



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0094562
(43) 공개일자 2018년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 1/22 (2006.01) H03H 7/01 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03F 1/223 (2013.01)
H03H 7/0115 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0020831
(22) 출원일자 2017년02월16일
심사청구일자 2017년02월16일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
김주성
부산광역시 동래구 충렬대로238번길 7, 2동 405호
(수안동, 성완세띠앙)
(74) 대리인
특허법인 플러스

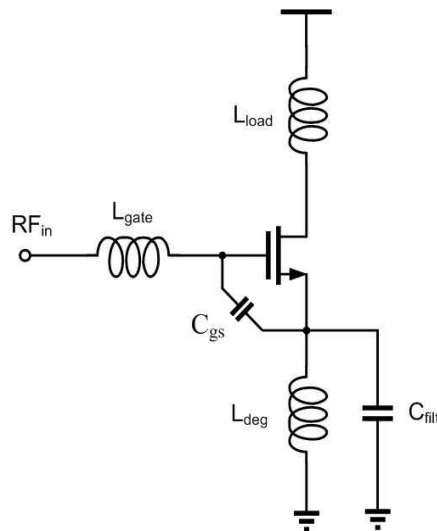
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기

(57) 요약

본 발명의 목적은, 축퇴형 인덕터를 포함하여 이루어지는 저잡음 증폭기에서, 임피던스 매칭에 사용되는 인덕터의 공진주파수와 노치 필터 주파수가 일치되도록 하여 하모닉 제거 혼합기(Harmonic Rejection Mixer)의 하모닉 제어범위를 완화시킬 수 있도록 하는, 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 제공함에 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H03F 2200/294 (2013.01)

H03H 2007/013 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711039646

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인연구지원사업

연구과제명 사물인터넷(IoT)을 위한 극소전력(ULP) 다중대역(Multiband) CMOS 송수신단 집적회로 연구

기 여 율 1/1

주관기관 한밭대학교

연구기간 2016.06.01 ~ 2019.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

트랜지스터;

상기 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 소스축퇴인덕터(L_{deg});

상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})에 병렬 연결되는 필터커패시터(C_{filt});

상기 트랜지스터의 드레인 전극에 연결되는 부하임피던스;

를 포함하는 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})와 상기 필터커패시터(C_{filt})는 병렬 LC 공진회로를 구성하며, 상기 병렬 LC 공진회로의 병렬 공진주파수에서 노치필터 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 병렬 LC 공진회로는 증폭이득이 이루어지는 주파수에서 인덕터처럼(inductive) 동작하는 것을 특징으로 하는 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는,

신호 입력단과 상기 트랜지스터의 게이트 전극 사이에 연결되는 조정인덕터(L_{gate})를 더 포함하고,

안테나 임피던스의 정합을 위한 입력저항(Z_{input})이 하기의 식에 의하여 구해지며,

상기 입력저항(Z_{input})의 정합주파수(ω)는 상기 조정인덕터(L_{gate})에 의해 조정되는 것을 특징으로 하는 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

$$Z_{input} = \frac{g_m L_{deg}}{C_{gs}} + j\omega(L_{deg} + L_{gate}) + \frac{1}{j\omega C_{gs}}$$

(여기에서, Z_{input} 은 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기의 입력저항, g_m 은 상기 트랜지스터의 트랜스컨덕턴스, L_{deg} 는 상기 소스축퇴인덕터, C_{gs} 는 상기 트랜지스터의 게이트 전극과 소스 전극 사이에 존재하는 기생커패시터, ω 는 상기 정합주파수, L_{gate} 는 상기 조정인덕터)

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 부하임피던스는,

인덕터를 포함하여 이루어진 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 부하임피던스는,

병렬 연결된 인덕터와 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 하는 노치필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 부하임피던스는,

저항(R_{load})을 포함하여 이루어진 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는,

상기 트랜지스터로 유입되는 유효전력(P_d)은 신호가 유입되는 주파수에서 최대가 되는 것을 특징으로 하는 저잡음 증폭기.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는,

상기 트랜지스터로 유입되는 유효전력(P_d)이 노치 필터링이 이루어지는 주파수에서 최소가 되는 것을 특징으로 하는 저잡음 증폭기.

청구항 10

제 1항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 트랜지스터의 드레인과 상기 부하임피던스 사이에 공통-게이트 트랜지스터가 더 포함되는 것을 특징으로 하는 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier : LNA)에 관한 것으로, 특히 인덕터를 포함한 별도의 필터 소자를 사용하지 않고도 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기 구조를 활용하여 다른 대역의 회망하지 않는 신호를 제거함으로써, 시스템의 단순화, 고집적화, 저면적을 실현시킬 수 있는 필터 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근에는 통신의 발전에 따라 다양한 국제 표준들이 제정되고 있으며, 많이 사용되는 주파수 대역들을 모두 지원할 수 있는 광대역 송·수신기 시스템에 대한 수요가 늘고 있다. 이에 광대역 송·수신기 시스템에서 하모닉 제거는 일반적으로 하모닉 제거 혼합기(Harmonic Rejection Mixer)에 의지하고 있으나, 이는 제거 범위에 제한적이라는 한계가 있다. 이에 주파수의 변화가 용이한 노치 필터를 적절히 구조화하여 사용함으로써, 광대역 송·수신기 시스템의 하모닉 제거 범위를 완화시키는 구조가 사용되고 있다. 이러한 대표적인 구조가 노치 필터링 저잡음 증폭기 구조이다.

- [0003] 도 1은 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기의 구조를 도시하고 있다.
- [0004] 도 2는 도 1의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기에 노치 필터를 적용한 종래의 노치 필터링 저잡음 증폭기 구조를 도시하고 있다.
- [0005] 도 2에 도시된 바와 같이 노치 필터링 저잡음 증폭기는, 기본적으로 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기 공통 소스단(common-source)과 캐스코드(cascode)단 사이에 직렬 LC공진기를 적용하는 방법으로 이루어진다. 노치 필터링이 이루어지는 주파수와 직렬 LC공진기의 직렬 공진 주파수가 일치되도록 함으로써, 증폭 이득이 이루어지는 주파수에서 직렬 LC공진기는 이상적으로 개방회로(open-circuit)로 동작하도록 하며, 노치 필터링이 필요한 주파수에서는 직렬 LC공진기가 단락회로(short-circuit)로 동작하도록 한다. 결과적으로, 노치 필터링이 필요한 주파수에서 캐스코드(cascode)단 증폭기로 유입되는 신호를 차단하여 노치필터링 작동을 하도록 한다.
- [0006] 그런데, 이와 같은 노치 필터링 저잡음 증폭기에 있어서, 직렬 공진 주파수에서 인덕터의 유한한 Q(Quality factor)로 인하여 직렬 LC공진기가 개방회로(open-circuit)로 동작하도록 합성이 불가능하므로 신호의 손실 및 잡음 지수의 증가가 불가피하며, 노치 필터링이 필요한 주파수에서 직렬 LC 공진기가 이상적으로 단락회로(short-circuit)로 동작하도록 합성 불가능하므로 필터링 제거 비율이 유한하다는 문제가 있었다.
- [0007] 또한, 이러한 노치 필터링 저잡음 증폭기 구조가 이루어지는 과정에서, 노치 필터 구현에 부피가 크고 단가가 높은 인덕터를 필요로 하고 있어, 노치 필터링 저잡음 증폭기를 포함한 반도체의 면적과 비용이 증가하는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제1102344호("노치 필터를 이용한 저잡음 증폭기,"2011.12.28.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은, 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기의 안테나에서 입력되는 안테나 임피던스의 정합을 위해 필수적으로 사용되는 소스 축퇴용 인덕터를 이용하여 커패시터만을 추가로 포함하여 이루어지는 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 트랜지스터, 상기 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 소스축퇴인덕터(L_{deg}), 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})에 병렬 연결되는 필터커패시터(C_{filt}), 상기 트랜지스터의 드레인 전극에 연결되는 부하임피던스를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0011] 이 때, 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})와 상기 필터커패시터(C_{filt})는 병렬 LC 공진회로를 구성하며, 상기 병렬 LC 공진회로의 병렬 공진주파수에서 노치필터 특성을 갖는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0012] 또한 이 때, 상기 병렬 LC 공진회로는 증폭이득이 이루어지는 주파수에서 인덕터처럼(inductive) 동작하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0013] 더불어, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 신호 입력단과 상기 트랜지스터의 게이트 전극 사이에 연결되는 조정인덕터(L_{gate})를 더 포함하고, 안테나 임피던스의 정합을 위한 입력저항(Z_{input})이 하기의 식에 의하여 구해지며, 상기 입력저항(Z_{input})의 정합주파수(ω)는 상기 조정인덕터(L_{gate})에 의해 조정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014]
$$Z_{input} = \frac{g_m L_{deg}}{C_{gs}} + j\omega(L_{deg} + L_{gate}) + \frac{1}{j\omega C_{gs}}$$

- [0015] (여기에서, Z_{input} 은 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기의 입력저항, g_m 은 상기 트랜지스터의 트랜스컨덕턴스, L_{deg} 는 상기 소스축퇴인덕터, C_{gs} 는 상기 트랜지스터의 게이트 전극과 소스 전극 사이에 존재하는 기생커패시터, w 는 상기 정합주파수, L_{gate} 는 상기 조정인덕터)
- [0016] 이 때, 상기 부하임피던스는, 인덕터를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기의 상기 부하임피던스는, 병렬 연결된 인덕터와 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기의 상기 부하임피던스는, 저항(R_{load})을 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0019] 더불어, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 상기 트랜지스터로 유입되는 유효전력(P_d)은 신호가 유입되는 주파수에서 최대가 되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 상기 트랜지스터로 유입되는 유효전력(P_d)이 노치 필터링이 이루어지는 주파수에서 최소가 되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 더불어, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 상기 트랜지스터의 드레인과 상기 부하임피던스 사이에 공통-게이트 트랜지스터가 더 포함되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 의하면, 저비용·소형화로 이루어진 광대역 송수신 시스템에 있어서 원하지 않는 주파수 성분의 제거 기능을 가짐으로써 채널 적응형 송수신 시스템(Cognitive Radio), 소프트웨어 정의형 송수신 시스템(Software Defined Radio), 다중밴드 송수신 시스템(Multi-band transceiver System)분야에서 적용 및 응용이 가능하다.
- [0024] 특히 고성능 RF 수신기 IC 솔루션 통해 민수용/군용 차세대 이동통신에 광범위 적용이 가능하며, 다중 대역의 기저대역·RF·안테나 일체형 모듈과 소형셀 중심의 백홀 네트워크 기반기지국에 활용 가능하다는 큰 효과가 있다. 보다 구체적으로 설명하자면, 노치 주파수의 변화가 용이하여 하모닉 뿐만 아니라 여타 주파수의 제거를 가능하도록 하여 줌으로써, 하모닉 제거 혼합기(Harmonic Rejection Mixer)의 하모닉 제어 범위를 완화시킬 수 있으며, 필터를 위해 추가적인 수동소자(특히 넓은 면적을 차지하며 단가가 높은 인덕터)를 불필요하게 되어 반도체의 면적을 줄이고 비용을 절감할 수 있으며, 결과적으로 상술한 바와 같은 민수용/군용 차세대 이동통신 분야, 다중 대역의 기저대역·RF·안테나 일체형 모듈 및 소형셀 중심의 백홀 네트워크 기반기지국에 광범위하게 활용할 수 있는 것이다.

[0025]

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 종래기술에 따른 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기 회로도이다.
- 도 2는 종래기술에 따른 노치 필터링 저잡음 증폭기 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.
- 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.
- 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.
- 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다.
- [0028] 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일예에 불과하므로 본 발명의

기술적 사상이 첨부된 도면의 형태에 한정되는 것은 아니다.

[0029] 본 발명의 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 소스축퇴인덕터(L_{deg})를 포함하여 이루어지는 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기에서 주파수 제거를 위해 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})와 필터커패시터(C_{filt})를 병렬 연결하여 노치 필터링 동작이 가능하도록 이루어진 저잡음 증폭기이다.

[0030] 즉, 본 발명의 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 기본적으로 상기 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기에 구비되는 것이라는 점이 전제된다. 이러한 관점에서, 먼저 상기 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기의 구체적인 구성과 기능을 먼저 설명한다.

[0031] 상기 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기는 도 1에 도시된 바와 같이, 트랜지스터, 상기 트랜지스터의 게이트 전극에 연결되는 조정인덕터(L_{gate}), 상기 트랜지스터의 드레인 전극에 연결되는 부하임피던스, 상기 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 소스축퇴인덕터(L_{deg}), 상기 트랜지스터의 게이트와 소스간에 존재하는 기생커패시턴스(C_{gs})를 포함하여 이루어지며, 상기 부하임피던스는 부하인덕터(L_{load})로 할 수 있다.

[0032] 상기 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 소스축퇴인덕터(L_{deg})는 상기 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기의 입력저항(Z_{input})에 실수 부분의 합성을 수행하기 위해 구비된 것으로서, 안테나와 저잡음 증폭기간의 임피던스 정합(Impedance Matching)을 위해 필수적이다. 즉, 안테나에서 입력되는 안테나 임피던스와 임피던스 정합(Impedance Matching)을 위한 입력저항(Z_{input})의 식은 하기의 수학식 1과 같이 구해지며, 상기 입력저항(Z_{input})의 합성이 이루어지는 정합주파수(ω)는 상기 트랜지스터의 게이트 전극에 연결된 조정인덕터(L_{gate})에 의해 조정 이 이루어진다.

[0033] [수학식 1]

$$[0034] Z_{input} = \frac{g_m L_{deg}}{C_{gs}} + j\omega(L_{deg} + L_{gate}) + \frac{1}{j\omega C_{gs}}$$

[0035] 수학식1에서, Z_{input} 은 상기 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기의 입력저항, g_m 은 상기 트랜지스터의 트랜스컨덕턴스, L_{deg} 는 상기 소스축퇴인덕터, C_{gs} 는 상기 트랜지스터의 게이트 전극과 소스 전극 사이에 존재하는 기생커패시터, ω 는 상기 정합주파수, L_{gate} 는 상기 조정인덕터이다.

[0036] 상기 임피던스 정합(Impedance Matching)은 고주파에서 상기 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기로 유입되는 전력을 최대화하기 위한 것으로서, 상기 임피던스 정합(Impedance Matching)이 잘 이루어졌는지 여부는 하기의 수학식 2와 같이 구해질 수 있다.

[0037] [수학식 2]

$$[0038] \frac{P_d}{P_{source}} = 1 - |S_{11}|^2$$

[0039] 수학식2에서, P_d 는 상기 트랜지스터의 게이트 전극으로 유입되는 유효전력, P_{source} 는 안테나로부터 유입되는 유효전력, S_{11} 은 상기 입력저항(Z_{input})과 안테나에서 입력되는 상기 안테나 임피던스(Z_s) 간의 정합 정도를 나타내는 지수로서 아래의 수학식 3으로 나타내어 질 수 있다.

[0040] [수학식 3]

$$[0041] S_{11} = \frac{Z_{input} - Z_s}{Z_{input} + Z_s}$$

[0042] 예컨대, 상기 주파수(ω)에서 상기 입력저항(Z_{input})이 안테나에서 입력되는 상기 안테나 임피던스(Z_s)에 정합이 완전히 이루어졌을 경우 S_{11} 의 값은 '0'이 되며, 상기 안테나로부터 유입되는 유효전력(P_{source})대비 상기 트랜지스터의 게이트 전극으로 유입되는 유효전력(P_d)은 '1'이 된다. 즉, 상기 안테나로부터 유입되는 유효전력(P_{source})과 상기 트랜지스터의 게이트 전극으로 유입되는 유효전력(P_d)이 같아, 손실전력이 0[W]이 되도록 상기 정합주

파수(ω)에서 상기 임피던스 정합(Impedance Matching)이 이루어져야함을 알 수 있다.

- [0043] 이와 같이 이루어지는 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기에 있어서, 주파수의 변화가 용이한 노치필터를 적절히 구조화하여 사용함으로써, 광대역 송수신기 시스템의 하모닉 제거 범위를 완화 시키려는 시도가 있었다.
- [0044] 도 2는 바로 이러한 종래의 노치필터를 적절히 구조화한 노치필터링 저잡음 증폭기를 도시한 것이다.
- [0045] 그런데, 이와 같은 노치 필터링 저잡음 증폭기에 있어서, 직렬 공진 주파수에서 인덕터의 유한한 Q(Quality factor)로 인하여 직렬 LC공진기가 개방회로(open-circuit)로 동작하도록 합성이 불가능하므로 신호의 손실 및 잡음 지수의 증가가 불가피하며, 노치 필터링이 필요한 주파수에서 직렬 LC 공진기가 이상적으로 단락회로(short-circuit)로 동작하도록 합성 불가능하므로 필터링 제거 비율이 유한하다는 문제가 있다.
- [0046] 또한, 이러한 노치 필터링 저잡음 증폭기 구조가 이루어지는 과정에서, 노치 필터 구현에 부피가 크고 단가가 높은 인덕터를 필요로 하고 있어, 노치 필터링 저잡음 증폭기를 포함한 반도체의 면적과 비용이 증가하는 문제점이 있다.
- [0048] 따라서, 본 발명에서는 상술한 문제를 해결하기 위하여, 도 3에 도시된 바와 같이 상기 트랜지스터의 소스 전극에 연결되는 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})에 상기 필터커패시터(C_{filt})를 병렬로 구비시킨다. 보다 구체적으로는, 본 발명의 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 상기 축퇴형 인덕터 저잡음 증폭기의 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})와 병렬 LC 공진회로를 구성하도록 일단은 상기 트랜지스터의 소스 전극에 연결되며 타단이 접지에 연결되는 상기 필터커패시터(C_{filt})를 포함하여 이루어진다. 즉, 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})는 상기 병렬 LC 공진회로로 치환되어, 상기 병렬 LC 공진회로의 병렬 공진주파수에서 노치필터 특성을 갖도록 이루어진다.
- [0049] 본 발명에서와 같이 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})와 상기 필터커패시터(C_{filt})가 상기 병렬 LC 공진회로를 이루어 회로가 구비되면, 상기병렬 LC 공진회로는 증폭이득이 이루어지는 주파수에서 인덕터처럼(inductive) 동작하므로 상술한 기존의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기와 동일한 원리로 동작할 수 있게 된다. 즉, 안테나에서 입력되는 상기 안테나 임피던스와 임피던스 정합(Impedance Matching)을 위한 본 발명 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기의 입력저항은, 상기 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기의 입력저항과 같고, 따라서 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기의 입력저항(Z_{input})의 식은 상기의 수학식 1과 같이 구해진다. 이 때 상기 입력저항(Z_{input})의 합성이 이루어지는 정합주파수(ω)는 상기 트랜지스터의 게이트 전극에 연결된 상기 조정인덕터(L_{gate})에 의해 조정이 이루어진다.
- [0050] 또한, 상기 임피던스 정합(Impedance Matching)은 고주파에서 저잡음 증폭기로 유입되는 전력을 최대화하기 위한 것으로서, 상기 정합주파수(ω)에서 상기 임피던스 정합(Impedance Matching)이 잘 이루어졌는지 여부는 상기의 수학식 2 및 수학식 3과 같이 구해질 수 있다.
- [0051] 따라서, 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 신호의 유입이 이루어지는 주파수에서 상기 임피던스 정합(Impedance Matching)이 이루어져야하고, 이 때 상기 트랜지스터로 유입되는 유효 전력(P_a)이 최대가 되며, 이는 상술한 바와 같이 상기 수학식 2 및 수학식 3에서 알 수 있다.
- [0052] 또한, 노치 필터링이 필요한 주파수에서 저잡음 증폭기로 유입되는 전력(P_a)이 최소화 되도록 상기 병렬 LC 공진회로의 상기 필터커패시터(C_{filt})와 상기 소스축퇴인덕터(L_{deg})가 상기 노치 필터링이 필요한 주파수에서 병렬 공진을 일으키도록 이루어진다. 이 때 트랜지스터의 소스 부분이개방회로(open-circuit)화 됨으로써 상기 입력저항(Z_{input})의 값 역시 매우 크게 된다. 이에 따라 상기의 수학식 2에서 P_a 값은 0이 되며 저잡음 증폭기로 유입되는 신호는 차단되게 된다.
- [0053] 이 때 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 상기 트랜지스터로 유입되는 노치 필터링이 필요한 주파수의 간섭신호(Interfernece)를 차단하므로 상기 트랜지스터의 선형성이 증가하는 특징을 갖게 된다.
- [0054] 한편, 상기 부하임피던스는 저잡음 증폭기의 전류 ?? 전압 변환을 위해 상기 부하인덕터(L_{load})로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 부하임피던스는 병렬 연결된 인덕터와 커패시터로 구비될 수 있으며, 저항으로 구비되어 이루어

질 수 있다.

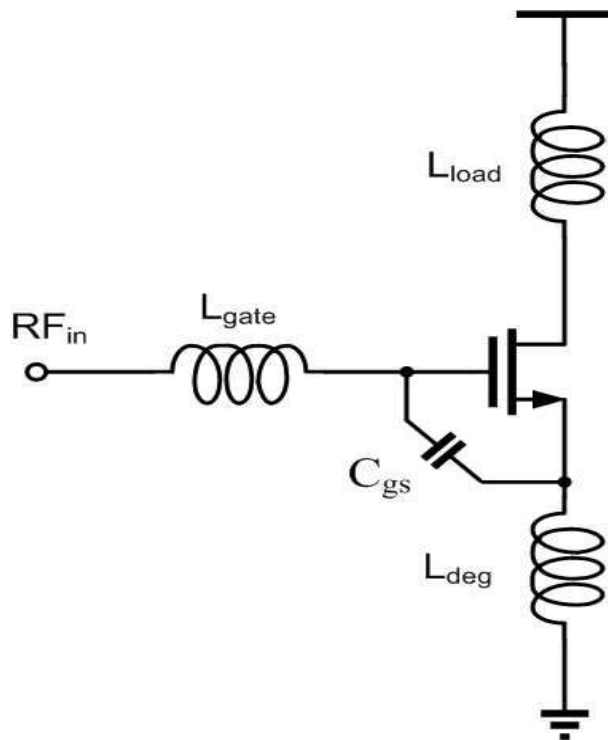
- [0055] 또한, 상기 부하임피던스는 상기 부하인덕터(L_{load})에 인덕터, 커패시턴스 또는 저항 등을 추가로 합성하여 이루어 질 수 있으며, 이 때 합성 형태에 따라 다중차수필터(multi-order-filter)로 동작 가능하다.
- [0056] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기 회로를 도시하고 있다.
- [0057] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 저잡음 증폭기의 역방향 차단 성능(reverse isolation, S_{12})을 향상시키기 위하여, 상기 트랜지스터의 드레인과 상기 부하인덕터(L_{load})사이에 공통-게이트 트랜지스터를 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0058] 역방향 차단 성능(reverse isolation, S_{12})이란, 출력 포트에서 입력 포트에 전입되는 신호의 크기를 나타내는 지표이다. 보다 구체적으로, 출력 포트에서 입력 포트에 전입되는 신호의 크기가 높을 경우 시스템의 안전성(stability) 및 저잡음 증폭기의 여러 성능(증폭이득, 임피던스 매칭)이 열화될 수 있다. 따라서, 출력 포트에서 입력 포트에 전입되는 신호를 차단할 필요성이 있고, 출력 포트에서 입력 포트에 전입되는 신호를 차단하는 능력을 역방향 차단 성능(reverse isolation, S_{12})이라한다.
- [0059] 이 때 상기 출력 포트에서 입력 포트에 전입되는 신호의 크기가 최소화 될 경우, 다시 말하자면, 상기 역방향 차단 성능(reverse isolation, S_{12})이 향상될 경우, 상기 저잡음 증폭기의 안정도(stability)는 향상되며, 상기 트랜지스터의 게이트- 드레인 간의 기생커패시턴스(C_{gs})로 인해 발생하는 저잡음 증폭기의 성능 (증폭이득, 안테나에서 입력되는 안테나 임피던스, 임피던스매칭)열화를 방지할 수 있다.
- [0060] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기 회로를 도시하고 있다.
- [0061] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 공통-게이트 트랜지스터를 더 포함하는 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 상기 부하인덕터(L_{load})에 인덕터, 커패시턴스 또는 저항 등을 추가로 합성하여 이루어 질 수 있으며, 합성 형태에 따라 다중차수필터(multi-order-filter)로 동작 가능하다.
- [0062] 따라서, 상기 공통-게이트 트랜지스터를 더 포함하는 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 상기 부하인덕터(L_{load})와 병렬 공진을 이루는 커패시터를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기 회로를 도시하고 있다.
- [0064] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 공통-게이트 트랜지스터를 더 포함하는 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 상기 부하인덕터(L_{load})대신 저항(R_{load})을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0065] 이 때 상기 공통-게이트 트랜지스터를 더 포함하는 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 출력 성분의 부하 성분으로 상기 저항(R_{load})이 사용됨으로써, 고주파에서의 여러 기타 기생 커패시턴스로 인한 low-pass 특성을 보이게 된다.
- [0066] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

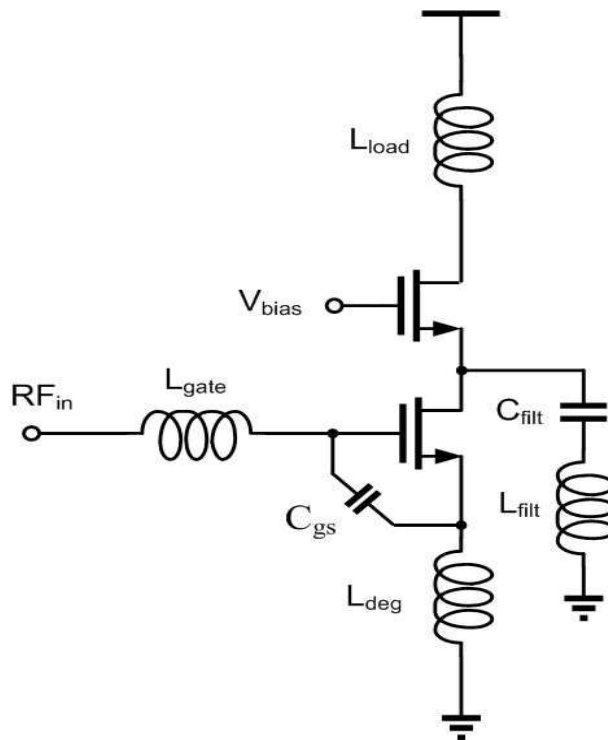
- [0067] L_{gate} : 조정인덕터
- L_{load} : 부하인덕터
- L_{deg} : 소스축퇴인덕터
- C_{gs} : 기생커패시턴스
- C_{filt} : 필터커패시턴스

도면

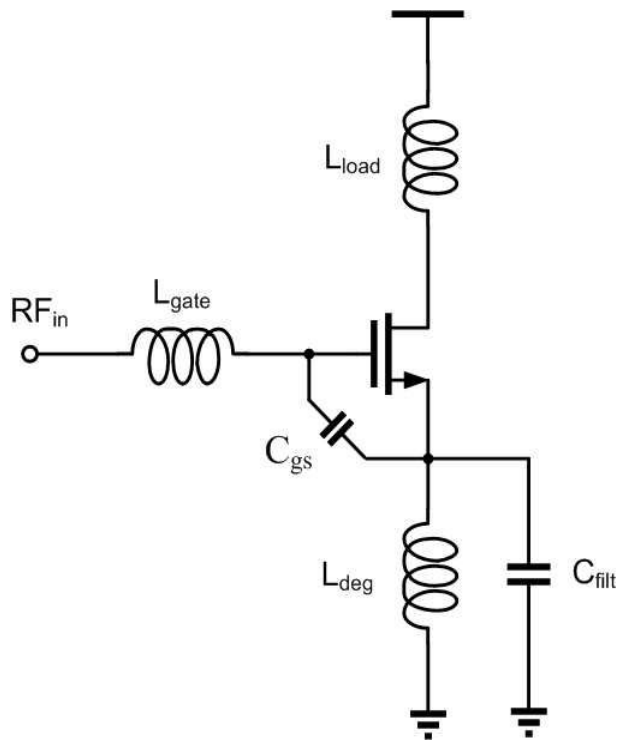
도면1



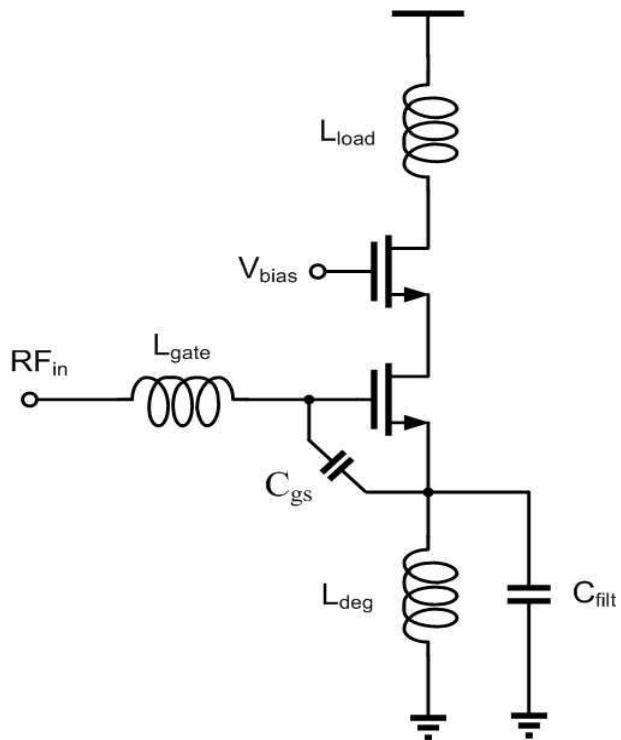
도면2



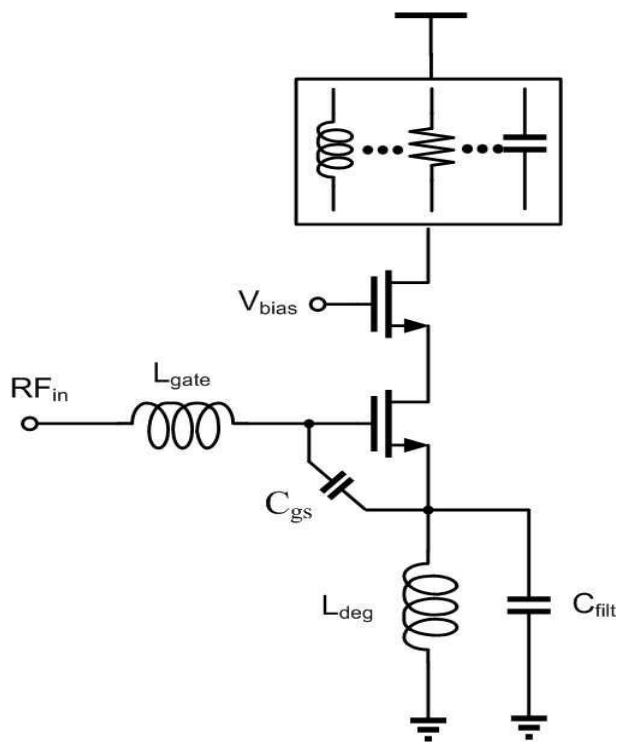
도면3



도면4



도면5



도면6

