



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0117888
(43) 공개일자 2016년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16H 49/00 (2006.01) F16H 3/089 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16H 49/005 (2013.01)
F16H 3/089 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0045872
(22) 출원일자 2015년04월01일
심사청구일자 2015년04월01일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
김용재
광주광역시 북구 천변우로79번길 25, 202동 901호
(임동, 한국아텔리움 2차)
김찬호
광주광역시 서구 화개1로78번길 8, 505동 1201호
(금호동, 금호5차호반리젠시빌)
(74) 대리인
특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 19 항

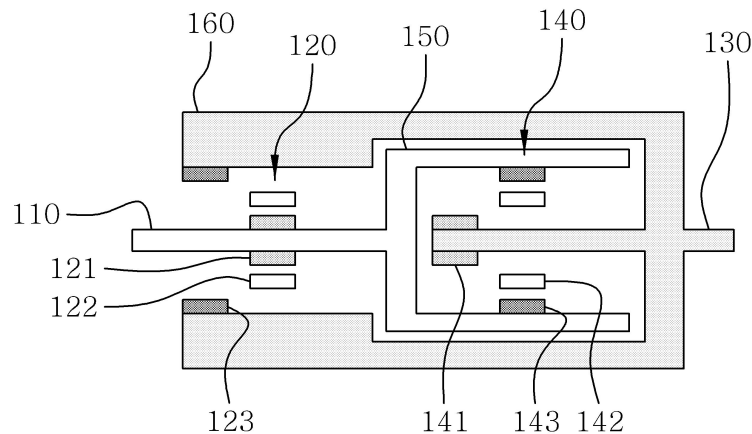
(54) 발명의 명칭 마그네틱 트랜스미션

(57) 요약

본 발명은 마그네틱 트랜스미션에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 자기력을 이용하여 동력을 전달하는 마그네틱 기어를 통한 비접촉식 변속이 가능하고, 기어들의 기계적인 마찰제거로 인해 내구성이 우수할 뿐만 아니라, 고효율의 정확한 변속이 가능한 마그네틱 트랜스미션에 관한 것이다.

본 발명의 마그네틱 트랜스미션에 의하면 자기력을 이용하여 토크를 전달함으로써 기계적인 마찰제거로 인한 안정성 및 내구성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 또한, 본 발명의 마그네틱 트랜스미션에 의하면 마그네틱 기어를 통한 비접촉식 변속이 가능할뿐만 아니라, 고효율의 정확한 변속이 가능하다는 효과가 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류
H02K 49/102 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

엔진의 회전동력이 입력되도록 동축선 상에 배치되는 입력축;

상기 입력축에 평행하게 배치되는 출력축; 및

상기 입력축 및 상기 출력축 상에 배치된 상태로 가변 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달하는 각 변속단별 변속마그네틱기어;를 포함하며,

상기 변속마그네틱기어는

내측로터(inner rotor);

상기 내측로터와 이격되어 구비되는 외측로터(outer roter); 및

상기 내측로터와 상기 외측로터 사이에 위치하고, 상기 내측로터와 상기 외측로터 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스(pole piece)가 구비되는 폴피스모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 내측로터는 원통형의 내측회전자와 상기 내측회전자의 외측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '내측자석'이라 함)을 구비하며,

상기 외측로터는 원통형의 외측회전자와 상기 외측회전자의 내측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '외측자석'이라 함)을 구비하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 변속마그네틱기어는 상기 내측로터 또는 상기 외측로터가 상기 폴피스모듈로부터 가변이동될 때 자속전달이 차단되어 동력전달을 차단하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각 폴피스의 단면은,

제1 호(arc), 상기 제1 호와 중심의 위치 및 중심각은 동일하고 내경은 상기 제1 호의 내경보다 작은 제2 호 및 상기 제1 호와 상기 제2 호의 각 일단 및 각 타단을 연결하는 선으로 둘러싸인 제1 도형과,

상기 제2 호와 중심의 위치 및 내경은 동일하고 중심각은 상기 제2 호의 중심각보다 큰 제3 호, 상기 제3 호와 중심의 위치와 중심각은 동일하고 내경은 상기 제3 호의 내경보다 작은 제4 호 및 상기 제3 호와 상기 제4 호의 각 일단 및 각 타단을 연결하는 선으로 둘러싸인 제2 도형이 결합한 형상을 갖되,

상기 제2 호의 2등분 위치와 상기 제3 호의 2등분 위치는 서로 겹쳐지도록 결합한 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제4 호와 상기 제3 호의 수직 거리(이하, '제1 수직거리'라 함)는 아래의 수학식 1과 같이 상기 제4 호와 상기 제1 호의 수직 거리(이하, '제2 수직거리'라 함)에 13.5%보다는 크고 23.5%보다는 작은 것을 특징으로 하

는 마그네틱 트랜스미션.

[수학식 1]

$$L_{pr} \times 0.135 \leq \alpha \leq L_{pr} \times 0.235$$

여기서, α 는 상기 제1 수직거리이고 L_{pr} 은 상기 제2 수직거리이다.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제4 호의 중심각은 아래의 수학식 2와 같이 하나의 폴 피스를 사이에 둔 두 개의 폴피스의 제1 호들을 연결하는 가상 호의 중심각(이하, '기준각'이라 함)의 40%보다는 크고 50%보다는 작은 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

[수학식 2]

$$0.4 \leq \frac{N_p}{360} \times \frac{2}{3} \times \beta \leq 0.5$$

여기서, β 는 상기 제4 호의 중심각이고 N_p 는 상기 폴 피스들의 개수이다.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 제1 도형에서 상기 제1 호 및 상기 제2 호를 연결하는 선은 상기 제1 도형의 중심부를 향해 오목한 곡선(이하, '오목 곡선'이라 함)인 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 오목 곡선의 양단을 연결하는 가상선분(이하, '제1 가상 선분'이라 함)의 2등분 위치에서 수직방향으로 상기 오목 곡선까지의 길이(이하, '오목 길이'라 함)는,

상기 오목 곡선의 상기 제1 호 측 일단에서 상기 제4 호에 수직방향으로 연결되는 가상선분(이하, '제2 가상 선분'이라 함)의 2등분 위치에서 수직방향으로 상기 제1 호의 2등분 위치와 상기 제4 호의 2등분 위치를 연결하는 가상선분(이하, '제3 가상 선분'이라 함)까지의 길이의 30%보다는 크고 40%보다는 작은 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 오목 길이는 아래의 수학식 3에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

[수학식 3]

$$0.3 \leq \frac{\gamma}{\frac{1}{4} (D_{pi} + D_{po}) \tan(\frac{90}{N_p})} \leq 0.4$$

여기서, D_{pi} 는 상기 제4 호의 내경, D_{po} 는 상기 제1 호의 내경, N_p 는 폴 피스들의 개수이다.

청구항 10

엔진의 회전동력이 입력되도록 동축선 상에 배치되는 입력축;

상기 입력축 상에 배치된 상태로 가변 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달하는 각 변속단별 제1변속마그네틱기어;

상기 입력축에 평행하게 배치되는 출력축; 및

상기 출력축 상에 배치된 상태로 가변 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달하는 각 변속단별 제2변속마그네틱기어;를 포함하며,

상기 제1변속마그네틱기어는

상기 입력축에 연결되어 구동하는 제1내측로터;

상기 제1내측로터와 이격되어 구비되는 제1외측로터; 및

상기 제1내측로터와 상기 제1외측로터 사이에 위치하고, 상기 제1내측로터와 상기 제1외측로터 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제1폴피스모듈;을 포함하고,

상기 제2변속마그네틱기어는

상기 출력축에 연결되어 구동하는 제2내측로터;

상기 제2내측로터와 이격되어 구비되는 제2외측로터; 및

상기 제2내측로터와 상기 제2외측로터 사이에 위치하고, 상기 제2내측로터와 상기 제2외측로터 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제2폴피스모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1내측로터 및 상기 제2내측로터는 원통형의 내측회전자와 상기 내측회전자의 외측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '내측자석'이라 함)을 구비하며,

상기 제1외측로터 및 제2외측로터는 원통형의 외측회전자와 상기 외측회전자의 내측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '외측자석'이라 함)을 구비하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 입력축의 출력단과 연결되어 회전구동되며, 상기 제2변속마그네틱기어를 수납하는 제1하우징; 및

상기 출력축과 연결되어 회전구동되며, 상기 제1하우징과 함께 상기 제1변속마그네틱기어를 수납하는 제2하우징; 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제1외측로터는 상기 제2하우징 내벽에 장착되며, 제1외측로터구동수단에 의해 상기 제2하우징 내벽 상에서 가변이동하고,

상기 제2외측로터는 상기 제1하우징 내벽에 장착되며,

상기 제2내측로터는 상기 출력축에 장착되며, 제2내측로터구동수단에 의해 상기 출력축 상에서 가변이동하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 14

제 10 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 각 폴 피스의 단면은,

제1 호(arc), 상기 제1 호와 중심의 위치 및 중심각은 동일하고 내경은 상기 제1 호의 내경보다 작은 제2 호 및 상기 제1 호와 상기 제2 호의 각 일단 및 각 타단을 연결하는 선으로 둘러싸인 제1 도형과,

상기 제2 호와 중심의 위치 및 내경은 동일하고 중심각은 상기 제2 호의 중심각보다 큰 제3 호, 상기 제3 호와 중심의 위치와 중심각은 동일하고 내경은 상기 제3 호의 내경보다 작은 제4 호 및 상기 제3 호와 상기 제4 호의 각 일단 및 각 타단을 연결하는 선으로 둘러싸인 제2 도형이 결합한 형상을 갖되,

상기 제2 호의 2등분 위치와 상기 제3 호의 2등분 위치는 서로 겹쳐지도록 결합한 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제4 호와 상기 제3 호의 수직 거리(이하, '제1 수직거리'라 함)는 아래의 수학적 식 1과 같이 상기 제4 호와 상기 제1 호의 수직 거리(이하, '제2 수직거리'라 함)에 13.5%보다는 크고 23.5%보다는 작은 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

[수학적 식 1]

$$L_{pr} \times 0.135 \leq \alpha \leq L_{pr} \times 0.235$$

여기서, α 는 상기 제1 수직거리이고 L_{pr} 은 상기 제2 수직거리이다.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 제4 호의 중심각은 아래의 수학적 식 2와 같이 하나의 폴 피스를 사이에 둔 두 개의 폴피스의 제1 호들을 연결하는 가상 호의 중심각(이하, '기준각'이라 함)의 40%보다는 크고 50%보다는 작은 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

[수학적 식 2]

$$0.4 \leq \frac{N_p}{360} \times \frac{2}{3} \times \beta \leq 0.5$$

여기서, β 는 상기 제4 호의 중심각이고 N_p 는 상기 폴 피스들의 개수이다.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 제1 도형에서 상기 제1 호 및 상기 제2 호를 연결하는 선은 상기 제1 도형의 중심부를 향해 오목한 곡선(이하, '오목 곡선'이라 함)인 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 오목 곡선의 양단을 연결하는 가상선분(이하, '제1 가상 선분'이라 함)의 2등분 위치에서 수직방향으로 상기 오목 곡선까지의 길이(이하, '오목 길이'라 함)는,

상기 오목 곡선의 상기 제1 호 측 일단에서 상기 제4 호에 수직방향으로 연결되는 가상선분(이하, '제2 가상 선분'이라 함)의 2등분 위치에서 수직방향으로 상기 제1 호의 2등분 위치와 상기 제4 호의 2등분 위치를 연결하는 가상선분(이하, '제3 가상 선분'이라 함)까지의 길이의 30%보다는 크고 40%보다는 작은 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 오목 길이는 아래의 수학적식 3에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 트랜스미션.

[수학적식 3]

$$0.3 \leq \frac{\gamma}{\frac{1}{4} (D_{pi} + D_{po}) \tan(\frac{90}{N_p})} \leq 0.4$$

여기서, D_{pi} 는 상기 제4 호의 내경, D_{po} 는 상기 제1 호의 내경, N_p 는 풀 피스들의 개수이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마그네틱 트랜스미션에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 자기력을 이용하여 동력을 전달하는 마그네틱 기어를 통한 비접촉식 변속이 가능하고, 기어들의 기계적인 마찰제거로 인해 내구성이 우수할 뿐만 아니라, 고효율의 정확한 변속이 가능한 마그네틱 트랜스미션에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 자동차용 자동변속기는 토크컨버터에서 출력된 입력을 다수의 클러치, 브레이크, 유성기어세트 등으로 조합한 구성을 이용하여 변속하는 것으로서, 차속에 따라 TCU가 입력, 반력, 출력을 변환시켜 적절한 변속을 행하는 것이다.

[0003] 이러한 자동변속기 중에서 전진 6속 변속기는 도 1에 도시된 바와 같이 입력축(I)에서 제1링기어(R1)로 동력을 전달받는 제1유성기어 세트(P1)와, 출력축(O)에 제2링기어(R2)가 연결되어 있는 제2유성기어세트(P2)와, 상기한 제1, 2유성기어세트(P1, P2)를 제어하여 각속으로 변속하게 하는 제1, 2, 3클러치(C1, C2, C3)와 제1, 2브레이크(B1, B2)로 이루어져 있다.

[0004] 즉, 상기한 다수의 클러치(C1, C2, C3)와 브레이크(B1, B2)가 각속마다 구동하고 고정되도록 하면서 변속을 하게 되는 것이다.

[0005] 1속은 제1클러치(C1)와 제1브레이크(B1)가 작동하게 되고, 2속으로 변속시에는 제1브레이크(B1)를 해방시킴과 아울러 제2브레이크(B2)를 작동시켜 2속으로 변속하게 한다.

[0006] 또한, 3속으로 변속할 때는 제2브레이크(B2)를 해방시킴과 동시에 제1클러치(C1)가 작동하는 상태에서 제2클러치(C2)를 동작시키게 되고, 4속으로 변속할 때는 제2클러치(C2)를 해방시키고 제3클러치(C3)를 작동시키게 된다.

[0007] 상기한 자동변속기를 5속으로 변속하기 위해서는 제1클러치(C1)를 해방시키고 제2, 3클러치(C2, C3)를 동시에 작동시킴과 아울러 제1, 2브레이크(B1, B2)는 해방시키게 되고, 6속일때는 이 상태에서 제2클러치(C2)를 해방시키고 제2브레이크(B2)를 작동시키게 된다.

[0008] 즉, 다수의 클러치(C1, C2, C3) 및 브레이크(B1, B2)의 양측에 제1, 2유성기어세트(P1, P2)를 배치한 후 이를 클러치 및 브레이크로 제어하여 변속을 하게 되는 것이다.

[0009] 이러한, 종래의 자동변속기는 유성기어세트 및 브레이크를 사용하기 때문에 노이즈 발생 및 기계적 마찰로 인한 내구성 저하 등의 문제점을 가지고 있을 뿐만 아니라, 에너지 손실로 인한 고효율의 구동전달(변속)에 있어 문제점을 가지고 있었다.

[0010] 따라서 기계적 접촉식 기어를 사용하지 않고서도 동력전달(변속)이 가능하며, 고효율의 새로운 형태의 트랜스미션의 개발이 요구되고 있다.

- [0011] [선행기술문헌]
- [0012] [특허문헌]
- [0013] 1. 한국공개특허 제10-2007-0034705호, 전진 6속 자동 변속기
- [0014] 2. 한국공개특허 제10-2015-0012150호, 차량용 변속장치

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 자기력을 이용하여 동력을 전달하는 마그네틱 기어를 통한 비접촉식 변속이 가능하고, 기어들의 기계적인 마찰제거로 인해 내구성이 우수할 뿐만 아니라, 고효율의 정확한 변속이 가능한 마그네틱 트랜스미션을 제공하는 것이다.
- [0016] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 엔진의 회전동력이 입력되도록 동축선 상에 배치되는 입력축; 상기 입력축에 평행하게 배치되는 출력축; 및 상기 입력축 및 상기 출력축 상에 배치된 상태로 가변 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달하는 각 변속단별 변속마그네틱기어;를 포함하며, 상기 변속마그네틱기어는 내측로터(inner rotor); 상기 내측로터와 이격되어 구비되는 외측로터(outer roter); 및 상기 내측로터와 상기 외측로터 사이에 위치하고, 상기 내측로터와 상기 외측로터 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스(pole piece)가 구비되는 폴피스모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네틱트랜스미션을 제공한다.
- [0018] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 내측로터는 원통형의 내측회전자와 상기 내측회전자의 외측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '내측자석'이라 함)을 구비하며, 상기 외측로터는 원통형의 외측회전자와 상기 외측회전자의 내측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '외측자석'이라 함)을 구비한다.
- [0019] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 변속마그네틱기어는 상기 내측로터 또는 상기 외측로터가 상기 폴피스모듈로부터 가변이동될 때 자속전달이 차단되어 동력전달을 차단한다.
- [0020] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 또한 엔진의 회전동력이 입력되도록 동축선 상에 배치되는 입력축; 상기 입력축 상에 배치된 상태로 가변 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달하는 각 변속단별 제1변속마그네틱기어; 상기 입력축에 평행하게 배치되는 출력축; 및 상기 출력축 상에 배치된 상태로 가변 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달하는 각 변속단별 제2변속마그네틱기어;를 포함하며, 상기 제1변속마그네틱기어는 상기 입력축에 연결되어 구동하는 제1내측로터; 상기 제1내측로터와 이격되어 구비되는 제1외측로터; 및 상기 제1내측로터와 상기 제1외측로터 사이에 위치하고, 상기 제1내측로터와 상기 제1외측로터 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제1폴피스모듈;을 포함하고, 상기 제2변속마그네틱기어는 상기 출력축에 연결되어 구동하는 제2내측로터; 상기 제2내측로터와 이격되어 구비되는 제2외측로터; 및 상기 제2내측로터와 상기 제2외측로터 사이에 위치하고, 상기 제2내측로터와 상기 제2외측로터 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제2폴피스모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네틱트랜스미션을 제공한다.
- [0021] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제1내측로터 및 상기 제2내측로터는 원통형의 내측회전자와 상기 내측회전자의 외측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '내측자석'이라 함)을 구비하며, 상기 제1외측로터 및 제2외측로터는 원통형의 외측회전자와 상기 외측회전자의 내측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '외측자석'이라 함)을 구비한다.
- [0022] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 입력축의 출력단과 연결되어 회전구동되며, 상기 제2변속마그네틱기어를 수납

하는 제1하우징; 및 상기 출력축과 연결되어 회전구동되며, 상기 제1하우징과 함께 상기 제1변속마그네틱기어를 수납하는 제2하우징; 더 포함한다.

[0023] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제1외측로터는 상기 제2하우징 내벽에 장착되며, 제1외측로터구동수단에 의해 상기 제2하우징 내벽 상에서 가변이동하고, 상기 제2외측로터는 상기 제1하우징 내벽에 장착되며, 상기 제2내측로터는 상기 출력축에 장착되며, 제2내측로터구동수단에 의해 상기 출력축 상에서 가변이동한다.

[0024] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 각 폴 피스의 단면은, 제1 호(arc), 상기 제1 호와 중심의 위치 및 중심각은 동일하고 내경은 상기 제1 호의 내경보다 작은 제2 호 및 상기 제1 호와 상기 제2 호의 각 일단 및 각 타단을 연결하는 선으로 둘러싸인 제1 도형과, 상기 제2 호와 중심의 위치 및 내경은 동일하고 중심각은 상기 제2 호의 중심각보다 큰 제3 호, 상기 제3 호와 중심의 위치와 중심각은 동일하고 내경은 상기 제3 호의 내경보다 작은 제4 호 및 상기 제3 호와 상기 제4 호의 각 일단 및 각 타단을 연결하는 선으로 둘러싸인 제2 도형이 결합한 형상을 갖되, 상기 제2 호의 2등분 위치와 상기 제3 호의 2등분 위치는 서로 겹쳐지도록 결합한 형상을 갖는다.

[0025] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제4 호와 상기 제3 호의 수직 거리(이하, '제1 수직거리'라 함)는 아래의 수학적 식 1과 같이 상기 제4 호와 상기 제1 호의 수직 거리(이하, '제2 수직거리'라 함)에 13.5%보다는 크고 23.5%보다는 작다.

[0026] [수학적 식 1]

$$L_{pr} \times 0.135 \leq \alpha \leq L_{pr} \times 0.235$$

[0027] 여기서, α 는 상기 제1 수직거리이고 L_{pr} 은 상기 제2 수직거리이다.

[0029] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제4 호의 중심각은 아래의 수학적 식 2와 같이 하나의 폴 피스를 사이에 둔 두 개의 폴피스의 제1 호들을 연결하는 가상 호의 중심각(이하, '기준각'이라 함)의 40%보다는 크고 50%보다는 작다.

[0030] [수학적 식 2]

$$0.4 \leq \frac{N_p}{360} \times \frac{2}{3} \times \beta \leq 0.5$$

[0031] 여기서, β 는 상기 제4 호의 중심각이고 N_p 는 상기 폴 피스들의 개수이다.

[0033] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 제1 도형에서 상기 제1 호 및 상기 제2 호를 연결하는 선은 상기 제1 도형의 중심부를 향해 오목한 곡선(이하, '오목 곡선'이라 함)이다.

[0034] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 오목 곡선의 양단을 연결하는 가상선분(이하, '제1 가상 선분'이라 함)의 2등분 위치에서 수직방향으로 상기 오목 곡선까지의 길이(이하, '오목 길이'라 함)는, 상기 오목 곡선의 상기 제1 호 측 일단에서 상기 제4 호에 수직방향으로 연결되는 가상선분(이하, '제2 가상 선분'이라 함)의 2등분 위치에서 수직방향으로 상기 제1 호의 2등분 위치와 상기 제4 호의 2등분 위치를 연결하는 가상선분(이하, '제3 가상 선분'이라 함)까지의 길이의 30%보다는 크고 40%보다는 작다.

[0035] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 오목 길이는 아래의 수학적 식 3에 의해 계산된다.

[0036] [수학적 식 3]

$$0.3 \leq \frac{\gamma}{\frac{1}{4}(D_{pi} + D_{po})\tan(\frac{90}{N_p})} \leq 0.4$$

[0037] 여기서, D_{pi} 는 상기 제4 호의 내경, D_{po} 는 상기 제1 호의 내경, N_p 는 폴 피스들의 개수이다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 가진다.
- [0040] 본 발명의 마그네틱 트랜스미션에 의하면 자기력을 이용하여 토크를 전달함으로써 기계적인 마찰제거로 인한 안정성 및 내구성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0041] 또한, 본 발명의 마그네틱 트랜스미션에 의하면 마그네틱 기어를 통한 비접촉식 변속이 가능할뿐만 아니라, 고효율의 정확한 변속이 가능하다는 효과가 있다.
- [0042] 또한, 본 발명의 마그네틱 트랜스미션에 의하면 토크 전달을 향상시키고 리플은 낮게 함으로써 동력 전달률과 변속의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 도 1은 일반적인 마그네틱 트랜스미션을 보여주는 도면,
 도 2 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션을 설명하기 위한 도면들,
 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션의 변속마그네틱기어를 설명하는 도면 및 수직 단면도,
 도 7 내지 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션을 설명하기 위한 도면들,
 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션의 변속마그네틱기어의 수직 단면을 보여주는 도면,
 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 변속마그네틱기어의 폴피스 형태를 설명하기 위한 도면,
 도 14 내지 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 변속마그네틱기어의 폴피스의 형태를 결정하는 변수를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 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.
- [0045] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.
- [0046] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [0047] 도 2 내지 도 4은 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션을 설명하기 위한 도면들이고, 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션의 변속마그네틱기어를 설명하는 도면 및 수직 단면도이다.
- [0048] 본 발명의 마그네틱 트랜스미션은 엔진의 회전동력이 입력되도록 동축선 상에 배치되는 입력축과, 상기 입력축에 평행하게 배치되는 출력축 및 상기 입력축 및 상기 출력축 상에 배치된 상태로 가변 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달하는 변속마그네틱기어를 포함하여 구성된다. 상기 변속마그네틱기어는 각 변속단별로 복수개로 구비될 수 있다.
- [0049] 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션에 적용되는 변속마그네틱기어(10)를 설명하기로 한다.
- [0050] 상기 변속마그네틱기어(10)는 크게 내측로터(11), 상기 내측로터(11)와 이격되어 구비되는 외측로터(12), 및 상기 내측로터(11)와 상기 외측로터(12) 사이에 로터들(11, 12)과 이격되어 위치하는 폴피스모듈(13)을 포함하여 구성된다.
- [0051] 상기 내측로터(11)는 원통형의 내측회전자(11b)와 상기 내측회전자(11b) 외부에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(11a)을 포함한다.
- [0052] 상기 외측로터(12)는 원통형의 외측 회전자(12a)와 상기 외측회전자(12a) 내부에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(12b)을 포함한다.

[0053] 본 발명에서는 변속마그네틱기어(10)가 원통 회전형의 마그네틱기어 형태인 것으로 도시하였으나 원판 회전형, 평판 리니어형, 원통 리니어형으로 제작이 가능하다.

[0054] 상기 폴피스모듈(13)은 회전축에 대해 방사상으로 등 간격 이격된 복수 개의 폴 피스(13a)를 포함하며, 상기 내측로터(11)와 상기 외측로터(12) 사이의 자속을 전달한다.

[0055] 상기 폴 피스(13a)는 자극편이라고도 하며, 자성체로써 상기 외측로터(12)에서 상기 내측로터(11)로 또는 상기 내측로터(11)에서 상기 외측로터(12)로 자속을 전달하는 역할을 한다.

[0056] 또한, 상기 내측로터(11)와 상기 외측로터(12)의 자석들은 각각 서로 반대방향(회전축을 향한 방향과 회전축의 반대방향을 향한 방향)으로 자력을 갖는 자석들이 서로 교대로 위치하며, 서로 반대방향을 자력을 갖는 두 개의 자석은 쌍극을 이룬다.

[0057] 상기 폴피스모듈(13)은 고정되어 구비되는데, 상기 내측로터(11)와 상기 외측로터(12)는 서로 반대방향으로 회전하게 되고, 어떤 로터가 입력축이 되는지에 따라 감속 또는 가속용으로 이용될 수 있다.

[0058] 상기 외측로터(12)는 저속으로 회전하고, 상기 내측로터(11)는 고속으로 회전하며, 상기 외측로터(12)의 쌍극수와 상기 내측로터(11)의 쌍극수는 아래의 수학적 식 a와 같이 폴피스들(13a)의 개수를 결정한다.

[0059] [수학적 식 a]

$$N_s = p_1 + p_2$$

[0060]

[0061] 여기서, N_s 는 폴 피스들(13a)의 개수, p_1 은 외측 로터(12)의 쌍극 수, p_2 은 내측 로터(11)의 쌍극 수를 의미한다.

[0062] 도 6을 예로 들면, 상기 외측로터(12)의 자석의 극수가 42극으로 쌍극 수가 21극이고, 상기 내측로터(11)의 자석의 극수가 4극으로 쌍극 수가 2극이므로, 상기 폴피스들(13a)의 개수는 각 로터의 쌍극 수 21극 및 2극을 더한 23개가 된다.

[0063] 또한, 상기 변속마그네틱기어(10)의 기어비는 아래의 수학적 식 b와 같이 로터들의 쌍극 수의 비로 결정된다.

[0064] [수학적 식 b]

$$G_r = \frac{p_1}{p_2}$$

[0065]

[0066] 또한, 상기 변속마그네틱 기어(10)의 로터들의 속도비는 아래의 수학적 식 c와 같다.

[0067] [수학적 식 c]

$$w_2 = -G_r w_1$$

[0068]

[0069] 이러한 본 발명의 마그네틱 트랜스미션에 적용되는 상기 변속마그네틱기어(10)는 상기 내측로터(11) 또는 상기 외측로터(12)가 상기 폴피스모듈(13)로부터 가변이동되어 자속전달이 차단 되면 동력전달이 이루어지지 않게 된다.

[0070] 즉, 본 발명의 마그네틱 트랜스미션은 상기 입력축 및 상기 출력축 상에 가변이동될 수 있도록 구비된 상기 변속마그네틱기어(10)를 이용하여 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축으로 전달한다.

[0071] 도 2 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션을 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0072] 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션(100)은 입력축(110), 제1변속마그네틱기어(120), 출력축(130), 제2변속마그네틱기어(140), 제1하우징(150) 및 제2하우징(160)을 포함하여 구성된다.

[0073] 상기 입력축(110)은 엔진의 회전동력이 입력되도록 엔진의 회전축과 동축선 상에 배치된다.

- [0074] 상기 출력축(130)은 상기 입력축(110)에 평행하게 배치된다.
- [0075] 상기 제1변속마그네틱기어(120)는 상기 입력축(110) 상에 배치되는데, 가변이동될 수 있는 상태로 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축(130)으로 전달한다.
- [0076] 이때, 상기 제1변속마그네틱기어(120)는 상기 입력축(120)에 연결되어 회전구동하는 제1내측로터(121)와, 상기 제1내측로터(121)와 이격되어 구비되는 제1외측로터(123)와, 상기 제1내측로터(121)와 상기 제1외측로터(123) 사이에 위치하고, 상기 제1내측로터(121)와 상기 제1외측로터(123) 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제1폴피스모듈(122)를 포함하여 구성된다.
- [0077] 상기 제2변속마그네틱기어(140)는 상기 출력축(130) 상에 배치되는데, 가변이동될 수 있는 상태로 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축(130)으로 전달한다.
- [0078] 이때, 상기 제2변속마그네틱기어(140)는 상기 출력축(130)에 연결되어 회전구동하는 제2내측로터(141)와, 상기 제2내측로터(141)와 이격되어 구비되는 제2외측로터(143)와, 상기 제2내측로터(141)와 상기 제2외측로터(143) 사이에 위치하고, 상기 제2내측로터(141)와 상기 제2외측로터(143) 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제2폴피스모듈(142)를 포함하여 구성된다.
- [0079] 상기 제1내측로터(121) 및 상기 제2내측로터(141)는 각각 원통형의 내측회전자와 상기 내측회전자의 외측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '내측자석'이라 함)을 구비하며, 상기 제1외측로터(123) 및 제2외측로터(143)는 원통형의 외측회전자와 상기 외측회전자의 내측면에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 복수 개의 자석(이하, '외측자석'이라 함)을 구비한다. 상기 제1내측로터(121) 및 상기 제2내측로터(141)에 대한 상세한 설명은 상술한 도 5 및 도 6을 참조하기로 한다.
- [0080] 상기 제1하우징(150)은 상기 입력축(110)의 출력단과 연결되어 회전구동되는데, 원통형의 상기 제2변속마그네틱기어(140)를 수납하고 있다. 즉, 상기 제1하우징(150)은 원통형의 상기 제2변속마그네틱기어(140)를 수납할 수 있도록 마찬가지로 원통형으로 구비될 수 있다.
- [0081] 이때, 상기 제2외측로터(143)는 상기 제1하우징(150)의 내벽에 장착되어 있다.
- [0082] 그리고, 상기 제2내측로터(141)는 상기 출력축(130)에 장착되어 있는데, 상기 출력축(130) 상에서 제2내측로터 구동수단(미도시)에 의해 가변이동할 수 있도록 구비된다. 상기 제2내측로터구동수단은 상기 제2내측로터(141)를 가변이동할 수 있는 다양한 구동수단을 적용할 수 있음은 물론이다.
- [0083] 정리하면, 상기 입력축(110)에는 상기 제1변속마그네틱기어(120)의 상기 제1내측로터(121)가 장착되어 있고, 상기 입력축(110)은 상기 제1하우징(150)과 연결되어 있으며, 상기 제2변속마그네틱기어(140)의 상기 제2외측로터(143)는 상기 제1하우징(150)의 내벽에 장착되어 있다. 즉, 엔진의 회전동력에 의해 상기 입력축(110)이 회전하게 되면, 상기 제1내측로터(121)가 회전함과 함께, 상기 제1하우징(150) 및 상기 제2외측로터(143)도 연동하여 회전하게 된다.
- [0084] 상기 제2하우징(160)은 상기 출력축(130)과 연결되어 회전구동되는데, 원통형의 상기 제1변속마그네틱기어(120)를 수납하고 있으며, 이와 함께, 상기 제2변속마그네틱기어(140)를 수납하고 있는 상기 제1하우징(150)도 수납하도록 구성되어 있다. 즉, 상기 제2하우징(160)은 원통형의 상기 제1하우징(150) 및 상기 제1변속마그네틱기어(120)를 함께 수납할 수 있도록 원통형으로 구비될 수 있다.
- [0085] 이때, 상기 제1외측로터(123)는 상기 제2하우징(160)의 내벽에 장착되어 있는데, 상기 제2하우징(160)의 내벽 상에서 제1외측로터구동수단(미도시)에 의해 가변이동할 수 있도록 구비된다. 상기 제1외측로터구동수단은 상기 제1외측로터(123)를 가변이동할 수 있는 다양한 구동수단을 적용할 수 있음은 물론이다.
- [0086] 정리하면, 상기 출력축(130)에는 상기 제2변속마그네틱기어(140)의 상기 제2내측로터(141)가 장착되어 있고, 상기 제2하우징(160)은 상기 출력축(130)과 연결되어 있으며, 상기 제1변속마그네틱기어(120)의 상기 제1외측로터(123)는 상기 제2하우징(160)의 내벽에 장착되어 있다. 즉, 상기 제2하우징(160)과 상기 제2내측로터(141) 및 상기 출력축(130)은 연동하여 회전하게 된다.
- [0087] 이상 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션(100)의 구성요소들을 설명하였고, 상기 마그네틱 트랜스미션(100)의 변속 작동을 설명하면 다음과 같다.
- [0088] 도 2를 참조하면, 상기 제1변속마그네틱기어(120)의 상기 제1외측로터(123)는 상기 제1폴피스모듈(122)로 부터 가변이동되어 벗어나 있는 상태이며, 이와 함께 상기 제2변속마그네틱기어(140)의 상기 제2내측로터(141) 역시

상기 제2폴피스모듈(142)로 부터 가변이동되어 벗어나 있는 상태이다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(110), 상기 제1내측로터(121), 상기 제1하우징(150) 및 상기 제2외측로터(143)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전 구동하게 된다.

[0089] 그러나, 상기 제1변속마그네틱기어(120)와 상기 제2변속마그네틱기어(140) 각각의 로터 사이에는 회전자계가 형성되지 않아 동력전달이 이루어지지 않게 된다. 따라서 상기 마그네틱 트랜스미션(100)은 상기 출력축(130)에 동력전달을 하지 않는 중립의 상태에 있게 된다.

[0090] 도 3을 참조하면, 상기 제1변속마그네틱기어(120)의 상기 제1외측로터(123)는 상기 제1폴피스모듈(122) 상부로 가변이동되어 자속의 전달이 일어날 수 있는 상태에 있으며, 이와 함께 상기 제2변속마그네틱기어(140)의 상기 제2내측로터(141)는 상기 제2폴피스모듈(142)로 부터 여전히 벗어나 있는 상태이다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(110), 상기 제1내측로터(121), 상기 제1하우징(150) 및 상기 제2외측로터(143)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전구동하게 된다.

[0091] 한편, 상기 제1변속마그네틱기어(120)의 로터들 사이에는 회전자계가 형성되어 동력전달이 이루어지게 된다. 즉, 상기 입력축(110)의 회전과 함께 상기 제2하우징(160) 및 상기 출력축(130)은 연동하여 회전하게된다. 이때 상기 제1변속마그네틱기어(120)의 상기 제1내측로터(121)는 고속으로 회전하는데, 기어비(상술한 도 5 및 도 6 참조)에 의해 상기 출력축(130)에는 감속되어 동력을 전달하게 된다. 여기서 화살표는 동력전달의 방향을 나타낸다.

[0092] 도 4를 참조하면, 상기 제1변속마그네틱기어(120)의 상기 제1외측로터(123)는 도 2와 같이 상기 제1폴피스모듈(122)로 부터 가변이동되어 벗어나 있는 상태이며, 상기 제2변속마그네틱기어(140)의 상기 제2내측로터(141)는 상기 제2폴피스모듈(142) 하부로 가변이동되어 자속의 전달이 일어날 수 있는 상태에 있다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(110), 상기 제1내측로터(121), 상기 제1하우징(150) 및 상기 제2외측로터(143)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전구동하게 된다.

[0093] 한편, 상기 제2변속마그네틱기어(140)의 로터들 사이에는 회전자계가 형성되어 동력전달이 이루어지게 된다. 즉, 상기 입력축(110)의 회전과 함께 상기 제1하우징(150) 및 상기 출력축(130)은 연동하여 회전하게된다. 이때 상기 제2변속마그네틱기어(140)의 상기 제2외측로터(143)는 입력축이 되고, 상기 제2내측로터(141)는 출력축이 되며, 기어비(상술한 도 5 및 도 6 참조)에 의해 상기 출력축(130)에는 가속되어 동력을 전달하게 된다.

[0094] 도 7 내지 도11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션을 설명하기 위한 도면들이다.

[0095] 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션(200)은 입력축(210), 제1변속마그네틱기어(220), 제1-1변속마그네틱기어(220-1), 출력축(230), 제2변속마그네틱기어(240), 제2-1변속마그네틱기어(240-1), 제1하우징(250) 및 제2하우징(260)을 포함하여 구성된다.

[0096] 상기 제1변속마그네틱기어(220)는 상기 입력축(220)에 연결되어 회전구동하는 제1내측로터(221)와, 상기 제1내측로터(221)와 이격되어 구비되는 제1외측로터(223)와, 상기 제1내측로터(221)와 상기 제1외측로터(223) 사이에 위치하고, 상기 제1내측로터(221)와 상기 제1외측로터(223) 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제1폴피스모듈(222)를 포함하여 구성된다.

[0097] 상기 제1-1변속마그네틱기어(220-1)는 상기 제1변속마그네틱기어(220)와 인접하여 구비되는데, 마찬가지로 상기 입력축(210) 상에 구비된다. 상기 제1-1변속마그네틱기어(220-1)는 상기 입력축(210)에 연결되어 회전구동하는 제1-1내측로터(221-1)와, 제1외측로터(223)와, 제1-1폴피스모듈(222-1)를 포함하여 구성된다.

[0098] 상기 제1외측로터(223)는 상기 제1변속마그네틱기어(220) 및 제1-1변속마그네틱기어(220-1)의 외측로터로서 동시에 사용된다.

[0099] 상기 제2변속마그네틱기어(240)는 상기 출력축(230) 상에 배치되는데, 가변이동될 수 있는 상태로 연결되어 엔진의 회전동력을 선택적으로 변속하여 상기 출력축(230)으로 전달한다.

[0100] 상기 제2변속마그네틱기어(240)는 상기 출력축(230)에 연결되어 회전구동하는 제2내측로터(241)와, 상기 제2내측로터(241)와 이격되어 구비되는 제2외측로터(243)와, 상기 제2내측로터(241)와 상기 제2외측로터(243) 사이에 위치하고, 상기 제2내측로터(241)와 상기 제2외측로터(243) 사이의 자속을 전달하는 서로 이격된 복수 개의 폴피스가 구비되는 제2폴피스모듈(242)를 포함하여 구성된다.

- [0101] 상기 제2-1변속마그네틱기어(240-1)는 상기 제2변속마그네틱기어(240)와 인접하여 구비되는데, 마찬가지로 상기 출력축(230) 상에 구비된다. 상기 제2-1변속마그네틱기어(240-1)는 상기 출력축(230)에 연결되어 회전구동하는 제2내측로터(241)와, 제2-1외측로터(243-1)와, 제2-1폴피스모듈(242-1)를 포함하여 구성된다.
- [0102] 상기 제2내측로터(241)는 상기 제2변속마그네틱기어(240) 및 제2-1변속마그네틱기어(240-1)의 내측로터로서 동시에 사용된다.
- [0103] 상술한 것을 제외하고는 도 2 내지 도 4에서 설명한 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션(100)과 동일하다.
- [0104] 이상 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션(200)의 구성요소들을 설명하였고, 상기 마그네틱 트랜스미션(200)의 변속 작동을 설명하면 다음과 같다. 여기서, 상기 제1외측로터(223)는 자석의 극수가 40극으로 쌍극 수가 20극이고, 상기 제1내측로터(221)는 자석의 극수가 10극으로 쌍극 수가 5극이며, 상기 제1-1내측로터(221-1)는 자석의 극수가 20극으로 쌍극 수가 10이다. 그리고, 상기 제2외측로터(243)는 자석의 극수가 24극으로 쌍극 수가 12극이고, 상기 제2-1외측로터(243-1)는 자석의 극수가 30극으로 쌍극 수가 15극이며, 상기 제2내측로터(241)는 자석의 극수가 20극으로 쌍극 수가 10이다.
- [0105] 도 7을 참조하면, 상기 제1변속마그네틱기어(220)의 상기 제1외측로터(223)는 상기 제1폴피스모듈(222) 및 상기 제1-1변속마그네틱기어(220-1)의 상기 제1-1폴피스모듈(222-1)로부터 가변이동되어 벗어나 있는 상태이며, 이와 함께 상기 제2변속마그네틱기어(240)의 상기 제2내측로터(241) 역시 상기 제2폴피스모듈(242) 및 상기 제2-1변속마그네틱기어(240-1)의 상기 제2-1폴피스모듈(242-1)로부터 가변이동되어 벗어나 있는 상태이다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(210), 상기 제1내측로터(221), 상기 제1-1내측로터(221-1), 상기 제1하우징(250), 상기 제2외측로터(243) 및 상기 제2-1외측로터(243-1)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전구동하게 된다.
- [0106] 그러나, 상기 제1변속마그네틱기어(220)와 상기 제1-1변속마그네틱기어(220-1), 상기 제2변속마그네틱기어(240) 및 상기 제2-1변속마그네틱기어(240-1)의 각각의 로터 사이에는 회전자계가 형성되지 않아 동력전달이 이루어지지 않게 된다. 따라서 상기 마그네틱 트랜스미션(200)은 상기 출력축(230)에 동력전달을 하지 않는 중립의 상태에 있게 된다.
- [0107] 도 8을 참조하면, 상기 제1외측로터(223)는 상기 제1변속마그네틱기어(220)의 상기 제1폴피스모듈(222) 상부로 가변이동되어 자속의 전달이 일어날 수 있는 상태에 있으며, 이와 함께 상기 제2변속마그네틱기어(240)의 상기 제2내측로터(241)는 상기 제2폴피스모듈(242) 및 상기 제2-1폴피스모듈(242-1)로부터 여전히 벗어나 있는 상태이다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(210), 상기 제1내측로터(221), 상기 제1-1내측로터(221-1), 상기 제1하우징(250), 상기 제2외측로터(243) 및 상기 제2-1외측로터(243-1)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전구동하게 된다.
- [0108] 한편, 상기 제1변속마그네틱기어(220)의 로터들 사이에는 회전자계가 형성되어 동력전달이 이루어지게 된다. 즉, 상기 입력축(210)의 회전과 함께 상기 제2하우징(260) 및 상기 출력축(230)은 연동하여 회전하게된다.
- [0109] 이때 상기 제1변속마그네틱기어(220)의 상기 제1내측로터(221)는 고속으로 회전하는데, 기어비에 의해 상기 출력축(230)에는 감속되어 동력이 전달되는 제1속 변속이 이루어지게 된다.
- [0110] 즉, 기어비와 토크비는 4이며, 속도비는 1/4이 되어 출력축인 상기 출력축(230)에는 1/4 감속되어 변속된다.
- [0111] 도 9를 참조하면, 상기 제1외측로터(223)는 상기 제1-1변속마그네틱기어(220-1)의 상기 제1폴피스모듈(222-1) 상부로 가변이동되어 자속의 전달이 일어날 수 있는 상태에 있으며, 이와 함께 상기 제2변속마그네틱기어(240)의 상기 제2내측로터(241)는 상기 제2폴피스모듈(242) 및 상기 제2-1폴피스모듈(242-1)로부터 여전히 벗어나 있는 상태이다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(210), 상기 제1내측로터(221), 상기 제1-1내측로터(221-1), 상기 제1하우징(250), 상기 제2외측로터(243) 및 상기 제2-1외측로터(243-1)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전구동하게 된다.
- [0112] 한편, 상기 제1-1변속마그네틱기어(220-1)의 로터들 사이에는 회전자계가 형성되어 동력전달이 이루어지게 된다. 즉, 상기 입력축(210)의 회전과 함께 상기 제2하우징(260) 및 상기 출력축(230)은 연동하여 회전하게된다.
- [0113] 이때 상기 마그네틱 트랜스미션(200) 기어비에 의해 상기 출력축(230)에는 감속되어 동력이 전달되는 제2속 변

속이 이루어지게 된다.

- [0114] 즉, 기어비와 토크비는 2이며, 속도비는 1/2이 되어 출력측인 상기 출력축(230)에는 1/2 감속되어 변속된다. 이는 도 7인 상태와 비교하여 볼때는 감속 변속된 상태이지만, 도 8인 상태와 비교하여 볼때는 가속 변속된 상태이다.
- [0115] 도 10을 참조하면, 상기 제1외측로터(223)는 도 7과 같이 상기 제1폴피스모듈(222) 및 상기 제1-1폴피스모듈(222-1)로부터 가변이동되어 벗어나 있는 상태이며, 상기 제2내측로터(241)는 상기 제2폴피스모듈(242) 하부로 가변이동되어 자속의 전달이 일어날 수 있는 상태에 있다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(210), 상기 제1내측로터(221), 상기 제1-1내측로터(221-1), 상기 제1하우징(250), 상기 제2외측로터(243) 및 상기 제2-1외측로터(243-1)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전구동하게 된다.
- [0116] 한편, 상기 제2변속마그네틱기어(240)의 로터들 사이에는 회전자계가 형성되어 동력전달이 이루어지게 된다. 즉, 상기 입력축(210)의 회전과 함께 상기 제1하우징(250) 및 상기 출력축(230)은 연동하여 회전하게된다. 이때 상기 제2변속마그네틱기어(240)의 상기 제2외측로터(243)는 입력측이 되고, 상기 제2내측로터(241)는 출력측이 되며, 기어비(상술한 도 5 및 도 6 참조)에 의해 상기 출력축(230)에는 가속되어 동력이 전달되는 제3속 변속이 이루어진다.
- [0117] 즉, 기어비와 토크비는 1/1.2이며, 속도비는 1.2가 되어 출력측인 상기 출력축(230)에는 1.2배 가속되어 변속된다.
- [0118] 도 11을 참조하면, 상기 제1외측로터(223)는 도 7과 같이 상기 제1폴피스모듈(222) 및 상기 제1-1폴피스모듈(222-1)로부터 가변이동되어 벗어나 있는 상태이며, 상기 제2내측로터(241)는 상기 제2-1폴피스모듈(242-1) 하부로 가변이동되어 자속의 전달이 일어날 수 있는 상태에 있다. 이러한 상태에서는 상기 입력축(210), 상기 제1내측로터(221), 상기 제1-1내측로터(221-1), 상기 제1하우징(250), 상기 제2외측로터(243) 및 상기 제2-1외측로터(243-1)는 엔진의 회전동력에 의해 연동하여 회전구동하게 된다.
- [0119] 한편, 상기 제2-1변속마그네틱기어(240-1)의 로터들 사이에는 회전자계가 형성되어 동력전달이 이루어지게 된다. 즉, 상기 입력축(210)의 회전과 함께 상기 제1하우징(250) 및 상기 출력축(230)은 연동하여 회전하게된다. 이때 상기 제2-1외측로터(243-1)는 입력측이 되고, 상기 제2내측로터(241)는 출력측이 되며, 기어비(상술한 도 5 및 도 6 참조)에 의해 상기 출력축(230)에는 가속되어 동력이 전달되는 제4속 변속이 이루어진다.
- [0120] 즉, 기어비와 토크비는 1/1.5이며, 속도비는 1.5가 되어 출력측인 상기 출력축(230)에는 1.5배 가속되어 변속된다. 이는 도 10인 상태와 비교하여 볼때에도 가속 변속된 상태이다.
- [0121] 본 발명의 실시예에서는 4개의 변속마그네틱기어를 구비하여 제1~제4속 변속에 대해 설명하였지만 반드시 이에 한정하지는 않고, n개의 변속마그네틱기어를 구비함으로써 제1~n속 변속이 가능함은 물론이다.
- [0122] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션의 변속마그네틱기어의 수직 단면을 보여주는 도면이고, 도 13은 본 발명의 다른 실시예에 따른 변속마그네틱기어의 폴피스 형태를 설명하기 위한 도면이다.
- [0123] 본 발명의 트랜스미션의 변속마그네틱기어(300)는 내측로터(11), 외측로터(12) 사이에 각각 이격되어 구비되는 폴피스 모듈(13)을 포함하여 이루어지는데, 상기 폴피스들의 개수는 상술한 수학적 a에 의해 결정되며, 기어비는 상술한 수학적 b와 같음을 알 수 있었다.
- [0124] 또한, 상기 폴피스들(131)과 상기 외측로터(12)의 자석(12b) 간에는 외측 공극(a1, outer airgap)이 존재하고 상기 폴피스들(131)과 상기 내측로터(11)의 자석(11a) 간에는 내측 공극(a2, inner airgap)이 존재한다. 이러한 공극들(a1, a2)은 자기 회로에서 저항의 역할을 하는 것으로 자속이 집중되게 된다.
- [0125] 이하에서는 도 13을 참조하여 상기 폴피스(131)의 형상을 상세히 설명한다.
- [0126] 도 13을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 토크컨버터(300)의 폴피스(131)는 회전축(c)과 나란한 바 형상으로 그 수직 단면이 제1 도형(131a)과 제2 도형(131b)이 평면상에서 결합한 형상을 갖는다.
- [0127] 또한, 상기 제1 도형(131a)은 곡선인 제1 호(arc, 131aa), 상기 제1 호(131aa)와 중심(c)의 위치 및 중심각(θ)은 동일하고, 내경(d2)이 상기 제1 호(131aa)의 내경(d1)보다 작은 제2 호(131ab), 상기 제1 호(131aa)와 상

기 제2 호(131ab)의 각 일단을 연결하는 선(131ac) 및 상기 제1 호(131aa)와 상기 제2 호(131ab)의 각 타단을 연결하는 선(131ad)으로 둘러싸인 평면 도형이다.

[0128] 다시 말해서, 상기 제2 호(131ab)의 내경 반지름($d_2/2$)은 상기 제1 호(131aa)의 내경 반지름($d_1/2$)보다 작고, 곡률은 서로 동일하며, 중심(c)의 위치는 회전축(c)의 위치와 서로 일치한다.

[0129] 또한, 상기 제1 호(131aa)와 상기 제2 호(131ab)를 연결하는 선들(131ac, 131ad)은 상기 제1 도형(131a)의 중심부를 향해 오목한 곡선(이하 '오목 곡선'이라 함)인 것이 바람직하다.

[0130] 또한, 상기 제2 도형(131b)은 상기 제2 호(131ab)와 중심(c)의 위치 및 내경(d_2)은 동일하고, 중심각(θ_2)은 상기 제2 호(131ab)의 중심각(θ_1)보다 큰 제3 호(131ba), 상기 제3 호(131ba)와 중심(c)의 위치 및 중심각(θ_2)의 크기는 동일하고, 내경(d_3)은 상기 제3 호(131ba)의 내경(d_2)보다 작은 제4 호(131bb), 상기 제3 호(131ba)와 상기 제4 호(131bb)의 각 일단을 연결하는 선(131bd) 및 상기 제3 호(131ba)와 상기 제4 호(131bb)의 각 타단을 연결하는 선(131bc)으로 둘러싸인 평면 도형이다.

[0131] 다시 말해서, 상기 제2 호(131ab)와 상기 제3 호(131ba)의 내경 반지름($d_2/2$)은 서로 동일하고, 상기 제3 호(131ba)의 내경 반지름($d_2/2$)은 상기 제4 호(131bb)의 내경 반지름($d_3/2$)보다 크다.

[0132] 또한, 상기 제3 호(131ba)와 상기 제4 호(131bb)의 각 단을 연결하는 선들(131bc, 131bd)은 직선인 것이 바람직하다.

[0133] 또한, 상기 제1 도형(131a)과 상기 제2 도형(131b)은 상기 제2 호(131ab)의 2등분 위치(c_1)와 상기 제3 호(131ba)의 2등분 위치(c_1)가 서로 겹쳐지도록 평면상에서 결합하여 상기 폴 피스(131)의 단면 형상을 이룬다.

[0134] 도 14 내지 도 16은 본 발명의 다른 실시예에 따른 변속마그네틱기어의 폴피스의 형태를 결정하는 변수를 설명하기 위한 도면으로, 상기 폴 피스(131)의 형태를 결정하는 변수는 크게 세 가지이다.

[0135] 먼저, 도 14를 참조하면, 첫 번째 변수는 상기 제3 호(131ba)와 상기 제4 호(131bb)에 각각 수직인 직선의 거리(α , 이하 '제1 수직거리'라 함)이다.

[0136] 또한, 상기 제1 수직거리(α)는 상기 제4 호(131bb)와 상기 제1 호(131aa)에 각각 수직인 직선의 거리(L_{pr} , 이하 '제2 수직거리'라 함)에 13.5%보다는 크고 23.5%보다는 작다.

[0137] 즉, 상기 제1 수직거리(α)는 아래의 수학식 1을 만족하도록 설계된다.

수학식 1

$$L_{pr} \times 0.135 \leq \alpha \leq L_{pr} \times 0.235$$

[0138]

다음, 도 15를 참조하면, 두 번째 변수는 상기 제4 호(131bb)의 중심각(β)이다.

[0140] 또한, 상기 제4 호(131bb)의 중심각(β)은 하나의 폴 피스(131)를 사이에 둔 두 개의 폴 피스(131', 131")의 제1 호들(131'aa, 131"aa)의 마주보는 끝단을 연결하는 가상 호의 중심각(β' , 이하 '기준각'이라 함)의 40%보다는 크고 50%보다는 작다.

[0141] 즉, 상기 제4 호(131bb)의 중심각(β)은 아래의 수학식2와 같이 기준각(β')의 40% 내지 50% 사이의 범위의 각도에서 설계된다.

수학식 2

$$0.4 \leq \frac{N_p}{360} \times \frac{2}{3} \times \beta \leq 0.5$$

[0142]

- [0143] 여기서, 여기서 N_p 는 상기 폴 피스들의 개수이다.
- [0144] 다음, 도 16을 참조하면, 세 번째 변수는 어느 하나의 오목 곡선(131ac)의 양단을 연결하는 가상선분($\ell 1$, 이하 '제1 가상선분'이라 함)의 2등분 위치(c2)에서 수직방향으로 상기 어느 하나의 오목 곡선(131ac)까지의 길이(γ , 이하 '오목 길이'라 함)이다.
- [0145] 또한, 상기 오목 길이(γ)는 상기 어느 하나의 오목 곡선(131ac)의 상기 제1 호(131aa) 측 일단(131ac')에서 상기 제4 호(131bb)에 수직으로 연결되는 가상선분($\ell 2$, 이하 '제2 가상선분'이라 함)의 2등분 위치(c3)에서 수직 방향으로 상기 제1 호(131aa)의 2등분 위치(c4)와 상기 제4 호(131bb)의 2등분 위치(c5)를 잇는 가상선분($\ell 3$, 이하 '제3 가상선분'이라 함)까지의 길이(γ' , 이하 '기준 길이')에 30%보다는 크고 40%보다는 작다.
- [0146] 즉, 상기 오목 길이(γ)은 아래의 수학적 식 3과 같이 상기 기준 길이(γ')의 30% 내지 40% 범위내에서 설계된다.

수학적 식 3

$$0.3 \leq \frac{\gamma}{\frac{1}{4}(D_{pi} + D_{po}) \tan(\frac{90}{N_p})} \leq 0.4$$

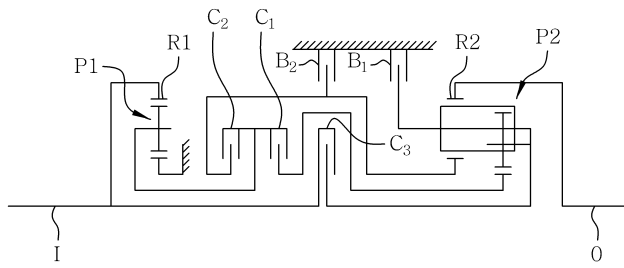
- [0147]
- [0148] 여기서, D_{pi} 는 상기 제4 호(131bb)의 내경($d3$), D_{po} 는 상기 제1 호(131aa)의 내경($d1$), N_p 는 상기 폴 피스들(131)의 개수이다.
- [0149] 또한, 수학적 식 3에서 분모는 상기 기준 길이(γ')를 의미하는 것으로 원점(c)를 중심으로 하는 직각 좌표계 상에서 상기 제1 가상선분($\ell 3$)을 x축으로 하여 점 c5 및 c4를 지나는 직선과 점 c3 및 c6를 지나는 직선의 교점의 y축 좌표값을 계산하기 위한 식이다. 그러나 상기 기준 길이(γ')은 다양한 방법으로 계산이 가능하다.
- [0150] 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션(300)은 폴 피스(131)의 형태를 개선하였는바, 상기 폴 피스(131)의 단면 형태에 관한 변수 α, β, γ 를 한정하여 공극에 자속을 집중시킬 수 있어 토크 전달을 향상시킬 수 있고, 토크 리플은 낮게 함으로써 동력 전달률과 변속의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.
- [0151] 즉, 본 발명의 다른 실시예에 따른 마그네틱 트랜스미션(300)은 자속선도의 밀도를 향상시킬 수 있고, 내측 공극 자속 밀도(Inner Airgap) 및 외측 공극 자속 밀도(Outer Airgap)의 최대값을 향상시킬 있으며, 내측 로터 토크 및 외측 로터 토크의 최대값을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 전체적인 토크리플을 저감시킬 수 있어 변속의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0152] 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

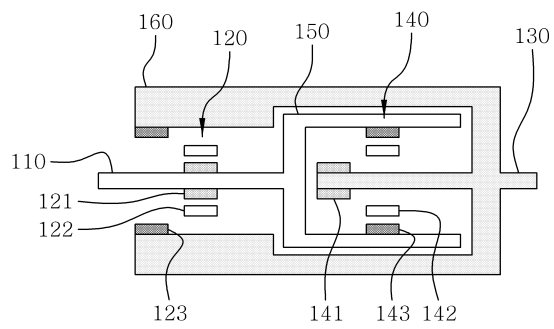
- [0153]
- | | |
|---------------------------|---------------|
| 100, 200, 300: 마그네틱 트랜스미션 | 11, 121: 내측로터 |
| 11b: 내측 회전자 | 12, 123: 외측로터 |
| 12a: 내측 회전자 | 11a, 12b: 자석 |
| 13, 122: 폴 피스 모듈 | 131: 폴 피스 |

도면

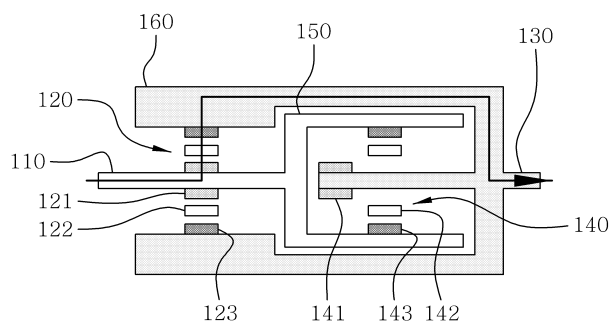
도면1



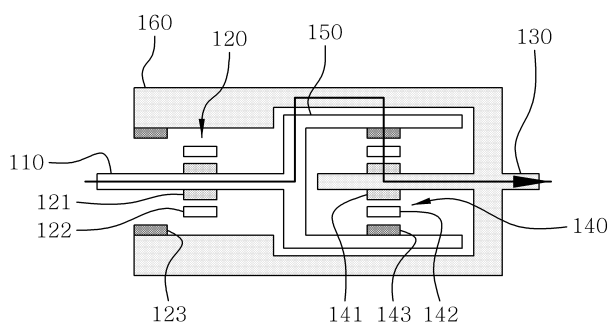
도면2



도면3

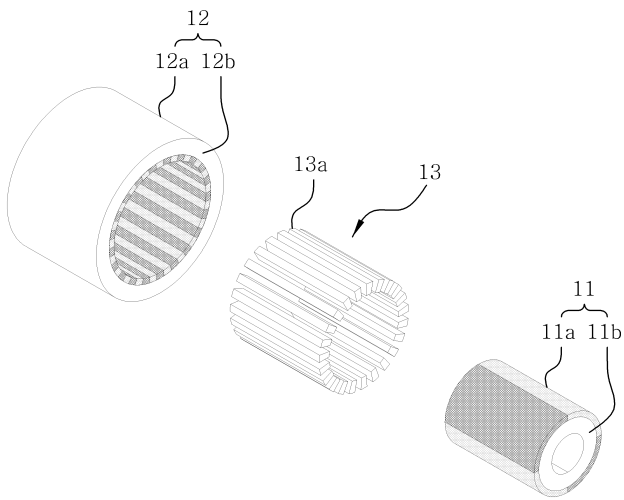


도면4



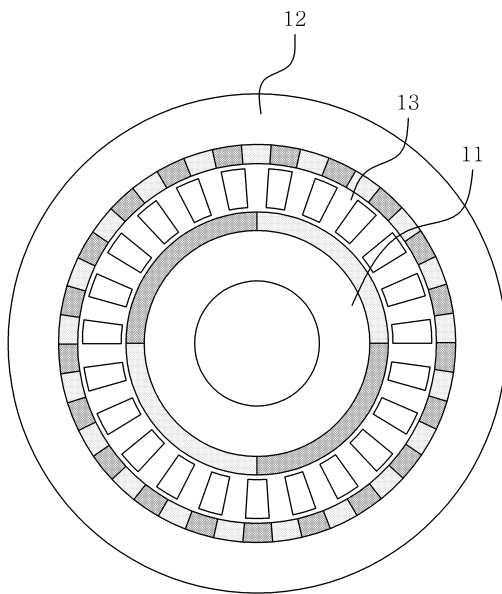
도면5

10



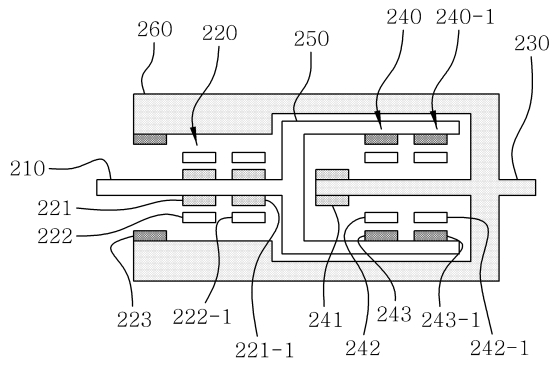
도면6

10



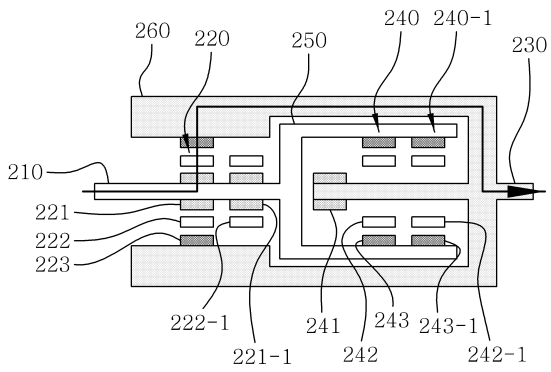
도면7

200



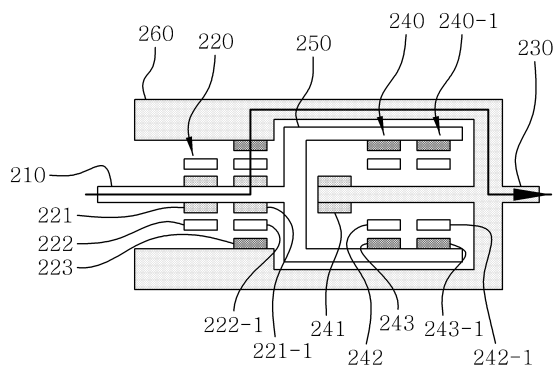
도면8

200



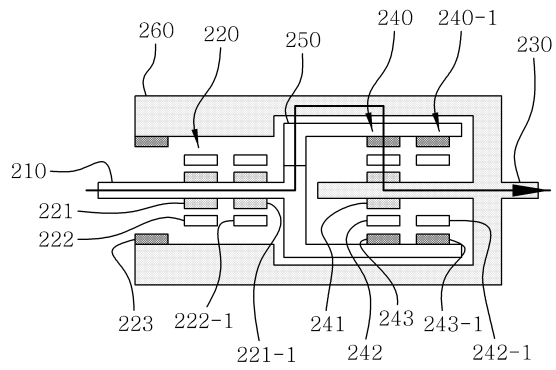
도면9

200



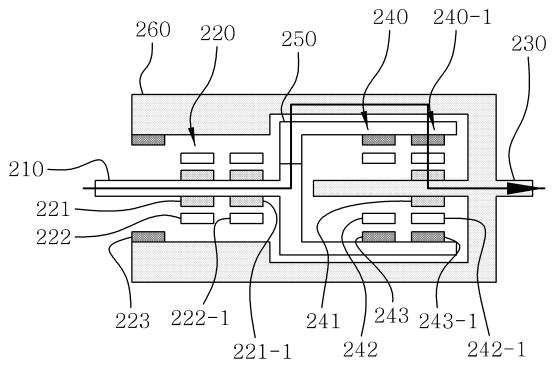
도면10

200



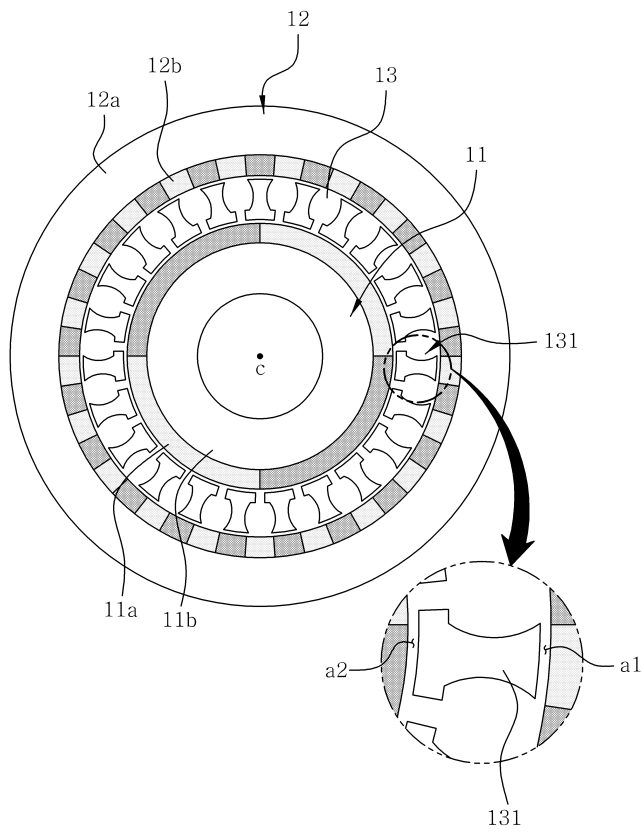
도면11

200

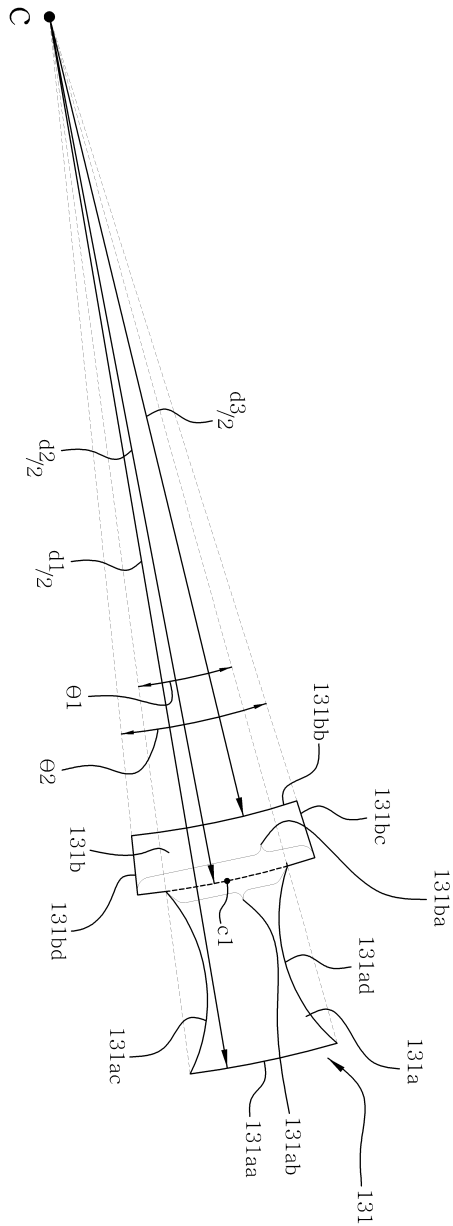


도면12

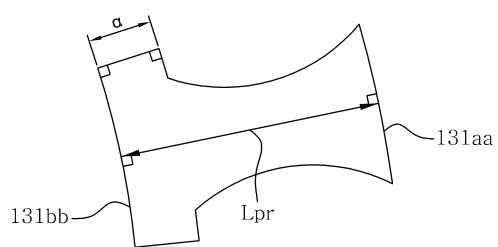
300



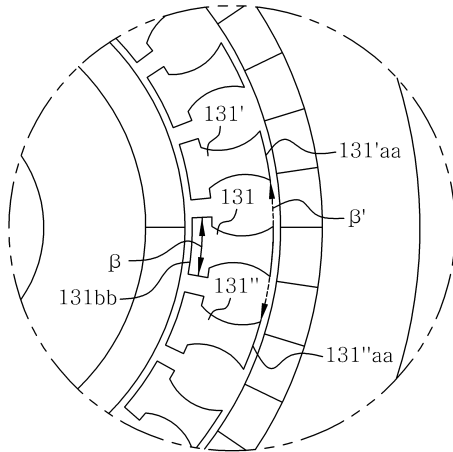
도면13



도면14



도면15



도면16

