



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101019002 B

(45) 授权公告日 2011.02.09

(21) 申请号 200580030667.5

(22) 申请日 2005.04.11

(30) 优先权数据

10/898,156 2004.07.23 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.03.13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/012139 2005.04.11

(87) PCT申请的公布数据

W02006/022879 EN 2006.03.02

(73) 专利权人 天宝导航有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 马克·E·尼克尔斯 加里·L·卡因

詹姆斯·M·扬基

(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.

G01C 15/00(2006.01)

G01S 5/14(2006.01)

G01S 1/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1434177 A, 2003.08.06, 全文.

US 6433866 B1, 2002.08.13, 全文.

CN 1512137 A, 2004.07.14, 说明书第4页第7-30行,第6页第18-30行,第8页第24-30行,第9页第1-8、26-30行、第10页1-7行,图1、5、6、11.

审查员 朱磊

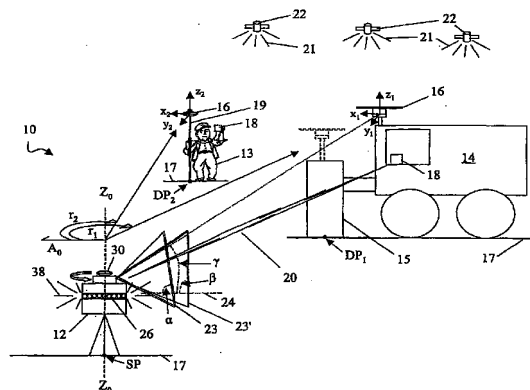
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

位置跟踪和控制系统与组合激光检测器和全球导航卫星接收机系统

(57) 摘要

一种用于使用来自全球导航卫星系统的信号来确定并提供改善的位置估计的位置跟踪和控制系统,包括:发射两个或更多个围绕垂直轴旋转的扇形激光束的旋转激光系统,并且光束的倾斜角彼此不同;组合激光检测器和全球导航卫星天线,具有标称相位中心沿第一轴定向的天线元件,所述天线元件从全球导航卫星系统接收信号并且提供第一位置估计;并且具有至少一个光学传感器,在距离所述标称相位中心的预定和固定空间间隔提供,所述光学传感器提供与扇形激光束的检测相关的数据;和处理单元,处理所述第一位置估计和所述数据以便提供改善的位置估计。



CN 101019002 B

1. 一种个人便携式集成系统,用于通过检测以不同角度定向并围绕一个公共轴旋转的至少两个扇形光束,以及通过检测来自全球导航卫星系统的信号,来确定感兴趣的目标的三维位置,所述个人便携式集成系统包括:

在单个封装中提供的组合激光检测器和全球导航卫星天线,具有标称相位中心沿第一轴定向的天线元件,所述天线元件适用于从全球导航卫星系统接收信号,所述组合激光检测器和全球导航卫星天线还具有也沿所述第一轴距离所述天线元件预定距离定向的至少一个光学传感器,所述光学传感器适用于响应于所述扇形激光束,其中,所述至少一个光学传感器到所述天线元件的标称相位中心的相对位置是已知和固定的;

支柱,用于支撑所述组合激光检测器和全球导航卫星天线;以及

处理单元,适合于使用所述组合激光检测器和全球导航卫星天线所提供的信息来确定感兴趣的目标的三维位置。

2. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,其中,所述处理单元适用于提供调查数据收集器的性能。

3. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,其中,所述处理单元适用于与调查数据收集器接口。

4. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,还包括耦合到所述天线元件以便处理接收的信号的低噪声放大器。

5. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,还包括耦合到所述至少一个光学传感器的处理器,用于处理来自所述光学传感器的响应于扇形光束的照射而产生的输出信号。

6. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,还包括与所述组合激光检测器和全球导航卫星天线相关联的倾斜传感器。

7. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,还包括与所述组合激光检测器和全球导航卫星天线相关联的航向传感器。

8. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,其中,所述至少一个光学传感器位于所述天线元件下面。

9. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,包括三个光学传感器。

10. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,还包括把非金属光纤拾光器耦合到所述光学传感器的光纤。

11. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,还包括滤波器以便改善所述光学传感器对扇形光束能量的敏感度。

12. 根据权利要求 1 的个人便携式集成系统,还包括把非金属光纤拾光器耦合到所述光学传感器的光纤,并且其中,所述拾光器包括圆形对称双曲面。

位置跟踪和控制系统与组合激光检测器和全球导航卫星接收机系统

技术领域

[0001] 本发明通常涉及位置跟踪和机器控制系统,并且尤其涉及一种在位置跟踪和机器控制系统中有用的组合激光检测器和全球导航卫星天线。

背景技术

[0002] 在与位置跟踪和机器控制系统相关的现有技术中,诸如 GPS 和 GLONASS 的全球导航卫星系统已经被广泛用来确定便于移动单元的自动化控制的位置坐标。在未来,欧洲的 GALILEO 系统将具有类似的性能。包括卫星接收机和导航计算机的自主导航系统可以在仅仅使用卫星信号来定位移动单元的过程中实现 10 米级的精确度。除了卫星信号之外,使用差分校正的差分导航系统还可以把位置信息确定在 1 米的精确度范围内。不仅能够实时利用代码而且还能够实时利用从卫星发射的载波信息的实时动态 (RTK, Real-time kinematic) 导航系统可以在定位移动单元的过程中实现厘米级的精确度。

[0003] 然而,厘米以下的精确度级别仍然超出典型的基于卫星的导航系统的能力。在试图实现很高精确度时,现有技术的解决方案已经使用基于旋转激光的系统把平面级 (Z -平面) 定义到毫米级精确度。然而,这些现有技术的基于激光的系统不能被用于移动物体的三维导航的目的,这是因为它们被配置用来仅仅通过大精确度来确定移动物体的一个 (Z) 坐标。因此,在本技术领域中仍然需要改进。

[0004] 复杂化实现移动单元的全部三个坐标位置 (x 、 y 、 z) 的毫米级精确度的努力是,全球导航卫星接收机在典型情况下被设计成计算它的天线的位置。这意指为了捕获感兴趣的目标的位置,必须应用从天线位置的偏移来确定感兴趣的目标的水平 (x 、 y) 坐标。如果激光接收机被用来确定它的垂面 (z) 坐标,则附加偏移还必须被应用到感兴趣的目标的位置。在典型情况下,这些偏移被手动输入到控制系统中并基于手动测量天线和激光接收机相对于感兴趣的目标的位置。例如,操作员必须手动测量分离地安装在挖掘机上的卫星天线和激光接收机到挖掘机勺斗尖的位置,并且把那些偏移输入到挖掘机的控制系统中。然而,精确地知道将被用于卫星天线和激光接收机的偏移是做出大多数精确调查可能的基本部分。手动进行并输入这种测量结果可以在控制系统所执行以便确定感兴趣的目标的位置 (x 、 y 、 z) 计算中引入明显误差。

[0005] 当全球导航卫星天线在稍微理想条件下被校准时,附加误差会进一步引入位置 (x 、 y 、 z) 计算中。在典型情况下,在一致高度并且在除了地面之外没有反射物的平坦地形上执行现场校准,这可以造成导致方位不对称的不期望的多径反射。因此,为了在建筑场所使用,确定这些校准的条件是在建筑场所使用天线的实际条件的稍微不合理的近似。在理想环境下,每个天线都将在它自己的位置被单独校准。尽管这是可能的并且可以被完成以用于永久全球导航卫星跟踪站,但是对于仅仅偶尔并暂时被占用的场所 (比如正在进行工作的一块地) 来说是不切实际的。

发明内容

[0006] 本发明在现有技术的基础上,相对于上述背景提供了大量不显著的优点和进步。特别地,本发明公开了一种在单个封装中提供的组合激光检测器和全球导航卫星天线,允许用户实现移动单元的高精度控制,包括高精度机器控制。

[0007] 通过组合激光检测器和全球导航卫星天线,以与全球导航卫星天线的标称相位中心的已知和固定关系来提供激光检测器所检测的激光高度基准。在一个实施例中, GPS 天线和激光检测器的光学传感器的相位中心提供在同一平面上,并且在另一个实施例中,提供在已知和规定的垂直和水平间距内。因此,这些元件的偏移由制造商来设置,从而减轻了用户安装、测量(和揣测)以及输入分开的激光检测器和卫星天线之间的偏移数据的负担。配备有组合激光检测器和全球导航卫星天线的每个移动单元都可以使用固定和已知的偏移数据来改进它的定位性能。倾斜计也可以被合并到组合激光检测器和全球导航卫星天线中,以便提供与移动单元或移动单元所携带的工具的任何斜度和倾斜相关联的附加误差校正。航向指示设备也可以被包括在内用于类似目的。

附图说明

[0008] 本发明的前述优点以及其附加优点将在下文中参考附图并结合本发明的具体实施方式来进一步清楚地理解,其中,类似的单元由类似符号来指示。

[0009] 图1示出了根据本发明的一个实施例的位置跟踪和控制(PTC, position tracking and control)系统,其中,所述 PTC 系统包括激光系统、一个或多个移动单元和通信链路,每个移动单元具有一个组合激光检测器和全球导航卫星(CLDGNS)天线和相关的控制系统。

[0010] 图2-5描述了根据本发明的组合激光检测器和全球导航卫星天线的不同实施例。

具体实施方式

[0011] 本发明可以通过聚焦图1而被最好地理解,图1描述了一个位置跟踪和控制(PTC)系统10。PTC系统10包括激光发射机系统12、一个或多个移动单元,比如测量员13或机器14,每个具有组合激光检测器和全球导航卫星(CLDGNS)天线16和相关的处理单元18,并具有用于建立通信链路20的发射机,通信链路20优选地是无线电链路。来自诸如GPS、GLONASS、GALILEO及其组合的多个全球导航卫星22的信号21由CLDGNS天线16接收,因此,一块地17中的动态点的坐标(比如被指出为DP1和DP2的点)可以被处理单元18确定为厘米级的精确度。正如所说明的并且举例来说,动态点DP1可以是比如筑路机的机器14上的一个工作元件15,而动态点DP2可以是被测量员13到处移动的诸如柱、天线杆、三角架等等的手动定位支柱19底部的一个点。

[0012] 在一个实施例中,CLDGNS天线16和相关的处理单元18被提供作为个人便携式集成定位系统(IPS, integrated positioning system)。在这类个人便携式集成定位系统的实施例中,CLDGNS天线16可拆卸地可安装到支柱19并经由电缆连接或无线连接与处理单元18接口。在这类实施例中,处理单元18包括微处理器或其它计算硬件,它们被配置用于处理来自天线16的数据并提供天线16的定位估计。在其它实施例中,处理单元18除了提供此处所述的特征和优点之外,还可以提供传统调查数据收集器的性能或与之接口,例如

但不限于 Trimble 的 ACU 控制器单元、Trimble 的 TSCe 控制器单元和 Trimble 的 Recon 控制器单元。另外,在另一个实施例中,处理单元 18 除了提供此处所述的特征和优点之外,还可以提供传统 GPS 接收机的性能或与之接口。因而,GPS 接收机的性能为本领域技术人员所熟知,所以不再进一步提供论述。

[0013] 在其它实施例中,CLDGNS 天线 16 和相关的处理单元 18 可以提供位置跟踪和机器控制系统的性能或与之接口,用于确定机器 14 和 / 或机器所携带的工具 15 的三维位置。在一个说明性实施例中,CLDGNS 天线 16 被安装到机器 14 并经由电缆连接或无线连接与处理单元 18 接口,处理单元 18 是位置跟踪和机器控制系统。在其它实施例中,处理单元 18 除了提供此处所述的特征和优点之外,还可以提供传统机器导航和坡度控制单元的性能或与之接口,例如但不限于 Trimble 的 SitevisionGPS 坡度控制系统和 Trimble 的 BladePro 三维机器控制系统。

[0014] 在确定动态点 DP1 和 DP2 相对于每个 CLDGNS 天线 16 的位置过程中的毫米级精确度由处理单元 18 来提供,处理单元 18 在其坐标 (x,y,z) 位置计算中除了来自卫星 22 的信息之外还使用激光系统 12 所提供的信息。在一个实施例中,激光系统 12 提供至少两个发散或扇形光束 23 和 23', 它们围绕在一块地 17 中的已知固定点 SP 上的垂直轴 z_0 附近旋转。扇形光束 23 和 23' 在非垂直平面中从激光系统 12 投射出,使得第一扇形光束 23 将以角度 α 与任意水平基准面 24 相交,而第二扇形光束 23' 将以角度 β 与水平基准面相交。

[0015] 应当理解,如果扇形光束 23 和 23' 围绕垂直轴以恒定速度旋转,则它们将相继激活(之间有一些时延)每个 CLDGNS 天线 16 的至少一个光学传感器 44(图 2-4)。此外还应当理解,在图 1 所示出的实施例中,每个扇形光束 23 和 23' 激活光学传感器 44 之间的时延将随着 CLDGNS 天线 16 的相对位置分别增加超过或低于水平基准面 24 而增加或减少。应当理解,可以仅仅通过选择并且向处理单元 18 输入一个检测时延,将 CLDGNS 天线 16 初始化到任意水平基准面 24。另外应当理解,CLDGNS 天线 16 在检测时延中的任何检测的改变与一个角度 γ 有关,这个角度是经过 CLDGNS 天线 16 的光学传感器 44(图 2-4)和扇形光束 23 和 23' 的发射点的直线与选择的任意水平基准面 24 相交的角度。

[0016] 如上所述,角度 α 和 β 是不变的。通过感测传感器 44 被光束 23 和 23' 照射之间的定时来确定角度 γ 。传感器 44 越高,延迟就越大。显然,扇形光束 23 和 23' 的转速波动将引入短期的瞬时误差。为了最小化这种误差,处理单元 18 可以经由通信链路 20 被提供激光系统 12 的转速。然而,转速可以被锁相到一个晶体振荡器,从而提供足够的精确度。因此,已知转速,处理单元 18 可以用算术方法,根据被光束 23 和 23' 照射之间的检测时延来计算角度 γ 的值,并且因此确定 CLDGNS 天线 16 中的光学传感器在基准水平面 24 之上的仰角。

[0017] 在另一个实施例中,激光系统 12 还被提供多个光源,该多个光源在光束 23 和 23' 的每次旋转期间的相同时间点被选通。信标 26 以与扇形光束 23 和 23' 不同的波长提供同时的 360° 闪光 38。通过定向激光系统 12,使得作为扇形光束 23 和 23' 之间的中点闪光的信标 26 传递一个已知的实际航向 A_0 ,处理单元 18 还可以由检测到信标的信号 38 和检测到扇形光束 23 和 23' 之间的时延,来计算到激光系统 12 的相对方位。

[0018] 在另一个实施例中,激光系统 12 配备有全球导航卫星系统 (GNSS, global navigation satellite system) 接收机 30。GNSS 接收机 30 可以由全球导航卫星 22 所提

供的信号 21 来接收并计算其位置。如何由这类信号来确定位置的详细论述被美国专利号 6,433,866 公开,还被转让给 Trimble 导航有限公司,其中的公开内容在此通过引用而被完全并入。

[0019] 处理单元 18 除了已知它自己的位置(由 CLDGNS 天线 16 接收并提供的检测的卫星信号计算出来)之外,还经由通信链路 20 被提供激光系统 12 的已知和固定位置。使用激光系统 12 所提供的信息用于关联和纠错,处理单元 18 然后可以计算相对于 CLDGNS 天线的任何动态点的坐标(x、y、z)位置到厘米以下的精确度。处理单元 18 所执行的计算的更详细论述通过共同未决的美国申请序列号 10/890,037 被公开,其标题为"COMBINATION LASER SYSTEM AND GLOBALNAVIGATION SATELLITE SYSTEM",并且其还被转让给 Trimble 导航有限公司,其内容在此通过引用而被完全并入。

[0020] 应当理解,PTC 系统 10 通过集成激光检测器和全球导航卫星天线,为潜在移动用户提供了大量的好处。例如,CLDGNS 天线 16 比分离的激光检测器和全球导航卫星天线耗费更少的成本,因为集成的 CLDGNS 天线只需要一组封装,并且可以利用共享的电路和布线、计算机存储器和处理以及公共电源。其它好处通过参考图 2-5 而被公开,图 2-5 说明了根据本发明的组合激光检测器和全球导航卫星天线的不同实施例。

[0021] 图 2 图解地说明了 CLDGNS 天线 16 的一个实施例,CLDGNS 天线 16 提供了一个被安装到电子外壳 34 的天线元件 32,电子外壳 34 再被安装到细长支柱 36 比如天线杆的末端。在外壳 34 内,天线元件 32 被耦合到低噪声放大器(LNA)38,而激光检测器 40 被耦合到激光信号处理器 42。激光检测器 40 可以包括多个围绕外壳 34 的外围放置的光学传感器 44。在一个实施例中,光学传感器 44 通常面朝下并朝外。以这个定向,光学传感器 44 中的至少一个将检测到来自激光系统 12 的扇形光束 23 和 23',而两个或更多个光学传感器 44 将检测到扇形光束一些时间。每个光学传感器 44 都可以被独立读取并且可以由处理单元 18 来计算其位置。

[0022] 在图 2 中说明的实施例中,每个光学传感器 44 到天线元件 32 的标称相位中心 x 的相对位置 x_0 、 y_0 和 z_0 是已知和固定的。因此,处理单元 18 可以容易地在算术上计算将每个光学传感器 44 的被检测激光位置转置到天线元件 32 的标称相位中心 x。

[0023] 三个光学传感器 44 之间的检测的仰角的差异提供了倾斜指示,其再被处理单元 18 用来补偿否则将产生 DP1 和 DP2 的计算位置的误差。另外,尽管天线倾斜角度对于把每个光学传感器 44 的检测的激光高度调整到相关的天线元件 32 的标称相位中心 x 很重要,但是检测的激光高度的变化还可以被用来帮助确定可能连接 CLDGNS 天线 16 的设备(比如筑路机/推土机)的方向。然而,如果希望,倾斜/航向传感器 46 可以被进一步包括在 CLDGNS 天线 16 的封装中,以便进一步简化倾斜的补偿、纠错和装置方向确定。

[0024] 在图 3 说明的 CLDGNS 天线 16 的另一个实施例中,电子外壳 34 和天线元件 32 被外壳或天线罩 47 保护。激光检测器的光纤拾光器 48 被置于天线罩 47 的顶部。光纤拾光器 48 很小,其直径大约为 0.25 英寸(6mm),因为它只须收集足够的能量来激活光学传感器 44。非金属光纤拾光器 48 沿着 Z 轴定向,其与天线元件 32 的标称相位中心 x 垂直对准。激光检测器还包括把光纤拾光器 48 耦合到光学传感器 44 的光纤 50。在这个实施例中,光学传感器 44 被置于天线元件 32 之下。滤波器 52 可以被可选提供来滤出光纤拾光器 48 所接收的光噪声。这改善了光学传感器 44 对扇形光束 23 和 23' (图 1) 的能量的敏感度。

[0025] 在一个实施例中, 光纤拾光器 48 包括圆形对称双曲面 54 (图 3a), 其捕获来自 360 度的光线, 并且经由光纤 50 将其反射到光学传感器 44。在另一个实施例中, 光纤拾光器 48 可以包括 TIR 棱镜 56 (图 3b), 其经由光纤 50 将激光能量重定向到光学传感器 44。全内反射 (TIR, total internal reflection) 棱镜 56 的使用无须金属涂层来确保反射率, 从而从上面的天线元件 32 去除了所有金属。因为光学传感器 44 的金属和半金属部分位于天线元件 32 之下, 它们将不会不利地影响天线 16 获得相对较弱的卫星信号 21 的能力。电缆 58 经由支柱 36 提供以便把 CLDGNS 天线 16 的输出连接到处理单元 18 (图 1)。

[0026] 在图 4 说明的又一个实施例中, 一个或多个传感器 60 沿着支柱 36 间隔地位于电子外壳 34 之下。传感器 60 的这个布局具有无论如何不干扰天线接收的优点, 并且还不会影响天线元件 32 的标称相位中心 x 的位置。每个传感器 60 都可以包括圆形对称双曲面或棱镜。因为每个传感器 60 都处于天线元件 32 之下, 可能不需要光纤, 因为传感器可以与检测器靠近集成。滤波器 52 可以被提供来滤出无关的能量以便改善对激光的敏感度。在上述所有实施例中, 来自检测器的输出信号被耦合到相关的处理器 42。处理器 42 的输出包括在 CLDGNS 天线 16 的输出中并且被提供给处理单元 18 用于进一步的使用和估计。

[0027] 在图 4 的实施例中, 可以沿着支柱 36 在精确的已知位置提供传感器 60。传感器 60 所提供的信息可以被处理单元 18 用来确定从发射机 12 到传感器 60 的距离。因为计算对于本领域技术人员是熟知的, 所以其进一步的论述不再被提供。这个共轴对准简化了实施, 尽管非共轴实施也是可能的。

[0028] 在上述 CLDGNS 天线 16 的公开实施例 (图 1-4) 中, 每个激光检测器和天线元件的标称相位中心 x 被分开已知和固定的空间差。在一个实施例中, 激光检测器和天线元件的标称相位中心 x 通常在同一平面中对准, 而在另一个实施例中被共轴对准或者在已知和规定的垂直和水平间隔内。特别地, 每个光学传感器 44 相对于天线元件 32 的标称相位中心 x 的 Z_0 距离 (以及 X_0 、 Y_0 距离, 必要时) 被制造商设置。因此, CLDGNS 天线 16 通过防止操作员手动地把位置误差输入处理单元 18 而改善了 PTC 系统 10 的精确度, 该位置误差是由于操作员分别相对放置和安装的激光检测器的光学传感器和天线元件的标称相位中心 x 之间的误差测量。为了进一步的便利, 如果希望, 偏移数据可以被自动输入控制系统中作为控制系统的建立过程的一部分。

[0029] 在上述所有实施例中, CLDGNS 天线 16 被说明为具有测地或通常平面盘形状。然而应当理解, 其它卫星天线也可以通过本发明的概念而被有利地使用。

[0030] 最后, 参考图 5a 和 5b, 例举了 CLDGNS 天线 16 所提供的改善的位置估算系统, 并且示出了 CLDGNS 天线 16 向处理单元 18 提供的数据流的接口。

[0031] 在一个实施例中, 处理器单元或处理器 18 分别地从激光接收机 40、GNSS 接收机 45 和可选的倾斜和 / 或航向传感器 46 被提供, 其中, 它们的相关数据流 62、64 和 66 分别被远程 (有线或无线) 输入处理器 18, 如图 5a 所描述的那样。在图 5b 描述的实施例中, 处理器 18 是 GNSS 接收机 45 的一部分, 其中, 来自激光接收机 40 和可选的倾斜和 / 或航向传感器 46 的数据流被远程输入到处理器 18。因此, 应当理解, 处理器或处理单元 18 可以是 GPS 接收机或其它设备 68 的一部分, 诸如位置跟踪和机器控制系统、机器导航和坡度控制单元, 或者它可以是提供这类设备、单元和系统的性能或与之接口的单独单元。

[0032] 通常, GNSS 接收机 45 被配置成在数据流 62 中提供与天线元件 32 的天线相位中

心 X 的第一位置估计有关的第一数据元 (图 2-4)。激光接收机 40 在第二数据流 64 中提供来自光学传感器的第二数据元,所述光学传感器提供在相对于天线相位中心固定的已知位置,并与第一位置估计相关联。通过第一和第二数据元,处理器 18 可以计算并提供第二位置估计。因为这种计算在上述提及的共同未决申请中被详细地解释,所以进一步的论述没有再被提供。

[0033] 尽管本发明已经根据目前的优选实施例被描述,然而应当理解,该公开不应该被解释为限制。本领域技术人员在读取上述公开之后无疑将很清楚不同的变更、更改及其组合。因此,这意味着附加权利要求被解释为覆盖属于本发明的真实精神并且范围的所有变更和更改。

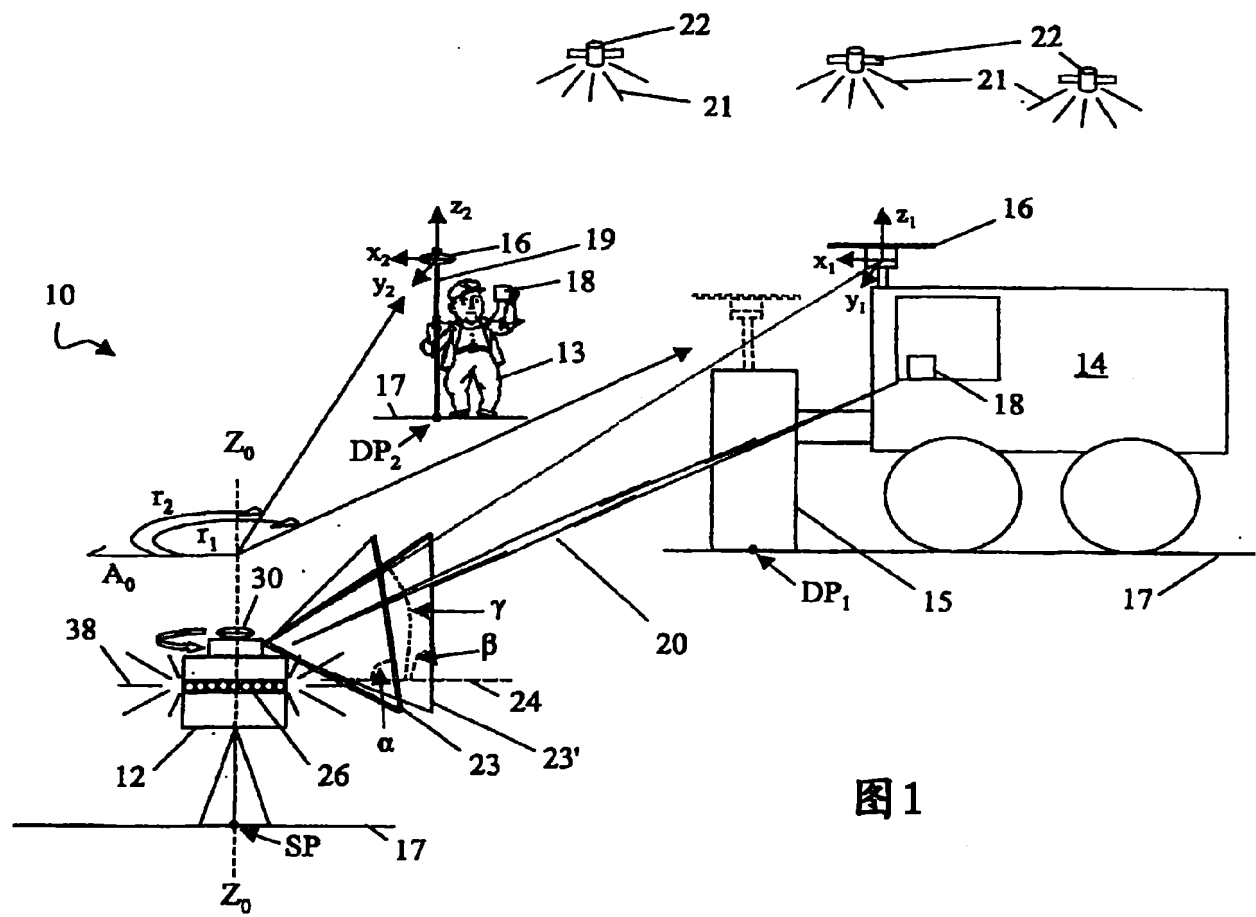


图1

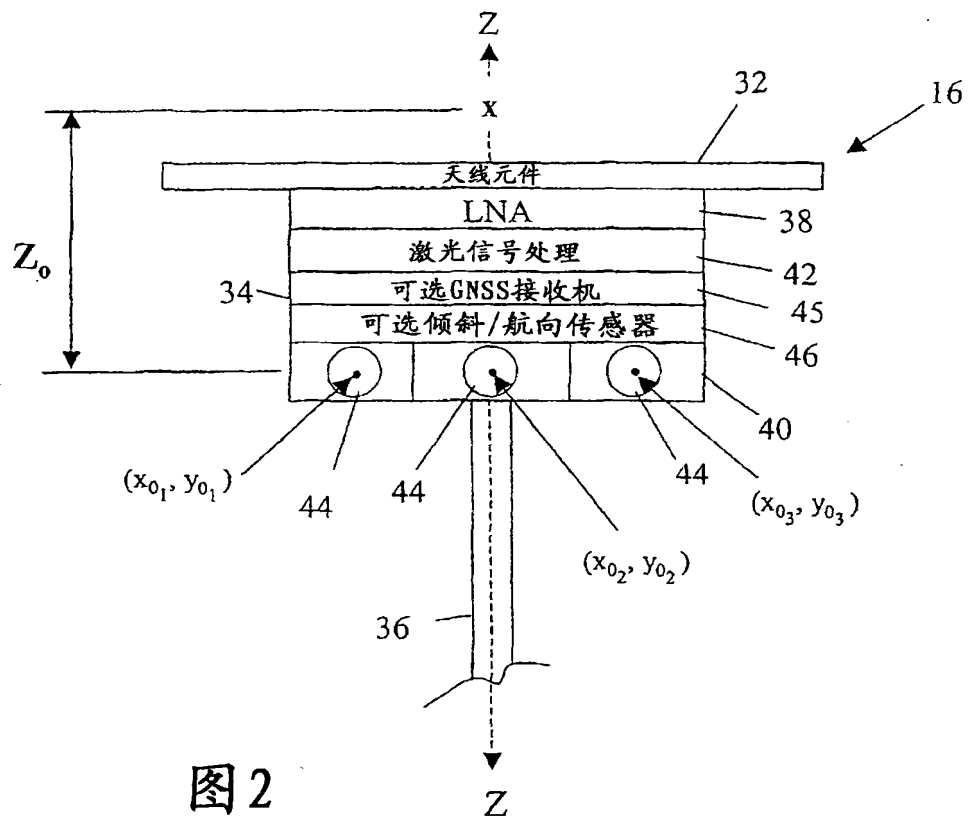




图 3a

图 3b

图 3

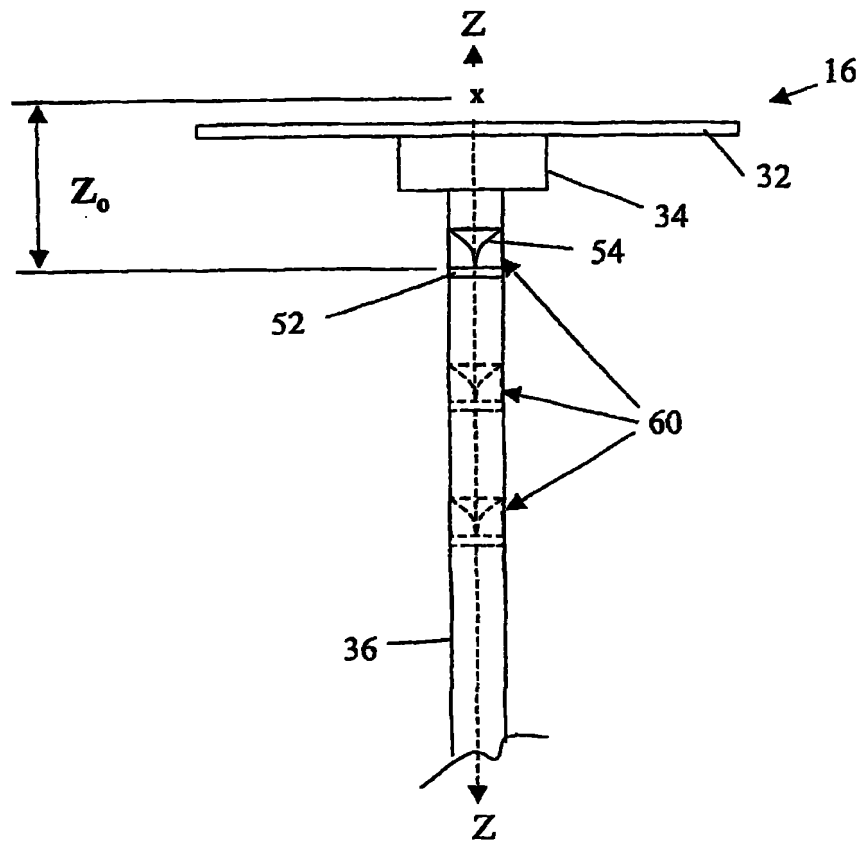


图 4

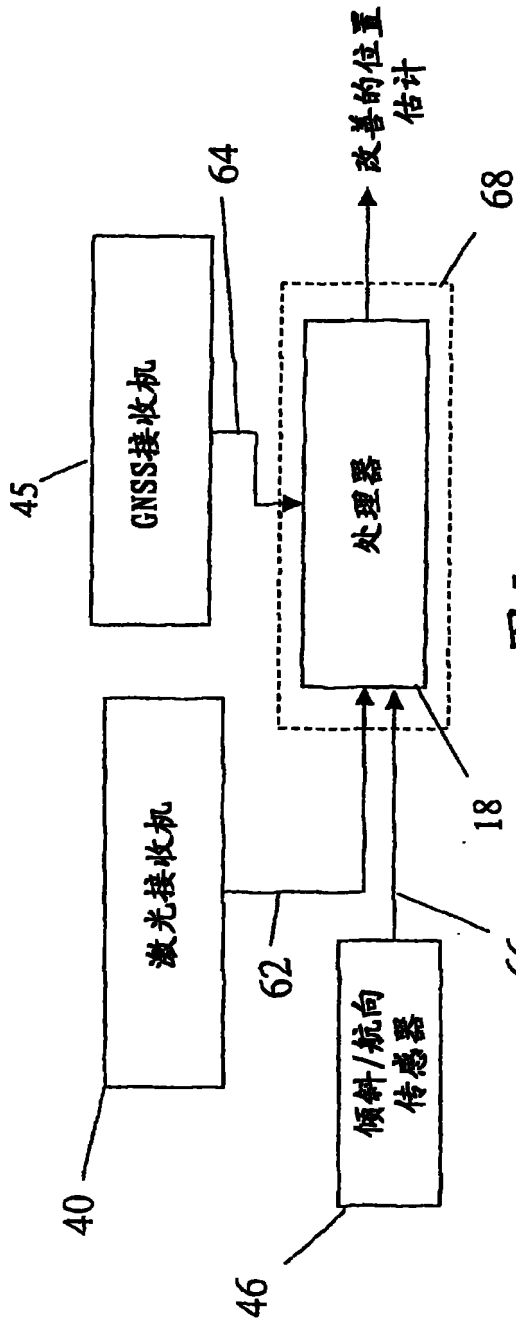


图 5a

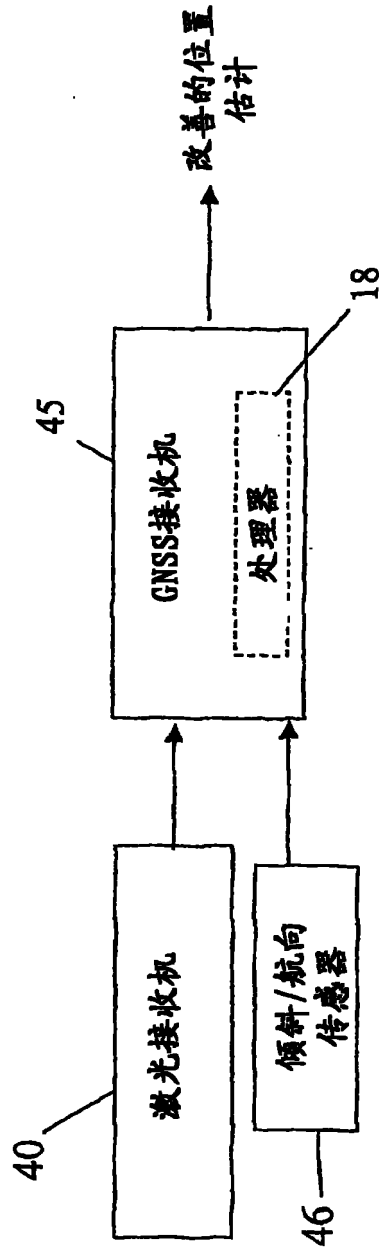


图 5b