



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0136124
(43) 공개일자 2017년12월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/156 (2006.01) H02M 1/00 (2007.01)
H02M 1/08 (2006.01) H03K 3/017 (2006.01)
H03K 7/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H02M 3/156 (2013.01)
H02M 1/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0067565

(22) 출원일자 2016년05월31일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

최지산

전라북도 전주시 완산구 안행8길 10 (효자동1가)

윤광섭

인천광역시 연수구 동곡재로117번길 22 (동춘동, 대우3차아파트)

(74) 대리인

이은철

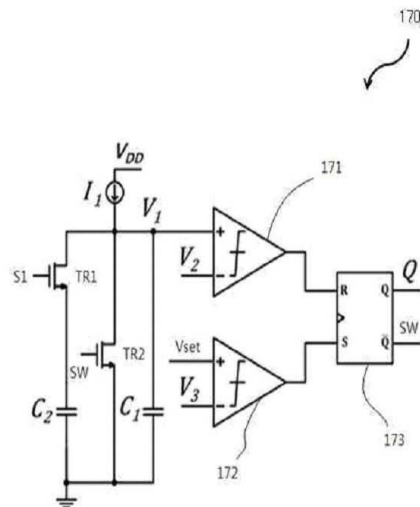
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 PFM 부스트 변환기

(57) 요약

본 기술은 PFM 부스트 변환기가 개시되어 있다. 본 발명의 구체적인 예에 따르면, 부하전류가 기 정해진 판단 기준치 이하인 경우 저부하 동작 모드로 설정하여 파워 스위치 온 타임을 기존의 파워 스위치 온 타임의 일정값 (t_{on}) 보다 낮게 제어함에 따라 인덕터 피크 전류(I_{peak1})가 기존의 인덕터 피크 전류(I_{peak}) 보다 낮아지고 출력 전압 리플이 감소하게 된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H03K 3/017 (2013.01)

H03K 7/08 (2013.01)

H02M 2001/0006 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

부하전류를 측정하여 측정된 부하전류와 기 정해진 판단 기준치와의 비교를 토대로 동작 모드를 설정하는 부하전류 센싱부;

다수의 밴드갭 기준 전압과 초기 입력 전압과의 차를 토대로 파워 스위치의 스위칭 동작을 제어하기 위한 출력전압을 생성하는 비교부;

인덕터전류를 측정하는 인덕터전류 센싱부; 및

상기 부하전류 센싱부의 동작 모드, 상기 출력전압, 및 다수의 기준전압을 토대로 상기 파워 스위치의 PWM 신호의 주기 제어를 통해 파워 스위치의 온 타임을 제어하여 상기 동작 모드 별로 인덕터 피크 전류를 가변 설정하는 PWM 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 PFM 부스트 변환기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 부하전류 센싱부는,

상기 측정된 부하전류가 기 정해진 판단 기준치 이하인 경우 상기 동작 모드를 저부하 동작 모드로 설정하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 PFM 부스트 변환기.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 부하전류 센싱부는,

상기 측정된 부하전류가 기 정해진 판단 기준치 초과한 경우 상기 동작 모드를 고부하 동작 모드로 설정하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 PFM 부스트 변환기.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 PWM 생성부는,

인덕터전류를 충전하여 DC 전압을 출력하는 제1 캐패시터;

상기 제1 캐패시터의 DC 전압을 입력전압으로 제공하고 상기 밴드갭 기준전압 생성부의 다수의 기준전압을 제1 기준전압과 비교하는 제1 고속 비교소자;

상기 비교부의 출력전압과 상기 밴드갭 기준전압 생성부의 다수의 기준전압을 제1 기준전압 보다 큰 값으로 설정된 제2 기준전압과 비교하는 제2 고속 비교소자;

상기 제1 고속 비교소자의 출력전압과 제2 고속 비교소자의 출력전압을 기반으로 파워 스위치의 스위칭 신호를 생성하고 생성된 스위칭신호를 버퍼를 통해 파워 스위치로 제공하는 래치소자;

상기 래치소자의 스위칭신호의 반전 신호를 제공받아 스위칭하여 제1 캐패시터에 공급되는 전류를 제어하기 위해 입력단자에 인덕터전류가 제공되고 출력단자에 상기 제1 캐패시터와 연결된 제1 스위칭소자;

상기 부하전류 센싱부의 동작 모드 신호에 따라 스위칭하여 인덕터전류의 통과를 제어하기 위해 입력단자에 인덕터전류가 제공되는 제2 스위칭소자; 및

상기 제2 스위칭소자를 통과한 인덕터전류를 충전하여 DC 전압을 출력하기 위해 입력단자에 제2 스위칭소자의 출력단에 접속되고 출력단자에 제1 캐패시터의 출력단 및 제1 스위칭소자의 출력단에 접속되는 제2 캐패시터를

포함하는 것을 특징으로 하는 PFM 부스트 변환기.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 PWM 생성부는,

상기 제1 스위칭 소자의 스위칭 상태에 따라 제1 캐패시터의 충전을 제어하고, 제2 스위칭 소자의 스위칭 상태에 따라 제2 캐패시터의 충전을 제어하여 상기 제1 고속 비교소자의 입력 전압이 상기 제1 캐패시터의 DC 전압과 제2 캐패시터의 DC 전압 중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 PFM 부스트 변환기.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 PWM 생성부는,

파워 스위치의 스위칭 신호의 반전 신호에 의해 제1 스위칭소자가 턴오프 상태로 스위칭됨에 따라 상기 제1 캐패시터의 DC 전압과 제1 기준전압을 상기 제1 고속 비교소자의 입력 전압으로 전달하고,

상기 비교부의 제어전압 및 제2 기준전압을 상기 제2 고속소자의 입력 전압으로 전달하며,

상기 제1 고속 비교소자의 리셋신호 및 제2 고속 비교소자의 셋신호를 토대로 하이레벨의 스위칭 신호를 상기 래치소자에서 출력하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 PFM 부스트 변환기.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 PWM 생성부는,

파워 스위치의 스위칭 신호의 반전 신호에 의해 제1 스위칭소자가 턴오프 상태로 스위칭되고 상기 부하전류 센싱부의 동작 모드가 고부하 동작 모드인 경우 하이레벨의 동작 모드 신호에 의해 상기 제2 스위칭소자가 턴오프 상태로 스위칭됨에 따라 제1 캐패시터의 DC 전압 및 제2 캐패시터의 DC 전압과 제1 기준전압을 상기 제1 고속 비교소자의 입력 전압으로 전달하고,

상기 비교부의 제어전압 및 제2 기준전압을 상기 제2 고속소자의 입력 전압으로 전달하며,

상기 제1 고속 비교소자의 리셋신호 및 제2 고속 비교소자의 셋신호를 토대로 로우레벨의 스위칭 신호를 상기 래치소자에서 출력하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 PFM 부스트 변환기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 PFM 부스트 변환기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 부하 전류에 따라 고부하 동작 모드와 저부하 동작 모드를 설정하고 각 동작 모드 별로 파워 스위치 온 타임을 가변 제어함에 따라 출력 전압 리플을 감소할 수 있도록 한 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] PFM(PULSE FREQUENCY MODULATOR) 부스트 변환기는 부하에 전력을 공급하기 위해 부하 전류 요구량에 비례하여 인덕터에 전류를 충전하면서 동작되며 인덕터는 부하 전류가 많이 필요하면 할수록 파워 스위치가 자주 켜지면서 충전된다.

[0004] 하지만, 부하 전류를 충분히 공급하기 위한 파워 스위치의 턴온 시간을 크게 설정하는 경우 PFM 부스트 변환기는 저부하 동작 구간에서 PWM 변환기에 비해 출력 전압 리플이 커지게 된다.

- [0005] 이에 PFM 부스트 변환기는 인덕터의 피크 전류로 인한 파워 스위치 손상을 방지하기 위해 인덕터의 피크 전류를 제한하여 동작함에 따라 과전류로 인한 인덕터의 포화 및 파워 스위치의 손상을 방지할 수 있다.
- [0006] 그러나, PFM 부스트 변환기는 정해진 피크 전류에 따라 부하 폭이 한정적이고 고 부하 전류를 충족하기 위해 큰 피크 전류를 가질 경우 출력 전압 리플이 크게 되는 단점이 존재한다.
- [0007] 이러한 단점을 보완하기 위해 변동성 피크 전류 제한형 PFM 부스트 변환기는 인덕터의 전류가 감지될 때 부하 전류 상태에 따라 각각 다른 피크 전류로 구동하는 각각의 부하 전류를 측정하는 부하 전류 감지 회로 및 인덕터의 전류를 측정하는 전류 센싱 회로의 구성을 갖추었다.
- [0008] 그러나 이러한 전류 센싱 회로 및 부하 전류 감지 회로는 부하 전류 변화가 넓은 경우 많은 수의 기준 전압과 비교기가 필요하고, 이에 따라 추가적인 회로 및 전력 소모가 발생하며, 급격한 부하 전류 변화에 대응하기 어려울 뿐만 아니라 높은 전압 변환비를 가지는 부스트 변환기에 적용하기 어려운 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은, 측정된 부하 전류에 따라 파워 스위치 온 타임을 가변하여 인덕터의 피크 전류를 다르게 설정함에 따라 공급 가능한 부하 전류 동작 범위를 넓히고 출력 전압 리플을 감소할 수 있는 PFM 부스트 변환기를 제공하고자 함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 PFM 부스트 변환기는 부하전류를 측정하여 측정된 부하전류와 기 정해진 판단 기준치와의 비교를 토대로 동작 모드를 설정하는 부하전류 센싱부; 다수의 밴드갭 기준 전압과 초기 입력 전압과의 차를 토대로 파워 스위치의 스위칭 동작을 제어하기 위한 출력전압을 생성하는 비교부; 인덕터전류를 측정하는 인덕터전류 센싱부; 및 상기 부하전류 센싱부의 동작 모드 신호, 상기 출력전압, 및 다수의 기준전압을 토대로 상기 파워 스위치의 PWM 신호의 주기 제어를 통해 파워 스위치의 온 타임을 제어하여 상기 동작 모드 별로 인덕터 피크 전류를 가변 설정하는 PWM 생성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 바람직하게 상기 부하전류 센싱부는, 상기 측정된 부하전류가 기 정해진 판단 기준치 이하인 경우 상기 동작 모드를 저부하 동작 모드로 설정하도록 구비될 수 있고, 상기 부하전류 센싱부는 상기 측정된 부하전류가 기 정해진 판단 기준치 초과한 경우 상기 동작 모드를 고부하 동작 모드로 설정하도록 구비될 수 있다.
- [0014] 바람직하게 상기 PWM 생성부는, 인덕터전류를 충전하여 DC 전압을 출력하는 제1 캐패시터; 상기 제1 캐패시터의 DC 전압을 입력전압으로 제공하고 상기 밴드갭 기준전압 생성부의 다수의 기준전압을 제1 기준전압과 비교하는 제1 고속 비교소자; 상기 비교부의 출력전압과 상기 밴드갭 기준전압 생성부의 다수의 기준전압을 제1 기준전압보다 큰 값으로 설정된 제2 기준전압과 비교하는 제2 고속 비교소자; 상기 제1 고속 비교소자의 출력전압과 제2 고속 비교소자의 출력전압을 기반으로 파워 스위치의 스위칭 신호를 생성하고 생성된 스위칭신호를 버퍼를 통해 파워 스위치로 제공하는 래치소자; 상기 래치소자의 스위칭신호와 인버팅 신호를 제공받아 스위칭하여 제1 캐패시터에 공급되는 전류를 제어하기 위해 입력단자에 인덕터전류가 제공되고 출력단자에 상기 제1 캐패시터와 연결된 제1 스위칭소자; 상기 부하전류 센싱부의 동작 모드에 따라 스위칭하여 인덕터전류의 통과를 제어하기 위해 입력단자에 인덕터전류가 제공되는 제2 스위칭소자; 및 상기 제2 스위칭소자를 통과한 인덕터전류를 충전하여 DC 전압을 출력하기 위해 입력단자에 제2 스위칭소자의 출력단에 접속되고 출력단자에 제1 캐패시터의 출력단 및 제1 스위칭소자의 출력단에 접속되는 제2 캐패시터를 포함할 수 있다.
- [0015] 바람직하게 상기 PWM 생성부는, 상기 제1 스위칭 소자의 스위칭 상태에 따라 제1 캐패시터의 충전을 제어하고, 제2 스위칭 소자의 스위칭 상태에 따라 제2 캐패시터의 충전을 제어하여 상기 제1 고속 비교소자의 입력 전압이 상기 제1 캐패시터의 DC 전압과 제2 캐패시터의 DC 전압 중 적어도 하나로 구비될 수 있다.
- [0016] 바람직하게 상기 PWM 생성부는, 파워 스위치의 스위칭 신호의 반전 신호에 의해 상기 제1 스위칭소자가 턴오프 상태로 스위칭됨에 따라 제1 캐패시터의 DC 전압과 제1 기준전압을 상기 제1 고속 비교소자의 입력 전압으로 전달하고, 상기 비교부의 제어전압 및 제2 기준전압을 상기 제2 고속소자의 입력 전압으로 전달하며, 상기 제1 고

속 비교소자의 리셋신호 및 제2 고속 비교소자의 셋신호를 토대로 하이레벨의 스위칭 신호를 상기 래치소자에서 출력하도록 구비될 수 있다.

- [0017] 바람직하게 상기 PWM 생성부는, 파워 스위치의 스위칭 신호의 반전 신호에 의해 상기 제1 스위칭소자가 턴오프 상태로 스위칭되고 상기 부하전류 센싱부의 동작 모드가 고부하 동작 모드인 경우 하이 레벨의 동작 모드 신호에 의해 상기 제2 스위칭소자가 턴온상태로 스위칭됨에 따라 제1 캐패시터의 DC 전압 및 제2 캐패시터의 DC 전압과 제1 기준전압을 상기 제1 고속 비교소자의 입력 전압으로 전달하고, 상기 비교부의 제어전압 및 제2 기준전압을 상기 제2 고속소자의 입력 전압으로 전달하며, 상기 제1 고속 비교소자의 리셋신호 및 제2 고속 비교소자의 셋신호를 토대로 로우레벨의 스위칭 신호를 상기 래치소자에서 출력하도록 구비될 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따르면, 측정된 부하전류에 따라 파워 스위치 온 타임을 가변하여 인덕터의 피크 전류를 가변 설정하고 인덕터 피크 전류를 제한함에 따라 공급 가능한 부하전류 동작 범위를 넓힐 수 있고 출력 전압 리플을 감소할 수 있는 효과를 얻는다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 PFM 부스트 변환기의 구성을 보인 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 PFM 부스트 변환기의 PWM 생성부이 세부적인 구성을 보인 회로도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 PFM 부스트 변환기의 저부하 동작 모드 시 인덕터 피크 전류 및 파워 스위치 온 타임을 보인 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 PFM 부스트 변환기의 저부하 동작 모드 시 인덕터 피크 전류 및 파워 스위치 온 타임을 보인 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 PFM 부스트 변환기의 동작 모드 별 인덕터전류 및 부하전압을 보인 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 PFM 부스트 변환기의 동작 모드 별 출력 전압 리플을 보인 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 본 발명에 따른 재구성 가능한 디스플레이 구동을 위한 PFM 구조의 부스트 변환기를 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 이러한 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 PFM 부스트 변환기의 구성을 보인 도면으로서, 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 PFM 부스트 변환기는, 부하전류에 따라 인덕터의 피크 전류를 다르게 설정하기 위해 파워 스위칭 온 타임을 조절하도록 구비되며, 이러한 PFM 부스트 변환기는, 인덕터(L), 부하전류 센싱부(110), 기준전압 생성부(120), 소프트 시동부(130), 밴드갭 기준전압 생성부(140), 비교부(150), 인덕터전류 센싱부(160), PWM 생성부(170), 파워 스위치(M1)를 포함할 수 있다.

- [0022] 부하 전류 센싱부(110)는 인덕터를 통과하여 부하에 공급되는 전류를 감지하여 감지된 부하 전류 및 기 정해진 판단 기준치(160 mA)를 토대로 동작 모드(S)를 설정한다. 그리고 부하 전류 센싱부(110)의 동작 모드(S)는 PWM 생성부(170)로 제공된다.

- [0023] 예를 들어, 부하 전류가 판단 기준치를 초과하는 경우 부하 전류 센싱부(110)는 PWM 생성부(170)를 저부하 동작 모드로 설정하고, 부하 전류가 상기 판단 기준치를 초과하는 경우 PWM 생성부(170)를 고부하 동작 모드로 설정할 수 있다. 이때 저부하 동작 모드 시 저전위 레벨의 동작 모드 신호(S1)는 PWM 생성부(170)에 제공되고, 고부하 동작 모드 시 고전위 레벨의 동작 모드 신호(S1)가 PWM 생성부(170)에 제공된다.

- [0024] 한편, 기준전압 생성부(120)는 기 정해진 기준 전압을 생성하고, 생성된 기준 전압은 소프트 시동회로(130)로 전달된다.
- [0025] 그리고 상기 소프트 시동부(130)는 인 러쉬 전류로 인해 부스트 변환기의 소자의 손상을 방지하기 위해 초기 파워 스위치 동작 시 리니어하게 초기 전압(3.7V)을 제공할 수 있다.
- [0026] 또한 비교부(150)는 부하(load)로 공급되는 DC 링크 전압을 분배하는 저항(R1, R2)의 부하 전압과 상기 소프트 시동부(130)의 출력 전압을 비교하는 비교기(151)와, 비교기(151)의 출력 전압과 밴드갭 기준전압 생성부(140)로부터 공급되는 다수의 기준 전압(V2, V3)과의 비교하여 PWM 신호를 생성하기 위한 제어신호(Vset)를 출력하는 고속 비교기(152)를 포함할 수 있다.
- [0027] 즉, 비교부(150)는 상기 부하 전압과 다수의 기준 전압(V2, V3)에 따라 파워 스위치(M1)의 스위칭 신호인 제어 전압(Vset)을 생성하고, 제어전압(Vset)은 PWM 생성부(170)로 제공된다.
- [0028] 한편 인덕터전류 센싱부(160)는 인덕터(L)를 통과하여 부하로 전달되는 인덕터전류를 감지하고 감지된 인덕터전류를 PWM 생성부(170)로 전달하도록 구비될 수 있다.
- [0029] PWM 생성부(170)는 바이어스 전류(I1), 부하전류 센싱부(110)의 동작 모드 신호(S1), 고속 비교기(152)의 제어 전압(Vset), 및 밴드갭 기준전압 발생부(140)의 기준 전압(V2, V3)를 토대로 PWM 신호의 주기를 설정함에 따라, 인덕터 피크 전류를 제어할 수 있다. 즉, 동작 모드 신호(S1)에 따라 파워 스위치 온 타임을 다르게 설정하여 인덕터 피크 전류를 조절함에 따라 인덕터(L)의 출력 전압 리플을 감소할 수 있게 된다.
- [0030] 도 2는 도 1에 도시된 PWM 생성부(170)의 세부적인 구성을 보인 도이고, 도 2를 참조하면, PWM 생성부(170)는 바이어스 전류(I1), 부하전류 센싱부(110)의 동작 모드 신호(S1), 고속 비교기(152)의 제어전압(Vset), 및 밴드갭 기준전압 발생부(140)의 기준 전압(V2, V3)를 토대로 파워 스위치(M1) 온 타임의 PWM 스위칭 신호를 설정하도록 구비될 수 있다.
- [0031] PWM 생성부(170)는 저부하 동작 모드 시 바이어스 전류(I1)가 통과되는 것을 차단하는 제1 스위칭소자(TR1)와, 제1 스위칭소자(TR1)의 스위칭 상태에 따라 바이어스 전류(I1)를 수신하여 충전하는 제1 캐패시터(C1)를 포함할 수 있다.
- [0032] 즉, 부하전류가 판단 기준치 이하일 때 설정된 저부하 동작 모드에 의거하여 생성된 로우 레벨의 구동신호(S1)에 의해 제1 스위칭소자(TR1)이 턴오프 상태로 스위칭되어 바이어스 전류(I1)가 통과되는 것이 차단된다. 또한 바이어스 전류(I1)는 제1 캐패시터(C1)에 의해 링크되어 제1 캐패시터(C1)의 DC 전압이 출력된다.
- [0033] 한편, PWM 생성부(170)는 부하전류 센싱부(110)의 동작 모드 신호(S1)에 따라 스위칭하여 바이어스 전류(I1)가 통과하는 제1 스위칭소자(TR1)와, 제1 스위칭소자(TR1)의 스위칭 상태에 따라 바이어스 전류(I1)를 제공받아 충전하는 제2 캐패시터(C2)를 포함할 수 있다.
- [0034] 즉, 부하전류가 판단 기준치 초과하는 경우 설정된 고부하 동작 모드에 의거하여 생성된 하이레벨의 동작 모드 신호(S1)는 제2 스위칭소자(TR1)에 제공되고 이에 제1 스위칭소자(TR1)이 턴온 상태로 스위칭되고 바이어스 전류(I1)는 제1 스위칭(TR1)을 통과하여 제1 캐패시터(C1)에 링크되어 제1 캐패시터(C1)와 제2 캐패시터(C2) 용량의 합의 DC 전압이 출력된다.
- [0035] 그리고 PWM 생성부(170)는 제1 캐패시터(C1) 및 제2 캐패시터(C2) 중 적어도 하나의 DC 전압을 제공받아 밴드갭 기준전압 생성부(140)의 기준 전압(V2)과 고속 비교하는 제1 고속 비교소자(171)와, 고속 비교기(153)의 제어전압(Vset)과 밴드갭 기준전압 생성부(140)의 기준 전압(V3)을 고속 비교하는 제2 고속 비교소자(172)를 더 포함할 수 있다.
- [0036] 저부하 동작 모드 시 제1 캐패시터(C1)의 DC 전압이 제1 고속 비교소자(171)의 입력 전압(V1)으로 제공되고, 제1 고속 비교소자(171)은 입력 전압(V1)이 기준 전압(V2) 보다 낮은 전위이므로, 제1 고속 비교소자(171)은 로우 레벨의 리셋신호(R)를 출력한다. 이때 고속 비교기(153)의 제어 전압(Vset)의 출력 신호에 따라 제2 고속 비교소자(172)의 출력 신호의 레벨이 결정된다. 예를 들어, 제어전압(Vset)이 기준전압(V3)보다 큰 경우 제2 고속 비교소자(172)는 하이레벨의 셋신호(S)를 출력한다.
- [0037] 그러나 고부하 동작모드 시 제1 고속 비교소자(171)의 입력전압(V1)은 제1 캐패시터(C1)의 DC 전압과 제2 캐패시터(C2)의 DC 전압의 합으로 증가되고 증가된 입력전압(V1)이 기준전압(V2)를 초과할 때 제1 고속 비교소자(171)는 하이레벨의 리셋 신호(R)를 출력한다. 이때 고속 비교기(153)의 제어 전압(Vset)의 하이레벨 또는 로우

레벨의 신호에 따라 제2 고속 비교소자(172)의 출력 신호의 레벨이 결정된다. 예를 들어, 제어전압(Vset)이 기준전압(V3)보다 큰 경우 제2 고속 비교소자(172)는 로우레벨의 셋신호(S)를 출력한다.

[0038] PWM 생성부(170)는 제1 고속 비교소자(171) 및 제2 고속 비교소자(172)의 리셋신호(R) 및 셋신호(S)에 따라 파워 스위치(M1)의 스위칭 신호(Q)를 생성하고 상기 제1 스위칭소자(TR2)의 구동신호(SW)를 생성하는 래치소자(173)를 더 포함할 수 있다.

[0039] 즉, 저부하 동작 모드(S1)에서 래치소자(173)는 로우 레벨의 리셋신호(R)와 하이레벨의 셋신호(S)를 토대로 하이레벨의 스위칭 신호를 생성하고, 상기 스위칭신호는 버퍼(B)를 통해 파워 스위치(M1)로 전달된다. 그리고 스위칭 신호(Q)의 반전 신호인 구동신호(SW)는 로우레벨로 출력된다.

[0040] 또한 고부하 동작 모드(S1)에서 래치소자(173)는 하이 레벨의 리셋신호(R)와 로우레벨의 셋신호(S)를 토대로 로우레벨의 스위칭 신호를 출력하고 출력된 스위칭신호는 버퍼(B)를 통해 파워 스위치(M1)로 전달된다. 그리고 스위칭 신호(Q)의 반전 신호인 구동신호(SW)는 로우레벨로 출력된다.

[0041] 이에 따라, 저부하 동작 모드(S1)에서 제1 고속 비교소자(171)이 입력 전압(V1)은 제1 캐패시터(C1)의 DC 전압이므로 제1 고속 비교소자(171)의 리셋신호(R)는 로우레벨이고, 저부하 동작 모드에서 발생하는 리플로 의거한 제2 고속 비교소자(172)의 셋신호(S)는 하이레벨로 출력되며, 이에 래치소자(173)는 하이레벨의 스위칭 신호를 출력하여 파워 스위치(M1)에 제공한다.

[0042] 이때 파워 스위치(M1)의 온 타임($t_{on,light}$)은 캐패시터(C1), 기준전압(V2), 및 바이어스 전류(I1)를 토대로 결정되며, 파워 스위치(M1)의 온 타임($t_{on,light}$)은 다음 식 1을 만족한다.

[0043] $t_{on,light} = (C1 \cdot V2) / I1 \dots$ 식 1

[0044] 한편, 고부하 동작 모드에서 제1 고속 비교소자(171)이 입력 전압(V1)은 제1 캐패시터(C1)의 DC 전압과 제2 캐패시터(C2)의 합이므로 제1 고속 비교소자(171)의 리셋신호(R)는 하이레벨이고 제2 고속 비교소자(172)의 셋신호(S)는 로우레벨로 출력되고, 이에 래치소자(173)는 로우레벨의 스위칭 신호를 출력하여 파워 스위치(M1)에 제공한다.

[0045] 이때 파워 스위치(M1)의 온 타임($t_{on,heavy}$)은 캐패시터(C1)(C2), 기준전압(V2), 및 바이어스 전류(I1)를 토대로 결정되며, 파워 스위치(M1)의 온 타임($t_{on,heavy}$)은 다음 식 2를 만족한다.

[0046] $t_{on,heavy} = ((C1+C2) \cdot V2) / I1 \dots$ 식 2

[0047] 도 3은 도 2에 도시된 PWM 생성부(170)에서 저부하 동작 모드 시 출력되는 파워 스위치의 온 타임 및 인덕터 피크 전류(Ipeak1)를 보인 도이고, 도 4는 도 2에 도시된 PWM 생성부(170)에서 고부하 동작 모드 시 출력되는 파워 스위치의 온 타임 및 인덕터 피크 전류(Ipeak2)를 보인 도이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, PWM 생성부(170)는 파워 스위치의 온 타임($t_{on,light}$)을 제어어를 통해 저부하 동작 시 인덕터 피크 전류(Ipeak1)를 고부하 동작 시 인덕터 피크 전류(Ipeak2)보다 작게 설정할 수 있다. 이에 따라 파워 스위치의 온 타임에 대해 비례적 관계식을 토대로 발생하는 출력 전압 리플은 저부하 동작 시 파워 스위치의 온 타임을 기존의 파워 스위치 온 타임 보다 짧게 설정하여 고속 비교기(153)의 제어전압(Vset)의 리플을 감소할 수 있게 된다.

[0048] 그리고 도 4를 참조하면, PWM 생성부(170)는 고부하 동작 시 파워 스위치의 온 타임($t_{on,heavy}$)을 저부하 동작 시 파워 스위치의 온 타임($t_{on,light}$) 보다 길게 제어함에 따라 인덕터 피크 전류(Ipeak2)를 저부하 동작 시 인덕터 피크 전류(Ipeak1) 보다 높게 설정할 수 있다.

[0049] 도 5는 도 2에 도시된 파워 스위칭(M1)의 동작에 따라 인덕터전류 및 부하에 공급되는 출력 전압의 파형을 보인 그래프로서, 도 5를 참조하면, 간 축 7ms에서 부하 전류의 증가로 저 부하 구간에서 고 부하 구간으로 바뀔 때 따라 인덕터 최대 전류가 증가하면서 증가한 부하 요구를 충족시키게 된다.

[0050] 도 6은 도 2에 도시된 PWM 생성부(170)의 제어에 따른 출력 전압 리플의 감소된 상태를 보인 표로서, 도시된 바와 같이 18V의 최대 출력 전압 리플이 부하 전류에 따라 각각 83 mV와 143 mV이며, 0~150mA의 부하 전류 공급 상황에서 80~86%의 효율이 향상됨을 확인할 수 있다.

[0051] 즉, 부하전류와 무관하게 파워 스위치의 온 타임이 일정값(t_{on})으로 제어됨에 따라 부하 전류를 충분히 공급하기

위한 고부하 동작 모드 시의 파워 스위치 온 타임이 저부하 동작 모드 시의 파워 스위치 온 타임이 동일하고, 이에 고부하 동작 모드와 동일한 파워 스위치 온 타임으로 인해 파워 스위치 온 타임과 비례 관계를 가지는 출력 전압 리플(V_{ripple})이 증가하게 된다.

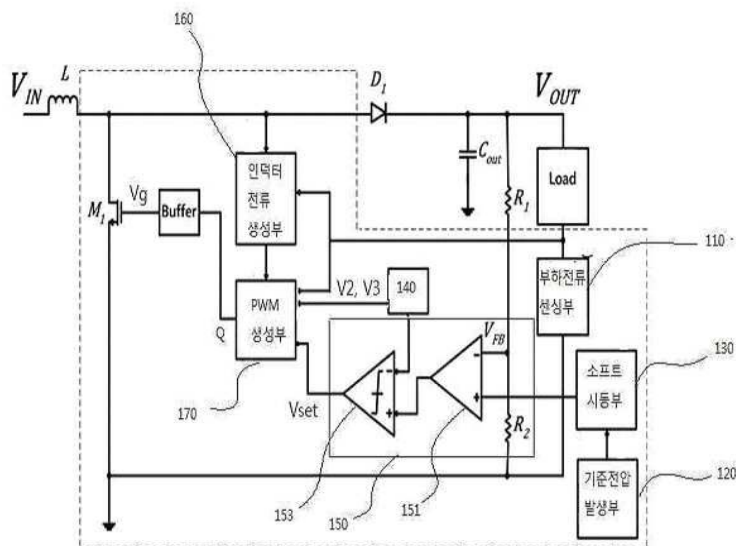
[0052] 이에 따라 본 발명에서는 부하전류가 기 정해진 판단 기준치 이하인 경우 저부하 동작 모드로 설정하여 파워 스위치 온 타임을 기존의 파워 스위치 온 타임의 일정값(t_{on}) 보다 낮게 제어함에 따라 인덕터 피크 전류(I_{peak1})가 기존의 인덕터 피크 전류(I_{peak}) 보다 낮아지고 출력 전압 리플이 감소하게 된다.

[0053] 본 발명의 실시 예에서의 하이 레벨은 디지털 데이터의 1에 해당하는 기 정해진 전위(5V 또는 12V)를 의미하고 로우레벨은 디지털 데이터의 0에 해당하는 전위(0V)를 의미한다.

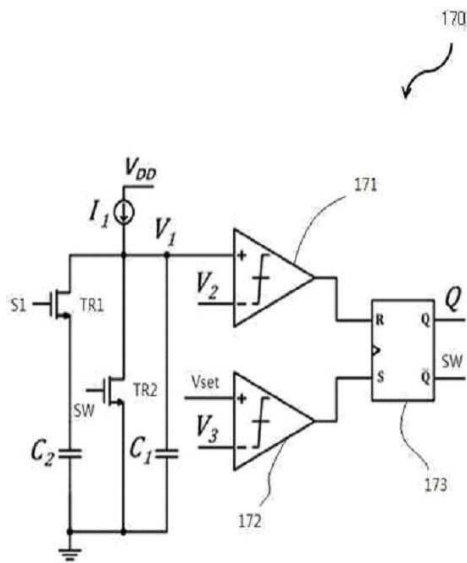
[0054] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 하여 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의해서 정하여져야 할 것이다.

도면

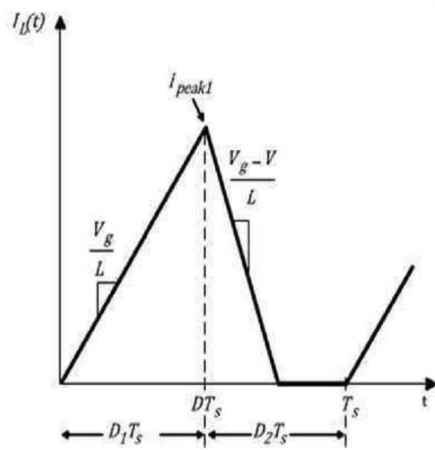
도면1



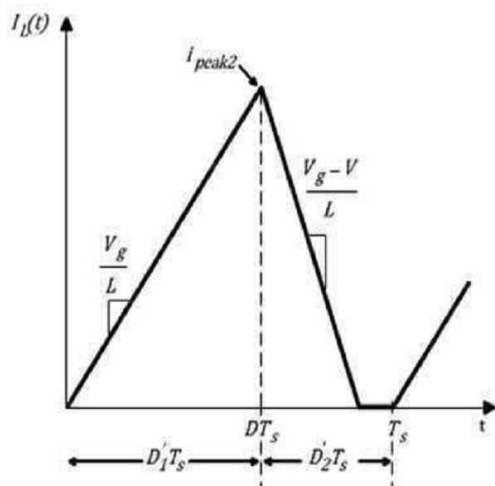
도면2



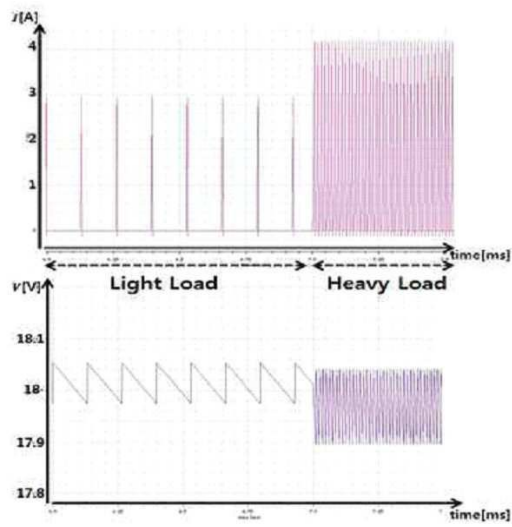
도면3



도면4



도면5



도면6

Parameter	Simulation results	
Input Voltage	3~4.3 (3.7) V	
Output Voltage	18 V	
Switching Fq.	Variable	
Efficiency	86.4 %	
Load range	Light mode	Heavy mode
	0.1~160mA	160~300mA
Voltage ripple	78~83mV	137~143mV
External Component	C: 17uF / L: 0.47uH	
Process	0.35μ BCDMOS 2 Poly 4 Metal	