



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월28일
(11) 등록번호 10-0825862
(24) 등록일자 2008년04월22일

(51) Int. Cl.

H03B 5/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0096302
(22) 출원일자 2006년09월29일
심사청구일자 2006년09월29일
(65) 공개번호 10-2008-0030341
(43) 공개일자 2008년04월04일
(56) 선행기술조사문헌

US6456167 B1

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자

변상진

대전 유성구 신성동 럭키하나아파트 108-803

김천수

대전 유성구 어은동 한빛아파트 132동 803호

(74) 대리인

신영무

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 조성찬

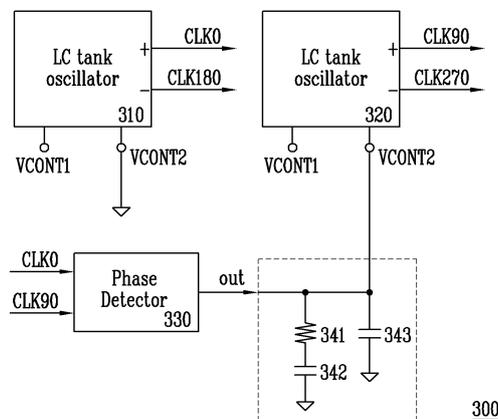
(54) 쿼드러처 전압제어발진기

(57) 요약

본 발명은 오직 하나의 공진모드 특성을 갖는 쿼드러처 전압제어발진기에 관한 것으로, 특히 두개의 LC 공진회로(LC tank)를 상호 커플링시켜 LC 쿼드러처 전압제어발진기를 구성하는 일반적인 구조 대신, 위상 검출기와 루프 필터를 이용하여 각각의 LC 공진회로에서 발생한 두 클럭의 위상차이가 90°가 되도록 하는 구조를 가지는 쿼드러처 전압제어발진기에 관한 것이다.

본 발명의 쿼드러처 전압제어발진기는, 서로 동일한 발진 주파수를 가지는 2개의 공진 회로; 및 상기 2개의 공진 회로의 발진 클럭을 입력받아, 두 발진 클럭의 위상차에 따라 상기 2개의 공진 회로 중 적어도 하나의 발진 위상을 제어하는 위상 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3a



300

(56) 선행기술조사문헌

US6650195 B1

US7075377 B2*

미국특허 제5999024호

미국특허 제6717478호

미국공개특허 2002/0121939호

공개특허 제2001-0110468호

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

특허청구의 범위

청구항 1

서로 동일한 발진 주파수를 가지는 2개의 공진 회로; 및

상기 2개의 공진 회로의 발진 클럭을 입력받아, 두 발진 클럭의 위상차에 따라 상기 2개의 공진 회로 중 적어도 하나의 발진 위상을 제어하는 위상 제어부

를 포함하되,

상기 위상 제어부는,

입력받은 두 발진 클럭의 위상차가 90° 이면 0의 전압을 출력하고,

상기 위상차가 90° 보다 작으면 작은 정도에 대응하는 양(또는 음)의 전압을 출력하고,

상기 위상차가 90° 보다 크면 큰 정도에 대응하는 음(또는 양)의 전압을 출력하는 것을 특징으로 하는 쿼드러처 전압제어발진기.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 위상 제어부에 의하여 발진 위상이 제어되는 공진 회로 중 적어도 하나는, 발진 클럭의 위상을 제어하기 위한 바렉터를 포함하며,

상기 위상 제어부는, 상기 바렉터에 대한 커패시턴스 제어 전압을 결정하는 것을 특징으로 하는 쿼드러처 전압 제어발진기.

청구항 4

서로 동일한 발진 주파수를 가지는 2개의 공진 회로; 및

상기 2개의 공진 회로의 발진 클럭을 입력받아, 두 발진 클럭의 위상차에 따라 상기 2개의 공진 회로 중 하나의 발진 위상을 제어하는 위상 제어부

를 포함하되,

상기 위상 제어부는,

입력받은 두 발진 클럭의 위상차가 90° 이면 0의 전압을 출력하고,

상기 위상차가 90° 보다 작으면 작은 정도에 대응하는 양(또는 음)의 전압을 출력하고,

상기 위상차가 90° 보다 크면 큰 정도에 대응하는 음(또는 양)의 전압을 출력하며,

상기 2개의 공진 회로는,

발진 클럭의 위상을 제어하기 위한 바렉터를 각각 포함하며,

하나의 공진 회로의 바렉터의 커패시턴스 제어 전압 인가단에는 접지전압단이 연결되며,

다른 하나의 공진 회로의 바렉터의 커패시턴스 제어 전압 인가단에는 상기 위상 제어부의 출력단이 연결되는 것을 특징으로 하는 쿼드러처 전압제어발진기.

청구항 5

서로 동일한 발진 주파수를 가지는 2개의 공진 회로; 및

상기 2개의 공진 회로의 발진 클럭을 입력받아, 두 발진 클럭의 위상차에 따라 상기 2개의 공진 회로 중 적어도

하나의 발진 위상을 제어하는 위상 제어부를 포함하되,
 상기 위상 제어부는,
 상기 2개의 발진 클럭의 위상차에 대응하는 전류를 발생시키기 위한 위상 검출기; 및
 상기 위상 검출기의 출력 전류를 전압으로 변환시키기 위한 루프 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 퀴드러처 전압제어발진기.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 위상 검출기는,
 2개의 대칭 전류 경로;
 상기 각 전류 경로를 단속하며, 서로 병렬 연결된 제1 및 제2 모스트랜지스터; 및
 상기 각 전류 경로를 단속하며, 상기 제1 및 제2 모스트랜지스터와 직렬 연결된 제3 모스트랜지스터를 포함하며,
 상기 각 전류 경로의 제1 모스트랜지스터의 게이트에는 상기 어느 한 공진 회로의 발진 클럭이 입력되며,
 상기 각 전류 경로의 제2 모스트랜지스터의 게이트에는 상기 어느 한 공진 회로의 발진 클럭의 반전 클럭이 입력되며,
 상기 어느 한 전류 경로의 제3 모스트랜지스터의 게이트에는 상기 나머지 공진 회로의 발진 클럭이 입력되며,
 상기 나머지 전류 경로의 제3 모스트랜지스터의 게이트에는 상기 나머지 공진 회로의 발진 클럭의 반전 클럭이 입력되는 것을 특징으로 하는 퀴드러처 전압제어발진기.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 2개의 공진 회로는,
 LC 탱크 공진 회로인 것을 특징으로 하는 퀴드러처 전압제어발진기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 오직 하나의 공진모드 특성을 갖는 퀴드러처 전압제어발진기에 관한 것으로, 특히 두개의 공진회로를 상호 커플링시켜 퀴드러처 전압제어발진기를 구성하는 일반적인 구조 대신, 위상 검출기와 루프필터를 이용하여 각각의 공진회로에서 발생한 두 클럭의 위상차이가 90° 가 되도록 하는 구조를 가지는 퀴드러처 전압제어발진기에 관한 것이다.
- <13> 일반적인 종래기술에 따른 퀴드러처 전압제어발진기는 도 1과 같이 두개의 LC 탱크 공진 회로(LC tank, 110, 120)를 서로 꼬아서 구성된다. 이렇게 구성할 경우 퀴드러처 전압제어발진기의 공진 주파수는 두개의 LC 탱크(LC tank) 공진 회로 각각의 공진 주파수와는 조금 다른, 서로간의 커플링 크기(coupling strength)에 비례하여 약간 이동된 주파수로 결정된다. 또한 각 노드들에서의 클럭들은 도 1과 같이 CLK0, CLK90, CLK180, CLK270처럼 각각 90° 의 위상차이를 갖는다.
- <14> 도 2는 상기 두개의 LC 탱크(LC tank) 공진 회로로 구성된 종래기술의 퀴드러처 전압제어발진기를 선형 분석하기 위하여 간략화된 블록도이다. 두 LC 탱크 공진 회로 사이의 위상 차이를 도 2와 같이 θ 로 표현하면, 루프내 위상 합은 $2\theta + \pi$ 와 같으며, 결과적으로 θ 는 하기 수학식 1 내지 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

<15> $2\theta + \pi = 2n\pi$, n 은 정수

수학식 2

<16> $\theta = n\pi - \pi/2$, n 은 정수

수학식 3

<17> $\theta = + \pi/2(+90^\circ)$ 또는 $- \pi/2(-90^\circ)$

<18> 따라서, 일반적으로 두개의 LC 탱크 공진 회로로 구성된 쿼드러처 전압제어발진기는 두개의 동작모드를 갖으며, 발생한 클럭간의 위상차는 각각 $+90^\circ$ 또는 -90° 중에서 하나로 선택될 수 있다. 실제로 프로토타입(prototype) 칩을 제작 및 측정 한 결과, 쿼드러처 전압제어발진기는 두개의 동작모드를 갖고 있으며, 동작 모드는 랜덤(random) 방식으로 결정되는 것을 확인하였다.

<19> 그럼에도 불구하고 상기 종래기술의 쿼드러처 전압제어발진기들은 일반적으로 스타트업 회로(startup circuit)없이 두개의 LC 탱크 공진회로만으로 구현되었다. 따라서, LC 쿼드러처 전압제어발진기에서 발생하는 클럭간의 위상 차이가 $+90^\circ$ 또는 -90° 중 하나로 정확히 선택되어야만 하는 클럭 및 데이터 복원회로 또는 이미지 제거 수신기 회로 등에서 사용될 경우 안정된 동작을 보장할 수 없게 된다.

<20> 또 다른 종래기술에 의한 쿼드러처 전압제어발진기는, 두개의 LC 탱크 공진 회로로 구성된 LC 쿼드러처 전압제어발진기의 두개의 동작모드 중에서 하나를 선택하기 위하여 동일한 두개의 위상 이동회로(phase shifter)를 각 LC 탱크 공진 회로 사이에 끼 넣는 방식의 구조를 가진다. 이러한 구조는 추가된 위상 이동회로(phase shifter)에서 발생하는 위상 오차가 LC 쿼드러처 전압제어발진기에서 발생하는 클럭의 위상 차이에 더해져서 클럭 간의 위상 차이를 정확히 90° 로 유지하기 어렵게 된다. 따라서, 이 방법 역시 LC 쿼드러처 전압제어발진기에서 발생하는 클럭간의 위상 차이가 $+90^\circ$ 또는 -90° 로 정확히 선택되어야 하는 클럭 및 데이터 복원회로 또는 이미지 제거 수신기 회로등에서는 정교한 클럭간 위상 차이를 보장하기 어렵다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<21> 상기 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 본 발명의 목적은, 보다 간단한 방법으로 두 개의 발진 클럭의 위상차를 90° 로 안정적으로 유지시킬 수 있는 쿼드러처 전압제어발진기를 제공하는데 있다.

<22> 이를 위해, 본 발명에서는 두 개의 공진회로를 이용하여 쿼드러처 전압제어발진기를 구현하는데 있어, 두 개의 공진회로를 상호 커플링시켜 쿼드러처 전압제어발진기를 구성하는 일반적인 방법 대신, 별도의 위상 제어부를 이용하여 각각의 LC 공진회로에서 발생한 두 클럭의 위상차이가 90° 가 되도록 유지함으로써, 오직 하나의 공진 모드 특성을 갖는 LC 쿼드러처 전압제어발진기를 제공하고자 한다.

<23> 또한, 본 발명의 다른 목적은 두 개의 발진 클럭의 위상차를 90° 로 안정적으로 유지하면서도 집적화에 용이한 구조를 가지는 쿼드러처 전압제어발진기를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

<24> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 쿼드러처 전압제어발진기는, 서로 동일한 발진 주파수를 가지는 2개의 공진 회로; 및 상기 2개의 공진 회로의 발진 클럭을 입력받아, 두 발진 클럭의 위상차에 따라 상기 2개의 공진 회로 중 적어도 하나의 발진 위상을 제어하는 위상 제어부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<25> 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

<26> (실시예)

<27> 도 3은 본 발명에 의한 LC 쿼드러처 전압제어발진기의 회로도로서, 이에 도시한 바와 같이 두개의 LC 탱크(LC tank) 공진 회로(310, 320), 위상 검출기(phase detector, 330) 및 루프필터(loop filter, 340)로 구성된다. 두개의 LC 탱크 공진 회로(310, 320)는 도 1과 같이 서로 꼬아서 연결되지 않고, 도 3과 같이 위상 검출기(330) 및 루프필터(340)에 의하여 폐루프(closed loop)를 구성하며, 상기 위상 검출기(330) 및 루프필터(340)에 의해

서로 90° 의 위상차이를 갖는 클럭들을 발생시킨다.

- <28> 각 LC 공진회로(LC tank)의 출력에서 발생하는 클럭 신호는 그 위상에 따라 CLK0, CLK90, CLK180, CLK270 와 같이 표현할 수 있다. 위상 검출기(330)는 상기 클럭 신호들(CLK0, CLK90, CLK180, CLK270)를 모두 받아들이거나 또는 그 중 두개의 신호들(CLK0, CLK90)만을 받아들여 클럭 간의 위상차이를 검출한다.
- <29> 상기 위상 검출기(330)는 검출된 위상차이에 해당하는 만큼의 전류를 루프필터(loop filter, 340)에 출력한다. 즉, 클럭 간의 위상차이가 90° 이면 출력전류의 평균값은 0이 되고, 90° 와 다르면 그만큼의 전류로 변환되어 루프필터(340)에 출력한다.
- <30> 상기 루프필터(340)는 위상 검출기(330)의 출력 전류를 받아들여서 전압으로 변환하는 역할을 한다. 따라서, 상기 위상 검출기(330) 및 루프필터(340)로 이루어진 위상 제어부는, 입력받은 두 발진 클럭의 위상차가 90° 이면 0의 전압을 출력하고, 상기 위상차가 90° 보다 작으면 작은 정도에 대응하는 양(또는 음)의 전압을 출력하고, 상기 위상차가 90° 보다 크면 큰 정도에 대응하는 음(또는 양)의 전압을 출력하게 된다.
- <31> 상기 루프필터(340)에 의해 변환된 전압은 LC 쿼드러처 전압제어발진기의 LC 공진회로(320)에 위상 조정 전압(VCONT2)으로 역할한다. 이러한 페루프 동작에 의해 각 LC 공진회로에서 발생된 클럭간의 위상 차이는 명확히 90° 로 유지된다.
- <32> 도 3b에 도시한 바와 같은 각 LC 탱크 공진 회로(310, 320)는 기본적으로 주파수 조정 역할을 하는 주파수 조정 바랙터(VCONT1에 의하여 커패시터 값이 변화됨)외에 위상 조정 역할을 하는 보다 용량이 작은 위상 조정 바랙터(VCONT2에 의하여 커패시터 값이 변화됨)를 포함한다. 즉, 상기 주파수 조정 바랙터의 커패시턴스 제어 전압 인가단에 입력되는 주파수 조정 전압(VCONT1)에 의해 공진 회로(310, 320)의 발진 클럭 주파수가 결정되며, 상기 위상 조정 바랙터의 커패시턴스 제어 전압 인가단에 입력되는 위상 조정 전압(VCONT2)에 의해 상기 발진 클럭의 위상이 결정된다. 여기서, 상기 위상 조정 바랙터의 관점에서는 상기 위상 조정 전압(VCONT2)은 커패시턴스 제어 전압이 된다.
- <33> 도 4는 상기 위상 검출기(phase detector, 330)의 일실시예로서 길버트 셀타입(Gilbert cell type)의 회로로 구현한 경우이다. 상기 위상 검출기는 CLK0 과 CLK90 만을 받아들여 단일(single-ended) 입력단으로 구현할 수 있고, CLK0, CLK180 과 CLK90, CLK270 을 받아들여 차동형(differential) 입력단으로 구현할 수 있다. 도 4는 특히 차동형(differential) 입력단으로 구현하였을 경우에 대해 도시하였다.
- <34> 도시한 차동형 입력단 위상 검출기(330)는, 전류 미러(M1, M2) 및 바이어스 트랜지스터(BT)에 의해 동일한 전류량으로 드라이빙되는 2개의 대칭 전류 경로(P1, P2)로 이루어지는데, 각 전류 경로는, 해당 전류 경로를 단속하며, 서로 병렬 연결된 제1 및 제2 모스트랜지스터(T1, T2, T4, T5); 및 상기 각 전류 경로를 단속하며, 상기 제1 및 제2 모스트랜지스터(T1, T2, T4, T5)와 직렬 연결된 제3 모스트랜지스터(T3, T6)를 구비한다.
- <35> 이때, 도시한 바와 같이, 상기 각 전류 경로의 제1 모스트랜지스터(T1, T4)의 게이트에는 상기 어느 한 공진 회로의 발진 클럭(CLK0)이 입력되며, 상기 각 전류 경로의 제2 모스트랜지스터(T2, T5)의 게이트에는 상기 어느 한 공진 회로의 발진 클럭의 반전 클럭(CLK180)이 입력되는 연결구조를 가진다.
- <36> 또한, 상기 어느 한 전류 경로(P1)의 제3 모스트랜지스터(T3)의 게이트에는 상기 나머지 공진 회로의 발진 클럭 (CLK90)이 입력되며, 상기 나머지 전류 경로(P2)의 제3 모스트랜지스터(T6)의 게이트에는 상기 나머지 공진 회로의 발진 클럭의 반전 클럭(CLK270)이 입력되는 연결구조를 가진다.
- <37> 도 5은 도 4에 도시된 위상 검출기(phase detector, 330)의 입출력 부분의 파형을 도시한 도면이다. 설명과 이해를 쉽게 하기 위한 일례로, 본 도면에서 상기 위상 검출기(330) 의 두 입력(CLK0 과 CLK90)의 위상 차이가 정확히 90° 이다. 이 경우, 출력전류(out) 는 평균적으로 0이 되었음을 알 수 있다.
- <38> 반면, 도 6과 같이 위상 검출기(phase detector, 330)의 두 입력(CLK0 과 CLK90)의 위상 차이가 90° 보다 클 경우, 출력전류(out)는 평균적으로 양의 값(+) 이 된다. 또한 반대로 도 7과 같이 위상 검출기(phase detector, 330)의 두 입력(CLK0 과 CLK90) 의 위상 차이가 90° 보다 작을 경우, 출력전류(out)는 평균적으로 음의 값(-)이 된다.
- <39> 이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러가지 변형이 가능하다.

발명의 효과

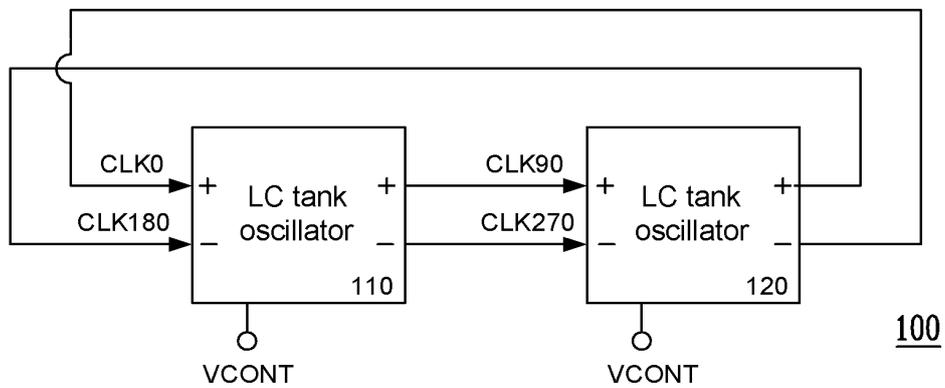
- <40> 상기한 구조를 가지는 본 발명에 의한 쿼드러처 전압제어발진기는, 위상 검출기 및 루프필터를 이용하여 두 클럭간의 위상 차이를 검출하고 그 검출된 값에 따라 공진 회로의 발진 클럭 위상을 조정함으로써, LC 쿼드러처 전압제어발진기에서 발생하는 발진 클럭간의 위상 차이를 명확히 90° 로 유지하게 하는 효과가 있다.
- <41> 또한, 본 발명의 쿼드러처 전압제어발진기는, 상기와 같은 고성능을 유지하면서도 집적화에 용이한 구조를 가지는 장점도 있다.

도면의 간단한 설명

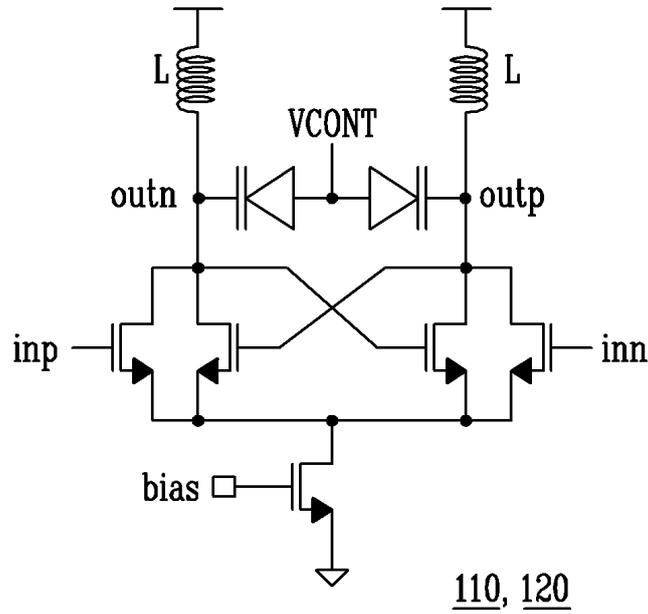
- <1> 도 1a는 종래의 LC 쿼드러처 전압제어발진기를 나타내는 블록도.
- <2> 도 1b는 도 1a의 공진 회로의 일례를 나타내는 회로도.
- <3> 도 2는 종래의 LC 쿼드러처 전압제어발진기의 선형 분석(linear analysis)을 위한 간략화된 블록도.
- <4> 도 3a는 본 발명 일실시예에 따른 위상검출기와 루프필터를 갖춘 LC 쿼드러처 전압제어발진기의 블록도.
- <5> 도 3b는 도 3a의 공진 회로의 일례를 나타내는 회로도.
- <6> 도 4는 도 3a의 위상 검출기의 일례를 나타내는 회로도.
- <7> 도 5, 도 6 및 도 7은 도 4a의 위상 검출기의 입출력 부분의 파형을 보여주는 파형도.
- <8> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명
- <9> 310, 320 : LC 탱크(LC tank) 공진 회로
- <10> 330 : 위상 검출기(phase detector)
- <11> 340 : 루프필터(loop filter)

도면

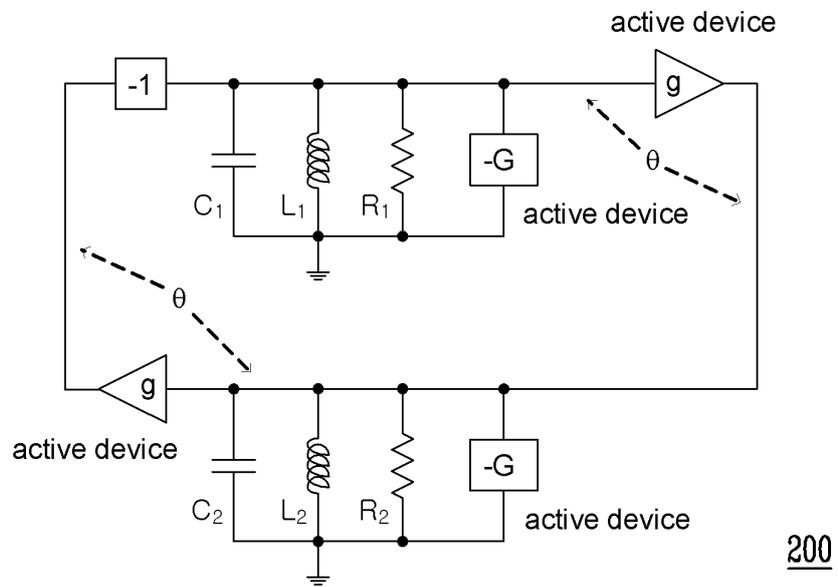
도면1a



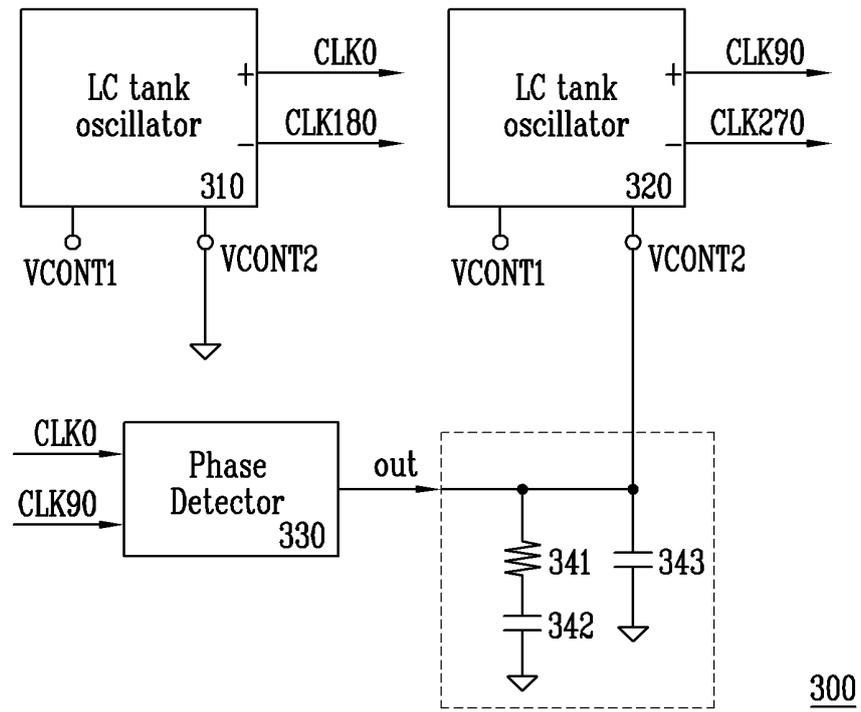
도면1b



도면2

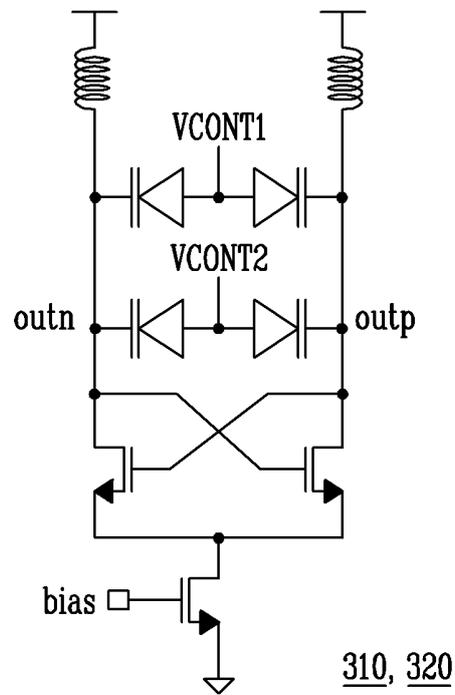


도면3a



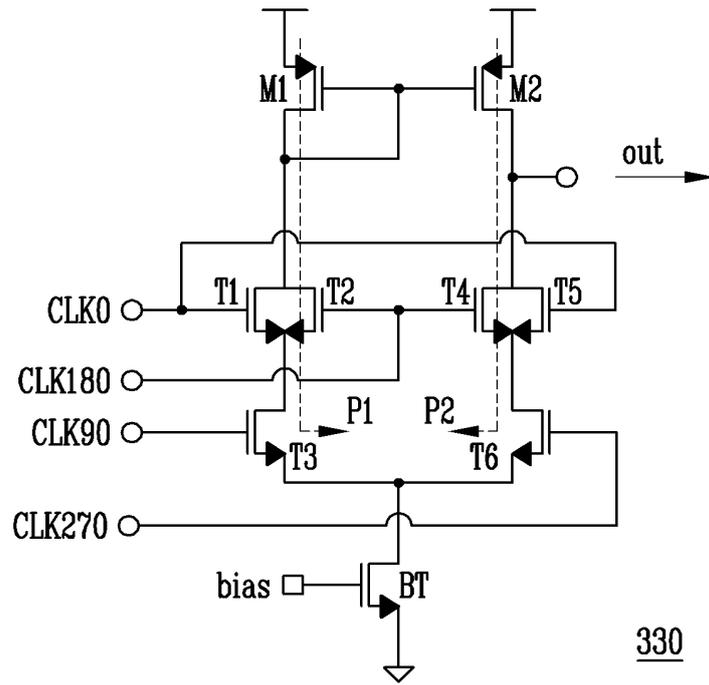
300

도면3b



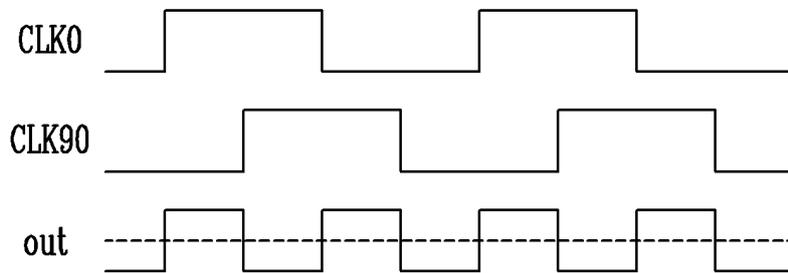
310, 320

도면4

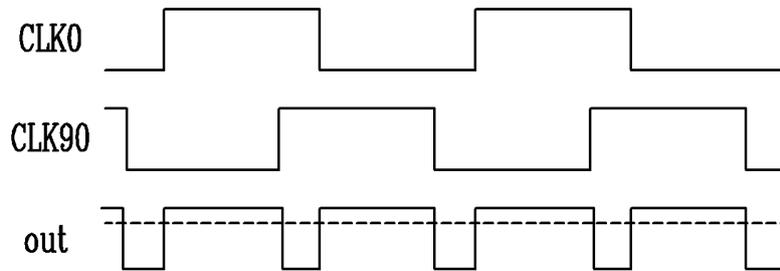


330

도면5



도면6



도면7

