



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0099960
(43) 공개일자 2020년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 7/35 (2006.01) H02M 1/14 (2006.01)
H02M 3/155 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 7/35 (2013.01)
H02M 1/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0167110
(22) 출원일자 2019년12월13일
심사청구일자 2019년12월13일
(30) 우선권주장
1020190018089 2019년02월15일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
김철우
서울특별시 강남구 선릉로 221 도곡렉슬아파트
정준원
서울특별시 성북구 보문로15길 6
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이기성

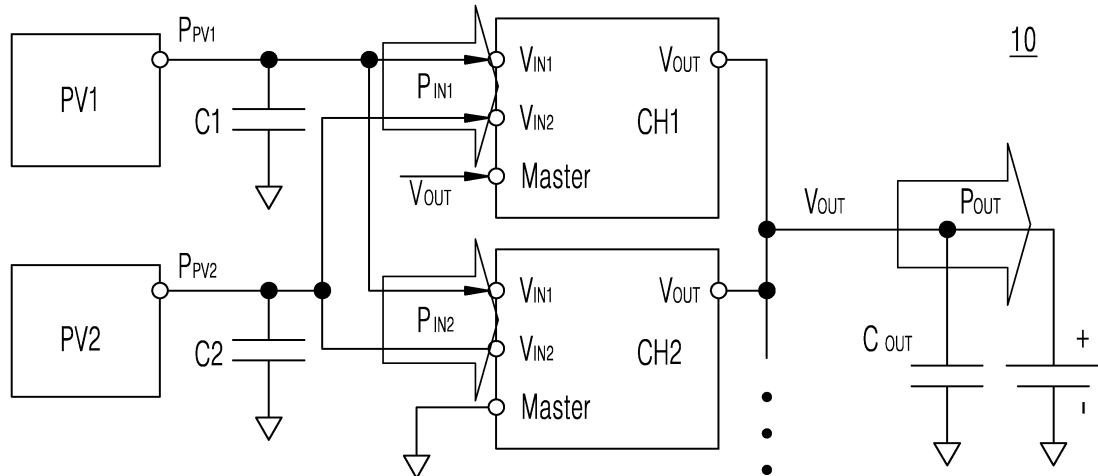
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **고효율 에너지 하베스팅을 위한 효율 인식 협동 다중 충전기술을 적용한 충전장치**

(57) 요약

본 발명은 충전장치에 관한 것으로서, 좀 더 자세하게는 전력 변환 효율 및 전력 범위를 개선시키고 인덕터 전류 리플을 최소화시키는 고효율 에너지 하베스팅을 위한 효율 인식 협동 다중 충전회로를 개발하는 것이다. 본 출원의 일 실시예에 따른 충전장치는 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 증가하는 충전장치에 있어서, 태양 에너지

(뒷면에 계속)
대표도 - 도2a



지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 제1솔라셀(solar cell) 및 제2솔라셀, 상기 제1솔라셀 및 상기 제2솔라셀 중 적어도 하나로부터 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드 중 어느 하나에 기초하여 수신하는 제1충전회로 및 제2충전회로, 제1솔라셀과 상기 제1충전회로 사이에 연결되어 있는 제1캐패시터 및 제2솔라셀과 상기 제2충전회로 사이에 연결되어 있는 제2캐패시터를 포함한다. 효율 인식 협동 다중 충전회로 (Efficiency-aware cooperative multichargers)기술은 적어도 하나 이상의 에너지 솔라 셀을 적어도 두개 이상의 충전회로에 하베스팅 할 때, 다양한 입력 전력량에서 전력 변환 효율 상승 및 입력 전력 범위확장을 얻을 수 있다.

(52) CPC특허분류

H02M 3/155 (2013.01)

박인호

서울특별시 은평구 응암로 319 서강스카이빌

(72) 발명자

심민섭

서울특별시 동대문구 안암로18길 8

맹준영

서울특별시 성북구 인촌로12길 68

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711099499

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견후속연구

연구과제명 레퍼런스 및 기생 성분에 둔감한 커패시턴스-디지털 변환기 구현

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2019.09.01 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 증가하는 충전장치에 있어서,
태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 제1솔라셀(solar cell) 및 제2솔라셀;
상기 제1솔라셀 및 상기 제2솔라셀 중 적어도 하나로부터 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드 중 어느 하나에 기초하여 수신하는 제1충전회로 및 제2충전회로;
상기 제1솔라셀과 상기 제1충전회로 사이에 연결되어 있는 제1캐패시터; 및
상기 제2솔라셀과 상기 제2충전회로 사이에 연결되어 있는 제2캐패시터;
를 포함하는 충전장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 제1충전회로는,
상기 제1솔라셀로부터 제공되는 제1 전기 에너지를 수신하는 제1입력단자와,
상기 제2솔라셀로부터 제공되는 제2 전기 에너지를 수신하는 제2입력단자와,
상기 제1 전기 에너지 및 상기 제2 전기 에너지에 기초하여 결정되는 출력 에너지를 출력하는 출력 단자 및
상기 출력 에너지를 수신하는 마스터단자를 포함하는 충전장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제1모드 및 상기 제2모드 중 적어도 하나를 결정하는 모드 결정부를 더 포함할 수 있는 충전장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 제1충전회로 및 상기 제2충전회로는,
상기 변환 에너지가 상기 제1모드 및 상기 제2모드 중 적어도 하나에 기초하여 분배되도록 하는 소스 스위치 제어부 및
상기 소스 스위치 제어부를 조절하기 위한 제어 신호를 생성하는 신호 생성부를 포함하는 충전장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
상기 신호 생성부는 제1 임계값보다 높은 전력을 출력하는 솔라 셀을 높은 우선순위로 설정하고,
인덕터의 전류가 감소하는 솔라 셀을 낮은 우선순위로 설정하는 충전장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 제1모드는 상기 변환 에너지의 전체의 합이 제2 임계값보다 클 경우, 상기 변환 에너지를 상기 제1충전회로 및 상기 제2충전회로에 동등하게 분배하고,

상기 제2모드는 상기 변환 에너지의 전체의 합이 제2 임계값보다 작을 경우, 상기 변환 에너지를 상기 제1충전 회로 및 제2충전회로에 독립적으로 분배하는 충전장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 변환 에너지를 상기 제1모드 및 상기 제2모드 중 적어도 하나에 기초하여 분배시키기 위해,

소스 스위치 제어부에서 전력 분배를 위한 소스 스위치를 제어하는 제1 소스 스위칭 신호 및 제2 소스 스위칭 신호 중 적어도 하나를 생성하는 충전장치.

청구항 8

입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 최대화하는 충전장치의 동작 방법에 있어서,

태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 단계;

변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드로 구분하는 단계; 및

상기 모드에 따라 변환된 전기 에너지를 수신하는 단계를 포함하는 충전장치의 동작 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 충전장치의 동작 방법은,

제1솔라셀로부터 제공되는 제1 전기 에너지를 수신하는 단계와,

제2솔라셀로부터 제공되는 제2 전기 에너지를 수신하는 단계와,

상기 제1 전기 에너지 및 상기 제2 전기 에너지에 기초하여 결정되는 출력 에너지를 출력하는 단계 및

상기 출력 에너지를 피드백 하는 단계를 포함하는 충전장치의 동작 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

신호 생성부가 제1 임계값보다 높은 전력을 출력하는 에너지 솔라 셀을 높은 우선순위로 설정하는 단계,

인덕터의 전류가 감소하는 에너지 솔라 셀을 낮은 우선순위로 설정하는 단계를 포함하는 충전장치의 동작 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 모드에 따라 변환된 전기 에너지를 수신하는 단계는,

상기 제1모드일 경우, 상기 변환 에너지를 상기 제1충전회로 및 상기 제2충전회로에 동등하게 분배하는 단계,

상기 제2모드일 경우, 상기 변환 에너지를 상기 제1충전회로 및 제2충전회로에 독립적으로 분배하는 단계를 포함하는 충전장치의 동작 방법.

청구항 12

충전장치;

상기 충전장치의 출력을 저장하는 저장부; 및

상기 출력을 전달하는 로드부를 포함하는 충전시스템에 있어서,

상기 충전장치는,

입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 증가하는 충전장치에 있어서,

태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 제1솔라셀(solar cell) 및 제2솔라셀;

상기 제1솔라셀 및 상기 제2솔라셀 중 적어도 하나로부터 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드 중 어느 하나에 기초하여 수신하는 제1충전회로 및 제2충전회로;

상기 제1솔라셀과 상기 제1충전회로 사이에 연결되어 있는 제1캐패시터; 및

상기 제2솔라셀과 상기 제2충전회로 사이에 연결되어 있는 제2캐패시터;

를 포함하는 충전시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 충전장치에 관한 것으로서, 좀 더 자세하게는 전력 변환 효율 및 전력 범위를 개선시키고 인덕터 전류 리플을 최소화시키는 고효율 에너지 하베스팅을 위한 효율 인식 협동 다중 충전기를 개발하는 것이다.

배경 기술

[0002] 화석연료의 고갈, 지구온난화 등의 문제가 전 세계적인 이슈가 된 가운데 기존의 화석연료를 대체할 수 있고 지속적 생산이 가능한 새로운 에너지 기술의 개발이 시급한 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결할 방법으로 우리 주변에 존재하는 빛·기계적(바람, 파도, 음파, 미세진동 등)·열적·자기적 에너지, 그리고 정전기와 같은 다양한 형태의 에너지원을 수확하기 위한 소자들이 이상적으로 설계되고, 관련 기술들이 보고되고 있다.

[0003] 특히 솔라셀을 이용한 태양열 에너지 하베스팅은 모바일 기기의 배터리 사용 시간을 향상시키기 위해 널리 사용된다. 병렬 연결된 충전기들(chargers)로 구성된 다중 충전기 시스템(multi-charger system)은 순간적인 partial shading에 따른 효율 감소를 최소화하기 위하여 사용되는데, module integrated converter (MIC) 방식 하나의 예이다.

[0004] 하지만 기존 기술들은 각 충전기의 입력 전력량에 차이가 있을 경우 그 전력 변환효율이 제한되는데, 그 이유는 각 충전기가 각 솔라셀에 독립적으로 연결되기 때문이다. 따라서 상대적으로 저전력을 하베스팅 하고 있는 충전기의 잉여 capability를 사용할 수 없다.

[0005] 또한, 기존의 제시된 협동 방식의 다중 충전기 시스템의 경우, 본 출원과는 다르게 충전기의 최대 P_{IN} 을 향상시키기 위한 기술로서, η_{TOT} 을 고려하지 않는다. 따라서 P_{PV1} 이 일정 이상일 경우, 충전기 2는 충전기 1과 함께 P_{PV1} 을 하베스팅하게 되며 이에 따라 P_{PV2} 가 전혀 하베스팅 되지 않고 낭비된다. 따라서 η_{TOT} 이 매우 낮다는 문제점을 발견하였다.

[0006] 본 출원은 종래 기술의 문제점을 보완하도록 하는 효율 인식 협동 다중 충전기를 제안하고자 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 단일/다중 입력 (1개 이상의 에너지 솔라 셀)을 다중의 하베스팅 충전기 (2개 이상의 충전기)를 이용해 하베스팅 할 때, 다양한 입력 전력량에서의 최대 전력 변환 효율을 얻는 것이 본 발명이 해결하고자 한다.

[0008] 또한, 인덕터 전류를 인덕터 전류 리플과 입력 전압 리플 관점에서 어떻게 효율적으로 분배하는 방법을 제공하도록 한다.

[0009] 마지막으로, 하베스팅 시스템의 입력 개수와 충전기 개수의 확장을 통해 다중 충전이 가능하도록 하는 방법을 제공하도록 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 출원의 일 실시예에 따른 충전장치는 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 증가하는 충전장치에 있어서, 태

양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 제1솔라셀(solar cell) 및 제2솔라셀, 제1솔라셀 및 제2솔라셀 중 적어도 하나로부터 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드 중 어느 하나에 기초하여 수신하는 제1충전회로 및 제2충전회로, 제1솔라셀과 제1충전회로 사이에 연결되어 있는 제1캐패시터 및 제2솔라셀과 제2충전회로 사이에 연결되어 있는 제2캐패시터를 포함한다.

[0011] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 제1충전회로는 제1솔라셀로부터 제공되는 제1 전기 에너지를 수신하는 제1입력 단자와, 제2솔라셀로부터 제공되는 제2 전기 에너지를 수신하는 제2입력단자와, 제1 전기 에너지 및 제2 전기 에너지에 기초하여 결정되는 출력 에너지를 출력하는 출력 단자 및 출력 에너지를 수신하는 마스터단자를 포함한다.

[0012] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 제1모드 및 제2모드 중 적어도 하나를 결정하는 모드 결정부를 더 포함할 수 있다.

[0013] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 제1충전회로 및 제2충전회로는, 변환 에너지가 제1모드 및 제2모드 중 적어도 하나에 기초하여 분배되도록 하는 소스 스위치 제어부 및 소스 스위치 제어부를 조절하기 위한 제어 신호를 생성하는 신호 생성부를 포함한다.

[0014] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 신호 생성부는 제1 임계값보다 높은 전력을 출력하는 솔라 셀을 높은 우선순위로 설정하고, 인덕터의 전류가 감소하는 솔라 셀을 낮은 우선순위로 설정한다.

[0015] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 제1모드는 변환 에너지의 전체의 합이 제2 임계값보다 클 경우, 변환 에너지를 제1충전회로 및 제2충전회로에 동등하게 분배하고, 제2모드는 변환 에너지의 전체의 합이 제2 임계값보다 작을 경우, 변환 에너지를 제1충전회로 및 제2충전회로에 독립적으로 분배한다.

[0016] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 변환 에너지를 제1모드 및 제2모드 중 적어도 하나에 기초하여 분배시키기 위해, 소스 스위치 제어부에서 전력 분배를 위한 소스 스위치를 제어하는 제1 소스 스위칭 신호 및 제2 소스 스위칭 신호 중 적어도 하나를 생성한다.

[0017] 본 출원의 일 실시예에 따른 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 최대화하는 충전장치의 동작 방법에 있어서, 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 단계, 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드로 구분하는 단계 및 모드에 따라 변환된 전기 에너지를 수신하는 단계를 포함한다.

[0018] 본 출원의 일 실시예에 있어서 충전장치의 동작 방법은 제1솔라셀로부터 제공되는 제1 전기 에너지를 수신하는 단계와, 제2솔라셀로부터 제공되는 제2 전기 에너지를 수신하는 단계와, 제1 전기 에너지 및 제2 전기 에너지에 기초하여 결정되는 출력 에너지를 출력하는 단계 및 출력 에너지를 피드백 하는 단계를 포함한다.

[0019] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 신호 생성부가 제1 임계값보다 높은 전력을 출력하는 에너지 솔라 셀을 높은 우선순위로 설정하는 단계, 인덕터의 전류가 감소하는 에너지 솔라 셀을 낮은 우선순위로 설정하는 단계를 포함한다.

[0020] 본 출원의 일 실시예에 있어서, 모드에 따라 변환된 전기 에너지를 수신하는 단계는, 제1모드일 경우, 변환 에너지를 제1충전회로 및 제2충전회로에 동등하게 분배하는 단계, 제2모드일 경우, 변환 에너지를 제1충전회로 및 제2충전회로에 독립적으로 분배하는 단계를 포함한다.

[0021] 본 출원의 일 실시예에 따른 충전시스템은 충전장치, 충전장치의 출력을 저장하는 저장부 및 출력을 전달하는 로드부를 포함하고, 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 증가하는 충전장치에 있어서, 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 제1솔라셀(solar cell) 및 제2솔라셀, 제1솔라셀 및 제2솔라셀 중 적어도 하나로부터 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드 중 어느 하나에 기초하여 수신하는 제1충전회로 및 제2충전회로, 제1솔라셀과 제1충전회로 사이에 연결되어 있는 제1캐패시터 및 제2솔라셀과 제2충전회로 사이에 연결되어 있는 제2캐패시터를 포함한다.

발명의 효과

[0022] 효율 인식 협동 다중 충전기 (Efficiency-aware cooperative multichargers)기술은 적어도 하나 이상의 에너지 솔라 셀을 적어도 두개 이상의 충전기를 이용해 하베스팅 할 때, 다양한 입력 전력량에서 전력 변환 효율 상승 및 입력 전력 범위확장을 얻을 수 있다.

[0023] 또한, 인덕터 전류 분배 기술은 인덕터 전류 리플과 입력 전압 리플을 최소화 할 수 있으며, 충전기간의 통신

기술은 하베스팅 시스템의 입력 개수와 충전기 개수를 이론적으로 무한대까지 늘릴 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1a 및 도 1b는 기존 충전장치의 전체 구조도와 효율 곡선이다.
- 도 2a 및 도 2b 제안된 충전장치의 전체 구조도와 효율 곡선이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 충전 시스템에 관한 도면이다.
- 도 4는 충전장치의 단위 충전기 전체 구조도이다.
- 도 5는 충전장치의 전력 분배 기준 (power distribution criteria) 순서도이다.
- 도 6a, 도 6b 및 도 6c는 TPM(Total Power Monitor)의 개념도 및 원리를 나타낸 도면이다.
- 도 7a 및 도 7b는 충전장치(10)의 적용 효과를 나타낸 파형이다.
- 도 8a 및 도 8b는 충전장치(10)를 이용하여 측정된 효율 (η_{TOT}) 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 개시(present disclosure)를 설명한다. 본 개시는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들이 도면에 예시되고 관련된 상세한 설명이 기재되어 있다. 그러나, 이는 본 개시를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경 및/또는 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용되었다.
- [0026] 본 개시 가운데 사용될 수 있는 "포함한다" 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 개시된 해당 기능, 동작 또는 구성요소 등의 존재를 가리키며, 추가적인 하나 이상의 기능, 동작 또는 구성요소 등을 제한하지 않는다. 또한, 본 개시에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 본 개시에서 "또는" 등의 표현은 함께 나열된 단어들의 어떠한, 그리고 모든 조합을 포함한다. 예를 들어, "A 또는 B"는, A를 포함할 수도, B를 포함할 수도, 또는 A 와 B 모두를 포함할 수도 있다.
- [0028] 본 개시 가운데 "제 1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들이 본 개시의 다양한 구성요소들을 수식할 수 있지만, 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들어, 상기 표현들은 해당 구성요소들의 순서 및/또는 중요도 등을 한정하지 않는다. 상기 표현들은 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분 짓기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 제1 사용자 기기와 제 2 사용자 기기는 모두 사용자 기기이며, 서로 다른 사용자 기기를 나타낸다. 예를 들어, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0029] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있어야 할 것이다.
- [0030] 본 개시에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0031] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 개시에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0033] 도 1a 및 도 1b는 기존 충전장치(1)의 전체 구조도와 효율 곡선이다.
- [0034] 도 1a를 참조하면, 기존 충전장치(1)는 제1솔라셀(solar cell)(PV1) 및 제2솔라셀(PV2), 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2), 제1캐패시터(C1) 및 제2캐패시터(C2)를 포함하고 있다.
- [0035] 제1솔라셀(PV1)(solar cell) 및 제2솔라셀(PV2)은 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력한다.
- [0036] 제1충전회로(CH1)는 제1솔라셀(PV1)로부터 변환된 전기 에너지를 수신한다.
- [0037] 제2충전회로(CH2)는 제2솔라셀(PV2)로부터 변환된 전기 에너지를 수신한다.
- [0038] 제1캐패시터(C1)는 제1솔라셀(PV1)과 제1충전회로(CH1) 사이에 연결되어 있으며, 제2캐패시터(C2) 제2솔라셀(PV2)과 제2충전회로(CH2) 사이에 연결되어 있다.
- [0039] 기존의 다중 충전회로의 경우 각 솔라셀의 출력 전력은 각 충전회로에서 독립적으로 하베스팅 된다. 예를 들어, 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})은 제1충전회로(CH1)로 하베스팅 되며, 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})은 제2충전회로(CH2)로 하베스팅 된다. 따라서 제1충전회로 입력(P_{IN1})은 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})과 같고, 제2충전회로 입력(P_{IN2})은 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})과 같다.
- [0040] 이와 같이, 제1충전회로 입력(P_{IN1})은 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})과 같고, 제2충전회로 입력(P_{IN2})은 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})과 같을 경우, 높은 출력이 인가되는 충전회로에서 많은 양의 도통 손실(conduction loss)이 발생하기 때문에 시스템 전력 변환 효율(η_{TOT})을 감소시키게 된다.
- [0041] 시스템 전력 변환 효율(η_{TOT})이 감소되는 것은 도1b를 참조하면 확인할 수 있다. 도1b를 참조하면, 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})이 2W, 제2솔라셀(PV2)은 0.2W라고 상정할 경우, 제1충전회로 효율이 제2충전회로 효율보다 낮기 때문에, 시스템 전력 변환 효율($\eta_{TOT} = \frac{P_{TOT}}{P_{IN1} + P_{IN2}} = \frac{(\eta_1 \cdot P_{IN1} + \eta_2 \cdot P_{IN2})}{P_{IN1} + P_{IN2}}$)은 80.5%에 불과하다는 것이 확인할 수 있다.
- [0042] 도 2a 및 도 2b 제안된 충전장치(10)의 전체 구조도와 효율 곡선이다.
- [0043] 도 2a를 참조하면, 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 증가하는 충전장치(10)에 있어서 충전장치(10)는 제1솔라셀(PV1)(solar cell) 및 제2솔라셀(PV2), 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2), 제1캐패시터(C1) 및 제2캐패시터(C2)를 포함하고 있다.
- [0044] 제1솔라셀(PV1)(solar cell) 및 제2솔라셀(PV2)은 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력한다.
- [0045] 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)는 제1솔라셀(PV1) 및 제2솔라셀(PV2) 중 적어도 하나로부터 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드 중 어느 하나에 기초하여 수신한다.
- [0046] 제1캐패시터(C1)는 제1솔라셀(PV1)과 제1충전회로(CH1) 사이에 연결되어 있으며, 제2캐패시터(C2) 제2솔라셀(PV2)과 제2충전회로(CH2) 사이에 연결되어 있다.
- [0047] 충전장치(10)는 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1}) 및 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})이 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)에 분배되어 시스템 전력 변환 효율(η_{TOT})을 향상시킨다.
- [0048] 제1충전회로(CH1)는 제1솔라셀(PV1)로부터 제공되는 제1 전기 에너지를 수신하는 제1입력단자(V_{IN1})와, 제2솔라셀(PV2)로부터 제공되는 제2 전기 에너지를 수신하는 제2입력단자(V_{IN2})와, 제1 전기 에너지 및 제2 전기 에너지에 기초하여 결정되는 출력 에너지를 출력하는 출력 단자(V_{OUT}) 및 출력 에너지를 수신하는 마스터단자(master)를 포함한다.
- [0049] 제2충전회로(CH2)도 마찬가지로, 제1솔라셀(PV1)로부터 제공되는 제1 전기 에너지를 수신하는 제1입력단자(V_{IN1})와, 제2솔라셀(PV2)로부터 제공되는 제2 전기 에너지를 수신하는 제2입력단자(V_{IN2})와, 제1 전기 에너지 및 제2 전기 에너지에 기초하여 결정되는 출력 에너지를 출력하는 출력 단자(V_{OUT}) 및 출력 에너지를 수신하는 마스터

단자(master)를 포함한다.

- [0050] 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)는 변환된 전기 에너지가 제1모드 및 제2모드 중 적어도 하나에 기초하여 분배되도록 하는 소스 스위치 제어부(20) 및 소스 스위치 제어부(20)를 조절하기 위한 제어 신호를 생성하는 신호 생성부(30)를 포함한다.
- [0051] 제1모드는 변환 에너지의 전체의 합이 제2 임계값보다 클 경우, 변환 에너지를 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)에 동등하게 분배하고, 제2모드는 변환 에너지의 전체의 합이 제2 임계값보다 작을 경우, 변환 에너지를 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)에 독립적으로 분배한다. 예를 들어, 제1모드일 경우에는 제1 충전회로의 입력 전력($P_{IN1} = (P_{PV1} + P_{PV2})/2$)과 제2충전회로 입력 전력($P_{IN2} = (P_{PV1} + P_{PV2})/2$)이 같다. 반면 제2모드일 경우에는 제1충전회로 입력 전력(P_{IN1})은 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})과 같고, 제2충전회로 입력 전력(P_{IN2})은 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})과 같다.
- [0052] 도2b를 참조하여, 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})이 2W, 제2솔라셀(PV2)은 0.2W이며, 제1모드라고 상정할 경우에 제1 충전회로 입력 전력(P_{IN1})과 제2충전회로 입력전력(P_{IN2})은 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})과 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})의 합의 반인 1.1W이다. 따라서 시스템 전력 변환 효율(η_{TOT})은 더 높은 전력 구간으로 이동하고, 시스템 전력 변환 효율($\eta_{TOT} = \eta_1 = \eta_2$)은 89%로 향상될 수 있다. 이와 관련된 자세한 내용은 도4에서 후술될 것이다.
- [0054] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 충전 시스템에 관한 도면이다.
- [0055] 도3을 참조하면, 충전 시스템은 충전장치(10)와 충전장치(10)의 출력을 저장하는 저장부(120) 및 출력을 전달하는 로드부(110)를 포함할 수 있다.
- [0056] 이때 충전장치(10)는 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 증가하는 충전장치(10)에 있어서 충전장치(10)는 제1솔라셀(PV1)(solar cell) 및 제2솔라셀(PV2), 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2), 제1캐패시터(C1) 및 제2캐패시터(C2)를 포함하고 있다. 이와 관련된 자세한 설명은 도2a 내지 도2b에 개시되어 있으므로 생략할 것이다.
- [0057] 충전 시스템은 복수개의 충전회로들을 포함하고 있으며, 이때 CHN의 N은 4이상의 자연수 일 수 있다. 이와 마찬가지로, 솔라셀도 2개로 표현되어 있으나, 이에 한정되지 않고 복수개로 존재할 수 있다.
- [0058] 또한 충전 시스템은 제1모드 및 제2모드 중 적어도 하나를 결정하는 모드 결정부(130)를 더 포함할 수 있다. 모드 결정부(130)는 제1충전회로의 출력 전력을 피드백하여 제1모드 및 제2모드 중 어느 하나를 선택하도록 한다. 모드 결정부(130)는 충전회로의 개수와 동일하게 존재할 수 있다.
- [0060] 도 4는 충전장치(10)의 단위 충전회로 전체 구조도이다.
- [0061] 도 4를 참조하면, 충전장치의 단위 충전회로 구조는 이중 입력 단일 인덕터 승압기 이다. 제1입력단자(V_{IN1})와 제2입력단자(V_{IN2})가 존재하고 출력 단자(V_{OUT})와 마스터단자(master)가 존재한다. 입력의 개수는 세 가지를 고려하여 결정될 수 있는데, 세 가지 고려사항은 다음과 같다. 첫 번째는 에너지 솔라셀의 모듈 분할의 입도이고, 두 번째는 partial shading 주이며, 마지막으로는 전력 밀도와 제안된 효율 인식 협동 제어 방식으로 인한 시스템 전력 변환 효율(η_{TOT}) 상승량의 tradeoff이다.
- [0062] 본 출원은 명확한 설명을 위해 제1솔라셀(PV1) 및 제2솔라셀(PV2)과 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)로 두 개의 입력을 갖는 충전장치(10)가 예시로 제시되었으나, 응용에 따라 솔라셀과 충전회로의 개수는 달라질 수 있다.
- [0063] 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)는 변환 에너지가 제1모드 및 제2모드 중 적어도 하나에 기초하여 분배되도록 하는 소스 스위치 제어부(20) 및 소스 스위치 제어부(20)를 조절하기 위한 제어 신호를 생성하는 신호 생성부를 포함한다.
- [0064] 35V Li-ion 배터리, 10 μ F 입/출력 커패시터 (C_{IN}/C_{OUT}), 그리고 10 μ H 인덕터 (L)이 사용되었다.

- [0065] 제1 비교기와 제2 비교기가 충전회로의 입력들 (V_{IN1} , V_{IN2})과 에너지 솔라 셀의 개회로 전압 (open circuit voltage, V_{OC})의 fraction(F_{VOC})을 비교하여 각각 LS_1 과 LS_2 을 생성한다. 이를 통해 최대 전력점 (maximum power point, MPP)을 추적한다.
- [0066] 제1 신호생성부(31)가 LS_1 과 LS_2 를 적절히 처리하여 하단 하단 스위치 (low-side switch, S_{LS})를 제어하는 제1 스위칭 신호(LS)를 생성한다. 상단 스위치 (high-side switch, S_{HS})를 제어하는 제2 스위칭 신호(HS)는 제2 신호생성부(32)로부터 공급된다. 제2 신호생성부(32)는 zero inductor current (I_L) 이 감지되거나, LS_1 또는 LS_2 중 적어도 하나의 바로직후에 뒤따르는 이전의 신호가 아닌 LS_2 또는 LS_1 이 “high” 가 될 경우 S_{HS} 를 끈다.
- [0067] 제1 신호생성부(31)를 통해 인덕터 전류 (I_L) 리플을 줄일 수 있다. 상대적으로 높은 전력을 출력하는 에너지 솔라 셀이 높은 우선순위 (higher priority)를 갖게 된다. 이에 따라 인덕터 전류 (I_L)가 증가할 때 높은 우선순위를 갖는 에너지 솔라 셀이 하베스팅 되고, 인덕터 전류 (I_L)가 감소할 때 낮은 우선순위를 갖는 에너지 솔라 셀이 하베스팅 된다.
- [0068] 제2 신호생성부(32)에 포함되어 있는 zero-current switching (ZCS) 블록이 zero I_L 일 때 V_{ZCS} 신호를 발생시키고 V_{ZCS} 신호에 따라 S_{HS} 가 꺼진다. P_{TOT} 이 기준치보다 클 때 ($V_{P_TOT} > V_{P_TH}$), COOP가 “high” 가 되고 시스템은 제1모드로 동작한다.
- [0069] 만약에 감소하는 (falling) I_L 이 P_{PV2} 를 하베스팅 하기에 충분치 않을 경우, 증가하는 (rising) I_L 이 추가적으로 P_{PV2} 를 하베스팅 하는 데에 사용된다. P_{TOT} 이 기준치보다 작을 때 ($V_{P_TOT} < V_{P_TH}$), COOP가 “low” 가 되고 시스템은 제2모드로 동작한다.
- [0070] 소스 스위치 제어부(20)는 전력 분배를 위하여 제1 스위치(S_1)와 제2 스위치(S_2)의 온오프를 제어하기 위한 제1 소스 스위칭 신호(EN_{S1})와 제2 소스 스위칭 신호(EN_{S2})를 생성한다. 제안된 시스템은 제1모드와 제2모드로 나뉘는데, 어떤 모드에서 동작할지 결정하기 위해 total power monitor (TPM)이 P_{TOT} 을 추정하여 그 추정치를 전압 도메인(V_{P_TOT})으로 출력한다. 제3비교기가 전압 도메인(V_{P_TOT})과 임계 전압(V_{P_TH})을 비교하여 COOP 신호를 생성하고, 이 신호에 따라 시스템의 동작모드가 결정된다.
- [0072] 도 5는 충전장치(10)의 전력 분배 기준 (power distribution criteria) 순서도이다.
- [0073] 도 5를 참조하면, 제1모드는 변환 에너지의 전체의 합이 제2 임계값보다 클 경우, 변환 에너지를 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)에 동등하게 분배하고, 제2모드는 변환 에너지를 전체의 합이 제2 임계값보다 작을 경우, 변환 에너지를 제1충전회로(CH1) 및 제2 충전회로에 독립적으로 분배한다.
- [0074] S11단계는 복수개의 솔라셀의 출력 전력의 합($P_{TOT}=P_{V1}+P_{V2}$)과 제2 임계값을 비교한다.
- [0075] S12단계는 복수개의 솔라셀의 출력 전력의 합($P_{TOT}=P_{V1}+P_{V2}$)이 제2 임계값보다 클 때, COOP가 “high” 가 된다.
- [0076] S13단계는 충전장치(10)가 제1모드로 동작한다.
- [0077] S14단계는 제1솔라셀 입력 전력(P_{IN1})이 $P_{TOT}/2$ 이고, 제2솔라셀 입력 전력(P_{IN2})이 $P_{TOT}/2$ 가 된다.
- [0078] 예를 들어, 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})이 2W이고, 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})이 2.4W라면, 복수의 솔라셀의 출력 전력의 합($P_{TOT}=P_{V1}+P_{V2}$)은 4.4W 이지만 $4.4W/2 = 2.2W$ 로 전체 시스템 전력 변환 효율 $\eta(P_{TOT})$ 이 개별 시스템 전력 변환 효율 $\eta(P_{TOT}/2)$ 보다 낮기 때문에 충전장치(10)는 제1모드로 동작하여, 출력 전력이 제1충전회로 입력 전력($P_{IN1} = (P_{PV1} + P_{PV2})/2$) 및 제2충전회로 입력 전력($P_{IN2} = (P_{PV1} + P_{PV2})/2$)으로 2.2W씩 분배된다.
- [0079] 이처럼 COOP가 “high” 가 되면, 시스템이 제1모드로 동작하고, 제1모드로 동작함에 따라 master, slave 충전회로들은 같은 스위칭 신호들로 동작하게 된다. 이 때, master 충전회로의 스위칭 신호(LS_{MST} , HS_{MST} , EN_{S1_MST} , EN_{S2_MST})가 slave 충전회로의 스위칭 신호로 사용되는데, 그 이유는 충전회로간 mismatch가 입력 전력 불균등을

초래할 수 있기 때문이다.

[0080] S15단계는 전체 시스템 전력 변환 효율 $\eta(P_{TOT})$ 이 개별 시스템 전력 변환 효율 $\eta(P_{TOT}/2)$ 보다 높을 경우이다.

[0081] S16단계는 COOP는 “low”가 된다.

[0082] S17단계는 충전장치(10)가 제2모드로 동작한다.

[0083] S18단계는 제1솔라셀 입력 전력(P_{IN1})이 P_{PV1} 이고, 제2솔라셀 입력 전력(P_{IN2})이 P_{PV2} 가 된다.

[0084] 예를 들어, 제1솔라셀 출력 전력(P_{PV1})이 2W이고 제2솔라셀 출력 전력(P_{PV2})이 0.6W라면, 복수의 솔라셀의 출력 전력의 합(P_{TOT})은 2.6W이지만 $2.6W/2 = 1.3W$ 로 $\eta(P_{TOT})$ 이 $\eta(P_{TOT}/2)$ 보다 높기 때문에 충전장치(10)는 제2모드로 동작하여, 전력이 각각의 충전회로에 제1충전회로 입력은 2W, 제2충전회로 입력은 0.6W로 독립적으로 분배된다.

[0086] 도 6a, 도 6b 및 도 6c는 TPM(Total Power Monitor)의 개념도 및 원리를 나타낸 도면이다.

[0087] 도 6a를 참조하면, TPM은 Total Power Monitor로, 복수의 솔라셀의 출력 전력의 합 ($P_{TOT} = \alpha_1 V_{OC1} + \alpha_2 V_{OC2}$)을 추정하여 그 추정치를 전압 도메인(V_{P_TOT})으로 출력한다. 한편 P_{PV} vs V_{OC} 커브는 기울기 α 의 직선으로 근사될 수 있다. 따라서 복수의 솔라셀의 출력 전력의 합(P_{TOT})은 $\alpha_1 V_{OC1} + \alpha_2 V_{OC2}$ 로 표현될 수 있다.

[0088] 도 6b를 참조하면, V_{OC1} 과 V_{OC2} 는 각각 제1캐패시터($C1$)와 제2캐패시터($C2$)에 저장된다. 저장된 V_{OC} 들은 커패시터 브 디바이더(capacitive divider)로 나누어진다. 따라서 α_1 과 α_2 은 각각 $C1 / (C1 + C1')$ 과 $C2 / (C2 + C2')$ 로 표현된다.

[0089] 도 6c를 참조하면, TPM은 스위치드 커패시터 (switched capacitor)와 charge loss를 줄이기 위한 non-overlapping clock generator로 구성되어 있다. TPM에서 출력되는 $\alpha_1 V_{OC1}$ 과 $\alpha_2 V_{OC2}$ 가 서로 비교되어 어떤 솔라셀이 높은 전력을 갖는지 결정된다. 만약 P_{PV1} 이 P_{PV2} 보다 크다면, CMP_P 가 “high”가 되고, LS_1 이 LS_2 보다 더 높은 우선순위를 부여한다. LS_1 이 “high”일 때 LS_2 가 “high”로 변한다면, P_{PV2} 는 P_{PV1} 하베스팅이 완료된 후에 하베스팅 된다.

[0091] 도 7a 및 도 7b는 충전장치(10)의 적용 효과를 나타낸 파형이다.

[0092] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 제1솔라셀(PV1) 및 제2솔라셀(PV2)을 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)가 하베스팅 하는 상황이 측정되었다.

[0093] 도 7a를 참조하면, $P_{PV1}=502mV$ 이고 $P_{PV2}=240mV$ 일 경우의 제1모드의 동작을 보여주는 것이다. V_{IN1} 이 F_{VOC1} 보다 컸을 때, LS_1 과 LS_2 가 “high”가 된다. LS_1 과 LS_2 가 “high”가 되면, I_L 이 증가하고, I_L 은 제1솔라셀(PV1)로부터 공급된다. V_{IN2} 가 F_{VOC2} 보다 커지고, LS_2 가 “high”가 된다. V_{IN1} 이 F_{VOC1} 보다 작아진 후에는 I_L 은 감소하고 제2솔라셀(PV2)이 하베스팅 된다.

[0094] 도 7b를 참조하면, $P_{PV1}=502mV$ 이고 $P_{PV2}=446mV$ 일 경우의 제1모드의 동작을 보여주는 것이다. P_{PV2} 가 증가했을 때의 측정 파형은 다음과 같다. LS_2 의 듀티 사이클 (duty cycle)이 증가하고 제2솔라셀(PV2)이 증가하는 (rising) I_L 에서 추가적으로 하베스팅 된다.

[0096] 도 8a 및 도 8b는 충전장치(10)를 이용하여 측정한 효율 (η_{TOT}) 결과이다.

[0097] 도 8a 및 도 8b는 본 출원의 충전장치(10)를 적용하여 측정한 효율 (η_{TOT}) 결과이다.

- [0098] 도 8a를 참조하면, 제1솔라셀(PV1)과 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)로 하베스팅 되었다. 기존 충전장치(1)를 적용할 경우와, 충전장치(10)를 적용했을 경우를 비교한 도면이다. 점선으로 표시된 그래프는 종래의 기술에 충전장치(10)를 적용한 것으로 기존의 충전장치(1)만 적용했을 경우와 비교해보았을 때, η_{TOT} 이 최대 16% 상승했고, 입력 전력 범위 (80% 이상의 η_{TOT}) 는 0.84 W 향상되었다.
- [0099] 도 8b를 참조하면, 제1솔라셀(PV1) 및 제2솔라셀(PV2)과 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)로 하베스팅 되었다. P_{PV2} 는 43 mW로 고정되었다. 기존 충전장치(1)를 적용할 경우와, 충전장치(10)를 적용했을 경우를 비교한 도면이다. 점선으로 표시된 그래프는 종래의 기술에 충전장치(10)를 적용한 것으로 기존의 충전장치(1)만 적용했을 경우와 비교해보았을 때, η_{TOT} 이 최대 14% 상승했고, 입력 전력 범위 (80% 이상의 η_{TOT}) 는 0.61 W 향상되었다.
- [0101] 본 출원과 같이 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율을 최대화하는 충전장치(10)의 동작 방법은 다음과 같다.
- [0102] 먼저 태양 에너지를 전기 에너지로 변환하여 출력하는 단계이다. 예를 들어, 제1솔라셀(PV1)로부터 제공되는 제1 전기 에너지를 수신하고 제2솔라셀(PV2)로부터 제공되는 제2 전기 에너지를 수신한다. 그 후, 제1 전기 에너지 및 제2 전기 에너지에 기초하여 결정되는 출력 에너지를 출력하고 앞서 출력된 출력 에너지를 피드백한다.
- [0103] 다음으로, 변환된 전기 에너지를 제1모드 및 제2모드로 구분하는 단계이다. 예를 들어, 신호 생성부가 제1 임계값보다 높은 전력을 출력하는 솔라셀을 높은 우선순위로 설정하고, 인덕터의 전류가 감소하는 솔라셀을 낮은 우선순위로 설정한다. 또한 복수개의 솔라셀의 출력 전력의 합(P_{TOT})이 제2 임계값보다 클 때, COOP가 “high”가 되고 충전장치(10)는 제1모드로 동작시키고 복수개의 솔라셀의 출력 전력의 합(P_{TOT})이 제2 임계값보다 작을 때, COOP가 “low”가 되고 충전장치(10)는 제2모드로 동작시킨다.
- [0104] 마지막으로, 변환된 전기 에너지를 수신하는 단계이다. 예를 들어, 제1모드일 경우에는 변환 에너지를 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)에 동등하게 분배하고, 제2모드일 경우 변환 에너지를 제1충전회로(CH1) 및 제2충전회로(CH2)에 독립적으로 분배한다.
- [0106] 본 출원은 단일/다중 입력 다중 하베스팅 충전기 시스템의 다양한 입력 전력량에 따른 전력 변환 효율 최대화하는 효율 인식 협동 다중 충전기 (Efficiency-aware cooperative multi-chargers) 기술을 포함하는 충전장치(10)를 제공한다. 실시 예로써, 인덕터 전류리플과 입력 전압 리플 최소화하는 인덕터 전류 분배 기술을 제공하며, 하베스팅 시스템의 입력 개수와 충전기 개수의 확장성을 보장하는 충전기간의 통신 기술을 제공한다.
- [0107] 본 명세서와 도면에 개시된 실시 예들은 본 개시의 내용을 쉽게 설명하고, 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 개시의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 따라서 본 개시의 범위는 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 개시의 기술적 사상을 바탕으로 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 개시의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0109] 기존 충전장치 : 1
충전 장치 : 10
충전시스템 : 100
로드부 : 110
저장부 : 120
모드 결정부 : 130
소스 스위치 제어부 : 20

신호생성부 : 30

제1 신호생성부 : 31

제2 신호생성부 : 32

C1 : 제1캐패시터

C2 : 제2캐패시터

PV1 : 제1솔라셀

PV2 : 제2솔라셀

CH1 : 제1충전회로

CH2 : 제2충전회로

V_{OUT} : 출력 단자

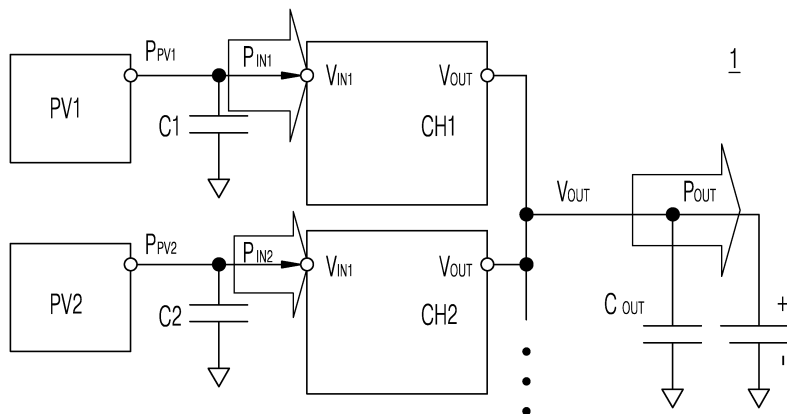
V_{IN1} : 제1입력단자

V_{IN2} : 제2입력단자

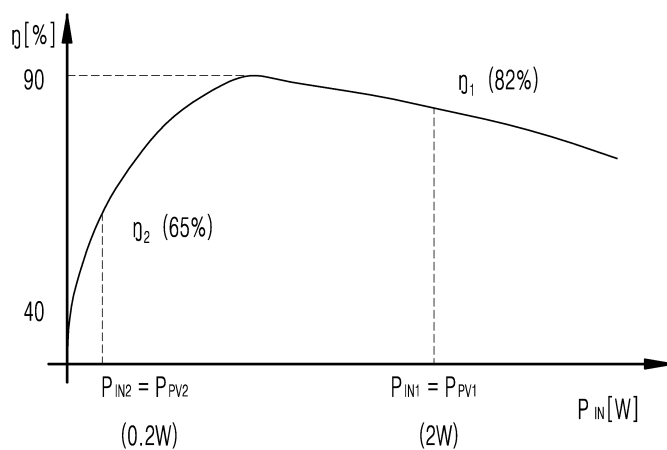
master: 마스터단자

도면

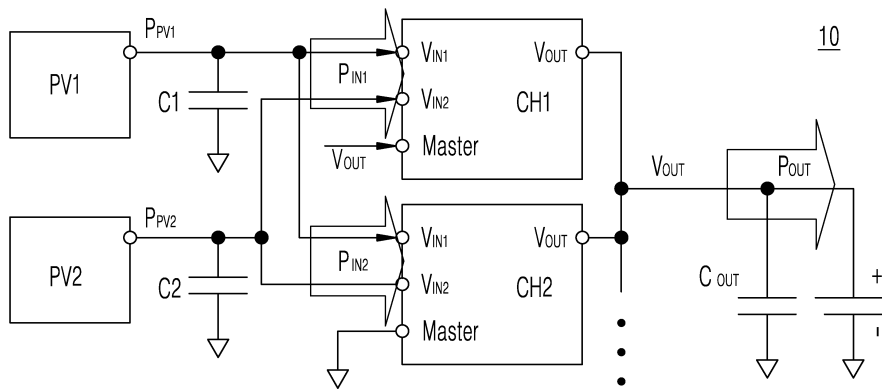
도면1a



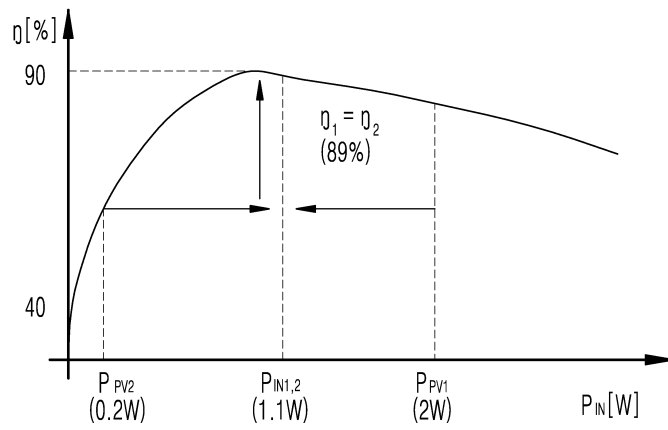
도면1b



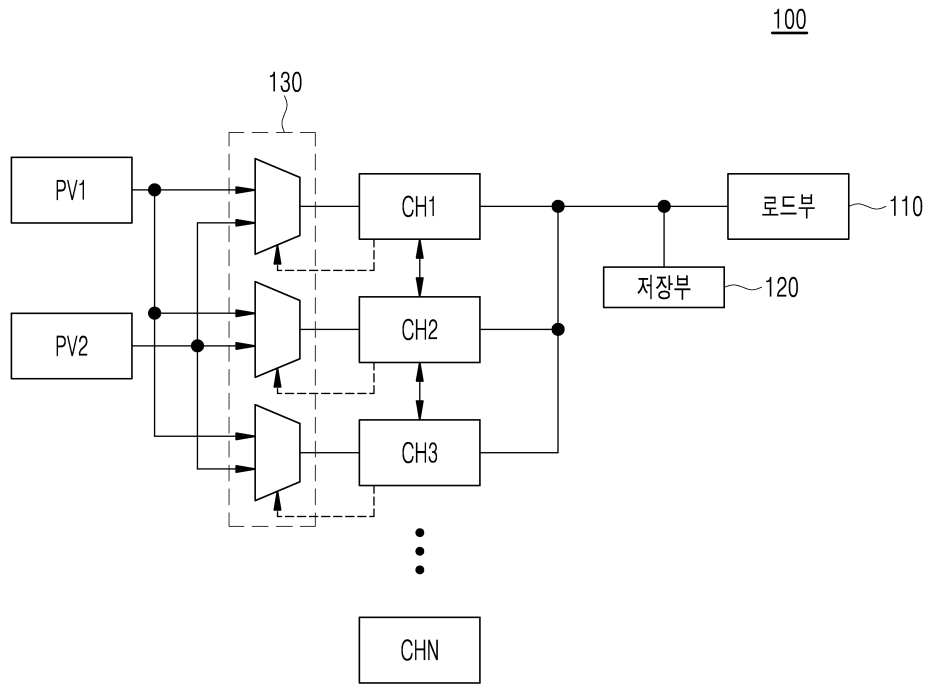
도면2a



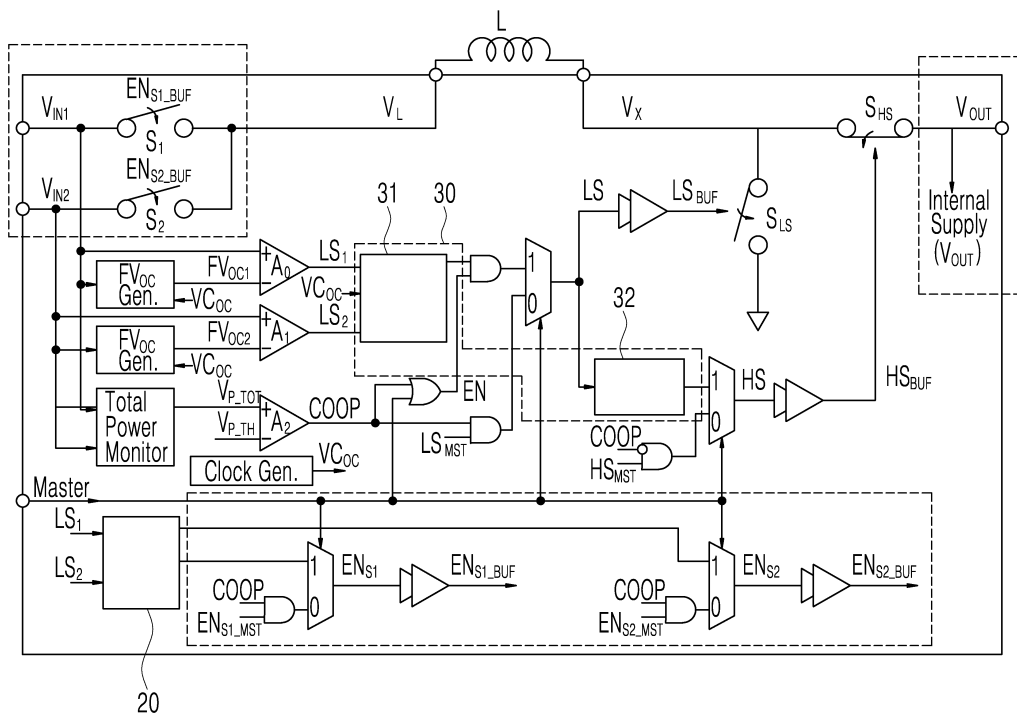
도면2b



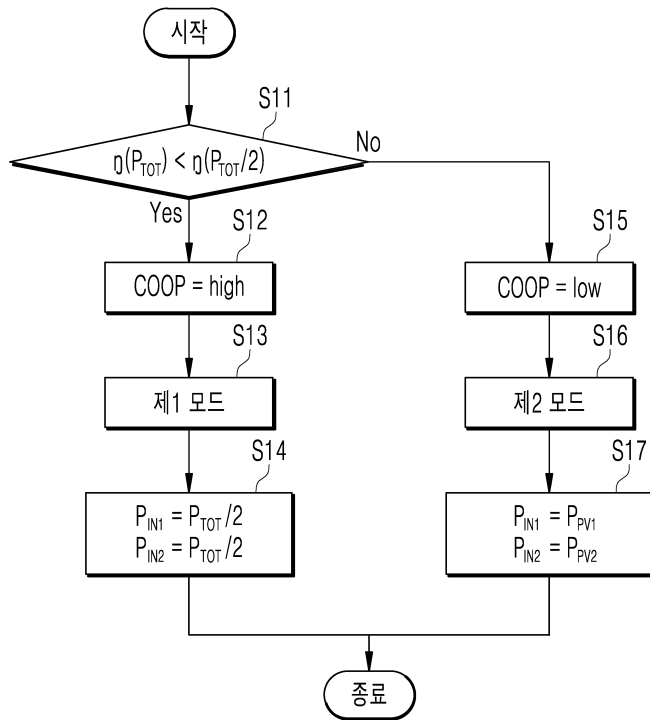
도면3



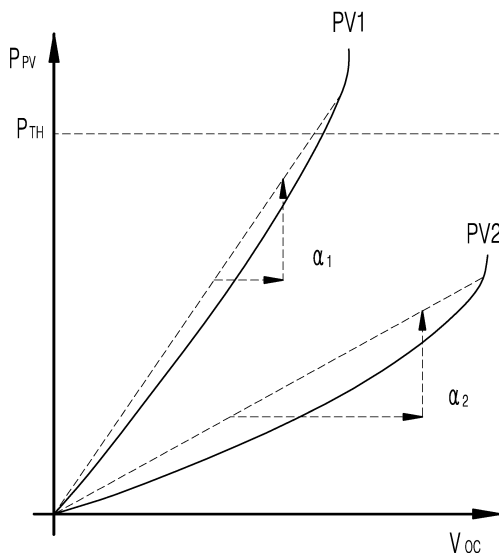
도면4



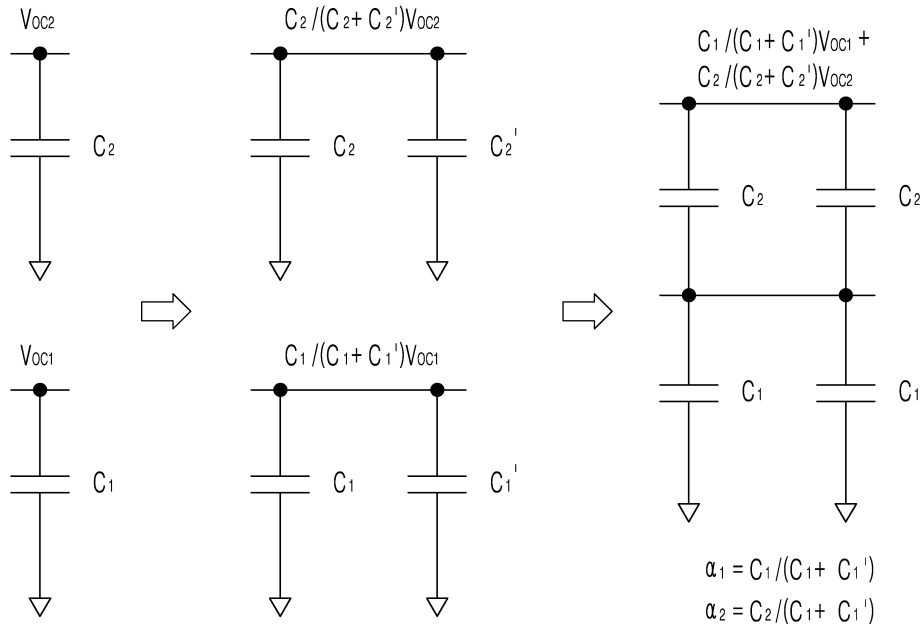
도면5



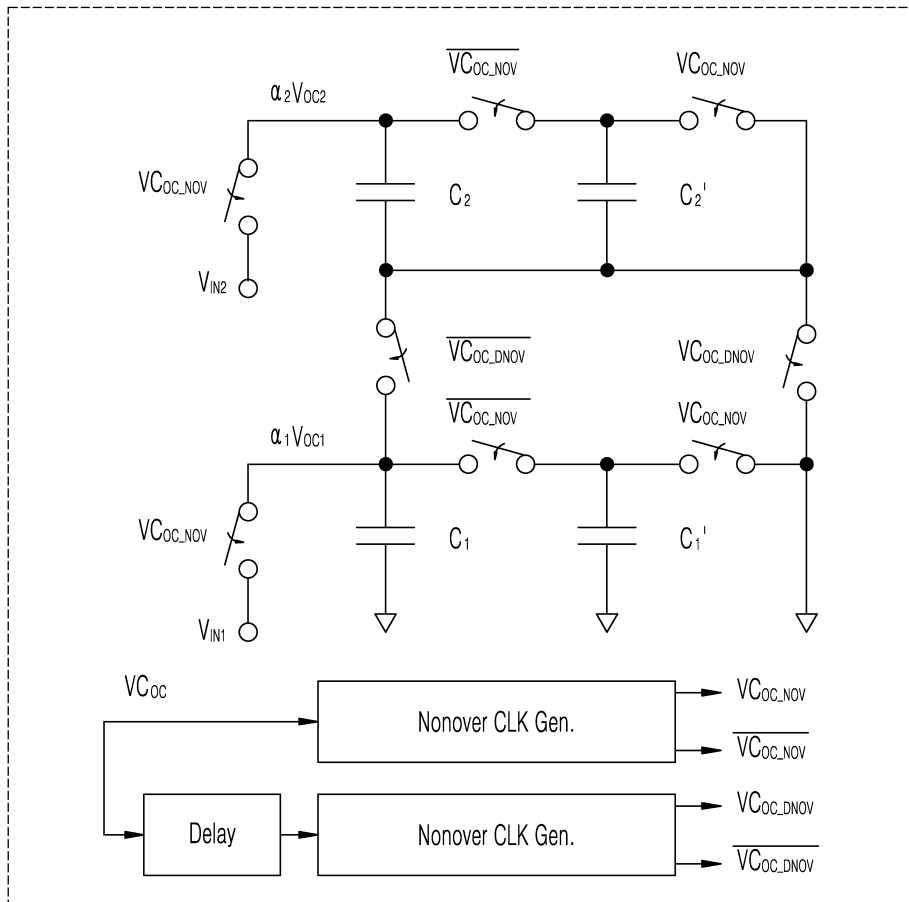
도면6a



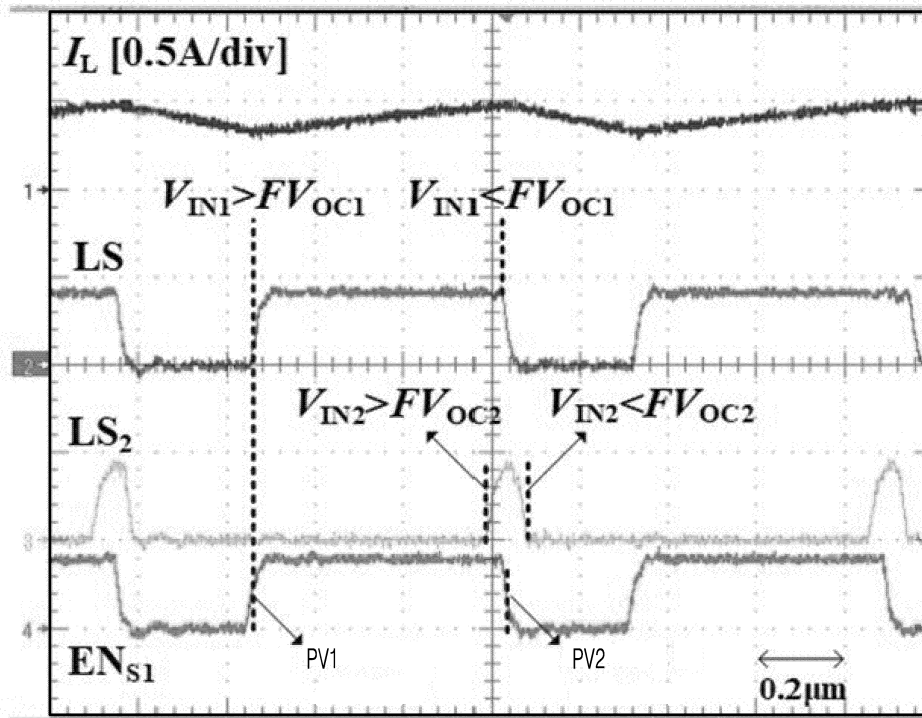
도면6b



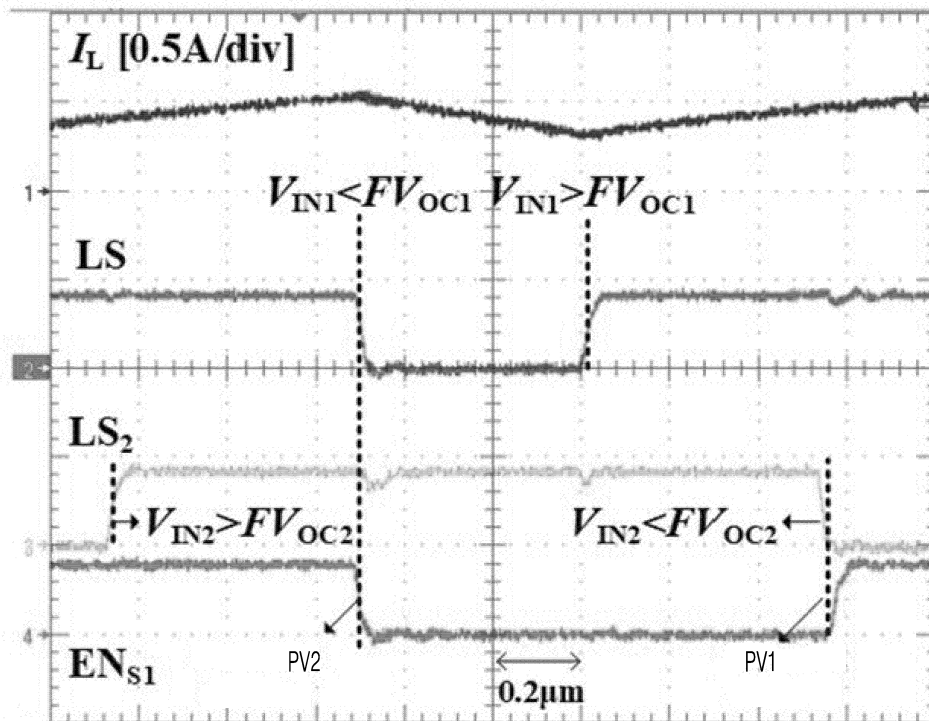
도면6c



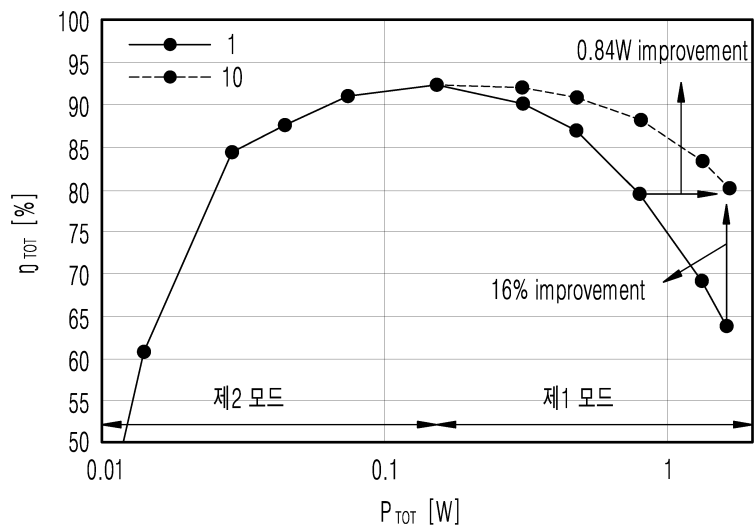
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

