



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0137354
(43) 공개일자 2022년10월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/07 (2006.01) H02M 1/00 (2007.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/07 (2013.01)
H02M 1/0043 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2021-0043312
(22) 출원일자 2021년04월02일
심사청구일자 2021년04월02일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김철우
서울특별시 강남구 선릉로 221
맹준영
서울특별시 성북구 동소문로34길 24(돈암동, 삼성아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인주연케이알피

전체 청구항 수 : 총 16 항

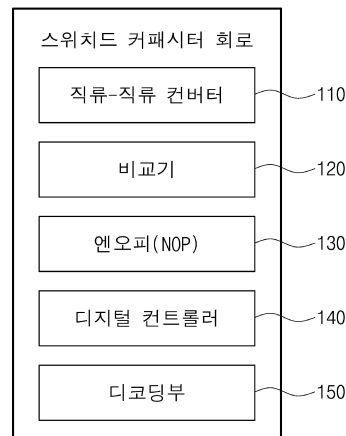
(54) 발명의 명칭 중첩된 승압비를 사용하는 재구성가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터 회로 및 레퍼런스 전압 도달 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 회로는, 복수의 승압비를 가지는 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터; 상기 복수의 스위치드 커패시터의 출력전압을 수신받고, 상기 출력전압과 기설정된 레퍼런스 전압을 비교하는 복수의 비교기; 상기 출력전압, 상기 비교기의 비교결과 및 클럭신호를 수신받고, 상기 출력전압에 따라 적용될 승압비를 판단하는 디지털 컨트롤러; 및 상기 디지털 컨트롤러로부터 받은 승압비 정보를 해석하여 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터로 송신하고, 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터에 사용되는 스위치들의 게이트 전압을 높여주는 디코딩부를 포함한다.

대표도 - 도2a

100



(52) CPC특허분류

H02M 1/008 (2021.05)

(72) 발명자

박인호

서울특별시 은평구 응암로 319(응암동, 서강스카이 빌)

박창훈

경기도 성남시 분당구 중앙공원로 20(서현동, 현대 아파트)

김현진

서울특별시 동대문구 약령사로 10(제기동)

박태형

서울특별시 양천구 목동동로 130(신정동, 목동신시가지아파트14단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711110467
과제번호	2019R1A2B5B03100756
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	레퍼런스 및 기생 성분에 둔감한 커패시턴스-디지털 변환기 구현
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 승압비를 가지는 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터;

상기 복수의 스위치드 커패시터의 출력전압을 수신받고, 상기 출력전압과 기설정된 레퍼런스 전압을 비교하는 복수의 비교기;

상기 출력전압, 상기 비교기의 비교결과 및 클럭신호를 수신받고, 상기 출력전압에 따라 적용될 승압비를 판단하는 디지털 컨트롤러; 및

상기 디지털 컨트롤러로부터 받은 승압비 정보를 해석하여 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터로 송신하고, 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터에 사용되는 스위치들의 게이트 전압을 높여주는 디코딩부를 포함하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터는,

인터리빙된 8개의 재구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터인, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터와 각각 연결되고, 상기 클럭 신호를 수신하여 서로 다른 위상의 겹치지 않는 클럭을 만드는 복수의 엔오피를 더 포함하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 엔오피는,

하나의 클럭 신호를 이용하여, 2개의 다른 위상을 가지고 겹치지 않는 클럭을 만드는 회로인, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 비교기는 상기 출력전압과 상기 레퍼런스 전압을 비교하고, 상기 출력전압의 상승 및 하강을 판단하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 비교기는 상기 출력전압이 상기 레퍼런스 전압보다 높을 경우, 1을 출력하는 회로인, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 7

제5 항에 있어서,

상기 비교기는,

- 제1 레퍼런스 전압(VREFL)과 연결된 제1 비교기;
- 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 연결된 제2 비교기; 및
- 제3 레퍼런스 전압(VREFH)과 연결된 제3 비교기를 포함하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 8

제7 항에 있어서,
 상기 제1 비교기는,
 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 상기 제1 레퍼런스 전압(VREFL)보다 낮아졌을 경우 전압의 하강을 판단하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 9

제8 항에 있어서,
 상기 디지털 컨트롤러는,
 상기 제1 비교기가 상기 전압의 하강을 판단할 경우, 동작 신호 중 EN_VDD 신호를 동작시켜, 공급전압과 상기 출력전압을 연결시키는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 10

제8 항에 있어서,
 상기 디지털 컨트롤러는,
 상기 제1 비교기가 상기 전압의 하강을 판단할 경우, 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 승압비를 한단계씩 높이며 승압비를 탐색하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 11

제7 항에 있어서,
 상기 제2 비교기는,
 상기 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 상기 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 비교하여 상기 출력전압이 상기 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 일치하는지를 판단하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 12

제11 항에 있어서,
 상기 디지털 컨트롤러는,
 상기 제2 비교기가 상기 출력전압이 상기 제2 레퍼런스 전압과 일치하지 않는다고 판단할 경우, 동작 신호 중 EN_Shift 신호를 동작시켜 Shift 탐색을 시작하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 13

제12 항에 있어서,
 상기 디지털 컨트롤러는,
 상기 Shift 탐색 과정에서, 제2 비교기의 판단을 기초로 상기 복수의 스위치드 커패시터 각각 송신하는 신호인 Shift 신호를 제어하여 상기 출력전압을 조절하는, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 14

제1 항에 있어서,
 상기 복수의 승압비는, 5개의 승압비인, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 15

제14 항에 있어서,
상기 5개의 승압비는,
2/3, 3/4, 4/5, 6/7, 12/13인, 스위치드 커패시터 회로.

청구항 16

스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력 전압이 제1 레퍼런스 전압보다 낮아 졌을 경우, 전압의 하강을 판단하는 단계;

상기 전압의 하강이 판단될 경우, 공급 전압과 상기 출력 전압을 연결 시키는 동시에, 상기 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 5개의 승압비를 한단계씩 높이며 승압비를 탐색하는 단계;

상기 출력 전압이 제2 레퍼런스 전압보다 높아 졌을 경우, 상기 공급 전압과 상기 출력 전압의 연결을 해제하는 단계; 및

상기 승압비 탐색이 완료된 경우, 쉬프트 탐색을 시작하는 단계를 포함하고,

상기 쉬프트 탐색은,

상기 출력 전압이 상기 제2 레퍼런스 전압보다 낮을 경우, 8개의 쉬프트 신호 중 한 개를 추가적으로 ON 시키고,

상기 출력 전압이 상기 제2 레퍼런스 전압보다 높을 경우, 상기 8개의 쉬프트 신호 중 한 개를 OFF 시키며 상기 출력 전압이 상기 제2 레퍼런스 전압에 도달하도록 조절하는, 레퍼런스 전압 도달 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 중첩된 승압비를 사용하는 재구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터 회로에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 발명은 최근 SoCs에서 공급전압의 효율적인 생산뿐만 아니라 작은 면적이 중요시 되는 환경에서 연구되는 재구성가능 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터를 기반으로 하였다. 이 때 종래의 재구성가능 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터는 과도 부하 상황에서 출력 전압을 레퍼런스 전압에 도달시키기 위하여 최적의 승압비 탐색 후 주파수 변조 방법을 사용하였다.

[0003] 집적회로가 점차 고집적·고성능화를 추구하면서, 산업계에서 요구하는 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 전압 영역의 수가 증가하고 있다. 이때, 높은 효율로 직류 변환을 하기 위해서는 많은 수의 승압비가 필요하다. 하지만 많은 수의 승압비를 구현하기 위해서는 스위치의 개수가 증가하므로 전력 경로상에 직렬저항 성분이 높게 나타난다. 이렇게 되면 컨버터의 평균 효율이 낮아지게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은, 적은 수의 승압비를 사용하면서 더 정확한 간접 방법 피드백을 구현하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 실시 예에 따른 스위치드 커패시터 회로는, 복수의 승압비를 가지는 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터; 상기 복수의 스위치드 커패시터의 출력전압을 수신받고, 상기 출력전압과 기설정된 레퍼런스 전압을 비교하는 복수의 비교기; 상기 출력전압, 상기 비교기의 비교결과 및 클럭신호를 수신받고, 상기 출력전압에 따라 적용될 승압비를 판단하는 디지털 컨트롤러; 및 상기 디지털 컨트롤러로부터 받은 승압비 정보를 해석하여 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터로 송신하고, 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버

터에 사용되는 스위치들의 게이트 전압을 높여주는 디코딩부를 포함한다.

- [0006] 일 실시예에 있어서, 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터는, 인터리빙된 8개의 재구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터이다.
- [0007] 일 실시예에 있어서, 상기 엔오피는, 하나의 클럭 신호를 이용하여, 2개의 다른 위상을 가지고 겹치지 않는 클럭을 만드는 회로이다.
- [0008] 일 실시예에 있어서, 상기 비교기는 상기 출력전압과 상기 레퍼런스 전압을 비교하고, 상기 출력전압의 상승 및 하강을 판단한다.
- [0009] 일 실시예에 있어서, 상기 비교기는 상기 출력전압이 상기 레퍼런스 전압보다 높을 경우, 1을 출력하는 회로이다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 상기 비교기는, 제1 레퍼런스 전압(VREFL)과 연결된 제1 비교기; 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 연결된 제2 비교기; 및 제3 레퍼런스 전압(VREFH)과 연결된 제3 비교기를 포함한다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 비교기는, 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 상기 제1 레퍼런스 전압(VREFL)보다 낮아졌을 경우 전압의 하강을 판단한다.
- [0012] 일 실시예에 있어서, 상기 디지털 컨트롤러는, 상기 제1 비교기가 상기 전압의 하강을 판단할 경우, 동작 신호 중 EN_VDD 신호를 동작시켜, 공급전압과 상기 출력전압을 연결시킨다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 디지털 컨트롤러는, 상기 제1 비교기가 상기 전압의 하강을 판단할 경우, 상기 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 승압비를 한단계씩 높이며 승압비를 탐색한다.
- [0014] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 비교기는, 상기 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 상기 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 비교하여 상기 출력전압이 상기 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 일치하는지를 판단한다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 디지털 컨트롤러는, 상기 제2 비교기가 상기 출력전압이 상기 제2 레퍼런스 전압과 일치하지 않는다고 판단할 경우, 동작 신호 중 EN_Shift 신호를 동작시켜 Shift 탐색을 시작한다.
- [0016] 일 실시예에 있어서, 상기 디지털 컨트롤러는, 상기 Shift 탐색 과정에서, 제2 비교기의 판단을 기초로 상기 복수의 스위치드 커패시터 각각 송신하는 신호인 Shift 신호를 제어하여 상기 출력전압을 조절한다.
- [0017] 일 실시예에 있어서, 상기 복수의 승압비는, 5개의 승압비이다.
- [0018] 일 실시예에 있어서, 상기 5개의 승압비는, 2/3, 3/4, 4/5, 6/7, 12/13이다.
- [0019] 본 발명의 실시 예에 따른 레퍼런스 전압 도달 방법은, 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력 전압이 제1 레퍼런스 전압보다 낮아 졌을 경우, 전압의 하강을 판단하는 단계; 상기 전압의 하강이 판단될 경우, 공급 전압과 상기 출력 전압을 연결 시키는 동시에, 상기 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 5개의 승압비를 한단계씩 높이며 승압비를 탐색하는 단계; 상기 출력 전압이 제2 레퍼런스 전압보다 높아 졌을 경우, 상기 공급 전압과 상기 출력 전압의 연결을 해제하는 단계; 및 상기 승압비 탐색이 완료된 경우, 쉬프트 탐색을 시작하는 단계를 포함하고, 상기 쉬프트 탐색은, 상기 출력 전압이 상기 제2 레퍼런스 전압보다 낮을 경우, 8개의 쉬프트 신호 중 한 개를 추가적으로 ON 시키고, 상기 출력 전압이 상기 제2 레퍼런스 전압보다 높을 경우, 상기 8개의 쉬프트 신호 중 한 개를 OFF 시키며 상기 출력 전압이 상기 제2 레퍼런스 전압에 도달하도록 조절한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 실시 예에 따른 스위치드 커패시터 회로는, 낮은 승압비를 구현하여 더 높은 평균 효율을 내고, 최고 효율 지점을 많이 생성하며, 중첩된 승압비를 통해 정확한 최적의 승압비 탐색이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 종래의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 전체 출력전압 영역에서의 전력 효율을 나타내는 그래프이다.

도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 회로의 블록도이다.

도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 전체 회로도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 동작 파형이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 회로의 Coarse tuning과정을 보여주는 순서도이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 회로의 Fine tuning과정을 보여주는 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터에서 5개의 승압비를 가지는 8-위상 인터리빙 파워셀의 토폴로지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 개시(present disclosure)를 설명한다. 본 개시는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들이 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.
- [0023] 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.
- [0024] 도 1은 종래의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 전체 출력전압 영역에서의 전력 효율을 나타내는 그래프이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 종래의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 오판단 없이 최적의 승압비를 탐색 했을 때의 전력 효율 값인 검정색으로 표시된 그래프와 오판단이 발생했을 때의 전력 효율 값을 보여주는 빨간색으로 표시된 그래프를 확인할 수 있다.
- [0026] 종래의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터는 승압비 탐색에서의 오판단으로 인한 전력 손실의 최고 값이 17%가 발생할 수 있다.
- [0027] 종래의 재생가능 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터는 최고 효율 지점의 수를 높이기 위하여 많은 수의 승압비를 구현하였다. 또한 추가적인 전류 감지 회로에 의한 전력 손실을 줄이기 위하여 과도 부하 상황에서 출력전압을 레퍼런스 전압으로 도달 시키기 위해 간접 피드백 방법을 사용한 재생가능 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터는 우선적으로 최적의 승압비를 탐색한 후 주파수 변조 방법을 사용하였다. 하지만 많은 승압비를 구현하기 위해 사용되는 많은 수의 스위치들에 의한 직렬 저항 때문에 낮은 평균 효율을 가지는 한계를 나타내고, 최적의 승압비를 탐색하는 과정에서 오판단이 발생할 확률이 높은 한계가 있다.
- [0028] 도 2a는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 회로의 블록도이다.
- [0029] 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 회로의 일 실시예이다.
- [0030] 도 2a를 참조하면, 본 발명의 스위치드 커패시터 회로(100)는 직류-직류 컨버터(110), 비교기(120), 엔오피(130), 디지털 컨트롤러(140) 및 디코딩부(150)를 포함한다.
- [0031] 직류-직류 컨버터(110)는 인터리빙(interleaving)된 복수의 재구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터이다.
- [0032] 비교기(120)는 레퍼런스 전압 및 복수의 직류-직류 컨버터(110)의 출력전압을 수신받을 수 있다. 이에 따라, 비교기(120)는 출력전압과 레퍼런스 전압을 비교하여 출력전압의 상승 및 하강을 판단할 수 있다.
- [0033] 엔오피(130)는 직류-직류 컨버터(110)와 연결되며, 하나의 클럭 신호를 받아, 서로 다른 위상의 겹치지 않는 클럭을 만들 수 있다.
- [0034] 디지털 컨트롤러(140)는 복수의 직류-직류 컨버터(110)의 출력전압, 클럭 신호 및 비교기(120)의 비교결과를 수신받고, 출력전압에 따라 적용될 승압비를 판단할 수 있다.
- [0035] 디코딩부(150)는 디지털 컨트롤러(140)로부터 받은 승압비(VCR) 정보를 해석하여 복수의 스위치드 커패시터 직

류-직류 컨버터로 송신하고, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)에 사용되는 스위치들의 게이트 전압을 높여줄 수 있다.

- [0036] 도 2b를 참조하면, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)는 각각 5개의 승압비(VCR)를 가지며, 디지털 컨트롤러(140)에 의해 어느 하나의 승압비(VCR)로 동작할 수 있다.
- [0037] 예를 들어, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)는 인터리빙(interleaving)된 8개의 재구성 가능한 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터로서, 2/3, 3/4, 4/5, 6/7, 12/13의 승압비(VCR)를 가질 수 있다. 이에 따라, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)는 5개의 승압비 중 어느 하나의 승압비(VCR)로 동작함에 따라, 출력 전압이 변화할 수 있다.
- [0038] 비교기(120)는 제1 레퍼런스 전압(VREFL)을 수신받는 제1 비교기(121), 제2 레퍼런스 전압(VREFM)을 수신받는 제2 비교기(123) 및 제3 레퍼런스 전압(VREFH)을 수신받는 제3 비교기(125)를 포함한다.
- [0039] 여기서, 제1 비교기(121)는 수신된 제1 레퍼런스 전압(VREFL)과 복수의 스위치드 커패시터의 출력전압을 비교하여, 출력전압이 제1 레퍼런스 전압(VREFL)보다 낮아졌을 경우, 전압의 하강을 판단할 수 있다.
- [0040] 또한, 제2 비교기(123)는 수신된 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 복수의 스위치드 커패시터의 출력전압을 비교하여, 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 비교하여, 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 일치하는지를 판단할 수 있으며, 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 비교하여 상승 상태인지, 하강 상태인지를 판단할 수 있다.
- [0041] 또한, 제3 비교기(125)는 수신된 제3 레퍼런스 전압(VREFH)과 복수의 스위치드 커패시터의 출력전압을 비교하여, 출력전압이 제3 레퍼런스 전압(VREFH)보다 높아졌을 경우, 전압의 상승을 판단할 수 있다.
- [0042] 더불어, 비교기(120)는 디지털 컨트롤러(140)와 연결되어, 출력전압과 레퍼런스 전압의 비교 결과를 디지털 컨트롤러(140)로 전달할 수 있다.
- [0043] 일 실시예에 있어서, 비교기는 출력전압이 레퍼런스 전압보다 높을 경우, 1을 출력할 수 있다.
- [0044] 엔오피(130)는 하나의 클럭 신호로 2개의 다른 위상을 가지고 겹치지 않는 클럭을 만드는 회로이며, 8개로 제공될 수 있다.
- [0045] 또한 엔오피(130)를 통해 만들어진 2개의 다른 위상을 갖는 클럭은 디코딩부(150)를 거쳐 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)로 제공될 수 있다.
- [0046] 여기서, 클럭 신호는 0.95~6.8 MHz의 동작속도를 가질 수 있다.
- [0047] 디지털 컨트롤러(140)는 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)의 출력전압이 제1 레퍼런스 전압(VREFL)보다 낮아짐에 따라 제1 비교기(121)가 전압의 하강을 판단할 경우, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 승압비를 한단계씩 높이며 승압비를 탐색할 수 있다.
- [0048] 예를 들어, 디지털 컨트롤러(140)는 출력 전류가 증가함과 동시에 출력전압이 감소하면, 제1 비교기(121)가 제1 레퍼런스전압(VREFL)보다 출력전압이 낮아짐을 판단하여, 8개로 인터리빙된 모든 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)의 승압비(VCR)를 한단계씩 높일 수 있다. 또한, 이와 동시에, 디지털 컨트롤러(140)는 제1 비교기(121)가 전압의 하강을 판단할 경우, 동작 신호 중 EN_VDD 신호를 동작시켜, 공급전압과 출력전압을 연결시킬 수 있다. 이에 따라, 출력전압이 상승할 수 있으며, 이 때, 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 높아질 경우, 출력전압과 공급전압의 연결을 끊을 수 있다.
- [0049] 상술한 동작을 통해, 승압비(VCR)을 한 단계씩 올라가며 진행하는 Coarse tuning이 진행될 수 있다. 이 경우, 디지털 컨트롤러(140)는 승압비(VCR)를 상황에 따라 한 단계씩 올릴 수 있고, 디코더(151)는 그 정보를 해석한 후, 게이트 드라이버(153)를 통해 컨터버 스위치의 게이트로 보내줄 수 있다. 이 때, 전류 레벨이 바뀌면 상술한 동작을 반복할 수 있다.
- [0050] 또한, 디지털 컨트롤러(140)는 제2 비교기(123)가 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 일치하지 않는다고 판단할 경우, 동작 신호 중 EN_Shift 신호를 동작시켜 Shift 탐색을 시작할 수 있다.
- [0051] 즉, Coarse tuning이 종료된 후, Shift 탐색 과정인 Fine tuning이 진행될 수 있다.
- [0052] 예를 들어, 디지털 컨트롤러(140)는 제2 비교기(123)가 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 일치하지 하지 않으며, 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과 비교하여 상승 상태 또는 하강 상태로 판단할 경우, EN_Shift

신호를 동작시켜 Shift 탐색을 시작할 수 있다. 이 때, EN_Shift 신호의 동작 전까지 승압비 탐색(Coarse tuning)이 진행될 수 있다.

- [0053] 여기서, 디지털 컨트롤러(140)는 Shift 탐색 과정인 Fine tuning에서, 인터리빙된 8개의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)들 중 1개씩 Shift를 높이거나 낮춰주며, 출력전압을 제2 레퍼런스 전압(VREFM)에 도달시킬 수 있다.
- [0054] 보다 상세하게, 디지털 컨트롤러(140)는 제2 비교기(123)가 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 낮다고 판단할 경우, Shift 신호 중 한 개를 추가적으로 켜고, 제2 비교기(123)가 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 높다고 판단할 경우, Shift 신호 중 한 개를 끌 수 있다. 이로써, 과도부하 이후 출력전압을 제2 레퍼런스 전압(VREFM)에 도달시킬 수 있다.
- [0055] 디코더(151)는 디지털 컨트롤러(140)로부터 받은 승압비(VCR) 정보를 해석하여 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터로 송신할 수 있다.
- [0056] 게이트 드라이버(153)는 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터(110)에 사용되는 스위치들의 게이트 전압을 높여줄 수 있다.
- [0057] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 동작 파형이다.
- [0058] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 클럭 신호에 따른 동작 파형의 일 예이며, 보다 상세하게, tuning 과정별 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압(Vout)의 제1 내지 제3 레퍼런스 전압(VREFL, VREFM, VREFH)과 비교한 동작 파형, 전류 레벨, 승압비(VCR)의 동작파형 및 Shift 신호의 동작파형을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 3에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 클럭 신호에 따른 동작 파형에서, Shift 신호는 Shift<4> 내지 Shift<8>, 승압비(VCR) VCR0, VCR1 및 VCR2로 나타내었으나, 이는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 Shift 신호와 승압비(VCR)의 동작을 간략하게 보여주기 위함으로서, 적용되는 Shift 신호와 승압비(VCR)은 각각 Shift 신호 <1> 내지 <8>, 승압비(VCR) 0 내지 4로 제공되어, 총 8개의 Shift 신호, 5개의 승압비(VCR)로 제공될 수 있다.
- [0060] 먼저, Coarse tuning 과정에서, 출력전압(Vout)은 정상 상태인 제2 레퍼런스 전압(VREFM)에 도달된 상태에서 과도 부하에 의해 제1 레퍼런스 전압(VREFL)보다 낮아질 수 있다. 이 경우, 제1 비교기가 출력전압(Vout)이 하강 상태임을 판단하게되고, 디지털 컨트롤러에 의해 8개로 인터리빙된 모든 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 승압비(VCR)를 한단계씩 높임과 동시에 출력전압을 공급전압과 연결(EN_VDD 신호)시킬 수 있다. 이 때, 출력전압(Vout)이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 높아지면, 출력전압과 공급전압의 연결을 끊어줄 수 있다. 여기서, 전류 레벨이 바뀔 경우에도 상술한 동작을 반복할 수 있다. 이러한 동작을 통해 승압비(VCR)를 한 단계씩 올려가며 진행하는 과정이 Coarse tuning 과정일 수 있다.
- [0061] 다음으로, Fine tuning 과정은 Coarse tuning 과정이 종료되면, 제2 비교기가 출력전압(Vout)이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)과의 높고 낮음의 바뀜을 판단하여 디지털 컨트롤러가 EN_Shift 신호를 동작시켜 Shift 탐색을 진행할 수 있다. 이 때, 디지털 컨트롤러는 제2 비교기가 출력전압(Vout)이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 낮다고 판단할 경우, 8개의 Shift신호 중 한 개를 추가적으로 켜고, 제2 비교기가 출력전압(Vout)이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 높다고 판단할 경우, 8개의 Shift신호 중 켜져있던 한 개를 신호를 끌 수 있다. 이에 따라, 낮은 승압비를 구현하여 더 높은 평균 효율을 내고, 최고 효율 지점을 많이 생성할 수 있으며, 중첩된 승압비를 통해 정확한 최적의 승압비 탐색이 가능하다.
- [0062] 도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터 회로의 Coarse tuning과정을 보여주는 순서도이다.
- [0063] 도 4a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터 회로의 Coarse tuning 과정은, S110 단계에서, 정상상태에서 Shift 신호가 0과 1 사이를 일정한 주기로 바뀌는 정상상태의 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 전압이 출력된다.
- [0064] S120 단계에서, 과도 부하 발생으로 인해, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 제1 레퍼런스 전압(VREFL)보다 낮아졌는지의 여부를 제1 비교기가 비교할 수 있다.
- [0065] S130 단계에서, 제1 비교기는 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 제1 레퍼런스 전압

(VREFL)보다 낮아질 경우, 전압의 하강으로 판단할 수 있다.

- [0066] S140 단계에서, 제1 비교기에 의해 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압의 하강으로 판단될 경우, 디지털 컨트롤러가 S141 단계에서, 8개로 인터리빙된 모든 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 승압비(VCR)를 한 단계씩 높이며 승압비(VCR)를 탐색하는 동시에 S143 단계에서, EN_VDD 신호를 동작시켜 공급전압과 출력전압을 연결시킬 수 있다.
- [0067] S150 단계에서, 제2 비교기에 의해 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 제2 레퍼런스 전압보다 높은 상태로 판단될 경우,
- [0068] S160 단계에서, 디지털 컨트롤러가 공급전압과 출력전압의 연결을 해제할 수 있다.
- [0069] 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터 회로의 Fine tuning과정을 보여주는 순서도이다.
- [0070] 도 4b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터 회로의 Fine tuning 과정은, S170 단계에서, 제2 비교기가 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압과 제2 레퍼런스 전압(VREFM)을 비교할 수 있다.
- [0071] S180 단계에서, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)에 도달하지 않는다고 판단될 경우, S190 단계에서, 디지털 컨트롤러가 EN_Shift 신호 동작을 통해 Shift 탐색을 진행할 수 있다.
- [0072] S200 단계에서, 제2 비교기가 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 작다고 판단할 경우, 디지털 컨트롤러는 S210 단계에서, 8개의 Shift 신호 중 한 개를 추가적으로 ON 시킬 수 있으며, S200 단계에서, 제2 비교기가 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)보다 크다고 판단할 경우, 디지털 컨트롤러는 S210 단계에서, 켜져있던 Shift 신호 중 한 개를 OFF할 수 있다.
- [0073] 상술한 과정을 통해, S220 단계에서, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터의 출력전압이 제2 레퍼런스 전압(VREFM)에 도달할 경우, Fine tuning 과정이 종료될 수 있다.
- [0074] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터에서 5개의 승압비를 가지는 8-위상 인터리빙 파워셀의 토폴로지이다.
- [0075] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터 회로의 스위치드 커패시터 직류-직류 변환기는 엔오피(130)를 거쳐 2개의 위상으로 동작할 수 있다.
- [0076] 2개의 위상 중 제1 위상(131)일 경우와 제2 위상(133)일 경우 동작하는 회로가 변경될 수 있다.
- [0077] 이에 따라, 복수의 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터가 가지는 $m/(m+1)$ 의 승압비(VCR)를 만드는 구조로 사용될 수 있다.
- [0078] 예를 들어, $m=2$ 이라면, $VCR=2/3$ 으로 입력전압의 $2/3$ 의 출력전압을 출력할 수 있다.
- [0079] 여기서, 제1 위상(131)과 제2 위상(133)을 결정하는 클럭은 엔오피를 통해 생성될 수 있다.
- [0080] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시 예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

부호의 설명

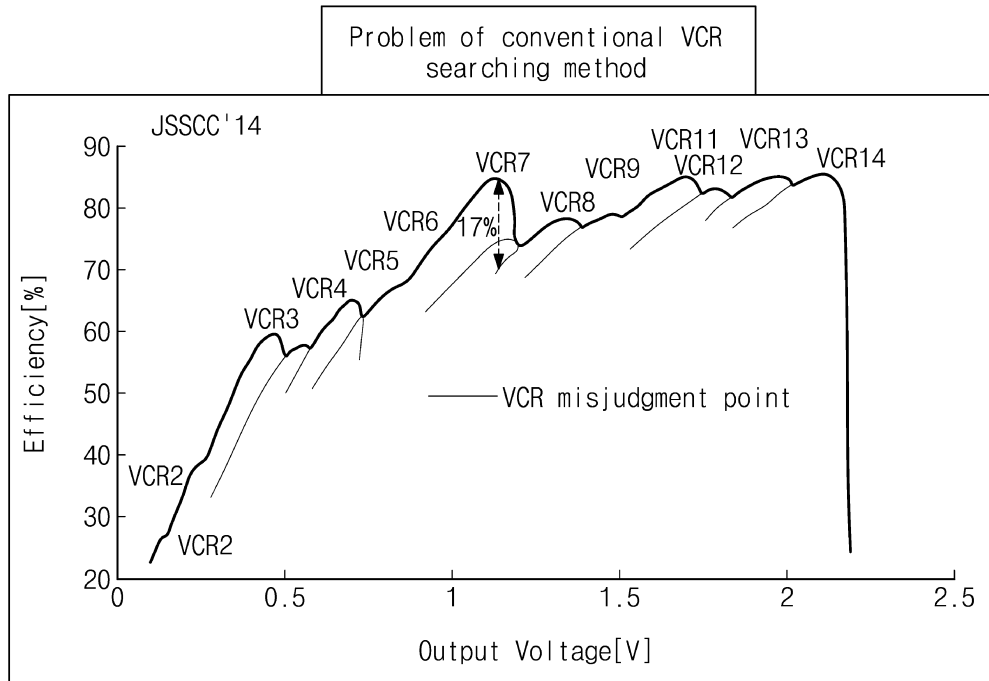
- [0081] 100 : 스위치드 커패시터 회로
 - 110 : 스위치드 커패시터 직류-직류 컨버터
 - 120 : 비교기
 - 130 : 엔오피

140 : 디지털 컨트롤러

150 : 디코딩부

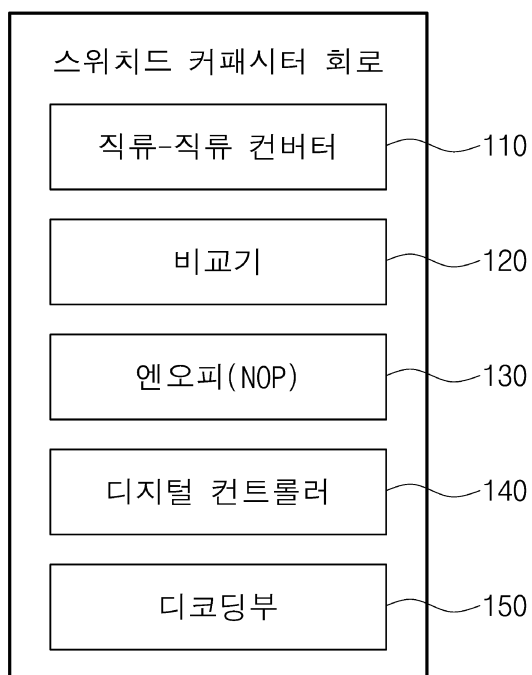
도면

도면1

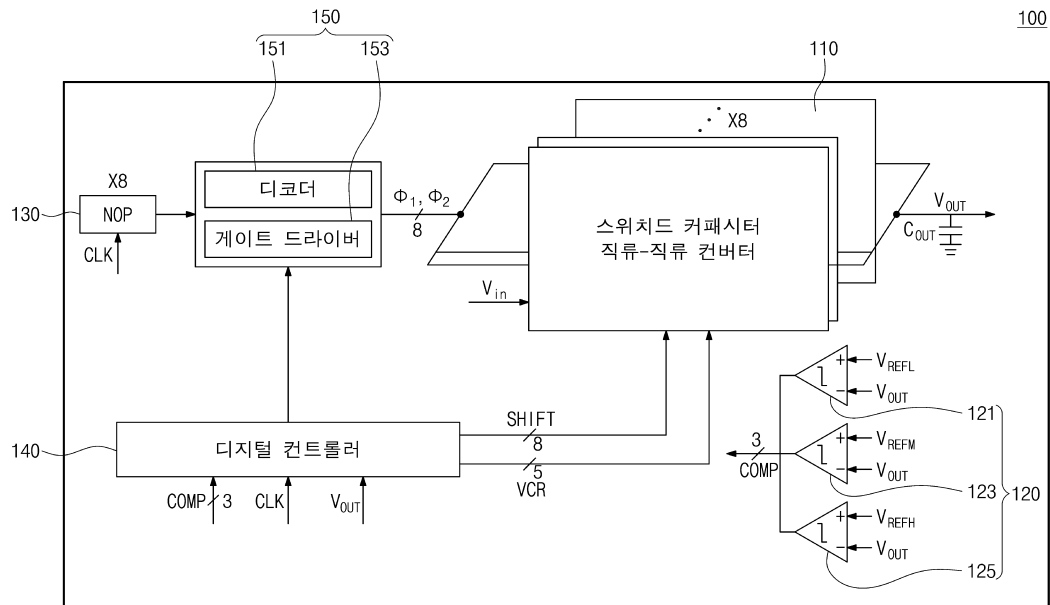


도면2a

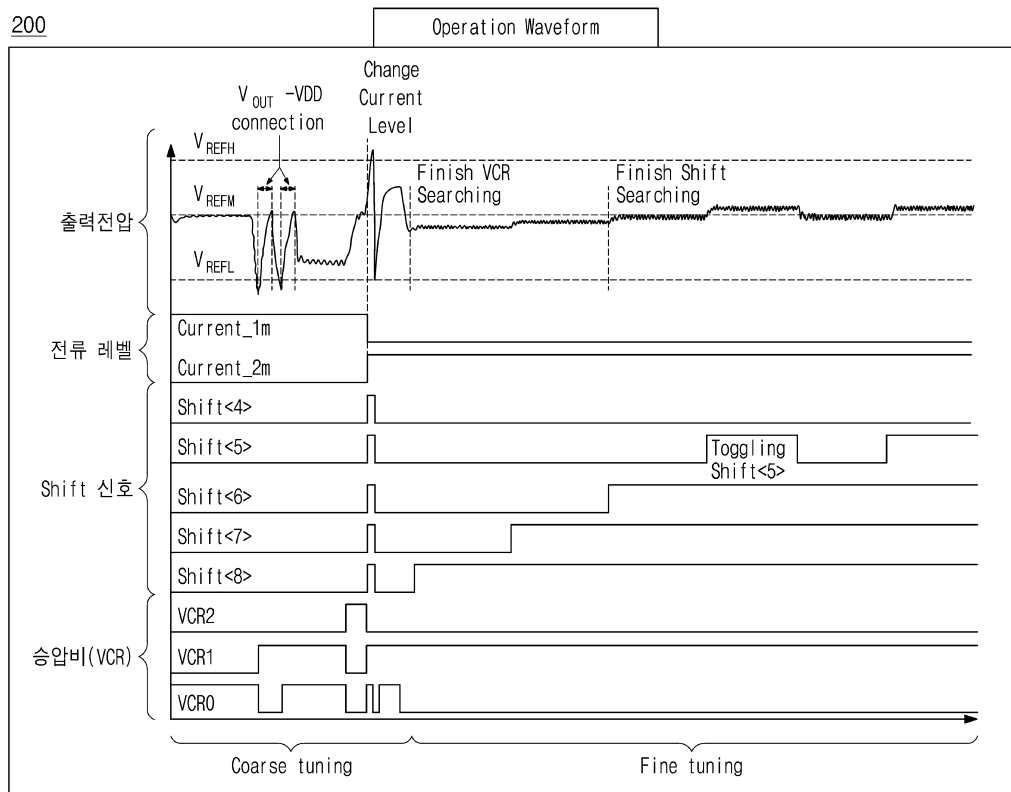
100



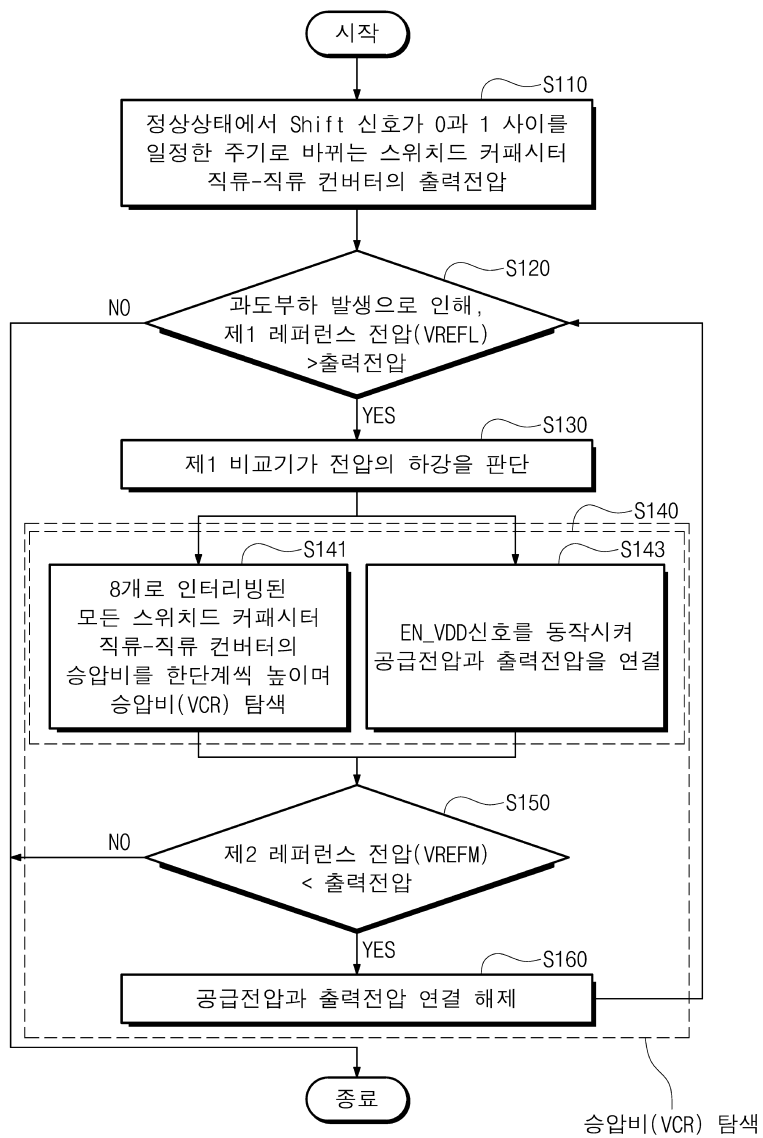
도면2b



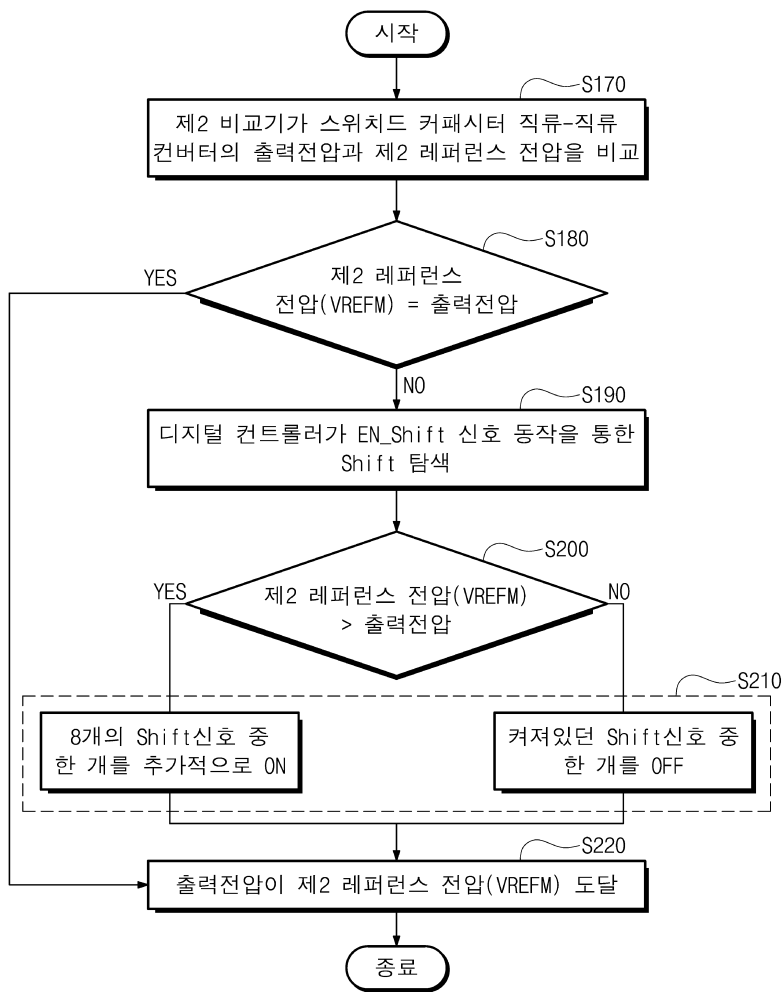
도면3



도면4a



도면4b



도면5

