(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0058355
(43) 공개일자 2025년04월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 3/14 (2014.01) *H02K 1/02* (2006.01)
H02K 1/276 (2022.01) *H02K 15/02* (2025.01)
H02K 21/14 (2014.01) *H02K 3/40* (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02K 3/14 (2013.01)
H02K 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0141993
(22) 출원일자 2023년10월23일
심사청구일자 2023년10월23일

(71) 출원인
계명대학교 산학협력단
대구광역시 달서구 달구벌대로 1095, 계명대학교 산학협력관 201호(신당동)
(72) 발명자
강동우
경상북도 경산시 경안로50길 31
문주형
대구광역시 동구 효동로 46
(74) 대리인
김건우

전체 청구항 수 : 총 16 항

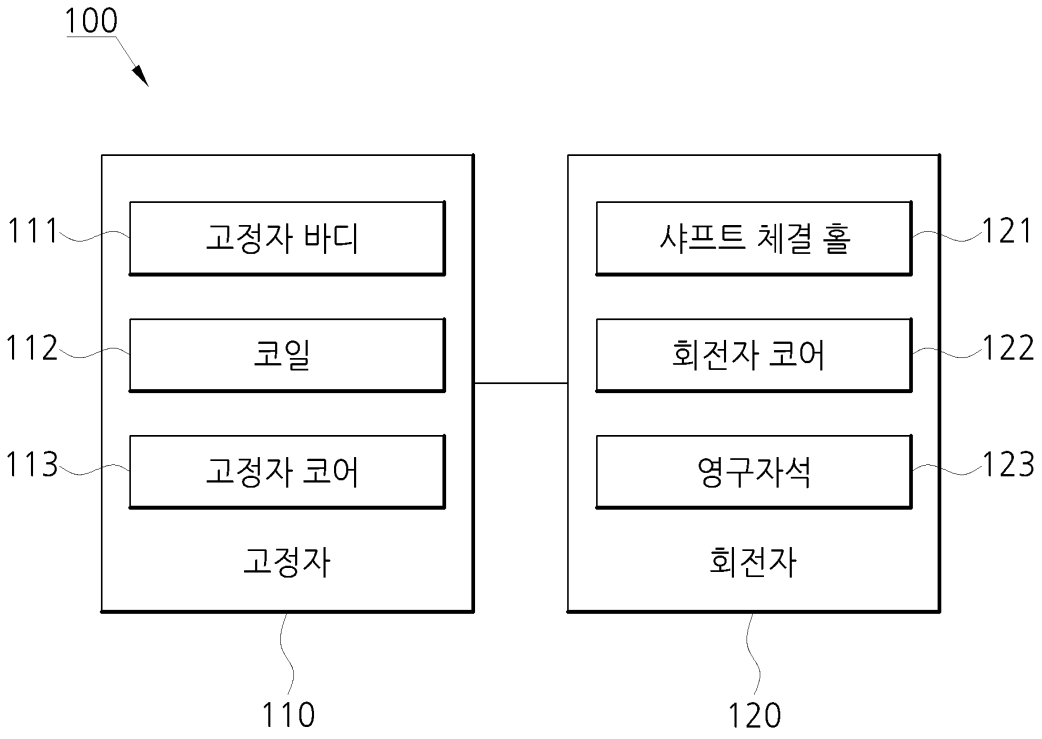
(54) 발명의 명칭 **이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법**

(57) 요 약

본 발명은 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터로서, 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 상기 코일이 상기 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator); 및 상기 고정자

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자(rotor)를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

또한, 본 발명의 특징에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법은, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법으로서, (1) 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 상기 코일이 상기 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator)를 제조하는 단계; (2) 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자(rotor)를 제조하는 단계; 및 (3) 상기 단계 (1)을 통해 제조된 고정자를 트랙션 모터의 하우징 내에 고정 설치하고, 상기 단계 (2)를 통해 제조된 회전자를 고정자의 내측 중심에 배치하여 설치 고정하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

본 발명에서 제안하고 있는 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법에 따르면, 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 코일이 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자와, 고정자의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자를 포함하여 구성함으로써, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 할 수 있다.

또한, 본 발명의 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법에 따르면, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 하는 트랙션 모터를 제작함으로써, 트랙션 모터의 권선 타입별 환형 권선 모델과 헤어핀용 각형 권선 모델의 비교를 통한 최적의 이중 각형 헤어핀 권선 구조의 적용으로, 기존의 권선에서 절연막 손상을 최소화하기 위해 권선 크기를 조정하는 불편함이 해소됨은 물론, 이중 각형 헤어핀 권선 구조를 통한 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실을 개선하여 전체적인 효율을 향상시키고, 또한 권선의 End-winding 높이를 감소시켜 트랙션 모터의 소형화가 가능하도록 할 수 있다.

(52) CPC특허분류
H02K 1/276 (2022.01)
H02K 15/02 (2025.01)
H02K 21/14 (2013.01)
H02K 3/40 (2013.01)
Y02T 10/62 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415185641
과제번호	20019138
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술기획평가원
연구사업명	자동차산업기술개발
연구과제명	희토류 영구자석 사용량 저감을 위한 PMaSynRM 기반 전기구동모듈 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)디아이씨
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터(100)로서,

원통형의 고정자 바디(111)에 코일(112)이 권선되는 고정자 코어(113)를 구비하되, 상기 코일(112)이 상기 고정자 코어(113)에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator)(110); 및

상기 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 회전자(rotor)(120)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하여 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실이 개선되어 트랙션 모터(100)의 전체적인 효율이 향상되도록 기능하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하되, 권선의 End-winding 높이를 감소시키는 구조로 트랙션 모터(100)의 소형화가 가능하도록 기능하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

상기 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 권선하되, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실 개선 및 전기 차량의 고전압화에 대응하는 구조로 상기 고정자 코어(113)에 절연피막이 형성된 직사각 형태로 배치 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

상기 고정자 코어(112)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 회전자(rotor)(120)는,

상기 회전자 코어(122)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 회전자(rotor)(120)는,

상기 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 구조로 구성하되, 상기 복수의 영구자석(123)은 상기 회전자 코어(122)에 IPM(Interior Permanent Magnet) 타입으로 매립되는 희토류 영구자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 복수의 영구자석(123)은,

희토류 영구자석으로 구성하되, 네오디뮴(NdFeB) 자석 소재, 페라이트 자석 소재, 및 희토류 자석 소재를 포함하여 구성하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터.

청구항 9

이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터(100)의 제작 방법으로서,

(1) 원통형의 고정자 바디(111)에 코일(112)이 권선되는 고정자 코어(113)를 구비하되, 상기 코일(112)이 상기 고정자 코어(113)에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator)(110)를 제조하는 단계;

(2) 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 회전자(rotor)(120)를 제조하는 단계; 및

(3) 상기 단계 (1)을 통해 제조된 고정자(110)를 트랙션 모터(100)의 하우징 내에 고정 설치하고, 상기 단계 (2)를 통해 제조된 회전자(120)를 고정자(110)의 내측 중심에 배치하여 설치 고정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하여 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실이 개선되어 트랙션 모터(100)의 전체적인 효율이 향상되도록 기능하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하되, 권선의 End-winding 높이를 감소시키는 구조로 트랙션 모터(100)의 소형화가 가능하도록 기능하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

상기 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 권선하되, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실 개선 및 전기 차량의 고전압화에 대응하는 구조로 상기 고정자 코어(113)에 절연피막이 형성된 직사각 형태로 배치 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

청구항 13

제9항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 고정자(110)는,

상기 고정자 코어(112)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 회전자(rotor)(120)는,

상기 회전자 코어(122)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 회전자(rotor)(120)는,

상기 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 구조로 구성하되, 상기 복수의 영구자석(123)은 상기 회전자 코어(122)에 IPM(Interior Permanent Magnet) 타입으로 매립되는 희토류 영구자석으로 구성되는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 복수의 영구자석(123)은,

희토류 영구자석으로 구성하되, 네오디뮴(NdFeB) 자석 소재, 페라이트 자석 소재, 및 희토류 자석 소재를 포함하여 구성하는 것을 특징으로 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 하는 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 발명의 일실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은

아니다.

[0004] 최근 자동차 관련 산업에서는 자동차 업체별로 연비 규제 강화에 대응하기 위해서 다양한 방안의 연비 개선을 위한 연구 개발이 진행되고 있으며, 이러한 기술 개발의 일환으로 전기에너지를 사용하는 배터리 EV, Hybrid EV 등의 차량 개발이 적극적으로 검토되고 있다. 특히, 하이브리드 차량은 엔진과 함께 후륜을 구동하는 고전압 3상 트랙션 모터(Traction Motor)를 구비하게 된다.

[0006] 일반적으로 트랙션 모터는 엔진 -> 엔진에 의해 발전되어 배터리를 충전시키는 발전기 -> 발전기에 연결된 추진축과 같은 동력전달경로를 거쳐 후륜을 구동하게 되고, 이러한 운전모드를 통상 노말 모드(Normal Mode)라 칭하게 된다. 이러한 트랙션 모터는 엔진 출력의 일부를 담당하거나 엔진자체를 대체하는 내구성을 필요로 하는 핵심 부품으로서, 모터의 고정자(스테이터) 측면에서는 절연수명이 곧 모터의 수명과 동일한 개념으로 취급되어진다.

[0008] 이와 같이, 환경에 대한 관심이 커짐에 따라, 탄소를 배출하지 않는 전기 자동차, 이륜 전동차 등의 그린 전동장치들에 사용되는 트랙션 모터(traction motor)는 지름이 크고 높이가 낮은 박형으로 설계될 필요가 있으나, 일반적인 트랙션 모터는 고정자의 코어에 코일이 권선되는 방식에 따라 환형 권선 모델, 각형 권선 모델, 헤어핀용 각형 권선 모델이 적용되고 있다. 이러한 모델들이 적용되는 트랙션 모터는 권선 타입별 모델별로 저속, 중속, 고속별로 제작성과 AC 저항비 및 소형화 등의 문제로 인한 트랙션 모터의 전체적인 효율에 한계가 따르는 문제가 있었다. 대한민국 등록특허공보 제10-1784524호, 등록특허공보 제10-1939191호가 선행기술 문헌으로 개시되고 있다.

[0010] 전술한 배경 기술은 발명자가 본 발명의 도출을 위해 보유하고 있었거나, 본 발명의 도출 과정에서 습득한 기술 정보로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에게 공개된 공지 기술이라 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 기존에 제안된 방법들의 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 코일이 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자와, 고정자의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자를 포함하여 구성함으로써, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 하는 트랙션 모터를 제작함으로써, 트랙션 모터의 권선 타입별 환형 권선 모델과 헤어핀용 각형 권선 모델의 비교를 통한 최적의 이중 각형 헤어핀 권선 구조의 적용으로, 기존의 권선에서 절연막 손상을 최소화하기 위해 권선 크기를 조정하는 불편함이 해소됨은 물론, 이중 각형 헤어핀 권선 구조를 통한 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실을 개선하여 전체적인 효율을 향상시키고, 또한 권선의 End-winding 높이를 감소시켜 트랙션 모터의 소형화가 가능하도록 하는, 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법을 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0015] 다만, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 상기한 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터는,

[0017] 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터로서,

[0018] 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 상기 코일이 상기 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator); 및

[0019] 상기 고정자의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자(rotor)를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0021] 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0022] 원통형의 고정자 바디에 구비되는 고정자 코어에 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하여 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실이 개선되어 트랙션 모터의 전체적인 효율이 향상되도록 기능할 수 있다.

[0024] 더욱 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0025] 원통형의 고정자 바디에 구비되는 고정자 코어에 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하되, 권선의 End-winding 높이를 감소시키는 구조로 트랙션 모터(100)의 소형화가 가능하도록 기능할 수 있다.

[0027] 더욱 더 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0028] 상기 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 원통형의 고정자 바디에 구비되는 고정자 코어에 권선하되, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실 개선 및 전기 차량의 고전압화에 대응하는 구조로 상기 고정자 코어에 절연피막이 형성된 직사각 형태로 배치 구성될 수 있다.

[0030] 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0031] 상기 고정자 코어가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다.

[0033] 더욱 바람직하게는, 상기 회전자(rotor)는,

[0034] 상기 회전자 코어가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다.

[0036] 더욱 더 바람직하게는, 상기 회전자(rotor)는,

[0037] 상기 고정자의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 구조로 구성하되, 상기 복수의 영구자석은 상기 회전자 코어에 IPM(Interior Permanent Magnet) 타입으로 매립되는 희토류 영구자석으로 구성될 수 있다.

[0039] 더더욱 바람직하게는, 상기 복수의 영구자석은,

[0040] 희토류 영구자석으로 구성하되, 네오디뮴(NdFeB) 자석 소재, 페라이트 자석 소재, 및 희토류 자석 소재를 포함하여 구성할 수 있다.

[0042] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작

방법은,

[0043] 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법으로서,

[0044] (1) 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 상기 코일이 상기 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator)를 제조하는 단계;

[0045] (2) 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자(rotor)를 제조하는 단계; 및

[0046] (3) 상기 단계 (1)을 통해 제조된 고정자를 트랙션 모터의 하우징 내에 고정 설치하고, 상기 단계 (2)를 통해 제조된 회전자를 고정자의 내측 중심에 배치하여 설치 고정하는 단계를 포함하는 것을 그 구성상의 특징으로 한다.

[0048] 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0049] 원통형의 고정자 바디에 구비되는 고정자 코어에 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하여 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실이 개선되어 트랙션 모터의 전체적인 효율이 향상되도록 기능할 수 있다.

[0051] 더욱 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0052] 원통형의 고정자 바디에 구비되는 고정자 코어에 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하되, 권선의 End-winding 높이를 감소시키는 구조로 트랙션 모터(100)의 소형화가 가능하도록 기능할 수 있다.

[0054] 더욱 더 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0055] 상기 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 원통형의 고정자 바디에 구비되는 고정자 코어에 권선하되, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실 개선 및 전기 차량의 고전압화에 대응하는 구조로 상기 고정자 코어에 절연피막이 형성된 직사각 형태로 배치 구성될 수 있다.

[0057] 바람직하게는, 상기 고정자는,

[0058] 상기 고정자 코어가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다.

[0060] 더욱 바람직하게는, 상기 회전자(rotor)는,

[0061] 상기 회전자 코어가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다.

[0063] 더욱 더 바람직하게는, 상기 회전자(rotor)는,

[0064] 상기 고정자의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 구조로 구성하되, 상기 복수의 영구자석은 상기 회전자 코어에 IPM(Interior Permanent Magnet) 타입으로 매립되는 희토류 영구자석으로 구성될 수 있다.

[0066] 더더욱 바람직하게는, 상기 복수의 영구자석은,

[0067] 희토류 영구자석으로 구성하되, 네오디뮴(NdFeB) 자석 소재, 페라이트 자석 소재, 및 희토류 자석 소재를 포함하여 구성할 수 있다.

발명의 효과

[0068] 본 발명에서 제안하고 있는 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법에 따르면, 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 코일이 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자와, 고정자의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자를 포함하여 구성함으로써, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 할 수 있다.

[0070] 또한, 본 발명의 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법에 따르면, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 하는 트랙션 모터를 제작함으로써, 트랙션 모터의 권선 타입별 환형 권선 모델과 헤어핀용 각형 권선 모델의 비교를 통한 최적의 이중 각형 헤어핀 권선 구조의 적용으로, 기존의 권선에서 절연막 손상을 최소화하기 위해 권선 크기를 조정하는 불편함이 해소됨은 물론, 이중 각형 헤어핀 권선 구조를 통한 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실을 개선하여 전체적인 효율을 향상시키고, 또한 권선의 End-winding 높이를 감소시켜 트랙션 모터의 소형화가 가능하도록 할 수 있다.

[0072] 더불어, 본 발명의 다양하면서도 유익한 장점과 효과는 상술한 내용에 한정되지 않으며, 본 발명의 구체적인 실시 형태를 설명하는 과정에서 보다 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0073] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 구성을 기능블록으로 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 일부 요부 확대 구성을 도시한 도면.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 이중 각형 헤어핀 권선 구조의 적용 구성의 도시한 도면.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 환선, 헤어핀 각선 구조를 일례로 도시한 도면.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 헤어핀 권선 구조의 일례를 도시한 도면.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 헤어핀 권선 및 AC 동손에 따른 표피 효과와 근접 효과를 일례로 도시한 도면.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 고정자 슬롯내 형상 변수의 일례를 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선 형상비별 AC 저항비의 일례를 도시한 도면.

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 EV용 트랙션 모터의 권선 타입별 특성 비교를 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선 타입 및 구동속도별 저항 손실 분포의 일례를 도시한 도면.

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선 모델별 특성 비교 그래프를 일례로 도시한 도면.

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 헤어핀 AC 손실 개선을 위한 구조를 일례로 도시한 도면.

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 구동 주파수에

따른 권선의 전류 밀도를 일례로 도시한 도면.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 각형 권선 모델의 AC 저항비를 일례로 도시한 도면.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선의 구동 속도별 저항 손실 분포를 일례로 도시한 도면.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법의 흐름을 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0074] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0076] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0078] 이하의 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 상세한 설명이며, 본 발명의 권리 범위를 제한하는 것이 아니다. 따라서 본 발명과 동일한 기능을 수행하는 동일 범위의 발명 역시 본 발명의 권리 범위에 속할 것이다.

[0080] 또한, 본 발명의 각 실시예에 포함된 각 구성, 과정, 공정 또는 방법 등은 기술적으로 상호간 모순되지 않는 범위 내에서 공유될 수 있다.

[0082] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 구성을 기능블록으로 도시한 도면이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 일부 요부 확대 구성을 도시한 도면이며, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 이중 각형 헤어핀 권선 구조의 적용 구성의 도시한 도면이다. 도 1 내지 도 3에 각각 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터(100)는, 원통형의 고정자 바디(111)에 코일(112)이 권선되는 고정자 코어(113)를 구비하되, 코일(112)이 고정자 코어(113)에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator)(110), 및 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 회전자(rotor)(120)를 포함하여 구성될 수 있다. 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 구체적인 구성에 대해 상세히 설명하기로 한다.

[0084] 고정자(110)는, 원통형의 고정자 바디(111)에 코일(112)이 권선되는 고정자 코어(113)를 구비하되, 코일(112)이 고정자 코어(113)에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 구성이다. 이러한 고정자(110)는 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하여 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실이 개선되어 트랙션 모터(100)의 전체적인 효율이 향상되도록 기능할 수 있다. 여기서, 기존의 권선은 절연막 손상을 최소화하기 위해 권선 크기를 조정하였으나, 고정자(110)에 적용되는 이중 각형 권선

구조는 기존의 권선과 달리 권선 크기를 조정할 필요 없이 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실을 개선하여 전체적인 효율을 향상시킬 수 있다.

[0086] 또한, 고정자(110)는 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하되, 권선의 End-winding 높이를 감소시키는 구조로 트랙션 모터(100)의 소형화가 가능하도록 기능할 수 있다.

[0088] 또한, 고정자(110)는 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 권선하되, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실 개선 및 전기 차량의 고전압화에 대응하는 구조로 상기 고정자 코어(113)에 절연피막이 형성된 직사각 형태로 배치 구성될 수 있다. 이러한 고정자(110)는 도 3에 도시된 바와 같이, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실을 개선하는 이중 각형 헤어핀 권선 구조로, 기존 헤어핀 권선의 경우 파단의 우려로 제한된 종횡비로 설계되고 있으나, 이중 각형 헤어핀 권선을 적용하는 경우, 헤어핀 권선의 고속에서 AC 저항을 저감하고, 고전압화에 따른 턴 수 증가가 가능하도록 기능할 수 있다. 즉, 이중 각형 헤어핀 권선 구조는 도 3에 도시된 바와 같이, 기존 헤어핀 권선에 비해 여유 공간과 사이즈 저감 및 턴 수 증가가 가능하게 된다. 여기서, 이중 각형 헤어핀 권선 구조로 이루어지는 코일(112)은 중심의 도체에 절연층과 자기접착층이 형성된 에나멜 와이어 구조로, 단선과, 단선의 묶음 번들, 묶음 번들의 서브 번들의 조합으로 이루어지는 다중 번들 구조로 형성되고, 성형 및 압축을 통해 사각형 구조의 이중 각형 헤어핀 구조로 구성될 수 있다.

[0090] 또한, 고정자(110)는 고정자 코어(112)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다. 여기서, 고정자(110)는 이중 각형 헤어핀 권선 구조가 적용되는 구조로, 모터 슬롯의 절연은 슬롯 라이너 또는 테이프 처리로 2차 절연되거나, 또는 슬롯에 수지가 함침 되거나, 와인딩 후 열전도율을 향상시키는 공정으로 슬롯 내부 권선에 직접 오일 냉각으로 절연시킬 수도 있다.

[0092] 회전자(rotor)(120)는, 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 구성이다. 이러한 회전자(rotor)(120)는 회전자 코어(122)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다.

[0094] 또한, 회전자(120)는 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 구조로 구성하되, 복수의 영구자석(123)은 회전자 코어(122)에 IPM(Interior Permanent Magnet) 타입으로 매립되는 희토류 영구자석으로 구성될 수 있다. 여기서, 복수의 영구자석(123)은 희토류 영구자석으로 구성하되, 네오디뮴(NdFeB) 자석 소재, 페라이트 자석 소재, 및 희토류 자석 소재를 포함하여 구성할 수 있다.

[0096] 이와 같이, 원통형의 고정자 바디(111)에 코일(112)이 권선되는 고정자 코어(113)를 구비하되, 코일(112)이 상기 고정자 코어(113)에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator)(110)와, 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 회전자(rotor)(120)를 포함하는 트랙션 모터(100)는 EV용 트랙션 모터로서, 30,000rpm 추진 모터 및 최대 100,000rpm의 압축기 모터와 같은 고속 응용 분야에 활용될 수 있다.

[0098] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 환선, 헤어핀 각선 구조를 일례로 도시한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 헤어핀 권선 구조의 일례를 도시한 도면이며, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤

어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 헤어핀 권선 및 AC 동손에 따른 표피 효과와 근접 효과를 일례로 도시한 도면이고, 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 고정자 슬롯내 형상 변수의 일례를 도시한 도면이다. 도 4는 환선과 헤어핀 각선의 권선 구조에 따른 점적률 및 AC 저항 손실의 비를 나타내고 있으며, 도 5는 동일 면적 대비 헤어핀 권선 구조로서, 권선 너비, 두께(종횡비) 변경에 따른 AC 저항 손실 저감을 나타내고 있으나, AC 손실 저감을 위해 두께를 줄일 경우 권선 Twisting 때 절연막 손상 가능성이 증가된다. 이는 AC 손실에 의한 고속 효율 감소와 제한적인 설계의 문제로 나타나게 된다.

[0100] 또한, 도 6은 헤어핀 권선 및 AC 동손의 표피 효과와 근접 효과를 나타내며, 영구자석 동기기의 수학적 모델링의 표피 효과 및 근접효과는 도체내 전류밀도 분포를 변화시키며, 고주파수(고속운전) 영역에서 도체 저항을 증가시키게 되며, 이는 아래의 [수학식 1]로 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\delta_{skin} = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu_r \mu_0 \sigma}}$$

$$R = \frac{l_c}{\sigma S_c}$$

$$S_c = \begin{cases} \pi r_c^2 - \pi(r_c - \delta_{skin})^2 & r_c > \delta_{skin} \\ \pi r_c^2 & r_c > \delta_{skin} \end{cases}$$

[0102]

[0104] 또한, 권선법에 따른 기자력으로, 고정자 슬롯내 형상 변수에 따른 AC 저항 손실 비와 평균 저항 계수는 아래의 [수학식 2]로 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$k_R = \frac{R_{AC}}{R_{DC}} \longleftarrow \text{AC 저항 손실 비}$$

$$\xi = \alpha h_{c0} = h_{c0}\sqrt{\frac{1}{2}\omega\mu_0\sigma_c\frac{b_{c0}}{b}}$$

$$k_{Rk} = \varphi(\xi) + k(k-1)\psi(\xi) = \xi\frac{\sinh 2\xi + \sin 2\xi}{\cosh 2\xi - \cos 2\xi}$$

$$\varphi(\xi) = \xi\frac{\sinh 2\xi + \sin 2\xi}{\cosh 2\xi - \cos 2\xi} \quad \psi(\xi) = 2\xi\frac{\sinh \xi - \sin \xi}{\cosh \xi + \cos \xi}$$

평균 저항 계수 → $k_R = \varphi(\xi) + \frac{k_n^2 - 1}{3}\psi(\xi)$

[0106]

[0108] 여기서, hco는 도체의 높이, w는 각속도, bco는 도체의 너비, b는 슬롯의 너비를 나타낸다.

[0110] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선 형상비별 AC 저항비의 일례를 도시한 도면이고, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 EV용 트랙션 모터의 권선 타입별 특성 비교를 도시한 도면이며, 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선 타입 및 구동속도별 저항 손실 분포의 일례를 도시한 도면이다.

[0112] 먼저, 도 8은 [수학식 1]과 [수학식 2]를 통해 슬롯 개구폭에 가까운 도체일수록 AC 저항 계수가 커지고, 도체의 두께가 클수록, 극 수와 구동 속도가 높을 수록 AC 저항 손실이 증가되는 권선 형상비별 AC 저항비의 비교 그래프를 나타내고 있으며, 도 9는 환형 권선 모델과 헤어핀용 각형 권선 모델의 구성과, 2가지 모델 중 헤어핀용 각형 권선을 사용한 모델의 AC 저항비가 가장 높음을 나타내고 있으며, 도 10은 권선 타입 및 구동 속도별 저항 손실 분포로, 환선과 헤어핀 권선의 권선 타입별 저항 손실 분포를 나타내고 있다. 여기서, DC 상저항이 가장 낮은 헤어핀 권선의 경우 저속에서 손실이 가장 작지만, 표피 효과에 의한 AC 손실이 증가하는 고속에서는 가장 높은 손실 발생을 나타내고 있다.

[0114] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선 모델별 특성 비교 그래프를 일례로 도시한 도면이고, 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 헤어핀 AC 손실 개선을 위한 구조를 일례로 도시한 도면이다. 도 11은 EV용 트랙션 모터의 권선 타입별 특성 비교 그래프를 나타내고 있으며, 기존 내연기관 차량의 경우 고속에서의 연비 향상을 중시, 고속 효율 확보를 위해서는 환형 권선이 적합하며, 제작성이 우수하고 중/저속 운전효율을 중시할 경우 헤어핀 권선이 적합함을 나타내고 있다.

[0116] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 구동 주파수에 따른 권선의 전류 밀도를 일례로 도시한 도면이고, 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 각형 권선 모델의 AC 저항비를 일례로 도시한 도면이며, 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터를 설명하기 위한 권선의 구동 속도별 저항 손실 분포를 일례로 도시한 도면이다. 도 13 내지 도 15에 도시된 바와 같이, 권선 타입별 저항 손실 분포를 보면, 15000rpm 기준 헤어핀 권선 대비 1.2% 효율이 개선되고, 전반적인 운영영역에 대해서 환형 권선보다 높은 최대 효율을 나타내고 있으며, 차량 고전압화에 따른 현 800V 이상의 전압에서 효율적인 설계 구조로 제안될 수 있다.

[0118] 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법의 흐름을 도시한 도면이다. 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터의 제작 방법은, 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 코일이 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자를 제조하는 단계(S110), 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자를 제조하는 단계(S120), 및 고정자를 트랙션 모터의 하우징 내에 고정 설치하고, 회전자를 고정자의 내측 중심에 배치하여 설치 고정하는 단계(S130)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0120] 단계 S110에서는, 원통형의 고정자 바디(111)에 코일(112)이 권선되는 고정자 코어(113)를 구비하되, 코일(112)이 상기 고정자 코어(113)에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자(stator)(110)를 제조한다. 이러한 고정자(110)는 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로

권선하여 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실이 개선되어 트랙션 모터(100)의 전체적인 효율이 향상되도록 기능할 수 있다. 여기서, 기존의 권선은 절연막 손상을 최소화하기 위해 권선 크기를 조정하였으나, 고정자(110)에 적용되는 이중 각형 권선 구조는 기존의 권선과 달리 권선 크기를 조정할 필요 없이 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실을 개선하여 전체적인 효율을 향상시킬 수 있다.

[0122] 또한, 고정자(110)는 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선하되, 권선의 End-winding 높이를 감소시키는 구조로 트랙션 모터(100)의 소형화가 가능하도록 기능할 수 있다.

[0124] 또한, 고정자(110)는 코일(112)을 이중 각형 헤어핀 구조로 원통형의 고정자 바디(111)에 구비되는 고정자 코어(113)에 권선하되, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실 개선 및 전기 차량의 고전압화에 대응하는 구조로 상기 고정자 코어(113)에 절연피막이 형성된 직사각 형태로 배치 구성될 수 있다. 이러한 고정자(110)는 도 3에 도시된 바와 같이, 헤어핀 권선의 AC 저항 손실을 개선하는 이중 각형 헤어핀 권선 구조로, 기존 헤어핀 권선의 경우 파단의 우려로 제한된 종횡비로 설계되고 있으나, 이중 각형 헤어핀 권선을 적용하는 경우, 헤어핀 권선의 고속에서 AC 저항을 저감하고, 고전압화에 따른 턴 수 증가가 가능하도록 기능할 수 있다. 즉, 이중 각형 헤어핀 권선 구조는 도 3에 도시된 바와 같이, 기존 헤어핀 권선에 비해 여유 공간과 사이즈 저감 및 턴 수 증가가 가능하게 된다. 여기서, 이중 각형 헤어핀 권선 구조로 이루어지는 코일(112)은 중심의 도체에 절연층과 자기접착층이 형성된 에나멜 와이어 구조로, 단선과, 단선의 묶음 번들, 묶음 번들의 서브 번들의 조합으로 이루어지는 다중 번들 구조로 형성되고, 성형 및 압축을 통해 사각형 구조의 이중 각형 헤어핀 구조로 구성될 수 있다.

[0126] 또한, 고정자(110)는 고정자 코어(112)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다. 여기서, 고정자(110)는 이중 각형 헤어핀 권선 구조가 적용되는 구조로, 모터 슬롯의 절연은 슬롯 라이너 또는 테이프 처리로 2차 절연되거나, 또는 슬롯에 수지가 함침 되거나, 와인딩 후 열전도율을 향상시키는 공정으로 슬롯 내부 권선에 직접 오일 냉각으로 절연시킬 수도 있다.

[0128] 단계 S120에서는, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 회전자(120)를 제조한다. 이러한 회전자(rotor)(120)는 회전자 코어(122)가 전기강판을 사용한 일체형의 적층 구조로서, 무방향성의 규소 강판 소재로 구성될 수 있다.

[0130] 또한, 회전자(120)는 고정자(110)의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀(121)이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어(122)에 복수의 영구자석(123)이 배치되는 구조로 구성하되, 복수의 영구자석(123)은 회전자 코어(122)에 IPM(Interior Permanent Magnet) 타입으로 매립되는 희토류 영구자석으로 구성될 수 있다. 여기서, 복수의 영구자석(123)은 희토류 영구자석으로 구성하되, 네오디뮴(NdFeB) 자석 소재, 페라이트 자석 소재, 및 희토류 자석 소재를 포함하여 구성할 수 있다.

[0132] 단계 S130에서는, 단계 S110을 통해 제조된 고정자(110)를 트랙션 모터(100)의 하우징 내에 고정 설치하고, 단계 S120을 통해 제조된 회전자(120)를 고정자(110)의 내측 중심에 배치하여 설치 고정한다. 이러한 과정을 통해 제작된 효율 향상과 크기 축소를 위한 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터(100)는 EV용 트랙션 모터로서, 30,000rpm 추진 모터 및 최대 100,000rpm의 압축기 모터와 같은 고속 응용 분야에 활용될 수 있다.

[0134] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 이중 헤어핀 권선 구조를 갖는 트랙션 모터 및 그 제작 방법은, 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 코일이 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자와, 고정자의 내부에 배치되어 회전 구동하며, 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체

결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자를 포함하여 구성함으로써, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 할 수 있으며, 특히, 고정자의 코일을 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되도록 구성하여 트랙션 모터의 효율 향상 및 크기 축소를 통한 전체적인 모터 효율이 향상될 수 있도록 하는 트랙션 모터를 제작함으로써, 트랙션 모터의 권선 타입별 환형 권선 모델과 헤어핀용 각형 권선 모델의 비교를 통한 최적의 이중 각형 헤어핀 권선 구조의 적용으로, 기존의 권선에서 절연막 손상을 최소화하기 위해 권선 크기를 조정하는 불편함이 해소됨은 물론, 이중 각형 헤어핀 권선 구조를 통한 절연막 손상을 최소화하면서 AC 저항 손실을 개선하여 전체적인 효율을 향상시키고, 또한 권선의 End-winding 높이를 감소시켜 트랙션 모터의 소형화가 가능하도록 할 수 있게 된다.

[0136] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0138] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0139] 100: 본 발명의 일실시예에 따른 트랙션 모터

110: 고정자(stator)

111: 고정자 바디

112: 코일

113: 고정자 코어

120: 회전자(rotor)

121: 샤프트 체결 홀

122: 회전자 코어

123: 영구자석

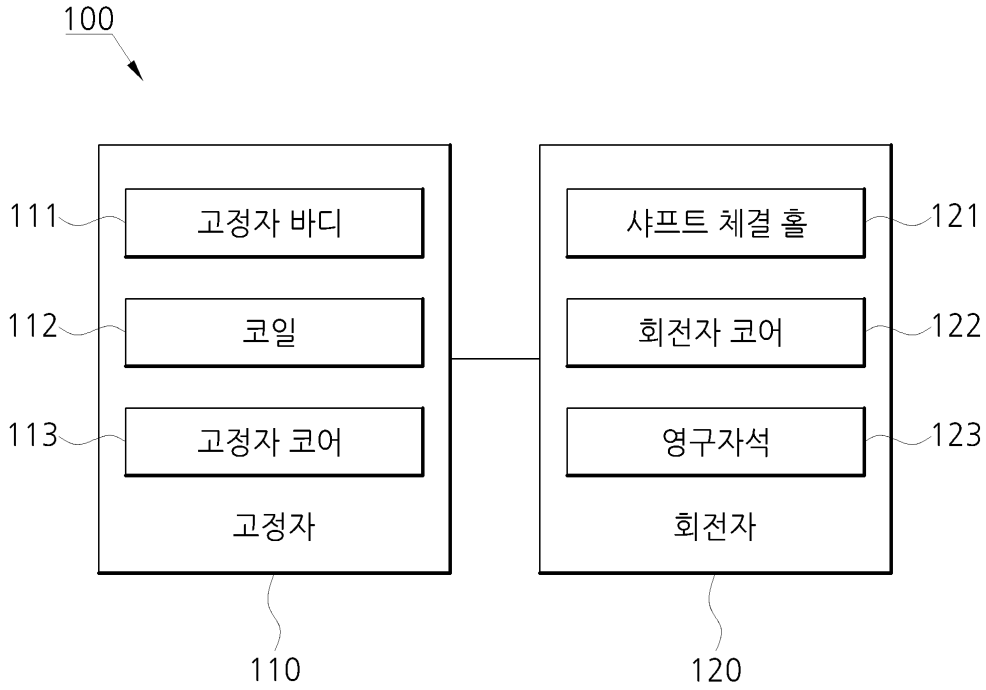
S110: 원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 코일이 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자를 제조하는 단계

S120: 중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자를 제조하는 단계

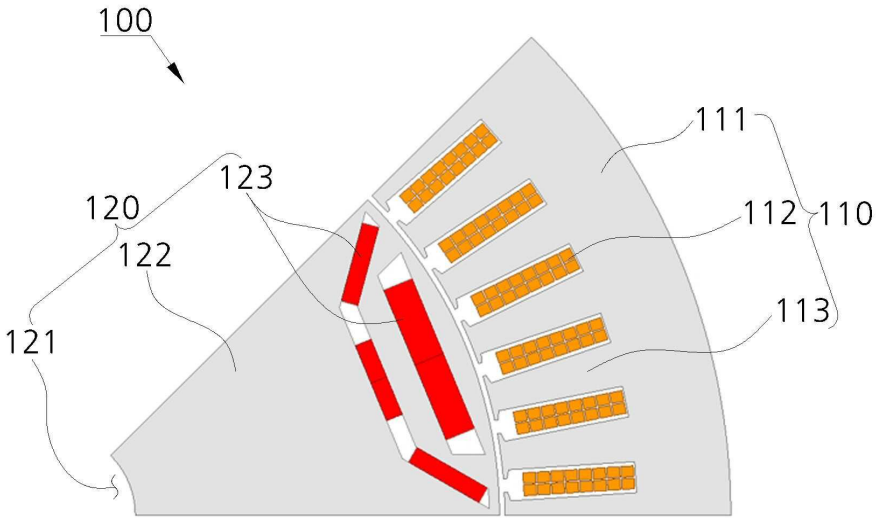
S130: 고정자를 트랙션 모터의 하우징 내에 고정 설치하고, 회전자를 고정자의 내측 중심에 배치하여 설치 고정하는 단계

도면

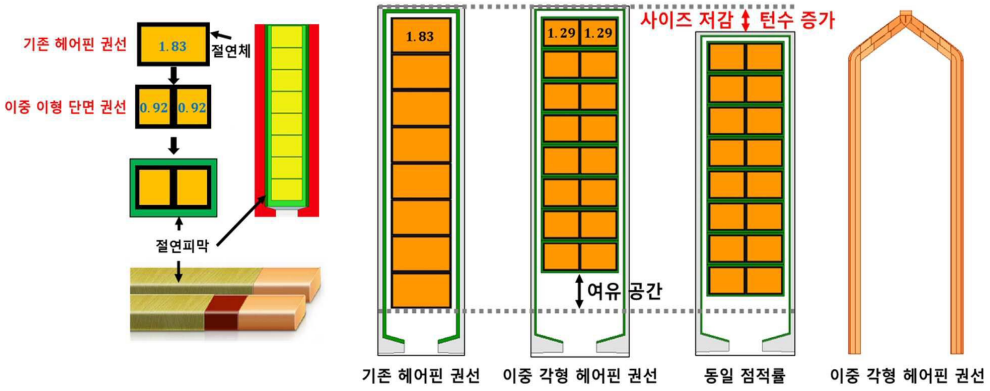
도면1


100
111
고정자 바디
112
코일
113
고정자 코어
고정자
110
121
샤프트 체결 홀
122
회전자 코어
123
영구자석
회전자
120

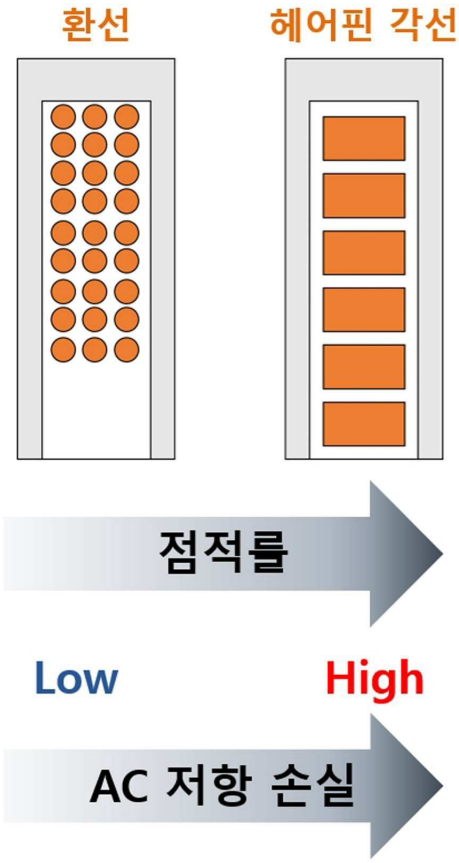
도면2


100
111
123
120
112
110
122
113
121

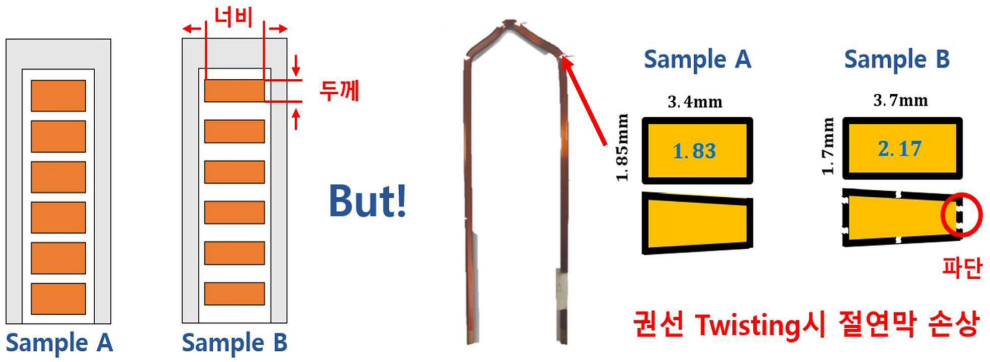
도면3


기존 헤어핀 권선
1.83
절연체
이중 이형 단면 권선
0.92
0.92
절연피막
1.83
1.29
1.29
사이즈 저감 ↕ 턴수 증가
여유 공간
기존 헤어핀 권선
이중 각형 헤어핀 권선
동일 점적률
이중 각형 헤어핀 권선

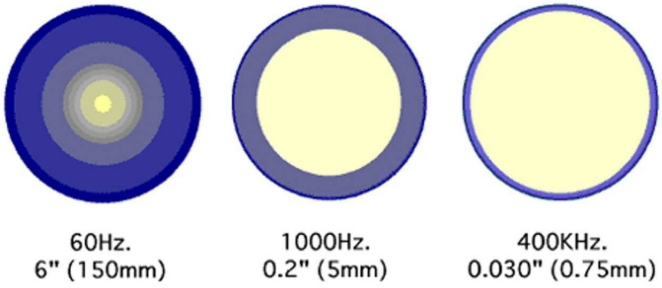
도면4

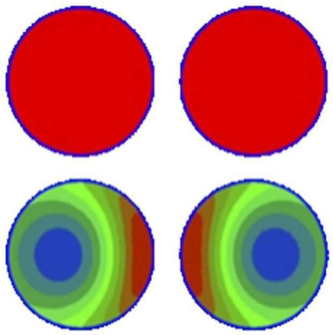

환선
헤어핀 각선
점적률
Low
High
AC 저항 손실

도면5

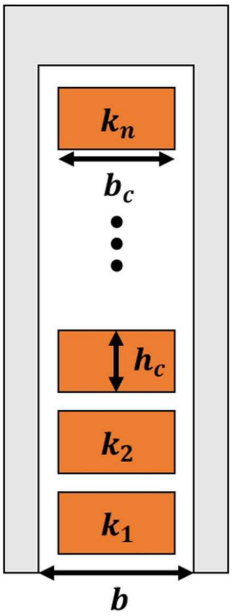

너비
두께
But!
Sample A
Sample B
Sample A
Sample B
3.4mm
1.85mm
1.83
3.7mm
1.7mm
2.17
파단
권선 Twisting시 절연막 손상

도면6

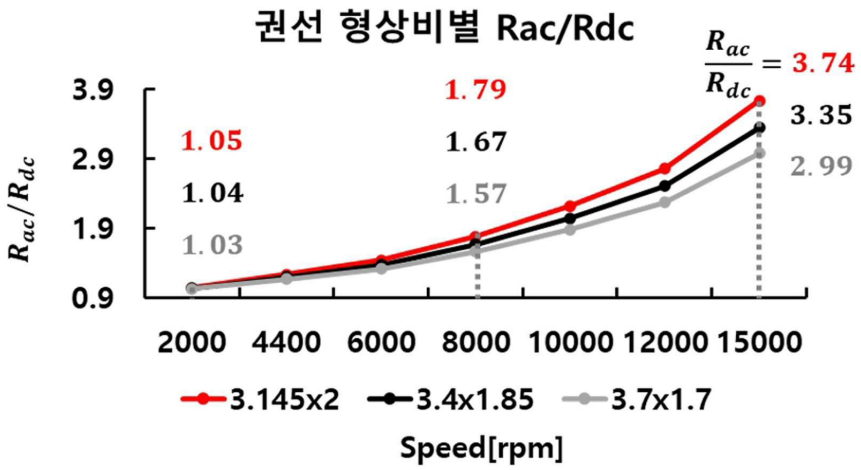

60Hz.
6" (150mm)
1000Hz.
0.2" (5mm)
400KHz.
0.030" (0.75mm)
표피효과(Skin Effect)


근접효과(Proximity Effect)

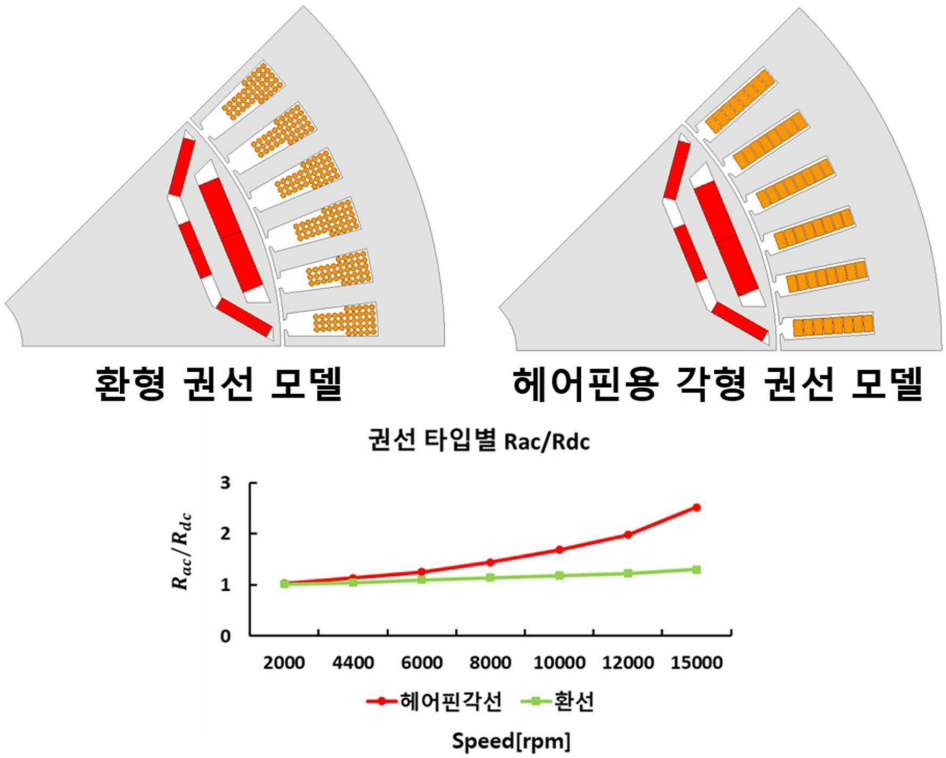
도면7


k_n
b_c
h_c
k_2
k_1
b

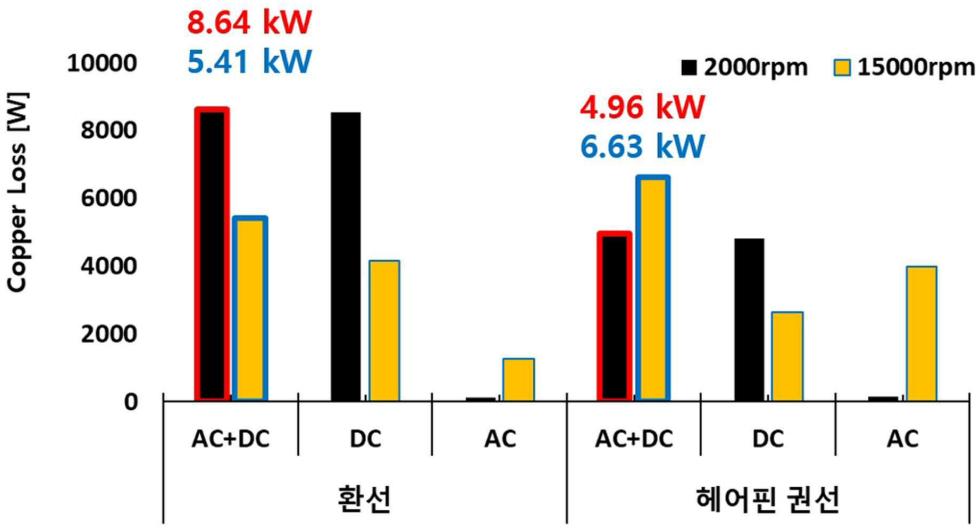
도면8


권선 형상비별 Rac/Rdc
$\frac{R_{ac}}{R_{dc}} = 3.74$
3.35
2.99
1.79
1.67
1.57
1.05
1.04
1.03
3.9
2.9
1.9
0.9
R_{ac}/R_{dc}
2000 4400 6000 8000 10000 12000 15000
3.145x2
3.4x1.85
3.7x1.7
Speed[rpm]

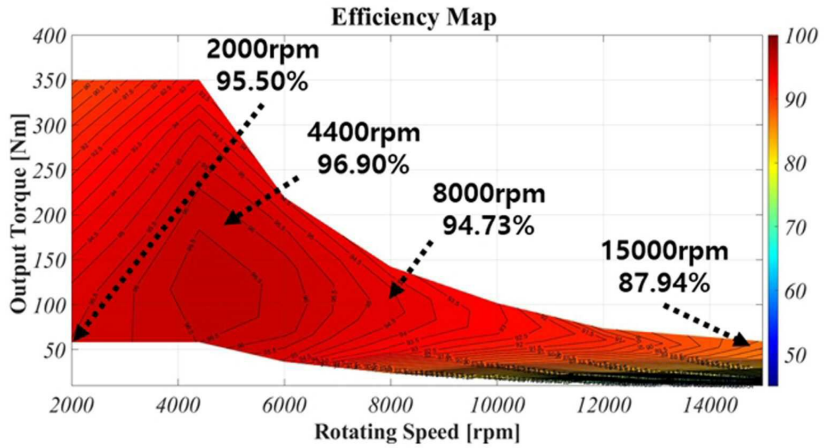
도면9


환형 권선 모델
헤어핀용 각형 권선 모델
권선 타입별 Rac/Rdc
R_{ac}/R_{dc}
3
2
1
0
2000
4400
6000
8000
10000
12000
15000
헤어핀각선
환선
Speed[rpm]

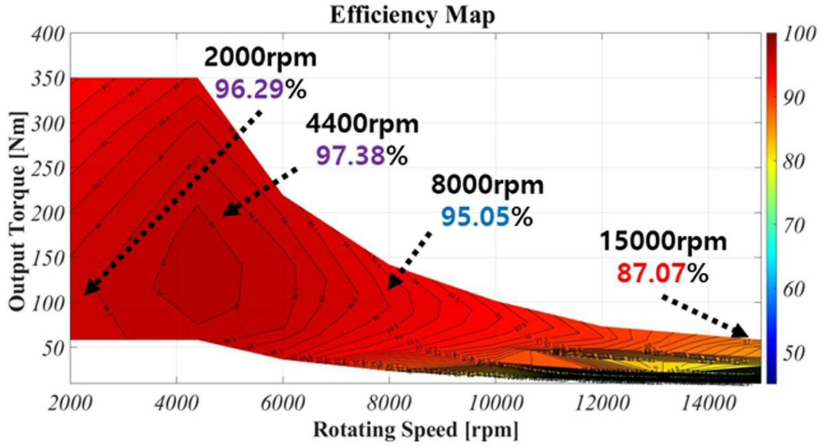
도면10


8.64 kW
5.41 kW
4.96 kW
6.63 kW
2000rpm
15000rpm
Copper Loss [W]
10000
8000
6000
4000
2000
0
AC+DC
DC
AC
AC+DC
DC
AC
환선
헤어핀 권선

도면11

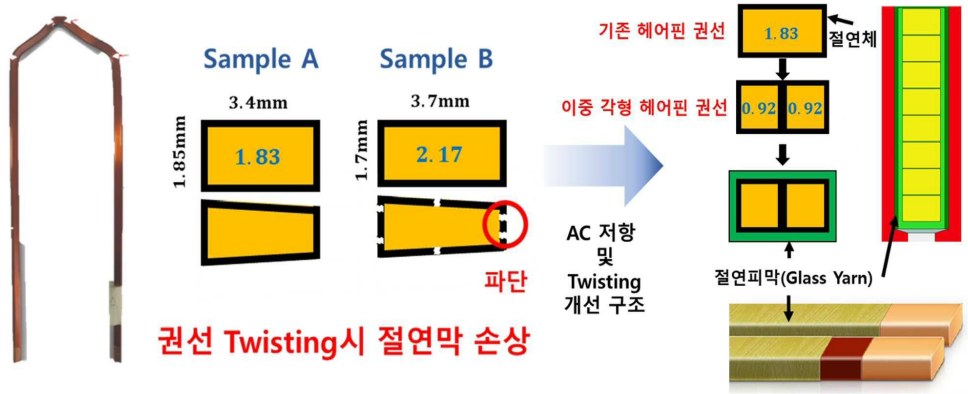


환형 권선 모델

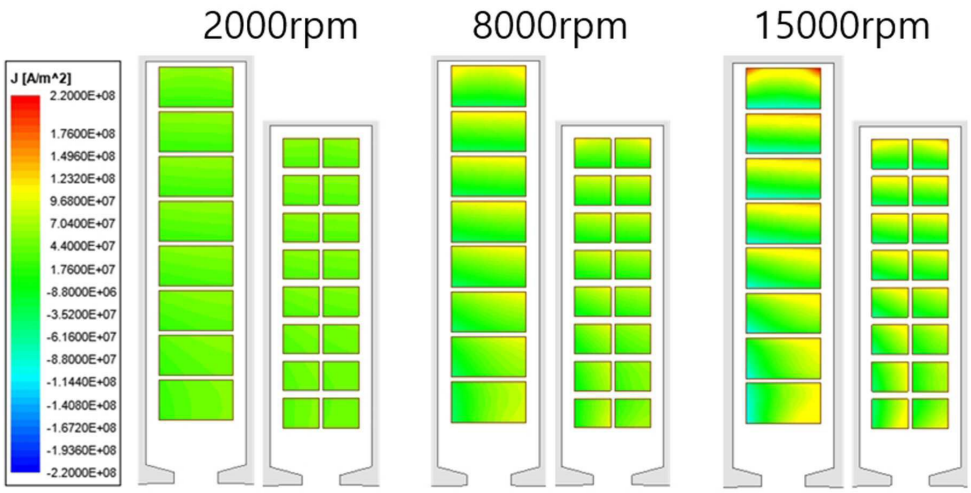


헤어핀 권선 모델

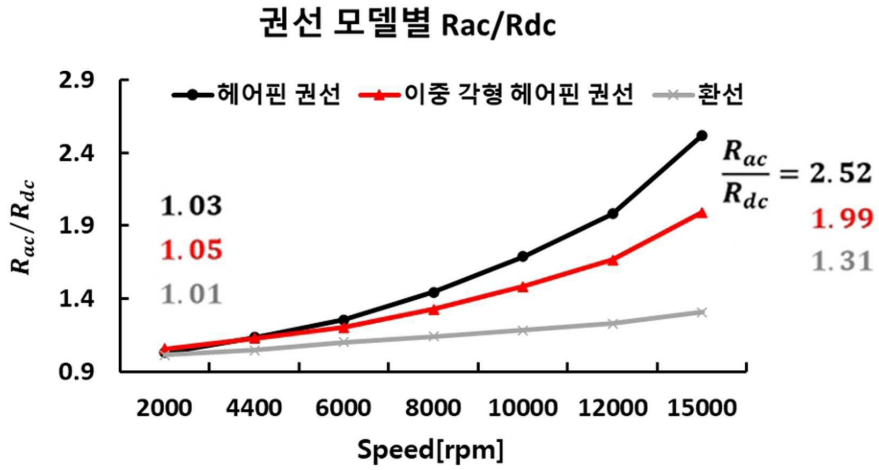
도면12



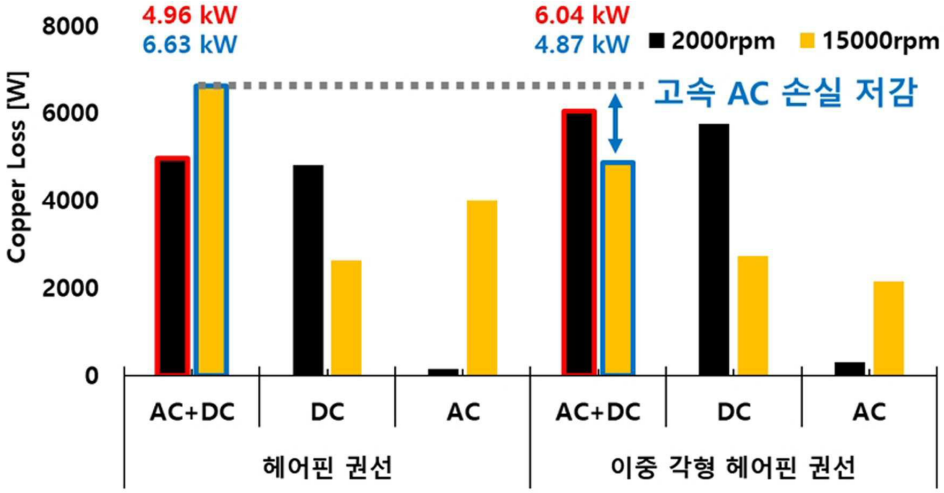
도면13



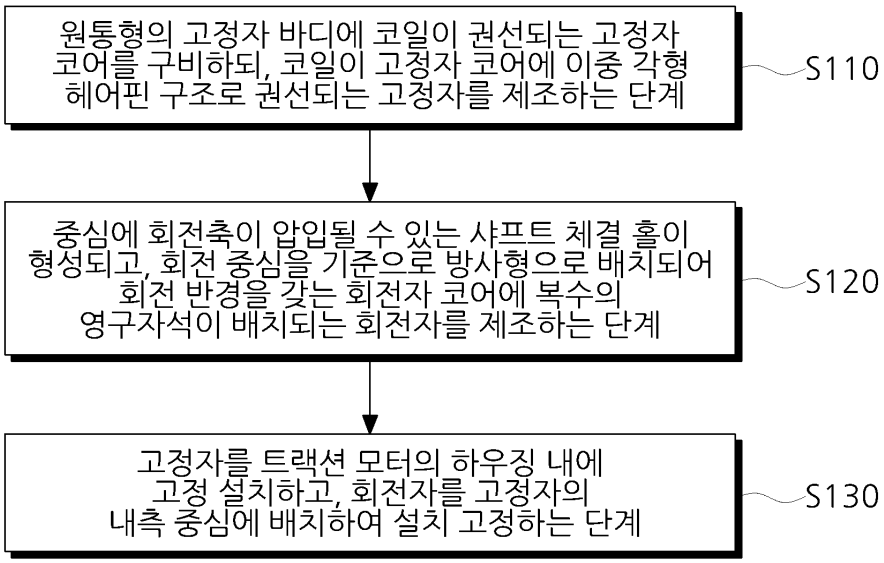
도면14



도면15



도면16


원통형의 고정자 바디에 코일이 권선되는 고정자 코어를 구비하되, 코일이 고정자 코어에 이중 각형 헤어핀 구조로 권선되는 고정자를 제조하는 단계
S110
중심에 회전축이 압입될 수 있는 샤프트 체결 홀이 형성되고, 회전 중심을 기준으로 방사형으로 배치되어 회전 반경을 갖는 회전자 코어에 복수의 영구자석이 배치되는 회전자를 제조하는 단계
S120
고정자를 트랙션 모터의 하우징 내에 고정 설치하고, 회전자를 고정자의 내측 중심에 배치하여 설치 고정하는 단계
S130