

1. 一种蜂窝式通信系统,包括:

第一近地面区域的模块,配置为与靠近地面的蜂窝设备通信,所述第一近地面区域包括第一分布区地带;

至少一个第二层的模块,所述第二层配置为覆盖作为所述第一分布区地带的分布区范围,第二层的覆盖区域在与所述第一分布区 地带不同的高程处提供覆盖,其中所述第二层包括升高的分布区地带,其中所述第二层升高的分布区地带与所述第一分布区地带分离,并且其中所述第二层升高的分布区地带升高到地面以上,

其中所述第二层的模块配置为进行通信并且在所述第二层内空中飞行器能够依靠使用基于小区的通信网络的通信;

天线系统,其包括一个或多个向上指向的天线;

其中,所述一个或多个向上指向的天线在所述第二层升高的分布区地带中传播信号;

其中,两组向上信号以不同的频率组向上辐射,其中辐射方向图所对着的角度不同,以便为在所述一个或多个向上指向的天线上方的不同高程带实现连续的通信覆盖。

2. 根据权利要求1所述的系统,包括:

蜂窝网络基站,包括收发器设备;

至少一个天线系统,配置为向上辐射射频能量;

其中所述收发器设备包括配置用于实现所述第一近地面区域中的通信的部件和配置用于实现所述第二层升高的分布区地带中的通信的部件。

3. 根据权利要求1所述的系统,包括:

蜂窝网络基站固定收发器天线座和第一收发器设备,用于实现所述第一近地面区域中的通信;

天线系统,安装在所述蜂窝网络基站固定收发器天线座上,

所述天线系统配置为在锥形或其他辐射方向图配置的某个对向角上向上辐射射频能量;

所述天线系统连接到第二组收发器设备,用于实现与在空中的飞行器的通信。

4. 根据权利要求2所述的系统,包括:

收发器设备部件,其包括所述收发器设备;

蜂窝网络基站固定收发器天线座;

其中所述收发器设备部件包括用于实现所述第一近地面区域中通信的第一收发器设备,以及用于实现与所述第二层升高的分布区地带内空中的飞行器的通信的第二收发器设备;

所述至少一个天线系统包括安装在所述蜂窝网络基站固定收发器天线座上的至少一个天线,

其中所述天线系统配置为在锥形或其它辐射方向图配置中的某个对向角上向上辐射射频能量;

所述天线系统连接到所述第二收发器设备。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一个或多个向上指向的天线传播向上信号,并且其中所述向上信号极化。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述向上信号是水平极化的。

7. 根据权利要求5所述的系统,其中所述向上信号是圆极化的。
8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一个或多个向上指向的天线辐射不同频率组的所述两组向上信号。
9. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一个或多个向上指向的天线传播包括向上辐射方向图的信号,并且其中所述向上辐射方向图是电子创建的。
10. 根据权利要求9所述的系统,其中电子地引导所述向上指向的辐射方向图以遵循无人空中飞行器UAV或遥控驾驶飞行器RPV。
11. 根据权利要求9所述的系统,包括一个或多个无源反射器,其中用于实现所述第一近地面区域中的通信的蜂窝网络基站固定收发器天线座和第一收发器设备产生地面辐射方向图,并且其中所述向上辐射方向图通过所述一个或多个无源反射器进一步与所述地面辐射方向图分离。
12. 根据权利要求9所述的系统,其中从所述天线系统辐射的用于向上辐射方向图的射频能量限制为有助于在空中飞行器连续通信区域的频带之间提供分离。
13. 根据权利要求1所述的系统,其中针对在所述第一分布区地带内发生的所述与靠近地面的蜂窝设备的通信实施第一通信协议,并且其中针对在所述第二层升高的分布区地带内发生的通信实施第二通信协议。
14. 根据权利要求13所述的系统,其中所述第二通信协议包括与UAV和RPV携带的收发器之间的通信唯一关联的协议。
15. 根据权利要求13所述的系统,其中所述第一通信协议包括沿地通信协议,并且其中所述第二通信协议包括向上通信协议,其中所述向上通信协议与所述沿地通信协议不同,以便唯一地识别来自沿地面蜂窝电话和智能电话和使用地面蜂窝通信的设备的UAV和RPV收发器。
16. 根据权利要求14所述的系统,其中所述UAV和RPV收发器具有独特的或区别的识别号码或IMEI类别,使得能够在RPV和UAV通信以及沿地通信之间进行快速区分。
17. 根据权利要求16所述的系统,其中蜂窝通信网络配置有硬件处理部件和软件,所述软件包含指令,所述指令被所述硬件处理部件执行以处理通信,所述通信与UAV或RPV发出的通信相关,或者与从沿地面式收发器发出的通信相关。
18. 根据权利要求17所述的系统,其中所述蜂窝通信网络配置为以指定的方式路由数据报或语音业务。
19. 根据权利要求1所述的系统,其中,以不同的频率组向上辐射的所述两组向上信号包括第一组向上信号和第二组向上信号,其中所述第一组向上信号以第一极化方向图极化,并且其中第二组向上信号以第二极化方向图极化。
20. 根据权利要求19所述的系统,其中所述极化方向图是圆形方向图。
21. 根据权利要求20所述的系统,其中所述第一组向上信号以右旋圆极化方向图和左旋圆极化方向图中的一个极化,并且其中所述第二组向上信号在所述右旋圆极化方向图和所述左旋圆极化方向图中的另一个极化。
22. 根据权利要求20所述的系统,其中所述第一组向上信号形成第一向上形状,并且其中所述第二组向上信号形成第二向上形状,其中所述第一向上形状和所述第二向上形状中的一个以右旋圆极化方向图极化,并且其中所述第一向上形状和所述第二向上形状中的另

一个以左旋圆极化方向图极化。

23. 根据权利要求20所述的系统,其中所述第一组向上信号形成第一向上锥,并且其中所述第二组向上信号形成第二向上锥,其中所述第一向上锥和所述第二向上锥中的一个以右旋圆极化方向图极化,并且其中所述第一向上锥和所述第二向上锥中的另一个以左旋圆极化方向图极化。

24. 根据权利要求21所述的系统,其中所述一个或多个向上指向的天线辐射不同频率组的所述两组向上信号。

25. 根据权利要求21所述的系统,其中所述向上的辐射方向图是电子创建的。

26. 根据权利要求25所述的系统,其中电子地引导所述向上指向的辐射方向图以跟随无人空中飞行器UAV或遥控驾驶飞行器RPV。

27. 根据权利要求23所述的系统,其中所述系统配置用于与UAV和RPV中的一个或多个进行通信,其中所述第一向上锥是上层并且其中所述第二向上锥是下层,其中所述第一向上锥具有所述辐射的左旋圆极化方向图,并且其中所述第二向上锥具有所述辐射的右旋圆极化方向图,其中所述RPV通信发生在所述第一向上锥内,并且其中所述UAV通信发生在所述第二向上锥内。

28. 根据权利要求27所述的系统,包括UAV,所述UAV具有配置为发送和接收的收发器,其中所述UAV收发器配置为以右旋圆极化方向图发送和接收信号。

29. 根据权利要求27所述的系统,包括RPV,所述RPV具有配置为发送和接收的收发器,其中所述RPV收发器配置为以左旋圆极化方向图发送和接收信号。

30. 根据权利要求28所述的系统,包括RPV,所述RPV具有配置为发送和接收的收发器,其中所述RPV收发器配置为以左旋圆极化方向图发送和接收信号。

31. 根据权利要求30所述的系统,其中收发器设备包括蜂窝网络基站收发器,其配置为以右旋圆极化方向图和左旋圆极化方向图中的一个或多个发射和接收信号。

32. 根据权利要求31所述的系统,其中所述蜂窝网络基站收发器配置为当与所述UAV通信时以右旋圆极化方向图发送和接收信号,并且其中所述蜂窝网络基站收发器配置为当与所述RPV通信时以左旋圆极化方向图发送和接收信号。

33. 一种蜂窝式通信系统,包括:

多个基站,每个基站具有收发器设备和蜂窝网络基站固定收发器天线安装座,安装在多个所述蜂窝网络基站固定收发器天线安装座上的天线系统,其中所述天线系统配置为在锥形或其他辐射方向图配置的对向角上向上辐射射频能量,以及

其中所述天线系统连接到与所述基站的所述收发器设备相同的第二组收发器设备,以实现与在空中而不是沿着地面的飞行器的通信;

其中,所述天线系统包括一个或多个向上指向的天线;

其中,两组向上信号以不同的频率组向上辐射,以提供两个升高的向上覆盖层,其中辐射方向图所对着的角度不同,以便为在所述一个或多个向上指向的天线上方的不同高程带实现连续的通信覆盖。

采用蜂窝电话网络运行、控制和与无人空中飞行器和遥控驾驶飞行器通信的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信领域,更具体地涉及与无人驾驶和遥控驾驶飞行器相关的用于运行蜂窝电话网络的系统、方法和部件。

背景技术

[0002] 现在使用的用于一般公共通信的无线系统通常是基于“小区”的,如图1的示意图所示。在这样的系统中,较大地理区域(101)内的移动电话或移动设备(100)由固定位置本地无线电收发器的分布来服务,其向较大区域(102)的子区域中的设备提供双向无线通信。当移动电话或移动设备从一个位置移动到新位置时(103),它可以由蜂窝无线系统(104)中不同的本地固定无线电收发器或者由相同本地固定无线电收发器范围内的不同扇区(104a、104b、104c)服务。

[0003] 无线系统中的固定无线电收发器的天线辐射方向图通常定向为沿着地面定向,而不是全向或向上。这种有限的辐射方向图的一些原因包括:首先,这种系统中的无线设备的用户限于几乎总是物理地沿着地球表面,因为法律通常同时禁止商用飞机中的无线蜂窝电话和智能电话通信,其次,基于蜂窝的通信系统通过限制可能进入相邻或邻近小区的辐射功率来避免重复使用频率的小区之间的干扰,这至少部分地通过控制从与固定无线电收发器相关联的天线发出的辐射方向图来实现。图2中显示了基于蜂窝的无线通信系统中典型的固定无线电收发器的辐射方向图的简化图。在(200)中指示水平或“平行于地平面”的方向图,而在(210)中指示垂直方向图。

[0004] 进一步参考图3中的图示示意图,垂直方向图可以进一步可视化。固定蜂窝无线电收发器天线系统(300)通常安装在地面(304)上方一定距离的桅杆上,并设计为通过用特定频率的所谓波束(301)覆盖该区域,从而能够从天线径向地在一定范围(303)内与移动设备进行通信,其用于经由固定天线(300)在移动设备(未示出)和基于蜂窝的通信系统之间收发数据报或语音业务。波束通常设计为对向5到50度(302)的有用角度,并且还可以向地面倾斜额外的5到10度(305)。事实上所谓的指向地面的垂直旁瓣有助于为更靠近天线的移动设备提供覆盖(306a),而指向天空的垂直旁瓣(306b)通常没有用处或后果,并且忽略为天线系统的副产品。

[0005] 参考图4,图4示出了图3中所指示的固定无线电收发器天线的简化图,其中每个天线(401、402)安装在地面(410)上方并且具有基本上沿着地面的垂直辐射方向图(401a、401b、402a、402b),并且其中固定无线电收发器根据在通常的蜂窝式通信网络中可能存在的一些计划而间隔开,以确保覆盖的连续性。正如本领域技术人员所熟知的那样,固定无线电收发器的实际间隔在横跨要覆盖的区域的表面上以二维进行,并且建立频率重用方向图,使得从一个固定无线电收发器(401)向另一个(402)辐射的频率不同,从而避免相邻位置之间的干扰。也就是说,与波束(401b)相关的通信的频率可能来自频率组 f_A ,而与波束(402a)相关的频率可能来自频率组 f_B 等等。基于蜂窝的通信系统频率重用方向图已得到

充分研究,并且通常涉及如图1(104a、104b、104c)所指示并且也在图2(201、202、203)中所指示的水平方向上的天线(401、402)的方向性,除了如图4(401a、401b、402a、402b)所表示的简单频率分集之外。

[0006] 图4中所描绘的简化情况已经在当今世界上人口稠密地区的两个维度上被复制,使得存在大量区域甚至整个国家,其中在地面附近具有基本上连续的覆盖地带或层(421),其中在大多数露天状况下,可以在移动设备和蜂窝系统,以及随后连接到蜂窝系统(例如公共交换电话网络、与蜂窝网络上的移动设备交换数据报的其他移动设备或计算机系统)的后续端点之间进行可靠的通信。图5是美国的所谓覆盖地图,其中蓝色区域是连续覆盖蜂窝式网络的区域,该蜂窝式网络能够将语音或数据报业务携带到位于地面附近的移动设备和携带来自位于地面附近的移动设备的语音或数据报业务,以及白色区域是没有覆盖的区域。通过简单的检查可以看出,美国的大部分地区都覆盖了。

[0007] 目前,对用于商业活动的无人空中飞行器(以下称为UAV)和遥控驾驶飞行器(以下称为RPV)的部署存在很大的兴趣。这些兴趣包括各种功能,如在一个社区内的包裹递送,从当地的配送仓库到1000英里的石油管道的遥感,以检查是否有泄漏或通行权侵犯。

[0008] 出于在此讨论的目的,但不失一般性并且理解可能存在类别之间的实质性交叉,UAV将被视为短程和低空重量低于50磅的飞行器,飞行高度离地平线(AGL)2000英尺以下和/或低于合法管制的空域,并且可能有也可能没有远程操作员在部分或全部飞行过程中主动引导UAV,其中飞行过程的其余部分可以自主引导;RPV将视为长距离和重量超过50磅的远程更高空更长距离空中飞行器,其通常的正常飞行高度在2000英尺AGL以上和/或合法管制空域内,并且总是有一个远程驾驶和/或监控飞行器的人员,并允许正常航线飞行的自动化,例如使用在载人空中飞行器中惯用的自动驾驶仪。

[0009] 典型的UAV和典型的RPV分别在图6和7中示出。UAV和RPV最初主要是出于军事原因而开发的,因此与它们的通信主要利用UAV的军用视距通信方法以及用于RPV的军用卫星网络。图8显示了许多当今军用RPV的通信网络配置示例,其示出了UAV/RPV首先与指示的军事应用中在其上方的专用卫星(801)通信,其然后将通信中继到指挥中心(810)。事实上,如图9所示,图7中所示的RPV的鼻部主要用于高增益跟踪天线,该天线与在RPV上方绕轨道运行的卫星进行通信,其高度在650到22,500英里之间。如图9(901)所指示的,在这样的距离处与收发器或应答机通信相关的路径损耗需要高增益天线。

[0010] 为了RPV以及在某种程度上UAV对商业活动有用,在大多数辖区,它们必须遵守关于使用管制空域的法律和法规。通常,这种顺从要求UAV/RPV能够与空中交通管制员进行通信,并且还能够查看和避免其他空中交通。因此,除了UAV/RPV与其运营中心之间要发送的商业活动所需的任何实时数据报外,RPV必须保持与其运营中心的持续通信,以传送来自RPV的图像和RPV与空中交通管制中心之间的通信,这样RPV就可以起作用并被引导,好像它本身就是一辆载人飞行器。

[0011] 对持续通信的需要对与轨道卫星的通信链路提出了重要要求。除了在这些距离(650到22,500英里)上的通信困难之外,还有有限的卫星可用,每个卫星都有有限的带宽,并且它们的数量和可用的工作带宽都不足以适应RPV和UAV的重要商业活动。另外,较小的RPV和UAV不具备RPV或UAV与卫星通信所必需的天线系统的空间或有效载荷能力。另外,卫星很少或没有冗余,并且如果卫星应答机失效和/或通过该卫星的通信受到损害,则与RPV/

UAV的所有通信都可能丢失,并且随后可能丢失对RPV/UAV的控制。

发明内容

[0012] 本发明提供用于管理和运行与各种RPV和UAV的可靠通信的系统、方法和部件。系统的实施例配置为提供冗余覆盖,特别是在人口稠密区域,其中出于安全原因,RPV/UAV的运行和与其通信尤其重要。本发明是对目前局限于近地运行的当前有限的现代蜂窝数据和语音网络的改进。

[0013] 根据一些优选的实施例,提供了一种蜂窝式通信系统。该系统配置为提供第一近地面区域以与靠近地面的设备进行通信。提供附加层,例如一个或多个第二层,覆盖与第一近地面区域大致相同的分布区范围,但它们彼此分开并且也基本上高于地面。该系统配置为提供第二或额外的升高的区域或层以用作空中飞行器可以在其内依靠使用基于小区的通信网络的通信的区域。因此,基于蜂窝的网络处理通过第一近地面区域的近地通信,以及通过第二或升高的一个或多个区域的向上通信。这些层优选彼此分开,这可以物理上通过使用障碍物,例如无源反射器。另外地或可选地,通信收发器(即近地设备的通信收发器)以及诸如RPV和UAV的空中飞行器的通信收发器可以配置为使用不同的协议而运行,因此在第二区域内的通信尝试使用近地设备的情况下,它们不会影响第二级空中区域通信的运行。例如,向上通信协议可以与沿地通信协议不同,以便唯一地识别来自沿着地面的蜂窝电话和智能电话等的UAV和RPV收发器。

[0014] 为了实现本发明的优选实施例,本系统可以通过部署安装在现有蜂窝网络基站固定收发器天线安装座上的天线系统来配置。天线系统优选地是向上天线系统并且配置为向上辐射射频能量。根据优选实施例,辐射频率在锥形或其他形状的某个对向角上传播。根据一些实施例,天线系统可以连接到与现有蜂窝网络设备相似或相同的第二组收发器设备,并且实现与飞行器(例如,UAV和RPV)在空中而不是沿着地面的通信。

[0015] 根据优选实施例,由向上指向的天线传播的向上信号极化,并且优选为水平或圆极化。根据一些优选实施例,两组信号为不同频率组的向上辐射,其中由辐射方向图对着的角度不同,以便为天线上方的不同高程带实现连续的通信覆盖。例如,辐射方向图的第一角度可以向上延伸并且表示第一类型的天空飞行器配置为通信使用的频率的区域。这可能适用于UAV,与一些RPV相比,UAV的运行水平通常较低。在该示例中,第二频率区域可以通过具有不同的对向角度的第二辐射方向图来提供,其可以提供用于RPV通信的区域。不同的高程带可能代表天空区域的第二层。

[0016] 根据一些实施例,由向上指向的天线传播的向上信号可以根据优选的极化来极化。例如,来自向上天线的上部辐射传播可以配置为以方向图引导辐射,诸如例如类似锥形的形状。信号隔离可以结合系统和通信设备的实施例来实现,以提高通信的质量,并由此消除或减少不同频率或频率带的信号之间的无意识交互的可能性。实施例可以使用不同频率(例如,某些频率用于UAV相对于其他频率用于RPV)来提供信号的隔离。除了频率分集之外,信号也可以通过极化方向图来隔离。根据优选实施例,极化可以包括右旋圆极化和左旋圆极化。例如,一个向上锥(例如下层)可以具有传播信号的右旋圆极化,而另一个向上锥(例如,更高层级)可以具有传播信号的左旋圆极化。根据一些实施例,该系统、方法和设备还可以提供用于UAV和RPV发送和接收以及基站的极化方向图。例如,相应的极化方向图可以实

现用于诸如收发器之类的通信部件之间的传输和接收。

[0017] 优选地,可以将向上辐射能量作为方向图发射,并且根据一些优选实施例,向上指向的辐射方向图是电子创建和控制的。根据一些优选实施例,可以电子地引导向上指向的辐射方向图以遵循特定的UAV或RPV。

[0018] 针对给定的向上方向图辐射的能量可能受到限制,以有助于在飞行器连续通信区域的频带之间提供分离。

[0019] 根据一些额外的实施例,可以实施进一步的方法和配置以区分UAV和RPV型飞行器(及其通信)与基于地面的蜂窝设备。UAV和RPV收发器可以配置为具有独特的或区别的识别号码或IMEI类别(国际移动设备识别号码),使得能够通过蜂窝通信网络在RPV和UAV通信以及沿地通信之间快速区分。该系统可以配置为在其上采取任何动作,例如数据报或语音业务的特殊路由。

[0020] 这些系统可以并入和包括处理部件,诸如处理器、微处理器以及具有指令的电路和软件,用于处理来自通信设备和携带的或与之相关联的收发器的通信。软件可以存储在诸如闪存、硬盘存储器或其他合适介质的合适的存储部件上,并且包括用于执行用于在第一或接近地面地带层级和第二层级上实施通信的步骤的指令,在这里发生与飞行器的空中通信。

[0021] 本文描述并结合所示实施例说明本发明的这些和其他优点。

附图说明

[0022] 图1是表示当今使用的用于一般公共通信的基于“小区”的无线系统的示意图。

[0023] 图2是基于蜂窝的无线通信系统中通常的固定无线电收发器的辐射方向图的示意图。

[0024] 图3是示出固定收发器天线系统中的基站和天线的图示示意图,显示了垂直辐射方向图的可视化表示。

[0025] 图4是显示图3的多个固定无线电收发器天线的图,其显示为彼此间隔开并且示出了相应的辐射方向图。

[0026] 图5是美国的涵盖范围地图的描绘,示出了蜂窝式网络的覆盖区域,其能够携带去往和来自位于地面附近的移动设备的语音或数据报业务。

[0027] 图6是描绘无人空中飞行器(UAV)的示例的图示。

[0028] 图7是描绘遥控驾驶飞行器(RPV)的示例的图示。

[0029] 图8是示出典型的UAV/RPV军事通信网络的示意图。

[0030] 图9是描绘遥控驾驶飞行器(RPV)卫星通信天线的示例的图示。

[0031] 图10是描绘用于与UAV和RPV进行通信的系统的优选实施例的图示。

具体实施方式

[0032] 本发明涉及蜂窝网络的现有安装基地的一些部分的使用,目前服务于世界上大多数人口,作为服务于空中新兴商用UAV以及RPV活动所需要的通信和数据报交换的系统的支柱。

[0033] 在优选的实施例中,参考图10,新天线安装在一个或多个现有的蜂窝网络塔

(1001、1002)上,然而指向天空而不是沿着地面,并且以水平或者右或左圆极化辐射方向图指向,并且以名义上向上方辐射成对着某个角度(1052)的圆锥形状,但是任何其他形状都是可能的。向上的辐射方向图的形状可以电子地操纵或控制。它还可以通过无源屏蔽或屏(1060)与地面辐射方向图进一步隔离,从而进一步最小化来自地面定向辐射方向图的旁瓣对天线收发器的影响,反之亦然。

[0034] 为固定位置收发器与UAV或RPV(1001c、1002c)之间的成功通信而可获得的足够的链路余量的辐射区域通过结合每个收发器(UAV/RPV上的收发器以及与固定位置收发器相关的收发器)的功率来设计辐射方向图的形状来创建,以本领域技术人员熟知的许多方式,包括市售软件。当进一步考虑与其他固定位置收发器的距离时,可以容易地设计产生升高层(1021)的重叠区域,其中可确保空中飞行器既不具有无线电通讯中断(black-out)区域也具有足够的链路余量以确保可靠的通信。

[0035] 此外,在一个实施例中,可以为每个收发器对以不同的对向角度(1053)和不同的极化和/或功率构建向上辐射方向图的第二(或第三或第四等等)组锥,以使得在不同高程处创建在一些较大区域上的连续覆盖的另一层(1031)。虽然一架空中飞行器可以进入空域,并且它在一个连续的通信层之下运行,并且仍然从特定的固定天线获得信号,例如在点(1070),如果它继续在相同的高程并且到达点(1071),那么它实际上会位于较高高度信号锥(1001d、1002d)之外,但是超出足够的链路余量以通过较低高度信号锥(1001c、1002c)获得可靠的通信链路,并且因此可能会失去通信。根据一些优选实施例,向上锥组可以具有与其他向上锥组的极化不同的极化。极化还可以配置为与通信部件(例如,UAV和RPV)的接收和发射收发器的极化相对应。例如,一组锥可以配置有右旋圆极化,另一组向上锥可以配置有左旋圆极化。除了由频率分集提供的任何隔离之外(例如,在锥组之间),这些配置可以提供信号的增加的隔离。例如,根据一些优选的实施例,第一组向上信号可以以第一极化方向图极化,并且第二组向上信号可以以第二极化方向图极化。根据一些优选实施例,极化方向图可以是圆形方向图。根据示例性实施例,一组向上信号可以以右旋圆极化方向图极化,而另一组(诸如第二组)向上信号可以以左旋圆极化方向图极化。每组向上信号可以配置成形成一个形状,例如锥形。根据示例性实施例,系统可以配置为在第一组向上信号形成第一向上锥并且第二组向上信号形成第二向上锥的情况下进行通信。第一和第二组信号优选地具有不同的极化,以进一步将第一组与其他信号组隔离。例如,第一向上锥可以以右旋圆极化方向图极化,并且第二向上锥可以以左旋圆极化方向图极化。向上指向的天线可用于辐射不同频率的信号组,并且其中每个信号组具有不同的频率。向上辐射方向图优选是电子创建的。根据优选的实施例,无人空中飞行器(UAV)或遥控驾驶飞行器(RPV)可以配置有收发器,该收发器通过极化信号方向图进行通信,该极化信号方向图类似于来自网络的通信的极化信号方向图并且从具有通信频率的向上指向的天线辐射。例如,可以电子地引导向上指向的辐射方向图以跟随特定的无人空中飞行器(UAV)或遥控驾驶飞行器(RPV)。此外,根据示例性实施例,一个向上信号锥可以是上层,另一个向上锥可以是下层。每个层优选具有不同的极化方向图。例如,第一或上天空层可以具有辐射的左旋圆极化方向图,并且第二或下天空层可以具有辐射的右旋圆极化方向图。每层的辐射能量配置为对于每个层或锥具有不同的频率。在该示例性实施例中,RPV通信发生在第一层或上层(例如,第一向上锥)内,并且UAV通信发生在第二层或下层(例如,第二向上锥)内。该示例中的UAV具有配置为发送和

接收的收发器,并且更具体地,UAV收发器配置为以右旋圆极化方向图发送和接收信号。根据该示例,RPV具有配置用于发送和接收的收发器,并且更具体地,RPV收发器配置为以左旋圆极化方向图发送和接收信号。蜂窝网络基站优选具有收发器,该收发器配置为以与通信收发器(诸如UAV或RPV的收发器)的方向图匹配的极化方向图(并且频繁地)发送和接收信号,根据一些优选实施例,其可以是右旋圆极化方向图或左旋圆极化方向图。

[0036] 通过以本领域技术人员众所周知的多种方式中的任何一种电子控制固定位置收发器(1001、1002)传送到向上指向的天线系统的波束角度(1052、1053)和功率,连续通信层的高度和厚度可以调整。这种调整能力使连续通信层能够跟随地平线以上的特定高程或平均海平面以上的特定高程。飞机的高度通常通过气压测量高度来控制,UAV和RPV可以由当地空中交通管制员或规程以类似的方式指导。根据任何必要的参数,可以根据需要随时在地平线或平均海平面以上的高程中调整层,甚至可以逐分钟进行调整。

[0037] 举例来说,较低高度连续通信层(1021)可以控制为从地平线以上500英尺到地平线以上2000英尺的范围。较高高度连续通信层(1031)可以控制为从平均海平面以上20,000英尺到平均海平面以上25,000英尺的范围。

[0038] 当所指示的(1051)的UAV在较低的连续通信层中运行时,通过指向较高通信层的覆盖锥,UAV(1051)中的接收器比高度RPV(1050)多次更接近发射器(1002)。然而,在大多数商业应用情况下,与较大RPV(1050)相比,较小的UAV(1051)将具有较低增益接收天线,并且因此在UAV(1051)中从在较高高度定向锥(1002d)中的辐射功率接收信号功率可以小于由UAV(1051)从较低高度定向锥(1002c)中的辐射功率接收到的信号功率。换句话说,能够部署在RPV(1050)中的地面指向天线的可用增益可以弥补其额外距离的任何信号损失,并且因此在许多配置中,有可能从地面天线(1002)发出的较高高度定向波束(1002d)在UAV(1051)处的场强远低于来自UAV(1051)处的较低高度定向波速(1002c)的场强。

[0039] 尽管图10中指示的频率分集仅使用4个频率组(f_A, f_B, f_C, f_D),但蜂窝系统设计领域中的技术人员可以容易地认识到,在不脱离本发明的范围的情况下,可以有更多的布置。

[0040] 本领域的技术人员还可以认识到,分别在通信层(1021)和(1031)中运行的固定地面收发器(1001、1002)和UAV(1051)和RPV(1050)之间的链路余量可以比固定地面收发器和通过沿地面链路(1001a、1001b、1002a、1002b)收发的典型个人移动设备和智能电话之间的链路余量更加严格地受到约束。这是因为与可能位于抽屉中、在人的口袋中或在具有多路径的大城市中的建筑物内部深处的手机不同,必须适应的衰弱和难以处理的信号衰减条件,UAV到固定地面收发器链路或RPV到固定地面收发器链路的衰减在大多数情况下仅受路径损耗的支配。

[0041] 除了创建具有附带在向上波束中频率分集考虑因素的一个或多个连续通信层之外,通常的蜂窝系统协议(诸如在GSM、3G、4G或LTE信令和链路管理协议中采用的协议)可以包括导向或来自UAV或RPV的信号的特定识别。对协议的这种调整可以像专门的IMEI类型的数字一样简单。通过迅速地能够将移动网络上的用户类别识别为UAV或RPV而不是主要旨在沿地使用的移动设备(例如个人蜂窝电话或智能电话),系统可以消除与(例如)在商业航班中意外地离开其个人手机的人的连接。

[0042] 利用本发明可以实现这些和其他优点。虽然已经参考具体实施例描述了本发明,但是该描述是说明性的并且不应解释为限制本发明的范围。例如,虽然图10示出了网络塔

1001、1002，但是可以结合在此示出和描述的系统、方法和部件而使用多个网络塔。例如，向上指向的天线可以连接到现有的网络设备。在该替代实施方式中，网络设备配置为将向上指向的天线或多个天线处理为附加小区地带。而且，根据一些优选实施例将辐射形状或方向图描述为锥形，但是可以配置为具有其他形状。根据一些实施例，向上天线可以配置为与另外一组网络设备或其部件一起运行。本领域技术人员在不背离本文所描述以及如所附权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下可以想到各种修改和变化。

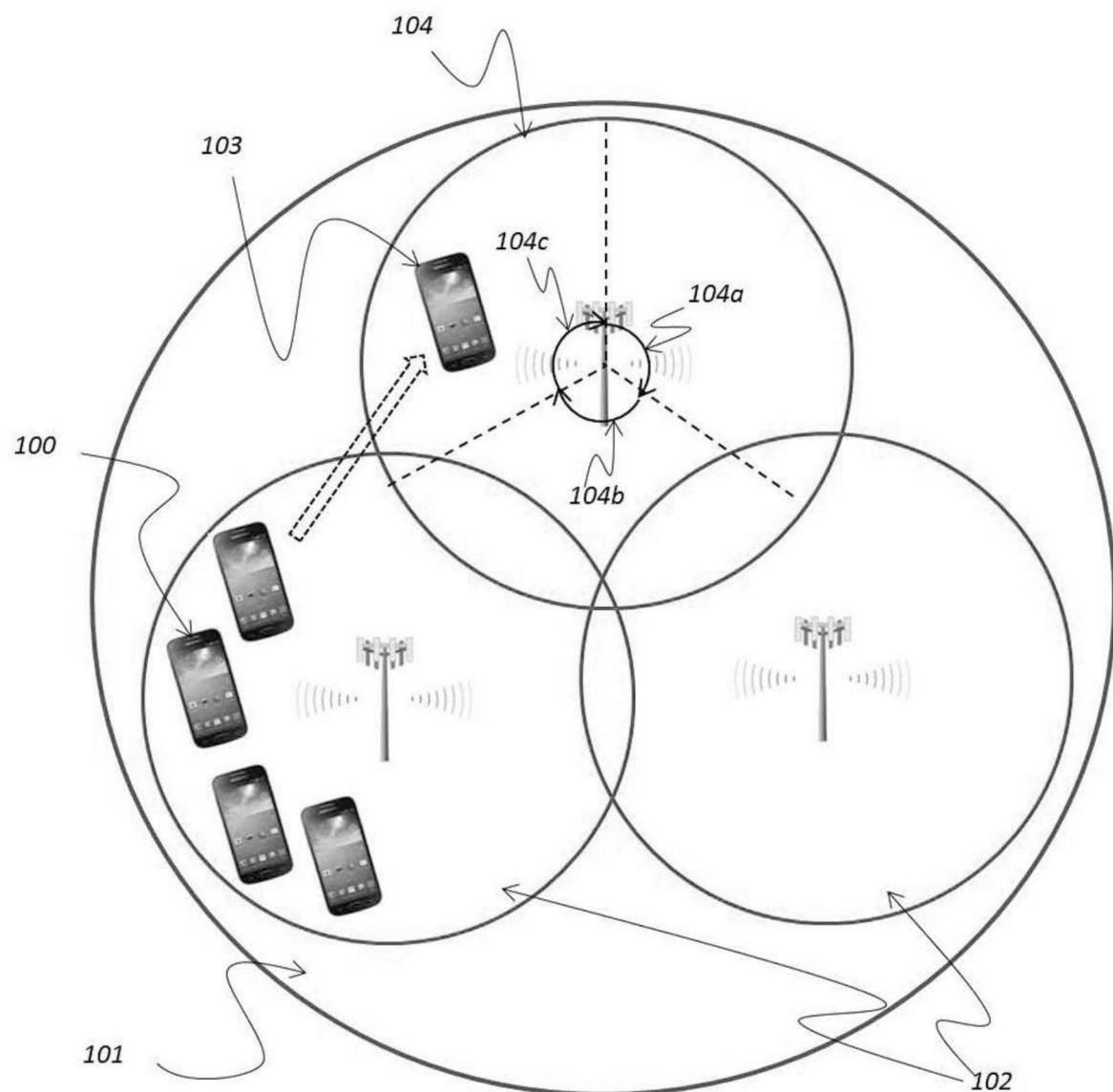


图1

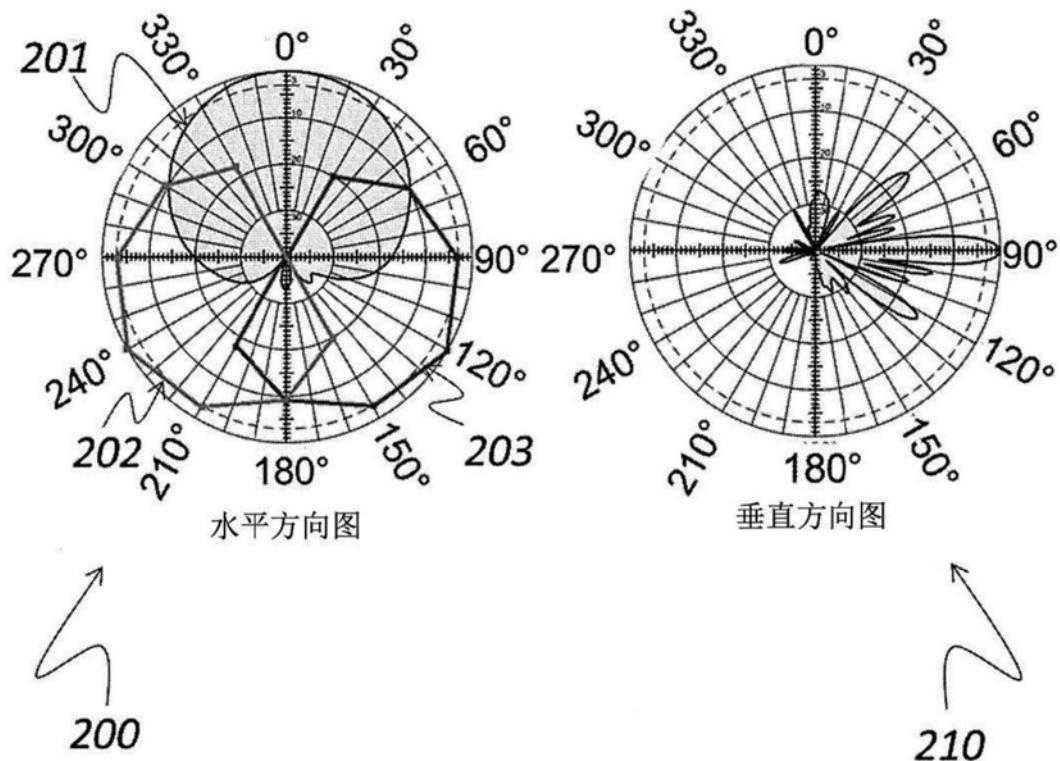


图2

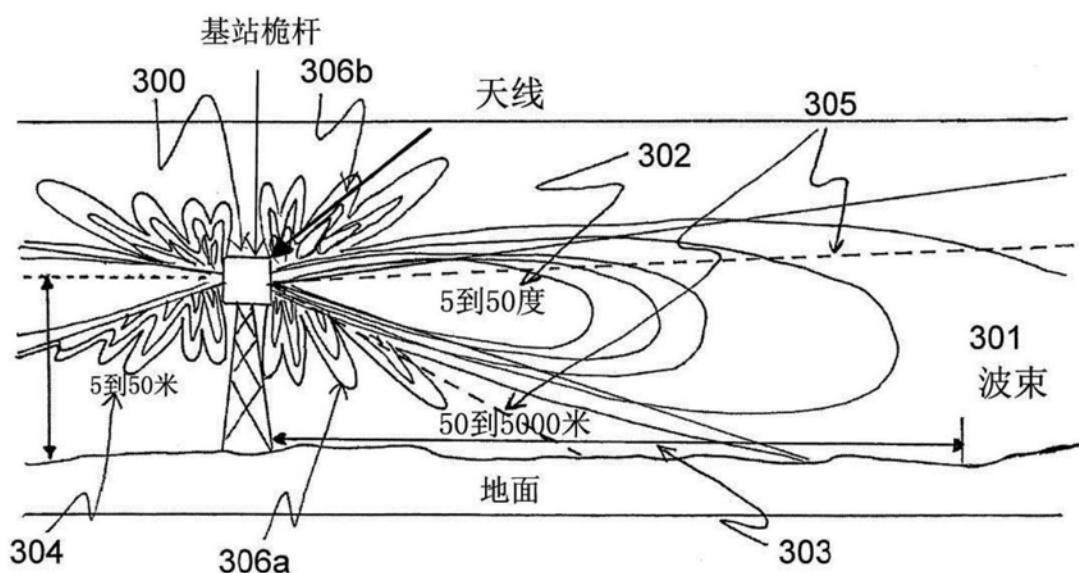


图3

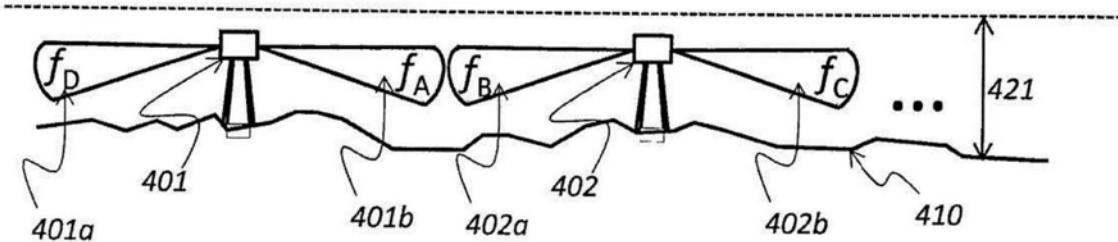


图4



图5

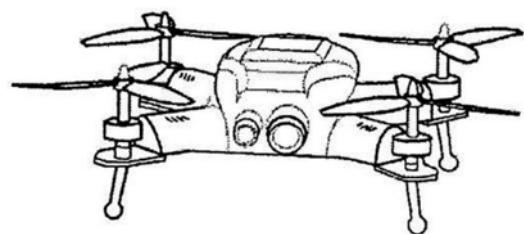


图6

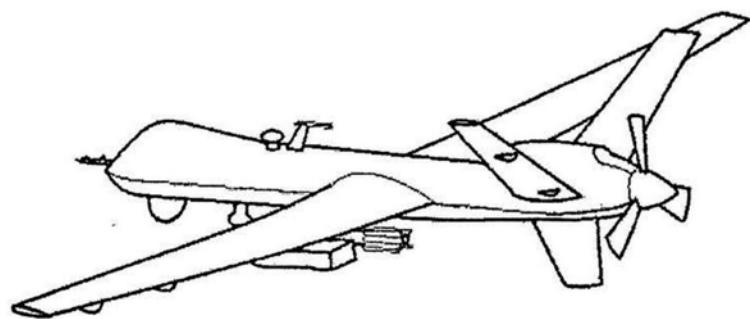


图7

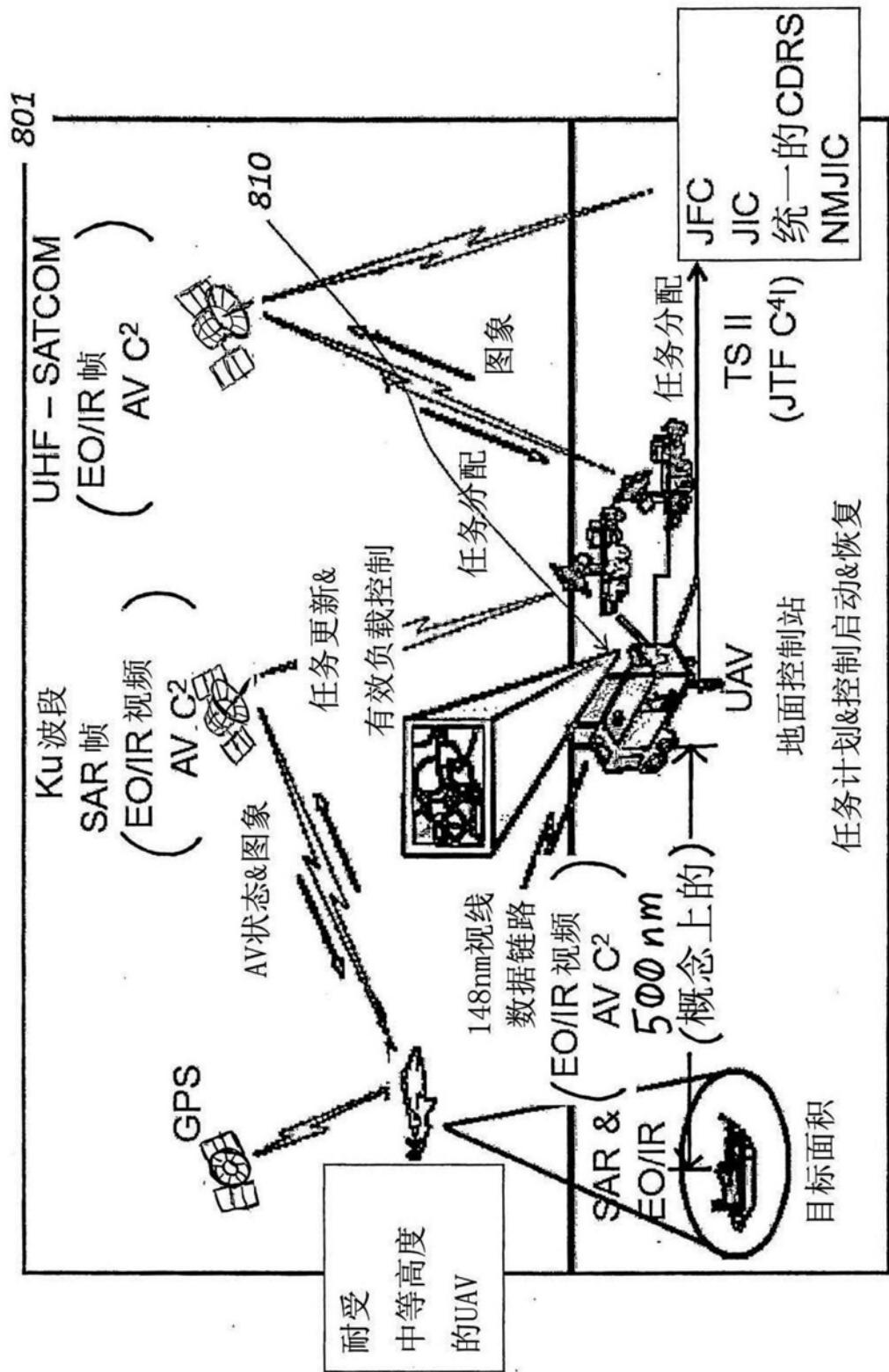


图8

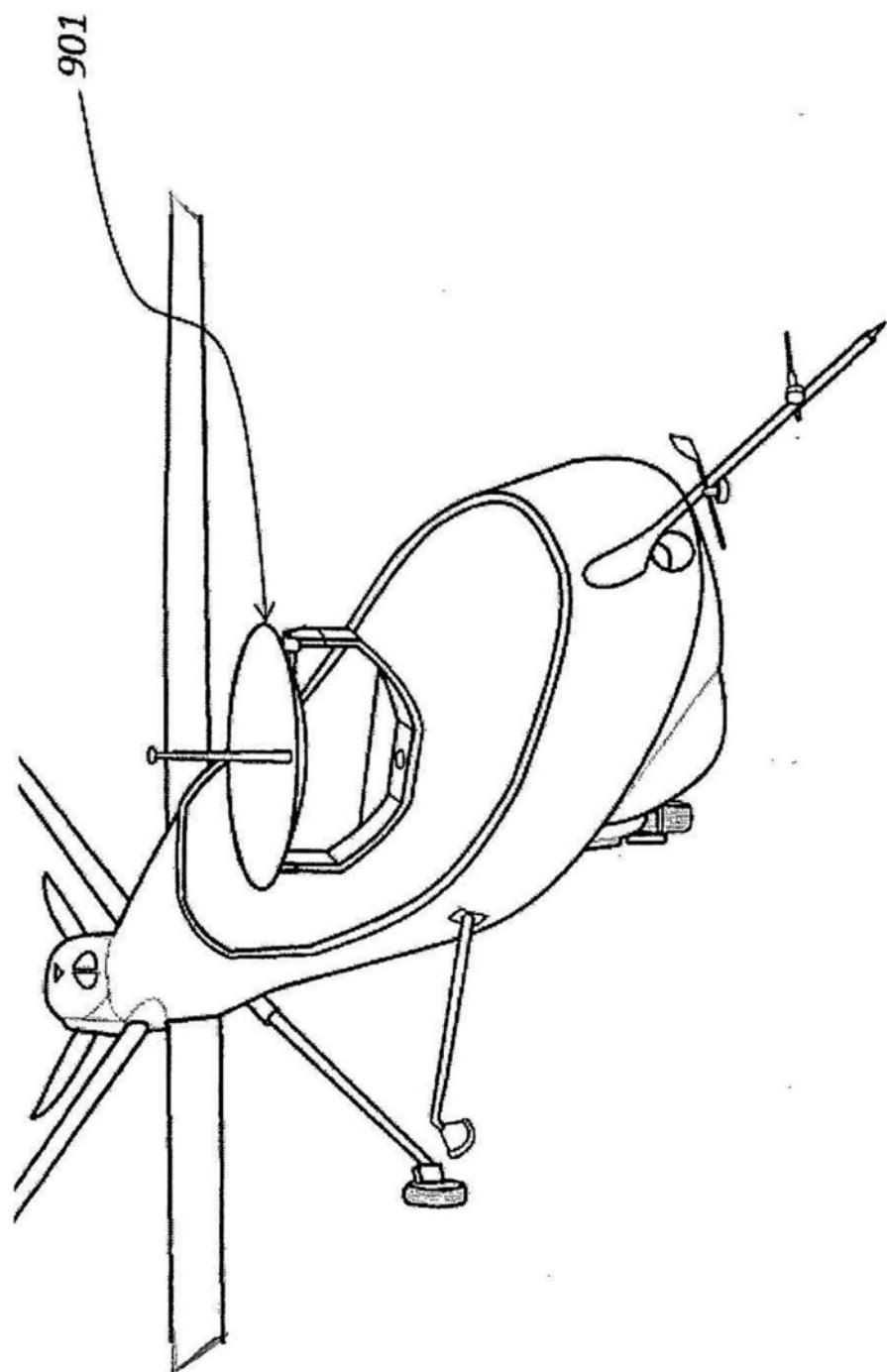


图9

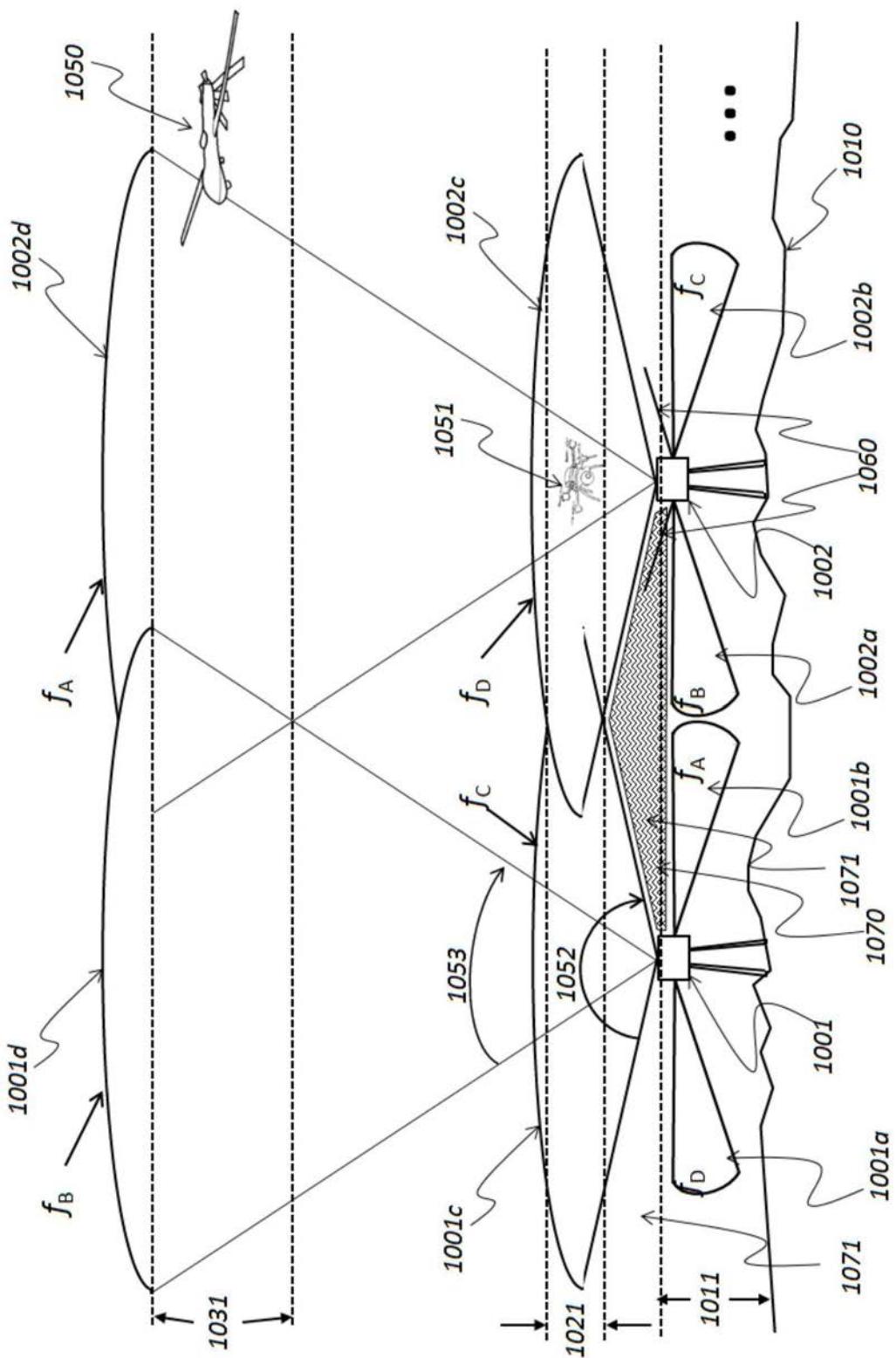


图10