



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월22일  
(11) 등록번호 10-1811279  
(24) 등록일자 2017년12월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H03B 5/12 (2014.01) H03B 5/24 (2006.01)  
H03K 3/354 (2006.01) H03K 5/00 (2014.01)  
H03K 5/145 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H03B 5/12 (2013.01)  
H03B 5/1228 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7028832
- (22) 출원일자(국제) 2014년04월17일  
심사청구일자 2016년10월17일
- (85) 번역문제출일자 2016년10월17일
- (65) 공개번호 10-2016-0133552
- (43) 공개일자 2016년11월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/057873
- (87) 국제공개번호 WO 2015/158387  
국제공개일자 2015년10월22일
- (56) 선행기술조사문헌  
US20090072920 A1\*  
US6690243 B2  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자  
텔레호낙티에블라게트 엘엠 에릭슨(피유비엘)  
스웨덴 스톡홀름 83 에스이-164
- (72) 발명자  
안드레아니, 피에트로  
스웨덴 에스-222 29 룬드 니가탄 20  
파노리, 루카  
이탈리아 아이-27100 파비아 비아 모기 5  
맷슨, 토마스  
스웨덴 에스-216 14 립한 테그너가탄 76
- (74) 대리인  
장수길, 백만기

전체 청구항 수 : 총 14 항

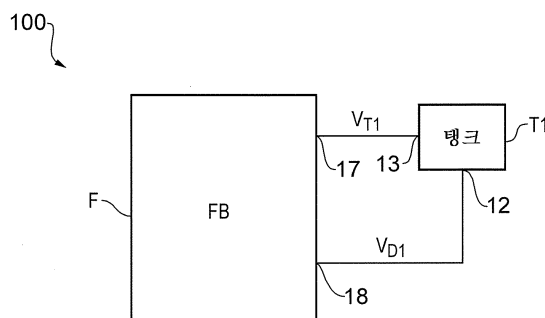
심사관 : 박정근

(54) 발명의 명칭 직렬-공진 오실레이터

(57) 요약

오실레이터 회로(100)는 제1 전압 레일(14)과 제1 구동 노드(12) 사이에 직렬로 커플링되는 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)를 포함하는 제1 탱크 회로(T1)를 포함한다. 피드백 스테이지(F)는 제1 탱크 회로(T1)의 제1 탱크 출력(13)에 그리고 제1 구동 노드(12)에 커플링된다. 피드백 스테이지(F)는, 제1 탱크 출력(13)에 존재하는 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C)에 흐르는 제1 오실레이팅 탱크 전류와 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 제1 구동 노드(12)에서 생성하고, 그에 따라서 오실레이터(100)가 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C)의 직렬 공진 모드에서 발진하게 하도록 배열된다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*H03B 5/24* (2013.01)

*H03K 3/354* (2013.01)

*H03K 5/145* (2013.01)

*H03K 2005/00286* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

오실레이터 회로(100)로서,

전압 레일(14)과 제1 구동 노드(12) 사이에 직렬로 커플링되는 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)를 포함하는 제1 탱크 회로(T1); 및

상기 제1 탱크 회로(T1)의 제1 탱크 출력(13)에 그리고 상기 제1 구동 노드(12)에 커플링되는 피드백 스테이지(F)

를 포함하고,

상기 피드백 스테이지(F)는, 상기 제1 탱크 출력(13)에 존재하는 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 유도성 엘리먼트(L)와 상기 용량성 엘리먼트(C)에 흐르는 오실레이팅 탱크 전류와 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 상기 제1 구동 노드(12)에서 생성하고, 그에 따라서 상기 오실레이터 회로(100)가 상기 유도성 엘리먼트(L) 및 상기 용량성 엘리먼트(C)의 직렬 공진 모드에서 발진하게 하도록 배열되는 오실레이터 회로(100).

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 피드백 스테이지(F)는 실질적으로 직사각 파형을 가지는 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 오실레이터 회로(100).

**청구항 3**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는, 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)를 포함하는 오실레이터 회로(110).

**청구항 4**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상(out-of-phase)인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)를 포함하는 오실레이터 회로(110).

**청구항 5**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2); 및

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(115).

**청구항 6**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2); 및

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)를 포함하는 오실레이터 회로(115).

**청구항 7**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2); 및

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(115).

**청구항 8**

제3항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는 제1 오실레이팅 탱크 전류에 응답하여 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 센서 디바이스(S)를 포함하는 오실레이터 회로(110, 115).

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 센서 디바이스(S)는 상기 전압 레일(14)과 상기 제1 구동 노드(12) 사이에서 상기 유도성 엘리먼트(L) 및 상기 용량성 엘리먼트(C)와 직렬로 커플링되는 변압기(X) 및 저항성 엘리먼트(R) 중 하나를 포함하는 오실레이터 회로(110, 115).

**청구항 10**

제8항에 있어서, 상기 센서 디바이스(S)는 상기 제1 오실레이팅 탱크 전류에 응답하여, 자기 유도에 의해 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하기 위해 상기 유도성 엘리먼트(L)에 자기적으로 커플링되는 오실레이터 회로(110, 115).

**청구항 11**

[청구항 11은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅(phase lagging)을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용시킴으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 위상 시프팅 스테이지(P)를 포함하고, 상기 제1 중간 오실레이팅 전압에 신호 반전을 적용시킴으로써 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)를 더 포함하는 오실레이터 회로(120).

**청구항 12**

[청구항 12은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩(phase leading)을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용시킴으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 위상 시프트 스테이지(P)를 포함하고, 상기 제1 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 그리고 상기 제1 중간 오실레이팅 전압에 동상인 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)를 더 포함하는 오실레이터 회로(130).

**청구항 13**

[청구항 13은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도 만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제1 위상 시프트 회로(P1);

상기 제1 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 상기 제1 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2);

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제2 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제2 위상 시프트 회로(P2); 및

상기 제2 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 상기 제2 중간 오실레이팅 전압과 동상인 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(140).

**청구항 14**

[청구항 14은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제1 위상 시프트 회로(P1);

상기 제1 중간 오실레이팅 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2);

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제2 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제2 위상 시프트 회로(P2); 및

상기 제2 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 상기 제2 중간 오실레이팅 전압과 동상인 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(150).

**청구항 15**

[청구항 15은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2); 및

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(160).

### 청구항 16

[청구항 16은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2); 및

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(170).

### 청구항 17

[청구항 17은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2); 및

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(180).

### 청구항 18

[청구항 18은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전

압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2);

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기(D3);

상기 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로(T3);

상기 제3 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제3 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기(D4);

상기 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로(T4); 및

상기 제4 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제4 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(190).

### 청구항 19

[청구항 19은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2);

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기(D3);

상기 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로(T3);

상기 제3 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제3 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기(D4);

상기 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로(T4); 및

상기 제4 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제4 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(190).

### 청구항 20

[청구항 20은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2);

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기(D3);

상기 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로(T3);

상기 제3 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기(D4);

상기 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로(T4); 및

상기 제4 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(190).

### 청구항 21

[청구항 21은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.]

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 탱크 회로(T1)는, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되고, 상기 피드백 스테이지(F)는:

상기 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기(D2);

상기 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로(T2);

상기 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기(D3);

상기 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로(T3);

상기 제3 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기(D4);

상기 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 상기 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로(T4); 및

상기 제4 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 상기 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기(D1)

를 포함하는 오실레이터 회로(190).

### 청구항 22

제8항에 있어서, 상기 용량성 엘리먼트(C)는 상기 제1 구동 노드(12)와 상기 제1 탱크 출력(13) 사이에 커플링되고, 상기 유도성 엘리먼트(L)는 상기 제1 탱크 출력(13)과 상기 전압 레일(14) 사이에 커플링되는 오실레이터 회로(100).

### 청구항 23

제8항에 있어서, 상기 유도성 엘리먼트(L)는 상기 제1 구동 노드(12)와 상기 제1 탱크 출력(13) 사이에 커플링되고, 상기 용량성 엘리먼트(C)는 상기 제1 탱크 출력(13)과 상기 전압 레일(14) 사이에 커플링되는 오실레이터 회로(100).



**청구항 24**

제1항 또는 제2항에 따른 오실레이터 회로(100)를 포함하는 무선 통신 디바이스(900).

**청구항 25**

오실레이터 회로(100)를 동작시키는 방법으로서,

상기 오실레이터 회로(100)는 제1 전압 레일(14)과 제1 구동 노드(12) 사이에 직렬로 커플링되는 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)를 포함하는 제1 탱크 회로(T1)를 포함하고, 상기 방법은,

제1 탱크 출력(13)에 존재하는 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 상기 제1 구동 노드에서 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하고 - 상기 제1 오실레이팅 구동 전압은 상기 유도성 엘리먼트(L)와 상기 용량성 엘리먼트(C)에 흐르는 제1 오실레이팅 탱크 전류와 동상임 -, 그에 따라서 상기 오실레이터 회로(100)가 상기 유도성 엘리먼트(L) 및 상기 용량성 엘리먼트(C)의 직렬 공진 모드에서 발진하게 하는 단계

를 포함하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 개시내용은 오실레이터 회로, 오실레이터 회로를 동작시키는 방법, 및 오실레이터 회로를 포함하는 무선 통신 디바이스에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 본 기술분야에 알려져 있으며 집적 회로 칩 내에 구현되는 고조파 오실레이터들은, 일반적으로 탱크(tank)로서 알려진, 탱크의 공진 주파수에서 동작하는 인덕터 및 커패시터를 포함한다. 통상적으로, 이러한 오실레이터는 펄스 파형을 탱크 내에 주입하며, 이는 더 높은 전류 고조파들을 필터링하고 그것의 출력에서 정현 전압 파형을 생성한다. 탱크는 병렬로 커플링되는 인덕터 및 커패시터를 포함하며, 병렬 공진 모드에서 동작하는데, 여기서, 병렬 임피던스, 즉 병렬로 커플링되는 인덕터와 커패시터의 임피던스는 높아져, 상대적으로 낮은 바이어스 전류로부터 상대적으로 높은 발진 전압을 생성한다.

[0003] 일부 응용예들에서, 예를 들어, 무선 통신 장치에서, 낮은 전력 소모와 함께 극도로 낮은 위상 잡음을 가지는 오실레이터가 요구된다. 이러한 조합은, 종종 현재 나노미터 상보적 금속 산화물 반도체(CMOS) 프로세스들을 이용하는 경우와 같이, 특히 가용 전력 서플라이 전압  $V_{dd}$ 가 낮은 경우, 달성하기 어렵다. 발진 전압 스윙을 증가시키는 것은 오실레이터의 위상 잡음을 감소시킬 수 있다. 그러나, 종래의 오실레이터들은 이들이 제공할 수 있는 최대 전압 스윙에 의해 제한되며, 이는  $2V_{dd}$  내지  $3V_{dd}$ 의 피크 단일-종단 전압을 범위로 하며, 후자는 소위 클래스-D 오실레이터들에서 가능하다. 인덕터의 인덕턴스를 감소시키는 것 및 커패시터의 커패시턴스를 증가시키는 것은 또한 위상 잡음을 감소시킬 수 있다. 그러나, 요구되는 인덕턴스가 매우 낮은 경우, 예를 들어, 수십 피코헨리인 경우, 이러한 방식은 우세한 역할을 수행하기 시작하는 집적 회로의 기생 인덕턴스들 및 저항들로 인해 관리하기 어려워질 수 있다. 또한, 매우 작은 인덕터들의 품질 인자는 더 큰 인덕터들에 대한 것보다 더 낮아서, 주어진 위상 잡음 레벨에 대해 더 높은 전력 소모를 초래한다.

[0004] 도 1은 병렬 공진 모드를 사용하는 통상적인 클랩 오실레이터(Clapp oscillator)를 예시한다. 도 1을 참조하면, 클랩 오실레이터는 제1 인덕터( $L_A$ ) 및 제1 커패시터( $C_A$ )를 포함하는 제1 탱크( $T_A$ )를 가진다. 제1 인덕터( $L_A$ ) 및 제1 커패시터( $C_A$ )는 제1 트랜지스터( $Q_A$ )의 드레인에 직렬로 커플링된다. 차동 탱크 전압( $V_{OUT}$ )을 제공하기 위해, 클랩 오실레이터는 제2 인덕터( $L_B$ ) 및 제2 커패시터( $C_B$ )를 포함하는 제2 탱크( $T_B$ )를 또한 가진다. 제2 인덕터( $L_B$ ) 및 제2 커패시터( $C_B$ )는 제2 트랜지스터( $Q_B$ )의 드레인에 직렬로 커플링된다. 제1 및 제2 트랜지스터들( $Q_A, Q_B$ )은 일정한 바이어스 전압( $V_{DC}$ )에 의해 바이어싱되는 이들이 게이트들을 가진다. 클랩 트랜지스터는 전류-모드 오실레이터인데, 이는 제1 및 제2 트랜지스터들( $Q_A, Q_B$ )이 트랜스컨덕터들로서 동작하여, 전압-대-전류 전환을 제공하고, 탱크들의 로딩 없이 큰 저류를 이들의 각자의 제1 및 제2 탱크들( $T_A, T_B$ )에 전달함을 의미한다. 따라서, 각각의 트랜스컨덕터는 높은 병렬 임피던스를 가져야 한다. 제1 및 제2 탱크들( $T_A, T_B$ )이 직

렬로 커플링된 인덕터들 및 커패시터들을 갖지만, 클랩 오실레이터는 직렬로 커플링된 인덕터들 및 커패시터들의 직렬 공진 주파수에서 발진하지 않는다. 대신, 클랩 오실레이터는 제1 및 제2 트랜지스터들(Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>)의 드레인과 소스 사이의, 그리고 소스와 접지 사이의 커패시턴스들을 포함하는, 탱크들 내의 모든 리액티브 컴포넌트들에 의해 결정되는 주파수에서 발진한다. 이러한 커패시턴스들은 도 1에 또한 표현된다. 제1 및 제2 트랜지스터들(Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub>)의 소스들에 공급되는 주어진 바이어스 전류에 대해, 발진 진폭은 바이어스 전류 및 등가 병렬 탱크 저항에 비례한다. 따라서, 도 1에 예시되는 제1 및 제2 전류원들(I<sub>A</sub>, I<sub>B</sub>)에 의해 제공되는 바이어스 전류(I<sub>BIAS</sub>)를 가지는 전류-모드 클랩 오실레이터에 대해, 탱크 전압(V<sub>OUT</sub>)의 진폭은 다음과 같이 표현될 수 있다

**수학식 1**

$$V_{OUT} = k \cdot I_{BIAS} \cdot R_{PEQ}$$

[0005]

[0006]

여기서 R<sub>PEQ</sub>는 탱크들 각각의 품질 인자(Q)에 비례하는 탱크들 각각의 등가 병렬 저항이고, k가 비례 인자이다. 클랩 오실레이터에서, 탱크들 각각의 병렬 저항은 드레인과 소스 사이의 그리고 소스와 접지 사이의 용량성 탭을 통한 트랜지스터 소스에서의 피드백에 의해 약화된다.

[0007]

개선된 오실레이터에 대한 요구가 존재한다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

(특허문헌 0001) 미국 특허공보 US6690243

**발명의 내용**

[0008]

제1 양태에 따르면, 오실레이터 회로가 제공되며, 이 오실레이터 회로는,

[0009]

전압 레일과 제1 구동 노드 사이에 직렬로 커플링되는 유도성 엘리먼트와 용량성 엘리먼트를 포함하는 제1 탱크 회로; 및

[0010]

제1 탱크 회로의 제1 탱크 출력에 그리고 제1 구동 노드에 커플링되는 피드백 스테이지

[0011]

를 포함하고, 피드백 스테이지는, 제1 탱크 출력에 존재하는 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 유도성 엘리먼트와 용량성 엘리먼트에 흐르는 오실레이팅 탱크 전류와 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 제1 구동 노드에서 생성하고, 그에 따라서, 오실레이터 회로가 유도성 엘리먼트와 용량성 엘리먼트의 직렬 공진 모드에서 발진하게 하도록 배열된다.

[0012]

제2 양태에 따르면, 오실레이터 회로에서 동작하는 방법이 제공되며, 오실레이터 회로는 전압 레일과 제1 구동 노드 사이에 직렬로 커플링되는 유도성 엘리먼트와 용량성 엘리먼트를 포함하는 제1 탱크 회로를 포함하고, 방법은, 제1 탱크 출력에 존재하는 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 구동 노드에서 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하고 - 제1 오실레이팅 구동 전압은 유도성 엘리먼트와 용량성 엘리먼트에 흐르는 오실레이팅 탱크 전류와 동상인 -, 그에 따라서, 오실레이터가 유도성 엘리먼트와 용량성 엘리먼트의 직렬 공진 모드에서 발진하게 하는 것을 포함한다.

[0013]

따라서, 오실레이터 회로는 전압 구동되며, 직렬 공진 모드에서 발진한다. 이는 단지 낮은 전력 서플라이 전압을 이용하여 높은 발진 진폭을 가능하게 하며, 이는 낮은 위상 잡음을 가능하게 한다.

[0014]

후속하는 실시예들은 오실레이터 회로 및 오실레이터 회로를 동작시키는 방법을 구현하기 위한 상이한 낮은 복잡성의 해법들을 제공한다.

[0015]

피드백 스테이지는 실질적으로 직사각 파형을 가지는 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열될 수 있다. 이러한 특징은 스위칭 디바이스들이 사용될 수 있게 하고, 이에 의해 낮은 전력 소모를 가능하게 한다.

- [0016] 오실레이터 회로의 제1 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 방법의 제1 바람직한 실시예는, 제1 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것, 및 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것을 포함할 수 있다. 제1 바람직한 실시예는 단일-종단형 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0017] 오실레이터 회로의 제1 바람직한 실시예의 변형에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상(out-of-phase)인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는, 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 탱크 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 방법의 제1 바람직한 실시예의 변형은, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것, 및 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 탱크 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것을 포함할 수 있다. 이러한 변형에는 단일-종단형 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0018] 오실레이터 회로의 제2 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0019] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0020] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로; 및
- [0021] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0022] 를 포함할 수 있다.
- [0023] 마찬가지로, 방법의 제2 바람직한 실시예는:
- [0024] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여 제1 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것,
- [0025] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0026] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0027] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0028] 을 포함할 수 있다.
- [0029] 제2 바람직한 실시예는 밸런싱된 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다. 제1 및 제2 탱크 회로들의 사용은 정확한 위상차가 낮은 복잡도의 방식으로 제공될 수 있게 한다.
- [0030] 오실레이터 회로의 제2 바람직한 실시예의 제1 변형예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0031] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0032] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여 제2 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로; 및
- [0033] 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기

- [0034] 를 포함할 수 있다.
- [0035] 마찬가지로, 방법의 제2 바람직한 실시예의 제1 변형예는:
- [0036] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0037] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0038] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압과 동상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0039] 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0040] 을 포함할 수 있다.
- [0041] 이러한 제1 변형예는 밸런싱된 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성되고, 정확한 위상차가 낮은 복잡도로 제공될 수 있게 한다.
- [0042] 오실레이터 회로의 제2 바람직한 실시예의 제2 변형예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0043] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0044] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로; 및
- [0045] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0046] 를 포함할 수 있다.
- [0047] 마찬가지로, 방법의 제2 바람직한 실시예의 제2 변형예는:
- [0048] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0049] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0050] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압과 180도 이상인 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0051] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0052] 을 포함할 수 있다.
- [0053] 이러한 제2 변형예는 밸런싱된 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성되고, 정확한 위상차가 낮은 복잡도로 제공될 수 있게 한다.
- [0054] 오실레이터 회로의 제1 및 제2 바람직한 실시예들, 및 이들의 변형예들에서, 제1 탱크 회로는 제1 오실레이팅 탱크 전류에 응답하여 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 센서 디바이스를 포함할 수 있다. 마찬가지로, 방법의 제1 및 제2 바람직한 실시예들, 및 이들의 변형예들은, 제1 오실레이팅 탱크 전류에 응답하여 제1 오실레이팅 탱크 전압을 센서 디바이스에서 생성하는 것을 포함할 수 있다. 센서 디바이스는 전압 레일과 제1 구동 노드 사이에서 제1 유도성 엘리먼트 및 제1 용량성 엘리먼트와 직렬로 커플링되는 저항성 엘리먼트 및 변압기 중 하나를 포함할 수 있다. 대안적으로, 센서 디바이스는 제1 오실레이팅 탱크 전류에 응답하여 제1 오실레이팅 탱크 전압을 자기 유도에 의해 생성하기 위한 제1 유도성 엘리먼트에 자기적으로 커플링될 수 있다. 이러한 특징들은 피드백이 낮은 복잡도의 방식으로 제공될 수 있게 한다.
- [0055] 오실레이터 회로의 제3 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오

실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는, 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 위상 시프팅 스테이지, 및 제1 중간 오실레이팅 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기를 포함할 수 있다.

- [0056] 마찬가지로, 방법의 제3 바람직한 실시예는:
- [0057] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0058] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하는 것; 및
- [0059] 제1 중간 오실레이팅 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0060] 을 포함할 수 있다.
- [0061] 제3 바람직한 실시예는 직교(quadrature)-관련 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0062] 오실레이터 회로의 제4 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 위상 시프팅 스테이지, 및 제1 중간 오실레이팅 전압에 응답하여 그리고 제1 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기를 포함할 수 있다.
- [0063] 마찬가지로, 방법의 제4 바람직한 실시예는:
- [0064] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0065] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하는 것; 및
- [0066] 제1 중간 오실레이팅 전압에 응답하여 그리고 제1 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0067] 을 포함할 수 있다.
- [0068] 제4 바람직한 실시예는 직교-관련 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0069] 오실레이터 회로의 제5 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0070] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제1 위상 시프트 회로;
- [0071] 제1 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 제1 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0072] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로;
- [0073] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제2 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제2 위상 시프트 회로; 및
- [0074] 제2 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 제2 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0075] 를 포함할 수 있다.
- [0076] 마찬가지로, 방법의 제5 바람직한 실시예는:
- [0077] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;

- [0078] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하는 것;
- [0079] 제1 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 제1 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0080] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0081] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제2 중간 오실레이팅 전압을 생성하는 것; 및
- [0082] 제2 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 제2 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0083] 을 포함할 수 있다.
- [0084] 제5 바람직한 실시예는 밸런싱된 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0085] 오실레이터 회로의 제6 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0086] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제1 위상 시프트 회로;
- [0087] 제1 중간 오실레이팅 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0088] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로;
- [0089] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제2 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제2 위상 시프트 회로; 및
- [0090] 제2 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 제2 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0091] 를 포함할 수 있다.
- [0092] 마찬가지로, 방법의 제6 바람직한 실시예는:
- [0093] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것을 포함할 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0094] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제1 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제1 위상 시프터;
- [0095] 제1 중간 오실레이팅 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0096] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로;
- [0097] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 90도의 위상 래그를 적용함으로써 제2 중간 오실레이팅 전압을 생성하도록 배열되는 제2 위상 시프터; 및
- [0098] 제2 중간 오실레이팅 전압에 응답하여, 제2 중간 오실레이팅 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0099] 를 포함할 수 있다.
- [0100] 제6 바람직한 실시예는 밸런싱된 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0101] 오실레이터 회로의 제7 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될

수 있고, 피드백 스테이지는:

- [0102] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0103] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로; 및
- [0104] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0105] 를 포함할 수 있다.
- [0106] 마찬가지로, 방법의 제7 바람직한 실시예는:
- [0107] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0108] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0109] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0110] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0111] 을 포함할 수 있다.
- [0112] 제7 바람직한 실시예는 밸런싱된 오실레이팅 신호가 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0113] 오실레이터 회로의 제8 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0114] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0115] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로; 및
- [0116] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0117] 를 포함할 수 있다.
- [0118] 마찬가지로, 방법의 제8 바람직한 실시예는:
- [0119] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0120] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0121] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0122] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0123] 을 포함할 수 있다.
- [0124] 제8 바람직한 실시예는 직교-관련 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0125] 오실레이터 회로의 제9 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될

수 있고, 피드백 스테이지는:

- [0126] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0127] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로; 및
- [0128] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0129] 를 포함할 수 있다.
- [0130] 마찬가지로, 방법의 제9 바람직한 실시예는:
- [0131] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0132] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0133] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0134] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0135] 을 포함할 수 있다.
- [0136] 제9 바람직한 실시예는 직교-관련 오실레이팅 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0137] 오실레이터 회로의 제10 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0138] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0139] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로;
- [0140] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기;
- [0141] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로;
- [0142] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기;
- [0143] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로; 및
- [0144] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0145] 를 포함할 수 있다.
- [0146] 마찬가지로, 방법의 제10 바람직한 실시예는:
- [0147] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0148] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하



는 것;

- [0149] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0150] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0151] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0152] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0153] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0154] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0155] 을 포함할 수 있다.
- [0156] 제10 바람직한 실시예는 직교-관련 밸런싱된 오실레이팅 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0157] 오실레이터 회로의 제11 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0158] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0159] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로;
- [0160] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기;
- [0161] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로;
- [0162] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기;
- [0163] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로; 및
- [0164] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0165] 를 포함할 수 있다.
- [0166] 마찬가지로, 방법의 제11 바람직한 실시예는:
- [0167] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0168] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0169] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0170] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하

는 것;

- [0171] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0172] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0173] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0174] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 탱크 전압과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0175] 을 포함할 수 있다.
- [0176] 제11 바람직한 실시예는 직교-관련 밸런싱된 오실레이팅 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0177] 오실레이터 회로의 제10 및 제11 바람직한 실시예에서, 제1 구동기는:
- [0178] 제1 전력 서플라이 레일에 커플링되는 드레인, 제1 구동기의 출력에 커플링되는 소스, 및 제1 커플링 커패시터에 의해 제1 구동기의 입력에 커플링되는 게이트를 가지는 제1 트랜지스터, 및 제1 구동기의 출력에 커플링되는 드레인, 제2 전력 서플라이 레일에 커플링되는 소스, 및 제1 저항기에 의해 제1 전력 서플라이 레일에 커플링되는 게이트를 가지는 제2 트랜지스터
- [0179] 를 포함할 수 있고, 제3 구동기는:
- [0180] 제1 전력 서플라이 레일에 커플링되는 드레인, 제3 구동기의 출력에 커플링되는 소스, 및 제2 커플링 커패시터에 의해 제3 구동기의 입력에 커플링되는 게이트를 가지는 제3 트랜지스터, 및 제3 구동기의 출력에 커플링되는 드레인, 및 제2 저항기에 의해 제1 전력 서플라이 레일에 커플링되는 소스를 가지는 제4 트랜지스터를 포함할 수 있고,
- [0181] 제1 트랜지스터의 게이트는 제4 트랜지스터의 게이트에 커플링되고, 제3 트랜지스터의 게이트는 제2 트랜지스터의 게이트에 커플링되고; 그리고
- [0182] 제1, 제2, 제3 및 제4 트랜지스터들은 n-채널 상보적 금속 산화물 실리콘(CMOS) 트랜지스터들이다.
- [0183] 제3 전력 서플라이 레일에 제1 및 제3 탱크 회로들을 커플링시키기 위한, p-채널 CMOS 트랜지스터들보다는, n-채널 CMOS 트랜지스터들의 사용은, 트랜지스터들이 더 적은 집적 회로 칩 면적 및 더 적은 기생 커패시턴스를 이용하여 구현될 수 있게 한다.
- [0184] 오실레이터 회로의 제12 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0185] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0186] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로;
- [0187] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기;
- [0188] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로;
- [0189] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기;
- [0190] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 래깅을 가지는 제4

오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로; 및

- [0191] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0192] 를 포함할 수 있다.
- [0193] 마찬가지로, 방법의 제12 바람직한 실시예는:
- [0194] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0195] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0196] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0197] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0198] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0199] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0200] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 레깅을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0201] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0202] 을 포함할 수 있다.
- [0203] 제12 바람직한 실시예는 직교-관련 밸런싱된 오실레이팅 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0204] 오실레이터 회로의 제13 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로는, 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열될 수 있고, 피드백 스테이지는:
- [0205] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제2 구동기;
- [0206] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제2 탱크 회로;
- [0207] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제3 구동기;
- [0208] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제3 탱크 회로;
- [0209] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제4 구동기;
- [0210] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 배열되는 제4 탱크 회로; 및
- [0211] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하도록 배열되는 제1 구동기
- [0212] 를 포함할 수 있다.
- [0213] 마찬가지로, 방법의 제13 바람직한 실시예는:
- [0214] 제1 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제1

오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;

- [0215] 제1 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0216] 제2 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0217] 제2 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제3 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0218] 제3 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제3 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것;
- [0219] 제3 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제4 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것;
- [0220] 제4 오실레이팅 구동 전압에 응답하여, 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상의 90도만큼의 위상 리딩을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압을 생성하는 것; 및
- [0221] 제4 오실레이팅 탱크 전압에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압을 생성하는 것
- [0222] 을 포함할 수 있다.
- [0223] 제13 바람직한 실시예에는 직교-관련 밸런싱된 오실레이팅 신호들이 낮은 복잡도의 방식으로 생성될 수 있게 한다.
- [0224] 오실레이터 회로의 제3, 제5, 제6, 제7, 제10 및 제12 바람직한 실시예들에서, 용량성 엘리먼트는 제1 구동 노드와 제1 탱크 출력 사이에 커플링될 수 있고, 유도성 엘리먼트는 제1 탱크 출력과 제1 전압 레일 사이에 커플링될 수 있다.
- [0225] 오실레이터 회로의 제1, 제2, 제4, 제8, 제9, 제11 및 제13 바람직한 실시예들에서, 유도성 엘리먼트는 제1 구동 노드와 제1 탱크 출력 사이에 커플링될 수 있고, 용량성 엘리먼트는 제1 탱크 출력과 제1 전압 레일 사이에 커플링될 수 있다.
- [0226] 제3 내지 제9 바람직한 실시예들은 제1 탱크 출력과 제2 탱크 출력 사이에 커플링되는 가변 커패시턴스 엘리먼트를 포함할 수 있다. 이러한 특징은 발진 주파수가 변경될 수 있게 한다.
- [0227] 제10 및 제11 바람직한 실시예들에서, 제2 구동기는:
- [0228] 제3 전력 서플라이 레일에 커플링되는 드레인, 제2 구동기의 출력에 커플링되는 소스, 및 제3 커플링 커패시터에 의해 제2 구동기의 입력에 커플링되는 게이트를 가지는 제5 트랜지스터; 및
- [0229] 제2 구동기의 출력에 커플링되는 드레인, 제4 전력 서플라이 레일에 커플링되는 소스, 및 제3 저항기에 의해 제3 전력 서플라이 레일에 커플링되는 게이트를 가지는 제6 트랜지스터
- [0230] 를 포함할 수 있고, 제4 구동기는:
- [0231] 제3 전력 서플라이 레일에 커플링되는 드레인, 제4 구동기의 출력에 커플링되는 소스, 및 제4 커플링 커패시터에 의해 제4 구동기의 입력에 커플링되는 게이트를 가지는 제7 트랜지스터; 및
- [0232] 제4 구동기의 출력에 커플링되는 드레인, 제4 전력 서플라이 레일에 커플링되는 소스, 및 제4 저항기에 의해 제3 전력 서플라이 레일에 커플링되는 게이트를 가지는 제8 트랜지스터
- [0233] 를 포함할 수 있고, 제5 트랜지스터의 게이트는 제8 트랜지스터의 게이트에 커플링될 수 있고, 제7 트랜지스터의 게이트는 제6 트랜지스터의 게이트에 커플링될 수 있고; 그리고
- [0234] 제5, 제6, 제7 및 제8 트랜지스터들은 n-채널 CMOS 트랜지스터들일 수 있다.
- [0235] 제3 전력 서플라이 레일에 제2 및 제4 탱크 회로들을 커플링시키기 위한, 그리고 제5 전력 서플라이 레일에 제5 및 제7 트랜지스터들을 커플링시키기 위한, p-채널 CMOS 트랜지스터들보다는, n-채널 CMOS 트랜지스터들의 사용은 트랜지스터들이 더 적은 집적 회로 칩 면적 및 더 적은 기생 커패시턴스를 가지고 구현될 수 있게 한다.
- [0236] 오실레이터 회로의 제2 및 제5 내지 제9 바람직한 실시예들, 및 이들의 변형예들에서, 제1 탱크 회로 및 제2 탱크 회로는 동일한 공진 주파수를 가질 수 있다. 오실레이터 회로들의 제10 내지 제13 바람직한 실시예들에서, 제1, 제2, 제3 및 제4 탱크 회로들은 동일한 공진 주파수를 가질 수 있다. 이러한 특징들은 높은 전력 효율성

을 가능하게 한다.

[0237] 오실레이터 회로의 제2 및 제5 내지 제9 바람직한 실시예들, 및 이들의 변형예들에서, 제1 탱크 회로 및 제2 탱크 회로는 동일한 커패시턴스 및 동일한 인덕턴스를 가질 수 있다. 오실레이터 회로들의 제10 내지 제13 바람직한 실시예들에서, 제1, 제2, 제3 및 제4 탱크 회로들은 동일한 커패시턴스 및 동일한 인덕턴스를 가질 수 있다. 이러한 특징들은 공진 주파수들의 폐쇄 매칭을 가능하게 한다.

[0238] 제1 양태에 따른 오실레이터 회로를 포함하는 무선 통신 디바이스가 또한 제공된다.

[0239] 바람직한 실시예들이 첨부 도면들에 관련하여, 오직 예시에 의해 기술된다.

**도면의 간단한 설명**

[0240] 도 1은 종래 기술의 오실레이터의 개략도이다.

도 2는 전압 구동 직렬 공진을 사용하는 오실레이터의 동작 원리를 예시하는 개략도이다.

도 3은 오실레이터 회로의 개략도이다.

도 4 내지 8은 탱크 회로의 상이한 탱크 구성들을 예시하는 개략도들이다.

도 9 내지 18은 오실레이터 회로들의 개략도들이다.

도 19는 구동기들의 개략도이다.

도 20은 동조를 위한 준비(provision)를 가지는 오실레이터 회로의 개략도이다.

도 21은 도 18과 관련하여 기술되는 오실레이터 회로에 대한 주파수의 함수로서의 위상 잡음의 그래프이다.

도 22는 무선 통신 장치의 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0241] 후속하는 기재에서, 종래의 오실레이터들의 병렬 공진보다는, 인덕터와 커패시터 사이의 직렬 공진을 사용하며, 인덕터와 커패시터에 의해 형성되는 탱크가 전압 구동되는, 오실레이터 토폴로지가 개시된다. 전압 구동형 또는 전압-모드, 직렬 공진을 사용하는 오실레이터 회로의 동작 원리는 도 2에 관련하여 기술된다. 도 2를 참조하면, 인덕터 또는 유도성 엘리먼트(L) 및 커패시터 또는 용량성 엘리먼트(C)가 직렬로 커플링되고, 이에 의해 탱크 회로(T) 또는 공진기를 구성한다. 유도성 엘리먼트(L)는 접지 전위에서의 전압 레일과 접합(1) 사이에 커플링되고, 용량성 엘리먼트(C)는 접합(1)과 구동 노드(2) 사이에 커플링된다. 따라서, 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 (C)은 접합(1)에서 함께 커플링된다. 정현 구동 또는 여기 전압  $V_D = V_{dd} \cdot \sin(\omega t)$  - 여기서,  $V_{dd}$ 는 전력 서플라이 노드(5)에 의해 공급되는 전압이고,  $\omega$ 는 직렬 커플링되는 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)의 초당 라디안 단위의 공진 주파수이고,  $t$ 는 시간임 - 이 전압 발생기(G)에 의해 구동 노드(2)에 인가되는 경우, 탱크 전압  $V_T = Q \cdot V_{dd} \cdot \sin(\omega t - \pi/2)$  - 여기서,  $Q$ 는 직렬 커플링되는 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C)의 품질 인자임 - 이 접합(1)에서 생성된다. 따라서, 탱크 전압( $V_T$ )의 진폭은 구동 전압( $V_D$ )의 진폭의  $Q$  배이고, 구동 전압( $V_D$ )에 대해  $\pi/2$  라디안, 즉,  $90^\circ$  만큼 위상에서 시프트, 즉, 지연된다. 통상적으로, 현재 집적 회로 프로세스들에 대해, 품질 인자( $Q$ )는 10일 수 있고, 따라서, 구동 전압( $V_D$ )이 작을 때 탱크 전압( $V_T$ )은 높을 수 있다. 구동 전압( $V_D$ )이 정현파인 것이 필수적이지는 않으며, 대안적으로, 그것은 정사각 또는 직사각 파형, 또는 유한 상승 및 하강 횡수들을 가지는 거의 정사각 또는 직사각 파형을 가질 수 있다.

[0242] 도 2에 예시되는 전압-모드 직렬 공진 오실레이터에 대해, 탱크 전압( $V_T$ )의 진폭은 다음과 같이 표현될 수 있다

**수학식 2**

[0243] 
$$k \cdot \omega L \cdot V_{dd} / R_{SEQ} = k \cdot Q \cdot V_{BIAS}$$

[0244] 여기서,  $\omega L$ 은 공진 주파수  $\omega$ 에서 유도성 엘리먼트(L)의 임피던스이고,  $V_{dd}$ 는, 전력 서플라이 노드(5)에 의해 결정되는, 직렬 공진을 구동하는 구동 전압( $V_D$ )의 진폭이고,  $R_{SEQ}$ 는 등가 직렬 탱크 저항이고,  $Q$ 는 유도성 엘리먼트

트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)를 포함하는 탱크의 품질 인자이고, k는 비례 인자이다.

[0245] 수학식들(1) 및 (2) 사이의 비교는 전압-모드 직렬 공진 오실레이터와 전류-모드 병렬 공진 오실레이터 사이의 상당한 차이들을 보여준다. 전류-모드 병렬 공진 오실레이터에서, 발진 진폭은 바이어스 전류( $I_{BIAS}$ )에 비례하고, 탱크 품질 인자(Q)가 높은 경우, 즉, 병렬 탱크 저항이 높은 경우, 바이어스 전류( $I_{BIAS}$ )는 낮다. 또한, 전류-모드 병렬 공진 오실레이터의 전력 서플라이 전압은 최대 발진 진폭을 제한한다. 전압-모드 직렬 공진 오실레이터에서, 탱크 품질 인자(Q)가 높은 경우, 즉, 직렬 탱크 저항이 낮은 경우, 전력 서플라이로부터 끌어내진 전류는 높고, 발진 진폭 역시 높으며, 탱크 품질 인자(Q)는 직렬 탱크 저항에 반비례한다. 또한, 전압-모드 직렬 공진 오실레이터에서, 발진의 진폭에 대한 어떠한 직접적인 제한도 전력 서플라이 전압( $V_{dd}$ )의 값에 부과되지 않는데, 이는, 탱크 품질 인자(Q)가 충분히 높은 경우, 매우 낮은 전력 서플라이 전압의 존재시 매우 높은 발진 진폭을 가능하게 한다. 이는, 그러나 전력 서플라이로부터 큰 전류를 가지고, 오실레이터의 매우 낮은 위상 잡음을 가능하게 할 수 있다.

[0246] 도 2를 계속 참조하면, 구동 전압( $V_D$ ) 및 탱크 전압( $V_T$ )는 직교 위상 관계를 가지거나, 또는 더 간결하게 표현하면, 직교한다. 특히, 구동 전압( $V_D$ )의 위상은 탱크 전압( $V_T$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드한다. 다시 말해, 구동 전압( $V_D$ )의 위상은 탱크 전압( $V_T$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그한다. 그러나, 탱크의 대안적인 구성들은, 하기에 기술되는 바와 같이 사용될 수 있으며, 여기서 상이한 위상 관계들이 구동 전압( $V_D$ )과 탱크 전압( $V_T$ ) 사이에 적용된다. 탱크의 직렬 공진을 사용하는 오실레이터 회로의 실제 실시예에서, 오실레이터 회로 그 자체는 구동 전압( $V_D$ )을 제공할 수 있다. 예를 들어, 구동 전압( $V_D$ )은 탱크 전압( $V_T$ )으로부터 생성되거나, 또는 전력 서플라이 전압( $V_{dd}$ )을 스위치 온 및 오프함으로써 생성될 수 있다. 구동 전압( $V_D$ )이 탱크 전압( $V_T$ )으로부터 생성되는 경우, 발진을 지속하기 위한 포지티브 피드백(positive feedback)을 제공하기 위해 탱크 전압( $V_T$ )과 구동 전압( $V_D$ ) 사이의 요구되는 위상 관계를 보장하는 것이 필요하다.

[0247] 도 3을 참조하면, 오실레이터 회로(100)는 제1 탱크 회로(T1) 및 피드백(FB) 스테이지(F)를 포함한다. 제1 탱크 회로(T1)는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )이 제1 탱크 회로(T1)에 인가되는 제1 구동 노드(12), 및 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )이 제1 탱크 회로(T1)로부터 전달되는 제1 탱크 출력(13)을 가진다. 도 3의 제1 탱크 회로(T1)는 하기에 기술되는, 제1 구동 노드(12)와 전압 레일(14) 사이에 직렬로 커플링되는 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)의 몇몇 대안적 탱크 구성들 중 하나를 가질 수 있다. 피드백 스테이지(F)는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 수신하기 위한 제1 탱크 출력(13)에 커플링되는 입력(17), 및 제1 구동 노드(12)에 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 전달하기 위한 제1 구동 노드(12)에 커플링되는 출력(18)을 가진다. 피드백 스테이지(F)는 하기에 기술되는 바와 같은 몇몇 상이한 피드백 구성들 중 하나를 가지며, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 응답하여, 제1 구동 노드(12)와 전압 레일(14) 사이의 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)에 흐르는 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )와 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 생성하고, 그에 따라서, 오실레이터 회로(100)가 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)의 직렬 공진 모드에서 발진하게 하도록 배열된다.

[0248] 제1 탱크 회로(T1)의 탱크 구성들이 도 4 내지 도 8에 관련하여 기술된다. 이러한 탱크 구성들 각각에서, 용량성 엘리먼트(C) 및 유도성 엘리먼트(L)는 제1 구동 노드(12)와 전압 레일(14) 사이에 직렬로 커플링되며, 이는 접지 전위 또는 또다른 전위에 있을 수 있다.

[0249] 도 4를 참조하면, 제1 탱크 회로(T1)의 제1 탱크 구성은 제1 구동 노드(12)와 접합(11) 사이에 커플링되는 용량성 엘리먼트(C), 및 접합(11)과 전압 레일(14) 사이에 커플링되는 유도성 엘리먼트(L)를 가진다. 이러한 제1 탱크 구성은, 따라서, 도 2에 예시된 탱크 회로(T)의 구성에 대응한다. 접합(11)은 제1 탱크 출력(13)에 커플링된다. 이러한 제1 탱크 구성에서, 제1 탱크 출력(13)에 존재하는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )은 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가진다.

[0250] 도 5를 참조하면, 제1 탱크 회로(T1)의 제2 탱크 구성은 제1 구동 노드(12)와 접합(11) 사이에 커플링되는 유도성 엘리먼트(L), 및 접합(11)과 전압 레일(14) 사이에 커플링되는 용량성 엘리먼트(C)를 가진다. 접합(11)은 제1 탱크 출력(13)에 커플링된다. 이러한 제2 탱크 구성은, 따라서, 도 4에 예시된, 그러나 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C)의 위치가 뒤바뀐, 제1 탱크 구성에 대응한다. 이러한 제2 탱크 구성에서, 제1 오실

레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )은 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상을 가진다.

[0251]

도 6을 참조하면, 제1 탱크 회로(T1)의 제3 탱크 구성은 제1 구동 노드(12)와 전압 레일(14) 사이에서 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)와 직렬로 커플링되는 센서 디바이스(S)를 가진다. 특히, 센서 디바이스(S)는 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C) 사이에 커플링되지만, 제3 탱크 구성의 비-예시된 변형예들에서, 센서 디바이스(S)는 대신 제1 구동 노드(12)와 용량성 엘리먼트(C) 사이에, 또는 유도성 엘리먼트(L)와 전압 레일(14) 사이에 커플링될 수 있다. 제3 탱크 구성의 추가적인 비-예시된 변형예들에서, 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C)의 위치는 뒤바뀔 수 있고, 따라서, 센서 디바이스(S)는 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C) 사이에 커플링되며, 용량성 엘리먼트(C)는 전압 레일(14)과 센서 디바이스(S) 사이에 커플링되고 유도성 엘리먼트(L)는 제1 구동 노드(12)와 센서 디바이스(S) 사이에 커플링되거나, 또는 센서 디바이스(S)가 대신 제1 구동 노드(12)와 유도성 엘리먼트(L) 사이에 커플링되거나, 또는 센서 디바이스(S)가 대신 전압 레일(14)과 용량성 엘리먼트(C) 사이에 커플링된다. 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여 흐르고, 센서 디바이스(S)는 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )에 응답하여 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하도록 배열된다. 특히, 도 6에 예시된 제3 탱크 구성에서, 센서 디바이스(S)는 저항성 엘리먼트(R)를 포함하고, 제1 탱크 출력(13)은 저항성 엘리먼트(R)의 상이한 단자들에 커플링되는 단자들의 쌍(13a, 13b)을 포함한다. 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )는 저항성 엘리먼트(R)를 통해 흐르고, 이에 의해, 저항성 엘리먼트(R) 양단에, 따라서, 단자들의 쌍(13a, 13b) 사이에 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 발생시킨다. 저항성 엘리먼트(R)의 단자들 중 하나가 유도성 엘리먼트(L)를 통해 또는 용량성 엘리먼트(C)를 통해서라기보다는, 전압 레일(14)에 직접 커플링되는 제3 탱크 구성의 변형예들에서, 제1 탱크 출력(13)은 대신 저항성 엘리먼트(R)의 다른 단자에만 커플링될 수 있는데, 즉, 전압 레일(14)에 직접 커플링되지 않는다. 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 동상이고, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )은 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )와 동상이고, 따라서 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 동상이다.

[0252]

도 7을 참조하면, 제1 탱크 회로(T1)의 제4 탱크 구성은 제1 구동 노드(12)와 전압 레일(14) 사이에서 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)와 직렬로 커플링되는 센서 디바이스(S)를 가진다. 특히, 센서 디바이스(S)가 유도성 엘리먼트(L)와 용량성 엘리먼트(C) 사이에 커플링되지만, 도 6에 관련하여 전술된 센서 디바이스(S)의 대안적인 위치들이 도 7의 탱크 구성에 예시되는 센서 디바이스(S)에 또한 적용가능하다. 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여 흐르고, 도 7에 예시된 센서 디바이스(S)는 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )에 응답하여 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하도록 배열된다. 특히, 도 7에 예시된 제4 탱크 구성에서, 센서 디바이스(S)는 제1 구동 노드(12)와 전압 레일(14) 사이에서 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)와 직렬로 커플링되는 1차측 권선( $X_p$ ), 제1 탱크 출력(13)의 단자들의 쌍(13a, 13b)에 커플링되는 2차 권선( $X_s$ ), 및 2차측 권선( $X_s$ )과 병렬로 단자들의 쌍(13a, 13b) 사이에 커플링되는 저항성 엘리먼트(R)를 가지는 변압기(X)를 포함한다. 저항성 엘리먼트(R)는, 발진 주파수에서 2차측 권선( $X_s$ )의 임피던스보다 더 작은, 예를 들어, 1/10 또는 그 미만의 저항을 가진다. 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )는 1차측 권선( $X_p$ )을 통해 흐르고, 이에 의해, 2차측 권선( $X_s$ )에 흐르는 오실레이팅 센서 전류를 발생시킨다. 오실레이팅 센서 전류는 2차측 권선( $X_s$ ) 및 저항성 엘리먼트(R)에 흐르고, 따라서, 단자들의 쌍(13a, 13b) 사이에 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 발생시킨다. 선택적으로, 단자들의 쌍(13a, 13b) 중 하나의 단자는 전압 레일(14)에, 또는 또다른 전압 레일에 커플링될 수 있고, 어느 경우든, 제1 탱크 출력(13)은 대신, 단자들의 쌍(13a, 13b)의 단자들 중 단일 단자를 포함할 수 있다. 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 동상이고, 결과적으로, 오실레이팅 센서 전류가 2차측 권선( $X_s$ )에 흐르고, 저항성 엘리먼트(R)는 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ ) 및 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 동상이다. 저항성 엘리먼트(R)에서의 오실레이팅 센서 전류의 흐름은 오실레이팅 센서 전류와 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 발생시킨다. 따라서, 제1 탱크 출력(13)에서의 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )은 오실레이팅 탱크 전류( $I_T$ )와 동상이고, 따라서, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 동상이다. 도 7에 관련하여 기술된 제4 탱크 구성의 변형예에서, 저항성 엘리먼트(R)는, 2차측 권선( $X_s$ )이 제1 탱크 출력(13)의 단자들의 쌍(13a, 13b)에 직접 커플링되는 것 대신, 2차측 권선( $X_s$ )의 각자의 단자들에 커플링되는 입력들, 및 제1 탱크 출력(13)의 단자들의 쌍(13a, 13b), 또는 제1 탱크 출력(13)에 커플링되는 트랜스-레지스턴스

증폭기의 출력을 가지는 트랜스-레지스턴스 증폭기에 의해 대체될 수 있다.

[0253] 도 8을 참조하면, 제1 탱크 회로(T1)의 제5 탱크 구성은 도 4에 예시된 바와 같이 배열되는 유도성 엘리먼트(L) 및 용량성 엘리먼트(C)를 포함하거나, 또는 대안적으로 이들은 도 5에 예시된 바와 같이 구현될 수 있다. 도 8의 제1 탱크 회로(T1)는 유도성 엘리먼트(L)에 자기적으로 커플링되는 센서 디바이스(S)를 더 포함한다. 특히, 유도성 엘리먼트(L) 및 센서 디바이스(S)의 코일(M)은 자기적으로 커플링되고 이에 의해 변압기(Y)를 형성하고, 유도성 엘리먼트(L)는 변압기(Y)의 1차측 권선이고, 코일(M)은 변압기(Y)의 2차측 권선이다. 코일(M)은 제1 탱크 출력(13)의 단자들의 쌍(13a, 13b)에 커플링되고, 저항성 엘리먼트(R)는 코일(M)과 병렬로 단자들의 쌍(13a, 13b) 사이에 커플링된다. 저항성 엘리먼트(R)는 발진 주파수에서 코일(M)의 임피던스보다 더 작은, 예를 들어, 1/10 또는 그 미만의 저항을 가진다. 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)에 응답하여, 오실레이팅 탱크 전류(I<sub>T</sub>)는 유도성 엘리먼트(L)를 통해 흐르고, 이에 의해 코일(M)에 흐르는 오실레이팅 센서 전류를 발생시킨다. 오실레이팅 센서 전류는 코일(M) 및 저항성 엘리먼트(R)에 흐르고, 따라서, 단자들의 쌍(13a, 13b) 사이에 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)을 발생시킨다. 따라서, 도 8의 센서 디바이스(S)는 자기 유도에 의해 오실레이팅 탱크 전류(I<sub>T</sub>)에 응답하여 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)을 생성하도록 배열된다. 선택적으로, 단자들의 쌍(13a, 13b) 중 하나의 단자는 전압 레일(14)에 또는 또다른 전압 레일에 커플링될 수 있고, 어느 경우든, 제1 탱크 출력(13)은 단자들의 쌍(13a, 13b)의 단자들 중 단일의 단자를 대신 포함할 수 있다. 오실레이팅 탱크 전류(I<sub>T</sub>)는 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)과 동상이고, 결과적으로, 코일(M)과 저항성 엘리먼트(R)에 흐르는 오실레이팅 센서 전류는 오실레이팅 탱크 전류(I<sub>T</sub>) 및 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)과 동상이다. 저항성 엘리먼트(R)에서의 오실레이팅 센서 전류의 흐름은 오실레이팅 센서 전류와 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)을 발생시킨다. 따라서, 제1 탱크 출력(13)에서의 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)은 오실레이팅 탱크 전류(I<sub>T</sub>)와 동상이고, 따라서 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)과 동상이다. 도 8과 관련하여 기술된 제5 탱크 구성의 변형예에서, 저항성 엘리먼트(R)는, 코일(M)이 제1 탱크 출력(13)의 단자들의 쌍(13a, 13b)에 직접 커플링되는 대신, 코일(M)의 각자의 단자들에 커플링되는 입력들, 및 제1 탱크 출력(13), 또는 제1 탱크 출력(13)의 단자들의 쌍(13a, 13b)에 커플링되는 트랜스-레지스턴스 증폭기의 출력을 가지는 트랜스-레지스턴스 증폭기에 의해 대체될 수 있다.

[0254] 제3, 제4 또는 제5 탱크 구성들의 수정된 버전들, 또는 전술된 이들의 변형예들에서, 단자들의 쌍(13a, 13b)에 의 센서(S)의 접속들은 뒤바뀔 수 있고, 이에 의해, 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)을 반전시키거나, 또는, 등가적으로, 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)의 위상을 180° 만큼 수정할 수 있다. 이 경우, 오실레이팅 탱크 전류(I<sub>T</sub>)가 제1 구동 전압(V<sub>D1</sub>)과 동상이지만, 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)은 오실레이팅 탱크 전류(I<sub>T</sub>)와 180° 이상이고, 따라서, 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)과 180° 이상이다.

[0255] 도 4 내지 8에 관련하여 기술된 제1 탱크 회로(T1)의 상이한 탱크 구성들을 포함하며, 피드백 스테이지(F)의 상이한 피드백 구성들을 가지는 오실레이터 회로(100)의 실시예들도 도 9 내지 19에 관련하여 하기에 기술된다. 이러한 실시예들 중 일부는 제1 탱크 회로(T1) 뿐만 아니라 제2 탱크 회로(T2)를 포함하고, 이러한 실시예들 중 일부는 제1 및 제2 탱크 회로들(T1, T2) 뿐만 아니라, 제3 탱크 회로(T3) 및 제4 탱크 회로(T4)를 더 포함한다. 이러한 제2, 제3 및 제4 탱크 회로들(T2, T3, T4)은 각각 도 4 내지 도 8에 관련하여 기술되는 제1 내지 제5 탱크 구성들 중 하나에 대응하는 탱크 구성을 가지고, 따라서 각자의 제2, 제3 및 제4 오실레이팅 구동 전압들(V<sub>D2</sub>, V<sub>D3</sub>, V<sub>D4</sub>)이 인가되는 22, 32, 42라 참조되는 각자의 제2, 제3 및 제4 구동 노드들, 및 각자의 제2, 제3 및 제4 오실레이팅 탱크 전압들(V<sub>T2</sub>, V<sub>T3</sub>, V<sub>T4</sub>)이 전달되는 23, 33, 43라 참조되는 각자의 제2, 제3 및 제4 탱크 출력들을 가진다.

[0256] 제1, 제2, 제3 및 제4 탱크 회로들(T1, T2, T3, T4) 각각이 가질 수 있는 특정 탱크 구성들은 각자의 탱크 회로가 각자의 제1, 제2, 제3 및 제4 오실레이팅 구동 전압들(V<sub>D1</sub>, V<sub>D2</sub>, V<sub>D3</sub>, V<sub>D4</sub>)과 동상인, 또는 90°의 위상만큼 리드하는, 또는 90°의 위상만큼 레깅하는, 또는 180° 이상인 각자의 오실레이팅 탱크 전압을 생성하도록 요구되는지의 여부에 의존한다. 특히, 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로(T1, T2, T3, T4)가 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상에 90°만큼 레깅하는 위상을 가지는 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>, V<sub>T2</sub>, V<sub>T3</sub>, V<sub>T4</sub>)을 생성하도록 요구되는 경우, 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로(T1, T2, T3, T4)는 도 4와 관련하여 기술된 제1 탱크 구성을 가질 수 있다. 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로(T1, T2, T3, T4)가 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 구동 전압의 위상에 90°만큼 리드하는 위상을 가지



는 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ ,  $V_{T3}$ ,  $V_{T4}$ )을 생성하도록 요구되는 경우, 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ )는 도 5와 관련하여 기술된 제2 탱크 구성을 가질 수 있다. 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ )가 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ ,  $V_{D2}$ ,  $V_{D3}$ ,  $V_{D4}$ )의 위상과 동상인 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ ,  $V_{T3}$ ,  $V_{T4}$ )을 생성하도록 요구되는 경우, 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ )는 도 6, 7 및 8과 관련하여 기술되는 제3, 제4 또는 제5 탱크 구성, 또는 이들의 변형예들 중 임의의 것을 가질 수 있다. 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ )가 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ ,  $V_{D2}$ ,  $V_{D3}$ ,  $V_{D4}$ )과 180° 이상인 각자의 제1, 제2, 제3 또는 제4 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ ,  $V_{T3}$ ,  $V_{T4}$ )을 생성하도록 요구되는 경우, 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ )는 도 6, 7 및 8과 관련하여 기술되는 제3, 제4 또는 제5 탱크 구성들, 또는 이들의 변형예들 중 임의의 것의 수정된 버전을 가질 수 있다.

[0257] 도 4 내지 8과 관련하여 기술되는 제1 내지 제5 탱크 구성들이 동일한 전압 레일(14)을 갖지만, 제1, 제2, 제3 또는 제4 탱크 회로( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ ) 중 임의의 것 또는 전부는 상이한 전압들을 제공하는 상이한 전압 레일들을 가질 수 있다.

[0258] 도 9를 참조하면, 제1 바람직한 실시예에서, 오실레이터 회로(110)는 도 3의 오실레이터 회로(100)에 관련하여 기술된 바와 같은 제1 탱크 회로( $T1$ ) 및 피드백 스테이지(F)를 포함하며, 피드백 스테이지(F)는 피드백 스테이지(F)가 피드백 스테이지(F)의 입력(17)과 피드백 스테이지(F)의 출력(18) 사이에 직렬로 커플링되는 제1 구동기(D1)를 포함하는 제1 피드백 구성을 가진다. 제1 탱크 회로( $T1$ )는 제1 구동 노드(12)에 인가되는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여 제1 탱크 출력(13)에서 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성한다. 제1 탱크 출력(13)은 피드백 스테이지(F)의 입력(17)에 커플링되고, 제1 구동 노드(12)는 피드백 스테이지(F)의 출력(18)에 커플링된다. 제1 바람직한 실시예에서, 제1 탱크 회로( $T1$ )는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하고, 따라서 도 6, 7 또는 8과 관련하여 기술된 제3, 제4 또는 제5 탱크 구성들 또는 이들의 변형예들 중 임의의 것을 가질 수 있다. 제1 구동기(D1)는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 응답하여 그리고 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 생성하고, 따라서, 어떠한 위상 변경도 도입하지 않으며, 이는 도면들에서 "0°"로 표기된다. 제1 구동기(D1)는 양 및 음의 입력 단자들, 다시 말해, 제1 탱크 출력(13)의 단자들의 쌍(13a, 13b)에 커플링되는 차동 입력을 가질 수 있다.

[0259] 도 9와 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(110)의 변형예에서, 제1 탱크 회로( $T1$ )는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 180° 이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하고, 따라서 도 6, 7 또는 8과 관련하여 기술된, 수정된 제3, 제4 또는 제5 탱크 구성들, 또는 이들의 변형예들 중 임의의 것을 가질 수 있고, 제1 구동기(D1)는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 신호 반전을 적용하고, 이에 의해 180°의 위상 변경을 도입하고, 따라서 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은, 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과 180° 이상이다.

[0260] 일부 응용예들에서, 차동 또는 밸런싱된 오실레이팅 신호를 생성하는, 즉, 제1 신호 컴포넌트라고 또한 지칭되는 하나의 신호가 다른 신호 또는 제2 신호 컴포넌트의 반전인 신호들의 쌍을 생성하는 오실레이터 회로가 요구된다.

[0261] 도 10을 참조하면, 제2 실시예에서, 오실레이터 회로(115)는 이러한 밸런싱된 오실레이팅 신호를 생성하고, 도 3의 오실레이터 회로(100)와 관련하여 기술된 바와 같이 제1 탱크 회로( $T1$ ) 및 피드백 스테이지(F)를 포함하고, 피드백 스테이지(F)는 제2 피드백 구성을 가진다. 제2 피드백 구성에서, 피드백 스테이지(F)는 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )을 제2 탱크 회로( $T2$ )에 인가하기 위한 제2 구동 노드(22), 및 제2 탱크 회로( $T2$ )로부터 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 전달하기 위한 제2 탱크 출력(23)을 가지는 제2 탱크 회로( $T2$ )를 포함한다. 제2 탱크 출력(23)은 제1 구동기(D1)를 통해 피드백 스테이지(F)의 출력(18)에 커플링되고, 제2 구동 노드(22)는 제2 구동기(D2)를 통해 피드백 스테이지(F)의 입력(17)에 커플링된다. 제1 탱크 회로( $T1$ )는, 제1 구동 노드(12)에서 인가되는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여, 그리고 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과 동상인 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 제1 탱크 출력(13)에서 생성한다. 제2 구동기(D2)는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 신호 반전을 적용함으로써, 다시 말해 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 반전시킴으로써 제1 오실레이팅

탱크 전압( $V_{T1}$ )과  $180^\circ$  이상인 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )을 생성한다. 제2 탱크 회로(T2)는, 제2 구동 노드(22)에 인가되는 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )에 응답하여, 그리고 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )과 동상인 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 제2 탱크 출력(23)에서 생성한다. 제1 구동기(D1)는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )에 신호 반전을 적용함으로써 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )과  $180^\circ$  이상인 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 생성한다. 따라서, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 응답하여, 그리고 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과 동상으로 생성된다. 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 대해  $180^\circ$  이상이고, 결과적으로 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )은 밸런싱된 오실레이팅 신호의 제1 및 제2 신호 컴포넌트들로서 사용되도록 이용가능하다.

[0262] 도 10에 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(115)의 제1 변형예에서, 제1 탱크 회로(T1)는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과  $180^\circ$  이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하고, 제2 구동기(D2)는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 신호 반전을 적용하지 않으며, 따라서, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과  $180^\circ$  이상이다.

[0263] 도 10과 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(115)의 제2 변형예에서, 제1 탱크 회로(T1)는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )과  $180^\circ$  이상인 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하고, 제2 구동기(D2)는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 신호 반전을 적용하지 않으며, 이에 의해, 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과 동상이고, 제2 탱크 회로(T2)는 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )과  $180^\circ$  이상인 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 생성하고, 제1 구동기는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )에 신호 반전을 적용하지 않으며, 그 결과는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )이 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과  $180^\circ$  이상이라는 것이다. 따라서, 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 대해  $180^\circ$  이상이고, 결과적으로 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )은 밸런싱된 오실레이팅 신호의 제1 및 제2 신호 컴포넌트들로서 사용될 수 있다.

[0264] 일부 응용예들에서, 직교관계를 가지는, 즉,  $90^\circ$  만큼 위상이 상이한 오실레이팅 신호들의 쌍을 생성하는 오실레이터 회로가 요구된다. 이러한 오실레이터 회로는, 예를 들어, 무선 통신 장치에서서의 로컬 오실레이터 신호 생성에 있어 응용예를 가진다. 도 10과 관련하여 기술된 오실레이터 회로(115) 및 그것의 제1 및 제2 변형예들에 대해, 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )의 위상 관계가 발진을 지속하기 위한 포지티브 피드백을 보장하는 것과 관련됨에 따라, 그리고 또한 이러한 오실레이팅 전압들이 외부 장치에 의해 사용될 수 있음에 따라, 이러한 위상 관계가 기술된다. 대안적으로, 외부 장치는 각자의 제1 및 제2 탱크 회로들(T1, T2)에서의 다른 위치들에서 생성되는 오실레이팅 전압들을 사용할 수 있고, 이러한 오실레이팅 전압들은 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )과는 상이한 위상을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1 및 제2 탱크 회로들(T1, T2)이 도 6, 7 및 8에 관련하여 기술된 탱크 구성들 중 임의의 것을 가지는 경우, 외부 장치가 후속하는 위치들, 즉, 도 6 및 7의 탱크 구성에서 용량성 엘리먼트(C)와 센서(S) 사이의 접합(15), 또는 유도성 엘리먼트(L)와 센서(S) 사이의 접합(19); 도 8의 탱크 구성에서, 용량성 엘리먼트와 유도성 엘리먼트 사이의 접합(11)에서 생성되는 오실레이팅 전압을 사용할 수 있다. 따라서, 제1 및 제2 탱크 회로들(T1, T2) 모두에 대해 동일할 필요는 없는 탱크 구성들 및 이들의 변형예들의 선택에 따라, 외부 장치는 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )을  $90^\circ$  만큼 리드하거나 래그하는 오실레이팅 전압들을 사용할 수 있고, 특히, 직교 관계를 가지는 오실레이팅 전압들이 제공될 수 있다.

[0265] 도 11을 참조하면, 제3 실시예에서, 오실레이터 회로(120)는 도 3의 오실레이터 회로(100)와 관련하여 기술된 바와 같이 제1 탱크 회로(T1) 및 피드백 스테이지(F)를 포함하고, 피드백 스테이지(F)는 제3 피드백 구성을 가진다. 제1 탱크 회로(T1)는 제1 탱크 출력(13)에서, 제1 탱크 입력(12)에 존재하는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상의  $90^\circ$  만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성한다. 제3 피드백 구성에서, 피드백 스테이지(F)는  $90^\circ$  의 위상 래그를 적용하기 위해 배열되는 위상 시프트 스테이지(P), 및 제1 구동기(D1)를 포함한다. 위상 시프트 스테이지(P)는 제1 탱크 회로(T

1)로부터 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 수신하기 위한 피드백 스테이지(F)의 입력(17)에 커플링된다. 위상 시프트 스테이지(P)는, 위상 시프트 스테이지(P)의 출력(14)에서, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상의  $90^\circ$  만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )을 생성한다. 위상 시프트 스테이지(P)의 출력(14)은, 제1 오실레이팅 중간 전압( $V_{I1}$ )에 응답하여, 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 생성하는 제1 구동기(D1)를 통해 피드백 스테이지(F)의 출력(18)에 커플링된다. 제1 탱크 회로(T1)에 의해 제공되는  $90^\circ$  위상 시프트, 위상 시프트 스테이지(P)에 의해 제공되는  $90^\circ$  위상 시프트, 및  $180^\circ$ 의 위상 시프트에 대응하는, 제1 구동기(D1)에 의해 제공되는 반전으로 인해, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상을 가진다. 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ ) 및 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )은  $90^\circ$  만큼 위상이 상이하고, 따라서, 직교-관련 오실레이팅 신호들로서 이용가능하다.

[0266]

도 12를 참조하면, 제4 실시예에서, 오실레이터 회로(130)는, 제1 탱크 회로(T1)가 제1 탱크 입력(12)에 존재하는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여, 제1 탱크 출력(13)을 생성하도록 배열된다는 것을 제외하고는, 도 11에 관련하여 기술된 제3 실시예와 동일하며, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )은 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상의  $90^\circ$  만큼의 위상 리딩을 가지며, 제1 구동기(D1)는 신호 반전을 적용하지는 않지만, 제1 오실레이팅 중간 전압( $V_{I1}$ )에 응답하여 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 생성하며, 그 결과는, 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )이 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상을 가진다는 것이다. 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ ) 및 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )은  $90^\circ$  만큼 위상이 상이하고, 따라서, 직교-관련 오실레이팅 신호들로서 이용가능하다.

[0267]

도 13을 참조하면, 제5 실시예에서, 오실레이터 회로(140)는 도 3의 오실레이터 회로(100)와 관련하여 기술된 바와 같은 제1 탱크 회로(T1) 및 피드백 스테이지(F)를 포함하고, 피드백 스테이지(F)는 제4 피드백 구성을 가진다. 제1 탱크 회로(T1)는 제1 탱크 출력(13)에서, 제1 탱크 입력(12)에 존재하는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상의  $90^\circ$  만큼의 위상 래깅을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성한다. 제3 피드백 구성에서, 피드백 스테이지(F)는 제1 위상 시프트 회로(P1), 제2 위상 시프트 회로(P2), 제1 구동기(D1), 제2 구동기(D2), 및 제2 탱크 회로(T2)를 포함한다. 제1 위상 시프트 회로(P1)는 피드백 스테이지(F)의 입력(17)에 커플링되고, 제1 위상 시프트 회로(P1)의 출력(15)에서, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 응답하여, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가지는 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )을 생성한다. 제1 위상 시프트 회로(P1)의 출력(15)은, 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )에 응답하여, 제1 중간 오실레이팅 전압( $V_{I1}$ )과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )을 생성하는, 제2 구동기(D2)를 통해 제2 탱크 회로(T2)의 제2 구동 노드(22)에 커플링된다. 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )은 제2 구동 노드(22)에 전달된다. 제2 탱크 회로(T2)는 제2 탱크 출력(23)에서, 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )의 위상의  $90^\circ$  만큼의 위상 래깅을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 생성한다. 제2 위상 시프트 회로(P2)는 제2 탱크 회로(T2)의 제2 탱크 출력(23)에 커플링되고, 제2 위상 시프트 회로(P2)의 출력(16)에서, 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )에 응답하여, 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가지는 제2 중간 오실레이팅 전압( $V_{I2}$ )을 생성한다. 제2 위상 시프트 회로(P2)의 출력(16)은, 제2 중간 오실레이팅 전압( $V_{I2}$ )에 응답하여, 제2 중간 오실레이팅 전압( $V_{I2}$ )과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 생성하는, 제1 구동기(D1)를 통해 피드백 스테이지(F)의 출력(18)에 커플링된다. 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )은  $180^\circ$  만큼 위상이 상이하며, 따라서, 밸런싱된 오실레이팅 신호의 제1 및 제2 신호 컴포넌트들로서 사용될 수 있다. 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 피드백 스테이지(F)의 출력들(18)로부터 전달되는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $270^\circ$  만큼 래그하는, 또는 등가적으로, 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상

을 가진다.

[0268] 도 14를 참조하면, 제6 실시예에서, 오실레이터 회로(150)는, 제2 구동기(D2)가 제1 오실레이팅 중간 전압( $V_{11}$ )에 신호 반전을 적용한다는 것을 제외하고는 도 13과 관련하여 기술된 제5 실시예와 동일하며, 따라서, 제2 구동기(D2)에 의해 생성되는 제2 오실레이팅 구동( $V_{D2}$ )은 제1 오실레이팅 중간 전압( $V_{11}$ )에 대해  $180^\circ$  이상이고, 제2 탱크 회로(T2)는, 제2 탱크 출력(23)에서, 제2 탱크 입력(22)에 존재하는 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )에 응답하여, 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 생성하도록 배열된다. 결과적으로, 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )은 위상이  $180^\circ$  만큼 상이하며, 따라서, 밸런싱된 오실레이팅 신호의 제1 및 제2 신호 컴포넌트들로서 사용될 수 있고, 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상을 가진다.

[0269] 도 15를 참조하면, 제7 실시예에서, 오실레이터 회로(160)는 직교 관계를 가지는 신호들의 쌍을 생성하며, 도 3의 오실레이터 회로(100)와 관련하여 기술된 바와 같이 제1 탱크 회로(T1) 및 피드백 스테이지(F)를 포함하며, 피드백 스테이지(F)는 제5 피드백 구성을 가진다. 제1 탱크 회로(T1)는 제1 구동 노드(12)에 인가되는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )에 응답하여, 그리고 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 제1 탱크 출력(13)에서 생성한다. 제5 피드백 구성에서, 피드백 스테이지(F)는 제2 탱크 회로(T2)에 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )을 인가하기 위한 제2 구동 노드(22), 및 제2 탱크 회로(T2)로부터 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 전달하기 위한 제2 탱크 출력(23)을 가지는 제2 탱크 회로(T2)를 포함한다. 제2 탱크 출력(23)은 제1 구동기(D1)를 통해 피드백 스테이지(F)의 출력(18)에 커플링되고, 제2 구동 노드(22)는 제2 구동기(D2)를 통해 피드백 스테이지(F)의 입력(17)에 커플링된다. 제2 구동기(D2)는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 신호 반전을 적용함으로써 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과  $180^\circ$  이상인 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )을 생성한다. 제2 탱크 회로(T2)는 제2 구동 노드(22)에 인가되는 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )에 응답하여, 그리고 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 제2 탱크 출력(23)에서 생성한다. 제1 구동기(D1)는, 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )에 응답하여, 그리고 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )을 생성한다. 따라서, 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 응답하여, 그리고 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과 동상으로 생성된다. 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )에 대해  $180^\circ$  이상이고, 결과적으로, 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )은 밸런싱된 오실레이팅 신호의 제1 및 제2 신호 컴포넌트들로서 사용하도록 이용가능하다.

[0270] 도 16을 참조하면, 제8 실시예에서, 오실레이터 회로(170)는, 제1 탱크 회로(T1)가 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하고, 제2 탱크 회로(T2)가 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 생성하는 것을 제외하고는, 도 15에 관해 기술된 제7 실시예와 동일하다. 따라서, 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )은 위상이  $90^\circ$  만큼 상이하고, 따라서, 직교 관계를 가지며, 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가진다.

[0271] 도 17을 참조하면, 제9 실시예에서, 오실레이터 회로(180)는, 제1 탱크 회로(T1)가 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 리드하는 위상을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하고, 제2 구동기(D2)가 신호 반전을 적용하지 않고, 따라서 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )이 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과 동상이라는 것을 제외하고는, 도 15에 대해 기술된 제7 실시예와 동일하다. 다시, 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )은 위상이  $90^\circ$  만큼 상이하고, 따라서 직교 관계를 가지며, 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )은 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )의 위상에  $90^\circ$  만큼 래그하는 위상을 가

진다.

[0272] 일부 응용예들에서, 직교 관계를 가지는, 즉, 위상이 90° 만큼 상이한 신호들의 쌍을 생성하는 오실레이터 회로가 요구되며, 신호들 둘 모두는 밸런싱되도록 요구되며, 둘 모두 제1 및 제2 신호 컴포넌트들을 가진다. 이 경우, 4개의 신호 컴포넌트들은 위상 0°, 90°, 180° 및 270° 을 가지도록 요구된다. 이러한 오실레이터 회로는, 예를 들어, 무선 통신 장치에서 로컬 오실레이터 신호 생성에서의 응용예를 가진다.

[0273] 도 18을 참조하면, 제10 실시예에서, 오실레이터 회로(190)는 밸런싱된 직교-관련 오실레이팅 신호들을 생성하고, 도 3의 오실레이터 회로(100)에 관련하여 기술된 바와 같이 제1 탱크 회로(T1) 및 피드백 스테이지(F)를 포함하고, 피드백 스테이지(F)는 제6 피드백 구성을 가진다. 제1 탱크 회로(T1)는 제1 탱크 출력(13)에서, 제1 구동 노드(12)에 인가되는 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)에 응답하여, 그리고 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)의 위상에 90° 만큼 래그하는 위상을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)을 생성한다. 제6 피드백 구성에서, 피드백 스테이지(F)는 제2 탱크 회로(T2)에 제2 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D2</sub>)을 적용하기 위한 제2 구동 노드(22) 및 제2 탱크 회로(T2)로부터 제2 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T2</sub>)을 전달하기 위한 제2 탱크 출력(23)을 가지는 제2 탱크 회로(T2), 제3 탱크 회로(T3)에 제3 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D3</sub>)을 인가하기 위한 제3 구동 노드(32) 및 제3 탱크 회로(T3)로부터 제3 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T3</sub>)을 전달하기 위한 제3 탱크 출력(33)을 가지는 제3 탱크 회로(T3), 및 제4 탱크 회로(T4)에 제4 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D4</sub>)을 인가하기 위한 제4 구동 노드(42) 및 제4 탱크 회로(T4)로부터 제4 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T4</sub>)을 전달하기 위한 제4 탱크 출력(43)을 가지는 제4 탱크 회로(T4)를 포함한다. 피드백 스테이지(F)는 제4 탱크 출력(43)에 커플링되는 입력(703) 및 피드백 스테이지(F)의 출력(18)에 그리고 이에 의해 제1 구동 노드(12)에 커플링되는 출력(704)을 가지는 제1 구동기(D1), 피드백 스테이지(F)의 입력(17)에 그리고 이에 의해 제1 탱크 출력(13)에 커플링되는 입력(707) 및 제2 구동 노드(22)에 커플링되는 출력(708)을 가지는 제2 구동기(D2), 제2 탱크 출력(23)에 커플링되는 입력(733) 및 제3 구동 노드(32)에 커플링되는 출력(734)을 가지는 제3 구동기(D3), 및 제3 탱크 출력(33)에 커플링되는 입력(737) 및 제4 구동 노드(42)에 커플링되는 출력(738)을 가지는 제4 구동기(D4)를 또한 포함한다. 제1 구동기(D1)는 제4 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T4</sub>)에 응답하여, 그리고 제4 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T4</sub>)과 동상인 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)을 생성한다. 제2 구동기(D2)는 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)에 응답하여, 그리고 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)과 동상인 제2 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D2</sub>)을 생성한다. 제3 구동기(D3)는 제2 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T2</sub>)에 응답하여, 그리고 제2 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T2</sub>)과 동상인 제3 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D3</sub>)을 생성한다. 제4 구동기(D4)는 제3 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T3</sub>)에 응답하여, 그리고 제3 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T3</sub>)과 동상인 제4 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D4</sub>)을 생성한다. 제2 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T2</sub>)은 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)의 위상에 90° 만큼 래그하는 위상을 가지고, 제3 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T3</sub>)은 제2 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T2</sub>)의 위상에 90° 만큼 래그하는 위상을 가지고, 제4 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T4</sub>)은 제3 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T3</sub>)의 위상에 90° 만큼 래그하는 위상을 가지고, 이에 의해, 2개의 직교-관련 밸런싱된 오실레이팅 신호들을 제공한다. 발진을 지속하기 위해 요구되는 바와 같이, 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)은 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)을 90° 만큼 리드한다.

[0274] 도 18과 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(190)의 제1 변형예는, 제1, 제2, 제3 및 제4 구동기들(D1, D2, D3, D4) 각각이 신호 반전을 제공한다는 점에 있어서 오실레이터 회로(190)와 상이하며, 따라서, 제2 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D2</sub>)은 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)과 180° 이상이고, 제3 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D3</sub>)은 제2 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T2</sub>)과 180° 이상이고, 제4 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D4</sub>)은 제3 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T3</sub>)과 180° 이상이고, 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)은 제4 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T4</sub>)과 180° 이상이다.

[0275] 도 18과 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(190)의 제2 변형예는, 제1 탱크 회로(T1)가 제1 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D1</sub>)의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T1</sub>)을 생성하고, 제2 탱크 회로(T2)가 제2 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D2</sub>)의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압(V<sub>T2</sub>)을 생성하고, 제3 탱크 회로(T3)가 제3 오실레이팅 구동 전압(V<sub>D3</sub>)의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가

지는 제3 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T3}$ )을 생성하고, 제4 탱크 회로(T4)가 제4 오실레이팅 구동 전압( $V_{D4}$ )의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T4}$ )을 생성한다는 점에서 오실레이터(190)와 상이하다.

[0276] 도 18과 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(190)의 제3 변형예는, 제1, 제2, 제3 및 제4 구동기들(D1, D2, D3, D4) 각각이 신호 반전을 제공하고, 그에 따라서, 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )이 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )과 180° 이상이고, 제3 오실레이팅 구동 전압( $V_{D3}$ )이 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )과 180° 이상이고, 제4 오실레이팅 구동 전압( $V_{D4}$ )이 제3 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T3}$ )과 180° 이상이고, 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )이 제4 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T4}$ )과 180° 이상이라는 점에서 오실레이터 회로(190)와 상이하다. 추가로, 제1 탱크 회로(T1)는 제1 오실레이팅 구동 전압( $V_{D1}$ )의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가지는 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성하고, 제2 탱크 회로(T2)는 제2 오실레이팅 구동 전압( $V_{D2}$ )의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가지는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )을 생성하고, 제3 탱크 회로(T3)는 제3 오실레이팅 구동 전압( $V_{D3}$ )의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가지는 제3 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T3}$ )을 생성하고, 제4 탱크 회로(T4)는 제4 오실레이팅 구동 전압( $V_{D4}$ )의 위상에 90° 만큼 리드하는 위상을 가지는 제4 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T4}$ )을 생성한다.

[0277] 도 18과 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(190)의 제1, 제2 및 제3 변형예들 각각은 밸런싱된 직교-관련 오실레이팅 신호들을 생성한다.

[0278] 도 19를 참조하면, 도 18에 예시된, 그리고 도 18과 관련하여 기술된 오실레이터 회로(190)의 제1, 제2, 제3 및 제4 구동기들(D1, D2, D3, D4)의 바람직한 실시예가 예시된다. 제1 구동기(D1)는 n-채널 CMOS 트랜지스터들인 제1 및 제2 트랜지스터들(N1, N2)을 가진다. 제1 트랜지스터(N1)는 전력 서플라이 전압( $V_{dd1}$ )을 공급하는 제1 전력 서플라이 레일(70)에 커플링되는 드레인(N1d), 제1 커플링 커패시터( $C_{b1}$ )에 의해 제1 구동기(D1)의 입력(703)에 커플링되는 게이트(N1g), 및 제1 구동기(D1)의 출력(704)에 커플링되는 소스(N1s)를 가진다. 제2 트랜지스터(N2)는 제1 구동기(D1)의 출력(704)에 커플링되는 드레인(N2d), 전력 서플라이 전압( $V_{ss1}$ )을 공급하는 제2 전력 서플라이 레일(71)에 커플링되는 소스, 및 바이어싱을 위해 제1 저항기(R1)에 의해 제1 전력 서플라이 레일(70)에 커플링되는 게이트(N2g)를 가진다. 제3 구동기(D3)는 n-채널 CMOS 트랜지스터들인 제3 및 제4 트랜지스터들(N3, N4)을 포함한다. 제3 트랜지스터(N3)는 제1 전력 서플라이 레일(70)에 커플링되는 드레인(N3g), 제3 구동기(D3)에 커플링되는 게이트(N3g)를 가진다. 제4 트랜지스터(N4)는 제1 구동기(D1)의 출력(734)에 커플링되는 드레인(N4d), 제2 전력 서플라이 레일(71)에 커플링되는 소스(N4s), 및 바이어싱을 위해 제2 저항기(R2)에 의해 제1 전력 서플라이 레일(70)에 커플링되는 게이트(N4g)를 가진다.

[0279] 도 19를 계속 참조하면, 제2 구동기(D2)는 n-채널 CMOS 트랜지스터들인 제5 및 제6 트랜지스터들(N5, N6)을 포함한다. 제5 트랜지스터(N5)는 전력 서플라이 전압( $V_{dd1}$ )과 동일할 수 있는 전력 서플라이 전압( $V_{dd2}$ )을 공급하는 제3 전력 서플라이 레일(72)에 커플링되는 드레인(N5d), 제3 커플링 커패시터( $C_{b3}$ )에 의해 제2 구동기(D2)의 입력(707)에 커플링되는 게이트(N5g), 및 제2 구동기(D2)의 출력(708)에 커플링되는 소스(N5s)를 가진다. 제6 트랜지스터(N6)는 제2 구동기(D2)의 출력(708)에 커플링되는 드레인(N6d), 전력 서플라이 전압( $V_{ss1}$ )과 동일할 수 있는 전력 서플라이 전압( $V_{ss2}$ )을 공급하는 제4 전력 서플라이 레일(73)에 커플링되는 소스, 및 바이어싱을 위해 제3 저항기(R3)에 의해 제3 전력 서플라이 레일(72)에 커플링되는 게이트(N6g)를 가진다. 제4 구동기(D4)는 n-채널 CMOS 트랜지스터들인 제7 및 제8 트랜지스터들(N7, N8)을 포함한다. 제7 트랜지스터(N7)는 제2 전력 서플라이 레일(72)에 커플링되는 드레인(N7g), 제4 구동기(D4)의 입력(737)에 커플링되는 게이트(N7g), 및 제4 구동기(D4)의 출력(738)에 커플링되는 소스(N7s)를 가진다. 제8 트랜지스터(N8)는 제4 구동기(D4)의 출력(738)에 커플링되는 드레인(N8d), 제4 전력 서플라이 레일(73)에 커플링되는 소스(N8s), 및 바이어싱을 위해 제4 저항기(R4)에 의해 제3 전력 서플라이 레일(72)에 커플링되는 게이트(N8g)를 가진다.

[0280] 제1 커플링 커패시터( $C_{b1}$ )는, 각자, 제1 및 제4 트랜지스터들(N1, N4)의 게이트들(N1g 및 N4g)의 비-예시된 기생 커패시턴스들과 함께, 용량성 전압 분배기를 형성하여, 제1 구동기(D1)의 입력(703)에 존재하는 제4 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T4}$ )에 응답하여, 각자 제1 및 제4 트랜지스터들(N1, N4)의 게이트들(N1g 및 N4g)에 인가되는

전압의 진폭을 허용가능한 값(tolerable value)으로 감소시킨다. 마찬가지로, 제2 커플링 커패시터( $C_{b2}$ )는, 각자, 제2 및 제3 트랜지스터들( $N2$ ,  $N3$ )의 게이트들( $N2g$  및  $N3g$ )의 비-예시된 기생 커패시턴스들과 함께, 용량성 전압 분배기를 형성하여, 제3 구동기( $D3$ )의 입력( $V_{i3}$ )에 존재하는 제2 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T2}$ )에 응답하여, 각자 제2 및 제3 트랜지스터들( $N2$ ,  $N3$ )의 게이트들( $N2g$  및  $N3g$ )에 인가되는 전압의 진폭을 허용가능한 값으로 감소시킨다. 유사하게, 제3 및 제4 커플링 커패시터들( $C_{b3}$ ,  $C_{b4}$ )은 제5, 제6, 제7 및 제8 트랜지스터들( $N5$ ,  $N6$ ,  $N7$ ,  $N8$ )의 게이트들( $N5g$ ,  $N6g$ ,  $N7g$ ,  $N8g$ )에 인가되는 전압들의 진폭을 감소시키기 위해 대응하는 역할들을 수행한다.

[0281] 하나 초과 탱크 회로를 포함하는 오실레이터 회로의 기술된 실시예들에서, 탱크 회로는 예를 들어, 5% 이내의 동일한, 또는 실질적으로 동일한 공진 주파수를 가진다. 이는 높은 전력 효율성에 기여한다. 특히, 이들의 각자의 유도성 엘리먼트들은 동일한 또는 실질적으로 동일한 인덕턴스를 가질 수 있고, 이들의 각자의 용량성 엘리먼트들은 동일한 또는 실질적으로 동일한 커패시턴스를 가질 수 있다.

[0282] 제1, 제2, 제3 및 제4 구동기들( $D1$ ,  $D2$ ,  $D3$ ,  $D4$ ) 각각은 선형 또는 비선형 증폭기들일 수 있지만, 바람직하게는, 높은 전력 효율성을 위해, 임계에 대한 이들의 각자의 입력들에서의 전압에 따라, 대안적으로는, 통상적으로 전력 서플라이 전압들인 2개의 상이한 전압 레벨들 사이에서 스위칭하도록 배열된다. 따라서, 각자의 제1, 제2, 제3 및 제4 오실레이팅 구동 전압들( $V_{D1}$ ,  $V_{D2}$ ,  $V_{D3}$ ,  $V_{D4}$ )은 정사각 또는 직사각 파형, 또는 유한 상승 및 하강 횟수들을 가지는 거의 정사각 또는 직사각 파형을 가질 수 있다. 제1, 제2, 제3 및 제4 구동기들( $D1$ ,  $D2$ ,  $D3$ ,  $D4$ )은 발진을 지속하기 위해 각자의 제1, 제2, 제3 및 제4 탱크 회로들( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ )에 전력을 전달하도록 배열된다. 제1, 제2, 제3 및 제4 구동기들( $D1$ ,  $D2$ ,  $D3$ ,  $D4$ )의 실시예들이 도 18에 관련하여 기술된 오실레이터 회로(190)에 관련하여 도 19, 및 그 변형예들에 관해 기술되었지만, 이러한 실시예들은 개시된 오실레이터 회로들의 다른 것에도 또한 사용될 수 있다. 또한, n-채널 CMOS 트랜지스터들만을 포함하는 제1, 제2, 제3 및 제4 구동기들( $D1$ ,  $D2$ ,  $D3$ ,  $D4$ )의 실시예들이 기술되었지만, 이것은 필수적이지 않으며, p-채널 CMOS 트랜지스터들 및 n-채널 CMOS 트랜지스터들을 포함하는 변형예들이 대신 사용될 수 있다.

[0283] 선택적으로, 발진 주파수를 동조시키기 위한 준비가 개시된 오실레이터 회로들에 추가될 수 있다. 예를 들어, 도 20은 도 15에 관해 기술된, 그러나, 제1 추가적인 커패시터( $C_x$ )를 통해 제1 탱크 출력(13)에 커플링되는, 그리고 제2 추가적인 커패시터( $C_y$ )를 통해 제2 탱크 출력(23)에 커플링되는 가변 커패시턴스 엘리먼트( $C_v$ )를 포함하는 동조를 위한 추가적인 준비를 가지는, 오실레이터 회로(160)를 예시한다. 제1 및 제2 추가적인 커패시터들( $C_x$ ,  $C_y$ )은 가변 커패시턴스 엘리먼트( $C_v$ )에 인가되는 제1 및 제2 오실레이팅 탱크 전압들( $V_{T1}$ ,  $V_{T2}$ )을 가변 커패시턴스 엘리먼트( $C_v$ )에 의해 허용가능한 값으로 감소시키기 위해 포함된다. 가변 커패시턴스 엘리먼트( $C_v$ )에 의해 허용될 수 있는 전압 레벨에 따라, 제1 및 제2 추가적인 커패시터들( $C_x$ ,  $C_y$ )은 생략될 수 있고, 가변 커패시턴스 엘리먼트( $C_v$ )는 대신 각자 제1 및 제2 탱크 출력들(13, 23)에 직접 커플링된다. 통상적으로, 약 10%의 주파수 동조 범위가 가변 커패시턴스 엘리먼트( $C_v$ )에 의해 제공될 수 있다.

[0284] 도 21은 제1, 제2, 제3 및 제4 탱크 회로들( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ ) 각각의 유도성 엘리먼트가 0.5nH의 인덕턴스를 가지고, 오실레이터 회로(190)가 6GHz의 발진 주파수에서 발진하도록 배열되고, 제1, 제2, 제3 및 제4 탱크 회로들( $T1$ ,  $T2$ ,  $T3$ ,  $T4$ ) 각각의 전압 레일(14)이 0.6V를 제공하고, 오실레이터 회로(190)가 110mA의 전류를 끌어내는 경우에 대해, 발진 주파수로부터의 주파수 오프셋의 함수로서, 도 18에 관련하여 기술되는 오실레이터 회로(190)의 위상 잡음을 예시한다. 도 21에서 그래프 a)는 전체 위상 잡음을 나타내고, 그래프 b)는 전체 위상 잡음에 대한 열잡음의 기여를 나타내고, 그래프 c)는 전체 위상 잡음에 대한 플리커 잡음의 기여를 나타낸다. 낮은 공급 전압에도 불구하고, 매우 낮은 위상 잡음, 예를 들어, 발진 주파수로부터 떨어진 10MHz에서 -150dBc/Hz가 획득된다. 이러한 낮은 위상 잡음 레벨은 병렬-공진 오실레이터에서 훨씬 더 큰 커패시턴스 및 훨씬 더 낮은 인덕턴스를 요구하여, 훨씬 덜 강건한 설계를 초래할 것이다.

[0285] 도 22를 참조하면, 모바일 전화와 같은 무선 통신 디바이스(900)는, 안테나(910)에 의해 수신되는 라디오 주파수(RF) 신호를 증폭시키기 위한 저잡음 증폭기(920)의 입력에 커플링되는 안테나(910)를 포함한다. 저잡음 증폭기(920)의 출력은 하향-변환 스테이지(930)의 제2 입력(934)에 존재하는 로컬 오실레이터의 직교-관련 컴포넌트들과 증폭된 RF 신호를 믹스시킴으로써, 증폭된 RF 신호를 베이스밴드로 하향-변환시키기 위한 하향-변환 스테이지(930)의 제1 입력(932)에 커플링된다. 하향-변환 스테이지(930)의 출력(936)은 베이스밴드 신호를 디지털화하는 아날로그-대-디지털 컨버터(ADC)(940)를 통해 디지털 신호 프로세서(DSP)(950)의 입력(952)에 커플링

된다. DSP(950)는 디지털화된 베이스밴드 신호를 복조하고 디코딩한다. DSP(950)는 또한, DSP(950)의 출력(954)에서, 전송될 베이스밴드 신호를 생성한다. DSP(950)의 출력(954)은 디지털-대-아날로그 컨버터(DAC)(960)를 통해 상향-변환 스테이지(970)의 제1 입력(972)에 커플링된다. 상향-변환 스테이지(970)는 상향-변환 스테이지(970)의 제2 입력(974)에 존재하는 로컬 오실레이터 신호의 직교-관련 컴포넌트들과 베이스밴드 신호를 믹스시킴으로써 전송을 위해 베이스밴드 신호를 RF로 상향-변환시킨다. 상향-변환 스테이지(970)의 출력(976)은 전송을 위해 RF 신호를 증폭시키는 전력 증폭기(980)를 통해 안테나(910)에 커플링된다. 무선 통신 디바이스(900)는 도 3에 관련하여 기술된 오실레이터 회로(100)를 포함하며, 이는 이 실시예에서, 제1 탱크 출력(13)에서 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )을 생성한다. 오실레이터 회로(100)의 제1 탱크 출력(13)은 직교 생성 위상 엘리먼트(990)의 입력(992)에 커플링된다. 직교 위상 생성 엘리먼트(990)는 직교 위상 생성 엘리먼트(990)의 제1 출력(994) 및 제2 출력(996)에서 로컬 오실레이터 신호의 직교-관련 컴포넌트들을 제1 오실레이팅 탱크 전압( $V_{T1}$ )으로부터 생성한다. 직교 위상 생성 엘리먼트(990)의 제1 출력(994)은 하향-변환 스테이지(930)의 제2 입력(934)에 커플링되고, 직교 위상 생성 엘리먼트(990)의 제2 출력(996)은 상향-변환 스테이지(970)의 제2 입력(974)에 커플링된다. 로컬 오실레이터 신호가 밸런싱된 신호가 되도록 요구되는 응용예들에서, 오실레이터 회로(100)는 밸런싱된 오실레이팅 신호를 생성하는 실시예들, 특히, 도 10, 13, 14 및 15와 관련하여 기술되는 오실레이터 회로들(115, 140, 150, 160) 중 임의의 것을 사용할 수 있다.

[0286] 무선 통신 디바이스(900)의 변형예에서, 오실레이터 회로(100) 및 직교 위상 생성 엘리먼트(990)는 직교-관련 오실레이팅 신호들 또는 직교-관련 밸런싱된 오실레이팅 신호들을 생성하는 도 11, 12, 16 및 17과 관련하여 기술된 오실레이터 회로들(120, 130, 170, 180) 중 하나에 의해 대체될 수 있다.

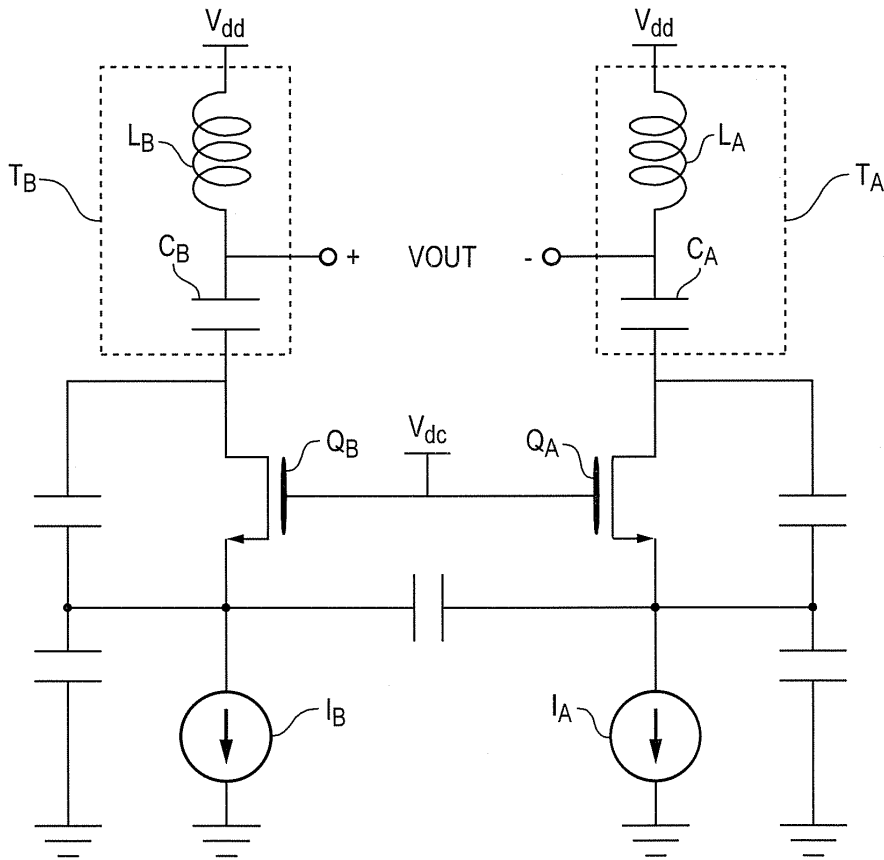
[0287] 다른 변형들 및 수정들이 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 이러한 변형들 및 수정들은 이미 공지되어 있으며 본원에 기술된 특징들 대신, 또는 본원에 기술된 특징들에 더하여 사용될 수 있는 등가적인 그리고 다른 특징들을 수반할 수 있다. 별도의 실시예들의 상황에서 기술되는 특징들은 단일 실시예에서 함께 제공될 수 있다. 반대로, 단일 실시예의 상황에서 기술되는 특징들은 또한 별도로 또는 임의의 적절한 하위-조합으로 제공될 수 있다.

[0288] 용어 "포함하는"이 다른 엘리먼트들 또는 단계들을 배제하지 않으며, 단수의 용어("a" 또는 "an")가 복수를 배제하지 않으며, 단일 특징이 청구항들에 인용되는 몇몇 특징들의 기능들을 수행할 수 있으며, 청구항에서의 참조 부호들이 청구항들의 범위를 제한하는 것으로서 해석되지 않아야 한다는 점에 유의해야 한다. 컴포넌트가 특정 기능을 수행하도록 "배열되는" 또는 "적용되는" 것으로서 기술되는 경우, 컴포넌트가 고려되는 상황에 따라, 컴포넌트를 단지 기능을 수행하기 "위해" 적합한 것으로서 간주하는 것이 적합할 수 있다는 점에 또한 유의해야 한다. 문서 전반에 걸쳐, 이러한 용어들은, 특정 상황이 달리 지시하지 않는 한, 상호교환가능한 것으로서 일반적으로 간주된다. 도면들이 반드시 축척에는 맞지 않으며; 대신 본 발명의 원리들을 예시할 시에 일반적으로 강조가 주어진다라는 점에 또한 유의해야 한다.

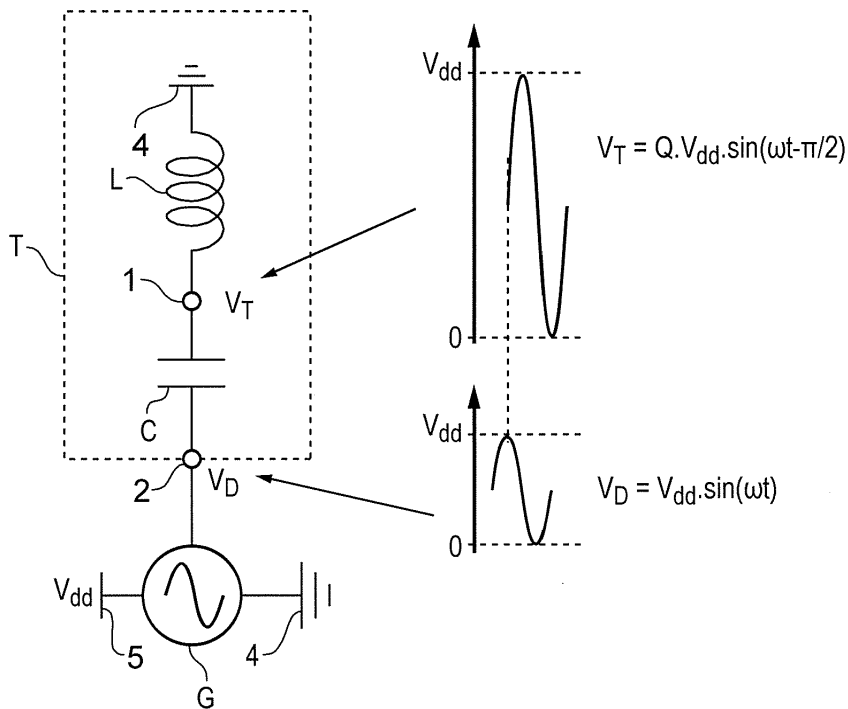


도면

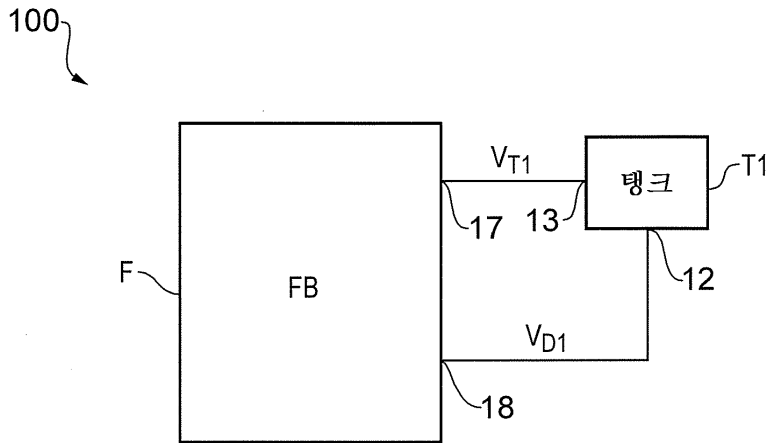
도면1



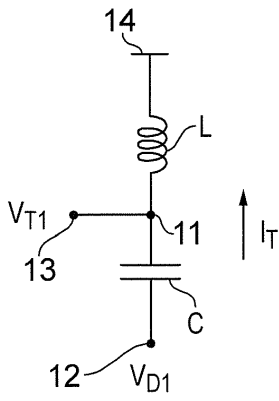
도면2



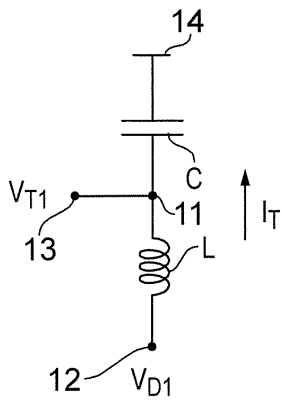
도면3



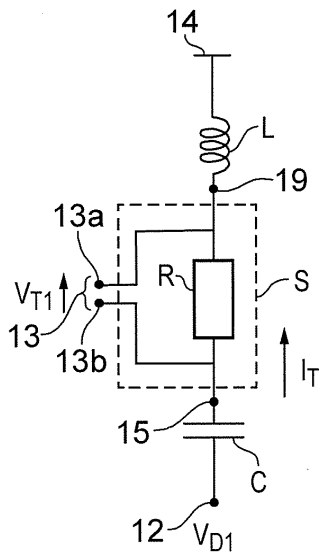
도면4



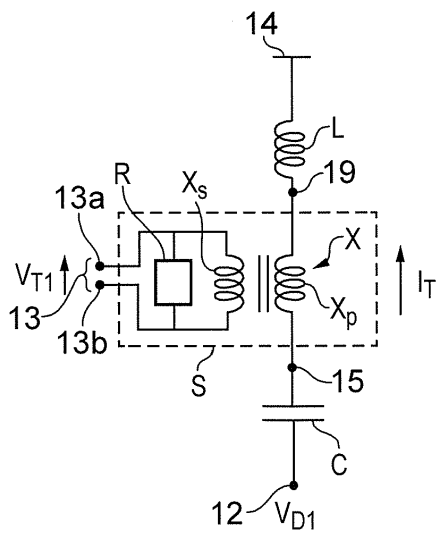
도면5



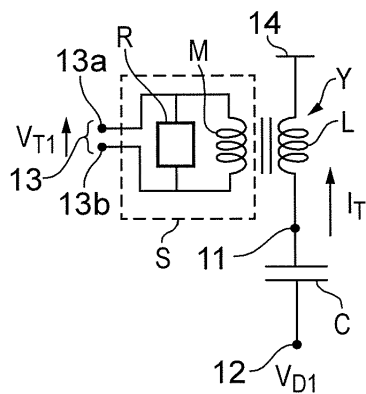
도면6



도면7

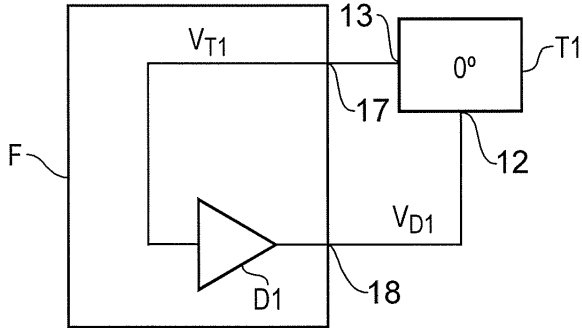


도면8



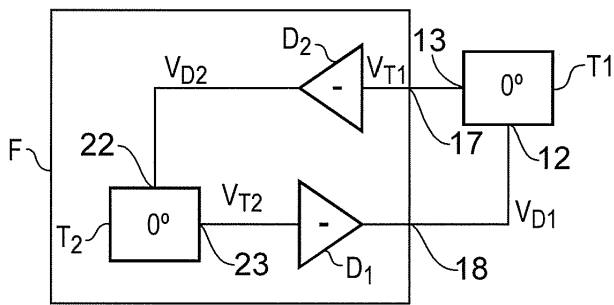
도면9

110



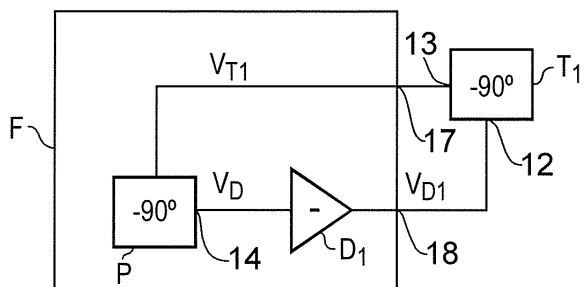
도면10

115

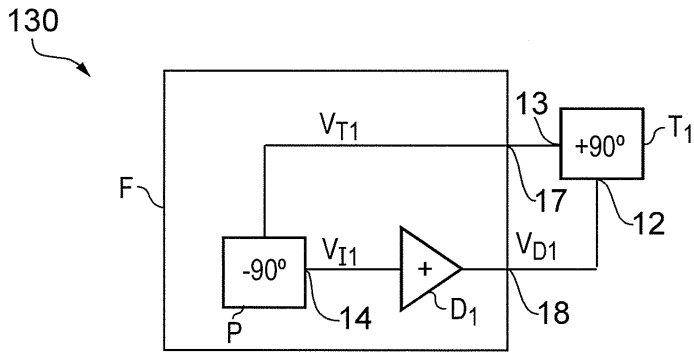


도면11

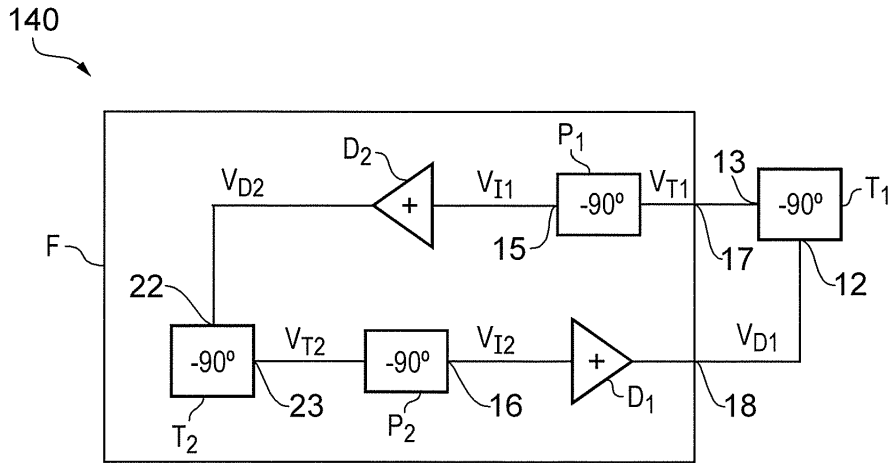
120



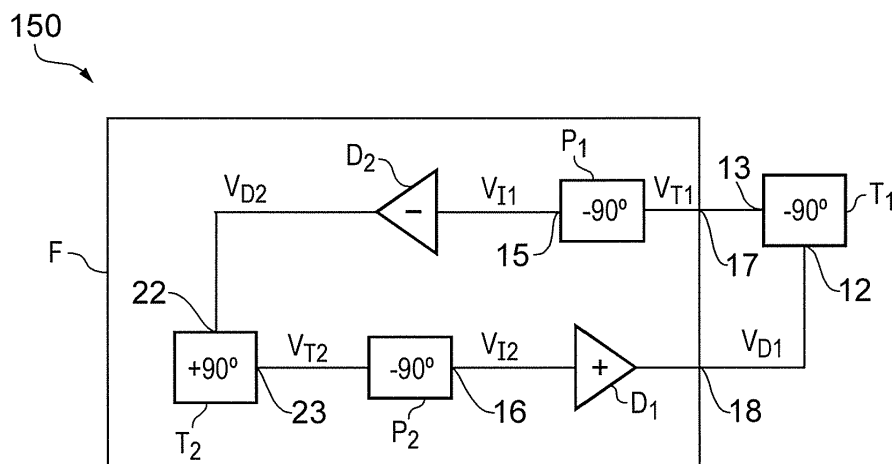
도면12



도면13

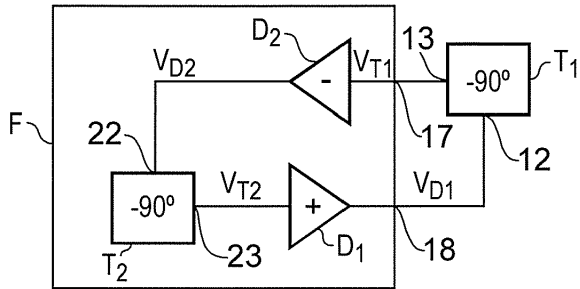


도면14



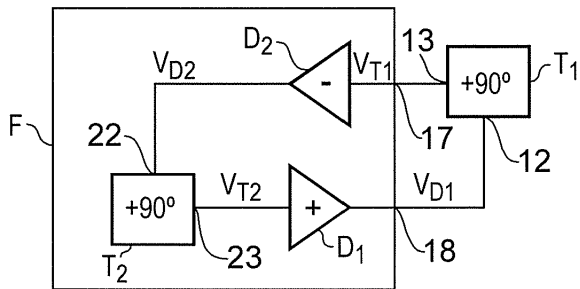
도면15

160



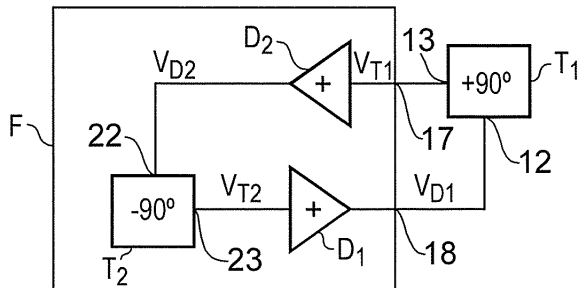
도면16

170



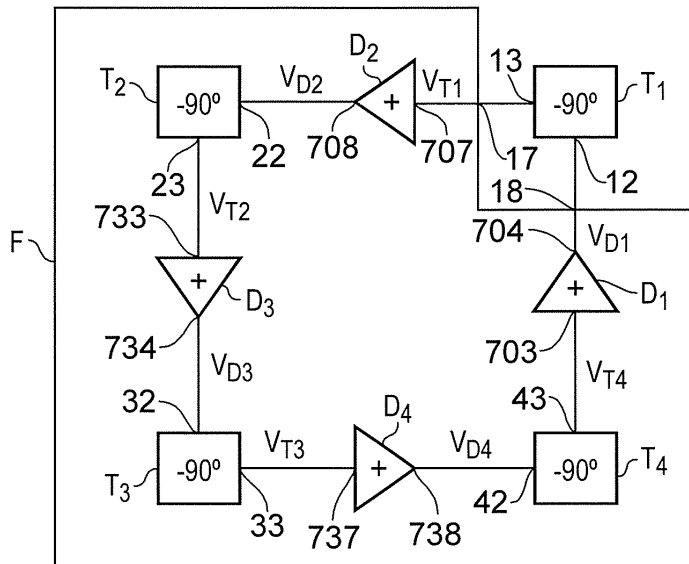
도면17

180

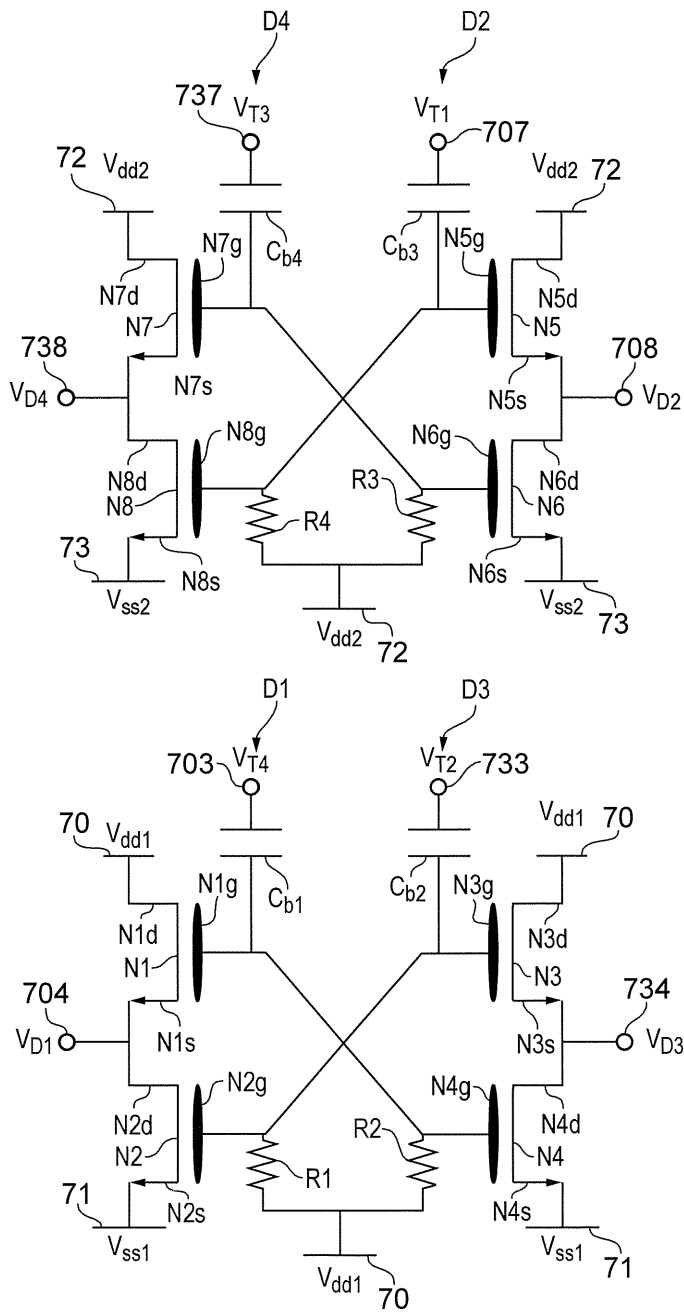


도면18

190



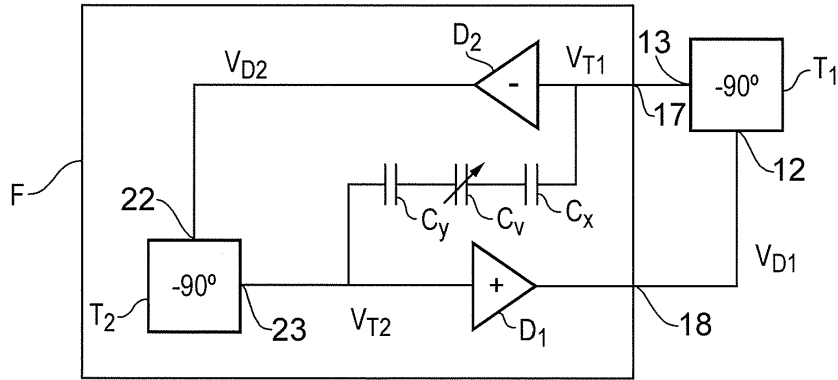
도면19



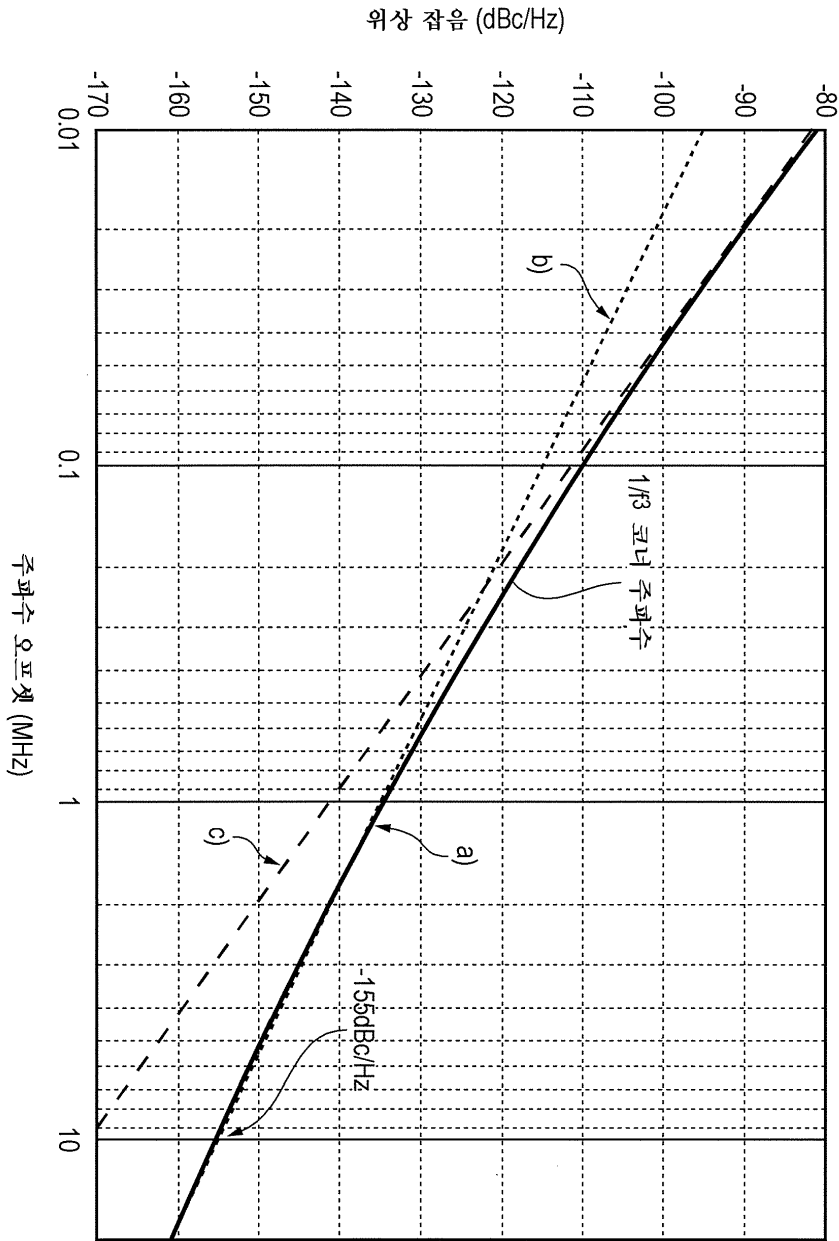


도면20

165



도면21



도면22

