



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월08일
(11) 등록번호 10-1283746
(24) 등록일자 2013년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H03B 5/12 (2006.01) H03H 7/38 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0006400

(22) 출원일자 2012년01월19일

심사청구일자 2012년01월19일

(56) 선행기술조사문헌

S.W.S. et al. Frequency-tunable high-efficiency power oscillator using GaN HEMT, IEEE International Microwave Symposium Digest, 23-28 May 2010, pp. 1000-1003*

M.Q.L. et al. High-Efficiency Harmonic Loaded Oscillator with Low Bias Using a Nonlinear Design Approach, IEEE TRANSACTIONS ON MTT, VOL. 47, NO. 9, SEPTEMBER 1999, pp. 1670-1679*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

정진호

서울특별시 양천구 목5동 929 번지 한신청구아파트 111동 403호

(74) 대리인

정동준, 특허법인 수

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 강현일

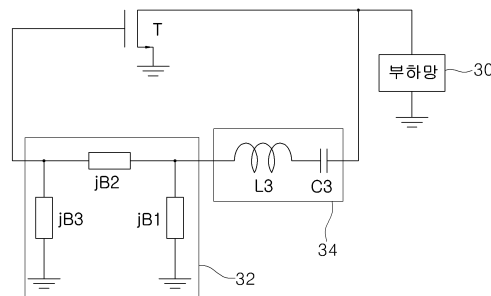
(54) 발명의 명칭 RF 발진기

(57) 요약

본 발명은 RF 발진기에 관한 것이다. 본 발명의 일 태양에 따르면, 발진 신호를 수신하고 기본 주파수에서 공진 신호를 발생하는 공진 회로, 상기 공진 회로와 직렬 연결되어 상기 공진 신호를 케환하는 케환망, 상기 케환되는 공진 신호를 수신하고 상기 발진 신호를 발생하는 트랜지스터, 및 상기 발진 신호를 수신하고, 상기 기본 주파수 및 고조파 주파수들 각각에서 최적의 부하 임피던스를 가지는 부하망을 구비하고, 상기 공진 회로는 상기 고조파 주파수들에 있어서 상기 부하망에서 바라본 상기 케환망이 오픈 회로로서 동작하도록 하는 것을 특징으로 하는 RF 발진기가 제공된다. 이에 따르면, 부하망이 고조파 로드-풀 시뮬레이션에 의해서 결정된 최적의 부하 임피던스를 가지도록 설계되고, 기본 주파수에서만 공진이 일어나고, 고조파 주파수들에서 케환망으로부터 분리되도록 하기 위한 공진 회로를 케환망에 채용함에 의해서 발진기의 트랜지스터가 최적의 부하 임피던스를 가질 수 있을 뿐만 아니라 부하망의 설계를 단순화시킬 수 있다.

대표도 - 도3

300



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201131019

부처명 교육과학기술부

연구사업명 SDR 응용을 위한 디지털 RF 신호 합성 및 선형 송신기에 대한 연구

연구과제명 SDR 응용을 위한 디지털 RF 신호 합성 및 선형 송신기에 대한 연구

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2011.05.01 ~ 2012.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

발진 신호를 수신하고 기본 주파수에서 공진 신호를 발생하는 공진 회로;
 상기 공진 회로와 직렬 연결되어 상기 공진 신호를 변환하는 변환망;
 상기 변환되는 공진 신호를 수신하고 상기 발진 신호를 발생하는 트랜지스터; 및
 상기 발진 신호를 수신하고, 상기 기본 주파수 및 고조파 주파수들 각각에서 최적의 부하 임피던스를 가지는 부하망을 구비하고,
 상기 공진 회로는
 상기 고조파 주파수들에 있어서 상기 부하망에서 바라본 상기 변환망이 오픈 회로로서 동작하도록 하며, 직렬 연결된 제1캐패시터와 제1인덕터를 구비하는 LC직렬 공진 회로이고,
 상기 최적의 부하 임피던스는 고조파 로드-풀 시뮬레이션에 의해서 획득하며,
 상기 변환망은
 상기 제1인덕터에 연결된 일측을 가진 제2인덕터;
 상기 제1인덕터에 연결된 일측과 접지전압에 연결된 타측을 가진 제3인덕터;
 상기 제2인덕터의 타측에 연결된 일측과 상기 접지전압에 연결된 타측을 가진 제2캐패시터를 구비하고,
 상기 제2캐패시터의 일측이 상기 트랜지스터에 연결되는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 트랜지스터는
 GaN 고전자 이동도 트랜지스터(HEMT)인 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

발진 신호를 수신하고 기본 주파수에서 공진 신호를 발생하는 공진 회로;
 상기 공진 회로와 직렬 연결되어 상기 공진 신호를 변환하는 변환망;
 상기 변환되는 공진 신호를 수신하고 상기 발진 신호를 발생하는 트랜지스터; 및
 상기 발진 신호를 수신하고, 상기 기본 주파수 및 고조파 주파수들 각각에서 최적의 부하 임피던스를 가지는 부하망을 구비하고,
 상기 공진 회로는
 상기 고조파 주파수들에 있어서 상기 부하망에서 바라본 상기 변환망이 오픈 회로로서 동작하도록 하며, 직렬

연결된 제1캐패시터와 제1인덕터를 구비하는 LC직렬 공진 회로이고,
 상기 최적의 부하 임피던스는
 고조파 로드-풀 시뮬레이션에 의해서 획득하며,
 상기 궤환망은
 상기 제1인덕터에 연결된 일측을 가진 제2인덕터;
 상기 제2인덕터에 연결된 일측과 접지전압에 연결된 타측을 가진 제2캐패시터; 및
 상기 제2인덕터의 타측에 연결된 일측을 가진 제3캐패시터를 구비하고,
 상기 제3캐패시터의 타측이 상기 트랜지스터에 연결되는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 제1인덕터와 상기 제2인덕터가 하나의 인덕터로 구성되는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 8

제6항에 있어서,
 상기 제2인덕터와 상기 제2캐패시터 사이에 연결된 제1전송 라인; 및
 상기 제2캐패시터와 상기 제3캐패시터 사이에 연결된 제2전송 라인을 추가적으로 구비하는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 9

발진 신호를 수신하고 기본 주파수에서 공진 신호를 발생하는 공진 회로;
 상기 공진 회로와 직렬 연결되어 상기 공진 신호를 궤환하는 궤환망;
 상기 궤환되는 공진 신호를 수신하고 상기 발진 신호를 발생하는 트랜지스터; 및
 상기 발진 신호를 수신하고, 상기 기본 주파수 및 고조파 주파수들 각각에서 최적의 부하 임피던스를 가지는 부하망을 구비하고,
 상기 공진 회로는
 상기 고조파 주파수들에 있어서 상기 부하망에서 바라본 상기 궤환망이 오픈 회로로서 동작하도록 하며,
 상기 트랜지스터는 GaN 고전자 이동도 트랜지스터(HEMT)이고,
 상기 부하망은
 상기 발진 신호를 수신하는 일측과 특정 노드에 연결된 타측을 구비하고, 상기 발진 신호를 노드로 전송하는 제1전송 라인;
 상기 특정 노드에 연결되고, 상기 기본 주파수의 3배의 주파수에서 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 제1오픈 스텝;
 상기 특정 노드에 연결된 일측을 구비하고, 상기 기본 주파수에서 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 제2전송 라인;
 상기 제2전송 라인의 타측에 연결된 일측을 구비하고, 상기 기본 주파수에서 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 제2오픈 스텝;
 상기 제2전송 라인의 타측에 연결된 일측을 구비하고, 상기 기본 주파수의 2배의 주파수에서 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 제3오픈 스텝; 및
 상기 제2전송 라인의 타측에 연결된 일측과 드레인 전압이 인가되는 타측을 가진 제3전송라인을 구비하고,
 상기 제1오픈 스텝에 의해서 상기 기본 주파수의 3배의 주파수에서 상기 특정 노드가 가상 그라운드되고, 상기 제2전송 선로, 상기 제2오픈 스텝, 상기 제3오픈 스텝에 의해서 상기 기본 주파수의 2배의 주파수에서 상기 특

정 노드가 가상 그라운드되는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 트랜지스터로 게이트 전압을 인가하기 위한 게이트 바이어스 회로; 및

상기 드레인 전압을 인가하기 위한 드레인 바이어스 회로를 추가적으로 구비하는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 게이트 바이어스 회로는

상기 GaN 고전자 이동도 트랜지스터의 게이트에 연결된 일측을 가진 제1저항;

상기 제1저항의 타측과 접지전압사이에 연결된 제4캐패시터;

상기 제1저항의 타측으로 인가되는 게이트 전원을 구비하는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 드레인 바이어스 회로는

상기 제3전송 라인의 타측으로 인가되는 게이트 전원;

상기 제3 전송 라인에 연결된 일측을 가진 제4캐패시터;

상기 제4캐패시터의 타측과 상기 접지전압 사이에 연결된 제2저항을 구비하는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 특정 노드와 출력단 사이에 연결되어, 상기 기본 주파수에서 상기 최적의 부하 임피던스를 제공하는 소정 개수의 제4전송 라인들을 구비하는 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 제1 내지 제3전송 라인들, 상기 소정 개수의 제4전송 라인들, 및 상기 제1 및 3 오픈 스텝들은

마이크로스트립 라인들인 것을 특징으로 하는 RF 발진기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 부하망이 고조파 로드-풀 시뮬레이션(Harmonic load-pull simulation)에 의해서 결정된 최적의 부하 임피던스를 가지도록 설계되고, 궤환(feedback)망이 최적의 부하 임피던스에 영향을 미치는 문제를 해결하기 위하여, 고조파 주파수들에서 부하망에 오픈(open)된 등가회로를 제공하기 위한 공진 회로를 궤환망에 채용하여 구성한 RF 발진기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 발진기는 통신, 레이더, 무선 전력 전송을 포함하는 RF 및 마이크로웨이브 시스템에서 신호원으로 사용되는 기본적인 구성 요소이다. 전력 발진기의 DC 대 RF 변환 효율은 무선 전력 전송 시스템의 전반적인 효율을 결정하

는 중요한 사양(specification)이다. 따라서, 고효율 RF 전력 발진기의 설계에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.

[0003] 스위칭 모드 동작은 고효율 발진기에 광범위하게 쓰여지고 있다. 이때 부하망은 스위칭 모드 동작을 위한 적절한 고조파 터미네이션(termination)을 제공하기 위하여 공진 회로를 포함할 수 있다.

[0004] 고효율 전력 발진기의 비선형 설계 기술은 2006년 10월에 S. Jeon 외 2인에 의해서 "IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 54, no. 10"에 "Nonlinear Design Technique for High-Power Switching-Mode Oscillators"라는 명칭으로 공개되어 있다. 그리고, 고효율 발진기의 또 다른 접근법은 고조파에서 최적의 임피던스를 제공하는 고조파 동조 부하망(harmonic-tuned load network)을 사용하는 것으로, 이에 관한 기술은 1999년 9월에 M.-O. Lee 외 4인에 의해서 "IEEE Transactions on Microwave nonlinear design approach"에 "High-efficiency harmonic loaded oscillator with low bias using a nonlinear design approach"라는 명칭으로 공개되어 있다. 또한, 2009년 5월에 W. J. Hwang 외 4인에 의해서 "IEEE MIT-S Int. Microw, Symp. Dig."에서 "High-Efficiency Power Oscillator using Harmonic-tuned Matching Network"라는 명칭으로 공개되었다.

[0005] 상술한 종래 기술들은 고조파 동조 부하망이 최적의 고조파 임피던스를 가지도록 설계되나, 궤환망이 최적의 부하 임피던스에 영향을 미치기 때문에, 부하망의 설계를 복잡하게 한다는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 모두 해결하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 본 발명은 부하망이 고조파 로드-풀 시뮬레이션에 의해서 결정된 최적의 부하 임피던스를 가지도록 설계되고, 고조파 주파수들에 있어서 부하망이 궤환망으로부터 분리되도록 설계함에 의해서, 궤환망이 최적의 부하 임피던스에 영향을 미치는 문제를 해결하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 바와 같은 본 발명의 목적을 달성하고, 후술하는 본 발명의 특징적인 효과를 실현하기 위한, 본 발명의 특징적인 구성은 하기와 같다.

[0009] 본 발명의 일 태양에 따르면, 발진 신호를 수신하고 기본 주파수에서 공진 신호를 발생하는 공진 회로, 상기 공진 회로와 직렬 연결되어 상기 공진 신호를 궤환하는 궤환망, 상기 궤환되는 공진 신호를 수신하고 상기 발진 신호를 발생하는 트랜지스터, 및 상기 발진 신호를 수신하고, 상기 기본 주파수 및 고조파 주파수들 각각에서 최적의 부하 임피던스를 가지는 부하망을 구비하고, 상기 공진 회로는 상기 고조파 주파수들에서 상기 궤환망이 상기 부하망에 오픈 회로를 제공하도록 하는 것을 특징으로 하는 RF 발진기가 제공된다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따르면, 부하망이 고조파 로드-풀 시뮬레이션에 의해서 결정된 최적의 부하 임피던스를 가지도록 설계되고, 기본 주파수에서만 공진이 일어나고, 고조파 주파수들에서 궤환망으로부터 분리되도록 하기 위한 공진 회로를 궤환망에 채용함에 의해서 발진기의 트랜지스터가 최적의 부하 임피던스를 가질 수 있을 뿐만 아니라 부하망의 설계를 단순화시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 RF 발진기의 최적의 부하 임피던스를 결정하기 위한 고조파 로드-풀 시뮬레이션(Harmonic load-pull simulation) 회로를 나타내는 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예의 RF 발진기의 궤환망을 구성하는 리액턴스 및 저항성 소자의 값을 구하기 위한 기본적인 구성을 나타내는 것이다.

도 3는 본 발명의 일 실시예의 RF 발진기의 구성을 나타내는 것이다.

도 4a, b는 본 발명의 실시예들의 궤환망을 나타내는 것이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예의 RF 발진기의 상세 구성을 나타내는 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0013] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 RF 발진기의 최적의 부하 임피던스를 결정하기 위한 고조파 로드-풀 시뮬레이션(Harmonic load-pull simulation) 회로를 나타내는 것으로, 고조파 로드-풀 시뮬레이션 회로(100)는 트랜지스터(T), 부하망(10), 게이트 바이어스 회로(12), 드레인 바이어스 회로(14), 신호원(V) 및 캐패시터들(C1, C2)를 포함할 수 있다. 게이트 바이어스 회로(12)는 게이트 전원(V_{GG}) 및 인덕터(L1)를 포함할 수 있고, 드레인 전원(V_{DD}) 및 인덕터(L2)를 포함할 수 있다.
- [0015] 도 1에서, 트랜지스터(T)는 GaN 고전자 이동도 트랜지스터(HEMT; High Electron Mobility Transistor)일 수 있고, ZL은 부하 임피던스, V_{in} 은 입력 전압, I_{in} 은 입력 전류, V_{out} 은 출력 전압, I_{out} 은 출력 전류를 나타낼 수 있다. V_{in} 은 기본 주파수(f_0)에서 신호원 전압(V)의 진폭일 수 있으며, f_0 는 가령 2.45GHz일 수 있다.
- [0016] 도 1에서, 게이트 바이어스 회로(12)는 트랜지스터(T)의 게이트로 인가되는 게이트 전압을 발생할 수 있다. 드레인 바이어스 회로(14)는 트랜지스터(T)의 드레인으로 인가되는 드레인 전압을 발생할 수 있다. 캐패시터들(C1, C2)은 각각의 DC를 차단하기 위한 DC 차단 소자일 수 있다.
- [0017] 도 1의 부하망(10)은 트랜지스터(T)와 부하의 임피던스 매칭을 위한 것으로, RF발진기의 최대 출력 부하 임피던스를 찾기 위하여, 부하망(10)의 임피던스를 조금씩 바꾸어가면서 출력 전력을 측정하여, 최대 출력 전력을 나타내는 임피던스를 찾을 수 있다.
- [0018] 도 1의 시뮬레이션 회로를 사용하여 시뮬레이션한 결과, 트랜지스터(T)는 기본 주파수(f_0) 및 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$) 각각에서 $ZL1=13+j37\Omega$, $ZL2=j16\Omega$, $ZL3=j22\Omega$ 의 부하 임피던스 및 $V_{DD}=28V$ 에서 86.3%의 최대 효율과, 37.0dBm의 출력 전력을 나타낼 수 있음이 발견되었다. 그리고, 기본 주파수(f_0)에서 $V_{in} = 0.610 + j0$, $V_{out} = 2.586 + j34.44$, $I_{in} = 0.425 - j0.037$, $I_{out} = 0.850 + j0.229$ 으로 측정되었다.
- [0019] 로드-풀 데이터에 기초하여, 케환망은 트랜지스터(T)가 f_0 에서 발진하도록 하는 정케환 루프를 제공하기 위하여 합성될 수 있다.
- [0020] 도 2는 본 발명의 일 실시예의 RF 발진기의 케환망을 구성하는 리액턴스 및 저항성 소자의 값을 구하기 위한 기본적인 구성을 나타내는 것으로, RF발진기(200)는 트랜지스터(T) 및 케환망(20)을 포함할 수 있고, 케환망(20)은 리액턴스(reactance) 및 저항성(resistive) 소자들($G1+jB1$, $jB2$, $jB3$)을 포함할 수 있다. 트랜지스터(T)는 GaN 고전자 이동도 트랜지스터(HEMT; High Electron Mobility Transistor)일 수 있다.
- [0021] 도 2의 케환망(20)은 π 타입 케환망으로, 케환망(20)의 리액턴스 및 저항성 소자들($G1+jB1$, $jB2$, $jB3$)의 값은 도 1의 로드-풀 시뮬레이션에서 획득된 기본 주파수(f_0)에서의 전압들 및 전류들(V_{in} , I_{in} , V_{out} , I_{out})를 아래의 수학적 식 1에 대입함에 의해서 결정될 수 있다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} B2 \\ B3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Im}\{V_{out}\} - \text{Im}\{V_{in}\} & -\text{Im}\{V_{in}\} \\ \text{Re}\{V_{in}\} - \text{Re}\{V_{out}\} & -\text{Re}\{V_{in}\} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \text{Re}\{I_{in}\} \\ \text{Im}\{I_{in}\} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} G1 \\ B1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Re}\{V_{out}\} & -\text{Im}\{V_{out}\} \\ \text{Im}\{V_{out}\} & \text{Re}\{V_{out}\} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \text{Re}\{I_{in} + I_{out}\} + B3 \text{Im}\{V_{in}\} \\ \text{Im}\{I_{in} + I_{out}\} - B3 \text{Re}\{V_{in}\} \end{bmatrix}$$

[0022]

[0023] 다음으로, 도 1의 부하망(10)은 기본 주파수(f_0) 및 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$)에서 최적의 부하 임피던스(Z_L)를 제공하기 위하여 설계될 수 있다.

[0024] 도 3는 본 발명의 일 실시예의 RF 발진기의 구성을 나타내는 것으로, RF발진기(300)는 트랜지스터(T), 부하망(30), 케환망(32), 및 공진 회로(34)를 포함할 수 있고, 케환망(32)은 리액턴스 소자들(jB_1 , jB_2 , jB_3)을 포함할 수 있고, 공진 회로(34)는 인덕터(L_3)와 캐패시터(C_3)를 포함할 수 있다.

[0025] 도 3에서, 트랜지스터(T)는 GaN 고전자 이동도 트랜지스터(HEMT; High Electron Mobility Transistor)일 수 있다.

[0026] 케환망(32)은 수학식 1에 의해서 얻어진 값을 가지도록 설계될 수 있으며, 도 2의 케환망(20)에서 저항성 소자($R_1=1/G_1$)는 발진기(300)의 성능에 영향을 주지 않으면서 부하망(30)으로 이동되어 구성될 수 있다. 이에 따라, 케환망(32)에서 저항성 소자(R_1)는 포함되지 않을 수 있으며, 부하망(30)에 포함될 수 있다. 케환망(32)의 기본 주파수(f_0)에서 공진 신호를 수신하여 트랜지스터(T)의 게이트로 케환할 수 있다.

[0027] 공진회로(34)는 발진 신호를 수신하여 기본 주파수(f_0)에서 공진하되 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$)에서는 케환망(32)으로부터 분리되도록 하는 역할을 수행할 수 있다. 즉, 공진회로(42)는 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$)에서 케환망(32)이 부하망(30)에 오픈 회로(open-circuit)로 보이도록 할 수 있다.

[0028] 부하망(30)은 기본 주파수(f_0)에서 최적의 부하 임피던스(R_1)를 가지고, 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$)에서 최적의 부하 임피던스들(Z_{L2} , Z_{L3}) 각각을 가질 수 있다. 부하망(30)은 공진회로(42)에 의해서 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$)에서 케환망(32)이 오픈 회로가 되기 때문에 도 1의 로드-풀 시뮬레이션 회로에 의해서 획득된 최적의 부하 임피던스들(Z_{L2} , Z_{L3})의 값을 가질 수 있다.

[0029] 트랜지스터(T)은 케환망(32)을 통하여 케환되는 공진 신호를 수신하고 발진 신호를 발생할 수 있다.

[0030] 도 4a, b는 본 발명의 실시예들의 케환망을 나타내는 것으로, 도 4a는 π 타입 케환망을 나타내는 것으로, 캐패시터(C_4) 및 인덕터들(L_4 , L_5)를 포함할 수 있다. 도 4b는 T 타입 케환망을 나타내는 것으로, 캐패시터들(C_5 , C_6) 및 인덕터(L_6)를 포함할 수 있다.

[0031] 도 4의 케환망에서, 캐패시터(C_4), 인덕터들(L_4 , L_5)의 값은 수학식 1에 의해서 계산된 값을 가질 수 있다. 즉, $L_1 = -1/2 \pi f_0 B_1$, $L_2 = -1/2 \pi f_0 B_2$, $C_3 = B_3/2 \pi f_0$ 을 가질 수 있다.

[0032] 도 4a의 케환망은 2개의 인덕터들을 요구하기 때문에 낮은 Q(Quality) 팩터가 효율 및 위상 잡음 성능을 감소시킬 수 있으며, 추가적인 DC 차단 캐패시터가 게이트에 요구될 수는 있을 것이다.

[0033] 반면, 도 4b의 케환망은 하나의 인덕터(L_6)가 요구되고, 캐패시터(C_5)가 DC 차단 기능을 제공할 수 있다. 따라서, 도 4a의 케환망을 도 4b의 케환망으로 변형하여 설계함에 의해서 Q 팩터가 도 4a의 케환망에 비해서 높아질 수 있으며, 추가적인 DC 차단 캐패시터가 게이트에 요구되지 않게 된다. 다만, 본 발명을 구현하는 수단으로서 도 4a 및 도 4b의 케환망이 다 사용될 수 있음은 물론이라 할 것이다.

[0034] 즉, 도 4a의 π 타입 케환망을 도 4b의 T 타입 케환망으로 변형하여 설계함으로써 도 4a의 케환망에서 나타나는 문제점들이 제거될 수 있다. 그리고, T타입 케환망의 인덕터(L_6)는 도 3의 공진회로(34)의 인덕터(L_3)와 하나로 결합되어 구성될 수 있다.

[0035] 도 5는 본 발명의 다른 실시예의 RF 발진기의 상세 구성을 나타내는 것으로, RF 발진기(500)는 게이트 바이어스 회로(50), 트랜지스터(T), 케환망(52), 공진 회로(54), 부하망(56), 및 드레인 바이어스 회로(58)를 포함할 수 있다. 추가적으로, 전송 라인들(TL_2 , TL_5)를 포함할 수 있다. 트랜지스터(T)는 GaN 고전자 이동도 트랜지스터

(HEMT; High Electron Mobility Transistor)일 수 있다.

[0036] 게이트 바이어스 회로(50)는 전원(V_{GG}), 캐패시터(C7), 저항(R_{GG}) 및 전송 라인(TL1)을 포함할 수 있다. 케환망(52)는 캐패시터들(C8, C9), 인덕터(L7), 및 전송 라인들(TL3, TL4)을 포함할 수 있다. 공진 회로(54)는 인덕터(L7) 및 캐패시터(C10)를 포함할 수 있다. 부하망(56)은 전송 라인들(TL6 ~ TL10), 스텝들(S1 ~ S5), 및 캐패시터(C12)를 포함할 수 있다. 드레인 바이어스 회로(58)는 전원(V_{DD}), 캐패시터(C11), 및 저항(R_{DD})을 포함할 수 있다.

[0037] 케환망(52)은 T타입 케환망으로 구성될 수 있고, 케환망(52)과 공진 회로(54)의 인덕터가 합해져 하나의 인덕터(L7)로 구성될 수 있다(즉, 도 3의 L3와 도 4의 L6가 합해짐). 상술한 바와 같이, 이에 따라, 하나의 인덕터가 사용됨으로 인해서 Q팩터가 높아지고, 추가적인 DC 차단 캐패시터가 트랜지스터(T)의 게이트에 요구되지 않게 된다. 케환망(52)의 전송 라인들(TL3, TL4)은 집중 LC 소자들(lumped LC components)(C8, C9, L7)의 상호 연결을 위하여 추가된 것이며, LC 소자들의 값은 기생 소자들 및 상호 영향을 고려함에 의해서 시뮬레이션에 의해서 최적화될 수 있다.

[0038] 게이트 바이어스 회로(50)는 트랜지스터(T)의 게이트에 바이어스 전압을 공급할 수 있다. 드레인 바이어스 회로(58)는 트랜지스터(T)의 드레인에 바이어스 전압을 공급할 수 있다. 캐패시터들(C7, C11)은 기생 발진을 억제하기 위하여 제공될 수 있다.

[0039] 공진 회로(54)는 발진 신호를 수신하여 기본 주파수(f_0)에서 공진하고, 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$)에서 부하망(56)으로부터 분리되도록 할 수 있다. 즉, 공진회로(54)는 고조파 주파수들에 있어서 부하망(56)에서 바라본 케환망(52)이 오픈 회로(open-circuit)로 되도록 할 수 있다.

[0040] 부하망(56)은 기본 주파수(f_0)에서 수학적 1에 의해서 구해진 R1 값을 가지고, 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$) 각각에서 최적의 부하 임피던스 $ZL2=j16\Omega$, $ZL3=j22\Omega$ 을 가지도록 설계될 수 있다.

[0041] 부하망(56)은 마이크로스트립(microstrip) 라인들을 사용하여 설계될 수 있고, 오픈 스텝들(open stubs)(S1, S2, S3)과 전송 라인들(TL6 ~ TL10)을 사용하여 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$) 각각에서 $ZL2=j16\Omega$, $ZL3=j22\Omega$ 을 가질 수 있다.

[0042] 노드(A)(노드(A)를 청구항에서 특정 노드로 칭하기로 한다)는 기본 주파수(f_0)에서 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 전송 라인(TL7)과 스텝(S3) 및 고조파 주파수($2f_0$)에서 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 스텝(S2)를 구성하는 드레인 바이어스 회로(58)에 의해서 고조파 주파수($2f_0$)에서 가상 그라운드(virtually grounded)되고, 고조파 주파수($3f_0$)에서 $\lambda/4$ 의 길이를 가지는 스텝(S1)에 의해서 고조파 주파수($3f_0$)에서 가상 그라운드될 수 있다. 결과적으로, 전송 라인(TL6)은 고조파 주파수들($2f_0$, $3f_0$)에서 최적의 부하 임피던스 $ZL2=j16\Omega$, $ZL3=j22\Omega$ 를 제공할 수 있다. 노드(A)와 출력단(B)사이에 연결된 다른 전송 라인들(TL9, TL10) 및 스텝들(S4, S5)은 기본 주파수(f_0)에서 최적의 부하 임피던스(R1)을 제공할 수 있다.

[0043] 트랜지스터(T)는 공진 회로(54) 및 케환망(52)을 통하여 케환되는 공진 신호를 수신하여 발진 신호를 발생할 수 있다.

[0044] 이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다.

[0045] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0046] 100: 고조파 로드-풀 시뮬레이션 회로
200, 300, 500: RF 발진기
20, 32, 52: 케환망

34, 54: 공진 회로

12, 50: 게이트 바이어스 회로

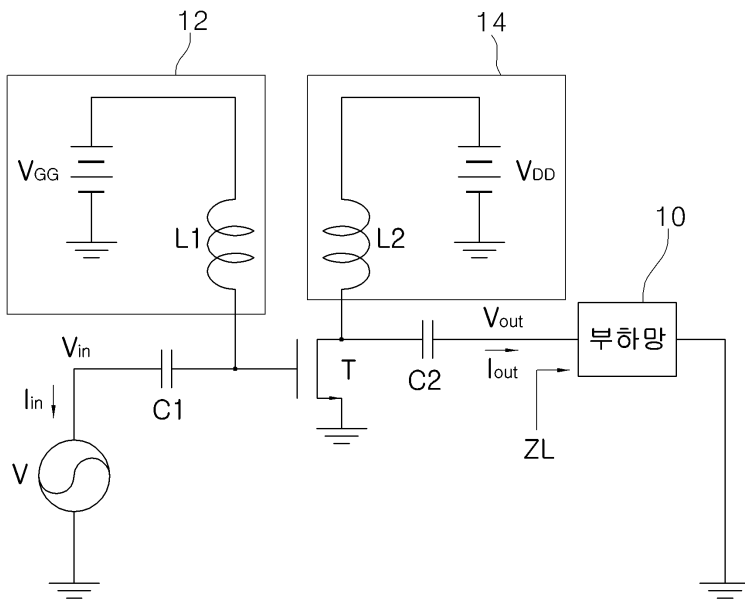
14, 58: 드레인 바이어스 회로

10, 30, 56: 부하망

도면

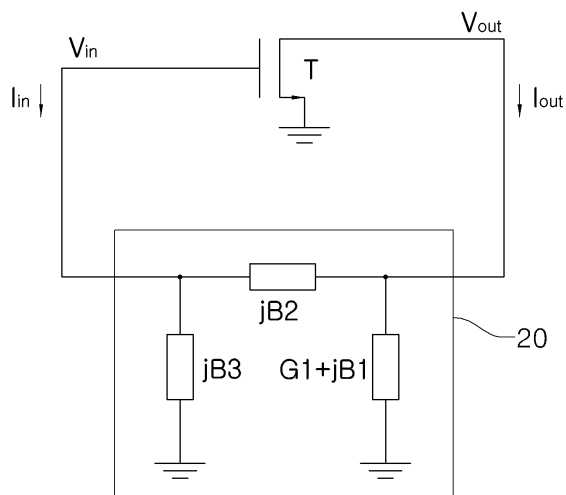
도면1

100



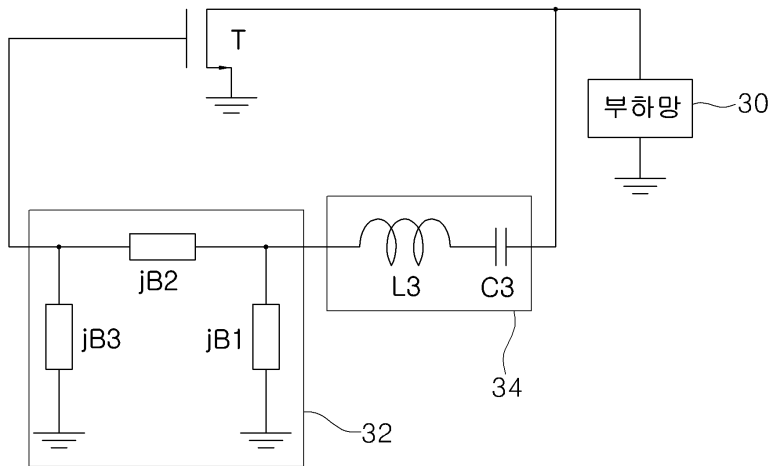
도면2

200

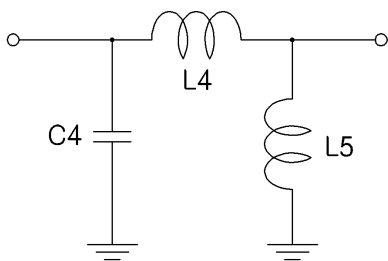


도면3

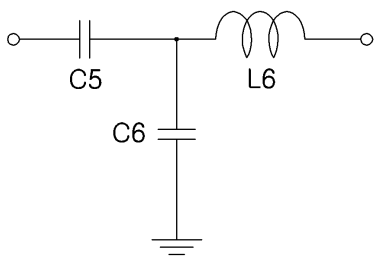
300



도면4a



도면4b



도면5

