



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0029723
(43) 공개일자 2020년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02K 49/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02K 49/102 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0108105

(22) 출원일자 2018년09월11일

심사청구일자 2018년09월11일

(71) 출원인

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

김용재

광주광역시 북구 천변우로79번길 25, 202동 901호
(임동, 한국아텔리움 2차)

박의중

광주광역시 남구 용대로 171번길 7-1 7동 108

(74) 대리인

특허법인아이엠

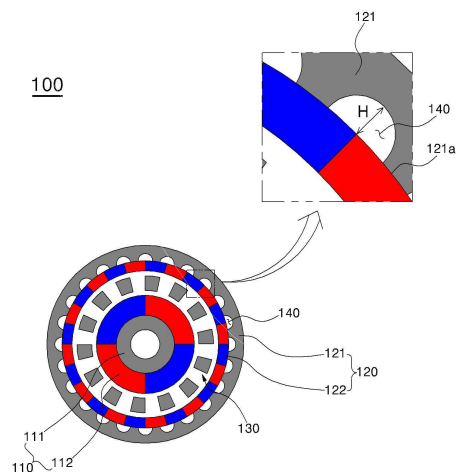
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 에어 베리어를 갖는 마그네틱 기어

(57) 요약

본 발명은 마그네틱 기어에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 외측 로터의 철심 내측면에 에어 베리어(Air barrier, 공극)를 형성하여 철손 및 영구자석 와전류 손실을 줄여 효율을 향상시킬 수 있는 에어 베리어를 갖는 마그네틱 기어에 관한 것이다.

대표도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415156940

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 자동차산업핵심기술개발

연구과제명 전동식 과급기용 비접촉 마그네틱 기어 구동 모듈 최적 설계기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

내측 로터(inner rotor), 상기 내측 로터와 이격되어 상기 내측 로터를 감싸며 구비되는 외측 로터(outer rotor) 및 상기 내측 로터와 상기 외측 로터 사이에서 상기 내측 로터 및 상기 외측 로터와 각각 이격되어 위치하고 상기 내측 로터에서 상기 외측 로터로 또는 상기 외측 로터에서 상기 내측 로터로 자속을 전달하는 폴 피스(pole piece) 모듈을 포함하는 마그네틱 기어로서,

상기 외측 로터는 내부가 비어있는 원통형의 철심 및 상기 철심 내측면에 부착되는 자석을 포함하고,

상기 철심의 내측면에는 회전축을 중심으로 방사상에 회전축과 나란한 방향으로 패여진 복수 개의 에어 베리어(Air barrier, 에어 베리어)이 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 에어 베리어의 단면은 반원형, 사각형 또는 삼각형인 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 에어 베리어의 중심부 높이는 상기 철심의 내경에서 0.5mm 내지 1.5mm 사이의 특정 높이인 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자석은 N극 자석과 S극 자석이 상기 철심의 내측면에 회전방향으로 교대로 부착되어 이루어지고,

상기 에어 베리어의 중심은 상기 N극 자석과 상기 S극 자석의 계면에 위치하는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 마그네틱 기어에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 외측 로터의 철심 내측면에 에어 베리어(Air barrier, 공극)를 형성하여 철손 및 영구자석 와전류 손실을 줄여 효율을 향상시킬 수 있는 에어 베리어를 갖는 마그네틱 기어에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 마그네틱 기어는 자기력을 이용하여 비접촉식으로 동력을 전달하는 비접촉식 기어 장치로써 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.

[0004] 또한, 마그네틱 기어는 에너지 손실을 경감할 수 있으므로 고효율 구동이 가능하고 신뢰도 및 정확한 피크 토크

의 전달이 가능하다.

- [0005] 또한, 최근에는 풍력 터빈, 전기 자동차, 트랜스 미션 등 다양한 산업 전반에 걸쳐 마그네틱 기어의 적용을 확대하고자 하는 노력이 있으며, 효율을 높이기 위한 다양한 시도가 있다.
- [0006] 도 1은 종래의 마그네틱 기어를 보여주는 것이고, 도 2는 종래의 마그네틱 기어의 분해도를 보여주는 것이고, 도 3은 도 1의 A-A' 단면을 보여주는 것이다.
- [0007] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 종래의 마그네틱 기어(10)는 크게 내측 로터(11), 외측 로터(12), 내측 로터(11)와 외측 로터(12) 사이에 로터들(11,12)과 이격되어 위치하는 폴 피스 모듈(13)을 포함하여 구성된다.
- [0008] 또한, 상기 내측 로터(11)는 내측 회전자(11b)와 내측 회전자(11b) 외부에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 자석(11a)을 포함하고, 상기 외측 로터(12)는 외측 회전자인 철심(12a)과 철심(12a) 내부에 회전축을 중심으로 방사상으로 부착되는 자석(12b)을 포함하며, 상기 폴 피스 모듈(13)은 회전축에 대해 방사상으로 등 간격 이격된 복수 개의 폴 피스(13a)를 포함한다.
- [0009] 또한, 상기 내측 로터(11)와 상기 외측 로터(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.
- [0010] 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.
- [0011] 또한, 상기 외측 로터(12)는 저속으로 회전하고, 상기 내측 로터(11)는 고속으로 회전하며, 상기 외측 로터(12)의 쌍극수와 상기 내측 로터(11)의 쌍극수는 아래의 수학적 식 a와 같이 폴 피스들(13a)의 개수를 결정한다.
- [0012] [수학적 식 a]

$$N_s = p_1 + p_2$$

- [0013]
- [0014] 여기서, N_s 는 폴 피스들(13a)의 개수, p_1 은 내측 로터(11)의 쌍극 수, p_2 은 외측 로터(12)의 쌍극 수를 의미한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명의 목적은 철손 및 영구자석 와전류 손실을 줄여 효율을 향상시킬 수 있는 마그네틱 기어를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0018] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 내측 로터(Inner rotor), 상기 내측 로터와 이격되어 상기 내측 로터를 감싸며 구비되는 외측 로터(outer rotor) 및 상기 내측 로터와 상기 외측 로터 사이에서 상기 내측 로터 및 상기 외측 로터와 각각 이격되어 위치하고 상기 내측 로터에서 상기 외측 로터로 또는 상기 외측 로터에서 상기 내측 로터로 자속을 전달하는 폴 피스(pole piece) 모듈을 포함하는 마그네틱 기어로서, 상기 외측 로터는 내부가 비어있는 원통형의 철심 및 상기 철심 내측면에 부착되는 자석을 포함하고, 상기 철심의 내측면에는 회전축을 중심으로 방사상에 회전축과 나란한 방향으로 패여진 복수 개의 에어 베리어(Air barrier, 에어 베리어)이 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네틱 기어를 제공한다.
- [0019] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 에어 베리어의 단면은 반원형, 사각형 또는 삼각형일 수 있다.
- [0020] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 에어 베리어의 중심부 높이는 상기 철심의 내경에서 0.5mm 내지 1.5mm 사이의 특정 높이일 수 있다.
- [0021] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 자석은 N극 자석과 S극 자석이 상기 철심의 내측면에 회전방향으로 교대로 부

착되어 이루어지고, 상기 에어 베리어의 중심은 상기 N극 자석과 상기 S극 자석의 계면에 위치한다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 가진다.
- [0024] 본 발명의 마그네틱 기어에 의하면 외측 로터의 내면에 복수 개의 에어 베리어를 형성함으로써 철손과 영구자석 와전류 손실을 줄여 효율을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 마그네틱 기어에 의하면 에어 베리어의 위치를 조절하여 입출력 토크 밀도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 종래의 마그네틱 기어를 보여주는 도면,
 도 2는 종래의 마그네틱 기어의 분해도,
 도 3은 도 1의 A-A' 단면을 보여주는 도면,
 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어의 단면을 보여주는 도면,
 도 5 내지 도 9는 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면,
 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 마그네틱 기어의 단면을 보여주는 도면,
 도 11 내지 도 15는 본 발명의 제2 실시예에 따른 마그네틱 기어의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면,
 도 16은 본 발명의 실시예들에 따른 마그네틱 기어의 에어 베리어 위치를 설명하기 위한 도면,
 도 17 내지 도 19는 에어 베리어 위치에 따른 마그네틱 기어의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면,
 도 20은 본 발명의 제3 실시예에 따른 마그네틱 기어의 단면을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 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.
- [0029] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.
- [0030] 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [0032] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어의 단면을 보여주는 도면으로, 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어(100)는 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어(100)는 내측 로터(110), 상기 내측 로터(110)를 감싸며 상기 내측 로터(110)와 이격되어 구비되는 외측 로터(120) 및 폴 피스 모듈(130)을 포함하여 이루어진다.
- [0033] 상기 내측 로터(110)와 상기 외측 로터(120)는 각각 입력측 로터 또는 출력측 로터로 동작이 가능하며 상기 내측 로터(110)는 내측 회전자 요크(111) 및 상기 내측 회전자 요크(111)의 외측에 부착되는 자석(112)을 포함하여 이루어지며, 상기 폴피스 모듈(130)은 상기 내측 로터(110)와 상기 외측 로터(120)간의 자속을 전달하는 역할을 한다.
- [0034] 즉, 상기 내측 로터(110)와 상기 폴피스 모듈(130)은 도 1 및 도 2에서 보인 종래의 마그네틱 기어(10)의 내측 로터(11) 및 폴 피스 모듈(13)와 실질적으로 동일하므로 자세한 설명은 생략한다
- [0035] 다만, 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어(100)는 종래의 마그네틱 기어(10)와 비교하여 외측 로터

(120)의 구조가 서로 상이한 차이가 있다.

- [0036] 상기 외측 로터(120)는 내부가 비어있는 원통형의 철심(121)과 상기 철심(121) 내측면에 부착되는 자석(122)을 포함하여 이루어진다.
- [0037] 또한, 상기 자석(122)은 N극 자석과 S극 자석을 포함하며, 상기 N극 자석과 상기 S극 자석은 상기 철심(121)의 내측면에 회전방향으로 교대로 부착된다.
- [0038] 또한, 상기 철심(121)의 내측면에는 회전축을 중심으로 방사상에 서로 이격되어 형성되는 복수 개의 에어 베리어(140)가 구비된다.
- [0039] 또한, 상기 에어 베리어(140)는 회전축과 나란한 방향으로 길이방향으로 패여져 형성된다.
- [0040] 또한, 상기 에어 베리어(140)의 단면은 반원형이다.
- [0041] 또한, 상기 에어 베리어(140)의 중심부 높이(H)는 상기 철심(121)의 내경(121a)에서 0.5mm 내지 1.5mm일 수 있다.
- [0042] 이 에어 베리어(140)는 상기 철심(121)의 면적을 줄여 철손을 줄이는 역할을 한다.
- [0043] 도 5 내지 도 9는 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어(100)의 시뮬레이션 결과를 보여주는 것으로 도 5는 고속(내측) 회전자의 토크, 도 6은 저속(외측) 회전자의 토크, 도 7은 영구자석 와전류 손실, 도 8은 철손, 도 9는 마그네틱 기어 효율을 보여주는 것이다.
- [0044] 도 5 내지 9를 참조하면, 상기 에어 베리어(140)의 중심부 높이(H)가 높일 수록, 저속 및 고속에서의 토크는 낮아졌으나, 영구자석 와전류 손실과 철손은 낮아짐을 알 수 있고, 토크 감소량보다는 손실감소량이 커 효율은 약 1% 상승하는 것을 확인할 수 있다.
- [0046] 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 마그네틱 기어의 단면을 보여주는 도면으로 도 10을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 마그네틱 기어(100a)는 본 발명의 제1 실시예에 따른 마그네틱 기어(100)와 비교하여 에어 베리어(140a)의 형태가 사각형인데 차이가 있다.
- [0047] 도 11 내지 도 15는 본 발명의 제2 실시예에 따른 마그네틱 기어의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면으로, 도 11은 상기 에어 베리어(140a)의 높이에 따른 태측 로터 토크, 도 12는 상기 에어 베리어(140a)의 높이에 따른 외측 로터 토크, 도 13은 상기 에어 베리어(140a)의 높이에 따른 영구자석 와전류 손실, 도 14는 상기 에어 베리어(140a)의 높이에 따른 철손, 도 15는 상기 에어 베리어(140a)의 높이에 따른 마그네틱 기어 효율을 보여주는 것이다.
- [0048] 도 11 내지 도 15를 참조하면, 상기 에어 베리어(140a)의 높이가 5mm 에서 9mm까지 증가할수록, 로터들의 토크가 증가하고, 영구자석 와전류 손실 및 철손이 감소하여 마그네틱 기어 효율이 증가하는 것을 알 수 있다.
- [0050] 도 16은 본 발명의 실시예들에 따른 마그네틱 기어의 에어 베리어 위치를 설명하기 위한 도면으로 본 발명의 제1 실시예, 제2 실시예 및 아래에서 설명할 제3 실시예에 모두 동일하게 적용되는 조건이다.
- [0051] 도 16은 상기 철심(121) 내면에 부착되는 자석과 에어 베리어가 각각 40개인 모델을 예시한 것이며, S극 자석(122a)과 N극 자석(122b)은 각각 중심각이 9도 이고, 에어 베리어는 중심각이 4.5도 이다.
- [0052] 또한, 에어 베리어가 S극 자석(122a)의 중심에 위치할 경우(a) 에어 베리어의 위치는 0도로 정의하고, 에어 베리어의 중심이 S극 자석(122a)과 N극 자석(122b)의 계면(접합면)에 위치할 경우(b) 4.5도, 에어 베리어가 N극 자석(122b)의 중심에 위치할 경우(c) 9도가 된다.
- [0053] 도 17 내지 도 19는 에어 베리어 위치에 따른 마그네틱 기어의 시뮬레이션 결과를 보여주는 도면, 도 17은 에어 베리어의 위치에 따른 내측 로터 토크, 도 18은 에어 베리어의 위치에 따른 외측 로터 토크, 도 19는 에어 베리어의 위치에 따른 기어 효율을 보여주는 것이다.
- [0054] 도 17 내지 도 19에서도 알 수 있듯이 에어 베리어의 위치가 변화하더라도 기어 효율은 일정하였으나 에어 베리어의 중심이 S극 자석(122a)과 N극 자석(122b)의 계면에 위치할 경우 토크가 2.5% 정도 변화하는 것을 알 수 있다.

[0055] 이는 에어 베리어의 중심이 S극 자석(122a)과 N극 자석(122b)의 계면에 위치할 경우 내측 및 외측 로터의 토크가 높아져 출력밀도가 높아지는 것을 의미한다.

[0057] 도 20은 본 발명의 제3 실시예에 따른 마그네틱 기어의 단면을 보여주는 도면이다.

[0058] 도 20을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 마그네틱 기어(100b)는 본 발명의 제1 및 제2 실시예에 따른 마그네틱 기어(100, 100b)와 비교하여 에어 베리어(140b)의 단면이 삼각형으로 구비된다.

[0059] 그 외의 구성요소는 실질적으로 동일하므로 설명을 생략한다.

[0061] 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.

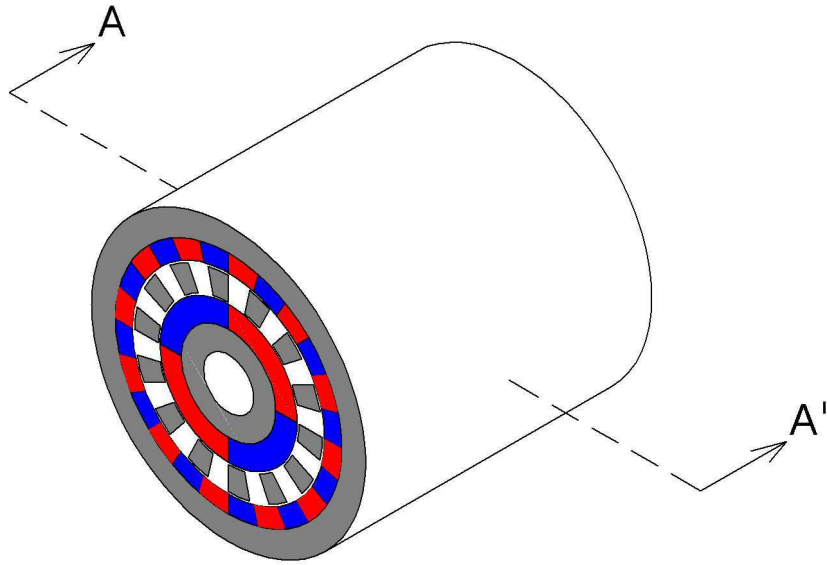
부호의 설명

[0063]	100:마그네틱 기어	110:내측 로터
	111:회전자	112:자석
	120:외측 로터	121:철심
	122:자석	130:폴 피스 모듈
	140:에어 베리어	

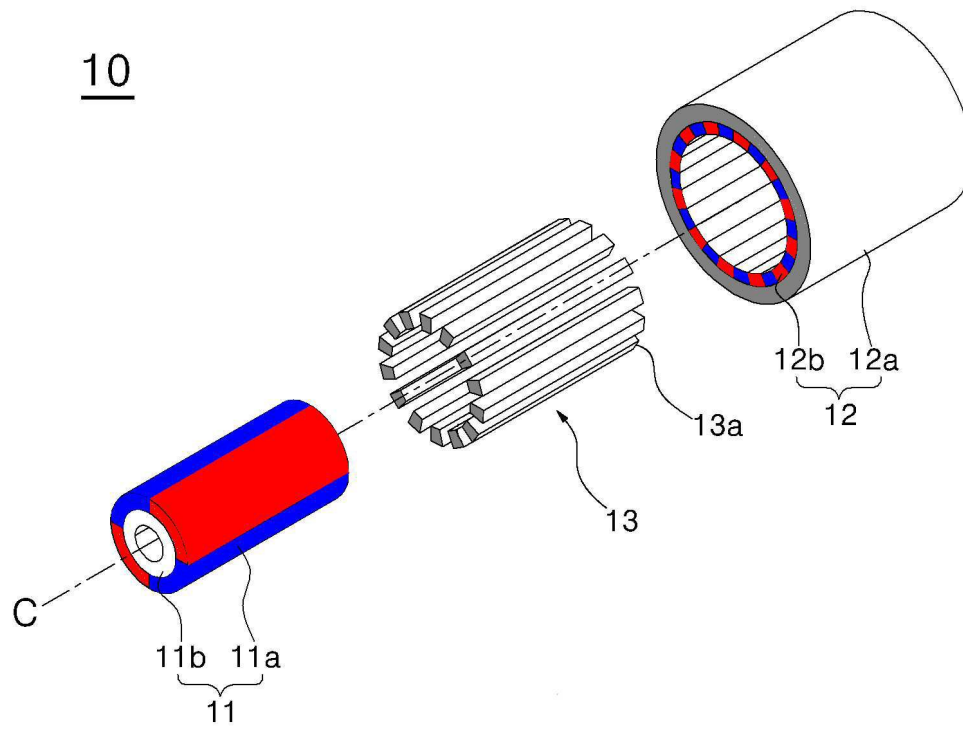
도면

도면1

10

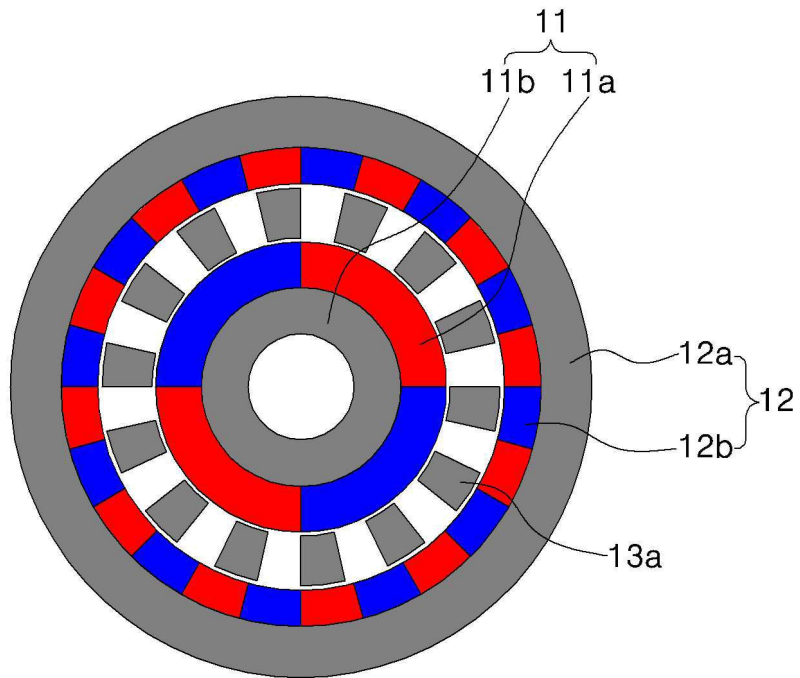


도면2

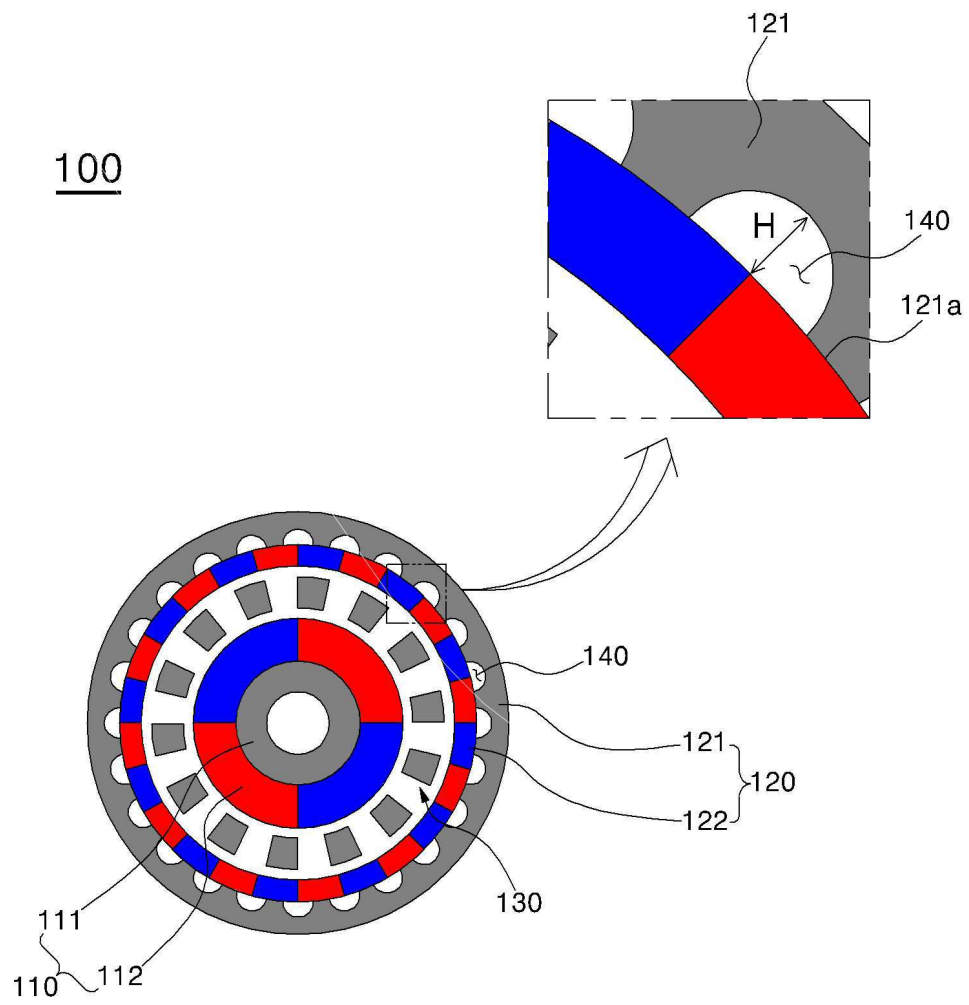


도면3

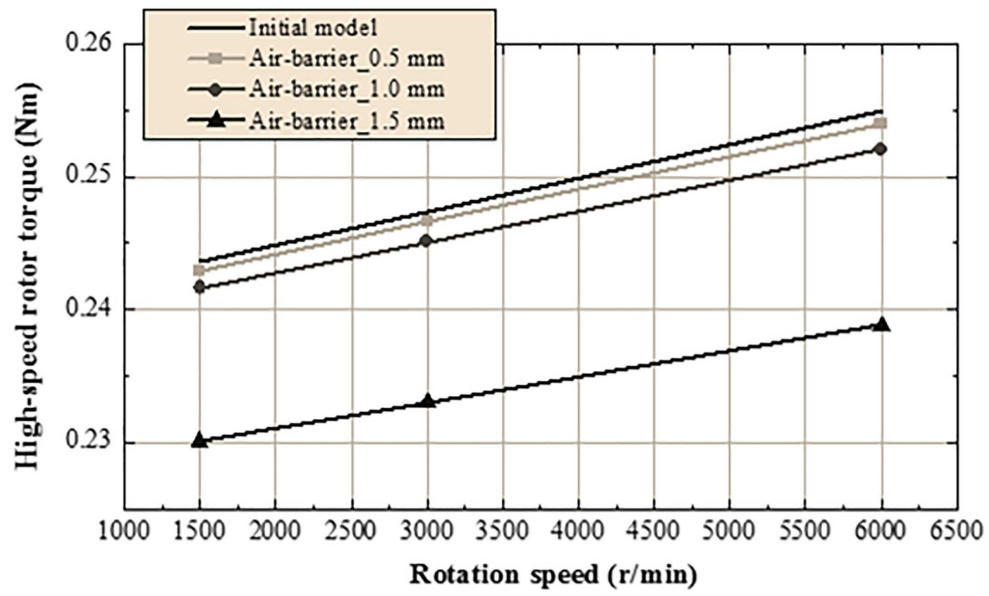
A-A'



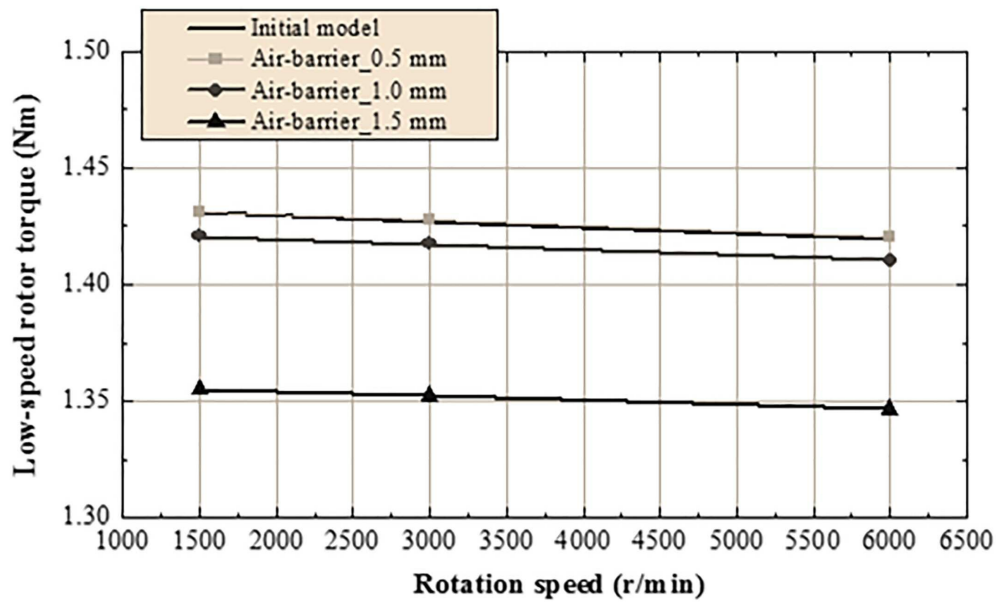
도면4



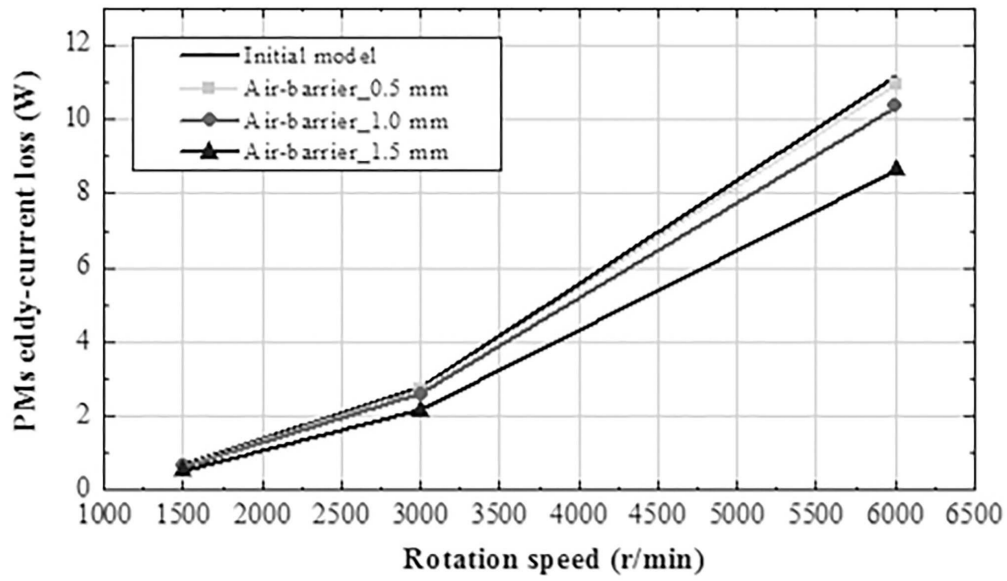
도면5



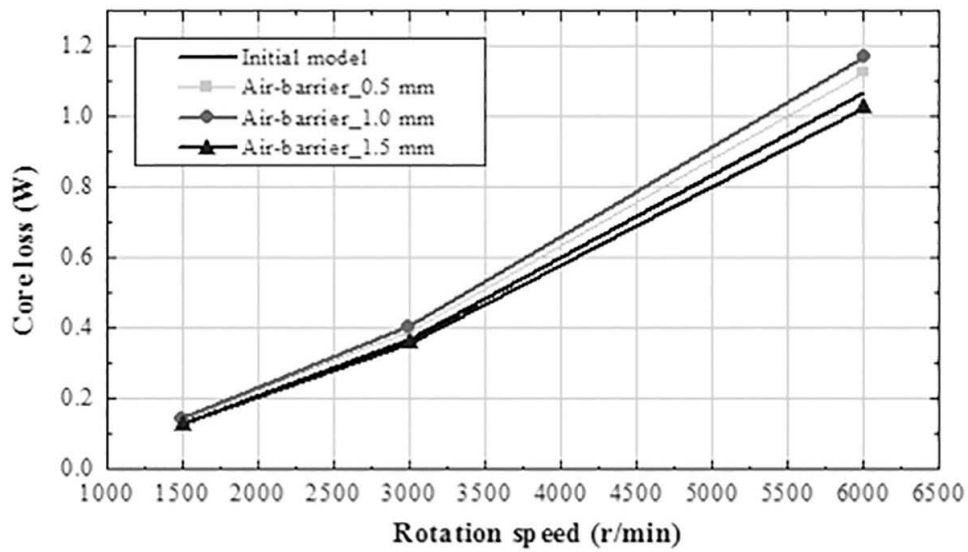
도면6



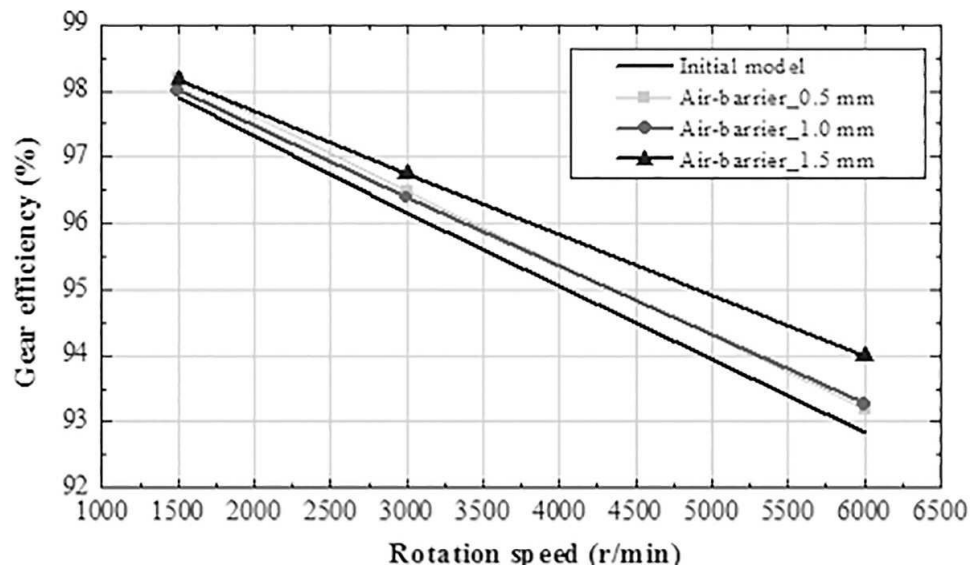
도면7



도면8

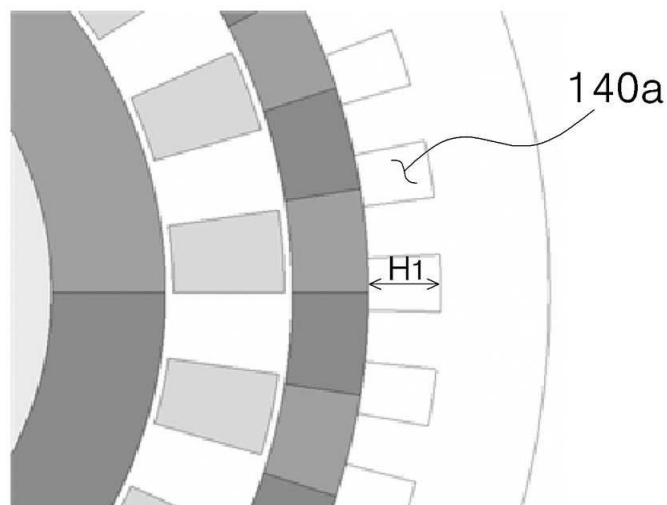


도면9

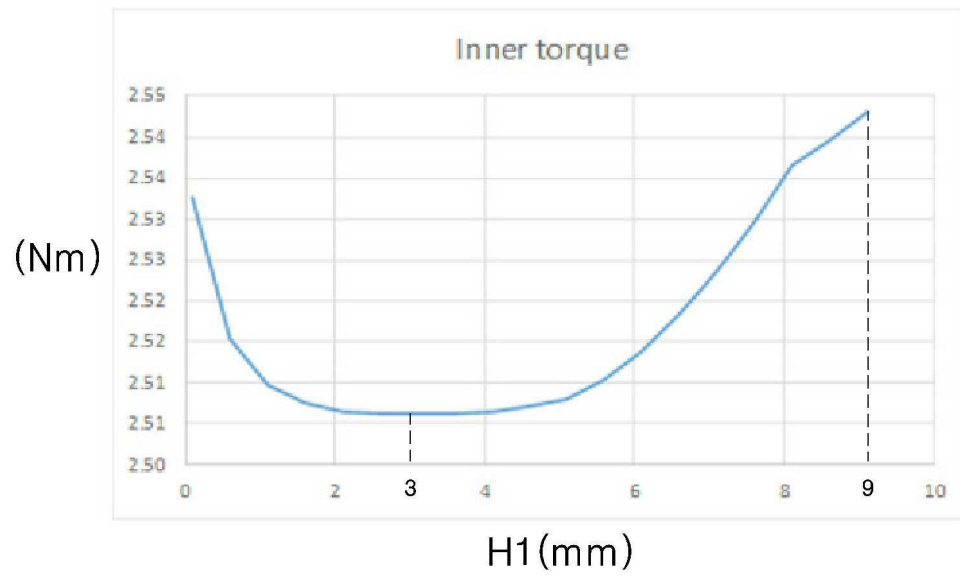


도면10

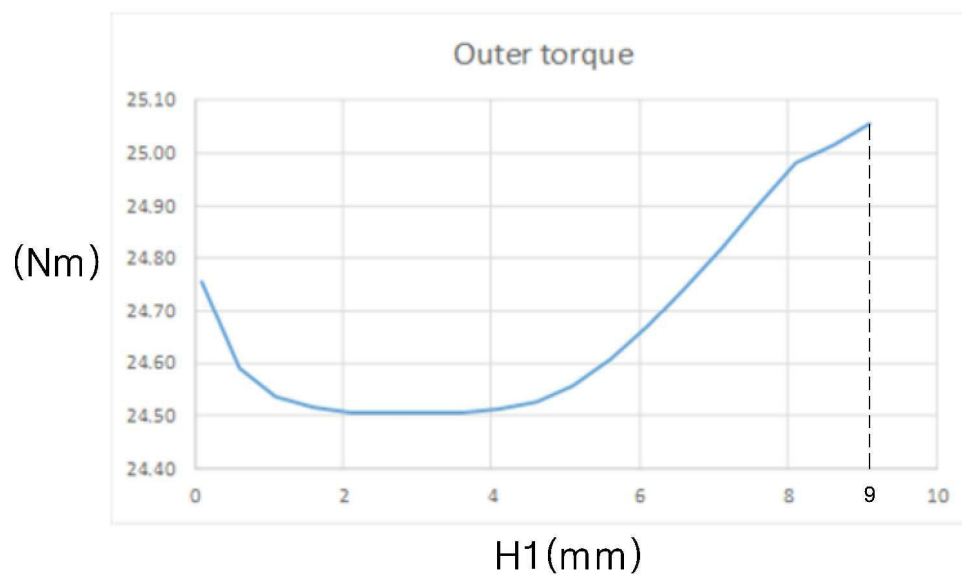
100a



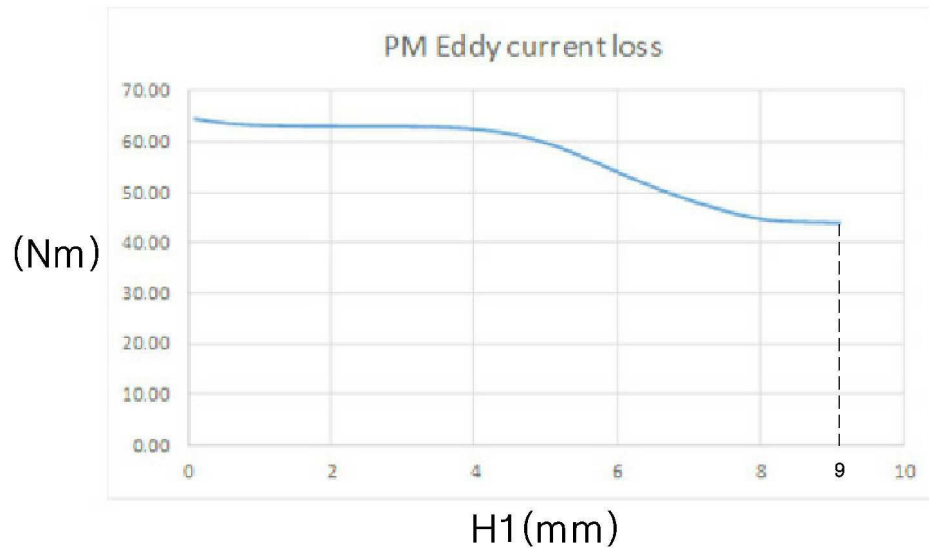
도면11



도면12



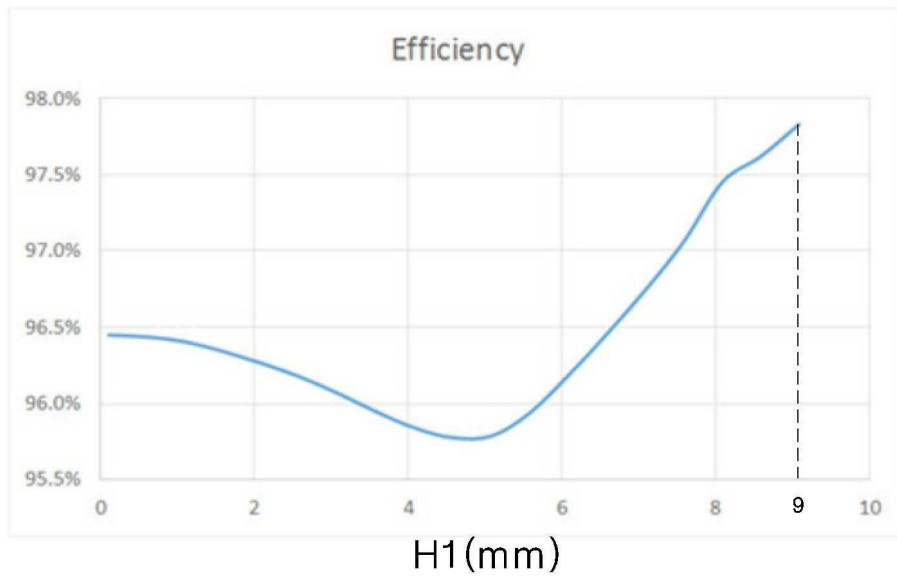
도면13



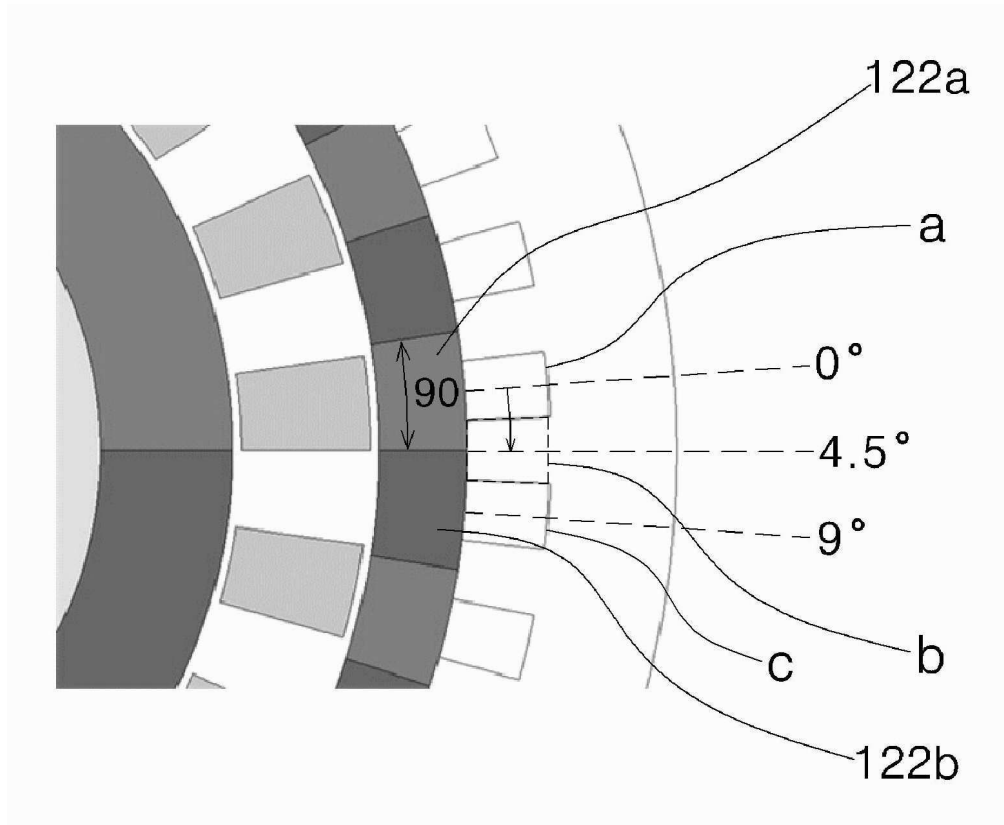
도면14



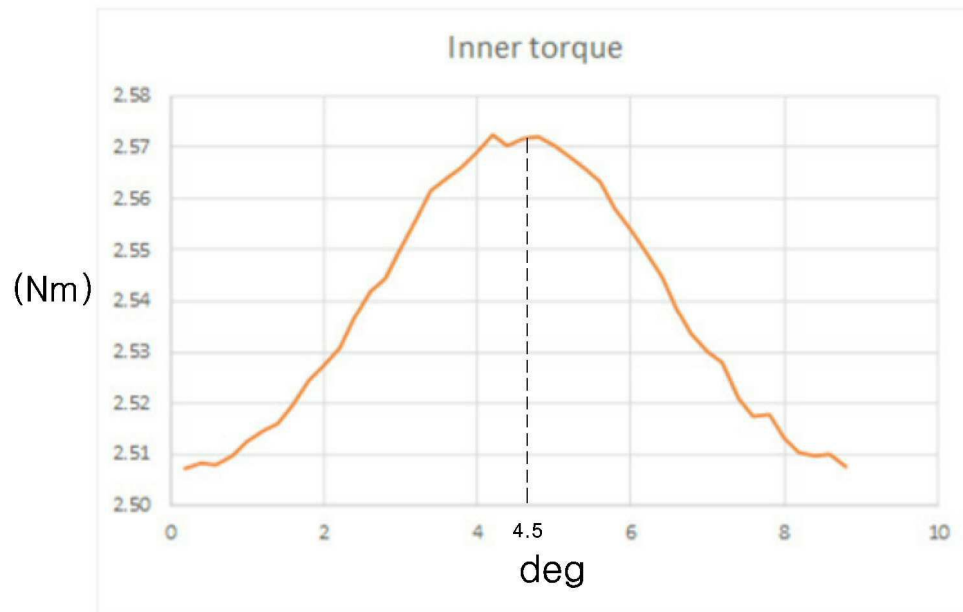
도면15



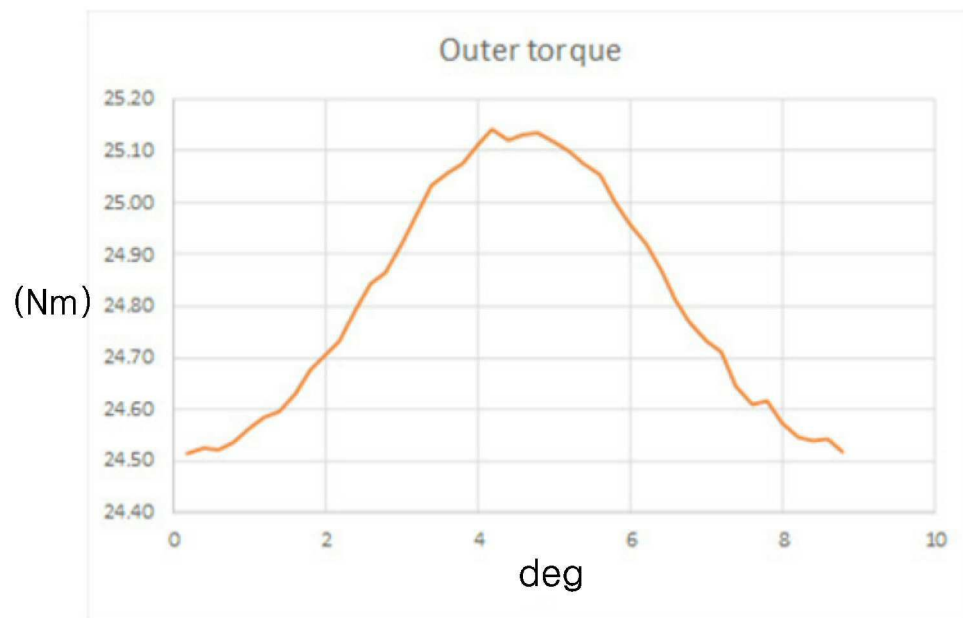
도면16



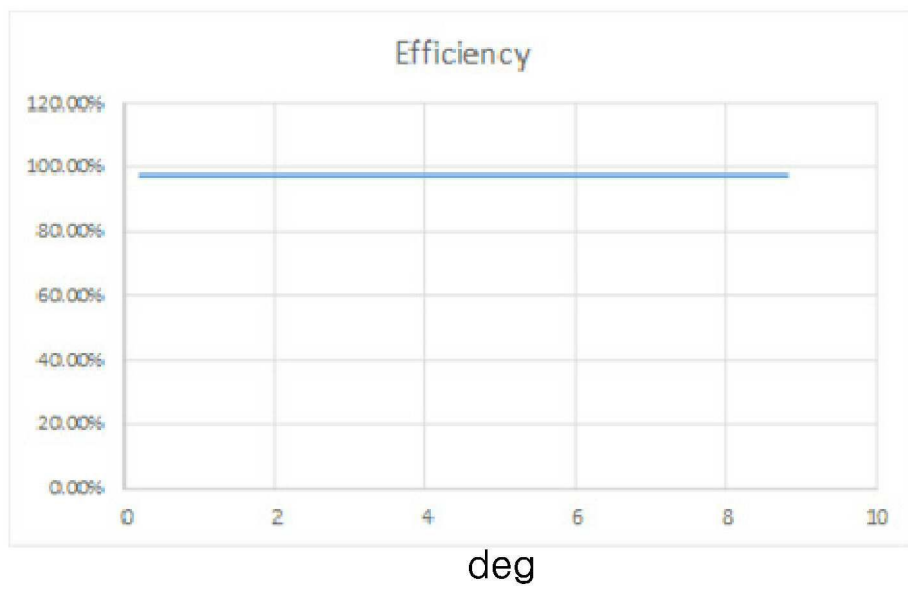
도면17



도면18



도면19



도면20

