

(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
2014 年 2 月 27 日 (27.02.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/029142 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 1/18 (2006.01) *H04B 1/30* (2006.01)
H04B 1/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/081282
- (22) 国际申请日: 2012 年 9 月 12 日 (12.09.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210300528.1 2012 年 8 月 22 日 (22.08.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 天津大学 (TIAN JIN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 马建国 (MA, Jianguo) [SG/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。 张为 (ZHANG, Wei) [CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。 张亮 (ZHANG, Liang) [CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。 赵毅强

(ZHAO, Yiqiang) [CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。

- (74) 代理人: 天津市北洋有限责任专利代理事务所 (BEI & OCEAN); 中国天津市南开区鞍山西道时代公寓 A 座 603, Tianjin 300193 (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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) 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, 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,

[见续页]

(54) Title: RADIO-FREQUENCY FRONT END IN HIGH AND MEDIUM FREQUENCY SUPERHETERODYNE+ZERO INTERMEDIATE FREQUENCY STRUCTURE

(54) 发明名称: 高中频超外差+零中频结构的射频前端

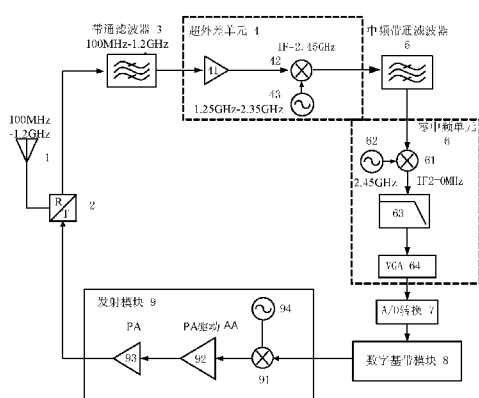


图 3 / Fig. 3

- 3 BAND-PASS FILTER
4 SUPERHETERODYNE UNIT
5 MEDIUM-FREQUENCY BAND-PASS FILTER
6 ZERO INTERMEDIATE FREQUENCY UNIT
7 A/D CONVERSION
8 DIGITAL BASEBAND MODULE
9 EMITTING MODULE
AA PA DRIVE

(57) Abstract: A radio-frequency front end in high and medium frequency superheterodyne+zero intermediate frequency structure comprises an emitting module and a receiving module. The receiving module comprises: a transceiving antenna, a low-pass filter, a superheterodyne unit, a medium-frequency band-pass filter, a zero intermediate frequency unit, a digital and analog converter and a digital baseband module which are sequentially connected. An output of the digital baseband module is connected to the emitting module. An input end of a superheterodyne frequency mixer of the superheterodyne unit is respectively connected to a low-noise amplifier and a first local oscillator, an output end of the superheterodyne frequency mixer is connected to an input end of the medium-frequency band-pass filter, and an input end of the low-noise amplifier is connected to an output end of the low-pass filter. The zero intermediate frequency unit comprises a zero intermediate frequency mixer, an active low-pass filter and a variable gain operational amplifier which are sequentially connected, an input end of the zero intermediate frequency mixer is respectively connected to an output end of the medium-frequency band-pass filter and a second local oscillator, and an output of the variable gain operational amplifier is connected to an input end of the digital and analog converter. The present invention can eliminate image interference, improve integrity of a system, and reduce power consumption of the system.

(57) 摘要:

[见续页]



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

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

一种高中频超外差+零中频结构的射频前端，有发射模块和接收模块，接收模块：依次相连的收发天线、低通滤波器、超外差单元、中频带通滤波器、零中频单元、数模转换器以及数字基带模块，数字基带模块的输出连接发射模块。超外差单元是超外差混频器的输入端分别连接低噪声放大器和第一本振，超外差混频器的输出端连接中频带通滤波器的输入端，低噪声放大器的输入端连接低通滤波器的输出端。零中频单元有依次相连的零中频混频器、有源低通滤波器和可变增益运算放大器，零中频混频器的输入端分别连接中频带通滤波器的输出端以及连接第二本振，可变增益运算放大器的输出连接数模转换器的输入端。本发明能消除镜像干扰，可以提高系统的集成度，降低系统功耗。

高中频超外差+零中频结构的射频前端

技术领域

5 本发明涉及一种射频前端。特别是涉及一种新型的高中频超外差+零中频结构的射频前端。

背景技术

10 在众多无线接入系统中，通信设备的核心器件是射频前端芯片。射频前端的功能主要是对接收机天线端接收到的微弱信号进行放大、变频、滤波和量化，解调为基带信号。射频前端电路的设计对接收机整体的设计具有指导意义，直接决定了无线接收设备的性能。

通讯终端传统的射频前端结构包括：超外差结构、零中频结构、二次变频宽中频结构和二次变频低中频结构等。其中超外差结构具有极佳的灵敏度、选择性和动态范围，被认为是可靠的接收机拓扑结构，在长久以来成为高性能接收机的首选。典型的超外差结构使用混频器将高频信号下变频到一个较低的中频频率后再进行信道滤波、放大和解调，从而有效的解决了高频信号处理所遇到的困难。其结构如图 1 所示。为了有效滤除镜像干扰往往需要高品质因子的中频滤波器，这是当代 CMOS 工艺所无法实现的。但是，超外差结构的中频一般都低于射频信号频率，这导致超外差接收机存在一个严重的缺点：镜像干扰。其原理如图 2 所示。另外超外差结构一般用于窄带通讯系统射频前端，如果用于宽带通讯系统，例如：采用超外差结构射频前端接收 100MHz~1.2GHz 的频率范围中 900MHz 的射频信号，假设中频频率为 13.56MHz，那么实际上接收机不仅接收到 900MHz 处的有用信号，还接收到了 927.12MHz 处的镜像干扰信号。传统超外差结构射频前端的镜像干扰频率完全落在了有用信道附近很窄的范围内，极难分辨，接收机灵敏度低且难以集成。另外，如果将该结构应用于宽带通信系统，还会发现该结构对第一本振的要求极高。上例中所需的频率合成器的调谐范围为 113.56MHz~1213.56MHz，中心频率较低，调谐比高达 85%。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是，提供一种可以有效地消除镜像干扰，提高了射频前端电路的灵敏度和可靠性，降低了本振的调谐比的高中频超外差+零中频结构的射频前端。

30 本发明所采用的技术方案是：一种高中频超外差+零中频结构的射频前端，有发射模块和接收模块，所述的接收模块包括有：依次相连的用于接收发射模块所发射的信号的收发天线、低通滤波器、超外差单元、中频带通滤波器、零中频单元、数模转换器以及数字基带模块，所述的数字基带模块的输出连接发射模块。

所述的收发天线是通过无线开关连接低通滤波器。

35 所述的超外差单元包括有超外差混频器，所述的超外差混频器的输入端分别连接低噪声放大器和第一本振，超外差混频器的输出端连接所述的中频带通滤波器的输入端，所述的低噪声放大器的输入端连接低通滤波器的输出端。

所述的零中频单元包括有依次相连的零中频混频器、有源低通滤波器和可变增益运算放大器，其中，所述的零中频混频器的输入端分别连接中频带通滤波器的输出端以及连接第二本振，所述的可变增益运算放大器的输出连接所述的数模转换器的输入端。

所述的发射模块包括有依次连接的调制混频器、功率放大器驱动电路和功率放大器，
5 所述的调制混频器的输入端分别连接数字基带模块的输出端以及连接第三本振，所述功率放大器的输出连接收发天线的无线开关。

所述的超外差单元的输出频率设定为 2.45 GHz 的固定频率。

所述的第一本振的调谐范围为 1.25GHz~2.35GHz。

本发明的高中频超外差+零中频结构的射频前端，第一中频定为 2.45 GHz，这有两个优
10 势：1、消除镜像干扰。当输入射频信号频率为 100MHz~1.2GHz 时，对应的镜像干扰频率为 3.7GHz~4.8GHz，不在输入信号频带范围内，避免了镜像干扰问题，不需要镜像抑制滤波器及中频滤波器，可以提高系统的集成度，降低系统功耗；同时本振的调谐范围为 1.25GHz~2.35GHz，与传统超外差结构所需的 100MHz~1.2GHz 的本振调谐范围相比，中心频率由 650MHz 提高到 1.8GHz，调谐比由 85%降低到 30%，大大降低了频率合成器设计的
15 难度，故采用高中频超外差结构易实现。2、针对 2.45GHz 的中频信号的后续处理技术已很成熟，方案可行性高。

附图说明

图 1 是典型超外差结构射频前端构成框图；

20 图 2 是镜像干扰原理图；

图 3 是本发明的高中频超外差+零中频结构的射频前端构成框图。

图中，

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1: 收发天线 | 2: 无线开关 |
| 3: 低通滤波器 | 4: 超外差单元 |
| 25 5: 中频带通滤波器 | 6: 零中频单元 |
| 7: 数模转换器+数字基带单元 | 8: 发射模块 |
| 21: 射频带通滤波器 | 22: 低噪声放大器 |
| 23: 镜向干扰抑制波 | 24: 第一本振 |
| 25: 超外差混频器 | 26: 可变增益运算放大器 |
| 30 41: 低噪声放大器 | 42: 超外差混频器 |
| 43: 第一本振 | 61: 零中频混频器 |
| 62: 第二本振 | 63: 有源低通滤波器 |
| 64: 可变增益运算放大器 | 81: 调制混频器 |
| 82: 功率放大器驱动电路 | 83: 功率放大器 |
| 35 84: 第三本振 | |

具体实施方式

下面结合实施例和附图对本发明的高中频超外差+零中频结构的射频前端做出详细说明。

本发明的高中频超外差+零中频结构的射频前端，包括有发射模块和接收模块，接收模块完成对射频信号的接收、滤波、上变频、下变频和解调。发射模块完成对基带信号的调制和发射。如图 3 所示，所述的接收模块包括有：依次相连的用于接收发射模块所发射的信号 5 的收发天线 1、低通滤波器 3、超外差单元 4、中频带通滤波器 5、零中频单元 6、数模转换器 7 以及数字基带模块 8，所述的数字基带模块 8 的输出连接发射模块 9。所述的收发天线 1 是通过无线开关 2 连接低通滤波器 3。

所述的超外差单元 4 包括有超外差混频器 42，所述的超外差混频器 42 的输入端分别连接 10 低噪声放大器 41 和第一本振 43，超外差混频器 42 的输出端连接所述的中频带通滤波器 5 的输入端，所述的低噪声放大器 41 的输入端连接低通滤波器 3 的输出端。所述的该超外差单元 4 的超外差混频器 42 的输出频率设定为 2.45 GHz 的固定频率，所述的第一本振 43 的调谐范围为 1.25GHz~2.35GHz。

所述的零中频单元 6 包括有依次相连的零中频混频器 61、有源低通滤波器 63 和可变增 15 益运算放大器 64，其中，所述的零中频混频器 61 的输入端分别连接中频带通滤波器 5 的输出端以及连接第二本振 62，所述的可变增益运算放大器 64 的输出连接所述的数模转换器 7 的输入端。

所述的发射模块 9 包括有依次连接的调制混频器 91、功率放大器驱动电路 92 和功率放 20 大器 93，所述的调制混频器 91 的输入端分别连接数字基带模块 8 的输出端以及连接第三本振 94，所述功率放大器 93 的输出连接收发天线 1 的无线开关 2。

本发明的高中频超外差+零中频结构的射频前端的接收模块的工作原理：收发天线接收 射频信号，其输出连接低通滤波器，对射频信号进行低通滤波，滤除干扰。低通滤波器的 输出连接低噪声放大器，对微弱的有用信号进行低噪声放大，便于后续电路处理。低噪声 放大器的输出和第一本振的输出连接到超外差混频器，将信号上变频到第一中频 2.45GHz。 25 超外差混频器的输出连接到中频带通滤波器，滤除干扰并进行信道选择。中频带通滤波器 的输出和第二本振的输出连接到零中频混频器，将第一中频信号下变频到数字电路可以处 理的基中频。零中频混频器的输出连接有源低通滤波器，滤除杂波。有源低通滤波器的输 出连接可变增益运算放大器，可变增益运算放大器的输出连接数模转换器+数字基带单元 中的数模转换器（A/D），对中频模拟信号转换为基带可以处理的数字信号，然后，数模转 30 换器的输出连接数字基带电路，进行解调。

本发明的高中频超外差+零中频结构的发射模块的工作原理：数模转换器+数字基带单 元中的数字基带电路的输出和第三本振的输出连接到调制混频器，将基带信号调制到射频 频率。调制混频器的输出连接到功率放大器驱动电路，功率放大器驱动电路驱动功率放大 器，提高发射功率。功率放大器的输出连接发射天线。

35 本发明的高中频超外差+零中频结构的发射模块中的第一中频设定为 2.45 GHz 的固定频 率。当输入射频信号频率为 100MHz ~1.2GHz 时，对应的镜像干扰频率为 3.7GHz~4.8GHz， 不在输入信号频带范围内，很容易利用简单的低通滤波器滤除，有效避免了镜像干扰问题，

提高系统的集成度，降低系统功耗；同时本振的调谐范围为 1.25GHz~2.35GHz，与传统超外差结构所需的 113.56MHz~1213.56MHz 的本振调谐范围相比，中心频率由 650MHz 提高到 1.8GHz，调谐比由 85%降低到 30%，大大降低了频率合成器设计的难度。另外，针对 2.45GHz 的中频信号的后续处理技术已很成熟，方案可行性高。

权利要求

1. 一种高中频超外差+零中频结构的射频前端，有发射模块和接收模块，其特征在于，所述的接收模块包括有：依次相连的用于接收发射模块所发射的信号收发天线（1）、低通滤波器（3）、超外差单元（4）、中频带通滤波器（5）、零中频单元（6）、数模转换器（7）以及数字基带模块（8），所述的数字基带模块（8）的输出连接发射模块（9）。

2. 根据权利要求 1 所述的高中频超外差+零中频结构的射频前端，其特征在于，所述的收发天线（1）是通过无线开关（2）连接低通滤波器（3）。

3. 根据权利要求 1 所述的高中频超外差+零中频结构的射频前端，其特征在于，所述的超外差单元（4）包括有超外差混频器（42），所述的超外差混频器（42）的输入端分别连接低噪声放大器（41）和第一本振（43），超外差混频器（42）的输出端连接所述的中频带通滤波器（5）的输入端，所述的低噪声放大器（41）的输入端连接低通滤波器（3）的输出端。

4. 根据权利要求 1 所述的高中频超外差+零中频结构的射频前端，其特征在于，所述的零中频单元（6）包括有依次相连的零中频混频器（61）、有源低通滤波器（63）和可变增益运算放大器（64），其中，所述的零中频混频器（61）的输入端分别连接中频带通滤波器（5）的输出端以及连接第二本振（62），所述的可变增益运算放大器（64）的输出连接所述的数模转换器（7）的输入端。

5. 根据权利要求 1 所述的高中频超外差+零中频结构的射频前端，其特征在于，所述的发射模块（9）包括有依次连接的调制混频器（91）、功率放大器驱动电路（92）和功率放大器（93），所述的调制混频器（91）的输入端分别连接数字基带模块（8）的输出端以及连接第三本振（94），所述功率放大器（93）的输出连接收发天线（1）的无线开关（2）。

6. 根据权利要求 1 所述的高中频超外差+零中频结构的射频前端，其特征在于，所述的超外差单元（4）的输出频率设定为 2.45 GHz 的固定频率。

7. 根据权利要求 3 所述的高中频超外差+零中频结构的射频前端，其特征在于，所述的第一本振（43）的调谐范围为 1.25GHz~2.35GHz。

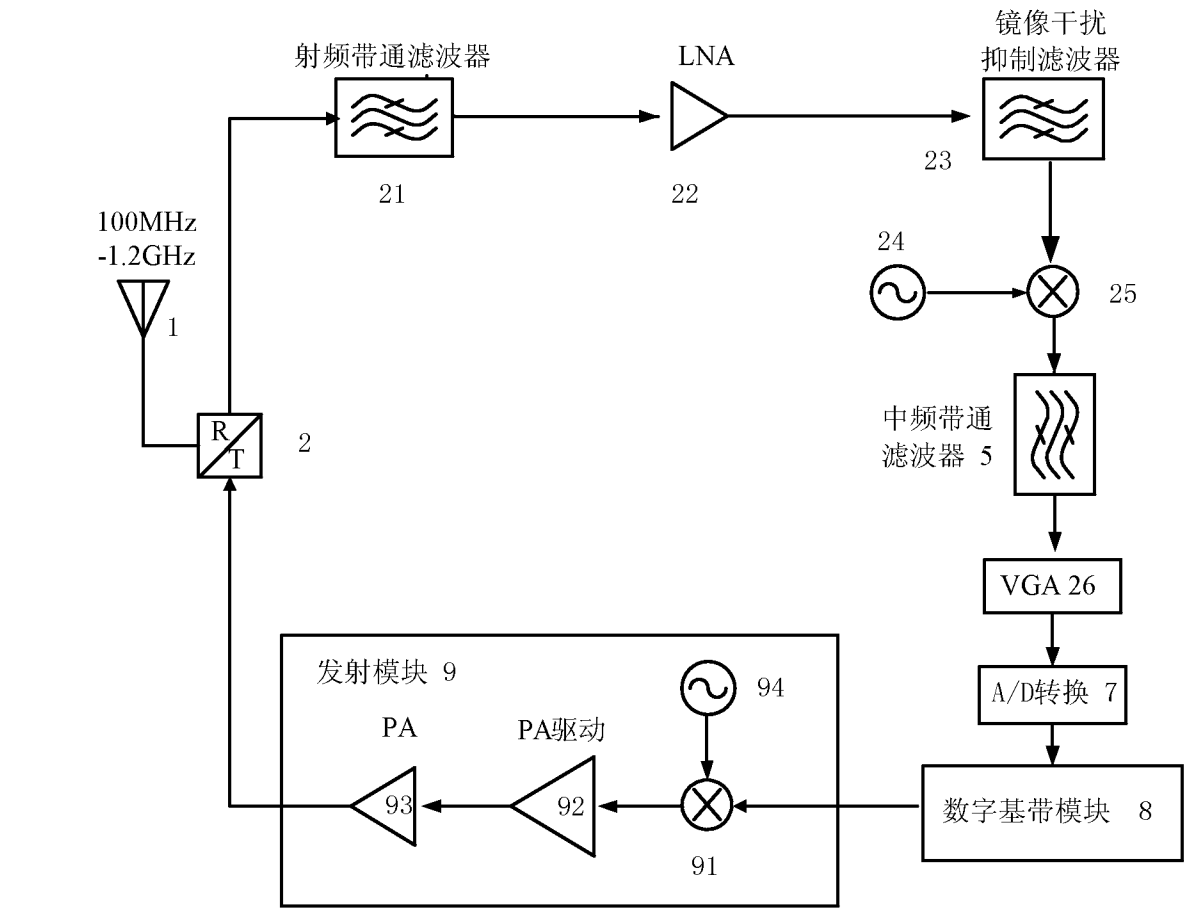


图 1

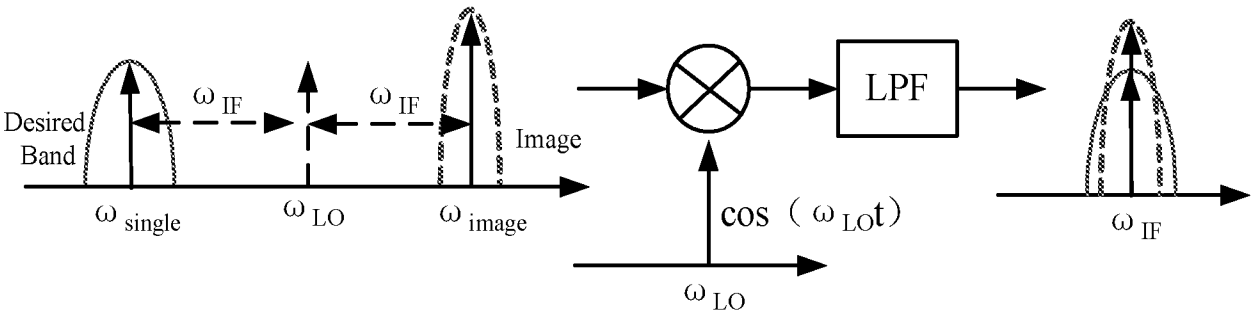


图 2

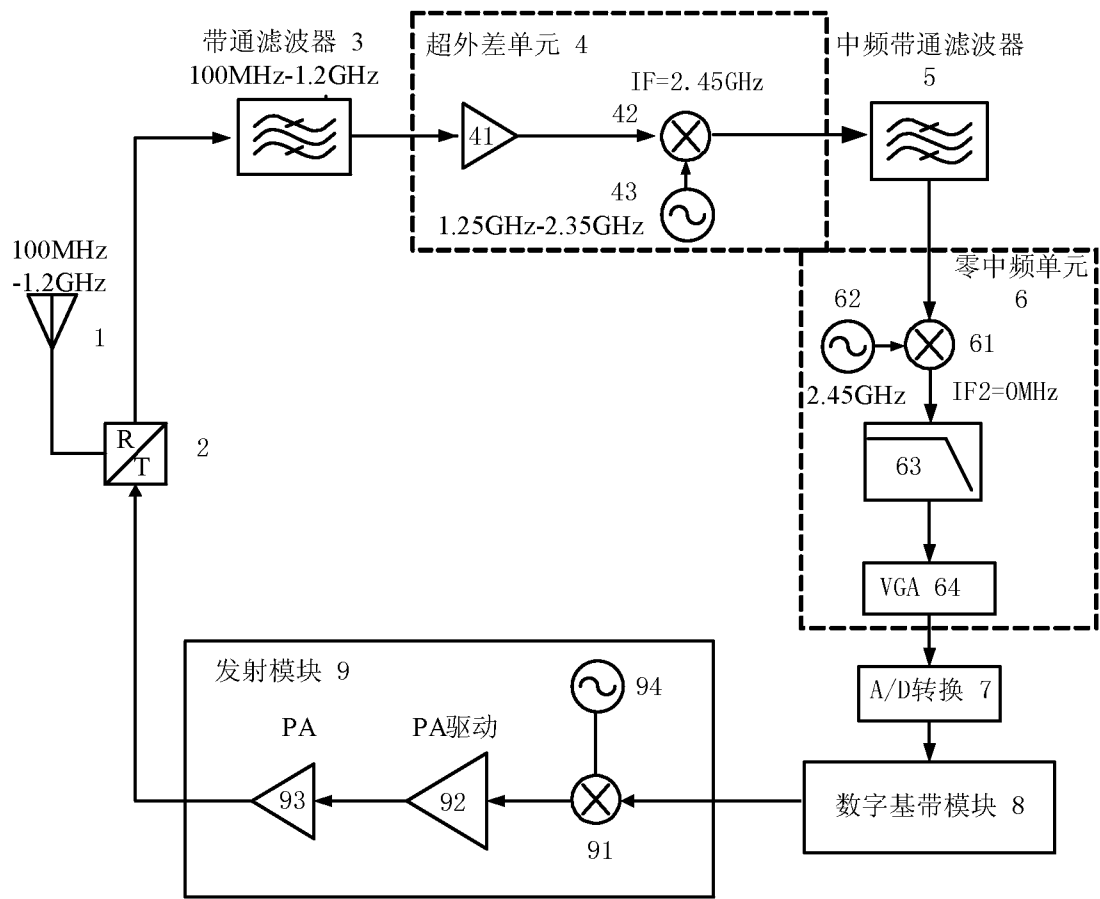


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/081282

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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)

IPC: 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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: high intermediate frequency, zero intermediate frequency, radio frequency front-end, band pass filter, transmission, receive, 2.45G, zero, IF, homodyne, superheterodyne, RF, antenna, filter, digital

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1794594 A (TSINGHUA UNIVERSITY), 28 June 2006 (28.06.2006), description, page 2, lines 5-30, and figure 1	1-7
A	CN 1707961 A (COMLENT COMMUNICATION (SHANGHAI) CO., LTD.), 14 December 2005 (14.12.2005), the whole document	1-7
A	CN 102045283 A (BEKEN CORPORATION), 04 May 2011 (04.05.2011), the whole document	1-7
A	WO 2009/156480 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)), 30 December 2009 (30.12.2009), the whole document	1-7

☐ 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 25 October 2012 (25.10.2012)	Date of mailing of the international search report 28 February 2013 (28.02.2013)
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 CHEN, Wenjun Telephone No.: (86-10) 62413349

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/081282

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1794594 A	28.06.2006	None	
CN 1707961 A	14.12.2005	None	
CN 102045283 A	04.05.2011	WO 2011041976 A	14.04.2011
WO 2009/156480 A1	30.12.2009	WO 2009156510 A	30.12.2009
		US 2009325518 A	31.12.2009
		EP 2313980 A	27.04.2011
		EP 2316166 A	04.05.2011

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/081282

CONTINUATION: CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 1/18 (2006.01) i

H04B 1/26 (2006.01) i

H04B 1/30 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/081282

A. 主题的分类

见附加页

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)

IPC: 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))

WPI, EP0D0C, CNPAT, CNKI: 高中频, 超外差, 零中频, 射频前端, 天线, 带通滤波器, 数字, 发射, 接收, 2.45G, zero, IF, homodyne, superheterodyne, RF, antenna, filter, digital

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
X	CN1794594A (清华大学) 28.6 月 2006 (28.06.2006) 说明书第 2 页第 5-30 行, 附图 1	1-7
A	CN1707961A (鼎芯通讯(上海)有限公司) 14.12 月 2005 (14.12.2005) 全文	1-7
A	CN102045283A(博通集成电路(上海)有限公司)04.5 月 2011(04.05.2011) 全文	1-7
A	W02009/156480A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL)) 30.12 月 2009 (30.12.2009) 全文	1-7

☐ 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

25.10 月 2012 (25.10.2012)

国际检索报告邮寄日期

28.2 月 2013 (28.02.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

陈文军

电话号码: (86-10) **62413349**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/081282

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1794594A	28. 06. 2006	无	
CN1707961A	14. 12. 2005	无	
CN102045283A	04. 05. 2011	W02011041976A	14. 04. 2011
W02009/156480A1	30. 12. 2009	W02009156510A	30. 12. 2009
		US2009325518A	31. 12. 2009
		EP2313980A	27. 04. 2011
		EP2316166A	04. 05. 2011

续：主题的分类

H04B 1/18 (2006.01) i

H04B 1/26 (2006.01) i

H04B 1/30 (2006.01) i