



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0108818
(43) 공개일자 2013년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05F 1/67 (2006.01) H02N 3/00 (2006.01)
H02M 3/155 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0030575
(22) 출원일자 2012년03월26일
심사청구일자 2012년03월26일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김철우
서울특별시 성북구 길음동 1283 길음뉴타운
605-1301
김정문
경기도 시흥시 신천동 892-1 무지개아파트 404호
(74) 대리인
특허법인무한

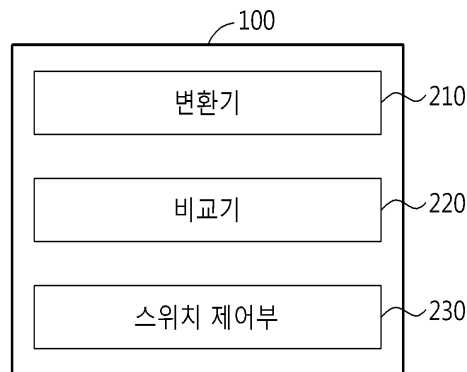
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 변화에 둔감한 최대전력점추적을 이용한 열 에너지 하베스팅 제어 장치 및 방법

(57) 요약

변화에 둔감한 최대전력점추적을 이용한 열 에너지 하베스팅 제어 장치 및 방법이 제공된다. 상기 제어 장치는 열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하지 않는 제1 시간 구간 동안, 상기 열전소자의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 강하한 제1 전압을 생성하는 변환기, 상기 열전소자가 상기 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 상기 제1 전압과 비교하는 비교기, 및 상기 비교 결과에 따라 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 조정하는 스위치 제어를 수행하는 스위치 제어부를 포함한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20110020428

부처명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원_도약연구

연구과제명 차세대 모바일 단말기 및 유비쿼터스 센서노드용 저전력 관리 기술

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2011.07.01 ~ 2012.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하지 않는 제1 시간 구간 동안, 상기 열전소자의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 강하한 제1 전압을 생성하는 변환기;

상기 열전소자가 상기 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 상기 제1 전압과 비교하는 비교기; 및

상기 비교 결과에 따라 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 조정하는 스위치 제어를 수행하는 스위치 제어부를 포함하는 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 미리 지정된 수준은 상기 오픈 전압의 절반 수준인 제어 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압 신호에 섞인 리플노이즈를 제거하여 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압의 평균값을 구하는 저역통과여과기

를 더 포함하는 제어 장치

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 비교기의 출력에 따라 조절된 제2 전압을 생성하는 전하 펌프; 및

상기 전하 펌프로부터 입력받은 제2 전압을 기반으로 DC-DC 컨버터의 스위치 제어를 위한 클럭신호를 생성하는 전압제어오실레이터

를 더 포함하는 제어 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 전하 펌프는,

상기 비교기의 출력과 관련하여 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압보다 큰 경우에는 상기 제2 전압을 증가시키는 제어 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 전하 펌프는,

상기 비교기의 출력과 관련하여 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압보다 작은 경우에는 상기 제2 전압을 감소시키는 제어 장치.

청구항 7

열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하지 않는 제1 시간 구간 동안, 상기 열전소자의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 강하한 제1 전압을 생성하는 단계;

상기 열전소자가 상기 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 상기 제1 전압과 비교하는 단계; 및

상기 비교 결과에 따라 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 조정하는 스위치 제어를 수행하는 단계를 포함하는 제어 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 미리 지정된 수준은 상기 오픈 전압의 절반 수준인 제어 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압 신호에 섞인 리플노이즈를 제거하여 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압의 평균값을 구하는 단계

를 더 포함하는 제어 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 비교 결과에 따라 조절된 제2 전압을 생성하는 단계; 및

상기 전하펌프로부터 입력받은 제2 전압을 기반으로 스위치 제어를 위한 클록 신호를 생성하는 단계

를 더 포함하는 제어 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 비교 결과에 따라 조절된 제2 전압을 생성하는 단계는,

상기 비교기의 출력과 관련하여 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압보다 큰 경우에는 상기 제2 전압을 증가시키는 제어 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 비교 결과에 따라 조절된 제2 전압을 생성하는 단계는,

상기 비교기의 출력과 관련하여 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압보다 작은 경우에는 상기 제2 전압을 감소시키는 제어 방법.

청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항의 제어방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능 기록매체.

명세서

기술분야

[0001] 열 에너지 하베스팅을 위해서 사용되는 DC-DC 컨버터의 제어 장치 및 방법에 연관되며, 더욱 상세하게는 열 에너지 하베스팅 과정에서 프로세스, 전압, 온도 등의 각종 변화에 둔감하며 정확하게 동작하는 열 에너지 하베스팅 장치의 제어 장치 및 방법에 연관된다.

[0002] 본 발명의 실시예들은 교육과학기술부의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구로부터 도출된 것이다. [과제관리번호: ROA-2007-000-20059-0]

배경 기술

- [0003] 최근 부각되는 에너지 하베스팅 장치들은 의료용 센서, 자동차 센서, 스마트 빌딩 등과 같은 다양한 어플리케이션에 적용되고 있다. 열 에너지를 활용하는 장치는 심지어 체온을 전기로 변환하여 각종 전기 장치에 공급하기도 한다.
- [0004] 일반적으로 열전 발전기(thermoelectric generator, 이하 TEG라 함)의 출력 전압은 TEG 양면의 온도 차이와 비례한다. TEG에서 공급되는 작은 전압은 부스트 DC-DC 컨버터에 의해서 가용 전압으로 변환될 수 있다. TEG는 자체 특성 곡선을 가지며 TEG로부터 최대의 전력을 추출하여 변환시키기 위해서는 TEG와 부스트 DC-DC 컨버터가 연결되는 노드(node)의 임피던스(impedance)를 조절하여 최대전력을 생산하는 최대전력점추적(maximum power point tracking, 이하 MPPT라 함) 기술이 정확하게 적용되어야 한다.
- [0005] 그런데 최대전력점추적에 있어서, 종래의 기술은 특정 수식에 의하여 결정되는 고정 클록 신호를 사용하는 방식으로 DC-DC 컨버터의 입력 임피던스를 조절하여, 온도 차이 ΔT 에 따라 변화하는 TEG의 내부저항의 변화나 DC-DC 컨버터에서 사용되는 인덕터의 값의 오차에 효율적으로 대응하지 못하였다.
- [0006] 따라서, 온도의 변화에 따라 변화하는 TEG의 내부저항이나 DC-DC 컨버터의 인덕터 값의 오차 등의 요인에 능동적으로 대응하여 TEG와 DC-DC 컨버터 간의 임피던스를 정확히 조절하는 제어 장치가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 열 에너지 하베스팅 장치에서 각종 변화에 둔감하고 높은 정확도를 가지는 최대전력점 추적을 수행하는 제어 장치 및 방법이 제공된다.
- [0008] 온도의 변화에 따라 변화하는 TEG의 내부저항, DC-DC 컨버터의 인덕터 값의 오차 등의 각종 변인에 영향을 받지 않고, DC-DC 컨버터가 TEG로부터 최대의 전력을 전달받도록 할 수 있는 제어 장치 및 방법이 제공된다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일측에 따르면, 열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 공급하지 않는 제1 시간 구간 동안 상기 열전소자의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 강하한 제1 전압을 생성하는 변환기, 상기 열전소자가 상기 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 상기 제1 전압과 비교하는 비교기, 및 상기 비교 결과에 따라 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 조정하는 스위치 제어를 수행하는 스위치 제어부를 포함하는 제어 장치가 제공된다.
- [0010] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 제어 장치는, 상기 제2 시간 구간 동안 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압 신호에 섞인 리플노이즈를 제거하여 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압의 평균값을 구하는 저역통과여과기를 더 포함할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 제어 장치는, 상기 비교기의 출력에 따라 조절된 제2 전압을 생성하는 전하펌프 및 상기 전하 펌프로부터 입력받은 제2 전압을 기반으로 DC-DC 컨버터의 스위치 제어를 위한 클록신호를 생성하는 전압제어오실레이터를 더 포함할 수도 있다.
- [0012] 이 경우, 상기 전하 펌프는, 상기 비교기의 출력과 관련하여 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압보다 큰 경우에는 상기 제2 전압을 증가시키고, 상기 비교기의 출력과 관련하여 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압보다 작은 경우에는 상기 제2 전압을 감소시키도록 할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 일측에 따르면, 열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하지 않는 제1 시간 구간 동안 상기 열전소자의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 강하한 제1 전압을 생성하는 단계, 상기 열전소자가 상기 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 상기 제1 전압과 비교하는 단계, 및 상기 비교 결과에 따라 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 조정하는 스위치 제어를 수행하는 단계를 포함하는 제어 방법이 제공된다.
- [0014] 여기서 상기 제어방법은, 상기 제2 시간 구간 동안 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압 신호에 섞인 리플노이즈를 제거하여 상기 DC-DC 컨버터의 입력 전압의 평균값을 구하는 단계를 더 포함할 수 있다.

- [0015] 또한 상기 제어 방법은, 상기 비교 결과에 따라 조절된 제2 전압을 생성하는 단계, 및 상기 전하펌프로부터 입력받은 제2 전압을 기반으로 스위치 제어를 위한 클럭신호를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시예에 의하면, 온도의 변화에 따라 변화하는 TEG의 내부저항, DC-DC 컨버터의 인덕터 값의 오차 등의 각종 변인에 영향을 받지 않고 정확하게 TEG로부터 최대의 전력을 변환하여 공급할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 열 에너지 하베스팅 장치의 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 제어장치의 기본구성에 대한 블록도이다.
 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 확장된 제어 장치를 도시하는 블록도이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 방법을 도시하는 흐름도이다.
 도 5는 열전소자의 모델링된 등가회로이다.
 도 6은 열전소자의 모델링된 등가회로가 나타낼 수 있는 특성 곡선이다.
 도 7은 열전소자의 내부저항 R_t 가 열전소자의 양단에 걸리는 온도 차이 (ΔT)에 따라서 변화하는 것을 나타낸 그래프이다.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 DC-DC 컨버터와 제어 장치의 블록도이다.
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 DC-DC 컨버터 및 제어장치에 대한 입력전압과 그에 따른 주요 신호들에 대한 파형을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하 상기의 목적을 구체적으로 실현할 수 있는 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 이때 도면에 도시되고 또 이것에 의해서 설명되는 본 발명의 구성과 작용은 적어도 하나의 실시예로서 설명되는 것이며, 이것에 의해서 본 발명의 기술적 사상과 그 핵심 구성 및 작용이 제한되지는 않는다.
- [0019] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 본 발명의 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.
- [0020] 명세서 전체에서 제1 시간 구간은 열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 전력을 공급하지 않는 시간을 의미한다.
- [0021] 또한, 명세서 전체에서 제2 시간 구간은 열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 전력을 공급하는 시간을 의미하며, 상기 제1 시간 구간과는 180도의 위상 차이를 가진다. 상기 제1 시간 구간 및 제2 시간 구간은 스위치 또는 기타 장치에 의한 입력신호에 의해 구분된다.
- [0022] 명세서 전체에서 제1 전압은 상기 제1 시간 구간 동안 열전소자의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 변환한 값을 말하고, 제2 전압은 상기 제2 시간 구간 동안 제1 전압과 DC-DC 컨버터의 입력 전압을 비교하여 얻은 출력에 의하여 조절된 전압값을 말한다. 상기 제2 전압은 DC-DC 컨버터의 스위치를 제어하는 데 이용된다.
- [0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 열 에너지 하베스팅 장치의 블록도이다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 열 에너지 하베스팅 장치는 열전소자(110)로부터 전달된 전압을 원하는 값으로 변환하는 DC-DC 컨버터(120) 및 상기 DC-DC 컨버터가 열전소자로부터 최대의 전력을 전달받도록 제어하는 제어 장치(100)로 구성된다.
- [0025] 열전소자(110)의 출력전압은 DC-DC 컨버터(120) 및 제어 장치(100)에 입력된다. 이 때 상기 입력은 적어도 하나의 스위치 또는 기타 장치에 의하여 이루어질 수 있다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 제어 장치(100)의 기본 구성에 대한 블록도이다. 상기 제어 장치(100)는 변

환기(210), 비교기(220) 및 스위치 제어부(230)로 구성될 수 있다.

[0027] 상기 변환기(210)는 열전소자(110)가 DC-DC 컨버터(120)의 입력에 전류를 공급하지 않는 제1 시간 구간 동안, 상기 열전소자(110)의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 강하한 제1 전압을 생성한다.

[0028] 상기 미리 지정된 수준은 상기 열전소자(110)의 오픈 전압의 절반 수준으로 설정할 수 있으며, 이를 통해 DC-DC 컨버터(120)의 입력 임피던스를 조절하여 상기 열전소자(110)의 내부저항과 함께 함으로써 최대전력점에서의 동작을 유도할 수 있다. 상기 미리 지정된 수준은 설계자의 의도에 따라 특정 수치로의 변환으로 설정할 수도 있다.

[0029] 상기 비교기(220)는 열전소자(110)가 DC-DC 컨버터(120)의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압을 상기 변환기(210)를 통해 생성된 상기 제1 전압과 비교한다.

[0030] 상기 스위치 제어부(230)는 상기 비교기(220)의 비교 결과에 따라 생성되는 클록 신호를 이용하여 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압을 조정하는 스위치 제어를 수행한다. 상기 DC-DC 컨버터(120)는 상기 스위치 제어부(230)의 제어를 통해 열전소자(110)로부터 최대의 전력을 전달받을 수 있도록 입력 전압의 신호가 조절된다.

[0031] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 확장된 제어장치(100)를 도시하는 블록도로서, 상기 도 2의 제어 장치의 기본 구성세분화된 제어 장치(100)다.

[0032] 상기 확장된 제어장치(100)는 도 2의 기본 구성에 저역통과여과기(240), 전하 펌프(250) 및 전압제어오실레이터(260)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 상기 저역통과여과기(240)는 열전소자(110)가 DC-DC 컨버터(120)의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압 신호에 섞인 고주파 리플 노이즈를 제거하여 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압의 평균값을 취득한다.

[0034] 상기 전하 펌프(250)는 상기 비교기(220)의 출력에 따라 조절된 제2 전압을 생성한다. 상기 전하 펌프(250)는 상기 비교기(220)의 출력과 관련하여 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압보다 큰 경우에는 상기 제2 전압을 증가시키지만, 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압보다 작은 경우에는 상기 제2 전압을 감소시켜 생성하여 상기 전압제어오실레이터(260)로 전송한다.

[0035] 상기 전압제어오실레이터(260)는 상기 전하 펌프(250)로부터 입력받은 제2 전압을 기반으로 DC-DC 컨버터의 스위치 제어를 위한 클록신호를 생성한다.

[0036] 상기 클록신호는 상기 스위치 제어부(230)로 전달되어 DC-DC 컨버터(120)의 스위치를 제어하는 데 이용된다.

[0037] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 방법을 도시하는 흐름도이다.

[0038] 단계(410)에서 열전소자가 DC-DC 컨버터의 입력에 전류를 공급하지 않는 제1 시간 구간 동안, 상기 열전소자의 오픈 전압을 미리 지정된 수준으로 강하한 제1 전압을 생성한다. 상기 미리 지정된 수준은 상기 열전소자(110)의 오픈 전압의 절반 수준으로 설정할 수 있으며, 이 경우 DC-DC 컨버터(120)의 입력 임피던스를 조절하여 상기 열전소자(110)의 내부저항과 함께 함으로써 최대전력점추적을 능동적으로 제어할 수 있다. 상기 미리 지정된 수준은 설계자의 의도에 따라 특정 수치로의 변환으로 설정할 수도 있다.

[0039] 단계(420)에서 상기 열전소자(110)가 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력에 전류를 공급하는 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압 신호에 섞인 고주파 리플 노이즈를 제거하여 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압의 평균값을 취득한다.

[0040] 단계(430)에서 상기 제2 시간 구간 동안, 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압을 상기 제1 전압과 비교한다.

[0041] 만약 단계(440)에서 단계(430)의 비교 결과, 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압보다 큰 경우에는 단계(450)에서 전하 펌프(250)가 상기 제2 전압을 증가시킨다. 반면에, 단계(430)의 비교 결과, 상기 제1 전압이 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압보다 작은 경우에는 단계(460)에서 전하 펌프(250)가 상기 제2 전압을 감소시킨다.

[0042] 상기 단계(450, 460)에 따라 조절된 상기 제2 전압은, 단계(470)에서 생성하여 전압제어오실레이터(260)로 전달된다.

[0043] 단계(480)에서 상기 전압제어오실레이터(260)로 전달된 제2 전압을 기반으로 DC-DC 컨버터(120)의 스위치를 제어하기 위한 클록신호를 생성한다. 상기 클록신호는 스위치 제어부(230)로 전달되어 DC-DC 컨버터(120)가 열전

소자(110)로부터 입력받는 입력 전압을 조정하는데 이용된다.

- [0044] 단계(490)에서 상기 DC-DC 컨버터(120)의 입력 전압을 조정하는 스위치 제어를 수행한다. 상기 스위치 제어를 통해 DC-DC 컨버터(120)가 열전소자(110)로부터 최대의 전력을 전달받을 수 있도록 입력 전압의 신호가 조절된다.
- [0045] 도 5는 열전소자의 모델링된 등가회로를 나타낸 것이다.
- [0046] 개방회로전압(open-circuit voltage)인 V_T 는 열전소자의 양단에 걸리는 온도 차이 ΔT 와 비례하는 전압 값을 가진다. V_T 는 내부저항 R_T 를 거쳐 V_{TH} 의 출력 전압으로 나타난다.
- [0047] 도 5에 도시된 열전소자의 모델링된 등가회로의 내부 등가 저항은 열전소자의 양단에 걸리는 온도 차이에 따라 함께 변화하며, 이로 인해 열전소자로부터 최대전력점을 추적하여 최대 전력을 변환하는 데 어려움이 있었다. 이에 대한 설명은 도 7에서 후술한다.
- [0048] 도 6은 열전소자의 모델링된 등가회로가 나타낼 수 있는 특성 곡선이다. 도 5에서 V_{TH} 를 통해 흐르는 출력 전류 I_{TH} 는 점선으로 표현되어 있으며, 열전소자의 출력단에서 나타나는 전압(V_{TH})과 전류(I_{TH})에 따른 전력($V_{TH} * I_{TH}$)은 실선으로 표현되어 있다. 열전소자는 V_{TH} 가 열전소자의 오픈 전압인 V_T 의 1/2인 값이 될 때, 최대 전력점(maximum power point)에서 동작을 하게 되며 최대전력점을 성취할 수 있다. 즉 최대전력점성취는 열전소자의 출력단인 V_{TH} 와 연결되는 DC-DC 컨버터의 입력 임피던스를 조절하여 R_T 와 같게 될 때 성취가 가능하다.
- [0049] 도 7은 열전소자의 내부저항 R_T 가 열전소자의 양단에 걸리는 온도 차이 (ΔT)에 따라서 변화하는 것을 나타낸 그래프이다.
- [0050] 이상적인 경우에는 R_{T1} 과 같이 일정한 값을 가져야 한다. 그러나 실제적인 경우에는 열전소자의 양단에 걸리는 온도 차이에 따라 내부저항도 함께 변화하면서, R_{T2} 와 같이 설계 시에 고려된 값과 큰 차이를 가질 수 있다.
- [0051] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 DC-DC 컨버터와 제어장치의 블록도이다.
- [0052] 입력 전압을 미리 지정된 수준으로 변환하는 변환기, 입력 전압의 평균값을 구하는 저역통과여과기, 상기 변환기와 저역통과여과기의 출력값들을 비교하는 비교기, 상기 비교기의 출력에 따라 조절된 바이어스 전압을 생성하는 전하 펌프, 상기 전하 펌프의 바이어스 전압에 따라 클럭 신호를 조절하는 전압제어오실레이터(Voltage-Controlled Oscillator), 상기 전압제어오실레이터가 생성하는 클럭 신호를 입력받아 상기 DC-DC 컨버터의 스위치를 제어하는 스위치 제어부를 포함하고, 상기 전압제어오실레이터의 클럭 신호는 상기 DC-DC 컨버터가 열전소자로부터 최대의 전력을 전달받도록 조절된다.
- [0053] 열전소자의 출력 전압(V_{TH})은 스위치 S1을 통하여 DC-DC 변환기에 입력된다. 스위치 S1은 주기적으로 짧은 시간 동안 개방되며, 이 때 V_{TH} 는 열전소자의 오픈 전압(V_T)이 되고 제어 장치는 이를 감지하여 최대전력점 추적에 활용한다.
- [0054] 도 8의 스위치 중 S1과 S3는 같은 동작을 하며 제어되고, S2는 S1 및 S3와 180도의 위상 차이를 가지고 동작한다. 스위치 S1과 S3가 닫혀있는 시간(제2 시간 구간)은 스위치 S2가 닫혀있는 시간(제1 시간 구간)에 비하여 매우 긴 시간이며, S2가 닫혀 있는 매우 짧은 시간 동안 1/2변환기는 V_{TH} 가 가지는 V_T (오픈 전압) 값을 $V_T/2$ 의 값으로 변환한다. 이는 앞서 도 6에 나타난 바와 같이 최대전력점 추적을 성취하기 위해서는 열전소자의 출력전압은 최대전력점인 $V_T/2$ 의 값을 가져야 하기 때문이다. 상기 1/2변환기는 설계자의 의도에 따라 다른 수치의 변환값을 유도하는 변환기로 대체할 수도 있다.
- [0055] 스위치 S1과 S3가 닫혀 있는 제2 시간 구간 동안 V_{TH} 가 갖는 전압은 리플노이즈를 가지므로, 이는 저역통과여과기를 이용하여 평균값을 취득한다. 1/2변환기의 출력인 V_{TH_HF} 와 저역통과여과기의 출력인 V_{TH3} 은 비교기에 의하여 비교된다. 전하 펌프는 상기 비교기의 출력을 입력 받아 V_{TH_HF} 가 V_{TH3} 보다 큰 경우에는 V_{VCO} 를 증가시키고, V_{TH_HF} 가 V_{TH3} 보다 작은 경우에는 V_{VCO} 를 감소시킨다. 전압제어오실레이터(VCO)는 전하 펌프의 출력인 V_{VCO} 에 의하여 제어되는 클럭 신호인 CLK를 생성한다. 스위치 제어부는 상기 CLK 신호를 이용하여 DC-DC 컨버터의 스위치를 제어한다. 이와 같은 CLK 신호의 주파수 조절 동작을 통하여 DC-DC 컨버터의 입력 임피던스가 조절되며, V_{TH} 는 $V_T/2$

의 값을 갖게 되어 최대전력점추적이 성취될 수 있다.

[0056] 기존의 기술은 이러한 능동형 제어 기술을 사용하지 않고 다음과 같은 식에 의해서 결정되는 고정 클록 주파수를 사용하였다.

수학식 1

$$f_{sw} = \frac{R_T}{8L}$$

[0058] 상기 수학식 1에서, R_T 는 열전소자의 내부 등가저항이며, L 은 DC-DC 변환기에서 사용되는 인덕터의 값이다. R_T 는 도 7과 같이 온도 차이(ΔT)에 의해서 변화되며, L 은 일반적으로 20%의 오차를 갖는다.

[0059] 따라서 위의 식을 이용한 주파수를 사용할 경우 ΔT 와 L 에 의해서 큰 변화를 겪게 된다. 더욱이 내부 클록 생성기의 실제 주파수는 일반적으로 설계 시 의도한 주파수 값과 100% 이상의 큰 차이를 보일 수 있으므로 정확한 최대전력점추적은 고정 주파수를 이용하는 기존의 방법으로 결코 성취될 수 없었다.

[0060] 그러나, 제안된 본 기술을 이용한 열전소자와 DC-DC 컨버터 간의 임피던스를 정확히 조절하는 방법을 통해 보다 효율적으로 최대전력점추적을 성취할 수 있다.

[0061] 도 9는 도 8의 기능에 따른 DC-DC 컨버터 및 제어장치에 대한 입력전압과 그에 따른 주요 신호들에 대한 파형을 나타낸 것이다.

[0062] 스위치 S1은 주기적으로 짧은 시간 동안 OFF가 되며 이때 V_{TH} 는 V_T (오픈 전압)이 된다. 이 때의 V_{TH} 는 제어 장치를 통하여 감지가 되어 DC-DC 컨버터의 클록 신호 조절에 이용된다. V_{IN} 은 이러한 조절 과정을 통하여 $V_T/2$ 의 값을 갖게 되어 최대 전력점에 위치하게 된다.

[0063] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0064] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0065] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0066] 100: 제어 장치

110: 열전소자

120: DC-DC 컨버터

210: 변환기

220: 비교기

230: 스위치 제어부

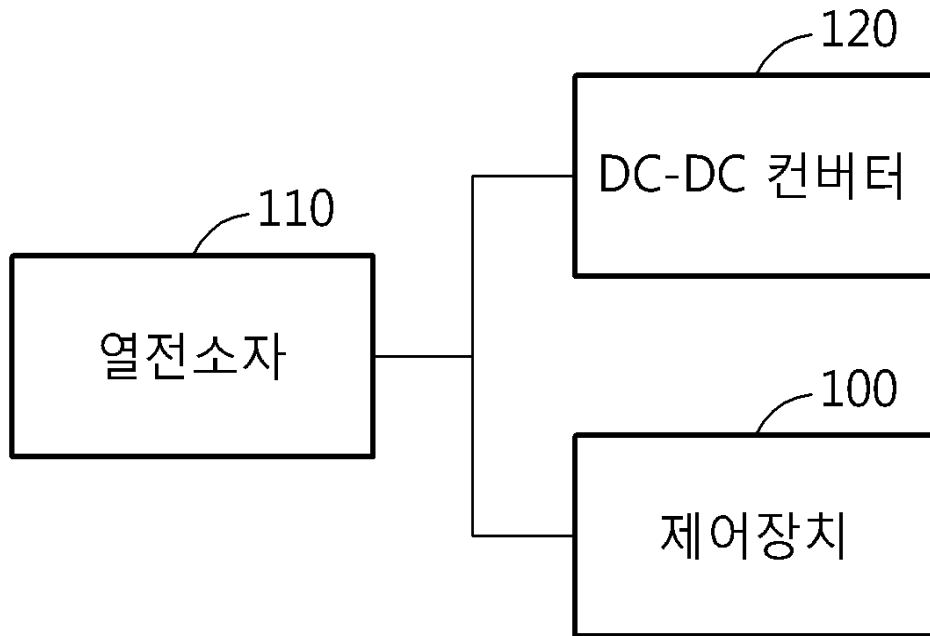
240: 저역통과여과기

250: 전하 펌프

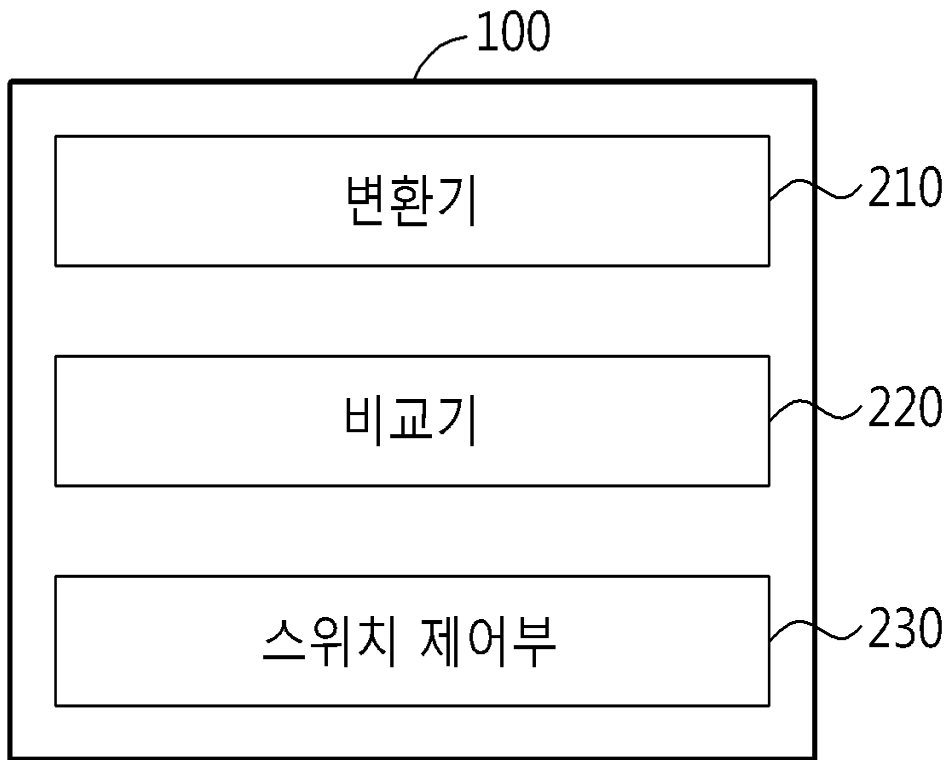
260: 전압제어오실레이터(VCO)

도면

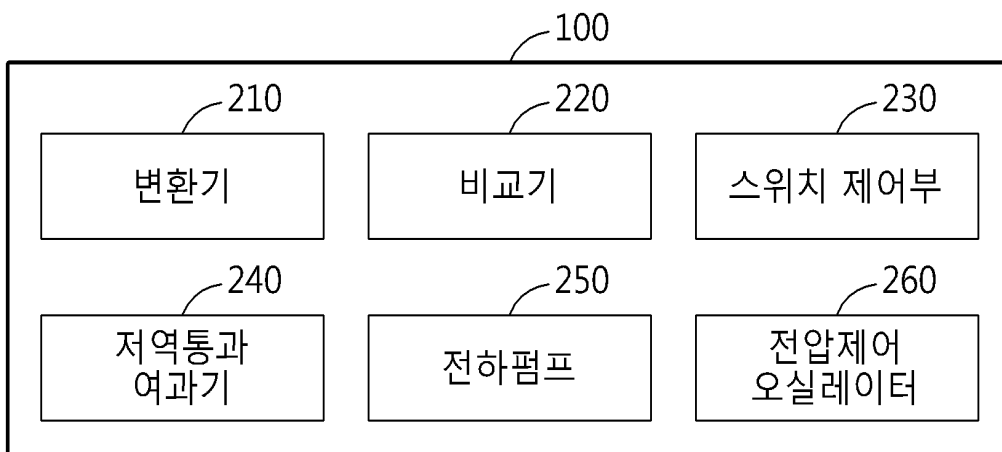
도면1



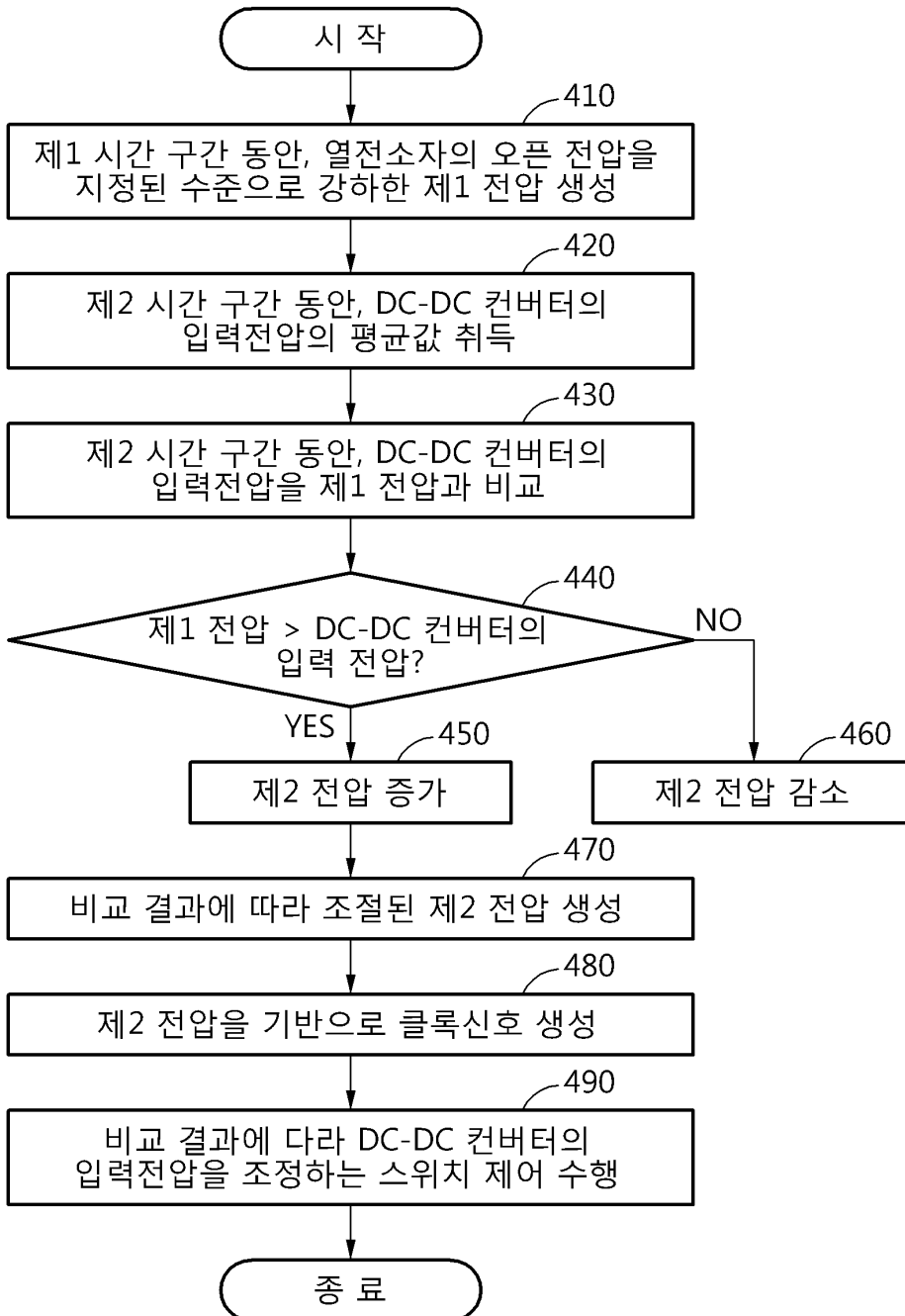
도면2



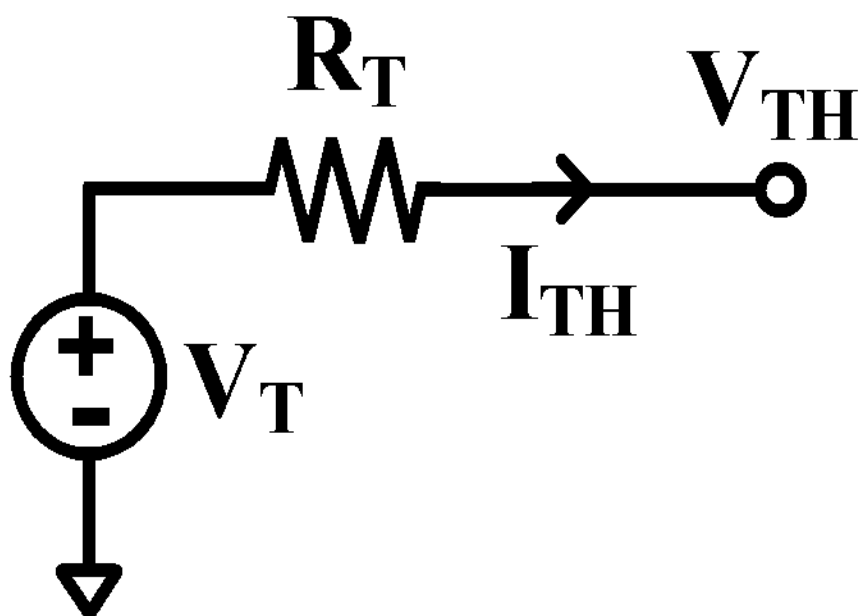
도면3



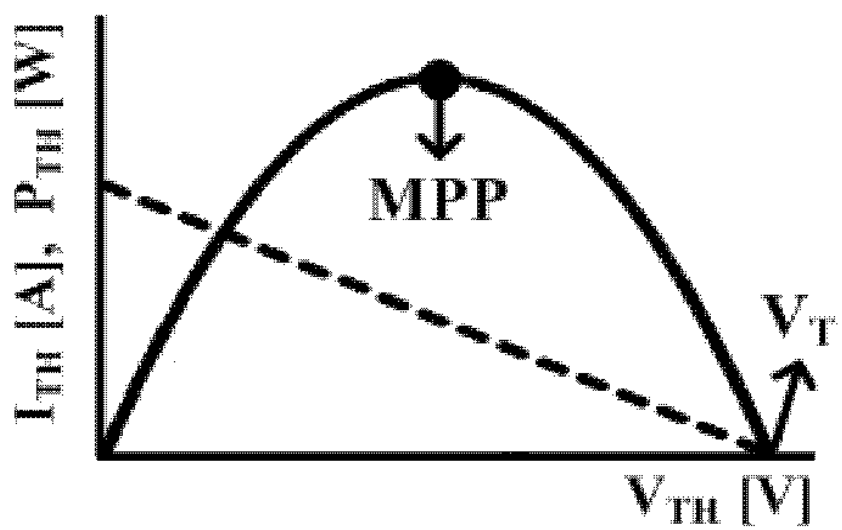
도면4



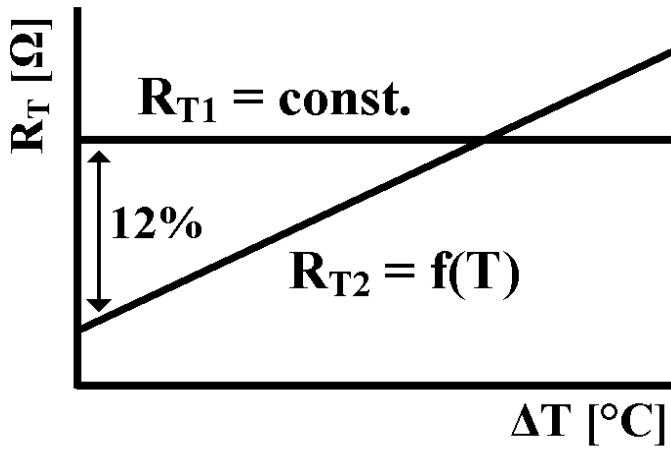
도면5



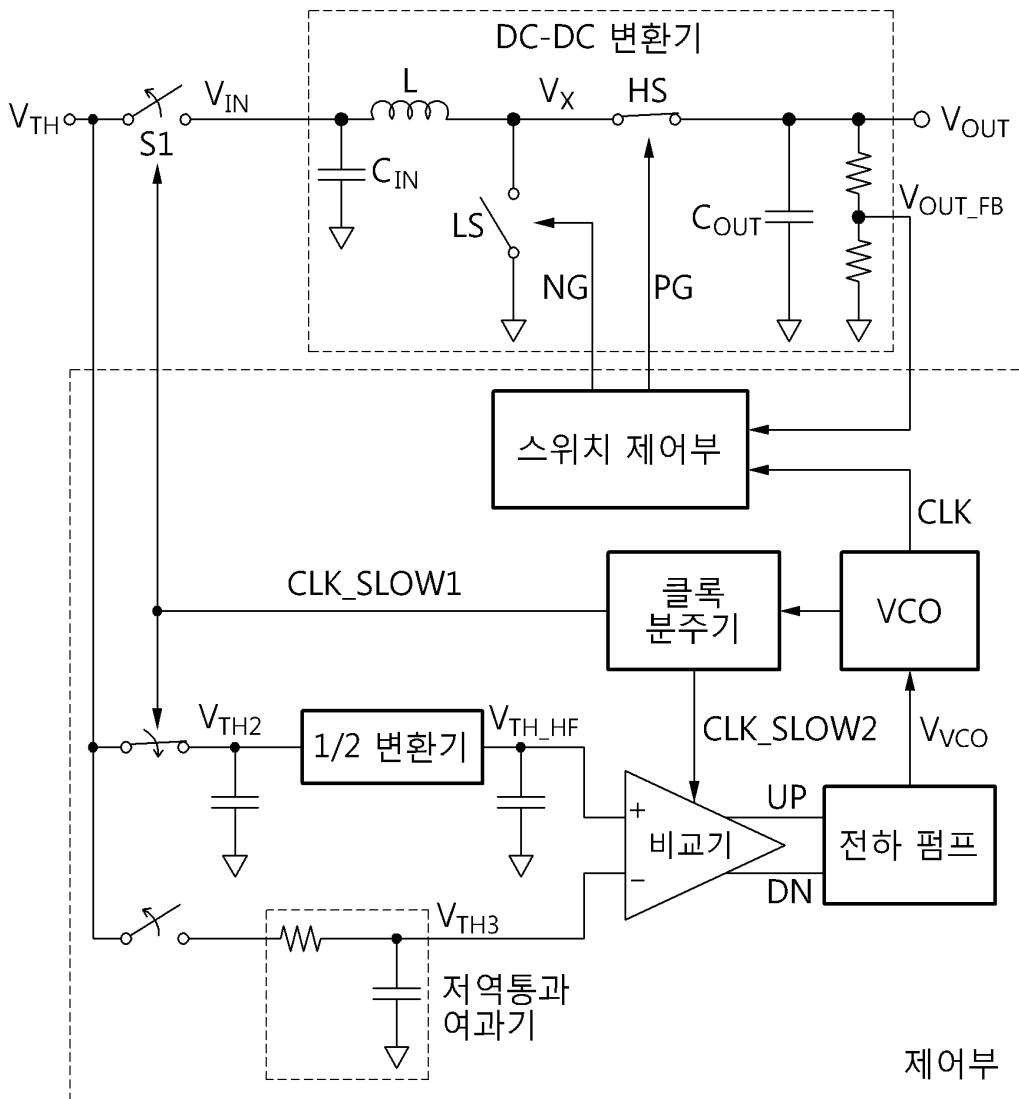
도면6



도면7



도면8



도면9

