



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0086087  
(43) 공개일자 2020년07월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02K 1/14 (2006.01) H02K 1/27 (2006.01)  
H02K 7/00 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
H02K 1/14 (2013.01)  
H02K 1/27 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0002261  
(22) 출원일자 2019년01월08일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
엘지이노텍 주식회사  
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30(마곡동)  
(72) 발명자  
편진수  
서울특별시 중구 후암로 98 (남대문로5가)  
(74) 대리인  
특허법인다나

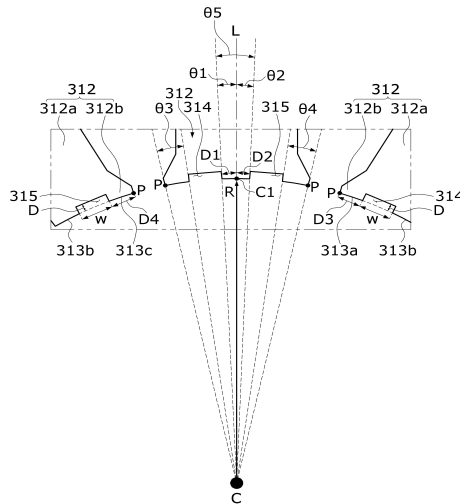
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **모터**

(57) 요약

실시예는 샤프트; 상기 샤프트가 결합되는 로터; 및 상기 로터의 외측에 배치되는 스테이터를 포함하고, 상기 스테이터는 스테이터 코어 및 상기 스테이터 코어에 권선되는 코일을 포함하며, 상기 스테이터 코어는 요크, 상기 요크에서 돌출되어 형성되는 투스 및 상기 투스의 내면에 형성된 제1 홈과 제2 홈을 포함하고, 상기 투스의 원주 방향의 중심을 기준으로 상기 제1 홈과 상기 제2 홈까지의 이격 거리는 서로 상이한 모터에 관한 것이다. 이에 따라, 상기 모터는 투스의 중심을 기준으로 비대칭되게 배치되는 홈에 대한 설계를 통해 코깅 토크를 감소시킬 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

*H02K 7/003* (2013.01)

*H02K 2213/03* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

샤프트;

상기 샤프트가 결합되는 로터; 및

상기 로터의 외측에 배치되는 스테이터를 포함하고,

상기 스테이터는 스테이터 코어 및 상기 스테이터 코어에 권선되는 코일을 포함하며,

상기 스테이터 코어는 요크, 상기 요크에서 돌출되어 형성되는 투스 및 상기 투스의 내면에 형성된 제1 홈과 제2 홈을 포함하고,

상기 투스의 원주 방향의 중심을 기준으로 상기 제1 홈과 상기 제2 홈까지의 이격 거리는 서로 상이한 모터.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 샤프트의 축을 기준으로,

상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제1 홈의 일측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제2 각도( $\theta_2$ )는 서로 상이한 모터.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 홈과 상기 제2 홈은 상기 샤프트의 축 방향으로 형성되는 모터.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 샤프트의 축을 기준으로,

상기 투스의 내면의 일측에서 상기 제2 홈의 일측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 2배인 모터.

#### 청구항 5

제2항에 있어서,

상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.578배이며,

상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 차이는 상기 제2 각도( $\theta_2$ ) 크기의 10% 이내인 모터.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 10% 이내의 각도의 합이거나,

상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차인 모터.

#### 청구항 7

제2항에 있어서,

상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315배이며,

상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 차이는 상기 제2 각도( $\theta_2$ ) 크기의 5% 이내인 모터.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 4% 이내의 각도의 합이거나,

상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차인 모터.

#### 청구항 9

샤프트;

상기 샤프트가 결합되는 로터; 및

상기 로터의 외측에 배치되는 스테이터를 포함하고,

상기 스테이터는 스테이터 코어 및 상기 스테이터 코어에 권선되는 코일을 포함하며,

상기 스테이터 코어는 요크, 상기 요크에서 돌출되어 형성되는 투스 및 상기 투스의 내면에 형성된 제1 홈과 제2 홈을 포함하고,

상기 샤프트의 축을 기준으로, 상기 제1 홈의 일측에서 상기 제2 홈의 타측까지의 상기 투스의 내면이 이루는 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 제1 홈의 타측에서 상기 투스의 타측까지의 상기 투스의 내면이 이루는 제3 각도( $\theta_3$ ) 및 상기 제2 홈의 일측에서 상기 투스의 내면의 일측까지의 상기 투스의 내면이 이루는 제4 각도( $\theta_4$ )와 다른 각도를 갖는 모터.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제3 각도( $\theta_3$ ) 및 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 서로 상이한 모터.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 크거나 작은 모터.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제5 각도( $\theta_5$ )가 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 더 큰 경우, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )보다 크고,

상기 제5 각도( $\theta_5$ )가 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 더 작은 경우, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )보다 작은 모터.

#### 청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제1 홈의 일측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제2 각도( $\theta_2$ )의 합인 모터.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,  
 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )는 서로 상이한 모터.

**청구항 15**

제13항에 있어서,  
 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.578배이며,  
 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 10% 이내의 각도의 합이거나,  
 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차인 모터.

**청구항 16**

제13항에 있어서,  
 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315배이며,  
 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 4% 이내의 각도의 합이거나,  
 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차인 모터.

**청구항 17**

제9항에 있어서,  
 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.578배이며,  
 상기 제4 각도( $\theta_4$ )와 상기 제3 각도( $\theta_3$ )의 차이는 상기 제4 각도( $\theta_4$ ) 크기의 5% 이내인 모터.

**청구항 18**

제14항에 있어서,  
 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315배이며,  
 상기 제4 각도( $\theta_4$ )와 상기 제3 각도( $\theta_3$ )의 차이는 상기 제4 각도( $\theta_4$ ) 크기의 2.5% 이내인 모터.

**청구항 19**

제1항 또는 제9항에 있어서,  
 상기 제1 홈 및 상기 제2 홈의 크기는 동일한 모터.

**청구항 20**

제19항에 있어서,  
 상기 제1 홈의 원주 방향의 폭(W)에 대한 깊이(D)의 비율은 0.24~0.29인 모터.

**청구항 21**

제19항에 있어서,  
 상기 투스의 내면의 타측에서 상기 제1 홈까지의 제3 거리(D3)는 상기 투스의 내면의 일측에서 상기 제2 홈까지의 제4 거리(D4)와 상이한 모터.

**청구항 22**

제1항 또는 제9항에 있어서,  
축을 기준으로 상기 내면은 소정의 곡률(1/R)로 형성되는 모터.

**청구항 23**

제1항 또는 제9항에 있어서,  
상기 로터의 마그넷은 8개가 제공되고, 상기 스테이터의 상기 투스는 12개로 제공되는 모터.

**청구항 24**

제1항 또는 제9항에 있어서,  
상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315~1.9725배인 모터.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 실시예는 모터에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 모터는 전기적 에너지를 기계적 에너지로 변환시켜서 회전력을 얻는 장치로서, 차량, 가정용 전자제품, 산업용 기기 등에 광범위하게 사용된다.

[0003] 특히, 상기 모터가 사용되는 전자식 파워 스티어링 시스템(Electronic Power Steering System 이하, EPS라 한다.)은 운행조건에 따라 전자제어장치(Electronic Control Unit)에서 모터를 구동하여 선회 안정성을 보장하고 신속한 복원력을 제공한다. 그에 따라, 차량의 운전자는 안전한 주행을 할 수 있다.

[0004] 모터는 스테이터와 로터를 포함한다. 스테이터는 복수 개의 슬롯을 형성하는 티스를 포함할 수 있으며, 로터는 티스와 마주보게 배치되는 복수 개의 마그넷을 포함할 수 있다. 상기 티스 중 인접하게 배치되는 투스는 상호 떨어져 배치되어 슬롯 오픈(slot open)을 형성한다.

[0005] 이때, 상기 로터가 회전하는 과정에서 금속 재질인 스테이터와 빈 공간인 슬롯 오픈의 공기의 투자율 차이로 인하여 코깅 토크(Cogging Torque)가 발생할 수 있다. 이러한 코깅 토크는 소음과 진동의 원인이 되기 때문에 코깅 토크를 줄이는 것이 모터의 품질을 높이는데 무엇보다 중요하다.

[0006] 다만, 상기 투스에 형성된 홈의 형상 및 배치위치에 따라 모터의 성능 및 품질이 달라질 수 있기 때문에, 상기 홈의 설계를 통해 코깅 토크를 감소시키면서도 성능을 유지할 수 모터가 요구되고 있는 실정이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 실시예는 투스에 형성된 홈을 이용하여 코깅 토크를 줄일 수 있는 모터를 제공한다.

[0008] 또한, 투스 각각에 형성된 홈의 배치 위치를 고려한 설계를 통해 코깅 토크를 감소시킴으로써, 품질을 향상시킬 수 있는 모터를 제공한다.

[0009] 실시예가 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급된 과제에 국한되지 않으며 여기서 언급되지 않은 또 다른 과제 들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기 과제는 실시예에 따라, 샤프트; 상기 샤프트가 결합되는 로터; 및 상기 로터의 외측에 배치되는 스테이터를 포함하고, 상기 스테이터는 스테이터 코어 및 상기 스테이터 코어에 권선되는 코일을 포함하며, 상기 스테이터 코어는 요크, 상기 요크에서 돌출되어 형성되는 투스 및 상기 투스의 내면에 형성된 제1 홈과 제2 홈을 포함하고, 상기 투스의 원주 방향의 중심을 기준으로 상기 제1 홈과 상기 제2 홈까지의 이격 거리는 서로 상이한 모

터에 의해 달성된다.

- [0011] 여기서, 상기 샤프트의 축을 기준으로, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제1 홈의 일측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제2 각도( $\theta_2$ )는 서로 상이할 수 있다.
- [0012] 그리고, 상기 제1 홈과 상기 제2 홈은 상기 샤프트의 축 방향으로 형성될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 샤프트의 축을 기준으로, 상기 투스의 내면의 일측에서 상기 제2 홈의 일측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 2배일 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.578배이며, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 차이는 상기 제2 각도( $\theta_2$ ) 크기의 10% 이내일 수 있다. 여기서, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 10% 이내의 각도의 합이거나, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차이일 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315배이며, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 차이는 상기 제2 각도( $\theta_2$ ) 크기의 5% 이내일 수 있다. 여기서, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 4% 이내의 각도의 합이거나, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차이일 수 있다.
- [0016] 상기 과제는 실시예에 따라, 샤프트; 상기 샤프트가 결합되는 로터; 및 상기 로터의 외측에 배치되는 스테이터를 포함하고, 상기 스테이터는 스테이터 코어 및 상기 스테이터 코어에 권선되는 코일을 포함하며, 상기 스테이터 코어는 요크, 상기 요크에서 돌출되어 형성되는 투스 및 상기 투스의 내면에 형성된 제1 홈과 제2 홈을 포함하고, 상기 샤프트의 축을 기준으로, 상기 제1 홈의 일측에서 상기 제2 홈의 타측까지의 상기 투스의 내면이 이루는 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 제1 홈의 타측에서 상기 투스의 타측까지의 상기 투스의 내면이 이루는 제3 각도( $\theta_3$ ) 및 상기 제2 홈의 일측에서 상기 투스의 내면의 일측까지의 상기 투스의 내면이 이루는 제4 각도( $\theta_4$ )와 다른 각도를 갖는 모터에 의해 달성된다.
- [0017] 여기서, 상기 제3 각도( $\theta_3$ ) 및 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 서로 상이할 수 있다.
- [0018] 그리고, 상기 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 크거나 작을 수 있다.
- [0019] 그리고, 상기 제5 각도( $\theta_5$ )가 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 더 큰 경우, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )보다 크고, 상기 제5 각도( $\theta_5$ )가 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 더 작은 경우, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )보다 작을 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제1 홈의 일측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지 상기 투스의 내면이 이루는 제2 각도( $\theta_2$ )의 합일 수 있다.
- [0021] 여기서, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )는 서로 상이할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.578배이며, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 10% 이내의 각도의 합이거나, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차이일 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315배이며, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 4% 이내의 각도의 합이거나, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차이일 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.578배이며, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )와 상기 제3 각도( $\theta_3$ )의 차이는 상기 제4 각도( $\theta_4$ ) 크기의 5% 이내일 수 있다.

- [0025] 또한, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315배이며, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )와 상기 제3 각도( $\theta_3$ )의 차이는 상기 제4 각도( $\theta_4$ ) 크기의 2.5% 이내일 수 있다.
- [0026] 한편, 상기 제1 홈 및 상기 제2 홈의 크기는 동일할 수 있다.
- [0027] 여기서, 상기 제1 홈의 원주 방향의 폭(W)에 대한 깊이(D)의 비율은 0.24~0.29일 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 모터의 축을 기준으로 상기 내면은 소정의 곡률(1/R)로 형성될 수 있다.
- [0029] 또한, 상기 모터에 있어서, 상기 로터의 마그넷은 8개이고, 상기 스테이터의 상기 투스는 12개일 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 투스의 내면의 중심과 상기 샤프트의 축을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈의 타측까지의 제2 거리(D2)가 상기 제2 홈의 깊이(D)의 1.315~1.9725배일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0031] 상기와 같은 구성을 갖는 실시예에 따른 모터는 투스의 중심을 기준으로 비대칭되게 배치되는 홈에 대한 설계를 통해 코깅 토크를 감소시킬 수 있다. 그에 따라, 상기 모터의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0032] 상기 모터는 비대칭적으로 배치되는 적어도 2개의 홈의 배치 위치 관계를 통해 코깅 토크를 저감할 수 있다. 이때, 상기 모터는 투스의 중심에서 떨어져 배치되는 홈의 이격 거리와의 관계에서 홈의 깊이를 정의함으로써, 코깅 토크에 대한 설계기준을 제시할 수 있다.
- [0033] 실시예의 다양하면서도 유익한 장점과 효과는 상술한 내용에 한정되지 않으며, 실시예의 구체적인 실시형태를 설명하는 과정에서 보다 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0034] 도 1은 실시예에 따른 모터를 나타내는 도면이고,
- 도 2는 실시예에 따른 모터를 나타내는 단면도이고,
- 도 3은 실시예에 따른 모터의 스테이터 코어를 나타내는 도면이고,
- 도 4는 도 3의 A영역을 나타내는 확대도이고,
- 도 5는 실시예에 따른 모터의 단위 스테이터 코어를 나타내는 도면이고,
- 도 6은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.578배인 경우 모터의 코깅 토크 및 토크의 변화를 나타내는 표이고,
- 도 7은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.578배인 경우 모터의 코깅 토크를 나타내는 그래프이고,
- 도 8은 비교예인 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이고,
- 도 9는 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.578배인 경우 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이고,
- 도 10은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.315배인 경우 모터의 코깅 토크 및 토크의 변화를 나타내는 표이고,
- 도 11은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.315배인 경우 모터의 코깅 토크를 나타내는 그래프이고,
- 도 12는 비교예인 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이고,
- 도 13은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.315배인 경우 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이고,
- 도 14는 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.9725배인 경우 모터의 코깅 토크 및 토크의 변화를 나타내는 표이고,

도 15는 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.9725배인 경우 모터의 코깅 토크를 나타내는 그래프이고,

도 16은 비교예인 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이고,

도 17은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.9725배인 경우 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0035] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0036] 제2, 제1 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0037] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0038] 실시 예의 설명에 있어서, 어느 한 구성요소가 다른 구성요소의 "상(위) 또는 하(아래)(on or under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)(on or under)는 두 개의 구성요소가 서로 직접(directly)접촉되거나 하나 이상의 다른 구성요소가 상기 두 구성요소 사이에 배치되어(indirectly) 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 '상(위) 또는 하(아래)(on or under)'로 표현되는 경우 하나의 구성요소를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.
- [0039] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0040] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지게 된다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0041] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0042] 도 1은 실시예에 따른 모터를 나타내는 도면이고, 도 2는 실시예에 따른 모터를 나타내는 단면도이다. 여기서, 도 2는 도 1의 A-A선을 나타내는 단면도이다. 그리고, 도 1에서 y 방향은 축 방향을 의미하며, x 방향은 반경 방향을 의미할 수 있다. 그리고, 축 방향과 반경 방향은 서로 수직할 수 있다. 그리고, 상기 축 방향은 샤프트(500)의 길이 방향일 수 있다.
- [0043] 도 1 및 도 2를 참조하면, 실시예에 따른 모터(1)는 일측에 개구가 형성된 하우징(100), 하우징(100)의 상부에 배치되는 커버(200), 하우징(100)의 내부에 배치되는 스테이터(300), 스테이터(300)의 내측에 배치되는 로터(400) 및 로터(400)와 함께 회전하는 샤프트(500), 스테이터(300)의 상측에 배치되는 버스바(600) 및 샤프트(500)의 회전을 감지하는 센서부(700)를 포함할 수 있다. 여기서, 내측이라 함은 상기 반경 방향을 기준으로 중심인 축(C)을 향하여 배치되는 방향을 의미하고, 외측이라 함은 내측과 반대되는 방향을 의미한다.
- [0044] 하우징(100)과 커버(200)는 상기 모터(1)의 외형을 형성할 수 있다. 여기서, 하우징(100)은 상부에 개구가 형성

된 통 형상으로 형성될 수 있다.

- [0045] 상기 커버(200)는 하우징(100)의 개방된 상부를 덮도록 배치될 수 있다.
- [0046] 따라서, 하우징(100)과 커버(200)의 결합에 의해 내부에 수용공간이 형성될 수 있다. 그리고, 상기 수용공간에는, 도 1에 도시된 바와 같이, 스테이터(300), 로터(400), 샤프트(500), 버스바(600) 및 센서부(700) 등이 배치될 수 있다.
- [0047] 하우징(100)은 원통형으로 형성될 수 있다. 하우징(100)의 하부에는 샤프트(500)의 하부를 지지하는 베어링(10)을 수용하는 포켓부가 마련될 수 있다. 또한, 하우징(100)의 상부에 배치되는 커버(200)에도 샤프트(500)의 상부를 지지하는 베어링(10)을 수용하는 포켓부가 마련될 수 있다.
- [0048] 스테이터(300)는 하우징(100)의 내주면에 의해 지지될 수 있다. 그리고, 스테이터(300)는 로터(400)의 외측에 배치된다. 즉, 스테이터(300)의 내측에는 로터(400)가 배치될 수 있다.
- [0049] 도 3은 실시예에 따른 모터의 스테이터 코어를 나타내는 단면도이고, 도 4는 도 3의 A영역을 나타내는 확대도이고, 도 5는 실시예에 따른 모터의 단위 스테이터 코어를 나타내는 도면이다.
- [0050] 도 1 내지 4를 참조하면, 스테이터(300)는 스테이터 코어(310), 스테이터 코어(310)에 권선되는 코일(320), 스테이터 코어(310)와 코일(320) 사이에 배치되는 인슐레이터(330)를 포함할 수 있다.
- [0051] 스테이터 코어(310)에는 회전 자계를 형성하는 코일(320)이 권선될 수 있다. 여기서, 스테이터 코어(310)는 하나의 코어로 이루어질 수 있다. 또는, 스테이터 코어(310)는 도 5에 도시된 복수 개의 단위 스테이터 코어(310a)를 원주 방향을 따라 배치하여 형성할 수 있다.
- [0052] 또한, 스테이터 코어(310)는 얇은 강판 형태의 복수 개의 플레이트가 상호 적층된 형태로 이루어질 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 스테이터 코어(310)는 하나의 단일품으로 형성될 수도 있다.
- [0053] 스테이터 코어(310)는 요크(311), 요크(311)에서 반경 방향으로 돌출된 투스(312) 및 투스(312)의 내면(313)에 형성된 제1 홈(314)과 제2 홈(315)을 포함할 수 있다. 여기서, 투스(312)의 원주 방향 중심을 기준으로 제1 홈(314)과 제2 홈(315)까지의 이격 거리는 서로 상이할 수 있다. 그에 따라, 제1 홈(314)과 제2 홈(315)은 투스(312)의 내면(313)에 비대칭적으로 배치될 수 있다.
- [0054] 스테이터 코어(310)의 요크(311)는 원통 형상으로 형성될 수 있다. 그리고, 단위 스테이터 코어(310a)의 요크(311)는 호 형상으로 형성될 수 있다.
- [0055] 상기 투스(312)는 축(C)을 기준으로 반경 방향(x 방향)을 향해 요크(311)에서 돌출되게 배치될 수 있다. 그리고, 복수 개의 상기 투스(312)는 원주 방향을 따라 스테이터 코어(310)의 요크(311)의 내주면에 서로 이격되게 배치될 수 있다. 그에 따라, 각각의 상기 투스(312) 사이에는 코일(320)이 권선될 수 있는 공간인 슬롯이 형성될 수 있다. 이때, 상기 투스(312)는 12개로 제공될 수 있으나 반드시 이에 한정되지 않는다.
- [0056] 한편, 상기 투스(312)는 로터(400)의 마그넷(420)을 대향하도록 배치될 수 있다. 이때, 반경 방향을 기준으로 투스(312)의 내면(313)은 마그넷(420)의 외주면과 소정의 간격으로 이격되게 배치된다. 여기서, 상기 내면(313)은 상기 모터(1)의 축(C)을 기준으로 소정의 곡률(1/R)로 형성될 수 있다. 그에 따라, 상기 투스(312)의 상기 내면(313)의 길이는 호의 길이를 구하는 공식에 의해 구해질 수 있다.
- [0057] 각각의 상기 투스(312)에는 코일(320)이 감긴다.
- [0058] 투스(312)는 코일(320)이 권선되는 바디(312a) 및 바디(312a)의 내측 단부에 배치되는 돌기부(312b)를 포함할 수 있다. 여기서, 돌기부(312b)는 슈라 붙릴 수 있다.
- [0059] 바디(312a)는 축(C)을 기준으로 반경 방향(x 방향)을 향해 요크(311)에서 돌출되게 배치될 수 있다. 그리고, 바디(312a)는 원주 방향을 따라 요크(311)의 내주면에 서로 이격되게 배치될 수 있다.
- [0060] 그리고, 바디(312a)에는 코일(320)이 권선될 수 있다.
- [0061] 돌기부(312b)는 바디(312a)의 단부에서 내측으로 돌출되게 연장될 수 있다. 이때, 돌기부(312b)의 원주 방향 폭은 바디(312a)의 원주 방향 폭보다 클 수 있다.
- [0062] 돌기부(312b)가 원주 방향을 따라 서로 이격되게 배치됨에 따라, 상기 슬롯의 내측에는 개구부가 형성될 수 있다. 여기서, 상기 개구부는 슬롯 오픈을 의미한다. 예컨대, 상기 슬롯 오픈은 복수 개의 투스(312) 중 하나의

투스(312)의 돌기부(312b)의 일단과 인접한 다른 하나의 투스(312)의 돌기부(312b)의 타단 사이를 나타낼 수 있다.

- [0063] 따라서, 상기 슬롯 오픈은 어느 하나의 돌기부(312b)의 끝점(P)과 인접하게 배치되는 다른 하나의 돌기부(312b)의 끝점(P) 사이의 공간을 의미할 수 있으며, 상기 슬롯 오픈은 소정의 거리를 갖도록 배치될 수 있다. 여기서, 상기 슬롯 오픈의 거리는 돌기부(312b) 사이의 거리라 불리거나 또는 슬롯 오픈의 폭이라 불릴 수 있다.
- [0064] 투스(312)의 내면(313)은 상기 모터(1)의 축(C)을 기준으로 소정의 곡률(1/R)을 갖도록 형성될 수 있다. 여기서, 투스(312)의 내면(313)은 돌기부(312b)의 내면(313)일 수 있다.
- [0065] 제1 홈(314)과 제2 홈(315)이 원주 방향으로 서로 이격되게 형성됨에 따라, 상기 내면(313)은 시계 방향을 기준으로 제1 내면(313a), 제2 내면(313b) 및 제3 내면(313c)을 포함할 수 있다.
- [0066] 제1 홈(314)과 제2 홈(315)은 내면(313)에 반경 방향으로 오목하게 형성될 수 있다. 그리고, 제1 홈(314)과 제2 홈(315)은 원주 방향으로 상호 이격되게 내면(313)에 배치될 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 홈(314)과 제2 홈(315)은 샤프트(500)의 축 방향으로 내면(313)의 상단에서 하단까지 길게 형성될 수 있다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 투스(312)의 원주 방향 중심과 축(C)을 연결한 가상의 선(L)을 기준으로 제1 홈(314)과 제2 홈(315)까지의 이격 거리는 서로 상이할 수 있다. 여기서, 투스(312)의 원주 방향 중심은 내면(313)의 중심(C1)일 수 있다. 그에 따라, 상기 선(L) 상에 내면(313)의 중심(C1)이 배치될 수 있다.
- [0068] 따라서, 상기 투스(312)의 내면(313)의 중심(C1)과 상기 샤프트(500)의 축(C)을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제1 홈(314)의 일측까지의 제1 거리(D1)는 상기 선(L)에서 상기 제2 홈(315)의 타측까지의 제2 거리(D2)와 상이할 수 있다. 여기서, 상기 모터(1)의 코깅 토크를 고려하여 상기 제1 거리(D1)는 제2 거리(D2)보다 크거나 작을 수 있다. 그에 따라, 제1 홈(314)과 제2 홈(315)의 배치 위치는 투스(312)의 원주 방향 중심을 기준으로 비대칭 적일 수 있다.
- [0069] 즉, 상기 샤프트(500)의 축(C)을 기준으로, 상기 투스(312)의 내면(313)의 중심(C1)과 상기 샤프트(500)의 축(C)을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제1 홈(314)의 일측까지 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 선(L)에서 상기 제2 홈(315)의 타측까지 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제2 각도( $\theta_2$ )는 서로 상이할 수 있다.
- [0070] 제1 홈(314)과 제2 홈(315)을 설명함에 있어서, 원주 방향을 기준으로 시계 방향측을 일측이라하고 반시계 방향 측을 타측이라 할 수 있다. 예컨대, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 선(L)을 기준으로 제1 홈(314)의 일측까지의 거리를 나타내는 각도일 수 있으며, 상기 제2 각도( $\theta_2$ )는 상기 선(L)을 기준으로 제2 홈(315)의 타측까지의 거리를 나타내는 각도일 수 있다. 여기서, 샤프트(500)의 축(C)은 스테이터 코어(310)의 중심과 동일할 수 있다. 그리고, 제1 각도( $\theta_1$ )와 제2 각도( $\theta_2$ )를 나타내는 내면(313)은 상기 제2 내면(313b)일 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 샤프트(500)의 축을 기준으로, 상기 제1 홈(314)의 일측에서 상기 제2 홈(315)의 타측까지의 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 제1 홈(314)의 타측에서 상기 투스(312)의 타측까지의 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제3 각도( $\theta_3$ ) 및 상기 제2 홈(315)의 일측에서 상기 투스(312)의 내면(313)의 일측까지의 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제4 각도( $\theta_4$ )와 다른 각도로 형성될 수 있다.
- [0072] 여기서, 상기 투스(312)의 내면(313)의 일측에서 상기 제2 홈(315)의 일측까지 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 2배일 수 있다.
- [0073] 그리고, 제5 각도( $\theta_5$ )는 축(C)을 기준으로 제2 내면(313b)의 원주 방향에 대한 일측과 타측이 이루는 각도일 수 있다. 이때, 제5 각도( $\theta_5$ )는 제1 각도( $\theta_1$ )와 제2 각도( $\theta_2$ )를 나타낼 수 있다. 그에 따라, 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 투스(312)의 내면(313)의 중심(C1)과 상기 샤프트(500)의 축(C)을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제1 홈(314)의 일측까지 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 선(L)에서 상기 제2 홈(315)의 타측까지 상기 투스(312)의 내면(313)이 이루는 제2 각도( $\theta_2$ )의 합일 수 있다. 이때, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )는 서로 상이할 수 있다.
- [0074] 그리고, 제3 각도( $\theta_3$ )는 축(C)을 기준으로 제1 내면(313a)의 원주 방향에 대한 일측과 타측이 이루는 각도일 수 있다. 그리고, 제4 각도( $\theta_4$ )는 축(C)을 기준으로 제3 내면(313c)의 원주 방향에 대한 일측과 타측이 이루는 각도일 수 있다.
- [0075] 또한, 상기 제3 각도( $\theta_3$ ) 및 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 서로 상이할 수 있다.

- [0076] 또한, 제1 홈(314)이 상기 선(L)에서 이격되는 이격 거리인 제1 거리(D1)가 제2 홈(315)이 상기 선(L)에서 이격되는 이격 거리인 제2 거리(D2)보다 크거나 작을 수 있기 때문에, 상기 제5 각도( $\theta_5$ )는 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 크거나 작을 수 있다. 예를 들어, 상기 제5 각도( $\theta_5$ )가 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 더 큰 경우, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )보다 클 수 있다. 그리고, 상기 제5 각도( $\theta_5$ )가 상기 제4 각도( $\theta_4$ )보다 더 작은 경우, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )보다 작을 수 있다.
- [0077] 따라서, 상기 투스(312)의 내면(313)의 타측에서 상기 제1 홈(314)까지의 제3 거리(D3)는 상기 투스(312)의 내면(313)의 일측에서 상기 제2 홈(315)까지의 제4 거리(D4)와 상이하다.
- [0078] 한편, 제1 홈(314)과 제2 홈(315)의 크기는 동일할 수 있다. 예컨데, 제1 홈(314)과 제2 홈(315)의 반경 방향의 깊이(D) 및 원주 방향의 폭(W)은 동일한 사각형 형상으로 형성될 수 있다.
- [0079] 여기서, 제1 홈(314)의 원주 방향의 폭(W)을 1이라 할 때, 제1 홈(314)의 원주 방향의 폭(W)에 대한 깊이(D)의 비율은 0.24~0.29일 수 있다. 즉, 제1 홈(314)의 깊이(D)는 제1 홈(314)의 폭(W)의 0.24~0.29배일 수 있다.
- [0080] 또한, 상기 투스(312)의 내면(313)의 중심(C1)과 상기 샤프트(500)의 축(C)을 연결한 가상의 선(L)에서 상기 제2 홈(315)의 타측까지의 제2 거리(D2)는 상기 제2 홈(315)의 깊이(D)의 1.315~1.9725배일 수 있다. 상세하게, 상기 모터(1)의 코깁 토크를 고려하여 제2 거리(D2)는 상기 제2 홈(315)의 깊이(D)의 1.315~1.578배일 수 있다.
- [0081] 상기 모터(1)의 제1 홈(314)과 제2 홈(315)은 상기 선(L)에 대해 비대칭되게 상기 투스(312)의 내면(313)에 형성될 수 있으며, 상기 선(L)을 기준으로 제1 홈(314)의 이격된 제1 거리(D1)에 의해 코깁 토크는 감소될 수 있다.
- [0082] 즉, 상기 모터(1)는 상기 선(L)을 기준으로 제1 홈(314)의 이격 거리인 제1 거리(D1)와 제2 홈(315)의 이격 거리인 제2 거리(D2)를 다르게 설계하여 코깁 토크를 저감시킬 수 있다. 이때, 상기 투스(312)의 내면(313)의 일측에서 상기 제2 홈(315)까지의 제4 거리(D4)는 상기 제2 거리(D2)의 2배일 수 있다.
- [0083] 그에 따라, 상기 샤프트(500)의 축(C)을 기준으로, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )는 서로 상이할 수 있다.
- [0084] 따라서, 상기 모터(1)는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )를 설계 기준값으로 제공하고, 이를 기초로 상기 제1 각도( $\theta_1$ )를 다르게 형성함으로써 코깁 토크를 감소시킬 수 있다. 여기서, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 2배일 수 있다.
- [0085] 예컨데, 상기 모터(1)는 투스(312)의 내면(313)의 중심(C1)에서 떨어져 배치되는 제2 홈(315)의 제2 거리(D2) 또는 제2 각도( $\theta_2$ )와의 관계에서 홈의 깊이(D)를 제시하고, 이를 기반으로 제1 거리(D1) 또는 제1 각도( $\theta_1$ )의 배치 위치를 설정하여 상기 모터(1)의 코깁 토크를 감소시킬 수 있다.
- [0086] 도 6은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.578배인 경우 모터의 코깁 토크 및 토크의 변화를 나타내는 표이고, 도 7은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.578배인 경우 모터의 코깁 토크를 나타내는 그래프이고, 도 8은 비교예인 모터의 코깁 토크 파형을 나타내는 도면이고, 도 9는 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.578배인 경우 제1 각도가 2.4deg 일 때 모터의 코깁 토크 파형을 나타내는 도면이다. 여기서, 비교예로 제시되는 모터는 제1 홈(314)의 제1 각도( $\theta_1$ )와 제2 홈(315)의 제2 각도( $\theta_2$ )가 동일한 경우를 나타낸다. 그리고, 상기 모터(1)에 있어서, 제2 홈(315)의 제2 거리(D2)는 제2 홈(315)의 깊이(D)의 1.578배일 수 있다. 예컨데, 제2 홈(315)의 제2 거리(D2)가 0.789mm일 때, 상기 제2 홈(315)의 깊이(D)는 0.5mm일 수 있다. 이때, 제1 홈(314)의 깊이는 제2 홈(315)의 깊이와 동일하다.
- [0087] 상기 모터(1)의 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 제2 각도( $\theta_2$ )보다 크거나 작게 형성될 수 있다.
- [0088] 도 6 및 도 7을 참조하면, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 차이는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 크기의 10% 이내일 수 있다. 상세하게, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 10% 이내의 각도의 합( $\theta_1 = \theta_2 + K1$ ,  $K1 \leq \theta_2 * 10\%$ )이거나, 또는 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차( $\theta_1 = \theta_2 - K2$ ,  $K2 \leq \theta_2 * 5\%$ )일 수 있다.
- [0089] 그에 따라, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 10% 이내의 각도의 합( $\theta_4 = \theta_3 + K1$ ,  $K1 \leq \theta_2 * 10\%$ )이거나, 또는, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차( $\theta_4 = \theta_3 - K2$ ,  $K2 \leq \theta_2 * 5\%$ )일 수 있다. 이에, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )와 상기 제3 각도( $\theta_3$ )의 차이는 상기

제4 각도( $\theta_4$ )의 크기의 5% 이내일 수 있다.

- [0090] 또는, 상기 모터(1)의 상기 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)보다 크거나 작게 형성될 수 있다. 상세하게, 상기 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)와 상기 제2 거리(D2)의 10% 이내의 합( $D1=D2+K1$ ,  $K1 \leq D2*10\%$ )이거나, 또는 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)와 상기 제2 거리(D2)의 5% 이내의 차( $D1=D2-K2$ ,  $K2 \leq D2*5\%$ )일 수 있다.
- [0091] 도 6 및 도 7을 참조하면, 실시예에 따른 모터(1)는 비교예인 모터 대비 최대 4.6%( $\theta_1=2.4\text{deg}$ )까지 코깅 토크가 저감될 수 있다.
- [0092] 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 큰 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 제1 각도( $\theta_1$ )가 2.4deg일 때까지 하락하다가 다시 증가하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 작은 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 제1 각도( $\theta_1$ )가 2.1deg일 때까지 하락하다가 다시 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이때, 비교예인 모터의 토크 결과치인 6.01Nm 대비 실시예에 따른 모터(1)의 토크의 변화량이 미미함을 확인할 수 있다.
- [0093] 따라서, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 8.6% 크게 형성되는 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 최소값을 갖게 된다. 그리고, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 5% 작게 형성되는 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 두번째로 작은 값을 갖게 된다.
- [0094] 도 8 및 도 9에 도시된 맥동(반복 토크 파형)을 참조하면, 상기 모터(1)의 코깅 토크의 최대값과 최소값의 진폭은 비교예인 모터의 코깅 토크의 최대값과 최소값의 폭보다 작음을 확인할 수 있다. 그에 따라, 상기 모터(1)의 코깅 토크가 저감되는 것을 확인할 수 있다.
- [0095] 도 10은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.315배인 경우 모터의 코깅 토크 및 토크의 변화를 나타내는 표이고, 도 11은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.315배인 경우 모터의 코깅 토크를 나타내는 그래프이고, 도 12는 비교예인 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이고, 도 13은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.315배인 경우 제1 각도가 2.3deg일 때 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이다. 여기서, 비교예로 제시되는 모터는 제1 홈(314)의 제1 각도( $\theta_2$ )와 제2 홈(315)의 제2 각도( $\theta_2$ )가 동일한 경우를 나타낸다. 그리고, 상기 모터(1)에 있어서, 제2 홈(315)의 제2 거리(D2)는 제2 홈(315)의 깊이(D)의 1.315배일 수 있다. 예컨대, 제2 홈(315)의 제2 거리(D2)가 0.789mm일 때, 상기 제2 홈(315)의 깊이(D)는 0.6mm일 수 있다. 이때, 제1 홈(314)의 깊이는 제2 홈(315)의 깊이와 동일하다.
- [0096] 상기 모터(1)의 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 제2 각도( $\theta_2$ )보다 크거나 작게 형성될 수 있다.
- [0097] 도 10 및 도 11을 참조하면, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 차이는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 크기의 5% 이내일 수 있다. 상세하게, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 4% 이내의 각도의 합( $\theta_1=\theta_2+K1$ ,  $K1 \leq \theta_2*4\%$ )이거나, 또는 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차( $\theta_1=\theta_2-K2$ ,  $K2 \leq \theta_2*5\%$ )일 수 있다.
- [0098] 그에 따라, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 4% 이내의 각도의 합( $\theta_4=\theta_3+K1$ ,  $K1 \leq \theta_2*4\%$ )이거나, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )는 상기 제3 각도( $\theta_3$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 5% 이내의 각도의 차( $\theta_4=\theta_3-K2$ ,  $K2 \leq \theta_2*5\%$ )일 수 있다.
- [0099] 이에, 상기 제4 각도( $\theta_4$ )와 상기 제3 각도( $\theta_3$ )의 차이는 상기 제4 각도( $\theta_4$ )의 크기의 2.5% 이내일 수 있다.
- [0100] 또는, 상기 모터(1)의 상기 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)보다 크거나 작게 형성될 수 있다. 상세하게, 상기 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)와 상기 제2 거리(D2)의 4% 이내의 합( $D1=D2+K1$ ,  $K1 \leq D2*4\%$ )이거나, 또는 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)와 상기 제2 거리(D2)의 5% 이내의 차( $D1=D2-K2$ ,  $K2 \leq D2*5\%$ )일 수 있다.
- [0101] 도 10 및 도 11을 참조하면, 실시예에 따른 모터(1)는 비교예인 모터 대비 최대 17.3%( $\theta_1=2.3\text{deg}$ )까지 코깅 토크가 저감될 수 있다.
- [0102] 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 큰 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 제1 각도( $\theta_1$ )가 2.3deg일 때까지 하락하다가 다시 증가하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 작은 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 제1 각도( $\theta_1$ )가 2.2deg일 때까지 하락하다가 다시 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이때, 비교예인 모터의 토크 결과치인 6.01Nm 대비 실시예에 따른 모터(1)의 토크의 변화량이 없음을 확인할 수 있다.

- [0103] 따라서, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 4% 크게 형성되는 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 최소값을 갖게 된다. 그리고, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 0.5% 작게 형성되는 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 두번째로 작은 값을 갖게 된다.
- [0104] 도 12 및 도 13에 도시된 맥동(반복 토크 파형)을 참조하면, 상기 모터(1)의 코깅 토크의 최대값과 최소값의 진폭은 비교예인 모터의 코깅 토크의 최대값과 최소값의 폭보다 작음을 확인할 수 있다. 그에 따라, 상기 모터(1)의 코깅 토크가 저감되는 것을 확인할 수 있다.
- [0105] 도 14는 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.9725배인 경우 모터의 코깅 토크 및 토크의 변화를 나타내는 표이고, 도 15는 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.9725배인 경우 모터의 코깅 토크를 나타내는 그래프이고, 도 16은 비교예인 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이고, 도 17은 실시예에 따른 모터의 제2 홈의 깊이 대비 제2 홈의 제2 거리가 1.9725배인 경우 제1 각도가 2.4deg일 때 모터의 코깅 토크 파형을 나타내는 도면이다. 여기서, 비교예로 제시되는 모터는 제1 홈(314)의 제1 각도( $\theta_2$ )와 제2 홈(315)의 제2 각도( $\theta_2$ )가 동일한 경우를 나타낸다. 그리고, 상기 모터(1)에 있어서, 제2 홈(315)의 제2 거리(D2)는 제2 홈(315)의 깊이(D)의 1.9725배일 수 있다. 예컨대, 제2 홈(315)의 제2 거리(D2)가 0.789mm일 때, 상기 제2 홈(315)의 깊이(D)는 0.6mm일 수 있다. 이때, 제1 홈(314)의 깊이는 제2 홈(315)의 깊이와 동일하다.
- [0106] 상기 모터(1)의 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 제2 각도( $\theta_2$ )보다 크거나 작게 형성될 수 있다.
- [0107] 도 14 및 도 15를 참조하면, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 차이는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 크기의 10% 이내일 수 있다. 상세하게, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 10% 이내의 각도의 합( $\theta_1 = \theta_2 + K_1$ ,  $K_1 \leq \theta_2 * 10\%$ )이거나, 또는 상기 제1 각도( $\theta_1$ )는 상기 제2 각도( $\theta_2$ )와 상기 제2 각도( $\theta_2$ )의 0.5% 이내의 각도의 차( $\theta_1 = \theta_2 - K_2$ ,  $K_2 \leq \theta_2 * 0.5\%$ )일 수 있다.
- [0108] 또는, 상기 모터(1)의 상기 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)보다 크거나 작게 형성될 수 있다. 상세하게, 상기 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)와 상기 제2 거리(D2)의 10% 이내의 합( $D_1 = D_2 + K_1$ ,  $K_1 \leq D_2 * 10\%$ )이거나, 또는 제1 거리(D1)는 상기 제2 거리(D2)와 상기 제2 거리(D2)의 0.5% 이내의 차( $D_1 = D_2 - K_2$ ,  $K_2 \leq D_2 * 0.5\%$ )일 수 있다.
- [0109] 도 14 및 도 15를 참조하면, 실시예에 따른 모터(1)는 비교예인 모터 대비 최대 3.5%( $\theta_1 = 2.4\text{deg}$ )까지 코깅 토크가 저감될 수 있다.
- [0110] 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 큰 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 제1 각도( $\theta_1$ )가 2.4deg일 때까지 하락하다가 다시 증가하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 작은 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 제1 각도( $\theta_1$ )가 2.2deg일 때까지 하락하다가 다시 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이때, 비교예인 모터의 토크 결과치인 6.09Nm 대비 실시예에 따른 모터(1)의 토크의 변화량이 없음을 확인할 수 있다.
- [0111] 따라서, 상기 제1 각도( $\theta_1$ )가 상기 제2 각도( $\theta_2$ )보다 8.6% 크게 형성되는 경우, 상기 모터(1)의 코깅 토크는 최소값을 갖게 된다.
- [0112] 도 16 및 도 17에 도시된 맥동(반복 토크 파형)을 참조하면, 상기 모터(1)의 코깅 토크의 최대값과 최소값의 진폭은 비교예인 모터의 코깅 토크의 최대값과 최소값의 폭보다 작음을 확인할 수 있다. 그에 따라, 상기 모터(1)의 코깅 토크가 저감되는 것을 확인할 수 있다.
- [0113] 인슐레이터(330)는 스테이터 코어(310)와 코일(320)을 절연시킨다. 그에 따라, 인슐레이터(330)는 스테이터 코어(310)와 코일(320) 사이에 배치될 수 있다.
- [0114] 따라서, 코일(320)은 인슐레이터(330)가 배치된 스테이터 코어(310)의 투스(312)에 권선될 수 있다.
- [0115] 로터(400)는 스테이터(300)의 내측에 배치된다. 그리고, 로터(400)는 중심부에 샤프트(500)가 삽입되는 홀을 포함할 수 있다. 그에 따라, 로터(400)의 상기 홈에는 샤프트(500)가 결합될 수 있다.
- [0116] 도 2를 참조하면, 로터(400)는 로터 코어(410), 로터 코어(410)의 외주면에 배치되는 마그넷(420)을 포함할 수 있다. 여기서, 마그넷(420)은 8개로 제공될 수 있으나 반드시 이에 한정되지 않는다.
- [0117] 도 2에 도시된 바와 같이, 로터(400)는 마그넷(420)이 로터 코어(410)의 외주면에 결합되는 타입으로 구현될 수 있다. 이러한 타입의 로터(400)는 마그넷(420)의 이탈을 방지하고 결합력을 높이기 위하여 별도의 캔부재(미도

시)가 로터 코어(410)에 결합될 수 있다. 또는 마그넷(420)과 로터 코어(410)가 이중 사출되어 일체로 형성될 수 있다.

- [0118] 또는, 로터(400)는 마그넷(420)이 로터 코어(410)의 내부에 결합되는 타입으로 구현될 수도 있다. 이러한 타입의 로터(400)는 로터 코어(410) 내부에 마그넷(420)이 삽입되는 포켓이 마련될 수 있다.
- [0119] 로터 코어(410)는 얇은 강판 형태의 복수 개의 플레이트가 상호 적층되어 이루어질 수 있다. 물론, 로터 코어(410)는 하나의 통으로 구성되는 단일 코어 형태로 제작될 수도 있다.
- [0120] 또한, 로터 코어(410)는 스큐(skew)각을 형성하는 복수 개의 픽(Puck)(단위 코어)이 적층되는 형태로 이루어질 수도 있다.
- [0121] 한편, 로터 코어(410)는 샤프트(500)가 삽입되게 형성된 홀을 포함할 수 있다.
- [0122] 샤프트(500)는 로터(400)에 결합될 수 있다. 전류 공급을 통해 로터(400)와 스테이터(300)에 전자기적 상호 작용이 발생하면 로터(400)가 회전하고 이에 연동하여 샤프트(500)가 회전한다. 이때, 샤프트(500)는 베어링(10)에 의해 지지될 수 있다.
- [0123] 샤프트(500)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 베어링(10)에 의해 하우징(100)과 커버(200)의 내부에 회전 가능하게 지지될 수 있다.
- [0124] 샤프트(500)는 차량의 조향축과 연결될 수 있다. 그에 따라, 샤프트(500)의 회전에 의해 상기 조향축은 동력을 전달받을 수 있다.
- [0125] 버스바(600)는 스테이터(300)의 상부에 배치될 수 있다.
- [0126] 그리고, 버스바(600)는 스테이터(300)의 코일(320)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0127] 버스바(600)는 버스바 바디(미도시)와 상기 버스바 바디에 배치되는 복수 개의 터미널(미도시)을 포함할 수 있다.
- [0128] 상기 버스바 바디는 사출 성형을 통해 형성된 링 형상의 몰드물일 수 있다. 그리고, 상기 터미널은 인서트 사출 성형을 통해 상기 버스바 바디에 배치될 수 있다. 여기서, 상기 터미널은 스테이터(300)의 코일(320)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0129] 센서부(700)는 로터(400)와 회전 연동 가능하게 설치된 센싱 마그넷의 자기력을 감지하여 로터(400)의 현재 위치를 파악함으로써 샤프트(500)의 회전을 감지할 수 있게 한다.
- [0130] 센서부(700)는 센싱 마그넷 조립체(710)와 인쇄회로기판(PCB, 720)을 포함할 수 있다.
- [0131] 센싱 마그넷 조립체(710)는 로터(400)와 연동하도록 샤프트(500)에 결합되어 로터(400)의 위치를 검출되게 한다. 이때, 센싱 마그넷 조립체(710)는 센싱 마그넷과 센싱 플레이트를 포함할 수 있다. 상기 센싱 마그넷과 상기 센싱 플레이트는 동축을 갖도록 결합될 수 있다.
- [0132] 상기 센싱 마그넷은 내주면을 형성하는 홀에 인접하여 원주방향으로 배치되는 메인 마그넷과 가장자리에 형성되는 서브 마그넷을 포함할 수 있다. 메인 마그넷은 모터의 로터(400)에 삽입된 드라이브 마그넷과 동일하게 배열될 수 있다. 서브 마그넷은 메인 마그넷보다 세분화되어 많은 극으로 이루어진다. 이에 따라, 회전 각도를 더욱 세밀하게 분할하여 측정하는 것이 가능하며, 모터의 구동을 더 부드럽게 할 수 있다.
- [0133] 상기 센싱 플레이트는 원판 형태의 금속 재질로 형성될 수 있다. 센싱 플레이트의 상면에는 센싱 마그넷이 결합될 수 있다. 그리고 센싱 플레이트는 샤프트(500)에 결합될 수 있다. 여기서, 상기 센싱 플레이트에는 샤프트(500)가 관통하는 홀이 형성된다.
- [0134] 인쇄회로기판(720)에는 센싱 마그넷의 자기력을 감지하는 센서가 배치될 수 있다. 이때, 상기 센서는 홀 IC(Hall IC)로 제공될 수 있다. 그리고, 상기 센서는 센싱 마그넷의 N극과 S극의 변화를 감지하여 센싱 시그널을 생성할 수 있다.
- [0135] 상기에서는 본 발명의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 수정과 변경에 관계된 차이점들을 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

**부호의 설명**

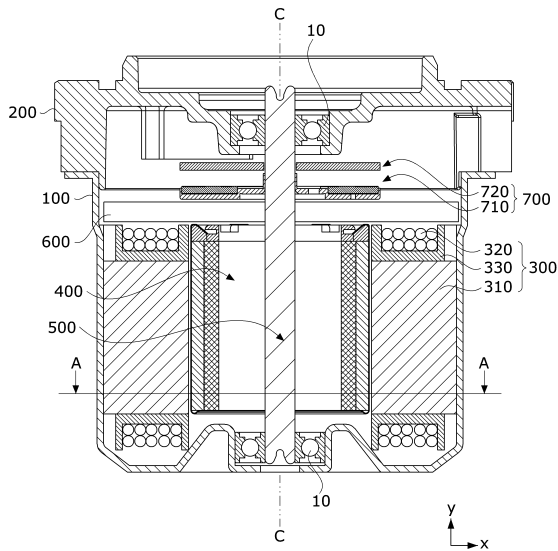
[0136]

- 1: 모터
- 100: 하우징
- 200: 커버
- 300: 스테이터
- 310: 스테이터 코어
- 311: 요크
- 312: 투스
- 313: 내면
- 314: 제1 홈
- 315: 제2 홈
- 320: 코일
- 400: 로터
- 410: 로터 코어
- 420: 마그넷
- 500: 샤프트
- 600: 버스타
- 700: 센서부

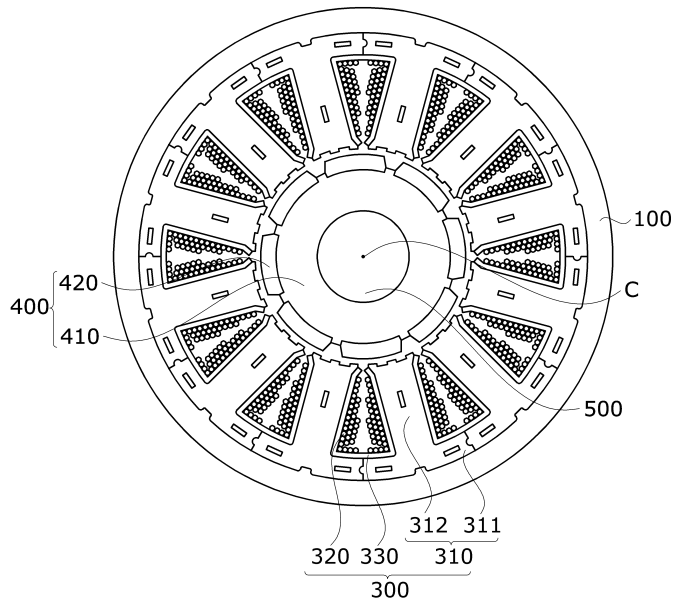
**도면**

**도면1**

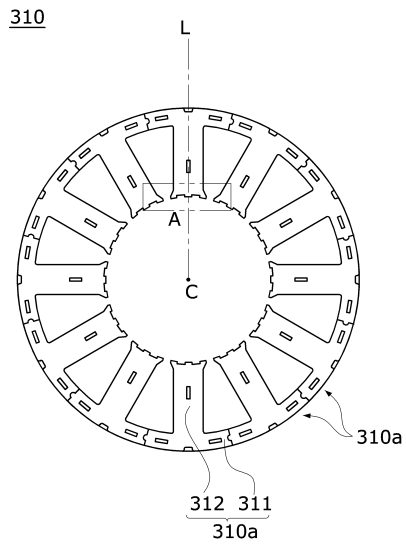
1



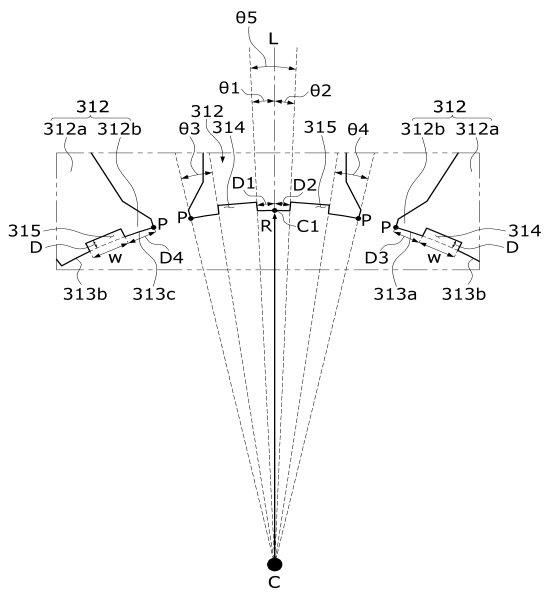
도면2



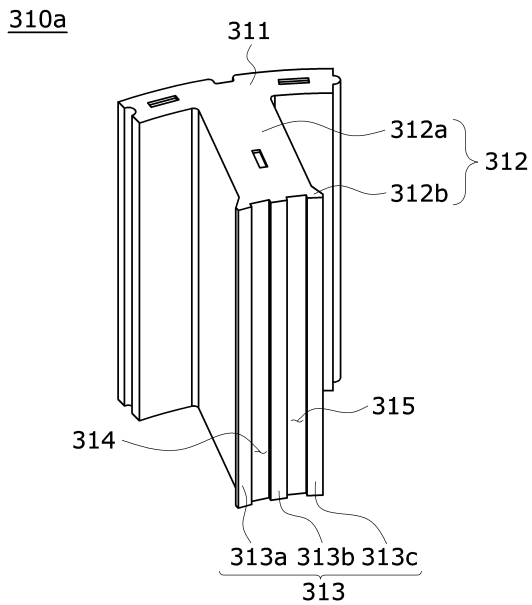
도면3



도면4



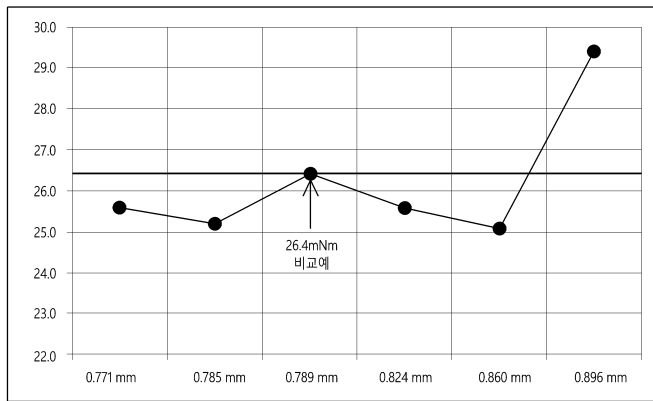
도면5



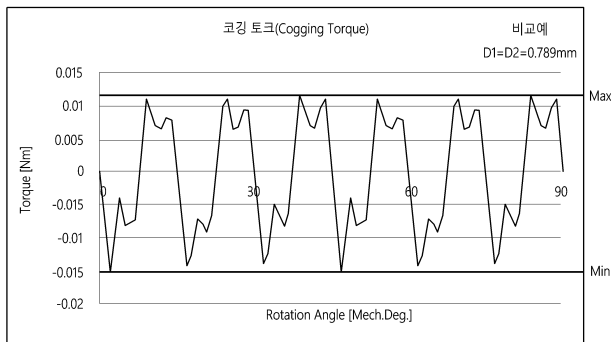
도면6

제1 거리 (제1각도)	코깅 토크(Cogging Torque)	변화율	토크(Torque)	변화율
비교예 D1=D2=0.789mm(θ1=θ2=2.21deg)	26.40	-	6.01	-
D1=0.771mm(θ1=2.1deg)	25.60	2.8% ↓	6.06	0.9% ↑
D1=0.785mm(θ1=2.2deg)	25.20	4.4% ↓	6.06	0.9% ↑
D1=0.824mm(θ1=2.3deg)	25.60	3.1% ↓	6.06	0.9% ↑
D1=0.860mm(θ1=2.4deg)	25.10	4.6% ↓	6.06	0.9% ↑
D1=0.896mm(θ1=2.5deg)	29.40	11.5% ↑	6.06	0.9% ↑

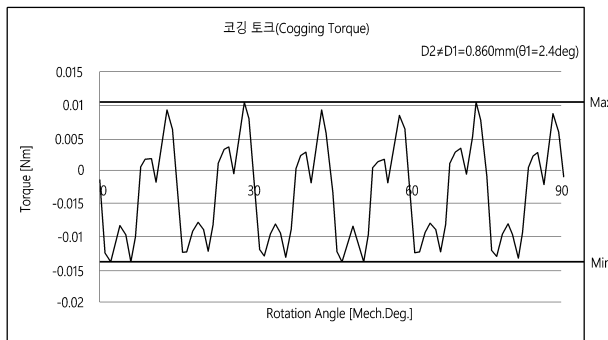
도면7



도면8



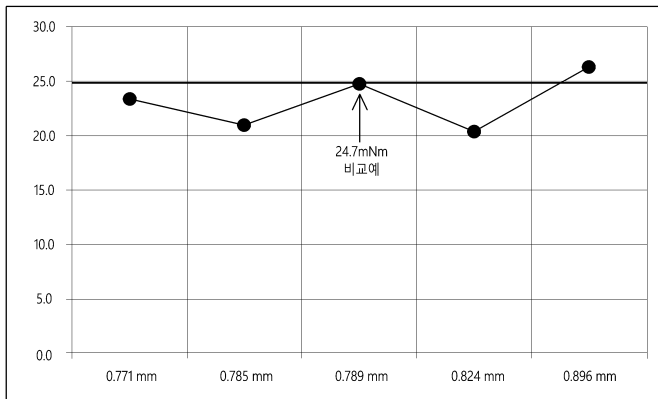
도면9



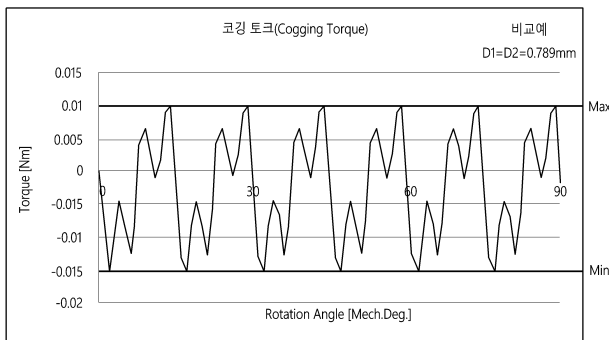
도면10

제1 거리 (제1각도)	코깅 토크(Cogging Torque)	변화율	토크(Torque)	변화율
비교예 D1=D2=0.789mm (theta1=2.21deg)	24.70	-	6.01	-
D1=0.771mm(theta1=2.1deg)	23.30	5.6% ↓	6.01	0.0% -
D1=0.785mm(theta1=2.2deg)	21.00	15.0% ↓	6.01	0.0% -
D1=0.824mm(theta1=2.3deg)	20.40	17.3% ↓	6.01	0.0% -
D1=0.860mm(theta1=2.4deg)	26.20	6.1% ↑	6.01	0.0% -

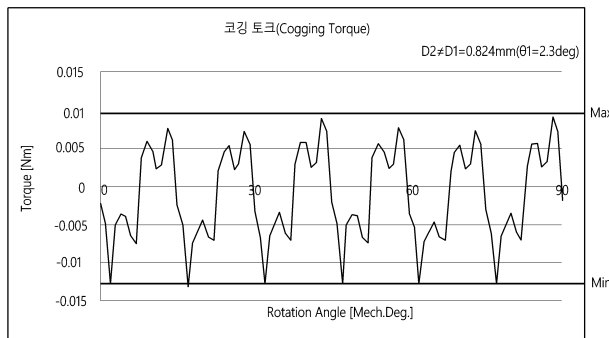
도면11



도면12



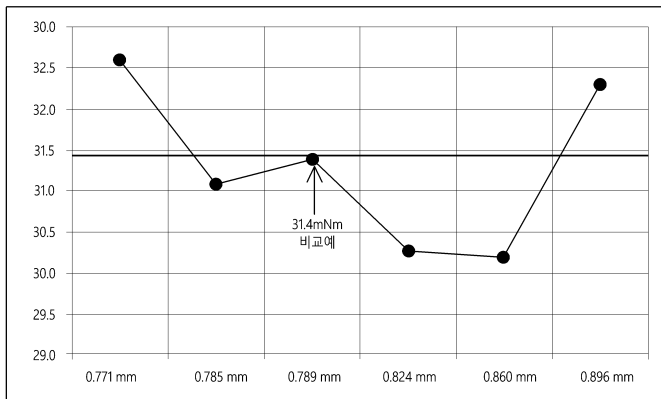
도면13



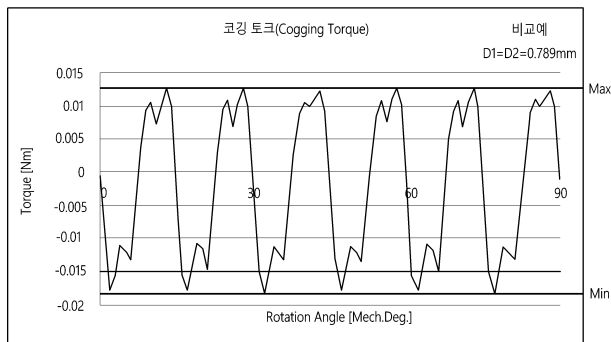
도면14

제1 거리 (제1각도) 비교예 D1=D2=0.789mm (θ1=θ2=2.21deg)	코깅 토크(Cogging Torque)	변화율	토크(Torque)	변화율
D1=0.771mm(θ1=2.1deg)	32.60	4.0% ↑	6.09	0.0% -
D1=0.785mm(θ1=2.2deg)	31.10	0.8% ↓	6.09	0.0% -
D1=0.824mm(θ1=2.3deg)	30.30	3.2% ↓	6.09	0.0% -
D1=0.860mm(θ1=2.4deg)	30.20	3.5% ↓	6.09	0.0% -
D1=0.896mm(θ1=2.5deg)	32.30	2.9% ↑	6.09	0.0% -

도면15



도면16



도면17

