

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2021년 3월 11일 (11.03.2021) **WIPO | PCT**

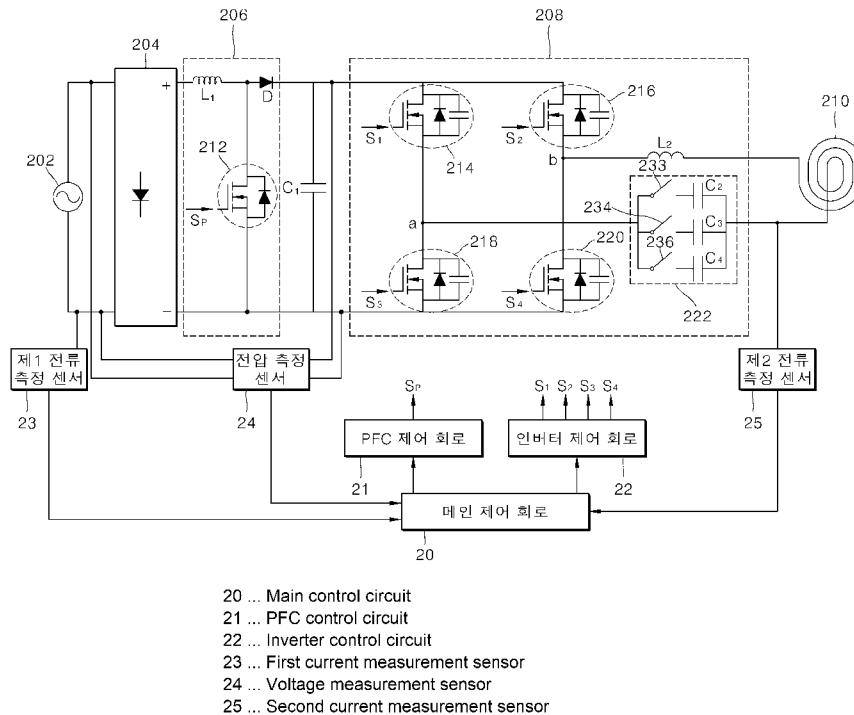


(10) 국제공개번호
WO 2021/045402 A1

- (51) 국제특허분류:
H05B 6/06 (2006.01) *H02M 1/42* (2007.01)
H05B 6/12 (2006.01) *H02M 7/219* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2020/010635
- (22) 국제출원일: 2020년 8월 11일 (11.08.2020)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2019-0110279 2019년 9월 5일 (05.09.2019) KR
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (**LG ELECTRONICS INC.**) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR). 울산과학기술원 (**UNIST(ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)**) [KR/KR]; 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR).
- (72) 발명자: 강계룡 (**KANG, Kyelyong**); 08592 서울시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 김광록 (**KIM, Gwangrok**); 08592 서울시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 정지훈 (**JUNG, Jee Hoon**); 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR). 정시훈 (**JUNG, See Hoon**); 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR). 박화평 (**PARK, Hwa Pyeong**); 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR).
- (74) 대리인: 특허법인(유한) 대아 (**DAE-A INTELLECTUAL PROPERTY CONSULTING**); 06243 서울시 강남구 역삼로 123 한양빌딩 3층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,

(54) Title: INDUCTION HEATING APPARATUS

(54) 발명의 명칭: 유도 가열 장치



(57) Abstract: An induction heating apparatus according to an embodiment of the present specification comprises: a rectifier circuit for rectifying an alternating current input voltage supplied from a power source and outputting the rectified voltage; a PFC circuit which is driven by a PFC driving signal, and controls and outputs a power factor of the rectified voltage and of a current; a direct current link capacitor for smoothing the voltage output from the PFC circuit to output a direct current link voltage; an inverter circuit that includes a plurality of switching elements and a variable capacitor circuit and is driven by an inverter driving signal to convert the direct current link voltage into an alternating current voltage for driving of a working coil; and a main control circuit for adjusting the capacitance of the variable capacitor circuit according to a driving mode of the inverter circuit determined on the basis of a load resistance value

[다음 쪽 계속]

WO 2021/045402 A1

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

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

of a container placed on the working coil and adjusting the magnitude of the direct current link voltage according to a final voltage value calculated on the basis of an equivalent resistance value of the container and the working coil and a required power value for the working coil.

(57) 요약서: 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치는, 전원으로부터 공급되는 교류 입력 전압을 정류하여 정류된 전압을 출력하는 정류 회로, PFC 구동 신호에 의해서 구동되며 상기 정류된 전압 및 전류의 역률을 제어하여 출력하는 PFC 회로, 상기 PFC 회로로부터 출력된 전압을 평활화하여 직류 링크 전압을 출력하는 직류 링크 캐패시터, 다수의 스위칭 소자 및 가변 캐패시터 회로를 포함하며, 인버터 구동 신호에 의해서 구동되어 상기 직류 링크 전압을 워킹 코일의 구동을 위한 교류 전압으로 변환하는 인버터 회로, 상기 워킹 코일 상에 놓여진 용기의 부하 저항값에 기초하여 결정되는 상기 인버터 회로의 구동 모드에 따라서 상기 가변 캐패시터 회로의 캐패시턴스를 조절하고, 상기 용기 및 상기 워킹 코일의 등가 저항값 및 상기 워킹 코일에 대한 요구 전력값에 기초하여 산출되는 최종 전압값에 따라서 상기 직류 링크 전압의 크기를 조절하는 메인 제어 회로를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 유도 가열 장치

기술분야

- [1] 본 명세서는 유도 가열 장치에 관한 것이다.
[2]

배경기술

- [3] 가정이나 식당에서 음식을 가열하기 위한 다양한 방식의 조리 기구들이 사용되고 있다. 종래에는 가스를 연료로 하는 가스 레인지가 널리 보급되어 사용되어 왔으나, 최근에는 전기 에너지를 이용하여 조리 용기를 가열하는 장치가 사용된다.
- [4] 전기 에너지를 이용하여 용기를 가열하는 방식은 저항 가열 방식과 유도 가열 방식으로 분류된다. 저항 가열 방식은 금속 저항선 또는 탄화규소와 같은 비금속 발열체에 전류가 흐를 때 발생하는 열 에너지가 용기에 전달됨으로써 용기가 가열되는 방식이다. 그리고 유도 가열 방식은 워킹 코일에 전기 에너지가 공급될 때 워킹 코일 주변에 발생하는 자계에 의하여 용기에 발생하는 와전류(eddy current)에 의해서 용기가 가열되는 방식이다.
- [5] 유도 가열 장치는 하나 이상의 워킹 코일을 포함하며 전술한 유도 가열 방식으로 용기를 가열하는 장치이다. 도 1은 종래 기술에 따른 유도 가열 장치의 회로 구성을 개략적으로 도시한다.
- [6] 도 1을 참조하면, 종래 기술에 따른 유도 가열 장치는 정류 회로(104), 평활화 회로(L, C₁), 인버터 회로(106), 워킹 코일(108), 메인 제어 회로(110), 인버터 제어 회로(112)를 포함한다.
- [7] 정류 회로(104)는 전원(102)으로부터 공급되는 교류 입력 전압을 정류하여 맥동 파형을 갖는 전압을 출력한다.
- [8] 평활화 회로(L, C₁)는 정류 회로(104)에 의해서 정류된 전압을 평활화하여 직류 링크 전압을 출력한다. 평활화 회로(L, C₁)는 인덕터(L) 및 직류 링크 캐패시터(C₁)를 포함한다.
- [9] 인버터 회로(106)는 평활화 회로(L, C₁)로부터 출력되는 직류 링크 전압을 워킹 코일(108)의 구동을 위한 교류 전압으로 변환한다. 인버터 회로(106)는 제1 캐패시터(C₂), 제2 캐패시터(C₃), 제1 스위칭 소자(120), 제2 스위칭 소자(122)를 포함한다.
- [10] 인버터 회로(106)에 포함되는 제1 스위칭 소자(120) 및 제2 스위칭 소자(122)는 인버터 제어 회로(112)로부터 출력되는 제1 인버터 구동 신호(S₁) 및 제2 인버터 구동 신호(S₂)에 의해서 교번적으로 턴 온/턴 오프된다. 제1 인버터 구동 신호(S₁) 및 제2 인버터 구동 신호(S₂)는 각각 미리 정해진 듀티 비(duty ratio)를 갖는 PWM(Pulse Width Modulation) 신호이다. 제1 스위칭 소자(120) 및 제2 스위칭

소자(122)에 각각 제1 인버터 구동 신호(S_1) 및 제2 인버터 구동 신호(S_2)가 인가되면 제1 스위칭 소자(120) 및 제2 스위칭 소자(122)가 교번적으로 턴 온/턴 오프되면서 직류 링크 전압이 교류 전압으로 변환된다.

- [11] 인버터 회로(106)로부터 출력되는 교류 전압은 워킹 코일(108)에 인가된다. 교류 전압이 인가되면 워킹 코일(108)이 구동된다. 워킹 코일(108)이 구동되면 워킹 코일(108)의 상부에 놓인 용기에 와전류가 흐르면서 용기가 가열된다. 워킹 코일(108)이 구동될 때 워킹 코일(108)에 의하여 발생하는 전력의 크기, 즉 워킹 코일의 출력 전력값에 따라서 용기에 공급되는 열 에너지의 크기가 달라진다.
- [12] 메인 제어 회로(110)는 인버터 회로(106)의 구동 주파수를 결정하고, 결정된 구동 주파수에 대응되는 제어 신호를 인버터 제어 회로(112)에 공급한다. 이에 따라서 인버터 제어 회로(112)는 메인 제어 회로(110)에 의해서 결정된 구동 주파수에 대응되는 듀티 비를 갖는 인버터 구동 신호(S_1, S_2)를 출력한다.
- [13] 사용자는 유도 가열 장치의 워킹 코일(108) 상부에 용기를 올려 놓고 용기에 대한 가열 레벨을 설정한다. 사용자가 설정한 가열 레벨에 따라서 워킹 코일(108)에 요구되는 출력 전력값, 즉 요구 전력값이 결정된다. 예를 들어 사용자가 가열 레벨을 5로 설정한 경우, 워킹 코일(108)의 요구 전력값은 가열 레벨 5에 대응되는 전력값인 4kW로 결정된다.
- [14] 메인 제어 회로(110)는 워킹 코일(108)의 출력 전력값이 요구 전력값(예컨대, 4kW)에 도달할 때까지, 인버터 회로(106)의 구동 주파수를 변경시키면서 인버터 제어 회로(112)에 제어 신호를 공급한다. 워킹 코일(108)의 출력 전력값이 요구 전력값에 도달하면, 인버터 회로(106)의 구동 주파수가 고정된다.
- [15] 그런데 종래 기술에 따르면, 유도 가열 장치에 포함되는 소자들의 특성으로 인하여 인버터 회로(106)의 구동 주파수 범위가 특정 범위로 제한된다. 이러한 구동 주파수 범위의 제한으로 인하여, 유도 가열 장치를 이용하여 가열할 수 있는 용기의 종류가 제한적이다. 즉, 종래 기술에 따른 유도 가열 장치를 사용할 경우, 다양한 재질 또는 특성을 갖는 용기를 사용하기 어려운 문제가 있다.
- [16] 또한 종래 기술에 따르면 워킹 코일(108)의 출력 전력값이 요구 전력값에 도달할 때까지 인버터 회로(106)의 구동 주파수가 변경된다. 그러나 인버터 회로(106)의 구동 주파수가 변경될 때마다 인버터 회로(106)에 포함되는 스위칭 소자(120, 122)의 도통 손실이 발생하고, 워킹 코일(108)의 발열량이 증가하며, 용기의 임피던스, 즉 부하 임피던스가 변화한다. 이로 인하여 워킹 코일(108)의 전력 효율이 감소하고, 유도 가열 장치의 가열 동작 제어의 복잡성이 증가하는 문제가 있다.

[17]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [18] 본 명세서는 다양한 재질 또는 특성을 갖는 용기의 사용이 가능한 유도 가열

장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [19] 또한 본 명세서는 인버터 회로의 구동 주파수를 변경하지 않고도 워킹 코일의 출력 전력값이 조절되는 유도 가열 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [20] 또한 본 명세서는 종래의 유도 가열 장치에 비해 전력 효율이 높고 가열 동작 제어의 복잡성이 낮은 유도 가열 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [21] 본 명세서의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 명세서의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 명세서의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 명세서의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

[22]

과제 해결 수단

- [23] 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치는, 전원으로부터 공급되는 교류 입력 전압을 정류하여 정류된 전압을 출력하는 정류 회로, PFC 구동 신호에 의해서 구동되며 상기 정류된 전압 및 전류의 역률을 제어하여 출력하는 PFC 회로, 상기 PFC 회로로부터 출력된 전압을 평활화하여 직류 링크 전압을 출력하는 직류 링크 캐패시터, 제1 스위칭 소자, 제2 스위칭 소자, 제3 스위칭 소자, 제4 스위칭 소자 및 가변 캐패시터 회로를 포함하며, 인버터 구동 신호에 의해서 구동되어 상기 직류 링크 전압을 워킹 코일의 구동을 위한 교류 전압으로 변환하는 인버터 회로, 상기 워킹 코일 상에 놓여진 용기의 부하 저항값에 기초하여 결정되는 상기 인버터 회로의 구동 모드에 따라서 상기 가변 캐패시터 회로의 캐패시턴스를 조절하고, 상기 용기 및 상기 워킹 코일의 등가 저항값 및 상기 워킹 코일에 대한 요구 전력값에 기초하여 산출되는 최종 전압값에 따라서 상기 직류 링크 전압의 크기를 조절하는 메인 제어 회로를 포함한다.
- [24] 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 현재 직류 링크 전압값에 기초하여 상기 워킹 코일의 현재 전압값을 산출하고, 상기 워킹 코일의 현재 전압값 및 상기 워킹 코일의 공진 전류값을 기초로 상기 용기의 부하 저항값을 산출하고, 상기 부하 저항값 및 상기 워킹 코일의 권선 수를 기초로 상기 등가 저항값을 산출한다.
- [25] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 요구 전력값 및 상기 등가 저항값에 기초하여 상기 워킹 코일의 목표 전압값을 산출하고, 상기 목표 전압값에 기초하여 상기 최종 전압값을 산출한다.
- [26] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 최종 전압값에 대응되도록 상기 PFC 구동 신호의 듀티 비를 조절한다.
- [27] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 PFC 회로는 부스트 인덕터, 상기 부스트 인덕터와 직렬로 연결되는 다이오드, 상기 부스트 인덕터와 상기 다이오드의 연결점에 병렬로 연결되는 부스트 스위칭 소자를 포함한다.

- [28] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 부하 저항값을 미리 정해진 기준 저항값과 비교하고, 비교 결과에 따라서 상기 인버터 회로의 구동 모드를 결정한다.
- [29] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제1 구동 주파수로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제1 기준 저항값보다 작으면 상기 구동 모드를 주파수 3배 모드로 설정한다.
- [30] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제1 구동 주파수로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제2 기준 저항값보다 작으면 상기 구동 모드를 주파수 2배 모드로 설정한다.
- [31] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제3 구동 주파수로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제3 기준 저항값보다 작으면 상기 구동 모드를 하프 브릿지 모드로 설정한다.
- [32] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제3 구동 주파수로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제3 기준 저항값보다 크거나 같으면 상기 구동 모드를 풀 브릿지 모드로 설정한다.
- [33] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 상기 메인 제어 회로는 상기 구동 모드가 풀 브릿지 모드로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제4 기준 저항값보다 크거나 같으면 상기 워킹 코일의 출력 전력값을 미리 정해진 기준 전력값 이하로 제한한다.

[34]

발명의 효과

- [35] 본 명세서에 따른 유도 가열 장치는 다양한 재질 또는 특성을 갖는 용기의 사용이 가능한 장점이 있다.
- [36] 또한 본 명세서에 따른 유도 가열 장치는 인버터 회로의 구동 주파수를 변경하지 않고도 워킹 코일의 출력 전력값이 조절되는 장점이 있다.
- [37] 또한 본 명세서에 따른 유도 가열 장치는 종래의 유도 가열 장치에 비해 전력 효율이 높고 가열 동작 제어의 복잡성이 낮은 장점이 있다.

[38]

도면의 간단한 설명

- [39] 도 1은 종래 기술에 따른 유도 가열 장치의 회로 구성을 도시한다.
- [40] 도 2는 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치의 회로 구성을 도시한다.
- [41] 도 3은 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 주파수 3배 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동

신호의 파형을 나타낸다.

[42] 도 4는 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 주파수 2배 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동 신호의 파형을 나타낸다.

[43] 도 5는 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 하프 브릿지 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동 신호의 파형을 나타낸다.

[44] 도 6은 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 풀 브릿지 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동 신호의 파형을 나타낸다.

[45] 도 7 및 도 8은 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치의 구동 과정을 나타내는 흐름도이다.

[46]

발명의 실시를 위한 형태

[47] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 명세서가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 명세서의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 명세서를 설명함에 있어서 본 명세서와 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.

[48] 도 2는 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치의 회로 구성을 도시한다.

[49] 도 2를 참조하면, 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치는 정류 회로(204), PFC(Power Factor Correction) 회로(206), 인버터 회로(208), 워킹 코일(210), 메인 제어 회로(20), PFC 제어 회로(21), 인버터 제어 회로(22)를 포함한다.

[50] 정류 회로(204)는 전원(202)으로부터 공급되는 교류 입력 전압을 정류하여 맥동 파형을 갖는 전압을 출력한다. 정류 회로(204)는 하나 이상의 다이오드를 포함할 수 있다.

[51] PFC 회로(206)는 정류 회로(204)로부터 출력되는 정류된 전압 및 전류의 역률을 제어한다. 즉, PFC 회로(206)는 정류 회로(204)로부터 출력되는 전류에 포함되는 고조파 성분을 제거하고, 정류 회로(204)로부터 출력되는 전압과 전류의 위상차를 줄임으로써 정류된 전압 및 전류의 역률을 제어한다.

[52] PFC 회로(206)는 부스트 인덕터(L_1), 부스트 인덕터(L_1)와 직렬로 연결되는 다이오드(D), 그리고 부스트 인덕터(L_1)와 다이오드(D)의 연결점에 병렬로 연결되는 부스트 스위칭 소자(212)를 포함한다.

- [53] 부스트 스위칭 소자(212)는 PFC 제어 회로(21)로부터 출력되는 PFC 구동 신호(S_p)에 의해서 턴 온/턴 오프된다. PFC 구동 신호(S_p)는 미리 정해진 듀티 비를 갖는 PWM 신호이다. 후술하는 바와 같이, PFC 구동 신호(S_p)의 듀티 비는 메인 제어 회로(20)에 의해 조절될 수 있으며, PFC 제어 회로(21)는 메인 제어 회로(20)에 의해 설정된 듀티 비를 갖는 PFC 구동 신호(S_p)를 출력한다.
- [54] PFC 구동 신호(S_p)의 듀티 비에 따라서 PFC 회로(206)로부터 출력되는 전압의 크기가 달라진다. 또한 PFC 회로(206)로부터 출력되는 전압의 크기에 따라서 직류 링크 캐패시터(C_1)에서 출력되는 전압, 즉 직류 링크 전압의 크기가 달라진다.
- [55] 다시 도 2를 참조하면, PFC 회로(206)와 연결되는 직류 링크 캐패시터(C_1)는 PFC 회로(206)로부터 출력되는 전압을 평활화하여 직류 링크 전압을 출력한다.
- [56] 인버터 회로(208)는 직류 링크 캐패시터(C_1)로부터 출력되는 직류 링크 전압을 워킹 코일(210)의 구동을 위한 교류 전압으로 변환한다. 인버터 회로(208)는 제1 스위칭 소자(214), 제2 스위칭 소자(216), 제3 스위칭 소자(218), 제4 스위칭 소자(220), 인덕터(L_2), 가변 캐패시터 회로(222)를 포함한다.
- [57] 인버터 회로(106)에 포함되는 제1 스위칭 소자(214), 제2 스위칭 소자(216), 제3 스위칭 소자(218), 제4 스위칭 소자(220)는 인버터 제어 회로(112)로부터 출력되는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)에 의해서 교번적으로 턴 온/턴 오프된다. 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)는 각각 미리 정해진 듀티 비(duty ratio)를 갖는 PWM 신호이다. 제1 스위칭 소자(214), 제2 스위칭 소자(216), 제3 스위칭 소자(218), 제4 스위칭 소자(220)에 각각 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)가 인가되면 제1 스위칭 소자(214) 및 제2 스위칭 소자(216)가 교번적으로 턴 온/턴 오프되고, 제3 스위칭 소자(218) 및 제4 스위칭 소자(220)가 교번적으로 턴 온/턴 오프된다.
- [58] 본 명세서에서 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 듀티 비 또는 파형은 인버터 회로(106)의 구동 모드 및 구동 주파수에 따라서 다르게 설정될 수 있다. 후술하는 바와 같이 메인 제어 회로(20)는 용기의 특성에 따라서 인버터 회로(106)의 구동 모드를 결정하며, 인버터 회로(106)의 구동 모드에 따라서 인버터 회로(106)의 구동 주파수가 다르게 설정될 수 있다.
- [59] 인버터 회로(208)로부터 출력되는 교류 전압은 워킹 코일(210)에 인가된다. 교류 전압이 인가되면 워킹 코일(210)이 구동된다. 워킹 코일(210)이 구동되면 워킹 코일(210)의 상부에 놓인 용기에 와전류가 흐르면서 용기가 가열된다. 워킹 코일(210)이 구동될 때 워킹 코일(210)에 의하여 발생하는 전력의 크기, 즉 워킹 코일(210)의 출력 전력값에 따라서 용기에 공급되는 열 에너지의 크기가 달라진다.

- [60] 가변 캐패시터 회로(222)는 서로 병렬로 연결되는 제1 캐패시터(C_2), 제2 캐패시터(C_3), 제3 캐패시터(C_4) 및 각 캐패시터와 직렬로 연결되는 제1 스위치(233), 제2 스위치(234), 제3 스위치(236)를 포함한다. 제1 스위치(233), 제2 스위치(234), 제3 스위치(236)는 메인 제어 회로(20)의 제어 신호에 의해서 각각 개폐될 수 있다. 제1 스위치(233), 제2 스위치(234), 제3 스위치(236)의 개폐 상태에 따라서 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스가 달라진다.
- [61] 도 2에는 가변 캐패시터 회로(222)가 3개의 캐패시터를 포함하는 실시예가 도시되어 있다. 그러나 이는 단지 예시일 뿐이며, 가변 캐패시터 회로(222)에 포함되는 캐패시터의 개수 및 회로 구조는 실시예에 따라서 달라질 수 있다.
- [62] 워킹 코일(210)에 교류 전압이 인가되면 인덕터(L_2) 및 가변 캐패시터 회로(222)에 포함되는 캐패시터에 의해서 공진 현상이 발생한다. 알려진 바와 같이 LC 회로에서 공진 현상이 발생할 때 공진 주파수는 인덕턴스의 크기 및 캐패시턴스의 크기에 따라서 달라진다. 본 명세서에 따른 유도 가열 장치의 메인 제어 회로(110)는 가변 캐패시터 회로(222)에 포함된 스위치(233, 234, 236)의 개폐 상태를 제어함으로써 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스의 크기를 조절할 수 있다. 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스의 크기가 조절됨으로써 워킹 코일(210)의 공진 주파수가 조절될 수 있다.
- [63] 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(106)의 구동 모드를 결정하고, 결정된 구동 모드에 대응되는 제어 신호를 인버터 제어 회로(22)에 공급한다. 인버터 제어 회로(22)는 메인 제어 회로(110)에 의해서 결정된 구동 모드에 대응되는 듀티 비 또는 파형을 갖는 인버터 구동 신호(S_1, S_2, S_3, S_4)를 출력한다.
- [64] 사용자가 유도 가열 장치의 워킹 코일(210) 상부에 용기를 올려 놓고 용기에 대한 가열 레벨을 설정하면, 사용자가 설정한 가열 레벨에 따라서 워킹 코일(210)에 요구되는 출력 전력값, 즉 요구 전력값이 결정된다. 예를 들어 사용자가 가열 레벨을 5로 설정한 경우, 워킹 코일(210)의 요구 전력값은 가열 레벨 5에 대응되는 전력값인 4kW로 결정된다.
- [65] 이 때 워킹 코일(210) 상부에 놓여진 용기의 재질에 따라서 용기의 특성이 달라진다. 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210) 상부에 놓여진 용기의 특성을 나타내는 값인 저항값, 즉 부하 저항값을 산출하고, 산출된 부하 저항값에 기초하여 인버터 회로(208)의 구동 모드를 결정한다. 인버터 회로(208)의 구동 모드가 결정됨에 따라서 인버터 회로(208)의 구동 주파수가 결정된다.
- [66] 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 전압 측정 센서(24)에 의해서 측정되는 입력 전압값 및 제1 전류 측정 센서(23)에 의해서 측정되는 입력 전류값을 기초로 부하 저항값을 산출할 수 있다.
- [67] 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 부하 저항값을 미리 정해진 기준 저항값과 비교하고, 비교 결과에 따라서 인버터 회로(208)의 구동 모드를 결정한다.
- [68] 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동

주파수가 미리 정해진 제1 구동 주파수로 설정된 상태에서 부하 저항값이 미리 정해진 제1 기준 저항값보다 작으면 인버터 회로(208)의 구동 모드를 주파수 3배 모드로 설정한다.

[69] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수가 미리 정해진 제1 구동 주파수로 설정된 상태에서 부하 저항값이 미리 정해진 제2 기준 저항값보다 작으면 인버터 회로(208)의 구동 모드를 주파수 2배 모드로 설정한다.

[70] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수가 미리 정해진 제3 구동 주파수로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제3 기준 저항값보다 작으면 인버터 회로(208)의 구동 모드를 하프 브릿지 모드로 설정한다.

[71] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수가 미리 정해진 제3 구동 주파수로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제3 기준 저항값보다 크거나 같으면 인버터 회로(208)의 구동 모드를 풀 브릿지 모드로 설정한다.

[72] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 모드가 풀 브릿지 모드로 설정된 상태에서 부하 저항값이 미리 정해진 제4 기준 저항값보다 크거나 같으면 워킹 코일(210)의 출력 전력값을 미리 정해진 기준 전력값 이하로 제한한다.

[73] 메인 제어 회로(20)는 결정된 구동 모드 및 구동 주파수에 따른 제어 신호를 인버터 제어 회로(22)에 공급한다. 인버터 제어 회로(22)는 메인 제어 회로(20)에 의해서 결정된 구동 모드에 대응되는 듀티 비 또는 파형을 갖는 인버터 구동 신호(S_1, S_2, S_3, S_4)를 각 스위칭 소자(214, 216, 218, 220)에 공급한다.

[74] 이처럼 본 명세서에서는 워킹 코일(210) 상부에 놓여진 용기에 적합한 유도 가열 장치의 구동 모드가 결정되므로, 다양한 재질의 용기 사용이 가능해진다.

[75] 구동 모드가 결정되어 인버터 회로(208)가 구동되면, 메인 제어 회로(20)는 사용자가 설정한 가열 레벨에 대응되는 워킹 코일(210)의 요구 전력값에 도달하도록 워킹 코일(210)의 출력 전력값을 조절한다. 종래 기술과는 달리, 본 명세서에 따른 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수 대신에 직류 링크 캐패시터(C_L)로부터 출력되는 직류 링크 전압의 전압값을 조절함으로써 워킹 코일(210)의 출력 전력값을 조절한다.

[76] 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 용기 및 워킹 코일(210)의 저항을 합산한 저항값인 등가 저항값 및 워킹 코일(210)의 요구 전력값에 기초하여 최종 전압값을 산출한다. 메인 제어 회로(20)는 산출된 최종 전압값에 따라서 PFC 제어 회로(21)로부터 출력되는 PFC 구동 신호(S_p)의 듀티 비를 조절한다. 이에 따라서 PFC 회로(206)로부터 출력되는 전압의 크기가 조절되어, 직류 링크 전압의 전압값이 최종 전압값으로 조절된다. 또한 직류 링크 전압의 전압값이 최종 전압값으로 조절됨으로써 워킹 코일(210)의 출력 전력값이 요구

전력값에 도달한다.

- [77] 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 전압 측정 센서(24)에 의해서 측정되는 직류 링크 전압의 크기, 즉 현재 직류 링크 전압값에 기초하여 워킹 코일(210)의 현재 전압값을 산출한다. 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210)의 현재 전압값 및 제2 전류 측정 센서(25)에 의해서 측정되는 워킹 코일(210)의 공진 전류값을 기초로 용기의 부하 저항값을 산출하고, 부하 저항값 및 워킹 코일의 권선 수를 기초로 등가 저항값을 산출한다.
- [78] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 요구 전력값 및 등가 저항값에 기초하여 워킹 코일(210)의 목표 전압값을 산출하고, 목표 전압값에 기초하여 최종 전압값을 산출한다.
- [79] 또한 본 명세서의 일 실시예에서, 메인 제어 회로(20)는 최종 전압값에 대응되도록 PFC 구동 신호(S_p)의 듀티 비를 조절한다.
- [80] 이하에서는 도 2 내지 도 8을 참조하여 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치의 구동 과정이 상세히 설명된다.
- [81] 도 3은 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 주파수 3배 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동 신호의 파형을 나타낸다. 도 4는 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 주파수 2배 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동 신호의 파형을 나타낸다. 도 5는 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 하프 브릿지 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동 신호의 파형을 나타낸다. 도 6은 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치가 풀 브릿지 모드로 구동될 때 워킹 코일의 공진 전류의 파형, 브릿지 전압의 파형, 인버터 구동 신호의 파형을 나타낸다. 도 7 및 도 8은 본 명세서의 일 실시예에 따른 유도 가열 장치의 구동 과정을 나타내는 흐름도이다.
- [82] 먼저 도 7을 참조하면, 워킹 코일(210) 상부에 용기가 놓여진 상태에서 사용자가 가열 레벨을 설정함으로써 가열 동작의 수행이 요청되면, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 미리 정해진 제1 구동 주파수로 설정한다(702).
- [83] 본 명세서의 일 실시예에서, 제1 구동 주파수는 인버터 회로(208)의 최소 주파수(f_{min})의 3배, 즉 $3 \times f_{min}$ 로 설정될 수 있다. 여기서 인버터 회로(208)의 최소 주파수(f_{min})는 워킹 코일(210)의 출력 전력값이 최소값일 때 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 의미한다.
- [84] 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 제1 구동 주파수로 설정하고, 제1 구동 주파수에 대응되는 제어 신호를 인버터 제어 회로(22)에 공급한다. 제어 신호를 수신한 인버터 제어 회로(22)는 제1 구동 주파수에 대응되는 듀티 비를 갖는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)를 제1 스위칭 소자(214), 제2

- 스위칭 소자(216), 제3 스위칭 소자(218), 제4 스위칭 소자(220)에 각각 공급한다.
- [85] 인버터 구동 신호에 의해서 인버터 회로(208)가 구동되어 워킹 코일(210)에 교류 전압이 공급되면, 메인 제어 회로(20)는 전압 측정 센서(24)에 의해서 측정되는 입력 전압값 및 제1 전류 측정 센서(23)에 의해서 측정되는 입력 전류값을 이용하여 용기의 저항값, 즉 부하 저항값을 산출한다(704).
- [86] 예컨대 메인 제어 회로(20)는 $R=(G \times V^2)/P$ 수식을 이용하여 부하 저항값(R)을 산출할 수 있다. 여기서 P는 입력 전력값으로, 입력 전압값(V)을 입력 전류값(I)에 곱하여 산출된다. 또한 G는 미리 정해진 전압 이득 값이다. 실시예에 따라서는 전압 측정 센서(24)에 의해서 측정되는 입력 전압값 및 제1 전류 측정 센서(23)에 의해서 측정되는 입력 전류값을 기초로 다른 방법에 의해서 부하 저항값이 산출될 수도 있다.
- [87] 메인 제어 회로(20)는 산출된 부하 저항값을 미리 정해진 제1 기준 저항값(K1)과 비교한다(706). 본 명세서의 일 실시예에서, 제1 기준 저항값(K1)은 하기 [수학식 1]의 $R_{pot,t,max}$ 와 동일하게 설정될 수 있다.
- [88]
- [89] [수식1]

$$R_{pot,t,max} = \frac{G_{max} \cdot V_{in}^2}{4P_{rated}}$$

- [90]
- [91] [수학식 1]에서 G_{max} 는 인버터 회로(208)의 입력 전압에 대한 출력 전압의 비, 즉 전압 이득값 중 최대값인 최대 전압 이득값을 나타낸다. 최대 전압 이득값은 실험에 의해서 획득된 값이나 미리 산출된 값으로 대체될 수 있다.
- [92] 또한 V_{in} 은 전압 측정 센서(24)에 의해서 측정되는 입력 전압값을 나타낸다. 그리고 P_{rated} 는 유도 가열 장치의 최대 정격 전력을 나타낸다.
- [93] 산출된 부하 저항값과 제1 기준 저항값(K1)을 비교한 결과 부하 저항값이 제1 기준 저항값(K1)보다 작을 경우, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 모드를 주파수 3배 모드로 설정한다(708). 메인 제어 회로(20)는 구동 모드 설정이 완료된 후 후술하는 단계(802)를 수행한다.
- [94] 도 3에는 본 명세서의 일 실시예에 따른 인버터 회로(208)의 구동 모드가 주파수 3배 모드일 때, 제2 전류 측정 센서(25)에 의해서 측정되는 워킹 코일(210)의 공진 전류의 파형, 출력단(a) 및 출력단(b) 사이에 인가되는 전압인 브릿지 전압(V_{ab})의 파형, 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 파형이 도시된다.
- [95] 전술한 바와 같이 유도 가열 장치의 구동 모드가 주파수 3배 모드로 결정되면, 메인 제어 회로(20)는 인버터 제어 회로(22)가 도 3에 도시된 바와 같은 듀티 비

및 파형을 갖는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)를 출력하도록 인버터 제어 회로(22)에 제어 신호를 인가한다.

- [96] 여기서 메인 제어 회로(20)는 도 3에 도시된 바와 같이 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 1주기(P1) 동안 공진 전류가 3회의 주기로 출력되도록 설정한다. 다시 말해서 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210)의 공진 주파수를 인버터 회로(210)의 구동 주파수의 3배가 되도록 설정한다. 이를 위해서 메인 제어 회로(20)는 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스($C_{r,t}$)가 하기 [수학식 2]와 동일하도록 스위치(233, 234, 236)의 개폐 상태를 조절한다.

[97]

[98] [수식2]

$$C_{r,t} = \frac{1}{(2\pi f_{r,t})^2 L_r}$$

[99]

- [100] [수학식 2]에서 $f_{r,t}$ 는 인버터 회로(208)의 구동 주파수의 3배인 주파수값을 의미하고, L_r 은 인덕터(L_2)의 인덕턴스를 의미한다.

- [101] 가변 캐패시터 회로(222)의 스위치(233, 234, 236) 개폐 상태 조절에 따라서 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스가 [수학식 2]와 동일하게 조절되고, 도 2에 도시된 바와 같은 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)가 인버터 회로(208)에 공급되면, 인버터 회로(208)는 주파수 3배 모드로 구동된다.

- [102] 다시 도 7을 참조하면, 산출된 부하 저항값과 제1 기준 저항값($K1$)을 비교한 결과 부하 저항값이 제1 기준 저항값($K1$)보다 크거나 제1 기준 저항값($K1$)과 같을 경우, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 미리 정해진 제2 구동 주파수로 설정한다(710). 본 명세서의 일 실시예에서, 제2 구동 주파수는 최소 주파수(f_{min})의 2배, 즉 $2 \times f_{min}$ 로 설정될 수 있다.

- [103] 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 제2 구동 주파수로 설정한 상태에서 제2 구동 주파수에 대응되는 제어 신호를 인버터 제어 회로(22)에 공급한다. 제어 신호를 수신한 인버터 제어 회로(22)는 제2 구동 주파수에 대응되는 듀티 비를 갖는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)를 제1 스위칭 소자(214), 제2 스위칭 소자(216), 제3 스위칭 소자(218), 제4 스위칭 소자(220)에 각각 공급한다.

- [104] 인버터 구동 신호에 의해서 인버터 회로(208)가 구동되어 워킹 코일(210)에

교류 전압이 공급되면, 메인 제어 회로(20)는 전압 측정 센서(24)에 의해서 측정되는 입력 전압값 및 제1 전류 측정 센서(23)에 의해서 측정되는 입력 전류값을 이용하여 용기의 저항값, 즉 부하 저항값을 산출한다(712).

- [105] 메인 제어 회로(20)는 산출된 부하 저항값을 미리 정해진 제2 기준 저항값(K2)과 비교한다(714). 본 명세서의 일 실시예에서, 제2 기준 저항값(K2)은 하기 [수학식 3]의 $R_{pot,d,max}$ 과 동일하게 설정될 수 있다.

[106]

[107] [수식3]

$$R_{pot,d,max} = \frac{G_{max} \cdot V_{in}^2}{4P_{rated}}$$

[108]

- [109] 산출된 부하 저항값과 제2 기준 저항값(K2)을 비교한 결과 부하 저항값이 제2 기준 저항값(K2)보다 작을 경우, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 모드를 주파수 2배 모드로 설정한다(716). 메인 제어 회로(20)는 구동 모드 설정이 완료된 후 후술하는 단계(802)를 수행한다.

- [110] 도 4에는 본 명세서의 일 실시예에 따른 인버터 회로(208)의 구동 모드가 주파수 2배 모드일 때, 제2 전류 측정 센서(25)에 의해서 측정되는 워킹 코일(210)의 공진 전류의 파형, 출력단(a) 및 출력단(b) 사이에 인가되는 전압인 브릿지 전압(V_{ab})의 파형, 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 파형이 도시된다.

- [111] 전술한 바와 같이 유도 가열 장치의 구동 모드가 주파수 2배 모드로 결정되면, 메인 제어 회로(20)는 인버터 제어 회로(22)가 도 4에 도시된 바와 같은 듀티 비 및 파형을 갖는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)를 출력하도록 인버터 제어 회로(22)에 제어 신호를 인가한다.

- [112] 여기서 메인 제어 회로(20)는 도 4에 도시된 바와 같이 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 1주기(P1) 동안 공진 전류가 2회의 주기로 출력되도록 설정한다. 다시 말해서 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210)의 공진 주파수를 인버터 회로(210)의 구동 주파수의 2배가 되도록 설정한다. 이를 위해서 메인 제어 회로(20)는 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스($C_{r,d}$)가 하기 [수학식 4]와 동일하도록 스위치(233, 234, 236)의 개폐 상태를 조절한다.

[113]

[114]

[수식4]

$$C_{r,d} = \frac{1}{(2\pi f_{r,d})^2 L_r}$$

[115]

[116] [수학식 4]에서 $f_{r,d}$ 는 인버터 회로(208)의 구동 주파수의 2배인 주파수값을 의미한다.

[117] 가변 캐패시터 회로(222)의 스위치(233, 234, 236) 개폐 상태 조절에 따라서 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스가 [수학식 4]와 동일하게 조절되고, 도 4에 도시된 바와 같은 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)가 인버터 회로(208)에 공급되면, 인버터 회로(208)는 주파수 2배 모드로 구동된다.

[118] 다시 도 7을 참조하면, 산출된 부하 저항값과 제2 기준 저항값(K2)을 비교한 결과 부하 저항값이 제2 기준 저항값(K2)보다 크거나 제2 기준 저항값(K2)과 같을 경우, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 미리 정해진 제3 구동 주파수로 설정한다(718). 본 명세서의 일 실시예에서, 제3 구동 주파수는 최소 주파수(f_{min})로 설정될 수 있다.

[119] 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 제3 구동 주파수로 설정한 상태에서 제3 구동 주파수에 대응되는 제어 신호를 인버터 제어 회로(22)에 공급한다. 제어 신호를 수신한 인버터 제어 회로(22)는 제3 구동 주파수에 대응되는 듀티 비를 갖는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)를 제1 스위칭 소자(214), 제2 스위칭 소자(216), 제3 스위칭 소자(218), 제4 스위칭 소자(220)에 각각 공급한다.

[120] 인버터 구동 신호에 의해서 인버터 회로(208)가 구동되어 워킹 코일(210)에 교류 전압이 공급되면, 메인 제어 회로(20)는 전압 측정 센서(24)에 의해서 측정되는 입력 전압값 및 제1 전류 측정 센서(23)에 의해서 측정되는 입력 전류값을 이용하여 용기의 저항값, 즉 부하 저항값을 산출한다(720).

[121] 메인 제어 회로(20)는 산출된 부하 저항값을 미리 정해진 제3 기준 저항값(K3)과 비교한다. 본 명세서의 일 실시예에서, 제3 기준 저항값(K3)은 하기 [수학식 5]의 $R_{pot,h,max}$ 과 동일하게 설정될 수 있다.

[122]

[123]

[수식5]

$$R_{pot,h,max} = \frac{G_{max} \cdot V_{in}^2}{4P_{rated}}$$

[124]

[125] 산출된 부하 저항값과 제3 기준 저항값(K3)을 비교한 결과 부하 저항값이 제3 기준 저항값(K3)보다 작을 경우, 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 모드를 하프 브릿지 모드로 설정한다(724). 메인 제어 회로(20)는 구동 모드 설정이 완료된 후 후술하는 단계(802)를 수행한다.

[126] 도 5에는 본 명세서의 일 실시예에 따른 인버터 회로(208)의 구동 모드가 하프 브릿지 모드일 때, 제2 전류 측정 센서(25)에 의해서 측정되는 워킹 코일(210)의 공진 전류의 파형, 출력단(a) 및 출력단(b) 사이에 인가되는 전압인 브릿지 전압(V_{ab})의 파형, 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 파형이 도시된다.

[127] 전술한 바와 같이 인버터 회로(208)의 구동 모드가 하프 브릿지 모드로 결정되면, 메인 제어 회로(20)는 인버터 제어 회로(22)가 도 5에 도시된 바와 같은 듀티 비 및 파형을 갖는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)를 출력하도록 인버터 제어 회로(22)에 제어 신호를 인가한다.

[128] 여기서 메인 제어 회로(20)는 도 5에 도시된 바와 같이 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 1주기(P1) 동안 공진 전류가 1회의 주기로 출력되도록 설정한다. 다시 말해서 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210)의 공진 주파수를 인버터 회로(210)의 구동 주파수와 동일하게 설정한다. 이를 위해서 메인 제어 회로(20)는 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스($C_{r,h}$)가 하기 [수학식 6]과 동일하도록 스위치(233, 234, 236)의 개폐 상태를 조절한다.

[129]

[130] [수식6]

$$C_{r,h} = \frac{1}{(2\pi f_{r,h})^2 L_r}$$

[131]

[132] [수학식 6]에서 $f_{r,h}$ 는 인버터 회로(210)의 구동 주파수와 동일한 주파수값을 의미한다.

[133] 가변 캐패시터 회로(222)의 스위치(233, 234, 236) 개폐 상태 조절에 따라서

가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스가 [수학식 6]과 동일하게 조절되고, 도 5에 도시된 바와 같은 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)가 인버터 회로(208)에 공급되면, 인버터 회로(208)는 하프 브릿지 모드로 구동된다.

[134] 다시 도 7을 참조하면, 산출된 부하 저항값과 제3 기준 저항값($K3$)을 비교한 결과 부하 저항값이 제3 기준 저항값($K3$)보다 크거나 같을 경우, 메인 제어 회로(20)는 구동 모드를 풀 브릿지 모드로 설정한다(726). 메인 제어 회로(20)는 구동 모드 설정이 완료된 후 후술하는 단계(802)를 수행한다.

[135] 도 6에는 본 명세서의 일 실시예에 따른 인버터 회로(208)의 구동 모드가 풀 브릿지 모드일 때, 제2 전류 측정 센서(25)에 의해서 측정되는 워킹 코일(210)의 공진 전류의 파형, 출력단(a) 및 출력단(b) 사이에 인가되는 전압인 브릿지 전압(V_{ab})의 파형, 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 파형이 도시된다.

[136] 전술한 바와 같이 인버터 회로(208)의 구동 모드가 풀 브릿지 모드로 결정되면, 메인 제어 회로(20)는 인버터 제어 회로(22)가 도 6에 도시된 바와 같은 듀티 비 및 파형을 갖는 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)를 출력하도록 인버터 제어 회로(22)에 제어 신호를 인가한다.

[137] 여기서 메인 제어 회로(20)는 도 5에 도시된 바와 같이 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3 인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)의 1주기($P1$) 동안 공진 전류가 1회의 주기로 출력되도록 설정한다. 다시 말해서 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210)의 공진 주파수를 인버터 회로(210)의 구동 주파수와 동일하게 설정한다. 이를 위해서 메인 제어 회로(20)는 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스($C_{r,f}$)가 하기 [수학식 8]과 동일하도록 스위치(233, 234, 236)의 개폐 상태를 조절한다.

[138]

[139] [수식7]

$$C_{r,f} = \frac{1}{(2\pi f_{r,f})^2 L_r}$$

[140]

[141] [수학식 7]에서 f_r, f 는 인버터 회로(210)의 구동 주파수와 동일한 주파수값을 의미한다.

[142] 가변 캐패시터 회로(222)의 스위치(233, 234, 236) 개폐 상태 조절에 따라서 가변 캐패시터 회로(222)의 캐패시턴스가 [수학식 8]과 동일하게 조절되고, 도 6에 도시된 바와 같은 제1 인버터 구동 신호(S_1), 제2 인버터 구동 신호(S_2), 제3

인버터 구동 신호(S_3), 제4 인버터 구동 신호(S_4)가 인버터 회로(208)에 공급되면, 인버터 회로(208)는 풀 브릿지 모드로 구동된다.

- [143] 그리고 나서, 메인 제어 회로(20)는 다시 부하 저항값을 산출하고, 산출된 부하 저항값을 미리 정해진 제4 기준 저항값(K_4)과 비교한다. 본 명세서의 일 실시예에서, 제4 기준 저항값(K_4)은 하기 [수학식 8]의 $R_{pot,f,max}$ 와 동일하게 설정될 수 있다.

[144]

[145] [수식8]

$$R_{pot,f,max} = \frac{G_{max} \cdot V_{in}^2}{P_{rated}}$$

[146]

- [147] 인버터 회로(208)의 구동 모드가 풀 브릿지 모드로 설정된 이후 산출된 부하 저항값과 제4 기준 저항값(K_4)을 비교한 결과 부하 저항값이 제4 기준 저항값(K_4)보다 크거나 제4 기준 저항값(K_4)과 같을 경우, 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210)의 출력 전력값을 미리 정해진 기준 전력값 이하로 제한한다. 이에 따라서 메인 제어 회로(20)는 인버터 회로(208)의 구동 주파수를 기준 전력값과 대응되는 주파수값으로 변경하고, 변경된 구동 주파수에 대응되는 제어 신호를 인버터 제어 회로(22)에 공급한다.

- [148] 단계(728)에서 부하 저항값이 제4 기준 저항값(K_4)보다 작으면, 인버터 회로(208)의 구동 모드는 풀 브릿지 모드로 유지되고, 메인 제어 회로(20)는 후술하는 단계(802)를 수행한다.

- [149] 도 8을 참조하면, 단계(708), 단계(716), 단계(724), 단계(730) 또는 단계(728)이 수행된 후, 메인 제어 회로(20)는 전압 측정 센서(24)를 통해서 측정되는 직류 링크 캐패시터(C_1)의 출력 전압의 크기, 즉 현재 직류 링크 전압값을 획득한다. 메인 제어 회로(20)는 현재 직류 링크 전압값에 기초하여 워킹 코일(210)의 현재 전압값을 산출한다(802). 메인 제어 회로(20)는 하기 [수학식 9]에 따라서 워킹 코일(210)의 현재 전압값을 산출할 수 있다.

[150]

[151] [수식9]

$$VC1 = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \times \frac{1}{2} \times G_v \times VD1$$

[152]

- [153] [수학식 9]에서 $VC1$ 은 워킹 코일(210)의 현재 전압값을 나타내고, $VD1$ 은 현재 직류 링크 전압값을 나타낸다. 또한 G_v 는 전압 이득값으로, 실험에 의해서 획득된 값이나 미리 산출된 값으로 대체될 수 있다.

[154] 다음으로, 메인 제어 회로(20)는 단계(802)에서 산출된 워킹 코일(210)의 현재 전압값 및 제2 전류 측정 센서(25)를 통해서 측정되는 워킹 코일(210)의 공진 전류값에 기초하여 용기의 부하 저항값을 산출한다(804). 메인 제어 회로(20)는 하기 [수학식 10]에 따라서 부하 저항값을 산출할 수 있다.

[155]

[156] [수식10]

$$I_r = \frac{1}{8} \frac{VC1}{nR_{pot}} \sqrt{\frac{2n^4 \times R_{pot}^2 \times T^2}{L_m^2} + 8\pi^2} \approx \frac{\sqrt{2}\pi}{4} \frac{VC1}{nR_{pot}}$$

[157]

[158] [수학식 10]에서, I_r 은 제2 전류 측정 센서(25)에 의해서 측정되는 공진 전류값을 나타내고, n 은 워킹 코일(210)의 권선 수를 나타낸다. 또한 $VC1$ 은 단계(802)에서 산출된 워킹 코일(210)의 현재 전압값을 나타내고, R_{pot} 은 부하 저항값을 나타낸다. 또한 L_m 은 워킹 코일(210)의 자화 인덕턴스를 나타내고, T 는 인버터 회로(208)의 스위칭 주기, 즉 인버터 회로(208)의 스위칭 소자들이 턴 온/턴 오프되는 주기를 나타낸다. 메인 제어 회로(20)는 [수학식 10]에 제2 전류 측정 센서(25)에 의해서 측정되는 공진 전류값(I_r), 단계(802)에서 산출된 워킹 코일(210)의 현재 전압값($VC1$), 워킹 코일(210)의 권선 수(n)를 대입함으로써 부하 저항값(R_{pot})을 산출할 수 있다.

[159] 다음으로, 메인 제어 회로(20)는 단계(804)에서 산출되는 부하 저항값 및 워킹 코일의 권선 수에 기초하여 용기 및 워킹 코일의 등가 저항값을 산출한다(806). 등가 저항값은 용기와 워킹 코일을 단일한 부하로 가정했을 때, 해당 부하의 저항값이다. 메인 제어 회로(20)는 하기 [수학식 11]에 따라서 등가 저항값을 산출할 수 있다.

[160]

[161] [수식11]

$$R_{eq} = n^2 \times R_{pot}$$

[162]

[163] [수학식 11]에서 R_{eq} 는 등가 저항값을 나타내고, n 은 워킹 코일(210)의 권선 수를 나타낸다. 또한 R_{pot} 은 단계(804)에서 산출되는 용기의 부하 저항값을 나타낸다.

[164] 다음으로, 메인 제어 회로(20)는 사용자에게 의하여 설정되는 가열 레벨과 대응되는 워킹 코일(210)에 대한 요구 전력값 및 단계(806)에서 산출되는 등가 저항값에 기초하여 워킹 코일(210)의 목표 전압값을 산출한다(808). 메인 제어 회로(20)는 하기 [수학식 12]에 따라서 목표 전압값을 산출할 수 있다.

[165]

[166] [수식12]

$$VC2 = \sqrt{P_{transfer} \times R_{eq}}$$

[167]

[168] [수학식 12]에서 VC2는 워킹 코일(210)의 목표 전압값을 나타낸다. 메인 제어 회로(20)는 워킹 코일(210)에 인가되는 전압의 크기가 목표 전압값에 도달하도록 제어한다. 또한 Ptransfer는 워킹 코일(210)에 대한 요구 전력값을 나타내고, Req는 단계(806)에서 산출되는 등가 저항값을 나타낸다.

[169] 다음으로, 메인 제어 회로(20)는 단계(808)에서 산출되는 워킹 코일(210)의 목표 전압값에 기초하여 직류 링크 캐패시터(C_v)의 최종 전압값을 산출한다(810). 메인 제어 회로(20)는 하기 [수학식 13]에 따라서 최종 전압값을 산출할 수 있다.

[170]

[171] [수식13]

$$VD2 = \frac{VC2 \times \pi}{G_v \times \sqrt{2}}$$

[172]

[173] [수학식 13]에서 VD2는 직류 링크 캐패시터(C_v)의 최종 전압값을 나타낸다. 또한 VC2는 단계(808)에서 산출되는 목표 전압값을 나타내고, G_v는 전압 이득값을 나타낸다.

[174] 단계(810)에 의해서 최종 전압값이 산출되면, 메인 제어 회로(20)는 산출된 최종 전압값에 따라서 PFC 제어 회로(21)로부터 출력되는 PFC 구동 신호(S_p)의 듀티 비를 조절한다. 이에 따라서 PFC 회로(206)로부터 출력되는 전압의 크기가 조절되어, 직류 링크 캐패시터(C_v)로부터 출력되는 전압의 전압값이 최종 전압값으로 조절된다. 또한 직류 링크 전압의 전압값이 최종 전압값으로 조절됨으로써, 워킹 코일(210)의 출력 전력값이 사용자가 설정한 가열 레벨에 대응되는 요구 전력값에 도달한다.

[175] 이처럼 본 명세서에서는 용기의 특성에 따라서 유도 가열 장치가 다양한 모드로 구동된다. 이에 따라서 유도 가열 장치가 보다 넓은 구동 범위를 가질 수 있으며, 다양한 특성을 갖는 용기의 사용이 가능하다는 장점이 있다.

[176] 또한 본 명세서에서는 워킹 코일의 출력 전력을 조절할 때 유도 가열 장치의 구동 주파수를 조절하는 대신에, PFC 회로를 통해서 직류 링크 캐패시터의 전압값을 조절하여 워킹 코일의 출력 전력을 조절한다. 이러한 직류 링크 캐패시터의 전압값 조절에 의한 출력 전력 조절 방식은 종래 주파수 조절에 의한 출력 전력 조절 방식에 비해 유도 가열 장치의 전력 효율이 높아지고 전력 조절 범위가 넓어지는 장점이 있다.

[177] 이상과 같이 본 명세서에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본

명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 명세서가 한정되는 것은 아니며, 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 명세서의 실시 예를 설명하면서 본 명세서의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

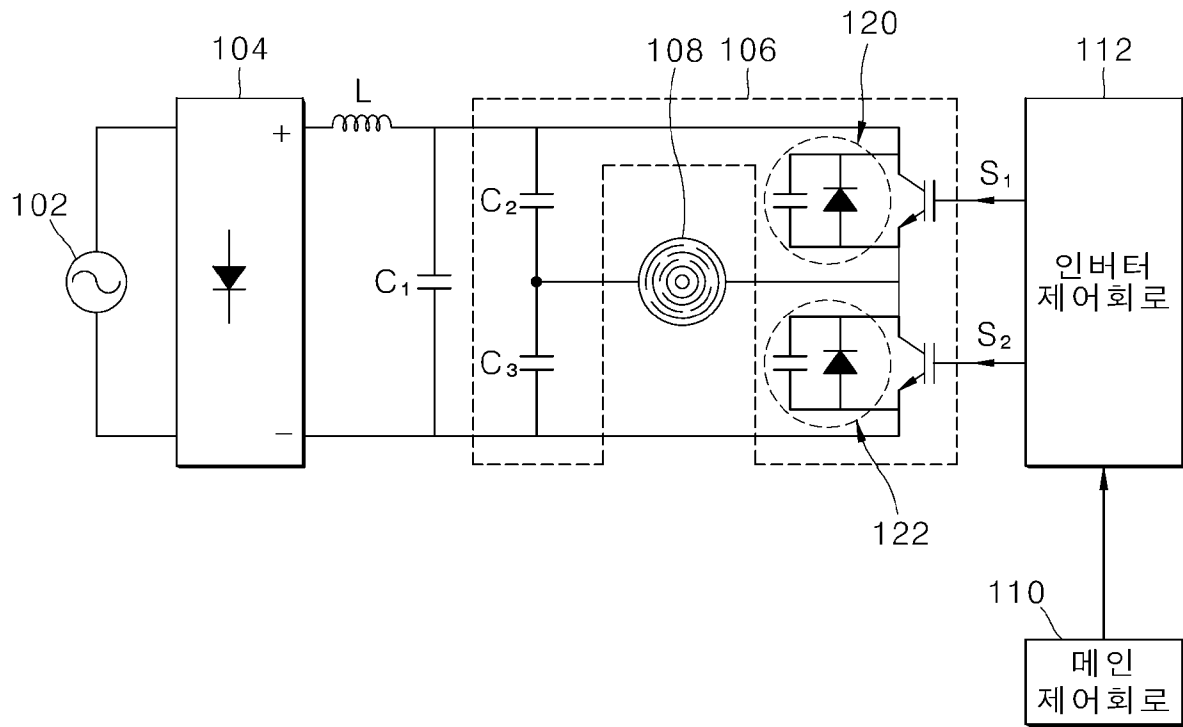
청구범위

- [청구항 1] 전원으로부터 공급되는 교류 입력 전압을 정류하여 정류된 전압을 출력하는 정류 회로;
PFC 구동 신호에 의해서 구동되며 상기 정류된 전압 및 전류의 역률을 제어하여 출력하는 PFC 회로;
상기 PFC 회로로부터 출력된 전압을 평활화하여 직류 링크 전압을 출력하는 직류 링크 캐패시터;
제1 스위칭 소자, 제2 스위칭 소자, 제3 스위칭 소자, 제4 스위칭 소자 및 가변 캐패시터 회로를 포함하며, 인버터 구동 신호에 의해서 구동되어 상기 직류 링크 전압을 워킹 코일의 구동을 위한 교류 전압으로 변환하는 인버터 회로;
상기 워킹 코일 상에 놓여진 용기의 부하 저항값에 기초하여 결정되는 상기 인버터 회로의 구동 모드에 따라서 상기 가변 캐패시터 회로의 캐패시턴스를 조절하고, 상기 용기 및 상기 워킹 코일의 등가 저항값 및 상기 워킹 코일에 대한 요구 전력값에 기초하여 산출되는 최종 전압값에 따라서 상기 직류 링크 전압의 크기를 조절하는 메인 제어 회로를 포함하는
유도 가열 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
현재 직류 링크 전압값에 기초하여 상기 워킹 코일의 현재 전압값을 산출하고, 상기 워킹 코일의 현재 전압값 및 상기 워킹 코일의 공진 전류값을 기초로 상기 용기의 부하 저항값을 산출하고, 상기 부하 저항값 및 상기 워킹 코일의 권선 수를 기초로 상기 등가 저항값을 산출하는
유도 가열 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 요구 전력값 및 상기 등가 저항값에 기초하여 상기 워킹 코일의 목표 전압값을 산출하고, 상기 목표 전압값에 기초하여 상기 최종 전압값을 산출하는
유도 가열 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 최종 전압값에 대응되도록 상기 PFC 구동 신호의 듀티 비를 조절하는
유도 가열 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,

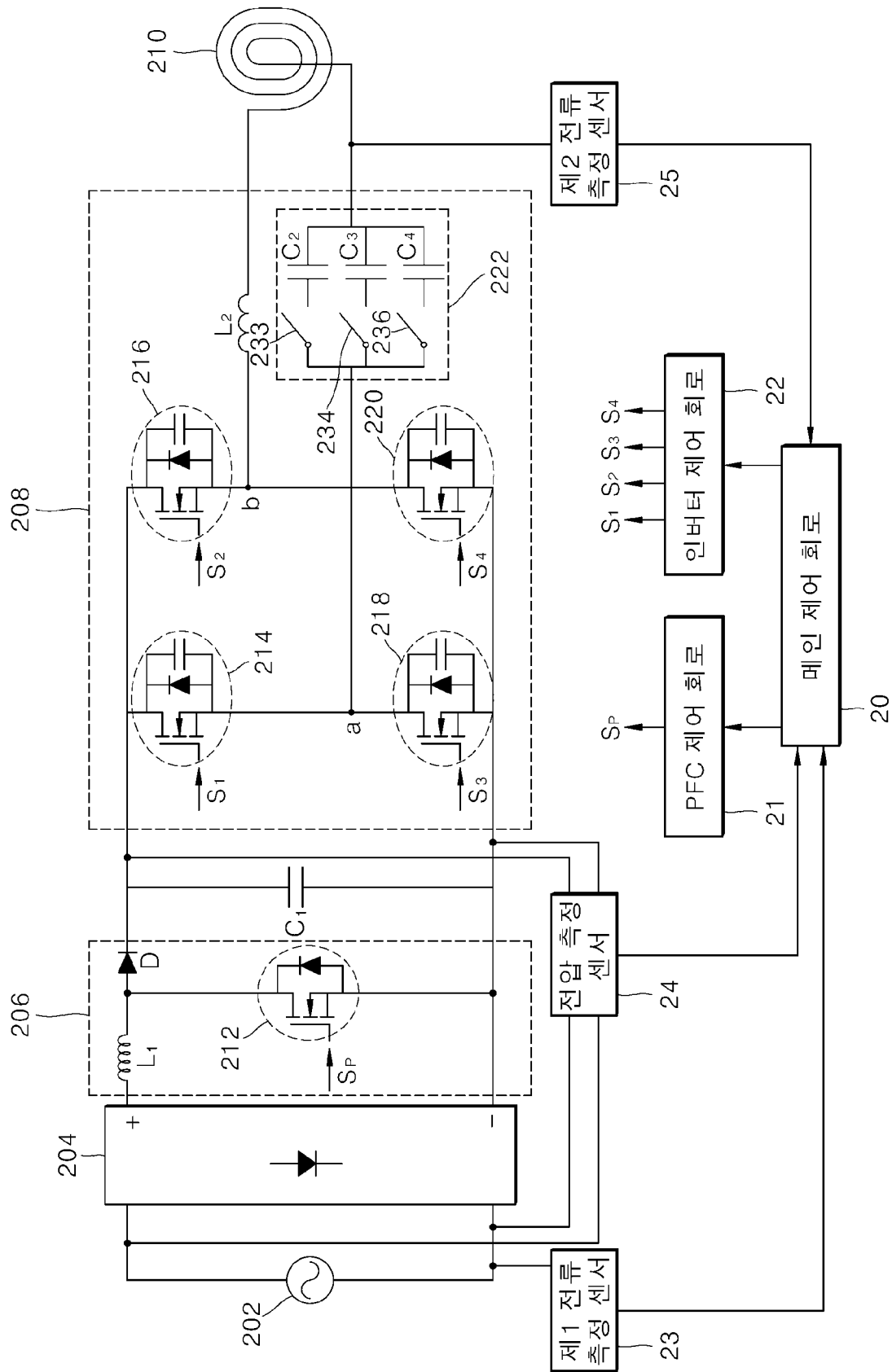
- 상기 PFC 회로는
부스트 인덕터;
상기 부스트 인덕터와 직렬로 연결되는 다이오드;
상기 부스트 인덕터와 상기 다이오드의 연결점에 병렬로 연결되는
부스트 스위칭 소자를 포함하는
유도 가열 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 부하 저항값을 미리 정해진 기준 저항값과 비교하고, 비교 결과에
따라서 상기 인버터 회로의 구동 모드를 결정하는
유도 가열 장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제1 구동 주파수로
설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제1 기준 저항값보다
작으면 상기 구동 모드를 주파수 3배 모드로 설정하는
유도 가열 장치.
- [청구항 8] 제6항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제1 구동 주파수로
설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제2 기준 저항값보다
작으면 상기 구동 모드를 주파수 2배 모드로 설정하는
유도 가열 장치.
- [청구항 9] 제6항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제3 구동 주파수로
설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제3 기준 저항값보다
작으면 상기 구동 모드를 하프 브릿지 모드로 설정하는
유도 가열 장치.
- [청구항 10] 제6항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 인버터 회로의 구동 주파수가 미리 정해진 제3 구동 주파수로
설정된 상태에서 상기 부하 저항값이 미리 정해진 제3 기준 저항값보다
크거나 같으면 상기 구동 모드를 풀 브릿지 모드로 설정하는
유도 가열 장치.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 메인 제어 회로는
상기 구동 모드가 풀 브릿지 모드로 설정된 상태에서 상기 부하 저항값이

미리 정해진 제4 기준 저항값보다 크거나 같으면 상기 워킹 코일의 출력 전력값을 미리 정해진 기준 전력값 이하로 제한하는 유도 가열 장치.

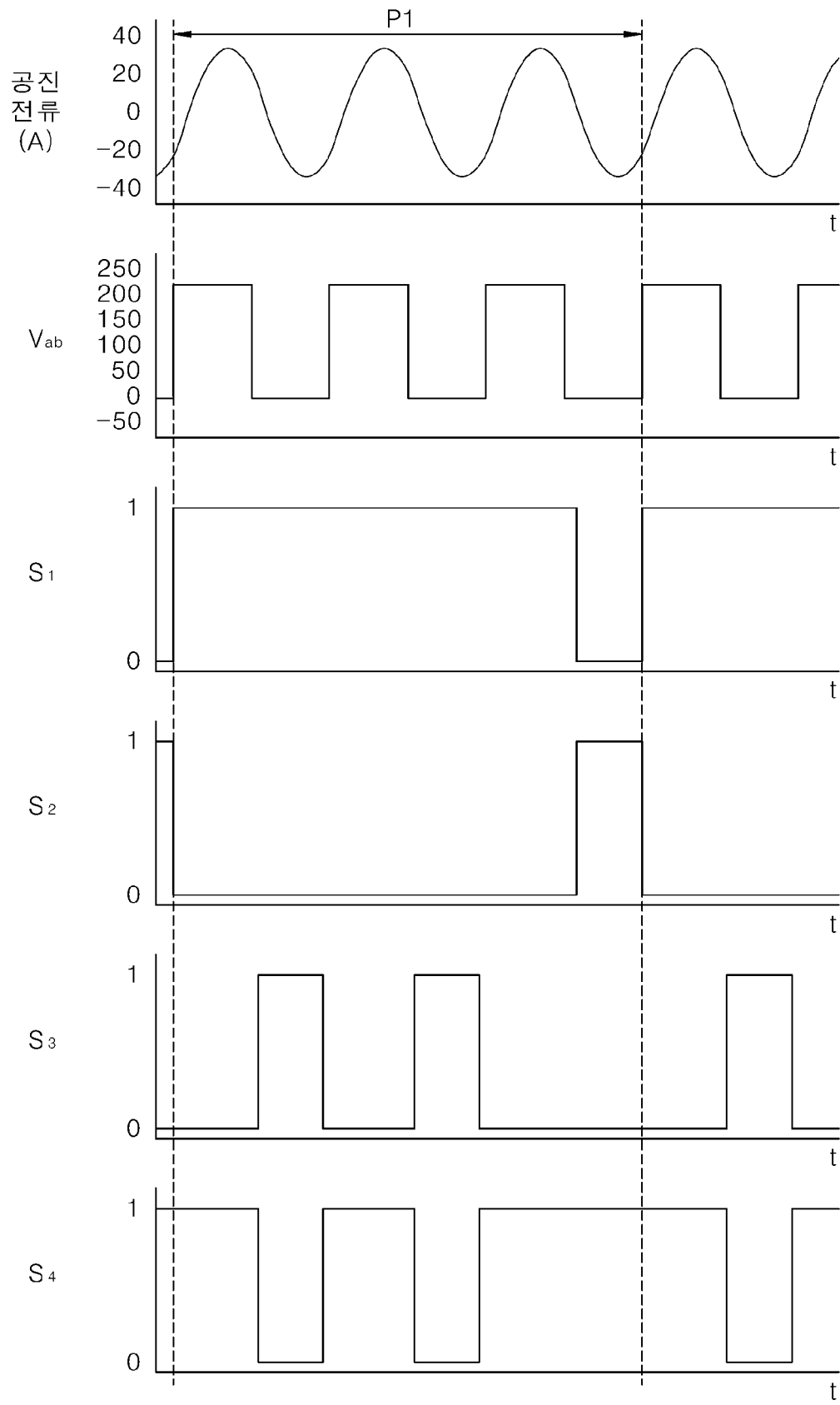
[도1]



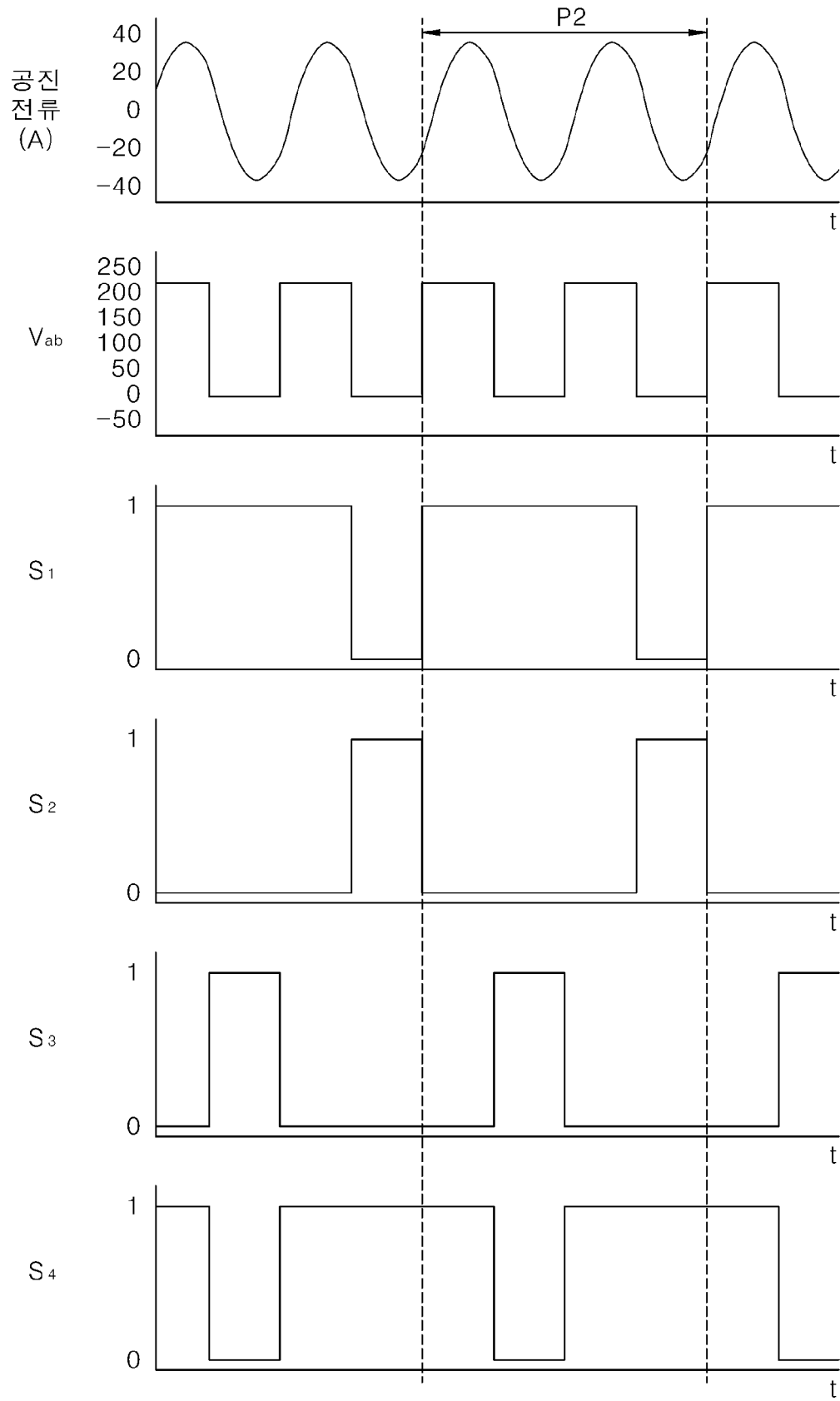
[도2]



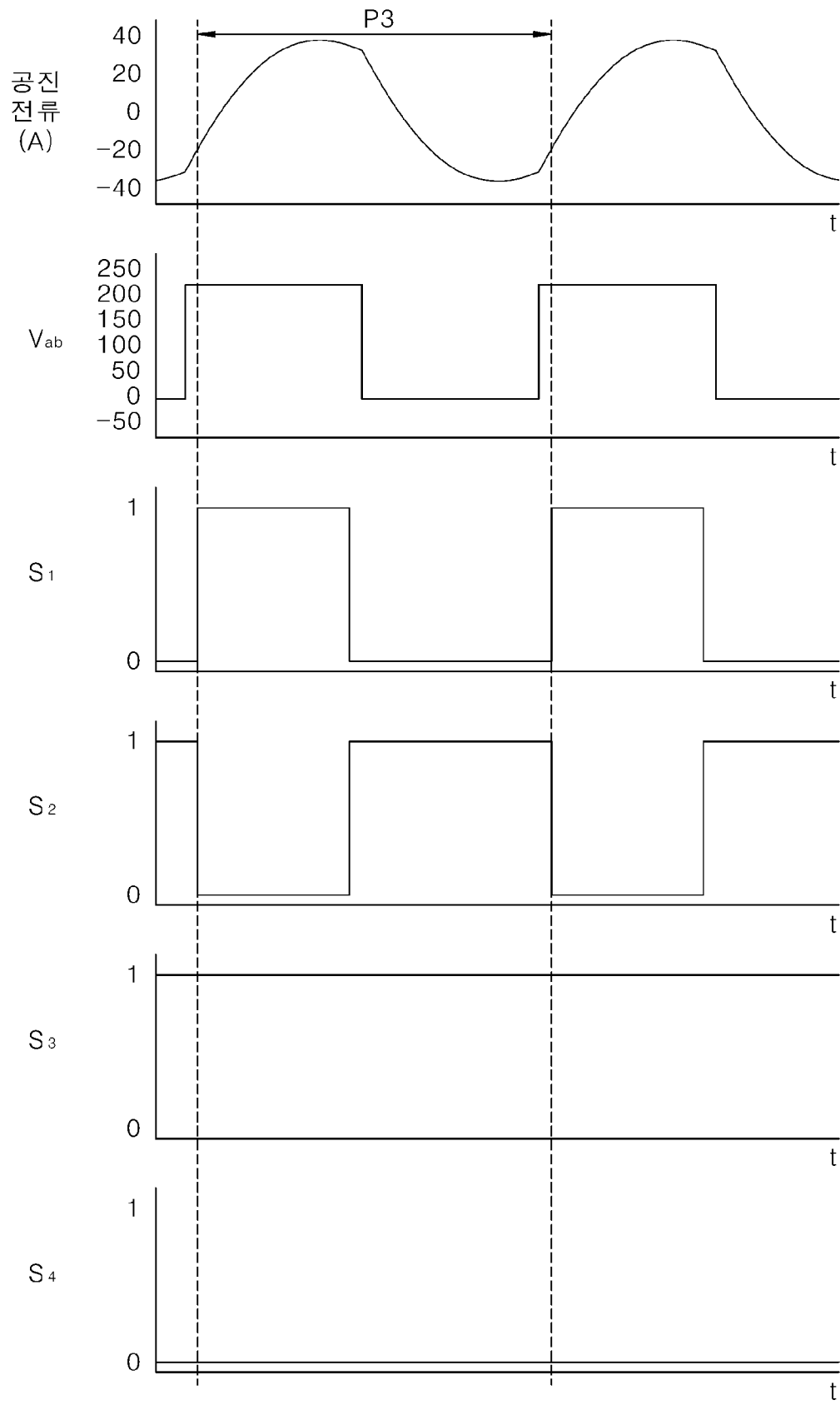
[도3]



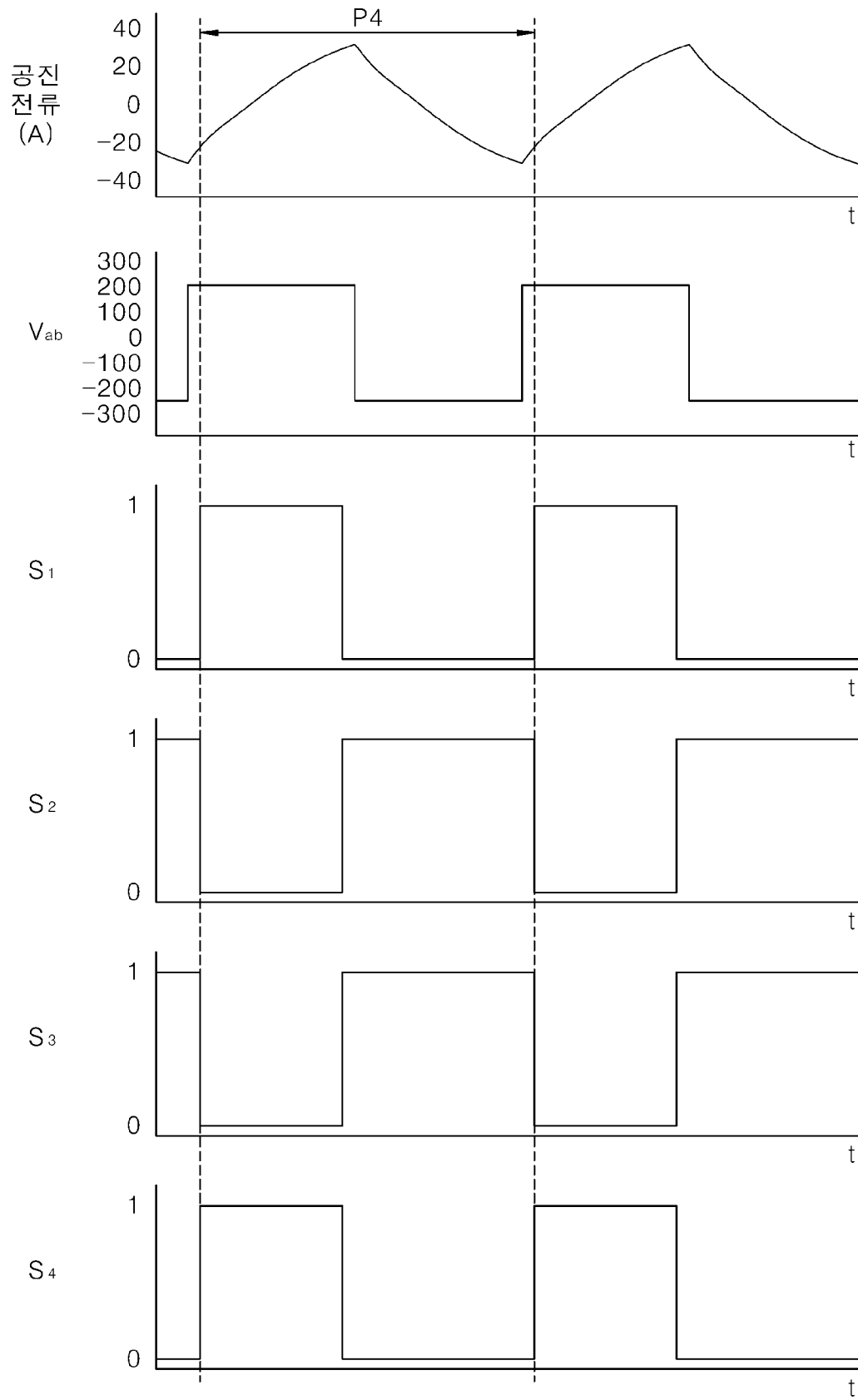
[도4]



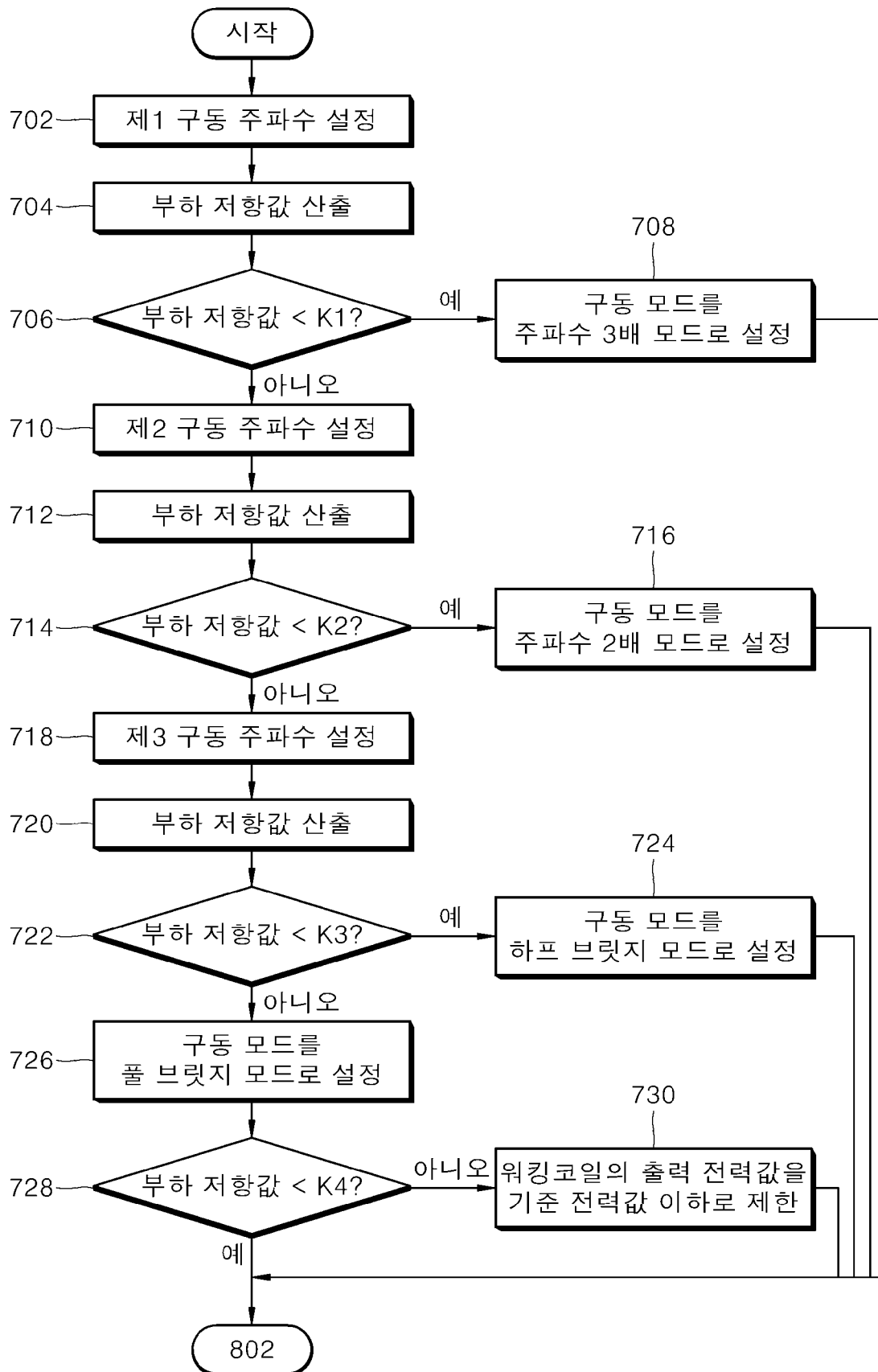
[도5]



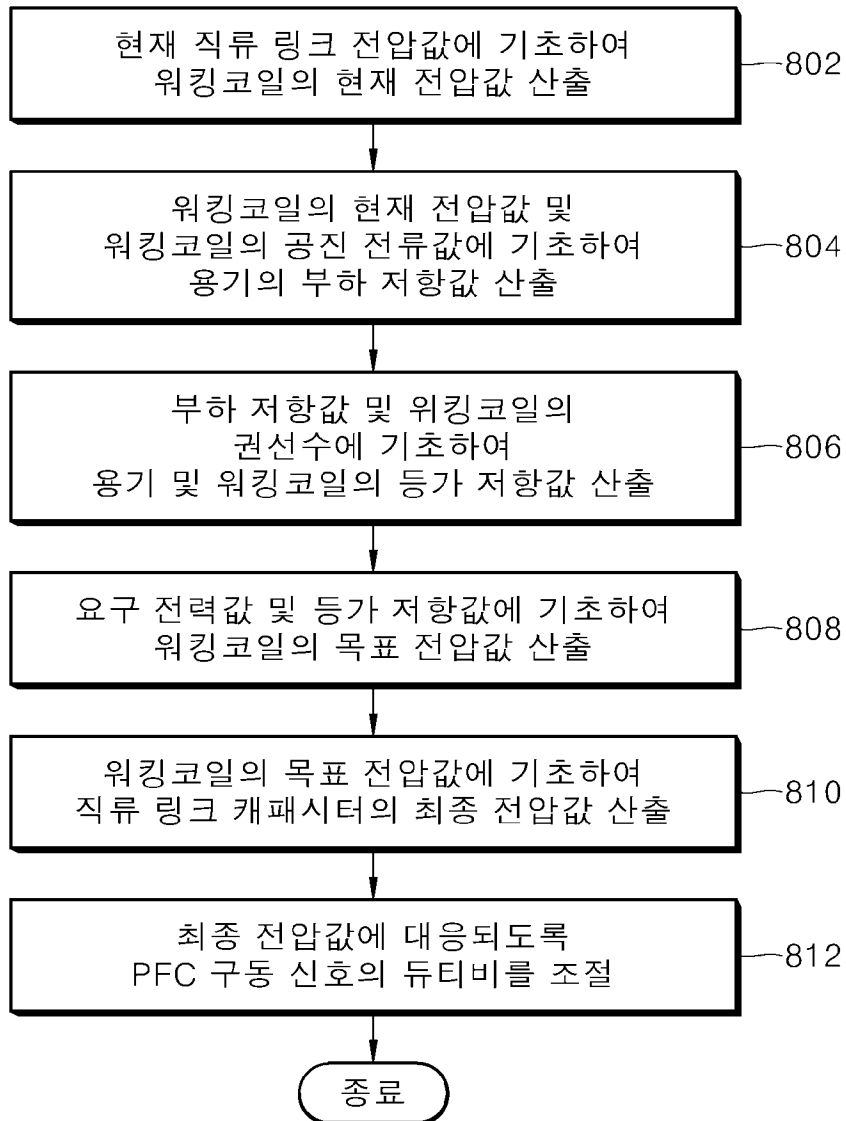
[도6]



[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/010635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05B 6/06(2006.01)i; H05B 6/12(2006.01)i; H02M 1/42(2007.01)i; H02M 7/219(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) H05B 6/06(2006.01); G03G 21/00(2006.01); H02J 50/10(2016.01); H05B 3/00(2006.01); H05B 6/04(2006.01); H05B 6/12(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: 유도 가열 장치(induction heating device), PFC 회로(PFC circuit), 직류 링크 캐패시터(DC-link capacitor), 가변 캐패시터 회로(variable capacitor circuit), 스위칭 소자(switching device), 인버터 회로(inverter circuit), 구동 모드(driving mode)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2019-0040843 A (LG ELECTRONICS INC. et al.) 19 April 2019 (2019-04-19) See paragraphs [0015], [0020]-[0024], [0034]-[0039], [0044] and [0109]; and figure 1.	1-11
Y	JP 2011-119057 A (TOSHIBA CORP. et al.) 16 June 2011 (2011-06-16) See paragraphs [0005]-[0006]; and figure 5.	1-11
Y	KR 10-2018-0069532 A (LG ELECTRONICS INC.) 25 June 2018 (2018-06-25) See paragraph [0083]; and figures 6-7.	1-11
A	JP 6522962 B2 (OKI DATA CORP.) 29 May 2019 (2019-05-29) See claims 1-3; and figures 3-4.	1-11
A	KR 10-1968553 B1 (LG ELECTRONICS INC. et al.) 12 April 2019 (2019-04-12) See paragraphs [0078]-[0101]; and figures 5a-5b.	1-11
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 November 2020		Date of mailing of the international search report 17 November 2020
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/010635

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2019-0040843	A	19 April 2019	WO	2019-074246	A1	18 April 2019
				US	2020-0323044	A1	08 October 2020
				KR	10-2172413	B1	30 October 2020
				EP	3697174	A1	19 August 2020
JP	2011-119057	A	16 June 2011	None			
KR	10-2018-0069532	A	25 June 2018	KR	10-2019-0016055	A	15 February 2019
				EP	3567986	B1	19 August 2020
				EP	3567986	A1	13 November 2019
				EP	3337294	B1	24 July 2019
				EP	3337294	A1	20 June 2018
				KR	10-2020-0000417	A	02 January 2020
				US	2018-0177000	A1	21 June 2018
JP	6522962	B2	29 May 2019	US	2016-0216662	A1	28 July 2016
				JP	2016-136172	A	28 July 2016
				US	9625862	B2	18 April 2017
KR	10-1968553	B1	12 April 2019	EP	3570637	B1	19 August 2020
				KR	10-2018-0080462	A	12 July 2018
				EP	3570637	A1	20 November 2019
				US	2018-0192479	A1	05 July 2018
				EP	3346799	A1	11 July 2018
				EP	3346799	B1	31 July 2019

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H05B 6/06(2006.01)i; H05B 6/12(2006.01)i; H02M 1/42(2007.01)i; H02M 7/219(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H05B 6/06(2006.01); G03G 21/00(2006.01); H02J 50/10(2016.01); H05B 3/00(2006.01); H05B 6/04(2006.01); H05B 6/12(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: 유도 가열 장치(induction heating device), PFC 회로(PFC circuit), 직류 링크 캐패시터(DC-link capacitor), 가변 캐패시터 회로(variable capacitor circuit), 스위칭 소자(switching device), 인버터 회로(inverter circuit), 구동 모드(driving mode)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2019-0040843 A (엘지전자 주식회사 등) 2019.04.19 단락 [0015], [0020]-[0024], [0034]-[0039], [0044], [0109]; 및 도면 1	1-11
Y	JP 2011-119057 A (TOSHIBA CORP. 등) 2011.06.16 단락 [0005]-[0006]; 및 도면 5	1-11
Y	KR 10-2018-0069532 A (엘지전자 주식회사) 2018.06.25 단락 [0083]; 및 도면 6-7	1-11
A	JP 6522962 B2 (OKI DATA CORP.) 2019.05.29 청구항 1-3; 및 도면 3-4	1-11
A	KR 10-1968553 B1 (엘지전자 주식회사 등) 2019.04.12 단락 [0078]-[0101]; 및 도면 5a-5b	1-11
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2020년11월16일(16.11.2020)		국제조사보고서 발송일 2020년11월17일(17.11.2020)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2020/010635

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2019-0040843 A	2019/04/19	WO 2019-074246 A1	2019/04/18
		US 2020-0323044 A1	2020/10/08
		KR 10-2172413 B1	2020/10/30
		EP 3697174 A1	2020/08/19
JP 2011-119057 A	2011/06/16	없음	
KR 10-2018-0069532 A	2018/06/25	KR 10-2019-0016055 A	2019/02/15
		EP 3567986 B1	2020/08/19
		EP 3567986 A1	2019/11/13
		EP 3337294 B1	2019/07/24
		EP 3337294 A1	2018/06/20
		KR 10-2020-0000417 A	2020/01/02
		US 2018-0177000 A1	2018/06/21
JP 6522962 B2	2019/05/29	US 2016-0216662 A1	2016/07/28
		JP 2016-136172 A	2016/07/28
		US 9625862 B2	2017/04/18
KR 10-1968553 B1	2019/04/12	EP 3570637 B1	2020/08/19
		KR 10-2018-0080462 A	2018/07/12
		EP 3570637 A1	2019/11/20
		US 2018-0192479 A1	2018/07/05
		EP 3346799 A1	2018/07/11
		EP 3346799 B1	2019/07/31