



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106941365 A

(43)申请公布日 2017. 07. 11

(21)申请号 201710235149.1

(22)申请日 2017.04.12

(71)申请人 电子科技大学

地址 610000 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 马凯学 马宗琳 孟凡易

(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 田甜

(51) Int. Cl.

H04B 1/525(2015.01)

H04B 1/00(2006.01)

H04L 5/14(2006.01)

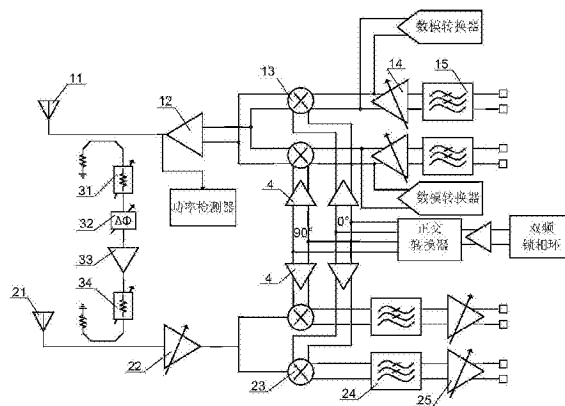
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种多标准全双工直接变频式收发机

(57)摘要

本发明公开了一种多标准全双工直接变频式收发机,包括发射链路、接收链路、用于提供抵消信号的射频抵消电路、为发射链路和接收链路提供本振信号的频率源;系统中使用的放大器、振荡器和混频器等电路都可以工作在两个频段下,从而使得此收发系统支持多个通信标准。所述射频抵消电路产生在不同标准下与发射链路、接收链路间泄露信号的幅度相同、相位相反的抵消信号,且该信号与泄露信号在接收链路前级被抵消;其不仅可以工作于不同通信标准下,还可以解决信号泄露的问题,实现单信道全双工。



1. 一种多标准全双工直接变频式收发机,包括发射链路和接收链路,其特征在于,还包括用于提供抵消信号的射频抵消电路和为发射链路、接收链路提供本振信号的频率源;

所述抵消信号与发射链路、接收链路间泄露信号的幅度相同、相位相反且该信号与泄露信号在接收链路前级被抵消。

2. 根据权利要求1所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于:

所述发射链路包括依次连接的第一低通滤波器、第一数控增益放大器、第一混频器、功率放大器和发射天线。

所述接收链路包括依次连接的接收天线、低噪声放大器、第二混频器、第二低通滤波器和第二数控增益放大器,所述低噪声放大器的输出端连接在第二混频器的输入端上;

所述频率源、功率放大器、第一数控增益放大器、第二数控增益放大器、第一混频器、第二混频器、低噪声放大器均可工作在两个频段。

3. 根据权利要求2所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于:所述接收天线和发射天线为双频天线。

4. 根据权利要求1所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于,所述射频抵消电路包括:

用于将发射链路中输出射频信号的一部分耦合至射频抵消电路的前级耦合电路;

调节前级耦合电路输出信号幅度和相位的调节电路;

用于将调节电路的信号耦合至接收链路的后级耦合电路。

5. 根据权利要求4所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于:所述调节电路包括依次相连的第一衰减器、移相器、放大器和第二衰减器。

6. 根据权利要求5所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于:所述的射频抵消电路通过调节第一衰减器的衰减量和移相器的移相量具有两种状态,分别用于抵消工作于不同通信标准下的泄露信号。

7. 根据权利要求4所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于:所述射频抵消电路有两个,分别用于抵消工作于不同通信标准下的泄露信号。

8. 根据权利要求2所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于:所述发射链路还包括用于调整第一混频器工作状态的数模转换器和用于检测本振信号泄露到输出端口功率的功率检测器。

9. 根据权利要求1所述的一种多标准全双工直接变频式收发机,其特征在于:所述频率源包括锁相环电路、对锁相环电路输出信号进行转换并分为两路相互正交信号的正交转换器、放大正交转换器输出信号的缓冲器。

一种多标准全双工直接变频式收发机

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,具体涉及一种多标准全双工直接变频式收发机。

背景技术

[0002] 随着全球经济一体化进程和信息化浪潮的推进无线通信和物联网,无线电技术及其应用对于各行各业生产的推动作用越来越明显。以28GHz、37GHz、39GHz、45GHz和60GHz等波段为代表的毫米波技术以其带宽等优势受到5G未来通信关注。但在迄今为止的研究中毫米波通信系统仅适用于一种标准,无法工作于多个频段下。商用移动通信终端为实现多标准、多频段的融合,在系统中使用多个收发系统芯片,这样大大提高了移动终端的体积,不符合低成本、小型化和低功耗的要求。

[0003] 现有的移动通信系统采用的全双工方式是频分双工和时分双工。随着技术的进步和发展,为了尽可能的提升数据传输速率,5G通信提出了单信道全双工的概念。单信道全双工的方式可以更加有效的利用频谱资源,相比现有的频分双工和时分双工技术可以加倍地提升数据传输速率。然而射频通信系统中,收发链路之间存在信号泄露的问题,泄露的信号可能比所需接收的射频信号要大上几个数量级,因此信号泄露问题对同频全双工系统的设计带来了巨大的挑战。

发明内容

[0004] 本发明为了解决现有收发系统不能支持多标准和不能单信道全双工的问题,提供一种多标准全双工直接变频式收发机。

[0005] 本发明通过下述技术方案实现:

[0006] 一种多标准全双工直接变频式收发机,包括发射链路、接收链路、用于提供抵消信号的射频抵消电路、为发射链路和接收链路提供本振信号的频率源;

[0007] 所述抵消信号与发射链路、接收链路间泄露信号的幅度相同、相位相反,且该信号与泄露信号在接收链路前级被抵消。

[0008] 收发链路之间存在信号泄露问题,是现在不能实现同频全双工的重要原因。如何解决信号泄露问题,是研发的重点。发明人经过一系统的研究工作,在发射链路上的一部分射频信号通过耦合方式输入到射频抵消电路,射频抵消电路对耦合信号的幅度和相位进行调节,使该耦合信号与泄露信号的幅度相同且相位相反并耦合至接收链路中,以抵消收发链路间的泄露信号,解决信号泄露的问题,从而使同频全双工系统不受信号泄露的影响,相比常见的时分双工和频分双工收发系统,数据传输速率可以翻倍。由于对泄露信号进行混频处理会导致泄露信号幅度和相位更加不好控制,并且抵消电路会更加复杂,因此抵消信号的抵消位置应当在接收链路的前级。

[0009] 为了实现多标准下收发链路间泄露信号的抵消,射频抵消电路以通过在不同模式下调整电路中衰减器的衰减量和移相器的移相量,来实现对多标准的支持;也可以在系统中添加两个针对不同标准的抵消电路,所述的两个抵消电路分别用于抵消不同通信标准下

的泄露信号,并且通过抵消电路中选频网络的设计,两个抵消电路之间具有较高的隔离度。

[0010] 作为优选,所述发射链路包括依次连接的第一低通滤波器、第一数控增益放大器、第一混频器、功率放大器和发射天线。I/Q两路基带信号经发射链路的第一低通滤波器进行低通滤波处理,第一数控增益放大器用于控制发射链路的整体增益,经过数控放大的基带信号输入到差分输入的第一混频器,上变频到微波频段;I/Q两路混频器输出信号相加后得到所需的射频信号,功率放大器对射频信号进行功率放大后一小部分耦合至射频抵消电路,射频信号的主要功率输出到直通端口,通过天线发射;

[0011] 所述接收链路包括依次连接的接收天线、低噪声放大器、第二混频器、第二低通滤波器和第二数控增益放大器;发射链路与接收链路之间的泄露信号在第二混频器之前与射频抵消电路的抵消信号相抵消。射频抵消电路的信号可在低噪声放大器的输入端接入或者在输出端接入,经低噪声放大器放大后的射频信号输入到I/Q两路的第二混频器进行下变频处理,第二低通滤波器对第二混频器输出的信号进行低通滤波处理,得到中频信号,再经过第二数控增益放大器对中频信号放大,分为I/Q两路输入给基带信号处理电路;

[0012] 为了使收发系统支持多标准工作模式,所述频率源、功率放大器、第一数控增益放大器、第二数控增益放大器、第一混频器、第二混频器、低噪声放大器均可工作在两个频段。

[0013] 本振泄露问题会导致误码率增高、数据传输速率降低。进一步的,为了解决在发射链路中本振泄露的问题,所述发射链路还包括用于调整第一混频器工作状态的数模转换器和用于检测本振信号泄露到输出端口功率的功率检测器,在没有信号输入时,功率检测器检测本振泄露到输出端口的功率,通过控制直流失调数模转换器来调整混频器的工作状态,通过闭环控制使本振泄露降到最低。

[0014] 作为优选,所述射频抵消电路包括:

[0015] 用于将发射链路中输出射频信号的一部分耦合至射频抵消电路的前级耦合电路;

[0016] 调节前级耦合电路输出信号幅度和相位的调节电路;

[0017] 用于将调节电路的信号耦合至接收链路的后级耦合电路。

[0018] 进一步的,所述调节电路包括依次相连的第一衰减器、移相器、放大器和第二衰减器。

[0019] 作为优选,所述频率源包括锁相环电路、对锁相环电路输出信号进行转换并分为两路相互正交信号的正交转换器、放大正交转换器输出信号的缓冲器。

[0020] 作为优选,所述多标准全双工直接变频式收发机中的天线可以使用双频天线来实现对多标准的支持;也可以通过切换使用不同频率的天线来实现对多标准的支持。

[0021] 进一步的,天线设计应当提高对泄露信号的抑制,并且保证多个标准下信号间的隔离度。

[0022] 本发明与现有技术相比,具有如下的优点和有益效果:

[0023] 1、本发明的所有放大器、混频器和频率源均可工作在两个频段,使收发系统可以支持多个标准,相比普通收发系统具有体积小、成本低的优点。

[0024] 2、本发明利用射频抵消电路对耦合发射链路的一部分射频信号并对该信号的幅度和相位进行调节,使该耦合信号与泄露信号的幅度相同且相位相反并耦合至接收链路中,以抵消收发链路间的泄露信号,解决信号泄露的问题,从而使单信道全双工系统不受信号泄露的影响,相比常见的时分双工和频分双工收发系统,数据传输速率可以翻倍。

[0025] 3、本发明采用直接变频的系统结构,只做一次变频处理,具有结构简单、体积小等优点。

附图说明

[0026] 此处所说明的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明实施例的限定。在附图中:

[0027] 图1为本发明使用耦合器进行泄露抵消的结构示意图。

[0028] 图2为本发明添加两种针对不同标准抵消电路的结构示意图。

[0029] 图3为本发明使用功率合成器进行泄露抵消的电路结构示意图。

[0030] 附图中标记及对应的零部件名称:

[0031] 11、发射天线,12、双频功率放大器,13、第一混频器,14、第一数控增益放大器,15、第一低通滤波器,21、接收天线,22、双频低噪声放大器,23、第二混频器,24、第二低通滤波器,25、第二数控增益放大器,31、第一衰减器,32、移相器,33、放大器,34、第二衰减器,4、缓冲器。

具体实施方式

[0032] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明作进一步的详细说明,本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明,并不作为对本发明的限定。

[0033] 实施例1

[0034] 如图1、图2和图3所示的一种多标准全双工直接变频式收发机,包括发射链路、接收链路、用于提供抵消信号的射频抵消电路、为发射链路和接收链路提供本振信号的频率源;

[0035] 所述抵消信号与发射链路、接收链路间泄露信号的幅度相同、相位相反且该信号与泄露信号在接收链路前级被抵消。

[0036] 实施例2

[0037] 为了便于对实施例1技术方案的理解,本实施例对实施例中的电路进行详细阐述。

[0038] 发射链路和接收链路可采用现有的电路结构实现,为了优化其性能,本实施例提供一种优选方式。

[0039] 发射链路包括两路依次连接的第一低通滤波器15、第一数控增益放大器14、第一混频器13,第一混频器13对第一数控增益放大器14输出的基带信号和频率源的本振信号混频后得到所需的射频信号,经过功率放大器12放大,射频信号通过发射天线11发射至空间中;

[0040] 接收链路包括依次连接的接收天线21、低噪声放大器22、第二混频器23、第二低通滤波器24和第二数控增益放大器25,其中第二混频器23、第二低通滤波器24和第二数控增益放大器25具有两路,分别用于处理I/Q两路信号;射频抵消电路的抵消信号可在低噪声放大器22之前被抵消,也可在低噪声放大器22之后被抵消。为了防止泄露信号过大,使低噪声放大器工作于饱和状态或损坏低噪声放大器,抵消信号的抵消位置放在低噪声放大器之前,但是这样会导致接收链路噪声系数变差,抵消信号的抵消位置放在低噪声放大器之后

可以降低接收链路噪声系数的恶化程度；

[0041] 所述频率源、功率放大器、第一数控增益放大器、第二数控增益放大器、第一混频器、第二混频器、低噪声放大器均可工作在两个频段。

[0042] 发射天线11、接收天线21采用双频天线。

[0043] 本实施例采用直接变频结构，基带信号到射频信号只经过一次变频处理，其系统结构简单。发射链路中变频增益主要由第一数控增益放大器来控制。接收链路的变频增益主要由低噪声放大器和第二数控增益放大器的工作模式控制。

[0044] 为了处理直接变频式接收机直流失调的问题，第二数控增益放大器应该具有消除直流失调的功能。为了提高接收机的动态范围，接收链路中的低噪声放大器具有粗略的增益控制功能，即低噪声放大器具有低增益和高增益两种工作模式。

[0045] 发射链路还包括用于调整第一混频器工作状态的数模转换器和用于检测本振信号泄露到输出端口功率的功率检测器。为了处理直接变频式发射机本振泄露的问题，在没有输入信号时，通过发射链路中的功率检测器检测本振泄露到输出端口的功率，通过控制直流失调数模转换器来调整混频器的工作状态，通过闭环控制使本振泄露降到最低。收发机在不同标准下工作时，由于本振信号频率不同，直流失调数模转换器的输出应当随之调整。

[0046] 实施例3

[0047] 本实施例在上述实施例的基础上公开一射频抵消电路的具体实现方式，所述射频抵消电路包括依次连接的前级耦合电路、调节电路和后级耦合电路。

[0048] 前级耦合电路将发射链路中输出射频信号的一部分耦合至射频抵消电路；调节电路以调节前级耦合电路输出信号幅度和相位；后级耦合电路将调节电路的信号耦合至接收链路。

[0049] 具体的，调节电路包括依次相连的第一衰减器31、移相器32、放大器33和第二衰减器34。前级耦合电路可采用耦合器实现；后级耦合电路可采用耦合器实现，也可采用功率合成器实现。基于实施例2的电路结构，射频抵消电路的前级耦合电路接入功率放大器的输入端将输出射频信号的一小部分耦合至射频抵消电路中，后级耦合电路可采用耦合器在低噪声放大器前进行射频抵消，如图1、图2所示；也可采用功率合成器在低噪声放大器后进行射频抵消，如图3所示。衰减器和放大器用于调节耦合信号的幅度，移相器用于调节耦合信号的相位，经过处理的耦合信号通过耦合器耦合至接收链路中，用于抵消收发链路间的泄露信号。当耦合信号与泄露信号幅度相同、相位相反时接收链路将不再受泄露信号的影响。

[0050] 收发机工作于不同通信标准时，由于工作频段不同，收发链路间泄露信号的强度也不同，因此射频抵消电路应该有两种工作状态。针对不同的应用场景，当所述多标准全双工直接变频式收发机一个时间仅工作于一个标准，即通过切换模式的方式工作于不同通信标准时，可以通过调整第一衰减器的衰减量和移相器的移相量的方式来保证在不同的通信标准下泄露信号的抵消，如图1、图3所示。当所述多标准全双工直接变频式收发机可以同时工作于两个通信标准时，如图2所示，收发系统中应当添加两个射频抵消电路，分别用于抵消不同通信标准下泄露信号，两个射频抵消电路之间应当具有较高的隔离度，两个射频抵消电路之间的隔离可采用现有技术实现。

[0051] 在上述所有实施例中，放大器可采用工作频段覆盖两个频段的宽带放大器，也可

以使用工作模式可以切换的可重构放大器,以便使多标准全双工直接变频式收发机不受放大器工作方式的限制。

[0052] 实施例4

[0053] 本实施例在上述实施例的基础上对频率源的实现方式进行细化。

[0054] 频率源包括锁相环电路、对锁相环电路输出信号进行转换并分为两路相互正交信号的正交转换器、放大正交转换器输出信号的缓冲器4。锁相环电路采用现有的电路结构,包括压控振荡器、分频器、鉴相器和外部参考时钟。锁相环电路输出的信号经正交转换器转换为两路相互正交的本振信号。

[0055] 由于混频器需要较高功率的本振信号,为了推动混频器,缓冲器用于对正交转换器两路本振信号进行功率放大,随后输入至混频器。为了提高数据传输速率、降低误码率,正交转换器输出正交信号的平衡度要尽可能高。

[0056] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

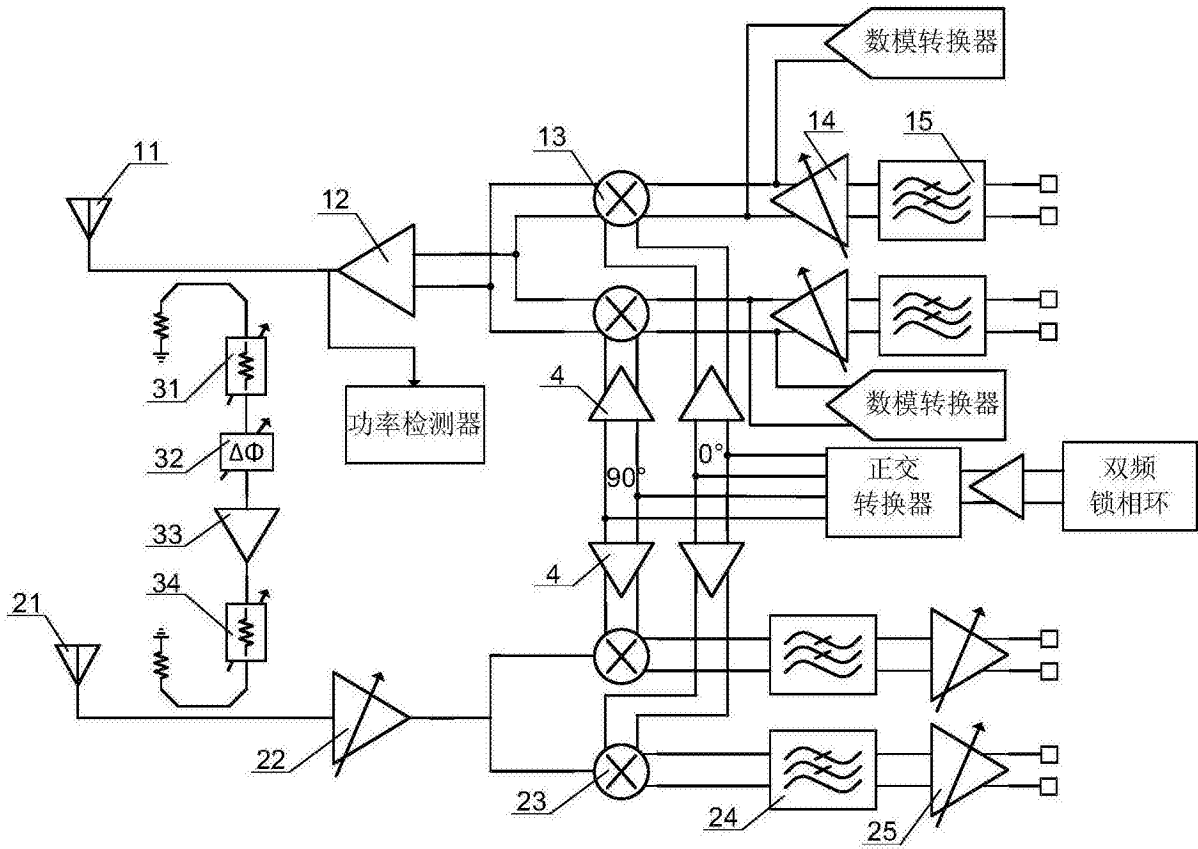


图1

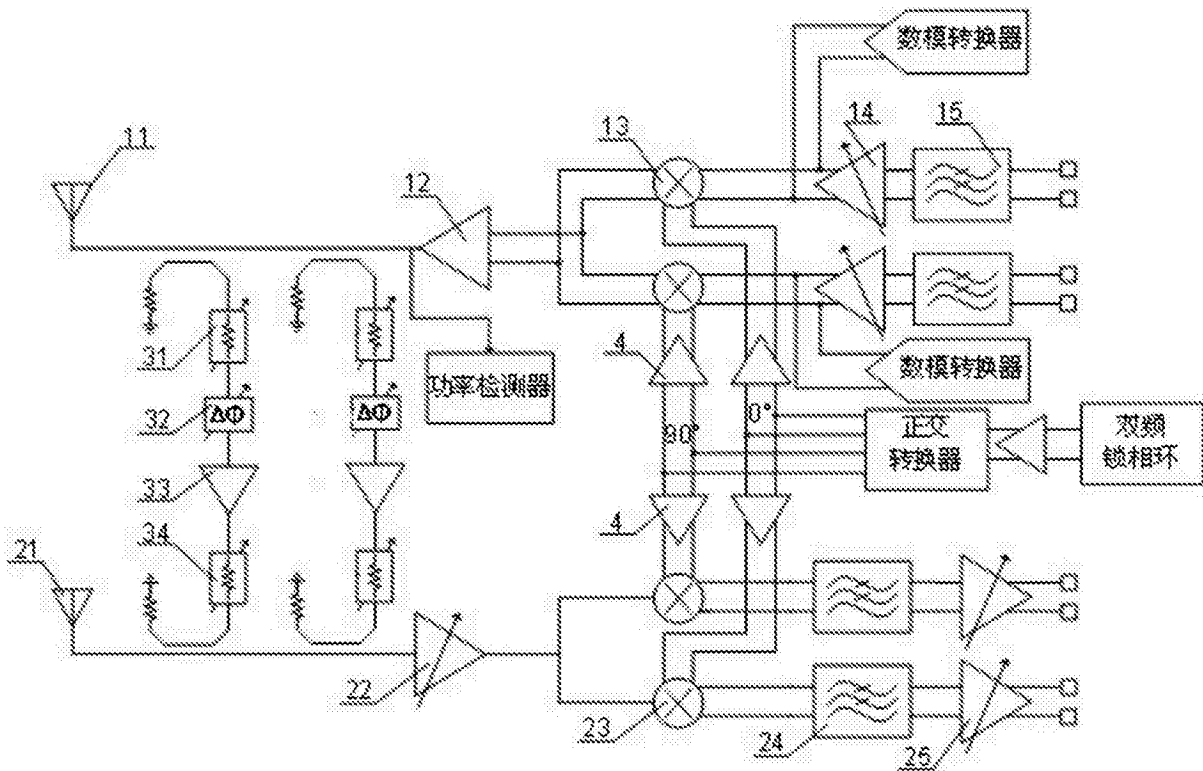


图2

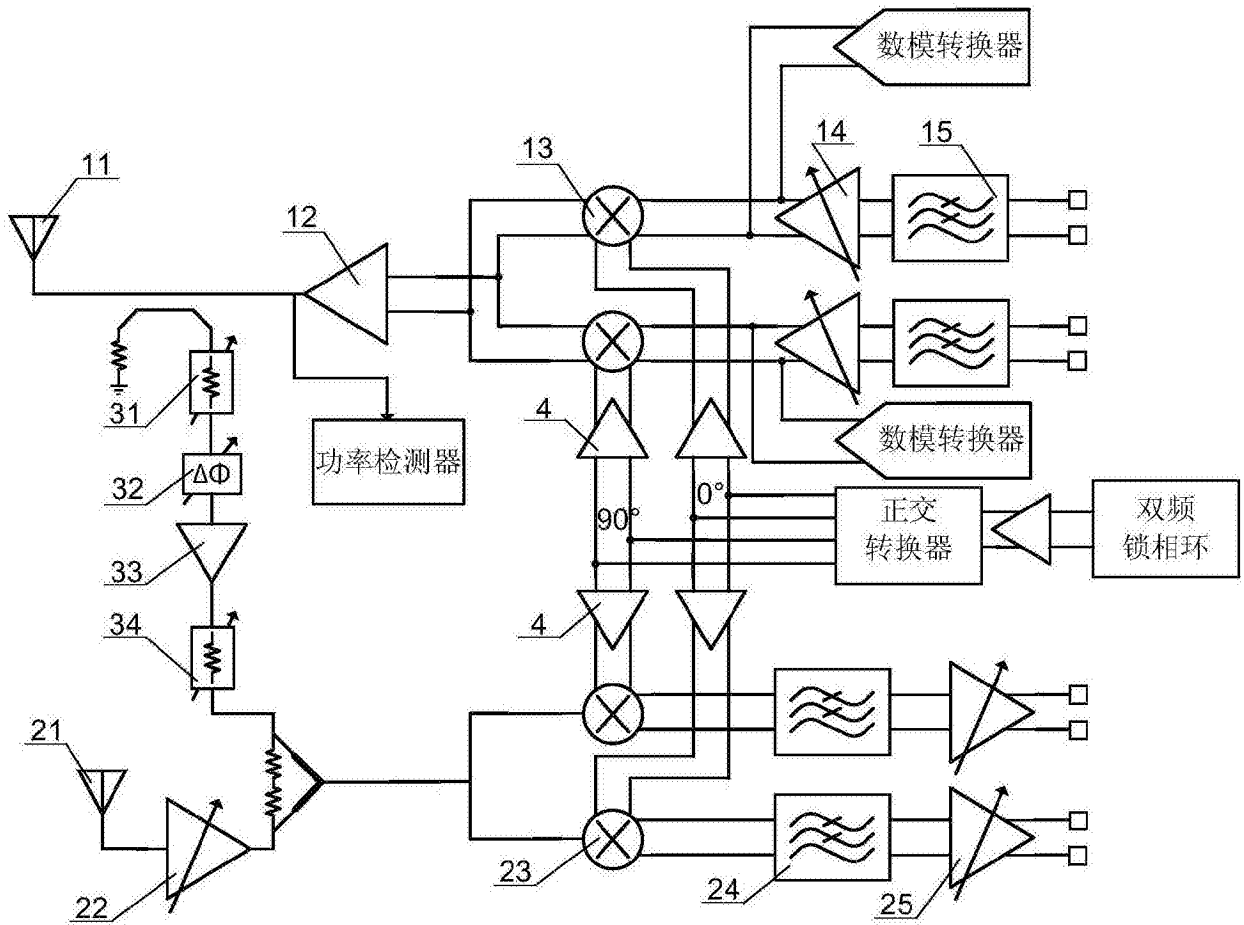


图3