



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0091759
(43) 공개일자 2022년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/07 (2006.01) G05F 1/56 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/07 (2013.01)
G05F 1/56 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0182787
(22) 출원일자 2020년12월24일
심사청구일자 2020년12월24일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김재준
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
김명우
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 6 항

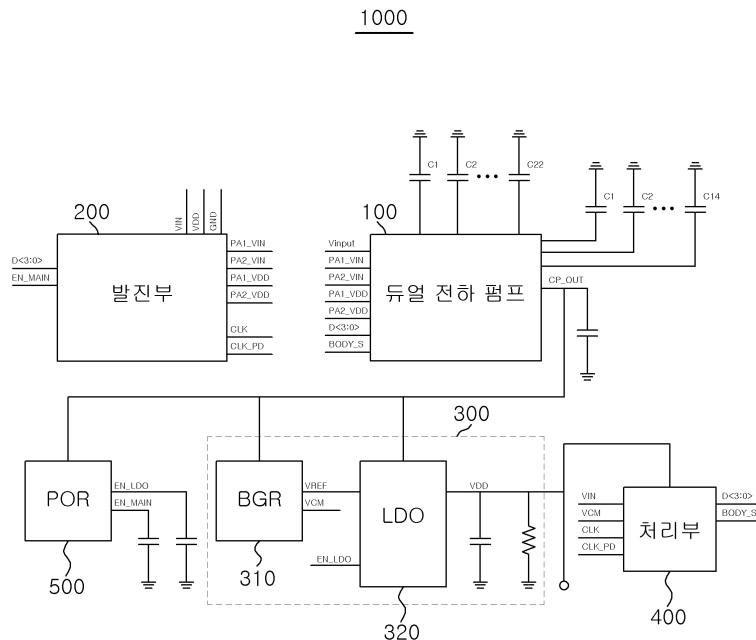
(54) 발명의 명칭 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치

(57) 요약

개시된 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치는, 제 1 클럭 신호 또는 제 2 클럭 신호에 따라 입력 전압의 제 1 대역과 제 2 대역 중 상대적으로 더 낮은 제 1 대역에서 동작하는 저전압 전하 펌프부와, 상기 제 1 클럭 신호 또는 상기 제 2 클럭 신호에 따라 상기 제 2 대역에서 동작하는 고전압 전하 펌프부와, 상기 입력 전압에

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



의해 스타트업 발진 모드로 동작하여 상기 제 1 클럭 신호를 제공하거나 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압에 따라 메인 발진 모드로 동작하여 상기 제 2 클럭 신호를 제공하는 발진부와, 상기 입력 전압의 변화에 대응하여 상기 저전압 전하 펌프부와 상기 고전압 전하 펌프부 중 어느 하나에 대해 $\times 0.5$ 단위의 가변 펌핑 배율 중 한 펌핑 배율을 결정하는 처리부와, 상기 처리부의 제어에 따라 상기 저전압 전하 펌프부와 상기 고전압 전하 펌프부 중 어느 하나가 상기 처리부에 의해 결정된 펌핑 배율로 동작하게 구동하는 구동부와, 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압을 이용하여 정전압을 생성 및 출력하는 정전압 출력부를 포함한다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711105632
과제번호	2017M1A2A2087833
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기후변화대응기술개발(R&D)
연구과제명	태양전지-이차전지 모노리틱 전원 기반 저전력 올인원 센서 인터페이스 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2020.01.20 ~ 2021.01.19

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 클럭 신호 또는 제 2 클럭 신호에 따라 입력 전압의 제 1 대역과 제 2 대역 중 상대적으로 더 낮은 제 1 대역에서 동작하는 저전압 전하 펌프부와,

상기 제 1 클럭 신호 또는 상기 제 2 클럭 신호에 따라 상기 제 2 대역에서 동작하는 고전압 전하 펌프부와,

상기 입력 전압에 의해 스타트업 발진 모드로 동작하여 상기 제 1 클럭 신호를 제공하거나 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압에 따라 메인 발진 모드로 동작하여 상기 제 2 클럭 신호를 제공하는 발진부와,

상기 입력 전압의 변화에 대응하여 상기 저전압 전하 펌프부와 상기 고전압 전하 펌프부 중 어느 하나에 대해 $x0.5$ 단위의 가변 펌핑 배율 중 한 펌핑 배율을 결정하는 처리부와,

상기 처리부의 제어에 따라 상기 저전압 전하 펌프부와 상기 고전압 전하 펌프부 중 어느 하나가 상기 처리부에 의해 결정된 펌핑 배율로 동작하게 구동하는 구동부와,

상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압을 이용하여 정전압을 생성 및 출력하는 정전압 출력부를 포함하는

에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 스타트업 발진 모드에 의해 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압이 기 설정된 제 1 임계 전압보다 높아지면 상기 메인 발진 모드로 동작하도록 상기 발진부에 인에이블 신호를 제공하는 위치 계전기(Position Relay)를 더 포함하는

에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 정전압 출력부는, 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압을 입력받아 일정한 기준전압을 출력하는 기준전압 발생기(Band Gap Reference)와, 상기 기준전압을 입력받아 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압을 이용하여 상기 정전압을 생성하는 레귤레이터(Low-dropout regulator)를 더 포함하고,

상기 위치 계전기는, 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압이 기 설정된 제 2 임계 전압보다 높아지면 상기 정전압을 생성하도록 상기 레귤레이터에 인에이블 신호를 제공하는

에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 처리부는, 상기 입력 전압에 기초하여 상기 저전압 전하 펌프부와 상기 고전압 전하 펌프부 중 구동할 전하 펌프부를 결정하고, 결정된 전하 펌프부의 구동 가능한 가변 펌핑 배율 중 어느 한 펌핑 배율을 희망 출력 전압에 기초하여 결정하는

에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 처리부가, 상기 저전압 전하 펌프부에 대해 결정할 수 있는 상기 가변 펌핑 배율 중 최대 배율은 상기 고전압 전하 펌프부에 대해 결정할 수 있는 상기 가변 펌핑 배율 중 최소 배율과 동일한

에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부에 의한 최저 출력 전압은 상기 입력 전압의 최대값보다 더 낮은

에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 전원으로부터 공급되는 전압보다 높은 전압을 출력하는 복수의 전하 펌프를 이용하여 정전압을 제공하는 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치에 관한 것이다.
- [0002] 본 발명은 과학기술정보통신부의 기후변화대응기술개발사업 [NRF-2017M1A2A2087833]에서 지원을 받아 수행된 연구임.

배경 기술

- [0003] 전하 펌프(Charge Pump)는 전원으로부터 공급되는 전압보다 높은 전압을 출력하는 회로를 말한다.
- [0004] 종래 기술에 따른 전하 펌프로서 한국등록특허공보 제10-1305850호에는 "듀얼 전하펌프"가 개시되어 있다. 개시된 듀얼 전하펌프는 작은 저장용량을 갖는 엑스트라 펌핑 캐피시터와 그 보다 큰 저장용량을 갖는 메인 펌핑 캐피시터를 각각 구비한 엑스트라 전하펌프와 메인 전하펌프를 포함한다. 이러한 듀얼 전하펌프는 부하전압의 레벨이 기 설정된 기준치 이하인 경우에 메인 전하펌프 및 엑스트라 전하펌프 모두 온 시키고, 부하전압의 레벨이 기준치를 초과하는 경우에는 메인 전하펌프는 오프 시키고 엑스트라 전하펌프만 온 시킨다.
- [0005] 이러한 종래 기술에 따른 전하 펌프는 부하전압의 레벨이 기준치 이하인 경우에는 부하전압의 변화와 상관없이 항상 메인 전하펌프 및 엑스트라 전하펌프를 모두를 온 시키기 때문에, 간혹 불필요한 전하 펌프 동작이 유발되어 효율을 저하시키는 경우가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 실시예에 따르면, 저전압 전하 펌프와 고전압 전하 펌프 중 입력 전압의 변화에 대응하여 항상 어느 하나의 전하 펌프만 동작하되 x0.5 단위의 가변 펌핑 배율 중 결정된 한 펌핑 배율로 동작하는 듀얼 전하 펌프를 이용하여 정전압을 제공하는 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치를 제공한다.
- [0007] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일 관점에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치는, 제 1 클럭 신호 또는 제 2 클럭 신호에 따라 입력 전압의 제 1 대역과 제 2 대역 중 상대적으로 더 낮은 제 1 대역에서 동작하는 저전압 전하 펌프부와, 상기 제 1 클럭 신호 또는 상기 제 2 클럭 신호에 따라 상기 제 2 대역에서 동작하는 고전압 전하 펌프부와, 상기 입력 전압에 의해 스타트업 발진 모드로 동작하여 상기 제 1 클럭 신호를 제공하거나 상기 저전압 전하 펌프부 또는

상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압에 따라 메인 발진 모드로 동작하여 상기 제 2 클럭 신호를 제공하는 발진부와, 상기 저전압 전하 펌프부 또는 상기 고전압 전하 펌프부의 출력 전압을 이용하여 정전압을 생성 및 출력하는 정전압 출력부와, 상기 입력 전압의 변화에 대응하여 상기 저전압 전하 펌프부와 상기 고전압 전하 펌프부 중 어느 하나에 대해 $x0.5$ 단위의 가변 펌핑 배율 중 한 펌핑 배율을 결정하는 처리부와, 상기 처리부의 제어에 따라 상기 저전압 전하 펌프부와 상기 고전압 전하 펌프부 중 어느 하나가 상기 처리부에 의해 결정된 펌핑 배율로 동작하게 구동하는 구동부를 포함한다.

발명의 효과

[0009]

실시예에 의한 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치는 스타트업 발진 모드와 메인 발진 모드로 동작하는 발진부를 포함하기 때문에 낮은 시작 전압에서도 안정적으로 동작할 수 있고, 저전압 전하 펌프와 고전압 전하 펌프 중 항상 어느 하나만 동작시켜 불필요한 전하 펌핑 동작이 발생하지 않도록 함으로써 높은 효율을 보장한다. 아울러, 펌핑 배율을 $x0.5$ 단위 중 어느 한 배율로 결정하기 때문에 $x1$ 단위로 펌핑 배율을 결정하는 것과 비교할 때에 상대적으로 더 정밀하게 최적 펌핑 배율을 결정할 수 있기 때문에 효율을 극대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010]

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치를 구성하는 듀얼 전하 펌프부의 세부적인 구성도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치의 주요 신호에 대한 신호 파형도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치를 구성하는 듀얼 전하 펌프부의 입력 전압의 변화에 따른 출력 전압의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치를 구성하는 듀얼 전하 펌프부의 저전압 전하 펌프부를 이상적인(Ideal) 스위치를 사용하여 구성한 예시도이다.

도 6은 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 저전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 5배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 7는 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 저전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 8은 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 저전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 3.5배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 9는 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 저전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 3.5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치를 구성하는 듀얼 전하 펌프부의 저전압 전하 펌프부를 MOS 스위치를 사용하여 구성한 예시도이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 듀얼 전하 펌프부의 고전압 전하 펌프부를 이상적인(Ideal) 스위치를 사용하여 구성한 예시도이다.

도 12는 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 고전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 3배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 13은 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 고전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 14는 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 고전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 1.5배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 15는 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부의 고전압 전하 펌프부가 펌핑 배율 1.5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

도 16은 본 발명의 실시예에 따른 듀얼 전하 펌프부의 고전압 전하 펌프부를 MOS 스위치를 사용하여 구성한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범주는 청구항에 의해 정의될 뿐이다.
- [0012] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 실제로 필요한 경우 외에는 생략될 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0013] 본 명세서에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, '포함하다' 또는 '구성하다' 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 실시예에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적인 연결뿐 아니라, 다른 매체를 통한 간접적인 연결의 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다는 의미는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치의 구성도이고, 도 2는 도 1의 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치에 포함된 듀얼 전하 펌프부의 구성도이다.
- [0016] 도 1 및 도 2를 참조하면 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)는 저전압 전하 펌프부(110), 고전압 전하 펌프부(120), 제 1 구동부(141) 및 제 2 구동부(142)를 포함하는 듀얼 전하 펌프부(100), 발진부(200), 정전압 출력부(300) 및 처리부(400)를 포함한다.
- [0017] 발진부(200)는 입력 전압에 의해 스타트업 발진 모드로 동작하여 제 1 클럭 신호를 제공하거나 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압에 따라 메인 발진 모드로 동작하여 제 2 클럭 신호를 제공한다.
- [0018] 이러한 발진부(200)는 EN_MAIN 신호가 로우(Low) 상태인가 아니면 하이(High) 상태인가에 따라 스타트업 발진 모드로 동작하거나 메인 발진 모드로 동작한다. 입력 전압(Vin)이 인가되면 스타트업 발진 모드로 동작하고, 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)가 초기평형하여 출력 전압(CP_OUT)을 높이며, 출력 전압(CP_OUT)이 설계자가 설정한 기준 전압보다 높아지면, EN_MAIN 신호가 로우 상태에서 하이 상태로 변화된다. 이처럼, EN_MAIN 신호가 로우 상태에서 하이 상태로 바뀌는 신호에 의해서 스타트업 발진 모드는 턴-오프되고 메인 발진 모드는 턴-온 된다. 이후로, 계속해서 입력 전압(Vin)이 안정적이고 지속적으로 공급되면 발진부(150)는 메인 발진 모드로만 동작을 유지한다. 예를 들어, 발진부(200)는 스타트업 발진 모드로 동작할 때보다 메인 발진 모드로 동작할 때에 전력소모가 더 낮게 설계할 수 있다.
- [0019] 이러한 발진부(200)의 스타트업 발진 모드에서 메인 발진 모드로의 변화를 위해, 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)는 스타트업 발진 모드에 의해 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압이 기 설정된 제 1 임계 전압보다 높아지면 메인 발진 모드로 동작하도록 발진부(200)에 인에이블 신호를 제공하는 위치 계전기(Position Relay)(500)를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 듀얼 전하 펌프부(100) 중 저전압 전하 펌프부(110)는 제 1 클럭 신호 또는 제 2 클럭 신호에 따라 입력 전압의 제 1 대역과 제 2 대역 중 상대적으로 더 낮은 제 1 대역에서 동작하고, 고전압 전하 펌프부(120)는 제 1 클럭 신호 또는 제 2 클럭 신호에 따라 입력 전압의 제 1 대역과 제 2 대역 중 상대적으로 더 높은 제 2 대역에서 동작한다.

- [0021] 처리부(400)는 입력 전압의 변화에 대응하여 저전압 전하 펌프부(110)와 고전압 전하 펌프부(120) 중 어느 하나에 대해 $x0.5$ 단위의 가변 펌핑 배율 중 한 펌핑 배율을 결정한다. 예를 들어, 처리부(400)는 결정된 펌핑 배율로 저전압 전하 펌프부(120)를 구동시키도록 제 1 구동부(141)를 제어하거나 고전압 전하 펌프부(120)를 구동시키도록 제 2 구동부(142)를 제어한다. 이러한 처리부(400)는 저전압 전하 펌프부(110)와 고전압 전하 펌프부(120)의 구동 가능한 가변 펌핑 배율 중 어느 한 펌핑 배율을 듀얼 전하 펌프부(100)의 희망 출력 전압에 기초하여 결정할 수 있다. 여기서, 처리부(400)가 저전압 전하 펌프부(110)에 대해 결정할 수 있는 가변 펌핑 배율 중 최대 배율은 고전압 전하 펌프부(120)에 대해 결정할 수 있는 가변 펌핑 배율 중 최소 배율과 동일할 수 있다. 아울러, 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)에 의한 최저 출력 전압은 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 최대값보다 더 낮을 수 있다.
- [0022] 제 1 구동부(141)는 처리부(400)의 제어에 따라 저전압 전하 펌프부(110)가 처리부(400)에 의해 결정된 펌핑 배율로 동작하게 구동하고, 제 2 구동부(142)는 고전압 전하 펌프부(120)가 처리부(400)에 의해 결정된 펌핑 배율로 동작하게 구동한다. 예를 들어, 제 1 구동부(141) 및 제 2 구동부(142)는 저전압 전하 펌프부(110) 및 고전압 전하 펌프부(120)에 포함되는 복수의 스위칭 소자에 대한 스위칭 구동을 통해 저전압 전하 펌프부(110) 및 고전압 전하 펌프부(120)를 결정된 펌핑 배율로 동작하게 구동하거나 구동되지 않게 정지시킬 수 있다.
- [0023] 정전압 출력부(300)는 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압을 이용하여 정전압을 생성 및 출력한다. 이러한, 정전압 출력부(300)는 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압을 입력받아 일정한 기준전압을 출력하는 기준전압 발생기(Band Gap Reference)(310)를 포함할 수 있다. 또한, 정전압 출력부(300)는 기준전압 발생기(310)의 기준전압을 입력받아 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압을 이용하여 정전압을 생성하는 레귤레이터(Low-dropout regulator)(320)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 레귤레이터(320)는 듀얼 전하 펌프부(100)의 최종 출력(CP_OUT)이 원하는 전압 범위 안에 들어가면 그 범위의 전압을 원하는 정전압으로 만드는 역할을 한다. 이러한 정전압 출력부(300)는 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)의 뒷단에 연결될 부하회로에 안정적으로 전원을 공급하기 위해, 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압에 따라 출력 오차가 있고 발진부(200)의 영향으로 리플이 있는 최종 전압(CP_OUT)을 이용하여 뒷단에 연결될 부하회로에 제공하기 위한 깨끗한 정전압을 생성할 수 있다.
- [0024] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)의 주요 신호에 대한 신호 파형도이다. 도 3의 신호 파형도에 나타난 주요 신호 및 도 1의 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)에 대한 구성도에 나타난 주요 핀(단자)의 기능을 정리 및 설명하면 다음과 같다.
- [0025] - VIN
- [0026] IC 회로에 공급되는 에너지 공급 핀이다. 배터리 혹은 파워 서플라이(Power-supply)가 연결될 수 있다.
- [0027] - VDD
- [0028] 레귤레이터(320)에 의해서 생성되는 1.8V 전압 핀이다.
- [0029] - GND
- [0030] IC 회로 전체의 GND에 해당하는 핀이다.
- [0031] - PA1_VIN, PA2_VIN
- [0032] VIN 전압에 의해 발생된 클럭이다. PA1_VIN과 PA2_VIN은 반대위상이고 충분한 논-오버랩 특성을 가진다.
- [0033] - CP_OUT
- [0034] 듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 핀이다. 펌핑된 에너지가 출력 커패시터에 충전되고 펌핑된 전압이 걸린다.
- [0035] - EN_LDO
- [0036] 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압이 일정 전압레벨 이상 올라가면 위치 계전기(500)에 의해서 자동으로 인에이블(enable) 신호가 생성되는 핀이다.
- [0037] - EN_MAIN
- [0038] 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압이 일정 전압레벨 이상 올라가면 위치 계전기(500)에 의해서 자동으로 인에이블(enable) 신호가 생성되는 핀이다. 레귤레이터(320)의 출력 전압 VDD가 충

분한 전압레벨로 올라가면 듀얼 전하 펌프부(100)를 펌핑하는 클럭신호를 PA1_VIN 및 PA2_VIN 이 아닌 PA1_VDD 및 PA2_VDD를 사용하도록 하는 디지털 다중화기를 온 시키는 역할을 한다. 예를 들어, 파워-원 시퀀스 상에서, 초기에는 VIN으로부터 생성된 클럭신호로 전하 펌핑을 하고 VDD 레벨이 세팅되면 VDD로부터 생성된 클럭신호로 전하 펌핑을 한다.

- VREF

저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압이 일정 전압레벨 이상 올라가면 기준전압 발생기(Band Gap Reference)가 동작하면서 생성된 1.2V의 일정한 전압이다.

- VCM

기준전압 발생기(310)가 동작하면서 생성된 일정한 전압(VREF)을 저항 분배기를 이용하여 더 낮게 생성한 0.9V의 일정한 전압이다. 예를 들어, 처리부(400)가 ADC를 이용하여 아날로그 정보에 해당하는 VIN 전압을 디지털 비트 D<3:0>으로 변환할 때 기준전압으로 사용되는 핀이다.

- CLK, CLK_PD

처리부(400)의 ADC를 구동할 때 필요한 클럭신호와 이를 90도 위상딜레이 시키는 핀이다.

- PA1_VDD, PA2_VDD

VDD 전압에 의해 발생된 클럭신호이다. PA1_VDD과 PA2_VDD는 반대위상이고 충분한 논-오버랩 특성을 가진다. 레귤레이터(320)의 출력 전압 VDD가 충분한 전압레벨로 올라가면 듀얼 전하 펌프를 펌핑하는 클럭신호이다.

- D<3:0>

처리부(400)의 ADC 출력값이다. 해당 비트는 입력 전압의 정량적인 수치를 디지털비트로 나타낸다. 디지털비트는 듀얼 전하 펌프부(100)의 펌핑배율을 조절한다. 입력전압이 낮은 경우에는 펌핑배율을 높이고 입력전압이 높은 경우에는 펌핑배율을 낮추어 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 출력 전압이 일정한 전압 값을 출력하도록 컨트롤한다.

- BODY_S

듀얼 전하 펌프부(100)에 포함될 수 있는 내부 MUX 회로의 PMOS 스위치 바디(body) 전압을 컨트롤하는 핀이다. 바디 전압을 컨트롤하여 스위치의 누설전류를 최소화할 수 있다. 예컨대, VIN < VDD 인 경우에 PMOS 스위치의 바디 전압을 VDD로 잡아줄 수 있고, VIN > VDD 인 경우에 PMOS 스위치의 바디 전압을 VIN으로 잡아줄 수 있다.

도 3의 신호 파형도에 나타난 상태(State)는 주요 신호들에 의한 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)의 동작 상태를 구분한 것이다. 각각의 상태 S1 내지 S6은 다음과 같이 정의할 수 있다.

- S1

VIN 전원이 IC에 공급되는 구간이다.

- S2

발진부(200)가 스타트업 발진 모드로 동작하고, 듀얼 전하 펌프부(100)의 전압펌핑에 의해 출력 전압(CP-OUT)이 상승하는 구간이다.

- S3

듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 전압(CP-OUT)이 기 설정된 제 2 임계 전압보다 높아져 위치 계전기(500)가 레귤레이터(320)에 EN_LDO 신호를 제공하기 시작하는 구간이다.

- S4

듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 전압을 이용하여 정전압을 생성하는 정전압 출력부(300)가 기동하는 구간이다.

- S5

듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 전압(CP-OUT)이 기 설정된 제 1 임계 전압보다 높아져 위치 계전기(500)가 발진부(200)에 인에이블 신호를 제공하기 전까지 발진부(200)가 스타트업 발진 모드로 동작하는 구간이다.

[0062] - S6

[0063] 듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 전압(CP-OUT)이 기 설정된 제 1 임계 전압보다 높아져 위치 계전기(500)가 발진부(200)에 인에이블 신호를 제공하여 발진부(200)가 메인 발진 모드로 동작하는 구간이다.

[0064] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)를 구성하는 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 변화에 따른 출력 전압의 변화를 나타낸 그래프이다. 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)에 포함된 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 변화에 따른 출력 전압의 변화를 나타낸 그래프이다. 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)의 처리부(400)는 입력 전압의 변화에 대응하여 저전압 전하 펌프부(110)와 고전압 전하 펌프부(120) 중 어느 하나에 대해 $\times 0.5$ 단위의 가변 펌핑 배율 중 한 펌핑 배율을 결정한다. 예를 들어, 처리부(400)는 입력 전압의 값과 기 설정된 기준 값(예컨대, 0.7V)과의 비교 결과에 기초하여 입력 전압의 값이 기준 값 미만일 경우에 저전압 전하 펌프부(110)의 구동을 결정할 수 있다. 그리고, 처리부(400)는 입력 전압의 값과 기 설정된 기준 값(예컨대, 0.7V)과의 비교 결과에 기초하여 입력 전압의 값이 기준 값 이상일 경우에 고전압 전하 펌프부(120)의 구동을 결정할 수 있다. 그리고, 처리부(400)는 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 구동 가능한 가변 펌핑 배율 중 어느 한 펌핑 배율을 저전압 전하 펌프부(110)와 고전압 전하 펌프부(120)의 희망 출력 전압에 기초하여 결정할 수 있다. 예를 들어, 처리부(400)는 듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 전압이 기 설정된 임계 값(예컨대, 2V) 이상이면서 임계 값에 가장 가까운 값을 가질 수 있는 펌핑 배율을 저전압 전하 펌프부(110) 또는 고전압 전하 펌프부(120)의 펌핑 배율로서 결정할 수 있다.

[0065] 아래는 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 변화에 따른 저전압 전하 펌프부(110)의 펌핑 배율 및 듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 전압을 예시한 것이다. 입력 전압 / 펌핑 배율 / 출력 전압의 순서로 기재하였다.

[0066] 0.4V / 5배 / 2V

[0067] 0.45V / 4.5배 / 2.025V

[0068] 0.5V / 4배 / 2V

[0069] 0.55V / 4배 / 2.2V

[0070] 0.6V / 3.5배 / 2.1V

[0071] 0.65V / 3.5배 / 2.275V

[0072] 아래는 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 변화에 따른 고전압 전하 펌프부(120)의 펌핑 배율 및 듀얼 전하 펌프부(100)의 출력 전압을 예시한 것이다. 입력 전압 / 펌핑 배율 / 출력 전압의 순서로 기재하였다.

[0073] 0.7V / 3배 / 2.1V

[0074] 0.75V / 3배 / 2.25V

[0075] 0.8V / 2.5배 / 2V

[0076] 0.85V / 2.5배 / 2.125V

[0077] 0.9V / 2.5배 / 2.25V

[0078] 0.95V / 2.5배 / 2.375V

[0079] 1V / 2배 / 2V

[0080] 1.057V / 2배 / 2.1V

[0081] 1.1V / 2배 / 2.2V

[0082] 1.15V / 2배 / 2.3V

[0083] 1.2V / 2배 / 2.4V

[0084] 1.25V / 2배 / 2.5V

[0085] 1.3V / 2배 / 2.65V

[0086]	1.35V / 1.5배 / 2.025V
[0087]	1.4V / 1.5배 / 2.1V
[0088]	1.45V / 1.5배 / 2.175V
[0089]	1.5V / 1.5배 / 2.25V
[0090]	1.55V / 1.5배 / 2.325V
[0091]	1.6V / 1.5배 / 2.4V
[0092]	1.65V / 1.5배 / 2.475V
[0093]	1.7V / 1.5배 / 2.55V
[0094]	1.75V / 1.5배 / 2.625V
[0095]	1.8V / 1.5배 / 2.7V
[0096]	1.85V / 1.5배 / 2.775V
[0097]	1.9V / 1.5배 / 2.85V
[0098]	1.95V / 1.5배 / 2.925V
[0099]	2V / 1배 / 2V
[0100]	2.05V / 1배 / 2.05V
[0101]	2.1V / 1배 / 2.1V
[0102]	2.15V / 1배 / 2.15V
[0103]	2.2V / 1배 / 2.2V
[0104]	도 5는 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(100)를 구성하는 듀얼 전하 펌프부(100)의 저전압 전하 펌프부(110)를 이상적인(Ideal) 스위치를 사용하여 구성한 예시도이다.
[0105]	듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 변화에 따라 결정되는 펌핑 배율에 의하여, 도 5의 저전압 전하 펌프부(110)에 포함된 이상적인 스위치의 스위치 상태는 아래의 예시와 같다. SWT 스위치 상태를 SWT1 / SWT2 / SWT3 / SWT4 / SWT5 / SWT6 / SWT7 / SWT8 / SWT9 / SWT10 / SWT11 / SWT12 / SWT13 / SWT14 / SWT15 / SWT16 / SWT17 / SWT18 / SWT19 / SWT20 / SWT21의 순서로 기재하였고, SWB 스위치 상태를 SWB1 / SWB2 / SWB3 / SWB4 / SWB5 / SWB6 / SWB7 / SWB8 / SWB9 / SWB10 / SWB11 / SWB12 / SWB13 / SWB14 / SWB15 / SWB16 / SWB17 / SWB18 / SWB19 / SWB20 / SWB21의 순서로 기재하였다.
[0106]	<u>입력 전압 0.4V 및 펌핑 배율 5배일 때:</u>
[0107]	SWT 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$
[0108]	SWB 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$
[0109]	<u>입력 전압 0.45V 및 펌핑 배율 4.5배일 때:</u>
[0110]	SWT 스위치 - $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$
[0111]	SWB 스위치 - $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$
[0112]	<u>입력 전압 0.5V 및 펌핑 배율 4배일 때:</u>
[0113]	SWT 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / ON / OFF / OFF / OFF / OFF

- [0114] SWB 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / ON / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF

[0115] 입력 전압 0.6V 및 펌핑 배율 3.5배일 때:

[0116] SWT 스위치 - $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / ON / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF

[0117] SWB 스위치 - $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / ON / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF

[0118] 펌핑 배율은 무관하게 입력 전압 0.7V 이상일 때:

[0119] SWT 스위치 - OFF / OFF

[0120] SWB 스위치 - OFF / OFF

[0121] 도 6은 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부(100)의 저전압 전하 펌프부(110)가 펌핑 배율 5배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이고, 도 7은 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부(100)의 저전압 전하 펌프부(110)가 펌핑 배율 5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이며, 도 8은 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부(100)의 저전압 전하 펌프부(110)가 펌핑 배율 3.5배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이고, 도 9는 도 5에 도시된 듀얼 전하 펌프부(110)의 저전압 전하 펌프부(110)가 펌핑 배율 3.5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.

[0122] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치(1000)를 구성하는 듀얼 전하 펌프부(100)의 저전압 전하 펌프부(110)를 MOS 스위치를 사용하여 구성한 예시도이다.

[0123] 도 10의 도면부호 111은 게이트 전압을 V_{out} 으로부터 받는 5V 로우레벨 기준전압(Low- V_{th}) PMOS 스위치이다. 전하 펌프 최종 출력단의 펌핑된 높은 전압으로부터 브레이크다운(breakdown) 되지 않으면서 일반 5V PMOS 스위치 보다는 기준전압이 작아서 안정적으로 스위치 드라이빙 되어야 하는 경우에 사용할 수 있다.

[0124] 아울러, 저전압 전하 펌프부(110)에는 2V NMOS 스위치, 2V PMOS 스위치, 2V 전송 게이트(Transmission gate) 스위치, 전송 게이트 위드 셀프-게이트 드라이빙(Transmission gate with Self-gate driving) PMOS 스위치 등을 사용할 수 있다.

[0125] 2V NMOS 스위치는 MOS 스위치 소스(source) 부분이 GND에 묶여 있고 2V 전압으로 게이트 드라이빙 가능한 경우에 사용할 수 있다.

[0126] 2V PMOS 스위치는 이전 단에서 펌핑된 전압이 2V 이상인 경우 0전압을 게이트에 걸어서 스위치 온 시킬 수 있는 스위칭 경로에 사용할 수 있다.

[0127] 2V 전송 게이트 스위치는 NMOS 스위치 혹은 PMOS 스위치 하나만 사용했을 시, 동작 조건에 따라서 스위칭이 확실히 온/오프 되지 않는 경우에 사용할 수 있다.

[0128] 전송 게이트 위드 셀프-게이트 드라이빙 PMOS 스위치는 커패시터에 충전된 전하를 이용하여 전압을 펌핑할 때, 펌핑단을 제외한 스위치를 확실히 오프 시켜야 하는 경우에 사용할 수 있다. 즉, 스위치의 소스 혹은 드레인(drain)에 걸리는 각각의 펌핑단 전압과 게이트 전압 사이의 전압 관계에 의해서 2V PMOS 스위치 혹은 2V 전송 게이트 스위치를 사용했을시 확실히 오프 되지 않는 경우에 사용할 수 있다.

[0129] 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 변화에 따라 결정되는 펌핑 배율에 의하여, 도 10의 저전압 전하 펌프부(110)에 포함된 MOS 스위치의 스위치 상태는 아래의 예시와 같다. 스위치 상태와 함께 게이트 라벨에 대응되는 게이트 구동 전압을 기입하였고, UAN1 / UAN2 / UAN3 / UATN1 / UATP1 / UATN2 / UATP2 / UBN1 / UBP1 / UAAN1 / UAAP1 / UAAP2 / UABN1 / UACN1 / UACP1 / UACN2 / UBAP1 / UBBN1 / UBCN1 / UBCP1 / UBCN2 / UBOUTP1 / UCAP1 / UCBN1 / UCCN1 / UCCP1 / UCCN2 / UCOUTP1 / UDAP1 / UDBN1 / UDCN1 / UDCP1 / UDCN2 / UDOUTP1의 순서 및 ZAN1 / ZAN2 / ZAN3 / ZATN1 / ZATP1 / ZATN2 / ZATP2 / ZBN1 / ZBP1 / ZAN1 / ZAAP1 / ZAAP2 / ZABN1 / ZACN1 / ZACP1 / ZACN2 / ZBAP1 / ZBBN1 / ZBCN1 / ZBCP1 / ZBCN2 / ZBOUTP1 / ZCAP1 / ZCBN1 / ZCCN1 / ZCCP1 / ZCCN2 / ZCOUTP1 / ZDAP1 / ZDBN1 / ZDCN1 / ZDCP1 / ZDCN2 / ZDOUTP1의 순서로 기재하였다.

- [0147] 펌핑 배율은 무관하게 입력 전압 0.6V 이하일 때:
- [0148] SWT 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0149] SWB 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0150] 입력 전압 0.7V 및 펌핑 배율 3배일 때:
- [0151] SWT 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$
- [0152] SWB 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / ON / OFF
- [0153] 입력 전압 0.8~0.9V 및 펌핑 배율 2.5배일 때:
- [0154] SWT 스위치 - $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$
- [0155] SWB 스위치 - $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$
- [0156] 입력 전압 1.0~1.3V 및 펌핑 배율 2배일 때:
- [0157] SWT 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0158] SWB 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0159] 입력 전압 1.4~1.9V 및 펌핑 배율 1.5배일 때:
- [0160] SWT 스위치 - $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / OFF / OFF / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0161] SWB 스위치 - $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / OFF / OFF / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0162] 입력 전압 2.0~2.2V 및 펌핑 배율 1배일 때:
- [0163] SWT 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0164] SWB 스위치 - OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / ON / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF / OFF
- [0165] 도 12는 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부(100)의 고전압 전하 펌프부(120)가 펌핑 배율 5배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이고, 도 13은 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부(100)의 고전압 전하 펌프부(120)가 펌핑 배율 5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이며, 도 14는 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부(100)의 고전압 전하 펌프부(120)가 펌핑 배율 3.5배로 동작할 때 $\phi 1$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이고, 도 15는 도 11에 도시된 듀얼 전하 펌프부(110)의 고전압 전하 펌프부(120)가 펌핑 배율 3.5배로 동작할 때 $\phi 2$ 에서의 동작 상태를 나타낸 회로도이다.
- [0166] 도 16는 본 발명의 일 실시예에 따른 듀얼 전하 펌프부(100)의 고전압 전하 펌프부(120)를 MOS 스위치를 사용하여 구성한 예시도이다.
- [0167] 도 16의 도면부호 121은 게이트 전압을 V_{out} 으로부터 받는 셀프-게이트 드라이빙 5V 로우레벨 기준전압(Low- V_{th}) PMOS 스위치이다. 셀프-게이트 드라이빙 PMOS 스위치를 사용해야 하면서 전하 펌프 최종 출력단의 펌핑된 높은 전압으로부터 브레이크다운 되지 않기 위해 일반 5V PMOS 스위치 보다는 기준전압이 작아서 안정적으로 스위치 드라이빙 되어야 하는 경우에 사용할 수 있다.
- [0168] 아울러, 고전압 전하 펌프부(120)에는 2V NMOS 스위치, 2V PMOS 스위치, 2V 전송 게이트 스위치, 셀프-게이트 드라이빙 PMOS 스위치 등을 사용할 수 있다.
- [0169] 2V NMOS 스위치는 MOS 스위치 소스 부분이 GND에 묶여 있고 2V 전압으로 게이트 드라이빙 가능한 경우에 사용할 수 있다.
- [0170] 2V PMOS 스위치는 이전 단에서 펌핑된 전압이 2V 이상인 경우 0전압을 게이트에 걸어서 스위치 온 시킬 수 있는 스위칭 경로에 사용할 수 있다.
- [0171] 2V 전송 게이트 스위치는 NMOS 스위치 혹은 PMOS 스위치 하나만 사용했을 시, 동작 조건에 따라서 스위칭이 확실히 온/오프 되지 않는 경우에 사용할 수 있다.
- [0172] 셀프-게이트 드라이빙 PMOS 스위치는 커패시터에 충전된 전하를 이용하여 전압을 펌핑할 때, 펌핑단을 제외한 스위치를 확실히 오프 시켜야 하는 경우에 사용할 수 있다. 즉, 스위치의 소스 혹은 드레인에 걸리는 각각의 펌

평단 전압과 게이트 전압 사이의 전압 관계에 의해서 2V PMOS 스위치 혹은 2V 전송 게이트 스위치를 사용했을 시 확실히 오프 되지 않는 경우에 사용할 수 있다.

[0173] 듀얼 전하 펌프부(100)의 입력 전압의 변화에 따라 결정되는 펌핑 배율에 의하여, 도 16의 고전압 전하 펌프부 (120)에 포함된 MOS 스위치의 스위치 상태는 아래의 예시와 같다. 스위치 상태와 함께 게이트 라벨에 대응되는 게이트 구동 전압을 기입하였고, UAN1 / UAP1 / UAN2 / UATN1 / UATN2 / UBN1 / UBP1 / UZOUTN1 / UZOUTP1 / UAA1 / UAAP1 / UABN1 / UACN1 / UACP1 / UAOUTN1 / UAOUTP1 / UBAN1 / UBAP1 / UBBN1 / UBCN1 / UBCP1 / UBOUTN1 / UBOUTP1의 순서 및 ZAN1 / ZAP1 / ZAN2 / ZATN1 / ZATN2 / ZBN1 / ZBP1 / ZZOUTN1 / ZZOUTP1 / ZAA1 / ZAAP1 / ZABN1 / ZACN1 / ZACP1 / ZAOUTN1 / ZAOUTP1 / ZBAN1 / ZBAP1 / ZBBN1 / ZBCN1 / ZBCP1 / ZBOUTN1 / ZBOUTP1의 순서로 기재하였다.

[0174] 펌핑 배율은 무관하게 입력 전압 0.6V 이하일 때:

[0175] U 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0176] Z 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0177] 입력 전압 0.7V 및 펌핑 배율 3배일 때:

[0178] U 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / PA10 / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / PA10

[0179] Z 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / PA20 / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / PA20

[0180] 입력 전압 0.8~0.9V 및 펌핑 배율 2.5배일 때:

[0181] U 스위치 - $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / 0 / V_{in} / 0 / 0 / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / 0 / 0 / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / PA10

[0182] Z 스위치 - $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / 0 / V_{in} / 0 / 0 / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / 0 / 0 / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / PA20

[0183] 입력 전압 1.0~1.3V 및 펌핑 배율 2배일 때:

[0184] U 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / PA10 / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0185] Z 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / PA20 / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0186] 입력 전압 1.4~1.9V 및 펌핑 배율 1.5배일 때:

[0187] U 스위치 - $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / 0 / V_{in} / 0 / 0 / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / PA10 / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0188] Z 스위치 - $\phi 2$ / $\phi 2$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / $\phi 2$ / 0 / V_{in} / 0 / 0 / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 1$ / $\phi 2$ / PA20 / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0189] 입력 전압 2.0~2.2V 및 펌핑 배율 1배일 때:

[0190] U 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / 0 / V_{in} / V_{in} / V_{in} / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0191] Z 스위치 - 0 / V_{in} / 0 / 0 / 0 / 0 / V_{in} / V_{in} / V_{in} / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0 / V_{out} / 0 / 0 / 0 / 0 / 0

[0192] 지금까지 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예에 의한 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치는 스타트업 발진 모드와 메인 발진 모드로 동작하는 발진부를 포함하기 때문에 낮은 시작 전압에서도 안정적으로 동작할 수

있고, 저전압 전하 펌프와 고전압 전하 펌프 중 항상 어느 하나만 동작시켜 불필요한 전하 펌핑 동작이 발생하지 않도록 함으로써 높은 효율을 보장한다. 아울러, 펌핑 배율을 $x0.5$ 단위 중 어느 한 배율로 결정하기 때문에 $x1$ 단위로 펌핑 배율을 결정하는 것과 비교할 때에 상대적으로 더 정밀하게 최적 펌핑 배율을 결정할 수 있기 때문에 효율을 극대화할 수 있다.

[0193]

이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0194]

1000: 에너지 하베스팅 부스트-업 전원관리장치

100: 듀얼 전하 펌프부

110: 저전압 전하 펌프부

120: 고전압 전하 펌프부

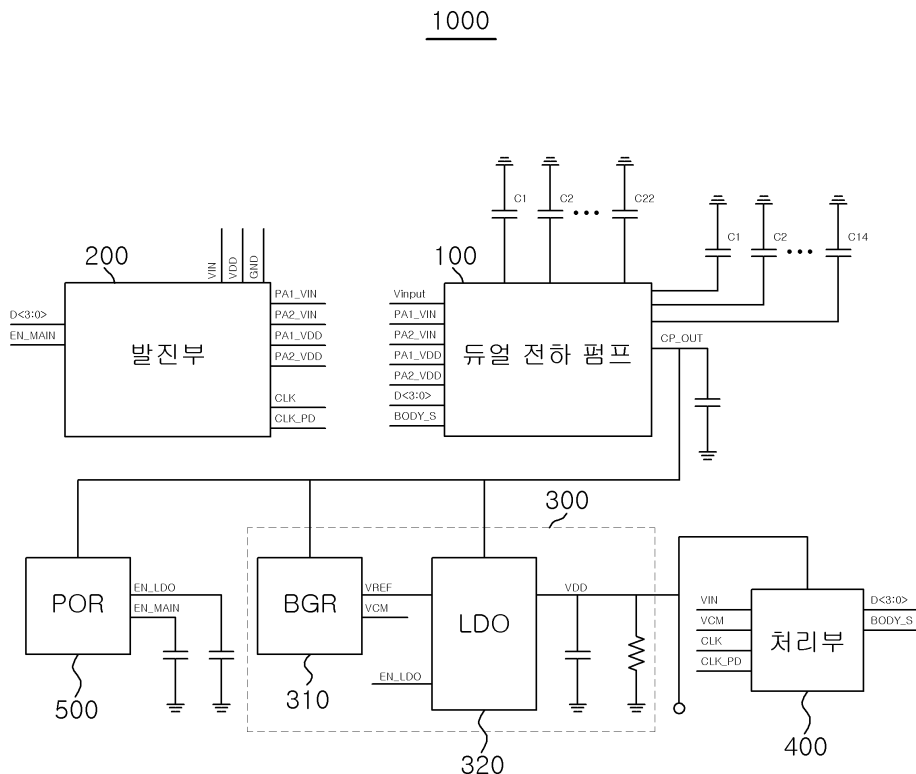
200: 발진부

300: 정전압 출력부

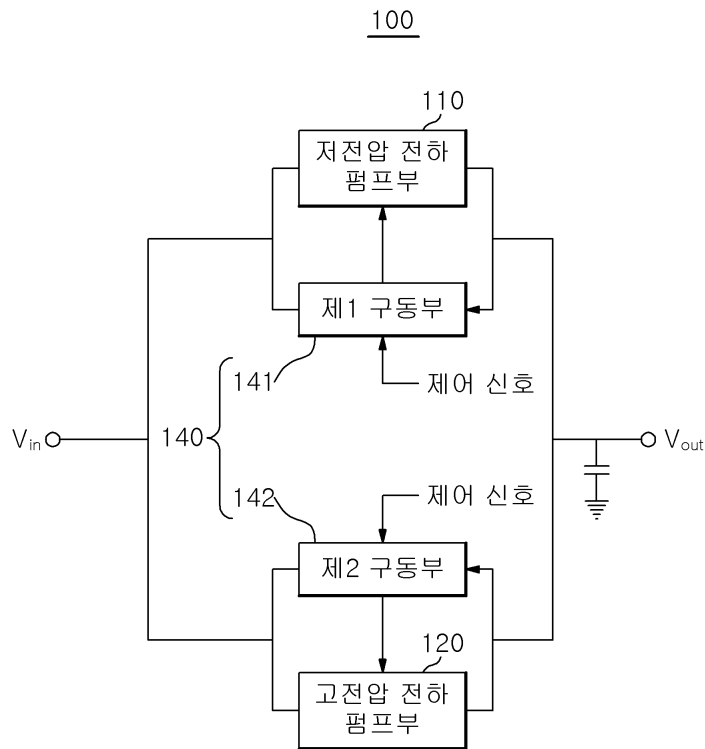
400: 처리부

도면

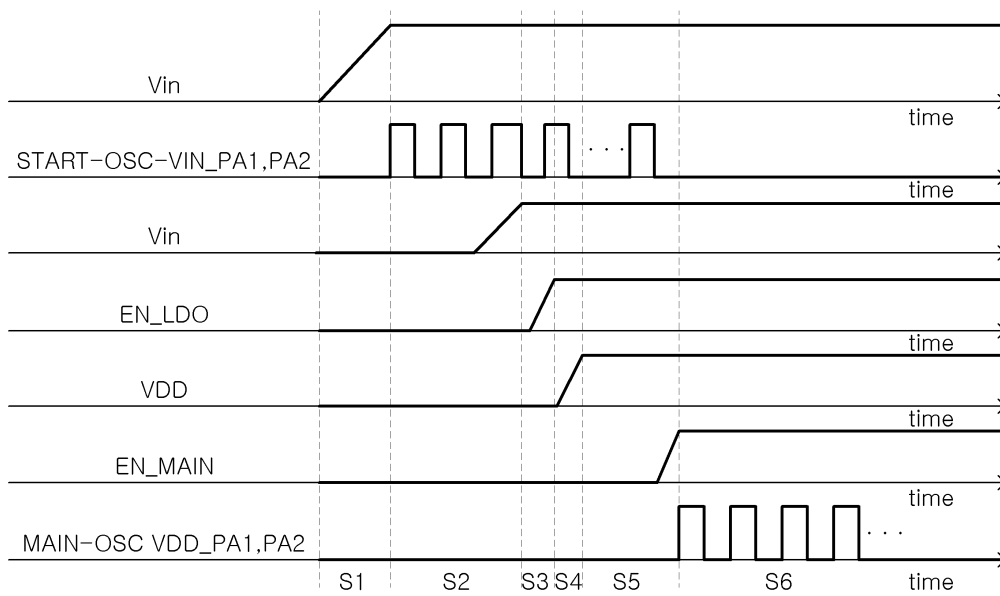
도면1



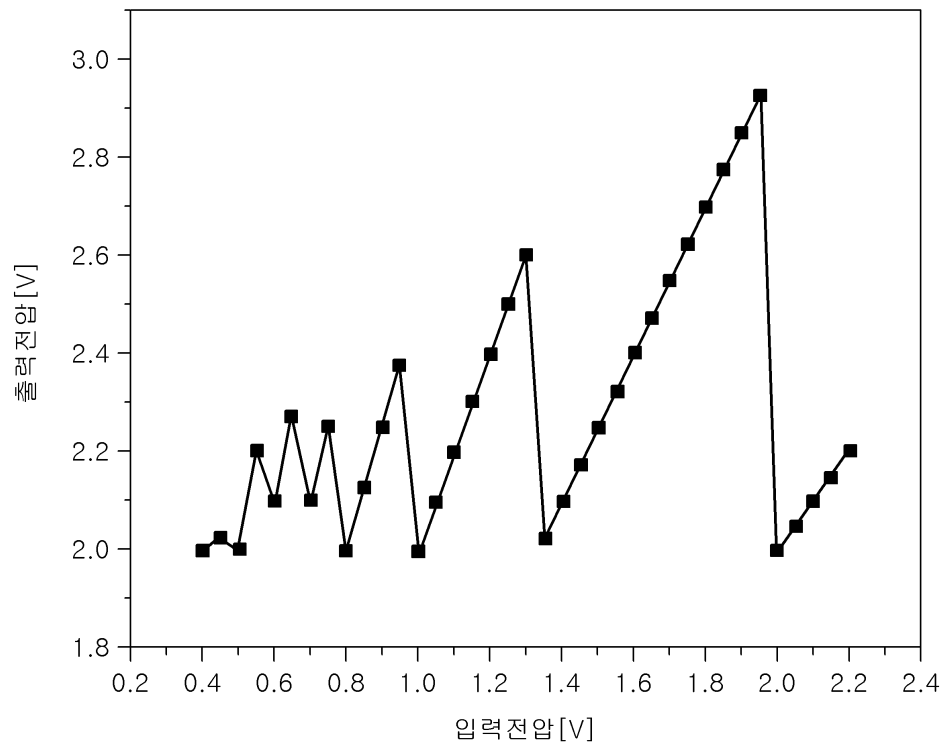
도면2



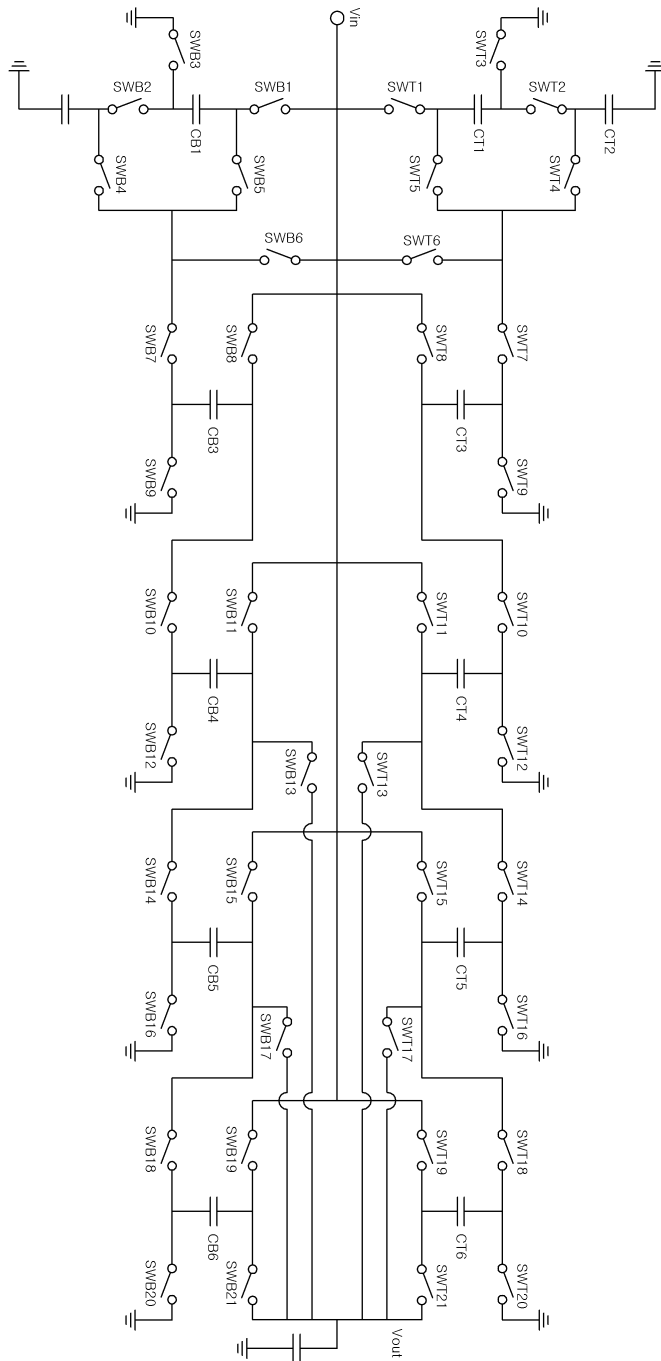
도면3



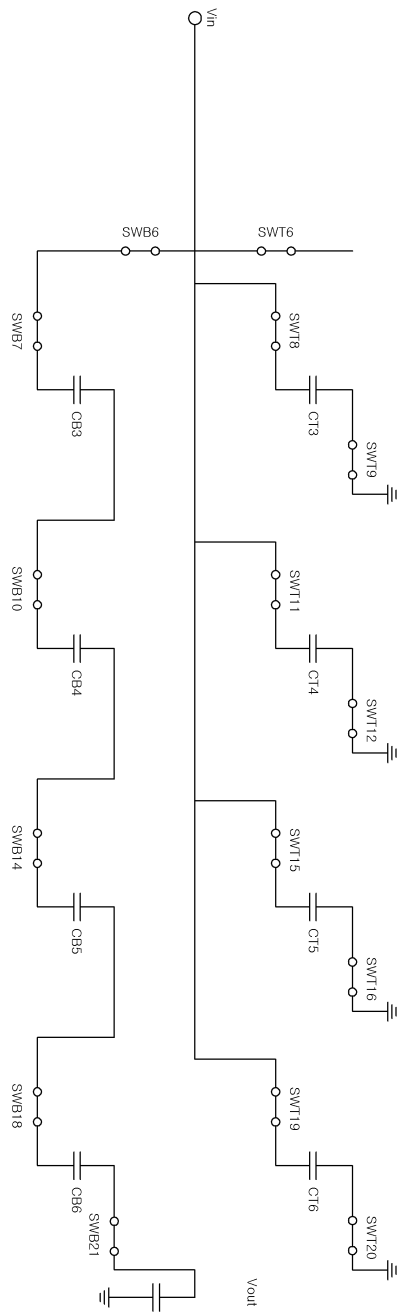
도면4



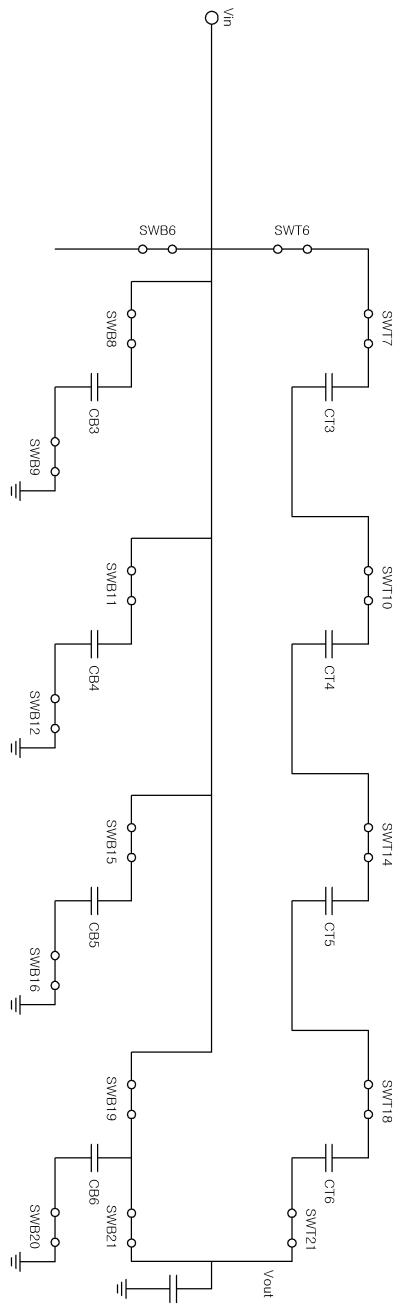
도면5



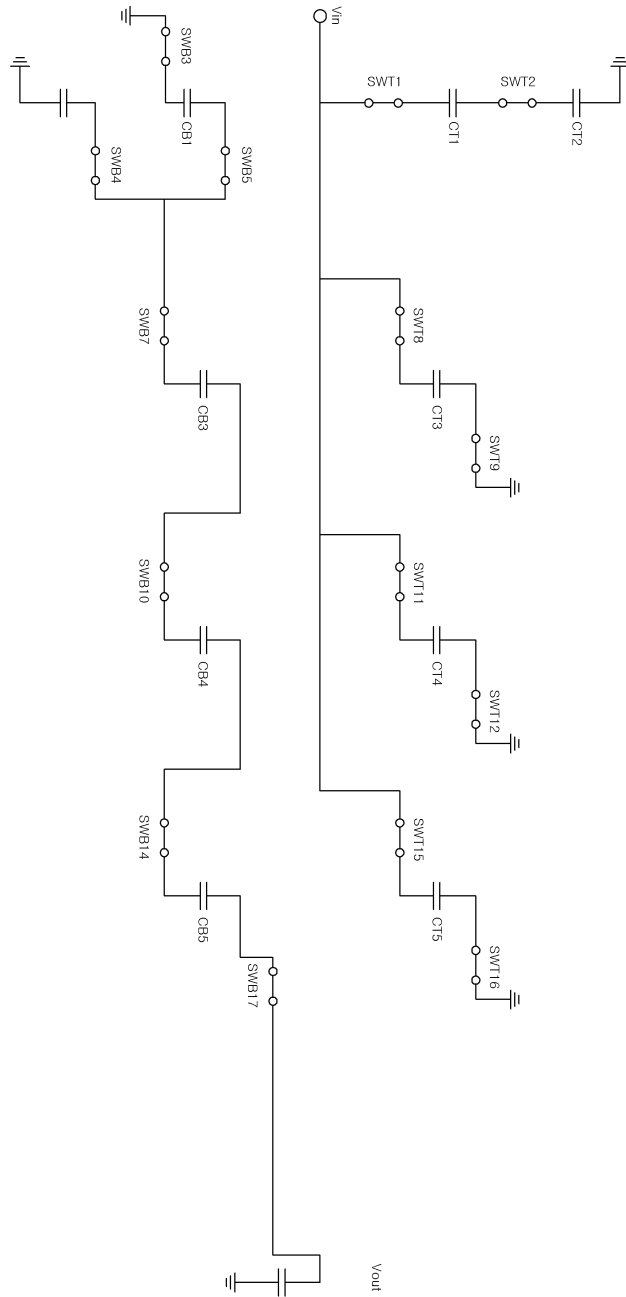
도면6



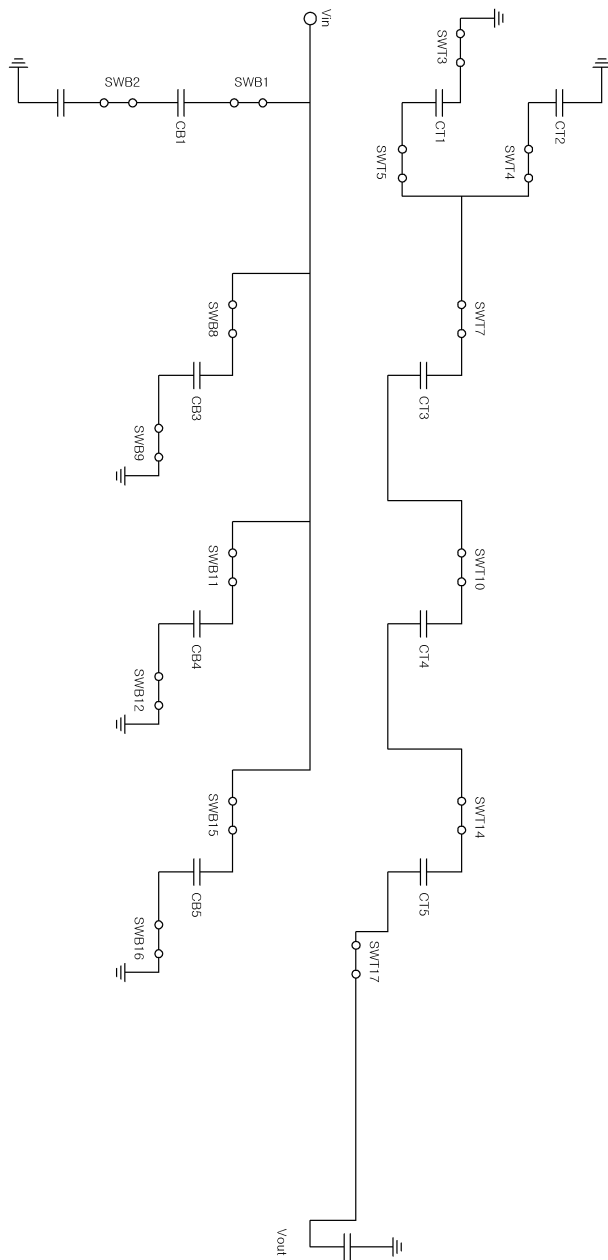
도면7



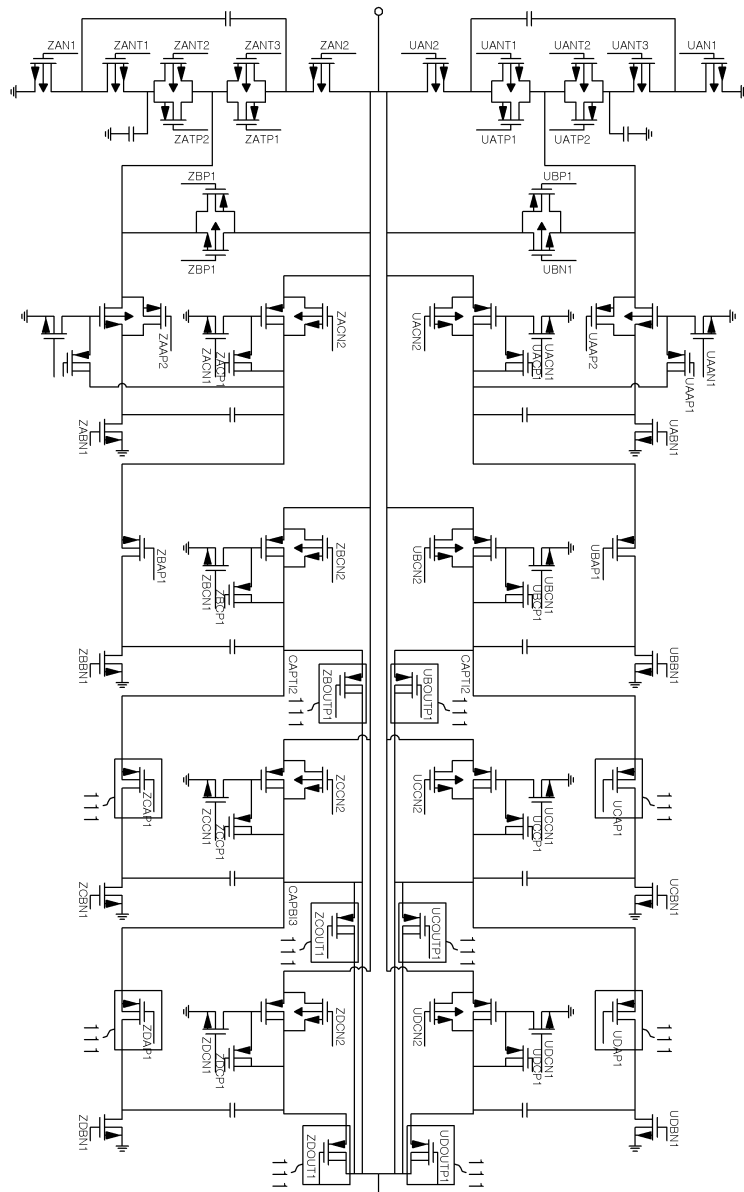
도면8



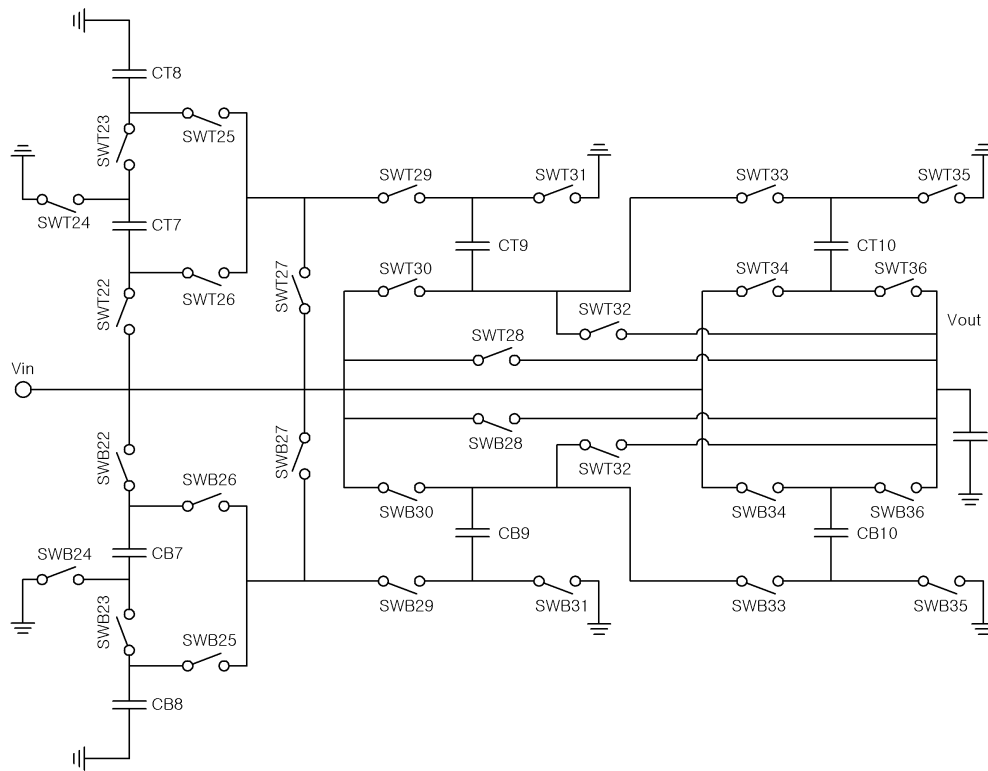
도면9



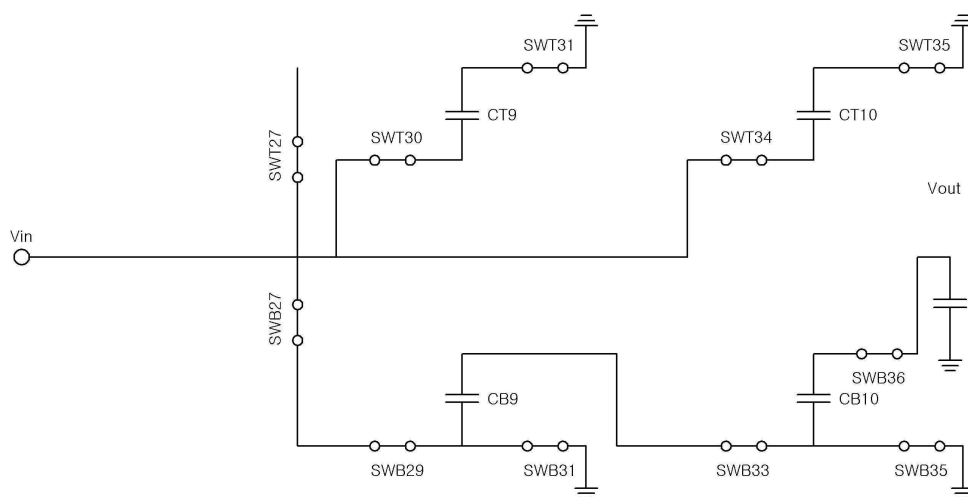
도면10



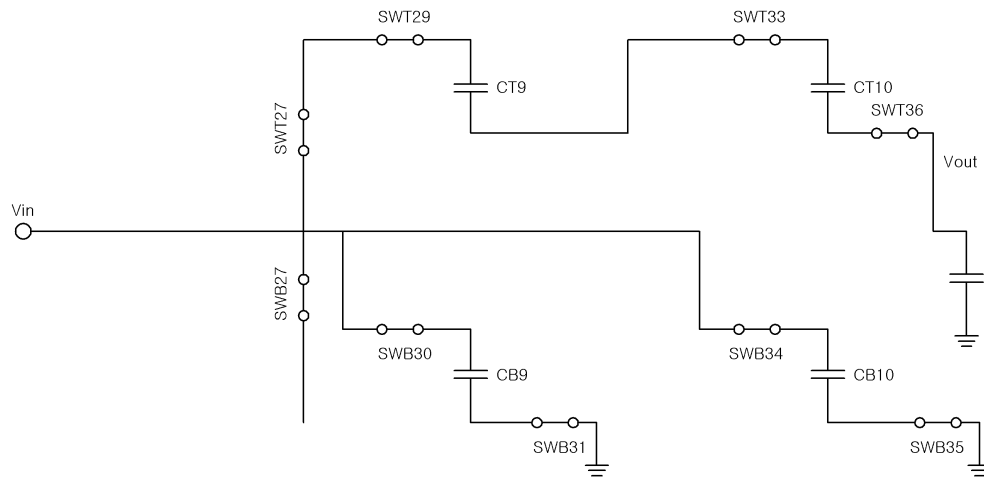
도면11



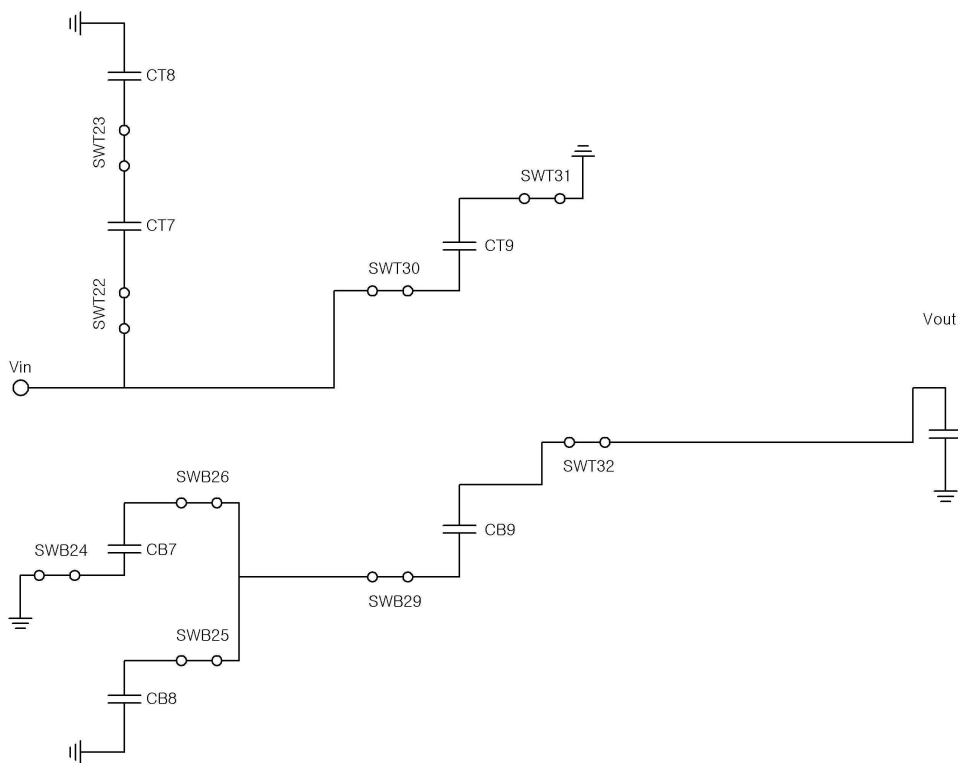
도면12



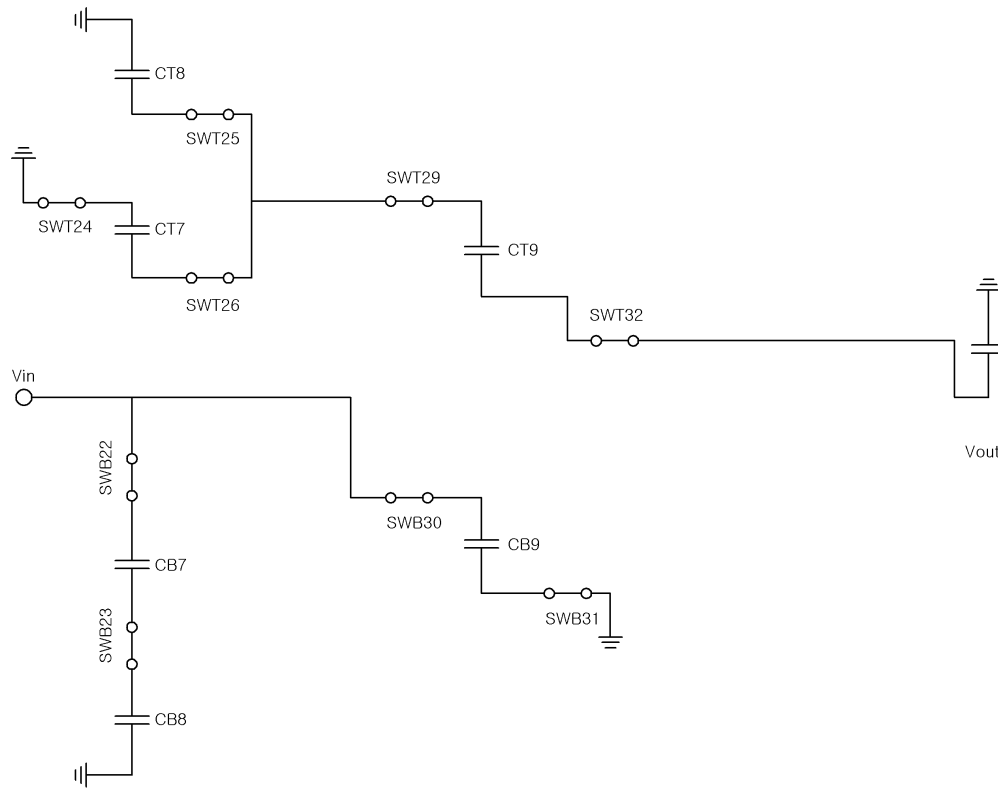
도면13



도면14



도면15



도면 16

