



(10) 授权公告号 CN 115336199 B

(45) 授权公告日 2025. 06. 24

(21) 申请号 202180022403.4

(22) 申请日 2021.03.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115336199 A

(43) 申请公布日 2022.11.11

(30) 优先权数据
62/994,257 2020.03.24 US
17/210,228 2021.03.23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.09.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2021/023982 2021.03.24

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/195280 EN 2021.09.30

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 U·费尔南多 B·C·巴尼斯特
E·Y·伊曼纳

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100
专利代理师 亓云 陈炜

(51) Int.Cl.
H04B 17/12 (2006.01)
H04B 1/3827 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2018287651 A1, 2018.10.04
审查员 许晨

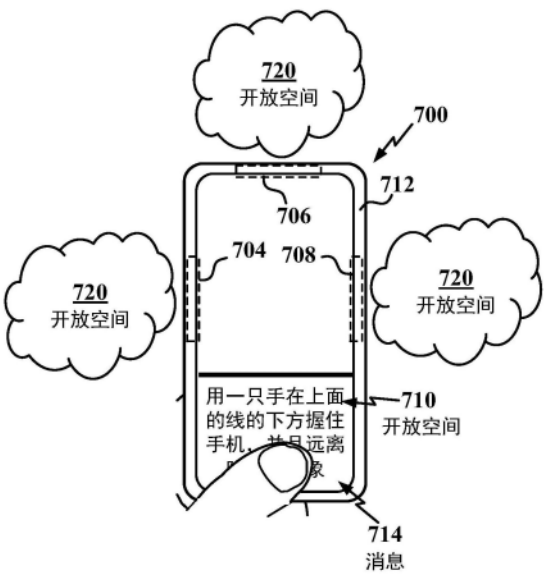
权利要求书4页 说明书30页 附图9页

(54) 发明名称

用于天线阵列模块的开放空间的校准

(57) 摘要

各方面涉及在开放空间中对无线通信设备的天线阵列模块进行校准。天线阵列模块可被用作邻近度传感器,以检测对象相对于该天线阵列模块的邻近度。各方面包括:在该无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令;从该天线阵列模块传送邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值;以及将该第一信号的值存储为该天线阵列模块的开放空间校准值。可以在天线阵列模块的交叉极化天线处测量第一信号。第一信号的值可以代表邻近度测试信号在交叉极化天线处的扰动。



1. 一种在无线通信网络中对无线通信设备的天线阵列模块进行开放空间校准的方法, 所述方法包括:

在所述无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令, 所述开放空间校准指令提示用户在所述开放空间校准期间在开放空间握住所述无线通信设备, 所述开放空间除所述无线通信设备上的保护盖之外没有对象, 所述开放空间从所述无线通信设备的表面延伸到距所述无线通信设备的所述表面的给定距离;

从所述天线阵列模块传送与获取所述天线阵列模块的开放空间校准值相关的邻近度测试信号;

测量响应于将所述邻近度测试信号传送到除所述保护盖之外没有对象的所述开放空间而在所述天线阵列模块处接收到的第一信号的值; 以及

将所述第一信号的值存储为所述天线阵列模块的开放空间校准值。

2. 如权利要求1所述的方法, 其中测量在所述天线阵列模块处接收到的所述第一信号的值包括:

测量所述邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本。

3. 如权利要求1所述的方法, 其中测量在所述天线阵列模块处接收到的所述第一信号的值包括:

作为所述邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本的交叉极化扰动来测量所述邻近度测试信号的收到版本。

4. 如权利要求1所述的方法, 进一步包括以下至少一者:

在所述无线通信设备的启动期间发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准;

响应于检测到所述保护盖至所述无线通信设备的耦合而发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准;

响应于确定存储在所述无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值与先前的开放空间校准值之间的差异大于一预定阈值而发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准; 或者

响应于接收到校准所述天线阵列模块的命令而发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准。

5. 如权利要求1所述的方法, 其中在所述无线通信设备的显示器上显示所述开放空间校准指令进一步包括:

显示在不覆盖所述天线阵列模块的情况下握住所述无线通信设备并且确保除所述保护盖之外没有对象在所述无线通信设备的所述表面沿来自所述无线通信设备的多个方向中的每个方向的所述给定距离内的指令。

6. 如权利要求1所述的方法, 其中所述给定距离在30cm与60cm之间。

7. 如权利要求1所述的方法, 其中所述给定距离在30cm与40cm之间。

8. 如权利要求1所述的方法, 其中在所述无线通信设备的显示器上显示所述开放空间校准指令进一步包括:

在所述无线通信设备的显示器上提供所述用户要抓住所述无线通信设备的位置的可视化。

9. 如权利要求1所述的方法, 其中从所述天线阵列模块传送所述邻近度测试信号并且

测量响应于将所述邻近度测试信号传送到除所述保护盖之外没有对象的所述开放空间而在所述天线阵列模块处接收到的所述第一信号的值进一步包括：

从所述天线阵列模块中的至少一个天线将所述邻近度测试信号传送到除所述保护盖之外没有对象的所述开放空间；以及

测量在所述天线阵列模块中相对于彼此交叉极化的两个其他天线处的所述第一信号的值。

10. 如权利要求1所述的方法，进一步包括：

由所述无线通信设备将所述天线阵列模块配置为天线阵列模块邻近度传感器；

从所述天线阵列模块传送所述邻近度测试信号；

测量响应于传送所述邻近度测试信号而在所述天线阵列模块处接收到的第二信号的第二值；以及

在所述第二信号的第二值不同于所述第一信号的值的情况下确定一对象正覆盖所述天线阵列模块的至少一部分或在距所述天线阵列模块的预定义距离内。

11. 如权利要求1所述的方法，进一步包括：

将所述天线阵列模块的开放空间校准值与存储在所述无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值进行比较；以及

在所述开放空间校准值和所述经表征开放空间校准值的方差之间的差异小于一预定量时验证所述天线阵列模块在测量所述第一信号的值期间未被覆盖。

12. 如权利要求1所述的方法，进一步包括：

测量所述无线通信设备的运动幅度；以及

在所述无线通信设备的运动幅度大于一预定阈值时验证所述用户遵循所述开放空间校准指令。

13. 如权利要求1所述的方法，进一步包括：

在所述无线通信设备的显示器上显示所述开放空间校准指令时从所述天线阵列模块将所述邻近度测试信号传送到除所述保护盖之外没有对象的所述开放空间。

14. 一种用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备，包括：

天线阵列模块；

通信地耦合至所述天线阵列模块的无线收发机；

存储器；以及

通信地耦合至所述天线阵列模块、所述无线收发机和所述存储器的处理器，其中所述处理器被配置成：

在所述无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令，所述开放空间校准指令提示用户在开放空间校准期间在开放空间握住所持无线通信设备，所述开放空间除所述无线通信设备上的保护盖之外没有对象，所述开放空间从所述无线通信设备的表面延伸到距所述无线通信设备的所述表面的给定距离；

从所述天线阵列模块传送与获取所述天线阵列模块的开放空间校准值相关的邻近度测试信号；

测量响应于将所述邻近度测试信号传送到除所述保护盖之外没有对象的所述开放空间而在所述天线阵列模块处接收到的第一信号的值；以及

将所述第一信号的值存储为所述天线阵列模块的开放空间校准值。

15. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被配置成通过将所述处理器进一步配置成进行以下操作来测量在所述天线阵列模块处接收到的所述第一信号的值:

测量所述邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本。

16. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被配置成通过将所述处理器进一步配置成进行以下操作来测量在所述天线阵列模块处接收到的所述第一信号的值:

作为所述邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本的交叉极化扰动来测量所述邻近度测试信号的收到版本。

17. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被进一步配置成进行以下操作中的至少一者:

在所述无线通信设备的启动期间发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准;

响应于检测到所述保护盖至所述无线通信设备的耦合而发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准;

响应于确定存储在所述无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值与先前的开放空间校准值之间的差异大于一预定阈值而发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准;或者

响应于接收到校准所述天线阵列模块的命令而发起所述天线阵列模块的所述开放空间校准。

18. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被配置成通过将所述处理器进一步配置成进行以下操作来在所述无线通信设备的显示器上显示所述开放空间校准指令:

显示在不覆盖所述天线阵列模块的情况下握住所述无线通信设备并且确保除所述保护盖之外没有对象在所述无线通信设备的所述表面沿来自所述无线通信设备的多个方向中的每个方向的所述给定距离内的指令。

19. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述给定距离在30cm与60cm之间。

20. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述给定距离在30cm与40cm之间。

21. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被配置成通过将所述处理器进一步配置成进行以下操作来在所述无线通信设备的显示器上显示所述开放空间校准指令:

在所述无线通信设备的显示器上提供所述用户要抓住所述无线通信设备的位置的可视化。

22. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被配置成通过将所述处理器进一步配置成进行以下操作来从所述天线阵列模块传送所述邻近度测试信号并且测量响应于将所述邻近度测试信号传送到除所述保护盖之外没有对象的所述开放空间而在所述天线阵列模块处接收到的所述第一信号的值:

从所述天线阵列模块中的至少一个天线传送所述邻近度测试信号;以及
测量在所述天线阵列模块中相对于彼此交叉极化的两个其他天线处的所述第一信号的值。

23. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被进一步配置成:

将所述天线阵列模块配置为天线阵列模块邻近度传感器;

从所述天线阵列模块传送所述邻近度测试信号;

测量响应于传送所述邻近度测试信号而在所述天线阵列模块处接收到的第二信号的第二值;以及

在所述第二信号的第二值不同于所述第一信号的值的情况下确定一对象正覆盖所述天线阵列模块的至少一部分或在距所述天线阵列模块的预定义距离内。

24. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被进一步配置成:

将所述天线阵列模块的开放空间校准值与存储在所述无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值进行比较;以及

在所述开放空间校准值和所述经表征开放空间校准值的方差之间的差异小于一预定量时验证所述天线阵列模块在测量所述第一信号的值期间未被覆盖。

25. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被进一步配置成:

测量所述无线通信设备的运动幅度;以及

在所述无线通信设备的运动幅度大于一预定阈值时验证所述用户遵循所述开放空间校准指令。

26. 如权利要求14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中所述处理器被进一步配置成:

在所述无线通信设备的显示器上显示所述开放空间校准指令时从所述天线阵列模块将所述邻近度测试信号传送到除所述保护盖之外没有对象的所述开放空间。

用于天线阵列模块的开放空间的校准

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求于2021年3月23日在美国专利商标局提交的非临时专利申请No.17/210,228以及于2020年3月24日在美国专利商标局提交的临时专利申请No.62/994,257的优先权和权益。

技术领域

[0003] 以下讨论的技术一般涉及无线网络中的无线通信设备,并且更具体地,涉及用于无线通信设备中的天线阵列模块的开放空间校准。

[0004] 引言

[0005] 第五代无线技术或5G可以采用毫米波(mmWave)频率传输。毫米波(mmWave)在人类皮肤的前一到两毫米内被吸收,并且当波的功率密度高于每平方厘米5-10毫瓦(mW/cm^2)时,可能会发生热加热效应。因此,对于mmWave频率,联邦通信委员会(FCC)已经采用了限制传送方天线的功率密度的最大准许照射量(MPE)限制。无线通信设备的天线阵列模块可被配置为有助于MPE合规性的传感器。当将天线阵列模块用作传感器时,可以执行天线阵列模块在开放空间中的校准(亦称为开放空间校准)。

[0006] 一些示例的简要概述

[0007] 以下给出本公开的一个或多个方面的概述以提供对这些方面的基本理解。此概述不是本公开的所有构想到的特征的详尽综览,并且既非旨在标识出本公开的所有方面的关键性或决定性要素,亦非试图界定本公开的任何或所有方面的范围。其唯一目的是以一种形式给出本公开的一个或多个方面的一些概念作为稍后给出的更详细描述之序言。

[0008] 根据一个方面,公开了一种在无线网络中对无线通信设备的天线阵列模块进行开放空间校准的方法。该方法包括:在该无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令,该开放空间校准指令提示用户在该开放空间校准期间握住该无线通信设备;从该天线阵列模块传送邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值;并且将该第一信号的值存储为该天线阵列模块的开放空间校准值。

[0009] 根据一个方面,公开了一种用于在无线网络中进行无线通信的无线通信设备。该无线通信设备包括天线阵列模块、通信地耦合至该天线阵列模块的无线收发机、存储器以及通信地耦合至该天线阵列模块、该无线收发机和该存储器的处理器。在一个示例中,该处理器被配置成:在该无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令,该开放空间校准指令提示用户在该开放空间校准期间握住该无线通信设备;从该天线阵列模块传送邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值;并且将该第一信号的值存储为该天线阵列模块的开放空间校准值。

[0010] 这些和其他方面将在阅览以下详细描述后得到更全面的理解。在结合附图研读了下文对具体示例的描述之后,其他方面和特征对于本领域普通技术人员将是明显的。虽然可能相对于下面的某些示例和附图讨论了各特征,但所有示例可以包括本文所讨论的有利

特征中的一者或多者。换言之,尽管可能讨论了一个或多个示例具有某些有利特征,但也可以根据本文讨论的各种示例使用一个或多个此类特征。以类似方式,尽管示例在下文可能是作为设备、系统或方法示例进行讨论的,但是应该理解,此类示例可以在各种设备、系统、和方法中实现。

[0011] 附图简述

[0012] 图1是解说根据本文所描述的一些方面的无线式无线电接入网的示例的示意图。

[0013] 图2是解说根据本文所描述的一些方面的支持波束成形和/或多输入多输出(MIMO)通信的无线通信系统的示意图。

[0014] 图3是解说根据本文所描述的一些方面的无线通信设备的示例的示意图。

[0015] 图4是解说根据本文所描述的一些方面的定位在代表开放空间的假想半球内的图3的无线通信设备的示例的示意图。

[0016] 图5是解说根据本文所描述的一些方面的被配置成感测人体对象与天线阵列模块的邻近度或由人体对象与天线阵列模块的接触的无线通信设备的示意图。

[0017] 图6是解说根据本文所描述的一些方面的采用处理系统的无线通信设备的硬件实现的示例的示意图。

[0018] 图7A和图7B解说了根据本文所描述的一些方面的在用户的手中的无线通信设备。

[0019] 图8是解说根据本文所描述的一些方面的开放空间校准过程的流程图。

[0020] 图9是解说根据本文所描述的一些方面的另一开放空间校准过程的流程图。

[0021] 详细描述

[0022] 以下结合附图阐述的详细描述旨在作为各种配置的描述,而无意表示可实践本文所描述的概念的仅有配置。本详细描述包括具体细节以提供对各种概念的透彻理解。然而,对于本领域技术人员将显而易见的是,没有这些具体细节也可实践这些概念。在一些实例中,以框图形式示出众所周知的结构和组件以避免湮没此类概念。

[0023] 虽然在本申请中通过对一些示例的解说来描述各方面和示例,但本领域技术人员将理解,在许多不同布置和场景中可产生附加的实现和用例。本文中所描述的创新可跨许多不同的平台类型、设备、系统、形状、大小和封装布置来实现。例如,各方面和/或使用可由集成芯片示例和其他基于非模块组件的设备(例如,终端用户设备、交通工具、通信设备、计算设备、工业装备、零售/购物设备、医疗设备、启用人工智能(AI)的设备等)来产生。虽然一些示例可以是或可以不是专门针对各用例或应用的,但可出现所描述创新的广泛适用性。各实现的范围可从芯片级或模块组件至非模块、非芯片级实现,并进一步至纳入所描述创新的一个或多个方面的聚集的、分布式或原始装备制造商(OEM)设备或系统。在一些实际设置中,纳入所描述的各方面和特征的设备还可以必要地包括用于实现和实践所要求保护并描述的各示例的附加组件和特征。例如,无线信号的传送和接收必需包括用于模拟和数字目的的数个组件(例如,硬件组件,包括天线、RF链、功率放大器、调制器、缓冲器、处理器、交织器、加法器/求和器等等)。本文中所描述的创新旨在可以在各种大小、形状和构成的各种各样的设备、芯片级组件、系统、分布式布置、终端用户设备等等中实践。

[0024] 通常基于频率/波长来将电磁频谱细分成各种类、频带、信道等。在5G NR中,两个初始操作频带已被标识为频率范围指定FR1(410MHz-7.125GHz)和FR2(24.25GHz-52.6GHz)。应理解,尽管FR1的一部分大于6GHz,但FR1在各种文档和文章中通常(可互换地)

被称为“亚6GHz”频带。关于FR2有时会出现类似的命名问题,尽管不同于由国际电信联盟 (ITU) 标识为“毫米波”频带的极高频带 (EHF) 频带 (30GHz-300GHz),FR2在各文档和文章中通常(可互换地)被称为“毫米波”频带。

[0025] FR1与FR2之间的频率通常被称为中频带频率。最近的5G NR研究已将用于这些中频带频率的操作频带标识为频率范围指定FR3 (7.125GHz-24.25GHz)。落入FR3的频带可以继承FR1特性和/或FR2特性,并且因此可以有效地将FR1和/或FR2的特征扩展到中频带频率中。另外,目前正在探索更高的频带,以将5G NR操作扩展到52.6GHz以上。例如,三个较高的操作频带已被标识为频率范围指定FR4-a或FR4-1 (52.6GHz-71GHz)、FR4 (52.6GHz-114.25GHz) 和FR5 (114.25GHz-300GHz)。这些较高的频带中的每一者都落在EHF频带内。

[0026] 考虑到以上各方面,除非特别另外声明,否则应理解,如果在本文中使用,术语“亚6GHz”等可广义地表示可小于6GHz、可在FR1内、或可包括中频带频率的频率。此外,除非特别另外声明,否则应理解,如果在本文中使用,术语“毫米波”等可广义地表示可包括中频带频率、可在FR2、FR4、FR4-a或FR4-1和/或FR5内、或可在EHF频带内的频率。毫米波 (mmWave) 传输存在潜在的安全危害,因为它们可导致皮肤或眼睛表面上的局部加热。为了保护公众免受这种危害,政府监管机构对每平方厘米区域的最大准许mmWave功率电平设置了限制。该限制被称为最大准许照射量 (MPE)。美国联邦通信委员会 (FCC) 为在大于3GHz频率处的所有传输设置了MPE限制。例如,对于30-300GHz之间的传输,FCC MPE被设置为 $1\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

[0027] MPE收紧了已经紧张的5G mmWave上行链路 (UL) 传输的链路预算。一种解决方案可以是使用邻近度传感器,该邻近度传感器确定在mmWave天线阵列模块附近是否存在人体部位。与当邻近度传感器指示人体部位的存在时相比,当邻近度传感器指示开放空间时,无线通信设备可以按更高的功率来进行传送。如果邻近度传感器指示人体部位的存在,则无线通信设备可以重新降低其UL传输功率以保持遵循MPE限制。

[0028] 在本公开的各个方面中,终端用户可以执行mmWave邻近度传感器校准(其中无线通信设备的天线阵列模块被配置为邻近度传感器)。用户可以在无线通信设备上启动工具(或应用)。该工具可以指导用户在开放空间校准过程期间用户可如何物理地握住无线通信设备。该方法和装置还可具有内置机制,以检测用户何时可能不遵循所提供的开放空间校准指导。

[0029] 本公开通篇给出的各种概念可跨种类繁多的电信系统、网络架构、和通信标准来实现。现在参照图1,作为解说性示例而非限定,提供了无线电接入网100的示意性解说。无线电接入网 (RAN) 100可以实现任何合适的一种或数种无线通信技术以提供无线电接入。作为一个示例,RAN 100可根据第三代伙伴项目 (3GPP) 新无线电 (NR) 规范(通常被称为5G) 来操作。作为另一示例,RAN 100可在5G NR和演进型通用地面无线电接入网 (eUTRAN) 标准(通常被称为长期演进 (LTE)) 的混合下进行操作。3GPP将该混合RAN称为下一代RAN,或即NG-RAN。当然,可以在本公开的范围内利用许多其他示例。

[0030] 由无线电接入网100覆盖的地理区域可被划分为数个蜂窝区域(蜂窝小区),这些蜂窝区域可基于从一个接入点或基站在地理区域上广播的标识而唯一性地被用户装备 (UE) 标识。图1解说了蜂窝小区102、104、106和108,其中的每一者可包括一个或多个扇区(未示出)。扇区是蜂窝小区的子区域。一个蜂窝小区内的所有扇区由相同的基站服务。扇区内的无线电链路可由属于该扇区的单个逻辑标识来标识。在被划分成扇区的蜂窝小区中,

蜂窝小区内的多个扇区可由天线群形成,其中每一天线负责与该蜂窝小区的一部分中的诸UE的通信。

[0031] 一般而言,相应的基站(BS)服务各自的蜂窝小区。广义地,基站是无线电接入网中负责一个或多个蜂窝小区中去往或来自UE的无线电传输和接收的网络元件。BS也可被本领域技术人员称为基收发机站(BTS)、无线电基站、无线电收发机、收发机功能、基本服务集(BSS)、扩展服务集(ESS)、接入点(AP)、B节点(NB)、演进型B节点(eNB)、下一代B节点(gNB)、传送和接收点(TRP)或某个其他合适术语。在一些示例中,基站可包括可共处一地或非共处一地的两个或更多个TRP。每个TRP可以在相同或不同频带内的相同或不同载波频率上进行通信。在其中RAN 100根据LTE和5G NR标准两者操作的示例中,基站之一可以是LTE基站,而另一基站可以是5G NR基站。

[0032] 在图1中,在蜂窝小区102和104中示出了两个基站110和112;并且第三基站114被示出为控制蜂窝小区106中的远程无线电头端(RRH)116。即,基站可具有集成天线,或者可由馈电电缆连接到天线或RRH。在所解说的示例中,蜂窝小区102、104和106可被称为宏蜂窝小区,因为基站110、112和114支持具有大尺寸的蜂窝小区。此外,在可与一个或多个宏蜂窝小区交叠的蜂窝小区108中示出了基站118。在这一示例中,蜂窝小区108可被称为小型蜂窝小区(例如,微蜂窝小区、微微蜂窝小区、毫微微蜂窝小区、家用基站、家用B节点、家用演进型B节点等),因为基站118支持具有相对小尺寸的蜂窝小区。蜂窝小区尺寸设定可根据系统设计以及组件约束来完成。要理解,无线电接入网100可包括任何数目的无线基站和蜂窝小区。此外,可部署中继节点以扩展给定蜂窝小区的尺寸或覆盖区域。基站110、112、114、118为任何数目的移动装置提供至核心网的无线接入点。

[0033] 图1进一步包括无人驾驶飞行器(UAV)120(诸如四轴飞行器或无人机),其可被配置成用作基站。即,在一些示例中,蜂窝小区可以不必是驻定的,并且蜂窝小区的地理区域可根据移动基站(诸如UAV 120)的位置而移动。

[0034] 一般而言,基站可包括用于与网络的回程部分(未示出)通信的回程接口。回程可提供基站与核心网(未示出)之间的链路,并且在一些示例中,回程可提供相应基站之间的互连。核心网可以是无线通信系统的一部分,并且可以独立于无线电接入网中所使用的无线电接入技术。可以采用各种类型的回程接口,诸如使用任何合适传输网络的直接物理连接、虚拟网络等等。

[0035] RAN 100被解说成支持针对多个移动装置的无线通信。移动装置在由第三代伙伴项目(3GPP)所颁布的标准和规范中通常被称为用户装备(UE),但是也可被本领域技术人员称为移动站(MS)、订户站、移动单元、订户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动订户站、接入终端(AT)、移动终端、无线终端、远程终端、手持机、终端、用户代理、移动客户端、客户端、或某个其他合适术语。UE可以是向用户提供对网络服务的接入的装置。

[0036] 在本文档内,“移动”装置不一定需要具有移动能力,并且可以是驻定的。术语移动装置或移动设备泛指各种各样的设备和技术。例如,移动装置的一些非限定性示例包括移动设备、蜂窝(蜂窝小区)电话、智能电话、会话发起协议(SIP)电话、膝上型设备、个人计算机(PC)、笔记本、上网本、智能本、平板设备、个人数字助理(PDA)、以及广泛多样的嵌入式系统,例如,对应于“物联网”(IoT)。附加地,移动装置可以是汽车或其他运输交通工具、遥感

器或致动器、机器人或机器人设备、卫星无线电、全球定位系统 (GPS) 设备、对象跟踪设备、无人机、多轴飞行器、四轴飞行器、遥控设备、消费者和/或可穿戴设备 (诸如眼镜)、可穿戴相机、虚拟现实设备、智能手表、健康或健身跟踪器、数字音频播放器 (例如,MP3播放器)、相机、游戏控制台等。移动装置另外可以是数字家用或智能家用设备,诸如家用音频、视频和/或多媒体设备、电器、自动售货机、智能照明设备、家用安全性系统、智能仪表等。移动装置另外可以是智能能源设备、安全性设备、太阳能电池板或太阳能电池阵、控制电力、照明、水等的市政基础设施设备 (例如,智能电网)、工业自动化和企业设备、物流控制器、农业装备等。更进一步,移动装置可提供联网医疗或远程医疗支持,即,远距离健康保健。远程保健设备可包括远程保健监视设备和远程保健监管设备,它们的通信可例如以对于关键服务数据传输的优先化接入和/或对于关键服务数据传输的相关QoS的形式被给予优先对待或胜于其他类型的信息的优先化接入。

[0037] 在RAN 100内,蜂窝小区可包括可与每个蜂窝小区的一个或多个扇区处于通信的UE。例如,UE 122和124可与基站110处于通信;UE 126和128可与基站112处于通信;UE 130和132可藉由RRH 116与基站114处于通信;UE 134可与基站118处于通信;而UE 136可与移动基站120处于通信。此处,每个基站110、112、114、118和120可被配置成为相应蜂窝小区中的所有UE提供至核心网 (未示出) 的接入点。在另一示例中,移动网络节点 (例如,四轴飞行器120) 可被配置成用作UE。例如,四轴飞行器120可通过与基站110进行通信来在蜂窝小区102内操作。

[0038] RAN 100与UE (例如,UE 122或124) 之间的无线通信可被描述为利用空中接口。空中接口上从基站 (例如,基站110) 到一个或多个UE (例如,UE 122和124) 的传输可被称为下行链路 (DL) 传输。根据本公开的某些方面,术语下行链路可以指在调度实体 (下文进一步描述,例如,基站110) 处始发的点到多点传输。描述这一方案的另一方式可以是使用术语广播信道复用。从UE (例如,UE 122) 到基站 (例如,基站110) 的传输可被称为上行链路 (UL) 传输。根据本公开的进一步方面,术语上行链路可以指在被调度实体 (下文进一步描述,例如,UE 122) 处始发的点到点传输。

[0039] 例如,DL传输可包括控制信息和/或话务信息 (例如,用户数据话务) 从基站 (例如,基站110) 到一个或多个UE (例如,UE 122和124) 的单播或广播传输,而UL传输可包括在UE (例如,UE 122) 处始发的控制信息和/或话务信息的传输。另外,上行链路和/或下行链路控制信息和/或话务信息可在时间上被划分成帧、子帧、时隙、和/或码元。如本文使用的,码元可指在正交频分复用 (OFDM) 波形中每副载波携带一个资源元素 (RE) 的时间单位。一时隙可携带7或14个OFDM码元。子帧可以指1ms的历时。多个子帧或时隙可被编群在一起以形成单个帧或无线电帧。当然,这些定义是示例性的,并且可利用任何适当的方案来组织波形,并且波形的各种时间划分可具有任何适当的历时。

[0040] 为了使空中接口上的传输获得低块差错率 (BLER) 而同时仍旧达成非常高的数据率,可以使用信道编码。即,无线通信一般可利用合适的纠错块码。在典型块码中,信息消息或序列被拆分为码块 (CB), 并且传送方设备处的编码器 (例如,CODEC) 随后数学地将冗余添加至该信息消息。利用经编码信息消息中的此冗余可以提高该消息的可靠性,从而使得能够纠正可能因噪声而发生的任何比特差错。

[0041] 数据编码可以按多种方式来实现。在较早的5G NR规范中,用户数据使用具有两个

不同基图的准循环低密度奇偶校验 (LDPC) 来编码: 一个基图被用于大码块和/或高码率, 而另一基图被用于其他情况。基于嵌套序列使用极性编码来编码控制信息和物理广播信道 (PBCH)。对于这些信道, 穿孔、缩短、以及重复被用于速率匹配。

[0042] 本公开的各方面可以利用任何合适的信道编码来实现。基站和UE的各种实现可包括合适硬件和能力 (例如, 编码器、解码器、和/或CODEC) 以利用这些信道码中的一者或多者来进行无线通信。

[0043] RAN 100中的空中接口可利用一个或多个复用和多址算法来实现各个设备的同时通信。例如, 5G NR规范为从UE 122和124到基站110的UL或反向链路传输提供多址, 并且利用具有循环前缀 (CP) 的正交频分复用 (OFDM) 来为从基站110到UE 122和124的DL或前向链路传输提供复用。另外, 对于UL传输, 5G NR规范提供对具有CP的离散傅里叶变换扩展OFDM (DFT-s-OFDM) (也被称为单载波FDMA (SC-FDMA)) 的支持。然而, 在本公开的范围, 复用和多址不限于上述方案, 并且可利用时分多址 (TDMA)、码分多址 (CDMA)、频分多址 (FDMA)、稀疏码多址 (SCMA)、资源扩展多址 (RSMA)、或其他适当的多址方案来提供。此外, 对从基站110到UE 122和124的DL传输进行复用可利用时分复用 (TDM)、码分复用 (CDM)、频分复用 (FDM)、正交频分复用 (OFDM)、稀疏码复用 (SCM)、或其他合适的复用方案来提供。

[0044] 此外, RAN 100中的空中接口可利用一个或多个双工算法。双工是指双方端点能在两个方向上彼此通信的点到点通信链路。全双工意指双方端点能同时彼此通信。半双工意指一次仅一个端点可向另一端点发送信息。通常通过利用时分双工 (TDD) 为无线链路实现半双工仿真。在TDD中, 在给定信道上的不同方向上的传输使用时分复用彼此分开。即, 在一些时间, 该信道专用于一个方向上的传输, 而在其他时间, 该信道专用于另一方向上的传输, 其中方向可以非常快速地改变, 例如, 每时隙改变若干次。在无线链路中, 全双工信道一般依赖于发射机和接收机的物理隔离、以及合适的干扰消去技术。通常通过利用频分双工 (FDD) 或空分双工 (TDD) 为无线链路实现全双工仿真。在FDD中, 不同方向上的传输可在不同的载波频率处 (例如, 在经配对的频谱内) 操作。在SDD中, 在给定信道上的不同方向上的传输使用空分复用 (SDM) 彼此分开。在其他示例中, 可以在未经配对的频谱内 (例如, 在单个载波带宽内) 实现全双工通信, 其中在不同方向上的传输发生在载波带宽的不同子带内。这种类型的全双工通信在本文中可被称为子带全双工 (SBFD), 也被称为灵活双工。

[0045] 在RAN 100中, UE在移动之时独立于其位置进行通信的能力被称为移动性。UE与RAN之间的各个物理信道一般在接入和移动性管理功能 (AMF) 的控制下进行设立、维护和释放。在一些场景中, AMF可包括执行认证的安全性上下文管理功能 (SCMF) 和安全性锚功能 (SEAF)。该SCMF可以全部或部分地管理用于控制面 and 用户面功能性两者的安全性上下文。

[0046] 在一些示例中, RAN 100可实现移动性和切换 (即, UE的连接从一个无线电信道转移到另一无线电信道)。例如, 在与调度实体的呼叫期间、或在任何其他时间, UE可监视来自其服务蜂窝小区的信号的各种参数以及相邻蜂窝小区的各种参数。取决于这些参数的质量, UE可维持与一个或多个相邻蜂窝小区的通信。在该时间期间, 如果UE从一个蜂窝小区移动到另一蜂窝小区, 或者如果来自相邻蜂窝小区的信号质量超过来自服务蜂窝小区的信号质量达给定的时间量, 则UE可以进行从服务蜂窝小区到相邻 (目标) 蜂窝小区的移交或切换。例如, UE 124可从对应于其服务蜂窝小区102的地理区域移动到对应于邻居蜂窝小区106的地理区域。当来自邻居蜂窝小区106的信号强度或质量超过其服务蜂窝小区102的信

号强度或质量达给定的时间量时,UE 124可向其服务基站110传送指示该状况的报告消息。作为响应,UE 124可接收切换命令,并且该UE可经历至蜂窝小区106的切换。

[0047] 在各种实现中,RAN 100中的空中接口可以利用有执照频谱、无执照频谱、或共享频谱。有执照频谱一般藉由移动网络运营商从政府监管机构购买执照来提供对频谱的一部分的专有使用。无执照频谱提供了对频谱的一部分的共享使用而无需政府准予的执照。虽然一般仍然需要遵循一些技术规则来接入无执照频谱,但任何运营商或设备可获得接入。共享频谱可落在有执照与无执照频谱之间,其中可能需要技术规则或限制来接入频谱,但频谱可能仍然由多个运营商和/或多个RAT共享。例如,有执照频谱的一部分的执照持有者可提供有执照共享接入(LSA)以将该频谱与其他方共享,例如,利用合适的执照持有方确定的条件来获得接入。

[0048] 在一些示例中,可调度对空中接口的接入,其中调度实体(例如,基站)在其服务区域或蜂窝小区内的一些或全部设备和装备之中分配用于通信的资源(例如,时频资源)。在本公开内,如以下进一步讨论的,调度实体可负责调度、指派、重新配置、以及释放用于一个或多个被调度实体的资源。即,对于被调度的通信而言,UE或被调度实体利用由调度实体分配的资源。

[0049] 基站不是可以用作调度实体的唯一实体。即,在一些示例中,UE可用作调度实体,从而调度用于一个或多个被调度实体(例如,一个或多个其他UE)的资源。例如,两个或更多个UE(例如,UE 138、140和142)可使用侧链路信号137彼此通信而无需通过基站中继该通信。在一些示例中,UE 138、140和142可以各自充当调度实体或传送方侧链路设备和/或被调度实体或接收方侧链路设备,以在不依赖于来自基站的调度或控制信息的情况下调度资源并在其间传达侧链路信号137。在其他示例中,在基站(例如,基站112)的覆盖区域内的两个或更多个UE(例如,UE 126和128)也可在直接链路(侧链路)上传达侧链路信号127,而无需通过基站112来传达该通信。在该示例中,基站112可以将资源分配给UE 126和128以用于侧链路通信。在任一情形中,此类侧链路信令127和137可被实现在对等(P2P)网络、设备到设备(D2D)网络、交通工具到交通工具(V2V)网络、车联万物(V2X)、网状网络或其他合适的直接链路网络中。

[0050] 在一些示例中,D2D中继框架可被包括在蜂窝网络内,以促成经由D2D链路(例如,侧链路127或137)到/自基站112的通信的中继。例如,在基站112的覆盖区域内的一个或多个UE(例如,UE 128)可以作为中继UE来操作以扩展基站112的覆盖区域,提高到一个或多个UE(例如,UE 126)的传输可靠性,和/或允许基站从例如由于阻挡或衰落而发生故障的UE链路中恢复。

[0051] 可由V2X网络使用的两种主要技术包括基于IEEE 802.11p标准的专用短射程通信(DSRC)和基于LTE和/或5G(新无线电)标准的蜂窝V2X。为了简单起见,本公开的各个方面可以涉及新无线电(NR)蜂窝V2X网络,在本文中被称作V2X网络。然而,应理解,本文所公开的概念可以不限于特定的V2X标准,或者可以针对除V2X网络之外的侧链路网络。

[0052] 根据一个方面,调度实体和/或被调度实体可被配置成用于波束成形和/或多输入多输出(MIMO)技术。图2是解说根据本文所描述的一些方面的支持波束成形和/或多输入多输出(MIMO)通信的无线通信系统200的示图。在MIMO系统中,发射机202包括多个发射天线204(例如,N个发射天线),并且接收机206包括多个接收天线208(例如,M个接收天线)。由

此,从发射天线204到接收天线208有 $N \times M$ 个信号路径210。发射机202和接收机206中的每一者可例如在调度实体、被调度实体、或任何其他合适的无线通信设备中实现。

[0053] 对此类多天线技术的使用使得无线通信系统200能够利用空域来支持空间复用、波束成形、以及发射分集。空间复用可被用于在相同时频资源上同时传送不同的数据流(也被称为层)。这些数据流可被传送给单个无线通信设备以增大数据率或传送给多个无线通信设备以增加系统总容量,后者被称为多用户MIMO(MU-MIMO)。这是藉由对每一数据流进行空间预编码(即,将这些数据流乘以不同加权和相移)并且随后在下行链路上通过多个发射天线传送每一经空间预编码的流来达成的。经空间预编码的数据流带有不同空间签名地抵达(诸)无线通信设备处,这些不同的空间签名使得每个无线通信设备能够恢复旨在去往该无线通信设备的一个或多个数据流。在上行链路上,每个无线通信设备传送经空间预编码的数据流,这使得基站能够标识每个经空间预编码的数据流的源。

[0054] 数据流或层的数目对应于传输的秩。一般而言,MIMO系统(例如,支持MIMO的无线通信系统200)的秩受限于发射或接收天线204或208的数目中较低的一者。附加地,无线通信设备处的信道状况以及其他考虑(诸如基站处的可用资源)也可能影响传输秩。例如,指派给下行链路上的特定无线通信设备的秩(并且因此,数据流的数目)可基于从该无线通信设备传送给基站的秩指示符(RI)来确定。RI可基于天线配置(例如,发射和接收天线的数目)以及每个接收天线上的测得信号干扰噪声比(SINR)来确定。RI可指示例如在当前信道状况下可以支持的层数。基站可使用RI连同资源信息(例如,可用资源以及要调度用于无线通信设备的数据量)来向无线通信设备指派传输秩。

[0055] 在时分双工(TDD)系统中,UL和DL是互易的,其中每一者使用相同频率带宽的不同时隙。因此,在TDD系统中,基站可基于UL SINR测量(例如,基于从UE传送的探测参考信号(SRS)或其他导频信号)来指派用于DL MIMO传输的秩。基于所指派的秩,基站可随后利用针对每层的单独的C-RS序列来传送信道状态信息-参考信号(CSI-RS)以提供多层信道估计。根据该CSI-RS,UE可测量跨各层和各资源块的信道质量并且向基站反馈信道状态指示符(CQI)和秩指示符(RI)值以供在更新秩以及指派用于将来下行链路传输的RE时使用。

[0056] 在最简单的情形中,如图2中示出的,2x2 MIMO天线配置上的秩2空间复用传输将从每个发射天线204传送一个数据流。每一数据流沿信号路径210中的不同的一者到达每个接收天线208。接收机206随后可使用接收自每个接收天线208的信号来重构这些数据流。

[0057] 波束成形是可在发射机202或接收机206处使用的信号处理技术,以沿着发射机202与接收机206之间的空间路径对天线波束(例如,发射波束或接收波束)进行成形或引导。可通过组合经由天线204或208(例如,天线阵列模块的天线振子)传达的信号来实现波束成形,以使得这些信号中的一些信号经历相长干涉,而其他信号经历相消干涉。为了产生期望的相长/相消干涉,发射机202或接收机206可以将幅度和/或相位偏移应用于从与发射机202或接收机206相关联的每个天线204或208传送或接收的信号。

[0058] 在5G新无线电(NR)系统中,尤其是针对高于6GHz或mmWave系统,经波束成形的信号可被用于大多数下行链路信道,包括物理下行链路控制信道(PDCCH)和物理下行链路共享信道(PDSCH)。另外,广播控制信息(诸如主系统信息块(MSIB)、时隙格式指示符(SFI)和寻呼信息)可以按波束扫描的方式来传送,以使得传送接收点(TRP)(例如,gNB)的覆盖区域中的所有被调度实体(UE)能够接收该广播控制信息。另外,对于配置有波束成形天线阵列

模块的无线通信设备,经波束成形的信号也可用于上行链路信道(包括物理上行链路控制信道(PUCCH)和物理上行链路共享信道(PUSCH))。

[0059] 图3是解说根据本文所描述的一些方面的无线通信设备300的示例的示图。无线通信设备300可以是配置成在mmWave频带(例如,FR2或更高)中传送和接收信号的5G无线通信设备。无线通信设备300可包括至少一个天线阵列模块;然而,应理解,无线通信设备300可包括任何数目的天线阵列模块。在图3的示例中,无线通信设备300包括三个天线阵列模块304、306、308。相应的天线阵列模块304、306、308可以各自是5G mmWave天线阵列模块,这意味着例如相应的天线阵列模块304、306、308可以各自处置话务,执行波束成形,并且提供如可在与在mmWave频带(例如,FR2或更高)中操作的5G和5G新无线电(NR)相关的3GPP规范中规定的空间覆盖。

[0060] 天线阵列模块304、306、308(以及相关信号和数据处理电路系统)可被配置成在D2D或侧链路通信期间执行朝向gNB(例如,调度实体、基站)或另一无线通信设备(例如,用户设备、被调度实体)的波束成形。它们可被配置成调整辐射功率,以例如增加在gNB(或其他无线通信设备)处接收到的能量的量,以改善信噪比,提高无线通信设备与gNB(或其他无线通信设备)之间的链路的吞吐量和质量。根据一个方面,每个天线阵列模块304可被配置成作为邻近度传感器来操作,其检测人体对象(例如,手指、耳朵、脸颊或其他身体部位或身体表面)与一个或多个相应天线阵列模块304、306、308的接触,或者检测人体对象与一个或多个相应天线阵列模块304、306、308的邻近度。如本文所使用的,例如,人体对象可以是。

[0061] 无线通信设备300可包括外壳302。外壳302可包括显示器310和后表面312。无线通信设备300可以对应于图1和图2中解说的任何无线通信设备(例如,被调度实体)。

[0062] 天线阵列模块304、306、308可以位于无线通信设备300的外壳302中使得每个天线阵列模块304、306、308能够覆盖围绕无线通信设备300的球体的相应部分的位置处。具体而言,天线阵列模块304可被配置成生成多个波束314,天线阵列模块306可被配置成生成多个波束316,并且天线阵列模块308可被配置成生成多个波束318。该多个波束314、316、318中的每一者都可以指向相应天线阵列模块304、306、308的覆盖区域(例如,球体)的不同部分。在一个示例中,宽波束315可以附加地或替换地被形成以用于传输和/或接收。一般而言,基站可以在下行链路和上行链路两者上使用相应的波束对与无线通信设备300进行通信。用于下行链路和上行链路的波束对链路(BPL)可包括来自相同天线阵列模块304、306、308或不同天线阵列模块304、306、308的波束。

[0063] 每天线阵列模块304、306、308生成的多个波束314、316、318的数目可以取决于例如每个天线阵列模块304、306、308中的天线子阵列的数目。一般而言,为了满足下行链路传输(例如,从gNB到无线通信设备300)的链路预算要求,每个天线阵列模块304、306、308可支持模块中每N个天线子阵列N个波束。例如,假设每天线阵列模块304、306、308存在两个天线子阵列($N=2$),则无线通信设备300可以由每个天线阵列模块支持 $2N$ (例如, $2N=2*2=4$)个波束,且总共 $6N$ (例如, $3*2N=6N$)个波束。相应地,对于 $N=2$,如图3的示例中所示,无线通信设备300可以支持总共12个波束(例如,来自每个天线阵列模块304、306、308的四个波束)。然而,应理解,每个天线阵列模块304、306、308可以支持任何合适数目的波束。

[0064] 在上行链路上,由天线阵列模块304、306、308产生的多个mmWave波束314、316、318中的每一者是定向波束,其可沿从天线阵列模块304、306、308向外延伸的波束路径传播。天

线阵列模块304、306、308中的每一者将由mmWave波束产生的(例如,如以RF功率密度测得的)射频(RF)辐射集中在与mmWave波束的路径的方向相对应的区域中。

[0065] FCC已经对来自此类mmWave波束的对人体组织的最大准许照射量(MPE)进行了限制。在一种办法中,传送方天线阵列模块的MPE功率密度阈值被限制为不超过 $1.0\text{mW}/\text{cm}^2$ 、 $4.0\text{mW}/\text{cm}^2$ 等。可以在平均时间(例如,MPE时间窗口)上对功率密度取平均,其中平均时间可以取决于传输的频率。在一个此类示例中,对于较高的频率,平均时间较短。在一个示例中,对于范围介于6GHz至10GHz之间的频率,平均时间可以为30秒,对于范围介于10GHz至16GHz之间的频率,平均时间为14秒,对于范围介于16GHz至24GHz之间的频率,平均时间为8秒,对于范围介于24GHz至42GHz之间的频率,平均时间为4秒,对于范围介于42GHz至95GHz之间的频率,平均时间为2秒,等等。遵循MPE标准可在上行链路传输上对占空比和发射功率两者施加限制。这些约束可导致蜂窝小区覆盖和用户体验(例如,呼叫稳定性和吞吐量)两者的降级。无线通信设备可以随时间监视和调整功率输出,以遵循照射量限制。对功率输出的监视和调整可以基于给定时段(例如,MPE时间窗口)上在给定射频处的平均照射量。

[0066] RF辐射/功率密度随距发射天线的距离而以较高速率衰减。因此,当人体组织不在波束路径中或者距发射天线较远时,上行链路传输导致显著较低的照射量。因此,使用无线通信设备300的感测或检测能力来确定哪些天线阵列模块304、306、308在人体组织附近可以有助于遵循FCC MPE规定。附加地或替换地,当无线通信设备300调整输出功率以限制照射量时,可以提示用户将人体组织(例如,一般而言属于手指、拇指和头部)从天线阵列模块304、306、308移开,以使得在人体组织不再靠近天线阵列模块304、306、308之后,可以以较高功率来传送未来传输以改进上行链路信号质量。

[0067] 无线通信设备300可以实现邻近度感测以确定手(例如,手指、拇指、手掌)是否靠近或覆盖任何天线阵列模块304、306、308。如果靠近或覆盖,则无线通信设备300可以例如警告用户移动手或降低发射机功率电平以满足MPE规定。

[0068] 无线通信设备可以使用物理参数传感器(诸如热传感器、电容传感器、显示触摸传感器、红外传感器和相机)来实现邻近度传感器。当实现为邻近度传感器时,这些物理参数传感器可被称为“外部”邻近度传感器,即使它们位于无线通信设备的外壳内。然而,此类外部邻近度传感器的实现可以是庞大且耗功率的。另外,将外部传感器(未示出)放置成毗邻于一个或多个天线阵列模块304、306、308可以增加无线通信设备300的成本和复杂性,占用无线通信设备600的外壳内的宝贵空间,并且占用无线通信设备300的外壳内的电路板上的宝贵的占用面积。此外,mmWave频带的固有行为保证无线通信设备安装多个mmWave天线阵列模块。因此,为了实现邻近度检测,无线通信设备可以在每个mmWave天线阵列模块旁边安装一外部邻近度传感器。使用物理参数传感器作为外部邻近度传感器的上述负面方面使得它们在启用mmWave的无线通信设备中的使用是不期望的。

[0069] 一种替代方案涉及使用集成到无线电通信RF芯片中的mmWave邻近度传感器。除了节省印刷电路板的占用面积和功耗方面的优势之外,经集成的mmWave邻近度传感器还允许比外部传感器更快的速率感测和更高的可靠性。

[0070] 然而,经集成的mmWave邻近度传感器对天线阵列模块的机械外壳极为敏感。较高的机械公差可由于制造变化而产生,并且可显著降级经集成的mmWave邻近度传感器的性能。

[0071] 替换地,可以执行mmWave邻近度传感器的工厂开放空间校准。工厂开放空间校准可以保留较高的检测性能。然而,工厂开放空间校准可涉及使用消声室,该消声室可能很大,并且建造、操作和维护的成本很高。此外,工厂开放空间校准可具有有限的价值,因为此类校准并未计及终端用户可在无线通信设备的侧面、背面和/或正面上放置的保护盖。保护盖可影响工厂开放空间校准的准确性。

[0072] 图4是解说根据本文所描述的一些方面的定位在代表开放空间的假想半球内的图3的无线通信设备300的示例的示图。假想半球可以实现该假想半球内的围绕无线通信设备的开放空间400的可视化。仅为了便于解说,图4描绘了具有固定的开放空间边界402的假想半球。

[0073] 开放空间边界402可以从天线阵列模块304、306、308延伸预定距离404。在一些示例中,预定距离404可以是约30-60cm或更具体地约30-40cm。在其他示例中,预定距离可以是距天线阵列模块约一臂的长度。在其他示例中,每个预定距离404可包括距每个天线阵列模块304、306、308或距无线通信设备300的中心的距离的相应范围。在一个示例中,每个预定距离404或距离范围可以沿着相应天线的波束路径从天线阵列模块304、306、308向外延伸。在一些示例中,距离范围可基于例如天线阵列模块304、306、308的发射功率而是可变的。相应的预定距离或预定距离的相应范围可以彼此不同。预定距离和距离范围的这些先前描述是示例性且非限制性的。出于实际目的,开放空间边界402可以是围绕无线通信设备300的非晶球体形状。

[0074] 在本文所描述的示例中,对于开放空间校准和邻近度检测两者,无线通信设备300可以将来自天线阵列模块304、306、308中的每一者的邻近度测试信号辐射到开放空间400中。在被配置为邻近度传感器之前,可以将相应的天线阵列模块304、306、308校准到开放空间400。开放空间400内的空间体积可被用于开放空间校准。开放空间400也可被称为自然开放空间。

[0075] 无线通信设备300可以将相应天线阵列模块304、306、308中的多个天线中的至少一个天线配置成将来自相应的天线阵列模块304、306、308的邻近度测试信号传送到开放空间400(例如,没有对象的开放空间)中。无线通信设备300还可以将相应天线阵列模块304、306、308的至少两个其他交叉极化天线配置成接收邻近度测试信号的(例如,经反射、经扰动、未经扰动)版本。邻近度测试信号的传输和邻近度测试信号的版本的接收可以同时发生。根据一些方面,当在开放空间校准期间遵循开放空间校准指令(例如,将无线通信设备保持在距任何对象(包括人体对象)约30-60cm)进行测量时,邻近度测试信号的收到版本可以是所传送的邻近度测试信号的未经扰动版本。根据一些方面,当相应的天线阵列模块304、306、308被配置为邻近度传感器并且对象靠近或覆盖相应的天线阵列模块304、306、308时,邻近度测试信号的收到版本可以是所传送的邻近度测试信号的经扰动版本。

[0076] 邻近度测试信号的收到版本在本文中可被称为在相应的天线阵列模块304、306、308的交叉极化天线处接收到的第一信号。对于每个交叉极化的接收天线,第一信号可以用复数值来表示。当遵循开放空间校准指令进行测量时,在交叉极化天线处接收到的第一信号在本文中可被称为开放空间校准值。当在邻近度传感器操作期间进行测量时,在交叉极化天线处接收到的第一信号在本文中可被称为测得的开放空间值。这些值可被存储在无线通信设备600的存储器610中。例如,在图6的无线通信设备600的存储器610中,开放空间校

准值可被存储在开放空间校准值寄存器631中。测得的开放空间值可被存储在测得的开放空间值寄存器632中。词语“值”和“多个值”可被互换使用。例如,一个或多个值(包括一个或多个复数、实数和虚数和/或幅度和角度值)可被存储在本文所描述的任何寄存器中。

[0077] 相应天线阵列模块304、306、308中被配置成在开放空间校准期间接收邻近度测试信号的版本的的天线不应接收传送到开放空间400中的任何经反射的邻近度测试信号。由于在校准期间在开放空间400中不存在从其接收邻近度测试信号的经反射版本或邻近度测试信号的经扰动版本的对象,因此导致没有反射。相应地,在开放空间校准期间接收到的任何信号(例如,第一信号)都可以归因于未经扰动的邻近度测试信号从发射天线到交叉极化接收天线的泄漏。类似地,在邻近度传感器操作期间接收到的任何信号都可以归因于经扰动的邻近度测试信号从发射天线到交叉极化接收天线的泄漏。在开放空间校准操作和邻近度传感器操作两者中,可以按比背景噪声和/或交叉极化天线本身的接收机链中的接收机的噪声高数十dB的水平来传送邻近度测试信号。在每个交叉极化天线处接收到的信号的幅度可以相应地高于噪声,并且可以在接收机链中的放大器的线性区域中。因此,无线通信设备可以将开放空间校准期间接收到的信号用作阈值水平或阈值。在交叉极化天线处接收到的邻近度测试信号的版本与从发射天线传送的邻近度测试信号之间的差异(例如,幅度和相位上的差异)归因于对象占据了靠近天线阵列模块(在开放空间内)的空间或与天线阵列模块接触。此类对象包括具有人体组织的那些对象,包括手指、拇指、手掌和头部。为了便于参考,人体解剖结构的这些组织承载特征在本文中一般被称为人体对象。

[0078] 图5是解说根据本文所描述的一些方面的被配置成感测人体对象与天线阵列模块504、506、508的邻近度或人体对象与天线阵列模块504、506、508的接触的无线通信设备500的示图。无线通信设备500包括外壳502。外壳502可以被部分地包封在保护盖512内并且耦合至保护盖512。无线通信设备500包括在外壳502内的三个天线阵列模块504、506、508。天线阵列模块504、506、508沿着无线通信设备500的左侧、顶部和右侧定位在外壳502内,并且毗邻于保护盖512且至少部分地被保护盖512覆盖。无线通信设备500包括位于XY平面中的显示器510。无线通信设备500的后表面被隐藏起来不可见。保护盖512可以包封无线通信设备500的(隐藏的)后表面和侧面的至少某个部分。一个或多个附加天线阵列模块(未示出)可以被安装为在无线通信设备的外壳502内毗邻于无线通信设备500的后表面(未示出)并且毗邻于保护盖512。

[0079] 在图5的示例中,天线阵列模块504、506、508各自被配置为天线阵列模块邻近度传感器。为了将天线阵列模块504、506、508配置为天线阵列模块邻近度传感器,每个给定天线阵列模块504、506、508中的至少一个天线可被配置成传送邻近度测试信号。给定天线阵列模块504、506、508的至少两个其他交叉极化天线可被配置成以邻近度测试信号的交叉极化版本的形式接收来自发射天线的泄漏。邻近度测试信号的交叉极化的收到版本可以是未经扰动的(例如,在开放空间校准期间)或者经扰动的(在对象可以靠近或覆盖相应的天线阵列模块504、506、508时的邻近度传感器操作期间)。将天线阵列模块504、506、508用作邻近度传感器避免了将一个或多个单独的物理参数传感器(诸如图6的物理参数传感器624)用作邻近度传感器的需要。然而,物理参数传感器可被用于其他目的。

[0080] 根据本文所描述的各方面,出于邻近度检测的目的,可以不必指示与对象(例如,人体对象或保护盖)发生了接触,或者不必提供对象与给定天线阵列模块504、506、508之间

的特定距离。出于邻近度检测的目的,检测保护盖在天线阵列模块504、506、508上的邻近度或人体对象相对于天线阵列模块504、506、508的邻近度可以是足够的。

[0081] 在图5中,为了便于解说,无线通信设备500的显示器510和用户面部的前平面位于平行或基本平行的XY平面中。用户的视轴可以沿着垂直于XY平面的Z轴。该取向仅仅是示例,并且应理解,其他取向可以由本文所描述的过程或装置来利用。

[0082] 在图5中,用户的左手握住无线通信设备500,使得用户的手的中指正覆盖天线阵列模块508的至少一部分。用户的食指毗邻于天线阵列模块508。用户的左手拇指靠近天线阵列模块504。在这种取向中,用户的拇指将在图4中描述的开放空间400内。用户的手指和拇指的位置将足以导致在左天线阵列模块504和右天线阵列模块508处接收到的每个邻近度测试信号的交叉极化扰动不同于先前(在用户的手指和拇指不靠近天线阵列模块504、506、508中的任一者的情况下)测得的开放空间交叉极化扰动。

[0083] 在一个示例中,在天线阵列模块504处,具有一个相对于另一个的不同极化(例如,交叉极化)的两个接收天线可以接收从天线阵列模块504的至少一个发射天线传送的邻近度测试信号(例如,邻近度测试信号的电磁场)。在开放空间校准期间,无线通信设备500将邻近度测试信号传送到开放空间中。开放空间没有任何可能扰动邻近度测试信号的对象。例如,在开放空间环境中,在两个接收天线处几乎不可能接收到任何经反射的能量;此外,在两个接收天线附近的辐射传输可以不被开放空间中的任何对象扰动。另一方面,当对象(例如,拇指)在被定义为开放空间的区域内或与天线阵列模块504接触时,对象的存在扰动所传送的邻近度测试信号。该扰动使得代表在交叉极化的接收天线处接收到的邻近度测试信号的值不同于在开放空间环境中(例如,在开放空间校准期间)测得的值。

[0084] 在天线阵列模块504、506、508的一个示例中,可以存在四个天线振子。每个天线振子的端口可以是水平极化的或垂直极化的。相应地,在四天线配置中,两个天线可具有垂直极化,并且两个天线可具有水平极化。更多数目个或更少数目个天线阵列模块、每天线阵列模块不同数目个天线、天线极化的不同分布、以及甚至极化的不同类型和组合(诸如垂直、水平和圆极化)都在本公开的范围之内。在本文所描述的各方面中,可以从每个相应天线阵列模块504、506、508的至少一个天线传送邻近度测试信号。邻近度测试信号可以由每个相应天线阵列模块504、506、508的至少两个其他交叉极化天线来接收。例如,交叉极化是指第一天线可以是水平极化的而第二天线可以是垂直极化的。

[0085] 如上所述,为了遵循MPE限制,无线通信设备500可能需要知晓(例如,检测、确定)对象(例如,人体对象)是否位于天线阵列模块504、506、508中的至少一者附近或者覆盖天线阵列模块504、506、508中的至少一者。如果对象位于天线阵列模块504、506、508中的至少一者附近或覆盖天线阵列模块504、506、508中的至少一者,则无线通信设备500可能需要减小发射机输出功率以保持在MPE限制内。通过不使用用户的任何组织在mmWave频带(例如,FR2及以上)中经受过大的功率,遵循MPE限制可保护用户的健康。

[0086] 在一些示例中,无线通信设备500可以发起天线阵列模块邻近度传感器到开放空间的校准(例如,与图8的开放空间校准过程800或图9的900类似的开放空间校准过程),以在无线通信设备500在线(例如,启动、开启、通电)时校准天线阵列模块504、506、508以供用作天线阵列模块邻近度传感器。

[0087] 在其他示例中,无线通信设备500可以在(例如,经由图6的用户接口616)从用户接

收到指示(例如但不限于)保护盖型号的改变或执行开放空间校准过程的命令的输入之际发起开放空间校准过程。在接收到由用户输入驱动的这些示例性指示或与关于开放空间校准的用户输入有关的任何其他指示之际,无线通信设备500可以发起开放空间校准过程。

[0088] 在另一示例中,无线通信设备600可以响应于检测到保护盖与无线通信设备500的耦合、保护盖在无线通信设备500上的放置或替换,或者以其他方式接收到关于保护盖可被放置在无线通信设备上的指示而发起开放空间校准过程。

[0089] 无线通信设备500可以按若干种方式来检测保护盖在无线通信设备500上的放置。例如,无线通信设备500可被提供有近似于无线通信设备500(例如,所谓的“裸机”)的预期开放空间签名或给定盖的预期开放空间签名(或将无线通信设备的裸机签名转换为具有给定盖的无线通信设备的签名的变换)的开放空间校准数据。可以从相同型号的许多无线通信设备的表征(例如,数十或数百或数千的取平均表征)中获得所提供的开放空间校准数据。所提供的开放空间校准数据在本文中可被称为经表征的开放空间校准值。经表征的开放空间校准值可被例如存储在经表征的开放空间校准值寄存器(例如,图6的634)中。工厂提供的开放空间校准值对检测盖与无线通信设备何时耦合可以是有用的。无线通信设备可以使用工厂提供的经表征的开放空间校准值来与用户测得的开放空间校准值进行比较。如果工厂提供的经表征的开放空间校准值和用户测得的开放空间校准值彼此相差超过一预定值,则无线通信设备可以检测到新的保护盖与该无线通信设备耦合。

[0090] 检测无线通信设备上新盖的存在或盖的替换的另一方式可以用集成到无线通信设备中的射频标识(RFID)设备(例如,图6的RFID设备618)来实现。根据此类方面,当保护盖被耦合至无线通信设备时,RFID设备可以读取粘附在保护盖上或嵌入在保护盖中的RFID标签。与保护盖相关联的RFID标签的读取可以使无线通信设备执行开放空间校准过程,诸如举例而言图8的开放空间校准过程800或图9的900。开始、初始化或触发开放空间校准过程的其他方式在本公开的范围之内。

[0091] 一旦校准到开放空间,天线阵列模块(配置为天线阵列模块邻近度传感器)就可以能够检测与该天线阵列模块接触或靠近该天线阵列模块的人体对象的存在。可以通过理解例如在由天线阵列模块上放置的手指引起扰动时在该天线阵列模块的交叉极化接收天线处接收到的扰动将不同于或大于在无线通信设备500的开放空间校准期间测得(且记录)的扰动来促成检测。

[0092] 图6是解说根据本文所描述的一些方面的采用处理系统602的无线通信设备600的硬件实现的示例的示图。例如,无线通信设备600可以是以上参考图1至5示出和描述的任何用户装备或被调度实体。

[0093] 无线通信设备600可使用包括一个或多个处理器604的处理系统602来实现。处理器604的示例包括微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、选通逻辑、分立硬件电路、以及配置成执行本公开通篇描述的各种功能性的其他合适硬件。在各个示例中,无线通信设备600可被配置成执行本文中所描述的任何个或多个功能。即,如在无线通信设备600中利用的处理器604可被用来实现以下所描述的任何个或多个过程和规程。

[0094] 在该示例中,处理系统602可被实现成具有由总线608一般化地表示的总线架构。取决于处理系统602的具体应用和总体设计约束,总线608可包括任何数目的互连总线和桥

接器。总线608将包括一个或多个处理器(一般由处理器604表示)、存储器610和计算机可读介质(一般由计算机可读介质612表示)的各种电路链接在一起。总线608还可链接各种其他电路,诸如定时源、稳压器和功率管理电路,这些电路在本领域中是众所周知的,且因此将不再进一步描述。

[0095] 总线接口614提供总线608与收发机628之间的接口。收发机628提供用于通过传输介质(例如,空中接口)与各种其它装置进行通信的手段。收发机628可进一步被耦合至一个或多个天线阵列模块630。在一些示例中,收发机628和天线阵列模块630可被配置成使用定向波束成形(例如,使用上行链路和下行链路中的每一者上的单波束或波束对链路(BPL))在mmWave频带(例如,FR2)中进行传送和接收。总线接口614进一步提供总线608与用户接口616(例如,键盘、显示器、触摸屏、扬声器、话筒、控制旋钮等)之间的接口。

[0096] 无线通信设备600的一个或多个天线阵列模块630可被配置为天线阵列模块邻近度传感器。该一个或多个天线阵列模块630可被配置成传送和接收邻近度测试信号。邻近度测试信号可被为无线通信设备600定义的开放空间内的人体对象扰动。该扰动可由无线通信设备600来测量,并且被用于检测人体对象与该一个或多个天线阵列模块630的邻近度。在一些示例中,该一个或多个天线阵列模块630可以对应于图3和4中所示的天线阵列模块304、306、308或图5中所示的天线阵列模块504、506、508。

[0097] 总线608还可以链接各种外围设备。外围设备可包括射频标识(RFID)设备618。RFID设备618可以与具有耦合到其上的RFID标签的保护盖结合使用。当具有RFID标签的保护盖被耦合至无线通信设备600时,RFID设备618可以感测到RFID标签并且可以发信号通知处理系统602,以向处理系统602提供关于保护盖可被耦合至无线通信设备600的指示。根据一些示例,该信号还可以传达关于例如保护盖的制造商和型号的信息。处理系统602的处理器604的开放空间校准电路系统642可以利用该信息来改变、修改或变换在开放空间校准过程期间测得的开放空间校准值。处理系统602的处理器604的邻近度电路系统643可以利用该信息来改变、修改或变换在邻近度传感器操作期间测得的测得开放空间值。

[0098] 外围设备可包括振动设备620。振动设备620可被配置成引起无线通信设备600的振动。振动可以构成由无线通信设备600提供给用户的触觉反馈。例如,在开放空间校准期间,无线通信设备600可以显示指令用户改变该用户在无线通信设备600上的抓握的指令。该指令可以指令用户在无线通信设备600的显示器上显示的线的下方握住该无线通信设备600。无线通信设备600可以(例如,使用与显示器相关联的电容式触敏特征)感测到用户的手指在线的上方。在这种情况下,无线通信设备600可以使振动设备620振动,从而提醒用户未遵循所显示的指令。

[0099] 外围设备可包括电源622,其在本领域中是众所周知的,并且因此将不再进一步描述。

[0100] 外围设备可包括物理参数传感器624(诸如热传感器、电容式传感器、显示触摸传感器、红外传感器和相机)。物理参数传感器624在本领域中是众所周知的,并且将不再进一步描述。

[0101] 外围设备还可包括一个或多个运动传感器626(例如,加速度计、陀螺仪)。运动传感器626可被用于确定沿着无线通信设备600的六个自由度中的每个自由度的加速度变化和绕每个自由度的角加速度。根据一些方面,无线通信设备600可以使用运动传感器626来

确定用户是否可以遵循开放空间校准指令来握住无线通信设备。运动传感器626可被用于检测无线通信设备600在校准过程期间的运动。在开放空间校准过程期间表现出缺乏运动的无线通信设备指示未遵循开放空间校准指令。运动可包括在用户的手指或拇指覆盖天线阵列模块630时由用户的心跳引起且由天线阵列模块630检测到的微运动。

[0102] 处理器604可以负责管理总线608和一般性处理,包括对存储在计算机可读介质612上的软件的执行。软件应当被宽泛地解释成意为指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行件、执行的线程、规程、函数等,无论其是用软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言、还是其他术语来述及皆是如此。软件在由处理器604执行时致使处理系统602执行以下针对任何特定装置描述的各种功能。计算机可读介质612和存储器610还可被用于存储可由处理器604在执行软件时操纵的数据。

[0103] 计算机可读介质612可以是非瞬态计算机可读介质。该非瞬态计算机可读介质可以存储计算机可执行代码(例如,软件),该计算机可执行代码包括用于使得无线通信设备600执行以下针对任何特定装置描述的各种功能的代码。作为示例,非瞬态计算机可读介质包括磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁带)、光盘(例如,压缩碟(CD)或数字多用碟(DVD))、智能卡、闪存设备(例如,卡、棒或钥匙型驱动器)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电可擦除PROM(EEPROM)、寄存器、可移动盘、以及用于存储可由计算机访问和读取的软件和/或指令的任何其他合适介质。计算机可读介质612可驻留在处理系统602中、在处理系统602外部、或跨包括处理系统602的多个实体分布。计算机可读介质612可被实施在计算机程序产品中。作为示例,计算机程序产品可包括封装材料中的计算机可读介质。在一些示例中,计算机可读介质612可以是存储器610的一部分。本领域技术人员将认识到如何取决于具体应用和加诸于整体系统上的总体设计约束来最佳地实现本公开中通篇给出的所描述的功能性。

[0104] 根据一个方面,处理器604可包括被配置成用于各种功能的电路系统。例如,处理器604可包括被配置成与基站通信的通信和处理电路系统641。在一些示例中,通信和处理电路系统641可包括提供执行与无线通信(例如,信号接收和/或信号传输)和信号处理(例如,处理收到信号和/或处理用于传输的信号)相关的过程的物理结构的一个或多个硬件组件。在一些示例中,通信和处理电路系统641可被配置成生成且经由收发机628和天线阵列模块630在mmWave频率处传送上行链路信号。另外,通信和处理电路系统641可被配置成经由天线阵列模块630和收发机628来接收和处理下行链路mmWave信号。通信和处理电路641可以进一步被配置成执行存储在计算机可读介质612上的通信和处理软件651以实现本文所描述的一个或多个功能。

[0105] 处理器604可进一步包括开放空间校准电路系统642。开放空间校准电路系统642可由无线通信设备600用于执行或运行开放空间校准过程,以记录在该开放空间校准过程的执行期间测得的开放空间校准值(例如,交叉极化扰动的测量)。在一个方面,开放空间校准电路系统642可以将来自天线阵列模块630的邻近度测试信号从天线阵列模块630传送到开放空间中。开放空间校准电路系统642还可以测量响应于传送邻近度测试信号而在天线阵列模块630处接收到的第一信号的值。开放空间校准电路系统642可以获得响应于传送邻近度测试信号而在天线阵列模块630处的一对交叉极化天线处接收到的第一信号的值(例

如,交叉极化扰动的测量)。开放空间校准电路系统642还可以将第一信号的值作为开放空间校准值存储在存储器610的开放空间校准值寄存器631中。第一信号可以代表所传送的邻近度测试信号在交叉极化天线处接收到的未经扰动版本,其中无扰动是由与无线通信设备相关联的开放空间没有对象(例如,包括人体对象)导致的。开放空间校准电路系统642可进一步被配置成执行存储在计算机可读介质612上的开放空间校准软件652,以实现本文所描述的一个或多个功能。

[0106] 处理器604可进一步包括邻近度电路系统643,其被配置成确定对象(例如,人体对象)是否可以在如结合图4所定义和描述的开放空间内。邻近度电路系统643可进一步被配置成确定对象(例如,人体对象或保护盖)是否可以正覆盖天线阵列模块630。另外,邻近度电路系统643可被配置成根据例如保护盖在无线通信设备600上的首次安装、保护盖在无线通信设备600上的替换、或来自用户的命令来确定是否可以执行开放空间校准。

[0107] 在一些示例中,邻近度电路系统643可被配置成获得由天线阵列模块630的多个交叉极化接收天线接收到的交叉极化扰动的测量,并且将交叉极化扰动的测得值存储在测得的开放空间值寄存器632或存储器610的其他位置中。可以在开放空间校准或邻近度传感器操作期间获得测得的开放空间值。如本文所使用的,在开放空间校准过程期间获得的开放空间值可被称为开放空间校准值。相反,在邻近度传感器操作期间获得的开放空间值可被称为开放空间值。

[0108] 在另一示例中,工厂可以测量针对不具有保护盖的给定无线通信设备型号的开放空间值。该开放空间值在本文中可被称为默认开放空间值。工厂可以例如将默认开放空间值预先存储在默认开放空间值寄存器633或存储器610的另一位置中。

[0109] 在另一示例中,工厂可以表征无线通信设备(诸如无线通信设备600)的给定型号的开放空间性能。可以通过例如对从数十个或数百个相同型号的无线通信设备收集的多个开放空间校准值取平均来获得表征。工厂可以将无线通信设备600的给定型号的经表征开放空间校准值预先存储在经表征开放空间校准值寄存器634或无线通信设备600的存储器610的其他位置中。可以将由用户在开放空间校准过程期间获得的开放空间校准值与工厂提供的默认开放空间值和/或工厂提供的经表征开放空间校准值进行比较,以确定用户获得的开放空间校准值是否与工厂提供的开放空间值一致。还可以对耦合至保护盖的无线通信设备型号的相关联配对执行表征。

[0110] 邻近度电路系统643可进一步被配置成将交叉极化扰动的新测得值与先前存储的开放空间校准值进行比较。例如,将新测得的开放空间值与先前存储的测得开放空间值进行比较可被用于确保测量随时间的一致性。缺乏一致性可以指示保护盖可以不存在(例如,在先前存储的测得开放空间值或开放空间校准值是在具有保护盖的情况下获得的情况下)。缺乏一致性可以替换地指示新的保护盖已经替换了先前使用的保护盖,未遵循开放空间校准指令或对无线通信设备的损坏。

[0111] 将具有保护盖的无线通信设备的新测得的开放空间值与(不具有保护盖的相应无线通信设备型号的)默认开放空间值进行比较可被用来确定保护盖的存在。将不具有保护盖的无线通信设备的新测得的开放空间值与(不具有保护盖的相应无线通信设备型号的)默认开放空间值进行比较可被用于测量无线通信设备的当前状态与相应无线通信设备型号的出厂新状态之间的一致度。将给定天线阵列模块的新测得的开放空间值与(在被测无

线通信设备中找到的)相应天线阵列模块的给定型号的经表征开放空间校准值进行比较可被用于确定一个或多个天线阵列模块是否损坏。

[0112] 邻近度电路系统643可进一步被配置成执行存储在计算机可读介质612上的邻近度软件653,以实现本文所描述的功能中的一者或多者。

[0113] 处理器604可进一步包括运动感测电路系统644。运动感测电路系统644可以利用来自运动传感器626的输入。运动感测电路系统644可被配置成测量无线通信设备600在天线阵列模块630的开放空间校准期间的移动(例如,加速度、旋转)和取向(例如,垂直、水平取向)。无线通信设备600的运动可被用于确定用户是否遵循开放空间校准指令或伴随邻近度传感器操作的其他指令。例如,如果用户将无线通信设备放置在桌面上并且执行了开放空间校准过程,则该无线通信设备与桌子的直接毗邻将导致由开放空间校准过程返回的开放空间校准值的唯一集合,其不同于默认开放空间校准值和经表征开放空间校准值两者。与预期结果的偏离结合指示静止的无线通信设备的运动测量可由无线通信设备用于推断出(例如,确定)可能缺乏对开放空间校准指令的遵循。运动感测电路系统644可进一步被配置成执行存储在计算机可读介质612上的运动感测软件654,以实现本文所描述的一个或多个功能。

[0114] 处理器604可进一步包括用户交互电路系统645。用户交互电路系统645可由无线通信设备600用于在该无线通信设备的显示器(例如,与用户接口616包括在一起的显示器)上显示开放空间校准指令,该开放空间校准指令提示用户在无线通信设备600的开放空间校准期间握住无线通信设备600。在一些方面,用户交互电路系统645可被用于显示在不覆盖天线阵列模块630的情况下握住无线通信设备600并且确保没有对象在无线通信设备600沿来自无线通信设备600的多个方向中的每个方向的给定距离内的指令。用户交互电路系统645可进一步被配置成执行存储在计算机可读介质612上的用户交互软件655,以实现本文所描述的一个或多个功能。

[0115] 一般而言,无线通信设备600的存储器610可包括开放空间校准值寄存器631、测得的开放空间值寄存器632、默认开放空间值寄存器633和经表征开放空间校准值寄存器634。存储在寄存器中的每个值可以是一个或多个复数,并且可以表示邻近度测试信号在水平和垂直极化中的交叉极化扰动。以上结合图6描述了在前值。为了简洁起见,将不再重复这些描述。

[0116] 存储器610还可包括运动传感器算法寄存器635。存储在运动传感器算法寄存器635中的运动传感器算法可以使用诸如方差、自相关或较高阶矩中的至少一者的度量来量化和/或检测开放空间校准数据中(例如,随时间变化的扰动数据的值中)的运动。用于确定方差、自相关或较高阶矩的时段可以短至约几百毫秒或长至约若干分钟。根据一些方面,无线通信设备可以在开放空间校准过程期间以及还在邻近度传感器操作期间执行方差、自相关、较高阶矩或其他统计操作的组合。运动传感器算法可以评估其输入,并且基于可包括方差、自相关和较高阶矩中的一者或多者的统计操作,指示用户是否遵循了指令。未遵循指令可导致显示附加指令,这可导致用户重复开放空间校准过程。

[0117] 图7A和图7B解说了根据本文所描述的一些方面的在用户的手中的无线通信设备700。在两个图中,无线通信设备700在保护盖712内(例如,耦合至保护盖712)。保护盖712可以例如在用户初始化无线通信设备700之前被耦合到无线通信设备700上。初始化可以在用

户购买后使无线通信设备700在线时或之后不久发生。初始化可以在例如购买的几分钟或几小时之内发生。替换地,保护盖712可以例如作为对先前保护盖的替换而耦合至无线通信设备700。替换地,保护盖712可以例如在无线通信设备700的首次初始化之后的例如数小时、数天、数周、数月或数年和/或在自执行首次或最新近的开放空间校准过程起的基本相似的时间之后被耦合至无线通信设备700。

[0118] 如在图5中,在图7A和7B中,无线通信设备700面向用户。无线通信设备700的显示器710和用户面部的前平面可以是平行的或基本平行的。用户的视线可以垂直于或基本垂直于这些平面。该取向仅仅是示例,并且应理解,其他取向可以由本文所描述的过程或装置来利用。为了便于解说,以图7A和图7B的取向示出了无线通信设备。

[0119] 在图7A中,用户的左手正抓握无线通信设备700。用户的手的中指覆盖天线阵列模块708的至少一部分。用户的食指紧密毗邻于天线阵列模块708。用户的左手拇指靠近天线阵列模块704。在这种取向中,用户的拇指在与至少一个天线阵列模块704相关联的开放空间体积内。如此,用户的手指和拇指的位置可足以使由左天线阵列模块704和右天线阵列模块708接收到的每个信号的交叉极化扰动不同于先前获得的(例如,在开放空间校准过程期间获得的)或由工厂在图6的默认开放空间值寄存器633或经表征开放空间校准值寄存器634或两者中预先存储的交叉极化扰动。替换地,如果所获得的开放空间值是在邻近度传感器操作期间获得的,则用户的手指和拇指的定位也将使测得的开放空间值不同于存储在开放空间校准值寄存器631、默认开放空间值寄存器633和经表征开放空间校准值寄存器634中的开放空间校准值。该差异可以使无线通信设备确定在新的开放空间校准过程中存在错误,或者对象(例如,人体对象)在开放空间中靠近或覆盖天线阵列模块630。无线通信设备700可以确定与交叉极化测量相关联的值不同于预期值,并且因此确定响应于确定该差异而采取什么动作。

[0120] 在一个示例中,无线通信设备700可以确定该差异可以是人体对象(例如,用户的手指)在天线阵列模块704、708中的一者或多者附近或在天线阵列模块704、708中的一者或多者上的结果,以及例如可能需要来自天线阵列模块704、708的更高辐射输出功率来实现承诺的信号可靠性。然而,当人体对象在天线阵列模块704、708上或附近时,无线通信设备700可能无法增加输出功率,因为增加的功率电平将超过MPE。在这种情况下,在无线通信设备可以安全地增加发射功率之前,无线通信设备700可以提醒/警告/请求用户远离天线阵列模块704、708重新定位该用户的手(例如,拇指和手指)。然而,(如在先前测得的且在无线通信设备700的存储器中存储的值与刚测得的值之间的)交叉极化扰动的差异可以是由于在无线通信设备700上添加或改变保护盖712引起的。根据这一方面,无线通信设备700可以请求用户实现(例如,执行)新的开放空间校准。

[0121] 根据新的开放空间校准的一种示例性实现,无线通信设备700可以使消息714显示在无线通信设备700的显示器710上。在图7A和7B的所解说示例中,消息714读为:“用一只手上的上面的线的下方握住手机,并且远离附近的对象。”图7B解说了遵循式手抓握,其中在无线通信设备的正面的拇指和在无线通信设备700的背面的手指在显示器710上显示的粗线下方。一旦验证了遵循消息714,无线通信设备就可以执行(例如,运行)开放空间校准过程,并且可以收集开放空间校准数据。图7B以图形方式描绘了无线通信设备700的左侧、上方和右侧的开放空间720。

[0122] 图8是解说根据本文所描述的一些方面的开放空间校准过程(例如,方法)的流程图。该过程可以是在无线通信网络中对无线通信设备的天线阵列模块进行开放空间校准的过程。无线通信设备可以是例如图1-7B的任何无线通信设备或被调度实体。如下所述,一些或全部所解说的特征可在本公开的范围内在特定实现中省略,并且一些所解说的特征可仅被用于实现一些方面。在一些示例中,该方法可由如上所述且在图6中解说的无线通信设备600、由处理器或处理系统、或者由用于执行所描述的功能的任何合适装置来执行。

[0123] 在框802,无线通信设备可以在该无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令,该开放空间校准指令提示用户在开放空间校准期间握住该无线通信设备。根据一些方面,在无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令可以进一步包括:显示在不覆盖天线阵列模块的情况下握住无线通信设备并且确保没有对象在该无线通信设备沿来自该无线通信设备的多个方向中的每个方向的给定距离内的指令。在一个示例中,给定距离可以在约30cm与60cm之间。在另一示例中,给定距离可以在约30cm与40cm之间。根据一些方面,在无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令可以进一步包括在无线通信设备的显示器上提供用户要抓住该无线通信设备的位置的可视化。例如,以上结合图6示出和描述的用户交互电路系统645和用户接口616可以提供用于在无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令的装置。

[0124] 在框804,该无线通信设备可以从该天线阵列模块传送邻近度测试信号。根据一些方面,从天线阵列模块传送邻近度测试信号并且测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值还可包括:从天线阵列模块中的至少一个天线传送邻近度测试信号,并且测量在该天线阵列模块中相对于彼此交叉极化的两个其他天线处的第一信号的值。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642、收发机628和天线阵列模块630可以提供用于从天线阵列模块传送邻近度测试信号的装置。

[0125] 在框806,无线通信设备可以测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值。根据一个方面,测量在天线阵列模块处接收到的第一信号的值可包括测量邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本。根据另一方面,测量在天线阵列模块处接收到的第一信号的值可包括作为邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本的交叉极化扰动来测量邻近度测试信号的收到版本。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642可以提供用于测量响应于传送邻近度测试信号而在天线阵列模块处接收到的第一信号的值的装置。作为另一示例,在无线通信设备将天线阵列模块630配置为邻近度传感器的情况下,以上结合图6示出和描述的邻近度电路系统643可以提供用于测量响应于传送邻近度测试信号而在天线阵列模块处接收到的第一信号的值的装置。在两个示例中,以上结合图6示出和描述的收发机628和天线阵列模块630可以提供用于分别传送和接收邻近度测试信号和第一信号的装置。

[0126] 在框808,无线通信设备可以将该第一信号的值存储为该天线阵列模块的开放空间校准值。例如,以上结合图6示出和描述的处理系统602的存储器610的开放空间校准值寄存器631以及天线阵列模块630可以提供用于将第一信号的值存储为天线阵列模块的开放空间校准值的装置。

[0127] 在框808的存储之后,无线通信设备可以进行以下操作中的至少一者:在无线通信设备的启动期间发起天线阵列模块的开放空间校准;响应于检测到保护盖至无线通信设备

的耦合而发起天线阵列模块的开放空间校准;响应于确定存储在无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值与先前的开放空间校准值之间的差异大于一预定阈值而发起天线阵列模块的开放空间校准;或者响应于接收到校准天线阵列模块的命令而发起天线阵列模块的开放空间校准。

[0128] 根据一些方面,开放空间校准过程800可进一步包括:由无线通信设备将天线阵列模块配置为天线阵列模块邻近度传感器;从该天线阵列模块传送邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第二信号的第二值;以及在第二信号的第二值不同于第一信号的值时确定对象正覆盖该天线阵列模块的至少一部分或在距该天线阵列模块的预定义距离内。

[0129] 根据其他方面,开放空间校准过程800可进一步包括:将天线阵列模块的开放空间校准值与存储在无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值进行比较;以及在开放空间校准值和经表征开放空间校准值的方差之间的差异小于一预定量时验证该天线阵列模块在测量第一信号的值期间未被覆盖。

[0130] 在一些示例中,开放空间校准过程800可进一步包括:测量无线通信设备的运动幅度;以及在该无线通信设备的运动幅度大于一预定阈值时验证用户遵循开放空间校准指令。在其他示例中,开放空间校准过程800可进一步包括:在无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令时从天线阵列模块传送邻近度测试信号。

[0131] 图9是解说根据本文所描述的一些方面的在无线通信网络中对无线通信设备的天线阵列模块进行开放空间校准的开放空间校准过程900(例如,方法)的流程图。无线通信设备可以是例如图1-8的任何无线通信设备或被调度实体。如下所述,一些或全部所解说的特征可在本公开的范围内在特定实现中省略,并且一些所解说的特征可仅被用于实现一些方面。在一些示例中,该方法可由如上所述且在图6中解说的无线通信设备600、由处理器或处理系统、或者由用于执行所描述的功能的任何合适装置来执行。

[0132] 在框902,无线通信设备可以确定是否可以执行对该无线通信设备的开放空间校准的发起(例如,是否可以是要执行对被配置为邻近度检测器的天线阵列模块的开放空间校准的发起)。例如,无线通信设备可以基于以下至少一项来确定要发起开放空间校准的执行:无线通信设备的启动可被执行;保护盖至该无线通信设备的附连可被检测到;现有的开放空间校准可能是不准确的;或者校准无线通信设备的天线阵列模块的命令可被接收到。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642可以提供用于确定是否可以执行对无线通信设备的开放空间校准的发起的装置。

[0133] 在一些示例中,无线通信设备可以通过以下操作来确定要发起开放空间校准的执行:在天线阵列模块可被配置为天线阵列模块邻近度传感器时从该天线阵列模块传送邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值;以及确定该第一信号的值可以不同于先前存储的开放空间校准值。测量第一信号的值可进一步包括确定天线阵列模块中接收第一信号的一对交叉极化天线振子之间的交叉极化扰动。

[0134] 在另一方面,无线通信设备可以确定是否发生了开放空间校准触发事件。根据一些方面,一个触发事件可以是在无线通信设备上安装第一盖或检测到第一盖在无线通信设备上的安装(例如,在购买无线通信设备之后安装第一保护盖)。另一触发事件可以是盖替

换事件。即,在无线通信设备上安装替换盖或检测到替换盖在无线通信设备上的安装(例如,重新安装或替换保护盖)。另一触发事件可以是在无线通信设备的处理器处接收到开放空间校准命令。开放空间校准命令可(例如,由用户)输入到无线通信设备。如果在框902,无线通信设备确定尚未发生触发事件,则该无线通信设备可以返回到框902。换言之,无线通信设备可以循环通过(例如,进出)框902,直到触发事件发生。如果在框902,确实发生了触发事件,则无线通信设备可以继续至框904。

[0135] 在框904,无线通信设备可以在该无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令。在无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令可包括显示以不覆盖该无线通信设备的任何天线阵列模块的方式物理地握住该无线通信设备的指令。例如,该指令可以指导用户以确保没有对象(例如,人体对象、手指、拇指等)部分或全部地覆盖无线通信设备的天线阵列模块的方式握住该无线通信设备。在一些示例中,该指令可以确保没有对象可以在无线通信设备沿来自该无线通信设备的多个方向中的每个方向的给定距离内。该多个方向可包括相对于无线通信设备的左侧、右侧、顶部、正面和/或背面的方向。给定距离可以对应于开放空间距离。给定距离可以是约30-60cm,或者更具体地可以是约30-40cm。例如,以上结合图6示出和描述的用户交互电路系统645和用户接口616可以提供用于在无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令的装置。

[0136] 开放空间校准指令可包括例如图7A、7B的消息714,即“用一只手在上面的线的下方握住手机,并且远离附近的对象。”根据另一方面,示例性消息可以读为:“用一只手在上面的线的下方握住手机,远离附近的对象,并且与面部保持一臂之遥。”根据一个方面,可以仅提供一条消息。无线通信设备在开放空间校准过程900期间的特定移动或空间内重定向可以是不必要的。用户可以在开放空间中移动无线通信设备,只要该用户遵循开放空间距离参数(例如,使无线通信设备保持远离对象(包括例如,用户的头部和身体)约30-60cm、或者更具体地约30-40cm)。例如,运动感测电路系统644结合运动传感器626可以测量移动并且向图6的开放空间校准电路系统642指示移动。

[0137] 握住无线通信设备以使得没有对象可以在距无线通信设备的左侧、右侧、顶部、正面和/或背面的给定距离内可以是建立开放空间校准所需的功能开放空间的一种方式。功能开放空间可以近似为真实开放空间。真实开放空间可以是固有的静态环境。在该上下文中,“真实”一词可意味着“实际”或“……的实际表现”。真实并不一定意味着理想或绝对。

[0138] 在一些示例中,没有任何将扰动邻近度测试信号的对象在真实开放空间的固有静态环境中移动。在没有移动的情况下,没有任何对象扰动所传送的邻近度测试信号在交叉极化接收天线处的接收。真实开放空间中的任何感知到的扰动都可归因于邻近度传感器的接收机中的噪声。对与在开放空间校准期间测得的扰动不同的扰动的检测可以指示靠近(由天线阵列模块的天线配置的)天线阵列模块邻近度传感器的对象(诸如人体对象)的存在。在一些示例中,无线通信设备可以使用(例如,存储在图6的运动传感器算法寄存器635中的)运动传感器算法来量化和/或检测所传送/所接收的邻近度测试信号的扰动。

[0139] 在框906,无线通信设备可以等待以验证该无线通信设备已就绪并且在空间中定向以用于开放空间校准。根据一个示例,无线通信设备可以通过接收来自用户的指示来验证该用户可以正在如针对开放空间校准所要求的握住该无线通信设备。例如,用户可以在空间中执行无线通信设备的快速旋转,摇动无线通信设备,在用户面部前方张开手掌,或者

用户可传达无线通信设备的就绪的任何其他方式以用于开放空间校准过程。无线通信设备可以在例如开放空间校准过程之前或期间使用上述统计操作来检测微运动。对微运动的检测可以是无线通信设备通过其确定用户是否可以正遵循开放空间校准指令的一个指示符。作为示例,无线通信设备可在被紧握在用户的手中时展现出微运动。用户的脉搏可传递到无线通信设备,从而导致该无线通信设备的微运动。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642和运动传感器626可以提供用于等待以验证无线通信设备已就绪并且在空间中定向以用于开放空间校准的装置。

[0140] 如果在框906,无线通信设备确定其可被定向以用于开放空间校准,则该无线通信设备可以返回至框906的顶部。换言之,无线通信设备可以循环通过(例如,进出)框906,直到其接收到或推导出验证该无线通信设备根据所显示的消息在空间中被定位(例如,定向)的信号。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642和运动传感器626可以提供用于供无线通信设备确定其可被定向以用于开放空间校准的装置。

[0141] 在框908,无线通信设备可以执行开放空间校准并且收集开放空间校准数据。根据一个方面,无线通信设备可以将邻近度测试信号从天线阵列模块传送到没有对象的开放空间中。根据一些方面,无线通信设备可以在显示开放空间校准指令时从天线阵列模块传送邻近度测试信号。从天线阵列模块传送邻近度测试信号并且测量在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值可进一步包括:从天线阵列模块中的至少一个天线传送邻近度测试信号,并且在该天线阵列模块中相对于彼此交叉极化的两个其他天线处接收第一信号。收到邻近度测试信号可以是未经扰动的(例如,在没有对象存在于开放空间中时被接收的情况下)。如果没有对象的开放空间实际上并非没有对象,则收到邻近度测试信号可以被在该开放空间定义的区域中的无论什么对象扰动。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642、存储器610和各种寄存器(包括开放空间校准值寄存器631)可以提供用于供无线通信设备执行开放空间校准并且收集开放空间校准数据的装置。

[0142] 无线通信设备可以测量在邻近度测试信号的传输期间在天线阵列模块处接收到的第一信号的值。测量第一信号的值可包括测量邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本。根据另一方面,测量第一信号的值可包括作为邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本的交叉极化扰动的值来测量邻近度测试信号的收到版本。根据一些方面,开放空间校准数据可包括用于每个无线通信设备天线阵列模块的跨信道扰动数据。根据一个方面,每个跨信道扰动可以是标量值。根据其他方面,每个跨信道扰动可以是向量值。根据又一方面,每个跨信道扰动可被表达为值的阵列。

[0143] 邻近度测试信号可被同时或顺序地传送。与相应天线阵列模块处的交叉极化接收天线相关联的接收机可以接收泄漏到和/或反射回相应交叉极化接收天线的邻近度测试信号的版本。电磁场在接收天线处的交叉极化扰动可以随后被测量并且存储为开放空间校准值(在天线组装件模块的开放空间校准期间传送了邻近度测试信号的情况下)或邻近度测试结果(在天线组装件模块的邻近度测试期间传送了邻近度测试信号的情况下)。

[0144] 根据一些方面,无线通信设备可以附加地在测量第一信号的值期间验证天线阵列模块可被人体对象覆盖。在一些方面,在测量第一信号的值期间验证天线阵列模块可被人体对象覆盖可包括:将天线阵列模块的开放空间校准值与存储在无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值(例如,出厂的开放空间校准值)进行比较。在其他方面,在测量第

一信号的值期间验证天线阵列模块可被人体对象覆盖可进一步包括：确定从陀螺仪或加速度计中的至少一者收集的数据是否指示无线通信设备在开放空间校准过程期间缺乏运动。缺乏任何运动可以指示用户例如在开放空间校准过程期间将无线通信设备放置在桌子上。将无线通信设备放置在桌子上将导致一对象(桌子)在开放空间内(例如,桌子将在无线通信设备天线阵列模块的几毫米范围内,而非在约30-60cm内或更具体地在约30-40cm内)。无线通信设备可以在开放空间校准期间移动通过空间,只要不违反开放空间校准距离参数(例如,只要在无线通信设备与对象(包括用户的头部和身体)之间可以保持约30-60cm或更具体地约30-40cm)。在检测到移动的时段之后不存在由陀螺仪或加速度计检测到的任何移动可以指示用户可以正握住无线通信设备的方式的改变并且可以指示无线通信设备可不再被持有在开放空间中。

[0145] 在框909,无线通信设备可以使用运动传感器算法(亦称为运动检测算法)来确认用户遵循在框904给出的指令。运动传感器算法可以例如在开放空间校准过程期间考虑与一个或多个天线组装件模块相关联的扰动值。在开放空间校准期间的扰动值的改变(例如,快速波动)可以指示用户例如正在一个或多个天线阵列模块的区域周围挥动他或她的手或手指。此类行为将与指令不一致,并且可倾向于指示用户未遵循开放空间校准指令。根据一些方面,运动传感器算法可以附加地利用(例如,来自图6的运动传感器626的)运动传感器数据来确定例如无线通信设备在开放空间校准过程期间是否保持不动。缺乏运动可以指示无线通信设备被放置在桌子上达开放空间校准过程的历时。在开放空间校准过程期间将无线通信设备放置在桌子上将指示未遵循开放空间校准指令,这可要求用户在距任何对象约60-60cm、或更具体地距任何对象约30-40cm处握住该无线通信设备。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642、运动传感器626和存储运动传感器算法寄存器635的存储器610可以提供用于供无线通信设备使用运动传感器算法(亦称为运动检测算法)来确认用户遵循在框904给出的指令的装置。

[0146] 在框910,无线通信设备可以可任选地使用例如存储在与图6的无线通信设备600的存储器610的经表征开放空间校准值寄存器634类似的经表征开放空间校准值寄存器中的经表征开放空间校准值。经表征开放空间校准值可被预先存储在无线通信设备上或以其他方式获得。工厂可以提供经表征开放空间校准值。可以通过从数十个、数百个或更多个相同型号的无线通信设备收集多个开放空间校准值并且对该多个开放空间校准值取平均来推导出经表征开放空间校准值。样本大小(例如,数十个、数百个或更多个)是示例性而非限制性的。可以将经表征开放空间校准值与用户测得的开放空间校准值进行比较,以量化这两个值如何对应。开放空间校准值(无论它们是由用户测得还是由工厂表征的开放空间校准值提供)可以显示为I/Q坐标系(例如,交叉极化坐标系)上的点的编群。该编群的中心可以基于I/Q坐标网格上所有样本的点的位置的平均来确定。该编群的直径可具有给定的标准偏差或方差。各种编群(例如,基于用户测得的开放空间校准值或工厂提供的经表征开放空间校准值)可具有在I/Q坐标网格中的各个位置处的中心,但是这些编群可全都具有大致相同的直径(例如,相同的标准偏差或方差)。如果用户测得的开放空间校准值和(由工厂在开放空间中测得的)经表征开放空间校准值在直径上基本相似(在不考虑I/Q网格中的编群中心的位置的情况下),则用户测得的开放空间校准值可以是准确的。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642和将经表征开放空间校准值存储在经表征开放空间

校准值寄存器634中的存储器610可以提供用于供无线通信设备使用例如存储在经表征开放空间校准值寄存器634中的表征数据的装置。

[0147] 然而,如果用户通过不遵循在距对象(包括人体对象)约30-60cm、或更具体地约30-40cm处握住无线通信设备的指令而不正确地执行了开放空间校准过程,则这些编群可具有大致相同的直径。无线通信设备可以使用运动传感器来确定用户是否遵循开放空间校准指令。例如,如果编群具有大约相同的直径(例如,大约相同的标准偏差或方差),但运动传感器确定无线通信设备基本静止(例如,因为它静置在桌子上),则实现存储在运动传感器算法寄存器635中的运动传感器算法的开放空间校准电路系统642可以推断出用户可能未遵循开放空间校准指令。结果可以是无线通信设备可在该无线通信设备的显示器上显示提示,指示用户应重复进行开放空间校准过程。

[0148] 如果用户测得的开放空间校准值不在任何编群中,而是散布在I/Q网格的一个或多个象限中,则开放空间校准过程也可能不成功。这一结果可在开放空间校准过程期间有对象在开放空间内时发生。该散布可以是由于在天线阵列模块的交叉极化天线处接收到的邻近度测试信号的扰动而引起的。扰动可以是由于开放空间中的对象而引起的。类似于非遵循式测试结果,无线通信设备可再次在该无线通信设备的显示器上显示提示,指示用户应重复进行开放空间校准过程。

[0149] 在框910,无线通信设备可以附加地或替换地从该无线通信设备的外部感测设备(包括例如陀螺仪、加速度计、无线通信设备的屏幕下方的触摸传感器、前置和/或后置相机、和/或红外传感器(例如,用于特定吸收率(SAR)))收集数据,以检测对指令的遵循。未遵循指令可导致要求用户重新执行开放空间校准。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642、物理参数传感器624和存储经表征开放空间校准值寄存器634的存储器610可以提供用于供无线通信设备附加地或替换地从该无线通信设备的外部感测设备收集数据的装置。

[0150] 在框912,无线通信设备可以考虑所测得的开放空间校准值、邻近度数据和/或无线通信设备运动数据是否与经表征开放空间校准值、预期的邻近度数据和/或预期的无线通信设备运动数据一致。如果在框912,无线通信设备确定测得的结果和预期结果一致,则在框914,无线通信设备可以将第一信号的值存储为天线阵列模块的开放空间校准值。无线通信设备可以在进一步处理中使用所存储的数据。无线通信设备可以在框914之后结束该过程。然而,如果在框912,无线通信设备确定测得的结果和预期结果不一致,则该无线通信设备可进行到框916。例如,以上结合图6示出和描述的开放空间校准电路系统642、运动感测电路系统644和具有其各种寄存器631-635的存储器610可以提供用于供无线通信设备考虑所测得的开放空间校准数据、邻近度数据和/或无线通信设备运动数据是否与经表征开放空间校准值、预期的邻近度数据和/或预期的无线通信设备运动数据一致的装置。

[0151] 在框916,无线通信设备可以确定是否进行了预定义次数的开放空间校准尝试。预定义次数N可以根据偏好或经验来设置。如果在框916,开放空间校准尝试的次数N小于N,则无线通信设备可以返回到框904并且重新尝试开放空间校准过程。然而,如果在框916,开放空间校准尝试的次数等于N,则在框918,无线通信设备可以利用显示器来向用户传递提示。提示可以向用户询问该用户是否想要使用先前的开放空间校准值(例如,用户是否想要保留先前的开放空间校准值)。用户可以随后(例如,通过指示是或否)响应该提示并且由此指

令无线通信设备使用或不使用先前的开放空间校准值。无线通信设备可以响应于无线通信设备的显示器上的提示,基于来自用户的输入来确定是否可以接收到使用先前存储的开放空间校准值的指令。例如,以上结合图6示出和描述的通信和处理电路系统641可以提供用于供无线通信设备确定是否进行了预定义次数的开放空间校准尝试的装置。

[0152] 如果无线通信设备接收到指示用户决定不要使用先前的开放空间校准(例如,不要使用存储在开放空间校准值寄存器631中的开放空间校准值、或存储在默认开放空间值寄存器633中的默认开放空间值、或存储在经表征开放空间校准值寄存器634中的经表征开放空间校准值、或存储在测得的开放空间值寄存器632中的测得的开放空间值)的响应(输入),则在框920,该无线通信设备可以将邻近度检测标志设置为等于“真”。邻近度检测标志值可以例如被存储在图6的标志值寄存器636中。当邻近度检测标志可被设置为等于真时,无线通信设备可以持久地报告邻近度检测。响应于邻近度检测的报告,无线通信设备控制传输以将所传送的功率电平保持在MPE规定之内。该功率电平限制可意味着无线通信设备可能无法增加所传送的功率(这可影响无线通信设备所提供的服务质量)。邻近度检测标志值可以例如被存储在标志值寄存器636中或图6的存储器610的另一位置中。将邻近度检测标志设置为等于真可以将邻近度传感器配置成报告邻近度检测,直到完成成功的开放空间校准。

[0153] 然而,如果无线通信设备接收到指示用户决定要使用先前的开放空间校准的响应(例如,关于先前存储的开放空间校准值应保持原样且不变的指示),则无线通信设备可以结束该过程。

[0154] 在一个方面,一种用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备可包括:用于在该无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令的装置,该指令提示用户在开放空间校准期间握住该无线通信设备;用于从天线阵列模块传送邻近度测试信号的装置;用于测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值的装置;以及用于将该第一信号的值存储为该天线阵列模块的开放空间校准值的装置。前述装置可以是图6所示的处理器604,其被配置成执行前述装置所叙述的功能。附加地或替换地,在上述方面中的任何方面中,前述装置可以是被配置成执行由前述装置所叙述的各功能的电路或任何装备。

[0155] 当然,在以上示例中,处理器604中包括的电路系统仅仅是作为示例提供的。用于执行所述功能的其他装置可被包括在本公开的各个方面内,包括但不限于存储在图6的计算机可读介质612、或在图1-7B中的任一者中所描述的任何其他合适的装备或装置中的指令,例如本文中关于图8-9所描述的方法、过程和/或算法。

[0156] 以下提供了本公开的概览:

[0157] 方面1:一种在无线通信网络中对无线通信设备的天线阵列模块进行开放空间校准的方法,该方法包括:在该无线通信设备的显示器上显示开放空间校准指令,该指令提示用户在该开放空间校准期间握住该无线通信设备;从该天线阵列模块传送邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值;以及将该第一信号的值存储为该天线阵列模块的开放空间校准值。

[0158] 方面2:如方面1所述的方法,其中测量在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值包括:测量该邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本。

[0159] 方面3:如方面1或2所述的方法,其中测量在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值包括:作为该邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本的交叉极化扰动来测量该邻近度测试信号的收到版本。

[0160] 方面4:如方面1至3中任一项所述的方法,进一步包括以下至少一者:在该无线通信设备的启动期间发起该天线阵列模块的开放空间校准;响应于检测到保护盖至该无线通信设备的耦合而发起该天线阵列模块的开放空间校准;响应于确定存储在无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值与先前的开放空间校准值之间的差异大于一预定阈值而发起该天线阵列模块的开放空间校准;或者响应于接收到校准该天线阵列模块的命令而发起该天线阵列模块的开放空间校准。

[0161] 方面5:如方面1至4中任一项所述的方法,其中在该无线通信设备的显示器上显示该开放空间校准指令进一步包括:显示在不覆盖该天线阵列模块的情况下握住该无线通信设备并且确保没有对象在该无线通信设备沿来自该无线通信设备的多个方向中的每个方向的给定距离内的指令。

[0162] 方面6:如方面5所述的方法,其中该给定距离在30cm与60cm之间。

[0163] 方面7:如方面5所述的方法,其中该给定距离在30cm与40cm之间。

[0164] 方面8:如方面1至7中任一项所述的方法,其中在该无线通信设备的显示器上显示该开放空间校准指令进一步包括:在该无线通信设备的显示器上提供该用户要抓住该无线通信设备的位置的可视化。

[0165] 方面9:如方面1至8中任一项所述的方法,其中从该天线阵列模块传送该邻近度测试信号并且测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值进一步包括:从该天线阵列模块中的至少一个天线传送该邻近度测试信号;以及测量在该天线阵列模块中相对于彼此交叉极化的两个其他天线处的第一信号的值。

[0166] 方面10:如方面1至9中任一项所述的方法,进一步包括:由该无线通信设备将该天线阵列模块配置为天线阵列模块邻近度传感器;从该天线阵列模块传送该邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第二信号的第二值;以及在第二信号的第二值不同于第一信号的值的情况下确定对象正覆盖该天线阵列模块的至少一部分或在距该天线阵列模块的预定义距离内。

[0167] 方面11:如方面1至10中任一项所述的方法,进一步包括:将该天线阵列模块的开放空间校准值与存储在无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值进行比较;以及在该开放空间校准值和该经表征开放空间校准值的方差之间的差异小于一预定量时验证该天线阵列模块在测量第一信号的值期间未被覆盖。

[0168] 方面12:如方面1至11中任一项所述的方法,进一步包括:测量该无线通信设备的运动幅度;以及在该无线通信设备的运动幅度大于一预定阈值时验证该用户遵循该开放空间校准指令。

[0169] 方面13:如方面1至12中任一项所述的方法,进一步包括:在该无线通信设备的显示器上显示该开放空间校准指令时从该天线阵列模块传送该邻近度测试信号。

[0170] 方面14:一种用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,包括:天线阵列模块、通信地耦合至该天线阵列模块的无线收发机、存储器以及通信地耦合至该天线阵列模块、该无线收发机和该存储器的处理器,其中该处理器被配置成:在该无线通信设备的

显示器上显示开放空间校准指令,该指令提示用户在开放空间校准期间握住该无线通信设备;从该天线阵列模块传送邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值;以及将该第一信号的值存储为该天线阵列模块的开放空间校准值。

[0171] 方面15:如方面14所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被配置成通过将该处理器进一步配置成进行以下操作来测量在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值:测量该邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本。

[0172] 方面16:如方面14或15所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被配置成通过将该处理器进一步配置成进行以下操作来测量在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值:作为该邻近度测试信号在两个相应极化处的收到版本的交叉极化扰动来测量该邻近度测试信号的收到版本。

[0173] 方面17:如方面14至16中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被进一步配置成进行以下操作中的至少一者:在该无线通信设备的启动期间发起该天线阵列模块的开放空间校准;响应于检测到保护盖至该无线通信设备的耦合而发起该天线阵列模块的开放空间校准;响应于确定存储在该无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值与先前的开放空间校准值之间的差异大于一预定阈值而发起该天线阵列模块的开放空间校准;或者响应于接收到校准该天线阵列模块的命令而发起该天线阵列模块的开放空间校准。

[0174] 方面18:如方面14至17中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被配置成通过将该处理器进一步配置成进行以下操作来在该无线通信设备的显示器上显示该开放空间校准指令:显示在不覆盖该天线阵列模块的情况下握住该无线通信设备并且确保没有对象在该无线通信设备沿来自该无线通信设备的多个方向中的每个方向的给定距离内的指令。

[0175] 方面19:如方面18所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该给定距离在30cm与60cm之间。

[0176] 方面20:如方面18所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该给定距离在30cm与40cm之间。

[0177] 方面21:如方面14至20中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被配置成通过将该处理器进一步配置成进行以下操作来在该无线通信设备的显示器上显示该开放空间校准指令:在该无线通信设备的显示器上提供该用户要抓住该无线通信设备的位置的可视化。

[0178] 方面22:如方面14至21中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被配置成通过将该处理器进一步配置成进行以下操作来从该天线阵列模块传送该邻近度测试信号并且测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第一信号的值:从该天线阵列模块中的至少一个天线传送该邻近度测试信号;以及测量在该天线阵列模块中相对于彼此交叉极化的两个其他天线处的第一信号的值。

[0179] 方面23:如方面14至22中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被进一步配置成:将该天线阵列模块配置为天线阵列模块邻近

度传感器;从该天线阵列模块传送该邻近度测试信号;测量响应于传送该邻近度测试信号而在该天线阵列模块处接收到的第二信号的第二值;以及在第二信号的第二值不同于第一信号的值的值的情况下确定对象正覆盖该天线阵列模块的至少一部分或在距该天线阵列模块的预定义距离内。

[0180] 方面24:如方面14至23中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被进一步配置成:将该天线阵列模块的开放空间校准值与存储在该无线通信设备的存储器中的经表征开放空间校准值进行比较;以及在该开放空间校准值和该经表征开放空间校准值的方差之间的差异小于一预定量时验证该天线阵列模块在测量第一信号的值期间未被覆盖。

[0181] 方面25:如方面14至24中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被进一步配置成:测量该无线通信设备的运动幅度;以及在该无线通信设备的运动幅度大于一预定阈值时验证该用户遵循该开放空间校准指令。

[0182] 方面26:如方面14至25中任一项所述的用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,其中该处理器被进一步配置成:在该无线通信设备的显示器上显示该开放空间校准指令时从该天线阵列模块传送该邻近度测试信号。

[0183] 方面27:一种用于在无线通信网络中进行无线通信的无线通信设备,包括用于执行如方面1至13中任一项所述的方法的至少一个装置。

[0184] 方面28:一种存储计算机可执行代码的非瞬态计算机可读介质,该计算机可执行代码包括用于使装置执行如方面1至13中任一项所述的方法的代码。

[0185] 参照示例性实现给出了无线通信网络的若干方面。如本领域技术人员将容易领会的,贯穿本公开所描述的各种方面可被扩展到其他电信系统、网络架构和通信标准。

[0186] 作为示例,各种方面可在由3GPP定义的其他系统内实现,诸如长期演进(LTE)、演进型分组系统(EPS)、通用移动通信系统(UMTS)、和/或全球移动系统(GSM)。各种方面还可被扩展到由第三代伙伴项目2(3GPP2)所定义的系统,诸如CDMA 2000和/或演进数据优化(EV-DO)。其他示例可在采用IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、超宽带(UWB)、蓝牙的系统和/或其他合适系统内实现。所采用的实际的电信标准、网络架构和/或通信标准将取决于具体应用和加诸于系统的总体设计约束。

[0187] 在本公开内,措辞“示例性”用于意指“用作示例、实例、或解说”。本文中描述为“示例性”的任何实现或方面不必被解释为优于或胜过本公开的其他方面。同样,术语“方面”不要求本公开的所有方面都包括所讨论的特征、优点或操作模式。术语“耦合”在本文中用于指两个对象之间的直接或间接耦合。例如,如果对象A物理地接触对象B,且对象B接触对象C,则对象A和C仍可被认为是彼此耦合的——即便它们并非彼此直接物理接触。例如,第一对象可以耦合至第二对象,即便第一对象从不直接与第二对象物理接触。术语“电路”和“电路系统”被宽泛地使用且意在包括电子器件和导体的硬件实现以及信息和指令的软件实现两者,这些电子器件和导体在被连接和配置时使得能够执行本公开中描述的功能而在电子电路的类型上没有限制,这些信息和指令在由处理器执行时使得能够执行本公开中描述的各功能。

[0188] 图1-8中解说的组件、步骤、特征和/或功能中的一者或多者可被重新编排和/或组合成单个组件、步骤、特征或功能,或者实施在若干组件、步骤或功能中。还可添加附加的元

件、组件、步骤、和/或功能而不会脱离本文中所公开的新颖性特征。图1-8中所解说的装置、设备和/或组件可被配置成执行本文所描述的一个或多个方法、特征、或步骤。本文所描述的新颖算法还可被高效地实现在软件中和/或嵌入在硬件中。

[0189] 应理解,所公开的方法中各步骤的具体次序或阶层是示例性过程的解说。基于设计偏好,应理解,可以重新编排这些方法中各步骤的具体次序或阶层。所附方法权利要求以样本次序呈现各种步骤的要素,且并不意味着被限定于所呈现的具体次序或阶层,除非在本文中有特别叙述。

[0190] 提供先前描述是为了使本领域任何技术人员均能够实践本文中所描述的各种方面。对这些方面的各种修改将容易为本领域技术人员所明白,并且在本文中所定义的普适原理可被应用于其他方面。因此,权利要求并非旨在被限定于本文中所示出的各方面,而是应被授予与权利要求的语言相一致的全部范围,其中对要素的单数形式的引述并非旨在表示“有且仅有一个”——除非特别如此声明,而是旨在表示“一个或多个”。除非特别另外声明,否则术语“一些/某个”指的是一个或多个。引述一系列项目“中的至少一者”的短语指代这些项目的任何组合,包括单个成员。作为示例,“a、b或c中的至少一个”旨在涵盖:a;b;c;a和b;a和c;b和c;以及a、b和c。构造“A和/或B”旨在涵盖A或B、或者A和B。本公开通篇描述的各个方面的要素为本领域普通技术人员当前或今后所知的所有结构上和功能上的等效方案通过引述被明确纳入于此,且旨在被权利要求所涵盖。此外,本文所公开的任何内容都不旨在捐献于公众,无论此类公开内容是否明确记载在权利要求书中。

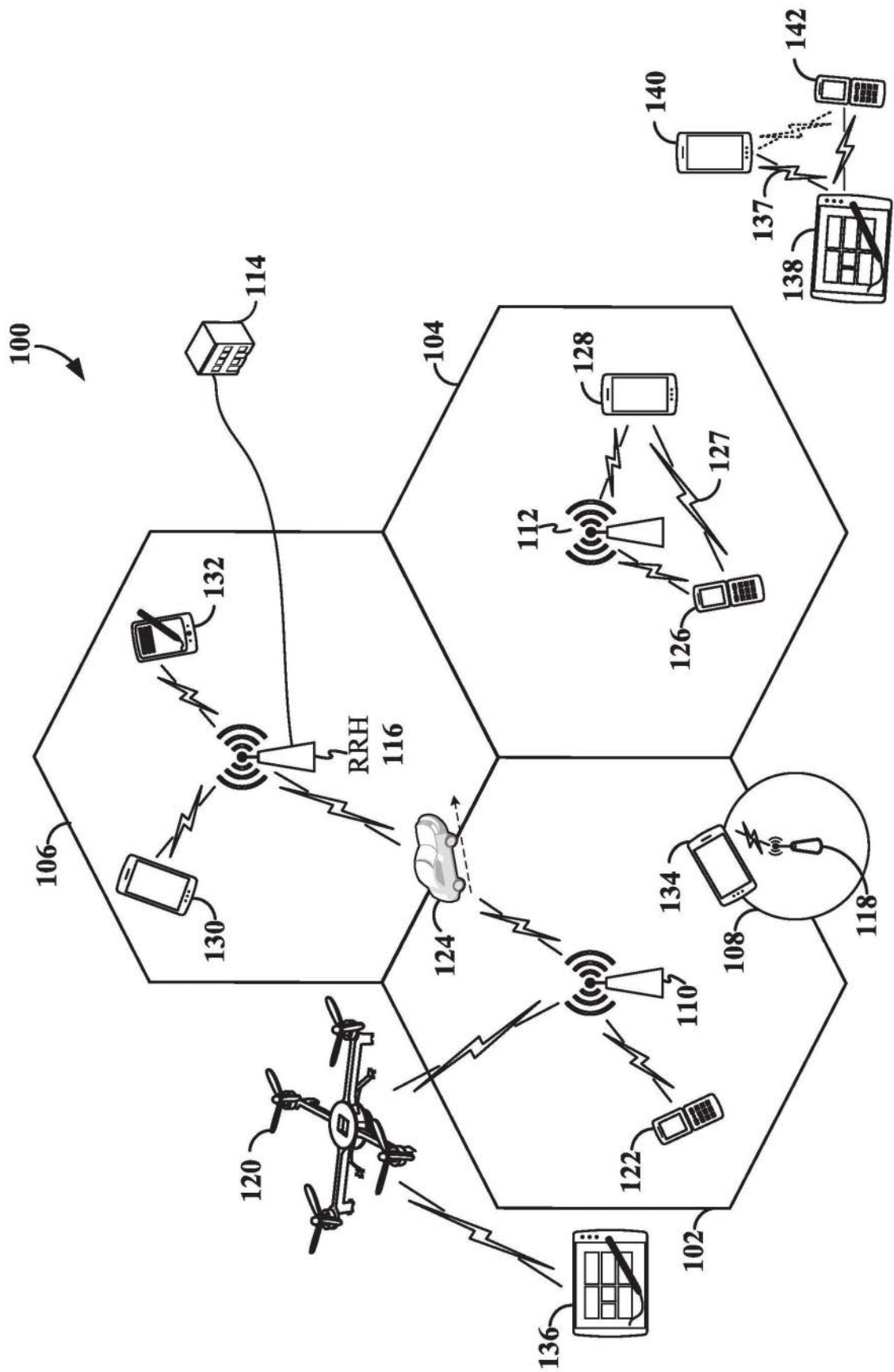


图1

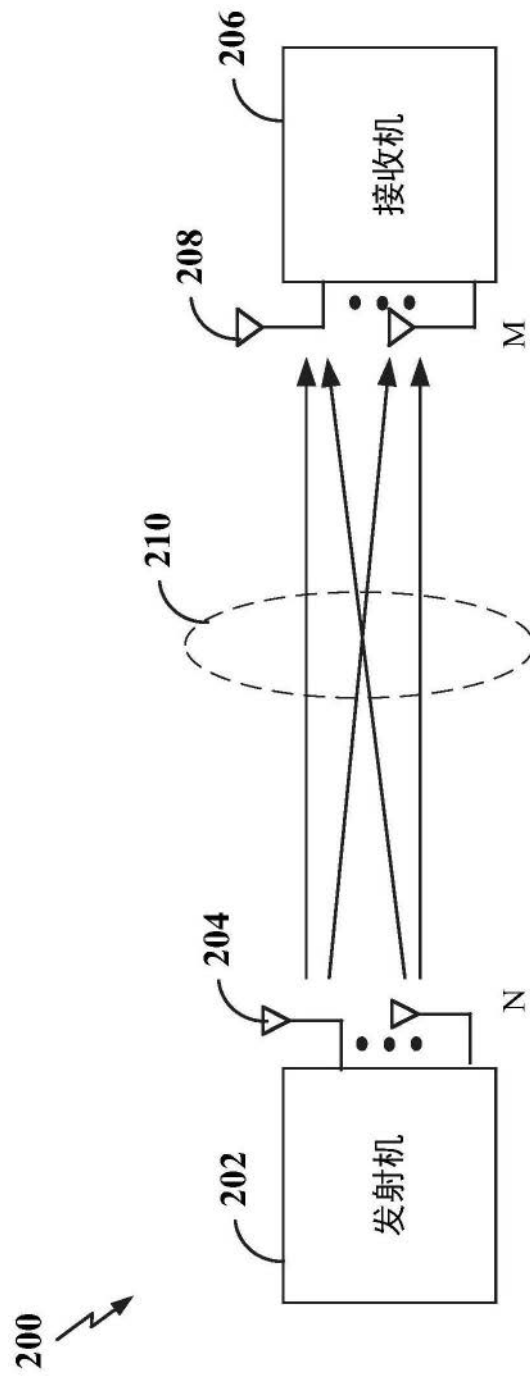


图2

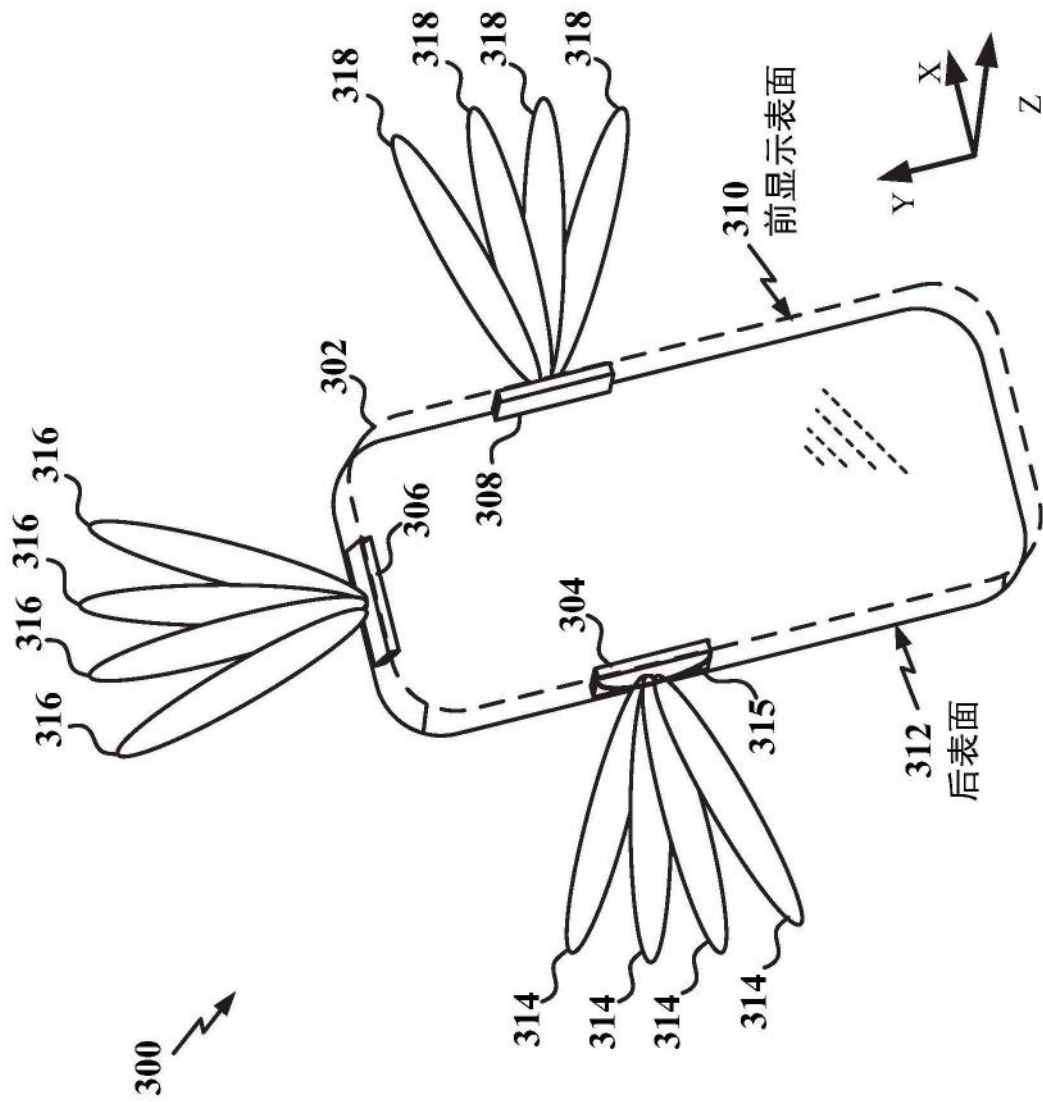


图3

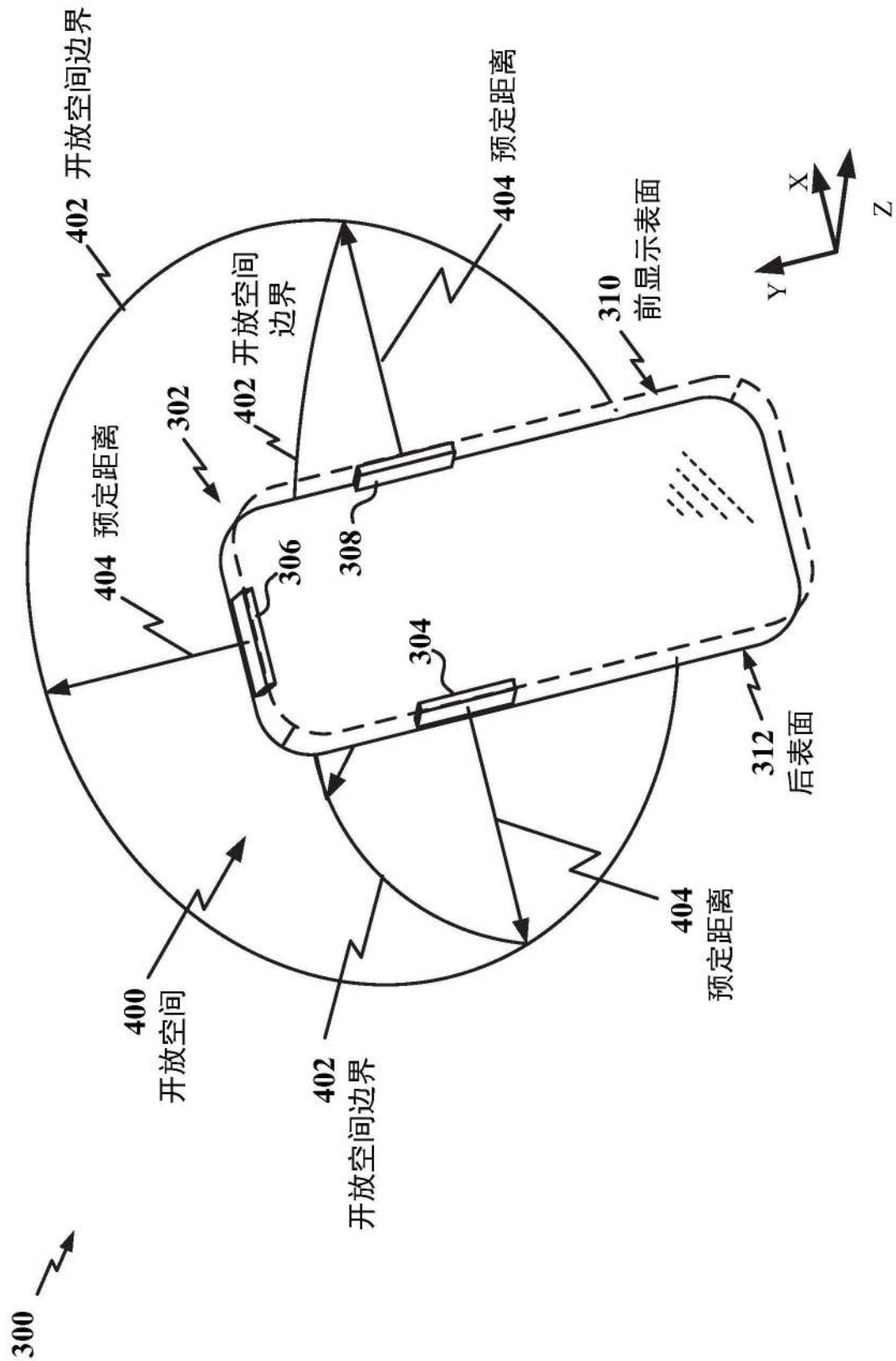


图4

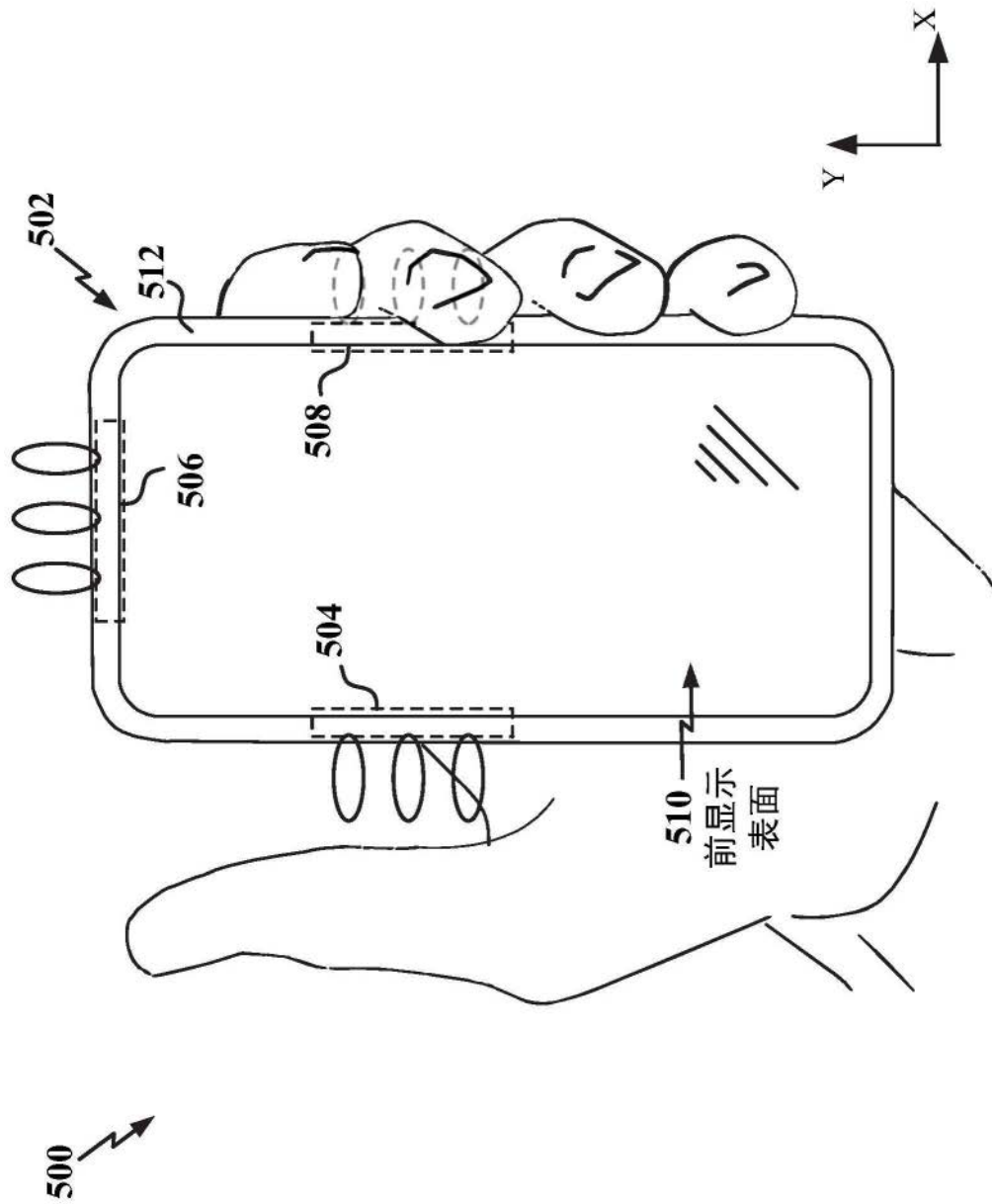


图5

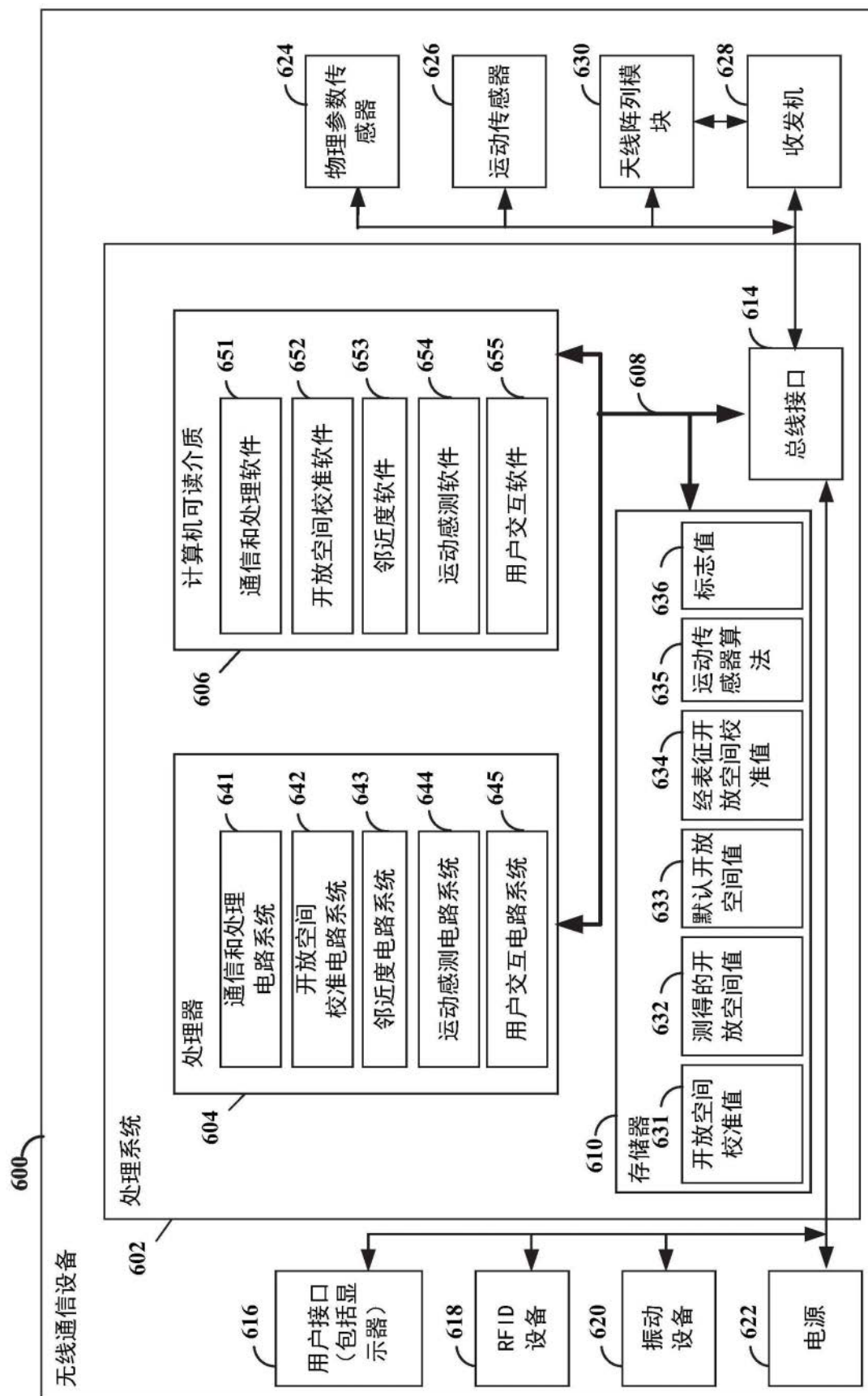


图6

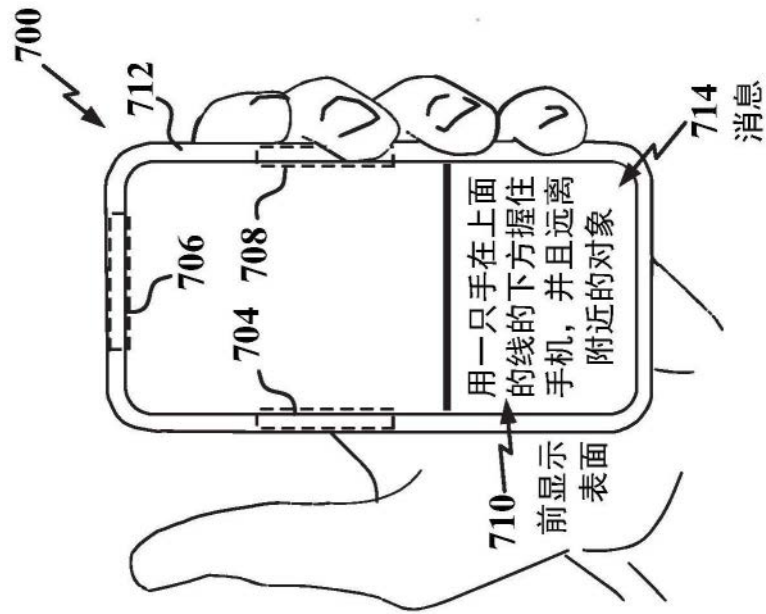


图7A

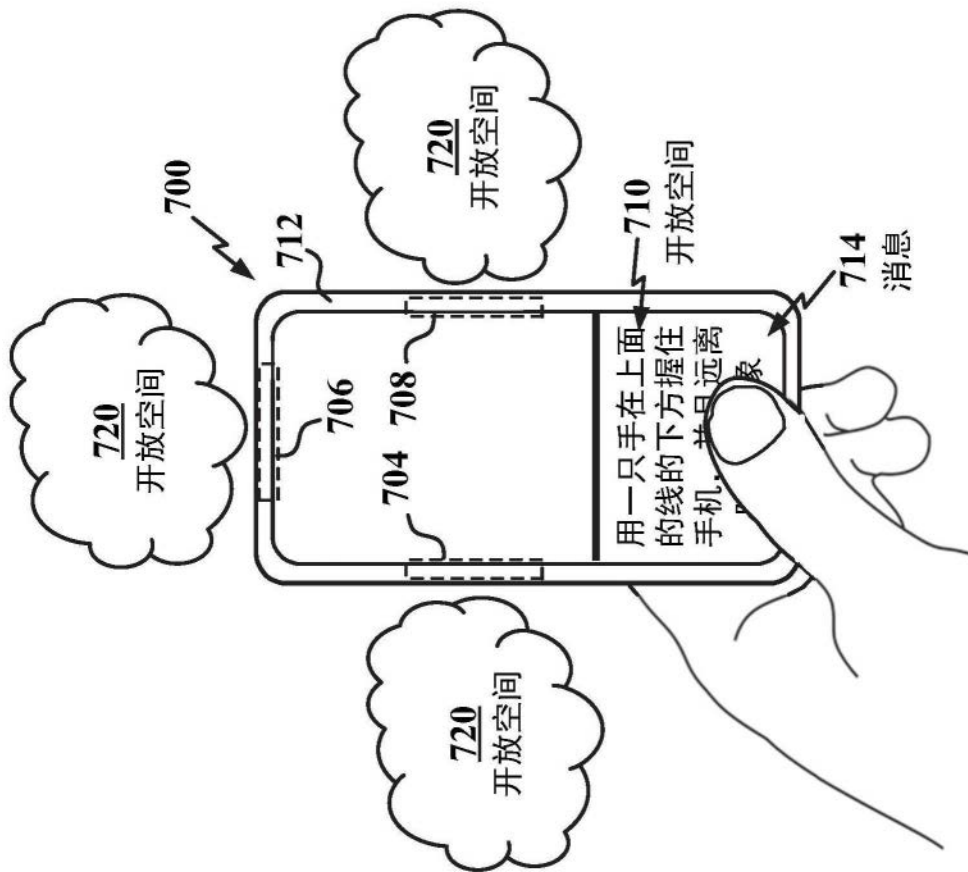


图7B

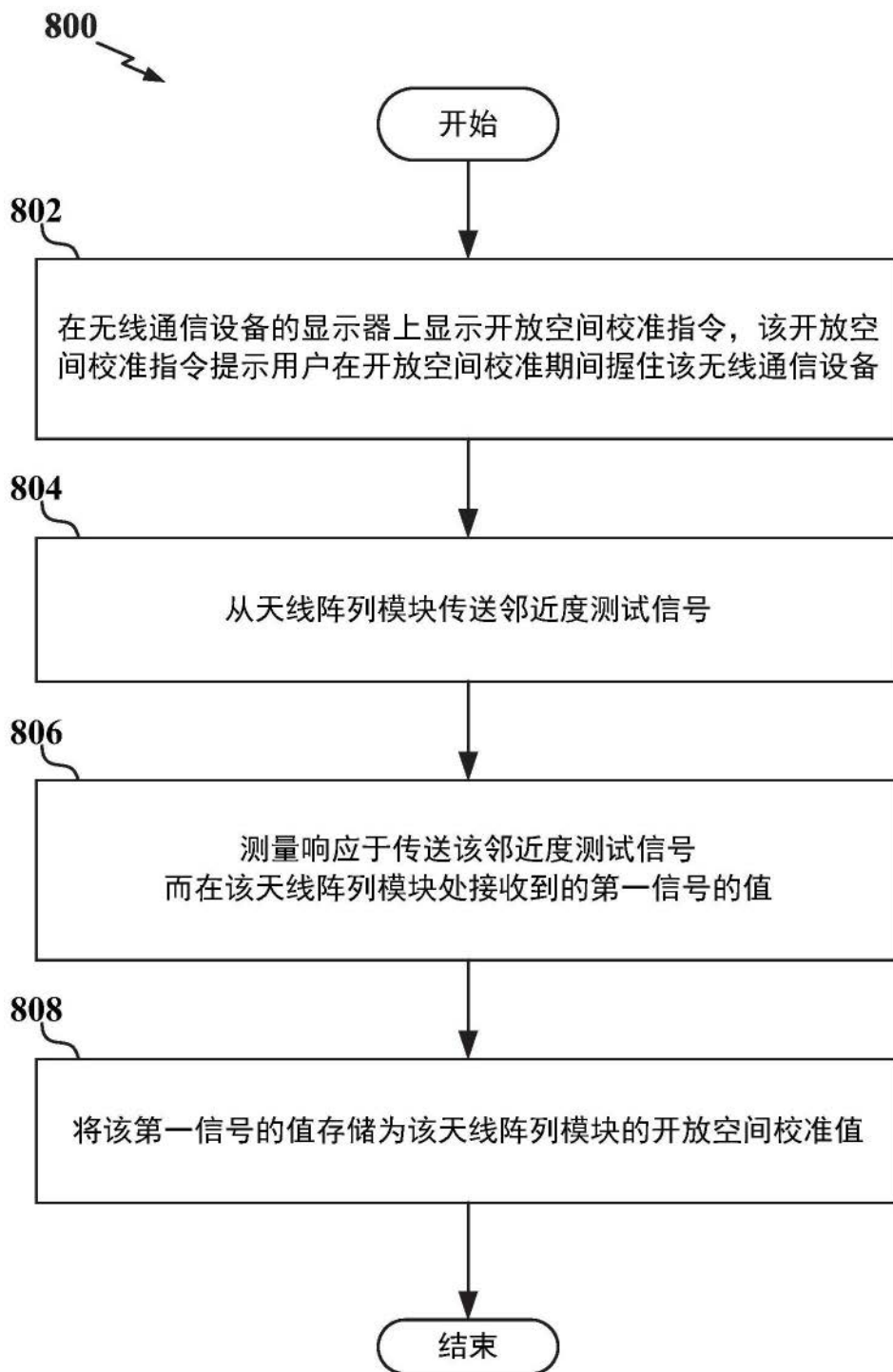


图8

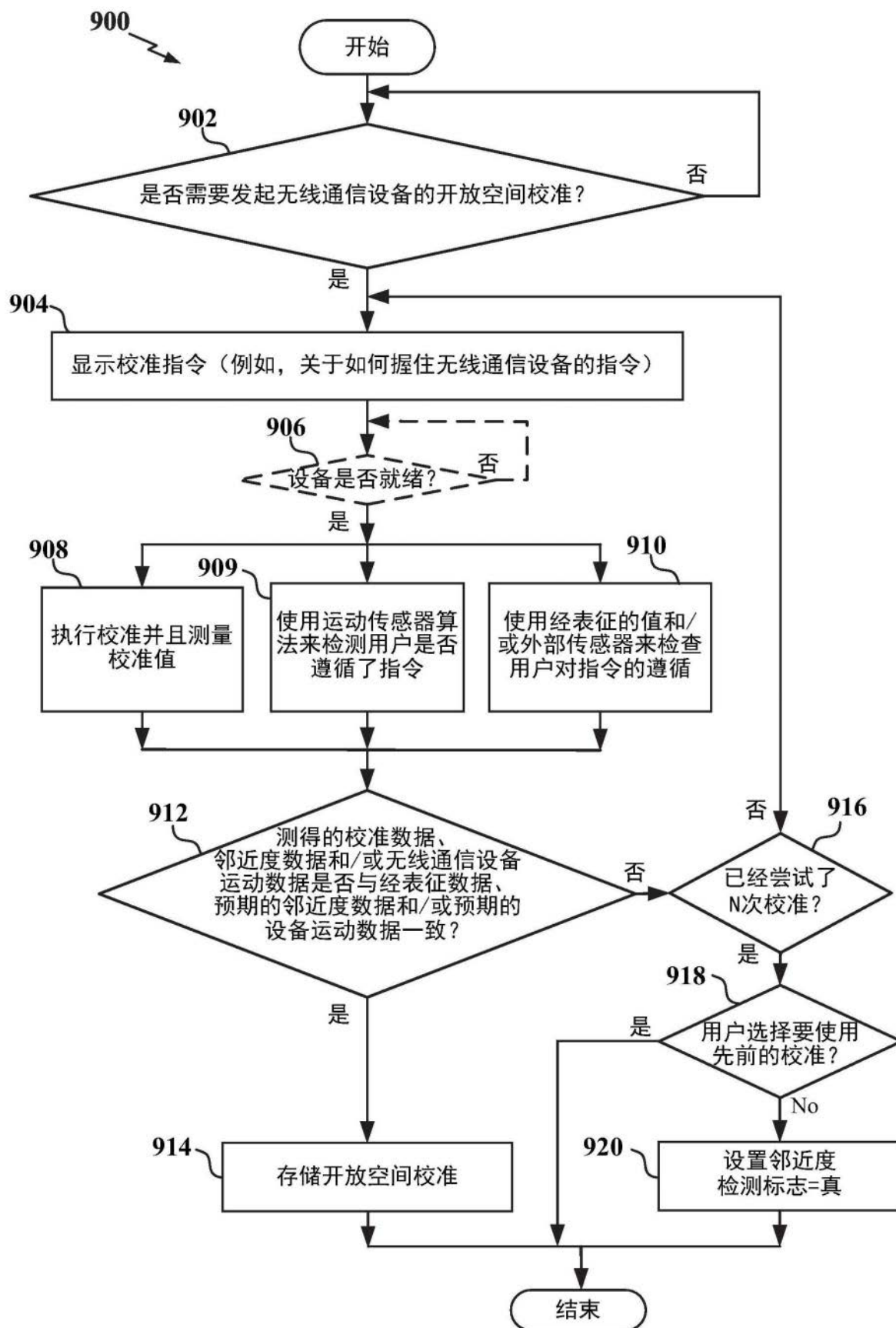


图9