



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **本国际公布:**

CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
TG)。

本发明公开一种全集成抗阻塞射频接收前端架构，包括阻塞信号滤波级和下混频级。其中阻塞信号滤波级是一个前馈结构，主支路和前馈支路采用电路结构相同的低噪声放大器以实现匹配。此外，前馈支路利用无源混频器对阻抗具有在频域的搬移特性，在射频本振处产生一个带阻滤波器以滤除有用信号，然后将得到的阻塞信号与主支路的阻塞信号相减，得到射频有用信号。因为在两个低噪声放大器之后直接将阻塞信号滤除，不会对其他电路造成影响，所以避免了带来其他的非理想因素。其后接无源混频器实现下混频，得到中频有用信号。

一种全集成抗阻塞射频接收前端架构

技术领域

本发明属于无线通讯接收机领域，涉及一种全集成抗阻塞射频接收前端架构。

背景技术

现在无线通讯技术被广泛使用，然而由于频谱资源的有限性，使得在公共频段存在大量的用户。像 2.4GHz 为各国共用的 ISM 频段，因此无线局域网、蓝牙、ZigBee 等无线网络，均工作在 2.4GHz 频段上。发射机的强发射信号对于所需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，噪声系数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，就需要从接收机最前端的点射频前端将其消除。

目前国际上有美国博通公司、欧洲微电子研究中心和美国康奈尔大学等国际著名通信半导体公司、微电子研究中心和大学对全集成抗阻塞射频接收前端进行研究，并取得了一定的成果。但是，已有的全集成抗阻塞射频接收前端有着明显的不足，博通的前馈和反馈结构是利用混频器的混频功能将低中频的高通滤波器搬移到射频本振处形成射频带阻滤波器，这样的结构不仅两条支路不匹配，而且阻塞信号会经过前馈支路中的下混频器和低中频的高通滤波器等电路，这会恶化线性度，造成增益压缩，恶化噪声系数。欧洲微电子研究中心的电压模全集成抗阻塞射频接收前端架构，因为是直接采用电压形式，所以对电路的要求很高。为了保证线性度，该研究中心的成果中采用的是一个电源电压的 2.5V 的 LNA。美国康内尔大学的 LNA-less 结构具有很好的线性度，但是其噪声性能差，而且隔离效果差，本振信号容易泄漏到天线，恶化频域资源环境。

发明内容

技术问题：本发明提出了一种解决了频域环境中阻塞信号对接收机的影响的全集成抗阻塞射频接收前端架构。

技术方案：本发明的全集成抗阻塞射频接收前端架构，包括射频阻塞信号滤波级

和下混频级,所述的射频阻塞信号滤波级包括第一低噪声放大器、第二低噪声放大器、减法运算电路和负载级,所述第一低噪声放大器与减法运算电路的一个差分端连接,所述第二低噪声放大器与减法运算电路的另一个差分端连接,第二低噪声放大器同时还与负载级连接,射频带阻滤波级通过减法运算电路的输出端与下混频级连接。

本发明的优选方案中,所述负载级由第二无源开关混频器和第二跨阻放大器连接而成,第二无源开关混频级的输入端与第二低噪声放大器的输出端连接。

本发明的优选方案中,所述减法运算电路的输出端还连接有 LC 负载网络。

本发明的优选方案中,所述下混频级包括依次连接的第一跨导放大器、第一无源开关混频器和第一跨阻放大器。

本发明的优选方案中,所述第一低噪声放大器的输出频率响应曲线呈现全通特性,所述第二低噪声放大器和负载级的输出频率响应曲线呈现带阻特性。利用无源混频器的阻抗搬移特性,将跨阻放大器的中频阻抗高通特性搬移到射频本振处,形成射频带阻滤波器。利用前馈结构将射频带阻滤波器与低噪放的输出相减,实现两路信号相减,得到射频有用信号。再经下混频器下变频而得到中频有用信号。

该射频接收前端架构包含阻塞信号滤波级和下混频级。阻塞信号滤波级是一个前馈结构,包含第一低噪声放大器、第二低噪声放大器、第二无源开关混频器、第二跨阻放大器、L1 和 C1。其中主支路的第一低噪声放大器与前馈支路的第二低噪声放大器是相同的,实现两条支路的高度匹配。第二低噪声放大器、第二无源开关混频器和第二跨阻放大器组成一个无源混频器。由于无源混频器对阻抗具有在频域的搬移特性,所以第二跨阻放大器的输入阻抗特性被第二无源开关混频器搬移到本振频率处,在第二低噪声放大器的输出端对有用信号进行滤除并保留阻塞信号。将第一低噪声放大器和第二低噪声放大器的输出端成分相减得到射频有用信号,而将阻塞信号滤除。该架构在阻塞信号经过第一低噪声放大器和第二低噪声放大器后直接将其滤除,而没有将其引入其他电路模块而带来更多的非理想因素。LC 网络作为负载,电感与该点的寄生电容谐振,以减小射频有用电流信号泄露。下混频级为一个无源混频器,包含第一跨导放大器、第一无源开关混频器和第一跨阻放大器,经第一跨导放大器转化为射频有用电流信号,第一无源开关混频器对其进行调制,得到中频有用电流信号,第一跨阻放大器将中频有用电流信号转换为中频有用电压信号。因为无源混频器比传统的有源混频器有线性度和噪声系数等性能的优势,所采用无源混频器可以改善射频前端的性能。

有益效果：与现有的技术相比，本发明具有以下优点：

本发明主支路利用无源混频器在频率上对阻抗具有的搬移特性，将无源混频器的开关混频级和跨阻级作为低噪放的负载，通过工作线性区的开关混频器将跨阻放大器中频高通阻抗特性的输入阻抗搬移到射频本振处而形成射频带阻滤波器。前馈支路将射频有用信号滤除而保留射频阻塞信号。主支路采用与前馈支路相同的低噪放。通过两条支路相减而得到射频有用信号。而现有的前馈式抗阻塞射频接收前端中的射频带阻滤波器是通过上、下混频器将中频高通滤波器上、下变频而形成。由于上下变频过程中需要消除镜像噪声，所以主支路需要 I、Q 两路。所以，本发明与现有的技术相比，不需要 I、Q 两路的上、下混频器和中频高通滤波器，电路结构简单，节省电路面积和功耗，两条支路采用的低噪放相同，匹配度好。由于在射频跨导放大器后面直接将阻塞信号消除，不会对其他电路造成影响，所以对中频的线性度要求不高。此外，低噪声放大器能够实现很好的隔离，本振信号难以泄露到天线对频谱环境造成恶化。

附图说明

图 1 为本发明的射频接收前端架构图；

图 2 为本发明的射频接收前端的功能仿真图。

图中有：第一低噪声放大器 LNA1、第二低噪声放大器 LNA2、第一电感 L1、第一电容 C1、第一跨导放大器 Gm1、第一无源开关混频器 Pmixer1、第二无源开关混频器 Pmixer2、第一跨阻放大器 TIA1、第二跨阻放大器 TIA2、本振信号输入端 LO、减法运算电路 S、信号输入端 RFIN、信号输出端 IFOUT。

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。

如图 1 所示，本发明提出的全集成抗阻塞射频接收前端架构为前馈式结构，由射频阻塞信号滤波级和下混频级连接而成，射频阻塞信号滤波级将射频阻塞信号滤除而保留射频有用信号，下混频级将射频有用信号变频成为中频有用信号。所述的射频阻塞信号滤波级包括第一低噪声放大器 LNA1、第二低噪声放大器 LNA2、减法运算电路 S 和负载级。其中主支路由第一低噪声放大器 LNA1 构成，前馈支路由第二低噪声放大器 LNA2、减法运算电路 S 和负载级组成。所述负载级由第二无源开关混频器 Pmixer2 和第二跨阻放大器 TIA2 连接而成，第二无源开关混频器 Pmixer2 将第二跨阻

放大器 TIA2 输入阻抗的中频高通特性曲线搬移至射频本振处，形成射频带阻特性。利用无源混频器在频率上对阻抗具有的搬移特性，在射频阻塞信号滤波级的前馈支路形成射频带阻滤波器。主支路的第一低噪声放大器 LNA1 为一个全通射频放大器。所述主支路输出级与减法运算电路 S 的一个差分端连接，所述前馈支路输出级与减法运算电路 S 的另一个差分端连接。通过减法运算电路 S 将主支路的射频成分（包括射频阻塞信号和射频有用信号）与前馈支路的射频阻塞信号相减，实现射频带通滤波器，将射频阻塞信号滤除而得到射频有用信号。所述减法运算电路 S 的输出端还连接有 LC 负载网络，以增加射频带通滤波器的 Q 值。其具体的连接关系为：第一低噪声放大器 LNA1 和第二低噪声放大器 LNA2 的输入端与射频输入端相连，输出端分别于减法运算电路 S 的一个输入端相连；第二低噪声放大器 LNA2 的输出端同时与第二无源开关混频器 Pmixer2 的输入端相连；第二无源开关混频器 Pmixer2 的输出端与第二跨阻放大器 TIA2 的输入端相连；LC 网络作为减法运算电路 S 的负载，第一电感 L1 负端和第一电容 C1 负端与减法运算电路 S 的输出端相连，第一电感 L1 正端和第一电容 C1 正端与电源电压相连。

所述下混频级包括依次连接的第一跨导放大器 Gm1、第一无源开关混频器 Pmixer1 和第一跨阻放大器 TIA1。第一跨导放大器 Gm1 将从射频阻塞信号滤波级得到的射频有用电压信号转化为射频有用电流信号，第一无源开关混频器 Pmixer1 将射频有用电流信号调制为中频有用电流信号，再经第一跨阻放大器 TIA1 转化为中频有用电压信号。其具体连接关系为：第一跨阻放大器 TIA1 的输入端与减法运算电路 S 的输出端相连，输出端与第一无源开关混频器 Pmixer1 的输入端相连；第一无源开关混频器 Pmixer1 的输出端与第一跨阻放大器 TIA1 的输入端相连；第一跨阻放大器 TIA1 的输出端接中频输出端。

图 2 所示为本发明的射频接收前端的功能仿真图，从图中可以看出，该射频前端对 40MHz 带宽外的阻塞信号实现了 20dB 的抑制。

上述实施例仅是本发明的优选实施方式，应当指出：对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和等同替换，这些对本发明权利要求进行改进和等同替换后的技术方案，均落入本发明的保护范围。

1. 一种全集成抗阻塞射频接收前端架构，其特征在于：该架构为前馈式结构，由射频阻塞信号滤波级和下混频级连接而成，所述的射频阻塞信号滤波级包括第一低噪声放大器（LNA1）、第二低噪声放大器（LNA2）、减法运算电路（S）和负载级，所述第一低噪声放大器（LNA1）与减法运算电路（S）的一个差分端连接，所述第二低噪声放大器（LNA2）与减法运算电路的另一个差分端连接，第二低噪声放大器（LNA2）同时还与负载级连接，射频带阻滤波级通过减法运算电路（S）的输出端与下混频级连接。

2. 根据权利要求 1 所述的全集成抗阻塞射频接收前端架构，其特征在于：所述负载级由第二无源开关混频器（Pmixer2）和第二跨阻放大器（TIA2）连接而成，第二无源开关混频器（Pmixer2）的输入端与第二低噪声放大器（LNA2）的输出端连接。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的全集成抗阻塞射频接收前端架构，其特征在于：所述减法运算电路（S）的输出端还连接有 LC 负载网络。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的全集成抗阻塞射频接收前端架构，其特征在于：所述下混频级包括依次连接的第一跨导放大器（LNA1）、第一无源开关混频器（Pmixer1）和第一跨阻放大器（TIA1）。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的全集成抗阻塞射频接收前端架构，其特征在于：所述第一低噪声放大器（LNA1）的输出频率响应曲线呈现全通特性，所述第二低噪声放大器（LNA2）和负载级的输出频率响应曲线呈现带阻特性。

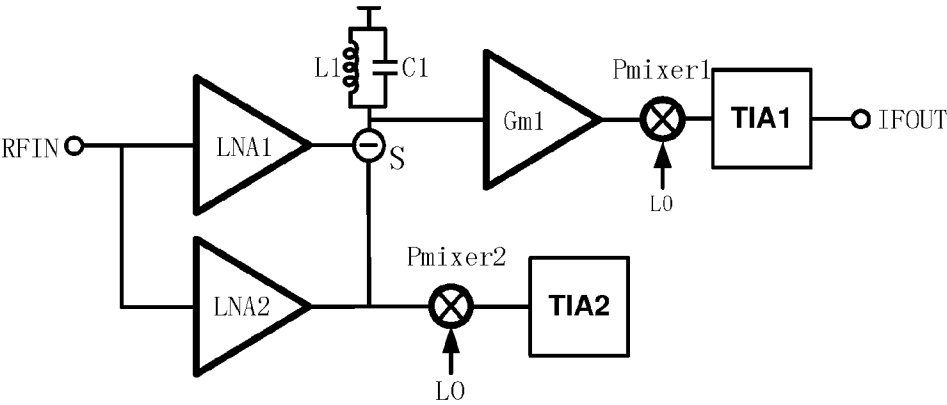


图 1

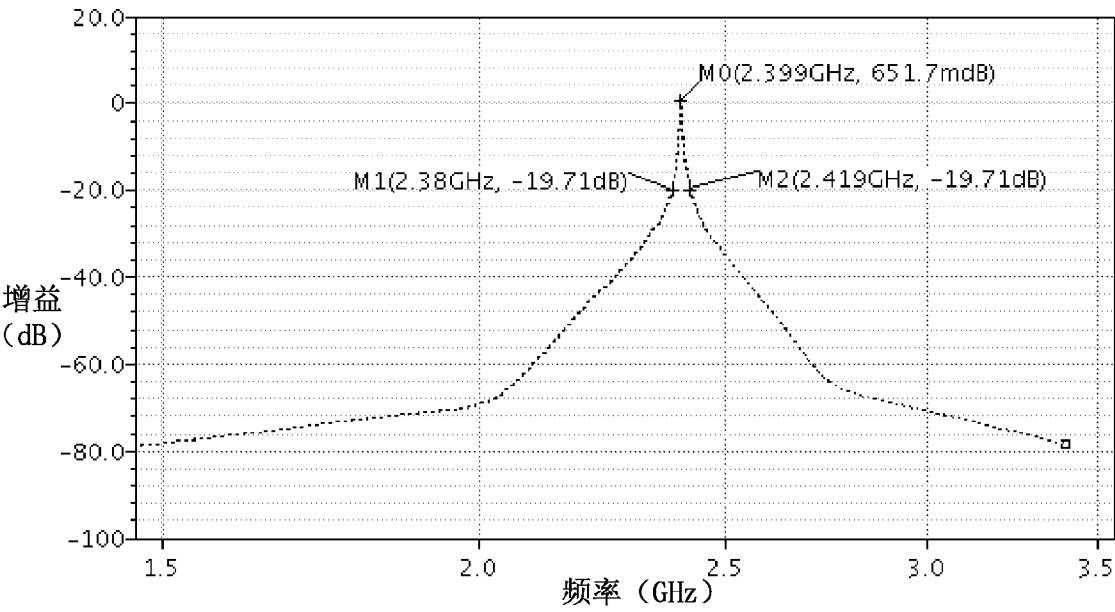


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/072557**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H04B 1/16 (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)

H04B H04L

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: SOUTHEAST UNIVERSITY, BROADCOM, downmix, down-converter, difference, subtraction, annular, antiblocking, feedback, feedforward; WU, Jianhui; mixing, block???, cancel+, minus, radio w frequency, receive?, LNA, low w noise w amplifier

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104617970 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 13 May 2015 (13.05.2015), claims 1-5	1-5
X	CN 101101626 A (BROADCOM CORPORATION), 09 January 2008 (09.01.2008), description, page 12, paragraph 3 to page 13, paragraph 4, and figures 5-6	1
A	CN 101027846 A (NOKIA CORPORATION), 29 August 2007 (29.08.2007)	1-5
A	US 6046683 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.), 04 April 2000 (04.04.2000)	1-5

☐ 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 13 April 2016 (13.04.2016)	Date of mailing of the international search report 28 April 2016 (28.04.2016)
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 FANG, Ting Telephone No.: (86-10) 62413316

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/072557

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104617970 A	13 May 2015	None	
CN 101101626 A	09 January 2008	EP 1830301 A2	05 September 2007
		US 2007207732 A1	06 September 2007
		DE 602006016547 D1	14 October 2010
		TW 200836107 A	01 September 2008
		US 2010099355 A1	22 April 2010
		US 2007229270 A1	04 October 2007
		US 2010276498 A1	04 November 2010
		US 2011142109 A1	16 June 2011
		US 2012294339 A1	22 November 2012
CN 101027846 A	29 August 2007	EP 1779535 A1	02 May 2007
		JP 2008510333 A	03 April 2008
		US 2008125074 A1	29 May 2008
		WO 2006018697 A1	23 February 2006
		US 2006035619 A1	16 February 2006
		KR 20070033053 A	23 March 2007
US 6046683 A	04 April 2000	JP H10206538 A	07 August 1998
		CA 2219306 A1	30 June 1998

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/072557

A. 主题的分类

H04B 1/16(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)

H04B H04L

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))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 吴建辉, 东南大学, 博通, 下混频, 下变频, 差分, 减法, 射频, 接收, 环形, 抗阻塞, 反馈, 前馈, 低噪声放大器, wu jianhui, mixing, block???, cancel+, minus, radio w frequency, receive?, LNA, low w noise w amplifier

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 104617970 A (东南大学) 2015年 5月 13日 (2015 - 05 - 13) 权利要求1-5	1-5
X	CN 101101626 A (美国博通公司) 2008年 1月 9日 (2008 - 01 - 09) 说明书第12页第3段-第13页第4段, 图5-6	1
A	CN 101027846 A (诺基亚公司) 2007年 8月 29日 (2007 - 08 - 29)	1-5
A	US 6046683 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 2000年 4月 4日 (2000 - 04 - 04)	1-5

☐ 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

2016年 4月 13日

国际检索报告邮寄日期

2016年 4月 28日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

授权官员

方婷

电话号码 (86-10)62413316

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/072557

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	104617970	A	2015年 5月 13日	无			
CN	101101626	A	2008年 1月 9日	EP	1830301	A2	2007年 9月 5日
				US	2007207732	A1	2007年 9月 6日
				DE	602006016547	D1	2010年 10月 14日
				TW	200836107	A	2008年 9月 1日
				US	2010099355	A1	2010年 4月 22日
				US	2007229270	A1	2007年 10月 4日
				US	2010276498	A1	2010年 11月 4日
				US	2011142109	A1	2011年 6月 16日
				US	2012294339	A1	2012年 11月 22日
CN	101027846	A	2007年 8月 29日	EP	1779535	A1	2007年 5月 2日
				JP	2008510333	A	2008年 4月 3日
				US	2008125074	A1	2008年 5月 29日
				WO	2006018697	A1	2006年 2月 23日
				US	2006035619	A1	2006年 2月 16日
				KR	20070033053	A	2007年 3月 23日
US	6046683	A	2000年 4月 4日	JP	H10206538	A	1998年 8月 7日
				CA	2219306	A1	1998年 6月 30日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)