

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680028351.7

[43] 公开日 2009年7月29日

[11] 公开号 CN 101496306A

[22] 申请日 2006.6.2

[21] 申请号 200680028351.7

[86] 国际申请 PCT/US2006/021400 2006.6.2

[87] 国际公布 WO2007/142623 英 2007.12.13

[85] 进入国家阶段日期 2008.2.1

[71] 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 S·德拉维达

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 沙捷

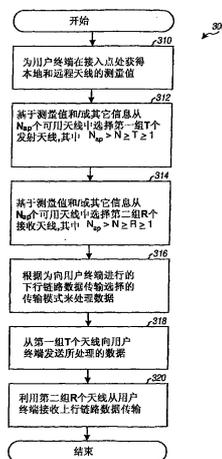
权利要求书5页 说明书19页 附图6页

## [54] 发明名称

具有分布式天线的多天线站

## [57] 摘要

本说明书描述了一种多天线站，其具有分布式天线并能够向遍及该多天线站的覆盖区域分布的终端提供良好性能。该多天线站包括多个天线、控制器和至少一个发射器单元。所述多个天线被连接到多天线站并且包括远离多天线站的至少一个远程天线。控制器从多个天线中选择一组一个或多个天线以用于向终端进行数据发送。至少一个发射器单元经由所述一组一个或多个天线向终端发送数据。



1. 一种多天线站，包括：

多个天线，其被连接到所述多天线站并且包括远离所述多天线站的至少一个远程天线；

控制器，用于从所述多个天线中选择一组一个或多个天线以用于向终端进行数据发送；和

至少一个发射器单元，用于经由所述一组一个或多个天线向所述终端发送数据。

2. 如权利要求 1 所述的多天线站，其中所述控制器获得所述多个天线的测量值并基于所述测量值来选择所述一组一个或多个天线。

3. 如权利要求 1 所述的多天线站，进一步包括：

至少一个功率检测器，用于测量在所述多个天线处接收的功率并提供所述多个天线的功率测量值。

4. 如权利要求 3 所述的多天线站，其中所述控制器在所述多个天线中选择具有最高功率测量值的预定数目个天线。

5. 如权利要求 3 所述的多天线站，其中所述控制器选择具有高于预定功率阈值的功率测量值的天线。

6. 如权利要求 1 所述的多天线站，其中所述控制器基于所述多个天线的已知位置来选择所述一组一个或多个天线。

7. 如权利要求 1 所述的多天线站，其中所述控制器基于所述多个天线的位置信息来选择所述一组一个或多个天线。

8. 如权利要求 1 所述的多天线站，其中所述控制器基于所述一组一个或多个天线中的天线数目来从多个被支持的传输模式中选择传输模式，所选择的传输模式用于向所述终端进行数据发送。

9. 如权利要求 1 所述的多天线站，进一步包括：

存储单元，用于存储用于所述终端的所述一组一个或多个天线并提供所述一组一个或多个天线以用于向所述终端进行的随后的数据传输。

10. 如权利要求 1 所述的多天线站，其中所述控制器进一步从所述多个天线中选择第二组一个或多个天线以用于从所述终端接收上行链路传输。

11. 如权利要求 10 所述的多天线站，其中所述控制器基于由所述终端用来进行上行链路传输的传输模式，来选择所述第二组一个或多个天线。

12. 如权利要求 10 所述的多天线站，其中所述控制器选择用于向所述终端进行数据发送的所述一组一个或多个天线作为用于从所述终端接收上行链路传输的所述第二组一个或多个天线。

13. 如权利要求 10 所述的多天线站，进一步包括：

至少一个接收器单元，用于经由所述第二组一个或多个天线从所述终端接收上行链路传输。

14. 如权利要求 1 所述的多天线站，进一步包括：

连接到所述至少一个远程天线的至少一个远程前端，每个远程前端对经由相关联的远程天线发射和接收的无线电频率（RF）信号执行信号调节。

15. 如权利要求 1 所述的多天线站，进一步包括：

无线电频率（RF）开关，用于把所述至少一个发射器单元连接到所述多个天线。

16. 如权利要求 1 所述的多天线站，其中所述多个天线包括至少两

个远程天线，所述至少两个远程天线远离所述多天线站并且被分布在所述多天线站的覆盖区域内。

17. 如权利要求 1 所述的多天线站，其中所述多个天线中的至少两个天线具有不同的辐射图。

18. 一种发送数据的方法，包括：

从多个天线中选择一组一个或多个天线以用于从多天线站向终端进行数据发送，其中所述多个天线包括远离所述多天线站的至少一个远程天线；和

经由所述一组一个或多个天线向所述终端发送数据。

19. 如权利要求 18 所述的方法，进一步包括：

获得所述多个天线的测量值。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其中选择所述一组一个或多个天线的步骤包括

在所述多个天线中选择具有最高测量值的预定数目个天线。

21. 如权利要求 19 所述的方法，其中选择所述一组一个或多个天线的步骤包括

选择具有高于预定阈值的测量值的天线。

22. 如权利要求 18 所述的方法，其中选择所述一组一个或多个天线的步骤包括

基于所述多个天线的位置信息来选择所述一组一个或多个天线。

23. 如权利要求 18 所述的方法，进一步包括：

存储用于所述终端的所述一组一个或多个天线；和

使用所存储的所述一组一个或多个天线来用于向所述终端进行的随后的数据发送。

24. 如权利要求 18 所述的方法，进一步包括：

从所述多个天线中选择第二组一个或多个天线以用于从所述终端接收上行链路传输；和

经由所述第二组一个或多个天线来接收所述上行链路传输。

25. 一种设备，包括：

用于从多个天线中选择一组一个或多个天线以用于向终端进行数据发送的装置，其中所述多个天线包括远离所述设备的至少一个远程天线；和

用于经由所述一组一个或多个天线向所述终端发送数据的装置。

26. 如权利要求 25 所述的设备，进一步包括：

用于获得所述多个天线的测量值的装置。

27. 如权利要求 26 所述的设备，其中用于选择所述一组一个或多个天线的装置包括

用于在所述多个天线中选择具有最高测量值的预定数目个天线的装置。

28. 如权利要求 26 所述的设备，其中用于选择所述一组一个或多个天线的装置包括

用于选择具有高于预定阈值的测量值的天线的装置。

29. 如权利要求 25 所述的设备，进一步包括：

用于存储用于所述终端的所述一组一个或多个天线的装置；和

用于使用所存储的所述一组一个或多个天线来用于向所述终端进行的随后的数据发送的装置。

30. 如权利要求 25 所述的设备，进一步包括：

用于从所述多个天线中选择第二组一个或多个天线以用于从所述终端接收上行链路传输的装置；和

用于经由所述第二组一个或多个天线来接收所述上行链路传输的

装置。

31. 一种包括用于发送数据的指令的计算机可读介质, 所述指令包括:

用于从多个天线中选择一组一个或多个天线以用于从多天线站向终端进行数据发送的指令, 其中所述多个天线包括远离所述多天线站的至少一个远程天线; 和

用于经由所述一组一个或多个天线向所述终端发送数据的指令。

32. 如权利要求 31 所述的计算机可读介质, 进一步包括用于获得所述多个天线的测量值的指令。

33. 如权利要求 32 所述的计算机可读介质, 其中用于选择所述一组一个或多个天线的指令包括用于在所述多个天线中选择具有最高测量值的预定数目个天线的指令。

34. 如权利要求 32 所述的计算机可读介质, 其中用于选择所述一组一个或多个天线的指令包括用于选择具有高于预定阈值的测量值的天线的指令。

35. 如权利要求 31 所述的计算机可读介质, 其中用于选择所述一组一个或多个天线的指令包括用于基于所述多个天线的位置信息来选择所述一组一个或多个天线的指令。

36. 如权利要求 31 所述的计算机可读介质, 进一步包括用于从所述多个天线中选择第二组一个或多个天线以用于从所述终端接收上行链路传输的指令; 和

用于在所述多个天线中选择具有最高测量值的预定数目个天线的指令。

## 具有分布式天线的多天线站

### 技术领域

本公开一般涉及通信，并更具体涉及多天线站。

### 背景技术

无线局域网（WLAN）具有服务一个或多个用户终端的一个或多个接入点。接入点的数目和用户终端的数目取决于 WLAN 的大小。例如，单个接入点可以服务遍及 WLAN 部署区域分布的多个用户终端，其中 WLAN 部署区域可以是整个建筑物、建筑物的一层等。如果接入点是静止的，通常是这种情况，那么由每个用户终端获得的性能典型地取决于该用户终端相对于接入点的位置。公知的是，无线电频率（RF）信号在发射器和接收器之间的信号路径中被障碍物（例如，墙壁）和非自然信号（artifact）（例如，噪声和干扰）劣化。因此，靠近接入点并位于接入点能看得到的地方的附近用户终端可以比远离接入点并且不处于接入点的可视范围内的远程用户终端获得更好的性能。因此，典型地，对于位于 WLAN 部署区域的不同部分中的不同用户终端而言，可获得不同的性能水平（例如，不同的数据速率）。

向 WLAN 部署区域中的所有用户终端或尽可能多的用户终端提供相似的性能水平是所期望的。因此本领域中需要一种能够向用户终端提供这样的性能的接入点。

### 发明内容

本文描述了一种多天线站，其具有分布式天线并能够为遍及该多天线站的覆盖区域分布的终端提供良好性能。根据本发明的一个实施例，描述了一种多天线站，其包括多个天线、控制器和至少一个发射器单元。多个天线连接到多天线站并且包括远离多天线站的至少一个远程天线。控制器从多个天线中选择一组一个或多个天线以向终端进行数据发送。至少一个发射器单元经由该组一个或多个天线向终端发

送数据。

根据另一实施例，提供了一种方法，其中从多个天线中选择一组一个或多个天线以从多天线站向终端进行数据发送。多个天线包括远离多天线站的至少一个远程天线。数据经由该组一个或多个天线被发送到终端。

根据又一实施例，描述了一种设备，其包括用于从多个天线中选择一组一个或多个天线以向终端进行数据发送的装置，其中多个天线包括远离所述设备的至少一个远程天线，所述设备还包括用于经由该组一个或多个天线向终端发送数据的装置。

下面将进一步详细描述本发明的各个方面和实施例。

## 附图说明

图 1 示出了具有单个接入点和多个用户终端的 WLAN。

图 2A 至 2D 示出了用于接入点的四个天线配置。

图 3 示出了由接入点执行以向用户终端发送数据并从用户终端接收数据的处理。

图 4 示出了接入点的框图。

图 5A 和 5B 示出了远程前端的两个实施例。

## 具体实施方式

“示例性的”这个词在本文中用来指“作为实例、例子或例证”。本文中描述为“示例性的”任何实施例不是必须要被看作比其它实施例更加优选或优越。

图 1 示出了具有服务多个用户终端 (UT) 120 的单个接入点 (AP) 110 的示例性的 WLAN 100。接入点 110 是装备有可以用于数据发送和接收的多个天线的多天线站。接入点也可以被称作基站、节点 B 或一些其它术语。每个用户终端 120 可以配备有单个天线或多个天线。用户终端也可以被称作移动台、用户设备、无线设备或一些其它术语。

接入点 110 可以向多天线用户终端发送多输入多输出 (MIMO) 传输或者向单天线用户终端发送多输入单输出 (MISO) 传输。接入点 110 还可以接收来自多天线用户终端的 MIMO 传输或者来自单天线用户终

端的单输入多输出 (SIMO) 传输。由发射器处的多个 ( $N_T$ ) 发射天线和接收器处的多个 ( $N_R$ ) 接收天线形成的 MIMO 信道可以被分解为  $N_S$  个空间信道, 其中  $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ 。可以使用  $N_S$  个空间信道来并行地发送数据以获得更高吞吐量和/或冗余地发送数据以获得更大的可靠性。由多个发射天线和单个接收天线形成的 MISO 信道由单个空间信道组成。可以使用多个发射天线来以改善可靠性的方式发送数据。由单个发射天线和多个接收天线形成的 SIMO 信道也由单个空间信道组成。可以使用多个接收天线来以改善可靠性的方式接收数据。

接入点 110 可以是固定站并且可以设置在 WLAN 部署区域内的任何位置, 其中 WLAN 部署区域可以是建筑物、建筑物的一层、住宅、办公综合体、商店等。用户终端 120 可以遍及 WLAN 部署区域分布。一些用户终端 (例如, 用户终端 120c 和 120d) 可以位于靠近接入点 110 的位置, 而一些其它用户终端 (例如, 用户终端 120a 和 120b) 可以位于远离接入点 110 的位置。每个用户终端 120 可以是静止的或移动的。典型地, 在 WLAN 部署区域内存在着使在接入点 110 和用户终端 120 之间发送的 RF 信号劣化的障碍物 (例如, 墙壁)。还可能存在着也可以使 RF 信号劣化的其它非自然信号 (例如, 干扰)。为简单起见, 在图 1 中没有示出这些障碍物和非自然信号。

为了向所有或许多用户终端 120 提供良好性能, 接入点 110 的多个天线遍及 WLAN 部署区域分布。接入点 110 具有安装在接入点上或靠近接入点安装的  $L$  个本地天线 112a 至 112l。通常,  $L$  可以是零、1 或大于 1, 即,  $L \geq 0$ 。接入点 110 还具有位于遍及 WLAN 部署区域的不同位置的  $M$  个远程天线 114a 至 114m。远程天线 114 可以设置在距离接入点 110 的不同距离处, 相对于接入点 110 的不同角位置处, 等等。通常,  $M$  是 1 或更大, 即,  $M \geq 1$ 。可供接入点 110 使用的本地和远程天线的总数是  $N_{ap}$ ,  $N_{ap} = L + M \geq 2$ 。

各种类型的天线可以被用作本地天线 112 和远程天线 114, 它们也被称作接入点 (AP) 天线。例如, 每个 AP 天线可以是交叉极天线、偶极天线、片状天线 (patch antenna) (或芯片) 等。天线也可以被称作天线元件、辐射元件等。每个 AP 天线被设计成用于供 WLAN 100 使用的工作频带。每个 AP 天线还可以具有任何辐射图 (radiation

pattern)。可以基于每个 AP 天线所打算的覆盖区域来选择该 AP 天线的天线类型和辐射图。例如，具有全向辐射图的天线可以被用作位于图 1 中 WLAN 部署区域中间附近的远程天线 114d，具有定向辐射图的天线可以被用作位于 WLAN 部署区域角落处的远程天线 114a、114c、114e 和 114n。

对于图 1 中所示的实施例来说，每个远程天线 114 连接到各自的远程前端（remote front-end RFE）116，其对经由该远程天线发射和接收的 RF 信号执行信号调节（例如，放大、滤波等）。下面将描述远程前端 116 的几个实施例。用于每个远程天线 114 的远程前端 116 经由电缆 118 连接到接入点 110。电缆 118 可以是通常用于有线电视的同轴电缆或者可以是支持用于 WLAN 100 的工作频带的某种其它类型的电缆。还可以用其它类型的通信链路（例如，RF、红外等）来替换电缆 118。远程前端 116 可以减少由于电缆 118 所造成的信号损失并因此可以改善性能。通常，对于每个远程天线 114，可以或不使用远程前端 116。

可以以各种方式来布置和选择用于接入点 110 的本地和远程天线。下面将描述本地和远程天线的几个示例性配置。下面还将描述用于选择天线来进行数据发送的几个示例性实施例。

图 2A 示出了没有本地天线但具有多个 ( $M > 1$ ) 远程天线 114a 至 114m 的接入点 110a。接入点 110a 是图 1 中接入点 110 的一个实施例，并且具有可用于数据发送和接收的  $N_{ap} = M$  个天线。每个远程天线 114 经由相关联的远程前端 116 和电缆 118 连接到接入点 110a。对于图 2A 中所示的实施例来说，每个远程天线 114 连接到接入点 110a 内各自的功率检测器（Power Det）290。每个功率检测器 290 测量由相关联的天线接收的 RF 信号的功率并向控制器 220 提供功率测量值。控制器 220 使用来自所有功率检测器 290 的功率测量值来选择用于数据发送和接收的天线。

图 2B 示出了具有单个 ( $L = 1$ ) 本地天线 112 和多个 ( $M > 1$ ) 远程天线 114a 至 114m 的接入点 110b。接入点 110b 是图 1 中接入点 110 的另一实施例，并且具有可用于数据发送和接收的  $N_{ap} = M + 1$  个天线。对于图 2B 中所示的实施例来说， $M + 1$  个天线中的每个连接到接入点

110 内的各自的功率检测器 290。控制器 220 接收来自所有功率检测器 290 的功率测量值并选择用于数据发送和接收的天线。

图 2C 示出了具有多个( $L > 1$ )本地天线 112a 至 112l 和多个( $M > 1$ )远程天线 114a 至 114m 的接入点 110c。接入点 110c 是图 1 中接入点 110 的又一实施例,并且具有可用于数据发送和接收的  $N_{ap} = L + M$  个天线。通常,  $L$  可以或可以不等于  $M$ 。

对于图 2A 至 2C 中所示的实施例来说,在接入点处可用的  $N_{ap}$  个天线中的每个可以单独地被选择用于数据发送和/或接收。控制器 220 可以选择一个天线、可用天线的子集或所有可用天线以用于向给定用户终端进行数据发送和/或从给定用户终端进行数据接收。控制器 220 可以基于可用天线的功率测量值来选择天线,如下所述。

图 2D 示出了具有多个( $M > 1$ )本地天线 112a 至 112m 和多个( $M$ )远程天线 114a 至 114m 的接入点 110d。接入点 110d 是图 1 中接入点 110 的又一实施例,并且具有可用于数据发送和接收的  $N_{ap} = 2M$  个天线。对于图 2D 中所示的实施例来说,每个本地天线 112 与一个远程天线 114 相关联。利用  $M$  个本地天线 112 和  $M$  个远程天线 114 来形成  $M$  对天线。在一个实施例中,控制器 220 选择一个或多个天线对以用于向给定用户终端进行数据发送,并例如基于每个所选的对中的两个天线的功率测量值来进一步选择该对中的一个天线。

WLAN 100 可以施加这样的约束:至多  $N$  个天线可以用于数据发送,其中  $N$  可以等于二、四或某个其它值。WLAN 100 还可以支持多个传输模式。每个传输模式可以要求某个最小数目的天线或特定数目的天线以用于使用该传输模式的数据传输,如下所述。为简单起见,下面的描述假定接入点 110 可以选择多达  $N$  个天线来向给定用户终端进行数据发送。接入点 110 还基于所选天线的数目来选择将用于数据传输的传输模式。接入点 110 可以以各种方式来选择天线以向用户终端进行数据发送。

在一个实施例中,接入点 110 选择具有最高功率测量值的  $N$  个天线以用于向用户终端进行数据发送,其中  $N < N_{ap}$ 。对于在图 2A 至 2C 中所示的实施例来说,接入点 110 接收  $N_{ap}$  个可用天线的功率测量值,对功率测量值进行排序(例如,从最高到最低),并选择具有  $N$  个最高

功率测量值的  $N$  个天线。对于图 2D 中所示的实施例来说，接入点 110 基于功率测量值来选择  $N$  个最佳天线对并选择每对中两个天线中的较好者。

在另一实施例中，接入点 110 选择具有超过预定功率阈值  $P_{th}$  的功率测量值的多达  $N$  个天线。接入点 110 可以把每个天线的功率测量值与功率阈值相比较，如果其功率测量值超过功率阈值那么保留该天线，否则丢弃该天线。如果多于  $N$  个天线具有超过功率阈值的功率测量值，那么接入点 110 选择  $N$  个最佳天线。如果少于  $N$  个天线的功率测量值超过功率阈值，那么接入点 110 可以只选择这些天线。如果没有天线具有超过功率阈值的功率测量值，那么接入点 110 可以选择最佳可用天线或预定数目个最佳天线。

在又一实施例中，接入点 110 最初选择具有最高功率测量值的  $N$  个最佳天线，然后丢弃对向用户终端的数据发送只有小贡献的所有天线。可以如下所述实现该天线修剪。接入点 110 基于  $N$  个最佳天线的功率测量值来对它们进行排序，例如从对于  $N$  个天线来说的最高功率测量值  $P_1$  到最低功率测量值  $P_N$ 。然后接入点 110 计算每两个相邻排序的天线  $i$  和  $i+1$  之间的功率间隙  $\Delta P_i$  作为它们的功率测量值的差，或者  $\Delta P_i = P_i - P_{i+1}$ ,  $i=1, \dots, N-1$ 。接入点 110 接下来确定任何天线对的功率间隙  $\Delta P_i$  是否超过预定量  $\Delta P_{th}$ ，或者是否  $\Delta P_i > \Delta P_{th}$ ,  $i=1, \dots, N-1$ 。如果给定天线  $j$  的功率间隙  $\Delta P_j$  超过预定量，那么接入点 110 丢弃功率测量值为  $P_{j+1}$  或更低的所有天线。该实施例去除了对被发送到用户终端的数据传输只有小贡献的天线，这减少了在天线之间的串扰。

上述实施例用于基于在接入点 110 处可用的功率测量值来进行天线选择。接入点 110 可以基于代替接收功率的其它参数，或者除了基于接收功率之外还基于其它参数来选择天线。例如，接入点 110 可以基于以下参数来选择天线：(1) 接收的信号噪声比 (SNR)，其是期望信号（例如，导频）与总噪声和干扰的比值，(2) 接收到的信号强度，其是期望信号与总接收功率的比值，或 (3) 接收信号质量的某种其它指示。在下面的描述中，天线测量值可以指适合于用来选择天线的任何类型的测量值（例如，功率、SNR、信号强度等）。

接入点 110 也可以基于可为天线获得的其它信息来选择天线。在

一个实施例中，接入点 110 基于本地和远程天线的位置信息来选择天线。每个天线可以与一组一个或多个附近天线相关联。该位置信息可以存储在数据库中。如果对于给定天线获得了高功率测量值，那么接入点 110 可以选择已知位于该天线附近的一个或多个其它天线。例如，如果对于图 1 中的远程天线 114a 来说获得了高功率测量值，那么接入点 110 可以选择天线 114b 和/或天线 114d 以用于向用户终端进行数据发送。

在另一实施例中，接入点 110 基于本地和远程天线的位置信息来选择天线。如果本地和远程天线的位置以及用户终端的位置是已知的，那么接入点 110 可以选择位于用户终端附近的一个或多个天线。AP 天线的位置可以在部署期间查明并提供。用户终端的位置可以经由测量值来近似和/或以其它方式来查明。

在又一实施例中，接入点 110 基于本地和远程天线的相关性信息来选择天线。一些天线可以具有高相关性，这在这些天线之间导致过多的串扰以及差的空间分离。因此，具有高相关性的天线不应该被一起选择。可用天线的相关性信息可以基于天线的安置、类型和/或测量值来查明。例如，本地天线 112 由于它们的紧密间隔而会具有高相关性，并且优选的是仅选择一个或一些本地天线来用于数据传输。

接入点 110 还可以基于从协议栈中位于物理层上方的更高层获得的信息来选择天线。接入点 110 典型地向用户终端以分组发送数据。该用户终端可以针对正确解码的每个分组发送回确认 (ACK)，并针对错误解码的每个分组发送回否定确认 (NAK)。接入点 110 可以最初例如基于功率测量值来选择一组天线以用于向用户终端进行数据发送。如果大百分比的分组被错误地解码，那么接入点 110 可以选择不同的天线组来用于向用户终端进行数据发送。

接入点 110 可以以其它方式选择天线来用于向用户终端进行数据发送，并且这在本发明的范围内。接入点 110 可以基于任何标准或任何标准组合来选择天线。

接入点 110 可以选择不同的天线组来用于向不同的用户终端进行数据发送，例如基于这些用户终端的测量值。接入点 110 可以在向用户终端进行数据发送之前获得每个用户终端的测量值，并可以基于这

些测量值来选择用于用户终端的一组天线。这允许接入点 110 对每个数据传输都使用最佳的天线组。

接入点 110 可以把为每个用户终端选择的天线组存储在查找表中。该天线组可以借助用户终端的标识符来编入索引。该标识符可以是接入点 110 在通信会话开始时分配给用户终端的媒体接入控制标识符 (MAC ID) 或者可以是某种其它类型的标识符。表 1 示出了用于图 1 所示的实例中的用户终端 120a 至 120d 的示例性查找表。

表 1

用户终端	天线组
用户终端 120a	天线 114a
用户终端 120b	天线 114a、114d、114e 和 114f
用户终端 120c	天线 112a、112l 和 114m
用户终端 120d	天线 112l 和 114c

接入点 110 在开始向用户终端进行数据发送时可能还没有给定用户终端的任何测量值。然后接入点 110 可以利用用户终端的 MAC ID 来访问查找表并取回先前为用户终端选择的天线组。接入点 110 可以使用该先前选择的天线组向用户终端发送数据直到例如利用新的测量值更新了该组为止。

接入点 110 选择第一组 T 个天线来用于向用户终端进行下行链路数据传输，并选择第二组 R 个天线来用于从用户终端接收上行链路数据传输。通常， $N \geq T \geq 1$ ， $N \geq R \geq 1$ ，并且 T 可以或可以不等于 R。R 也可以大于 N，如果得到接入点 110 处的空间处理支持的话，但是为了简单起见下面并没有描述这种可能性。发射天线的数目 (T) 取决于可用于下行链路数据传输的良好天线的数目、由接入点 110 用于下行链路数据传输的传输模式以及可能的其它因素。如果天线通过一个或多个选择标准，例如如果其功率测量值超过功率阈值，那么该天线可以被认为是良好的。接收天线的数目 (R) 取决于可用于上行链路数据传输的良好天线的数目、由用户终端用于上行链路数据传输的传输模式以及可能的其它因素。

接入点 110 可以如上所述选择第一组 T 个发射天线并且还可以以类似方式选择第二组 R 个接收天线。第一组天线可以与第二组天线相

同或不同。可以通过使用单组天线来既用于数据发送也用于数据接收来简化接入点 110 处的处理。在这种情况下，每个所选天线既被用于向用户终端发送 RF 信号也被用于从用户终端接收 RF 信号。

图 3 示出了由接入点 110 执行用来向用户终端发送数据以及从用户终端接收数据的处理 300。例如基于由用户终端发送的导频，在接入点 110 处为本地和远程天线获得测量值（流程块 310）。测量值可以是针对所接收的功率和/或一些其它参数。基于测量值和/或其它信息从在接入点 110 处可用的  $N_{ap}$  个天线中选择第一组一个或多个（T）发射天线，其中  $N_{ap} > N \geq T \geq 1$ （流程块 312）。如上所述，可以以各种方式执行天线选择。如果没有任何测量值可用，那么上一次用于向用户终端进行数据发送的那组天线可以从查找表中取回并被用于当前的下行链路数据传输。基于所选的发射天线的数目来为向用户终端进行的数据传输选择传输模式。

还基于测量值和/或其它信息从在接入点 110 处可用的  $N_{ap}$  个天线中选择第二组一个或多个（R）接收天线，其中  $N_{ap} \geq N \geq R \geq 1$ （流程块 314）。例如取决于用于下行链路和上行链路数据传输的传输模式，第一和第二组可以具有相同或不同数目的天线。即使  $R = T$ ，第二组也可以包含与第一组中的天线相同或不同的天线。

接入点 110 根据所选的用于下行链路的传输模式来处理数据（流程块 316），然后把所处理的数据从第一组 T 个天线发送到用户终端（流程块 318）。接入点 110 经由第二组 R 个天线从用户终端接收上行链路数据传输（流程块 320）。

返回来参照图 1，接入点 110 可以服务 WLAN 100 内的多个用户终端 120。每个用户终端 120 可以要求特定一组发射天线以获得良好的下行链路性能并要求特定一组接收天线以获得良好的上行链路性能。接入点 110 可以在用于不同用户终端的不同天线组之间动态地进行切换，使得利用为每个用户终端提供良好性能的那组发射/接收天线来服务该用户终端。接入点 110 处的电子设备可以被设计成具有（例如，基于每数据分组或基于每帧）迅速地切换到用于不同用户终端的不同天线组的能力。

图 4 示出了接入点 110 的实施例。对于该实施例来说，接入点 110

包括执行数字处理的数字部 210、对 N 个天线的 RF 和基带信号执行信号调节的 N 个收发器 230a 至 230n、以及把 N 个收发器 230 连接到 N 个天线的 RF 开关 280，其中 N 个天线从在接入点 110 处可用的  $N_{ap}$  个天线中选择。

每个收发器 230 包括发射器单元 (TMTR) 240 和接收器单元 (RCVR) 260。发射器和接收器单元可以利用超外差 (super-heterodyne) 架构或直接转换架构来实现。对于超外差架构来说，RF 和基带之间的频率转换是在多个级中执行的，例如在一个级中从 RF 到中间频率 (IF)，以及在另一级中从 IF 到基带。对于直接转换架构来说，频率转换是在单个级中执行的，例如直接从 RF 到基带。为了简单起见，图 4 示出了利用直接转换架构实现的发射器单元 240 和接收器单元 260 的实施例。

在发射器单元 240 内，数模转换器 (DAC) 242 从数字部 210 接收数字码片流，把该码片转换为模拟的，并提供模拟基带信号。然后滤波器 244 对模拟基带信号进行滤波以去除由数模转换产生的不希望有的图像并提供滤波后的基带信号。放大器 (Amp) 246 放大并缓冲滤波后的基带信号并提供放大后的基带信号。混频器 248 利用放大后的基带信号调制来自压控振荡器 (VCO) (图 4 中未示出) 的 TX\_LO 载波信号并提供上转换信号。功率放大器 (PA) 250 放大上转换信号并向 RF 开关 280 提供 RF 调制信号。

对于发送路径来说，RF 开关 280 从 N 个收发器 230a 至 230n 中的发射器单元 240 接收多达 N 个 RF 调制信号。RF 开关 280 还接收 Ant\_Sel 控制信号，该 Ant\_Sel 控制信号指示哪个收发器将被连接到哪个 AP 天线。RF 开关 280 把每个接收的 RF 调制信号路由到所选的本地天线 112 或用于所选的远程天线 114 的远程前端 116。对于接收路径来说，RF 开关单元 280 从被选择用于数据接收的每个本地天线 112 和每个远程天线 114 接收 RF 输入信号。RF 开关单元 280 把每个接收的 RF 输入信号路由到指定的收发器 230 内的接收器单元 260。RF 开关单元 280 可以利用发射/接收 (T/R) 开关、双工器等来实现，如本领域中已知的那样。RF 开关单元 280 避免了在接入点 110 处为  $N_{ap}$  个天线中的每个都提供独立的收发器 230 的需要。

在接收器单元 260 内，低噪声放大器 (LNA) 262 从 RF 开关 280

接收所选的 AP 天线的 RF 输入信号。LNA 262 放大所接收的 RF 信号并提供具有期望的信号电平的调节后的 RF 信号。混频器 264 利用来自 VCO 的 RX\_LO 信号来解调调节后的 RF 信号并提供下转换信号。滤波器 266 对下转换信号进行滤波以使所期望的信号分量通过并去除可能由频率下转换处理产生的噪声和不希望有的信号。放大器 268 放大并缓冲滤波后的信号并提供模拟基带信号。模数转换器 (ADC) 270 使模拟基带信号数字化并向数字部 210 提供采样流。

对于图 4 中所示的实施例来说, 接收器单元 260 内的功率检测器 290 从 LNA 262 接收调节后的 RF 信号, 测量调节后的 RF 信号中的接收功率, 并向数字部 210 内的主控制器 220 提供功率测量值。功率检测器 290 还可以基于基带信号 (例如, 在滤波器 266 或放大器 268 之后) 来测量接收功率。可以以各种方式来实现功率检测器 290, 如本领域中已知的那样。

图 4 示出了用于发射器和接收器单元的示例性设计。通常, 发射器和接收器单元均可以包括一级或多级的放大器、滤波器、混频器等, 其可以与图 4 中所示的配置不同地来进行布置。发射器和接收器单元还可以包括图 4 中未示出的不同的和/或附加的元件。

图 4 还示出了包括执行用于数据发送和接收的数字处理的各种处理单元的数字部 210 的实施例。在数字部 210 内, 数据处理器 212 执行编码、交织和符号映射以用于数据发送并执行符号解映射、解交织和解码以用于数据接收。空间处理器 214 执行发射器空间处理 (例如, 用于波束形成、本征操纵 (eigensteering) 等) 以用于进行数据发送, 并执行接收器空间处理 (例如, 空间匹配滤波) 以用于进行数据接收, 如下所述。调制器 216 执行调制 (例如, 用于正交频分复用 (OFDM)) 以用于进行数据发送。解调器 218 执行解调 (例如, 用于 OFDM) 以用于进行数据接收。检测/获取单元 224 执行处理以检测并获取来自用户终端的信号。主控制器 220 控制接入点 110 内各种处理单元的操作并产生对收发器 230 和远程前端 116 的控制。例如, 主控制器 220 可以产生用于启用和禁用每个发射器单元 230 的  $T_i$  控制信号以及用于启用和禁用每个接收器单元 260 的  $R_i$  控制信号。功率控制器 226 执行对接入点 110 的功率管理。例如, 功率控制器 226 可以确定是否向远程

前端 116 发送 DC 功率。随机存取存储器 (RAM) 和只读存储器 (ROM) 222 存储由数字部 210 内的各种处理单元使用的数据和程序代码。例如, 存储器 222 可以存储为每个用户终端选择的的天线组。

图 5A 示出了可以用作图 1 中所示的每个远程前端 116 的远程前端 116x 的实施例。远程前端 116x 可以用于在不同时刻在相同频带上的下行链路和上行链路上发送数据的时分双工 (TDD) 通信系统。对于图 5A 中所示的实施例来说, 远程前端 116x 包括开关 510 和 540、功率放大器 520、低噪声放大器 530 以及带通滤波器 550。开关 510 和 540 接收指示 RF 信号是正被接入点 110 发射还是接收的发射/接收 (T/R) 控制信号。每个开关按照 T/R 控制信号的指示, 在发射部分期间将其输入连接到“T”输出, 并在接收部分期间将其输入连接到“R”输出。主控制器 220 可以产生 T/R 控制信号并经由相关联的收发器 230 (图 4 中未示出) 将该信号提供给每个远程前端 116。

对于发送路径来说, 来自相关联的发射器单元 240 的 RF 调制信号经由第一端口被接收, 经由开关 510 被路由, 并由具有固定或可变增益的功率放大器 520 放大以获得所期望的输出信号电平。来自功率放大器 520 的放大信号经由开关 540 被路由, 由滤波器 550 滤波以去除带外噪声和不希望有的信号分量, 并经由第二端口被提供给相关联的远程天线 114。对于接收路径来说, 来自相关联的远程天线 114 的 RF 输入信号经由第二端口被接收, 由滤波器 550 滤波以去除带外噪声和不希望有的信号分量, 经由开关 540 被路由, 并由具有固定或可变增益的 LNA 530 放大。来自 LNA 530 的放大信号经由开关 510 被路由并经由第一端口被提供给相关联的接收器单元 260。

功率放大器 520 和/或 LNA 530 可以在任何可能的时候被下电以减少功率消耗。例如, T/R 控制信号可以在接收部分期间使功率放大器 520 下电, 并在发射部分期间使 LNA 530 下电。RF 信号、T/R 控制信号和 DC 功率可以由接入点 110 经由电缆 118 或通过其它手段提供给远程前端 116x。

图 5B 示出了也可以用作图 1 中所示的每个远程前端 116 的远程前端 116y 的实施例。远程前端 116y 可以用于在不同的频带上同时在下行链路和上行链路上发送数据的频分双工 (FDD) 通信系统。对于图

5B 中所示的实施例来说，远程前端 116y 包括双工器 512 和 542、功率放大器 520 以及 LNA 530。

对于发送路径来说，来自相关联的发射器单元 240 的 RF 调制信号经由第一端口被接收，由双工器 512 滤波，被路由到功率放大器 520，利用增益被放大以获得所期望的输出信号电平，由双工器 542 滤波，并经由第二端口提供给相关联的远程天线 114。对于接收路径来说，来自相关联的天线 114 的 RF 输入信号经由第二端口被接收，由双工器 542 滤波，被路由到 LNA 530，利用增益被放大，由双工器 512 滤波，并经由第一端口提供给相关联的接收器单元 260。对于远程前端 116y 来说不需要 T/R 控制信号。

图 5A 和 5B 分别示出了远程前端 116x 和 116y 的特定实施例。通常，发送和接收路径均可以包括一级或多级的放大器、滤波器等。发送和接收路径还可以包括图 5A 和 5B 中未示出的更少的、不同的和/或附加的电路组块。

为了清楚起见，上面的描述示出了每个远程天线 114 被连接到相关联的远程前端 116，并且每个收发器 230 处理用于一个 AP 天线的 RF 信号。通常，每个远程前端 116 和/或每个收发器 230 可以与一组一个或多个天线元件相关联。如果远程前端或收发器与多个天线元件相关联，那么这些天线元件可以被视为用于远程前端或收发器的单个（分布式）“天线”。

在 WLAN 100 中，“伪（dummy）”站可以遍及 WLAN 部署区域设置并用于各种功能，诸如系统配置、发射器和接收器电子设备的校准、天线选择等。这些伪站可以是具有基本 MAC/PHY 功能的便宜的站并且可以不需要常规站所需的所有软件。

每个伪站可以在指定的时刻或每当被接入点 110 指示时就发射训练/导频/试探（training/pilot/sounding）分组。接入点 110 可以使用训练分组来执行各种功能。例如，接入点 110 可以基于训练分组来校准收发器 230a 至 230n 内的发射器单元 240 和接收器单元 260 的频率响应以及远程前端 116a 至 116m 的频率响应。如果伪站处于已知位置，那么接入点 110 可以查明由远程天线 114 观察的信道质量并可以使用信道质量信息来用于天线选择。

用于使用伪站的示例性情况可以如下所述。伪站可以设置在关键地方而位于覆盖区域的入口和出口，例如位于具有许多隔间和办公室的大办公综合体的入口处。每个伪站可以向接入点发射训练分组，所述接入点可以处理这些训练分组并构造用于该伪站的发射和接收本征矢量。当新站在主动呼叫（active call）已经处于进行中的状态下进入该办公综合体时，新站到接入点的切换可以通过使用来自最接近的伪站的预先计算的本征矢量而得到简化，其中最接近的伪站可以基于信号强度测量值来识别。这可以使切换更平滑且更快速。最终，逐个分组的传输将使得能够为新站导出更优的本征矢量，但是伪站会提供合理的起始点。

WLAN 100 可以支持多个传输模式，诸如无操纵（no steering）、波束操纵（beamsteering）、本征操纵（eigensteering）、空间-时间发射分集（STTD）、空间-频率发射分集（SFTD）等。表 2 为每个传输模式列出了用于数据发送的天线数目和用于数据接收的天线数目。 $N_{ap}$  是在接入点处可用的天线总数，并且  $N_{ut}$  是调度为用于下行链路和上行链路数据传输的在用户终端处可用的天线总数。在表 2 和下面的描述中，对于每个传输模式来说， $T$  是由接入点用来向使用该传输模式的用户终端进行下行链路数据传输的天线数目， $N$  是由 WLAN 允许用于下行链路和上行链路上的数据传输的天线的最大数目，并且  $S_{dn}$  是由接入点向用户终端同时发送的数据流的数目，其中  $S_{dn} \leq \min\{N, N_{ut}\}$  并且  $N_{ap} > N$ 。对于每个传输模式来说， $R$  是由接入点用来接收由使用该传输模式的用户终端发送的上行链路数据传输的天线数目，并且  $S_{up}$  是由用户终端向接入点同时发送的数据流的数目。

表 2

	传输模式			
	无操纵	波束形成	本征操纵	STTD&SFTD
发射天线的数目 (T)	$N \geq T = S_{dn}$	$N \geq T > 1$	$N \geq T > S_{dn}$	$T = 2$
接收天线的数目 (R)	$N \geq R \geq S_{up}$	$N \geq R \geq 1$	$N \geq R \geq S_{up}$	$N \geq R \geq 1$

相同的或不同的传输模式可以用于接入点和用户终端之间的下行链路和上行链路数据传输。接入点可以使用相同的或不同的天线组来用于下行链路数据发送和上行链路数据接收。下面将描述接入点 110 为表 2 中列出的传输模式执行的空间处理。

接入点 110 可以执行波束操纵来操纵朝特定用户终端  $x$  进行下行链路数据传输。用户终端  $x$  可以具有单个天线并且可以是图 1 中的用户终端 120a 或 120c。接入点 110 从  $N_{ap}$  个可用的天线中选择多个 ( $T$ ) 天线来用于向用户终端  $x$  进行数据发送。在接入点 110 处的  $T$  个所选天线和用户终端  $x$  处的单个天线之间形成了 MISO 信道。对于每个子频带  $k$ ，该 MISO 可以通过  $1 \times T$  的信道响应行矢量  $\mathbf{h}_{dn,x}(k) = [h_{x,1}(k)h_{x,2}(k)\dots h_{x,T}(k)]$  来表征，其中  $h_{x,j}(k)$  ( $j = 1, \dots, T$ ) 是对于子频带  $k$  而言，AP 天线  $j$  和单个 UT 天线之间的复信道增益。接入点 110 可以如下所述执行用于波束形成的空间处理：

$$\mathbf{x}_{dn,x}(k) = \mathbf{h}_{dn,x}^H(k) \cdot s_{dn,x}(k), \quad \text{for } k \in \{1, \dots, K\}, \quad \text{Eq (1)}$$

其中  $s_{dn,x}(k)$  是将在子频带  $k$  上发送到用户终端  $x$  的数据符号， $\mathbf{x}_{dn,x}(k)$  是具有在接入点 110 处将从  $T$  个所选天线发送的  $T$  个发射符号的矢量，“ $H$ ”表示共轭转置，并且  $K$  是用于数据传输的子频带数目。

接入点 110 可以同时从多达  $N$  个天线向用户终端  $y$  发送  $S_{dn}$  数据流。用户终端  $y$  具有多个 ( $N_{ut}$ ) 天线并且可以是图 1 中的用户终端 120b 或 120d。接入点 110 从  $N_{ap}$  个可用的天线中选择多个 ( $T$ ) 天线以用于向用户终端  $y$  进行下行链路数据发送，其中对于无操纵来说  $T = S_{dn}$ 。接入点 110 可以如下所述执行用于无操纵的空间处理：

$$\mathbf{x}_{dn,ns,y}(k) = \mathbf{s}_{dn,y}(k), \quad \text{for } k \in \{1, \dots, K\}, \quad \text{Eq (2)}$$

其中对于无操纵情况来说， $\mathbf{s}_{dn,y}(k)$  是具有将在子频带  $k$  上发送到用户终端  $y$  的  $S_{dn}$  数据符号的矢量，并且  $\mathbf{x}_{dn,ns,y}(k)$  是具有将在子频带  $k$  上从  $T$  个所选天线发送到用户终端  $y$  的  $T$  个发送符号的矢量。

接入点 110 可以执行本征操纵以在正交空间信道（或本征模式 (eigenmode)）上向用户终端  $y$  发送多个数据流。在接入点 110 处的  $T$  个所选天线和用户终端  $y$  处的  $N_{ut}$  个天线之间形成了 MIMO 信道。对

于子频带  $k$  而言, 该 MIMO 可以通过  $N_{\text{ut}} \times T$  的信道响应矩阵  $\underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k)$  来表征, 所述信道响应矩阵可以表示为:

$$\underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k) = \begin{bmatrix} h_{y,1,1}(k) & h_{y,1,1}(k) & \cdots & h_{y,1,T}(k) \\ h_{y,2,1}(k) & h_{y,1,1}(k) & \cdots & h_{y,1,T}(k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{y,N_{\text{ut}},1}(k) & h_{y,N_{\text{ut}},2}(k) & \cdots & h_{y,N_{\text{ut}},T}(k) \end{bmatrix}, \text{ for } k \in \{1, \dots, K\}, \quad \text{Eq (3)}$$

其中  $h_{y,i,j}(k)$  ( $i = 1, \dots, N_{\text{ut}}$  并且  $j = 1, \dots, T$ ) 是对于子频带  $k$  而言在接入点 110 处的天线  $j$  和用户终端  $y$  处的天线  $i$  之间的复信道增益。信道响应矩阵  $\underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k)$  可以经由本征值分解而被对角化如下:

$$\underline{\mathbf{R}}_{dn,y}(k) = \underline{\mathbf{H}}_{dn,y}^H(k) \cdot \underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k) = \underline{\mathbf{E}}_{dn,y}(k) \cdot \underline{\Delta}_{dn,y}(k) \cdot \underline{\mathbf{E}}_{dn,y}^H(k), \quad \text{Eq (4)}$$

其中  $\underline{\mathbf{E}}_{dn,y}(k)$  是本征矢量的单位矩阵, 并且  $\underline{\Delta}_{dn,y}(k)$  是对于子频带  $k$  而言的本征值的对角矩阵。  $\underline{\Delta}_{dn,y}(k)$  的对角元素是表示  $\underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k)$  的  $S$  个本征模式的功率增益的本征值, 其中  $S \leq \min\{T, N_{\text{ut}}\}$ 。本征模式可以被视为正交空间信道。接入点 110 可以使用  $\underline{\mathbf{E}}_{dn,y}(k)$  中的本征矢量 (或列) 来在  $\underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k)$  的本征模式上发送数据。接入点 110 可以在  $\underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k)$  的  $S$  个本征模式上同时发送多达  $S$  个数据流, 或者  $S_{\text{dn}} \leq S$ 。

接入点 110 可以如下所述执行用于本征操纵的空间处理:

$$\underline{\mathbf{x}}_{dn,es,y}(k) = \underline{\mathbf{E}}_{dn,y}(k) \cdot \underline{\mathbf{s}}_{dn,y}(k), \quad \text{Eq (5)}$$

其中对于本征操纵来说,  $\underline{\mathbf{x}}_{dn,es,y}(k)$  是具有将在子频带  $k$  上从  $T$  个所选天线发送到用户终端  $y$  的  $T$  个发送符号的矢量。接入点 110 还可以通过利用  $\underline{\mathbf{H}}_{dn,y}(k)$  的最佳本征模式的本征矢量执行用于波束操纵的空间处理来在该最佳本征模式上发送数据, 例如如等式 (1) 所示。

接入点 110 可以使用 STTD 或 SFDT 从两个天线向用户终端发送单个数据流。对于 STTD 来说, 接入点 110 为每对数据符号  $s_1$  和  $s_2$  产生两个矢量  $\underline{\mathbf{x}}_{dn,td,1} = [s_1 \quad s_2]^T$  和  $\underline{\mathbf{x}}_{dn,td,2} = [s_2^* \quad -s_1^*]^T$ , 其中 “\*” 表示复共轭并且 “ $T$ ” 表示转置。接入点 110 在第一符号周期中在一个子频带上从两个所选天线发送矢量  $\underline{\mathbf{x}}_{dn,td,1}$  中的两个编码符号, 然后在第二符号周期中在相同的子频带上从相同的两个天线发送矢量  $\underline{\mathbf{x}}_{dn,td,2}$  中的两个编码符号。对于 SFDT 来说, 接入点 110 在第一子频带上从两个所选天线发送矢

量  $\underline{\mathbf{x}}_{dn,td,1}$  中的两个编码符号并且在相同的符号周期中在第二子频带上发送矢量  $\underline{\mathbf{x}}_{dn,td,2}$  中的两个编码符号。

接入点 110 可以使用多个 (R) 天线来从用户终端接收上行链路数据传输。接入点 110 从  $N_{ap}$  个可用的天线中选择 R 个天线, 其中 R 取决于由用户终端用来进行上行链路数据传输的传输模式, 如表 2 所示。如果得到接入点处的空间处理的支持的话, 那么 R 还可以大于 N。对于 TDD 系统来说, 下行链路和上行链路可以被假定为互逆的, 使得上行链路的信道响应等于下行链路的信道响应的转置, 例如,  $\underline{\mathbf{h}}_{up,x}(k) = \underline{\mathbf{h}}_{dn,x}^T(k)$  并且  $\underline{\mathbf{H}}_{up,y}(k) = \underline{\mathbf{H}}_{dn,y}^T(k)$ 。

对于来自单天线终端  $x$  的上行链路数据传输来说, 在接入点 110 处接收的符号可以表示为:

$$\underline{\mathbf{r}}_{up,x}(k) = \underline{\mathbf{h}}_{up,x}(k) \cdot s_{up,x}(k) + \underline{\mathbf{w}}_{up,x}(k), \quad \text{Eq (6)}$$

其中  $s_{up,x}(k)$  是由用户终端  $x$  在子频带  $k$  上发送的数据符号,  $\underline{\mathbf{r}}_{up,x}(k)$  是具有用户终端  $x$  的 R 个接收符号的矢量, 并且  $\underline{\mathbf{w}}_{up,x}(k)$  是接入点 110 处接收的噪声矢量。

接入点 110 可以如下所述执行接收器匹配滤波:

$$\hat{s}_{up,x}(k) = \underline{\mathbf{h}}_{up,x}^H(k) \cdot \underline{\mathbf{r}}_{up,x}(k) = \|\underline{\mathbf{h}}_{up,x}(k)\| \cdot s_{up,x}(k) + w_{up,x}(k) \quad \text{Eq (7)}$$

其中  $\hat{s}_{up,x}(k)$  是  $s_{up,x}(k)$  的估计, 并且  $w_{up,x}(k)$  是由  $s_{up,x}(k)$  观察的后处理噪声。

对于来自使用无操纵或本征操纵的多天线终端  $y$  的上行链路数据传输来说, 在接入点 110 处接收的符号可以表示为:

$$\underline{\mathbf{r}}_{up,y}(k) = \underline{\mathbf{H}}_{up,y}(k) \cdot \underline{\mathbf{x}}_{up,y}(k) + \underline{\mathbf{w}}_{up,y}(k) = \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k) \cdot \underline{\mathbf{s}}_{up,y}(k) + \underline{\mathbf{w}}_{up,y}(k), \quad \text{Eq (8)}$$

其中  $\underline{\mathbf{s}}_{up,y}(k)$  是由用户终端  $y$  发送的数据符号的矢量,  $\underline{\mathbf{x}}_{up,y}(k)$  是用户终端  $y$  处的  $N_{ut}$  个天线的发送符号的矢量,  $\underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k)$  是用于上行链路的有效信道响应矩阵, 并且  $\underline{\mathbf{r}}_{up,y}(k)$  是对于用户终端  $y$  来说在接入点 110 处接收的符号的矢量。  $\underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k)$  取决于由用户终端  $y$  用于上行链路数据传输的传输模式, 例如, 如果用户终端  $y$  执行本征操纵那么  $\underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k) = \underline{\mathbf{H}}_{up,y}(k) \cdot \underline{\mathbf{E}}_{up,y}(k)$ , 并且如果用户终端  $y$  执行无操纵那么

$$\underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k) = \underline{\mathbf{H}}_{up,y}(k)。$$

接入点 110 可以如下所述执行接收器空间处理：

$$\hat{\mathbf{s}}_{up,y}(k) = \underline{\mathbf{M}}_{up,y}(k) \cdot \mathbf{r}_{up,y}(k) = \underline{\mathbf{s}}_{up,y}(k) + \tilde{\mathbf{w}}_{up,y}(k)， \quad \text{Eq (9)}$$

其中  $\underline{\mathbf{M}}_{up,y}(k)$  是对于子频带  $k$  而言的空间滤波器矩阵，并且  $\tilde{\mathbf{w}}_{up,y}(k)$  是后检测噪声。接入点 110 可以使用以下等式中的任何一个来导出空间滤波器矩阵  $\underline{\mathbf{M}}_{up,y}(k)$ ：

$$\underline{\mathbf{M}}_{up,y1}(k) = \underline{\Delta}_{up,y}(k) \cdot \underline{\mathbf{E}}_{up,y}^H(k) \cdot \underline{\mathbf{H}}_{up,y}^H(k)， \quad \text{Eq (10)}$$

$$\underline{\mathbf{M}}_{up,y2}(k) = [\underline{\mathbf{H}}_{eff,y}^H(k) \cdot \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k)]^{-1} \cdot \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}^H(k)， \quad \text{Eq (11)}$$

$$\underline{\mathbf{M}}_{up,y3}(k) = \underline{\mathbf{D}}_{up,y}(k) \cdot [\underline{\mathbf{H}}_{eff,y}^H(k) \cdot \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k) + \sigma_n^2 \cdot \mathbf{I}]^{-1} \cdot \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}^H(k)， \quad \text{Eq (12)}$$

其中， $\underline{\mathbf{D}}_y(k) = [\text{diag}[\underline{\mathbf{M}}_{up,y3}(k) \cdot \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k)]]^{-1}$ ，

$$\underline{\mathbf{M}}_{up,y3}(k) = [\underline{\mathbf{H}}_{eff,y}^H(k) \cdot \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}(k) + \sigma_n^2 \cdot \mathbf{I}]^{-1} \cdot \underline{\mathbf{H}}_{eff,y}^H(k)，$$

$\mathbf{I}$  是单位矩阵，并且  $\sigma_n^2$  是接入点 110 处的噪声的方差。等式 (10) 用于本征操纵的匹配滤波技术，等式 (11) 用于迫零 (zero-forcing) 技术，并且等式 (12) 用于最小均方误差 (MMSE) 技术。迫零和 MMSE 技术可以用于无操纵和本征操纵传输模式。

对于来自使用 STTD 的多天线终端  $y$  的上行链路数据传输来说，在接入点 110 处接收的符号可以表示为：

$$\mathbf{r}_{up,td,y1}(k) = \mathbf{h}_{up,ya1}(k) \cdot s_{y1}(k) + \mathbf{h}_{up,ya2}(k) \cdot s_{y2}(k) + \mathbf{w}_{up,y1}(k)， \text{ and} \quad \text{Eq (13)}$$

$$\mathbf{r}_{up,td,y2}(k) = \mathbf{h}_{up,ya1}(k) \cdot s_{y2}^*(k) - \mathbf{h}_{up,ya2}(k) \cdot s_{y1}^*(k) + \mathbf{w}_{up,y2}(k)， \quad \text{Eq (14)}$$

其中  $s_{y1}(k)$  和  $s_{y2}(k)$  是使用 STTD 在子频带  $k$  上在两个符号周期内从两个 UT 天线  $y1$  和  $y2$  发送的两个数据符号， $\mathbf{h}_{up,ya1}(k)$  和  $\mathbf{h}_{up,ya2}(k)$  分别是在两个 UT 天线  $y1$  和  $y2$  之间的信道增益的矢量，并且  $R$  是所选的 AP 天线， $\mathbf{r}_{up,td,y1}(k)$  和  $\mathbf{r}_{up,td,y2}(k)$  是在两个符号周期内对于子频带  $k$  来说的接收符号的矢量，并且  $\mathbf{w}_{up,y1}(k)$  和  $\mathbf{w}_{up,y2}(k)$  是两个符号周期的噪声矢量。对于 STTD 和 SFTD 传输模式来说， $R \geq 1$ 。

接入点 110 可以如下所述导出两个数据符号  $s_{y1}(k)$  和  $s_{y2}(k)$  的估计：

$$\hat{s}_{y_1}(k) = \frac{\mathbf{h}_{up, ya1}^H(k) \cdot \mathbf{r}_{up, td, y1}(k) - \mathbf{r}_{up, td, y2}(k) \cdot \mathbf{h}_{up, ya2}(k)}{\|\mathbf{h}_{up, ya1}(k)\|^2 + \|\mathbf{h}_{up, ya2}(k)\|^2} = s_{y_1}(k) + \tilde{w}_{y_1}(k), \text{ 并且}$$

$$\hat{s}_{y_2}(k) = \frac{\mathbf{h}_{up, ya2}^H(k) \cdot \mathbf{r}_{up, td, y1}(k) + \mathbf{r}_{up, td, y2}(k) \cdot \mathbf{h}_{up, ya1}(k)}{\|\mathbf{h}_{up, ya1}(k)\|^2 + \|\mathbf{h}_{up, ya2}(k)\|^2} = s_{y_2}(k) + \tilde{w}_{y_2}(k),$$

其中  $\hat{s}_{y_1}(k)$  和  $\hat{s}_{y_2}(k)$  分别是  $s_{y_1}(k)$  和  $s_{y_2}(k)$  的估计, 并且  $\tilde{w}_{y_1}(k)$  和  $\tilde{w}_{y_2}(k)$  分别是由  $s_{y_1}(k)$  和  $s_{y_2}(k)$  观察的后处理噪声。

本文中所描述的多天线站可以通过各种装置来实现。例如, 本文中所描述的多天线站和任何功能可以利用硬件、固件或软件的组合来实现。用于对 AP 天线进行测量、选择用于数据发送和接收的天线以及处理数据和信号的单元可以在一个或多个专用集成电路 (ASIC)、数字信号处理器 (DSP)、数字信号处理器件 (DSPD)、可编程逻辑器件 (PLD)、现场可编程门阵列 (EPGA)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、RF 集成电路 (RFIC)、设计成用于执行本文中描述的功能的其它电子单元或其组合内实现。

可以利用硬件或软件来执行天线选择。对于软件实现方案来说, 可以利用执行本文中描述的功能的模块 (例如, 程序、功能等) 来执行天线选择。软件代码可以存储在存储器单元 (例如, 图 4 中的存储器单元 222) 中并由处理器 (例如, 控制器 220) 执行。存储器单元可以在处理器内部或在处理器外部实现, 在处理器外部实现的情况下, 存储器单元可以经由本领域中已知的各种装置被可通信地连接到处理器。

对所公开的实施例的上述说明, 是为了使本领域的任何专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的, 本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下, 应用于其它实施例。因此, 本发明不应被限制于本文所示的这些实施例, 而是要符合与本文所公开的原理和新颖特征一致的最宽的范围。

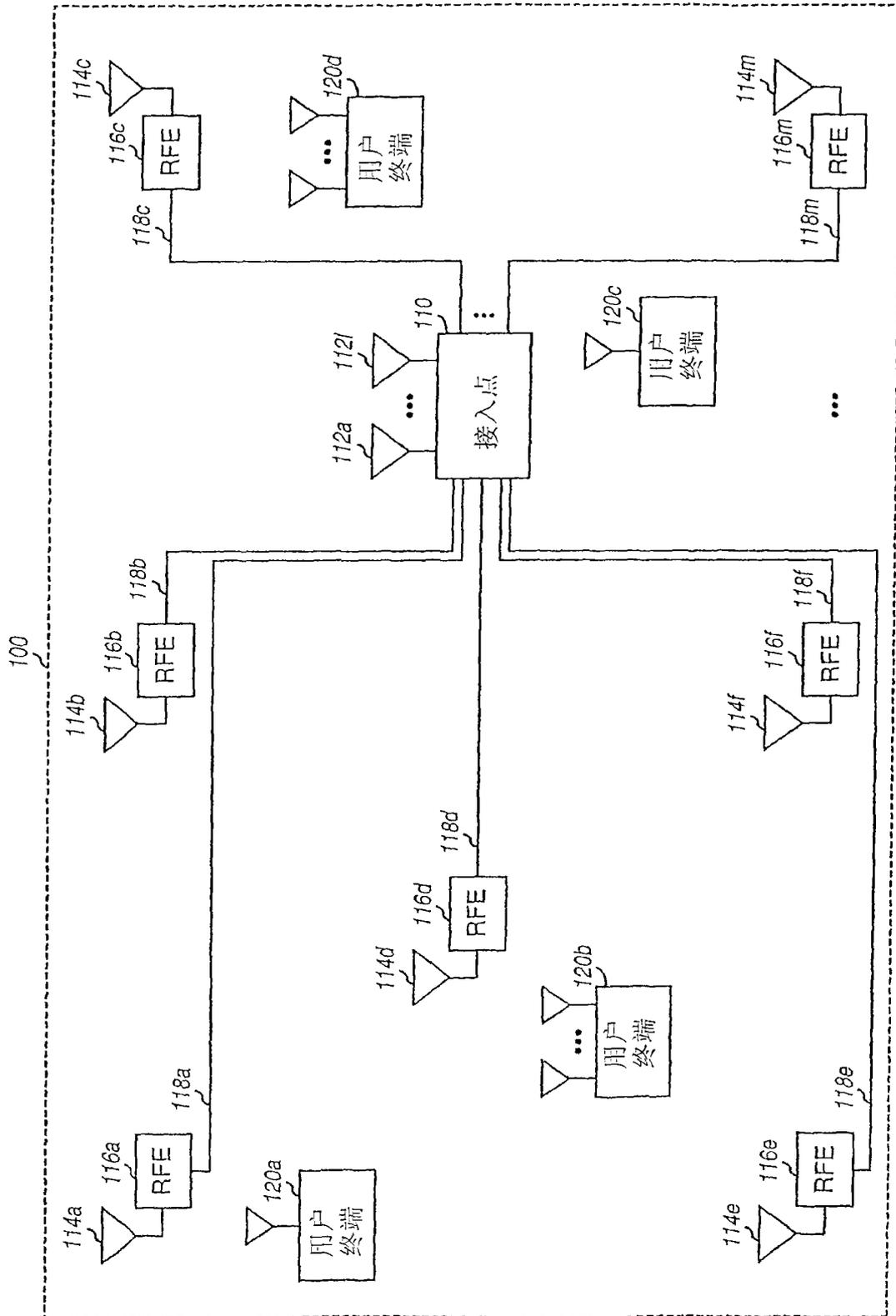


图1

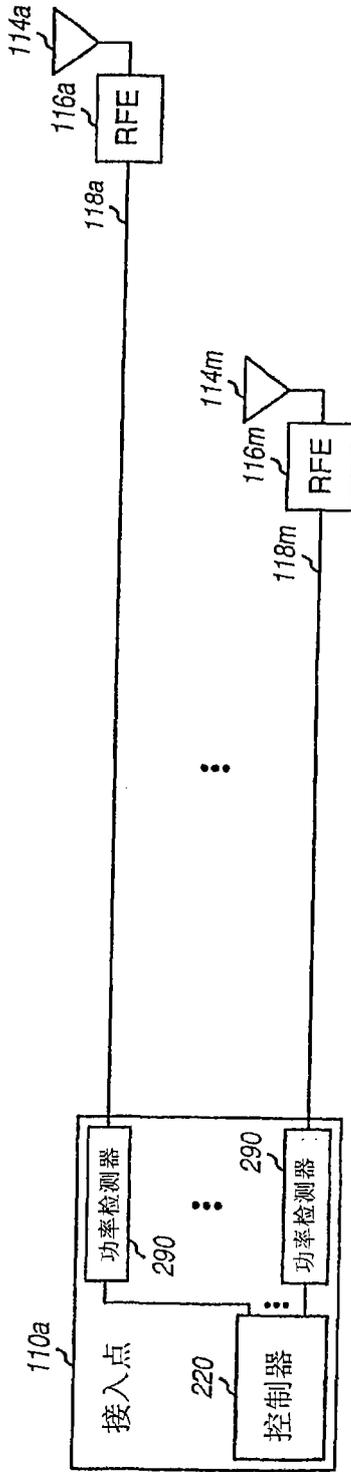


图2A

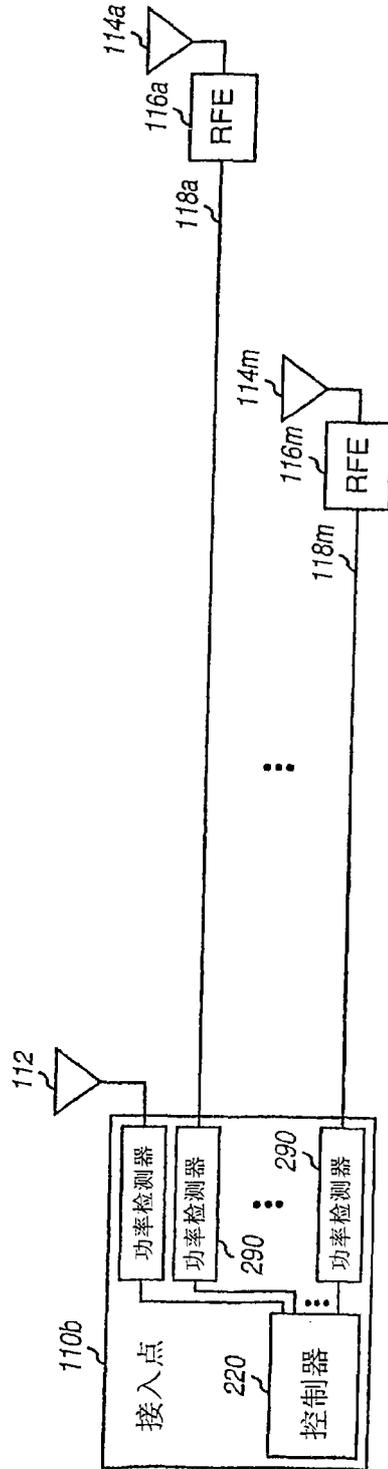


图2B

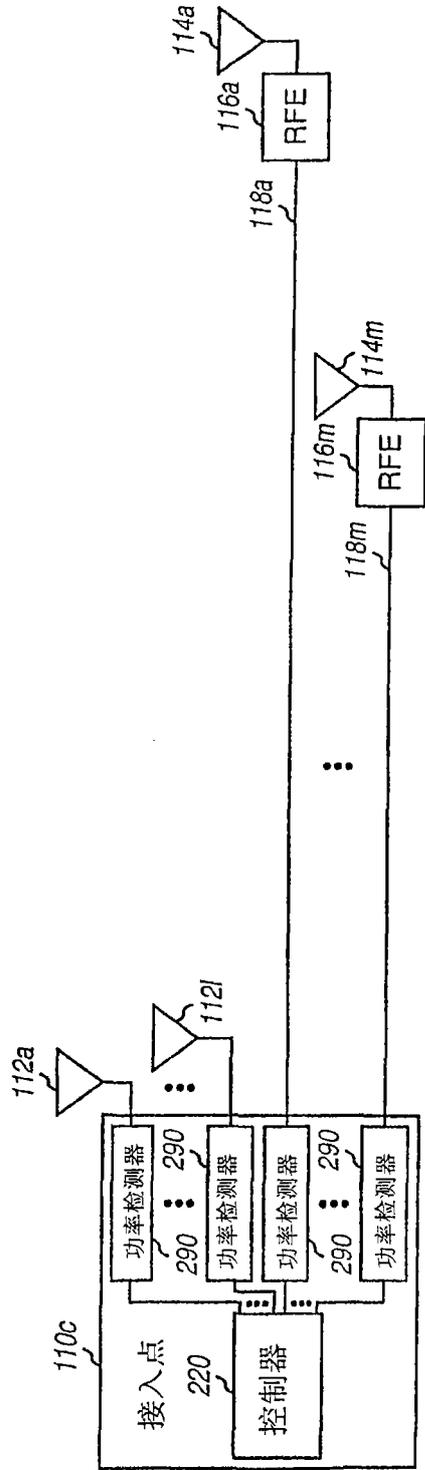


图2C

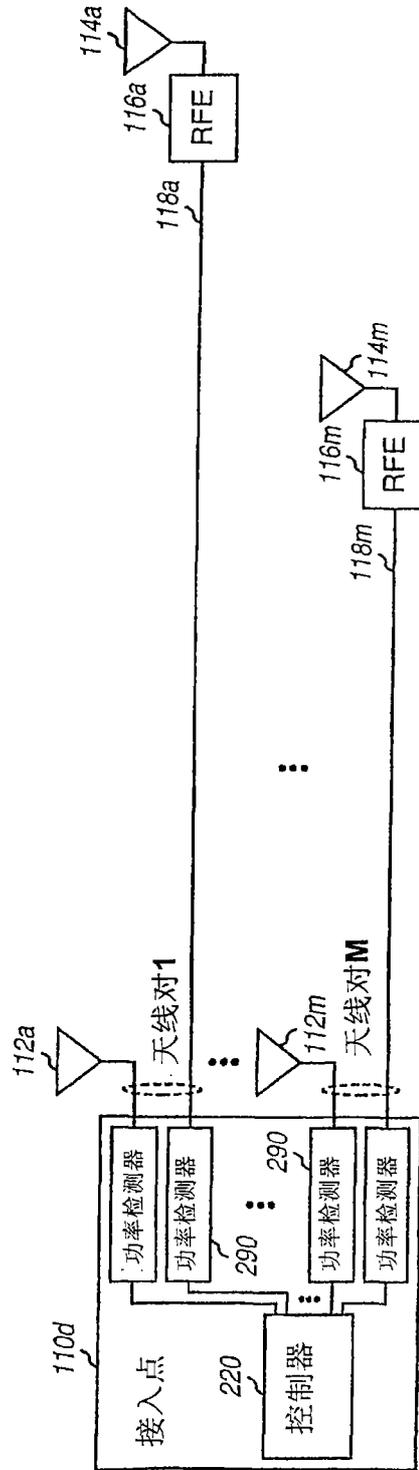


图2D

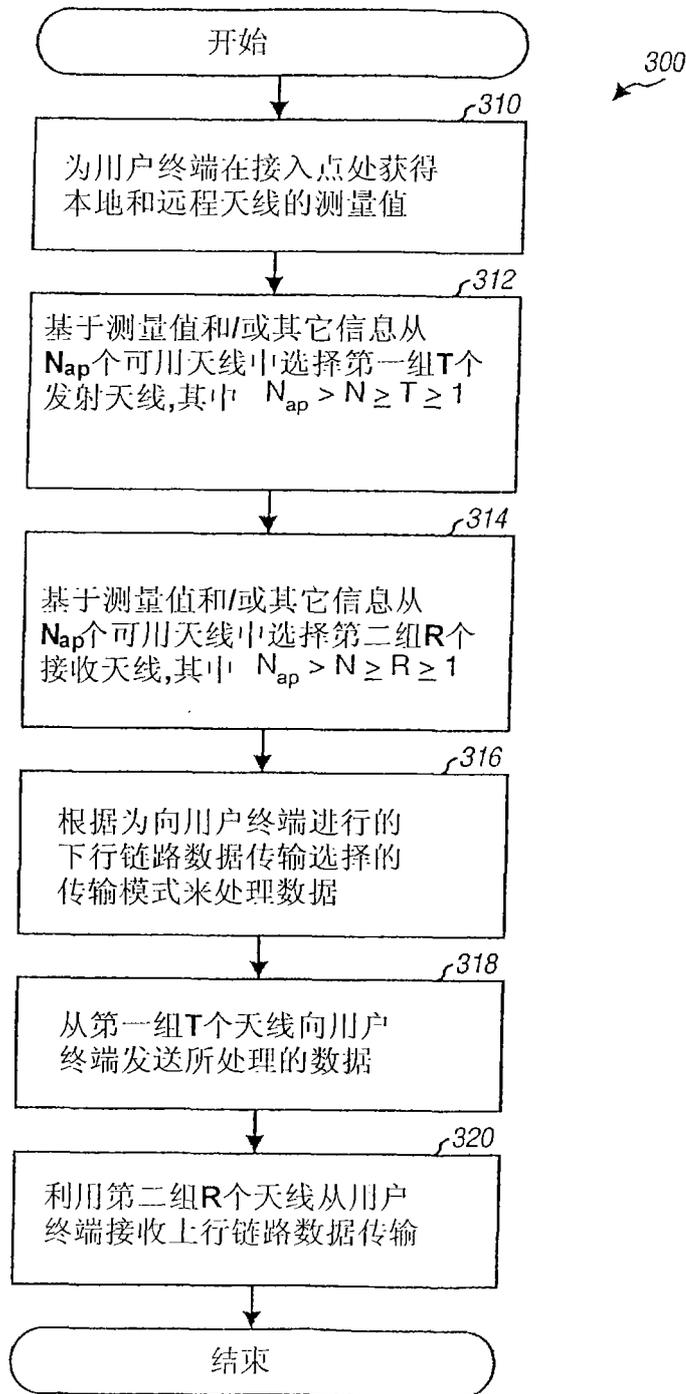


图3

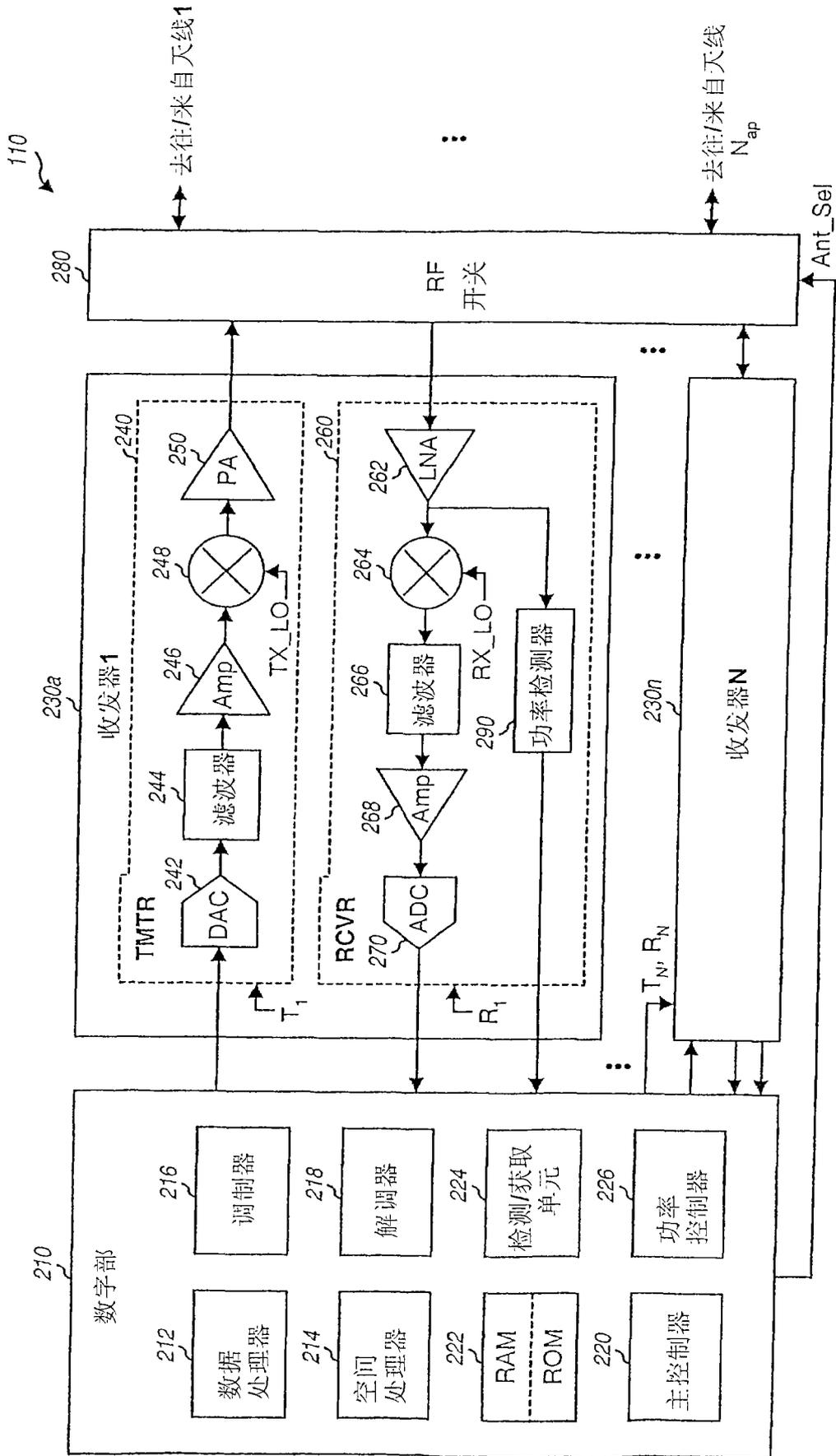


图4

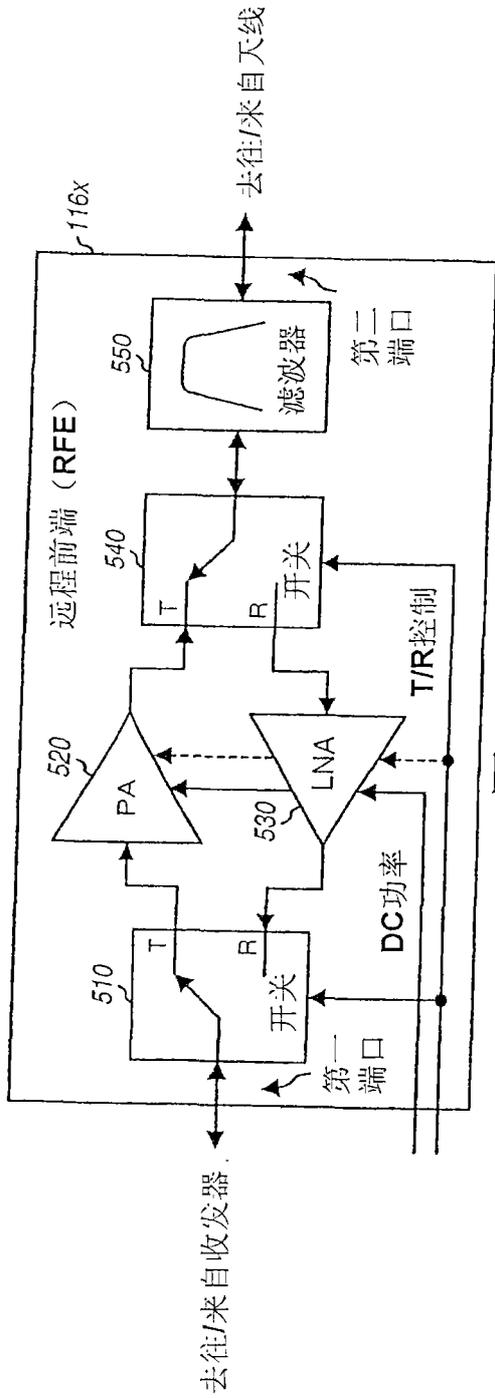


图 5A

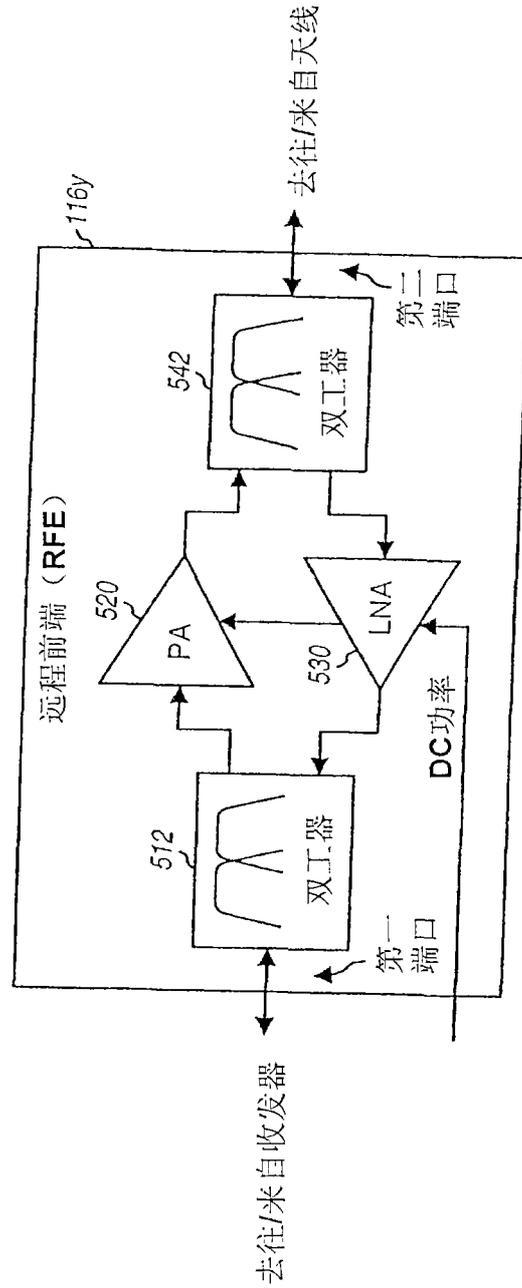


图 5B