



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월25일
(11) 등록번호 10-1412232
(24) 등록일자 2014년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 7/155 (2006.01) H02M 7/12 (2006.01)
H02M 7/02 (2006.01) H02N 2/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0083955
(22) 출원일자 2013년07월17일
심사청구일자 2013년07월17일
(56) 선행기술조사문헌
US4333141 A
US5886891 A
US5933342 A
US6777829 B2

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김철우
서울 성북구 길음로 16, 605동 1301호 (길음동, 삼성래미안3차아파트)
심민섭
서울 성북구 안암로 145, 미래융합기술관 516호 (안암동5가, 고려대학교이과대학)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 14 항

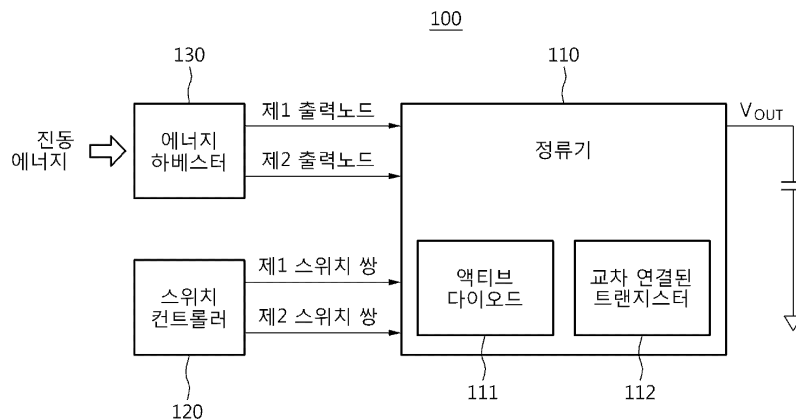
심사관 : 배진용

(54) 발명의 명칭 정류 제어 시스템 및 방법

(57) 요약

직류전압의 크기에 따라 스위치를 제어하여 정류 동작을 수행하는 정류 제어 시스템 및 방법을 제공한다. 정류기의 출력 직류전압이 스위칭 포인트 보다 작은 경우 트랜지스터에 연결된 제1 스위치 쌍을 활성화하고, 정류기의 출력 직류전압이 스위칭 포인트 보다 크거나 동일한 경우 액티브 다이오드에 연결된 제2 스위치 쌍을 활성화하여, 정류동작을 두 가지 방법으로 수행하여, 시작전압, 낮은 전압에서도 효율적으로 동작하게 할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

김정문

경기 시흥시 두문로 8, 404호 (신천동, 무지개아파트)

정준원

서울 성북구 안암로 145, 미래융합기술관 516호 (안암동5가, 고려대학교이과대학)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20120008839

부처명 한국연구재단

연구사업명 (이공)기초연구실용성사업

연구과제명 그린 스마트패치 및 응용 소프트웨어 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

정류 제어 시스템에 있어서,

에너지원으로부터 공급되는 교류전압을 직류전압으로 정류하는 정류기; 및

상기 정류기에 포함된 두 개의 액티브 다이오드 또는 상기 두 개의 액티브 다이오드와 병렬연결된 두 개의 트랜지스터 중 하나가 상기 에너지원과 연결되도록 상기 직류전압과 스위칭 포인트를 비교하여, 스위치를 제어하는 스위치 컨트롤러를 포함하고,

상기 스위칭 포인트는 상기 두 개의 트랜지스터의 문턱전압 크기 이상이고, 상기 두 개의 트랜지스터의 문턱 전압의 크기와 상기 정류 제어 시스템의 출력단 트랜지스터 문턱전압 크기의 합 이하의 범위내로 정해지는 전압이고,

상기 두 개의 트랜지스터는 상기 에너지원의 출력노드와 교차 연결되는

정류 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

진동 에너지를 하베스팅하는 에너지 하베스터를

더 포함하고,

상기 에너지 하베스터는,

상기 진동 에너지를 전기 에너지로 변환하여 상기 정류기로 상기 전기 에너지를 공급하는

정류 제어 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 스위치 컨트롤러는,

상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우,

상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 제1 스위치 쌍을 활성화하고,

상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 제2 스위치 쌍을 비활성화하는

정류 제어 시스템.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 스위치 컨트롤러는,

상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우,

상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 제1 스위치 쌍을 비활성화하고,

상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 제2 스위치 쌍을 활성화하는

정류 제어 시스템.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 에너지원의 출력노드는,
제1 출력노드와 제2 출력노드를 포함하고,
상기 제1 출력노드의 교류 전압과 상기 제2 출력노드의 교류 전압은 위상이 서로 반대인
정류 제어 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 두 개의 액티브 다이오드는,
NMOS(N-channel metal oxide semiconductor) 또는 PMOS(P-channel metal oxide semiconductor) 중 하나와 비
교기로 각각 구성되는 제1 액티브 다이오드 및 제2 액티브 다이오드를 포함하고
상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우,
상기 제1 출력노드와 직렬 연결된 상기 제1 액티브 다이오드는,
상기 제1 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출
력으로 전달하고,
상기 제2 출력노드와 직렬 연결된 상기 제2 액티브 다이오드는,
상기 제2 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출
력으로 전달하는
정류 제어 시스템.

청구항 7

제5항에 있어서,
상기 두 개의 트랜지스터는,
둘 모두가 NMOS 또는 PMOS 중 한가지 타입으로 각각 구성되는 제1 트랜지스터 및 제2 트랜지스터를 포함하고,
상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우,
상기 제1 출력노드와 교차 연결된 상기 제1 트랜지스터가 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달하
고,
상기 제2 출력노드와 교차 연결된 상기 제2 트랜지스터가 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달하
는
정류 제어 시스템.

청구항 8

정류 제어 방법에 있어서,
에너지원으로부터 공급되는 교류 전압을 정류기로 공급하는 단계; 및
상기 정류기에 의하여, 상기 교류전압을 직류 전압으로 정류하는 단계
를 포함하고,
상기 정류하는 단계는,
상기 정류기에 포함된 두 개의 액티브 다이오드, 또는 상기 두 개의 액티브 다이오드와 병렬연결 및 상기 에너
지원의 출력노드와 교차 연결된 두 개의 트랜지스터 중 하나가 상기 에너지원과 연결되도록 상기 직류전압과 스
위칭 포인트를 비교하여, 스위치를 제어하는 단계 -상기 스위칭 포인트는 상기 두 개의 트랜지스터 문턱전압의
크기 이상이고, 상기 두개의 트랜지스터 문턱 전압의 크기와 정류 제어 시스템의 출력단 트랜지스터 문턱전압
크기의 합 이하의 범위내로 정해지는 전압임 -

를 포함하는 정류 제어 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 에너지원은 진동 에너지를 하베스팅하는 에너지 하베스터를 포함하고, 상기 에너지 하베스터에 의하여 상기 진동 에너지를 전기에너지로 변환하여 상기 정류기로 공급하는 단계

를 더 포함하는 정류 제어 방법.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 스위치를 제어하는 단계는,

상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우,

상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 제1 스위치 쌍을 활성화하고,

상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 제2 스위치 쌍을 비활성화하는

정류 제어 방법.

청구항 11

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 스위치를 제어하는 단계는,

상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우,

상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 제1 스위치 쌍을 비활성화하고,

상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 제2 스위치 쌍을 활성화하는

정류 제어 방법.

청구항 12

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 공급하는 단계는,

상기 에너지원의 출력노드가 제1 출력노드와 제2 출력노드를 포함하는 경우에, 위상이 서로 반대인 상기 제1 출력노드의 교류 전압과 상기 제2 출력노드의 교류 전압을 공급하는

정류 제어 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 두 개의 액티브 다이오드는,

NMOS 또는 PMOS 중 하나와 비교기로 각각 구성되는 제1 액티브 다이오드 및 제2 액티브 다이오드를 포함하고

상기 정류하는 단계는,

상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우,

상기 제1 출력노드와 직렬 연결된 상기 제1 액티브 다이오드는,

상기 제1 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출력력으로 전달하고,

상기 제2 출력노드와 직렬 연결된 상기 제2 액티브 다이오드는,

상기 제2 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출력으로 전달하여

상기 교류전압을 상기 직류전압으로 정류하는

정류 제어 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 두 개의 트랜지스터는,

둘 모두가 NMOS() 또는 PMOS() 중 한가지 타입으로 각각 구성되는 제1 트랜지스터 및 제2 트랜지스터를 포함하고,

상기 정류하는 단계는,

상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우,

상기 제1 출력노드와 교차 연결된 상기 제1 트랜지스터가 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달하고,

상기 제2 출력노드와 교차 연결된 상기 제2 트랜지스터가 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달하여

상기 교류전압을 상기 직류전압으로 정류하는

정류 제어 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 아래에서 설명하는 예들은 정류 제어 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 정류되는 직류 전압의 크기에 따라 이중 모드로 동작하도록 제어하는 정류 제어 시스템 및 방법에 연관된다.

배경 기술

[0002] 최근 에너지 하베스팅과 같은 저전력 무전원 반도체 설계가 큰 이슈이고, 빛, 진동, 열 등의 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 여러 소자 기술의 발달로 인하여, 에너지 하베스팅의 효율이 크게 증가하고 있다. 따라서, 하베스팅된 에너지를 효율적으로 기기에 전달함과 동시에 하베스팅된 에너지의 정류를 제어하는 장치의 소형화가 요구된다.

[0003] 에너지 하베스팅과 같은 저전력 무전원 반도체에서는, 독립적인 전원 장치 없이 외부에서 하베스팅 되는 에너지의 일부가 제어회로의 동작 에너지로 사용되고 있다. 현재 가장 진보된 형태의 정류회로의 경우 4개의 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)과 여러 제어장치로 이루어져 있기 때문에 외부에서 하베스팅 되는 에너지의 양이 작거나 회로가 처음 동작을 할 때는 정류장치의 여러 제어회로가 제대로 동작하지 않는다.

[0004] 이를 개선하기 위한 기존의 방법은 Diode-Connected MOSFET을 이용하여 제어장치가 제대로 동작하지 않으면, 대신 정류기의 다이오드로서 동작하도록 하는 것이다. 하지만 에너지 손실을 줄이기 위해서는 매우 큰 면적의 MOSFET이 필요하고 MOSFET의 드레인(Drain) 단과 소스(Source) 단의 전압 차가 어느 정도 확보되어야 하는 문제가 있다.

[0005] 따라서, 외부에서 공급되는 에너지의 양이 작거나 회로가 처음 동작할 때에 정류장치의 여러 제어회로가 제대로 동작하면서도, 작은 면적, 및 낮은 드레인 단과 소스 단의 전압 차로 동작할 수 있는 정류 제어 시스템이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 에너지원으로부터 공급되는 전압이 낮을 경우 에너지원과 교차 연결된 트랜지스터에 의해 에너지가 정류되는 정류 제어 시스템 및 방법이 제공된다.
- [0007] 에너지원으로부터 공급되는 전압이 일정 수준 이상인 경우 에너지원과 직렬 연결된 액티브 다이오드에 의해 에너지가 정류되는 정류 제어 시스템 및 방법이 제공된다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일측에 따르면, 정류 제어 시스템에 있어서, 에너지원으로부터 공급되는 교류전압을 직류전압으로 정류하는 정류기 및 상기 정류기에 포함된 두 개의 액티브 다이오드 또는 상기 두 개의 액티브 다이오드와 병렬연결된 두 개의 트랜지스터 중 하나가 상기 에너지원과 연결되도록 상기 직류전압과 스위칭 포인트를 비교하여, 스위치를 제어하는 스위치 컨트롤러를 포함하고, 상기 스위칭 포인트는 상기 두 개의 트랜지스터의 문턱전압 크기 이상이고, 상기 두 개의 트랜지스터의 문턱 전압의 크기와 상기 정류 제어 시스템의 출력단 트랜지스터 문턱전압 크기의 합 이하의 범위내로 정해지는 전압이고, 상기 두 개의 트랜지스터는 상기 에너지원의 출력노드와 교차 연결되는 정류 제어 시스템을 제공한다.
- [0009] 일실시예에 따르면, 진동 에너지를 하베스팅하는 에너지 하베스터를 더 포함하고, 상기 에너지 하베스터는, 상기 진동 에너지를 전기 에너지로 변환하여 상기 정류기로 상기 전기 에너지를 공급할 수 있다.
- [0010] 일실시예에 따르면, 상기 스위치 컨트롤러는, 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우, 상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 제1 스위치 쌍을 활성화하고, 상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 제2 스위치 쌍을 비활성화할 수 있다.
- [0011] 일실시예에 따르면, 상기 스위치 컨트롤러는, 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 상기 제1 스위치 쌍을 비활성화하고, 상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 상기 제2 스위치 쌍을 활성화할 수 있다.
- [0012] 일실시예에 따르면, 상기 에너지원의 출력노드는, 제1 출력노드와 제2 출력노드를 포함하고, 상기 제1 출력노드의 교류 전압과 상기 제2 출력노드의 교류 전압은 위상이 서로 반대일 수 있다.
- [0013] 일실시예에 따르면, 상기 두 개의 액티브 다이오드는, NMOS(N-channel metal oxide semiconductor) 또는 PMOS(P-channel metal oxide semiconductor) 중 하나와 비교기로 각각 구성되는 제1 액티브 다이오드 및 제2 액티브 다이오드를 포함하고 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 상기 제1 출력노드와 직렬 연결된 상기 제1 액티브 다이오드는, 상기 제1 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출력으로 전달하고, 상기 제2 출력노드와 직렬 연결된 상기 제2 액티브 다이오드는, 상기 제2 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출력으로 전달할 수 있다.
- [0014] 일실시예에 따르면, 상기 두 개의 트랜지스터는, 둘 모두가 NMOS 또는 PMOS 중 한가지 타입으로 각각 구성되는 제1 트랜지스터 및 제2 트랜지스터를 포함하고, 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우, 상기 제1 출력노드와 교차 연결된 상기 제1 트랜지스터가 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달하고, 상기 제2 출력노드와 교차 연결된 상기 제2 트랜지스터가 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달할 수 있다.
- [0015] 다른 일측에 따르면, 정류 제어 방법에 있어서, 에너지원으로부터 공급되는 교류 전압을 정류기로 공급하는 단계 및 상기 정류기에 의하여, 상기 교류전압을 직류 전압으로 정류하는 단계를 포함하고, 상기 정류하는 단계는, 상기 정류기에 포함된 두 개의 액티브 다이오드, 또는 상기 두 개의 액티브 다이오드와 병렬연결된 상기 에너지원의 출력노드와 교차 연결된 두 개의 트랜지스터 중 하나가 상기 에너지원과 연결되도록 상기 직류전압과 스위칭 포인트를 비교하여, 스위치를 제어하는 단계 -상기 스위칭 포인트는 상기 두 개의 트랜지스터 문턱 전압의 크기 이상이고, 상기 두개의 트랜지스터 문턱 전압의 크기와 정류 제어 시스템의 출력단 트랜지스터 문턱전압 크기의 합 이하의 범위내로 정해지는 전압임 - 를 포함하는 정류 제어 방법을 제공한다.
- [0016] 일실시예에 따르면, 상기 에너지원은 진동 에너지를 하베스팅하는 에너지 하베스터를 포함하고, 상기 에너지 하

베스터에 의하여 상기 진동 에너지를 전기에너지로 변환하여 상기 정류기로 공급하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 일실시예에 따르면, 상기 스위치를 제어하는 단계는, 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우, 상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 제1 스위치 쌍을 활성화하고, 상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 제2 스위치 쌍을 비활성화할 수 있다.

[0018] 일실시예에 따르면, 상기 스위치를 제어하는 단계는, 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 상기 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 상기 제1 스위치 쌍을 비활성화하고, 상기 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 상기 제2 스위치 쌍을 활성화할 수 있다.

[0019] 일실시예에 따르면, 상기 공급하는 단계는, 상기 에너지원의 출력노드가 제1 출력노드와 제2 출력노드를 포함하는 경우에, 위상이 서로 반대인 상기 제1 출력노드의 교류 전압과 상기 제2 출력노드의 교류 전압을 공급할 수 있다.

[0020] 일실시예에 따르면, 상기 두 개의 액티브 다이오드는, NMOS 또는 PMOS 중 하나와 비교기로 각각 구성되는 제1 액티브 다이오드 및 제2 액티브 다이오드를 포함하고 상기 정류하는 단계는, 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 상기 제1 출력노드와 직렬 연결된 상기 제1 액티브 다이오드는, 상기 제1 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출력으로 전달하고, 상기 제2 출력노드와 직렬 연결된 상기 제2 액티브 다이오드는, 상기 제2 액티브 다이오드의 기설정된 기준 값과 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 비교하여 더 큰 값을 출력으로 전달하여 상기 교류전압을 상기 직류 전압으로 정류할 수 있다.

[0021] 일실시예에 따르면, 상기 두 개의 트랜지스터는, 둘 모두가 NMOS() 또는 PMOS() 중 한가지 타입으로 각각 구성되는 제1 트랜지스터 및 제2 트랜지스터를 포함하고, 상기 정류하는 단계는, 상기 스위칭 포인트 보다 상기 직류 전압이 작은 경우, 상기 제1 출력노드와 교차 연결된 상기 제1 트랜지스터가 상기 제1 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달하고, 상기 제2 출력노드와 교차 연결된 상기 제2 트랜지스터가 상기 제2 출력노드의 교류 전압 값을 출력으로 전달하여 상기 교류전압을 상기 직류전압으로 정류할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 작은 면적을 차지하는 간단한 스위치 회로, 액티브 다이오드 및 액티브 다이오드에 병렬연결 된 두 개의 트랜지스터를 이용한 정류 제어 시스템 및 방법이 제공된다.

[0023] 확보된 동작전압이 낮을 때에는 액티브 다이오드에 병렬연결 된 두 개의 트랜지스터를 이용하여 에너지 정류 동작을 수행할 수 있다. 충분한 동작 전압이 확보된 때에는 에너지 원의 두 개의 출력노드가 액티브 다이오드와 연결되어 에너지 정류 동작이 수행될 수 있다.

[0024] 스위치 회로를 사용하여, 동작 전압에 따라 정류 동작을 이중 모드로 수행함으로써, 사용 면적을 줄임과 동시에 낮은 전압에서도 액티브 다이오드와 같은 방식으로 교류 전압이 정류될 수 있다.

[0025] 또한, 액티브 다이오드가 NMOS 또는 PMOS 중 하나와 비교기를 포함하여, 충분한 동작 전압에서 동작할 시에 누설전류(leakage current)가 발생하는 것이 방지될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템의 블록도를 도시한다.

도 2는 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템의 회로도를 도시한다.

도 3은 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 작은 경우, 에너지 원의 두 개의 출력노드와 게이트(Gate) 단이 교차 연결된 두 개의 트랜지스터가 동작할 때의 회로도를 도시한다.

도 4는 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 에너지 원의 두 개의 출력노드와 직렬 연결된 두 개의 액티브 다이오드가 동작할 때의 회로도를 도시한다.

도 5는 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 정류된 직류 전압의 크기를 나타내는 그래프를 도시한다.

도 6은 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 작은 경우, 에너지 원으로부터 공급되는 교류 전압의 각 출력노드에서의 파형을 도시한다.

도 7은 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 에너지 원으로부터 공급되는 교류 전압의 각 출력노드에서의 파형을 도시한다.

도 8은 일 실시예에 따른 정류 제어 방법에 대한 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 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.
- [0028] 도 1은 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템의 블록도를 도시한다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템(100)은 정류기(110) 및 스위치 컨트롤러(120)를 포함한다. 정류기(110)는 에너지 원으로부터 에너지를 공급받는다. 정류기(110)는 두 개의 액티브 다이오드(111) 및 두 개의 액티브 다이오드(111)와 병렬연결된 두 개의 트랜지스터(112)를 포함할 수 있다. 스위치 컨트롤러(120)는 두 개의 액티브 다이오드(111) 및 두 개의 트랜지스터(112) 중 하나가 에너지원과 연결되도록 직류전압의 크기에 따라, 스위치를 제어할 수 있다.
- [0030] 정류기(110)는 스위치 컨트롤러(120)의 제어에 따라, 두 개의 액티브 다이오드(111) 또는 두 개의 트랜지스터(112) 중 어느 하나를 통하여 정류 동작을 수행할 수 있다. 이 때, 두 개의 트랜지스터(112)는 에너지원의 출력노드와 교차로 연결될 수 있다.
- [0031] 에너지원의 출력노드와 두 개의 트랜지스터(112)의 게이트(Gate) 단이 교차 연결됨으로써, 기존의 정류 제어 시스템보다 작은 면적 및 낮은 드레인 단과 소스 단의 전압 차로 에너지 손실 없이 정류 동작이 수행될 수 있다.
- [0032] 스위치 컨트롤러(120)는 스위칭 포인트(switching point) 보다 정류기(110)의 출력 직류 전압의 크기가 작을 경우, 두 개의 트랜지스터(112)와 에너지원을 연결하여 트랜지스터를 통해 정류 동작이 수행되도록 스위치를 제어할 수 있다. 반면에, 스위치 컨트롤러(120)는 스위칭 포인트 보다 정류기(110)의 출력 직류 전압의 크기가 같거나 클 경우, 두 개의 액티브 다이오드(111)와 에너지원을 연결하여 액티브 다이오드를 통해 정류 동작이 수행되도록 스위치를 제어할 수 있다.
- [0033] 일 실시예에 따르면, 스위칭 포인트는 스위치 컨트롤러(120)가 정류기의 출력 직류 전압이 증가하여 누설 전류가 발생함에 따라 두 개의 트랜지스터(112)를 이용하지 않고, 두 개의 액티브 다이오드(111)를 이용하여 정류 동작을 수행하는 시점의 정류기의 출력 직류 전압의 크기일 수 있다.
- [0034] 다만, 스위치 컨트롤러(120)에서 스위칭 포인트는 트랜지스터의 문턱전압의 크기 이상 트랜지스터의 문턱 전압의 크기와 출력단 트랜지스터 문턱전압 크기의 합 이하 범위 내의 어떤 전압으로도 정해질 수 있다. 문턱전압에서부터 출력전압의 파형이 직사각형이 아닌 사다리꼴에 가까워져 누설전류가 발생하는 전압까지의 어떤 전압에서 스위칭 포인트가 정해져도 회로 동작에 큰 문제가 없기 때문이다.
- [0035] 누설 전류가 발생하지 않으려면 제2 출력노드의 전압이 떨어져 출력단의 트랜지스터를 켤 때의 전압이 두 개의 트랜지스터(111) 중 하나의 트랜지스터의 문턱전압보다 낮아서 미리 꺼 두어야 하므로 정류기의 출력 직류전압 값이 트랜지스터의 문턱전압과 출력단 트랜지스터의 문턱전압 합보다 작아야 한다.
- [0036] 또한, 공급 전원의 교류 파형의 피크(peak) 값과 정류기에서 정류되는 출력 직류 전압이 거의 같으므로 정류기의 출력 직류 전압을 트랜지스터의 문턱전압의 크기와 비교하여 동작을 구분할 수 있다.
- [0037] 또한, 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템(100)은 에너지 원으로 진동 에너지를 하베스팅하는 에너지 하베스터(130)를 더 포함할 수 있다. 에너지 하베스터(130)는 진동 에너지를 전기적 에너지로 변환하여 정류기(110)로 공급할 수 있다. 정류기(110)는 에너지 하베스터(130)로부터 공급된 에너지를 에너지 원으로 하여 정류 동작을 수행할 수 있다.
- [0038] 도 2는 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템의 회로도를 도시한다.
- [0039] 도 2를 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템의 회로도(200)는 두 개의 액티브 다이오드(210(a)),

210(b)), 두 개의 트랜지스터(220(a), 220(b)), 두 개의 트랜지스터와 직렬 연결된 제1 스위치 쌍(230(a), 230(b)), 두 개의 액티브 다이오드와 직렬 연결된 제2 스위치 쌍(240(a), 240(b)), 두 개의 출력노드(250(a), 250(b)) 및 출력단의 두 개의 트랜지스터(260(a), 260(b))를 포함한다.

- [0040] 두 개의 액티브 다이오드(210(a), 210(b))는 제1 액티브 다이오드(210(a)) 및 제2 액티브 다이오드(210(b))로 지칭될 수 있다. 제1 액티브 다이오드(210(a)) 및 제2 액티브 다이오드(210(b)) 각각은 NMOS 또는 PMOS 중 하나와 비교기로 구성될 수 있다.
- [0041] 두 개의 트랜지스터(220(a), 220(b))는 제1 트랜지스터(220(a)) 및 제2 트랜지스터(220(b))로 지칭될 수 있다. 제1 트랜지스터(220(a)) 및 제2 트랜지스터(220(b)) 각각은 NMOS 또는 PMOS 중 한가지 타입으로 각각 구성될 수 있다.
- [0042] 두 개의 출력노드(250(a), 250(b))는 제1 출력노드(250(a)) 및 제2 출력노드(250(b))로 지칭될 수 있다. 제1 출력노드(250(a))와 제2 출력노드(250(b))에서 출력되는 교류 전압의 위상은 서로 반대인 것을 특징으로 한다.
- [0043] 두 개의 액티브 다이오드(210(a), 210(b))와 두 개의 트랜지스터(220(a), 220(b))는 서로 병렬로 연결될 수 있고, 두 개의 트랜지스터(220(a), 220(b))의 게이트 단은 두 개의 출력노드(250(a), 250(b))와 서로 교차 연결될 수 있다. 즉, 제1 출력노드(250(a))와 제2 트랜지스터(220(b))의 게이트 단이 교차 연결되고, 제2 출력노드(250(b))와 제1 트랜지스터(220(a))의 게이트 단이 교차 연결될 수 있다.
- [0044] 제1 트랜지스터(220(a)) 및 제2 트랜지스터(220(b))는 NMOS 또는 PMOS 중 한가지 타입으로 구성될 수 있다. 이 경우, 출력단에는 제1 트랜지스터(220(a)) 및 제2 트랜지스터(220(b))를 구성하는 타입과 다른 타입으로 구성된 출력단의 두 개의 트랜지스터(260(a), 260(b))의 게이트 단이 출력 노드(250(a), 250(b))와 교차 연결된다.
- [0045] 예를 들어, 제1 트랜지스터(220(a)) 및 제2 트랜지스터(220(b))가 모두 NMOS 타입인 경우, 출력단의 다른 두 개의 트랜지스터(260(a), 260(b))는 PMOS 타입으로 구성될 수 있다. 다른 예로, 제1 트랜지스터(220(a)) 및 제2 트랜지스터(220(b))가 모두 PMOS 타입인 경우, 출력단의 다른 두 개의 트랜지스터(260(a), 260(b))는 NMOS 타입으로 구성될 수 있다.
- [0046] 압전 하베스터(Piezo Havestor)는 진동 에너지를 하베스팅하여, 전기 에너지로 변환할 수 있다. 압전 하베스터는 전기 에너지를 두 개의 출력노드(250(a), 250(b))로 공급할 수 있다.
- [0047] 도 3은 일 실시예에 따른 정류 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 작은 경우, 에너지원의 두 개의 출력노드(330(a), 330(b))와 게이트 단이 교차 연결된 두 개의 트랜지스터(310(a), 310(b))가 동작할 때의 회로도들을 도시한다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압의 크기가 작을 경우, 스위치 컨트롤러에 의해 제1 스위치 쌍(320(a), 320(b))이 활성화 될 수 있다. 활성화된 제1 스위치 쌍(320(a), 320(b))에 의하여, 에너지원과 두 개의 트랜지스터(310(a), 310(b))가 연결된다. 이하의 설명에서는, 두 개의 트랜지스터(310(a), 310(b))가 NMOS 타입인 경우의 정류 제어 시스템의 동작 매커니즘에 대해 설명한다. 두 개의 트랜지스터(310(a), 310(b))가 PMOS 타입인 경우에는, 두 개의 트랜지스터(310(a), 310(b))가 NMOS 타입인 경우와 반대로 동작하게 된다.
- [0049] 제1 출력노드(330(a))에 공급되는 교류전압이 기 설정된 값보다 높은 전압인 경우, 제1 출력노드(330(a))와 교차 연결된 제2 트랜지스터(310(b))의 게이트 단에 상기 기 설정된 값보다 높은 전압이 인가됨으로써, 제2 트랜지스터(310(b))가 동작하게 된다. 예를 들어, 기 설정된 값이 0V이면, 제1 출력노드(330(a))와 교차 연결된 제2 트랜지스터(310(b))의 게이트 단에 0V 보다 큰 전압이 인가되어, 제2 트랜지스터(310(b))가 동작될 수 있다. 기 설정된 값은 에너지원의 종류 및 트랜지스터의 타입에 따라 다양하게 설정될 수 있다.
- [0050] 제2 출력노드(330(b))는 제1 출력노드(330(a))와 위상이 반대이므로, 제2 출력노드(330(b))에는 기 설정된 값보다 낮은 전압이 인가된다. 따라서, 제2 출력노드(330(b))와 교차 연결된 제1 트랜지스터(310(a))의 게이트 단에 기 설정된 값보다 낮은 전압이 인가되어, 제1 트랜지스터(310(a))는 동작하지 않게 된다.
- [0051] 또한, 일 실시예에 따른 정류 시스템 상 출력단의 두 개의 트랜지스터(340(a), 340(b))는 PMOS 타입으로 구성된다. 출력단의 제1 트랜지스터(340(a)) 게이트 단이 교차 연결된 제2 출력노드(330(b))로부터 기 설정된 값보다 낮은 전압을 인가 받음으로써, 출력단의 제1 트랜지스터(340(a))가 동작하게 된다. 출력단의 제2 트랜지스터

(340(b))의 게이트 단이 교차 연결된 제1 출력노드(330(a))로부터 기 설정된 값보다 높은 전압을 인가 받음으로써, 출력단의 제2 트랜지스터(340(b))는 동작하지 않게 된다. 따라서, 제1 출력노드(330(a))에 인가된 전압이 출력 전압으로 인가된다.

[0052] 반대로, 제2 출력노드(330(b))에 공급되는 교류전압이 기 설정된 값보다 높은 전압인 경우, 제2 출력노드(330(b))와 교차 연결된 제1 트랜지스터(310(a))의 게이트 단에 기 설정된 값보다 높은 전압이 인가되므로, 제1 트랜지스터(310(a))가 동작하게 된다. 제1 출력노드(330(a))는 제2 출력노드(330(b))와 위상이 반대이므로, 제1 출력노드(330(a))에는 기 설정된 값보다 낮은 전압이 인가된다. 제1 출력노드(330(a))와 교차 연결된 제2 트랜지스터(310(b))의 게이트 단에 기 설정된 값보다 낮은 전압이 인가되어, 제2 트랜지스터(310(b))가 동작하지 않게 된다.

[0053] 또한 출력단의 두 개의 트랜지스터(340(a), 340(b))는 PMOS 타입으로 구성된다. 제2 출력노드(330(b))와 교차 연결된 출력단의 제1 트랜지스터(340(a))의 게이트 단은 기 설정된 값보다 높은 전압이 인가되어, 출력단의 제1 트랜지스터(340(a))가 동작하지 않게 된다. 제1 출력노드(330(a))와 교차 연결된 출력단의 제2 트랜지스터(340(b))의 게이트 단은 기 설정된 값보다 낮은 전압이 인가되어, 출력단의 제2 트랜지스터(340(b))가 동작하게 된다. 따라서, 제2 출력노드(330(b))에 인가된 전압이 출력전압으로 나타나게 된다.

[0054] 결론적으로, 제1 출력노드(330(a))에 인가된 전압과 제2 출력노드(330(b))에 인가된 전압이 교대하여 출력 전압으로 나타나게 되어, 정류 제어 시스템은 트랜지스터를 이용하여 교류전압을 직류전압으로 정류하는 동작을 수행할 수 있다.

[0055] 도 4는 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 에너지 원의 두 개의 출력노드와 직렬 연결된 두 개의 액티브 다이오드가 동작할 때의 회로도를 도시한다.

[0056] 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압의 크기가 크거나 동일한 경우, 스위치 컨트롤러에 의해 제2 스위치 쌍(420(a), 420(b))이 활성화 되어, 에너지원과 두 개의 액티브 다이오드(410(a), 410(b))가 연결된다.

[0057] 두 개의 액티브 다이오드(410(a), 410(b))는 PMOS 또는 NMOS 중 하나와 비교기를 포함할 수 있다. 액티브 다이오드는 출력노드에 인가된 전압과 액티브 다이오드의 비교기에 기 설정된 기준 값과의 비교를 통해 큰 값을 출력단으로 전달할 수 있다.

[0058] 제1 출력노드(430(a))에 기 설정된 값보다 높은 전압이 인가되는 경우, 제1 출력노드(430(a))와 교차 연결된 출력단의 제2 트랜지스터(440(b))의 게이트 단에 기 설정된 값보다 높은 전압이 인가되므로, 출력단의 제2 트랜지스터(440(b))는 동작하지 않는다. 제2 출력노드(430(b))는 제1 출력노드(430(a))와 위상이 반대이므로 기 설정된 값보다 낮은 전압이 인가된다. 제2 출력노드(430(b))와 교차 연결된 출력단의 제1 트랜지스터(440(a))의 게이트 단에 기 설정된 값보다 낮은 전압이 인가되므로, 출력단의 제1 트랜지스터(440(a))가 동작하게 된다. 결과적으로, 제1 액티브 다이오드(410(a))의 기 설정된 기준 값과 제1 출력노드(430(a))에 인가된 교류전압의 크기를 비교하여 큰 값이 출력 전압으로 전달된다.

[0059] 반대로 제2 출력노드(430(b))에 기 설정된 값보다 높은 전압이 인가되는 경우, 제2 출력노드(430(b))와 교차 연결된 출력단의 제1 트랜지스터(440(a))의 게이트 단에 높은 전압이 인가되므로, 출력단의 제1 트랜지스터(440(a))는 동작하지 않는다. 제1 출력노드(430(a))는 제2 출력노드(430(b))와 위상이 반대이므로 낮은 전압이 인가된다. 제1 출력노드(430(a))와 교차 연결된 출력단의 제2 트랜지스터(440(b))의 게이트 단에 낮은 전압이 인가되므로, 출력단의 제2 트랜지스터(440(b))가 동작하게 된다. 결과적으로, 제2 액티브 다이오드(410(b))의 기 설정된 기준 값과 제2 출력노드(430(b))에 인가된 교류전압의 크기를 비교하여 큰 값이 정류 시스템 상 출력단의 출력 전압으로 전달된다.

[0060] 두 개의 액티브 다이오드(410(a), 410(b))의 기 설정된 값과 제1 출력노드(430(a)) 또는 제2 출력노드(430(b))에 인가된 전압의 크기를 비교하여, 정류 시스템 상 출력단의 출력전압에 비교 결과, 더 큰 값이 인가된다. 상기 과정의 반복을 통해, 정류 제어 시스템은 액티브 다이오드를 이용하여 교류전압이 직류전압으로 정류하는 동작을 수행할 수 있다.

- [0061] 도 5는 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 정류된 직류 전압의 크기를 나타내는 그래프를 도시한다.
- [0062] 도 5를 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서 y축은 정류된 출력전압의 크기를 나타낸 것이고, x축은 시간을 나타낸다. V_{th} 는 스위칭 포인트를 나타낸다. 출력 전압이 V_{th} 값 보다 작은 경우에는 에너지 원의 출력노드와 교차 연결된 두 개의 트랜지스터를 통해 정류 동작이 수행될 수 있다. 출력 전압이 V_{th} 값 보다 크거나 동일한 경우에는 두 개의 액티브 다이오드를 통해 정류동작이 수행될 수 있다. 출력 전압은 시간의 지남에 따라 상승폭이 점차 감소하여 일정 시간 후에는 일정한 값으로 수렴하게 될 수 있다.
- [0063] 도 6은 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 작은 경우, 에너지 원으로부터 공급되는 교류 전압의 각 출력노드에서의 파형을 도시한다.
- [0064] 도 6을 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 제어 시스템에서 에너지원으로부터 공급되는 교류전압은 제1 출력노드에서의 교류전압과 제2 출력노드에서의 교류 전압이 서로 위상이 반대되는 특징을 가지고 있다. 제1 출력노드와 교차 연결된 제2 트랜지스터의 게이트 단 및 제2 출력노드와 교차 연결된 제1 트랜지스터의 게이트 단에, 교류전압이 기 설정된 값보다 높은 전압 및 기 설정된 값보다 낮은 전압이 교대로 공급될 수 있다. 두 개의 트랜지스터의 게이트 단에 교류 전압이 기 설정된 값보다 큰 전압과 기 설정된 값보다 작은 전압이 교대로 공급됨으로써, 두 개의 트랜지스터가 교대로 동작하게 될 수 있다.
- [0065] 마찬가지로, 출력단의 두 개의 트랜지스터가 교대로 동작하여, 에너지원으로부터 공급되는 교류전압을 직류전압으로 정류하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들어, 시간 0~ t_1 까지는 제1 출력노드에 기 설정된 값보다 높은 전압이 인가되어, 제2 트랜지스터 및 출력단의 제1 트랜지스터가 동작되어 제1 출력노드에 공급된 전압이 출력 전압으로 전달 될 수 있다. 시간 t_1 ~ t_2 까지는 제2 출력노드에 높은 전압이 인가되어, 제1 트랜지스터 및 출력단의 제2 트랜지스터가 동작되어 제2 출력노드에 공급된 전압이 출력 전압으로 전달 될 수 있다.
- [0066] 정류기의 출력 직류 전압이 스위칭 포인트 보다 작은 경우에는, 에너지 원(예를 들면 에너지 하베스터 등)에 존재하는 기생 캐패시터를 충전시키는 시간이 짧을 수 있다. 따라서, 두 개의 출력 노드에서 출력되는 파형이 구형파에 가깝게 되어 두 개의 트랜지스터를 이용하여 정류를 하더라도 누설 전류가 발생하지 않을 수 있다.
- [0067] 도 7은 일 실시예에 따른 정류 시스템에서, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 에너지 원으로부터 공급되는 교류 전압의 각 출력노드에서의 파형을 도시한다.
- [0068] 도 7을 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 시스템에서 에너지원으로부터 공급되는 교류전압은 제1 출력노드에서의 교류 전압과 제2 출력노드에서의 교류전압이 서로 위상이 반대되는 특징을 가지고 있다. 다만, 스위칭 포인트 보다 정류기의 출력 직류 전압이 크거나 동일한 경우, 에너지원으로부터 공급되는 교류전압의 각 출력노드에서의 파형이 일정한 기울기를 가지게 된다.
- [0069] 에너지 원으로부터 공급되는 교류 전압의 각 출력노드에서의 파형에서 기울기가 나타나는 것은 전원 공급부(예를 들어 에너지 하베스터)에 존재하는 기생 캐패시터(parasitic capacitor)때문일 수 있다. 전원 공급부에 기생 캐패시터가 존재하게 되기 때문에, 상기 기생 캐패시터를 충전시키는 과정이 필요하게 되므로, 전류가 정류기의 출력 노드로 바로 전달되지 않을 수 있다. 따라서, 각 출력노드에서의 파형에서 기울기가 발생할 수 있다.
- [0070] 일 실시예에 따르면, 시간 t_1 에서 제1 출력노드의 전압이 감소하고, 제2 출력노드의 전압이 증가할 수 있다. 제1 출력노드의 전압과 제2 출력노드의 전압 차가 출력단의 트랜지스터의 문턱전압 이상이 되면 출력단의 트랜지스터가 동작할 수 있다. 이 경우, 정류기의 출력 직류 전압이 제2 출력 노드의 전압을 잡아주게 되므로 제2 출력노드의 전압이 정류기의 출력 직류 전압으로 고정될 수 있다. 따라서, 에너지원에 존재하는 기생 캐패시터가 계속 충전되어 기존의 전위차를 유지하려고 하기 때문에 기울기가 발생할 수 있다.
- [0071] 정류기의 출력 직류 전압이 스위칭 포인트 이상인 경우, 기생 캐패시터를 충전시키는 데에 시간이 걸리게 되어 트랜지스터를 바로 동작시킬 수 없기 때문에, 이 경우, 계속해서 트랜지스터를 사용하게 되면 정류 시스템 상의 효율이 감소할 수 있다.
- [0072] 대안으로, 정류 시스템 상 정류기의 출력 직류 전압이 스위칭 포인트 보다 크거나 동일한 경우에는 액티브 다이오드를 사용함으로써, 정류 시스템 상의 효율을 유지할 수 있다. 액티브 다이오드는 비교기를 포함하고

있어서, 상기 정류기의 출력 직류 전압이 스위칭 포인트 보다 작은 구간에서도 효율적으로 정류 시스템이 교류 전압을 정류할 수 있다.

[0073] 또한 액티브 다이오드가 NMOS 또는 PMOS 중 하나의 트랜지스터를 포함하고 있어서, 출력노드에 의해 공급되는 교류전압의 크기에 따라 두 개의 액티브 다이오드 중 한쪽 액티브 다이오드의 트랜지스터가 동작하지 않게 되므로, 누설 전류(leakage current)가 발생하지 않게 된다.

[0074] 결론적으로, 정류기의 출력 직류 전압이 0에서부터 스위칭 포인트 보다 작은 경우에는 기생 캐패시터를 충전시키는 시간이 짧아 질 수 있다. 그러므로, 두 개의 트랜지스터를 이용해도 높은 효율을 가지게 될 수 있다.

[0075] 다만, 정류기의 출력 직류 전압이 스위칭 포인트 보다 크거나 동일한 경우에는 기생 캐패시터를 충전하는데 걸리는 시간이 길어질 수 있다. 그러므로, 두 개의 트랜지스터를 이용하여 정류동작을 수행하게 되면, 누설 전류가 발생하여 손실이 생길 수 있다. 따라서, 이 경우에는 액티브 다이오드를 이용하여 액티브 다이오드에 포함된 비교기가 구형파를 생성하여 누설 전류 없이 동작하게 할 수 있다.

[0076] 도 8은 일 실시예에 따른 정류 제어 방법에 대한 흐름도를 도시한다.

[0077] 도 8을 참조하면, 일 실시예에 따른 정류 제어 방법에서 정류기의 출력 직류전압의 크기에 따라 정류 모드를 제어하는 정류 제어 방법(800)을 제공한다. 에너지 원으로부터 정류기로 교류 전압이 출력 노드를 통해 공급된다(810). 출력노드에 공급되는 전압은 제1 출력노드의 교류전압과 제2 출력노드의 교류전압의 위상이 서로 반대인 특징을 가진다.

[0078] 그 후에, 스위치 컨트롤러가 정류기의 출력 직류전압과 스위칭 포인트를 비교한다(820). 비교 결과 정류기의 출력 직류전압이 스위칭 포인트 보다 작은 경우, 에너지원과 두 개의 트랜지스터를 연결하는 제1 스위치 쌍을 활성화하여 두 개의 트랜지스터를 이용하여 정류 동작을 수행할 수 있다(850). 상기 단계에서의 구체적인 정류 제어 시스템의 동작 과정은 도 3 및 도 3에 대한 설명과 관련되어 적용될 수 있으므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0079] 반면에, 정류기의 출력 직류 전압이 스위칭 포인트 보다 크거나 동일한 경우, 에너지원과 두 개의 액티브 다이오드를 연결하는 제2 스위치 쌍을 활성화하여 두 개의 액티브 다이오드를 이용하여 정류 동작을 수행할 수 있다(840). 상기 단계에서의 구체적인 정류 제어 시스템의 동작 과정은 도 4 및 도 4에 대한 설명과 관련되어 적용될 수 있으므로, 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0080] 에너지원으로부터 공급되는 교류전압을 직류전압으로 정류 제어 시스템이 두 가지 모드로 정류할 수 있다(860). 또한, 상기 과정의 반복을 통해, 정류기의 출력 직류 전압의 크기에 따라 정류 제어 시스템이 에너지원과 트랜지스터 또는 액티브 다이오드를 선택하여 스위치를 통해 연결함으로써, 정류 제어 시스템이 더 효율적으로 교류 전압을 직류 전압으로 정류할 수 있다.

[0081] 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.

[0082] 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.

[0083] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라

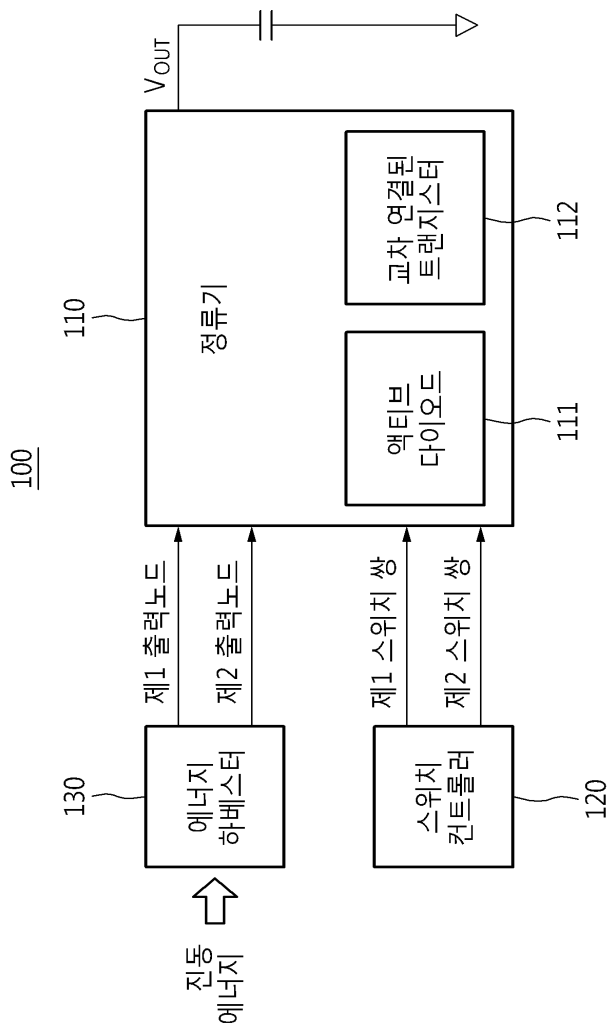
이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

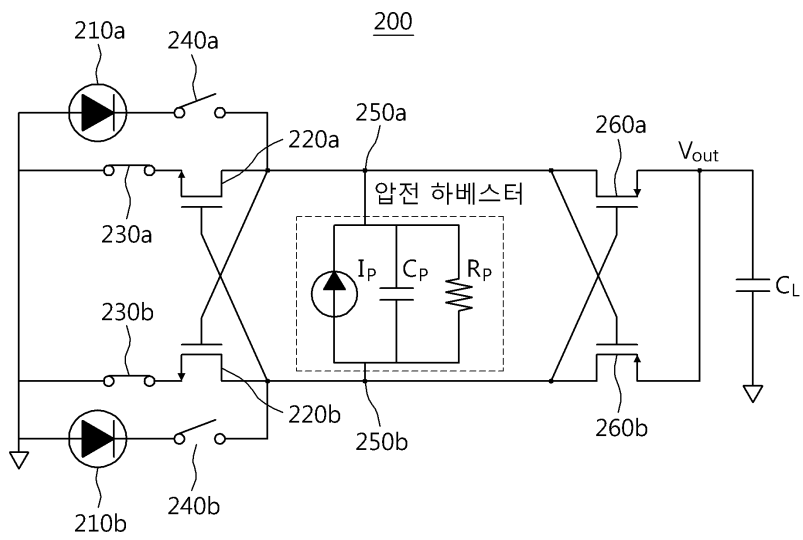
- 100: 정류 제어 시스템
- 200: 정류 제어 시스템의 회로도
- 300: 트랜지스터를 이용한 정류 제어 시스템의 회로도
- 400: 액티브 다이오드를 이용한 정류 제어 시스템의 회로도
- 800: 정류 제어 방법

도면

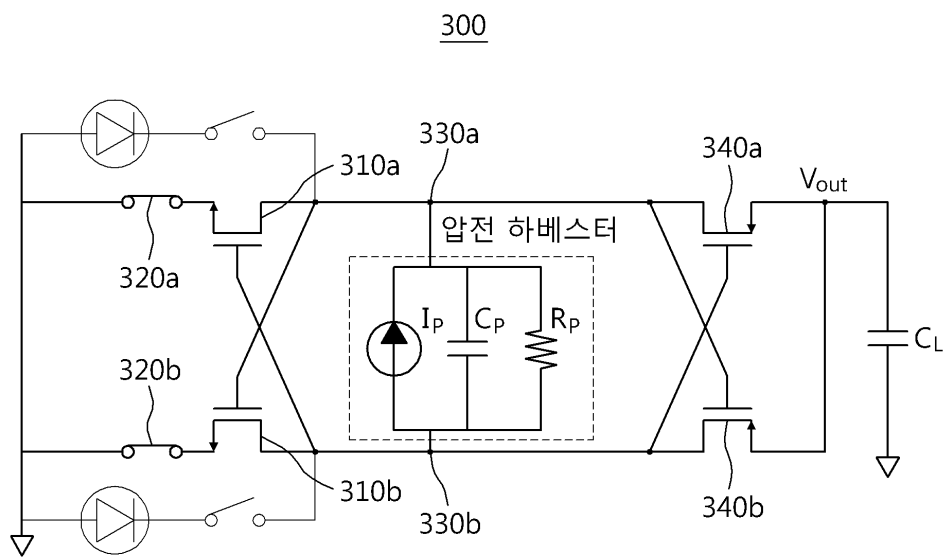
도면1



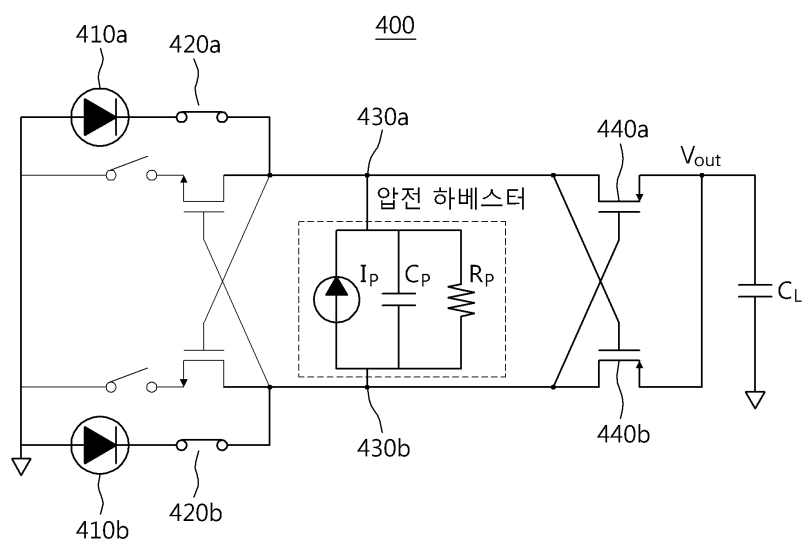
도면2



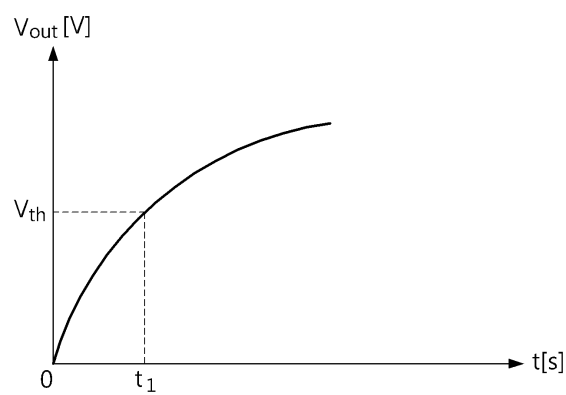
도면3



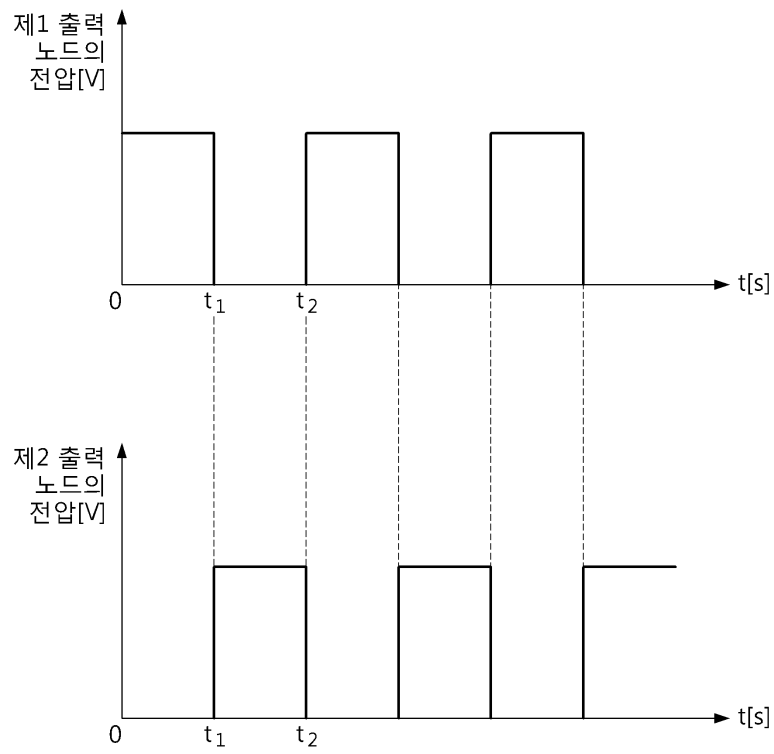
도면4



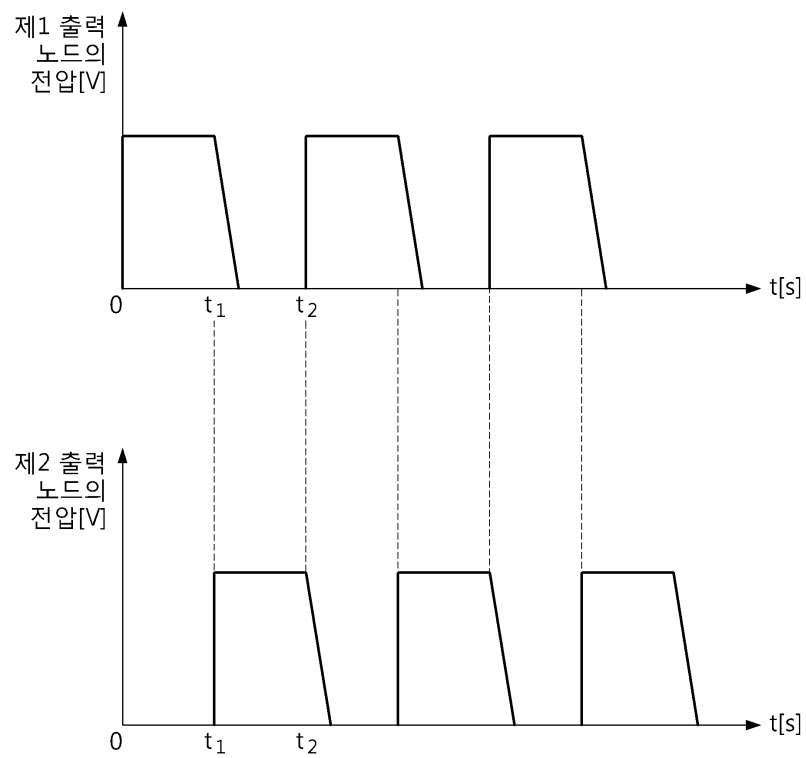
도면5



도면6



도면7



도면8

