

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 11월 14일 (14.11.2019) WIPO | PCT



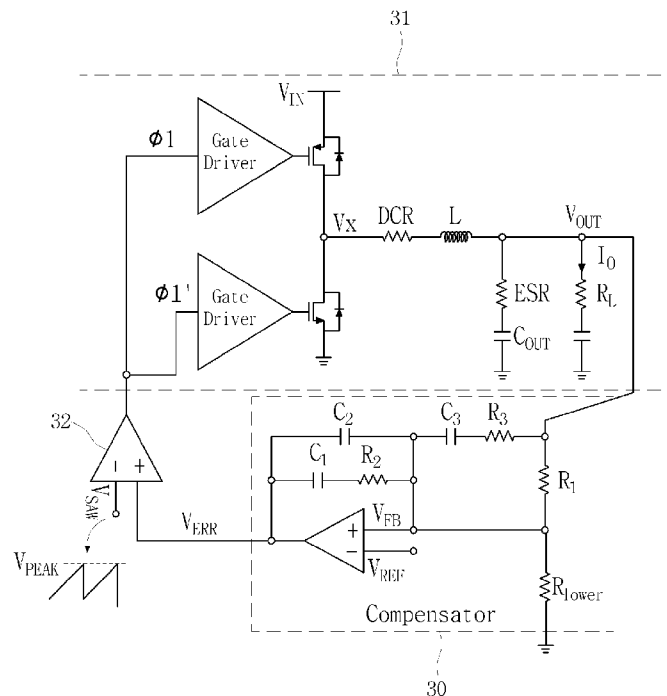
(10) 국제공개번호
WO 2019/216486 A1

- (51) 국제특허분류: *H02M 3/156* (2006.01) *H02M 1/00* (2007.01) **Woojin**; 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR).
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/008952 (74) 대리인: 오위환 (**OH, Wihwan**); 06542 서울시 서초구 강남대로79길 59, 4층 (반포동, 세로나빌딩), Seoul (KR).
- (22) 국제출원일: 2018년 8월 7일 (07.08.2018)
- (25) 출원언어: 한국어 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2018-0054215 2018년 5월 11일 (11.05.2018) KR
- (71) 출원인: 울산과학기술원 (**UNIST(ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)**) [KR/KR]; 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR).
- (72) 발명자: 이명희 (**LEE, Myunghee**); 44919 울산시 울주군 언양읍 유니스트길 50, Ulsan (KR). 홍우진 (**HONG,**

(54) Title: APPARATUS FOR CONTROLLING PFM OPERATION OF DC-DC BUCK CONVERTER BY USING INTERNAL PARASITIC VOLTAGE

(54) 발명의 명칭: 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벅 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치

[도3]



(57) Abstract: The present invention relates to an apparatus for controlling a PFM operation of a DC-DC buck converter by using an internal parasitic voltage, the apparatus implementing a PFM-mode operation by indirectly measuring a load current through measurement of a voltage (V_{ERR}) parasitically generated inside a voltage-mode buck converter during implementation of the voltage-mode buck converter, and comprising: a compensator for indirectly measuring a load current by measuring an internal parasitic voltage (V_{ERR}), which is a voltage parasitically generated inside a DC-DC converter when the DC-DC converter operates as the voltage-mode buck converter; and a comparator for allowing an output internal parasitic voltage (V_{ERR}) of the compensator to be inputted in a

[다음 쪽 계속]



WO 2019/216486 A1

(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))

non-inverted terminal (+) thereof and an output (f_{SAW}) of a voltage-controlled triangular wave generator to be inputted in an inverted terminal (-) thereof such that the DC-DC converter operates in a PFM-mode.

(57) 요약서: 본 발명은 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 PFM 모드 동작을 구현하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치에 관한 것으로, DC-DC 컨버터가 전압모드 벡 컨버터로의 동작시에 기생적으로 내부에 생기는 전압인 내부 기생 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하는 보상기; 상기 보상기의 출력 내부 기생 전압(V_{ERR})이 비반전 단자(+)로 입력되고, 반전 단자(-)로 전압-제어 삼각파형 발생기의 출력(f_{SAW})이 입력되어 DC-DC 컨버터가 PFM 모드 동작을 하도록 하는 비교기;를 포함하는 것이다.

명세서

발명의 명칭: 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 DC-DC 벡 컨버터에 관한 것으로, 구체적으로 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 PFM 모드 동작을 구현하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 DC-DC 컨버터는 임의의 입력 전압에서 부하에서 요구하는 전압으로 가공하여 낮은 리플의 조절된 전압(Regulated voltage)을 출력하는 장치로서, 전자 기기에 공급 전압을 제공하기 위해 많이 사용된다.
- [3] DC-DC 컨버터는 구동 방식에 따라 직접적으로 전압을 변환하는 선형(Linear) 방식과, 출력으로 전달되는 펄스의 폭을 조절하여 전압을 변환하는 스위칭 방식이 있다.
- [4] 이 중 효율이 높은 스위칭 방식의 컨버터가 널리 사용된다.
- [5] 스위칭 방식 컨버터는 입력 전압과 출력 전압의 관계에 따라 벡, 부스트, 벡/부스트로 나뉜다. 그중 입력 전압보다 낮은 출력 전압으로 가공하는 장치를 벡 컨버터라고 한다.
- [6] 벡 컨버터에는 빠른 과도 응답 특성 및 넓은 부하 범위에서 높은 에너지 효율이 요구된다.
- [7] 그리고 스위칭 신호 즉, PWM 신호를 만드는 방법에 따라 크게 전압모드, 전류모드, 전압 모드 히스테리틱, 전류 모드 히스테리틱 제어로 나뉜다.
- [8] 도 1은 PWM 모드에서 부하전류에 따른 컨버터 효율을 나타낸 그래프이고, 도 2는 종래 기술의 전류 측정 방식을 나타낸 회로 구성도이다.
- [9] 구체적으로 벡 컨버터는 높은 DC 입력전압을 받아서, 입력전압보다 낮은 DC 출력전압을 내보내는 컨버터이다.
- [10] PMOS & NMOS의 스위칭을 이용하여 입력전압(V_{IN})이나 부하 전류(I_O)의 변화에 상관없이 안정적인 DC 출력전압을 내보내기 때문에 스위치-모드 파워 서플라이 라고 불리며, 단순히 DC-DC 벡 컨버터라고도 불린다.
- [11] DC-DC 벡 컨버터는 Pulse-Width Modulation(PWM) 방식으로 동작을 하게 되는데, 이 방식은 특정하게 정해진 스위칭 주파수(f_{sw})로 MOSFET을 스위칭 하며 컨버터를 동작시키는 원리이다.
- [12] 하지만, 도 1에서와 같이, 부하 전류가 점점 낮아짐에 따라서 컨버터의 전력 손실이 높아지며 전체 효율이 감소하는 것을 볼 수 있다.
- [13] 따라서 Pulse-Frequency Modulation(PFM) 방식으로 이를 극복할 수 있는데,

PFM 방식은 부하전류를 측정하여 부하전류가 낮아지면 그에 따라 스위칭 주파수를 낮추어서 전력 효율을 최대화 하는 기법이다.

[14] 도 2는 PFM 방식을 구현하는 기존 부하전류 측정 방식의 개념도이다.

[15] P MOSFET의 100 분의 1 사이즈로 복사하여 P MOSFET에 흐르는 전류(I_p)를 측정하는 것이다.

[16] 복사된 전류는 측정 저항(R_{SEN})에 흐르게 되어 측정 전압(V_{SEN})을 통해 부하전류의 양을 알 수 있다. 하지만 100분의 1 사이즈의 MOSFET이 추가로 필요하고, 그에 따른 필요 없는 전류손실($I_p/100$)이 발생하여 컨버터의 효율을 감소시킨다.

[17] 또한, MOSFET의 준-리니어 특성에 따라 전류를 정확히 100분의 1로 측정할 수 없다는 문제도 있다.

[18] 현재, 휴대폰, 카메라, 노트북, 게임기, PMP, MP3, PDA, 캠코더 등과 같은 모바일기기에서 DC 전압을 만들어주기 위한 DC-DC 컨버터의 사용이 증가하고 있고, 사용할 전원전압과 전원전류용량에 따라서 DC-DC 변환기의 종류를 선택하여 최적의 효율, 가격, 부피 등의 특성에 맞도록 설계되는 것이 요구되고 있는 추세이다.

[19] 따라서, 전류 손실이 없고, DC-DC 컨버터에서 효율을 높일 수 있는 새로운 기술의 개발이 요구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[20] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 DC-DC 벡 컨버터의 문제를 해결하기 위한 것으로, 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 PFM 모드 동작을 구현하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[21] 본 발명은 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압인 V_{ERR} 을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 이를 전압-제어 삼각파형 발생기의 입력 전압으로 사용하여 PFM 동작을 구현할 수 있도록 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[22] 본 발명은 V_{FREQ} 전압이 작아짐에 따라 삼각파형의 주파수 또한 같은 비율로 느려지는 것을 이용하여, V_{ERR} 와 V_{FREQ} 를 서로 연결하고 $V_{ERR} = V_{FREQ}$, $f_{SAW} = f_{SW}$ 조건이 성립하여 부하 전류가 작아짐에 따라 스위칭 주파수가 느려지는 PFM 모드 동작을 구현하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[23] 본 발명은 전압-모드 벡 컨버터의 기생적으로 생기는 전압을 측정하여 PFM 모드 동작을 가능하도록 하여 추가적인 PMOS MOSFET 스위치가 필요로 하지

않아 전류 손실이 없고, 컨버터의 효율을 극대화 할 수 있도록 한 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벅 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[24] 본 발명은 기생적으로 생기는 전압을 이용하여 PFM 모드 동작을 구현하는 것에 의해 DC-DC 컨버터에 해당 기술을 적용하는 것에 제한이 없고, 칩 면적을 줄일 수 있도록 한 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벅 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

[25] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[26] 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벅 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치는 DC-DC 컨버터가 전압모드 벅 컨버터로의 동작시에 기생적으로 내부에 생기는 전압인 내부 기생 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하는 보상기; 상기 보상기의 출력 내부 기생 전압(V_{ERR})이 비반전 단자(+)로 입력되고, 반전 단자(-)로 전압-제어 삼각파형 발생기의 출력(f_{SAW})이 입력되어 DC-DC 컨버터가 PFM 모드 동작을 하도록 하는 비교기;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[27] 여기서, 상기 전압-제어 삼각파형 발생기는, LPF(Low-pass Filter) 구조를 갖고 입력부분에 들어오는 노이즈를 제거하기 위하여 입력 전압(V_{FREQ})을 필터링하는 입력전압 필터링부와, 입력전압 필터링부에서 필터링된 입력전압에 의해 기준 전류(I_{SAW})를 생성하는 기준전류 생성부와, 기준 전류(I_{SAW})를 전류 거울을 통해서 축전기(C_{SAW})에 흐르게 하여 삼각파형을 출력하는 삼각파형 출력부와, 일정 시간 지연으로 전압-제어 삼각파형 발생기가 정상적으로 동작할 수 있도록 하는 지연기와, 펄스를 발생시켜 삼각파형이 정상적으로 만들어지도록 하는 펄스 발생기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[28] 그리고 기생 전압(V_{ERR})은 DCM(Discontinuous Conduction Mode)에서 DC-DC 부하 전류와의 관계가,

[29]

$$V_{ERR} = V_{PEAK} \sqrt{\frac{2Lf_{SW}I_{LOAD}}{V_{IN}}} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN} - V_{OUT}} \right)$$

으로 정의되고,

[30] 여기서, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최댓값, V_{IN} 은 DC-DC 입력 전압, V_{OUT} 은 DC-DC 출력 전압, I_{LOAD} 는 DC-DC 부하 전류, L 은 인덕턴스, f_{SW} 는 스위칭 주파수인 것을 특징으로 한다.

[31] 그리고 기생 전압(V_{ERR})은 DCM(Discontinuous Conduction Mode)에서 DC-DC 부하 전류와 서로 1:1의 관계인 것을 이용하여, V_{ERR} 을 측정하여 부하 전류를

측정하고 이를 전압-제어 삼각파형 발생기의 입력 전압으로 사용하는 것을 특징으로 한다.

[32] 그리고 전압-제어 삼각파형 발생기의 출력(f_{SAW})은,

[33]

$$f_{SAW} = \frac{V_{FREQ}}{R_{SAW} C_{SAW} V_{PEAK}}$$

으로 정의되고,

[34] 여기서, V_{FREQ} 는 입력 전압, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최대값, R_{SAW} 는 저항, C_{SAW} 는 축전용량인 것을 특징으로 한다.

[35] 그리고 입력 전압(V_{FREQ})에 따라서 삼각 파형의 주파수(f_{SAW})가 비례하여 변화하며, V_{FREQ} 전압이 작아짐에 따라 삼각파형의 주파수 또한 같은 비율로 느려지는 것을 특징으로 한다.

[36] 그리고 V_{ERR} 와 V_{FREQ} 를 서로 연결하면 $V_{ERR} = V_{FREQ}$, $f_{SAW} = f_{SW}$ 조건이 성립하여,

[37]

$$V_{ERR} = V_{PEAK} \frac{1}{R_{SAW} C_{SAW}} \frac{2LI_{LOAD}}{V_{IN}} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN} - V_{OUT}} \right)$$

으로 정의되고,

[38] V_{ERR} 와 I_{LOAD} 는 제곱근의 관계에서 선형 관계로 바뀌어 부하 전류가 작아짐에 따라 스위칭 주파수가 느려지는 PFM 모드 동작을 구현하고, 여기서, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최대값, V_{IN} 은 DC-DC 입력 전압, V_{OUT} 은 DC-DC 출력 전압, I_{LOAD} 는 DC-DC 부하 전류, L 은 인덕턴스, f_{SW} 는 스위칭 주파수인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[39] 이와 같은 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치는 다음과 같은 효과를 갖는다.

[40] 첫째, 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 PFM 모드 동작을 구현할 수 있다.

[41] 둘째, 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압인 V_{ERR} 을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 이를 전압-제어 삼각파형 발생기의 입력 전압으로 사용하여 PFM 동작을 구현할 수 있어 컨버터 효율을 높일 수 있다.

[42] 셋째, 전압-모드 벡 컨버터의 기생적으로 생기는 전압을 측정하여 PFM 모드 동작을 가능하도록 하여 추가적인 PMOS MOSFET 스위치가 필요로 하지 않아 전류 손실이 없고, 컨버터의 효율을 극대화 할 수 있다.

[43] 넷째, 기생적으로 생기는 전압을 이용하여 PFM 모드 동작을 구현하는 것에

의해 DC-DC 컨버터에 해당 기술을 적용하는 것에 제한이 없고, 칩 면적을 줄일 수 있어 생산성을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [44] 도 1은 PWM 모드에서 부하전류에 따른 컨버터 효율을 나타낸 그래프
- [45] 도 2는 종래 기술의 전류 측정 방식을 나타낸 회로 구성도
- [46] 도 3은 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치의 구성도
- [47] 도 4는 부하 전류에 따른 V_{ERR} 그래프
- [48] 도 5는 전압-제어 삼각파형 발생기의 회로 구성도
- [49] 도 6은 V_{FREQ} 전압에 따른 삼각파형 주파수의 변화 특성을 나타낸 그래프
- [50] 도 7과 도 8은 전압-제어 삼각파형 연결 후 부하전류와 V_{ERR} , f_{SW} 의 관계를 나타낸 그래프

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [51] 이하, 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치의 바람직한 실시 예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [52] 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시 예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- [53] 도 3은 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치의 구성도이다.
- [54] 본 발명은 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압인 V_{ERR} 을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 이를 전압-제어 삼각파형 발생기의 입력 전압으로 사용하여 PFM 동작을 구현할 수 있도록 한 것이다.
- [55] 이를 위하여, V_{FREQ} 전압이 작아짐에 따라 삼각파형의 주파수 또한 같은 비율로 느려지는 것을 이용하여, V_{ERR} 와 V_{FREQ} 를 서로 연결하고 $V_{ERR} = V_{FREQ}$, $f_{SAW} = f_{SW}$ 조건이 성립하여 부하 전류가 작아짐에 따라 스위칭 주파수가 느려지는 PFM 모드 동작을 구현하는 구성을 포함할 수 있다.
- [56] 본 발명은 전압-모드 벡 컨버터의 기생적으로 생기는 전압을 측정하여 PFM 모드 동작을 가능하도록 하여 추가적인 PMOS MOSFET 스위치가 필요로 하지 않아 전류 손실이 없고, 컨버터의 효율을 극대화 할 수 있도록 한 것으로 구체적인 구성은 다음과 같다.
- [57] 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치는 DC-DC 컨버터(31)가 전압모드 벡 컨버터로의 동작시에 기생적으로 내부에 생기는 전압인 내부 기생 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하는 보상기(30)와, 보상기(30)의 출력 내부 기생 전압(V_{ERR})이 비반전 단자(+)로 입력되고, 반전 단자(-)로 전압-제어 삼각파형 발생기의 출력(f_{SAW})이 입력되어 DC-DC 컨버터(31)가 PFM 모드 동작을 하도록 하는 비교기(32)를

포함한다.

[58] 여기서, 전압-제어 삼각파형 발생기의 상세 구조는 다음과 같다.

[59] 도 4는 부하 전류에 따른 V_{ERR} 그래프이고, 도 5는 전압-제어 삼각파형 발생기의 회로 구성도이다.

[60] 전압-제어 삼각파형 발생기는 삼각파형의 주파수(f_{SAW})를 출력하는 것으로, 도 5에서와 같이, 축전기(C_C)를 사용하는 LPF(Low-pass Filter) 구조를 갖고 입력부분에 들어오는 노이즈를 제거하기 위하여 입력 전압(V_{FREQ})을 필터링하는 입력전압 필터링부(51)와, 입력전압 필터링부(51)에서 필터링된 입력전압에 의해 기준 전류(I_{SAW})를 생성하는 기준전류 생성부(52)와, 기준 전류(I_{SAW})를 전류 거울을 통해서 축전기(C_{SAW})에 흐르게 하여 삼각파형을 출력하는 삼각파형 출력부(53)와, 일정 시간 지연으로 전압-제어 삼각파형 발생기가 정상적으로 동작할 수 있도록 하는 지연기(54)와, 펄스를 발생시켜 삼각파형이 정상적으로 만들어지도록 하는 펄스 발생기(55)를 포함한다.

[61] 이와 같은 구조를 갖는 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치는 PMOS MOSFET을 추가하여 부하 전류를 측정하는 것이 아닌, 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압인 V_{ERR} 을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하는 것이다.

[62] 기생 전압(V_{ERR})은 보상기(Compensator)(30)의 출력 전압으로, 보상기(30)는 Feedback network(귀환 회로)로 이루어진 회로를 안정화시키기 위해 필수적으로 필요한 구성이다.

[63] 또한, 기생 전압(V_{ERR})은 DCM(Discontinuous Conduction Mode)에서 부하 전류와 수학식 1에서와 같은 관계를 갖는다.

[64] [수식1]

$$V_{ERR} = V_{PEAK} \sqrt{\frac{2Lf_{sw}I_{LOAD}}{V_{IN}} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN} - V_{OUT}} \right)}$$

[65] 여기서, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최대값, V_{IN} 은 DC-DC 입력 전압, V_{OUT} 은 DC-DC 출력 전압, I_{LOAD} 는 DC-DC 부하 전류, L 은 인덕턴스, f_{sw} 는 스위칭 주파수이다.

[66] 도 4는 부하전류에 따른 V_{ERR} 의 그래프를 나타낸 것이다.

[67] DCM(Discontinuous Conduction Mode)에서 서로 1:1의 관계가 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 V_{ERR} 을 측정하여 부하 전류를 측정할 수 있으며, 이를 전압-제어 삼각파형 발생기의 입력 전압으로 사용하여 PFM 동작을 할 수 있다.

[68] 도 5에서와 같이, 전압-제어 삼각파형 발생기는 큰 축전용량을 가진 축전기(C_C)를 사용하여 Low-pass Filter (LPF)를 구현하여 만들어 입력 전압(V_{FREQ})을 필터링한다.

[69] 필터링된 입력전압은 안정적인 기준 전류(I_{SAW})를 만들어내고, 전류 거울을 통해서 축전기(C_{SAW})에 흐르게 되어 삼각파형을 만들어 낸다.

- [70] 또한, 비교기, 지연기(Delay cell), 펄스 발생기(Pulse Generator)를 통해 일정한 주파수를 갖는 삼각파형을 만들어 낸다.
- [71] 따라서, 전압-제어 삼각파형 발생기는 입력 전압(V_{FREQ})에 따라 삼각파형의 주파수(f_{SAW})가 결정되며, 그 주파수는 수학식 2에서와 같다.
- [72] [수식2]

$$f_{SAW} = \frac{V_{FREQ}}{R_{SAW} C_{SAW} V_{PEAK}}$$

- [73] 여기서, V_{FREQ} 는 입력 전압, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최댓값, R_{SAW} 는 저항, C_{SAW} 는 축전용량이다.
- [74] 입력 전압(V_{FREQ})에 따라서 삼각파형의 주파수(f_{SAW})가 비례하여 변화하며, 도 6은 V_{FREQ} 의 전압에 따른 삼각파형의 변화를 나타낸다.
- [75] V_{FREQ} 전압이 작아짐에 따라 삼각파형의 주파수 또한 같은 비율로 느려지는 것을 확인할 수 있다. 따라서 V_{ERR} 와 V_{FREQ} 를 서로 연결하면 $V_{ERR} = V_{FREQ}$, $f_{SAW} = f_{sw}$ 조건이 성립하며 이는 수학식 3에서와 같이 정의된다.
- [76] [수식3]

$$V_{ERR} = V_{PEAK} \frac{1}{R_{SAW} C_{SAW}} \frac{2LI_{LOAD}}{V_{IN}} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN} - V_{OUT}} \right)$$

- [77] V_{ERR} 와 I_{LOAD} 는 제곱근의 관계에서 선형 관계로 바뀌며, 도 7과 도 8에서와 같이, 부하 전류가 작아짐에 따라 자연스럽게 스위칭 주파수가 느려지는 PFM 모드 동작을 구현할 수 있다.
- [78] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치는 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 PFM 모드 동작을 구현하는 것이다.
- [79] 본 발명은 전압-모드 벡 컨버터의 기생적으로 생기는 전압을 측정하여 PFM 모드 동작을 가능케 하며, 추가적인 PMOS MOSFET 스위치가 필요하지 않기 때문에 낭비되는 전류 손실이 없다.
- [80] 결국 컨버터의 효율을 극대화할 수 있으며 DC-DC 컨버터에서 효율을 극대화하는 것은 가장 중요한 요소라 할 수 있다. 또한, 기생적으로 생기는 전압을 이용하기 때문에 방식의 도입이 편리하다는 장점이 있고, 칩 면적을 줄여주어 결국 생산성의 향상도 기대할 수 있다.
- [81] 이상에서의 설명에서와 같이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는

- 범위에서 변형된 형태로 본 발명이 구현되어 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [82] 그러므로 명시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구 범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

- [83] 본 발명은 DC-DC 벡 컨버터에 관한 것으로, 구체적으로 전압모드 벡 컨버터를 구현할 시 기생적으로 내부에 생기는 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하여 PFM 모드 동작을 구현하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치에 관한 것이다.
- [84]

청구범위

- [청구항 1] DC-DC 컨버터가 전압모드 벡 컨버터로의 동작시에 기생적으로 내부에 생기는 전압인 내부 기생 전압(V_{ERR})을 측정하여 간접적으로 부하전류를 측정하는 보상기;
상기 보상기의 출력 내부 기생 전압(V_{ERR})이 비반전 단자(+)로 입력되고, 반전 단자(-)로 전압-제어 삼각파형 발생기의 출력(f_{SAW})이 입력되어 DC-DC 컨버터가 PFM 모드 동작을 하도록 하는 비교기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 전압-제어 삼각파형 발생기는, LPF(Low-pass Filter) 구조를 갖고 입력부분에 들어오는 노이즈를 제거하기 위하여 입력 전압(V_{FREQ})을 필터링하는 입력전압 필터링부와, 입력전압 필터링부에서 필터링된 입력전압에 의해 기준 전류(I_{SAW})를 생성하는 기준전류 생성부와, 기준 전류(I_{SAW})를 전류 거울을 통해서 축전기(C_{SAW})에 흐르게 하여 삼각파형을 출력하는 삼각파형 출력부와, 일정 시간 지연으로 전압-제어 삼각파형 발생기가 정상적으로 동작할 수 있도록 하는 지연기와, 펄스를 발생시켜 삼각파형이 정상적으로 만들어지도록 하는 펄스 발생기를 포함하는 것을 특징으로 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 기생 전압(V_{ERR})은 DCM(Discontinuous Conduction Mode)에서 DC-DC 부하 전류와의 관계가,

$$V_{ERR} = V_{PEAK} \sqrt{\frac{2Lf_{SW}I_{LOAD}}{V_{IN}} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN} - V_{OUT}} \right)}$$

으로 정의되고,

여기서, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최대값, V_{IN} 은 DC-DC 입력 전압, V_{OUT} 은 DC-DC 출력 전압, I_{LOAD} 는 DC-DC 부하 전류, L 은 인덕턴스, f_{SW} 는 스위칭 주파수인 것을 특징으로 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치.

- [청구항 4] 제 3 항에 있어서, 기생 전압(V_{ERR})은 DCM(Discontinuous Conduction Mode)에서 DC-DC 부하 전류와 서로 1:1의 관계인 것을 이용하여, V_{ERR} 을 측정하여 부하 전류를 측정하고 이를 전압-제어 삼각파형 발생기의 입력 전압으로 사용하는 것을 특징으로 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벡 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치.

- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 전압-제어 삼각파형 발생기의 출력(f_{SAW})은,

$$f_{SAW} = \frac{V_{FREQ}}{R_{SAW} C_{SAW} V_{PEAK}}$$

으로 정의되고,

여기서, V_{FREQ} 는 입력 전압, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최댓값, R_{SAW} 는 저항, C_{SAW} 는 축전용량인 것을 특징으로 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벅 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치.

[청구항 6] 제 5 항에 있어서, 입력 전압(V_{FREQ})에 따라서 삼각 파형의 주파수(f_{SAW})가 비례하여 변화하며, V_{FREQ} 전압이 작아짐에 따라 삼각파형의 주파수 또한 같은 비율로 느려지는 것을 특징으로 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벅 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치.

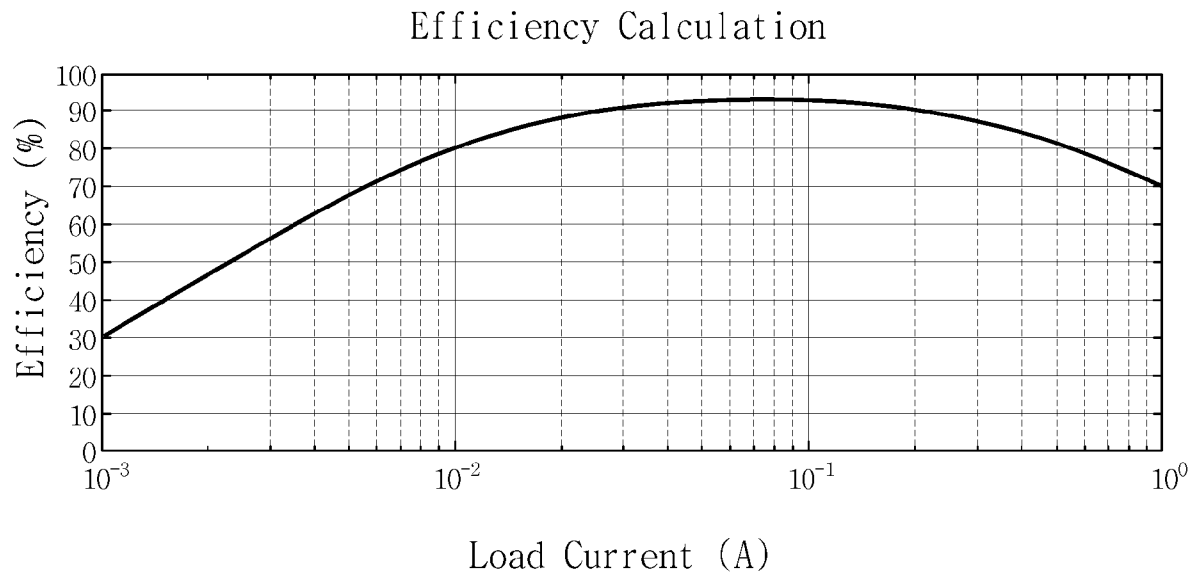
[청구항 7] 제 5 항에 있어서, V_{ERR} 와 V_{FREQ} 를 서로 연결하면 $V_{ERR} = V_{FREQ}$, $f_{SAW} = f_{SW}$ 조건이 성립하여,

$$V_{ERR} = V_{PEAK} \frac{1}{R_{SAW} C_{SAW}} \frac{2LI_{LOAD}}{V_{IN}} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN} - V_{OUT}} \right)$$

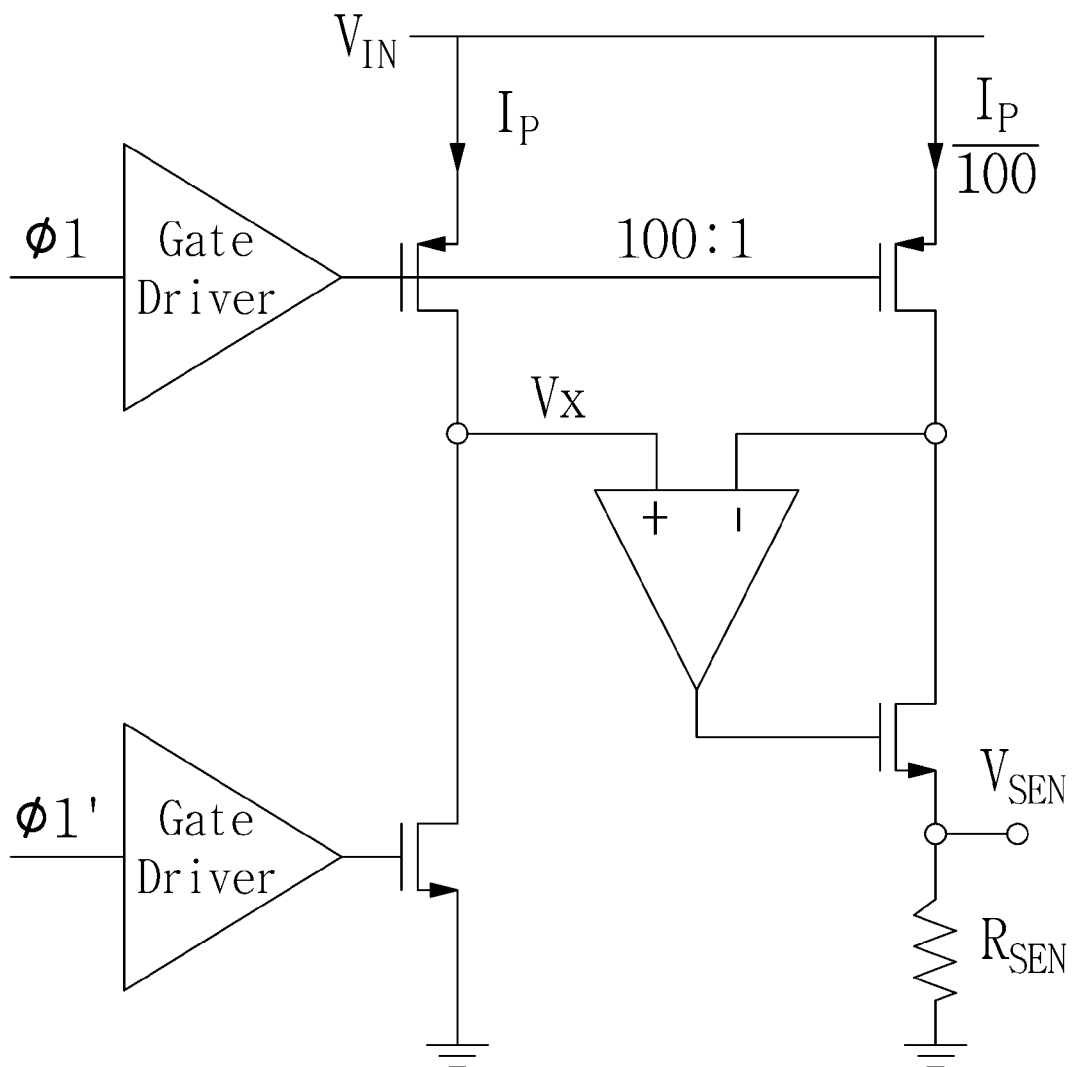
으로 정의되고,

V_{ERR} 와 I_{LOAD} 는 제곱근의 관계에서 선형 관계로 바뀌어 부하 전류가 작아짐에 따라 스위칭 주파수가 느려지는 PFM 모드 동작을 구현하고, 여기서, V_{PEAK} 는 삼각파형의 최댓값, V_{IN} 은 DC-DC 입력 전압, V_{OUT} 은 DC-DC 출력 전압, I_{LOAD} 는 DC-DC 부하 전류, L 은 인덕턴스, f_{SW} 는 스위칭 주파수인 것을 특징으로 하는 내부 기생 전압을 이용한 DC-DC 벅 컨버터의 PFM 동작 제어를 위한 장치.

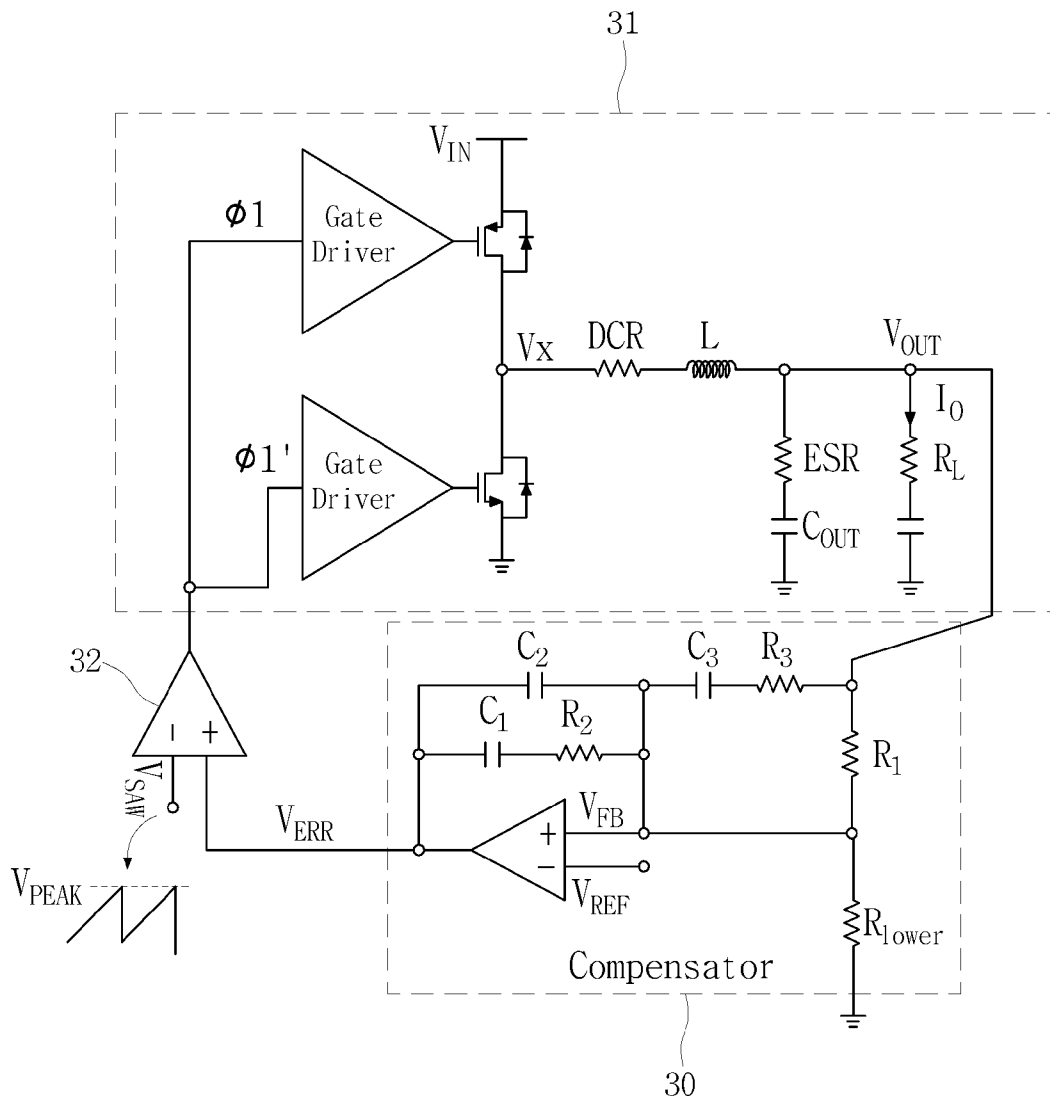
[도1]



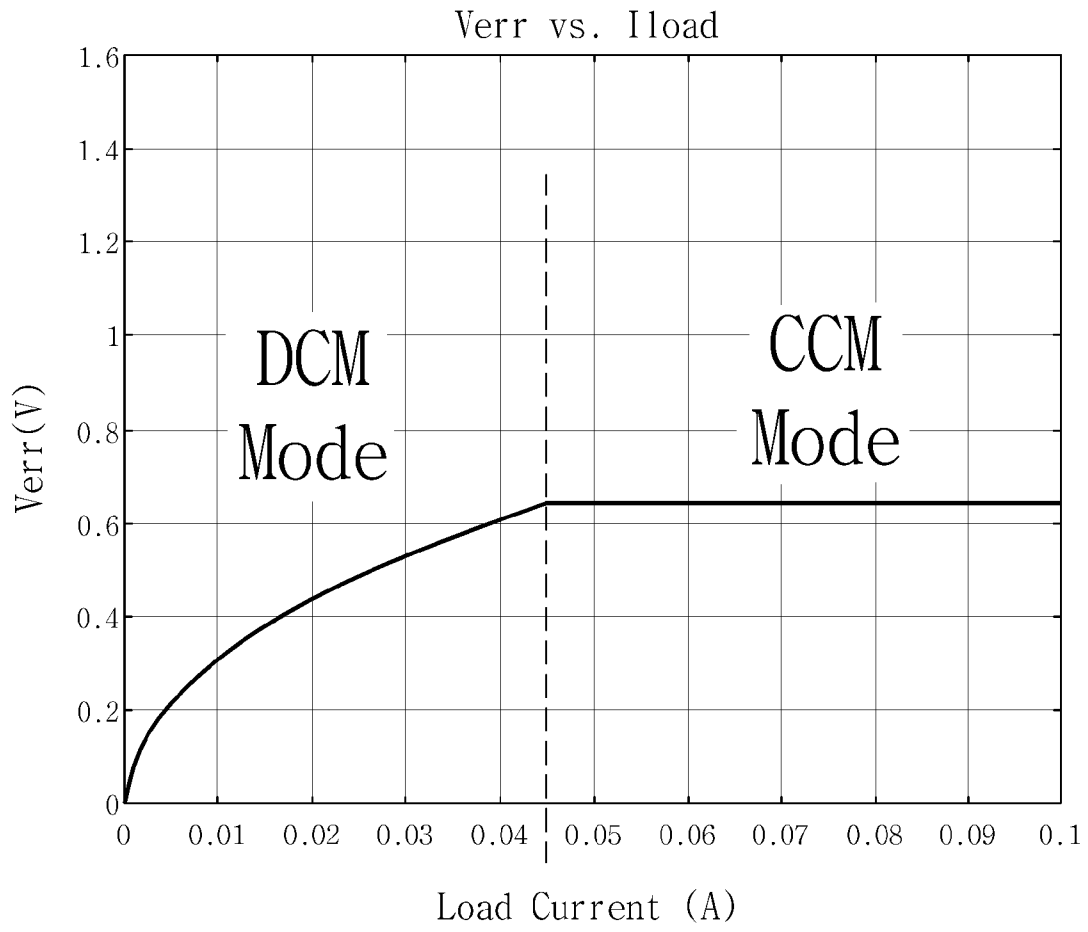
[도2]



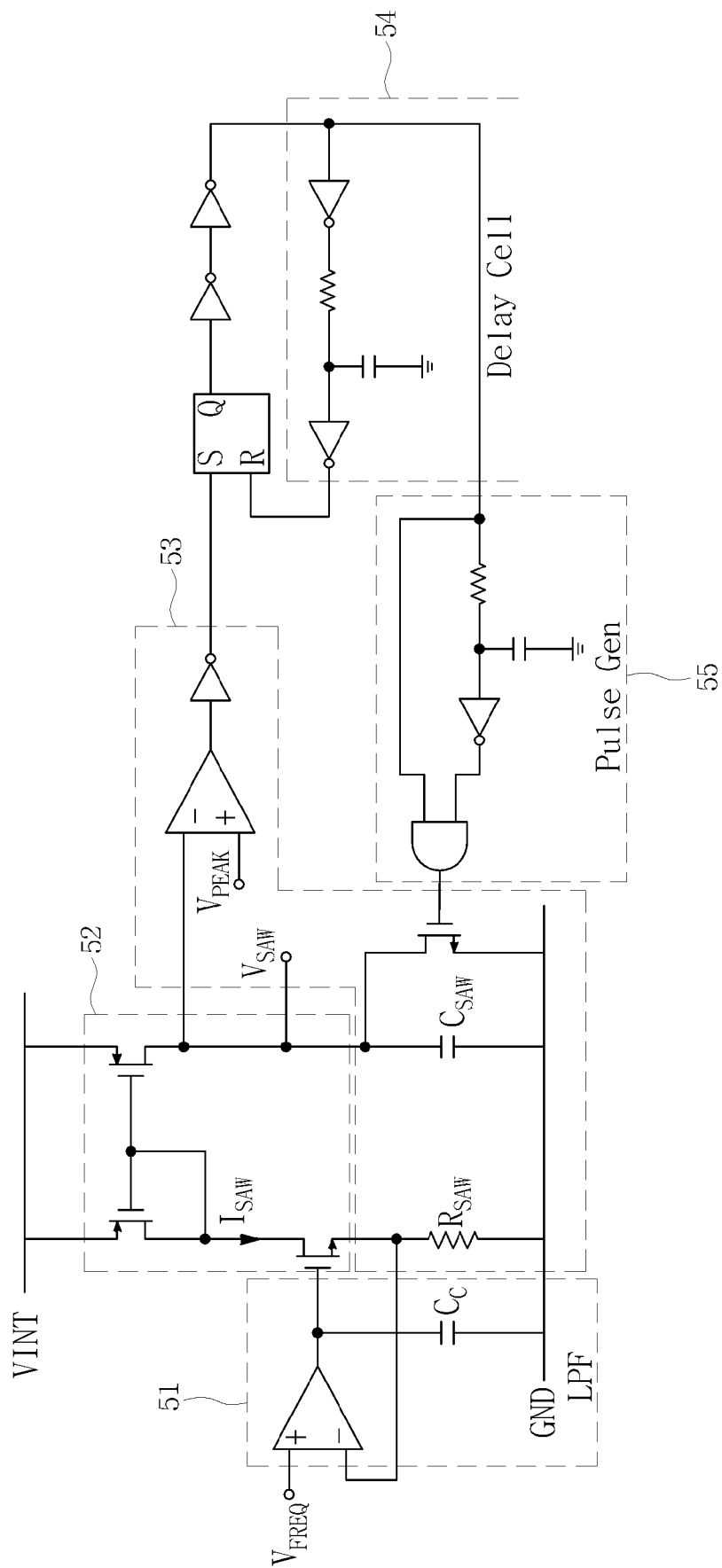
[도3]



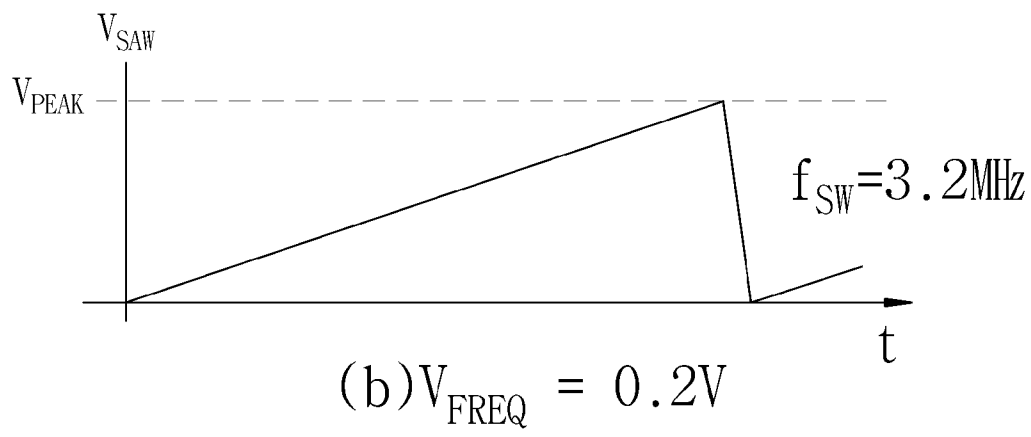
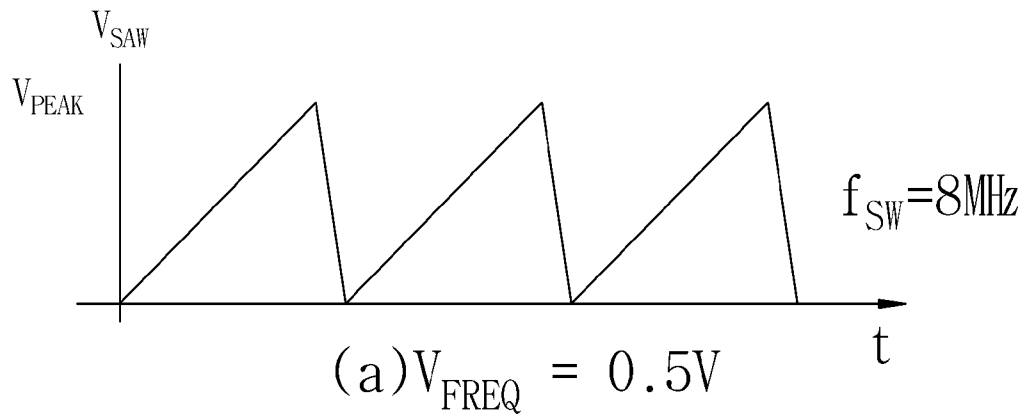
[도4]



[도5]

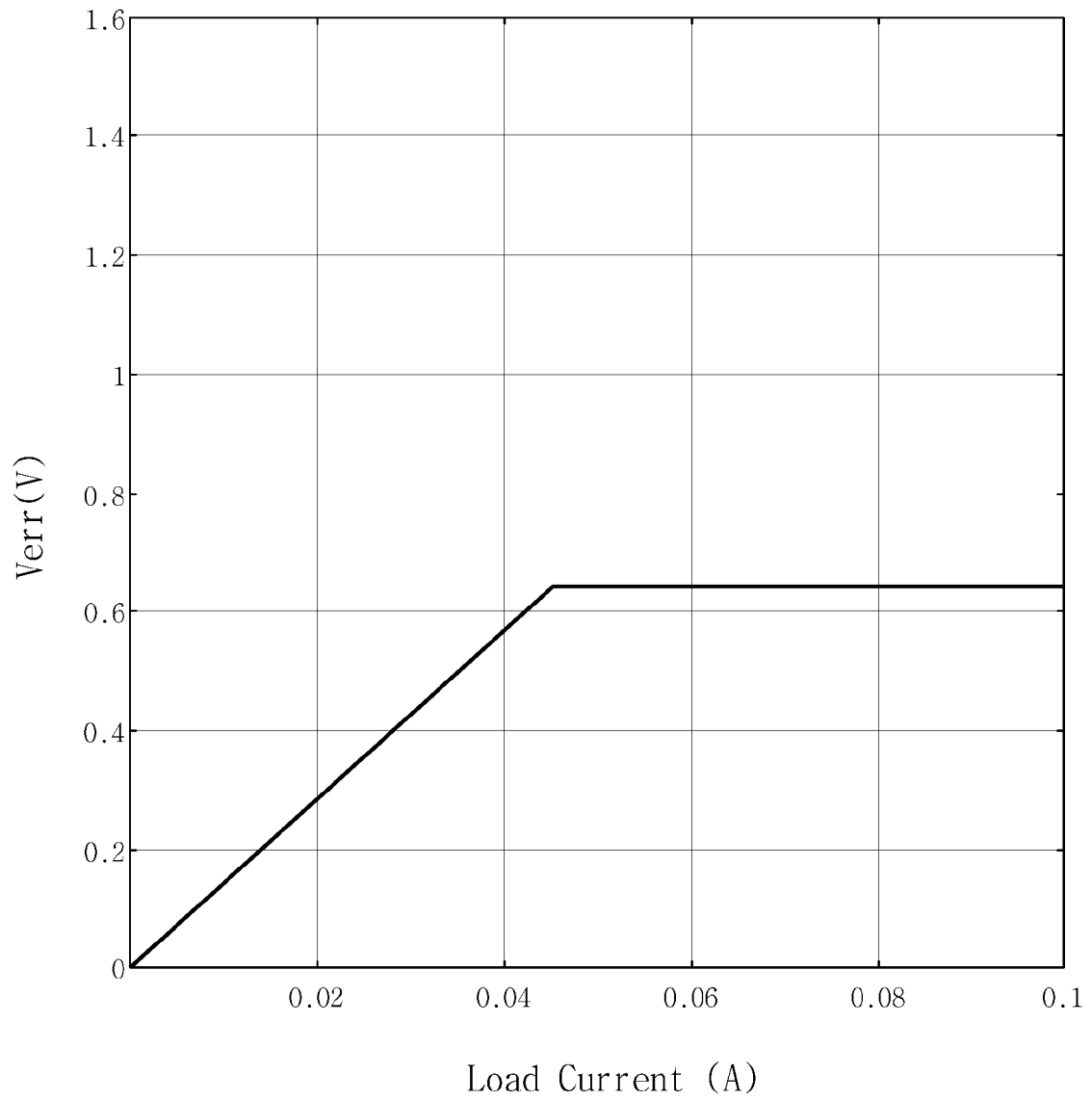


[도6]

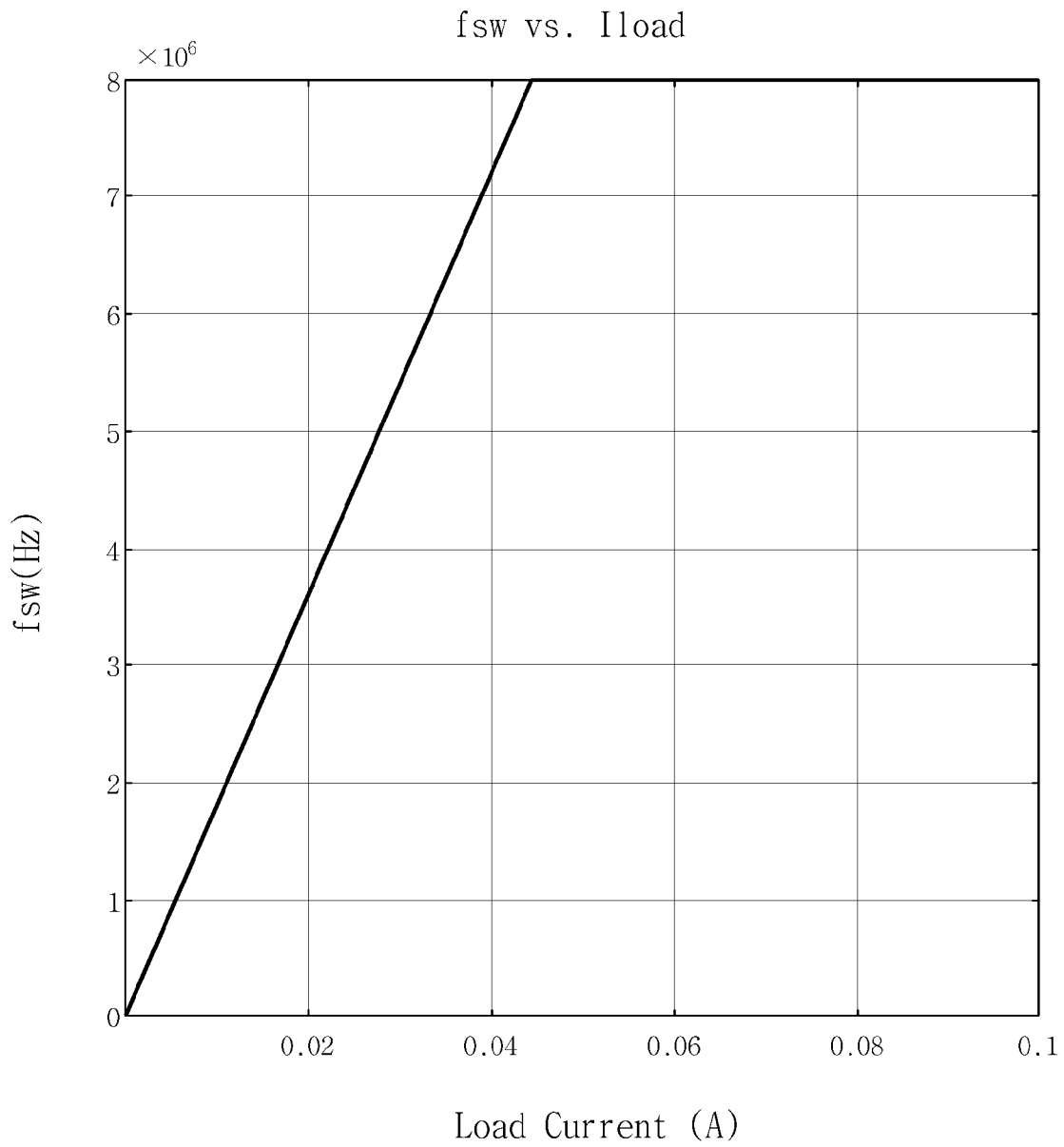


[도7]

Verr vs. Iload



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/008952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 3/156(2006.01)i, H02M 1/00(2007.01)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)

H02M 3/156; G05F 3/16; H02M 3/155; H02M 3/28; H02M 1/00

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: DC-DC converter, PFM mode, parasitic voltage, output, indirect, load current

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-323028 A (COSEL USA INC. et al.) 04 December 1998 See paragraphs [2]-[34] and figures 1-10.	1,3-7
Y		2
Y	JP 2010-081686 A (PANASONIC CORP.) 08 April 2010 See paragraphs [16]-[27] and figures 1-7.	2
A	JP 2013-094015 A (RICOH CO., LTD.) 16 May 2013 See the entire document.	1-7
A	KR 10-2008-0024984 A (RICOH CO., LTD.) 19 March 2008 See the entire document.	1-7
A	US 2015-0349630 A1 (SKWORKS SOLUTIONS, INC.) 03 December 2015 See the entire document.	1-7



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

“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

30 JANUARY 2019 (30.01.2019)

Date of mailing of the international search report

30 JANUARY 2019 (30.01.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

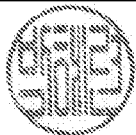
Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/008952

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 10-323028 A	04/12/1998	None	
JP 2010-081686 A	08/04/2010	US 2010-0073967 A1	25/03/2010
JP 2013-094015 A	16/05/2013	JP 5855418 B2	09/02/2016
KR 10-2008-0024984 A	19/03/2008	JP 2008-072835 A	27/03/2008
		JP 4926625 B2	09/05/2012
		KR 10-0912865 B1	19/08/2009
		US 2008-0174292 A1	24/07/2008
		US 7576530 B2	18/08/2009
US 2015-0349630 A1	03/12/2015	US 2017-0257026 A1	07/09/2017
		US 9608520 B2	28/03/2017

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H02M 3/156(2006.01)i, H02M 1/00(2007.01)i																							
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H02M 3/156; G05F 3/16; H02M 3/155; H02M 3/28; H02M 1/00 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: DC-DC 컨버터, PFM 모드, 기생 전압, 출력, 간접적, 부하전류																							
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>X</td> <td>JP 10-323028 A (COSEL USA INC. 등) 1998.12.04 단락 2-34 및 도면 1-10 참조.</td> <td>1,3-7</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2010-081686 A (PANASONIC CORP.) 2010.04.08 단락 16-27 및 도면 1-7 참조.</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2013-094015 A (RICOH CO., LTD.) 2013.05.16 전체 문헌 참조.</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2008-0024984 A (가부시키가이샤 리코) 2008.03.19 전체 문헌 참조.</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015-0349630 A1 (SKYWORKS SOLUTIONS, INC.) 2015.12.03 전체 문헌 참조.</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	X	JP 10-323028 A (COSEL USA INC. 등) 1998.12.04 단락 2-34 및 도면 1-10 참조.	1,3-7	Y		2	Y	JP 2010-081686 A (PANASONIC CORP.) 2010.04.08 단락 16-27 및 도면 1-7 참조.	2	A	JP 2013-094015 A (RICOH CO., LTD.) 2013.05.16 전체 문헌 참조.	1-7	A	KR 10-2008-0024984 A (가부시키가이샤 리코) 2008.03.19 전체 문헌 참조.	1-7	A	US 2015-0349630 A1 (SKYWORKS SOLUTIONS, INC.) 2015.12.03 전체 문헌 참조.	1-7
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																					
X	JP 10-323028 A (COSEL USA INC. 등) 1998.12.04 단락 2-34 및 도면 1-10 참조.	1,3-7																					
Y		2																					
Y	JP 2010-081686 A (PANASONIC CORP.) 2010.04.08 단락 16-27 및 도면 1-7 참조.	2																					
A	JP 2013-094015 A (RICOH CO., LTD.) 2013.05.16 전체 문헌 참조.	1-7																					
A	KR 10-2008-0024984 A (가부시키가이샤 리코) 2008.03.19 전체 문헌 참조.	1-7																					
A	US 2015-0349630 A1 (SKYWORKS SOLUTIONS, INC.) 2015.12.03 전체 문헌 참조.	1-7																					
☐ 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 “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 2019년 01월 30일 (30.01.2019)		국제조사보고서 발송일 2019년 01월 30일 (30.01.2019)																					
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 																					

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

PCT/KR2018/008952

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 10-323028 A	1998/12/04	없음	
JP 2010-081686 A	2010/04/08	US 2010-0073967 A1	2010/03/25
JP 2013-094015 A	2013/05/16	JP 5855418 B2	2016/02/09
KR 10-2008-0024984 A	2008/03/19	JP 2008-072835 A	2008/03/27
		JP 4926625 B2	2012/05/09
		KR 10-0912865 B1	2009/08/19
		US 2008-0174292 A1	2008/07/24
		US 7576530 B2	2009/08/18
US 2015-0349630 A1	2015/12/03	US 2017-0257026 A1	2017/09/07
		US 9608520 B2	2017/03/28