



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102540204 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201010620937. 0

CN 101907698 A, 2010. 12. 08, 全文.

(22) 申请日 2010. 12. 31

I. Ramos-Perez et al.. Design of a Compact Dual-Polarization Receiver for Pseudo-Correlation Radiometers at L-band. 《2006 IEEE》. 2006, 1164-1167.

(73) 专利权人 杭州中科微电子有限公司

地址 310053 浙江省杭州市滨江区江南大道3850号创新大厦10楼

Dongpo Chen et al.. A Reconfigurable Dual-Channel Tri-Mode All-Band RF Receiver for Next Generation GNSS. 《IEEE Asian Solid-State Circuits Conference》. 2010, 1-4.

(72) 发明人 肖时茂 钱敏 马成炎 叶甜春 殷明

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公司 33109

审查员 肖丁

代理人 王鑫康

(51) Int. Cl.

G01S 19/22 (2010. 01)

(56) 对比文件

US 2007/0105495 A1, 2007. 03. 10, 摘要、说明书第 0063-0064 段、附图 4A, 4B.

US 2008/0063123 A1, 2008. 03. 13, 全文.

US 2010/0210206 A1, 2010. 08. 19, 全文.

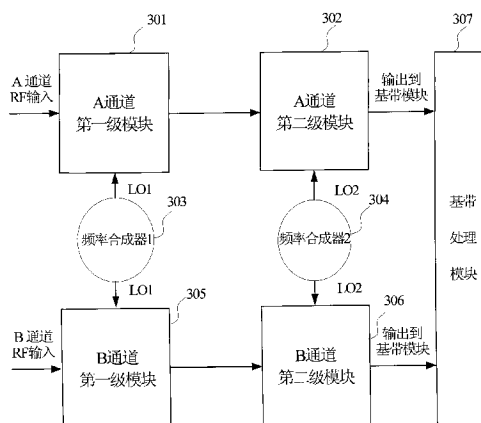
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种单芯片双频全球卫星导航接收机

(57) 摘要

本发明提出了一种单芯片双频全球卫星导航接收机, 将全球卫星导航信号分成两个互为镜像信号的频率区间, 通过同一芯片上两个接收通道分别接收每一个频率区间的全球卫星导航信号, 并且两个接收通道共用相同的两个频率合成器, 实现双频卫星导航信号同时接收。整个接收机由两个可配置的接收通道与基带处理模块组成, 两个接收通道具有相同电路结构。每个独立的可配置接收通道由两级模块组成, 可以实现四种接收模式。接收机各种模式的配置是通过片上集成 SPI 数字接口 418 完成。通过 SPI 数字接口不仅对每个接收通道信号路径、可配置滤波器 411 模块的功能进行配置, 同时通过改变两个频率合成器的输出频率实现不同波段全球卫星导航信号配置, 接收机可以工作在四种接收模式。



CN 102540204 B

1. 一种单芯片双频全球卫星导航接收机,其构成包括:

- (1) A 接收通道,为独立的接收通道;
- (2) B 接收通道,为独立的接收通道;
- (3) 频率合成器 1,为 A 接收通道和 B 接收通道提供本振频率 L01;
- (4) 基带处理模块;

其特征在于:其构成还包括频率合成器 2,为 A 接收通道和 B 接收通道提供本振频率 L02;

所述 A 接收通道包括串联连接的 A 通道第一级模块和 A 通道第二级模块;A 通道第一级模块的输入端接入 1.1-1.2/1.5-1.6GHz 射频输入信号 RF,A 通道第二级模块的输出端接到基带处理模块;

所述 B 接收通道包括串联连接的 B 通道第一级模块和 B 通道第二级模块;B 通道第一级模块的输入端接入 1.1-1.2/1.5-1.6GHz 射频输入信号 RF,B 通道第二级模块的输出端接到基带处理模块;

所述频率合成器 1 输出端 L01 连接 A 通道第一级模块和 B 通道第一级模块的本振信号输入端;

所述频率合成器 2 输出端 L02 连接 A 通道第二级模块和 B 通道第二级模块的本振信号输入端;

所述两个接收通道的每一个接收通道均为可配置接收通道电路结构,用于根据不同的卫星信号,配置为低中频、零中频以及超外差双变换的电路结构中的一种电路结构;

所述 A 和 B 两个接收通道依据信号配置分别接收不同频段的全球卫星导航信号,实现同时接收两个频段的全球卫星导航信号的功能;两个接收通道共用相同频率合成器,比传统双频全球导航卫星接收机节省两个频率合成器;

所述基带处理模块的两个输入端连接 A 和 B 两个接收通道的输出端,每个输入端信号为经过接收通道变频、滤波、放大、模数变换后的低中频或零中频数字信号,经基带处理模块处理实现定位与导航;

所述 A 和 B 两个接收通道接收的两路卫星导航信号互为镜像信号,其中,每一路接收通道通过片外滤波器或片内复数滤波器实现对另一路镜像信号的抑制;

所述双频全球卫星导航接收机集成在同一个芯片上。

2. 根据权利要求 1 所述单芯片双频全球卫星导航接收机,其特征在于,所述可配置接收通道电路结构包括第一级模块,第二级模块;第一级模块中有射频放大器,混频器,以及 LC 滤波器;第二级模块有中频放大器与混频器、可配置的滤波器、增益放大器与模数变换器组成;片外天线接收送来的卫星发射的含有高频载波的射频信号,由第一级模块中的输入波段可切换 LNA 低噪声放大器将信号放大,经混频器转换为零频率载波的模拟基带信号或者低频率载波的模拟中频信号,第一级模块的输出信号由第二级模块的混频器将载波频率变低后经滤波、放大、模数变换后输出到基带处理模块或第二级模块直接将第一级输出信号滤波、放大、模数变换后输出到基带处理模块,基带处理模块处理低中频或零中频数字信号,实现定位与导航。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述单芯片双频全球卫星导航接收机,其特征在于,所述接收通道的两级模块中的每级模块均能配置成不同模式的电路结构,第一级模块配置成用于实现

射频放大和频率变换的电路,第二级模块能配置成用于实现频率变换、信号滤波、信号放大与模数转换的电路,或配置成为信号滤波、信号放大与模数转换的电路。

4. 根据权利要求1或2所述单芯片双频全球卫星导航接收机,其特征在于,所述频率合成器的输出本振频率是在一定范围内变化;两个频率合成器输出本振的频率范围是不相同的,第一个频率合成器的频率覆盖整个卫星导航信号频率范围,为1.10GHz到1.61GHz;第二个频率合成器的频率远小于第一个频率合成器,为150MHz到220MHz。

5. 根据权利要求3所述单芯片双频全球卫星导航接收机,其特征在于,所述频率合成器的输出本振频率是在一定范围内变化;两个频率合成器模块输出本振的频率范围是不相同的,第一个频率合成器的频率覆盖整个卫星导航信号频率范围,为1.10GHz到1.61GHz;第二个频率合成器的频率远小于第一个频率合成器,为150MHz到220MHz。

一种单芯片双频全球卫星导航接收机

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信电子电路技术领域,涉及双频全球卫星导航接收机,尤其涉及一种单芯片双频全球卫星导航接收机,应用于接收全球卫星导航信号的单芯片双频接收机。

背景技术

[0002] 全球卫星导航定位系统 GNSS 是一种以导航定位卫星为基础的无线电导航系统,可广播高精度、全天时、全天候的导航、定位和授时信息,是一种可供海陆空领域的军民用户共享的信息资源。卫星导航系统的出现,解决了大范围、全球性以及高精度快速定位的问题,应用于军用领域,主要提供定位和导航信号,为车、船、飞机等机动工具提供导航定位信息及精确制导;为野战或机动作战部队提供定位服务;为救援人员指引方向。全球卫星导航定位系统具有巨大的使用潜力,其应用范围扩展到民用,渗透至国民经济各部门,包括海上和沙漠中的石油开发、交通管理、电力传输、资源普查、灾害监测、公共安全、救助、个人移动电话定位、商业物流管理、渔业生产、土建工程、考古等。卫星导航系统已成为数字地球、数字城市的空间信息基础设施。

[0003] 目前,在建和运行的 GNSS 系统有:美国的 GPS 系统、俄罗斯的 GLONASS 系统、欧洲的 Galileo 系统以及中国的北斗二代 (BEIDOU) 系统。在未来 5 年内,几大系统还将得到迅速发展,并将都能提供全球卫星导航服务。到那时,GNSS 卫星数将超过 100 颗,各个卫星导航系统功能范围都能基本实现导航信号覆盖全球。

[0004] 随着全球卫星导航定位系统应用领域的拓展和功能的延伸,对 GNSS 接收机定位精度的要求也越来越高。以 GPS 接收机为例,采用单频 GPS 接收机定位精度有限,当点间距离超过 20 ~ 30Km 时,定位精度受到电离层时延误差的制约。双频接收机最大的优点是可以同时接收不同频段的卫星导航信号,可以基本消除电离层时延误差对点位坐标的影响,点间距离可以超过 1000Km,因此双频接收机在不采用外部辅助定位方法时,定位精度可以达到 1m 左右。而当采用实时动态差分测量 (RTK) 技术,双频接收机可以具有 mm 级的定位精度,这在大地测量、工程测量、航空摄影测量、地壳运动监测、工程变形监测等高精度测量应用中具有重要的作用。

[0005] 双频 GNSS 接收机要求同时接收两路 GNSS 信号,传统双频接收机采用两个 RF 前端芯片组成,如图 1 所示,卫星信号经天线接收和 LNA 放大后,由功分器 (Power Splitter) 将输入信号分成两路信号。两路信号通过两个独立的单频接收机接收,再经 ADC 转换成数字信号送给数字基带同时处理。传统双频接收机具有以下缺陷:首先,整个接收机需要功分器和两个独立的单频接收机,因此系统硬件成本高,功耗大,芯片体积大。其次,由于每个接收机有独立的参考时钟和存在杂散信号分布,而这些杂散信号可能会相互交调从而影响接收机的性能。

发明内容

[0006] 本发明的目的是克服单频 GPS 接收机定位精度有限,已有传统双频接收机需要功分器和两个独立的单频接收机,因此系统硬件成本高,功耗大,芯片体积大,杂散信号可能会相互交调从而影响接收机的性能等诸多缺点,并满足 GNSS 接收机的应用需求,提出了一种单片双频全球卫星导航接收机,根据全球卫星导航信号的特点,将信号分成两个互为镜像信号的频率区间,通过同一个芯片上的两个接收通道分别接收每一个频率区间的全球卫星导航信号,并且两个接收通道共用相同的两个频率合成器,实现双频卫星导航信号同时接收。

[0007] 本发明的目的是通过以下的技术方案来实现。一种单芯片双频全球卫星导航接收机,其构成包括:

[0008] (1)A 接收通道,为独立的接收通道;

[0009] (2)B 接收通道,为独立的接收通道;

[0010] (3) 频率合成器 1,为 A 接收通道和 B 接收通道提供本振频率 L01;

[0011] (4) 频率合成器 2,为 A 接收通道和 B 接收通道提供本振频率 L02;

[0012] (5) 基带处理模块;

[0013] 所述 A 接收通道包括串联连接的 A 通道第一级模块和 A 通道第二级模块;A 通道第一级模块的输入端接入 1.1-1.2/1.5-1.6GHz 射频输入信号 RF,A 通道第二级模块的输出端接到基带处理模块;

[0014] 所述 B 接收通道包括串联连接的 B 通道第一级模块和 B 通道第二级模块;B 通道第一级模块的输入端接入 1.1-1.2/1.5-1.6GHz 射频输入信号 RF,B 通道第二级模块的输出端接到基带处理模块;

[0015] 所述频率合成器 1 输出端 L01 连接 A 通道第一级模块和 B 通道第一级模块的本振信号输入端;

[0016] 所述频率合成器 2 输出端 L02 连接 A 通道第二级模块和 B 通道第二级模块的本振信号输入端;

[0017] 所述 A 和 B 两个接收通道依据信号配置分别接收一个不同频段的全球卫星导航信号,实现同时接收两个频段的全球卫星导航信号的功能;两个接收通道共用相同频率合成器,比传统双频全球导航卫星接收机节省两个频率合成器;

[0018] 所述基带处理模块的两个输入端连接 A 和 B 两个接收通道的输出端,每个输入端信号为经过接收通道变频、滤波、放大、模数变换后的低中频或零中频数字信号,经基带处理模块处理实现最终定位与导航。

[0019] 所述双频全球卫星导航接收机集成在同一个芯片上。

[0020] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机,其在于所述 A 和 B 两个接收通道,均为独立的全球导航卫星信号接收通道,接收信号通道配置由外部微控制器通过数字接口配置,每个接收通道单独处理一个频段的卫星导航信号。

[0021] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机,其在于所述同时接收两个频段的全球卫星导航信号包括同时接收同一个卫星导航系统的两个不同频段信号,或者同时接收两个不同卫星导航系统的两个频段信号,接收信号的模式由外部微控制器通过数字接口配置。

[0022] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机,其在于所述两个接收通道共用两个频率合成器模块,A 接收通道的第一级级模块和 B 接收通道的第一级级模块共用频率合成器 1,A

接收通道的第二级级模块和 B 接收通道的第二级级模块共用频率合成器 2, 本振信号由频率合成器模块产生。

[0023] 同时通过改变两个频率合成器的输出频率实现不同波段全球卫星导航信号配置。

[0024] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机, 其在于所述两个接收通道的电路结构相同, 每一个接收通道由独立可配置的两级模块组成, 每一级模块连接一个本振信号。

[0025] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机, 其在于所述 A 和 B 两个接收通道接收的两路卫星导航信号互为镜像信号, 其中, 每一路接收通道通过片外滤波器或片内复数滤波器实现对另一路镜像信号的抑制。

[0026] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机, 其在于所述两个接收通道的每一个接收通道均为可配置接收通道电路结构, 用于根据不同的卫星信号, 配置为低中频、零中频以及超外差双变换的电路结构中的一种电路结构。

[0027] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机, 其在于所述可配置接收通道电路结构包括第一级模块, 第二级模块与基带处理模块。第一级模块中有射频放大器, 混频器, 以及 LC 滤波器; 第二级模块有中频放大器与混频器、可配置的滤波器 (PPF/LPF)、增益放大器与模数变换器组成; 片外天线接收送来的的卫星发射的含有高频率载波的射频信号, 首先经过第一级模块中的输入波段可切换 LNA 低噪声放大器将信号放大, 再通过混频器转换为零频率载波的模拟基带信号或者低频率载波的模拟中频信号, 第一级模块的输出信号通过第二级模块的混频器进一步将载波频率变低后经滤波、放大、模数变换后输出到基带处理模块或第二级模块直接将第一级输出信号滤波、放大、模数变换后输出到基带处理模块, 基带处理模块处理低中频或零中频数字信号, 实现最终定位与导航。

[0028] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机, 其在于所述接收通道的两级模块中的每级模块均能配置成不同模式的电路结构, 第一级模块配置成用于实现射频放大和频率变换, 第一级模块配置成用于实现射频放大和频率变换功能的电路, 第二级模块能配置成用于实现频率变换、信号滤波、信号放大与模数转换功能的电路, 或配置成为信号滤波、信号放大与模数转换功能的电路。

[0029] 所述单芯片双频全球卫星导航接收机, 其在于所述频率合成器模块的输出本振频率是在一定范围内变化; 两个频率合成器模块输出本振的频率范围是不相同的, 第一个频率合成器的频率覆盖整个卫星导航信号频率范围, 为 1.10GHz 到 1.61GHz; 第二个频率合成器的频率远小于第一个频率合成器, 为 150MHz 到 220MHz。

[0030] GNSS 信号有一个重要的特点就是信号波段在频谱上不是平均分布, 而是集中分布在几个区间, 对于 GPS 的 L1、L2, Galileo 的 E5a、E5b, GLONASS 的 L2, 它们信号的中心频率分布在 1176.45 ~ 1248.625MHz 频率范围, 称之为 I 区; Galileo 的 E2-L1-E1 与 GPS 的 L1 波段中心频率都为 1575.42MHz, 称为 II 区, 而 GLONASS 的 L1 波段单独在 III 区, 中心频率范围为 1598.0625 ~ 1605.375MHz。

[0031] 图 2 为全球卫星导航信号频谱分布图。从 I 区到 II 区的距离为 326.795 ~ 398.97MHz, II 区到 III 区的距离 22.6425 ~ 29.955MHz, I 区到 III 区的距离为 349.4375 ~ 428.925MHz, 并且具有以下特点: I 区到 II 区的距离与 I 区到 III 区的距离基本相近。如果将 I 与 II 区信号或 I 与 III 区信号分别输入接收机的两个通道, 并且满足第一级中频频率为两者距离的一半附近时, 两个通道可以采用同一个本振电路, 同样的道理, 当第一级中频频

率为 II 区到 III 区距离的一半附近时,II 与 III 可以由接收机的两个通道实现同时接收。

[0032] 全球卫星导航接收机需要实现同时接收 I 与 II 区信号或者 I 与 III 区信号,整个接收机集成在单个芯片上。

[0033] 单片全球卫星导航接收机的组成结构包括两个独立接收通道、两个频率合成器以及基带处理模块。每一个接收通道电路结构包括第一级模块,第二级模块。第一级模块中有射频放大器,混频器,以及 LC 滤波器;第二级模块有中频放大器与混频器、可配置的滤波器(PPF/LPF),增益放大器与模数变换器组成。基带处理模块用来同时处理两个接收通道经模数转换后的信号,实现最终定位与导航。片外天线接收送来的的卫星发射的含有高频率载波的射频信号,首先经过第一级模块中的射频放大器将信号放大,再通过混频器转换为零频率载波的模拟基带信号或者低频率载波的模拟中频信号,第一级模块的输出信号通过第二级模块的混频器进一步将载波频率变低后经滤波、放大、模数变换后输出到基带处理模块或第二级模块直接将第一级输出信号滤波、放大、模数变换后输出到基带处理模块。

[0034] 第一个接收通道称为 A 通道,第二个接收通道称为 B 通道,B 通道模块及其处理功能与 A 通道相同。两个频率合成器分别产生两个本振信号,对应提供给两个独立接收的 A 通道模块和 B 通道模块用于混频,因此可以减少两个独立接收通道之间频率杂散的相互影响。每一个接收通道采用可配置接收机结构,根据不同的卫星信号,可以通过数字接口将接收机配置成低中频、零中频以及超外差双变换结构,当工作在低中频时,第一级模块的混频器通过射频放大器将信号放大后,再通过混频器将输入信号变换到低中频,第二级模块将第一级模块的输出信号进行滤波,完成滤波功能的可配置滤波器工作在复数滤波器模式,可配置滤波器对镜像信号,即另一个接收通道的有用信进行抑制,经滤波后的信号再通过增益放大器放大后,经模数变换器转换成数字信号输出。当工作在零中频模式时,信号通路与低中频模式一样,与低中频模式的差别只是可配置滤波器工作在低通滤波器模式。当工作在超外差模式时,第一级模块的混频器通过射频放大器将信号放大后,通过混频器将输入信号变换到中频信号,由于中频频率高,可以通过 LC 滤波器滤除镜像信号,然后,经 LC 滤波后的信号输出到第二级模块,第二级模块将信号变换到零载波频率或低载波频率,此时,可配置滤波器工作在低通模式或复数滤波器模式,信号通过低通滤波后,再由增益放大器将零载波频率或低载波频率信号放大,由模数转换信号转换成数字信号输出。

[0035] 并且每个接收通道采用 1.2/1.5 ~ 1.6GHz 波段可切换 LNA 输入,因此可以实现对所有 GNSS 信号的接收。当接收机接收 I 与 II 区信号时,接收 I 区信号接收通道的镜像信号为 II 区信号,因此需要抑制 II 区信号,接收 II 区信号接收通道的镜像信号为 I 区信号,因此需要抑制 I 区信号。同理,当接收 I 与 III 区信号,两个接收通道需要抑制另一个接收通道的信号。

[0036] 所述两个频率合成器中的每个频率合成器的频率是在一定范围内变化:

[0037] 第一个频率合成器输出本振的频率范围从 1.10GHz 到 1.61GHz;

[0038] 第二个频率合成器输出本振的频率范围从 150MHz 到 220MHz。

[0039] 该接收机可以采用 CMOS 工艺集成在同一个芯片中。

[0040] 本发明的实质性效果是:

[0041] 1、通过共用频率合成器的两个接收通道实现了所有全球卫星导航信号的接收,接收机可以工作在四种接收信号通道模式,各种模式的配置是由外部微控制器通过片上集成

的 SPI 数字接口 418 完成,电路硬件成本低,结构简单,配置灵活。

[0042] 2、两个独立接收通道和两个本振 L01 与 L02,因此不仅减少了接收机占用芯片的面积,同时减少两个独立接收通道之间频率杂散的相互影响,具有较好的接收性能。

[0043] 3、每一个接收通道采用可配置接收机结构,根据不同的卫星信号配置成低中频、零中频以及超外差双变换结构,并且每个接收通道采用 1.2/1.5 ~ 1.6GHz 波段可切换 LNA 输入,因此可以实现对所有 GNSS 信号的接收。

[0044] 4、两个接收通道在集成在同一个芯片中,减少了双频接收机的功耗。

[0045] 5、可以采用 CMOS 工艺单芯片集成整个接收机电路,满足高性能 GNSS 接收机的应用需求。

附图说明

[0046] 图 1 是传统双频全球卫星导航接收机。

[0047] 图 2 是全球卫星导航信号频谱分布图。

[0048] 图 3 是本发明基于共用频率合成器的单芯片双频卫星导航接收机的原理框图。

[0049] 图 4 是本发明第一实施实例基于共用频率合成器的单芯片双频卫星导航接收机的电路原理图。

[0050] 图 5 是本发明第二实施实例每一个接收通道配置为低中频、零中频接收机接收信道信号流示意图。

[0051] 图 6 是本发明第三实施实例超外差双变换低中频、零中频接收机接收信道信号流示意图。

具体实施方式

[0052] 本发明基于共用频率合成器的单芯片双频全球卫星导航接收机的原理框图,如图 3 所示。本发明单片双频全球卫星导航接收机集成在单个芯片上,安装在全球卫星导航接收机上,实现同时接收 I 与 II 区信号或者 I 与 III 区信号。整个接收机由两个独立接收通道、两个频率合成器以及基带处理模块组成。A 接收通道由 A 通道第一级模块 301 和 A 通道第二级模块 302 组成,天线接收的 RF 输入信号,输入 A 通道第一级模块 301 输入端,通过串联连接的第一级模块 301 和第二级模块 302 模块,将射频信号放大,并且转换为零频率载波的模拟基带信号或者低频率载波的模拟中频信号,由 302 模块将信号输出给基带处理模块 307 的 A 路输入端,再由模数转换器将模拟基带信号和模拟中频信号转换为数字基带信号和数字中频信号。B 接收通道由串联连接的 B 通道第一级模块 305 和 B 通道第二级模块 306 组成,305 模块电路结构与 301 模块相同,306 模块电路结构与 302 模块相同,天线接收的 RF 输入信号从 B 通道第一级模块 305,输出信号从 B 通道第二级模块 306 输出给基带处理模块 307 的 B 路输入端,处理功能与 A 通道相同。第一频率合成器 303 产生本振信号 L01,第二频率合成器 304 产生本振信号 L02。第一个频率合成器 303 输出本振 L01 的频率范围从 1.1GHz 到 1.61GHz,第二个频率合成器 304 输出本振 L02 的频率范围从 150MHz 到 220MHz。两个本振 L01 与 L02 提供给每个独立接收通道,因此可以减少每个独立接收通道的频率杂散的相互影响。每一个接收通道采用可配置接收机结构,根据不同的卫星信号配置成低中频、零中频以及超外差双变换结构,并且每个接收通道采用 1.2/1.5 ~ 1.6GHz 波

段可切换 LNA 输入,因此可以实现对所有 GNSS 信号的接收。当接收机接收 I 与 II 区信号时,接收 I 区信号接收通道的镜像信号为 II 区信号,因此需要抑制 II 区信号,接收 II 区信号接收通道的镜像信号为 I 区信号,因此需要抑制 I 区信号。同理,当接收 I 与 III 区信号,两个接收通道需要抑制另一个接收通道的信号。

[0053] 下面附图并结合实施例对本发明的技术方案作进一步的详细说明。

[0054] 第一实施实例

[0055] 本发明第一实施实例基于共用频率合成器的单芯片双频卫星导航接收机的电路原理图,如图 4 所示。单芯片双频卫星导航接收机由两个独立的 A 接收通道 41 与 B 接收通道 42,第一个频率频率合成器 43-1 和第二个频率频率合成器 43-2 以及基带处理模块 44 组成。A 接收通道 41 由 A 通道第一级模块 41-1 和 A 通道第二级模块 41-2 组成。A 通道第一级模块由 LNA401,混频器电路 402,404 和 405,正交相位电路 403 以及中频带通滤波器 406 组成。其中 402 和 404 为正交混频器,频率合成器 43-1 产生的本振信号 L01 由正交相位电路 403 处理后送给正交混频器 402 和 404。A 通道第二级模块由中频放大器 407,正交混频器 408 和 410,可配置滤波器 411,可变增益放大器 412 和 414,正交相位电路 409 以及模数转换电路 413 与 415 级连组成。其中 410 与 408 为正交混频器,频率合成器 43-2 产生的本振信号 L02 由正交相位电路 409 处理后送给正交混频器 408 和 410。可配置滤波器 411 可以配置成为低通滤波器或复数滤波器。模数转换电路 413 和 415 采用四比特输出,A 接收通道 41 的模数转换电路 413 和 415 的输出送到基带处理模块 44。

[0056] B 接收通道 42 电路结构与 A 接收通道 41 完全一样。其中 B 通道第一级模块 42-1 由 419,420,421,422,423,425 组成,B 通道第二级模块 42-2 由 424,426,427,428,429,430,431,432,433 组成。

[0057] A 和 B 两个独立接收通道共用第一个频率频率合成器 43-1 和第二个频率频率合成器 43-2 产生的两个本振 L01 和 L02,因此可以减少两个独立接收通道之间频率杂散的相互影响。每一个接收通道采用可配置接收机结构,根据不同的卫星信号配置成低中频、零中频以及超外差双变换结构,并且每个接收通道采用 1.2/1.5 ~ 1.6GHz 波段可切换 LNA 输入,因此可以实现对所有 GNSS 信号的接收。

[0058] A 通道与 B 通道中的模块 404,409,422,427 功能相同,都是将单路本振信号变成相位相差 90 度的正交信号提供给混频器。

[0059] 图 4 所示接收机结构每一个接收通道不仅可以配置成上述三种接收机结构,而且,可以工作在四种接收模式:低中频接收机接收模式,零中频接收机接收模式,超外差双变换接收机低中频输出模式以及超外差双变换接收机零中频输出模式,在每种接收机模式中,对于接收通道内模块而言,只有信号通过的模块工作,其它模块处于关闭状态。由于两个接收通道完全相同,以下以其中一个通道 A 为例详细说明每种接收模式的接收方案。

[0060] 低中频接收机接收模式,零中频接收机接收模式,超外差双变换接收机低中频输出模式以及超外差双变换接收机零中频输出模式四种接收模式的接收通道构成,以一个信号通道模式配置为例,另一个信号通道同样可以配置。

[0061] (1) 低中频接收机接收模式

[0062] 本发明第二实施实例的配置为低中频接收机模式的 A 接收通道信息流示意图,如图 5 所示。该模式 A 通道第一级模块由 LNA 低噪声放大器 401, Mixer 正交混频器 402 和 404

以及正交本振产生模块 403 组成。该模式 A 通道第二级模块由 PPF/LPF 可配置滤波器 411, VGA 可变增益放大器 412 和 414 以及 ADC 模数变换 ADC 电路 413 和 415 组成。LNA401 根据 GNSS 信号波段选择相应的工作频段,可配置滤波器 411 配置成 PPF 复数滤波器。该模式 A 通道的信号通道信号流为:输入信号经 LNA 401 (BA0) 放大,放大信号分送 Mixer 正交混频器 402 (BA1B) 和 404 (BA1A),对应与正交本振产生器 403 输出的正交本振 LO1 混频,两路混频输出送 PPF 可配置滤波器 411 (BA5) 复数滤波,两路复数滤波输出对应送 VGA412 (BA6A) 和 ADC413 (BA7A) 以及 VGA414 (BB6A) 和 ADC415 (BA7A)。由于低中频接收机中 I, Q 两路都含有相同的中频信号,只是相位正交,因此,可配置滤波器 411 滤波后可以选择任意一路输出给基带处理模块 44。

[0063] (2) 零中频接收机接收模式

[0064] 零中频接收机接收模式的 A 接收通道信息流示意图,如图 5 所示。该模式信号通路经过的模块与低中频接收机模式完全一样,只有模块的配置有所不同,第二级模块的可配置滤波器 411 此模式配置成 LPF 低通滤波器,由于零中频 I、Q 两路为复数基带信号的实部与虚部,因此必须采用正交两路同时输出。

[0065] (3) 超外差双变换接收机低中频输出模式

[0066] 本发明第三实施例的超外差双变换接收机低中频输出模式的 A 接收通道信息流示意图,如图 6 所示。该模式采用两级模拟中频结构,A 接收通道第一级模块由低噪声放大器 401,单路混频器 405 和片外 LC BPF 中频带通滤波器 406 组成。A 接收通道第二级模块由 IFA 中频放大器 407,正交混频器 MirerQ408 和 MirerI410,正交本振产生器 409,可配置滤波器 411,VGA 可变增益放大器 412 和 414 以及 ADC 模数转换电路 413 和 415 组成。第一级混频器采用单路输出,经片外 LC 中频带通滤波器 406 滤除中频交调杂散干扰并进一步对带外输入带外干扰信号抑制,经中频放大器 407 进一步放大后输入正交混频器 408 和 410。可配置滤波器 411 配置成复数滤波器,正交 I、Q 两路信号经过配置成复数滤波器的可配置滤波器 411 复数滤波与镜像信号抑制后,I、Q 两路信号再通过对应的 VGA 可变增益放大器 412 和 414 进一步放大,经 ADC 413 和 415 采样后,采用正交 I、Q 两路数字输出。

[0067] 该模式 A 通道的信号通道信号流为:输入信号经 LNA 401 (BA0) 放大,放大信号分送 Mixer 正交混频器 405 (BA2),对应与正交本振产生器 403 输出的正交本振 LO1 混频,一路混频输出送片外 LC BPF 带通滤波器 406 滤波,带通滤波输出送 IFA 中频放大器 407,中频放大输出分 I 和 Q 两路,对应送 MixerI 正交混频器 410 (BA4A) 和 MixerQ 正交混频器 408 (BA4B),对应与正交本振产生器 409 输出的正交本振 LO2 混频,I 和 Q 两路混频输出送 PPF 可配置滤波器 411 (BA5) 复数滤波,两路复数滤波输出对应送 VGA412 (BA6A) 增益放大和 ADC413 (BA7A) 模数变换以及 VGA414 (BB6A) 增益放大和 ADC415 (BA7A) 模数变换。由于低中频接收机中 I, Q 两路都含有相同的中频信号,只是相位正交,因此,可配置滤波器 411 滤波后可以选择任意一路输出给基带处理模块 44。

[0068] (4) 超外差双变换零中频输出模式

[0069] 超外差双变换接收机零中频输出模式的 A 接收通道信息流示意图,如图 6 所示。该模式与超外差双变换低中频输出所采用的模式一样。与超外差双变换低中频输出模式不同之处是:该模式第二次频率变换后输出为零中频基带信号,因此可配置滤波器 411 配置成 LPF 低通滤波器,基带信号采用 I、Q 两路同时输出。

[0070] 两个接收通道共用的本振 L01 与 L02 分别由两个独立的频率合成器 1 和频率合成器 2 产生,为减少频率杂散,两个频率合成器 416 和 417 共用同一个输入参考时钟电路 OSC。

[0071] 本发明可配置的接收模式很多,不同的接收模式,模块的功能不同而已,不再一一累述。

[0072] 综上所述,由于整个接收机采用可配置设置,不仅接收机信号通道结构可配置,而且通道内部混频器,滤波器的功能可配置。接收机各种模式的配置是由外部微控制器通过片上集成 SPI 数字接口 418 完成。通过 SPI 数字接口对 LNA 低噪声放大器的接收波段可切换,对混频器的选择,对可配置滤波器 411 配置为 PPF 或 LPF,对两路 VGA 放大和模数转换的选择,实现通道信号流的配置,使接收机可以工作在四种接收模式。

[0073] 以上所述,仅为本发明说明书描述之实现本发明具体实施例的详细说明与图式,用于例证而非限制,但本发明的特征并不局限于此,本领域技术人员显然理解,本发明的所有范围应以其权利要求的保护范围为准,在不背离所附权利要求书所界定的发明精神和发明范围的前提下,凡根据本发明的精神与其类似变化而实施的其它实施例,皆应包含在本发明的保护范畴之中。

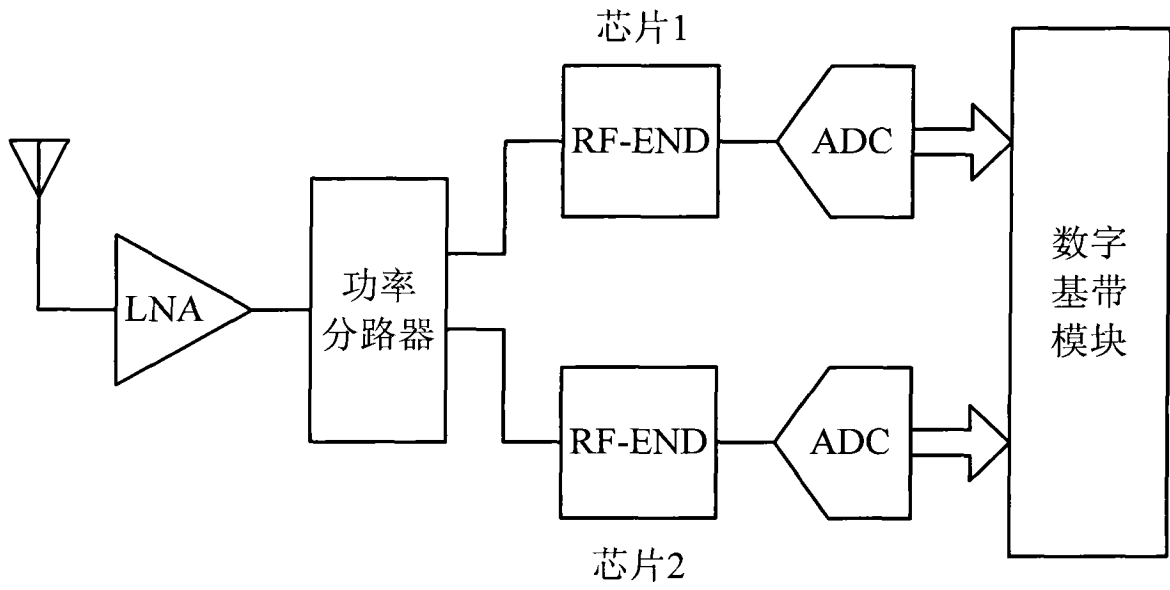


图 1

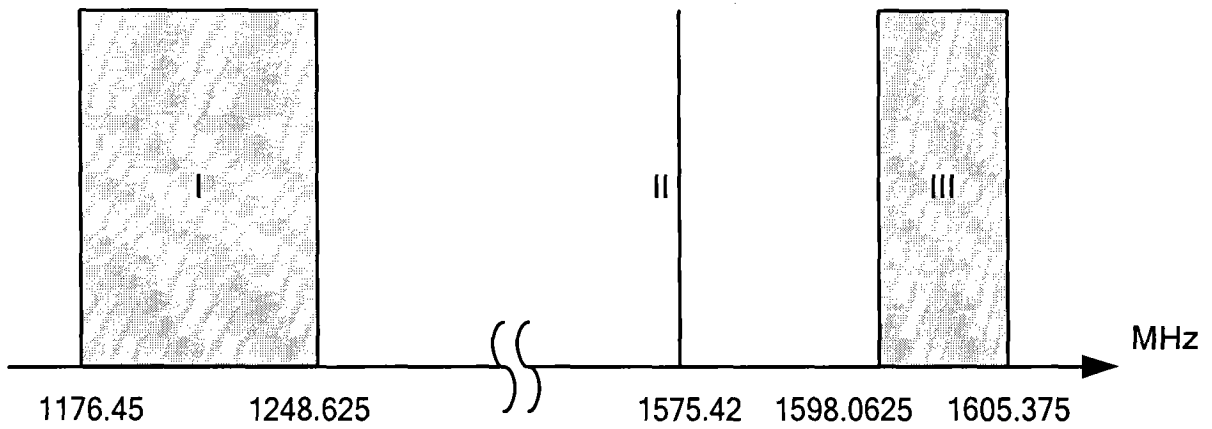


图 2

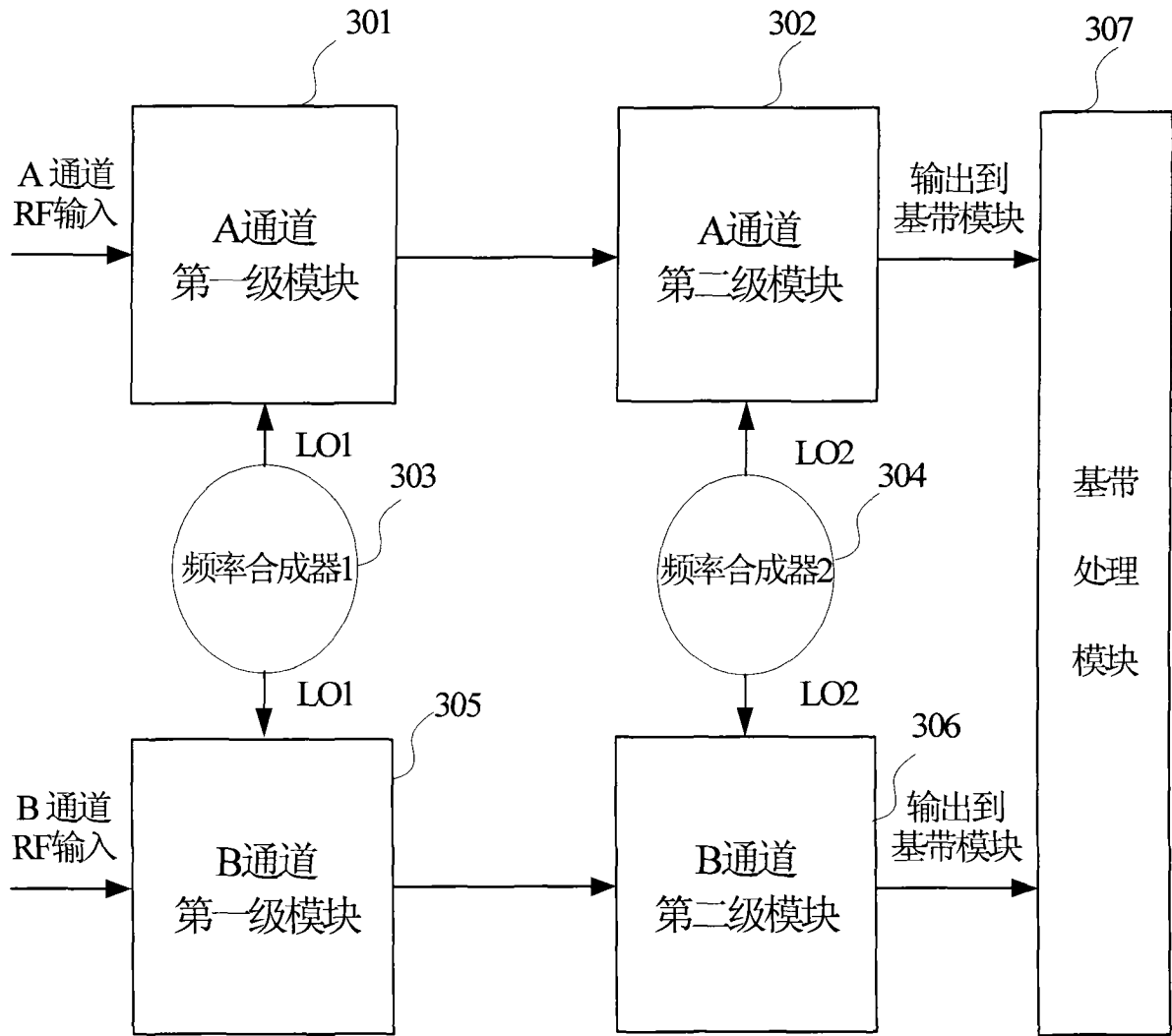


图 3

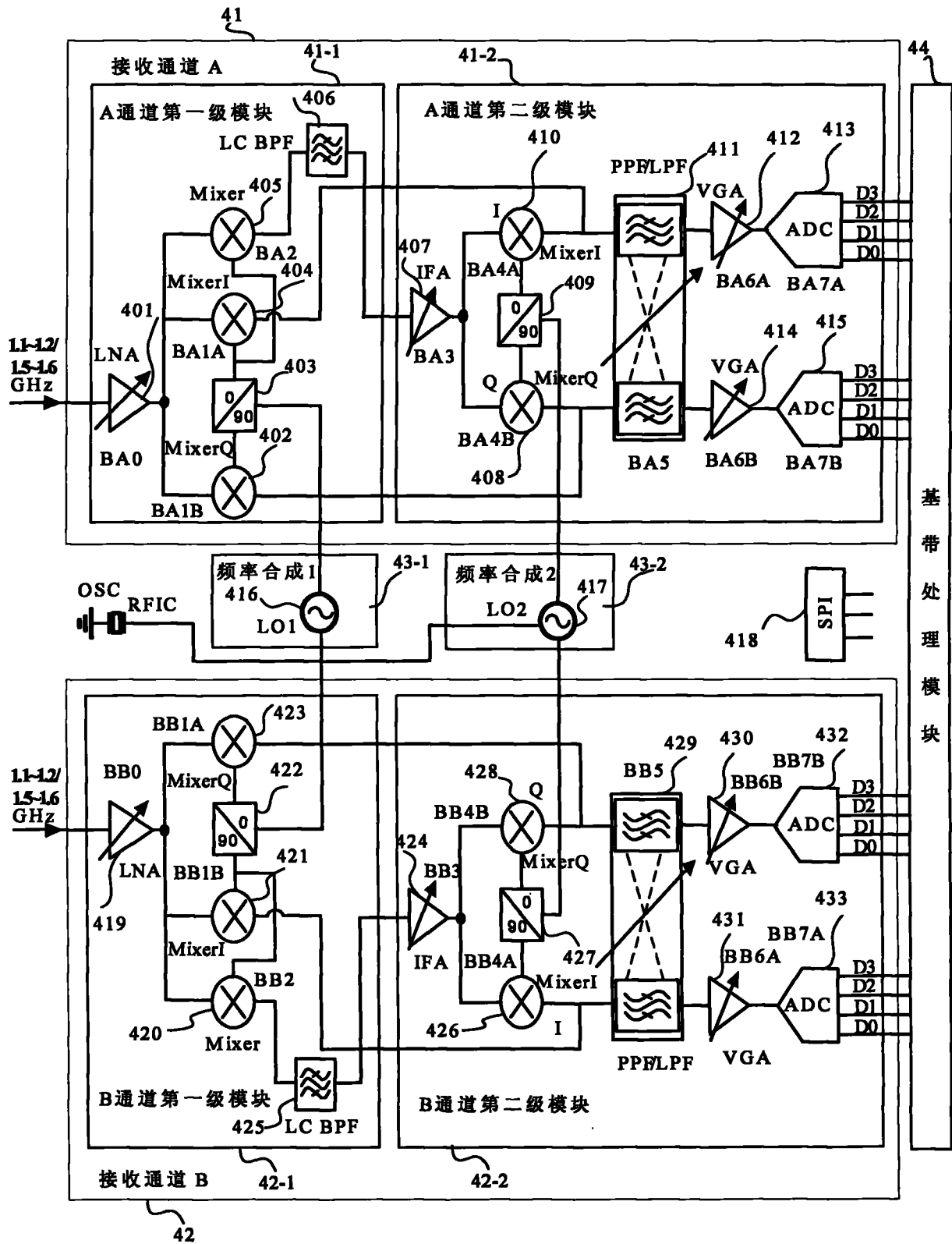


图 4

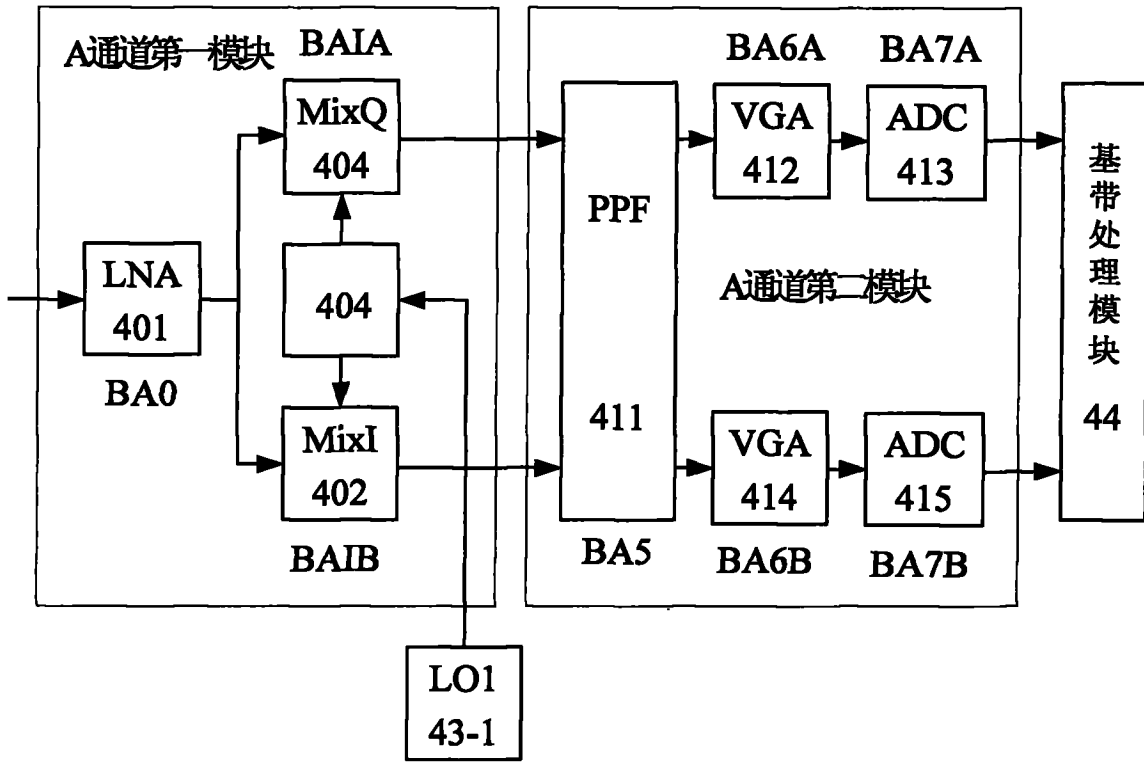


图 5

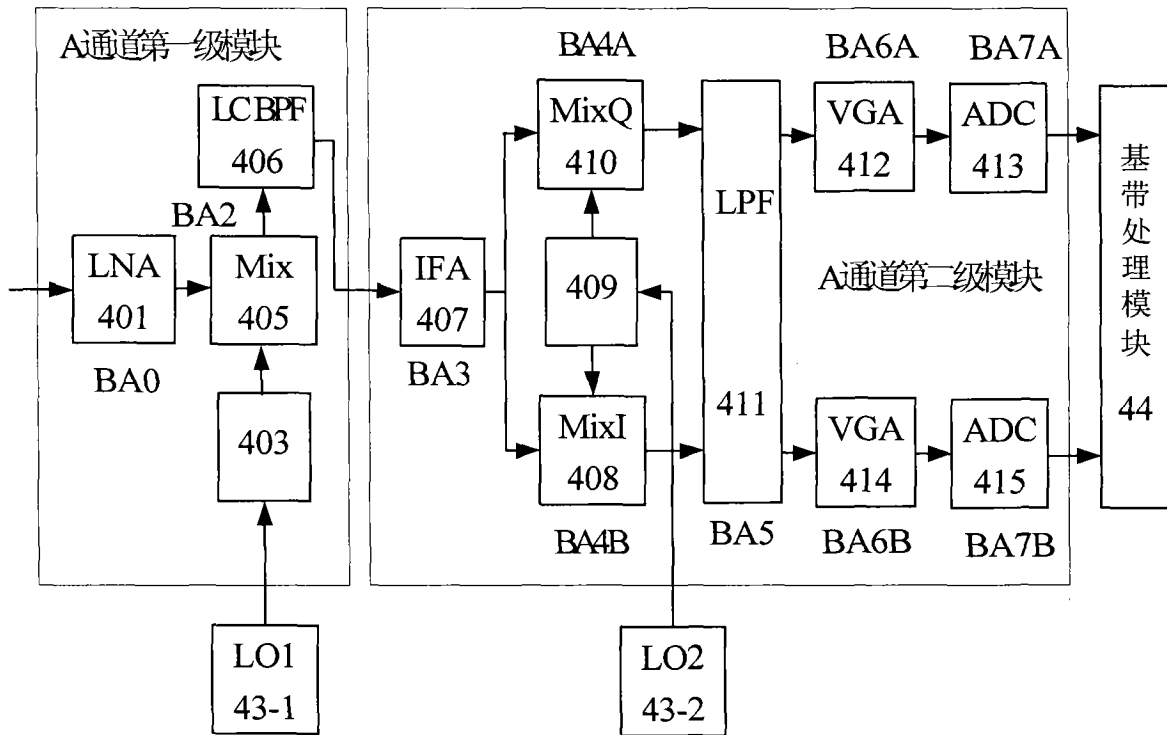


图 6