

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2022년 7월 7일 (07.07.2022)



(10) 국제공개번호

WO 2022/145696 A1

(51) 국제특허분류:

G01R 19/22 (2006.01) H02M 3/28 (2006.01)
G01R 31/62 (2020.01) H02M 3/335 (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01) H02M 1/14 (2006.01)
G01R 19/175 (2006.01) H02M 1/08 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/016202

(22) 국제출원일: 2021년 11월 9일 (09.11.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0188115 2020년 12월 30일 (30.12.2020) KR

(71) 출원인: 경상국립대학교산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY) [KR/KR]; 52828 경상남도 진주시 진주대로 501, Gyeongsangnam-do (KR).

(72) 발명자: 김정은 (KIM, Chong Eun); 52703 경상남도 진주시 새평거리 112, 103동 1003호, Gyeongsangnam-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 명인 (MI PATENT AND LAW FIRM); 06240 서울시 강남구 테헤란로 4길 45, 5층, 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.

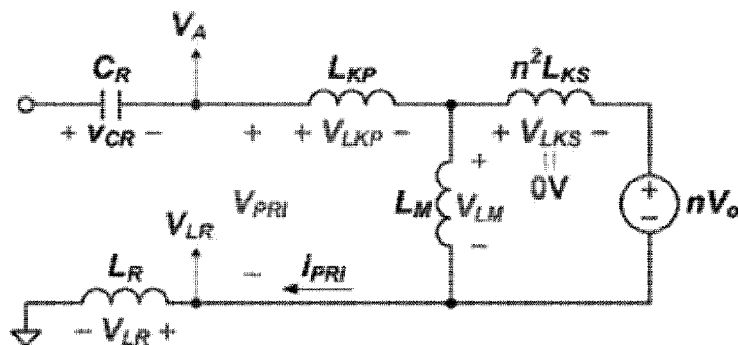
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,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

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: LLC RESONANCE CONVERTER OUTPUT VOLTAGE SENSING METHOD

(54) 발명의 명칭: LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법



(57) Abstract: The present invention relates to an LLC resonance converter output voltage sensing method. The method according to the present invention comprises the steps of: detecting a time point at which a voltage applied to a secondary leakage inductor of a transformer is 0V; and at the time point at which the voltage applied to the secondary leakage inductor of the transformer is 0V, calculating an output voltage of an LLC resonance converter by using a first voltage measured at a point of contact between a resonance capacitor and a primary coil and a second voltage measured at a point of contact between a resonance inductor and the primary coil.

(57) 요약서: 본 발명은 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 방법은 변압기의 2차측 누설 인덕터에 인가되는 전압이 0V인 시점을 감지하는 단계, 그리고 변압기의 2차측 누설 인덕터에 인가되는 전압이 0V인 시점에, 공진 커패시터와 1차 권선의 접점에서 측정되는 제1 전압과 공진 인덕터와 1차 권선의 접점에서 측정되는 제2 전압을 이용하여 LLC 공진 컨버터의 출력 전압을 계산하는 단계를 포함한다.



WO 2022/145696 A1

명세서

발명의 명칭: LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 LLC 공진 컨버터 출력 전압을 1차측에서 정밀하게 센싱하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 다양한 전력변환시스템에 LLC 공진 컨버터가 가장 많이 적용되고 있다. 도 1은 하프-브릿지(Half-bridge) LLC 공진 컨버터 회로도를 나타낸 것이다. 이러한 LLC 공진 컨버터는 전력반도체 소자의 전압 스트레스가 낮으며, 1차측 스위치의 영전압 스위칭 및 1차측 다이오드의 영전류 스위칭 특성으로 고주파 구동이 가능하며, 전력변환시스템의 고효율화 및 초소형화가 가능하다.
- [3] LLC 공진 컨버터의 2차측의 출력 전압을 센싱하기 위해서는 도 2에 예시한 것과 같은 2차측 레귤레이션(Regulation) 피드백 회로를 구성해야 하므로, 분배 저항, 431 IC, 포토 아이솔레이터(Photo-Isolator) 등의 소자가 필요하며, 전력변환 제어회로의 복잡성을 증가시킨다.
- [4] 최근, Flyback 컨버터에는 1차측에서 출력 전압을 센싱하여 제어회로를 간단하게 구현할 수 있는 PSR(Primary-Side-Regulation) 제어 기법이 상용화되어 널리 쓰이고 있다. 따라서 LLC 공진 컨버터에도 PSR 제어 기법을 통하여 전력변환시스템을 간소화할 수 있으며, 특히 2차측의 출력전압을 센싱하기 어려운 초고전압 또는 초저전압의 출력 사양을 갖는 전력변환시스템에 적용함으로써, 가격 저감 및 성능 향상에 기여할 수 있다.
- [5] 도 3은 종래 PSR 제어 기법에 기초한 출력 전압 추정의 이상적 조건을 만족하는 1차측에서 본 변압기 등가 회로도이다. 도 4는 실제 변압기 사용 조건에서의 1차측에서 본 변압기 등가 회로도이다. 도 5는 실제 사용 조건에서 종래 PSR 제어 기법에 기초한 출력 전압 추정의 오차를 설명하기 위한 그래프이다.
- [6] 도 3에 예시한 것과 같이 종래 PSR 제어 기법에 의한 출력 전압 측정은 2차측 누설 인덕턴스(L_{KS})가 매우 작고 자화 인덕턴스(L_M)가 매우 크다는 가정하에서, 1차측 누설 인덕터(L_{KP})에 걸리는 전압(V_{LR})이 0V인 시점에 변압기의 1차측 입력 전압은 출력 전압(V_o)의 n 배가 된다. 따라서 변압기의 1차측 입력 전압을 측정하여 출력 전압을 계산할 수 있다. 여기서 n 은 변압기의 1차 코일과 2차 코일의 권선비이다.
- [7] 도 5의 좌측 그래프를 참고하면, 실제 출력 전압(V_o)과 변압기의 1차측 입력 전압($V_{LM}/16$)이 1차측 누설 인덕터(L_{KP})에 걸리는 전압(V_{LR})이 0V인 시점에 일치하는 것을 확인할 수 있다.

- [8] 한편 도 4에 예시한 것과 같이 실제 변압기 사용 조건에서는 PSR 제어 기법 적용하기에는 누설 인덕턴스(L_{KS})가 충분히 작지 않고 자화 인덕턴스(L_M)도 유한하기 때문에, 부하가 작아질 수록 전압(V_{LR})이 0V를 만족하는 시점에서 실제 출력 전압(V_O)과 변압기의 1차측 입력 전압의 차이가 커진다.
- [9] 도 5의 우측 그래프를 참고하면, 1차측 누설 인덕터(L_{KP})에 걸리는 전압(V_{LR})이 0V인 시점에 실제 출력 전압(V_O)과 변압기의 1차측 입력 전압($V_{LM}/16$) 사이에 오차가 발생하는 것을 확인할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 따라서 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는 PSR 제어 기법을 적용하여 LLC 공진 컨버터 출력 전압을 1차측에서 정밀하게 센싱하는 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [11] 이러한 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 직류 전원의 양 전극 사이에 직렬로 연결된 제1 스위칭부 및 제2 스위칭부, 1차 권선과 2차 권선을 포함하는 변압기, 상기 제1 스위칭부와 상기 제2 스위칭부의 접점과 상기 1차 권선의 일단을 연결하는 공진 커패시터, 상기 제2 스위칭부와 상기 1차 권선의 타단을 연결하는 공진 인덕터, 상기 변압기의 2차측에서 출력되는 전압을 정류하여 출력하는 정류부, 상기 정류부의 출력 전압을 평활하여 출력하는 출력 커패시터를 포함하는 LLC 공진 컨버터의 출력 전압 센싱 방법은, 상기 변압기의 2차측 누설 인덕터에 인가되는 전압이 0V 인 시점에, 상기 공진 커패시터와 상기 1차 권선의 접점에서 측정되는 제1 전압(V_A)과 상기 공진 인덕터와 상기 1차 권선의 접점에서 측정되는 제2 전압(V_{LR})을 이용하여 상기 LLC 공진 컨버터의 출력 전압을 계산하는 단계를 포함한다.
- [12] 상기 제1 전압(V_A)과 상기 제2 전압(V_{LR})은, 상기 제2 스위칭부와 상기 공진 인덕터의 접점을 기준 전위로 할 수 있다.
- [13] 상기 변압기의 2차측 누설 인덕터에 인가되는 전압이 0V 인 시점은, 상기 제1 전압(V_A)과 상기 제2 전압(V_{LR})이 아래 수학적식을 만족하는 시점으로 정해질 수 있다.

[14]

$$V_{LR} = \frac{L_R}{L_M + L_{KP} + L_R} V_A$$

- [15] 여기서 L_R 은 상기 공진 인덕터의 인덕턴스, L_M 은 상기 변압기의 자화 인덕턴스, L_{KP} 는 상기 변압기의 1차측 누설 인덕턴스일 수 있다.
- [16] 상기 LLC 공진 컨버터의 출력 전압(V_O)은 상기 출력 커패시터의 양 단의 전압으로 아래 수학적식에 의해 계산될 수 있다.

[17]

$$V_O = \frac{1}{n} \left(V_A - \frac{L_{KP} + L_R}{L_R} V_{LR} \right)$$

[18] 여기서 n은 상기 1차 코일과 상기 2차 코일의 권선비일 수 있다.

[19]

발명의 효과

[20] 본 발명에 의하면 PSR 제어 기법을 적용하여 LLC 공진 컨버터 출력 전압을 1차측에서 정밀하게 센싱할 수 있다.

[21]

도면의 간단한 설명

[22] 도 1은 하프-브릿지 LLC 공진 컨버터 회로도이다.

[23] 도 2는 LLC 공진 컨버터의 2차측 레귤레이션 피드백 회로도이다.

[24] 도 3은 종래 PSR 제어 기법에 기초한 출력 전압 추정의 이상적 조건을 만족하는 1차측에서 본 변압기 등가 회로도이다.

[25] 도 4는 실제 변압기 사용 조건에서의 1차측에서 본 변압기 등가 회로도이다.

[26] 도 5는 실제 사용 조건에서 종래 PSR 제어 기법에 기초한 출력 전압 추정의 오차를 설명하기 위한 그래프이다.

[27] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법을 설명하기 위해 제공되는 하프-브릿지 LLC 공진 컨버터 회로도이다.

[28] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법을 설명하기 위해 제공되는 1차측에서 본 변압기 등가 회로도이다.

[29] 도 8은 본 발명에 따른 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법의 정확도를 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.

[30]

발명의 실시를 위한 형태

[31] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시 예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[32] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세하게

설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

- [33] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작, 또는 소자 외에 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작, 또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [34] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법을 설명하기 위해 제공되는 하프-브릿지 LLC 공진 컨버터 회로도이다.
- [35] 도 6을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 LLC 공진 컨버터는 직류 전원(V_{in})의 양 전극 사이에 직렬로 연결된 제1 스위칭부(Q_{P1}) 및 제2 스위칭부(Q_{P2})를 포함한다.
- [36] 제1 스위칭부(Q_{P1}) 및 제2 스위칭부(Q_{P2})는 하프-브릿지(Half-bridge)를 구성한다. 제1 스위칭부(Q_{P1}) 및 제2 스위칭부(Q_{P2})는 게이트(Gate)로 위상이 서로 다른 2개의 스위칭 신호를 인가받아 교대로 온/오프 동작을 수행한다.
- [37] 공진 커패시터(C_R)는 제1 스위칭부(Q_{P1})와 제2 스위칭부(Q_{P2})의 접점과 변압기(T_1)의 1차 권선의 일단을 연결한다. 즉 도 6에 예시한 것과 같이 변압기(T_1)의 1차 누설 인덕터(L_{KP})와 제1 스위칭부(Q_{P1})와 제2 스위칭부(Q_{P2})의 접점을 연결한다.
- [38] 공진 인덕터(L_R)는 제2 스위칭부(Q_{P2})와 변압기(T_1)의 1차 권선에 타단을 연결한다. 공진 인덕터(L_R)와 제2 스위칭부(Q_{P2})의 접점은 접지되어(ground) 기준 전위가 된다. 공진 인덕터(L_R)와 공진 커패시터(C_R)는 제1 스위칭부(Q_{P1}) 및 제2 스위칭부(Q_{P2})의 스위칭 동작에 따라 공진 동작을 수행한다.
- [39] 변압기(T_1)는 1차 권선과 2차 권선을 포함하고, 2차측은 센터탭(Center Tap) 구조로 구현될 수 있다. 변압기(T_1)는 공진 인덕터(L_R)와 공진 커패시터(C_R)의 공진 동작에 따라 1차 권선에 인가된 전압을 1차 권선과 2차 권선의 권선비에 따라 변압하여 출력할 수 있다.
- [40] 본 발명의 일 실시예에 따른 LLC 공진 컨버터는 변압기(T_1)의 2차측에 구성된 2개의 다이오드(D_{S1} , D_{S2})로 변압기(T_1)의 2차측에서 출력된 전압을 정류하고, 출력 커패시터(C_O)로 평활하여 출력할 수 있다.
- [41] 변압기(T_1)의 1차측에는 누설 인덕터(L_{KP})와 자화 인덕턴스(L_M)가 존재하고, 2차측에는 누설 인덕터(L_{KS1} , L_{KS2})가 존재한다.
- [42] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법을 설명하기 위해 제공되는 1차측에서 본 변압기 등가 회로도이다.
- [43] 도 7을 참고하면, 2차측 누설 인덕터(L_{KS})에 인가되는 전압(V_{LKS})이 OV이면

아래와 같이 계산할 수 있다.

[44]

$$V_{LKS} = L_{KS} \frac{d}{dt} i_{LKS} = 0$$

$$i_{LKS} = n(i_{pri} - i_{LM})$$

$$\frac{d}{dt} i_{pri} = \frac{d}{dt} i_{LM}$$

$$\frac{V_{LR}}{L_R} = \frac{V_{LKP}}{L_{KP}} = \frac{V_{LM}}{L_M}$$

$$\frac{V_{LR}}{L_R} = \frac{V_{LKP}}{L_{KP}} = \frac{V_{LM} + V_{LKP}}{L_M + L_{KP}} = \frac{V_{LM} + V_{LKP} + V_{LR}}{L_M + L_{KP} + L_R}$$

$$\frac{V_{LR}}{L_R} = \frac{V_{PRI}}{L_M + L_{KP}} = \frac{V_A}{L_M + L_{KP} + L_R}$$

[45]

따라서 공진 커패시터(C_R)와 변압기(T_1)의 1차 권선의 접점에서 측정되는 제1 전압(V_A)과 공진 인덕터(L_R)와 변압기(T_1)의 1차 권선의 접점에서 측정되는 제2 전압(V_{LR})은 아래 수학식 1의 관계를 만족한다.

[46]

[수학식 1]

[47]

$$V_{LR} = \frac{L_R}{L_M + L_{KP} + L_R} V_A$$

[48]

한편 2차측 누설 인덕터(L_{KS})에 인가되는 전압(V_{LKS})이 OV이면 출력 전압(V_O)에 대해서 다음과 같이 계산할 수 있다.

[49]

$$V_O = V_{LM} / n$$

$$V_{LM} = V_{PRI} - V_{LKP} = V_A - V_{LR} - V_{LKP}$$

$$V_{LKP} = \frac{L_{KP}}{L_R} V_{LR}$$

$$V_{LM} = V_A - \frac{L_{KP} + L_R}{L_R} V_{LR} = n V_O$$

[50] 최종적으로 출력 전압(V_O)은 아래 수학적 2를 만족한다.

[51] [수학적식 2]

$$[52] \quad V_O = \frac{1}{n} \left(V_A - \frac{L_{KP} + L_R}{L_R} V_{LR} \right)$$

[53] 위 수학적식 1과 수학적식 2에는 2차측 누설 인덕턴스 L_{KS} 가 포함되지 않으므로, 2차측 누설 인덕턴스가 크더라도 출력 전압(V_O)을 측정하는데 영향을 미치지 않는다. 그리고 자화 인덕턴스 L_M 이 작아도 출력 전압(V_O)을 측정할 수 있다.

[54] 결론적으로 1차측에서 제1 전압(V_A)과 제2 전압(V_{LR})이 위 수학적식 1의 관계를 만족하면, 2차측 누설 인덕터(L_{KS})에 인가되는 전압(V_{LKS})이 OV인 시점으로 판단할 수 있다.

[55] 그리고 2차측 누설 인덕터(L_{KS})에 인가되는 전압(V_{LKS})이 OV인 시점에 측정된 제1 전압(V_A)과 제2 전압(V_{LR})을 위 수학적식 2에 적용하여 출력 전압(V_O)을 계산할 수 있다.

[56] 도 8은 본 발명에 따른 LLC 공진 컨버터 출력 전압 센싱 방법의 정확도를 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.

[57] 도 8의 좌측은 $L_R=16\mu H$, $L_{KP}=5\mu H$, $L_M=200\mu H$, $L_{KS}=20nH$, 부하 100%인 조건에서 실제 출력 전압에 대한 그래프(1)와 위 수학적식 2에 의해 계산된 출력 전압에 대한 그래프(2)를 표시한 것이다.

[58] 도 8의 우측은 $L_R=16\mu H$, $L_{KP}=5\mu H$, $L_M=200\mu H$, $L_{KS}=20nH$, 부하 5%인 조건에서 실제 출력 전압에 대한 실제 출력 전압에 대한 그래프(3)와 위 수학적식 2에 의해 계산된 출력 전압에 대한 그래프(4)를 표시한 것이다.

[59] 도 8에서 확인할 수 있는 것처럼 위 수학적식 1에 의해 만족되는 2차측 누설 인덕터(L_{KS})에 인가되는 전압(V_{LKS})이 OV인 시점에 측정된 제1 전압(V_A)과 제2 전압(V_{LR})을 위 수학적식 2에 적용하여 계산된 출력 전압이 부하의 크기와 관계없이 서로 일치하는 것을 확인할 수 있다.

[60] 이상에서 설명된 실시예들은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치, 방법 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를

접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

- [61] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [62] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [63] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기를 기초로 다양한 기술적 수정 및 변형을 적용할 수 있다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여

대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 직류 전원의 양 전극 사이에 직렬로 연결된 제1 스위칭부 및 제2 스위칭부, 1차 권선과 2차 권선을 포함하는 변압기, 상기 제1 스위칭부와 상기 제2 스위칭부의 접점과 상기 1차 권선의 일단을 연결하는 공진 커패시터, 상기 제2 스위칭부와 상기 1차 권선의 타단을 연결하는 공진 인덕터, 상기 변압기의 2차측에서 출력되는 전압을 정류하여 출력하는 정류부, 상기 정류부의 출력 전압을 평활하여 출력하는 출력 커패시터를 포함하는 LLC 공진 컨버터의 출력 전압 센싱 방법에 있어서, 상기 변압기의 2차측 누설 인덕터에 인가되는 전압이 0V 인 시점을 감지하는 단계, 그리고
상기 변압기의 2차측 누설 인덕터에 인가되는 전압이 0V 인 시점에, 상기 공진 커패시터와 상기 1차 권선의 접점에서 측정되는 제1 전압(V_A)과 상기 공진 인덕터와 상기 1차 권선의 접점에서 측정되는 제2 전압(V_{LR})을 이용하여 상기 LLC 공진 컨버터의 출력 전압을 계산하는 단계를 포함하는 LLC 공진 컨버터의 출력 전압 센싱 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에서,
상기 제1 전압(V_A)과 상기 제2 전압(V_{LR})은,
상기 제2 스위칭부와 상기 공진 인덕터의 접점을 기준 전위로 하는 LLC 공진 컨버터의 출력 전압 센싱 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에서,
상기 변압기의 2차측 누설 인덕터에 인가되는 전압이 0V 인 시점은, 상기 제1 전압(V_A)과 상기 제2 전압(V_{LR})이 아래 수학식을 만족하는 시점으로 정해지고,

$$V_{LR} = \frac{L_R}{L_M + L_{KP} + L_R} V_A$$

여기서 L_R 은 상기 공진 인덕터의 인덕턴스, L_M 은 상기 변압기의 자화 인덕턴스, L_{KP} 는 상기 변압기의 1차측 누설 인덕턴스인 LLC 공진 컨버터의 출력 전압 센싱 방법.

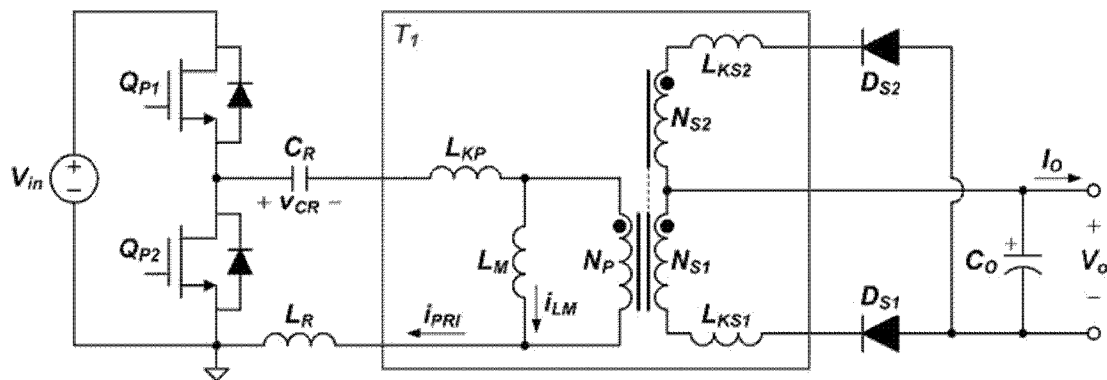
- [청구항 4] 제 3 항에서,
상기 LLC 공진 컨버터의 출력 전압(V_O)은 상기 출력 커패시터의 양 단의 전압으로 아래 수학식에 의해 계산되며,

$$V_O = \frac{1}{n} \left(V_A - \frac{L_{KP} + L_R}{L_R} V_{LR} \right)$$

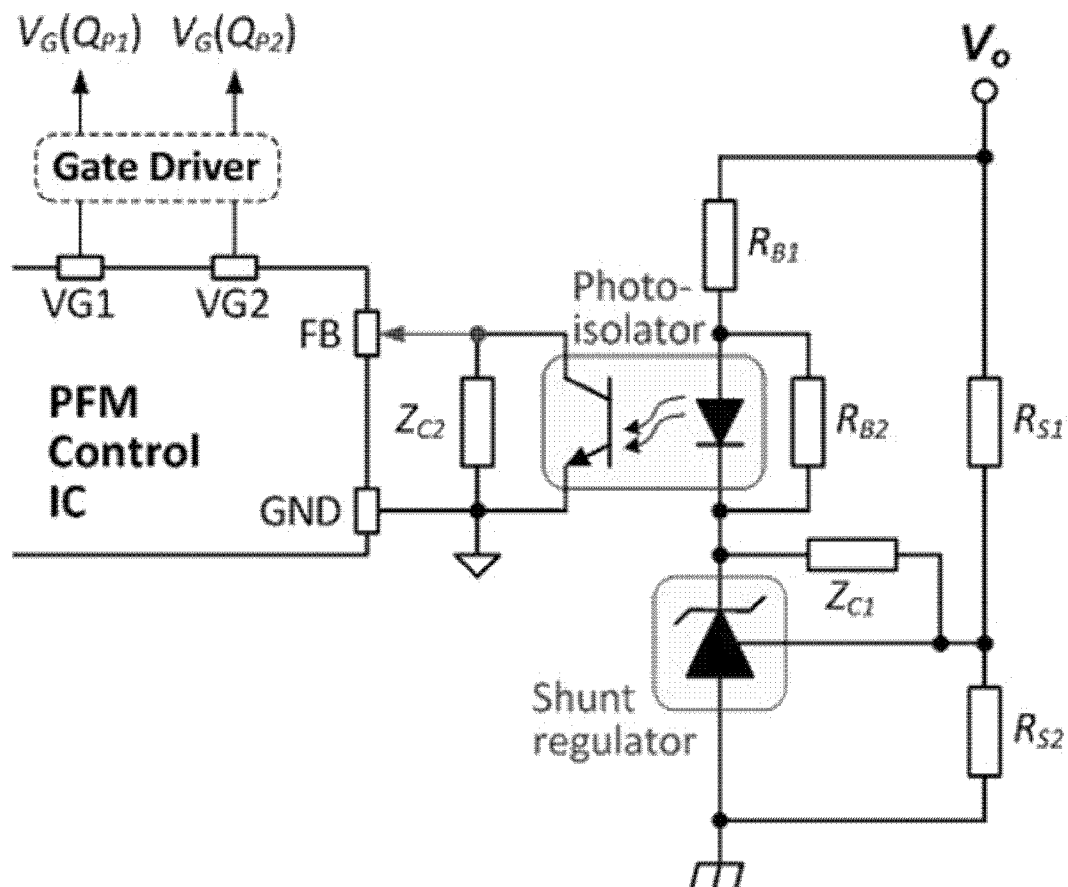
여기서 n 은 상기 1차 코일과 상기 2차 코일의 권선비인 LLC 공진 컨버터의 출력 전압 센싱 방법.

[청구항 5] 컴퓨터에 상기 제1항 내지 제4항 중 어느 한 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

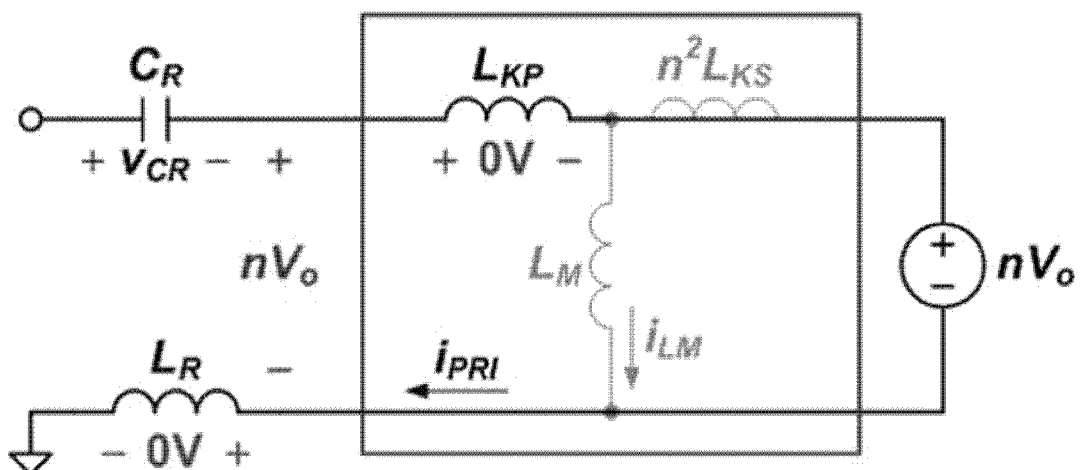
[도1]



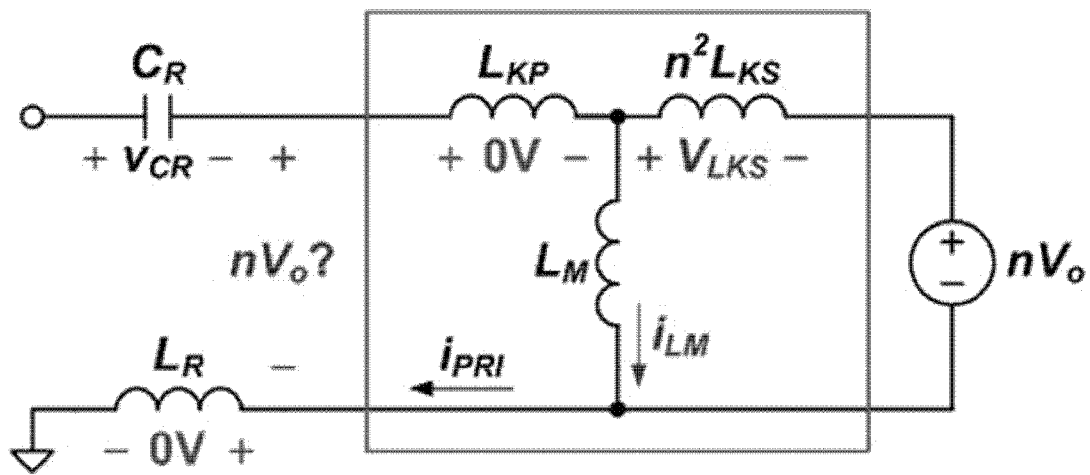
[도2]



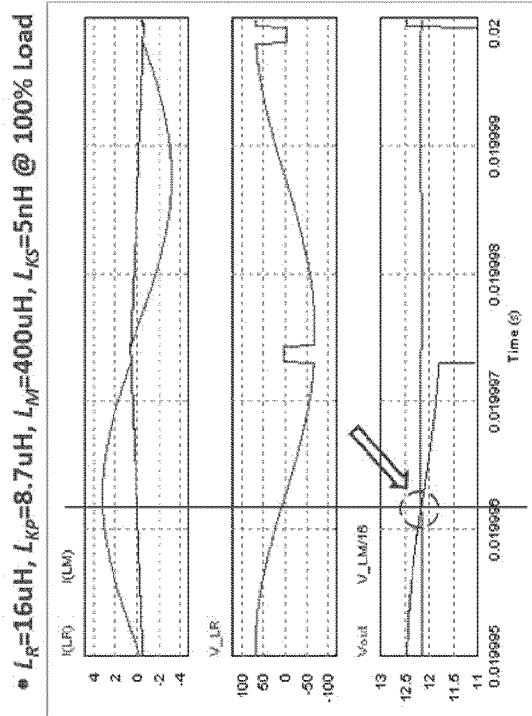
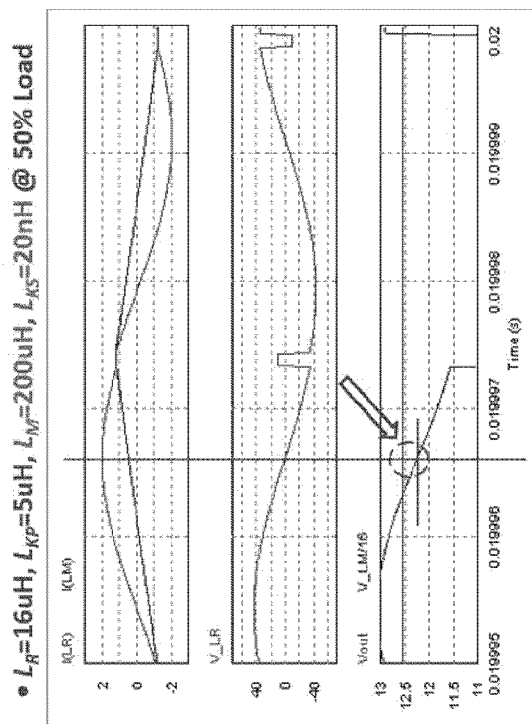
[도3]



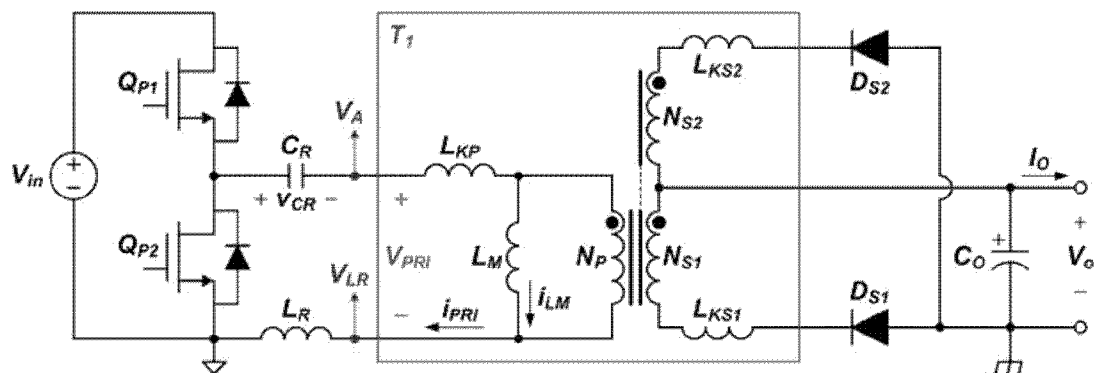
[도4]



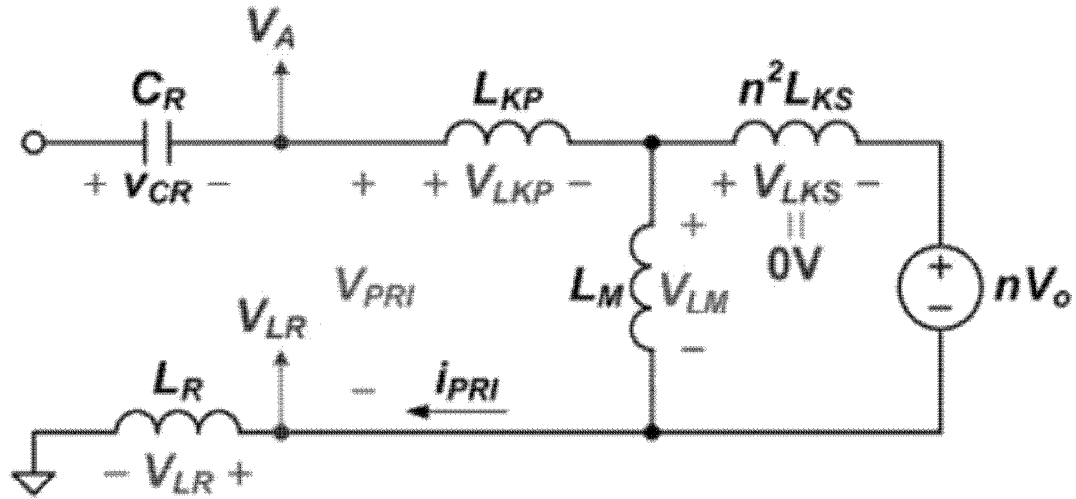
[도5]



[도6]

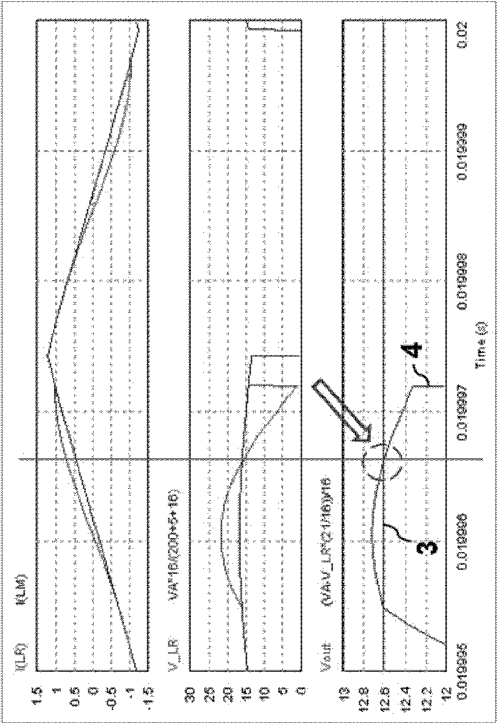


[도7]

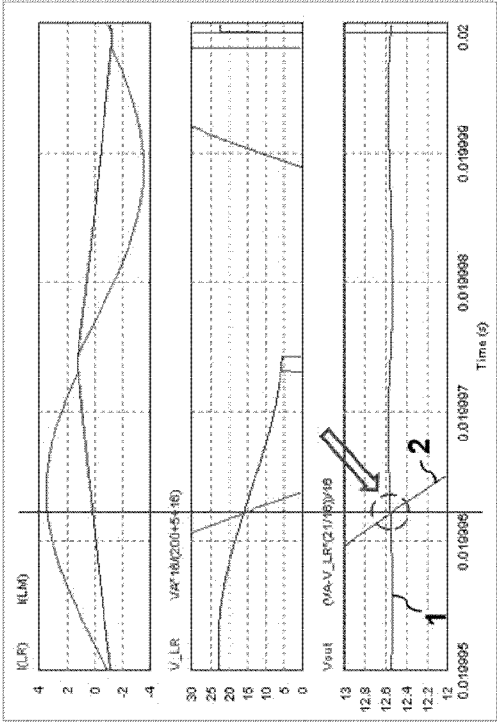


[도8]

• $L_R=16\mu\text{H}$, $L_{KP}=5\mu\text{H}$, $L_M=200\mu\text{H}$, $L_{KS}=20\text{nH}$ @ 5% Load



• $L_R=16\mu\text{H}$, $L_{KP}=5\mu\text{H}$, $L_M=200\mu\text{H}$, $L_{KS}=20\text{nH}$ @ 100% Load



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/016202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 19/22(2006.01)i; **G01R 31/62**(2020.01)i; **G01R 19/00**(2006.01)i; **G01R 19/175**(2006.01)i; **H02M 3/28**(2006.01)i; **H02M 3/335**(2006.01)i; **H02M 1/14**(2006.01)i; **H02M 1/08**(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)

G01R 19/22(2006.01); G01R 1/30(2006.01); H02M 1/00(2007.01); H02M 1/08(2006.01); H02M 1/42(2007.01); H02M 3/28(2006.01); H02M 7/44(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: 컨버터(converter), 스위칭(switching), 변압기(transformer), 누설 인덕터(leakage inductor)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2014-0128763 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 06 November 2014 (2014-11-06) See paragraphs [0037]-[0050] and figures 1-3c.	1-5
A	KR 10-2013-0081512 A (LG ELECTRONICS INC.) 17 July 2013 (2013-07-17) See paragraphs [0016]-[0019] and figure 4.	1-5
A	US 2013-0099788 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 25 April 2013 (2013-04-25) See paragraphs [0022]-[0026] and figure 2.	1-5
A	KR 10-2016-0126215 A (SOLUM CO., LTD.) 02 November 2016 (2016-11-02) See claims 7-14.	1-5
A	KR 10-2102924 B1 (KOREA ELECTROTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 21 April 2020 (2020-04-21) See claims 1-6 and figure 1.	1-5



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

11 April 2022

Date of mailing of the international search report

11 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/KR2021/016202

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
KR	10-2014-0128763	A	06 November 2014	KR	10-1532131	B1	26 June 2015		
				US	2014-0321168	A1	30 October 2014		
				US	9287794	B2	15 March 2016		
KR	10-2013-0081512	A	17 July 2013	KR	10-1303165	B1	09 September 2013		
US	2013-0099788	A1	25 April 2013	CN	103076580	A	01 May 2013		
				CN	103076580	B	03 February 2016		
				US	9322890	B2	26 April 2016		
KR	10-2016-0126215	A	02 November 2016	None					
KR	10-2102924	B1	21 April 2020	WO	2021-049720	A1	18 March 2021		

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01R 19/22(2006.01)i; G01R 31/62(2020.01)i; G01R 19/00(2006.01)i; G01R 19/175(2006.01)i; H02M 3/28(2006.01)i; H02M 3/335(2006.01)i; H02M 1/14(2006.01)i; H02M 1/08(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01R 19/22(2006.01); G01R 1/30(2006.01); H02M 1/00(2007.01); H02M 1/08(2006.01); H02M 1/42(2007.01); H02M 3/28(2006.01); H02M 7/44(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: 컨버터(converter), 스위칭(switching), 변압기(transformer), 누설 인덕터(leakage inductor)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2014-0128763 A (삼성전기주식회사) 2014.11.06 단락 [37]-[50] 및 도면 1-3c	1-5
A	KR 10-2013-0081512 A (엘지전자 주식회사) 2013.07.17 단락 [16]-[19] 및 도면 4	1-5
A	US 2013-0099788 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2013.04.25 단락 [22]-[26] 및 도면 2	1-5
A	KR 10-2016-0126215 A (주식회사 솔루엠) 2016.11.02 청구항 7-14	1-5
A	KR 10-2102924 B1 (한국전기연구원) 2020.04.21 청구항 1-6 및 도면 1	1-5
☐ 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 2022년04월11일(11.04.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년04월11일(11.04.2022)
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
KR 10-2014-0128763 A	2014/11/06	KR 10-1532131 B1	2015/06/26
		US 2014-0321168 A1	2014/10/30
		US 9287794 B2	2016/03/15
KR 10-2013-0081512 A	2013/07/17	KR 10-1303165 B1	2013/09/09
US 2013-0099788 A1	2013/04/25	CN 103076580 A	2013/05/01
		CN 103076580 B	2016/02/03
		US 9322890 B2	2016/04/26
KR 10-2016-0126215 A	2016/11/02	없음	
KR 10-2102924 B1	2020/04/21	WO 2021-049720 A1	2021/03/18