(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107408979 B
(45)授权公告日 2020.08.07

(21)申请号 201680019582.5
(22)申请日 2016.03.24
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107408979 A
(43)申请公布日 2017.11.28
(30)优先权数据
62/142,769 2015.04.03 US
14/865,390 2015.09.25 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.09.28
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/023922 2016.03.24
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2016/160487 EN 2016.10.06
(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 J·德特曼 D·瓦西洛夫斯基
P·拉扎吉 A·M-T·德兰
M·居雷尔利 S·纳加拉贾
P·J·布莱克 Q·吴
G·W·马什
(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
US 4965605 A,1990.10.23
US 5621415 A,1997.04.15
CN 103684632 A,2014.03.26
CN 102316058 A,2012.01.11
CN 1328761 A,2001.12.26
AU 645905 B2,1994.01.27
US 6511020 B2,2003.01.28
EP 0516039 A1,1992.12.02
EP 0516039 A1,1992.12.02
US 5227802 A,1993.07.13
US 6236834 B1,2001.05.22
审查员 方晴

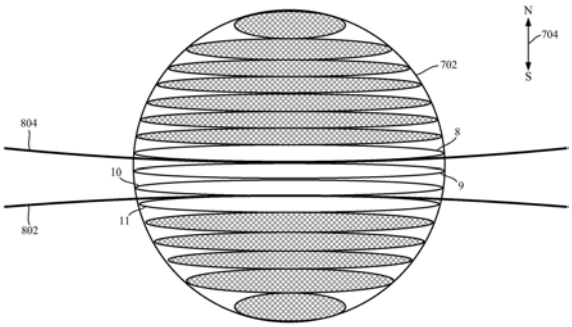
权利要求书3页 说明书15页 附图15页

(54)发明名称

用于避免超过非地球静止卫星系统的干扰限制的方法和装置

(57)摘要

一种非地球同步卫星系统,其中每个卫星具有一个天线(其可能是多单元天线),以形成波束模式,其中该波束模式包括在该卫星的覆盖区中的波束集,其中在一种实现中,每个波束的形状基本上是具有短轴和长轴的椭圆形,其中短轴基本上是共线的,并且长轴基本上是东向西定向的。对于卫星而言,对于该波束集的一个子集的功率进行减小或关闭,其中将该子集中的每个波束减小到相应的功率电平或低于相应的功率电平,使得当向一个波束的供电超过其相应的功率电平时,等效功率通量密度(EPFD)超过地球表面上的某一点处的限制。



CN 107408979 B

1.一种调整波束功率电平的方法,包括:

形成一种波束模式,其中所述波束模式包括在卫星的覆盖区中的所述卫星的天线的波束集,每个波束具有第一中线和第二中线,每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽,其中,所述第一中线彼此之间基本上是共线的并且所述第二中线基本上是东向西定向的;

为所述波束集中的每个波束确定处于当前功率电平的所述波束是否造成来自通信系统的总功率在地球的表面上的某点处超过等效功率通量密度(EPFD)限制;以及

基于所述确定来调整所述波束的所述当前功率电平,其中调整所述波束的所述当前功率电平包括:

当所述总功率超过所述EPFD限制时衰减所述波束的所述当前功率电平;

当所述总功率不超过所述EPFD限制时维持所述波束的所述当前功率电平;或者

当所述总功率低于所述EPFD限制时将所述波束的所述当前功率电平增加到不造成所述总功率超过所述EPFD限制的最大功率电平点。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,所述EPFD限制是由国际电信联盟(ITU)指定的,以防止对地球静止卫星网络造成不可接受的干扰。

3.根据权利要求1所述的方法,其中,所述天线是电子可操控天线。

4.根据权利要求1所述的方法,其中,所述形成通过使所述卫星偏航来在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

5.根据权利要求1所述的方法,其中,所述形成通过对所述天线进行旋转来在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

6.根据权利要求1所述的方法,其中,每个波束具有基本上相同的面积。

7.根据权利要求1所述的方法,其中,每个波束的形状基本上是椭圆形,其中,每个波束的所述第一中线是其短轴并且每个波束的所述第二中线是其长轴。

8.根据权利要求1所述的方法,其中,每个波束的形状基本上是矩形。

9.根据权利要求1所述的方法,其中,所述调整按步进增量调整给每个波束的功率。

10.一种卫星,包括:

天线;

耦合到所述天线的转发器;以及

卫星控制器,被配置为控制所述转发器,以使得所述天线形成一种波束模式,其中所述波束模式包括在所述卫星的覆盖区中的波束集,每个波束具有第一中线和第二中线,每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽,其中,所述第一中线彼此之间基本上是共线的并且所述第二中线基本上是东向西定向的;

为所述波束集中的每个波束确定处于当前功率电平的所述波束是否造成来自通信系统的总功率在地球的表面上的某点处超过等效功率通量密度(EPFD)限制;以及

基于所述确定来调整所述波束的所述当前功率电平,其中所述卫星控制器被进一步配置为通过以下方式来调整所述波束的所述当前功率电平:

当所述总功率超过所述EPFD限制时衰减所述波束的所述当前功率电平;

当所述总功率不超过所述EPFD限制时维持所述波束的所述当前功率电平;或者

当所述总功率低于所述EPFD限制时将所述波束的所述当前功率电平增加到不造成所

述总功率超过所述EPFD限制的最大功率电平点。

11.根据权利要求10所述的卫星，其中，所述EPFD限制是由国际电信联盟(ITU)指定的，以防止对地球静止卫星网络造成不可接受的干扰。

12.根据权利要求10所述的卫星，其中，所述卫星控制器还被配置为电子地操控所述天线以形成所述波束集。

13.根据权利要求10所述的卫星，其中，所述卫星控制器还被配置为使所述卫星偏航以在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

14.根据权利要求10所述的卫星，其中，所述卫星控制器还被配置为对所述天线进行旋转以在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

15.根据权利要求10所述的卫星，其中，每个波束具有基本上相同的面积。

16.根据权利要求10所述的卫星，其中，每个波束的形状基本上是椭圆形，其中，每个波束的所述第一中线是其短轴并且每个波束的所述第二中线是其长轴。

17.根据权利要求10所述的卫星，其中，每个波束的形状基本上是矩形。

18.一种卫星，包括：

天线；

用于使用所述天线形成一种波束模式的单元，其中所述波束模式包括在所述卫星的覆盖区中的所述天线的波束集，每个波束具有第一中线和第二中线，每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽，其中，所述第一中线彼此之间基本上是共线的并且所述第二中线基本上是东向西定向的；

用于为所述波束集中的每个波束确定处于当前功率电平的所述波束是否造成来自通信系统的总功率在地球的表面上的某点处超过等效功率通量密度(EPFD)限制的单元；以及

用于基于所述确定来调整所述波束的所述当前功率电平的单元，其中用于调整所述波束的所述当前功率电平的单元包括：

用于当所述总功率超过所述EPFD限制时衰减所述波束的所述当前功率电平的单元；

用于当所述总功率不超过所述EPFD限制时维持所述波束的所述当前功率电平的单元；以及

用于当所述总功率低于所述EPFD限制时将所述波束的所述当前功率电平增加到不造成所述总功率超过所述EPFD限制的最大功率电平点的单元。

19.根据权利要求18所述的卫星，其中，所述EPFD限制是由国际电信联盟(ITU)指定的，以防止对地球静止卫星网络造成不可接受的干扰。

20.根据权利要求18所述的卫星，其中，用于形成所述波束模式的单元被配置为电子地操控所述天线以形成所述波束集。

21.根据权利要求18所述的卫星，其中，用于形成所述波束模式的单元被配置为使所述卫星偏航以在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

22.根据权利要求18所述的卫星，其中，用于形成所述波束模式的单元被配置为对所述天线进行旋转以在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

23.根据权利要求18所述的卫星，其中，每个波束具有基本上相同的面积。

24.根据权利要求18所述的卫星，其中，每个波束的形状基本上是椭圆形，其中，每个波束模式的所述第一中线是其短轴并且每个波束模式的所述第二中线是其长轴。

25.根据权利要求18所述的卫星,其中,每个波束模式的形状基本上是矩形。

26.一种存储有指令的非临时性计算机可读介质,当所述指令被处理器执行时,其中所述处理器位于具有天线的卫星上,使得所述处理器执行包括以下操作的方法:

形成一种波束模式,其中,所述波束模式包括在所述卫星的覆盖区中的所述天线的波束集,每个波束具有第一中线和第二中线,每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽,其中,所述第一中线彼此之间基本上是共线的并且所述第二中线基本上是东向西定向的;

为所述波束集中的每个波束确定处于当前功率电平的所述波束是否造成来自通信系统的总功率在地球的表面上的某点处超过等效功率通量密度(EPFD)限制;以及

基于所述确定来调整所述波束的所述当前功率电平,其中调整所述波束的所述当前功率电平包括:

当所述总功率超过所述EPFD限制时衰减所述波束的所述当前功率电平;

当所述总功率不超过所述EPFD限制时维持所述波束的所述当前功率电平;或者

当所述总功率低于所述EPFD限制时将所述波束的所述当前功率电平增加到不造成所述总功率超过所述EPFD限制的最大功率电平点。

27.根据权利要求26所述的非临时性计算机可读介质,其中,所述EPFD限制是由国际电信联盟(ITU)指定的,以防止对地球静止卫星网络造成不可接受的干扰。

28.根据权利要求26所述的非临时性计算机可读介质,其中,所述天线是电子可操控天线。

29.根据权利要求26所述的非临时性计算机可读介质,其中,所述形成通过使所述卫星偏航来在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

30.根据权利要求26所述的非临时性计算机可读介质,其中,所述形成通过对所述天线进行旋转来在所述卫星的轨道期间维持所述东向西定向。

31.根据权利要求26所述的非临时性计算机可读介质,其中,每个波束具有基本上相同的面积。

32.根据权利要求26所述的非临时性计算机可读介质,其中,每个波束的形状基本上是椭圆形,其中,每个波束的所述第一中线是其短轴并且每个波束的所述第二中线是其长轴。

33.根据权利要求26所述的非临时性计算机可读介质,其中,每个波束的形状基本上是矩形。

用于避免超过非地球静止卫星系统的干扰限制的方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求享受2015年4月3日提交的、标题为“METHOD AND APPARATUS FOR AVOIDING EXCEEDING INTERFERENCE LIMITS FOR A NON-GEOSTATIONARY SATELLITE SYSTEM”的美国临时申请No.62/142,769的优先权，该临时申请已经转让给本申请的受让人，故以引用方式将其全部内容明确地并入本文。

技术领域

[0003] 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通过卫星在多个用户终端之间实现频谱高效的数据传输。

背景技术

[0004] 传统的基于卫星的通信系统包括网关和用于在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，以便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。

[0005] 如果用户终端位于卫星的覆盖区(footprint)之内，则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。卫星的覆盖区是地球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，将覆盖区地理地划分成波束。每一个波束覆盖该覆盖区中的特定地理区域。波束可以是定向的，使得来自同一卫星的一个以上波束覆盖相同的特定地理区域。

[0006] 地球同步卫星(更恰当地说，地理静止轨道卫星)长期以来被用于通信。地球同步卫星相对于地球上的给定位置来说是静止的，因此在地球上的通信收发机和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多普勒频率偏移。但是，由于地球同步卫星受限于地球同步轨道(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)，因此可以布置在GSO中的卫星的数量是有限的。作为地理同步卫星的替代方案，使用非地球同步轨道(NGSO)(例如，低地球轨道(LEO))中的卫星星座的通信系统，已被设计为向整个地球或者至少大部分地球提供通信覆盖。

[0007] GSO和NGSO卫星可以在相同(或者类似的)频带上操作，因此，NGSO卫星可以采用干扰减轻技术，使得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)对NGSO卫星在地球表面上任何位于GSO卫星的覆盖区之内的任何地点产生的等效功率通量密度(EPFD)提供限制。

[0008] 因为计算地球表面上的给定点的EPFD是复杂的，所以NGSO卫星通常使用其它技术来满足ITU的EPFD限制。满足EPFD限制的一种方法是NGSO卫星禁用一个波束，如果从地球上的该波束覆盖区域的某个点观察时，NGSO卫星和GSO卫星之间的角度小于门限角度(例如，这可能表明NGSO卫星的波束在该位置的GSO地面站的接收天线的方向上进行足够近地发

射,以至于超过EPFD限制)。虽然以这种方式禁用NGSO卫星的波束可以允许NGSO卫星满足EPFD限制,但这可能导致NGSO卫星通信系统的不必要的覆盖间隙(例如,当NGSO卫星的一部分波束干扰GSO卫星的传输时)。

发明内容

[0009] 本发明的方面针对于用于避免超过非地理静止卫星系统的干扰限制的系统和方法。

[0010] 在一种实现中,一种方法包括:形成一种波束模式,其中该波束模式包括在卫星的覆盖区中的该卫星的天线的波束集,每个波束具有第一中线和第二中线,每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽,其中第一中线彼此之间基本上是共线的并且第二中线基本上是东向西定向的;减少针对所述波束集的一个子集的功率,其中,将所述子集中的每个波束减小到相应的功率电平或低于相应的功率电平,以使得当向一个波束的供电超过其相应的功率电平时,等效功率通量密度(EPFD)超过地球表面上的某一点处的指定限制。

[0011] 在一种实现中,一种卫星,包括:天线;耦合到所述天线的转发器;以及卫星控制器,其配置为控制所述转发器,以使得所述天线形成一种波束模式,其中该波束模式包括在该卫星的覆盖区中的天线的波束集,每个波束具有第一中线和第二中线,每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽,其中,第一中线彼此之间基本上是共线的并且第二中线基本上是东向西定向的;所述卫星控制器还配置为控制所述转发器,以减少针对所述波束集的一个子集的功率,其中,将所述子集中的每个波束减小到相应的功率电平或低于相应的功率电平,以使得当向一个波束的供电超过其相应的功率电平时,等效功率通量密度(EPFD)超过地球表面上的某一点处的指定限制。

[0012] 在一种实现中,一种卫星,包括:天线;用于使用所述天线形成一种波束模式的单元,其中,该波束模式包括在所述卫星的覆盖区中的所述卫星的天线的波束集,每个波束具有第一中线和第二中线,每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽,其中,第一中线彼此之间基本上是共线的并且第二中线基本上是东向西定向的;用于减少针对所述波束集的一个子集的功率的单元,其中,将所述子集中的每个波束减小到相应的功率电平或低于相应的功率电平,以使得当向一个波束的供电超过其相应的功率电平时,等效功率通量密度(EPFD)超过地球表面上的某一点处的指定限制。

[0013] 在一种实现中,一种存储有指令的非临时性计算机可读介质,当所述指令被处理器执行时,其中所述处理器位于具有天线的卫星上,使得所述处理器执行包括以下操作的方法:形成一种波束模式,其中,该波束模式包括在所述卫星的覆盖区中的所述天线的波束集,每个波束具有第一中线和第二中线,每个波束沿着其第一中线较窄并且沿着其第二中线较宽,其中,第一中线彼此之间基本上是共线的并且第二中线基本上是东向西定向的;减少针对所述波束集的一个子集的功率,其中,将所述子集中的每个波束减小到相应的功率电平或低于相应的功率电平,以使得当向一个波束的供电超过其相应的功率电平时,等效功率通量密度(EPFD)超过地球表面上的某一点处的指定限制。

附图说明

[0014] 图1是一种示例性卫星通信系统的框图。

[0015] 图2是图1的网关的一个示例的框图。

[0016] 图3是图1的卫星的一个示例的框图。

[0017] 图4是图1的用户终端的一个示例的框图。

[0018] 图5是图1的用户设备的一个示例的框图。

[0019] 图6A是示出覆盖区的卫星系统的一个示例的图。

[0020] 图6B是示出与覆盖区有关的相关参数的卫星系统的一个示例的图。

[0021] 图7是用于卫星的波束模式的一个示例的图。

[0022] 图8是在地理同步轨道(GSO)排除区域中具有一些波束的天线模式的一个示例的图。

[0023] 图9A是用于卫星的波束控制的方法的一个示例的图。

[0024] 图9B是衰减或关闭用于卫星的波束集的一个子集的方法的一个示例的图。

[0025] 图10是用于实现图9A和9B概述的方法的卫星控制器的一个示例的框图。

[0026] 图11是用于卫星的具有方形波束的方形波束模式的一个示例的图。

[0027] 图12是用于卫星的具有椭圆形波束的方形波束模式的一个示例的图。

[0028] 图13是具有相互关联的功能模块的网关的一个示例。

具体实施方式

[0029] 非地球同步卫星系统包括:调整其波束模式以防止地球表面的EPFD超过指定的限制的卫星。卫星具有一个天线(其可能是多单元天线),以形成波束模式,该波束模式包括在该卫星的覆盖区中的波束集,其中在一种实现中,每个波束的形状基本上是具有短轴和长轴的椭圆形,其中短轴基本上是共线的,并且长轴基本上是东向西定向的。对于卫星而言,对于该波束集的一个子集的功率进行减小或关闭,其中将该子集中的每个波束减小到相应的功率电平或低于相应的功率电平,以使得当向一个波束的供电超过其相应的功率电平时,EPFD超过地球表面上的某一点处的指定限制。

[0030] 在下面的描述和相关附图中,公开了本发明的方面。在不脱离本发明的保护范围的情况下,可以设计出替代的系统。此外,为了避免造成本公开内容的相关细节的模糊,没有详细地描述或者省略了一些公知的单元。

[0031] 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“一个(a)”、“某个(an)”和“该(the)”也旨在包括复数形式,除非上下文明确地指出。此外,还应当理解的是,当本文使用术语“包括”、“含有”、“包含”和/或“涵盖”时,其指示存在所陈述的特征、整数、步骤、操作、元素和/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、组件和/或其组合的存在或者增加。

[0032] 此外,本文围绕由例如计算设备的单元执行的动作序列,来描述本发明的一些方面。应当认识到,本文描述的各种动作可以由诸如特定的电路(例如,专用集成电路(ASIC))、由一个或多个处理器执行的程序指令或者二者的组合之类的一些实体来执行。另外,本文所描述的这些动作序列可以视作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,当这些计算机指令集执行时,

致使相关联的处理器执行本文所描述的功能。因此，本发明的各个方面可以以多种不同的形式来体现，所有这些形式都预期落入本发明的保护范围之内。此外，对于本文所描述的本发明的每一个方面来说，本文可以将任何这些方面的相应形式描述成：例如，配置为执行所描述的动作的“逻辑电路”。

[0033] 图1示出了一种卫星通信系统100的例子，其中该卫星通信系统100包括处于非地球同步轨道(NGSO)(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进行通信的网关200、与卫星300进行通信的多个用户终端(UT)400和401、以及分别与UT 400和401进行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所示出的例子中，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)来彼此之间进行通信，类似地，UT 401和UE 501经由另一个双向接入链路来彼此之间进行通信。在另一种实现中，一个或多个另外的UE(没有示出)可以被配置为仅仅进行接收，因此只使用前向接入链路来与UT进行通信。在另一种实现中，一个或多个另外的UE(没有示出)还可以与UT 400或UT 401进行通信。替代地，UT和相应的UE可以是单一物理设备的集成部分，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。

[0034] 网关200可以访问互联网108或者一个或多个其它类型的公共网络、半专用或专用网络。在图1所示出的例子中，网关200与基础设施106进行通信，其中基础设施106能够访问互联网108或者一个或多个其它类型的公共网络、半专用或专用网络。此外，网关200还可以耦合到各种类型的通信回程，例如，其包括诸如光纤网络或者公用交换电话网络(PSTN)110之类的地面网络。此外，在替代的实现中，网关200可以在无需使用基础设施106的情况下，与互联网108、PSTN 110或者一个或多个其它类型的公共网络、半专用或专用网络进行接口。另外，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，或者替代地被配置为在无需使用基础设施106的情况下，与网关201进行通信。在整体上或者部分上，基础设施106可以包括网络控制中心(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。

[0035] 卫星300和网关200之间的两个方向的通信称为馈线链路，而卫星与UT 400和401中的每一个之间的两个方向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)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并通过卫星300而终止于UT 400的方向的通信链路称为前向链路，而源自于UT 400并通过卫星300而终止于网关200的方向的通信链路称为返回链路或反向链路。因此，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”。用类似的方式，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”。

[0036] 图2是还可以应用于图1的网关201的网关200的示例性框图。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。

[0037] 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(例如,图1的卫星300)发送通信信号,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没有示出,但RF收发机212中的每一个都可以包括发射链和接收链。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),以便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)。每一个发射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于将发送给卫星300的通信信号进行上变频和放大。此外,每一个发射链还可以包括数模转换器(DAC),以便将从数字子系统220接收的数字信号转换成要向卫星300发送的模拟信号。

[0038] 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、波束控制、增益设置、频率调谐等等)。

[0039] 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,将处理后的通信信号转发给PSTN接口230和/或LAN接口240,对从PSTN接口230和/或LAN接口240接收的通信信号进行处理,将处理后的通信信号转发给RF子系统210。

[0040] 每一个数字接收机模块222可以对应于用于管理网关和UT(例如,图1的网关200和UT 400)之间的通信的信号处理单元。RF收发机212的接收链中的一个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没有示出,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,并可以用于搜索导频信号(或者其它相对固定模式的较强信号)。

[0041] 数字发射机模块224可以对于要经由卫星300来向UT 400发送的信号进行处理。虽然为了简单起见而没有示出,但每一个数字发射机模块224可以包括用于对传输的数据进行调制的发射调制器。每一个发射调制器的发射功率可以由相应的数字发射功率控制器(为了简单起见而没有示出)进行控制,其中该相应的数字发射功率控制器可以(1)为了干扰减少和资源分配,应用最小电平的功率;(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。

[0042] 耦合到数字接收机模块222、数字发射机模块224和BB(基带)处理器226的CTRL(控制)处理器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。

[0043] CTRL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,以及它们与发射功率控制器(为了简单起见而没有示出)的耦合。导频信道是没有通过数据进行调制的

信号，其可以使用重复不变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)或者公知的重复模式(例如，1和0穿插的结构化模式)。

[0044] BB处理器226是本领域公知的，因此本文没有详细地描述。例如，BB处理器226可以包括各种各样的已知单元，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。

[0045] PSTN接口230可以直接或者通过另外的基础设施106，向外部PSTN提供通信信号和从外部PSTN接收通信信号，如图1中所示。PSTN接口230是本领域公知的，因此本文没有详细地描述。对于其它实现而言，可以省略PSTN接口230，或者使用将网关200连接到陆基网络(例如，图1的互联网108)的任何其它适当接口来替换。

[0046] LAN接口240可以向外部LAN提供通信信号，从外部LAN接收通信信号。例如，LAN接口240可以直接或者通过基础设施106，耦合到互联网108，如图1中所示。LAN接口240是本领域公知的，因此本文没有详细地描述。

[0047] 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，为了简单起见而没有示出)提供通信信号，并从其接收通信信号。对于一些实现而言，网关接口245可以经由一个或多个专用通信线路或信道(为了简单起见而没有示出)，与其它网关进行通信。对于其它实现而言，网关接口245可以使用PSTN110和诸如互联网108之类的其它网络，与其它网关进行通信(参见图1)。对于至少一种实现来说，网关接口245可以经由基础设施106，与其它网关进行通信。

[0048] 网关控制器250可以提供整体的网关控制。网关控制器250可以计划和控制网关200对于卫星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。此外，网关控制器250还可以耦合到陆基卫星控制器(为了简单起见而没有示出)，后者用于维持和监测卫星300的轨道，将卫星使用信息中继到网关200，跟踪卫星300的位置和/或调整卫星300的各种信道设置。

[0049] 对于图2中所示出的示例性实现而言，网关控制器250包括本地时间、频率和位置参考251，后者可以向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。可以使用该时间和频率信息，将网关200的各个部件进行彼此之间同步和/或与卫星300进行同步。此外，本地时间、频率和位置参考251还可以向网关200的各个部件提供卫星300的位置信息(例如，星历数据)。此外，虽然在图2中描述成包括在网关控制器250之中，但对于其它实现而言，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中的一个或多个)的单独子系统。

[0050] 虽然为了简单起见而在图2中没有示出，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直接与卫星300进行通信，以便例如从卫星300获取星历数据。此外，网关控制器250还可以接收经处理的信息(例如，从SCC和/或NCC进行接收)，其中该信息允许网关控制器250适当地瞄准其天线205(例如，瞄准卫星300)，以调度波束传输、协调切换、以及执行各种其它公知的功能。

[0051] 仅仅为了说明性目的，图3是卫星300的示例性框图。应当理解的是，具体的卫星配置可以显著地改变，可以包括星上处理，也可以不包括星上处理。此外，虽然示出成单一卫

星，但使用卫星间通信的两个或更多卫星可以提供网关200和UT 400之间的功能连接。应当理解的是，本公开内容并不限于任何特定的卫星配置，可以提供网关200和UT 400之间的功能连接的任何卫星或者卫星组合，可以视作为位于本公开内容的范围之内。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351和352(1)-352(N)、以及返回链路天线361(1)-362(N)和362。可以对相应的信道或者频带之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、以及PA 316(1)-316(N)中的相应一个。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，如图3中所示。

[0052] 在相应的前向路径FP(1)-FP(N)中的每一个，第一带通滤波器311(1)-311(N)使频率位于相应的前向路径FP(1)-FP(N)的信道或频带之内的信号分量通过，对频率位于相应的前向路径FP(1)-FP(N)的信道或频带之外的信号分量进行滤波掉。因此，第一带通滤波器311(1)-311(N)的通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成适合于由频率转换器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，转换成适合于从卫星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，第二带通滤波器315(1)-315(N)对频率位于相关联的信道宽度之外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合于经由相应的天线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，经由返回链路天线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)中的每一个(其可以对相应的信道或频带中的通信信号进行处理)可以耦合到天线361(1)-361(N)中的相应一个，并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LNA 324(1)-324(N)中的相应一个、以及第二带通滤波器325(1)-325(N)中的相应一个。

[0053] 在相应的返回路径RP(1)-RP(N)中的每一个内，第一带通滤波器321(1)-321(N)使频率位于相应的返回路径RP的信道或频带之内的信号分量通过，对频率位于相应的返回路径RP(1)-RP(N)的信道或频带之外的信号分量进行滤波。因此，对于一些实现而言，第一带通滤波器321(1)-321(N)的通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成适合于由频率转换器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，转换成适合于从卫星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，第二带通滤波器325(1)-325(N)对频率位于相关联的信道宽度之外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，并经由PA326提供给返回链路天线362。PA 326对组合后的信号进行放大，以便传输给网关200。

[0054] 振荡器330(其可以是生成振荡信号的任何适当电路或设备)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，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，转换成与从卫星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，转换成与从卫星300到网关200的信号传输相关联的频带。

[0055] 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(为了简单起见而没有示出)。该存储器可以包括存储指令的非临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单元)，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。

[0056] 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，其中这些通信信号被传送到模拟接收机414，在此处，对这些通信信号进行下变频、放大和数字化。通常使用双工器单元412来允许同一个天线服务发射和接收功能。或者，UT收发机可以使用单独的天线来操作在不同的发射频率和接收频率。

[0057] 将模拟接收机414所输出的数字通信信号传送到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。根据收发机复杂度的可接受水平，可以使用另外的数字数据接收机416A-416N来获得期望水平的信号分集，如相关领域中的普通技术人员所显而易见的。

[0058] 至少一个UT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提供基本信号处理、定时、功率和切换控制或协调、以及用于信号载波的频率的选择等等其它功能。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。信号参数(例如，定时和频率)的这些计算可以包括使用另外的或者单独的专用电路，提供增加的效率或者测量的速度或者控制处理资源的改进的分配。

[0059] 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包括用于传送去往和来自如图1中所示的UE 500的信息的处理和呈现单元。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。这些单元中的一些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进行通信。

[0060] 当将语音或其它数据准备成源自于UT 400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射调制器426提供该数据。将发射调制器426的输出传送到数字发射功率控制器428，后者向模拟发射功率放大器430提供输出功率控制，以用于该输出信号从天线410向卫星(例如，卫星300)的最后传输。

[0061] 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。

[0062] 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)，后者可以向控制处理器420提供本地时间、频率和/或位置信息，以用于各种应用(例如，其包括用于UT 400的时间和频率同步)。

[0063] 数字数据接收机416A-416N和搜索器接收机418配置有用于对特定的信号进行解调和跟踪的信号相关单元。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较强信号，而数字数据接收机416A-416N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，可以分配数字数据接收机416A-416N以跟踪导频信号，在捕获之后，准确地确定信号码片能量与信号噪声之比，制定导频信号强度。因此，可以对这些数字数据接收机416A-416N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。此外，这些数字数据接收机416A-416N还使用频率跟踪单元，可以对这些频率跟踪单元进行监测，以向控制处理器420提供当前频率和时间信息，以用于对信号进行解调。

[0064] 控制处理器420可以使用该信息来确定当需要将所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。可以根据期望，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。

[0065] 此外，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。可以根据期望，将UE接口电路450配置为与各种UE配置进行通信，并因此根据与所支持的各种UE进行通信所使用的各种通信技术，可以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/或配置为与和UT 400进行通信的一个或多个UE进行通信的其它已知通信技术。

[0066] 图5是示出UE 500的框图，其还可以应用于图1的UE 501。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，例如。另外，该UE 500可以是提供针对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所示出的例子中，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。此外，UE 500还可以包括诸如蓝牙、ZigBee和其它已知技术之类的另外收发机(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所示出的单元提供成一种示例性配置，而并不旨在限制UE的配置。

[0067] 在图5所示出的例子中，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/或其它传感器还可以耦合到处理器512。

[0068] 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和/或从UT 400接收的数据518，如图1中所示。参见图5，存储器516还可以包括所存储的由处理器512执行以用于执行与UT 400进行通信的处理步骤的指令520。此外，UE 500还可以包括用户接口522，后者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UE 500进行接口的硬件和软件，例如。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。替代地，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集成在一起。同样再一次，图5中所示出的单元并不旨在限制本文所公开的UE的配置，应当理解的是，UE 500中所包括的单元将基于该设备的终端使用和系统工程师的设计方案选择而发生变化。

[0069] 另外，例如，UE 500可以是与如图1中所示出的UT 400进行通信但与UT 400相分离的用户设备(例如，移动设备或外部网络侧设备)。替代地，UE 500和UT 400可以是单一物理设备的集成部分。

[0070] 图6A示出了用于描述处于围绕地球630的轨道中的GSO卫星610和两个NGSO卫星620(1)-620(2)的图600。对于地球630上的观察者而言，GSO卫星610呈现为在位于天空中的(例如，地球赤道631上方的天空中的)固定位置中不动。GSO卫星610与相应的GSO地面站612维持相对固定的视线。应当注意的是，对于地球630表面上的给定点而言，在天空中可能有一个位置的弧形，沿着该弧形定位有多个GSO卫星。本文可以将这种GSO卫星位置的弧形称为GSO弧形640。用于GSO地面站(例如，诸如GSO地面站612)的接收方向，可以通过通常固定的定向和固定的波束宽度(例如，ITU规范所规定的波束宽度)的天线模式来规定。

[0071] NGSO卫星620(1)-620(2)部署在非地球静止轨道，并且沿着地球表面上的处于相对较低高度(例如，与GSO卫星相比)的各种路径来绕着地球630旋转。由于NGSO卫星620(1)-620(2)绕着地球630相对快速地旋转(例如，对于低地球轨道(LEO)卫星而言，近似每90分钟)，因此它们的位置相对于地球630上的固定位置快速地改变。为了在地球表面的很广区域上提供覆盖(例如，为了跨越美国提供互联网服务)，通常部署多个NGSO卫星以形成NGSO卫星星座，其中这些NGSO卫星中的每一个可以提供跨越地球表面的相应路径的覆盖。例如，将NGSO卫星620(2)描述成使波束621(1)指向到地球表面上的第一覆盖区域622(1)，并且将NGSO卫星620(2)描述成使波束621(2)指向到地球表面上的第二覆盖区域622(2)。对于实际实现而言，NGSO卫星620(1)-620(2)均可以发送任意数量的波束，并且这些波束中的一个或多个可能指向地球表面上的重叠区域。如本文所使用的，卫星的覆盖区是位于其之中的所有UT都可以(在最小仰角之上)与该卫星进行通信的(地球上的)表面区域。卫星(例如，从相应天线)发送的波束所覆盖的区域，本文称为波束覆盖区域。因此，可以根据从卫星发送的多个波束所提供的多个波束覆盖区域来规定卫星的覆盖区。

[0072] NGSO卫星620(1)-620(2)可以使用GSO卫星610所使用的相同频谱的至少一部分来与陆基网关(为了简单起见，图6A中没有示出)和UT进行通信。NGSO卫星620(1)-620(2)应当不超过ITU所建立的EPFD限制。当从位于该NGSO卫星波束的覆盖区域中的地球表面上的某一点观看时，如果该给定的NGSO卫星和GSO卫星610基本上处于相同的方向，使得该NGSO卫星波束基本上在该位置的GSO地面站的接收天线的方向上进行发射(例如，如GSO地面站的波束模式(如，天线模式)所规定的)，则给定的NGSO卫星波束可能存在超过EPFD限制并且潜在地干扰GSO卫星通信的风险。

[0073] 如上面所讨论的，在从地球静止轨道可视的地球表面上的任何点处，由非地理静止卫星系统的所有空间站的发射所造成的干扰，必须不超过ITU无线电规则第22条所描述的限制。超过这些限制将干扰地球静止卫星(GSO)地面站的操作。NGSO卫星必须减少功率，或者停止在将会超过这些限制的地球表面的区域上方发射信号。

[0074] 为了使非地球静止卫星系统的性能(其包括覆盖和容量)最大化,并且使实现期望的性能所需要的NGSO卫星的数量最小化,期望使每个卫星的覆盖区中的应当减少或者关闭发射功率的部分最小化。

[0075] 图6B示出了与NGSO卫星650的覆盖区相关联的术语。NGSO卫星650的覆盖区652在通过为NGSO卫星650服务的地面站654的最小仰角(在图6B中示出成ε)所指示的、由地球-中心角度(在图6B中示出成λ)所定义的地球表面上形成一个圆圈。每个NSGO卫星650通过其从安装在NSGO卫星650上的天线发射到地球表面的波束,来向其相应的覆盖区652提供覆盖。

[0076] 在NGSO卫星650的实现中,将下行链路天线波束模式设计成一系列较长的窄波束。对这些波束进行定向,以使得每个波束在地面上的轮廓(例如,3dB向下轮廓)具有其东向西定向的较长轴(长轴)及其北向南定向的较短轴(短轴)。对这些波束进行对齐,以使得它们在北到南方向上彼此毗邻。

[0077] 图7示出了包括16个波束的NGSO卫星波束模式的实现,其中将这些波束数字标记为1到16,每个波束的形状基本上是椭圆形的,并且具有近似相等的面积。这些波束被布置成大致覆盖NGSO卫星覆盖区702。箭头704表示相对于图示的向北方向。椭圆的短轴沿着一条标记为706的线重合,其从北向南延伸。椭圆的主轴从东向西延伸。任何两个相邻波束模式的重叠(如果存在重叠的话)至多是波束模式区域的相对较小的一部分。16个波束的选择是为了便于说明而进行的,并不意味着是限制性的,使得其它实现可以具有多于或少于16个波束。

[0078] 对于倾斜的卫星轨道(例如,Walker星座),卫星波束的主轴的东向西定向可以通过卫星的偏航转向来维持,或者以其它方式来旋转天线,以便在每个轨道期间旋转波束模式。

[0079] 当针对波束的覆盖区域中的、地球上的任何一点来说(如果完全供电的话)将超过EPFD干扰限制时,则应当减小或关闭波束功率,以使得不会超过EPFD限制。对于特定的卫星将超过EPFD干扰限制的区域称为GSO排除区域。GSO排除区域在地球表面上形成一个弯曲区域,并且在东向西方向上跨越NGSO卫星覆盖区702,但在北向南方向上较窄。

[0080] 图8示出了用于图7中所示出的波束模式的GSO排除区域,其中,图8中的线802和804限定了GSO排除区域。对于图8的特定示例而言,GSO排除区域覆盖波束9和10,并且部分地覆盖波束8和11。因此,取决于哪些波束超过了EPFD限制,至多需要对波束8、9、10、和11进行衰减或者关闭。EPFD的值取决于地面站所观察到的水平面上方的到达角度,并且因此它可能会随着波束的变化而变化。在其它例子中,GSO排除区域可以覆盖与图8中所示出的不同的波束。

[0081] 如图8中所示,由于这些波束相对较长和较窄,并且因为它们是根据它们的长轴沿着GSO排除区域东向西延伸而定向的,因此在只需要衰减或关闭相对较少的波束的意义上,波束能够高效地覆盖NGSO卫星覆盖区702,并且在GSO排除区域之外的NGSO卫星覆盖区702的相对较小区域,由需要进行衰减或关闭的波束覆盖。结果,由GSO排除区域以外的有效(active)波束覆盖的区域是NGSO卫星覆盖区702的相对较大的一部分。

[0082] 这种较长的窄波束的增益通常在其覆盖区域的中心处最强,并且朝着主(长)轴的端部逐渐变弱。因此,随着NGSO卫星的轨道平面之间的距离在更高的纬度变得降低,并且相邻轨道平面中的NGSO卫星的波束越来越重叠,则波束的较弱部分重叠,使干扰最小化,并且

使波束的更强的中心区域作为主要覆盖区域。

[0083] NGSO卫星可以执行图9A和图9B中所示出的方法(或处理)。参见图9A,在动作902,确定NGSO卫星的位置、航向(heading)、和定向(orientation)。该确定可以依赖于GPS测量的坐标和提供定向信息(也就是说,下行链路天线的方向和定向)的其它传感器。在动作904处,对天线或者NGSO卫星进行控制以对波束进行定向,使得它们的长轴位于东向西的方向。图9A示出了从动作904到动作902的循环,以指示该处理是运行过程,使得随着NGSO卫星在其轨道上移动,波束具有如参照图7和图8所描述的定向。

[0084] 图9B示出了用于衰减或者关闭用于卫星的波束集中的一个波束子集,使得由于在地球表面上的任何感兴趣点上的卫星星座的总功率不会超过EPFD限制。具体而言,与该波束子集相对应的是一组相应的功率电平,其中将该波束子集中的每个波束设置为处于其相应的功率电平或低于其相应的功率电平。该组相应的功率电平是使得如果该波束子集中的任何波束超过其相应的功率电平,则地球表面上的某个感兴趣点将超过EPFD限制。存在多种方法来找到这样的波束子集和该组相应的功率电平,其中图9B提供了一个这种例子。

[0085] 在动作906中,判断位于其当前功率电平的波束是否将导致:来自基于卫星的通信系统中的所有卫星的在地球表面上的某一点的总功率超过EPFD限制。如图9B中所示,将这些波束编号为索引i,并标记为“波束(i)”,其中索引i为从0到n-1,并且其中n是表示波束集中的波束的数量的整数。如果在动作906中,确定波束(i)将不会造成在地球表面上的某一点的总功率超过EPFD限制,则控制将转到动作907,其中将波束(i)维持在其当前电平。在一些实施例中,如果对波束(i)的功率电平进行增加将不会造成超过EPFD限制,则可以这样做。(当然,不能向波束供电超过其安全限制)。但是,如果在动作906中确定波束(i)将造成在地球表面上的某一点的总功率超过EPFD限制,则控制将转到动作908,其中对该特定的波束进行关闭或者衰减其功率。随后,控制转到动作910。

[0086] 在动作910中,对索引i进行递增1,当其达到n-1时,返回到0。随后,控制返回到动作906,以指示图9B中所示出的处理是运行过程。可以重复地实现图9B中的处理,使得对每个波束进行测试,以判断应当对其进行衰减,还是增加功率。应当注意,可以将波束衰减到使其完全断电的点。

[0087] 应当理解的是,使用某种步进大小,执行如动作907和908中所指示的对波束功率电平进行增加和减小(衰减)的动作,其中该步进大小是工程设计选择,并且其可以依赖于现有技术。因此,如果所述波束子集中的任何波束超过其相应的功率电平则超出EPFD限制的指示可以被解释为意味着:当该波束子集中的任何波束是高于其相应功率电平的步进大小时,将超过EPFD限制。

[0088] 图10是一种示例性卫星1000的框图,其中该卫星1000包括用于执行根据示例性实现的方法(处理)的卫星控制器1002,这些方法(处理)包括参照图9A和图9B所讨论的那些。对于图10的示例而言,卫星控制器1002经由第一链路1006来耦合到前向转发器1004,经由第二链路1010来耦合到返回转发器1008。为了便于说明起见,在图10中没有示出典型卫星中的所有单元。

[0089] 卫星控制器1002包括处理器1012和存储器1014。处理器1012包括集成在一个或多个芯片中的多个处理器核,因此对于处理器1012的引用意味着一个或多个处理器。存储器1014可以包括能存储下面的软件模块(SW)的非临时性计算机可读存储介质(例如,一个或

多个非易失性存储器单元，比如EPROM、EEPROM、闪存、硬盘驱动器等等)：波束位置确定软件模块1016，用于促进卫星1000的当前位置和高度的确定；GSO弧线定位软件模块1018，用于促进相对于卫星1000的GSO弧线的位置的确定；波束启用和配置软件模块1020，用于促进卫星1000的一个或多个波束的启用或禁用或者加电或断电，例如，调整卫星1000的一个或多个波束的多个参数(如，天线配置、波束控制、天线增益和发射功率电平)，例如，如图9A和图9B中所示的一个或多个操作所描述的。

[0090] 将耦合到前向转发器1004的天线示出成天线单元阵列，其中为了便于说明起见，只示出了标记为1022和1024的两个天线单元。类似地，将耦合到返回转发器1008的天线示出成天线单元阵列，其中为了便于说明起见，只示出了标记为1026和1028的两个天线单元。本文所讨论并在图9A和图9B中所示出的实现，针对于耦合到前向转发器1004的天线。可以使用各种类型的天线。例如，天线单元1022和1024可以表示电子可操控天线、缝隙阵列天线、以及具有不同类型的极化(例如，右手极化或左手极化)的其它类型的天线。

[0091] 此外，还可以使用任何其它适当的单元，来实现图10所表示的部件和功能，以及本文所描述的其它部件和功能。此外，还可以至少部分地使用如本文所揭示的相应结构来实现这些单元。例如，上面结合图10的“功能性模块”组件所描述的部件，还可以对应于类似指定的功能性“单元”。因此，在一些方面，可以使用一个或多个处理器组件、集成电路或者如本文所揭示的其它适当结构，来实现一个或多个这些单元。

[0092] 可以在不脱离本发明的基础上，对所公开的实现方式进行各种修改。例如，波束的形状可以不是椭圆形，并且波束模式可以在形状上不同于圆形。对于一些实现而言，具有矩形、长方形或椭圆形形状波束的正方形或矩形波束模式是期望的。例如，卫星系统的可能实现是用于极性卫星轨道的具有矩形形状波束的矩形形状波束模式、以及用于沃克或倾斜卫星轨道的具有椭圆形形状波束的圆形形状波束模式。作为其它示例，波束模式中的波束之间的重叠量可以变化，并且波束的较短(短)轴可能沿着单个线不一致。

[0093] 图11提供了覆盖一个覆盖区1102的具有16个波束的正方形波束模式的特定示例，其中这些波束具有矩形形状。在该情况下，所谓的椭圆的短轴现在可以被称为用于矩形的中线(或者中间线或中间段)，但仍然可以使用术语短轴。更准确地说，它是从一个矩形波束到另一个矩形波束共线(同轴)的矩形波束的两个中线中的较小的一个。这两个中线的较小者可以称为短中线。例如，图11中的虚线1106表示彼此排列的矩形波束的所有短中线。

[0094] 图12提供了覆盖一个覆盖区1202的具有16个波束的正方形波束模式的另一个特定示例，其中这些波束具有椭圆形或卵形形状。与图11中所示出的矩形形状(其可以视作为表示理想形状)相比，这种波束形状更容易实现。图12中的虚线1206表示彼此排列的卵形波束的所有短中线。

[0095] 通常，波束可以具有几种不同的形状中的一种，但在实现时，可以将每个波束描述成在北向南方向上相对较短或者较窄，并且在东向西方向上相对较宽或者较长，并且当向下观看覆盖区的表面时，这些波束基本上彼此相邻(毗邻)的。也就是说，他们的短中线是共线的，定向为北向南方向，应当理解的是，椭圆形的短中线是它的短轴。

[0096] 在描述一个波束沿着第一中线(或者第一方向)较窄和沿着第二中线(或者第二方向)较宽时，应当理解的是，与该波束沿着第二中线(或者第二方向)的线性尺寸相比，该波束沿着第一中线(或者第一方向)的线性尺寸更小。此外，因为构成波束模式的波束集可以

以最有限的精度来定向，因此在将波束模式中的一组波束的中线描述成基本上共线或者基本上沿着特定方向定向时，应当理解的是，该波束集中的每个波束的中线最多可以是共线的，或者在可用于一个实施例中所采用的特定技术的容差范围内在一个特定方向上定向。

[0097] 更一般来说，基本上相对于波束的特征或状况来使用的该术语，意在传送在一个实施例中采用的特定技术所固有的限制。例如，可以将波束描述为基本上椭圆形，应当理解的是，虽然波束的形状将不完全符合椭圆的几何定义，但本领域普通技术人员应当认识到，将该形状识别为充分地椭圆形，以便在计算功率或者通信链路预算时，可以将其建模成椭圆形。

[0098] 图13示出了表示成一系列相互关联的功能模块(如参照图9A、图9B和图10的例子所讨论的)的示例性网关装置1300。用于形成波束模式的模块1304可以至少在一些方面例如与本文所讨论的卫星控制器或者其组件(例如，图10的卫星控制器1002等等)相对应。用于形成波束模式的模块1304形成一种波束模式，使得对于覆盖区中的波束集而言，每个波束沿着其第一中线较窄，并且沿着其第二中线较宽，其中第一中线彼此之间基本上是共线的，并且第二中线基本上是东向西定向的。用于减少(或者衰减)针对波束集的一个子集的功率的模块，可以至少在一些方面例如与本文所讨论的卫星控制器或者其组件(例如，图10的卫星控制器1002等等)相对应。将所述子集中的每个波束减小到相应的功率电平或低于相应的功率电平，使得当向一个波束的供电超过其相应的功率电平时，等效功率通量密度(EPFD)超过地球表面上的某一点的指定限制。

[0099] 图13的模块的功能可以使用与本文内容相一致的各种方式来实现。在一些设计方案中，可以将这些模块的功能实现成一个或多个电组件。在一些设计方案中，可以将这些方框的功能实现成包括一个或多个处理器组件的处理系统。在一些设计方案中，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的功能。如本文所讨论的，集成电路可以包括处理器、软件、其它有关的部件或者其某种组合。因此，可以将不同的模块的功能实现成例如集成电路的不同子集，一组软件模块的不同子集，或者其组合。此外，应当理解的是，(例如，集成电路和/或一组软件模块的)给定子集可以提供用于一个以上模块的功能的至少一部分。

[0100] 此外，还可以使用任何其它适当的单元，来实现图13所表示的部件和功能，以及本文所描述的其它部件和功能。此外，还可以至少部分地使用如本文所揭示的相应结构来实现这些单元。例如，上面结合图13的“功能性模块”组件所描述的部件，还可以对应于类似指定的功能性“单元”。因此，在一些方面，可以使用处理器组件、集成电路或者如本文所揭示的其它适当结构中的一个或多个，来实现这些单元中的一个或多个。

[0101] 应当理解的是，当描述本公开内容的实现时，波束可以指代为基本椭圆形的、基本矩形的，或者使得短中线基本上是共线的。本领域普通技术人员应当认识到，“基本上”是一个反映下面的事实的术语，即由于天线孔径的有限尺寸和机械结构以及电子部件和微波部件中可用的公差，天线模式不能被制成适合精确的几何定义。

[0102] 本领域普通技术人员应当理解，信息和信号可以使用多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、光场或粒子或者其任意组合来表示。

[0103] 此外，本领域普通技术人员应当理解，本文所公开的各种示例性的逻辑框、模块、

电路和算法步骤可以实现成电子硬件、计算机软件或二者的组合。为了清楚地表示硬件和软件之间的这种可交换性，上面对各种示例性的部件、框、模块、电路和步骤均围绕其功能进行了总体描述。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条件。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，这种实现决策不应解释为背离本公开内容的保护范围。

[0104] 本文所公开的方法、序列和/或算法，可直接体现为硬件、由处理器执行的软件模块或二者的组合。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或者本领域已知的任何其它形式的存储介质中。可以将一种示例性的存储介质连接至处理器，从而使该处理器能够从该存储介质读取信息，并且可向该存储介质写入信息。或者，存储介质也可以是处理器的组成部分。

[0105] 因此，本公开内容的方面可以包括计算机可读介质，后者包含有用于避免超过非地理静止卫星系统的干扰限制的方法。因此，本发明并不限于所示出的示例。

[0106] 虽然上述公开内容示出了本发明的示例性的方面，但应当注意的是，在不脱离如所附权利要求书规定的本发明的保护范围的基础上，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、步骤和/或动作，并不需要以任何特定的顺序来执行。此外，虽然用单数形式描述或主张了本发明的一些方面，但除非明确说明限于单数，否则复数形式是可以预期的。

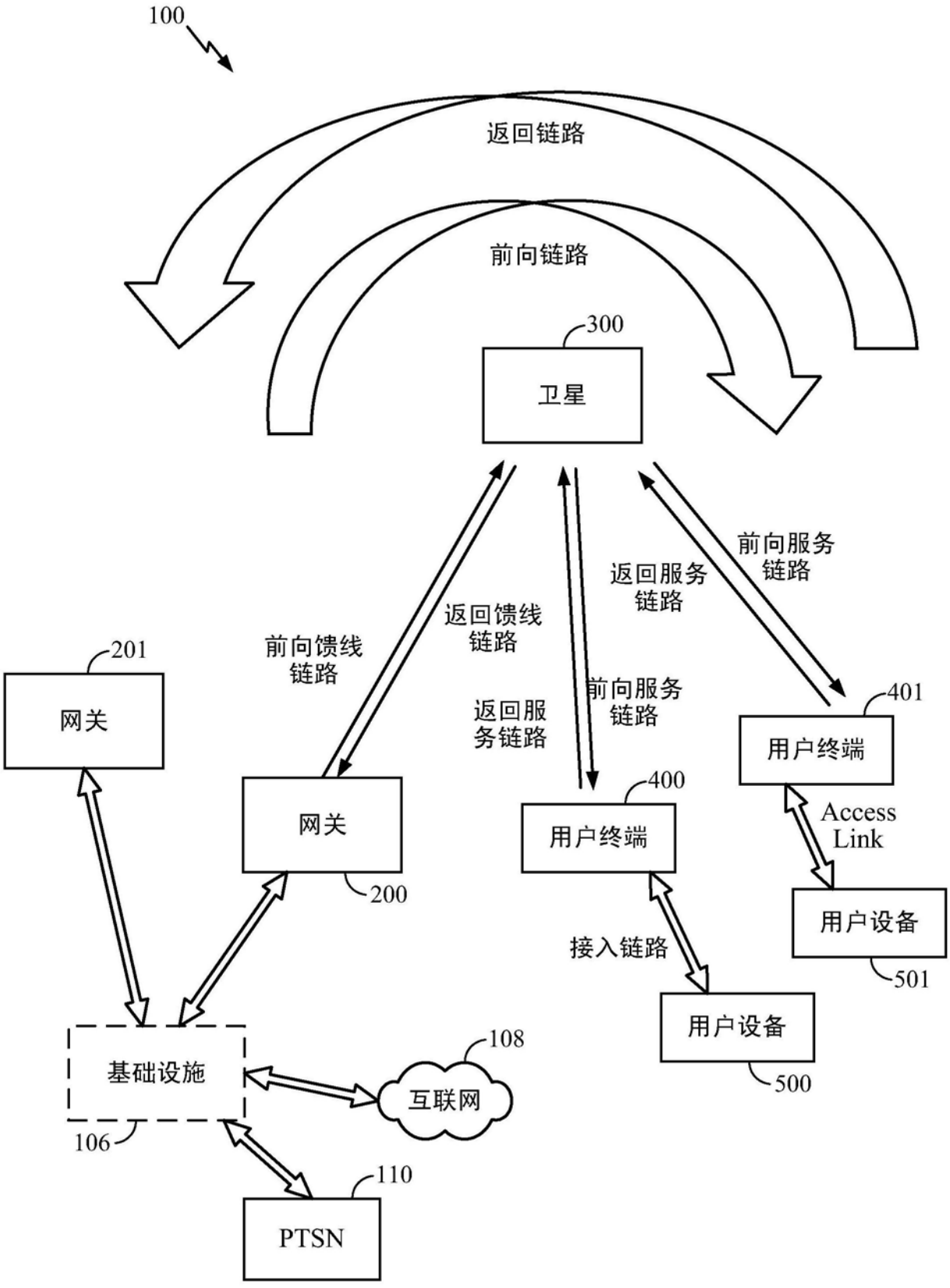

100
返回链路
前向链路
300
卫星
前向馈线链路
返回馈线链路
返回服务链路
前向服务链路
返回服务链路
前向服务链路
201
网关
网关
200
400
用户终端
401
用户终端
Access Link
用户设备
501
接入链路
用户设备
500
基础设施
106
互联网
108
PTSN
110

图1

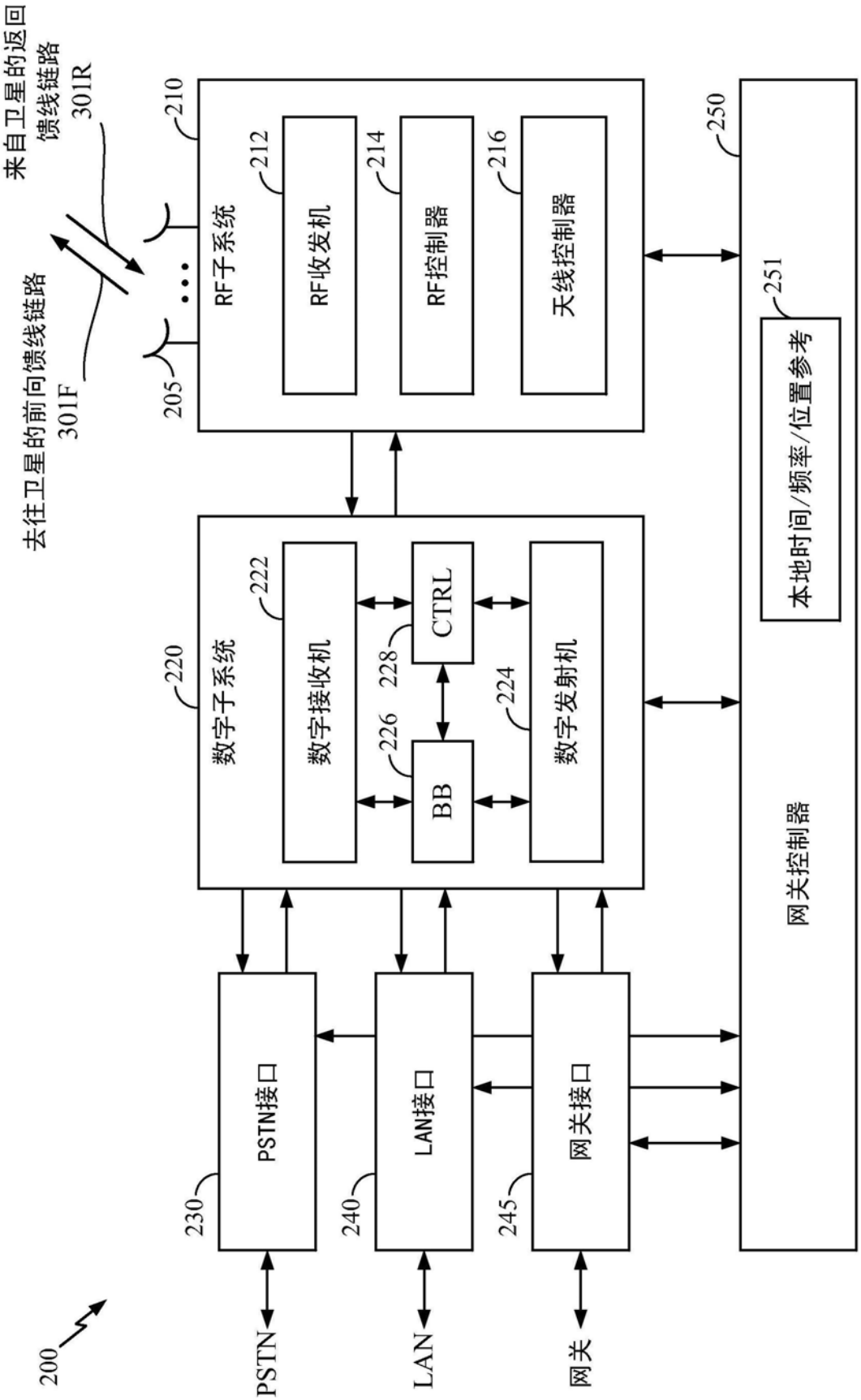

来自卫星的返回馈线链路
301R
去往卫星的前向馈线链路
301F
205
210
RF子系统
212
RF收发机
214
RF控制器
216
天线控制器
250
251
本地时间/频率/位置参考
220
数字子系统
222
数字接收机
CTRL
228
226
BB
224
数字发射机
网关控制器
230
PSTN接口
240
LAN接口
245
网关接口
200
PSTN
LAN
网关

图2

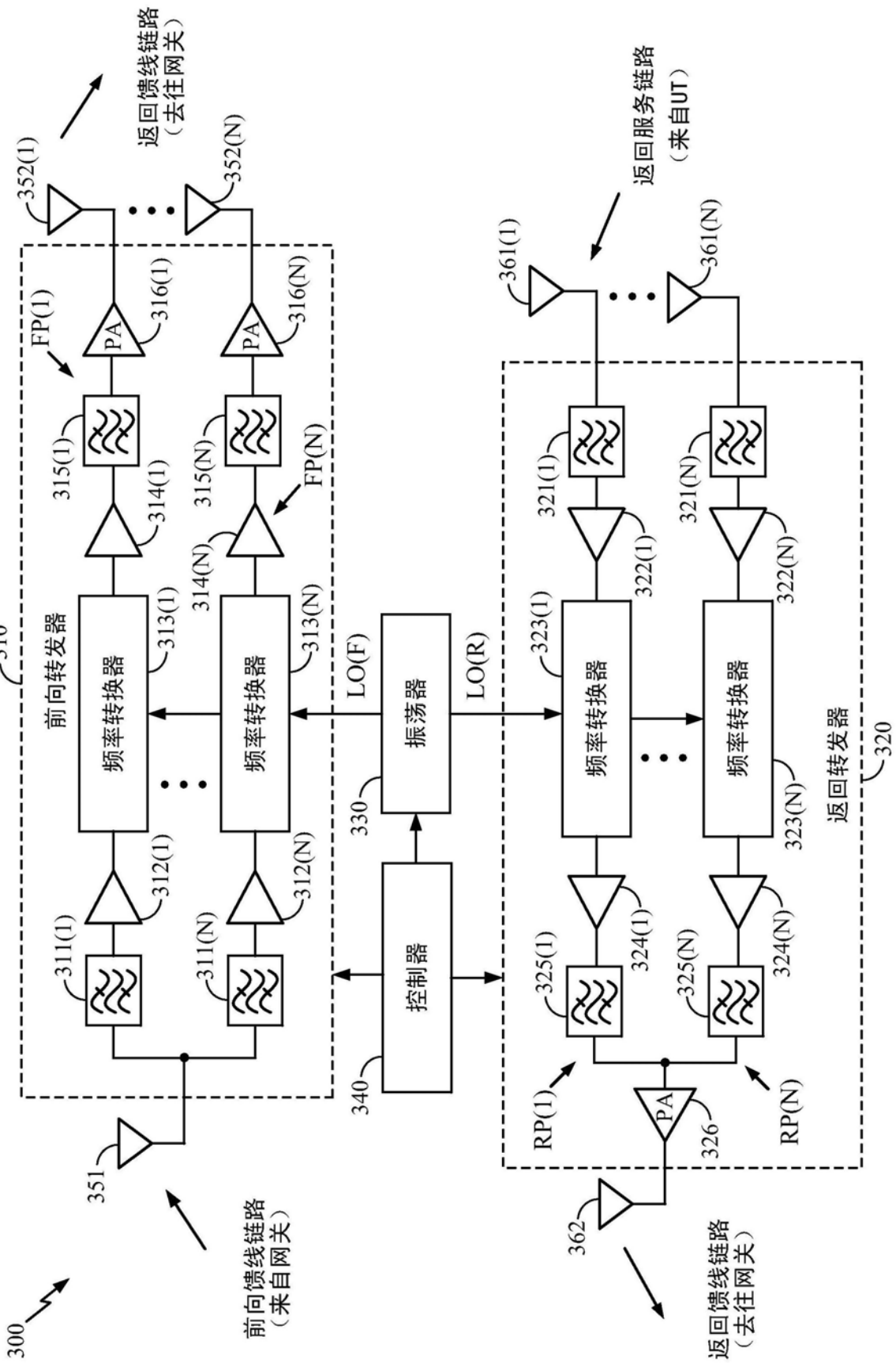

300
310
前向转发器
FP(1)
FP(N)
频率转换器
313(1)
313(N)
312(1)
312(N)
311(1)
311(N)
314(1)
314(N)
315(1)
315(N)
PA
316(1)
316(N)
352(1)
352(N)
返回馈线链路
（去往网关）
351
前向馈线链路
（来自网关）
控制器
340
振荡器
330
LO(F)
LO(R)
320
返回转发器
323(1)
323(N)
322(1)
322(N)
321(1)
321(N)
324(1)
324(N)
325(1)
325(N)
326
RP(1)
RP(N)
361(1)
361(N)
返回服务链路
（来自UT）
362
返回馈线链路
（去往网关）

图3

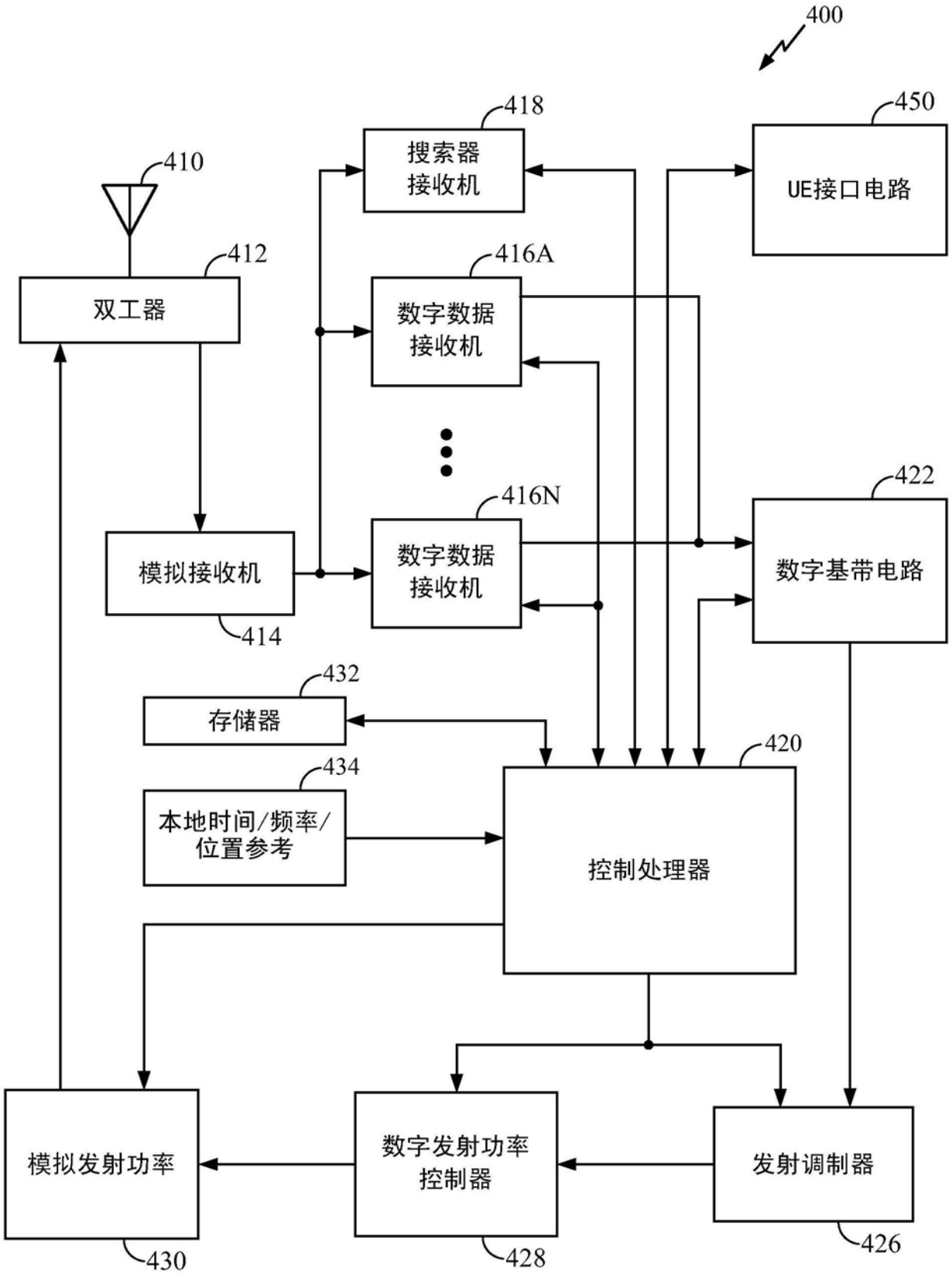

400
418
搜索器
接收机
450
UE接口电路
410
412
双工器
416A
数字数据
接收机
416N
数字数据
接收机
422
数字基带电路
模拟接收机
414
432
存储器
420
434
本地时间/频率/
位置参考
控制处理器
模拟发射功率
430
数字发射功率
控制器
428
发射调制器
426

图4

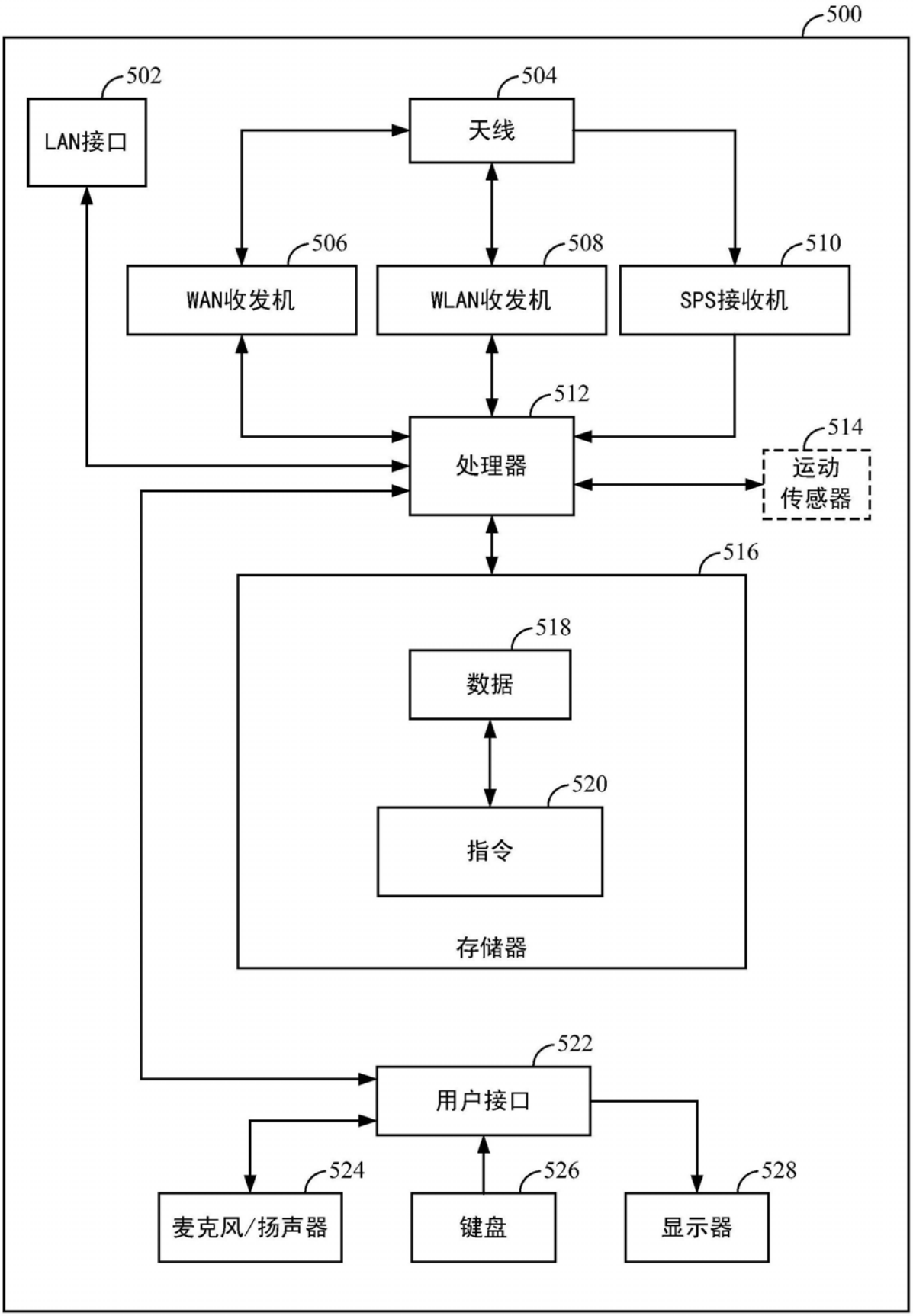

500
502
LAN接口
504
天线
506
WAN收发机
508
WLAN收发机
510
SPS接收机
512
处理器
514
运动
传感器
516
518
数据
520
指令
存储器
522
用户接口
524
麦克风/扬声器
526
键盘
528
显示器

图5

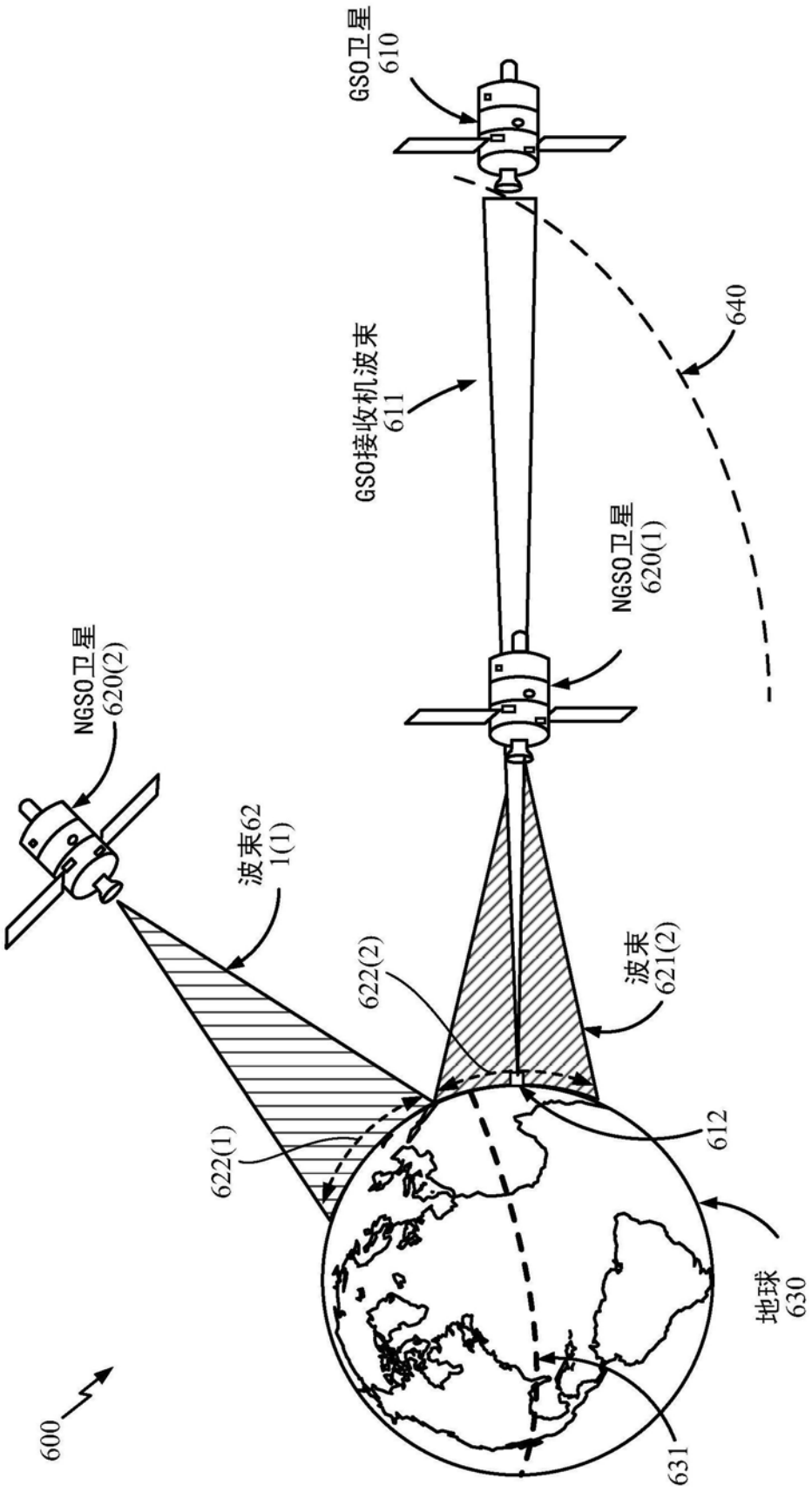

GSO卫星
610
640
GSO接收机波束
611
NGSO卫星
620(1)
NGSO卫星
620(2)
波束62
1(1)
622(2)
波束
621(2)
622(1)
612
地球
630
600
631

图6A

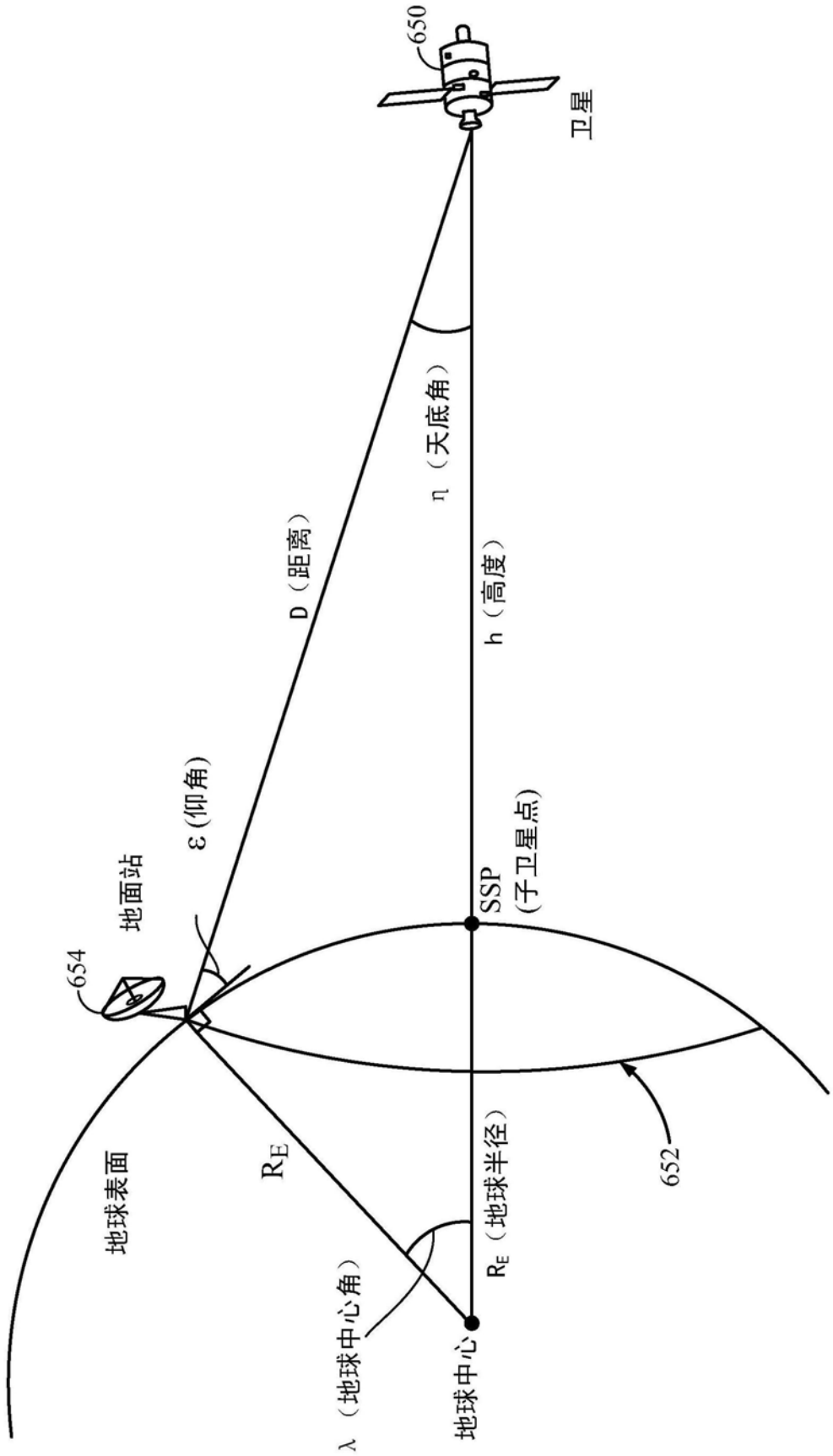

650
卫星
η（天底角）
D（距离）
h（高度）
ε（仰角）
地面站
654
SSP
（子卫星点）
652
地球表面
R_E
R_E（地球半径）
λ（地球中心角）
地球中心

图6B

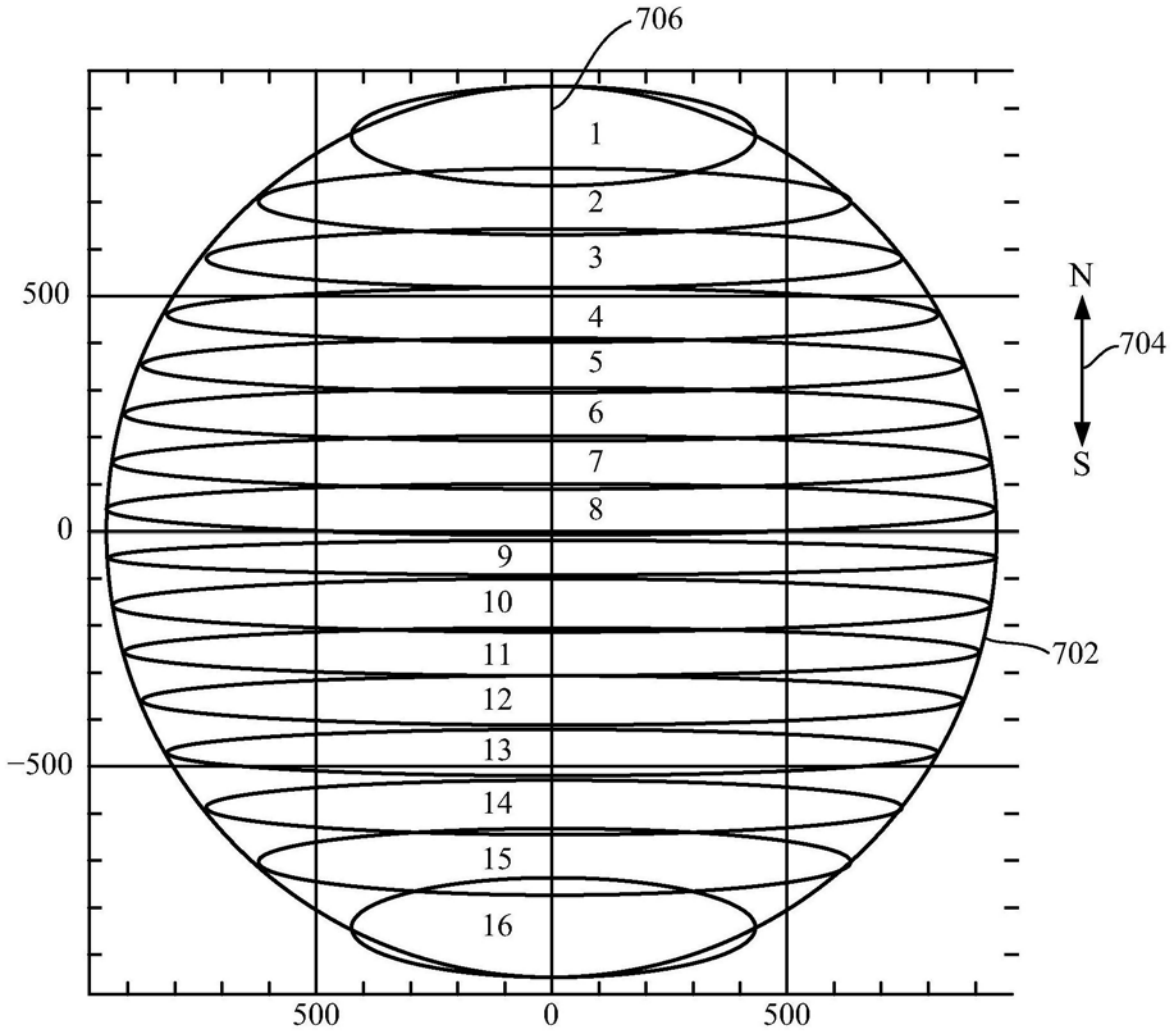


图7

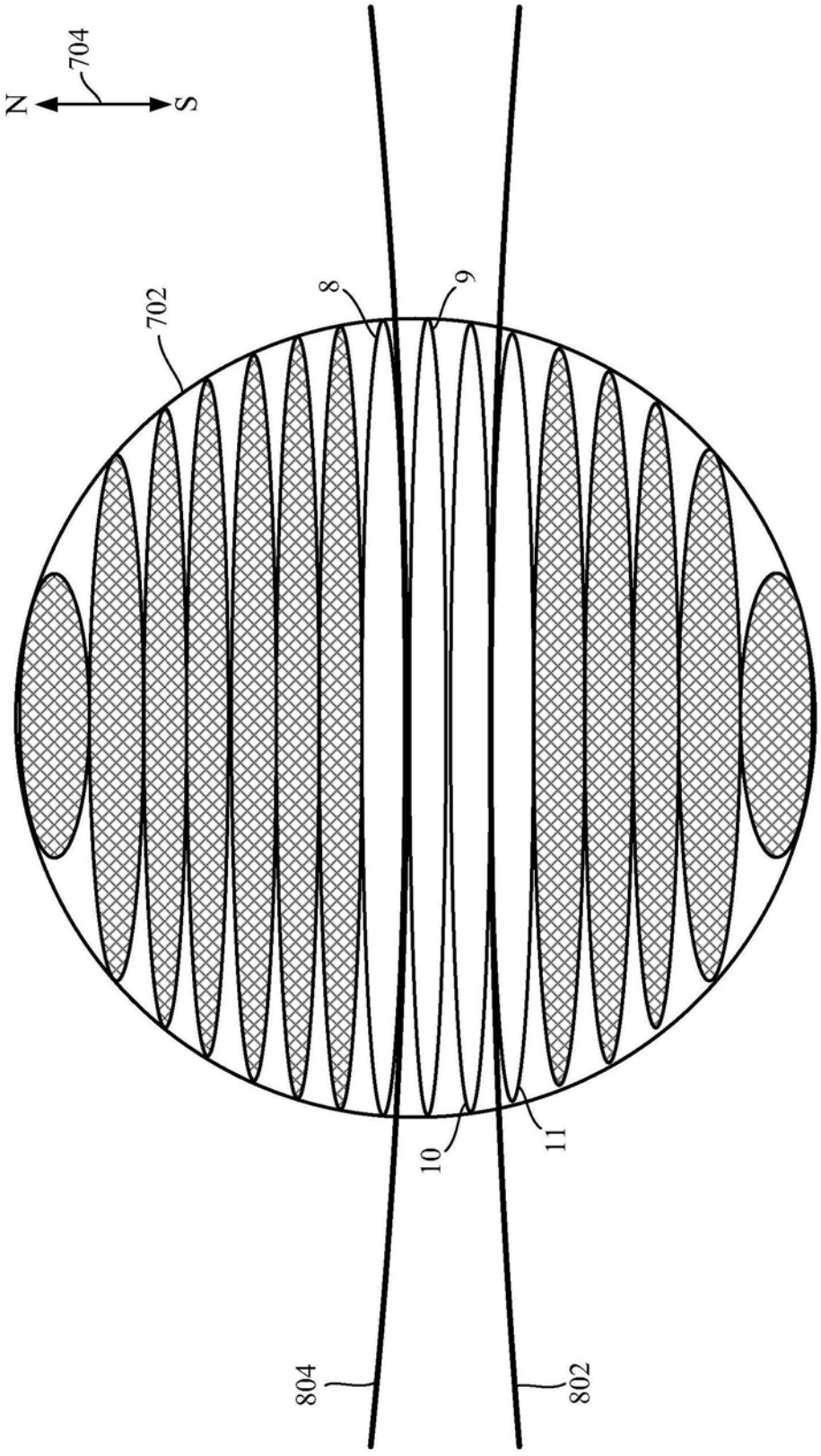


图8

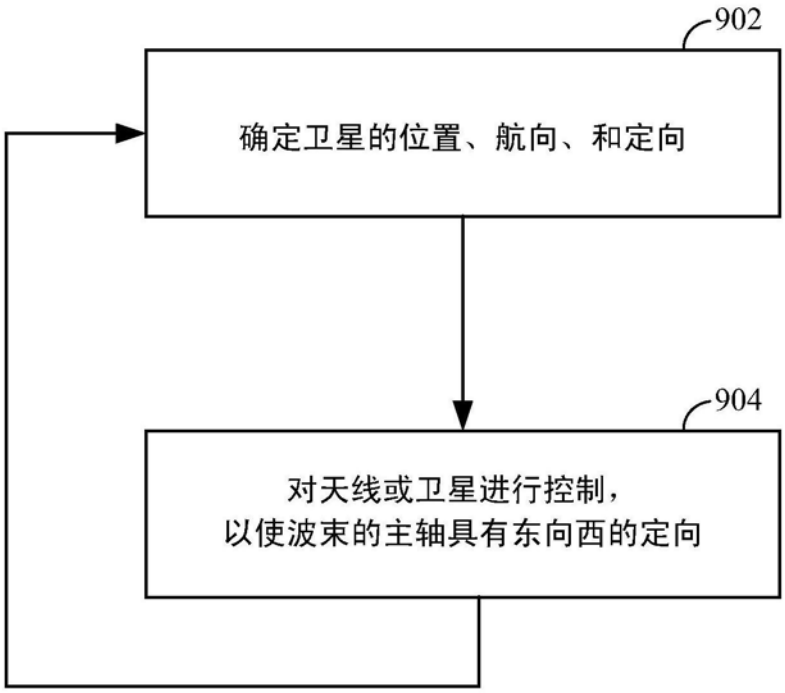


图9A

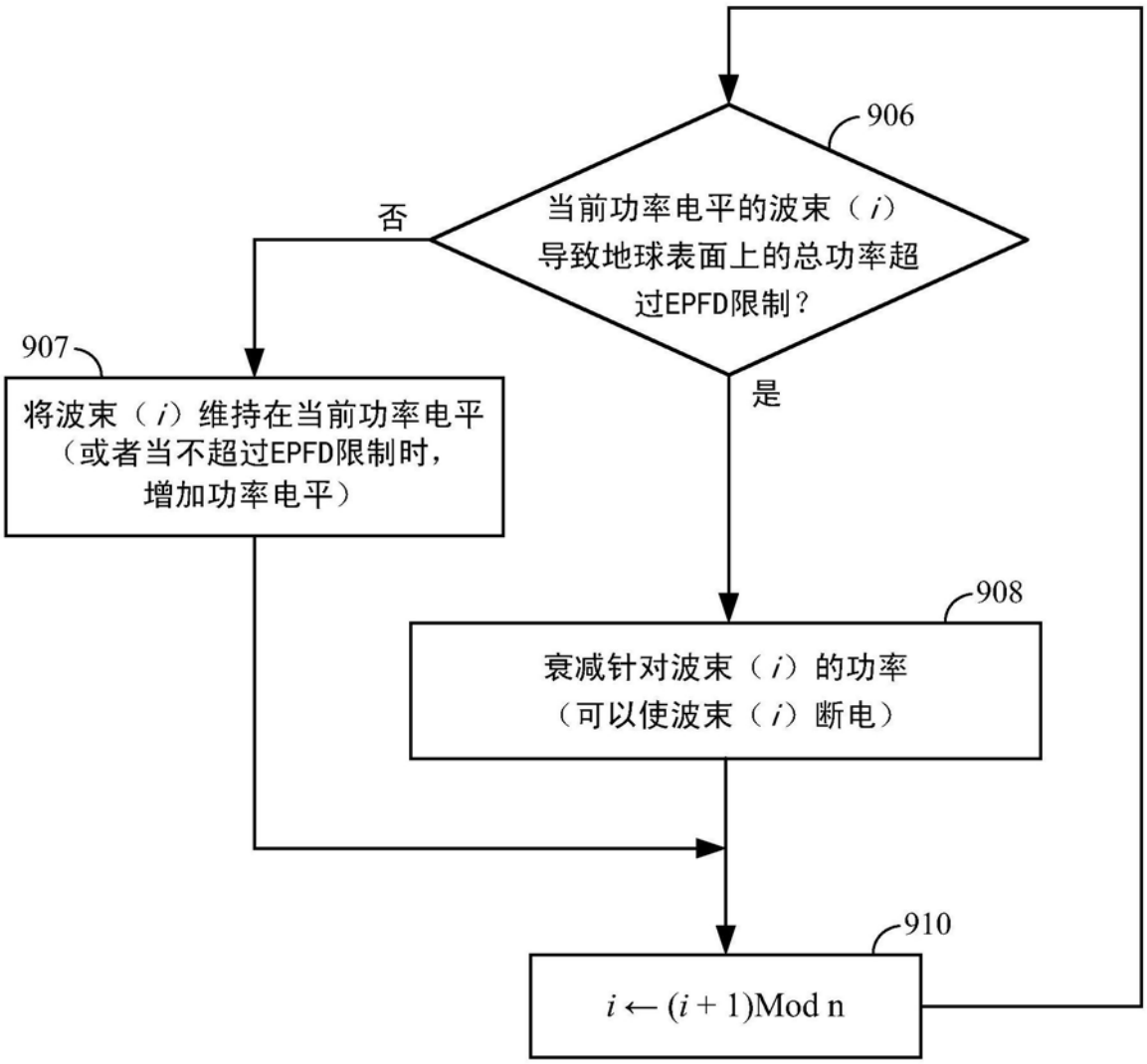

906
当前功率电平的波束（i）导致地球表面上的总功率超过EPFD限制？
否
是
907
将波束（i）维持在当前功率电平（或者当不超过EPFD限制时，增加功率电平）
908
衰减针对波束（i）的功率（可以使波束（i）断电）
910
i ← (i + 1)Mod n

图9B

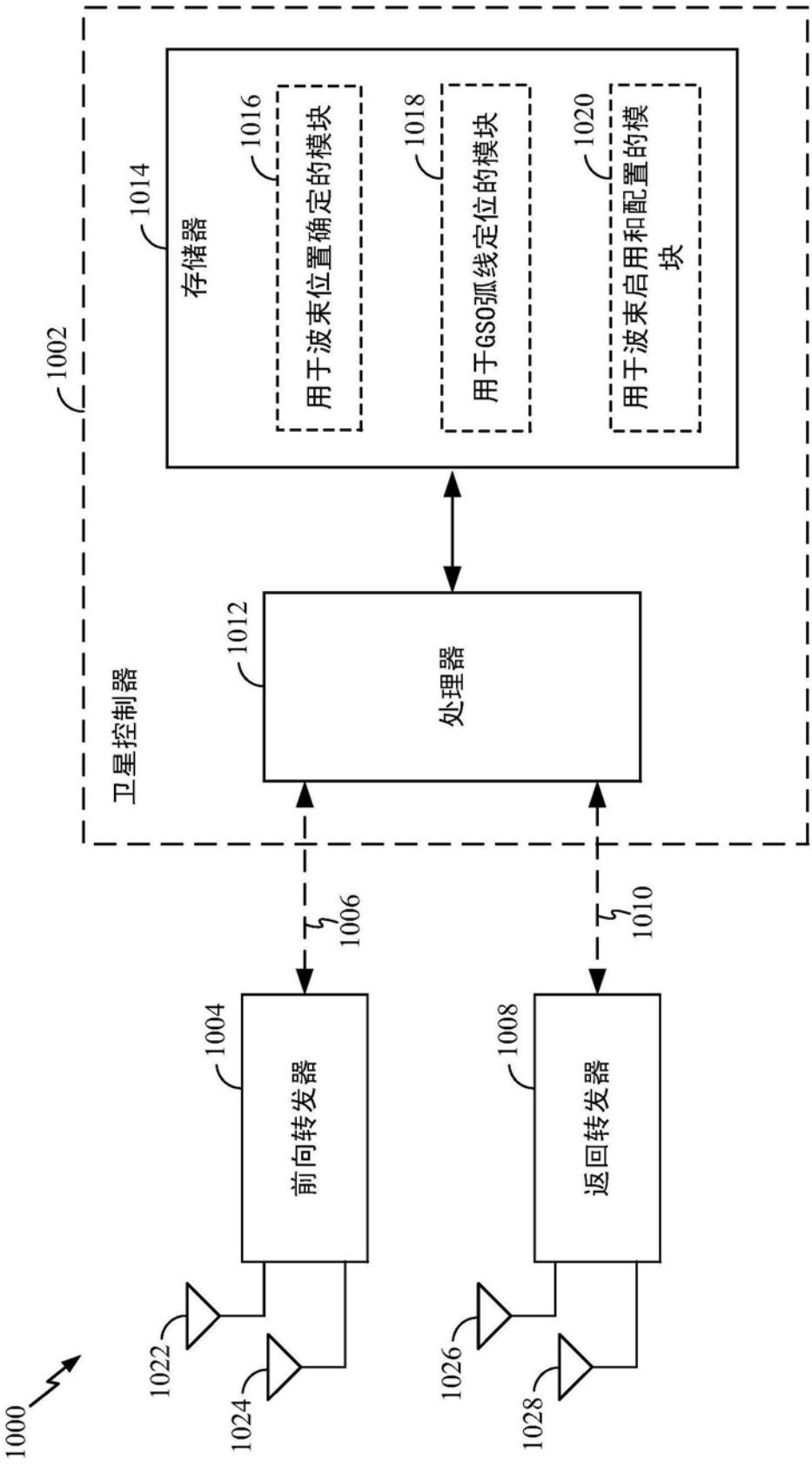

1002
卫星控制器
1014
存储器
1016
用于波束位置确定的模块
1018
用于GSO弧线定位的模块
1020
用于波束启用和配置的模块
1012
处理器
1006
1010
1004
前向转发器
1008
返回转发器
1022
1024
1026
1028
1000

图10

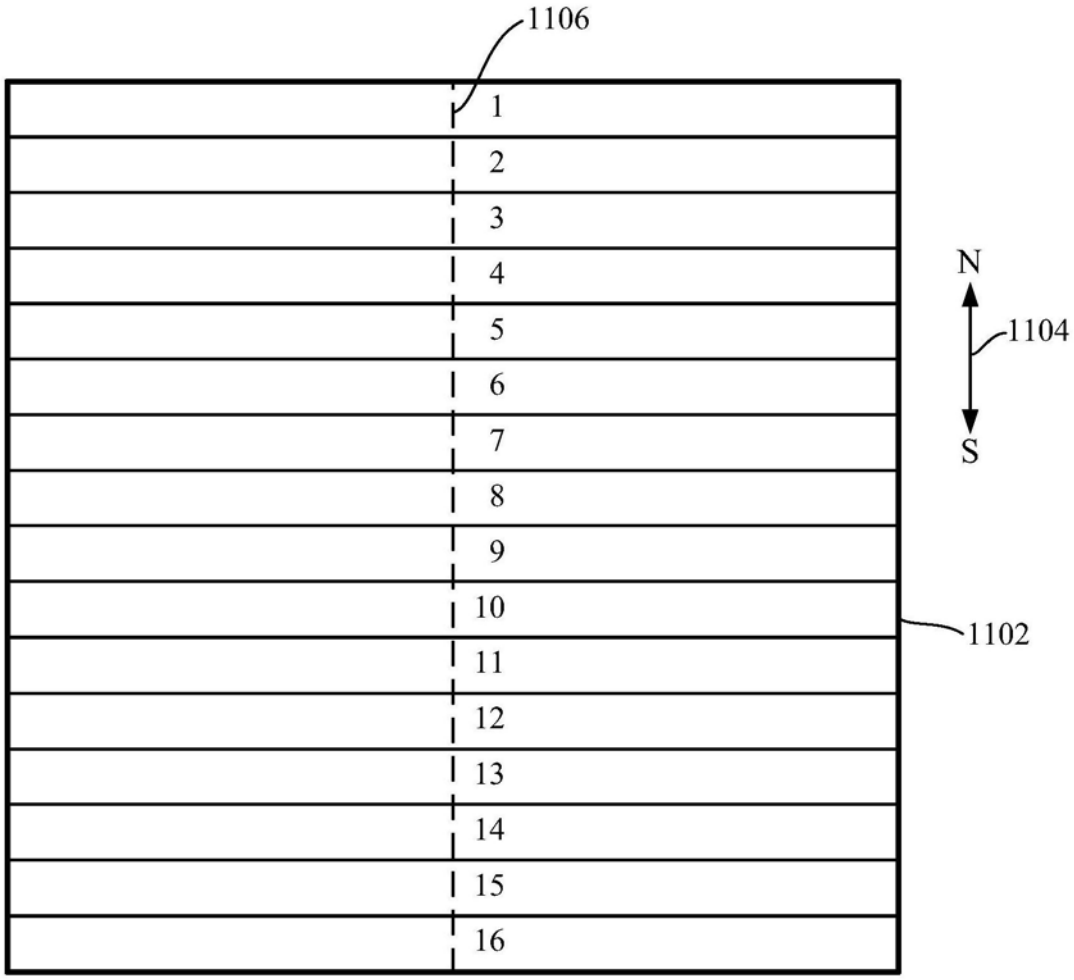


图11

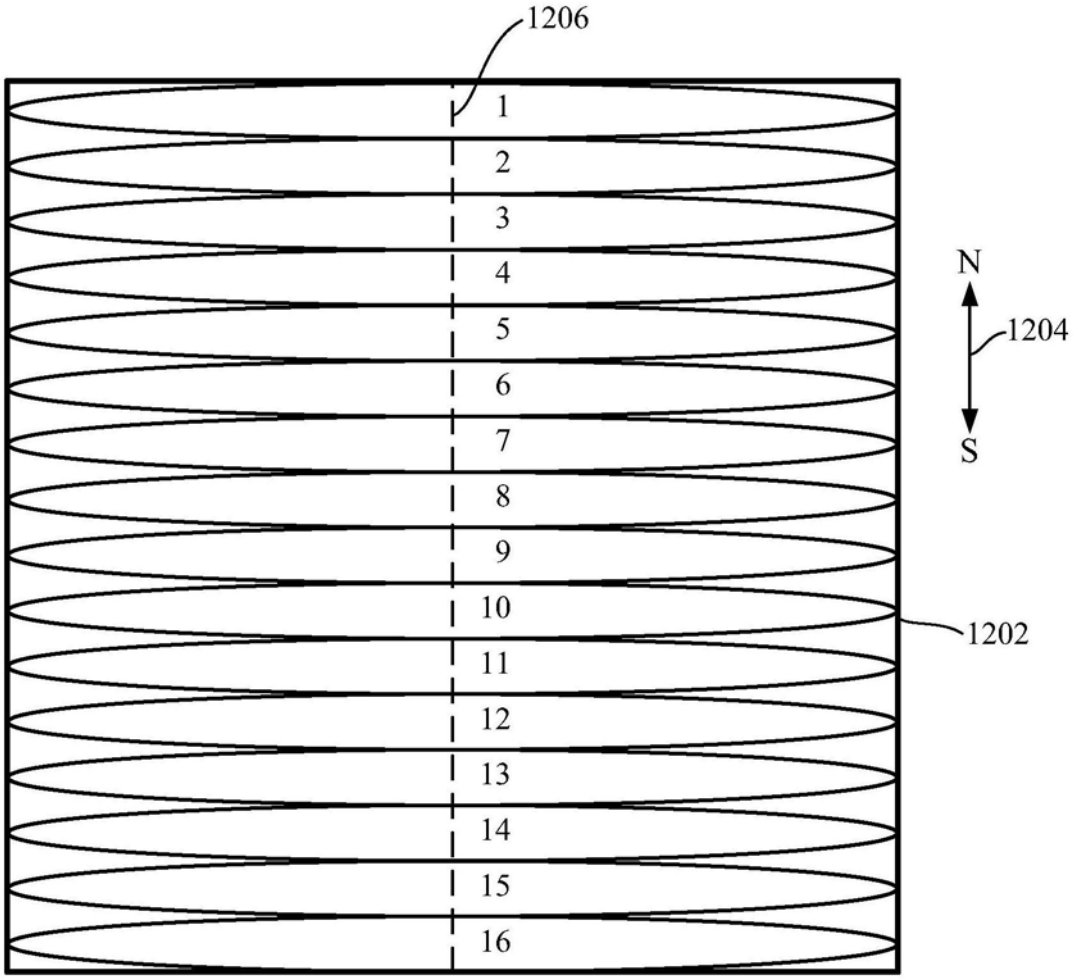


图12

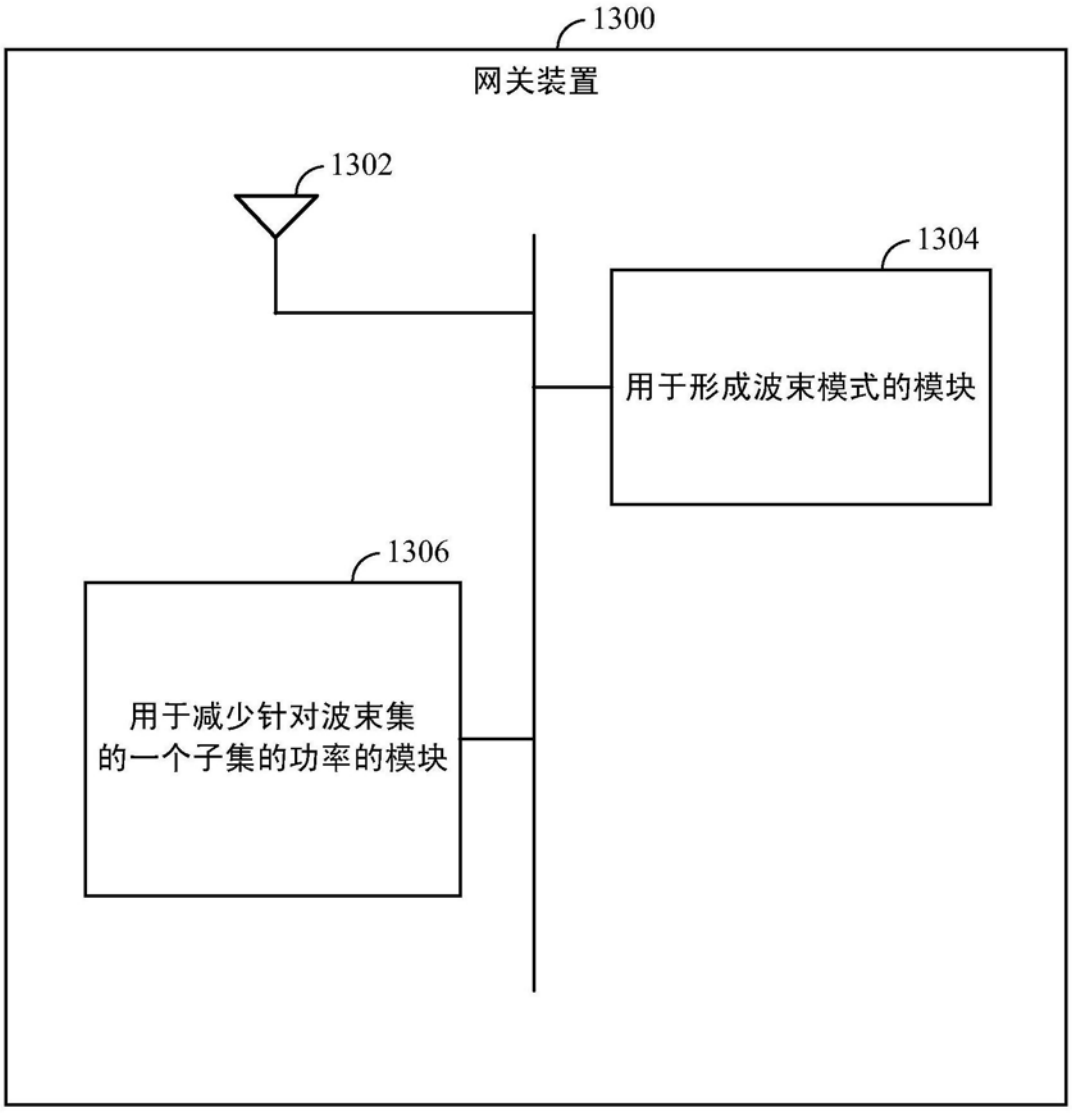

1300
网关装置
1302
1304
用于形成波束模式的模块
1306
用于减少针对波束集
的一个子集的功率的模块

图13