

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구

국제사무국

(43) 국제공개일

2022년 7월 14일 (14.07.2022)

WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2022/149956 A1

(51) 국제특허분류:

H02P 27/08 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

H02M 7/04 (2006.01)

H02M 7/5395 (2006.01)

H02P 25/18 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2022/000482

(22) 국제출원일:

2022년 1월 11일 (11.01.2022)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2021-0003467 2021년 1월 11일 (11.01.2021) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)

[KR/KR]: 02841 서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동 5가), Seoul (KR).

(72) 발명자: 이상빈 (LEE, Sang Bin); 06323 서울특별시 강남구 개포로 409, 4동 502호, Seoul (KR). 이현준 (LEE, Hyeon-Jun); 02853 서울특별시 성북구 고려대로10길 29, 204호, Seoul (KR). 박철희 (PARK, Cheolhui); 04104 서울특별시 마포구 신촌로 150, 신촌포스빌 1113호, Seoul (KR).

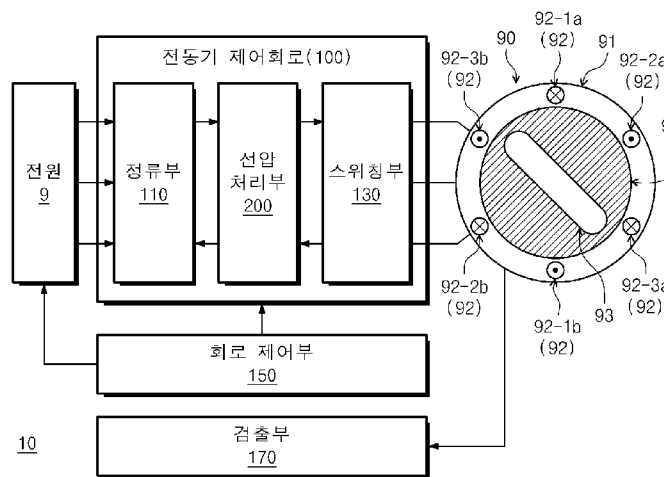
(74) 대리인: 김등용 (KIM, Deungyong); 08378 서울특별시 구로구 디지털로34길 55, 417호 동진국제특허법률사무소, Seoul (KR).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: MOTOR CAPABLE OF INSULATION DIAGNOSIS, MOTOR CONTROL CIRCUIT, AND METHOD FOR DIAGNOSING INSULATION OF MOTOR USING MOTOR CONTROL CIRCUIT

(54) 발명의 명칭: 절연 진단이 가능한 전동기, 상기 전동기의 제어 회로, 및 상기 전동기 제어 회로를 이용한 전동기의 절연 진단 방법



- 9 ... Power supply
- 100 ... Motor control circuit
- 110 ... Rectification unit
- 130 ... Switching unit
- 150 ... Circuit control unit
- 170 ... Detection unit
- 200 ... Voltage processing unit

(57) Abstract: The present invention relates to a motor capable of insulation diagnosis, a motor control circuit, and a method for diagnosing a motor using the motor control circuit, wherein the motor may comprise: a power supply; a voltage processing unit connected to the power supply and increasing a direct current voltage or voltage overshoot; a switching unit connected to the voltage processing unit and performing pulse width modulation; and a drive unit electrically connected to the switching unit and to which a voltage is applied according to an operation of the switching unit. A diagnostic apparatus is embedded in an inverter which controls the motor to automatically perform insulation diagnosis, thereby preventing motor failure due to insulation breakdown in advance.

(57) 요약서: 절연 진단이 가능한 전동기, 전동기 제어 회로 및 상기 전동기 제어 회로를 이용한 전동기의 진단 방법에 관한 것으로, 전동기는 전원, 상기 전원과 연결되고 직류 전압을 상승시키거나 전압 오버슈트를 증가시키는 전압 처리부, 상기 전압 처리부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하는 스위칭부 및 상기 스위칭부와 전기적으로 연결되고, 상기 스위칭부의 동작에 따라서 전압이 인가되는 구동부를 포함할 수 있다. 전동기를 제어하는 인버터에 진단 장치를 내장하여 자동으로 절연 진단을 수행함으로써, 절연 파괴에 의한 전동기 고장을 사전에 예방할 수 있다.

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 절연 진단이 가능한 전동기, 상기 전동기의 제어 회로, 및 상기 전동기 제어 회로를 이용한 전동기의 절연 진단 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 절연 진단이 가능한 전동기에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 절연 파괴에 의한 전동기의 고장을 미리 예방하기 위한 절연 진단이 가능한 전동기, 상기 전동기의 제어 회로, 상기 전동기의 제어 장치, 및 상기 전동기의 절연 진단 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 다상 교류 전동기의 고정자 권선은 자속 생성에 충분한 기자력을 발생시키기 위해 각각 복수의 소선(stand)으로 이루어진 다수의 턴(turn)을 갖는다. 이러한 고정자 권선은 전기적으로 턴 간의 분리, 상(phase) 간의 분리 및 접지와의 분리를 위해 절연되어 마련되는 것이 일반적이다. 그러나, 절연은 기계적, 전기적 또는 환경적 스트레스에 의해 열화될 수 있으며, 이는 절연의 파괴와 훼손을 유발하여 고정자 권선과 고정자 코어에 과전류가 흐르게 하여 전동기의 전기적 고장의 원인이 된다. 전기적 고장이 발생하면 전동기는 불시에 동작을 멈추게 되고, 이에 따라 공장이나 로봇의 정지 등으로 인한 경제적 손실이 발생할 수 있다. 이에 따라, 산업 현장에서는 전동기 운전의 신뢰성을 확보하기 위해 절연 시험을 정기적으로 수행하고 있다.
- [3] 최근에는, 전동기의 제어 편의성 및 동작 효율성을 위해 인버터(inverter)를 이용하여 전동기를 구동하는 기술과 방법이 제시되고 있다. 그러나, 인버터 기반의 동작은 절연에 대한 스트레스를 가중시키는 문제점이 있다. 예컨대, 인버터 기반의 구동에 따라, 저속 운전에서의 축 팬의 냉각 능력 저하 현상이나 펄스 폭 변조(PWM: Pulse Width Modulation) 전압에 의한 전압 및 전류 고조파의 증가에 따른 전동기 손실 증가 등과 같은 열적 스트레스와, 시간 당 전압 변화율이 큰 펄스 폭 변조 전압의 고주파 성분에 의한 단자 전압 상승 및 전압 분포 변화 등과 같은 전기적 스트레스가 전동기에 인가된다. 특히 전기적 스트레스는 상승 시간(rt: rise time)이 짧은 전압 펄스에 포함된 고주파 성분으로 인해 발생한다. 구체적으로 이는 출력단보다 상대적으로 큰 전압의 입력단 인가에 의해 최대 2배까지 상승하는 턴간 절연, 상간 절연 및 상 절연의 전압이나, 인버터의 스위칭 소자(일례로 전계 효과 트랜지스터(FET: Field Effect Transistor) 또는 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT: Insulated gate bipolar transistor) 등)의 스위칭 시 빠른 상승 시간/하강 시간(rise/fall time)에서의 고주파 성분으로 인해 야기된 각 턴의 전압 분포의 불균형에 따른 단자 측 턴에 고전압의 인가 등에 의해 비롯된다. 이와 같은 현상은 고압 전동기뿐만 아니라 저압 전동기에서도 부분 방전(PD: Partial Discharge) 문제를 일으킨다. 특히 고압

전동기와 달리 저압 전동기는 고정자 절연이 유기물로 제조된 경우가 많아, 부분 방전이 발생하면 빠른 절연 열화와 파괴가 급격히 진행되어 단시간 내에 고정자 권선 절연 파괴가 야기되며, 이는 전동기 및 이를 기반으로 하는 공정의 중단이나 정지로 이어지는 중대한 문제점이 있다. 이와 같이 인버터로 구동하는 저압 교류 전동기는 절연에 대한 스트레스에 상당히 취약하므로, 동작 신뢰성을 위해 절연 테스트가 적절하게 이뤄져야 한다. 그러나, 통상 수행되는 테스트는 전동기의 동작을 강제로 정지시키거나 전동기의 분해를 요구하기 때문에 자주 수행되기 어려우며, 다양한 측정 대상에 대해 충분한 테스트 결과를 제공하지도 못하고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 신속 및 정확하면서도 적절하게 자동으로 전동기에 대한 절연 테스트를 수행할 수 있는 전동기, 전동기 제어 회로, 전동기 제어 장치, 및 전동기의 절연 진단 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [5] 본 발명의 일 실시예에 따른 전동기는 전원, 상기 전원과 연결되고 직류 전압을 상승시키거나 전압 오버슈트를 증가시키는 전압 처리부, 상기 전압 처리부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하는 스위칭부 및 상기 스위칭부와 전기적으로 연결되고, 상기 스위칭부의 동작에 따라서 전압이 인가되는 구동부를 포함할 수 있다.
- [6] 본 발명의 다른 실시예에 따른 전동기는 전원, 상기 전원과 연결되고 상기 전원의 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 정류부, 상기 정류부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하기 위해 제7 스위칭 소자 내지 제12 스위칭 소자를 포함하는 스위칭부, 상기 스위칭부와 전기적으로 연결되고, 상기 스위칭부의 동작에 따라서 전압이 인가되는 제1 내지 제3 고정자 권선 및 상기 스위칭부를 제어하는 회로 제어부를 포함할 수 있으며, 여기서 상기 제7 스위칭 소자 및 제10 스위칭 소자는 상호 직렬 연결되고, 상기 제7 스위칭 소자 및 상기 제10 스위칭 소자 사이의 일 지점의 분기는 상기 제1 고정자 권선에 연결되고, 제8 스위칭 소자 및 제11 스위칭 소자는 상호 직렬 연결되고, 상기 제7 스위칭 소자 및 상기 제10 스위칭 소자와 병렬 연결되고, 상기 제8 스위칭 소자 및 상기 제11 스위칭 소자 사이의 일 지점의 분기는 제2 고정자 권선에 연결되고, 제9 스위칭 소자 및 제12 스위칭 소자는 상호 직렬 연결되고, 상기 제7 스위칭 소자 및 상기 제10 스위칭 소자와 병렬 연결되고, 상기 제9 스위칭 소자 및 상기 제13 스위칭 소자 사이의 일 지점의 분기는 제3 고정자 권선에 연결될 수 있다. 이 경우, 상기 회로 제어부는 상기 제8 스위칭 소자 및 상기 제12 스위칭 소자는 온 상태가 되고, 상기 제9 스위칭 소자, 상기 제10 스위칭 소자 및 제11 스위칭 소자는 오프 상태가 되도록 제어할 수 있다.

- [7] 본 발명의 일 실시예에 따른 전동기 제어 회로는 구동부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하는 스위칭부 및 상기 구동부 및 상기 스위칭부 중 적어도 하나에 인가되는 직류 전압을 상승시키거나 전압 오버슈트를 증가시키는 전압 처리부를 포함할 수 있다.
- [8] 본 발명의 일 실시예에 따른 전동기 제어 장치는 구동부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하는 스위칭부 및 상기 구동부 및 상기 스위칭부 중 적어도 하나에 인가되는 직류 전압을 상승시키거나 전압 오버슈트를 증가시키는 전압 처리부를 포함할 수 있다.
- [9] 본 발명의 일 실시예에 따른 전동기 제어 회로를 이용한 전동기의 진단 방법은 상기 전동기의 구동부가 정지하는 단계, 상기 전동기 제어 회로에 의해 상기 전동기의 구동부에 상대적 고전압이 인가되거나 또는 전압 오버슈트가 증가되는 단계 및 상기 전동기의 구동부에 대한 부분 방전이 검출되는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [10] 상술한 전동기, 전동기 제어 회로, 전동기 제어 장치, 및 전동기의 절연 진단 방법에 의하면, 인버터 기반으로 구동하는 전동기에 대한 절연 테스트를 신속 및 정확하면서도 자동으로 적절하게 수행할 수 있게 되는 장점을 얻을 수 있다.
- [11] 또한, 보다 빈번하게 전동기의 문제 발생 여부를 진단할 수 있으므로 전동기의 절연 파괴 전에 조속하게 절연의 열화 여부를 파악 및 확인할 수 있게 되어, 전동기의 사고 발생을 미연에 방지할 수 있게 된다.
- [12] 또한, 취약한 단자의 턴간, 상간 상절연에 문제 발생 여부를 진단할 수 있게 되어, 전동기 동작의 신뢰성을 더욱 개선할 수 있게 된다.
- [13] 또한, 전동기를 제어하는 인버터에 진단 기능 또는 진단 장치를 내장하여 자동으로 절연 진단을 수행함으로써, 절연 파괴에 의한 전동기 고장을 사전에 예방할 수 있고 전동기 절연 진단 및 유지 관리 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1a는 전동기 제어 회로를 포함하는 전동기의 일 실시예에 대한 도면이다.
- [15] 도 1b는 전동기 제어 회로의 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [16] 도 2는 부분 방전을 설명하기 위한 도면이다.
- [17] 도 3은 전동기 제어 회로의 제1 실시예에 대한 회로도이다.
- [18] 도 4는 전동기 제어 회로의 제2 실시예에 대한 회로도이다.
- [19] 도 5는 전동기 제어 회로의 제3 실시예에 대한 제1 회로도이다.
- [20] 도 6a는 전동기 제어 회로의 제3 실시예에 대한 제2 회로도이다.
- [21] 도 6b는 전동기 제어 회로의 제3 실시예에 대한 제3 회로도이다.
- [22] 도 6c는 전동기 제어 회로의 제3 실시예의 설명을 위한 그래프 도면이다.
- [23] 도 7은 게이트 저항 값과 상승 시간의 관계를 설명하기 위한 그래프 도면이다.
- [24] 도 8은 전동기 제어 회로를 포함하는 전동기의 다른 실시예에 대한 도면이다.

- [25] 도 9는 다른 실시예에 따른 전동기 제어 회로의 일 실시예에 대한 회로도이다.
- [26] 도 10은 전동기 제어 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [27] 도 11은 전동기 제어 회로를 이용한 전동기의 진단 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [28] 이하 명세서 전체에서 동일 참조 부호는 특별한 사정이 없는 한 동일 구성요소를 지칭한다. 이하에서 사용되는 '부'가 부가된 용어는, 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예에 따라 하나의 '부'가 하나의 물리적 또는 논리적 부품으로 구현되거나, 복수의 '부'가 하나의 물리적 또는 논리적 부품으로 구현되거나, 하나의 '부'가 복수의 물리적 또는 논리적 부품들로 구현되는 것도 가능하다. 명세서 전체에서 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 어떤 부분과 다른 부분에 따라서 물리적 연결을 의미할 수도 있고, 또는 전기적으로 연결된 것을 의미할 수도 있다. 또한, 어떤 부분이 다른 부분을 포함한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 부분 이외의 또 다른 부분을 제외하는 것이 아니며, 설계자의 선택에 따라서 또 다른 부분을 더 포함할 수 있음을 의미한다. '제1'이나 '제2' 등의 용어는 하나의 부분을 다른 부분으로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 특별한 기재가 없는 이상 이들이 순차적인 표현을 의미하는 것은 아니다. 또한 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [29] 이하, 도 1a 내지 도 10을 참조하여 전동기, 전동기 제어 회로, 및 전동기 제어 회로를 포함하는 장치의 여러 실시예에 대해서 설명하도록 한다.
- [30] 도 1a는 전동기 제어 회로를 포함하는 전동기의 일 실시예에 대한 도면이다.
- [31] 도 1a를 참조하면, 전동기(10)는 구동부(90), 구동부(90)의 동작을 제어하고 전원(9)과 연결되는 전동기 제어 회로(100)를 포함한다. 전원(9)은 교류 전원이거나 직류 전원일 수 있다. 또한, 전원(9)은 외부 상용 전원으로 구성되거나 전동기(10)에 내장 설치 또는 외장 장착된 배터리로 구성될 수 있다. 실시예에 따라, 전동기(10)는, 전동기 제어 회로(100)와 전기적으로 연결되고 전동기 제어 회로(100)를 제어 가능하도록 마련된 회로 제어부(150) 및 구동부(90)의 고장과 관련된 적어도 하나의 데이터(이하, 결과 데이터)를 일 회 이상 측정 또는 검출하여 획득하고 결과 데이터를 외부로 출력하는 검출부(170) 중 적어도 하나를 더 포함할 수도 있다.
- [32] 구동부(90)는 고정자(91, stator), 고정자(91)에 설치된 적어도 하나의 고정자 권선(92), 및 적어도 하나의 고정자 권선(92)에 인가되는 전압 또는 전류에 따라서 고정자(91)에 대해 회동 가능하게 마련된 회전자(93, rotor)를 포함할 수 있다.
- [33] 고정자(91) 내측에는 회전자(93)가 배치 가능한 내부공간(94)이 형성되어 있을 수 있으며, 회전자(93)는 내부공간(94)에 배치되되 공극에 의해 고정자(91)와

분리되어 고정자(91) 내부공간(94)에서 회동하게 마련될 것일 수 있다. 고정자 권선(92)은 고정자(91)에 고정 설치되되, 회전자(93) 주변에 일정한 각도 간격으로 배치되어 마련될 수 있다. 예를 들어, N (N 은 1보다 큰 자연수) 개의 상을 가지는 다상 교류 전동기의 경우, 고정자 권선(92)은 공간적으로 $(360/N)$ 도의 간격으로 고정자(91)에 분포되어 마련될 수 있다. 3상 전동기의 경우, 고정자 권선(92)은 한 쌍의 대향하는 제1 고정자 권선(92-1a, 92-1b), 한 쌍의 대향하는 제2 고정자 권선(92-2a, 92-2b), 및 한 쌍의 대향하는 제3 고정자 권선(92-3a, 92-3b)을 포함할 수 있으며, 각각의 고정자 권선(92-1a 및 92-1b, 92-2a 및 92-2b, 92-3a 및 92-3b)은 상호 60도의 간격으로 내부공간(94) 주변에 배치될 수 있다. 여기서, 고정자 권선(92) 중에서 서로 연결된 대응하는 고정자 권선(92-1a 및 92-1b, 92-2a 및 92-2b, 92-3a 및 92-3b)은 축(예컨대, 회전자(93)의 회동축)을 중심으로 상호 대칭적으로 배치될 수 있으며, 대응하는 고정자 권선(92-1a 및 92-1b, 92-2a 및 92-2b, 92-3a 및 92-3b)을 흐르는 전류의 방향은 서로 반대일 수 있다. 만약 전기적으로 $360/N$ 도의 위상차를 갖는 N 상 전압(또는 전류)이 고정자 권선(92)에 인가되면, 이에 대응하는 회전자계가 고정자(91)의 내부 공간(94)에 형성되고, 고정자(91) 내측의 회전자(93)는 입력 전원의 주파수에 비례하는 속도로 회동하게 된다. 더욱 상세하게는, 스위칭부(130)의 동작에 따라서 서로 대응하는 고정자 권선(92-1a 및 92-1b, 92-2a 및 92-2b, 92-3a 및 92-3b) 각각의 쌍 각각에는 순차적으로 전류가 반복 공급되고, 이에 따라 내부 공간(94)에 회전자계가 발생하고, 회전자계에 의해 회전자(93)가 회동하게 된다.

[34] 도 1b는 전동기 제어 회로의 동작을 설명하기 위한 도면으로, 도 1b에서 x축은 운전 시간(Time)을, y축은 부분 방전 개시 전압(PDIV: PD inception voltage)의 크기를 나타낸다. 도 1b의 청색선(PDIV)은 구동부(90)의 동작 이후 시간의 변화에 따른 부분 방전 개시 전압의 변화를 나타내고, 적색선(Inception of PD)은 구동부(90)의 운전 전압을 나타낸다.

[35] 일 실시예에 의하면, 전동기 제어회로(100)는 교류 전류를 직류 전류로 변환하는 정류부(110), 입력 전압(또는 전류)를 원하는 형태의 전압(또는 전류)으로 변환하여 출력하는 스위칭부(130), 및 전압 처리부(200)를 포함할 수 있다. 전압 처리부(200)는 정류부(110) 및 스위칭부(130) 각각과 전기적으로 연결되고, 정류부(110)와 스위칭부(130) 사이에 형성될 수 있다.

[36] 정류부(110)는 입력 전압/입력 전류가 직류 전압/직류 전류인 경우에는 생략될 수 있다. 스위칭부(130)는 펄스 폭 변조 제어를 수행할 수 있다. 전압 처리부(200)는 직류단 전압(DC link)을 상승시키거나, 스위칭 시의 전압 오버슈트(overshoot)를 증가시켜 운전 전압보다 상대적으로 높은 전압을 구동부(90)에 인가할 수 있다. 이에 따라, 검출부(170)는 운전 전압보다 높은 전압에서 결과 데이터(예컨대, 부분 방전에 대한 측정 결과)를 획득할 수 있다. 보다 구체적으로, 도 1b를 참조하면, 동작 중인 구동부(90)의 부분 방전 개시 전압(PDIV, 청색선)은 시간의 흐름에 따라 점진적으로 감소한다. 한편, 일정

시점 이후에 운전 전압(적색선)의 크기(즉, 임펄스 전압의 크기)가 커져 운전 전압이 일 지점(Voltage Stress Level)에서 부분 방전 개시 전압을 초과하면 부분 방전이 발생한다. 구동부(90)의 운전 전압 및 부분 방전 개시 전압의 교차하는 지점은 전동기(10), 즉 구동부(90)의 수명이 된다. 따라서, 운전 전압을 미리 설정한 수준(초록 점선, Test Voltage Level)으로 상승시켜 구동부(90)에 인가하면, 고장 발생 전에 부분 방전의 개시 여부를 검출 및 확인할 수 있고, 그 결과 고정자 절연 파괴 등을 미리 예측 및 파악할 수 있다. 이와 같이, 전동기 제어회로(100)는 구동부(90)에 인가되는 전압을 미리 설정한 수준(초록 점선)까지 높이거나 및/또는 스위칭 시의 전압 오버슈트를 증가시킴으로써 구동부(90)의 부분 방전 발생 가능 여부를 조기에 판단할 수 있게 한다. 전동기 제어회로(100)에 대한 자세한 구조 및 동작은 후술한다.

- [37] 회로 제어부(150)는 제어 신호를 생성하고 생성한 제어 신호를 전동기 제어회로(100)에 전달하여, 전동기 제어 회로(100)가 원하는 바에 따라 동작하도록 할 수 있다. 제어 신호의 생성 및 전달은 사용자의 조작에 따라 수동적으로 또는 미리 정의된 설정에 따라 자동적으로 수행될 수 있다. 제어 신호의 자동적 생성 및 전달은 주기적으로 또는 비주기적으로 수행될 수 있다. 실시예에 따라, 회로 제어부(150)의 제어 신호는 전압 처리부(200) 및 스위칭부(130) 중 적어도 하나에 대한 제어 신호를 포함할 수 있다. 스위칭부(130)에 대한 제어 신호는 스위칭부(130)에 포함된 복수의 스위칭 소자(131 내지 136) 중 적어도 하나에 대한 제어 신호를 포함할 수 있다. 전압 처리부(200) 및 스위칭부(130) 중 적어도 하나는 회로 제어부(150)의 제어 신호의 생성 및 전달에 의해 동작하여 직류단 전압이나 전압 오버 슈트를 증가시킨다. 또한, 회로 제어부(150)는 전원(9)의 동작에 대한 제어 신호를 생성하여, 전원(9)이 필요에 따라 전동기 제어 회로(100)에 인가되거나 또는 인가되지 않도록 할 수도 있다. 예를 들어, 회로 제어부(150)는 구동부(90)의 동작이 종료된 이후에도 전원(9)에 제어 신호를 전달하여 구동부(90)에 전압이 계속 인가되도록 할 수도 있다. 구체적으로, 회로 제어부(150)는 구동부(90)의 동작이 정지되면, 이에 응하여 증가된 직류단 전압이 구동부(90)에 인가될 수 있도록 전원(9)이 전동기 제어 회로(100)에 추가적으로 전력을 공급하도록 제어할 수 있다. 일 실시예에 의하면, 회로 제어부(150)는 중앙 처리 장치(CPU, Central Processing Unit), 마이크로 컨트롤러 유닛(MCU, Micro Controller Unit), 마이컴(Micom, Micro Processor), 애플리케이션 프로세서(AP, Application Processor), 전자 제어 유닛(ECU, Electronic Controlling Unit) 및/또는 각종 연산 처리 및 제어 신호의 생성이 가능한 다른 전자 장치 등을 포함할 수 있다. 이들 장치는 하나 또는 둘 이상의 반도체 칩 등을 이용하여 구현될 수 있다. 회로 제어부(150)는 소정의 하나 또는 둘 이상의 프로그램(앱, 애플리케이션 또는 소프트웨어 등으로 지칭 가능함)을 구동시켜, 스위칭부(130)의 적어도 하나의 스위칭 소자(131 내지 136)를 제어할 수도 있다. 여기서, 프로그램은 구동부(90), 전동기 제어 회로(100),

회로 제어부(150) 및/또는 검출부(170)와 별도로 준비된 저장 매체(예컨대, 캐시 메모리, 주기억장치 및/또는 내장 또는 외장 보조기억장치 등)에 저장된 후, 회로 제어부(150)의 호출에 따라 회로 제어부(150)에 제공되는 것일 수도 있다. 프로그램은 설계자가 직접 작성한 것일 수도 있고, 데이터 입출력 단자나 유무선 통신 네트워크 등을 통해 설치 또는 갱신되는 것일 수도 있다.

[38] 도 2는 부분 방전을 설명하기 위한 도면이다.

[39] 회로 제어부(150)의 제어에 따라 전동기 제어 회로(100)가 증가된 직류단 전압이나 전압 오버슈트를 구동부(90)에 인가하는 경우, 검출부(170)는 구동부(90)의 부분 방전을 측정할 수 있다. 부분 방전은 점진적으로 증가하면서 고정자 권선(92)에 인가되는 임펄스 전압의 크기가 특정 크기의 전압(일례로 부분 방전 개시 전압(PDIV))을 초과하면 개시된다. 통상적으로 절연의 열화가 발생되면 부분 방전 개시 전압은 상대적으로 낮아지고, 반대로 절연의 열화가 발생되지 않은 경우에는 상대적으로 높게 나타난다. 부분 방전은 서지 전압의 발생 시에 고주파 펄스로 나타나게 되며, 전동기(예를 들어, 인버터 저압 전동기)의 절연 파괴 등을 야기하여 전동기의 고장을 유발한다. 검출부(170)는 부분 방전을 검출하여 결과 데이터를 획득할 수 있다. 전동기(10)의 관리자나 사용자는 검출부(170)의 결과 데이터를 확인하고, 이를 기반으로 부분 방전의 발생 여부를 파악할 수 있고, 더 나아가 고정자 권선(92)의 절연 훼손이나 파괴 여부 등을 진단할 수 있다. 구체적으로, 운전 전압(예컨대, 정격 직류 전압)보다 높은 전압이 고정자 권선(92)에 인가될 때, 검출부(170)가 부분 방전을 측정하게 되면, 관리자 등은 절연의 열화가 상당히 진행된 상태임을 판단할 수 있다. 또한, 검출부(170)의 결과 데이터는 검출부(170)와 전기적으로 연결된 다른 정보 처리 장치나 경고 장치 등(미도시)으로 전달될 수도 있으며, 다른 정보 처리 장치나 경고 장치 등은 결과 데이터가 일정한 범위에 해당하는 경우 시각적, 청각적 및/또는 촉각적으로 메시지를 출력함으로써 관리자나 사용자 등에게 문제 발생 여부를 알릴 수 있다. 실시예에 따라, 검출부(170)는 부분 방전에 의해 출력되는 펄스를 검출하거나 또는 부분 방전에 수반된 초음파나 극초단파를 검출하여 부분 방전을 검출할 수 있으며, 이를 위해 검출부(170)는 코일, 안테나, 고주파 CT, 커플링 커패시터 또는 초음파 센서 등을 이용하여 구현될 수 있으며, 필요에 따라 고역 통과 필터(HPF: High Pass Filter)를 더 이용할 수도 있다.

[40] 이하, 전동기 제어 회로(100)의 전압 처리부(200)의 다양한 실시예에 대해 설명하도록 한다.

[41] 도 3은 전동기 제어 회로의 제1 실시예에 대한 회로도이다.

[42] 도 3에 도시된 제1 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-1)는 정류부(110), 제1 실시예에 따른 전압 처리부(210), 및 스위칭부(130)를 포함할 수 있다.

[43] 정류부(110)는 3상 정류 회로를 이용하여 구현된 것일 수 있다. 이 경우, 정류부(110)는 상호 직렬로 연결된 제1 다이오드(111) 및 제2 다이오드(112), 제1 다이오드(111) 및 제2 다이오드(112)와 병렬로 연결되고 상호 직렬로 연결된 제3

다이오드(113) 및 제4 다이오드(114), 및 상호 직렬로 연결되며, 제1 다이오드(111) 및 제2 다이오드(112)와 병렬로 연결되고 또한 제3 다이오드(113) 및 제4 다이오드(114)도 병렬로 연결된 제5 다이오드(115) 및 제6 다이오드(116)를 포함할 수 있다. 여기서, 제1 다이오드(111) 및 제2 다이오드(112) 사이의 일 지점(P11), 제3 다이오드(113) 및 제4 다이오드(114) 사이의 일 지점(P12), 및 제5 다이오드(115) 및 제6 다이오드(116) 사이의 일 지점(P13) 각각은 전원(9)과 전기적으로 연결되어 전원(9)이 공급한 전류가 정류부(110) 내로 유입될 수 있게 마련된다. 이와 같은 회로 구조를 통해 전원(9)이 공급한 교류 전압/교류 전류는 대체적으로 직류 전압/직류 전류로 변환되어 출력된다. 실시예에 따라, 정류부(110)는 생략 가능하다. 예를 들어, 전원(9)이 배터리 등과 같은 직류 전원인 경우, 정류부(110)는 생략되고, 전압 처리부(210)는 직접 전원(9)에 연결될 수도 있다.

- [44] 스위칭부(130)는 복수의 스위칭 소자(131 내지 136)를 포함할 수 있으며, 펄스 폭 변조 제어를 수행할 수 있도록 6개의 스위칭 소자(131 내지 136, 이하 각각 제1 내지 제6 스위칭 소자)를 포함할 수 있다. 실시예에 따라, 스위칭부(130)는 6개를 초과하거나 또는 6개 미만의 스위칭 소자를 포함하는 것도 가능하다. 스위칭 소자(131 내지 136)는 트랜지스터를 이용하여 구현될 수 있으며, 트랜지스터는 바이폴라 트랜지스터(Bipolar Junction Transistor), 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT), 및/또는 금속 산화물 반도체 전계 효과 트랜지스터(MOSFET) 등의 전계 효과 트랜지스터(FET: Field Effect Transistor) 등을 포함할 수 있다. 제1 스위칭 소자(131) 및 제4 스위칭 소자(134)는 직렬로 연결되고, 제3 스위칭 소자(133) 및 제6 스위칭 소자(136)는 상호 직렬로 연결되며 제1 스위칭 소자(131) 및 제4 스위칭 소자(134)와 병렬로 연결되며, 제5 스위칭 소자(135) 및 제2 스위칭 소자(132)는 상호 직렬로 연결되며 제1 스위칭 소자(131) 및 제4 스위칭 소자(134)와 병렬로 연결되고, 또한 제3 스위칭 소자(133) 및 제6 스위칭 소자(136)와도 병렬로 연결된다. 제1 스위칭 소자(131) 및 제4 스위칭 소자(134) 사이의 일 지점(P21), 제3 스위칭 소자(133) 및 제6 스위칭 소자(136) 사이의 일 지점(P22), 및 제5 스위칭 소자(135) 및 제2 스위칭 소자(132) 사이의 일 지점(P23) 각각에는 분기 라인이 형성되고, 각각의 분기 라인은 고정자 권선(92) 중 어느 하나의 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)으로 연장되어 각각의 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)과 전기적으로 연결된다. 예를 들어, 제1 스위칭 소자(131) 및 제4 스위칭 소자(134) 사이의 일 지점(P21)은 분기 라인을 통해 제1 고정자 권선(92-1: 92-1a 및 92-1b)과 연결되고, 제3 스위칭 소자(133) 및 제6 스위칭 소자(136) 사이의 일 지점(P22)은 제2 고정자 권선(92-2: 92-2a 및 92-2b)에 연결되며, 제5 스위칭 소자(135) 및 제2 스위칭 소자(132) 사이의 일 지점(P23)은 제3 고정자 권선(92-3: 92-3a 및 92-3b)에 연결된다. 이들 각각의 스위칭 소자(131 내지 136)의 온/오프에 따라서 각각의 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)에는 전류가 흐르거나 차단되어 회전자(93)를 회전시키기 위한 회전 자계를 형성한다. 각각의 스위칭

소자(131 내지 136)는, 수행하고자 하는 시험에 따라서, 온 상태가 되거나 또는 오프 상태가 될 수 있다. 예를 들어, 제1 고정자 권선(92-1) 및 다른 고정자 권선(92-2, 92-3) 사이의 절연(예를 들어, 턴간 절연)에 따른 부분 방전 시험이 수행되는 경우, 제2 및 제6 스위칭 소자(132, 136)는 오프 상태가 되고 이외 다른 스위칭 소자(131, 133 내지 135)는 온 상태가 되도록 제어될 수 있다. 또한, 제2 고정자 권선(92-2) 및 다른 고정자 권선(92-1, 92-3) 사이의 절연에 관한 부분 방전 시험이 수행되는 경우, 제2 및 제4 스위칭 소자(132, 134)는 오프 상태가 되고 다른 스위칭 소자(131, 133, 135 및 136)는 온 상태가 되도록 제어될 수 있다. 또한, 제3 고정자 권선(92-3) 및 다른 고정자 권선(92-1, 92-2) 사이의 절연에 따른 부분 방전 시험이 수행되는 경우에는, 제4 및 제6 스위칭 소자(134, 136)가 오프 상태이고 다른 스위칭 소자(131 내지 133, 135)는 온 상태이도록 제어될 수도 있다. 이외에도 각각의 스위칭 소자(131 내지 136)는 사용자나 설계자에 의한 선택 또는 설정에 따라 다양한 방식으로 온 또는 오프 상태가 될 수 있다.

- [45] 제1 실시예에 의한 전압 처리부(210)는 정류기(110)를 통과하거나 또는 직류 전원으로부터 공급된 직류 전압을 부스트 컨버터를 통해 상승시키도록 설계된 것일 수 있다. 구체적으로, 제1 실시예에 따른 전압 처리부(210)는 정류부(110)와 전기적으로 연결되고 입력 전류 고조파 제거 등의 동작을 수행할 수 있는 적어도 하나의 인덕터(212), 적어도 하나와 인덕터(212)와 직렬 연결되고 외부(일례로 회로 제어부(150) 등)의 제어에 따라 개폐되는 적어도 하나의 스위치(211, 일례로 푸쉬 버튼 스위치 등), 적어도 하나의 인덕터(212)와 연결되고 적어도 하나의 스위치(211)와 병렬로 연결된 적어도 하나의 저항(211a), 및 적어도 하나의 스위치(211) 및 적어도 하나의 저항(211a)과 직렬 연결된 적어도 하나의 다이오드(213)를 포함할 수 있다. 제1 실시예에 의한 전압 처리부(210)는 스위치(211, 또는 저항(211a)) 및 다이오드(213) 사이의 일 지점(P33)에서 분기된 분기 라인에 형성된 적어도 하나의 트랜지스터(214)를 더 포함하되, 여기서 분기 라인은 정류부(110)와 스위칭부(130)를 연결하는 일 라인에 마련된 일 지점(P34)과, 상술한 일 지점(P33)을 상호 연결하도록 마련된 것일 수 있다. 트랜지스터(241)는 바이폴라 트랜지스터, 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT), 전계 효과 트랜지스터(FET) 등을 포함할 수 있다. 또한, 제1 실시예에 의한 전압 처리부(210)는 전압 처리부(210) 및 스위칭부(130)를 연결하는 두 개의 라인 각각의 일 지점(P31, P32)을 연결하는 분기 라인에 형성된 적어도 하나의 커패시터(219)를 더 포함할 수도 있다. 최초에 전동기 제어 회로(100-1)에 전원이 공급되면, 스위치(211)는 오프(OFF) 상태(즉, 개방 상태)가 되고, 전류는 저항(211a)을 통해 전달된다. 이때, 커패시터(219)로 유입되는 충전 전류를 방지하기 위해서 커패시터(219)가 완전하게 충전되면 스위치(211)는 제어에 따라서 온(ON) 상태로 변경되고 전동기 제어 회로(100-1)는 저항(211a)의 효과를 무시하여 계속 동작하게 된다. 따라서, 통상적인 상황에서는 스위치(211)를 오프 상태로 설정하여 동작하게 하고(이 경우, 전동기 제어

회로(100-1)는 3상 인버터와 동일 또는 근사하게 동작할 수 있다), 부분 방전 여부의 확인 상황에서는 스위치(211)를 온 상태로 설정함으로써, 전압 처리부(210)에 인가된 직류 전압이 상대적으로 고전압으로 변환되도록 하여 스위칭부(130) 및 구동부(90)에는 상대적으로 높은 전압(일례로 정격 직류 전압보다 더 높은 전압)이 인가되도록 할 수 있다. 이에 따라 부분 방전의 측정이 가능해진다. 실시예에 따라, 제1 실시예에 의한 전압 처리부(210)는 출력되는 전압을 다양하게 조절할 수도 있으며, 구동부(90)에는 다양한 크기의 전압이 인가될 수 있게 된다. 검출부(170)는 다양한 전압의 인가에 따라서 부분 방전을 계측함으로써 부분 방전 개시 전압을 측정할 수도 있다.

[46] 도 4는 전동기 제어 회로의 제2 실시예에 대한 회로도이다.

[47] 제2 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-2)는 정류부(110), 정류부(110)와 연결된 제2 실시예에 따른 전압 처리부(220), 및 제2 실시예의 전압 처리부(220)와 연결된 스위칭부(130)를 포함할 수 있다.

[48] 제2 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-2)의 정류부(110)는, 제1 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-1)와 동일하게, 3상 정류 회로를 기반으로 구현된 것일 수 있다. 즉, 정류부(110)는 제1 내지 제6 다이오드(111 내지 116)를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 스위칭부(130)는 복수의 스위칭 소자(131 내지 136)를 포함할 수 있다. 즉, 스위칭부(130)는 6개의 스위칭 소자(131 내지 136)를 포함할 수 있다. 이들의 구조 및 동작에 대해선 도 3을 참조하여 기 설명한 바 있으므로, 이하 설명은 생략한다.

[49] 제2 실시예에 따른 전압 처리부(220)는 정류부(110)와 직렬 연결된 인덕터(221), 인덕터(221)와 직렬 연결된 적어도 하나의 스위치(222, 일례로 푸시 버튼 스위치), 인덕터(221)와 직렬 연결되고 스위치(222)와 병렬 연결된 적어도 하나의 다이오드(223), 및 인덕터(221)와 직렬 연결되고 스위치(222) 및 다이오드(223)와 병렬 연결된 적어도 하나의 다른 인덕터(224)를 포함할 수 있다. 또한, 전압 처리부(220)는 인덕터(221)와 스위치(222) 사이의 일 지점(P41)과 정류부(110) 및 스위칭부(130)를 연결하는 라인의 일 지점(P24)을 연결하는 분기 라인에 형성된 적어도 하나의 커패시터(229)를 더 포함할 수도 있다. 전압 처리부(220)가 이와 같은 구조를 갖는 경우, 스위칭부(130)가 적절히 동작하면, 고정자 권선(92)에 인가되는 전압이 증가되게 되고, 검출부(170)가 상대적으로 높은 전압이 인가된 상황에서 구동부(90)의 부분 방전을 검출할 수 있다. 부분 방전 측정 과정에서, 스위칭부(130)의 각각의 스위칭 소자(131 내지 136)는, 미리 정의된 설정이나 사용자의 수동 조작에 따라 다양하게 동작할 수 있다. 즉, 상술한 바와 같이 각각의 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3) 중 어느 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3) 간의 절연을 측정하는지에 따라 스위칭 소자(131 내지 136) 각각의 온 상태 또는 오프 상태가 결정될 수 있다. 예를 들어, 제2 및 제6 스위칭 소자(132, 136)는, 제1 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-1)의 경우와 동일하게, 오프 상태로 스위칭 제어되고 다른 스위칭 소자(131, 133 내지 135)는 온 상태로 스위칭 제어될 수도

있다. 제2 및 제6 스위칭 소자(132, 136)가 동작하는 경우 이에 대응하여 제1 고정자 권선(92-1)에 증가된 전압이 인가되고, 이에 대해 부분 방전 여부를 계측함으로써 제1 고정자 권선(92-1) 및 다른 고정자 권선(92-2, 92-3) 사이의 절연 발생 여부 또는 그 가능성을 확인할 수 있게 된다. 동일하게 제2 및 제4 스위칭 소자(132, 134)는 오프 상태, 다른 스위칭 소자(131, 133, 135 및 136)는 온 상태로 제어될 수도 있으며, 제4 및 제6 스위칭 소자(134, 136)는 오프 상태, 다른 스위칭 소자(131 내지 133, 135)는 온 상태로 제어될 수도 있으며, 각 스위칭 소자(131 내지 136)의 동작에 따라서 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)에 대응하는 부분 방전이 계측될 수 있다.

- [50] 도 5는 전동기 제어 회로의 제3 실시예에 대한 제1 회로도이고, 도 6a는 전동기 제어 회로의 제3 실시예에 대한 제2 회로도이다. 도 6b는 전동기 제어 회로의 제3 실시예에 대한 제3 회로도이고, 도 6c는 전동기 제어 회로의 제3 실시예의 설명을 위한 그래프 도면이다. 도 7은 게이트 저항값과 상승 시간의 관계에 일례에 대한 그래프 도면이다.
- [51] 도 5에 도시된 제3 실시예의 전동기 제어 회로(100-3)는 상술한 제1 실시예의 전동기 제어 회로(100-1) 및 제2 실시예의 전동기 제어 회로(100-2)와 동일하게 정류부(110) 및 스위칭부(130)를 포함할 수 있다. 상술한 바와 같이, 정류부(110)는 3상 정류 회로를 이용하여 구현될 수 있으며, 제1 내지 제6 다이오드(111 내지 116)를 포함할 수 있다. 또한, 스위칭부(130)도 복수의 스위칭 소자(131 내지 136)를 포함할 수 있으며, 6개의 스위칭 소자(131 내지 136)를 포함할 수 있다. 이들 각각의 상세한 구조, 동작 및 제어에 대해선 도 3 및 도 4를 참조하여 이미 설명한 바 있으므로, 자세한 내용은 이하 생략하도록 한다.
- [52] 또한, 제3 실시예의 전동기 제어 회로(100-3)는 정류부(110) 및 스위칭부(130)와 전기적으로 연결된 제3 실시예에 따른 전압 처리부(230)를 포함할 수 있다. 제3 실시예에 따른 전압 처리부(230)는 스위칭 과정에서 전압 오버슈트를 조절할 수 있도록 마련되며, 전압 오버슈트가 증가되도록 마련된 것일 수 있다. 보다 구체적으로, 제3 실시예에 따른 전압 처리부(230)는 일단은 정류부(110)와 전기적으로 직렬 연결되고 타단은 스위칭부(130)와 전기적으로 연결되어 형성된 스위치(232, 일례로 바이폴라 트랜지스터나, 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT)나, 전계 효과 트랜지스터(FET) 등), 및 정류부(110) 및 스위칭부(130) 사이의 일 지점(P51)과 정류부(110) 및 스위칭부(130) 사이의 일 지점(P52)을 연결하는 분리 라인에 형성된 적어도 하나의 커패시터(239)를 더 포함할 수도 있다. 실시예에 따라, 정류부(110) 및 스위치(232) 사이에는 적어도 하나의 인덕터(미도시)가 더 구비될 수도 있다. 스위치(232)의 존재에 따라 스위칭부(130)의 적어도 하나의 스위칭 소자(131 내지 135), 일례로 제1 스위칭 소자(131)의 게이트 구동 전압이나 게이트 구동 저항이 변경되어, 스위칭 소자(131 내지 135)에 마련된 적어도 하나의 커패시터(예를 들어, 절연 게이트 양극성 트랜지스터의 게이트 및 이미터 사이의 커패시터(C_{ge}) 등)가 신속하게

충전되어 턴 온 속도를 조절할 수 있다. 보다 상세하게, 도 6a에 도시된 바와 같이, 소정 전압(V_g)의 인가에 따라, 온 상태의 저항 루프(131-1, $R_g(\text{on})$)를 경유하는 전류(I_g)가 빠르게 전달되어 제1 스위칭 소자(131)의 게이트와 이미터 사이에 존재하는 커패시터를 더욱 고속으로 충전시키게 되고, 이에 따라 게이트는 보다 신속하게 턴 온 될 수 있게 된다. 여기서, 저항 루프(131-1)는, 도 6b에 도시된 바와 같이, 테스트 저항(131-1T), 테스트 저항(131-1T)과 각각 병렬 연결된 다른 저항(131-11, 131-12), 및 상호 병렬로 연결된 테스트 저항(131-1T)과 직렬로 연결된 또 다른 저항(131-13, 131-14)을 포함할 수 있다. 이들 저항(131-1T, 131-11 내지 131-14)의 개폐에 따라서 게이트 구동 전압 및/또는 게이트 구동 저항의 조절이 가능하다. 일 실시예를 들어, 도 6c에 도시된 바를 참조하면, 어느 하나의 다른 저항(131-11)만이 온 상태인 경우에는 시간에 따라 전압은 선형적으로 증가하고 또 다른 저항(131-12)만이 온 상태인 경우에는 전압은 일정 기간 동안 증가한 후 감소하게 되나, 양 저항(131-11, 131-12) 모두가 온 상태이거나 테스트 저항(131-1T)이 온 상태인 경우에는, 전압은 시간에 따라서 주기적으로 진동하여 변화하게 된다. 구체적으로, 구동 전압은 온 상태에서는 15V로, 오프 상태에서는 0V로 내부적으로 변경될 수 있다. 이와 같이 게이트 구동 저항의 조절에 따라 게이트 구동 전압의 조절이 가능하게 된다. 저항 루프(131-1)의 구동 저항이 조절되면, 도 7에 도시된 바와 같이, 직류단 전압의 크기를 높이지 않고도 인가 전압의 상승 시간(t_r)을 감소시킬 수 있게 된다. 보다 구체적으로, 게이트 저항(131-1)의 저항값(R_g)이 감소되면 상승 시간(t_r)이 감소하고, 반대로 게이트 저항(131-1)의 저항값(R_g)이 증가되면 상승 시간(t_r)도 이에 따라 증가한다. 상승 시간(t_r)의 감소는 인가 전압의 오버슈트를 증가시킬 수 있으며, 이와 같은 전압의 고주파 성분은 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)의 전압 분포를 변경하여, 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)의 단자측 턴 간의 전압 크기도 증가시킨다. 이에 따라 부분 방전의 측정이 가능하다. 또한, 위와 같이 게이트 저항의 저항값(R_g)을 조절하는 경우에는, 전압의 오버슈트뿐만 아니라, 더 짧은 라이즈 타임에서 시험이 가능하기 때문에 실제 운전 조건보다 가혹한 조건(실제 운전 조건보다 높은 dv/dt)으로 시험을 진행할 수 있다는 장점이 있다.

- [53] 실시예에 따라, 게이트 저항(131-1)의 저항값(R_g) 대신에 스위칭 소자(131) 등에 병렬 연결된 스너버(snubber) 등의 완충 소자의 값을 조절함으로써 인가 전압의 상승 시간(t_r) 및 전압 오버슈트의 크기를 조절하는 것도 가능하다. 도 5 내지 도 7을 통해 설명한 바는 상술한 제1 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-1) 및 제2 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-2) 중 적어도 하나에도 동일하게 채용될 수 있다.
- [54] 도 8은 전동기 제어 회로를 포함하는 전동기의 다른 실시예에 대한 도면이고, 도 9는 다른 실시예에 따른 전동기 제어 회로의 일 실시예에 대한 회로도이다.
- [55] 도 8을 참조하면, 전동기(12)는 구동부(90), 전동기 제어 회로(300), 회로 제어부(350), 및 검출부(370)를 포함할 수 있다. 실시예에 따라, 회로 제어부(350)

및 검출부(370) 중 적어도 하나는 전동기(12)와 별도로 마련된 것일 수도 있으며, 이 경우 전동기(12)는 회로 제어부(350) 및 검출부(370) 중 적어도 하나를 포함하지 않을 수도 있다.

- [56] 앞선 기재와 동일하게 구동부(90)는 내측에 공간(94)이 형성된 고정자(91), 고정자(91)에 서로 대향하여 설치된 적어도 한 쌍의 고정자 권선(92: 92-1a, 92-1b, 92-2a, 92-2b, 92-3a, 92-3b), 및 고정자 권선(92: 92-1a 내지 92-3b)에 인가되는 전압 또는 전류에 따라서 내측 공간(94)에서 회동 가능하게 마련된 회전자(93)를 포함할 수 있다. 적어도 한 쌍의 고정자 권선(92)은 회전자(93) 주변에 일정한 각도 간격으로 배치될 수 있다. 전기적으로 소정의 위상차를 갖는 N상 전압(전류)이 각각의 고정자 권선(92: 92-1a, 92-1b, 92-2a, 92-2b, 92-3a, 92-3b) 중 적어도 하나에 인가되면, 이에 대응하여 고정자(91) 내부 공간(94)에 회전 자계가 형성되고, 회전 자계에 의해 회전자(93)는 회동한다.
- [57] 정류부(310)는 교류 전류를 직류 전류로 변환하여 출력하며, 3상 정류 회로를 이용하여 구현될 수 있다. 구체적으로, 정류부(310)는 직렬 연결된 제7 다이오드(311) 및 제8 다이오드(312), 직렬 연결된 제9 다이오드(313) 및 제10 다이오드(314), 및 직렬 연결된 제11 다이오드(315) 및 제12 다이오드(316)를 포함할 수 있다. 각각의 직렬 연결된 다이오드(311 및 312, 313 및 314, 315 및 316)는 다른 직렬 연결된 다이오드(311 및 312, 313 및 314, 315 및 316)에 대해 병렬 연결된 것일 수 있다. 또한, 각 직렬 연결된 다이오드(311 및 312, 313 및 314, 315 및 316) 사이에는 전원(9)과 전기적으로 연결된 분기 라인이 형성되는 적어도 일 지점들(P61, P62, P63)이 마련된다. 실시예에 따라, 정류부(310)는 생략 가능하다.
- [58] 스위칭부(330)는 복수의 스위칭 소자(331 내지 336)를 포함한다. 예컨대, 스위칭부(330)는 펄스 폭 변조 제어를 위해 6개의 스위칭 소자(331 내지 336, 이하 각각 제7 내지 제12 스위칭 소자)를 포함할 수 있다. 스위칭 소자(331 내지 336)는 바이폴라 트랜지스터, 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT) 및/또는 전계 효과 트랜지스터(FET) 등과 같은 소정의 트랜지스터를 이용하여 구현 가능하다. 제7 스위칭 소자(331) 및 제10 스위칭 소자(334)의 한 쌍과, 제9 스위칭 소자(333) 및 제12 스위칭 소자(336)의 한 쌍과, 제11 스위칭 소자(335) 및 제8 스위칭 소자(332)의 한 쌍 각각은 직렬 연결되고, 각각의 쌍은 상호 병렬로 연결된다. 직렬 연결된 스위칭 소자(331 및 334, 333 및 336, 335 및 332) 사이의 라인에는 어느 하나의 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)과 각각 연결된 분기(P81, P82, P83)가 적어도 하나 마련된다. 일 실시예에 의하면, 스위칭부(330)의 각각의 스위치 소자(331 내지 336) 중 적어도 하나는 상술한 게이트 저항의 저항값(Rg)이나 스너버의 조절을 위해 동작할 수도 있다. 이와 같은 동작은 회로 제어부(350)의 제어에 따라 수행되는 것일 수도 있다. 예를 들어, 제7 스위칭 소자(331) 및 제10 스위칭 소자(334) 간의 일 지점(P81)에서 분기된 라인에 연결된 제1 고정자 권선(92-1)에 대한 절연 여부 판단을 위해서, 제7 스위칭

소자(331)는 스위칭되고, 제8 스위칭 소자(332) 및 제12 스위칭 소자(336)는 온 상태가 되고, 제9 스위칭 소자(333), 제10 스위칭 소자(334) 및 제11 스위칭 소자(335)는 오프 상태가 된다. 이와 같이 각 스위칭 소자(331 내지 336)가 설정되면, 제2 고정자 권선(92-2) 및 제3 고정자 권선(92-3)은 직류 전원을 하단에 연결되고, 이에 따라 임펄스 전압이 고정자 권선(92-1, 92-2, 92-3)을 포함하는 회로에 인가될 수 있다. 여기서 게이트 저항의 저항값(R_g)을 감소시키면서 상승 시간(t_r)이 상대적으로 짧은 임펄스 전압을 인가하면, 더욱 높은 전압 하에서 검출부(370)가 부분 방전의 발생 여부를 측정할 수 있다. 따라서, 부분 방전의 발생 여부 측정 결과에 따라서 일 상에 대한 절연 여부의 판단이 가능하다.

[59] 정류부(310)와 스위칭부(330) 사이에는, 적어도 하나의 인덕터(341)가 마련될 수 있다. 인덕터(341)는 정류부(310)의 각 다이오드(311 내지 316) 및 스위칭부(330)의 각 스위칭 소자(331 내지 336)와 직렬 연결될 수 있다. 또한, 인덕터(341)와 스위칭부(330)를 연결하는 라인의 일 지점(P71)에는, 타단이 정류부(310) 및 스위칭부(330) 사이의 일 지점(P72)과 연결된 분기 라인이 형성될 수 있으며, 분기 라인에는 적어도 하나의 커패시터(343)가 형성될 수 있다.

[60] 회로 제어부(350)는 제어 신호를 생성하고 생성한 제어 신호를 전동기 제어회로(300)에 전달할 수 있다. 구체적으로, 회로 제어부(350)는 스위칭부(330)의 각 스위칭 소자(331 내지 336)에 대한 제어 신호를 생성하여 각 스위칭 소자(331 내지 336)에 전달하여 각 스위칭 소자(331 내지 336)가 스위칭되어 온 상태가 되거나 또는 오프 상태가 되도록 할 수 있다. 회로 제어부(350)에 의한 제어 신호의 생성 및 전달은 수동적으로 또는 자동적으로 수행될 수 있으며, 자동적으로 수행되는 경우, 제어 신호의 생성 및 전달은 주기적으로 또는 비주기적으로 수행될 수 있다. 회로 제어부(350)는, 상술한 회로 제어부(150)와 동일하게, 중앙 처리 장치 등의 정보 처리 장치를 이용하여 구현될 수 있으며, 하나 또는 둘 이상의 프로그램을 기반으로 제어 동작을 수행할 수도 있다.

[61] 검출부(370)는 전압 오버슈트가 증가된 전압이 구동부(90)에 인가될 때, 구동부(90)의 부분 방전의 발생 여부를 검출할 수 있다. 검출부(370)는 부분 방전에 의해 출력되는 펄스를 검출하거나 부분 방전에 수반된 초음파나 극초단파를 검출하여 부분 방전에 대한 데이터를 획득할 수 있다. 검출부(370)는 코일, 안테나 또는 초음파 센서 등을 포함하거나, 고역 통과 필터 등을 더 포함할 수 있다. 검출부(370)의 측정 결과는 시각적 또는 청각적으로 관리자나 사용자에게 제공되거나 및/또는 외부의 다른 장치로 전달될 수도 있다.

[62] 상술한 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100-1 내지 100-3, 300)는 직류 전동기 및 교류 전동기 중 적어도 하나에 채용될 수도 있다. 다시 말해서, 이들 회로(100-1 내지 100-3, 300)가 설치된 전동기(10, 12)는 직류 또는 교류 전동기를 포함할 수 있다. 여기서, 직류 전동기는 통상의 직류 전동기나 브러시리스 직류(BLDC: Brushless DC) 전동기 등을 포함할 수 있으며, 교류 전동기는 유도

전동기나 동기 전동기 등을 포함할 수 있다.

[63] 도 10은 전동기 제어 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.

[64] 상술한 제1 내지 제3 실시예에 따른 전동기 제어 회로(100: 100-1 내지 100-3) 및 제4 실시예에 따른 전동기 제어 회로(300) 중 적어도 하나는 전동기 제어 장치(400)의 형태로 구현될 수도 있다. 전동기 제어 장치(400)는 전원(9, 상용 전원이나 배터리 등) 및 적어도 하나의 전동기(500)와 전기적으로 연결될 수 있다. 여기서, 적어도 하나의 전동기(500) 각각은 상술한 바와 같이 구동부(590)를 포함할 수 있으며, 구동부(590)는 고정자(591), 고정자 권선(592), 및 회전자(593) 등을 포함할 수 있다. 실시예에 따라, 전동기 제어 장치(400)는 적어도 하나의 전동기(500)와 물리적으로 분리되어 마련되되, 적어도 하나의 전동기(500)에 고정 장착되도록 구현된 것일 수도 있고 또는 적어도 하나의 전동기(500)와 장착 및 분리가 가능하도록 구현된 것일 수도 있다. 이 경우, 전동기 제어 장치(400)는 단자, 회로 및/또는 도선 등을 통해 적어도 하나의 전동기(500)에 장착되고, 아울러 외부 전원(9)에 연결되어 전동기(500)와 외부 전원(9)을 전기적으로 연결하면서, 전동기에 인가되는 전압이나 전압 오버슈트를 증가시키도록 동작할 수 있다. 또한, 전동기 제어 장치(400)는 설계자의 임의적 설계에 따라 전원(9, 배터리 등)을 포함할 수도 있고, 반대로 상술한 정류부(110, 310) 및 스위칭부(130, 330) 중 적어도 하나를 포함하지 않을 수도 있다. 전동기 제어 장치(400)의 자세한 구조나 동작 등은 상술한 전동기 제어 회로(100, 300)와 동일하거나 또는 일부 변형된 방법으로 구현될 수 있으므로, 자세한 설명은 이하 생략한다.

[65] 이하, 도 11을 참조하여 전동기의 절연 진단 방법의 일 실시예를 설명한다.

[66] 도 11은 전동기 제어 회로를 이용한 전동기의 진단 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

[67] 도 11을 참조하면, 상술한 제1 내지 제4 실시예에의 전동기 제어 회로를 포함하는 전동기 또는 상술한 전동기 제어 장치가 연결된 전동기가 동작을 개시한 후, 일정 시간이 경과된 이후에 동작을 정지할 수 있다(500).

[68] 전동기의 동작 개시 후 또는 전동기의 동작 정지에 의하여, 전동기 제어 회로 또는 전동기 제어 장치의 동작에 의해, 고정자 권선을 포함하는 전동기의 구동부에 상대적으로 높은 전압이 인가되거나 또는 전압 오버슈트가 증가된다(502). 구동부에 인가될 고전압은 제1 실시예에 따른 전동기 제어 회로에서 설명한 바와 같이 직류단 전압을 부스트 컨버터를 통해 상승시켜 획득되거나 제2 실시예에 따른 전동기 제어 회로에서 설명한 바와 같이 스위칭부의 각각의 스위치 소자를 적절히 동작시켜 획득될 수도 있다. 전압 오버슈트의 증가는 스위칭 소자의 구동회로의 게이트 저항의 저항값이나 인가 전압의 상승 시간을 조절하여 구현될 수 있으며, 게이트 저항의 저항값이나 인가 전압의 상승 시간의 조절은, 제3 실시예에 따른 전동기 제어 회로에서 설명한 바와 같이 정류부와 스위칭부 사이에 설치된 스위치 통해 수행되거나 추가된

스위치 없이 스위칭부 내의 각각의 스위치 소자를 온 또는 오프 상태로 설정함으로써 수행될 수 있다.

[69] 순차적으로 측정부들 통해 구동부에 대한 부분 방전을 검출한다(504). 이에 따라 구동부에 부분 방전이 발생하였는지 여부가 판단될 수 있다.

[70] 부분 방전의 검출 여부에 따라서 전동기에 결함이 발생하였는지 여부가 판단된다(508). 부분 방전이 검출되면, 이는 검출 대상 고정자 권선에 대해 턴간 절연, 상간 절연 또는 상 절연이 훼손되었음을 의미한다. 따라서, 전동기의 절연의 훼손 여부의 정확하고 신속한 파악이 가능하다. 결함 발생의 판단은 사용자나 관리자에 의해 수행되거나, 또는 전동기에 마련되거나 전동기와 별도로 마련되고 측정부에 연결된 정보 처리 장치에 의해 수행될 수도 있다.

[71] 상술한 실시예에 따른 전동기의 절연 진단 방법은 컴퓨터 장치에 의해 구동될 수 있는 프로그램의 형태로 구현될 수 있다. 여기서 프로그램은 프로그램 명령, 데이터 파일 및 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 프로그램은 기계어 코드나 고급 언어 코드를 이용하여 설계 및 제작된 것일 수 있다. 프로그램은 상술한 방법을 구현하기 위하여 특별히 설계된 것일 수도 있고, 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 기술자에게 기 공지되어 사용 가능한 각종 함수나 정의를 이용하여 구현된 것일 수도 있다. 또한, 여기서, 컴퓨터 장치는 프로그램의 기능을 실현 가능하게 하는 프로세서나 메모리 등을 포함하여 구현된 것일 수 있으며, 필요에 따라 통신 장치를 더 포함할 수도 있다.

[72] 상술한 전동기의 진단 방법을 구현하기 위한 프로그램은 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기록 매체는 솔리드 스테이트 드라이브(SSD), 롬, 램 또는 플래시 메모리 등과 같은 반도체 저장 장치, 하드 디스크나 플로피 디스크 등과 같은 자기 디스크 저장 매체, 콤팩트 디스크나 디브이디 등과 같은 광 기록 매체, 플롭티컬 디스크 등과 같은 자기-광 기록 매체 및 자기 테이프 등 컴퓨터 등의 호출에 따라 실행되는 특정 프로그램을 저장 가능한 적어도 한 종류의 물리적 장치를 포함할 수 있다.

[73] 이상, 전동기, 전동기 제어 회로, 전동기 제어 장치 및 전동기의 절연 진단 방법의 여러 실시예에 대해 설명하였으나, 전동기, 전동기 제어 회로, 전동기 제어 장치 및 전동기의 절연 진단 방법은 오직 상술한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 상술한 실시예를 기초로 수정 및 변형하여 구현 가능한 다양한 장치나 방법 역시 상술한 전동기, 전동기 제어 회로, 전동기 제어 장치 및 전동기의 절연 진단 방법의 일 실시예에 해당한다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성 요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나 다른 구성 요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 또는 치환되더라도, 상술한 전동기, 전동기 제어 회로, 전동기 제어 장치 및 전동기의 진단 방법의 일 실시예가 될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 전원;
 상기 전원과 연결되고 직류 전압을 상승시키거나 전압 오버슈트를 증가시키는 전압 처리부;
 상기 전압 처리부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하는 스위칭부; 및
 상기 스위칭부와 전기적으로 연결되고, 상기 스위칭부의 동작에 따라서 전압이 인가되는 구동부;를 포함하는 전동기.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 전압 처리부는,
 적어도 하나의 인덕터;
 상기 적어도 하나의 인덕터와 직렬 연결된 적어도 하나의 스위치;
 상기 적어도 하나의 인덕터와 직렬 연결되고 상기 적어도 하나의 스위치와 병렬 연결된 적어도 하나의 저항;
 상기 적어도 하나의 스위치 및 상기 적어도 하나의 저항과 직렬 연결된 적어도 하나의 다이오드; 및
 상기 적어도 하나의 스위치 및 상기 적어도 하나의 다이오드 간의 일 지점에 연결된 분기 라인에 형성된 적어도 하나의 트랜지스터;를 포함하고,
 상기 적어도 하나의 스위치가 온 상태가 되면, 상기 스위칭부에 상대적으로 전압이 인가되는 전동기.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 전압 처리부는,
 제1 인덕터;
 상기 인덕터에 직렬 연결된 적어도 하나의 스위치;
 상기 인덕터에 직렬 연결되고 상기 적어도 하나의 스위치와 병렬 연결된 적어도 하나의 다이오드; 및
 상기 인덕터에 직렬 연결되고, 상기 적어도 하나의 스위치와 상기 적어도 하나의 다이오드에 병렬 연결된 제2 인덕터;를 포함하는 전동기.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 스위칭부는, 제1 스위칭 소자 내지 제6 스위칭 소자를 포함하고,
 상기 제1 스위칭 소자 내지 제6 스위칭 소자 중 일부는 온 상태로 설정되고, 다른 일부는 오프 상태로 설정되면, 상기 구동부에 상대적으로 전압이 인가되는 전동기.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
 상기 전압 처리부는,
 상기 전압 처리부의 입력단에 병렬로 연결된 캐패시터; 및
 상기 캐패시터의 일 단과 상기 스위칭부 사이에 직렬 연결된 스위치;를 더

포함하고,
 상기 스위칭부는,
 제1 스위칭 소자 내지 제6 스위칭 소자를 포함하고,
 상기 제1 스위칭 소자 내지 제6 스위칭 소자 중 일부는 온 상태로
 설정되고, 다른 일부는 오프 상태로 설정되면, 상기 구동부에 상대적으로
 고전압이 인가되는 전동기.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 전원 및 상기 전압 처리부 사이에 설치되고 상기 전원의 교류 전압을
 직류 전압으로 변환하는 정류부;를 더 포함하는 전동기.

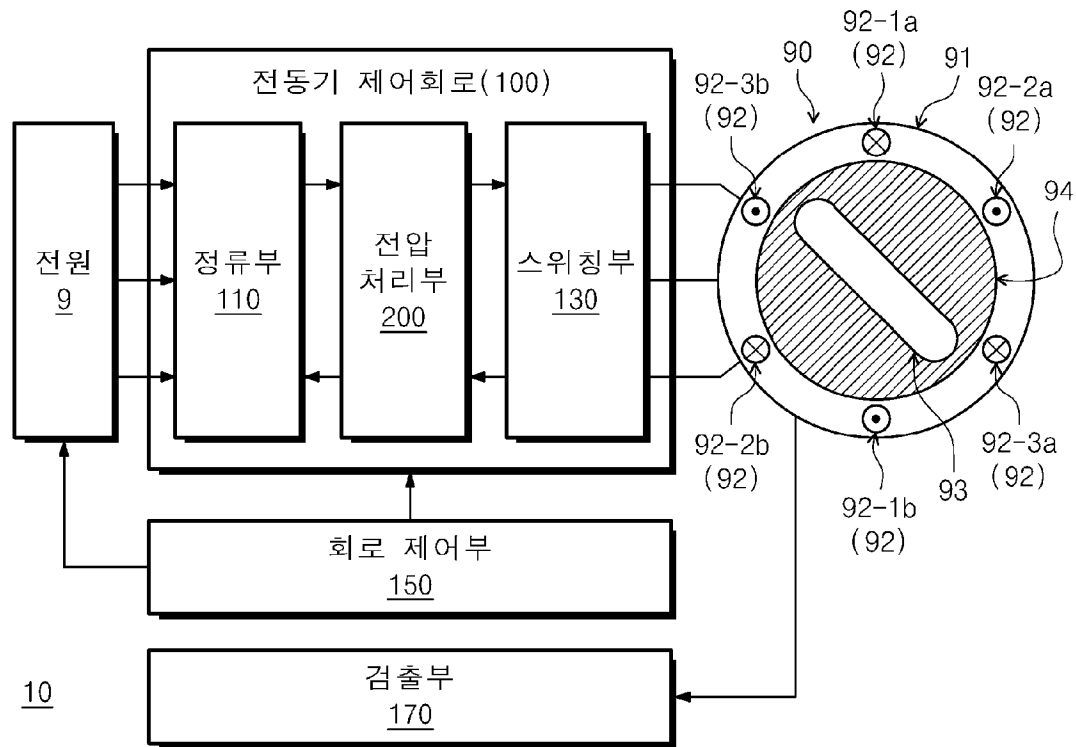
[청구항 7] 전원;
 상기 전원과 연결되고 상기 전원의 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는
 정류부;
 상기 정류부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하기 위해 제7 스위칭 소자
 내지 제12 스위칭 소자를 포함하는 스위칭부;
 상기 스위칭부와 전기적으로 연결되고, 상기 스위칭부의 동작에 따라서
 전압이 인가되는 제1 내지 제3 고정자 권선; 및
 상기 스위칭부를 제어하는 회로 제어부;를 포함하되,
 상기 제7 스위칭 소자 및 제10 스위칭 소자는 상호 직렬 연결되고, 상기
 제7 스위칭 소자 및 상기 제10 스위칭 소자 사이의 일 지점의 분기는 상기
 제1 고정자 권선에 연결되고,
 제8 스위칭 소자 및 제11 스위칭 소자는 상호 직렬 연결되되, 상기 제7
 스위칭 소자 및 상기 제10 스위칭 소자와 병렬 연결되고, 상기 제8 스위칭
 소자 및 상기 제11 스위칭 소자 사이의 일 지점의 분기는 제2 고정자
 권선에 연결되고,
 제9 스위칭 소자 및 제12 스위칭 소자는 상호 직렬 연결되되, 상기 제7
 스위칭 소자 및 상기 제10 스위칭 소자와 병렬 연결되고, 상기 제9 스위칭
 소자 및 상기 제13 스위칭 소자 사이의 일 지점의 분기는 제3 고정자
 권선에 연결되며,
 상기 회로 제어부는, 상기 제8 스위칭 소자 및 상기 제12 스위칭 소자는 온
 상태가 되고, 상기 제9 스위칭 소자, 상기 제10 스위칭 소자 및 제11
 스위칭 소자는 오프 상태가 되도록 제어하는 전동기.

[청구항 8] 구동부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하는 스위칭부; 및
 상기 구동부 및 상기 스위칭부 중 적어도 하나에 인가되는 직류 전압을
 상승시키거나 전압 오버슈트를 증가시키는 전압 처리부;를 포함하는
 전동기 제어 회로.

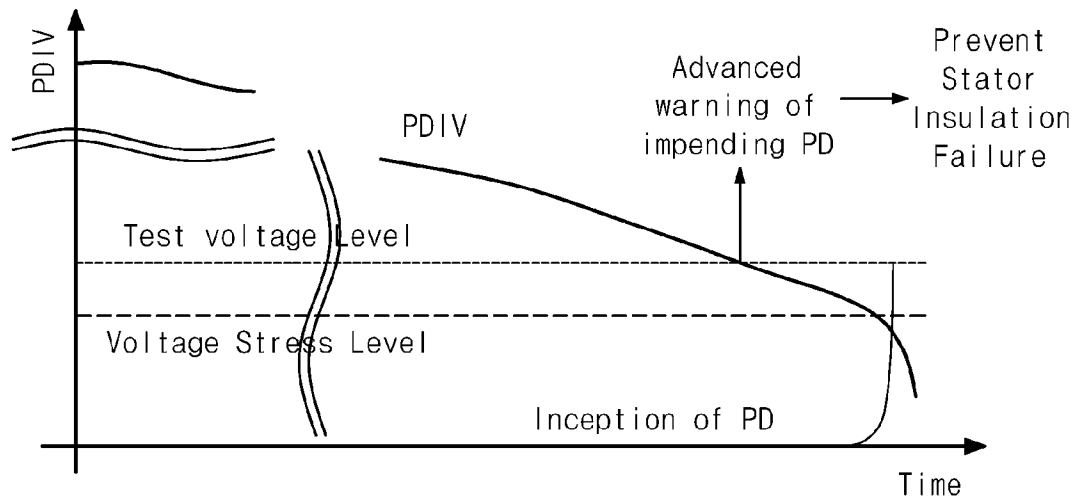
[청구항 9] 구동부와 연결되고 펄스 폭 변조를 수행하는 스위칭부; 및
 상기 구동부 및 상기 스위칭부 중 적어도 하나에 인가되는 직류 전압을
 상승시키거나 전압 오버슈트를 증가시키는 전압 처리부;를 포함하는

- 전동기 제어 장치.
- [청구항 10] 전동기 제어 회로를 이용한 전동기의 진단 방법에 있어서,
상기 전동기의 구동부가 정지하는 단계;
상기 전동기 제어 회로에 의해 상기 전동기의 구동부에 상대적 고전압이
인가되거나 또는 전압 오버슈트가 증가되는 단계; 및
상기 전동기의 구동부에 대한 부분 방전이 검출되는 단계;를 포함하는
전동기의 진단 방법.

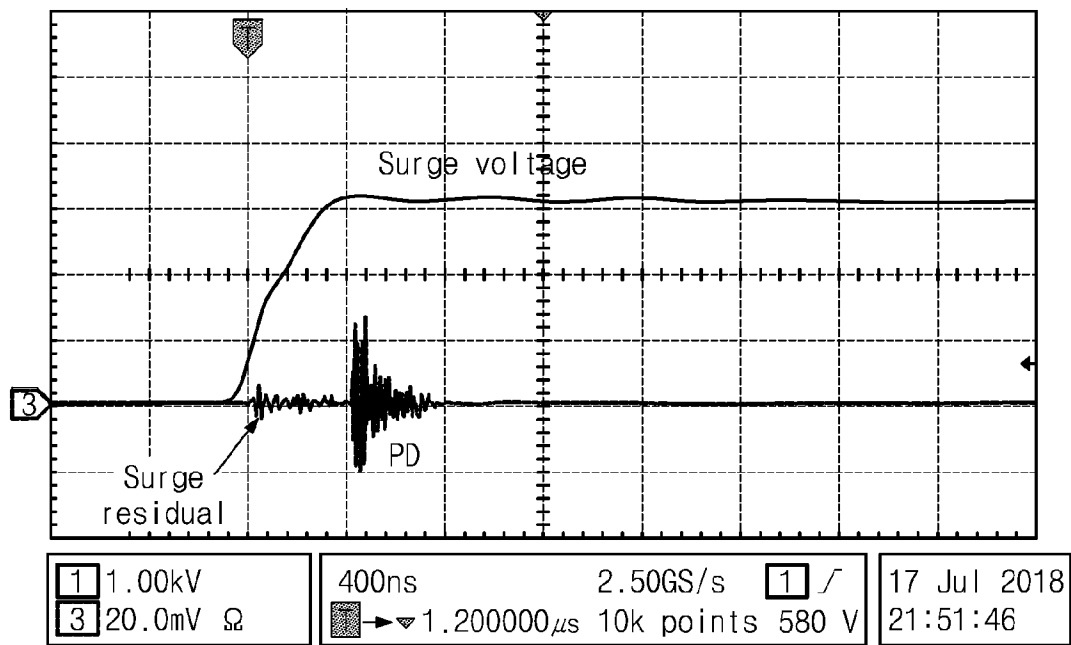
[도1a]



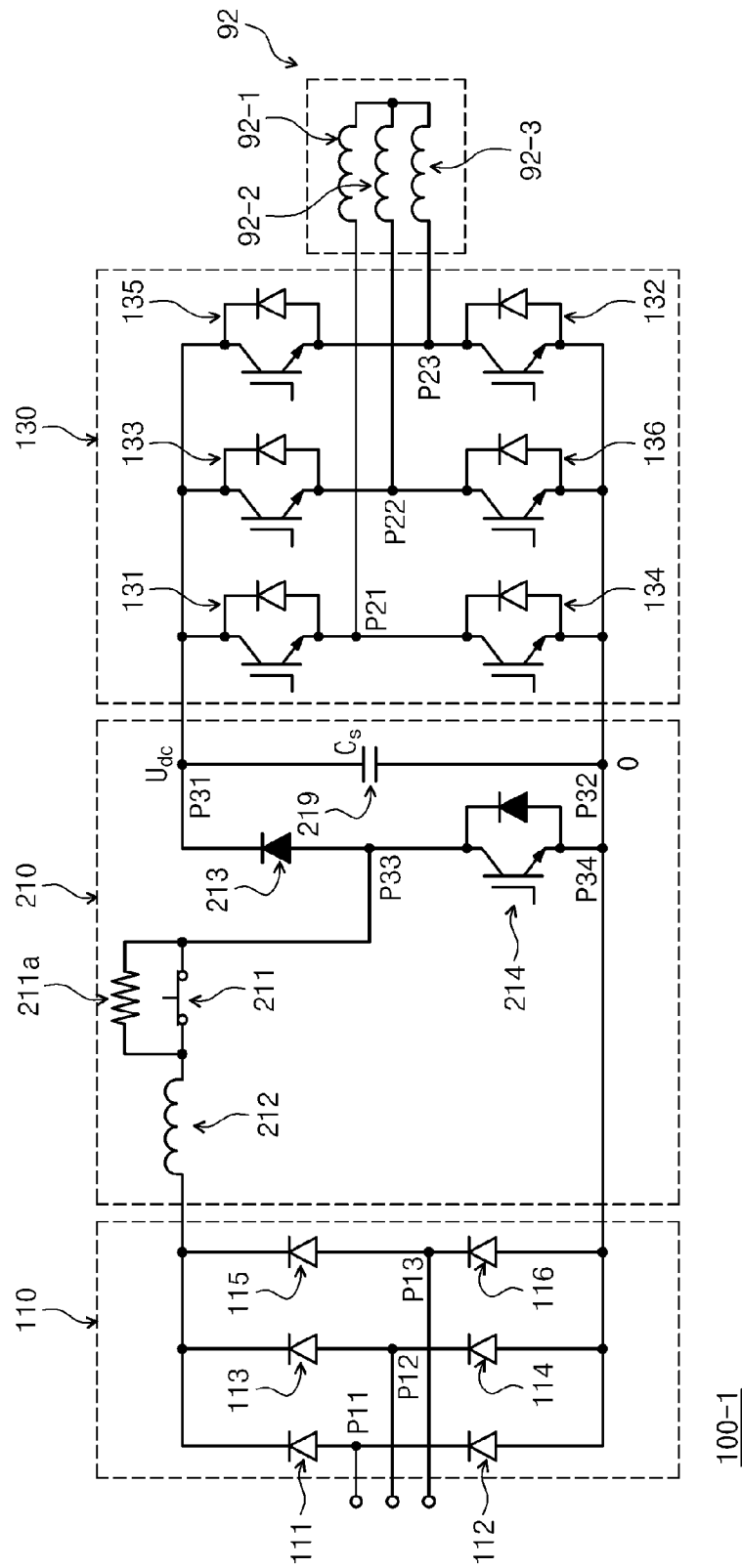
[도1b]



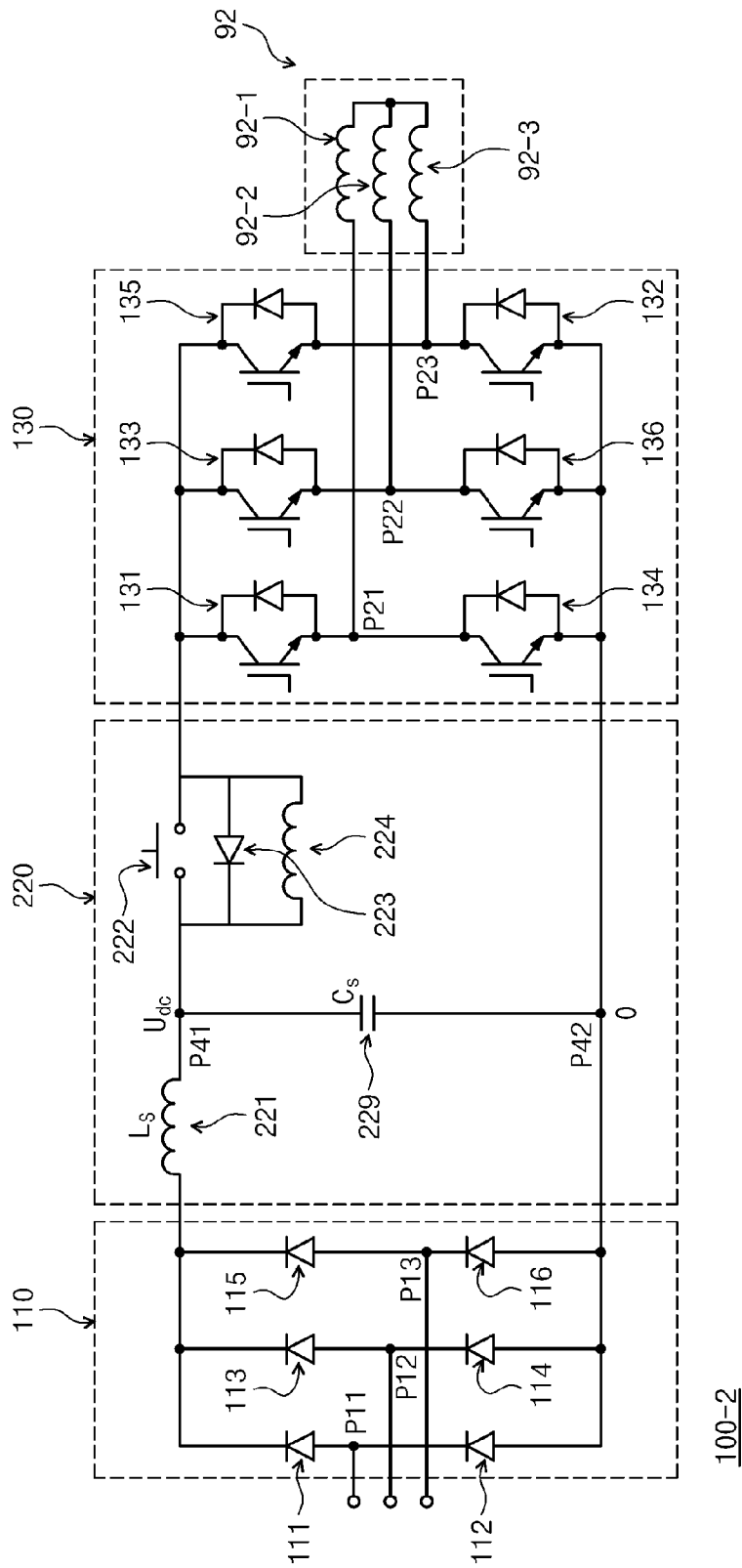
[도2]



[도3]

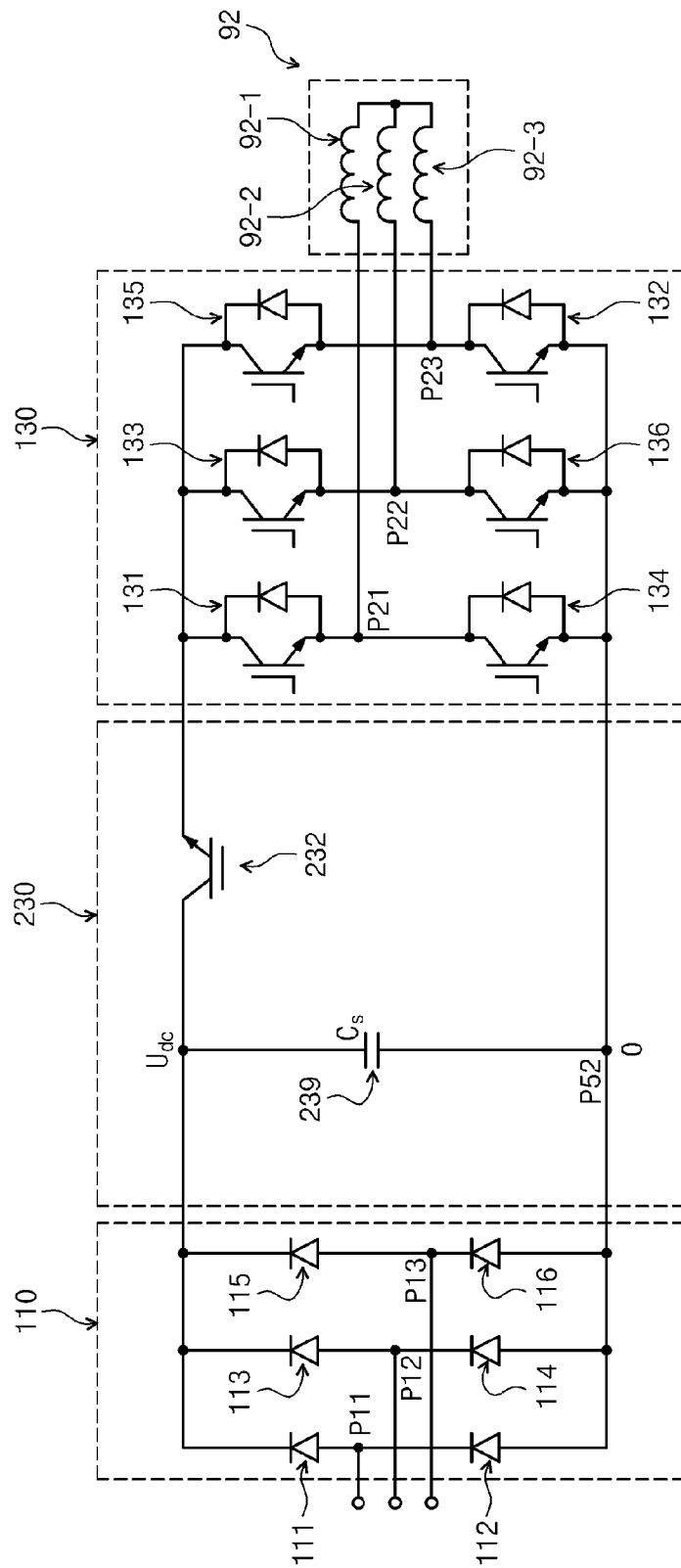


[도4]



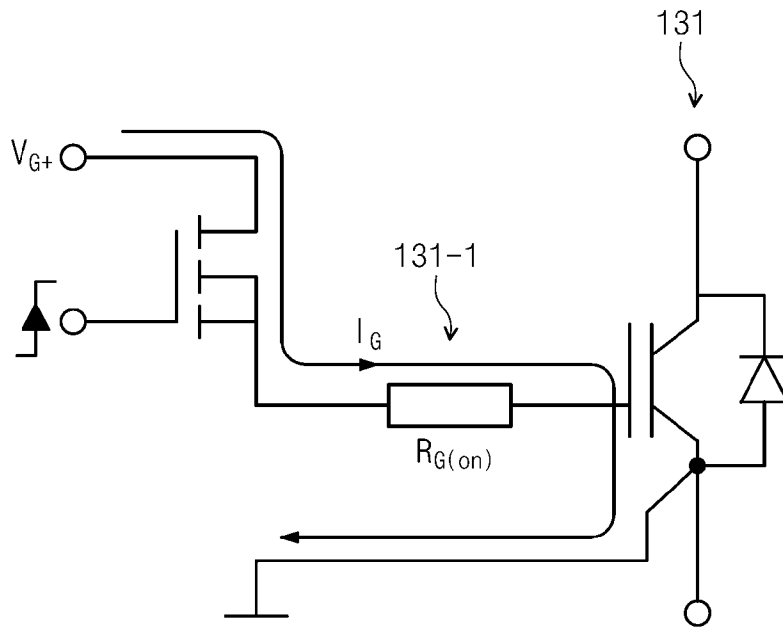
100-2

[도5]

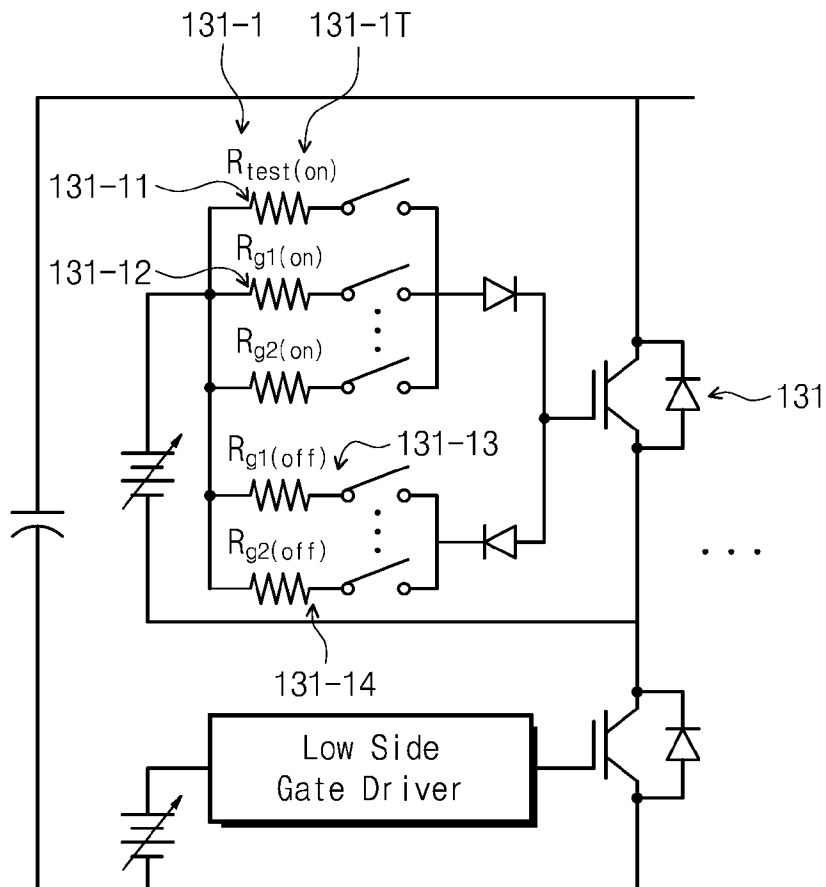


100-3

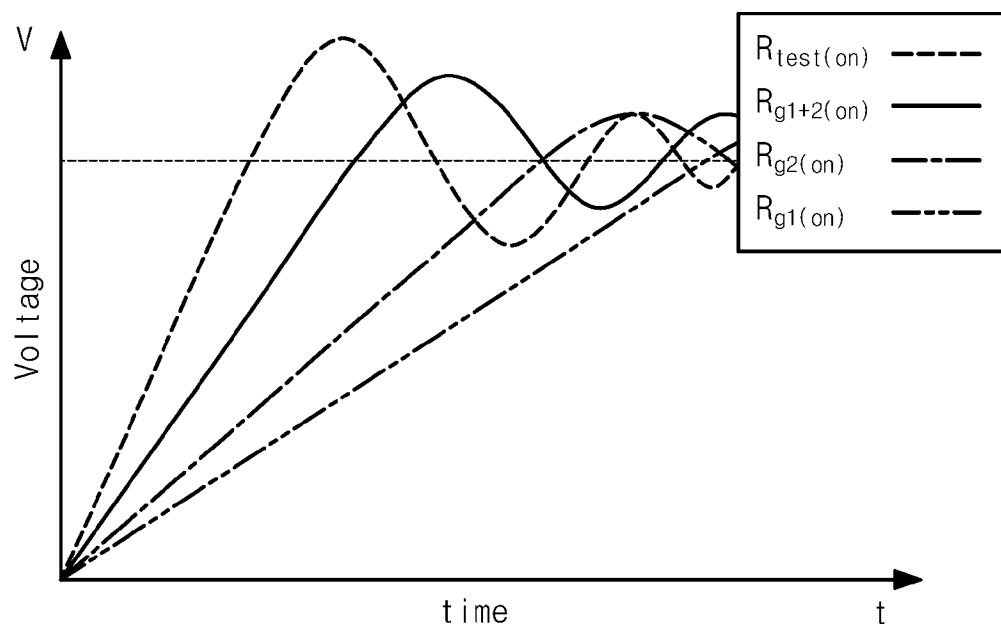
[도6a]



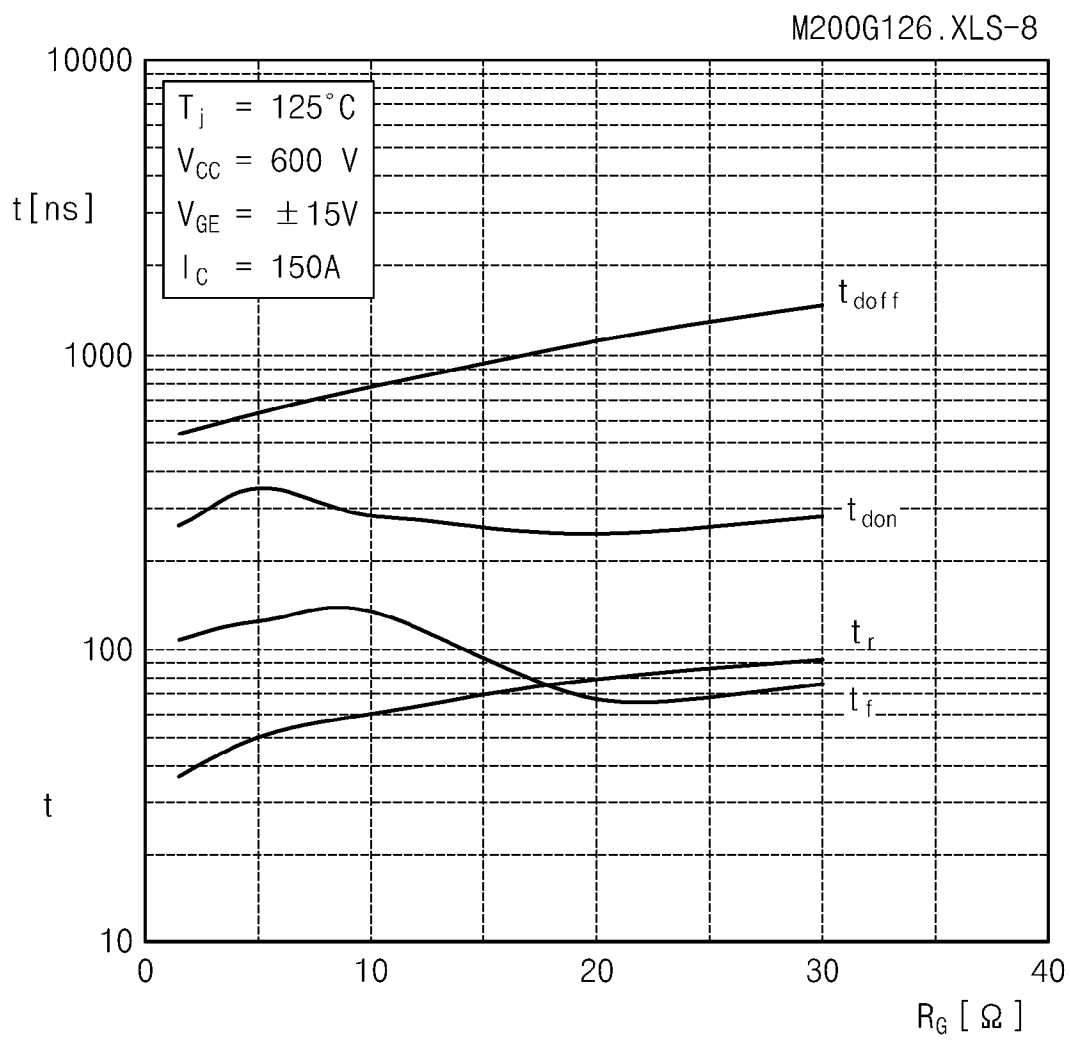
[도6b]



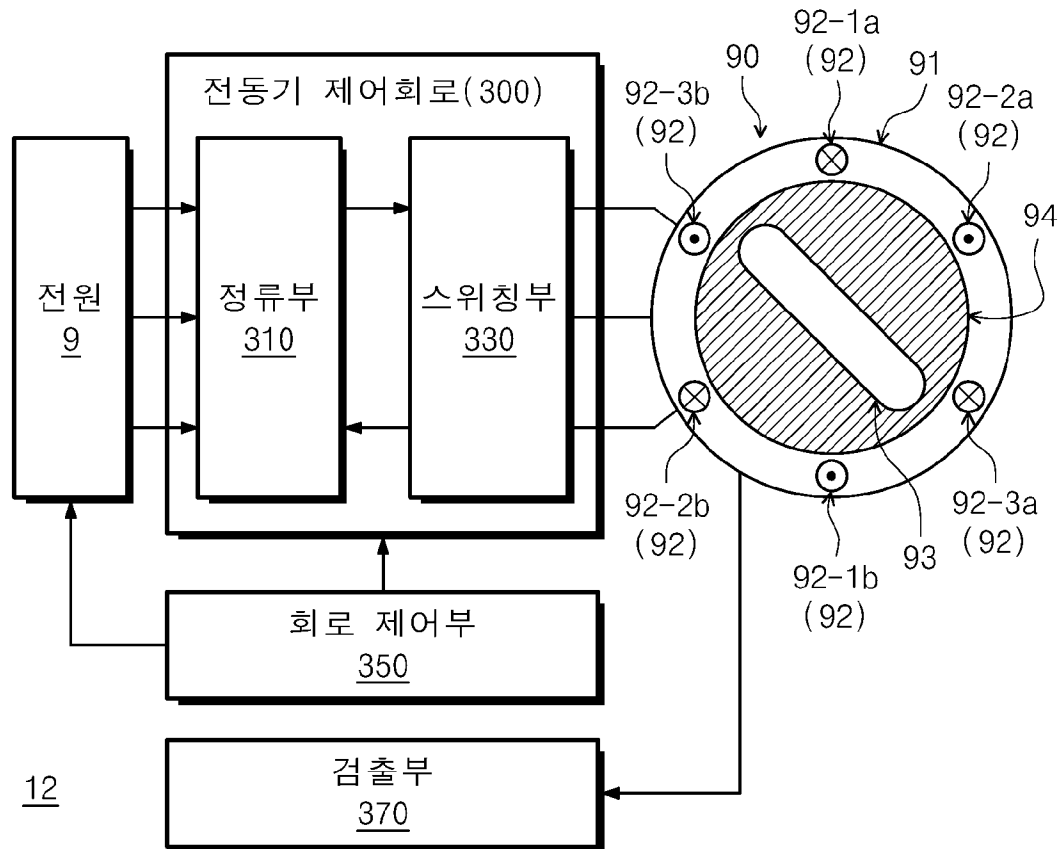
[도6c]



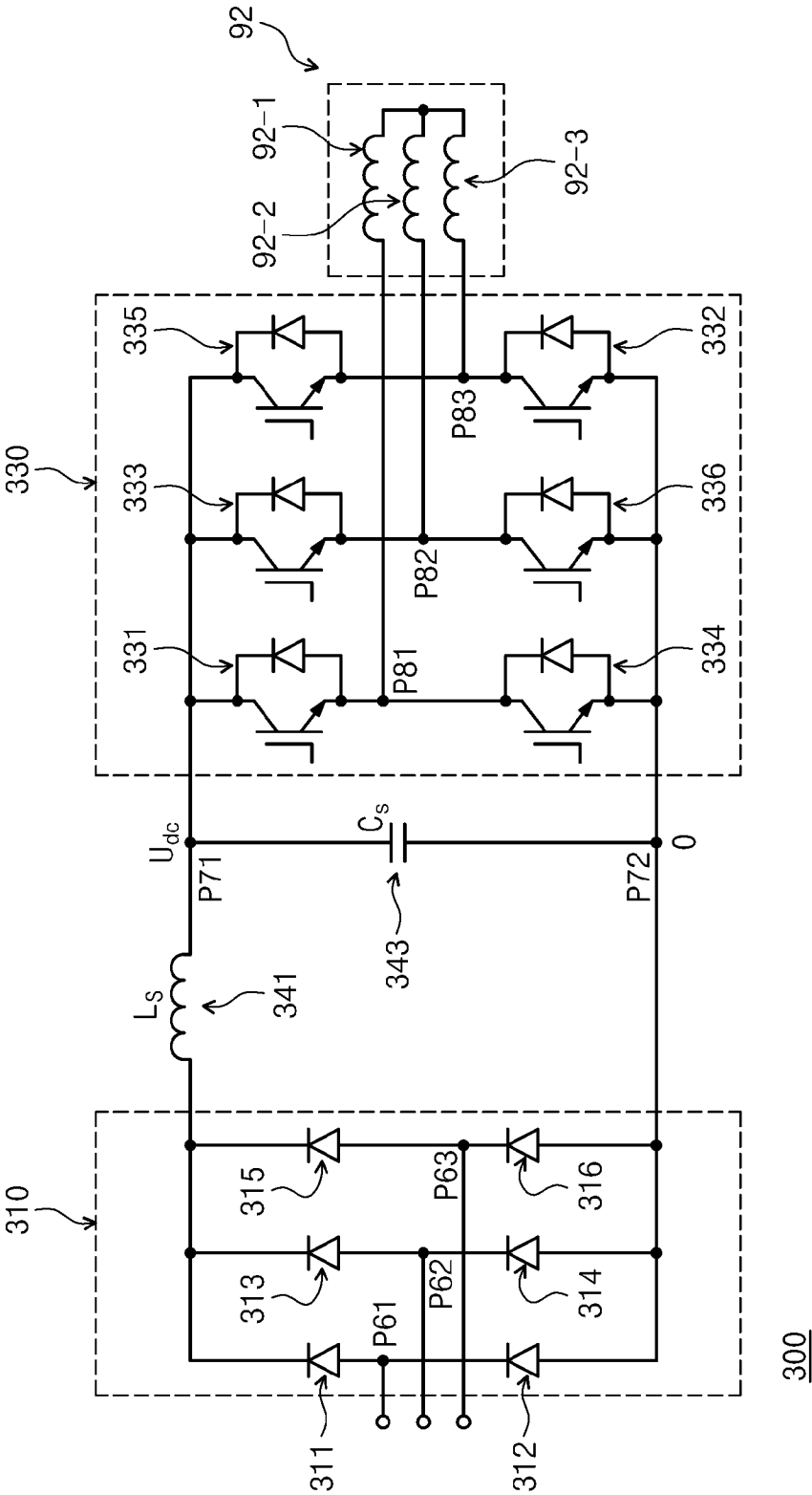
[도7]



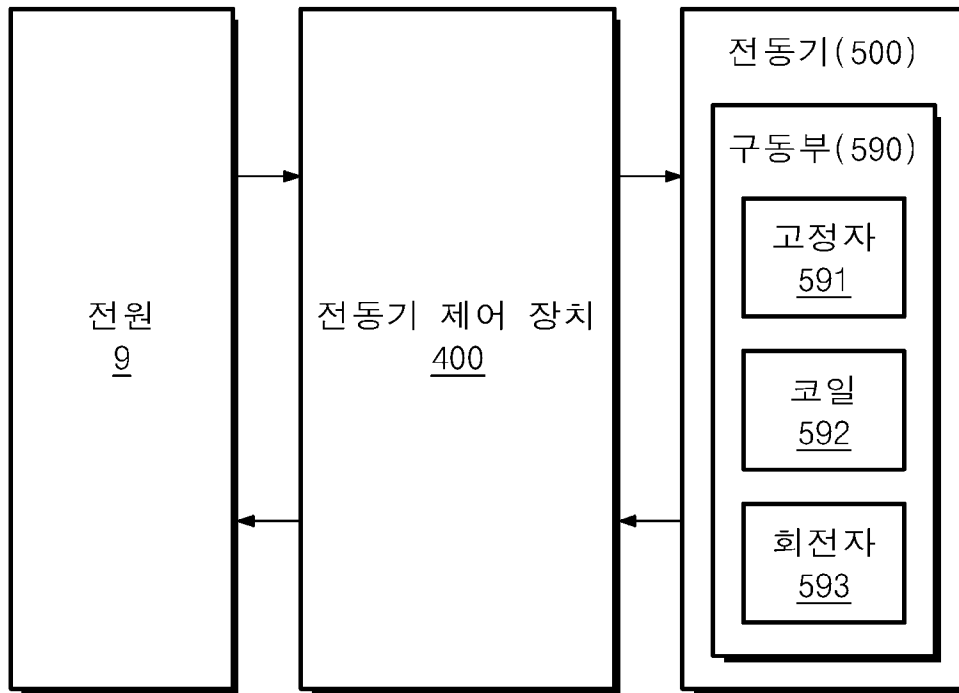
[도8]



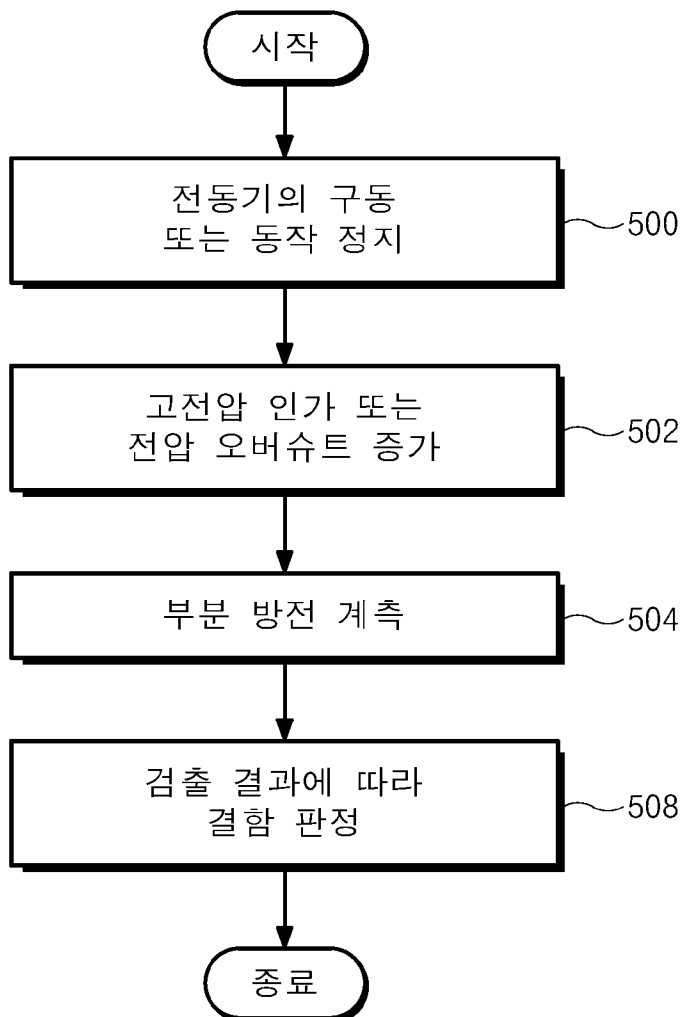
[도9]



[도10]



[도11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/000482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 27/08(2006.01)i; G01R 31/34(2006.01)i; H02M 7/04(2006.01)i; H02M 7/5395(2006.01)i; H02P 25/18(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)

H02P 27/08(2006.01); G01R 27/26(2006.01); G01R 31/02(2006.01); G01R 31/12(2006.01); G01R 31/14(2006.01);
G01R 31/34(2006.01); H02K 15/04(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: 전동기(electric motor), 전압(voltage), 스위칭부(switching part), 펄스폭변조(pulse width modulation, PWM), 전원(power source)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014-0176152 A1 (WOLBANK, Thomas) 26 June 2014 (2014-06-26) See paragraphs [0005]-[0025] and [0044]-[0082] and figures 1-5.	1-6,8-10
Y	JP 2017-219352 A (TOYOTA MOTOR CORP. et al.) 14 December 2017 (2017-12-14) See paragraphs [0012]-[0033] and figures 1-4.	1-6,8-10
Y	JP 2017-142269 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 17 August 2017 (2017-08-17) See paragraphs [0060]-[0086] and figures 10-15.	4,6-7
Y	JP 2020-085773 A (SOKEN INC. et al.) 04 June 2020 (2020-06-04) See paragraphs [0030]-[0032] and figures 6-7.	7
A	CN 111239562 A (SANGYUAN MOTOR (DALIAN) CO., LTD.) 05 June 2020 (2020-06-05) See claims 1-4 and figures 1-6.	1-10



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

19 April 2022

Date of mailing of the international search report

19 April 2022

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/KR2022/000482

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014-0176152	A1	26 June 2014	AT	511807	A4	15 March 2013
				AT	511807	B1	15 March 2013
				AU	2012-289811	A1	13 March 2014
				AU	2012-289811	B2	10 November 2016
				BR	112014002484	A2	21 February 2017
				BR	112014002484	B1	13 October 2020
				CA	2842287	A1	07 February 2013
				CA	2842287	C	07 April 2020
				CN	103733080	A	16 April 2014
				CN	103733080	B	09 November 2016
				EP	2739983	A1	11 June 2014
				EP	2739983	B1	23 March 2016
				ES	2566552	T3	13 April 2016
				RU	2014107933	A	10 September 2015
				RU	2599910	C2	20 October 2016
				US	9529032	B2	27 December 2016
				WO	2013-016750	A1	07 February 2013
				WO	2013-016750	A8	04 April 2013
				ZA	201400887	B	28 October 2015
JP	2017-219352	A	14 December 2017	None			
JP	2017-142269	A	17 August 2017	CN	105358997	A	24 February 2016
				CN	105358997	B	26 January 2018
				CN	107621572	A	23 January 2018
				CN	107621572	B	19 June 2020
				DE	112014002853	T5	03 March 2016
				JP	5705382	B1	22 April 2015
				JP	6181769	B2	16 August 2017
				JP	6345312	B2	20 June 2018
				JP	WO2015-075821	A1	16 March 2017
				JP	WO2015-076075	A1	16 March 2017
				KR	10-1813355	B1	28 December 2017
				KR	10-2016-0015332	A	12 February 2016
				TW	201534937	A	16 September 2015
				TW	201700984	A	01 January 2017
				TW	I583966	B	21 May 2017
				TW	I617815	B	11 March 2018
				US	10416224	B2	17 September 2019
				US	11079444	B2	03 August 2021
				US	2016-0377670	A1	29 December 2016
				US	2018-0340971	A1	29 November 2018
				WO	2015-075821	A1	28 May 2015
				WO	2015-076075	A1	28 May 2015
JP	2020-085773	A	04 June 2020	None			
CN	111239562	A	05 June 2020	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H02P 27/08(2006.01)i; G01R 31/34(2006.01)i; H02M 7/04(2006.01)i; H02M 7/5395(2006.01)i; H02P 25/18(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H02P 27/08(2006.01); G01R 27/26(2006.01); G01R 31/02(2006.01); G01R 31/12(2006.01); G01R 31/14(2006.01); G01R 31/34(2006.01); H02K 15/04(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: 전동기(electric motor), 전압(voltage), 스위칭부(switching part), 펄스폭 변조(pulse width modulation, PWM), 전원(power source)																				
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2014-0176152 A1 (THOMAS WOLBANK) 2014.06.26 단락 [0005]-[0025], [0044]-[0082] 및 도면 1-5 참조.</td> <td>1-6,8-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2017-219352 A (TOYOTA MOTOR CORP. 등) 2017.12.14 단락 [0012]-[0033] 및 도면 1-4 참조.</td> <td>1-6,8-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2017-142269 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2017.08.17 단락 [0060]-[0086] 및 도면 10-15 참조.</td> <td>4,6-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2020-085773 A (SOKEN INC. 등) 2020.06.04 단락 [0030]-[0032] 및 도면 6-7 참조.</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111239562 A (SANGYUAN MOTOR (DALIAN) CO., LTD.) 2020.06.05 청구항 1-4 및 도면 1-6 참조.</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	Y	US 2014-0176152 A1 (THOMAS WOLBANK) 2014.06.26 단락 [0005]-[0025], [0044]-[0082] 및 도면 1-5 참조.	1-6,8-10	Y	JP 2017-219352 A (TOYOTA MOTOR CORP. 등) 2017.12.14 단락 [0012]-[0033] 및 도면 1-4 참조.	1-6,8-10	Y	JP 2017-142269 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2017.08.17 단락 [0060]-[0086] 및 도면 10-15 참조.	4,6-7	Y	JP 2020-085773 A (SOKEN INC. 등) 2020.06.04 단락 [0030]-[0032] 및 도면 6-7 참조.	7	A	CN 111239562 A (SANGYUAN MOTOR (DALIAN) CO., LTD.) 2020.06.05 청구항 1-4 및 도면 1-6 참조.	1-10
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
Y	US 2014-0176152 A1 (THOMAS WOLBANK) 2014.06.26 단락 [0005]-[0025], [0044]-[0082] 및 도면 1-5 참조.	1-6,8-10																		
Y	JP 2017-219352 A (TOYOTA MOTOR CORP. 등) 2017.12.14 단락 [0012]-[0033] 및 도면 1-4 참조.	1-6,8-10																		
Y	JP 2017-142269 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2017.08.17 단락 [0060]-[0086] 및 도면 10-15 참조.	4,6-7																		
Y	JP 2020-085773 A (SOKEN INC. 등) 2020.06.04 단락 [0030]-[0032] 및 도면 6-7 참조.	7																		
A	CN 111239562 A (SANGYUAN MOTOR (DALIAN) CO., LTD.) 2020.06.05 청구항 1-4 및 도면 1-6 참조.	1-10																		
☐ 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 2022년04월19일(19.04.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년04월19일(19.04.2022)																		
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 박혜련 전화번호 +82-42-481-3463																		

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2014-0176152 A1	2014/06/26	AT 511807 A4	2013/03/15
		AT 511807 B1	2013/03/15
		AU 2012-289811 A1	2014/03/13
		AU 2012-289811 B2	2016/11/10
		BR 112014002484 A2	2017/02/21
		BR 112014002484 B1	2020/10/13
		CA 2842287 A1	2013/02/07
		CA 2842287 C	2020/04/07
		CN 103733080 A	2014/04/16
		CN 103733080 B	2016/11/09
		EP 2739983 A1	2014/06/11
		EP 2739983 B1	2016/03/23
		ES 2566552 T3	2016/04/13
		RU 2014107933 A	2015/09/10
		RU 2599910 C2	2016/10/20
		US 9529032 B2	2016/12/27
		WO 2013-016750 A1	2013/02/07
		WO 2013-016750 A8	2013/04/04
		ZA 201400887 B	2015/10/28
JP 2017-219352 A	2017/12/14	없음	
JP 2017-142269 A	2017/08/17	CN 105358997 A	2016/02/24
		CN 105358997 B	2018/01/26
		CN 107621572 A	2018/01/23
		CN 107621572 B	2020/06/19
		DE 112014002853 T5	2016/03/03
		JP 5705382 B1	2015/04/22
		JP 6181769 B2	2017/08/16
		JP 6345312 B2	2018/06/20
		JP WO2015-075821 A1	2017/03/16
		JP WO2015-076075 A1	2017/03/16
		KR 10-1813355 B1	2017/12/28
		KR 10-2016-0015332 A	2016/02/12
		TW 201534937 A	2015/09/16
		TW 201700984 A	2017/01/01
		TW I583966 B	2017/05/21
		TW I617815 B	2018/03/11
		US 10416224 B2	2019/09/17
		US 11079444 B2	2021/08/03
		US 2016-0377670 A1	2016/12/29
		US 2018-0340971 A1	2018/11/29
		WO 2015-075821 A1	2015/05/28
		WO 2015-076075 A1	2015/05/28
JP 2020-085773 A	2020/06/04	없음	
CN 111239562 A	2020/06/05	없음	