(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119111019 A
(43)申请公布日 2024.12.10

(21)申请号 202380037116.X

(22)申请日 2023.04.04

(30)优先权数据
17/739,012 2022.05.06 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.10.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2023/065335 2023.04.04

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/215666 EN 2023.11.09

(71)申请人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 Y·达拉勒 I·M·霍恩 S·兰迪斯

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 张殿慧

(51)Int.Cl.
H01Q 19/06(2006.01)
H01Q 1/24(2006.01)
H01Q 21/06(2006.01)
H01Q 21/08(2006.01)
H01Q 25/00(2006.01)

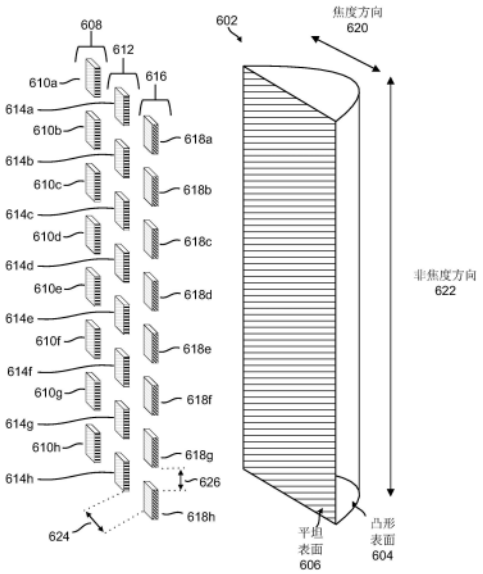
权利要求书3页 说明书24页 附图12页

(54)发明名称

具有柱面透镜的射频波束成形设备

(57)摘要

本文所述的一些技术和装置提供使用柱面透镜的射频(RF)波束成形,用于在一个方向上实现相控阵列波束成形以及在第二方向上实现透镜波束成形。在一个示例中,一种用于无线通信的装置可包括柱面透镜,该柱面透镜具有第一表面和与该第一表面相对的第二表面。在一些情况下,该柱面透镜可包括对应于该第一表面的曲率的焦度方向和与该焦度方向正交的非焦度方向。在一些方面,该装置可包括多个线性天线阵列,该多个线性天线阵列靠近该柱面透镜的该第二表面设置,其中该多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列包括多个天线阵列元件。



CN 119111019 A

1.一种无线通信装置,所述无线通信装置包括:

柱面透镜,所述柱面透镜具有第一表面和与所述第一表面相对的第二表面,所述柱面透镜包括对应于所述第一表面的曲率的焦度方向和与所述焦度方向正交的非焦度方向;和

多个线性天线阵列,所述多个线性天线阵列靠近所述柱面透镜的所述第二表面设置,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列包括多个天线阵列元件。

2.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中所述第一表面对应于平坦表面,并且所述第二表面对应于凸形表面。

3.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列的所述多个天线阵列元件在垂直于所述焦度方向的方向上对齐。

4.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中基于每个线性天线阵列相对于所述柱面透镜的所述第二表面的位置,所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列与对应的波束角相关联。

5.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列被配置为沿着所述柱面透镜的所述非焦度方向导向至少一个射频(RF)波束。

6.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列与所述柱面透镜的所述第一表面之间的距离对应于所述柱面透镜的后焦距。

7.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中所述多个天线阵列元件中的每个天线阵列元件之间的距离基于射频信号的波长。

8.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中与所述第一表面的所述曲率相关联的宽度尺寸小于或等于所述无线通信装置的厚度。

9.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列被配置为在亚太赫兹频率范围内操作。

10.根据权利要求1所述的无线通信装置,其中所述无线通信装置被配置作为用户装备(UE)。

11.根据权利要求1所述的无线通信装置,所述无线通信装置进一步包括:

控制电路系统,所述控制电路系统耦合到所述多个线性天线阵列,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列经由单独的阵列连接件耦合到所述控制电路系统,并且其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列能够独立于所述多个线性天线阵列中的每个其他线性天线阵列进行控制。

12.一种无线通信的方法,所述方法包括:

使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频(RF)波束,其中所述多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,所述柱面透镜具有与所述第一表面相对的弯曲第二表面。

13.根据权利要求12所述的方法,其中所述第一表面对应于平坦表面,并且所述弯曲第二表面对应于凸形表面。

14.根据权利要求12所述的方法,其中所述第一方向是对应于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的曲率的焦度方向。

15.根据权利要求14所述的方法,其中在所述焦度方向上导向所述第一RF波束进一步包括:

基于所述第一线性天线阵列相对于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的位置,选择所述多个线性天线阵列中的所述第一线性天线阵列。

16.根据权利要求12所述的方法,其中所述第一方向是垂直于与所述弯曲第二表面的曲率相关联的宽度尺寸的非焦度方向。

17.根据权利要求16所述的方法,其中在所述非焦度方向上导向所述第一RF波束进一步包括:

配置所述第一线性天线阵列中的一个或多个天线阵列元件之间的相移。

18.根据权利要求12所述的方法,所述方法进一步包括:

使用所述多个线性天线阵列中的第二线性天线阵列在第二方向上导向第二RF波束,其中所述第二方向是对应于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的曲率的焦度方向。

19.根据权利要求12所述的方法,其中所述第一RF波束被配置为在亚太赫兹频率范围内发送或接收射频信号。

20.一种用于无线通信的装置,所述装置包括:

至少一个存储器,所述至少一个存储器包括指令;和

至少一个处理器,所述至少一个处理器被配置为执行所述指令并且使所述装置:

使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频(RF)

波束,其中所述多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,所述柱面透镜具有与所述第一表面相对的弯曲第二表面。

21.根据权利要求20所述的装置,其中所述第一表面对应于平坦表面,并且所述弯曲第二表面对应于凸形表面。

22.根据权利要求20所述的装置,其中所述第一方向是对应于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的曲率的焦度方向。

23.根据权利要求22所述的装置,其中为了在所述焦度方向上导向所述第一RF波束,所述至少一个处理器被进一步配置为使所述装置:

基于所述第一线性天线阵列相对于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的位置,选择所述多个线性天线阵列中的所述第一线性天线阵列。

24.根据权利要求20所述的装置,其中所述第一方向是垂直于与所述弯曲第二表面的曲率相关联的宽度尺寸的非焦度方向。

25.根据权利要求24所述的装置,其中为了在所述非焦度方向上导向所述第一RF波束,所述至少一个处理器被进一步配置为使所述装置:

配置所述第一线性天线阵列中的一个或多个天线阵列元件之间的相移。

26.根据权利要求20所述的装置,其中所述至少一个处理器被进一步配置为使所述装置:

使用所述多个线性天线阵列中的第二线性天线阵列在第二方向上导向第二RF波束,其中所述第二方向是对应于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的曲率的焦度方向。

27.一种非暂态计算机可读介质,所述非暂态计算机可读介质包括:至少一个指令,所述至少一个指令用于使计算机或处理器:

使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向射频(RF)波束,其中所述多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,所述柱面透镜

具有与所述第一表面相对的弯曲第二表面。

28.根据权利要求27所述的非暂态计算机可读介质,其中所述第一表面对应于平坦表面,并且所述弯曲第二表面对应于凸形表面。

29.根据权利要求27所述的非暂态计算机可读介质,其中所述第一方向是对应于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的曲率的焦度方向。

30.根据权利要求29所述的非暂态计算机可读介质,其中为了在所述焦度方向上导向所述RF波束,所述非暂态计算机可读介质进一步包括至少一个指令,所述至少一个指令用于使所述计算机或所述处理器:

基于所述第一线性天线阵列相对于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的位置,选择所述多个线性天线阵列中的所述第一线性天线阵列。

具有柱面透镜的射频波束成形设备

技术领域

[0001] 本公开整体涉及无线通信。例如,本公开的各方面涉及具有柱面透镜的射频(RF)波束成形设备。

背景技术

[0002] 无线通信系统被部署以提供包括电话、视频、数据、消息接发和广播的各种电信和数据服务。宽带无线通信系统已历经数代发展,包括第一代模拟无线电话服务(1G)、第二代(2G)数字无线电话服务(包括过渡的2.5G网络)、第三代(3G)具有因特网能力的高速数据无线设备和第四代(4G)服务(例如,长期演进(LTE)、WiMax)。无线通信系统的示例包括码分多址(CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统、正交频分多址(OFDMA)系统、全球移动通信系统(GSM)系统等。其他无线通信技术包括802.11Wi-Fi、蓝牙等。

[0003] 第五代(5G)移动标准要求更高的数据传递速度、更大数量的连接和更好的覆盖以及其他改进。根据下一代移动网络联盟,5G标准(也被称为“新无线电”或“NR”)被设计成向数万个用户中的每个用户提供数十兆比特每秒的数据速率,以及向办公楼层里的数十位员工提供1千兆比特每秒的数据速率。为了支持大型传感器部署,应当支持数十万个同时连接。因此,与当前4G/LTE标准相比,应当显著地提高5G移动通信的频谱效率。此外,与当前标准相比,应当提高信令效率,并且应当显著减少时延。

发明内容

[0004] 以下呈现与本文所公开的一个或多个方面相关的简化发明内容。因此,以下发明内容既不应被认为是与所有构想的方面相关的详尽纵览,也不应被认为标识与所有构想的方面相关的关键性或决定性元素或描绘与任何特定方面相关联的范围。相应地,以下概述在以下呈现的详细描述之前以简化形式呈现与关于本文所公开的机制的一个或多个方面相关的某些概念。

[0005] 在一些情况下,可使用高频率范围(例如,亚太赫兹频谱、太赫兹频谱等)来执行无线通信。在一些示例中,使用此类高频率进行通信的设备可能需要附加天线,以便避免由于较短波长导致的路径损耗而导致性能下降。然而,在无线设备中配置附加天线可能导致硬件和/或软件复杂性增加、功率消耗增加以及成本增加。

[0006] 本文所述的系统和技术提供射频(RF)波束成形。在一些方面,可实现包括透镜(例如,柱面透镜)和多个相控天线阵列的波束成形设备。在一些示例中,该波束成形设备可通过使用相控阵列波束成形来沿着该柱面透镜的非焦度方向导向RF波束。在一些情况下,该波束成形设备可通过使用阵列选择波束成形(例如,基于相对于该透镜的焦度方向的阵列位置来选择天线阵列)来沿着该柱面透镜的该焦度方向导向RF波束。在一些方面,本文中所提供的波束成形设备可在较高频率下高效地操作,同时减少天线元件、降低复杂性以及降低功率消耗。

[0007] 在一个例示性示例中,提供了一种无线通信装置。该无线通信装置包括:柱面透

镜,该柱面透镜具有第一表面和与该第一表面相对的第二表面,该柱面透镜包括对应于该第一表面的曲率的焦度方向和与该焦度方向正交的非焦度方向;和多个线性天线阵列,该多个线性天线阵列靠近该柱面透镜的该第二表面设置,其中该多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列包括多个天线阵列元件。

[0008] 在另一示例中,提供了一种用于无线通信的方法。该方法包括:使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频(RF)波束,其中该多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,该柱面透镜具有与该第一表面相对的弯曲第二表面。

[0009] 在另一示例中,提供了一种用于无线通信的装置,该装置包括:至少一个存储器,该至少一个存储器包括指令;和至少一个处理器(例如,在电路系统中实现),该至少一个处理器被配置为执行该指令并且使该装置:使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频(RF)波束,其中该多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,该柱面透镜具有与该第一表面相对的弯曲第二表面。

[0010] 在另一示例中,提供了一种用于执行无线通信的非暂态计算机可读介质,其上存储有指令,该指令在由一个或多个处理器执行时使该一个或多个处理器:使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频(RF)波束,其中该多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,该柱面透镜具有与该第一表面相对的弯曲第二表面。

[0011] 在另一示例中,提供了一种用于无线通信的装置。该装置包括:用于使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频(RF)波束的构件,其中该多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,该柱面透镜具有与该第一表面相对的弯曲第二表面。

[0012] 在一些方面,该装置是用户装备(UE)或网络实体或者是其一部分。该网络实体可包括基站(例如,用于5G/NR的3GPP gNodeB(gNB)、用于LTE的3GPP eNodeB(eNB)、Wi-Fi接入点(AP)或其他基站)或具有分解式架构的基站的一部分(例如,gNB或其他基站的中央单元(CU)、分布式单元(DU)、无线电单元(RU)、近实时(近RT)RAN智能控制器(RIC)或非实时(非RT)RIC)。在一些方面,该装置包括被配置为发送和/或接收射频(RF)信号的一个收发器或多个收发器。在一些方面,该至少一个处理器包括一个或多个神经处理单元(NPU)、一个或多个中央处理单元(CPU)、一个或多个图形处理单元(GPU)、它们的任何组合和/或其他处理设备或组件。

[0013] 基于附图和具体实施方式,与本文所公开的各方面相关联的其他目的和优点对于本领域技术人员将是显而易见的。

附图说明

[0014] 呈现附图以帮助对本公开的各方面进行描述,并且提供附图用于例示各方面而非对其进行限制。

[0015] 图1是例示根据一些示例的无线通信网络的示例的框图;

[0016] 图2是例示根据一些示例的基站和用户装备(UE)设备的设计的示图,该设计使得能够发送和处理在UE和基站之间交换的信号;

[0017] 图3是例示根据一些示例的分解式基站的示例的示图;

[0018] 图4是例示根据一些示例的用户装备的组件的框图;

[0019] 图5是例示根据一些示例的与波束成形设备一起使用的柱面透镜的示例的示图;

[0020] 图6是例示根据一些示例的具有柱面透镜的波束成形设备的部分的示图;

[0021] 图7是例示根据一些示例的具有波束成形设备的用户装备(UE)的示例的示图,该波束成形设备具有柱面透镜;

[0022] 图8是例示根据一些示例的具有波束成形设备的UE的另一示例的示图,该波束成形设备具有柱面透镜;

[0023] 图9是例示根据一些示例的波束导向方向的示例的示图;

[0024] 图10是例示根据一些示例的具有柱面透镜的波束成形设备的其他部分的示图;

[0025] 图11是例示根据一些示例的用于执行射频波束成形的过程的示例的流程图;并且

[0026] 图12是例示根据一些示例的计算系统的示例的框图。

具体实施方式

[0027] 出于例示目的,以下提供了本公开的某些方面和实施方案。在不脱离本公开的范围的情况下,可设计出替代方面。另外,将不详细描述或将省略本公开的众所周知的元件,以免使本公开的相关细节难以理解。本文所述的方面和实施方案中的一些方面和实施方案可被独立地应用,并且它们中的一些可组合应用,这对于本领域技术人员来说是显而易见的。在以下描述中,出于解释目的阐述了具体细节以便提供对本申请的各实施方案的透彻理解。然而,将显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践各个实施方案。各附图和描述不旨在是限制性的。

[0028] 以下描述提供了示例实施方案,并且并不旨在限制本公开的范围、适用性或配置。相反,对示例性实施方案的随后的描述将向本领域技术人员提供用于实施示例性实施方案的使能描述。应当理解的是,在不脱离如所附权利要求所阐述的本申请的范围的情况下,可以对元件的功能和布置做出各种改变。

[0029] 无线通信网络被部署以提供各种通信服务,诸如语音、视频、分组数据、消息接发、广播等。无线通信网络可支持用于各无线设备之间的通信的接入链路和侧链路两者。接入链路可以是指客户端设备(例如,用户装备(UE)、站(STA)或其他客户端设备)和基站(例如,用于5G/NR的3GPP gNodeB(gNB)、用于LTE的3GPP eNodeB(eNB)、Wi-Fi接入点(AP)或其他基站)或分解式基站的组件(例如,中央单元(CU)、分布式单元(DU)、无线电单元(RU)等)之间的任何通信链路。在一个示例中,UE和3GPP gNB之间的接入链路可通过Uu接口。在一些情况下,接入链路可支持上行链路信令、下行链路信令、连接规程等。

[0030] 在一些示例中,gNB和UE可被配置为使用较高频率范围来操作。例如,亚太赫兹频谱的范围可在90千兆赫(GHz)和300GHz之间。在此类频率范围内,波长可小至1毫米(mm)。因此,使用较高频率的操作可能由于较高的路径损耗而导致性能下降。在一些情况下,可将附加天线或天线阵列添加到设备(例如,UE)以提高较高频率下的性能。例如,天线元件的数量可与频率的平方成比例地增加。然而,由于诸如成本增加、复杂性增加以及占用面积增大(例如,在印刷电路板上和/或在设备内消耗更多的空间)之类的因素,增加天线元件的数量可能是不期望的。

[0031] 本文描述了用于射频(RF)波束成形的系统、装置、过程(也被称为方法)和计算机可读介质(统称为“系统和技术”)。在一些方面,可实现包括透镜(例如,柱面透镜)和多个相控天线阵列的混合波束成形设备。在一些示例中,波束成形设备可通过使用相控阵列动作(例如,相控阵列波束成形)来沿着仰角方向(例如,柱面透镜的非焦度方向)导向RF波束。在一些情况下,波束成形设备可通过选择天线阵列(例如,基于相对于透镜的焦度方向的阵列位置的阵列选择波束成形)来沿着方位角方向(例如,焦度方向)导向RF波束。

[0032] 在一些方面,波束成形设备可包括柱面透镜,该柱面透镜具有平坦表面和与该平坦表面相对的弯曲(或凸)表面。在一些示例中,柱面透镜的焦度方向可对应于弯曲表面的曲率,并且非焦度方向可与焦度方向正交。在一些情况下,线性天线阵列可在垂直于焦度方向的方向上被定位或布置在柱面透镜的平坦表面后面。在一些方面,UE可选择线性天线阵列中的一个线性天线阵列以沿着柱面透镜的焦度方向引导RF波束。在一些示例中,UE可执行相控阵列波束成形以沿着柱面透镜的非焦度方向引导RF波束。

[0033] 在一些方面,该系统和技术可提供波束成形设备,该波束成形设备与包括矩形天线阵列的设备相比可具有更低的复杂性(例如,更低的硬件/软件复杂性)并且消耗更少的功率。在一些示例中,波束成形设备可用于在不同方向上并发地导向多个RF波束。

[0034] 本文所述的系统和技术的各个方面将在下文关于附图讨论。

[0035] 如本文中所用,术语“用户装备”(UE)和“网络实体”并非旨在专用于或以其他方式被限定于任何特定的无线电接入技术(RAT),除非另有说明。一般而言,UE可以是任何无线通信设备(例如,移动电话、路由器、平板计算机、膝上型计算机和/或跟踪设备等)、可穿戴设备(例如,智能手表、智能眼镜、可穿戴戒指和/或扩展现实(XR)设备(诸如虚拟现实(VR)头戴式耳机、增强现实(AR)头戴式耳机或眼镜、或混合现实(MR)头戴式耳机))、交通工具(例如,汽车、摩托车、自行车等),和/或物联网(IoT)设备等,以供用户用于在无线通信网络上进行通信。UE可以是移动的或者可以(例如,在某些时间)是驻定的,并且可与无线电接入网(RAN)进行通信。如本文所用,术语“UE”可被互换地称为“接入终端”或“AT”、“客户端设备”、“无线设备”、“订户设备”、“订户终端”、“订户站”、“用户终端”或“UT”、“移动设备”、“移动终端”、“移动站”或它们的变型。总体而言,UE可经由RAN与核心网络通信,并且通过核心网络,UE可与诸如互联网的外部网络以及与其他UE连接。当然,连接到核心网络和/或互联网的其他机制对于UE而言也是可能的,诸如通过有线接入网络、无线局域网(WLAN)网络(例如,基于IEEE 802.11通信标准等)等。

[0036] 网络实体可在聚合式或单片式基站架构中实现,或者另选地,在分解式基站架构中实现,并且可包括中央单元(CU)、分布式单元(DU)、无线电单元(RU)、近实时(近RT)RAN智能控制器(RIC)或非实时(非RT)RIC中的一者或多者。基站(例如,具有聚合式/单片式基站架构或分解式基站架构)可依据该基站被部署在其中的网络而根据若干RAT中的一个RAT与UE通信地操作,并且可另选地被称为接入点(AP)、网络节点、节点B(NB)、演进型节点B(eNB)、下一代eNB(ng-eNB)、新无线电(NR)节点B(也被称为gNB或gNodeB)等。基站可主要用于支持UE的无线接入,包括支持所支持UE的数据、语音和/或信令连接。在一些系统中,基站可提供边缘节点信令功能,而在其他系统中,基站可提供附加的控制和/或网络管理功能。UE可借以向基站传送信号的通信链路被称为上行链路(UL)信道(例如,反向业务信道、反向控制信道、接入信道等)。基站可借以向UE传送信号的通信链路被称为下行链路(DL)或前向

链路信道(例如,寻呼信道、控制信道、广播信道、前向业务信道等)。如本文所用,术语业务信道(TCH)可以是指上行链路、反向或下行链路和/或前向业务信道。

[0037] 术语“网络实体”或“基站”(例如,具有聚合式/单片式基站架构或分解式基站架构)可以是指单个物理发送接收点(TRP)或多个物理TRP,该多个物理TRP可共置或可不共置。例如,在术语“网络实体”或“基站”是指单个物理TRP的情况下,该物理TRP可以是与基站的小区(或若干个小区扇区)相对应的基站天线。在术语“网络实体”或“基站”是指多个共置的物理TRP的情况下,这些物理TRP可以是基站的天线阵列(例如,如在多输入多输出(MIMO)系统中或在基站采用波束成形的情况下)。在术语“基站”是指多个非共置的物理TRP的情况下,物理TRP可以是分布式天线系统(DAS)(经由传输介质连接到公共源的空间上分开的天线的网络)或远程无线电头端(RRH)(连接到服务基站的远程基站)。另选地,非共置的物理TRP可以是从UE接收测量报告的服务基站和该UE正在测量其参考射频(RF)信号(或简称“参考信号”)的邻居基站。如本文所用,由于TRP是基站借以发送和接收无线信号的点,因此对从基站进行发送或在基站处进行接收的参考应被理解为是指基站的特定TRP。

[0038] 在支持UE定位的一些具体实施中,网络实体或基站可不支持UE的无线接入(例如,可不支持关于UE的数据、语音和/或信令连接),而是可替代地向UE发送要由UE测量的参考信号和/或可接收和测量由UE发送的信号。这种基站可被称为定位塔台(例如,在向UE发送信号的情况下)和/或被称为位置测量单元(例如,在接收和测量来自UE的信号的情况下)。

[0039] RF信号包括通过发送器和接收器之间的空间来传输信息的给定频率的电磁波。如本文所用,发送器可向接收器发送单个“RF信号”或多个“RF信号”。然而,由于RF信号通过多径信道的传播特性,接收器可接收与每个所发送的RF信号相对应的多个“RF信号”。在发送器和接收器之间的不同路径上的相同所发送的RF信号可被称为“多径”RF信号。如本文所用,在根据上下文清楚术语“信号”是指无线信号或RF信号的情况下,RF信号也可被称为“无线信号”或简称为“信号”。

[0040] 根据各个方面,图1例示了无线通信系统100的示例。无线通信系统100(也可被称为无线广域网(WWAN))可包括各个基站102和各个UE 104。在一些方面,基站102也可被称为“网络实体”或“网络节点”。基站102中的一个或多个基站可在聚合式或单片式基站架构中实现。附加地或另选地,基站102中的一个或多个基站可在分解式基站架构中实现,并且可包括中央单元(CU)、分布式单元(DU)、无线电单元(RU)、近实时(近RT)RAN智能控制器(RIC)或非实时(非RT)RIC中的一者或多者。基站102可包括宏小区基站(高功率蜂窝基站)和/或小型小区基站(低功率蜂窝基站)。在一方面,宏小区基站可包括eNB和/或ng-eNB(其中无线通信系统100对应于长期演进(LTE)网络)、或者gNB(其中无线通信系统100对应于NR网络)、或两者的组合,并且小型小区基站可包括毫微微小区、微微小区、微小区等。

[0041] 基站102可共同形成RAN并且通过回传链路122与核心网络170(例如,演进型分组核心(EPC)或5G核心(5GC))对接,并且通过核心网络170对接到一个或多个位置服务器172(其可以是核心网络170的一部分或者可在核心网络170外部)。除其他功能之外,基站102可执行与以下各项中的一项或多项相关的功能:传递用户数据、无线电信道加密和解密、完整性保护、报头压缩、移动性控制功能(例如,移交、双连通性)、小区间干扰协调、连接建立和释放、负载平衡、非接入层(NAS)消息的分发、NAS节点选择、同步、RAN共享、多媒体广播多播服务(MBMS)、订户和装备跟踪、RAN信息管理(RIM)、寻呼、定位和警告消息的递送。基站102

可通过回传链路134(其可以是有线的和/或无线的)直接或间接地(例如,通过EPC或5GC)彼此通信。

[0042] 基站102可与UE 104进行无线通信。基站102中的每个基站可为相应的地理覆盖区域110提供通信覆盖。在一方面,每个覆盖区域110中的基站102可支持一个或多个小区。“小区”是用于与基站(例如,在某个频率资源上,被称为载波频率、分量载波、载波、频带等)进行通信的逻辑通信实体,并且可与标识符(例如,物理小区标识符(PCI)、虚拟小区标识符(VCI)、小区全局标识符(CGI))相关联以区分经由相同或不同载波频率操作的小区。在一些情况下,可根据可为不同类型的UE提供接入的不同协议类型(例如,机器类型通信(MTC)、窄带IoT(NB-IoT)、增强型移动宽带(eMBB)或其他协议类型)来配置不同的小区。由于小区由特定基站支持,因此根据上下文,术语“小区”可以是指逻辑通信实体和支持该逻辑通信实体的基站中的任一者或两者。此外,由于TRP通常是小区的物理发送点,因此术语“小区”和“TRP”可互换地使用。在一些情况下,术语“小区”还可以是指基站的地理覆盖区域(例如,扇区),只要可在地理覆盖区域110的某个部分内检测到载波频率并将其用于通信。

[0043] 虽然相邻宏小区基站102的地理覆盖区域110可部分重叠(例如,在移交区域中),但是地理覆盖区域110中的一些区域可与更大的地理覆盖区域110基本上重叠。例如,小型小区基站102’可具有与一个或多个宏小区基站102的覆盖区域110基本上重叠的覆盖区域110’。包括小型小区基站和宏小区基站两者的网络可被称为异构网络。异构网络还可包括家庭eNB(HeNB),该家庭eNB(HeNB)可向被称为封闭订户组(CSG)的受限组提供服务。

[0044] 基站102与UE 104之间的通信链路120可包括从UE 104到基站102的上行链路(亦称为反向链路)发送和/或从基站102到UE 104的下行链路(亦称为前向链路)发送。通信链路120可使用MIMO天线技术,包括空间复用、波束成形和/或发送分集。通信链路120可通过一个或多个载波频率。载波的分配对于下行链路和上行链路可以是非对称的(例如,与上行链路相比可将更多或更少载波分配给下行链路)。

[0045] 无线通信系统100可进一步包括在未许可频谱(例如,5千兆赫(GHz))中经由通信链路154与WLAN站(STA)152处于通信的WLAN AP 150。当在未许可频谱中进行通信时,WLAN STA 152和/或WLAN AP 150可在通信之前执行空闲信道评估(CCA)或先听后说(LBT)规程,以便确定信道是否可用。在一些示例中,无线通信系统100可包括利用超宽带(UWB)频谱与一个或多个UE 104、基站102、AP 150等通信的设备(例如,UE等)。UWB频谱的范围可从3.1GHz到10.5GHz。

[0046] 小型小区基站102’可在许可和/或未许可频谱中操作。当在未许可频谱中操作时,小型小区基站102’可采用LTE或NR技术,并且使用与WLAN AP 150所使用的相同的5GHz未许可频谱。在未许可频谱中采用LTE和/或5G的小型小区基站102’可推升对接入网的覆盖和/或增加接入网的容量。未许可频谱中的NR可被称为NR-U。未许可频谱中的LTE可被称为LTE-U、许可辅助接入(LAA)或MulteFire。

[0047] 无线通信系统100可进一步包括毫米波(mmW)基站180,该基站可在mmW频率和/或近mmW频率中操作以与UE 182通信。mmW基站180可在聚合式或单片式基站架构中实现,或者另选地,在分解式基站架构中实现(例如,包括CU、DU、RU、近RT RIC或非RT RIC中的一者或多者)。极高频(EHF)是电磁频谱中RF的一部分。EHF具有30GHz至300GHz的范围,波长在1毫米与10毫米之间。该频带中的无线电波可被称为毫米波。近mmW可向下扩展到3GHz的频率,

波长为100毫米。超高频(SHF)频带在3GHz至30GHz之间扩展,其也被称为厘米波。使用mmW和/或近mmW射频频带的通信具有高路径损耗和相对短的射程。mmW基站180和UE 182可利用mmW通信链路184上的波束成形(发送和/或接收)来补偿极高路径损耗和短射程。此外,应当理解,在另选配置中,一个或多个基站102也可使用mmW或近mmW和波束成形来进行发送。因此,应当理解,前述例示仅是示例并且不应当被解释为限制本文所公开的各个方面。

[0048] 在与5G相关的一些方面,其中无线网络节点或实体(例如,基站102/180、UE 104/182)操作的频谱被划分成多个频率范围:FR1(从450兆赫(MHz)至6000MHz)、FR2(从24250MHz至52600MHz)、FR3(高于52600MHz)和FR4(介于FR1和FR2之间)。在多载波系统(诸如5G)中,载波频率中的一者被称为"主载波"或"锚定载波"或"主服务小区"或"PCell",并且其余载波频率被称为"辅载波"或"辅服务小区"或"SCell"。在载波聚合中,锚定载波是在由UE 104/182和小区所使用的主频率(例如,FR1)上操作的载波,在该小区中,UE 104/182执行初始无线电资源控制(RRC)连接建立规程或者发起RRC连接重建规程。主载波携带所有共用控制信道以及因UE而异的控制信道,并且可以是有执照频率中的载波(然而,并不总是这种情形)。辅载波是在第二频率(例如,FR2)上操作的载波,一旦在UE 104和锚定载波之间建立了RRC连接,该载波就可被配置,并且该载波可用于提供附加无线电资源。在一些情况下,辅载波可以是未许可频率中的载波。辅载波可仅包含必要的信令信息和信号,例如,由于主上行链路载波和主下行链路载波通常都是UE特定的,因此,UE特定的那些信令信息和信号可不存在于辅载波中。这意味着小区中的不同UE 104/182可具有不同的下行链路主载波。这对于上行链路主载波而言同样成立。网络能够在任何时间改变任何UE 104/182的主载波。这样做是为了例如平衡不同载波上的负载。由于"服务小区"(无论是PCell还是SCell)对应于一些基站正用于进行通信的载波频率或分量载波,因此术语"小区"、"服务小区"、"分量载波"、"载波频率"等可被可互换地使用。

[0049] 例如,仍然参考图1,宏小区基站102所使用的频率中的一者可以是锚定载波(或"PCell"),并且宏小区基站102和/或mmW基站180所使用的其他频率可以是辅载波("SCell")。在载波聚合中,基站102和/或UE 104每个载波可使用最多达YMHz(例如,5MHz、10MHz、15MHz、20MHz、100MHz)带宽的频谱,在每个方向上有至多达总共YxMHz(x个分量载波)用于发送。分量载波在频谱上可以彼此相邻或者可以彼此不相邻。载波的分配可以关于下行链路和上行链路是非对称的(例如,与上行链路相比可将更多或更少载波分配给下行链路)。多个载波的同时发送和/或接收使得UE 104/182能够显著地增加其数据发送和/或接收速率。例如,与单个20MHz载波所获得的数据速率相比,多载波系统中的两个20MHz聚合载波理论上将导致数据速率增加一倍(即,40MHz)。

[0050] 为了在多个载波频率上操作,基站102和/或UE 104可装备有多个接收器和/或发送器。例如,UE 104可以具有两个接收器,即"接收器1"和"接收器2",其中"接收器1"是可被调谐到频带(即,载波频率)"X"或频带"Y"的多频带接收器,而"接收器2"是可调谐到仅频带"Z"的单频带接收器。在该示例中,如果UE 104正在频带"X"中被服务,则频带"X"将被称为PCell或活跃载波频率,并且"接收器1"将需要从频带"X"调谐到频带"Y"(SCell)以测量频带"Y"(反之亦然)。相比而言,不论UE 104正在频带"X"还是频带"Y"中被服务,由于分开的"接收器2",因此UE 104可以测量频带"Z"而不会中断频带"X"或频带"Y"上的服务。

[0051] 无线通信系统100可进一步包括UE 164,该UE可以在通信链路120上与宏小区基站

102通信和/或在mmW通信链路184上与mmW基站180通信。例如,宏小区基站102可支持用于UE 164的PCell和一个或多个SCell,并且mmW基站180可支持用于UE 164的一个或多个SCell。

[0052] 无线通信系统100可进一步包括一个或多个UE,诸如UE 190,其经由一个或多个设备到设备(D2D)对等(P2P)链路(被称为"侧链路")间接连接到一个或多个通信网络。在图1的示例中,UE 190具有与连接到基站102中的一个基站的UE 104中的一个UE的D2D P2P链路192(例如,UE 190可通过该D2D P2P链路间接获得蜂窝连通性),并且具有与连接到WLAN AP 150的WLAN STA 152的D2D P2P链路194(UE 190可通过该D2D P2P链路间接获得基于WLAN的互联网连通性)。在一示例中,D2D P2P链路192和194可以使用任何公知的D2D RAT(诸如LTE直连(LTE-D)、WiFi直连(WiFi-D)、蓝牙®等)来支持。

[0053] 图2示出了根据本公开的一些方面的基站102和UE 104的设计的框图,该设计使得能够发送和处理在该UE和基站之间所交换的信号。设计200包括基站102和UE 104的组件,该基站和该UE可以是图1中的基站102中的一个基站和UE 104中的一个UE。基站102可配备有T个天线234a至234t,并且UE 104可配备有R个天线252a至252r,其中通常T≥1并且R≥1。

[0054] 在基站102处,发送处理器220可从数据源212接收用于一个或多个UE的数据,至少部分地基于从UE接收的信道质量指示符(CQI)来为每个UE选择一个或多个调制和译码方案(MCS),至少部分地基于为UE选择的MCS来处理(例如,编码和调制)用于每个UE的数据,以及提供针对所有UE的数据符号。发送处理器220还可处理系统信息(例如,针对半静态资源划分信息(SRPI)等)和控制信息(例如,CQI请求、授予、上层信令等),并且提供开销符号和控制符号。发送处理器220还可生成用于参考信号(例如,小区特定参考信号(CRS))和同步信号(例如,主同步信号(PSS)和辅同步信号(SSS))的参考符号。发送(TX)多输入多输出(MIMO)处理器230可对数据符号、控制符号、开销符号和/或参考符号(如果适用的话)执行空间处理(例如,预译码),并且可将T个输出符号流提供给T个调制器(MOD)232a至232t。调制器232a至232t被示出为组合式调制器-解调器(MOD-DEMOD)。在一些情况下,调制器和解调器可以是分开的组件。调制器232a至232t中的每个调制器可处理相应输出符号流(例如,针对正交频分复用(OFDM)方案等)以获得输出采样流。调制器232a至232t中的每个调制器可进一步处理(例如,转换到模拟、放大、滤波和上变频)输出采样流以获得下行链路信号。可分别经由T个天线234a至234t从调制器232a至232t发送T个下行链路信号。根据以下更详细描述的某些方面,可利用位置编码来生成同步信号以传达附加信息。

[0055] 在UE 104处,天线252a至252r可从基站102和/或其他基站接收下行链路信号并且可分别将接收到的信号提供给解调器(DEMOD)254a至254r。解调器254a至254r被示出为组合式调制器-解调器(MOD-DEMOD)。在一些情况下,调制器和解调器可以是分开的组件。解调器254a至254r中的每个解调器可调节(例如,滤波、放大、下变频和数字化)接收到的信号以获得输入采样。解调器254a至254r中的每个解调器可进一步处理输入采样(例如,针对OFDM等)以获得接收到的符号。MIMO检测器256可获得来自所有R个解调器254a至254r的接收到的符号,对接收到的符号执行MIMO检测(如果适用的话),并且提供检测到的符号。接收处理器258可处理(例如,解调和解码)检测到的符号,将用于UE 104的解码的数据提供给数据宿260,并且将解码的控制信息和系统信息提供给控制器/处理器280。信道处理器可以确定参考信号接收功率(RSRP)、接收信号强度指示符(RSSI)、参考信号接收质量(RSRQ)、信道质量指示符(CQI)等。

[0056] 在上行链路上,在UE 104处,发送处理器264可接收并处理来自数据源262的数据和来自控制器/处理器280的控制信息(例如,针对包括RSRP、RSSI、RSRQ、CQI等的报告)。发送处理器264还可生成用于一个或多个参考信号的参考符号(例如,至少部分地基于与该一个或多个参考信号相关联的β值或β值集合)。来自发送处理器264的符号可由TX-MIMO处理器266预译码(如果适用的话),由调制器254a至254r进一步处理(例如,针对DFT-s-OFDM、CP-OFDM等),并且向基站102发送。在基站102处,来自UE 104和其他UE的上行链路信号可由天线234a至234t接收,由解调器232a至232t处理,由MIMO检测器236检测(如果适用的话),并且由接收处理器238进一步处理,以获得由UE 104传送的解码的数据和控制信息。接收处理器238可将解码的数据提供给数据宿239,并且将解码的控制信息提供给控制器(处理器)240。基站102可包括通信单元244并且经由通信单元244与网络控制器231通信。网络控制器231可包括通信单元294、控制器/处理器290和存储器292。

[0057] 在一些方面,UE 104的一个或多个组件可包括在外壳中。基站102的控制器240、UE 104的控制器/处理器280和/或图2的任何其他组件可执行与用于NR的隐式UCIβ值确定相关联的一种或多种技术。

[0058] 存储器242和282可分别存储用于基站102和UE 104的数据和程序代码。调度器246可调度UE用于在下行链路、上行链路和/或侧链路上的数据发送。

[0059] 在一些方面,通信系统诸如5G新无线电(NR)系统的部署可以多种方式布置有各种组件或组成零件。在5G NR系统或网络中,网络节点、网络实体、网络的移动性元件、无线电接入网络(RAN)节点、核心网络节点、网络元件或网络装备(诸如基站(BS)或执行基站功能性的一个或多个单元(或一个或多个组件)可在聚合式或分解式架构中实现。例如,BS(诸如节点B(NB)、演进型NB(eNB)、NR BS、5G NB、接入点(AP)、发送接收点(TRP)或小区等)可被实现为聚合式基站(也被称为独立BS或单片式BS)或分解式基站。

[0060] 聚合式基站可被配置为利用在物理上或逻辑上集成在单个RAN节点内的无线电协议栈。分解式基站可被配置为利用在物理上或逻辑上分布在两个或更多个单元(诸如一个或多个中央或集中式单元(CU)、一个或多个分布式单元(DU)或一个或多个无线电单元(RU))之间的协议栈。在一些方面,CU可在RAN节点内实现,并且一个或多个DU可与CU共置,或者另选地,可在地理上或虚拟地分布在一个或多个其他RAN节点中。DU可被实现为与一个或多个RU通信。CU、DU和RU中的每一者也可被实现为虚拟单元,即虚拟中央单元(VCU)、虚拟分布式单元(VDU)或虚拟无线电单元(VRU)。

[0061] 基站类型操作或网络设计可考虑基站功能性的聚合特性。例如,分解式基站可在集成接入回传(IAB)网络、开放式无线电接入网络(O-RAN(诸如由O-RAN联盟倡议的网络配置))或虚拟化无线电接入网络(vRAN,也被称为云无线电接入网络(C-RAN))中使用。分解可包括跨各种物理位置处的两个或更多个单元分布功能性,以及虚拟地分布至少一个单元的功能性,这可实现网络设计的灵活性。分解式基站或分解式RAN架构的各个单元可被配置用于与至少一个其他单元进行有线或无线通信。

[0062] 图3示出了例示示例分解式基站300架构的示图。分解式基站300架构可包括一个或多个中央单元(CU)310,该一个或多个中央单元(CU)可经由回传链路与核心网络320直接通信,或者通过一个或多个分解式基站单元(诸如经由E2链路的近实时(近RT)RAN智能控制器(RIC)325,或与服务管理和编排(SMO)框架305相关联的非实时(非RT)RIC 315,或两者)

与核心网络320间接通信。CU 310可经由相应中传链路(诸如F1接口)与一个或多个分布式单元(DU)330通信。DU 330可经由相应前传链路与一个或多个无线电单元(RU)340通信。RU 340可经由一个或多个射频(RF)接入链路与相应UE 104通信。在一些具体实施中,UE 104可由多个RU 340同时服务。

[0063] 单元(例如,CU 310、DU 330、RU 340,以及近RT RIC 325、非RT RIC 315和SMO框架305)中的每一者可包括一个或多个接口或者耦合到一个或多个接口,该一个或多个接口被配置为经由有线或无线发送介质来接收或发送信号、数据或信息(统称为信号)。单元中的每一者或向这些单元的通信接口提供指令的相关联的处理器或控制器可被配置为经由发送介质与其他单元中的一者或多者通信。例如,这些单元可包括有线接口,该有线接口被配置为通过有线发送介质向其他单元中的一者或多者接收或发送信号。此外,这些单元可包括无线接口,该无线接口可包括接收器、发送器或收发器(诸如射频(RF)收发器),该接收器、发送器或收发器被配置为在无线发送介质上向其他单元中的一者或多者接收或发送信号或两者。

[0064] 在一些方面,CU 310可托管一个或多个较高层控制功能。此类控制功能可包括无线电资源控制(RRC)、分组数据汇聚协议(PDCP)、服务数据适配协议(SDAP)等。每个控制功能可被实现为具有接口,该接口被配置为与由CU 310托管的其他控制功能传达信号。CU 310可被配置为处理用户面功能性(即,中央单元-用户面(CU-UP))、控制面功能性(即,中央单元-控制面(CU-CP))或它们的组合。在一些具体实施中,CU 310可被逻辑地拆分成一个或多个CU-UP单元和一个或多个CU-CP单元。当在O-RAN配置中实现时,CU-UP单元可经由接口(诸如E1接口)与CU-CP单元双向通信。根据需要,CU 310可被实现为与DU 330通信,以进行网络控制和信令。

[0065] DU 330可对应于逻辑单元,该逻辑单元包括用于控制一个或多个RU 340的操作的一个或多个基站功能。在一些方面,DU 330可至少部分地根据功能拆分(诸如由第三代合作伙伴计划(3GPP)定义的功能拆分)来托管无线电链路控制(RLC)层、介质访问控制(MAC)层和一个或多个高物理(PHY)层(诸如用于前向纠错(FEC)编码和解码、加扰、调制和解调等的模块)中的一者或多者。在一些方面,DU 330还可托管一个或多个低PHY层。每个层(或模块)可利用接口来实现,该接口被配置为与由DU 330托管的其他层(和模块)或者与由CU 310托管的控制功能传达信号。

[0066] 较低层功能性可由一个或多个RU 340实现。在一些部署中,由DU 330控制的RU 340可对应于逻辑节点,该逻辑节点至少部分地基于功能拆分(诸如较低层功能拆分)来托管RF处理功能或低PHY层功能(诸如执行快速傅里叶变换(FFT)、逆FFT(iFFT)、数字波束成形、物理随机接入信道(PRACH)提取和滤波等)或两者。在此类架构中,RU 340可被实现为处理与一个或多个UE 104的空中(OTA)通信。在一些具体实施中,与RU 340的控制面和用户面通信的实时方面和非实时方面可由对应DU 330控制。在一些场景中,该配置可使得DU 330和CU 310能够在基于云的RAN架构(诸如vRAN架构)中实现。

[0067] SMO框架305可被配置为支持非虚拟化网络元件和虚拟化网络元件的RAN部署和置配。对于非虚拟化网络元件,SMO框架305可被配置为支持用于RAN覆盖要求的专用物理资源的部署,这些专用物理资源可经由操作和维护接口(诸如O1接口)管理。对于虚拟化网络元件,SMO框架305可被配置为与云计算平台(诸如开放云(O-Cloud)390)交互以经由云计算平

台接口(诸如O2接口)执行网络元件生命周期管理(诸如示例化虚拟化网络元件)。此类虚拟化网络元件可包括但不限于CU 310、DU 330、RU 340和近RT RIC 325。在一些具体实施中,SMO框架305可经由O1接口与4G RAN的硬件方面(诸如开放eNB(O-eNB)311)通信。附加地,在一些具体实施中,SMO框架305可经由O1接口与一个或多个RU 340直接通信。SMO框架305还可包括被配置为支持SMO框架305的功能性的非RT RIC 315。

[0068] 非RT RIC 315可被配置为包括逻辑功能,该逻辑功能实现RAN元件和资源的非实时控制和优化、包括模型训练和更新的人工智能/机器学习(AI/ML)工作流或近RT RIC 325中的应用/特征的基于策略的指导。非RT RIC 315可(诸如经由A1接口)耦合到近RT RIC 325或与该近RT RIC通信。近RT RIC 325可被配置为包括逻辑功能,该逻辑功能通过接口(诸如经由E2接口)经由数据收集和动作实现RAN元件和资源的近实时控制和优化,该接口将一个或多个CU 310、一个或多个DU 330或两者以及O-eNB与近RT RIC 325连接。

[0069] 在一些具体实施中,为了生成要部署在近RT RIC 325中的AI/ML模型,非RT RIC 315可从外部服务器接收参数或外部富集信息。此类信息可由近RT RIC 325利用,并且可在SMO框架305或非RT RIC 315处从非网络数据源或从网络功能接收。在一些示例中,非RT RIC 315或近RT RIC 325可被配置为调谐RAN行为或性能。例如,非RT RIC 315可监测性能的长期趋势和模式,并且采用AI/ML模型通过SMO框架305(诸如经由O1的重配置)或经由创建RAN管理策略(诸如A1策略)来执行纠正动作。

[0070] 图4例示了无线设备407的计算系统470的示例。无线设备407可包括诸如UE(例如,UE 104、UE 152、UE 190)的客户端设备或可由终端用户使用的其他类型的设备(例如,被配置为使用Wi-Fi接口进行通信的站(STA))。例如,无线设备407可包括移动电话、路由器、平板计算机、膝上型计算机、跟踪设备、可穿戴设备(例如,智能手表、眼镜、扩展现实(XR)设备(诸如虚拟现实(VR)、增强现实(AR)或混合现实(MR)设备)等)、物联网(IoT)设备、接入点和/或被配置为通过无线通信网络进行通信的另一设备。计算系统470包括可经由总线489电耦合或通信耦合(或者可以其他方式进行通信,视情况而定)的软件和硬件组件。例如,计算系统470包括一个或多个处理器484。一个或多个处理器484可包括一个或多个CPU、ASIC、FPGA、AP、GPU、VPU、NSP、微控制器、专用硬件、它们的任何组合和/或其他处理设备或系统。总线489可由一个或多个处理器484用于在核之间和/或与一个或多个存储器设备486通信。

[0071] 计算系统470还可包括一个或多个存储器设备486、一个或多个数字信号处理器(DSP)482、一个或多个订户身份模块(SIM)474、一个或多个调制解调器476、一个或多个无线收发器478、一个或多个天线487、一个或多个输入设备472(例如,相机、鼠标、键盘、触敏屏幕、触摸板、小键盘、麦克风和/或诸如此类)和一个或多个输出设备480(例如,显示器、扬声器、打印机和/或诸如此类)。

[0072] 在一些方面,计算系统470可包括被配置为发送和/或接收射频(RF)信号的一个或多个RF接口。在一些示例中,RF接口可包括组件,诸如调制解调器476、无线收发器478和/或天线487。一个或多个无线收发器478可经由天线487从一个或多个其他设备发送和接收无线信号(例如,信号488),该一个或多个其他设备诸如其他无线设备、网络设备(例如,诸如eNB和/或gNB的基站、诸如路由器、射程延长器或诸如此类的WiFi接入点(AP)等)、云网络和/或诸如此类。在一些示例中,计算系统470可包括可促进同时发送和接收功能性的多个天线或天线阵列。天线487可以是全向天线,使得射频(RF)信号可在所有方向上被接收和发

送。无线信号488可经由无线网络来发送。无线网络可以是任何无线网络,诸如蜂窝或电信网络(例如,3G、4G、5G等)、无线局域网(例如,Wi-Fi网络)、蓝牙™网络和/或其他网络。

[0073] 在一些示例中,无线信号488可使用侧链路通信(例如,使用PC5接口、使用DSRC接口等)直接发送到其他无线设备。无线收发器478可被配置为根据可与一个或多个监管模式相关联的一个或多个发送功率参数经由天线487发送RF信号,以用于执行侧链路通信。无线收发器478还可被配置为从其他无线设备接收具有不同信号参数的侧链路通信信号。

[0074] 在一些示例中,一个或多个无线收发器478可包括RF前端,该RF前端包括一个或多个组件,诸如放大器、用于信号下变频的混频器(也被称为信号乘法器)、将信号提供给混频器的频率合成器(也被称为振荡器)、基带滤波器、模数转换器(ADC)、一个或多个功率放大器以及其他组件。RF前端通常可处置无线信号488的选择以及该无线信号到基带或中频的转换,并且可将RF信号转换到数字域。

[0075] 在一些情况下,计算系统470可包括被配置为对使用一个或多个无线收发器478发送和/或接收的数据进行编码和/或解码的译码-解码设备(或CODEC)。在一些情况下,计算系统470可包括被配置为对由一个或多个无线收发器478发送和/或接收的数据进行加密和/或解密(例如,根据AES和/或DES标准)的加密-解密设备或组件。

[0076] 一个或多个SIM 474可各自安全地存储分配给无线设备407的用户的国际移动订户身份(IMSI)号码和相关密钥。IMSI和密钥可用于在访问由与一个或多个SIM 474相关联的网络服务提供商或运营商提供的网络时标识和认证订户。一个或多个调制解调器476可调制一个或多个信号以对用于使用一个或多个无线收发器478进行发送的信息进行编码。一个或多个调制解调器476还可解调由一个或多个无线收发器478接收的信号以便对所发送的信息进行解码。在一些示例中,一个或多个调制解调器476可包括Wi-Fi调制解调器、4G(或LTE)调制解调器、5G(或NR)调制解调器和/或其他类型的调制解调器。一个或多个调制解调器476和一个或多个无线收发器478可用于传达一个或多个SIM 474的数据。

[0077] 计算系统470还可包括一个或多个非暂态机器可读存储介质或存储设备(例如,一个或多个存储器设备486)(和/或与它们进行通信),这些非暂态机器可读存储介质或存储设备可包括但不限于本地和/或网络可访问存储装置、磁盘驱动器、驱动器阵列、光学存储设备、固态存储设备(诸如RAM和/或ROM),它们可以是可编程的、可快闪更新的等。此类存储设备可被配置为实现任何适当的数据存储,包括但不限于各种文件系统、数据库结构等。

[0078] 在各种实施方案中,功能可作为一个或多个计算机程序产品(例如,指令或代码)存储在存储器设备486中并由一个或多个处理器484和/或一个或多个DSP 482执行。计算系统470还可包括软件元件(例如,位于一个或多个存储器设备486内),包括例如操作系统、设备驱动器、可执行库和/或其他代码,诸如一个或多个应用程序,这些应用程序可包括实现由各个实施方案提供的功能的计算机程序,和/或可被设计成实现方法和/或配置系统,如本文所述。

[0079] 如上所述,本文描述了用于射频(RF)波束成形的系统和技术。在一些情况下,该系统和技术可由用户装备(UE)(诸如UE 104)来实现。在一些方面,该系统和技术可用于执行混合波束成形,其中RF波束的方向基于选择以用于波束成形(例如,阵列选择波束成形)的线性天线阵列和/或所选择的线性天线阵列内的天线元件的定相(例如,相控阵列波束成形)。在一些方面,阵列选择波束成形可用于沿着柱面透镜的焦度方向导向RF波束。在一些

示例中,相控阵列波束成形可用于沿着柱面透镜的非焦度方向导向RF波束,该非焦度方向与柱面透镜的焦度方向正交。

[0080] 图5例示了与波束成形设备一起使用的柱面透镜500的示例。在一些方面,柱面透镜500可包括可用于会聚或发散射频(RF)波束的弯曲表面506。如图所示,弯曲表面506对应于可会聚RF波束的凸形表面。在一些示例中,柱面透镜可具有与弯曲表面506相对的平坦表面508。在一些情况下,平坦表面508可以是没有任何曲率的平面。在一些方面,柱面透镜500可具有对应于弯曲表面506的曲率的焦度方向504。在一些情况下,柱面透镜500可具有与焦度方向504正交的非焦度方向502(例如,非焦度方向502沿着透镜的长度延伸而没有光学焦度)。

[0081] 在一些示例中,柱面透镜500可具有彼此相对并且沿着弯曲表面506的曲率延伸的侧面510a和侧面510b(例如,侧面510a和侧面510b平行于焦度方向504)。在一些情况下,柱面透镜500可具有彼此相对并且平行于非焦度方向502的侧面512a和侧面512b。虽然柱面透镜500被例示为具有矩形形状,但是本领域技术人员将认识到,根据本技术可使用附加形状(例如,正方形、圆形、椭圆形等)。

[0082] 图6是例示根据一些示例的具有柱面透镜的波束成形设备的部分的示图。在一些方面,波束成形设备可包括柱面透镜602。在一些示例中,柱面透镜602可对应于平凸透镜、双凸透镜、凸弯月透镜、双凹透镜、平凹透镜、凹弯月透镜和/或任何其他类型的柱面透镜。如图所例示,柱面透镜602对应于平凸透镜,诸如图5中所例示的柱面透镜500。

[0083] 在一些情况下,柱面透镜602可具有第一表面和与第一表面相对的第二表面。在一些示例中,第一表面可对应于平坦表面,并且第二表面可对应于凸形表面。例如,柱面透镜602可包括与平坦表面606(例如,第二表面)相对的凸形表面604(例如,第一表面)。在一些方面,柱面透镜602可包括对应于第一表面的曲率(例如,凸形表面604的曲率)的焦度方向620。在一些示例中,柱面透镜602可在焦度方向620上具有光学焦度。在一些方面,焦度方向620可与非焦度方向622正交。

[0084] 在一些实例中,波束成形设备可包括靠近柱面透镜的第二表面设置的多个线性天线阵列。例如,线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616可靠近平坦表面606设置(例如,放置、布置等)。在一些示例中,线性天线阵列(例如,线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616)与平坦表面606之间的距离可对应于柱面透镜602的后焦距。在一个非限制性示例中,线性天线阵列与平坦表面606之间的距离可以是大约7毫米(mm)。在一些方面,线性天线阵列可被定位,使得射频(RF)波束沿着焦度方向620(例如,垂直于线性天线阵列的方向)被准直。

[0085] 在一些情况下,多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列可包括多个天线阵列元件。例如,线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616可各自包括多个天线元件。在一些示例中,线性天线阵列608可包括天线元件610a、天线元件610b、天线元件610c、天线元件610d、天线元件610e、天线元件610f、天线元件610g和天线元件610h(统称为“天线元件610”)。在一些情况下,线性天线阵列612可包括天线元件614a、天线元件614b、天线元件614c、天线元件614d、天线元件614e、天线元件614f、天线元件614g和天线元件614h(统称为“天线元件614”)。在一些配置中,线性天线阵列616可包括天线元件618a、天线元件618b、天线元件618c、天线元件618d、天线元件618e、天线元件618f、天线元件618g和天线元件

618h(统称为“天线元件618”)。尽管图6被例示为具有三个线性天线阵列(具有八个天线元件),但是本领域技术人员将认识到,本技术不限于特定数量的线性天线阵列和/或特定数量的天线元件。

[0086] 在一些示例中,多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列的多个天线阵列元件可在垂直于焦度方向的方向上对齐。例如,天线元件610a-610h、天线元件614a-614h和天线元件618a-618h可各自在垂直于焦度方向620的方向(例如,平行于非焦度方向622)上对齐。在一些方面,每个线性天线阵列(例如,线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616)可被配置为沿着焦度方向620的不同部分导向RF波束。例如,线性天线阵列612可用于沿着焦度方向620的中心导向RF波束。在另一示例中,线性天线阵列608和线性天线阵列616可用于沿着焦度方向620以不同角度导向RF波束(例如,如本文关于图8进一步例示和描述的)。

[0087] 在一些情况下,每个线性天线阵列(例如,线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616)可用于沿着非焦度方向622的不同部分导向RF波束。例如,线性天线阵列中的每个线性天线阵列可被配置作为相控阵列天线,其中对应天线元件中的每个对应天线元件被配置为发送或接收相移RF信号。在一个例示性示例中,对应于线性天线阵列612的天线元件614中的每个天线元件之间的相位差可用于沿着非焦度方向622在不同方向上导向RF波束(例如,辐射方向图)。在一些方面,天线元件614的定相可基于线性天线阵列612的位置以相对于非焦度方向622的不同角度导向RF波束,同时将RF波束维持在焦度方向620的中心处。

[0088] 在一些示例中,一个或多个线性天线阵列之间的距离624可小于或等于RF信号的波长。例如,具有150GHz频率的RF信号可具有大约2毫米(mm)的波长。在一个例示性示例中,线性天线阵列612和线性天线阵列616之间的距离624可以是大约1.75mm。在一些情况下,阵列间距626(例如,天线元件之间的距离)可以是RF信号的波长的大约一半。例如,当波长为2mm时,阵列间距626可以是大约1mm。

[0089] 图7例示了包括波束成形设备的用户装备(UE)700的正视图,该波束成形设备具有柱面透镜。在一些方面,UE 700可包括柱面透镜702。在一些情况下,柱面透镜702可对应于平凸透镜,诸如图5中所例示的柱面透镜500。在一些示例中,柱面透镜702可沿着UE 700的侧面或边缘安装。在一些情况下,柱面透镜702可被安装在UE 700上,使得柱面透镜702与UE 700的侧面或边缘齐平或水平。在另一示例中,柱面透镜702可被安装在UE 700上,使得柱面透镜702相对于UE 700的侧面或边缘凹陷。在另一示例中,柱面透镜702可被安装在UE 700上,使得柱面透镜702从UE 700突出。在一些情况下,柱面透镜702的宽度可小于或等于UE 700的厚度。

[0090] 在一些方面,UE 700可包括诸如线性天线阵列704之类的一个或多个线性天线阵列。在一些情况下,UE 700可包括附加线性天线阵列(未例示),该附加线性天线阵列可布置在基本上平行于线性天线阵列704的方向上。在一些示例中,线性天线阵列704可包括多个天线阵列元件,诸如天线元件706a、天线元件706b、天线元件706c、天线元件706d、天线元件706e、天线元件706f、天线元件706g和天线元件706h(统称为“天线元件706”)。

[0091] 在一些示例中,天线元件706a-706h可被定位在柱面透镜702后面。例如,天线元件706a-706h可布置在柱面透镜702的平坦表面(例如,平坦表面508)后面。在一些情况下,天

线元件706a-706h和柱面透镜702之间的距离708可基于柱面透镜702的后焦距。

[0092] 在一些方面,每个线性天线阵列可被配置为沿着柱面透镜的非焦度方向导向至少一个RF波束。例如,线性天线阵列704可被配置为沿着柱面透镜702的非焦度方向712导向一个或多个RF波束(例如,RF波束710a、RF波束710b、RF波束710c、RF波束710c、RF波束710d和/或RF波束710e)。在一些示例中,线性天线阵列704可被配置作为相控天线阵列,使得天线元件706a-706h被配置为发送或接收相移RF信号。在一个例示性示例中,对应于线性天线阵列704的天线元件706a-706h中的每一者之间的相位差可用于在垂直于线性天线阵列704的方向上(例如,在非焦度方向712的中心处)导向RF波束710c。在另一示例中,对应于线性天线阵列704的天线元件706a-706h中的每一者之间的相位差可用于沿着非焦度方向712在一个或多个方向(例如,对应于RF波束710a、RF波束710b、RF波束710d和/或RF波束710e的方向)上导向RF波束。

[0093] 图8例示了包括波束成形设备的用户装备(UE)800的侧视图,该波束成形设备具有柱面透镜。在一些方面,UE 800可包括柱面透镜802。在一些情况下,柱面透镜802可对应于平凸透镜,诸如图5中所例示的柱面透镜500。如图所例示,柱面透镜802沿着UE 800的顶表面安装。然而,本领域技术人员将认识到,柱面透镜802可被定位在相对于UE 800的用于发送和接收RF信号的任何其他合适的位置(例如,底部、侧面、前面、后面等)。

[0094] 在一些方面,UE 800可包括一个或多个线性天线阵列,诸如线性天线阵列804a、线性天线阵列804b和线性天线阵列804c。在一些示例中,每个线性天线阵列可包括多个天线元件。例如,线性天线阵列804a可包括天线元件814。在一些方面,线性天线阵列804b和线性天线阵列804c还可包括一系列天线元件(未例示),这些天线元件可布置在基本上平行于天线元件814的方向上。在一些配置中,每个线性天线阵列可使用相应天线元件(例如,天线元件814)之间的相移来沿着非焦度方向808导向RF波束。

[0095] 在一些示例中,可基于线性天线阵列的选择来沿着柱面透镜802的焦度方向810导向RF波束。例如,线性天线阵列804a的选择可用于沿着对应于RF波束806a的焦度方向810在一个方向上导向RF波束。在另一示例中,线性天线阵列804b的选择可用于沿着对应于RF波束806b的焦度方向810在一个方向上导向RF波束。在另一示例中,线性天线阵列804c的选择可用于沿着对应于RF波束806c的焦度方向810在一个方向上导向RF波束。

[0096] 在一些情况下,每个线性天线阵列可与对应的波束角相关联,该对应的波束角基于每个线性天线阵列相对于柱面透镜的表面的位置。例如,每个线性天线阵列可被配置为基于线性天线阵列相对于柱面透镜802的表面(例如,平坦表面508或弯曲表面506)的位置来沿着焦度方向810引导RF波束。在一个例示性示例中,线性天线阵列804b可被定位在柱面透镜802的中心后面,并且可被配置为以可与焦度方向810的中心重合的90度角引导RF波束806b。

[0097] 在一些示例中,线性天线阵列(例如,线性天线阵列804a、线性天线阵列804b和线性天线阵列804c)与柱面透镜802之间的距离812可基于柱面透镜802的后焦距。在一些情况下,线性天线阵列可被定位,使得相应RF波束(例如,RF波束806a、RF波束806b和RF波束806c)沿着柱面透镜802的焦度方向810被准直。

[0098] 图9是例示RF波束902相对于透镜视场(FOV)904的波束导向方向900的示例的示图。如上所述,相位线性天线阵列可用于沿着柱面透镜的非焦度方向910导向RF波束,并且

线性天线阵列的选择可用于沿着柱面透镜的焦度方向912导向RF波束。在一些方面,RF波束的总体方向可基于选择以用于波束成形(例如,阵列选择波束成形)的线性天线阵列和所选择的线性天线阵列内的天线元件的定相(例如,相控阵列波束成形)。

[0099] 例如,如图9中所例示,RF波束902在对应于焦度方向912的方向908上的移动(例如,RF波束902从(906a,908a)到(906b,908a)的移动)可基于使用阵列选择波束成形对不同线性阵列的选择。例如,对不同天线阵列的选择可在方向908上移动RF波束902。

[0100] 类似地,RF波束902在对应于非焦度方向910的方向906上的移动(例如,RF波束902从(906a,908a)到(906a,908b)的移动)可基于相控阵列波束成形(例如,使用具有不同天线定相的相同天线阵列)。例如,相控阵列波束成形可在方向906上移动RF波束902。

[0101] 在一个示例中,当阵列选择波束成形对应于线性天线阵列906c并且相控阵列波束成形对应于天线定相908c时,RF波束902的方向可基本上位于透镜FOV 904的中心处。在另一示例中,通过维持天线定相908c以及选择线性天线阵列906b或线性天线阵列906a,RF波束902的方向可沿着焦度方向912被向下导向远离透镜FOV 904的中心。在另一示例中,通过继续使用线性天线阵列906c同时使用天线定相908b或天线定相908a,RF波束902的方向可沿着非焦度方向910被向右导向远离透镜FOV 904的中心。当使用线性天线阵列906d或线性天线阵列906e时,可执行类似的操作。

[0102] 图10是例示根据一些示例的具有柱面透镜的波束成形设备1000的部分的示图。在一些方面,波束成形设备1000可包括一个或多个线性天线阵列,诸如线性天线阵列1002a、线性天线阵列1002b和线性天线阵列1002c。在一些情况下,每个线性天线阵列可被定位以沿着对应于柱面透镜1008的焦度方向的不同角度引导相应RF波束。在一些示例中,每个线性天线阵列可包括多个天线元件,该多个天线元件可被配置为执行相控阵列波束成形,以便沿着柱面透镜1008的非焦度方向引导RF波束。例如,线性天线阵列1002a、线性天线阵列1002b和/或线性天线阵列1002c可被配置为引导RF波束1010a穿过柱面透镜1008以发送输出信号1012。在另一示例中,线性天线阵列1002a、线性天线阵列1002b和/或线性天线阵列1002c可被配置为引导RF波束1010b穿过柱面透镜1008以接收输入信号1014。

[0103] 在一些方面,每个线性天线阵列可耦合到相应交换网络,该相应交换网络可由控制器1006使用以独立地寻址以及/或者控制每个线性天线阵列。例如,线性天线阵列1002a可耦合到交换网络1004a,线性天线阵列1002b可耦合到交换网络1004b,并且线性天线阵列1002c可耦合到交换网络1004c。

[0104] 在一些配置中,每个交换网络为每个相应线性天线阵列提供到控制器1006的连接。在一些示例中,控制器1006可(例如,经由相应交换网络)单独寻址和控制每个线性天线阵列。在一些方面,控制器1006可配置每个线性天线阵列以独立地串流数据(例如,发送或接收RF信号)以及/或者独立地将RF波束引导到特定方向。例如,控制器1006可配置线性天线阵列1002a以在第一方向上引导RF波束,并且同时配置线性天线阵列1002b以在不同于第一方向的第二方向上引导RF波束。在一些情况下,控制器1006可配置多个线性天线阵列以在相同方向上引导波束。例如,线性天线阵列1002b和线性天线阵列1002c两者可被配置为使用RF波束1010b来接收输入信号1014。在一些方面,控制器1006可控制两个或更多个阵列(例如,线性天线阵列1002a和线性天线阵列1002b)以沿着柱面透镜1008的非焦度方向(例如,仰角方向)在相同方向上引导两个或更多个波束,从而导致仰角波束叠加。

[0105] 图11是例示用于执行无线通信的过程1100的示例的流程图。在一些方面,过程1100可由例如用户装备(UE)(诸如UE 104)来执行。图11中的虚线框可指示可任选步骤。

[0106] 在框1102处,过程1100包括UE使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向(例如,引导、定位等)第一射频波束。例如,UE 104可包括线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616。在一些情况下,UE 104可通过执行阵列选择波束成形(例如,基于线性天线阵列相对于柱面透镜602的位置来选择线性天线阵列)来沿着焦度方向620导向RF波束。在一些方面,UE 104可通过执行相控阵列波束成形(例如,配置线性天线阵列中的天线元件以发送或接收相移信号)来沿着非焦度方向622导向RF波束。

[0107] 在一些示例中,多个线性天线阵列可以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,该柱面透镜具有与第一表面相对的弯曲第二表面。在一些配置中,第一表面可对应于平坦表面,并且弯曲表面可对应于凸形表面。例如,线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616可以平行配置布置(例如,天线元件610、天线元件614和天线元件618各自在彼此平行的方向上对齐)。在一些方面,线性天线阵列608、线性天线阵列612和线性天线阵列616可设置(布置、放置、定位)在第一表面附近,该第一表面是平坦表面(例如,平坦表面508)。在一些情况下,平坦表面可与凸形表面(例如,弯曲表面506)相对。

[0108] 在一些示例中,第一方向可以是对应于柱面透镜的弯曲表面的曲率的焦度方向。例如,第一方向可以是对应于(例如,沿着)弯曲表面506的曲率的焦度方向504。

[0109] 在框1104处,过程1100可包括由UE基于第一线性天线阵列相对于柱面透镜的弯曲第二表面的位置,选择多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列,以便在焦度方向上导向第一RF波束。例如,UE 800可基于相应线性天线阵列相对于柱面透镜802的弯曲表面的位置来选择线性天线阵列804a、线性天线阵列804b或线性天线阵列804c。在一些方面,UE 800可选择线性天线阵列804a,以便在RF波束806a的方向上导向RF波束。在一些示例中,UE 800可选择线性天线阵列804b,以便在RF波束806b的方向上导向RF波束。在一些实例中,UE 800可选择线性天线阵列804c,以便在RF波束806c的方向上导向RF波束。

[0110] 在一些示例中,第一方向可以是垂直于与弯曲第二表面的曲率相关联的宽度尺寸的非焦度方向。例如,第一方向可对应于垂直于与弯曲表面506相关联的宽度尺寸的非焦度方向502(例如,非焦度方向502垂直于焦度方向504)。

[0111] 在框1106处,过程1100可包括由UE配置第一线性天线阵列中的一个或多个天线阵列元件之间的相移,以便在非焦度方向上导向RF波束。例如,UE 700可配置线性天线阵列704中的天线元件706a-706h之间的相移,以便沿着非焦度方向712导向RF波束。在一些方面,相移可被配置为在对应于RF波束710a、RF波束710b、RF波束710c、RF波束710d和/或RF波束710e的方向上导向RF波束。

[0112] 在框1108处,过程1100可包括由UE使用多个线性天线阵列中的第二线性天线阵列在第二方向上导向第二RF波束,其中第二方向是对应于柱面透镜的弯曲第二表面的曲率的焦度方向。例如,UE 800可选择第二线性天线阵列(例如,线性天线阵列804c),以沿着焦度方向810在RF波束806c的方向上导向RF波束。

[0113] 尽管图11示出了过程1100的示例框,但是在一些方面,过程1100可包括与图11中描绘的框相比更多的框、更少的框、不同的框或以不同方式布置的框。附加地或另选地,可并行地执行过程1100的框中的两个或更多个框。

[0114] 在一些示例中,本文所述的过程(例如,过程1100和/或本文所述的其他过程)可由计算设备或装置(例如,UE或基站)来执行。在一个示例中,过程1100可由图2的用户装备104和/或图4的无线设备407来执行。在另一示例中,过程1100可由具有图12所示的计算系统1200的计算设备来执行。

[0115] 在一些情况下,计算设备或装置可以包括各种组件,诸如一个或多个输入设备、一个或多个输出设备、一个或多个处理器、一个或多个微处理器、一个或多个微型计算机、一个或多个相机、一个或多个传感器、和/或被配置为执行本文中所描述的过程的步骤的其他组件。在一些示例中,计算设备可以包括显示器、被配置为传达和/或接收数据的一个或多个网络接口、它们的任何组合和/或其他组件。一个或多个网络接口可被配置为传达和/或接收有线和/或无线数据,包括根据3G、4G、5G和/或其他蜂窝标准的数据、根据Wi-Fi(802.11x)标准的数据、根据蓝牙™标准的数据、根据互联网协议(IP)标准的数据和/或其他类型的数据。

[0116] 计算设备的组件可以在电路中实现。例如,这些组件可包括电子电路或其他电子硬件,并且/或者可以使用电子电路或其他电子硬件来实现,该电子电路或其他电子硬件可包括一个或多个可编程电子电路(例如,微处理器、神经处理单元(NPU)、图形处理单元(GPU)、数字信号处理器(DSP)、中央处理单元(CPU)和/或其他合适的电子电路),并且/或者这些组件可包括用于执行本文所描述的各种操作的计算机软件、固件或它们的任何组合并且/或者可使用用于执行本文所描述的各种操作的计算机软件、固件或它们的任何组合来实现。

[0117] 过程1100被例示为逻辑流程图,该逻辑流程图的操作表示可在硬件、计算机指令或它们的组合中实现的操作序列。在计算机指令的上下文中,各操作表示存储在一个或多个计算机可读存储介质上的计算机可执行指令,这些指令在由一个或多个处理器执行时执行所叙述的操作。一般来讲,计算机可执行指令包括执行特定功能或实现特定数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。操作以其描述的顺序不旨在被解释为限制,并且任何数量的所描述的操作可以以任何顺序和/或并行地组合以实现过程。

[0118] 另外,过程1100和/或本文所述的其他过程可在配置有可执行指令的一个或多个计算机系统的控制下执行,并且可被实现为在一个或多个处理器上共同执行的代码(例如,可执行指令、一个或多个计算机程序或一个或多个应用程序),通过硬件来实现,或通过它们的组合来实现。如上文所指出,代码可存储在计算机可读或机器可读存储介质上,例如,以包括能够由一个或多个处理器执行的多个指令的计算机程序的形式。计算机可读或机器可读存储介质可以是非暂态的。

[0119] 图12是例示用于实现本技术的某些方面的系统的示例的示图。具体地,图12例示了计算系统1200的示例,该计算系统可以是例如构成内部计算系统、远程计算系统、相机或它们的任何组件的任何计算设备,其中系统的组件使用连接件1205来彼此通信。连接件1205可以是使用总线的物理连接,或者到处理器1210中的直接连接,诸如在芯片组架构中。连接件1205还可以是虚拟连接、联网连接或逻辑连接。

[0120] 在一些实施方案中,计算系统1200是分布式系统,其中本公开所述的功能可分布在一个数据中心、多个数据中心、对等网络等内。在一些实施方案中,所描述的系统组件中的一个或多个系统组件表示各自执行组件被描述用于的功能中的一些或全部功能的许多

此类组件。在一些实施方案中,组件可以是物理设备或虚拟设备。

[0121] 示例系统1200包括至少一个处理单元(CPU或处理器)1210和连接件1205,该连接件将包括系统存储器1215(诸如只读存储器(ROM)1220和随机存取存储器(RAM)1225)的各种系统组件通信地耦合到处理器1210。计算系统1200可包括高速存储器的与处理器1210直接连接、紧密接近该处理器或集成为该处理器的一部分的高速缓存1212。

[0122] 处理器1210可包括任何通用处理器和硬件服务或软件服务(诸如存储在存储设备1230中的被配置为控制处理器1210的服务1232、1234和1236),以及其中软件指令被并入到实际处理器设计中的专用处理器。处理器1210可以基本上是完全独立的计算系统,该计算系统包含多个核或处理器、总线、存储器控制器、高速缓存等。多核处理器可以是对称或非对称的。

[0123] 为了实现用户交互,计算系统1200包括可表示任何数量的输入机构的输入设备1245,诸如用于语音的麦克风、用于手势或图形输入的触敏屏幕、键盘、鼠标、运动输入、语音等。计算系统1200还可包括可以是多个输出机构中的一个或多个输出机构的输出设备1235。在一些实例中,多模式系统可使得用户能够提供多种类型的输入/输出以与计算系统1200通信。

[0124] 计算系统1200可包括通信接口1240,该通信接口通常可支配和管理用户输入和系统输出。通信接口可执行或促成使用有线和/或无线收发器接收和/或发送有线或无线通信,包括利用音频插孔/插头、话筒插孔/插头、通用串行总线(USB)端口/插头、Apple™Lightning™端口/插头、以太网端口/插头、光纤端口/插头、专用有线端口/插头、3G、4G、5G和/或其他蜂窝数据网络无线信号传递、蓝牙™无线信号传递、蓝牙™低功耗(BLE)无线信号传递、IBEACON™无线信号传递、射频标识(RFID)无线信号传递、近场通信(NFC)无线信号传递、专用短程通信(DSRC)无线信号传递、802.11Wi-Fi无线信号传递、无线局域网(WLAN)信号传递、可见光通信(VLC)、微波接入全球互通(WiMAX)、红外(IR)通信无线信号传递、公共交换电话网(PSTN)信号传递、综合服务数字网(ISDN)信号传递、自组织网络信号传递、无线电波信号传递、微波信号传递、红外信号传递、可见光信号传递、紫外光信号传递、沿电磁频谱的无线信号传递、或其某种组合的那些通信。通信接口1240还可以包括一个或多个全球导航卫星系统(GNSS)接收器或收发器,该一个或多个GNSS接收器或收发器用于基于从与一个或多个GNSS系统相关联的一个或多个卫星接收到一个或多个信号来确定计算系统1200的位置。GNSS系统包括但不限于美国的全球定位系统(GPS)、俄罗斯的全球导航卫星系统(GLONASS)、中国的北斗导航卫星系统(BDS)以及欧洲的伽利略(Galileo)GNSS。对在任何特定硬件布置上进行操作不存在任何限制,并且因此可以容易地替换此处的基础特征以随着它们被开发而获得改进的硬件或固件布置。

[0125] 存储设备1230可以是非易失性和/或非暂态和/或计算机可读存储器设备,并且可以是可存储可由计算机访问的数据的硬盘或其他类型的计算机可读介质,诸如盒式磁带、闪存存储器卡、固态存储器设备、数字多功能碟、卡带、软磁盘、软盘、硬盘、磁带、磁条/磁性条、任何其他磁存储介质、闪存、忆阻器存储器、任何其他固态存储器、压缩盘只读存储器(CD-ROM)光盘、可重写压缩盘(CD)光盘、数字视频盘(DVD)光盘、蓝光盘(BDD)光盘、全息光盘、另一光学介质、安全数字(SD)卡、微型安全数字(microSD)卡、Memory Stick®卡、智能卡芯片、EMV芯片、订户身份模块(SIM)卡、迷你/微型/纳米/微微SIM卡、另一集成电路(IC)芯

片/卡、随机存取存储器(RAM)、静态RAM(SRAM)、动态RAM(DRAM)、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存EPROM(FLASHEPROM)、高速缓存存储器(例如,层1(L1)高速缓存、层2(L2)高速缓存、层3(L3)高速缓存、层4(L4)高速缓存、层5(L5)高速缓存、其他(L#)高速缓存)、电阻式随机存取存储器(RRAM/ReRAM)、相变存储器(PCM)、自旋转移扭矩RAM(STT-RAM)、另一存储器芯片或盒和/或它们的组合。

[0126] 存储设备1230可包括软件服务、服务器、服务等,当定义这种软件的代码由处理器1210执行时,该代码使系统执行功能。在一些实施方案中,执行特定功能的硬件服务可包括存储在与必要硬件组件诸如处理器1210、连接件1205、输出设备1235等连接的计算机可读介质中的用于执行功能的软件组件。术语“计算机可读介质”包括但不限于便携式或非便携式存储设备、光存储设备以及能够存储、包含或携带指令和/或数据的各种其他介质。计算机可读介质可包括非暂态介质,该非暂态介质中可存储数据并且不包括无线地或通过有线连接传播的载波和/或暂态电子信号。非暂态介质的示例可包括但不限于磁盘或磁带、光学存储介质(诸如压缩盘(CD)或数字多功能盘(DVD))、闪存存储器、存储器或存储器设备。计算机可读介质可以在其上存储有代码和/或机器可执行指令,其可以表示规程、函数、子程序、程序、例程、子例程、模块、软件包、类别,或者指令、数据结构或程序语句的任何组合。通过传递和/或接收信息、数据、自变量、参数或存储器内容,代码段可以耦合到另一代码段或硬件电路。信息、自变量、参数、数据等可经由任何合适的手段来传递、转发或发送,这些手段包括存储器共享、消息传递、令牌传递、网络发送等。

[0127] 在上述描述中提供了具体细节以提供对本文中所提供的各实施方案和各示例的透彻理解,但是本领域技术人员将认识到本申请并不限于此。因而,尽管本申请的例示性实施方案已经在本文中详细描述,但是要理解,发明概念可以以其他各种方式被具体体现和采用,并且所附权利要求书旨在被解释为包括这些变型,除非受到现有技术的限制。上述应用的各种特征和方面可以单独地或联合地使用。此外,在不脱离本说明书的更广泛的范围的情况下,实施方案可以用于超出本文所描述的环境和应用的任何数量个环境和应用中。因此,说明书和附图应当被认为是例示性的而非限制性的。出于例示的目的,按照特定顺序来描述各方法。应当理解,在另选实施方案中,各方法可以按与所描述的不同顺序来执行。

[0128] 为了解释的清楚,在一些实例中,本技术可以被呈现为包括单独的功能块,该单独的功能块包括以软件或硬件和软件的组合体现的方法中的设备、设备组件、步骤或例程。可以使用除了附图中所示和/或本文中所描述的那些组件之外的附加组件。例如,电路、系统、网络、过程和其他组件可以用框图形式示为组件以避免使这些实施方案湮没在不必要的细节中。在其他实例中,可以在没有必要的细节的情况下示出公知的电路、过程、算法、结构和技术以避免混淆各实施方案。

[0129] 此外,本领域技术人员应理解,结合本文所公开的各方面描述的各种例示性逻辑块、模块、电路和算法步骤可被实现为电子硬件、计算机软件或两者的组合。为了清楚地例示硬件和软件的这种可互换性,已经在其功能性方面大致描述了各种例示性组件、框、模块、电路和步骤。将此类功能性实现为硬件还是软件取决于特定应用和对整个系统提出的设计约束。本领域技术人员可以针对每个特定应用以不同的方式实现所描述的功能性,但是此类具体实施决策不应被解释为导致脱离本公开的范围。

[0130] 单独的实施方案可以在上文被描述为被描绘为流程图、流图、数据流图、结构图或框图的过程或方法。尽管流程图可将操作描述为顺序过程,但是操作中的许多操作可被并行或并发地执行。此外,可以重新排列操作的次序。当过程的操作完成时过程被终止,但是过程可具有附图中未包括的附加步骤。过程可以对应于方法、函数、规程、子例程、子程序等。当过程对应于函数时,该过程的终止可以对应于该函数返回调用函数或主函数。

[0131] 根据上述示例的过程和方法可以使用被存储的计算机可执行指令或以其他方式从计算机可读介质获取的计算机可执行指令来实现。这些指令可以包括例如使或以其他方式将通用计算机、专用计算机或处理设备配置为执行某一功能或功能群的指令和数据。可以通过网络访问所使用的计算机资源的部分。计算机可执行指令可以是例如二进制、诸如汇编语言、固件、源代码的中间格式指令。可用于存储指令、所用的信息和/或在根据所描述的示例的方法期间创建的信息的计算机可读介质的示例包括磁盘或光盘、闪速存储器、具有非易失性存储器的USB设备、联网存储设备等。

[0132] 在一些实施方案中,计算机可读存储设备、介质和存储器可包括包含比特流等的线缆或无线信号。然而,在被提及时,非暂态计算机可读存储介质明确排除诸如功耗、载波信号、电磁波以及信号本身等介质。

[0133] 本领域技术人员应理解,信息和信号可以使用多种不同的技术和方法中的任何技术和方法来表示。例如,贯穿以上描述可能被述及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号以及芯片可在一些情况下部分地取决于具体应用、部分地取决于所期望的设计、部分地取决于对应技术等而由电压、电流、电磁波、磁场或磁粒子、光场或光粒子、或它们的任何组合来表示。

[0134] 结合本文中所公开的各方面来描述的各种说明性逻辑块、模块和电路可使用硬件、软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言、或它们的任何组合来实施或执行,并且可采用各种形状因子中的任何形状因子。当以软件、固件、中间件或微代码实现时,用于执行必要任务的程序代码或代码段(例如,计算机程序产品)可以被存储在计算机可读或机器可读介质中。处理器可以执行必要任务。各形状因子的示例包括:膝上型设备、智能电话、移动电话、平板设备、或其他小形状因子的个人计算机、个人数字助理、机架式设备、自立设备等。本文所述的功能性也可被体现在外围设备或内插式卡中。借由进一步的示例,此类功能性还可以被实现在单个设备上执行的不同芯片或不同过程当中的电路板上。

[0135] 指令、用于传达此类指令的介质、用于执行它们的计算资源以及用于支持此类计算资源的其他结构是用于提供本公开中描述的功能的示例手段。

[0136] 本文所述的技术还可以被实现在电子硬件、计算机软件、固件或它们的任何组合中。此类技术可以被实现在多种设备中的任何设备中,多种设备诸如通用计算机、无线通信设备手机、或具有多种用途的集成电路设备,多种用途包括在无线通信设备手机和其他设备中的应用。被描述为模块或组件的任何特征可以一起被实现在集成逻辑设备中或分开地实现为分立但可互操作的逻辑设备。如果被实施在软件中,则技术可至少部分地由包括程序代码的计算机可读数据存储介质来实现,该程序代码包括在被执行时执行上述的方法、算法和/或操作中的一者或多者的指令。计算机可读数据存储介质可以形成计算机程序产品的一部分,其可以包括封装材料。计算机可读介质可以包括存储器或数据存储介质,诸如随机存取存储器(RAM)(诸如同步动态随机存取存储器(SDRAM))、只读存储器(ROM)、非易失

性随机存取存储器(NVRAM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存存储器、磁性或光学数据存储介质等。附加地或另选地,该技术可以至少部分地由计算机可读通信介质来实现,该计算机可读通信介质携带或传达呈指令或数据结构形式的且可以由计算机访问、读取和/或执行的程序代码,诸如传播的信号或波。

[0137] 程序代码可以由处理器执行,该处理器可以包括一个或多个处理器,诸如一个或多个数字信号处理器(DSP)、通用微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程逻辑阵列(FPGA)或其他等效集成或分立逻辑电路。此类处理器可以被配置为执行本公开中所描述的技术中的任何技术。通用处理器可以是微处理器;但在另选方案中,处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可被实施为计算设备的组合,例如DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核心结合的一个或多个微处理器,或任何其他此类配置。因此,如本文所用的术语“处理器”可以指前述结构中的任何结构、前述结构的任何组合或适合于实施本文中所描述的技术的任何其他结构或装置。

[0138] 本领域普通技术人员将理解,本文中所使用的小于(“<”)和大于(“>”)符号或术语可以分别用小于或等于(“≤”)和大于或等于(“≥”)符号来代替而不背离本说明书的范围。

[0139] 在组件被描述为“被配置为”执行某些操作的情况下,可以例如通过设计电子电路或其他硬件以执行操作、通过编程可编程电子电路(例如,微处理器或其他合适的电子电路)以执行操作、或它们的任何组合来实现这样的配置。

[0140] 短语“耦合到”或“通信地耦合到”指的是任何组件直接或间接地物理连接到另一组件,和/或任何组件直接或间接地与另一组件处于通信(例如,通过有线或无线连接和/或其他合适的通信接口连接到该另一组件)。

[0141] 记载集合“中的至少一者”和/或集合中的“一者或多者”的权利要求语言或其他语言指示集合中的一个成员或集合中的多个成员(以任何组合)满足权利要求。例如,阐述“A和B中的至少一者”或者“A或B中的至少一者”的权利要求语言意指A、B或A和B。在另一示例中,阐述“A、B和C中的至少一者”或者“A、B或C中的至少一者”的权利要求语言意指A、B、C、或A和B、或A和C、或B和C、A和B和C或任何重复是信息或数据(例如,A和A、B和B、C和C、A和A和B等),或A、B和C的任何其他排序、重复或组合。语言集合“中的至少一者”和/或集合中的“一者或多者”不将集合限制为集合中所列的项目。例如,阐述“A和B中的至少一者”或“A或B中的至少一者”的权利要求语言可意指A、B、或A和B,并且可附加地包括在A和B的集合中未列出的项目。

[0142] 本公开的例示性方面包括:

[0143] 方面1.一种无线通信装置,所述无线通信装置包括:柱面透镜,所述柱面透镜具有第一表面和与所述第一表面相对的第二表面,所述柱面透镜包括对应于所述第一表面的曲率的焦度方向和与所述焦度方向正交的非焦度方向;和多个线性天线阵列,所述多个线性天线阵列靠近所述柱面透镜的所述第二表面设置,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列包括多个天线阵列元件。

[0144] 方面2.根据方面1所述的无线通信装置,其中所述第一表面对应于平坦表面,并且所述第二表面对应于凸形表面。

[0145] 方面3.根据方面1至2中任一项所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列的所述多个天线阵列元件在垂直于所述焦度方向的方向上对齐。

[0146] 方面4.根据方面1至3中任一项所述的无线通信装置,其中基于每个线性天线阵列相对于所述柱面透镜的所述第二表面的位置,所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列与对应的波束角相关联。

[0147] 方面5.根据方面1至4中任一项所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列被配置为沿着所述柱面透镜的所述非焦度方向导向至少一个射频(RF)波束。

[0148] 方面6.根据方面1至5中任一项所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列与所述柱面透镜的所述第一表面之间的距离对应于所述柱面透镜的后焦距。

[0149] 方面7.根据方面1至6中任一项所述的无线通信装置,其中所述多个天线阵列元件中的每个天线阵列元件之间的距离基于射频信号的波长。

[0150] 方面8.根据方面1至7中任一项所述的无线通信装置,其中与所述第一表面的所述曲率相关联的宽度尺寸小于或等于所述无线通信装置的厚度。

[0151] 方面9.根据方面1至8中任一项所述的无线通信装置,其中所述多个线性天线阵列被配置为在亚太赫兹频率范围内操作。

[0152] 方面10.根据方面1至9中任一项所述的无线通信装置,其中所述无线通信装置被配置作为用户装备(UE)。

[0153] 方面11.根据方面1至10中任一项所述的无线通信装置,所述无线通信装置进一步包括:控制电路系统,所述控制电路系统耦合到所述多个线性天线阵列,其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列经由单独的阵列连接件耦合到所述控制电路系统,并且其中所述多个线性天线阵列中的每个线性天线阵列能够独立于所述多个线性天线阵列中的每个其他线性天线阵列进行控制。

[0154] 方面12:一种无线通信的方法,所述方法包括:使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频(RF)波束,其中所述多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置,所述柱面透镜具有与所述第一表面相对的弯曲第二表面。

[0155] 方面13.根据方面12所述的方法,其中所述第一表面对应于平坦表面,并且所述弯曲第二表面对应于凸形表面。

[0156] 方面14.根据方面12至13中任一项所述的方法,其中所述第一方向是对应于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的曲率的焦度方向。

[0157] 方面15.根据方面14所述的方法,其中在所述焦度方向上导向所述第一RF波束进一步包括:基于所述第一线性天线阵列相对于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的位置,选择所述多个线性天线阵列中的所述第一线性天线阵列。

[0158] 方面16.根据方面12至13中任一项所述的方法,其中所述第一方向是垂直于与所述弯曲第二表面的曲率相关联的宽度尺寸的非焦度方向。

[0159] 方面17.根据方面16所述的方法,其中在所述非焦度方向上导向所述第一RF波束进一步包括:配置所述第一线性天线阵列中的一个或多个天线阵列元件之间的相移。

[0160] 方面18.根据方面12至17中任一项所述的方法,所述方法进一步包括:使用所述多个线性天线阵列中的第二线性天线阵列在第二方向上导向第二RF波束,其中所述第二方向是对应于所述柱面透镜的所述弯曲第二表面的曲率的焦度方向。

[0161] 方面19.根据方面12至18中任一项所述的方法,其中所述第一RF波束被配置为在亚太赫兹频率范围内发送或接收射频信号。

[0162] 方面20.一种用于无线通信的装置,所述装置包括:至少一个存储器;和至少一个处理器,所述至少一个处理器耦合到所述至少一个存储器,其中所述至少一个处理器被配置为执行根据方面12至18中任一项所述的操作。

[0163] 方面21.一种用于无线通信的装置,所述装置包括:用于执行根据方面12至18中任一项所述的操作的构件。

[0164] 方面22:一种非暂态计算机可读介质,所述非暂态计算机可读介质包括指令,所述指令在由装置执行时使所述装置执行根据方面12至18中任一项所述的操作。

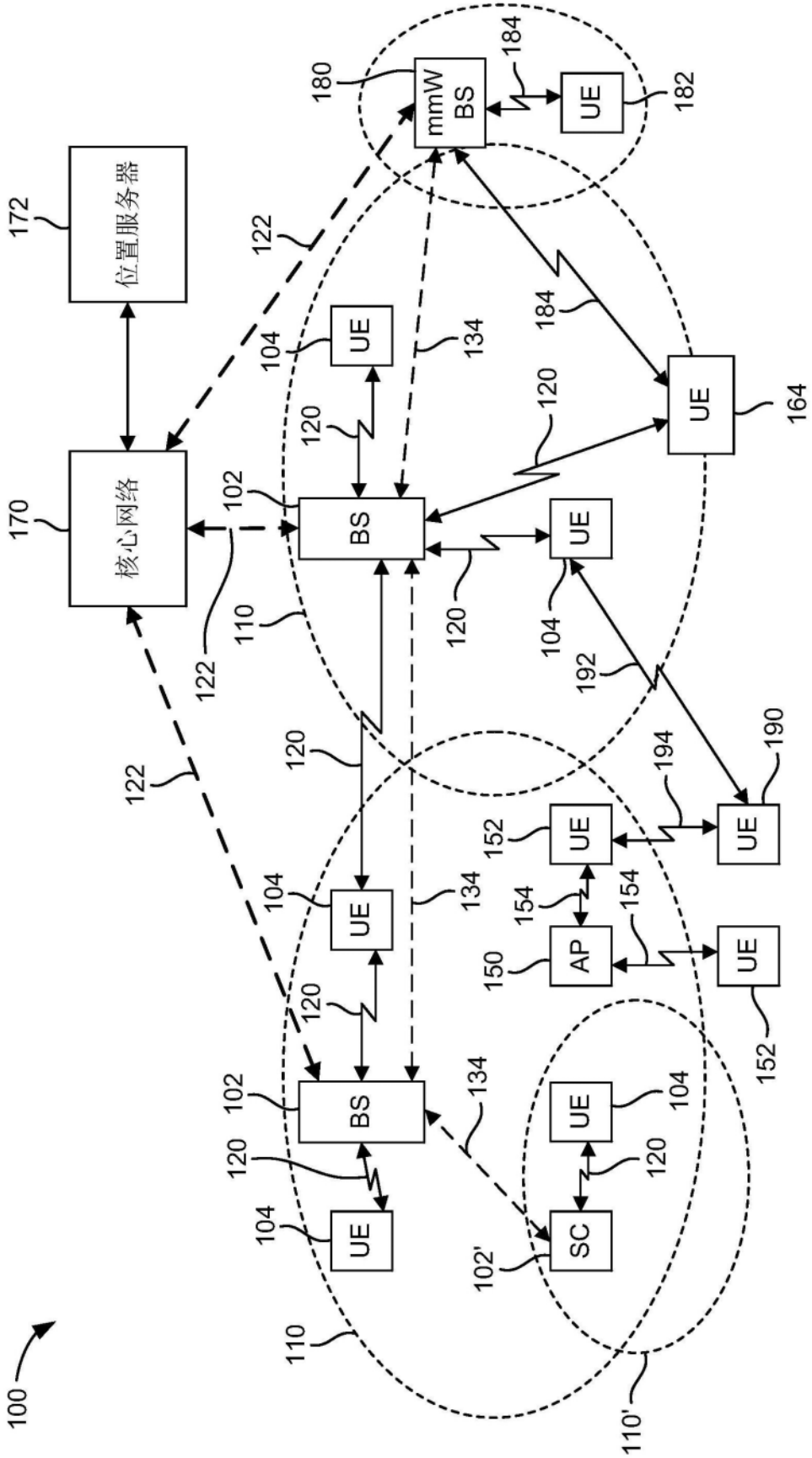

100
110
110'
120
122
102
102'
104
134
150
152
154
164
170
172
180
182
184
190
192
194
核心网络
位置服务器
mmW BS
BS
UE
AP
SC

图1

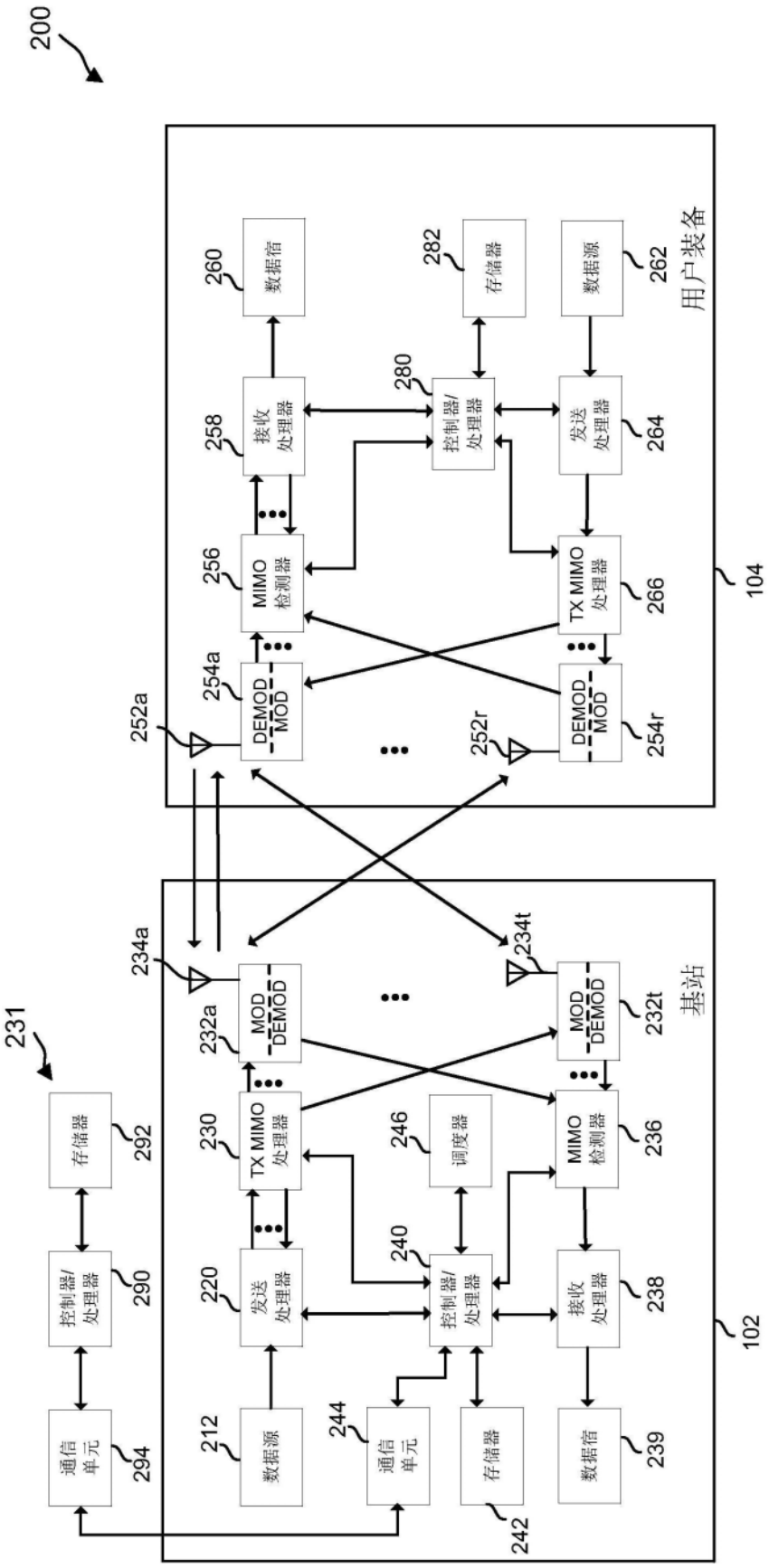

200
231
用户装备
104
基站
102
252a
252r
254a
254r
DEMOD
MOD
256
MIMO
检测器
258
接收
处理器
260
数据宿
280
控制器/
处理器
282
存储器
262
数据源
264
发送
处理器
266
TX MIMO
处理器
234a
234t
232a
232t
MOD
DEMOD
230
TX MIMO
处理器
246
调度器
236
MIMO
检测器
220
发送
处理器
240
控制器/
处理器
238
接收
处理器
212
数据源
244
通信
单元
242
存储器
239
数据宿
292
存储器
290
控制器/
处理器
294
通信
单元

图2

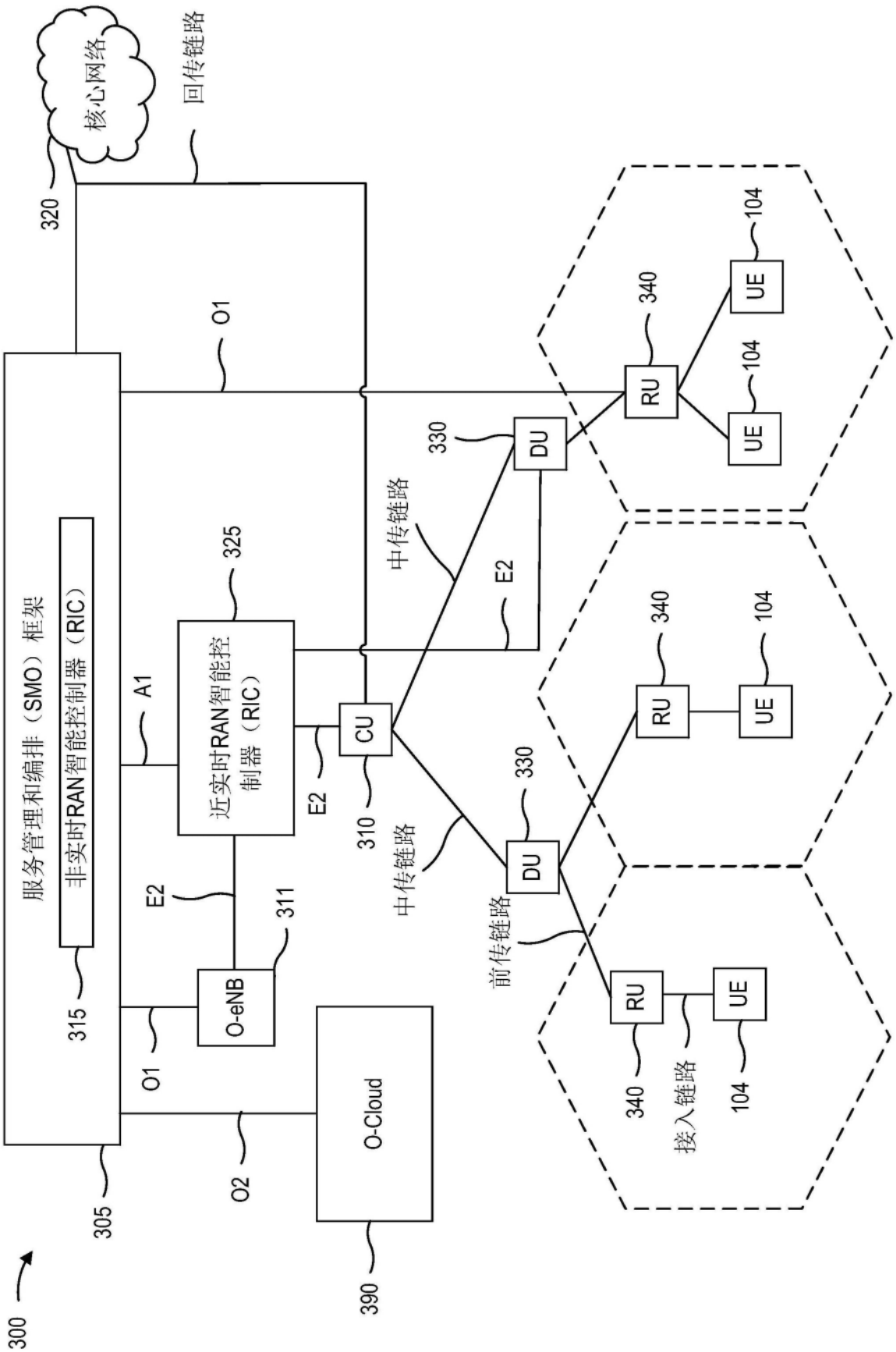

核心网络
回传链路
320
O1
服务管理和编排（SMO）框架
非实时RAN智能控制器（RIC）
315
A1
近实时RAN智能控制器（RIC）
325
E2
O-eNB
311
O1
305
O2
O-Cloud
390
E2
CU
310
中传链路
DU
330
中传链路
DU
330
前传链路
RU
340
UE
104
RU
340
UE
104
RU
340
UE
104
接入链路
300

图3

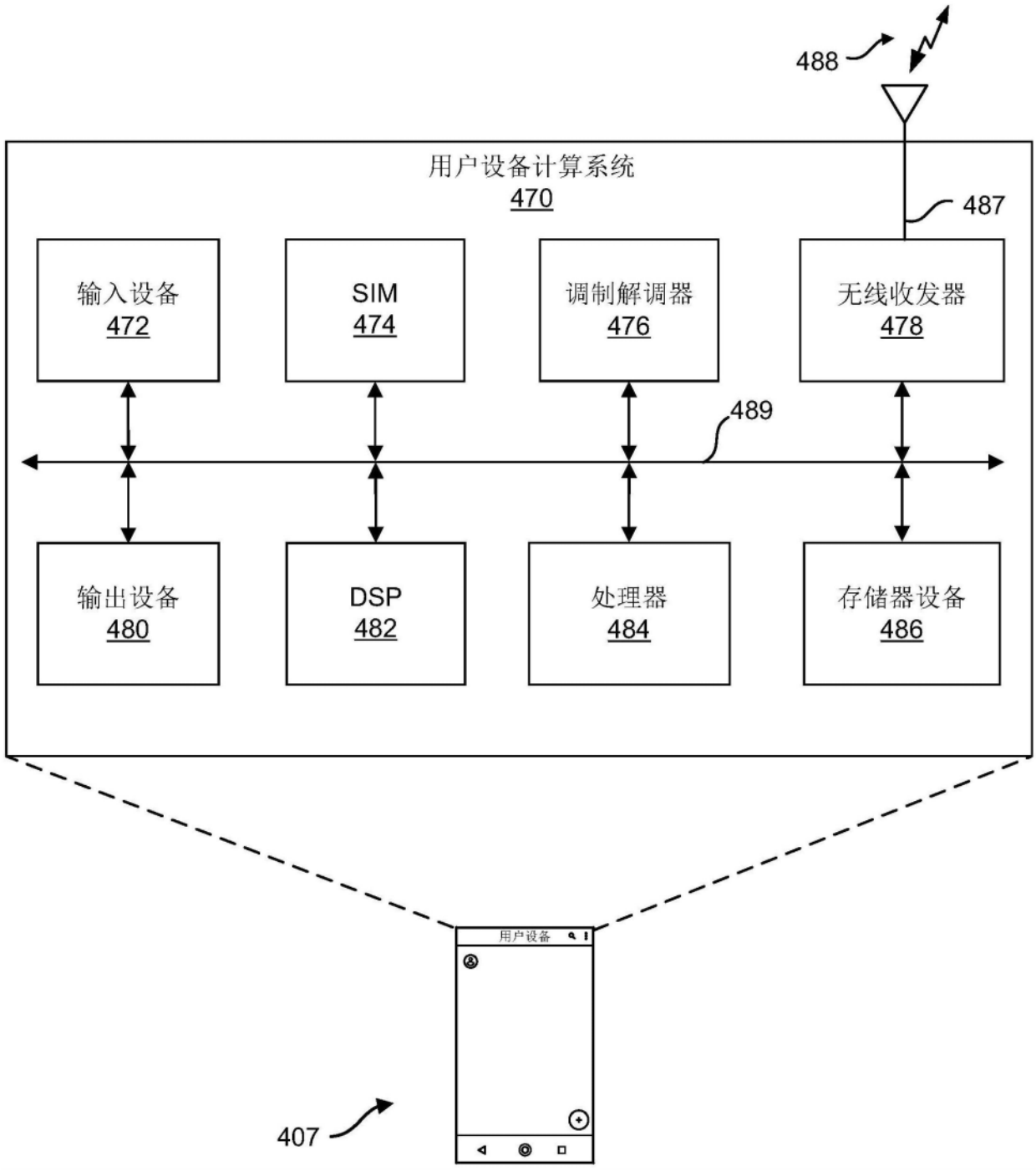

488
用户设备计算系统
470
487
输入设备
472
SIM
474
调制解调器
476
无线收发器
478
489
输出设备
480
DSP
482
处理器
484
存储器设备
486
用户设备
407

图4

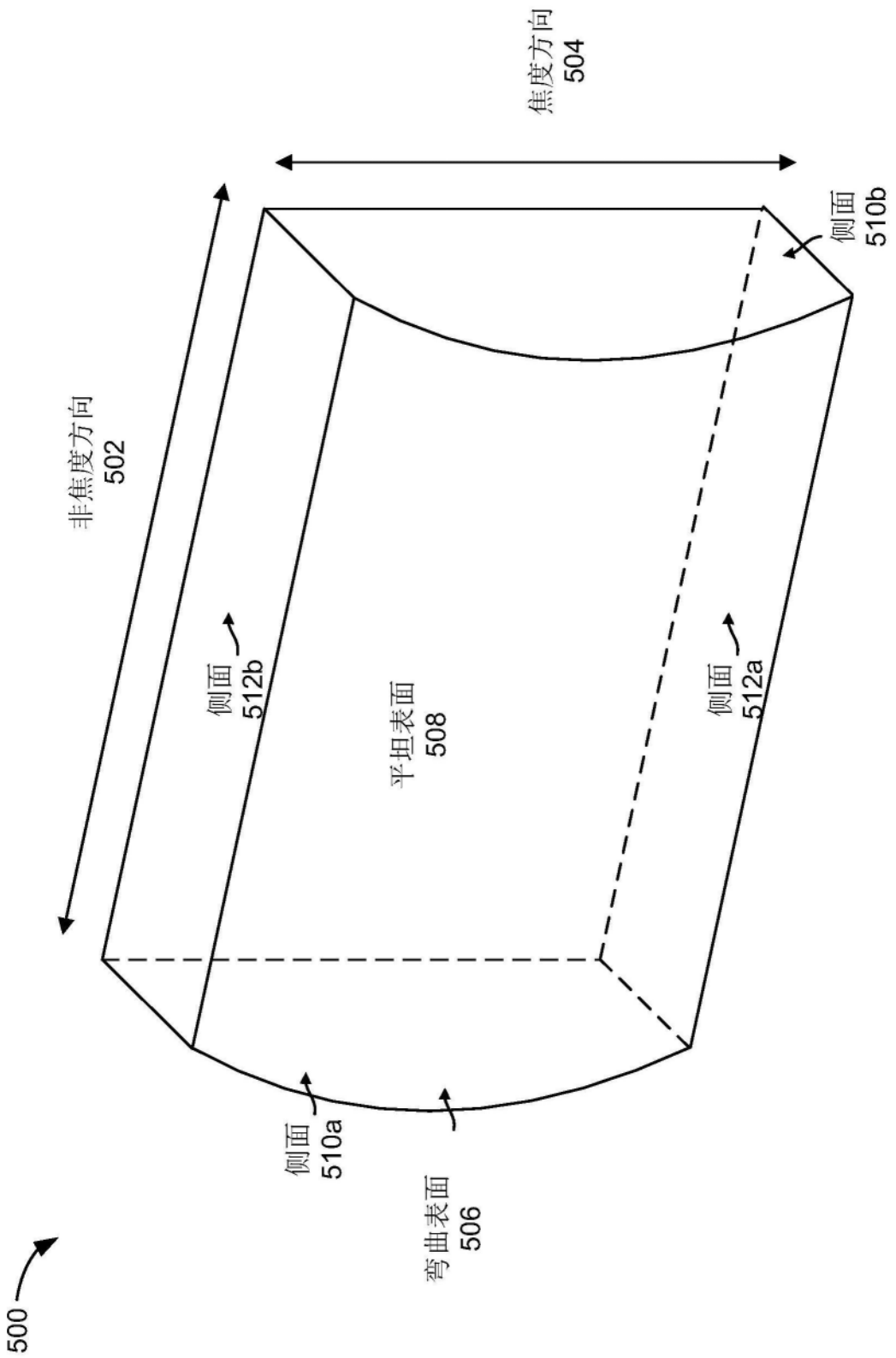

焦度方向
504
侧面
510b
非焦度方向
502
侧面
512b
平坦表面
508
侧面
512a
侧面
510a
弯曲表面
506
500

图5

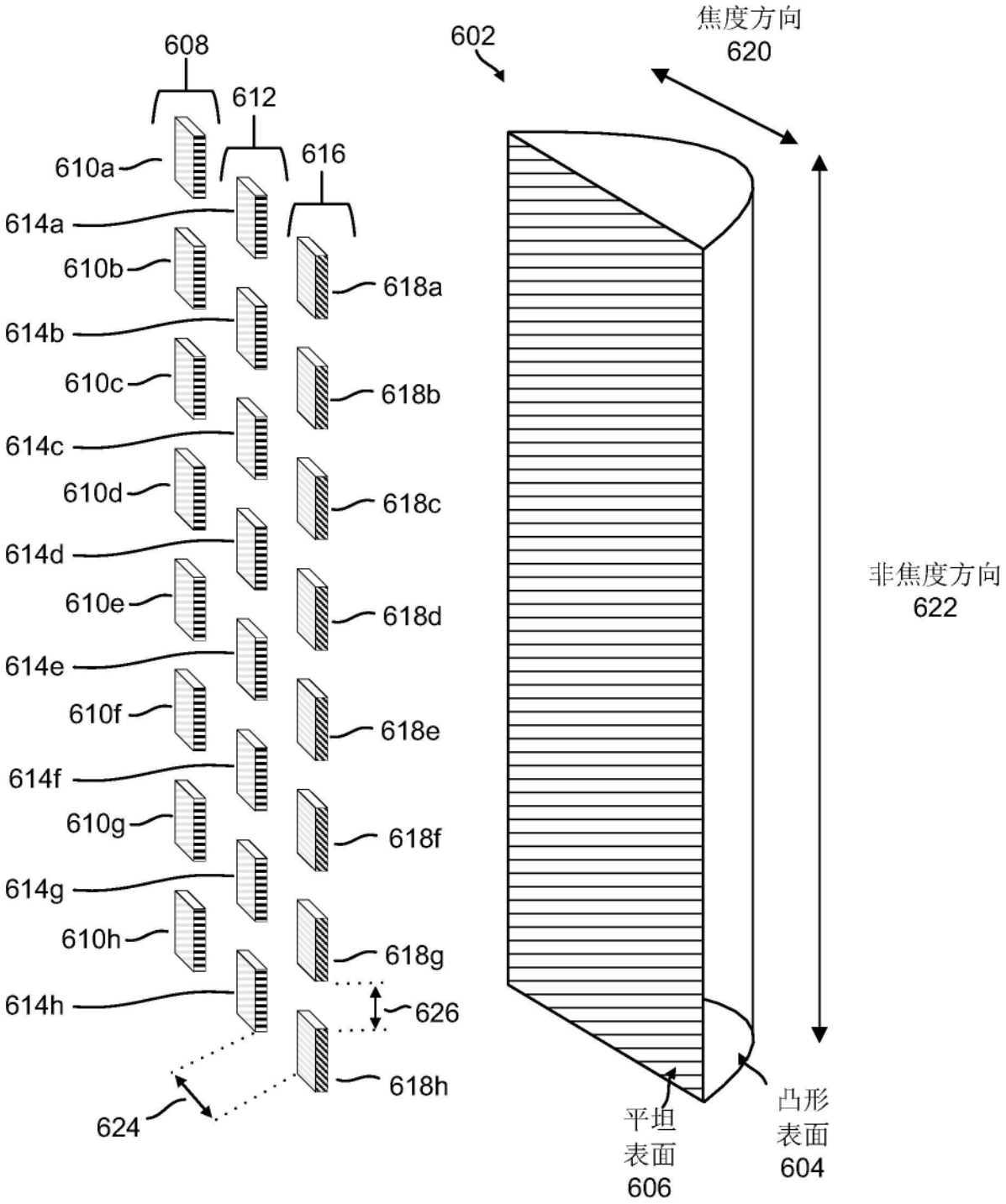

608
612
616
602
焦度方向
620
610a
614a
610b
614b
610c
614c
610d
614d
610e
614e
610f
614f
610g
614g
610h
614h
618a
618b
618c
618d
618e
618f
618g
618h
626
624
非焦度方向
622
平坦
表面
606
凸形
表面
604

图6

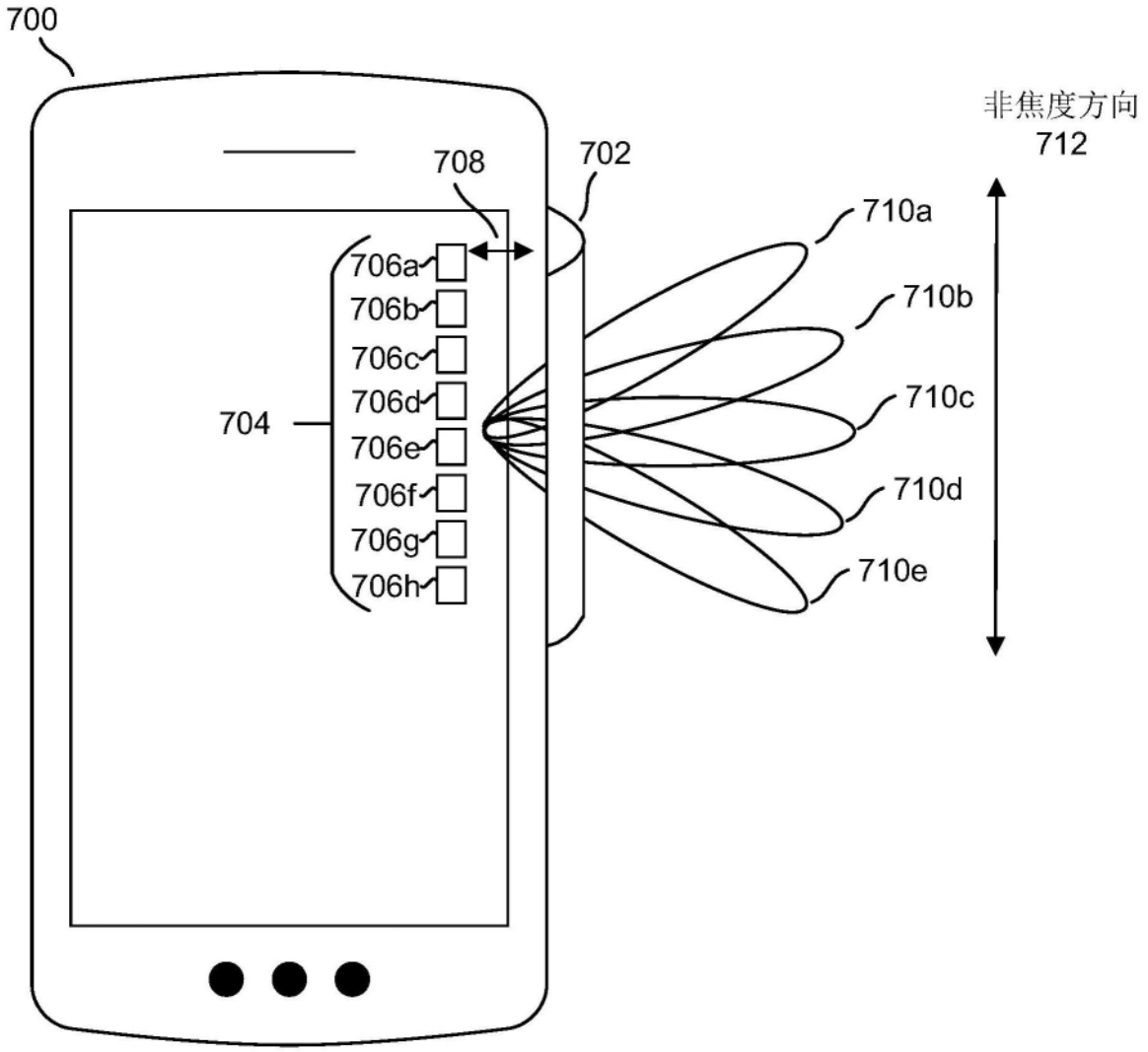

700
708
702
非焦度方向
712
710a
710b
710c
710d
710e
706a
706b
706c
706d
706e
706f
706g
706h
704

图7

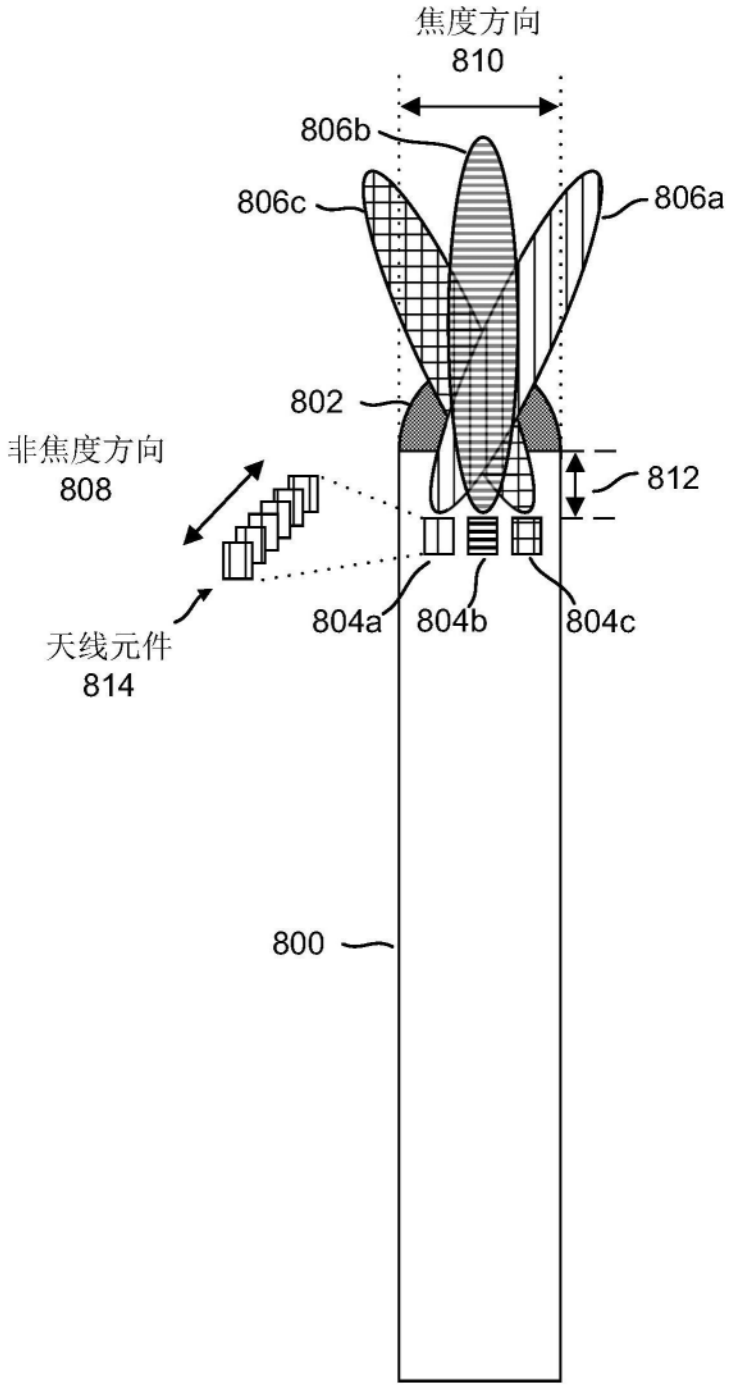

焦度方向
810
806b
806c
806a
802
非焦度方向
808
812
804a
804b
804c
天线元件
814
800

图8

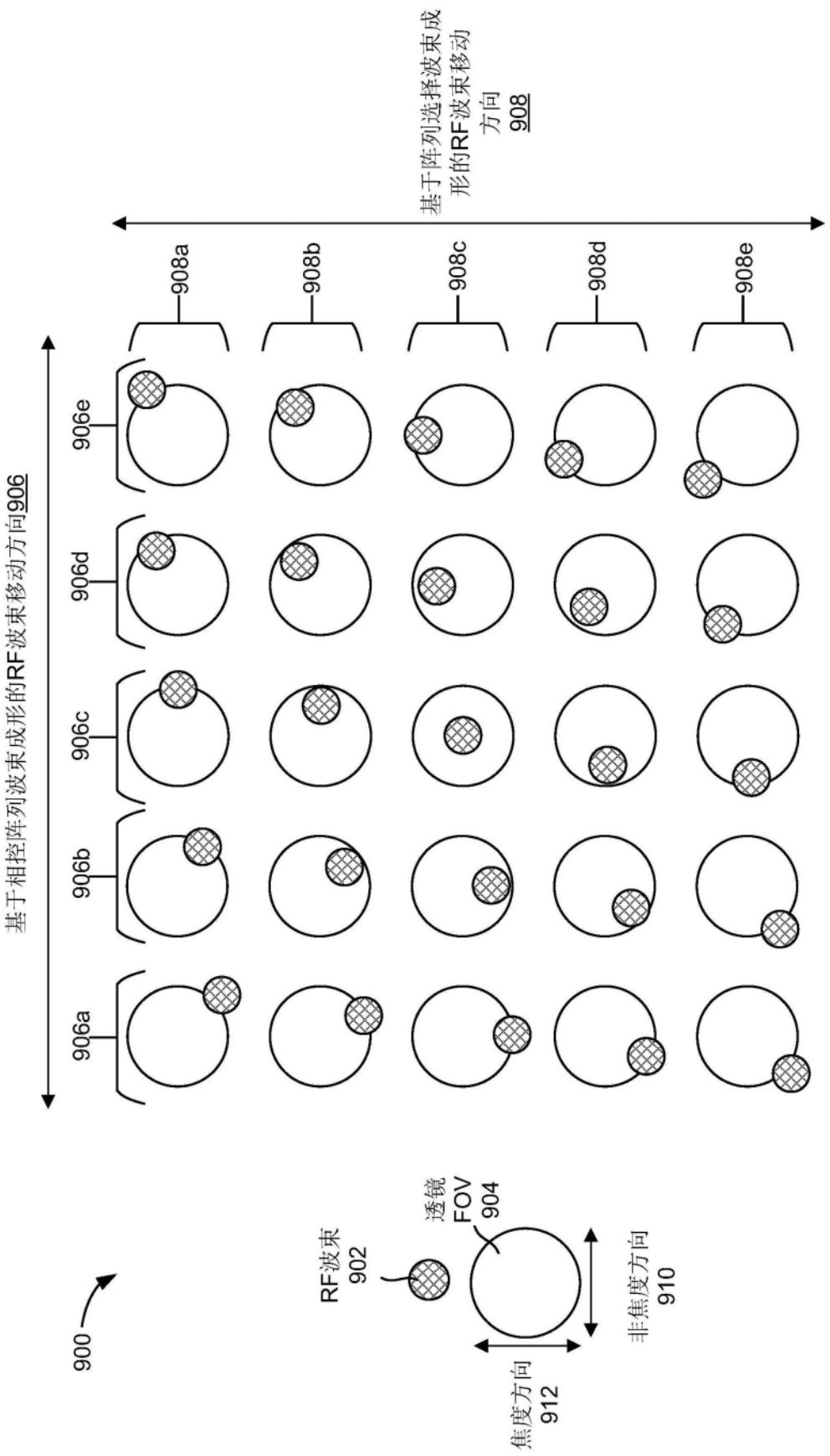

基于阵列选择波束成形的RF波束移动方向 908
908a
908b
908c
908d
908e
基于相控阵列波束成形的RF波束移动方向906
906a
906b
906c
906d
906e
900
RF波束 902
透镜 FOV 904
焦度方向 912
非焦度方向 910

图9

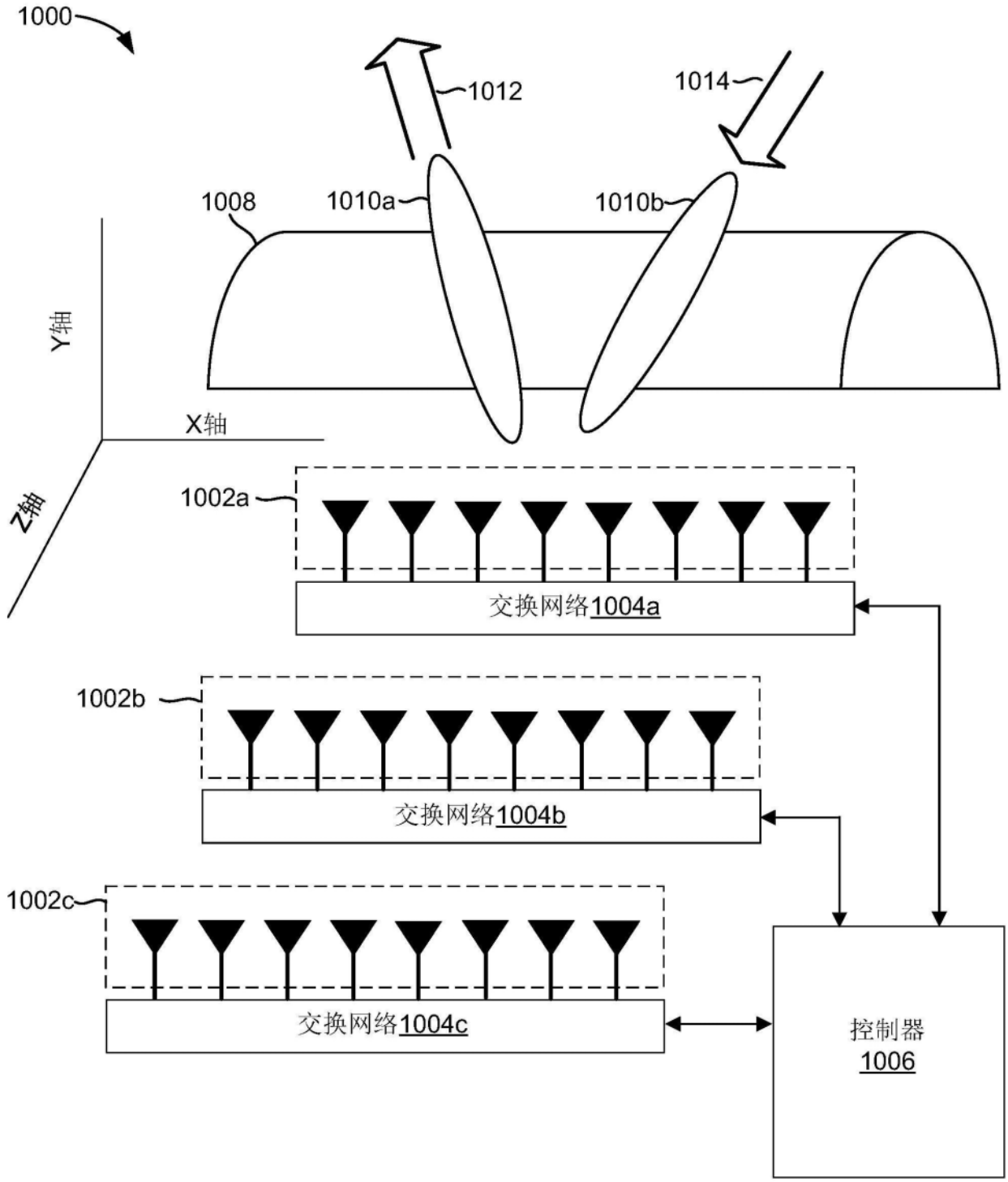

1000
1012
1014
1008
1010a
1010b
Y轴
X轴
Z轴
1002a
交换网络1004a
1002b
交换网络1004b
1002c
交换网络1004c
控制器
1006

图10

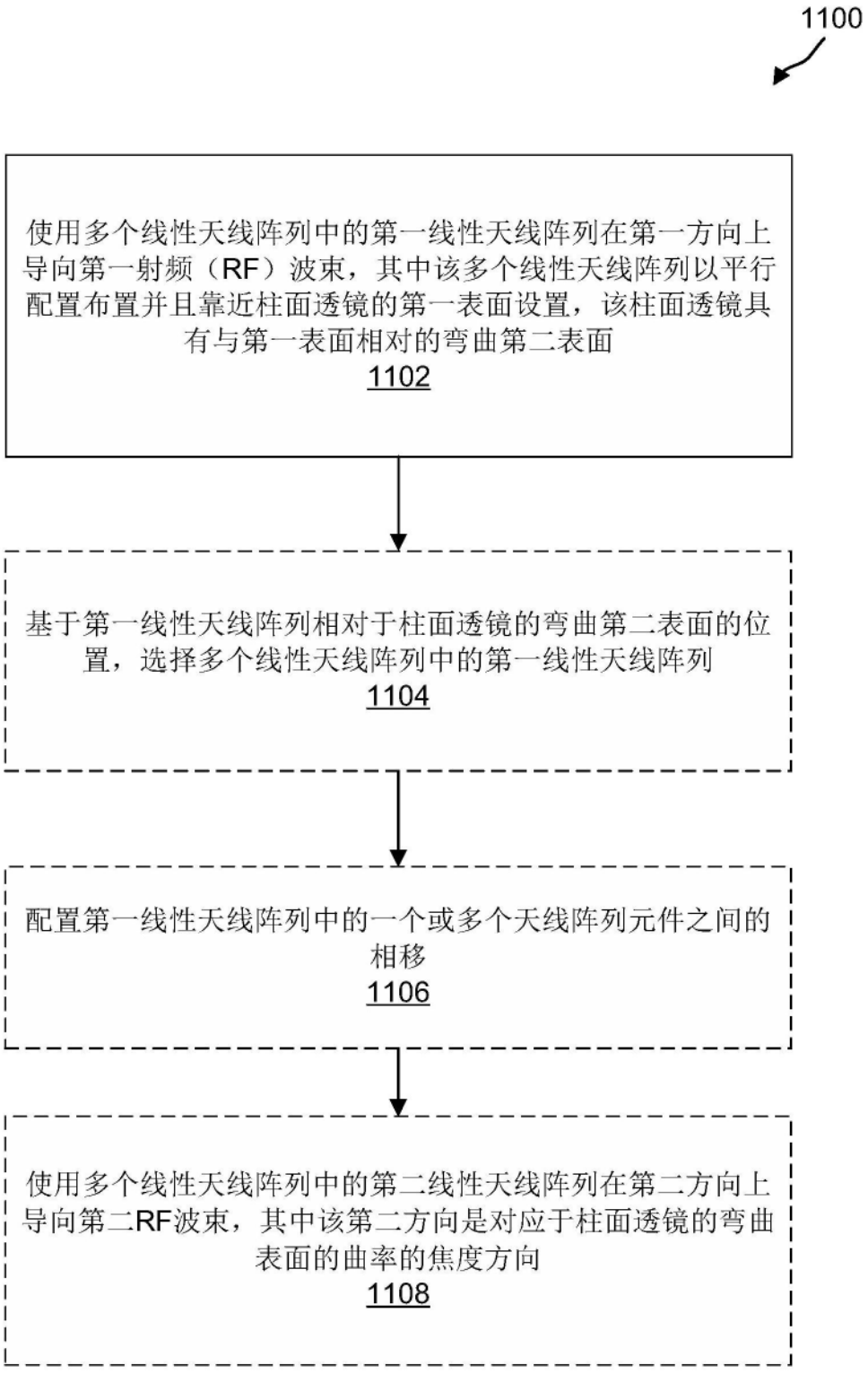

1100
使用多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列在第一方向上导向第一射频（RF）波束，其中该多个线性天线阵列以平行配置布置并且靠近柱面透镜的第一表面设置，该柱面透镜具有与第一表面相对的弯曲第二表面
1102
基于第一线性天线阵列相对于柱面透镜的弯曲第二表面的位置，选择多个线性天线阵列中的第一线性天线阵列
1104
配置第一线性天线阵列中的一个或多个天线阵列元件之间的相移
1106
使用多个线性天线阵列中的第二线性天线阵列在第二方向上导向第二RF波束，其中该第二方向是对应于柱面透镜的弯曲表面的曲率的焦度方向
1108

图11

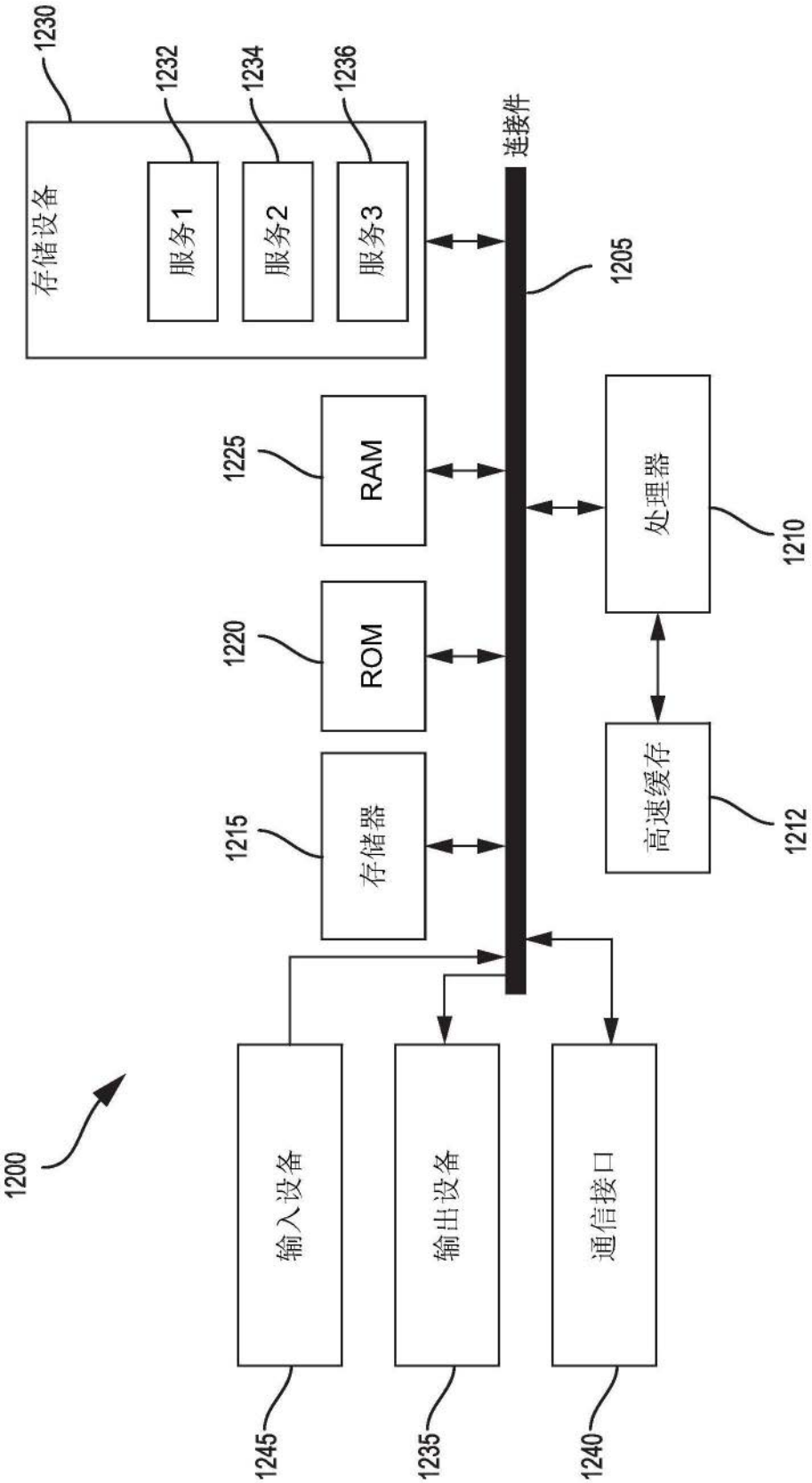

1230
存储设备
1232
服务1
1234
服务2
1236
服务3
连接件
1205
1225
RAM
1220
ROM
1215
存储器
处理器
1210
高速缓存
1212
1200
输入设备
输出设备
通信接口
1245
1235
1240

图12