(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2024 년 10 월 3 일 (03.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2024/205348 A1

(51) 국제특허분류:
H02K 21/14 (2006.01) *H02K 1/14* (2006.01)
H02K 29/03 (2006.01) *H02K 1/16* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2024/095018

(22) 국제출원일: 2024 년 1 월 10 일 (10.01.2024)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2023-0041691 2023 년 3 월 30 일 (30.03.2023) KR

(71) 출원인: 한온시스템 주식회사 (**HANON SYSTEMS**) [KR/KR]; 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR).

(72) 발명자: 박민규 (**PARK, Min Gyu**); 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR). 김현칠 (**KIM, Hyun Chil**); 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR). 박건웅 (**PARK, Gunwoong**); 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR). 박준혁 (**PARK, Jun Hyuk**); 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR). 박치용 (**PARK, Chi Yong**); 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR). 이종성 (**LEE, Jong Sung**); 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR). 최규성 (**CHOI, Kyu Sung**); 34325 대전광역시 대덕구 신일서로 95, Daejeon (KR).

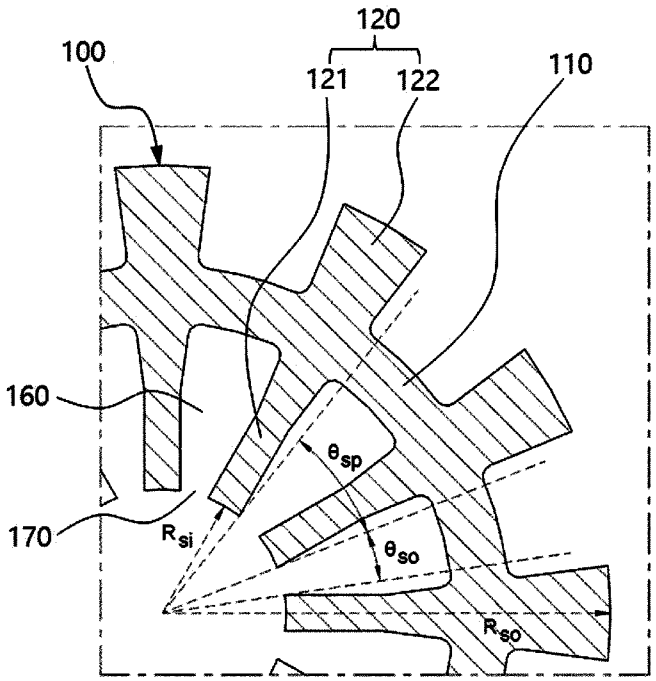
(74) 대리인: 특허법인 플러스 (**PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM**); 35209 대전광역시 서구 한밭대로 809, 10층, Daejeon (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,

WO 2024/205348 A1

(54) **Title:** TOROIDAL MOTOR

(54) **발명의 명칭:** 토로이달 모터



(57) **Abstract:** The present invention provides a toroidal motor comprising a stator comprising: an annular yoke; a plurality of teeth extending radially from the yoke and arranged to be spaced apart from each other in the circumferential direction of the yoke; coils each wound around the yoke between adjacent teeth among the plurality of teeth, wherein the ratio between the inner radius and the outer radius of the stator is within a specific range, so that design with optimization of the size of a slot opening, which is a gap between the radial inner ends of adjacent teeth, is possible, thus improving the efficiency of the motor and vibration and noise characteristics of the motor and facilitating the winding operation of the coils.

[다음 쪽 계속]

KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명은 토로이달 모터는 환형의 요크; 상기 요크에서 반경방향으로 연장 형성되고, 상기 요크의 원주방향으로 서로 이격되어 배열된 복수의 티스; 상기 복수의 티스 중 서로 이웃하는 티스들 사이에서 각각 상기 요크에 감긴 코일; 을 포함한 스테이터를 포함하여 이루어지며, 상기 스테이터의 내측 반경과 외측 반경의 비율이 특정한 범위 사이가 되도록 형성됨으로써, 서로 이웃하는 티스의 반경방향 내측단 사이의 간격인 슬롯 오프닝의 크기를 최적화하여 설계할 수 있어, 모터의 효율, 진동 및 소음 특성이 향상되며 코일의 권선 작업이 용이할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 토로이달 모터

기술분야

[1] 본 발명은 환형의 요크에 코일이 권선된 스테이터를 포함한 토로이달 모터에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 전기 모터는 스테이터에 코일을 감고 코일에 전기를 공급하여 전자기를 유도하게 되는데, 스테이터에 코일을 감는 방식에 따라 집중권, 분포권, 토로이달 방식 등으로 나뉜다.

[4] 집중권 방식은 스테이터의 티스에 코일을 감는 방식이고, 코일의 권선이 용이하여 양산성이 우수한 장점이 있다. 반면, 코일이 특정 부분에 집중되어 권선됨으로써 자속(전자기력)이 특정 부분에 집중되게 되어 효율이 떨어지고 발열 손실이 높은 단점이 있다.

[5] 분포권 방식 역시 스테이터의 티스에 코일 감는 방식이고, 집중권에 비해 보다 세분화된 자속 분포를 가짐에 따라 효율과 발열 손실이 우수한 장점이 있으나, 좁은 슬롯 입구로 인해 권선이 용이하지 않고 결선이 까다로워 양산성이 저하되는 단점이 있다.

[6] 토로이달 방식은 상기 집중권 및 분포권 방식의 단점을 보완하기 위해 개발된 것이며, 스테이터를 구성하는 링 형태의 요크에 코일을 감는 방식이다. 토로이달 방식은 분포권에 비해 권선이 용이하여 양산성이 우수하고, 집중권에 비해 세분화된 자속 분포를 가짐에 따라 효율이나 발열 손실이 우수한 장점을 갖는다.

[7] 도 1 및 도 2는 종래의 토로이달 모터의 스테이터를 나타낸 사시도 및 평면도이다.

[8] 도시된 바와 같이 종래의 토로이달 모터의 스테이터는 환형의 요크(1), 상기 요크(1)의 내측에서 반경방향 안쪽으로 연장 형성된 복수의 티스(2), 상기 요크(1)의 외측에서 반경방향 바깥쪽으로 연장 형성된 복수의 지지부(3), 및 상기 요크(1)의 내측과 외측을 번갈아 통과하도록 요크(1)에 감긴 코일(4)을 포함할 수 있다. 그리고 도시되지는 않았으나 스테이터의 내측에는 영구자석을 포함한 로터가 이격되어 배치될 수 있다.

[9] 그런데 이런한 종래의 토로이달 모터는 스테이터의 서로 이웃하는 티스의 반경방향 내측단 사이의 간격인 슬롯 오프닝이 상대적으로 좁게 형성되어 있으며, 슬롯 오프닝을 줄이기 위해 대부분이 폴슈가 원주방향으로 돌출되어 있는 구조를 갖고 있다. 여기에서 폴슈 구조를 이용해 슬롯 오프닝을 줄이면 스테이터의 내주면(티스의 반경방향 안쪽면)과 로터의 외주면 사이의 간격인 공극에서의 자기저항 분포가 균일하게 되어 코깅토크가 감소된다. 또한, 고조파가 작아져 모터의

손실을 줄일 수 있다. 하지만, 요크에 코일을 감기 위해서는 코일이 슬롯 오프닝을 통과해야하기 때문에 코일을 감을 수 있도록 특정한 간격의 슬롯 오프닝을 확보해야 한다.

[10] 그런데 상기한 바와 같이 상대적으로 작은 슬롯 오프닝으로 인한 장점은 상기한 공극이 상대적으로 작을 때 효과가 크며, 공극이 커질수록 그 효과가 적어진다. 그리고 고속으로 회전되는 모터에서는 로터의 영구자석이 이탈되는 것을 방지하기 위해 로터의 영구자석 외측에 슬리브가 끼워져 있는 구조로 형성되기 때문에, 일반적인 모터에 비해 슬리브가 있는 로터를 갖는 고속 모터에서는 공극이 매우 크다.

[11] 따라서, 상대적으로 작은 슬롯 오프닝으로 인한 이득이 매우 적기 때문에, 코일의 권선 작업이 원활하도록 슬롯 오프닝을 넓히는 것이 유리할 수 있다.

[12] [선행기술문헌]

[13] [특허문헌]

[14] CN 210350870 U (2016.03.09)

[15]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[16] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 요구되는 모터의 효율 및 성능을 만족시키면서 아울러 스테이터의 요크에 코일을 권선하는 작업이 용이할 수 있도록, 서로 이웃하는 티스의 반경방향 내측단 사이의 간격인 슬롯 오프닝의 크기를 최적화하여 설계할 수 있는 토로이달 모터를 제공하는 것이다.

[17]

과제 해결 수단

[18] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 토로이달 모터는 환형의 요크; 상기 요크에서 반경방향으로 연장 형성되고, 상기 요크의 원주방향으로 서로 이격되어 배열된 복수의 티스; 상기 복수의 티스 중 서로 이웃하는 티스들 사이에서 각각 상기 요크에 감긴 코일; 을 포함한 스테이터를 포함하여 이루어지고, 상기 스테이터의 내측 반경(Rsi)과 스테이터의 외측 반경(Rso)의 비율이 특정한 범위 사이가 되도록 형성되며, 서로 이웃하는 티스들 사이의 공간을 형성하는 부분이 슬롯이고, 상기 슬롯의 도입부인 서로 이웃하는 티스들의 반경방향 내측단 사이의 개구가 슬롯 오프닝이며, 상기 슬롯 오프닝의 각도(θso)와 슬롯 피치의 각도(θsp)의 비율이 특정한 범위 사이가 되도록 형성될 수 있다.

[19] 또한, 상기 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)은 0.269 이상 0.323 이하의 범위로 형성될 수 있다.

[20] 또한, 상기 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 상기 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비

율(θso/θsp)은 모터의 효율, 역기전력 THD(Total Harmonic Distortion; 전체 고조파 왜곡) 및 코깅 토크의 요구조건을 만족하는 범위 내에서 형성될 수 있다.

[21] 또한, 상기 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso)은 0.383 이상 0.558 이하의 범위로 형성될 수 있다.

[22] 또한, 상기 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 상기 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)은 모터의 무게, 전류 밀도 및 토크 리플 중 어느 하나 이상의 요구조건을 더 만족하는 범위 내에서 형성될 수 있다.

[23] 또한, 상기 복수의 티스는 상기 요크의 내주면에서 반경방향 안쪽으로 연장 형성된 복수의 내측 티스 및 상기 요크의 외주면에서 반경방향 바깥쪽으로 연장 형성된 복수의 외측 티스를 포함할 수 있다.

[24] 또한, 상기 티스의 반경방향 내측단에는 원주방향 양측으로 각각 폴슈가 연장 형성될 수 있다.

[25] 또한, 상기 슬롯 오프닝은 서로 이웃하는 티스들의 폴슈 사이의 간극일 수 있다.

[26] 또한, 상기 스테이터의 내측에 이격되어 배치된 로터를 더 포함하여 이루어지고, 상기 로터는 샤프트, 상기 샤프트의 외측에 결합된 마그넷, 및 상기 마그넷의 외측에 끼워진 관 형태의 슬리브를 포함할 수 있다.

[27] 또한, 상기 스테이터의 내주면과 상기 로터의 외주면 사이의 공극의 크기에 비례하여 서로 이웃하는 티스들의 반경방향 내측단 사이의 개구인 슬롯 오프닝의 크기가 형성될 수 있다.

[28] 또한, 상기 토로이달 모터는 2극 12슬롯으로 형성될 수 있다.

[29]

발명의 효과

[30] 본 발명의 토로이달 모터는 회전 손실이 저감되어 효율을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

[31] 또한, 역기전력 THD(Total Harmonic Distortion) 및 코깅토크가 저감되어 진동 및 소음 특성이 향상되는 장점이 있다.

[32] 또한, 종래기술에 비해 넓은 슬롯 오프닝을 확보할 수 있어 요크에 코일을 감는 권선 작업이 용이한 장점이 있다.

[33]

도면의 간단한 설명

[34] 도 1 및 도 2는 종래의 토로이달 모터의 스테이터를 나타낸 사시도 및 평면도이다.

[35] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 토로이달 모터를 나타낸 평면 단면도이다.

[36] 도 4는 도 3에서 요크에 코일이 권선된 상태를 나타낸 개념도이다.

[37] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 토로이달 모터에서 스테이터의 각 부분의 치수를 나타낸 도면이다.

[38] 도 6 및 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 스테이터와 로터 사이의 공극의 크기와 스테이터의 슬롯 오프닝의 크기(폴슈의 유무)에 따른 공극에서의 자속밀도 분포를 비교한 그래프이다.

[39] 도 8 내지 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 토로이달 모터에서 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)에 대한 모터의 효율, 역기전력 THD, 코깅 토크, 무게, 전류 밀도, 토크 리플의 분포를 나타낸 그래프이다.

[40] 도 14는 도 8 내지 도 13의 조건을 모두 만족시키는 Rsi/Rso 및 θso/θsp 의 범위를 나타낸 그래프이다.

[41] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 토로이달 모터의 스테이터를 나타낸 도면이다.

[42]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[43] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명의 토로이달 모터를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[44] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 토로이달 모터를 나타낸 평면 단면도이고, 도 4는 도 3에서 요크에 코일이 권선된 상태를 나타낸 개념도이며, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 토로이달 모터에서 스테이터의 각 부분의 치수를 나타낸 도면이다.

[45] 도시된 바와 같이 본 발명의 토로이달 모터는 스테이터(100)를 포함하고, 스테이터(100)의 내측에 이격되어 배치된 로터(200)를 더 포함할 수 있다.

[46] 스테이터(100)는 요크(110), 복수의 티스(120) 및 코일(150)을 포함할 수 있으며, 인슐레이터(140)를 더 포함할 수 있다.

[47] 요크(110)는 환형(도넛 형태)으로 형성될 수 있으며, 링 형태 또는 실린더 형태로 형성될 수도 있다.

[48] 티스(120)는 요크(110)에서 반경방향으로 돌출된 형태로 요크(110)에서 연장 형성될 수 있다. 그리고 티스(120)는 복수로 구비되어, 복수의 티스(120)가 원주방향을 따라 서로 이격되어 배열될 수 있다. 일례로 티스(120)는 요크(110)의 내주면에서 반경방향 안쪽으로 연장 형성된 복수의 내측 티스(121) 및 요크(110)의 외주면에서 반경방향 바깥쪽으로 연장 형성된 복수의 외측 티스(122)를 포함할 수 있다. 여기에서 복수의 내측 티스(121)와 복수의 외측 티스(122)는 원주방향으로 서로 대응되는 위치에 배치될 수 있다. 그리하여 서로 인접하여 이웃하는 티스(120)들 사이에는 각각 공간을 형성하는 홈 형태의 슬롯(160)이 형성되고, 슬롯(160)에는 코일(150)이 수용될 수 있다. 슬롯(160)은 요크(110)의 반경방향 안쪽에 형성된 슬롯과 바깥쪽에 형성된 슬롯이 존재하며, 이하에서는 요크(110)의 반경방향 안쪽에 형성된 슬롯을 기준으로 설명한다. 그리고 반경방향으로 슬롯(S)의

가장 안쪽인 서로 이웃하는 티스들 사이의 반경방향 내측단 사이의 개구가 슬롯 오프닝(170)이며, 슬롯 오프닝(170)을 통해 코일(150)이 슬롯(160)의 내측에 삽입되어 요크(110)에 권선될 수 있다.

[49] 코일(150)은 서로 인접하여 이웃하는 티스(120)들 사이의 위치에서 요크(110)에 권선될 수 있다. 코일(150)은 요크(110)의 반경방향 안쪽과 바깥쪽을 번갈아 가며 한 방향으로 회전되는 형태로 요크(110)를 감싸도록 감겨있을 수 있다. 여기에서 요크(110)와 티스(120)의 외측에는 코일(150)과의 전기적인 절연을 위한 인슐레이터(140)가 형성될 수 있다. 일례로 인슐레이터(140)는 요크(110)의 외주면과 내주면, 티스(120)의 원주방향 양측면에 형성될 수 있으며, 도시되지는 않았으나 중심축 방향으로 요크(110) 및 티스(120)의 양측면에도 인슐레이터(140)가 형성될 수 있다.

[50] 로터(200)는 스테이터(100)의 내측에 이격되어 배치될 수 있으며, 로터(200)는 스테이터(100)의 내측에서 회전 가능하도록 배치될 수 있다. 일례로 로터(200)는 회전 중심을 형성하는 샤프트(210), 샤프트(210)의 반경방향 외측에 결합된 마그넷(220), 및 마그넷(220)의 외측에 끼워진 관 형태의 슬리브(230)를 포함할 수 있다.

[51] 여기에서 스테이터의 내측 반경(Rsi)은 반경방향으로 요크(110)의 중심에서부터 내측 티스(121)의 반경방향 안쪽면까지의 거리이고, 스테이터의 외측 반경(Rso)은 반경방향으로 요크(110)의 중심에서부터 외측 티스(122)의 반경방향 바깥쪽면까지의 거리이다. 그리고 스테이터의 내측 반경(Rsi)과 스테이터의 외측 반경(Rso)의 비율(Rsi/Rso)이 특정한 범위 사이가 되도록 형성될 수 있으며, 바람직하게는 $0.383 \leq Rsi/Rso \leq 0.558$ 가 되도록 스테이터가 형성될 수 있다.

[52] 그리고 슬롯 오프닝의 각도(θso)와 슬롯 피치의 각도(θsp)의 비율(θso/θsp)이 특정한 범위 사이가 되도록 형성될 수 있으며, 바람직하게는 $0.269 \leq \theta so/\theta sp \leq 0.323$ 가 되도록 스테이터가 형성될 수 있다. 그리하여 본 발명은 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)이 모터의 효율, 역기전력 THD(Total Harmonic Distortion; 전체 고조파 왜곡) 및 코깅 토크의 요구조건을 만족시킬 수 있다.

[53] 이에 따라, 본 발명의 토로이달 모터는 회전 손실이 저감되어 효율을 향상시킬 수 있고, 역기전력 THD(Total Harmonic Distortion) 및 코깅토크가 저감되어 진동 및 소음 특성이 향상될 수 있다. 아울러 본 발명은 종래기술에 비해 상대적으로 넓은 슬롯 오프닝을 확보할 수 있어 요크에 코일을 감는 권선 작업이 매우 용이할 수 있다.

[54] 도 6 및 도 7은 스테이터와 로터 사이의 공극의 크기와 스테이터의 슬롯 오프닝의 크기(폴슈의 유무)에 따른 공극에서의 자속밀도 분포를 비교한 그래프이다.

[55] 즉, 도 6과 같이 공극이 작을 때에는 슬롯 오프닝에 따라 공극에서 자속밀도의 분포가 크게 바뀌지만, 도 7과 같이 공극이 상대적으로 클 때에는 공극에서 자속

밀도의 분포 변화가 적기 때문에, 슬롯 오프닝의 증가에 대한 코깅 토크와 역기전력 THD의 증가량이 적다. 따라서, 본 발명에서는 슬롯 오프닝의 크기를 증가시키되 모터의 효율 등을 만족시키는 범위 내에서 슬롯 오프닝의 크기를 최적화시킨 것이다.

[56] 또한, 본 발명의 토로이달 모터는 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 상기 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)이 모터의 무게, 전류 밀도 및 토크 리플 중 어느 하나 이상의 요구조건을 더 만족하는 범위 내에서 형성될 수 있다. 여기에서 모터의 무게는 스테이터 무게일 수 있다.

[57] 도 8 내지 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 토로이달 모터에서 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)에 대한 모터의 효율, 역기전력 THD, 코깅 토크, 무게, 전류 밀도, 토크 리플의 분포를 나타낸 그래프이고, 도 14는 도 8 내지 도 13의 조건을 모두 만족시키는 Rsi/Rso 및 θso/θsp 의 범위를 나타낸 그래프이다. 도 8 내지 도 13에서 색이 진한 부분일수록 각 인자들에 대한 최적화에 유효한 범위이고, 도 14는 이러한 각 인자들에 대한 최적화 유효범위(검은색)의 공통 부분을 포함하도록 수치 범위를 산정한 것이다.

[58] 바람직하게는 도시된 바와 같은 토로이달 모터의 다양한 조건을 모두 만족시킬 수 있도록 스테이터가 설계될 수 있으며, 아울러 슬롯 오프닝의 크기도 충분히 확보할 수 있다.

[59] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 토로이달 모터의 스테이터를 나타낸 도면이다.

[60] 도시된 바와 같이 스테이터(100)의 내측 티스(121)의 반경방향 내측단에는 원주방향 양측으로 각각 폴슈(130)가 연장 형성될 수 있다. 그리고 폴슈(130)가 있는 스테이터(100)에서는 서로 이웃하는 내측 티스(121)들의 폴슈(130) 사이의 간극이 슬롯 오프닝(170)이 될 수 있다.

[61] 또한, 로터(200)는 샤프트(210), 마그넷(220) 및 슬리브(230)를 포함할 수 있다. 보다 상세하게는 샤프트(210)의 반경방향 외측에 마그넷(220)이 결합될 수 있으며, 샤프트(210)와 마그넷(220)의 사이에는 접착제 또는 수지 재질 등으로 채워져 샤프트(210)와 마그넷(220)이 접합될 수 있다. 그리고 마그넷(220)은 복수로 분할된 형태로 형성되어 샤프트(210)에 결합될 수 있으며, 로터의 고속 회전 시 마그넷(220)이 이탈되는 것을 방지하기 위해 마그넷(220)의 외측에는 관 형태의 슬리브(230)가 끼워져있을 수 있다. 여기에서 스테이터(100)의 내주면인 내측 티스(121)의 반경방향 안쪽면과 로터(200)의 외주면인 슬리브(230)의 반경방향 바깥쪽면 사이의 빈 공간이 공극이 될 수 있다. 따라서 상대적으로 공극이 크게 형성되는 슬리브를 갖는 로터일 때 슬롯 오프닝을 상대적으로 크게 형성함으로써, 요구되는 모터의 역기전력 THD 및 코깅 토크는 만족시키면서 아울러 코일의 권선 작업은 매우 용이해질 수 있다.

[62] 또한, 상기 토로이달 모터는 일례로 2극 12슬롯으로 형성될 수 있다. 즉, 로터(200)의 극수는 2극이고 스테이터(100)의 슬롯(160) 개수는 12개로 형성될 수 있다. 이외에도 극수 및 슬롯수는 다양하게 형성될 수 있다.

[63] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

[64] [부호의 설명]

[65] 100 : 스테이터, 110 : 요크, 120 : 티스

[66] 121 : 내측 티스, 122 : 외측 티스, 130 : 폴슈

[67] 140 : 인슐레이터, 150 : 코일, 160 : 슬롯, 170 : 슬롯 오프닝

[68] 200 : 로터, 210 : 샤프트, 220 : 마그넷, 230 : 슬리브

[69] θsp : 슬롯 피치의 각도

[70] θso : 슬롯 오프닝의 각도

[71] Rsp : 스테이터의 내측 반경

[72] Rso : 스테이터의 외측 반경

청구범위

[청구항 1] 환형의 요크;
상기 요크에서 반경방향으로 연장 형성되고, 상기 요크의 원주방향으로 서로 이격되어 배열된 복수의 티스;
상기 복수의 티스 중 서로 이웃하는 티스들 사이에서 각각 상기 요크에 감긴 코일; 을 포함한 스테이터를 포함하여 이루어지고,
상기 스테이터의 내측 반경(Rsi)과 스테이터의 외측 반경(Rso)의 비율이 특정한 범위 사이가 되도록 형성되며,
서로 이웃하는 티스들 사이의 공간을 형성하는 부분이 슬롯이고, 상기 슬롯의 도입부인 서로 이웃하는 티스들의 반경방향 내측단 사이의 개구가 슬롯 오프닝이며, 상기 슬롯 오프닝의 각도(θso)와 슬롯 피치의 각도(θsp)의 비율이 특정한 범위 사이가 되도록 형성된 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)은 0.269 이상 0.323 이하의 범위로 형성된 특징으로 하는 토로이달 모터.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 상기 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)은 모터의 효율, 역기전력 THD(Total Harmonic Distortion; 전체 고조파 왜곡) 및 코깅 토크의 요구조건을 만족하는 범위 내에서 형성된 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

[청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso)은 0.383 이상 0.558 이하의 범위로 형성된 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

[청구항 5] 제2항에 있어서,
상기 스테이터의 외측 반경(Rso)에 대한 스테이터의 내측 반경(Rsi)의 비율(Rsi/Rso) 및 상기 슬롯 피치의 각도(θsp)에 대한 슬롯 오프닝의 각도(θso)의 비율(θso/θsp)은 모터의 무게, 전류 밀도 및 토크 리플 중 어느 하나 이상의 요구조건을 더 만족하는 범위 내에서 형성된 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 복수의 티스는 상기 요크의 내주면에서 반경방향 안쪽으로 연장 형성된 복수의 내측 티스 및 상기 요크의 외주면에서 반경방향 바깥쪽으로 연장 형성된 복수의 외측 티스를 포함하는 토로이달 모터.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 티스의 반경방향 내측단에는 원주방향 양측으로 각각 폴슈가 연장 형성된 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

[청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 슬롯 오프닝은 서로 이웃하는 티스들의 폴슈 사이의 간극인 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

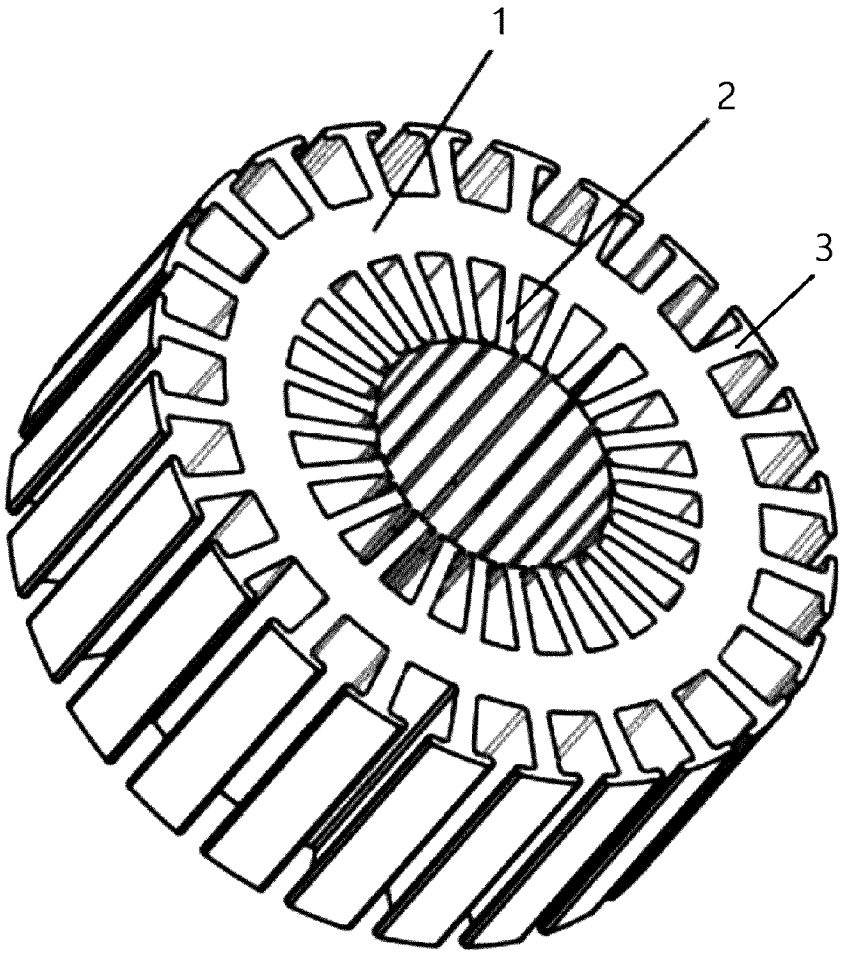
[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 스테이터의 내측에 이격되어 배치된 로터를 더 포함하여 이루어지고,
상기 로터는 샤프트, 상기 샤프트의 외측에 결합된 마그넷, 및 상기 마그넷의 외측에 끼워진 관 형태의 슬리브를 포함하는 토로이달 모터.

[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 스테이터의 내주면과 상기 로터의 외주면 사이의 공극의 크기에 비례하여 서로 이웃하는 티스들의 반경방향 내측단 사이의 개구인 슬롯 오프닝의 크기가 형성된 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

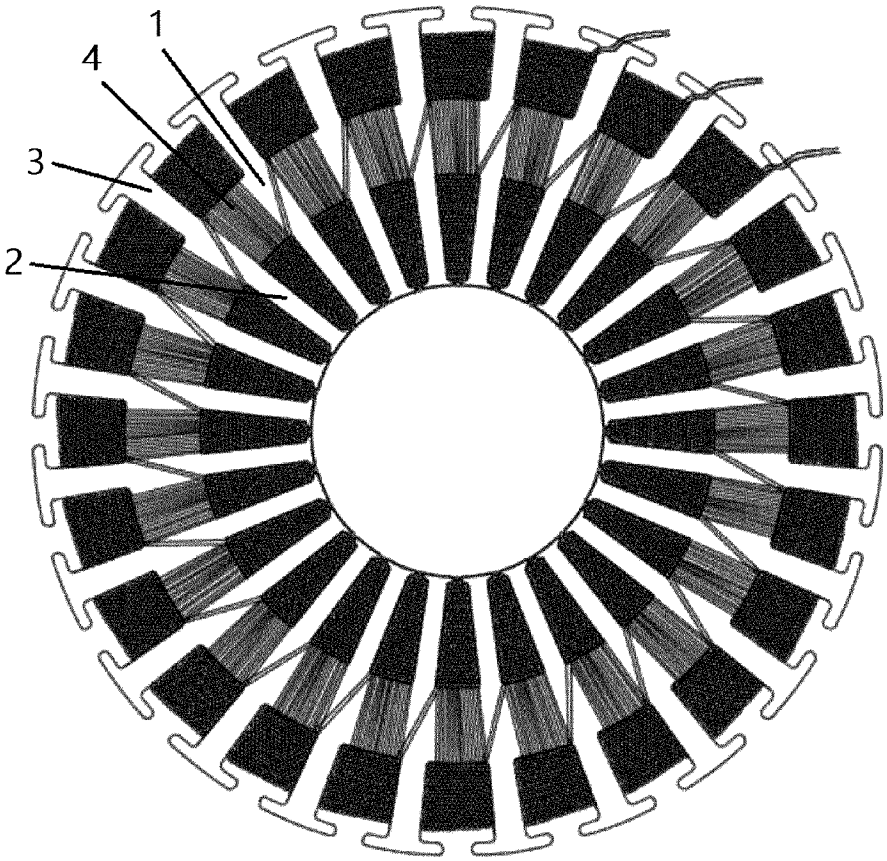
[청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 토로이달 모터는 2극 12슬롯으로 형성된 것을 특징으로 하는 토로이달 모터.

WO 2024/205348 PCT/KR2024/095018

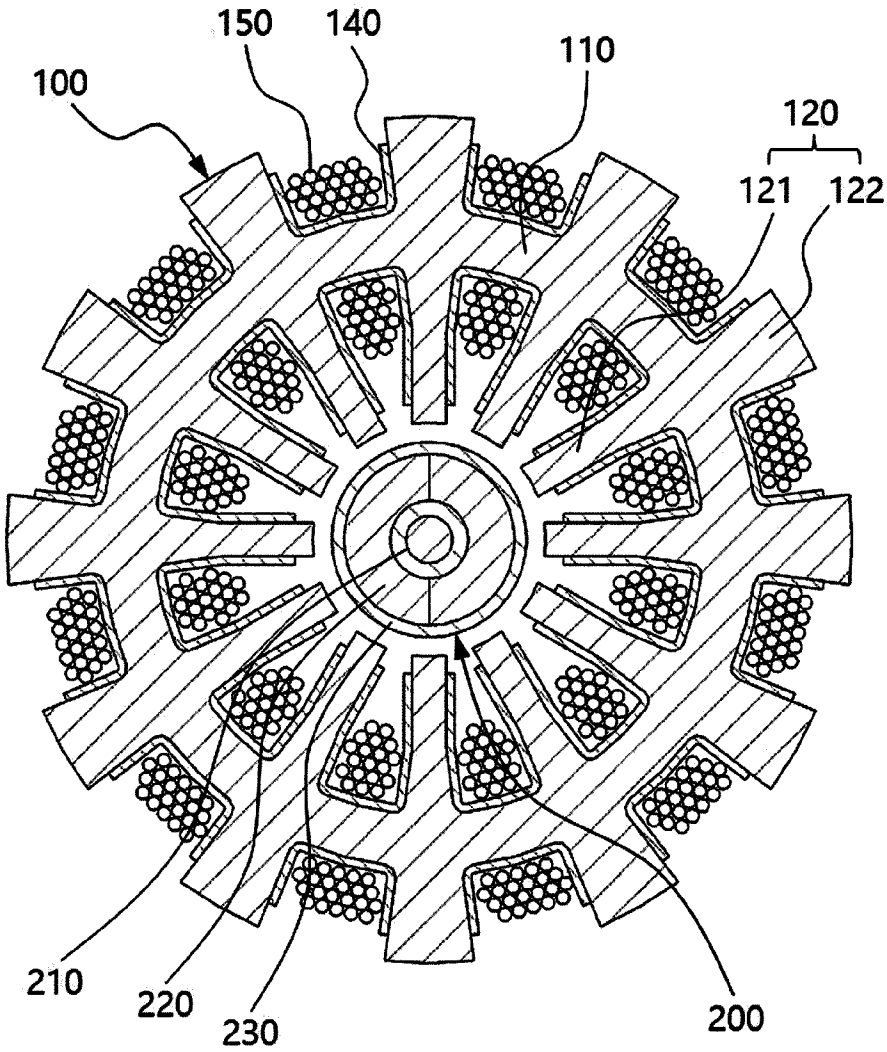
[도1]



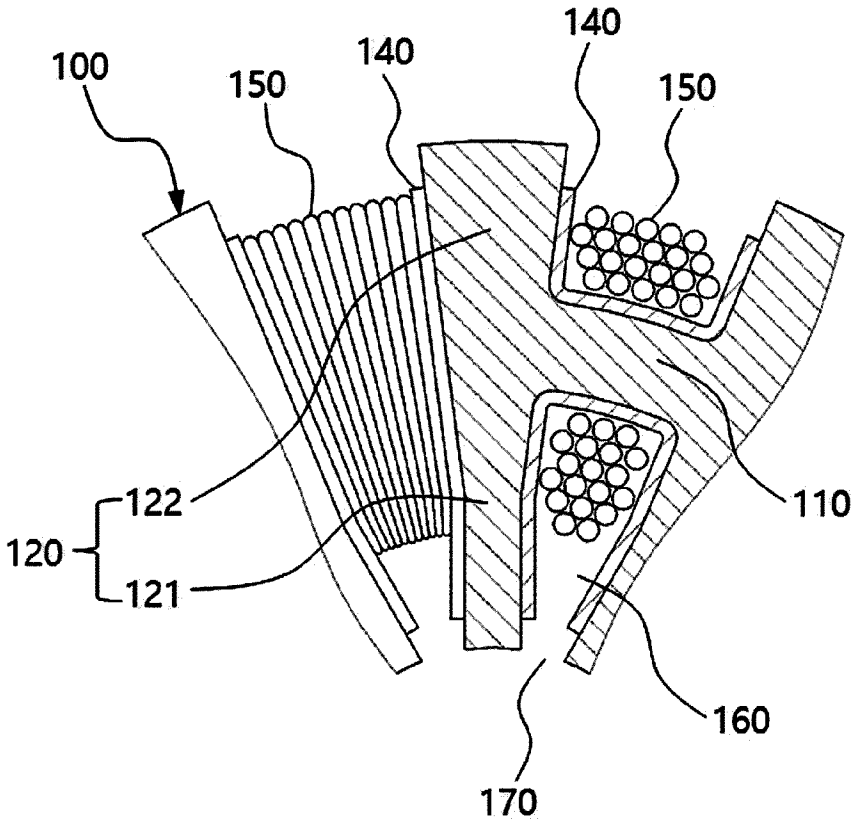
[도2]



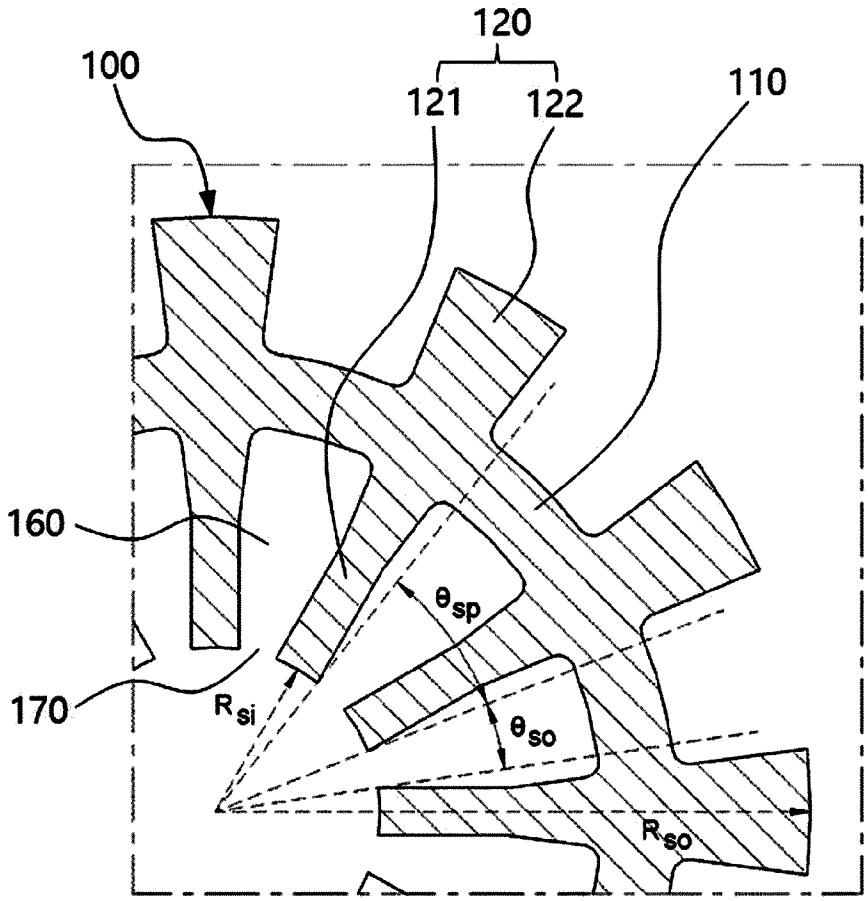
[도3]



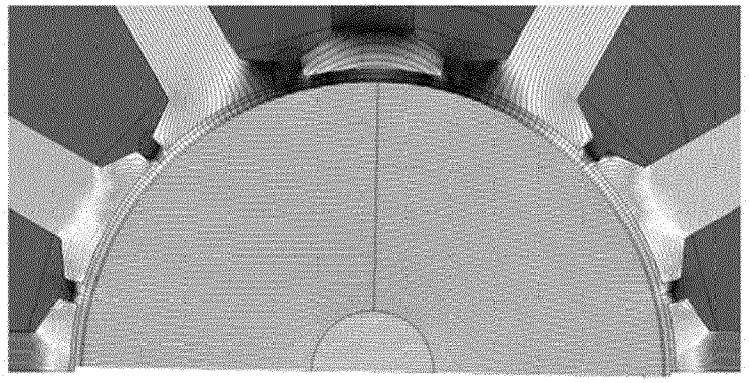
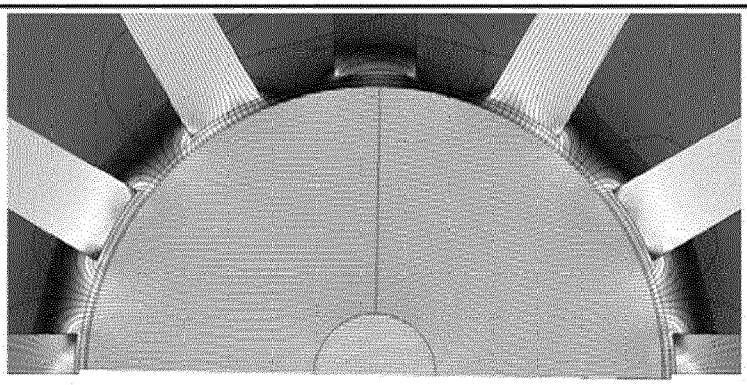
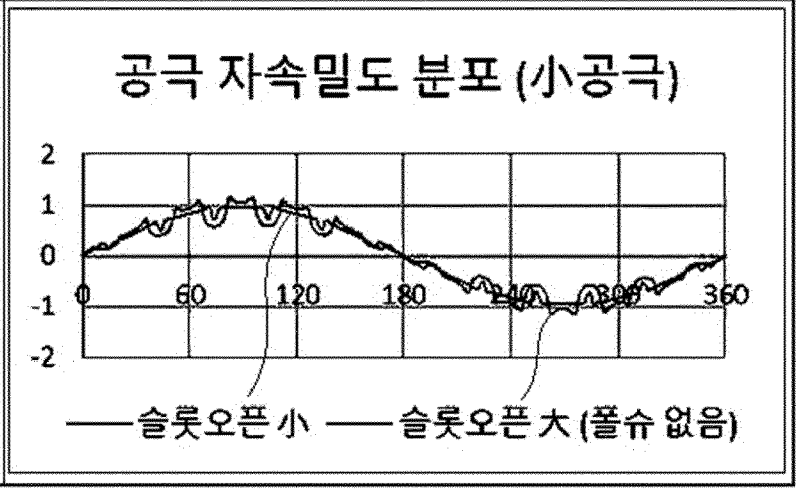
[도4]



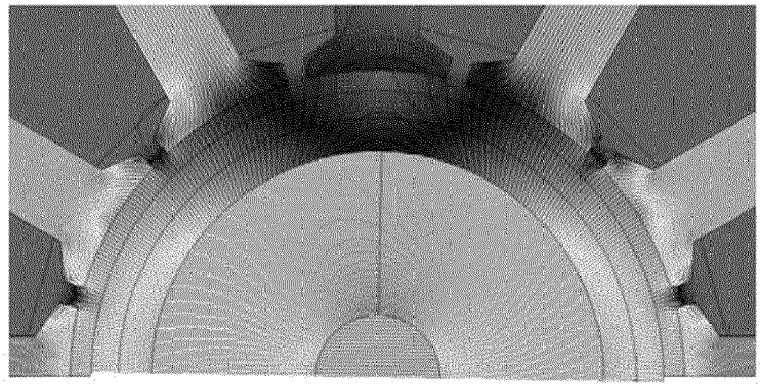
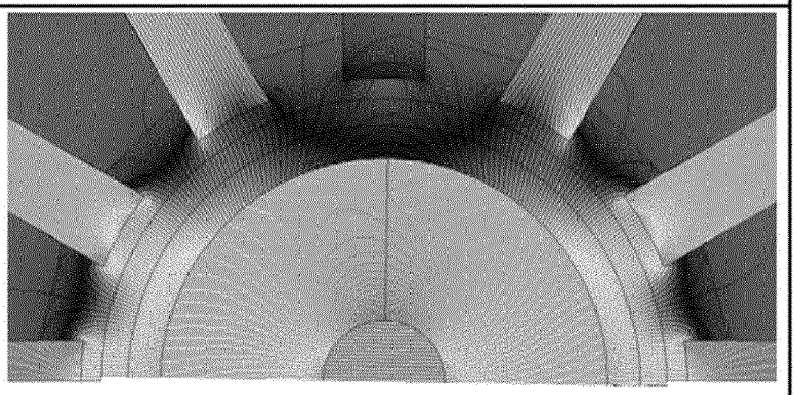
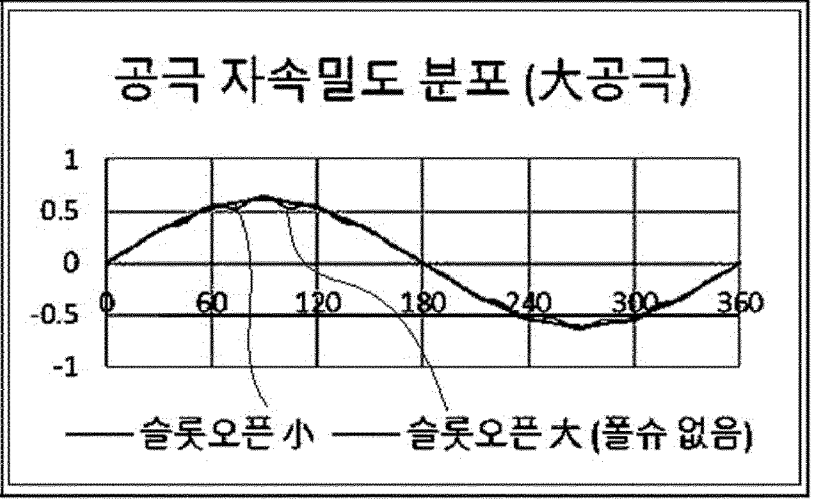
[도5]



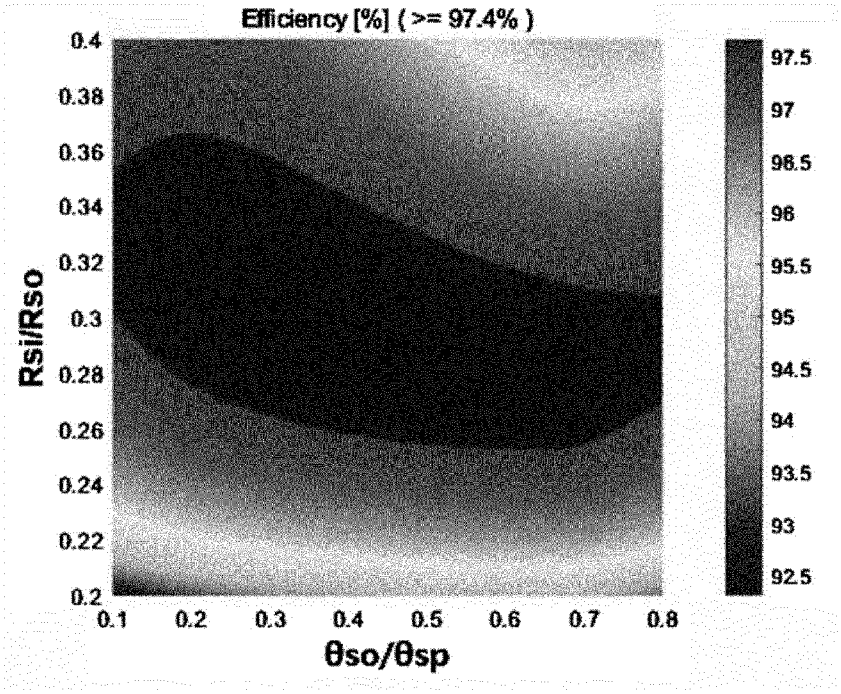
[도6]

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td>공극
小</td></tr>
<tr><td rowspan="2">슬롯오픈</td><td>小</td><td></td></tr>
<tr><td>大
(폴슈 없음)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">공극 자속밀도 분포 비교</td><td>
</td></tr>
</table>

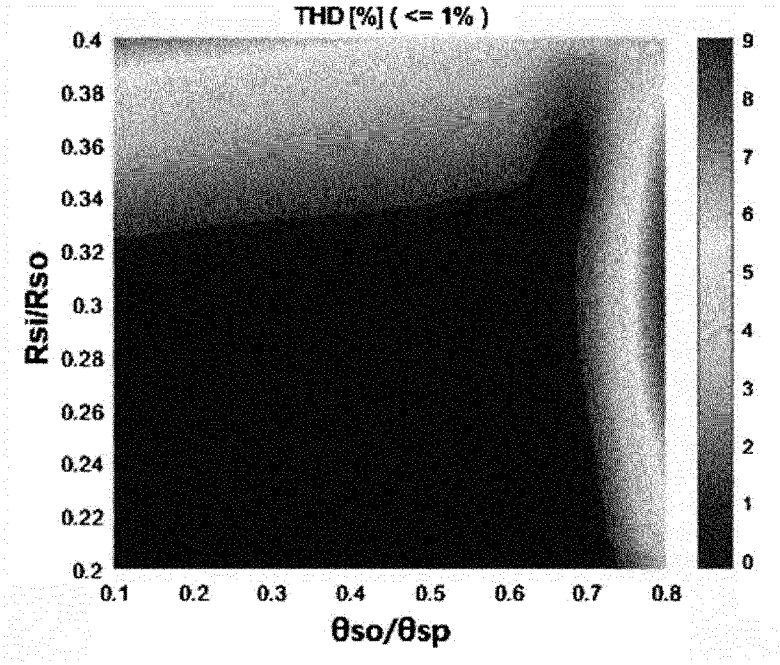
[도7]

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td>공극
大</td></tr>
<tr><td rowspan="2">슬롯오픈</td><td>小</td><td></td></tr>
<tr><td>大
(폴슈 없음)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">공극 자속밀도
분포 비교</td><td>
</td></tr>
</table>

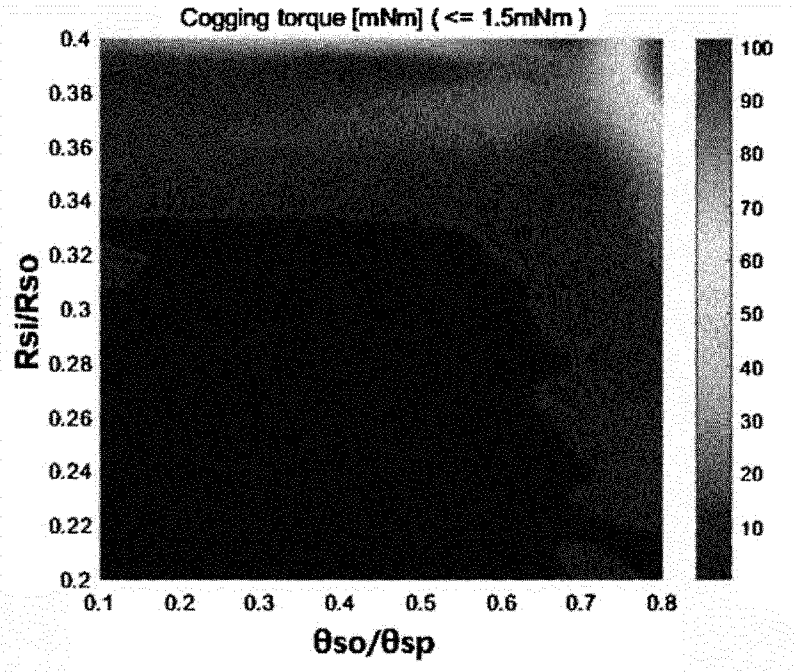
[도8]


Efficiency [%] (>= 97.4%)
Rsi/Rso
θso/θsp
0.4
0.38
0.36
0.34
0.32
0.3
0.28
0.26
0.24
0.22
0.2
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
97.5
97
96.5
96
95.5
95
94.5
94
93.5
93
92.5

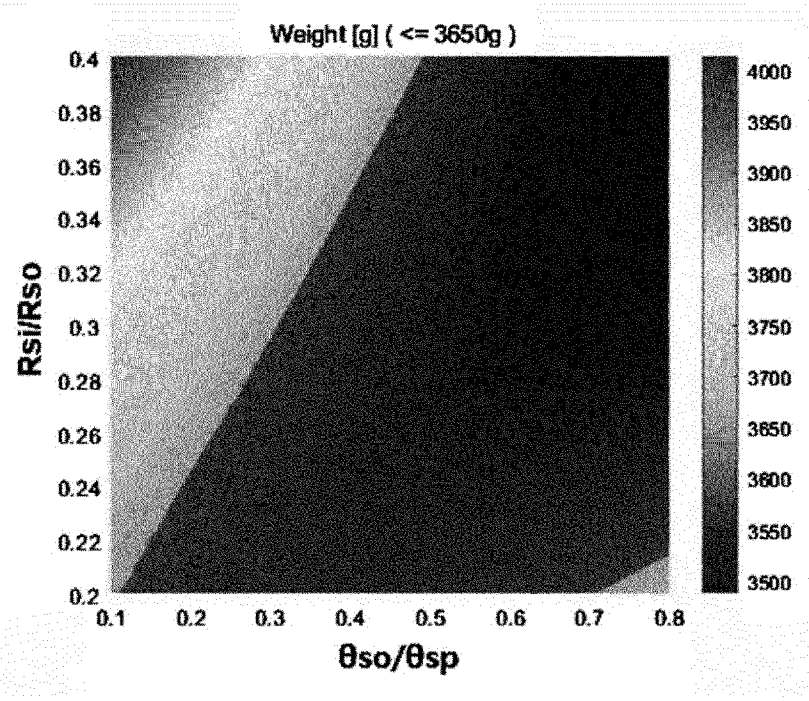
[도9]


THD [%] (<= 1%)
Rsi/Rso
θso/θsp
0.4
0.38
0.36
0.34
0.32
0.3
0.28
0.26
0.24
0.22
0.2
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

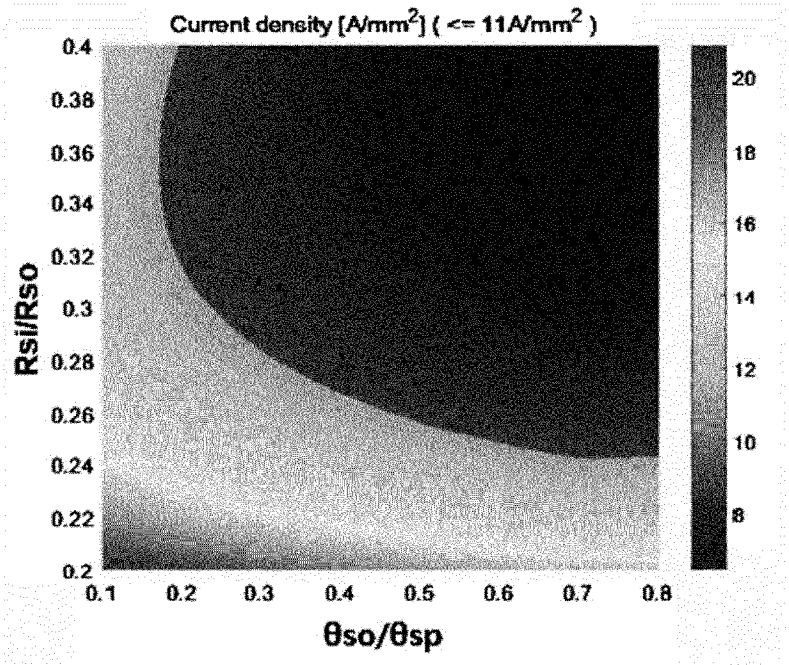
[도10]


Cogging torque [mNm] (<= 1.5mNm)
Rsi/Rso
θso/θsp
0.4
0.38
0.36
0.34
0.32
0.3
0.28
0.26
0.24
0.22
0.2
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

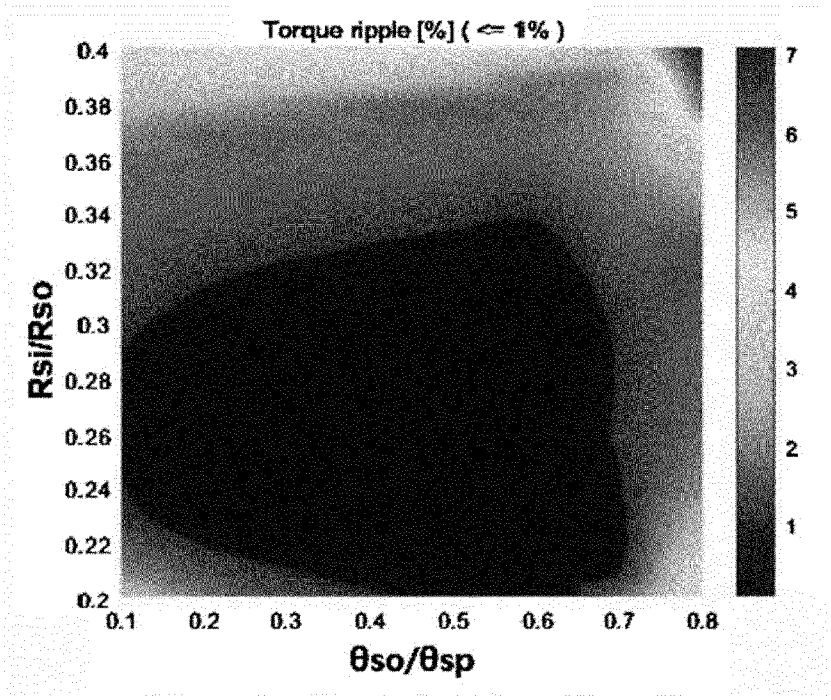
[도11]


Weight [g] (<= 3650g)
Rsi/Rso
θso/θsp
0.4
0.38
0.36
0.34
0.32
0.3
0.28
0.26
0.24
0.22
0.2
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
4000
3950
3900
3850
3800
3750
3700
3650
3600
3550
3500

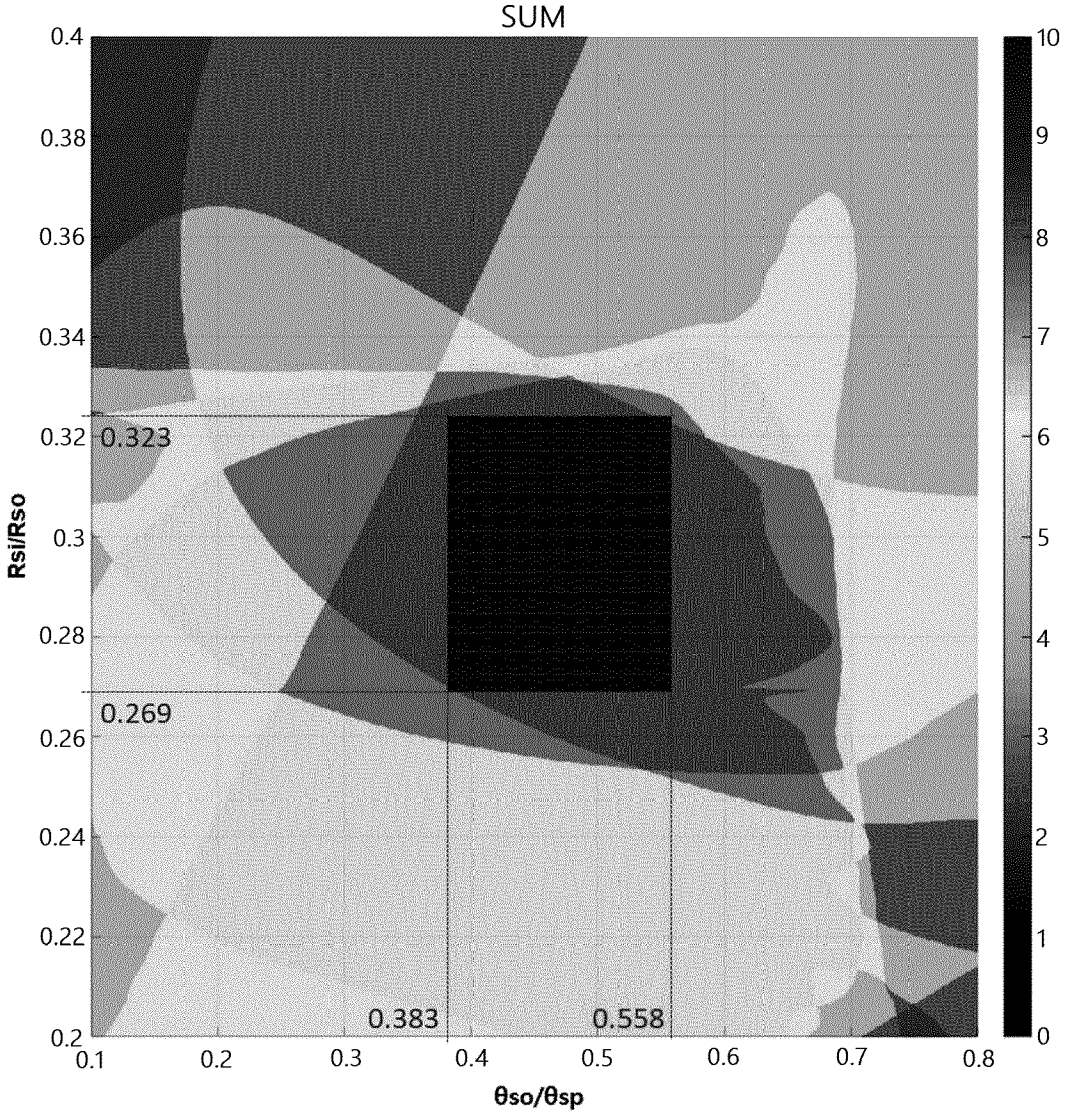
[도12]


Current density [A/mm2] (<= 11A/mm2)
Rsi/Rso
θso/θsp
0.4
0.38
0.36
0.34
0.32
0.3
0.28
0.26
0.24
0.22
0.2
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
20
18
16
14
12
10
8

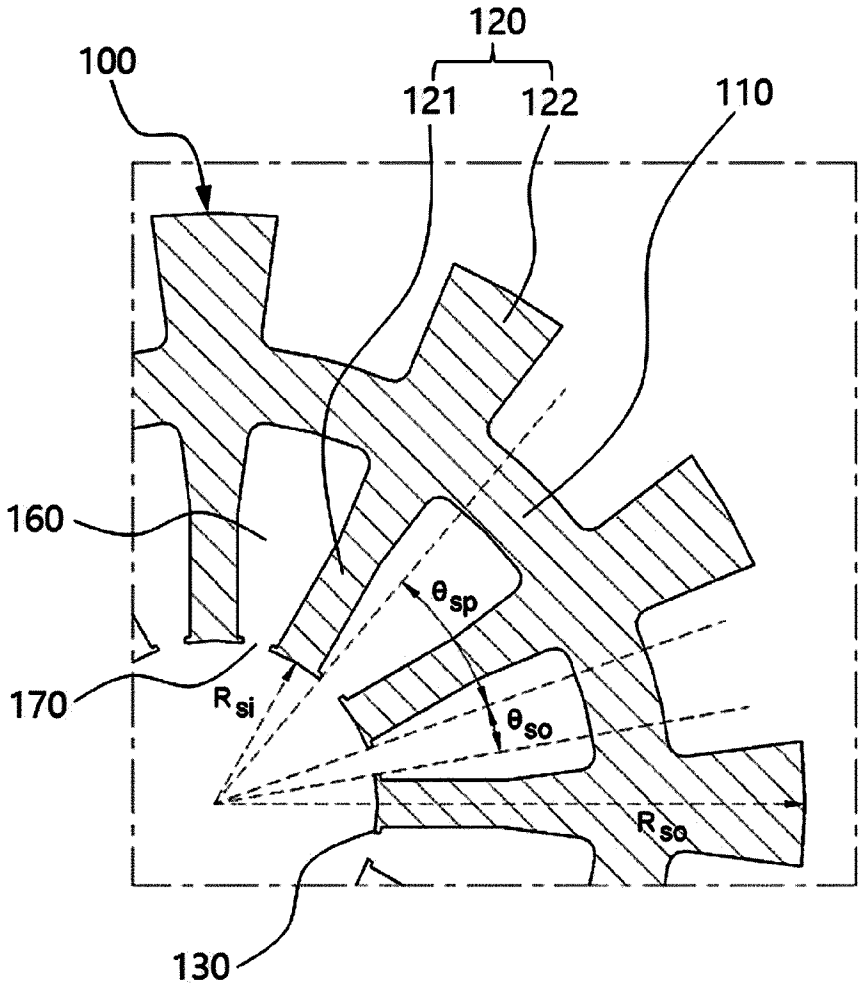
[도13]


Torque ripple [%] (<= 1%)
Rsi/Rso
θso/θsp
0.4
0.38
0.36
0.34
0.32
0.3
0.28
0.26
0.24
0.22
0.2
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
7
6
5
4
3
2
1

[도14]


SUM
0.4
0.38
0.36
0.34
0.32
0.3
0.28
0.26
0.24
0.22
0.2
Rsi/Rso
0.323
0.269
0.383
0.558
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
θso/θsp
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

[도15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/095018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 21/14(2006.01)i; **H02K 29/03**(2006.01)i; **H02K 1/14**(2006.01)i; **H02K 1/16**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K 21/14(2006.01); H02K 1/14(2006.01); H02K 1/16(2006.01); H02K 1/27(2006.01); H02K 16/00(2006.01); H02K 16/02(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 토로이달(toroidal), 모터(motor), 슬롯 피치 각도(slot pitch angle), 슬롯 오프닝 각도(slot opening angle), 스테이터(stator)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WU, Jiang et al. Complete subdomain model for radial-flux slotted PM machines with toroidal windings accounting for the iron-part. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 09 August 2019. [Retrieved on 27 February 2024]. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Complete-subdomain-model-for-radial-flux-slotted-PM-Wu-Wen/8521ea679db17760f34908b55cd270c629297ae1>. <doi: 10.1088/1757-899X/569/3/032054>. See pages 1-2, 7 and 9.	1-11
A	KR 10-1751356 B1 (NEW MOTECH CO., LTD. et al.) 27 June 2017 (2017-06-27) See claim 1.	1-11
A	KR 10-2010-0085057 A (PANASONIC CORPORATION) 28 July 2010 (2010-07-28) See paragraphs [0028]-[0038]; and claim 1.	1-11
A	JP 5424814 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 February 2014 (2014-02-26) See claim 1.	1-11

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 April 2024	**12 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/095018

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 210350870 U (JIANGSU YUNENG ELECTRIC APPLIANCE RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 17 April 2020 (2020-04-17) See claim 1.	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2024/095018

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-1751356	B1	27 June 2017	CN	109417315	A	01 March 2019
				CN	109417315	B	30 April 2021
				JP	2018-535644	A	29 November 2018
				JP	6767495	B2	14 October 2020
				US	10622851	B2	14 April 2020
				US	2018-0323662	A1	08 November 2018
				WO	2017-111267	A1	29 June 2017
KR	10-2010-0085057	A	28 July 2010	CN	102099984	A	15 June 2011
				CN	102099984	B	25 February 2015
				JP	2010-098802	A	30 April 2010
				JP	5556000	B2	23 July 2014
				KR	10-1128590	B1	23 March 2012
				US	08207648	B2	26 June 2012
				US	2010-0244616	A1	30 September 2010
				WO	2010-044231	A1	22 April 2010
JP	5424814	B2	26 February 2014	EP	2264858	A2	22 December 2010
				EP	2264858	A3	06 July 2016
				EP	2264858	B1	26 June 2019
				JP	2011-004583	A	06 January 2011
				US	09013083	B2	21 April 2015
				US	2010-0295403	A1	25 November 2010
CN	210350870	U	17 April 2020	None			

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/095018

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02K 21/14(2006.01)i; **H02K 29/03**(2006.01)i; **H02K 1/14**(2006.01)i; **H02K 1/16**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02K 21/14(2006.01); H02K 1/14(2006.01); H02K 1/16(2006.01); H02K 1/27(2006.01); H02K 16/00(2006.01); H02K 16/02(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 토로이달(toroidal), 모터(motor), 슬롯 피치 각도(slot pitch angle), 슬롯 오프닝 각도(slot opening angle), 스테이터(stator)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JIANG WU 등. Complete subdomain model for radial-flux slotted PM machines with toroidal windings accounting for the iron-part. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019.08.09 [검색일 2024-02-27]. 출처 <https://www.semanticscholar.org/paper/Complete-subdomain-model-for-radial-flux-slotted-PM-Wu-Wen/8521ea679db17760f34908b55cd270c629297ae1>. <doi: 10.1088/1757-899X/569/3/032054> 페이지 1-2, 7, 9	1-11
A	KR 10-1751356 B1 (뉴모텍(주) 등) 2017.06.27 청구항 1	1-11
A	KR 10-2010-0085057 A (파나소닉 주식회사) 2010.07.28 단락 [0028]-[0038]; 및 청구항 1	1-11
A	JP 5424814 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2014.02.26 청구항 1	1-11

☑ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2024년04월12일(12.04.2024)	**2024년04월12일(12.04.2024)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

이강하

전화번호 **+82-42-481-5003**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/095018

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	CN 210350870 U (JIANGSU YUNENG ELECTRIC APPLIANCE RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.) 2020.04.17 청구항 1	1-11

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2024/095018

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1751356 B1	2017/06/27	CN 109417315 A	2019/03/01
		CN 109417315 B	2021/04/30
		JP 2018-535644 A	2018/11/29
		JP 6767495 B2	2020/10/14
		US 10622851 B2	2020/04/14
		US 2018-0323662 A1	2018/11/08
		WO 2017-111267 A1	2017/06/29
KR 10-2010-0085057 A	2010/07/28	CN 102099984 A	2011/06/15
		CN 102099984 B	2015/02/25
		JP 2010-098802 A	2010/04/30
		JP 5556000 B2	2014/07/23
		KR 10-1128590 B1	2012/03/23
		US 08207648 B2	2012/06/26
		US 2010-0244616 A1	2010/09/30
		WO 2010-044231 A1	2010/04/22
JP 5424814 B2	2014/02/26	EP 2264858 A2	2010/12/22
		EP 2264858 A3	2016/07/06
		EP 2264858 B1	2019/06/26
		JP 2011-004583 A	2011/01/06
		US 09013083 B2	2015/04/21
		US 2010-0295403 A1	2010/11/25
CN 210350870 U	2020/04/17	없음	