(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018 년 8 월 23 일 (23.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2018/151437 A1

(51) 국제특허분류:
H03F 1/22 (2006.01) *H03H 7/01* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2018/001118

(22) 국제출원일: 2018 년 1 월 25 일 (25.01.2018)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0020831 2017 년 2 월 16 일 (16.02.2017) KR

(71) 출원인: **한발대학교 산학협력단 (HANBAT NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION)** [KR/KR]; 34158 대전시 유성구 동서대로 125, Daejeon (KR).

(72) 발명자: **김주성 (KIM, Jusung)**; 47877 부산시 동래구 충렬대로238번길 7, 2동 405호, Busan (KR).

(74) 대리인: **특허법인 플러스 (PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM)**; 35209 대전시 서구 한밭대로 809 10층, Daejeon (KR).

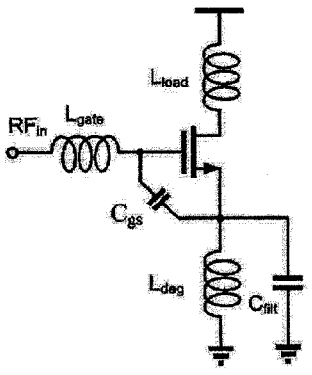
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: LOW-NOISE AMPLIFIER EQUIPPED WITH NOTCH FILTERING

(54) 발명의 명칭: 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a low-noise amplifier equipped with notch filtering, wherein, in the low-noise amplifier comprising a degeneration inductor, a resonant frequency of the inductor and a notch filter frequency which are used for impedance matching match each other, such that the harmonic control scope of a harmonic rejection mixer can be eased.

(57) 요약서: 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 완화 시킬 수 있도록 하는, 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 제공함에 있다.

WO 2018/151437 A1

명세서

발명의 명칭: 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기

기술분야

[1] 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 희망하지 않는 신호를 제거함으로써, 시스템의 단순화, 고집적화, 저면적을 실현시킬 수 있는 필터 장치에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 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 완화 시키는 구조가 사용되고 있다. 이러한 대표적인 구조가 노치 필터링 저잡음 증폭기 구조이다.

[4] 도 1은 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기의 구조를 도시하고 있다.

[5] 도 2는 도 1의 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기에 노치 필터를 적용한 종래의 노치 필터링 저잡음 증폭기 구조를 도시하고 있다.

[6] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9]

[10] [선행기술문헌]

[11] [특허문헌]

[12] 한국등록특허 제1102344호("노치 필터를 이용한 저잡음 증폭기,"2011.12.28.)

[13]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[14] 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.

[15]

과제 해결 수단

[16] 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.

[17] 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.

[18] 또한 이 때, 상기 병렬 LC 공진회로는 증폭이득이 이루어지는 주파수에서 인덕터처럼(inductive) 동작하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[19] 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.

[20]

[21]

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

[22]

[23] (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)

[24] 이 때, 상기 부하임피던스는, 인덕터를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[25] 또한, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기의 상기 부하임피던스는, 병렬 연결된 인덕터와 커패시터를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[26] 또한, 상기 노치 피터링 내재화한 저잡음 증폭기의 상기 부하임피던스는, 저항(R_{load})을 포함하여 이루어질 수 있다.

[27] 더불어, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 상기 트랜지스터로 유입되는 유효전력(P_d)은 신호가 유입되는 주파수에서 최대가 되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[28] 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.

[29] 더불어, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는 상기 트랜지스터의 드레인과 상기 부하임피던스 사이에 공통-게이트 트랜지스터가 더 포함되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[30]

발명의 효과

[31] 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.

[32] 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(Harmornic 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.

[33]

도면의 간단한 설명

[34] 도 1은 종래기술에 따른 인덕터 축퇴형 저잡음 증폭기 회로도이다.

[35] 도 2는 종래기술에 따른 노치 필터링 저잡음 증폭기 회로도이다.

[36] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.

[37] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.

[38] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.

[39] 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기를 나타낸 회로도이다.

[40]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[41] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다.

[42] 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일예에 불과하므로 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면의 형태에 한정되는 것은 아니다.

[43]

[44] 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.

[45] 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.

[46] 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.

[47] 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 조정이 이루어진다.

[48]

[49] 수학식 1

[수식1]

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

[50]

[51] 수학식 1에서, 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.

[52] 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.

[53]

[54] 수학식 2

[수식2]

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

[55]

[56] 수학식 2에서,

P_d

는 상기 트랜지스터의 게이트 전극으로 유입되는 유효전력,

P_{source}

는 안테나로부터 유입되는 유효전력,

S_{11}

은 상기 입력저항(Z_{input})과 안테나 에서 입력되는 상기 안테나 임피던스(

Z_s

) 간의 정합 정도를 나타내는 지수로서 아래의 수학식 3으로 나타내어 질 수 있다.

[57]

[58] 수학식 3

[수식3]

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

[59]

[60] 예컨대, 상기 주파수(

ω

)에서 상기 입력저항(Z_{input})이 안테나 에서 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 정합주파수(

ω

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

[61] 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.

[62]

[63] 도 2는 바로 이러한 종래의 노치필터를 적절히 구조화한 노치필터링 저잡음 증폭기를 도시한 것이다.

[64] 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.

[65] 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.

[66]

[67] 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.

[68]

[69] 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.

[70] 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.

[71] 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_d)이 최대가 되며, 이는 상술한 바와 같이 상기 수학식 2 및 수학식 3에서 알 수 있다.

[72]

[73] 또한, 노치 필터링이 필요한 주파수에서 저잡음 증폭기로 유입되는 전력()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 부분이 개방회로(open-circuit)화 됨으로써 상기 입력저항(Z_{input})의 값 역시 매우 크게 된다. 이에 따라 상기의 수학식 2에서 P_d 값은 0이 되며 저잡음 증폭기로 유입되는 신호는 차단되게 된다.

[74] 이 때 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 상기 트랜지스터로 유입되는 노치 필터링이 필요한 주파수의

간섭신호(Interference)를 차단하므로 상기 트랜지스터의 선형성이 증가하는 특징을 갖게 된다.

[75] 한편, 상기 부하임피던스는 저잡음 증폭기의 전류의 전압으로의 변환을 위해 상기 부하인덕터(L_{load})로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 부하임피던스는 병렬 연결된 인덕터와 커패시터로 구비될 수 있으며, 저항으로 구비되어 이루어질 수 있다.

[76] 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.

[77]

[78] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기 회로를 도시하고 있다.

[79] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는, 저잡음 증폭기의 역방향 차단 성능(reverse isolation,)을 향상시키기 위하여, 상기 트랜지스터의 드레인과 상기 부하인덕터(L_{load})사이에 공통-게이트 트랜지스터를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[80] 역방향 차단 성능(reverse isolation, S_{12})이란, 출력 포트에서 입력 포트로 전입되는 신호의 크기를 나타내는 지표이다. 보다 구체적으로, 출력 포트에서 입력 포트로 전입되는 신호의 크기가 높을 경우 시스템의 안전성(stability) 및 저잡음 증폭기의 여러 성능(증폭이득, 임피던스 매칭)이 열화될 수 있다. 따라서, 출력 포트에서 입력 포트로 전입되는 신호를 차단할 필요성이 있고, 출력 포트에서 입력 포트로 전입되는 신호를 차단하는 능력을 역방향 차단 성능(reverse isolation, S_{12})이라한다.

[81] 이 때 상기 출력 포트에서 입력 포트로 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.

[82]

[83] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기

회로를 도시하고 있다.

[84] 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.

[85] 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.

[86]

[87] 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기 회로를 도시하고 있다.

[88] 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.

[89] 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.

[90] 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.

[91]

[92] [부호의 설명]

[93] L_{gate}: 조정인덕터

[94] L_{load}: 부하인덕터

[95] L_{deg}: 소스축퇴인덕터

[96] C_{gs}: 기생커패시턴스

[97] C_{filt}: 필터커패시턴스

[98]

[99]

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.

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

(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.

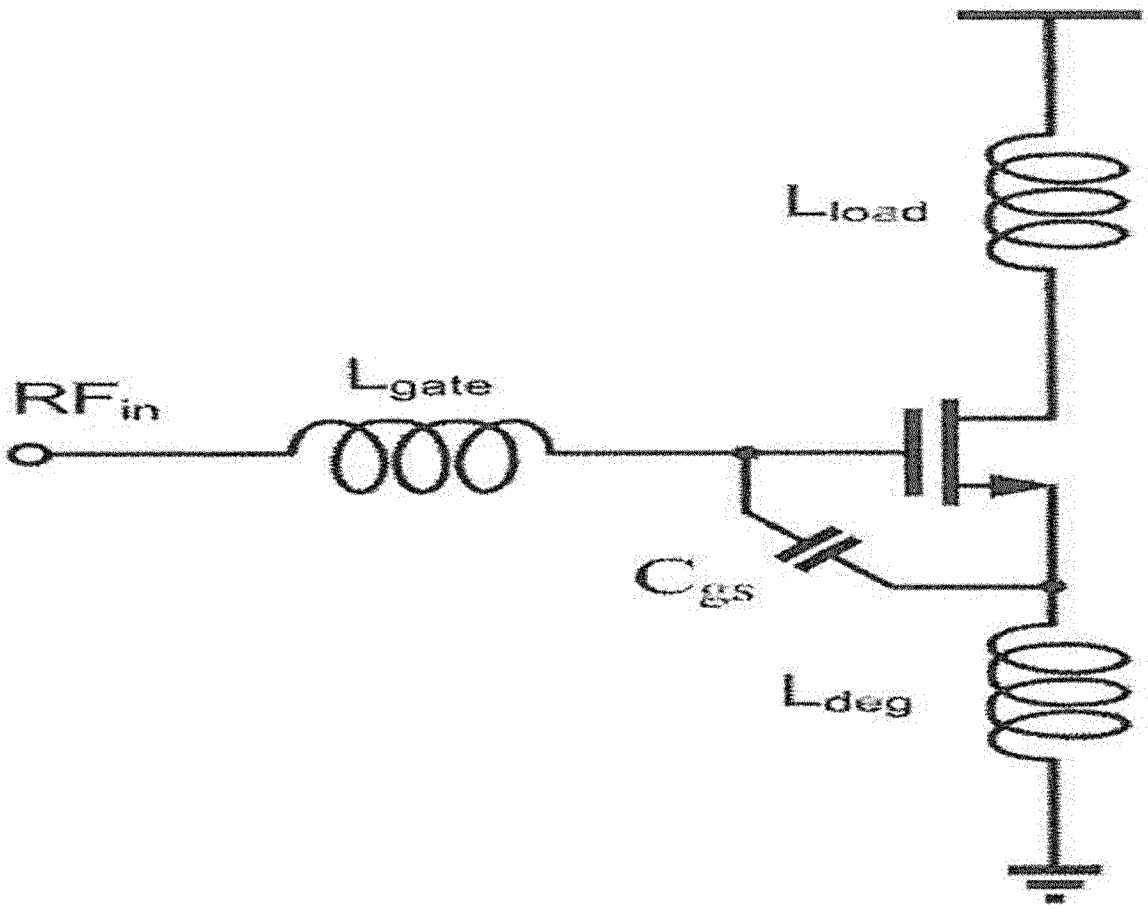
[청구항 7] 제 1항에 있어서, 상기 부하임피던스는,
저항(R_{load})을 포함하여 이루어진 노치 필터링 내재화한 저잡음
증폭기.

[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.

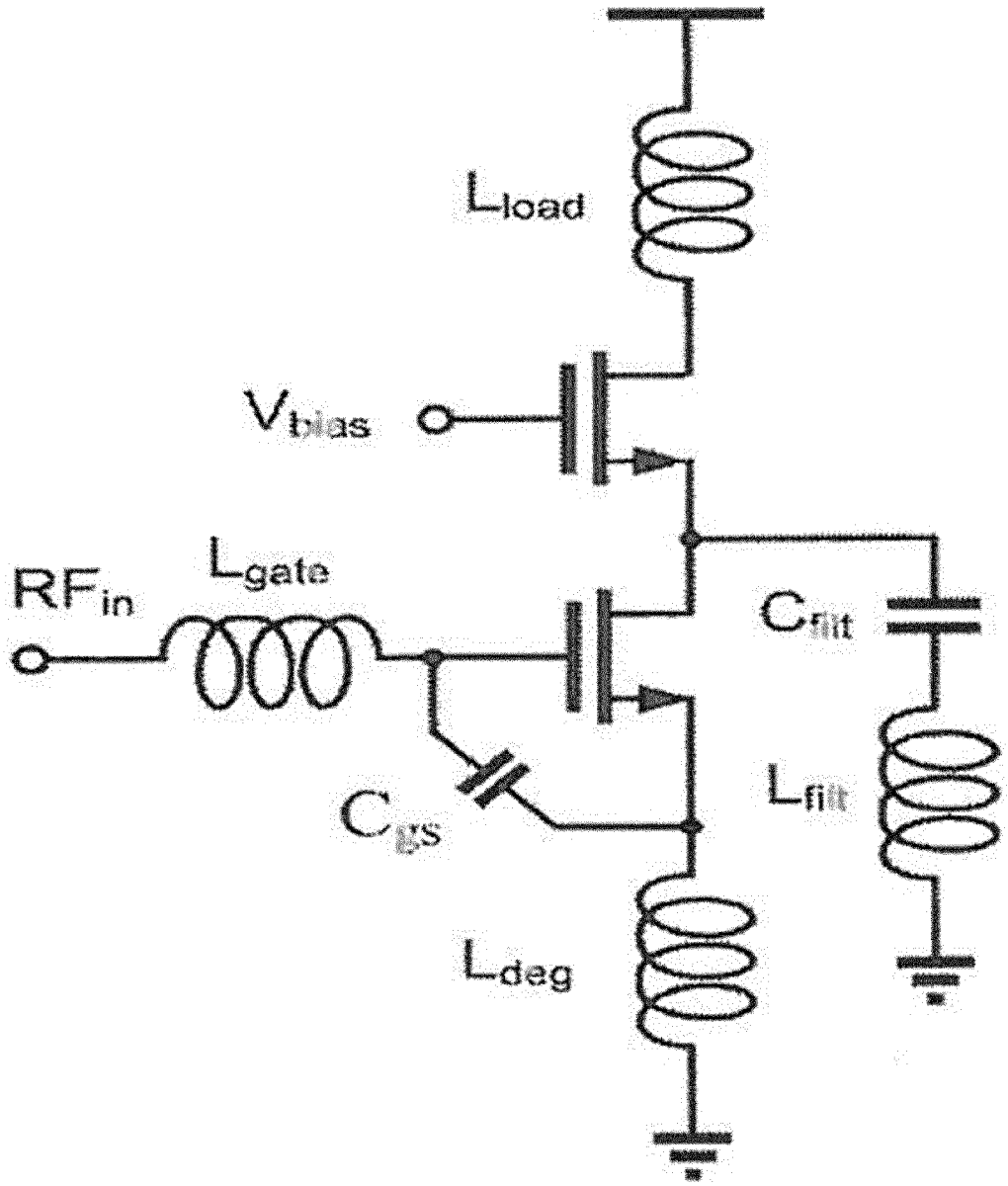
[청구항 9] 제 1항에 있어서, 상기 노치 필터링 내재화한 저잡음 증폭기는,
상기 트랜지스터로 유입되는 유효전력(P_d)이 노치 필터링이
이루어지는 주파수에서 최소가 되는 것을 특징으로 하는 저잡음 증폭기.

[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.

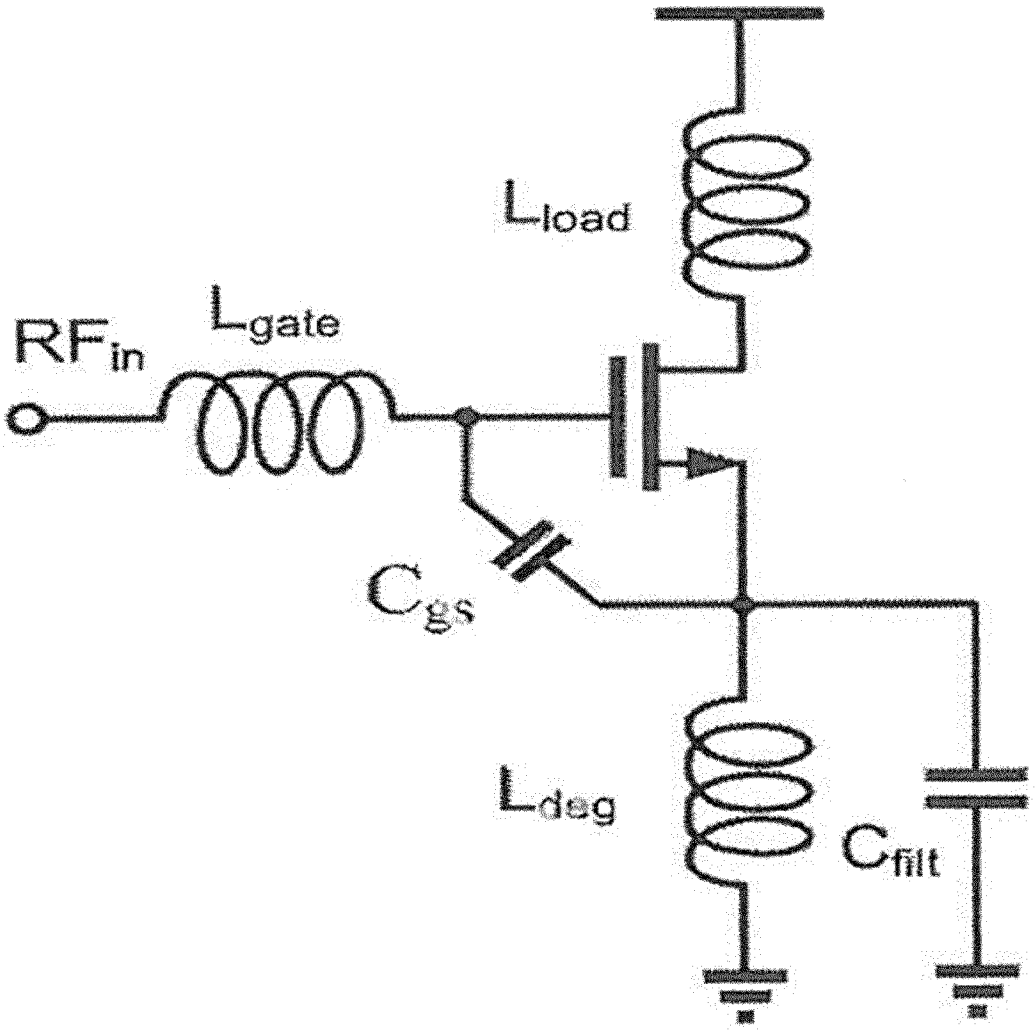
[도1]



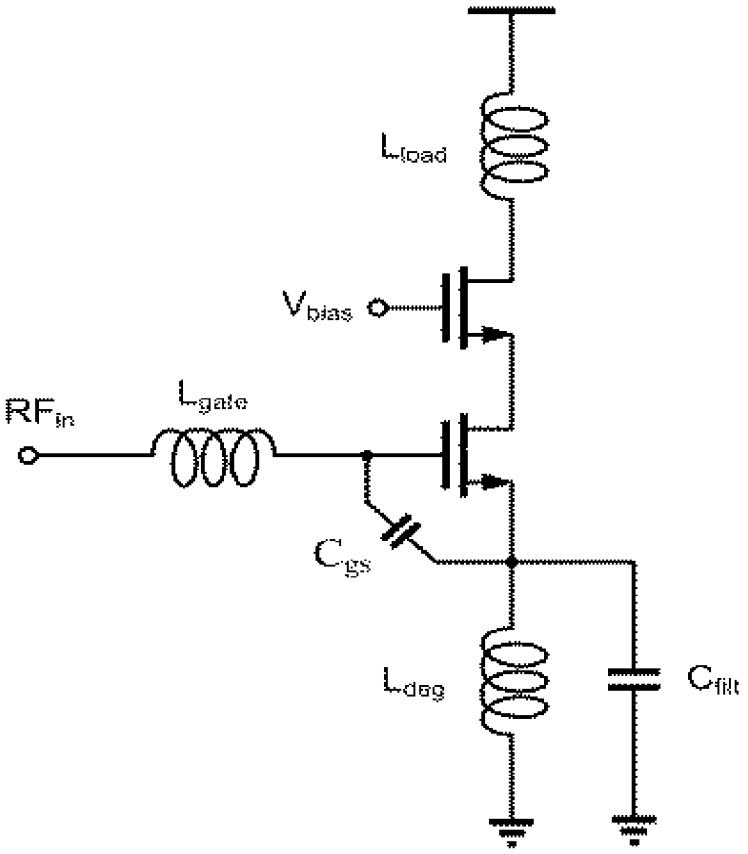
[도2]



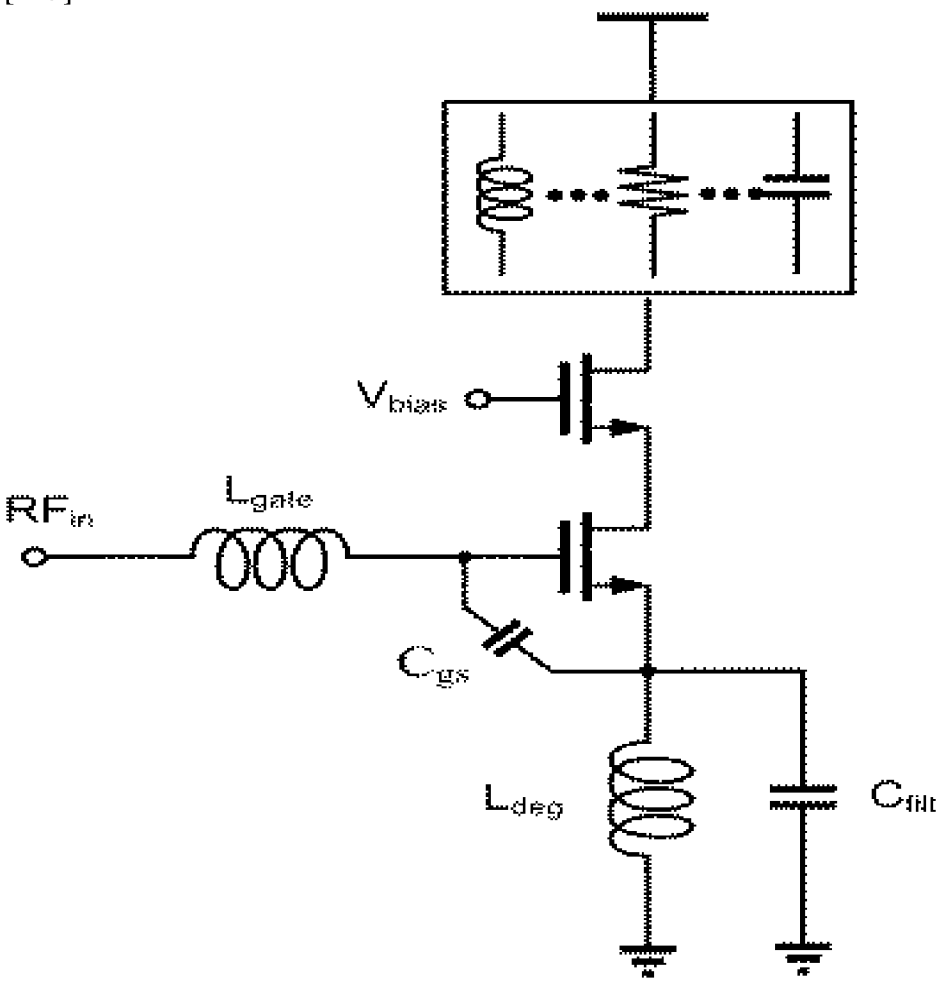
[도3]



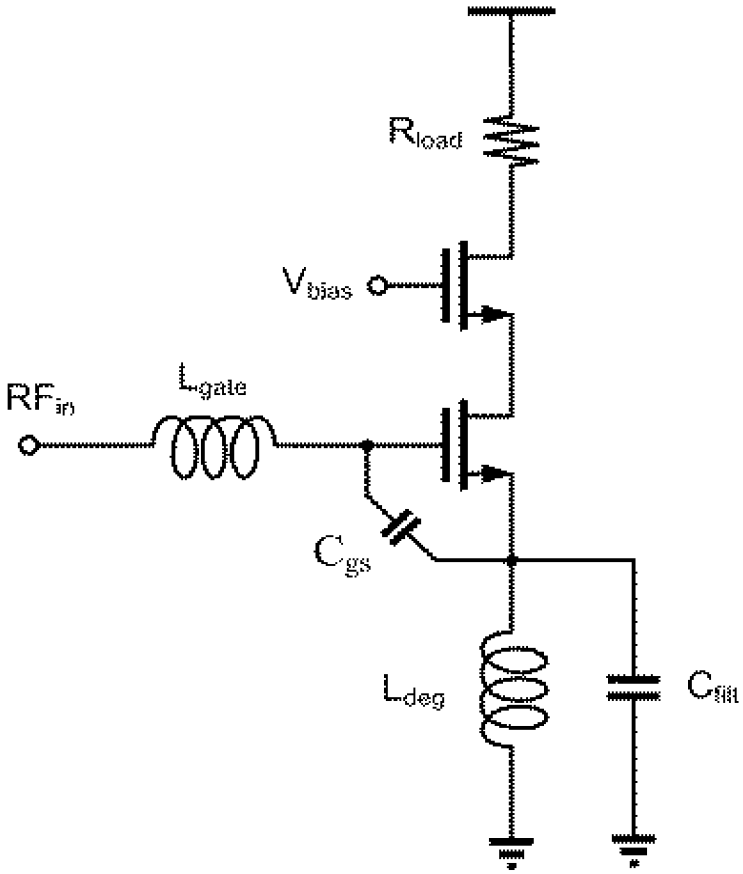
[도4]


L_{load}
V_{bias}
RF_{in}
L_{gate}
C_{gs}
L_{deg}
C_{filt}

[도5]


V_{bias}
RF_{in}
L_{gate}
C_{gs}
L_{deg}
C_{filt}

[도6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2018/001118

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03F 1/22(2006.01)i, H03H 7/01(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03F 1/22; H04B 1/16; H03F 1/26; H04B 1/40; H03H 7/01

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: low noise amplifier, transistor, source-degeneration inductor, filter capacitor, load impedance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CIJVAT, E. et al., "Spurious Mixing of Off-channel Signals in a Wireless Receiver and the Choice of IF", IEEE Transactions on Circuits and systems II: Analog and Digital Signal Processing, August 2002, Vol. 49, no. 8, pages 539-544. See page 543 and figure 7.	1-3,5-10
Y		4
Y	KR 10-1102344 B1 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 03 January 2012 See paragraphs [0030]-[0055], claim 2 and figure 5.	4
A	KR 10-2007-0094206 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 20 September 2007 See paragraphs [0023]-[0036], claim 1 and figure 2.	1-10
A	KR 10-2008-0047623 A (GLONAV LIMITED) 29 May 2008 See paragraphs [0010]-[0015], claims 1-2 and figure 1.	1-10
A	KR 10-0860794 B1 (CHUNG-ANG UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) 29 September 2008 See paragraphs [0018]-[0025] and figure 1.	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 MAY 2018 (09.05.2018)	**09 MAY 2018 (09.05.2018)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2018/001118

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1102344 B1	03/01/2012	KR 10-2010-0077725 A	08/07/2010
KR 10-2007-0094206 A	20/09/2007	KR 10-0789918 B1	02/01/2008
KR 10-2008-0047623 A	29/05/2008	CN 101273540 A	24/09/2008
		EP 1929639 A1	11/06/2008
		JP 2009-510866 A	12/03/2009
		US 2008-0214139 A1	04/09/2008
		WO 2007-034231 A1	29/03/2007
KR 10-0860794 B1	29/09/2008	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2018/001118

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H03F 1/22(2006.01)i, H03H 7/01(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H03F 1/22; H04B 1/16; H03F 1/26; H04B 1/40; H03H 7/01

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 저잡음 증폭기, 트랜지스터, 소스축퇴인덕터, 필터커패시터, 부하임피던스

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	E, CIJVAT 등, `Spurious Mixing of Off-Channel Signals in a Wireless Receiver and the Choice of IF', IEEE Transactions on Circuits and systems Ⅱ: Analog and Digital Signal Processing, 2002년 8월, Vol. 49, no. 8, 페이지 539-544. 페이지 543 및 도면 7 참조.	1-3,5-10
Y		4
Y	KR 10-1102344 B1 (한국과학기술원) 2012.01.03 단락 [0030]-[0055], 청구항 2 및 도면 5 참조.	4
A	KR 10-2007-0094206 A (한국전자통신연구원) 2007.09.20 단락 [0023]-[0036], 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-10
A	KR 10-2008-0047623 A (글로나브 리미티드) 2008.05.29 단락 [0010]-[0015], 청구항 1-2 및 도면 1 참조.	1-10
A	KR 10-0860794 B1 (중앙대학교 산학협력단) 2008.09.29 단락 [0018]-[0025] 및 도면 1 참조.	1-10

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2018년 05월 09일 (09.05.2018)	2018년 05월 09일 (09.05.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
이명진
전화번호 +82-42-481-8474

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2018/001118

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1102344 B1	2012/01/03	KR 10-2010-0077725 A	2010/07/08
KR 10-2007-0094206 A	2007/09/20	KR 10-0789918 B1	2008/01/02
KR 10-2008-0047623 A	2008/05/29	CN 101273540 A	2008/09/24
		EP 1929639 A1	2008/06/11
		JP 2009-510866 A	2009/03/12
		US 2008-0214139 A1	2008/09/04
		WO 2007-034231 A1	2007/03/29
KR 10-0860794 B1	2008/09/29	없음	