(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0101860
(43) 공개일자 2021년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02K 49/10 (2006.01) *F16H 49/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02K 49/102 (2013.01)
F16H 49/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0016338
(22) 출원일자 2020년02월11일
심사청구일자 2020년02월11일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김용재
광주광역시 북구 천변우로79번길 25, 202동 901호 (임동, 한국아델리움 2차)
박의종
광주광역시 남구 용대로 171번길 7-1 7동 108
(74) 대리인
특허법인아이엠

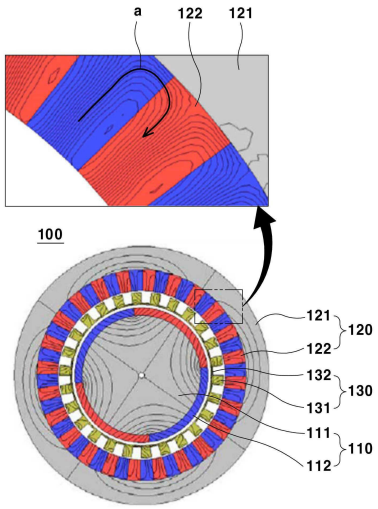
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **전달토크 개선형 마그네틱 기어**

(57) 요 약

본 발명은 마그네틱 기어에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 내측로터와 외측로터의 사이에는 폴 피스 모듈이 구비되고, 외측로터에 구비되는 외측 영구자석의 내부에서 외부를 향해 플럭스라인이 볼록한 형상으로 형성됨으로써, 전달 코트를 향상시킬 수 있고, 철손을 저감시킬 수 있는 전달토크 개선형 마그네틱 기어에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415162658
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	자동차산업핵심기술개발(R&D)
연구과제명	전동식 과급기용 비접촉 마그네틱 기어 구동 모듈 최적 설계기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	조선대학교산학협력단
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

내측 로터(inner rotor);

상기 내측 로터와 이격되어 구비되며, 원통형의 외측 회전자요크와 상기 외측 회전자요크의 내측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수개의 외측 영구자석을 구비하는 외측 로터(outer rotror);

상기 내측 로터와 상기 외측 로터 사이에 위치하여, 상기 내측 로터와 상기 외측 로터 사이의 자속을 전달하는, 서로 이격된 복수개의 폴 피스(pole piece)가 구비된 폴 피스 모듈을 포함하고,

상기 외측로터의 플럭스라인은 상기 외측 영구자석 내부에서 상기 외측 회전자요크를 향해 볼록한 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 외측로터의 플럭스라인은 상기 외측 영구자석 내부에서 폐회로로 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 외측 영구자석은 상기 외측 영구자석의 내측에서, 권선형 코일이 구비된 착자장치에 의해 착자가 진행된 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 착자장치는 상기 외측 영구자석의 단위 영구자석과 대응되는 위치에 각각 배치되는 다수개의 착자 몸체 및 상기 착자 몸체들에 권선된 코일을 포함하여 이루어지며,

제1 단위 영구자석과 대응되는 위치의 제1 착자몸체에는 일측에서 타측방향으로 코일이 권선되고,

상기 제1 단위 영구자석과 이웃하는 제2 단위 영구자석과 대응되는 위치의 제2 착자부에는 타측에서 일측 방향으로 코일이 권선되어 구비되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 내측 로터는

원통형의 내측 회전자요크와 상기 내측 회전자요크의 외측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수개의 내측 영구자석을 구비하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 외측 영구자석은 ND 본디드 자석으로 마련되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 7

제 4항에 있어서,

상기 내측 영구자석은 ND 본디드 자석으로 마련되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 8

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항의 마그네틱 기어를 적어도 두 개 포함하고,

상기 마그네틱 기어들 중, 제1 마그네틱 기어의 출력측 로터는 제2 마그네틱 기어의 입력측 로터에 직결되는 것을 특징으로 하는 멀티플 타입 마그네틱 기어.

청구항 9

제 1항 내지 제 8항 중 어느 한 항의 마그네틱 기어;

상기 마그네틱 기어의 내측 로터의 외측에 이격되어 구비되며, 복수 개의 폴 피스를 갖는 적어도 하나의 내부 폴 피스 모듈;

상기 내부 폴 피스 모듈과 상기 마그네틱 기어의 폴 피스 모듈 사이에 구비되는 적어도 하나의 중간 로터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티레이어 타입 마그네틱 기어.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 마그네틱 기어에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 내측로터와 외측로터의 사이에는 폴 피스 모듈이 구비되고, 외측로터에 구비되는 외측 영구자석의 내부에서 외부를 향해 플럭스라인이 볼록한 형상으로 형성됨으로써, 전달 코트를 향상시킬 수 있고, 철손을 저감시킬 수 있는 전달토크 개선형 마그네틱 기어에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 마그네틱 기어는 자기력을 이용하여 비접촉식으로 동력을 전달하는 비접촉식 기어장치로써, 물리적인 접촉에 의해 동력을 전달하는 기어에 비해 노이즈 및 진동이 적고, 윤활유 주입이나 보수 점검이 불필요하며, 기계적인 마찰이 없어 안정성과 내구성이 높아 최근 연구가 활발하다.

[0003] 또한, 마그네틱 기어는 에너지 손실을 경감할 수 있으므로, 고효율 구동이 가능하고 신뢰도 및 정확한 피크 토크의 전달이 가능하다.

[0004] 이에 따라, 최근에는 풍력 터빈, 전기 자동차, 트랜스 미션 등 다양한 사업 전반에 걸쳐 마그네틱 기어를 적용하고자 하는 연구가 진행되고 있다.

[0005] 도 1은 종래의 마그네틱 기어를 보여주는 도면이다.

[0006] 도 1을 참조하면, 종래의 마그네틱 기어(10)는 크게 내측 로터(11), 외측 로터(12) 및 상기 내측 로터(11)와 상기 외측 로터(12) 사이에 로터들(11,12)과 이격되어 위치하는 폴 피스 모듈(13)을 포함하여 구성된다.

[0007] 또한, 상기 내측 로터(11)는 내측 회전자요크(11b)와 내측 회전자요크(11b) 외부에 회전축을 중심으로 방사상으

로 부착되는 내측 영구자석(11a)을 포함하고, 상기 외측 로터(12)는 외측 회전자요크(12a)와 외측 회전자요크(12a) 내부에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 외측 영구자석(12b)을 포함하여, 상기 폴 피스 모듈(13)은 회전축에 대해 방사상으로 등 간격 이격된 복수 개의 폴 피스(13a)를 포함한다.

[0008] 또한, 상기 폴 피스 모듈(13)이 고정되어 있을 경우, 상기 내측 로터(11)와 상기 외측 로터(12)는 서로 반대방향으로 회전하게 되고, 어떤 로터가 입력 축이 되는지에 따라 감속기 또는 가속기로 이용된다.

[0009] 도 2는 이러한 종래의 마그네틱 기어(10)의 플럭스 라인을 보여주는 도면으로, 도 2을 참조하면, 종래의 마그네틱 기어(10)는 외측로터(12)에 구비되는 외측 영구자석(12b)에 직선형태에 가까운 곧은 플럭스 라인(a)을 형성하며, 상기 외측 회전자(12a)를 통과하여 폐회로가 형성된다.

[0010] 하지만, 종래의 마그네틱 기어(10)는 상술한 외측 영구자석(12b)의 플럭스라인(a)의 형태적 한계로 인해, 외측 공극 내의 공극 자속밀도에 불필요한 고조파가 포함되어 토크 전달이 낮고 철손이 큰 문제점이 있었으며, 이러한 문제점으로 인해 동력 전달 효율이 떨어지는 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 외측 영구자석의 내부에서 폐회로가 구성되도록 플럭스라인을 최적화하여, 불필요한 고조파를 감소시켜 토크 전달을 향상시키고, 철손을 저감시킴으로써, 동력 전달 효율을 증대시킬 수 있는 전달토크 개선형 마그네틱 기어를 제공하기 위한 것이다.

[0012] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 내측 로터(inner rotor); 상기 내측 로터와 이격되어 구비되며, 원통형의 외측 회전자요크와 상기 외측 회전자요크의 내측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수개의 외측 영구자석을 구비하는 외측 로터(outer rotror); 상기 내측 로터와 상기 외측 로터 사이에 위치하여, 상기 내측 로터와 상기 외측 로터 사이의 자속을 전달하는, 서로 이격된 복수개의 폴 피스(pole piece)가 구비된 폴 피스 모듈을 포함하고, 상기 외측 로터의 플럭스라인은 상기 외측 영구자석 내부에서 상기 외측 회전자요크를 향해 볼록한 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어를 제공한다.

[0014] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 외측로터의 플럭스라인은 상기 외측 영구자석 내부에서 폐회로로 형성된다.

[0015] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 외측 영구자석은 상기 외측 영구자석의 내측에서, 권선형 코일이 구비된 착자장치에 의해 착자가 진행되어 마련된다.

[0016] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 착자장치는 상기 외측 영구자석의 단위 영구자석과 대응되는 위치에 각각 배치되는 다수개의 착자 몸체 및 상기 착자 몸체들에 권선된 코일을 포함하여 이루어지며, 제1 단위 영구자석과 대응되는 위치의 제1 착자몸체에는 일측에서 타측방향으로 코일이 권선되고, 상기 제1 단위 영구자석과 이웃하는 제2 단위 영구자석과 대응되는 위치의 제2 착자부에는 타측에서 일측 방향으로 코일이 권선되어 구비된다.

[0017] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 내측 로터는 원통형의 내측 회전자요크와 상기 내측 회전자요크의 외측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수개의 내측 영구자석을 구비한다.

[0018] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 외측 영구자석은 ND 본디드 자석으로 마련된다.

[0019] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 내측 영구자석은 ND 본디드 자석으로 마련된다.

[0020] 또한, 본 발명은 상기 마그네틱 기어를 적어도 두 개 포함하고, 상기 마그네틱 기어들 중, 제1 마그네틱 기어의 출력측 로터는 제2 마그네틱 기어의 입력측 로터에 직결되는 것을 특징으로 하는 멀티플 타입 마그네틱 기어를 제공한다.

[0021] 또한, 본 발명은 상기 마그네틱 기어; 상기 마그네틱 기어의 내측 로터의 외측에 이격되어 구비되며, 복수 개의 폴 피스를 갖는 적어도 하나의 내부 폴 피스 모듈; 상기 내부 폴 피스 모듈과 상기 마그네틱 기어의 폴 피스 모듈 사이에 구비되는 적어도 하나의 중간 로터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 멀티레이어 타입 마그네틱 기어

를 더 제공한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 가진다.

[0023] 본 발명의 전달토크 개선형 마그네틱 기어에 의하면, 외측 영구자석의 내부에서 폐회로가 구성되도록 플럭스라인을 최적화하여, 공극에 자속을 집중시킬 수 있어 토크 전달을 향상시키고 철손을 저감시킴으로써, 동력 전달률과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 멀티플 타입 마그네틱 기어에 의하면, 두 개의 마그네틱 기어를 직결하여 작은 부피로도 큰 토크비를 제공할 수 있는 장점을 지닌다.

[0025] 또한, 본 발명의 멀티레이어 타입 마그네틱 기어에 의하면, 외측 로터와 내측 로터 사이에 중간 로터를 삽입하여, 적은 개수의 자석을 이용하면서 다양한 토크비를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 종래의 마그네틱 기어를 보여주는 도면이다.

도 2는 종래의 마그네틱 기어 플럭스 라인을 보여주는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 마그네틱 기어를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 마그네틱 기어의 착자 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 마그네틱 기어와 종래의 마그네틱 기어의 플럭스 라인을 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 마그네틱 기어와 종래의 마그네틱 기어의 토크, 철손 및 동력 전달 효율을 보여주는 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 마그네틱 기어의 한주기(one period) 외측 공극의 자속 밀도를 보여주는 그래프이다.

도 8은 본 발명에 따른 마그네틱 기어의 고조파 차수에 따른 외측 공극의 자속 밀도를 보여주는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티플 타입 마그네틱 기어를 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티레이어 타입 마그네틱 기어를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.

[0028] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

[0029] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

[0031] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전달토크 개선형 마그네틱 기어를 설명하기 위한 도면이다.

[0032] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 기어(100)는 자기력을 이용하여 비접촉식으로 동력을 전달하는 비접촉식 기어장치로, 내측 로터(inner rotor, 110), 외측 로터(outer rotor, 120) 및 폴 피스 모듈(130)을 포함하여 이루어진다.

[0033] 상기 내측 로터(110)는 내측 회전자요크(111)와 상기 내측 회전자요크(111) 외부에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 내측 영구자석(112)를 포함한다.

[0034] 또한, 상기 내측 영구자석(112)은 ND 본디드 자석으로 마련될 수 있다.

[0035] 상기 외측 로터(120)는 상기 내측 로터(110)와 소정 간격 이격되어 구비되며, 외측 회전자요크(121)와 상기 외

측 회전자요크(121) 내부에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 외측 영구자석(122)을 포함한다.

[0036] 또한, 상기 외측 영구자석(122)은 ND 본디드 자석으로 마련될 수 있다.

[0037] 또한, 상기 외측 로터(120)의 플럭스 라인(a)은 상기 외측 영구자석(122)의 내부에서 상기 외측 회전자요크(121)를 향해 볼록한 형상으로 형성된다.

[0038] 다시 말해, 상기 외측 로터(120)의 플럭스 라인(a)은 상기 외측 회전자요크를 거치지 않고, 상기 외측 회전자요크(121)와 인접한 상기 외측 영구자석(122)의 내부 경계면에서 자속 폐회로가 집중적으로 형성되는 것이다.

[0039] 도 4는 본 발명에 따른 마그네틱 기어의 착자 원리를 설명하기 위한 도면으로, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 외측 영구자석(122)은 상기 외측 영구자석(122)의 내측에서, 권선형 코일이 구비된 착자장치(M)에 의해 착자가 진행되어 구비되는 것이 바람직하다.

[0040] 보다 자세하게 설명하면, 상기 착자장치(M)는 상기 외측 영구자석(122)의 단위 영구자석과 대응되는 위치에 각각 배치되는 다수개의 착자 몸체(M1) 및 상기 착자 몸체들에 권선된 코일(M2)을 포함하여 이루어진다.

[0041] 또한, 제1 단위 영구자석과 대응되는 위치의 제1 착자몸체에는 일측에서 코일이 들어가고 타측에서 코일이 나오는 방향으로 권선되어 구비되고, 상기 제1 단위 영구자석과 이웃하는 제2 단위 영구자석과 대응되는 위치의 제2 착자부에는 타측에서 코일이 들어가고 일측에서 코일이 나오는 방향으로 권선되어 구비되어, 상기 외측 영구자석(122)의 내측에 위치하여, 착자가 진행되는 것이다.

[0042] 상기 폴 피스 모듈(130)은 상기 내측 로터(110)와 상기 외측 로터(120) 사이에 위치한다.

[0043] 또한, 상기 폴 피스 모듈(130)은 상기 내측 로터(110)와 상기 외측 로터(120)에 각각 이격되도록 구비된다.

[0044] 또한, 상기 폴 피스 모듈(130)이 고정되어 있을 경우, 상기 내측 로터(110)와 상기 외측 로터(120)는 서로 다른 방향으로 회전하며, 상기 내측 로터(110)에서 상기 외측 로터(120)로 또는 상기 외측 로터(120)에서 상기 내측 로터(110)로 회전력을 전달한다.

[0045] 그러나, 상기 내측 로터(110)와 상기 외측 로터(120) 중, 어느 하나의 로터가 고정될 경우에는, 상기 폴 피스 모듈(130)과 고정되지 않은 다른 하나의 로터가 회전하며 동력을 전달할 수 있다.

[0046] 이 경우에는, 상기 폴 피스 모듈(130)과 회전하는 로터의 회전 방향을 동일하다.

[0047] 또한, 본 발명의 마그네틱 기어(100)는 원통 회전형의 마그네틱 기어, 원판 회전형, 평판 회전형, 원통 리니어 형으로 제작이 가능하다.

[0048] 또한, 상기 폴 피스 모듈(130)은 회천축(C)에 대해 방사상으로 서로 이격된 복수 개의 폴 피스(131)를 포함하여 이루어진다.

[0049] 여기서, 상기 폴 피스(131)는 자극편이라고도 하며, 자성체로써 상기 내측 로터(110)에서 상기 외측 로터(120)로 또는 상기 외측 로터(120)에서 상기 내측 로터(110)로 자속을 전달하는 역할을 한다.

[0050] 또한, 상기 폴 피스들(131)은 폴 피스들(131) 간 및 폴 피스(131)와 상기 로터들(110,120)의 자석들 간을 서로 이격되게 유지하는 지지부재(132)에 의해 고정될 수 있다.

[0051] 또한, 상기 폴 피스들(131)의 개수는 아래의 수학식 a와 같이, 상기 내측 로터(110)의 쌍극수와 상기 외측 로터(120)의 쌍극수의 합으로 결정된다.

[0052] [수학식 a]

[0053] $$n_s = p_1 + p_2$$

[0054] 여기서, 상기 n_s는 폴 피스들(131)의 개수, p_1은 외측 로터(120)의 쌍극수, p_2는 내측 로터(110)의 쌍극 수를 의미한다.

[0055] 또한, 마그네틱 기어(100)의 기어비는 아래의 수학식 b와 같이 결정된다.

[0056] [수학식 b]

[0057] $$G_r = \frac{p_1}{n_s - p_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{w_2}{w_1}$$

[0058] 여기서, 상기 G_r은 기어비, 상기 n_s는 폴 피스들의 개수, p_1은 외측 로터(120)의 쌍극수, p_2는 내측 로터(110)의 쌍극 수, w_1은 외측 로터(120)의 회전 속도, w_2는 내측 로터(110)의 회전속도를 의미한다.

[0059] 또한, 상기 폴 피스들(131)과 상기 내측 로터(110)의 자석(112)간에는 내측 공극(inner airgap)이 존재하고, 상기 폴 피스들(131)과 상기 외측 로터(120)의 자석(122)간에는 외측 공극(outer airgap)이 존재한다.

[0060] 이하에서는 본 발명에 따른 마그네틱 기어와 비교예의 플럭스라인에 대해 상세하게 설명하기로 한다.

[0061] 비교예 1은 도 2에 개시된 종래의 마그네틱 기어이고, 비교예 2는 상기 착자 장치(M)를 이용하여 상기 외측 영구자석(122)의 외측에서, 착자가 진행되어 구비된 마그네틱 기어이며, 비교예 3은 상기 착자 장치(M)를 이용하여, 상기 외측 영구자석(122)의 내측과 외측에서, 착자가 진행되어 구비된 마그네틱 기어이다.

[0062] 또한, 실시예 1은 본 발명에 따른 마그네틱 기어로, 상기 착자 장치(M)를 이용하여 상기 외측 영구자석(122)의 내측에서 착자가 진행되어 구비된 마그네틱 기어이다.

[0063] 도 5를 참조하면, 실시예 1의 경우에만, 상기 외측로터(120)의 플럭스라인(a)은 상기 외측 영구자석(122) 내부에서 상기 외측 회전자요크(121)를 향해 볼록한 형상의 폐회로로 형성되어 있었으며, 비교예 1 내지 비교예 3의 경우, 플럭스 라인이 상기 외측 회전자요크(121)를 관통하여 폐회로가 형성된 것이 확인되었다.

[0064] 또한, 비교예 1 내지 비교예 3 및 실시예 1을 이용하여, 토크, 철손 및 동력 전달 효율을 확인하여 도 6에 도시하였다.

[0065] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 마그네틱 기어는 out 토크가 6.01Nm, Out 철손이 364w, 폴피스 철손이 628w로, 토크 효율은 91.1%인 것으로 확인되었으며, 비교예 1의 경우, out 토크가 5.08Nm, Out 철손이 481w, 폴피스 철손이 582w로, 토크 효율은 88.7%인 것으로 확인되었고, 비교예 2의 경우, 전달토크가 검출되지 않았고, 비교예 3의 경우, out 토크가 4.36Nm, Out 철손이 471w, 폴피스 철손이 520w로, 토크 효율은 87.8%인 것으로 확인되었다.

[0066] 도 7은 본 발명에 따른 마그네틱 기어의 한주기(one period) 외측 공극의 자속 밀도를 보여주는 그래프이고, 도 8은 본 발명에 따른 마그네틱 기어의 고조파 차수에 따른 외측 공극의 자속 밀도를 보여주는 그래프이다

[0067] 도 7 및 도 8을 참조하면, 비교예 1 내지 비교예 3과 비교하여, 실시예 1이 Sin 파형과 가장 유사한 것으로 확인되었으며,

[0068] 마그네틱 기어의 토크에 영향을 미치는 24차 고조파의 경우, 실시예 1, 비교예 1, 비교예3, 비교예 2의 마그네틱 기어 순으로, 자속 밀도가 높은 것으로 확인 되었으며, 24차 이외의 고초파는 손실에 기여하는 것으로, 72차 고조파를 확인하여 보면, 실시예 1, 비교예 3, 비교예1의 마그네틱 기어 순으로 손실 성분에 해당되는 자속 밀도가 낮은 것으로 확인되었으며, 이는 도 6의 결과와 동일한 것으로 확인되었다.

[0069] 즉, 본 발명에 따른 마그네틱 기어(100)는 외측 영구자석의 내부에서 폐회로가 구성되도록 플럭스라인을 최적화하여, 공극에 자속을 집중시킬 수 있어 토크 전달을 향상시키고 철손을 저감시킴으로써, 동력 전달률과 신뢰성을 향상시킬 수 있는 이점을 지니게 되는 것이다.

[0070] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티플 타입 마그네틱 기어를 설명하기 위한 도면이다.

[0071] 도 9을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티플 타입 마그네틱 기어(200)는 본 발명에 따른 마그네틱 기어(100)가 복수 개로 이루어지며, 서로 직결 연결된 형태이다.

[0072] 또한, 도 9에서는 두 개의 마그네틱 기어(100,100')가 직결된 듀업 타입의 마그네틱 기어를 도시하였으나, 세 개 이상의 마그네틱 기어들이 직결되어 구성될 수 있다.

[0073] 또한, 듀얼 타입의 경우, 제1 마그네틱 기어(100)의 출력측(120a)이 제2 마그네틱 기어(100')의 입력측(110'a)에 연결된다.

[0074] 또한, 상기 제1 마그네틱 기어(100)에 내측 로터(110)와 외측 로터(120)의 기어비가 1:10일 경우, 전체 기어비는 1:100이 되고, 토크비도 1:100이 된다.

[0075] 즉, 종래의 마그네틱 기어를 1:100의 토크비를 갖도록 설계하고자 할 경우, 외측 로터의 쌍극 수가 내측 로터의 쌍극 수 보다 100배 많아야 하므로 대형화가 불가피하나, 본 발명의 멀티플 타입 마그네틱 기어(200)는 두 개의 마그네틱 기어를 이용하여 소형으로 고 토크비를 용이하게 구현할 수 있는 장점이 있다.

[0076] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티레이어 타입 마그네틱 기어를 설명하기 위한 도면이다.

[0077] 도 10을 참조하면, 본 발명에 다른 실시예에 따른 멀티레이어 타입 마그네틱 기어(300)는 본 발명에 따른 마그네틱 기어(100)에 내부 폴 피스 모듈(310) 및 중간 로터(320)를 포함하여 구성된다.

[0078] 또한, 상기 내부 폴 피스 모듈(310)과 상기 중간 로터(320)의 개수에는 제한이 없으며, 원하는 기어비에 따라 설계자가 임의의 개수로 구성할 수 있다.

[0079] 다만, 상기 내부 폴 피스 모듈(310)과 상기 중간 로터(320)는 한 쌍으로 서로 개수가 동일하여야 한다.

[0080] 또한, 상기 내부 폴 피스 모듈(310)은 상기 마그네틱 기어(100)의 내측 로터(110)의 외측에 이격되어 구비되며, 복수 개의 내부 폴 피스(311)을 갖는다.

[0081] 또한, 상기 내부 폴 피스(311)의 형태 역시, 상기 폴 피스(131, 131')의 단면과 동일하게 제1 변수 및 제2 변수로 한정하여 설계될 수 있다.

[0082] 또한, 상기 중간 로터(320)는 상기 내부 폴 피스 모듈(310)과 상기 폴 피스 모듈(130) 사이에서 상기 내부 폴 피스 모듈(310) 및 상기 폴 피스 모듈(130)과 각각 이격되어 구비된다.

[0083] 즉, 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티레이어 타입 마그네틱 기어(300)는 상기 내측 로터(110)가 회전하면, 상기 내부 폴 피스 모듈(311)이 상기 중간 로터(320)로 자속을 전달하고, 상기 중간 로터(320)의 자속은 상기 폴 피스 모듈(130)을 통해 상기 외측 로터(120)로 전달되어 회전하는 형태이다.

[0084] 또한, 상기 내측 로터(110)에서 상기 외측 로터(120)를 향해 구동력이 전달될 경우 감속기로, 상기 외측 로터(120)에서 상기 내측 로터(110)를 향해 구동력이 절달될 경우 가속기로 동작한다.

[0085] 따라서, 본 발명의 멀티레이어 타입 마그네틱 기어(300)에 의하면, 종래의 마그네틱 기어가 구현하고자 하는 기어비를 외측 로터(110), 중간 로터(320) 및 내측 로터(120)가 분담하게 되므로, 종래의 마그네틱 기어보다 자석의 극수비를 적게하면서도 원하는 기어비를 다양하게 구현할 수 있는 장점이 있다.

[0086] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

부호의 설명

[0088] 100 : 마그네틱 기어 110 : 내측 로터

111 : 내측 회전자요크 112 : 내측 영구자석

120 : 외측 로터 121 : 외측 회전자요크

122 : 외측 영구자석 a : 플럭스 라인

130 : 폴 피스 모듈 131 : 폴 피스

132 : 지지 부재

M : 착자장치 M1 : 착자 몸체

M2 : 코일

200 : 멀티플 타입 마그네틱 기어

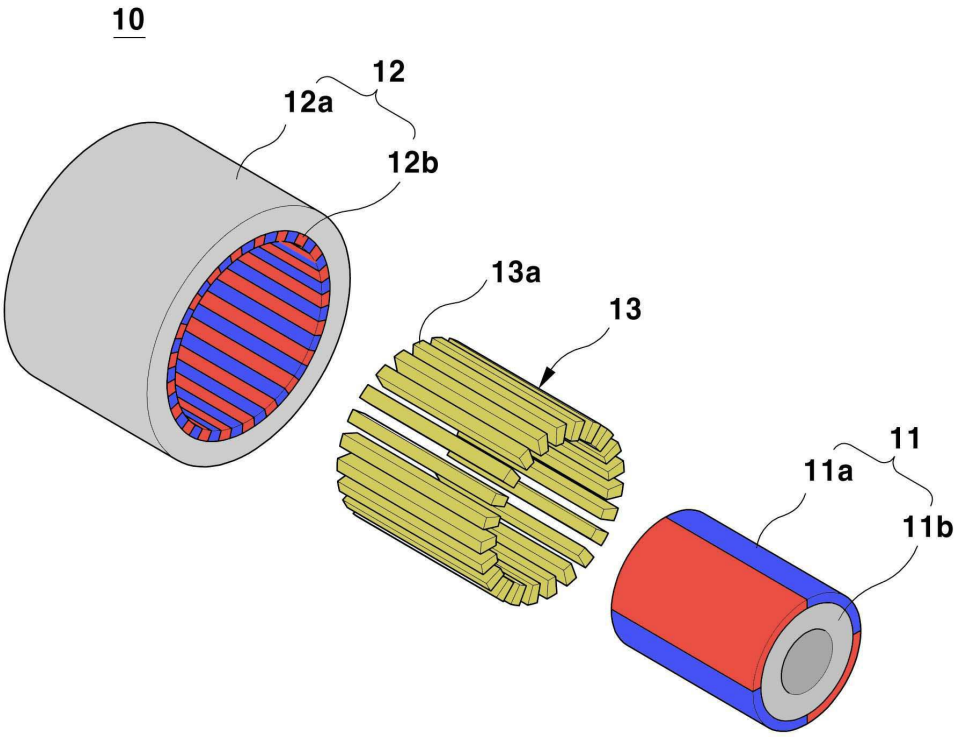
300 : 멀티레이어 타입 마그네틱 기어

310 : 내부 폴 피스 모듈　311 : 내부 폴 피스

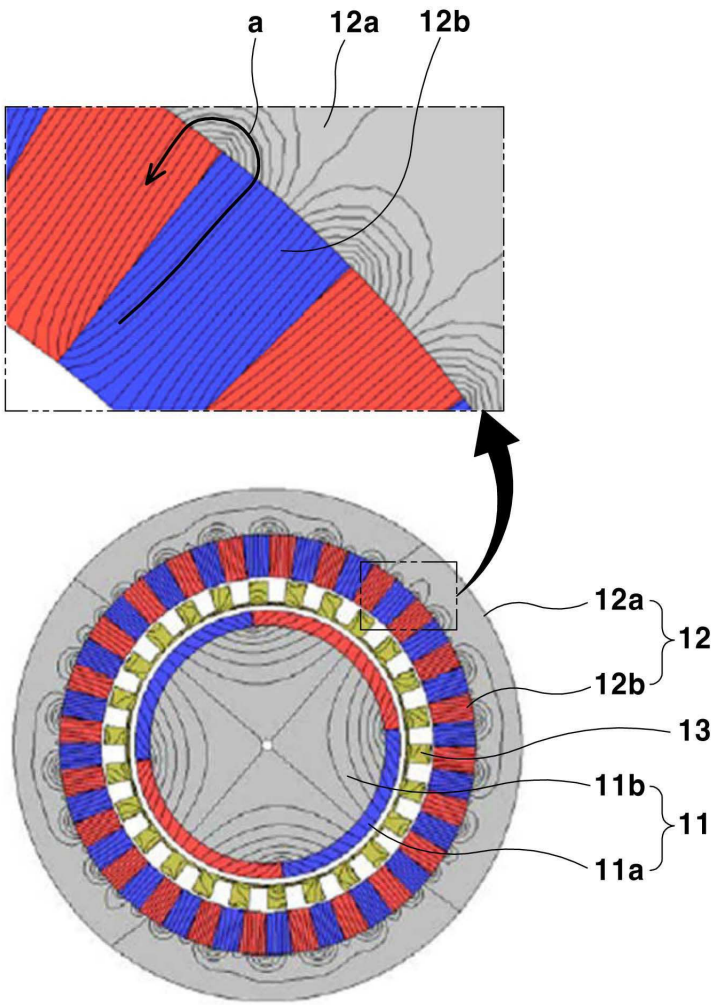
320 : 중간 로터

도면

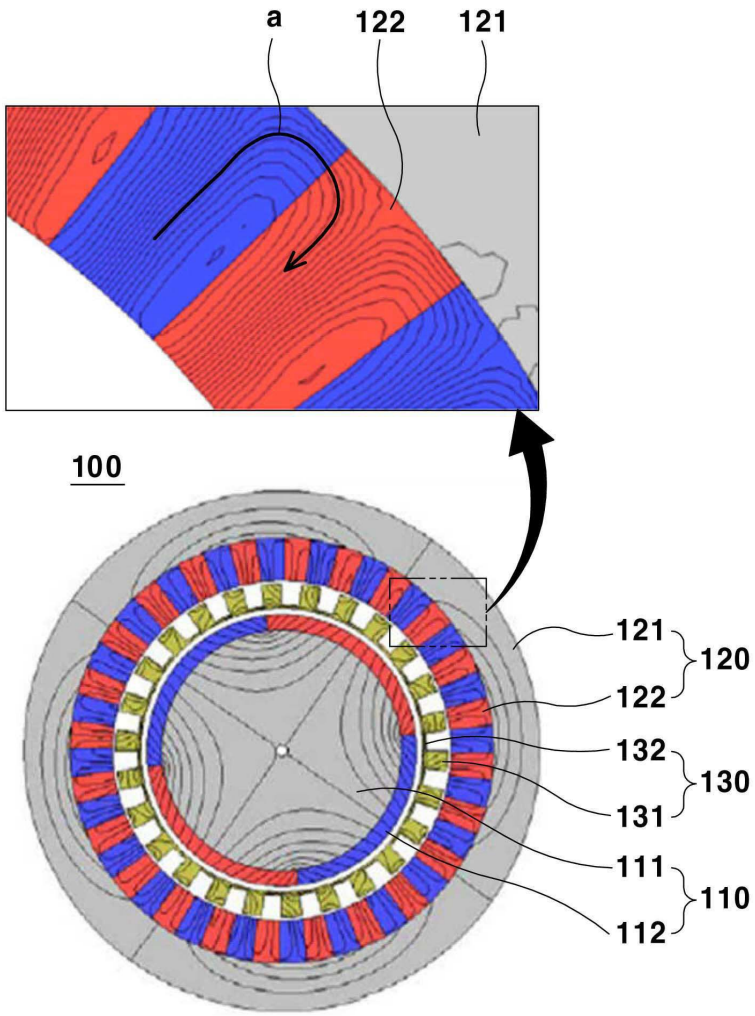
도면1



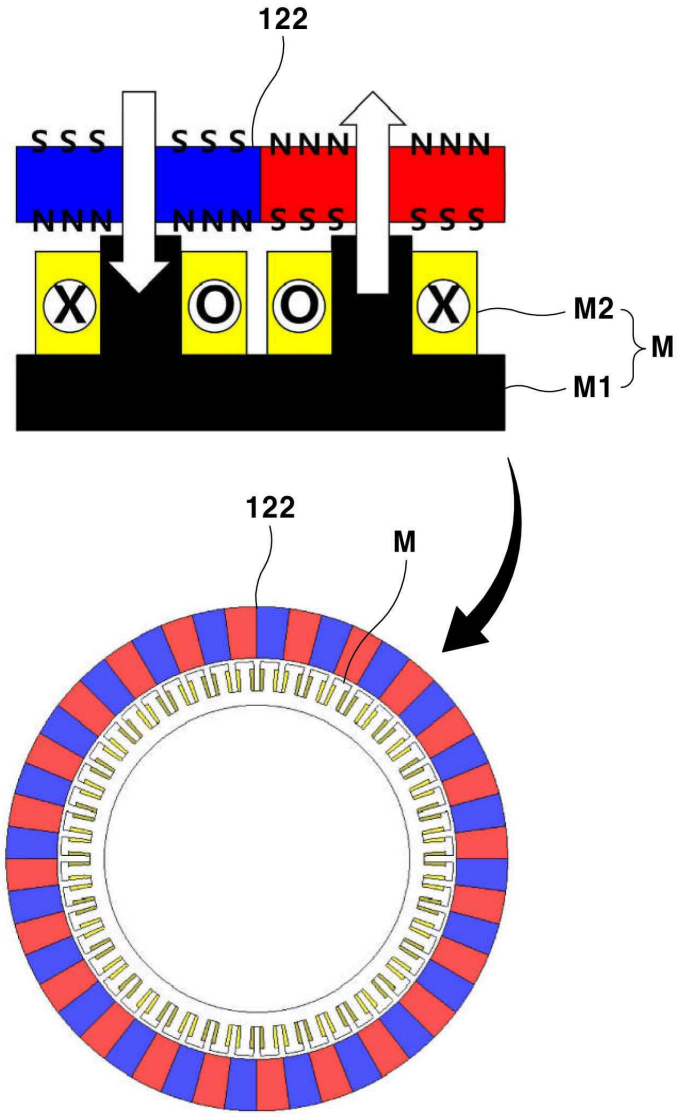
도면2



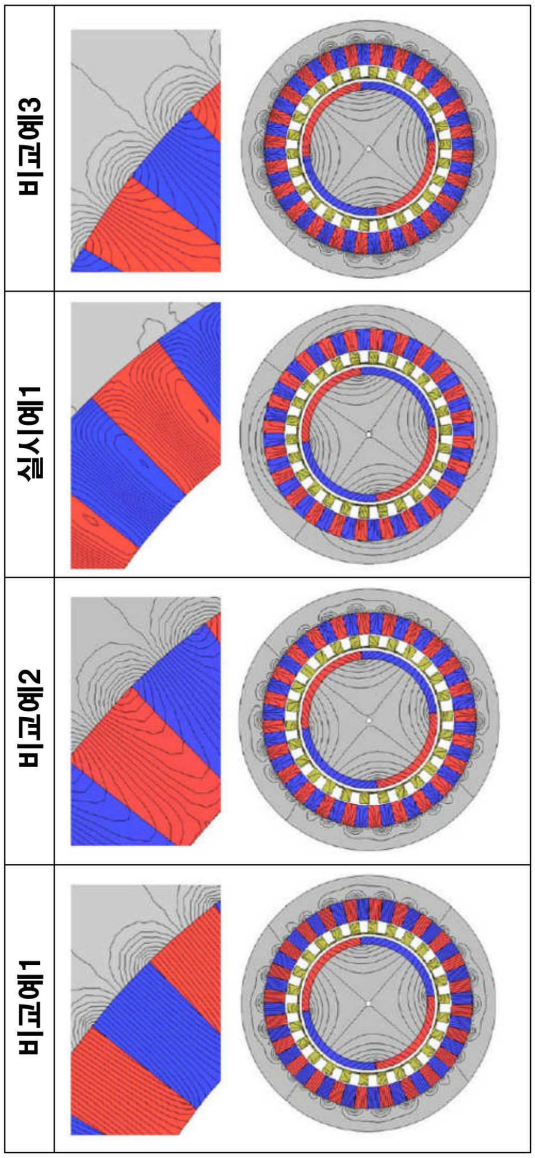
도면3



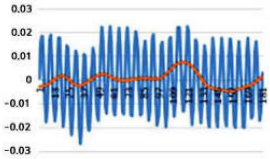
도면4



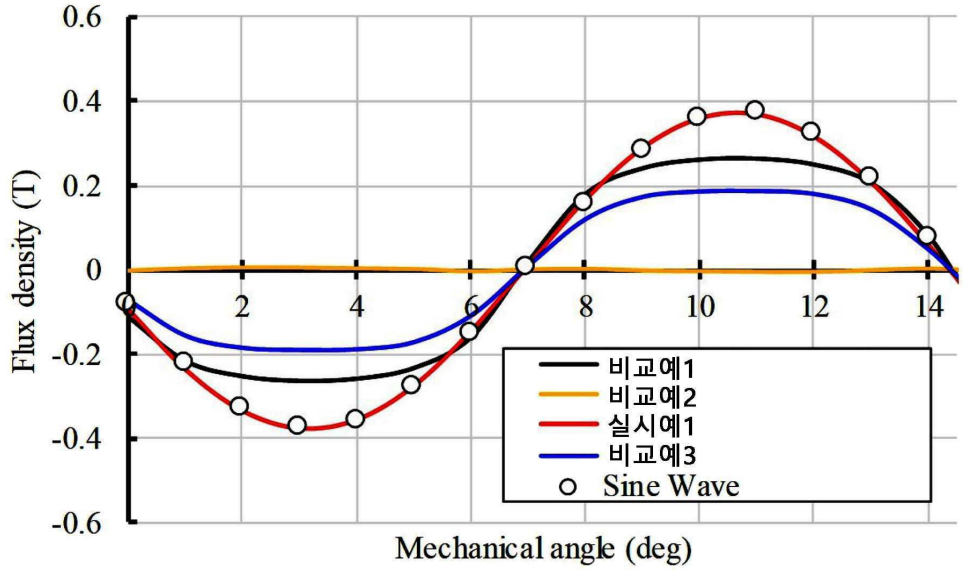
도면5



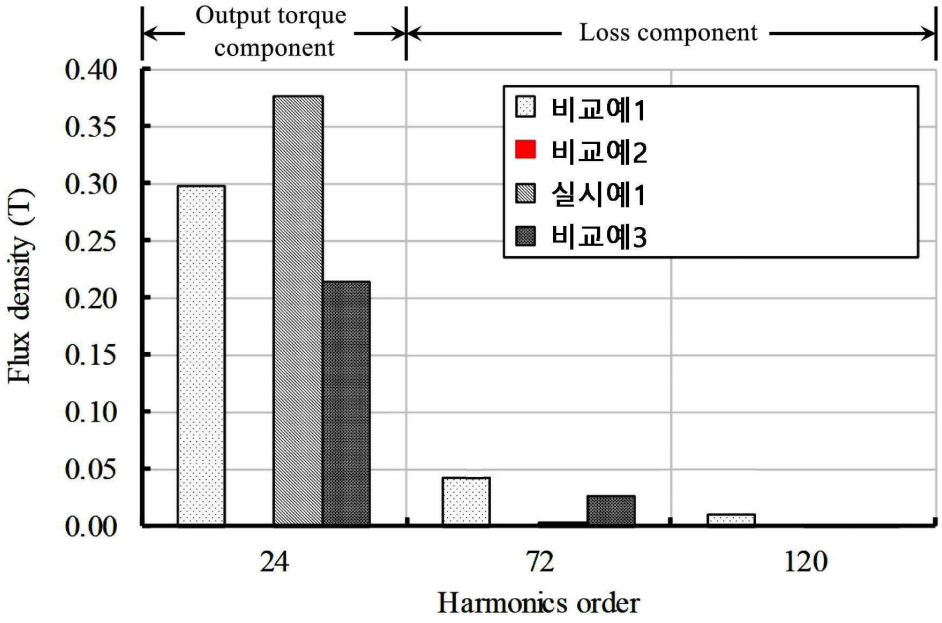
도면6

	비교예1	비교예2	실시예1	비교예3
OUT토크	5.08 Nm	(전달토크 없음)	6.01 Nm	4.36 Nm
OUT철손	481 W		364 W	471 W
PP철손	582 W		628 W	520 W
효율	88.7%		91.1%	87.8%

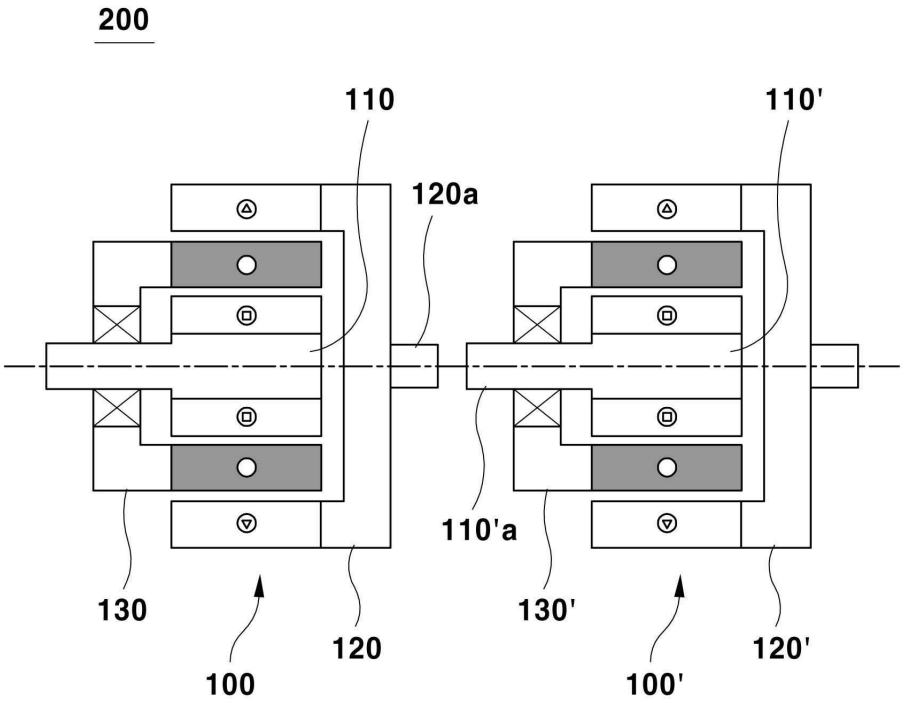
도면7


0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
Flux density (T)
2
4
6
8
10
12
14
Mechanical angle (deg)
비교예1
비교예2
실시예1
비교예3
Sine Wave

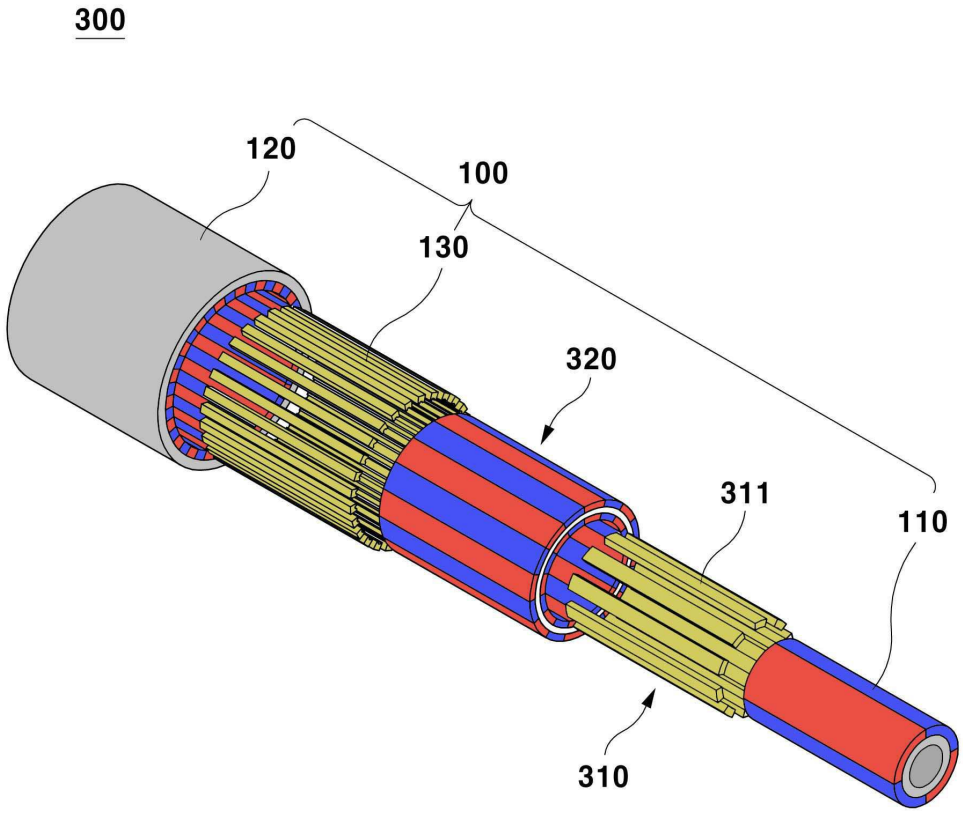
도면8


Output torque component
Loss component
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
Flux density (T)
24
72
120
Harmonics order
비교예1
비교예2
실시예1
비교예3

도면9


200
110
120a
110'
110'a
130
100
120
130'
100'
120'

도면10


300
120
100
130
320
311
110
310