



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년07월15일
(11) 등록번호 10-2684677
(24) 등록일자 2024년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03B 5/04 (2006.01) H03B 5/12 (2014.01)
H03H 9/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03B 5/04 (2013.01)
H03B 5/1215 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0033944
(22) 출원일자 2022년03월18일
심사청구일자 2022년03월18일
(65) 공개번호 10-2023-0136342
(43) 공개일자 2023년09월26일
(56) 선행기술조사문헌
JP2003198250 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
이기호
경기도 안산시 단원구 광덕2로 121 안산고잔5차푸
르지오 508동 701호
김주성
대전광역시 유성구 지족북로 60 한화꿈에그린2블
럭 202동 504호
(74) 대리인
이은철
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 3 항

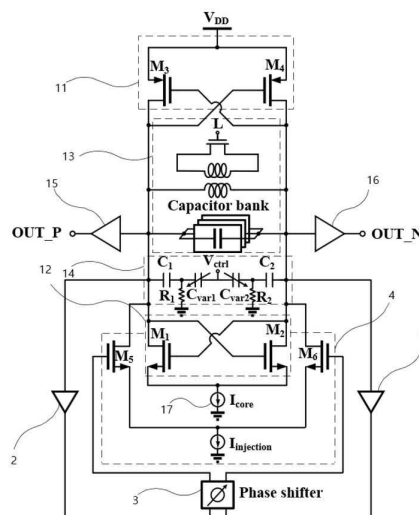
심사관 : 이준근

(54) 발명의 명칭 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기

(57) 요약

본 기술은 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기가 개시되어 있다. 본 기술의 구체적인 구현 예에 의하면, 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진 주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하며, 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 주파수의 공진 포인트를 이동시킴에 따라 기존의 위상 고정 루프 방식과 복수의 BJT 트랜지스터와 복수의 MOS 트랜지스터 등을 이용한 오픈 루프 방식 등과 비교하여 위상 주입으로 온도 변동에 따른 VCO의 발진 주파수 변동을 간단하게 보상할 수 있으며, 또한 시스템의 설계 복잡도가 감소되므로 집적화가 가능하고 경량의 디바이스에 적용 가능하고 이에 범용성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H03B 5/1265 (2013.01)

H03H 9/66 (2013.01)

(72) 발명자

이동호

대전광역시 서구 둔산남로 127 목련아파트 201동
605호

홍성철

대전광역시 유성구 계룡로 92 유성CJ나인파크 101
동 2304호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711142767

과제번호 2019R1F1A1048784

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)

연구과제명 복소 유전율 측정 가능한 실리콘 기반의 광대역 유전율 분광학 시스템 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 한밭대학교

연구기간 2019.06.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

차동증폭기 세트, LC 탱크, 미세 튜닝부, 및 정류원을 포함하는 전압 제어 발진기;

상기 전압 제어 발진기의 음 및 양의 출력단 사이에 접속되어 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고, 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동시키는 온도 보상 회로를 포함하되, _

상기 온도 보상 회로는,

상기 전압 제어 발진기의 음 및 양의 출력단 각각에 접속되는 버퍼;

상기 각 버퍼의 출력단 사이에 접속되어 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동시키는 위상 천이기; 및

상기 위상 천이를 통해 공진 포인트가 이동된 주파수 신호를 LC 탱크로 전달하는 주입기를 포함하는 것을 특징으로 하는 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 온도 널 포인트는,

기 정해진 기준 온도를 기준으로 설정된 각 온도 별 상기 LC 탱크의 공진 주파수 위상을 분석하여 각 온도 별 1차 함수에 근사화된 기울기를 도출하고,

도출된 온도 별 기울기의 교점으로 결정되도록 구비되는 것을 특징으로 하는 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 위상 천이기는,

기 정해진 기준 온도를 기준으로 설정된 각 온도 별 상기 LC 탱크의 공진 주파수 위상을 분석하여 각 온도 별 1차 함수에 근사화된 기울기를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 교점의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동시키도록 구비되고,

기 정해진 기준 온도를 기준으로 설정된 각 온도 별 상기 LC 탱크의 공진 주파수 위상을 분석하여 각 온도 별 1차 함수에 근사화된 기울기로 온도 널 포인트를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상을 출력하는 온도 널 포인트 도출부;

상기 전압 제어 발진기의 양과 음의 발진 주파수와 온도 널 포인트의 위상에 대해 양과 음의 동상 (I, In-phase)신호와 양과 음의 직교 위상(Q, Quadrature)신호를 생성하는 신호 생성기; 및

상기 양과 음의 I신호 및 양과 음의 Q신호 중 임의의 두 신호를 가산하여 온도 널 포인트의 위상으로 변경된 양과 음의 공진주파수를 상기 주입기에 전달하는 복수의 가산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기(VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR 이하 VCO로 약칭함)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 온도 변화에 따른 LC (Inductor-Capacitor) 탱크의 공진주파수의 위상 변화에 따른 온도 널 (Null) 포인트를 도출하고, 위상 주입을 통해 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동시킴에 따라, 온도 변동에 따른 VCO의 발진 주파수의 변동을 간단하게 보상할 수 있도록 한 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 데이터의 송수신을 위한 시스템은, 송수신되는 신호 주파수의 상향/하향을 위해 송수신기는 광대역 전압 제어 발진기들에서 사용되는 공진기를 포함하고 있으며, 이러한 공진기는 온도 변동에 따라 변동하는 발진 주파수를 보상하는 온도 보상 공진기들이 개발되어 있다. 이러한 온도 보상 공진기는 다양한 형태의 전자 회로에 널리 이용되고 있다.

[0003] 이러한 온도 보상 공진기는 온도 변화에 따른 발진 주파수의 변화가 매우 작은 크리스탈 오실레이터(XTAL)과 전압 제어 발진기의 출력 주파수를 비교하여 온도 변화에 따른 발진 주파수의 변동을 보상하는 위상 고정 루프 방식과 밴드갭 기준 회로를 통해 버랙터 전압을 조정하여 온도 변동에 따른 발진 주파수를 보상하는 오픈 루프 방식이 개발되고 있다.

[0004] 그러나, 위상 고정 루프 방식의 온도 보상 공진기는 시스템의 설계 복잡도가 증가되고 외부의 외란으로 원하는 발진 주파수의 출력이 어려운 한계에 도달하였다.

[0005] 또한, 오픈 루프 방식의 온도 보상 공진기는 복수의 BJT 트랜지스터와 복수의 MOS 트랜지스터를 이용한 BiCMOS 소자로 구현되므로 공정 비용이 증가하고 버랙터 전압에 DC flicker 노이즈가 인가되는 경우 온도 보상이 불가능하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이에 본 발명은 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동시킴에 따라, 기존의 위상 고정 루프 방식과 복수의 BJT 트랜지스터와 복수의 MOS 트랜지스터 등을 이용한 오픈 루프 방식에 비교하여 위상 주입으로 온도 변동에 따른 VCO의 발진 주파수의 변동을 간단하고 정확하게 보상하기 위한 것이다.

[0007] 이에 본 발명은 시스템의 설계 복잡도가 감소되므로 집적화가 가능하고 경량의 디바이스에 적용할 수 있는 범용성이 향상될 수 있다.

[0008] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 청구범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시 양태에 의거한 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기는,

[0010] 차동증폭기 세트, LC 탱크, 미세 튜닝부, 및 정류원을 포함하는 전압 제어 발진기; 및

[0011] 상기 전압 제어 발진기; 및의 음 및 양의 출력단 사이에 접속되어 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고, 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동하는 온도 보상 회로를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0012] 바람직하게 상기 온도 보상 회로는,

[0013] 상기 전압 제어 발진기의 음 및 양의 출력단 각각에 접속되는 버퍼;

[0014] 상기 각 버퍼의 출력단 사이에 접속되어 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진 주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상을 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동시키는 위상 천이기(Phase Shifter); 및

- [0015] 상기 위상 천이를 통해 공진 포인트가 이동된 주파수 신호를 LC 탱크로 전달하는 주입기(Injector)를 포함할 수 있다.
- [0016] 바람직하게 상기 온도 널 포인트는,
- [0017] 초기 온도를 기준으로 정해진 각 온도 별 상기 LC 탱크의 공진 주파수 위상을 분석하여 각 온도 별 1차 함수에 근사화된 기울기를 도출하고,
- [0018] 도출된 온도 별 기울기의 교점으로 결정되도록 구비될 수 있다.
- [0019] 바람직하게 상기 위상 천이기는,
- [0020] 상기 각 버퍼의 출력단 사이에 접속되어 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진 주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고 상기 온도 널 포인트의 교점의 위상으로 LC 탱크의 공진 포인트를 이동시키도록 구비되고,
- [0021] 상기 각 버퍼의 출력단 사이에 접속되어 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진 주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하는 온도 널 포인트 도출부;
- [0022] 상기 전압 제어 발진기의 양과 음의 발진 주파수에 대해 양과 음의 동상 (I, In-phase)신호와 양과 음의 직교 위상(Q, Quadrature)신호를 생성하는 신호 생성기; 및
- [0023] 상기 양과 음의 I신호 및 양과 음의 Q신호 중 임의의 두 신호를 가산하여 온도 널 포인트의 위상으로 변경된 양과 음의 공진주파수를 상기 주입기에 전달하는 복수의 가산기를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 실시예에 따르면, 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진 주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하며, 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 주파수의 공진 포인트를 이동시킴에 따라 기존의 위상 고정 루프 방식과 복수의 BJT 트랜지스터와 복수의 MOS 트랜지스터 등을 이용한 오픈 루프 방식이 비교하여 위상 제어로 간단하게 온도 변동에 따른 VCO의 발진 주파수의 변동을 보상할 수 있다.
- [0025] 또한 본 발명의 실시예에 의거, 시스템의 설계 복잡도가 감소되므로 집적화가 가능하고 경량의 디바이스에 적용 가능하고 이에 범용성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.
- 도 1은 일 실시예의 온도 보상 전압 제어 발진기의 구성도이다.
- 도 2는 도 1의 온도 보상 전압 제어 발진기의 세부 구성도이다.
- 도 3은 도 2의 전압 제어 발진기의 온도에 따른 발진 주파수 변화를 일으키는 인덕터의 기생 성분을 포함한 LC 탱크의 구성도이다.
- 도 4는 일 실시예의 온도 널 포인트를 설명하기 위한 개념도이다.
- 도 5는 도 1의 위상 천이기의 세부 구성도이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 주파수 대 위상을 보인 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 보다 상세하게 설명한다.
- [0028] 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.

- [0029] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0032] 일 실시예는 LC 기반의 전압 제어 발진기(이하 VCO로 약칭함)의 온도에 따른 동작 주파수 변동을 분석하여 온도 널(NULL) 포인트를 생성하고 생성된 온도 널 포인트로 발진 주파수에 대한 온도 보상 제어를 수행할 수 있다.
- [0033] 이하에서는 본 발명의 실시 예에 따른 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기에 대해 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0034] 도 1은 일 실시예에 따른 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기의 구성을 보인 전체 구성도이고, 도 2는 도 1의 전압 제어 발진기의 세부 구성도이며, 도 3은 도 2의 전압 제어 발진기의 온도에 따른 발진 주파수 변화를 일으키는 인덕터의 기생 성분을 포함한 LC 탱크를 보인 도이고, 도 4는 일 실시예의 온도 널 포인트를 설명하기 위한 개념도이고, 도 5는 도 1의 위상 천이기의 세부 구성도이고, 도 6은 온도 널 포인트를 이용하여 주파수 대 위상을 보인 그래프이다.
- [0035] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 일 실시예의 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기는 온도 변동에 따른 공진주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상 ϕ_{NULL} 으로 공진주파수의 공진 포인트를 이동함에 따라 발진 주파수에 대한 온도 보상을 수행하는 구성을 갖추며, 이에 위상 주입 기반의 온도 보상 전압 제어 발진기는, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, VCO(Voltage Controlled Oscillator Core 1), 버퍼(buffer 2), 위상 천이기(phase shifter 3), 및 주입기(injection circuit 4)를 포함할 수 있다.
- [0036] 여기서, VCO(1)는 도 2에 도시된 바와 같이, 차동 증폭기(11)(12), LC 탱크(13), 미세 튜닝부(14), 버퍼(15)(16), 전류원(Icore 17) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 여기서, LC 탱크(13)의 고유 공진 주파수와 차동 증폭기 세트(11)(12)에 의거 VCO(1)의 발진 주파수를 결정한다. 여기서, 차동 증폭기 세트(11)(12) 각각의 양과 음의 출력신호는 상호 180도 위상 차이가 있는 차동 신호이다.
- [0037] 한편, LC 탱크(13)의 고유 공진 주파수는 LC 탱크(13)의 인덕터(L)의 인덕턴스와 커패시터 뱅크(Capacitor bank)의 커패시턴스에 의해 결정된다.
- [0038] 커패시터 뱅크는 커패시턴스 엘리먼트들의 조합으로 다수 병렬로 접속된 스위칭 가능한 커패시터 회로들로 구성된다. 이러한 커패시터 회로의 열림 스위칭 제어로 LC 탱크(13)의 전체 커패시턴스는 감소되고 이에 VCO(1)의 발진 주파수가 증가된다.
- [0039] 미세 튜닝부(14)는 외부로부터 공급되는 아날로그신호 Vctrl를 입력으로 하는 병렬로 접속된 버랙터 Cvar1, Cvar2 와 각 버랙터 Cvar1, Cvar2의 각 출력단에 접속된 저항 R1, R2 및 커패시터(C1)(C2)로 구성된다. 이에 아날로그 신호 Vctrl은 버랙터 Cvar1, Cvar2에 걸리는 전압에 영향을 미치고 이에 LC 탱크(13)의 커패시턴스의 미세 튜닝이 수행된다. 예를 들어, 아날로그 신호 Vctrl가 증가되면, 버랙터 Cvar1, Cvar2의 전압은 감소되고 이에 VCO(1)의 발진 주파수는 증가된다.
- [0040] 또한 전류원(17)은 일정한 바이어스 전압에 따라 정해진 전류가 일정하게 흐른다.
- [0041] 한편, 일 실시예는 온도 변동에 따른 발진 주파수 변동을 보상하기 위한 온도 보상기를 더 포함하고, 온도 보상기는 버퍼(2), 위상 천이기(3) 및 주입기(4)를 포함할 수 있다. LC 탱크(13)의 공진 포인트(resonance point)는 위상 천이기(3)를 통해 이동되며, 위상 천이기(3)의 출력신호는 주입기(4)를 통해 VCO(1)의 LC 탱크(13)에 피드백되어 LC 탱크(13)의 공진 포인트가 이동된다.
- [0042] 여기서 도 3 및 도 4를 참조하여 온도 널 포인트를 설정하는 개념을 설명하면, LC 탱크(13)의 임피던스 Z_{TANK} 는 인덕턴스 L, 기생 저항성분 r, 및 커패시턴스 C로 정해진다. 즉, VCO(1)의 발진 주파수는 온도에 따라 변동하는

기생 저항성분 r 에 의해 변동되며, 이러한 기생 저항 성분 r 을 고려하여 LC 탱크(13)의 공진 주파수 ω_{LC} 를 연산하면 다음 식 1로 나타낼 수 있다.

[식 1]

$$\omega_{LC} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{L^2}}$$

이때 기생 성분 r 의 온도에 따른 변화는 $r = r_0[1 + \alpha(T - T_0)]$ 의 형태로 도출할 수 있다. 여기서, r_0 와 T_0 는 각각 기준 저항 성분 및 기준 온도이며, T 는 변동된 온도이며, α 는 저항 성분의 온도 계수이다. 온도계수는 일반적으로 양의 크기를 가지며, 따라서 온도가 증가될수록 기생 저항 성분은 증가되고, 이에 공진 주파수는 감소된다. 여기서, 기준 저항 성분 및 기준 온도는 본 명세서 상에서 구체적으로 설명하지 아니하였으나 당업자 수준에서 이해되어야 할 것이다.

이러한 온도 변화에 따른 공진 주파수의 변동을 보상하기 위해, 위상 천이기(3)에서 도출된 온도 널 포인트의 위상을 이용한다.

즉, 기준 온도 T_0 를 기준으로 온도가 $T_0 + \Delta T$, $T_0 - \Delta T$ 로 변동한다고 가정하면, 외부의 컨트롤러에 의거 각 온도 별 공진 주파수의 위상이 도출된다. 이때 각 온도 별 공진 주파수의 위상은 도 4에 도시된 바와 같이, 1차 함수로 근사화된 기울기를 가지며, 각 기울기의 교점이 온도 널 포인트이고 온도 널 포인트의 위상 ϕ_{NULL} 이 결정된다.

이에 일 실시예는 온도 변동에 따른 발진 주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상 ϕ_{NULL} 으로 LC 탱크(13)의 공진 포인트를 이동시켜 LC 탱크(13)에 주입함에 따라, 온도 변동에 따른 VCO(1)의 발진 주파수 변동을 보상할 수 있다.

이에 위상 천이기(3)는 도 5를 참조하면, 온도 변동에 따른 발진 주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하고 도출된 온도 널 포인트의 위상 ϕ_{NULL} 으로 LC 탱크(13)의 공진 포인트를 이동시키는 구성을 갖추며, 이에 도 5를 참조하면, 위상 천이기(3)는 VCO(1)의 미세 튜닝부(14)의 음 및 양의 출력단에 각각 접속되며, 온도 널 포인트 도출부(30), I/Q 생성기(31) 및 복수의 가산기(32) 중 적어도 하나로 구현될 수 있다.

일례로, 온도 널 포인트 도출부(30)는 설명 상의 편리를 위해 위상 천이기(3)와 일체로 구비되는 것으로 설명하고 있으나, 다른례로 위상 천이기(3)와 별개의 장치로 구현될 수 있으며 이에 한정하지 아니한다.

즉, 온도 널 포인트 도출부(30)는 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 온도 변동에 따른 발진 주파수의 위상을 분석하여 각 온도 별 1차 함수로 근사화된 LC 탱크(13)의 공진 주파수의 기울기를 도출하고 도출된 각 온도 별 공진 주파수의 기울기의 교점으로 온도 널 포인트를 도출한다. 도출된 온도 널 포인트의 위상 ϕ_{NULL} 은 I/Q 생성기(31)로 제공된다.

양과 음의 버퍼(2)의 발진 주파수 RF_IN+, RF_IN-, 및 온도 널 포인트의 위상 ϕ_{NULL} 을 입력으로 I/Q 생성기(31)는 양과 음의 I(In Phase) 신호 I+, I-와, 양과 음의 Q(Quadrature) 신호 Q+, Q-를 각각 생성한다. 복수의 가산기(32)는 생성된 양과 음의 I신호 I+, I-와, 양과 음의 Q신호 Q+, Q- 중 임의로 선택된 I신호 I+, I-와, Q신호 Q+, Q- 각각의 주파수를 복수의 가산기(32)에 의거 가산하여 공진 포인트가 이동된 공진 주파수 신호 RF_OUT+, RF_OUT-를 출력한다.

일례로, LC 탱크(13)의 공진 주파수 RF_IN+, RF_IN-가 4.2 GHz에서 7.5 GHz까지 변동될 때 이에 4GHz 대역폭의 공진 주파수 RF_OUT+, RF_OUT-의 위상은 온도 널 포인트의 위상 ϕ_{NULL} 으로 정해진다.

한편 주입기(4)는 위상 천이기(3)의 음과 양의 각 출력단에 접속되는 MOSFET 소자(M5, M6) 및 정류원($I_{injection}$)로 구성되고, 이에 복수의 가산기(32)의 공진 주파수 신호 RF_OUT+, RF_OUT- 각각은 주입기(4)를 경유하여 LC 탱크(13)으로 제공된다. 여기서 정류원($I_{injection}$)는 바이어스 전압에 의거 일정한 전류가 흐른다.

이에 도 6을 참조하면, 온도 널 포인트의 -20° 의 위상 ϕ_{NULL} 제어로 공진주파수의 온도 보상을 수행함에 따라 온도 변동에 따른 공진주파수의 변동이 98.28MHz에서 3.35 MHz로 감소됨을 알 수 있다.

[0056] 일 실시예는 온도 변동에 따른 LC 탱크의 공진주파수의 위상을 분석하여 온도 널 포인트를 도출하며, 도출된 온도 널 포인트의 위상으로 LC 탱크의 공진 주파수의 공진 포인트를 이동시킴에 따라 기존의 위상 고정 루프 방식과 복수의 BJT 트랜지스터와 복수의 MOS 트랜지스터 등을 이용한 오픈 루프 방식이 비교하여 위상 제어로 간단하게 온도 변동에 따른 VCO의 발진 주파수의 변동을 보상할 수 있고, 이에 시스템의 설계 복잡도가 감소되므로 집적화가 가능하고 경량의 디바이스의 범용성을 향상시킬 수 있다.

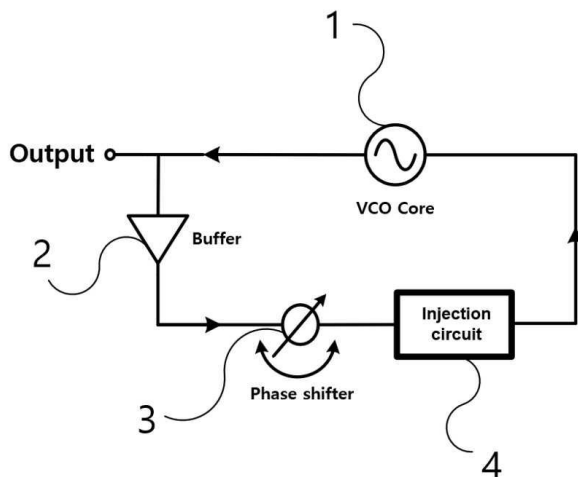
[0057] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

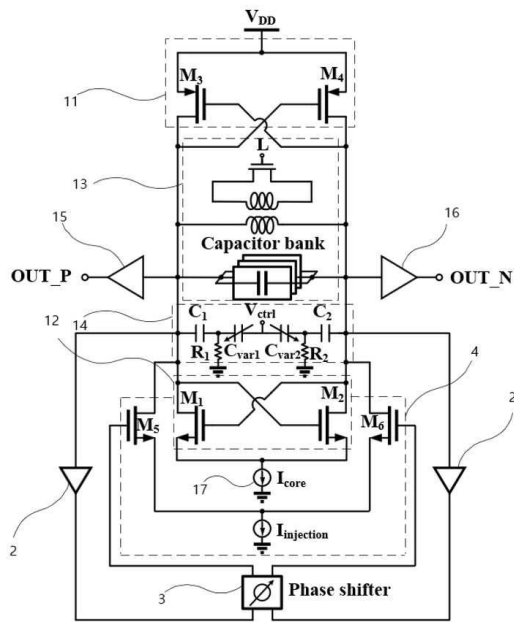
- [0058]
- 1 : VCO
 - 2 : 버퍼
 - 3 : 위상 천이기
 - 30 : 온도 널 포인트 도출부
 - 31 : I/Q 생성기
 - 32 : 복수의 가산기
 - 4 : 주입기

도면

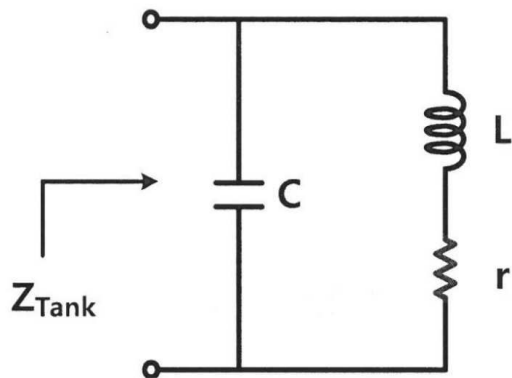
도면1



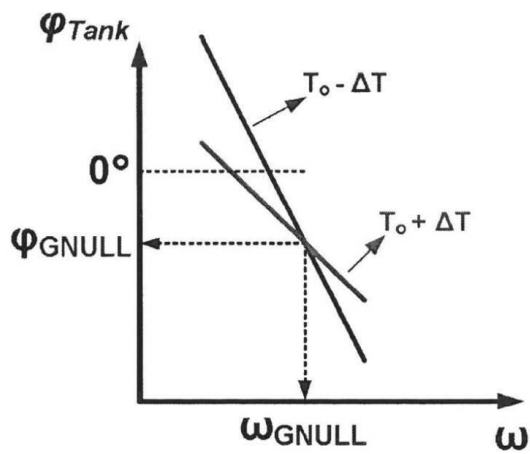
도면2



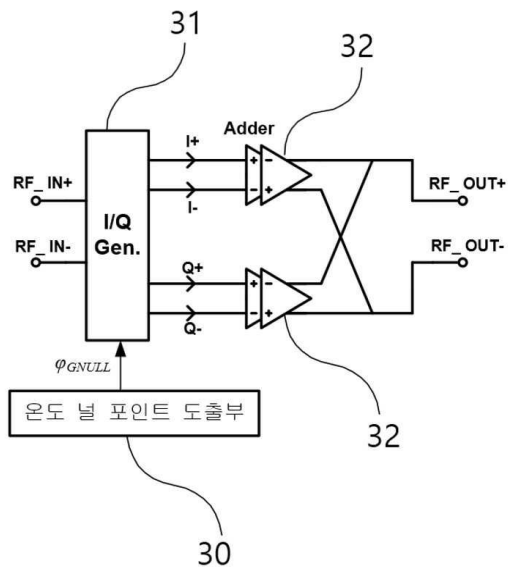
도면3



도면4



도면5



도면6

