



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101688802 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 14

(21) 申请号 200880018439. X

(22) 申请日 2008. 05. 30

(30) 优先权数据

60/941, 387 2007. 06. 01 US

11/934, 915 2007. 11. 05 US

12/117, 994 2008. 05. 09 US

12/125, 166 2008. 05. 22 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 12. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/065266 2008. 05. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02009/025911 EN 2009. 02. 26

(73) 专利权人 涅磐公司

地址 美国马萨诸塞

(72) 发明人 N·拉怀特 L·曼弗雷迪

W·L·萨斯

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 康建忠

(51) Int. Cl.

G01F 13/00 (2006. 01)

G01P 5/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1781032 A, 2006. 05. 31, 全文.

US 2006/0179934 A1, 2006. 08. 17, 全文.

CN 2348417 Y, 1999. 11. 10, 全文.

审查员 刘斌

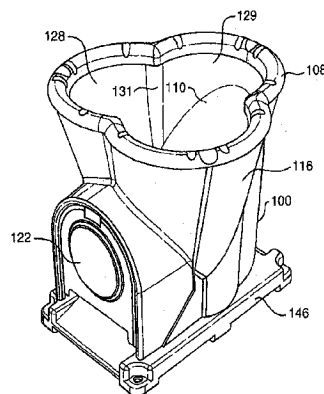
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

声雷达和气象激光雷达系统中的位置校正

(57) 摘要

对于声雷达或激光雷达设备的取向和 / 或位置而校正由所述设备收集到的风速与风向数据的系统和方法。在声雷达或激光雷达设备上安装有传感器, 其检测该设备的取向和位置。使用软件, 对于与某标称取向的偏差, 原地三维地调整风速与风向的计算。可以使用软件和数据结构, 使得系统的取向和位置与收集到的数据一起被包括。



1. 一种对于至少声雷达或激光雷达设备的取向而校正由所述设备收集的风速与风向数据的系统,该系统包括:

安装到所述声雷达或激光雷达设备上的一个或多个传感器,用于至少检测所述设备的三维角取向;

处理器,所述处理器使用检测到的三维角取向和校正算法,对于与某标称取向的偏差,原地三维地校正风速与风向数据;以及

数据库,存储标识所述校正算法的数据结构、所述设备的所述检测到的三维角取向、以及经校正的风速与风向数据。

2. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括安装到所述设备的检测所述设备的位置的一个或多个附加传感器。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述数据库还存储表示检测到的所述设备的位置的数据。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器基于持续地测量到的取向实时地执行校正,以甚至在存在所述设备的安装后的位置移动的情况下,也保持可靠的数据准确性,所述设备的安装后的位置移动否则会降低数据准确性。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,利用电子2或3轴罗盘测量方向取向,利用基于2轴加速度计的倾斜计测量相对于垂直方向的倾斜。

6. 根据权利要求5所述的系统,进一步包括第三加速度计轴。

7. 根据权利要求6所述的系统,进一步包括也考虑所述设备的角移动以及沿着水平轴的移动的一个或多个陀螺仪或者其他角加速度测量传感器,从而正确地区别所述设备的角度倾斜和轴向加速度,以校正设备的动态移动。

8. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括用于测量所述设备的位置的GPS接收器。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中,GPS接收器也测量方向取向。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述处理器检测所述一个或多个传感器的故障,响应于检测到故障,使用最后的有效取向信息来校正风速和风向数据。

11. 一种对于至少声雷达或激光雷达设备的取向而校正由所述设备收集的风速与风向数据的方法,包括:

使用安装到所述声雷达或激光雷达设备的传感器至少检测声雷达或激光雷达设备的三维角取向;

使用检测到的三维角取向和校正算法,对于与某标称取向的偏差,原地三维地校正风速与风向数据;以及

在数据库中存储标识所述校正算法的数据结构、所述设备的所述检测到的三维角取向、以及经校正的风速与风向数据。

12. 根据权利要求11所述的方法,进一步包括检测所述设备的位置。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中在所述数据库中存储表示检测到的所述设备的位置的数据。

14. 根据权利要求11所述的方法,其中,基于持续地测量到的取向实时地执行校正,以甚至在存在所述设备的安装后的位置或角度移动的情况下,也保持可靠的数据准确性,所述设备的安装后的位置或角度移动否则会降低数据准确性。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,利用电子 2 或 3 轴罗盘测量方向取向,利用基于 2 轴加速度计的倾斜计测量相对于垂直方向的倾斜。

16. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,使用一个或多个陀螺仪或其他角度测量传感器,测量所述设备的角加速度、速度和取向,以正确地区别所述设备的角度倾斜和轴向加速度,以校正设备的动态移动。

17. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,使用 GPS 接收器测量所述设备的位置。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,GPS 接收器也测量所述设备的方向取向。

19. 根据权利要求 11 所述的方法,其中,基于至少部分地由用户提供的信息执行校正。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其中,所述校正基于用户输入的取向数据。

21. 根据权利要求 11 所述的方法,进一步包括检测所述一个或多个传感器的故障,其中,响应于检测到故障,使用最后的有效取向信息来校正风速和风向数据。

22. 一种对于声雷达或激光雷达设备的取向和 / 或位置而校正由所述设备收集到的风速与风向数据的方法,包括:

至少提供所述声雷达或激光雷达设备的三维角取向;

使用提供的三维角取向和校正算法,对于与某标称取向的偏差,原地三维地校正风速与风向数据;以及

在数据库中存储标识所述校正算法的数据结构、所述设备的所述检测到的三维角取向、以及经校正的风速与风向数据。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其中,至少部分地利用连接到所述声雷达或激光雷达设备的一个或多个仪器提供所述三维角取向。

24. 根据权利要求 23 所述的方法,其中,至少部分地由取代了所述仪器的用户提供所述三维角取向。

25. 根据权利要求 22 所述的方法,其中,所述三维角取向由用户提供。

26. 根据权利要求 23 所述的方法,进一步包括检测所述一个或多个仪器的故障,其中,响应于检测到故障,使用最后的有效取向信息来校正风速和风向数据。

声雷达和气象激光雷达系统中的位置校正

技术领域

[0001] 本发明涉及用于使用有向的声波或者激光束远程检测诸如风速之类的大气现象的系统。

背景技术

[0002] 声雷达系统采用有向的声波检测诸如风速之类的大气现象。气象激光雷达系统使用激光束来达到相同的目的。这些系统的容纳了有源转换器的设备一般部署在野外的固定的仔细取向的位置,以便发射的和检测到的信号的角度与垂直和水平坐标具有已知的关系。通常,这需要使在其上安装了转换器的平台水平,并转动平台,以便它与一罗经点(compass point)(例如,正北)对齐。这样的系统基于转换器的必要的固定取向,计算风速与风向。

[0003] 为风能资源评估进行的风速测量应该相当准确;通常 $\pm 0.5\text{mph}$ (大约 $\pm 0.23\text{m/s}$)。如此,在此应用中,校正由于设备的只有几度的倾斜所产生的误差是重要的。另外,在许多地点,风速会变化到在非常短的地理距离内显著地影响可能的风轮机安装的经济能力的程度。结果,与进行风能测量的位置有关的精确和准确的信息是必需的。

[0004] 现有的和不久将来的风能设施安装在旱地或近岸的海上位置。这些地点的资源评估设备可以并且已经安装在陆地上和近岸的海床上的稳定的地基上。与这些陆地和近岸地点相关的资源可用性及其他地点定位问题正在促使对固定地基非常昂贵的更深水域设施的研究,包括资源评估研究。安装在浮标、驳船或船舶上的风测量设备(通常用于测量这些位置的风速)在几个方面不适合用于进行资源评估。测量通常是在海面的几米内进行的,而资源评估数据优选情况下是在涡轮机轮毂高度处取得的,对于现代实用规模(utility scale)的涡轮机,通常在海面上方 60-110 米。此外,安装在浮动结构上的常规风速测量设备的准确性受到这些结构的运动的不利影响。此外,这些传感器相对于它们的支撑结构的位置通常导致这些结构影响气流而对准确性产生不利的影响。最后,特别是对于基于船舶的测量,测量的持续时间不足以进行资源评估,为了取得准确的资源评估,需要多至一年或多年的测量时间段。

[0005] 到目前为止,还没有产生适合于在非平稳的结构上进行对于资源评估充分准确的测量的声雷达或激光雷达设备。

发明内容

[0006] 在一个实施例中,本发明包括:在声雷达或激光雷达系统中的用于检测设备取向和位置的传感器;以及操作软件(“固件”),其使用至少感测的取向,对于与某标称取向的偏差,原地三维地调整风速与风向的计算,以便测量的准确性不会降低。该固件基于持续地测量到的取向和位置信息,实时地执行计算,以甚至在存在系统的安装后的取向或位置移动(否则可能降低数据准确性)的情况下,也保持可靠的数据准确性。此外,与所有收集的、传输的以及存档的数据一起,包括了对用于校正系统的取向和位置的算法进行标识的数据

结构以及作为此算法的输入的取向和位置数据,作为存档用途。

[0007] 本发明的取向补偿的优点之一是,声雷达或激光雷达设备不必在安装时准确地被取向。此外,安装时间缩短,因为准确的定向是繁琐的。此外,设备不需要具有精细的可调节水平机构,设备也不需要安装在水平地面上。即使它可能牢固地锚定或用牵索固定到地面,可能由于风荷载、仓促的地面安放或其他环境因素,发生设备的微小的移动或下沉。通过连续地监视设备取向和位置,尽管有这样的移动,数据仍可保持可靠。本发明可以补偿声雷达或激光雷达设备随着环境温度变化的膨胀或收缩,这些膨胀或收缩会达到足以影响取向的准确性的幅度,特别地是对于经济的并由于其他原因而有利的塑料结构。

[0008] 此外,可能有干扰信号传输或检测的现场障碍物,这可以通过根据需要使设备定向来避免。在浮动声雷达或激光雷达系统的情况下,可以考虑和校正平台移动。此外,本发明总体上提高所有传输的和 / 或收集到的数据的置信水平。此外,与可以报告但不自动补偿取向和定位误差的竞争性的设备相比,本发明减少或消除数据的处理后取向校正的必要性。另外,可以使用来源于嵌入到仪器中的全球定位系统接收器“GPS”的地理位置信息来确定地标识正在进行测量的位置,并通过自动地包括已知的位置特定的磁性异常(其已被绘制地图,并且对于其的数据可用)的影响,补偿电子罗盘中的误差。

[0009] 本发明的特征是一种对于至少声雷达或激光雷达设备的取向而校正由所述设备收集的风速与风向数据的系统,该系统包括:安装到所述声雷达或激光雷达设备上的一个或多个传感器,用于至少检测所述设备的三维角取向;以及软件,所述软件使用检测到的三维角取向,对于与某标称取向的偏差,原地三维地调整风速与风向数据的计算。

[0010] 该系统可以进一步包括安装到所述设备的检测所述设备的位置的一个或多个附加传感器。该系统可以进一步包括软件和数据结构,用于使表示所述设备的取向和位置的数据与收集到的数据一起被包括。所述软件基于持续地测量到的取向实时地执行计算,以甚至在存在所述设备的安装后的位置移动的情况下,也保持可靠的数据准确性,所述设备的安装后的位置移动否则可能降低数据准确性。

[0011] 可以利用电子 2 或 3 轴罗盘测量方向取向,利用基于 2 轴加速度计的倾斜计测量相对于垂直方向的倾斜。该系统可以进一步包括第三加速度计轴。该系统可以进一步包括也考虑所述设备的角移动以及沿着水平轴的移动的一个或多个陀螺仪或者其他角加速度测量传感器,从而正确地区别所述设备的角度倾斜和轴向加速度,以校正设备的动态移动。该系统还可以进一步包括用于测量设备的位置的 GPS 接收器。该 GPS 接收器也可以测量方向取向。

[0012] 特征还在于一种对于至少声雷达或激光雷达设备的取向而校正由所述设备收集的风速与风向数据的方法,包括:至少检测声雷达或激光雷达设备的三维角取向;以及使用检测到的三维角取向,对于与某标称取向的偏差,原地三维地调整风速与风向数据的计算。

[0013] 该方法可以进一步包括检测设备的位置。该方法可以进一步包括使所述设备的取向和位置信息与收集到的数据在一起被包括。所述软件基于持续地测量到的取向实时地执行计算,以甚至在存在所述设备的安装后的位置或角度移动的情况下,也保持可靠的数据准确性,所述设备的安装后的位置或角度移动否则可能降低数据准确性。可以利用电子 2 或 3 轴罗盘测量方向取向,利用基于 2 轴加速度计的倾斜计测量相对于垂直方向的倾斜。

[0014] 可以使用一个或多个陀螺仪、固态陀螺仪或其他角度测量传感器,测量所述设备的角加速度、速度和取向,以正确地区别所述设备的角度倾斜和轴向加速度,以校正设备的动态移动。可以使用 GPS 接收器测量设备的位置。GPS 接收器也可以测量设备的取向。所述软件可以基于至少部分地由用户提供的信息执行计算。在一个实施例中,用户可以取代所述设备的取向和位置中的一个或多个的检测,以便所述软件基于至少部分地由用户提供的信息执行计算。

[0015] 特征还在于一种对于声雷达或激光雷达设备的取向和 / 或位置而校正由所述设备收集到的风速与风向数据的方法,包括:提供所述声雷达或激光雷达设备的三维角取向;以及使用提供的三维角取向,对于与某标称取向的偏差,三维地调整风速与风向数据的计算。三维角取向可以至少部分地利用连接到声雷达或激光雷达设备的一个或多个仪器提供,并可以至少部分地由取代仪器的用户提供。或者,可以由用户提供三维角取向。该方法可以进一步包括检测所述一个或多个仪器的故障,其中,使用最后的有效取向信息来调整风速和风向的计算。

附图说明

[0016] 本发明的各种其他目标、特征和优点将完全被了解,因为当和附图一起考虑时,本发明将变得更加容易理解,在附图中,类似的参考字符在多个视图中表示相同或类似的部分,其中:

[0017] 图 1 是可以使用本发明的声雷达设备的正面透视图;

[0018] 图 2 是图 1 的声雷达设备的后面透视图;

[0019] 图 3 是图 1 和 2 的声雷达设备的顶视图;

[0020] 图 4 是图 1-3 的声雷达设备的正面的较详细视图,通向电子设备的进入门打开;

[0021] 图 5 是图 1-4 的声雷达设备的剖面图;以及

[0022] 图 6 是也可以用于实现本发明的方法的本发明的系统的实施例的示意方框图。

具体实施方式

[0023] 本发明可以在对于声雷达或激光雷达设备的取向和 / 或位置而校正由该设备收集的风速与风向数据的系统中实现。该系统适用于任何类型或形式的声雷达或气象激光雷达设备。该系统包括安装到声雷达或激光雷达设备上的传感器,所述传感器用于检测设备的三维角取向和位置。然后使用软件,对于与某标称取向的偏差,原地三维地调整风速与风向的计算。可以使用额外的软件和数据结构,使系统的取向和位置与收集到的数据一起包括在数据库中。

[0024] 在本发明的基于地面的声雷达或激光雷达的实施例中,利用电子 2 或 3 轴罗盘测量取向,利用基于 2 轴加速度计的倾斜计测量相对于垂直方向的倾斜。这些仪器中的每一个仪器都连接到声雷达或激光雷达设备。在用于安装有这些系统的船上或浮在水上的浮标的、本发明的另选实施例中,本发明另外使用第三加速度计轴,也许还使用传统的机电陀螺仪、固态陀螺仪或其他角加速度测量传感器,确定仪器的三维向量速度,以及动态角位置,该动态角位置是校正由仪器的移动所引起的测量错误所需要的。

[0025] 在本发明的实施例中,使用连接到设备的 GPS 接收器确定声雷达或激光雷达系统

的地理坐标,并提供与通用时间(UT,以前的“格林威治标准时间”)的准确同步。本发明的另选实施例使用也确定方向取向的专业形式的 GPS 接收器,来测量系统的方向取向,省去了对电子罗盘的需要。

[0026] 在本发明的基于地面的应用的实施例中,给固件提供了用户控制,以便位置和方向的实时的持续测量可以被手动输入的数据取代和替换。这允许仪器在位置或取向传感器发生故障的情况下继续操作。

[0027] 此外,对于基于地面的应用,可以给固件提供这样的特征:以便如果传感器信号短暂地丢失,则将此信号的最后已知有效值应用于算法,如果信号丢失持续或反复地发生,则将该问题警告用户,以便可以采取步骤,使系统恢复到能完全实时地执行自动取向校正操作。

[0028] 在本发明的基于地面的应用的另选实施例中,没有向算法提供自动的实时取向数据,但是,算法仍能够基于用户手动输入的取向信息,校正取向误差,这样的信息要么来自仪器中的内置的传感器,要么来自通过其他装置进行的测量。这些实施例表现了优选实施例的某些优点,但不是全部优点。

[0029] 自动位置补偿对于范围广泛的设备位置起作用,但是,它具有某些明显的局限性。例如,如果设备被吹或以别的方式被推倒到其一侧,以致于发射的和检测到的信号主要是水平的,则位置补偿将无效。另一方面,可以使用由所需的传感器提供的位置检测以及对它们的数据的处理,来发出报警或以别的方式将问题通知给操作员。类似地,也可以使用带有收集到的数据的实际位置的报告,判断设备是否已经固定或正在固定,已经移动或正在移动等等。

[0030] 图 1-5 显示了可以使用本发明的声雷达设备的实施例。这只是可以使用本发明的无数类型和形式的声雷达和激光雷达系统的一个示例。在 2007 年 11 月 5 日提交的序列号为 11/934,915、2008 年 5 月 9 日提交的序列号为 12/117,994,以及 2008 年 5 月 22 日提交的序列号为 12/125,166 的优先申请中较详细地公开了图 1-5 所示的特定声雷达设备、优选的转换器阵列,以及转换器阵列的优选操作,这些申请以引用的方式并入本文中。

[0031] 喇叭形状的外壳 100 是对称形状的,定义了三个形状相同的叶瓣 102、104 和 106,它们相对于外壳 100 的中心垂直轴 105 间隔 120° 。在外壳 100 中,阵列 10 优选地垂直定位,在进入门 122 后面并且直接面向平的声音反射面 110,该反射面 110 与垂直方向成 45° ,以便它作为声音反射镜。参见图 5 的剖面图。此布局在声学上近似于在外壳的底部中心水平地定位的相同阵列 10。垂直阵列位置防止转换器聚集水、冰、雪或碎片。

[0032] 在一个非限制性的实施例中,每一个转换器的直径大约是 3 英寸,阵列以对应于大约 3 英寸的波长的频率操作。典型的频率可以是 4425Hz。发现此波长附近的聲音既能从大气中的湍流和热分层反射,又能穿过其,是对声雷达操作至关重要的折中。对于由七行中的三十六个转换器构成的优选阵列,行与行之间的相移大约是 60 度(或,大约 3.75×10^{-5} 秒),这实现了基本上垂直的波束,在从法线到转换器的平面的高度,相对于垂直方向有大约 10 度的倾斜(更具体地说,11.2 度),从主波束轴到半功率点测量大约有 5 度的主波束角宽度。在位于与波束主轴大约有 10 度(总波束宽度大约 20 度)的角度的零值(null)处,波束功率下降到大约零。优选情况下,外壳 100 的三个叶瓣 102、104 和 106 中的每一个都限定了大约位于此零值位置处的内表面。在外壳以吸声材料为衬里的情况下,此内表面被

定义为吸声材料的内表面。这使得在大气感应中使用完全的主波束,而有助于截取(如此,压制)不是主波束的一部分的不希望有的辐射,以及不是主波束的反射的不希望有的返回信号。或者,外壳的内表面可以更靠近波束的主轴线,这将产生较窄的功率较小的波束。

[0033] 阵列的优选实施例具有按六边形网格图案排列的三十六个共面的转换器。用这一数量的转换器的一个原因是由于优选实施例中的电子器件,它们被设计在一般用于产生环绕声的集成电路周围。这些电路分别具有 3 个左和 3 个右声道——每一个电路总共六个声道。如此,对于传输电路的总共六个以几何方式以及以电子方式相同的子部分,阵列的每六十度段可以极好地由这些电路中的一个电路进行处理。如此,向阵列的中心添加第 37 个转换器,会增大传输电路设计的复杂性,也增大固件的复杂性。测试表明,中心扬声器对单元的方向性没有实质性的影响——充其量它可以将方向性提高 3%,而它会将电子设备的成本和复杂性提高也许差不多 17%。相应地,省去中心扬声器是成本和功能之间的适当的折衷方案。

[0034] 如所讨论的,本发明的外壳的优选实施例由结构 100 构成,该结构的形状使得以某一准确性部分地包围多个所需的波束和声雷达的对应的灵敏度锥体。内部侧壁 128、129 和 130 部分地是锥形的,每一个都限定了主波束的大约一半,并位于第一零值处,如下面所描述的。优选情况下,这些壁以吸声材料为衬里。例如,如图 5 所示,在图中显示的侧壁 128 和 129 的内部以一层或多层吸声材料 181 为衬里。与阵列 10 非常靠近的大致锥形的壁 133 也以材料 181 为衬里。

[0035] 优选的衬里是单层 $1\frac{1}{2}$ " 厚的白毡,这是由位于 Easthampton, Massachusetts 的 National Non-Woven Fiber Inc. 提供的不同直径的聚酯纤维制成的无纺材料,或等效物,如多于一层这种材料,总厚度不同的这种材料,或不同的无纺材料,如天然纤维毡。优选的毡状材料可以由各种类型的合成纤维制成,如聚酯、聚乙烯、聚丙烯或尼龙。纤维是不同的但尼尔,通常介于 0.8 和 100 但尼尔之间。材料是交叉铺设的并且用针打孔的梳理网。可以通过热固着或用添加剂处理,根据需要,使材料变硬。厚度大约是 1.6"。重量大约是每平方米 72 盎司。材料包括大约 80% 的空隙容积。不同的纤维尺寸和大量的空的空间在大约 4000Hz 的感兴趣的频率范围内提供了极好的隔音效果。优选情况下,使用涂覆于毡材料的一面的适当压敏胶粘剂膜,将材料粘贴到暴露于声束下的外壳的全部内表面。下面阐述此优选衬里材料的测试结果。外壳 100 是这样设计的,吸收毡材料的表面与预测的并用实验方法验证的波束/锥体的第一主要“零值”位置一致。优选情况下,毡的厚度至少大约为阵列发射的声音的波长的二分之一;此厚度确保了,从基础的外壳壁反射的任何声音必须穿过至少大致等于波长的厚度,这样,会提高隔音效果。

[0036] 外壳 100 的上唇板 108 优选情况下是圆形的,半径大,优选情况下,等于或大于发射的声音的波长。三个相同的半椭圆的上唇板段将结构连接在一起;通过在六个位置 112,用螺栓拧到外壳体 116 中的带螺纹的垫圈,以及在三个位置 114 处,用螺栓拧到多对带螺纹的垫圈。唇板截面基本上位于水平面和由三个声束的第一个零值所定义三个角度的锥体中的每一个锥体的交叉处。外壳起吊和/或锚定吊环螺栓可以拧进位置 114 处的垫圈中。或者,可以在一个位置 114,也许在多个这样的位置,安装卫星或蜂窝式天线 142。

[0037] 由于单一阵列声雷达的波束从单一相控阵列 10 的表面发出,但是,在不同的方向,它们的锥形轮廓在空间上在阵列附近重叠。这意味着,包围结构具有如图中所示的异常

的“槽式 (fluted)”形状。如果形状是垂直地延伸的,则它将变为在基座上连接的带三个角的外壳。由于这样的结构的高度不切实际,槽式形状对于满足声雷达系统的所需的轻便性最佳。构成了三个槽中的每一个槽的外壳壁总体上定义了截面中的半圆;由于锥体相对于垂直方向是倾斜的,因此,水平截面是椭圆形的。锥体都从阵列 10 发出,考虑了 45° 的反射器 110。在优选实施例中,该结构从安装基座 146 底部算起的总高度大约为 74 英寸。在任何两个槽之间的最宽的点的唇板 108 外部测量的宽度大约为 70 英寸。

[0038] 该结构的中心腔基本上三个重叠的锥截面的联合,以允许三个锥形波束从结构中不受阻碍地穿过。提供了辐射式的表面或凹面 131,以便允许锥截面 128、129 和 130 联合,没有尖角。由于制造和结构考虑,这样的尖角是不希望有的,可能产生不希望有的离轴声音的衍射,否则,这种衍射将通过该结构被截取。由这些径向射线产生的小区域构成了该结构的开口的区域,所述三个波束中的任何一个波束都不需要这些区域。由于这些区域十分小,与径向射线的优点相比,它们的存在所引起的危害比较小。

[0039] 在优选实施例中,在锥形射束大约水平地从相控阵列传播到反射镜时外壳准确地包围了锥形射束的形状,在波束从反射镜反射并从外壳的顶部射出时外壳也包围射束形状。紧随在三个锥形声束从阵列 10 发射之后,图 5 所示的表面 133 包围了所述三个锥形声束。此表面封闭了由三个射束占据的体积的联合。表面 133 的形状基本上是锥形截面。更具体地说,优选情况下,其形状是外壳的内部的三叶瓣的槽式形状的扩展,在表面 133 的位置被声音反射镜反射。紧随在退出阵列 10 之后,射束重叠基本上足够充分,从而三个重叠的锥形和单一基本上锥形形状之间的形状差别不十分显著,事实上,表面 133 可以形成简单的锥形截面表面,性能区别不大。虽然表面 133 的范围不大,但是,它与阵列 10 的距离非常近,以至于它在截取由阵列 10 发射的旁瓣 (side lobe) 时比其大小所暗示的更为重要。

[0040] 外壳的形状不连续地遵循射束的形状的其他实施例也可以。在极端的情况下,外壳可以具有任意的,例如,直线的形状,只是在顶部有一个开口,该开口的轮廓为射束(在它们退出外壳时,例如,通过使用如优选实施例中那样的唇板)的断面。为具有像优选实施例那样的效果,这样的直线外壳将需要优良的吸声材料,以衰减内部波束反射。当然,本发明可以应用于任何形状的声雷达和激光雷达外壳。

[0041] 图 4 显示了电子进入门 122 打开的声雷达外壳 100。垂直外壳 160 包含声雷达系统的主要电子组件,包括处理电路,并且垂直外壳 160 是扬声器阵列的安装装置。小的单独的外壳 161 包含小的水平电路板(未显示),在其上面安装了电子 2 轴磁强计-罗盘,以及 2 轴加速度计/倾斜计。声雷达安装基座 146 的占地面积为大约 4 英尺 x 2 英尺。天线 142 用于卫星或蜂窝式通信,而 GPS 接收器(未显示)位于位置 164 处的唇板下面。

[0042] 图 6 显示了本发明的系统的实施例 200。系统 200 也可以用于实施本发明的方法。系统 200 包括 2 或 3 轴罗盘 202、2 或 3 轴基于加速度计的倾斜计 204 和 GPS 接收器 213。处理器 206 使用由这些传感器所提供的方向和倾斜数据来校正由声雷达或激光雷达系统确定的风数据。可以使用数据库 208 来存储原始风数据、经过校正的风数据、取向信息和/或地理位置信息。如上文所描述的,标识用于校正系统的取向(根据需要,还校正系统的位置)的算法的数据结构,以及作为此算法的输入的取向和位置数据,优选情况下,与所有收集的、传输的以及存档的数据包括在一起,作为存档用途。经过校正的数据可以存储在

现场,例如,存储在数字存储器中(如在数据记录器中见到的),优选情况下,通过卫星链路 212 进行传输,以便让收集风数据的人或实体接收。

[0043] 人工数据输入 210 允许用户根据需要提供取向和 / 或倾斜数据,代替来自传感器 202 和 / 或传感器 204 的数据(当系统中没有这样的传感器时),或者当这样的传感器不能正常地运转时作为这样的数据的替代。

[0044] 对于基于地面的应用,可以给固件提供这样的特征:使得如果传感器信号短暂地丢失,则将此信号的最后一个已知的有效值应用于算法。如果信号丢失持续或反复地发生,则通过卫星链路将该问题警告用户,以便可以采取步骤,使系统恢复到能完全实时地执行自动定向校正操作。

[0045] 风的测量本身需要对于仪器的角取向错误被校正。另一方面,位置误差构成了进行风的测量的位置的错误,而不导致风速本身的不准确性。对于动态浮动安装的情况,位置信息,在其衍生的意义上,即,加速度和速度,将被使用来校正风的测量值,但是,位置信息本身在浮动安装的情况下,如在陆地,将只可能用于记录在哪里进行的测量。

[0046] 数据校正就是这样实现的:通过将射束相对于仪器的取向以及仪器相对于地球坐标系的取向组合,确定射束在地球坐标系中的实际方向。这样的坐标转换可以在固件算法内通过对本领域技术人员显而易见的多个手段来实现。然后,可以通过对本领域技术人员显而易见的手段将经过校正的射束方向和径向速度信息转换为在所需的地球坐标系中报告的水平风速、方向和垂直速度。

[0047] 另选地并且基本上等效地,可以在仪器的参照系中计算矢量风速,可以将基于仪器的取向的坐标变换应用于此倾斜的矢量风速,以将它校正为所需的地球坐标系。

[0048] 在浮动声雷达或激光雷达系统的情况下,可以解决和校正平台移动。在每一次进行风速与风向测量时,特别是在进行脉冲传输时以及在回音接收时,可以计算仪器在波束方向上的径向速度。这些径向速度可以用作对测量到的径向速度的校正。另外,也可以使用仪器的瞬时取向来校正辐射方向。

[0049] 在激光雷达的情况下,脉冲传输的时间和脉冲测量的时间足够近,以至于单一的测量足以满足上文所讨论的速度和方向测量。与仪器的安装平台的预期的动态时间常量相比,激光雷达信号的传播时间无限小。在声雷达的情况下,需要单独的测量,因为与平台的动态常量相比,信号的传播时间会长一些。

[0050] 给定上面的测量值,可以通过许多大致等效的手段中的一个来计算水平速度、方向以及垂直速度(矢量风的测量值):三个波束一组,三个波束中的每一个波束的关联的径向速度和方向可以简化为样本矢量风测量值样本。然后,将该样本与来自其他样本的矢量样本平均,以提供可使用的平均矢量风测量值。作为第二种方法,也许计算量小一些,每一个单个径向测量值可以被校正到固定的参照系中的等效速度测量值和标称固定方向。然后,可以将所产生的经过校正的径向测量值组合起来并进行平均,或像常规固定的声雷达和激光雷达的情况那样,进行平均和组合。第三种方法,也许计算量大一些,但也许最准确,将在三个不同的标称方向取许多测量值的总和,但是,使用来自这些测量值中的每一个测量值的实际径向速度和方向。将使用最小平方简化技术,将数据组合起来,以将数据解析为等效的平均矢量风的测量值。

[0051] 作为浮动系统的另一个另选方案,可以在传输射束紧之前,测量设备的瞬时速度

和取向,可以调整射束的频率和相位,以补偿设备的移动和取向。

[0052] 本发明还适用于用于测量风速与风向的激光雷达系统。这样的激光雷达系统已为大家所熟知。这些系统也报告可以如上文所描述的那样进行校正的数据。

[0053] 关于本发明的使用和操作的方式的进一步的讨论,从上面的描述应当显见。相应地,将不提供关于使用和操作的方式的进一步的讨论。

[0054] 对于上面的描述,应当认识到,本发明的多个部分的最佳的空间关系,包括大小、材料、形状、形式、操作频率和波长、功能和操作方式、组装和用途的变化,对于本领域技术人员是显而易见的,所有与图中所显示的和说明书中所描述的那些关系等效的关系都被本发明包含。因此,前面的内容只是对本发明的原理的例示。此外,由于本领域技术人员可以容易地想到很多修改和变化,因此,不希望将本发明限制于所显示和描述的确切的结构和操作,相应地,可以采取在本发明的范围内的所有合适的修改和等效方法。

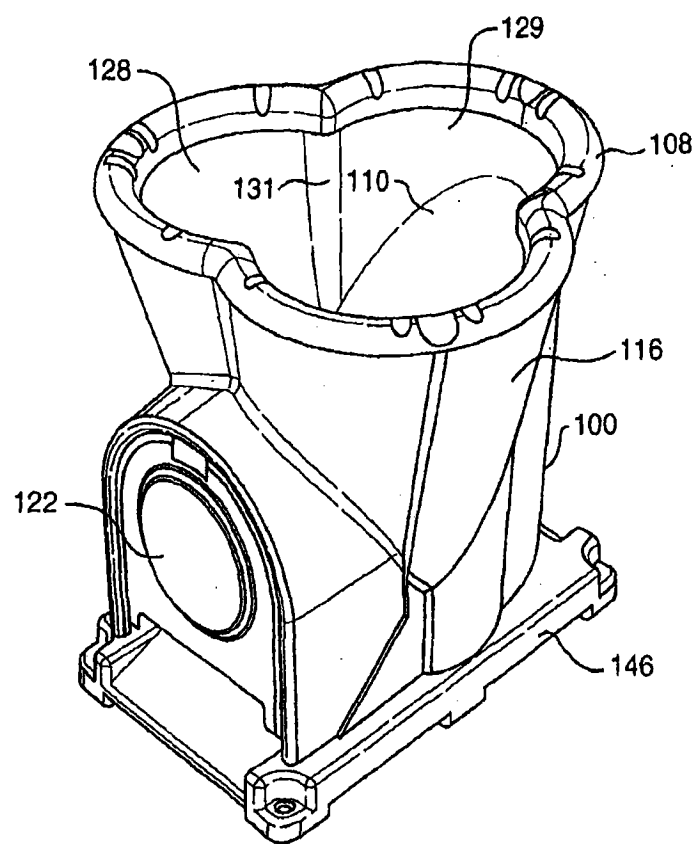


图 1

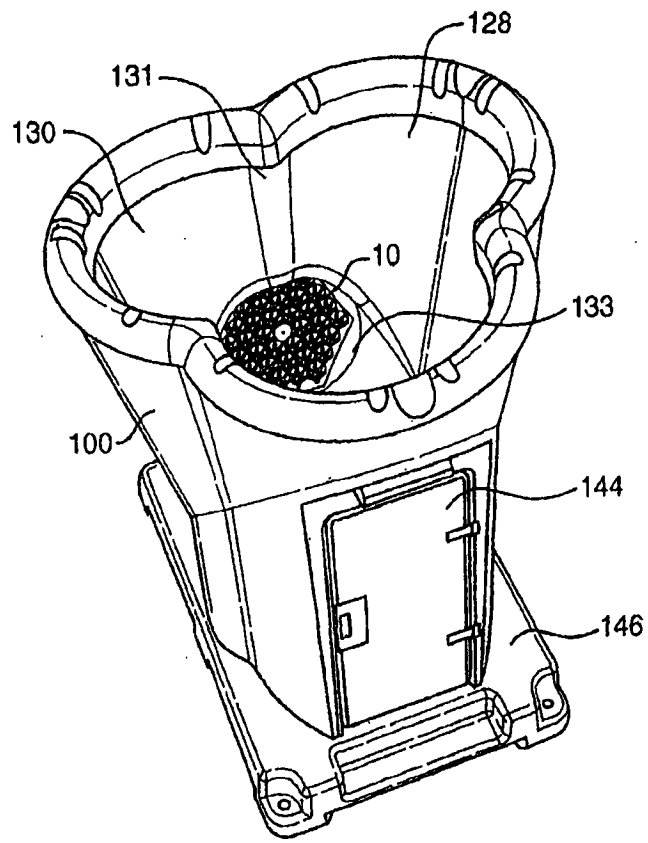


图 2

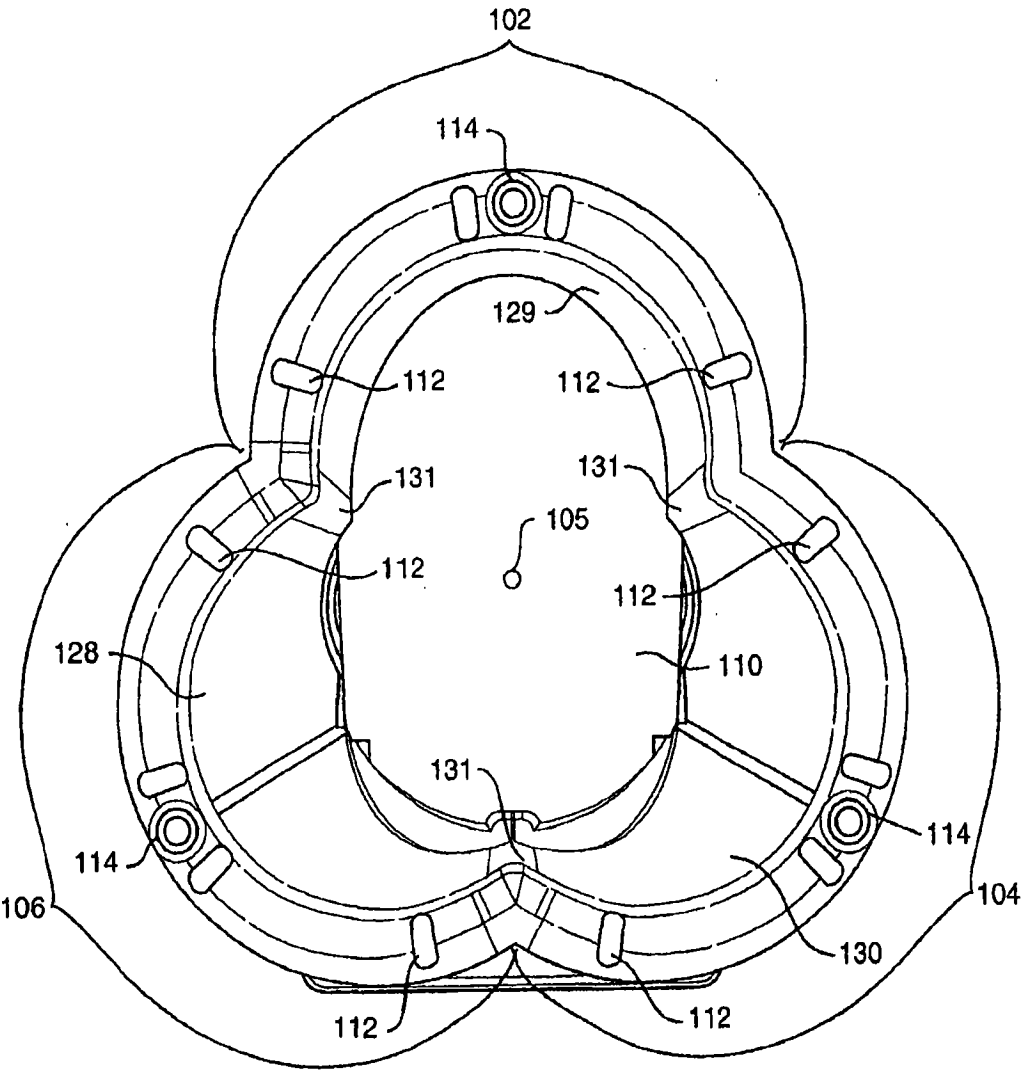


图 3

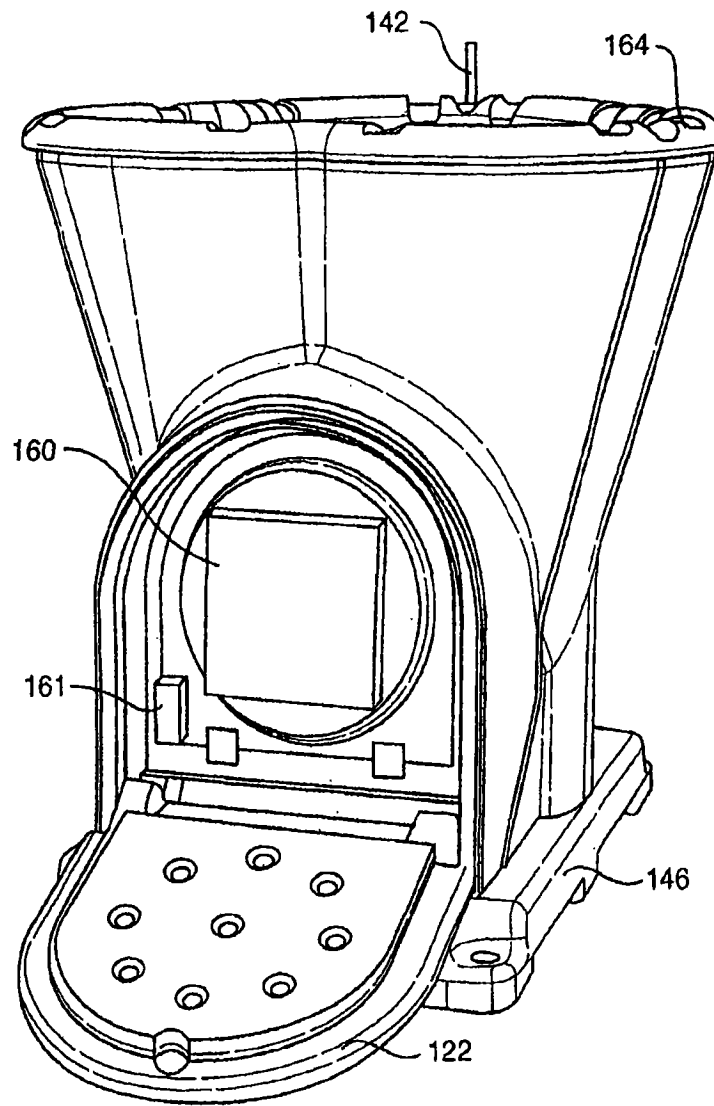


图 4

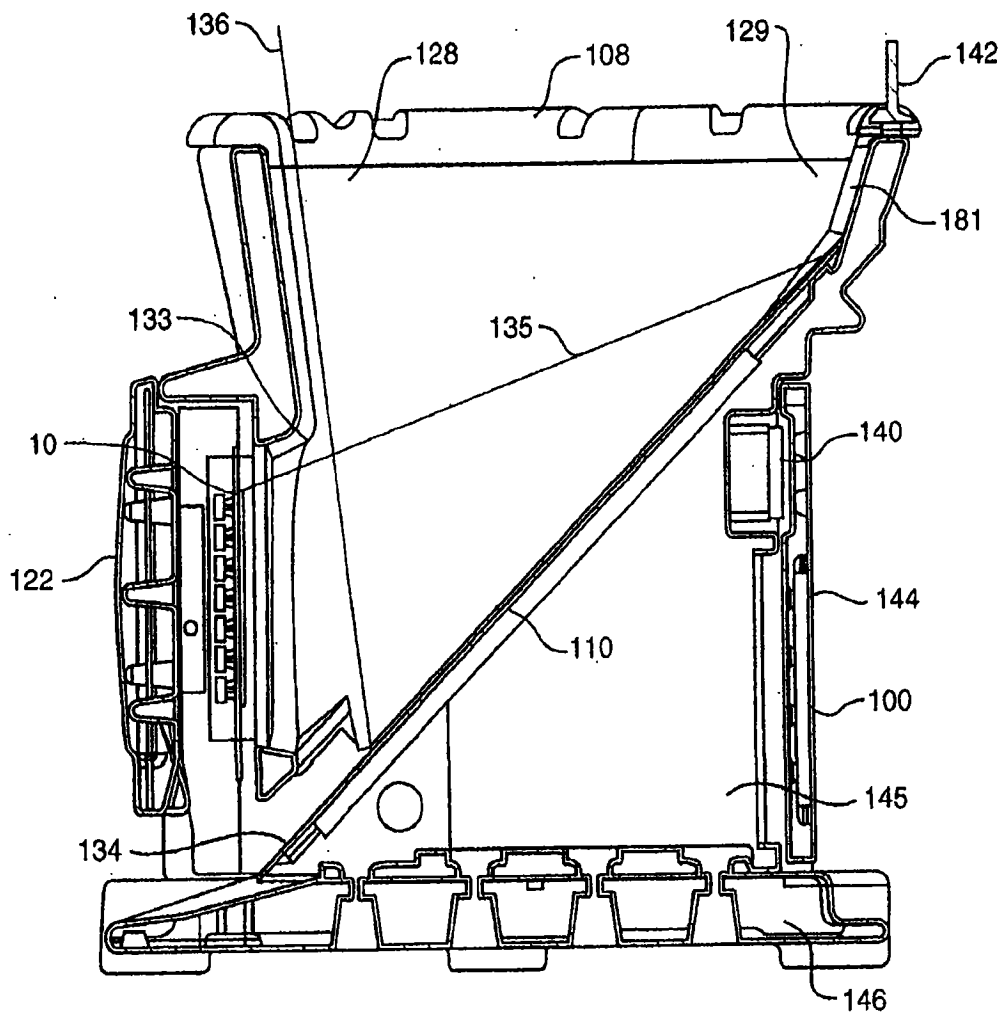


图 5

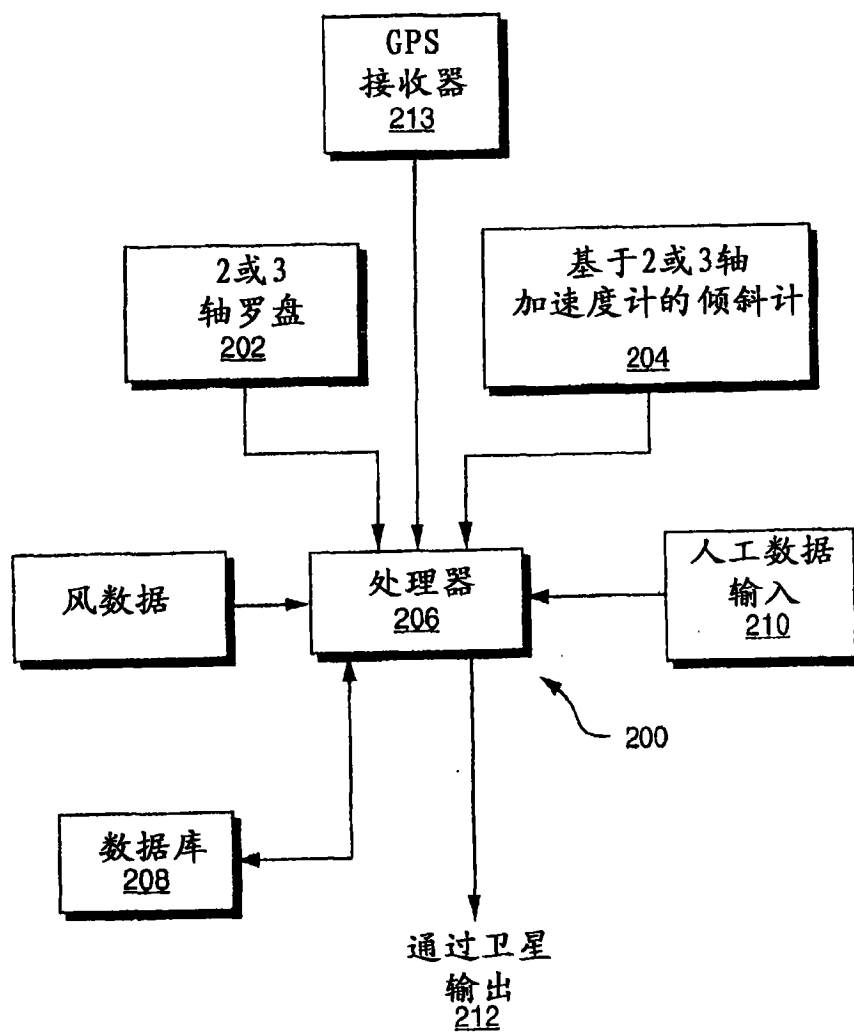


图 6