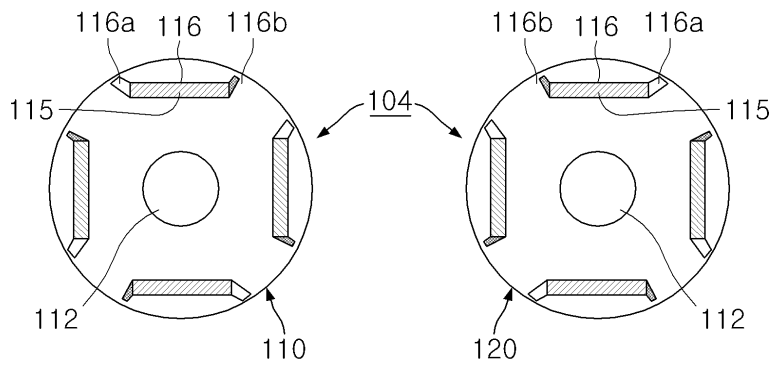
도면1



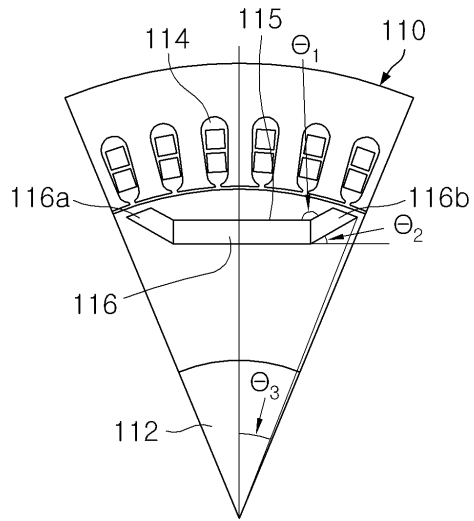
도면2



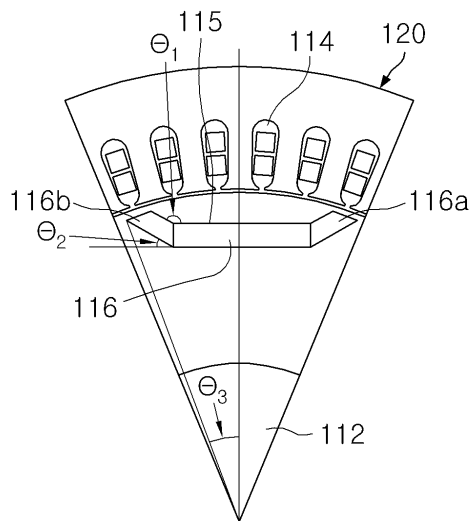
도면3



도면4

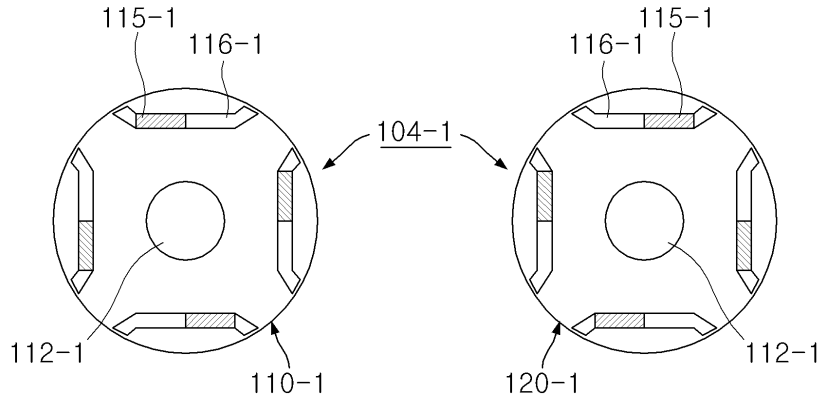


(a)

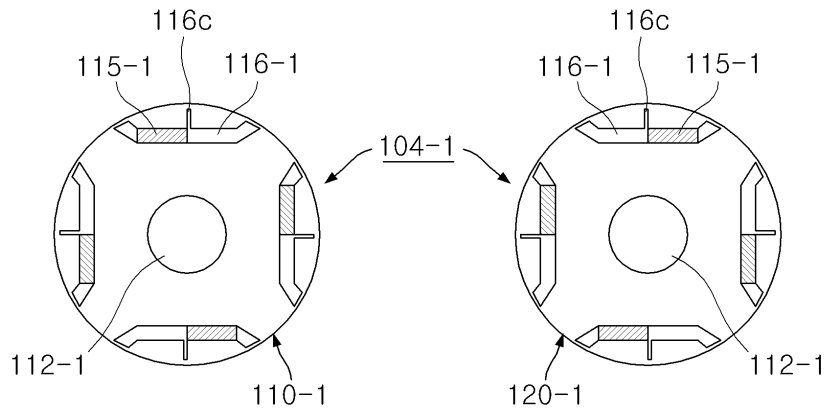


(b)

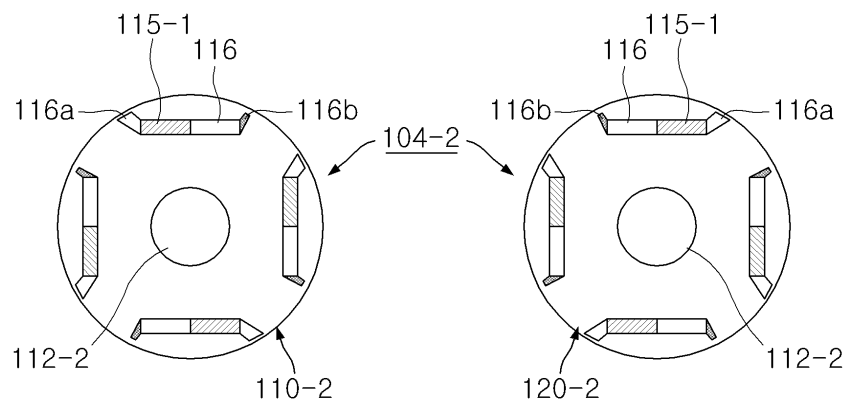
도면5



도면6



도면7



도면8

