



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108140943 B

(45) 授权公告日 2021.03.09

(21) 申请号 201680054522.7

(22) 申请日 2016.09.15

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108140943 A

(43) 申请公布日 2018.06.08

(30) 优先权数据
14/861,921 2015.09.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.03.20

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/051869 2016.09.15

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/053165 EN 2017.03.30

(73) 专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 A·M·T·德兰

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 张扬 王英

(51) Int.Cl.

H01Q 3/00 (2006.01)

H01Q 3/08 (2006.01)

H01Q 3/24 (2006.01)

H01Q 19/06 (2006.01)

H01Q 21/20 (2006.01)

H04B 7/185 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2002000931 A1, 2002.01.03

CN 104393415 A, 2015.03.04

CN 1254448 A, 2000.05.24

审查员 王文秀

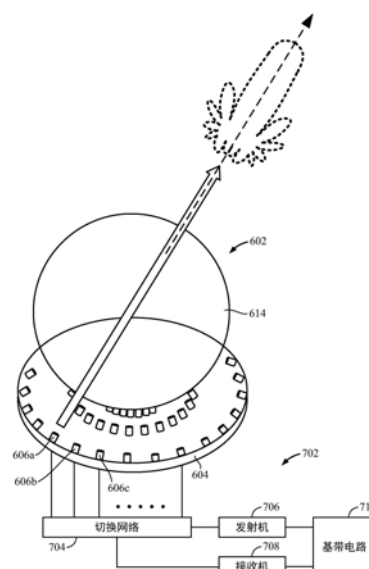
权利要求书4页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

低成本卫星用户终端天线

(57) 摘要

提供了在用户终端中用于卫星通信的波束操纵天线。波束操纵天线包括：具有多个馈电元件的天线馈电结构，所述多个馈电元件被配置为开启或关闭以形成初始波束；以及与天线馈电结构相邻以形成聚焦波束的聚焦透镜。天线馈电结构可以包括多个有源波导馈电元件以生成圆极化的初始波束。聚焦透镜可以是用于形成圆极化的聚焦波束的球面透镜。



1. 一种用户终端,包括:

收发机;以及

耦合到所述收发机的天线,所述天线包括:

具有多个馈电元件的平面天线馈电结构,所述馈电元件中的至少一个馈电元件被配置为开启或关闭以形成初始波束,其中,独立的机械移动未发生在所述多个馈电元件之中的所述至少一个馈电元件与任何其它馈电元件之间;以及

位于所述天线馈电结构附近的球面聚焦透镜,用以基于所述初始波束来形成聚焦波束,

其中,所述多个馈电元件包括在相对于所述聚焦透镜的第一同心圆上布置的第一馈电元件子集以及在相对于所述聚焦透镜的第二同心圆上布置的第二馈电元件子集,并且

其中,所述第一同心圆与所述第二同心圆在相对于所述聚焦透镜的中心的径向距离方面是不同的。

2. 根据权利要求1所述的用户终端,其中,所述馈电元件中的每一个馈电元件包括波导馈电。

3. 根据权利要求2所述的用户终端,其中,所述初始波束包括圆极化的波束。

4. 根据权利要求1所述的用户终端,其中,所述天线馈电结构是相对于所述聚焦透镜来机械可操纵的。

5. 根据权利要求1所述的用户终端,其中,所述多个馈电元件至少包括彼此间隔开的第一有源馈电元件和第二有源馈电元件,其中,所述第一有源馈电元件被配置为生成以第一方向为中心的第一波束图型,并且其中,所述第二有源馈电元件被配置为生成以与所述第一方向不同的第二方向为中心的第二波束图型。

6. 根据权利要求5所述的用户终端,其中,所述第一有源馈电元件和所述第二有源馈电元件均被配置为开启和关闭,以在所述第一方向与所述第二方向之间操纵所述聚焦波束。

7. 根据权利要求1所述的用户终端,其中,所述收发机包括耦合到所述天线的单个发射机。

8. 根据权利要求1所述的用户终端,其中,所述用户终端包括用于与一个或多个卫星进行通信的卫星用户终端。

9. 根据权利要求1所述的用户终端,其中,所述至少一个馈电元件被配置为开启或关闭以操纵所述初始波束来利用所述用户终端的服务卫星来进行跟踪。

10. 一种天线,包括:

包括多个馈电元件的平面天线馈电结构,所述馈电元件中的至少一个馈电元件被配置为开启或关闭以形成初始波束,其中,独立的机械移动未发生在所述多个馈电元件之中的所述至少一个馈电元件与任何其它馈电元件之间;以及

位于所述天线馈电结构附近的球面聚焦透镜,用以基于所述初始波束来形成聚焦波束,

其中,所述多个馈电元件包括在相对于所述聚焦透镜的第一同心圆上布置的第一馈电元件子集以及在相对于所述聚焦透镜的第二同心圆上布置的第二馈电元件子集,并且

其中,所述第一同心圆与所述第二同心圆在相对于所述聚焦透镜的中心的径向距离方面是不同的。

11. 根据权利要求10所述的天线,其中,所述馈电元件中的每一个馈电元件包括波导馈电。

12. 根据权利要求11所述的天线,其中,所述初始波束包括圆极化的波束。

13. 根据权利要求10所述的天线,其中,所述天线馈电结构是相对于所述聚焦透镜来机械可操纵的。

14. 根据权利要求10所述的天线,其中,所述多个馈电元件至少包括彼此间隔开的第一有源馈电元件和第二有源馈电元件,其中,所述第一有源馈电元件被配置为生成以第一方向为中心的第一波束图型,并且其中,所述第二有源馈电元件被配置为生成以与所述第一方向不同的第二方向为中心的第二波束图型。

15. 根据权利要求14所述的天线,其中,所述第一有源馈电元件和所述第二有源馈电元件均被配置为开启和关闭,以在所述第一方向与所述第二方向之间操纵所述聚焦波束。

16. 根据权利要求10所述的天线,其中,所述天线包括耦合到用户终端中的单个发射机的天线。

17. 根据权利要求16所述的天线,其中,所述用户终端包括用于与一个或多个卫星进行通信的卫星用户终端。

18. 一种控制波束的方法,包括:

选择性地开启或关闭平面天线馈电结构中的多个馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束,其中,独立的机械移动未发生在所述多个馈电元件之中的所述至少一个馈电元件与任何其它馈电元件之间;以及

由球面聚焦透镜基于所述初始波束来对所述初始波束进行聚焦以形成聚焦波束,

其中,所述多个馈电元件包括在相对于所述聚焦透镜的第一同心圆上布置的第一馈电元件子集以及在相对于所述聚焦透镜的第二同心圆上布置的第二馈电元件子集,并且

其中,所述第一同心圆与所述第二同心圆在相对于所述聚焦透镜的中心的径向距离方面是不同的。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中,选择性地开启或关闭所述天线馈电结构中的所述馈电元件中的至少一个馈电元件以形成所述初始波束,包括:

开启所述馈电元件中的第一馈电元件和关闭所述馈电元件中的第二馈电元件,以将所述聚焦波束操纵在第一方向上;以及

开启所述第二馈电元件和关闭所述第一馈电元件,以将所述聚焦波束操纵在与所述第一方向不同的第二方向上。

20. 根据权利要求18所述的方法,其中,所述天线馈电结构包括与卫星进行通信的用户终端中的天线馈电结构,所述方法还包括:

估计所述卫星相对于所述用户终端的角度位置;以及

将所述聚焦波束操纵在至少基本上与所述卫星的所述角度位置对准的方向上。

21. 根据权利要求18所述的方法,其中,所述天线馈电结构包括与多个卫星进行通信的用户终端中的天线馈电结构,所述多个卫星包括第一卫星和第二卫星,所述方法还包括:

估计所述第一卫星相对于所述用户终端的第一角度位置;

在第一时间段,将所述聚焦波束操纵在至少基本上与所述第一角度位置对准的第一方向上,以与所述第一卫星进行通信;

估计所述第二卫星相对于所述用户终端的第二角度位置;以及

在第二时间段,将所述聚焦波束操纵在至少基本上与所述第二角度位置对准的第二方向上,以与所述第二卫星进行通信。

22.一种波束操纵装置,包括:

用于选择性地开启或关闭平面天线馈电结构中的多个馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束的单元,其中,独立的机械移动未发生在所述多个馈电元件之中的所述至少一个馈电元件与任何其它馈电元件之间;以及

用于基于所述初始波束来形成聚焦波束的球面聚焦透镜,

其中,所述多个馈电元件包括在相对于所述聚焦透镜的第一同心圆上布置的第一馈电元件子集以及在相对于所述聚焦透镜的第二同心圆上布置的第二馈电元件子集,并且

其中,所述第一同心圆与所述第二同心圆在相对于所述聚焦透镜的中心的径向距离方面是不同的。

23.根据权利要求22所述的装置,其中,所述用于选择性地开启或关闭所述天线馈电结构中的所述馈电元件中的至少一个馈电元件以形成所述初始波束的单元,包括:

用于开启所述馈电元件中的第一馈电元件和关闭所述馈电元件中的第二馈电元件,以将所述聚焦波束操纵在第一方向上的单元;以及

用于开启所述第二馈电元件和关闭所述第一馈电元件,以将所述聚焦波束操纵在与所述第一方向不同的第二方向上的单元。

24.根据权利要求22所述的装置,其中,所述天线馈电结构包括与卫星相通信的用户终端中的天线馈电结构,所述装置还包括:

用于估计所述卫星相对于所述用户终端的角度位置的单元;以及

用于将所述聚焦波束操纵在至少基本上与所述卫星的所述角度位置对准的方向上的单元。

25.根据权利要求22所述的装置,其中,所述天线馈电结构包括与多个卫星相通信的用户终端中的天线馈电结构,所述多个卫星包括第一卫星和第二卫星,所述装置还包括:

用于估计所述第一卫星相对于所述用户终端的第一角度位置的单元;

用于在第一时间段,将所述聚焦波束操纵在至少基本上与所述第一角度位置对准的第一方向上,以与所述第一卫星进行通信的单元;

用于估计所述第二卫星相对于所述用户终端的第二角度位置的单元;以及

用于在第二时间段,将所述聚焦波束操纵在至少基本上与所述第二角度位置对准的第二方向上,以与所述第二卫星进行通信的单元。

26.根据权利要求22所述的装置,其中,用于基于所述初始波束来形成所述聚焦波束的所述球面聚焦透镜包括位于所述天线馈电结构附近的聚焦透镜。

27.根据权利要求22所述的装置,其中,所述馈电元件中的每一个馈电元件包括波导馈电。

28.根据权利要求27所述的装置,其中,所述初始波束包括圆极化的波束。

29.根据权利要求22所述的装置,其中,所述天线馈电结构是相对于所述聚焦透镜来机械可操纵的。

30.根据权利要求22所述的装置,其中,所述多个馈电元件至少包括彼此间隔开的第一

有源馈电元件和第二有源馈电元件,其中,所述第一有源馈电元件被配置为生成以第一方向为中心的第一波束图型,并且其中,所述第二有源馈电元件被配置为生成以与所述第一方向不同的第二方向为中心的第二波束图型。

31. 根据权利要求30所述的装置,其中,所述第一有源馈电元件和所述第二有源馈电元件均被配置为开启和关闭,以在所述第一方向与所述第二方向之间操纵所述聚焦波束。

低成本卫星用户终端天线

技术领域

[0001] 概括地说,本文所描述的各个方面涉及卫星通信,具体地说,本文所描述的各个方面涉及非对地同步卫星通信系统中的卫星用户终端。

背景技术

[0002] 传统的基于卫星的通信系统包括网关和用于在网关与一个或多个用户终端之间对通信信号进行中继的一个或多个卫星。网关是具有用于向通信卫星发送信号和从通信卫星接收信号的天线的地面站。网关提供使用卫星的通信链路,用于将用户终端连接到其它用户终端或者其它通信系统(例如公用交换电话网、互联网和各种公共网络和/或专用网络)的用户。卫星是轨道接收机和用于对信息进行中继的中继器。

[0003] 假如用户终端在卫星的“覆盖区(footprint)”内,卫星可以从该用户终端接收信号和向该用户终端发送信号。卫星的覆盖区是在地球的表面上位于该卫星的信号范围之内的地理区域。通常,通过波束成形天线的使用,将覆盖区在地理上划分为“波束”。每一个波束覆盖在覆盖区中的特定地理区域。波束可以是定向的,以便来自同一卫星的一个以上波束覆盖相同的地理区域。

[0004] 对地同步卫星已经长期以来用于通信。对地同步卫星相对于地球上的给定位置而言是静止的,以及因此在地球上的通信收发机和对地同步卫星之间的无线信号传播中,存在很小的时序偏移和多普勒频率偏移。但是,由于对地同步卫星受限于对地同步轨道(GSO),其中GSO是在地球赤道的正上方与地球中心具有大约42,164公里的半径的圆,因此可以放置在GSO中的卫星的数量是有限的。作为对地同步卫星的替代方案,使用非对地同步轨道(例如,低地球轨道(LEO))中的卫星的星座的通信系统,已被设计为向整个地球或者地球的至少大部分提供通信覆盖。

[0005] 因为卫星并不位于相对于UT的固定位置,所以与基于GSO卫星的通信系统和地面通信系统相比,基于非对地同步卫星的系统(例如,基于LEO卫星的系统)可能呈现出用户终端(UT)与卫星相通信的挑战。非对地同步轨道中的通信卫星可能以相对于地球上的UT,在方位角和仰角上以显著地角速度进行移动。为了保持与给定卫星的通信或者与非对地同步卫星通信系统中的不同卫星切换通信,UT可能要求在方位角和/或仰角上在广泛发散的角度之间执行快速波束操纵。

[0006] 期望为UT提供低成本、低复杂度、高性能和可靠的天线,以用于卫星通信系统中的语音、数据、视频或者其它类型的通信。期望的是,针对用户终端的无线电天线具有波束操纵能力,使得波束可以指向给定视场范围内的角度位置。已经设计出各种方案来为卫星地面站提供具有波束操纵能力的天线。

[0007] 例如,已经设计具有机械马达的碟形或者透镜天线,以机械地操纵固定天线波束以朝向服务卫星的角度来指向。但是,机械波束扫描通常比电子波束扫描要慢得多。此外,卫星用户终端中的机械波束扫描通常要求两个独立的天线单元或者具有两个独立的机械地可移动馈电的一个天线,以在两个卫星之间实现足够的切换时间,而不会丢失服务或者

降低在用户终端处的吞吐量。

[0008] 已经还设计了针对卫星用户终端的电子可操纵的相控阵天线,以便实现更快的扫描,但是相控阵天线通常要比机械地操纵的天线更昂贵。此外,当将由典型的相控阵天线产生的波束电子地操纵为较大的偏离瞄准线角度时,相控阵天线的有效孔径尺寸更大,从而导致更宽的波束宽度和更低的有效天线增益。因此,电子地可操纵相位阵天线可能不能满足针对用户终端的低成本、快速波束操纵和足够的天线增益的要求。

发明内容

[0009] 本公开内容的方面针对用于在卫星通信系统中由用户终端进行波束操纵的系统和方法。

[0010] 在一个方面,提供了用户终端,该用户终端包括:收发机;耦合到所述收发机的天线,该天线包括:具有多个馈电元件的天线馈电结构,所述馈电元件中的至少一个馈电元件被配置为开启或关闭以形成初始波束;以及位于天线馈电结构附近的聚焦透镜,用以基于初始波束来形成聚焦波束。

[0011] 在另一个方面,提供了天线,该天线包括:具有多个馈电元件的天线馈电结构,所述馈电元件中的至少一个馈电元件被配置为开启或关闭以形成初始波束;以及位于所述天线馈电结构附近的聚焦透镜,用以基于所述初始波束来形成聚焦波束。

[0012] 在另一个方面,提供了控制波束的方法,该方法包括:选择性地开启或关闭天线馈电结构中的多个馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束;以及对初始波束进行聚焦以形成聚焦波束。

附图说明

[0013] 给出附图以帮助描述本公开内容的方面,以及提供附图仅用于说明这些方面,而不是对其进行限制。

[0014] 图1是通信系统的例子的方块图。

[0015] 图2是图1的网关的例子的方块图。

[0016] 图3是图1的卫星的例子的方块图。

[0017] 图4是图1的用户终端的例子的方块图。

[0018] 图5是图1的用户设备的例子的方块图。

[0019] 图6是示出能够进行波束操纵以在卫星通信系统中在用户终端中使用的天线的例子的图。

[0020] 图7是示出能够卫星通信系统中进行波束操纵的用户终端的例子的图。

[0021] 图8是具有两个天线馈电和球面透镜的天线的一部分用于在卫星通信系统中在用户终端中使用的示例的图。

[0022] 图9是示出由图8的天线中的两个天线馈电生成的天线波束图型的例子的图。

[0023] 图10是示出天线波束操纵的方法的例子的流程图。

[0024] 图11示出表示为一系列相互关联的功能模块的用户终端装置的例子。

具体实施方式

[0025] 本公开内容的各个方面涉及由与非同步卫星通信系统(例如,低地球轨道(LEO)卫星通信系统)中的一个或多个卫星相通信的用户终端(UT)进行波束操纵,用于数据、语音或者视频通信的装置和方法。在一个方面,用户终端包括收发机和具有天线馈电结构的天线,其中该天线馈电结构具有多个馈电元件。在一个方面,馈电元件中的至少一个馈电元件被配置为开启或关闭以形成初始波束,以及聚焦透镜与天线馈电结构相邻以基于初始波束来形成聚焦波束。在一个方面,天线馈电结构是波导馈电,以及所述馈电元件是有源波导馈电元件。在一个方面,初始波束是圆极化的。在一个方面,聚焦透镜是用于形成圆极化的聚焦波束的球面透镜。在另一方面,为卫星通信系统中的用户终端提供用于操纵射频(RF)波束的方法,该方法包括:选择性地开启或者关闭天线馈电结构中的馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束,以及对初始波束进行聚焦以形成聚焦波束。下文还将进一步详细地描述本公开内容的各种其它方面。

[0026] 在下文的描述和相关附图中,描述了本公开内容的特定示例。在不脱离本公开内容的保护范围的情况下,可以设计出替代的例子。此外,为了不使本公开内容的相关细节难以理解,将不详细地描述公知的元件或者将省略公知的元件。

[0027] 本文所使用的“示例性的”一词意味着“用作例子、例证或说明”。本文中描述为“示例性”的任何方面不必被解释为比其它方面更优选或更具优势。同样,术语“方面”并不要求所有方面都包括所论述的特征、优点或者操作模式。

[0028] 本文使用的术语仅仅用于描述本发明的特定方面,而不是旨在对这些方面进行限制。如本文所使用的,单数形式的“一(a)”、“一个(an)”和“该(the)”也旨在包括复数形式,除非上下文另外明确地指出。还将理解的是,当本文使用术语“包括”、“含有”、“包含”或“涵盖”时,其指示存在所陈述的特征、整数、步骤、操作、元素或组件,但其不排除一个或多个其它特征、整数、步骤、操作、元素、组件或者其组合的存在或者增加。此外,应当理解的是,词语“或”与布尔操作符“OR(或)”具有相同的含义,也就是说,其涵盖“任一”和“二者”的可能性,但并不限于“异或”(“XOR”),除非另外明确声明。还应当理解的是,在两个相邻词语之间的符号“/”与“或”具有相同的含义,除非另外明确声明。此外,诸如“连接到”、“耦合到”或者“与……相通信”之类的短语并不限于直接连接,除非另外明确声明。

[0029] 此外,本文围绕由例如计算设备的单元执行的动作序列,来描述许多方面。将认识到的是,本文描述的各种动作可以由特定的电路(例如,中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或者各种其它类型的通用或专用处理器或电路)、由一个或多个处理器执行的程序指令或者二者的组合来执行。另外,本文所描述的动作序列可以视为完全体现在任何形式的计算机可读存储介质中,其中计算机可读存储介质中存储有相应的计算机指令集,当执行所述计算机指令集时,使得相关联的处理器执行本文所描述的功能。因此,本公开内容的各个方面可以以多种不同的形式来体现,所有这些形式都已经预期落入要求保护的的主题的保护范围之内。此外,针对本文所描述的方面中的每一个方面,本文可以将任何这样的方面的相应形式描述为例如“被配置为”执行所描述的动作的“逻辑”。

[0030] 图1示出了卫星通信系统100的例子,其中该卫星通信系统100包括处于非对地同步轨道(例如,低地球轨道(LEO))的多个卫星(虽然为了说明清楚起见,只示出了一个卫星

300)、与卫星300相通信的网关200、与卫星300相通信的多个用户终端(UT) 400和401、以及分别与UT 400和401相通信的多个用户设备(UE) 500和501。每一个UE 500或501可以是诸如移动设备、电话、智能电话、平板设备、膝上型计算机、计算机、可穿戴设备、智能手表、视听设备之类的用户设备,或者包括与UT进行通信的能力的任何设备。另外,UE 500和/或UE 501可以是用于与一个或多个终端用户设备进行通信的设备(例如,接入点、小型小区等等)。在图1中示出的例子中,UT 400和UE 500经由双向接入链路(具有前向接入链路和返回接入链路)来彼此进行通信,以及类似地,UT 401和UE 501经由另一个双向接入链路来彼此进行通信。在另一种实现方式中,一个或多个另外的UE(未示出)可以被配置为仅仅进行接收,以及因此只使用前向接入链路来与UT进行通信。在另一种实现方式中,一个或多个另外的UE(未示出)还可以与UT 400或UT 401进行通信。或者,UT和相应的UE可以是单个物理设备的组成部分,例如,具有集成的卫星收发机和用于直接与卫星进行通信的天线的移动电话。

[0031] 网关200可以具有到互联网108或者一种或多种其它类型的公共网络、半专用网络或专用网络的接入。在图1中示出的例子中,网关200与基础设施106相通信,其中基础设施106能够接入互联网108或者一种或多种其它类型的公共网络、半专用网络或专用网络。网关200还可以耦合到各种类型的通信回程,例如,包括诸如光纤网络或者公用交换电话网络(PSTN) 110之类的陆上网络。此外,在替代的实现方式中,网关200可以在不使用基础设施106的情况下,与互联网108、PSTN 110或者一种或多种其它类型的公共网络、半专用网络或专用网络进行连接。此外,网关200可以通过基础设施106来与其它网关(例如,网关201)进行通信,或者替代地可以被配置为在不使用基础设施106的情况下,与网关201进行通信。基础设施106可以全部或者部分包括网络控制中心(NCC)、卫星控制中心(SCC)、有线和/或无线核心网和/或用于促进与卫星通信系统100的操作和/或通信的任何其它组件或系统。

[0032] 在卫星300和网关200之间在两个方向上的通信称为馈线链路,而在卫星300与UT 400和401中的每一个UT之间在两个方向上的通信称为服务链路。从卫星300到地面站(其可以是网关200或者UT 400和UT 401中的一个UT)的信号路径,通常可以称为下行链路。从地面站到卫星300的信号路径通常可以称为上行链路。另外,如上所述,信号可以具有诸如前向链路和返回链路(或反向链路)之类的通常方向。因此,源自于网关200以及通过卫星300在UT 400处终止的方向上的通信链路称为前向链路,而源自于UT 400以及通过卫星300在网关200处终止的方向上的通信链路称为返回链路或反向链路。就这一点而论,在图1中,将从网关200到卫星300的信号路径标记为“前向馈线链路”,而将从卫星300到网关200的信号路径标记为“返回馈线链路”。以类似的方式,在图1中,从每一个UT 400或401到卫星300的信号路径标记为“返回服务链路”,而从卫星300到每一个UT 400或UT 401的信号路径标记为“前向服务链路”。

[0033] 图2是还可以应用于图1的网关201的网关200的示例性方块图。网关200示出为包括多个天线205、RF子系统210、数字子系统220、公用交换电话网络(PSTN)接口230、局域网(LAN)接口240、网关接口245和网关控制器250。RF子系统210耦合到天线205以及耦合到数字子系统220。数字子系统220耦合到PSTN接口230、耦合到LAN接口240以及耦合到网关接口245。网关控制器250耦合到RF子系统210、数字子系统220、PSTN接口230、LAN接口240和网关接口245。

[0034] RF子系统210 (其可以包括多个RF收发机212、RF控制器214和天线控制器216) 可以经由前向馈线链路301F向卫星300发送通信信号, 以及可以经由返回馈线链路301R从卫星300接收通信信号。虽然为了简单起见而未示出, 但RF收发机212中的每一个RF收发机都可以包括发送链和接收链。每一个接收链可以包括低噪声放大器 (LNA) 和下变频器 (例如, 混频器), 以分别用公知的方式对所接收的通信信号进行放大和下变频。此外, 每一个接收链还可以包括模数转换器 (ADC), 以将所接收的通信信号从模拟信号转换成数字信号 (例如, 用于由数字子系统220进行处理)。每一个发送链可以包括上变频器 (例如, 混频器) 和功率放大器 (PA), 以分别用公知的方式对要发送给卫星300的通信信号进行上变频和放大。此外, 每一个发送链还可以包括数模转换器 (DAC), 以将从数字子系统220接收的数字信号转换成要向卫星300发送的模拟信号。

[0035] RF控制器214可以用于控制多个RF收发机212的各个方面 (例如, 对载波频率的选择、频率和相位校准、增益设置等等)。天线控制器216可以控制天线205的各个方面 (例如, 波束成形、波束操纵、增益设置、频率调谐等等)。

[0036] 数字子系统220可以包括多个数字接收机模块222、多个数字发射机模块224、基带 (BB) 处理器226和控制 (CTRL) 处理器228。数字子系统220可以对从RF子系统210接收的通信信号进行处理, 以及将所处理的通信信号转发给PSTN接口230和/或LAN接口240, 以及可以对从PSTN接口230和/或LAN接口240接收的通信信号进行处理, 以及将所处理的通信信号转发给RF子系统210。

[0037] 每一个数字接收机模块222可以对应于用于管理在网关200与UT 400之间的通信的信号处理元件。RF收发机212的接收链中的一个接收链可以向数字接收机模块222提供输入信号。多个数字接收机模块222可以用于适应在任何给定时间进行处理的所有卫星波束和可能的分集模式信号。虽然为了简单起见而未示出, 但每一个数字接收机模块222可以包括一个或多个数字数据接收机、搜索器接收机、以及分集组合器和解码器电路。搜索器接收机可以用于搜索载波信号的适当分集模式, 以及可以用于搜索导频信号 (或者其它相对固定模式的强信号)。

[0038] 数字发射机模块224可以对要经由卫星300向UT 400发送的信号进行处理。虽然为了简单起见而未示出, 但每一个数字发射机模块224可以包括对用于传输的数据进行调制的发送调制器。每一个发送调制器的发射功率可以由相应的数字发射功率控制器 (为了简单起见而未示出) 进行控制, 其中该相应的数字发射功率控制器可以 (1) 出于干扰减少和资源分配的目的, 应用最小的功率电平; (2) 当需要补偿传输路径中的衰减和其它路径传送特性时, 应用适当的功率电平。

[0039] 耦合到数字接收机模块222、数字发射机模块224和基带处理器 (BB) 226的控制处理器 (CTRL) 228可以提供命令和控制信号, 以实现诸如但不限于信号处理、定时信号生成、功率控制、切换控制、分集组合和系统接口之类的功能。

[0040] 控制处理器 (CTRL) 228还可以控制对导频信道信号、同步信道信号和寻呼信道信号的生成和功率, 以及它们与发射功率控制器 (为了简单起见而未示出) 的耦合。导频信道是没有通过数据进行调制的信号, 以及可以使用重复的不变的模式或者非变化的帧结构类型 (模式) 或音调类型输入。例如, 用于形成针对导频信号的信道的正交函数通常具有常量值 (例如, 全部1或0) 或者公知的重复的模式 (例如, 散置的1和0的结构化模式)。

[0041] 基带处理器 (BB) 226是本领域公知的,以及因此本文未详细地进行描述。例如,基带处理器 (BB) 226可以包括各种各样的已知元件,例如(但不限于)编码器、数据调制解调器、以及数字数据交换和存储组件。

[0042] PSTN接口230可以直接地或者通过基础设施106,向外部PSTN提供通信信号以及从外部PSTN接收通信信号,如图1中所示。PSTN接口230是本领域公知的,以及因此本文未详细地进行描述。对于其它实现方式而言,可以省略PSTN接口230,或者可以利用将网关200连接到基于地面的网络(例如,互联网)的任何其它适当接口来替换。

[0043] LAN接口240可以向外部LAN提供通信信号,以及从外部LAN接收通信信号。例如,LAN接口240可以直接地或者通过基础设施106来耦合到互联网108,如图1中所示。LAN接口240是本领域公知的,因此本文未详细地进行描述。

[0044] 网关接口245可以向与图1的卫星通信系统100相关联的一个或多个其它网关(和/或与其它卫星通信系统相关联的网关,为了简单起见而未示出)提供通信信号,以及从其接收通信信号。针对一些实现方式,网关接口245可以经由一个或多个专用通信线路或信道(为了简单起见而未示出),与其它网关进行通信。针对其它实现方式,网关接口245可以使用PSTN接口230和/或诸如互联网108之类的其它网络,与其它网关进行通信(参见图1)。针对至少一种实现方式,网关接口245可以经由基础设施106与其它网关进行通信。

[0045] 整体的网关控制可以由网关控制器250来提供。网关控制器250可以计划和控制由网关200对卫星300的资源的使用。例如,网关控制器250可以分析趋势,生成业务计划,分配卫星资源,监测(或跟踪)卫星位置,以及监测网关200和/或卫星300的性能。网关控制器250还可以耦合到基于地面的卫星控制器(为了简单起见而未示出),所述基于地面的卫星控制器维持和监测卫星300的轨道,将卫星使用信息中继给网关200,跟踪卫星300的位置和/或调整卫星300的各种信道设置。

[0046] 针对图2中所示出的示例性实现方式,网关控制器250包括本地时间、频率和位置参考251,其可以向RF子系统210、数字子系统220和/或接口230、240和245提供本地时间或频率信息。可以使用时间或频率信息,将网关200的各个组件彼此进行同步和/或与卫星300进行同步。本地时间、频率和位置参考251还可以向网关200的各个组件提供卫星300的位置信息(例如,星历数据)。进一步地,虽然在图2中描述为包括在网关控制器250内,但针对其它实现方式,本地时间、频率和位置参考251可以是耦合到网关控制器250(和/或耦合到数字子系统220和RF子系统210中的一者或多者)的单独的子系统。

[0047] 虽然为了简单起见而在图2中未示出,但网关控制器250还可以耦合到网络控制中心(NCC)和/或卫星控制中心(SCC)。例如,网关控制器250可以允许SCC直接地与卫星300进行通信,例如以从卫星300获取星历数据。网关控制器250还可以(例如,从SCC和/或NCC)接收经处理的信息,其中该信息允许网关控制器250适当地瞄准天线205(例如,瞄准卫星300),以调度波束传输、以协调切换、以及以执行各种其它公知的功能。

[0048] 仅仅出于说明性目的,图3是卫星300的示例性方块图。将理解的是,具体的卫星配置可以显著地改变,以及可以包括星载处理,或者可以不包括星载处理。进一步地,虽然示出为单个卫星,但使用卫星间通信的两个或更多个卫星可以提供在网关200与UT 400之间的功能连接。将理解的是,本公开内容并不限于任何特定的卫星配置,以及可以将可以提供在网关200于UT 400之间的功能连接的任何卫星或者卫星组合认为是在本公开内容的保护

范围之内。举一个例子,卫星300示出为包括前向转发器310、返回转发器320、振荡器330、控制器340、前向链路天线352(1)-352(N)、以及返回链路天线361(1)-362(N)。可以对相应的信道或者频带内的通信信号进行处理的前向转发器310,可以包括第一带通滤波器311(1)-311(N)中的相应一者、第一LNA 312(1)-312(N)中的相应一者、频率转换器313(1)-313(N)中的相应一者、第二LNA 314(1)-314(N)中的相应一者、第二带通滤波器315(1)-315(N)中的相应一者、以及PA 316(1)-316(N)中的相应一者。PA 316(1)-316(N)中的每一个PA耦合到天线352(1)-352(N)中的相应一个天线,如图3中所示。

[0049] 在相应的前向路径FP(1)-FP(N)中的每一者内,第一带通滤波器311(1)-311(N)使具有在相应的前向路径FP(1)-FP(N)的信道或频带内的频率的信号分量通过,以及对具有在相应的前向路径FP(1)-FP(N)的信道或频带之外的信号分量进行过滤。因此,第一带通滤波器311(1)-311(N)的通频带对应于与相应的前向路径FP(1)-FP(N)相关联的信道的宽度。第一LNA 312(1)-312(N)将所接收的通信信号放大为适用于由频率转换器313(1)-313(N)进行处理的水平。频率转换器313(1)-313(N)对相应的前向路径FP(1)-FP(N)中的通信信号的频率进行转换(例如,转换成适用于从卫星300向UT 400进行传输的频率)。第二LNA 314(1)-314(N)将频率转换后的通信信号进行放大,以及第二带通滤波器315(1)-315(N)对具有在相关联的信道宽度之外的频率的信号分量进行滤波。PA 316(1)-316(N)将滤波后的信号放大到适用于经由相应的天线352(1)-352(N)向UT 400进行传输的功率电平。包括多个(N个)返回路径RP(1)-RP(N)的返回转发器320,经由天线361(1)-361(N)来沿着返回服务链路302R来从UT 400接收通信信号,以及经由一个或多个天线362来沿着返回馈线链路301R来向网关200发送通信信号。返回路径RP(1)-RP(N)中的每一者(其可以对相应的信道或频带内的通信信号进行处理)可以耦合到天线361(1)-361(N)中的相应一者,以及可以包括第一带通滤波器321(1)-321(N)中的相应一者、第一LNA 322(1)-322(N)中的相应一者、频率转换器323(1)-323(N)中的相应一者、第二LNA 324(1)-324(N)中的相应一者、以及第二带通滤波器325(1)-325(N)中的相应一者。

[0050] 在相应的返回路径RP(1)-RP(N)中的每一者内,第一带通滤波器321(1)-321(N)使具有在相应的返回路径RP(1)-RP(N)的信道或频带内的频率的信号分量通过,以及对具有在相应的返回路径RP(1)-RP(N)的信道或频带之外的频率的信号分量进行滤波。因此,针对一些实现方式,第一带通滤波器321(1)-321(N)的通频带可以对应于与相应的返回路径RP(1)-RP(N)相关联的信道的宽度。第一LNA 322(1)-322(N)将所有接收的通信信号放大为适用于由频率转换器323(1)-323(N)进行处理的水平。频率转换器323(1)-323(N)对相应的返回路径RP(1)-RP(N)中的通信信号的频率进行转换(例如,转换成适用于从卫星300向网关200进行传输的频率)。第二LNA 324(1)-324(N)将频率转换后的通信信号进行放大,以及第二带通滤波器325(1)-325(N)对具有在相关联的信道宽度之外的频率的信号分量进行滤波。对来自返回路径RP(1)-RP(N)的信号进行组合,以及经由PA 326提供给一个或多个天线362。PA 326对所组合的信号进行放大,用于传输给网关200。

[0051] 振荡器330(其可以是生成振荡信号的任何适当的电路或设备)向前向转发器310的频率转换器313(1)-313(N)提供前向本地振荡器LO(F)信号,以及将返回本地振荡器LO(R)信号提供给返回转发器320的频率转换器323(1)-323(N)。例如,频率转换器313(1)-313(N)可以使用LO(F)信号将通信信号从与从网关200到卫星300的信号传输相关联的频带,转

换到与从卫星300到UT 400的信号传输相关联的频带。频率转换器323 (1)–323 (N) 可以使用LO (R) 信号将通信信号从与从UT 400到卫星300的信号传输相关联的频带,转换到与从卫星300到网关200的信号传输相关联的频带。

[0052] 耦合到前向转发器310、返回转发器320和振荡器330的控制器340,可以控制卫星300的各种操作,其包括(但不限于)信道分配。在一个方面,控制器340可以包括耦合到处理器的存储器(为了简单起见而未示出)。存储器可以包括存储指令的非暂时性计算机可读介质(例如,诸如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等之类的一个或多个非易失性存储器元件),其中当这些指令由处理器执行时,使得卫星300执行包括(但不限于)本文所描述的这些的操作。

[0053] 在图4中示出了用于在UT 400或UT 401中使用的收发机的例子。在图4中,提供至少一个天线410来(例如,从卫星300)接收前向链路通信信号,其中所述前向链路通信信号被传送给模拟接收机414,在所述模拟接收机414处,对所述前向链路通信信号进行下变频、放大和数字化。通常使用双工器元件412来允许同一个天线为发送和接收功能二者服务。或者,UT 400可以在不同的发送频率和接收频率处使用分开的天线来操作。

[0054] 将模拟接收机414输出的数字通信信号传送给至少一个数字数据接收机416A–416N和至少一个搜索器接收机418。取决于收发机复杂度的可接受水平,可以使用数字数据接收机416A–416N来获得期望水平的信号分集,如相关领域中的技术人员将显而易见的。

[0055] 至少一个用户终端控制处理器420耦合到数字数据接收机416A–416N和搜索器接收机418。除了其它功能之外,控制处理器420提供基本信号处理、定时、功率和切换控制或协调、以及对用于信号载波的频率的选择。可以由控制处理器420执行的另一个基本控制功能是选择或者操纵用于对各种信号波形进行处理的功能。控制处理器420的信号处理可以包括确定相对信号强度和计算各种相关的信号参数。对信号参数(例如,定时和频率)的这样的计算可以包括使用另外的或者分开的专用电路,以提供增加的效率或者测量的速度或者对控制处理资源的改进的分配。

[0056] 数字数据接收机416A–416N的输出耦合到UT 400中的数字基带电路422。例如,数字基带电路422包括用于传送给往和来自如图1中所示的UE 500的信息的处理和呈现元件。参见图4,如果使用分集信号处理,则数字基带电路422可以包括分集组合器和解码器。这些元件中的一些元件还可以在控制处理器420的控制之下进行操作,或者与控制处理器420相通信。

[0057] 当将语音或其它数据准备为由UT 400发起的输出消息或通信信号时,数字基带电路422用于接收、存储、处理和以其它方式准备用于传输的期望的数据。数字基带电路422向在控制处理器420的控制之下进行操作的发送调制器426提供该数据。将发送调制器426的输出传送给数字发射功率控制器428,所述数字发射功率控制器428向模拟发射功率放大器430提供输出功率控制,用于对输出信号从天线410向卫星(例如,卫星300)的最后传输。

[0058] 在图4中,UT 400还包括与控制处理器420相关联的存储器432。存储器432可以包括用于由控制处理器420执行的指令,以及用于由控制处理器420进行处理的数据。在图4所示出的例子中,存储器432可以包括:用于执行要应用于由UT 400经由返回服务链路向卫星300发送的RF信号的时间或频率调整的指令。

[0059] 在图4所示出的例子中,UT 400还包括可选的本地时间、频率和/或位置参考434

(例如, GPS接收机), 所述本地时间、频率和/或位置参考434可以向控制处理器420提供本地时间、频率和/或位置信息, 用于各种应用(例如, 包括针对UT 400的时间或频率同步)。

[0060] 数字数据接收机416A-N和搜索器接收机418被配置有用于对特定的信号进行解调和跟踪的信号相关元件。搜索器接收机418用于搜索导频信号或者其它相对固定模式的强信号, 而数字数据接收机416A-N用于对与检测的导频信号相关联的其它信号进行解调。但是, 可以指派数字数据接收机416A-N在捕获之后跟踪导频信号, 以准确地确定信号码片能量与信号噪声之比, 以及用公式表示导频信号强度。因此, 可以对这些单元的输出进行监测, 以确定导频信号或者其它信号中的能量或者频率。这些数字数据接收机416A-N还使用频率跟踪元件, 可以对这些频率跟踪元件进行监测, 以向控制处理器420提供当前频率和定时信息, 以用于对信号进行解调。

[0061] 控制处理器420可以使用这样的信息来确定当酌情将接收的信号调整到相同的频带时, 其与振荡器频率偏离的程度。可以如期望的, 将与频率误差和频率偏移有关的该信息和其它信息存储在存储器432中。

[0062] 控制处理器420还可以耦合到UE接口电路450, 以允许在UT 400与一个或多个UE之间的通信。可以如期望的, 将UE接口电路450配置用于与各种UE配置进行通信, 以及因此可以取决于与所支持的各种UE进行通信所使用的各种通信技术, 来包括各种收发机和相关的组件。例如, UE接口电路450可以包括一个或多个天线、广域网(WAN)收发机、无线局域网(WLAN)收发机、局域网(LAN)接口、公用交换电话网络(PSTN)接口和/或被配置为与和UT 400相通信的一个或多个UE进行通信的其它已知通信技术。

[0063] 图5是示出UE 500的例子的方块图, 其还可以应用于图1的UE 501。例如, 如图5中所示的UE 500可以是移动设备、手持型计算机、平板设备、可穿戴设备、智能手表或者能够与用户进行交互的任何类型的设备。另外, UE 500可以是提供到各种最终的终端用户设备和/或各种公共网络或专用网络的连接的网络侧设备。在图5中示出的例子中, UE 500可以包括LAN接口502、一个或多个天线504、广域网(WAN)收发机506、无线局域网(WLAN)收发机508和卫星定位系统(SPS)接收机510。SPS接收机510可以与全球定位系统(GPS)、全球导航卫星系统(GLONASS)和/或任何其它基于全球或区域卫星的定位系统相兼容。在替代的方面, 例如, UE 500可以包括诸如Wi-Fi收发机之类的WLAN收发机508(具有或不具有LAN接口502)、WAN收发机506和/或SPS接收机510。进一步地, UE 500可以包括诸如蓝牙®、ZigBee(紫蜂)®和其它已知技术之类的另外的收发机(具有或不具有LAN接口502)、WAN收发机506、WLAN收发机508和/或SPS接收机510。因此, 根据本文所公开的各个方面, 只是将针对UE 500所示出的元件提供为示例性配置, 以及并不旨在限制UE的配置。

[0064] 在图5中示出的例子中, 处理器512连接到LAN接口502、WAN收发机506、WLAN收发机508和SPS接收机510。可选地, 运动传感器514和其它传感器也可以耦合到处理器512。

[0065] 存储器516连接到处理器512。在一个方面, 存储器516可以包括发送给UT 400的和/或从UT 400接收的数据518, 如图1中所示。参见图5, 例如, 存储器516还可以包括所存储的要由处理器512执行以执行用于与UT 400进行通信的过程步骤的指令520。此外, 例如, UE 500还可以包括用户接口522, 所述用户接口522可以包括用于通过光、声音或者触觉输入或输出来使处理器512的输入或输出与用户进行交互的硬件和软件。在图5所示出的例子中, UE 500包括连接到用户接口522的麦克风/扬声器524、键盘526和显示器528。或者, 例如, 可

以通过使用触摸屏显示器,将用户的触觉输入或输出与显示器528整合。再一次,图5中示出的元件并不旨在限制本文所公开的UE的配置,以及将理解的是,UE 500中包括的元件将基于设备的终端使用和系统工程师的设计选择而发生变化。

[0066] 另外,例如,UE 500可以是与如图1中示出的UT 400相通信但与UT 400分开的用户设备,例如,移动设备或外部网络侧设备。或者,UE 500和UT 400可以是单个物理设备的组成部分。

[0067] 图6是示出能够进行波束操纵用于在卫星通信系统中的用户终端中使用的天线的例子的图。例如,可以将这样的天线实现为图4中的UT 400的收发机中的天线410。参见图6,可操纵波束天线602包括天线馈电结构604,所述天线馈电结构604包括多个馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...。在一个方面,馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的至少一个馈电元件被配置为开启或关闭以形成初始波束。

[0068] 在一个方面,可以选择性地开启或关闭天线馈电结构604中的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的每一个馈电元件。在进一步的方面,可以在给定的时间选择性地开启馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的仅仅一个馈电元件,以在期望的方向生成初始波束,同时将所有其它馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...关闭或者保持处于关闭状态。在图6中示出的例子中,打开天线馈电结构604的馈电元件606a(也就是说,发送射频(RF)功率),而将所有其它馈电元件关闭或者保持处于关闭状态(也就是说,不发送RF功率),以生成具有如图6中所示的初始波束图型612的初始波束。

[0069] 在一个方面,天线馈电结构604包括波导馈电结构。在替代的方面,还可以使用其它类型的馈电来在期望的射频处生成初始波束图型。在一个方面,天线馈电结构604中的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...可以包括波导馈电,例如,有源波导馈电。在进一步的方面,有源波导馈电中的每一个有源波导馈电可以包括用于生成圆极化的无线电波的圆极化源。

[0070] 在一个方面,因为用户终端的发送/接收天线的波导馈电相对于与用户终端相通信的卫星的接收/发送天线的波导馈电的相对方位可能随时间发生改变,所以可能期望用于对卫星通信系统中的RF信号的发送和接收的无线电波的圆极化。如果无线电波是线性的而不是圆极化的,则其天线馈电朝向垂直极化的目的地(用户终端或者卫星)可能不能接收由源(卫星或者用户终端)发送的水平极化的无线电波,或者是以显著的衰减接收的。另一方面,如果无线电波是圆极化的,则可以避免由于发送和接收天线馈电的方位上不完美的对准造成的与线性极化相关联的衰减。

[0071] 在一个方面,如图6中所示的天线馈电结构604具有圆板的结构。在一个方面,以天线馈电结构604上的三个同心圆的模式来布置如图6中所示出的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...,其中馈电元件606a、606b、606c位于外圆上,馈电元件608a、608b位于中间圆上,以及馈电元件610a、610b位于内圆上。在替代的方面,可以在天线馈电结构604上,对馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...不同地进行图型化。

[0072] 在一个方面,期望用户终端能够与处于非对地同步卫星星座中的不同位置处的卫

星进行通信。如上所述,非对地同步卫星星座中的任何给定卫星相对于用户终端的位置可以随时间发生改变。此外,用户终端可能需要在称为切换或者移交的过程中,终止与一个卫星的通信,以及发起与另一个卫星的通信。针对这些应用,可能要求用户终端以高速率的方向改变,在宽范围的方位角和宽范围的仰角上操纵波束。在一个方面,天线馈电结构604上的多个同心环或者圆中的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...的布置,例如如图6中示出的圆形板结构,允许波束的方向在宽范围的方位角和宽范围的仰角上进行改变。

[0073] 在一个方面,如图6中所示出的可操纵波束天线602进一步包括位于天线馈电结构604附近的聚焦透镜614。在进一步的方面,聚焦透镜614是用于将馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的一个馈电元件发送的初始波束聚焦在天线馈电结构604上以形成聚焦波束的球面透镜。例如,如图6中所示,如果开启馈电元件606a以发送具有初始波束图型612的初始波束,而关闭天线馈电结构604上的其它馈电元件,则聚焦透镜614对由馈电元件606a发送的初始波束进行聚焦以形成具有聚焦波束图型616的聚焦波束。

[0074] 聚焦波束图型616可以具有主瓣618和多个旁瓣620。聚焦波束图型616的主瓣618以天线增益处于其峰值的轴622为中心。在一个方面,选择天线馈电结构604中的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中从聚焦透镜614的中心与服务卫星直接相对或者几乎直接相对的位置处的一个馈电元件来进行开启,使得服务卫星处于或者接近用户终端400的聚焦波束图型616的主瓣618。下文将参照图8来进一步详细地描述天线馈电结构604中的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...相对于聚焦透镜614的位置,以及下文将参照图9来进一步详细地描述天线波束图型。

[0075] 图7是示出能够在卫星通信系统中进行波束操纵的用户终端的例子的图。在图7中,用户终端702包括如图6中所示出以及在上文所描述的可操纵波束天线602、耦合到可操纵波束天线602的天线馈电结构604上的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...的切换网络704、耦合到切换网络704的发射机706和接收机708、以及耦合到发射机706和接收机708的基带电路710。

[0076] 在一个方面,切换网络704耦合到天线馈电结构604上的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的每一个馈电元件,以选择性地开启或者关闭馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的每一个馈电元件。在一个方面,只开启馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的一个馈电元件,而关闭天线馈电结构604上的所有其它的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...,以在期望的方向生成初始波束,以及聚焦透镜614对初始波束进行聚焦以形成具有指向卫星的主瓣618的聚焦波束。

[0077] 在图7中,发射机706耦合到切换网络704,以通过切换网络704向天线馈电结构604发送RF信号。在一个方面,单个发射机706连接到切换网络704,所述切换网络704选择性地开启天线馈电结构604上的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的一个馈电元件,以发送由单个发射机706产生的RF信号。因此,不是形成具有从多个天线馈电元件馈送的多个波束的相控阵天线波束图型,因此在图7所示出的配置中,不需要实现多个RF发射机、多个移相器或者多个衰减器来形成相控阵天线波束图型。在不需要昂贵的

相控阵波束形成所需的RF组件的情况下,可以实现用于在宽范围的方位和仰角上执行快速波束扫描所需要的针对用户终端的成本节省。

[0078] 如图7中所示,用户终端702还包括耦合到切换网络704的接收机708,用于从天线馈电结构604上的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的被切换网络704开启的馈电元件接收RF信号,以从卫星接收RF信号。在一个方面,发射机706和接收机708耦合到基带电路710,以处理针对数据、语音、视频或者其它类型的信息的基带信号。

[0079] 如图6和图7中所示,聚焦透镜614允许用户终端602和702在方位角和仰角二者的宽视野上实现统一的天线波束图型,也就是说,没有传统的平面相控阵天线系统中通常存在的扫描损耗。在一个方面,具有可切换馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...的天线馈电结构604允许天线波束指向空间中的期望的角度位置。在一个方面,切换网络704(其充当为波束操纵控制单元)能够选择性地开启馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的一个馈电元件,而关闭其它的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...,或者使其它馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...维持处于关闭状态。

[0080] 在图6和图7所示出的例子中,将天线馈电结构604实现为具有多个开放式可切换波导馈电元件的平面结构,可以单独地开启或者关闭所述开放式可切换波导馈电元件以使天线波束指向提供通信服务的卫星,也就是说,服务卫星。在一个方面,可切换波导馈电元件的数量和它们在天线馈电结构604上的位置、以及聚焦透镜614的大小和位置,可以基于各种设计因素来确定,例如,所述设计因素包括:最低要求的天线增益、可操纵波束分辨率(也就是说,在两个紧邻的可操纵波束之间的最大可允许角度间隔)、以及其它设计因素。

[0081] 图8是示出用于在卫星通信系统中的用户终端中使用的示出两个天线馈电和球面透镜的天线结构的一部分的例子的图。在图8中,示出了两个天线馈电802和804和球面透镜814。在一个方面,如图8中所示的两个天线馈电802和804可以是如图6中所示出的天线馈电结构604上的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的两个馈电元件。在一个方面,如图8中所示出的球面透镜814可以与如图6和图7中所示出的聚焦透镜614相同。

[0082] 参见图8,两个天线馈电802和804彼此是分开的。例如,第一天线馈电802可以朝向与图8中的z轴相一致的方向,而第二天线馈电804可以朝向相对于z轴的 -45° 的角度。在一个方面,天线馈电802和804中的每一个天线馈电包括能够生成圆极化波束的有源波导馈电。在一个方面,天线馈电802和804中的每一个天线馈电瞄向球面透镜814的中心806,其还是如图8中所示出的三维笛卡尔坐标(x、y、z)的原点(0、0、0)。在该配置中,将球面透镜814放置为对来自天线馈电802和804中的任何一个天线馈电发送的波束进行聚焦,而不管天线馈电802和804中的每一个天线馈电相对于x、y和z轴被放置在哪里。

[0083] 图9是示出由图8的两个天线馈电802和804产生的天线波束图型的例子的图。在图9所示出的图中,横坐标表示给定的天线馈电相对于z轴的角度(如图8中所示),以及纵坐标表示以dBi为单位的天线增益(相对于各向同性辐射体的以分贝为单位的增益)。由第一天线馈电802生成并由球面透镜814进行聚焦的波束(如图8中所示)具有通过图9中的第一曲线902示出的天线增益,而由第二天线馈电804生成并由球面透镜814进行聚焦的波束(如图8中所示)具有通过图9中的第二曲线904示出的天线增益。

[0084] 参见图9,第一曲线902具有主瓣912和包括旁瓣914与916的多个旁瓣。第一曲线902的主瓣912以相对于z轴具有 0° 为中心(如图9中所示),这是由于如图8中所示出的第一天线馈电802瞄向于与z轴相一致的方向。另一方面,第二曲线904具有主瓣922和包括旁瓣924与926的多个旁瓣,如图9中所示。第二曲线904的主瓣922以相对于z轴具有 -45° 为中心(如图9中所示),这是由于如图8中所示出的第二天线馈电804瞄向于相对z轴为 -45° 的角度。在图8所示出的例子中,第一天线馈电802和第二天线馈电804具有相同的结构,除了它们相对于彼此以 45° 的角度偏移之外。因此,在图9中,针对相应的第一天线馈电802和第二天线馈电804的天线增益曲线902和904是相同的,除了针对第二天线馈电804的天线增益曲线904在横坐标上相对于针对第一天线馈电802的天线增益曲线902偏移 -45° 之外。

[0085] 图10是示出天线波束操纵的方法的例子的流程图。在图10中,在方块1002中,示出了用于选择性地开启或者关闭天线馈电结构中的多个馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束的过程,以及在方块1004中,示出了对初始波束进行聚焦以形成聚焦波束的过程。在一个方面,例如,选择性地开启或者关闭天线馈电结构中的馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束的过程,可以由如图7中所示的切换网络704来执行。在一个方面,在方块1004中对初始波束进行聚焦以形成聚焦波束的过程可以由如图6和图7中所示的聚焦透镜614来执行,或者由如图8中所示的球面透镜814来执行。

[0086] 在一个方面,在方块1002中的选择性地开启或者关闭天线馈电结构中的馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束的过程可以包括:开启天线馈电结构中的所述多个馈电元件之中的第一馈电元件和关闭第二馈电元件,以将聚焦波束操纵在第一方向;以及开启第二馈电元件和关闭第一馈电元件,以将聚焦波束操纵在与第一方向不同的第二方向。通过选择性地开启和关闭天线馈电结构中的单独的馈电元件,实现快速波束扫描。上文相对于图6-9描述了选择性地开启和关闭馈电元件以将波束图型操纵在期望的方向上的示例。

[0087] 在一个方面,天线波束操纵的方法还包括以下过程:估计卫星相对于用户终端的角度位置;以及将聚焦波束操纵在至少基本上与卫星的角度位置对准的方向上。在一个方面,估计卫星相对于用户终端的角度位置的过程可以由搜索器接收机(例如,如图4中所示出以及在上文所描述的搜索器接收机418)来执行。或者,可以利用各种其它方式来估计卫星相对于用户终端的角度位置,例如,通过使用卫星的星历数据,也就是说,卫星的已知轨道。在一个方面,将聚焦波束操纵在至少基本上与卫星相对于用户终端的角度位置对准的方向上的过程,可以由如图7中所示出的切换网络704来执行,例如,选择性地开启天线馈电结构604的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...中的一个馈电元件,以使由馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...生成并由聚焦透镜614聚焦的波束指向卫星。

[0088] 在一个方面,天线馈电结构604可以是相对于聚焦透镜614能机械操纵的(旋转地和/或横向地)。在一个方面,天线馈电结构604能够相对于聚焦透镜614进行机械的移动,使得除了通过选择性地开启天线馈电结构604的馈送板上的馈电元件606a、606b、606c、...、608a、608b、...、610a、610b、...进行电学操纵之外,还可以机械地操纵波束。当波束从一个馈电元件切换到另一个馈电元件时,如图9中所示以及如上所述,在波束的交叉部分处(例如,在第一曲线902的旁瓣914与第二曲线904的旁瓣926之间,如图9中所示),天线增益通常较

低。通过旋转地和/或横向地引入天线馈电结构604的微小机械移动,可以使相邻波束移动以填充天线波束图型的交叉部分。

[0089] 在一个方面,用户终端可以在不同的时间段,与通信卫星的星座中的不同卫星进行通信。如上所述,当用户终端终止与一个卫星的通信,以及发起与另一个卫星的通信时,用户终端执行切换或者移交。在一个方面,天线波束操纵的方法进一步包括下文的过程:估计第一卫星相对于用户终端的第一角度位置;以及在第一时间段,将聚焦波束操纵在至少基本上与第一角度位置对准的第一方向上,以与第一卫星进行通信;估计第二卫星相对于用户终端的第二角度位置;以及在第二时间段,将聚焦波束操纵在至少基本上与第二角度位置对准的第二方向上,以与第二卫星进行通信。

[0090] 在一个方面,第一卫星和第二卫星相对于用户终端的角度位置可以由搜索器接收机(例如,如图4中所示出以及在上文所描述的搜索器接收机418)来执行。或者,可以利用各种其它方式来估计通信网络中的已知卫星星座中的卫星的角度位置,例如,通过使用卫星的星历数据。在一个方面,例如,在不同的时间段将波束操纵在不同的方向上用于与不同的卫星进行通信,可以由如图7中所示出的切换网络704来执行。

[0091] 在一个方面,可以几乎瞬间将天线波束操纵在不同的方向上,这是由于改变天线波束的方向的速度受限于图7中的切换网络704开启和关闭馈电元件606a、606b、606c、…、608a、608b、…、610a、610b、…的速度,因此允许用户终端以与传统的机械天线波束操纵系统相比要快得多的速率来执行波束操纵。在一个方面,选择性地切换天线馈电结构604上的馈电元件606a、606b、606c、…、608a、608b、…、610a、610b、…(如图6和图7中所示),避免了对于诸如用于由传统的相控阵天线来实现波束操纵的多个有源RF发射机、移相器或者衰减器之类的昂贵RF组件的需求。此外,利用图8中所示出的例子中的球面透镜814,可以形成具有大天线增益的聚焦波束,而不管各个天线馈电(例如,天线馈电802和804)相对于x、y和z轴的相对角度位置,如图8中所示。

[0092] 图11示出了表示成一系列相互关联的功能模块的用户终端装置1100的例子。用于选择性地开启或关闭天线馈电结构中的多个馈电元件中的至少一个馈电元件以形成初始波束的模块1102可以至少在一些方面例如与本文所论述的切换网络(例如,切换网络704等等)或者其组件相对应。用于对初始波束进行聚焦以形成聚焦波束的模块1104可以至少在一些方面例如与本文所论述的聚焦透镜(例如,聚焦透镜614等等)或者其组件相对应。

[0093] 图11的模块的功能可以利用与本文中的教导相一致的各种方式来实现。在一些设计中,可以将这些模块的功能实现为一个或多个电和/或光组件。在一些设计中,可以将这些方块中的一个或多个方块的功能实现为包括一个或多个处理器组件的处理系统。在一些设计中,可以使用例如一个或多个集成电路(例如,ASIC)的至少一部分来实现这些模块中的一个或多个模块的功能。如本文所论述的,集成电路可以包括处理器、软件、其它有关的组件或者其某种组合。因此,可以将不同的模块的功能实现为例如集成电路的不同子集,软件模块集合的不同子集,或者其组合。此外,将理解的是,(例如,集成电路的和/或软件模块集合的)给定子集可以提供针对一个以上模块的功能的至少一部分。

[0094] 此外,可以使用任何适当的元件来实现通过图11表示的组件和功能,以及本文所描述的其它组件和功能。还可以至少部分地使用如本文所教导的相应结构来实现这样的元件。例如,上文结合图11的“用于……的模块”组件所描述的组件,还可以对应于类似指定的

“用于……的单元”功能。因此，在一些方面，可以使用硬件组件、处理器组件、集成电路或者如本文所教导的其它适当结构中之一者或多者，来实现这样的单元中的一个或多个单元。

[0095] 本领域技术人员将理解，信息和信号可以使用多种不同的技术和工艺中的任意一种来表示。例如，在贯穿上文的描述中提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以通过电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或者其任意组合来表示。

[0096] 进一步地，本领域技术人员将理解，结合本文所公开的方面描述的各种说明性的逻辑方块、模块、电路和算法步骤可以实现为电子硬件、计算机软件或二者的组合。为了清楚地说明硬件和软件之间的这种可交换性，上文对各种说明性的组件、方块、模块、电路和步骤均围绕其功能进行了总体描述。至于这样的功能是实现为硬件还是实现为软件，取决于特定的应用和对整个系统所施加的设计约束。熟练的技术人员可以针对每个特定应用，以变通的方式实现所描述的功能，但是这样的实现决策不应解释为背离本公开内容的保护范围。

[0097] 结合本文所公开的方面描述的方法、序列或算法，可以直接地体现在硬件中、由处理器执行的软件模块中或二者的组合中。软件模块可以位于RAM存储器、闪存、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM或者本领域已知的任何其它形式的存储介质中。可以将示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从存储介质读取信息，以及向存储介质写入信息。在替代的方案中，存储介质可以是处理器的组成部分。

[0098] 因此，本公开内容的一个方面可以包括计算机可读介质，所述计算机可读介质体现用于非对地同步卫星通信系统中的时间或频率同步的方法。因此，本公开内容并不限于所示出的示例，以及用于执行本文所描述的功能的任何单元包括在本公开内容的方面中。

[0099] 虽然前述公开内容示出了说明性的方面，但应当注意的是，在不脱离所附权利要求书的保护范围的情况下，可以对本文做出各种改变和修改。根据本文所描述的方面的方法权利要求的功能、步骤或动作，并不需要以任何特定的顺序来执行，除非另外明确声明。此外，虽然用单数形式描述或主张了元素，但除非明确地声明限于单数，否则复数形式是预期的。

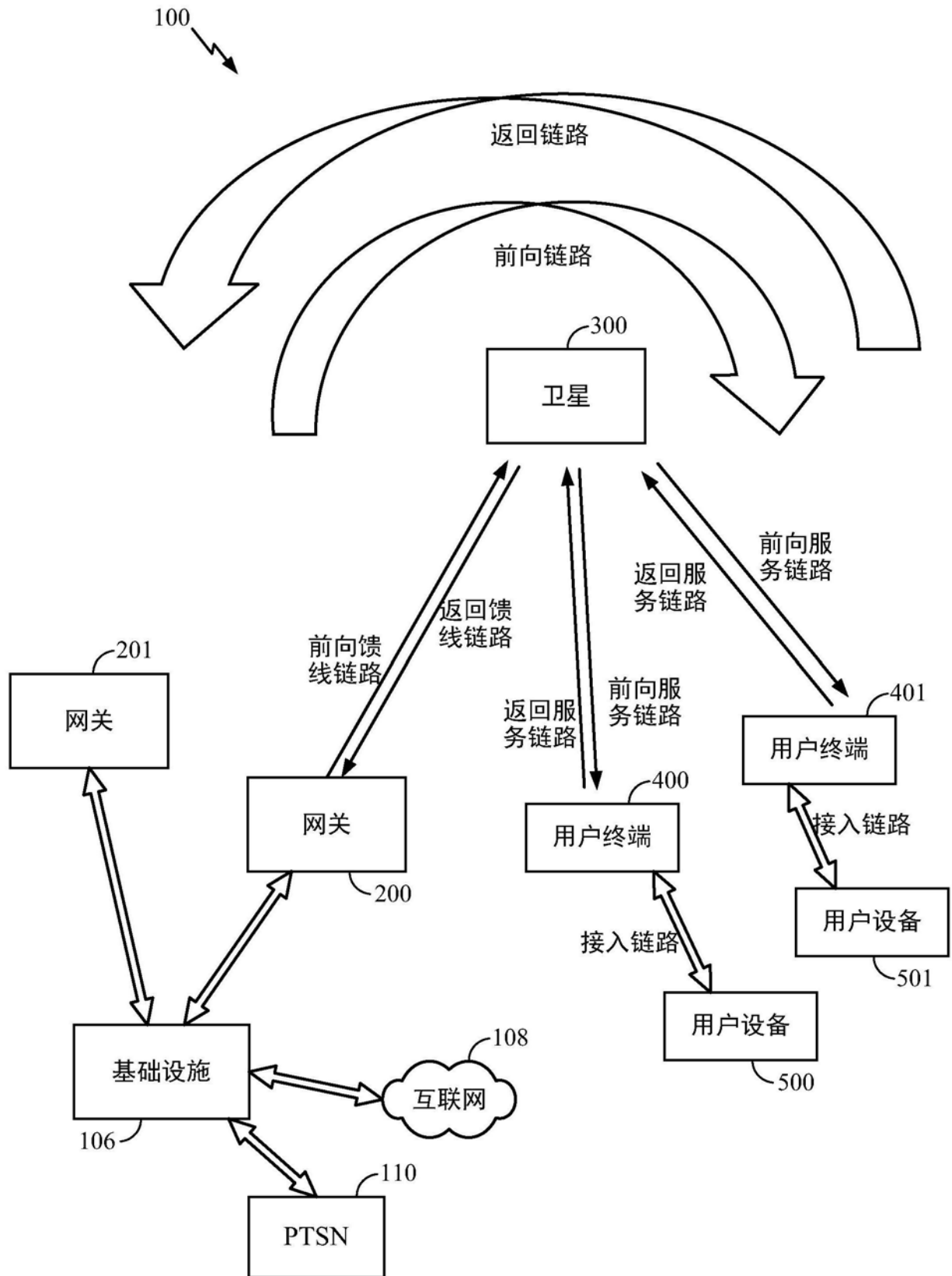


图1

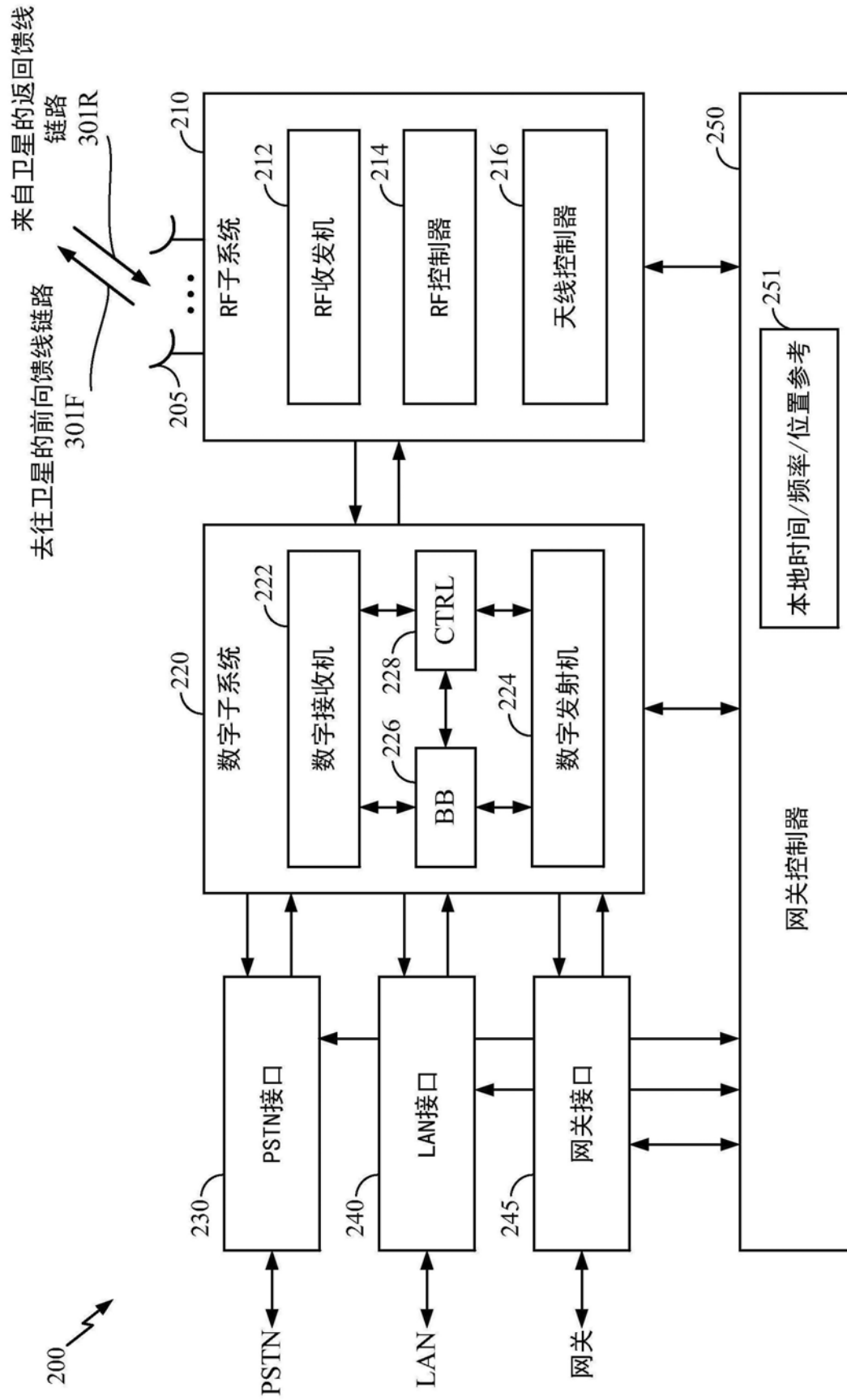


图2

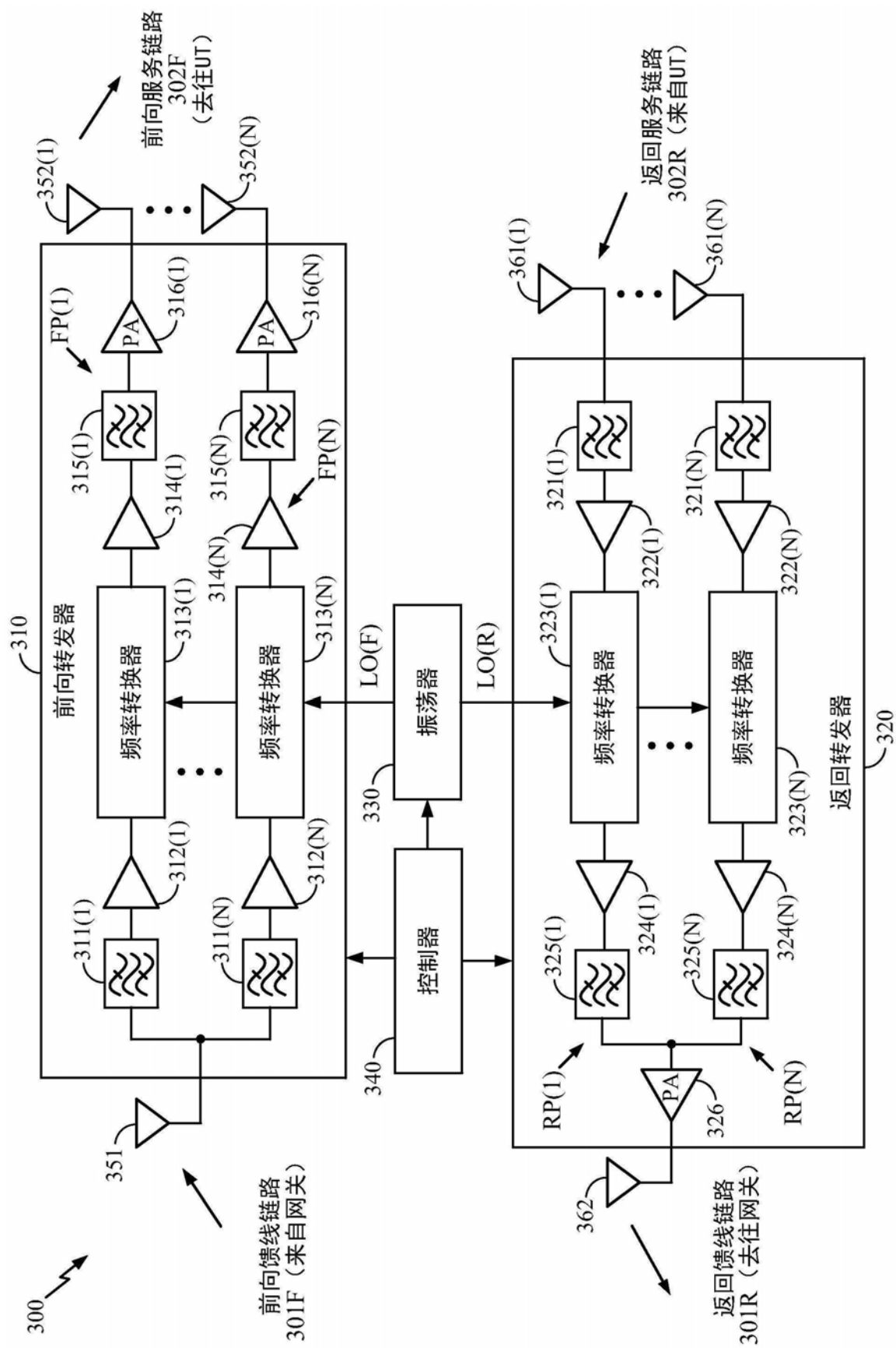


图3

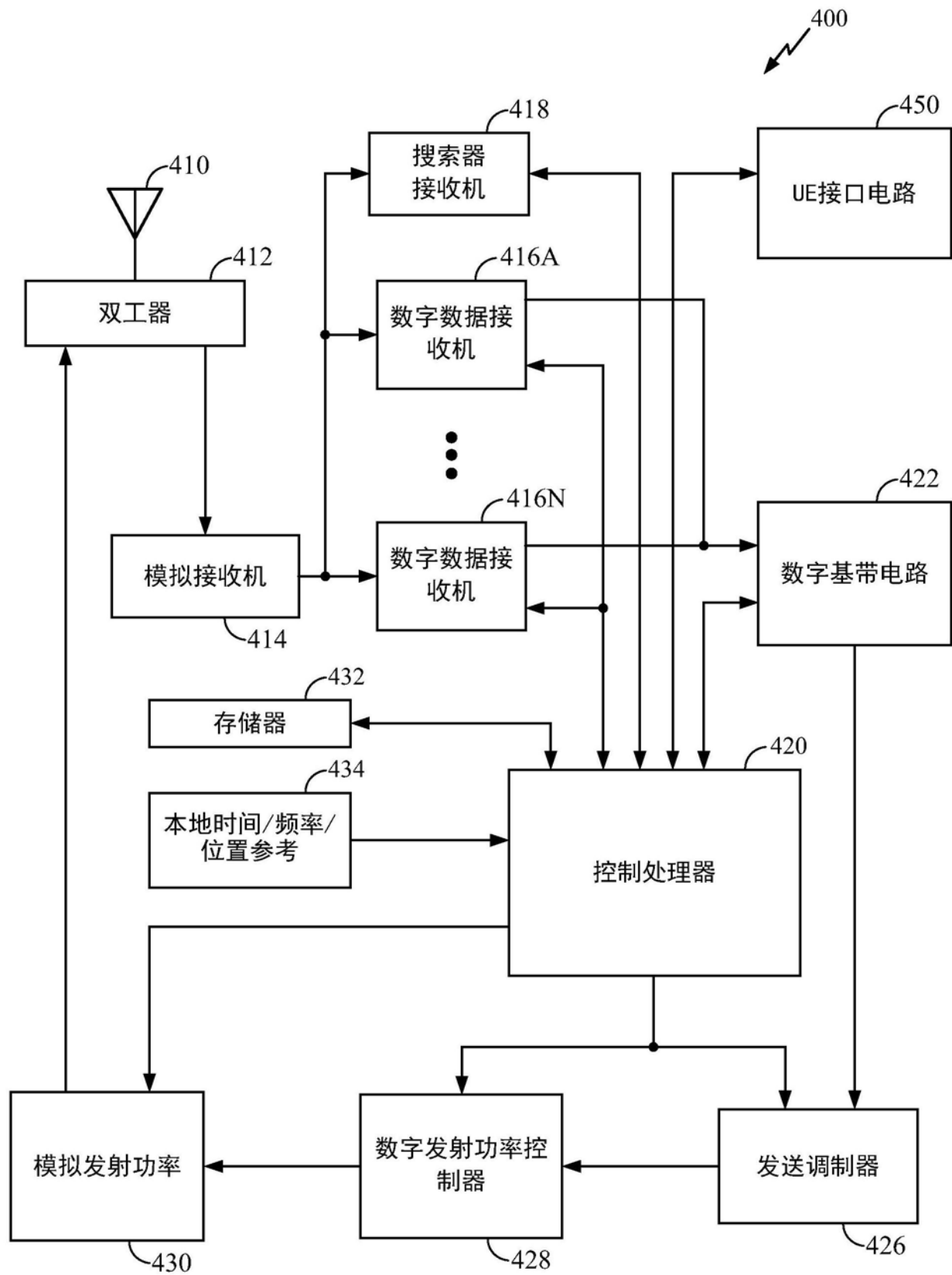


图4

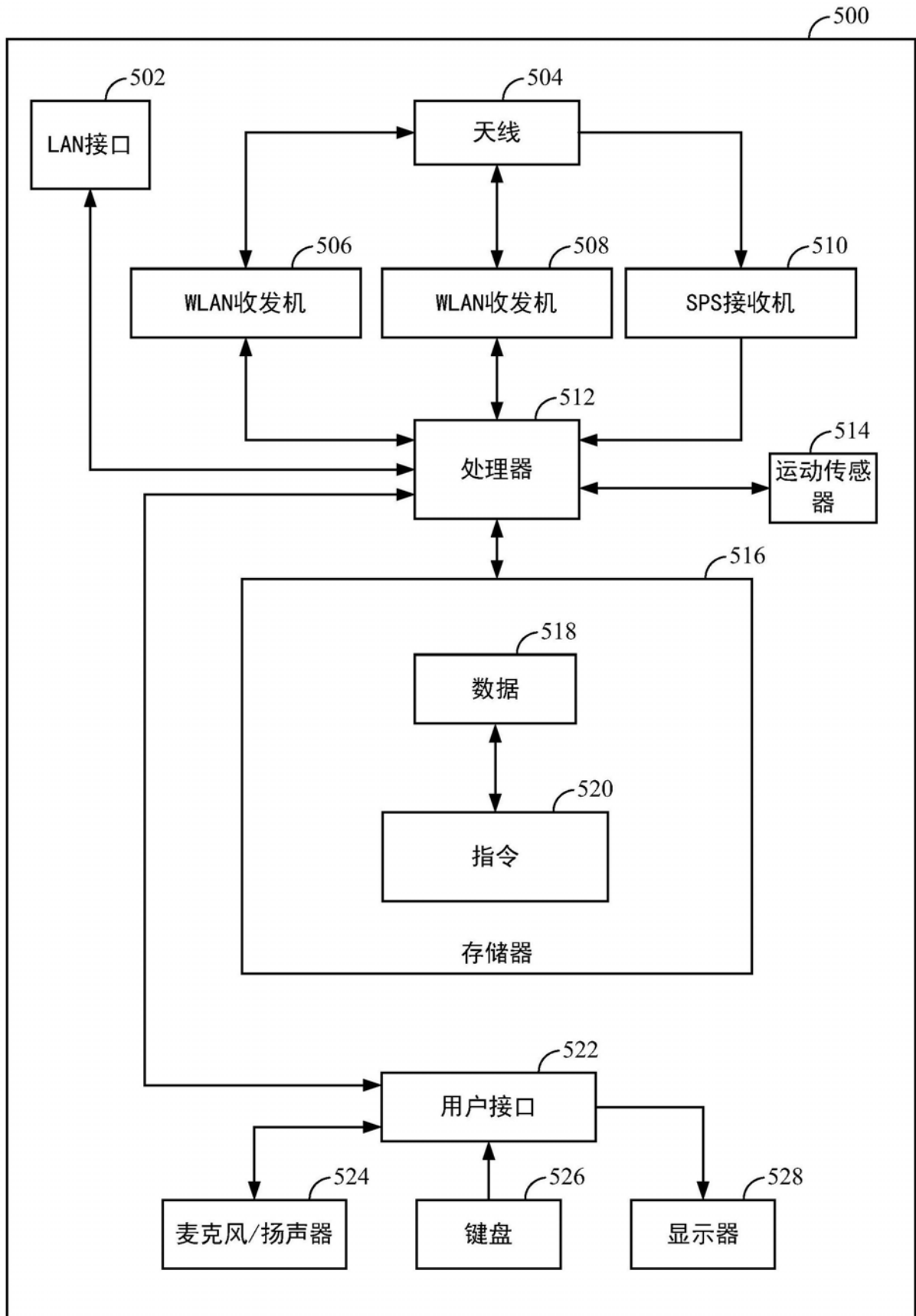


图5

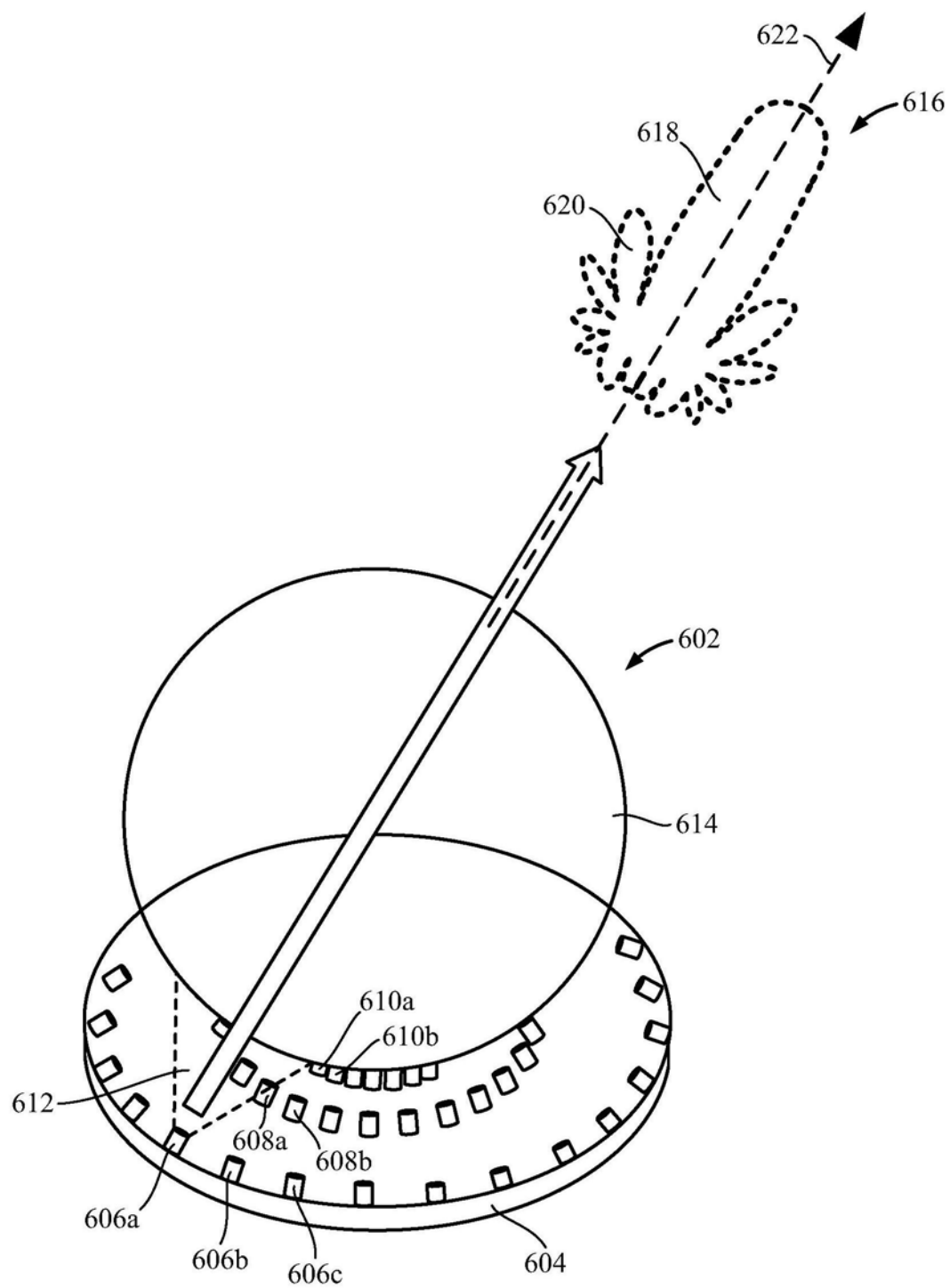


图6

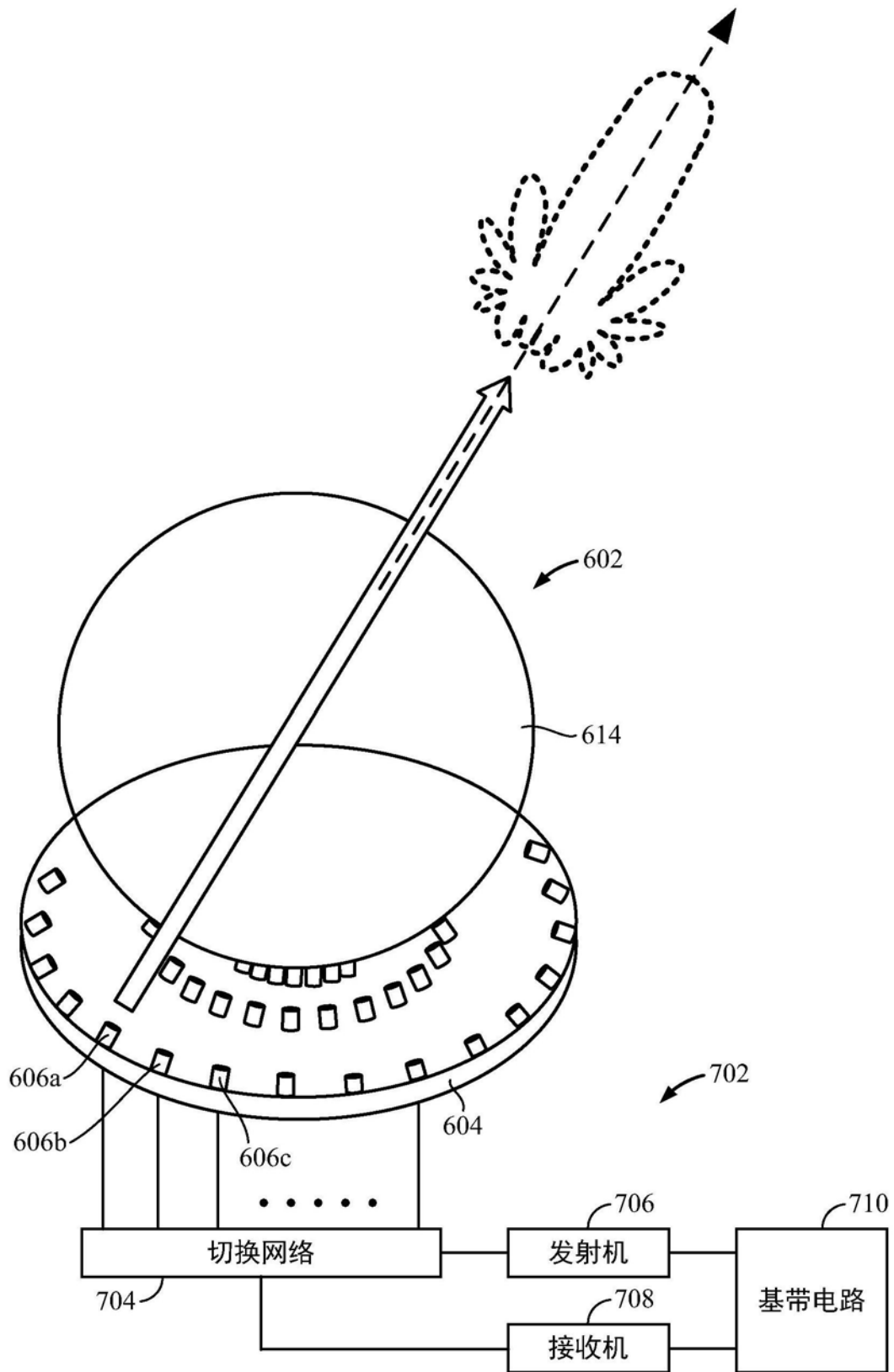


图7

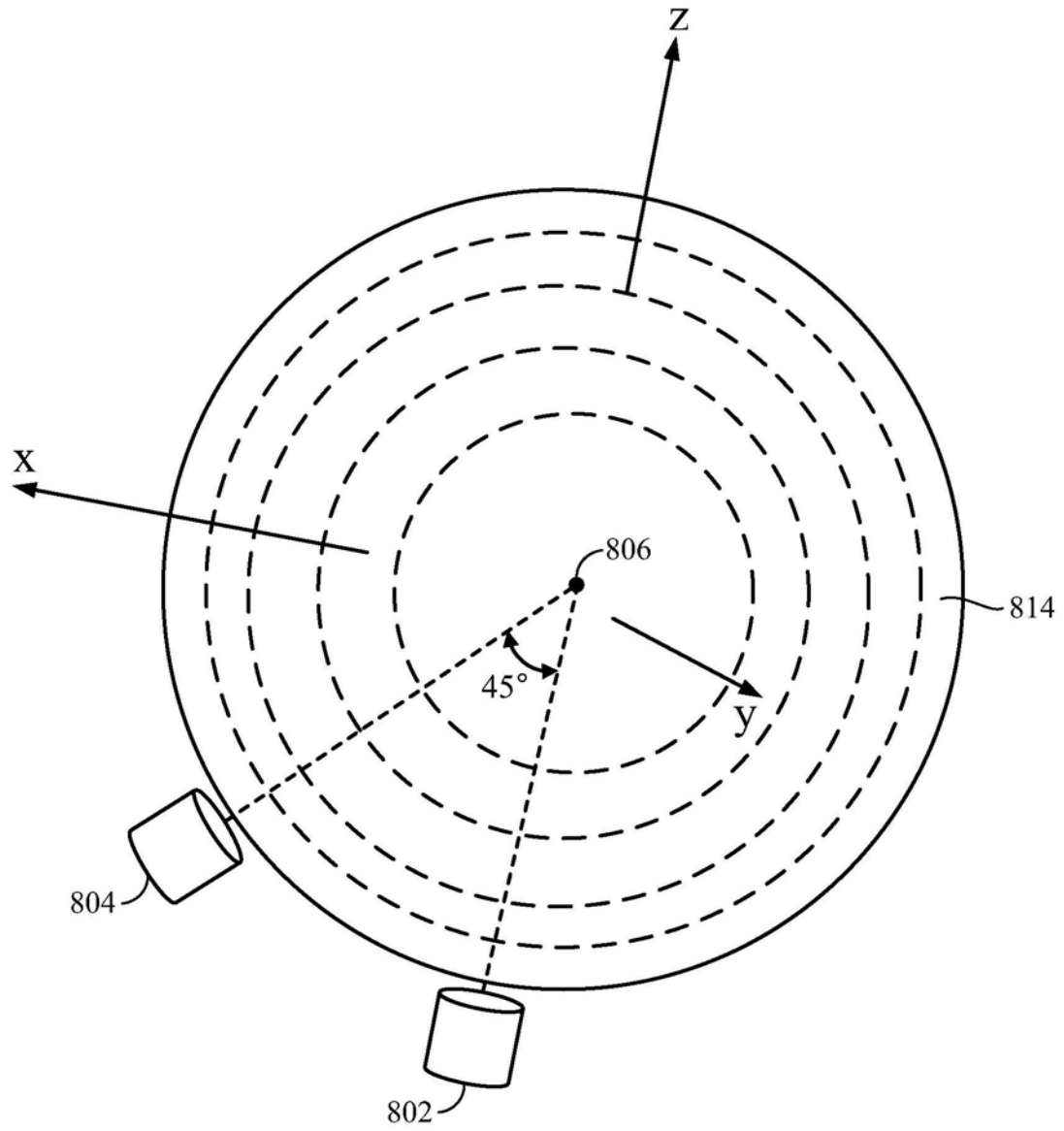


图8

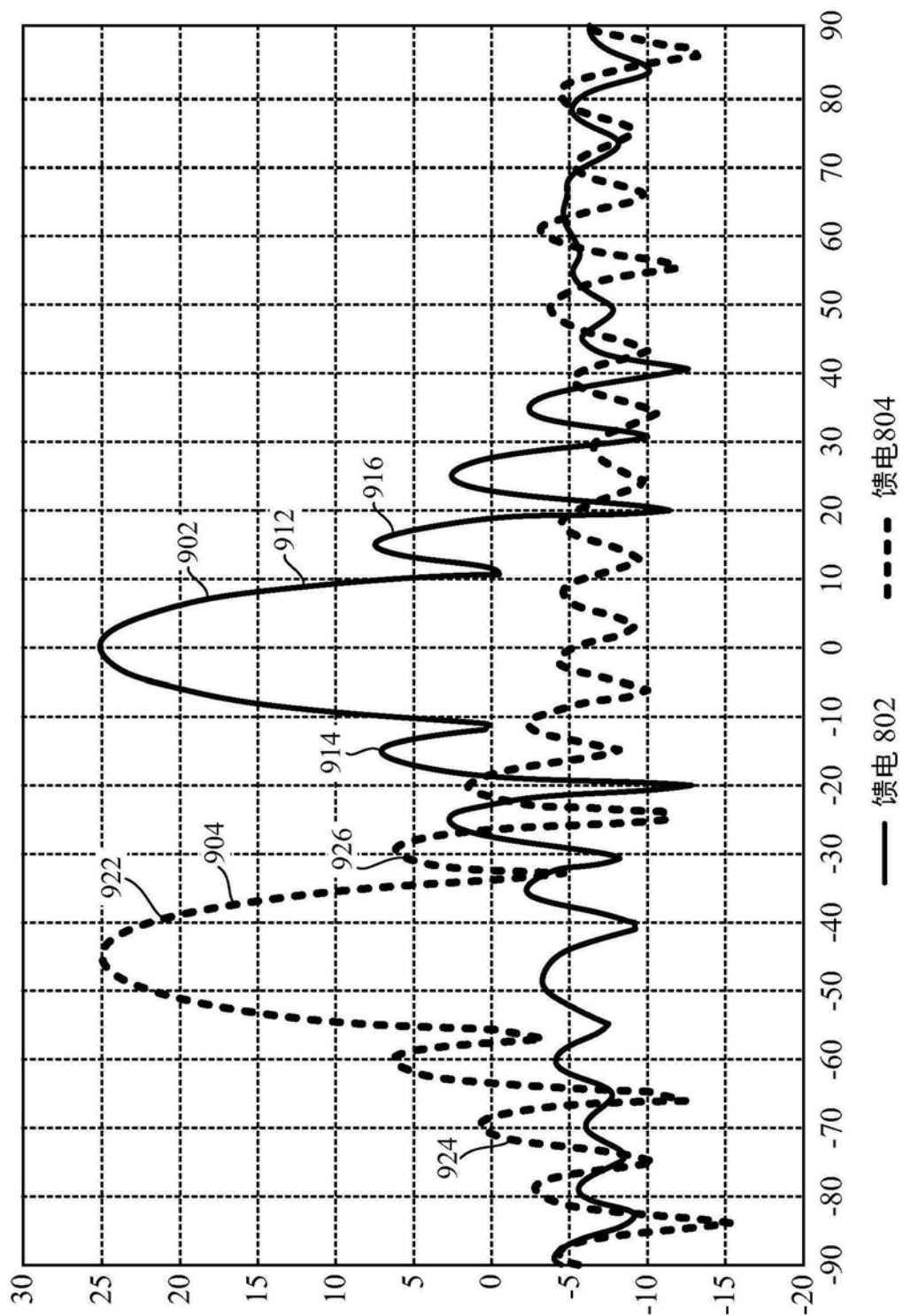


图9

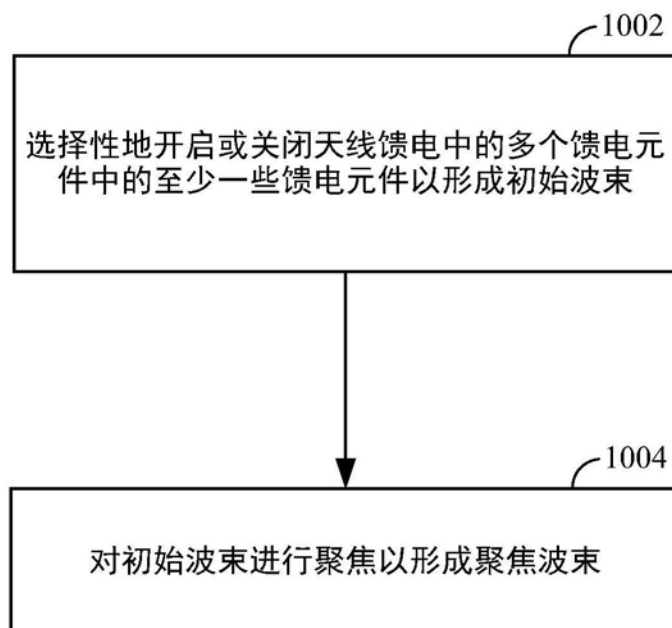


图10

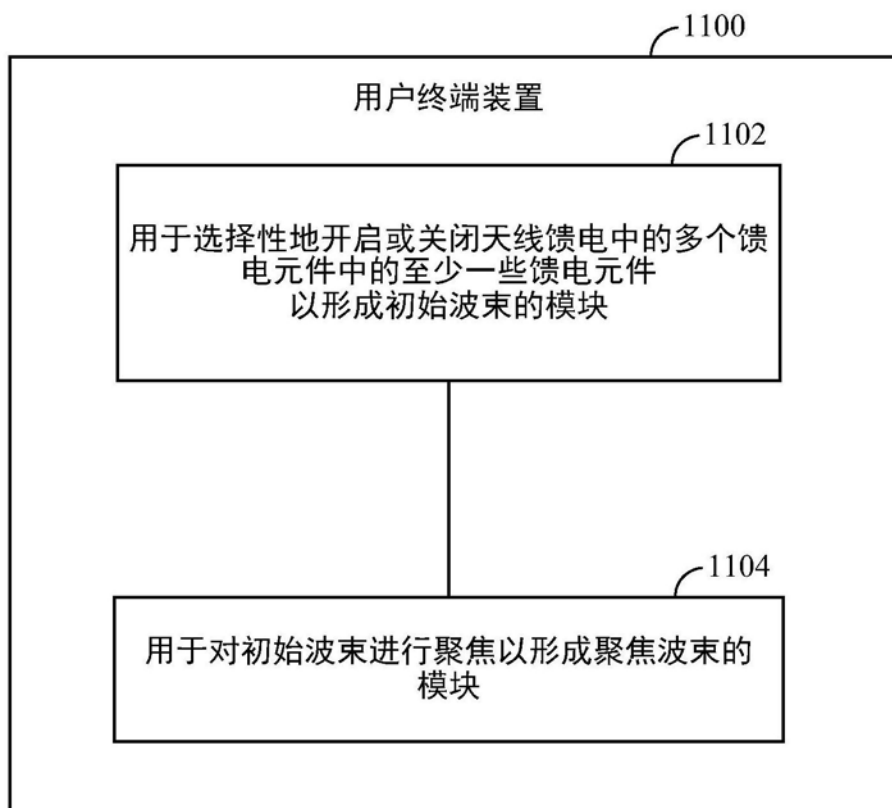


图11