



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107408977 B

(45)授权公告日 2020.03.03

(21)申请号 201680016312.9

(22)申请日 2016.03.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107408977 A

(43)申请公布日 2017.11.28

(30)优先权数据
62/136,075 2015.03.20 US
14/864,722 2015.09.24 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.09.18

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/021080 2016.03.04

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/153762 EN 2016.09.29

(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 G·W·马什 Q·吴
P·J·布莱克 D·瓦西洛夫斯基

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 张立达 王英

(51)Int.Cl.
H04B 7/185(2006.01)
H04B 7/204(2006.01)

(56)对比文件
EP 0944183 A1,1999.09.22,
US 2004014472 A1,2004.01.22,

审查员 吕鹤

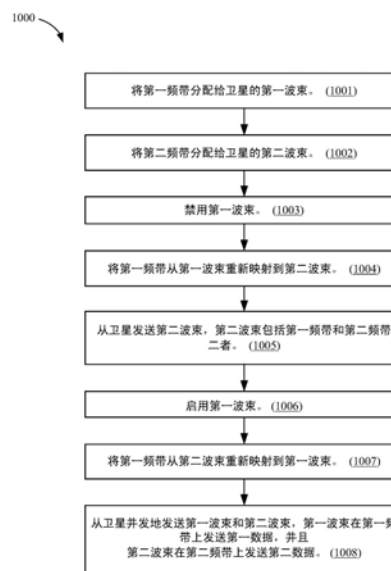
权利要求书3页 说明书18页 附图16页

(54)发明名称

用于操作卫星的方法和装置

(57)摘要

公开了用于在非地球同步轨道(NGSO)卫星星座中操作一个或多个卫星的方法和装置。在一些方面中,该卫星可以将第一频带分配给第一波束,以及可以将第二频带分配给第二波束。然后,如果第一波束被禁用,则该卫星可以将第一频带从第一波束重新映射到第二波束。以此方式,初始分配给被禁用波束的频率资源可以被重新映射到另一、未被禁用的波束。



1. 一种操作卫星的方法,所述方法包括:

将第一频带分配给所述卫星的第一波束,所述第一波束用于在地球上提供第一覆盖地区,所述第一覆盖地区跨越所述卫星的轨迹进行延伸;

将第二频带分配给所述卫星的第二波束,所述第二波束用于在地球上提供第二覆盖地区,所述第二覆盖地区跨越所述卫星的所述轨迹进行延伸;

至少部分基于由所述第一波束提供的触及禁区的所述第一覆盖地区来禁用所述第一波束,所述禁区与等效功率通量密度 (EPFD) 限制相关联;以及

将所述第一频带从所述第一波束重新映射到所述第二波束,

其中,所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个包括具有在东西方向上定向的长轴的椭圆形状,并且所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个跨越所述卫星的所述轨迹的整个宽度进行延伸。

2. 如权利要求1所述的方法,还包括:

从所述卫星发送所述第二波束,所述第二波束包括所述第一频带和所述第二频带二者。

3. 如权利要求1所述的方法,所述第二波束在所述第一频带上发送第一数据并且在所述第二频带上发送第二数据。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,所述第一频带和所述第二频带占用Ku频带中不相邻的频率范围。

5. 如权利要求1所述的方法,还包括:

使得所述第二波束能够提供所述轨迹的所述第二覆盖地区而不考虑禁用所述第一波束。

6. 如权利要求1所述的方法,还包括:

启用所述第一波束;

将所述第一频带从所述第二波束重新映射到所述第一波束;以及

并发地从所述卫星发送所述第一波束和所述第二波束,所述第一波束在所述第一频带上发送第一数据,并且所述第二波束在所述第二频带上发送第二数据。

7. 一种用于操作卫星的装置,所述装置包括:

用于将第一频带分配给所述卫星的第一波束的单元,所述第一波束用于在地球上提供第一覆盖地区,所述第一覆盖地区跨越所述卫星的轨迹进行延伸;

用于将第二频带分配给所述卫星的第二波束的单元,所述第二波束用于在地球上提供第二覆盖地区,所述第二覆盖地区跨越所述卫星的所述轨迹进行延伸;

用于至少部分基于由所述第一波束提供的触及禁区的所述第一覆盖地区来禁用所述第一波束的单元,所述禁区与等效功率通量密度 (EPFD) 限制相关联;以及

用于将所述第一频带从所述第一波束重新映射到所述第二波束的单元;

其中,所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个包括具有在东西方向上定向的长轴的椭圆形状,并且所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个跨越所述卫星的所述轨迹的整个宽度进行延伸。

8. 如权利要求7所述的装置,还包括:

用于从所述卫星发送所述第二波束的单元,所述第二波束包括所述第一频带和所述第

二频带二者。

9. 如权利要求7所述的装置,所述第二波束在所述第一频带上发送第一数据并且在所述第二频带上发送第二数据。

10. 如权利要求7所述的装置,还包括:

用于使得所述第二波束能够提供所述轨迹的所述第二覆盖地区而不考虑禁用所述第一波束的单元。

11. 如权利要求7所述的装置,还包括:

用于启用所述第一波束的单元;

用于将所述第一频带从所述第二波束重新映射到所述第一波束的单元;以及

用于并发地从所述卫星发送所述第一波束和所述第二波束的单元,所述第一波束在所述第一频带上发送第一数据,并且所述第二波束在所述第二频带上发送第二数据。

12. 一种用于操作卫星的装置,所述装置包括:

一个或多个处理器;以及

被配置为存储指令的存储器,所述指令当由所述一个或多个处理器执行时使所述装置进行以下操作:

将第一频带分配给所述卫星的第一波束,所述第一波束用于在地球上提供第一覆盖地区,所述第一覆盖地区跨越所述卫星的轨迹进行延伸;

将第二频带分配给所述卫星的第二波束,所述第二波束用于在地球上提供第二覆盖地区,所述第二覆盖地区跨越所述卫星的所述轨迹进行延伸;

至少部分基于由所述第一波束提供的触及禁区的所述第一覆盖地区来禁用所述第一波束,所述禁区与等效功率通量密度 (EPFD) 限制相关联;以及

将所述第一频带从所述第一波束重新映射到所述第二波束;

其中,所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个包括具有在东西方向上定向的长轴的椭圆形状,并且所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个跨越所述卫星的所述轨迹的整个宽度进行延伸。

13. 如权利要求12所述的装置,其中,所述指令由所述一个或多个处理器的执行使所述装置还进行以下操作:

从所述卫星发送所述第二波束,所述第二波束包括所述第一频带和所述第二频带二者。

14. 如权利要求12所述的装置,所述第二波束在所述第一频带上发送第一数据并且在所述第二频带上发送第二数据。

15. 如权利要求12所述的装置,所述指令由所述一个或多个处理器的执行使所述装置还进行以下操作:

使得所述第二波束能够提供所述轨迹的所述第二覆盖地区而不考虑禁用所述第一波束。

16. 如权利要求12所述的装置,所述指令由所述一个或多个处理器的执行使所述装置还进行以下操作:

启用所述第一波束;

将所述第一频带从所述第二波束重新映射到所述第一波束;以及

并发地从所述卫星发送所述第一波束和所述第二波束,所述第一波束在所述第一频带上发送第一数据,并且所述第二波束在所述第二频带上发送第二数据。

17.一种存储指令的非暂时性计算机可读介质,所述指令当由卫星的一个或多个处理器执行时使所述卫星执行包括以下各项的操作:

将第一频带分配给所述卫星的第一波束,所述第一波束用于在地球上提供第一覆盖地区,所述第一覆盖地区跨越所述卫星的轨迹进行延伸;

将第二频带分配给所述卫星的第二波束,所述第二波束用于在地球上提供第二覆盖地区,所述第二覆盖地区跨越所述卫星的所述轨迹进行延伸;

至少部分基于由所述第一波束提供的触及禁区的所述第一覆盖地区来禁用所述第一波束,所述禁区与等效功率通量密度 (EPFD) 限制相关联;以及

将所述第一频带从所述第一波束重新映射到所述第二波束;

其中,所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个包括具有在东西方向上定向的长轴的椭圆形状,并且所述第一覆盖地区和所述第二覆盖地区中的每一个跨越所述卫星的所述轨迹的整个宽度进行延伸。

18.如权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述指令由所述一个或多个处理器的执行使所述卫星执行还包括以下项的操作:

从所述卫星发送所述第二波束,所述第二波束包括所述第一频带和所述第二频带二者。

19.如权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,所述第二波束在所述第一频带上发送第一数据并且在所述第二频带上发送第二数据。

20.如权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述第一频带和所述第二频带占用Ku频带中不相邻的频率范围。

21.如权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述指令由所述一个或多个处理器的执行使所述卫星执行还包括以下项的操作:

使得所述第二波束能够提供所述轨迹的所述第二覆盖地区而不考虑禁用所述第一波束。

22.如权利要求17所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述指令由所述一个或多个处理器的执行使所述卫星执行还包括以下各项的操作:

启用所述第一波束;

将所述第一频带从所述第二波束重新映射到所述第一波束;以及

并发地从所述卫星发送所述第一波束和所述第二波束,所述第一波束在所述第一频带上发送第一数据,并且所述第二波束在所述第二频带上发送第二数据。

用于操作卫星的方法和装置

背景技术

[0001] 本申请中描述的各个方面涉及卫星通信,更具体地,涉及遵守管理卫星通信的国际规范。

[0002] 传统的基于卫星的通信系统包括网关和用于在该网关和一个或多个用户终端之间中继通信信号的一个或多个卫星。网关是具有用于向通信卫星发送信号以及从其接收信号的天线的地球站。网关使用卫星来提供用于将用户终端连接到其它用户终端或其它通信系统(例如公共交换电话网络、互联网和各种公共和/或私有网络)的用户的通信链路。卫星是轨道接收机和用于中继信息的转发器。

[0003] 卫星可以从用户终端接收信号并向其发送信号,倘若该用户终端处于该卫星的“轨迹”内的话。卫星的轨迹是地球表面上的在该卫星的信号范围内的地理区域。该轨迹通常通过一个或多个天线的使用被地理地划分为“波束”。每个波束覆盖该轨迹内的一个特定地理区域。波束可以是定向的,以便来自相同卫星的一个以上的波束覆盖相同的特定地理区域。

[0004] 地球同步卫星早已经用于通信。地球同步卫星相对于地球上的给定位置是固定的,并且因此在地球上的通信收发机和该地球同步卫星之间的无线信号传播中存在很小的时间偏移和频率偏移。然而,由于地球同步卫星受限于地球同步轨道(GSO),因此可以放置在该GSO中的卫星的数量是有限的。作为对地球同步卫星的替代,使用非同步地球轨道(NGSO)(例如近地轨道(LEO))中的卫星星座的通信系统已经被设计出来用于为整个地球或地球的至少很大一部分提供通信覆盖。

[0005] GSO和NGSO卫星可以运行在相同(或相似)的频带上,并且因此可以由NGSO卫星采用干扰减轻技术,以便GSO卫星通信不会受到NGSO卫星传输的损害。例如,国际电信联盟(ITU)在等效功率通量密度(EFPD)方面提供限制,所述等效功率通量密度是NGSO卫星可以在地球表面上的处于GSO卫星的轨迹内的任何点处产生的。

[0006] 由于计算地球表面上的给定点处的EFPD可能要求各个地面站的天线和/或传输特性的广阔知识,因此NGSO卫星通常使用其它技术来满足ITU的EFPD限制。一种满足该EFPD限制的方法是:如果在地球上的波束覆盖地区中的任何点处,该NGSO卫星和GSO卫星之间的角度小于门限角度(例如,其可以指示该GSO卫星在地球上的波束终止点处于该NGSO卫星的波束的覆盖地区内),则针对该NGSO卫星禁用其波束。虽然以这种方式禁用NGSO卫星的波束可以使得该NGSO卫星满足该EFPD限制,但是这可能导致该NGSO卫星通信系统的不必要的覆盖间隙(例如,当该NGSO卫星的波束的仅一部分干扰该GSO卫星的传输时)。此外,当该波束被禁用时,与该已禁用波束相关联的资源可能是空闲的,反过来这可能降低该NGSO卫星的总容量。

发明内容

[0007] 本公开内容的方面针对用于例如为了遵守ITU的EFPD限制和/或避免干扰GSO卫星通信而重新分配与已经(或者将要)被禁用的卫星波束相关联的资源的装置和方法。在一个

示例中,公开了用于操作卫星的方法。该方法可以包括将第一频带分配给该卫星的第一波束,以及将第二频带分配给该卫星的第二波束。该方法还可以包括禁用第一波束,以及将第一频带从第一波束重新映射到第二波束。

[0008] 在另一示例中,公开了一种用于操作卫星的装置。该装置可以包括:用于将第一频带分配给该卫星的第一波束的单元,用于将第二频带分配给该卫星的第二波束的单元,用于禁用第一波束的单元,以及用于将第一频带从第一波束重新映射到第二波束的单元。

[0009] 在另一示例中,公开了一种用于操作卫星的装置。该装置可以包括一个或多个处理器和被配置为存储指令的存储器。所述指令由一个或多个处理器的执行可以使该装置将第一频带分配给该卫星的第一波束,将第二频带分配给该卫星的第二波束,禁用第一波束,以及将第一频带从第一波束重新映射到第二波束。

[0010] 在另一示例中,公开了一种非暂时性计算机可读介质。该非暂时性计算机可读介质可以存储指令,所述指令当由卫星的一个或多个处理器执行时使该卫星执行可以包括以下各项的操作:将第一频带分配给该卫星的第一波束,将第二频带分配给该卫星的第二波束,禁用第一波束,以及将第一频带从第一波束重新映射到第二波束。

附图说明

[0011] 本公开内容的方面通过举例的方式进行说明,并且并不旨在受到附图的限制。

[0012] 图1示出示例性通信系统的框图。

[0013] 图2示出图1的网关的一个示例的框图。

[0014] 图3示出图1的卫星的一个示例的框图。

[0015] 图4示出图1的用户终端(UT)的一个示例的框图。

[0016] 图5示出图1的用户设备(UE)的一个示例的框图。

[0017] 图6示出描绘绕地球轨道运动的NGSO卫星星座和GSO卫星星座的图。

[0018] 图7A描绘关于GSO卫星和地球的两个NGSO卫星的示例性位置。

[0019] 图7B描绘可以根据ITU对EPFD限制的指导方针来定义的示例性禁区。

[0020] 图8A描绘向地球表面上发送多个波束的NGSO卫星。

[0021] 图8B描绘图8A中示出的NGSO卫星的示例性轨迹。

[0022] 图8C描绘构成为4x4波束覆盖地区矩阵的示例性轨迹。

[0023] 图8D是总结分配给图8A中示出的多个波束的示例性频带和极化的表格。

[0024] 图8E描绘图8A-8B中描绘的卫星波束的示例性频率重新映射。

[0025] 图9示出根据示例性实施方式的示例性控制器的框图。

[0026] 图10示出描绘选择性禁用NGSO卫星的波束的示例性操作的说明性流程图。

[0027] 图11是被配置为支持本申请中所教导的控制卫星操作的装置的若干个样本方面的另一框图。

[0028] 类似的附图标记贯穿附图指代相应的部分。

具体实施方式

[0029] 本申请中描述的示例性实施方式可以允许NGSO卫星星座中的每个卫星将与被禁用波束相关联的资源重新分配给另一未被禁用的波束。如下面更加详细描述,可以从该

NGSO卫星星座中的每个卫星发送多个波束。每个卫星可以将多个不同频带分配给一个或多个波束。之后,如果第一波束被禁用(例如,为了遵守EPFD限制),则该卫星可以与将第一波束相关联的频率重新映射到没有被禁用的第二波束。以此方式,初始分配给被禁用波束的频率资源可以被重新映射到另一未被禁用的波束。

[0030] 在下面的描述及针对具体示例的相关附图中描述了本公开内容的方面。可以设计出替代的示例而不脱离本公开内容的范围。另外,将不详细描述或将省略公知的元素,以避免使本公开内容的相关细节不清楚。

[0031] 本申请中使用“示例性”一词意指“用作示例、实例或说明”。本申请被描述为“示例性”的任何方面不必被解释为优选的或比其它方面更具优势的。同样,术语“方面”并不要求所有方面包括所讨论的特征、优点或操作模式。

[0032] 本申请中使用的术语只是为了描述特定方面,并不意在限制所述方面。如本申请中所使用的,除非上下文清楚指明,否则单数形式“一(a)”、“一个(an)”和“该(the)”旨在也包括复数形式。还应当理解,当在本申请中使用时,术语“包含”、“含有”、“包括”或“具有”明确了所声明的特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但是没有排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件或其组合的存在或添加。此外,应当理解的是,词语“或”与布尔操作符“OR”具有相同的意义,也就是说,除非明确声明,否则其包含“任何一个”和“二者”的可能性而不限于“排它的或”(“XOR”)。还应当理解的是,除非明确声明,否则两个相邻词语之间的符号“/”具有与“或”相同的意义。此外,除非明确声明,否则诸如“连接到”、“耦合到”或“与…通信”之类的短语并不限于直接连接。

[0033] 此外,许多方面是以一系列动作的形式来描述的,以便于被例如计算设备的元素执行。应当认识到的是,本申请中描述的各个动作可以由专用电路(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由二者的组合来执行。另外,本申请中描述的这些动作序列可以被视为全部实现在存储有相应计算机指令集的任何形式的计算机可读存储介质内,其中,当所述计算机指令被执行时会使相关联的处理器执行本申请中描述的功能。因此,本公开内容的各个方面可以用多种不同形式实现,所有形式都已经预期处于所声明的主题范围内。另外,针对本申请中描述的各个方面,任何这些方面的相应形式可以在本申请中被描述为,例如,被配置为执行所描述的动作的“逻辑单元”。

[0034] 在下面的描述中,阐述了大量具体的细节(例如具体组件、电路和过程的示例)以便提供对本公开内容的透彻理解。如本申请中所使用的,术语“耦合”意指直接连接或者通过一个或多个中介组件或电路连接。另外,在下面的描述中以及出于解释的目的,阐述了具体的术语以便提供对本公开内容的透彻理解。然而,对于本领域的技术人员显而易见的是,实践本公开内容的各个方面可以不需要这些具体的细节。在其它实例中,为了避免使本公开内容不清楚,以框图形式示出了公知的电路和设备。本公开内容的各个方面不应当被解释为受限于本申请中描述的具体示例,而是包括由所附权利要求定义的范围内的所有实施方式。

[0035] 图1示出卫星通信系统100的示例,其包括非地球同步轨道(例如,近地轨道(LEO))中的多个卫星(虽然为了说明的清晰只示出一个卫星 300)、与卫星300通信的网关200、与

卫星300通信的多个用户终端(UT) 400和401、以及分别与UT 400和401通信的多个用户设备(UE) 500和 501。UE 500或501中的每一个可以是诸如移动设备、电话、智能电话、平板电脑、膝上型计算机、计算机、可穿戴设备、智能手表、视听设备或包括与UT通信的能力的任何设备之类的用户设备。另外,UE 500和/或UE 501 可以是用于向一个或多个终端用户设备通信的设备(例如,接入点、小型小区等等)。在图1中示出的示例中,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)相互通信,并且类似地,UT 401和 UE 501经由另一双向接入链路相互通信。在另一实施方式中,一个或多个另外的UE(未示出)可以被配置为只接收并且因此只使用前向接入链路与 UT通信。在另一实施方式中,一个或多个另外的UE(未示出)还可以与 UT 400或UT 401通信。或者,UT和相应UE可以是单个物理设备(例如具有内部卫星收发机和用于与卫星直接通信的天线的移动电话)的构成部分。

[0036] 网关200可以接入互联网108或一个或多个其它类型的公共、半私用或私有网络。在图1中示出的示例中,网关200与基础设施106通信,其能够接入该互联网108或一个或多个其它类型的公共、半私用或私有网络。网关200还可以耦合到各种类型的通信回程,包括例如固定电话网络(例如光纤网络或公共交换电话网络(PSTN) 110)。此外,在替代实施方式中,网关200可以在不使用基础设施106的情况下对接到互联网108、PSTN 110 或一个或多个其它类型的公共、半私用或私有网络。更进一步,网关200 可以通过基础设施106与其它网关(例如网关201)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通信。基础设施106 可以全部或部分包括网络控制中心(NCC)、卫星控制中心(SCC)、有线和/或无线核心网络和/或用于促进卫星通信系统100的操作和/或与其的通信的任何其它组件或系统。

[0037] 卫星300和网关200之间的在双方向上的通信被称为馈线链路,而该卫星和UT 400和410中的每一个之间的在双方向上的通信可以被称为服务链路。从卫星300到地面站(其可以是UT 400和401之一或网关200)的信号路径一般可以被称为下行链路。从地面站到卫星300的信号路径一般可以被称为上行链路。另外,如图所示,信号可以具有一般的方向性,例如前向链路和返回链路或反向链路。因此,从网关200发起通过卫星300 终止于UT 400处的方向上的通信链路被称为前向链路,而从UT 400发起通过卫星300终止于网关200处的方向上的通信链路被称为返回链路或反向链路。同样,在图1中,从网关200到卫星300的信号路径被标记为“前向馈线链路”,而从卫星300到网关200的信号路径被标记为“返回馈线链路”。以类似的方式,在图1中,从UT 400或401中的每一个到卫星300 的信号路径被标记为“返回服务链路”,而从卫星300到UT 400或401中的每一个的信号路径被标记为“前向服务链路”。

[0038] 在一些实施方式中,卫星300可以包括频率分配电路341,其可以用于将频带从要被禁用(例如,为了遵守EPPFD限制)的一个或多个波束重新分配给不会被禁用的一个或多个波束。如下面更详细解释的,将与一个或多个被禁用波束相关联的频带重新映射、重新指派或者重新分配给一个或多个未被禁用波束的能力可以提高所述一个或多个未被禁用波束的带宽(例如,数据传输容量),例如相比于不重新映射与被禁用波束相关联的频带的卫星。频率分配电路341可以以任何适当的方式来实现和/或可以包括任何适当的设备或组件,其包括例如CPU、ASIC、DSP、FPGA等等。对于至少一些示例性实施方式,频率分配电路341可以通过由任何适当的一个或多个处理器执行包含指令的一个或多个程序来实现(或者频

率分配电路341的功能可以通过由任何适当一个或多个处理器执行包含指令的一个或多个程序来执行)。所述指令可以被存储在非暂时性计算机可读介质中。

[0039] 对于其它实施方式,频率分配电路341可以被包括在网关200内、连接到网关200或者与网关200相关联。对于这些实施方式,频率分配电路 341可以向一个或多个相应卫星300发送多个控制信号和/或指令,所述控制信号和/或指令可以使每个相应卫星300将频带从要被禁用的一个或多个波束重新映射到不会被禁用的一个或多个波束。

[0040] 图2是网关200的示例性框图,其还可以应用于图1的网关201。网关200显示为包括多个天线205、RF子系统210、数字子系统220、公共交换电话网络(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和数字子系统220。数字子系统220耦合到PSTN接口230、LAN接口240和网关接口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。

[0041] 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,并且可以经由返回馈线链路301R从卫星300接收通信信号。虽然为了简化而未示出,但是每个RF收发机212可以包括发送链和接收链。每个接收链可以包括低噪声放大器(LNA)和降频转换器(例如,混合器)以分别用于以公知的方式放大和降频接收到的通信信号。另外,每个接收链可以包括模拟数字转换器(ADC)以将接收到的通信信号从模拟信号转换为数字信号(例如,以便由数字子系统220处理)。每个发送链可以包括增频转换器(例如,混合器)和功率放大器(PA)以分别用于以公知的方式增频和放大要发送给卫星300的通信信号。另外,每个发送链可以包括数字模拟转换器(DAC)以将从数字子系统220接收的数字信号转换为要发送给卫星 300的模拟信号。

[0042] 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,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、波束转向、增益设置、频率调谐等等)。

[0043] 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可以处理从RF子系统210接收到的通信信号并将经处理的通信信号转发给PSTN接口230和/或LAN接口240,以及可以处理从PSTN接口230 和/或LAN接口240接收的通信信号并将经处理的通信信号转发给RF子系统210。

[0044] 每个数字接收机模块222可以与用于管理网关200和UT 400之间的通信的信号处理元件相对应。RF收发机212的接收链之一可以向多个数字接收机模块222提供输入信号。多个数字接收机模块222可以用于容纳所有卫星波束以及可能的在任何给定时间处理的分集模式信号。虽然为简化未示出,但是每个数字接收机模块222可以包括一个或多个数字数据接收机、搜索器接收机和分集组合器和解码器电路。该搜索器接收机可以用于搜索载波信号的恰当分集模式,并且可以用于搜索导频信号(或者其它相对固定模式强信号)。

[0045] 数字发射机模块224可以处理要经由卫星300发送给UT 400的信号。虽然为了简化未示出,但是每个数字发射机模块224可以包括用于对数据进行调制以便传输的发送调制器。每个发送调制器的传输功率可以由相应数字发射功率控制器(为了简化未示出)控制,所述数字发射功率控制器可以(1)出于干扰降低和资源分配的目的应用最小功率电平,以及(2) 当需要补偿该传输路径中的衰减和其它路径传送特性时应用恰当的功率电平。

[0046] 控制处理器228 (其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226) 可以提供命令和控制信号以使功能生效,例如但不限于信号处理、定时信号生成、功率控制、切换控制、分集组合和系统对接。

[0047] 控制处理器228还可以控制导频、同步和寻呼信道信号的生成和功率以及它们到发射功率控制器 (为了简化未示出) 的耦合。导频信道是没有用数据调制的信号,并且可以使用重复的不改变模式或不变化帧结构类型 (模式) 或频调类型输入。例如,用于形成该导频信号的信道的正交函数一般具有常量值,例如全1或全0,或者公知的重复模式,例如穿插的1和 0的结构化模式。

[0048] 基带处理器226是本领域内公知的,因此不在本申请中详细描述。例如,基带处理器226可以包括各种已知元件,例如 (但是并不限于) 编码器、数据调制解调器、以及数字数据交换和存储组件。

[0049] 如图1所示,PSTN接口230可以直接地或者通过另外的基础设施106 向外部PSTN提供通信信号以及从其接收通信信号。PSTN接口230是本领域内公知的,因此不在本申请中详细描述。对于其它实施方式,PSTN接口 230可以被忽略,或者可以被将网关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替代。

[0050] LAN接口240可以向外部LAN提供通信信号以及从其接收通信信号。例如,如图1所示,LAN接口240可以直接地或通过另外的基础设施106 耦合到互联网108。LAN接口240是本领域内公知的,因此不在本申请中详细描述。

[0051] 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/或向与其它卫星通信系统相关联的网关,为了简化未示出) 提供通信信号以及从其接收通信信号。对于一些实施方式,网关接口245 可以经由一个或多个专用通信线路或信道 (为了简化未示出) 与其它网关通信。对于其它实施方式,网关接口245可以使用PSTN 110和/或其它网络 (例如互联网108 (也见图1)) 与其它网关通信。对于至少一种实施方式,网关接口245可以经由基础设施106与其它网关通信。

[0052] 总网关控制可以由网关控制器250提供。网关控制器250可以计划并控制网关200的对卫星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、监控 (或跟踪) 卫星定位、以及监控网关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 (为了简化未示出),该控制器保持和监控卫星300的轨道、将卫星使用信息中继给网关200、跟踪卫星300的定位和/或调整卫星300 的各种信道设置。

[0053] 对于图2中示出的示例性实施方式,网关控制器250包括本地时间、频率和定位参考251,其可以向RF子系统210、数字子系统220和/或接口 230、240和245提供本地时间和频率信息。该时间和频率信息可以用于将网关200的各个组件相互和/或与卫星300同步。本地时间、频率和定位参考251还可以向网关200的各个组件提供卫星300的定位信息 (例如,星历数据)。此外,虽然在图2中被描绘为包括在网关控制器250内,但是对于其它实施方式,本地时间、频率和定位参考251可以是耦合到网关控制器250 (和/或数字子系统220和RF子系统210中的一个或多个) 的单独子系统。

[0054] 如上文所提及的,在一些实施方式中,网关200可以包括频率分配电路341,以将频带从卫星300的要被禁用的一个或多个波束重新映射到卫星 300的不会被禁用的一个或多个波束。更具体地,对于这些实施方式,频率分配电路341可以生成多个控制信号和/或指

令,所述控制信号和/或指令当被发送给多个卫星300时可以使每个卫星300将频带从一个或多个被禁用波束重新映射到一个或多个未被禁用波束。如图2的示例中所描绘的,频率分配电路341可以在网关控制器250内提供,或者可以连接到网关200 或者与之相关联。

[0055] 虽然为了简化在图2中未示出,但是网关控制器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与卫星300直接通信,例如以便从卫星300取回星历数据。网关控制器250还可以接收经处理的信息(例如,从该SCC和/或该NCC),该信息允许网关控制器250正确地瞄准其天线205(例如,朝向恰当的卫星300)、调度波束传输、协调切换以及执行各种其它公知的功能。对于至少一些实施方式,该NCC和/或SCC可以包括一个或多个频率分配电路341,以生成用于将与一个或多个被禁用波束相关联的频带重新映射到一个或多个未被禁用波束的控制信号和/或指令。该NCC和/或SCC可以经由诸如网关200之类的一个或多个网关向卫星300发送该控制信号和/或指令。在一些方面中,一个或多个频率分配电路341可以驻留在该NCC和/或SCC内,并且网关200可以不包括频率分配电路341。

[0056] 图3是只用于说明的卫星300的示例性框图。应当领会的是,具体卫星配置可以显著变化并且可以包括或不包括板载处理。此外,虽然示出为单个卫星,但是使用卫星间通信的两个或更多个卫星可以提供网关200和 UT 400之间的功能连接。应当领会的是,本公开内容并不限于任何特定卫星配置,而是可以在网关200和UT 400之间提供功能连接的任何卫星或卫星组合都可以被视为在本公开内容的范围内。在一个示例中,卫星300被示出为包括前向应答器310、返回应答器320、振荡器330、控制器340、前向链路天线351-352和返回链路天线361-362。前向应答器310(其可以处理相应信道或频带内的通信信号)可以包括第一带通滤波器311(1)-311(N)中的相应一个、第一LNA 312(1)-312(N)中的相应一个、频率转换器 313(1)-313(N)中的相应一个、第二LNA 314(1)-314(N)中的相应一个、第二带通滤波器315(1)-315(N)中的相应一个和PA 316(1)-316(N)中的相应一个。如图3所示,PA 316(1)-316(N)中的每一个耦合到天线352(1)-352(N)中的相应一个。

[0057] 在相应的前向路径FP(1)-FP(N)中的每一个内,第一带通滤波器311通过具有相应前向路径FP的信道或频带内的频率的信号分量,并且对具有相应前向路径FP的信道或频带之外的频率的信号分量进行滤波。因此,第一带通滤波器311的通频带与关联于相应前向路径FP的信道的宽度相对应。第一LNA 312将接收到的通信信号放大到适合于由频率转换器313处理的电平。频率转换器313转换相应前向路径FP中的通信信号的频率(例如,转换为适合于从卫星300向UT 400传输的频率)。第二LNA 314放大经频率转换的通信信号,并且第二带通滤波器315对具有该相关联信道宽度之外的频率的信号分量进行滤波。PA 316将经滤波的信号放大到适合于经由相应天线352向UT 400传输的功率电平。返回应答器320(其包括数量为 N个的返回路径RP(1)-RP(N))经由天线361(1)-361(N)沿着返回服务链路 302R从UT 400接收通信信号,并且经由一个或多个天线362沿着返回馈线链路301R向网关200发送通信信号。返回路径RP(1)-RP(N)中的每一个(其可以处理相应信道或频带内的通信信号)可以耦合到天线361(1)-361(N)中的相应一个,并且可以包括第一带通滤波器321(1)-321(N)中的相应一个、第一LNA 322(1)-322(N)中的相应一个、频率转换器323(1)-323(N)中的相应一个、第二LNA324(1)-324(N)中的相应一个和第二带通滤波器 325(1)-325(N)中的相应一个。

[0058] 在相应返回路径RP (1) -RP (N) 中的每一个内,第一带通滤波器321通过具有相应返回路径RP的信道或频带内的频率的信号分量,并且对具有相应返回路径RP的信道或频带之外的频率的信号分量进行滤波。因此,对于一些实施方式,第一带通滤波器321的通频带可以与关联于相应返回路径RP 的信道的宽度相对应。第一LNA 322将所有接收到的通信信号放大到适合由频率转换器323处理的电平。频率转换器323转换相应返回路径RP中的通信信号的频率(例如,转换为适合于从卫星300向网关200传输的频率)。第二LNA 324放大经频率转换的通信信号,并且第二带通滤波器325对具有该相关信道宽度之外的频率的信号分量进行滤波。来自返回路径 RP (1) -RP (N) 的信号被组合并经由PA 326提供给一个或多个天线362。PA 326对组合的信号进行放大以便发送给网关200。

[0059] 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)向前向应答器310的频率转换器313 (1) -313 (N) 提供前向本机振荡器信号LO (F),并且向返回应答器320的频率转换器323 (1) -323 (N) 提供返回本机振荡器信号LO (R)。例如,该LO (F) 信号可以由频率转换器313 (1) -313 (N) 用于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。该LO (R) 信号可以由频率转换器323 (1) -323 (N) 用于将通信信号从与从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。

[0060] 控制器340(其耦合到前向应答器310、返回应答器320和振荡器330) 可以控制卫星300的各种操作,包括(但并不限于)信道分配。在一个方面中,控制器340可以包括耦合到处理器(为了简化未示出)的存储器。该存储器可以包括非暂时性计算机可读介质(例如,一个或多个非易失性存储器元件,例如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等),该非暂时性计算机可读介质存储指令,所述指令在由处理器执行时使卫星300执行包括(但并不限于)本申请中关于图10和11描述的那些操作在内的操作。

[0061] 如上文所提及的,在一些实施方式中,卫星300可以包括频率分配电路341,其可以用于将频带从一个或多个被禁用波束重新映射、重新指派或者重新分配给一个或多个未被禁用波束。频率分配电路341可以以任何适当的方式来实现和/或可以包括任何适当的设备或组件,其包括例如CPU、ASIC、DSP、FPGA等等。对于至少一些示例性实施方式,频率分配电路 341可以通过由任何适当的一个或多个处理器执行包含指令的一个或多个程序来实现(或者频率分配电路341的功能可以通过由任何适当一个或多个处理器执行包含指令的一个或多个程序来执行)。所述指令可以被存储在非暂时性计算机可读介质中。对于其它实施方式,如上文关于图2所描述的,频率分配电路341可以在被包括在网关200和/或相应的NCC或SCC 内、连接到网关200和/或相应的NCC或SCC、或者与网关200和/或相应的NCC或SCC相关联。对于这些实施方式,频率分配电路341可以向一个或多个相应卫星300发送多个控制信号和/或指令,所述控制信号和/或指令可以使每个相应卫星300将频带从要被禁用的一个或多个波束重新映射到不会被禁用的一个或多个波束。

[0062] 图4中示出用于UT 400或401中的收发机的示例。在图4中,至少一个天线410被提供用于接收前向链路通信信号(例如,从卫星300),其可以被传送给模拟接收机414,在此它们被降频、放大和数字化。双工器元件 412通常用于允许相同的天线同时提供发送和接收功能。或者,UT收发机可以采用单独的天线以便操作在不同发送和接收频率处。

[0063] 由模拟接收机414输出的数字通信信号被传送给至少一个数字数据接收机416A和

至少一个搜索器接收机418。如对于相关领域内的技术人员显而易见的,根据收发机复杂度的可接受水平,另外的到416N的数字数据接收机可以用于获取期望电平的信号分集。

[0064] 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。控制处理器420除了其它功能之外还提供基础信号处理、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执行的另一基础控制功能是对要用于处理各种信号波形的功能的选择或操作。由控制处理器420进行的信号处理可以包括相对信号强度的确定和各个相关信号参数的计算。信号参数的这些计算(例如定时和频率)可以包括用于在控制处理资源的测量或改进分配方面提供提高效率或速度的另外或单独专用电路的使用。

[0065] 数字数据接收机416A-416N的输出耦合到用户终端内的数字基带电路 422。数字基带电路422包括用于将信息传送给例如如图1所示的UE 500 以及从其传送信息的处理和呈现元件。参考图4,如果采用分集信号处理,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的控制下或与其通信地操作。

[0066] 当语音或其它数据被准备好作为由该用户终端发起的输出消息或通信信号时,数字基带电路422被用于接收、存储、处理或者准备需要的数据以便进行传输。数字基带电路422将这一数据提供给在控制处理器420控制下操作的发送调制器426。发送调制器426的输出被传送给功率控制器 428,该功率控制器向发射功率放大器430提供输出功率控制以便进行输出信号从天线410到卫星(例如,卫星300)的最后传输。

[0067] 在图4中,UT收发机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处理的数据。

[0068] 在图4中示出的示例中,UT 400还包括可选的本地时间、频率和/或定位参考434(例如,GPS接收机),其可以向控制处理器420提供本地时间、频率和/或定位信息用于各种应用,包括例如UT 400的时间和频率同步。

[0069] 数字数据接收机416A-N和搜索器接收机418被配置有信号相关元件以解调和跟踪具体信号。搜索器接收机418被用于搜索导频信号,或者其它相对固定模式强信号,而数字数据接收机416A-N被用于解调与检测出的导频信号相关联的其它信号。然而,数字数据接收机416可以被指派用于在获取之后跟踪该导频信号以便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,可以监控这些单元的输出以确定该导频信号或其它信号中的能量或其频率。这些接收机还采用可以被监控的频率跟踪元件,以便向控制处理器420提供针对被解调的信号当前频率和定时信息。

[0070] 控制处理器420可以根据情况使用这些信息来确定接收到的信号相对于振荡器频率偏移到什么程度、何时被缩放到相同的频带。这一信息和与频率误差和频率移位有关的其它信息可以根据需要被存储在储存或或存储元件432中。

[0071] 控制处理器420还可以耦合到UE接口电路450以允许UT 400和一个或多个UE之间的通信。UE接口电路450可以根据需要被配置用于与各种 UE配置通信,并且相应地可以根据采用的用于与各种支持的UE通信的各种通信技术包括各种收发机和相关组件。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、公共交换电话网络(PSTN)接口和/或被配置为与一个或多个UE通信(其与UT 400通信)的其它公知通信技术。

[0072] 图5是示出UE 500的示例的框图,其也可以应用于图1的UE 501。如图5中所示的UE 500可以是例如移动设备、手持计算机、平板电脑、可穿戴设备、智能手表或任何类型的能够与用户交互的设备。另外,该UE 可以是向各种最终用户设备和/或向各种公共或私有网络提供连接的网络侧设备。在图5中示出的示例中,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/或任何其它全球性的或区域性的基于卫星的定位系统兼容。在替代方面中,UE 500可以包括WLAN 收发机508(例如Wi-Fi收发机),具有或没有例如LAN接口502、WAN 收发机506和/或SPS接收机510。此外,UE 500可以包括另外的收发机(例如,蓝牙、ZigBee和其它公知技术),具有或没有LAN接口502、WAN收发机506和/或SPS接收机510。因此,针对UE 500示出的元件仅仅是作为示例性配置提供的,并不意在根据本申请中公开的各个方面限制UE的配置。

[0073] 在图5中示出的示例中,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。可选的,动作传感器514 和其它传感器也可以耦合到处理器512。

[0074] 存储器516连接到处理器512。在一个方面中,如图1所示,存储器516可以包括可以向UT 400发送和/或从其接收的数据518。参考图5,存储器516还可以包括,例如存储的要由处理器512执行以执行用于与UT 400 通信的过程步骤的指令520。此外,UE 500还可以包括用户接口522,其可以包括例如用于通过光、声音或触觉输入或输出与用户对接处理器512的输入或输出的硬件和软件。在图5中示出的示例中,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,用户的触觉输入或输出可以通过使用例如触摸屏显示器与显示器528集成。再一次,图5中示出的元件并不意在限制本申请中公开的UE的配置,并且应当领会的是,UE 500中包括的元件将基于设备的终端用户和系统工程师的设计选择而变化。

[0075] 另外,UE 500可以是诸如移动设备或与图1中示出的UT 400通信但是独立于它的外部网络侧设备。或者,UE 500和UT 400可以是单个物理设备的组成部分。

[0076] 如上文所提及的,GS0卫星被部署在地球表面上访大约35,000km的地球同步轨道中,并且以地球自己的角速度在赤道轨道中围绕地球运行。相反,NGS0卫星被部署在非地球同步轨道上,并且以相对较低高度(例如,相比于GS0卫星)在地球表面的各个路径上围绕地球运行。

[0077] 例如,图6示出描绘围绕地球630的轨道中的NGS0卫星300A-300H 的第一星座600和GS0卫星621A-621D的第二星座620。虽然在图6中描述为只包括八个NGS0卫星300A-300H,但是第一星座610可以包括任何合适数量的NGS0卫星,例如以便提供世界范围的卫星覆盖。对于一些实施方式,第一星座610可以包括600到900个NGS0卫星。类似地,虽然在图6中描述为只包括四个GS0卫星621A-621D,但是第二星座620可以包括任何合适数量的GS0卫星,例如以便提供世界范围的卫星覆盖。另外,虽然为了简化未在图6中示出,但是GS0卫星的一个或多个其它星座和/ 或NGS0卫星的一个或多个其它星座可以在地球630上的轨道中。

[0078] 第一星座610(其可以在后文中被称为NGS0卫星星座610)可以向地球630上的大多数(如果不是所有的话)区域提供第一卫星服务。第二星座620(其可以在后文中被称为GS0卫星星座620)可以向地球630的很大部分提供第二卫星服务。第一卫星服务可以不同于第二卫星服务。对于一些方面,由NGS0卫星星座610提供的第一卫星服务可以与全球宽带互联

网服务相对应,而由GS0卫星星座620提供的第二卫星服务可以与基于卫星的广播(例如,电视)服务相对应。此外,对于至少一些实施方式,NGSO卫星300A-300H中的每一个可以是图1和3的卫星300的一个示例。

[0079] NGSO卫星300A-300H可以在任何合适数量的非地球同步轨道平面(为了简化未示出)中围绕地球630轨道运行,并且每个轨道平面可以包括多个NGSO卫星(例如,NGSO卫星300A-300H中的一个或多个)。该非地球同步轨道平面可以包括例如极轨模式和/或Walker轨道模式。因此,对于地球630上的静止观察者,NGSO卫星300A-300H看起来在跨越地球表面的多条不同路径中快速移动跨越天空,NGSO卫星300A-300H中的每一个为跨越地球表面的相应路径提供覆盖。

[0080] 相反,GS0卫星621A-621D可以处于围绕地球630的地球同步轨道中,并且因此对于地球630上的静止观察者,可以看起来静止于地球赤道631之上的位于天空中的一个固定位置。GS0卫星621A-621D中的每一个保持与地球630上的相应GS0地面站相对固定的视线。例如,GS0卫星621B在图6中被描绘为保持与GS0地面站625相对固定的视线。应当注意的是,对于地球630的表面上的给定点,在天空中可以存在一位置弧,GS0卫星621A-621D可以沿着该位置弧定位。这一GS0卫星位置弧可以在本申请中被称为GS0弧640。GS0地面站(例如,GS0地面站625)的接收区域可以通过典型的固定方向和固定波束宽度(例如由ITU规范定义的波束宽度)的天线模式来定义。例如,GS0地面站625被描绘为引导波束626朝向GS0卫星621B。

[0081] 在一些方面中,NGSO卫星300A-300H中的每一个可以包括多个定向天线以提供与用户终端(例如图1的UT 400)和/或与网关(例如图1的网关200)的高速前向链路(例如,下行链路)。高增益定向天线达到更高的数据速率,并且通过将辐射集中在相对窄的波束宽度(相比于与全方向天线相关联的相对宽的波束宽度)中比全方向天线更加不易受到干扰。例如,如图6中所描绘的,与由从GS0卫星621A发送的波束622A所提供的覆盖地区623A相比,由从NGSO卫星300A发送的波束612A所提供的覆盖地区613A可以相对较小。因此,虽然为了简化在图6中未示出,但是NGSO卫星300A-300H中的每一个的轨迹可以明显小于GS0卫星621A-621D中的每一个的轨迹。

[0082] 由于NGSO卫星300A-300H可以使用与GS0卫星621A-621D所使用的相同频谱的至少一部分与基于地面的网关(为了简化在图6中未示出)通信,因此NGSO卫星300A-300H不会超过ITU建立的EPFD限制。给定NGSO卫星最有可能有风险超过EPFD限制,并且如果来自该给定NGSO卫星和GS0卫星二者的传输在GS0地面站的接收区域(例如,如该GS0地面站的波束模式(例如,天线模式)所定义的)内的地球表面上的点处被接收,则有可能潜在地干扰GS0卫星通信。对于图6的示例,GS0地面站625的波束模式626可以由从GS0地面站625到GS0卫星621B的线路和相关联的角度波束宽度来定义。NGSO卫星300A-300H可以通过比较GS0弧、GS0地面站和NGSO卫星之间的角度并且然后确定该角度是否落在该GS0地面站的波束模式内,来确定它们的传输是否有可能超过EPFD限制和/或干扰GS0卫星通信。由于GS0卫星621A-621D的相对较大轨迹和NGSO卫星星座610中相对较大数量的卫星,遵守ITU建立的EPFD限制虽然有挑战,但是对于NGSO卫星星座610的运行很重要。

[0083] 再次参考图7A的示例性描绘700,第一NGSO卫星300A被描绘为将波束612A指向地球表面上的第一覆盖地区613A,以及第二NGSO卫星300被描绘为将波束612B指向地球表面

上的第二覆盖地区613B。对于实际实施方式,NGSO卫星300A和/或300B中的每一个可以发送任何数量的波束,并且一个或多个波束可以被指向该地球表面上的交迭区域。如本申请中所使用的,卫星的轨迹是在其中所有UT都可以与该卫星通信(高于最小仰角)通信的(地球上的)表面区域。卫星发送的(例如,从相应天线)波束覆盖的区域在本申请中被称为波束覆盖地区。因此,卫星的轨迹可以通过由从该卫星发送的多个波束所提供的多个波束覆盖地区来定义。

[0084] 更具体地,对于图7A的示例,考虑第二NGSO卫星300B,第二NGSO 卫星300B可以针对其波束在地球表面上的覆盖地区(例如,波束612B的覆盖地区613B)中的每个点确定从地球上的该点到第二NGSO卫星300B 延伸的第一线路和从地球上的该点到沿着GS0弧640的位置(例如,沿着 GS0弧640的与GS0卫星的可能位置相对应的定位)延伸的多条第二线路中的每一条线路之间的角度。为了简化,第一和第二线路没有在图7A中示出。所确定的角度在本申请中可以被称为“弧角(α)”。然后,对于地球上的该点,可以确定弧角的最小值。这一过程可以针对第二NGSO卫星300B 的波束的覆盖地区内的所有点重复。然后,如果该最小弧角小于针对地球 630上该波束覆盖地区内的任何点的门限角(例如, 2°),则第二NGSO卫星300B可以禁用其引起干扰的波束以避免可能干扰GS0卫星通信。

[0085] 所确定的弧角可以与根据ITU针对NGO卫星的EPFD限制的指导方针来定义的禁区相对应。例如,图7B示出描绘示例性禁区710的图701,其中,禁区710可以是根据ITU针对示例性GS0地面站625的EPFD限制的指导方针来定义的。从第二NGSO卫星300B的视野,三条iso- α 线711 和712A-712B可以被“绘制”在地球630表面上。iso- α 线711和712A-712B 中的每一条可以代表地球630的表面上共享相同弧角值 α 的点。更具体地,第一iso- α 线711可以代表地球630表面上 $\alpha=0$ 的点。第一iso- α 线711 可以通过从GS0弧640上的点通过NGSO卫星300B向地球630上的点延伸的多个视线715来定义。然后,地球上的与视线715相对应的点可以用于定义第一iso- α 线711(例如,对于这些点, α 值=0)。第二iso- α 线712A 可以代表地球630的表面上 $\alpha=+\alpha_0$ 的点,并且第三iso- α 线712B可以代表地球630的表面上 $\alpha=-\alpha_0$ 的点。 α_0 的值(其可以是如上关于图7A描述的门限角度)可以与指定EPFD限制相对应。在一些方面中,该指定EPFD 限制可以在指定带宽内(例如,在与GS0卫星所使用的频谱的至少一部分相对应的带宽内)近似于 $-160\text{dB (W/m}^2\text{)}$ 。然后,禁区710可以被定义为地球630上位于“边界”iso- α 线712A-712B之间的表面区域。因此,地球630 上的位于禁区710内的点可以经历等于或大于指定EPFD限制的EPFD值(例如,等于或大于 -160dB)。

[0086] 根据ITU对NGSO卫星的EPFD限制的指导方针,当地球上的一个或多个点在GS0弧640的门限角度 α_0 内看到第二NGSO卫星300B时,第二 NGSO卫星300B将禁用其任何波束(例如,对于处在禁区710内的点)。换句话说,根据为了遵守ITU对NGSO卫星传输的EPFD限制的至少一种传统干扰减轻技术,如果从第二NGSO卫星300B发送的波束的 -160dB PFD 轮廓与禁区710交迭,则第二NGSO卫星300B将关闭该波束。如本申请中所使用的,波束的PFD轮廓可以指示该波束在地球上的覆盖地区中的该波束的PFD大于或等于指定EPFD限制的部分。因此,例如,波束的 -160dB PFD 轮廓可以指的是地球上的该波束的PFD大于或等于 -160dB 的覆盖地区。

[0087] 然而,以如上关于图7A-7B描述的方式禁用第二NGSO卫星300B的波束没有考虑其它因素,如果考虑的话可以指示第二NGSO卫星300B的波束不超过EPFD限制和/或不会实际

上干扰GS0卫星通信。对于图7A的示例,具体地考虑从第二NGSO卫星300B发送的波束612B,与GS0卫星 621A相关联的接收机波束626终止于波束612B的覆盖地区613B内,并且因此地球630上在波束覆盖地区613B内的所有点的最小弧角可以接近于零。因此,使用传统方法遵守该EPFD限制,第二NGSO卫星300B可以禁用波束612B直到地球630上处于波束覆盖地区613B内的所有点的最小弧角超过门限角度(例如,由于因第二NGSO卫星300沿着其轨道的位置改变而导致的波束覆盖地区613B跨越地球表面的移动)。

[0088] 然而,如果来自第二NGSO卫星300B的波束612B的发射功率低于门限电平,则即使所有确定的弧角都低于门限角度,波束612B可能也不会干扰GS0卫星621A的通信。由于禁用波束612B可能在地球630上的NGSO 卫星星座610提供的覆盖地区中造成间隙,因此理想的情况是第二NGSO 卫星300B只在其实际干扰GS0卫星通信时和/或当实际上超过该EPFD限制时才禁用波束612B(例如,而不是当波束的PFD轮廓触及该禁区时自动禁用NGSO卫星波束)。

[0089] 根据示例性实施方式,NGSO卫星可以在确定是否禁用它的一个或多个波束时考虑其传输特性。更具体地,对于从该NGSO卫星发送的每个波束,波束的传输特性可以用于确定(1)该波束的覆盖地区中的可能潜在地干扰GS0卫星传输的第一区域和(2)该波束的覆盖地区中的不干扰GS0 卫星传输的第二区域。然后,对于第一区域中的每个点,NGSO卫星和GS0弧之间的最小弧角可以被确定。如果确定的最小弧角小于该波束的覆盖地区的第一区域中的任何点的门限角度,则NGSO卫星可以禁用该波束。然而,与传统方法相反,波束的覆盖地区的第二区域的最小弧角可能无法被确定,例如因为该波束的覆盖地区的第二区域可以被定义为不干扰GS0卫星传输。因此,根据本公开内容的一些方面,NGSO卫星可以禁用相对于第一区域中的点测量出的其最小弧角小于门限角度的波束,而不考虑相对于第二区域中的点测量出的最小弧角。

[0090] 此外,对于至少一些实施方式,当NGSO卫星禁用它的一个波束时,该NGSO卫星可以将与该被禁用波束相关联的资源重新分配给从该NGSO 卫星发送的另一波束。在一些方面中,当该NGSO卫星禁用波束时,例如为了满足EPFD限制,该NGSO卫星可以将与该被禁用波束相关联的频带重新映射到从该NGSO卫星发送的另一(例如,未被禁用的)波束。如下面更详细解释的,将一个或多个被禁用波束的频带重新映射到一个或多个未被禁用波束的能力可以使该NGSO卫星的频率重用平面(frequency re-use plan)最大化,继而可以使该NGSO卫星的吞吐量(例如,容量)最大化。此外,当示例性实施方式的频率重新映射技术被NGSO卫星星座中的多个 NGSO卫星采用时,总系统吞吐量可以被最大化。

[0091] 图8A示出描绘分别从十六个(16) 天线352(1)-352(16)发送十六个(16) 波束810(1)-810(16)的卫星300的图800。对于其它实施方式,卫星300可以包括任何合适数量的天线352和/或可以发送任何合适数量的波束810。再次参考图3,天线352(1)-352(16)中的每一个可以耦合到卫星300的前向应答器310中的相应前向路径(FP)。波束810(1)-810(16)中的每一个可以用于从卫星300向位于该波束在地球上的覆盖地区内的一个或多个用户终端(例如,图4的UT 400)发送数据。因此,在一些方面中,波束810(1)-810(16) 可以代表卫星300和多个UT 400之间的前向服务链路302F。对于图8A的示例性图800,波束810(1)-810(16)被描绘为分别在地球630上具有覆盖地区820(1)-820(16)。由各个波束810(1)-810(16)提供的覆盖地区820(1)-820(16) 共同定义卫星300的轨迹。

[0092] 例如,图8B示出描绘卫星300的示例性轨迹821的图801。轨迹821 被示出为包括如

图8A中所描绘的从卫星300发送的各个波束810(1)–810(16) 提供的示例性覆盖地区820(1)–820(16)。在一些方面中,波束810(1)–810(16) 可以被安排到在东西方向上定向的16行中(例如,每行一个波束),例如以便覆盖地区820(1)–820(16) 也可以在东西方向上定向。更具体地,如图8B 的示例性图801中所描绘的,覆盖地区820(1)–820(16) 中的每一个可以具有在东西方向上定向的椭圆形状。换句话说,对于图8B的示例,覆盖地区 820(1)–820(16) 的椭圆形状可以具有基本上平行于地球的纬线(例如,沿着线831的方向)的长轴和基本上平行于地球的经线(例如,沿着线832的方向)的短轴。覆盖地区820(1)–820(16) 中的每一个可以跨越轨迹821的整个宽度进行延伸。对于其它实施方式,覆盖地区820(1)–820(16) 可以具有其它适当的形状、尺寸和/或朝向。

[0093] 在一些方面中,覆盖地区820(1)–820(16) 中的相邻一对可以相互触及甚至相互交迭,例如以便由波束810(1)–810(16) 提供的轨迹821可以具有最小的覆盖间隙。此外,对于至少一些实施方式,NGSO卫星星座610中的所有卫星300可以具有基本相似的轨迹(例如,轨迹821)。

[0094] 在一些方面中,轨迹821可以相对于其南北中点线831是对称的,从而导致与覆盖地区820(1)–820(16) 相对应的8个唯一波束模式。例如,在轨迹821的北半部分中提供覆盖地区820的每个波束810可以与在轨迹821 的南半部分中提供覆盖地区820的相应波束810配对,例如以便相应的波束810对在形状上基本相似但是在方位角上不同。更具体地,波束810(1) 和波束810(16) 可以相互配对,并且可以基本上相互相似,除了波束810(16) 在方位角上具有相对于波束810(1) 的180°的位移之外。类似地,波束810(2) 和波束810(15) 可以相互配对,并且可以基本上相互相似,除了波束810(15) 在方位角上具有相对于波束810(2) 的180°的位移之外,波束810(3) 和波束 810(14) 可以相互配对,并且可以基本上相互相似,除了波束810(14) 在方位角上具有相对于波束810(3) 的180°的位移之外,等等。

[0095] 覆盖地区820(1)–820(16) 在东西方向上的定向可以允许卫星300在遵守 EPFD限制时提供更好的服务覆盖,例如相比于没有在东西方向上定向的覆盖地区或模式而言。例如,图8C示出描绘可以与卫星(例如卫星300)相关联的另一示例性轨迹851的图802。图8C的示例性轨迹851包括在4x4 矩阵中排列的多个覆盖地区850(1)–850(16)。如图8C中所描绘的,轨迹851 的每一行在东西方向上定向(例如,沿着线831),并且包括由从给定卫星发送的相应的四个波束提供的四个圆形覆盖地区850(为了简化,与覆盖地区850(1)–850(16) 相关联的波束没有在图8C中示出)。例如,轨迹851的行 1包括四个覆盖地区850(1)–850(4), 轨迹851的行2包括四个覆盖地区 850(5)–850(8)、轨迹851的行3包括四个覆盖地区850(9)–850(12),以及轨迹851的行4包括四个覆盖地区850(13)–850(16)。

[0096] 如上文所提及的,由于GS0卫星沿着GS0弧640定位,禁区(例如图7B的禁区710) 典型地在东西方向上定向。因此,如果轨迹851的特定行触及禁区或与禁区交迭,则提供该特定行的覆盖地区850的所有四个波束将禁用。例如,如果轨迹851的行1中的覆盖地区850(1)–850(4) 之一触及禁区,则有可能轨迹851的行1中的所有四个覆盖地区850(1)–850(4) 都触及该禁区(例如,由于该禁区的典型东西定向)。因此,为了遵守EPFD 限制,与提供覆盖地区850(1)–850(4) 相关联的所有四个波束可能被禁用,继而可以将轨迹851提供的服务区域减少25%(例如,由于四行中的一个被禁用)。相反,如果图8B的轨迹821的第一行(例如,覆盖地区820(1)) 触及该禁区,则只有一个波束(例如,波束810(1)) 可能被禁用,继而可以

将轨迹821提供的服务区域减少 $1/16=6.25\%$ 。

[0097] 再次参考图8A-8B,从卫星300发送的波束810(1)-810(16)中的每一个可以被分配或关联来自可用频带或信道集合的相应频带或信道。如本申请中所使用的,频带可以指的是与给定通信信道相关联的频率范围,并且因此术语“频带”和“信道”可以在本申请中互换使用。波束810(1)-810(16)可以由频率分配电路341分配的频带。波束频率分配电路303还可以为波束810(1)-810(16)中的每一个指派天线极化。在一些方面中,卫星300可以使用前向服务链路的Ku带内的第一频率集合,并且可以使用反向服务链路的Ku带内的第二频率集合。第一频率集合可以不同于第二频率集合。

[0098] 此外,对于至少一些实施方式,波束810(1)-810(16)中的每一个可以具有250MHz的信道带宽,波束810(1)-810(16)中的一些相邻对可以具有相似的极化,而波束810(1)-810(16)中的其它相邻对可以具有相反的极化。例如,在图8D中示出的表格803中总结了将从卫星300发送的波束810(1)-810(16)的一个示例性频率和极化分配,其中,“右”指的是右手螺旋极化(RHCP),且“左”指的是左手螺旋极化(LHCP)。对于其它实施方式,波束810(1)-810(16)可以被分配不同的频带,可以具有不同的极化,和/或可以具有不同于图8D中描绘的示例性信道带宽。对于其它实施方式,波束810(1)-810(16)可以具有其它适当的带宽和/或其它适当的极化。

[0099] 当卫星300要禁用它的波束810(1)-810(16)之一时,例如为了遵循EPFD限制,频率分配电路341可以将初始分配给被禁用波束的频带重新映射到不会被禁用的一个或多个其它波束。以这种方式,这一个或多个其它未被禁用波束可以使用初始分配给被禁用波束的频带,继而可以增加与该频带被分配到的一个或多个其它未被禁用波束相关联的吞吐量。

[0100] 对于一个示例,如果波束810(1)提供的覆盖地区820(1)落在禁区(例如图7B的禁区710)内(或者导致违反ITU的EPFD限制),则卫星300可以禁用波束810(1)以避免违背该EPFD限制。一旦波束810(1)被禁用,卫星300就可以将初始分配给波束810(1)的频带重新映射到另一波束,例如波束810(3)。再次参考图8D,波束810(1)初始被分配10.70GHz和10.95GHz之间的第一频带,并且波束810(3)被初始分配11.20GHz和11.45GHz之间的第三频带。因此,对于这一示例,频率分配电路341可以将第一频带重新映射到未被禁用波束810(3),以便第一频带(10.70GHz和10.95GHz之间)和第三频带(11.20GHz和11.45GHz之间)二者都被分配给波束810(3)。应当注意的是,第一和第三频带占用Ku带中的不相邻频率。

[0101] 之后,未被禁用波束810(3)可以被配置为并发地在第一频带上发送第一数据并在第三频带上发送第二数据。第一数据可以不同于第二数据。因此,在第一频带被重新分配给未被禁用波束810(3)之后,未被禁用波束810(3)可以具有500MHz的有效信道带宽一是初始分配给波束810(3)的带宽的二倍。因此,虽然波束810(1)被禁用,并且可能导致与轨迹821的覆盖地区820(1)相对应的临时服务间隙,但未被禁用波束810(3)所提供的吞吐量可以被增加,例如以便向未被禁用波束810(3)提供的覆盖地区820(3)内的UT 400提供更高的下行链路数据速率。

[0102] 对于本申请中描述的示例性实施方式,卫星300可以被配置用于近似于例如2GHz的宽带操作。更具体地,再次参考图3,天线352(1)-352(16)可以被配置为在范围从近似10.7GHz到近似12.7GHz的2GHz频谱上操作,例如使得天线352(1)-352(16)中的每一个可以

在与前向服务链路相关联的任何频带或信道上发送信号。以类似的方式,滤波器311和315、LNA 312和 314和PA316也可以被配置为在范围从近似10.7GHz到近似12.7GHz的 2GHz频谱上操作,例如使得前向应答器310的前向路径FP (1) -FP (N) 中的任何一个可以在与该前向服务链路相关联的任何频带或信道上发送信号。

[0103] 图9是根据示例性实施方式的示例性控制器940的框图。为了本申请中讨论的目的,控制器940可以是图2的网关控制器250和/或图3的卫星控制器340的示例(或实现在图2的网关控制器250和/或图3的卫星控制器340内)。对于一些实施方式,控制器940可以执行频率分配电路341的功能。作为替代或者另外,控制器940可以实现在如上关于图2描述的NCC 和/或SCC内或耦合到如上关于图2描述的NCC和/或SCC。

[0104] 控制器940包括至少一个处理器941和存储器942。存储器942可以包括非暂时性计算机可读存储介质(例如,一个或多个非易失性存储元件,例如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等),其可以存储如下软件模块(SW):

[0105] ●EPFD限制违背模块942A,用于预测、检测或者确定从卫星300发送的一个或多个波束何时违反(或者将要违反)EPFD限制,例如如针对图 10的一个或多个操作所描述的;

[0106] ●波束选择模块942B,用于至少部分基于所预测的或检测的EPFD违反(例如,其由EPFD限制违背模块942A提供)来选择性地启用和/或禁用卫星300的一个或多个波束,例如如针对图10的一个或多个操作描述的;

[0107] ●波束频率分配模块942C,用于向要从卫星300发送的波束分配频带,例如如针对图10的一个或多个操作描述的;以及

[0108] ●波束频率重新映射模块942D,用于动态地将频带从第一波束重新映射到第二波束和/或将该频带从第二波束重新映射回第一波束,例如如针对图10的一个或多个操作描述的。

[0109] 每个软件模块包括指令,所述指令在由处理器941执行时使控制器940执行相应的功能。存储器942的非暂时性计算机可读介质因此包括用于执行图10的所有或部分操作的指令。

[0110] 处理器941可以是能够执行控制器940中存储的(例如,在存储器 942内)一个或多个软件程序的脚本或指令的任何适当的一个或多个处理器。例如,处理器941可以执行EPFD限制违背模块942A以预测、检测或者确定从卫星300发送的一个或多个波束何时违反(或将要违反)EPFD限制,例如通过确定波束覆盖地区820 (1) -820 (16) 中的一个或多个是否触及禁区(例如如图7B的禁区710) 或与之交迭。处理器941可以执行波束选择模块942B以便至少部分基于预测的和/或检测的EPFD违反(例如,其由EPFD 限制违背模块942A提供)来选择性地启用和/或禁用卫星300的一个或多个波束。处理器941可以执行波束频率分配模块942C以便向将从卫星300 发送的波束分配频带,例如如上关于图8D所描述的。处理器941可以执行波束频率重新映射模块942D以动态地将频带从第一波束重新映射到第二波束和/或将该频带从第二波束重新映射回第一波束,例如如上关于图8E 的示例性频率重新映射804所描述的。

[0111] 图10是描绘用于操作卫星(例如如图3的卫星300)的示例性操作1000 的说明性流程图。示例性操作1000可以由图9中描绘的控制器940执行,例如以便选择性地频带从该卫星的被禁用波束重新映射到该卫星的启用的波束。然而,应当理解的是,操作1000可以由其

它适当的控制器、由卫星300的任何适当组件和/或由网关200的任何适当组件执行。例如，在一些方面中，示范性操作1000可以由频率分配电路341执行，其可以如上所讨论的实现在卫星300内，可以实现在相应的网关（例如，图2的网关200）内或耦合到相应的网关（例如，图2的网关200），和/或可以实现在如上关于图2描述的NCC或SCC内或耦合到如上关于图2描述的NCC或SCC。

[0112] 首先，控制器940可以将第一频带分配给该卫星300的第一波束（1001），并且可以将第二频带分配给该卫星的第二波束（1002）。控制器940可以禁用第一波束（1003）。接下来，控制器940可以将第一频带从第一波束重新映射到第二波束（1004），然后从卫星发送第二波束，其中，第二波束包括第一频带和第二频带二者（1005）。

[0113] 之后，控制器940可以启用第一波束（1006）。控制器940可以将第一频带从第二波束重新映射到第一波束（1007），然后可以并发地从该卫星发送第一波束和第二波束，第一波束在第一频带上发送第一数据，并且第二波束在第二频带上发送第二数据（1008）。

[0114] 图11示出表示为一系列相互关联的功能模块的示范性控制器或装置1100。用于将第一频带分配给卫星的第一波束的模块1101可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应。用于将第二频带分配给该卫星的第二波束的模块1102可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应。用于禁用第一波束的模块1103可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应。用于将第一频带从第一波束重新映射到第二波束的模块1104可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应。用于从该卫星发送第二波束的模块1105可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应。用于启用第一波束的模块1106可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应。用于将第一频带从第二波束重新映射到第一波束的模块1107可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应。并发地从该卫星发送第一波束和第二波束的模块1108可以至少在一些方面中与例如本申请中讨论的处理器（例如，处理器941）相对应，其中，第一波束在第一频带上发送第一数据，并且第二波束在第二频带上发送第二数据。

[0115] 图11的模块的功能可以用符合本申请中所讲的各种技术实现。在一些设计中，这些模块的功能可以被实现为一个或多个电子组件。在一些设计中，这些块的功能可以被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，这些模块的功能可以使用，例如一个或多个集成电路（例如，ASIC）的至少一部分来实现。如本申请中所讨论的，集成电路可以包括处理器、软件、其它相关组件或它们的一些组合。因此，不同模块的功能可以被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它们的组合。并且，应当领会的是，给定子集（例如，集成电路的子集和/或软件模块集合的子集）可以提供一个以上的模块的功能的至少一部分。

[0116] 另外，图11代表的组件和功能以及本申请中描述的其它组件和功能可以使用任何适当的单元来实现。这些单元还可以至少部分使用如本申请中所教导的相应结构实现。例如，上面结合图11的“用于……的模块”组件描述的组件也可以对与类似指定的“用于……的单元”的功能体相对应。因此，在一些方面中，一个或多个这些单元可以使用处理器组件、集成电路或本申请中所教导的其它适当结构中的一个或多个来实现。

[0117] 本领域技术人员应当领会的是,信息和信号可以使用各种不同的技术和方法中的任意一种来表示。例如,在贯穿上面的描述中可能提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以用电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或其任意组合来表示。

[0118] 此外,本领域技术人员还应当领会,结合本申请公开的方面描述的各种说明性的逻辑框、模块、电路和算法步骤均可以被实现为电子硬件、计算机软件或其组合。为了清楚地表示硬件和软件之间的可交换性,上面围绕其功能对各种说明性的部件、框、模块、电路和步骤均进行了总体描述。至于这种功能是实现成硬件还是实现成软件,取决于特定的应用和对整个系统所施加的设计约束。技术人员可以针对每个具体应用,以变通的方式实现所描述的功能,但是,这种实现决策不应被解释为使得脱离本公开内容的范围。

[0119] 结合本申请公开方面描述的方法、序列或算法可以直接实现在硬件、处理器执行的软件模块或这二者的组合中。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、移动硬盘、CD-ROM或本领域已知的任何其它形式的存储介质中。示例性存储介质耦合到处理器,使得处理器可以从存储介质读取信息和向其写入信息。作为替换,存储介质可以整合到处理器中。

[0120] 因此,本公开内容的一个方面可以包括具体实现一种用于非地球同步卫星通信系统中的时间和频率同步方法的非暂时性计算机可读介质。术语“非暂时性”不排除任何物理存储介质或存储器,尤其不排除动态存储器(例如,传统的随机存取存储器(RAM))但是只排除该介质可以被解释为暂时性传播信号的说明。

[0121] 虽然上面的公开内容示出了说明性方面,但是应当注意的是,可以做出各种改变和修改而不脱离所附权利要求的范围。除非明确声明,否则依照本申请中描述的方面的功能、步骤或方法的动作不需要以任何特定顺序执行。此外,虽然元件以单数形式描述或声明,但是除非明确声明限制于单数否则复数形式也是可预期的。因此,本公开内容并不限于示出的示例,并且用于执行本申请中描述的功能的任何单元可以包括在本公开内容的方面中。

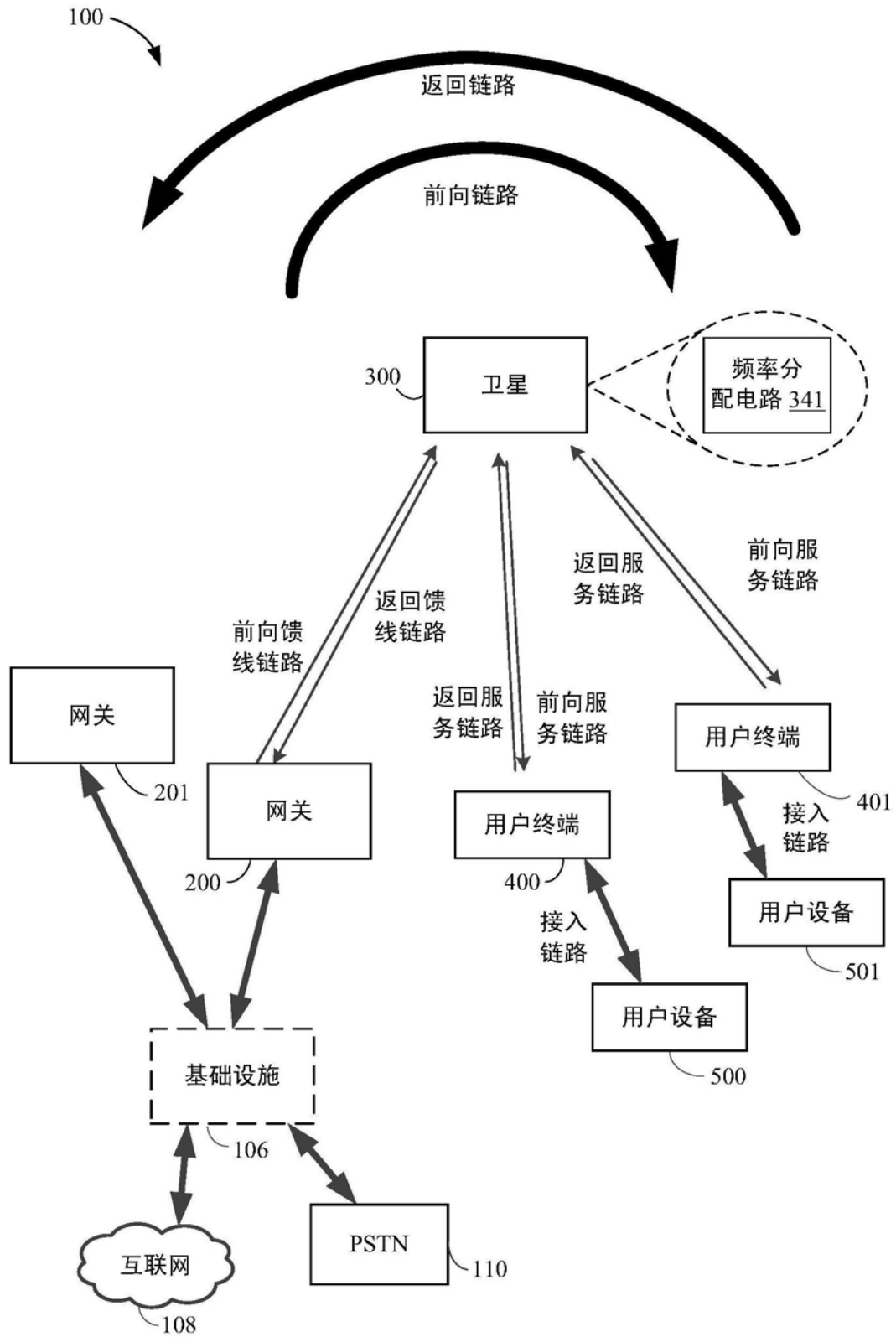


图1

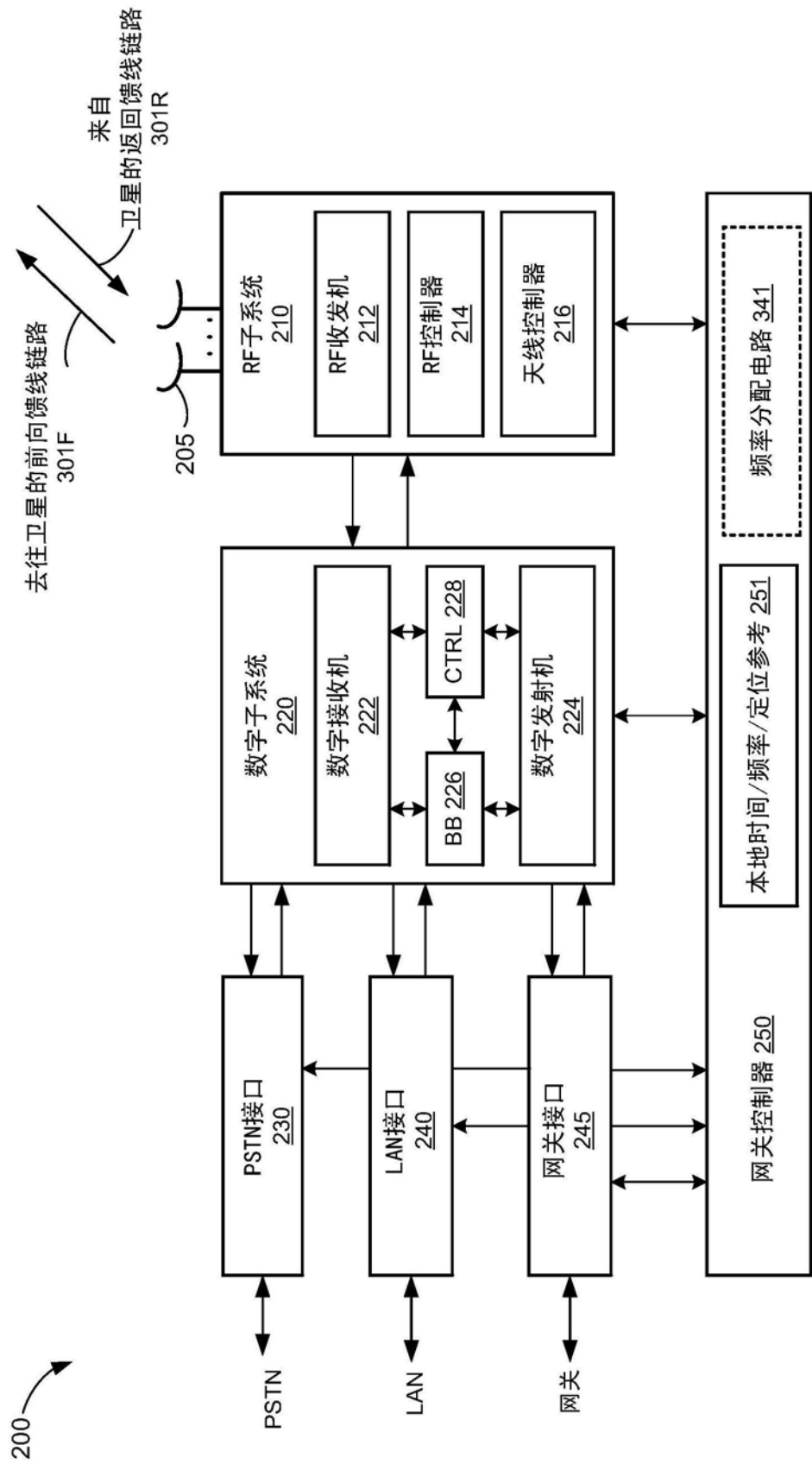


图2

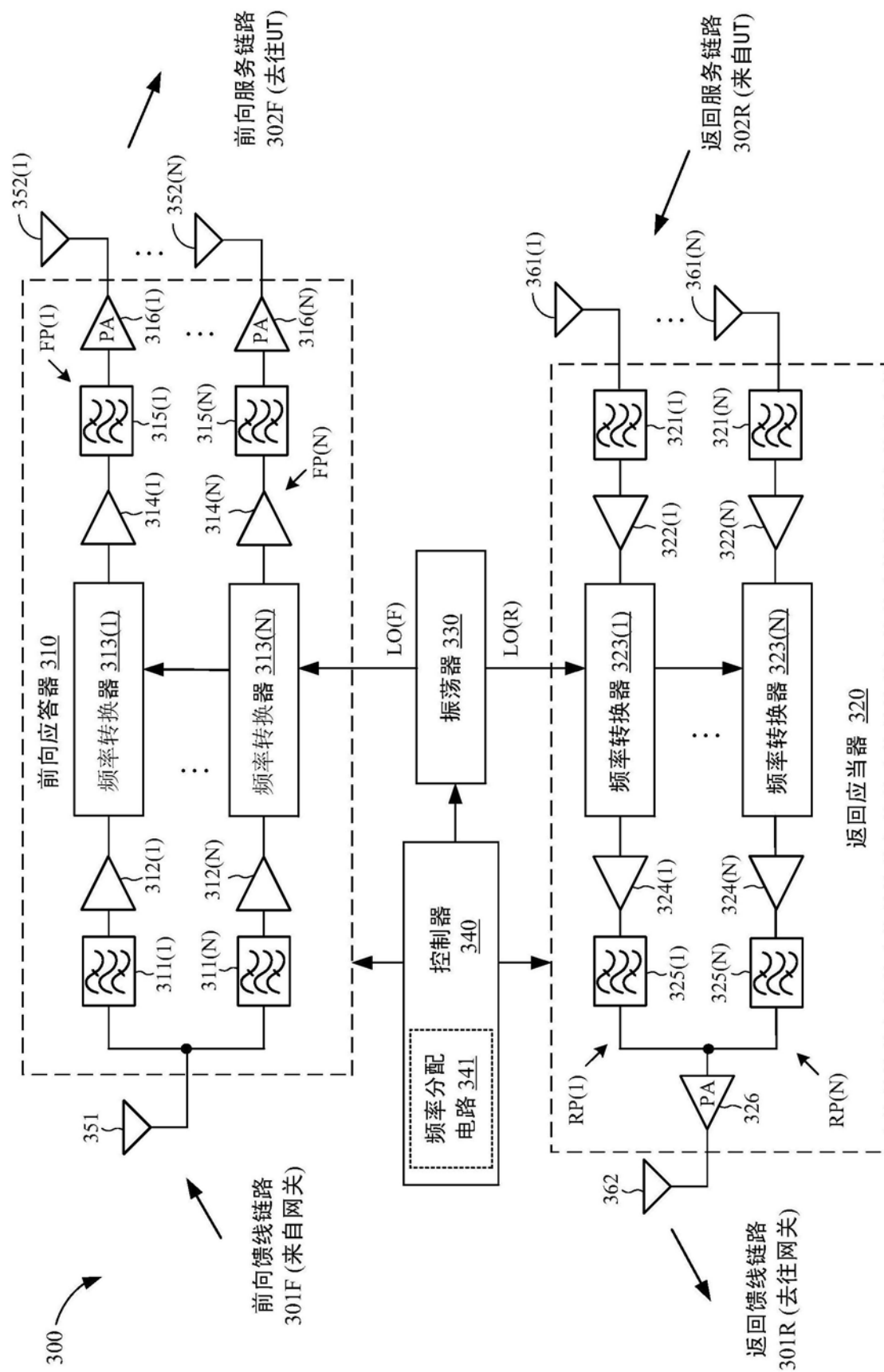


图3

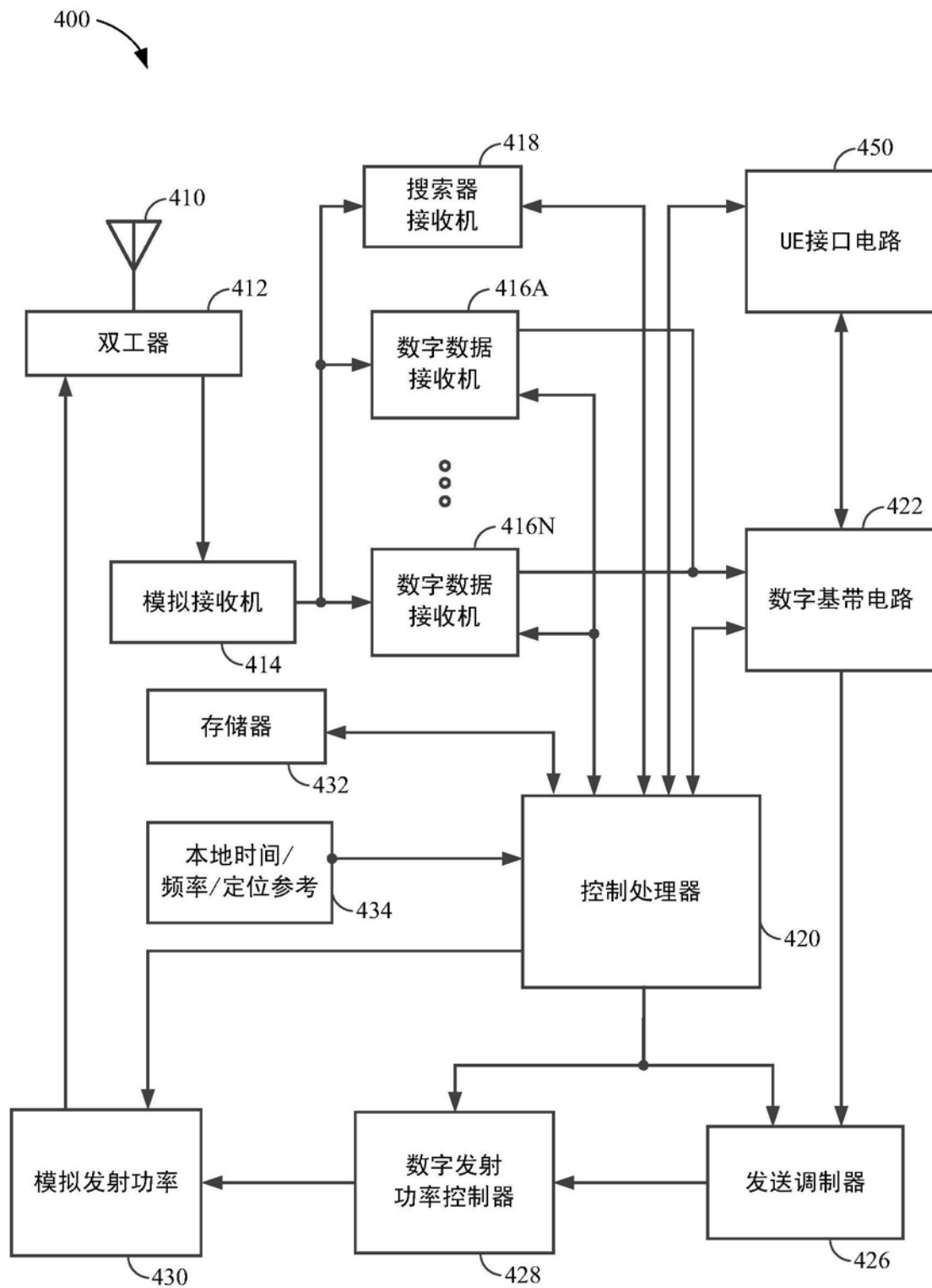


图4

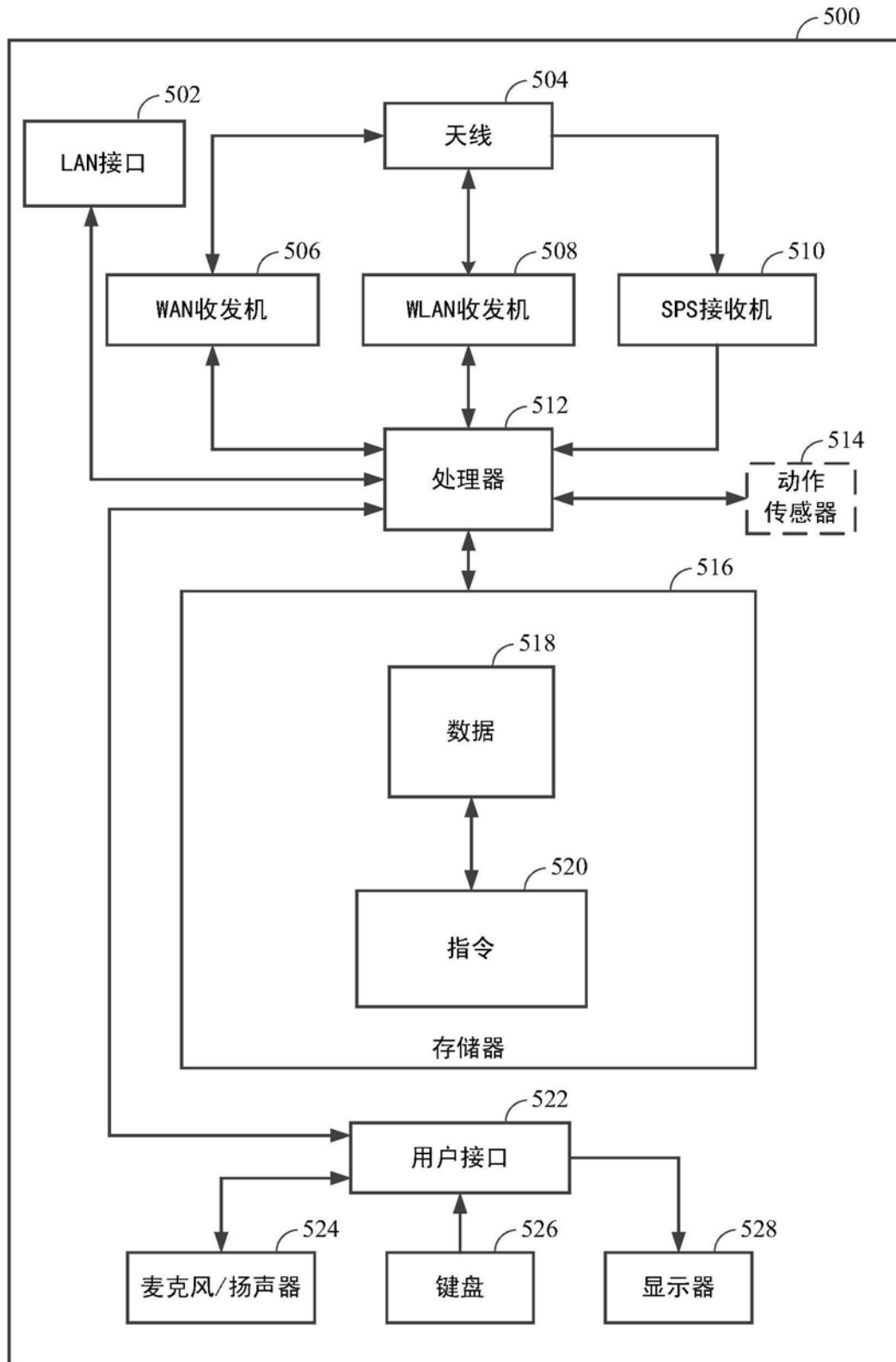


图5

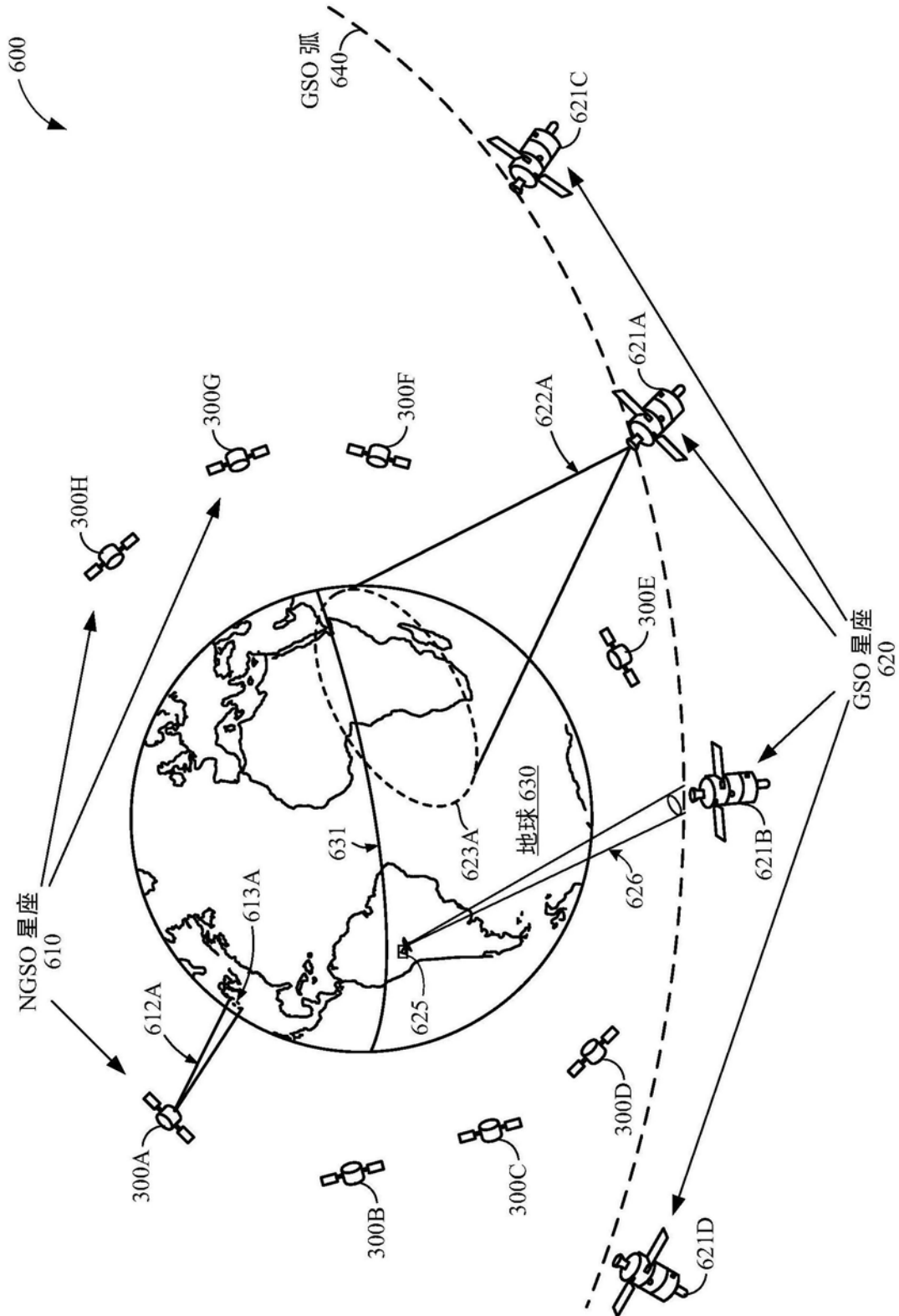


图6

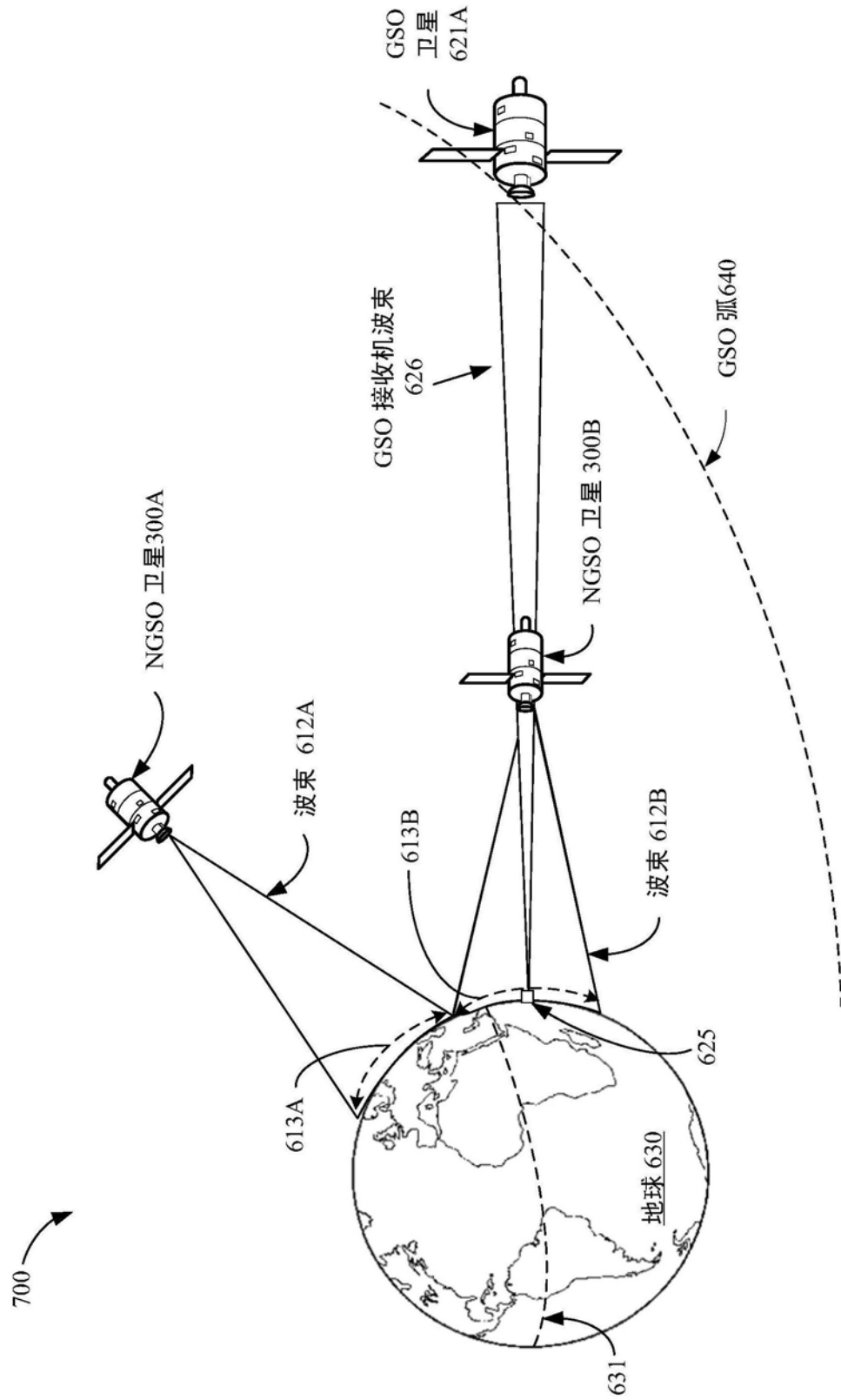


图7A

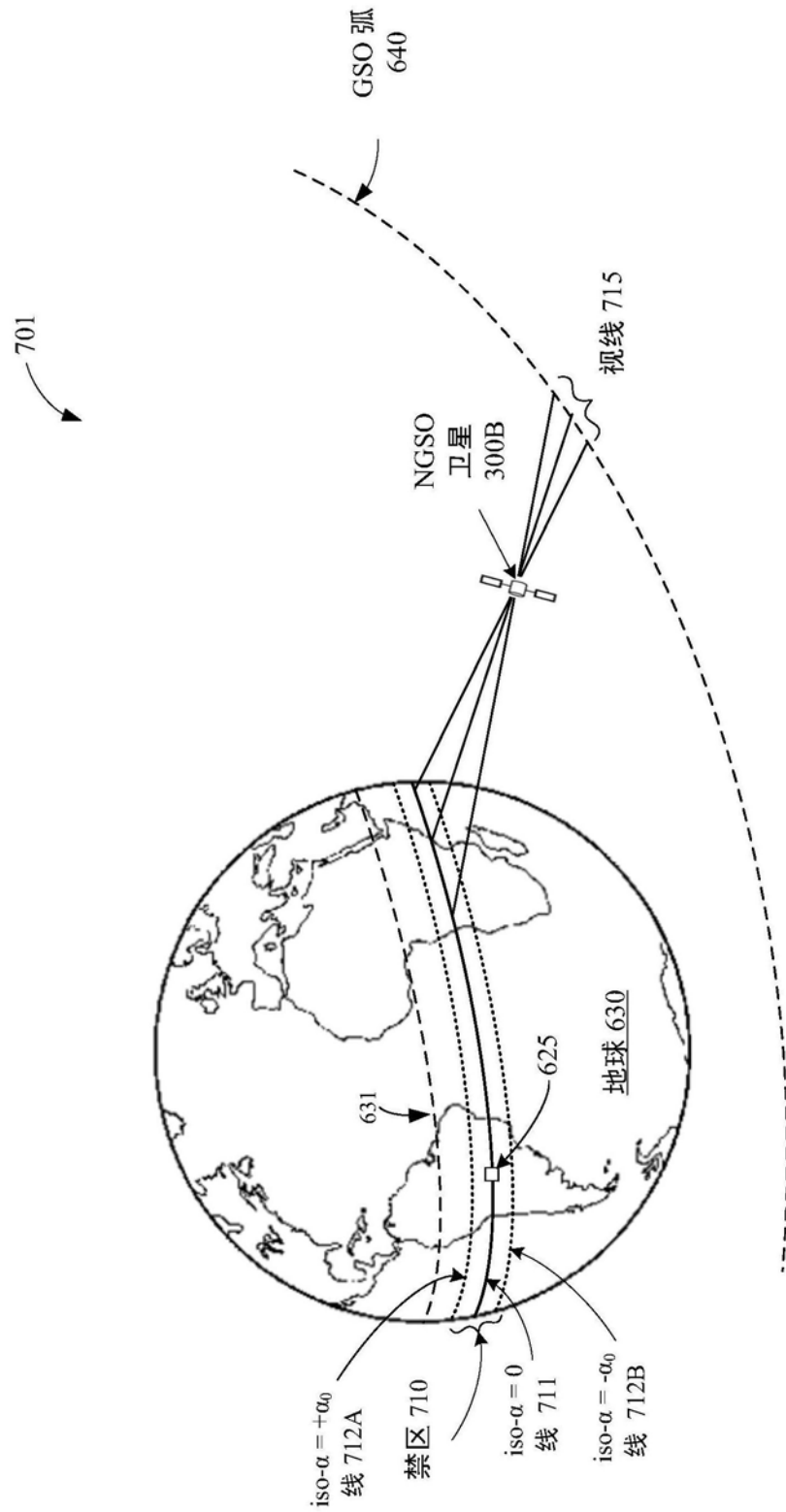


图7B

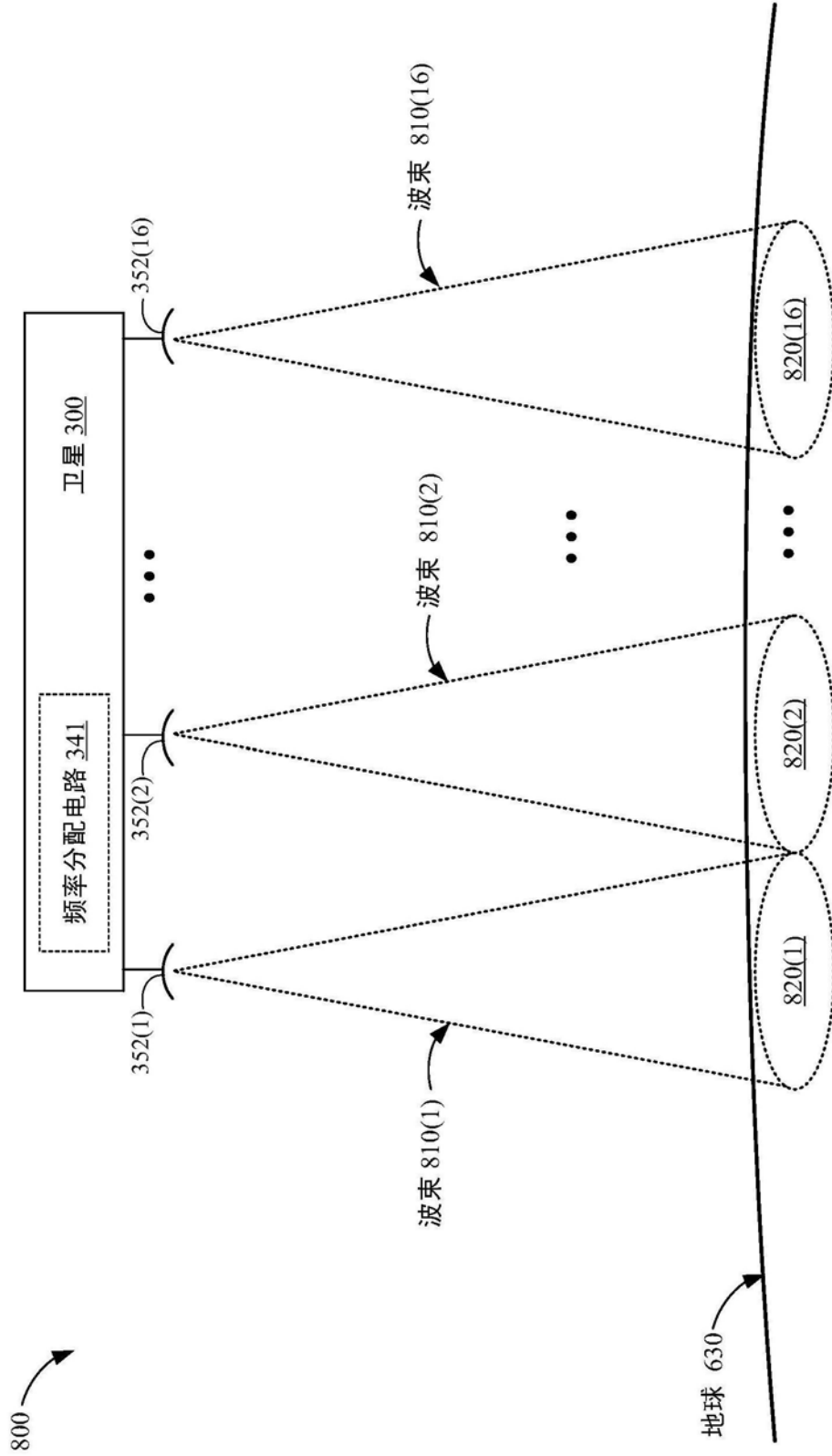


图8A

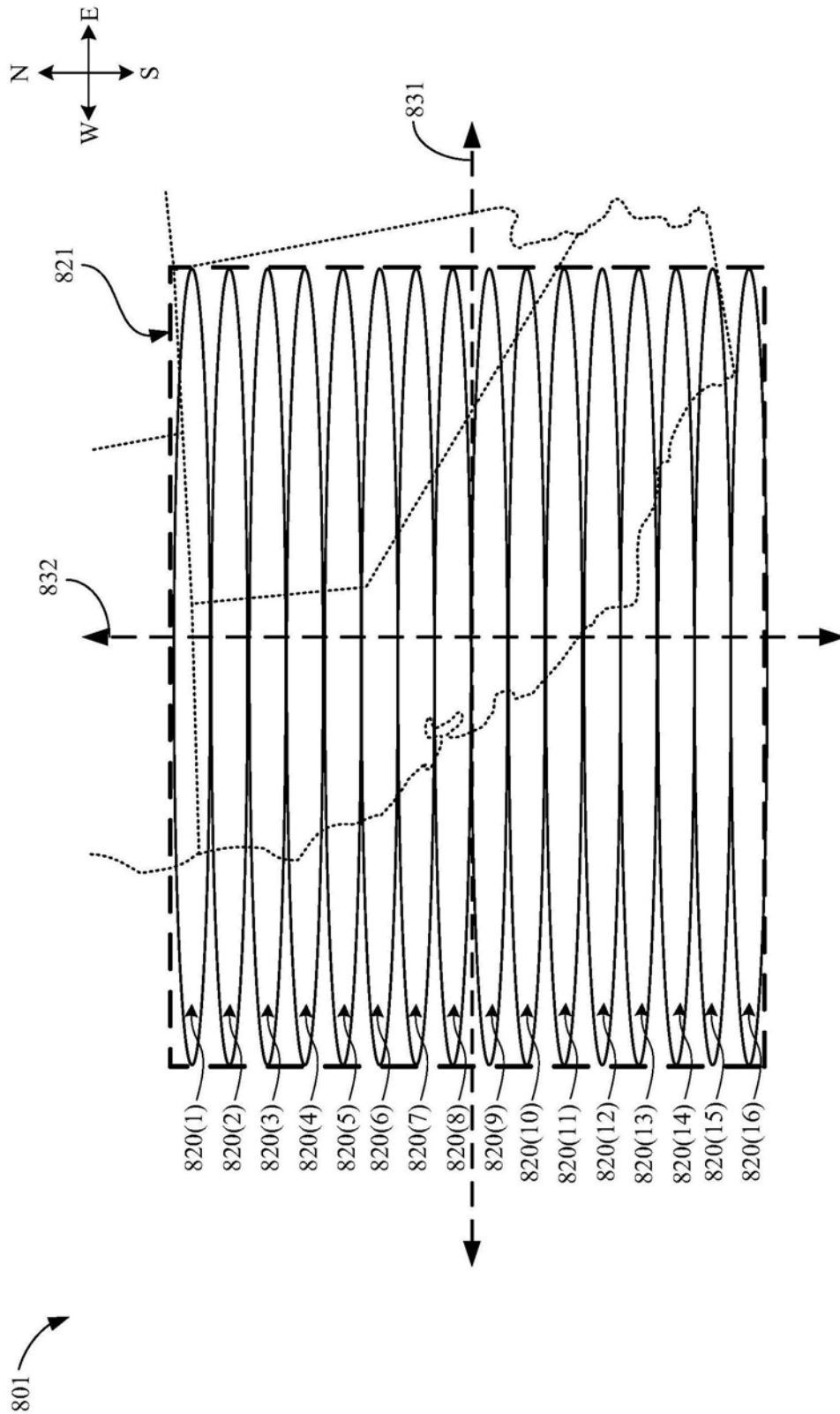


图8B

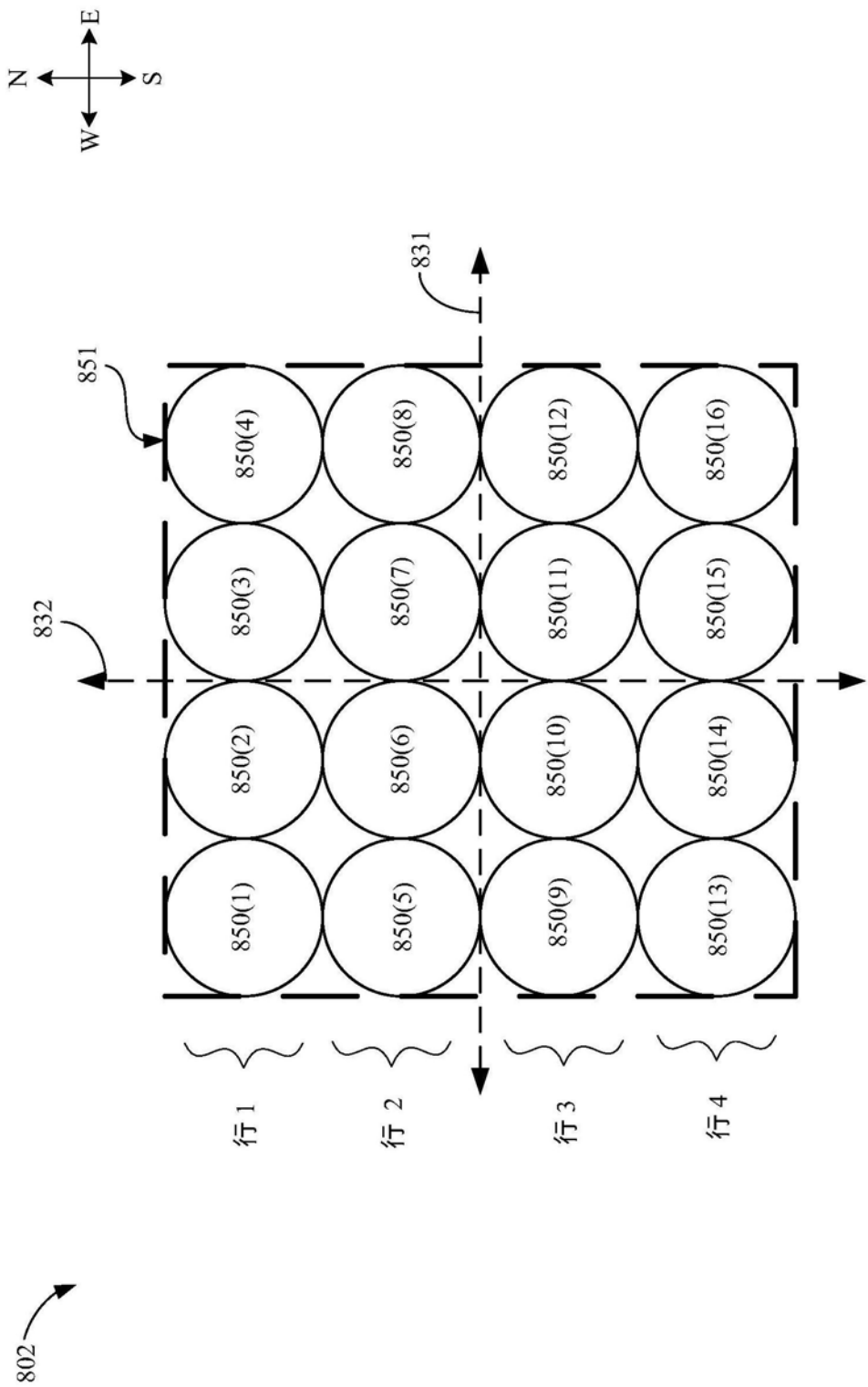


图8C

803

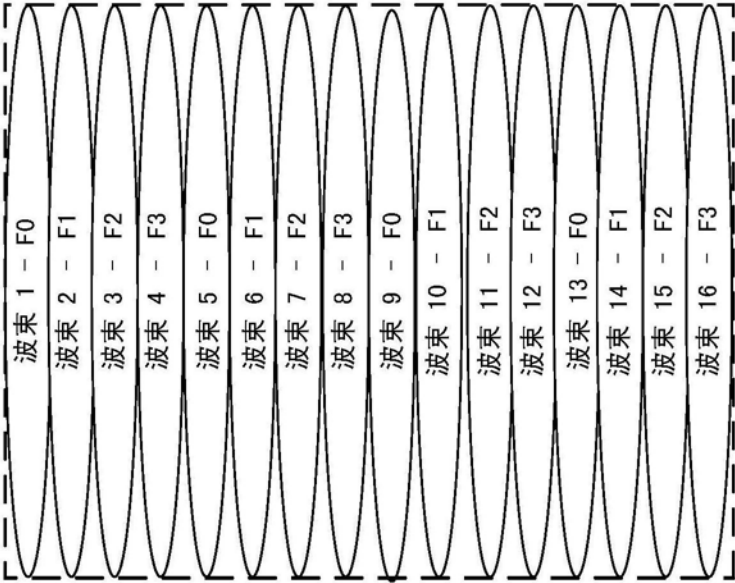


波束 编号	信道 编号	极化 (圆形的)	起始频率 (GHz)	结束频率 (GHz)	带宽 (MHz)
810(1)	1	右	10.70	10.95	250
810(2)	2	右	10.95	11.20	250
810(3)	3	右	11.20	11.45	250
810(4)	4	右	11.45	11.70	250
810(5)	5	右	11.70	11.95	250
810(6)	6	右	11.95	12.20	250
810(7)	7	右	12.20	12.45	250
810(8)	8	右	12.45	12.70	250
810(9)	9	左	10.70	10.95	250
810(10)	10	左	10.95	11.20	250
810(11)	11	左	11.20	11.45	250
810(12)	12	左	11.45	11.70	250
810(13)	13	左	11.70	11.95	250
810(14)	14	左	11.95	12.20	250
810(15)	15	左	12.20	12.45	250
810(16)	16	左	12.45	12.70	250

图8D

804

频率重用



频率重用
示例性信道指派

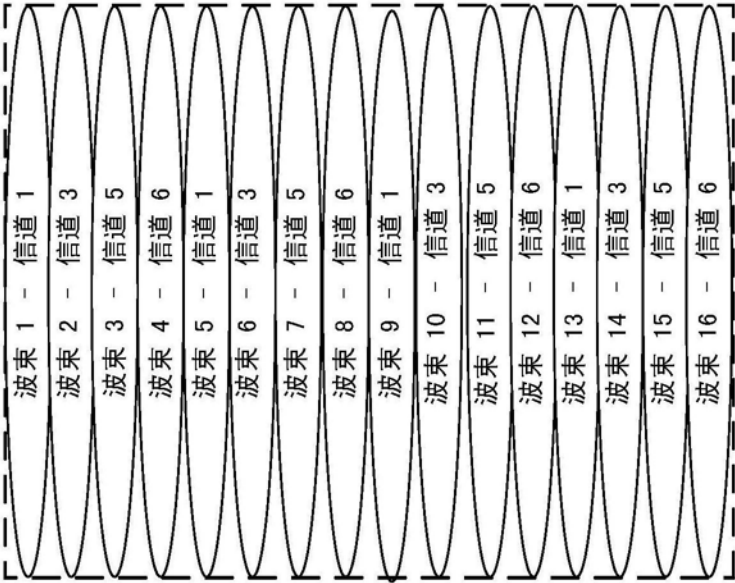


图8E

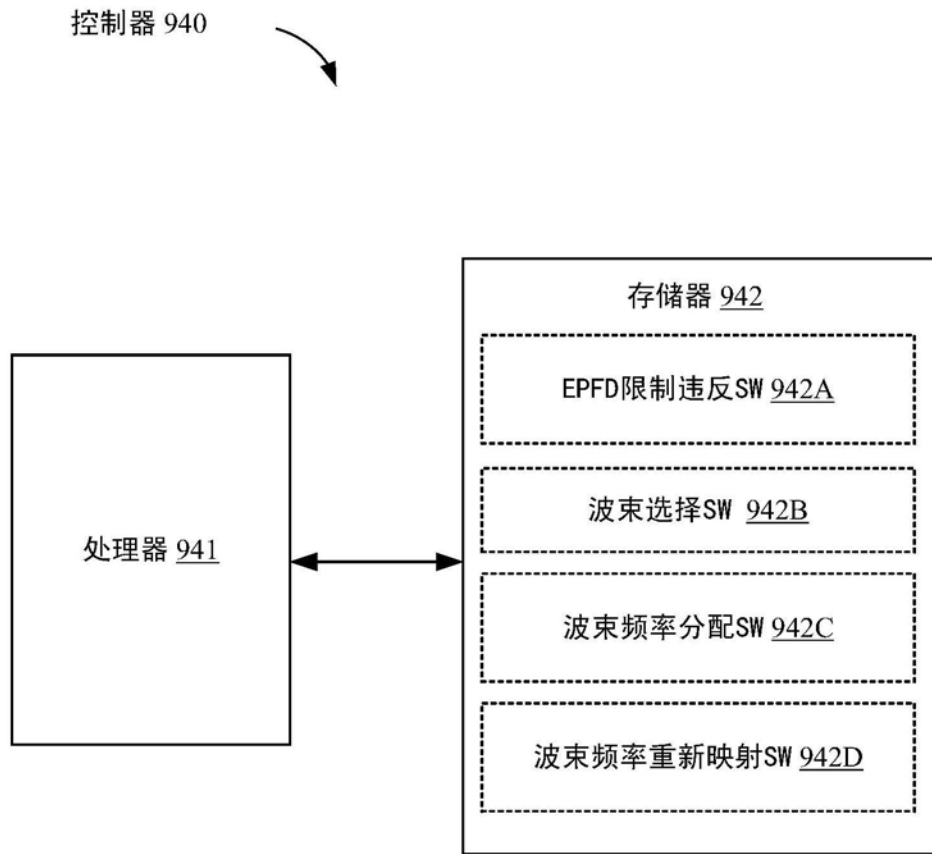


图9

1000

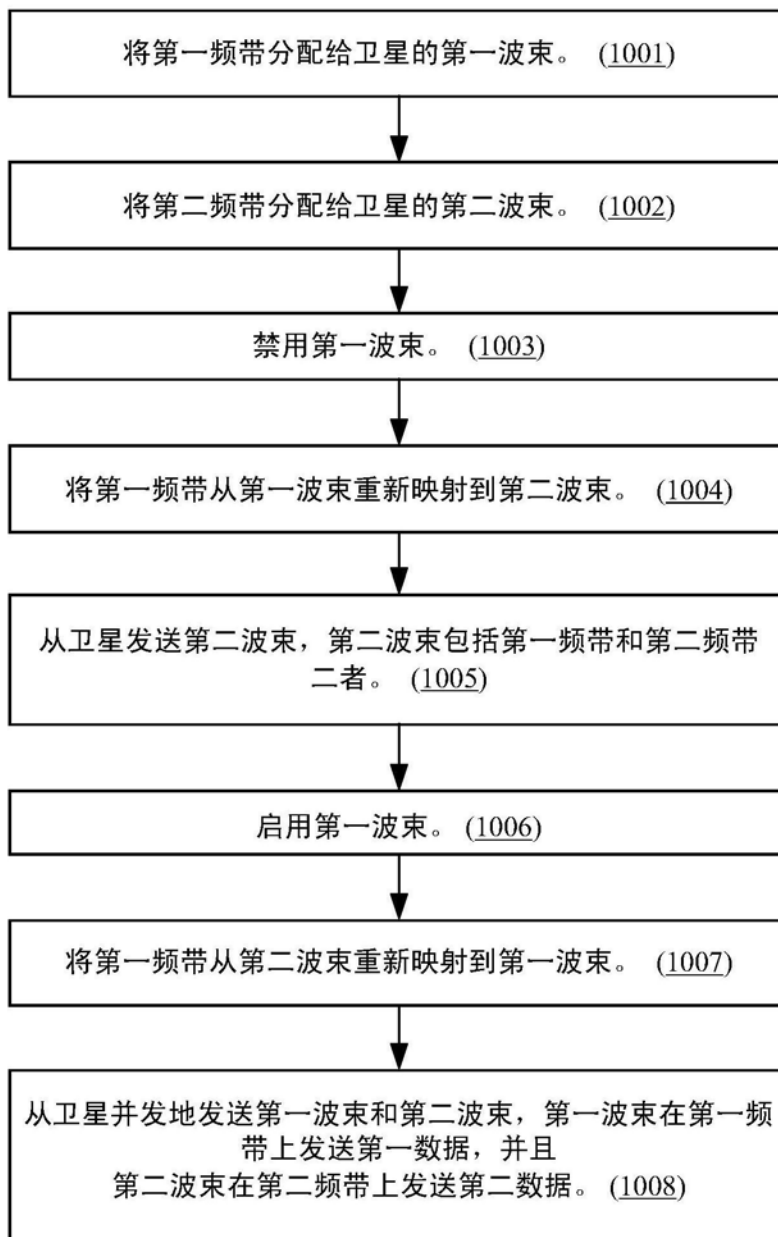


图10

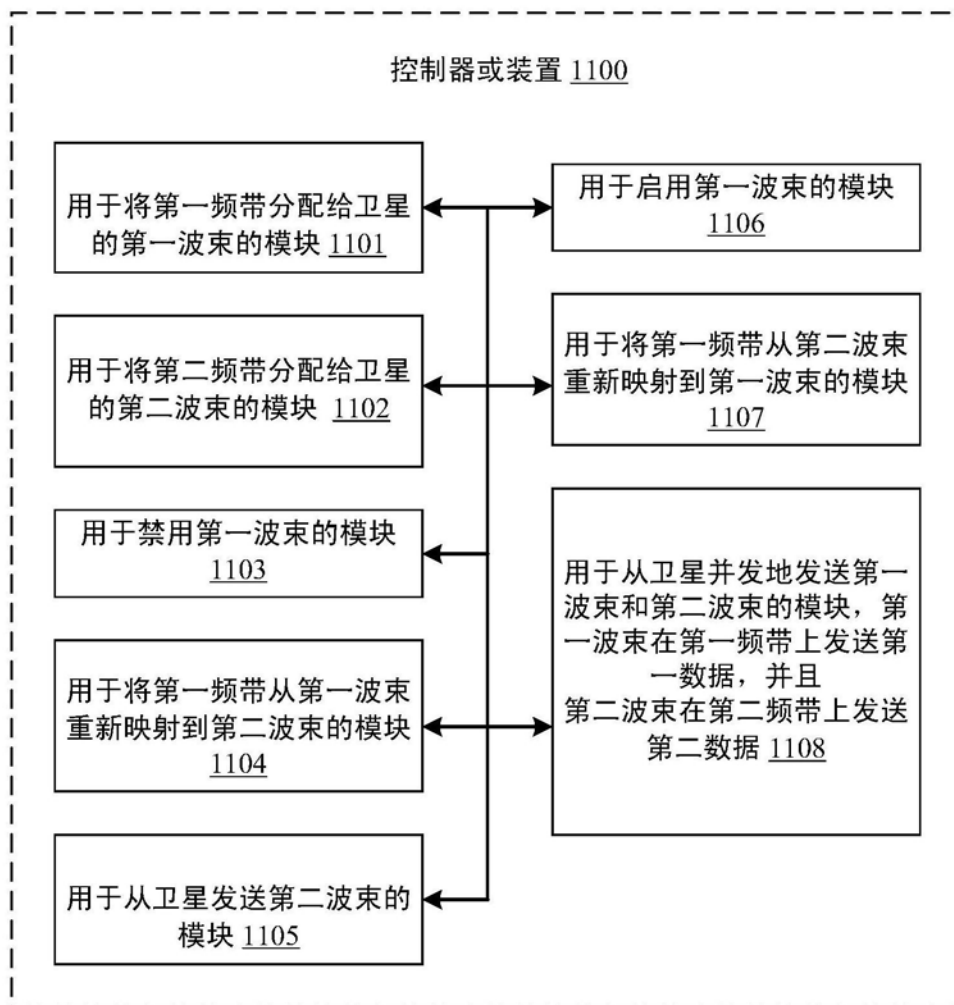


图11