



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111226396 A

(43)申请公布日 2020.06.02

(21)申请号 201880067892.3

大卫·克洛佩尔

(22)申请日 2018.11.01

(74)专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理  
有限责任公司 11258

(30)优先权数据

15/808,105 2017.11.09 US

代理人 邓素敏

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.04.17

(51)Int.Cl.

H04B 7/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/058643 2018.11.01

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/094248 EN 2019.05.16

(71)申请人 思科技术公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 马修·A·斯勒维尔曼

奥斯卡·贝贾拉诺·查韦斯

保罗·J·斯达格

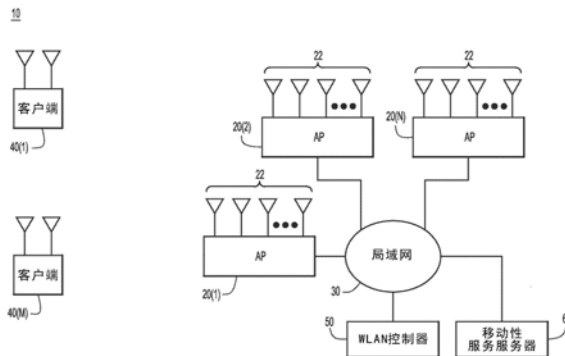
权利要求书4页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

OFDMA中基于切换天线阵列的到达角位置的  
信道估计

(57)摘要

本文提出了用于在一般正交频分多址(OFDMA)情况下(包括单个用户),在分组单元期间切换天线状态时计算到达角估计的技术。无线设备在整个帧上而不仅是在训练符号期间计算信道估计。因此,无线设备在单个帧内针对其阵列中的所有天线计算信道估计,而不必等待多个帧。



1. 一种方法,包括:

在至少一个无线设备的多个天线处检测跨越频率带宽的能量,所述频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输,其中,来自源设备的传输占用所述频率带宽的子带中的唯一的子载波集;

从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号;

随着时间,在所述多个天线中除所述至少一个指定天线之外的天线之间切换,以生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,所述多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;

基于所述至少一个参考接收信号计算第一信道估计;

基于所述第一信道估计对所述传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;

基于所述多个天线特定接收信号计算第二信道估计;

根据所述第一信道估计和所述第二信道估计中的至少一者,生成复合信道估计;

使用所述复合信道估计,计算来自所述一个或多个源设备中的相应源设备的传输的到达角向量;以及

至少部分地基于所述一个或多个源设备中的所述相应源设备的所述到达角向量来得出所述相应源设备的位置估计。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:均衡所述第一信道估计以产生经均衡的第一信道估计,其中,解码是基于所述经均衡的第一信道估计进行的。

3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:针对所述符号数据确定调制方案的最近星座点,并且其中,在根据所述多个天线特定接收信号计算所述第二信道估计时,计算所述第二信道估计的操作使用所述调制方案的所述最近星座点作为已知值。

4. 根据权利要求3所述的方法,还包括:

基于所述解码,存储资源单元信息,所述资源单元信息描述针对所述一个或多个源设备中的相应一个源设备的子带分配;并且

其中,对所述到达角向量的计算是基于所述资源单元信息进行的。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述计算包括计算多个到达角向量,所述多个到达角向量中的每个到达角向量对应于多个子带中的相应子带,所述多个子带中的每个子带与所述多个源设备中的相应一个源设备相关联,所述方法还包括:

使用从接收到的触发帧得出的存储数据,将针对所述多个子带所计算的所述多个到达角向量中的相应到达角向量映射到所述多个源设备中的相应源设备的地址或标识符信息。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,还包括:

至少基于所述至少一个参考接收信号来执行分组开始检测和同步;并且

其中,计算所述第一信道估计是基于检测到的帧中所包括的训练数据进行的。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,计算所述复合信道估计是基于所述第二信道估计进行的。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,还包括:

均衡所述第一信道估计,以产生经均衡的第一信道估计;

解调所述经均衡的第一信道估计以产生解调数据,其中,解码包括针对整个帧对所述

解调数据进行解码；

调制所述解调数据，以产生参考重新调制频域符号；以及  
存储所述参考重新调制频域符号；

其中，计算所述第二信道估计是基于从频域变换得出的频域符号以及基于所述参考重新调制频域符号进行的，所述频域变换是对所述多个天线特定接收信号执行的。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法，其中，所述至少一个指定天线位于第一无线设备上，并且所述多个天线中除所述至少一个指定天线之外的天线位于第二无线设备上。

10. 一种方法，包括：

在至少一个无线设备的多个天线处检测跨越频率带宽的能量，所述频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输，其中，来自源设备的传输占用所述频率带宽的子带中的唯一的子载波集；

从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号；

随着时间，在所述多个天线中除所述至少一个指定天线之外的天线之间切换，以生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号，所述多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔；

基于所述至少一个参考接收信号计算第一信道估计；

基于所述第一信道估计对所述传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码，以恢复符号数据；

使用滤波器组对所述多个天线特定接收信号的样本进行滤波，所述滤波器组针对所述一个或多个源设备中的相应源设备分离天线特定接收信号，以产生滤波输出；

对所述滤波输出执行互相关以生成多个互相关输出，所述多个互相关输出中的每个互相关输出对应于所述多个天线中除所述至少一个指定天线之外的相应天线，以产生包括针对每个天线状态的单独的互相关样本的互相关输出；

存储由与相应源设备相关联的滤波器组索引和天线状态所映射的互相关样本；

将所述互相关输出转换为所述一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量；以及  
至少部分地基于所述一个或多个源设备中的所述相应源设备的所述到达角向量得出所述相应源设备的位置估计。

11. 根据权利要求10所述的方法，其中，将所述互相关输出转换为所述一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量是基于针对所述一个或多个源设备中的相应源设备的所述子带分配进行的。

12. 根据权利要求10或11所述的方法，还包括：

均衡所述第一信道估计，以产生经均衡的第一信道估计；

解调所述经均衡的第一信道估计，以产生解调数据；并且

其中，解码是基于所述解调数据进行的。

13. 一种装置，包括：

多个天线，所述多个天线被配置为检测跨越频率带宽的无线传输，所述频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输，其中，来自源设备的传输占用所述频率带宽的子带中的唯一的子载波集；

第一无线电接收器,所述第一无线电接收器耦合到所述多个天线中的第一天线,所述第一无线电接收器被配置为生成参考接收信号;

第二无线电接收器;

开关,所述开关耦合到所述多个天线中除所述第一天线之外的天线并且耦合到所述第二无线电接收器,所述开关被配置为随着时间在所述多个天线中除所述第一天线之外的天线之间切换,以将所述多个天线中除所述第一天线之外的一个天线连接到所述第二无线电接收器,从而生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,所述多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;

处理器,所述处理器耦合到所述第一无线电接收器并且耦合到所述第二无线电接收器,其中所述处理器被配置为:

基于所述至少一个参考接收信号计算第一信道估计;

基于所述第一信道估计对所述传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;

基于所述多个天线特定接收信号,计算第二信道估计;

根据所述第一信道估计和所述第二信道估计中的至少一者生成复合信道估计;

使用所述复合信道估计,计算来自所述一个或多个源设备中的相应源设备的传输的到达角向量;以及

至少部分地基于所述一个或多个源设备中的所述相应源设备的所述到达角向量来得出所述相应源设备的位置估计。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述处理器还被配置为均衡所述第一信道估计以产生经均衡的第一信道估计,并且基于所述经均衡的第一信道估计进行解码。

15. 根据权利要求14所述的装置,其中,所述处理器还被配置为针对所述符号数据确定调制方案的最近星座点,并且其中,在根据所述多个天线特定接收信号计算所述第二信道估计时,计算所述第二信道估计的操作使用所述调制方案的所述最近星座点作为已知值。

16. 根据权利要求15所述的装置,其中,所述处理器被配置为:

基于对所述帧的至少一部分的解码,存储资源单元信息,所述资源单元信息描述针对所述一个或多个源设备中的相应一个源设备的子带分配:

基于所述资源单元信息计算所述到达角向量。

17. 根据权利要求16所述的装置,其中,所述处理器被配置为:

计算多个到达角向量,所述多个到达角向量中的每个到达角向量对应于多个子带中的相应子带,所述多个子带中的每个子带与所述多个源设备中的相应一个源设备相关联;

使用从接收到的触发帧得出的存储数据,将针对所述多个子带计算的到达角向量中的相应到达角向量映射到所述多个源设备中的相应源设备的地址或标识符信息。

18. 根据权利要求13至17中任一项所述的装置,其中,所述处理器被配置为:

至少基于所述至少一个参考接收信号来执行分组开始检测和同步;以及

基于检测到的帧中所包括的训练数据来计算所述第一信道估计。

19. 根据权利要求13至18中任一项所述的装置,其中所述处理器被配置为:

均衡所述第一信道估计,以产生经均衡的第一信道估计;

解调所述经均衡的第一信道估计以产生解调数据,其中,解码包括针对整个帧对所述

解调数据进行解码;

调制所述解调数据,以产生参考重新调制频域符号;以及

存储所述参考重新调制频域符号;以及

基于从频域变换得出的频域符号以及基于所述参考重新调制频域符号来计算所述第二信道估计,其中,所述频域变换是对所述多个天线特定接收信号执行的。

20. 根据权利要求19所述的装置,其中,所述处理器被配置为基于所述第二信道估计来计算所述复合信道估计。

21. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质携带计算机可读指令,所述计算机可读指令当由处理器执行时,使得所述处理器执行权利要求1至12中任一项所述的方法。

## OFDMA中基于切换天线阵列的到达角位置的信道估计

### 技术领域

[0001] 本公开涉及无线通信。

### 背景技术

[0002] 在到达角(Angle of Arrival,AoA)或用于定位无线设备的任何定位技术中,为了实现更精确的定位结果,需要降低由于信噪比(SNR)和多径而引起的定位误差。在基于AoA的定位技术中,原始数据(来自信道状态信息或原始同相/正交相位样本)被转换成相位向量,相位向量作为输入被提供给基于AoA的定位解决方案。相位向量的转换方式以及最终输入到基于AoA的计算中的方式可能会显著影响准确度。

[0003] 圆形或其他几何天线阵列中的天线处的相位估计被用于估计无线电波的入射方向。在802.11中,使用来自分组接收的信道估计来估计该相位是方便的。然而,由于每个PPDU只对应1个或2个长训练字段(LTF),因此使用信道估计限制了可扩展性。因此,为了在具有切换天线阵列的系统中捕获AoA估计,需要发送多个PPDU来捕获每个天线状态。为了减少所需的PPDU的数量,在PPDU期间可以发生切换,但是LTF不能是信道估计的唯一来源。

[0004] IEEE 802.11ax引入了正交频分多址(OFDMA),其中客户端业务不再占用整个信号带宽。相反,客户端被分配有资源单元(RU)或全信号频谱的子集,并同时进行发送或接收。通过同时捕获许多客户端的AoA估计,OFDMA提供了大大提高AoA定位的可扩展性的方法。然而,在切换天线阵列的状态的同时基于每个客户端获得信道估计带来了挑战。

### 附图说明

[0005] 图1是根据示例性实施例的无线网络环境的框图,其中一个或多个无线接入点被配置为针对使用OFDMA技术发送上行链路传输的单个客户端设备生成到达角信息。

[0006] 图2是示出根据示例性实施例的在无线接入点处采用的切换天线阵列的图,该切换阵列用于在参考天线和多个切换天线处生成接收信号。

[0007] 图3是根据示例性实施例的无线接入点设备的框图,该无线接入点设备被配置为使用切换天线阵列根据上行链路OFDMA传输来生成到达角数据。

[0008] 图4是根据第一示例性实施例的信号处理的功能框图,该信号处理被执行以使用切换天线阵列根据上行链路OFDMA传输生成到达角数据。

[0009] 图5是根据第二示例性实施例的信号处理的功能框图,该信号处理被执行以使用切换天线阵列根据上行链路OFDMA传输生成到达角数据。

[0010] 图6是根据第三示例性实施例的信号处理的功能框图,该信号处理被执行以使用切换天线阵列根据上行链路OFDMA传输生成到达角数据。

[0011] 图7是根据图4的第一示例性实施例和图5的第二示例性实施例描绘出在处的操作的流程图,该操作被执行用于使用切换天线阵列根据上行链路OFDMA传输生成到达角数据。

[0012] 图8是根据图6的第三实施例描绘出在高层处的操作的流程图,该操作被执行用于使用切换天线阵列根据上行链路OFDMA传输生成到达角数据。

## 具体实施方式

### [0013] 概述

[0014] 在一个实施例中,本文提出了在无线设备的天线阵列处生成到达角数据以使用OFDMA技术得出作为频带中无线传输的源的一个或多个设备的位置的技术。无线设备(例如,无线接入点(AP))在其多个天线处检测跨越(span)频率带宽的能量,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备(例如,客户端)中的每个源设备的传输,其中,来自源设备的传输占用该频率带宽的子带中的唯一的子载波集。无线设备从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号。无线设备随着时间在多个天线中除该至少一个指定天线之外的天线之间切换,以生成多个天线特定接收信号,每个天线特定接收信号对应于不同的时间间隔。无线设备基于所述至少一个参考接收信号计算第一信道估计,并基于该第一信道估计对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据。无线设备基于多个天线特定接收信号计算第二信道估计。无线设备根据第一信道估计和第二信道估计中的至少一者生成复合信道估计。使用该复合信道估计,无线设备计算来自一个或多个源设备中的相应源设备的传输的到达角向量。无线设备或另一设备(例如,无线局域网控制器或服务器)基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量得出该相应源设备的位置估计。

[0015] 在另一实施例中,无线设备使用滤波器组对多个天线特定接收信号的样本进行滤波,滤波器组针对一个或多个源设备中的相应源设备分离天线特定接收信号,以产生滤波输出。无线设备对滤波输出执行互相关,以生成多个互相关输出,多个互相关输出中的互相关输出对应于多个天线中的相应天线(不包括至少一个指定天线)。无线设备将互相关输出转换为一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量,并且一个或多个源设备中的相应源设备的位置估计是基于相应源设备的到达角向量计算的。

### [0016] 示例性实施例

[0017] 本文所提出的实施例提供了针对一般OFDMA情况(包括单个用户),在分组单元期间切换天线状态时的AoA估计。无线设备在整个帧上(而非仅在训练符号期间)计算信道估计。因此,无线设备在单个帧内针对其阵列中的所有天线计算信道估计,而不必等待多个帧。

[0018] 在一些无线通信/无线网络系统(例如IEEE 802.11ax系统)中,使用正交频分多址(OFDMA)技术来使得多个无线客户端能够在小如2MHz的不同频率切片(子载波)上同时进行发送。例如,在IEEE 802.11ax中,可以有多达9个无线客户端同时在20MHz信道上向接入点进行发送。

[0019] 期望利用OFDMA和现在已知或以后开发的任何其他技术来同时定位尽可能多的客户端。为此,当同时从多个客户端接收帧时,由于在接入点的天线阵列的所有天线状态之间进行切换,因此针对每个客户端的传输确定了接入点处的多个天线元件中的每个天线元件的相位信息。当接收到来自多个无线客户端的帧时,接入点在多个天线状态之间循环,并且针对每个客户端单独构建表示所有天线状态的全角度向量。这可以在时域或频域中实现。此外,由于在多个天线元件中进行的切换以及客户端传输的异步性质,在给定天线上,从客户端接收的传输中的训练字段可能不能在任何给定时间都是可用的。

[0020] 首先参考图1。图1示出了支持无线网络能力的网络环境10,例如Wi-Fi®无线局域网(WLAN)。存在多个无线接入点(AP),如附图标记20(1)至20(N)所示。AP支持多个无线客

户端设备(本文中也称为“客户端”)的WLAN连接,如附图标记40(1)至40(M)所示。应理解,图1只是简化的示例。在实际的网络部署中,可以存在更多的客户端。此外,对于某些应用,部署中可以只存在一个AP。AP 20(1)至AP20(N)中的每个AP具有多个天线、阵列、或天线元件,如附图标记22处集体示出地。每个AP处的天线数量可以不同。在一个示例中,在每个AP处存在4、8、16或32个天线元件。

[0021] 存在用于WLAN的控制和其他功能的后端基础设施。具体地,AP 20(1)和AP 20(2)连接到有线局域网30,该有线局域网30还连接到WLAN控制器50和移动服务服务器60。WLAN控制器50对AP 20(1)至AP 20(N)和客户端40(1)至客户端40(M)执行控制功能。此外,除执行其他事项外,移动服务服务器60还执行定位功能,以基于从在一个或多个AP处(或在固定位置的其他无线设备处)接收的信号中收集的数据来跟踪客户端的位置。WLAN控制器50和移动服务服务器60可以位于相同的物理装置上,或者可以是在数据中心上运行的应用。因此,不需要WLAN控制器50和移动服务服务器60来执行本文所述的技术。

[0022] AP 20(1)至AP 20(N)可以采用切换天线阵列。图2示出了切换天线阵列的示例,该切换天线阵列包括天线元件22(1)至22(K)、K-1:1开关100和2接收器(Rx)路径无线电装置110。该K元件圆形阵列具有单个参考天线(本示例中为任意天线22(1)) and K-1个切换天线元件22(2)至22(K)。信号参考天线22(1)检测到的信号被馈送到无线电装置110的一个接收器路径,并且开关100在不同的时间点(例如,针对每个数据符号)选择天线22(2)至天线22(K)中的不同的天线。在更一般的情况下,可以存在任意数量的参考路径和切换路径来处理更多的空间流解码和/或减少所需的天线状态的数量。例如,无线电装置110可以具有P个接收器路径( $P \geq 2$ ),其中Z个路径( $Z \geq 1$ )用作参考路径并且被直接连接到无线电装置110,L个路径经由开关100耦合到该无线电装置,其中 $L \geq 1$ 。

[0023] 图2示出了来自客户端的上行链路传输被分配资源单元(RU),其中每个资源单元包括预定数量的子载波,该子载波在相对较小的子带带宽(例如,2MHz)内。客户端被分配/指定不同的RU,如图2所示,但图中所示的分配只是示例。分配不必按所示顺序进行。一个或多个客户端(或通常为M个客户端)的多个RU跨越上行链路信道的频带。单独的客户端上行链路传输可以在任何时候发生,因此它们可以部分或完全在时间上重叠(因为它们在频率上不重叠)。

[0024] 使用如图2所示的交换天线阵列在将接收到的子载波与特定客户端/RU区分开来以获得对应客户端的AoA估计方面存在挑战。本文提出了针对OFDMA、利用切换天线阵列获得AoA估计的方法。参考路径用于AoA估计和解码帧,以从帧获取介质访问控制(MAC)地址和其他标识符信息。

[0025] 现在参考图3,其示出了无线设备(例如AP)的框图,该无线设备能够执行与本文所示实施例相关的操作。图3所示的AP一般由附图标记20(i)标识,并且代表图1所示的任何AP。

[0026] AP 20(i)包括基带处理器(例如,调制解调器)300、多个发射器302(1)至302(K)、多个接收器304(1)至304(K)、多个天线306(1)至306(K)、控制器320和存储器330。多个发射器302(1)至302(K)和多个接收器304(1)至304(K)可以集成为无线电装置的一部分,例如,图2中所示的无线电装置110。每个发射器302(1)至302(K)连接到多个天线306(1)至天线306(K)中的相应天线。接收器304(1)至304(K)经由开关100连接到多个天线306(1)至306



(K)中的所选的天线,如图2中更详细地描述的。应理解,开关100的功能也可以在基带处理器30和多个接收器304(1)至304(K)之间执行。基带处理器300包括信道状态信息/估计(CSI)生成逻辑310,该逻辑310用于根据天线306(1)至306(K)处的接收信号而发送生成CSI,并将该CSI划分到如上所示和描述的子载波组。基带处理器300包括FFT和基于OFDM信号的接收而进行的其他相关计算所需的逻辑,该OFDM信号包括跨越接收到的传输的频率带宽的多个子载波。下面参照图4至图6描述根据各实施例的CSI生成逻辑310的操作。

[0027] 基带处理器300可以由固定的或可编程的数字逻辑门实现,例如以专用集成电路(ASIC)的形式实现,或者可以由专用数字信号处理器、微处理器或微控制器实现。CSI生成逻辑310只是基带处理器300的若干功能块中的一个,并且,它可以通过数字逻辑门或由微处理器执行的指令来实现。

[0028] 控制器320耦合到基带处理器300,并为AP 20(i)提供更高级别的控制。控制器320可以是微处理器或微控制器。存储器330存储指令,控制器320执行该指令以执行AP 20(i)的控制功能。这些功能中包括当控制器320执行存储在存储器330中的位置控制软件340时而被执行的操作。

[0029] 存储器330可包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁盘存储介质设备、光存储介质设备、闪存设备、电、光或其它物理/有形存储器存储设备。因此,一般地,存储器330可以包括一个或多个有形(非暂时性)计算机可读存储介质(例如,存储器设备),该介质由软件编码,该软件包括计算机可执行指令,并且当软件(由控制器320)执行时,该软件可操作以执行本文描述的操作。此外,CSI生成逻辑310的功能可以采用存储在存储器330中并由控制器320执行的软件的形式。

[0030] AP 20(i)还包括网络接口单元350,例如,使AP 20(i)能够通过有线网络通信的以太网卡。因此,网络接口单元350使得AP 20(i)能够从WLAN控制器50或移动服务服务器60接收命令,以及能够发送数据(例如,多个子载波组中的每个子载波组的信道状态信息数据或子载波组特定数据)。

[0031] 本文提出了针对OFDMA使用切换天线阵列获得AoA估计的三种方法。在所有情况下,参考路径用于AoA估计和对帧进行解码,以从帧获取介质访问控制(MAC)地址和其他标识符信息。

[0032] 对于图4和图5所示的实施例,可以使用任何OFDM符号来训练信道估计(只要能够确定该符号被编码成什么)。该知识不需要通过帧的训练字段(例如,Wi-Fi帧中的已知长训练字段(LTF))获得。参考路径用于确定每个符号。图4和图5所示的解决方案在计算上较不复杂,但针对参考路径上的错误也较不鲁棒。

[0033] 图6中所示的实施例有所不同。该实施例不是获取信道估计,而是对原始时域同相(I)和正交(Q)样本以及互相关器(cross correlator)进行操作以获得AoA估计。滤波器组用于隔离出每个用户的OFDMA RU。

[0034] 图4至图6所示的实施例可以在软件定义无线电装置(SDR)上实现,其中对原始基带I/Q样本的访问是公共的。然而,这些实施例也可以用硬件或硬件和软件的组合来实现。

[0035] 为了下面的描述,AoA向量A由计算 $A = \text{angle}(\text{conj}(H^{\text{ref}}) * H^T)$ 来确定。

[0036] 基于参考路径的均衡符号的信道估计方案

[0037] 现在参考图4来描述涉及在频域中执行的操作的实施例。图4示出了天线22(1)用

作参考天线并且被连接到接收器304 (1) 以在路径A上产生接收信号。K-1:1开关100选择天线22 (2) -22 (K) 中的一个天线以连接到接收器304 (2), 从而在路径B上产生接收信号。通过符号定时器功能400来控制K-1:1开关。接收器304 (1) 将天线22 (1) 检测到的信号进行下变频以产生路径A I和Q样本(在它们被模数转换器(ADC) 转换后, 为简单起见未示出该ADC转换器)。接收器304 (2) 将天线22 (2) 至22 (K) 中所选择的天线检测到的信号进行下变频以产生路径B I和Q样本。

[0038] 分组开始(start-of-packet, SOP) 检测时间同步(sync) 功能410接收路径A I和Q样本以及路径B I和Q样本。SOP检测时间同步功能410的输出耦合到快速傅立叶变换(FFT) 功能420, 并且类似地, 路径B I和Q样本耦合到FFT功能430。

[0039] 在图4的实施例中, CSI生成逻辑310包括信道估计路径A功能440、信道估计路径B功能445、均衡器和对齐(snap) 到最近星座点功能450、解码器455、复合CSI功能460、以及CSI到AoA向量功能470。此外, 还提供了对来自触发帧的RU分配信息的缓存480。信道估计路径A功能接收FFT 420的输出和复合CSI功能460的输出作为输入并生成输出, 该输出被提供给均衡器和对齐功能450以及复合CSI缓存功能460。均衡器和对齐功能450基于与解码器功能455的协作来向信道估计路径B功能445提供输出。复合CSI功能460接收信道估计路径A功能440的输出和信道估计路径B功能445的输出作为输入, 其中复合CSI功能460同样在符号定时器400的控制下。复合CSI缓存功能460生成复合CSI, 该复合CSI作为输入提供给CSI到AoA向量功能470。CSI到AoA向量功能470基于存储在缓存480中的信息针对给定RU生成AoA向量。

[0040] 现在描述图4的实施例的操作。同样的, 由于在接收分组时针对多个接收路径中的一个接收路径在天线路径之间进行切换, 所以所面临的挑战是如何根据帧的其余数据部分生成信道估计。FFT功能420针对任何给定符号计算FFT, 针对该给定符号进行到新天线元件的切换。假定符号属于某种已知调制方案。均衡器和对齐功能450将解析点“对齐”到针对已知调制方案的最近星座点, 并将最近星座点用作获得信道估计的参考。任何单个符号都可以作为训练字段(如果知道这个符号应是什么)。从训练字段或符号获得的信道估计用于校正原始FFT输出, 并将该FFT输出对齐到星座点(针对应是什么星座的星座点)。该星座点作为参考(期望的发射信号), 并且该参考用于获得信道估计。因此, 图4所示的方案使用来自参考路径(路径A) 的均衡/对齐/调制/编码符号作为用于计算切换路径(路径B) 的信道估计的已知值。

[0041] 更具体地, 首先, SOP检测时间同步块410查找分组开始, 信道估计路径A功能440使用该分组中所包括的训练字段来生成参考路径(路径A) 的信道估计。路径A的信道估计被保存以供后续使用参考路径对帧进行解码, 如在常规802/Wi-Fi接收处理中那样。路径A的信道估计还被均衡器和对齐功能450用于均衡路径A的FFT的输出, 以确定符号的训练值。

[0042] 均衡器和对齐功能450均衡FFT 420的输出, 并基于已知调制编码方案(该编码方案根据例如由解码器455对SIG字段进行解码来得到) 将该输出对齐到最近星座点。由均衡器和对齐功能450生成的均衡/对齐值被提供给信道估计路径B功能445, 以生成任何符号期间的路径B的信道估计。符号定时器400用于控制物理天线切换以及将路径B切换天线信道估计的输出路由到复合信道估计缓存功能460中的相应索引中。

[0043] 在获得全天线集合(天线22 (2) -22 (K)) 的信道估计后, 任何特定用户的CSI被转换

为相位估计。缓存480存储来自触发帧的客户端到子载波分配(即RU)的映射。CSI到AoA向量功能470考虑参考路径A信道估计的每个子载波的信噪比(SNR),以限制来自参考路径的低信噪比对切换路径的信道估计的影响。使用从存储在缓存480中的触发帧得出的数据,可以将针对各RU所计算的AoA向量映射到实际的客户端MAC地址或其他客户端标识符信息。

[0044] 基于参考路径的经解码和重调制符号的信道估计方案

[0045] 现在参考图5。图5示出了CSI生成逻辑310的功能块,CSI生成逻辑310执行与图4所示的信道估计方案类似的信道估计方案(但不对星座点进行对齐)。替代地,整个帧都被解码以提供更鲁棒的参考,从而在重新调制后生成信道估计。替代与在路径A上接收到的内容进行比较,路径A上的比特误差被确定以生成路径A应该是什么(理想化的路径A),这被用于通过与路径B进行比较来进行信道估计。此方案比图4的计算密度更高,但是它潜在地更鲁棒/准确。

[0046] 图4所示方案中的若干功能块也存在于图5的方案中,这些功能块包括信道估计路径A功能440、信道估计路径B功能445、解码器455,复合信道估计功能460' (与图4中的功能460略有不同)以及CSI到AoA估计功能470。均衡器500耦合到用于路径A的FFT 420的输出和信道估计路径A的功能440,并执行均衡功能。路径B的FFT 430的输出耦合到路径B频域符号缓存510。解调器功能520耦合到均衡器功能500的输出。解码器455耦合到解调器520的输出,并且调制器功能530耦合到解码器455的输出。在解调器520和调制器530之间执行导频跟踪。路径A重新调制频域符号缓存540耦合到调制器540的输出。路径A重新调制频域符号缓存540的输出耦合到信道估计路径B功能445。复合信道估计功能460' 耦合到信道估计路径B功能445的输出,并且复合信道估计功能460' 的输出耦合到CSI到AoA估计功能470。

[0047] 此CSI估计逻辑310' 的操作类似于图4的CSI估计逻辑310,区别是对均衡FFT输出进行解码和重新调制的附加步骤操作。这通过完全解码路径A并进行重新调制以将所解码的数据映射到每个符号,增加了对输入到切换路径的信道估计的参考路径的鲁棒性。

[0048] 具体地,信道估计路径A功能440基于FFT 420的输出计算路径A的信道估计,并将该估计提供给均衡器500。均衡器500还接收FFT 420的输出作为输入,并产生提供给解调器520的均衡路径A输出。解调器520解调均衡路径A输出以产生提供给解码器455的解调路径A数据。解码器455对解调路径A数据进行解码,以产生针对整个分组/帧的解码符号数据。调制器530重新调制解码符号数据(在频域中),并将其保存到路径A重新调制频域符号缓存540。信道估计路径B功能445对路径B的FFT430的输出和来自缓存540的解调频域符号进行操作,以将路径B的信道估计输出到复合信道估计功能460'。与对路径A的信道估计和路径B的信道估计进行操作的复合信道估计功能460不同,复合信道估计功能460' 仅对路径B的信道估计进行操作。CSI到AoA估计功能470使用由复合信道估计功能460' 输出的复合CSI估计来生成AoA估计。

[0049] 在图5所示的方案中,一些操作不是实时处理的,而是涉及保存切换路径(路径B)的每个符号的FFT输出,然后在解码和重新调制路径A中的解码比特之后执行信道估计。

[0050] 基于滤波器组输出的互相关的AoA估计

[0051] 图6示出了另一形式的CSI生成逻辑310''。CSI生成逻辑310'' 共享CSI生成逻辑310' 的一些功能,这些功能包括路径A的FFT 410、路径A信道估计功能440、均衡器500、解调器520、以及解码器455。CSI生成逻辑310'' 的不同/新功能是RU滤波器组600、1/Q互相关器

(xCorr)功能610、复合xCorr缓存620、以及xCorr到AoA估计功能630。路径A用于对帧进行解码,并且FFT 420、信道估计路径A功能440、均衡器500、解调器520和解码器455的操作与上面结合图5描述的操作类似,区别是路径A和路径B之间的耦合是位于SOP检测时间同步功能410的输出处的。解码器455的输出是解码符号位,其用于从分组中恢复数据(例如MAC地址和其他信息),但该解码符号位不被反馈并用于路径B信道估计。

[0052] 如图6所示,SOP检测时间同步功能410的输出被提供为FFT 420和RU滤波器组600的输入,以针对任何给定RU对I/Q样本进行滤波/分离。滤波器组600的输出被提供给I/Q xCorr功能610,以生成针对每个天线状态的互相关输出,该互相关输出被存储在复合xCorr缓存620中。换句话说,I/Q xCorr功能610将参考路径(路径A)的RU滤波器组600的输出与针对每个天线状态的切换路径IQ样本(路径B)互相关。针对每个天线状态的互相关输出包括针对每个天线状态的单独的xCorr样本,并且这些样本基于天线状态和RU滤波器组索引被映射到复合xCorr缓存中。xCorr到AoA估计功能630将互相关输出转换为AoA向量,其中基于对触发帧的解码和RU分配的知识将RU缝合在一起,或者针对每个分立的2MHZ子载波子带计算AoA向量。

[0053] 现在参考图7。图7示出了流程图,该流程图描述了高层处由图4和图5表示的方法500,该方法用于获得针对作为本文所述OFDMA方案中RU的传输源的每个客户端设备的AoA估计。在510处,至少一个无线设备(例如AP)在其多个天线处检测跨越频率带宽的能量,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备(例如,客户端)中的每个源设备的传输,其中来自源设备的传输占用频率带宽的子带中的唯一的子载波集。在520处,无线设备从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号。在530处,随着时间,无线设备在该多个天线(不包括至少一个指定天线)之间切换,以生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,其中每个天线特定接收信号对应于不同的时间间隔。在540处,无线设备基于至少一个参考接收信号计算第一信道估计。在550处,无线设备基于第一信道估计来对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据。在560处,无线设备基于多个天线特定接收信号来计算第二信道估计。在570处,无线设备根据第一信道估计和第二信道估计中的至少一者来生成复合信道估计。在580处,使用复合信道估计,无线设备计算来自一个或多个源设备中的相应源设备的传输的到达角向量。在590处,无线设备或另一设备(例如,WLAN控制器或移动服务服务器)至少部分地基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量来得出该相应源设备的位置估计。应理解,在操作590中计算出的位置估计还可以使用从其他位置技术或数据得出的信息(例如,接收信号强度指示符(RSSI)信息、差分到达时间(DToA)等)。因此,至少部分地基于针对相应源设备计算出的到达角向量,可以得出针对相应源设备导出的位置。

[0054] 方法500还可以包括均衡第一信道估计,以产生经均衡的第一信道估计,其中,解码操作550是基于经均衡的第一信道估计进行的。此外,方法500还可以包括针对符号数据确定(即,“对齐”)调制方案的最近星座点。在这种情况下,当根据多个天线特定接收信号计算第二信道估计时,计算第二信道估计的操作560使用调制方案的最近星座点作为已知值。此外,方法500还可以包括基于解码操作550,存储资源单元信息,该资源单元信息描述针对一个或多个源设备中相应源设备的子带分配;并且其中,计算到达角向量的操作580是基于资源单元信息进行的。

[0055] 此外,方法500还可以包括至少基于至少一个参考接收信号来执行分组开始检测(start-of-packet detection)和同步,使得计算第一信道估计的操作540是基于检测到的分组或帧中所包括的训练数据进行的。

[0056] 如图5所示,方法500还可以包括以下操作:均衡第一信道估计,以产生经均衡的第一信道估计;解调经均衡的第一信道估计以产生解调数据,其中,解码包括针对整个帧来对解调数据进行解码;调制解调数据,以产生参考重新调制频域符号;以及存储参考重新调制频域符号。在这种情况下,计算第二信道估计的操作560是基于从对多个天线特定接收信号执行的频域变换得出的频域符号以及基于参考重新调制频域符号进行的。此外,在580处计算的复合信道估计是基于第二信道估计来计算的。

[0057] 此外,操作580可涉及计算多个到达角向量,该多个到达角向量中的每个到达角向量对应于多个子带中的相应子带,每个子带与多个源设备中的相应源设备相关联。在这种情况下,使用根据接收到的触发帧得出的存储数据,无线设备可以将针对多个子带计算的到达角向量中的相应到达角向量映射到多个源设备中的相应源设备的地址或标识符信息。

[0058] 转到图8,示出了在高层处图6所示实施例的方法600的流程图。操作610至650类似于图7所示的方法500的操作510至550。在660处,无线设备(例如AP)使用滤波器组对多个天线特定接收信号的样本进行滤波,以产生滤波输出,其中,该滤波器组针对一个或多个源设备中的相应源设备分离天线特定接收信号。在670处,无线设备对滤波输出执行互相关以生成多个互相关输出,该多个互相关输出中的每个互相关输出对应于多个天线中除至少一个指定天线之外的相应天线。互相关输出包括针对每个天线状态的单独的互相关样本。在675处,无线设备存储由与相应源设备相关联的滤波器组索引和天线状态所映射的互相关样本。在680处,无线设备针对一个或多个源设备中的每个源设备将互相关输出转换为AoA向量。在690处,无线设备(或另一设备,例如WLAN控制器或移动服务服务器)至少部分地基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量来得出该相应源设备的位置估计。

[0059] 针对一个或多个源设备中的每个源设备将互相关输出转换为到达角向量的操作680可以基于将子带分配给一个或多个源设备中的每个源设备来进行。方法600还可以包括均衡第一信道估计,以产生经均衡的第一信道估计;解调经均衡的第一信道估计,以产生解调数据;并且其中,解码操作650是基于该解调数据进行的。

[0060] 在一些实施例中,在方法500的操作540至590和方法600的操作640至690处执行的计算可以基于在AP处生成的基带接收信号样本在其他设备(例如,WLAN控制器或移动服务服务器(如图1所示))处执行。

[0061] 在上述实施例中,用于参考路径的天线和切换天线可以位于在不同的无线设备上。例如,至少一个指定天线(用于参考路径)可以位于第一无线设备上,而多个天线中除至少一个指定天线之外的其他天线可以位于第二无线设备上。例如,接入点可以将来自路径B的I/Q样本数据保存到本地存储器中,以在提供了路径A的参考数据之后使用。因此,没有足够的信号与干扰噪声比(SINR)来对信号进行解码的接入点仍然可以提供AoA数据。

[0062] 在另一变体中,路径A是一个或多个天线路径。每个路径B符号与每个空间流互相关,并且针对相关性高于某阈值的任何符号生成AoA测量。此外,解调数据可以如同其来自N个天线一样使用,并且该阵列用于计算天线N+1的信道状态信息。

[0063] 概括地说,在一种形式中,提供了一种方法,该方法包括:在至少一个无线设备的

多个天线处检测跨越频率带宽的能量,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输,其中,来自源设备的传输占用该频率带宽的子带中的唯一的子载波集;从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号;随着时间,在多个天线中除至少一个指定天线之外的其他天线之间切换,以生成对应于相应天线状态的多个天线特定接收信号,多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;基于至少一个参考接收信号来计算第一信道估计;基于第一信道估计对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;基于多个天线特定接收信号来计算第二信道估计;根据第一信道估计和第二信道估计中的至少一者来生成复合信道估计;使用复合信道估计,计算来自一个或多个源设备中的相应源设备的传输的到达角向量;以及至少部分地基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量来得出相应源设备的位置估计。

[0064] 在另一种形式中,提供了用指令编码的一个或多个非暂时性计算机可读存储介质,该指令当由处理器(或无线通信设备)执行时,使得处理器:在至少一个无线设备的多个天线处检测跨越频率带宽的能量,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输,其中,来自源设备的传输占用该频率带宽的子带中的唯一的子载波集;从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号;随着时间,在多个天线中除至少一个指定天线之外的其他天线之间切换,以生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;基于至少一个参考接收信号来计算第一信道估计;基于第一信道估计对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;基于多个天线特定接收信号来计算第二信道估计;根据第一信道估计和第二信道估计中的至少一者来生成复合信道估计;使用复合信道估计,计算来自一个或多个源设备中的相应源设备的传输的到达角向量;以及至少部分地基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量来得出相应源设备的位置估计。

[0065] 在另一种形式中,提供了一种装置,该装置包括:多个天线,该多个天线被配置为检测跨越频率带宽的无线传输,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输,其中,来自源设备的传输占用该频率带宽的子带中的唯一的子载波集;第一无线电接收器,该第一无线电接收器耦合到多个天线中的第一天线,该第一无线电接收器被配置为生成参考接收信号;第二无线电接收器;开关,该开关耦合到多个天线中除第一天线之外的其他天线并且耦合到第二无线电接收器,该开关被配置为随着时间,在多个天线中除第一天线之外的其他天线之间切换,以将多个天线中除第一天线之外的其他天线中的一个天线连接到第二无线电接收器,从而生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;处理器,该处理器耦合到第一无线电接收器和第二无线电接收器,其中该处理器被配置为:基于至少一个参考接收信号来计算第一信道估计;基于第一信道估计对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;基于多个天线特定接收信号来计算第二信道估计;根据第一信道估计和第二信道估计中的至少一者来生成复合信道估计;使用复合信道估计,计算来自一个或多个源设备中的相应源设备的传输的到达角向量;以及至少部分地基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量来得出相应源设备的位置估计。

[0066] 在另一实施例中,提供了一种方法,该方法包括:在至少一个无线设备的多个天线处检测跨越频率带宽的能量,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备

的传输,其中,来自源设备的传输占用该频率带宽的子带中的唯一的子载波集;从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号;随着时间,在多个天线中除至少一个指定天线之外的其他天线之间切换,以生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;基于至少一个参考接收信号来计算第一信道估计;基于第一信道估计对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;使用滤波器组对多个天线特定接收信号的样本进行滤波,滤波器组针对一个或多个源设备中的相应源设备分离天线特定接收信号,以产生滤波输出;对滤波输出执行互相关以生成多个互相关输出,多个互相关输出中的每个互相关输出对应于多个天线中除至少一个指定天线之外的相应天线,以产生包括针对每个天线状态的单独的互相关样本的互相关输出;存储由与相应源设备相关联的滤波器组索引和天线状态所映射的互相关样本;将互相关输出转换为一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量;以及至少部分基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量得出相应源设备的位置估计。

[0067] 在另一种形式中,提供了一种装置,其包括:多个天线,该多个天线被配置为检测跨越频率带宽的无线传输,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输,其中,来自源设备的传输占用该频率带宽的子带中的唯一的子载波集;第一无线电接收器,该第一无线电接收器耦合到多个天线中的第一天线,该第一无线电接收器配置为生成参考接收信号;第二无线电接收器;开关,该开关耦合到多个天线中除第一天线之外的其他天线并且耦合到第二无线电接收器,该开关被配置为随着时间,在多个天线中除第一天线之外的其他天线进行切换,以将多个天线中除第一天线之外的一个天线连接到第二无线电接收器,从而生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,该多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;以及处理器,该处理器耦合到第一无线电接收器和第二无线电接收器,其中,该处理器被配置为:基于至少一个参考接收信号来计算第一信道估计;基于第一信道估计对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;使用滤波器组对多个天线特定接收信号的样本进行滤波,滤波器组针对一个或多个源设备中的相应源设备分离天线特定接收信号,以产生滤波输出;对滤波输出执行互相关以生成多个互相关输出,多个互相关输出中的每个互相关输出对应于多个天线中除至少一个指定天线之外的相应天线,以产生包括针对每个天线状态的单独的互相关样本的互相关输出;存储由与相应源设备相关联的滤波器组索引和天线状态所映射的互相关样本;将互相关输出转换为一个或多个源设备中的每个源设备的到达角向量;以及至少部分地基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量得出相应源设备的位置估计。

[0068] 在另一种形式中,提供了用指令编码的一个或多个非暂时性计算机可读存储介质,该指令当由无线通信设备的处理器执行时,使得处理器:在至少一个无线设备的多个天线处检测跨越频率带宽的能量,该频率带宽可以包括来自一个或多个源设备中的每个源设备的传输,其中,来自源设备的传输占用该频率带宽的子带中的唯一的子载波集;从至少一个指定天线生成至少一个参考接收信号;随着时间,在多个天线中除至少一个指定天线之外的其他天线之间切换,以生成针对相应天线状态的多个天线特定接收信号,多个天线特定接收信号各自对应于不同的时间间隔;基于至少一个参考接收信号来计算第一信道估计;基于第一信道估计对传输中的一个传输的帧的至少一部分进行解码,以恢复符号数据;使用滤波器组对多个天线特定接收信号的样本进行滤波,滤波器组针对一个或多个源设备

中的相应源设备分离天线特定接收信号,以产生滤波输出;对滤波输出执行互相关以生成多个互相关输出,多个互相关输出中的每个互相关输出对应于多个天线中除至少一个指定天线之外的相应天线,以产生包括针对每个天线状态的单独的互相关样本的互相关输出;存储由与相应源设备相关联的滤波器组索引和天线状态所映射的互相关样本;将互相关输出转换为一个或多个源设备中的每个源设备的到达角向量;以及至少部分地基于一个或多个源设备中的相应源设备的到达角向量得出相应源设备的位置估计。

[0069] 在另一形式中,一个或多个计算机可读存储介质携带计算机可读指令,该指令当由处理器执行时,使得处理器执行本文所述的任何方法。

[0070] 以上描述仅作为示例。在不脱离本文所述概念的范围并且在权利要求的等效范围和范畴内的情况下,可以进行各种修改和结构的改变。



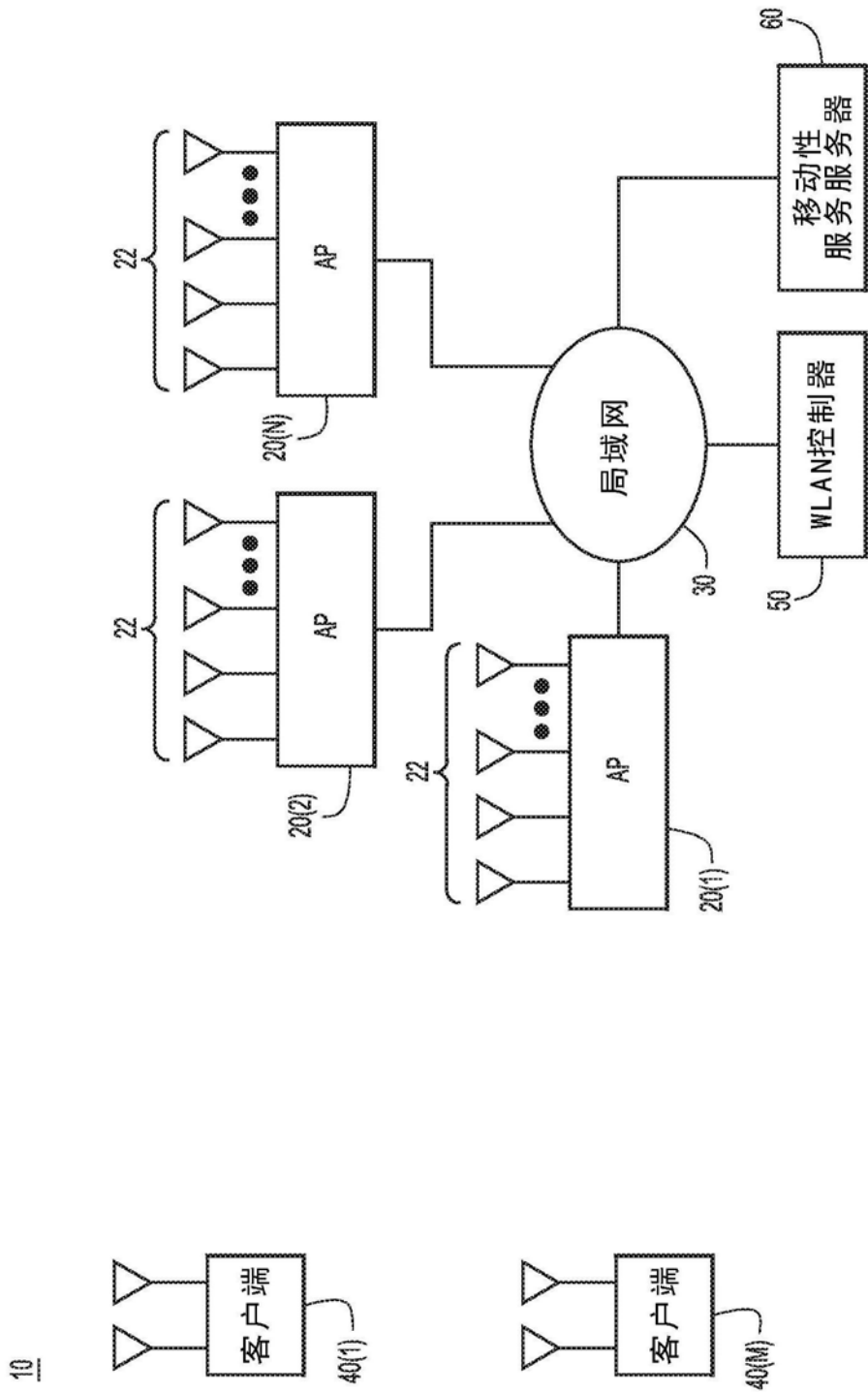


图1

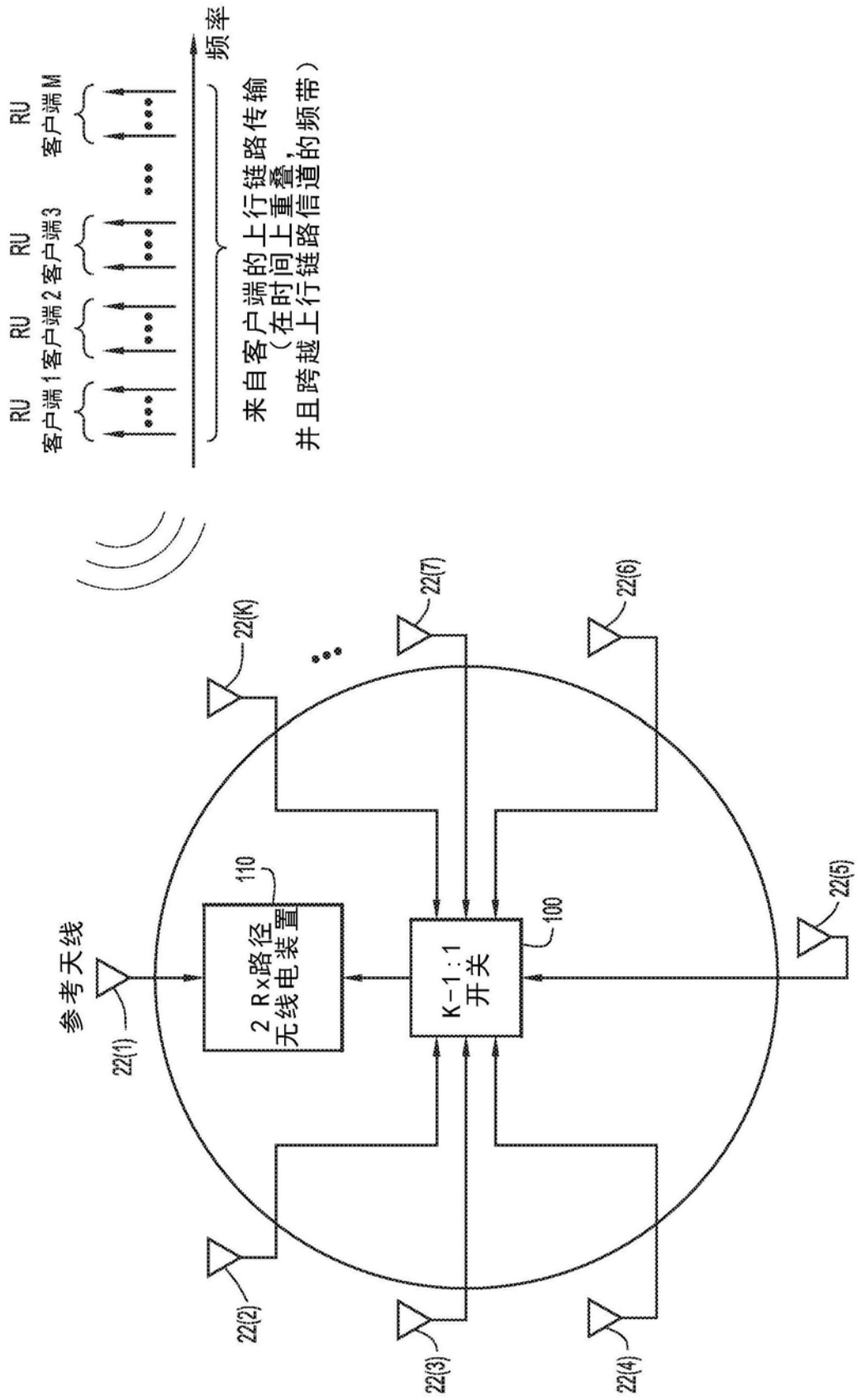


图2

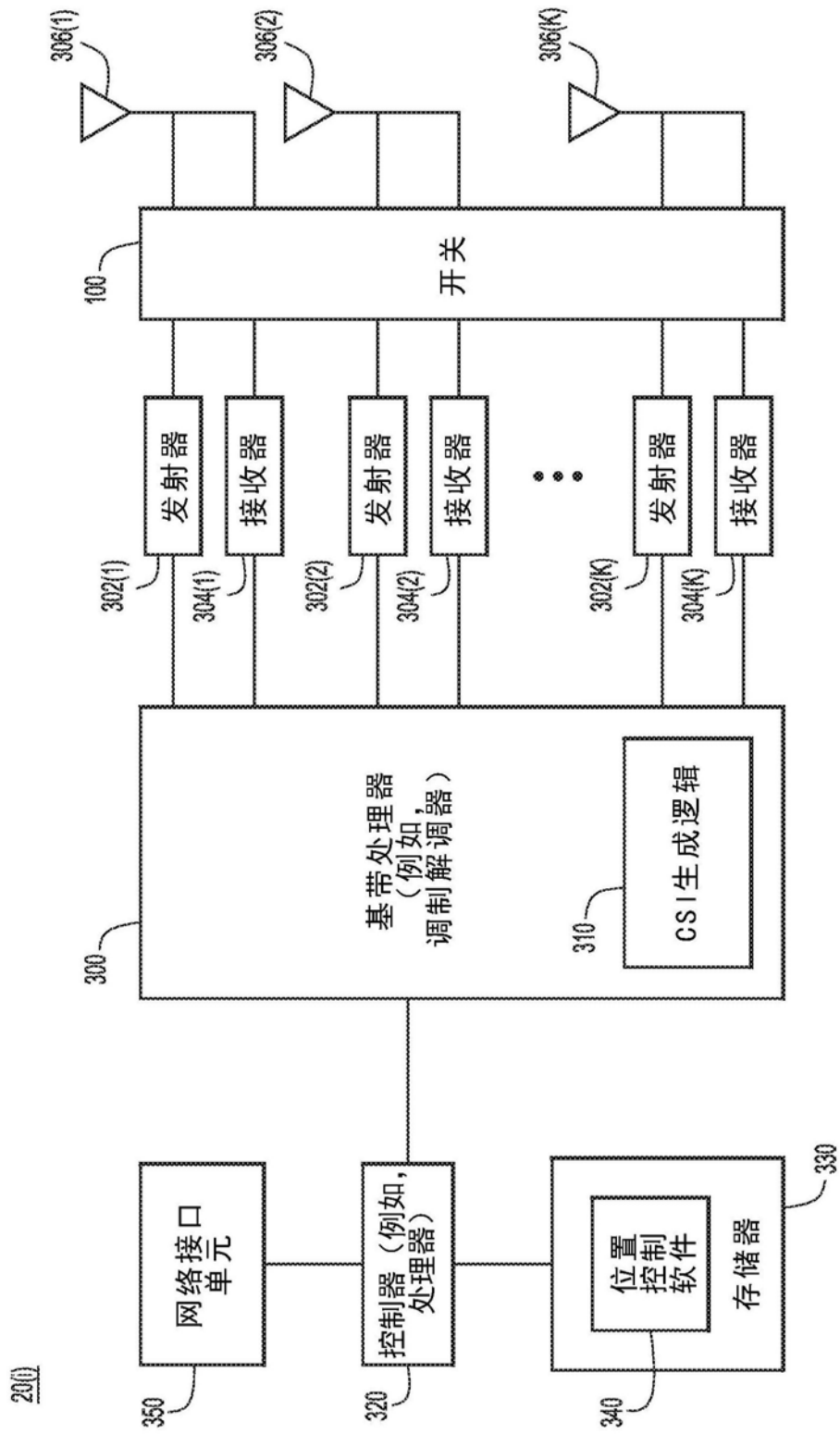


图3

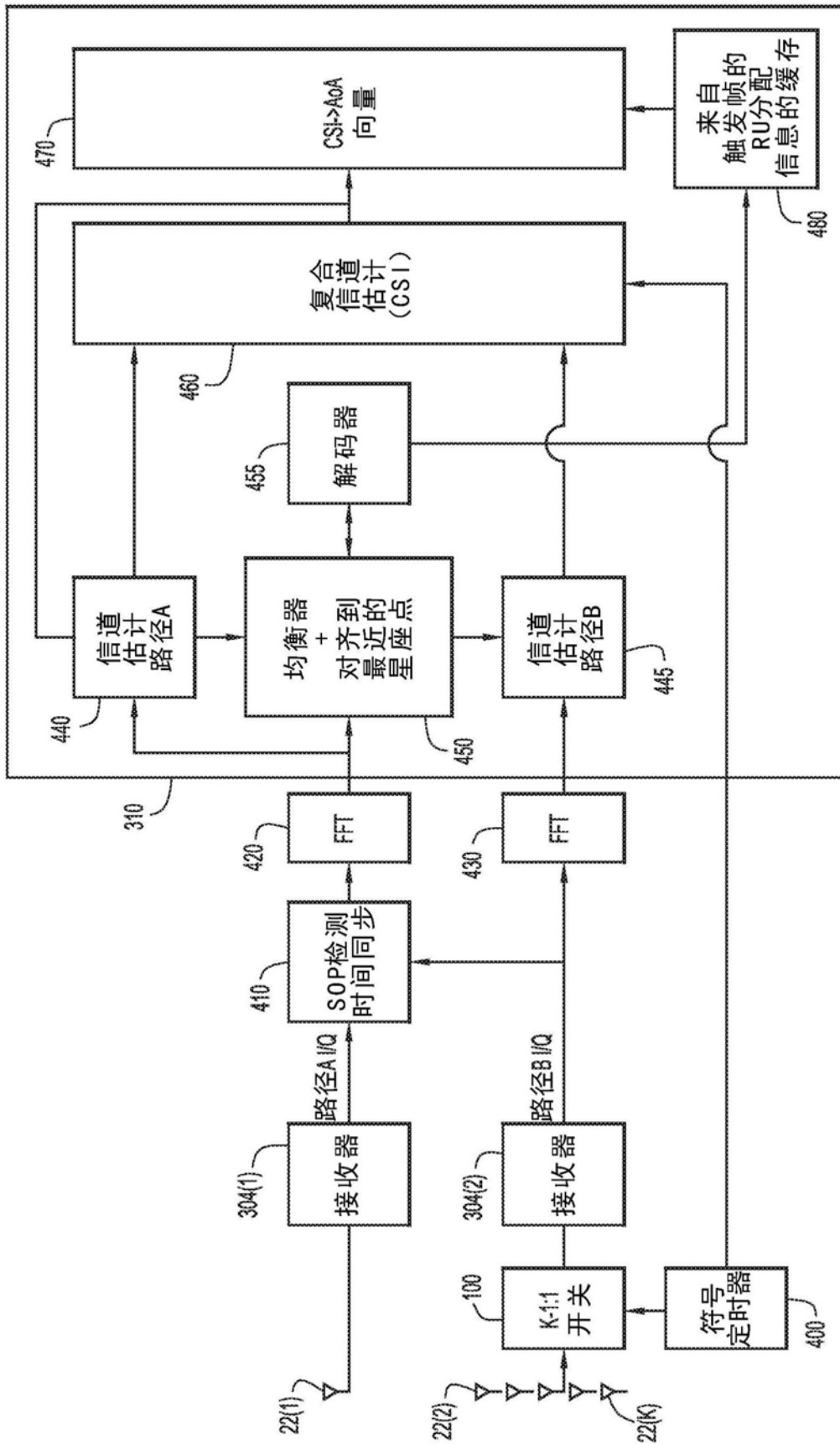


图4

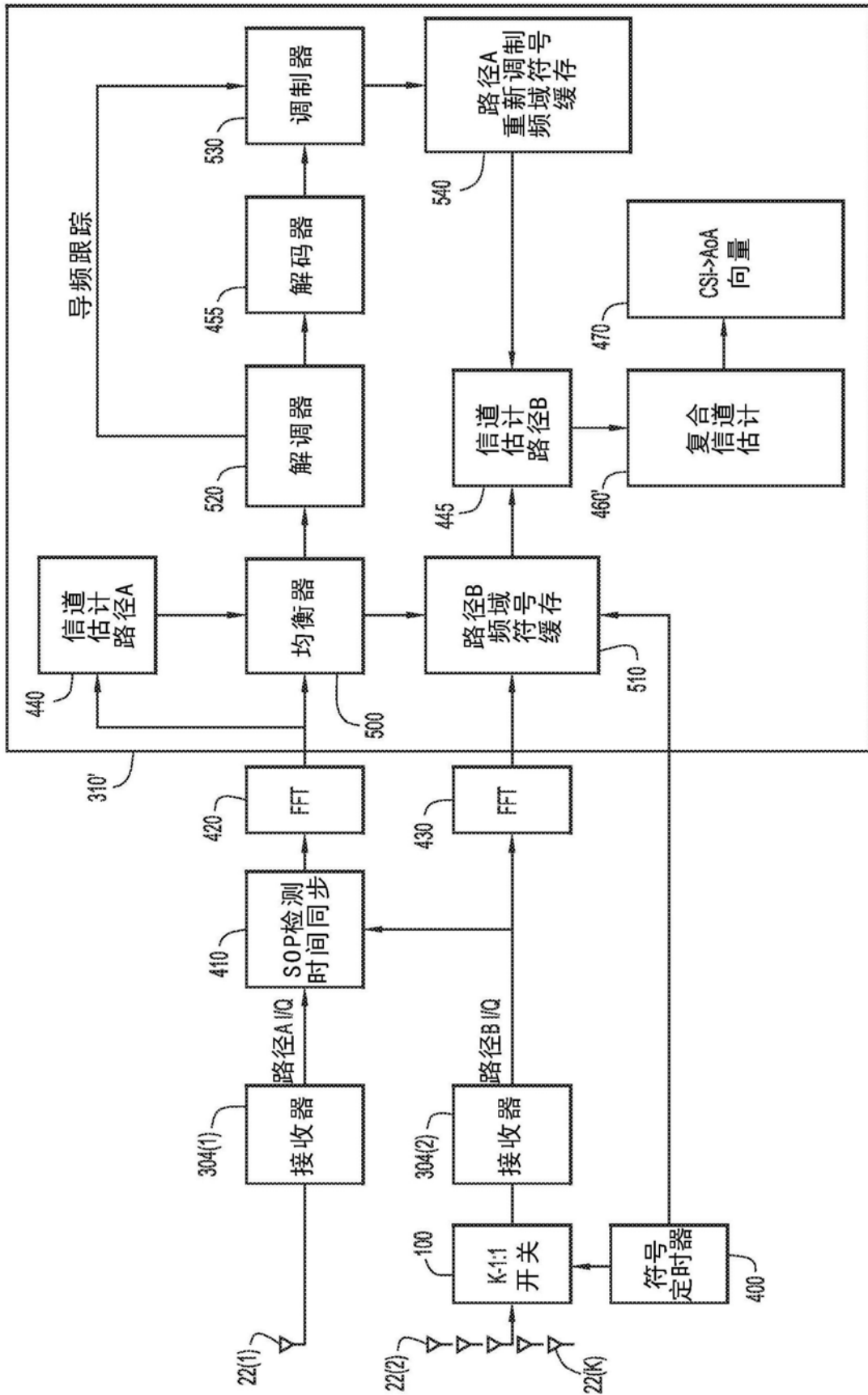


图5

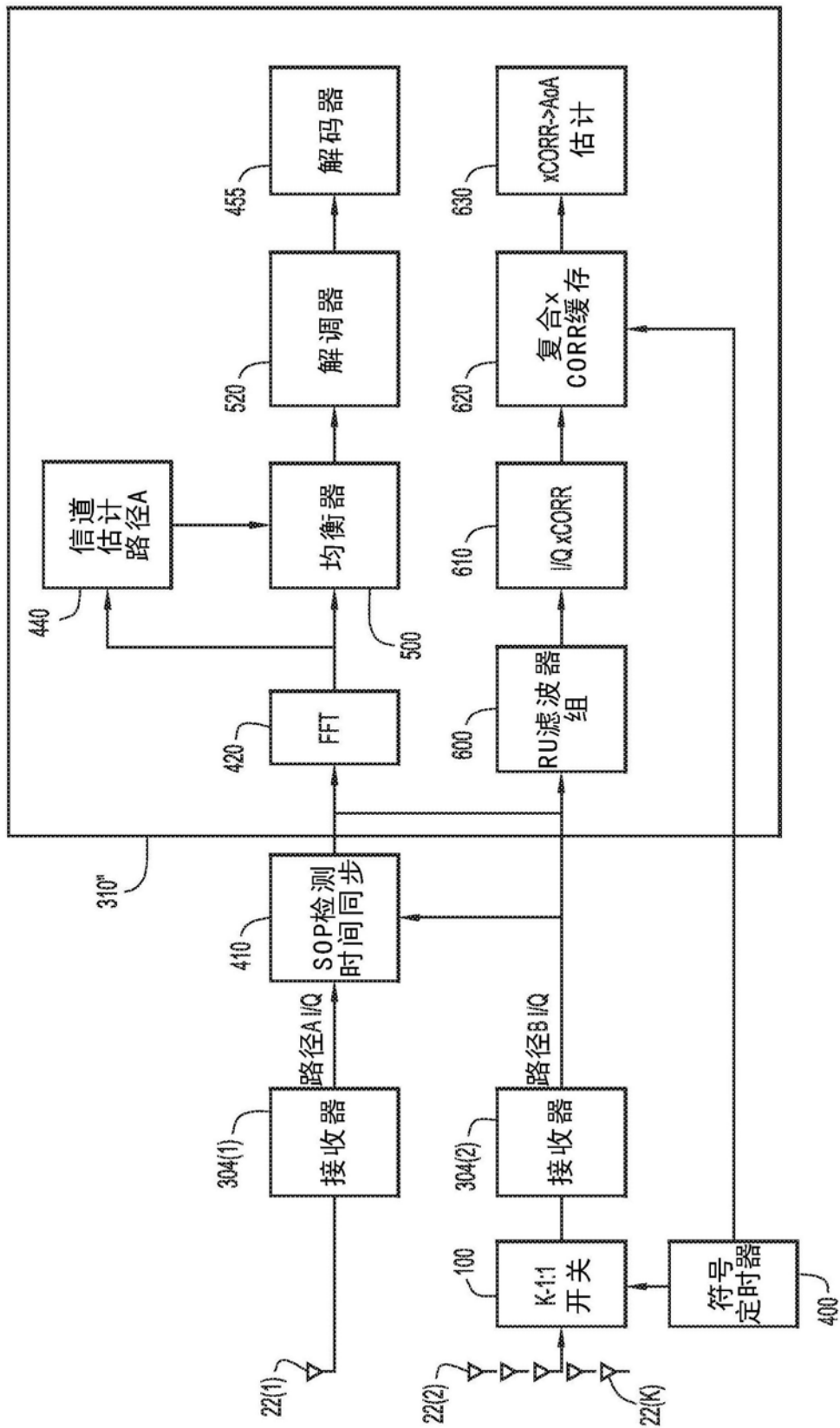


图6

500

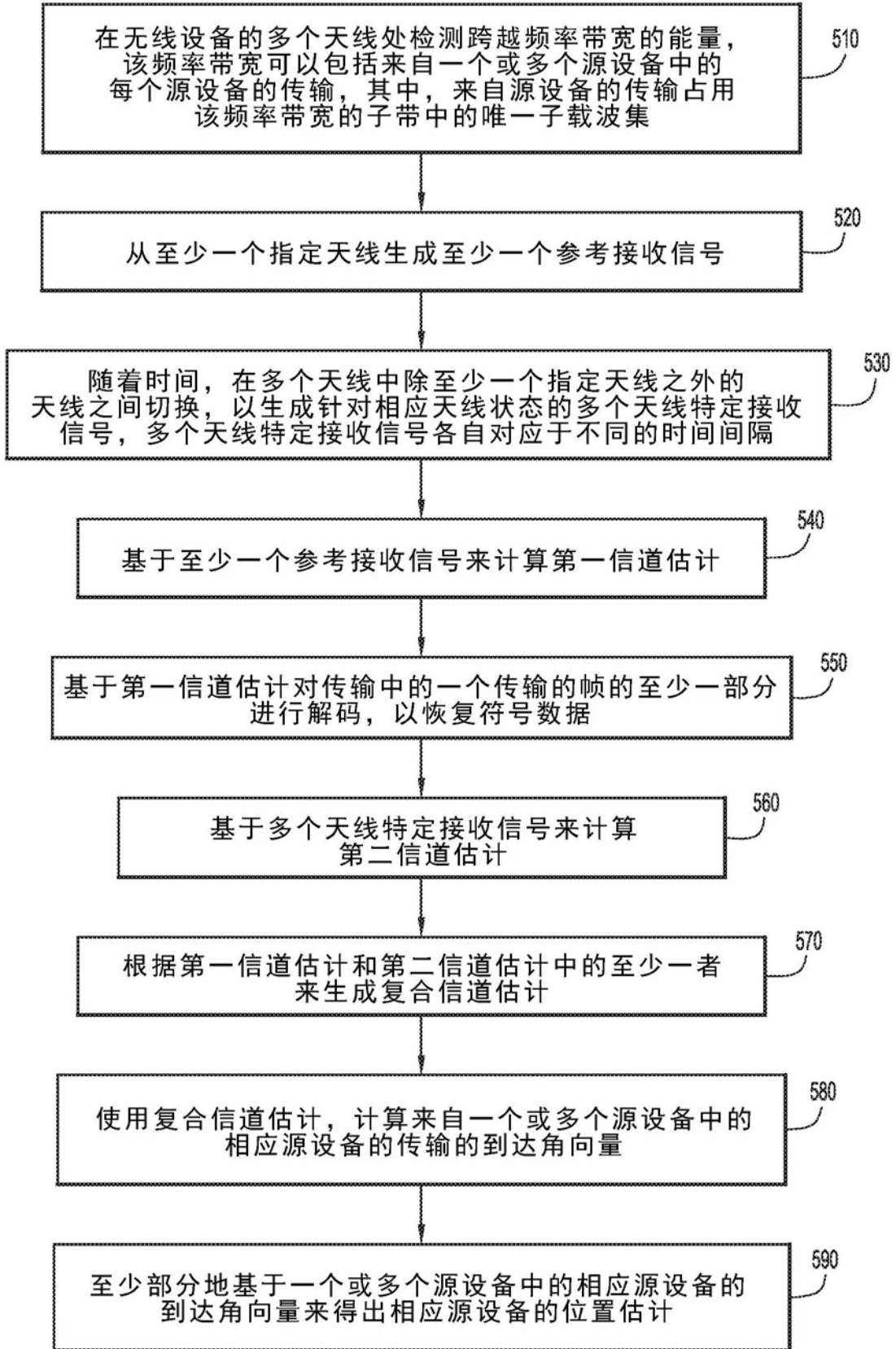


图7

600

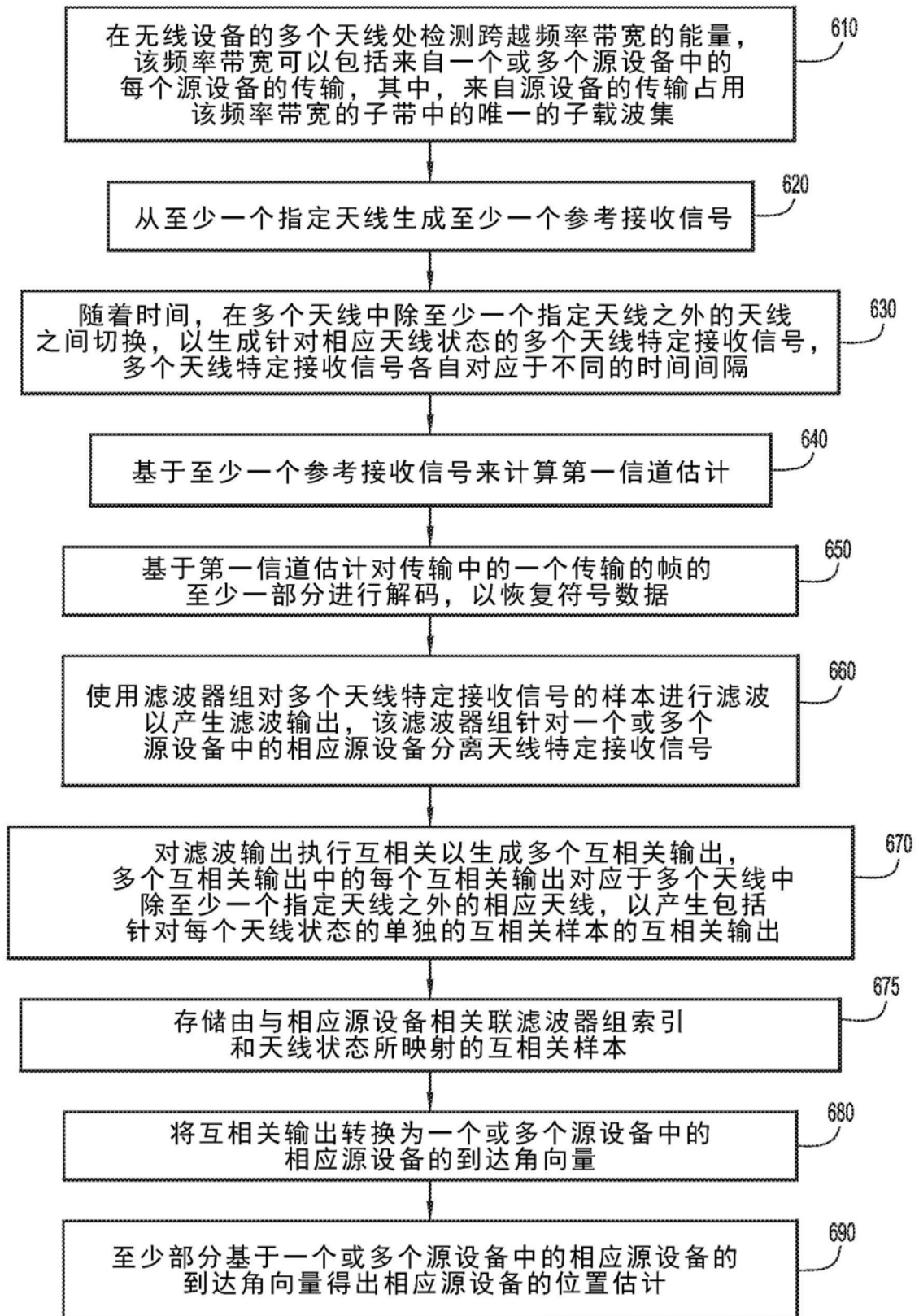


图8