



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107210536 B

(45) 授权公告日 2021.07.30

(21) 申请号 201580075502.3

(22) 申请日 2015.12.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107210536 A

(43) 申请公布日 2017.09.26

(30) 优先权数据
62/087,821 2014.12.05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.08.04

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IL2015/051176 2015.12.03

(87) PCT国际申请的公布数据
W02016/088126 EN 2016.06.09

(73) 专利权人 NSL通讯有限公司
地址 以色列拉阿纳纳

(72) 发明人 丹尼尔·斯皮尔图斯

拉茨·伊扎齐-塔米尔

丹尼尔·罗克贝格尔

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 陈鹏 李静

(51) Int.Cl.
H01Q 15/14 (2006.01)
H01Q 19/10 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2012229355 A1, 2012.09.13
FR 2952759 A1, 2011.05.20
US 2014266955 A1, 2014.09.18
EP 0219321 A1, 1987.04.22
US 5162811 A, 1992.11.10
CN 102170046 A, 2011.08.31

审查员 张莹

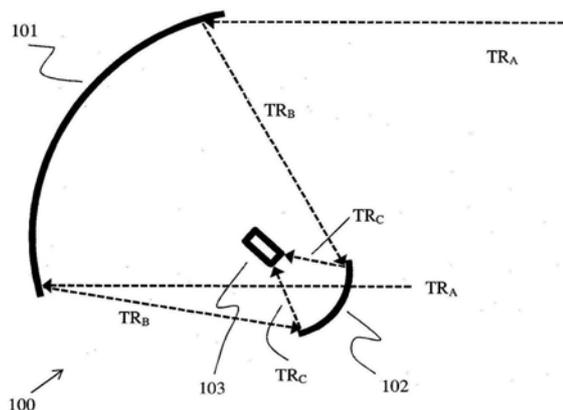
权利要求书2页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

远程可调谐的天线组件及其副反射器和相关方法

(57) 摘要

一种远程可调谐的天线组件,包括主反射器、与主反射器相关联的副反射器、以及馈送器,该馈送器适于经由副反射器接收照射主反射器的传输,或适于经由副反射器将传输传输到主反射器。副反射器包括多个致动器,该多个致动器被设置在副反射器的外表面上且附接到副反射器的外表面。致动器中的每个致动器适于使副反射器的与该致动器相邻的表面响应于该致动器位置的改变而局部变形。



1. 一种远程可调谐的天线组件,包括:
主反射器,
与所述主反射器相关联的副反射器,以及
馈送器,所述馈送器配置成经由所述副反射器接收照射所述主反射器的传输,或适于经由所述副反射器将传输传输到所述主反射器;以及
几何测量设备,配置成通过测量从所述几何测量设备到所述主反射器的内表面上的多个选择的点的距离来扫描所述主反射器的所述内表面并且配置成生成表示所述主反射器的所述内表面的几何形状的一组数据项,
其中所述副反射器包括:
多个致动器,所述多个致动器设置在所述副反射器的外表面上且附接到所述副反射器的所述外表面,所述多个致动器中的每个致动器适于响应于相应的该致动器的位置的改变,通过向内或向外局部地推动形成所述副反射器的材料而使所述副反射器的与相应的该致动器相邻的表面局部变形,
并且,
其中,所述天线组件配置成基于所述一组数据项计算纠正矢量,所述纠正矢量包括所述副反射器的一些或所有所述致动器的运动值。
2. 根据权利要求1所述的天线组件,其中,所述多个致动器设置成在所述副反射器的所述外表面的选择的区域上间隔开。
3. 根据权利要求1所述的天线组件,其中,所述多个致动器中的每个致动器被配置成响应于控制信号而改变相应的该致动器的位置。
4. 根据权利要求3所述的天线组件,进一步包括控制单元,所述控制单元包括:
控制器;
存储器单元;
非暂时性存储单元;以及
输入/输出单元。
5. 根据权利要求4所述的天线组件,进一步包括范围检测器,所述范围检测器安置成与所述馈送器相邻并且适于扫描和记录从所述范围检测器到所述主反射器的内表面上所选择的点的距离值,并且所述范围检测器适于将这些值存储在所述非暂时性存储单元中。
6. 根据权利要求1所述的天线组件,其中,所述多个致动器包括单一致动器,所述单一致动器适于使所述副反射器在两个垂直面中的至少一个中围绕枢轴点以角运动移动。
7. 根据权利要求6所述的天线组件,其中,所述单一致动器进一步适于使所述副反射器沿着与所述两个垂直面的交叉线相一致的线性轴更靠近或更远离所述主反射器而移动。
8. 根据权利要求7所述的天线组件,其中,所述单一致动器进一步适于使所述副反射器围绕所述线性轴旋转。
9. 一种用于天线组件的副反射器,所述副反射器包括:
多个致动器,所述多个致动器设置在所述副反射器的外表面上且附接到所述副反射器的所述外表面,所述多个致动器中的每个致动器适于使所述副反射器的与相应的该致动器相邻的表面响应于相应的该致动器的位置的改变而局部变形;以及
控制单元,所述控制单元适于:

接收表示主反射器的内表面的几何形状的一组数据项,所述一组数据项接收自几何测量设备,所述几何测量设备配置成通过测量从所述几何测量设备到所述主反射器的所述内表面上的多个选择的点的距离来扫描所述主反射器的所述内表面;以及

基于所述一组数据项控制所述多个致动器中的每个致动器的位置。

10. 根据权利要求9所述的副反射器,其中,所述多个致动器设置在所述副反射器的所述外表面的选择的区域上。

11. 根据权利要求9所述的副反射器,其中,所述控制单元包括:

控制器;

存储器单元;

非暂时性存储单元;以及

输入/输出单元。

12. 根据权利要求11所述的副反射器,其中,所述非暂时性存储单元上存储有软件程序,当由所述控制器执行所述软件程序时,所述输入/输出单元将控制信号提供到所述致动器。

13. 根据权利要求12所述的副反射器,进一步包括存储在所述非暂时性存储单元中的反射器缺陷图。

14. 一种用于调谐包括主反射器、副反射器和馈送器的天线组件的方法,所述方法包括:

通过一几何测量设备测量从所述几何测量设备到所述主反射器的内表面上的多个选择的点的距离来扫描所述主反射器的所述内表面,并且生成表示所述主反射器的所述内表面的几何形状的一组数据项;

基于所述一组数据项计算纠正矢量,所述纠正矢量包括所述副反射器的一些或所有致动器的运动值;

在所述主反射器处接收稳定传输,并且记录在所述馈送器处接收的信号;

激活设置在所述副反射器的外表面上的所述致动器,所述致动器适于通过向内或向外局部地推动形成所述副反射器的材料,使所述副反射器的位于所述致动器所在位置处的曲率局部变形而直至在所述馈送器处接收的所述信号达到最大值,并且保持所述致动器且记录所述致动器的状态;

对设置在所述副反射器上的所述致动器中的每个致动器顺序地重复在前的步骤;以及

将表示所述致动器的状态的值以指示致动器状态的一组值存储在储存器中,以得到最大值中的最大值。

远程可调谐的天线组件及其副反射器和相关方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种远程可协调的天线组件,用于天线组件的副反射器及用于调谐包括主反射器、副反射器和馈送器的天线组件的方法。

背景技术

[0002] 当使用天线时用于数据通信的更大的带宽是不断增长的需要。由于天线的碟形因部署问题和物流而造成多次受尺寸限制的事实。例如,当天线被部署在太空时,要求将天线折叠成预定折叠尺寸,以便装配到太空飞行器(在太空飞行器外部署天线)中。用于实现更大尺寸的天线的一个优选的解决方案是使用可部署的天线反射器。然而,在当折叠或展开天线反射器时的很多情况下,并且在甚至当无阻碍时的一些情况下,这些折叠的且然后部署的反射器变形且是有缺陷的,并且由此导致诸如不正确的天线照射覆盖区、带宽退化等问题。

[0003] 在天线的部署之后要求注意此类问题,然而在一些情况下,对于天线的校正和/或部署缺陷的纠正而言,天线不容易或根本不能够到。

[0004] 由此,长期感到需要用于改善所部署天线的性能的改善的系统和方法。

发明内容

[0005] 提出了一种从远程可调谐的天线组件,包括:主反射器;与主反射器相关联的副反射器;以及馈送器,该馈送器经由副反射器照射主反射器,或经由副反射器将传输传输到主反射器。副反射器包括多个致动器,该多个致动器被设置在副反射器的外表面上且附接到副反射器的外表面,其中,多个致动器中的每个致动器适于使副反射器的与该致动器相邻的表面响应于该致动器位置的改变而局部变形。

[0006] 在一些实施例中,天线组件中的多个致动器被设置成在副反射器的外表面的选择的区域上相互均匀间隔开。

[0007] 在一些额外的实施例中,天线组件中的致动器中的每个致动器被配置成响应于控制信号而改变该致动器的位置。

[0008] 在另外的实施例中,天线组件另外包括控制单元。控制单元包括控制器、存储器单元、非暂时性存储单元和输入/输出单元。

[0009] 在一些实施例中,天线组件另外包括范围检测器,范围检测器被安置成与馈送器相邻,并且适于扫描和记录从范围检测器到在主反射器的内表面上的选择的点的距离值,并且适于将这些值存储在非暂时性存储单元中。

[0010] 公开了一种用于天线组件中的副反射器,包括多个致动器,该多个致动器被设置在副反射器的外表面上且附接到副反射器的外表面,多个致动器中的每个致动器适于使副反射器的与该致动器相邻的表面响应于该致动器位置的改变而局部变形;以及控制单元,该控制单元适于控制多个致动器中的每个致动器的位置。

[0011] 根据一些实施例,多个致动器被设置在副反射器中且在副反射器的外表面的选择

的区域上相互均匀间隔开。

[0012] 根据另外的实施例,副反射器的控制单元包括控制器、存储器单元、非暂时性存储单元和输入/输出单元。

[0013] 根据另外的实施例,非暂时性存储单元具有存储在其上的软件程序,当由控制器执行该软件程序时,导致输入/输出单元将控制信号提供到致动器。

[0014] 根据另外的实施例,副反射器另外包括存储在非暂时性存储单元中的反射器缺陷图(map,映射)(反射器瑕疵图,反射器瑕疵映射)(RIM)。

[0015] 根据另外的实施例,在天线组件中的多个致动器包括单一致动器,该单一致动器适于使副反射器在两个垂直面中的至少一个中围绕枢轴点以角运动移动。单一致动器进一步适于使副反射器沿着与两个垂直面的交叉线相一致的线性轴更靠近或更远离主反射器而移动。根据一些实施例,单一致动器进一步适于使副反射器围绕线性轴旋转。

[0016] 公开了一种用于调谐包括主反射器、副反射器和馈送器的天线组件的方法。该方法包括接收主反射器的初始变形图;在主反射器处接收稳定传输,并且记录在馈送器处接收的信号;激活设置在副反射器的外表面上且适于使所设置位置处的副反射器的曲率局部变形直到在馈送器处接收的信号达到最大值的致动器,保持致动器且记录致动器的状态;对设置在副反射器上的致动器中的每个致动器顺序地重复在前的步骤;以及将表示致动器的状态的值以指示致动器状态的一组数据存储在存储器中,以便得出最大值中的最大值(maximum-of-maximum)。

[0017] 公开了一种用于调谐天线组件的方法,天线组件包括主反射器、副反射器和馈送器,对副反射器提供具有适于响应于激活信号而使副反射器的曲率局部变形的多个致动器,该方法包括将多个传输传感器部署在照射天线组件的传输的目标区域处;激活来自天线组件的传输;测量和记录在多个传感器中的每个传感器处的传输功率水平和相应传感器的位置;从所记录的值提取实际天线组件照射覆盖区图;将所提取的照射覆盖区图与期望的覆盖区比较;以及将激活信号提供到致动器中的至少一些致动器以使副反射器的曲率变形,使得在目标区域处由天线组件的照射的覆盖区与期望的覆盖区匹配。

[0018] 在以下详细描述中阐述了本发明的这些、额外的和/或其他方面和/或优点;本发明的这些、额外的和/或其他方面和/或优点为从详细描述可能推断出的;和/或本发明的这些、额外的和/或其他方面和/或优点为由本发明的实践可学习的。

附图说明

[0019] 在说明书的结论部分中特别地指出且明显地要求保护了被认为本发明的主题。然而,关于本发明的构成和操作方法及其目的、特征和优点可以与附图一起阅读时通过参考以下详细的描述得到最佳的理解,在附图中:

[0020] 图1示出天线系统的部件;

[0021] 图2A示出撞击天线系统的元件的传输波的传播路径;

[0022] 图2B示意性地描绘主反射器没有形成完美的抛物面反射器的天线组件的性能;

[0023] 图2C是根据本发明的实施例的适于动态地改变副反射器系统的反射器的曲率的副反射器系统的示意性透视图;

[0024] 图2D示意性地示出根据本发明的实施例的图2C的副反射器系统局部影响反射的

方向的方式；

[0025] 图2E示意性地示出根据本发明的实施例的在副反射器200的背侧上的一组致动器的部署；

[0026] 图2F和图2G示意性地示出根据本发明的实施例的用于导致副反射器的局部变形的致动器的操作；

[0027] 图3A和图3B分别示意性地示出根据本发明的实施例的不具有远程操作/控制通信信道和具有此类通信信道的自适应天线系统；

[0028] 图4A示意性地呈现根据本发明的实施例的在目标区域上天线照射的覆盖区的示例；

[0029] 图4B示意性地呈现根据本发明的实施例的天线组件的非修改的覆盖区和修改的覆盖区；

[0030] 图4C示意性地呈现根据本发明的实施例的具有用于绘制主反射器的实际曲率的范围检测器设备的天线组件；

[0031] 图4D示意性地呈现根据本发明的实施例的能够被远程调谐用于改变性能参数的天线组件；

[0032] 图5是呈现根据本发明的实施例的基于在天线处所接收的信号操纵副反射器的致动器以补偿主反射器的变形的步骤的流程图；以及

[0033] 图6是呈现根据本发明的实施例的操纵副反射器的致动器的步骤的流程图。

[0034] 将了解，为了简单和清楚的目的，图中示出的元件并不必然按比例绘制。例如，为了清楚，可以相对于其他元件夸大元件中的一些元件的尺寸。另外，在认为适当的地方，可以在图之中重复附图标记以指示对应的或类似元件。

具体实施方式

[0035] 在以下详细描述中，阐述了许多具体细节，以便提供对本发明的彻底的理解。然而，本领域的技术人员将理解，可以在不具有这些具体细节的情况下实践本发明。在其他实施例中，未详细描述众所周知的方法、过程和部件，以便不会混淆本发明。

[0036] 短语“至少一个”、“一个或多个”和“和/或”为操作上联合和非联合的开放式表达。例如，“A、B和C中的至少一个”、“A、B或C中的至少一个”、“A、B和C中的一个或多个”、“A、B或C中的一个或多个”和“A、B和/或C”中的每个意指单独的A、单独的B、单独的C、A和B一起、A和C一起、B和C一起，或A、B和C一起。术语“多个”在下文中是指任何正整数（例如，1、5或10）。

[0037] 术语“覆盖区”在下文中是指天线的应答器给予目标区域的覆盖（无论接收还是传输）的远程区域，其中分别在目标区域处接收的信号强度或从目标区域传输的信号强度是足够的。

[0038] 术语“变形”在下文中是指任何缺陷、未对准或不具有正常、自然或优选的形状或形式。

[0039] 术语“天线组件调谐”在下文中是指对于天线采取的动作或措施，以便影响天线的性能，诸如影响或改变天线的增益、天线的操控带宽、天线的覆盖区等。

[0040] 虽然本发明的实施例不限于这一点，但是利用术语诸如例如“处理”、“计算”、“估算”、“确定”、“建立”、“分析”、“检查”等的讨论可以是指计算机、计算平台、计算系统或其他

电子计算设备的(多个)操作和/或(多个)处理,计算机、计算平台、计算系统或其他电子计算设备的(多个)操作和/或(多个)处理将表示为计算机的寄存器和/或存储器内的物理(例如,电子)量的数据操纵和/或变换为类似表示为计算机的寄存器和/或存储器或可以存储指令以执行操作和/或过程的其他信息非暂时性存储介质内的物理量的其他数据。当本文中使用时术语组可以包括一个或多个项目。除非明确陈述,否则本文中描述的方法实施例不受特定次序或顺序约束。额外地,可以同时、在相同的时间点处或并发地出现或执行所描述的方法实施例或其元件中的一些。

[0041] 通常,如图1中描绘的,天线组件100可以包括主反射器101和馈送组件。馈送组件可以另外包括副反射器102和馈送元件103。从远程位置接收传输信号(由附图中的传输传播线示意性描绘的且还指称传输线的)(典型地平行辐射线,诸如线 TR_A)要求主反射器101将朝向主反射器传输的传输聚焦。主反射器101将反射碰撞传输(传输线 TR_B),并且朝向副反射器102聚焦碰撞传输,所以碰撞传输将照射副反射器102。反过来,副反射器102将反射这些传输(传输线 TR_C),并且将甚至另外朝向馈送元件103聚焦这些传输。当天线在传输时,执行类似情况。馈送元件103朝向副反射器102辐射传输波束,反过来,副反射器102朝向主反射器101以更宽的波束反射信号,反过来,主反射器朝向远程位置反射和聚焦信号(理论上几乎以平行的传输线)。

[0042] 在很多情况下,天线组件中的主反射器需要现场部署,这是由于因天线组件中的主反射器的尺寸和可用的运输装置而造成当要运输到安装场所时需要折叠天线组件中的主反射器。当折叠的主天线到达安装场所,将从折叠的或拆卸位置部署或组装折叠的主天线。由于运输困难和/或在部署和/或组装期间,可能导致或展现主天线的物理或电特性中的一些缺陷或瑕疵。在这些情况中的很多情况下,当部署发生在乡村位置或在太空中,替换天线反射器的现场纠正、整改或订购可能是为几乎不可能的,即使不是完全不可能。结果,与规划的性能相比,有缺陷的天线的性能可退化,导致更低的天线增益、更低的传输/收到带宽等。

[0043] 根据本发明的实施例的系统和方法可以通过适应和/或操纵副反射器(诸如副反射器102)的反射表面的形状而允许补偿主反射器的缺陷和瑕疵。这可以允许天线性能恢复到基本上非有缺陷的天线的这些性能,并且继续使用主反射器,即使其存在缺陷和瑕疵。

[0044] 天线具有带有适当形状的副反射器和正确安置的副反射器和馈送器的完美形状的主天线反射器(即,非有缺陷的),对于从正确的方向(还指称正确的入站传输方向)撞击主天线反射器的每个传输线,将朝向副反射器反射从预期的方向撞击主天线反射器的传输,并且从副反射器传输到馈送器。参考图2A,其示出撞击天线系统100的元件的传输波的传播路径。天线系统100包括主反射器101、副反射器102和馈送单元103。如上面所描述的,主反射器101可以被形成为适于朝向副反射器102聚集传入的传输线(诸如彼此平行撞击主反射器101的线201)的完美的抛物面反射器。副反射器201可以被形成为适于朝向被安置在传输聚焦点处的馈送103集中来自主反射器101的传输线(诸如传输线202)的太空凹面反射器,因此适于基本上接收撞击主反射器101的所有传输能量。

[0045] 现在参考图2B,其示意性地描绘天线组件100A的性能,其中主反射器101A没有形成为完美的抛物面(或其他完美形状的反射器),具有形式或机械缺陷和瑕疵。如所看到的,在反射器具有缺陷的点204处撞击主反射器101A的传输线201朝向类似于图2A的副反射器

械传动装置。对于本领域中的技术人员将显而易见的,本领域中已知的其他装置可以被用于该目的。此类装置需要能够接收控制信号,并且执行将使副反射器的曲率局部变形为正确量的对应的机械运动。

[0050] 现在参考图2D,其示意性示出根据本发明的实施例的图2C的副反射器系统200局部影响反射的方向的方式。例如,来自主反射器(诸如主反射器101或主反射器101A)的传输线202在位置210A处撞击副反射器210,抵靠致动器220A安置副反射器210,并且副反射器形成为由致动器220A的运动而局部变形。在图2D的示例中,致动器220A的运动导致局部变形,该局部变形导致即将到来的传输线202的反射的传输线202B被引导略微远离副反射器系统200的焦点215。

[0051] 现在参考图2E,其示意性地示出在副反射器200的背侧上的一组致动器的部署,并且参考图2F和图2G,其示意性地示出根据本发明的实施例的用于导致影响在边界线220B内限定的致动器220A周围的对应的变形区域的局部变形的致动器的操作。图2E呈现在副反射器系统200的副反射器210A的背侧上的致动器220的部署方案。在该示例中,可以根据图2E的示例在对应于穿过副反射器210的中心点的半径的同心线上的位置上以几个同心布置部署致动器220,并且致动器220可以以22.5度的相等角度间隔开。

[0052] 图2F示意性地示出沿着图2E的线210A的副反射器210中的横截面,以及致动器220A的操作对副反射器210的曲率的影响。根据图2E的示例,致动器220A被安置在中心圆上且在致动器220的部署方案的半径210A上。致动器220A的激活可以使副反射器210的曲率局部变形,如由示意性地示出由致动器210A可用的最大内部局部变形和最大外部局部变形的线210_{CH1}和线210_{CH2}描述的。

[0053] 一束传输线202(例如如从主反射器诸如主反射器102A反射的)可以撞击在副反射器210的凹面表面上的位置210A。可以通过激活致动器220A使副反射器210的曲率变形。当致动器220A被激活以向内局部推动副反射器的表面时(如由线210_{CH1}示意性描绘的),反射的传输线202C可以因副反射器210的表面的局部凸形形式而形成局部分散波束。当致动器220A被激活以向外局部推动副反射器的表面时(如由线210_{CH2}示意性描绘的),反射的传输线202B可以因副反射器210的表面的局部凹面形式而形成局部聚焦在局部聚焦点215A处的局部会聚波束。

[0054] 图2G示意性地描述根据本发明的实施例的致动器220A的可用的局部变形的几何尺寸。致动器220A可以在点210A处(还参见图2D中)附接到副反射器210的外表面,并且可以适于通过分别向内或向外局部推动形成副反射器210的材料(如由指定最大向内局部改变和最大向外局部改变的线210_{CH1}和210_{CH2}描述的),使副反射器210的表面局限变形。进出的局部改变的范围被指称220AD,并且由边界线220B限定对应的变形区域。将了解,为了使得能够有如上所述的局部变形,可以使用这样的工艺由各种材料中的一种或多种制作副反射器210,即将使得附接的致动器能够在该点处在垂直于反射器的面的方向上使副反射器的表面局部变形为期望变形的大小220AD,同时维持受影响区域在220B的范围内。例如,副反射器可以具有处于相应的主反射器的半径的5%-20%的范围的半径。可以由具有小于操作波长的10%的孔由柔性非导电片(诸如塑料片)涂覆或嵌入在柔性非导电片(诸如塑料片)中的薄导电网(例如,由金属制作的),或由柔性非导电片(诸如塑料片)涂覆的薄导电片(例如,由金属制作的)制作副反射器,可已经对导电薄片做了薄切割,以允许用于初始容纳凹

面形式且用于允许由致动器220施加的所要求的局部改变所要求的柔韧性。致动器220A的有效行程范围可具有 $\pm 2\text{cm}$ 的大小,并且受影响区域220B可有5cm的半径,或在其他实施例中,为两个邻近致动器之间的距离的两倍的半径。由波长、主反射器的尺寸且由具体实施例的参数指示两个邻近致动器之间的距离。

[0055] 在本发明的一些实施例中,自适应天线系统可以包括多个元件,例如主反射器(诸如反射器100),或反射器阵列;馈送组件,馈送组件包括馈送元件103,诸如馈送单元,或馈送元件103的阵列;以及副反射器,诸如副反射器102/副反射器200或副反射器102/副反射器200的阵列。系统可以另外包括计算设备或多个计算设备,并且包括可选地反馈设备或多个反馈设备。此类系统可以被部署在其指定的位置中,并且反馈设备可以被部署在远程位置处,天线将远程位置作为目标以进行照射,或天线被引导用于从远程位置接收传输。系统的副反射器可以另外适于被操纵,以便调整对主反射器的照射或来自主反射器的照射,例如,如上所述。

[0056] 在没有远程反馈设备的情况下主反射器变形的纠正

[0057] 可以在远程位置中或在对那里的自适应天线系统(诸如部署在太空中的卫星天线、安置在很难访问的位置中的远程自动传输站等)的访问很难、昂贵或以其他方式非营利的或不可能的的位置中部署、安装和操作自适应天线系统。根据一些实施例,自适应天线系统可具有带有操作者、负责人、由对应的专家可访问的计算设施等的至少一个传输信道。

[0058] 现在参考图3A和图3B,其分别示意性地示出根据本发明的实施例的不具有远程操作/控制通信信道和具有此类通信信道的自适应天线系统。图3A的自适应天线系统300包括天线系统310、局部计算单元320和通信信道315,以使得能够将在天线系统310中接收的信号发送到计算单元320,或当在传输模式中时,将来自计算单元320的传输信号发送到天线系统310。当在接收模式时,天线系统310可以接收传输302,并且可以在馈送单元310C处收集在该传输中携带的信号。天线系统310的副反射器310B可以与图2D-图2G的副反射器系统200相同或类似于图2D-图2G的副反射器系统200,其中致动器阵列适于接收控制信号且适于使副反射器310B的表面局部变形。未示出天线系统310的副反射器310B的致动器,以便不会混淆附图,然而应当显而易见的,它们的操作和对副反射器310B的影响为如上面参考图2D-图2G关于副反射器200及其致动器220描述的。在本文中副反射器310B的致动器被指称 $310B_{\text{ACT}}$ 。

[0059] 计算单元320可以包括可以是例如中央处理单元处理器(CPU)、芯片或任何合适的计算或可计算的设备的控制器324、操作系统325、存储器326(可执行代码存储在存储器中)、非暂时性存储器327,以及输入/输出设备322。控制器324可以被配置成完成本文中描述的方法,和/或被配置成执行或充当各种模块、单元等。根据本发明的实施例,多于一个计算设备320可以被包括在系统中,并且一个或多个计算设备320可以充当系统的各种部件。例如,通过执行存储在存储器326中的可执行代码,控制器324可以被配置成实施纠正正在天线系统310的主天线中的变形或缺陷的方法。

[0060] 操作系统325可以是或可以包括被设计和/或被配置成执行涉及计算单元320的协调、调度、仲裁、监督、控制或其他管理操作(例如软件程序的调度执行,或使得软件程序或其他模块或单元能够通信)的任务的任何代码段(例如,类似于上述可执行代码)。操作系统325可以是商用操作系统、专有操作系统或其组合。

[0061] 存储器326可以是或可以包括例如随机访问存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、动态 RAM (DRAM)、同步DRAM (SD-RAM)、双数据速率 (DDR) 存储器芯片、闪速存储器、易失性存储器、非易失性存储器、缓存存储器、缓冲器、短期存储器单元、长期存储器单元或其他合适的存储器单元或存储单元。存储器120可以是或可以包括多个可能不同的存储器单元。存储器120可以是计算机或处理器非暂时性可读介质或计算机非暂时性存储介质,例如,RAM。

[0062] 可执行代码可以是任何可执行代码,例如,应用程序、程序、过程、任务或脚本。可以由控制器324可能在操作系统325的控制下执行可执行代码。例如,可执行代码可以是管理用于补偿天线系统310的主天线中的缺陷的过程的应用程序,如本文中所描述的。根据本发明的实施例的系统可以包括类似于上述可执行代码的多个可执行代码段,多个可执行代码段可以被加载到存储器326中并使得控制器324实施本文中所描述的方法。

[0063] 根据本发明的实施例,由天线系统310接收的传输302可以被收集在馈送单元310C处,并且由该传输携带的信号可以经由通信信道315被提供到计算单元320。根据一些实施例,传输302中的信号可以携带指示传输站处的传输功率的数据。当传输此类数据时,可以将此类数据提取和存储在计算单元320中。在其他情况下,此类数据可以不被包括在传输中。当不传输指示在传输站处传输功率的数据时,将由计算单元320执行仅基于在馈送310C处所接收的信号的功率的过程。假设在天线系统310处接收具有固定传输功率的传输320,并且在馈送310C处收集的信号被传递到计算单元320。

[0064] 缺乏指示天线系统310的总性能的任何信息而不是在馈送310C处接收的信号的功率,计算设备320可以执行以下过程。当在馈送310C处接收信号且将信号传递到计算单元320时,记录信号的功率 SIG_{P_0} 。在下一个步骤中,从致动器 $310B_{ACT}$ 的阵列选择第一致动器 $310B_{ACT1}$,计算系统320发送控制信号以稍微局部改变副反射器310B的曲率。改变可以与 $1/N$ 一样小,其中N是可以由来自致动器阵列 $310B_{ACT}$ 的致动器执行的分立步骤的数量。在一些实施例中,此类步骤的值可以是 $220\lambda/D$,并且该值应该遵守操作波长的 $1/100$ 的一般要求。在一些实施例中,N的值可以是在50-500的范围中。根据一些实施例,可以随机选择该改变的初始方向(入或出)及其大小。在其他实施例中,可以基于先前的此类过程和在进行这些先前过程期间进行的效果改变,估算这些值。在其他实施例中,可以基于可以预先存储在计算单元320的存储器单元或存储单元中的反射器瑕疵图 (RIM) 信息,估算这些值。

[0065] 记录在馈送310C处接收的信号功率的改变,并且由致动器 $310B_{ACT1}$ 执行另一个改变,并且再次记录其对所接收的信号功率的影响。可以重复该过程,直到实现被指称 P_{MAX1} 的所接收功率的最大值。记录致动器 $310B_{ACT1}$ 的位置,并且将致动器 $310B_{ACT1}$ 的位置与值 P_{MAX1} 相关联。

[0066] 对于值 $1 < m < M$,可以为所有致动器 $310B_{ACTm}$ 重复该过程,其中M是致动器的数量。一旦该过程终止且记录对于值 $1 < m < M$ 的最终值 P_{MAXm} ,该组值就被指称天线系统310的最大值的更新最大值(updated max-of-max, (UMOM))。将注意到,致动器的实际次序无论是沿着外圆逐一选择然后从内圆重新开始(本文中被指称圆形-从-外-到-中心),还是从中心向外开始(本文中被指称圆形-从-中心-外),还是沿着径向线从外开始到中心且然后挑选邻近半径(本文中被指称半径-从-外-到-中心)或反之亦然(被指称半径-中心-到-外),或任何其他方案-此类方案将与相关联的得到的接收的信号功率一起存储。于是,可以比较方案中的每个方案的性能,并且可以选择产生最大接收功率的方案。

[0067] 当估算或选择激活致动器 $310B_{ACTm}$ 的方案时,可以引发几个考虑。一个这种类考虑是异相传输线(out-of-phase transmission line)的效果。

[0068] 当传输波长处于毫米范围或更小时,具有深度或突起的主反射器的凹陷变形为大约1毫米或更小的量级,关于例如从主反射器上的非有缺陷的位置反射的大多数所接收的传输线,可以在馈送处异相接收从主天线的该有缺陷的区域反射的传输线,这随后导致信号的总接收功率的减少。

[0069] 在另一个示例中,从主反射器上有缺陷的位置反射的传输线可导致对在天线系统的馈送处接收的传输线中的一些传输线的正交偏振,随后还导致信号的总接收功率的减少。

[0070] 在一些其他示例中,可以并发地出现两个现象,甚至另外因此减少在馈送处信号的总接收功率。

[0071] 为达到UMOM值,计划和/或执行上述过程可以考虑异相和正交偏振现象的影响,以便通过搜索本文中分别被指称 MIN_{OP} 和 MIN_{CP} 的每个的最小值来接收最好的结果。

[0072] 根据一些实施例,可以从部署天线组件的位置远程完成由从天线组件接收的信号与主反射器中的缺陷和瑕疵的指示提取相关联的计算,并且将控制信号提供到致动器以补偿此类缺陷。参考图3B,其示意性呈现包括类似于天线组件310的天线组件360并包括通信适配器362的天线安装部352,通信适配器适于将信号从天线组件360的馈送器转发到远程计算单元370,并且从远程计算单元370接收信号,并且将接收的信号转发到天线组件360的副反射器的致动器。计算单元370可以类似于计算单元320包括控制器374、操作系统375、存储器376、存储在存储器中或寄存器377中的可执行代码和输入/输出设备372。通信信道378提供到计算单元370的通信和来自计算单元370的通信。可以根据需要而距离天线安装部352远程地安装计算单元370。例如,天线安装部可以被部署在太空中,同时计算单元370可以被安置在地球上。对于容易地维护和操作计算单元370,此类布置可能是有益的,但是如果部署在太空中,则在图3A的布置中,此类维护不是容易的。

[0073] 主反射器变形的纠正和用远程反馈设备形成期望的覆盖区

[0074] 为了确保远程部署的天线照射期望的覆盖区(例如,在地球上的),和/或为了对主反射器中的缺陷和瑕疵定位,反馈设备可以被部署在目标区域中。可以利用几个或更多反馈设备。参考图4A,其示意性地呈现根据本发明的实施例的目标区域450上天线照射的覆盖区400的示例。可以由等辐射强度线401、等辐射强度线402和等辐射强度线403呈现天线(诸如天线310或天线360)的辐射覆盖区。线401可以表示例如天线的辐射是第一强度例如60dBw的点的几何位置。类似地,线402可以表示天线的辐射是第二强度例如58dBw的点的几何位置,并且线403可以表示天线的辐射是第三强度例如56dBw的点的几何位置。多个反馈设备或辐射传感器404可以被放置在目标区域400中。可以进行传感器404的放置位置的选择,以便满足预期从传感器提取的所要求信息。一般地,将进行传感器402的数量和部署方案,以为所选择的目标提供最大信息。在图4A的示例中,传感器404的位置可以更准确地描述在天线的58dBw和56dBw强度线处的天线的覆盖区。从传感器404提取的信息可以编译成目标区域450中的天线实际性能(AAP)的图。

[0075] 根据一些实施例,此类图AAP可以被用于绘制在天线的主反射器中具有缺陷的天线的实际性能,以便基于如在天线的目标区域中测量的天线的实际性能来校正天线组件的

总性能。

[0076] 在根据一些实施例的校正过程中,可以命令远程部署的天线照射(传输)目标区域,反馈设备404可以测量所接收的传输功率,并且该信息可以被编译为局部AAP。该绘制可以与安置在所测量的天线的位置且照射目标区域450的非有缺陷的天线的估算的覆盖区比较。从该比较,可以估算所测量的天线的主反射器中的缺陷的位置和性质。可以在被安置在远程天线处的计算单元中或在远离天线安置的计算单元中进行该比较。这些估算可以被转化成将被传递到所测量的天线的副反射器的致动器的纠正矢量。在另外的实施例中,多个照射覆盖区特性可以被测量和记录,用于另外的使用。系统的计算设备可以接收辐射覆盖区信息,并且可以例如使用傅里叶级数和变换和奈奎斯特-香农采样定理来另外估算、确定和安置在主反射器中的有缺陷的扇区。

[0077] 根据另外的实施例,天线的所测量的照射覆盖区可以被用于使覆盖区的形式成形。可期望覆盖区的成形以偏离通过照射天线自然形成的覆盖区,例如,以便确保传输能量不被引导到没有用户要求天线的传输的位置,或以便限制传输到授权用户所处的地方,并且防止该传输到位于其他地方的未授权用户。

[0078] 现在参考图4B,其示意性地呈现根据本发明的实施例的非修改的覆盖区410和修改的覆盖区420。覆盖区410可以包括记载的三个等辐射强度线416、等辐射强度线414和等辐射强度线412,其中以下适用:功率_{416处}>功率_{414处}>功率_{412处}。当期期望的修改的覆盖区是覆盖区420(其中功率_{426处}>功率_{424处}>功率_{422处})时,可以将期望的覆盖区与实际覆盖区的偏离转化成改变指令的矢量以传递到天线组件的致动器。例如,目标区域480可以围绕实际覆盖区的中心点410A被划分成扇区,并且可以由如沿着从中心点410A延伸的半径测量的一组地理/角偏离表达期望的覆盖区与实际覆盖区的偏离。例如,沿着半径延伸的“北向”偏离428A描绘实际覆盖区线(等辐射强度线412)和期望的覆盖区线422之间的局部差异,并且沿着半径延伸的“东南向”偏离428B描绘实际覆盖区线(等辐射强度线412)和期望的覆盖区线422之间的局部差异。这样,可以估算一组偏离值,并且然后该组偏离值可以被用于产生用于改变天线组件的副反射器的致动器中的一些或所有的位置值的修改矢量,以便将覆盖区从实际的修改为期望的覆盖区。

[0079] 基于主反射器的几何测量的主反射器变形的纠正

[0080] 可以使用能够测量天线组件的主反射器的形式的几何测量设备,现场测量远程部署的天线组件的主反射器的缺陷和瑕疵。现在参考图4C,其示意性地呈现具有类似于副反射器200(图2D-图2G)的这些副反射器特性的副反射器特性的类似于或等于天线组件100A(图2B)的天线组件490,天线组件490包括主反射器492、副反射器494和馈送器496。天线组件490另外包括几何测量设备498,几何测量设备能够测量至少到在主反射器492的内面上的任何选择的点与测量设备498的距离。测量设备498可以被配置成手动地(即,响应于从天线组件490的外部接收的指令)或自动地(即,根据存储的和/或在天线组件490处局部估算的扫描方案和扫描指令)扫描主反射器492的凹面表面的选择区域。选择区域可以是主反射器492的内表面的一部分或等于主反射器492的内表面。扫描主反射器492的表面且测量所扫描的点的距离可以产生表示主反射器的内面的几何形状的一组数据项。可以例如通过包括适于对准期望的方向且接收由LASER范围检测器对准的点距检测器的距离的LASER范围检测器的测量设备498,进行主反射器的实际形式的测量。LASER范围检测器可以被安置在

某个点处,存在从该点到将被测量的所有点(例如,紧挨着馈送器496/在馈送器496后面)的视线。可以使用具有视线498A的定向控制窄束范围检测器逐点进行范围检测,视线498A可以被引导到基本上覆盖主反射器492的所有感兴趣的区域的太空扇区498B中。在扫描过程结束时,关于每个绘制的点距参考点(例如,设备498)的距离绘制主反射器的内面的形式。基于该信息,可以检测和估算主反射器的缺陷和瑕疵。在该阶段,可以估算纠正矢量,纠正矢量包括副反射器的致动器中的一些或所有致动器的运动值,如上面所解释的。

[0081] 根据另外的实施例,例如,当由被安置在太空中的天线接收来自地面的广播时,副反射器(诸如图2D-图2G的副反射器200)的致动器可以被激活为空,或至少基本上使到达天线组件的干扰广播的不期望的影响最小化。可以检测干扰广播的性质/特性,并且可以激活致动器,使得干扰广播的功率量不会到达馈送器,或基本上使干扰广播的功率最小化。致动器的操作的方案可以是上面讨论的方案中的任一个且例如上面参考图3A-图3B讨论的方案中的一个。

[0082] 调谐天线组件的性能参数

[0083] 根据本发明的实施例,可以调谐或重新调谐天线组件的性能参数,以实现天线组件性能的某些改变。现在参考图4D,其示意性地呈现能够被远程调谐用于改变性能参数的天线组件4000。天线组件4000包括主反射器4010、副反射器4100和馈送器4030。副反射器4100可以包括连接到副反射器的天线4110的致动器4120。致动器4120适于通过改变反射器4110相对于参考系的取向和/或位置来操纵反射器4110。致动器4120可以适于对对应的空中信号作出响应,以便在沿着参考轴S-N以改变角度 α 偏航运动以及沿着垂直于参考轴N-S的参考轴E-W以角度 β 的俯仰运动中使反射器4110围绕双轴枢轴点4120A旋转。致动器4120可以另外适于使得反射器4110沿着操作运动范围 Z' 而沿着参考轴Z移动。致动器4120可以另外适于使反射器4110围绕旋转轴4122以角度 θ 旋转。根据本发明的实施例,致动器4120可以被控制用于以上面列出的改变中的一个或多个改变反射器4110相对于参考系的位置和/或取向。不管在主反射器4010和/或副反射器组件4100中的任一个中的缺陷如何,在天线组件4000的任何给定的静态位置处,具有给定波长中的传输的天线组件4000的性能可以仅通过激活致动器4120而改变,以在副反射器4110的自由度中的一个或多个上改变副反射器4110的位置或取向。在一个实施例中,可以沿着Z轴改变副反射器4110的位置(将副反射器更靠近主反射器4010移动或将副反射器远离主反射器4010移动)。假设在该改变的激活之前,天线组件4000关于在给定波长上到(或来自)特定目标区域的传输聚焦,副反射器4110的运动可导致天线组件4000的散焦。当要求扩展天线组件的覆盖区域(可能以减少带宽为代价)时,来自远程天线组件的传输的散焦可能是有用的和期望的。在其他实施例中,可以要求使天线组件的覆盖区域偏移(即,改变照射的方向)。这可以通过改变副反射器4110围绕其平衡架轴N-S和E-W中的至少一个的取向来实现。在另一个实施例中,由于由副反射器4100的取向的改变造成的主天线4010的缺陷的纠正,所以围绕平衡架轴N-S和E-W的轻微的改变可以产生天线组件增益的改变。

[0084] 根据特定方案借助于改变副反射器的致动器的位置用于补偿主反射器变形的过程可以包括以下阶段,如图5中描绘的,图5是呈现根据本发明的实施例的基于在天线处接收的信号操纵副反射器的致动器以补偿主反射器的变形的步骤的流程图。在框502处,可以接收如在天线的生产之后且部署之前所测量的初始变形方案。提供到天线的稳定传输,并

且表征和记录馈送器处的信号(框504)。对于重复的过程,数字(numerator,分子)n被设置为1(框506)。第n致动器被激活以使副反射器的表面局部变形直到所接收的信号被最大化,并且致动器被留在该位置(框508)。过程数字增加1(框510),并且过程重复直到根据该过程所有N个致动器被激活。在设置所有涉及的致动器之后,致动器的状态被记录在表示在副反射器中做出的改变以补偿主反射器中的缺陷的图表中(框512)。

[0085] 用于基于地面上接收的传输传感器补偿主反射器变形或形成期望的天线照射覆盖区的过程可以包括以下阶段,如图6中描绘的,图6是呈现根据本发明的实施例的操纵副反射器的致动器的步骤的流程图。将多个传输传感器部署在传输照射目标区域上方(框602)。激活来自远程天线组件的传输,并且记录在所部署的传感器中的每个传感器处所接收的传输功率(框604)。基于传输传感器的测量,提取实际天线性能和实际覆盖区(框606)。将实际覆盖区与期望的覆盖区比较,并且估算偏离记录(框608)。基于所记录的估算偏离值和它们的位置,激活指令被提供到副反射器的致动器,以便将实际覆盖区尽可能靠近地带到期望的覆盖区(框610)。应当注意,根据实施例,期望的覆盖区可能是将由非有缺陷的主反射器照射的覆盖区,然而,根据另一个实施例,期望的覆盖区可以是具有特殊形式的覆盖区。

[0086] 虽然本文中已经示出和描述了本发明的某些特征,但是现在对于本领域中的普通技术人员来说将出现很多修改、替代、改变和等价物。因而,应当理解,所附权利要求书旨在覆盖落入本发明的真实精神内的所有此类修改和改变。

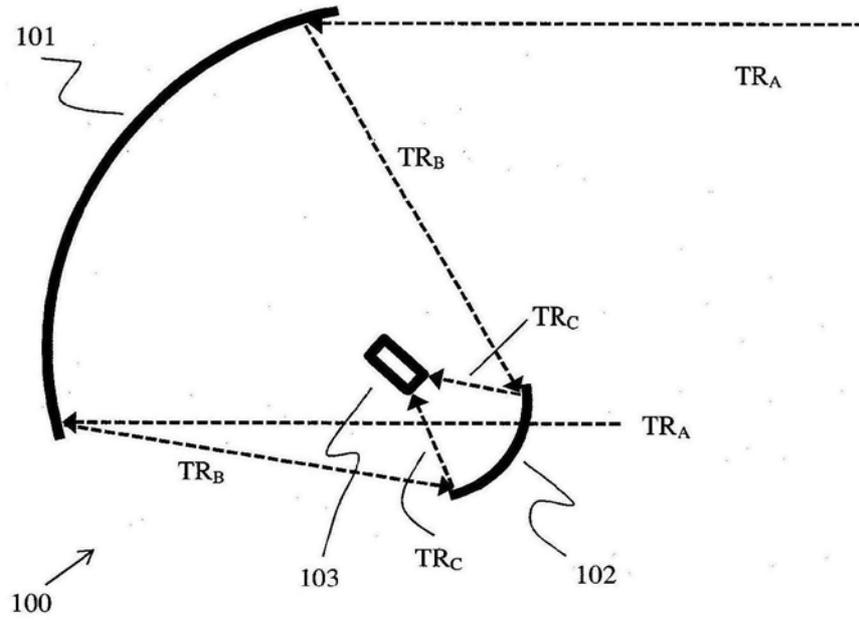


图1

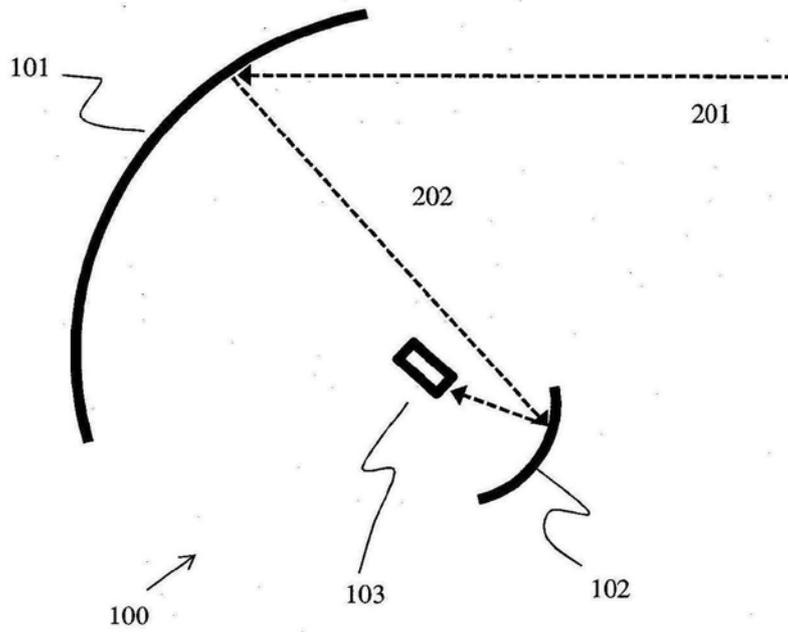


图2A

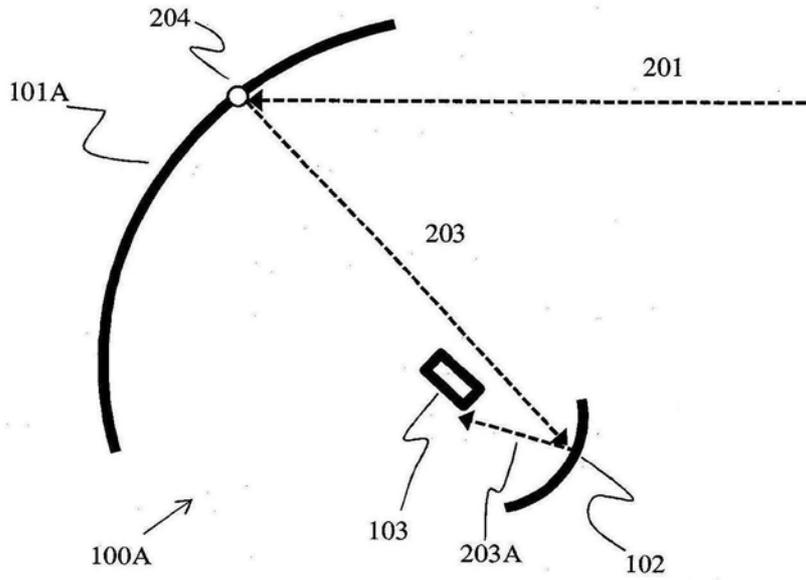


图2B

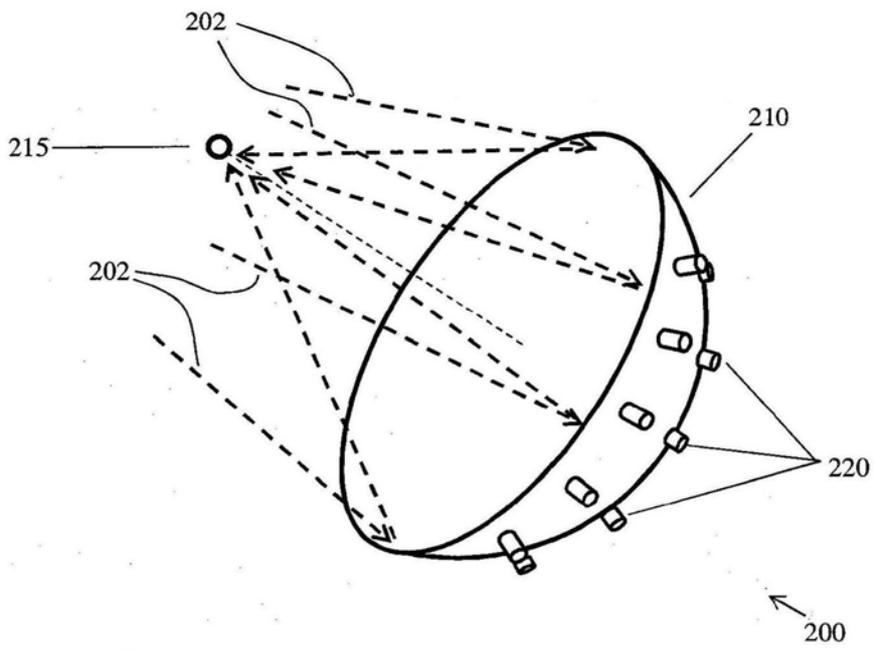


图2C

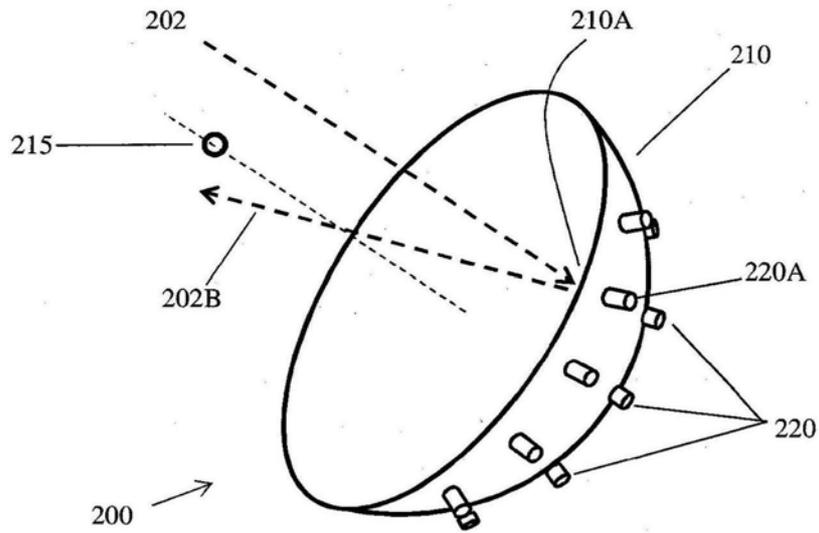


图2D

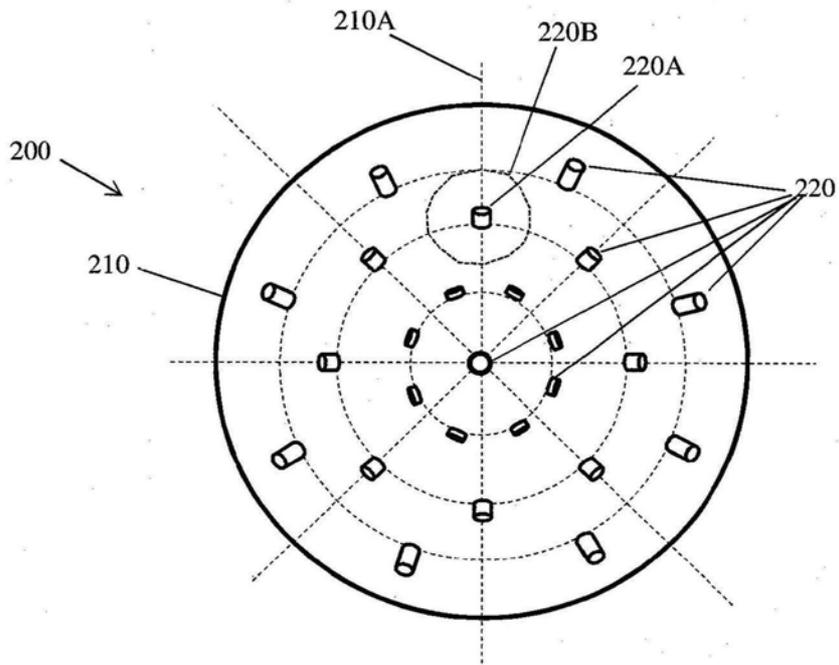


图2E

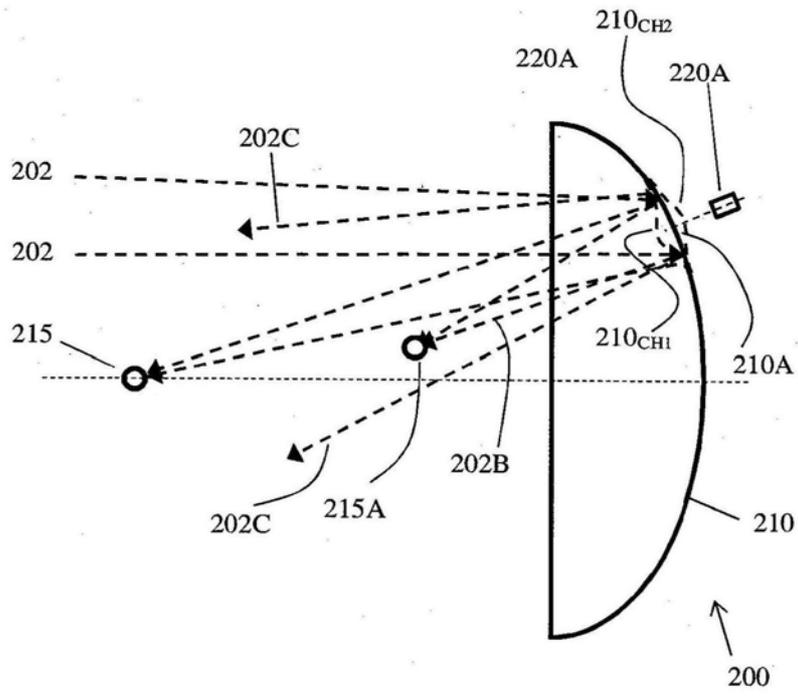


图2F

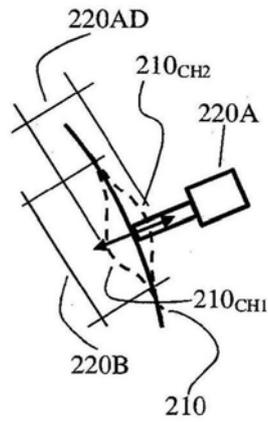


图2G

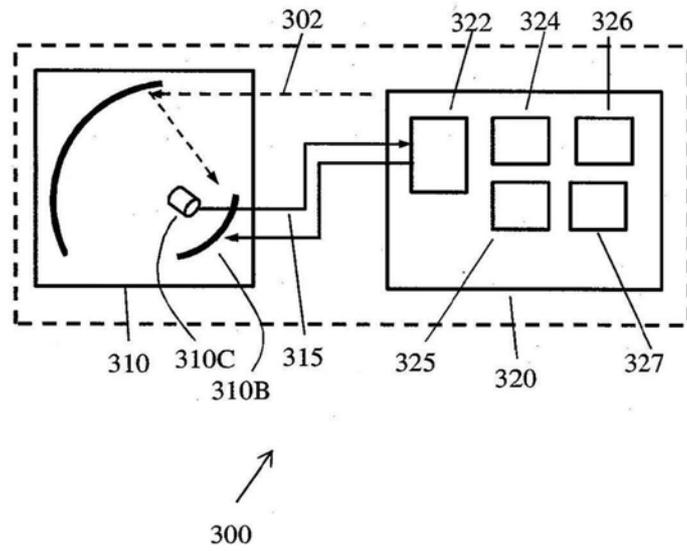


图3A

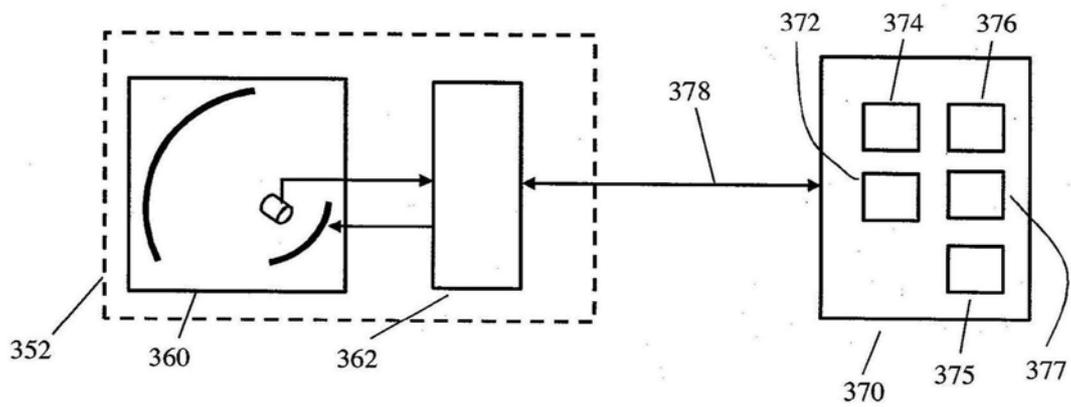


图3B

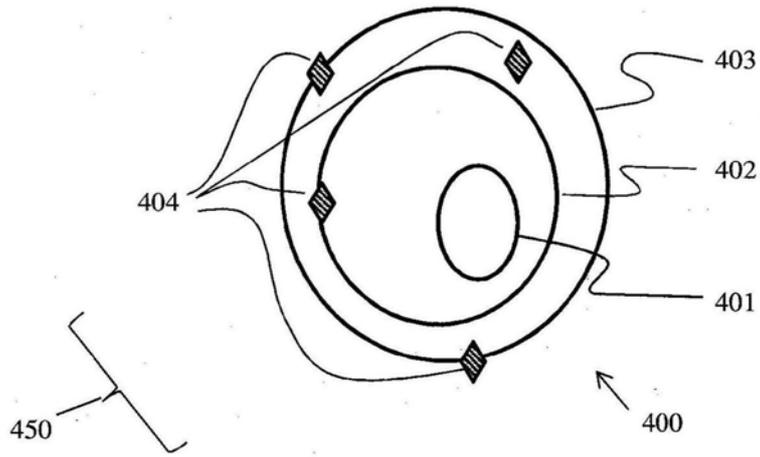


图4A

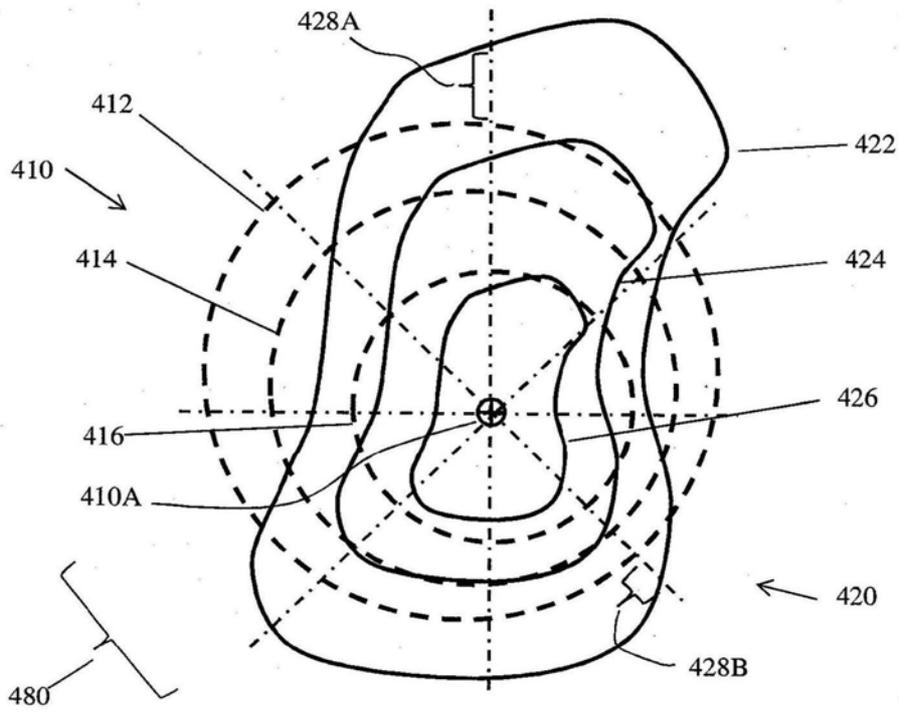


图4B

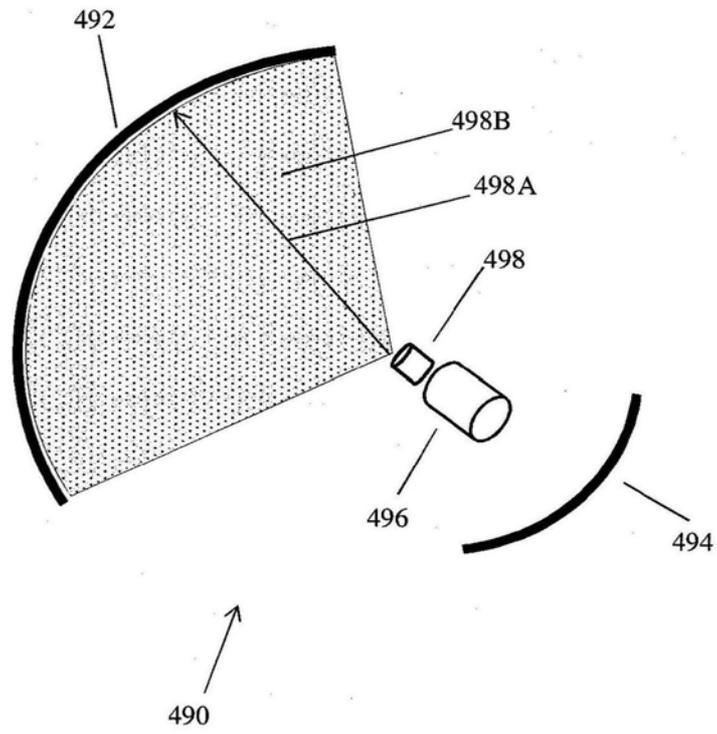


图4C

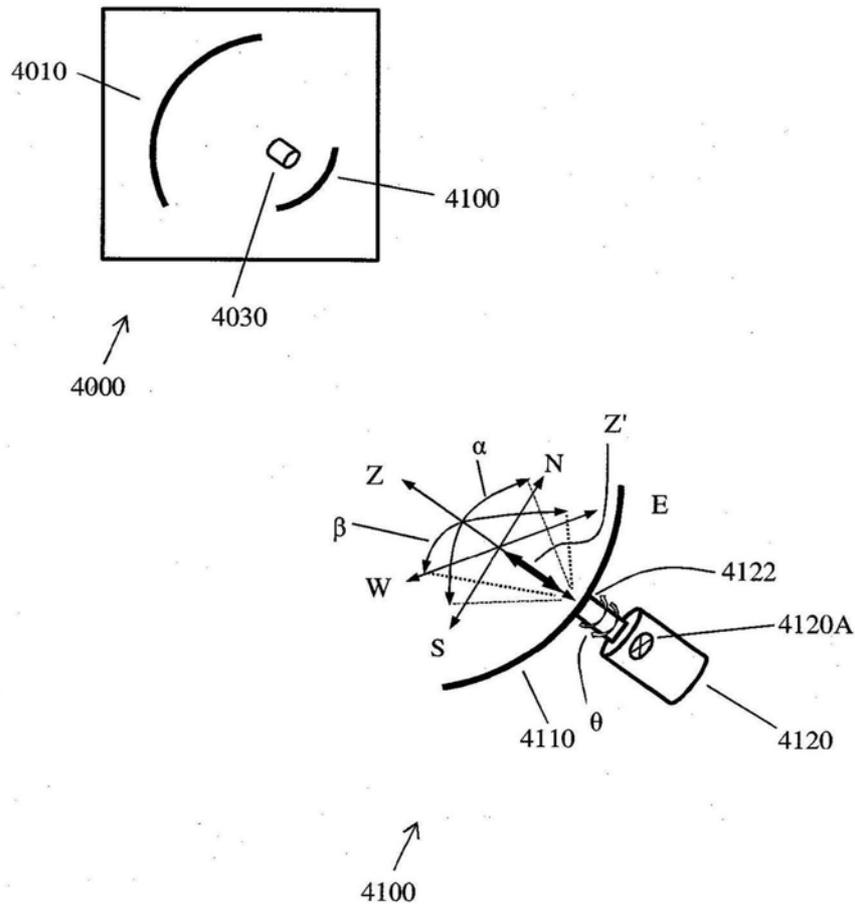


图4D

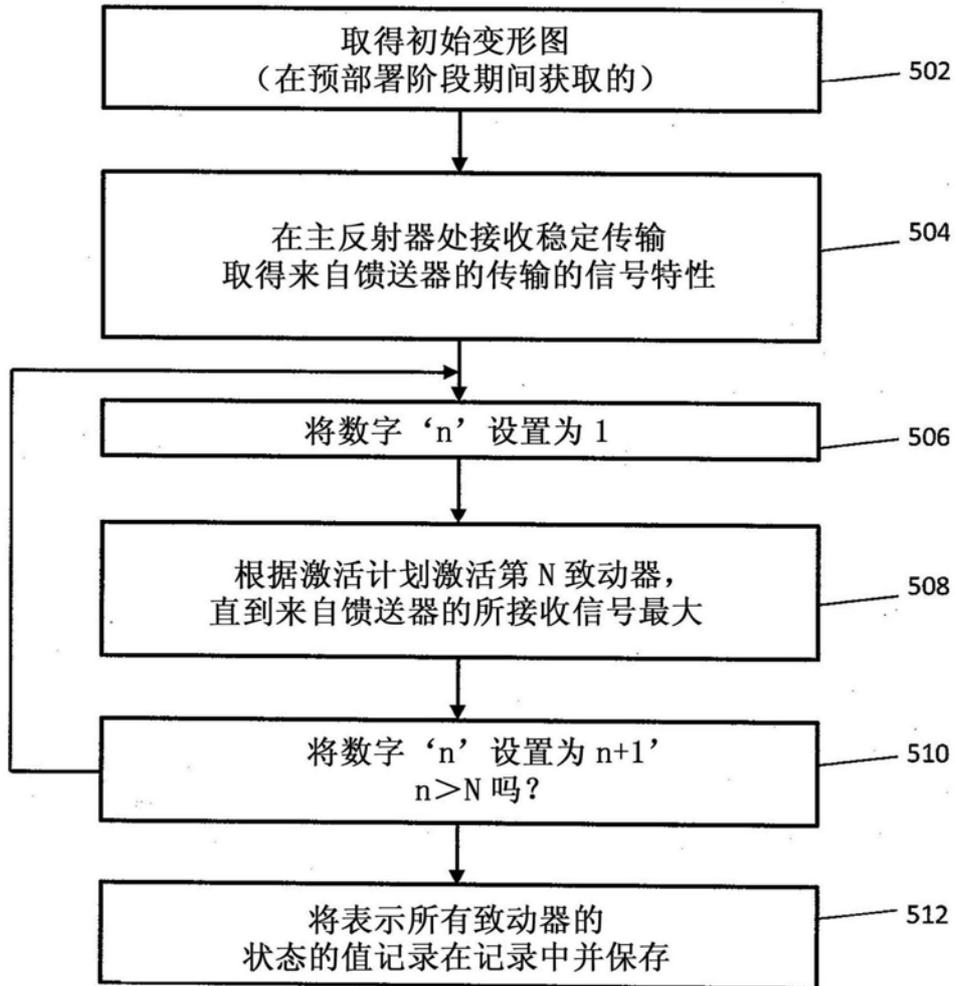


图5

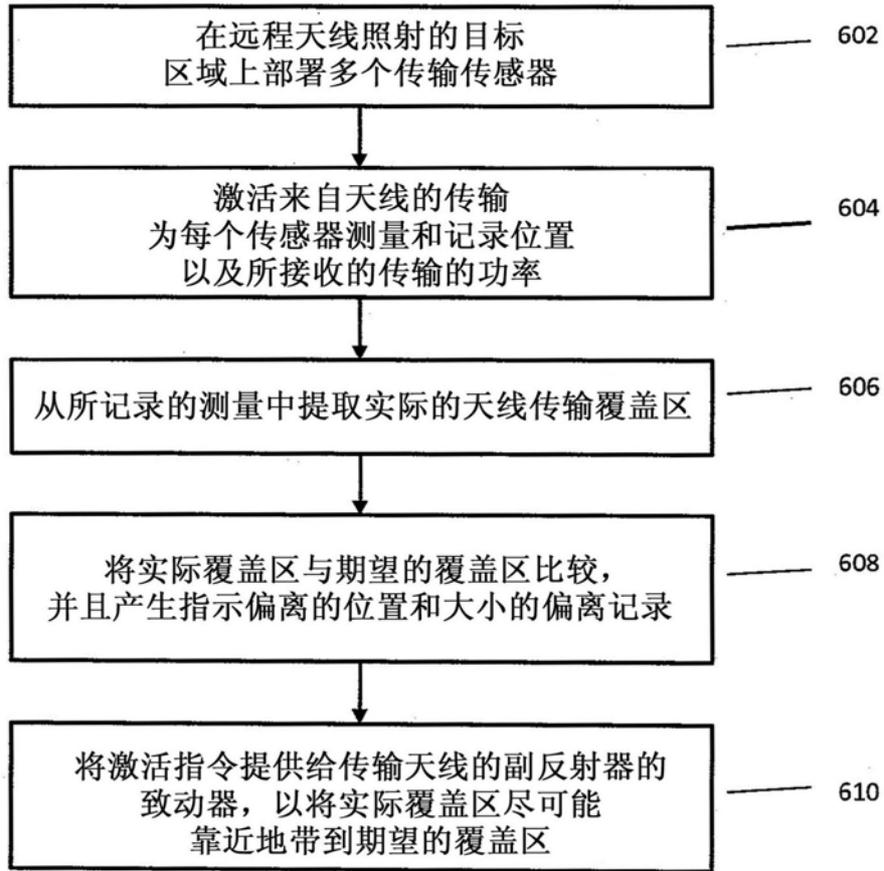


图6