

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2025년 4월 17일 (17.04.2025) **WIPO | PCT**



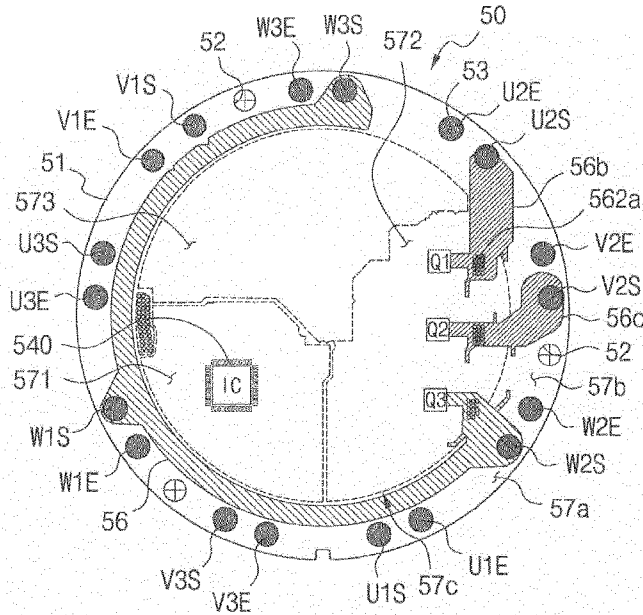
(10) 국제공개번호
WO 2025/080077 A1

- (51) 국제특허분류:
H02K 21/24 (2006.01) H02K 5/128 (2006.01)
H02K 7/14 (2006.01) H02K 5/132 (2006.01)
H02K 11/33 (2016.01) H02K 1/18 (2006.01)
H02K 3/28 (2006.01) H02K 1/2793 (2022.01)
H02K 3/26 (2006.01) F04D 13/06 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2024/096268
- (22) 국제출원일: 2024년 10월 10일 (10.10.2024)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2023-0136058 2023년 10월 12일 (12.10.2023) KR
10-2023-0136059 2023년 10월 12일 (12.10.2023) KR
- (71) 출원인: 주식회사 아모텍 (AMOTECH CO., LTD.) [KR/KR]; 21629 인천광역시 남동구 남동서로 380, 남동공단 5블록 1롯트 (KR).
- (72) 발명자: 김병수 (KIM, Byung Soo); 21629 인천광역시 남동구 남동서로 380, 남동공단 5블록 1롯트 (KR).
- (74) 대리인: 이재화 (LEE, Jae Hwa); 06220 서울특별시 강남구 테헤란로28길 7, 4층 (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, 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,

(54) Title: MOTOR DRIVING CIRCUIT AND AXIAL GAP TYPE ELECTRIC MOTOR FOR WATER PUMP USING SAME

(54) 발명의 명칭: 모터구동회로 및 이를 이용한 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기

[도7]



(57) Abstract: The present invention relates to a motor driving circuit and an axial gap type electric motor for a water pump using same, in which parallel circuit connection of U, V, and W three-phase coils, formation of a neutral point of a Y-connection method, and the motor driving circuit may be implemented by using a single multilayer printed circuit board (PCB). An electric motor, according to the present invention, comprises: a pump housing; a rotor; a stator including a plurality of coils wound by dividing a plurality of U, V, and W three-phase coils into a plurality of teeth, respectively, and generating a rotating magnetic field to thereby rotatably drive the rotor; and a motor driving circuit mounted on a multilayer printed circuit board (PCB) arranged under the stator so that a driving current is applied to the U, V, and W three-phase coils wherein the start lines of the U, V, and W three-phase coils are connected to

[다음 쪽 계속]

WO 2025/080077 A1

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))

the U, V, and W output terminals of an inverter circuit, and the end lines of the U, V, and W three-phase coils are interconnected to form a neutral point (COM) of a Y-connection method.

(57) 요약서: 본 발명은 단일의 다층 인쇄회로기판(PCB)을 사용하여 U,V,W 3상 코일의 병렬회로 결선, Y-결선방식의 중성점 형성 및 모터구동회로를 구현할 수 있는 모터구동회로 및 이를 이용한 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기에 관한 것이다. 본 발명의 전동기는 펌프 하우징; 로터; 복수의 티스에 U,V,W 3상 코일이 각각 복수로 분할되어 권선된 복수의 코일을 구비하며, 회전자기장을 발생하여 상기 로터를 회전 구동하기 위한 스테이터; 및 상기 스테이터의 하부에 배치되는 다층 인쇄회로기판(PCB)에 실장되어 상기 U,V,W 3상 코일에 구동전류를 인가하도록 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결되고, U,V,W 3상 코일의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상호 연결되는 모터구동회로,를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 설명

발명의 명칭: 모터구동회로 및 이를 이용한 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기

기술분야

- [1] 본 발명은 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기에 관한 것으로, 상세하게는 보조 인쇄회로기판(PCB)을 사용하지 않고 단일의 다층 인쇄회로기판(PCB)을 사용하여 U,V,W 3상 코일의 병렬회로 결선과 Y-결선방식의 중성점 형성 및 모터구동회로를 구현할 수 있는 모터구동회로 및 이를 이용한 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 차량에 적용되는 워터 펌프(water pump)는 냉각수를 순환시키는 기능을 하는 장치로서, 벨트에 의해 강제 구동되어 펌프 임펠러를 회전시켜 냉각수를 흡입 및 토출시킴으로써 냉각수를 순환시키는 구성을 가지고, 그 내부에는 냉각수의 유출 방지를 위해 실 유닛(seal unit)이 조립되어 구성되는 엔진 구동식 워터 펌프와, 배터리 등에서 제공하는 전기에 의하여 전동모터를 구동시키고, 상기 전동모터에 의하여 임펠러가 회전하여 냉각수를 흡입 및 토출함으로써 냉각수를 순환시키는 전동식 워터 펌프가 대표적으로 사용되고 있다.
- [3] 그 중, 상기 전동식 워터 펌프는 상기 엔진 구동식 워터 펌프에 비하여 차량의 엔진 구동력을 요구하지 않기 때문에 상기 엔진 구동식 워터 펌프에 비하여 엔진 효율이 증대되고, 이에 따라 연비가 향상되는 장점을 가지고 있으며, 더 나아가 냉각수의 온도를 정밀하게 제어할 수 있는 장점을 제공하여 최근 다양한 차종에 널리 적용되고 있다.
- [4] 상기 전동식 워터 펌프 중, 캔드 타입 전동식 워터 펌프(Canned Type Electric Water Pump)는 고정자(固定子)의 안쪽에 캔(CAN) 형상의 밀폐용 용기를 가진 전동기에 의해 구동되는 펌프로서, 로터와 스테이터 사이에 캔 구조물을 삽입하고, 수력부를 로터부까지 연장하여 상기 로터가 냉각수에 잠기도록 함으로써, 투입되는 물이 로터에서 발생하는 마찰열을 적절히 냉각시키는 구조로 이루어진다.
- [5] 상기 캔드 타입 전동식 워터 펌프는 통상적으로 레이디얼(Radial) 방향으로 자석과 스테이트 코어가 위치하여 자석에 물이 유입되는 형태의 구조로서 스테이터(코어 권선부)에는 물이 유입되면 안되는 구조가 필요하여 방수용 캔(Can) 또는 사출물을 이용한 방수 구조를 가지고 있다. 그 결과, 로터와 스테이터 코어 사이의 에어갭(Air gap)이 증대되어 자속 로스(Loss)가 많이 발생되어 일반 자석으로 원하는 펌프(모터) 용량을 맞추기 어렵기 때문에 일반적으로 고가의 희토류 자석을 많이 사용하고 있다.

- [6] 일반적으로 워터 펌프(EWP), 컴프레서, 오일 펌프 등에는 레이디얼 갭 타입 전동기를 채용하고 있으나, 인너 로터형 모터일 경우 자석 단면적(즉, 유효면적)이 작아 희토류를 사용하면서 성능을 구현하고 있어 단가가 높다.
- [7] 이에 반하여 로터와 스테이터 사이에 박판의 방수 격벽을 이용하여 완전히 분리함에 따라 에어갭(air gap)을 줄인 액시얼 갭 타입 전동기에서는 비희토류 자석인 저가의 페라이트 자석을 사용할지라도 희토류 자석을 사용한 전동기와 동등한 자기에너지를 가질 수 있다(한국 공개특허공보 제10-2021-0108844호(특허문헌 1) 참조).
- [8] 워터 펌프(EWP)는 펌프 하우징, 전동기, 임펠러 및 드라이버를 포함하고 있다.
- [9] 상기 전동기는 임펠러와 일체로 형성되는 로터와 상기 로터와 에어갭을 두고 배치되어 로터를 회전 구동하는 스테이터를 포함하고 있다.
- [10] 상기 전동기가 3상 구동방식의 BLDC 모터인 경우, 스테이터의 코어에 권선되는 코일은 U상, V상 및 W상 코일로 구성되고, Y-결선 방식의 중성점(COM)을 형성한다.
- [11] 이 경우, U상, V상 및 W상 코일 각각의 스타트 선은 통상적으로 스테이터에 인접하여 배치된 결선용 보조 인쇄회로기판(PCB)에 설치된 각각의 터미널단자를 통하여 모터구동회로가 구현된 메인 인쇄회로기판(PCB)에 연결되고, U상, V상 및 W상 코일의 엔드선은 보조 인쇄회로기판(PCB)에 형성된 도전패턴에 공통 연결되어 Y-결선 방식의 중성점(COM)을 형성한 후 메인 인쇄회로기판(PCB)에 연결되고 있다.
- [12] 상기와 같이 3상 구동방식의 BLDC 모터인 경우, U상, V상 및 W상 코일 각각의 스타트 선과 엔드 선은 보조 인쇄회로기판(PCB)을 이용하여 필요한 결선이 이루어진 후, 보조 인쇄회로기판(PCB)으로부터 모터구동회로가 구현된 메인 인쇄회로기판(PCB)에 연결이 이루어지는 구조를 가지고 있다.
- [13] 그 결과, 종래에는 2개의 인쇄회로기판(PCB)을 사용함에 따른 제조비용의 상승, 보조 인쇄회로기판(PCB)과 메인 인쇄회로기판(PCB) 사이의 연결에 따른 조립공정의 공수 증가 등의 문제가 있다.
- [14] 더욱이, 상기 BLDC 모터의 U상, V상 및 W상 코일이 각각 병렬접속되고 복수의 폴(pole), 예를 들어, 9폴 이상으로 이루어지는 경우, 상기 U상, V상 및 W상 코일 각각의 스타트 선의 결선과 엔드 선의 중성점(COM) 형성을 위한 Y-결선을 진행할 때, 결선용 보조 인쇄회로기판(PCB)의 사용이 필요하다.

발명의 내용

기술적 과제

- [15] 본 발명은 이러한 종래 문제점을 감안하여 고안된 것으로, 그 목적은 임펠러를 구동하는 전동기가 3상 구동방식의 BLDC 모터인 경우, 보조 인쇄회로기판(PCB)을 사용하지 않고 단일의 다층 인쇄회로기판(PCB)을 사용하여 U,V,W 3상 코일의 병렬회로 결선, Y-결선방식의 중성점 형성 및 모터구동회로를 동시에 구

현할 수 있는 모터구동회로 및 이를 이용한 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기를 제공하는 데 있다.

- [16] 본 발명의 다른 목적은 단일의 다층 인쇄회로기판(PCB)의 중앙부에 모터구동회로의 구현에 필요한 전자부품이 실장되는 전자부품 장착영역을 배치하고, 전자부품 장착영역의 외곽에 U,V,W 3상 코일의 병렬회로 결선과 Y-결선방식의 중성점 형성을 구현할 수 있는 비아홀영역과 연결패턴영역을 배치함에 의해 보조 인쇄회로기판(PCB)의 사용을 배제할 수 있는 모터구동회로 및 이를 이용한 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기를 제공하는 데 있다.
- [17] 본 발명의 또 다른 목적은 다층 인쇄회로기판(PCB)의 최상층과 최하층의 중앙부에 전자부품 장착영역을 배치하고, 전자부품 장착영역의 외곽에 U,V,W 3상 코일의 스타트선의 병렬회로 결선이 이루어지는 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역을 배치하며, 연결패턴영역의 외곽에 3상 코일의 스타트선과 엔드선이 연결되는 비아홀영역을 배치하고, 상기 인쇄회로기판(PCB)의 제2층 및 제3층의 제1영역에 형성된 6개 비아홀을 6개 엔드선과 연결시킴에 의해 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성을 쉽게 구현할 수 있는 모터구동회로 및 이를 이용한 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기를 제공하는 데 있다.
- [18] 본 발명의 또 다른 목적은 로터와 스테이터 사이에 후막의 방수 격벽을 이용하여 분리하면서 로터와 대향한 스테이터 코어의 표면에는 초박막의 방수 코팅막에 의해 방수 처리함에 의해 에어갭(air gap)을 최소한으로 줄이는 것이 가능하여 비희토류 자석인 페라이트 자석을 사용할지라도 희토류 자석을 사용한 전동기와 동등한 효율과 토크 증대를 도모할 수 있는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [19] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기는 일측에 실링상태의 하부공간을 구비하고 타측에 유체가 도입되는 유입구와 도입된 유체가 배출되는 배출구가 유체 흐름 통로를 통하여 연결된 펌프 하우징; 상기 유체 흐름 통로에 회전 가능하게 지지된 로터; 복수의 티스에 U,V,W 3상 코일이 각각 복수로 분할되어 권선되어 있으며, 상기 하부공간에 배치되어 회전자기장을 발생하여 상기 로터를 회전 구동하기 위한 스테이터; 및 상기 스테이터의 하부에 배치되는 다층 인쇄회로기판(PCB)에 실장되어 상기 U,V,W 3상 코일에 구동전류를 인가하도록 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결되고, U,V,W 3상 코일의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상호 연결되는 모터구동회로;를 포함하며, 상기 다층 인쇄회로기판(PCB)은, 최외곽에 배치되어 복수의 도전성 비아홀이 형성되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 인쇄회로기판(PCB)으로 도입하여 연결되는 비아홀영역; 상기 비아홀영역의 내측에 배치되며 상기 U,V,W 3상 코일을 각 상별로 병렬접속회로를 구성하도록 상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된

상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 선택적으로 상호 연결하기 위한 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역; 및 상기 연결패턴영역의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 복수의 전자부품이 실장되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결된 전자부품 장착영역;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [20] 상기 다층 인쇄회로기판(PCB)은 최상층, 제2층, 제3층 및 최하층을 포함하며, 상기 복수의 도전성 비아홀은 인쇄회로기판(PCB)의 최상층으로부터 최하층까지 연장되어 있고, 상기 연결패턴영역에 형성된 복수의 도전패턴은 상기 최상층, 제2층 및 최하층에 배치되어 있으며, 상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 최상층과 최하층에 배치된 복수의 도전패턴에 선택적으로 연결되어 상기 복수의 코일은 U,V,W 각 상별로 병렬접속회로를 구성할 수 있다.
- [21] 또한, 상기 U,V,W 3상 코일 각각의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상기 제2층 및 제3층 각각은 비아홀영역과 연결패턴영역이 통합된 도전성 제1영역이 상기 U,V,W 3상 코일의 엔드선과 연결된 복수의 도전성 비아홀과 전기적으로 연결되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 연결된 도전성 비아홀은 상기 도전성 제1영역과 전기적으로 분리된 아일랜드 홀을 형성할 수 있다.
- [22] 상기 전동기는 12폴(pole)-9슬롯(slot) 구조의 BLDC 모터로 이루어지며, 상기 스테이터의 U,V,W 3상 코일을 9개 티스에 분할 권선하여 3상 구조의 스테이터 회로를 구성할 때, 9개 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선은 각각 상기 인쇄회로기판(PCB)의 비아홀영역에 구비된 18개의 도전성 비아홀을 통과한 후 슬더링에 의해 연결되고, 상기 9개 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 최상층, 제2층 및 최하층의 상기 연결패턴영역에 형성된 제1 내지 제6 도전패턴을 이용하여 각 상별로 병렬접속회로를 형성하며, 상기 9개 U,V,W 3상 코일의 엔드선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 제2층 및 제3층에 구비된 비아홀영역과 연결패턴영역이 통합된 도전성 제1영역과 연결되어 Y-결선방식으로 중성점(NP)을 형성할 수 있다.
- [23] 상기 최상층의 연결패턴영역에 형성된 상기 제1도전패턴은 W상 제3코일의 스타트선으로부터 제2코일의 스타트선까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, 상기 W상 제3코일의 스타트선, 제1코일의 스타트선 및 제2코일의 스타트선의 도전성 비아홀은 상기 제1도전패턴에 연결되어 W상 제1 내지 제3코일의 스타트선은 병렬접속이 이루어지고, 상기 제1도전패턴의 일측 연장부는 전자부품 장착영역에 배치된 인버터 회로의 W상 출력단자와 연결될 수 있다.
- [24] 또한, 상기 최상층의 연결패턴영역에 형성된 제2도전패턴은 U상 제2코일의 스타트선과 전자부품 장착영역에 배치된 인버터 회로의 U상 출력단자를 연결하며, 상기 제2도전패턴에는 최하층과 연결되는 제1방열 비아(Via) 패턴을 구비하고, 상기 제2층에 형성된 U상 제3코일의 스타트선이 연결되는 도전성 비아홀로

부터 연장된 제4도전패턴의 연장부는 최하층과 연결되는 제2방열 비아(Via) 패턴을 구비하며, 상기 최하층의 연결패턴영역에 형성된 상기 제6도전패턴은 전체적으로 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어지며, 상기 연결패턴영역에 U상 제1코일의 스타트선에 연결된 중간부분의 일부가 배치되고, 상기 중간부분으로부터 전자부품 장착영역으로 진입한 일측의 제1연장부는 상기 제2층에 형성된 제4도전패턴의 연장부에 대응하는 위치까지 뻗어 있고, 타측의 제2연장부는 상기 최상층에 형성된 제2도전패턴과 연결된 인버터 회로의 U상 출력단자에 대응하는 위치까지 뻗어 있으며, 상기 타측의 제2연장부는 제1방열 비아(Via) 패턴을 통하여 상기 U상 제2코일의 스타트선과 U상 제1코일의 스타트선을 연결하고, 상기 제6도전패턴의 제1연장부는 상기 제2방열 비아(Via) 패턴을 통하여 상기 제2층에 형성된 제4도전패턴의 연장부와 연결되어, 상기 제2도전패턴, 제4도전패턴 및 제6도전패턴에 의해 U상 제1 내지 제3 코일의 스타트선은 병렬접속이 이루어질 수 있다.

[25] 더욱이, 상기 최상층의 연결패턴영역에 형성된 제3도전패턴은 V상의 제2코일의 스타트선과 전자부품 장착영역에 배치된 인버터 회로의 V상 출력단자를 연결하고, 상기 최하층의 연결패턴영역에 형성된 상기 제5도전패턴은 V상 제2코일의 스타트선으로부터 제3코일의 스타트선까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, 상기 V상 제2코일의 스타트선, 제1코일의 스타트선 및 제3코일의 스타트선의 도전성 비아홀은 순차적으로 상기 제5도전패턴에 연결되어, V상 제1 내지 제3 코일의 스타트선은 병렬접속이 이루어질 수 있다.

[26] 상기 9개 U,V,W 3상 코일은 U상에 할당된 3개 코일, V상에 할당된 3개 코일 및 W상에 할당된 3개 코일이 각 상별로 교대로 배치되어 있으며, 상기 비아홀영역에는 18개의 도전성 비아홀에 상기 9개 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선이 쌍으로 인접하여 배치될 수 있다.

[27] 또한, 상기 전자부품 장착영역은 상기 모터구동회로의 제어부 역할을 하는 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러가 실장되는 제어칩 실장영역; 상기 인버터 회로를 형성하는 3쌍의 전력 스위칭 트랜지스터가 각각 토템폴 접속되어 있으며, 3개의 토템폴 접속단자로부터 상기 스테이터 코일에 U,V,W 3상 구동전류를 인가하는 U,V,W 출력단자가 배치된 인버터 회로영역; 및 상기 모터구동회로의 전원을 공급하는 전원공급부가 배치된 전원공급영역;을 포함할 수 있다.

[28] 본 발명에 따른 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기는 상기 펌프 하우징의 내부에 배치되어 상기 로터와 스테이터를 분리시키기 위한 방수 격벽;을 더 포함하며, 상기 스테이터는 선단부가 상기 방수 격벽에 유체 흐름 통로에 노출되도록 매입되어 있는 복수의 티스를 구비하고, 상기 유체 흐름 통로에 노출된 복수의 티스의 선단부에는 상기 방수 격벽보다 박막으로 이루어진 방수 코팅막이 형성될 수 있다.

[29] 또한, 본 발명에 따른 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기는 상기 펌프 하우징의 내부에 배치되어 상기 로터와 스테이터를 분리시키기 위한 방수 격벽을 더 포

합하며, 상기 스테이터는 상기 로터의 자석과 대향하여 배치되도록 동일한 원주상에 축방향과 평행하게 환형으로 배열되어 있는 복수의 티스 및 상기 복수의 티스와 직각으로 연결되어 자기회로를 형성하는 백요크를 포함하는 스테이터 코어를 구비하며, 상기 복수의 티스의 선단부는 상기 방수 격벽에 매입되어 있으며 상기 유체 흐름 통로에 노출되는 것을 차단하도록 상기 방수 격벽보다 박막으로 이루어진 방수 코팅막이 형성될 수 있다.

- [30] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기는 일측에 실링상태의 하부공간을 구비하고 타측에 유체가 도입되는 유입구와 도입된 유체가 배출되는 배출구가 유체 흐름 통로를 통하여 연결된 펌프 하우징; 상기 유체 흐름 통로에 회전 가능하게 지지된 로터; 복수의 티스에 U,V,W 3상 코일이 각각 복수로 분할되어 권선된 복수의 코일을 구비하며, 상기 하부공간에 배치되어 회전자기장을 발생하여 상기 로터를 회전 구동하기 위한 스테이터; 및 상기 스테이터의 하부에 배치되는 다층 인쇄회로기판(PCB)에 실장되어 상기 U,V,W 3상 코일에 구동전류를 인가하도록 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결되고, U,V,W 3상 코일의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상호 연결되는 모터구동회로;를 포함하며, 상기 다층 인쇄회로기판(PCB)은 상기 모터구동회로를 형성하는 복수의 전자부품이 실장된 최상층, 제2층, 제3층 및 최하층이 순차적으로 적층되어 있으며, 최외곽에 배치되어 상기 최상층으로부터 최하층까지 연장되는 복수의 도전성 비아홀이 형성되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 인쇄회로기판(PCB)으로 도입하여 연결되는 비아홀영역; 상기 비아홀영역의 내측에 배치되며 상기 U,V,W 3상 코일을 각 상별로 병렬접속회로를 구성하도록 상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 선택적으로 상호 연결하기 위한 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역; 및 상기 연결패턴영역의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 복수의 전자부품이 실장되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결된 전자부품 장착영역;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- [31] 상기 연결패턴영역에 형성된 복수의 도전패턴은 상기 최상층과 최하층에 배치되어 있으며, 상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 최상층과 최하층에 배치된 복수의 도전패턴에 선택적으로 연결되어 상기 복수의 코일은 U,V,W 각 상별로 병렬접속회로를 구성할 수 있다.

- [32] 또한, 상기 U,V,W 3상 코일 각각의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상기 제2층 및 제3층 각각은 비아홀영역과 연결패턴영역이 통합된 도전성 제1영역이 상기 U,V,W 3상 코일의 엔드선과 연결된 복수의 도전성 비아홀과 전기적으로 연결되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 연결된 도전성 비아홀은 상기 도전성 제1영역과 전기적으로 분리된 아일랜드 홀을 형성할 수 있다.

- [33] 더욱이, 상기 전동기는 8폴(pole)-6슬롯(slot) 구조의 BLDC 모터로 이루어지며, 상기 스테이터의 U,V,W 3상 코일을 6개 터스에 분할 권선하여 3상 구조의 스테이터 회로를 구성할 때, 6개 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선은 각각 상기 인쇄회로기판(PCB)의 비아홀영역에 구비된 12개의 도전성 비아홀을 통과한 후 솔더링에 의해 연결되고, 상기 6개 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 최상층 및 최하층의 상기 연결패턴영역에 형성된 제1 내지 제4 도전패턴을 이용하여 각 상별로 병렬접속회로를 형성하며, 상기 6개 U,V,W 3상 코일의 엔드선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 제2층 및 제3층에 구비된 비아홀영역과 연결패턴영역이 통합된 도전성 제1영역과 공통 연결되어 Y-결선방식으로 중성점(NP)을 형성할 수 있다.
- [34] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 스테이터의 하부에 배치되는 인쇄회로기판(PCB)에 실장되어 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 인버터 회로의 U,V,W 출력 단자에 연결되고, 상기 U,V,W 3상 코일의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하는 워터 펌프용 전동기의 모터구동회로로서, 상기 인쇄회로기판(PCB)은, 최외곽에 배치되어 복수의 도전성 비아홀이 형성되어 있으며, 상기 스테이터의 복수의 터스 각각에 권선된 복수의 코일의 스타트선과 엔드선을 인쇄회로기판(PCB)으로 도입하여 선택적으로 연결되는 비아홀영역; 상기 비아홀영역의 내측에 배치되며 상기 복수의 코일을 각 상별로 병렬접속회로를 구성하도록 복수의 코일의 스타트선과 엔드선을 상호 연결하기 위한 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역; 및 상기 연결패턴영역의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 각종 전자부품이 실장된 전자부품 장착영역;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [35] 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 임펠러를 구동하는 전동기가 3상 구동방식의 BLDC 모터인 경우, 보조 인쇄회로기판(PCB)을 사용하지 않고 단일의 다층 인쇄회로기판(PCB)을 사용하여 U,V,W 3상 코일의 병렬회로 결선, Y-결선방식의 중성점 형성 및 모터구동회로를 동시에 구현할 수 있다.
- [36] 또한, 본 발명에서는 다층 인쇄회로기판(PCB)의 중앙부에 모터구동회로의 구현에 필요한 각종 전자부품이 실장되는 전자부품 장착영역을 배치하고, 전자부품 장착영역의 외곽에 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선의 결선이 이루어지는 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역과 3상 코일의 스타트선과 엔드선이 연결되는 비아홀영역을 배치함에 의해 복수의 도전패턴을 이용하여 U,V,W 3상 코일의 직/병렬 회로 결선과 Y-결선방식의 중성점을 쉽게 구현할 수 있다.
- [37] 즉, 본 발명에서는 상기 다층 인쇄회로기판(PCB)에서 중앙부에 모터구동회로의 구현에 필요한 각종 전자부품이 실장되는 전자부품 장착영역을 배치하고, 스테이터의 U,V,W 3상 코일이 각각 스테이터 코어의 터스에 권선된 후, 각각의 스

타트선과 엔드선이 복수의 도전성 비아홀을 통과한 후 솔더링되어 고정되어 이루어지는 비아홀영역이 인쇄회로기판(PCB)의 최외곽에 배치된다.

[38] 또한, 상기 비아홀영역과 전자부품 장착영역 사이에 배치되는 연결패턴영역에 복수의 도전패턴을 배치할 때, U,V,W 3상 코일의 직렬연결 또는 병렬연결 회로 구성 여부와 Y-결선방식의 중성점 형성을 고려하여 다층 구조의 인쇄회로기판(PCB)의 각층에 복수의 도전패턴을 배치하고 비아홀영역에 위치한 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 연결함에 의해, 단일의 다층 인쇄회로기판(PCB)을 사용하여 3상 코일의 결선과 모터구동회로를 구현할 수 있다.

[39] 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 다층 인쇄회로기판(PCB)의 최상층과 최하층의 중앙부에 전자부품 장착영역을 배치하고, 전자부품 장착영역의 외곽에 U,V,W 3상 코일의 스타트선의 병렬회로 결선이 이루어지는 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역을 배치하며, 연결패턴영역의 외곽에 3상 코일의 스타트선과 엔드선이 연결되는 비아홀영역을 배치하고, 상기 인쇄회로기판(PCB)의 제2층 및 제3층의 제1영역에 형성된 6개 비아홀을 6개 엔드선과 연결시킴에 의해 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성을 쉽게 구현할 수 있다.

[40] 더욱이, 본 발명에서는 로터와 스테이터 사이에 후막의 방수 격벽을 이용하여 분리하면서 로터와 대향한 SMC(Soft Magnetic Composites) 타입의 스테이터 코어(티스)의 표면에는 초박막의 방수 코팅막에 의해 방수 처리함에 의해 에어갭(air gap)을 최소한으로 줄이는 것이 가능하여 희토류 자석인 페라이트 자석을 사용할지라도 Nd를 포함하는 희토류 자석을 사용한 전동기와 동등한 효율과 토크 증대를 도모할 수 있다.

[41] 종래의 워터 펌프에서 로터와 스테이터를 분리하기 위해 설치되는 방수 격벽은 중앙부에 로터의 지지축을 지지하는 역할도 동시에 수행하여야 하므로 예를 들어, PPS와 같은 수지로 이루어지는 방수 격벽은 0.9mm 두께로 형성되어야 하고 두께를 줄이는 데 한계가 있다.

[42] 그러나, SMC(Soft Magnetic Composites) 타입의 스테이터 코어(티스)의 표면을 초박막의 방수 코팅막에 의해 방수 처리하는 경우 방수 코팅막은 0.2mm 두께로 형성하는 것이 가능하여 후막의 방수 격벽 구조와 비교하여 에어갭(air gap)을 크게 줄이는 것이 가능하여 희토류 자석과 비교하여 상대적으로 자석밀도가 낮은 페라이트(Ferrite) 자석을 사용하는 것이 가능하게 된다.

[43] 더욱이, 본 발명의 전동기는 방수 격벽을 사이에 두고 페라이트(Ferrite) 자석을 사용하는 로터와 스테이터가 대향한 액시얼 갭 타입으로서, 희토류 자석과 같은 별도의 자석 방수 구조가 필요없이 오픈(open) 구조로 사용할 수 있다. 즉, 페라이트 자석은 주성분이 철(Fe)의 산화물이므로 잘 녹슬지 않기 때문에 희토류 자석(Nd 자석)을 사용할 때와 다르게 물에 노출되는 자석의 표면에 방수 구조를 고려할 필요가 없다. 따라서, 로터에 페라이트 자석을 채용하는 경우 물과 접촉하는 부분에 방수 구조가 필요없어 에어갭(air gap)을 더 줄일 수 있다. 이러한 에어갭

의 축소는 스테이터 코어와 로터의 자석 사이의 누설자속을 최소화시키므로 전 동기 효율 증대를 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [44] 도 1은 본 발명에 따른 액시얼 갭 타입 전동기를 이용한 워터 펌프의 사시도이다.
- [45] 도 2는 도 1에 도시된 워터 펌프의 정면도이다.
- [46] 도 3은 도 2의 A-A 선 단면도이고, 도 4는 도 2의 B-B 선 단면도이다.
- [47] 도 5a 및 도 5b는 각각 본 발명에 따른 워터 펌프의 어셈블리별 분해사시도 및 완전 분해사시도이다.
- [48] 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 액시얼 갭 타입 전동기에서 모터구동회로의 인버터 회로와 9 슬롯(slot) 구조의 U,V,W 3상 코일의 상호 연결관계를 나타낸 회로도이다.
- [49] 도 7은 본 발명의 제1실시예에 따른 모터구동회로용 다층 인쇄회로기판(PCB)의 하부면을 나타낸 패턴도의 일예이다.
- [50] 도 8a 내지 도 8d는 각각 본 발명의 제1실시예에 따른 9 슬롯(slot) 구조의 스테이터를 채용한 전동기에서 모터구동회로용 다층 인쇄회로기판(PCB)의 각층의 도전패턴을 나타낸 패턴도이다.
- [51] 도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 액시얼 갭 타입 전동기에서 모터구동회로의 인버터 회로와 6 슬롯(slot) 구조의 U,V,W 3상 코일의 상호 연결관계를 나타낸 회로도이다.
- [52] 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 모터구동회로용 다층 인쇄회로기판(PCB)의 하부면을 나타낸 패턴도의 일예이다.
- [53] 도 11a 내지 도 11d는 각각 본 발명의 제2실시예에 따른 6 슬롯(slot) 구조의 스테이터를 채용한 전동기에서 모터구동회로용 다층 인쇄회로기판(PCB)의 각층의 도전패턴을 나타낸 패턴도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [54] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 설명한다.
- [55] 이 과정에서 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시될 수 있다. 또한, 본 발명의 구성 및 작용을 고려하여 특별히 정의된 용어들은 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 한다.
- [56] 본 발명의 비회로류 자석을 채용한 액시얼 갭 타입 전동기는 종축형 전동기로 구현될 수 있으며, 워터 펌프(EWP), 컴프레서, 오일 펌프 등에 적용될 수 있다.
- [57] 이하의 설명에서는 액시얼 갭 타입 전동기가 워터 펌프(EWP)에 적용되는 것을 예를 들어 설명한다.

- [58] 도 1 내지 도 5b를 참고하면, 본 발명에 따른 액시얼 겹 타입 전동기를 이용한 워터 펌프(EWP)(200)는 크게 펌프 하우징(10), 액시얼 겹 타입 전동기(100), 임펠러(20) 및 드라이버(50)를 포함하고 있다.
- [59] 상기 펌프 하우징(10)은 일측단 중앙에 냉각수와 같은 유체가 도입되는 유입구(11a)가 배치되고 타측단 일측에 도입된 유체가 배출되는 배출구(11b)가 연장형성되어 있으며, 타측단 중앙부는 개방되어 있는 펌프 커버(11)와, 상기 펌프 커버(11)의 개방부를 커버링하여 펌프 커버(11) 내부에 유체 흐름 통로(P)를 형성하며, 상기 유체 흐름 통로(P)의 외부에 하부공간(15)을 갖도록 반전된 컵형상으로 이루어지는 바디 케이스(12)와, 상기 바디 케이스(12) 내부의 밀폐된 하부공간(15)을 형성하여 전동기(100)의 스테이터(40)와 스테이터(40)를 구동하기 위한 드라이버(50)가 내장되며, 바디 케이스(12)의 하단에 결합되는 어퍼 커버(13)를 포함하고 있다.
- [60] 상기 펌프 커버(11)와 바디 케이스(12)는 바람직하게는 원통형상으로 이루어져 있고, 상호 고정 결합구조를 가지고 있다.
- [61] 상기 펌프 커버(11)와 바디 케이스(12) 사이에는 상호 고정 결합을 위해 예를 들어, 4개의 고정용 연장부(11c,12a)가 돌출되어 있고, 고정용 연장부(11c,12a)의 중앙에 형성된 결합구멍에 고정나사 또는 고정볼트의 체결이 이루어진다.
- [62] 상기 4개의 고정용 연장부(11c,12a) 중 바디 케이스(12)의 하나의 고정용 연장부(12a)에는 상기 펌프 커버(11)의 고정용 연장부(11c)와 결합위치를 정렬시키기 위한 정렬요홈(12i)이 형성되고, 상기 펌프 커버(11)의 고정용 연장부(11c)에는 상기 정렬요홈(12i)에 결합되는 결합돌기가 형성되어 있다.
- [63] 또한, 상기 펌프 커버(11)와 바디 케이스(12) 사이에는 각각의 플랜지에 원형의 돌출부와 원형의 요홈(12h)이 형성되어 있으며, 상기 요홈(12h)에는 실링용 O-링이 삽입되어 있다.
- [64] 더욱이, 상기 바디 케이스(12)와 어퍼 커버(13) 사이에는 상호 고정 결합을 위해 예를 들어, 4개의 고정용 연장부(12b,13a)가 돌출되어 있고, 고정용 연장부(12b,13a)의 중앙에 형성된 결합구멍에 고정나사 또는 고정볼트의 체결이 이루어진다.
- [65] 또한, 상기 바디 케이스(12)와 어퍼 커버(13) 사이의 결합부에도 O-링이 삽입되어 하부공간(15)의 실링상태를 유지할 수 있다. 또한, 상기 바디 케이스(12)와 어퍼 커버(13) 사이의 결합부는 레이저 용접방법을 이용하여 접합시키는 방법보다도 완벽한 실링상태를 실현하는 것도 가능하다.
- [66] 상기 어퍼 커버(13)의 하부면에는 외부로부터 드라이버(50)에 대한 구동신호를 인가하기 위한 터미널단자가 배치되는 콘넥터 하우징(13b)이 연장되어 있다.
- [67] 상기 펌프 하우징(10)을 형성하는 펌프 커버(11), 바디 케이스(12) 및 어퍼 커버(13)는 예를 들어, PPS(Poly Phenylene Sulfide) 등의 수지를 사용하여 형성될 수 있다.

- [68] 펌프 커버(11)의 유입구(11a)와 배출구(11b) 사이의 절곡 부분의 유체 흐름 통로(P)에는 전동기(100)의 로터(30)가 하측에 일체로 형성되어 있는 임펠러(20)가 배치되어 있다.
- [69] 또한, 유체 흐름 통로(P)에 임펠러(20)가 배치될 수 있도록 펌프 커버(11)의 개방된 하단은 유입구(11a) 보다 더 넓은 공간을 확보하도록 확장되어 있고, 펌프 커버(11)의 개방된 하단과 대응하는 바디 케이스(12)의 상부에는 요홈 구조를 형성하도록 플랜지가 연장되어 있다.
- [70] 상기 임펠러(20)는 유입구(11a)로부터 유입되는 냉각수와 같은 유체를 측면에 배치된 배출구(11b)를 통하여 배출하도록 원판 형태의 상판(21)과 하판(22) 사이에 다수의 날개(23)가 방사상으로 배치되어 있다. 상기 상판(21)은 중앙에 관통구멍이 형성되고 상측으로부터 하측으로 직경이 증가하는 상협하광 형상으로 이루어지고, 하판(22)은 로터(30)의 상측과 외곽을 둘러싸는 원형판으로 이루어져 있다. 따라서, 상기 하판(22)은 로터지지체 역할을 하면서 하판(22)과 로터(30)는 인서트 몰딩방법으로 일체화될 수 있다.
- [71] 또한, 하판(22)의 중앙부에는 베어링 하우징(24)이 돌출 형성되며, 베어링 하우징(24)에는 지지축(60)에 로터(20)를 회전 가능하게 지지하는 슬리브 베어링(61)이 내장 설치되어 있다.
- [72] 상기 슬리브 베어링(61)은 유체와 접촉이 이루어지는 것을 고려하여 카본 베어링 또는 플라스틱 베어링과 같은 오일레스 베어링을 사용하는 것이 바람직하다.
- [73] 한편, 본 발명에 따른 워터 펌프(200)는 도 3 내지 도 5b에 도시된 바와 같이, 상기 임펠러(20)를 회전 구동하기 위한 구동수단으로서 상기 바디 케이스(12) 내부의 밀폐된 하부공간(15)에 배치된 스테이터(40)와, 바디 케이스(12) 외부의 유체 흐름 통로(P)에 스테이터(40)에 대향하여 배치된 로터(30)를 포함하는 액시얼 갭 타입 전동기(100)를 채용하고 있다.
- [74] 우선, 로터(30)는 하판(22)의 저면에 링형상의 백요크(31)와 자석(32)이 순차적으로 설치되어 임펠러(20)와 단일체를 구성한다. 로터(30)의 자석(32)은 복수의 N극 및 S극의 분할 자석편으로 이루어지거나 또는 링 형상의 자석에 N극 및 S극이 다극으로 분할 착자된 자석을 사용할 수 있으며, 백요크(31)는 예를 들어, 전기 아연도금강판(EGI = Electro Galvanized Iron)을 링 형상으로 타발하여 자석(32)의 배면에 설치하여 자기회로를 형성한다.
- [75] 상기 바디 케이스(12)의 상부에는 스테이터(40)와 로터(30)를 분리시키기 위한 방수 격벽(12d)이 설치되어 스테이터(40)에 대한 완전 방수 구조를 구현한다. 즉, 바디 케이스(12) 내부의 밀폐된 하부공간(15)에 배치된 스테이터(40)는 방수 격벽(12d)에 의해 물과의 접촉을 완벽하게 차단할 수 있다.
- [76] 상기 방수 격벽(12d)의 중앙부에는 지지축(60)이 인서트 몰딩 방법으로 일체로 형성되는 지지축 수용부(12e)가 하부공간(15)으로 연장 형성되어 있으며, 지지축(60)에는 로터(30)가 회전 가능하게 지지되어 있다.

- [77] 상기 지지축 수용부(12e)에는 중앙에 3단계 단차 구조의 요홈(16)이 형성되어 있으며, 요홈(16)의 중앙, 즉 제3단 단차부에 지지축(60)이 설치되어 있고, 요홈(16)의 제1단 및 제2단 단차부에는 슬리브 베어링(61)과 베어링 하우징(62)의 하단부가 각각 지지되어 있다. 이 경우, 요홈(16)의 제2단 단차부에는 슬리브 베어링(61)의 하단부와와의 마찰을 최소화하도록 서포트 와셔(62)가 삽입되어 있다.
- [78] 상기 지지축(60)의 상부에는 와셔(63)가 결합되어 있으며, 상단에는 로터(30)와 임펠러(20)가 지지축(60)으로부터 이탈하는 것을 잡아주기 위한 고정볼트(64)가 체결되어 있다. 상기 고정볼트(64)는 슬리브 베어링(61)을 상부에서 지지하는 와셔(63)의 이탈을 저지한다.
- [79] 상기 바디 케이스(12)의 상부에 스테이터(40)와 로터(30)를 분리시키기 위한 방수 격벽(12d)은 지지축 수용부(12e)에 형성된 지지축(60)이 로터(30)와 임펠러(20)가 회전될 때 충분한 지지강도를 가질 수 있도록 바디 케이스(12)의 원통부(12c)와 비교할 때 동일하거나 더 두꺼운 두께로 이루어지는 것도 가능하다.
- [80] 본 발명에서는 후술하는 바와 같이, 스테이터(40)의 스테이터 코어(45), 즉 티스(41)의 슈(412)와 로터(30)의 자석(32) 사이의 에어갭(air gap)은 종래의 구조보다 크게 축소된 간격을 가지도록 설계되어 있다. 즉, 로터(30)의 자석(32)과 대향하는 티스(41)의 슈(412)의 노출면(412a)에는 약 0.2mm 두께의 초박막의 방수 코팅막(14)이 형성되어 있다.
- [81] 따라서, 본 발명의 전동기에서 전체적인 에어갭(air gap)은 자석(32)과 방수 격벽(12d) 사이의 최소한의 거리 0.9mm에 방수 코팅막(14)의 두께 0.2mm를 더한 1.1mm로 결정되나, 종래 구조의 에어갭(air gap)은 자석(32)과 방수 격벽(12d) 사이의 최소한의 거리 0.9mm에 방수 격벽(12d)의 두께 0.9mm를 더한 1.8mm로 결정된다.
- [82] 그 결과, 본 발명의 에어갭(air gap)은 스테이터 코어가 방수 격벽의 내부공간에 배치되는 종래 구조의 에어갭과 비교하여 에어갭이 크게 단축됨에 따라 누설자속도 크게 감소하게 된다.
- [83] 즉, 본 발명에서는 로터(30)의 자석(32)과 대향하는 티스(41)의 슈(412)의 노출면(412a)에 방수 코팅막(14)을 상대적으로 얇은 두께로 형성함에 의해 이하에 설명하는 바와 같이 로터(30)의 자석(Magnet)을 비희토류 자석인 페라이트(Ferrite) 자석을 사용할 수 있다.
- [84] 또한, 본 발명의 전동기(100)는 초박판의 방수 코팅막(14)을 사이에 두고 로터(30)와 스테이터(40)가 대향한 액시얼 갭 타입으로서, 별도의 자석 방수 구조가 필요한 희토류 자석과 다르게 오픈(open) 구조로 사용할 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 전동기(100)는 로터(30)의 자석(32)이 페라이트(Ferrite) 자석을 사용하기 때문에 펌프 커버(11) 내부에 유체 흐름 통로(P)를 흐르는 냉각수와 접촉된 상태로 장시간 운영될지라도 녹이 슬지 않아 자석의 성능 하락이 발생하지 않는다.

- [85] 따라서, 본 발명의 전동기(100)는 자석 방수 구조를 갖는 희토류 자석을 채용하는 종래의 전동기보다 에어갭(air gap)을 더욱 줄여서 효율 증대를 도모할 수 있다.
- [86] 또한, 본 발명에서는 일반적인 내전형 전동기와 동일 외경을 갖는 종축형 전동기를 적용할 때 로터(30)와 스테이터(40) 사이에 초박판의 방수 코팅막(14)을 이용하여 분리함에 따라 에어갭(air gap)을 줄이는 것이 가능하여 비희토류 자석인 페라이트 자석을 사용할지라도 Nd를 포함하는 희토류 자석을 사용한 전동기와 동등한 자기에너지에 갖는 액시얼 갭 타입 전동기를 구현할 수 있다.
- [87] 상기 지지축(60)은 바디 케이스(12)의 사출성형시에 상기 방수 격벽(12d)의 중앙부에 일체로 형성된 지지축 수용부(12e)에 지지축(60)의 일부를 삽입한 형태로 몰딩하는 인서트 몰딩(insert molding) 방식으로 일체화하거나, 또는 방수 격벽(12d)의 중앙부에 일체로 형성된 지지축 수용부(12e)에 압입하여 고정될 수 있다. 이 경우, 지지축 수용부(12e)의 일부는 방수 격벽(12d)으로부터 하부공간(15)으로 연장됨에 따라, 충분한 접촉면적을 가지고 지지축(60)의 하단부를 견고하게 지지할 수 있다.
- [88] 이하에 본 발명의 일 실시예에 따른 액시얼 갭 타입 전동기의 스테이터에 대하여 설명한다.
- [89] 도 3 내지 도 5b에 도시된 바와 같이, 스테이터(40)는 실링상태를 유지하는 하부공간(15)에 방수 격벽(12d)과 초박판의 방수 코팅막(14)과 일체로 형성되어 로터(30)와 축방향으로 대향하여 배치되어 액시얼 갭 타입 전동기를 구성한다.
- [90] 상기 스테이터(40)는 복수의 티스(41)와 상기 복수의 티스(41)를 상호 연결하여 자기회로를 형성하는 환형의 백요크(42)를 구비하는 스테이터 코어(45)와, 상기 복수의 티스(41) 각각의 외주부에 결합되는 절연성 재질의 복수의 보빈(43)과, 상기 보빈(43)의 외주면에 권선되는 코일(44)을 포함한다.
- [91] 이 경우, 상기 스테이터 코어(45)의 복수의 티스(41)는 선단부(즉, 슈(shoe)(412))가 각각 로터(30)의 자석(32)과 대향하여 배치되고 바디 케이스(12)의 방수 격벽(12d)에 매입되어 있다.
- [92] 또한, 방수 격벽(12d)에 매입된 티스(41)의 선단부 즉, 슈(shoe)(412)의 노출면(412a)에는 초박판의 방수 코팅막(14)이 형성되어 있어, 방수 격벽(12d)이 후막으로 형성될지라도 로터(30)의 자석(32)과 대향하는 슈(shoe)(412)의 노출면에는 초박판의 방수 코팅막(14)이 형성된 것이므로, 티스의 선단부가 방수 격벽의 후면에 배치되는 종래 구조보다 에어갭(air gap)을 줄이는 것이 가능하다.
- [93] 상기 스테이터 코어(45)를 형성하는 복수의 티스(41)는 각각 도 3 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 단면이 "T" 형상으로 이루어지며 연자성 분말(SMC: Soft Magnetic Composites)을 압축 성형하여 제조될 수 있으며, 보빈(43)이 결합되는 코일권선부(410)와 선단부의 슈(shoe)(412) 부분이 로터(30)의 자석(32)과 대향하여 배치되도록 동일한 원주상에 축방향과 평행하게 환형으로 배열되어 있다.

- [94] 상기 티스(41)는 연자성 분말(SMC)로서 자기 투자율이 높고, 낮은 보자력 및 높은 포화자기 유도를 가진 등방성 자기재료, 예를 들어, Fe-Ni, Fe-Co, Fe-Si 합금 분말을 사용할 수 있다. 이러한 연자성 분말(SMC)로 티스(41)를 압축 성형 또는 압출 성형 방법으로 제조하면 3D 구조로 형성이 가능하고 티스(41)는 등방성 성질을 갖는다.
- [95] 본 발명의 티스(41)는 연자성 분말(SMC)의 압축 성형 이외에 투자율이 높은 비정질 금속 분말과 바인더를 혼합하여 성형하거나, 또한 비정질 금속 분말, 구형 연자성 분말(SMC) 및 바인더를 소정 비율로 혼합하여 성형할 수 있다. 이 경우, 비정질 금속 분말을 100% 사용하는 경우에 비하여 구형 연자성 분말(SMC)을 소정 비율 혼합하는 경우가 고압 소결의 어려움을 해소할 수 있으며, 투자율을 높일 수 있다.
- [96] 연자성 분말(SMC)로 티스(41)를 압축 성형하는 방법은 로터(30)의 자석(32)과 대향하는 티스(41)의 선단부, 즉, 슈(412) 부분에 곡면 형성에 필요한 “라운딩(R)”을 쉽게 형성할 수 있어 중요하다.
- [97] 본 발명의 스테이터 코어(45)는 상기한 레이디얼 갭 타입(Radial gap type) 전동기의 스테이터 코어와 다르게 액시얼 갭 타입의 전동기에 적용하는 것으로, 복수의 티스(41)와 백요크(42)가 직각으로 연결되는 구조이므로 복수의 티스와 백요크를 일체화된 박판 적층체로 구성하는 것이 불가능하다.
- [98] 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 발명의 스테이터 코어(45)는 복잡한 3D 형상을 갖는 티스(41)는 연자성 분말(SMC)을 압축 성형하여 제조하고, 백요크(42)는 종래와 같이 전기강판(실리콘 강판)을 타발 성형하여 준비한 후, 도 3 및 도 5b에 도시된 바와 같이, 백요크(42)의 복수의 조립구멍(42a)에 복수의 연자성 분말(SMC) 티스(41)를 조립하여 얻어질 수 있다.
- [99] 상기 “T” 형상으로 이루어지는 복수의 티스(41)는 각각 연자성 분말(SMC)을 압축 성형하여 제조됨에 따라 코어 형상에 “라운딩(R)”을 쉽게 형성하여 이상적인 사인 곡선(sine curve)에 근접한 백 EMF(Back Electromotive Force) 파형이 얻어지도록 할 수 있으며(왜곡률: 0.5%), 그 결과 전동기 회전에 따른 소음 및 진동 발생을 개선할 수 있다.
- [100] 또한, 본 발명의 스테이터 코어(45)는 복수의 분할형 티스(41)와 백요크(42)가 직각으로 연결되는 구조로서 종축형 전동기에 특화된 것이며, 스테이터 코어(45)의 티스(41)는 일반 전기강판이 아닌 SMC(Soft Magnetic Composites)를 적용하여 전동기에서 발생하는 철손(Core Loss)을 최소화하도록 티스 형상에 “라운딩(R)”을 도입함에 의해 코어(티스) 형태를 최적화할 수 있다.
- [101] 상기 복수의 분할형 티스(41)는 각각 도 5b에 도시된 바와 같이, 코일이 권선되는 코일권선부(410)와 코일권선부(410)의 선단부에 코일권선부(410)보다 넓은 면적으로 확장되어 로터(30)의 자석(32)과 대향하는 슈(412)를 포함하고 있다. 상기 코일권선부(410)와 슈(412)는 각각 단면이 사다리꼴 형상으로 이루어져 있다.

- [102] 상기 코일권선부(410)는 대략 3각형 기둥을 이루고 있고, 슈(412)는 대략 4각형 기둥을 이루고 있으며, 슈(412)와 코일권선부(410)의 각 측면과 측면의 경계부인 모서리에는 “라운딩(R)” 처리하여 곡면으로 형성되어 있다.
- [103] 이러한 측면과 측면의 경계부인 모서리를 “라운딩(R)” 처리하여 곡면으로 형성하는 것은 연자성 분말(SMC)로 압축 성형하여 티스(41)를 형성할 때 모서리 부분의 성형 용이성을 부여할 수 있다.
- [104] 상기 복수의 분할형 티스(41)는 바디 케이스(12)를 사출 성형할 때 인서트 몰딩 방법으로 슈(412) 부분이 방수 격벽(12d) 부분에 미리 설정된 간격을 두고 배치되어 일체화되고 있다. 상기 바디 케이스(12)의 방수 격벽(12d) 부분을 사출 성형시에 방수 격벽(12d)이 단턱부까지 형성되어 티스(41)가 대향한 부분의 자석(32)의 자력(磁力)에 의해 이탈하는 것을 잡아주는 역할을 한다.
- [105] 상기 복수의 보빈(43)은 각각 중앙에 티스(41)의 코일권선부(410)가 삽입되는 관통구멍이(432)이 형성되고 외주에 코일(44)이 권선되는 코일권선용 몸통(430)과, 상기 몸통(430)의 양단부에 코일(44)이 권선될 영역을 한정하도록 상부 및 하부 플랜지(431a, 431b)가 형성되어 있다.
- [106] 또한, 코일권선부(410)의 하측에 배치되는 하부 플랜지(431b)에는 코일(44)의 스타트선(44a)과 엔드선(44b)을 일회전 감아서 고정시킨 후 일정한 간격으로 정렬시키기 위한 제1 및 제2 정렬용 가이드 돌기(434, 435)가 각각 “U”자 형태로 돌출되어 있다.
- [107] 도 5b에 도시된 바와 같이, 상기 복수의 보빈(43)에 제1 및 제2 정렬용 가이드 돌기(434, 435)를 형성하여 상기 코일(44)의 스타트선(44a)과 엔드선(44b)을 정렬하여 연장시키는 것은 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d)을 스테이터(40)의 하측에 결합되는 인쇄회로기판(PCB)(51)의 비아홀영역(57a)에 형성된 도전성 비아홀(53)을 통과하여 조립할 때 조립생산성을 위해 매우 중요하다.
- [108] 상기 복수의 티스(41)의 후단부에는 박판으로 이루어진 복수의 전기강판(실리콘 강판)이 적층되어 형성되고 복수의 티스(41)와 결합되어 자기회로를 형성하는 소정의 폭을 갖는 환형의 백요크(42)가 결합되어 있다.
- [109] 상기 백요크(42)는 종래와 같이 전기강판(실리콘 강판)을 타발 성형하여 준비한 후, 도 5b에 도시된 바와 같이, 백요크(42)의 복수의 조립구멍(42a)에 복수의 연자성 분말(SMC) 티스(41)를 조립하여 얻어질 수 있다.
- [110] 또한, 상기 백요크(42)의 외주부에는 중앙에 관통구멍이 형성된 복수의 돌기(42b)가 형성되어 있으며, 먼저 티스(41)의 코일권선부(410)에 코일(44)이 권선된 보빈(43)을 결합한 후, 코일권선부(410)의 하단부를 백요크(42)의 조립구멍(42a)에 결합하고 복수의 보빈(43)과 백요크(42)의 조립체가 이탈하는 것을 방지하도록 복수개 돌기(42b)의 관통구멍에 고정나사 또는 고정볼트를 체결하여 바디 케이스(12)의 고정돌기(12f)에 고정한다.
- [111] 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기(100)는 스테이터(40)가 펌프 커버(11) 내부의 유체 흐름 통로(P)와 완전히 분리된 방수 공

간인 바디 케이스(12) 내부의 하부공간(15)에 배치되고, 로터(30)는 임펠러(20)와 일체로 형성되어 유체 흐름 통로(P)에 배치되어 있으며, 스테이터(40)와 로터(30)는 후막의 방수 격벽(12d)에 의해 분리된 구조를 가지고 있다.

[112] 본 발명에서는 로터(30)의 자석(32)과 대향하는 스테이터(40)의 티스(41)가 연자성 분말(SMC)로 이루어져 있으며 슈(shoe)(412)의 노출면(412a)에는 초박막의 방수 코팅막(14)이 형성된 것으로, 바디 케이스(12)의 후막의 방수 격벽(12d) 사이에 인서트 몰딩되어 있다.

[113] 따라서, 본 발명에 따른 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기(100)는 스테이터(40)와 로터(30) 사이의 에어갭(air gap)은 자석 방수 구조가 필요없이 오픈(open) 구조를 갖는 자석(32)과 티스(41)의 선단 노출면(412a)에 형성된 초박막의 방수 코팅막(14)에 의해 설정된다.

[114] 그 결과, 본 발명의 전동기(100)는 후막의 방수 격벽(12d) 내측에 티스의 선단부가 배치된 종래 전동기와 비교하여 에어갭(air gap)을 최소한으로 줄이는 것이 가능하여 누설자속을 최소화할 수 있어 비희토류 자석인 페라이트 자석을 사용할 지라도 희토류 자석을 사용한 전동기와 동등한 효율과 토크 증대를 도모할 수 있다.

[115] 따라서, 본 발명에 따른 액시얼 갭 타입 전동기(100)는 차량 내부의 워터 펌프(200) 제어장치로부터 워터펌프 제어신호가 드라이버(50)에 인가되면, 드라이버(50)는 홀센서(도시되지 않음)로부터 로터의 위치신호를 수신할 때 드라이버(50)로부터 액시얼 갭 타입 전동기(100)의 스테이터 코일(44)에 대한 구동신호를 인가하며, 스테이터(40)는 복수의 티스(41)로부터 회전 자기장이 발생한다.

[116] 상기 스테이터(40)의 복수의 티스(41)로부터 회전 자기장이 발생하면, 초박막의 방수 코팅막(14)을 통하여 유체 흐름 통로(P)에 배치된 로터(30)는 임펠러(20)와 함께 지지축(60)을 중심으로 회전이 이루어지며, 그 결과 임펠러(20)의 회전에 따라 펌프 커버(11)의 유입구(11a)로부터 냉각수가 도입되고, 도입된 냉각수는 유체 흐름 통로(P)를 따라 배출구(11b)로 배출된다.

[117] 본 발명에서는 유체 흐름 통로(P)의 외부에 배치된 전동기(100)의 스테이터(40)에 의해 유체 흐름 통로(P)의 내부에 배치된 임펠러(20)와 로터(30)를 자기결합방식으로 구동함에 의해 전동기(100)의 스테이터(40)에 대한 완전한 방수를 실현할 수 있다.

[118] 더욱이, 본 발명에서는 전동기(100)의 스테이터(40)를 유체 흐름 통로(P)와 완전히 격리시킴에 따라 별도의 방수처리를 생략할 수 있고 이로 인해 전동기(100)의 로터(30)와 스테이터(40) 사이의 에어갭을 최적 상태로 설정하여 전동기(100)의 효율화를 도모할 수 있다.

[119] 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 액시얼 갭 타입 전동기에서 모터구동회로의 인버터 회로와 9 슬롯(slot) 구조의 병렬접속된 U,V,W 3상 코일의 상호 연결관계를 나타낸 회로도이고, 도 7은 본 발명의 제1실시예에 따른 모터구동회로가 실장된 다층 인쇄회로기판(PCB)의 하부면을 나타낸 패턴도이다.

- [120] 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 스테이터(40)의 하부에는 스테이터(40)의 U,V,W 3상 코일(44)에 구동신호를 인가하여 회전자계를 발생시키기 위한 드라이버(50)가 설치되어 있다. 상기 드라이버(50)는 모터구동회로를 형성하는 각종 전자부품(54)이 실장된 인쇄회로기판(PCB)(51)에 의해 구현되고 있다.
- [121] 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 외주에는 인쇄회로기판(PCB)(51)을 바디 케이스(12)에 고정시키기 위한 3개의 관통구멍(52)이 균등한 간격으로 형성되어 있다.
- [122] 상기 바디 케이스(12)의 원통부(12c) 내주에는 6개의 고정나사 또는 고정볼트 체결용 고정돌기(12f)가 돌출되어 있다. 고정돌기(12f)의 중앙에는 고정나사 또는 고정볼트 체결용 암나사산이 형성되어 있다.
- [123] 6개의 고정돌기(12f) 중 3개는 백요크(42)를 고정시키는 데 사용되고, 나머지 3개는 인쇄회로기판(PCB)(51)을 고정시키는 데 사용된다.
- [124] 본 발명에 따른 워터 펌프(200)는 액시얼 갭 타입 전동기(100)가 예를 들어, 12폴(pole)-9슬롯(slot) 또는 8폴(pole)-6슬롯(slot) 구조의 BLDC 모터로 구성될 수 있다.
- [125] 상기 전동기(100)가 12폴(pole)-9슬롯(slot) 구조인 경우, 스테이터(40)의 코일(44)을 U,V,W 3상 구조로 9개의 티스(41)에 권선하여 스테이터 회로를 구성할 때, U,V,W 각 상마다 3개의 티스(41)에 권선된 3개의 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)이 병렬접속이 이루어지고, 상기 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 엔드선은 Y-결선 방식으로 중성점(NP; Neutral Point)을 형성하도록 3상 구동방식의 모터구동회로를 결선하면 도 6과 같이 나타낼 수 있다.
- [126] 본 발명에서는 스테이터(40)의 각 상의 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)은 각각 3개로 구성되고 병렬접속회로를 구성함에 따라 스테이터 코일(44)의 저항을 최소화할 수 있다.
- [127] 일반적으로 저항(R)은 길이(L)에 비례하고 단면적(S)에 반비례한다. 따라서, 각 상마다 병렬접속이 이루어진 U,V,W 3상 코일(44)의 전체 저항은 직렬접속 구조와 비교할 때 대략 1/2로 감소하게 된다. 그 결과, 동손(copper loss, coil loss)은 저항 RQ 인 도체에 전류(I)가 흐를 때 ($P = I^2R$)의 에너지가 열로 발생하기 때문에 생기는 현상으로, 에너지 손실은 온도 상승의 원인이 된다.
- [128] 그 결과, 본 발명에서는 U,V,W 3상 코일(44)의 저항이 작아짐에 따라 저항(resistance)과 동손(coil loss)을 줄여서 코일 온도를 낮추고 효율은 증대시키는 것이 가능하다. 또한, U,V,W 3상 코일(44)의 저항(R)을 낮출 수 있어 순시파워(Instantaneous power)가 요구되는 구동장치에서 전력 상승을 도모할 수 있다.
- [129] 또한, 본 발명에서는 가는 직경의 와이어를 2가닥 권선방식으로 권선하며, 이에 의해 원하는 코일 턴(turn)수를 확보함에 따라 원하는 고속 RPM을 구현할 수 있어 구동장치의 성능향상을 도모할 수 있게 된다.
- [130] 도 6을 참고하면, 3상 구동방식 스테이터(40)의 각 상의 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)은 각각 3개로 구성되고 병렬접속회로를 구성할 때, 각 상의 코일(U1-U3,V1-

V3, W1-W3)의 스타트(start)선(44a-44c)은 상호 연결되고, 각 상의 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)의 엔드(end)선(44d)도 Y-결선방식의 중성점(NP; Neutral Point)을 형성하도록 상호 연결되어 있다.

- [131] 즉, U상에 할당된 코일(U1-U3), V상에 할당된 코일(V1-V3) 및 W상에 할당된 코일(W1-W3)의 각각의 스타트선(44a-44c)은 모터구동회로에 구비된 인버터 회로(55)의 U, V, W 출력단자(Uout, Vout, Wout)에 각각 연결되고, 엔드선(44d)은 모두 공통전극(COM)에 연결되어 중성점(NP; Neutral Point)을 형성한다.
- [132] 또한, 본 발명에서는 9개 터스(41)에 각각 권선된 9개 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 18개는 도 7에 도시된 바와 같이, 스테이터(40)의 하측에 배치되는 원형 인쇄회로기판(PCB)(51)의 외주에 형성된 18개의 도전성 비아홀(53)을 통과하여 다층 인쇄회로기판(PCB)(51)의 하부로 돌출된 후 솔더링에 의해 연결된다.
- [133] 본 발명의 인쇄회로기판(PCB)(51)은 예를 들어, 4층의 다층기판으로 이루어질 수 있으며, 도 7은 전자부품(54)이 장착되는 최하부면을 나타낸 것이다.
- [134] 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)은 크게 최외곽에 배치된 비아홀영역(57a), 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 배치된 연결패턴영역(57b) 및 상기 연결패턴영역(57b)의 내측에 위치한 전자부품 장착영역(57c)의 3개 영역으로 구별될 수 있다.
- [135] 상기 9개 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)(44)은 U상에 할당된 3개 코일(U1-U3), V상에 할당된 3개 코일(V1-V3) 및 W상에 할당된 3개 코일(W1-W3)이 각 상별로 교대로 배치되어 있다. 이에 따라 비아홀영역(57a)에는 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 18개의 도전성 비아홀(53)에 3개의 U상 코일(U1-U3), 3개의 V상 코일(V1-V3), 3개의 W상 코일(W1-W3)의 스타트선과 엔드선(U3S, U3E; W1S, W1E; V3S, V3E; U1S, U1E; W2S, W2E; V2S, V2E; U2S, U2E; W3S, W3E; V1S, V1E)이 쌍으로 인접하여 배치되어 있다.
- [136] 상기 비아홀영역(57a)에는 스테이터(40)의 9개 터스(41)에 권선된 9개 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)을 도 6에 도시된 바와 같이, 병렬접속회로 구성을 실현하도록 각 상의 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d)을 인쇄회로기판(PCB)(51)으로 도입하는 역할을 하는 18개의 도전성 비아홀(53)이 관통구멍에 형성되어 있다. 또한, 상기 비아홀영역(57a)에는 인쇄회로기판(PCB)(51)을 고정돌기(12f)에 고정시키는 데 사용되는 3개의 PCB 고정용 관통구멍(52)이 구비되어 있다.
- [137] 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 위치한 상기 연결패턴영역(57b)에는 9개 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)의 병렬접속회로를 구성하도록 9개 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)의 스타트선(44a-44c)은 각 상별로 상호 연결하고, 9개 엔드선(44d)은 Y-결선에 필요한 공통전극(COM)을 형성하도록 하나로 상호 연결시키고 있다.
- [138] 본 발명에서는 다층 인쇄회로기판(PCB)(51)을 이용하여 기판의 각면마다 각 상의 코일(U1-U3, V1-V3, W1-W3)의 스타트선(44a-44c)을 상호 연결하여 병렬접속하는 회로 구성을 실현하기 위해 연결패턴영역(57b)에 도전패턴(56)을 형성하거

나, 공통전극(COM)을 형성하기 위해 모든 엔드(end)선(44d)을 연결하는 패턴을 형성한다.

[139] 도 7의 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(56)은 도 8a 내지 도 8d를 참고하여 후술하는 바와 같이, 예를 들어, W상의 3개 코일(W1-W3)의 스타트선(44c)을 상호 연결하기 위해 3개의 W상의 도전성 비아홀(53)(W1S, W2S, W3S)을 연결한 것을 나타낸 것이다.

[140] 중앙부에 위치한 상기 전자부품 장착영역(57c)에는 예를 들어, 인버터를 이용한 6-스텝방식의 전파구동방식으로 BLDC 모터를 구동하는 데 필요한 모터 구동회로를 형성하기 위한 인버터 회로(55)와, 자동차 본체로부터 워터 펌프(200)를 구동하는 데 필요한 엔진 점화와 관련된 이그니션(ignition) 신호(IGN)와 LIN(Local Interconnect Network) 통신신호(LIN)를 수신하여 상기 인버터 회로(55)를 구동하기 위한 구동신호를 발생하여 인가하도록 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러(540), 수동소자 등의 전자부품(54)이 실장되어 있다.

[141] 이하에 도 8a 내지 도 8d를 참고하여 본 발명의 실시예에 따른 다층 인쇄회로기판(PCB)을 이용한 도 6에 도시된 병렬접속 스테이터 회로의 결선과 Y-결선방식의 중성점(NP; Neutral Point) 형성을 설명한다.

[142] 이하의 설명에서는 설명의 편의상 전자부품(54)이 실장되어 있는 인쇄회로기판(PCB)(51)의 하부면을 상부로 배치한 상태로 설명한다.

[143] 본 발명의 실시예에 따른 인쇄회로기판(PCB)(51)은 4층 기판으로 이루어질 때, 전자부품(54)이 장착되는 최상층(Top Layer)(511), 제2층(Layer 2)(512), 제3층(Layer 3)(513) 및 최하층(Bottom Layer)(514)을 포함하고 있다.

[144] 상기한 병렬접속 스테이터 회로의 결선과 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성을 위한 도전패턴의 결선은 다음 표 1과 같이 구현될 수 있다. 이 경우, 상기 스테이터 회로는 각 상별로 병렬접속회로 뿐만아니라 직렬접속회로를 구성하는 것도 가능하다.

[145] [표1]

층 구분	결선 포인트	결선 장소
최상층	U2S-U1S	Top-Bottom
	W3S-W1S	Top
	W1S-W2S	Top
제2층	U1S-U3S	Bottom-Layer 2
	COMMON	Layer 2
제3층	COMMON	Layer 3
최하층	U1S-U2S	Bottom-Top
	U1S-U3S	Bottom-Layer 2

	V1S-V2S	Bottom
	V1S-V3S	Bottom

[146]

[147] 먼저, 도 8a를 참고하면, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최상층(Top Layer)(511)은 최외곽에 배치되어 18개의 도전성 비아홀(53)이 형성되어 있으며, 9개 티스(41) 각각에 권선된 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 18개를 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최외곽에 배치된 18개의 도전성 비아홀(53)로 도입하여 연결되는 비아홀영역(57a), 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 배치되며 상기 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)을 각 상별로 병렬접속회로를 구성하도록 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 18개를 상호 연결하기 위한 도전패턴(56a-56c)이 형성된 연결패턴영역(57b) 및 상기 연결패턴영역(57b)의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 각종 능동 및 수동 전자부품(54)이 실장된 전자부품 장착영역(57c)으로 분할되어 있다.

[148] 18개의 도전성 비아홀(53)로 도입된 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 18개는 솔더링에 의해 인쇄회로기판(PCB)(51)의 도전성 비아홀(53)에 물리적/전기적으로 연결된 상태를 유지한다.

[149] 상기 도전성 비아홀(53)은 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최상층(Top Layer)(511)으로부터 최하층(Bottom Layer)(514)까지 연장되어 있으며, 최상층(Top Layer)(511)에 배치된 도전패턴(56a-56c) 및 최하층(Bottom Layer)(514)에 배치된 도전패턴(56d-56f)과 선택적으로 전기적 연결이 이루어진다.

[150] 이 경우, 상기 비아홀영역(57a)은 최상층(Top Layer)(511)과 최하층(Bottom Layer)(514)에서 상기 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(56a-56f)과 연결된 10개의 비아홀을 제외한 나머지 8개의 비아홀은 최상층(Top Layer)(511)과 최하층(Bottom Layer)(514)에서 전기적인 연결이 이루어지지 않도록 Cu 박막이 패터닝되어 제거된 상태이다.

[151] 상기 최상층(Top Layer)(511)의 연결패턴영역(57b)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 3개의 도전패턴(56a-56c)을 남기고 제거되어 있다.

[152] 먼저, 도전패턴(56a)은 W상 제3코일(W3)의 스타트선(W3S)으로부터 제2코일(W2)의 스타트선(W2S)까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, 상기 W상 제3코일(W3)의 스타트선(W3S), 제1코일(W1)의 스타트선(W1S) 및 제2코일(W2)의 스타트선(W2S)의 도전성 비아홀(53)은 상기 도전패턴(56a)에 연결되어 있다. 또한, 상기 도전패턴(56a)의 일단은 전자부품 장착영역(57c)에 배치된 인버터 회로(55)의 W상 출력단자(Wout)에 연결되어 있다. 그 결과, W상 제1 내지 제3 코일(W1-W3)의 3개의 스타트선(44c)은 병렬접속이 이루어진다.

[153] 또한, 상기 최상층(Top Layer)(511)의 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(56b)은 U상의 제2코일(U2)의 스타트선(U2S)과 전자부품 장착영역(57c)에 배치된 인버터 회로(55)의 U상 출력단자(Uout)를 연결하며, 도전패턴(56c)은 V상의

제2코일(V2)의 스타트선(V2S)과 전자부품 장착영역(57c)에 배치된 인버터 회로(55)의 V상 출력단자(Vout)를 연결하고 있다.

[154] 상기 도전패턴(56b)에는 방열 비아(Via) 패턴(562a)이 형성되어 있다.

[155] 상기 도전패턴(56b)에 형성된 방열 비아(Via) 패턴(562a)은 후술하는 바와 같이, 최하층(Bottom Layer)(514)과 연계하여 U상의 제2코일(U2)의 스타트선(U2S)과 U상 제1코일(W1)의 스타트선(U1S)을 연결하는 데 이용될 것이다.

[156] 상기 방열 비아(Via) 패턴(562a)은 열전달 특성과 도전성이 우수한 도전성 금속 재료를 사용하여 소직경의 복수의 도전성 비아(Via)로 이루어질 수 있으며 인쇄 회로기판(PCB)(51)의 4층을 관통하여 형성되는 것으로, 발열성 전자부품으로 분류되는 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러(540), 전력 스위칭 트랜지스터(FET1-FET6), 인덕터 등이 실장되는 영역에 형성될 수 있다.

[157] 상기 최상층(Top Layer)(511)의 전자부품 장착영역(57c)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 각종 능동 및 수동 전자부품(54)이 실장될 때 상기 모터구동회로를 형성하도록 복수의 회로패턴을 남기고 제거되어 있다.

[158] 상기 전자부품 장착영역(57c)에 형성된 복수의 회로패턴의 상세한 구조는 설명의 편의상 생략하며, 상기 전자부품 장착영역(57c)은 크게 모터구동회로의 제어부 역할을 하도록 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러(540)가 실장되는 제어칩 실장영역(571), 상기 인버터 회로(55)를 형성하는 3쌍의 전력 스위칭 트랜지스터(FET1-FET6)가 각각 토템폴 접속되어 있으며, 3개의 토템폴 접속단자(Q1-Q3), 즉 상기 스테이터 코일(44)에 U,V,W 3상 구동전류를 인가하는 U,V,W 출력단자(Uout,Vout,Wout)가 배치된 인버터 회로영역(572) 및 상기 모터구동회로의 전원을 공급하는 전원공급부가 배치된 전원공급영역(573)으로 분할되어 있다.

[159] 도 8b를 참고하면, 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제2층(Layer 2)(512)은 Cu 박막을 패터닝하여, 상기 비아홀영역(57a)과 연결패턴영역(57b)이 통합된 제1영역(574), 상기 전자부품 장착영역(57c)의 제어칩 실장영역(571)에 대응하는 제2영역(575), 상기 인버터 회로영역(572)과 전원공급영역(573)의 통합된 제3영역(576) 및 도전패턴(56d)으로 분할되어 있다.

[160] 이 경우, 상기 비아홀영역(57a)에 형성된 18개의 도전성 비아홀(53) 중 상기 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 9개 엔드선(U1E-U3E,V1E-V3E,W1E-W3E)이 연결된 9개 비아홀은 제1영역(574)과 전기적으로 연결되고, U상 제3코일(W3)의 스타트선(U3S)이 연결되는 비아홀을 제외하고 상기 8개 코일(U1-U2,V1-V3,W1-W3)의 8개 스타트선(U1S-U2S,V1S-V3S,W1S-W3S)이 연결된 8개 비아홀은 아일랜드 홀로서 제1영역(574)과 전기적으로 분리되어 있다.

[161] 따라서, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제2층(Layer 2)(512)은 9개 엔드선(U1E-U3E,V1E-V3E,W1E-W3E)(44d)이 연결된 9개 비아홀이 제1영역(574)과 전기적으로 공통(COMMON) 연결됨에 따라 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성이 이루어진다.

- [162] 또한, 상기 제2층(Layer 2)(512)에는 U상 제3코일(W3)의 스타트선(U3S)이 연결되는 도전성 비아홀(53)로부터 상기 제1영역(574) 내지 제3영역(576) 사이로 연장부(560)가 뻗어 있는 하나의 도전패턴(56d)이 형성되어 있다.
- [163] 상기 도전패턴(56d)의 연장부(560)에는 방열 비아(Via) 패턴(560a)이 형성되어 있다. 상기 방열 비아(Via) 패턴(560a)은 열전달 특성과 도전성이 우수한 도전성 금속재료를 사용하여 소직경의 복수의 도전성 비아(Via)로 이루어질 수 있으며 인쇄회로기판(PCB)(51)의 4층을 관통하여 형성되는 것으로, 발열성 전자부품으로 분류되는 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러(540), 전력 스위칭 트랜지스터(FET1-FET6), 인덕터 등이 실장되는 영역에 형성될 수 있다.
- [164] 상기 도전패턴(56d)의 연장부(560)에 형성된 방열 비아(Via) 패턴(560a)은 후술하는 바와 같이, 최하층(Bottom Layer)(514)과 연계하여 U상 제3코일(W3)의 스타트선(U3S)과 U상 제1코일(W1)의 스타트선(U1S)을 연결하는 데 이용될 것이다.
- [165] 상기 제2층(Layer 2)(512)에서 제2영역(575)과 제3영역(576)은 특별한 역할을 하지 않는다.
- [166] 도 8c를 참고하면, 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제3층(Layer 3)(512)은 상기 제2층(Layer 2)(512)과 유사하게 Cu 박막을 패터닝하여, 상기 비아홀영역(57a)과 연결 패턴영역(57b)이 통합된 제1영역(574), 상기 전자부품 장착영역(57c)의 제어칩 실장영역(571)에 대응하는 제2영역(575) 및 상기 인버터 회로영역(572)과 전원공급영역(573)의 통합된 제3영역(576)으로 분할되어 있다.
- [167] 이 경우, 상기 비아홀영역(57a)에 형성된 18개의 도전성 비아홀(53) 중 상기 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 9개 엔드선(U1E-U3E,V1E-V3E,W1E-W3E)이 연결된 9개 비아홀은 제1영역(574)과 전기적으로 연결되고, 상기 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 9개 스타트선(U1S-U3S,V1S-V3S,W1S-W3S)이 연결된 9개 비아홀은 아일랜드 홀로서 제1영역(574)과 전기적으로 분리되어 있다.
- [168] 따라서, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제3층(Layer 3)(513)은 9개 엔드선(U1E-U3E,V1E-V3E,W1E-W3E)(44d)이 연결된 9개 비아홀이 제1영역(574)과 전기적으로 공통(COMMON) 연결됨에 따라 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성이 이루어진다.
- [169] 상기 제3층(Layer 3)(512)에서 제2영역(575) 및 제3영역(576)은 특별한 역할을 하지 않는다.
- [170] 도 8d를 참고하면, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최하층(Bottom Layer)(514)은 상기 최상층(Top Layer)(511)과 동일하게 최외곽에 비아홀영역(57a), 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 배치된 연결패턴영역(57b) 및 상기 연결패턴영역(57b)의 내측에 배치된 전자부품 장착영역(57c)으로 분할되어 있다.
- [171] 상기 비아홀영역(57a)은 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최외곽에 배치되며 18개의 도전성 비아홀(53)이 관통된 상태에서 9개 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 18개를 인쇄회로기판(PCB)(51)의 18개의 도전성

비아홀(53)로 도입하여 솔더링에 의해 인쇄회로기판(PCB)(51)에 물리적으로 연결된 상태이다.

[172] 이 경우, 상기 비아홀영역(57a)은 상기 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(56e,56f)과 연결된 4개의 비아홀을 제외한 나머지 15개의 비아홀은 최하층(Bottom Layer)(514)에서 전기적인 연결이 이루어지지 않도록 Cu 박막이 패터닝되어 제거된 상태이다.

[173] 또한, 상기 최하층(Bottom Layer)(514)의 연결패턴영역(57b)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 2개의 도전패턴(56e,56f)을 남기고 제거되어 있다.

[174] 먼저, 도전패턴(56e)은 V상 제2코일(V2)의 스타트선(V2S)으로부터 제3코일(V3)의 스타트선(V3S)까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, V상 제2코일(V2)의 스타트선(V2S), 제1코일(V1)의 스타트선(V1S) 및 제3코일(V3)의 스타트선(V3S)의 도전성 비아홀(53)은 순차적으로 상기 도전패턴(56e)에 연결되어 있다. 그 결과, V상 제1 내지 제3 코일(V1-V3)의 3개의 스타트선(44b)은 병렬접속이 이루어진다.

[175] 또한, 도전패턴(56f)은 전체적으로 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어지며, 연결패턴영역(57b)에 일부가 배치되고, 나머지는 연결패턴영역(57b)에 배치된 중간부분으로부터 양단부가 각각 전자부품 장착영역(57c)으로 진입하여 일측의 제1연장부(561)는 상기 제2층(Layer 2)(512)에 형성된 도전패턴(56d)의 연장부(560)에 대응하는 위치까지 뻗어 있고, 타측의 제2연장부(562)는 상기 최상층(Top Layer)(511)에 형성된 도전패턴(56b)과 연결된 인버터 회로(55)의 U상 출력단자(Uout)에 대응하는 위치까지 뻗어 있다.

[176] 상기 타측의 제2연장부(562)에는 방열 비아(Via) 패턴(562a)이 형성되어 있어 최상층(511)의 도전패턴(56b)을 통하여 U상의 제2코일(U2)의 스타트선(U2S)과 U상 제1코일(W1)의 스타트선(U1S)을 연결하는 데 이용된다.

[177] 따라서, 상기 도전패턴(56f)은 연결패턴영역(57b)에 배치된 중간부분이 U상 제1코일(W1)의 스타트선(U1S)에 연결되고, 제1연장부(561)는 방열 비아(Via) 패턴(560a)을 이용하여 상기 제2층(Layer 2)(512)에 형성된 도전패턴(56d)의 연장부(560)와 연결됨에 따라 U상 제3코일(W3)의 스타트선(U3S)과 연결되고, 제2연장부(562)는 상기 최상층(Top Layer)(511)에 형성된 도전패턴(56b) 및 인버터 회로(55)의 U상 출력단자(Uout)와 연결이 이루어지게 된다.

[178] 그 결과, 상기 도전패턴(56b), 도전패턴(56d) 및 도전패턴(56f)에 의해 U상 제1 내지 제3 코일(U1-U3)의 3개의 스타트선(44a)은 병렬접속이 이루어진다.

[179] 또한, 상기 최하층(Bottom Layer)(514)의 전자부품 장착영역(57c)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 상기 제어칩 실장영역(571)에 대응하는 제2영역(575), 상기 인버터 회로영역(572)와 전원공급영역(573)에 대응하는 제3영역(576a,576b)으로 분할되어 있으나, 특별한 역할을 하지 않는다.

[180] 상기한 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에서는 다층 인쇄회로기판(PCB)(51)에 상기 최상층(Top Layer)(511)과 최하층(Bottom Layer)(514)의 중앙부에 모터

구동회로의 구현에 필요한 각종 전자부품(54)이 실장되는 전자부품 장착영역(57c)을 배치하고, 전자부품 장착영역(57c)의 외곽에 U,V,W 3상 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)(44)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d)의 결선이 이루어지는 복수의 도전패턴(56a-56f)이 형성된 연결패턴영역(57b)과 3상 코일(U1-U3,V1-V3,W1-W3)(44)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d)이 연결되는 비아홀영역(57a)을 배치함에 의해 복수의 도전패턴(56a-56f)을 이용하여 U,V,W 3상 코일(44)의 병렬 회로 결선을 구현하고, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제2층(Layer 2)(512) 및 제3층(Layer 3)(513)의 제1영역(574)에 형성된 9개 비아홀(53)을 9개 엔드선(U1E-U3E,V1E-V3E,W1E-W3E)(44d)과 연결시킴에 의해 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성을 쉽게 구현할 수 있다.

- [181] 도 9는 본 발명의 제2실시예에 따른 액시얼 갭 타입 전동기에서 모터구동회로의 인버터 회로와 6 슬롯(slot) 구조의 병렬접속된 U,V,W 3상 코일의 상호 연결 관계를 나타낸 회로도이고, 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 모터구동회로가 실장된 다층 인쇄회로기판(PCB)의 하부면을 나타낸 패턴도이다.
- [182] 본 발명의 제2실시예에 따른 워터 펌프(200)는 액시얼 갭 타입 전동기(100)가 예를 들어, 8폴(pole)-6슬롯(slot) 구조의 BLDC 모터로 구성될 수 있다.
- [183] 상기 전동기(100)가 8폴(pole)-6슬롯(slot) 구조인 경우, 스테이터(40)의 코일(440)을 U,V,W 3상 구조로 6개의 티스(41)에 권선하여 스테이터 회로를 구성할 때, U,V,W 각 상마다 2개의 티스(41)에 권선된 2개의 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)이 병렬접속이 이루어지고, 상기 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 엔드선은 Y-결선 방식으로 중성점(NP; Neutral Point)을 형성하도록 3상 구동방식의 모터구동회로를 결선하면 도 9와 같이 나타낼 수 있다.
- [184] 본 발명에서는 스테이터(40)의 각 상의 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)은 각각 2개로 구성되고 병렬접속회로를 구성함에 따라 스테이터 코일(440)의 저항을 최소화할 수 있다.
- [185] 도 9를 참고하면, 3상 구동방식 스테이터(40)의 각 상의 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)은 각각 2개로 구성되고 병렬접속회로를 구성할 때, 각 상의 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 스타트(start)선(44a-44c)은 상호 연결되고, 각 상의 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 엔드(end)선(44d)도 Y-결선방식의 중성점(NP; Neutral Point)을 형성하도록 상호 연결되어 있다.
- [186] 즉, U상에 할당된 코일(U1-U2), V상에 할당된 코일(V1-V2) 및 W상에 할당된 코일(W1-W2)의 각각의 스타트선(44a-44c)은 모터구동회로에 구비된 인버터 회로(55)의 U,V,W 출력단자(Uout,Vout,Wout)에 각각 연결되고, 엔드선(44d)은 모두 공통전극(COM)에 연결되어 중성점(NP; Neutral Point)을 형성한다.
- [187] 또한, 본 발명에서는 6개 티스(41)에 각각 권선된 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 12개는 도 10에 도시된 바와 같이, 스테이터(40)의 하측에 배치되는 원형 인쇄회로기판(PCB)(51)의 외주에 형성된 12개

의 도전성 비아홀(53)을 통과하여 다층 인쇄회로기판(PCB)(51)의 하부로 돌출된 후 솔더링에 의해 연결된다.

[188] 본 발명의 인쇄회로기판(PCB)(51)은 예를 들어, 4층의 다층기판으로 이루어질 수 있으며, 도 10은 전자부품(54)이 장착되는 최하부면을 나타낸 것이다.

[189] 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)은 크게 최외곽에 배치된 비아홀영역(57a), 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 배치된 연결패턴영역(57b) 및 상기 연결패턴영역(57b)의 내측에 위치한 전자부품 장착영역(57c)의 3개 영역으로 구별될 수 있다.

[190] 상기 6개 코일(U1-U2, V1-V2, W1-W2)(440)은 U상에 할당된 2개 코일(U1-U2), V상에 할당된 2개 코일(V1-V2) 및 W상에 할당된 2개 코일(W1-W2)이 각 상별로 교대로 배치되어 있다. 이에 따라 비아홀영역(57a)에는 예를 들어, 도 10에 도시된 바와 같이, 12개의 도전성 비아홀(53)에 2개의 U상 코일(U1-U2), 2개의 V상 코일(V1-V2), 2개의 W상 코일(W1-W2)의 스타트선과 엔드선(V1S, V1E; W1S, W1E; U1S, U1E; V2S, V2E; W2S, W2E; U2S, U2E)이 쌍으로 인접하여 배치되어 있다.

[191] 상기 비아홀영역(57a)에는 스테이터(40)의 6개 티스(41)에 권선된 6개 코일(U1-U2, V1-V2, W1-W2)을 도 9에 도시된 바와 같이, 병렬접속회로 구성을 실현하도록 각 상의 코일(U1-U2, V1-V2, W1-W2)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d)을 인쇄회로기판(PCB)(51)으로 도입하는 역할을 하는 12개의 도전성 비아홀(53)에 관통구멍이 형성되어 있다. 또한, 상기 비아홀영역(57a)에는 인쇄회로기판(PCB)(51)을 고정돌기(12f)에 고정시키는 데 사용되는 3개의 PCB 고정용 관통구멍(52)이 구비되어 있다.

[192] 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 위치한 상기 연결패턴영역(57b)에는 6개 코일(U1-U2, V1-V2, W1-W2)의 병렬접속회로를 구성하도록 6개 코일(U1-U2, V1-V2, W1-W2)의 스타트선(44a-44c)은 각 상별로 상호 연결하고, 6개 엔드선(44d)은 Y-결선에 필요한 공통전극(COM)을 형성하도록 하나로 상호 연결시키고 있다.

[193] 본 발명에서는 다층 인쇄회로기판(PCB)(51)을 이용하여 기판의 각면마다 각 상의 코일(U1-U2, V1-V2, W1-W2)의 스타트선(44a-44c)을 상호 연결하여 병렬접속하는 회로 구성을 실현하기 위해 연결패턴영역(57b)에 도전패턴(56)을 형성하거나, 공통전극(COM)을 형성하기 위해 모든 엔드(end)선(44d)을 연결하는 패턴을 형성한다.

[194] 도 10의 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(56)은 도 11a 내지 도 11d를 참고하여 후술하는 바와 같이, 예를 들어, W상의 2개 코일(W1-W2)의 스타트선(44c)을 상호 연결하기 위해 2개의 W상의 도전성 비아홀(53)(W1S, W2S)을 연결한 것을 나타낸 것이다.

[195] 중앙부에 위치한 상기 전자부품 장착영역(57c)에는 예를 들어, 인버터를 이용한 6-스텝방식의 전파구동방식으로 BLDC 모터를 구동하는 데 필요한 모터 구동회로를 형성하기 위한 인버터 회로(55)와, 자동차 본체로부터 워터 펌프(200)를 구동하는 데 필요한 엔진 점화와 관련된 이그니션(ignition) 신호(IGN)와

LIN(Local Interconnect Network) 통신신호(LIN)를 수신하여 상기 인버터 회로(55)를 구동하기 위한 구동신호를 발생하여 인가하도록 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러(540), 수동소자 등의 전자부품(54)이 실장되어 있다.

[196] 이하에 도 11a 내지 도 11d를 참고하여 본 발명의 실시예에 따른 다층 인쇄회로기판(PCB)을 이용한 도 9에 도시된 병렬접속 스테이터 회로의 결선과 Y-결선방식의 중성점(NP; Neutral Point) 형성을 설명한다.

[197] 이하의 설명에서는 설명의 편의상 전자부품(54)이 실장되어 있는 인쇄회로기판(PCB)(51)의 하부면을 상부로 배치한 상태로 설명한다.

[198] 본 발명의 실시예에 따른 인쇄회로기판(PCB)(51)은 4층 기판으로 이루어질 때, 전자부품(54)이 장착되는 최상층(Top Layer)(511), 제2층(Layer 2)(512), 제3층(Layer 3)(513) 및 최하층(Bottom Layer)(514)을 포함하고 있다.

[199] 상기한 병렬접속 스테이터 회로의 결선과 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성을 위한 도전패턴의 결선은 다음 표 1과 같이 구현될 수 있다. 이 경우, 상기 스테이터 회로는 각 상별로 병렬접속회로 뿐만아니라 직렬접속회로를 구성하는 것도 가능하다.

[200] [표2]

층구분	결선 포인트	결선 장소
최상층	V1S-V2S	Top-Bottom
	W1S	Top
제2층	Common	Layer 2
제3층	Common	Layer 3
최하층	V1S-V2S	Top-Bottom
	U1S-U2S	Bottom

[201] 먼저, 도 11a를 참고하면, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최상층(Top Layer)(511)은 최외곽에 12개의 도전성 비아홀(53)이 형성되어 있으며, 6개 티스(41) 각각에 권선된 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)(440)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 12개를 인쇄회로기판(PCB)(51)의 12개의 도전성 비아홀(53)로 도입하여 연결되는 비아홀영역(57a), 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 배치되며 상기 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)을 각 상별로 병렬접속회로를 구성하도록 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 12개를 상호 연결하기 위한 도전패턴(560a-560d)이 형성된 연결패턴영역(57b) 및 상기 연결패턴영역(57b)의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 각종 능동 및 수동 전자부품(54)이 실장된 전자부품 장착영역(57c)으로 분할되어 있다.

[202] 12개의 도전성 비아홀(53)로 도입된 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 12개는 솔더링에 의해 인쇄회로기판(PCB)(51)의 도전성 비아홀(53)에 물리적/전기적으로 연결된 상태를 유지한다.

- [203] 상기 도전성 비아홀(53)은 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최상층(Top Layer)(511)으로부터 최하층(Bottom Layer)(514)까지 연장되어 있으며, 최상층(Top Layer)(511)에 배치된 도전패턴(560a,560b) 및 최하층(Bottom Layer)(514)에 배치된 도전패턴(560c,560d)과 선택적으로 전기적 연결이 이루어진다.
- [204] 이 경우, 상기 비아홀영역(57a)은 최상층(Top Layer)(511)과 최하층(Bottom Layer)(514)의 상기 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(560a-560d)과 연결된 6개의 비아홀을 제외한 나머지 6개의 비아홀은 최상층(Top Layer)(511)에서 전기적인 연결이 이루어지지 않도록 Cu 박막이 패터닝되어 제거된 상태이다.
- [205] 상기 최상층(Top Layer)(511)의 연결패턴영역(57b)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 2개의 도전패턴(560a,560b)을 남기고 제거되어 있다.
- [206] 먼저, 도전패턴(560a)은 W상 제1코일(W1)의 스타트선(W1S)으로부터 제2코일(W2)의 스타트선(W2S)까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, 상기 W상 제1코일(W1)의 스타트선(W1S) 및 제2코일(W2)의 스타트선(W2S)의 도전성 비아홀(53)은 상기 도전패턴(560a)의 양단부에 연결되어 있다. 그 결과, W상 제1 및 제2 코일(W1-W2)의 2개의 스타트선(44c)은 병렬접속이 이루어진다. 더욱이, 상기 도전패턴(560a)의 일측 연장부는 전자부품 장착영역(57c)에 배치된 인버터 회로(55)의 W상 출력단자(Wout)(Q3)와 연결되어 있다.
- [207] 또한, 상기 최상층(Top Layer)(511)의 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(560b)은 일단부가 V상의 제1코일(V1)의 스타트선(V1S)의 도전성 비아홀(53)에 연결되고 타단은 연장부(566)가 전자부품 장착영역(57c)에 배치된 인버터 회로(55)의 V상 출력단자(Vout)에 연결되어 있다.
- [208] 더욱이, 상기 도전패턴(560b)의 타단 연장부(566)에는 발열성 전자부품의 방열을 위해 방열 비아(Via) 패턴(566a)이 형성되어 있다.
- [209] 상기 방열 비아(Via) 패턴(566a)은 열전달 특성과 도전성이 우수한 도전성 금속 재료를 사용하여 소직경의 복수의 도전성 비아(Via)로 이루어질 수 있으며 인쇄회로기판(PCB)(51)의 4층을 관통하여 형성되는 것으로, 발열성 전자부품으로 분류되는 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러(540), 전력 스위칭 트랜지스터(FET1-FET6), 인덕터 등이 실장되는 영역에 형성될 수 있다.
- [210] 본 발명에서는 최상층(Top Layer)(511)에 V상의 제1코일(V1)과 연결된 도전패턴(560b)의 타단 연장부(566)를 최하층(Bottom Layer)(514)의 V상의 제2코일(V2)과 연결된 도전패턴(560d)의 연장부(568)와 전기적으로 연결할 때 상기 방열 비아(Via) 패턴(566a)을 이용하여 구현할 수 있다.
- [211] 상기 최상층(Top Layer)(511)의 전자부품 장착영역(57c)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 각종 능동 및 수동 전자부품(54)이 실장될 때 상기 모터구동회로를 형성하도록 복수의 회로패턴을 남기고 제거되어 있다.
- [212] 상기 전자부품 장착영역(57c)에 형성된 복수의 회로패턴의 상세한 구조는 설명의 편의상 생략하며, 상기 전자부품 장착영역(57c)은 크게 모터구동회로의 제어부 역할을 하도록 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러(540)가 실장되는 제어

칩 실장영역(571), 상기 인버터 회로(55)를 형성하는 3쌍의 전력 스위칭 트랜지스터(FET1-FET6)가 각각 토템폴 접속되어 있으며, 3개의 토템폴 접속단자(Q1-Q3), 즉 상기 스테이터 코일(440)에 U,V,W 3상 구동전류를 인가하는 U,V,W 출력단자(Uout,Vout,Wout)가 배치된 인버터 회로영역(572) 및 상기 모터구동회로의 전원을 공급하는 전원공급부가 배치된 전원공급영역(573)으로 분할되어 있다.

- [213] 도 11b를 참고하면, 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제2층(Layer 2)(512)은 Cu 박막을 패터닝하여, 상기 비아홀영역(57a)과 연결패턴영역(57b)이 통합된 도전성 제1영역(574), 상기 전자부품 장착영역(57c)의 제어칩 실장영역(571)에 대응하는 제2영역(575), 상기 인버터 회로영역(572)과 전원공급영역(573)의 통합된 제3영역(576) 및 도전패턴(56d)으로 분할되어 있다.
- [214] 이 경우, 상기 비아홀영역(57a)에 형성된 12개의 도전성 비아홀(53) 중 상기 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 6개 엔드선(U1E-U2E,V1E-V2E,W1E-W2E)이 연결된 6개 비아홀은 도전성 제1영역(574)과 전기적으로 연결되고, 상기 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 6개 스타트선(U1S-U2S,V1S-V2S,W1S-W2S)이 연결된 6개 비아홀은 아일랜드 홀로서 제1영역(574)과 전기적으로 분리되어 있다.
- [215] 따라서, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제2층(Layer 2)(512)은 6개 엔드선(U1E-U2E,V1E-V2E,W1E-W2E)(44d)이 연결된 6개 비아홀이 제1영역(574)과 전기적으로 공통(COMMON) 연결됨에 따라 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성이 이루어진다.
- [216] 상기 제2층(Layer 2)(512)에서 제2영역(575)과 제3영역(576)은 특별한 역할을 하지 않는다.
- [217] 도 11c를 참고하면, 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제3층(Layer 3)(512)은 상기 제2층(Layer 2)(512)과 실질적으로 동일하게 Cu 박막을 패터닝하여, 상기 비아홀영역(57a)과 연결패턴영역(57b)이 통합된 제1영역(574), 상기 전자부품 장착영역(57c)의 제어칩 실장영역(571)에 대응하는 제2영역(575) 및 상기 인버터 회로영역(572)과 전원공급영역(573)의 통합된 제3영역(576)으로 분할되어 있다.
- [218] 그 결과, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제2층(Layer 2)(512)은 6개 엔드선(U1E-U2E,V1E-V2E,W1E-W2E)(44d)이 연결된 6개 비아홀이 제1영역(574)과 전기적으로 공통(COMMON) 연결됨에 따라 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성이 이루어진다.
- [219] 상기 제2층(Layer 2)(512)에서 제2영역(575)과 제3영역(576)은 특별한 역할을 하지 않는다.
- [220] 도 11d를 참고하면, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최하층(Bottom Layer)(514)은 상기 최상층(Top Layer)(511)과 동일하게 최외곽에 비아홀영역(57a), 상기 비아홀영역(57a)의 내측에 배치된 연결패턴영역(57b) 및 상기 연결패턴영역(57b)의 내측에 배치된 전자부품 장착영역(57c)으로 분할되어 있다.
- [221] 상기 비아홀영역(57a)은 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 최외곽에 배치되며 12개의 도전성 비아홀(53)이 관통된 상태에서 6개 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)의 스

타트선(44a-44c)과 엔드선(44d) 12개를 인쇄회로기판(PCB)(51)의 12개의 도전성 비아홀(53)로 도입하여 솔더링에 의해 인쇄회로기판(PCB)(51)에 물리적으로 연결된 상태이다.

- [222] 이 경우, 상기 비아홀영역(57a)은 상기 연결패턴영역(57b)에 형성된 도전패턴(560c,560d)과 연결된 3개의 비아홀을 제외한 나머지 9개의 비아홀은 최하층(Bottom Layer)(514)에서 전기적인 연결이 이루어지지 않도록 Cu 박막이 패터닝되어 제거된 상태이다.
- [223] 또한, 상기 최하층(Bottom Layer)(514)의 연결패턴영역(57b)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 2개의 도전패턴(560c,560d)을 남기고 제거되어 있다.
- [224] 먼저, 도전패턴(560c)은 U상 제2코일(U2)의 스타트선(U2S)으로부터 제1코일(U1)의 스타트선(U1S)까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, U상 제2코일(U2)의 스타트선(U2S)과 제1코일(U1)의 스타트선(U1S)의 도전성 비아홀(53)은 상기 도전패턴(560c)에 각각 연결되어 있다. 그 결과, U상 제1 및 제2 코일(U1-U2)의 2개의 스타트선(44a)은 병렬접속이 이루어진다.
- [225] 또한, 상기 도전패턴(560c)의 일측 연장부(564)는 전자부품 장착영역(57c)으로 진입하여 인버터 회로(55)의 U상 출력단자(Uout)(Q1)와 연결이 이루어지게 된다.
- [226] 상기 도전패턴(560d)은 전체적으로 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어지며, 연결패턴영역(57b)에 배치된 일단부가 V상 제2코일(V2)의 스타트선(V2S)에 연결되고, 타측 연장부(568)는 전자부품 장착영역(57c)으로 진입하여 인버터 회로(55)의 V상 출력단자(Vout)(Q2)와 연결이 이루어지게 된다.
- [227] 또한, 상기 도전패턴(560d)의 타측 연장부(568)는 상기 최상층(Top Layer)(511)에 형성된 도전패턴(560b)의 타단 연장부(566)에 상기 방열 비아(Via) 패턴(566a)을 이용하여 전기적으로 연결될 수 있다.
- [228] 그 결과, 상기 도전패턴(560b) 및 도전패턴(560d)에 의해 V상 제1 및 제2 코일(V1-V2)의 2개의 스타트선(44b)은 병렬접속이 이루어진다.
- [229] 또한, 상기 최하층(Bottom Layer)(514)의 전자부품 장착영역(57c)은 Cu 박막의 패터닝에 의해 상기 제어칩 실장영역(571)에 대응하는 제2영역(575), 상기 인버터 회로영역(572)와 전원공급영역(573)에 대응하는 제3영역(576a,576b)으로 분할되어 있으나, 특별한 역할을 하지 않는다.
- [230] 상기한 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에서는 다층 인쇄회로기판(PCB)(51)에 대하여 상기 최상층(Top Layer)(511)과 최하층(Bottom Layer)(514)의 중앙부에 모터구동회로의 구현에 필요한 각종 전자부품(54)이 실장되는 전자부품 장착영역(57c)을 배치하고, 전자부품 장착영역(57c)의 외곽에 U,V,W 3상 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)(44)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d)의 결선이 이루어지는 복수의 도전패턴(560a-560d)이 형성된 연결패턴영역(57b)과 3상 코일(U1-U2,V1-V2,W1-W2)(44)의 스타트선(44a-44c)과 엔드선(44d)이 연결되는 비아홀영역(57a)을 배치함에 의해 복수의 도전패턴(560a-560d)을 이용하여 U,V,W 3상 코일(440)의 병렬 회로 결선을 구현하고, 상기 인쇄회로기판(PCB)(51)의 제2층(Layer 2)

(512) 및 제3층(Layer 3)(513)의 제1영역(574)에 형성된 6개 비아홀(53)을 6개 엔드선(U1E-U2E,V1E-V2E,W1E-W2E)(44d)과 연결시킴에 의해 Y-결선방식의 중성점(NP) 형성을 쉽게 구현할 수 있다.

- [231] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예를 예를 들어 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 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.

산업상 이용가능성

- [232] 본 발명은 단일의 다층 인쇄회로기판(PCB)을 사용하여 3상 코일의 결선과 모터구동회로를 구현할 수 있는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기에 적용될 수 있으며, 전동기는 하이브리드, 전기자동차 및 연료전지자동차에 적용되어 전장 부품, 배터리, 연료전지스택 등의 냉각수를 순환시키는 냉각장치용 워터 펌프(EWP), 컴프레서, 오일 펌프 등에 적용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 일측에 실링상태의 하부공간을 구비하고 타측에 유체가 도입되는 유입구와 도입된 유체가 배출되는 배출구가 유체 흐름 통로를 통하여 연결된 펌프 하우징;
 상기 유체 흐름 통로에 회전 가능하게 지지된 로터;
 복수의 티스에 U,V,W 3상 코일이 각각 복수로 분할되어 권선되어 있으며, 상기 하부공간에 배치되어 회전자기장을 발생하여 상기 로터를 회전 구동하기 위한 스테이터; 및
 상기 스테이터의 하부에 배치되는 다층 인쇄회로기판(PCB)에 실장되어 상기 U,V,W 3상 코일에 구동전류를 인가하도록 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결되고, U,V,W 3상 코일의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상호 연결되는 모터구동회로;를 포함하며,
 상기 다층 인쇄회로기판(PCB)은,
 최외곽에 배치되어 복수의 도전성 비아홀이 형성되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 인쇄회로기판(PCB)으로 도입하여 연결되는 비아홀영역;
 상기 비아홀영역의 내측에 배치되며 상기 U,V,W 3상 코일을 각 상별로 병렬접속회로를 구성하도록 상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 선택적으로 상호 연결하기 위한 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역; 및
 상기 연결패턴영역의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 복수의 전자부품이 실장되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결된 전자부품 장착영역;을 포함하는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 다층 인쇄회로기판(PCB)은 최상층, 제2층, 제3층 및 최하층을 포함하며,
 상기 복수의 도전성 비아홀은 인쇄회로기판(PCB)의 최상층으로부터 최하층까지 연장되어 있고,
 상기 연결패턴영역에 형성된 복수의 도전패턴은 상기 최상층, 제2층 및 최하층에 배치되어 있으며,
 상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 최상층과 최하층에 배치된 복수의 도전패턴에 선택적으로 연결되어 상기 복수의 코일은 U,V,W 각 상별로 병렬접속회로를 구성하는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,

상기 U,V,W 3상 코일 각각의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상기 제2층 및 제3층 각각은 비아홀영역과 연결패턴영역이 통합된 도전성 제1영역이 상기 U,V,W 3상 코일의 엔드선과 연결된 복수의 도전성 비아홀과 전기적으로 연결되어 있으며,

상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 연결된 도전성 비아홀은 상기 도전성 제1영역과 전기적으로 분리된 아일랜드 홀을 형성하는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 4]

제1항에 있어서,

상기 전동기는 12폴(pole)-9슬롯(slot) 구조의 BLDC 모터로 이루어지며, 상기 스테이터의 U,V,W 3상 코일을 9개 티스에 분할 권선하여 3상 구조의 스테이터 회로를 구성할 때, 9개 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선은 각각 상기 인쇄회로기판(PCB)의 비아홀영역에 구비된 18개의 도전성 비아홀을 통과한 후 솔더링에 의해 연결되고,

상기 9개 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 최상층, 제2층 및 최하층의 상기 연결패턴영역에 형성된 제1 내지 제6 도전패턴을 이용하여 각 상별로 병렬접속회로를 형성하며,

상기 9개 U,V,W 3상 코일의 엔드선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 제2층 및 제3층에 구비된 비아홀영역과 연결패턴영역이 통합된 도전성 제1영역과 연결되어 Y-결선방식으로 중성점(NP)을 형성하는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 5]

제4항에 있어서,

상기 최상층의 연결패턴영역에 형성된 상기 제1도전패턴은 W상 제3코일의 스타트선으로부터 제2코일의 스타트선까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, 상기 W상 제3코일의 스타트선, 제1코일의 스타트선 및 제2코일의 스타트선의 도전성 비아홀은 상기 제1도전패턴에 연결되어 W상 제1 내지 제3 코일의 스타트선은 병렬접속이 이루어지고, 상기 제1도전패턴의 일측 연장부는 전자부품 장착영역에 배치된 인버터 회로의 W상 출력단자와 연결되며,

상기 최상층의 연결패턴영역에 형성된 제2도전패턴은 U상 제2코일의 스타트선과 전자부품 장착영역에 배치된 인버터 회로의 U상 출력단자를 연결하며, 상기 제2도전패턴에는 최하층과 연결되는 제1방열 비아(Via) 패턴을 구비하고, 상기 제2층에 형성된 U상 제3코일의 스타트선이 연결되는 도전성 비아홀로부터 연장된 제4도전패턴의 연장부는 최하층과 연결되는 제2방열 비아(Via) 패턴을 구비하며, 상기 최하층의 연결패턴영역에 형성된 상기 제6도전패턴은 전체적으로 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어지며, 상기 연결패턴영역에 U상 제1코일의 스타트선에 연결된 중간부분의 일부가 배치되고, 상기 중간부분으로부터 전자부품 장착영역으로 진입한 일측의 제1연장부는 상기 제2층에 형성된 제4도전패턴의 연장부에 대응

하는 위치까지 뻗어 있고, 타측의 제2연장부는 상기 최상층에 형성된 제2도전패턴과 연결된 인버터 회로의 U상 출력단자에 대응하는 위치까지 뻗어 있으며, 상기 타측의 제2연장부는 제1방열 비아(Via) 패턴을 통하여 상기 U상 제2코일의 스타트선과 U상 제1코일의 스타트선을 연결하고, 상기 제6도전패턴의 제1연장부는 상기 제2방열 비아(Via) 패턴을 통하여 상기 제2층에 형성된 제4도전패턴의 연장부와 연결되어, 상기 제2도전패턴, 제4도전패턴 및 제6도전패턴에 의해 U상 제1 내지 제3 코일의 스타트선은 병렬접속이 이루어지며,

상기 최상층의 연결패턴영역에 형성된 제3도전패턴은 V상의 제2코일의 스타트선과 전자부품 장착영역에 배치된 인버터 회로의 V상 출력단자를 연결하고, 상기 최하층의 연결패턴영역에 형성된 상기 제5도전패턴은 V상 제2코일의 스타트선으로부터 제3코일의 스타트선까지를 커버하는 원호(圓弧)형 패턴으로 이루어져 있으며, 상기 V상 제2코일의 스타트선, 제1코일의 스타트선 및 제3코일의 스타트선의 도전성 비아홀은 순차적으로 상기 제5도전패턴에 연결되어, V상 제1 내지 제3 코일의 스타트선은 병렬접속이 이루어지는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 6]

제4항에 있어서,

상기 9개 U,V,W 3상 코일은 U상에 할당된 3개 코일, V상에 할당된 3개 코일 및 W상에 할당된 3개 코일이 각 상별로 교대로 배치되어 있으며, 상기 비아홀영역에는 18개의 도전성 비아홀에 상기 9개 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선이 쌍으로 인접하여 배치되는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 7]

제1항에 있어서,

상기 전자부품 장착영역은

상기 모터구동회로의 제어부 역할을 하는 집적회로(IC) 칩으로 이루어진 컨트롤러가 실장되는 제어칩 실장영역;

상기 인버터 회로를 형성하는 3쌍의 전력 스위칭 트랜지스터가 각각 토템폴 접속되어 있으며, 3개의 토템폴 접속단자로부터 상기 스테이터 코일에 U,V,W 3상 구동전류를 인가하는 U,V,W 출력단자가 배치된 인버터 회로 영역; 및

상기 모터구동회로의 전원을 공급하는 전원공급부가 배치된 전원공급영역;을 포함하는 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 8]

제1항에 있어서,

상기 펌프ハウ징의 내부에 배치되어 상기 로터와 스테이터를 분리시키기 위한 방수 격벽;을 더 포함하며,

상기 스테이터는 선단부가 상기 방수 격벽에 유체 흐름 통로에 노출되도록 매입되어 있는 복수의 티스를 구비하고,

상기 유체 흐름 통로에 노출된 복수의 티스의 선단부에는 상기 방수 격벽보다 박막으로 이루어진 방수 코팅막이 형성된 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 9]

제1항에 있어서,

상기 펌프 하우징의 내부에 배치되어 상기 로터와 스테이터를 분리시키기 위한 방수 격벽을 더 포함하며,

상기 스테이터는 상기 로터의 자석과 대향하여 배치되도록 동일한 원주상에 축방향과 평행하게 환형으로 배열되어 있는 복수의 티스 및 상기 복수의 티스와 직각으로 연결되어 자기회로를 형성하는 백요크를 포함하는 스테이터 코어를 구비하며,

상기 복수의 티스의 선단부는 상기 방수 격벽에 매입되어 있으며 상기 유체 흐름 통로에 노출되는 것을 차단하도록 상기 방수 격벽보다 박막으로 이루어진 방수 코팅막이 형성된 워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 10]

일측에 실링상태의 하부공간을 구비하고 타측에 유체가 도입되는 유입구와 도입된 유체가 배출되는 배출구가 유체 흐름 통로를 통하여 연결된 펌프 하우징;

상기 유체 흐름 통로에 회전 가능하게 지지된 로터;

복수의 티스에 U,V,W 3상 코일이 각각 복수로 분할되어 권선된 복수의 코일을 구비하며, 상기 하부공간에 배치되어 회전자기장을 발생하여 상기 로터를 회전 구동하기 위한 스테이터; 및

상기 스테이터의 하부에 배치되는 다층 인쇄회로기판(PCB)에 실장되어 상기 U,V,W 3상 코일에 구동전류를 인가하도록 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결되고, U,V,W 3상 코일의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하도록 상호 연결되는 모터구동회로;를 포함하며,

상기 다층 인쇄회로기판(PCB)은 상기 모터구동회로를 형성하는 복수의 전자부품이 실장된 최상층, 제2층, 제3층 및 최하층이 순차적으로 적층되어 있으며,

최외곽에 배치되어 상기 최상층으로부터 최하층까지 연장되는 복수의 도전성 비아홀이 형성되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 인쇄회로기판(PCB)으로 도입하여 연결되는 비아홀영역;

상기 비아홀영역의 내측에 배치되며 상기 U,V,W 3상 코일을 각 상별로 병렬접속회로를 구성하도록 상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선을 선택적으로 상호 연결하기 위한 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역; 및

상기 연결패턴영역의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 복수의 전자부품이 실장되어 있으며, 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 인

버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결된 전자부품 장착영역;을 포함하는
워터 펌프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 연결패턴영역에 형성된 복수의 도전패턴은 상기 최상층과 최하층에
배치되어 있으며,
상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은
상기 최상층과 최하층에 배치된 복수의 도전패턴에 선택적으로 연결되어
상기 복수의 코일은 U,V,W 각 상별로 병렬접속회로를 구성하는 워터 펌
프용 액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 U,V,W 3상 코일 각각의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형
성하도록 상기 제2층 및 제3층 각각은 비아홀영역과 연결패턴영역이 통
합된 도전성 제1영역이 상기 U,V,W 3상 코일의 엔드선과 연결된 복수의
도전성 비아홀과 전기적으로 연결되어 있으며,
상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선이 연결된 도전성 비아홀은 상기 도전성
제1영역과 전기적으로 분리된 아일랜드 홀을 형성하는 워터 펌프용 액시
얼 갭 타입 전동기.

[청구항 13] 제10항에 있어서,
상기 전동기는 8폴(pole)-6슬롯(slot) 구조의 BLDC 모터로 이루어지며, 상
기 스테이터의 U,V,W 3상 코일을 6개 티스에 분할 권선하여 3상 구조의
스테이터 회로를 구성할 때, 6개 U,V,W 3상 코일의 스타트선과 엔드선은
각각 상기 인쇄회로기판(PCB)의 비아홀영역에 구비된 12개의 도전성 비
아홀을 통과한 후 솔더링에 의해 연결되고,
상기 6개 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 최상
층 및 최하층의 상기 연결패턴영역에 형성된 제1 내지 제4 도전패턴을 이
용하여 각 상별로 병렬접속회로를 형성하며,
상기 6개 U,V,W 3상 코일의 엔드선은 상기 인쇄회로기판(PCB)의 제2층
및 제3층에 구비된 비아홀영역과 연결패턴영역이 통합된 도전성 제1영
역과 공통 연결되어 Y-결선방식으로 중성점(NP)을 형성하는 워터 펌프용
액시얼 갭 타입 전동기.

[청구항 14] 스테이터의 하부에 배치되는 인쇄회로기판(PCB)에 실장되어 U,V,W 3
상 코일의 스타트선은 인버터 회로의 U,V,W 출력단자에 연결되고, 상기
U,V,W 3상 코일의 엔드선은 Y-결선방식의 중성점(COM)을 형성하는 워
터 펌프용 전동기의 모터구동회로로서,
상기 인쇄회로기판(PCB)은,
최외곽에 배치되어 복수의 도전성 비아홀이 형성되어 있으며, 상기 스테
이터의 복수의 티스 각각에 권선된 복수의 코일의 스타트선과 엔드선을
인쇄회로기판(PCB)으로 도입하여 선택적으로 연결되는 비아홀영역;

상기 비아홀영역의 내측에 배치되며 상기 복수의 코일을 각 상별로 병렬 접속회로를 구성하도록 복수의 코일의 스타트선과 엔드선을 상호 연결하기 위한 복수의 도전패턴이 형성된 연결패턴영역; 및
상기 연결패턴영역의 내측에 위치하며 상기 모터구동회로를 형성하는 각종 전자부품이 실장된 전자부품 장착영역;을 포함하는 워터 펌프용 전동기의 모터구동회로.

[청구항 15]

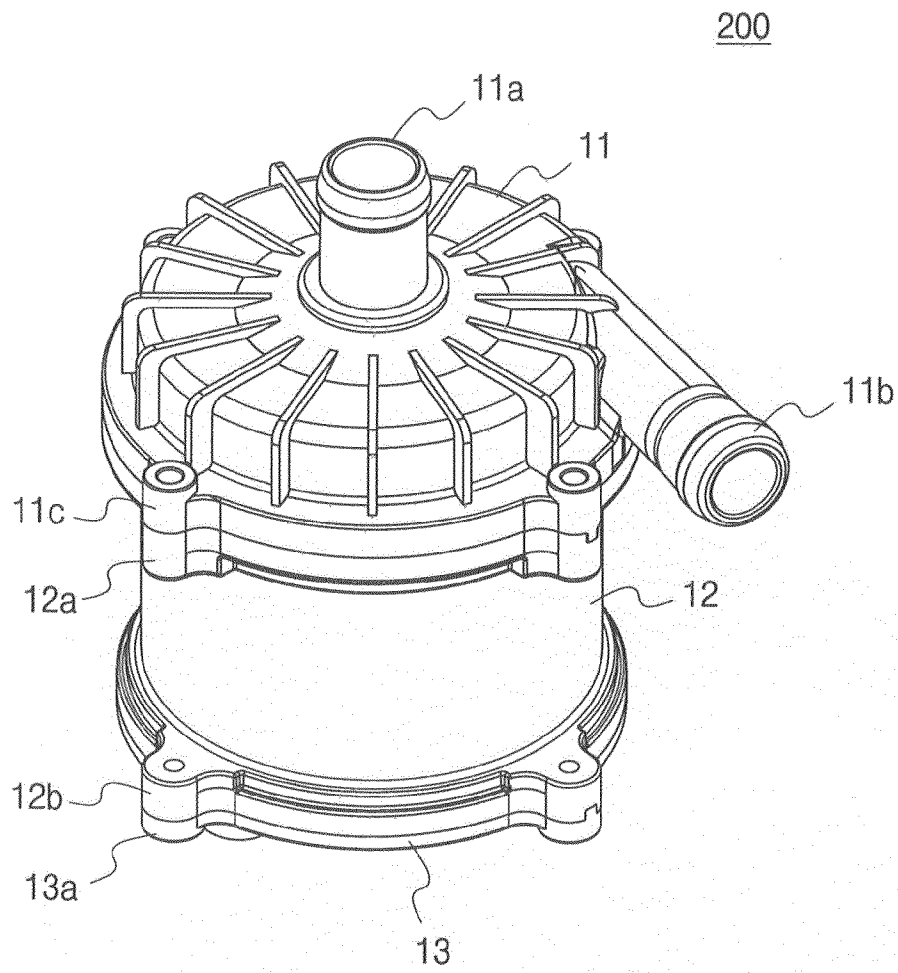
제14항에 있어서,

상기 인쇄회로기판(PCB)은 최상층, 제2층, 제3층 및 최하층을 포함하며, 상기 복수의 도전성 비아홀은 인쇄회로기판(PCB)의 최상층으로부터 최하층까지 연장되어 있고,

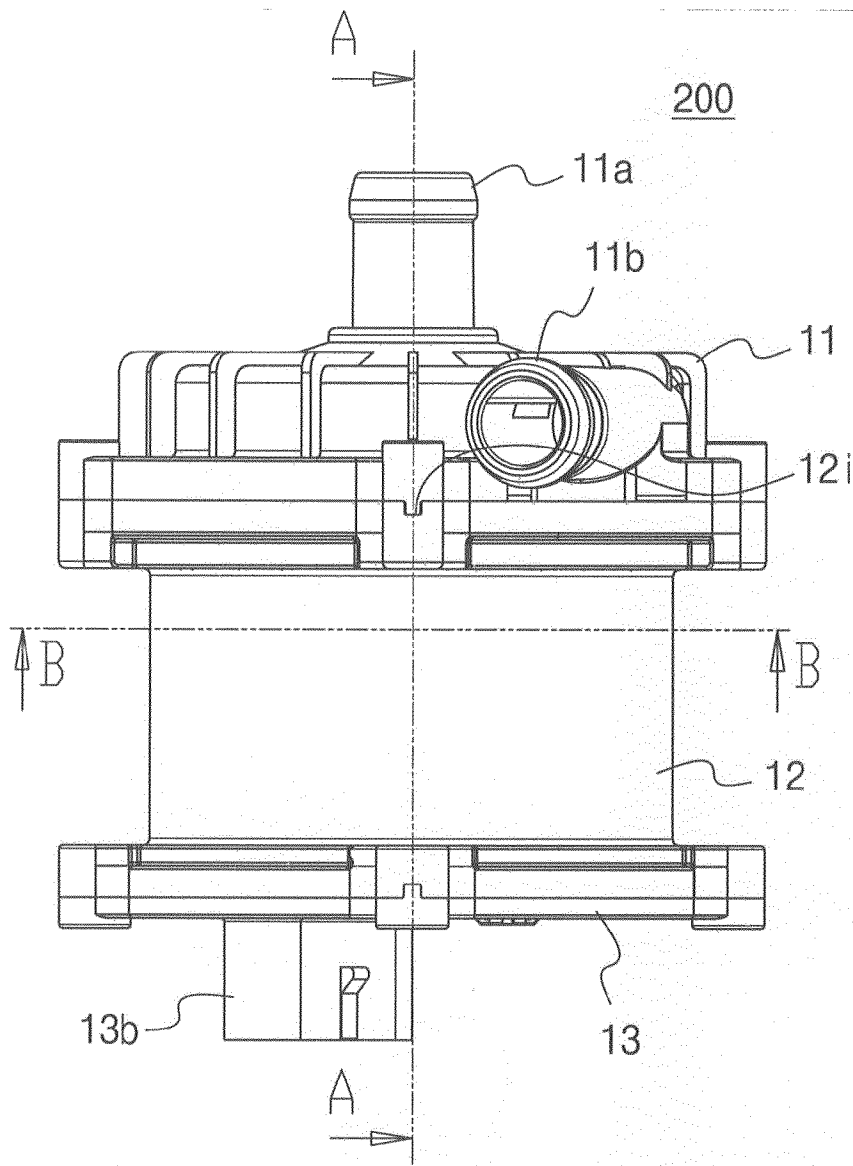
상기 연결패턴영역에 형성된 복수의 도전패턴은 상기 최상층, 제2층 및 최하층에 배치되어 있으며,

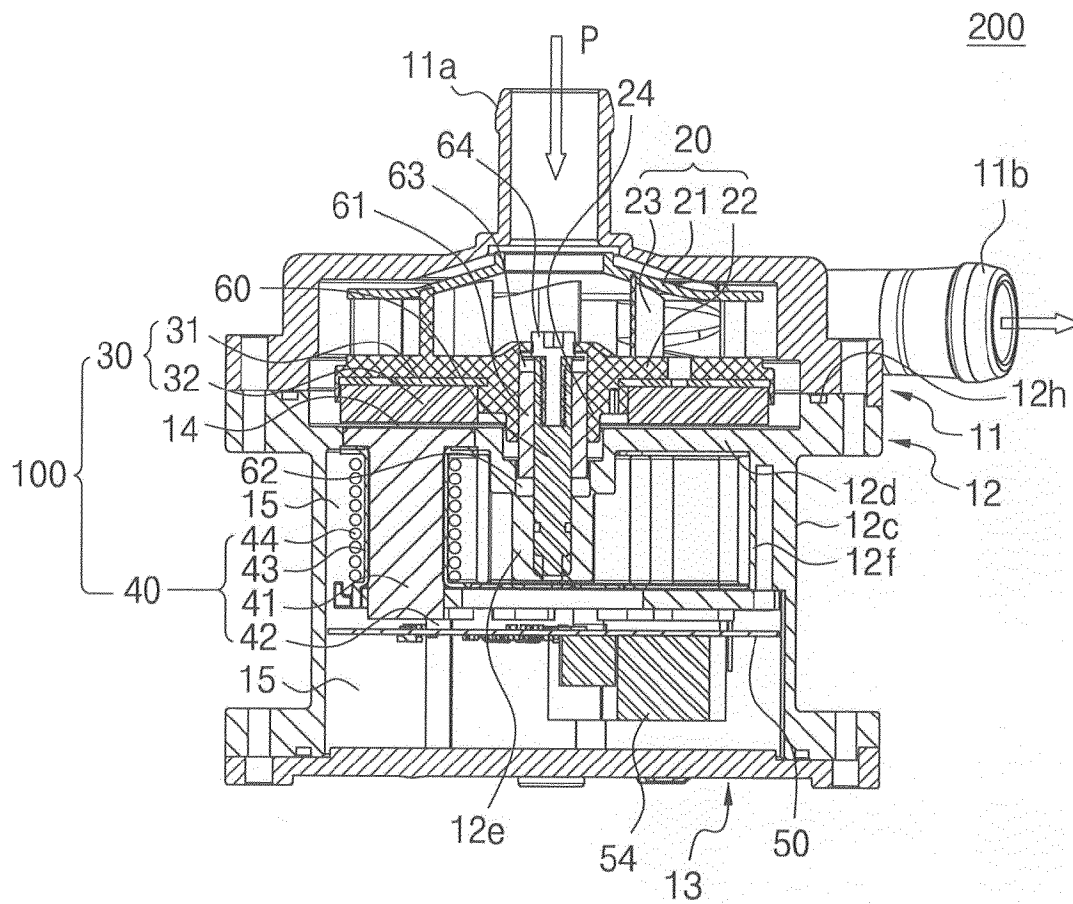
상기 복수의 도전성 비아홀로 도입된 상기 U,V,W 3상 코일의 스타트선은 상기 최상층과 최하층에 배치된 복수의 도전패턴에 선택적으로 연결되어 상기 복수의 코일은 U,V,W 각 상별로 병렬접속회로를 구성하는 워터 펌프용 전동기의 모터구동회로.

[도1]

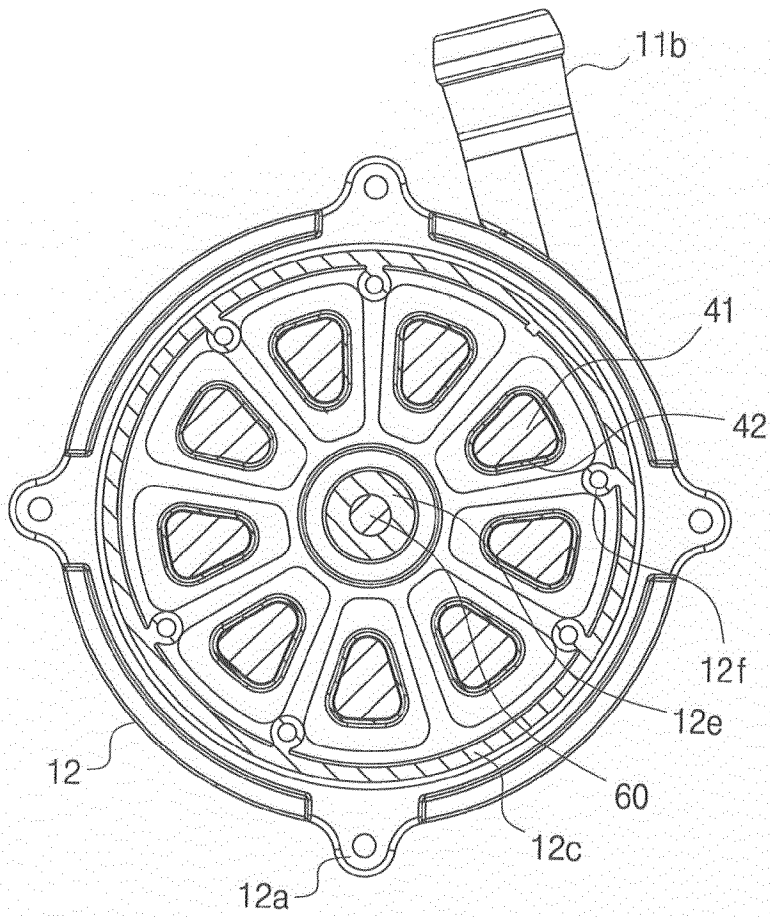


[도2]

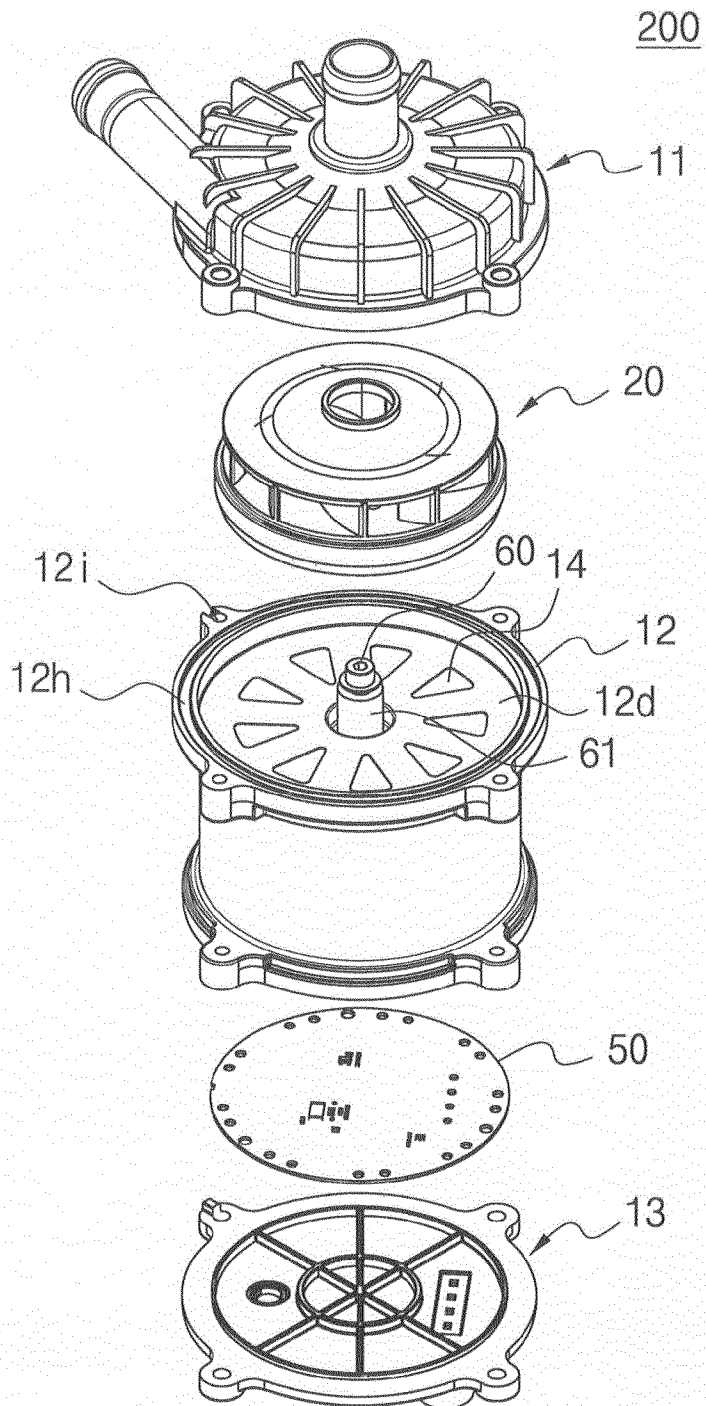




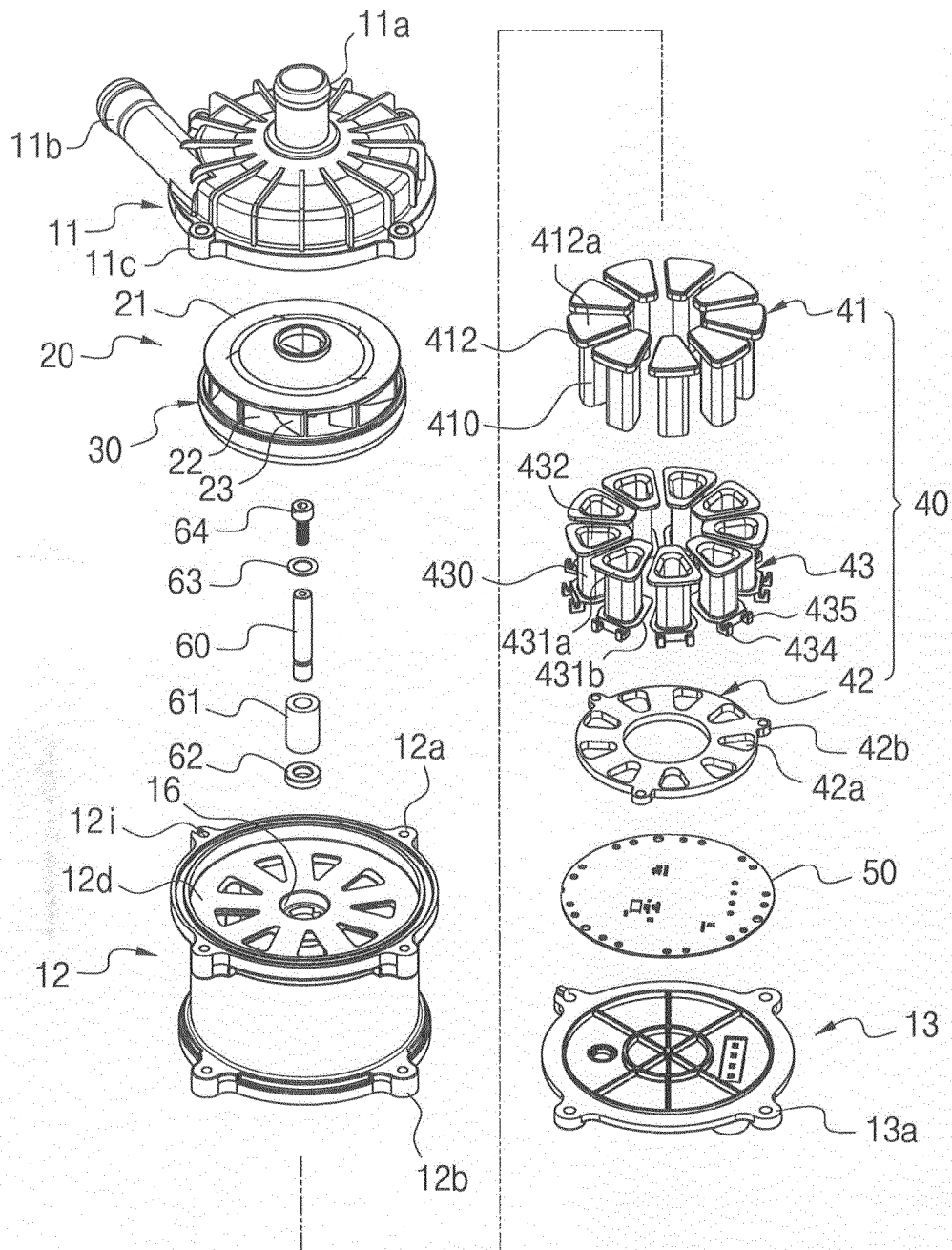
[도4]



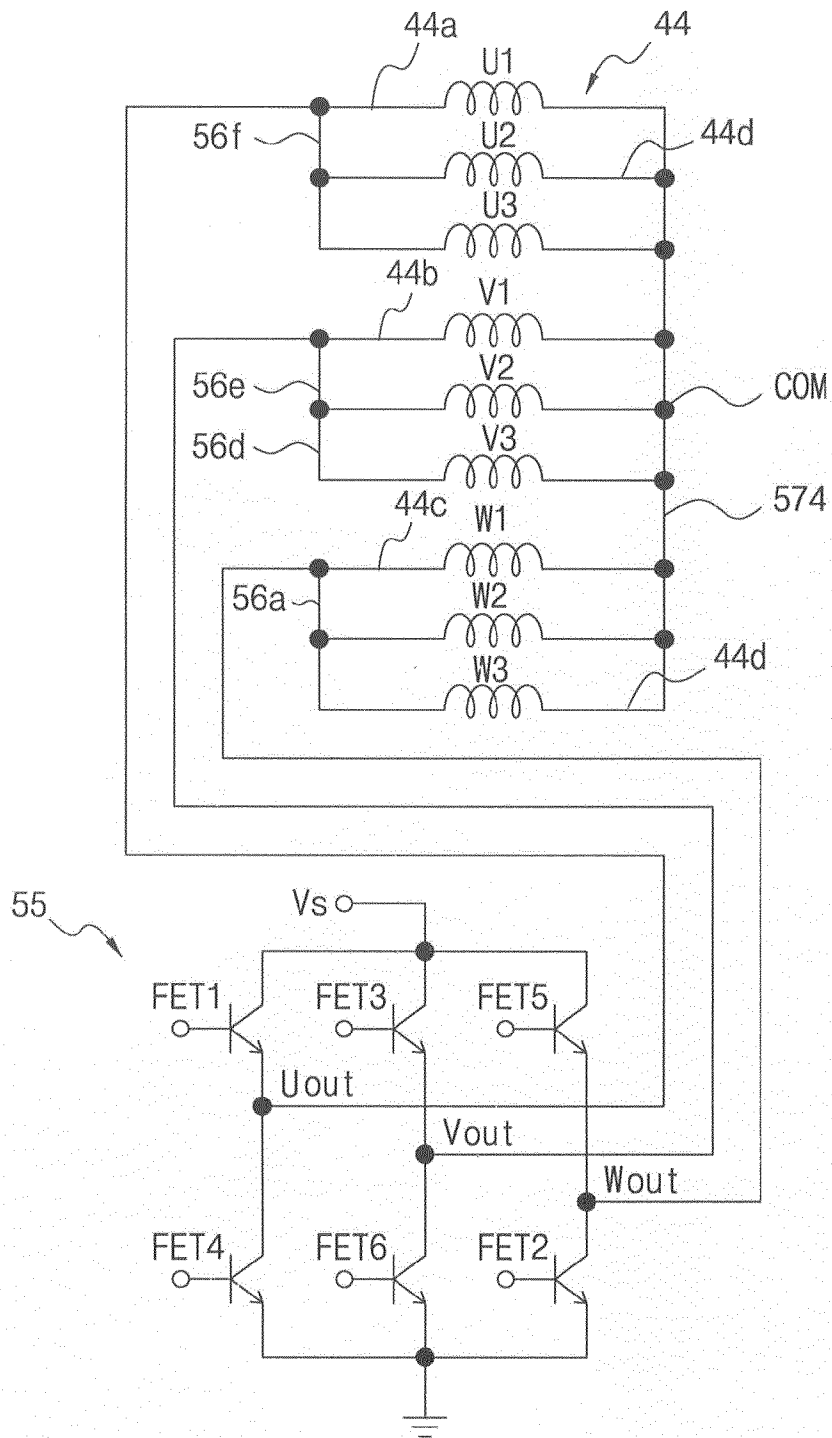
[도5a]



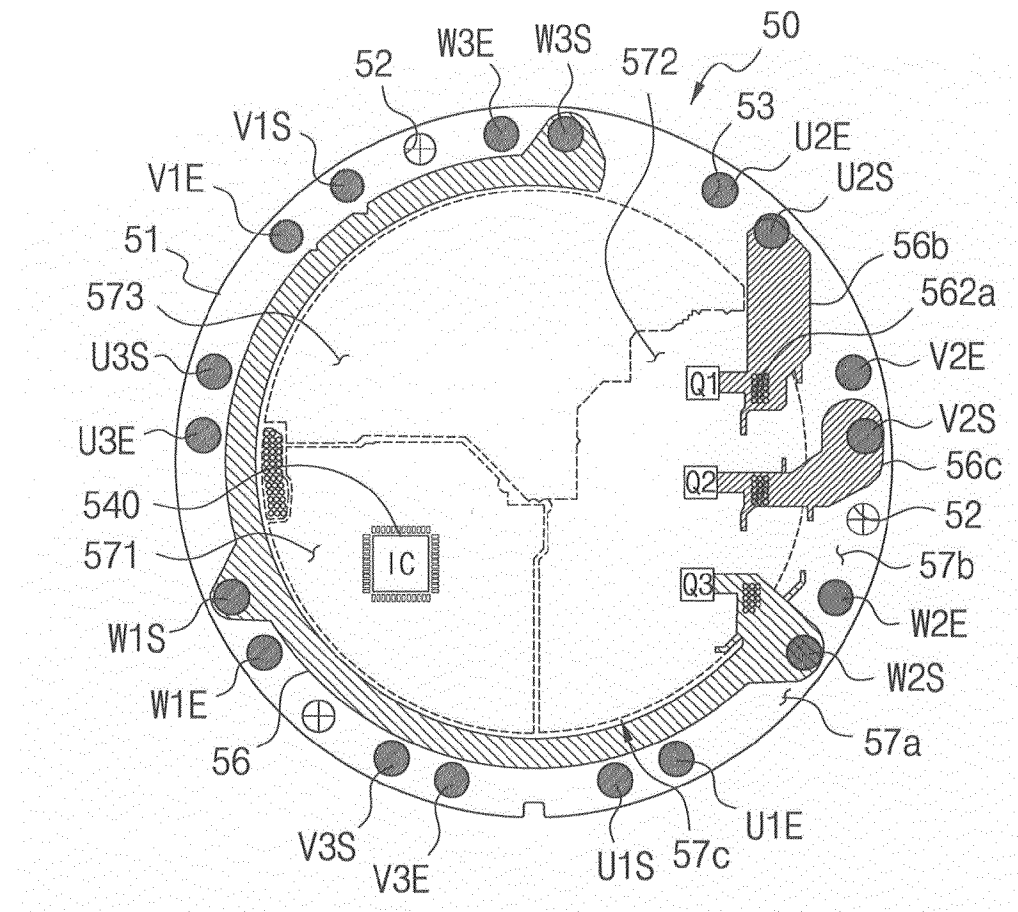
[도5b]



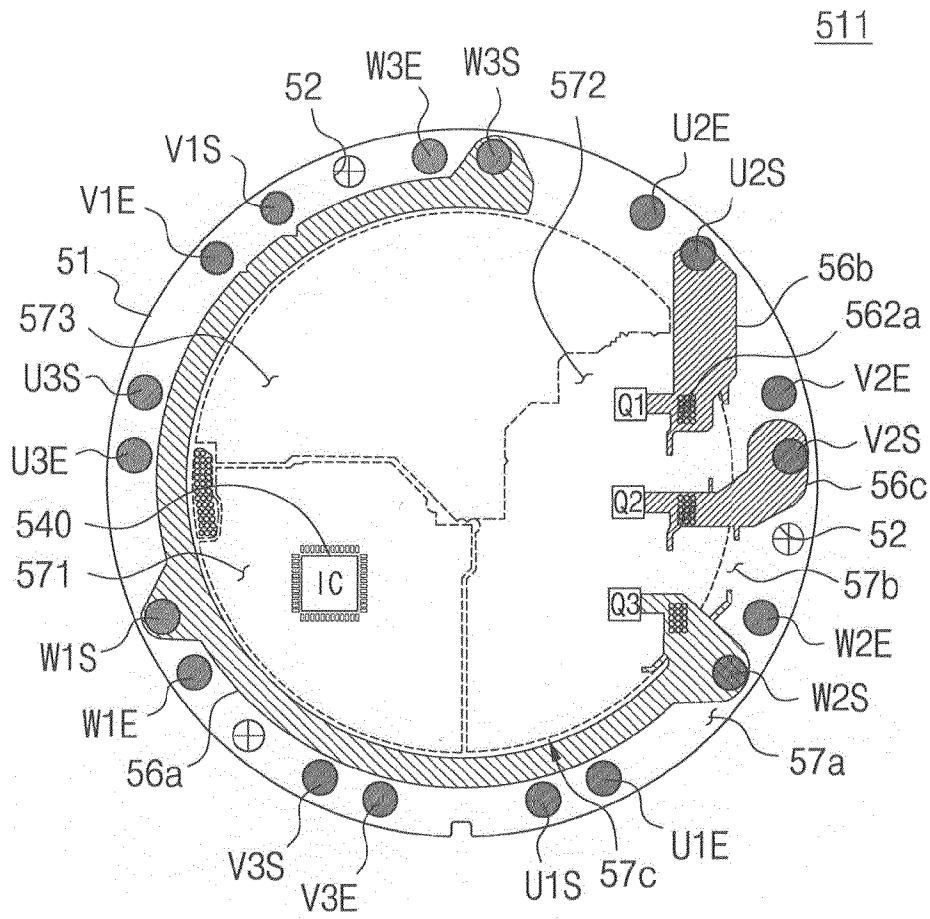
[도6]



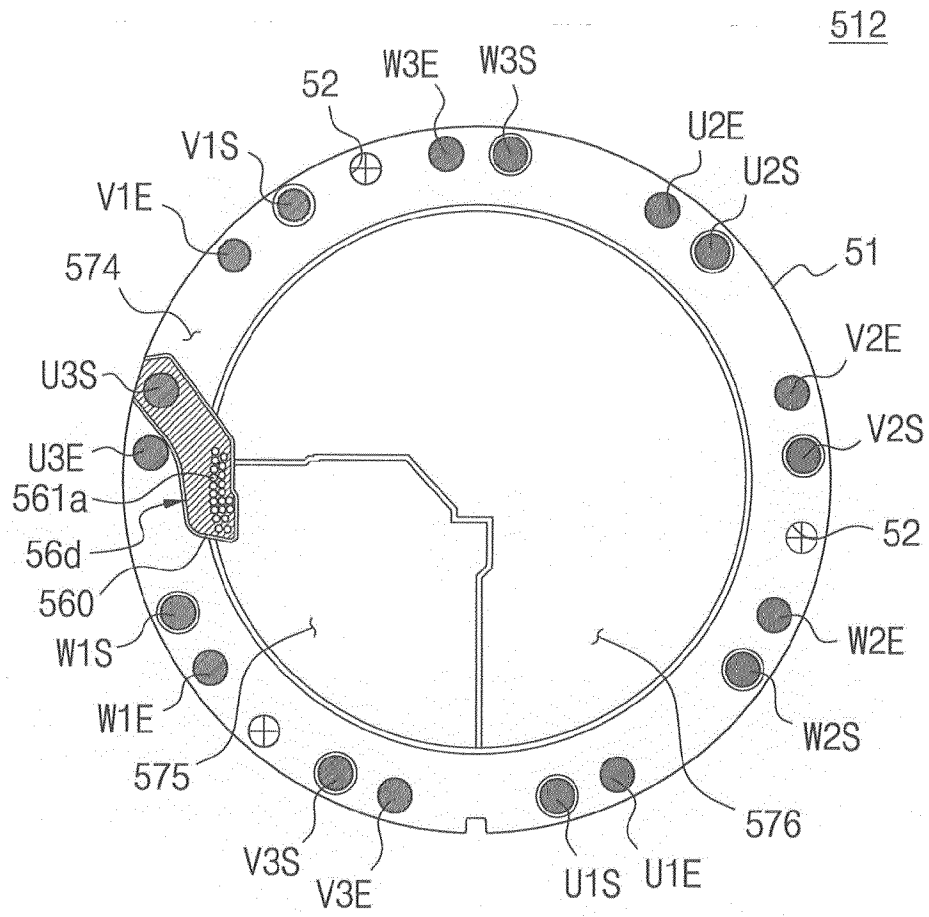
[도7]



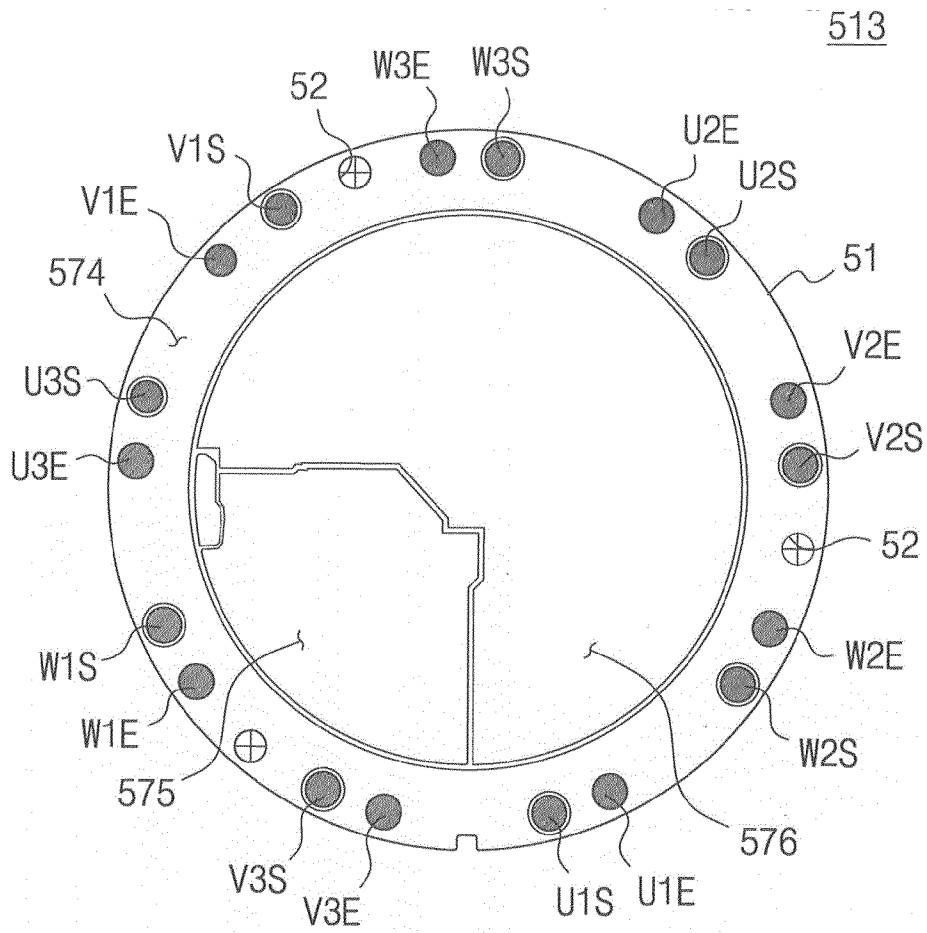
[도8a]



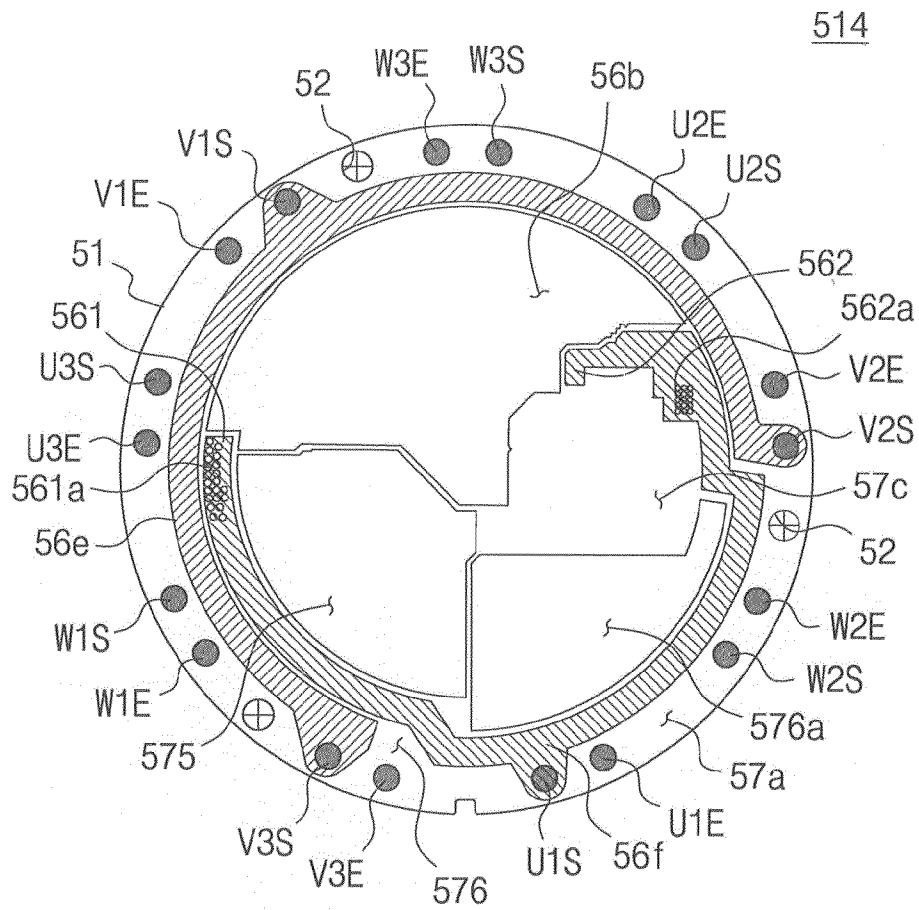
[도8b]



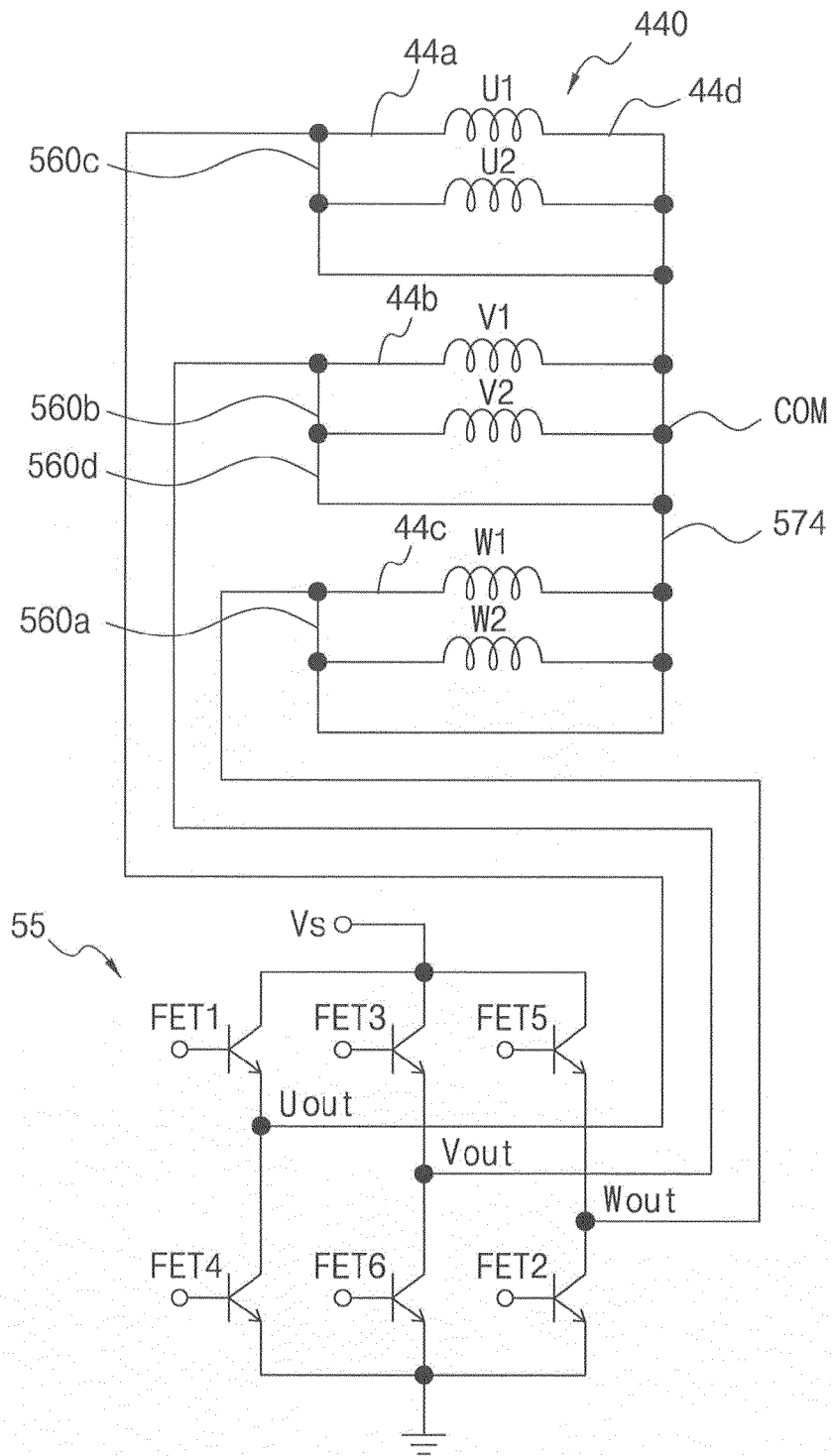
[도8c]



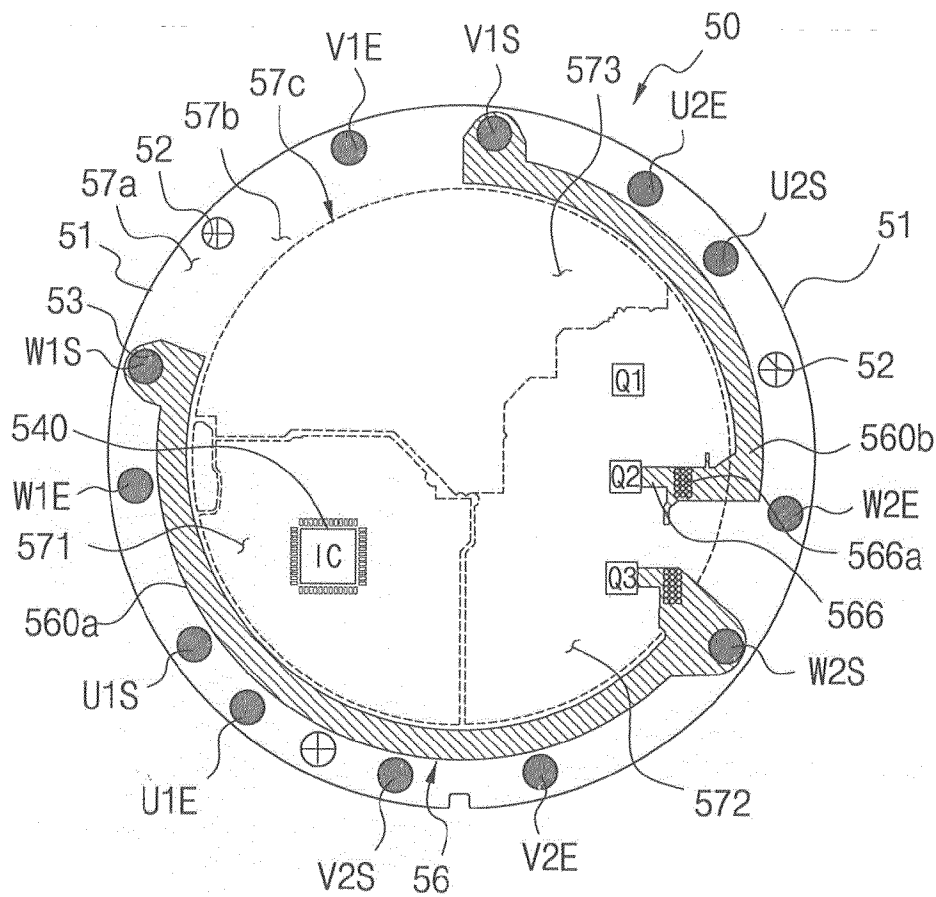
[도8d]



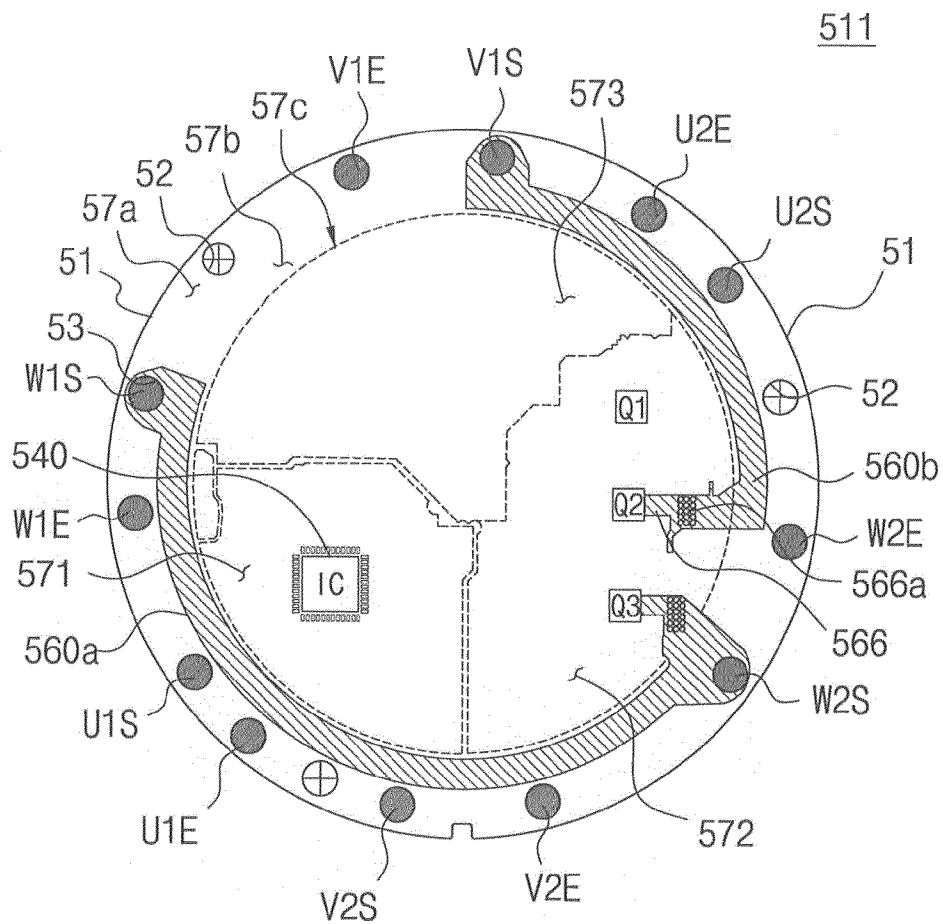
[도9]



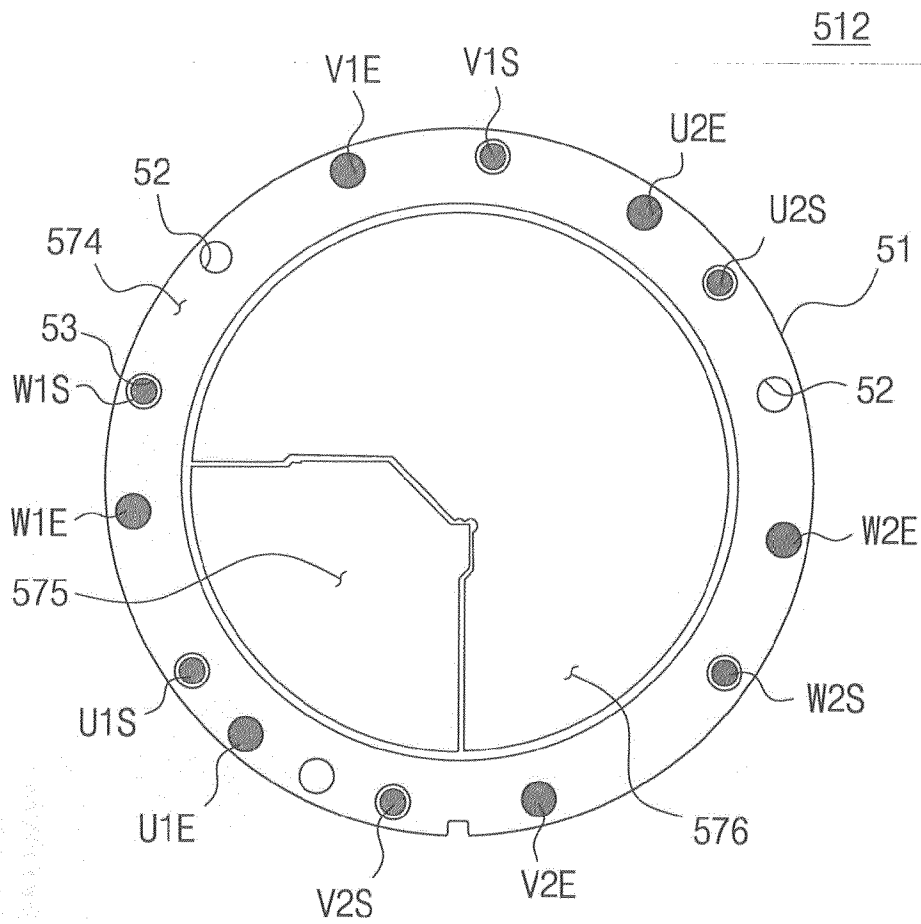
[도10]



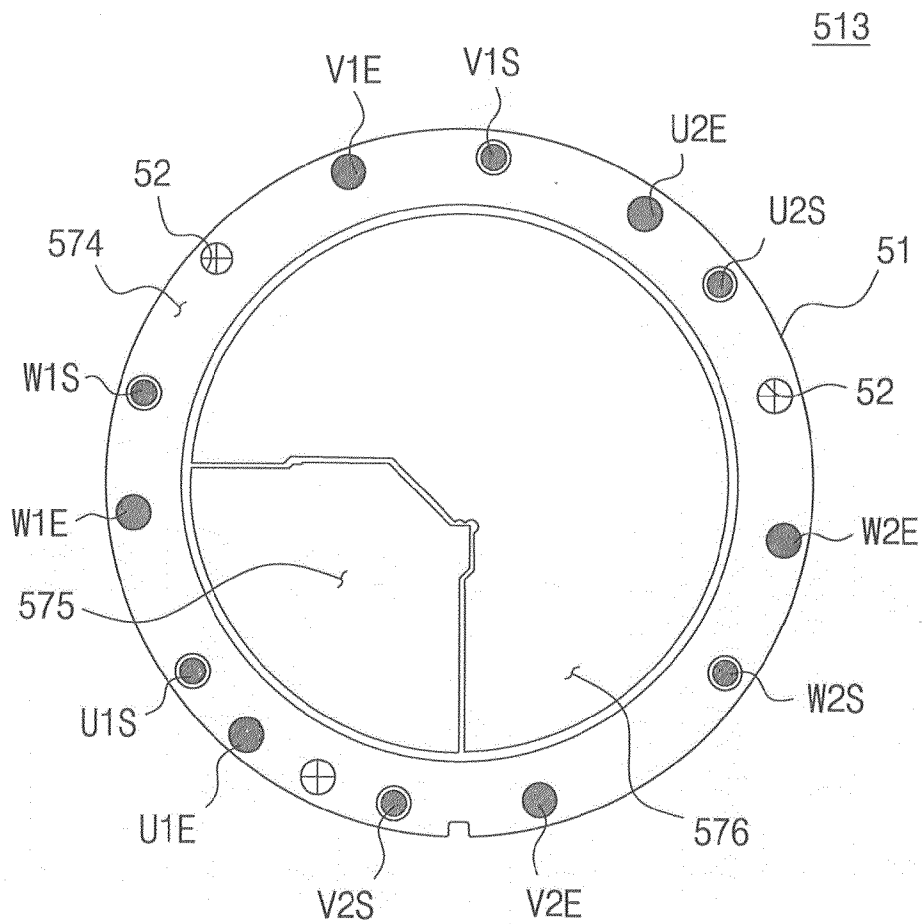
[도11a]



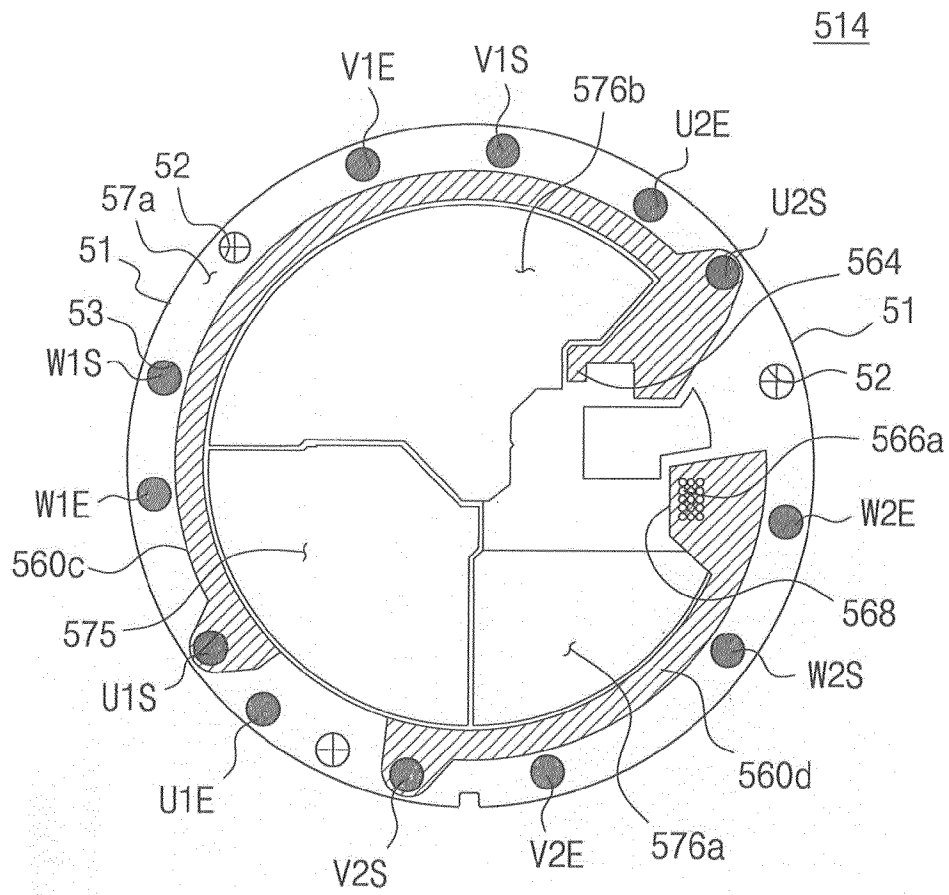
[도11b]



[도11c]



[도11d]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2024/096268**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02K 21/24(2006.01)i; **H02K 7/14**(2006.01)i; **H02K 11/33**(2016.01)i; **H02K 3/28**(2006.01)i; **H02K 3/26**(2006.01)i;
H02K 5/128(2006.01)i; **H02K 5/132**(2006.01)i; **H02K 1/18**(2006.01)i; **H02K 1/2793**(2022.01)i; **F04D 13/06**(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 21/24(2006.01); B62D 5/04(2006.01); F04D 13/06(2006.01); F04D 29/00(2006.01); H02K 11/00(2006.01);
H02K 3/18(2006.01); H02K 3/38(2006.01); H02K 3/50(2006.01); H02P 4/00(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: 워터 펌프(water pump), 액시얼 갭 타입 전동기(axial gap type motor), 비아홀(via hole), 연결패턴(connection pattern)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2022-080963 A (NIDEC SANKYO CORP.) 31 May 2022 (2022-05-31) See paragraphs [0020]-[0057] and figures 1-8.	1,8-10,14
A		2-7,11-13,15
Y	JP 2014-236524 A (MITSUBA CORP.) 15 December 2014 (2014-12-15) See paragraphs [0022]-[0062] and figures 1-12.	1,8-10,14
Y	WO 2019-070064 A1 (NIDEC CORP.) 11 April 2019 (2019-04-11) See paragraphs [0116]-[0122] and figure 21.	1,8-10,14
Y	KR 10-2406274 B1 (AMOTECH CO., LTD.) 08 June 2022 (2022-06-08) See paragraphs [0042]-[0127] and figures 1-12b.	8-9
A	JP 2003-319596 A (TAMAGAWA SEIKI CO., LTD.) 07 November 2003 (2003-11-07) See claims 1-5 and figures 1-7.	1-15



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

08 January 2025

Date of mailing of the international search report

08 January 2025

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2024/096268

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
JP	2022-080963	A	31 May 2022	JP	7473459 B2	23 April 2024
JP	2014-236524	A	15 December 2014	JP	6163357 B2	12 July 2017
WO	2019-070064	A1	11 April 2019	CN	111149283 A	12 May 2020
				CN	111149283 B	03 June 2022
				CN	111149284 A	12 May 2020
				CN	111164864 A	15 May 2020
				CN	111164864 B	23 August 2022
				CN	111164865 A	15 May 2020
				CN	111201698 A	26 May 2020
				DE	112018004417 T5	20 May 2020
				US	2020-0251966 A1	06 August 2020
				WO	2019-070065 A1	11 April 2019
				WO	2019-070066 A1	11 April 2019
				WO	2019-070067 A1	11 April 2019
				WO	2019-070068 A1	11 April 2019
				WO	2019-150911 A1	08 August 2019
KR	10-2406274	B1	08 June 2022	CN	115136453 A	30 September 2022
				KR	10-2021-0108844 A	03 September 2021
				KR	10-2021-0108845 A	03 September 2021
				KR	10-2021-0108846 A	03 September 2021
				KR	10-2021-0108847 A	03 September 2021
				KR	10-2021-0108854 A	03 September 2021
				KR	10-2322695 B1	09 November 2021
				KR	10-2325215 B1	11 November 2021
				KR	10-2347870 B1	06 January 2022
				US	2023-0077214 A1	09 March 2023
				WO	2021-172793 A1	02 September 2021
JP	2003-319596	A	07 November 2003	JP	4157319 B2	01 October 2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02K 21/24(2006.01)i; H02K 7/14(2006.01)i; H02K 11/33(2016.01)i; H02K 3/28(2006.01)i; H02K 3/26(2006.01)i;
H02K 5/128(2006.01)i; H02K 5/132(2006.01)i; H02K 1/18(2006.01)i; H02K 1/2793(2022.01)i; F04D 13/06(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02K 21/24(2006.01); B62D 5/04(2006.01); F04D 13/06(2006.01); F04D 29/00(2006.01); H02K 11/00(2006.01);
H02K 3/18(2006.01); H02K 3/38(2006.01); H02K 3/50(2006.01); H02P 4/00(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: 워터 펌프(water pump), 액시얼 갭 타입 전동기(axial gap type motor), 비아홀(via hole), 연결패턴(connection pattern)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2022-080963 A (NIDEC SANKYO CORP.) 2022.05.31 단락 [0020]-[0057] 및 도면 1-8 참조.	1,8-10,14
A		2-7,11-13,15
Y	JP 2014-236524 A (MITSUBA CORP.) 2014.12.15 단락 [0022]-[0062] 및 도면 1-12 참조.	1,8-10,14
Y	WO 2019-070064 A1 (NIDEC CORP.) 2019.04.11 단락 [0116]-[0122] 및 도면 21 참조.	1,8-10,14
Y	KR 10-2406274 B1 (주식회사 아모텍) 2022.06.08 단락 [0042]-[0127] 및 도면 1-12b 참조.	8-9
A	JP 2003-319596 A (TAMAGAWA SEIKI CO., LTD.) 2003.11.07 청구항 1-5 및 도면 1-7 참조.	1-15

☐ 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 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2025년01월08일(08.01.2025)

국제조사보고서 발송일

2025년01월08일(08.01.2025)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이강하

전화번호 +82-42-481-5687

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2022-080963 A	2022/05/31	JP 7473459 B2	2024/04/23
JP 2014-236524 A	2014/12/15	JP 6163357 B2	2017/07/12
WO 2019-070064 A1	2019/04/11	CN 111149283 A	2020/05/12
		CN 111149283 B	2022/06/03
		CN 111149284 A	2020/05/12
		CN 111164864 A	2020/05/15
		CN 111164864 B	2022/08/23
		CN 111164865 A	2020/05/15
		CN 111201698 A	2020/05/26
		DE 112018004417 T5	2020/05/20
		US 2020-0251966 A1	2020/08/06
		WO 2019-070065 A1	2019/04/11
		WO 2019-070066 A1	2019/04/11
		WO 2019-070067 A1	2019/04/11
		WO 2019-070068 A1	2019/04/11
		WO 2019-150911 A1	2019/08/08
KR 10-2406274 B1	2022/06/08	CN 115136453 A	2022/09/30
		KR 10-2021-0108844 A	2021/09/03
		KR 10-2021-0108845 A	2021/09/03
		KR 10-2021-0108846 A	2021/09/03
		KR 10-2021-0108847 A	2021/09/03
		KR 10-2021-0108854 A	2021/09/03
		KR 10-2322695 B1	2021/11/09
		KR 10-2325215 B1	2021/11/11
		KR 10-2347870 B1	2022/01/06
		US 2023-0077214 A1	2023/03/09
		WO 2021-172793 A1	2021/09/02
JP 2003-319596 A	2003/11/07	JP 4157319 B2	2008/10/01