(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 117580069 B
(45)授权公告日 2024.07.16

(21)申请号 202311651913.5
(22)申请日 2022.02.14
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117580069 A
(43)申请公布日 2024.02.20
(30)优先权数据
63/149,473 2021.02.15 US
(62)分案原申请数据
202280027269.1 2022.02.14
(73)专利权人 认知系统公司
地址 加拿大安大略
(72)发明人 C·贝格 M·欧密尔
(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 周衡威
(51)Int.Cl.
H04W 24/02(2009.01)
H04W 24/08(2009.01)
H04B 7/06(2006.01)
H04B 7/08(2006.01)
(56)对比文件
CN 112015147 A,2020.12.01
US 2015195286 A1,2015.07.09
审查员 王冉

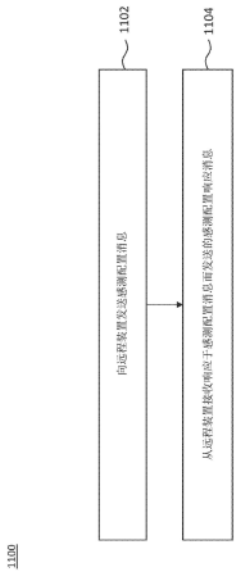
权利要求书3页 说明书49页 附图33页

(54)发明名称

用于Wi-Fi感测的系统和方法

(57)摘要

提供了用于Wi-Fi感测的系统和方法。Wi-Fi感测系统包含被配置成通过射频信号进行通信的感测装置和远程装置。感测装置和远程装置被配置成彼此通信,以通过所建立的协议来建立感测传输配置。本文所描述的感测装置被配置成根据所建立的配置基于从远程装置发送的消息的接收而提供Wi-Fi感测测量。



CN 117580069 B

1.一种被配置用于Wi-Fi感测的系统,所述系统包括:

感测发起方,包括至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中,所述至少一个处理器被配置为执行指令以进行以下操作:

使所述至少一个发送天线发送包括所请求的传输配置的感测触发消息,所述所请求的传输配置包括用于感测传输的所请求的传输参数,所述感测传输被配置用于在感测空间上进行运动感测测量;

经由所述至少一个接收天线接收来自感测响应方的感测传输,所述感测传输是根据所述所请求的传输配置的;和

基于根据所述所请求的传输配置而发送的所述感测传输,生成感测测量,所述感测测量指示所述感测空间中的存在或运动。

2.根据权利要求1所述的系统,其中,所述感测触发消息包括配置查询指示,并且所述感测传输包括与所述感测传输相对应的传递的传输配置。

3.根据权利要求1所述的系统,其中,所述感测传输不包括数据元素,并且包括用于进行感测测量的训练字段。

4.根据权利要求1所述的系统,其中,所述感测传输还包括数据元素和用于进行感测测量的训练字段。

5.根据权利要求1所述的系统,其中

所述感测传输与感测响应方相关联,并且包括与所述感测响应方所发送的所述感测传输的配置相对应的传递的传输配置,并且

所述传递的传输配置等同于所述所请求的传输配置。

6.根据权利要求1所述的系统,其中,所述感测触发消息包括用于配置感测响应方的一个或多个天线元件的导向矩阵配置,并且从所述感测响应方接收的所述感测传输是根据所述导向矩阵配置的。

7.根据权利要求1所述的系统,

其中,所述所请求的传输配置包括用于所述感测传输的所请求的参数。

8.根据权利要求1所述的系统,其中,所述所请求的传输配置包括用于感测测量实例的所请求的参数。

9.根据权利要求1所述的系统,其中,所述感测触发消息被配置为触发来自感测响应方的所述感测传输。

10.根据权利要求1所述的系统,其中,所述至少一个处理器还被配置为在接收所述感测传输之前经由所述至少一个接收天线接收感测响应通知。

11.一种被配置用于Wi-Fi感测的系统,所述系统包括:

感测响应方,包括至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中所述至少一个处理器被配置为执行指令以进行以下操作:

接收包括所请求的传输配置的感测触发消息,所述所请求的传输配置包括用于感测传输的所请求的传输参数,所述感测传输被配置用于在感测空间上进行运动感测测量;

确定与所述感测响应方相关联的传输能力对应于所述所请求的传输配置;和

发送感测传输,所述感测传输是根据所述所请求的传输配置的并且被配置为允许生成感测测量,所述感测测量指示所述感测空间中的存在或运动。

12.根据权利要求11所述的系统,其中,所述感测响应方还被配置为响应于所述感测触发消息,根据所述所请求的传输配置而发送额外的感测传输。

13.根据权利要求11所述的系统,其中

所述感测触发消息被携带在感测发起方发送给所述感测响应方的第一动作管理帧中,并且

所述感测传输被携带在由所述感测响应方发送给所述感测发起方的第二动作管理帧中。

14.根据权利要求11所述的系统,

其中,所述所请求的传输配置包括用于所述感测传输的所请求的参数。

15.根据权利要求11所述的系统,其中,所述所请求的传输配置包括用于配置所述至少一个发送天线的导向矩阵配置。

16.根据权利要求11所述的系统,还被配置为响应于所述感测触发消息而发送所述感测传输。

17.根据权利要求11所述的系统,其中,所述至少一个处理器还被配置为在发送所述感测传输之前经由所述至少一个发送天线发送感测响应通知。

18.一种用于Wi-Fi感测的方法,所述方法包括:

经由感测发起方的至少一个发送天线发送感测触发消息,所述感测触发消息包括所请求的传输配置,所述所请求的传输配置包括用于感测传输的所请求的传输参数,所述感测传输被配置用于在感测空间上进行运动感测测量;

经由所述感测发起方的至少一个接收天线接收来自感测响应方的感测传输,所述感测传输是根据所述所请求的传输配置的;和

基于根据所述所请求的传输配置而发送的所述感测传输,生成感测测量,所述感测测量指示所述感测空间中的存在或运动。

19.根据权利要求18所述的方法,其中,所述感测触发消息包括配置查询指示,并且所述感测传输包括与所述感测传输相对应的传递的传输配置。

20.根据权利要求18所述的方法,其中,所述感测传输不包括数据元素,并且包括用于进行感测测量的训练字段。

21.根据权利要求18所述的方法,其中,所述感测传输还包括数据元素和用于进行感测测量的训练字段。

22.根据权利要求18所述的方法,其中

所述感测传输与感测响应方相关联,并且包括与所述感测响应方所发送的所述感测传输的配置相对应的传递的传输配置,并且

所述传递的传输配置等同于所述所请求的传输配置。

23.根据权利要求18所述的方法,其中,所述感测触发消息包括用于配置感测响应方的一个或多个天线元件的导向矩阵配置,并且从所述感测响应方接收的所述感测传输是根据所述导向矩阵配置的。

24.根据权利要求18所述的方法,

其中,所述所请求的传输配置包括用于所述感测传输的所请求的参数。

25.根据权利要求18所述的方法,其中,所述所请求的传输配置包括用于感测测量实例

的所请求的参数。

26.根据权利要求18所述的方法,其中,所述感测触发消息被配置为触发来自感测响应方的感测传输。

27.根据权利要求18所述的方法,还包括:在接收所述感测传输之前经由所述至少一个接收天线接收感测响应通知。

28.一种被配置用于Wi-Fi感测的方法,所述方法包括:

经由感测响应方的至少一个接收天线接收感测触发消息,所述感测触发消息包括所请求的传输配置,所述所请求的传输配置包括用于感测传输的所请求的传输参数,所述感测传输被配置用于在感测空间上进行运动感测测量;

由所述感测响应方的至少一个处理器确定与所述感测响应方相关联的传输能力对应于所述所请求的传输配置;和

经由感测响应方的至少一个发送天线发送感测传输,所述感测传输是根据所述所请求的传输配置的并且被配置为允许生成感测测量,所述感测测量指示所述感测空间中的存在或运动。

29.根据权利要求28所述的方法,还包括:

响应于所述感测触发消息,由所述至少一个发送天线根据所述所请求的传输配置而发送额外的感测传输。

30.根据权利要求28所述的方法,其中

所述感测触发消息被携带在感测发起方发送给所述感测响应方的第一动作管理帧中,并且

所述感测传输被携带在发送给所述感测发起方的第二动作管理帧中。

31.根据权利要求28所述的方法,

其中,所述所请求的传输配置包括用于配置所述至少一个发送天线的导向矩阵配置。

32.根据权利要求28所述的方法,其中,所请求的传输配置包括用于感测测量实例的所请求的参数。

33.根据权利要求28所述的方法,其中,所述感测传输是响应于所述感测触发消息而发送的。

34.根据权利要求28所述的方法,还包括在发送所述感测传输之前经由所述至少一个发送天线发送感测响应通知。

用于Wi-Fi感测的系统和方法

[0001] 本申请是申请日为2022年2月14日、题为“用于Wi-Fi感测的系统和方法”的发明专利申请202280027269.1的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开大体上涉及用于Wi-Fi感测的系统和方法。具体地说,本发明涉及配置Wi-Fi系统以执行Wi-Fi感测,同时最大限度地减少开销和对Wi-Fi系统性能的影响。

背景技术

[0003] 运动检测系统已用于检测例如对象在房间或室外区域中的移动。在一些示例运动检测系统中,使用红外或光学传感器来检测对象在传感器视场中的移动。运动检测系统已用于安全系统、自动控制系统和其它类型的系统。Wi-Fi感测系统是最近加入运动检测系统的一种系统。本文提出的实施例的各方面改进了Wi-Fi感测系统。

发明内容

[0004] 本公开大体上涉及用于Wi-Fi感测的系统和方法。具体地说,本发明涉及配置Wi-Fi系统以执行Wi-Fi感测,同时最大限度地减少开销和对Wi-Fi系统性能的影响。

[0005] 提供了用于Wi-Fi感测的系统和方法。在示例实施例中,描述了一种被配置成用于Wi-Fi感测的系统。系统可以包含感测装置。此外,感测装置可以包含发送天线、接收天线和处理器。处理器可以被配置成使得发送天线发送感测配置消息。此外,处理器可以经由接收天线接收感测配置响应消息。

[0006] 在一些实施方案中,感测配置消息可以包含配置查询指示,并且感测配置响应消息可以包含与远程装置相关联的传输能力指示。

[0007] 在一些实施方案中,感测配置消息可以不包含任何数据元素。

[0008] 在一些实施方案中,感测配置消息可以包含数据元素。

[0009] 在一些实施方案中,感测配置消息可以包含与感测传输的要求相对应的请求的传输配置,并且感测配置响应消息可以包含对应于与远程装置相关联的传输能力的传递的传输配置。

[0010] 在示例实施例中,描述了一种被配置成用于Wi-Fi感测的系统。系统可以包含远程装置。此外,远程装置可以包含发送天线、接收天线和处理器。处理器可以被配置成接收包含请求的传输配置的感测配置消息,确定与远程装置相关联的传输能力对应于请求的传输配置,并发送包含传递的传输配置的感测配置响应消息。在一些实施例中,传递的传输配置与请求的传输配置匹配。在一些实施例中,传递的传输配置与请求的传输配置不匹配。在一些实施例中,天线可以用于以半双工格式发送和接收信号。当天线进行发送时,它可以被称为发送天线,而当天线进行接收时,它可以被称为接收天线。

[0011] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成当请求的传输配置不包含在感测触发中时,根据请求的传输配置发送一个或多个感测传输。

[0012] 在一些实施方案中,发送的感测配置消息可以包含可由索引标识的一个或多个预定义导向矩阵配置,并且接收到的感测配置响应消息可以包含与远程装置相关联的导向矩阵配置确认。

[0013] 在一些实施方案中,感测配置请求携带在由感测装置发送给远程装置的第一动作管理帧中,并且感测配置响应携带在发送给感测装置的第二动作管理帧中。

[0014] 在又一示例实施例中,描述了一种被配置成用于Wi-Fi感测的系统。系统可以包含感测装置,所述感测装置包含发送天线、接收天线和处理器。处理器可以被配置成使得发送天线发送感测触发消息,并经由接收天线接收响应于感测触发消息而发送的感测传输。在一些实施例中,天线可以用于以半双工格式发送和接收信号。当天线进行发送时,它可以被称为发送天线,而当天线进行接收时,它可以被称为接收天线。

[0015] 在一些实施方案中,感测触发消息可以包含不超出远程装置传输能力的请求的传输配置。

[0016] 在一些实施方案中,感测触发消息可以包含用于感测传输的请求的定时配置,并且其中接收到的感测传输是响应于感测触发消息并根据请求的定时配置而发送的。

[0017] 在一些实施方案中,请求的定时配置可以指示对测量活动的定时要求,所述测量活动包含从远程装置到感测装置的一系列感测传输。

[0018] 在一些实施方案中,处理器可以进一步被配置成响应于感测触发消息而从远程装置接收感测传输,并对接收到的感测传输执行感测测量。

[0019] 在又一示例实施例中,描述了一种用于Wi-fi感测的系统。系统可以包含远程装置。此外,远程装置可以包含发送天线、接收天线和处理器。处理器可以被配置成使得接收天线接收感测触发消息,并响应于接收到感测触发消息而经由发送天线发送感测响应消息。

[0020] 在又一示例实施例中,描述了一种用于Wi-Fi感测的系统。系统可以包含远程装置。此外,远程装置可以包含发送天线、接收天线和处理器。处理器可以被配置成使得接收天线接收感测触发消息,响应于接收到感测触发消息而经由发送天线发送感测响应通知,并经由发送天线发送感测响应NDP。

[0021] 在一些实施方案中,感测触发消息可以进一步包含请求的传输配置。

[0022] 在一些实施方案中,响应于接收到包含请求的传输配置的感测触发消息,可以将传递的传输配置包含在感测响应消息中。

[0023] 在一些实施方案中,在传递感测响应消息之前,可以将对应于传递的传输配置的远程装置传输参数应用于远程装置。

[0024] 在一些实施方案中,响应于接收到包含请求的传输配置的感测触发消息,可以将传递的传输配置包含在感测响应通知中。

[0025] 在一些实施方案中,在发送感测响应NDP之前,可以将对应于传递的传输配置的远程装置传输参数应用于远程装置。

[0026] 在一些实施方案中,可以对接收到的感测传输的训练字段执行感测测量。

[0027] 在一些实施方案中,接收到的感测传输可以包含感测响应NDP或感测响应消息中的一个。

[0028] 在一些实施方案中,接收到的感测传输可以包含传递的传输配置。

[0029] 在一些实施方案中,在感测装置接收感测传输之前,感测装置可以接收感测响应通知。

[0030] 在一些实施方案中,感测响应通知可以包含传递的传输配置。

[0031] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成当请求的传输配置支持数据传送时生成感测响应消息,并且当请求的传输配置不支持数据传送时生成感测响应通知。

[0032] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成根据请求的定时配置发送一系列感测传输。

[0033] 在一些实施方案中,根据请求的定时配置而配置的所述一系列感测传输可以是周期性的。

[0034] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成当满足请求的定时配置或接收到新的感测触发消息时,停止所述一系列感测传输。

[0035] 在一些实施方案中,感测触发消息可以包含请求的传输配置内的导向矩阵配置。

[0036] 在一些实施方案中,感测触发消息可以包含到请求的传输配置内的一个或多个预配置导向矩阵配置的索引。

[0037] 在一些实施方案中,请求的传输配置可以指示默认预配置导向矩阵配置。

[0038] 在一些实施方案中,处理器可以进一步被配置成确定感测装置处是否存在排队的非感测消息,响应于确定存在排队的非感测响应消息而将感测触发消息合并到排队的非感测消息中,并且响应于确定不存在排队的非感测响应消息,将感测触发消息准备为专用感测触发消息。

[0039] 在一些实施方案中,可以使用聚合MPDU将感测触发消息与排队的非感测消息合并。

[0040] 在一些实施方案中,可以使用多业务ID聚合MPDU将感测触发消息与排队的非感测消息合并。

[0041] 在一些实施方案中,感测触发消息可以作为第一帧包含在合并的消息中。

[0042] 在一些实施方案中,感测触发消息可以进一步包含请求的定时配置。

[0043] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成响应于接收到感测触发消息而确定是否存在排队的非感测消息,响应于确定存在排队的非感测响应消息而将感测响应消息合并到排队的非感测消息中,并且响应于确定不存在排队的非感测响应消息,将感测响应消息准备为专用传输。

[0044] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成响应于接收到感测触发消息而确定是否存在排队的非感测消息,响应于确定存在排队的非感测响应消息而将感测响应通知合并到排队的非感测消息中,并且响应于确定不存在排队的非感测响应消息,将感测响应通知准备为专用传输。

[0045] 在一些实施方案中,可以使用聚合MPDU将感测响应消息或感测响应通知与排队的非感测消息合并。

[0046] 在一些实施方案中,可以使用多业务ID聚合MPDU将感测响应消息或感测响应通知与排队的非感测消息合并。

[0047] 在一些实施方案中,感测响应通知可以作为第一帧包含在合并的消息中。

[0048] 在一些实施方案中,可以根据接收到的定时配置发送感测传输。

[0049] 在一些实施方案中,导向矩阵配置可以描述要由远程装置的空间映射器应用于感测传输的多个波束成形权重。

[0050] 在一些实施方案中,一个或多个导向矩阵配置各自可以描述要由远程装置的空间映射器应用于感测传输的多个波束成形权重。

[0051] 在一些实施方案中,感测触发消息可以包含选择一个或多个预配置导向矩阵配置作为请求的传输配置。

[0052] 在一些实施方案中,感测触发消息可以进一步包含请求的定时配置。

[0053] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成确定远程装置处存在的排队的非感测消息是否符合请求的定时配置,响应于确定排队的非感测消息符合请求的定时配置而将感测响应消息合并到排队的非感测消息中,并且发送合并的消息。

[0054] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成确定远程装置处存在的排队的非感测消息是否符合请求的定时配置,响应于确定排队的非感测消息不符合请求的定时配置而将感测响应消息合并到排队的非感测消息中,将合并的消息的定时调整成符合请求的定时配置,并且发送合并的消息。

[0055] 在一些实施方案中,远程装置可以进一步被配置成确定远程装置处存在的排队的非感测消息是否符合请求的传输配置,响应于确定排队的非感测消息不符合请求的传输配置而将感测响应通知合并到排队的非感测消息中,并且发送合并的消息。

[0056] 在一些实施方案中,处理器可以进一步被配置成标识感测传输的传递的传输配置,并且根据传递的传输配置和感测传输计算感测测量。

[0057] 在一些实施方案中,处理器可以进一步被配置成将包含在感测传输中的传递的传输配置标识为传输配置。

[0058] 在一些实施方案中,处理器可以进一步被配置成确定感测传输不包含传递的传输配置,并且响应于确定而将默认传输配置标识为传输配置。

[0059] 在一些实施方案中,处理器可以进一步被配置成接收感测响应通知之后的感测响应NDP。

[0060] 在其它实施方案中,提供了一种用于Wi-Fi感测的方法。所述方法包含:经由感测装置的至少一个发送天线发送感测配置消息;以及经由感测装置的至少一个接收天线接收感测配置响应消息。

[0061] 在其它实施方案中,提供了一种被配置成用于Wi-Fi感测的方法。所述方法包含:经由远程装置的接收天线接收包含请求的传输配置的感测配置消息;由远程装置的至少一个处理器确定与远程装置相关联的传输能力对应于请求的传输配置;以及经由远程装置的发送天线发送包含传递的传输配置的感测配置响应消息。在一些实施例中,传递的传输配置与请求的传输配置匹配。在一些实施例中,传递的传输配置与请求的传输配置不匹配。

[0062] 在其它实施方案中,提供了一种用于Wi-Fi感测的方法。所述方法包含:由感测装置的至少一个发送天线发送感测触发消息;经由感测装置的至少一个接收天线接收响应于感测触发消息而发送的感测响应通知,其中感测响应通知包含传递的传输配置;以及在感测响应通知之后,经由至少一个接收天线接收感测响应NDP。

[0063] 在其它实施方案中,提供了一种用于Wi-Fi感测的方法。所述方法包含:由远程装置的至少一个接收天线接收感测触发消息;以及经由远程装置的至少一个发送天线并且响

应于接收到感测触发消息而发送感测响应消息。

[0064] 在其它实施方案中,提供了一种用于Wi-Fi感测的方法。所述方法包含:由远程装置的至少一个接收天线接收感测触发消息;由远程装置的至少一个发送天线并且响应于接收到感测触发消息而发送感测响应通知;以及经由至少一个发送天线发送感测响应NDP。

[0065] 根据以下结合附图的详细描述,本公开的其它方面和优势将变得显而易见,这些附图借助于示例示出本公开的原理。

附图说明

[0066] 通过参考结合附图的以下描述,本公开的前述和其它目标、方面、特征和优势将变得更加显而易见并得到更好的理解,在附图中:

[0067] 图1是示出示例无线通信系统的图。

[0068] 图2A和图2B是示出在无线通信装置之间传送的示例无线信号的图。

[0069] 图3A和图3B是示出根据图2A和图2B中在无线通信装置之间传送的无线信号计算的信道响应的示例的曲线图。

[0070] 图4A和图4B是示出与对象在不同空间区域中的运动相关联的示例信道响应的图。

[0071] 图4C和图4D是示出图4A和图4B的示例信道响应叠加在与空间中未发生运动相关联的示例信道响应上的曲线图。

[0072] 图5描绘了根据一些实施例的用于Wi-Fi感测的系统的实施方案的一些架构的实施方案;

[0073] 图6描绘了根据一些实施例的响应于感测触发消息而发送一系列感测响应消息的序列图;

[0074] 图7描绘了根据一些实施例的响应于感测触发消息而发送一系列感测响应通知和感测响应NDP的序列图;

[0075] 图8A示出了根据一些实施例的聚合介质访问控制(MAC)层协议数据单元(A-MPDU)帧的结构;

[0076] 图8B示出了根据一些实施例的A-MPDU子帧的结构;

[0077] 图9示出了根据一些实施例的携带感测传输的管理帧;

[0078] 图10A和图10B示出了根据一些实施例的周期性测量配置字段;

[0079] 图11描绘了根据一些实施例的配置远程装置以进行测量活动的流程图;

[0080] 图12描绘了根据一些实施例的查询远程装置以确定远程装置能力的流程图;

[0081] 图13描绘了根据一些实施例的查询远程装置以确定远程装置能力的流程图;

[0082] 图14描绘了根据一些实施例的配置传输能力以进行测量活动的流程图;

[0083] 图15描绘了根据一些实施例的发送包含传递的传输配置的感测配置响应消息的流程图;

[0084] 图16描绘了根据一些实施例的利用远程装置发起感测传输的流程图;

[0085] 图17描绘了根据一些实施例的响应于感测触发消息而接收感测传输的流程图;

[0086] 图18描绘了根据一些实施例的响应于感测触发消息而接收感测传输的流程图;

[0087] 图19描绘了根据一些实施例的对接收到的感测传输执行感测测量的流程图;

[0088] 图20描绘了根据一些实施例的响应于接收到感测触发消息而发送感测响应消息

的流程图;

[0089] 图21描绘了根据一些实施例的响应于接收到感测触发消息而发送感测响应通知的流程图;

[0090] 图22描绘了根据一些实施例的响应于接收到感测触发消息而生成感测响应消息的流程图;

[0091] 图23描绘了根据一些实施例的根据请求的定时配置发送感测传输的流程图。

[0092] 图24描绘了根据一些实施例的接收响应于感测触发消息而发送的感测传输的流程图;

[0093] 图25描绘了根据一些实施例的将感测触发消息准备为专用感测触发消息或聚合消息的流程图;并且

[0094] 图26描绘了根据一些实施例的将感测响应消息合并到排队的非感测消息中的流程图。

具体实施方式

[0095] Wi-Fi感测系统可以通过向远程装置发送信号并分析从远程装置接收到的响应来测量环境。Wi-Fi感测系统可以执行重复测量以分析环境及其变化。Wi-Fi感测系统可以结合现有通信部件来进行操作,并且由于具有介质访问控制(MAC)层实体而受益,所述MAC层实体可以用于基于定义的协议而协调多个装置当中的空中时间资源使用。

[0096] Wi-Fi感测系统的相关标准化目标之一是减少现有Wi-Fi网络的额外开销,使得在802.11网络上叠加Wi-Fi感测能力不会损害网络的通信功能。目前,还没有专门为Wi-Fi感测系统中的感测定义的已知MAC协议。Wi-Fi感测系统中的感测的一个方面是征求(solicitation)来自远程装置的感测传输。对MAC层的改进能够实现征求来自远程装置的感测传输,所述感测传输的特性经过优化以允许Wi-Fi感测代理检测存在、位置和运动,这可能会显著影响现有系统性能。具体地说,针对感测优化的远程装置传输(或感测传输)的请求或征求可能会影响远程装置的上行链路调度器。存在请求或征求远程装置发送感测传输的现有机制。然而,这些机制是为不同目的而设计的。因此,这些机制效率不高,在控制方面不灵活,并且在不同的供应商实施方案当中不是普遍一致的。此外,可以考虑信道探测协议来支持Wi-Fi感测。然而,信道探测协议目前并不灵活,因此,这种功能无法支持Wi-Fi感测。

[0097] Wi-Fi系统的协议是通过在数据传送机制的基础上根据感测要求做出的决策来设计的。因此,Wi-Fi感测方面通常不是在常见的Wi-Fi系统内开发的。对于Wi-Fi系统中的天线波束成形,数字信号处理在发送器或接收器的方向上引导高天线增益的波束以实现最佳数据传送,因此,天线方向图可能无法支持或提高感测要求。

[0098] 在本文所描述的一些方面,通过处理通过无线通信装置之间的空间发送的无线信号(例如,射频信号),无线感测系统可以用于多种无线感测应用。示例无线感测应用包含运动检测,其可以包含以下内容:检测对象在空间中的运动、运动跟踪、呼吸检测、呼吸监测、存在检测、手势检测、手势识别、人体检测(移动和静止人体检测)、人体跟踪、跌倒检测、速度估计、入侵检测,步行检测、计步、呼吸速率检测、呼吸暂停估计、姿势变化检测、活动识别、步速分类、手势解码、手语识别、手部跟踪、心率估计、呼吸速率估计、房间占用检测、人

体动力学监测和其它类型的运动检测应用。无线感测应用的其它示例包含对象识别、语音识别、击键检测和识别、篡改检测、触摸检测、攻击检测、用户认证、驾驶员疲劳检测、交通监测、烟雾检测、校园暴力检测、人数统计、人体识别、自行车定位、人员队列估计、Wi-Fi成像和其它类型的无线感测应用。例如,无线感测系统可以作为运动检测系统来操作,以基于Wi-Fi信号或其它类型的无线信号而检测运动的存在和位置。如下文更详细地描述,无线感测系统可以被配置成控制测量速率、无线连接和装置参与,例如,以改进系统操作或实现其它技术优势。在无线感测系统用于另一类型的无线感测应用的示例中,同样实现了当无线感测系统用于运动检测时实现的系统改进和技术优势。

[0099] 在一些示例无线感测系统中,无线信号包含无线装置可以用来估计信道响应或其它信道信息的分量(例如,Wi-Fi PHY帧中的同步前导码,或另一类型的分量),并且无线感测系统可以通过分析随时间收集的信道信息的变化来检测运动(或另一特性,这取决于无线感测应用)。在一些示例中,无线感测系统可以类似于双基地雷达系统进行操作,其中Wi-Fi接入点(AP)担任接收器角色,并且连接到AP的每个Wi-Fi装置(站或节点或对等体)担任发送器角色。无线感测系统可以触发连接的装置生成传输并在接收器装置处产生信道响应测量。此触发过程可以周期性地重复以获得一系列时变测量。然后,无线感测算法可以接收信道响应测量(例如,由Wi-Fi接收器计算)的生成的时间序列作为输入,并通过相关或滤波过程,然后可以进行确定(例如,例如,基于信道估计的变化或模式而确定在由信道响应表示的环境内是否存在运动)。在无线感测系统检测运动的示例中,还可以基于数个无线装置当中的运动检测结果而标识运动在环境内的位置。

[0100] 因此,可以分析在无线通信网络中的每个无线通信装置处接收到的无线信号以确定网络中(在相应的无线通信装置对之间)的各种通信链路的信道信息。信道信息可以表示将传递函数应用于穿过空间的无线信号的物理介质。在一些情况下,信道信息包含信道响应。信道响应可以表征物理通信路径,表示例如发送器与接收器之间的空间内的散射、衰落和功率衰减的组合效应。在一些情况下,信道信息包含由波束成形系统提供的波束成形状态信息(例如,反馈矩阵、导向矩阵、信道状态信息(CSI)等)。波束成形是一种信号处理技术,通常在多天线(多输入/多输出(MIMO))无线电系统中用于定向信号发送或接收。波束成形可以通过操作天线阵中的元件来实现,其方式为使得某些角度的信号经历相长干涉,而其它信号经历相消干涉。

[0101] 可以(例如,由无线通信网络中的集线器装置或另一装置,或以可通信方式耦合到网络的远程装置)分析每个通信链路的信道信息以例如检测空间中是否已经发生运动,确定检测到的运动的相对位置,或两者兼而有之。在一些方面,例如当在空间中未检测到运动时,可以分析每个通信链路的信道信息以检测对象是否存在。

[0102] 在一些情况下,无线感测系统可以控制节点测量速率。例如,Wi-Fi运动系统可以基于当前无线感测应用(例如,运动检测)给出的准则而配置可变测量速率(例如,信道估计/环境测量/采样速率)。在一些实施方案中,例如,当在一段时间内不存在或未检测到运动时,无线感测系统可以降低测量环境的速率,使得连接的装置的触发频率降低。在一些实施方案中,当存在运动时,例如,无线感测系统可以提高触发速率以产生具有更精细时间分辨率的测量的时间序列。控制可变测量速率可以实现节能(通过装置触发),减少处理(减少要关联或滤波的数据),并提高指定时间期间的分辨率。

[0103] 在一些情况下,无线感测系统可以对整个无线网络中的节点执行频带导向或客户端导向,例如,在Wi-Fi多AP或扩展服务集(ESS)拓扑中,多个协调无线AP各自提供基本服务集(BSS),BSS可以占用不同的频带并且允许装置在一个参与AP到另一个参与AP(例如,网格)之间透明地移动。例如,在家庭网状网络中,Wi-Fi装置可以连接到任何AP,但通常会选择信号强度良好的AP。网状AP的覆盖区通常重叠,通常将每个装置放置在通信范围内或多于一个AP内。如果AP支持多频带(例如,2.4GHz和5GHz),则无线感测系统可以使装置保持连接到同一物理AP,但指示所述装置使用不同的频带来获得更多样的信息,以帮助提高无线感测算法(例如,运动检测算法)的准确性或结果。在一些实施方案中,无线感测系统可以将装置从连接到一个网状AP改变为连接到另一网状AP。例如,可以在无线感测(例如,运动检测)期间,基于在特定区域中检测到的准则而执行这种装置导向,以提高检测覆盖率或更好地定位区域内的运动。

[0104] 在一些情况下,可以基于通信信道的一些知识(例如,通过由接收器生成的反馈属性)在无线通信装置之间执行波束成形,这些知识可以用于生成一个或多个导向属性(例如,导向矩阵),发送器装置应用这些导向属性以在一个或多个特定方向上对发送的波束/信号进行整形。因此,波束成形过程中使用的导向或反馈属性的变化指示无线通信系统所访问的空间中可能由移动对象引起的变化。例如,可以通过一段时间内通信信道中例如由信道响应或导向或反馈属性或其任何组合指示的显著变化来检测运动。

[0105] 在一些实施方案中,例如,可以基于由接收器装置(波束接收器)基于信道探测提供的反馈矩阵而在发送器装置(波束成形器)处生成导向矩阵。由于导向和反馈矩阵与信道的传播特性相关,因此这些矩阵会随着对象在信道内移动而变化。信道特性的变化相应地反映在这些矩阵中,并且通过分析这些矩阵,可以检测运动,并可以确定检测到的运动的不同特性。在一些实施方案中,可以基于一个或多个波束成形矩阵而生成空间图。空间图可以指示空间中的对象相对于无线通信装置的大致方向。在一些情况下,可以生成许多波束成形矩阵(例如,反馈矩阵或导向矩阵)来表示对象可以相对于无线通信装置定位的多个方向。所述许多波束成形矩阵可以用于生成空间图。空间图可以用于检测空间中运动的存在或用于检测检测到的运动的位置。

[0106] 在一些情况下,运动检测系统可以在运动检测过程中控制可变装置测量速率。例如,用于多节点无线运动检测系统的反馈控制系统可以基于环境条件自适应地改变采样速率。在一些情况下,这种控制可以改善运动检测系统的操作或提供其它技术优势。例如,可以用优化或以其它方式提高空中时间使用与检测能力的方式来控制测量速率,这种方式适用于各种不同的环境和不同的运动检测应用。可以用减少要处理的冗余测量数据的方式来测量速率,从而减少处理器负载/功率要求。在一些情况下,以自适应的方式控制测量速率,例如,可以针对每个参与装置单独地控制自适应样本。自适应采样速率可以与调谐控制回路一起使用,以适应不同的用例或装置特性。

[0107] 在一些情况下,无线感测系统可以允许装置将其无线感测能力或无线感测意愿动态地指示和传送给无线感测系统。例如,有时装置可能不想被周期性地中断或触发来发送允许AP产生信道测量的无线信号。例如,如果装置正在休眠,则频繁唤醒装置以发送或接收无线感测信号可能会消耗资源(例如,使得手机电池放电较快)。这些和其它事件可能会使装置愿意或不愿意参与无线感测系统操作。在一些情况下,使用电池运行的手机可能不想

参与,但当手机插入充电器中时,它可能愿意参与。因此,如果手机未插入,则所述手机可以向无线感测系统指示将它从参与中排除;而如果手机被插入,则所述手机可以向无线感测系统指示将它包含在无线感测系统操作中。在一些情况下,如果装置处于负载下(例如,装置流式传输音频或视频)或忙于执行主要功能,则所述装置可能不想参与;而当同一装置的负载减少并且参与不会干扰主要功能时,所述装置可以向无线感测系统指示它愿意参与。

[0108] 下文在运动检测(检测对象在空间中的运动、运动跟踪、呼吸检测、呼吸监测、存在检测、手势检测、手势识别、人体检测(移动和静止人体检测)、人体跟踪、跌倒检测、速度估计、入侵检测,步行检测、计步、呼吸速率检测、呼吸暂停估计、姿势变化检测、活动识别、步速分类、手势解码、手语识别、手部跟踪、心率估计、呼吸速率估计、房间占用检测、人体动力学监测和其它类型的运动检测应用)的上下文中描述示例无线感测系统。然而,在无线感测系统用于另一类型的无线感测应用的示例中,当无线感测系统用作运动检测系统时实现的操作、系统改进和技术优势同样适用。

[0109] 如本文中的实施例所公开,无线局域网(WLAN)感测过程允许站(STA)执行WLAN感测。WLAN感测可以包含WLAN感测会话。在示例中,WLAN感测过程、WLAN感测和WLAN感测会话可以被称为无线感测过程、无线感测和无线感测会话、Wi-Fi感测过程、Wi-Fi感测和Wi-Fi感测会话,或感测过程、感测和感测会话。

[0110] WLAN感测是一种服务,使STA能够获得两个或更多个STA之间的信道和/或STA或接入点(AP)的接收天线与发送天线之间的信道的感测测量。WLAN感测过程可以由以下一项或多项构成:感测会话建立、感测测量建立、感测测量实例、感测测量建立终止和感测会话终止。

[0111] 在本文所公开的示例中,感测会话建立和感测测量建立可以被称为感测配置,并且可以由感测配置消息实现,并且可以由感测配置响应消息确认。感测测量实例可以是单独的感测测量,并且可以从感测传输导出。在示例中,感测配置消息可以被称为感测测量建立请求,并且感测配置响应消息可以被称为感测测量建立响应。

[0112] WLAN感测过程可以包含多个感测测量实例。在示例中,多个感测测量实例可以被称为测量活动。

[0113] 感测发起方可以指发起WLAN感测过程的STA或AP。感测响应方可以指参与由感测发起方发起的WLAN感测过程的STA或AP。感测发送器可以指在WLAN感测过程中发送用于感测测量的物理层协议数据单元(PPDU)的STA或AP。感测接收器可以指在WLAN感测过程中接收由感测发送器发送的PPDU并执行感测测量的STA或AP。

[0114] 在示例中,用于感测测量的PPDU可以被称为感测传输。

[0115] 充当感测发起方的STA可以作为感测发送器、感测接收器、感测发送器和感测接收器两者或者既不作为感测发送器也不作为感测接收器来参与感测测量实例。充当感测响应方的STA可以作为感测发送器、感测接收器以及感测发送器和感测接收器两者来参与感测测量实例。

[0116] 在示例中,感测发起方可以被认为控制WLAN感测过程或测量活动。

[0117] 在示例中,感测发送器可以被称为远程装置,并且感测接收器可以被称为感测装置。在其它示例中,感测发起方可以是感测装置或远程装置的功能,并且感测响应方可以是感测装置或远程装置的功能。

[0118] IEEE P802.11-REVmd/D5.0认为STA是能够支持规范所定义的特征的物理(PHY)和介质访问控制器(MAC)实体。包含STA的装置可以被称为Wi-Fi装置。管理(如IEEE P802.11-REVmd/D5.0所定义的)基本服务集(BSS)的Wi-Fi装置可以被称为AP STA。作为BSS中的客户端节点的Wi-Fi装置可以被称为非AP STA。在一些示例中,AP STA可以被称为AP,并且非AP STA可以被称为STA。

[0119] 在本公开的各种实施例中,下文提供将在本文件中使用的一个或多个术语的非限制性定义。

[0120] 术语“测量活动”可以指在感测装置(通常称为无线接入点、Wi-Fi接入点、接入点、感测发起方或感测接收器)与远程装置(通常称为Wi-Fi装置、感测响应方或感测发送器)之间的允许计算一系列感测测量的一系列双向感测传输。

[0121] 术语“消息”可以指在测量活动期间从感测装置传送到远程装置(或从远程装置传送到感测装置)的任何数据集。消息可以携带在帧中,并且所述帧可以是介质访问控制(MAC)层协议数据单元(MPDU)或聚合MPDU(A-MPDU)。呈MPDU或A-MPDU形式的帧可以作为感测传输从感测装置传送到远程装置(或从远程装置传送到感测装置)。在示例中,传输可以由PHY层进行,并且可以呈PHY层协议数据单元(PPDU)的形式。

[0122] 术语“空数据PPDU(NDP)”可以指可以不包含任何数据字段的PPDU。在示例中,NDP可以用于感测传输,其中NDP是包含所需信息的MAC头。

[0123] 术语“感测传输”可以指从远程装置到感测装置的可以用于进行感测测量的任何传输。在示例中,感测传输还可以被称为无线感测信号或无线信号。在示例中,感测传输可以是包含用于进行感测测量的一个或多个训练字段的感测响应消息或感测响应NDP。

[0124] 术语“感测测量”可以指信道状态的测量,即,远程装置与感测装置之间从感测传输导出的CSI测量。在示例中,感测测量还可以被称为信道响应测量。

[0125] 术语“传输能力”可以指指示远程装置的传输能力的一个或多个参数。例如,远程装置的传输能力可以指示远程装置中的发送天线的数量。

[0126] 术语“传输参数”可以指一组IEEE 802.11PHY发送器配置参数,这些参数被定义为对应于特定PHY的传输向量(TXVECTOR)的一部分并且可针对每个PPDU传输进行配置。

[0127] 术语“感测配置消息”可以指可以用于预配置从远程装置到感测装置的感测传输例如以进行测量活动的配置消息。

[0128] 术语“请求的传输配置”可以指当发送感测传输时要使用的远程装置的请求的传输参数。在示例中,请求的传输配置可以包含一个或多个配置元素,例如IEEE 802.11元素(IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.4.2)。

[0129] 术语“感测配置响应消息”可以指对感测配置消息的响应消息,所述响应消息指示远程装置,例如远程装置的传输能力,支持哪些配置选项。在示例中,感测配置响应消息可以响应于感测配置消息而从远程装置发送到感测装置。

[0130] 术语“传递的传输配置”可以指远程装置应用于感测传输的传输参数。在示例中,传递的传输配置可以包含远程装置所支持的传输参数。

[0131] 术语“导向矩阵配置”可以指一种复值矩阵,其表示针对每个发送信号预先调节射频(RF)传输信号链的天线所需的实数和复数相位。(例如,由空间映射器)应用导向矩阵配置能够实现波束成形和波束导向。

[0132] 术语“空间映射器”可以指调整输入到远程装置中的RF传输信号链的信号的振幅和相位的信号处理元件。空间映射器可以包含用于处理到每个RF传输信号链的信号的元件。为了调整信号的振幅和相位而进行的操作可以被称为空间映射。空间映射器的输出是一个或多个空间流。

[0133] 术语“感测触发消息”可以指从感测装置发送到远程装置以触发可以用于执行感测测量的一个或多个感测传输的消息。在示例中,感测触发消息可以包含请求的传输配置、请求的定时配置和/或导向矩阵配置。

[0134] 术语“请求的定时配置”可以指对感测传输的一组定时要求,例如,对测量活动的一组定时要求。在示例中,定时要求可以是周期性的、半周期性的和一次的。

[0135] 术语“感测响应消息”可以指包含在从远程装置到感测装置的感测传输内的消息。在示例中,包含感测响应消息的感测传输可以用于执行感测测量。

[0136] 术语“感测响应通知”可以指包含在从远程装置到感测装置的传输内的消息,所述消息通知感测响应NDP将跟随在一个短帧间间隔(SIFS)之后。SIFS的持续时间可以是例如10μs。在示例中,可以使用请求的传输配置来发送感测响应NDP。

[0137] 术语“感测响应NDP”可以指由远程装置发送并用于感测装置处的感测测量的NDP响应。在示例中,当请求的传输配置与成功接收非感测消息所需的传输参数不兼容时,可以使用感测响应NDP。另外,在示例中,可以通过感测响应通知来通知感测响应NDP。

[0138] 术语“非感测消息”可以指与Wi-Fi感测不相关的任何消息。在示例中,非感测消息可以包含数据消息、管理消息和控制消息。

[0139] 术语“训练字段”可以指由感测装置发送的位序列,所述位序列是远程装置已知的,并且在接收到后用于测量信道,以用于除解调包含PPDU的数据部分之外的目的。在示例中,训练字段包含在发送的PPDU的前导码内。在一些示例中,未来的训练字段可以在前导码结构内定义(具有传统支持的级联训练字段),或者它可以替换现有的训练字段(非传统支持)。

[0140] 术语“传输机会(TXOP)”可以指协商的时间间隔,在此期间,特定服务质量(QoS)站(例如,感测装置或远程装置)可以有权发起到无线介质上的帧交换。作为协商的一部分,可以请求传输机会的QoS接入类别(AC)。

[0141] 术语“服务质量(QoS)接入类别”可以指对帧所需的传输优先级进行分类的帧的标识符。在示例中,定义了四个QoS接入类别,即AC_VI:视频、AC_VO:语音、AC_BE:尽力而为。以及AC_BK:背景。此外,每个QoS接入类别可以具有为其定义的不同的传输机会参数。

[0142] 术语“定时同步功能(TSF)”可以指相关联站的集合(即,BSS)内的公共定时参考。在示例中,TSF可以通过从BSS的共享接入点发送的信标消息来保持同步。在示例中,TSF的时间分辨率可以是1毫秒。

[0143] 术语“第一帧”可以指聚合数据帧的最前面的帧。在示例中,第一帧可以包含感测触发消息、感测响应消息或感测响应通知。

[0144] 术语“专用消息”可以指不与任何其它消息聚合的独立消息。

[0145] 术语“广播消息”可以指由感测装置发送到与感测装置相关联的远程装置的消息。在示例中,广播消息可以由远程装置接收和解码。

[0146] 术语“无线局域网(WLAN)感测会话”可以指可以探测、检测和/或表征物理空间中

的对象的时间段。在示例中,在WLAN感测会话期间,数个装置参与其中,从而有助于感测测量的生成。

[0147] 为了阅读下文的各种实施例的描述,以下对本说明书的各部分及其相应内容的描述可能是有帮助的:

[0148] A部分描述了可用于实践本文所描述的实施例的无线通信系统、无线传输和感测测量。

[0149] B部分描述了用于Wi-Fi感测的系统和方法的实施例。具体地说,B部分描述了用于在不增加开销或影响Wi-Fi系统性能的情况下执行Wi-Fi感测的Wi-Fi系统。

[0150] A.无线通信系统、无线传输和感测测量

[0151] 图1示出了无线通信系统100。无线通信系统100包含三个无线通信装置:第一无线通信装置102A、第二无线通信装置102B和第三无线通信装置102C。无线通信系统100可以包含额外的无线通信装置和其它部件(例如,额外的无线通信装置、一个或多个网络服务器、网络路由器、网络交换机、电缆或其它通信链路等)。

[0152] 无线通信装置102A、102B、102C可以在无线网络中例如根据无线网络标准或另一类型的无线通信协议进行操作。例如,无线网络可以被配置成作为无线局域网(WLAN)、个域网(PAN)、城域网(MAN)或另一类型的无线网络来操作。WLAN的示例包含被配置成根据IEEE开发的802.11系列标准中的一个或多个进行操作的网络(例如,Wi-Fi网络)等。PAN的示例包含根据短程通信标准(例如,Bluetooth®、近场通信(NFC)、紫蜂(ZigBee))、毫米通信等进行操作的网络。

[0153] 在一些实施方案中,无线通信装置102A、102B 102C可以被配置成在蜂窝网络中例如根据蜂窝网络标准进行通信。蜂窝网络的示例包含根据以下标准进行配置的网络:2G标准,例如全球移动系统(GSM)和增强型数据速率GSM演进(EDGE)或EGPRS;3G标准,例如码分多址(CDMA)、宽带码分多址(WCDMA)、通用移动电信系统(UMTS)和时分同步码分多址(TD-SCDMA);4G标准,例如长期演进(LTE)和高级LTE(LTE-A);5G标准等。

[0154] 在图1所示的示例中,无线通信装置102A、102B、102C可以是或可以包含标准无线网络部件。例如,无线通信装置102A、102B、102C可以是市售Wi-Fi AP或执行如本文所描述的一个或多个操作的另一类型的无线接入点(WAP),这些操作作为指令(例如,软件或固件)嵌入在WAP的调制解调器上。在一些情况下,无线通信装置102A、102B、102C可以是无线网状网络的节点,例如,市售网状网络系统(例如,Plume Wi-Fi、Google Wi-Fi、Qualcomm Wi-Fi SoN等)。在一些情况下,可以使用另一类型的标准或常规Wi-Fi发送器装置。在一些情况下,无线通信装置102A、102B、102C中的一个或多个可以实施为网状网络中的WAP,而其它无线通信装置102A、102B、102C被实施为通过WAP之一访问网状网络的叶装置(例如,移动装置、智能装置等)。在一些情况下,无线通信装置102A、102B、102C中的一个或多个是移动装置(例如,智能手机、智能手表、平板电脑、笔记本电脑等)、支持无线的装置(例如,智能恒温器、支持Wi-Fi的相机、智能电视)或在无线网络中进行通信的另一类型的装置。

[0155] 无线通信装置102A、102B、102C可以在没有Wi-Fi部件的情况下实施;例如,可以使用其它类型的标准或非标准无线通信来进行运动检测。在一些情况下,无线通信装置102A、102B、102C可以是专用运动检测系统,或可以是专用运动检测系统的一部分。例如,专用运动检测系统可以包含集线器装置和一个或多个信标装置(作为远程传感器装置),并且无线

通信装置102A、102B、102C可以是运动检测系统中的集线器装置或信标装置。

[0156] 如图1所示,无线通信装置102C包含调制解调器112、处理器114、存储器116和电源单元118;无线通信系统100中的无线通信装置102A、102B、102C中的任一个可以包含相同、额外或不同的部件,并且这些部件可以被配置成如图1所示或以另一种方式进行操作。在一些实施方案中,无线通信装置的调制解调器112、处理器114、存储器116和电源单元118一起容纳在公共外壳或其它组件中。在一些实施方案中,无线通信装置的一个或多个部件可以被单独地容纳,例如,容纳在单独的外壳或其它组件中。

[0157] 调制解调器112可以传送(接收、发送或两者兼而有之)无线信号。例如,调制解调器112可以被配置成传送根据无线通信标准(例如,Wi-Fi或蓝牙)格式化的射频(RF)信号。调制解调器112可以实施为图1所示的示例无线网络调制解调器112,或可以用另一种方式实施,例如,与其它类型的部件或子系统一起实施。在一些实施方案中,调制解调器112包含无线电子系统和基带子系统。在一些情况下,基带子系统和无线电子系统可以在公共芯片或芯片组上实施,或可以在卡或另一类型的组装装置中实施。基带子系统可以例如通过引线、引脚、电线或其它类型的连接来耦合到无线电子系统。

[0158] 在一些情况下,调制解调器112中的无线电子系统可以包含一个或多个天线和射频电路。射频电路系统可以包含例如对模拟信号进行滤波、放大或以其它方式调节的电路、将基带信号上变频为RF信号的电路,将RF信号下变频为基带信号的电路等。这种电路可以包含例如滤波器、放大器、混频器、本地振荡器等。无线电子系统可以被配置成在无线通信信道上传送射频无线信号。作为示例,无线电子系统可以包含无线电芯片、RF前端和一个或多个天线。无线电子系统可以包含额外或不同的部件。在一些实施方案中,无线电子系统可以是或包含来自常规调制解调器的无线电电子设备(例如,RF前端、无线电芯片或类似部件),例如来自Wi-Fi调制解调器、微微基站调制解调器等的无线电电子设备。在一些实施方案中,天线包含多个天线。

[0159] 在一些情况下,调制解调器112中的基带子系统可以包含例如被配置成处理数字基带数据的数字电子设备。作为示例,基带子系统可以包含基带芯片。基带子系统可以包含额外或不同的部件。在一些情况下,基带子系统可以包含数字信号处理器(DSP)装置或另一类型的处理器装置。在一些情况下,基带系统包含数字处理逻辑以操作无线电子系统、通过无线电子系统传送无线网络业务、基于通过无线电子系统接收到的运动检测信号而检测运动,或执行其它类型的处理。例如,基带子系统可以包含一个或多个芯片、芯片组或其它类型的装置,这些装置被配置成对信号进行编码并将编码的信号传递到无线电子系统以进行传输,或(例如,通过根据无线通信标准对信号进行解码,通过根据运动检测过程处理信号,或以其它方式)标识并分析在来自无线电子系统的信号中编码的数据。

[0160] 在一些情况下,调制解调器112中的无线电子系统从基带子系统接收基带信号,将基带信号上变频为RF信号,并(例如,通过天线)无线地发送RF信号。在一些情况下,调制解调器112中的无线电子系统(例如,通过天线)无线地接收RF信号,将RF信号下变频为基带信号,并将基带信号发送到基带子系统。在无线电子系统与基带子系统之间交换的信号可以是数字或模拟信号。在一些示例中,基带子系统包含转换电路(例如,数模转换器、模数转换器)并与无线电子系统交换模拟信号。在一些示例中,无线电子系统包含转换电路(例如,数模转换器、模数转换器)并与基带子系统交换数字信号。

[0161] 在一些情况下,调制解调器112的基带子系统可以在一个或多个网络业务信道上通过无线电子系统在无线通信网络中传送无线网络业务(例如,数据分组)。调制解调器112的基带子系统还可以在专用无线通信信道上通过无线电子系统发送或接收(或两者兼而有之)信号(例如,运动探测信号或运动检测信号)。在一些情况下,基带子系统生成运动探测信号以进行传输,例如,以探测用于运动的空间。在一些情况下,基带子系统处理接收到的运动检测信号(基于通过空间发送的运动探测信号的信号),例如,以检测对象在空间中的运动。

[0162] 处理器114可以执行指令,例如,以基于数据输入而生成输出数据。指令可以包含存储在存储器中的程序、代码、脚本或其它类型的数据。另外或替代地,指令可以被编码为预编程或可重新编程的逻辑电路、逻辑门或其它类型的硬件或固件部件。处理器114可以是或包含通用微处理器,作为专用协处理器或另一类型的数据处理设备。在一些情况下,处理器114执行无线通信装置102C的高级操作。例如,处理器114可以被配置成执行或解释存储在存储器116中的软件、脚本、程序、功能、可执行文件或其它指令。在一些实施方案中,处理器114可以包含在调制解调器112中。

[0163] 存储器116可以包含计算机可读存储介质,例如易失性存储器装置、非易失性存储器装置或两者兼而有之。存储器116可以包含一个或多个只读存储器装置、随机存取存储器装置、缓冲存储器装置,或这些和其它类型的存储器装置的组合。在一些情况下,存储器的一个或多个部件可以与无线通信装置102C的另一部件集成或以其它方式相关联。存储器116可以存储可由处理器114执行的指令。例如,指令可以包含例如通过如图11至图13中的任一个中所描述的示例过程的一个或多个操作使用干扰缓冲器和运动检测缓冲器对信号进行时间对准的指令。

[0164] 电源单元118向无线通信装置102C的其它部件提供电力。例如,其它部件可以基于电源单元118通过电压总线或其它连接提供的电力来进行操作。在一些实施方案中,电源单元118包含电池或电池系统,例如可再充电电池。在一些实施方案中,电源单元118包含适配器(例如,交流(AC)适配器),所述适配器(从外部源)接收外部电源信号并将外部电源信号转换为针对无线通信装置102C的部件调节的内部电源信号。电源单元118可以包含其它部件或者以另一方式进行操作。

[0165] 在图1所示的示例中,无线通信装置102A、102B(例如,根据无线网络标准、运动检测协议或以其它方式)发送无线信号。例如,无线通信装置102A、102B可以广播无线运动探测信号(例如,参考信号、信标信号、状态信号等),或可以发送寻址到其它装置(例如,用户设备、客户端装置、服务器等)的无线信号,并且其它装置(未示出)以及无线通信装置102C可以接收由无线通信装置102A、102B的无线信号。在一些情况下,例如根据无线通信标准或其它方式周期性地重复由无线通信装置102A、102B发送的无线信号。

[0166] 在所示示例中,无线通信装置102C处理来自无线通信装置102A、102B的无线信号,以检测对象在无线信号所访问的空间中的运动,确定检测到的运动的位置,或两者兼而有之。例如,无线通信装置102C可以执行下文关于图11到图26中的任一个所描述的示例过程或用于检测运动或确定检测到的运动的位置的另一类型的过程的一个或多个操作。无线信号所访问的空间可以是室内或室外空间,其可以包含例如一个或多个完全或部分封闭的区域、没有围栏的开放区域等。所述空间可以是或可以包含房间内部、多个房间、建筑物等。在

一些情况下,可以修改无线通信系统100,例如,使得无线通信装置102C可以发送无线信号,并且无线通信装置102A、102B可以处理来自无线通信装置102C的无线信号以检测运动或确定检测到的运动的位置。

[0167] 用于运动检测的无线信号可以包含例如信标信号(例如,蓝牙信标、Wi-Fi信标、其它无线信标信号)、根据无线网络标准为其它目的生成的另一标准信号,或为运动检测或其它目的生成的非标准信号(例如,随机信号、参考信号等)。在示例中,可以通过分析由无线信号携带的一个或多个训练字段或通过分析由信号携带的其它数据来进行运动检测。在一些示例中,将为了运动检测的明确目的而添加数据,或者所使用的数据名义上将用于另一目的并且再次用于或改用于运动检测。在一些示例中,无线信号在与移动对象交互之前或之后通过对象(例如,墙壁)传播,这可以允许在移动对象与传输或接收硬件之间没有光学视线的情况下检测移动对象的移动。基于接收到的信号,无线通信装置102C可以生成运动检测数据。在一些情况下,无线通信装置102C可以将运动检测数据传送到另一装置或系统,例如安全系统,所述装置或系统可以包含用于监测例如房间、建筑物、室外区域等空间内的移动的控制中心。

[0168] 在一些实施方案中,可以修改无线通信装置102A、102B以在与无线网络业务信号分离的无线通信信道(例如,频率信道或编码信道)上发送运动探测信号(其可以包含例如参考信号、信标信号或用于探测运动空间的另一信号)。例如,无线通信装置102C可以知道应用于运动探测信号的有效负载的调制以及有效负载中的数据或数据结构的类型,这可以减少无线通信装置102C为运动感测执行的处理量。头可以包含额外信息,例如通信系统100中的另一装置是否检测到运动的指示、调制类型的指示、发送信号的装置的标识等。

[0169] 在图1所示的示例中,无线通信系统100是无线网状网络,在每个无线通信装置102之间具有无线通信链路。在所示示例中,无线通信装置102C与无线通信装置102A之间的无线通信链路可以用于探测运动检测场110A,无线通信装置102C与无线通信装置102B之间的无线通信链路可以用于探测运动检测场110B,并且无线通信装置102A与无线通信装置102B之间的无线通信链路可以用于探测运动检测场110C。在一些情况下,每个无线通信装置102通过处理接收到的信号来检测所述装置所访问的运动检测场110中的运动,所述接收到的信号是基于无线通信装置102通过运动检测场110发送的无线信号的。例如,当图1所示的人106在运动检测场110A和运动检测场110C中移动时,无线通信装置102可以基于它们接收到的信号来检测运动,这些信号是基于通过相应的运动检测场110发送的无线信号的。例如,无线通信装置102A可以检测人106在运动检测场110A、110C中的运动,无线通信装置102B可以检测人106在运动检测场110C中的运动,并且无线通信装置102C可以检测人106在运动检测场110A中的运动。

[0170] 在一些情况下,运动检测场110可以包含例如空气、固体材料、液体或无线电磁信号可以通过其传播的另一介质。在图1所示的示例中,运动检测场110A提供无线通信装置102A与无线通信装置102C之间的无线通信信道,运动检测场110B提供无线通信装置102B与无线通信装置102C之间的无线通信信道,并且运动检测场110C提供无线通信装置102A与无线通信装置102B之间的无线通信信道。在操作的一些方面,在无线通信信道(与用于网络业务的无线通信信道分离或共享)上发送的无线信号用于检测对象在空间中的移动。对象可以是任何类型的静止或可移动对象,并且可以是有生命的或无生命的。例如,对象可以是人

(例如,图1所示的人106)、动物、无机对象或另一装置、设备或组件)、限定空间的全部或部分边界的对象(例如,墙壁、门、窗等)或另一类型的对象。在一些实施方案中,可以分析来自无线通信装置的运动信息以确定检测到的运动的位置。例如,如下文进一步描述,无线通信装置102之一(或以可通信方式耦合到无线通信装置102的另一装置)可以确定检测到的运动在特定无线通信装置附近。

[0171] 图2A和图2B是示出在无线通信装置204A、204B、204C之间传送的示例无线信号的图。无线通信装置204A、204B、204C可以是例如图1所示的无线通信装置102A、102B、102C,或其它类型的无线通信装置。无线通信装置204A、204B、204C通过空间200发送无线信号。空间200可以在一个或多个边界处完全或部分地封闭或开放。在示例中,空间200可以是感测空间。空间200可以是或可以包含房间内部、多个房间、建筑物、室内区域、室外区域等。在所示示例中,第一墙壁202A、第二墙壁202B和第三墙壁202C至少部分地封闭空间200。

[0172] 在图2A和图2B所示的示例中,无线通信装置204A可用于重复地(例如,周期性地、间歇地、以计划的、计划外的或随机的间隔等)发送无线信号。无线通信装置204B、204C可用于接收基于由无线通信装置204A发送的信号的信号。无线通信装置204B、204C各自具有调制解调器(例如,图1所示的调制解调器112),所述调制解调器被配置成处理接收到的信号以检测对象在空间200中的运动。

[0173] 如图所示,对象在图2A中处于第一位置214A,并且对象在图2B中已经移动到第二位置214B。在图2A和图2B中,空间200中的移动对象表示为人,但移动对象可以是另一类型的对象。例如,移动对象可以是动物、无机对象(例如,系统、装置、设备或组件)、限定空间200的全部或部分边界的对象(例如,墙壁、门、窗等)或另一类型的对象。

[0174] 如图2A和图2B所示,从无线通信装置204A发送的无线信号的多个示例路径由虚线示出。沿着第一信号路径216,无线信号从无线通信装置204A发送,并从第一墙壁202A朝向无线通信装置204B反射。沿着第二信号路径218,无线信号从无线通信装置204A发送,并从第二墙壁202B和第一墙壁202A朝向无线通信装置204C反射。沿着第三信号路径220,无线信号从无线通信装置204A发送,并从第二墙壁202B朝向无线通信装置204C反射。沿着第四信号路径222,无线信号从无线通信装置204A发送,并从第三墙壁202C朝向无线通信装置204B反射。

[0175] 在图2A中,沿着第五信号路径224A,无线信号从无线通信装置204A发送,并从第一位置214A处的对象朝向无线通信装置204C反射。在图2A与图2B之间,对象的表面从空间200中的第一位置214A移动到第二位置214B(例如,距第一位置214A一定距离)。在图2B中,沿着第六信号路径224B,无线信号从无线通信装置204A发送,并从第二位置214B处的对象朝向无线通信装置204C反射。由于对象从第一位置214A移动到第二位置214B,图2B所描绘的第六信号路径224B比图2A所描绘的第五信号路径224A长。在一些示例中,由于对象在空间中的移动,可以添加、删除或以其它方式修改信号路径。

[0176] 图2A和图2B所示的示例无线信号可以通过它们相应的路径经历衰减、频移、相移或其它影响,并且可以具有在另一方向上例如通过第一墙壁202A、第二墙壁202B和第三墙壁202C传播的部分。在一些示例中,无线信号是射频(RF)信号。无线信号可以包含其它类型的信号。

[0177] 在图2A和图2B所示的示例中,无线通信装置204A可以重复地发送无线信号。具体

地说,图2A示出了在第一时间从无线通信装置204A发送的无线信号,并且图2B示出了在稍后的第二时间从无线通信装置204A发送的相同无线信号。所发送的信号可以连续地、周期性地、随机地或间歇地发送等,或者其组合。所发送的信号可以在频率带宽中具有数个频率分量。所发送的信号可以用全向方式、定向方式或其它方式从无线通信装置204A发送。在所示示例中,无线信号穿过空间200中的多个相应路径,并且沿着每个路径的信号可能由于路径损耗、散射、反射等而变得衰减,并且可能具有相位或频率偏移。

[0178] 如图2A和图2B所示,来自第一到第六路径216、218、220、222、224A和224B的信号在无线通信装置204C和无线通信装置204B处组合以形成接收到的信号。由于空间200中的多个路径对所发送的信号的影响,空间200可以表示为传递函数(例如,滤波器),其中所发送的信号是输入,并且接收到的信号是输出。当对象在空间200中移动时,影响信号路径中的信号的衰减或相位偏移可以变化,因此,空间200的传递函数可以变化。假设从无线通信装置204A发送相同的无线信号,如果空间200的传递函数变化,则所述传递函数的输出(接收到的信号)也会变化。接收到的信号的变化可以用于检测对象的移动。

[0179] 在数学上,从第一无线通信装置204A发送的所发送的信号f(t)可以根据等式(1)来描述:

[0180] $$f(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}c_n e^{j\omega_n t} \quad \ldots.(1)$$

[0181] 其中ω_n表示所发送的信号的第n个频率分量的频率,c_n表示第n个频率分量的复系数,并且t表示时间。在从第一无线通信装置204A发送所发送的信号f(t)的情况下,可以根据等式(2)来描述来自路径k的输出信号$r_k(t)$:

[0182] $$r_k(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}\alpha_{n,k}c_n\, e^{j(\omega_n t+\phi_{n,k})} \quad \ldots.(2)$$

[0183] 其中$\alpha_{n,k}$表示沿着k的第n个频率分量的衰减因子(或信道响应;例如由于散射、反射和路径损耗),并且$\varphi_{n,k}$表示沿着k的第n个频率分量的信号的相位。然后,在无线通信装置处接收到的信号R可以描述为来自通向无线通信装置的所有路径的所有输出信号$r_k(t)$的总和,如等式(3)所示:

[0184] $R=\sum_k r_k(t)\cdots(3)$

[0185] 将等式(2)代入等式(3)得到以下等式(4):

[0186] $$R=\sum_k\sum_{n=-\infty}^{\infty}\left(\alpha_{n,k}e^{j\phi_{n,k}}\right)c_n e^{j\omega_n t} \quad \ldots.(4)$$

[0187] 然后,可以分析无线通信装置处的R。例如,可以使用快速傅里叶变换(FFT)或另一类型的算法将无线通信装置处的R变换到频域。变换后的信号可以将R表示为一系列n个复值,每个复值对应于相应的频率分量(在n个频率ω_n下)。对于频率ω_n下的频率分量,复值H_n可以在等式(5)中表示如下:

[0188] $$H_n=\sum_k c_n\alpha_{n,k}e^{j\phi_{n,k}} \quad \ldots.(5)$$

[0189] 给定ω_n的H_n指示在所述ω_n下接收到的信号的相对幅度和相位偏移。当对象在空间中移动时,H_n由于空间的$\alpha_{n,k}$变化而变化。因此,在信道响应中检测到的变化可以指示对象在通信信道内的移动。在一些情况下,噪声、干扰或其它现象可能会影响接收器检测到的信道响应,并且运动检测系统可以减少或隔离这种影响,以提高运动检测能力的准确性和质量。在一些实施方案中,总体信道响应可以在等式(6)中表示如下:

[0190] $h_{ch} = \sum_k \sum_{n=-\infty}^{\infty} \alpha_{n,k}$ ....（6）

[0191] 在一些情况下,可以例如基于估计的数学理论而确定空间的信道响应h_{ch}。例如,可以利用候选h_{ch}来修改参考信号R_{ef},然后可以使用最大似然方法来选择与接收到的信号(R_{cvd})最佳匹配的候选信道。在一些情况下,根据R_{ef}与候选h_{ch}的卷积获得估计的接收到的信号($\hat{R}_{cvd}$),然后改变h_{ch}的信道系数以最小化$\hat{R}_{cvd}$的平方误差。这在数学上可以在方程(7)中示出如下:

[0192] $R_{cvd} = R_{ef} \otimes h_{ch} = \sum_{k=-m}^{m} R_{ef}(n-k)h_{ch}(k)$ ....（7）

[0193] 其中优化准则为

[0194] $$\min_{h_{ch}} \sum \left(\hat{R}_{cvd} - R_{cvd}\right)^2$$

[0195] 最小化或优化过程可以利用自适应滤波技术,例如最小均方(LMS)、递归最小二乘(RLS)、批处理最小二乘(BLS)等。信道响应可以是有限脉冲响应(FIR)滤波器、无限脉冲响应(IIR)滤波器等。如上式所示,接收到的信号可以被视为参考信号和信道响应的卷积。卷积运算意味着信道系数与参考信号的每个延迟副本具有一定程度的相关性。因此,如上式所示的卷积运算表明,接收到的信号出现在不同的延迟点,每个延迟的副本由信道系数加权。

[0196] 图3A和图3B是示出根据在图2A和图2B中的无线通信装置204A、204B、204C之间传送的无线信号计算的信道响应360和信道响应370的示例的曲线图。图3A和图3B还示出了由无线通信装置204A发送的初始无线信号的频域表示350。在所示示例中,图3A中的信道响应360表示当空间200中不存在运动时由无线通信装置204B接收的信号,并且图3B中的信道响应370表示在对象已经在空间200中移动之后由图2B中的无线通信装置204B接收的信号。

[0197] 在图3A和图3B所示的示例中,为了说明的目的,无线通信装置204A发送具有如频域表示350所示的平坦频率分布(每个频率分量f_1、f_2和f_3的幅度相同)的信号。由于信号与空间200(和其中的对象)的交互,在无线通信装置204B处接收到的基于从无线通信装置204A发送的信号的信号不同于所发送的信号。在此示例中,在所发送的信号具有平坦频率分布的情况下,接收到的信号表示空间200的信道响应。如图3A和图3B所示,信道响应360、信道响应370不同于所发送的信号的频域表示350。当在空间200中发生运动时,信道响应也会发生变化。例如,如图3B所示,与对象在空间200中的运动相关联的信道响应370不同于与空间200内没有运动相关联的信道响应360。

[0198] 此外,当对象在空间200内移动时,信道响应可以不同于信道响应370。在一些情况下,空间200可以被划分为不同的区域,并且与每个区域相关联的信道响应可以共享一个或多个特性(例如,形状),如下所述。因此,可以区分对象在不同区域内的运动,并且可以基于对信道响应的分析来确定检测到的运动的位置。

[0199] 图4A和图4B是示出与对象406在不同区域(即,空间400的第一区域408和第三区域412)中的运动相关联的示例信道响应401和信道响应403的图。在所示示例中,空间400是建筑物,并且空间400被划分为多个不同区域,即第一区域408、第二区域410、第三区域412、第四区域414和第五区域416。在一些情况下,空间400可以包含额外的或更少的区域。如图4A和图4B所示,空间400内的区域可以由房间之间的墙壁限定。另外,所述区域可以由建筑物

楼层之间的天花板限定。例如,空间400可以包含具有额外房间的额外楼层。另外,在一些情况下,空间的多个区域可以是或包含多层建筑物中的数个楼层、建筑物中的数个房间,或建筑物的特定楼层上的数个房间。在图4A所示的示例中,位于第一区域408中的对象表示为人406,但移动对象可以是另一类型的对象,例如动物或无机对象。

[0200] 在所示示例中,无线通信装置402A位于空间400的第四区域414中,无线通信装置402B位于空间400的第二区域410中,并且无线通信装置402C位于空间400的第五区域416中。无线通信装置402可以用与图1的无线通信装置102相同或类似的方式进行操作。例如,无线通信装置402可以被配置成发送和接收无线信号,并基于接收到的信号而检测空间400中是否已经发生运动。作为示例,无线通信装置402可以通过空间400周期性地或重复地发送运动探测信号,并接收基于运动探测信号的信号。无线通信装置402可以例如通过基于接收到的信号分析与空间400相关联的信道响应来分析接收到的信号,以检测对象是否已经在空间400中移动。另外,在一些实施方案中,无线通信装置402可以分析接收到的信号以标识检测到的运动在空间400内的位置。例如,无线通信装置402可以分析信道响应的特性,以确定信道响应是否共享与已知与空间400的第一到第五区域408、410、412、414、416相关联的信道响应相同或类似的特性。

[0201] 在所示示例中,一个(或多个)无线通信装置402通过空间400重复地发送运动探测信号(例如,参考信号)。在一些情况下,运动探测信号可以具有平坦频率分布,其中f_1、f_2和f_3的幅度相同或几乎相同。例如,运动探测信号可以具有与图3A和图3B所示的频域表示350类似的频率响应。在一些情况下,运动探测信号可以具有不同的频率分布。由于参考信号与空间400(和其中的对象)的交互,在另一无线通信装置402处接收到的基于从另一无线通信装置402发送的运动探测信号的信号不同于所发送的参考信号。

[0202] 基于接收到的信号,无线通信装置402可以确定空间400的信道响应。当运动发生在空间内的不同区域时,可以在信道响应中看到不同的特性。例如,虽然信道响应对于空间400的相同区域内的运动可能略有不同,但与不同区域中的运动相关联的信道响应通常可以共享相同的形状或其它特性。例如,图4A的信道响应401表示与对象406在空间400的第一区域408中的运动相关联的示例信道响应,而图4B的信道响应403表示与对象406在空间400的第三区域412中的运动相关联的示例信道响应。信道响应401和信道响应403与由空间400中的同一无线通信装置402接收的信号相关联。

[0203] 图4C和图4D是示出图4A和图4B的信道响应401、403叠加在与空间400中未发生运动相关联的信道响应460上的曲线图。在所示示例中,无线通信装置402发送具有如频域表示450所示的平坦频率分布的运动探测信号。当在空间400中发生运动时,信道响应的变化将相对于与没有运动相关联的信道响应460发生,因此,可以通过分析信道响应的变化来检测对象在空间400中的运动。另外,可以标识检测到的运动在空间400内的相对位置。例如,可以将与运动相关联的信道响应的形状与参考信息进行比较(例如,使用经过训练的人工智能(AI)模型),以将运动分类为已经发生在空间400的不同区域内。

[0204] 当空间400中不存在运动时(例如,当对象406不存在时),无线通信装置402可以计算与没有运动相关联的信道响应460。由于多种因素,信道响应可能会发生轻微变化;然而,与不同时间段相关联的多个信道响应460可以共享一个或多个特性。在所示示例中,与没有运动相关联的信道响应460具有递减的频率分布(f_1、f_2和f_3中的每一个的幅度小于前一

个)。在一些情况下,信道响应460的分布可以不同(例如,基于无线通信装置402的不同房间布局或放置)。

[0205] 当在空间400中发生运动时,信道响应会发生变化。举例来说,在图4C和图4D所示的示例中,与对象406在第一区域408中的运动相关联的信道响应401不同于与没有运动相关联的信道响应460,并且与对象406在第三区域412中的运动相关联的信道响应403不同于与没有运动相关联的信道响应460。信道响应401具有凹抛物线频率分布(中间频率分量f_2的幅度小于外部频率分量f_1和f_3),而信道响应403具有凸渐近频率分布(中间频率分量f_2的幅度大于外部频率分量f_1和f_3)。在一些情况下,信道响应401、403的分布可以不同(例如,基于无线通信装置402的不同房间布局或放置)。

[0206] 分析信道响应可以被认为类似于分析数字滤波器。信道响应可以通过对象在空间中的反射以及由移动或静止的人产生的反射来创建。当反射体(例如,人)移动时,它会改变信道响应。这可以转化为数字滤波器的等效抽头的变化,所述等效抽头可以被认为具有极点和零点(极点放大信道响应的频率分量并在响应中表现为波峰或高点,而零点衰减信道响应的频率分量并在响应中表现为波谷、低点或空值)。变化的数字滤波器可以通过其波峰和波谷的位置来表征,并且信道响应可以类似地通过其波谷和波峰来表征。例如,在一些实施方案中,通过分析信道响应的频率分量中的空值和波峰(例如,通过标记它们在频率轴上的位置以及其幅度),可以检测运动。

[0207] 在一些实施方案中,可以使用时间序列聚合来检测运动。时间序列聚合可以通过在移动窗口上观察信道响应的特征来执行,并通过使用统计测量(例如,均值、方差、主分量等)来聚合加窗结果。在运动的实例期间,由于散射场景的连续变化,特征性的数字滤波器特征将在位置上发生位移并在某些值之间翻转。也就是说,等效的数字滤波器表现出其峰值和空值的值范围(由于运动)。通过查看此值范围,可以针对空间内的不同区域标识独特的分布(在示例中,分布也可以被称为签名)。

[0208] 在一些实施方案中,可以使用AI模型来处理数据。AI模型可以有多种类型,例如线性回归模型、逻辑回归模型、线性判别分析模型、决策树模型、朴素贝叶斯模型、K近邻模型、学习向量量化模型、支持向量机、套袋法(bagging)和随机森林模型,以及深度神经网络。一般来说,所有AI模型都旨在学习一个函数,所述函数提供输入值与输出值之间最精确的相关性,并使用已知相关的历史输入和输出集进行训练。在示例中,人工智能也可以被称为机器学习。

[0209] 在一些实施方案中,可以学习与空间400的不同区域中的运动相关联的信道响应的分布。例如,机器学习可以用于对空间的不同区域内的对象的运动的信道响应特性进行分类。在一些情况下,与无线通信装置402相关联的用户(例如,空间400的所有者或其它占用者)可以协助学习过程。例如,参考图4A和图4B所示的示例,用户可以在学习阶段期间在第一到第五区域408、410、412、414、416中的每一个中移动,并且可以(例如,通过移动计算装置上的用户界面)指示他/她正在空间400中的特定区域之一中移动。例如,当用户移动通过第一区域408时(例如,如图4A所示),用户可以在移动计算装置上指示他/她在第一区域408中(并且可以在适当时将所述区域命名为“卧室”、“客厅”、“厨房”或建筑物的另一类型的房间)。当用户移动通过所述区域时,可以获得信道响应,并且所述信道响应可以用用户指示的位置(区域)“标记”。用户可以对空间400的其它区域重复相同的过程。本文中使用的

术语“标记”可以指用用户指示的位置或任何其它信息来标记和标识信道响应。

[0210] 然后,可以(例如,通过机器学习软件)处理标记的信道响应以标识与不同区域中的运动相关联的信道响应的独特特性。一旦被标识,所标识的独特特性就可以用于确定新计算的信道响应的检测到的运动的位置。例如,可以使用标记的信道响应来训练AI模型,并且一旦经过训练,就可以将新计算的信道响应输入到AI模型,并且AI模型可以输出检测到的运动的位置。例如,在一些情况下,将均值、范围和绝对值输入到AI模型。在一些情况下,还可以输入复信道响应本身的幅度和相位。这些值允许AI模型设计任意前端滤波器,以获取与对空间不同区域的运动进行准确预测最相关的特征。在一些实施方案中,通过执行随机梯度下降来训练AI模型。例如,可以在训练期间监测在特定区域期间最活跃的信道响应变化,并且可以(通过训练和调整第一层中的权重以与这些形状、趋势等相关)对特定的信道变化进行很大的加权。加权的信道变化可以用于创建当用户存在于特定区域时激活的度量。

[0211] 对于提取的特征,如信道响应空值和峰值,可以使用移动窗口内的聚合来创建(空值/峰值的)时间序列,从而获取过去和现在的少数特征的快照,并使用所述聚合值作为到网络的输入。因此,网络在调整其权重的同时,将尝试聚合某个区域中的值以对其进行聚类,这可以通过创建基于逻辑分类器的决策面来完成。决策面划分不同的簇,并且后续层可以基于单个簇或簇组合而形成类别。

[0212] 在一些实施方案中,AI模型包含两层或更多层推理。第一层充当逻辑分类器,它可以将不同集中的值划分为单独的簇,而第二层将这些簇中的一些组合在一起,从而为不同区域创建类别。额外的后续层可以帮助将不同区域扩展到多于两个类别的簇上。例如,完全连接的AI模型可以包含与跟踪的特征数量相对应的输入层、与有效簇数量相对应的中间层(通过在选择之间迭代)以及与不同区域相对应的最终层。在将完整的信道响应信息输入到AI模型的情况下,第一层可以充当可以关联某些形状的形状滤波器。因此,第一层可以锁定到某个形状,第二层可以生成在这些形状中发生的变化的度量,并且第三层和后续层可以创建这些变化的组合并将它们映射到空间内的不同区域。然后,可以通过融合层组合不同层的输出。

[0213] B.用于Wi-Fi感测的系统和方法

[0214] 下文描述了用于Wi-Fi感测的系统和方法。本公开涉及配置Wi-Fi系统以执行Wi-Fi感测,同时最大限度地减少开销和对Wi-Fi系统性能的影响。

[0215] 本公开的系统和方法提供了一种允许针对Wi-Fi感测进行传输的传递机制。在实施方案中,提供了一组优化的消息和协议,用于在精确时间管理、控制和传递一系列感测传输。此外,所述系统和方法利用可以被配置成控制测量活动的感测装置。在实施方案中,所述系统和方法还利用了远程装置。远程装置可以被配置成进行感测传输,并且感测装置可以被配置成基于感测传输来计算感测测量。在实施方案中,为了实现测量活动的目标,可以进一步处理感测测量。

[0216] 根据实施方案,感测装置可以发起WLAN感测会话,并且远程装置可以参与由感测装置发起的WLAN感测会话。在一些实施方案中,远程装置可以发送用于在WLAN感测会话中进行感测测量的PPDU。在实施方案中,感测装置可以在WLAN感测会话中接收PPDU,并将PPDU处理成感测测量。

[0217] 图5描绘了根据一些实施例的用于Wi-Fi感测的系统500的实施方案的一些架构的实施方案。

[0218] 系统500可以包含感测装置502、多个远程装置504-(1到K)(统称为远程装置504),以及使得能够在系统部件之间进行通信以进行信息交换的网络506。系统500可以是无线通信系统100的示例或实例,并且网络506可以是无线网络或蜂窝网络的示例或实例,其细节参考图1及其随附描述来提供。

[0219] 根据一些实施例,感测装置502可以被配置成接收传输并执行可用于Wi-Fi感测的一个或多个接收器测量(例如,CSI)。这些测量可以被称为感测测量。在实施例中,感测装置502可以是接入点(AP)。在一些实施例中,例如,在网状网络场景中,感测装置502可以是站(STA)。根据实施方案,感测装置502可以由例如图1所示的无线通信装置102之类的装置来实施。在一些实施方案中,感测装置502可以由例如图2A和图2B所示的无线通信装置204之类的装置来实施。此外,感测装置502可以由例如图4A和图4B所示的无线通信装置402之类的装置来实施。在实施方案中,感测装置502可以协调和控制远程装置504-(1-K)之间的通信。根据实施方案,可以使得感测装置502能够控制测量活动,以确保在所需时间进行所需的感测传输,以实现测量活动的目标。感测装置502可以进一步处理感测测量,或在另一实施例中,所述感测装置可以被配置成将感测测量发送到另一装置,所述另一装置被配置成处理感测测量以实现Wi-Fi感测系统的目标。

[0220] 再次参考图5,在一些实施例中,远程装置504-1可以被配置成发送传输,基于所述传输,可以针对Wi-Fi感测执行一个或多个感测测量(例如,CSI)。在实施例中,远程装置504-1可以是STA。在一些实施例中,例如在感测装置502充当STA的场景中,远程装置504-1可以是用于Wi-Fi感测的AP。根据实施方案,远程装置504-1可以由例如图1所示的无线通信装置102之类的装置实施。在一些实施方案中,远程装置504-1可以由例如图2A和图2B所示的无线通信装置204之类的装置来实施。此外,远程装置504-1可以由例如图4A和图4B所示的无线通信装置402之类的装置来实施。在一些实施方案中,感测装置502与远程装置504-1之间的通信可以经由站管理实体(SME)和MAC层管理实体(MLME)协议发生。

[0221] 参考图5,更详细地,感测装置502可以包含处理器508和存储器510。例如,感测装置502的处理器508和存储器510可以分别是如图1所示的处理器114和存储器116。在实施例中,感测装置502可以进一步包含发送天线512、接收天线514和感测代理516。在一些实施例中,天线可以用于以半双工格式进行发送和接收。当天线进行发送时,它可以被称为发送天线512,而当天线进行接收时,它可以被称为接收天线514。本领域普通技术人员应当理解,同一天线在一些情况下可以是发送天线512,而在其它情况下可以是接收天线514。在天线阵列的情况下,例如在波束成形环境下,可以使用一个或多个天线元件来发送或接收信号。在一些示例中,用于发送复合信号的一组天线元件可以被称为发送天线512,并且用于接收复合信号的一组天线元件可以被称为接收天线514。在示例中,每个天线配备有其自身的发送和接收路径,这些路径可以取决于天线是作为发送天线512来操作还是作为接收天线514来操作而交替地切换以连接到天线。

[0222] 在实施方案中,感测代理516(在示例中,也称为Wi-Fi感测代理或感测应用)可以是应用层程序,所述应用层程序将物理层参数(例如,例如CSI)从感测装置502的介质访问控制(MAC)传递到应用层或另一更高层,并且使用物理层参数来检测或确定移动和/或运

动。根据一些实施方案,感测代理516可以包含/执行感测算法。在实施方案中,感测代理516可以使用感测算法来处理并分析感测测量,并且作出感测决策,例如检测运动或手势。在示例中,可以使感测代理516能够将感测测量过程处理为运动或情境感知信息。此外,出于Wi-Fi感测的目的,感测代理516可以被配置成确定感测传输和感测测量的数目和定时。在一些实施方案中,感测代理516可以被配置成将感测测量值发送到另一装置(或其它装置)以供进一步处理。

[0223] 在实施方案中,感测代理516可以被配置成使得发送天线512中的至少一个发送天线将消息发送到远程装置504-1。此外,感测代理516可以被配置成经由接收天线514中的至少一个接收天线从远程装置504-1接收消息。在示例中,感测代理516可以被配置成基于从远程装置504-1接收到的感测传输而进行感测测量。根据实施方案,感测代理516可以被配置成处理并分析感测测量以进行感测决策,例如检测移动和/或运动。

[0224] 在一些实施例中,感测装置502可以包含感测配置消息存储装置518和感测触发消息存储装置520。感测配置消息存储装置518可以存储由感测装置502发送到远程装置504-1的感测配置消息。此外,感测触发消息存储装置520可以存储由感测装置502发送到远程装置504-1的感测触发消息。可以根据需要周期性地或动态地更新与存储在感测配置消息存储装置518中的感测配置消息相关的信息,以及与存储在感测触发消息存储装置520中的感测触发消息相关的信息。在实施方案中,感测配置消息存储装置518和感测触发消息存储装置520可以包含任何类型或形式的存储装置,例如数据库或文件系统或耦合到存储器510。

[0225] 再次参考图5,远程装置504-1可以包含处理器528-1和存储器530-1。例如,远程装置504-1的处理器528-1和存储器530-1可以分别是如图1所示的处理器114和存储器116。在实施例中,远程装置504-1可以进一步包含发送天线532-1、接收天线534-1、感测代理536-1和调度器538-1。在实施方案中,感测代理536-1可以是将物理层参数从远程装置504-1的MAC传递到应用层程序的块。感测代理536-1可以被配置成使得发送天线532-1中的至少一个发送天线和接收天线536-1中的至少一个接收天线与感测装置502交换消息。在一些实施例中,天线可以用于以半双工格式进行发送和接收。当天线进行发送时,它可以被称为发送天线532-1,而当天线进行接收时,它可以被称为接收天线534-1。本领域普通技术人员应当理解,同一天线在一些情况下可以是发送天线532-1,而在其它情况下可以是接收天线534-1。在天线阵列的情况下,例如在波束成形环境下,可以使用一个或多个天线元件来发送或接收信号。在一些示例中,用于发送复合信号的一组天线元件可以被称为发送天线532-1,并且用于接收复合信号的一组天线元件可以被称为接收天线534-1。在示例中,每个天线配备有其自身的发送和接收路径,这些路径可以取决于天线是作为发送天线532-1来操作还是作为接收天线534-1来操作而交替地切换以连接到天线。

[0226] 在实施方案中,调度器538-1可以耦合到处理器228-1和存储器230-1。在一些实施例中,调度器538-1可以包含可以执行特定任务或实施特定抽象数据类型的例程、程序、对象、部件、数据结构等,以及其它单元。调度器538-1还可以实施为信号处理器、状态机、逻辑电路和/或基于操作指令操控信号的任何其它装置或部件。

[0227] 在一些实施例中,调度器538-1可以硬件、由处理单元执行的指令或由其组合实施。处理单元可以包括计算机、处理器、状态机、逻辑阵列或能够处理指令的任何其它合适的装置。处理单元可以是执行指令以使通用处理器执行所需任务的通用处理器,或者,处理

单元可以专用于执行所需功能。在一些实施例中,调度器538-1可以是机器可读指令,其在由处理器/处理单元执行时执行任何期望的功能。机器可读指令可以存储在电子存储器装置、硬盘、光盘或其它机器可读存储介质或非暂时性介质上。在实施方案中,机器可读指令还可以经由网络连接下载到存储介质。在示例中,机器可读指令可以存储在存储器530-1中。在实施方案中,调度器538-1可以被配置成确定何时以及如何与感测装置502交换消息。

[0228] 在一些实施例中,远程装置504-1可以包含传输配置存储装置540-1和导向矩阵配置存储装置542-1。传输配置存储装置540-1可以存储由感测装置502传递到远程装置504-1的请求的传输配置,或由远程装置504-1传递到感测装置502的传递的传输配置。此外,导向矩阵配置存储装置542-1可以存储一个或多个预定义导向矩阵配置。可以根据需要周期性地或动态地更新存储在传输配置存储装置540-1中的关于传输配置的信息,以及存储在导向矩阵配置存储装置542-1中的关于一个或多个预定义导向矩阵配置的信息。在实施方案中,传输配置存储装置540-1和导向矩阵配置存储装置542-1可以包含任何类型或形式的存储装置,例如数据库或文件系统或耦合到存储器530-1。

[0229] 根据一个或多个实施方案,网络506中的通信可以由IEEE开发的802.11系列标准中的一个或多个来管理。一些示例IEEE标准可以包含IEEE P802.11-REVmd/D5.0、IEEE P802.11ax/D7.0和IEEE P802.11be/D0.1。在一些实施方案中,通信可以由其它标准(其它或额外的IEEE标准或其它类型的标准)管理。在一些实施例中,系统500不要求由802.11系列标准中的一个或多个来管理的网络506的部分可以由任何类型的网络(包含无线网络或蜂窝网络)的实例来实施。

[0230] 根据一个或多个实施方案,出于Wi-Fi感测的目的,感测装置502可以发起测量活动。在测量活动中,可以发生感测装置502与远程装置504-1之间的传输交换。在示例中,可以利用IEEE 802.11堆栈的MAC(介质访问控制)层来控制这些传输。在一个实施方案中,远程装置504-1对于感测装置502来说可能是未知的。因此,感测装置502可以向远程装置504-1查询关于远程装置504-1可以支持测量活动的传输参数的传输能力。在另一示例中,感测装置502可以向远程装置504-1查询关于远程装置504-1可以支持测量活动的传输参数的传输能力,而不需要提供任何预配置信息。

[0231] 根据实施方案,在远程装置504-1与网络506的认证和关联之后,感测代理516可以发现远程装置504-1以及远程装置504-1的传输(或感测)能力。在实施方案中,感测代理516可以经由发送天线512将消息发送到远程装置504-1以查询远程装置504-1的传输能力。在示例中,感测代理516可以通过经由发送天线512向远程装置504-1发送感测配置消息来查询远程装置504-1的传输能力。在示例中,感测装置502可以使用空的感测配置消息来联系远程装置504-1,以提示响应以确定远程装置504-1的传输能力。

[0232] 在实施方案中,感测配置消息可以包含数据元素。在示例中,感测配置消息可以包含与测量活动(或感测传输)的要求相对应的配置查询指示和请求的传输配置中的一个。配置查询指示可以指示对远程装置504-1的传输能力的请求或查询。在实施方案中,感测代理516可以将发送到远程装置504-1的感测配置消息存储在感测配置消息存储装置518中。在另一示例中,包含与测量活动(或感测传输)的要求相对应的请求的传输配置可以被认为是感测配置查询指示。在一些实施方案中,感测配置消息可以不包含数据元素。

[0233] 根据实施方案,感测代理536-1可以经由接收天线534-1从感测装置502接收感测

配置消息。在实施方案中,响应于接收到包含配置查询指示的感测配置消息,感测代理536-1分析配置查询指示,并发送包含与远程装置504-1相关联的传输能力指示的感测配置响应消息。在示例中,传输能力指示可以包含远程装置504-1的传输能力。在一些实施方案中,感测代理536-1可以接收包含请求的传输配置的感测配置消息。感测代理536-1可以分析请求的传输配置,并确定远程装置504-1的传输能力对应于请求的传输配置。在示例中,基于远程装置504-1的传输能力,感测代理536-1可以确定远程装置504-1是否可以支持请求的传输配置的每个配置元素。在一些示例中,配置元素可以是相互依赖的,在这种情况下,感测代理536-1可以组合确定支持的配置元素。

[0234] 根据实施方案,感测代理536-1可以向感测装置502发送感测配置响应消息,所述感测配置响应消息包含与远程装置504-1的传输能力相对应的传递的传输配置。在示例中,感测代理536-1可以在传递的传输配置中指示远程装置504-1可以支持的所需传输配置的配置元素。在实施方案中,感测代理536-1可以经由发送天线532-1向感测装置502发送感测配置响应消息。根据非限制性示例,感测代理516可以向远程装置504-1发送要求在具有40MHz带宽的5GHz频带中并且使用四个发送天线进行感测传输的感测配置消息。响应于所述要求,感测代理536-1可以发送指示远程装置504-1支持2.4GHz频带并且实施两个发送天线的感测配置响应消息。

[0235] 在实施方案中,感测代理536-1可以将传递的传输配置作为默认传输配置存储在传输配置存储装置540-1中。在示例中,所存储的传递的传输配置可以用于未提供请求的传输配置的任何测量活动。在一些实施方案中,感测代理516可以使用传递的传输配置来配置用于远程装置504-1的测量活动的传输参数。

[0236] 根据实施方案,在远程装置504-1与感测装置502初始关联后,或者在确定远程装置504-1的传输能力后,感测代理516可以向远程装置504-1发送感测配置消息,所述感测配置消息包含可由索引标识的一个或多个预定义导向矩阵配置。在示例中,感测代理516可以将一个或多个预定义导向矩阵配置存储为例如查找表,并且索引可以允许远程装置504-1使用索引来进行查找。在示例中,感测代理516可以经由发送天线512向远程装置504-1发送包含一个或多个预定义导向矩阵配置的感测配置消息。在示例中,感测代理516可以使用广播消息来发送一个或多个预定义导向矩阵配置。

[0237] 在实施方案中,感测代理536-1可以经由接收天线534-1从感测装置502接收包含一个或多个预定义导向矩阵配置的感测配置消息。在示例中,感测代理536-1可以接收感测配置消息作为广播消息。然后,感测代理536-1可以对感测配置消息进行解码以确定一个或多个预定义导向矩阵配置。在实施方案中,感测代理536-1可以将一个或多个预定义导向矩阵配置存储在导向矩阵配置存储装置542-1中。在示例中,感测代理536-1可以存储预定义导向矩阵配置作为默认传输配置。例如,所存储的预定义导向矩阵配置可以用于未提供请求的传输配置的任何测量活动。在一些实施方案中,可以为远程装置504-1建立一个或多个预定义导向矩阵配置,作为感测装置502对远程装置504-1的初始预配置的一部分。

[0238] 根据实施方案,响应于接收到包含一个或多个预定义导向矩阵配置的感测配置消息,感测代理536-1可以发送包含与远程装置504-1相关联的导向矩阵配置确认的感测配置响应消息。在实施方案中,感测代理536-1可以经由发送天线532-1向感测装置502发送感测配置响应消息。在示例中,感测代理536-1可以发送空感测配置响应消息作为一个或多个预

定义导向矩阵配置已经应用或存储在导向矩阵配置存储装置542-1中的确认。在实施方案中,如果感测配置消息不包含一个或多个预定义导向矩阵配置,则感测代理536-1可以用其天线配置作出响应,例如,发送/接收链的数量、天线的数量、数字/模拟波束成形能力以及与天线配置相关的其它信息。在实施方案中,感测代理516可以通过将索引发送到一个或多个预定义导向矩阵配置的表中来请求远程装置504-1的传输配置。在示例中,一个或多个预定义导向矩阵配置可以对应于感测配置消息正在配置的数个查找表条目。在示例中,索引可以用于定位对应的查找表条目。

[0239] 根据实施方案,感测代理516可以经由接收天线514从远程装置504-1接收感测配置响应消息。在实施方案中,响应于从远程装置504-1接收到感测配置响应消息,感测代理516可以发起感测传输。在实施方案中,感测代理516可以基于感测代理516要求远程装置504-1使用的传输参数(例如,传输能力和请求的传输配置)而发起感测传输。在实施方案中,基于远程装置传输能力和/或请求的传输配置,感测代理516可以生成感测触发消息。在示例中,感测触发消息可以包含不超出远程装置传输能力的请求的传输配置。例如,如果远程装置504-1支持2.4GHz频带并实施两个发送天线,则感测代理516可以生成要求在2.4GHz频带中使用两个发送天线进行感测传输的感测触发消息。在实施方案中,感测代理516可以经由发送天线512将感测触发消息发送到远程装置504-1。在一些实施方案中,感测代理516可以将发送的感测触发消息存储在感测触发消息存储装置520中。

[0240] 在实施方案中,感测代理536-1可以经由接收天线534-1从感测装置502接收感测触发消息。在一些实施方案中,感测代理536-1可以应用包含在感测触发消息中的请求的传输配置。随后,感测代理536-1可以响应于感测触发消息并根据请求的传输配置而将感测传输发送到感测装置502。在实施方案中,感测代理536-1可以经由发送天线532-1向感测装置502发送感测传输。

[0241] 在一些场景中,感测触发消息可以不包含请求的传输配置,并且可以不进行预配置。在这些场景中,感测代理536-1可以响应于感测触发消息而将存储的默认传输配置(即,传递的传输配置,包含分别存储在传输配置存储装置540-1和导向矩阵配置存储装置542-1中的默认导向矩阵配置)自动应用于感测传输。根据一个或多个实施方案,感测代理536-1可以应用存储的默认传输配置,除非默认传输配置被新的感测触发消息中请求的传输配置取代或者被新的感测配置消息重新定义。

[0242] 在一些实施方案中,如果在感测触发消息中没有请求的传输配置并且未进行预配置,则感测代理536-1可以忽略感测触发消息。

[0243] 根据一个或多个实施方案,感测代理536-1可以响应于感测触发消息而生成感测响应消息和感测响应NDP中的一个作为感测传输。在实施方案中,当请求的传输配置支持数据传送时,感测代理536-1可以生成感测响应消息。在一些实施方案中,当请求的传输配置不支持数据传送时,感测代理536-1可以生成感测响应通知。在另一实施方案中,感测代理536-1可以始终独立于请求的传输配置而生成感测响应通知。在实施方案中,感测响应消息和感测响应通知可以包含传递的传输要求,其描述当发送感测传输时远程装置504-1可以使用的传输参数。

[0244] 根据实施方案,感测响应通知可以包含将应用于感测响应NDP的传递的传输配置。在实施方案中,感测代理536-1可以生成感测响应NDP,所述感测响应NDP可以在感测响应通

知的一个SIFS之后发送。在示例中,感测响应NDP可以是感测装置502可以根据其进行感测测量的感测传输。在实施方案中,感测代理536-1可以经由发送天线532-1向感测装置502发送感测响应NDP和感测响应通知。根据实施方案,在发送感测响应NDP之前,感测代理536-1可以将对应于传递的传输配置的远程装置传输参数应用于远程装置504-1。

[0245] 根据一些实施方案,感测代理516可以生成包含请求的定时配置的感测触发消息。请求的定时配置可以指示对测量活动的定时要求,所述测量活动包含从远程装置504-1到感测装置502的一系列感测传输。在示例中,感测代理516可以经由感测触发消息发起周期性的一系列感测传输。因此,单个感测触发消息可以触发远程装置504-1的多于一个感测传输。在示例中,周期性感测传输可以允许频繁且可预测的感测测量。在示例中,感测代理516可以经由感测触发消息发起半周期性的一系列感测传输。在实施方案中,感测代理516可以经由发送天线512向远程装置504-1发送包含请求的定时配置的感测触发消息。

[0246] 根据一个或多个实施方案,感测代理536-1可以经由接收天线534-1从感测装置502接收包含请求的定时配置的感测触发消息。响应于接收到感测触发消息,感测代理536-1可以根据请求的定时配置发送一系列感测传输。在实施方案中,最初,感测代理536-1可以用第一感测传输作出响应。随后,感测代理536-1可以在由请求的定时配置定义的时间段用相同的感测传输(例如,第二感测传输、第三感测传输等)作出响应。在实施方案中,感测代理536-1可以用包含感测响应消息的感测传输对感测触发消息作出响应。例如,感测代理536-1可以在由请求的定时配置定义的时间段发送相同的感测响应消息。在一些实施方案中,感测代理536-1可以用感测传输对感测触发消息作出响应,所述感测传输包含感测响应通知,随后是一个SIFS之后的感测响应NDP。在示例中,感测代理536-1可以在由请求的定时配置定义的时间段发送相同的感测响应NDP传输息。在一些实施方案中,如果请求的定时配置不包含在感测触发消息中,则感测触发消息可以在预定义时间段内发起单个感测传输。

[0247] 在实施方案中,感测代理536-1可以被配置成当满足请求的定时配置时,或者当接收到新的感测触发消息时,停止所述一系列感测传输。在示例中,感测代理536-1可以继续产生感测传输,直到请求的定时配置的要求被耗尽,或者直到新的测量活动或感测传输被发起。响应于感测触发消息的一系列感测响应消息的传输在图6所描绘的序列图中示出,并且响应于感测触发消息的一系列感测响应通知的传输在如图7所描绘的序列图中示出。

[0248] 如图6所示,在步骤602,感测装置502可以将感测触发消息发送到远程装置504-1。在示例中,感测触发消息可以包含请求的定时配置。请求的定时配置可以指示对测量活动的定时要求,所述测量活动包含一系列感测传输,例如,从远程装置504-1到感测装置502的N个感测传输。在示例中,感测触发消息可以指示两个感测传输之间的时间间隔应当是50毫秒。

[0249] 在步骤604,响应于感测触发消息,远程装置504-1可以发送第一感测响应消息。在步骤606,远程装置504-1可以响应于感测触发消息并根据请求的定时配置而发送第二感测响应消息。在示例中,远程装置504-1可以在发送第一感测响应消息之后50毫秒发送第二感测响应消息。在步骤608,远程装置504-1可以发送第N个感测响应消息。

[0250] 如图7所示,在步骤702,感测装置502可以将感测触发消息发送到远程装置504-1。在示例中,感测触发消息可以包含指示对测量活动的定时要求的请求的定时配置,所述测量活动包含一系列感测传输,例如,从远程装置504-1到感测装置502的M个感测传输。在示

例中,感测触发消息可以指示两个感测传输之间的时间间隔应当是10秒。

[0251] 在步骤704,响应于感测触发消息,远程装置504-1可以发送第一感测响应通知。在步骤706,远程装置504-1可以在一个SIFS之后发送第一感测响应NDP。在示例中,SIFS的持续时间是10μs。在步骤708,远程装置504-1可以发送第二感测响应通知。在示例中,远程装置504-1可以在发送第一感测响应通知704之后10秒发送第二感测响应通知。在步骤710,远程装置504-1可以发送第二感测响应NDP。在步骤712,远程装置504-1可以发送第M个感测响应通知,并且在步骤714,远程装置504-1可以发送第M个感测响应NDP。

[0252] 根据实施方案,感测代理516可以利用感测装置502要求远程装置504-1使用的导向矩阵配置的规范来发起感测传输。在实施方案中,感测代理516可以生成包含有导向矩阵配置的规范生成感测触发消息。在实施方案中,感测触发消息可以包含请求的传输配置内的导向矩阵配置。在示例中,导向矩阵配置可以包含到预配置/预定义导向矩阵配置的集合或表中的索引,所述索引先前从感测装置502发送到远程装置504-1并存储在导向矩阵配置存储装置542-1中。在示例中,当导向矩阵配置包含到存储在远程装置504-1处的预配置导向矩阵配置的集合的索引并且所述索引被设置为例如最大值或最小值的已知值时,这可以向远程装置504-1指示默认预配置导向矩阵配置将用于感测传输。根据实施方案,当感测装置502通过将索引发送到预配置导向矩阵配置的表中而不是在感测触发消息中发送导向矩阵配置来请求远程装置传输配置时,在配置测量活动或感测传输时需要从感测装置502发送到远程装置504-1的信令量可以显著减少。

[0253] 根据本公开的一个方面,出于Wi-Fi感测的目的,可以利用现有的排队的非感测消息。将另一消息与排队的非感测消息一起聚合的过程可以被称为帧聚合。在实施方案中,为了减少由额外消息引起的开销并保留用于数据传送的带宽同时还支持Wi-Fi感测,本公开的一些方面依赖于帧聚合。

[0254] IEEE P802.11-REVmd/D5.0定义了两种类型的帧聚合:A-MPDU聚合和A-MSDU聚合。帧聚合允许在同一PPDU中携带多个MPDU或MSDU,从而节省了发送和接收多个PPDU的开销。在实施方案中,测量活动可以取决于帧头内携带的数据,因此,使用A-MPDU来聚合帧。图8A描述了A-MPDU帧的结构,并且图8B描述了根据IEEE P802.11-REVmd/D5.0标准的A-MPDU子帧的结构。如图8A所示,A-MPDU包含一系列一个或多个A-MPDU子帧和可变量的EOF(帧结束)填充。此外,如图8B所示,在A-MPDU子帧中,MPDU定界符被加到MPDU前面,并且填充被加到MPDU后面。

[0255] 在实施方案中,当感测装置502针对远程装置504-1发起感测消息时,感测代理516可以确定是否存在被调度或排队等待发送到远程装置504-1的非感测消息。在确定排队的非感测消息后,感测代理516可以将感测消息与排队的非感测消息聚合或合并。在示例中,感测消息可以是感测触发消息,所述感测触发消息可以包含请求的传输配置、请求的定时配置和预定义导向矩阵配置中的一个。根据实施方案,感测代理516可以使用分别在至少IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.7和IEEE P802.11ax/D7.0,§26.6.3中定义的A-MPDU格式或多业务标识符(TID)A-MPDU格式中的一个将感测触发消息合并到排队的非感测消息中。根据实施方案,多TID允许在单个帧中聚合具有不同QoS接入类别的MPDU。

[0256] 感测触发消息被合并到其中的非感测消息现在可以被称为聚合消息。在示例中,感测触发消息可以作为第一帧合并到排队的非感测消息中,以允许远程装置504-1更快或

更确定地检测感测触发消息,因为在(使用例如感测响应消息或感测响应NDP)调度感测传输之前可能不需要远程装置504-1处理整个聚合消息。

[0257] 根据实施方案,在确定不存在被调度或排队等待发送到远程装置504-1的非感测消息后,感测代理516可以将感测触发消息准备为专用感测触发消息,所述专用感测触发消息可以作为感测传输发送到远程装置504-1。

[0258] 在实施方案中,当需要来自远程装置504-1的感测传输时,例如响应于从感测装置502接收到感测触发消息,调度器538-1可以确定是否存在排队等待发送到感测装置502的非感测消息,以及请求的传输配置是否支持数据传送。在确定存在排队的非感测消息并且请求的传输配置支持数据传送后,调度器538-1可以将感测响应消息或感测响应通知合并到排队的非感测消息中,从而创建聚合消息。在实施例中,支持数据传送的请求的传输配置可以意味着它与调度器538-1针对排队的非感测消息使用的数据传送配置兼容。在示例中,排队的非感测消息可以包含传递的传输配置和应用的导向矩阵配置中的一个。根据实施方案,调度器538-1可以使用A-MPDU格式或多业务标识符(TID)A-MPDU格式中的一个将感测响应消息或感测响应通知合并到排队的非感测消息中。可以使用请求的传输配置和传输矩阵配置中的一个或多个来发送聚合消息。

[0259] 在实施方案中,感测响应消息或感测响应通知可以作为第一帧合并到排队的非感测消息中,以允许感测装置502更快或更确定地执行感测测量,因为在执行感测测量之前可能不需要感测装置502处理整个聚合消息。

[0260] 根据实施方案,在确定不存在被调度用于传输到感测装置502的非感测消息后,调度器538-1可以将感测响应消息准备为专用感测响应消息或将感测响应通知准备为可以发送到感测装置502的专用感测响应通知。

[0261] IEEE P802.11-REVmd/D5.0定义了聚合在同一A-MPDU帧中的所有MPDU必须以相同的QoS接入类别进行发送。因此,在实施方案中,可以向来自感测装置502的感测配置消息和感测触发消息以及来自远程装置504-1的感测响应消息和感测通知消息分配存在于被调度用于传输的帧中的数据MPDU的QoS接入类别。

[0262] 在确定支持多TID聚合的示例中,可以将不共享相同QoS接入类别的MPDU一起聚合在同一A-MPDU中。在示例中,调度器538-1可以按与完整聚合帧中的最高优先级MPDU的QoS接入类别相同的QoS接入类别发送感测MPDU,例如来自感测装置502的感测配置消息MPDU或感测触发消息MPDU,或来自远程装置504-1的感测响应消息MPDU或者感测通知消息MPDU。在另一示例中,感测触发消息的QoS接入类别可以由感测代理536确定。

[0263] 根据实施方案,导向矩阵配置可以描述要由远程装置504-1的空间映射器应用于一个或多个感测传输的多个波束成形权重。在示例中,空间映射器可以是发送器信号链中根据导向矩阵配置应用波束成形权重的块。在实施方案中,当远程装置504-1进行感测传输时,感测装置502可以请求由远程装置504-1的空间映射器应用的导向矩阵配置。在示例中,每个发送路径可以存在一个所发送的信号,并且每个天线是发送路径的端点。在一个或多个实施例中,导向矩阵配置描述了要由空间映射器应用于每个所发送的信号以进行一个或多个感测传输的波束成形权重。

[0264] 根据实施方案,感测装置502可以基于至少两个机制(即,第一机制和第二机制)而控制远程装置504-1的空间映射器以进行感测传输。根据第一机制,感测装置502可以经由

导向矩阵配置的索引预配置表来控制远程装置504-1的空间映射器,并且根据第二机制,感测装置502可以通过包含显式导向矩阵配置作为所需传输配置的一部分来控制远程装置504-1的空间映射器。Wi-Fi装置上的天线可能没有针对精确波束成形进行优化,并且本文所描述的示例可以将天线波束的导向矩阵配置表示为每个波束成形权重的实部(I)和虚部(Q)中的每一个的IEEE半精度浮点数。本文设想了这里未讨论的数字格式的其它示例。

[0265] 在实施方案中,根据控制远程装置504-1的空间映射器以进行感测传输的第一机制,感测装置502可以经由感测配置消息在远程装置504-1上预配置导向矩阵配置的表。感测装置502可以选择这些预配置的导向矩阵配置中的哪一个用于从远程装置504-1到感测装置502的每个感测传输,并且可以通过使用索引来指示要使用的导向矩阵配置。因此,感测触发消息可以包含选择一个或多个预配置导向矩阵配置作为请求的传输配置。

[0266] 在实施方案中,根据控制远程装置504-1的空间映射器以进行感测传输的第二机制,每当感测装置502触发来自远程装置504-1的一系列感测传输时,可以在测量活动配置中或在利用感测触发消息触发感测传输时指定感测所述一系列感测传输中的感测传输所需的导向矩阵配置的完整描述。

[0267] 在实施方案中,远程装置504-1可以被配置成固定用于感测传输的导向矩阵配置。在示例中,导向矩阵配置可以是单位矩阵。因此,对于所有发送路径,所有应用的波束成形权重可以是相等的。根据实施方案,感测装置502可以指示远程装置504-1将包含单位或相等波束成形权重的导向矩阵配置应用于在执行感测传输时要使用的所有发送路径。

[0268] 根据实施方案,由感测装置502发送到远程装置504-1的感测触发消息可以包含请求的定时配置或请求的传输配置。响应于接收到请求的定时配置,感测代理536-1可以确定是否存在被调度以从远程装置504-1发送到感测装置502的非感测消息。在确定了被调度以进行发送的非感测消息后,感测代理536-1可以确定非感测消息是否符合请求的定时配置。这里,术语“符合”可以指示将请求的定时配置和请求的传输配置应用于非感测消息传输不会损害非感测消息到感测装置502的成功传递。

[0269] 在实施方案中,感测代理536-1可以预配置有定时窗口,在所述定时窗口内,已经调度的非感测消息可以被认为处于(或足够接近)感测传输的请求时间。在示例中,请求的定时配置可以扩展为包含可以经由感测触发消息指定的定时窗口的定义。在实施方案中,参考请求的定时配置,感测代理536-1可以确定传输定时配置是否与非感测消息兼容。在示例中,如果根据请求的定时配置将非感测消息传输时间与感测传输时间对准不会损害非感测消息的所需QoS接入类别,则感测代理536-1可以确定传输定时配置与非感测消息兼容。

[0270] 根据实施方案,响应于接收到包含请求的传输配置的感测触发,调度器538-1可以生成包含传递的传输配置的感测响应消息和感测响应通知中的一个。在调度器538-1生成感测响应消息的情况下,传递的传输配置可以包含用于发送感测响应消息的传输参数。在调度器538-1生成感测响应通知的情况下,传递的传输配置可以包含随后的感测响应NDP的传输参数,而不包含感测响应通知的传输参数。在示例中,调度器538-1可以生成包含传递的传输配置的感测响应消息或感测响应通知,而不管请求的传输配置是否包含在感测触发消息中。

[0271] 在调度器538-1确定存在符合请求的定时配置和请求的传输配置两者的非感测消息的场景中,调度器538-1可以生成感测响应消息。在示例中,感测响应消息可以可选地包

含传递的传输配置。在实施方案中,调度器538-1可以使用A-MPDU或多TID A-MPDU格式将感测响应消息与调度的非感测消息聚合。根据实施方案,调度器538-1可以根据请求的传输配置和请求的定时配置,向感测装置502发送包含感测响应消息的聚合非感测消息。

[0272] 根据实施方案,当调度器538-1确定存在符合请求的定时配置但不符合请求的传输配置的非感测消息时,调度器538-1可以生成感测响应通知。感测响应通知可以可选地包含传递的传输配置,所述传递的传输配置等同于请求的传输配置并且可以应用于随后的感测响应NDP。在实施方案中,调度器538-1可以使用A-MPDU或多TID A-MPDU格式将感测响应通知与调度的非感测消息聚合。根据实施方案,调度器538-1可以根据请求的定时配置将包含感测响应通知的聚合非感测消息发送到感测装置502。在实施方案中,调度器538-1可以根据请求的传输配置重新配置远程装置504-1的传输配置,并在一个SIFS之后发送感测响应NDP。

[0273] 根据实施方案,调度器538-1可以确定存在不符合请求的定时配置的非感测消息。响应于确定非感测消息不符合请求的定时配置,调度器538-1可以确定是否可以在时间上延迟或提前非感测消息以使非感测消息符合请求的定时配置。为了通过在时间上延迟或提前来使非感测消息符合请求的定时配置,调度器538-1可以调整非感测消息的传输时间。在一些实施方案中,调度器538-1然后可以使用已经符合请求的定时配置的非感测消息来与感测传输聚合。

[0274] 在实施方案中,调度器538-1可以确定请求的传输配置是否有可能引起非感测消息的成功接收。响应于确定请求的传输配置有可能引起非感测消息的成功接收,调度器538-1可以生成感测响应消息。在示例中,感测响应消息可以可选地包含感测响应消息的传递的传输配置。根据实施方案,调度器538-1可以将感测响应消息与非感测消息聚合。随后,感测代理536-1可以根据传递的传输配置而配置传输参数,并且调度器538-1可以向感测装置502发送包含感测响应消息的聚合非感测消息。

[0275] 根据实施方案,响应于确定请求的传输配置不太可能引起非感测消息的成功接收,调度器538-1可以生成感测响应通知。在示例中,感测响应通知可以可选地包含随后的感测响应NDP的传递的传输配置。在实施方案中,调度器538-1可以将感测响应通知与非感测消息聚合。随后,调度器538-1可以向感测装置502发送包含感测响应通知的聚合非感测消息。在实施方案中,调度器538-1可以使用已知最佳传输配置来发送聚合非感测消息。在示例中,调度器538-1可以使用用于最后一个非感测消息的传输配置来发送聚合非感测消息。根据实施方案,在感测响应通知之后,调度器538-1可以根据传递的传输配置而配置传输参数,并在一个SIFS之后发送感测响应NDP。根据实施方案,感测装置502可以从远程装置504-1接收传输。感测代理516可以接收传输并检测来自所述传输的感测响应消息或感测响应通知。在一些实施方案中,感测代理516可以将传递的传输配置从感测响应消息或感测响应通知拆包。在感测响应消息或感测响应通知中不存在传递的传输配置的场景中,感测代理516可以假设传输配置与请求的传输配置相同。

[0276] 根据实施方案,如果来自远程装置504-1的感测传输是感测响应消息,则感测代理516可以基于已经在请求的传输配置中配置或在感测响应消息的传递的传输配置中标识的训练字段而计算感测测量。在实施方案中,如果来自远程装置504-1的感测传输是感测响应通知,则感测代理516可以根据紧跟着的感测响应NDP,基于已经在请求的传输配置中配置

或在感测响应通知的传递的传输配置中标识的训练字段而计算感测测量。在示例中,在未返回传递的传输配置的场景中,训练字段可以被视为默认训练字段。

[0277] 根据实施方案,感测装置502可以对从远程装置504-1接收到的感测传输执行感测测量。在一些实施方案中,感测装置502可以向另一装置或应用发送已经执行的感测测量。在示例中,由感测装置502执行的感测测量可以发送到感测代理536-1。在实施方案中,感测装置502可以从远程装置504-1请求TXOP(替代地被称为“TXOP请求”),以便将执行的感测测量传送到远程装置504-1。根据实施方案,当远程装置504-1响应于TXOP请求而向感测装置502授权TXOP(替代地被称为“TXOP授权”)时,感测装置502可以在感测响应消息中将感测测量发送到远程装置504-1。在示例中,感测装置502可以利用与最后使用的传输参数相对应的传输参数。在实施方案中,TXOP请求可以包含标记,所述标记向远程装置504-1指示感测装置502正在请求TXOP在传输中将感测响应消息发送到远程装置504-1。在此情况下,远程装置504-1可以在TXOP授权中包含传递的传输配置,感测装置502可以在发送感测响应消息时应用所述传递的传输配置。

[0278] 尽管本公开的各个方面是关于远程装置504-1描述的,但这些方面可以同样适用于远程装置504-2到远程装置504-N。在场景中,可以按顺序从例如远程装置504-1、504-2、504-3和504-4发送(和接收)感测传输。在实施方案中,感测装置502可以使用发送到远程装置504-1、504-2、504-3和504-4中的每一个的感测触发消息来配置测量活动。在示例中,感测触发消息可以包含每个远程装置的请求的定时配置,以允许顺序或循环的感测传输和对应的感测测量。

[0279] 尽管图5示出了一个感测装置502,但可以存在多于一个感测装置。在示例中,可以存在包含感测装置502的四个感测装置。在实施方案中,来自远程装置504-1的感测传输可以顺序地发送到这四个感测装置。根据实施方案,可以使远程装置504-1能够独立地确定远程装置504-1是否能够使用已经调度的非感测消息来创建具有请求的传输配置的到这四个感测装置中的任一个的感测传输,或远程装置504-1是否需要发送未与已经调度的非感测消息聚合的专用感测传输。在实施方案中,如果远程装置504-1没有任何调度的非感测消息要发送到四个感测装置中的任何一个,则远程装置504-1可以向四个感测量装置中的一个或多个发送专用感测响应消息。在从远程装置504-1接收到感测传输后,四个感测装置中的每一个可以对感测传输执行感测测量。

[0280] 根据实施方案,由这些感测装置执行的感测测量可以发送到另一装置或应用。在示例中,感测测量可以发送到远程装置504-1。在实施方案中,感测测量从这四个感测装置到远程装置504-1的传输可以通过感测装置中的每一个从远程装置504-1请求TXOP来实现。当远程装置504-1响应于TXOP请求而向感测装置授权TXOP时,感测装置可以利用与最后用于向远程装置504-1发送数据传输的传输参数相对应的传输参数,在感测响应消息中向远程装置504-1发送感测测量。在示例中,TXOP请求可以包含标记,所述标记可以向远程装置504-1指示感测装置正在请求TXOP在数据传输中将感测响应消息发送到远程装置504-1。在实施方案中,远程装置504-1可以在对感测装置的TXOP授权中包含传递的传输配置,感测装置可以在发送感测响应消息时应用所述传递的传输配置。

[0281] 如上文所描述,本公开的一些实施例定义了用于Wi-Fi感测的五种感测消息类型,即,感测配置消息、感测配置响应消息、感测触发消息、感测响应消息、感测响应通知和感测

响应NDP。在示例中,除感测响应NDP之外,其余的感测消息类型携带在管理帧中,如IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.6.7所描述。在一些示例中,除感测响应NDP之外,其余的感测消息类型携带在IEEE 802.11控制帧的新扩展中。在一些示例中,可以使用管理帧和控制帧的组合来实现这些感测消息类型。在实施方案中,除感测响应NDP之外的所有感测消息类型的信息内容可以携带在携带感测传输的公共动作IEEE 802.11管理帧中,如图9所示。在一些示例中,如图9中所描述的定时配置、传输配置和导向矩阵配置被实施为IEEE 802.11元素(IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.4.2)。在另一实施方案中,除感测响应NDP之外的所有感测消息类型的信息内容可以携带在携带感测传输的受保护动作IEEE 802.11管理帧中,如图9所示。

[0282] 在一个或多个实施例中,根据一些实施例,感测消息类型可以由消息类型字段标识,并且每种感测消息类型可以携带也可以不携带其它标识的元素。表1中提供了感测消息类型和配置元素的示例。

[0283] 表1:感测消息类型和配置元素

[0284]

值	消息类型	消息方向	传输配置	定时配置	导向矩阵配置
0	感测配置消息	感测装置到远程装置	可选的 选项1：在感测触发消息中未提供请求的传输配置的情况下，指定远程装置要用于测量活动或单个感测传输的请求的传输配置。 选项2：如果感测配置消息中不存在此元素，则远程装置可以将此消息视为远程装置传输能力查询。	不适用	可选的 选项1：指定一组导向矩阵配置，其构成查找表，并且可以经由感测触发消息中的索引请求用于感测传输。 选项2：如果在感测触发消息中未指定，则指定要使用的默认导向矩阵配置。 如果此字段不存在，则远程装置将此消息视为远程装置传输能力查询。
1	感测配置响应	远程装置到感测装置	选项1：如果感测配置消息中不存在此元素，则远程装置用传递的传	不适用	如果感测配置消息中不存在此元素，则远程装置可以用其天线配置（例如，发送/

[0285]

			输配置进行回复。 选项 2：如果感测配置消息中存在此元素，则远程装置发送传递的传输配置，并根据传递的传输配置进行自身配置。		接收链的数量、天线的数量、数字/模拟波束成形能力等）进行响应
2	感测触发消息	感测装置到远程装置	可选的 选项 1：如果此元素不存在，则远程装置可以使用来自感测配置消息的预配置的所需传输配置值。 选项 2：如果感测触发消息中存在此元素，则远程装置应用此元素所需的传输配置。	可选的 选项 1：如果存在此元素，则它指定测量活动的周期性，并且此感测触发消息发起测量活动的第一感测传输。 选项 2：如果此元素不存在，则感测触发消息发起单个感测传输。	可选的 选项 1：如果此元素不存在，则远程装置使用预配置的默认导向矩阵配置来发送由感测触发消息指定的一个或多个感测传输。 选项 2：如果存在此元素，则所述元素指定用于远程装置感测传输的导向矩阵，或用于测量活动的感测传输的一系列导向矩阵配置。 可以使用到预配置导向矩阵配置表中的索引来指定导向矩阵配置，或者可以指定远程装置的每个发送路径或发送天线的特定波束成形权重。
4	感测响应消息	远程装置到感测装置	可选的 选项 1：此传输的传输参数	不适用	可选的 选项 1：应用于此传输的导向矩

[0286]

			（传递的传输配置） 选项 2：如果远程装置应用请求的传输配置，则为单个位标记。 选项 3：如果此元素不存在，则远程装置应用请求的传输参数		阵配置。 选项 2：到预配置导向矩阵配置表中的索引，其指示应用于此传输的导向矩阵配置。 选项 3：如果此元素不存在，则远程装置应用请求的导向矩阵配置
5	感测响应通知	远程装置到感测装置	可选的 选项 1：随后的感测响应 NDP 传输的传输参数（传递的传输配置） 选项 2：如果远程装置应用请求的传输配置，则为单个位标记。 选项 3：如果此元素不存在，则远程装置应用请求的传输参数	不适用	可选的 选项 1：应用于随后的感测响应 NDP 传输的导向矩阵配置。 选项 2：到预配置导向矩阵配置中的索引，其指示应用于随后的感测响应 NDP 传输的导向矩阵配置。 选项 3：如果此元素不存在，则远程装置将请求的导向矩阵配置应用于随后的感测响应 NDP 传输
6 到 255	保留		不适用	不适用	不适用

[0287] 表2中提供了用于感测传输的示例性传输配置元素(例如,所需传输配置或传递的传输配置)。

[0288] 表2:传输配置元素详细信息

[0289]

名称	类型	有效范围	描述

[0290]

SensingFrequencyBand	一组频带值或标识符	如表 3 中所定义（SensingFrequencyBand 详细信息）	指定感测装置进行感测测量的频带
SensingBandwidth	一组带宽值或标识符	如表 4 中所定义（SensingBandwidth 详细信息）	指定感测装置进行感测测量的带宽。应注意，包含此内容是为了在信道标识符本身不够的情况下允许指定带宽（例如，2.4 GHz 频带）。如果信道标识符还定义了带宽，则可以将其设置为 0
SensingChannel	整数	1..511	信道标识符
SensingTrainingField	一组训练字段值	如表 5 中所定义（SensingTrainingField 详细信息）	标识要用于感测测量的训练字段
SensingSpatialConf-Index	整数	0..15	到导向矩阵配置的表中的索引，例如可以经由感测配置消息为远程装置预配置，并且可选地由感测配置响应消息确认。可以保留 0 以指示没有配置要求（例如，远程装置可以使用默认空间矩阵配置），并且可以保留 15 以指示远程装置应用由 SensingSpatialConf-Index 指定的空间矩阵配置
SensingSpatialConfSteeringMatrix	一组空间导向向量值，例如相位和增益值，或实（I）和虚（Q）值，其各自表示空间矩阵配置	如表 6 中所定义（SensingSpatialConfSteeringMatrix 详细信息）	在发送感测传输之前应用于远程装置上的每个实施天线的一系列导向向量值（即，空间矩阵配置）

[0291] 表3:SensingFrequencyBand详细信息

[0292]

值	含义
0	保留
1	2.4 GHz
2	5 GHz

[0293]

3	6 GHz
4	60 GHz
5..15	保留

[0294] 表4:SensingBandwidth详细信息

[0295]

值	含义

0	由信道标识符定义
1	20MHz
2	40MHz
3	80MHz
4	80+80MHz
5	160MHz
6..15	保留

[0296] 表5:SensingTrainingField详细信息

[0297]

值	含义
0	保留
1	传统长训练字段(L-LTF)
2	高吞吐量长训练字段(HT-LTF)
3	超高吞吐量长训练字段(VHT-LTF)
4	高效长训练字段(HE-LTF)
5	极高吞吐量长训练字段(EHT-LTF)
6..15	保留

[0298] 表6:SensingSpatialConfSteeringMatrix详细信息

[0299]

名称	类型	有效范围	描述
TransmissionAntenna-Count	整数	1..8	远程装置上用于感测传输的传输天线的数量。 定义元素中跟随的SensingAntennaNSteeringVectorRe和SensingAntennaNSteeringVectorIm对的数量。必须指定至少一个天线
SensingAntenna0-SteeringVectorRe	半精度浮点（16位）		天线 0 的导向向量的实部
SensingAntenna0-SteeringVectorIm	半精度浮点（16位）		天线 0 的导向向量的虚部

[0300]

⋮	⋮		⋮
SensingAntenna7-SteeringVectorRe	半精度浮点（16位）		天线 7 的导向向量的实部
SensingAntenna7-SteeringVectorIm	半精度浮点（16位）		天线 7 的导向向量的虚部

[0301] 在示例中,可以将表2到表6中提供的数据编码到IEEE P802.11-REVmd/D5.0§9.4.2中描述的元素中,以包含在感测装置502与远程装置504-1之间的感测消息中,反之亦

然。在涉及多个远程装置的测量活动中,可以为所有远程装置(即,每个远程装置)定义这些传输配置元素。在示例中,当从感测装置502发送到远程装置504-1时,这些传输配置元素可以配置远程装置感测传输,并且当从远程装置504-1发送到感测装置502时,这些传输配置元素报告由远程装置504-1用于感测传输的配置。

[0302] 表7中提供了被定义为例如从远程装置504-1到感测装置502的周期性或半周期性感测传输的测量活动的一部分的参数的示例。

[0303] 表7:定时配置元素

[0304]

名称	类型	有效范围	描述
SensingMeasType	一组感测测量类型值	如表 8 中所定义(SensingMeasType 详细信息)	指定计算感测测量所需的周期性传输的类型
TimeBetweenFrames	整数	0..255	以 100 ms 为单位指定从远程装置到感测装置的感测传输之间的时间。 在单个感测传输的情况下忽略
NumberSensingMeas	整数	0..65535	在多传输测量活动中进行的感测传输的数量。 在单个感测传输的情况下忽略

[0305] 表8:SensingMeasType详细信息

[0306]

值	含义
0	保留
1	单
2	多
3	周期性
4	无
5..15	保留

[0307] 在示例中,将表7和表8中定义的参数编码为例如根据IEEE P802.11-REVmd/D5.0的元素,以包含在感测装置502与远程装置504-1之间的感测消息中。根据实施方案,对于涉及多个远程装置的测量活动,可以为所有远程装置定义这些参数。

[0308] 在一些示例中,可以在定时配置元素中指定第一感测传输的时间。合适的公共时间参考的示例是定时同步功能(TSF)。在此示例中,表示未来时间的TSF的值可以被指定为请求的定时配置的一部分,并且由远程装置504-1进行的第一感测传输由调度器538-1在指定时间传递。在示例中,可以降低TSF的分辨率,以减少必须传送的数据位数,从而指定第一感测传输的时间。

[0309] 在实施方案中,SensingMeasType周期性配置可以使用与IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.4.2.167中公开的精细定时测量相同的方法。根据实施例,表9中提供了周期性SensingMeasType的一些定时配置参数。

[0310] 表9:周期性SensingMeasType定时配置参数

[0311]

字段标识符	值	描述
突发次数-指数	0..15	指数 n，其中突发次数为 2^n，并且 n=15 是发起方值。即，支持 1 到 16.3k 次突发
突发持续时间	0..15	介于 250 μs 与 128 ms 之间的值的查找表（包含“无偏好”指示符）
各帧之间的时间	0..255	以 100 ms 为单位的各测量帧之间的时间（包含“无偏好”指示符）
部分 TSF 计时器	0..2^{16}–1	用于内部同步。TSF 字段的位 B10……B25
每次突发的测量结果	0..31	每次突发的请求的测量结果（包含“无偏好”指示符）
突发周期	0..2^{16}–1	以 100 ms 为单位的两个突发之间的间隔（包含“无偏好”指示符）

[0312] 在示例中,将定时配置参数编码到IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.4.2中所描述的元素中,以包含在感测装置502与远程装置504-1之间的消息中。根据示例实施方案,图10A和图10B示出了周期性测量配置字段。根据一些实施例,表10中提供了IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.4.2的周期性测量配置字段的突发持续时间子字段。

[0313] 表10:突发持续时间子字段

[0314]

值	表示
0..1	保留
2	250 μs
3	500 μs

[0315]

4	1 ms
5	2 ms
6	4 ms
7	8 ms
8	16 ms
9	32 ms
10	64 ms
11	128 ms
12..14	保留
15	无偏好

[0316] 根据一些实施方案,表11中描述了导向矩阵配置的查找表的导向向量配置元素。

[0317] 表11:SteeringVector配置元素详细信息

[0318]

名称	类型	有效范围	描述
LookupEntriesCount	整数	1..14	由此元素指定的查找表中的条目的数量 定义了元素中跟随的 EntryM...数据集的数量。必须指定至少一个条目。
TransmissionAntenna-Count	整数	1..8	远程装置上用于感测传输的传输天线的数量。 定义元素中跟随的 SensingAntennaNSteeringVectorRe 和 SensingAntennaNSteeringVectorIm 对的数量。必须指定至少一个天线。
Entry1SensingAntenna0-SteeringVectorRe	半精度浮点（16位）		查找表条目 1 中的天线 0 的导向向量的实部
Entry1SensingAntenna0-SteeringVectorIm	半精度浮点（16位）		查找表条目 1 中的天线 0 的导向向量的虚部
⋮	⋮		⋮
Entry1SensingAntenna7-SteeringVectorRe	半精度浮点（16位）		查找表条目 1 中的天线 7 的导向向量的实部
Entry1SensingAntenna7-SteeringVectorIm	半精度浮点（16位）		查找表条目 1 中的天线 7 的导向向量的虚部
⋮	⋮		⋮
Entry14SensingAntenna0-SteeringVectorRe	半精度浮点（16位）		查找表条目 14 中的天线 0 的导向向量的实部

[0319]

Entry14SensingAntenna0-SteeringVectorIm	半精度浮点（16位）		查找表条目 14 中的天线 0 的导向向量的虚部
⋮	⋮		⋮
Entry14SensingAntenna7-SteeringVectorRe	半精度浮点（16位）		查找表条目 14 中的天线 7 的导向向量的实部
Entry14SensingAntenna7-SteeringVectorIm	半精度浮点（16位）		查找表条目 14 中的天线 7 的导向向量的虚部

[0320] 在示例中,可以将表11中提供的数据编码到作为IEEE P802.11-REVmd/D5.0,§9.4.2的元素中,以包含在感测装置502与远程装置504-1之间的消息中。在涉及多个远程装置的测量活动中,可以为所有装置定义这些参数。当从感测装置502发送到远程装置504-1时,导向矩阵配置填充查找表(稍后可以经由索引访问)。

[0321] 图11描绘了根据一些实施例的用于配置远程装置504-1以进行测量活动的流程图1100。

[0322] 步骤1102包含向远程装置504-1发送感测配置消息。在一些实施方案中,远程装置504-1对于感测装置502来说可能是未知的,并且可能要求感测装置502确定远程装置504-1

的传输能力,以便基于传输能力而配置从远程装置504-1到感测装置502的感测传输,例如以进行测量活动。因此,感测装置502可以向远程装置504-1发送感测配置消息,以确定远程装置504-1的传输能力。在实施方案中,感测配置消息可以包含数据元素。在一些实施方案中,感测配置消息可以不包含任何数据元素。

[0323] 步骤1104包含从远程装置504-1接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息。在示例中,感测配置响应消息可以包含请求的传输能力。在实施方案中,感测装置502可以接收感测配置响应消息,并基于感测装置502已知远程装置504-1能够实施的请求的传输能力而配置远程装置504-1以进行测量活动。

[0324] 图12描绘了根据一些实施例的查询远程装置504-1以确定远程装置能力的流程图1200。

[0325] 步骤1202包含生成包含配置查询指示的感测配置消息。在示例中,配置查询指示可以指感测装置502正在请求远程装置504-1发送其传输能力的指示。

[0326] 步骤1204包含向远程装置504-1发送感测配置消息。在实施方案中,感测装置502可以向远程装置504-1发送感测配置消息。在实施方案中,感测装置502可以向远程装置504-1发送感测配置消息,以查询远程装置504-1的传输能力。

[0327] 步骤1206包含接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息,所述感测配置响应消息包含与远程装置504-1相关联的传输能力指示。在示例中,传输能力指示可以包含远程装置504-1的传输能力。在实施方案中,感测装置502可以从远程装置504-1接收感测配置响应消息。

[0328] 图13描绘了根据一些实施例的查询远程装置504-1以确定远程装置能力的流程图1300。

[0329] 步骤1302包含生成感测配置消息,所述感测配置消息包含与感测传输的要求相对应的请求的传输配置。在实施方案中,感测装置502可以生成包含请求的传输配置的感测配置消息。

[0330] 步骤1304包含向远程装置504-1发送感测配置消息。在实施方案中,感测装置502可以向远程装置504-1发送感测配置消息。

[0331] 步骤1306包含接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息,所述感测配置响应消息包含对应于与远程装置504-1相关联的传输能力的传递的传输配置。在实施方案中,感测装置502可以从远程装置504-1接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息,所述感测配置响应消息包含传递的传输配置。

[0332] 图14描绘了根据一些实施例的配置传输能力以进行测量活动的流程图1400。

[0333] 步骤1402包含生成感测配置消息,所述感测配置消息包含可由索引标识的一个或多个预定义导向矩阵配置。根据实施方案,感测装置502可以生成感测配置消息。

[0334] 步骤1404包含向远程装置504-1发送感测配置消息。在实施方案中,感测装置502可以向远程装置504-1发送包含一个或多个预定义导向矩阵配置的感测配置消息。

[0335] 步骤1406包含接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息,所述感测配置响应消息包含与远程装置504-1相关联的导向矩阵配置确认。根据实施方案,感测装置502可以响应于感测配置消息而从远程装置504-1接收包含导向矩阵配置确认的感测配置响应消息。

[0336] 图15描绘了根据一些实施例的发送包含传递的传输配置的感测配置响应消息的流程图1500。

[0337] 步骤1502包含从感测装置502接收包含请求的传输配置的感测配置消息。在一些实施方案中,远程装置504-1可以从感测装置502接收包含请求的传输配置的感测配置消息。

[0338] 步骤1504包含确定传输能力对应于请求的传输配置。根据一些实施方案,响应于接收到包含请求的传输配置的感测配置消息,远程装置504-1可以确定其传输能力对应于请求的传输配置。

[0339] 步骤1506包含向感测装置502发送包含传递的传输配置的感测配置响应消息。在一些实施方案中,远程装置504-1可以向感测装置502发送包含传递的传输配置的感测配置响应消息。

[0340] 图16描绘了根据一些实施例的利用远程装置504-1发起感测传输的流程图1600。

[0341] 步骤1602包含向远程装置504-1发送感测触发消息。在实施方案中,感测装置502可以利用感测装置502要求远程装置504-1使用的传输参数来发起感测传输。

[0342] 步骤1604包含从远程装置504-1接收响应于感测触发消息而发送的感测传输。

[0343] 图17描绘了根据一些实施例的响应于感测触发消息而接收感测传输的流程图1700。

[0344] 步骤1702包含生成感测触发消息,其包含不超出远程装置传输能力的请求的传输配置。在实施方案中,感测装置502可以生成感测触发消息,其包含不超出远程装置传输能力的请求的传输配置。在示例中,远程装置传输能力可以理解为远程装置504-1所支持的传输参数。

[0345] 步骤1704包含向远程装置504-1发送感测触发消息。在实施方案中,感测装置502可以向远程装置504-1发送感测触发消息。

[0346] 步骤1706包含从远程装置504-1接收响应于感测触发消息而发送的感测传输。在实施方案中,感测装置502可以接收远程装置504-1响应于感测触发消息而发送的感测传输。

[0347] 图18描绘了根据一些实施例的响应于感测触发消息而接收感测传输的流程图1800。

[0348] 步骤1802包含生成包含请求的定时配置的感测触发消息。在示例中,请求的定时配置可以指示对包含一系列感测传输的测量活动的定时要求。在实施方案中,感测装置502可以生成包含请求的定时配置的感测触发消息。

[0349] 步骤1804包含向远程装置504-1发送感测触发消息。在实施方案中,感测装置502可以向远程装置504-1发送感测触发消息。

[0350] 步骤1806包含从远程装置504-1接收响应于感测触发消息并根据请求的定时配置而发送的感测传输。在示例中,感测传输可以包含感测响应消息和感测响应NDP中的一个。在实施方案中,感测装置502可以响应于感测触发消息而从远程装置504-1接收感测传输。

[0351] 图19描绘了根据一些实施例的对接收到的感测传输执行感测测量的流程图1900。

[0352] 步骤1902包含响应于感测触发消息而从远程装置504-1接收感测传输。在示例中,感测传输可以包含训练字段。在一些示例中,感测传输可以包含传递的传输配置。根据实施

方案,感测装置502可以响应于感测触发消息而从远程装置504-1接收感测传输。

[0353] 步骤1904包含对接收到的感测传输执行感测测量。根据实施方案,感测装置502可以基于接收到的感测传输的训练字段而执行感测测量。在一些实施方案中,感测装置501可以标识感测传输的传递的传输配置,并且根据传递的传输配置和感测传输而计算感测测量。在一些实施方案中,如果感测装置502确定感测传输不包含传递的传输配置,则感测装置502可以响应于确定而将默认传输配置标识为传输配置。

[0354] 图20描绘了根据一些实施例的响应于接收到感测触发消息而发送感测响应消息的流程图2000。

[0355] 步骤2002包含从感测装置502接收感测触发消息。在示例中,感测触发消息可以包含请求的传输配置。根据实施方案,远程装置504-1可以从感测装置502接收感测触发消息。

[0356] 步骤2004包含响应于接收到感测触发消息而将感测响应消息发送到感测装置502。在示例中,感测响应消息可以包含传递的传输配置。在实施方案中,远程装置504-1可以响应于接收到感测触发消息而将感测响应消息发送到感测装置502。另外,根据实施方案,在发送感测响应消息之前,远程装置504-1可以应用对应于传递的传输配置的远程装置传输参数。

[0357] 图21描绘了根据一些实施例的响应于接收到感测触发消息而发送感测响应通知的流程图2100。

[0358] 步骤2102包含从感测装置接收感测触发消息。在示例中,感测触发消息可以包含请求的传输配置。根据实施方案,远程装置504-1可以从感测装置502接收感测触发消息。

[0359] 步骤2104包含响应于接收到感测触发消息而将感测响应通知发送到感测装置。在示例中,感测响应通知可以包含传递的传输配置。在实施方案中,远程装置504-1可以响应于接收到感测触发消息而将感测响应通知发送到感测装置502。

[0360] 步骤2106包含响应于接收到感测触发消息而将感测响应NDP发送到感测装置502。在实施方案中,远程装置504-1可以响应于接收到感测触发消息而将感测响应NDP发送到感测装置502。根据实施方案,在发送感测响应NDP之前,远程装置504-1可以应用对应于传递的传输配置的远程装置传输参数。

[0361] 图22描绘了根据一些实施例的响应于接收到感测触发消息而生成感测响应消息的流程图2200。

[0362] 步骤2202包含从感测装置502接收包含请求的传输配置的感测触发消息。在实施方案中,远程装置504-1可以从感测装置502接收包含请求的传输配置的感测触发消息。

[0363] 步骤2204包含确定请求的传输配置是否支持数据传送。根据实施方案,远程装置504-1可以确定请求的传输配置是否支持数据传送。如果确定请求的传输配置支持数据传送,则流程图2200进行到步骤2206,即‘是’分支,并且如果确定请求的传输配置不支持数据传送,则流程图2200进行到步骤2210,即‘否’分支。

[0364] 步骤2206包含生成感测响应消息。在实施方案中,当请求的传输配置支持数据传送时,远程装置504-1可以生成感测响应消息。在示例中,感测响应消息可以包含传递的传输配置。

[0365] 步骤2208包含向感测装置发送感测响应消息。根据实施方案,远程装置504-1可以向感测装置502发送感测响应消息。

[0366] 步骤2210包含生成感测响应通知。根据实施方案,当请求的传输配置不支持数据传送时,远程装置504-1可以生成感测响应通知。在示例中,感测响应通知可以包含传递的传输配置。

[0367] 步骤2212包含向感测装置502发送感测响应通知,而不应用与不支持数据传送的传递的传输配置相对应的远程装置传输参数。在实施方案中,远程装置504-1可以向感测装置502发送感测响应通知。

[0368] 图23描绘了根据一些实施例的根据请求的定时配置发送感测传输的流程图2300。

[0369] 步骤2302包含从感测装置502接收包含请求的定时配置的感测触发消息。在示例中,请求的定时配置可以指示对包含一系列感测传输的测量活动的定时要求。在实施方案中,远程装置504-1可以从感测装置502接收感测触发消息。在示例中,根据请求的定时配置而配置的所述一系列感测传输是周期性的。

[0370] 步骤2304包含根据请求的定时配置向感测装置502发送所述一系列感测传输。在示例中,根据请求的定时配置而配置的所述一系列感测传输是周期性的。在实施方案中,远程装置504-1可以根据请求的定时配置发送所述一系列感测传输。根据实施方案,远程装置504-1可以被配置成当满足请求的定时配置或接收到新的感测触发消息时,停止所述一系列感测传输。

[0371] 图24描绘了根据一些实施例的接收响应于感测触发消息而发送的感测传输的流程图2400。

[0372] 步骤2402包含向远程装置504-1发送感测触发消息。在示例中,感测触发消息可以包含请求的传输配置。根据实施方案,感测装置502可以向远程装置504-1发送感测触发消息。在示例中,请求的传输配置可以指示导向矩阵配置。导向矩阵配置可以描述要由远程装置504-1的空间映射器应用于感测传输的多个波束成形权重。在示例中,请求的传输配置可以指示默认预配置导向矩阵配置。在一些示例中,感测触发消息可以包含到请求的传输配置内的一个或多个预配置导向矩阵配置的索引。

[0373] 步骤2404包含从远程装置504-1接收响应于感测触发消息而发送的感测传输。根据实施方案,感测装置502可以从远程装置504-1接收响应于感测触发消息而发送的感测传输。

[0374] 图25描绘了根据一些实施例的将感测触发消息准备为专用感测触发消息或聚合消息的流程图2500。

[0375] 步骤2502包含确定是否存在排队的非感测消息。根据实施方案,感测装置502可以确定是否存在要发送到远程装置504-1的排队的非感测消息。如果确定存在排队的非感测消息,则流程图2500进行到步骤2204,即‘是’分支,并且如果确定排队的非感测消息不存在,则流程图2500进行到步骤2506,即‘否’分支。

[0376] 步骤2504包含将感测触发消息合并到排队的非感测消息中。在示例中,感测触发消息可以包含请求的定时配置、请求的定时配置和预定义导向矩阵配置中的一个。在实施方案中,响应于确定存在排队的非感测消息,感测装置502可以使用A-MPDU或多TID A-MPDU格式中的一个将感测触发消息合并到排队的非感测消息中。在示例中,感测装置502可以将感测触发消息作为第一帧包含到排队的非感测消息中。

[0377] 步骤2506包含将感测触发消息准备为专用感测触发消息。在实施方案中,响应于

确定排队的非感测消息不存在,感测装置502可以将感测触发消息准备为专用感测触发消息。

[0378] 图26描绘了根据一些实施例的将感测响应消息合并到排队的非感测消息中的流程图2600。

[0379] 步骤2602包含从感测装置502接收感测触发消息。在示例中,感测触发消息可以包含请求的定时配置。根据实施方案,远程装置504-1可以从感测装置502接收感测触发消息。

[0380] 步骤2604包含确定远程装置504-1处存在的排队的非感测消息是否符合请求的定时配置。根据实施方案,远程装置504-1可以确定远程装置504-1处存在的排队的非感测消息是否符合请求的定时配置。如果确定排队的非感测消息符合请求的定时配置,则流程图2600进行到步骤2606,即‘是’分支,并且如果确定排队的非感测消息不符合请求的定时配置,则流程图2600进行到步骤2608,即‘否’分支。

[0381] 步骤2606包含将感测响应消息合并到排队的非感测消息中。根据实施方案,远程装置504-1可以响应于确定排队的非感测消息符合请求的定时配置而将感测响应消息合并到排队的非感测消息中。

[0382] 步骤2608包含将感测响应消息合并到排队的非感测消息中,并将合并的消息的定时调整成符合请求的定时配置。根据实施方案,远程装置504-1可以响应于确定排队的非感测消息不符合请求的定时配置而将感测响应消息合并到排队的非感测消息中,并将合并的消息的定时调整成符合请求的定时配置。

[0383] 具体实施例包含:

[0384] 实施例1是一种被配置成用于Wi-Fi感测的系统,其中所述系统包括感测装置,所述感测装置包含至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中所述至少一个处理器被配置成执行进行以下操作的指令:使得所述至少一个发送天线发送感测配置消息,以及经由所述至少一个接收天线接收感测配置响应消息。

[0385] 实施例2是根据实施例1所述的系统,其中所述感测配置消息包含配置查询指示,并且所述感测配置响应消息包含与远程装置相关联的传输能力指示。

[0386] 实施例3是根据实施例1或实施例2所述的系统,其中所述感测配置消息不包含数据元素。

[0387] 实施例4是根据实施例1或实施例2所述的系统,其中所述感测配置消息进一步包含数据元素。

[0388] 实施例5是根据实施例1至实施例4中任一项所述的系统,其中所述感测配置消息包含与感测传输的要求相对应的请求的传输配置,并且所述感测配置响应消息包含对应于与远程装置相关联的传输能力的传递的传输配置。

[0389] 实施例6是根据实施例1至实施例5中任一项所述的系统,其中发送的感测配置消息包含导向矩阵配置,并且所述感测配置响应消息包含与远程装置相关联的导向矩阵配置确认。

[0390] 实施例7是一种被配置成用于Wi-Fi感测的系统,其中所述系统包括远程装置,所述远程装置包含至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中所述至少一个处理器被配置成执行进行以下操作的指令:接收包含请求的传输配置的感测配置消息,确定与所述远程装置相关联的传输能力对应于所述请求的传输配置,以及发送包含传

递的传输配置的感测配置响应消息。

[0391] 实施例8是根据实施例7所述的系统,其中所述远程装置进一步被配置成响应于不包含新的请求的传输配置的感测触发消息,根据所述请求的传输配置发送一个或多个感测传输。

[0392] 实施例9是一种系统,其包括感测装置,所述感测装置包含至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中所述至少一个处理器被配置成执行进行以下操作的指令:使得所述至少一个发送天线发送感测触发消息,以及经由所述至少一个接收天线接收响应于所述感测触发消息而发送的感测传输。

[0393] 实施例10是根据实施例9所述的系统,其中所述感测触发消息包含不超出远程装置的传输能力的请求的传输配置。

[0394] 实施例11是根据实施例9或实施例10所述的系统,其中所述感测触发消息包含用于所述感测传输的请求的定时配置,并且其中所述感测传输是响应于所述感测触发消息并根据所述请求的定时配置而发送的。

[0395] 实施例12是根据实施例11所述的系统,其中所述请求的定时配置指示对测量活动的定时要求,所述测量活动包含从远程装置到所述感测装置的一系列感测传输。

[0396] 实施例13是根据实施例9至实施例12中任一项所述的系统,其中所述至少一个处理器进一步被配置成执行进行以下操作的指令:响应于所述感测触发消息而从远程装置接收所述感测传输,以及对所述感测传输执行感测测量。

[0397] 实施例14是根据实施例13所述的系统,其中所述感测测量是对所述感测传输的训练字段执行的。

[0398] 实施例15是根据实施例9至实施例14中任一项所述的系统,其中所述感测传输包括感测响应NDP或感测响应消息中的一个。

[0399] 实施例16是根据实施例9至实施例15中任一项所述的系统,其中所述感测传输包含传递的传输配置。

[0400] 实施例17是根据实施例9至实施例16中任一项所述的系统,其中在所述感测装置接收所述感测传输之前,所述感测装置接收感测响应通知。

[0401] 实施例18是根据实施例17所述的系统,其中所述感测响应通知包括传递的传输配置。

[0402] 实施例19是根据实施例10至实施例17中任一项所述的系统,其中所述感测装置进一步被配置成当所述请求的传输配置支持数据传送时从所述远程装置接收感测响应消息,并且当所述请求的传输配置不支持数据传送时从所述远程装置接收感测响应通知。

[0403] 实施例20是根据实施例9至实施例19中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息包含所述请求的传输配置内的导向矩阵配置。

[0404] 实施例21是根据实施例9至实施例20中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息包含到所述请求的传输配置内的一个或多个预配置导向矩阵配置的索引。

[0405] 实施例22是根据实施例9至实施例21中任一项所述的系统,其中所述至少一个处理器进一步被配置成执行进行以下操作的指令:确定所述感测装置处是否存在排队的非感测消息,响应于确定存在排队的非感测响应消息,将所述感测触发消息作为合并的消息合并到所述排队的非感测消息中,以及响应于确定不存在排队的非感测响应消息,将所述感

测触发消息准备为专用感测触发消息。

[0406] 实施例23是根据实施例9至实施例22中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息是使用聚合MPDU来与所述排队的非感测消息合并的。

[0407] 实施例24是根据实施例9至实施例22中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息是使用多业务ID聚合MPDU来与所述排队的非感测消息合并的。

[0408] 实施例25是根据实施例23或实施例24所述的系统,其中所述感测触发消息作为第一帧包含在所述合并的消息中。

[0409] 实施例26是根据实施例9至实施例25中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息进一步包含请求的定时配置。

[0410] 实施例27是根据实施例20至实施例26中任一项所述的系统,其中所述导向矩阵配置描述要由远程装置的空间映射器应用于感测传输的多个波束成形权重。

[0411] 实施例28是根据实施例20至实施例27中任一项所述的系统,其中所述一个或多个预配置导向矩阵配置各自描述要由远程装置的空间映射器应用于感测传输的多个波束成形权重。

[0412] 实施例29是根据实施例10至实施例28中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息包含选择所述一个或多个预配置导向矩阵配置作为所述请求的传输配置的一部分。

[0413] 实施例30是根据实施例9至实施例29中任一项所述的系统,其中所述至少一个处理器进一步被配置成执行进行以下操作的指令:标识所述感测传输的传递的传输配置,以及根据所述传递的传输配置和所述感测传输计算感测测量。

[0414] 实施例30是根据实施例9至实施例30中任一项所述的系统,其中所述处理器进一步被配置成执行进行以下操作的指令:确定所述感测传输不包含传递的传输配置,响应于所述确定而标识默认传输配置,以及根据所述默认传输配置和所述感测传输计算感测测量。

[0415] 实施例32是一种系统,其包括感测装置,所述感测装置包含至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中所述至少一个处理器被配置成执行进行以下操作的指令:使得所述至少一个发送天线发送感测触发消息,以及经由所述至少一个接收天线接收响应于所述感测触发消息而发送的感测响应通知,其中所述感测响应通知包含传递的传输配置,并且所述处理器进一步被配置成执行接收所述感测响应通知之后的感测响应NDP的指令。

[0416] 实施例33是一种系统,其包括远程装置,所述远程装置包含至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中所述至少一个处理器被配置成执行进行以下操作的指令:使得所述至少一个接收天线接收感测触发消息,以及响应于接收到所述感测触发消息,经由所述至少一个发送天线发送感测响应消息。

[0417] 实施例34是根据实施例33所述的系统,其中响应于接收到所述感测触发消息,所述远程装置确定是否存在排队的非感测消息,响应于确定存在排队的非感测响应消息,所述远程装置将所述感测响应消息合并到所述排队的非感测消息中,并且响应于确定不存在排队的非感测响应消息,所述远程装置将所述感测响应消息准备为专用传输。

[0418] 实施例35是根据实施例33或实施例34所述的系统,其中所述感测触发消息进一步包括请求的传输配置,响应于接收到包括所述请求的传输配置的所述感测触发消息,将传

递的传输配置包含在所述感测响应消息中,并且在发送所述感测响应消息之前,将对应于所述传递的传输配置的远程装置传输参数应用于所述远程装置。

[0419] 实施例36是根据实施例33至实施例35中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息进一步包含请求的定时配置,响应于所述请求的定时配置,所述远程装置确定所述远程装置处存在的排队的非感测消息是否符合所述请求的定时配置,响应于确定排队的非感测消息存在并符合,所述远程装置将所述感测响应消息合并到所述排队的非感测消息中,并且所述远程装置发送所述合并的消息。

[0420] 实施例37是根据实施例33至实施例36中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息进一步包含请求的定时配置,响应于所述请求的定时配置,所述远程装置确定所述远程装置处存在的排队的非感测消息是否符合所述请求的定时配置,响应于确定排队的非感测消息不符合所述请求的定时配置,所述远程装置将所述感测响应消息合并到所述排队的非感测消息中,并且所述远程装置将所述合并的消息的定时调整成符合所述请求的定时配置,并且所述远程装置发送所述合并的消息。

[0421] 实施例38是一种系统,其包括远程装置,所述远程装置包含至少一个发送天线、至少一个接收天线和至少一个处理器,其中所述至少一个处理器被配置成执行进行以下操作的指令:使得所述至少一个接收天线接收感测触发消息,响应于接收到所述感测触发消息,经由所述至少一个发送天线发送感测响应通知,以及经由所述至少一个发送天线发送感测响应NDP。

[0422] 实施例39是根据实施例38所述的系统,其中所述感测触发消息进一步包括请求的传输配置,响应于接收到包括所述请求的传输配置的所述感测触发消息,将传递的传输配置包含在所述感测响应通知中,并且在发送所述感测响应NDP之前,将对应于所述传递的传输配置的远程装置传输参数应用于所述远程装置。

[0423] 实施例40是根据实施例33至实施例39中任一项所述的系统,其中所述至少一个处理器进一步被配置成执行根据请求的定时配置发送一系列感测传输的指令。

[0424] 实施例41是根据实施例40所述的系统,其中根据所述请求的定时配置而配置的所述一系列感测传输是周期性的。

[0425] 实施例42是根据实施例40或实施例41所述的系统,其中所述至少一个处理器进一步被配置成执行以下指令:当满足所述请求的定时配置或接收到新的感测触发消息时,停止所述一系列感测传输。

[0426] 实施例43是根据实施例39至实施例42中任一项所述的系统,其中所述请求的传输配置指示默认预配置导向矩阵配置。

[0427] 实施例44是根据实施例38至实施例43中任一项所述的系统,其中响应于接收到所述感测触发消息,所述远程装置确定是否存在排队的非感测消息,响应于确定存在所述排队的非感测响应消息,所述远程装置将所述感测响应通知合并到所述排队的非感测消息中,并且响应于确定不存在所述排队的非感测响应消息,所述远程装置将所述感测响应通知准备为专用传输。

[0428] 实施例45是根据实施例34至实施例37或实施例44中任一项所述的系统,其中所述感测响应消息或感测响应通知是作为合并的消息使用聚合MPDU与所述排队的非感测消息合并的。

[0429] 实施例46是根据实施例34至实施例37或实施例44中任一项所述的系统,其中所述感测响应消息或感测响应通知是作为合并的消息使用多业务ID聚合MPDU与所述排队的非感测消息合并的。

[0430] 实施例47是根据实施例34至实施例37或实施例44至实施例46中任一项所述的系统,其中所述感测响应通知作为第一帧包含在所述合并的消息中。

[0431] 实施例48是根据实施例34至实施例37或实施例44至实施例46中任一项所述的系统,其中所述感测传输是根据接收到的定时配置发送的。

[0432] 实施例49是根据实施例38至实施例48中任一项所述的系统,其中所述感测触发消息进一步包含请求的传输配置,响应于所述请求的传输配置,所述远程装置确定所述远程装置处存在的排队的非感测消息是否符合所述请求的传输配置,响应于确定排队的非感测消息不符合所述请求的传输配置,所述远程装置将所述感测响应通知作为合并的消息合并到所述排队的非感测消息中,并且所述远程装置发送所述合并的消息。

[0433] 实施例50是根据实施例38至实施例49中任一项所述的系统,其中所述感测响应NDP是根据所述请求的传输配置发送的。

[0434] 系统的上述实施例1至50中的每一个可以进一步实施为由本文所描述的适当系统和装置进行的方法。

[0435] 虽然已经描述了方法和系统的各种实施例,但这些实施例是说明性的,并且决不限制所描述方法或系统的范围。在不脱离所描述方法和系统的最广泛范围的情况下,相关领域的技术人员可以对所描述方法和系统的形式和细节进行改变。因此,本文所描述的方法和系统的范围不应受任何说明性实施例的限制,而应根据所附权利要求书及其等效物进行定义。

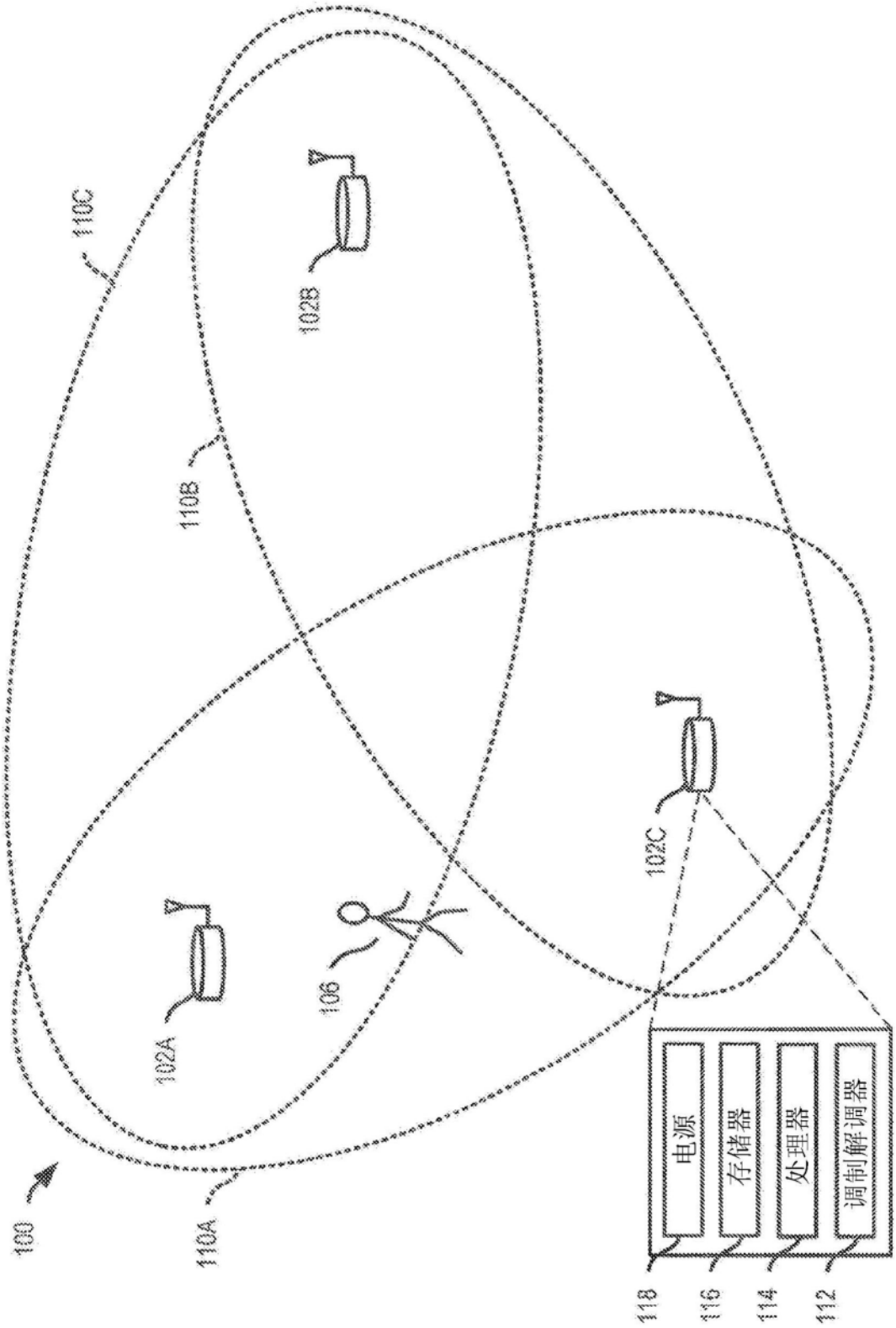

100
110A
110B
110C
102A
102B
102C
106
电源
存储器
处理器
调制解调器
118
116
114
112

图1

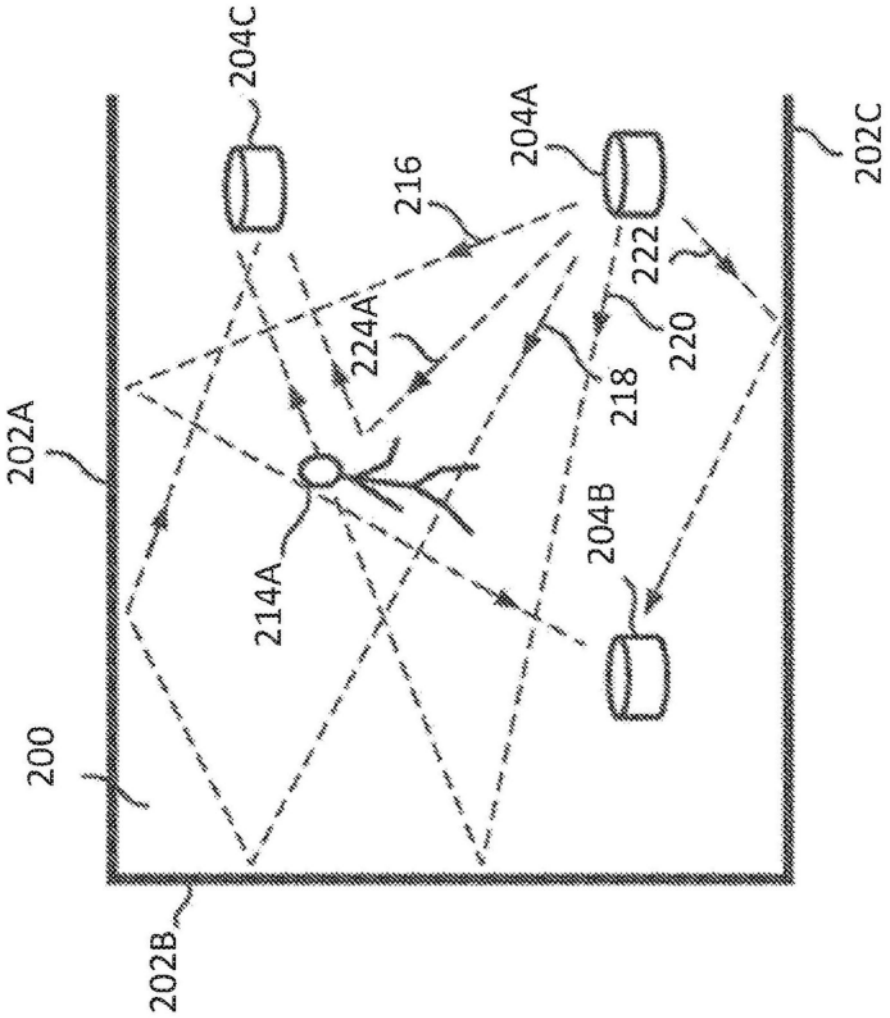


图2A

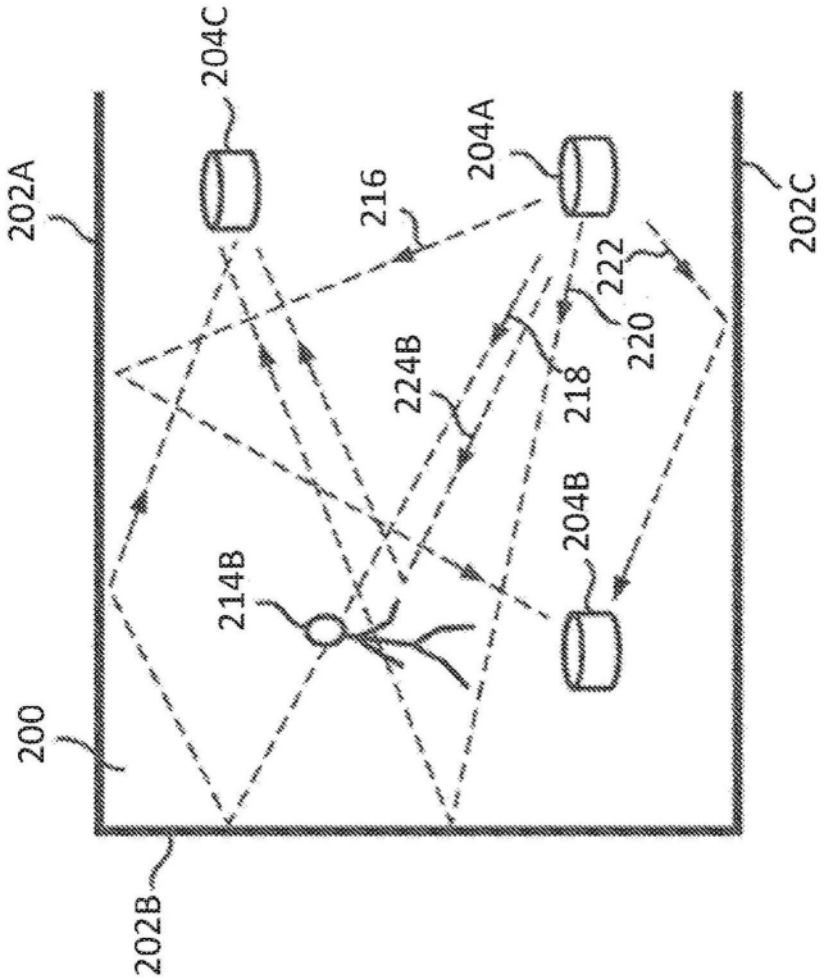


图2B

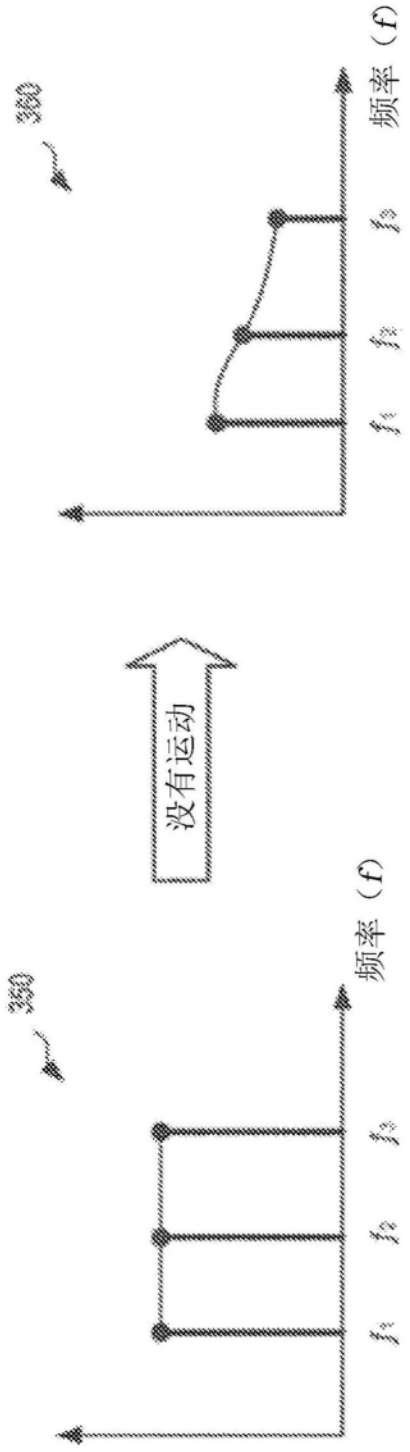


图3A

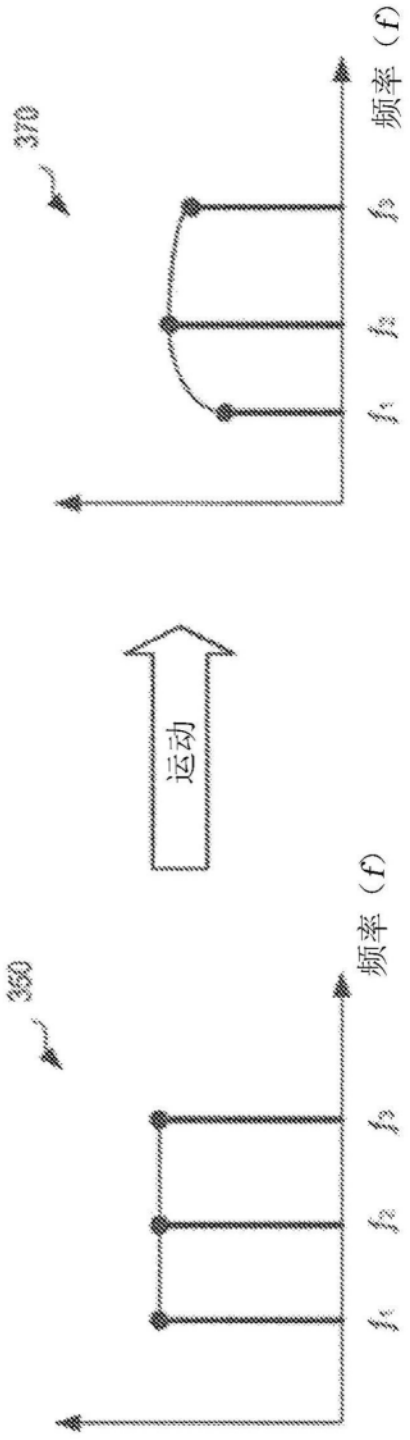


图3B

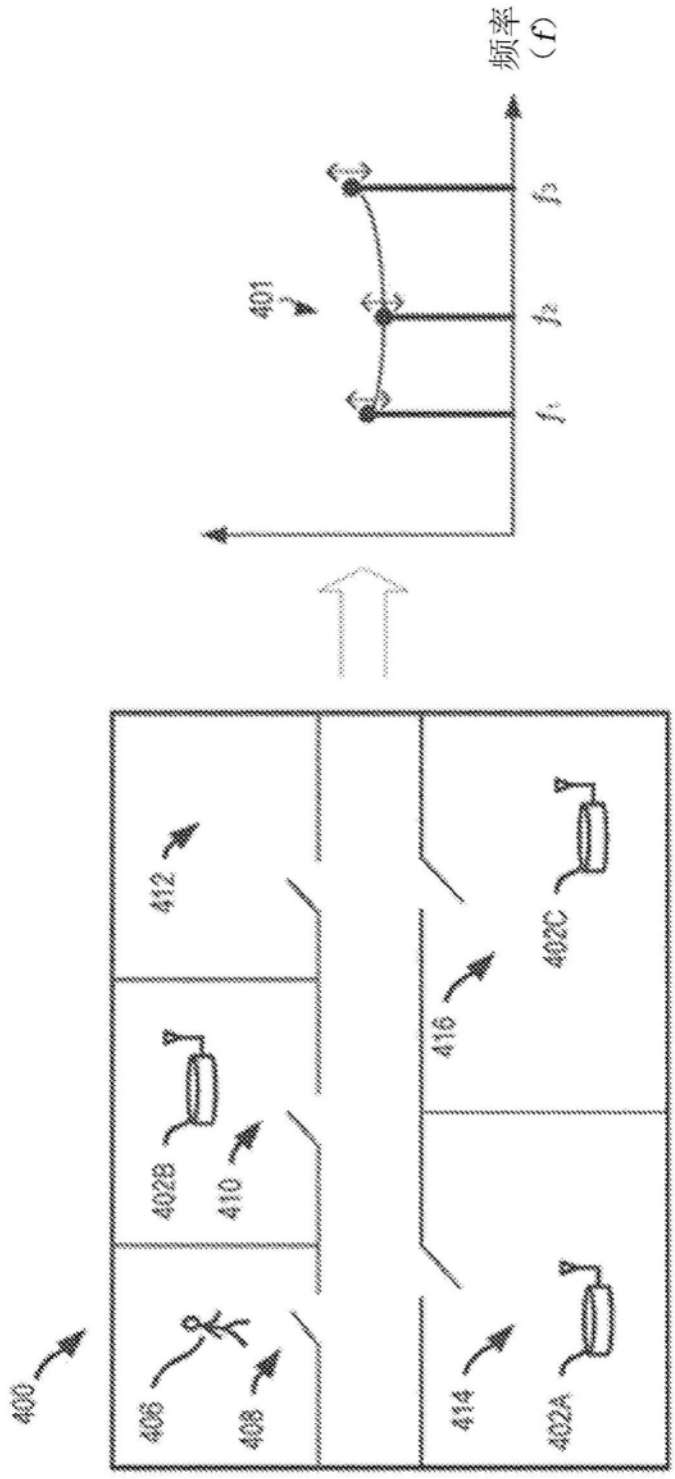


图4A

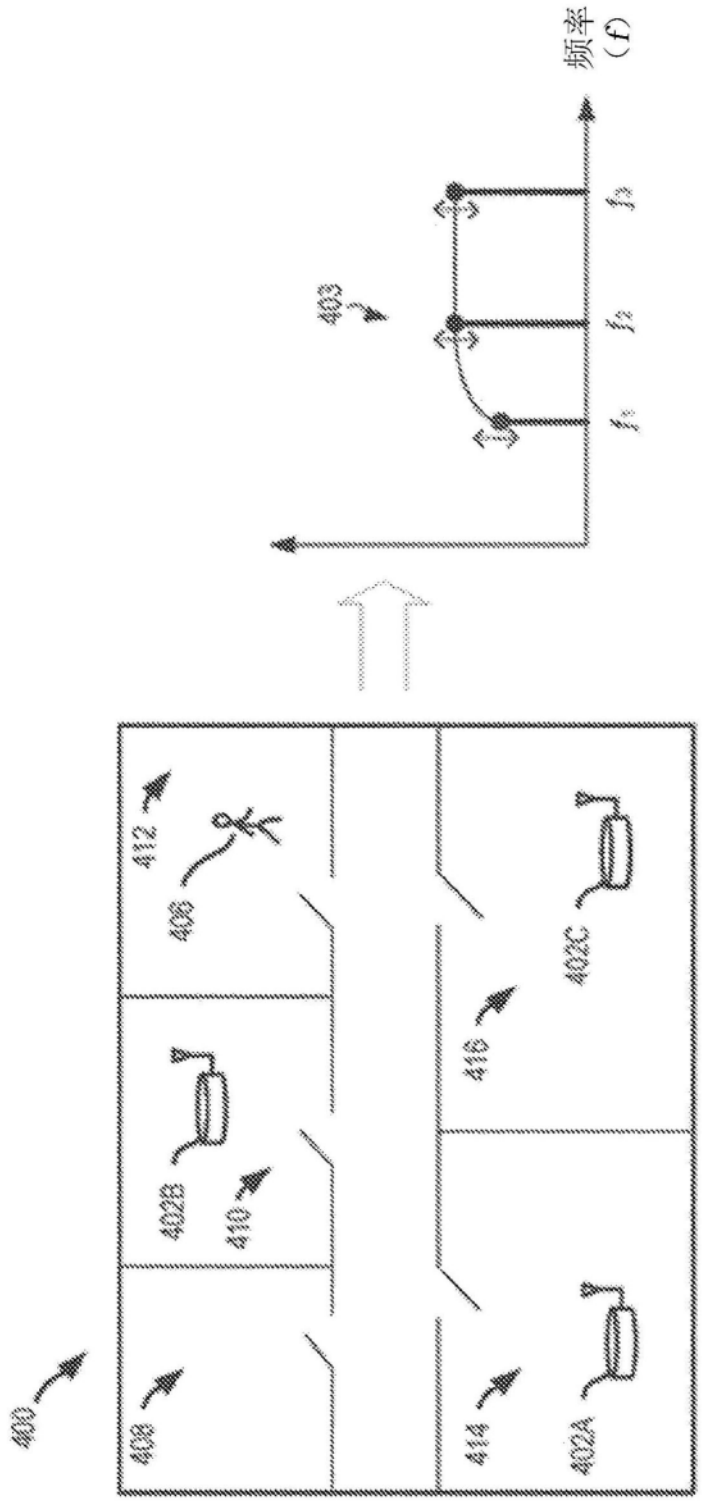


图4B

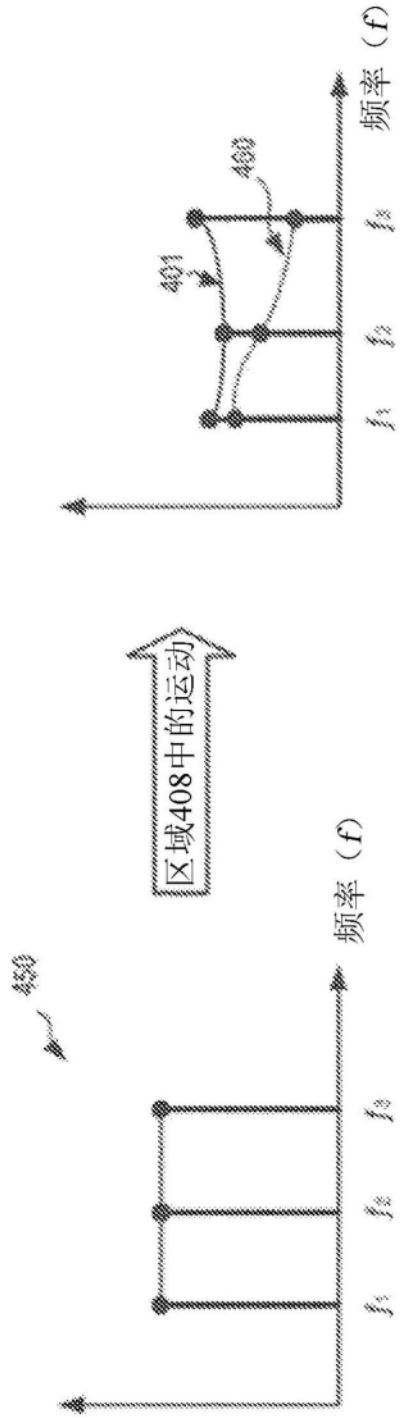


图4C

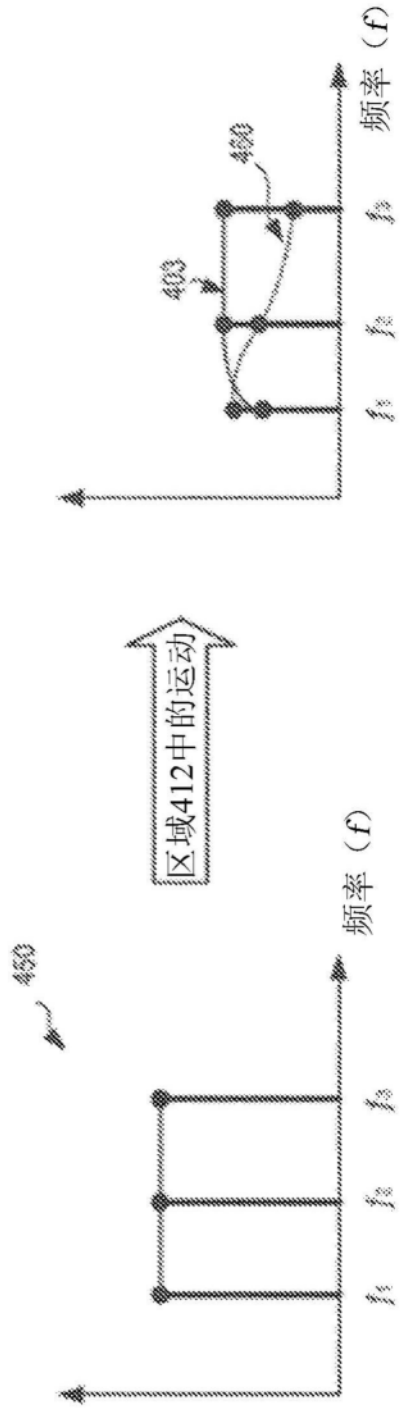


图4D

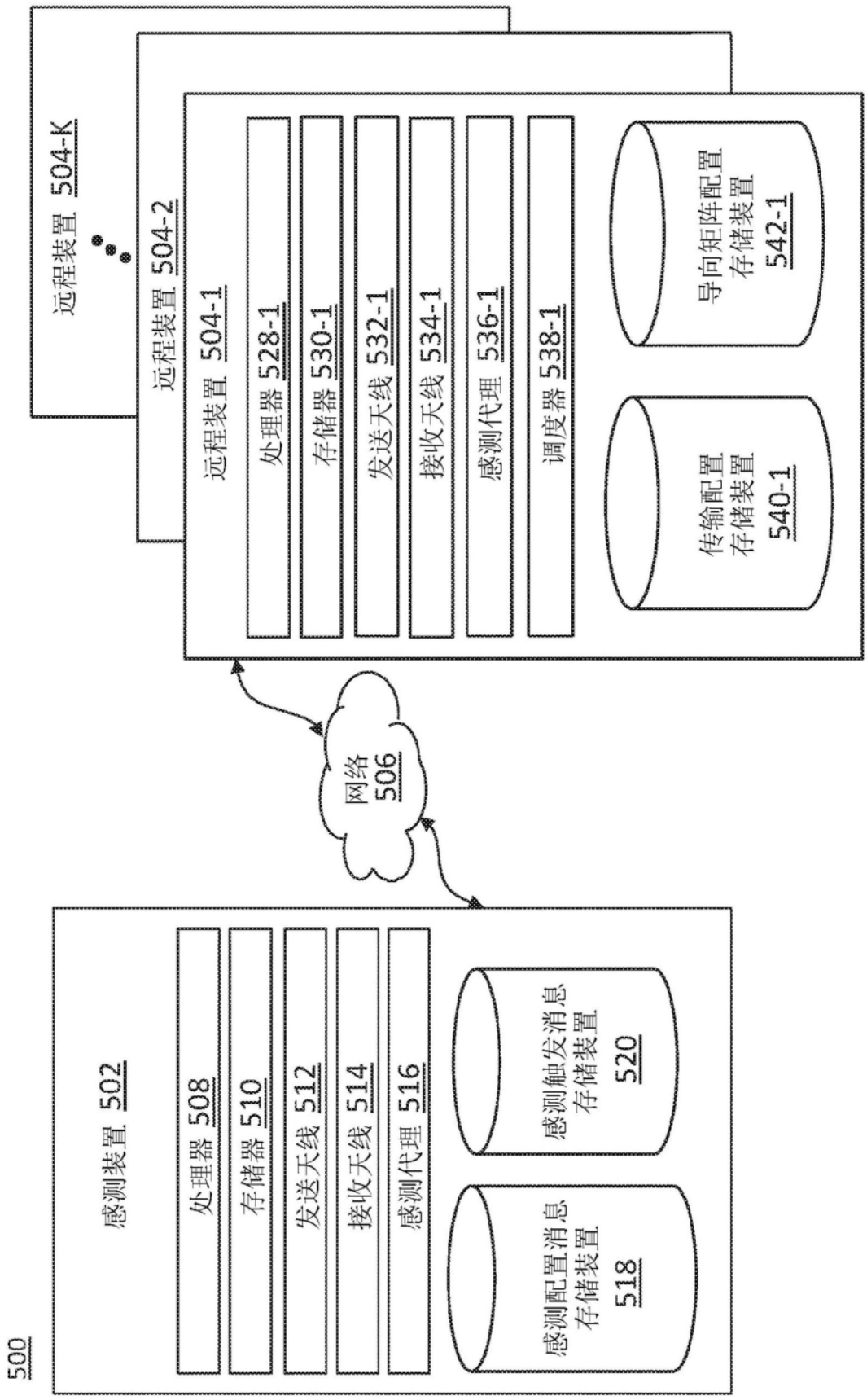

500
感测装置 502
处理器 508
存储器 510
发送天线 512
接收天线 514
感测代理 516
感测配置消息存储装置 518
感测触发消息存储装置 520
网络 506
远程装置 504-1
处理器 528-1
存储器 530-1
发送天线 532-1
接收天线 534-1
感测代理 536-1
调度器 538-1
传输配置存储装置 540-1
导向矩阵配置存储装置 542-1
远程装置 504-2
远程装置 504-K

图5

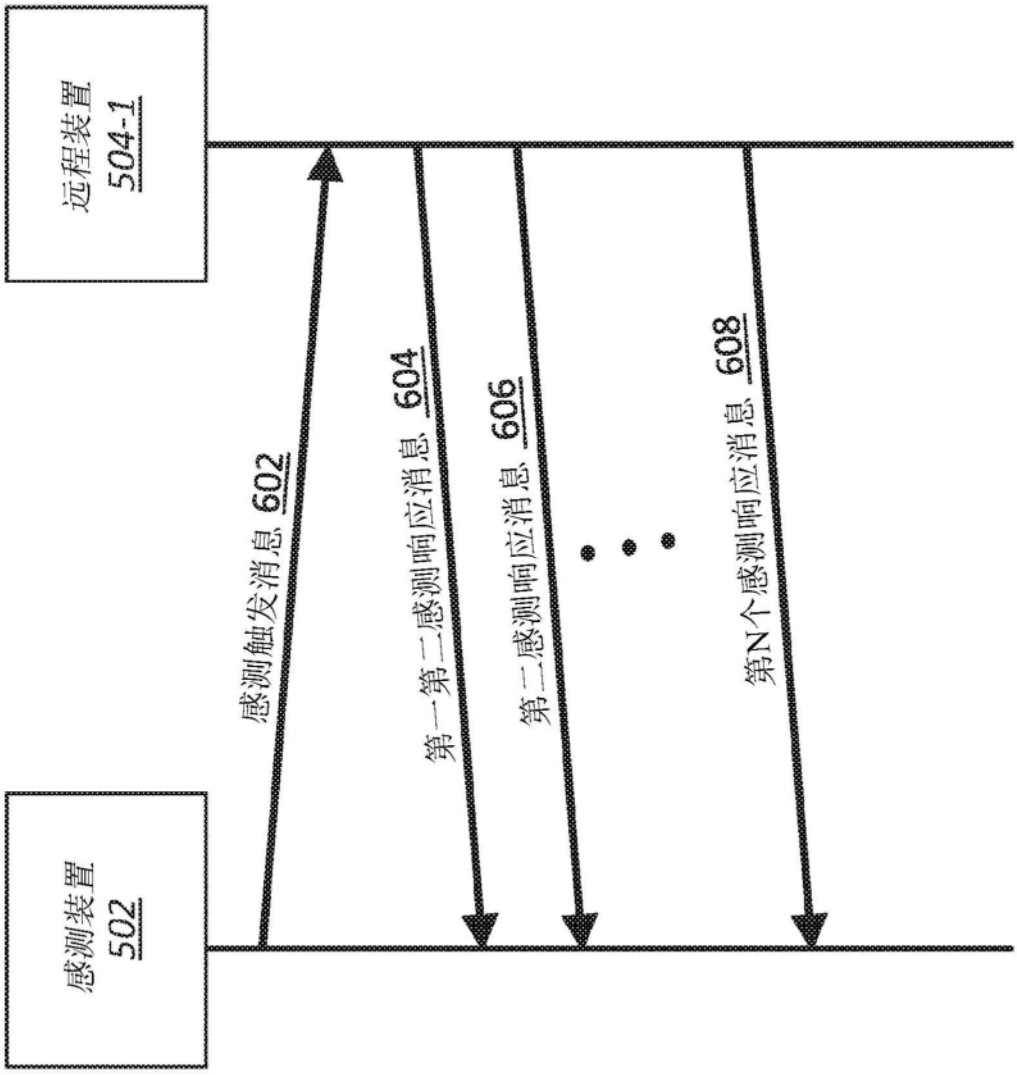

远程装置
504-1
感测装置
502
感测触发消息 602
第一第二感测响应消息 604
第二感测响应消息 606
第N个感测响应消息 608
600

图6

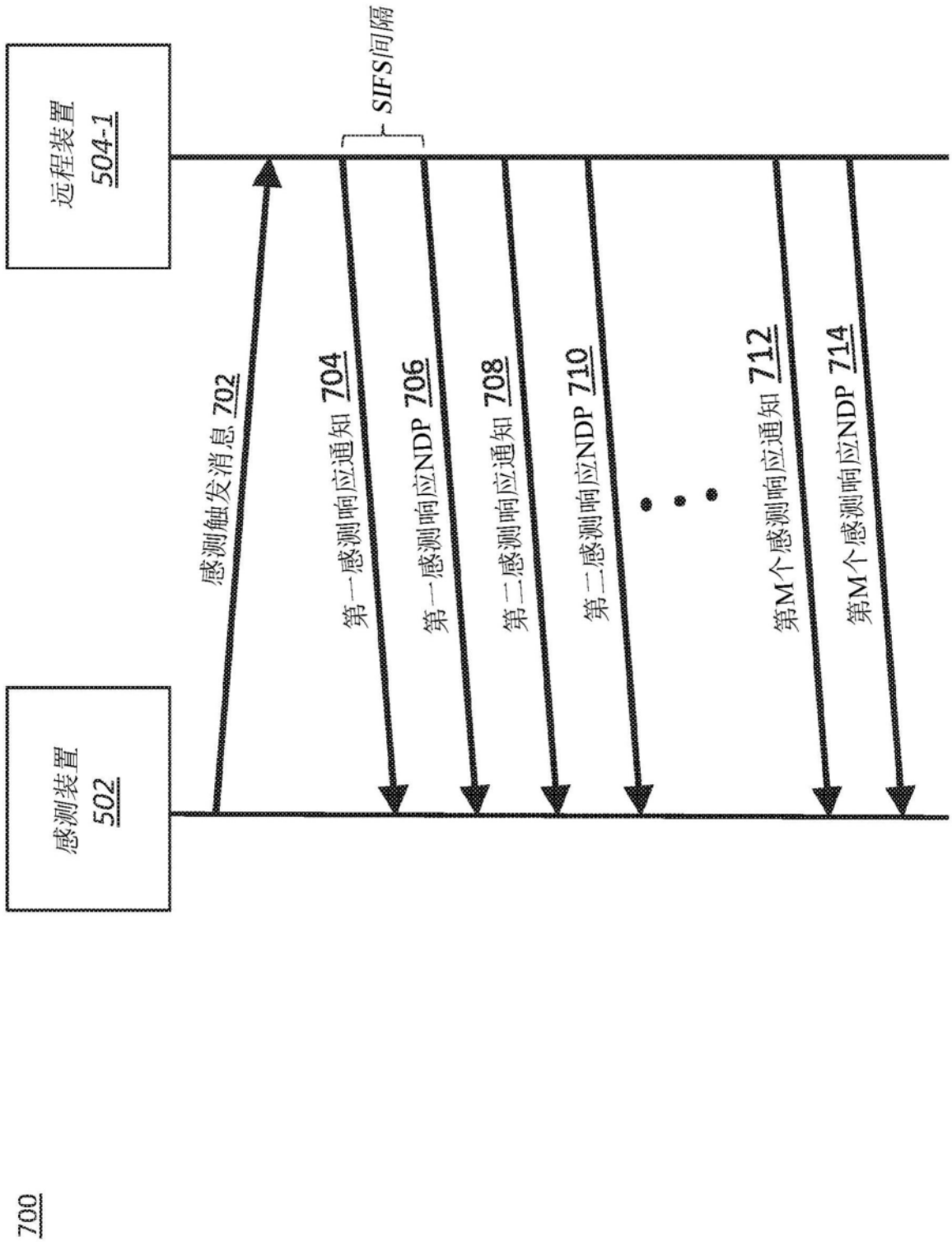

远程装置
504-1
感测装置
502
SIFS间隔
感测触发消息 702
第一感测响应通知 704
第一感测响应NDP 706
第二感测响应通知 708
第二感测响应NDP 710
第M个感测响应通知 712
第M个感测响应NDP 714
700

图7

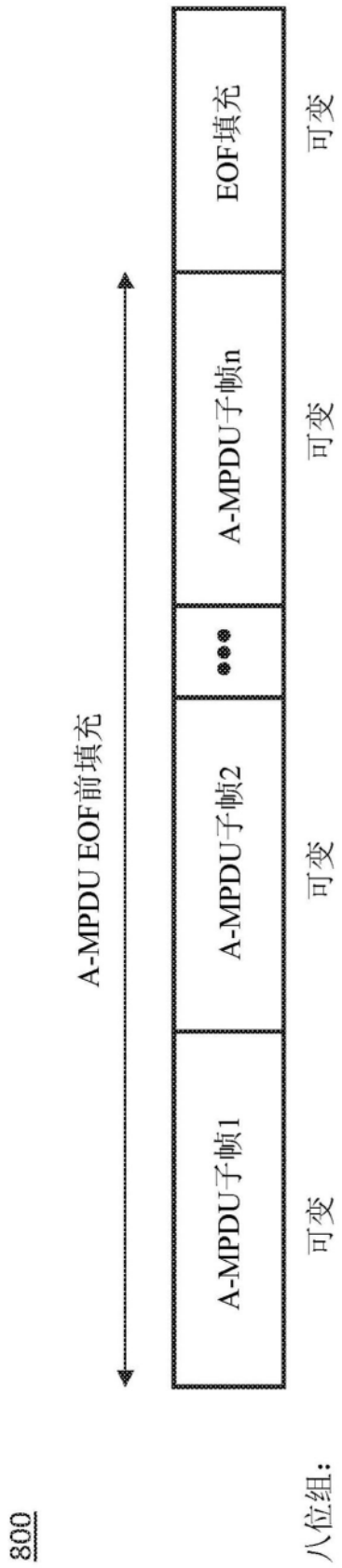

800
八位组:
可变
可变
可变
可变
A-MPDU EOF前填充
A-MPDU子帧1
A-MPDU子帧2
A-MPDU子帧n
EOF填充

图8A

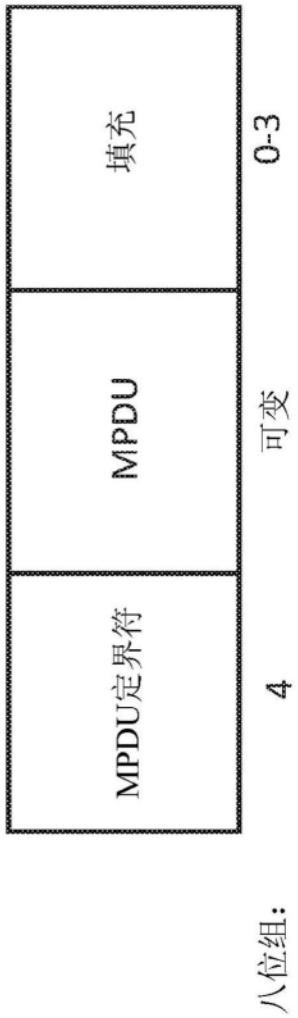


图8B

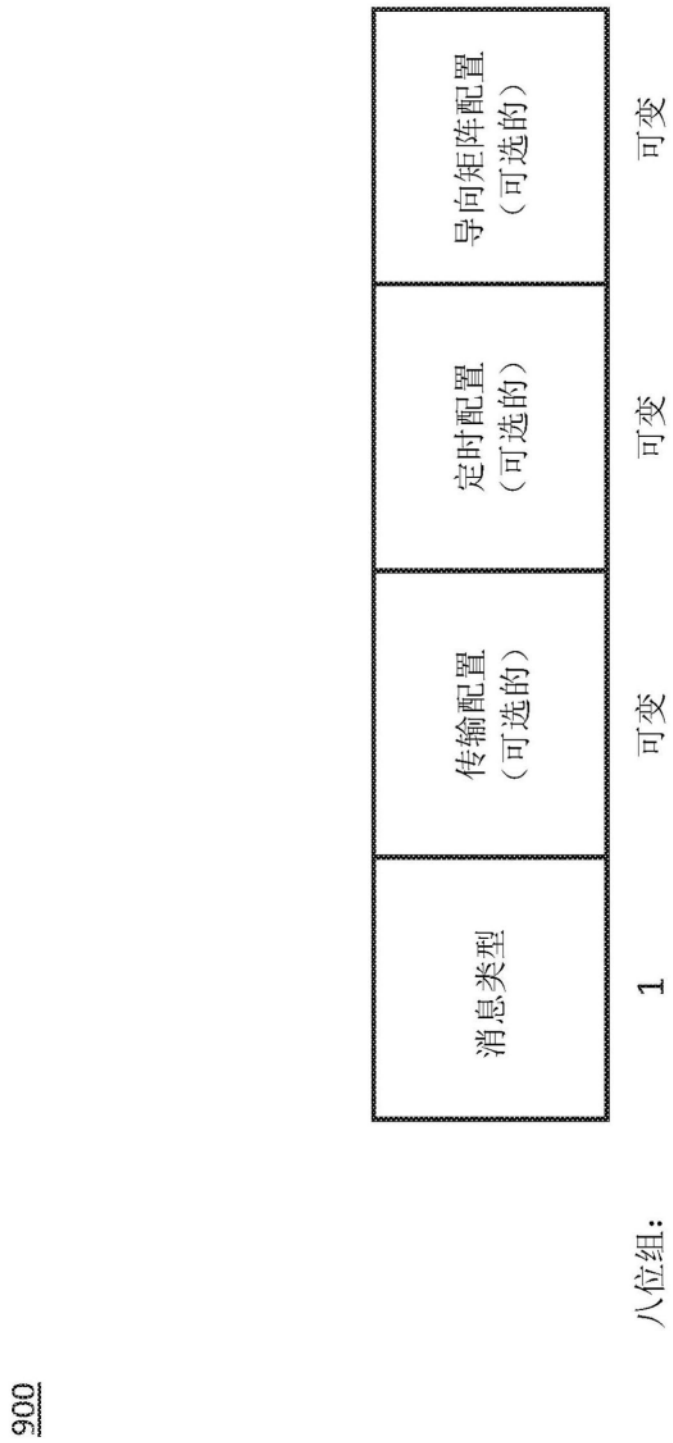


图9

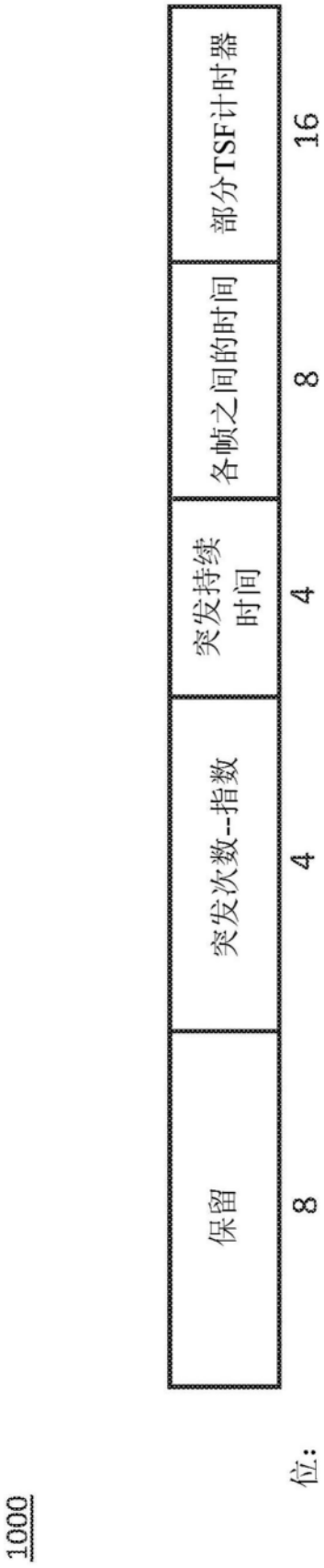


图10A

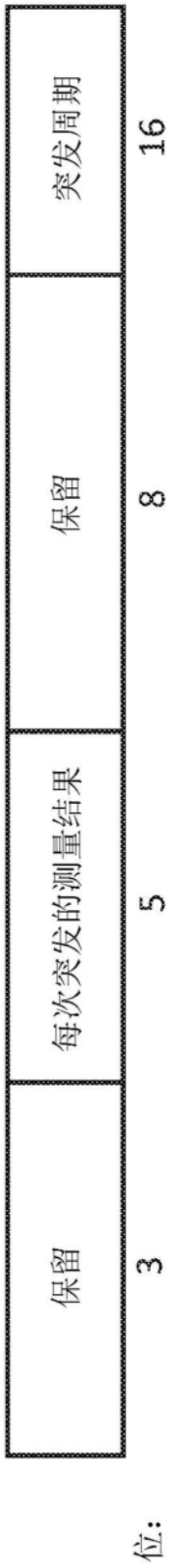


图10B

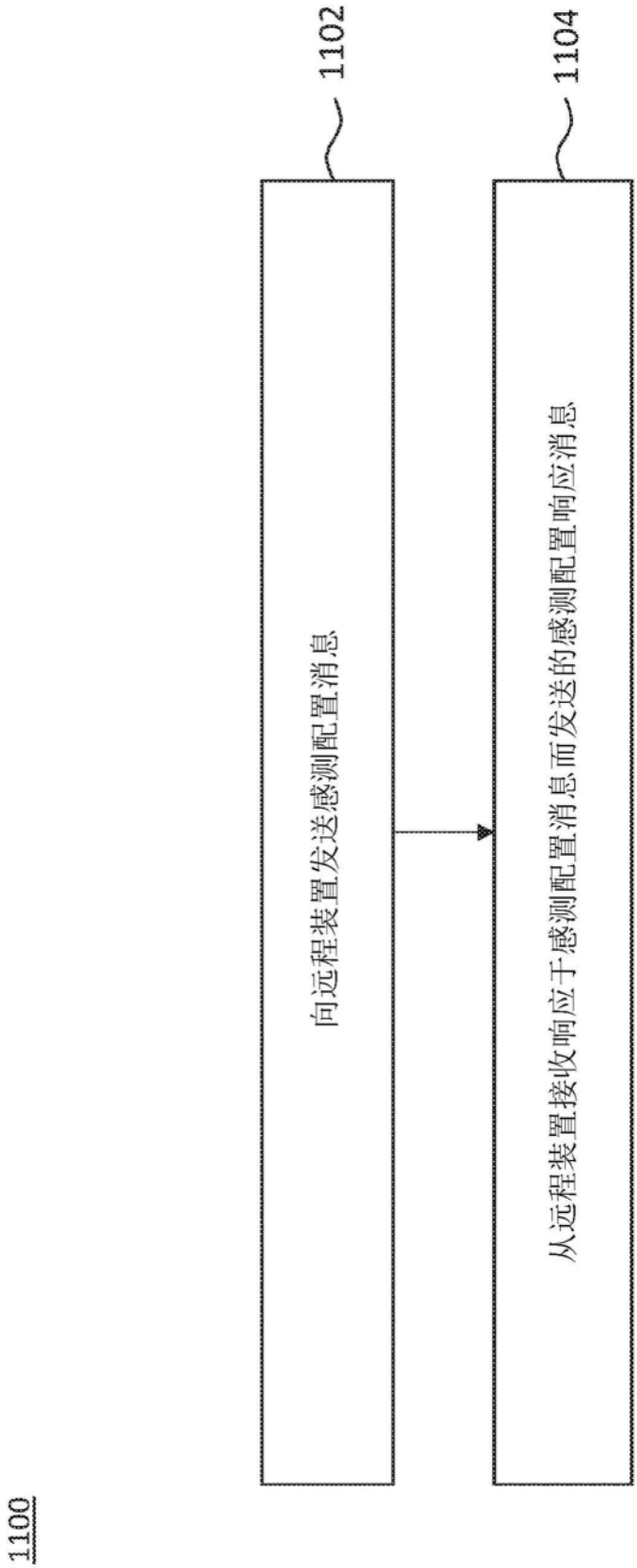

1102
1104
向远程装置发送感测配置消息
从远程装置接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息
1100

图11

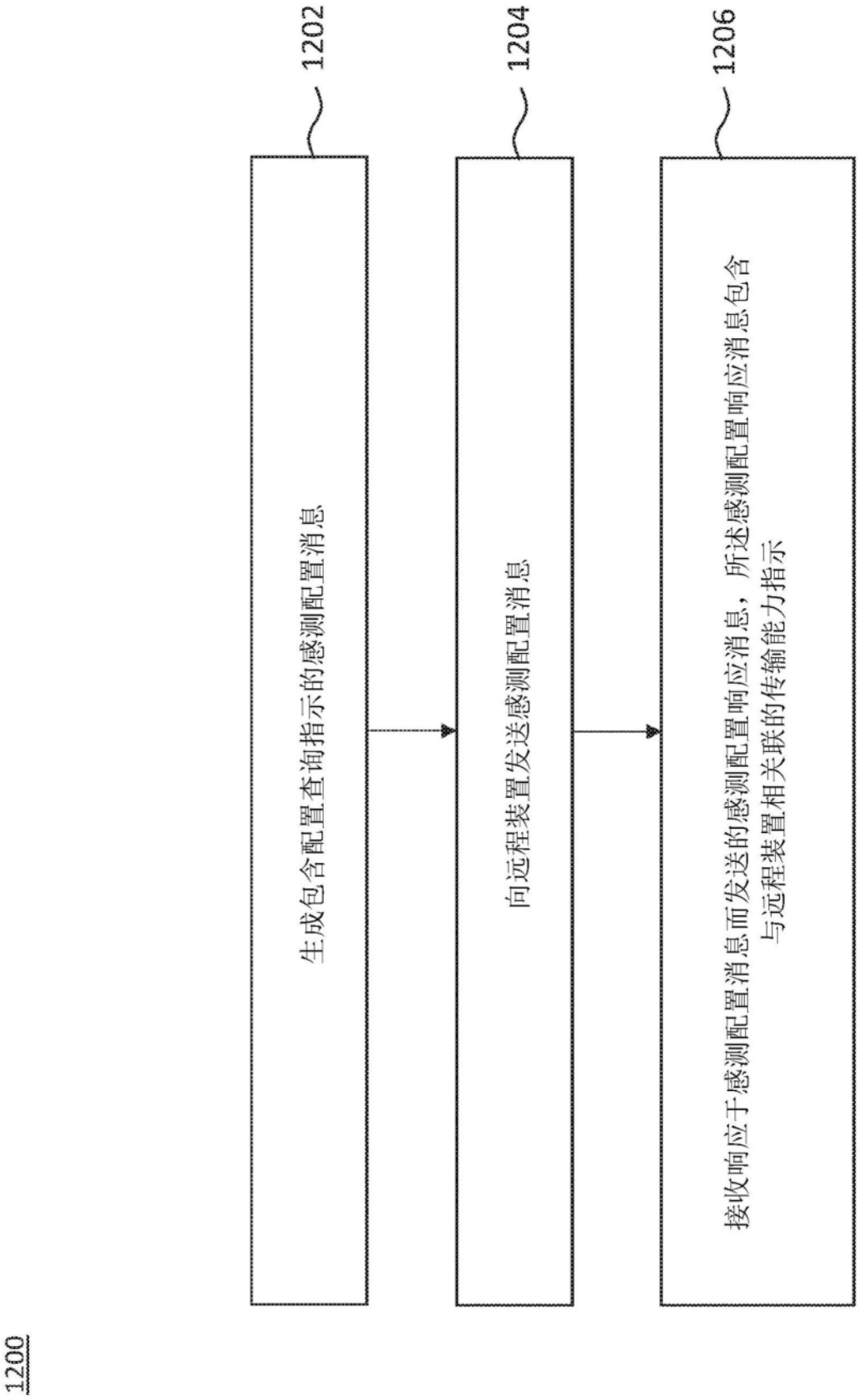

1200
1202
生成包含配置查询指示的感测配置消息
1204
向远程装置发送感测配置消息
1206
接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息，所述感测配置响应消息包含与远程装置相关联的传输能力指示

图12

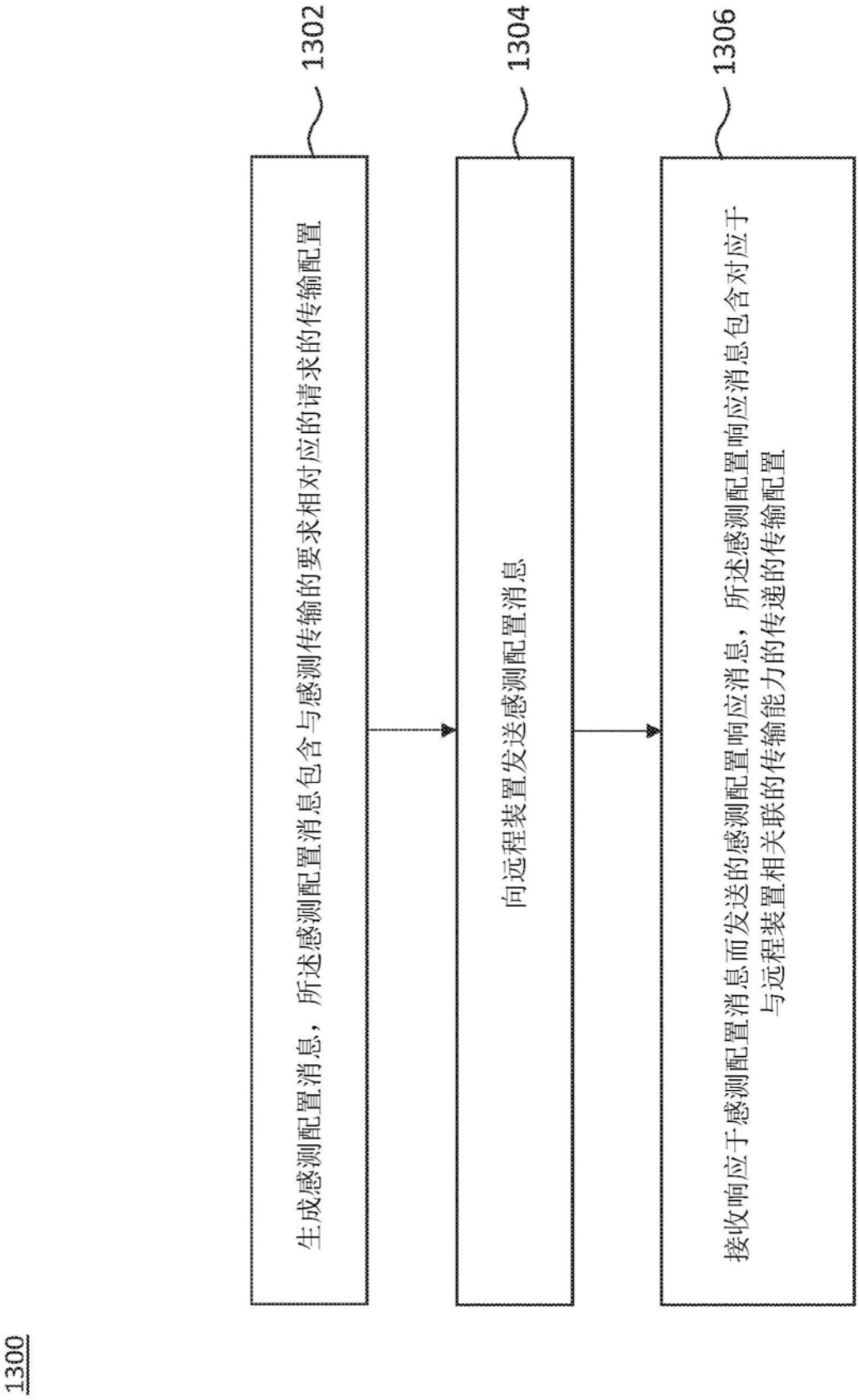

1300
1302
生成感测配置消息，所述感测配置消息包含与感测传输的要求相对应的请求的传输配置
1304
向远程装置发送感测配置消息
1306
接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息，所述感测配置响应消息包含对应于与远程装置相关联的传输能力的传递的传输配置

图13

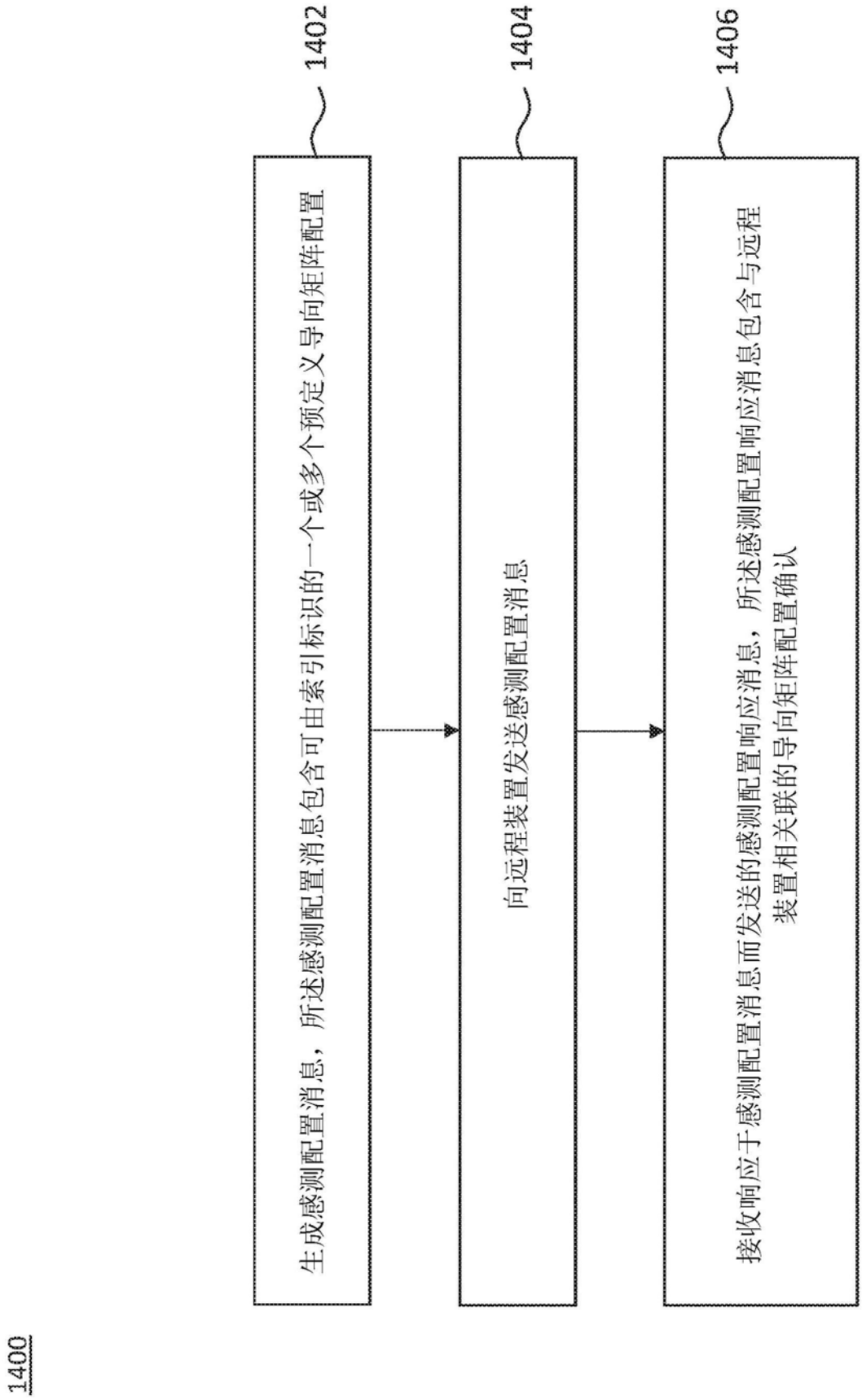

1400
1402
生成感测配置消息，所述感测配置消息包含可由索引标识的一个或多个预定义导向矩阵配置
1404
向远程装置发送感测配置消息
1406
接收响应于感测配置消息而发送的感测配置响应消息，所述感测配置响应消息包含与远程装置相关联的导向矩阵配置确认

图14

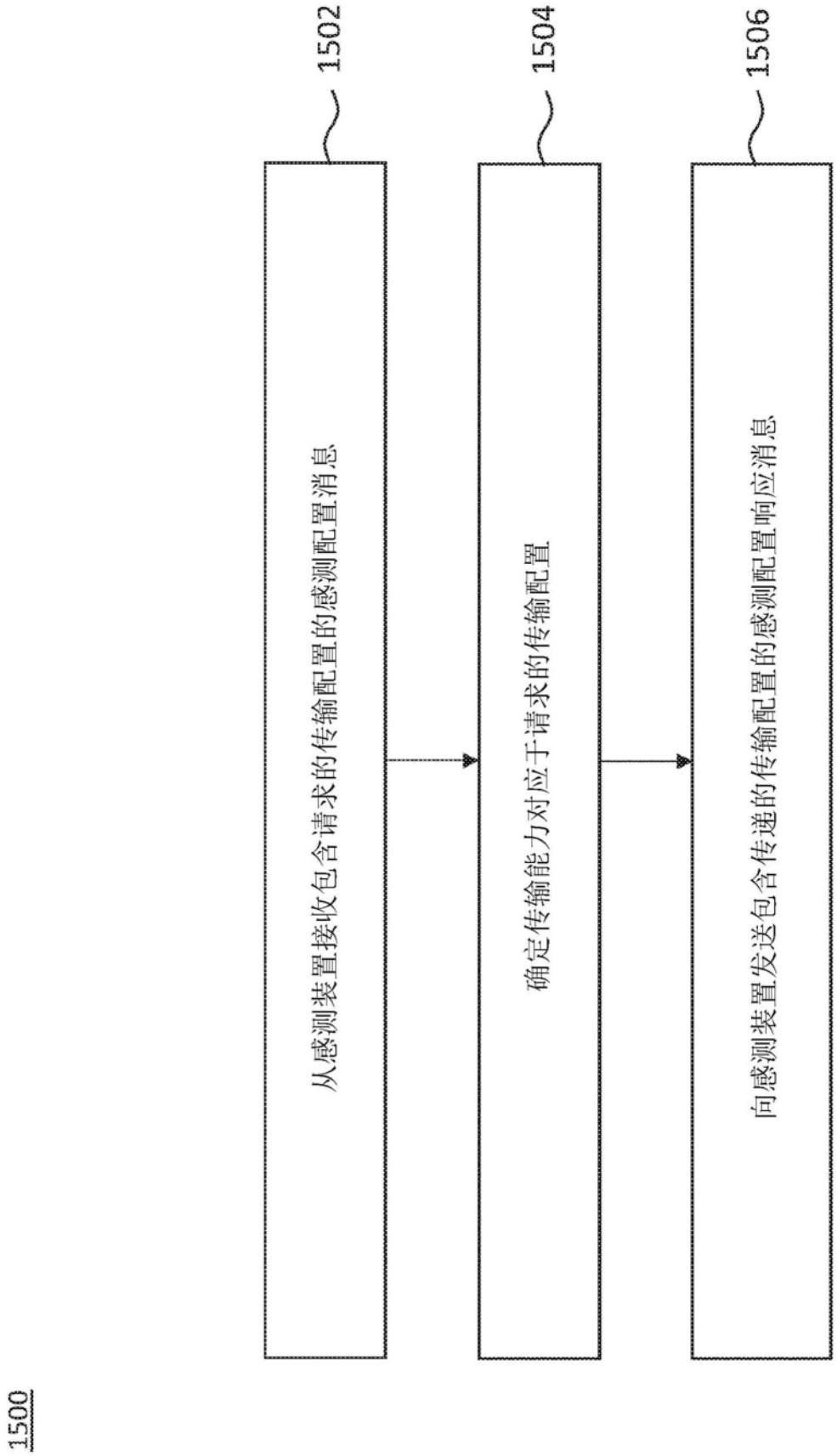

1500
1502
从感测装置接收包含请求的传输配置的感测配置消息
1504
确定传输能力对应于请求的传输配置
1506
向感测装置发送包含传递的传输配置的感测配置响应消息

图15

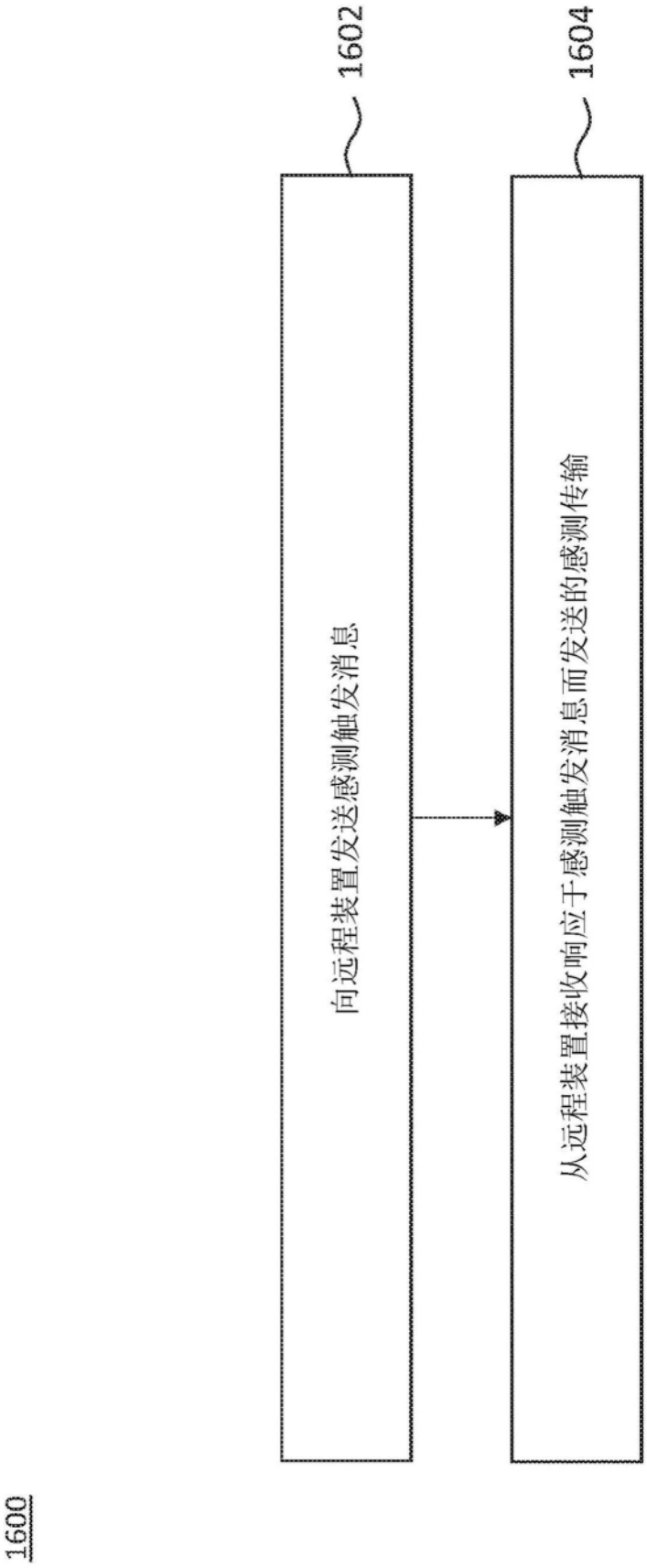


图16

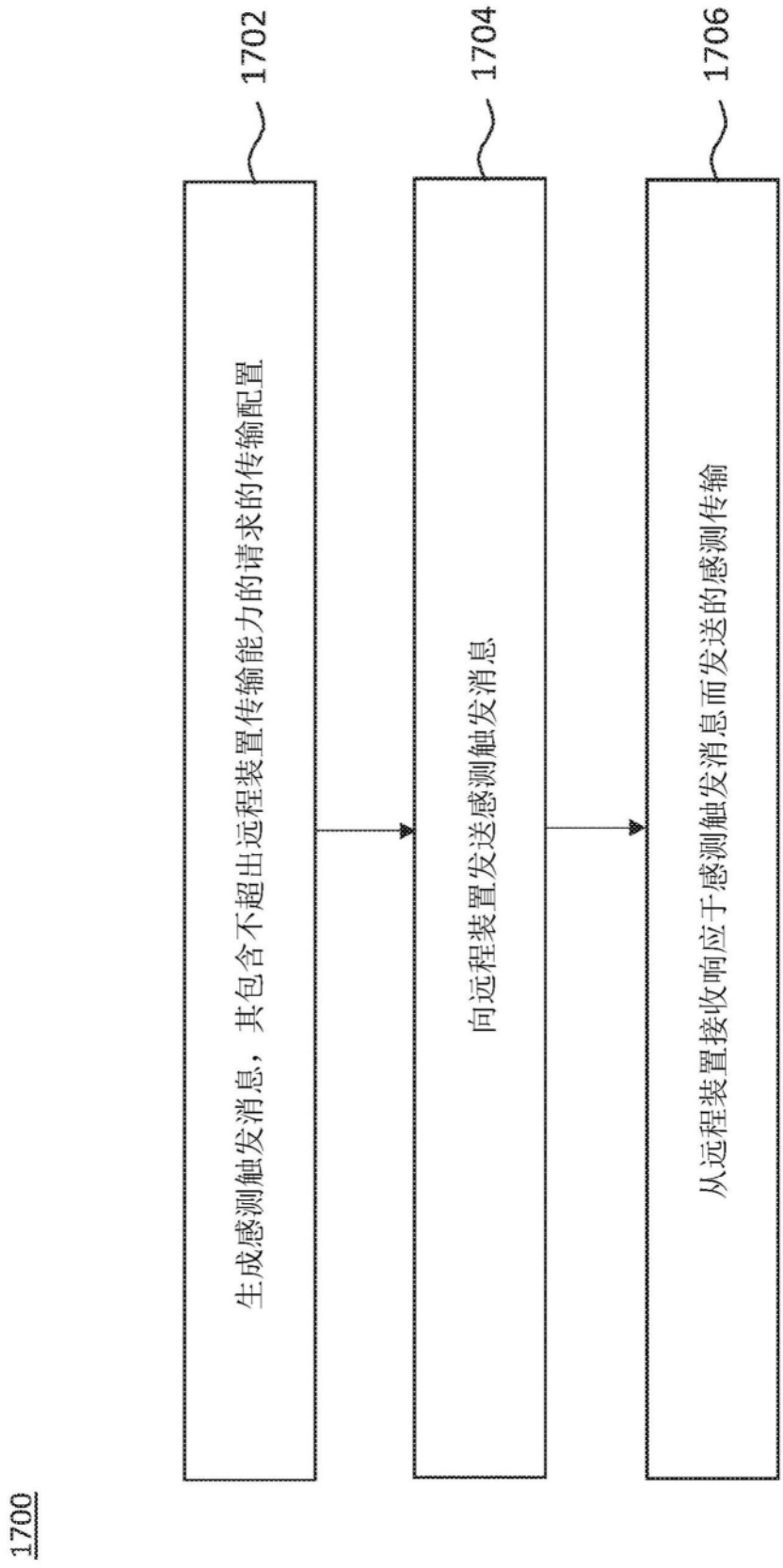

1700
1702
生成感测触发消息，其包含不超出远程装置传输能力的请求的传输配置
1704
向远程装置发送感测触发消息
1706
从远程装置接收响应于感测触发消息而发送的感测传输

图17

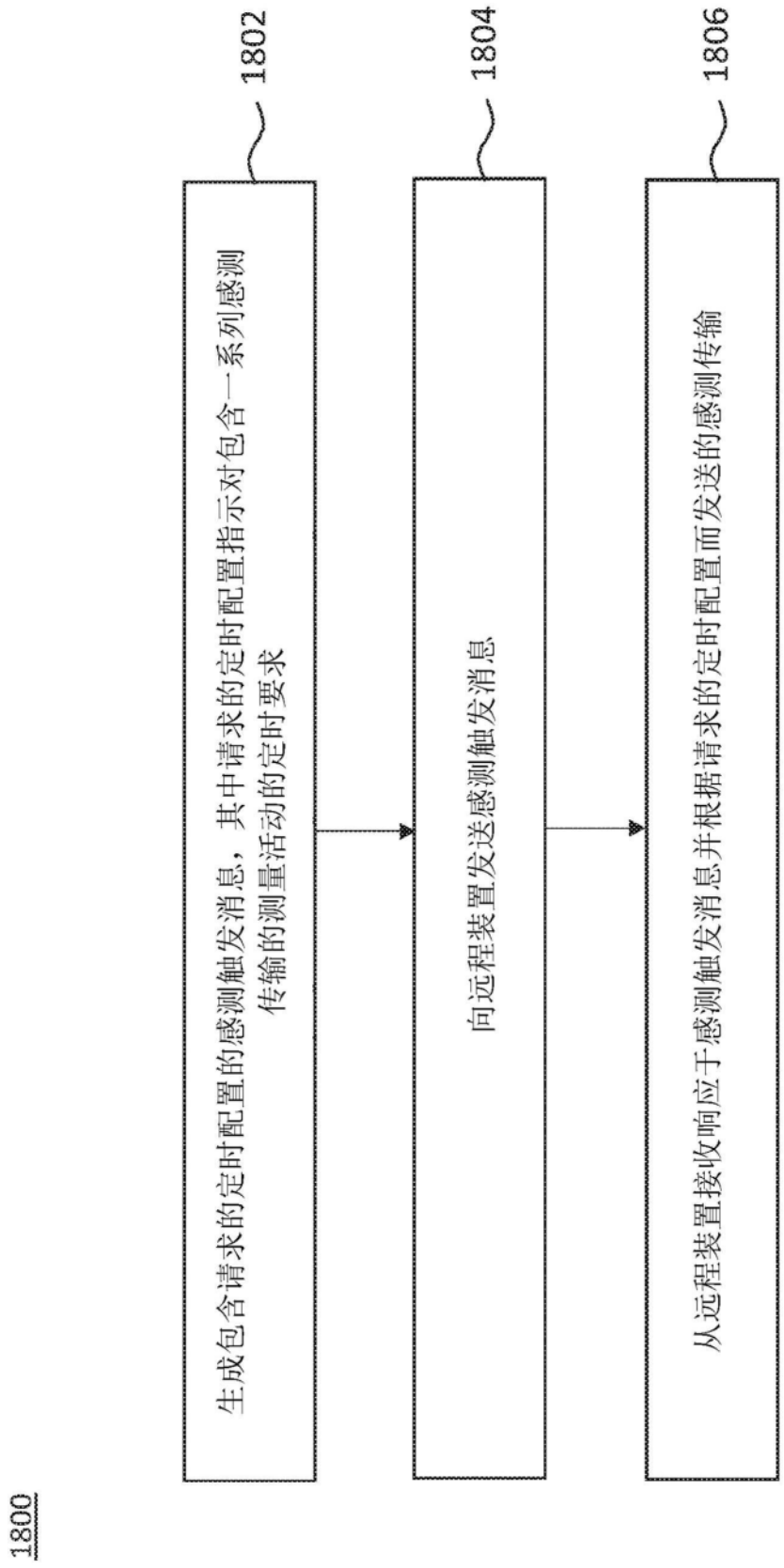

1800
1802
生成包含请求的定时配置的感测触发消息，其中请求的定时配置指示对包含一系列感测传输的测量活动的定时要求
1804
向远程装置发送感测触发消息
1806
从远程装置接收响应于感测触发消息并根据请求的定时配置而发送的感测传输

图18

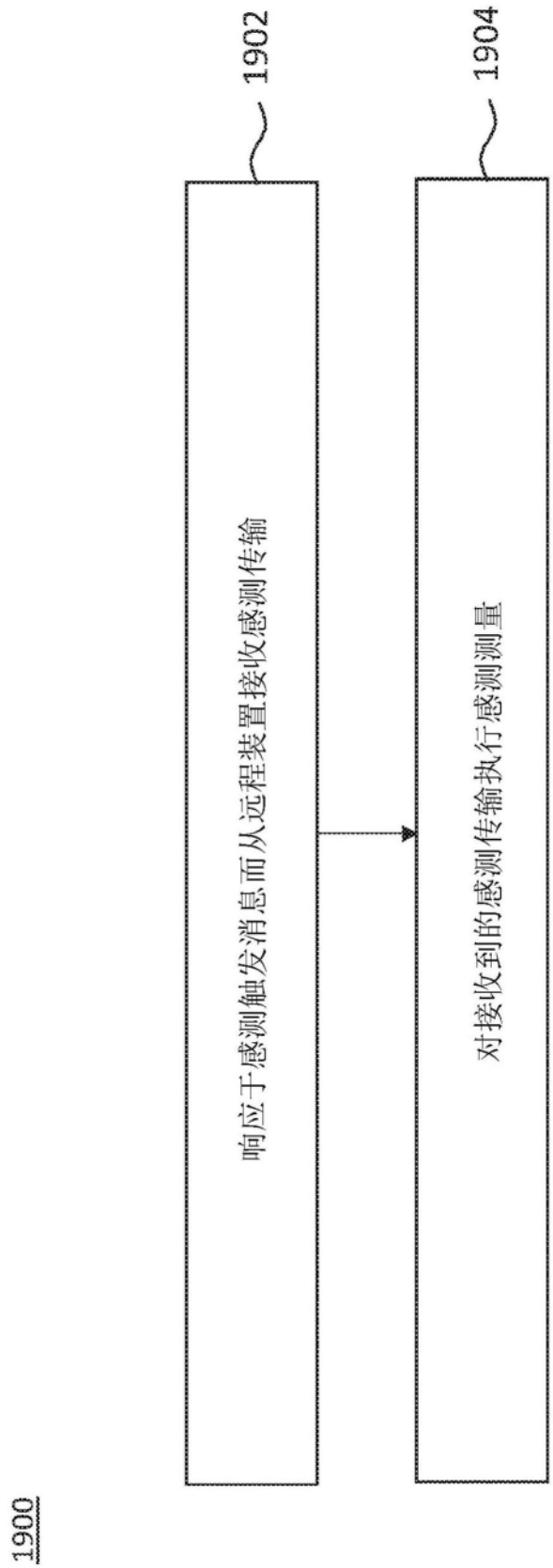


图19

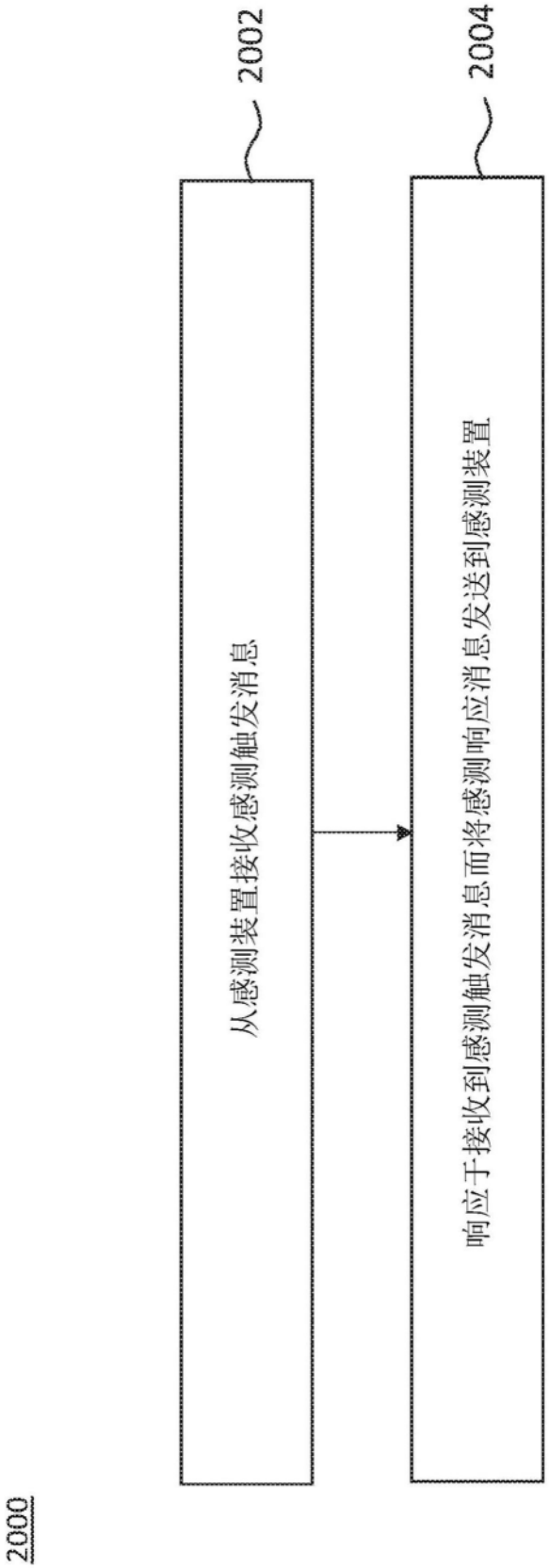

2000
2002
从感测装置接收感测触发消息
2004
响应于接收到感测触发消息而将感测响应消息发送到感测装置

图20

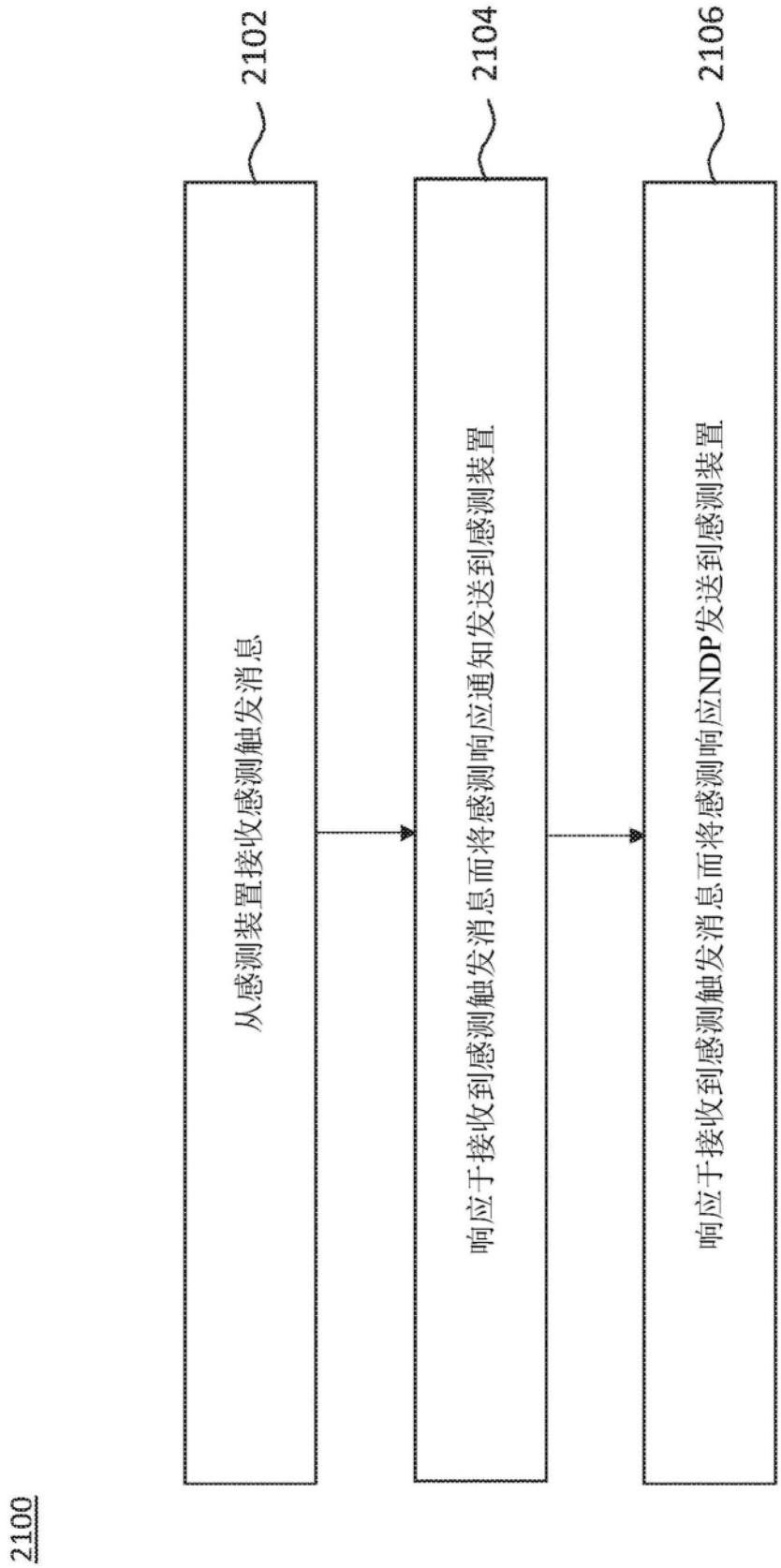

2100
2102
从感测装置接收感测触发消息
2104
响应于接收到感测触发消息而将感测响应通知发送到感测装置
2106
响应于接收到感测触发消息而将感测响应NDP发送到感测装置

图21

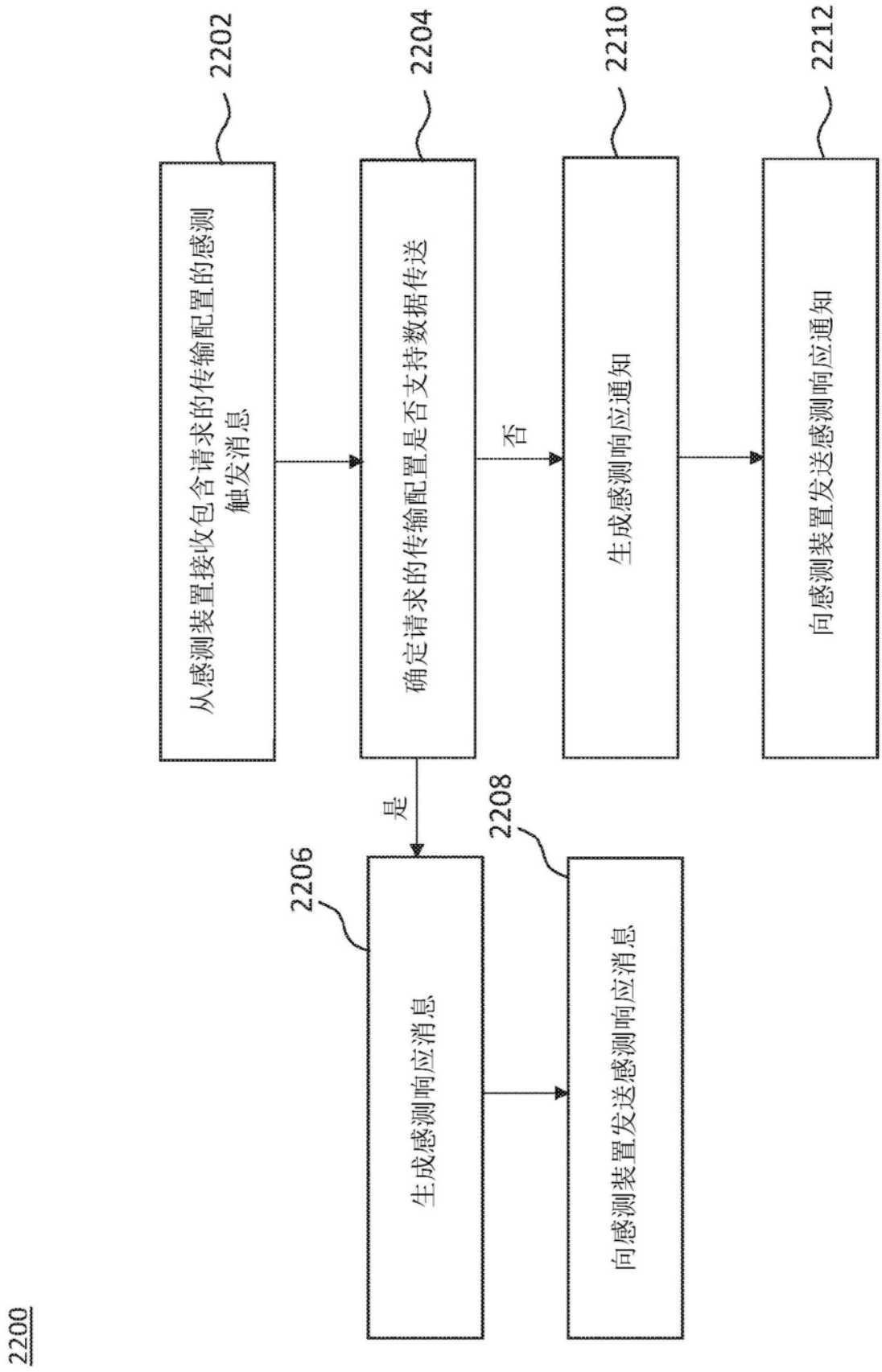

2200
2202
从感测装置接收包含请求的传输配置的感测触发消息
2204
确定请求的传输配置是否支持数据传送
否
2210
生成感测响应通知
2212
向感测装置发送感测响应通知
是
2206
生成感测响应消息
2208
向感测装置发送感测响应消息

图22

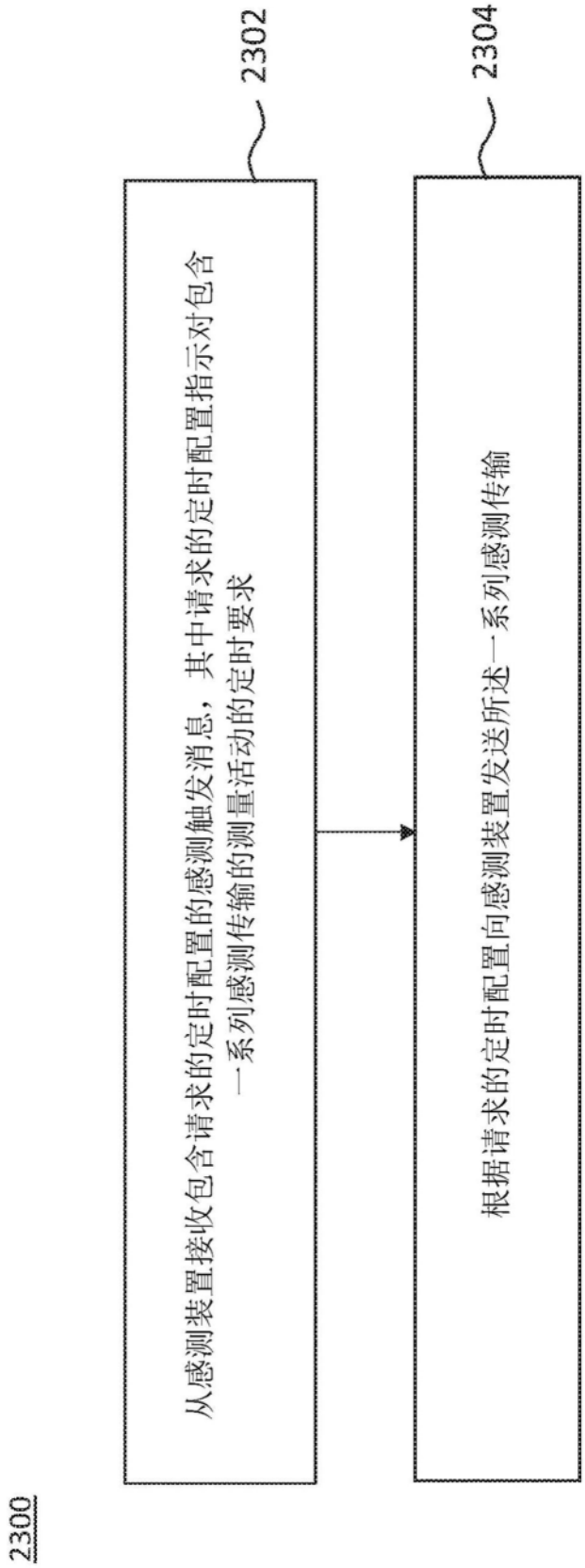

2300
2302
从感测装置接收包含请求的定时配置的感测触发消息，其中请求的定时配置指示对包含一系列感测传输的测量活动的定时要求
2304
根据请求的定时配置向感测装置发送所述一系列感测传输

图23

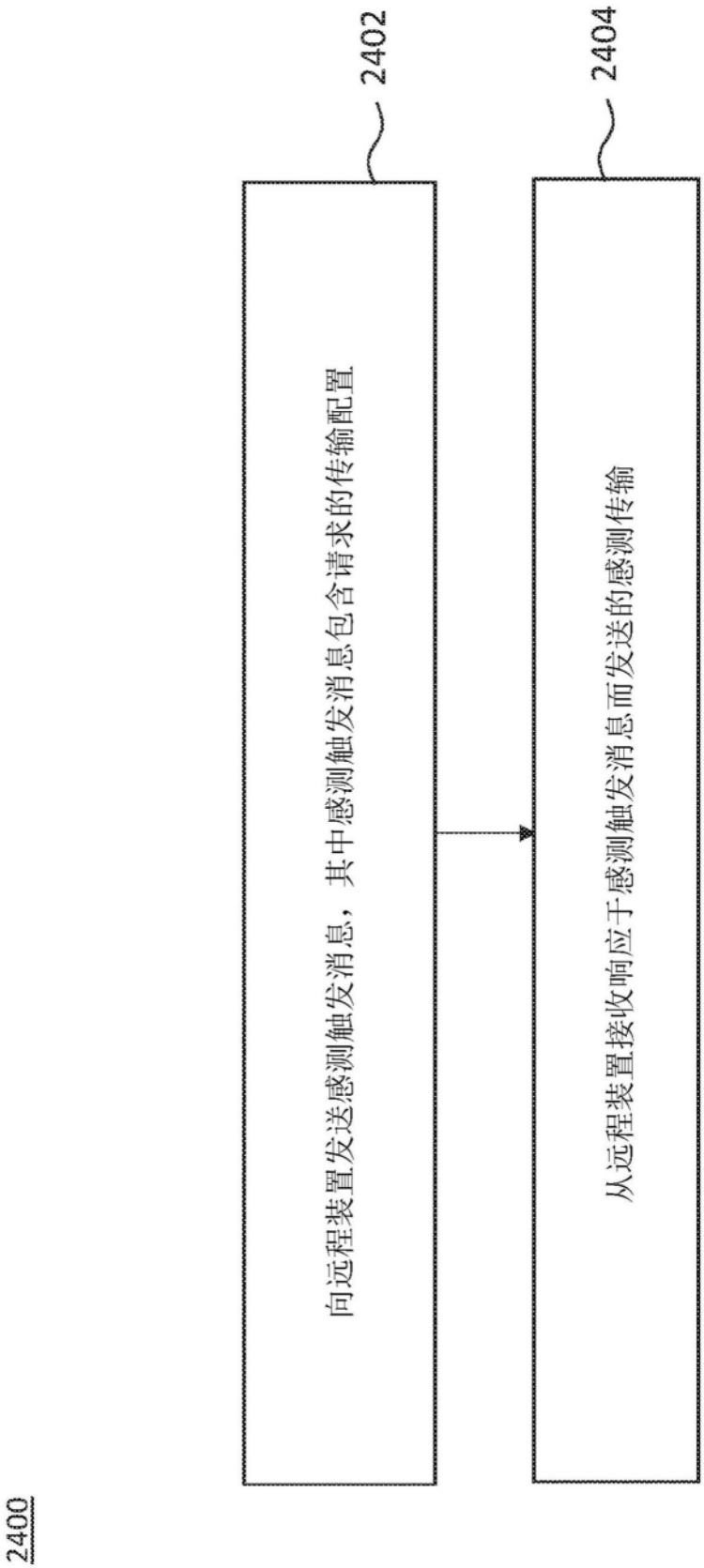

2400
2402
向远程装置发送感测触发消息，其中感测触发消息包含请求的传输配置
2404
从远程装置接收响应于感测触发消息而发送的感测传输

图24

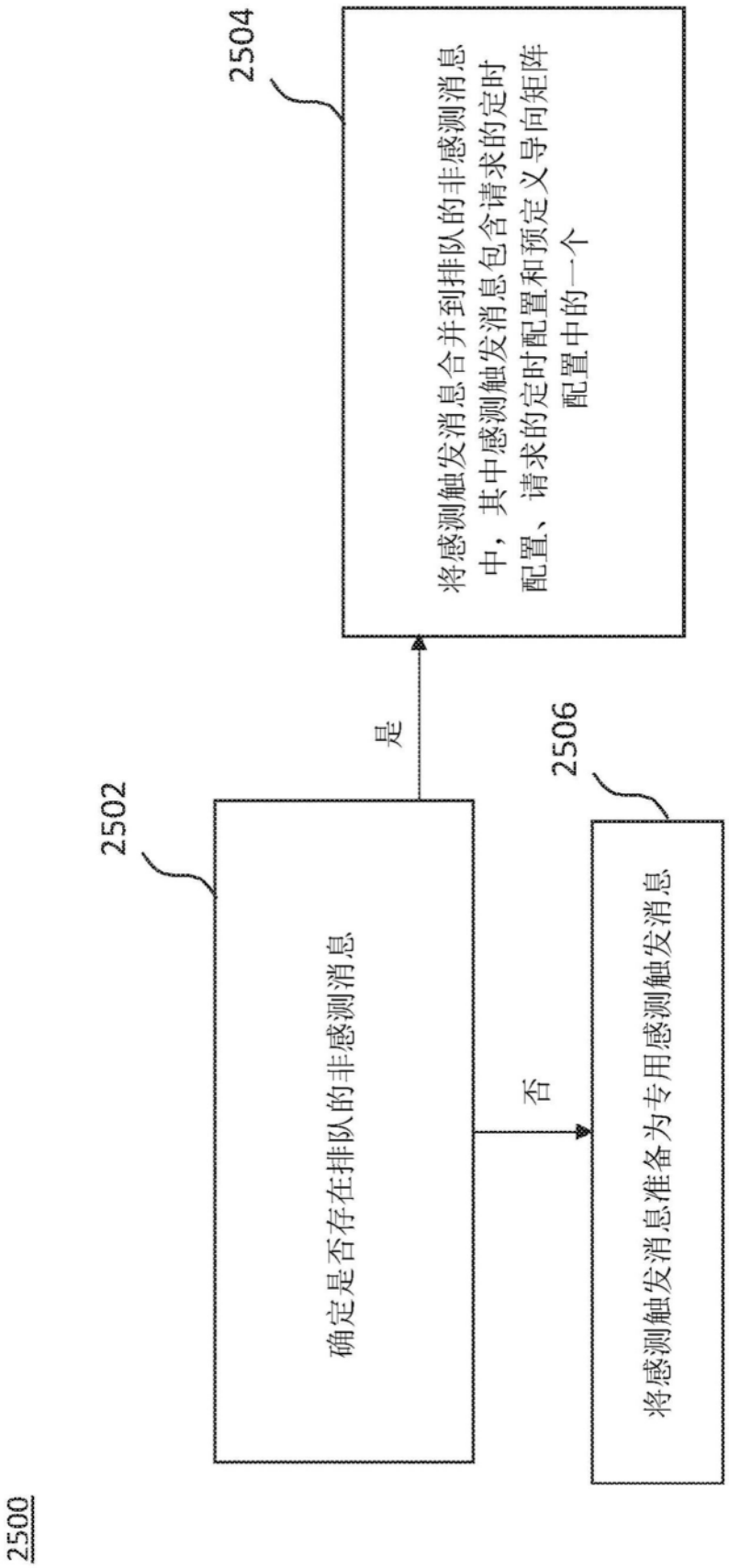

2500
2502
确定是否存在排队的非感测消息
是
2504
将感测触发消息合并到排队的非感测消息中，其中感测触发消息包含请求的定时配置、请求的定时配置和预定义导向矩阵配置中的一个
否
2506
将感测触发消息准备为专用感测触发消息

图25

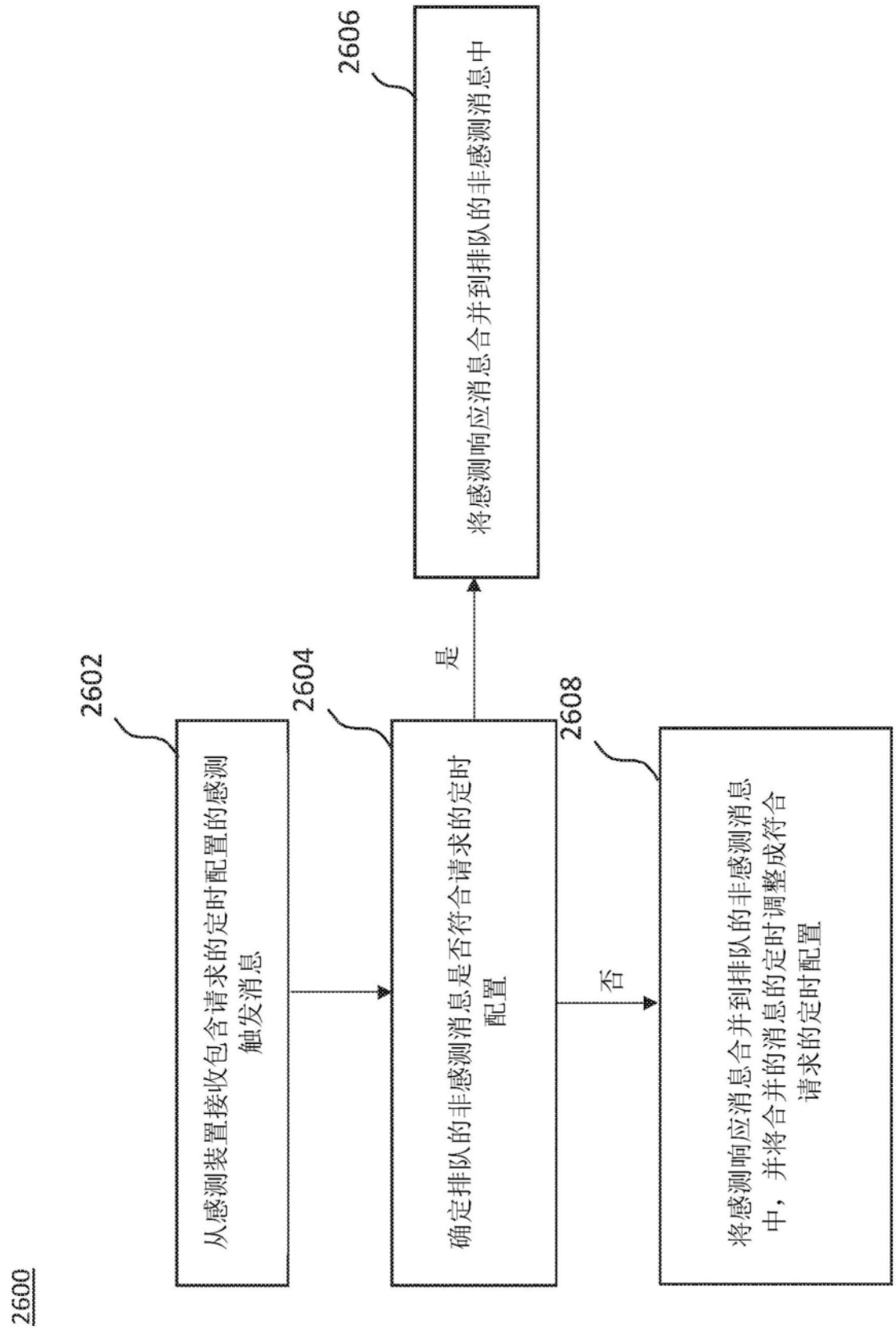

2600
2602
从感测装置接收包含请求的定时配置的感测触发消息
2604
确定排队的非感测消息是否符合请求的定时配置
是
2606
将感测响应消息合并到排队的非感测消息中
否
2608
将感测响应消息合并到排队的非感测消息中，并将合并的消息的定时调整成符合请求的定时配置

图26