



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0086644
(43) 공개일자 2010년08월02일

(51) Int. Cl.

H02K 37/10 (2006.01) H02K 37/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0005974

(22) 출원일자 2009년01월23일

심사청구일자 2009년01월23일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자

김태형

경상남도 진주시 평거동 191-8번지 들말홍한타운
107동 1205호

(74) 대리인

정홍식, 김종선, 김태현, 이현수

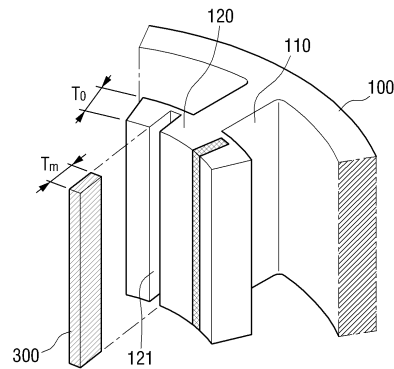
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 영구자석 매입형 자속역전식기기

(57) 요약

본 발명에 의한 자속역전식기기는 코일이 권선되는 복수의 고정자 치와 영구자석이 설치되는 고정자 치슈를 가지는 고정자; 및 상기 고정자의 내측 공간에 회전 가능하게 설치되며, 상기 고정자 치와 대응하는 복수 개의 회전자 치를 가지는 회전자;를 포함하며, 상기 영구자석은, 상기 고정자 치슈에 매입된 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

코일이 권선되는 복수의 고정자 치와 영구자석이 설치되는 고정자 치슈를 가지는 고정자; 및

상기 고정자의 내측 공간에 회전 가능하게 설치되며, 상기 고정자 치와 대응하는 복수 개의 회전자 치를 가지는 회전자;를 포함하며,

상기 영구자석은, 상기 고정자 치슈에 매입된 것을 특징으로 하는 자속역전식기기.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 영구자석은,

상기 고정자 치슈의 길이방향으로 매입된 것을 특징으로 하는 자속역전식기기.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 영구자석은,

상기 고정자 치를 중심으로 상기 고정자 치슈 양측에 서로 다른 극성을 가지도록 매입 설치된 것을 특징으로 하는 자속역전식기기.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 영구자석은,

상기 고정자 치슈 두께의 90% ~ 95%의 두께를 차지하도록 매입된 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 자속역전식기기.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전동기 또는 발전기 등에서 사용되는 자속역전식기기의 고정자 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 자속역전식기기(FRM, Flux-Reversal Machine)는 스위치드 릴럭턴스 전동기의 단점을 보완하고, 영구자석형 기기의 장점을 이용하기 위해 스위치드 릴럭턴스 전동기의 고정자 치에 영구자석을 설치한 형태의 구조를 갖는다. 이와 같은 자속역전식기기는 전동기 및 발전기에 이용된다.

[0003] 도 1은 자속역전식기기의 일반적인 구조를 도시한 것이다.

[0004] 도시된 바와 같이, 자속역전식기기는 원통형의 고정자(10)의 내측으로 회전자(20)가 회전 가능하게 삽입되는 공간이 형성되고, 고정자(10) 내측면에는 일정 각도의 간격으로 고정자 치(11)가 돌출되어 형성된다. 상기 고정자 치(11)의 끝단에는 영구자석(30)이 설치된다. 상기 각각의 고정자 치(11)에는 코일(11a)이 권선되어 각각의 고정자 치(11)마다 고정 자극을 형성한다.

[0005] 회전자(20)는 중앙에 회전축(21)을 가지며, 회전자(20)의 외측면에는 일정 각도 간격으로 다수 개의 회전자 치(22)가 돌출 형성된다. 상기 다수 개의 회전자 치(22)는 상기 다수의 고정자 치(11)의 단부와 대응하여, 비접촉 상태로 공극을 형성하여 회전한다.

[0006] 상기 고정자(10)와 회전자(20)로 형성된 자속역전식기기는 고정자 치(11)에 권선된 코일(11a)에 흐르는 전류의 방향을 전환하여 고정자 치(11)와 회전자 치(22) 사이의 반발력 또는 흡인력으로 회전 토크를 발생시켜 전기적인 에너지를 기계적인 에너지로 전환한다.

[0007] 이와 같은 일반적인 자속역전식기기는 고정자 측의 영구자석과 회전자 측의 흡인, 반발력에 의해 발생하는 코깅

토크(cogging torque)로 인해 소음과 진동 등이 크게 발생하는 문제점이 있다.

[0008] 또한, 고정자 치 표면에 영구자석이 설치되는 구조로 인해 자기회로에 누설이 많아 토크를 발생시키는 유효자속분이 저감되므로 이에 대한 개선이 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 자속역전식기기의 고정자 측의 영구자석과 회전자 측의 흡인, 반발력에 의해 발생하는 코깅 토크로 인해 발생하는 소음과 진동을 최소화하고, 유효자속분의 증가로 토크 상수를 향상시킬 수 있는 자속역전식기기를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

[0010] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 자속역전식기기는 코일이 권선되는 복수의 고정자 치와 영구자석이 설치되는 고정자 치슈를 가지는 고정자; 및 상기 고정자의 내측 공간에 회전 가능하게 설치되며, 상기 고정자 치와 대응하는 복수 개의 회전자 치를 가지는 회전자;를 포함하며, 상기 영구자석은 상기 고정자 치슈에 매입된 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 영구자석은, 상기 고정자 치슈의 길이방향으로 매입되며, 상기 고정자 치를 중심으로 상기 고정자 치슈 양측에 서로 다른 극성을 가지도록 매입 설치되는 것이 좋다.

[0012] 또한, 상기 영구자석은 상기 고정자 치슈의 상기 회전자와 마주보는 면과 동일 평면을 유지하도록 매입되는 것이 좋다.

[0013] 또한, 상기 영구자석은, 상기 고정자 치슈 두께의 90% ~ 95%의 두께를 차지하도록 매입하여, 자로의 포화에 의한 치슈 상단부분의 누설자속이 없도록 형성되는 것이 좋다.

[0014] 상기 영구자석은 소결 희토류(Nd-Fe-B)를 사용하는 것이 바람직하다.

효 과

[0015] 이상과 같은 본 발명에 따르면, 고정자 치 표면에 영구 자석이 설치되었을 경우 발생할 수 있는 자속역전식기기의 누설 자속을 줄일 수 있기 때문에, 유효 자속 증가에 따른 토크 능력이 향상되며, 코깅 토크가 저감되므로, 자속역전식기기의 소음과 진동이 크게 감소한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면과 함께 설명한다.

[0017] 도 2 및 도 3은 본 발명에 의한 자속역전식기기의 개략적인 구조를 도시한 도면이다.

[0018] 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 자속역전식기기는 고정자(100) 및 회전자(200)를 포함한다.

[0019] 고정자(100)는 코일(111)이 권선되는 복수 개의 고정자 치(110)와, 상기 고정자 치(110)의 끝단에 형성되는 고정자 치슈(120)를 포함한다. 이때, 고정자 치(110)와 고정자 치슈(120)는 상기 고정자(100)의 내측으로 돌출 형성 되도록 구성된다. 본 발명의 경우, 그 일례로 총 6개의 고정자 치(110)를 가지는 구조가 도 2에 도시되어 있다.

[0020] 상기 고정자 치슈(120)는 상기 고정자 치(110)를 중심으로 양 쪽으로 벌어진 "⊥" 형상으로 형성되며, 영구자석(300)이 매입될 수 있도록 매입홈(121)이 상기 고정자 치슈(120)의 길이 방향으로 형성된다. 이때, 상기 매입홈(121)의 깊이는 상기 영구자석(300)의 두께(T_m)와 대응되도록 형성되어, 매입된 영구자석(300)이 상기 고정자 치슈(120) 외부로 돌출되지 않도록 한다.

[0021] 회전자(200)는 중앙에 회전자 축(210)이 설치되고, 상기 고정자(100)의 내측에 마련된 공간에 삽입된다. 회전자(200)의 외측면에는 복수 개의 회전자 치(220)가 돌출되도록 배치된다. 도 2에서는 그 일례로 회전자 치(220)의 갯수가 8개인 실시예가 도시되어 있다. 한편, 회전자(200)도 고정자(100)와 마찬가지로 얇은 철판을 적층하여 구성하는 것이 바람직하다. 상기 회전자(200)는 일반적인 자속역전식기기에 적용되는 구조이므로, 상세한 설명은 생략한다.

- [0022] 상기 영구자석(300)은 소결 회토류(Nd-Fe-B)를 사용하는 것이 바람직하며, 상기 고정자 치슈(120)의 양측에 서로 다른 극성의 영구자석(300)이 설치된다. 또한, 상기 영구자석(300)은 상기 고정자 치슈(120)의 두께를 T_o 라고 할때, 상기 그 두께(T_m)가 상기 T_o 의 90~95%를 가지도록 형성하는 것이 좋다.
- [0023] 이하, 본 발명에 의한 자속역전식기기(FRM)의 동작을 설명한다.
- [0024] 상기 고정자(100)의 고정자 치(110)에는 코일이 권선되어, 전류가 흐를 경우, 각각의 고정자 치(110)가 고정자 극으로 형성된다. 상기 고정자 극을 형성하는 고정자 치(110)들은 서로 대각선 방향의 고정자 극들끼리 서로 전기적으로 연결되어 동일 극성이 발생되도록 형성된다.
- [0025] 한편, 영구자석(300)에 의한 자속은 고정자(100)와 회전자(200)에서만 순환하므로, 회전자(200)가 도 2의 시계 반대 방향으로 회전하면, 자속은 점차 고정자 요크를 통해 흘러, 권선에 쇄교자속(Flux linkage)은 역 방향으로 증가한다. 따라서 고정자(100)에 고정된 영구자석(300)의 한 극과 회전자 치(220)가 완전히 일치하면 쇄교자속은 최대가 된다.
- [0026] 또한, 상기 상태에서 회전자(200)가 계속해서 시계 반대 방향으로 회전하면, 쇄교자속의 양은 점점 감소하게 되므로, 회전자(200)의 돌출되지 않은 부분의 중심부가 영구자석(300)의 극과 극 사이에 위치하면서, 쇄교자속은 '0'이 된다.
- [0027] 그리고, 회전자(200)가 계속해서 시계 반대 방향으로 회전하면, 자속의 극성은 바뀌게 되고, 영구자석(300)의 한쪽 극과 회전자 치(220)가 일치하면 쇄교자속은 최대가 된다.
- [0028] 그리고, 회전이 계속되어, 회전자(200)가 계속해서 시계 반대 방향으로 회전하면, 쇄교자속의 양은 점점 감소하게 되므로, 회전자(200)의 돌출되지 않은 부분의 중심부가 영구자석(300)의 극과 극 사이에 위치하면서, 쇄교자속은 '0'이 된다.
- [0029] 이와 같은 과정을 반복하면서, 회전자(200)는 고정자(100) 내부에서 회전할 수 있다.
- [0030] 한편, 자속역전식기기의 역기전력 상수 및 토크 상수는 브러시리스 직류 전동기(brushless DC motor)와 마찬가지로 동일하다. 따라서, 역기전력 파형을 이용하여 본 발명에 의한 자속역전식기기의 토크 능력을 평가할 수 있다.
- [0031] 도 4는 본 발명에 의한 자속역전식기기를 이용하여 역기전력을 종래의 자속역전식기와 비교한 그래프이다.
- [0032] 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 자속역전식기기는 동일 회전수 조건에서, 기존의 자속역전식기기에 비해 약 60% 정도 중량의 영구자석을 사용함에도 불구하고, 거의 동일한 크기의 역기전력을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 이는 본 발명에 의한 자속역전식기기가 종래에 비해 누설 자속이 작고 유효 자속이 많으며, 자기회로가 효율적으로 구성되어진 결과로 볼 수 있다.
- [0033] 도 5는 코깅토크를 종래의 자속역전식기와 비교한 그래프이다.
- [0034] 도시된 바와 같이, 본 발명의 경우, 종래의 자속역전식기와 비교하여, 더 작은 코깅토크를 가지고 있음을 확인할 수 있다.
- [0035] 한편, 일반적인 자속역전식기기는 고정자 치(110)의 표면에 투자율이 거의 공기와 유사한 영구자석을 가지고 있다. 따라서, 전기적인 공극이 상당히 크기때문에 자기 인덕턴스가 매우 작다. 또한 회전자(200)의 구조가 돌기를 가진 형상임에도 불구하고, 회전자의 회전에 따른 인덕턴스의 변화가 거의 없기 때문에 발생 토크는 대부분 영구자석에 의한 리액션 토크로 볼 수 있다.
- [0036] 그러나, IPM(interior permanent magnet motor)와 같이 고효율, 높은 출력 밀도, 그리고 정출력 영역의 확대를 제공하기 위해서는 릴럭턴스 토크 성분의 이용이 필요하다.
- [0037] 도 6은 회전자(200)의 회전에 따른 자기 인덕턴스의 변화를 도시한 그래프이다.
- [0038] 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 자속역전식기기의 경우, 회전자(200)의 회전에 따른 인덕턴스 변화가 발생하므로 영구자석에 의한 리액션 토크뿐만 아니라 추가적으로 릴럭턴스 토크까지 이용이 가능하다. 따라서, 본 발명에 의한 자속역전식기기가 종래에 비해 고효율 및 고풍력 밀도를 갖는데 유리함을 확인할 수 있다.
- [0039] 도 7은 본 발명에 의한 자기역전식기기의 철손 특성을 비교한 그래프이다. 도시된 바와 같이 기존의 자속역전식기기와 본 발명에 의한 자속역전식기기는 고정자 와전류 및 히스테리시스 손실은 비슷하지만, 회전자에서 기존

의 자속역전식기기의 철손이 상당히 큼을 확인할 수 있다.

- [0040] 이는 회전자 치(220) 상단 부분의 자속밀도 변화를 보여주는 도 8a 및 도 8b와 철손밀도분포를 나타낸 도 9a 및 도 9b로 설명할 수 있다. 상기 도면에서 나타난 바와 같이, 기존의 자속역전식기기의 회전자 치에서의 자속밀도 크기 및 변화가 본 발명에 의한 자속역전식기기보다 크다는 것을 볼 수 있다.
- [0041] 즉, 본 발명의 경우, 자속밀도의 크기와 변화를 최소화하여, 회전자(200)에서의 철손을 줄일 수 있으며, 영구자석(300)을 고정자 치수(120)에 매입한 구조로 설치하므로, 기존의 자속역전식기기에 비해 회전자 치(220)에서 발생할 수 있는 철손을 최소화 할 수 있다.
- [0042] 한편, 자속역전식기기의 입력단 상의 2상 또는 3상 단락에 기인하는 전류나 제어기 고장에 의한 순간 단락 전류는 영구자석(300)의 감자특성에 영향을 미친다.
- [0043] 도 10a 및 도 10b는 3950AT의 기자력이 인가되었을 경우, 기존의 자속역전식기기와 본 발명에 의한 자속역전식기기의 영구자석 자화분포를 도시한 그림이다.
- [0044] 도시된 바와 같이, 영구자석(300)의 초기 잔류자속밀도는 1.15T이지만, 감자가 발생된 후 점차 줄어들고 있으며, 본 발명에 의한 자속역전식기기가 감자특성 측면에서 우수함을 확인할 수 있다.
- [0045] 도 11 및 도 12는 종래의 자속역전식기기와 본 발명에 의한 자속역전식기기를 직접 제작한 후, 오실로스코프를 이용해 역기전력 및 코깅 토크의 크기 파형을 측정하고 비교한 그래프이다.
- [0046] 도시된 바와 같이, 역기전력의 경우, 기존의 자속역전식기기와 비교하여, 영구자석(300)의 사용량이 40% 이상 작음에도 불구하고, 역기전력은 약 7% 정도만 감소하였으며, 코깅토크의 경우, 기존의 자속역전식기기에 비해 85% 가량 저감됨을 확인할 수 있다.
- [0047] 따라서 본 발명에 의한 자속역전식기기는 영구자석을 고정자 치(120)의 내부에 매입하는 구조를 통해, 누설 자속을 줄일 수 있으며, 유효 자속을 증가시켜 자속역전식기기의 토크능력을 향상시킬 수 있다.

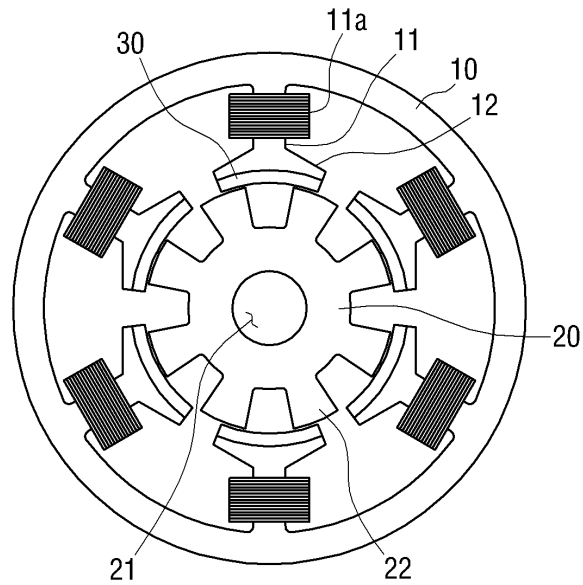
도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 일반적인 자속역전식기기의 개략적인 구조를 도시한 도면,
- [0049] 도 2는 본 발명에 의한 자속역전식기기의 개략적인 구조를 도시한 도면,
- [0050] 도 3은 도 2의 고정자 치 및 고정자 치수의 구조를 발췌하여 도시한 사시도,
- [0051] 도 4는 본 발명에 의한 자속역전식기기와 종래의 자속역전식기기의 역기전력을 비교한 그래프,
- [0052] 도 5는 본 발명에 의한 자속역전식기기와 종래의 자속역전식기기의 코깅토크를 비교한 그래프,
- [0053] 도 6은 본 발명에 의한 자속역전식기기와 종래의 자속역전식기기의 자기인덕턴스를 비교한 그래프,
- [0054] 도 7은 본 발명에 의한 자속역전식기기와 종래의 자속역전식기기의 철손을 비교한 그래프,
- [0055] 도 8a는 본 발명에 의한 자속역전식기기의 회전자 치 상단부의 자속밀도를 도시한 그래프,
- [0056] 도 8b는 종래 기술에 의한 자속역전식기기의 회전자 치 상단부의 자속밀도를 도시한 그래프,
- [0057] 도 9a는 본 발명에 의한 자속역전식기기의 자속역전식기기의 철손밀도의 분포를 도시한 그래프,
- [0058] 도 9b는 종래 기술에 의한 자속역전식기기의 자속역전식기기의 철손밀도의 분포를 도시한 그래프,
- [0059] 도 10a는 본 발명에 의한 자속역전식기기의 자속역전식기기의 영구자석 자화 분포를 도시한 그래프,
- [0060] 도 10b는 종래 기술에 의한 자속역전식기기의 자속역전식기기의 영구자석 자화 분포를 도시한 그래프,
- [0061] 도 11은 본 발명에 의한 자속역전식기기와 종래의 자속역전식기기의 역기전력을 오실로스코프를 이용해 비교한 그래프, 그리고,
- [0062] 도 12는 본 발명에 의한 자속역전식기기와 종래의 자속역전식기기의 코깅토크를 오실로스코프를 이용해 비교한 그래프이다.
- [0063] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

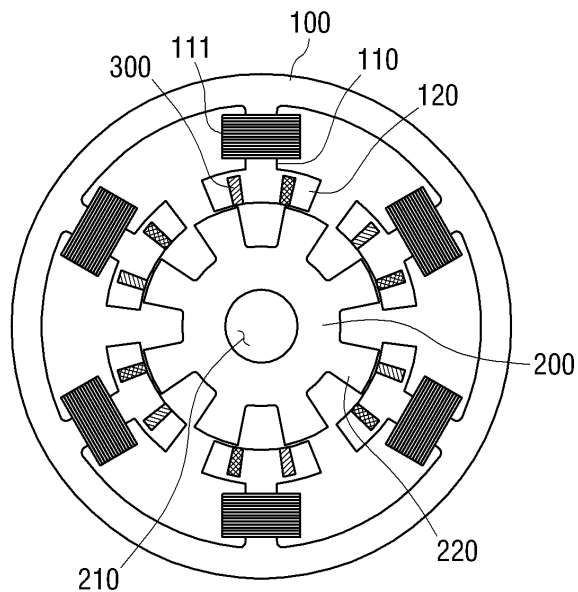
[0064]	100; 고정자	110; 고정자 치
[0065]	120; 고정자 치수	200; 회전자
[0066]	210; 회전자 축	220; 회전자 치
[0067]	300; 영구자석	

도면

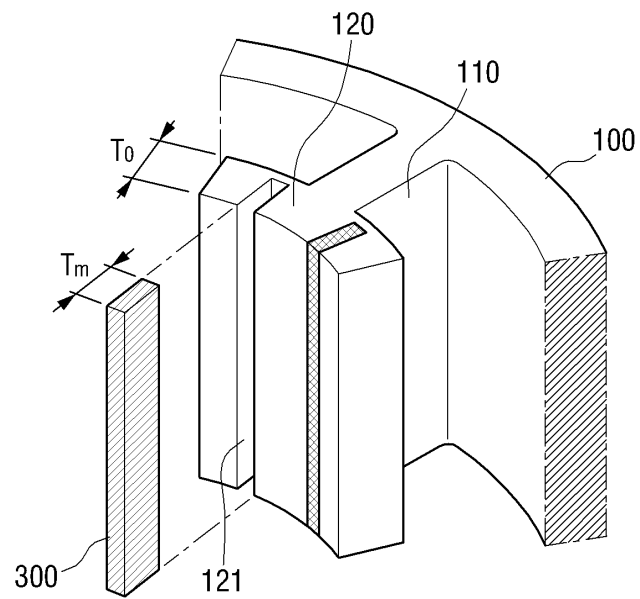
도면1



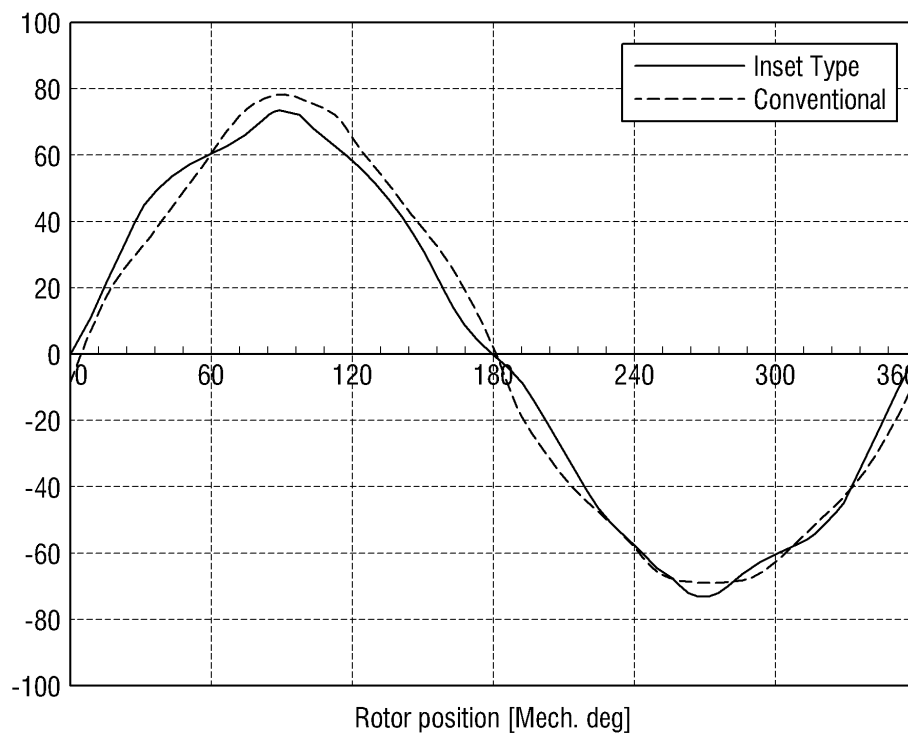
도면2



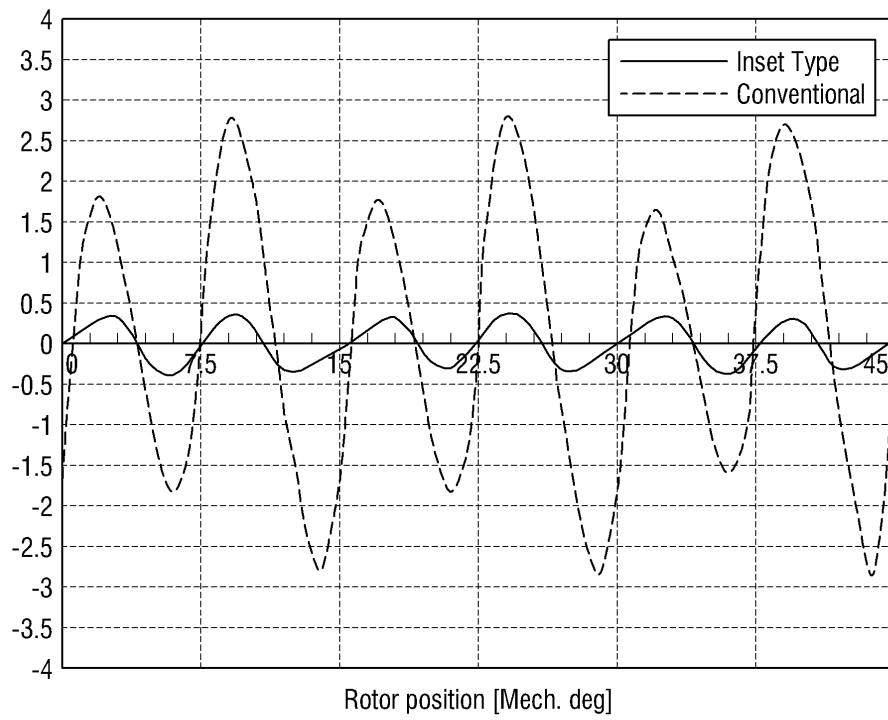
도면3



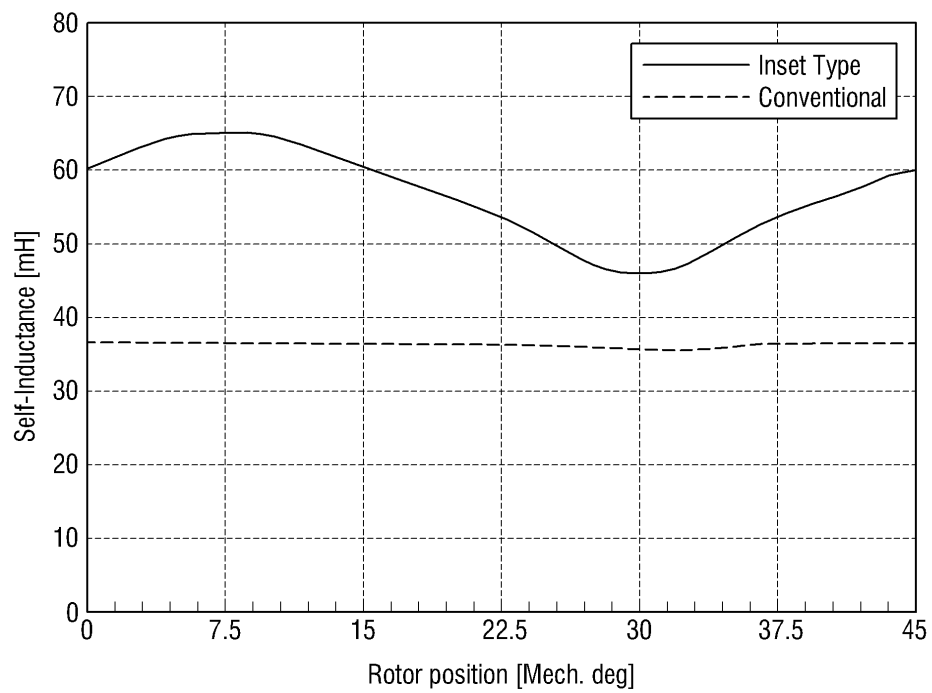
도면4



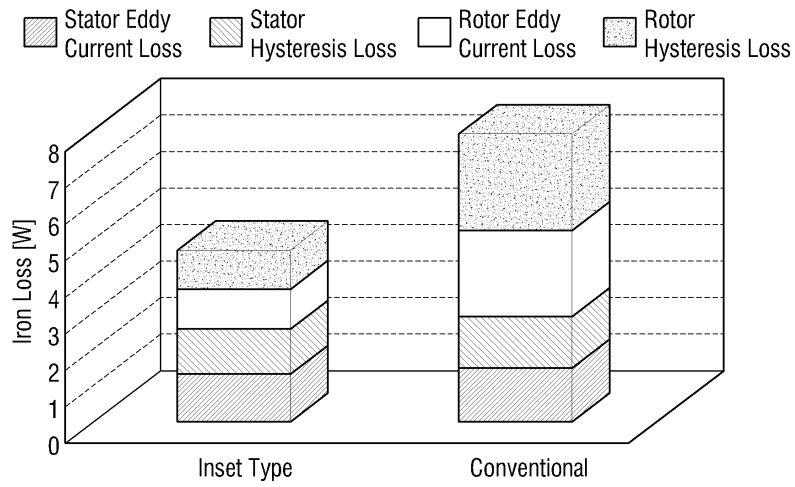
도면5



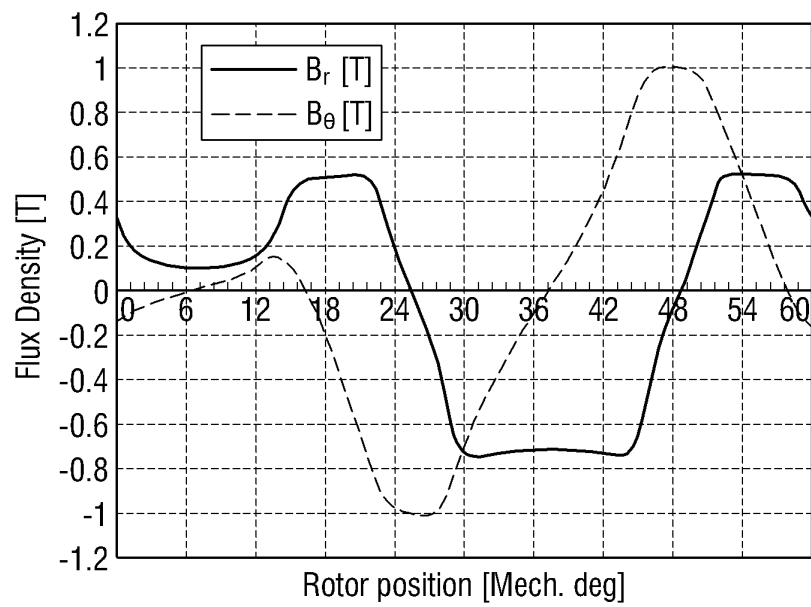
도면6



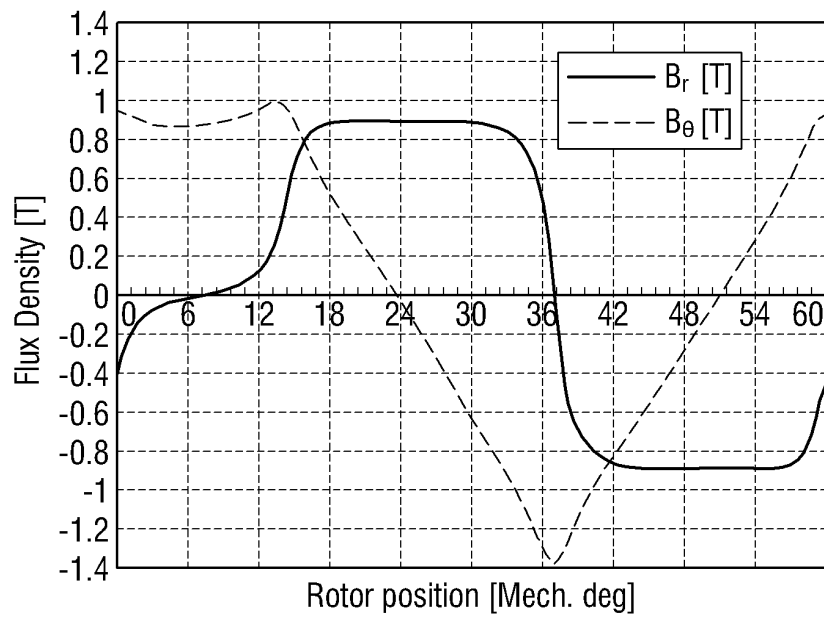
도면7



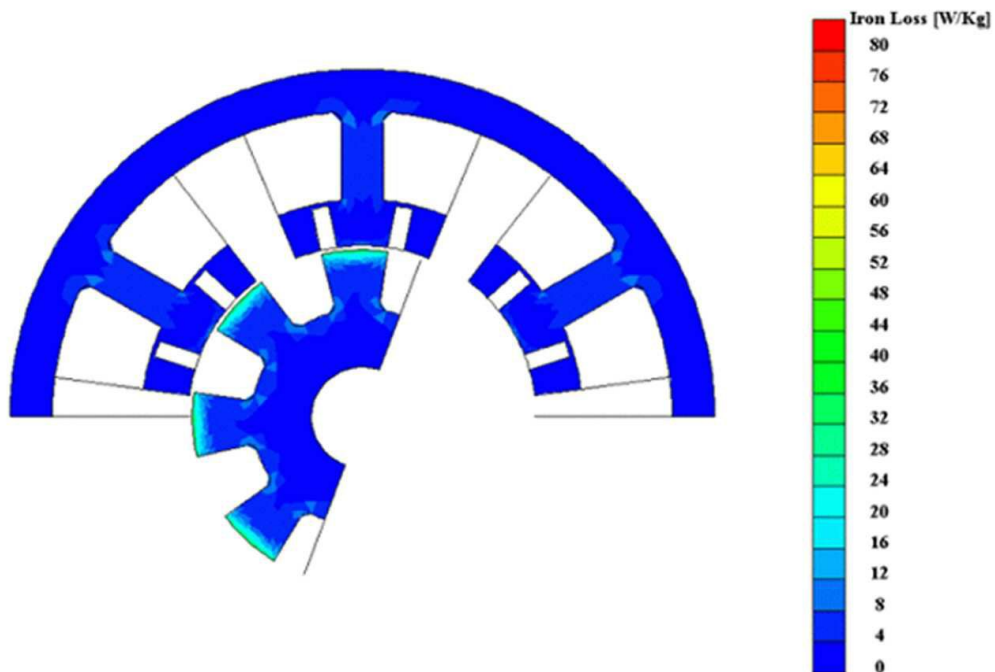
도면8a



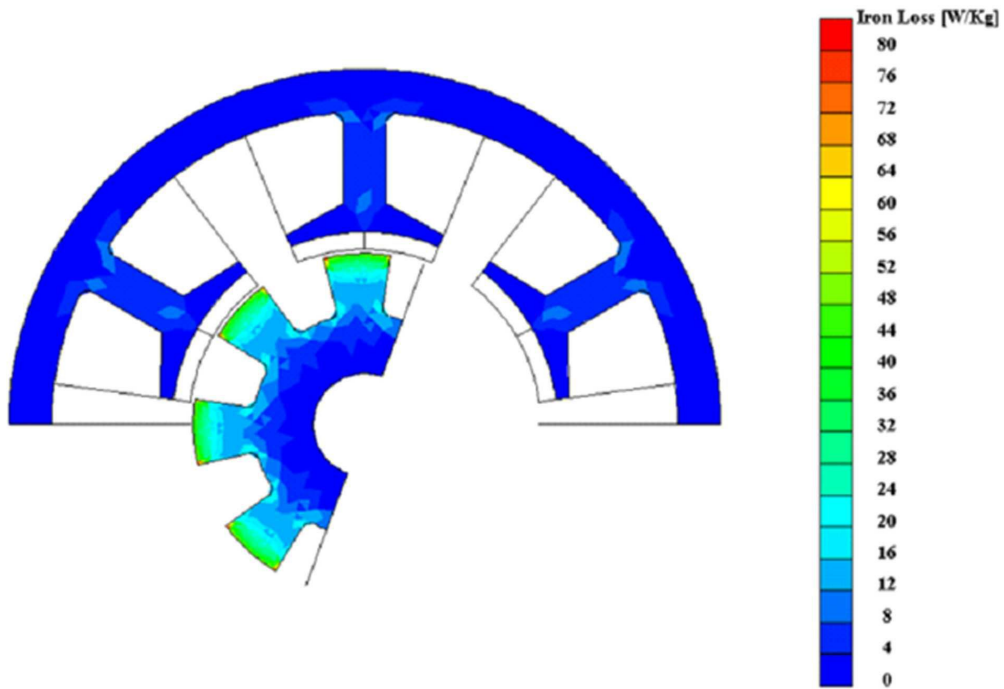
도면8b



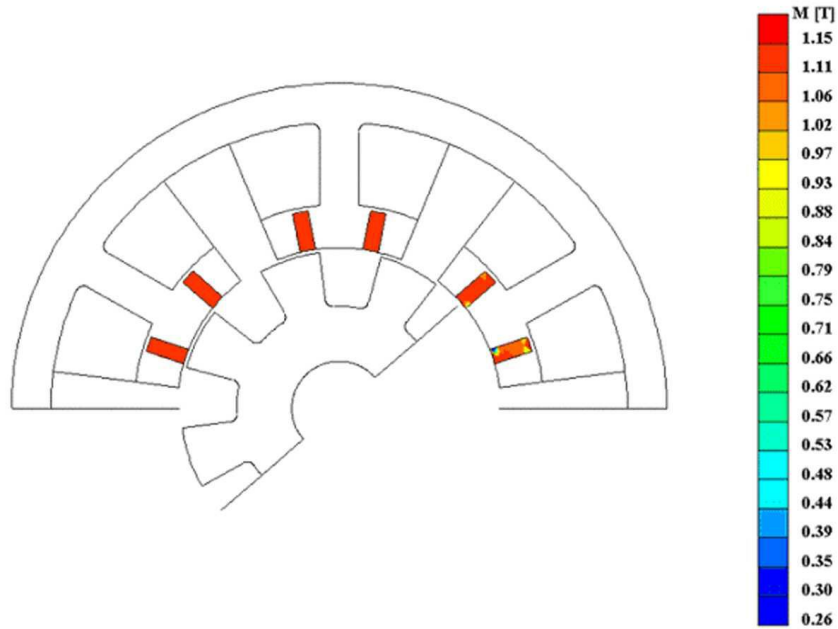
도면9a



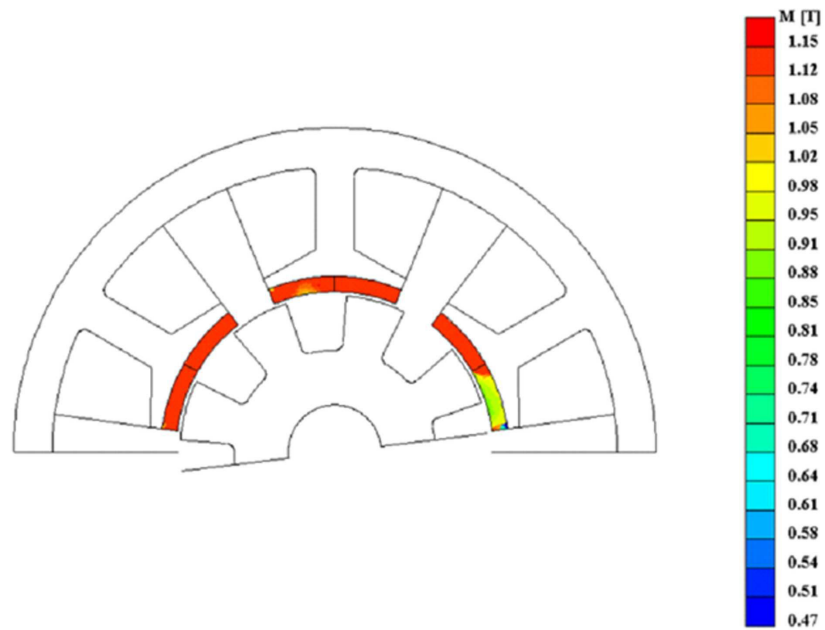
도면9b



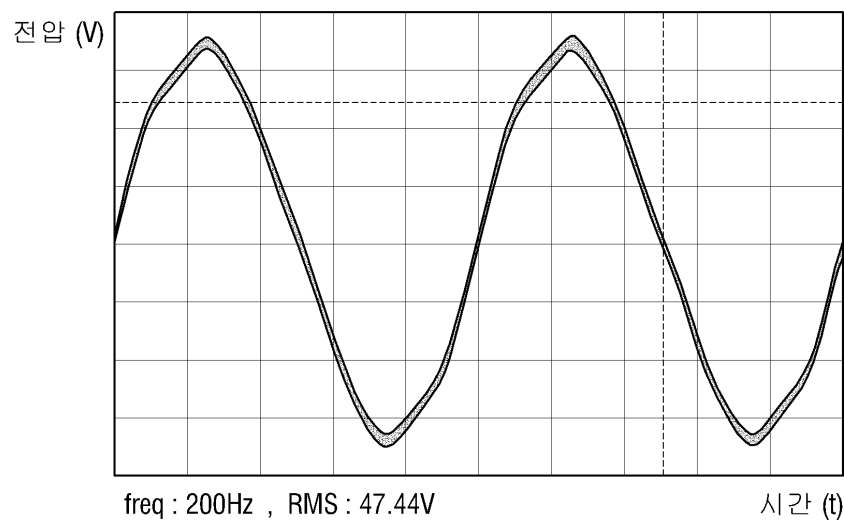
도면10a



도면10b



도면11



도면12

