



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0017472
(43) 공개일자 2021년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/158 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
H02M 3/07 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/1584 (2013.01)
H02J 7/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0096778
(22) 출원일자 2019년08월08일
심사청구일자 2019년08월08일

(71) 출원인
주식회사 실리콘마이터스
경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660, A동 8층(삼평동, 유스페이스-1)
(72) 발명자
설경식
경기도 용인시 수지구 성북2로 220 309동1601호
(74) 대리인
특허법인(유한) 다래

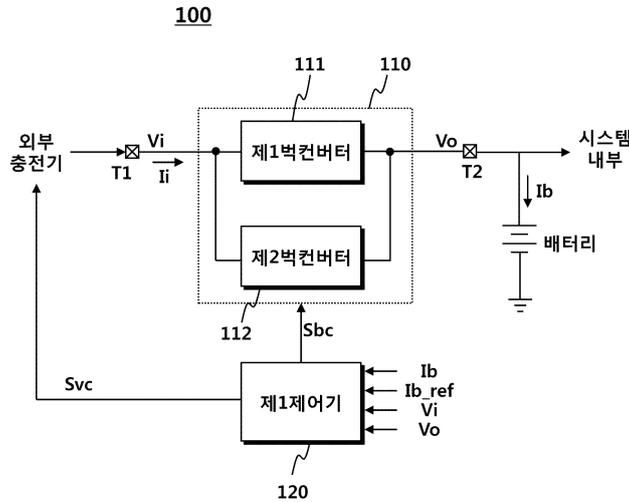
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 다상 직류-직류 컨버터를 포함하는 전력관리장치

(57) 요약

본 발명은 외부충전기가 시스템으로 제공하는 전압을 조절가능한 상황을 활용하여 배터리 충전전류가 증가하는 환경에서도 고효율로 동작이 가능한 전력관리장치를 제공하고자 한다. 이를 위한 본 발명의 일 측면은, 외부충전기에 연결되는 제1단자; 배터리에 연결되는 제2단자; 상기 제1단자를 통해 상기 외부충전기로부터 입력전압을 제공받고 상기 제2단자를 통해 상기 배터리로 출력전압을 제공하는 벽컨버터; 및 상기 벽컨버터를 제어하는 제1제어기;를 포함하되, 상기 벽컨버터는 상기 입력전압과 상기 출력전압을 공유하는 제1벽컨버터와 제2벽컨버터를 포함하는 전력관리장치이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02M 3/07 (2013.01)

H02J 2207/20 (2020.01)

명세서

청구범위

청구항 1

외부충전기에 연결되는 제1단자;

배터리에 연결되는 제2단자;

상기 제1단자를 통해 상기 외부충전기로부터 입력전압을 제공받고 상기 제2단자를 통해 상기 배터리로 출력전압을 제공하는 벽컨버터; 및

상기 벽컨버터를 제어하는 제1제어기;를 포함하되,

상기 벽컨버터는 상기 입력전압과 상기 출력전압을 공유하는 제1벽컨버터와 제2벽컨버터를 포함하는 전력관리장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1제어기는 상기 외부충전기로 하여금 상기 입력전압이 실질적으로 상기 출력전압의 2배가 되도록 조절해 줄 것을 요청하는 입력전압조절신호를 상기 외부충전기로 제공하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 동일한 스위칭주파수에서 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가지면서 서로 실질적으로 180도의 위상차이를 가지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 각각 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1벽컨버터는,

상기 제1단자에 그 일단이 연결되는 제1스위치;

상기 제1스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제2스위치;

상기 제1스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제1인덕터; 및

상기 제2단자에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결되는 제1커패시터;를 포함하고,

상기 제2벽컨버터는,

상기 제1단자에 그 일단이 연결되는 제3스위치;

상기 제3스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결되는 제4스위치;

상기 제3스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제2인덕터; 및

상기 제2단자에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결되는 제2커패시터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 벽컨버터와 상기 입력전압 및 상기 출력전압을 공유하며 상기 벽컨버터에 병렬로 연결된 차지펄프; 및
상기 차지펄프를 제어하는 제2제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 제2제어기는 상기 차지펄프가 상기 제2단자로 출력하는 전류가 차지펄프전류목표값이 되도록 상기 입력전압을 조절하기 위하여 상기 외부충전기로 입력전압조절신호를 제공하고,

상기 제1제어기는 상기 배터리로 공급되는 배터리전류가 배터리전류목표값이 되도록 상기 벽컨버터를 제어하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터 및 상기 제2벽컨버터의 스위칭주파수를 조절하여 상기 배터리전류를 조절하되, 상기 제1벽컨버터 및 상기 제2벽컨버터의 스위칭주파수를 서로 동일하게 제어하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 동일한 스위칭주파수에서 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티를 가지면서 서로 170도 ~ 190도의 위상차이를 가지도록 제어하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 각각 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 11

청구항 6에 있어서,

상기 차지펄프는,

상기 제1단자에 그 일단이 연결되는 제3커패시터;

상기 제3커패시터의 타단에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제5스위치;

상기 제1단자에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제6스위치;

상기 제3커패시터의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제7스위치; 및

상기 제2단자에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결되는 제4커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 12

외부충전기로부터 입력전압을 제공받고 배터리로 출력전압을 제공하는 벽컨버터;

상기 벽컨버터와 상기 입력전압 및 상기 출력전압을 공유하는 차지펄프; 및

상기 벽컨버터와 상기 차지펄프를 제어하는 제어기;를 포함하되,

상기 제어기는 배터리전류가 배터리전류목표값이 되도록 상기 벡컨버터를 제어하기 위한 제1제어신호 및 상기 차지펌프의 출력전류가 차지펌프전류목표값이 되도록 상기 입력전압을 조절하기 위한 제2제어신호를 생성하는, 전력관리장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 제2제어신호는 상기 외부충전기로 제공되어 상기 외부충전기가 상기 제2제어신호에 대응하여 상기 입력전압을 조절하는데 사용되는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 제1제어신호는 상기 벡컨버터의 스위칭주파수를 조절하는데 사용되는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 15

청구항 12에 있어서,

상기 벡컨버터는 상기 입력전압과 상기 출력전압을 서로 공유하며 서로 병렬로 연결된 제1벡컨버터와 제2벡컨버터를 포함하고,

상기 제어기는 상기 제1벡컨버터와 상기 제2벡컨버터가 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티를 가지면서 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하고 서로 170도 ~ 190도의 위상차이를 가지도록 상기 제1벡컨버터와 상기 제2벡컨버터를 제어하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 16

청구항 12에 있어서,

상기 제1제어신호를 이용한 상기 벡컨버터의 출력전류 제어의 대역폭은 상기 제2제어신호를 이용한 상기 차지펌프 출력전류 제어의 대역폭에 비해 높은 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

청구항 17

청구항 12에 있어서,

저리플모드에서, 상기 제어기는 상기 차지펌프의 동작을 중단시키고, 상기 외부충전기로 하여금 상기 입력전압이 실질적으로 상기 출력전압의 2배가 되도록 조절할 것을 요청하는 제3제어신호를 상기 외부충전기로 제공하는 것을 특징으로 하는 전력관리장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리의 충전전류를 관리하는 전력관리장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 다상(multiphase) 직류-직류 컨버터를 포함하는 전력관리장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 배터리를 사용하는 시스템(예, 스마트폰, 태블릿 등)의 전력요구가 증가하면서 배터리의 충전 환경에도 변화가 생기고 있다.

[0003] 배터리 충전 환경의 변화 중의 하나는 배터리 충전전류의 증가이다. 배터리 충전전류의 증가는 시스템 내부에서 배터리 충전 및 전력의 관리를 담당하는 전력관리장치에 포함되는 배터리 충전회로의 도통 손실과 스위칭 손실을 증가시켜 효율 감소의 원인이 되고 있다. 예를 들어, 전력관리장치에 사용되는 기존의 벡컨버터의 경우 출력전압이 4.35V이고 출력전류가 1.5A인 경우 약 97%의 효율로 동작이 가능했으나, 동일한 출력전압에서 출력전류가 3.5A로 증가한 경우 효율이 약 95% 이하로 저하되는 문제가 발생하고 있다. 스마트폰 등의 시스템에서 출력전압이 4.35V이고 출력전류가 3.5A일 때 95%의 효율은 실제 적용하기 곤란할 정도로 낮은 효율이므로 개선이 필

요하다.

- [0004] 배터리 충전 환경의 변화 중의 다른 하나는, 시스템의 배터리를 충전하기 위해 외부충전기가 시스템으로 제공하는 전압이 고정되지 않고 조절이 가능한 환경이 조성되고 있다. 예를 들면, 시스템과 외부충전기가 서로 정보를 주고받으며 시스템의 요청에 따라 외부충전기가 시스템으로 제공하는 전압(시스템의 입력전압)을 조절할 수 있다. 이와 같이, 시스템이 그 입력전압을 조절할 수 있는 상황은 시스템 내부의 전력관리장치의 설계에 있어서 새로운 기회가 될 수 있다. 예를 들면, 시스템(또는 시스템 내부의 전력관리장치)가 고효율로 동작할 수 있는 입력전압을 스스로 결정하고 외부충전기로 하여금 시스템으로 해당 입력전압을 제공하도록 요청함으로써 전력관리장치의 효율을 높일 수 있다.
- [0005] 본 발명은 외부충전기가 시스템으로 제공하는 전압을 조절가능한 상황을 활용하여 배터리 충전전류가 증가하는 환경에서도 고효율로 동작이 가능한 전력관리장치를 제공하고자 한다.

발명의 내용

- [0006] 본 발명의 일 측면은, 외부충전기에 연결되는 제1단자; 배터리에 연결되는 제2단자; 상기 제1단자를 통해 상기 외부충전기로부터 입력전압을 제공받고 상기 제2단자를 통해 상기 배터리로 출력전압을 제공하는 벽컨버터; 및 상기 벽컨버터를 제어하는 제1제어기;를 포함하되, 상기 벽컨버터는 상기 입력전압과 상기 출력전압을 공유하는 제1벽컨버터와 제2벽컨버터를 포함하는 전력관리장치이다.
- [0007] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어기는 상기 외부충전기로 하여금 상기 입력전압이 실질적으로 상기 출력전압의 2배가 되도록 조절해 줄 것을 요청하는 입력전압조절신호를 상기 외부충전기로 제공할 수 있다.
- [0008] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 동일한 스위칭주파수에서 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가지면서 서로 실질적으로 180도의 위상차이를 가지도록 제어할 수 있다.
- [0009] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 각각 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0010] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1벽컨버터는, 상기 제1단자에 그 일단이 연결되는 제1스위치; 상기 제1스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제2스위치; 상기 제1스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제1인덕터; 및 상기 제2단자에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결되는 제1커패시터;를 포함하고, 상기 제2벽컨버터는, 상기 제1단자에 그 일단이 연결되는 제3스위치; 상기 제3스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결되는 제4스위치; 상기 제3스위치의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제2인덕터; 및 상기 제2단자에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결되는 제2커패시터;를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 전력관리장치는, 상기 벽컨버터와 상기 입력전압 및 상기 출력전압을 공유하며 상기 벽컨버터에 병렬로 연결된 차지펄프; 및 상기 차지펄프를 제어하는 제2제어기를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제2제어기는 상기 차지펄프가 상기 제2단자로 출력하는 전류가 차지펄프전류 목표값이 되도록 상기 입력전압을 조절하기 위하여 상기 외부충전기로 입력전압조절신호를 제공하고, 상기 제1제어기는 상기 배터리로 공급되는 배터리전류가 배터리전류목표값이 되도록 상기 벽컨버터를 제어할 수 있다.
- [0013] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터 및 상기 제2벽컨버터의 스위칭주파수를 조절하여 상기 배터리전류를 조절하되, 상기 제1벽컨버터 및 상기 제2벽컨버터의 스위칭주파수를 서로 동일하게 제어할 수 있다.
- [0014] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 동일한 스위칭주파수에서 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티를 가지면서 서로 170도 ~ 190도의 위상차이를 가지도록 제어할 수 있다.
- [0015] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 각각 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0016] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 차지펄프는, 상기 제1단자에 그 일단이 연결되는 제3커패시터; 상기 제3커패시터의 타단에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제5스위치; 상기 제1단자에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제6스위치; 상기 제3커패시터의 타단에 그 일단이 연결되고 상기 제2단자에 그 타단이 연결되는 제7스위치; 및 상기 제2단자에 그 일단이 연결되고 상기 기준전위에 그 타단이 연결

되는 제4커패시터를 포함할 수 있다.

- [0017] 본 발명의 다른 일 측면은, 외부충전기로부터 입력전압을 제공받고 배터리로 출력전압을 제공하는 벽컨버터; 상기 벽컨버터와 상기 입력전압 및 상기 출력전압을 공유하는 차지펄프; 및 상기 벽컨버터와 상기 차지펄프를 제어하는 제어기;를 포함하되, 상기 제어기는 배터리전류가 배터리전류목표값이 되도록 상기 벽컨버터를 제어하기 위한 제1제어신호 및 상기 차지펄프의 출력전류가 차지펄프전류목표값이 되도록 상기 입력전압을 조절하기 위한 제2제어신호를 생성하는, 전력관리장치이다.
- [0018] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제2제어신호는 상기 외부충전기로 제공되어 상기 외부충전기가 상기 제2제어신호에 대응하여 상기 입력전압을 조절하는데 사용될 수 있다.
- [0019] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어신호는 상기 벽컨버터의 스위칭주파수를 조절하는데 사용될 수 있다.
- [0020] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 벽컨버터는 상기 입력전압과 상기 출력전압을 서로 공유하며 서로 병렬로 연결된 제1벽컨버터와 제2벽컨버터를 포함하고, 상기 제어기는 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터가 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티를 가지면서 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하고 서로 170도 ~ 190도의 위상 차이를 가지도록 상기 제1벽컨버터와 상기 제2벽컨버터를 제어할 수 있다.
- [0021] 상기 전력관리장치에 있어서, 상기 제1제어신호를 이용한 상기 벽컨버터의 출력전류 제어의 대역폭은 상기 제2제어신호를 이용한 상기 차지펄프 출력전류 제어의 대역폭에 비해 높을 수 있다.
- [0022] 상기 전력관리장치에 있어서, 저리플모드에서, 상기 제어기는 상기 차지펄프의 동작을 중단시키고, 상기 외부충전기로 하여금 상기 입력전압이 실질적으로 상기 출력전압의 2배가 되도록 조절할 것을 요청하는 제3제어신호를 상기 외부충전기로 제공할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 전력관리장치는, 실시예에 따라, 외부충전기가 시스템으로 제공하는 전압을 조절가능한 상황을 활용하여 배터리 충전전류가 증가하는 환경에서도 고효율로 동작이 가능한 전력관리장치를 제공할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 전력관리장치는, 실시예에 따라, 왜란에 의해 차지펄프의 출력전류에 급격한 변동이 발생하는 경우에 도 벽컨버터의 빠른 전류 제어 특성을 활용하여 배터리전류의 변동을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 일 실시예에 따른 전력관리장치를 예시한다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 벽컨버터를 예시한다.
- 도 3 내지 도 5는 도 1의 전력관리장치의 동작을 예시적으로 설명한다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 전력관리장치를 예시한다.
- 도 7은 도 6의 벽컨버터와 차지펄프를 예시한다.
- 도 8은 도 6의 전력관리장치의 동작을 예시적으로 설명한다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 전력관리장치의 제어기를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0027] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 또는 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 전력관리장치(100)를 예시한다. 도 1을 참조하면, 전력관리장치(100)는 벽컨버터(11

0)와 제1제어기(120)를 포함할 수 있다.

- [0029] 전력관리장치(100)는 시스템(예, 스마트폰, 태블릿 등)의 내부에서 배터리 충전 및/또는 전력의 관리를 담당하는 장치로 이해될 수 있다.
- [0030] 전력관리장치(100)는 제1단자(T1)를 통해 외부충전기에 연결될 수 있다. 외부충전기는 시스템 외부에서 시스템으로 전력을 공급하는 장치로 이해될 수 있다. 외부충전기로부터 시스템으로 공급된 전력은 전력관리장치(100)를 통해 배터리를 충전하거나 및/또는 시스템 내부에서 전력을 소모하는 다양한 부품으로 공급될 수 있다.
- [0031] 외부충전기로부터 전력관리장치(100)로 공급되는 전압(V_i)은 전력관리장치(100)의 관점에서 입력전압으로 이해될 수 있다. 외부충전기가 전력관리장치(100)로 제공하는 입력전압은 조절이 가능할 수 있다. 예를 들면, 전력관리장치(100)가 외부충전기로 입력전압조절신호(Svc)를 제공하고, 외부충전기가 입력전압조절신호(Svc)에 대응하여 입력전압(V_i)를 조절하는 방식으로 전력관리장치(100)와 외부충전기가 서로 정보를 주고받으며 입력전압(V_i)을 조절할 수 있다.
- [0032] 전력관리장치(100)는 제2단자(T2)를 통해 배터리 및/또는 시스템 부품에 연결될 수 있다. 전력관리장치(100)는 제2단자(T2)를 통해 배터리로 제공하는 전압(V_o)은 출력전압으로 이해될 수 있다. 전력관리장치(100)는 시스템 내부의 부품들에게 직접 전력을 제공할 수도 있지만, 전력관리집적회로(PMIC) 등과 같은 구성을 경유하여 전력을 제공할 수도 있다. 예시적으로, 전력관리집적회로(PMIC)는 전력관리장치(100)로부터 제공받은 출력전압(V_o)을 사용하여 시스템 내부의 다양한 부품이 요구하는 다양한 전압을 생성하고 제공할 수 있다. 이 경우, 전력관리집적회로(PMIC)는 본 실시예의 전력관리장치(100)에 포함되는 것으로 이해될 수 있다.
- [0033] 벽컨버터(110)는 제1단자(T1)를 통해 외부충전기로부터 입력전압(V_i)을 제공받고 제2단자(T2)를 통해 배터리로 출력전압(V_o)을 제공할 수 있다. 벽컨버터(110)의 출력전압(V_o)이 배터리 단자에 바로 연결될 경우, 벽컨버터(110)의 출력전압(V_o)은 배터리 충전을 위한 전압이 될 수 있다.
- [0034] 벽컨버터(110)는 입력전압(V_i)과 출력전압(V_o)을 공유하는 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)를 포함할 수 있다. 즉, 벽컨버터(110)는 서로 병렬로 연결되어 동작하는 복수의 벽컨버터를 포함할 수 있다. 서로 병렬로 연결되어 동작하는 복수의 벽컨버터의 개수는 다양할 수 있다. 각각의 벽컨버터가 최적의 효율로 동작할 수 있는 전력과 복수의 벽컨버터가 함께 처리해야 할 총 전력을 고려하여 병렬로 동작할 벽컨버터의 개수를 결정할 수 있다. 여기서, 제1단자(T1)와 벽컨버터(110) 사이 및/또는 제2단자(T2)와 벽컨버터(110) 사이에는 전류 검출을 위한 저항(도면 미도시) 또는 전원 분리를 위한 스위치(도면 미도시) 등의 소자가 포함될 수 있는데, 이 경우에도 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)는 입력전압(V_i)과 출력전압(V_o)을 공유하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0035] 제1제어기(120)는 벽컨버터(110)를 제어할 수 있다. 이를 위해, 제1제어기(120)는 벽컨버터 제어신호(Sbc)를 사용할 수 있다. 제1제어기(120)는 입력전압(V_i), 출력전압(V_o) 및 배터리전류(I_b) 등에 대한 정보를 수집하고, 입력전압의 조절을 위한 입력전압조절신호(Svc)를 생성하여 외부충전기로 제공하며, 배터리전류(I_b)가 배터리전류목표값(I_{b_ref})을 추종하도록 벽컨버터(110)를 제어하기 위한 벽컨버터 제어신호(Sbc)를 생성할 수 있다. 벽컨버터(110)는 벽컨버터 제어신호(Sbc)에 대응하여 듀티 또는 스위칭주파수 등을 조절함으로써 배터리전류(I_b)가 배터리전류목표값(I_{b_ref})을 추종하도록 동작할 수 있다.
- [0036] 여기서, 입력전압조절신호(Svc)의 생성 및/또는 생성된 입력전압조절신호(Svc)를 외부충전기로 제공하는 등의 기능은 시스템 프로세서(소위 AP라고 언급되기도 함) 또는 다른 소자에 의해 수행될 수도 있는데, 이 경우 시스템 프로세서 또는 다른 소자에서 입력전압조절신호(Svc)의 생성 및/또는 생성된 입력전압조절신호(Svc)를 외부충전기로 제공하는 등의 기능을 담당하는 부분은 제1제어기(120)의 일부로 이해될 수 있다.
- [0037] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 입력전류(I_i)에 대한 정보를 전송한 다른 정보들과 함께 더 수집하고, 입력전류(I_i)가 입력전류목표값(I_{i_ref})을 추종하도록 벽컨버터(110)를 제어할 수 있다. 제1제어기(120)에 의한 입력전류(I_i)의 제어는 배터리전류(I_b)에도 영향을 주게 되므로, 이 경우에도 제1제어기(120)는 배터리전류(I_b)를 제어하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0038] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 배터리전류(I_b)와 함께 입력전류(I_i) 및 출력전압(V_o) 중의 적어도 하나 이상을 동시에 또는 상황에 따라 선택적으로 제어할 수 있다. 예시적으로, 제1제어기(120)는 입력전압(V_i), 출력전압(V_o), 입력전류(I_i) 및 배터리전류(I_b)의 상태에 따라 배터리전류(I_b)가 배터리전류목표값(I_{b_ref})을 추종하도록 벽컨버터(110)를 제어하거나 또는 입력전류(I_i)가 입력전류목표값(I_{i_ref})을 추종하도록 벽컨버터(110)를 제어하거나 또는 출력전압(V_o)이 출력전압목표값(V_{o_ref})을 추종하도록 벽컨버터(110)를 제어하는 방식을 사용할 수 있다. 본 명세서에서 배터리전류(I_b)가 배터리전류목표값(I_{b_ref})을 추종하도록 제어한다는 것은, 이와

같이 배터리전류(Ib)와 함께 입력전류(Ii) 및 출력전압(Vo) 중의 적어도 하나 이상을 동시에 또는 상황에 따라 선택적으로 제어하는 경우를 포함하는 개념으로 이해될 수 있다.

- [0039] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티(duty ratio)를 가지고 동작하도록 제어할 수 있다. 바람직하게는, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가지면서 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0040] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 서로 170도 ~ 190도의 위상차이를 가지고 동작하도록 제어할 수 있다. 바람직하게는, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 서로 실질적으로 180도의 위상차이를 가지고 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0041] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 각각 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0042] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 외부충전기로 하여금 입력전압(Vi)이 실질적으로 출력전압(Vo)의 2배가 되도록 조절해 줄 것을 요청하는 입력전압조절신호(Svc)를 외부충전기로 제공할 수 있다. 벽컨버터의 출력전압(Vo)은 이론적으로 입력전압(Vi)과 듀티의 곱이므로, 입력전압(Vi)이 출력전압(Vo)의 약 2배일 때 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)는 실질적으로 0.5의 듀티를 가지고 동작할 수 있다. 외부충전기는 제1제어기(120)로부터 제공받은 입력전압조절신호(Svc)에 대응하여 입력전압(Vi)을 조절할 수 있다.
- [0043] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111) 및 제2벽컨버터(112)의 듀티 또는 스위칭주파수를 조절하여 배터리로 공급되는 전류를 조절할 수 있다. 바람직하게는, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111) 및 제2벽컨버터(112)의 스위칭주파수를 조절하여 배터리로 공급되는 전류를 조절할 수 있다. 더욱 바람직하게는, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111) 및 제2벽컨버터(112)의 스위칭주파수를 조절하되, 제1벽컨버터(111) 및 제2벽컨버터(112)의 스위칭주파수를 서로 동일하게 제어할 수 있다.
- [0044] 도 2는 일 실시예에 따른 벽컨버터(110)를 예시한다. 도 2를 참조하면, 벽컨버터(110)는 서로 병렬로 연결된 제1벽컨버터(111) 및 제2벽컨버터(112)를 포함할 수 있다. 예시적으로, 제1벽컨버터(111) 및 제2벽컨버터(112)는 서로 동일한 회로를 포함할 수 있다.
- [0045] 예시적으로, 제1벽컨버터(111)는, 제1단자(T1)에 그 일단이 연결되는 제1스위치(S1), 제1스위치(S1)의 타단에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제2스위치(S2), 제1스위치(S1)의 타단에 그 일단이 연결되고 제2단자(T2)에 그 타단이 연결되는 제1인덕터(L1), 및 제2단자(T2)에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제1커패시터(C1)를 포함할 수 있다.
- [0046] 예시적으로, 제2벽컨버터(112)는, 제1단자(T1)에 그 일단이 연결되는 제3스위치(S3), 제3스위치(S3)의 타단에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제4스위치(S4), 제3스위치(S3)의 타단에 그 일단이 연결되고 제2단자(T2)에 그 타단이 연결되는 제2인덕터(L2), 및 제2단자(T2)에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제2커패시터(C2)를 포함할 수 있다.
- [0047] 도 3 내지 도 5는 도 1의 전력관리장치(100)의 동작을 예시적으로 설명한다.
- [0048] 도 3은 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)를 포함하는 벽컨버터(110)의 출력전류에서 리플 성분이 상쇄되는 원리를 설명하는 도면이다.
- [0049] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 제1인덕터전류(IL1)는 제1벽컨버터(111)의 제1인덕터(L1)을 통해 흐르는 전류이고, 제2인덕터전류(IL2)는 제2벽컨버터(112)의 제2인덕터(L2)을 통해 흐르는 전류이며, 벽컨버터출력전류(Ibc)는 벽컨버터(110) 전체의 출력전류로 이해될 수 있다(도 2 참조).
- [0050] 실시예에 따라, 제1벽컨버터(111)는 제1스위치(S1)의 온구간(Ton)에서 입력전압(Vi)과 출력전압(Vo)의 차이에 따른 기울기로 제1인덕터전류(IL1)가 증가하고, 제1스위치(S1)의 오프구간(Toff)에서 출력전압(Vo)의 크기에 따른 기울기로 제1인덕터전류(IL1)가 감소할 수 있다. 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)의 제1스위치(S1)의 온구간(Ton)의 길이 또는 온구간(Ton)과 스위칭주기(Ton + Toff)의 비율(듀티)을 조절함으로써 제1벽컨버터(111)의 출력전압 또는 출력전류를 조절할 수 있다.
- [0051] 도 3에 예시한 바와 같이, 제1벽컨버터(111)는 제1인덕터전류(IL1)가 오프구간(Toff)에서 하강하다가 영(zero)이 되면 바로 온구간(Ton)을 시작하여 상승을 시작하는 방식으로 동작할 수 있는데, 이러한 동작방식을 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작한다고 언급할 수 있다. 제1인덕터전류(IL1)의 크기가 영의 값으로

하강하지 않는 경우를 연속도통모드(Continuous Conduction Mode)라고 언급할 수 있고, 제1인덕터전류(IL1)의 크기가 영의 값을 일정시간 유지할 경우 불연속도통모드(Discontinuous Conduction Mode)라고 언급할 수 있다. 제1인덕터전류(IL1)가 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작할 경우, 후술할 바와 같이, 제1스위치(S1)의 턴온 시에 제1인덕터전류(IL1)가 영(zero)이되어 스위칭 손실이 감소하는 장점이 있다(도 4 참조).

[0052] 실시예에 따라, 제2벽컨버터(112)는 제1벽컨버터(111)와 유사하게 동작할 수 있다. 제2벽컨버터(112)는 제3스위치(S3)의 온구간(Ton)에서 입력전압(Vi)과 출력전압(Vo)의 차이에 따른 기울기로 제2인덕터전류(IL2)가 증가하고, 제3스위치(S3)의 오프구간(Toff)에서 출력전압(Vo)의 크기에 따른 기울기로 제2인덕터전류(IL2)가 감소할 수 있다. 제1제어기(120)는 제2벽컨버터(112)의 제3스위치(S3)의 온구간(Ton)의 길이 또는 온구간(Ton)과 스위칭주기(Ton + Toff)의 비율(듀티)을 조절함으로써 제2벽컨버터(112)의 출력전압 또는 출력전류를 조절할 수 있다. 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)와 마찬가지로 제2벽컨버터(112)를 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작시킴으로써 제3스위치(S3)의 턴온 시에 제2인덕터 전류를 영(zero)으로 만들어 스위칭 손실을 줄일 수 있다.

[0053] 실시예에 따라, 제1제어기(120)는 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 동일한 스위칭주파수에서 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가지면서 서로 실질적으로 180도의 위상차이를 가지도록 제어할 수 있다. 이 경우, 제1인덕터전류(IL1)와 제2인덕터전류(IL2)는 각각 영(zero)에서 제1전류(I1)까지 상승하는 동일한 형상을 가지되 서로 위상이 180도 반전된 형태를 가질 수 있다. 즉, 제1인덕터전류(IL1)와 제2인덕터전류(IL2)의 각각은 제1전류(I1)의 크기에 해당하는 리플(전류 크기의 변동)을 가지지만, 제1인덕터전류(IL1)와 제2인덕터전류(IL2)의 합은 제1전류(I1)의 크기로 고정(도 3의 제일 아래 파형 참조)되어 리플이 감소되거나 거의 없을 수 있다. 따라서, 벽컨버터(110)의 출력전류(Ibc)는 전류 리플이 감소되거나 거의 없을 수 있다.

[0054] 이와 같이, 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 동일한 스위칭주파수에서 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가지면서 서로 실질적으로 180도의 위상차이를 가지도록 할 경우, 인덕터전류(IL1, IL2)의 각각은 큰 리플을 가지더라도 벽컨버터(110) 전체의 출력전류는 전류 리플이 감소되는 장점이 있다. 특히, 입력전압(Vi)이 출력전압(Vo)의 두 배가 될 경우, 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)의 듀티는 각각 실질적으로 0.5가 되고(즉, Ton = Toff), 인덕터전류(IL1, IL2)의 온구간에서의 상승 기울기와 오프구간에서의 하강 기울기가 실질적으로 동일하게 되어 제1인덕터전류(IL1)와 제2인덕터전류(IL2)는 완전히 상호 반전된 형태가 되어 벽컨버터(110) 전체의 출력전류의 리플이 실질적으로 영으로 감소될 수 있다. 이와 같이, 복수의 서브-컨버터(제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112))가 서로 다른 위상을 가지고 동작하는 컨버터는 다상(Multiphase) 컨버터로 언급될 수 있다.

[0055] 다만, 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가져야만 리플 전류가 감소되는 것은 아니다. 예시적으로, 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티를 가지면서 서로 170도 ~ 190도의 위상차이를 가질 경우에도 전류 리플은 상당히 감소할 수 있다. 또한, 예시적으로, 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 각각 0.45 ~ 0.55 이외의 듀티로 동작한다고 하더라도 서로의 위상에 차이가 있을 경우 전류 리플은 어느 정도 감소할 수 있다. 그러나 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112)가 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가질 경우 전류 리플의 감소 효과는 극대화될 수 있다.

[0056] 배터리로 공급되는 충전전류에 큰 리플이 포함되는 경우, 배터리 단자 전압에 변동이 야기되고 이러한 배터리 단자 전압의 변동은 배터리를 사용하는 시스템의 이상 동작을 야기하는 문제가 있기 때문에, 효율 감소와 가격 상승 및 부피의 증가 등의 단점에도 불구하고 인덕터의 크기를 증가시켜 연속도통모드(CCM)에서 동작하도록 함으로써 전류의 리플을 줄이기 위해 노력하는 것이 일반적이다.

[0057] 본 실시예에 따른 전력관리장치(100)는 제1인덕터전류(IL1)와 제2인덕터전류(IL2)의 각각에 큰 리플 전류를 허용하면서도 벽컨버터(110) 전체 출력전류의 리플을 감소시킴으로써 효율을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라 인덕터의 사이즈를 줄이고 가격을 낮출 수 있는 장점이 있다.

[0058] 도 4는 제1벽컨버터(111)가 경계도통모드에서 동작하면서 스위칭 손실을 줄이는 원리를 설명하는 도면이다. 제2벽컨버터(112)도 경계도통모드에서 동작하면서 동일한 원리로 스위칭 손실을 줄일 수 있다.

[0059] 도 2 및 도 4를 참조하면, 예시적으로, 제1벽컨버터(111)의 제1스위치(S1)는 시각 t1 ~ t6의 각각에서 턴온과 턴오프를 교대로 수행할 수 있다. 즉, 제1벽컨버터(111)의 제1스위치(S1)는 시각 t1, t3 및 t5에서 각각 온 상태를 오프 상태로 전환(턴오프)하고, 시각 t2, t4 및 t6에서 각각 오프 상태를 온 상태로 전환(턴온)할 수 있다. 예시적으로, 제1벽컨버터(111)의 제2스위치(S2)는 제1스위치(S1)과 반대로 동작할 수 있다. 즉, 제1스위치(S1)가 온일 때 제2스위치(S2)는 오프이고, 제1스위치(S1)가 오프일 때 제2스위치(S2)는 온이 되도록 동작할

수 있다.

- [0060] 제1벽컨버터(111)가 경계도통모드에서 동작할 경우, 시각 t_2 , t_4 및 t_6 의 각각에서 제1인덕터전류(IL1)가 영(zero)이 되면 제1스위치(S1)가 턴오프되어 제1인덕터전류(IL1)가 상승을 시작하는 형태를 가질 수 있다. 이 경우, 제1스위치(S1)는 제1인덕터전류(IL1)가 영인 상태에서 턴온 스위칭을 수행하고, 제2스위치(S2)는 제1인덕터전류(IL1)가 영인 상태에서 턴오프 스위칭을 수행하므로 스위칭 소자들(S1, S2)의 스위칭 손실을 줄일 수 있다.
- [0061] 이와 같이, 제1벽컨버터(111)와 제1벽컨버터(111)를 경계도통모드에서 동작하도록 함으로써 스위칭 손실을 줄일 수 있다.
- [0062] 도 5는 경계도통모드에서 스위칭주파수를 조절하여 컨버터의 출력전류를 조절하는 원리를 제1벽컨버터를 예를 들어 설명한다.
- [0063] 제1벽컨버터(111)의 제1인덕터전류(IL1)는, 전술한 바와 같이, 온구간(도 3의 Ton)에 상승하고 오프구간(도 3의 Toff)에 하강하는 주기적인 파형을 가질 수 있다. 이 때, 온구간(Ton)과 오프구간(Toff)의 합을 스위칭주기(T)로 정의할 수 있고, 스위칭주기(T)의 역수를 스위칭주파수로 정의할 수 있다.
- [0064] 도 5에서 위 그림은 스위칭주파수가 상대적으로 높은(즉, 스위칭주기 T1이 상대적으로 짧은) 경우의 제1인덕터전류(IL1)의 파형(501)이고, 아래 그림은 스위칭주파수가 상대적으로 낮은(즉, 스위칭주기 T2가 상대적으로 긴) 경우의 제1인덕터전류(IL1)의 파형(502)을 예시하고 있다. 스위칭주파수가 높은 경우의 제1인덕터전류(501)는 영(zero)에서 제1전류(I1)까지 상승과 하강을 반복하는 형태를 가질 수 있고, 스위칭주파수가 낮은 경우의 제1인덕터전류(502)는 영(zero)에서 제2전류(I2)까지 상승과 하강을 반복하는 형태를 가질 수 있다.
- [0065] 여기서, 제2주기(T2)가 제1주기(T1)보다 길기 때문에 제2전류(I2)는 제1전류(I1)에 비해 큰 값을 가지게 된다. 따라서, 스위칭주파수가 낮은 경우의 제1인덕터전류(502)의 평균값은 $I2/2$ 가 되어, 스위칭주파수가 높은 경우의 제1인덕터전류(501)의 평균값인 $I1/2$ 에 비해 클 수 있다. 즉, 스위칭주파수를 조절하여 제1벽컨버터가 출력하는 평균전류를 조절할 수 있다. 예시적으로, 스위칭주파수를 낮춤으로써 평균전류를 증가시키고 스위칭주파수를 높임으로써 평균전류를 감소시킬 수 있다.
- [0066] 스위칭주파수의 조절을 통해 제1벽컨버터(111)의 출력전류를 조절할 경우 제1벽컨버터(111)는 경계도통모드에서의 동작을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 듀티 조절을 통한 전류 제어 방식에서는 전류가 변할 경우 경계도통모드를 유지할 수 없다는 점을 고려하면, 스위칭주파수 조절을 통한 전류 제어는 스위칭 손실을 줄여 고효율을 달성할 수 있다는 장점이 있다.
- [0067] 도 6은 일 실시예에 따른 전력관리장치(600)를 예시한다.
- [0068] 도 6을 참조하면, 전력관리장치(600)는 도 1에 예시된 전력관리장치(100)에 비해 차지펄프(630)와 제2제어기(640)를 더 포함하는 점에서 차이가 있다. 벽컨버터(610)를 구성하는 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612) 및 제1제어기(620)는 아래에서 설명할 내용과 상충되는 부분을 제외하고는 도 1을 참조하여 설명한 제1벽컨버터(111)와 제2벽컨버터(112) 및 제1제어기(120)와 유사하게 동작할 수 있다.
- [0069] 차지펄프(630)는 벽컨버터(610)와 입력전압(Vi) 및 출력전압(Vo)을 공유하며 벽컨버터(610)에 병렬로 연결될 수 있다. 벽컨버터(610)에 병렬로 연결된 차지펄프(630)는 배터리 및/또는 시스템 내부로 공급하는 전력(또는 전류)을 벽컨버터(610)와 함께 분담할 수 있다.
- [0070] 여기서, 제1단자(T1)와 벽컨버터(610) 사이, 제1단자(T1)와 차지펄프(630) 사이, 제2단자(T2)와 벽컨버터(610) 사이 및 제2단자(T2)와 차지펄프(630) 사이 중의 적어도 하나 이상에는 전류 검출을 위한 저항(도면 미도시) 또는 전원 분리를 위한 스위치(도면 미도시) 등의 소자가 포함될 수 있는데, 이 경우에도 차지펄프(630)와 벽컨버터(610)는 입력전압(Vi) 및 출력전압(Vo)을 공유하는 것으로 이해될 수 있다.
- [0071] 제2제어기(640)는 차지펄프(630)를 제어할 수 있다. 실시예에 따라, 제2제어기(640)는 차지펄프(630)가 제2단자(T2)로 출력하는 전류(Icp)가 차지펄프전류목표값(Icp_ref)이 되도록 입력전압(Vi)을 조절하기 위하여 외부충전기로 입력전압조절신호(Svc)를 제공할 수 있다. 외부충전기는 입력전압조절신호(Svc)에 대응하여 입력전압(Vi)을 조절할 수 있다. 또한, 제2제어기(640)는 차지펄프제어신호(Scp)를 사용하여 차지펄프(630)를 제어할 수 있다.
- [0072] 여기서, 입력전압조절신호(Svc)의 생성 및/또는 생성된 입력전압조절신호(Svc)를 외부충전기로 제공하는 등의

기능은 시스템 프로세서 또는 다른 소자에 의해 수행될 수도 있는데, 이 경우 시스템 프로세서 또는 다른 소자에서 입력전압조정신호(Svc)의 생성 및/또는 생성된 입력전압조정신호(Svc)를 외부충전기로 제공하는 등의 기능을 담당하는 부분은 제2제어기(640)의 일부로 이해될 수 있다.

- [0073] 제2제어기(640)가 차지펌프(630)의 출력전류(Icp)를 제어하기 위하여 입력전압(Vi)의 조절 기능을 수행할 경우, 제1제어기(620)는 배터리로 공급되는 배터리전류(Ib)가 배터리전류목표값(Ib_ref)을 추종하도록 벽컨버터(610)를 제어할 수 있다. 이를 위해, 제1제어기(620)는 벽컨버터(610)를 제어하기 위한 벽컨버터 제어신호(Sbc)를 생성할 수 있다. 실시예에 따라, 제1제어기(620)는 벽컨버터 제어신호(Sbc)를 이용하여 제1벽컨버터(611) 및 제2벽컨버터(612)의 스위칭주파수를 조절함으로써 벽컨버터출력전류(Ibc)를 조절하고, 결과적으로 배터리전류(Ib)를 조절할 수 있다.
- [0074] 여기서, 배터리전류(Ib)가 배터리전류목표값(Ib_ref)을 추종하도록 벽컨버터(610)를 제어한다는 것은, 전술한 바와 같이, 벽컨버터(610)를 통해 배터리전류(Ib)와 함께 입력전류(Ii) 및 출력전압(Vo) 중의 적어도 하나 이상을 동시에 또는 상황에 따라 선택적으로 제어하는 경우를 포함하는 개념으로 이해될 수 있다.
- [0075] 이 때, 제1제어기(620)는 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)가 동일한 스위칭주파수에서 동작하도록 제어할 수 있다. 실시예에 따라, 제1제어기(620)는 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)가 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티를 가지고 동작하도록 제어할 수 있다. 실시예에 따라, 제1제어기(620)는 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)가 서로 170도 ~ 190도의 위상차이를 가지도록 제어할 수 있다.
- [0076] 실시예에 따라, 제1제어기(620)는 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)가 각각 경계도통모드(Boundary Conduction Mode)에서 동작하도록 제어할 수 있다. 이 경우, 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)의 스위칭 손실을 줄일 수 있다.
- [0077] 실시예에 따라, 제1제어기(620)는 듀티 조절 대신 스위칭주파수의 조절을 통해 벽컨버터(610)의 출력전류(Ibc)를 조절할 수 있다. 이 경우 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)는 출력전류(Ibc)의 변화에도 불구하고 경계도통모드를 유지할 수 있다.
- [0078] 실시예에 따라, 제1제어기는 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)가 동일한 스위칭주파수에서 각각 0.45 ~ 0.55의 듀티를 가지면서 경계도통모드에서 동작하고 서로 170도 ~ 190도의 위상차이를 가지도록 제어할 수 있다. 이 경우, 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)의 각각에는 큰 리플 전류를 허용하면서도 벽컨버터(110) 전체 출력전류의 리플을 감소시키고 효율을 증가시키며 인덕터의 사이즈를 줄일 수 있는 장점이 있다. 더욱 바람직하게는, 제1제어기는 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)가 동일한 스위칭주파수에서 각각 실질적으로 0.5의 듀티를 가지면서 경계도통모드에서 동작하고 서로 실질적으로 180도의 위상차이를 가지도록 제어할 수 있다. 이 경우, 리플 감소와 효율 증가의 효과는 더욱 증가할 수 있다.
- [0079] 도 6에는 제1제어기(620)와 제2제어기(640)가 서로 별개의 구성으로 도시되어 있으나 이는 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 제1제어기(620)와 제2제어기(640)는 하나의 제어기로 구현될 수 있다.
- [0080] 도 7은 도 6의 벽컨버터(611, 612)와 차지펌프(630)를 예시한다.
- [0081] 벽컨버터(611, 612)는 도 2를 참조하여 설명한 바와 동일하게 구성될 수 있다.
- [0082] 차지펌프(630)는, 제1단자(T1)에 그 일단이 연결되는 제3커패시터(C3), 제3커패시터(C3)의 타단에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제5스위치(S5), 제1단자(T1)에 그 일단이 연결되고 제2단자(T2)에 그 타단이 연결되는 제6스위치(S6), 제3커패시터(C3)의 타단에 그 일단이 연결되고 제2단자(T2)에 그 타단이 연결되는 제7스위치(S7) 및 제2단자(T2)에 그 일단이 연결되고 기준전위에 그 타단이 연결되는 제4커패시터(C4)를 포함할 수 있다.
- [0083] 도 7에 예시된 바와 같은 차지펌프(630)는 입력전압(Vi)과 출력전압(Vo)의 비(전압변환비)가 실질적으로 2:1일 때 고효율로 동작할 수 있고, 입력전압(Vi)의 미세한 조절을 통해 차지펌프 출력전류(Icp)를 조절할 수 있다.
- [0084] 도 7에는 2:1의 전압변환비를 가지는 차지펌프(630)의 일 예가 도시되어 있으나, 차지펌프(630)에는 2:1의 전압변환비를 가지는 다른 회로가 사용될 수 있다. 또한, 입력전압(Vi)과 출력전압(Vo)의 관계에 따라 차지펌프(630)에는 2:1 이외의 다른 전압변환비를 가지는 회로가 사용될 수도 있다.
- [0085] 차지펌프(630)는 회로에 따라 소정의 전압변환비에서 고효율로 동작할 수 있다. 도 7에 예시된 차지펌프(630)는 2:1의 전압변환비에서 고효율로 동작할 수 있다. 그러나 차지펌프(630) 또한 전술한 벽컨버터(610)와 마찬가지로

로 처리 전력이 커질수록 효율이 감소하는 문제가 있어 최근 시스템에서 요구하는 고전력을 단독으로 고효율로 처리하기는 쉽지 않다. 따라서, 본 실시예에서는 벽컨버터(610)와 차지펌프(630)를 함께 사용하여 시스템이 요구하는 전력을 고효율로 처리하고자 한다.

- [0086] 또한, 차지펌프(630)는 그 출력전류(Icp) 제어의 동특성이 느린 단점이 있다. 즉, 차지펌프(630)는 왜란 등에 의해 그 출력전류(Icp)가 변동되는 경우 원래의 목표값을 찾아가는데 벽컨버터(610)에 비해 상대적으로 긴 시간을 필요로 한다. 이는, 예시적으로, 입력전압(Vi)을 조절하여 차지펌프 출력전류(Icp)를 제어할 때 외부충전기로 입력전압조절신호(Svc)를 전송하는데 걸리는 시간 및 외부충전기가 입력전압조절신호(Svc)에 대응하여 입력전압(Vi)을 조절하는데 걸리는 시간 등에 기인한 것으로도 이해될 수 있다.
- [0087] 이와 같은 제약들(즉, 벽컨버터(610)와 차지펌프(630) 각각이 전력의 증가에 따라 효율이 감소하는 문제 및 차지펌프(630)의 전류 제어 속도가 느린 문제)을 고려하여, 본 실시예는 시스템이 요구하는 전체 전력을 고효율로 처리하면서도 전류 제어 성능을 개선할 수 있는 방법을 제시하는데, 이하 도 6 내지 도 8을 참조하여 본 실시예의 방법을 설명한다.
- [0088] 도 8의 첫 번째 파형은 차지펌프(630)의 출력전류(Icp)를 예시하고, 두 번째 파형은 벽컨버터(610)의 출력전류(Ibc)를 예시하며, 세 번째 파형은 배터리를 충전하는 배터리전류(Ib)를 예시한다.
- [0089] 첫 번째 파형을 참조하면, 차지펌프 출력전류(Icp)는 제2제어기(640)의 제어에 의해 시각 t1 이전에 차지펌프전류목표값(Icp_ref)을 유지하도록 제어되는 상황을 가정한다. 제2제어기(640)는 차지펌프 출력전류(Icp)와 차지펌프전류목표값(Icp_ref) 정보를 입력받고, 차지펌프 출력전류(Icp)가 차지펌프전류목표값(Icp_ref)을 추종하도록 입력전압(Vi)을 조절할 수 있다(외부충전기에게 입력전압(Vi)을 조절하도록 요청함에 의해).
- [0090] 여기서, 차지펌프전류목표값(Icp_ref)은 차지펌프(630)가 최적의 효율로 동작할 수 있는 전류값으로 설정될 수 있다. 예시적으로, 전력관리장치의 출력전압(Vo)이 4.35V일 때, 차지펌프전류목표값(Icp_ref)은 1A ~ 2A 범위로 설정될 수 있다. 바람직하게는 출력전압(Vo)이 4.35V일 때, 차지펌프전류목표값(Icp_ref)은 1.5A로 설정될 수 있다. 실험 결과에 의하면, 스마트폰 시스템에 적합하도록 설계된 차지펌프(630)는 출력전압(Vo)이 4.35V이고 출력전류(Icp)가 1.5A일 때 약 97%의 효율로 동작할 수 있다.
- [0091] 이후, 시각 t1에서 입력전압(Vi)의 변동이나 왜란 등의 영향으로 차지펌프 출력전류(Icp)가 급격히 증가(도면부호 801 참조)하는 상황이 발생하면, 제2제어기(640)는 차지펌프 출력전류(Icp)가 차지펌프전류목표값(Icp_ref)을 추종하도록 하기 위하여 입력전압조절신호(Svc)를 통해 외부충전기가 입력전압(Vi)을 다시 조절하도록 요청할 수 있다. 외부충전기가 입력전압조절신호(Svc)에 대응하여 입력전압(Vi)을 조절하면 차지펌프 출력전류(Icp)는 점차 차지펌프전류목표값(Icp_ref)을 찾아갈 수 있다(도면부호 802 참조).
- [0092] 그러나 전술한 바와 같이, 차지펌프(630)의 전류 제어 속도가 느려 차지펌프 출력전류(Icp)가 차지펌프전류목표값(Icp_ref)에 도달하는 시간이 다소 오래 걸릴 수 있다. 만약, 전력관리장치(600)에 벽컨버터(610)가 포함되지 않고 차지펌프(630)만 있을 경우, 차지펌프 출력전류(Icp)의 급격한 변동(801)에 의해 배터리전류(Ib)에도 급격한 변동이 발생하게 될 것이다. 배터리전류(Ib)의 급격한 변동은 배터리 및 시스템의 안정성에 문제를 야기할 수 있다. 특히, 차지펌프 출력전류(Icp)의 급격한 증가로 인해 배터리전류(Ib)가 급격히 증가할 경우 배터리에 과전류가 공급되어 배터리의 손상을 야기할 수 있다.
- [0093] 본 실시예는, 차지펌프 출력전류(Icp)의 급격한 변동에도 불구하고 배터리전류(Ib)의 급격한 변동을 방지하기 위해 벽컨버터(610)의 빠른 전류 제어 특성을 활용한다.
- [0094] 제1제어기(620)는 시각 t1 이전에 벽컨버터 출력전류(Ibc)가 벽컨버터 정상상태전류값(Ibc_ss)을 출력하도록 제어하고 있다. 제1제어기(620)는 배터리전류(Ib)와 배터리전류목표값(Ib_ref)을 입력받고, 배터리전류(Ib)가 배터리전류목표값(Ib_ref)을 추종하도록 벽컨버터(610)를 제어할 수 있다.
- [0095] 여기서, 벽컨버터 정상상태전류값(Ibc_ss)은 배터리전류목표값(Ib_ref)에서 차지펌프전류목표값(Icp_ref)을 뺀 값일 수 있다(시스템 내부로 공급되는 전류는 없는 상태를 가정한 것으로서 시스템으로 공급되는 전류가 있는 경우 벽컨버터 정상상태전류값(Ibc_ss)은 그만큼 더 증가할 것이다). 즉, 제2제어기(640)는 차지펌프(630)가 최적으로 동작할 수 있는 차지펌프 출력전류(Ibc)를 출력하도록 차지펌프(630)를 제어하고, 제1제어기(620)는 배터리전류목표값(Ib_ref)에서 차지펌프(630)가 공급하는 전류(Icp)를 제외한 나머지 전류(Ib_ref - Icp)를 벽컨버터가 공급하도록 제어할 수 있다.
- [0096] 예시적으로, 전력관리장치의 출력전압(Vo)이 4.35V일 때, 제1벽컨버터(611)와 제2벽컨버터(612)를 포함하는 벽

컨버터(610)는 2A ~ 4A의 전류를 출력하는 것이 적절할 수 있다. 바람직하게는 출력전압(V_o)이 4.35V일 때, 벽 컨버터(610) 출력전류(I_{bc})는 3A를 출력하도록 설정될 수 있다. 실험 결과에 의하면 스마트폰 시스템에 적합하도록 설계된 벽컨버터(610)는 출력전압(V_o)이 4.35V일 때 출력전류(I_{bc})가 약 3A까지 약 97%의 효율로 동작할 수 있다.

- [0097] 시각 t_1 에서 차지펌프 출력전류(I_{cp})가 급격히 증가하면, 제1제어기(620)는 빠른 속도로 벽컨버터 출력전류(I_{bc})를 감소시켜(도면부호 803 참조), 차지펌프 출력전류(I_{cp})의 급격한 변동이 배터리전류(I_b)에 영향을 주는 것을 방지하거나 완화할 수 있다. 만약, 벽컨버터(610)가 없는 경우라면 시각 t_1 에서의 차지펌프 출력전류(I_{cp})의 급격한 감소는 바로 배터리전류(I_b)에도 영향을 줄 것이지만, 본 실시예에 의하면 벽컨버터(610)의 빠른 제어 특성을 이용하여 차지펌프 출력전류(I_{cp})의 급격한 변동을 보완함으로써 배터리전류(I_b)에 미치는 영향을 완화 또는 제거할 수 있다.
- [0098] 시각 t_1 이후, 제2제어기(640)에 의해 차지펌프 출력전류(I_{cp})가 점진적으로 차지펌프전류목표값(I_{cp_ref})에 근접하게 되면 벽컨버터(610)도 점차 t_1 이전의 원래의 정상상태 전류값(I_{bc_ss})을 찾아갈 것이다.
- [0099] 이와 같이, 본 실시예는 벽컨버터(610)와 차지펌프(630)를 병렬로 사용되되, 차지펌프(630)는 자신이 최적으로 동작할 수 있는 전력을 처리하고 벽컨버터(610)는 배터리와 시스템이 요구하는 나머지 전력을 처리하도록 함으로써 전체 효율을 높임과 동시에, 차지펌프(630)의 느린 전류 제어 성능을 벽컨버터(610)의 빠른 전류 제어 성능을 활용하여 보완함으로써 차지펌프(630)의 전류 변동이 배터리나 시스템에 나쁜 영향을 미치지 않도록 하는 장점이 있다.
- [0100] 여기서, 차지펌프(630)의 전류 제어 성능에 비해 벽컨버터(610)의 전류 제어 성능이 빠르다는 것은, 벽컨버터(610)의 출력전류(I_{bc}) 제어의 대역폭(bandwidth)이 차지펌프 출력전류(I_{cp}) 제어의 대역폭에 비해 높다는 것으로도 이해될 수 있다. 예시적으로, 차지펌프 출력전류(I_{cp}) 제어의 대역폭은 제2제어기(630)에 의한 입력전압조절신호(S_{vc})의 생성과 외부충전기로의 전송, 입력전압조절신호(S_{vc})에 대응한 외부충전기의 입력전압(V_i) 조절, 입력전압(V_i)의 변동에 대응한 차지펌프 출력전류(I_{cp})의 변동을 모두 포함하는 제어 루프의 대역폭으로 이해될 수 있다.
- [0101] 도 9는 일실시예에 따른 전력관리장치의 제어기를 예시한다.
- [0102] 도 9에 예시된 제어기는 제1제어기(920), 제2제어기(940) 외에도 제3제어기(960)과 멀티플렉서(980, Mux))를 더 포함할 수 있다.
- [0103] 제1제어기(920)와 제2제어기(940)는 도 6을 참조하여 설명한 바와 유사하게 동작할 수 있다. 예시적으로, 제1제어기(920)는 배터리전류(I_b)와 배터리전류목표값(I_{b_ref})을 입력받고 배터리전류(I_b)가 배터리전류목표값(I_{b_ref})을 추종하도록 벽컨버터 제어신호(S_{bc})를 사용하여 벽컨버터를 제어할 수 있다. 여기서, 배터리전류(I_b)가 배터리전류목표값(I_{b_ref})을 추종하도록 벽컨버터를 제어한다는 것은, 전술한 바와 같이, 벽컨버터를 통해 배터리전류(I_b)와 함께 입력전류(I_i) 및 출력전압(V_o) 중의 적어도 하나 이상을 동시에 또는 상황에 따라 선택적으로 제어하는 경우를 포함하는 개념으로 이해될 수 있다.
- [0104] 제2제어기(940)는 차지펌프출력전류(I_{cp})와 차지펌프전류목표값(I_{cp_ref})을 입력받고 차지펌프출력전류(I_{cp})가 차지펌프전류목표값(I_{cp_ref})을 추종하도록 차지펌프를 제어할 수 있다. 이를 위해, 제2제어기(940)는 차지펌프제어신호(S_{cp})와 제1입력전압조절신호(S_{vc1})를 생성하고, 차지펌프제어신호(S_{cp})를 차지펌프에게 제공하고 제1입력전압조절신호(S_{vc1})를 멀티플렉서(980)에게 제공할 수 있다.
- [0105] 제3제어기(960)는 입력전압(V_i)와 출력전압(V_o)을 입력받고, 입력전압(V_i)이 출력전압(V_o)과 소정의 관계를 가지도록 외부충전기에게 요청하기 위한 제2입력전압조절신호(S_{vc2})를 생성하고, 제2입력전압조절신호(S_{vc2})를 멀티플렉서(980)에게 제공할 수 있다. 예시적으로, 제3제어기(960)는 입력전압(V_i)이 출력전압(V_o)의 두 배가 되도록 외부충전기에게 요청하기 위한 제2입력전압조절신호(S_{vc2})를 생성할 수 있다. 입력전압(V_i)이 출력전압(V_o)의 두 배가 될 때, 벽컨버터는 보다 더 고효율로 동작할 수 있다.
- [0106] 멀티플렉서(980)는 제2제어기(940)으로부터 제공받은 제1입력전압조절신호(S_{vc1})와 제3제어기(960)으로부터 제공받은 제2입력전압조절신호(S_{vc2}) 중에서 어느 하나의 신호를 선택하여 입력전압조절신호(S_{vc})를 생성하고 외부충전기에게 제공할 수 있다. 외부충전기는 멀티플렉서(980)로부터 제공받은 입력전압조절신호(S_{vc})에 대응하여 입력전압(V_i)을 조절할 수 있다.
- [0107] 여기서, 제2제어기(940)에 의한 제1입력전압조절신호(S_{vc1})의 생성, 제3제어기(960)에 의한 제2입력전압조절신

호(Svc2)의 생성 및/또는 멀티플렉서(980)에 의한 입력전압조절신호(Svc)의 선택과 외부충전기로의 전송 등의 기능은 시스템 프로세서 또는 다른 소자에 의해 수행될 수도 있는데, 이 경우 시스템 프로세서 또는 다른 소자에서 해당 기능을 담당하는 부분은 제2제어기(940), 제3제어기(960) 또는 멀티플렉서(980)의 일부로 이해될 수 있다.

[0108] 도 9의 실시예에서 멀티플렉서(980)를 사용하여 제1입력전압조절신호(Svc1)와 제2입력전압조절신호(Svc2) 중에서 외부충전기에게 제공할 신호를 선택하도록 한 것은, 차지펌프의 동작을 중단시키고 전력관리장치가 저리플모드에서 동작할 수 있도록 하기 위함이다.

[0109] 전술한 바와 같이, 벽컨버터는 출력전류에 리플이 거의 없도록 동작할 수 있음에 반해, 차지펌프는 전류 리플이 벽컨버터에 비해 상대적으로 클 수 있다. 시스템에 따라 전력관리장치는 전류 리플이 아주 작은 저리플모드로 동작하는 것이 필요할 수 있는데, 이 경우 본 실시예의 전력관리장치는 차지펌프의 동작을 중단시키고 벽컨버터만 동작시킴으로써 전류 리플을 줄일 수 있다.

[0110] 다만, 도 6을 참조하면 제2제어기(640)는 차지펌프 출력전류(Icp)의 제어를 위해 적절한 입력전압(Vi)을 결정하고 이를 외부충전기에 요청하는 신호(Svc)를 생성하는데, 차지펌프의 동작이 중단되면 제2제어기가 입력전압(Vi)을 적절히 결정할 수 없는 문제가 발생할 수 있다. 본 실시예는 이러한 문제를 방지하기 위해, 제3제어기(960)가 입력전압(Vi)과 출력전압(Vo)의 관계를 이용하여 적절한 입력전압(Vi)을 결정하고 이를 외부충전기에게 요청하는 신호(Svc2)를 생성한 후, 멀티플렉서(980)를 통해 제1입력전압조절신호(Svc1)와 제2입력전압조절신호(Svc2) 중에서 모드에 따라 적절히 외부충전기에게 제공할 신호를 선택하도록 한 것이다.

[0111] 즉, 차지펌프가 동작하는 모드에서 멀티플렉서(980)는 제2제어기(940)로부터 제공받은 제1입력전압조절신호(Svc1)를 외부충전기에게 제공함으로써 차지펌프 출력전류(Icp)가 원하는 값이 되도록 입력전압(Vi)을 조절할 수 있고, 차지펌프가 동작하지 않는 저리플모드에서는 멀티플렉서(980)가 제3제어기(960)로부터 제공받은 제2입력전압조절신호(Svc2)를 외부충전기에게 제공함으로써 입력전압(Vi)이 벽컨버터가 가장 고효율로 동작할 수 있는 전압값이 되도록 입력전압(Vi)을 조절할 수 있다.

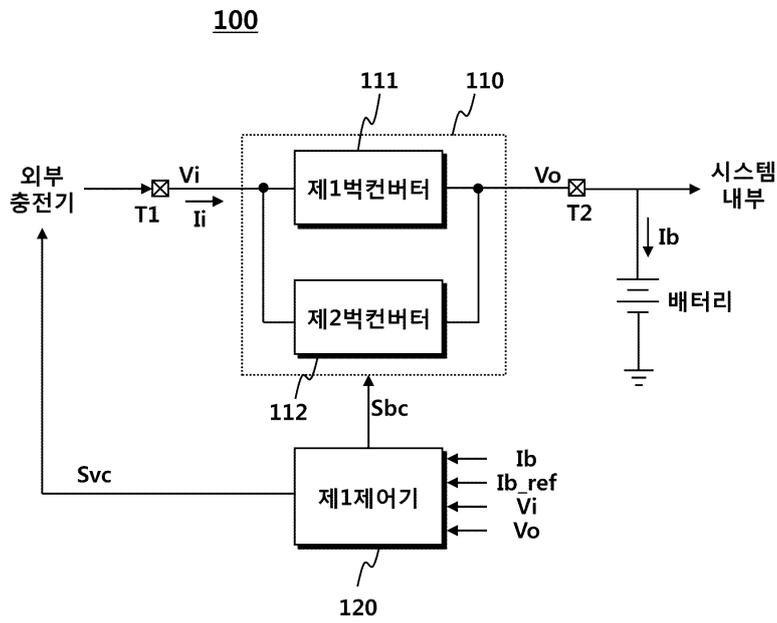
[0112] 이와 같이, 본 발명의 전력관리장치는, 실시예에 따라, 외부충전기가 시스템으로 제공하는 전압을 조절가능한 상황을 활용하여 배터리 충전전류가 증가하는 환경에서도 고효율로 동작이 가능한 전력관리장치를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명의 전력관리장치는, 실시예에 따라, 왜란에 의해 차지펌프의 출력전류에 급격한 변동이 발생하는 경우에도 벽컨버터의 빠른 전류 제어 특성을 활용하여 배터리전류의 변동을 줄일 수 있다.

[0113] 이상에서 기재된 "포함하다", "구성하다" 또는 "가지다" 등의 용어는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 해당 구성 요소가 내재될 수 있음을 의미하는 것이므로, 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥 상의 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

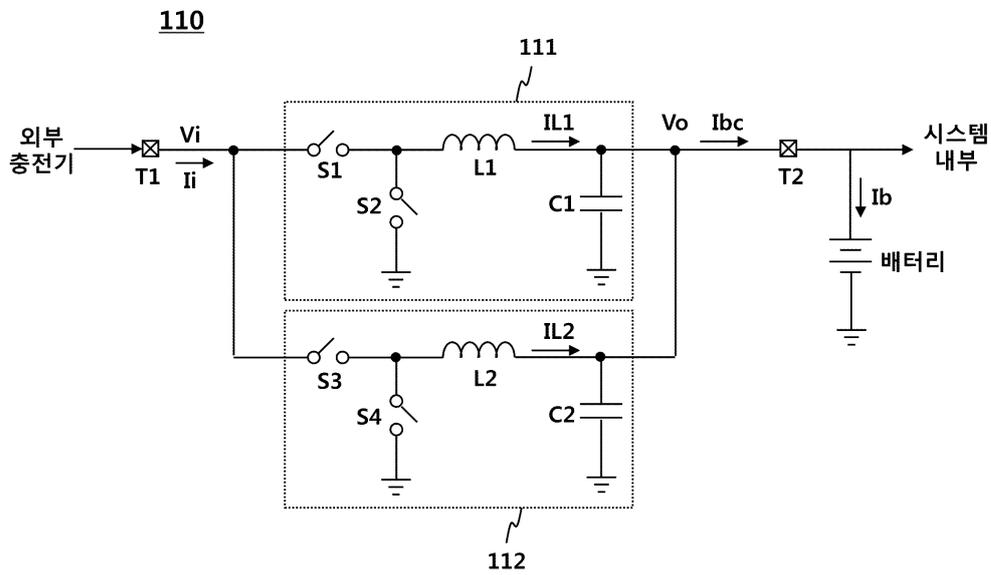
[0114] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

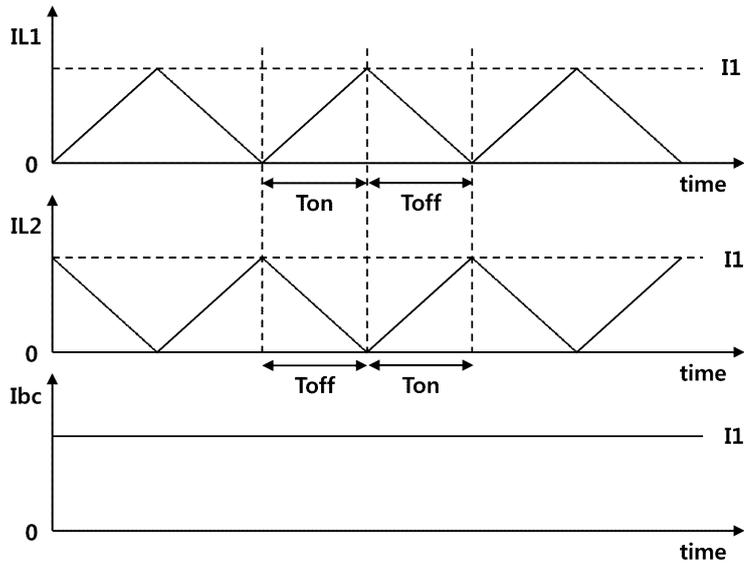
도면1



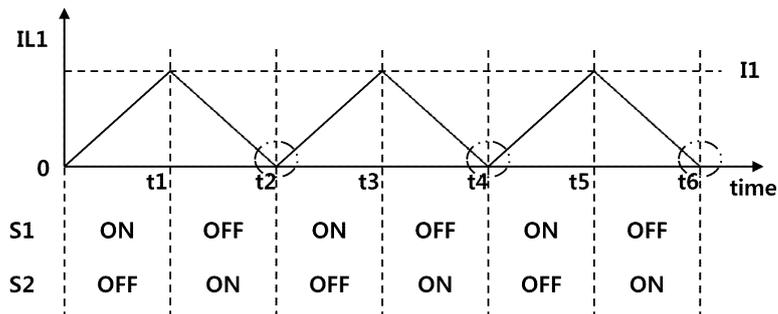
도면2



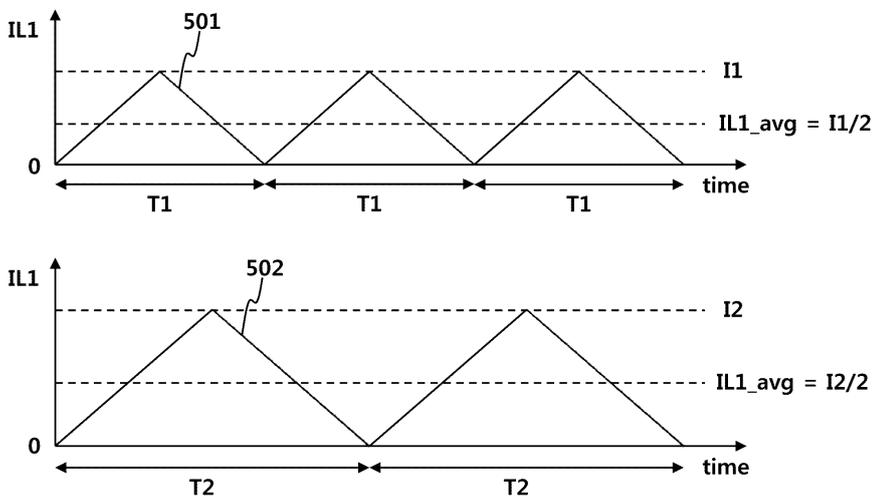
도면3



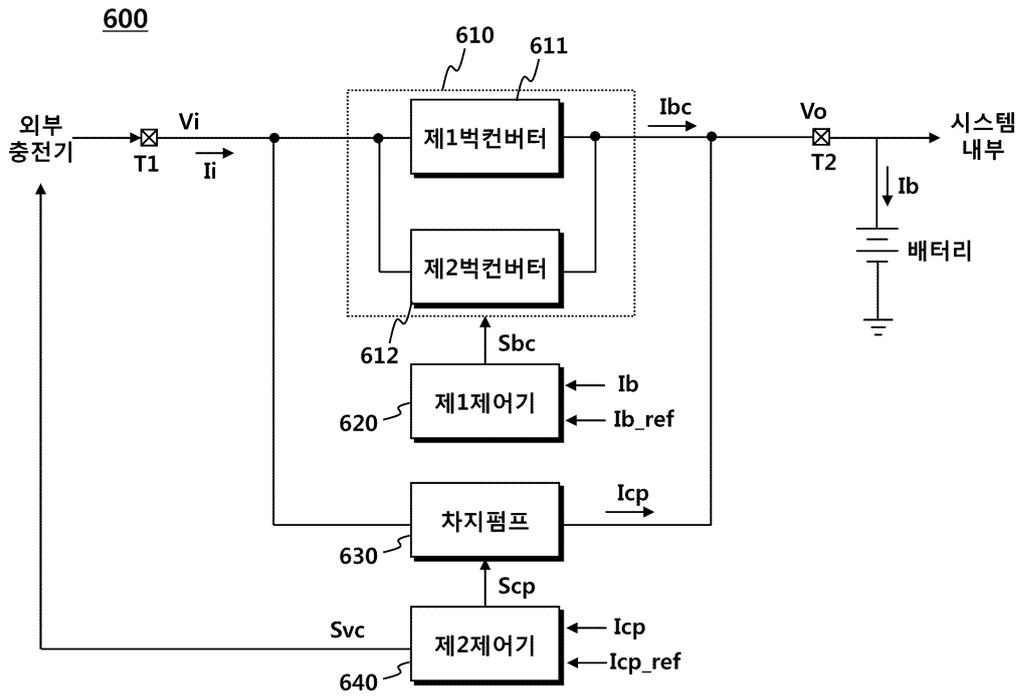
도면4



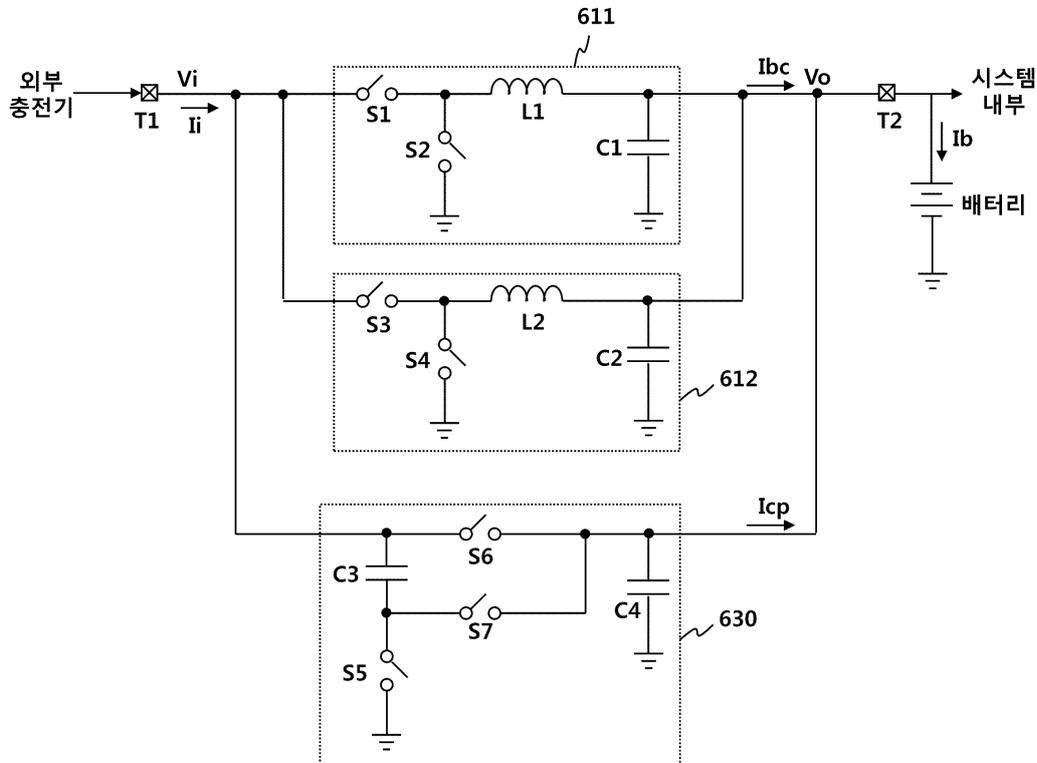
도면5



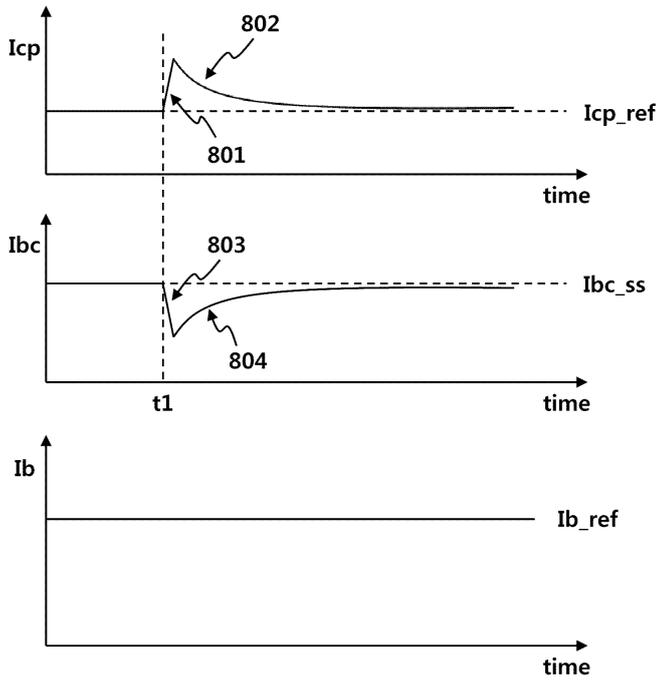
도면6



도면7



도면8



도면9

