



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103095324 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201210418524. 3

(22) 申请日 2012. 10. 26

(30) 优先权数据

61/552, 835 2011. 10. 28 US

13/329, 302 2011. 12. 18 US

(73) 专利权人 美国博通公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 戴维·加勒特 郑俊

哈米德·埃斯拉米

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 田喜庆

(51) Int. Cl.

H04B 1/38(2015. 01)

H04B 7/04(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2011/0205969 A1, 2011. 08. 25, 说明书第 59-61、68 段, 图 3-9.

US 2009/0232063 A1, 2009. 09. 17, 全文.

CN 101622798 A, 2010. 01. 06, 全文.

CN 102106117 A, 2011. 06. 22, 全文.

审查员 陈罡

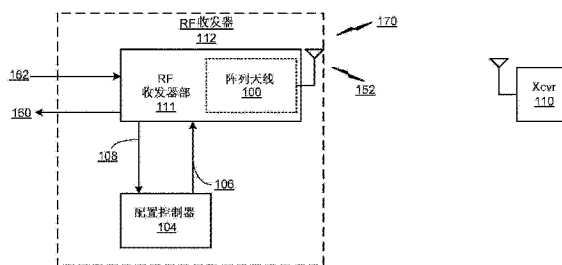
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

带有波束成形天线的 RF 收发器及其使用方法

(57) 摘要

本文提供了一种带有波束成形天线的 RF 收发器及其使用方法, 其中, 所述 RF 收发器包括: 配置控制器, 生成控制信号以基于第一组多个导向权值为波束成形天线选择第一候选辐射图案; 以及 RF 收发器部, 用第一候选辐射图案广播第一信标发射, 并生成反馈信号来指示第一远程站是否响应第一信标发射; 当第一远程站响应所述第一信标发射, 配置控制器存储被与信标发射相关使用的第一组多个导向权值并生成到 RF 收发器部的控制信号以当与第一远程站通信时使用第一候选辐射图案。



1. 一种射频 (RF) 收发器, 具有多个天线, 所述射频收发器包括:

配置控制器, 用于生成控制信号以基于第一多个导向权值为所述多个天线选择第一候选辐射图案; 以及

射频收发器部, 耦接至所述配置控制器, 用于用所述第一候选辐射图案广播第一信标发射, 以生成反馈信号来指示第一远程站是否已响应所述第一信标发射;

其中, 当所述第一远程站已响应所述第一信标发射时:

所述配置控制器还用于存储与所述信标发射关联使用的所述第一多个导向权值, 并生成到所述射频收发器部的所述控制信号, 以在与所述第一远程站通信时使用所述第一候选辐射图案,

所述配置控制器还用于基于使用所述第一候选辐射图案与所述第一远程站的通信确定到所述第一远程站的反向信道评估, 以及基于所述反向信道评估调整所述第一多个导向权值和所述第一候选辐射图案。

2. 根据权利要求 1 所述的射频收发器, 其中, 当所述第一远程站尚未响应所述第一信标发射时, 所述配置控制器还用于生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述多个天线选择第二候选辐射图案; 以及

其中, 所述射频收发器部还用于用所述第一候选辐射图案广播第二信标发射, 以及从所述射频收发器生成所述反馈信号来指示所述第一远程站是否已响应所述第二信标发射。

3. 根据权利要求 1 所述的射频收发器, 其中, 所述配置控制器还用于生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述多个天线选择第二候选辐射图案; 以及

所述射频收发器部还用于经由所述射频收发器用所述第二候选辐射图案广播第二信标发射, 并生成所述反馈信号来指示第二远程站是否已响应所述第二信标发射。

4. 根据权利要求 1 所述的射频收发器, 其中, 所述射频收发器基于所述射频收发器的发射通路和接收通路执行单侧信道校准作为对所述第一远程站的特性的评估。

5. 一种结合射频 (RF) 收发器使用的方法, 所述射频收发器具有多个天线, 所述方法包括:

生成控制信号, 以基于第一多个导向权值为所述多个天线选择第一候选辐射图案;

经由所述射频收发器用所述第一候选辐射图案广播第一信标发射;

评估来自所述射频收发器的反馈信号以确定第一远程站是否已响应所述第一信标发射;

当所述第一远程站已响应所述第一信标发射时:

存储与所述信标发射相关联的所述第一多个导向权值; 使用所述第一候选辐射图案与所述第一远程站通信;

基于使用所述第一候选辐射图案与所述第一远程站的通信, 确定到所述第一远程站的反向信道评估; 以及

基于所述反向信道评估调整所述第一多个导向权值和所述第一候选辐射图案。

6. 根据权利要求 5 所述的方法, 进一步包括:

当所述第一远程站尚未响应所述第一信标发射时:

生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述多个天线选择第二候选辐射图案;

经由所述射频收发器用所述第二候选辐射图案广播第二信标发射；以及
评估来自所述射频收发器的反馈信号以确定所述第一远程站是否响应所述第二信标发射。

7. 根据权利要求 5 所述的方法,进一步包括:

生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述多个天线选择第二候选辐射图案;

经由所述射频收发器用所述第二候选辐射图案广播第二信标发射;以及
评估来自所述射频收发器的反馈信号以确定第二远程站是否响应所述第二信标发射。

8. 根据权利要求 5 所述的方法,进一步包括:

基于所述射频收发器的发射通路和接收通路执行单侧信道校准作为对所述第一远程站的特性的评估。

带有波束成形天线的 RF 收发器及其使用方法

[0001] 相关专利的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2011 年 10 月 28 日提交的美国临时申请第 61/552,835 号和于 2011 年 12 月 18 日提交的美国实用申请第 13/329302 号的优先权。其内容通过对其引用结合于此。

[0003] 关于共同发起的研究或开发的声明——不适用

[0004] 光盘中的提交的通过引用并入的材料——不适用

技术领域

[0005] 本发明大体上涉及无线通信,更具体地,涉及用于支持无线通信的天线。

背景技术

[0006] 已知通信系统支持无线和 / 或有线通信装置之间的无线和有线通信。该通信系统涵盖从国家和 / 或国际蜂窝电话系统到互联网以及到点对点家庭无线网络再到射频识别 (RFID) 系统的范围。每种类型的通信系统根据一种或多种通信标准来构建并由此来工作。例如,无线通信系统可根据包括但不限于 RFID、IEEE 802.11、蓝牙、高级移动电话服务 (AMPS)、数字 AMPS、全球移动通信系统 (GSM)、码分多址 (CDMA)、本地多点分布式系统 (LMDS)、多信道多点分布式系统 (MMDS) 和 / 或它们的变形的一种或多种标准来工作。

[0007] 根据无线通信系统的类型,诸如蜂窝电话、双向无线电、个人数字助理 (PDA)、个人计算机 (PC)、笔记本电脑、家庭娱乐设备、RFID 读取器、RFID 标签等的无线通信装置直接或间接与其他无线通信装置通信。对于直接通信(也被称为点对点通信),所参与的无线通信装置将其接收器和发送器调谐至相同的一个或多个信道(例如,无线通信系统的多个射频 (RF) 载波之一),并经由该信道来通信。对于间接无线通信,各无线通信装置经由所分配的信道直接与(例如用于蜂窝服务的)关联基站和 / 或(例如用于家庭或建筑内无线网络的)关联接入点通信。为实现无线通信装置之间的通信连接,关联基站和 / 或关联接入点经由系统控制器、经由公共交换电话网络、经由互联网和 / 或经由某些其他的广域网而彼此直接通信。

[0008] 对于参与无线通信的各无线通信装置,它包括内置无线电收发器(即,一个或多个接收器和发送器)或者被耦接至相关联的无线电收发器(例如,用于家庭和 / 或建筑内无线通信网络的站、RF 调制解调器等)。众所周知,接收器耦接至天线,且包括低噪声放大器、一个或多个中频级、滤波级以及数据恢复级。低噪声放大器经由天线接收入站 RF 信号并随后将其放大。一个或多个中频级将放大后的 RF 信号与一个或多个本机振荡混频,以将放大后的 RF 信号转换为基带信号或中频 (IF) 信号。滤波级对基带信号或 IF 信号滤波来衰减不期望的带外信号以产生滤波后的信号。数据恢复级根据具体无线通信标准从滤波后的信号中恢复出原始数据。

[0009] 同样众所周知,发送器包括数据调制级、一个或多个中频级以及功率放大器。数据调制级根据具体无线通信标准将原始数据转换为基带信号。一个或多个中频级将基带信号

与一个或多个本机振荡混频以产生 RF 信号。功率放大器在经由天线发射之前放大 RF 信号。

[0010] 目前,无线通信发生在授权或未授权频谱内。例如,无线局域网(WLAN)通信发生在 900MHz、2.4GHz 和 5GHz 的未授权的工业、科技和医学(ISM)频谱内。尽管 ISM 频谱未被授权,但却具有对功率、调制技术和天线增益的限制。另一未授权频谱是 55-64GHz 的 V 频段。

[0011] 当后续由本公开给出时,传统方法的其他缺陷对本领域技术人员而言将是显而易见的。

发明内容

[0012] 本发明针对在后续附图说明、具体实施方式和所附权利要求中被进一步描述的操作的设备和方法。根据后续参照附图进行的本发明的详细描述,本发明的其他特征和优势将变得显而易见。

[0013] 根据本发明的一个方面,提供了一种射频(RF)收发器,具有多个天线,所述 RF 收发器包括:配置控制器,用于生成控制信号以基于第一多个导向权值为所述多个天线选择第一候选辐射图案;以及 RF 收发器部,耦接至所述配置控制器,用于用所述第一候选辐射图案广播第一信标发射,用于生成反馈信号来指示第一远程站是否已响应所述第一信标发射;其中,当所述第一远程站已响应所述第一信标发射时,所述配置控制器还用于存储与所述信标发射关联使用的所述第一多个导向权值,以及生成到所述 RF 收发器部的所述控制信号以在与所述第一远程站通信时使用所述第一候选辐射图案。

[0014] 优选地,当所述第一站尚未响应所述第一信标发射时,所述配置控制器还用于生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述波束成形天线选择第二候选辐射图案;以及其中,所述 RF 收发器部还用于用所述第一候选辐射图案广播第二信标发射,以及从所述 RF 收发器生成所述反馈信号来指示所述第一远程站是否已响应所述第二信标发射。

[0015] 优选地,所述配置控制器还用于生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述多个天线选择第二候选辐射图案;以及所述 RF 收发器部还用于经由所述 RF 收发器用所述第二候选辐射图案广播第二信标发射,以及生成所述反馈信号来指示第二远程站是否已响应所述第二信标发射。

[0016] 优选地,当所述第一远程站已响应所述第一信标发射时,所述配置控制器还用于基于使用所述第一候选辐射图案与所述远程站的通信确定到所述第一远程站的反向信道评估,以及基于所述反向信道评估调整第一导向权值和所述第一候选辐射图案。

[0017] 优选地,所述 RF 收发器基于所述 RF 收发器的发射通路和接收通路执行单侧信道校准作为对所述第一远程站特性的评估。

[0018] 优选地,所述配置控制器生成所述控制信号以选择多个候选辐射图案,所述 RF 收发器部经由所述多个候选辐射图案周期性地广播信标发射。

[0019] 优选地,所述多个候选辐射图案包括全向辐射图案。

[0020] 优选地,所述多个候选辐射图案包括多个不同的窄波束辐射图案。

[0021] 优选地,所述配置控制器生成所述控制信号以在多个不同的窄波束辐射图案中所选的一个和全向辐射图案之间交替。

[0022] 优选地,所述 RF 收发器部根据 802.11ac 标准工作。

[0023] 根据本发明的另一方面,提供了一种结合射频(RF)收发器使用的方法,所述射频(RF)收发器具有多个天线,所述方法包括:生成控制信号,以基于第一多个导向权值为所述多个天线选择第一候选辐射图案;经由所述 RF 收发器用所述第一候选辐射图案广播第一信标发射;评估来自所述 RF 收发器的反馈信号以确定第一远程站是否已响应所述第一信标发射;当所述第一远程站已响应所述第一信标发射时:存储与所述信标发射相关联的所述第一多个导向权值;以及使用所述第一候选辐射图案与所述第一远程站通信。

[0024] 优选地,该方法进一步包括:当所述第一远程站尚未响应所述第一信标发射时:生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述多个天线选择第二候选辐射图案;经由所述 RF 收发器用所述第二候选辐射图案广播第二信标发射;以及评估来自所述 RF 收发器的反馈信号以确定所述第一远程站是否响应所述第二信标发射。

[0025] 优选地,该方法进一步包括:生成所述控制信号以基于第二多个导向权值为所述多个天线选择第二候选辐射图案;经由所述 RF 收发器用所述第二候选辐射图案广播第二信标发射;以及评估来自所述 RF 收发器的反馈信号以确定第二远程站是否响应所述第二信标发射。

[0026] 优选地,该方法进一步包括:当所述第一远程站已响应所述第一信标发射时:基于使用所述第一候选辐射图案与所述远程站的通信,确定到所述第一远程站的反向信道评估;以及基于所述反向信道评估调整所述第一导向权值和所述第一候选辐射图案。

[0027] 优选地,该方法进一步包括:基于所述 RF 收发器的发射通路和接收通路执行单侧信道校准作为对所述第一远程站特性的评估。

[0028] 优选地,生成所述控制信号以选择第一候选辐射图案并广播所述第一信标发射是经由多个候选辐射图案周期性地广播信标发射的过程的一部分。

[0029] 优选地,所述多个候选发射图案包括全向辐射图案。

[0030] 优选地,所述多个候选辐射图案包括多个不同的窄波束辐射图案。

[0031] 优选地,所述多个候选辐射图案在全向辐射图案和多个不同的窄波束辐射图案中所选的一个之间交替。

[0032] 优选地,使用所述第一候选辐射图案与所述第一远程站通信包括将包发射定址到所述远程站。

附图说明

[0033] 图 1 是根据本发明的无线通信系统的一种实施方式的示意性框图;

[0034] 图 2 是根据本发明的无线通信系统的另一实施方式的示意性框图;

[0035] 图 3 是根据本发明的无线收发器 125 的实施方式的示意性框图;

[0036] 图 4 是根据本发明的 RF 收发器 112 的实施方式的示意性框图;

[0037] 图 5 是根据本发明的实施方式的无线收发器 112 所产生的多种辐射图案的示意性框图;

[0038] 图 6 是根据本发明的 RF 收发器部 111 的实施方式的示意性框图;

[0039] 图 7 是根据本发明的方法的实施方式的流程图;

[0040] 图 8 是根据本发明的方法的实施方式的流程图。

具体实施方式

[0041] 图 1 是根据本发明的通信系统的一种实施方式的示意性框图。具体地,示出了包括与诸如基站 18、非实时装置 20、实时装置 22 以及非实时和 / 或实时装置 25 的一个或多个其他装置无线传送非实时数据 24 和 / 或实时数据 26 的通信装置 10 的通信系统。此外,通信装置 10 还可选择性地经由有线连接与网络 15、非实时装置 12、实时装置 14、非实时和 / 或实时装置 16 通信。

[0042] 在本发明的实施方式中,有线连接 28 可以是根据诸如通用串行总线(USB)、电气和电子工程师协会(IEEE) 488、IEEE 1394 (火线)、以太网、小型计算机系统接口(SCSI)、串行或并行高级技术附件(SATA 或 PATA)、或其他标准的或专用的有线通信协议的一种或多种标准协议来工作的有线连接。该无线连接可根据无线网络协议(诸如 WiHD、NGMS、IEEE 802. 11a, ac, b, g, n 或其他 802. 11 标准协议、蓝牙、超宽带(UWB)、WIMAX、或其他无线网络协议)、无线电话数据 / 语音协议(诸如全球移动通信系统(GSM)、通用分组无线业务(GPRS)、基于全球演进的增强型数据速率业务(EDGE)、长期演进(LTE)、个人通信服务(PCS)或其他移动无线协议)、或其他标准的或专用的无线通信协议来通信。此外,无线通信通路可包括多重发射和接收天线、使用单独载波频率和 / 或单独频率信道的单独的发送和接收通路。可替代地,单个频率或频率信道可被用于向通信装置 10 和从通信装置 10 双向传送数据。

[0043] 通信装置 10 可以是诸如蜂窝电话的移动电话、局域网装置、个人区域网络装置或其他无线网络装置、个人数字助理、游戏控制台、个人计算机、笔记本电脑、或执行包括经由有线连接 28 和 / 或无线通信通路的语音和 / 或数据的通信的一种或多种功能的其他装置。此外,通信装置 10 可以是接入点、基站或经由有线连接 28 耦接至诸如互联网或其他广域网的公用的或私用的网络 15 的其他网络接入装置。在本发明的实施方式中,实时和非实时装置 12、14、16、18、20、22 和 25 可以是个人计算机、笔记本、PDA、诸如蜂窝电话的移动电话、配备有无线局域网或蓝牙收发器的装置、FM 调谐器、TV 调谐器、数码相机、数码摄像机、或者产生、处理或使用音频、视频信号、或其他数据或通信的其他装置。

[0044] 工作中,通信装置包括一种或多种应用,这些应用包括诸如标准电话应用的语音通信、互联网语音协议(VoIP)应用、本地游戏、互联网游戏、电子邮件、即时消息、多媒体消息、网络浏览器、音频 / 视频记录、音频 / 视频播放、音频 / 视频下载、流式音频 / 视频播放、诸如数据库、电子表格、文字处理、图像创建和处理的办公室应用、以及其他语音和数据应用。结合这些应用,实时数据 26 包括语音、音频、视频和包括互联网游戏等的多媒体应用。非实时数据 24 包括文本消息、电子邮件、网络浏览、文件上传和下载等。

[0045] 在本发明的实施方式中,通信装置 10 包括无线收发器,该无线收发器包括本发明的一个或多个特征或功能。这种无线收发器将结合后续图 3 至图 8 更详细描述。

[0046] 图 2 是根据本发明的另一通信系统的实施方式的示意性框图。具体地,图 2 示出了包括图 1 的多个相同元件的通信系统,这些相同元件由相同附图标记来表示。通信装置 30 与通信装置 10 类似,且具备如结合图 1 所讨论的赋予通信装置 10 的任何应用、功能和特征。然而,通信装置 30 包括用于同时通过两种或多种无线通信协议经由 RF 数据 40 与数据装置 32 和 / 或数据基站 34 通信以及经由 RF 语音信号 42 与语音基站 36 和 / 或语音装置 38 通信的两个以上单独的无线收发器。

[0047] 图 3 是根据本发明的无线收发器 125 的一种实施方式的示意性框图。RF 收发器

125 表示与通信装置 10 或 30、基站 18、非实时装置 20、实时装置 22 及非实时和 / 或实时装置 25、数据装置 32 和 / 或数据基站 34、以及语音基站 36 和 / 或语音装置 38 结合使用的一种无线收发器。RF 收发器 125 包括 RF 发送器 129 和 RF 接收器 127。RF 接收器 127 包括 RF 前端 140、下变频模块 142 和接收器处理模块 144。RF 发送器 129 包括发送器处理模块 146、上变频模块 148 和无线电发送器前端 150。

[0048] 如图所示,接收器和发送器分别通过天线接口 171 和双工器(天线共用器) 177 耦接至天线,该双工器将发射信号 155 耦合至天线来产生出站 RF 信号 170,以及耦合进站信号 152 来产生接收信号 153。可替代地,发送 / 接收开关可被用于替代双工器 177。尽管示出了单个天线,但接收器和发送器可共享包括两个以上天线的多天线结构。在另一实施方式中,接收器和发送器可共享多输入多输出(MIMO)天线结构、分集天线结构、包括多个天线的定相阵列或其他可控天线结构、以及与 RF 收发器 125 类似的其他 RF 收发器。这些天线中的每一个可以是固定的、可编程的以及天线阵列或其他天线配置。另外,无线收发器的天线结构可取决于无线收发器遵循的具体标准及其应用。

[0049] 工作中,RF 发送器 129 接收出站数据 162。发送器处理模块 146 根据标准的或专用的毫米波协议或无线电话协议来对出站数据 162 分包,以产生基带或低中频(IF)发射(TX)信号 164,该信号 164 包括出站符号流,其包括出站数据 162。基带或低 IF TX 信号 164 可以是数字基带信号(例如,具有零 IF)或数字低 IF 信号,其中,低 IF 通常将在一百千赫兹到几兆赫兹的频率范围内。注意,由发送器处理模块 146 执行的处理可包括但不限于加扰、编码、增信删余、映射、调制和 / 或数字基带到 IF 转换。

[0050] 上变频模块 148 包括数模转换(DAC)模块、滤波和 / 或增益模块以及混频部。DAC 模块将基带或低 IF TX 信号 164 从数字域转换到模拟域。滤波和 / 或增益模块在将模拟信号提供给混频部之前对该模拟信号滤波和 / 或调节其增益。混频部基于发送器本机振荡来将模拟基带或低 IF 信号转换为上变频信号 166。

[0051] 无线电发送器前端 150 包括功率放大器,且还可包括发射滤波模块。功率放大器放大上变频后的信号 166 以产生出站 RF 信号 170,若包括发射滤波模块,则该信号 170 可被发射滤波模块滤波。天线结构经由耦接至提供阻抗匹配和可选择的带通滤波的天线的天线接口 171 来发射出站 RF 信号 170。

[0052] RF 接收器 127 经由天线和工作以将进站 RF 信号 152 处理为用于接收器前端 140 的接收信号 153 的天线接口 171 来接收进站 RF 信号 152。通常,天线接口 171 提供天线与 RF 前端 140 的阻抗匹配、可选择的对进站 RF 信号 152 的带通滤波。

[0053] 下变频模块 142 包括混频部、模数转换(ADC)模块,且还可包括滤波和 / 或增益模块。混频部将期望 RF 信号 154 转换为基于接收器本机振荡 158 的下变频信号 156,诸如模拟基带或低 IF 信号。ADC 模块将模拟基带或低 IF 信号转换为数字基带或低 IF 信号。滤波和 / 或增益模块对数字基带或低 IF 信号高通和 / 或低通滤波,以产生包括进站符号流的基带或低 IF 信号 156。注意,ADC 模块以及滤波和 / 或增益模块的顺序可互换,从而使滤波和 / 或增益模块为模拟模块。

[0054] 接收器处理模块 144 根据标准的或专用的毫米波协议来处理基带或低 IF 信号 156 以产生进站数据 160,诸如从探测装置 105 或者装置 100 或 101 接收到的探测数据。由接收器处理模块 144 执行的处理可包括但不限于数字中频到基带转换、解调、解映射、解增信删

余、解码和 / 或解扰。

[0055] 在本发明的实施方式中,接收器处理模块 144 和发送器处理模块 146 可经由使用微处理器、微控制器、数字信号处理器、微型计算机、中央处理单元、现场可编程门阵列、可编程逻辑器件、状态机、逻辑电路、模拟电路、数字电路和 / 或基于操作指令来导向信号(模拟和 / 或数字)的任何装置来实现。相关联的存储器可以是片上或片外的单个存储装置或多个存储装置。这种存储器装置可以是只读存储器、随机存取存储器、易失性存储器、非易失性存储器、静态存储器、动态存储器、闪存和 / 或存储数字信息的任何装置。注意,当处理装置经由状态机、模拟电路、数字电路和 / 或逻辑电路来实施其功能中的一种或多种时,存储用于该电路的相应操作指令的相关存储器被嵌入包括状态机、模拟电路、数字电路和 / 或逻辑电路的电路中。如图所示,为了波束成形校准的目的,在接收器处理模块 144 和发送器处理模块 146 之间存在反馈通路,这将结合图 4 至图 8 更详细地进行描述。

[0056] 尽管接收器处理模块 144 和发送器处理模块 146 被单独示出,但应当理解,这些元件可单独、通过一个或多个共享处理装置的操作一起、或者结合单独和共享的处理来实现。

[0057] 包括 RF 收发器的可选功能和特征的其他细节结合后续图 4 至图 8 来讨论。

[0058] 图 4 是根据本发明的 RF 收发器 112 的实施方式的示意性框图。具体地,无线收发器 112 被示出为可被用于替换 RF 收发器 125。无线收发器 112 包括 RF 收发器部 111,RF 收发器部 111 包括诸如 RF 发送器 129 的一个或多个 RF 发送器和诸如 RF 接收器 127 的一个或多个 RF 接收器,以及阵列天线 100。RF 收发器 112 经由阵列天线 100 向诸如无线收发器 110 的一个或多个远程收发器发射包括出站数据 162 的出站 RF 信号 170。此外,阵列天线 100 接收来自无线收发器 110 的包括进站数据 160 的进站 RF 信号 152。阵列天线 100 可基于来自配置控制器 104 的控制信号 106 被配置为多个不同的辐射图案。

[0059] 阵列天线 100 包括多个个体天线元件。这样的个体天线元件的实例包括单极或双极天线、三维空中螺旋天线、矩形、喇叭形等的孔径天线;具有锥形、圆柱形、椭圆形等的双极天线;以及具有平面反射器、角反射器或抛面反射器的反射器天线,蜿蜒的图案或微带线配置。此外,RF 收发器部 111 包括控制到和来自每个个体天线元件的信号的相位和幅度以便基于导向(steering)权值 w_i 调整阵列的发送和 / 或接收辐射图案的控制矩阵。导向权值 w_i 在发射信号到达天线阵列 100 之前控制发射信号的增益和相位。每组导向权值可包括取决于增益和相位的频率以便在信号带宽上整形波束成形的发射。一种实例是在 802.11n/802.11ac 发射的情况下针对每个 OFDM 频点的唯一的增益和相位。导向权值可以被选择为表征具体的辐射图案,或可以由不表征物理辐射图案的数学方程组来生成。天线阵列 100 可以被调谐用于在 55-64GHz 的 V 频带或其他毫米波频率频带或诸如 900MHz 频带、2.4GHz 频带或 5GHz 频带的 RF 频谱的其他部分中工作。

[0060] 配置控制器 104 可以利用共享的处理装置、个体处理装置或多个处理装置实现并可进一步包括存储器。这样的处理装置可以是微处理器、微控制器、数字信号处理器、微计算机、中央处理单元、现场可编程门阵列、可编程逻辑装置、状态机、逻辑电路线路、模拟电路线路、数字电路线路、和 / 或基于操作指令处理(模拟和 / 或数字)信号的任意装置。存储器可以是单个的存储装置或多个存储装置。这样的存储装置可以是只读存储器、随机访问存储器、易失性存储器、非易失性存储器、静态存储器、动态存储器、闪存和 / 或存储数字信息的任意装置。注意当配置控制器 104 经由状态机、模拟电路线路、数字电路线路和 / 或逻辑

辑电路线路实现其功能中的一个或更多时,存储对应操作指令的存储器被与包括状态机、模拟电路线路、数字电路线路和 / 或逻辑电路线路的电路线路一起嵌入。

[0061] 在本发明的实施方式中,配置控制器 104 包括与多个导向权值对应的控制信号 106 的表。在工作中,通过配置控制器 104 生成对应的控制信号 106 以及 RF 收发器部响应于此调整到和来自阵列中每个天线的信号的增益和相位,为阵列天线 100 生成具体的导向权值组。在本发明的实施方式中,控制信号 106 包括与期望辐射图案对应的导向权值 w_i 的具体值。可选地,控制信号 106 可包括指示期望辐射图案的其他信号。配置控制器 104 可以基于来自 RF 收发器部 111 的反馈信号 108 调整辐射图案。在该系统中,RF 收发器 112 被限定为波束形成器(transformer),而 RF 收发器 110 由于其接收发射的波束成形帧,故被限定为波束接收器(transformee)。

[0062] 在本发明的实施方式中,RF 收发器 112 实现了透明的 TX 波束成形,本质上是波束接收器(在该情况下是收发器 110)没有任何参与的 TX 波束成形。在工作中,RF 收发器 112 从反向链路信道评估(即,ACK 帧和 / 或接收帧)获得信道状态信息(CSI)并对通过配置控制器 104 生成的经测量的反向链路信道实施自互易校准。这使得 RF 收发器 112 可以对诸如传统的 802.11a/c 装置的不能够 TXBF 的装置或不支持 TX 波束成形的 802.11n/11ac 装置波束成形。其提高了 CSI 信息的质量,因为其可以在前一信息帧的接收之后直接被施加。没有即刻转向(turn-around),CSI 由于当其被测量以及被应用于波束形成器发射时的延迟而变得缺乏关联性。其还通过减少延迟(有益于 SU-MIMO 和 MU-MIMO 配置)提高 CSI 质量并在没有 STA 的实现的情况下实现透明的 DL-MU-MIMO TX 波束成形。当与明确的可 TXBF 装置的通信时,该配置还节省反馈开销并且不涉及导向权值的空中通信。

[0063] 在工作中,为了提高发送器处的信道状态信息(CSI)质量,RF 收发器 112 利用信道互易性。具体地,RF 收发器 112 通过经由反向链路信道评估获得 CSI 执行不明确回馈波束成形(implicit beamforming)。就 RF 收发器 112 为站“A”,收发器 110 为站“B”而言,配置控制器 104 基于反馈信号 108 工作在“A”侧通过反向链路信道评估 H_{BA} 获得信道状态信息。基于信道互易性,前向链路信道响应可以通过 $H_{AB}=(H_{BA})^T$ 获得。基于波束形成器(beamformer)和波束接收器(beamformee)无线电收发器的传递函数,前向和反向链路通路间存在差异。前向通路包括站 A 发送传递函数(G_{TA})、信道(H)以及站 B 接收传递函数(G_{RB})。反向通路包括站 B 发送传递函数(G_{TB})、反向信道(H^T)以及站 A 接收传递函数(G_{RA})。目标是测量基带到基带的反向链路通路, $H_{BA}=(G_{TB})(H^T)(G_{RA})$,然后评估前向链路信道, $H_{AB}=(G_{TA})(H)(G_{RB})$ 。求解测量反向通路链路,利用 $H_{AB}=(G_{TA}/G_{RA})(H_{BA}^T)(G_{RB}/G_{TB})$ 计算前向链路评估。波束形成器可以补偿其自身发送接收失配(G_{TA}/G_{RA}),如果已知,还可以补偿波束接收器侧的失配。一般来说,前向链路的评估对于波束接收器失配(G_{TA}/G_{RA})较不敏感,并且在实际中可被忽略,即 $H_{AB}=(G_{TA}/G_{RA})(H_{BA}^T)$ 。

[0064] RF 收发器 111 生成发射预编码矩阵以基于 H_{AB} 生成期望的导向权值 w_i 。来自站 A 的波束成形的(导向的)包可以在没有提及或涉及波束接收器(站 B)的情况下被形成。不过,在范围和速率方面可以提高站 A 和 B 之间的链路预算。

[0065] 如上所讨论的,这种透明波束形成方法的使用使能够对传统的装置(802.11a/g)或不能够 TXBF 的装置的 MIMO TX 波束成形,并避免了空中两站式信道校准过程的使用。在

实践中,为了良好的性能,仅需要波束形成器侧片上自校准。这进一步用于减少源于多普勒和 / 或反馈延迟的信道失配、减少反馈开销。此外,由于相比于 SU-MIMO 其对 CSI 质量的敏感度增强,因此其有益于 MU-MIMO TXBF 算法。

[0066] 图 5 是根据本发明实施方式的无线收发器 112 所产生的多种辐射图案的示意性框图。具体地,除了结合图 4 描述的透明波束成形外,或可选地,RF 收发器 112 能够波束成形信标发射以定位并与诸如在全向发射信标信号范围之外的收发器 110 的远程收发器相关联。

[0067] 在 802.11 协议中,为了广播关于网络的所有的信息,接入点(AP)周期性地发射信标帧。其包括信息的关键部分,其中该关键部分包括时间戳、信标间隔、能力信息以及服务组标识符(SSID)。这就是赋予站(STA)获知网络、开始连接 AP 的过程并建立数据连接的能力的关键帧。

[0068] 802.11 标准中的发射波束形成(TxBF)协议的关键问题之一是其仅当初始连接建立时受益。一旦 AP 和 STA 之间的连接建立,TxBF 可提高有效的信噪比(SNR),从而提高系统性能。不幸的是,由于信标的接收是限制因素,其并不增加 AP 的有效范围。这意味着 AP (没有波束成形)的初始范围外部的 STA 不能连接至网络,即使其可通过 TxBF 是可达的。

[0069] 通过在信标帧上利用 TxBF 在接入点实施 RF 收发器 112 以增加其有效范围,进而(一般通过认证和之后的相关步骤)使 STA 能够接收信标并开始与 AP 的连接。AP 以已知 TxBF 导向权值组广播信标,然后以不同 TxBF 权值组周期性地发送信标以覆盖整个感兴趣的区域。其可以是 TxBF 权值,其对于空间被空间优化,以及可以在频域优化(没有特定的隐含导向权值的天线几何结构)。此外,AP 还可包括非导向信标帧以便不影响 AP 的通常的覆盖范围。具体的 AP 可在 TxBF 信标数量和发射频率之间做出决定,以便平衡范围外 STA 进入网络的能力,并允许范围内的 STA 连接。由于无线信号的定向属性,波束成形的信标可能无法被非常靠近 AP 的全部可用 STA 接收到。

[0070] 在图 5 所示的实例中,收发器 110 在标准全向信标帧发送 82 的标称范围之外。在实例中,如果这些 AP 使用适当的导向权值 w_i ,那么无线信号在 STA-2 的方向被加强,然后成功地接收信标,并开始认证和相关帧交换。在工作中,RF 收发器 112 生成具有相应导向权值 w_i 的多个候选辐射图案 80。例如,候选辐射图案可以被顺序地扫描、随机生成等。

[0071] 一旦候选信标被用候选辐射图案发送,该 AP 必须在之后跟踪利用该信标进入网络的所有新 STA。跟踪非常重要,因为特定地向 STA 发送的连续包应当使用相同的 TxBF 权值以到达 STA。一旦建立完全的连接,AP 可以通过测量反向链路信道进一步改进到 STA 的 TxBF 权值,如结合图 4 所描述地。AP 可以以多种方式将 STA 与 TxBF 信标相关联,优选通过基于时间的元件。对于在信标之后立刻响应的任意 STA,AP 可以使用 TxBF 权值来继续与 STA 的通信。存在可选的方法,其中,AP 可对每个 TxBF 导向信标使用唯一的 SSID,进而基于来自 STA 的下一个包中的 SSID 识别合适的 TxBF 导向权值。

[0072] 在本发明的实施方式中,AP 通过发送具有权值 w_i 组的信标开始。如果 AP 接收到来自 STA 的响应,其记录该特定 STA 的权值 w_i 并利用这些权值发起进一步的包交换。在达到信标间隔之后,AP 将信标的 TxBF 权值更新为新候选辐射图案 80,并重新寻找 STA 响应。

[0073] 图 6 是根据本发明的 RF 收发器部 111 的实施方式的示意框图。具体地,RF 收发器部包括例如与天线阵列 100 中的每个天线对应的多个 RF 部 137。例如,每个 RF 部可包

括 RF 前端 140、下变频模块 142、上变频模块 148 和无线电发送器前端 150。对于每个 RF 部 137, 接收器处理模块 144 和发送器处理模块 146 的功能可以由基带部 139 实施。

[0074] 如结合图 4 所讨论的那样, 配置控制器 104 可包括与多个不同的导向权值 w_i 对应的控制信号 106 的表。在工作中, 通过配置控制器 104 生成对应的控制信号 106 以及 RF 收发器部响应于此调整到和来自阵列中每个天线的信号的增益和相位, 为阵列天线 100 生成特定的导向权值组。本发明的实施方式中, 反馈信号 108 可包括反向链路信道评估 H_{BA} 、前向信道链路评估 H_{AB} 、CSI 或用于生成控制信号 106 的其他反馈。控制信号 106 可包括与基于反馈信号 108 或基于更新候选辐射图案或基于其他输入生成的期望辐射图案对应的导向权值 w_i 具体的值。可选地, 控制信号 106 可包括指示期望辐射图案的任意其他信号。配置控制器 104 可以基于来自 RF 收发器部 111 的反馈信号 108 调整辐射图案。

[0075] 可结合下面的实例描述 RF 收发器 111 的工作。配置控制器 104 生成控制信号 106 以基于第一多个导向权值为波束成形天线阵列 100 选择第一候选辐射图案。RF 收发器部 111 用第一候选辐射图案广播第一信标发射, 以生成反馈信号 108 来指示在几个预定的间隔期间远程站是否已响应第一信标发射。当诸如收发器 110 的远程站已响应第一信标发射时, 配置控制器 104 还用于存储与第一信标发射关联使用的第一多个导向权值。在定址到远程站的包发射中, 配置控制器 104 生成到 RF 收发器 111 的控制信号 106 以当与该远程站通信时使用第一候选辐射图案。

[0076] 无论在预定的间隔期间站响应第一信标发射与否, 配置控制器 104 还用于生成控制信号 106 以基于第二多个导向权值为波束成形天线 100 选择第二候选辐射图案。RF 收发器部 111 还用于用第二候选辐射图案广播第二信标发射, 并生成反馈信号 108 来指示是否有任何远程站响应第二信标发射。

[0077] 在该方法中, 配置控制器 104 生成控制信号 106 以选择多个候选辐射图案 90, RF 收发器部 111 经由多个候选辐射图案周期性地广播信标发射。多个候选辐射图案可包括全向辐射图案和多个不同的窄波束辐射图案。具体地, 配置控制器 104 可生成控制信号 106 以在全向辐射图案和所选的多个不同的窄波束辐射图案中的一个之间交替。

[0078] 如上面讨论所讨论的, 当远程站响应信标发射时, 配置控制器 104 还用于基于利用对应的候选辐射图案与远程站的通信确定对该远程站的反向信道评估, 并基于反向信道评估调整导向权值和辐射图案。应注意, 虽然上面的描述集中在与单个远程站的通信, 但与多个远程站的关联可以以相似的方式实现, 其中根据这些站对信标发射的响应, 每个远程站具有相同或不同的导向权值。

[0079] 应注意虽然上面讨论的候选导向权值被示出为生成窄波束辐射图案, 但被用于调整候选导向权值的对幅度、相位和频率的控制可生成或不生成这样的窄带或定向辐射图案。

[0080] 图 7 是根据本发明的方法实施方式的流程图。具体地, 提供该方法与结合图 1 至图 6 所述的一个或多个功能和特征结合使用。在步骤 400 中, 生成控制信号以基于多个导向权值为波束成形天线选择候选辐射图案。在步骤 402 中, 经由 RF 收发器利用候选辐射图案广播信标发射。在步骤 404 中, 评估来自 RF 收发器的反馈信号以确定是否一个或多个远程站已响应第一信标发射。如果在响应间隔期间远程站尚未响应信标发射, 方法返回步骤 400 选择新候选辐射图案。如果在评估间隔期间远程站已作出响应, 方法进行到步骤 406 以

存储与信标发射关联使用的多个导向权值并进行到步骤 408 利用第一候选辐射图案与第一远程站通信。在预定的时间处, RF 收发器返回 400 并重新开始新的信标发射。

[0081] 本发明的实施方式中, 步骤 400 和 402 是经由多个候选辐射图案周期性广播信标发射的过程的一部分。多个候选辐射图案可以包括全向辐射图案和多个不同的窄波束辐射图案。具体地, 多个候选辐射图案可在全向辐射图案和多个不同的窄波束辐射图案中的所选的一个之间交替。然而, 如上所讨论的, 被用于调整候选导向权值的对幅度、相位和频率的控制可生成或不生成这样的窄带或定向辐射图案。

[0082] 在一个实例中, 当在预定的间隔期间站尚未响应信标发射, 生成控制信号以基于另一个多个导向权值为波束形成天线选择新候选辐射图案。新信标发射可以经由 RF 收发器用新候选辐射图案广播。可评估来自 RF 收发器的反馈信号以确定远程站是否已响应新的信标发射。

[0083] 在另一个实例中, 当在预定间隔期间第一站已响应信标发射时, 生成控制信号以基于另一个多个导向权值为波束成形天线选择新候选辐射图案。新信标发射可以经由 RF 收发器用新候选辐射图案广播。应注意, 虽然上面的描述集中在与单个远程站的通信上, 以相似的方式可以实现与多个远程站的关联, 其中根据这些站对信标发射的响应, 每个远程站具有相同或不同的导向权值。可评估来自 RF 收发器的反馈信号以确定是否一个或多个其他远程站已响应任意的特定的信标发射并被用于分配用于与这些站通信的导向权值。

[0084] 步骤 408 可包括根据 802. 11n/ac 标准将包发射定址到远程。

[0085] 图 8 是根据本发明的方法的实施方式的流程图。具体地, 提出该方法用于与结合图 1 至 7 所描述的一个或多个功能和特征结合使用。在步骤 410 中, RF 收发器基于接收的包发射执行对远程站的反向信道评估, 然后确定导向权值组来优化返回远程站的连接。在步骤 412 中, 由反向链路确定的导向权值被用于与远程站通信, 计算导向权值以优化返回远程站的通信链路。

[0086] 如本文所使用, 术语“基本”和“约”为其相应项目和 / 或项目之间的相关性提供了业内可接受的容差。这种业内可接受的容差范围从小于百分之一到百分之五十, 且对应但不限于分量值、集成电路处理变量、温度变量、上升和下降时间、和 / 或热噪声。项目之间的这种相关性范围从百分之几的差异到大幅差异。还如本文所使用, 术语“可操作地耦接至”、“耦接至”和 / 或“耦接”包括项目之间的直接耦接和 / 或项目之间经由插入项目(例如, 项目包括但不限于组件、元件、电路和 / 或模块)的间接耦接, 其中, 对于间接耦接, 插入项目不修改信号信息, 但可能调节其电流水平、电压水平和 / 或功率水平。另外如本文所使用, 推断耦接(即, 一个元件通过推断耦接至另一元件的情况)包括两个项目之间以与“耦接至”相同的方式直接和间接耦接。此外如本文所使用, 术语“可操作”或“可操作地耦接至”指示项目包括电力连接、输入、输出等中的一个或多个以在被激活时执行一个或多个其相应功能, 且还可包括推断耦接至一个或多个其他项目。再如本文所使用, 术语“与...相关联”包括单独项目的直接和 / 或间接耦接和 / 或一个项目嵌入其他项目内。如本文所使用, 术语“有利比较”指示两个以上项目、信号等之间的比较提供了所期望关系。例如, 当所期望关系是信号 1 具有比信号 2 更大的幅度时, 在信号 1 的幅度大于信号 2 的幅度时或在信号 2 的幅度小于信号 1 的幅度时即可获得有利比较。

[0087] 还如本文所使用, 术语“处理模块”、“处理电路”和 / 或“处理单元”可以是单个处理

装置或多个处理装置。这种处理装置可以是微处理器、微控制器、数字信号处理器、微型计算机、中央处理单元、现场可编程门阵列、可编程逻辑器件、状态机、逻辑电路、模拟电路、数字电路和/或基于电路的硬编码和/或操作指令来导向信号(模拟和/或数字)的任何装置。处理模块、模块、处理电路和/或处理单元可以是或者还包括存储器和/或可以是单个存储装置、多个存储装置和/或其他处理模块、模块、处理电路和/或处理单元的嵌入式电路的集成存储元件。这种存储装置可以是只读存储器、随机存取存储器、易失性存储器、非易失性存储器、静态存储器、动态存储器、闪存、缓存和/或存储数字信息的任何装置。注意,若处理模块、模块、处理电路和/或处理单元包括多于一个的处理装置,则处理装置可被集中设置(例如,经由有线和/或无线总线结构直接耦接在一起)或者可被分散设置(例如,采用经由局域网和/或广域网的间接耦接的云计算)。还需注意,若处理模块、模块、处理电路和/或处理单元经由状态机、模拟电路、数字电路和/或逻辑电路来实施其功能中的一种或多种,则存储相应操作指令的存储器和/或存储元件可被嵌入包括状态机、模拟电路、数字电路和/或逻辑电路的电路内或在其外部。仍需注意,存储元件可存储以及处理模块、模块、处理电路和/或处理单元能执行对应于一个或多个图所示的步骤和/或功能中的至少一些的硬编码和/或操作指令。这种存储装置或存储元件可包括在一个制成品中。

[0088] 上述已利用示出其指定功能和关系的性能的方法步骤描述了本发明。为便于描述,本文已随意定义了这些功能结构块和方法步骤的边界和顺序。只要指定功能和关系能被恰当表现,则可定义替代的边界和顺序。因此,任何这种替代的边界或顺序均处于所要求权利的本发明的范围和思想内。此外,为便于描述,已任意定义了这些功能结构块的边界。只要特定的重要功能被恰当表现,则可定义替代的边界。类似地,本文也可任意定义流程图框来示出特定的重要功能。在使用的程度上,流程图框的边界和顺序可另外定义,且仍执行特定的重要功能。因此,这种功能结构块以及流程图框的替代定义和顺序处于所要求权利的本发明的范围和思想内。本领域一般技术人员还将认识到,功能结构块以及本文其他示性块、模块和组件可如图所示或者通过分立组件、专用集成电路、执行适当软件的处理器等或它们的任何组合来实现。

[0089] 也可至少部分地根据一种或多种实施方式来描述本发明。本文使用本发明的实施方式来说明本发明、其方面、其特征、其概念和/或其实例。设备、制成品、机器和/或实施本发明的过程的物理实施方式可包括参照本文讨论的一种或多种实施方式所述的方面、特征、概念、实例等中的一个或多个。此外,从图到图,这些实施方式可结合可能使用相同或不同附图标记的相同或类似命名的功能、步骤、模块等,且因此,这些功能、步骤、模块等可以是相同或类似的功能、步骤、模块等,或者是不同的功能、步骤、模块等。

[0090] 尽管上述图中的晶体管作为场效应晶体管(FET)而被示出,但正如本领域一般技术人员将认识到的那样,晶体管可使用包括但不限于双极型晶体管、金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、N 阱晶体管、P 阱晶体管、增强型晶体管、耗尽型晶体管和零电压阈值(VT)晶体管的任何类型的晶体管结构来实现。

[0091] 除非特别声明相反情况,否则在本文所示的任何图的一幅图中,到元件、来自元件和/或在元件之间的信号可以是模拟或数字的、连续时间或离散时间的、以及单端或差分的。例如,若信号通路被示出为单端通路,则它也表示差分信号通路。类似地,若信号通路被示出为差分通路,则它也表示单端信号通路。尽管本文描述了一个或多个具体架构,但正

如本领域一般技术人员所认识到的那样,可使用未明确示出的一个或多个数据总线、元件之间的直接连接和 / 或其他元件之间的间接耦接来类似地实现其他架构。

[0092] 术语“模块”被用于本发明的各种实施方式的描述。模块包括处理模块、功能块、硬件和 / 或存储在存储器上用于执行如本文所述的一种或多种功能的软件。注意,若模块经由硬件来实现,则硬件可独立和 / 或结合软件和 / 或固件来工作。如本文所使用,模块可包括一个或多个子模块,其各自可以是一个或多个模块。

[0093] 尽管本文已明确描述了本发明的各种功能和特征的具体组合,但这些特征和功能的其他组合也同样可行。本发明不由本文所公开的具体实例来限定,且明确结合了这些其他组合。

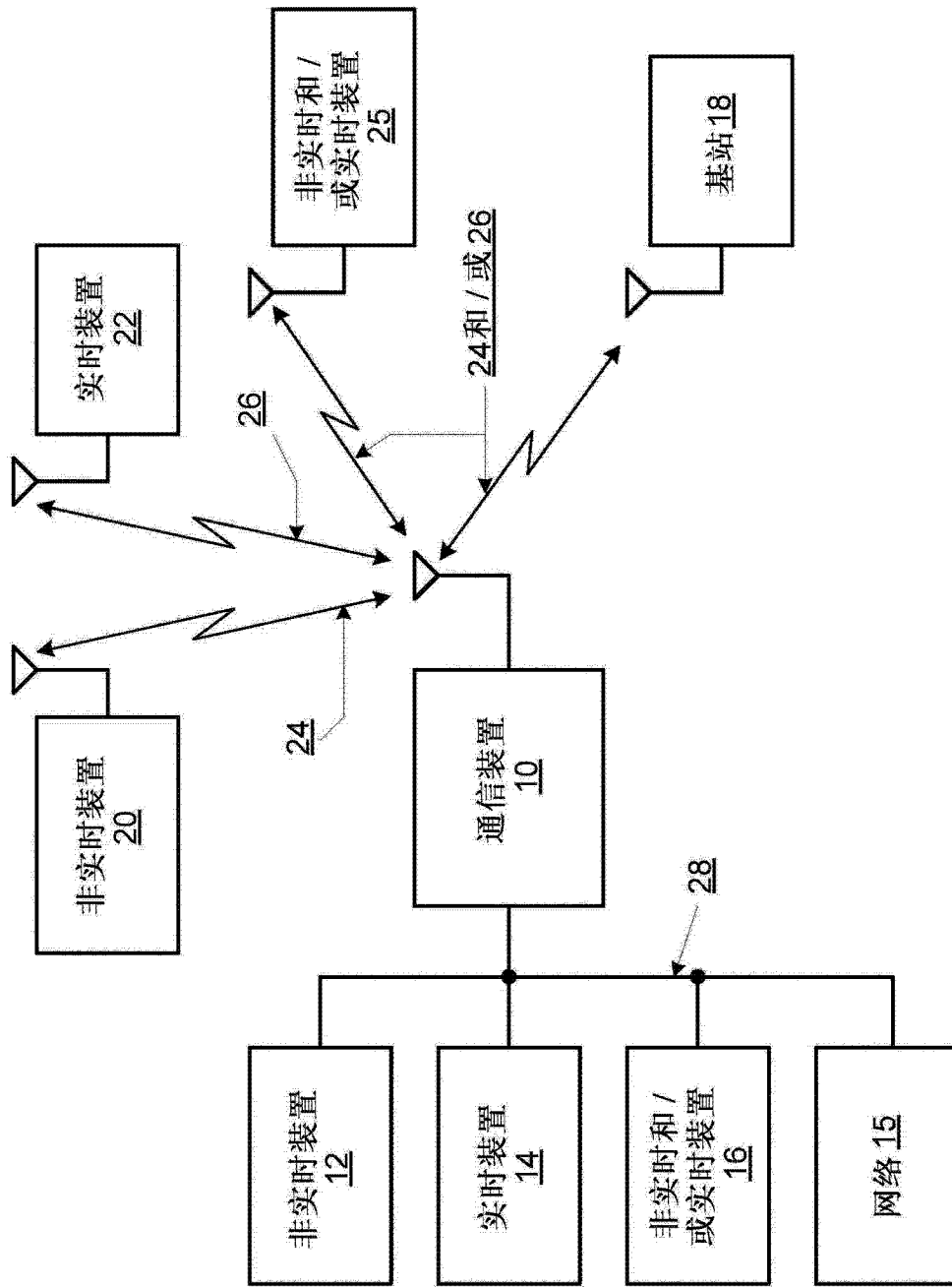


图 1

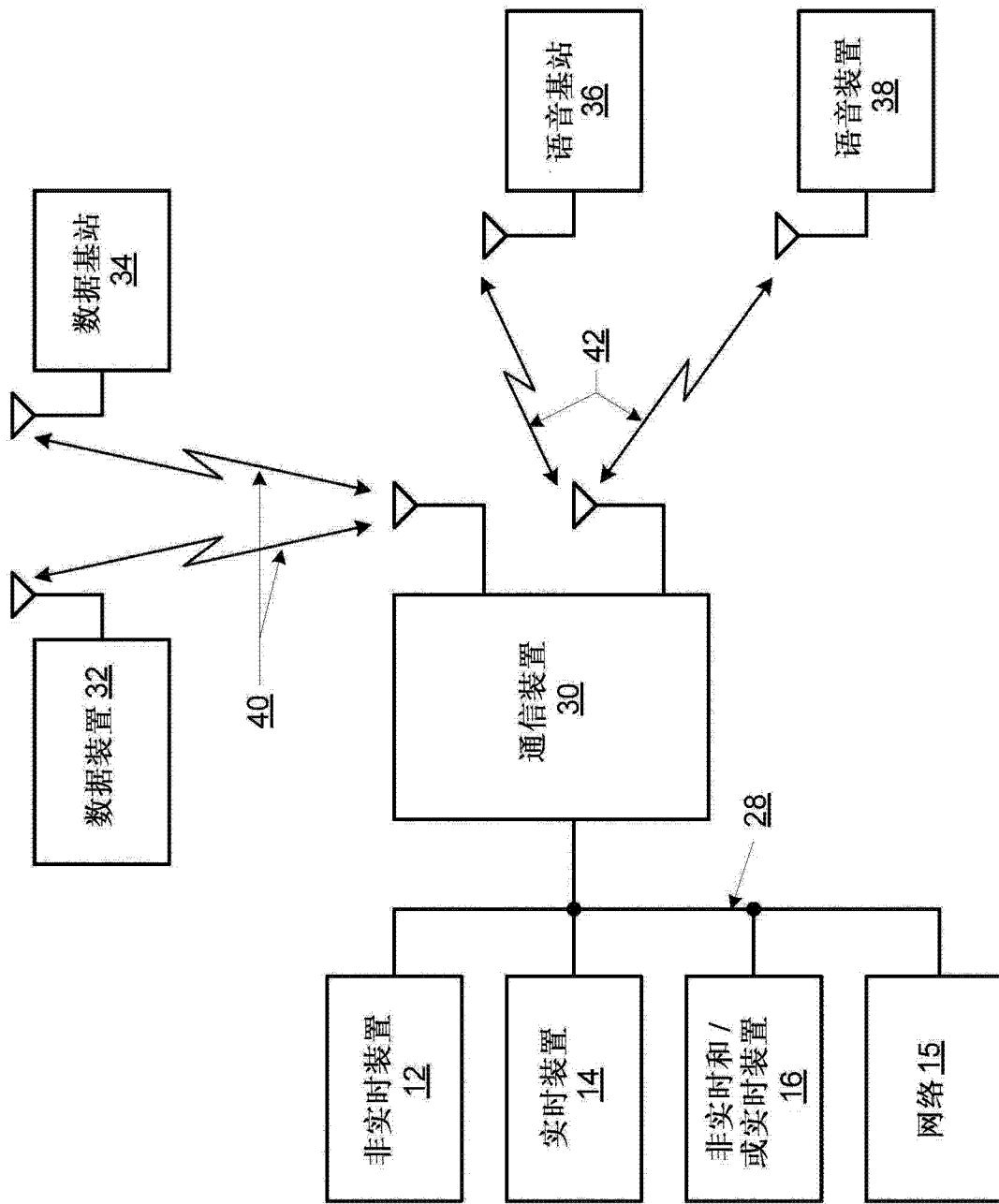


图 2

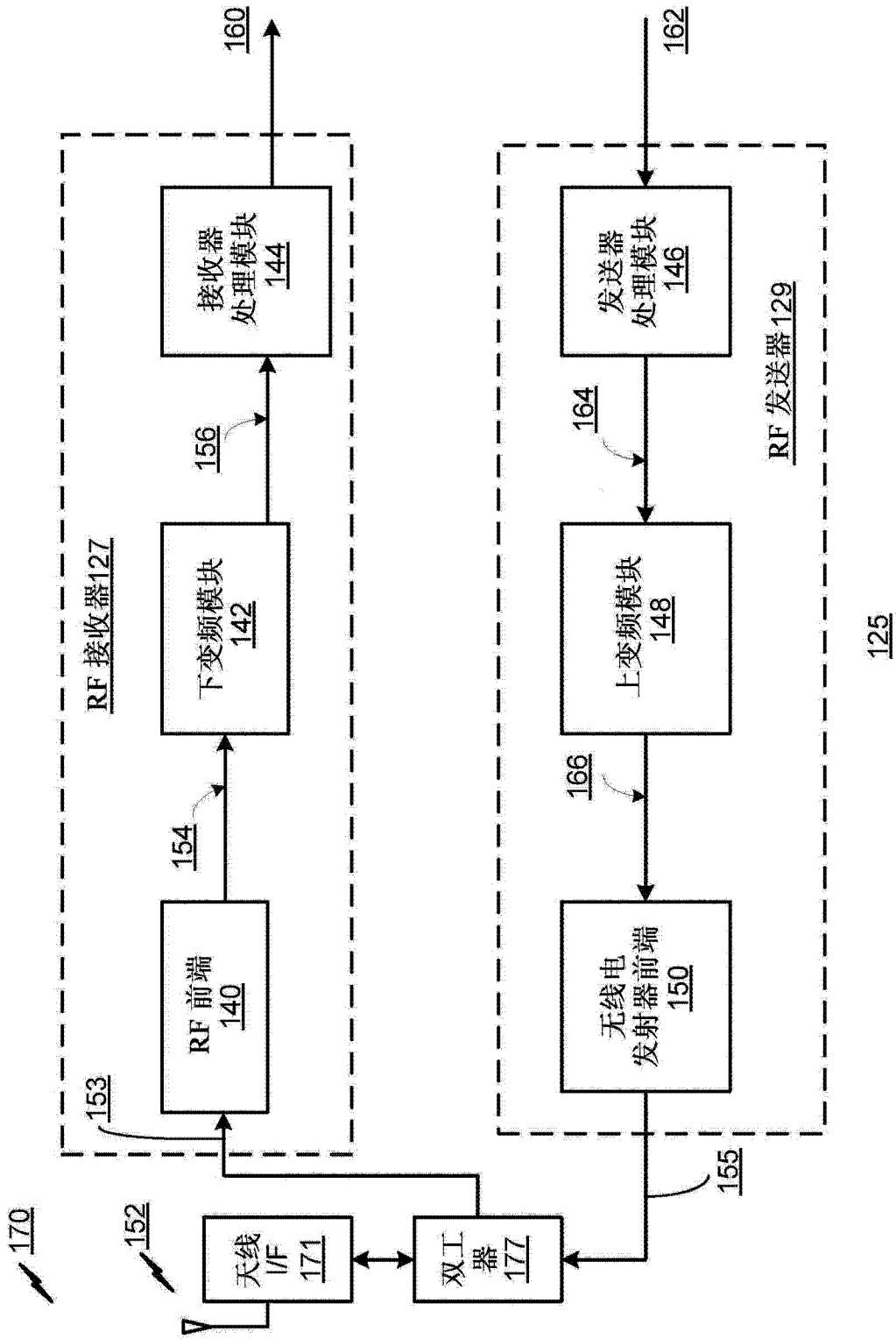


图 3

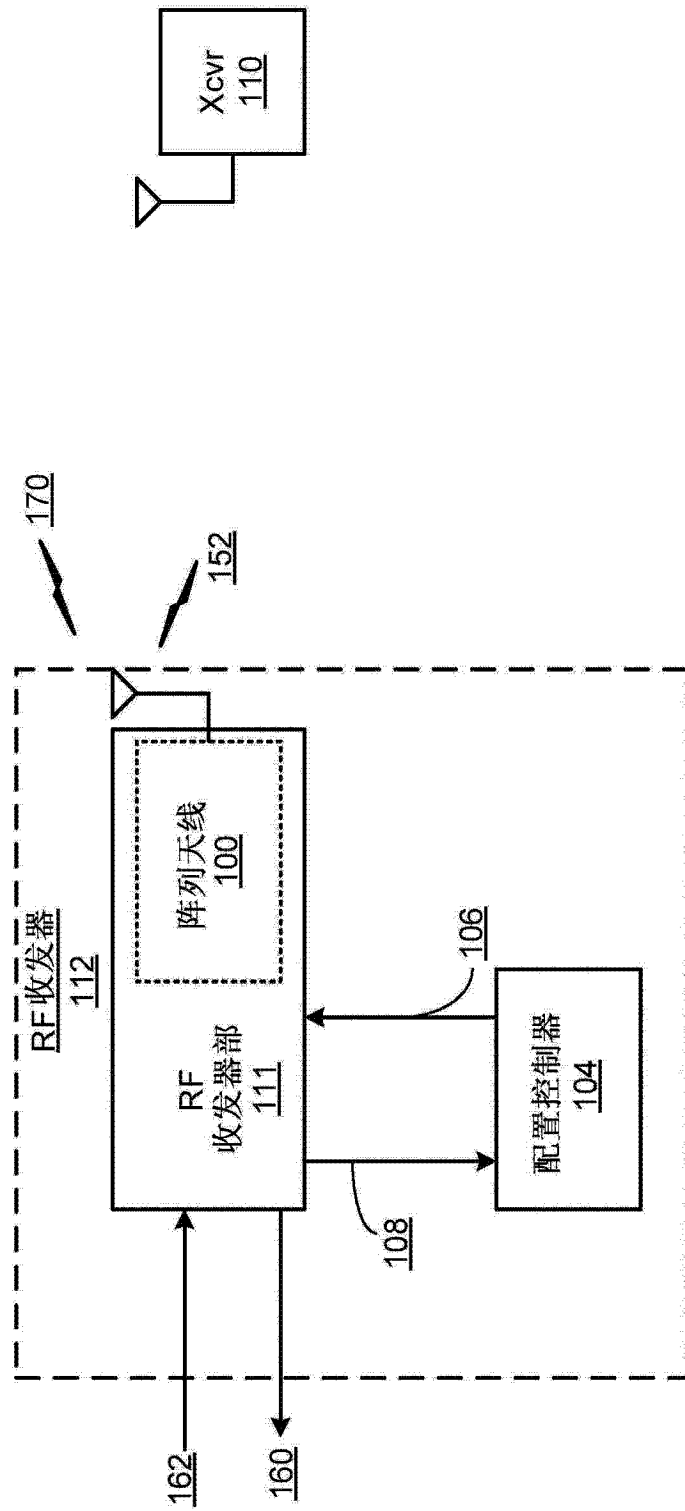


图 4

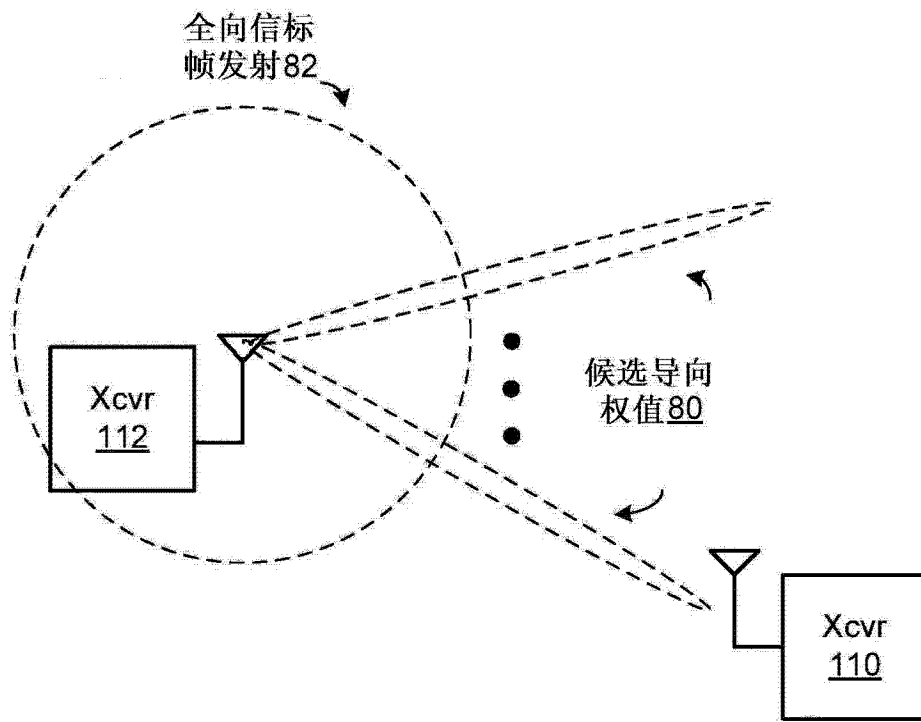


图 5

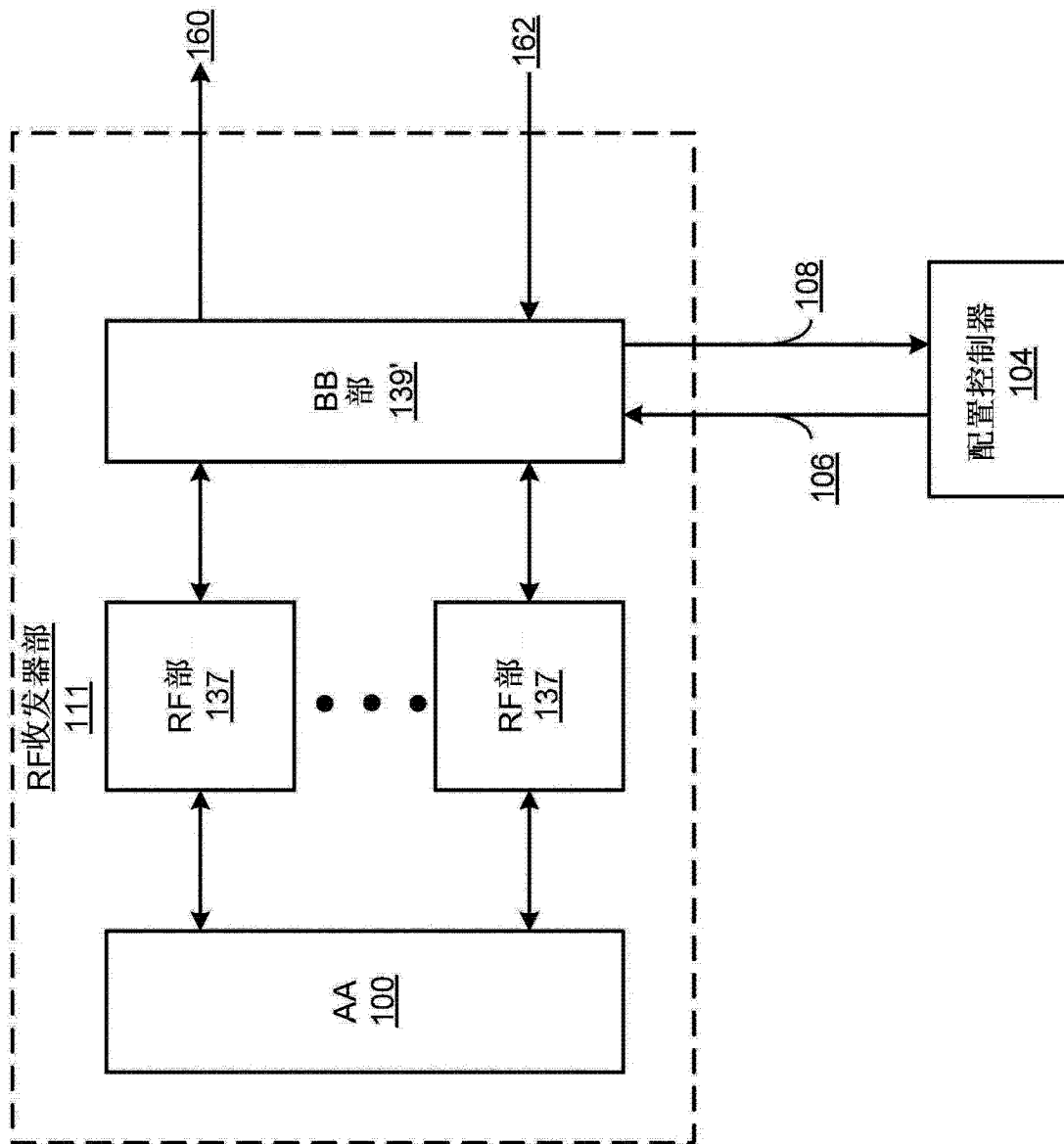


图 6

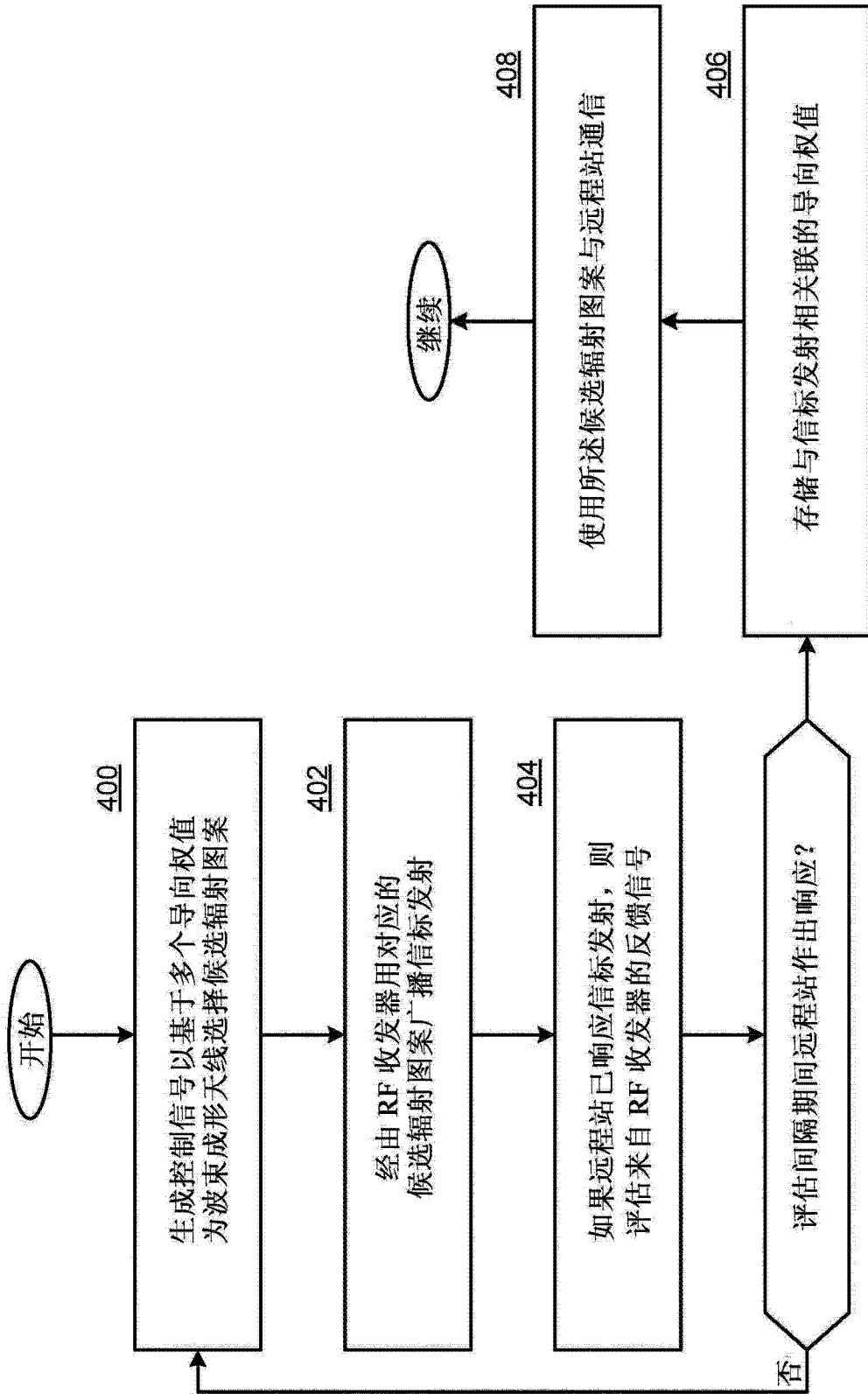


图 7

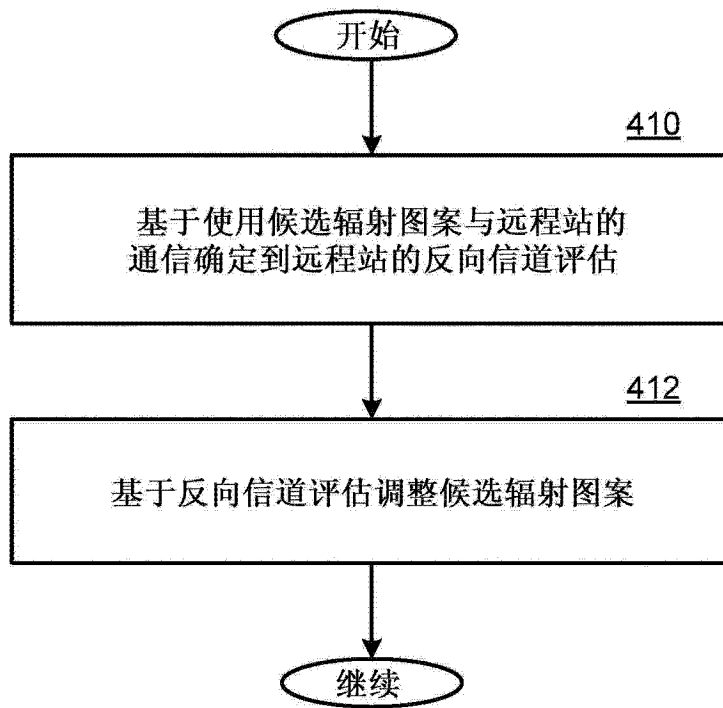


图 8