



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0067344  
(43) 공개일자 2013년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 3/155 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0133763

(22) 출원일자 2011년12월13일

심사청구일자 2011년12월13일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

김철우

서울특별시 성북구 길음로 16, 605동 1301호 (길음동, 길음뉴타운)

김정문

경기도 시흥시 두문로 8, 404호 (신천동, 무지개아파트)

(74) 대리인

특허법인무한

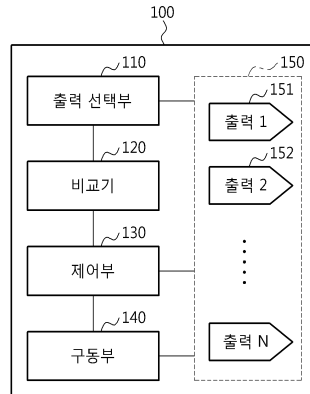
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 단일 인덕터 다중 출력 직류-직류 변환기 및 그 제어 방법

(57) 요약

단일 인덕터 다중 출력 직류-직류 변환기가 제공된다. 상기 변환기는 단일의 인덕터로 입력되어 저장된 입력 전류를 복수 개의 출력 노드 각각에 전달하여 직류-직류 변환을 수행한다. 상기 변환기의 출력 선택부는 복수 개의 출력 노드 중 구동부로부터 현재 전류를 공급 받는 제1 출력 노드를 선택하여 비교기에 상기 제1 출력 노드의 출력전압 및 상기 제1 출력 노드의 기준전압을 히스테리시스 비교부에 공급한다. 그러면, 변환기의 히스테리시스 비교부가 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제1 임계치 이상 높은지의 여부, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은지의 여부를 판단하여 온-타임 및/또는 인덕터 피크 전류를 제어한다.

대표도 - 도1



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

복수 개의 출력 노드 중 구동부로부터 현재 전류를 공급 받는 제1 출력 노드를 선택하는 출력 선택부;  
 상기 제1 출력 노드의 출력전압 및 상기 제1 출력 노드의 기준전압을 비교하여 상기 출력전압이 상기 기준 전압보다 높은지의 여부를 판단하는 비교기; 및  
 상기 판단에 따라 상기 제1 출력 노드에 전류 공급을 지속하는 최대 시간 길이로 설정된 제1 시간 길이를 조정하는 제어부를 포함하는 변환기.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 비교기는, 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제1 임계치 이상 높은지의 여부, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은지의 여부를 판단하는 히스테리시스 비교기인 변환기.

### 청구항 3

제2항에 있어서,  
 상기 비교기는,  
 상기 제1 출력 노드에 대응하는 제1 RS-플립플롭;  
 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높은 전압을 상기 제1 출력 노드의 출력전압과 비교하는 제1 비교기;  
 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제2 임계치만큼 낮은 전압을 상기 제1 출력 노드의 출력전압과 비교하는 제2 비교기; 및  
 상기 제1 비교기의 출력 값 및 상기 제2 비교기의 출력 값을 상기 제1 RS-플립플롭에 전달하는 적어도 하나의 믹스를 포함하고, 상기 제1 RS-플립플롭은 상기 제1 비교기의 출력 값 및 상기 제2 비교기의 출력 값을 저장하는 변환기.

### 청구항 4

제3항에 있어서,  
 상기 제1 RS-플립플롭은 상기 제1 비교기의 출력 값 및 상기 제2 비교기의 출력 값을 상기 제어부에 전달하여, 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하도록 하는 변환기.

### 청구항 5

제2항에 있어서,  
 상기 제어부는,  
 상기 비교기의 출력 값을 이용하여 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하는 계수기;

상기 공급한 횡수를 미리 설정된 최대 공급 횡수와 비교하는 NR 비교기; 및

상기 공급 횡수가 상기 최대 공급 횡수를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키도록 설정하는 온-타임 제어기

를 포함하는 변환기.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 온-타임 제어기는 상기 제1 시간 길이를 증가시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최대 시간 길이를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키는 지시 신호를 제공하고,

상기 제어기는,

상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기

를 더 포함하는 변환기.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 NR 비교기는 상기 공급한 횡수를 미리 설정된 최소 공급 횡수와 비교하고, 상기 온-타임 제어기는 상기 공급 횡수가 상기 최소 공급 횡수 미만인 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키도록 설정하는 변환기.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 온-타임 제어기는 상기 제1 시간 길이를 감소시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최소 시간 길이 미만이 되는 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키는 지시 신호를 제공하고,

상기 제어기는,

상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기

를 더 포함하는 변환기.

#### 청구항 9

단일 인덕터 다중 출력 직류-직류 변환기에 있어서,

충전 시간구간 동안 단일의 입력 노드로부터 유입되는 입력 전류를 저장하였다가 방전 시간구간 동안 복수 개의 출력 노드로 전달하는 구동부;

상기 방전 시간구간 내에서 상기 복수 개의 출력 노드 중 제1 출력 노드에 대응하는 제1 시간 길이 동안 상기 제1 출력 노드에 상기 구동부가 전달하는 전류를 공급하는 부하스위치 제어기; 및

상기 제1 출력 노드의 출력전압을 상기 제1 출력 노드에 대응하는 기준전압과 비교하는 비교기

를 더 포함하는 변환기.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 비교기는, 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제1 임계치 이상 높은지의 여부, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은지의

여부를 판단하는 히스테리시스 비교기인 변환기.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 비교기의 출력 값을 이용하여 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하는 계수기;

상기 공급한 횟수를 미리 설정된 최대 공급 횟수 또는 미리 설정된 최소 공급 횟수와 비교하는 NR 비교기; 및

상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키도록 설정하고, 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만인 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키도록 설정하는 온-타임 제어기

를 포함하는 변환기.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 온-타임 제어기는 상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하여 상기 제1 시간 길이를 증가시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최대 시간 길이를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키는 지시 신호를 제공하고,

상기 제어기는,

상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기

를 더 포함하는 변환기.

#### 청구항 13

제11항에 있어서,

상기 온-타임 제어기는 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만이어서 상기 제1 시간 길이를 감소시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최소 시간 길이 미만이 되는 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키는 지시 신호를 제공하고,

상기 제어기는,

상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기

를 더 포함하는 변환기.

#### 청구항 14

출력 선택부가 복수 개의 출력 노드 중 구동부로부터 현재 전류를 공급 받는 제1 출력 노드를 선택하여 비교기에 상기 제1 출력 노드의 출력전압 및 상기 제1 출력 노드의 기준전압을 히스테리시스 비교부에 공급하는 단계;

상기 히스테리시스 비교부가 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제1 임계치 이상 높은지의 여부, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은지의 여부를 판단하는 단계; 및

제어부가 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하는 단계

를 포함하는 변환기 제어 방법.

## 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제어부가 상기 공급한 횟수를 미리 설정된 최대 공급 횟수 또는 미리 설정된 최소 공급 횟수와 비교하는 단계; 및

상기 제어부가 상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하는 경우에 상기 제1 시간 길이를 증가시키도록 설정하고, 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만인 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키도록 설정하는 단계

를 더 포함하는 변환기 제어 방법.

## 청구항 16

제15항에 있어서,

상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하여 상기 제1 시간 길이를 증가시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최대 시간 길이를 초과하는 경우, 상기 제어부가 상기 제1 시간 길이를 증가시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키는 지시 신호를 제공하는 단계

를 더 포함하는 변환기 제어 방법.

## 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만이어서 상기 제1 시간 길이를 감소시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최소 시간 길이 미만이 되는 경우, 상기 제어부가 상기 제1 시간 길이를 감소시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키는 지시 신호를 제공하는 단계

를 더 포함하는 변환기 제어 방법.

## 청구항 18

제14항 내지 제17항 중 어느 한 항의 변환기 제어 방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 직류-직류 변환기에 연관되며, 보다 특정하게는 하나의 인덕터를 통해 공급 받은 전류를 복수 개의 출력 노드를 통해 공급하는 직류-직류 변환기 및 그 제어 방법에 연관된다.

[0002] 본 발명은 교육과학기술부의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구로부터 도출된 것이다. [과제명: 차세대 모바일 단말기 및 유비쿼터스 센서노드용 저전력 관리 기술, 연구기간: 20110701 ~20120630, 연구지원사업명: 중견연구자지원\_도약연구, 연구개발재원기관: 한국연구재단, 과제관리번호: ROA-2007-000-20059-0]

### 배경기술

[0003] 최신 휴대용 전자기기들은 긴 배터리 시간과 다양한 기능을 동시에 필요로 한다. 이러한 요구 때문에 휴대용 전자기기의 전력관리 시스템에서 단일-인덕터 다중-출력(Single Input Multiple Output: SIMO) 직류-직류 변환기가 크게 선호되고 있다.

[0004] SIMO 직류-직류 변환기는 다중의 출력전압을 만들어 내기 위해서 출력의 수와 같은 수만큼의 인덕터를 구비하였던 기존 변환기 구조와 달리, 전류를 공급 받는 인덕터를 단지 하나 구비하는 구조이기 때문에 회로 면적과 비용 측면에서 큰 장점을 가진다.

[0005] 많은 휴대용 전자기기들, 이를테면 스마트폰과 같은 것들은 DSP(Digital Signal Processing) 동작, 오디오 및 비디오 플레이, 무선 통신 등의 다양한 응용을 위하여 사용되는데, 이렇게 점점 더 다양해지는 응용들 각각은

서로 다른 크기/범위의 전력 공급을 요구할 수 있고 SIMO 직류-직류 변환기는 이러한 요구에 대한 적절한 솔루션이 될 수 있다.

[0006] 또한, 비디오 응용을 위해 그래픽 장치가 동작할 때 상대적으로 큰 전력을 소모하게 되어 통신 장치와 같은 다른 일부 장치들이 슬립(sleep) 모드에 있는 경우도 있는데, 기기 운용에 따라 출력들 각각에 전력 요구가 지속적으로 달라지는 것에 대응해서 SIMO 직류-직류 변환기가 사용될 수도 있다.

[0007] 이러한 SIMO 직류-직류 변환기를 구현한 종래 기술로 D. Ma et al., "Single-inductor multiple-output switching converters with time-multiplexing control in discontinuous conduction mode," IEEE J. Solid-State Circuits, vol. 38, no.1, pp. 89??100, Jan. 2003.이 개시된 바 있다.

[0008] 그런데 종래의 SIMO 직류-직류 변환기는 출력의 수를 증가시키기에 따라 회로 면적과 복잡도가 급격히 증가하였다. 이것은 출력의 수에 대응하여 증가하는 증폭기 수와, 그에 따른 보상(Compensation)회로의 사용이 불가피하기 때문이다.

[0009] 이러한 종래의 SIMO 직류-직류 변환기에서는 증폭기와 보상회로의 사용으로 회로 면적이 크고 전력 소모가 많아 효율성이 떨어지는 한계가 있었으며, 특히 회로의 안정성(stability) 보장을 위해 매우 주의 깊은 설계가 요구되었다.

[0010] 따라서, 회로 면적이 작고 복잡도가 높지 않으면서도 출력 노드들의 요구에 대응하여 다양한 전력 요구에 대응하며 긴 배터리 수명을 제공하는 고효율 SIMP 직류-직류 변환기가 필요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 출력 노드들, 즉 부하 전류에 대한 정보를 활용하기 위하여 증폭기(Amplifier)를 요구하지 않아 별도의 보상 회로에 의하지 않고도 안정성을 보장할 수 있는 SIMO 직류-직류 변환기 및 그 제어 방법이 제공된다.

[0012] 회로 면적을 크게 만드는 별도의 추가적인 인덕터나, 보상 캐패시터, 또는 PLL(Phase-locked loop) 등을 필요로 하지 않으면서도 출력 노드들의 전력 요구를 만족할 수 있는 SIMO 직류-직류 변환기 및 그 제어 방법이 제공된다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일측에 따르면, 복수 개의 출력 노드 중 구동부로부터 현재 전류를 공급 받는 제1 출력 노드를 선택하는 출력 선택부, 상기 제1 출력 노드의 출력전압 및 상기 제1 출력 노드의 기준전압을 비교하여 상기 출력전압이 상기 기준 전압보다 높은지의 여부를 판단하는 비교기, 및 상기 판단에 따라 상기 제1 출력 노드에 전류 공급을 지속하는 최대 시간 길이로 설정된 제1 시간 길이를 조정하는 제어부를 포함하는 변환기가 제공된다.

[0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 비교기는, 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제1 임계치 이상 높은지의 여부, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은지의 여부를 판단하는 히스테리시스 비교기이다.

[0015] 이 경우, 상기 비교기는, 상기 제1 출력 노드에 대응하는 제1 RS-플립플롭, 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높은 전압을 상기 제1 출력 노드의 출력전압과 비교하는 제1 비교기, 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제2 임계치만큼 낮은 전압을 상기 제1 출력 노드의 출력전압과 비교하는 제2 비교기, 및 상기 제1 비교기의 출력 값 및 상기 제2 비교기의 출력 값을 상기 제1 RS-플립플롭에 전달하는 적어도 하나의 먹스를 포함하고, 상기 제1 RS-플립플롭은 상기 제1 비교기의 출력 값 및 상기 제2 비교기의 출력 값을 저장할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 제1 RS-플립플롭은 상기 제1 비교기의 출력 값 및 상기 제2 비교기의 출력 값을 상기 제어부에 전달하여, 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하도록 할 수 있다.

[0017] 한편, 상기 제어부는, 상기 비교기의 출력 값을 이용하여 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보

다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하는 계수기, 상기 공급한 횟수를 미리 설정된 최대 공급 횟수와 비교하는 NR 비교기, 및 상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키도록 설정하는 온-타임 제어기를 포함할 수도 있다.

[0018] 이 경우, 상기 온-타임 제어기는 상기 제1 시간 길이를 증가시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최대 시간 길이를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키는 지시 신호를 제공하고, 상기 제어기는, 상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기를 더 포함할 수 있다.

[0019] 한편, 상기 NR 비교기는 상기 공급한 횟수를 미리 설정된 최소 공급 횟수와 비교하고, 상기 온-타임 제어기는 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만인 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키도록 설정할 수 있다.

[0020] 이 경우, 상기 온-타임 제어기는 상기 제1 시간 길이를 감소시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최소 시간 길이 미만이 되는 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키는 지시 신호를 제공하고, 상기 제어기는, 상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기를 더 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 일측에 따르면, 단일 인덕터 다중 출력 직류-직류 변환기에 있어서, 충전 시간구간 동안 단일의 입력 노드로부터 유입되는 입력 전류를 저장하였다가 방전 시간구간 동안 복수 개의 출력 노드로 전달하는 구동부, 상기 방전 시간구간 내에서 상기 복수 개의 출력 노드 중 제1 출력 노드에 대응하는 제1 시간 길이 동안 상기 제1 출력 노드에 상기 구동부가 전달하는 전류를 공급하는 부하스위치 제어기, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압을 상기 제1 출력 노드에 대응하는 기준전압과 비교하는 비교기를 더 포함하는 변환기가 제공된다.

[0022] 이 경우, 상기 비교기는, 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제1 임계치 이상 높은지의 여부, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은지의 여부를 판단하는 히스테리시스 비교기일 수 있다.

[0023] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 제어부는, 상기 비교기의 출력 값을 이용하여 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하는 계수기, 상기 공급한 횟수를 미리 설정된 최대 공급 횟수 또는 미리 설정된 최소 공급 횟수와 비교하는 NR 비교기, 및 상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키도록 설정하고, 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만인 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키도록 설정하는 온-타임 제어기를 포함한다.

[0024] 이 경우, 상기 온-타임 제어기는 상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하여 상기 제1 시간 길이를 증가시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최대 시간 길이를 초과하는 경우 상기 제1 시간 길이를 증가시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키는 지시 신호를 제공하고, 상기 제어기는, 상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기를 더 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 온-타임 제어기는 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만이어서 상기 제1 시간 길이를 감소시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최소 시간 길이 미만이 되는 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키는 지시 신호를 제공하고, 이 경우 상기 인덕터 피크 전류 제어기는, 상기 지시 신호를 상기 구동부에 전달하여 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키도록 제어하는 인덕터 피크 전류 제어기를 더 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 또 다른 일측에 따르면, 출력 선택부가 복수 개의 출력 노드 중 구동부로부터 현재 전류를 공급 받는 제1 출력 노드를 선택하여 비교기에 상기 제1 출력 노드의 출력전압 및 상기 제1 출력 노드의 기준전압을 히스테리시스 비교부에 공급하는 단계, 상기 히스테리시스 비교부가 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제1 임계치 이상 높은지의 여부, 및 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은지의 여부를 판단하는 단계, 및 제어부가 상기 제1 출력 노드의 출력전압이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 제2 임계치 이상 낮은 이후, 상기 제1 비교기의 출력 값이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압보다 상기 제1 임계치만큼 높을 때까지 상기 제어부가 상기 제1 출력 노드에 전류를 공급한 횟수를 카운트하는 단계를 포함하는 변환기 제어 방법이 제공된다.

[0027] 여기서 상기 변환기 제어 방법은, 상기 제어부가 상기 공급한 횟수를 미리 설정된 최대 공급 횟수 또는 미리 설

정된 최소 공급 횟수와 비교하는 단계, 및 상기 제어부가 상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하는 경우에 상기 제1 시간 길이를 증가시키도록 설정하고, 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만인 경우 상기 제1 시간 길이를 감소시키도록 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0028] 또한 상기 변환기 제어 방법은, 상기 공급 횟수가 상기 최대 공급 횟수를 초과하여 상기 제1 시간 길이를 증가시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최대 시간 길이를 초과하는 경우, 상기 제어부가 상기 제1 시간 길이를 증가시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 증가시키는 지시 신호를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0029] 나아가 상기 변환기 제어 방법은, 상기 공급 횟수가 상기 최소 공급 횟수 미만이어서 상기 제1 시간 길이를 감소시키면 상기 제1 출력 노드에 대해 설정된 제1 최소 시간 길이 미만이 되는 경우, 상기 제어부가 상기 제1 시간 길이를 감소시키지 않고 상기 구동부에 입력되는 입력 전류의 피크치를 감소시키는 지시 신호를 제공하는 단계를 더 포함할 수도 있다.

### 발명의 효과

[0030] SIMO 직류-직류 변환기 구현을 위해 별도의 증폭기나 보상회로가 요구되지 않으므로, 많은 수의 출력을 제공하면서도 회로 면적이나 복잡도가 낮고 저전력, 높은 안정성이 보장된다.

[0031] 또한, 각 출력 노드를 통해 전력을 공급 받는 부하들의 전력 요구량이 서로 큰 차이를 갖더라도 기존의 구조보다 더욱 안정적으로 전력 공급이 가능하고, CCM (Continuous Conduction Mode, 연속 전도 모드)에서도 동작 가능하다.

[0032] 나아가 SIMO 직류-직류 변환기에서 출력의 수를 증가시키는 데에 기존 구조보다 제약이 매우 적어 확장성 면에서 유리하다.

### 도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기를 도시하는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 SIMO 변환기의 예시적 구현을 도시하는 회로도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기가 n 번째 출력 노드에 전류를 공급하는 과정을 설명하기 위한 예시적 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 비교기 및 온-타임 제어기의 예시적 구현을 도시하는 회로도이다.

도 5 내지 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기 제어 방법을 설명하기 위한 예시적 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 NR 카운트 과정을 설명하기 위한 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 온-타임 조정 과정을 설명하기 위한 그래프이다.

도 9 내지 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기 제어 방법을 도시하는 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하에서, 본 발명의 일부 실시예를, 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기(100)를 도시하는 블록도이다.

[0036] 본 발명의 일실시예에 따른 변환기(100)는 SIMO 직류-직류 변환기로서, 구동부(140)에 입력되는 입력 전압 또는 전류를 에너지 저장 소자, 이를테면 인덕터에 충전하였다가 이를 방전하면서 출력 노드들(150)에 전압/전류를 공급한다.

[0037] 출력 노드들(150)은 상기 설명한 다양한 응용을 위해 서로 다른 수준의 전압을 제공하는 노드들이며, 변환기(100)에 포함된 출력 선택부(110), 비교기(120), 제어부(130) 및 구동부(140)는 후술할 과정을 통해 출력 노드 1(151), 출력 노드 2(152) 등의 각각이 요구되는 수준의 전압을 유지하도록 관리한다.

[0038] 본 발명의 일실시예에 따르면, 출력 선택부(110), 비교기(120), 제어부(130) 및 구동부(140)는 출력 노드들(150) 중 현재 전압/전류를 공급 받고 있는 n 번째(n은 1 이상 N 이하인 자연수)의 제1 출력 노드의 전압 수준

을 감시한다.

- [0039] 출력 선택부(110)는 이를 테면 1:N 믹스(MUX: Multiplexer)에 의해 구현될 수 있으며, 제1 출력 노드의 현재 출력전압  $V_{out\_n}$ 을 비교기(120)에 전달하고, 또한 스펙(sepc.)에 의해 결정되어 있는 상기 제1 출력 노드의 기준 전압을 비교기(120)에 전달한다.
- [0040] 상기 비교기(120)는 히스테리시스 비교기(Hysteresis Comparator)일 수 있다.
- [0041] 이 경우, 비교기(120)는 제1 출력 노드의 출력전압  $V_{out\_n}$ 이 상기 제1 출력 노드의 기준 전압  $V_{ref\_n}$  보다 제1 임계치  $V_{dh}$  이상 높은지의 여부를 판단한다.  $V_{out\_n} > V_{ref\_n} + V_{dh}$  인 경우에는 제어부(130)의 제어에 의해 구동부(140)가 제1 출력 노드에 전류 공급을 중단할 수 있다.
- [0042] 또한, 비교기(120)는 상기  $V_{out\_n}$ 이 상기  $V_{ref\_n}$  보다 제2 임계치  $V_{dl}$  이상 낮은지의 여부도 판단한다.
- [0043] 이러한 판단 결과에 따라 제어부(130)는 상기 제1 출력 노드에 한 번 지속적으로 전류 공급이 수행되는 최대 시간인  $tos\_n$ 을 줄이거나, 또는 늘일 수 있다.
- [0044] 나아가, 제어부(130)는  $tos\_n$ 의 증감이 미리 지정된 최소 값  $tos\_n\ min$ 과  $tos\_n\ max$  범위를 벗어나는 경우에는 구동부(140)로 입력되는 인덕터 입력 전류의 피크 값(peak value)인  $IL\_peak$ 를 증감시킬 수도 있다.
- [0045] 제어 방법의 상세한 과정은 도 2 이하를 설명하여 보다 상세히 후술한다.
- [0046] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 SIMO 변환기(100)의 예시적 구현을 도시하는 회로도이다.
- [0047] 본 발명의 일실시예에 따른 SIMO 직류-직류 변환기(100)는 모든 출력전압을 각각의 원하는 기준전압의 근처에서 유지하기 위해 단지 하나의 히스테리시스 비교기(120)만을 포함할 수 있다.
- [0048] 이러한 실시예에서, 출력 노드들의 수인 N에 비례하는 수의 비교기는 필요하지 않으며, 대신 출력 선택부(110)에 의해 선택되는 출력 노드들(150)이 단일의 히스테리시스 비교기(120)를 공유할 수 있으므로 변환기(100)를 구성하는 회로 면적이 작아지고, 전력 소모 측면에서 큰 장점을 가진다.
- [0049] 또한 종래의 SIMO 직류-직류 변환기들에 비해 본 발명의 실시예에 따른 비교기(100)는 높은 안정도를 보이는 장점이 있다. 왜냐하면, 증폭기를 포함하지 않으므로, 내부의 피드백 루프(feedback loop)에 의한 회로의 불안정을 보상하기 위한 별도의 보상 회로, 이를테면 보상 커패시터들을 추가로 포함하지 않고도 무조건적인 안정성(stability)을 보장한다.
- [0050] 종래의 변환기들에서 제어부는 증폭기들의 출력을 통해 부하 전류 정보를 모니터하여 인덕터 전류의 피크 값을 정하였으나, 본 발명의 실시예에 따르면 증폭기와 보상회로를 사용하지 않고도 인덕터 전류의 피크 값  $IL\_peak$ 을 정의하며, 증폭기 등을 대신하여 인덕터 피크전류 제어기(131)를 사용한다.
- [0051] 도 2에 도시된 예시적 구성에 있어서, 인덕터 전류 센서(142)나 히스테리시스 비교기(120)를 제외한 다른 구성들은 디지털로 설계가 가능하므로, 변환기(100)가 기존보다 더욱 PVT(프로세스, 전압, 온도)에 강하고 안정적이며 저전력으로 동작한다.
- [0052] 본 발명의 일실시예에 따르면, 출력 노드들(150) 중 어느 일부가 인덕터 전류를 독점하지 않고 모든 출력 노드들(150)이 전력 실패를 겪지 않도록 개별 출력 노드들 각각이 한 번 전류를 지속적으로 공급 받는 최대 전류 공급 지속시간인  $tos\_n$ 이 설정된다. 이  $tos\_n$ 은 출력 노드들 마다 다르게 설정될 수도 있고, 실시예에 따라서는 동일하게 설정될 수도 있다.
- [0053] 도 2에 도시된 구성의 동작에 관해서는 도 3의 그래프를 참조하여 상세히 설명한다.
- [0054] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기가 n 번째 출력 노드에 전류를 공급하는 과정을 설명하기 위한 예시적 그래프이다.
- [0055] 출력 노드들(150)에 미리 설정된 스케줄에 따른 전류 순차 공급이 이루어지고 있는 중에, 현재 전류가 공급되고 있는 n 번째 특정 출력 노드의 출력전압  $V_{out\_n}$ 이 그래프에 도시되었다.
- [0056] 출력 선택부(110)의 믹스 1은 출력전압  $V_{out\_n}$ 을 비교기(120)의 한 입력으로서 전달하고, 믹스 2는 해당 출력 노드의 기준 전압  $V_{ref\_n}$ 을 다른 입력으로서 전달한다. 그러면 비교기(120)는 출력전압  $V_{out\_n}$ 을  $V_{ref\_n}$ 과 비교한다.
- [0057] 이 경우, 비교기(120)는 히스테리시스 비교기로서 출력전압  $V_{out\_n}$ 을  $V_{ref\_n} + V_{dh}$  및  $V_{ref\_n} - V_{dl}$ 의 각각과

비교한다.

- [0058] 전류 공급 없이 자신의 부하(load)에 전류를 공급하던 중 출력전압  $V_{out\_n}$ 이  $V_{ref\_n} - V_{dl}$  보다 작아진 순간  $tos\_n$  구간이 시작되어,  $n$  번째 출력 노드에 전류가 공급되어  $V_{out\_n}$ 이 상승한다.
- [0059] 그러다  $V_{out\_n}$ 이 아직  $V_{ref\_n} + V_{dh}$ 에 이르지 못하고  $tos\_n$ 이 경과되면 부하스위치 제어기(133)에 의해 전류 공급은 다른 출력 노드로 전환된다. 그러면 상기  $n$  번째 출력 노드 전압  $V_{out\_n}$ 은 다시 하강한다.
- [0060] 다음 번  $tos\_n$ 이 시작되면 이러한 과정이 반복된다.
- [0061] 그리고,  $t1$  시점에  $V_{out\_n}$ 이  $V_{ref\_n} + V_{dh}$ 를 초과하면 실시예에 따라서 해당 출력 노드에 대해서는 전류 공급이 차단될 수 있고, 다른 실시예에서는 해당  $tos\_n$  경과 시점까지는 전류 공급이 지속될 수 있다.
- [0062] 이러한 과정 동안, 온-타임 제어기(132)는 전류 공급이 반복된 횟수를 카운트하여, 카운트 된 횟수에 따라  $tos\_n$ 을 증감하거나, 또는 인덕터 피크전류 제어기(131)을 통해 인덕터 피크 전류  $IL_{peak}$ 를 증감할 수 있다.
- [0063] 여기서  $tos\_n$ 을 증감 또는 인덕터 피크 전류  $IL_{peak}$ 를 증감은 도 4를 참조하여 보다 상세히 후술한다.
- [0064] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 비교기 및 온-타임 제어기의 예시적 구현을 도시하는 회로도이다.
- [0065] 비교기(120)에 포함되는 RS-플립플롭들 중, 출력 선택기(111)에 의해 선택된  $n$  번째 출력 노드에 대응하는 RS-플립플롭은 비교기 1과 비교기 2의 출력을 저장하여  $VH_{,n}$  및  $VH_{,n}$  bar를 생성한다.
- [0066]  $VH_{,n}$ 은 해당  $n$  번째 출력 노드의 출력전압  $V_{out\_n}$ 이  $V_{ref\_n} + V_{dh}$ 를 초과하였는지의 여부를 나타내는 디지털 값 일 수 있다.
- [0067]  $V_{out\_n}$ 이  $V_{ref\_n} + V_{dh}$ 를 초과하지 못하고  $tos\_n$ 이 반복되는 횟수가 계수기(430)에 의해 카운트된다. 그러다  $V_{out\_n}$ 이  $V_{ref\_n} + V_{dh}$ 를 초과하면 NR(Number of Rising) 비교기가(420)에 의해, 상기 카운트된 전류 공급 횟수가 미리 지정된 최대 공급 횟수  $NR_{max}$  및/또는 최소 공급 횟수  $NR_{min}$ 과 비교된다.
- [0068] 이러한 비교 결과, 전류 공급 횟수가  $NR_{max}$ 를 초과하면 해당 출력 노드에 대해 전류 공급을 늘릴 필요가 있고, 전류 공급 횟수가  $NR_{min}$  미만이면 전류 공급을 줄일 필요가 있다.  $NR_{max}$ 과  $NR_{min}$ 는 각 출력 노드에 대한 전류 공급 횟수가 적정 수준이 되도록 설정되며, 필요에 따라 변경 가능한 설정치이다. 또한, 출력 노드별로 다를 수 있고, 또는 같을 수도 있다.
- [0069] 전류 공급 횟수가  $NR_{max}$ 를 초과하면  $tos\_n$ 이 너무 많이 반복되고 있는 것이어서, OS-Time 제어기(410)는  $tos\_n$ 을 증가시킬 수 있고, 반대로 전류 공급 횟수가  $NR_{min}$  미만이면  $tos\_n$ 가 필요 이상으로 크게 설정된 것이어서, OS-Time 제어기(410)는  $tos\_n$ 을 감소시킬 수 있다.
- [0070] 한편, 상기 실시예에서  $tos\_n$ 의 증감도 일정한 범위 내에서 이루어질 수 있다.
- [0071] 예시적 실시예에서,  $tos\_n$ 은 미리 설정된 최대 값인  $tos\_n_{max}$ 와 최소 값인  $tos\_n_{min}$  사이에서 유지될 수 있으며, 상기 증감 필요에도 불구하고 이 범위를 벗어날 상황이면, OS-Time 제어기(410)는 인덕터 피크전류  $IL_{peak}$  자체를 증가시키거나, 또는 감소시키는 신호  $VP_{u/d}$  신호를 인덕터 피크전류 제어기(131)에 전달한다.
- [0072] 이러한 제어 방법은 후에 도 7 이하를 참조하여 보다 상세히 후술한다.
- [0073] 도 5 내지 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기 제어 방법을 설명하기 위한 예시적 그래프이다.
- [0074] 종래의 변환기 제어 방법에서는 도 5에 도시된 바와 같이 상기  $tos\_n$ 이 제한되지 않을 수 있었다. 따라서, 출력 노드 1 내지  $N$  중 만약 특정한 출력 노드가 다른 출력 노드들에 비해서 상대적으로 매우 많은 전류를 요구한다면 인덕터 전류는 제한 없이 오랜 시간동안 그 출력 노드로 일방적으로 공급 될 수도 있었다. 그러면 다른 출력은 원하는 기준전압 수준을 유지하지 못하여 안정성 문제를 일으킬 수 있으며, 나아가 전력 실패를 겪을 수도 있다. 따라서 이러한 종래의 방식에 의해서는 안정성을 보장하기 힘들고, 특히 출력의 수를 증가시키는 확장성에 문제가 있었다.
- [0075] 그러나, 본 발명의 실시예들에서는 도 6에 도시된 바와 같이, On-Time 제어기(132)가 생성하는  $OS_{PW\_n}$  신호가 나타내는 on-time  $tos\_n$ 에 의해  $n$  번째 출력 노드에 대한 인덕터 전류의 공급은 시간적으로 제한된다. 따라서 인덕터 전류의 공급이 시급한 다른 출력도 안정적으로 에너지를 공급받을 수 있다.
- [0076] 그리고 여기서 인덕터 전류의 공급이 시간적으로 제한되는 대신 순간적인 인덕터 전류의 분배량, 즉 인덕터 피

크 전류  $IL_{peak}$ 는 기존의 분배 방식보다 증가될 수 있다.

- [0077] 본 발명의 실시예들에 따르면 각 출력 노드들의 전압이 도 3에 도시되었던 것과 같이 리플(ripple)을 상대적으로 크게 겪을 수 있는데, 이러한 문제는 상기 기준 전압  $V_{ref\_n}$ 에 더하거나 빼져서 비교기(120)가 사용하는 오프셋 전압  $V_{dh}$ 와  $V_{dl}$ 의 크기를 감소시킴으로써 바로 해결될 수 있다. 이처럼 인덕터 전류의 피크값, 오프셋 전압  $V_{dh}$ 와  $V_{dl}$  등은 현재 각 부하의 상태에 따라 능동적으로 조절될 수 있는 것이다.
- [0078] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이 히스테리시스 범위에 의해 제한되어 하강중인 출력전압의 수(Fall\_N)가 0개 인 경우에는 모든 출력이 인덕터 전류를 필요로 하고 있다는 의미이다.
- [0079] 이 경우에는 상기 설명한 바와 같이 인덕터 피크 전류  $IL_2$ 는 도 5에서의 인덕터 피크 전류  $IL_1$ 보다 큰 값을 가지며, 부하 크기의 불균형성으로 인한 안정도 저하를 막기 위해 on-time이  $tos\_n$ 으로 제한된다.
- [0080] 또한 본 발명의 실시예에 따른 히스테리시스 비교기(120) 제어 기법의 동작 특성으로 인해 인덕터 전류의 공급을 충분히 받은 출력전압은 중  $V_{ref\_n} - V_{dl}$ 을 향하여 하강을 시작하게 되고 해당 출력 노드는 인덕터 전류의 공급을 필요로 하지 않는다.
- [0081] 도 6의 예에서, Fall\_N이 0에서 6이 될 경우 여전히 상승 중인 2개의 출력전압에 대한 인덕터 공급은 전보다 용이해진다. 만약 Fall\_N이 8이 되어 모든 출력이 인덕터가 아닌 단지 각자의 커패시터로부터만 에너지를 공급받고 있는 중이라면 인덕터 전류는 0의 값이 되고 불필요한 에너지의 낭비를 최소화할 수 있다.
- [0082] 따라서 이와 같은 시간제한적인 인덕터 전류의 공급은 SIMO 변환기의 출력의 수를 증가시키는데 용이하며, 부하 전류 간의 불균형이 매우 큰 경우에도 높은 안정성을 보장한다.
- [0083] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 NR 카운트 과정을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0084] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 히스테리시스 비교기(120)를 이용한 변환기 제어 방법에서, 인덕터 피크 전류  $IL_{peak}$ 에 따라서 조절되는 부하스위치의 제어를 나타낸 그래프이다.
- [0085] 출력전압이 히스테리시스 범위 내에서 상승하는 동안 부하스위치는 계속적으로 ON이 된다. 종래의 방법들에 따르면 부하 전류의 크기를 오차증폭기의 출력값을 이용하여 알아냈지만, 상기한 바와 같이 본 발명의 실시예들에서는 출력전압의 상승 동안 ON되는 횟수, 즉  $V_{out\_n}$ 이  $V_{ref\_n} - V_{dl}$ 로부터  $V_{ref\_n} + V_{dh}$ 까지 상승하는 동안  $tos\_n$ 이 반복되는 전류 공급 횟수로 부하 전류의 크기를 알아낸다.
- [0086] 이 상승 동안 ON되는 횟수(NR)를 도 4의 On-Time 제어기(132)에 있는 계수기(430)가 계수한다.
- [0087] 그리고, NR 비교기(420)는 이 ON되는 횟수를 도 7의 그래프와 같이 인덕터 피크전류( $IL_{peak}$ ) 값과 비례하는 범위 내에서 관리한다.
- [0088] 만약 현재 설정된 NR의 범위( $NR_{min} \sim NR_{max}$ )를 벗어나면 상기한 바와 같이 현재 설정된 부하스위치에 대한 on-time이 크거나 작다는 것을 의미하므로 on-time을 감소시키거나 증가시키기 위해 도 4의 On-Time 제어기(132)에 나와 있는  $OS_{DN}$  신호나  $OS_{UP}$  신호를 통하여 OS-Time 제어기(410)에게 on-time을 감소시키거나 증가시키라는 명령을 전달한다.
- [0089] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 온-타임 조정 과정을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0090] 도 8에 도시된 그래프와 같이 만약 증가된 on-time으로도 부하에 전류의 공급이 충분하지 않다면 ON-Time 제어기(132)는 인덕터 피크전류를 증가시키라는 명령을  $VP_{UD}$  신호를 통하여 인덕터 피크전류 제어기(131)에게 전달한다.
- [0091] 반대로 감소된 on-time이 더 이상 작아질 수 없다면 인덕터 피크전류를 감소시키라는 명령을 인덕터 피크전류 제어기(131)에게 전달한다.
- [0092] 나아가, 본 발명의 일실시예에 따르면, 인덕터 피크전류  $IL_{peak}$ 는 도 8에 나타난 바와 같이 on-time에 의해서 뿐만 아니라 Fall\_N의 수에 의해서도 정밀하게 제어될 수 있다.
- [0093] 도 9 내지 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 변환기 제어 방법을 도시하는 흐름도이다.
- [0094] 단계(910)에서 상기 NR 카운트 수인  $i$ 의 초기 값이 0으로 설정되고, 단계(920)에서는  $i$  값이 1 증가된다.
- [0095] 그러면, N 개의 전체 출력 노드들 중 n 번째의 출력 노드에 대해 전류 공급 스위치  $SW_n$ 이 ON 되어, 전류 공급

이 시작되며, 한 번의  $tos\_n$ 이 시작된다(930).

[0096] 그러면, 비교기(120)는 단계(940)에서  $Vout\_n$ 을 최대  $tos\_n$  시간 동안 모니터링한다.

[0097] 단계(950)에서 제어부(130)는 해당 출력 노드의 출력전압  $Vout\_n$ 이  $tos\_n$  경과 전에 상기  $Vref\_n + Vdh$ 를 초과하게 되는지, 즉 도 4의 RS-플립플롭 출력  $VH$ 가 0이 되는지 판단한다.

[0098]  $Vout\_n$ 이  $tos\_n$  경과 전에 상기  $Vref\_n + Vdh$ 를 초과하지 못한 채  $tos\_n$ 이 경과되었다면, 다른 출력 노드, 이를테면  $n+1$ 번째 출력 노드에 전류 공급이 시작되고, 다음번에 다시  $n$  번째 출력 노드에 전류 공급이 될 때 단계(920) 이하가 반복된다.

[0099] 만약 단계(950)에서  $Vout\_n$ 이  $tos\_n$  경과 전에 상기  $Vref\_n + Vdh$ 를 초과한 것으로 판단되면, 해당 출력 노드에 대한 NR 카운트가 완성된다.

[0100] 그러면, NR 카운트 결과인 현재  $i$  값이 미리 지정된 최대 공급 횟수인  $NR\_max$ 보다 큰지의 여부가 판단된다.

[0101]  $i$ 가  $NR\_max$ 보다 크다면, 전류 공급이 너무 많이 반복되고 있는 경우이므로, 제어부(130)는  $tos\_n$ 을 늘려서 한 번에 전류 공급을 더 오랫동안 하거나, 또는 인덕터 피크전류  $IL\_peak$ 를 늘려서 같은 시간 동안 공급되는 전류량을 늘린다.

[0102] 다만, 상기한 바와 같이,  $tos\_n$ 을 먼저 늘리도록 고려할 수 있으며, 단계(970)에서는  $tos\_n$ 을 늘리는 경우에  $tos\_n$ 의 최대 값  $tos\_n\_max$ 을 초과하게 되는지의 여부가 판단된다.

[0103] 만약  $tos\_n$ 의 최대 값  $tos\_n\_max$ 을 초과하지 않으면, 단계(980)에서  $tos\_n$ 을 증가시키지만,  $tos\_n$ 의 최대 값  $tos\_n\_max$ 을 초과한다면  $tos\_n$ 을 증가시키지 않고, 단계(990)에서 인덕터 피크 전류  $IL\_peak$ 를 증가시킬 수 있다.

[0104] 도 9에서는 NR 카운트 수인  $i$ 가  $NR\_max$ 보다 큰 경우를 설명하였으나, 반대로 NR 카운트 수인  $i$ 가 최소 값인  $NR\_min$ 보다 작은 경우, 즉 필요 이상으로  $n$  번째 출력 노드에 전류 공급이 자주 일어나고 있다고 여겨지는 경우는, 도 10과 같이 처리할 수 있다.

[0105] 단계(950)에서 NR 카운트가 종료된 현재  $i$ 가 미리 지정된 최소 공급 횟수인  $NR\_min$ 보다 작은지의 여부가 판단된다(1010).  $i$ 가 미리 지정된 최소 공급 횟수인  $NR\_min$ 보다 작다면, 필요 이상으로  $n$  번째 출력 노드에 전류 공급이 자주 일어나고 있다고 간주할 수 있으므로, 단계(1020)에서 제어부(130)는  $tos\_n$ 을 줄이는 것을 고려하게 된다.

[0106] 단계(1020)에서는  $tos\_n$ 을 줄이는 경우에 미리 설정된  $tos\_n$ 의 최소 값  $tos\_n\_min$ 보다 작아지는지의 여부가 판단된다.  $tos\_n$ 을 현재보다 더 줄이면  $tos\_n\_min$ 보다 작아지는 경우에는,  $tos\_n$ 을 감소시키지 않고, 단계(1040)에서 인덕터 피크 전류  $IL\_peak$ 를 감소시켜 인덕터 피크 전류  $IL\_peak$ 를 감소시킬 수 있다.

[0107] 그렇지 않고,  $tos\_n$ 을 현재보다 더 줄여도 된다면 단계(1030)에서  $tos\_n$ 을 감소시킨 후 단계(910) 이하가 반복된다.

[0108] 상세한 변환기 제어 과정은 도 1 내지 도 8을 참조하여 상세한 바와 같다.

[0109] 본 발명의 일실시예에 따른 방법은 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.

[0110] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이

가능하다.

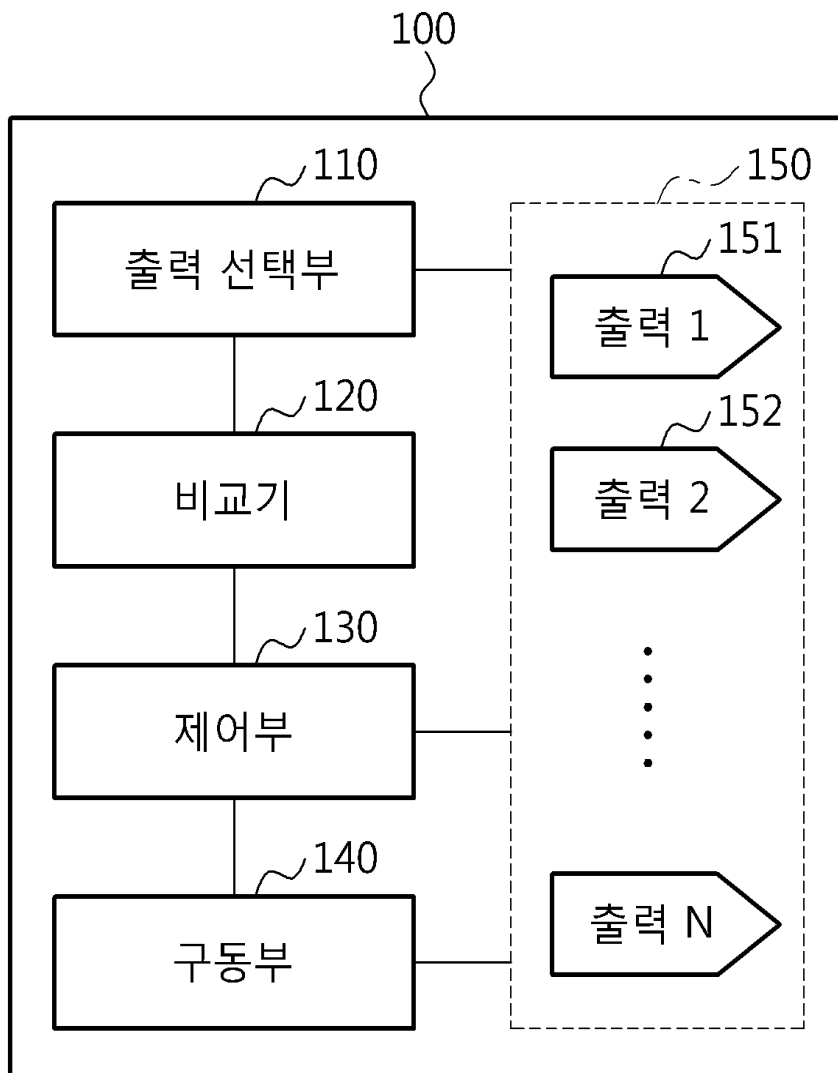
[0111] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### 부호의 설명

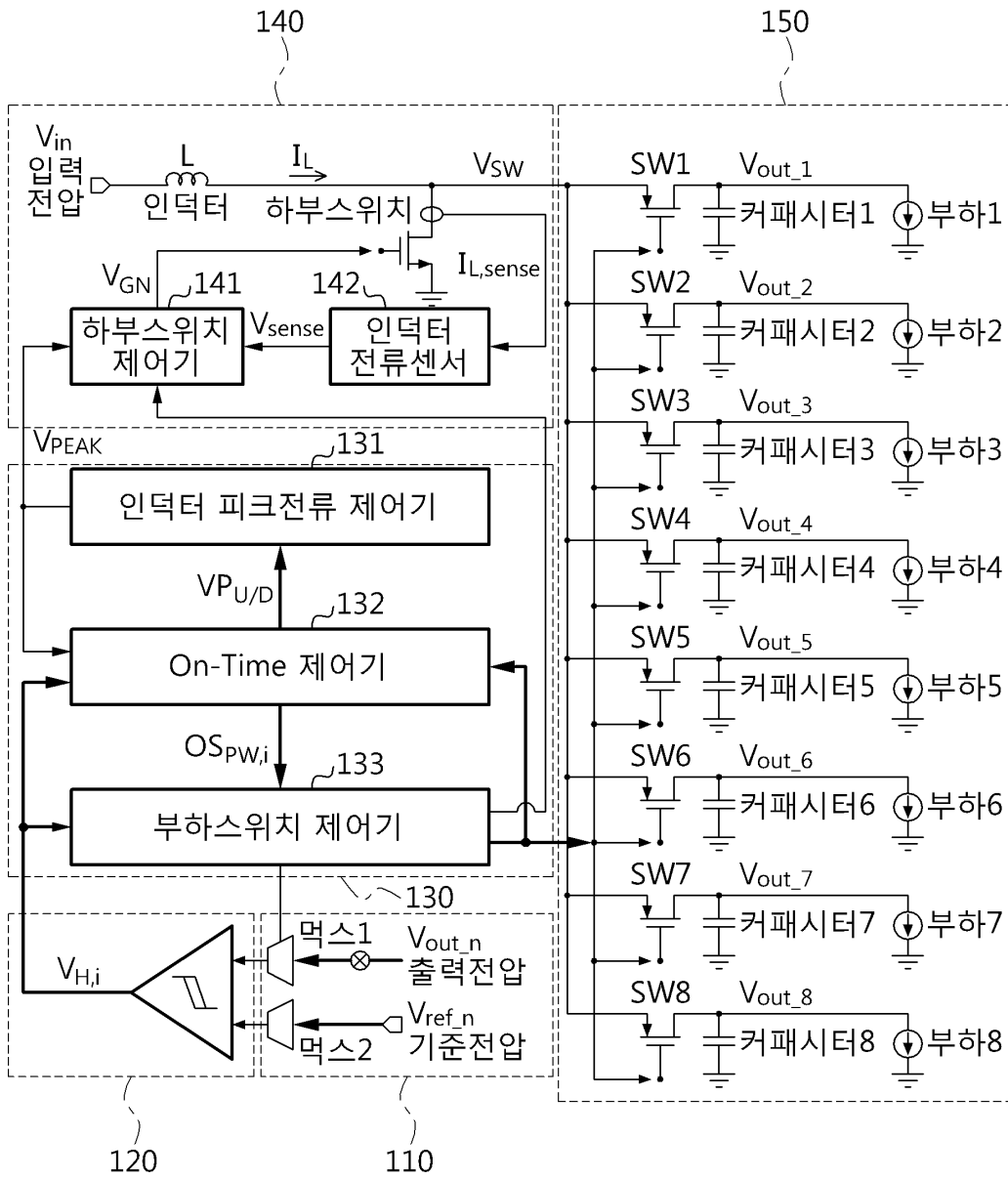
[0112] 100: 변환기  
110: 출력 선택부  
120: 비교기  
130: 제어부  
140: 구동부  
150: 출력 노드들

### 도면

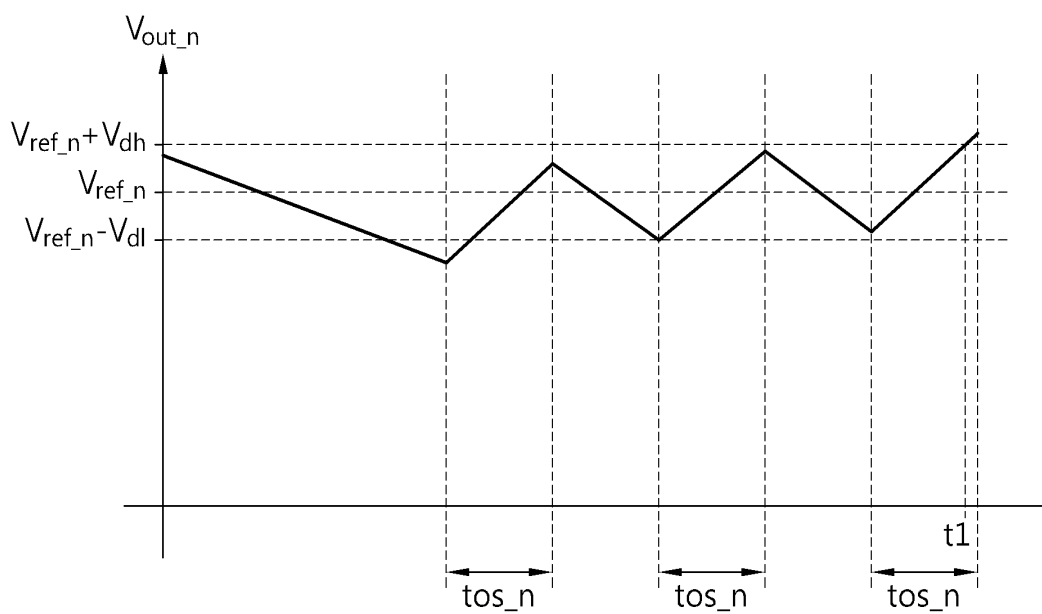
#### 도면1



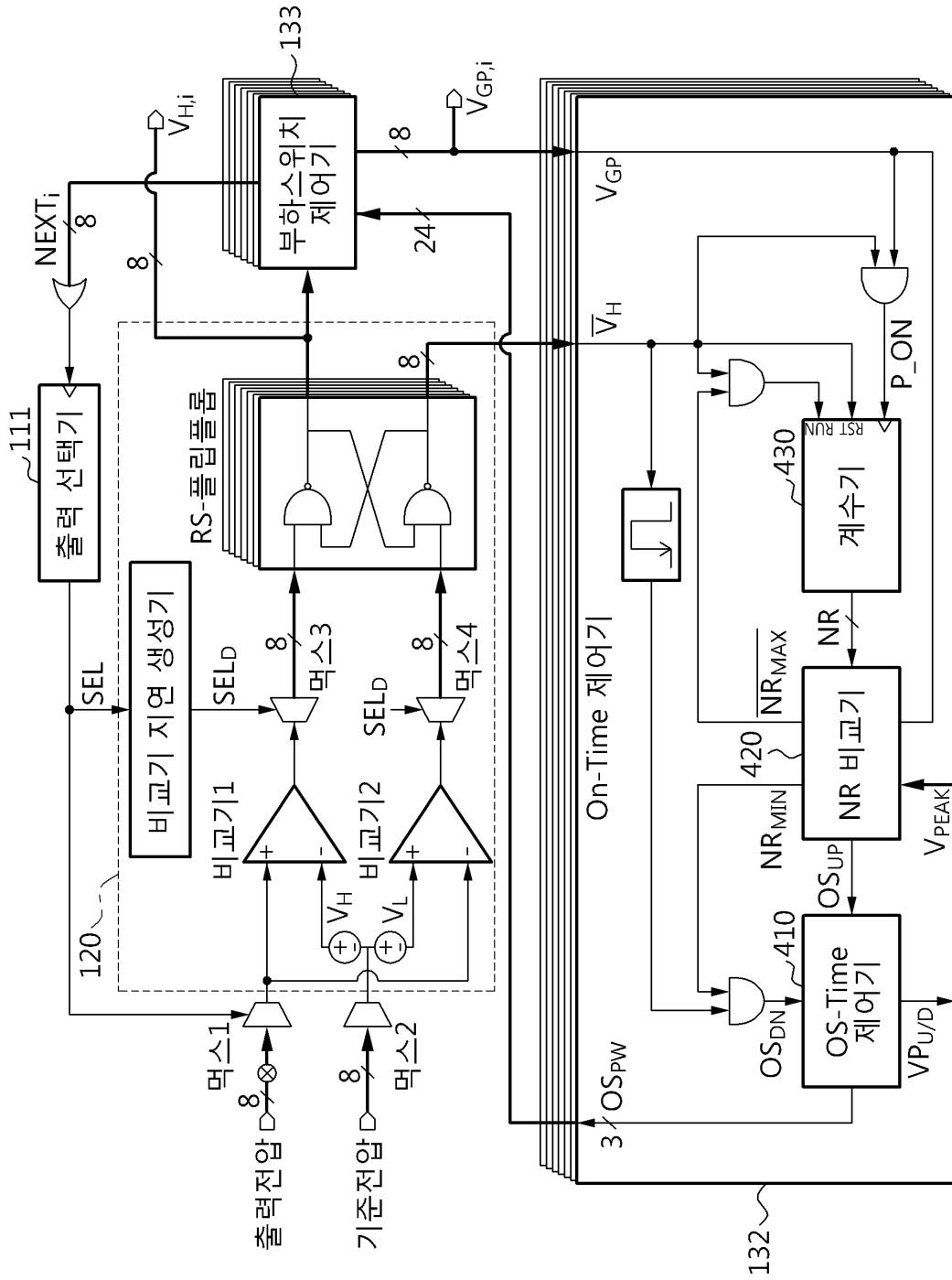
도면2



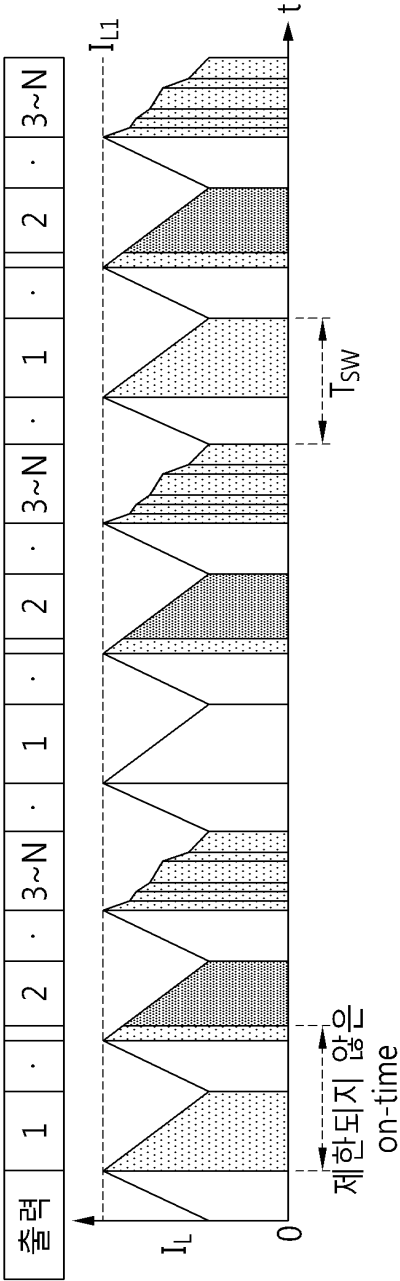
도면3



도면4

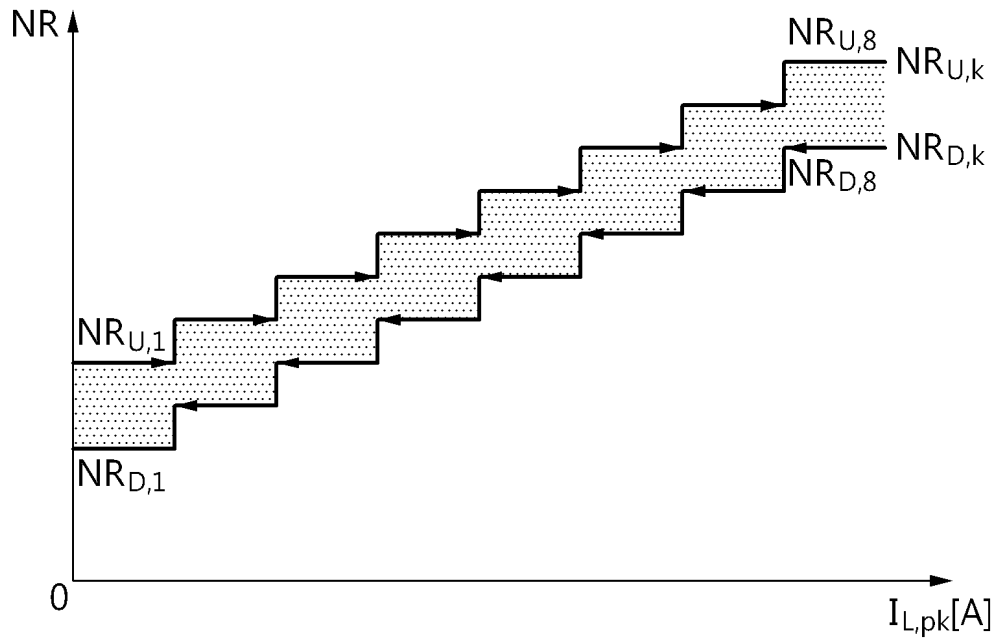


도면5

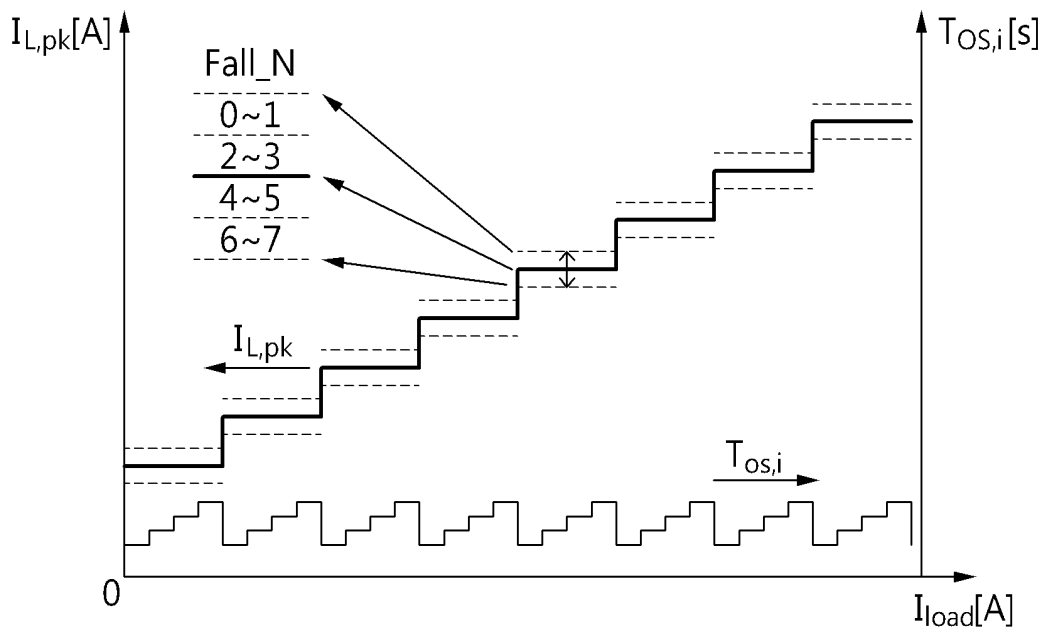




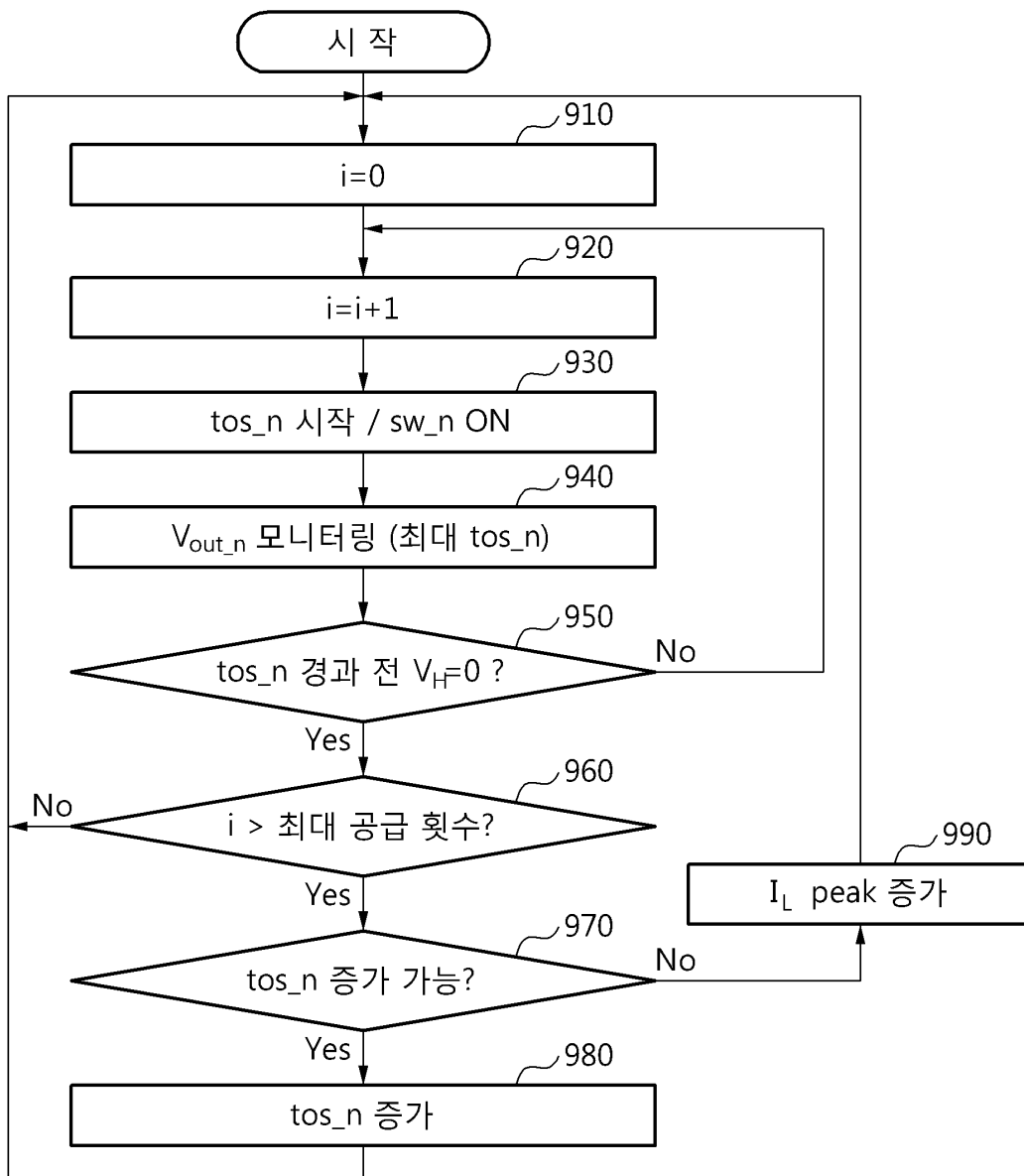
도면7



도면8



도면9



도면10

