

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 8 月 18 日 (18.08.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/127823 A1

- (51) 国际专利分类号:
H03H 11/02 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/072558
- (22) 国际申请日: 2016 年 1 月 28 日 (28.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510066486.3 2015 年 2 月 10 日 (10.02.2015) CN
- (71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。
- (72) 发明人: 吴建辉 (WU, Jianhui); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。程超 (CHENG, Chao); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。于天骥 (YU, Tianji); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。姚红燕 (YAO, Hongyan); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。程康

(CHENG, Kang); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。陈超 (CHEN, Chao); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。李红 (LI, Hong); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。黄成 (HUANG, Cheng); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。

(74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路 179 号 12 楼 B 座, Jiangsu 210005 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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。

[见续页]

(54) Title: RADIO FREQUENCY HIGH-Q VALUE BAND-PASS FILTER

(54) 发明名称: 一种射频高 Q 值带通滤波器

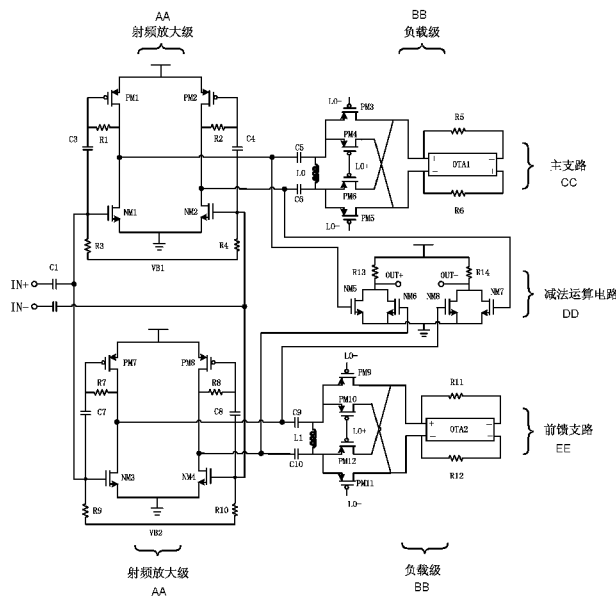


图 1

AA Radio frequency amplification stage
BB Load stage
CC Main branch
DD Subtraction circuit
EE Feed-forward branch

(57) Abstract: A radio frequency high-Q value band-pass filter is a feed-forward structure and comprises a main branch circuit, a feed-forward branch circuit and a subtraction circuit. The main branch circuit and the feed-forward branch circuit are the same in structure, and comprise a radio frequency amplification stage and a load stage. The load stage is composed of a switch mixing stage of a passive mixer and a trans-impedance stage. The input impedance feature of a trans-impedance amplifier is moved to a radio frequency local oscillator by means of the impedance moving feature of the passive mixer on a frequency, so as to enable a main branch to become a radio frequency high-Q value band elimination filter. In order to ensure the phase matching between output ends of a feed-forward branch and the main branch, the feed-forward branch uses a structure same as that of the main branch, and an in-band rejection ratio and a stop bandwidth of the band elimination filter of the branch are reduced by changing a feedback resistance value of the trans-impedance stage in the feed-forward branch. Then, the radio-frequency band pass effect is realized by subtracting an output signal of the main branch from an output signal of the feed-forward branch by using the subtraction circuit.

(57) 摘要:

[见续页]



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种射频高 Q 值带通滤波器, 是一个前馈结构, 包括主支路电路、前馈支路电路和减法运算电路。主支路电路和前馈支路电路结构相同, 包含射频放大级和负载级, 其中负载级由无源混频器的开关混频级与跨阻级组成。利用无源混频器在频率上对阻抗具有的搬移特性将跨阻放大器的输入阻抗特性搬移到射频本振处, 从而使主支路成为一个射频高 Q 值带阻滤波器。为了保证前馈支路与主支路的输出端相位匹配, 前馈支路采用与主支路相同的结构, 通过改变前馈支路中跨阻级的反馈电阻值而减小该支路的带阻滤波器的带内抑制比和阻带带宽。然后通过减法运算电路将主支路与前馈支路的输出信号相减实现射频带通效果。

一种射频高 Q 值带通滤波器

技术领域

本发明属于射频模拟集成电路领域，涉及一种射频高 Q 值带通滤波器。

背景技术

现如今无线通讯技术被广泛使用，然而由于频谱资源的有限性，导致像 2.4G 这样的公共频段中存在着无线局域网、蓝牙、Zigbee 等大量用户。发射机的强发射信号对于所在频带内附近频道的其他接收机来说是一种阻塞信号。大幅度的阻塞信号会使得接收机内晶体管的工作状态偏移，而造成接收机的增益下降，噪声和线性度等性能恶化，甚至会使接收机无法工作。为了消除阻塞信号对接收机整体电路造成的影响，就需要在射频处实现高 Q 值的滤波功能。

然而，现今的射频滤波器存在面积过大、难以集成、价格过高和 Q 值不高等缺点。传统的接收机采用的射频带通滤波器为 SAW 和以 LC 谐振网络形成，但是这两种滤波器都有一定的缺陷，具有的面积大、价格昂贵、不利于集成和 Q 值小等一些列问题。

发明内容

技术问题：本发明的目的在于提供一种 Q 值高、带外抑制比大的射频高 Q 值带通滤波器。

技术方案：本发明的射频高 Q 值带通滤波器，包括主支路电路、前馈支路电路和减法运算电路，所述主支路电路与减法运算电路的一个差分端连接，所述前馈支路电路与减法运算电路的另一个差分端连接。所述主支路电路和前馈支路电路结构相同，均由射频放大级和负载级连接而成，主支路电路和前馈支路电路均通过射频放大级输出端与减法运算电路差分端连接。

本发明的优选方案中，所述主支路电路与前馈支路电路中的负载级由无源开关混频级和跨阻级连接而成，所述无源开关混频级与射频放大级连接。

本发明的优选方案中，主支路电路中负载级的输入阻抗特性曲线阻带抑制比大于 20dB，所述前馈支路电路中负载级的输入阻抗特性曲线阻带抑制比小于 1dB。

本发明射频高 Q 值带通滤波器的详细工作原理解释如下。

本发明的射频高 Q 值带通滤波器电路图如图 1 所示, 该滤波器采用前馈结构, 包括主支路电路、前馈支路电路和减法运算电路。其中, 主支路和前馈支路包括射频放大级和负载级。射频放大级采用推挽结构以增大射频放大能力, PMOS 工作管通过电阻自偏置以避免共模电路的使用。负载级由无源混频器的开关混频级和跨阻级组成。跨阻级由一个全差分运算放大器和两个负反馈电阻组成, 由于负反馈作用, 运算放大器的输入电阻呈现低频低、高频高的特性。开关混频级由四个工作在线性区的 PMOS 管、一个谐振电感和两个耦合电容组成。由于开关混频级的频域搬移特性, 运算放大器的输入阻抗特性被搬移到射频本振处, 使得射频放大级的输出阻抗呈现带阻型。于是, 在射频本振处便形成一个射频带阻滤波器。由于, 该射频带阻滤波器是将中频的阻抗特性搬移到射频处形成的, 所以该射频带阻滤波器的 Q 值很高。谐振电感与开关混频级和射频放大级的寄生电容谐振, 纠正输出端的相位并提高增益。为了保证主支路和前馈支路的输出信号相位匹配, 本发明在前馈支路采用与主支路相同的结构。因为射频带阻滤波器的带宽与跨阻放大器的输入阻抗的带宽有关, 所以增大带阻滤波器的负反馈电阻值会使得带阻滤波器的带宽减小。此外, 增大负反馈电阻使得跨阻放大器的输入阻抗增加, 又因为跨阻放大器的输入阻抗在带阻滤波器的阻带内表现的阻抗相对寄生电容决定的阻抗较小, 而跨阻放大器的输入阻抗在其他通带频率处所表现的阻抗相对寄生电容决定的阻抗较大, 所以通过增大负反馈电阻会增大阻带内频率处射频放大器的增益, 而不改变其他频率处的增益。所以通过增大负反馈电阻减小了前馈支路的带阻滤波器的带内抑制比, 使其近似成为一个全通滤波器, 通过减法运算电路使得两路的输出信号相减, 得到一个 Q 值高、带外抑制比大的射频带通滤波器。

有益效果: 本发明与现有技术相比, 具有以下优点:

本发明中的射频高 Q 值带通滤波器为前馈结构, 包括主支路电路、前馈支路电路和减法运算电路。其中, 主支路电路和前馈支路电路结构相同, 均由射频放大级和负载级连接而成, 负载级由无源混频器中的开关混频级和跨阻级组成。开关混频级中的开关管工作在线性区, 将跨阻放大器的中频输入阻抗特性搬移到射频本振处, 形成的射频带阻滤波器。前馈支路通过增大跨阻放大器中反馈电阻值以减小该支路形成的射频带阻滤波器的阻带抑制比, 使其小于 1dB, 近似成为全通特性。而主支路射频带阻滤波器的阻带抑制比大于 20dB, 通过两条支路输出相减而得到一个射频带通滤波器。而其他前馈结构射频带通滤波器的前馈支路由 I、Q 两条支路组成, 每条支路由下混频器、中频高通滤波器和上混频器依次连接。前馈支路形成射频带阻滤波器, 与主支

路的低噪声放大器相减而得到射频带通效果。因为其他前馈结构射频带通滤波器的两条支路电路相差太多，造成两条支路之间相位和增益不匹配，所以难以实现大带外抑制比。而本发明中两条支路电路结构完全一样，所以不存在不匹配的情况。此外，其他前馈结构射频带通滤波器的前馈支路需要 I、Q 两条支路以消除镜像噪声，这增加了电路的复杂度和功耗。

附图说明

图 1 为本发明的射频高 Q 值带通滤波器电路原理图；

图 2 为本发明的射频高 Q 值带通滤波器的输出增益曲线(虚线)、普通的射频带通滤波器的输出增益曲线（实线）。

图中有：第一 PMOS 管 PM1、第二 PMOS 管 PM2、第三 PMOS 管 PM3、第四 PMOS 管 PM4、第五 PMOS 管 PM5、第六 PMOS 管 PM6、第七 PMOS 管 PM7、第八 PMOS 管 PM8、第九 PMOS 管 PM9、第十 PMOS 管 PM10、第十一 PMOS 管 PM11、第十二 PMOS 管 PM12、第一 NMOS 管 NM1、第二 NMOS 管 NM2、第三 NMOS 管 NM3、第四 NMOS 管 NM4、第五 NMOS 管 NM5、第六 NMOS 管 NM6、第七 NMOS 管 NM7、第八 NMOS 管 NM8、第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第四电阻 R4、第五电阻 R5、第六电阻 R6、第七电阻 R7、第八电阻 R8、第九电阻 R9、第十电阻 R10、第十一电阻 R11、第十二电阻 R12、第十三电阻 R13、第十四电阻 R14、第一电容 C1、第二电容 C2、第三电容 C3、第四电容 C4、第五电容 C5、第六电容 C6、第七电容 C7、第八电容 C8、第九电容 C9、第十电容 C10、第一电感 L0、第二电感 L1、第一运算放大器 OTA1、第二运算放大器 OTA2、信号输入正端 IN+、信号输入负端 IN-、信号输出正端 OUT+、信号输出负端 OUT-、本振信号正端 LO+、本振信号负端 LO-、第一偏置电压 VB1、第二偏置电压 VB2。

具体实施方式

下面结合实施例和说明书附图对本发明作进一步的说明。

本发明中的射频高 Q 值带通滤波器为前馈结构，包括主支路电路、前馈支路电路和减法运算电路。所述主支路电路与减法运算电路的一个差分端连接，所述前馈支路电路与减法运算电路的另一个差分端连接；所述主支路电路和前馈支路电路结构相同，均由射频放大级和负载级连接而成，所述负载级由开关混频级和跨阻级连接而成，

所述开关混频级与射频放大级连接；所述主支路电路和前馈支路电路均通过射频放大级输出端与减法运算电路差分端连接。

开关混频级中的开关管工作在线性区，将跨阻放大器的中频输入阻抗特性搬移到射频本振处，形成射频带阻滤波器。前馈支路通过增大跨阻放大器中反馈电阻值以减小该支路形成的射频带阻滤波器的阻带抑制比，使其小于 1dB,近似成为全通特性。而主支路射频带阻滤波器的阻带抑制比大于 20dB，通过两条支路输出相减而得到一个射频带通滤波器。因为该结构中的射频带阻滤波器是将中频处的阻抗特性搬移至射频处形成的，所以本发明中的射频带通滤波器具有 Q 值高、带外抑制比大等特点。为方便描述，本发明中，简称 P 型金属氧化物场效应管为 PMOS 管，简称 N 型金属氧化物场效应管为 NMOS 管。

本发明的射频高 Q 值带通滤波器主要结构由主支路电路、前馈支路电路和减法运算电路等模块构成，主支路包括射频放大级和负载级。射频放大级为常用的推挽式射频放大器，主要由第一 PMOS 管 PM1、第二 PMOS 管 PM2、第一 NMOS 管 NM1、第二 NMOS 管 NM2 四个工作管，第一电阻 R1、第二电阻 R2、第三电阻 R3、第四电阻 R4 四个偏置电阻和第一电容 C1、第二电容 C2、第三电容 C3、第四电容 C4 四个耦合电容组成。第一 PMOS 管 PM1 与第二 PMOS 管 PM2 分别通过第一电阻 R1 和第二电阻 R2 自偏置。第一 NMOS 管 NM1 与第二 NMOS 管 NM2 的偏置电压由第一偏置电压 VB1 通过第三电阻 R3、第四电阻 R4 分别给出。第一电容 C1 和第二电容 C2 分别将输入电压耦合到第一 NMOS 管 NM1 和第二 NMOS 管 NM2，再经第三电容 C3 和第四电容 C4 耦合至第一 PMOS 管 PM1 和第二 PMOS 管 PM2。射频放大级的输出端从第一 PMOS 管 PM1 与第一 NMOS 管 NM1 之间、第二 PMOS 管 PM2 与第二 NMOS 管 NM2 之间分别引出。负载级含无源混频器的开关混频级和跨阻级。跨阻级由第一运算放大器 OTA1 和用作负反馈的第五电阻 R5、第六电阻 R6 组成。因为负反馈作用，在跨阻级的输入端形成中频低阻抗点，经由第三 PMOS 管 PM3、第四 PMOS 管 PM4、第五 PMOS 管 PM5 和第六 PMOS 管 PM6 组成的混频级，将中频低阻抗点搬移至射频本振处，再经第五电容 C5 和第六电容 C6 耦合至射频放大级的输出端。

第一电容 C1、第二电容 C2 的上极板分别接正输入信号端和负输入信号端。第一电容 C1 的下极板接第一 NMOS 管 NM1 的栅极，同时接第三电容 C3 的下极板与第三电阻 R3 的正端；第二电容 C2 的下极板接第二 NMOS 管 NM2 的栅极，同时接第四电容 C4 的下极板与第四电阻 R4 的正端；第三电阻 R3 的负端与第四电阻 R4 的负

端接第一偏置电压 VB1 进行偏置；第三电容 C3 的上极板接第一电阻 R1 的正端和第一 PMOS 管 PM1 的栅极；第四电容 C4 的上极板接第二电阻 R2 的正端和第二 PMOS 管 PM2 的栅极；第一 PMOS 管 PM1 和第二 PMOS 管 PM2 的源极接电源电压；第一 PMOS 管 PM1 的漏极接第一电阻 R1 的负端与第一 NMOS 管 NM1 的漏极；第二 PMOS 管 PM2 的漏极接第二电阻 R2 的负端与第二 NMOS 管 NM2 的漏极；第一 NMOS 管 NM1 与第二 NMOS 管 NM2 的源极接地。第五电容 C5 的上极板接第一 PMOS 管 PM1 的漏极、第一电阻 R1 的负端和第一 NMOS 管 NM1 的漏极；第六电容 C6 上极板接第二 PMOS 管 PM2 的漏极、第二电阻 R2 的负端和第二 NMOS 管 NM2 的漏极；第五电容 C5 的下极板接第三 PMOS 管 PM3、第四 PMOS 管 PM4 的源极与第一电感 L0 正端，第六电容 C6 的下极板接第四 PMOS 管 PM4、第五 PMOS 管 PM5 的源极与第一电感 L0 负端；本振信号正端 LO+ 接第四 PMOS 管 PM4 与第六 PMOS 管 PM6 的栅级，本振信号负端 LO- 接第三 PMOS 管 PM3 与第五 PMOS 管 PM5 的栅极；第三 PMOS 管 PM3 的漏极接第六 PMOS 管 PM6 的漏极，同时接第五电阻 R5 的正端和第一运算放大器 OTA1 的正输入端；第四 PMOS 管 PM4 的漏极接第五 PMOS 管 PM5 的漏极，同时接第六电阻 R6 的正端和第一运算放大器 OTA1 的负输入端；第五电阻 R5 的负端接第一运算放大器 OTA1 的负输出端；第六电阻 R6 的负端接第一运算放大器 OTA1 的正输出端。

前馈支路包括射频放大级和负载级。射频放大级主要由第七 PMOS 管 PM7、第八 PMOS 管 PM8、第三 NMOS 管 NM3 和第四 NMOS 管 NM4 组成。第七 PMOS 管 PM7 与第八 PMOS 管 PM8 分别通过第七电阻 R7 和第八电阻 R8 自偏置。第三 NMOS 管 NM3 与第四 NMOS 管 NM4 的偏置电压由第二偏置电压 VB2 通过第九电阻 R9、第十电阻 R10 分别给出。第一电容 C1 和第二电容 C2 分别将输入电压耦合到第三 NMOS 管 NM3 和第四 NMOS 管 NM4，再经第七电容 C7 和第八电容 C8 耦合至第七 PMOS 管 PM7 和第八 PMOS 管 PM8。射频放大级的输出端从第七 PMOS 管 PM7 与第三 NMOS 管 NM3 之间、第八 PMOS 管 PM8 与第四 NMOS 管 NM4 之间分别引出。负载级含无源混频器的开关混频级和跨阻级。跨阻级由第二运算放大器 OTA2 和用作负反馈的第十一电阻 R11、第十二电阻 R12 组成。跨阻级的输入端阻抗特性经由第九 PMOS 管 PM9、第十 PMOS 管 PM10、第十一 PMOS 管 PM11 和第十二 PMOS 管 PM12 组成的混频级被搬移至射频本振处，再经第九电容 C9 和第十电容 C10 耦合至射频放大级的输出端。

第一电容 C1、第二电容 C2 的上极板分别接正输入信号端和负输入信号端。第一电容 C1 的下极板接第三 NMOS 管 NM3 的栅极，同时接第七电容 C7 的下极板与第九电阻 R9 的正端；第二电容 C2 的下极板接第四 NMOS 管 NM4 的栅极，同时接第八电容 C8 的下极板与第十电阻 R10 的正端；第九电阻 R9 的负端与第十电阻 R10 的负端接第二偏置电压 VB2 进行偏置；第七电容 C7 的上极板接第七电阻 R7 的正端和第七 PMOS 管 PM7 的栅极；第八电容 C8 的上极板接第八电阻 R8 的正端和第八 PMOS 管 PM8 的栅极；第七 PMOS 管 PM7 和第八 PMOS 管 PM8 的源极接电源电压；第七 PMOS 管 PM7 的漏极接第七电阻 R7 的负端与第三 NMOS 管 NM3 的漏极；第八 PMOS 管 PM8 的漏极接第八电阻 R8 的负端与第四 NMOS 管 NM4 的漏极；第三 NMOS 管 NM3 与第四 NMOS 管 NM4 的源极接地。第九电容 C9 的上极板接第七 PMOS 管 PM7 的漏极、第七电阻 R7 的负端和第三 NMOS 管 NM3 的漏极；第十电容 C10 上极板接第八 PMOS 管 PM8 的漏极、第八电阻 R8 的负端和第四 NMOS 管 NM4 的漏极；第九电容 C9 的下极板接第九 PMOS 管 PM9、第十 PMOS 管 PM10 的源极与第二电感 L1 正端，第十电容 C10 的下极板接第十 PMOS 管 PM10、第十一 PMOS 管 PM11 的源极与第二电感 L1 负端；本振信号正端 LO+ 接第十 PMOS 管 PM10 与第十二 PMOS 管 PM12 的栅极，本振信号负端 LO- 接第九 PMOS 管 PM9 与第十一 PMOS 管 PM11 的栅极；第九 PMOS 管 PM9 的漏极接第十二 PMOS 管 PM12 的漏极，同时接第十一电阻 R11 的正端和第二运算放大器 OTA2 的正输入端；第十 PMOS 管 PM10 的漏极接第十一 PMOS 管 PM11 的漏极，同时接第十二电阻 R12 的正端和第二运算放大器 OTA2 的负输入端；第十一电阻 R11 的负端接第二运算放大器 OTA2 的负输出端；第十二电阻 R12 的负端接第二运算放大器 OTA2 的正输出端。

减法运算电路包括工作管第五 NMOS 管 NM5、第六 NMOS 管 NM6、第七 NMOS 管 NM7、第八 NMOS 管 NM8 和负载电阻第十三电阻 R13、第十四电阻 R14。第五 NMOS 管 NM5、第六 NMOS 管 NM6、第七 NMOS 管 NM7、第八 NMOS 管 NM8 将主支路和前馈支路的输出电压成分相减，并转化为电流，电流在负载第十三电阻 R13、第十四电阻 R14 上转化为电压。第五 NMOS 管 NM5 的栅极接主支路中第五电容 C5 的上极板、第一电阻 R1 的负端和第一 PMOS 管 PM1 与第一 NMOS 管 NM1 的漏极；第六 NMOS 管 NM6 的栅极接前馈支路中第十电容 C10 的上极板、第八电阻 R8 的负端和第八 PMOS 管 PM8 与第四 NMOS 管 NM4 的漏极；第七 NMOS 管 NM7 的栅极接主支路中第六电容 C6 的上极板、第二电阻 R2 的负端和第二 PMOS 管 PM2 与第二

NMOS 管 NM2 的漏极； 第八 NMOS 管 NM8 的栅极接主支路中第九电容 C9 的上极板、第七电阻 R7 的负端和第七 PMOS 管 PM7 与第三 NMOS 管 NM3 的漏极；第五 NMOS 管 NM5、第六 NMOS 管 NM6、第七 NMOS 管 NM7 与第八 NMOS 管 NM8 的源极接地； 第五 NMOS 管 NM5 的漏端接第六 NMOS 管 NM6 的漏端与第十三电阻 R13 的负端，同时接正输出端； 第七 NMOS 管 NM7 的漏端接第八 NMOS 管 NM8 的漏端与第十四电阻 R14 的负端，同时接负输出端；第十三电阻 R13 的正端接十四电阻 R14 的正端，同时接电源电压。

以上所述仅为本发明的较佳实施方式，应当指出：本发明的保护范围并不以上述实施方式为限，但凡本领域普通技术人员根据本发明所揭示内容所作的改进和等同替换后的技术方案，皆应纳入权利要求书中记载的保护范围内。

1. 一种射频高 Q 值带通滤波器，其特征在于：该滤波器包括主支路电路、前馈支路电路和减法运算电路，所述主支路电路与减法运算电路的一个差分端连接，所述前馈支路电路与减法运算电路的另一个差分端连接；

所述主支路电路和前馈支路电路结构相同，均由射频放大级和负载级连接而成，所述主支路电路和前馈支路电路均通过射频放大级输出端与减法运算电路差分端连接。

2. 根据权利要求 1 所述的射频高 Q 值带通滤波器，其特征在于：所述主支路电路与前馈支路电路中的负载级均由无源开关混频级和跨阻级连接而成，所述无源开关混频级与射频放大级连接。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的射频高 Q 值带通滤波器，其特征在于：所述主支路电路中负载级的输入阻抗特性曲线阻带抑制比大于 20dB，所述前馈支路电路中负载级的输入阻抗特性曲线阻带抑制比小于 1dB。

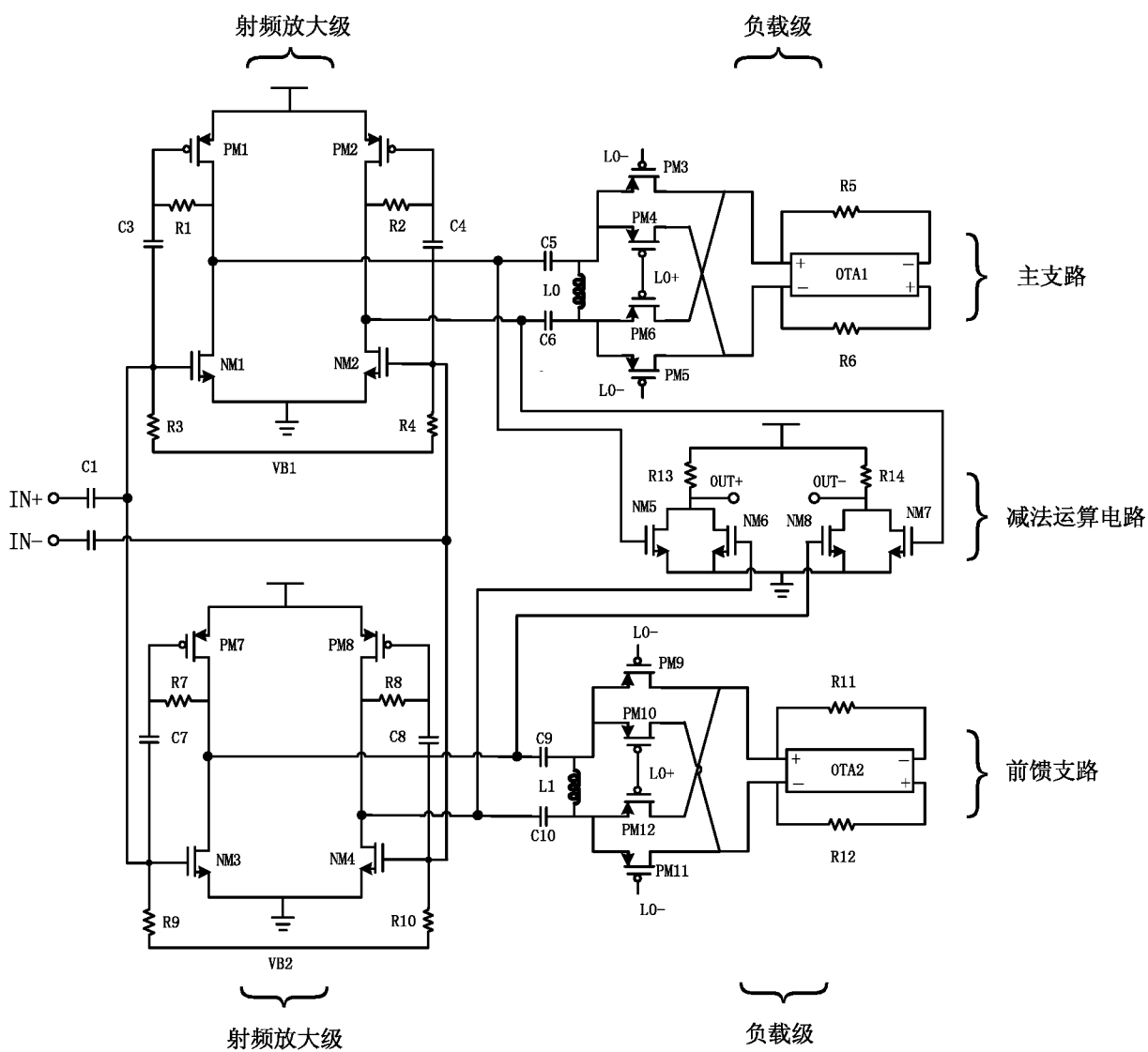


图 1

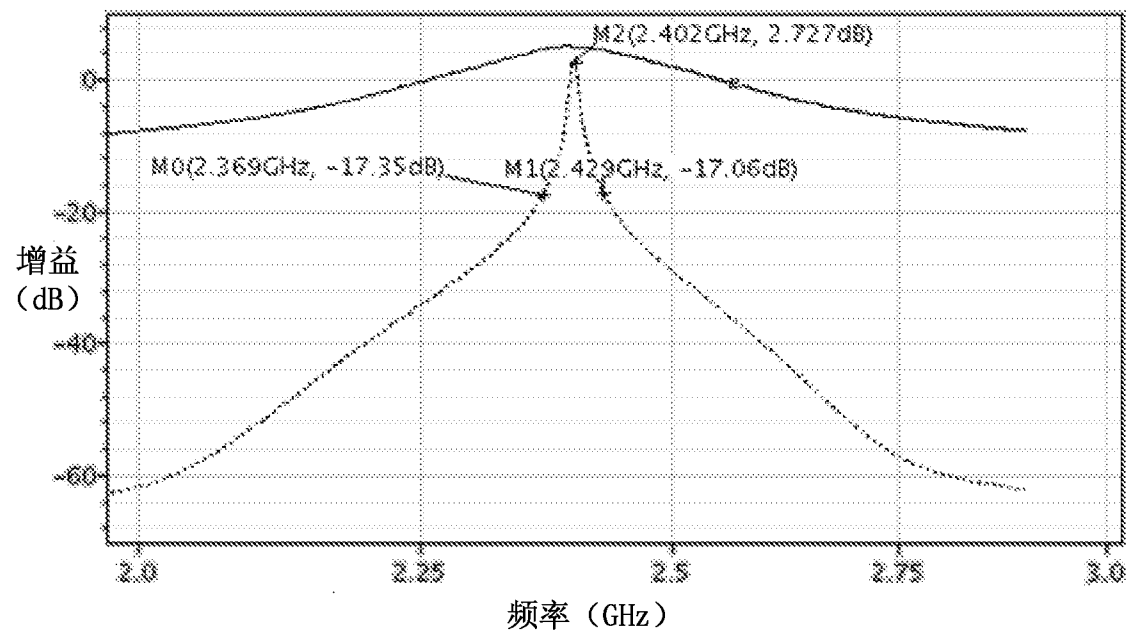


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/072558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H 11/02 (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)

H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

EPODOC, WPI, CNPAT, USTXT, CNKI, IEEE: radio frequency, two-way, feed-forward, band 2w pass, filter, radio, frequen+, differ+, subtract+, minus, two, loop, forward 2w back

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104617913 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 13 May 2015 (13.05.2015), claims 1-3	1-3
X	US 6492865 B1 (ACOUSTIC TECHNOLOGIES, INC.), 10 December 2002 (10.12.2002), description, columns 3-4, and figures 1-5 and 10	1-3
X	CN 101136622 A (ZTE CORP.), 05 March 2008 (05.03.2008), claims 1-4, and figure 3	1-3
A	CN 102571134 A (PEKING UNIVERSITY), 11 July 2012 (11.07.2012), the whole document	1-3
A	CN 102340288 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 01 February 2012 (01.02.2012), the whole document	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 04 April 2016 (04.04.2016)	Date of mailing of the international search report 27 April 2016 (27.04.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Xun Telephone No.: (86-10) 62413643

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/072558

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104617913 A	13 May 2015	None	
US 6492865 B1	10 December 2002	US 6268766 B1	31 July 2001
		WO 0148924 A1	05 July 2001
		EP 1260022 A4	15 December 2004
		EP 1260022 A1	27 November 2002
		WO 0156157 A1	02 August 2001
		EP 1250759 A1	23 October 2002
		EP 1250759 A4	15 December 2004
CN 101136622 A	05 March 2008	CN 100555863 C	28 October 2009
CN 102571134 A	11 July 2012	CN 102571134 B	28 May 2014
CN 102340288 A	01 February 2012	CN 102340288 B	25 December 2013

A. 主题的分类		
H03H 11/02 (2006.01) i		
按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域		
检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)		
H03H		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献		
在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))		
EPDOC, WPI, CNPAT, USTXT, CNKI, IEEE: 带通, 滤波, 射频, 差分, 减, 两路, 前馈, band 2w pass, filter, radio, frequen+, differ+, subtract+, minus, two, loop, forward 2w back		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104617913 A (东南大学) 2015年 5月 13日 (2015 - 05 - 13) 权利要求1-3	1-3
X	US 6492865 B1 (ACOUSTIC TECHNOLOGIES, INC.) 2002年 12月 10日 (2002 - 12 - 10) 说明书第3-4栏, 附图1-5, 10	1-3
X	CN 101136622 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 3月 5日 (2008 - 03 - 05) 权利要求1-4, 说明书附图3	1-3
A	CN 102571134 A (北京大学) 2012年 7月 11日 (2012 - 07 - 11) 全文	1-3
A	CN 102340288 A (中国科学院微电子研究所) 2012年 2月 1日 (2012 - 02 - 01) 全文	1-3
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期
2016年 4月 4日		2016年 4月 27日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		王迅
		电话号码 (86-10) 62413643

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/072558

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104617913	A	2015年 5月 13日	无	
US	6492865	B1	2002年 12月 10日	US	6268766 B1 2001年 7月 31日
				WO	0148924 A1 2001年 7月 5日
				EP	1260022 A4 2004年 12月 15日
				EP	1260022 A1 2002年 11月 27日
				WO	0156157 A1 2001年 8月 2日
				EP	1250759 A1 2002年 10月 23日
				EP	1250759 A4 2004年 12月 15日
CN	101136622	A	2008年 3月 5日	CN	100555863 C 2009年 10月 28日
CN	102571134	A	2012年 7月 11日	CN	102571134 B 2014年 5月 28日
CN	102340288	A	2012年 2月 1日	CN	102340288 B 2013年 12月 25日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)