



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0030679  
(43) 공개일자 2017년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02K 1/22 (2014.01)

(52) CPC특허분류  
H02K 1/223 (2013.01)  
H02K 1/278 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0127513  
(22) 출원일자 2015년09월09일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인

전자부품연구원

경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)

(72) 발명자

이정중

인천광역시 부평구 갈월동로 45 106동 204호 (갈산동, 두산아파트)

서정무

경기도 고양시 덕양구 신원3로 20 806동 1603호 (신원동, 고양삼송아이파크)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박종한

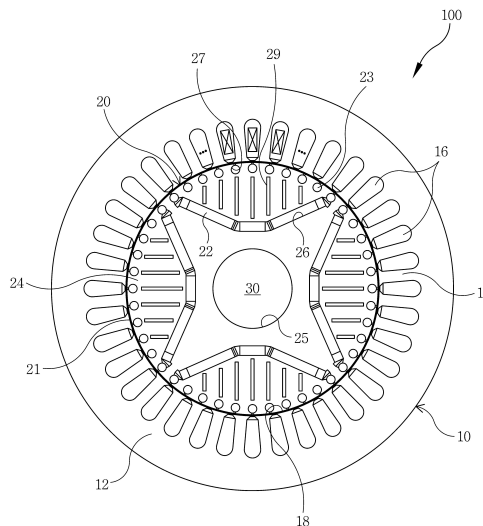
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 슬릿 구조를 가지는 LSPM 모터

**(57) 요약**

본 발명은 슬릿 구조를 가지는 회전자 및 그를 포함하는 LSPM(Line Start Permanent Magnet) 모터에 관한 것으로, LSPM 모터의 운전시 발생하는 왜곡되는 자속의 양을 저감하고, 이를 통하여 토크리플 감소와 토크 증가를 구현하기 위한 것이다. 고정자의 회전자 삽입구멍에 삽입되어 회전 가능하게 설치되는 LSPM 모터의 회전자로서, 회전자 철심, 복수의 영구자석 및 복수의 도체바를 포함한다. 회전자 철심은 중심 부분에 회전축이 삽입 설치되는 회전축 삽입구멍이 형성되어 있고, 회전축 삽입구멍의 둘레에 복수의 영구자석 삽입구멍이 형성되어 있고, 외측면의 가장자리 둘레에 복수의 도체바 삽입구멍이 형성되고, 복수의 영구자석 삽입구멍과 복수의 도체바 삽입구멍 사이의 영역에 복수의 슬릿이 형성되어 있다. 복수의 영구자석은 복수의 영구자석 삽입구멍에 각각 삽입되어 N극과 S극의 회전자 자극을 형성한다. 그리고 복수의 도체바는 복수의 도체바 삽입구멍에 각각 삽입되어 설치된다.

**대표도 - 도2**



(72) 발명자

**유세현**

경기도 부천시 중동로 64 112동 701호 (송내동, 중동역푸르지오아파트)

**정인성**

서울특별시 구로구 경인로 343 103동 2201호 (고척동, 삼환로즈빌아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20132020102550

부처명 산업부

연구관리전문기관 에너지기술평가원

연구사업명 에너지기술개발사업

연구과제명 상용전원 직입형 영구자석 전동기 기반 고효율 수중펌프 상용화 기술개발

기여율 1/1

주관기관 ㈜한진펌프

연구기간 2013.12.01 ~ 2016.09.30

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

고정자의 회전자 삽입구멍에 삽입되어 회전 가능하게 설치되는 LSPM 모터의 회전자로서,

중심 부분에 회전축이 삽입 설치되는 회전축 삽입구멍이 형성되어 있고, 상기 회전축 삽입구멍의 둘레에 복수의 영구자석 삽입구멍이 형성되어 있고, 외측면의 가장자리 둘레에 복수의 도체바 삽입구멍이 형성되고, 상기 복수의 영구자석 삽입구멍과 상기 복수의 도체바 삽입구멍 사이의 영역에 복수의 슬릿이 형성되어 있는 회전자 철심;

상기 복수의 영구자석 삽입구멍에 각각 삽입되어 N극과 S극의 회전자 자극을 형성하는 복수의 영구자석;

상기 복수의 도체바 삽입구멍에 각각 삽입되어 설치되는 복수의 도체바;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 LSPM 모터의 회전자.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 영구자석은,

상기 회전축 삽입구멍을 중심으로 양쪽에 각각 배치되어 S극을 형성하는 복수의 제1 및 제2 영구자석;

상기 회전축 삽입구멍을 중심으로 복수의 제1 및 제2 영구자석과 수직한 방향으로 각각 배치되어 N극을 형성하는 복수의 제3 및 제4 영구자석;을 포함하며,

상기 복수의 슬릿은,

복수의 제1 및 제2 영구자석이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성되는 복수의 제1 및 제2 슬릿;

복수의 제3 및 제4 영구자석이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성되되 상기 복수의 제1 및 제2 슬릿에 수직하게 형성되는 복수의 제3 및 제4 슬릿;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 LSPM 모터의 회전자.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 복수의 제1 내지 제4 영구자석은 각각,

상기 회전축 삽입구멍의 접선 방향으로 배치되는 접선 영구자석;

상기 접선 영구자석의 양단부에 형성되며, 상기 접선 영구자석과 둔각을 이루도록 경사지게 배치되는 제1 및 제2 경사 영구자석;을 포함하며,

상기 복수의 제1 내지 제4 슬릿은 각각,

상기 접선 영구자석의 중심에서 제1 및 제2 경사 영구자석의 가장자리 쪽으로 갈수록 길이가 짧아지는 것을 특징으로 하는 LSPM 모터의 회전자.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 복수의 슬릿은 각각 상기 도체바와 동일선상에 형성되는 것을 특징으로 하는 LSPM 모터의 회전자.

#### 청구항 5

회전자와;

중심 부분에서 상기 회전자가 삽입 설치되는 회전자 삽입구멍이 형성되어 있고, 상기 회전자 삽입구멍의 내주면에 코일이 권선된 고정자;를 포함하며,

상기 회전자는,

중심 부분에 회전축이 삽입 설치되는 회전축 삽입구멍이 형성되어 있고, 상기 회전축 삽입구멍의 둘레에 복수의 영구자석 삽입구멍이 형성되어 있고, 외측면의 가장자리 둘레에 복수의 도체바 삽입구멍이 형성되고, 상기 복수의 영구자석 삽입구멍과 상기 복수의 도체바 삽입구멍 사이의 영역에 복수의 슬릿이 형성되어 있는 회전자 철심;

상기 복수의 영구자석 삽입구멍에 각각 삽입되어 N극과 S극의 회전자 자극을 형성하는 복수의 영구자석;

상기 복수의 도체바 삽입구멍에 각각 삽입되어 설치되는 복수의 도체바;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 LSPM 모터.

### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 복수의 영구자석은,

상기 회전축 삽입구멍을 중심으로 양쪽에 각각 배치되어 S극을 형성하는 복수의 제1 및 제2 영구자석;

상기 회전축 삽입구멍을 중심으로 복수의 제1 및 제2 영구자석과 수직한 방향으로 각각 배치되어 N극을 형성하는 복수의 제3 및 제4 영구자석;을 포함하며,

상기 복수의 슬릿은,

복수의 제1 및 제2 영구자석이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성되는 복수의 제1 및 제2 슬릿;

복수의 제3 및 제4 영구자석이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성되며 상기 복수의 제1 및 제2 슬릿에 수직하게 형성되는 복수의 제3 및 제4 슬릿;

을 포함하는 것을 특징으로 하는 LSPM 모터.

### 발명의 설명

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 동기형 모터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 회전자에 슬릿을 적용하여 왜곡되는 자속의 양을 저감하고, 이를 통하여 토크리플 감소와 토크 증가를 구현하는 슬릿 구조를 가지는 회전자 및 그를 포함하는 LSPM(Line Start Permanent Magnet) 모터에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 통상적으로 모터(motor, 또는 전동기)는 전기적 에너지를 기계적 에너지로 변환시켜 회전력을 발생시키는 장치로서, 가정용 및 산업용으로 널리 사용되고 있다. 이러한 모터는 크게 교류 모터(AC motor)와 직류 모터(DC motor)로 구분할 수 있다.

[0003] 직류 모터는 직류 전원으로 운전되며, 입력 전압에 변화를 주어 원하는 출력을 얻는 모터로서, 속도의 조절이 비교적 쉬워 전차, 엘리베이터 등의 구동에 사용되고 있다. 직류 모터는 브러시 직류 모터(brush DC motor)와 브러시리스 직류 모터(brushless DC motor)로 구분할 수 있다. 브러시리스 직류 모터는 브러시 직류 모터에 비해 브러시와 정류자라는 기계적 접촉부가 없다는 특징을 가지고 있으며, 이에 따라 기기의 고성능화, 경박단소화, 장수명화 등을 달성할 수 있다. 또한 브러시리스 직류 모터는 고정자에 코일이 감겨 있고, 회전자에 영구자석이 매입된 구조를 갖는다. 이러한 브러시리스 직류 모터는 반도체 기술 및 부품이나 재료의 발전에 따라 다양한 기기에 많이 사용되고 있다.

[0004] 교류 모터는 교류 전원으로 운전되며, 생활 주변에서 가장 널리 사용되는 모터의 일종이다. 교류 모터는 기본적으로 외부의 고정자(stator)와, 내부의 회전자(rotor)로 구성되며, 교류 전류가 고정자 권선에 공급되면 전자기

유도에 의해 전기장이 변환하고, 회전자에서 회전하는 전기장에 의해 유도 전류가 생기고 토크에 의해 회전자에 있는 회전자에서 회전력이 발생하는 모터이다.

- [0005] 이러한 교류 모터는 크게 단상식과 삼상식으로 구분하며, 다시 회전자의 유형에 따라 유도모터, 동기모터, 정류자모터로 구분할 수 있다.
- [0006] LSPM(Line Start Permanent Magnet) 모터(또는 '단상 유도동기모터'라고도 함)와 같은 동기형 모터(synchronous motor)는 단상 유도모터와 동기모터의 장점만을 적용한 교류 모터의 일종이다.
- [0007] 이와 같은 동기형 모터는 회전자의 도체바에 유기되는 전압에 의하여 생성되는 2차 전류와, 고정자의 권선에 의하여 발생하는 자속의 상호작용에 의하여 발생하는 토크에 의해 회전자가 회전을 시작하고, 기동되어 정격 운전 시에는 회전자에 설치된 영구자석의 자속과 고정자에서 발생하는 자속의 상호 동기화되어 고정자의 회전자계의 속도로써 운전하는 모터이다. 즉 고정자의 코일에 전류가 인가되면, 고정자의 구조로 인해 발생하는 회전 자속과 회전자의 도체바에서 발생하는 유도 전류와의 상호 작용에 의해 회전자가 회전하게 된다. 그리고 회전자가 동기 속도에 이르게 되면 영구자석에 의한 토크와 회전자의 구조에 기인한 릴럭턴스 토크(reluctance torque)가 발생하여 회전자가 회전한다.
- [0008] 이러한 LSPM 모터의 회전자는 원통형의 회전자 철심과, 회전자 철심의 가장자리 둘레에 복수의 도체바가 삽입되어 있고, 도체바 안쪽에 복수의 영구자석이 삽입되어 설치된 구조를 갖는다.
- [0009] 이와 같은 구조의 LSPM 모터는 고성능의 영구자석이 적용됨에 따라 고효율 운전이 가능하지만, 초기 기동 시 인가되는 초기 기동 전류로 인한 영구자석의 감자가 발생하는 문제점을 안고 있다. 즉 LSPM 모터의 초기 기동 시 코일에서 발생하는 비동기 자속(AC 성분)에 의해 영구자석의 감자가 발생된다. 또한 탈조 시에도 영구자석의 감자가 발생한다. 또한 LSPM 모터는 부하 운전 시 전기자 반작용에 의하여 영구자석에 의한 자속의 왜곡(distortion) 현상이 발생한다.
- [0010] 이러한 왜곡되는 자속은 토크리플을 증가시키고, 회전력을 저감시킨다.
- [0011] 그리고 영구자석의 감자가 진행될수록, LSPM 모터의 효율이 저하되는 문제점을 안고 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0012] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제2007-0100995호(2007.10.16.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 따라서 본 발명의 목적은 회전자의 영구자석에 의한 자속의 왜곡을 저감하고, 이를 통하여 토크리플 감소와 토크 증가를 구현하는 슬릿 구조를 가지는 회전자 및 그를 포함하는 LSPM 모터를 제공하는 데 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 목적은 회전자의 영구자석의 자속을 적절히 분산시키고, 영구자석의 감자를 억제할 수 있는 슬릿 구조를 가지는 회전자 및 그를 포함하는 LSPM 모터를 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0015] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 고정자의 회전자 삽입구멍에 삽입되어 회전 가능하게 설치되는 LSPM 모터의 회전자로서, 회전자 철심, 복수의 영구자석 및 복수의 도체바를 포함한다. 상기 회전자 철심은 중심 부분에 회전자 삽입 구멍이 형성되어 있고, 상기 회전자 삽입구멍의 둘레에 복수의 영구자석 삽입구멍이 형성되어 있고, 외측면의 가장자리 둘레에 복수의 도체바 삽입구멍이 형성되고, 상기 복수의 영구자석 삽입구멍과 상기 복수의 도체바 삽입구멍 사이의 영역에 복수의 슬릿이 형성되어 있다. 상기 복수의 영구자석은 상기 복수의 영구자석 삽입구멍에 각각 삽입되어 N극과 S극의 회전자 자극을 형성한다. 그리고 상기 복수의 도체바는 상기 복수의 도체바 삽입구멍에 각각 삽입되어 설치된다.
- [0016] 본 발명에 따른 LSPM 모터의 회전자에 있어서, 상기 복수의 영구자석은 복수의 제1 내지 제4 영구자석을 포함하

고, 상기 복수의 슬릿은 복수의 제1 내지 제4 슬릿을 포함한다.

- [0017] 이때 상기 복수의 제1 및 제2 영구자석은 상기 회전축 삽입구멍을 중심으로 양쪽에 각각 배치되어 S극을 형성한다. 상기 복수의 제3 및 제4 영구자석은 상기 회전축 삽입구멍을 중심으로 복수의 제1 및 제2 영구자석과 수직 한 방향으로 각각 배치되어 N극을 형성한다.
- [0018] 상기 복수의 제1 및 제2 슬릿은 복수의 제1 및 제2 영구자석이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성된다. 상기 복수의 제3 및 제4 슬릿은 복수의 제3 및 제4 영구자석이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성되며 상기 복수의 제1 및 제2 슬릿에 수직하게 형성된다.
- [0019] 본 발명에 따른 LSPM 모터의 회전자에 있어서, 상기 복수의 제1 내지 제4 영구자석은 각각, 접선 영구자석과 제1 및 제2 경사 영구자석을 포함한다. 상기 접선 영구자석은 상기 회전축 삽입구멍의 접선 방향으로 배치된다. 상기 제1 및 제2 경사 영구자석은 상기 접선 영구자석의 양단부에 형성되며, 상기 접선 영구자석과 둔각을 이루도록 경사지게 배치된다.
- [0020] 상기 복수의 제1 내지 제4 슬릿은 각각, 상기 접선 영구자석의 중심에서 제1 및 제2 경사 영구자석의 가장자리 쪽으로 갈수록 길이가 짧아지게 형성될 수 있다.
- [0021] 본 발명에 따른 LSPM 모터의 회전자에 있어서, 상기 복수의 슬릿은 각각 상기 도체바와 동일선상에 형성될 수 있다.
- [0022] 본 발명은 또한, 전술된 회전자와, 중심 부분에서 상기 회전자가 삽입 설치되는 회전자 삽입구멍이 형성되어 있고, 상기 회전자 삽입구멍의 내주면에 코일이 권선된 고정자를 포함하는 LSPM 모터를 제공한다.

**발명의 효과**

- [0023] 본 발명에 따르면, 회전자는 영구자석과 복수의 도체바 사이에 복수의 슬릿을 형성함으로써, 영구자석의 자속을 적절히 분산시키고, 영구자석에 의한 자속의 왜곡을 줄여 영구자석의 감자를 억제할 수 있다.
- [0024] 이로 인해 본 발명에 따른 LSPM 모터는 토크리플을 감소시키고, 토크를 증가시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 슬릿 구조를 가지는 LSPM 모터의 회전자를 보여주는 평면도이다.
- 도 2는 도 1의 회전자를 포함하는 LSPM 모터를 보여주는 평면도이다.
- 도 3은 비교예에 따른 LSPM 모터를 보여주는 평면도이다.
- 도 4는 도 3의 LSPM 모터의 자속 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 5는 도 2의 LSPM 모터의 자속 분포를 보여주는 도면이다.
- 도 6은 비교예 및 실시예에 따른 LSPM 모터의 토크 변화를 보여주는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0026] 하기의 설명에서는 본 발명의 실시예를 이해하는데 필요한 부분만이 설명되며, 그 이외 부분의 설명은 본 발명의 요지를 흐트리지 않는 범위에서 생략될 것이라는 것을 유의하여야 한다.
- [0027] 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념으로 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 바람직한 실시예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 슬릿 구조를 가지는 LSPM 모터의 회전자를 보여주는 평면도이다. 도 2는 도 1의 회전자를 포함하는 LSPM 모터를 보여주는 평면도이다.

- [0030] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 LSPM 모터(100)는 회전자(20)와, 회전자(20)가 회전 가능하게 삽입 설치되는 고정자(10)를 포함한다. 고정자(10)는 중심 부분에 회전자 삽입구멍(18)이 형성되어 있으며, 회전자 삽입구멍(18)의 내주면에 코일(16)이 권선되어 있다. 그리고 회전자(20)는 고정자(10)의 회전자 삽입구멍(18)에 삽입되어 회전 가능하게 설치된다.
- [0031] 고정자(10)는 회전자 삽입구멍(18)이 형성된 고정자 철심(11)과, 고정자 철심(11)의 회전자 삽입구멍(18)의 내주면을 따라서 권선된 코일(16)을 포함한다. 이때 회전자 삽입구멍(18)의 내경은 회전자(20)의 외경보다는 크게 형성되며, 회전자 삽입구멍(18)의 내경과 회전자(20)의 외경의 차이가 공극을 형성한다.
- [0032] 고정자 철심(11)은 동일한 형상의 고정자 철판(12) 복수 개를 축방향으로 적층하여 형성할 수 있다. 고정자 철심(11)은 내측에 회전자(20)가 삽입되어 위치할 수 있는 회전자 삽입구멍(18)이 형성되어 있다. 고정자 철심(11)은 내주면을 따라서 일정 간격으로 복수의 투스(14)가 형성되어 있다. 복수의 투스(14)는 고정자 철심(11)의 내주면에서 고정자 철심(11)의 중심축을 향하여 돌출되며, 회전자 삽입구멍(18)에 삽입되어 설치되는 회전자(20)의 외주면에 근접하게 배치된다. 이때 고정자 철판(12)으로는 규소 철판이 사용될 수 있다. 고정자 철심(11)의 안쪽의 투스(14)의 끝단이 형성하는 가상면 안쪽이 회전자 삽입구멍(18)을 형성한다.
- [0033] 그리고 코일(16)은 복수의 투스(14)에 각각 권선됨으로써, 교류 전원이 인가되면 고정자(10)의 구조로 인해 회전 자속을 발생시킨다.
- [0034] 한편 도시하진 않았지만, 회전축(30)은 LSPM 모터(100)의 케이스를 이루는 케이싱(casing)이나 셸(shell)에 베어링을 매개로 회전 가능하게 설치된다.
- [0035] 회전자(20)는 고정자(10)의 회전자 삽입구멍(18)에 삽입되어 회전 가능하게 설치되는 LSPM 모터(100)의 회전자로서, 회전자 철심(21)과, 회전자 철심(21)에 매입된 복수의 영구자석(22), 및 복수의 도체바(23)를 포함한다. 회전자 철심(21)은 중심 부분에 회전축(30)이 삽입 설치되는 회전축 삽입구멍(25)이 형성되어 있고, 회전축 삽입구멍(25)의 둘레에 복수의 영구자석 삽입구멍(26)이 형성되어 있고, 복수의 영구자석 삽입구멍(25)의 외측에 복수의 도체바 삽입구멍(27)이 형성되어 있다. 복수의 영구자석(22)은 복수의 영구자석 삽입구멍(26)에 각각 삽입되어 N극과 S극을 형성한다. 복수의 도체바(23)는 복수의 도체바 삽입구멍(27)에 각각 삽입되어 설치된다. 이때 복수의 도체바(23)는 회전자 철심(21)의 가장자리 둘레에 형성된 도체바 삽입구멍(27)에 삽입 설치된다. 그리고 복수의 영구자석 삽입구멍(25)과 복수의 도체바 삽입구멍(27) 사이의 영역에 복수의 슬릿(29)이 형성되어 있다.
- [0036] 이와 같이 복수의 슬릿(29)을 형성하는 이유는, 영구자석(22)의 자속을 적절히 분산시키고, 영구자석(22)에 의한 자속의 왜곡을 줄여 영구자석(22)의 감자를 억제하기 위해서이다. 구체적으로 설명하면, 일반적인 LSPM 모터의 경우, 부하 운전 시 전기자 반작용에 의하여 영구자석에 의한 자속의 왜곡 현상이 발생한다. 이러한 왜곡되는 자속은 토크리플을 증가시키고, 회전력을 저감시킨다. 하지만 본 실시예와 같이 회전자(20)에 복수의 슬릿(29)을 형성하는 경우, 왜곡되는 자속의 양을 저감하고, 자속의 분산 현상을 저감할 수 있다.
- [0037] 이로 인해 본 실시예에 따른 LSPM 모터(100)는 토크리플을 감소시키고, 토크를 증가시킬 수 있다.
- [0038] 이와 같은 본 실시예에 따른 회전자(20)에 대해서 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0039] 전술된 바와 같이 회전자(20)는 회전자 철심(21), 복수의 영구자석(22) 및 복수의 도체바(23)를 포함한다.
- [0040] 회전자 철심(21)은 동일한 형상의 회전자 철판(24) 복수 개를 축방향으로 적층하여 형성한다. 회전자 철심(21)은 중심 부분에 회전축(30)이 삽입되는 회전축 삽입구멍(25)이 형성되어 있다. 회전자 철심(21)은 회전축 삽입구멍(25)의 외곽에 복수의 영구자석 삽입구멍(26)이 형성되어 있다. 회전자 철심(21)은 복수의 영구자석 삽입구멍(26)의 외측의 가장자리 둘레에 복수의 도체바 삽입구멍(27)이 형성되어 있다. 그리고 회전자 철심(21)은 복수의 영구자석 삽입구멍(25)과 복수의 도체바 삽입구멍(27) 사이의 영역에 복수의 슬릿(29)이 형성되어 있다.
- [0041] 이때 회전자 철판(24)으로는 규소 강판이 사용될 수 있다. 회전축 삽입구멍(25), 영구자석 삽입구멍(26) 및 복수의 슬릿(29)은 회전자 철심(21)의 상부면에 대해서 수직 방향으로 형성될 수 있다.
- [0042] 본 실시예에서는 회전축 삽입구멍(25)을 중심으로 외곽에 회전축 삽입구멍(25)의 축 방향에 대해서 단면이 사각인 영구자석(22)이 설치되는 12개의 영구자석 삽입구멍(26)이 회전자 철심(21)에 형성된 예를 개시하였지만 이것에 한정되는 것은 아니다. 이때 12개의 영구자석 삽입구멍(26)은 3개씩 쌍으로 오목렌즈 형태로 회전축 삽입구멍(25)을 중심으로 4군데 형성될 수 있다. 오목렌즈 형태로 배치된 3개의 영구자석 삽입구멍(41,42,43,44)이 이루는 각도는 둔각이고, 이웃하는 오목렌즈 형태로 배치된 3개의 영구자석 삽입구멍(41,42,43,44)이 이루는 각

도는 예각일 수 있다.

- [0043] 즉 복수의 영구자석 삽입구멍(26)은 회전축 삽입구멍(25)을 중심으로 양쪽에 각각 배치되어 S극을 형성되는 복수의 제1 및 제2 영구자석(51,52)이 삽입되는 복수의 제1 및 제2 영구자석 삽입구멍(41,42)과, 회전축 삽입구멍(25)을 중심으로 복수의 제1 및 제2 영구자석 삽입구멍(41,42)과 수직한 방향으로 각각 배치되어 N극을 형성하는 복수의 제3 및 제4 영구자석(53,54)이 삽입되는 복수의 제3 및 제4 영구자석 삽입구멍(43,44)을 포함한다.
- [0044] 복수의 제1 내지 제4 영구자석 삽입구멍(41,42,43,44)은 각각, 회전축 삽입구멍(25)의 접선 방향으로 배치되는 접선 영구자석 삽입구멍(45)과, 접선 영구자석 삽입구멍(45)의 양단부에 형성되며 접선 영구자석 삽입구멍(45)과 둔각을 이루도록 경사지게 배치되는 제1 및 제2 경사 영구자석 삽입구멍(46,47)을 포함한다.
- [0045] 이로 인해 접선 영구자석 삽입구멍(45), 제1 및 제2 경사 영구자석 삽입구멍(46,47)에 각각 삽입되는 접선 영구자석(55), 제1 및 제2 경사 영구자석(56,57)은, 접선 영구자석(55)을 중심으로 제1 및 제2 경사 영구자석(56,57)이 서로 둔각을 이루도록 배치된다.
- [0046] 그리고 회전축 삽입구멍(25)을 향하는 쪽으로, 서로 이웃하는 제1 및 제2 경사 영구자석 삽입구멍(46,47)은 서로 예각을 이루도록 형성된다. 이로 인해 서로 이웃하는 제1 및 제2 경사 영구자석 삽입구멍(46,47)에 삽입되는 제1 및 제2 경사 영구자석(56,57)은 서로 예각을 이루도록 배치된다.
- [0047] 영구자석(22)에 의한 자속의 왜곡을 보다 효과적으로 저감하기 위해서, 아래와 같이 슬릿(29)이 형성될 수 있다.
- [0048] 복수의 슬릿(29)은 직선 형태의 긴 구멍으로, 회전축 삽입구멍(25)의 축 방향으로 형성된다. 복수의 슬릿(29)은 복수의 제1 및 제2 슬릿(61,62)과, 복수의 제3 및 제4 슬릿(63,64)을 포함한다. 복수의 제1 및 제2 슬릿(61,62)은 복수의 제1 및 제2 영구자석 삽입구멍(41,42)이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성된다. 복수의 제3 및 제4 슬릿(63,64)은 복수의 제3 및 제4 영구자석 삽입구멍(43,44)이 형성된 쪽에 형성되며, 서로 평행하게 형성되며 복수의 제1 및 제2 슬릿(61,62)에 수직하게 형성된다.
- [0049] 복수의 제1 내지 제4 슬릿(61,62,63,64)은 각각, 접선 영구자석 삽입구멍(45)의 중심에서 제1 및 제2 경사 영구자석 삽입구멍(46,47)의 가장자리 쪽으로 갈수록 길이가 짧아지게 형성될 수 있다.
- [0050] 그리고 복수의 슬릿(29)은 각각 도체바(23)와 동일선상에 형성될 수 있다.
- [0051] 이와 같이 제1 및 제2 슬릿(61,62)에 대해서 제3 및 제4 슬릿(63,64)은 직교하게 형성된다. 이로 인해 제1 내지 제4 슬릿(61,62,63,64)은 회전축 삽입구멍(25)을 중심으로 서로 직교하는 네 방향에 형성되며, 서로 대칭되게 형성될 수 있다. 제1 내지 제4 슬릿(61,62,63,64)은 회전축 삽입구멍(25)의 중심에서 멀어질수록 길이가 짧게 형성된다.
- [0052] 복수의 영구자석(22)은 각각 회전자 철심(21)의 복수의 영구자석 삽입구멍(26)에 삽입되어 N극과 S극의 회전자 자극을 형성한다. 이때 복수의 영구자석(22)은 코일(16)에서 발생하는 자속과의 상호작용에 의해 토크를 발생시킨다. 영구자석(22)으로는 희토류 자석이 사용될 수 있다.
- [0053] 복수의 영구자석(22)은 제1 및 제2 영구자석 삽입구멍(41,42)에 삽입되어 S극을 형성하는 제1 및 제2 영구자석(51,52)과, 제3 및 제4 영구자석 삽입구멍(43,44)에 삽입되어 N극을 형성하는 제3 및 제4 영구자석(53,54)을 포함한다.
- [0054] 복수의 제1 내지 제4 영구자석(51,52,53,54)은 각각, 접선 영구자석 삽입구멍(45)에 삽입되는 접선 영구자석(55)과, 제1 및 제2 경사 영구자석 삽입구멍(46,47)에 각각 삽입되는 제1 및 제2 경사 영구자석(56,57)을 포함한다.
- [0055] 복수의 도체바 삽입구멍(27)은 복수의 영구자석 삽입구멍(26) 외측의 회전자 철심(21)의 가장자리 부분에 균일하게 형성된다.
- [0056] 그리고 복수의 도체바(23)는 복수의 도체바 삽입구멍(27)에 각각 삽입되어 설치된다. 복수의 도체바(23)는 도체바 삽입구멍(27)에 다이캐스팅 방법으로 설치될 수 있다. 도체바(23)는 일반적으로 전기전도성이 우수하고 다이캐스팅이 가능한 알루미늄(A1) 소재를 사용할 수 있다. 다이캐스팅으로 형성되는 도체바(23)는 도체바 삽입구멍(27)의 형상에 대응되는 형태로 형성된다.
- [0057] 이와 같은 본 실시예에 따른 LSPM 모터에 있어서, 복수의 슬릿(29)으로 인해 영구자석(22)의 자속이 적절히 분

산되고, 영구자석(22)에 의한 자속의 왜곡이 줄어들어지는 것을, 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같은, 비교예의 LSPM 모터(200)와의 모의실험을 통해서 확인할 수 있다.

[0058] 여기서 도 3은 비교예에 따른 LSPM 모터(200)를 보여주는 평면도이다. 도 4는 도 3의 LSPM 모터(200)의 자속 분포를 보여주는 도면이다. 도 5는 도 2의 LSPM 모터(100)의 자속 분포를 보여주는 도면이다. 그리고 도 6은 비교예 및 실시예에 따른 LSPM 모터의 토크 변화를 보여주는 그래프이다. 한편 도 5의 도면에 슬릿이 표시되어 있지만, 모의실험에서 슬릿에는 회전자 철심과 동일한 소재로 채워져 있는 것으로 설정하였다.

[0059] 도 3을 참조하면, 비교예에 따른 LSPM 모터(200)는 슬릿이 형성되지 않은 것을 제외하면 본 실시예에 따른 LSPM 모터(도 2의 100)와 동일한 구조를 갖는다.

[0060] 도 4 및 도 5를 참조하면, 슬릿(29)은 공기층으로 자속 장벽을 형성할 수 있다. 이로 인해 회전축 삽입구멍(25)을 중심 부분에서의 자속 분포를 살펴보면, 실시예가 비교예에 비해서 균일하게 분포하고 있는 것을 확인할 수 있다.

[0061] 유한 해석을 통하여 공극에서의 토크를 산출해 보면, 도 6에 도시된 바와 같이, 슬릿이 없는 비교예의 경우 토크 변동율이 12 Nm 이었다. 반면에 슬릿이 있는 실시예의 경우 토크 변동율이 8 Nm로 비교예와 비교하여 저감된 것을 확인할 수 있다.

[0062] 그리고 평균토크의 양도 비교예는 56 Nm 인 반면에, 실시예는 60 Nm로 증가한 것을 확인할 수 있다.

[0063] 이와 같이 본 실시예와 같이 슬릿(22)이 형성된 회전자(20)를 구비하는 LSPM 모터(100)는 토크리플을 감소시키고, 토크를 증가시킬 수 있다.

[0064] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 실시예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명한 것이다.

**부호의 설명**

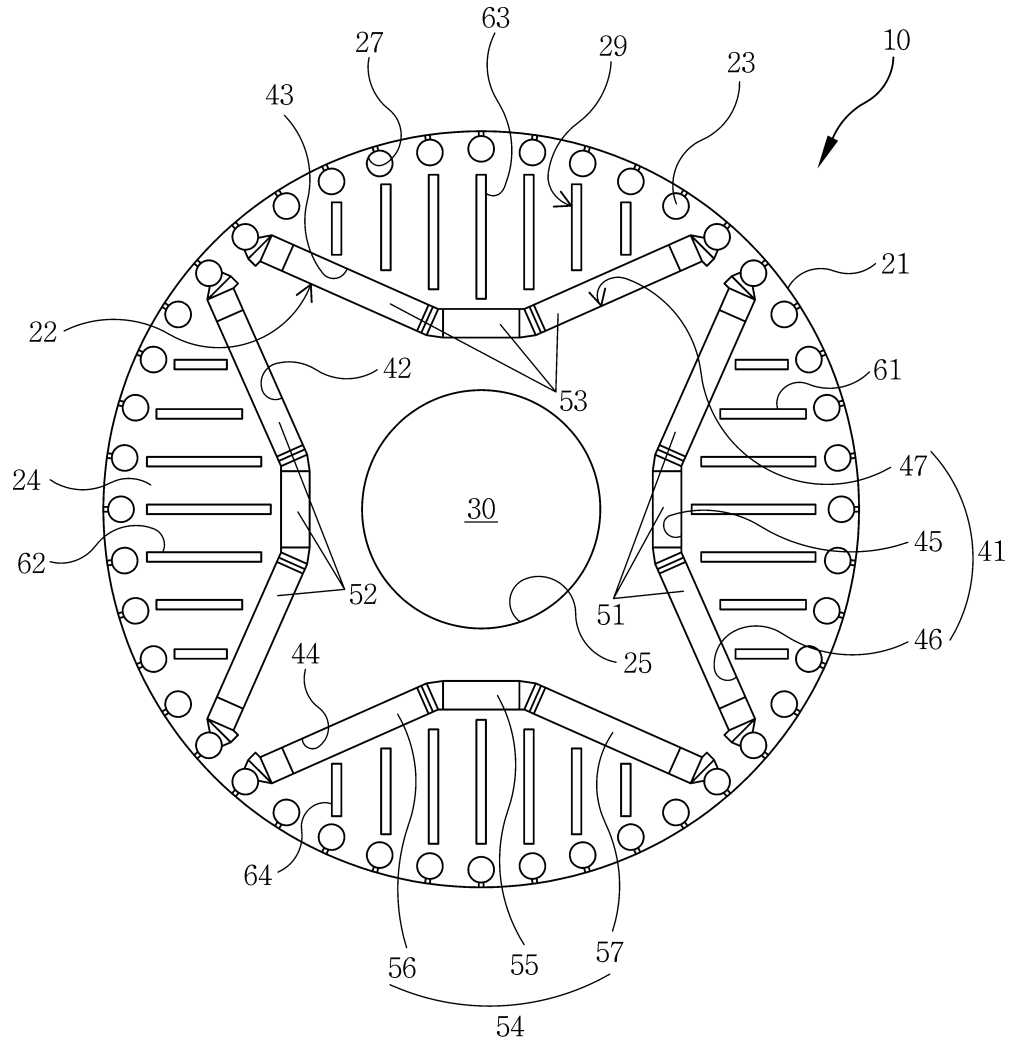
- [0065] 10 : 고정자    11 : 고정자 철심  
 12 : 고정자 철판    14 : 투스  
 16 : 코일    18 : 회전자 삽입구멍  
 20 : 회전자    21 : 회전자 철심  
 22 : 영구자석    23 : 도체바  
 24 : 회전자 철판    25 : 회전축 삽입구멍  
 26 : 영구자석 삽입구멍    27 : 도체바 삽입구멍  
 29 : 슬릿    30 : 회전축  
 41 : 제1 영구자석 삽입구멍    42 : 제2 영구자석 삽입구멍  
 43 : 제3 영구자석 삽입구멍    44 : 제4 영구자석 삽입구멍  
 45 : 접선 영구자석 삽입구멍    46 : 제1 경사 영구자석 삽입구멍  
 47 : 제2 경사 영구자석 삽입구멍    51 : 제1 영구자석  
 52 : 제2 영구자석    53 : 제3 영구자석  
 54 : 제4 영구자석    55 : 접선 영구자석  
 56 : 제1 경사 영구자석    57 : 제2 경사 영구자석  
 61 : 제1 슬릿    62 : 제2 슬릿

63 : 제3 슬릿      64 : 제4 슬릿

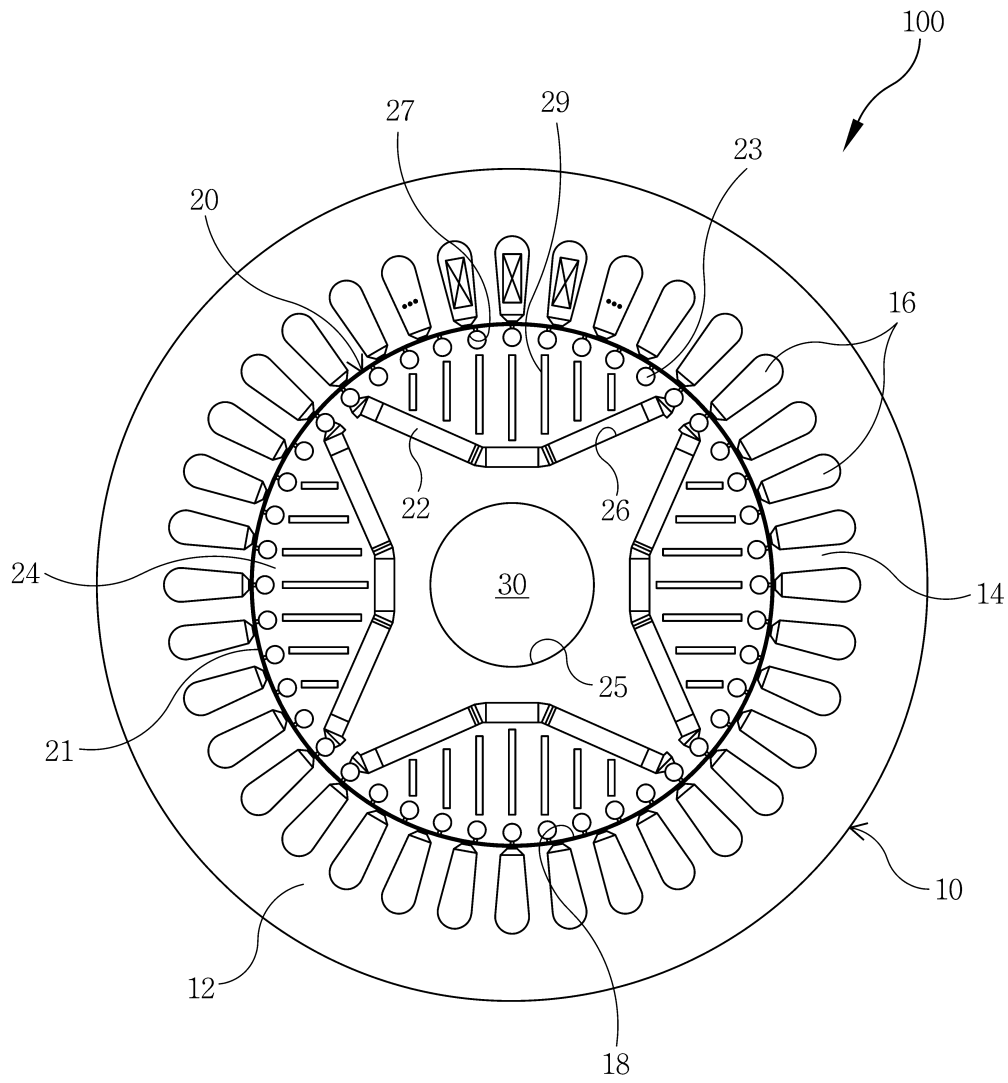
100 : LSPM 모터

도면

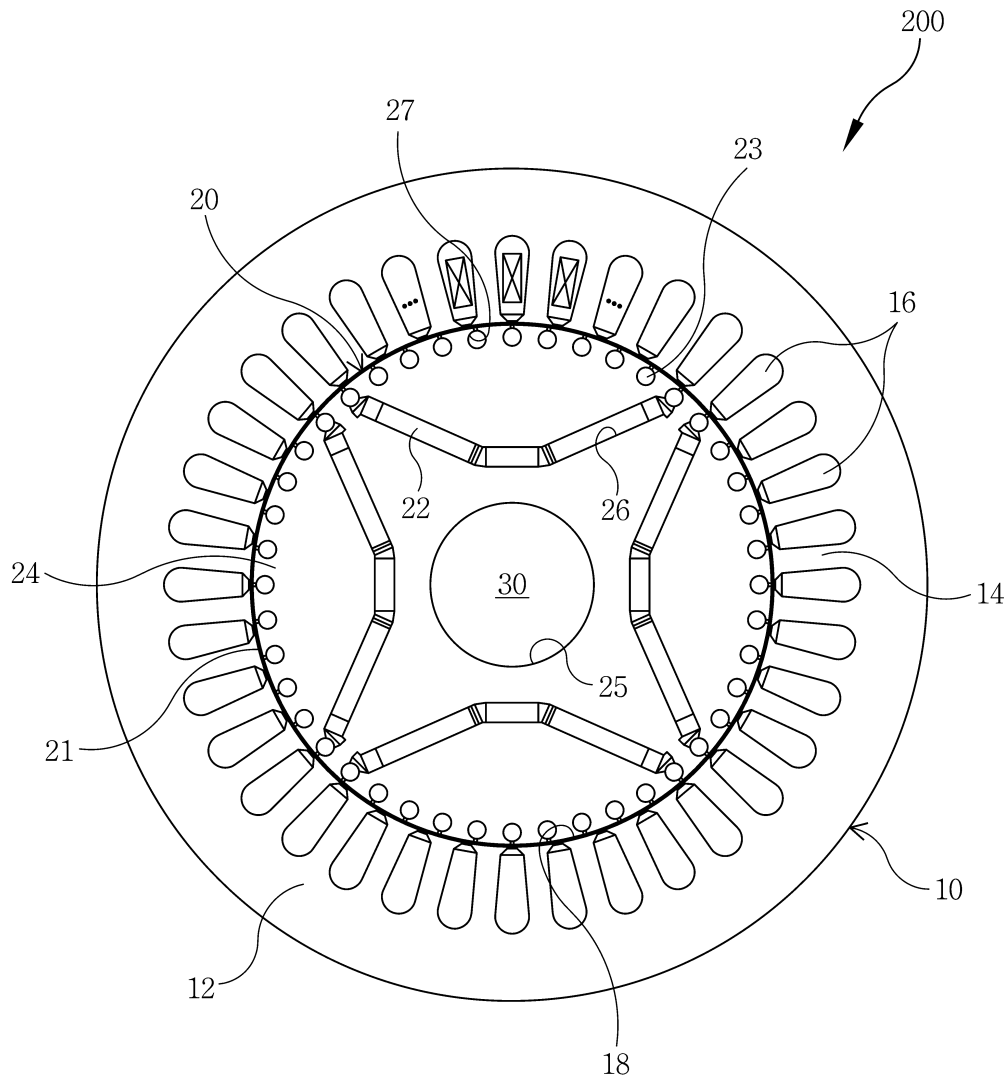
도면1



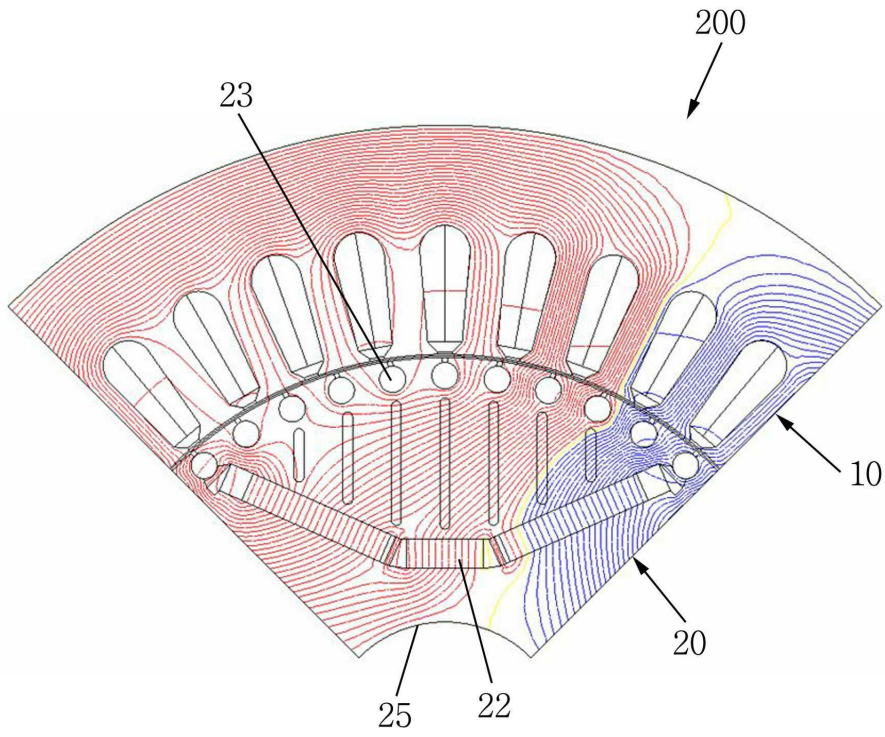
도면2



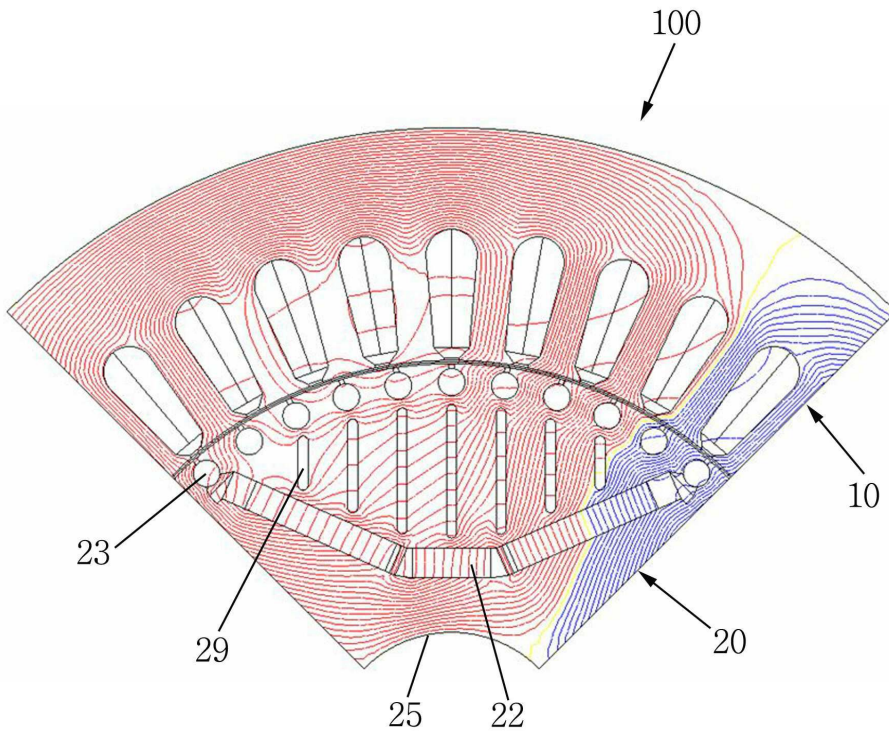
도면3



도면4



도면5



도면6

