



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102096062 A

(43) 申请公布日 2011. 06. 15

(21) 申请号 201010586093. 2

(22) 申请日 2010. 12. 08

(30) 优先权数据

12/634, 055 2009. 12. 09 US

(71) 申请人 天宝导航有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 K·卡勒

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 张静娟

(51) Int. Cl.

G01S 5/04 (2006. 01)

G01S 5/14 (2006. 01)

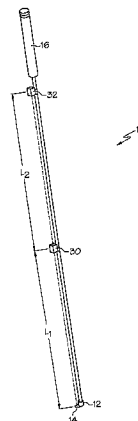
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于确定工作空间中的位置的系统

(57) 摘要

一种用于确定在工作空间中的所关注的点的维度坐标的系统包括位于工作空间中的已知位置处的多个固定位置测距无线电装置, 以及配置为指示所关注的点的具有第一末端的棒。一对测距无线电装置安装在棒上。测量电路响应于这对测距无线电装置确定这对测距无线电装置的每一个相对于多个固定位置测距无线电装置的位置, 并且确定棒的第一末端相对于多个固定位置测距无线电装置的位置。可使用智能型全站仪来代替固定位置测距无线电装置, 以监控在棒上的回射元件的位置。



1. 一种用于确定在工作空间中的所关注的点的维度坐标的系统,包括:  
多个固定位置测距无线电装置,其位于在所述工作空间中的已知位置处,  
棒,其具有第一末端,配置为指示所关注的点,  
一对测距无线电装置,其安装在所述棒上,第一测距无线电装置与所述第一末端隔开第一距离,并且第二测距无线电装置与所述第一测距无线电装置隔开第二距离,以及  
测量电路,其响应于所述一对测距无线电装置,用于确定所述一对测距无线电装置的每一个相对于所述多个固定位置测距无线电装置的位置,并且用于确定所述棒的所述第一末端相对于所述多个固定位置测距无线电装置的位置。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述第一距离和第二距离是实质上相等的。
3. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述棒还包括手柄部分以便于用户使用所述棒。
4. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述多个固定位置测距无线电装置包括至少四个测距无线电装置。
5. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述棒还包括在所述第一末端处用于在表面上做标记的标记元件。
6. 如权利要求 1 所述的系统,还包括响应于所述测量电路用于向用户指示所述棒的所述第一末端的位置的显示器。
7. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述测量电路响应于用户输入以允许用户指定所述棒的所述第一末端的期望位置,并且还响应于所述测量电路用于指示将所述棒的所述第一末端移动到所述期望位置所需的所述棒的移动的显示器。
8. 一种用于确定在工作空间中的所关注的点的维度坐标的系统,包括:  
用于测量在所述工作空间中的基准元件的位置的装置,  
棒,其具有第一末端,配置为指示所关注的点,  
一对基准元件,其安装在所述棒上,第一基准元件与所述第一末端隔开第一距离,并且第二基准元件与所述第一基准元件隔开第二距离,以及  
测量电路,其响应于所述一对基准元件的所述位置,用于确定在所述工作空间中的所述棒的所述第一末端的位置。
9. 如权利要求 8 所述的系统,其中所述第一距离和第二距离是实质上相等的。
10. 如权利要求 8 所述的系统,其中所述棒还包括手柄部分以便于用户使用所述棒。
11. 如权利要求 8 所述的系统,其中用于测量所述基准元件的位置的所述装置包括智能型全站仪。
12. 如权利要求 11 所述的系统,其中所述基准元件包括自动反射元件。
13. 如权利要求 8 所述的系统,其中所述棒还包括在所述第一末端处用于在表面上做标记的标记元件。
14. 如权利要求 8 所述的系统,还包括响应于所述测量电路用于向用户指示所述棒的所述第一末端的位置的显示器。
15. 如权利要求 8 所述的系统,其中所述测量电路响应于用户输入以允许用户指定所述棒的所述第一末端的期望位置,并且还响应于所述测量电路用于指示将所述棒的所述第一末端移动到所述期望位置所需的所述棒的移动的显示器。
16. 如权利要求 12 所述的系统,其中所述智能型全站仪在所述两个自动反射元件之间

---

高频振动,以便确定所述两个自动反射元件的位置。

## 用于确定工作空间中的位置的系统

- [0001] 相关申请的交叉引用
- [0002] 不可适用。
- [0003] 关于联邦赞助的研究或发展的声明
- [0004] 不可适用。

### 技术领域

[0005] 本申请涉及便于空间定位的系统,包括工作空间或工作场地例如建筑工地或其它地点的空间定位。例如,当建筑物内部被润饰时,需要确定各种内部特征的位置,如墙壁、窗户以及门的适当的位置。存在必须被适当地设置的大量电的、管道和 HVAC 组件。进一步地,横梁、托梁、天花板、瓷砖、架子、橱柜以及其他类似的组件必须被准确地安置。在建筑物内部的建造开始后,各种组件相对于周围的墙壁、天花板及地板的定位必须被快速和稍微精确地完成,如它们被草拟的。一般,需要相当数量的劳动力在建筑工地布置建筑点。已需要几组工人来测量并标记不同的位置。将认识到,该过程易遭受来自测量错误和来自所积累的误差的误差,当从一个中间点到另一个进行测量时,这些误差增加。大量工具已被开发以促进该过程,尽管这些工具中的许多使用起来稍微复杂,并且需要谨慎的注意来达到期望精确度。

### 背景技术

[0006] 测距无线电装置提供对用于定位应用的 GPS 接收机的极好的备选方案,在这些定位应用中,GPS 接收例如在建筑物内部是不可用的,或 GPS 接收机的使用是不可靠的。例如,为了适当地运行,GPS 接收机需要对多个卫星的视线访问。这在一些操作设置中可能是不可能的,如当在室内、地下或在混乱的环境中进行工作时。

[0007] 在超宽带 (UWB) 频率处工作的测距无线电装置使用飞行时间分析提供对在无线电装置之间的距离的非常准确的测量。当从多个固定位置无线电装置到目标无线电装置实现测距时,目标无线电装置的相对三维位置通过三边测量来实现。为了进行距离测量,发端测距无线电装置发送由前同步码和头部组成的包。头部包含被请求以响应于包的带有目的无线电装置的地址的测距命令。发端无线电装置在这次发送时重置它的主计数器,建立本地时间零基准。当目的测距无线电装置接收呈送给它的测距请求时,它记录接收时间,并用它自己的包回复,包括在头部中的接收时间和响应发送时间。发端无线电装置接收从目的无线电装置返回的测距包,记录它的接收时间并锁住它的主计数器。然后使用时间信息以补偿在两个无线电装置上的计时时钟的差异来计算并记录距离值。

[0008] 使用测距无线电装置提供改进的系统以确定在工作场地上的不同位置是所期望的。然而,困难出现,因为测距无线电装置可能并不在整个工作场地适当地工作,特别是如果被安置成靠近金属表面或横梁,或完全或部分地从固定的基准测距无线电装置屏蔽。此外,能够确定不容易到达的点的位置有时是合乎需要的。

## 发明内容

[0009] 用于确定在工作空间中的所关注的点的维度坐标的系统包括位于在工作空间中的已知位置处的多个固定位置测距无线电装置,以及配置为指示所关注的点的具有第一末端的棒。一对测距无线电装置安装在棒上。安装在棒上的第一测距无线电装置与棒的第一末端隔开第一距离,并且安装在棒上的第二测距无线电装置与第一测距无线电装置隔开第二距离。响应于这对测距无线电装置的测量电路确定这对测距无线电装置中的每个相对于多个固定位置测距无线电装置的位置。测量电路确定棒的第一末端相对于多个固定位置测距无线电装置的位置。

[0010] 第一和第二距离可以是实质上相等的。棒可包括手柄部分以便于用户使用棒。多个固定位置测距无线电装置可包括至少四个测距无线电装置。棒还可包括在第一末端的标记元件,其用于在表面上做标记。显示器响应于测量电路,用于向用户指示棒的第一末端的位置。测量电路可响应于用户输入以允许用户指定棒的第一末端的期望位置。系统还可包括显示器,其响应于测量电路,用于指示将棒的第一末端移动到期望位置所需的棒的移动。

[0011] 用于确定在工作空间中的所关注的点的维度坐标的系统包括:用于测量在工作空间中的基准元件的位置的装置,以及配置为指示所关注的点的具有第一末端的棒。一对基准元件安装在棒上。第一基准元件与棒的第一末端隔开第一距离,并且第二基准元件与第一基准元件隔开第二距离。测量电路根据在工作场所中的这对基准元件的位置确定在工作空间中的棒的第一末端的位置。

[0012] 第一和第二距离可以是实质上相等的。棒可包括手柄部分以便于用户使用棒。用于测量基准元件的位置的装置可包括智能型全站仪。基准元件可包括自动反射元件。棒还可包括在第一末端的标记元件,其用于在表面上做标记。系统还可包括显示器,其响应于测量电路,用于向用户指示棒的第一末端的位置。测量电路响应于用户输入以允许用户指定棒的第一末端的期望位置。系统还包括显示器,其响应于测量电路,用于指示将棒的第一末端移动到期望位置所需的棒的移动。智能型全站仪可在两个自动反射元件之间高频振动,以便确定两个自动反射元件的位置。

## 附图说明

[0013] 图 1 示出棒和安装在棒上的一对测距无线电装置的第一实施方式;

[0014] 图 2 是与四个固定位置测距无线电装置一起使用的图 1 的棒的简图;

[0015] 图 3 是用在系统中的电路的示意图;以及

[0016] 图 4 示出与智能型全站仪一起使用的具有回射元件的棒的第二实施方式。

## 具体实施方式

[0017] 图 1-3 共同说明用于确定在工作空间中的所关注的点的三维坐标的系统的实施方式。系统包括配置成指示所关注的点的具有第一末端 12 的棒 10。第一末端 12 可具有从棒 10 延伸的指示元件 14,如在图 1 中所示的。棒 10 可进一步包括手柄部分 16 以便于用户使用棒 10。如将被更充分地解释的,在下面,用户通过手柄部分 16 握住棒 10 并用手安置棒的第一末端 12,以使指示元件 14 位于所关注的点。例如,指示元件 14 可接触到在地板、墙壁或天花板上的点,以使该点的三维坐标可以被确定。

[0018] 系统进一步包括多个固定位置测距无线电装置 18、20、22 及 24(图 2),其位于在工作空间的已知位置。这些位置可以通过任何已知的勘测或测量技术被确定。由于遍及工作空间的所关注的点的位置相对于固定位置测距无线电装置从三边测量计算被确定,这些固定位置测距无线电装置被广泛地散布在工作空间上以最优优化精确性是优选的。给定四个球体的中心位置和长度,三边测量是用于确定四个球面的交叉线的方法。在当前情况中,固定位置测距无线电装置的位置限定四个球体的中心,并且从每个测距无线电装置到可移动的测距无线电装置的距离限定每个球体的半径。当从固定的测距无线电装置到所关注的点的距离已知时,所关注的点将必然位于在球面上的某处,该球面具有在测距无线电装置处的中心且具有与该距离相等的半径。如果这样的距离相对于全部四个测距无线电装置被确定,被限定的球面将在所关注的点处交叉。因此对于固定位置测距无线电装置 18、20、22 及 24 中的每个的精确的位置确定对于系统的精确操作是重要的。

[0019] 一对测距无线电装置被安装在棒 10 上。第一测距无线电装置 30 与第一末端 12 隔开第一距离  $L_1$ ,且第二测距无线电装置 32 与第一测距无线电 30 隔开第二距离  $L_2$ 。

[0020] 对图 2 进行参考,其中测距无线电装置 30 的坐标为  $X_1$ 、 $Y_1$  及  $Z_1$ ,测距无线电装置 32 的坐标为  $X_2$ 、 $Y_2$  及  $Z_2$ ,且在棒 10 的末端 12 上的指示元件 14 的坐标为  $X_p$ 、 $Y_p$  和  $Z_p$ 。测距无线电装置 30 和 32 位于与指示元件 14 的公共线上,如在图 1 中的虚线所指示的。从对图 2 的回顾来看这将是显然的,其中

$$[0021] \quad (X_2 - X_1) / L_2 = (X_1 - X_p) / L_1, \text{ 以及 } X_p = X_1 + (L_1 / L_2) (X_1 - X_2)。$$

[0022] 类似地,

$$[0023] \quad Y_p = Y_1 + (L_1 / L_2) (Y_1 - Y_2), \text{ 以及}$$

$$[0024] \quad Z_p = Z_1 + (L_1 / L_2) (Z_1 - Z_2)。$$

[0025] 如果  $L_1 = L_2$ ,那么这些关系甚至进一步简化为:

$$[0026] \quad X_p = 2X_1 - X_2,$$

$$[0027] \quad Y_p = 2Y_1 - Y_2, \text{ 以及}$$

$$[0028] \quad Z_p = 2Z_1 - Z_2。$$

[0029] 因此,如果两个测距无线电装置 30 和 32 的三维坐标被确定,指示元件 14 的三维坐标也是已知的。测距无线电装置 30 和 32 的坐标通过使用固定位置测距无线电装置 18、20、22 及 24 被确定,如下面所描述的。

[0030] 系统进一步包括响应于这对测距无线电装置 30 和 32 的测量电路 40(图 3)。电路 40 使用三边测量分析确定每个测距无线电装置 30 和 32 相对于多个固定位置测距无线电装置 18、20、22 及 24 的位置。然后电路 40 确定相对于多个固定位置测距无线电装置 18、20、22 及 24 的第一末端 12 的三维坐标,更具体地,指示元件 14 的三维坐标。测量电路 40 通过在 42 的手工输入或通过任何其它恰当的手段接收测距无线电装置 18、20、22 及 24 的坐标。如也将在图 3 中提到的,输入 44 还被设置为输入期望位置。操作员显示器 46 响应于测量电路 40。图 3 的组件可与棒 10 是整体的,或可被单独地封装,且被系统的用户单独地携带。此外,测距无线电装置 30 和 32 如在图 3 中所示的被直接连接到测量电路 40,但可选地可经由无线电链路或其他无线链路被连接。

[0031] 在使用中,固定的测距无线电装置 18、20、22 及 24 被安置在工作空间,并且它们的三维坐标被记下并经由 42 提供给电路 40。如所知道的,为了确保消除不定性,固定的测距

无线电装置被定位成使得它们不都在同一平面中。棒 10 接着被操作员移动,以使指示元件 12 接触所关注的点,这个点的坐标将被确定。当棒 20 被适当地安置时,这通过操作员即刻关闭开关 48 来发信号,开关 48 可以是在棒 10 上的开关,或位于与测量电路不同的地方的开关。在这个时刻,指示元件 14 的坐标  $-X_p$ 、 $Y_p$  和  $Z_p$  被确定并存储。附加的点的位置可以相同的方式被获得并存储。使用系统以定位点是可能的,该点的三维坐标以前被确定。为了完成此,期望位置在 44 被输入。然后当棒 10 移动时,操作员监控显示器 46,显示器提供指示元件 14 必须在哪个方向上移动和移动多少距离的指示,以便使它到达期望位置。如果需要,指示元件 14 可被配置为小的线环,毡尖标记器或其他标记装置可固定到该线环。通过该布置,棒可被移动到预定位置,且在该预定位置处的表面上标记被做出。

[0032] 将认识到,使用在已知位置处的但不位于公共平面中的四个固定位置测距无线电装置允许以三边测量计算明确地确定遍及工作空间的所关注的点的位置。还将认识到,如果只使用在已知位置处的三个固定位置测距无线电装置,产生的不定性是,所关注的点可以在两个可能的位置的任一个处。两个可能的位置将位于平面之上和之下,该平面对于三个固定位置测距无线电装置是公共的。如果两个可能的位置中的一个可以用某种方式消除,那么不定性被消除且对于系统的操作只需要三个固定位置测距无线电装置。作为例子,不定性可以通过使三个固定位置测距无线电装置位于工作场地内部的地板上来消除。所关注的点将总是在地板水平之上,并且将因此总是在公共平面的水平之上。带有较高  $Z$  维坐标的可能的三个三维坐标将因此总是被选择为所关注的点的位置。

[0033] 如果需要,系统可被配置成确定在二维空间内的所关注的点的坐标。例如,这样的二维系统可被用于布置在建筑物的地板上的设备或结构的位置。为了实现二维布局,只需要使用两个固定位置测距无线电装置。如上面所讨论的,带有三个固定位置测距无线电装置的系统将提供对位置计算的不定性解决方案,因为所关注的点可以为两个位置中的任一个,一个位置在固定位置测距无线电装置的平面下面,而另一个位置在固定位置测距无线电装置的平面上面。由于只有两个固定位置测距无线电装置,不定性增加,所关注的位置被发现位于圆上的某处。圆将被定向成使得它是离第一无线电装置的第一一致的距离和离第二无线电装置的第二一致的距离,第一和第二一致的距离不一定相等。如果固定位置测距无线电装置位于工作场地的地板上,且如果所关注的点被限制成位于地板上的某处,那么不定性减少到在地板上的两个可能的点中的一个。此外,如果两个测距无线电装置被放置在房间的一侧的地板上,以使两个点中的一个可以被消除,如在房间外的一样,那么不定性被消除,并且可以实现在工作场地的地板上的二维布局。

[0034] 图 4 说明本发明的另一实施方式,其包括用于测量在棒 10 上的基准元件 52 和 54 的位置的装置,如智能型全站仪 50。智能型全站仪是可从 Trimble Navigation Limited 得到的类型的装置,其跟踪一个或多个自动反射元件并在这样的元件的位置上提供持续的数据流。在该实施方式中的基准元件 52 和 54 由回射反光带的小条组成,在第一实施方式中该回射反光带的小条在如上所述相对于测距无线电装置 30 和 32 的相同的相对位置上缠绕在棒 10 周围。智能型全站仪重复地将细的激光束指引到每个基准元件 52 和 54,在元件之间高频振动。全站仪接收反射光,并测量光束的飞行时间。从该数据中,在智能型全站仪 50 内的测量电路 40 能够计算元件 52 和 54 的三维坐标,并且因此尖端 12 的位置被精确地指定。将认识到,可使用回射立方体或其他装置来代替带条 52 和 54。

[0035] 虽然为了说明的目的已经在上面描述了特定的实施方式,但本领域的技术人员将认识到,在这些实施方式中的许多变化可被做出。



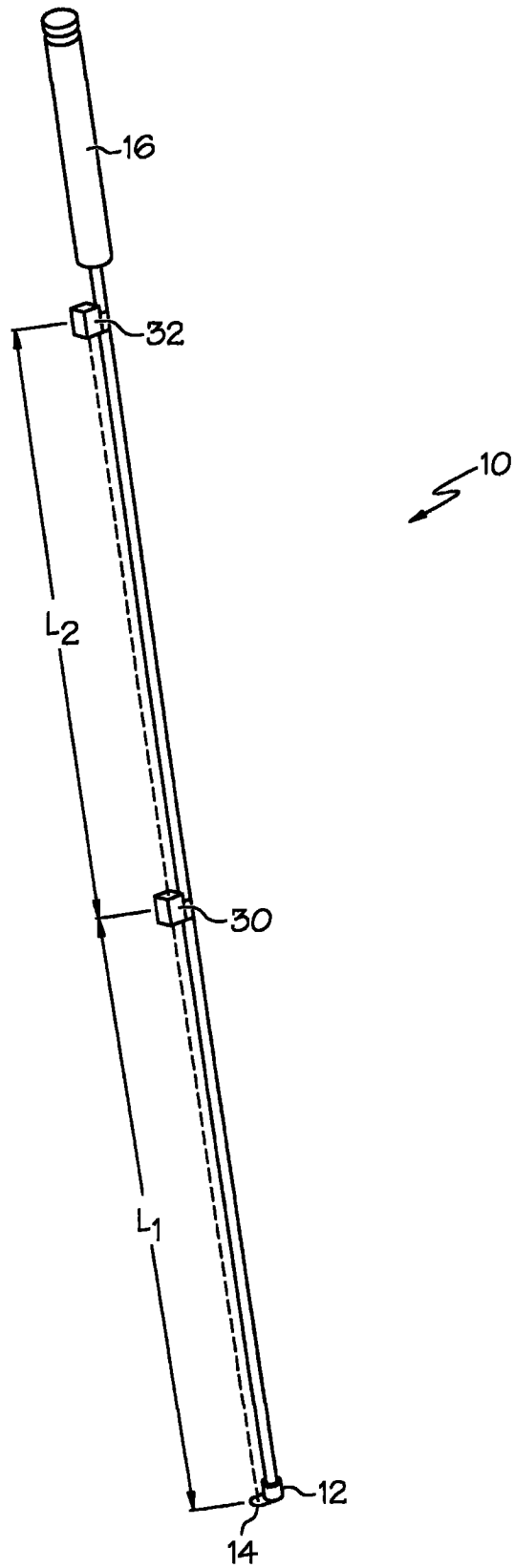


图 1

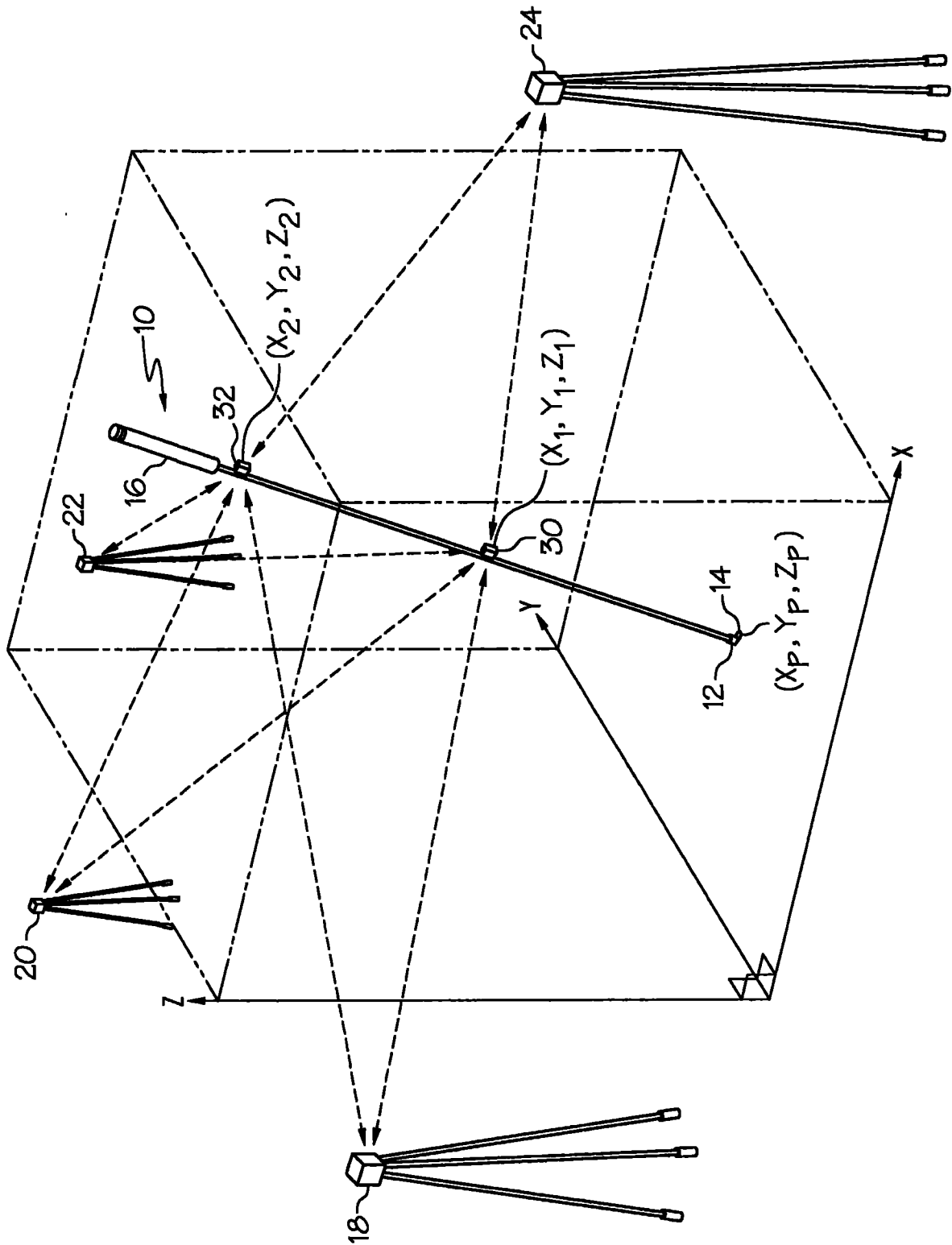


图 2

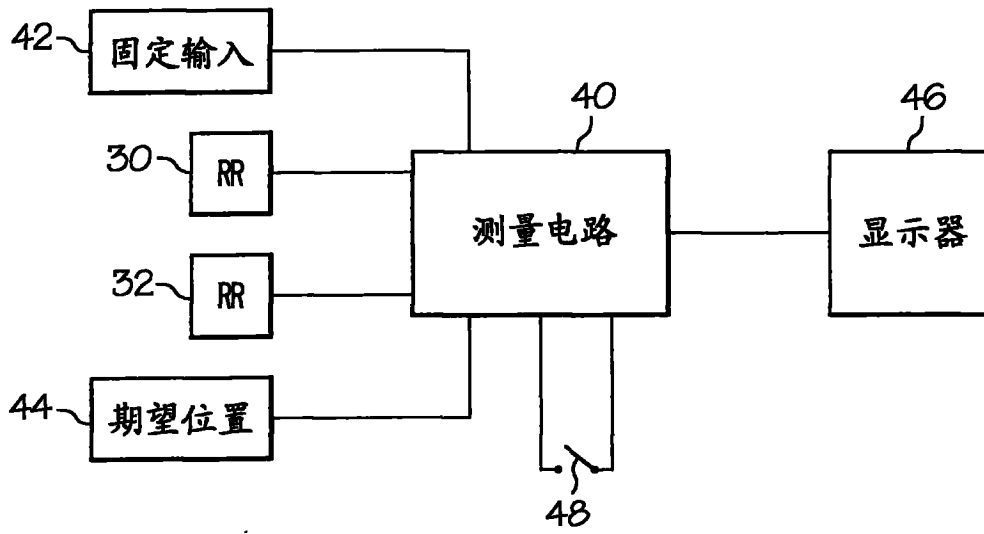


图 3

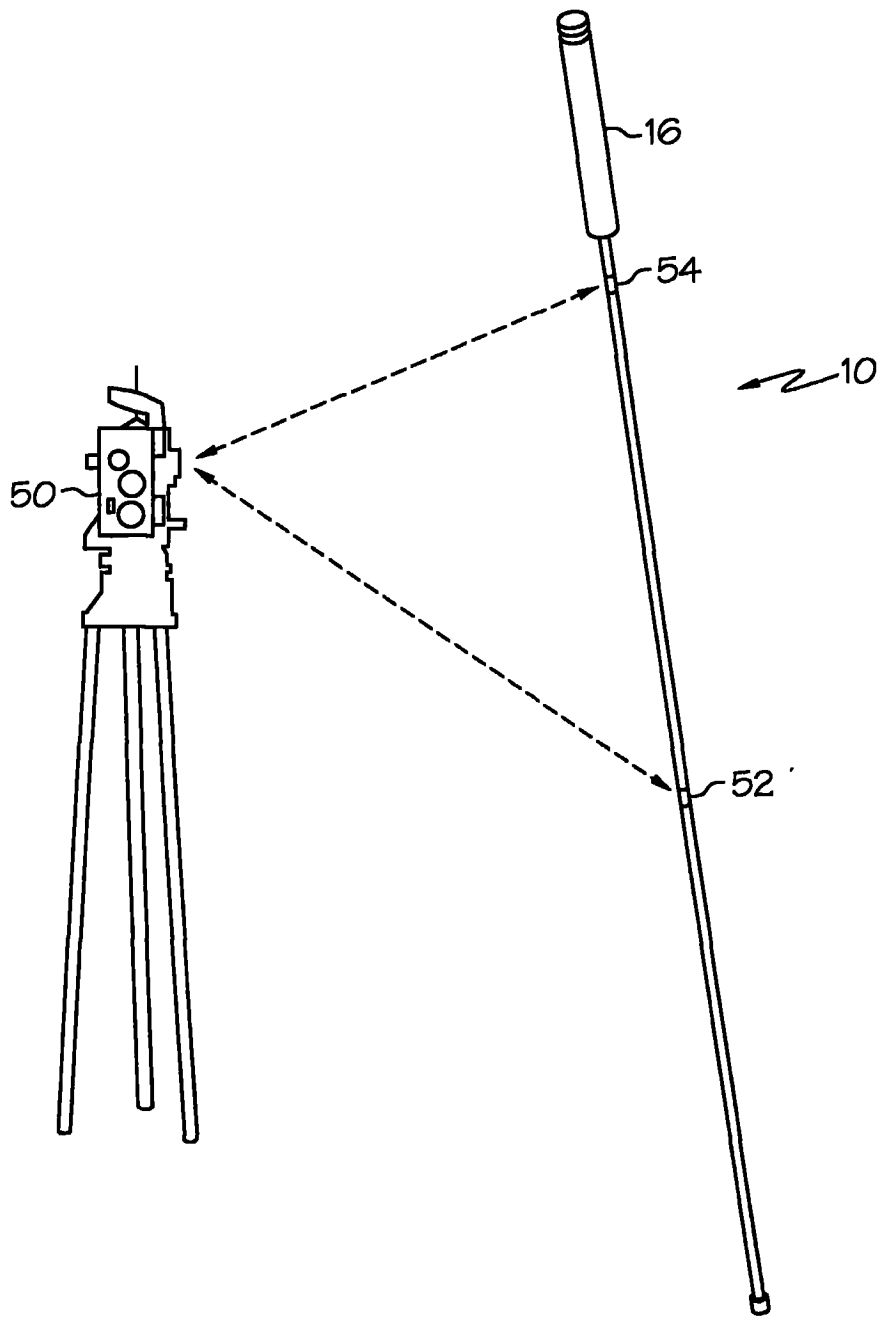


图 4