



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0018861
(43) 공개일자 2024년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 3/07 (2006.01) A61N 1/378 (2006.01)
H02M 3/157 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 3/07 (2013.01)
A61N 1/3782 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0096700
(22) 출원일자 2022년08월03일
심사청구일자 2022년08월03일

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

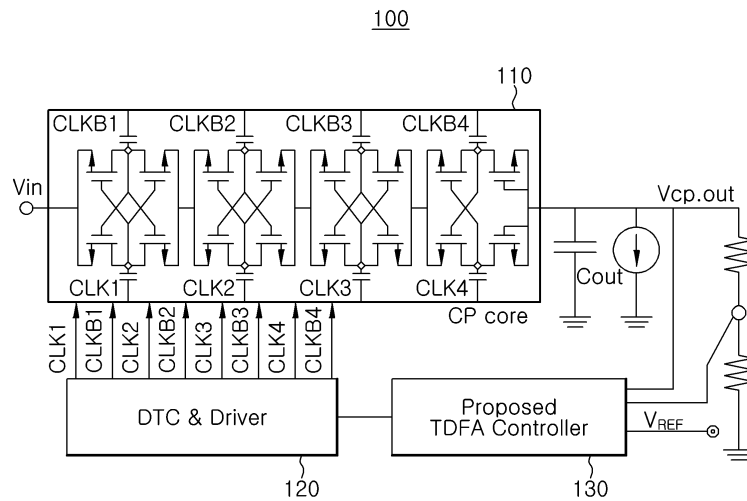
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 하이브리드제어 고전압 생성기 및 자극 발생 장치

(57) 요약

일 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기는, 복수의 전하펌프 토폴로지를 포함하는 전하펌프 코어부와, 상기 복수의 전하펌프 토폴로지를 구동하는 구동부와, PFM 신호 처리 및 PSM 신호 처리를 통해 상기 구동부를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 대해 검출된 값에 따라 스위칭 주파수를 출력하는 PFM 제어기와, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 따른 피드백 전압과 상기 스위칭 주파수에 따라 상기 구동부를 제어하는 제어신호를 출력하는 PSM 제어기를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02M 3/076 (2021.05)

H02M 3/157 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345348792
과제번호	2020R1A6A1A03040570
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	환경감시 자율무인시스템 연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711156578
과제번호	2021M3H2A1038042
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	과학기술혁신인재양성
연구과제명	지능형 사물 에너지 (iEoT) 반도체 시스템 융합 다빈치형 인력양성 센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	중앙대학교
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 전하펌프 토폴로지(topology)를 포함하는 전하펌프 코어부와,

상기 복수의 전하펌프 토폴로지를 구동하는 구동부와,

PFM(pulse frequency modulation) 신호 처리 및 PSM(pulse skipping modulation) 신호 처리를 통해 상기 구동부를 제어하는 제어부를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 대해 검출된 값에 따라 스위칭 주파수를 출력하는 PFM 제어기와,

상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 따른 피드백 전압과 상기 스위칭 주파수에 따라 상기 구동부를 제어하는 제어신호를 출력하는 PSM 제어기를 포함하는

하이브리드제어 고전압 생성기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 PFM 제어기는, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압을 피드포워드 패스(feedforward path)를 통해 검출하는 전류 센서와, 상기 전류 센서에 의한 검출 전류에 따른 발진에 의해 생성된 상기 스위칭 주파수를 출력하는 링 오실레이터(ring oscillator)를 포함하고,

상기 PSM 제어기는, 상기 피드백 전압과 기준 전압을 비교한 결과값을 출력하는 비교기와, 상기 스위칭 주파수를 입력받고 상기 결과값을 인에이블 신호로 제공받아 상기 제어신호를 출력하는 멀티플렉서를 포함하는

하이브리드제어 고전압 생성기.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 PSM 제어기는, 상기 피드백 전압이 일정 전압값 이상이 되면 상기 구동부에 대해 클라킹 동작을 멈추도록 제어하고, 상기 피드백 전압이 상기 일정 전압값 미만이 되면 상기 구동부에 상기 스위칭 주파수를 전달하여 상기 클라킹 동작을 시작하게 제어하는

하이브리드제어 고전압 생성기.

청구항 4

복수의 전하펌프 토폴로지를 포함하는 전하펌프 코어부와,

상기 복수의 전하펌프 토폴로지를 구동하는 구동부와,

PFM 신호 처리 및 PSM 신호 처리를 통해 상기 구동부를 제어하는 제어부와,

상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 의해 자극세기를 유발하는 자극부를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 대해 검출된 값에 따라 스위칭 주파수를 출력하는 PFM 제어기와,

상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 따른 피드백 전압과 상기 스위칭 주파수에 따라 상기 구동부를 제어하는 제어신호를 출력하는 PSM 제어기를 포함하는

자극 발생 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하이브리드제어로 동작하는 고전압 생성기 및 자극 발생 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 헬스케어시대에 신경자극기(neural stimulator) 등의 자극 발생 장치는 신경치료에 효과적인 치료방법으로 부상하고 있으며, 이러한 신경자극기 등과 같은 바이오메디컬 디바이스(bio-medical device)는 편리성을 위해 작은 부피의 에너지원과 에너지 효율적인 동작이 요구되고, 이를 위해 승압(boost-up) 회로가 이용된다.

[0003] 종래 기술로서, 신경자극기 등의 자극 발생 장치에는 고전압 생성을 위한 승압 회로로서 전하펌프가 주로 채택되었다.

[0004] 이로써, 전하펌프 자체효율뿐만 아니라 신경자극기의 효율적인 동작을 위한 연구가 진행되고 있지만 효율 측면에서 만족스럽지 못한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2005-0099927호 (2005.10.17. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 실시예에 따르면, PFM(pulse frequency modulation) 제어와 PSM(pulse skipping modulation) 제어를 혼용하는 하이브리드제어 고전압 생성기 및 자극 발생 장치를 제공한다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재들로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에 의해 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 관점에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기는, 복수의 전하펌프 토폴로지(topology)를 포함하는 전하펌프 코어부와, 상기 복수의 전하펌프 토폴로지를 구동하는 구동부와, PFM 신호 처리 및 PSM 신호 처리를 통해 상기 구동부를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 대해 검출된 값에 따라 스위칭 주파수를 출력하는 PFM 제어기와, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 따른 피드백 전압과 상기 스위칭 주파수에 따라 상기 구동부를 제어하는 제어신호를 출력하는 PSM 제어기를 포함한다.

[0009] 여기서, 상기 PFM 제어기는, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압을 피드포워드 패스 전류 센서(feedforward path current sensor)를 통해 검출하는 전류 센서와, 상기 전류 센서에 의한 검출 전류에 따른 발진에 의해 생성된 상기 스위칭 주파수를 출력하는 링 오실레이터(ring oscillator)를 포함할 수 있고, 상기 PSM 제어기는, 상기 피드백 전압과 기준 전압을 비교한 결과값을 출력하는 비교기와, 상기 스위칭 주파수를 입력받고 상기 결과값을 인에이블 신호로 제공받아 상기 제어신호를 출력하는 멀티플렉서를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 PSM 제어기는, 상기 피드백 전압이 일정 전압값 이상이 되면 상기 구동부에 대해 클라킹 동작을 멈추도록 제어할 수 있고, 상기 피드백 전압이 상기 일정 전압값 미만이 되면 상기 구동부에 상기 스위칭 주파수를 전달하여 상기 클라킹 동작을 시작하게 제어할 수 있다.

[0011] 다른 관점에 따른 자극 발생 장치는, 복수의 전하펌프 토폴로지를 포함하는 전하펌프 코어부와, 상기 복수의 전하펌프 토폴로지를 구동하는 구동부와, PFM 신호 처리 및 PSM 신호 처리를 통해 상기 구동부를 제어하는 제어부와, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 의해 자극세기를 유발하는 자극부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 전하펌프 코어부의 출력 전압에 대해 검출된 값에 따라 스위칭 주파수를 출력하는 PFM 제어기와, 상기 전하펌프

코어부의 출력 전압에 따른 피드백 전압과 상기 스위칭 주파수에 따라 상기 구동부를 제어하는 제어신호를 출력하는 PSM 제어기를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예에 따르면, PFM 제어 방식과 PSM 제어 방식의 이점을 혼용 및 통합한 제어를 통해 다양한 효과를 제공한다. PFM을 위한 전류센서는 피드포워드 패스를 통해 전류를 센싱하여 부가적인 전도손실(conduction loss)의 발생을 피한다. 동작모드에서는 PFM에 의한 고주파수 스위칭과 PSM에 의한 안정적인 출력전압조절을 달성한다. 대기모드에서는 PFM에 의한 저주파수 오실레이터 동작을 통한 내부회로와 주요 전하펌프 코어의 스위칭에 의한 전력손실을 줄이고, 여전히 PSM에 의한 출력전압은 조절된다. 또한, 간단한 교차결합형 구조를 사용하여 불필요한 면적 및 전력소모를 줄이고 회로의 복잡성이 개선된다. 신경 자극기 등에 적합한 효과적인 고전압 생성이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기의 구성도이다.
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 제어부의 구성도이다.
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 PFM 제어기를 구성하는 전류 센서의 회로도이다.
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 PFM 제어기를 구성하는 링 오실레이터의 회로도이다.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 PSM 제어기의 회로도이다.
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 PFM 제어기 내 링 오실레이터의 제어전압에 따른 주파수 튜닝 곡선을 나타낸 그래프이다.
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기의 단헨루프 동작에 따른 입출력 특성을 나타낸 그래프이다.
 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기의 단헨루프 동작에 따른 효율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0015] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0016] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0017] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.

[0018] 또한, 명세서에서 사용되는 '부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA나 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브

루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '부'들로 더 분리될 수 있다.

- [0019] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기의 구성도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 제어부의 구성도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 PFM 제어기를 구성하는 전류 센서의 회로도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 PFM 제어기를 구성하는 링 오실레이터의 회로도이며, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기 내 PSM 제어기의 회로도이다.
- [0021] 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기(100)는 전하펌프 코어부(110), 구동부(120), 제어부(130)를 포함한다.
- [0022] 전하펌프 코어부(110)는 복수의 전하펌프 토폴로지를 통해 승압된 자극세기 등을 유발하기 위한 전압을 출력한다.
- [0023] 구동부(120)는 제어부(130)의 제어 신호에 따라 전하펌프 코어부(110) 내 복수의 전하펌프 토폴로지를 구동한다. 예를 들어, 구동부(120)는 DTC(dead time control) 기능을 포함할 수 있다.
- [0024] 제어부(130)는 PFM 신호 처리 및 PSM 신호 처리를 통해 구동부(120)를 제어한다. 이러한 제어부(130)는 PFM 제어기(131) 및 PSM 제어기(132)를 포함할 수 있다.
- [0025] PFM 제어기(131)는 전하펌프 코어부(110)의 출력 전압에 대해 검출된 값에 따라 스위칭 주파수를 출력한다. 이러한 PFM 제어기(131)는 전류 센서(131a) 및 링 오실레이터(131b)를 포함할 수 있다. 전류 센서(131a)는 전하펌프 코어부(110)의 출력 전압을 피드포워드 패스를 통해 검출하고, 링 오실레이터(131b)는 전류 센서(131a)에 의한 검출 전류에 따른 발진에 의해 생성된 스위칭 주파수를 출력한다.
- [0026] PSM 제어기(132)는 전하펌프 코어부(110)의 출력 전압에 따른 피드백 전압과 PFM 제어기(131)의 스위칭 주파수에 따라 구동부(120)를 제어하는 제어신호를 출력한다. 이러한 PSM 제어기(132)는 비교기(132a) 및 멀티플렉서(132b)를 포함할 수 있다. 비교기(132a)는 전하펌프 코어부(110)의 출력 전압에 따른 피드백 전압과 기준 전압을 비교한 결과값을 출력한다. 멀티플렉서(132b)는 PFM 제어기(131)의 스위칭 주파수를 입력받고 비교기(132a)의 결과값을 인에이블 신호로 제공받아 구동부(120)를 제어하는 제어신호를 출력한다. 이러한 PSM 제어기(132)는 전하펌프 코어부(110)의 출력 전압에 따른 피드백 전압이 일정 전압값 이상이 되면 구동부(120)에 대해 클라킹 동작을 멈추도록 제어하고, 전하펌프 코어부(110)의 출력 전압에 따른 피드백 전압이 일정 전압값 미만이면 구동부(120)에 PFM 제어기(131)의 스위칭 주파수를 전달하여 클라킹 동작을 시작하게 제어할 수 있다.
- [0027] 이처럼, 전하펌프 코어부(110), 구동부(120) 및 제어부(130)를 포함하는 하이브리드제어 고전압 생성기(100)는 신경자극기 등의 자극 발생 장치의 자극세기 유발에 필요한 전압을 제공할 수 있다. 이러한 자극 발생 장치는 전하펌프 코어부(110), 구동부(120), 제어부(130) 및 자극부(도시 생략됨)를 포함하고, 이렇게 자극 발생 장치에 포함되는 자극부는 전하펌프 코어부(110)의 출력 전압에 의해 자극세기를 유발할 수 있다.
- [0028] 도 3을 참조하면, 출력 전류(I_{OUT})를 감지하기 위한 피드포워드 루프는 MPT1-MPT2 및 MPT3-MPT4로 구현된다. 동일한 루프 구조의 전류 센서는 교차결합 전하펌프 구조에 대응되게 대칭구조로 설계될 수 있다. 바이어스 전류(I_B)가 I_{OUT}/N_K 인 경우, 피드포워드 루프는 MPT3 과 MPT4의 VGS를 동일화하여 MPT4의 소스 전압을 출력 전압($V_{cp.out}$)과 동일하게 한다. 즉, 감지 전류(I_{sense1})는 N 의 인수만큼 축소된 출력 전류인 I_{OUT}/N 에 가깝다. 자극 전류에 따라 I_{Load} 가 달라지므로 정확한 전류 센싱을 위해서는 의도된 I_{Load} 의 구간에 적절한 I_B 를 설정해야 한다. 피드포워드 패스로 감지 전류를 생성하기 때문에 전력을 소모하는 피드백 증폭기를 제거하여 전력 소모를 줄일 수 있다. 부하 전류가 변하는 조건에서, MPT3은 I_B 의 정전류로 바이어스되기 때문에 MPT4의 게이트 전압(V_{G_MPT4})은 $V_{cp.out}-V_{GS_MPT3}$ 으로 거의 일정하다. 이 사전 정의된 MPT3 게이트 전압으로 I_{sense1} 은 MPT4을 통해 즉시 흐를 수 있으므로 V_{SENSE} 의 감지 속도는 상당히 빠르다. 또한 미러 단의 커패시터(CF)는 이전 스테이지(stage)의 펌핑(pumping)과 $V_{cp.out}$ 에서 발생하는 스위칭 노이즈의 영향을 줄인다.
- [0029] 도 4를 참조하면, PFM 제어기(131) 내 링 오실레이터(131b)는 전류 센서(131a)의 센싱 전압(V_{sense})에 의해서

주파수가 제어된다. 오실레이터의 코어 부분은 V_{SUB} 에 해당하는 낮은 전압으로부터 고주파수의 코어 클록을 생성하기 때문에 낮은 전력을 소모한다. V_{SUB} 는 상온에서 다이오드 커넥션(diode-connected) BJT의 V_{BE} 값을 조건으로 설계될 수 있다. 생성된 고주파 클록 신호는 최종적으로 레벨 시프터(level shifter)를 거쳐서 V_{DD} 에 해당하는 하이 신호의 클록 신호를 출력한다.

[0030] 도 5를 참조하면, PSM 제어기(132)는 전하펌프 코어부(110)의 출력전압이 일정전압값 이상이 되면, 피드백 전압(V_{FB})이 레퍼런스 전압(V_{REF}) 보다 높아지고 비교기(132a)의 출력전압은 로우가 된다. 여기서 레퍼런스 전압(V_{REF})는 1.2V 이다. 이 때, 멀티플렉서(132b)의 출력전압은 GND 이다. 구동부(120)는 클라킹 동작을 멈추고, 전하펌프 코어부(110)의 스위칭을 잠시 동안 멈춘다. 전하펌프 코어부(110)의 출력전압이 일정전압값 이하로 되면, 피드백 전압(V_{FB}) 이 레퍼런스 전압(V_{REF}) 보다 낮아지고 비교기(132a)의 출력전압은 하이가 된다. 이 때, 링 오실레이터(131b)의 출력신호는 멀티플렉서(132b)를 통해서 전달된다. 구동부(120)는 클라킹 동작을 다시 시작하고, 전하펌프 코어부(110)의 스위칭을 통한 입력단으로부터 출력단으로의 에너지 전달은 다시 진행된다. 단힌루프 동작 동안에 링 오실레이터(131b)와 전하펌프 코어부(110)의 스위칭 주파수는 PFM 제어기(131)에 의해서 결정된다. R-tye DAC는 2-bit로 구성될 수 있고, 각각의 비트 조절에 따라 출력전압을 8.0V, 7.0V, 6.0V, 5.0V 중 하나로 조절할 수 있다.

[0031] 도 6은 도 4의 링 오실레이터(131b)의 제어전압(V_{cont})에 따른 주파수 튜닝 곡선을 보여준다. 전하펌프는 출력전류의 변화범위가 작기 때문에, VCO는 낮은 KVC0 spec을 필요로 한다. 오히려, 높은 KVC0은 과도한 스위칭에 의한 손실을 유발한다. 따라서, 설계된 링 오실레이터(131b)는 $V_{cont}=0.55V$ 일 때, 1.0MHz 동작을 하고, $V_{cont}=0.7V$ 일 때, 6MHz 동작을 한다. 전하펌프의 정상상태(steady-state)에서도 PSM 제어기(132)에 의해서 출력단으로 전달되는 전류 경로가 순간적으로 끊어지기 때문에, V_{cont} 는 유동적으로 조절된다.

[0032] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기의 단힌루프 동작에 따른 입출력 특성을 나타낸 그래프이다. 단힌루프 동작 조건에서, 전하펌프는 V_{ref} 전압을 조절하여 출력전압을 조절할 수 있다. 전하펌프는 각각 출력전류 60uA 부근까지 출력전압 8.0V, 출력전류 110uA 부근까지 출력전압 7.0V 를 잘 유지한다.

[0033] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드제어 고전압 생성기의 단힌루프 동작에 따른 효율을 나타낸 그래프이다. 입력전압 2.0V의 조건에서 단힌루프 동작을 하는 전하펌프의 출력전류에 대해 측정된 변환 효율을 보여준다. 전하펌프는 출력전압 8.0V 조건에서는 출력전류 55uA에서 최대효율 61.7%를 달성한다. 전하펌프는 출력전압 7.0V, 6.0V 조건에서는 각각 출력전류 95uA, 80uA 에서 피크효율 59.3%, 53.9%를 달성한다.

[0034] 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 본 발명의 실시예에 따르면, PFM 제어 방식과 PSM 제어 방식의 이점을 혼용 및 통합한 제어를 통해 다양한 효과를 제공한다. PFM을 위한 전류센서는 피드포워드 패스를 통해 전류를 센싱하여 부가적인 전도손실(conduction loss)의 발생을 피한다. 동작모드에서는 PFM에 의한 고주파수 스위칭과 PSM에 의한 안정적인 출력전압조절을 달성한다. 대기모드에서는 PFM에 의한 저주파수 오실레이터 동작을 통한 내부회로와 주요 전하펌프 코어의 스위칭에 의한 전력손실을 줄이고, 여전히 PSM에 의한 출력전압은 조절된다. 또한, 간단한 교차결합형 구조를 사용하여 불필요한 면적 및 전력소모를 줄이고 회로의 복잡성이 개선된다. 신경 자극기 등에 적합한 효과적인 고전압 생성이 가능하다.

[0035] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 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 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

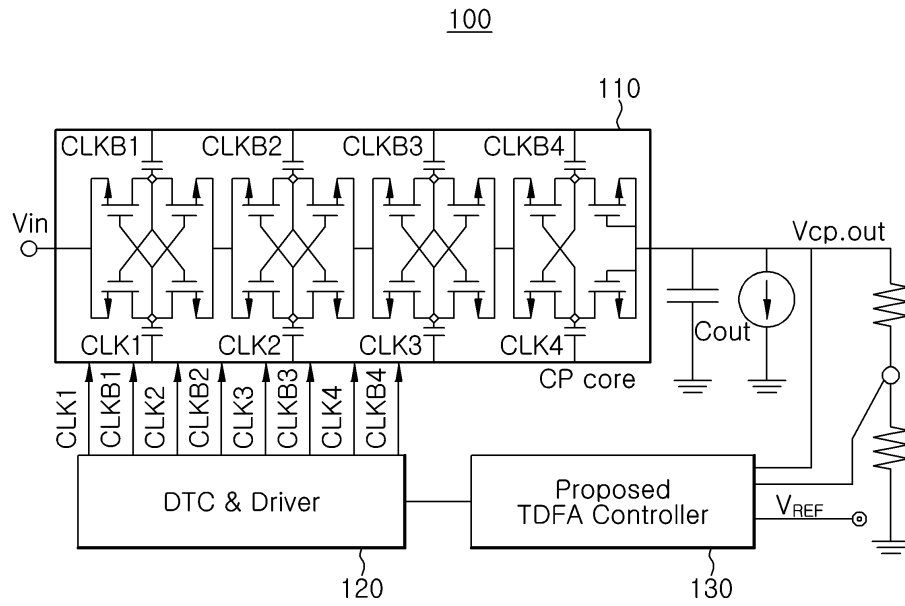
[0036] 100: 고전압 생성기
110: 코어부
120: 구동부
130: 제어부

131: PFM 제어기

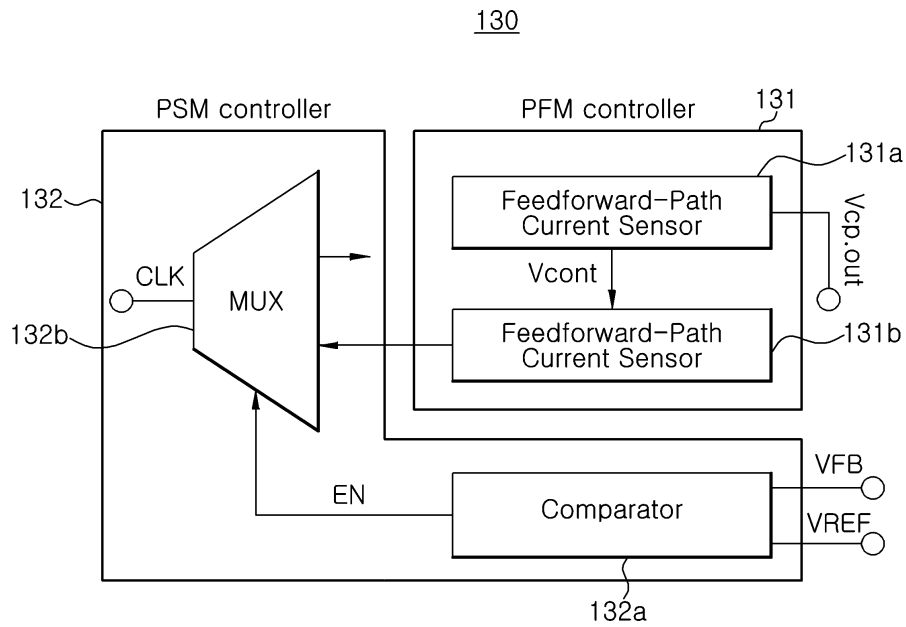
132: PSM 제어기

도면

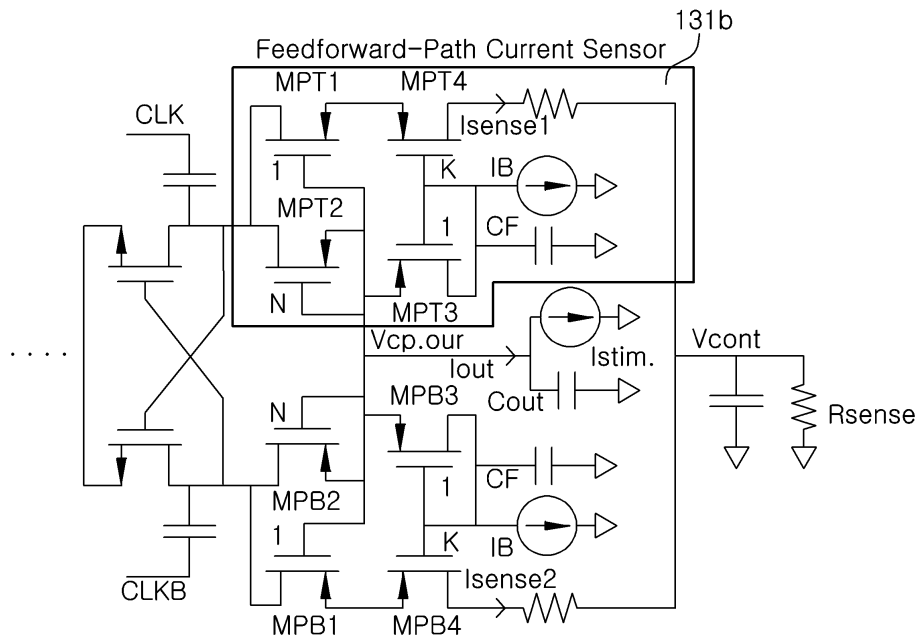
도면1



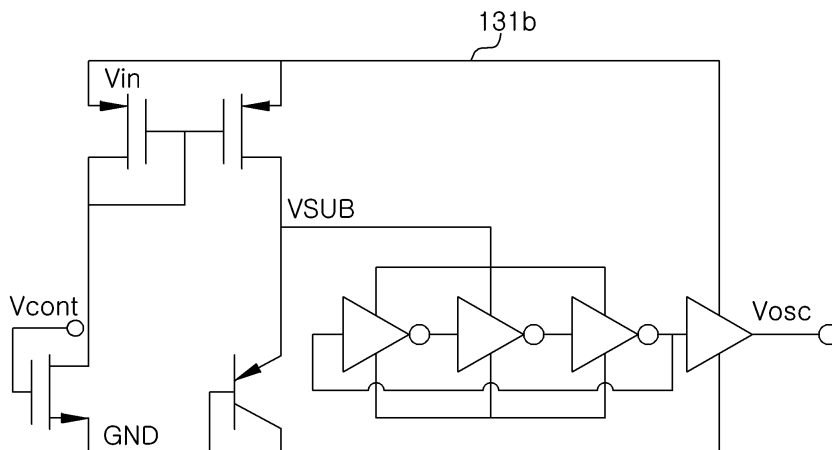
도면2



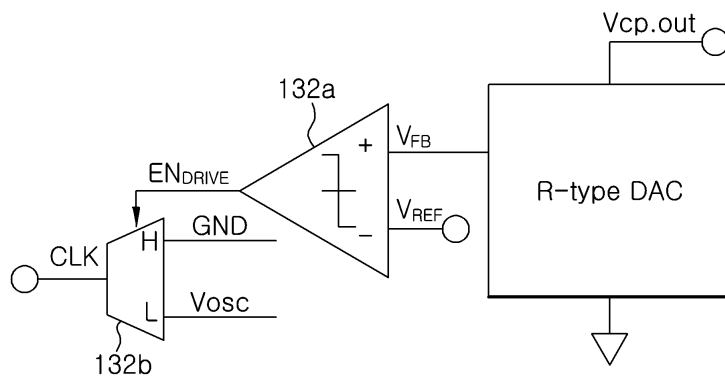
도면3



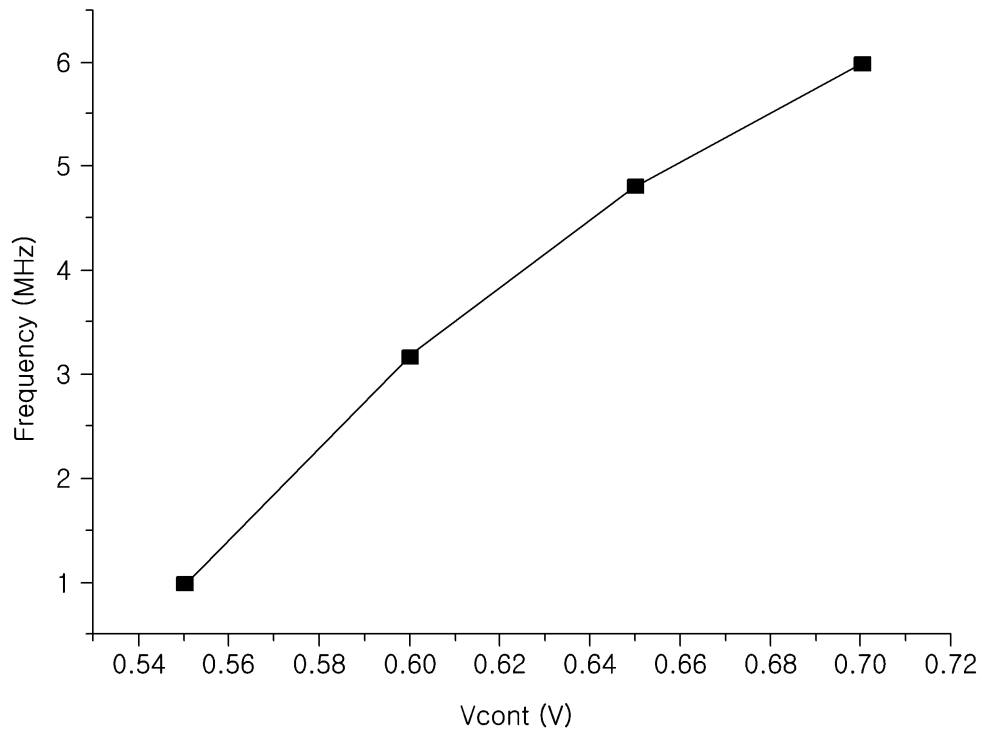
도면4



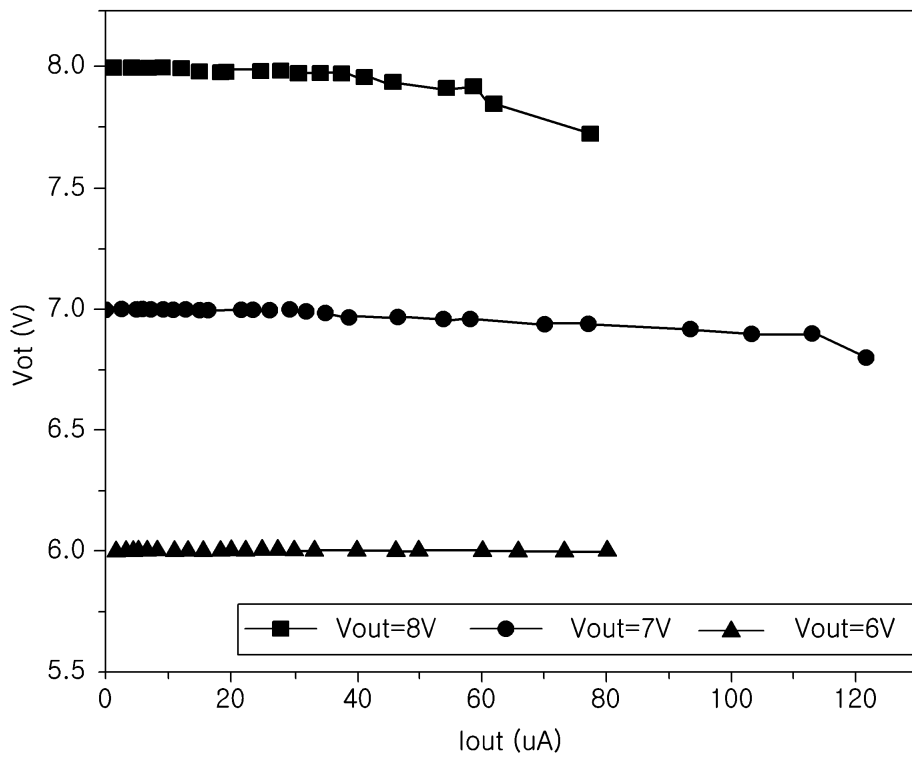
도면5



도면6



도면7



도면8

