

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101945490 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 12

(21) 申请号 201010272348. 8

(22) 申请日 2010. 09. 03

(71) 申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道 2006 号

(72) 发明人 刘健 隆克平 向伟

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所
(普通合伙) 51220

代理人 温利平

(51) Int. Cl.

H04W 80/00(2009. 01)

H04W 88/02(2009. 01)

H04B 1/00(2006. 01)

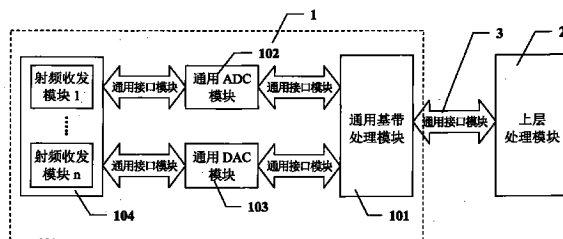
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种基于软件无线电的无线通信系统终端设备

(57) 摘要

本发明公开了一种基于软件无线电的通信系统终端设备,由物理层处理模块、上层处理模块和通用接口模块组成。物理层处理模块的基带处理模块实现物理层信号的基带和中频的处理,射频收发模块根据配置的不同通信协议和标准,选择不同的射频收发模块,以实现射频信号的收发;上层处理模块实现物理层以上的层的功能;通用接口模块用于物理层处理模块、上层处理模块之间的连接,采用标准的总线结构,以实现快速和高效的信息传输,使整个系统运行流畅,满足实时性的要求。本发明基于软件无线电的通信系统终端设备可以用于无线研究和商用平台,可以作为研究高级无线通信算法和应用的定制平台,也可以作为适用于多种通信协议和标准的通用的商用平台。



1. 一种基于软件无线电的通信系统终端设备,其特征在于,该终端设备由物理层处理模块、上层处理模块和通用接口模块组成;

物理层处理模块包括通用基带处理模块、通用 ADC 和 DAC 模块和多套射频收发模块;基带处理模块实现物理层信号的基带和中频的处理;中频的上下变频,上采样和下采样和基带的编码,调制,解码和解调制;射频收发模块,根据配置的不同通信协议和标准,选择不同的射频收发模块,以实现射频信号的收发,射频收发模块接收从天线接收下来的射频信号并下变频输出模拟中频信号到通用 ADC 模块输入端和把 DAC 模块输出端的模拟中频信号上变频成射频信号,并通过天线发射出去;通用的 ADC 和 DAC 模块,用于不同的协议和标准完成中频或基带的数字信号与中频或基带模拟信号之间的转换;

上层处理模块实现物理层以上的层的功能;

通用接口模块用于物理层处理模块、上层处理模块之间的连接,采用标准的总线结构,以实现快速和高效的信息传输,使整个系统运行流畅,满足实时性的要求。

2. 根据权利要求 1 所述的基于软件无线电的通信系统终端设备,其特征在于,所述的通用基带处理模块采用型号为 xilinx virtex-5XC5VFX130T 的高性能 FPGA;上层处理模块采用 TI 的 TMS320C6455BZTZ2 的 DSP 芯片来实现,完成上层的协议,实现 MAC 层和网络层的协议栈,同时,用 c 语言来实现对上层协议的编程和修改。

一种基于软件无线电的无线通信系统终端设备

技术领域

[0001] 本发明属于通信网技术领域,更为具体地讲,涉及到一种基于软件无线电的无线通信系统终端设备。

背景技术

[0002] 无论是模拟无线电还是数字无线电系统,其结构都是面向特定用途的,功能相对单一、结构固定,并因工作频段、调制方式、波形结构、通信协议、编码方式的不同而不同。尤其是移动通信技术,在其迅速发展为生活带来方便的同时,也出现了多种通信体制并存、各种标准层出不穷的现象。以硬件为主、面向特定用途的传统无线通信系统终端设备已经不适应这种局面,新通信标准由于射频载波频率和调制方式不同而限制了传统无线通信系统终端设备的兼容,造成了资金浪费和重复投入,从而影响了移动通信的健康发展,所以这种硬件化的传统无线通信系统终端设备已不能满足移动通信技术的快速发展的需求。

[0003] 现有的无线通信系统终端设备的各模块大多由专用芯片及其专用的硬件电路实现,其不足之处在于:

[0004] 1. 功能单一:专用芯片为降低成本,仅具有相对单一的功能,无法兼容其他系统,比如,GSM的基带信号处理芯片无法完成CDMA2000的基带信号处理功能。

[0005] 2. 升级困难:随着通信系统及其通信协议的升级换代,终端设备也需要进行相应的升级,但其由专用的硬件电路组成,在新的通信系统中,现有的无线通信系统终端设备无法继续使用。

[0006] 现有的无线通信系统终端设备一般由专用的硬件模块实现,以典型的无线通信系统为例,系统结构主要包括:物理层信号处理单元,第二层数据链路层处理单元,第三层网络层控制单元。每一单元都是用专用的、功能单一的硬件模块来实现,其中物理层处理单元包括,射频单元,数模转换单元,中频单元和基带处理单元。

[0007] 下面就物理层的收发过程描述物理层系统组成和物理层各单元的功能。

[0008] 按照信号接收单元的功能来看,物理层接收单元包括:射频单元,接收射频信号,并变频到模拟中频信号或基带信号;模拟数字转换单元,将中频或基带模拟信号转换为中频或基带数字信号;中频单元,用于接收的模数转换器传来的中频数字信号,并变频到基带信号,完成频率的搬移和通过抽取滤波完成采样率的降低;基带处理单元,接收基带数字信号,完成基带信号后续的处理,包括:解码、解调等。

[0009] 按照信号发射单元功能来看,物理层发送单元包括:基带信号处理单元,用于对物理层基带数据信号的编码和调制;数字中频单元,将基带信号变频到中频信号,完成采样率的提升和频率的搬移;数模转换单元,将中频或基带的数字信号转换为中频或基带模拟信号;射频发送模块,用于模拟中频信号的上变频到射频段,并通过天线发射出射频信号。

[0010] 第二层的数据链路层用于数据包的打包、拆包,数据重传,数据加密解密。第二层和第三层可用通用的CPU或者专用模块来实现。

[0011] 由于现存无线通信系统专用硬件模块实现的种种不足,软件无线电概念便应运而

争。软件无线电的中心思想是：构造一个具有开放性、标准化、模块化的通用模块平台，将工作频段、调制/解调方式、数据格式、加密模式以及通信协议等各种功能用软件来实现，并使宽带 A/D 转换器和 D/A 转换器尽量靠近天线，以实现高度灵活性和开放性的新一代无线电系统。软件无线电可通过软件来提供多种服务的、适应多种标准的、多频带多模式的、可重构可编程的无线电系统。其优点在于用户可以在同一终端设备上，通过计算机软件配置的方法灵活切换用户端设备所支持的通信系统，节省硬件成本开销，灵活并及时地根据用户需要以及通信系统的升级变迁对于用户端设备进行改造，加速用户端设备的升级速度。

[0012] 软件无线电的特点：

[0013] 1. 功能的灵活性：理想的软件无线电是全部可编程的，包括可编程的 RF 频带、可编程的信道接入模式以及可编程的信道调制方式等以适应不同标准和环境，网络通信负载以及用户需求。

[0014] 2. 结构的开放性：可以根据系统的和环境的要求实现对系统的修改。

[0015] 3. 成本的集中性：一次开发的硬件投入，缩短了开发周期，降低了投资风险，提高了经济效益。

[0016] 现有技术中，如 2010 年 04 月 21 日公布、公布号为 CN 10169740A、名称为“一种基于软件无线电的无线通信用户端设备”就公开了一种基于软件无线电的无线通信系统终端设备，包括：

[0017] 通用硬件单元，它实现该无线通信用户端设备的物理层单元的射频接收和发射、模拟数字转换和数字模拟转换；

[0018] 通用计算机，它实现无线通信用户端设备物理层单元的数字基带信号接收和发送处理，以及第二层数据处理和第三层控制功能，同时还实现对所述通用硬件单元的控制和配置，使得所述通用硬件单元工作于指定的无线通信系统；

[0019] 通用硬件接口，它实现所述通用计算机与所述通用硬件单元之间的连接，使得数字基带信号以及其它控制信号在通用计算机与通用硬件单元之间相互传递。

[0020] 从上述现有的基于软件无线电的无线通信系统终端设备来看，无线通信系统终端设备的主要功能，即无线通信用户端设备物理层单元的数字基带信号接收和发送处理，以及第二层数据处理和第三层控制功能，同时还实现对所述通用硬件单元的控制和配置，使得所述通用硬件单元工作于指定的无线通信系统，都是用通用计算机来处理的，而只将少部分的物理层单元的射频接收和发射、模拟数字转换和数字模拟转换交给通用硬件单元来实现。这种无线通信系统终端设备可以在多种无线通信系统中工作（切换），但是这种采用通用计算机来处理无线通信系统终端设备的大部分功能的技术方案，不具有实用性。

发明内容

[0021] 本发明的目的在于克服现有技术的不足，提出一种适于实用的基于软件无线电的通信系统终端设备。

[0022] 为实现上述发明目的，本发明基于软件无线电的通信系统终端设备，其特征在于，该终端设备由物理层处理模块、上层处理模块和通用接口模块组成；

[0023] 物理层处理模块包括通用基带处理模块、通用 ADC 和 DAC 模块和多套射频收发模块；基带处理模块实现物理层信号的基带和中频的处理；中频的上下变频，上采样和下采

样和基带的编码,调制,解码和解调制;射频收发模块,根据配置的不同通信协议和标准,选择不同的射频收发模块,以实现射频信号的收发,射频收发模块接收从天线接收下来的射频信号并下变频输出模拟中频信号到通用 ADC 模块输入端和把 DAC 模块输出端的模拟中频信号上变频成射频信号,并通过天线发射出去;通用的 ADC 和 DAC 模块,用于不同的协议和标准完成中频或基带的数字信号与中频或基带模拟信号之间的转换;

[0024] 上层处理模块实现物理层以上的层的功能;

[0025] 通用接口模块用于物理层处理模块、上层处理模块之间的连接,采用标准的总线结构,以实现快速和高效的信息传输,使整个系统运行流畅,满足实时性的要求。

[0026] 本发明的发明目的是这样实现的:

[0027] 本发明基于软件无线电的通信系统终端设备可以用于无线研究和商用平台,可以作为研究高级无线通信算法和应用的定制平台,也可以作为适用于多种通信协议和标准的通用的商用平台。本发明提供了一个为无线通信研究的功能强大的,可选择性配置和可扩展的平台。功能强大是指由于通用基带处理模块和上层处理模块的强大的运算能力;可选择配置性是终端设备的通用接口模块和通用基带处理模块和上层处理模块的端口的可重定义性,可以在对未来的应用需求进行扩展。可扩展性表示当通用基带处理模块和上层处理模块的处理能力不能适用于复杂系统时,可以根据所配置系统的需求增加额外的处理器或直接扩展到更高级的处理器。

[0028] 本发明基于软件无线电的通信系统终端设备提供了设计工具并满足在无线通信系统所有层研究的要求,可以满足设计者把集中研究无线通信系统中的任意一层中,而不用去考虑其他层的工作原理和应用要求。

附图说明

[0029] 图 1 是本发明基于软件无线电的通信系统终端设备的一种具体实施方式原理框图;

[0030] 图 2 是本发明基于软件无线电的通信系统终端设备的另一种具体实施方式原理框图;

[0031] 图 3 是图 2 所示的基于软件无线电的通信系统终端设备的一具体应用实例原理框图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图对本发明的具体实施方式进行描述,以便本领域的技术人员更好地理解本发明。需要特别提醒注意的是,在以下的描述中,当已知功能和设计的详细描述也许会淡化本发明的主要内容时,这些描述在这里将被忽略。

[0033] 实施例 1

[0034] 图 1 是本发明基于软件无线电的通信系统终端设备的一种具体实施方式原理框图。

[0035] 在本实施例中,如图 1 所示,本发明的基于软件无线电的通信系统终端设备由物理层处理模块 1、上层处理模块 2 和通用接口模块 3 组成。

[0036] 物理层处理模块 1 包括通用基带处理模块 101、通用 ADC 模块 102 和通用 DAC 模块

103 和多套射频收发模块 104。

[0037] 基带处理模块 101 实现物理层信号的基带和中频的处理：中频的上下变频，上采样和下采样和基带的编码，调制，解码和解调制。

[0038] 射频收发模块 104 根据配置的不同通信协议和标准，选择不同的射频收发模块 1 ~ n，以实现射频信号的收发。射频收发模块 104 接收从天线接收下来的射频信号并下变频输出模拟中频信号通过通用接口模块传给通用 ADC 模块输入端，同时，把 DAC 模块输出端通过通用接口模块传来的模拟中频信号上变频成射频信号，并通过天线发射出去。

[0039] 通用 ADC 模块 102 和通用 DAC 模块 103，用于不同的协议和标准完成中频或基带的数字信号与中频或基带模拟信号之间的转换。

[0040] 上层处理模块 2 实现物理层以上的层的功能；

[0041] 通用接口模块 3 用于物理层处理模块、上层处理模块之间的连接，采用标准的总线结构，以实现快速和高效的信息传输，使整个系统运行流畅，满足实时性的要求。

[0042] 实施例 2

[0043] 图 2 是本发明基于软件无线电的通信系统终端设备的另一种具体实施方式原理图。

[0044] 在本实施例中，如图 2 所示，通用基带处理模块 101 为一片高性能 FPGA。在本发明中，通用基带处理模块必须提供一种可替代的处理器资源来满足无线通信系统对运算量的增加，无线通信系统要求大量的数字信号处理的运算，随着无线通信系统对运算量的要求越来越大，特别是无线蜂窝通信系统，在 3G 系统后，一般的 DSP 已经不能满足通信系统对运算量的要求，无法提供足够的处理能力，无法保证通信的实时处理。所以，选择了高性能 FPGA 作为基带处理模块。

[0045] FPGA 提供了众多的可通过复杂编程的功能模块互联起来的并行处理资源和可编程逻辑块。FPGA 也特别适合集中的并行的数字信号处理的运算，如数字前端的处理，要求高吞吐率的如滤波器等操作。这些操作都可以用并行结构来实现来提高性能。并行性是 FPGA 性能超过功能强大的 DSP 的关键因素。FPGA 的可编程性是软件无线电的可编程性实现成为了可能，此发明的 FPGA 的芯片选择的是 xilinx virtex-5XC5VFX130T，封装为 FFG1136，这系列的 FPGA 非常适合做无线算法研究要求的数字信号处理的密集型运算，如 FPGA 提供了专门的数字信号处理中典型的操作乘法器，提供高效和快速的乘法运算；而且，FPGA 还为连接外设和多处理器之间提供了灵活的快速的连接选项，此系列的 FPGA 包含嵌入式的 PowerPC 处理器的核，在逻辑编程方面提供了比通用处理器更理想的资源。

[0046] 对于上层处理模块 2，本发明采用 TI 的 TMS320C6455BZTZ2 的 DSP 芯片来实现，完成上层的协议，实现 MAC 层和网络层的协议栈，用 c 语言来实现对上层协议的编程和修改。由于此 DSP 芯片强大的运算能力，使得它能实现复杂的协议。另一方案就是利用 FPGA 的 POWER PC 和 DSP 合作完成上层协议的实现，用 POWER PC 控制协议的跳转，DSP 做一些关于数字信号处理的运算。

[0047] 通用接口模块 3 有 EMIF、RAPID IO、McBSP、GPIO 等通用的总线结构连接 DSP 和 FPGA，用 SMA 实现射频收发模块 104 和通用 ADC 模块 102 和通用 DAC 模块 103 的连接。连接 FPGA 芯片和 DSP 芯片中间的总线结构有：64 位 EMIF，x4RAPID IO，McBSP，GPIO 等。

[0048] 射频收发模块 104，这是本平台唯一不能用软件实现的模块，由于现在技术和工艺

的限制还无法实现射频的可编程。由于全频段天线还处于实验阶段,无法商用,所以射频收发模块 104 是根据射频的频段配置了多套的射频收发模块,并根据所配置的协议和标准选择使用对应的射频模块。射频收发模块 104 包含一套或多套射频模块,使多套射频模块搭配起来,可以覆盖无线通信系统的全频段。由于射频收发模块 104 在现阶段的无法编程性,所以射频收发模块 104 只能实现多套固定的硬件射频模块来实现,在平台上同时连接上多套固定的硬件射频模块,尽量让各个射频模块的组合起来能实现现有常用通信系统的全覆盖,在配置具体系统协议和标准的频段时,可以根据所选用的系统协议和标准,用 FPGA 模块或 DSP 模块的可编程性来激活某一个或某几个无线射频模块以实现系统的射频可配置性。当仅有一套射频模块时,如果需要实现射频发送接收功能,射频模块可以被配置为工作于半双工模式,即接收和发送不同时进行,其优点在于对于射频模块的复用,在不损失用户服务质量的前提下节省了硬件成本;当有两套射频模块存在时,用户端设备可以被配置为工作于全双工的模式,及接收和发送同时进行;当有多于一套射频模块存在是,用户端设备被配置为多个频点的一种和多种无线通信系统工作。

[0049] 通用 ADC 模块 102 和通用 DAC 模块 103,对于本发明的基于软件无线电的通信系统终端设备需要的是高性能的,对采样频率、位数及动态范围都很高要求的宽带的 ADC 和 DAC。本平台选用的是 ADC 是 AD6455,14 位的最高频率是 105MHz;DAC 选取的一片 16 位最高频率为 400MHz 的 DAC 芯片 AD9777,通过这两块芯片来完成数字信号到模拟信号和模拟信号到数字信号的转换。

[0050] 开发工具:对于物理层的设计和开发时,本平台支持不同层次的开发,在 FPGA 开发方面即支持 VHDL/verilog HDL 等硬件描述语言的寄存器传输级(RTL级)的底层开发,有支持系统级 MATLAB 的建模。Xilinx 的 SystemGenerator 是一个集成到 MATLAB 的系统级建模工具,它提供在 MATLAB/Simulink 中使用 xilinx 的工具包实现高性能 DSP 的系统编程。而且支持 Simulink 的硬件协仿真(hardware co-simulink)进行硬件的仿真和调试。

[0051] 对于 MAC 层和网络层的设计和开发时,在 DSP 和 FPGA 中的 PowerPC 中都支持 C 语言的开发编程,可以实现灵活的 MAC 架构;或者在 xilinx 中的"Platform Studio"工具是一个物理层和 MAC 层应用的集成的开发环境,所以我们可以选择此平台来开发 MAC 层。

[0052] 实例

[0053] 图 3 是图 2 所示的基于软件无线电的通信系统终端设备的一具体应用实例原理框图;

[0054] 在本实例中,如图 3 所示,基于软件无线电的通信系统终端设备配置成一个 OFDM-MIMO 通信系统终端设备。通用基带处理模块 101 用高性能的 FPGA 模块来实现物理层的基带信号和中频信号的处理,上层处理模块 2 用 DSP 模块实现上层协议的,通用 ADC 模块 102 和通用 DAC 模块 103 实现数字信号与模拟信号之间的转换,定制的射频发射接收模块实现射频信号的接收。其中,FPGA 实现的基带信号和中频信号的处理,其中的功能模块包括发射端的 CRC 计算、信道编码、交织、扰码、调制、MIMO 预编码、OFDM 子载波映射、天线端口调制、IFFT、中频信号的上变频处理和接收端的 CRC 校验、解码、解交织、解扰、解调、MIMO 解调、OFDM 资源解映射、天线端口解映射、信道估计与 OFDM 解调、中频下变频处理。DSP 模块实现的是物理层以上的上层协议,其中主要包括网络层和数据链路层,数据链路层又分为 LLC 层和 MAC 层协议,MAC 层协议尤为重要。数模转换器和模数转换器实现数字中频信号与

模拟中频信号之间的转换。由于是 MIMO 系统,所以本系统需要使用多套无线射频模块。用 FPGA 模块或 DSP 模块的可编程性在选择 OFDM-MIMO 系统所需要的几套射频模块,通过类似电子开关的原理在连接的所有射频模块中激活 OFDM-MIMO 系统所需要的模块,实现射频的可编程性。

[0055] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

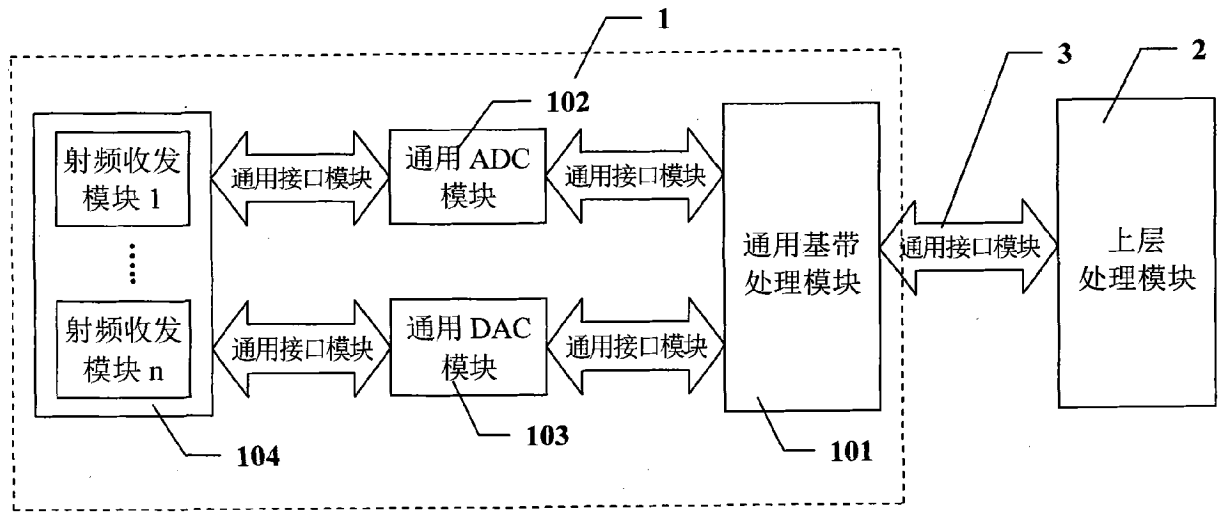


图 1

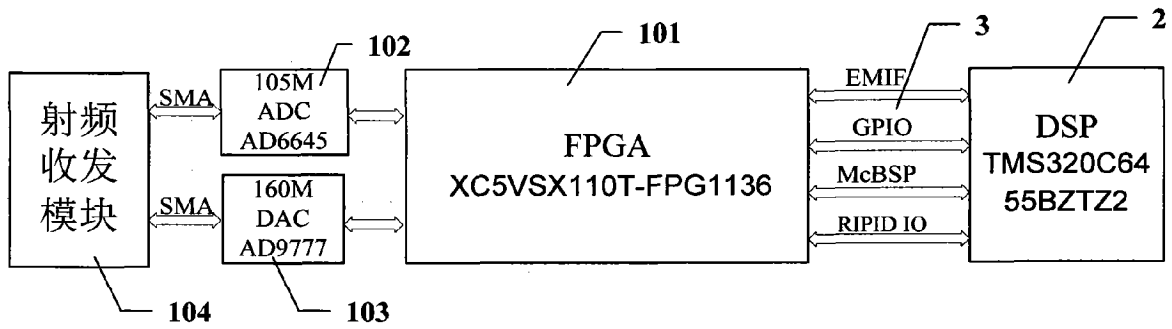


图 2

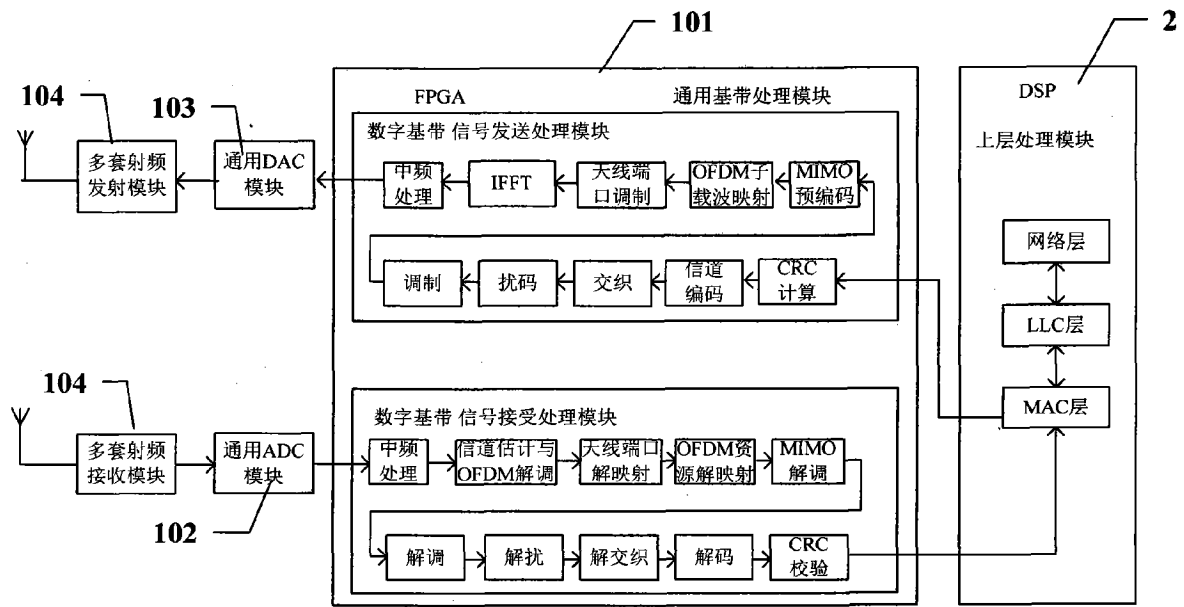


图 3