



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101788290 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 21

(21) 申请号 200910258012. 3

G01S 17/89(2006. 01)

(22) 申请日 2006. 09. 11

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

60/716, 338 2005. 09. 12 US

US 2002060784 A1, 2002. 05. 23, 全文 .

GB 2381656 A, 2003. 05. 07, 全文 .

(62) 分案原申请数据

200680041886. 8 2006. 09. 11

WO 2005017644 A2, 2005. 02. 24, 全文 .

US 2002134151 A1, 2002. 09. 26, 全文 .

WO 2004028134 A2, 2004. 04. 01, 全文 .

(73) 专利权人 特里伯耶拿有限公司

地址 德国耶拿

审查员 李妍

(72) 发明人 T·克卢达斯 A·许内曼

M·弗格尔

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光

(51) Int. Cl.

G01C 15/00(2006. 01)

G01S 5/16(2006. 01)

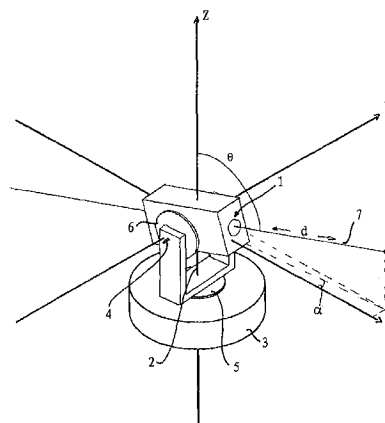
权利要求书4页 说明书46页 附图23页

(54) 发明名称

测量仪器和使用测量仪器提供测量数据的方法

(57) 摘要

一种测量仪器 (11) 包括具有成像光学系统和光学探测器元件阵列的望远镜单元、用于探测所述望远镜单元的取向的取向传感器、用于使所述望远镜单元绕着水平轴和垂直轴进行转动的转动驱动器、可控制的距离测量单元和处理单元。所述处理单元包含存储有指令和用来使每个光学探测器元件的位置与一个视方向相关联的校准数据的存储器以及处理器, 用来: 获取目标区数据; 获取表示投影面 (135) 的投影面数据 (133); 获取表示目标区的二维图像的一组像素数据; 使用所述校准数据将所述一组像素数据变换为一组表示所述图像到所述投影面的投影的投影图像数据; 以及存储所述投影图像数据作为测量数据。



1. 一种测量仪器,包括:

用来产生距离数据的距离测量单元,所述距离数据表示所述距离测量单元和要测量目标之间沿着所述距离测量单元的测量方向的距离;

用来产生图像数据的望远镜单元,所述图像数据是关于所述目标的二维图像的数据,所述望远镜单元相对于所述距离测量单元有确定的空间关系;以及

处理单元,配置为用来:

控制所述望远镜单元以产生图像数据;

控制所述距离测量单元以产生距离数据;

获取表示平面的表面数据,其中,所述平面的位置基于所述距离数据来选择,所述平面的取向经过在所述目标的二维图像中确定并分析所述目标上的至少一个椭圆形和菱形微元通过图像处理来选择;以及

将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的平面的投影。

2. 根据权利要求1所述的测量仪器,其中,所述仪器还包括界面,用于由用户在所述二维图像中选择所述目标上的至少一个椭圆形和菱形微元,所述处理单元配置为利用所述所选择的微元来选择所述平面的取向。

3. 根据权利要求1所述的测量仪器,其中,所述处理单元还配置为用来将执行如下至少一种操作:至少将所述投影图像数据连同与所述平面的距离有关的信息作为测量数据存储起来和发送到接收装置。

4. 根据权利要求1所述的测量仪器,其中,

所述距离测量单元被安装为能够绕着水平轴和垂直轴进行转动;

所述仪器还包括用来产生取向数据的取向传感器,所述取向数据表示所述距离测量单元绕着所述水平轴和垂直轴的取向;以及

所述处理单元还配置为用来控制所述距离测量单元为所述目标上的不同位置产生距离数据,所述距离数据连同相应的取向数据由所述处理单元接收。

5. 根据权利要求4所述的测量仪器,其中,所述处理单元还配置为用来执行如下至少一种操作:将至少所述投影图像数据连同与所述表面的距离有关的信息作为测量数据存储起来和发送到接收装置。

6. 根据权利要求1所述的测量仪器,其中,所述处理单元还配置为用来在由所述投影图像数据所表示的所述图像的投影中识别用户选择的点并确定所述目标上所述被选择的点的位置。

7. 根据权利要求1所述的测量仪器,其中,

所述望远镜单元被安装为能够绕着水平轴和垂直轴转动;

所述望远镜单元包括用来产生取向数据的取向传感器,所述取向数据表示所述望远镜单元绕着所述水平轴和垂直轴的取向;以及

所述处理单元还配置为用来:

确定获取图像数据的各方向,所述方向确定目标区的多个二维局部图像,使得所述多个局部图像覆盖所述目标区;

控制所述望远镜单元在每个方向上获取局部图像数据,所述局部图像数据连同相应的

取向数据由所述处理单元接收；

获取表示全景表面的全景表面数据，其中，所述全景表面的形状从锥面、柱面和球面所构成的组中选择；

将每个方向上的所述局部图像数据变换为一组局部图像投影数据，每个局部图像投影数据表示各个所述局部图像数据到所述全景表面的投影；以及

基于所述一组局部图像投影数据以及与各个所述局部图像投影数据相对应的取向数据来产生全景图像数据，所述全景图像数据表示投影到所述全景表面上的所述目标区的全景图像。

8. 根据权利要求 7 所述的测量仪器，其中，所述处理单元还配置为用来执行如下至少一种操作：将所获得的全景图像数据作为测量数据存储起来和发送到接收装置。

9. 根据权利要求 7 所述的测量仪器，其中，所述处理单元还用来确定使所述二维局部图像产生重叠的方向，并通过分别使用重叠区中的所述局部图像数据的像素数据或所述局部图像投影的局部图像投影数据来调整所述重叠区中的至少一个所述局部图像数据中的像素数据和至少一个所述二维局部图像的局部图像投影数据。

10. 根据权利要求 4 所述的测量仪器，其中，

所述仪器还包括转动驱动器，用来使所述距离测量单元和所述望远镜单元中的至少一个绕着所述水平轴和垂直轴转动；以及

所述处理单元用来控制所述转动驱动器从而分别使所述距离测量单元和所述望远镜单元转动到确定方向上。

11. 根据权利要求 10 所述的测量仪器，其中，

所述仪器包括显示单元的界面以及触摸屏的定点设备和界面中的至少一个，用来分别在所述显示单元和所述触摸屏上显示所述二维图像和所述图像的投影中的至少一个，并用来分别在所述二维图像和所述图像的投影中选择所述目标上的位置；以及

所述处理单元还用来分别读取所述定点设备的位置和通过触摸所述触摸屏而确定的位置，计算所述距离测量单元和所述望远镜单元中的至少一个的取向，使得所述距离测量单元和所述望远镜单元的测量方向分别指向与所读取的位置相对应的所述目标上的位置，并所述处理单元还用来控制所述转动驱动器分别将所述距离测量单元和所述望远镜单元移动到所计算出来的取向上。

12. 根据权利要求 1 所述的测量仪器，其中，所述处理单元包括存储有指令的存储器以及处理器。

13. 根据权利要求 1 所述的测量仪器，其中

所述望远镜单元具有成像光学系统和光学探测器元件阵列，每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置，并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像上的点的像素的数据；以及

所述处理单元存储有校准数据，这些数据将每个光学探测器元件的位置与一个光路相联系。

14. 根据权利要求 13 所述的测量仪器，其中，所述处理单元用来通过下述过程将所述图像数据变换为投影图像数据：

基于所述校准数据解析探测每个光学探测器元件的光路与由所述表面数据所表示的

表面的交点 ; 以及

将所述二维图像的每个像素值存储到在所述表面上所探测到的交点。

15. 根据权利要求 1 所述的测量仪器, 其中

所述仪器包括显示单元和触摸屏中的至少一个的界面, 用来显示数字图像 ; 以及

所述处理单元用来分别在所述显示单元和所述触摸屏上显示所述二维图像和所述图像的投影的至少其中之一。

16. 根据权利要求 15 所述的测量仪器, 其中

为了在所述二维图像或所述图像的投影中选择所述目标上的位置, 提供用于定点设备的界面, 或者所述界面为触摸屏的界面 ; 以及

所述处理单元用来读取确定至少一个像素的数据, 所述像素表示通过所述定点设备的位置或者通过触摸所述触摸屏所确定的所显示图像中的点。

17. 根据权利要求 15 所述测量仪器, 其中, 所述处理单元用于通过读取用户输入来获取表示所述目标区的目标区数据, 所述用户输入确定了对所述目标区进行限定的方向和 / 或所述二维图像中或所述图像的投影中的位置。

18. 根据权利要求 15 所述测量仪器, 其中, 所述处理单元用于通过读取用户输入来获取表示所述目标区的范围的目标区数据, 所述用户输入确定了对所述目标区的范围进行限定的方向和 / 或所述二维图像中或所述图像的投影中的位置。

19. 根据权利要求 16 所述测量仪器, 其中, 所述处理单元用于读取通过所述定点设备或通过触摸所述触摸屏而选择的所述图像的被显示的投影中的两个位置, 确定与在所述图像的投影中所选择的位置相对应的所述目标上的两个位置之间的距离, 并显示所确定的距离或者从所确定的距离计算出来的值。

20. 根据权利要求 16 所述测量仪器, 其中, 所述处理单元还用于读取通过所述定点设备或通过触摸所述触摸屏而选择的所述图像的被显示出来的投影中的三个位置, 确定由所述目标上的相应位置所定义的两条线之间的夹角, 并显示所确定的夹角或者从所确定的夹角计算出来的值。

21. 根据权利要求 15 所述测量仪器, 其中, 所述处理单元用于在所述显示单元上显示由所述处理单元所获得的或者存储在所述处理单元中的其它信息。

22. 根据权利要求 15 所述测量仪器, 其中, 所述处理单元用于存储表示已经测量的了的所述目标区中的位置的测量数据, 并在所述显示单元上显示标记, 该标记表示至少一个被测量的位置。

23. 根据权利要求 15 所述测量仪器, 其中, 所述处理单元用于获取表示要测量的位置的坐标数据, 并在所述显示单元上显示标记, 该标记表示至少一个要测量的点。

24. 一种使用测量仪器提供测量数据的方法, 包括的步骤有 :

产生关于要测量的目标的二维图像的图像数据 ;

产生距离数据, 所述距离数据表示所述测量仪器和所述目标之间沿着所述测量仪器的测量方向的距离 ;

获取表示平面的表面数据, 其中, 所述平面的位置基于所述距离数据来选择, 所述平面的取向通过在所述目标的二维图像中确定并分析所述目标上的至少一个椭圆形和菱形微元经过图像处理来选择 ; 以及

将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的平面的投影。

25. 根据权利要求 24 所述的方法,还包括步骤:

在由所述投影图像数据表示的图像投影中识别用户所选的点;以及
确定所述目标上的所选点的位置。

26. 根据权利要求 24 所述的方法,其中

所述测量仪器包括具有成像光学系统和光学探测器元件阵列的望远镜单元,每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像的点的像素的数据,每个光学探测器元件与一条光路的对应关系被存储在校准数据中;以及

通过下述步骤将所述图像数据变换为投影图像数据:

基于所述校准数据解析探测每个光学探测器元件的光路与由所述表面数据所表示的表面的交点;以及

将所述二维图像的每个像素值存储到在所述表面上所探测到的交点。

27. 根据权利要求 24 所述的方法,还包括步骤:

在所显示的图像投影中读取由用户所选择的两个位置;

确定与所述图像投影中所选择的位置相对应的所述目标上的两个位置之间的距离;以

及

显示所确定的距离或者从所确定的距离计算出来的值。

28. 根据权利要求 24 所述的方法,还包括步骤:

在所显示的图像投影中读取由用户所选择的三个位置;

确定由所述目标上的相应位置所确定的两条线之间的夹角;以及

显示所确定的夹角或者从所确定的夹角计算出来的值。

29. 根据权利要求 24 所述的方法,其中,所述测量仪器为根据权利要求 1 所确定的仪器。

测量仪器和使用测量仪器提供测量数据的方法

[0001] 本申请是 2006 年 9 月 11 日提交的申请号为 200680041886.8 发明名称为“测量仪器和使用测量仪器提供测量数据的方法”的专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求获得 2005 年 9 月 12 日提交的美国临时专利申请 No. 60/716, 338 的权益, 其全部内容通过引述纳入这里。

技术领域

[0004] 本发明涉及到使用测量仪器提供测量数据的方法、执行该方法的手段以及相应的测量仪器。

背景技术

[0005] 测量通常包括确定, 例如, 地形中的反射镜 (三面反射镜 (triplereflector)) 或目标等点的角度或位置。这些角度或位置可以通过测量仪器 (诸如经纬仪或测距仪) 来测量。

[0006] 空间中的位置可以用合适的坐标系中的坐标来定义。例如, 一个点的位置可以由其笛卡儿坐标来定义, 而笛卡儿坐标则是相对于具有彼此正交的三个轴的笛卡儿坐标系来定义的。然而, 为了测量位置, 采用球坐标更加合适。如图 1 所示, 点 P 的位置可以由球坐标来定义, 即, 由该点到正交坐标系的原点的距离 d 、该坐标系的水平轴之一与连接该坐标系原点和点 P 在水平面上的投影的直线之间的夹角 α 、以及和水平面正交的该坐标系的轴与连接该坐标系原点与该点的直线之间的垂直夹角 θ 来定义。在本领域中众所周知, 笛卡儿坐标可以变换成球坐标, 反之亦然。

[0007] 测量仪器, 诸如经纬仪或测距仪, 也称作速测仪 (tachymeter) 或全站仪 (total station), 采用球坐标。如图 1 所示, 已知的经纬仪或测距仪包含一个望远镜 1, 该望远镜可以绕着垂直轴 2 转动, 该垂直轴固定在经纬仪或测距仪的底座 3 上, 还可以绕着倾斜轴 4 (也称水平轴) 转动, 该倾斜轴随着望远镜 1 绕着垂直轴 2 的转动而转动。绕着垂直轴 2 的转动角度和绕着倾斜轴的倾斜角度可以从相应的水平度盘 (horizontal circle) 5 和垂直度盘 (vertical circle) 6 读出。

[0008] 在图 1 所示的理想测距仪中, 倾斜轴 4 与垂直轴 2 正交, 这两个轴相交于一点。此外, 望远镜 1 的视线 7 (也称作视轴) 与倾斜轴 4 正交, 并穿过倾斜轴 4 和垂直轴 2 的交点。

[0009] 为了测量一个点的位置, 理想的情况是, 测距仪的放置使得垂直轴 2 完全垂直, 即指向重力的方向。然后, 通过与垂直轴 2 正交的平面来定义球坐标系, 原点为倾斜轴 4 和垂直轴 2 的交点。通过水平度盘 5, 可以定义所述坐标系的一个轴, 该轴相对于底座 3 固定。为了测量上述夹角 α 和 θ , 通过绕着垂直轴 2 转动望远镜 1 并绕着倾斜轴 4 倾斜望远镜 1 使望远镜 1 的视轴 7 指向要测量的点。然后, 可以从水平度盘读出夹角 α , 从垂直度盘 6 读出夹角 θ 。为了测量目标点到仪器的距离, 测距仪有一个距离测量单元, 该单元可以测量所看到的目标点到仪器的距离。知道了该点到仪器的距离后, 就可以很容易地得到笛卡儿坐

标。

[0010] 摄像测距仪与传统测距仪的不同之处在于,摄像测距仪包含一个照相机,该照相机可以例如取代整个望远镜或者只取代望远镜的目镜,或者该照相机可以与望远镜一起提供。如图 2 所示,照相机 8 包含光学系统 9 和图像传感器 10。光学系统 9 在图像传感器 10 上形成场点的图像。这样,要测量的点就被成像在图像传感器 10 上的某个位置处。图像传感器 10 包含光探测器元件 10' 的阵列,该阵列能够对传感器上形成的图像进行响应,并产生各个探测信号。

[0011] 如果使用已知的测距仪甚至使用摄像测距仪来测量目标区域,那么,必须将望远镜单元单独地指向目标区域中所有感兴趣的点以便获得目标区域的测量数据。因此,目标区域的测量,具体说是目标区域中给定目标的测量,是十分费时的。

[0012] 已经发现,可以进一步改进提供测量数据的常规方法以及常规的测量仪器,以便更快更舒适地获得测量数据。

发明内容

[0013] 考虑了上述问题后产生了本发明。

[0014] 本发明的实施例提供一种测量仪器,该测量仪器能够更快速更轻松地提供测量数据。此外,本发明的实施例提供一种测量仪器,该测量仪器能够更容易更精确地提供全景图像。

[0015] 此外,本发明的实施例提供一种方法,该方法使用能更快更轻松地提供测量数据的测量仪器来提供测量数据。此外,本发明的实施例提供一种方法,该方法能够更容易更精确地提供全景图像。

[0016] 根据本发明的实施例,一种测量仪器包括:用来产生距离数据的距离测量单元,所述距离数据表示所述距离测量单元和要测量目标之间沿着所述距离测量单元的测量方向的距离,所述距离测量单元可以绕着水平轴和垂直轴转动;用来产生取向数据的取向传感器,所述取向数据表示所述距离测量单元绕着所述水平轴和垂直轴的取向;用来产生图像数据的望远镜单元,所述图像数据是关于所述目标的二维图像的数据,所述望远镜单元相对于所述距离测量单元有确定的空间关系;以及处理单元。所述处理单元设置为用来控制所述望远镜单元产生图像数据;控制所述距离测量单元为所述目标上的至少三个不同位置产生距离数据,所述距离数据连同相应的取向数据由所述处理单元接收;获取表示表面的表面数据,所述表面由与所述目标上的至少三个不同位置相关的距离数据和取向数据来确定;以及将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的表面的投影。

[0017] 因此,在这些实施例中,通过测量所述目标上的至少三个点的距离和位置,所述测量仪器确定所述图像数据被投影到的表面。所述点的位置基于所述距离测量单元的取向来计算。

[0018] 就本专利申请而言,要强调的是,术语“投影”不限制于图形投影或物理投影,而应该被理解为“变换”。此外,所述距离测量单元的测量方向可以对应着例如一条光轴或者对应着所述望远镜单元的光学探测器的中心像素。

[0019] 根据示范性实施例,所述仪器还包括界面,用于由用户在所述目标的二维图像中

选择所述目标上的不同位置。或者,所述仪器可以预定义所述目标上的不同位置来描述一个例如三面体。

[0020] 根据一个示范性实施例,所述处理单元还配置为用来将至少包括所述投影图像数据连同与所述表面的距离有关的信息存储起来和/或发送到接收装置作为测量数据。所述处理单元甚至可以存储并传输诸如所述表面的形状和/或取向等其它信息。

[0021] 根据一个示范性实施例,所述表面为平面、球面和柱面之一。很明显,测量三个位置对于例如在三维空间中精确定义一个平面的位置和取向来说是足够的。如果测量多于三个位置来定义一个平面,那么,通过已知的校正方法,可以提高确定所述平面的精度。测量四个位置对于例如在三维空间中精确定义一个球面的位置和取向来说是足够的。通过例如测量更多数目的位置可以描述一个形状任意的表面。对于形状任意的表面而言,所述位置的数目取决于例如预期的精确度和所述表面的复杂性。

[0022] 根据本发明的实施例,一种测量仪器包括:用来产生距离数据的距离测量单元,所述距离数据表示所述距离测量单元和要测量目标之间沿着所述距离测量单元的测量方向的距离;用来产生图像数据的望远镜单元,所述图像数据是关于所述目标的二维图像的数据,所述望远镜单元相对于所述距离测量单元有确定的空间关系;以及处理单元。所述处理单元配置为用来控制所述望远镜单元来产生图像数据;控制所述距离测量单元来产生距离数据;获取表示平面的表面数据,其中,所述平面的位置基于所述距离数据来选择,所述平面的取向通过在所述目标的二维图像中确定并分析所述目标上的至少一个椭圆形和菱形微元经过图像处理来选择;以及将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的平面的投影。

[0023] 因此,在这些实施例中,所述测量仪器通过图像处理来确定所述图像数据被投影到的表面。用来测量所述距离测量单元和所述目标之间的距离的所述目标上的位置在例如调整所述平面在三维空间中的取向时可以被用作转折点(break-over point)。或者,首先可以确定所述平面的取向,之后,可以将所述平面安置在所测量的距离处。可以在例如图像处理期间确定至少一个椭圆形或菱形微元,并确定将所述椭圆投影为圆或者将所述菱形微元投影为矩形所需要的变形。

[0024] 根据示范性实施例,所述仪器还包括界面,用于由用户在所述二维图像中选择所述目标上的至少一个椭圆形和菱形微元,所述处理单元配置为利用所选择的微元来选择所述平面的取向。

[0025] 根据一个示范性实施例,所述处理单元还配置为用来将至少包括所述投影图像数据连同与所述平面的距离有关的信息存储起来和/或发送到接收装置作为测量数据。所述处理单元甚至可以存储并发送诸如所述平面的取向等其它信息。

[0026] 根据一个示范性实施例,所述距离测量单元被安装为能够绕着水平轴和垂直轴进行转动;所述仪器还包括用来产生取向数据的取向传感器,所述取向数据表示所述距离测量单元绕着所述水平轴和垂直轴的取向;以及所述处理单元还配置为用来控制所述距离测量单元为所述目标上的不同位置产生距离数据,所述距离数据连同相应的取向数据由所述处理单元接收。可以在所述仪器中预定义所述不同的位置,或者可以由用户通过用户界面来输入所述不同的位置,例如,为用户显示所述二维图像并允许用户在所述目标的二维图像上选择所希望的位置。

[0027] 根据一个示范性实施例,一种测量仪器包括:用来产生距离数据的距离测量单元,所述距离数据表示所述距离测量单元和要测量目标之间沿着所述距离测量单元的测量方向的距离;用来产生图像数据的望远镜单元,所述图像数据是关于所述目标的二维图像的数据,所述望远镜单元相对于所述距离测量单元有确定的空间关系;用于接收所述目标的三维数据的界面;以及处理单元。所述处理单元配置为用来控制所述望远镜单元产生图像数据;控制所述距离测量单元产生距离数据;获取表示表面的表面数据,其中,所述表面的位置基于所述距离数据来选择,所述表面的形状由所述三维数据来确定;以及将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的表面的投影。

[0028] 因此,在这些实施例中,所述测量仪器通过使用外部三维数据诸如 CAD 数据或者数字地形模型来确定所述图像数据被投影到的表面。

[0029] 根据一个示范性实施例,所述处理单元还配置为用来通过确定并分析所述三维数据和所述图像数据都包含的至少一个同样的特征微元经过图像处理来选择所述表面的取向。

[0030] 根据一个示范性实施例,所述距离测量单元被安装为可以绕着水平轴和垂直轴转动;所述仪器还包括用来产生取向数据的取向传感器,所述取向数据表示所述距离测量单元绕着所述水平轴和垂直轴的取向;所述处理单元还配置为用来控制所述距离测量单元为所述目标上的至少三个不同位置产生距离数据,所述距离数据连同相应的取向数据由所述处理单元接收;以及所述处理单元还配置为用来利用与所述目标上的至少三个不同位置相关的所述距离数据和取向数据来确定所述表面的取向。

[0031] 可以在所述仪器中预定义所述目标上的不同位置,或者可以由用户通过用户界面来输入所述不同的位置,例如,为用户显示所述目标的二维图像并允许用户在所述目标的二维图像上选择所希望的位置。或者,可以基于例如所述三维数据来自动确定所述不同的位置。

[0032] 根据示范性实施例,所述处理单元还配置为用来将至少包括所述投影图像数据连同与所述表面的距离有关的信息存储起来和/或发送到接收装置作为测量数据。所述处理单元甚至可以存储和发送诸如所述表面的形状/取向等其它信息。

[0033] 根据示范性实施例,所述处理单元还配置为用来在由所述投影图像数据所表示的所述图像的投影中识别用户选择的点并确定所述目标上被选择的点的位置。因此,所述投影图像可以用来例如测量所述目标上的距离。

[0034] 根据示范性实施例,所述望远镜单元被安装为可以绕着水平轴和垂直轴转动;所述望远镜还包括用来产生取向数据的取向传感器,所述取向数据表示所述望远镜单元绕着所述水平轴和垂直轴的取向。所述处理单元还配置为用来:确定获取图像数据的各方向,所述方向确定目标区的多个二维局部图像,使得所述多个局部图像覆盖所述目标区;控制所述望远镜单元在每个方向上获取局部图像数据,所述局部图像数据连同相应的取向数据由所述处理单元接收;获取表示全景表面的全景表面数据,其中,所述全景表面的形状可从锥面、柱面和球面所构成的组中选择;将所述每个方向上的局部图像数据变换为一组局部图像投影数据,每个局部图像投影数据表示所述各个局部图像数据到所述全景表面的投影;以及基于所述一组局部图像投影数据以及与各个所述局部图像投影数据相对应的取向数

据产生全景图像数据,所述全景图像数据表示投影到所述全景表面上的所述目标区的全景图像。

[0035] 因此,所述测量仪器可以用来产生全景图像。在上述示范性实施例中,所述仪器位于所述各个局部图像数据到所述全景表面的投影的投影中心处。所述全景表面的形状可以存储在所述仪器中。所述全景表面可以位于预定的距离处或者位于例如所述距离测量单元和所述要测量的目标之间的所测量的距离处。很明显,所述望远镜单元和所述距离测量单元可以例如位于同一箱体内,并使用同一取向传感器。或者,所述望远镜单元和所述距离测量单元可以例如位于不同的箱体内,并使用同一或不同的取向传感器。

[0036] 根据一个示范性实施例,所述处理单元还配置为用来将所获得的全景图像数据作为测量数据存储起来和/或发送到接收装置。所述处理单元甚至可以存储和发送诸如关于所述表面的距离和/或形状等其它信息。

[0037] 根据本发明的示范性实施例,一种测量仪器包括:望远镜单元,用来产生与要测量的目标的二维图像相关的图像数据,所述望远镜单元安装成可以绕着水平轴和垂直轴转动;取向传感器,用来产生取向数据,所述取向数据表示所述望远镜单元绕着所述水平轴和垂直轴的取向;以及处理单元。所述处理单元配置为用来:确定获取图像数据的各方向,所述方向确定目标区的多个二维局部图像,使得所述多个二维局部图像覆盖所述目标区;控制所述望远镜单元在每个方向上获取局部图像数据,所述局部图像数据连同相应的取向数据由所述处理单元接收;获取表示全景表面的全景表面数据,其中,所述全景表面的形状从锥面、柱面和球面所构成的组中选择;将所述每个方向上的局部图像数据变换为一组局部图像投影数据,每个局部图像投影数据表示所述各个局部图像数据到所述全景表面的投影;以及基于所述一组局部图像投影数据以及与所述各个局部图像投影数据相对应的取向数据产生全景图像数据,所述全景图像数据表示投影到所述全景表面上的所述目标区的全景图像。

[0038] 因此,所述测量仪器可以用来产生全景图像。在上述实施例中,所述仪器位于所述各个局部图像数据到所述全景表面的投影的投影中心处。所述全景表面的形状可以被存储在所述仪器中。

[0039] 根据一个示范性实施例,所述仪器还包括用来产生距离数据的距离测量单元,所述距离数据表示所述仪器和要测量目标之间沿着所述距离测量单元的测量方向的距离,所述距离测量单元与所述望远镜单元具有确定的空间关系。所述处理单元还配置为用来控制所述距离测量单元为所述目标上的至少一个位置产生距离数据,以便基于所述距离数据获得所述表面的位置。

[0040] 所述全景表面可以位于例如所述距离测量单元和所述要测量的目标之间的所测量的距离处。或者,所述全景表面可以位于例如预定的距离处。很明显,所述望远镜单元和所述距离测量单元例如可以位于同一箱体内,并使用同一取向传感器。或者,所述望远镜单元和所述距离测量单元可以例如位于分开的箱体内,并使用同一或不同的取向传感器。

[0041] 根据一个示范性实施例,所述处理单元用来将所产生的全景图像数据作为测量数据存储起来和/或发送到接收装置。所述处理单元甚至可以存储和发送关于诸如所述表面的距离和/或形状等的其它信息。

[0042] 根据示范性实施例,所述处理单元还用来确定使所述二维局部图像产生重叠的方

向,并通过分别使用所述重叠区中的所述局部图像数据的像素数据或所述局部图像投影的局部图像投影数据来调整所述重叠区中的至少一个所述局部图像数据中的像素数据和至少一个所述二维局部图像的局部图像投影数据。

[0043] 根据示范性实施例,所述仪器还包括转动驱动器,用来使所述距离测量单元和所述望远镜单元中的至少一个绕着所述水平轴和垂直轴转动;以及所述处理单元用来控制所述转动驱动器分别使所述距离测量单元和所述望远镜单元转动到确定方向上。

[0044] 根据示范性实施例,所述仪器包括显示单元的接口和/或触摸屏的定点设备和接口,用来分别在所述显示单元和所述触摸屏上显示所述二维图像和/或所述图像的投影,并用来分别在所述二维图像和所述图像的投影中选择所述目标上的位置;以及所述处理单元还用来分别读取所述定点设备的位置和通过触摸所述触摸屏而确定的位置,以计算所述距离测量单元和所述望远镜单元中的至少一个的取向,使得所述距离测量单元和所述望远镜单元的测量方向分别指向与所读取的位置相对应的所述目标上的位置,并控制所述转动驱动器分别将所述距离测量单元和所述望远镜单元移动到所计算出来的取向上。

[0045] 根据示范性实施例,所述处理单元包括存储有指令的存储器以及处理器。

[0046] 根据示范性实施例,所述望远镜单元具有成像光学系统和光学探测器元件阵列,每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像上的点的像素的数据;以及所述处理单元存储有校准数据,这些数据将每个光学探测器元件的位置与一个光路相联系。

[0047] 根据示范性实施例,所述处理单元用来通过下述步骤将所述图像数据变换为投影图像数据:基于所述校准数据解析地探测每个光学探测器元件的光路分别与由所述表面数据所表示的表面和由所述全景表面数据所表示的全景表面的交点;以及将所述二维图像的每个像素值分别存储到在所述表面和所述全景表面上所探测到的交点。

[0048] 根据示范性实施例,所述仪器包括显示单元和/或触摸屏的界面,用来显示数字图像;以及所述处理单元用来分别在所述显示单元和所述触摸屏上显示所述二维图像和/或所述图像的投影。

[0049] 根据示范性实施例,为了在所述二维图像或所述图像的投影中选择所述目标上的位置,提供用于定点设备的界面,或者所述显示界面为触摸屏的界面;以及所述处理单元用来读取确定至少一个像素的数据,所述像素表示通过所述定点设备的位置或者通过触摸所述触摸屏所确定的所显示图像中的点。

[0050] 根据示范性实施例,所述处理单元通过读取用户输入来获取表示所述目标区的目标区数据,所述用户输入确定了对所述目标区进行限定的方向和/或所述二维图像中或所述图像的投影中的位置,优选是所述目标区的范围。

[0051] 根据示范性实施例,所述处理单元用于读取通过所述定点设备或通过触摸所述触摸屏而选择的所述图像的被显示的投影中的两个位置,确定与在所述图像的投影中所选择的位置相对应的所述目标上的两个位置之间的距离,并显示所确定的距离或者从所确定的距离计算出来的值。

[0052] 根据示范性实施例,所述处理单元用于读取通过所述定点设备或通过触摸所述触摸屏而选择的所述图像的被显示出来的投影中的三个位置,确定由所述目标上的相应位置所定义的两条线之间的夹角,并显示所确定的夹角或者从所确定的夹角计算出来的值。

[0053] 根据示范性实施例,所述处理单元能够在所述显示单元上显示由所述处理单元所获得的或者存储在所述处理单元中的其它信息。

[0054] 根据示范性实施例,所述处理单元用于将表示已经测量了的所述目标区中的位置的测量数据存储起来,并在所述显示单元上显示标记,该标记表示至少一个被测量的位置。

[0055] 根据示范性实施例,所述处理单元用于获取表示要测量的位置的坐标数据,并在所述显示单元上显示表示至少一个要测量的点的标记。

[0056] 根据本发明的示范性实施例,一种使用所述测量仪器提供测量数据的方法所包括的步骤有:产生与要测量的目标的二维图像相关的图像数据;为所述对象上的至少三个不同位置产生距离数据,所述距离数据表示所述测量仪器和所述目标之间沿着所述测量仪器的测量方向的距离,并产生相应的取向数据,所述取向数据表示所述测量仪器绕着水平轴和垂直轴的取向;获取表面数据,所述表面数据表示由与所述目标上的所述至少三个不同位置相关的距离数据和取向数据所确定的表面;以及将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的表面的投影。

[0057] 根据本发明的示范性实施例,一种使用测量仪器提供测量数据的方法所包括的步骤有:产生与要测量的目标的二维图像相关的图像数据;产生距离数据,所述距离数据表示所述测量仪器和所述目标之间沿着所述测量仪器的测量方向的距离;获取表示平面的表面数据,其中,所述平面的位置基于所述距离数据来选择,所述平面的取向通过在所述目标的二维图像中确定并分析所述目标上的至少一个椭圆形和菱形微元通过图像处理来选择;以及将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的平面的投影。

[0058] 根据本发明的示范性实施例,一种使用测量仪器提供测量数据的方法所包括的步骤有:产生与要测量的目标的二维图像相关的图像数据;产生距离数据,所述距离数据表示所述测量仪器和所述目标之间沿着所述测量仪器的测量方向的距离;接收所述目标的三维数据;获取表示表面的表面数据,其中,所述表面的位置基于所述距离数据来选择,所述表面的形状由所述三维数据来定义;以及将所述图像数据变换为投影图像数据,所述投影图像数据表示所述图像到由所述表面数据所确定的表面的投影。

[0059] 根据一个示范性实施例,所述的方法还包括的步骤有:通过确定并分析包含在所述三维数据和所述图像数据中的至少一个同样的特征微元通过图像处理来确定所述表面的取向。

[0060] 根据一个示范性实施例,所述的方法还包括的步骤有:为所述目标上的至少三个不同位置产生距离数据以及相应的取向数据,所述取向数据表示所述测量仪器绕着水平轴和垂直轴的取向;以及利用与所述目标上的所述至少三个不同位置相关的所述距离数据和取向数据来确定所述表面的取向。

[0061] 根据示范性实施例,所述的方法还包括的步骤有:在由所述投影图像数据所表示的图像投影中识别用户所选的点;以及确定所述目标上的所选点的位置。

[0062] 根据本发明的示范性实施例,一种使用测量仪器提供测量数据的方法所包括的步骤有:确定获取局部图像数据时的方向,其中,每个局部图像与要测量的目标的二维局部图像相关,所述方向确定目标区的多个二维局部图像,使得所述多个二维局部图像覆盖所述目标区;在每个方向上产生局部图像数据连同相应的取向数据,所述取向数据表示所述测

量仪器绕着水平轴和垂直轴的取向；获取表示全景表面的全景表面数据，其中，所述全景表面的形状从锥面、柱面和球面所构成的组中选择；将所述每个方向上的局部图像数据变换为一组局部图像投影数据，每个局部图像投影数据表示所述各个局部图像数据到所述全景表面的投影；以及基于所述一组局部图像投影数据以及与所述各个局部图像投影数据相对应的取向数据产生全景图像数据，所述全景图像数据表示投影到所述全景表面上的所述目标区的全景图像。

[0063] 根据示范性实施例，所述的方法还包括的步骤有：确定所述方向，使得所述二维局部图像在重叠区中重叠；以及通过分别使用所述重叠区中的所述局部图像数据的像素数据或所述局部图像投影的局部图像投影数据来调整所述重叠区中的至少一个所述局部图像数据中的像素数据和至少一个所述二维局部图像的局部图像投影数据。

[0064] 根据示范性实施例，所述望远镜单元具有成像光学系统和光学探测器元件阵列，每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像点的像素的数据，每个光学探测器元件与一条光路的对应关系被存储在校准数据中；以及通过下述步骤将所述图像数据变换为投影图像数据：基于所述校准数据解析探测每个光学探测器元件的光路分别与由所述表面数据所表示的表面和由所述全景表面数据所表示的全景表面的交点；以及将所述二维图像的每个像素值分别存储到在所述表面和所述全景表面上所探测到的交点。

[0065] 根据一个示范性实施例，所述的方法还包括的步骤有：在所显示的图像投影中读取由用户所选择的两个位置；确定与所述图像投影中所选择的位置相对应的所述目标上的两个位置之间的距离；以及显示所确定的距离或者从所确定的距离计算出来的值。

[0066] 根据示范性实施例，所述的方法还包括的步骤有：在所显示的图像投影中读取由用户所选择的三个位置；确定由所述目标上的相应位置所确定的两条线之间的夹角；以及显示所确定的夹角或者从所确定的夹角计算出来的值。

[0067] 根据本发明的示范性实施例，提供用于测量仪器中的处理单元的计算机程序，其中，所述计算机程序允许所述测量仪器执行上述的方法。

[0068] 根据本发明的示范性实施例，提供一种计算机可读的存储介质，所述存储介质存储有上述计算机程序。

[0069] 根据本发明的示范性实施例，提供处理单元，所述处理单元与测量仪器一起使用，或者是所述测量仪器的一部分，所述测量仪器包括可以绕着水平轴和垂直轴进行受控转动的望远镜单元，并具有成像光学系统和光学探测器元件阵列，每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像上的点的像素的数据；所述仪器还包括取向传感器，用来产生表示所述望远镜单元的取向的取向信号，以及包括可控转动驱动器，用来使所述望远镜单元绕着所述水平轴和垂直轴转动；所述处理单元包括存储器和处理器，所述存储器存储有指令和校准数据，所述校准数据使每个光学探测器元件的位置与一个视向相关联，所述处理器对所述指令进行响应，以便当所述处理单元与所述测量仪器相连接时执行下面的操作：获取表示要测量的目标区的目标区数据；获取表示投影面的投影面数据；获取由所述光学探测器阵列所产生的一组像素数据，所述像素数据表示至少一部分目标区的二维图像；利用所述校准数据将所述一组像素数据变换为一组投影图像数据，所述投影图像数据表示所述图像到所述投

影面的投影；以及至少将所述投影图像数据存储起来和 / 或发送到接收装置作为测量数据。

[0070] 根据本发明的实施例，提供一种测量仪器，所述测量仪器包括可以绕着水平轴和垂直轴进行受控转动的望远镜单元，并具有成像光学系统和光学探测器元件阵列，每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像上的点的像素的数据；所述仪器还包括取向传感器，用来产生表示所述望远镜单元的取向的取向信号，以及包括可控转动驱动器，用来使所述望远镜单元绕着所述水平轴和垂直轴转动；以及包括处理单元，所述处理单元与所述驱动器、所述取向传感器和所述转动驱动器相连接。

[0071] 根据本发明的实施例，提供一种使用测量仪器提供目标区的测量数据的方法，其中，所述测量仪器包括可以绕着水平轴和垂直轴进行受控转动的望远镜单元，并具有成像光学系统和光学探测器元件阵列，每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像上的点的像素的数据，所述仪器还包括取向传感器，用来产生表示所述望远镜单元的取向的取向信号，以及包括可控转动驱动器，用来使所述望远镜单元绕着所述水平轴和垂直轴转动；所述方法包括的步骤有：获取表示要测量的目标区的目标区数据；获取表示投影面的投影面数据；获取一组像素数据，所述像素数据表示至少一部分目标区的二维图像；利用所述校准数据将所述一组像素数据变换为一组投影图像数据，所述投影图像数据表示所述图像到所述投影面的投影；以及至少将所述投影图像数据存储起来和 / 或发送到接收装置作为测量数据。

[0072] 根据本发明的实施例，提供用于与测量仪器相连接的处理单元或用于测量仪器的处理单元的计算机程序，所述处理单元包括存储器和处理器，所述存储器存储有校准数据，所述测量仪器包括可以绕着水平轴和垂直轴进行受控转动的望远镜单元，并具有成像光学系统和光学探测器元件阵列，每个探测器元件在所述阵列中占有一个位置并且对由所述成像光学系统投影到所述阵列上的图像产生响应以产生表示所述图像上的点的像素的数据，所述仪器还包括取向传感器，用来产生表示所述望远镜单元的取向的取向信号，以及包括可控转动驱动器，用来使所述望远镜单元绕着所述水平轴和垂直轴转动；所述计算机程序包含指令，当所述指令由所述处理器执行时，用来获取表示要测量的目标区的目标区数据；获取表示投影面的投影面数据；获取由所述光学探测器阵列所产生的一组像素数据，所述像素数据表示至少一部分目标区的二维图像；利用所述校准数据将所述一组像素数据变换为一组投影图像数据，所述投影图像数据表示所述图像到所述投影面的投影；以及至少将所述投影图像数据存储起来和 / 或发送到接收装置作为测量数据。

[0073] 具体说，如果所述指令由所述处理器执行的话，那么，计算机程序中的指令和处理单元中的指令可以用来执行本发明所述的方法。

[0074] 本发明的实施例使用包含所述望远镜单元的测量仪器。所述望远镜单元可以绕着水平轴和垂直轴转动。如在本技术中所通用的那样，术语垂直轴是指这样的一根轴，只在恰当地安装所述测量仪器时该轴需要垂直。所述水平轴也称作倾斜轴，它在倾斜轴的误差范围内与所述垂直轴正交。所述望远镜单元可以安装在照准仪上，使得它可以绕着所述水平轴进行倾斜。然后，所述照准仪以及与其在一起的望远镜单元可以绕着所述垂直轴转动。所述照准仪自身可以安装在合适的底座元件上以便绕着所述垂直轴转动，相对于所述底座元

件可以定义仪器坐标系。

[0075] 由合适的控制单元所控制的驱动器（例如电动马达）可以使所述望远镜单元以受控的方式绕着所述垂直轴和水平轴转动。所述望远镜单元的取向可以由分别绕着所述垂直轴和水平轴转动的垂直角和水平角来确定。所述角度最好相对于预定的方向来定义。

[0076] 所述取向传感器用来测量所述望远镜单元的取向并产生相应的取向信号。具体说，所述取向传感器可以包括用于测量所述转动的垂直角和水平角以及用于产生相应的取向信号的角度传感器。

[0077] 所述望远镜单元包括成像光学系统，该成像光学系统将要测量的感兴趣区域成像在所述探测器元件阵列上。所述探测器元件对光辐射很敏感，具体说对可见光辐射很敏感，并且最好是对颜色敏感。具体说，可以使用 CCD- 或 CMOS 探测器阵列。

[0078] 所述成像光学系统可以包含望远镜光学系统，以便对感兴趣区域中的目标进行所希望的放大。然而，也可以是所述成像光学系统的设计能提供适用于取景相机的宽视野。具体说，在这种情形中，所述望远镜单元可以包括带有目镜的望远镜，用来以常规方式观察目标点。所述成像光学系统可以是所述望远镜的一部分，也可以与所述望远镜分离。

[0079] 所述望远镜单元还包括距离测量单元，所述距离测量单元用来测量所述装置与所看到的某个点之间的距离，并产生相应的距离信号。所述距离测量单元最好是适合于任意反射目标的无反射器距离测量，而不仅仅是适合于诸如具有特别高反射性的特殊反射器等给定的协同目标的距离测量。

[0080] 所述距离测量装置与所述望远镜单元具有确定的特殊关系。因此，所述距离测量装置绕着水平轴和垂直轴的取向直接地或间接地由带刻度的水平度盘和带刻度的垂直度盘来确定。或者，所述距离测量装置可以使用单独的取向传感器以便产生表示所述距离测量装置绕着水平轴和垂直轴的取向的取向数据。

[0081] 所述测量仪器还可以包括装置控制计算机或装置控制单元，所述装置控制单元具有处理器和用来与所述驱动器和取向传感器进行连接的物理的和 / 或软件接口。所述装置控制计算机可以用来处理或评估测量数据。也可以为此目的提供一个单独的评估单元。

[0082] 所述处理单元可以与所述测量仪器集成，也可以与所述测量仪器分离。在后一种情形中，所述处理单元可以包括至少一个与装置控制计算机相连的接口和 / 或与所述驱动器、所述取向传感器和所述探测器阵列相连的接口。如果所述处理单元是所述测量仪器的一部分，那么，它最好能从所述仪器上卸下来。

[0083] 至少在所述处理单元的使用远离所述测量仪器的情形中，所述处理单元可以通过通信连接，最好是无线通信连接，与所述仪器相连接，并包含合适的通信接口。

[0084] 所述处理单元用来控制所述测量仪器并用来处理由所述测量仪器，具体说是由所述取向传感器和所述探测器阵列，所获得的信号或数据。所述存储器可以以例如 RAM、ROM、闪存 -ROM、硬盘或可移动存储介质（例如 CD、DVD、诸如 USB 棒等闪存 -ROM、存储卡）或者其组合的形式来提供。当使用可移动存储介质时，所述处理单元还可以包括所述存储介质的合适的驱动器。为了进行处理，所述处理单元包括至少一个处理器，它可以是例如多用途微处理器或特别适合于处理视频信息的 DSP（数字信号处理器）。下面为了简短起见，术语“处理器”也可以指至少两个耦合处理器的组合。

[0085] 所述处理单元用来执行至少部分的本发明所述的方法，并在所述测量仪器处于其

它操作模式时也可以执行其它的任务。在这种情形中,存储在存储器中的指令可以包括用于进行其它任务的指令。具体说,所述处理单元可以用作如上所述的控制和评估单元。

[0086] 如在引言中提到的,希望任何探测器元件都可以与指向在所述探测器元件上成像的目标点的方向相关联。假设所述测量仪器为此目的进行了校准。所完成的校准可以提供所述阵列中或所述望远镜单元中的探测器元件的位置到相应的目标点方向的映射,如果所述目标点的距离已知的话,也提供了到所述目标点在仪器坐标系中的相应坐标的映射。一般地,为了进行校准,可以使用一种模型,该模型能够对探测器元件的位置和所述方向之间的依赖关系进行建模,它所具有的校准参数可以被调整以便提供理想的映射。所述校准参数被存储在存储器中作为校准数据,所述模型至少不明显地由所述存储器中所存储的一些指令来实现。德国专利申请 DE 10359415.9 和 PCT/EP2004/014365 给出了合适的进行校准的方法,其内容通过引述纳入这里。

[0087] 存储器中所存储的所述指令至少可以是本发明所述的计算机程序的一部分。所述计算机程序可以用任何编程语言来实现,并且可以进一步包括用于控制所述测量仪器的控制软件。

[0088] 为了测量目标区,要获得目标区数据。目标区数据可以是任何能定义目标区的数据。具体说,可以使用一组至少三个方向,例如由相应的垂直角和水平角给出,使得始于所述测量仪器并且沿着所述方向延伸的射线构成了所述目标区的边,而所述目标区可以是三维的。或者,所述目标区的范围和形状以及至少一个方向可以被用作目标区数据。此外,所述目标区数据可以由这样的数据给出,这些数据表明,所述目标区由望远镜单元的当前的取向和由成像光学系统和探测器阵列所构成的相机的视野来定义。

[0089] 在获得所述目标区数据之前、期间或之后,获得投影面数据。这里,投影面数据可以是任何在三维空间中定义二维表面的数据。

[0090] 所述目标区数据和投影面数据可以在任何坐标系中定义。然而,所述目标区数据和投影面数据最好在同一个坐标系中定义。

[0091] 在获得了目标区数据之后,如果望远镜单元还没有处于对目标区进行成像的方向上,那么可以控制所述驱动器将所述望远镜单元移动到某个方向上,在这个方向上,至少一部分目标区可以被成像到所述探测器阵列上。可以基于所获得的目标区数据来确定所述取向。

[0092] 然后,获得像素(即图像微元)的一组像素数据,所述一组像素数据表示至少一部分目标区的二维图像。为了获得所述像素数据,所述处理单元可以采集由探测器阵列所产生的相应地信号或数据。像素数据可以包括可视信息或数据。根据探测器元件的类型,所述可视信息或数据可以以编码的形式表示彩色和/或灰度信息。此外,所述阵列中相应的探测器元件的位置可以被编码为一组像素数据,例如可以由一系列像素数据中的位置来编码,每个位置对应着探测器元件的位置,或者由明确的数据来编码。此外,可以压缩所述数据,最好是以无损的方式来压缩。

[0093] 然后,将所述像素数据变换为一组投影图像数据,所述投影图像数据表示至少一部分目标区的二维图像到所述投影面的投影。为了进行这个变换,使用所述校准数据和用于校准的模型或者只是作为用于校准的模型的一部分的相机模型,以便将每个探测器元件的位置或者相应的像素链接到相应的方向上从而链接到所述投影面上的位置。

[0094] 所述投影图像数据可以包括可视数据,所述可视数据表示给定的或计算出的微元或所述投影图像的位置的彩色和 / 或灰度信息。然后,所述投影图像的微元位置可以由三维坐标系中的坐标或者由确定投影面上的位置的两个坐标来表示。

[0095] 此外,不用所述投影面上的微元的坐标,所述投影图像数据可以包含表示投影面到显示平面的投影的数据。

[0096] 然后,至少临时在所述处理单元上的存储器或者在其它存储介质中存储投影图像数据作为测量数据。然后,可以将所述投影图像数据用于其它测量目的。然后,可以将所述投影图像数据发送到接收装置中,例如发送到远程计算机中,该远程计算机在其它应用中使用这些数据。

[0097] 最好是,不仅存储投影图像数据作为测量数据,而且存储与拍摄图像时所用的参数相关的数据(例如望远镜单元的相应取向)、所使用的投影面数据和 / 或用于投影的其它参数诸如比例因子。可以以任何合适的图形格式来存储和 / 或发送投影图像数据,具体说,所述图形格式能够让其它信息与投影图像数据存储在一个文件中。

[0098] 本发明的实施例的优点是,成像了的目标区中的许多方向上的测量信息被包含在投影图像中,另外,为了获得这个信息,只需要摄取一个图像,因此测量过程可以非常快。此外,使用所述投影图像数据可以在办公室中执行其它测量任务。

[0099] 一般地,所述测量仪器可以是摄像测距仪。然而,所述测量仪器最好还包含可控制的距离测量单元,用来产生距离信号,所述距离信号表示所述仪器和要测量目标之间沿着视轴的距离,所述距离测量单元与所述处理单元相连接,用来发送和接收信号。因此,在测量仪器的处理单元中,其中,测量仪器包含可控制的距离测量单元来产生距离信号,所述距离信号表示所述仪器和要测量目标之间沿着所述距离测量单元的视轴方向的距离,所述指令包括用来读取距离信号或读取从所述距离信号中产生的距离数据的指令。在计算机程序中,其中,所述测量仪器还包含可控制的距离测量单元,用来产生距离信号,所述距离信号表示所述仪器和要测量目标之间沿着视轴的距离,所述指令包括用来读取距离信号或读取从所述距离信号中产生的距离数据的指令。这样的好处是,可以使用测量仪器以及处理单元来测量与所看到的目标点的距离,这就允许只使用一个仪器来进行更复杂的测量。

[0100] 所述测量数据不需要被用来在地形中进行进一步测量。然而,在所述方法中,所述处理单元或所述仪器可以包括显示单元和 / 或触摸屏用来显示数字图像,所述方法还可以包括分别在所述显示单元和 / 或触摸屏上显示由探测器阵列所拍摄的图像和 / 或所述投影图像。在所述处理单元中,最好为显示单元或触摸屏提供至少一个界面,用来显示数字图像,所述指令可以包括用来分别在所述显示单元和 / 或触摸屏上显示由探测器阵列所拍摄的图像和 / 或所述投影图像的指令。在所述计算机程序中,所述指令可以包括用来分别在(具体说是所述处理单元或所述测量仪器的)显示单元和 / 或触摸屏上显示由探测器阵列所拍摄的图像和 / 或所述投影图像的指令。所述测量仪器还可以包括与所述处理装置相连的至少一个显示单元或一个触摸屏,用来从所述处理装置接收显示数据。本实施例的优点是,用户可以在测量之后马上检查测量操作的结果。

[0101] 为了显示所述图像和 / 或投影图像,在计算机程序中,所述指令可以包括将所述投影图像数据变换为显示数据的指令,所述显示数据表示所述投影图像在显示平面上的投影,并包括显示由所述显示数据所表示的图像的指令。在所述处理装置中,所述指令可以包

括将所述投影图像数据变换为显示数据的指令,所述显示数据表示所述投影图像在显示平面上的投影,并包括显示由所述显示数据所表示的图像的指令。所述方法还可以包括将所述投影图像数据变换为显示数据,所述显示数据表示所述投影图像在显示平面上的投影,并显示由所述显示数据所表示的图像。

[0102] 所述处理单元最好包括与所述界面相连接的显示单元和 / 或触摸屏。

[0103] 此外,在这种情形中,可以使用所显示的图像或所显示的投影图像来输入所述方法中所使用的其它数据或进行进一步测量。

[0104] 为此,在所述处理单元中,为了在所拍摄的或所投影的图像中选择点,可以为定点设备提供界面,所述显示界面可以是触摸屏的界面,存储器中所存储的指令包括用于读取数据的指令,所述数据定义了至少一个像素,所述像素表示由所述定点设备的位置或者通过触摸所述触摸屏所确定的显示图像中的一个点。在所述计算机程序中,为了在所拍摄的或所投影的图像中选择点,所述指令包括用于读取数据的指令,所述数据定义了至少一个像素,所述像素表示由所述定点设备的位置或者通过触摸所述触摸屏所确定的显示图像中的一个点。所述方法还包括读取数据,所述数据定义了至少一个像素,所述像素表示由所述定点设备的位置或者通过触摸所述触摸屏所确定的显示图像中的一个点。这个实施例的优点是,通过定点设备或触摸屏,用户可以很容易地在所显示的图像或所显示的投影图像中选择目标。具体说,所述指令可以包括表示图形用户界面的指令。所述定点设备最好是鼠标、轨迹球、轨迹点、触摸板或操纵杆之一。使用触摸屏的优点是,显示和定位手段被结合在单个装置中,这就简化了处理单元并允许进行更紧凑的设计。在使用定点设备的情形中,操作最好包括在与定点设备的位置相对应的位置处显示标记。所述计算机程序可以包括相应的指令。此外,当对定点设备的操作元件(例如鼠标按钮)进行操作时,通常读取定点设备的位置。

[0105] 所述投影面数据可以永久地存储在处理单元的存储器中,并且可以从中读取。为了能够更灵活地定义投影面,在所述方法中,获取投影面数据的步骤可以包括:在投影图像中获取点的定义来定义所述投影面;将望远镜单元移动到由所述数据定义的取向上;获取每个方向上的距离数据,所述距离数据表示望远镜单元和目标区中与所述投影图像中的点相对应的点之间的距离;以及从所述取向以及相关的距离数据来确定并存储投影面数据。在所述处理单元中,存储器中所存储的指令可以包括这样一组指令,使得处理器可以对这些指令进行响应以获取所述投影图像中的点的定义来定义所述投影面,控制驱动器将望远镜单元移动到由所述数据定义的取向上,控制距离测量单元来获取每个取向上的距离数据,以及从所述取向以及相关的距离数据来确定并存储投影面数据。在所述计算机程序中,可以包括这样的指令,这些指令用于获取所述投影图像中的点的定义来定义所述投影面;将望远镜单元移动到由所述数据定义的取向上;获取每个取向上的距离数据,所述距离数据表示望远镜单元和目标区中与所述投影图像中的点相对应的点之间的距离;以及从所述取向以及相关的距离数据来确定并存储投影面数据。本发明的这个实施例的优点是,可以很容易地选择投影面。这里,可以预先确定投影面的形状,例如通过所述程序和 / 或处理单元中的相应指令来预先确定投影面的形状,或者可以选择投影面的类型。为了能容易地输入投影面数据,所述处理单元可以包括装置单元和输入装置,存储器中所存储的所述指令可以包括图形用户界面的指令,用来读取用户的输入。所述投影面可以为任何形状。具体

说,所述形状可以是平面、具有圆形截面的柱面、或者球面。此外,可以使用数字地形模型或者数字表面模型,这些模型由例如所述表面上的一组合适的点的坐标来定义,这些坐标可以与仪器坐标系相关。至少在后一种情形中,可以从外部存储器通过网络连接或者从可移动的存储介质中获得所述投影面数据。所述处理单元可以包括网络接口和/或用来读取可移动存储介质的驱动器。其优点是,可以容易地获得数据。具体说,在所述方法中,所述仪器可以包括可控制的距离测量单元以产生距离信号,所述距离信号表示所述单元和要测量目标之间沿着视轴的距离,获取投影面数据的步骤可以包括,在显示单元和/或触摸屏上显示由所述像素数据表示的图像;读取定点设备的位置或通过触摸触摸屏所定义的位置;计算望远镜单元的取向,使得距离测量单元的视轴指向目标区中与所读取的位置相对应的方向;控制驱动器将望远镜单元移动到所计算出的位置上;获取距离数据,所述距离数据表示所述单元和目标之间沿着视轴的距离;存储基于所述距离数据和表示所述取向的数据而获得的投影面数据。在所述测量仪器包括可控制的距离测量单元以产生距离信号的情形中,其中所述距离信号表示所述装置和要测量目标之间沿着视轴的距离,在所述处理单元和所述计算机程序中,对于获取投影面数据的步骤,所述指令所包括的指令用于在显示单元或触摸屏上显示由所述像素数据表示的图像;读取定点设备的位置或通过触摸触摸屏所定义的位置;计算望远镜单元的取向,使得距离测量单元的视轴指向目标区中与所读取的位置相对应的方向;控制驱动器将望远镜单元移动到所计算出的位置上;控制距离测量单元获取距离数据,所述距离数据表示所述单元和目标之间沿着视轴的距离;存储基于所述距离数据和表示所述取向的数据而获得的投影面数据。选择出来表示所述投影面的点的数目取决于所述投影面的几何形状。如果所述投影面是平面,那么,测量三个非共线的点就足够了。如果投影面为球面或垂直的柱面,且如果所述测量仪器处于所述球面中心或者所述柱面的截面中心的话,那么,获取所述投影面上至少一个点的方向和距离就足够了。本实施例可以非常简单地输入至少一些投影面数据。

[0106] 如果所述投影面的形状对应着要成像的某个目标的表面形状的话,那么,投影图像的信息量就非常高。如果投影面的几何形状对应着要测量的目标的几何形状的话,那么,所述图像到所述投影图像的投影就对应着所谓的正交投影,其中,所拍摄的图像在所述投影面上进行平行投影。如果投影面不是被显示在所述显示单元上的显示平面,那么可以使用附加的变换将所述投影图像变换到所述显示平面上。因此,所述方法还可以包括将所述投影图像数据变换为显示数据,并显示由所述显示数据所表示的图像。在处理装置和/或计算机程序中,所述指令包括这样的指令,这些指令用于将所述投影图像数据变换为显示数据,并显示由所述显示数据所表示的图像。如果所述投影面(例如柱面)可以显示在平面上,那么相应地选择所述变换,具体说,相应地选择像素的排列。否则,所述变换可以是一个投影。所述变换最好是使角度和/距离不会在所述变换中产生变形。具体说,对于球面,在本技术中已知有几个不同的投影,将球面上的图像投影到平面上。Kuntz, Eugen: Kartennetzentwurfslehre: Grundlagen und Anwendungen, Karlsruhe, Germany, Wichmann, 1990, ISBN3-87907-186-1 中给出了这些投影的例子,该文献的内容通过引述纳入这里。

[0107] 所述目标区数据可以简单地从存储器中读出,其中,在通过合适的通信链接从另一个装置中接收到这些数据之后可以永久地或临时地将其存储在所述存储器中。或者,在所述方法中,获取目标区数据的步骤可以包括,读取用户的输入,这些输入确定了对目标区

进行限定的方向和 / 或所述投影图像上的位置,最好是所述目标区的范围。在所述处理单元和所述计算机程序中,对于获取目标区数据的步骤,所述指令可以包括这样一组指令,使得所述处理器可以对这些指令进行响应,以通过读取用户的输入来获得所述目标区数据,所述用户输入确定了对目标区进行限定的方向和 / 或由探测器阵列所探测到的图像中的位置或在所述投影图像中的位置,最好是所述目标区的范围。其优点是,可以容易地输入所述目标区。可以相对于仪器坐标系输入所述方向,即始于所述仪器并沿着所述方向的射线,或者,如果所述仪器的位置已知的话,可以相对于外部坐标系相对于地理方向输入所述方向。或者,通过读取所述图像或所述投影图像中的相应位置并利用前述段落中所提到的步骤使用校准数据来确定所述方向,可以获得所述方向。

[0108] 通常发生的是,所述目标区太大而不能只在由探测器阵列所拍摄的一个图像中成像。所以,在本方法中,获取像素数据的步骤可以包括:确定望远镜单元的取向,在这些取向中将获得表示所述目标区的局部二维图像的像素数据,使得这些局部二维图像可以覆盖所述目标区;将所述望远镜单元移动到所确定的方向上;并在每个取向上获取像素数据,对所述像素数据进行变换的步骤可以包括:使用所述校准数据将每个取向上的像素数据变换为一组局部图像投影数据,所述局部图像投影数据表示所述各个局部图像到所述投影面的投影;从所述局部图像投影数据产生全景图像数据,所述全景图像数据表示投影到所述投影面上的所述目标区的全景图像。在所述处理单元或所述计算机程序中,所述指令可以包括这样一组指令,使得所述处理器可以响应所述一组指令来确定获取像素数据时的取向,所述像素数据表示所述目标区的局部二维图像,这些局部二维图像可以覆盖所述目标区;控制所述驱动器将所述望远镜单元移动到所确定的取向上并在每个取向上获取像素数据;使用所述校准数据将每个取向上的像素数据变换为一组局部图像投影数据,所述局部图像投影数据表示所述各个局部图像到所述投影面的投影;从所述局部图像投影数据产生全景图像数据,所述全景图像数据表示投影到所述投影面上的所述目标区的全景图像。这个实施例的优点是,不费力就可以测量大的目标区。具体说,对目标区进行测量的用户只需要产生和 / 或输入目标区数据来获得全景图像。

[0109] 望远镜单元最好能在这样的精度下进行控制,使得所述局部图像不必重叠。然而,为了获得高质量的全景图像,在所述方法中,这样来确定取向,使得局部二维图像产生重叠,所述方法还包括通过分别使用所述重叠区中的局部图像的像素数据或所述局部图像投影的投影图像数据来调整所述重叠区中的至少一个局部图像中的像素数据和至少一个局部图像投影的投影图像数据。在所述处理单元和所述计算机程序中,所述指令可以包括这样一组指令,使得所述处理器可以响应所述一组指令来确定取向,使得局部二维图像产生重叠;通过分别使用所述重叠区中的局部图像的像素数据或所述局部图像投影的投影图像数据来调整所述重叠区中的至少一个局部图像中的像素数据和至少一个局部图像投影的投影图像数据。具体说,像素数据或投影图像数据的调整包括,通过辐射调整(radiometric adjustment)来调整其中所包含的可视数据,例如色彩和 / 或亮度和 / 或灰度信息。

[0110] 一般地,在目标区中可能有移动目标,它们可以干扰测量操作。因此,在所述方法中,获取像素数据的步骤可以包括:在随后的时刻获取与同一目标区相对应的初步像素数据,并通过平均从不同时刻的与同一目标点相对应的初步像素数据中计算所述像素数据。

在所述处理单元和 / 或计算机程序中,所述指令可以包括这样一组指令,使得所述处理器可以响应所述一组指令在随后的时刻获取与同一目标区相对应的初步像素数据,并通过平均从不同时刻的与同一目标点相对应的初步像素数据中计算所述像素数据。对同一场景图像进行反复拍摄和平均的优点是,至少可以近似地从所述图像或局部图像中消除移动目标,不需要使用复杂的图像处理算法来发现移动目标。此外,进行变换所使用的像素数据的精度可以变得更高。

[0111] 一般地,投影图像数据可以通过由探测器阵列所拍摄的二维图像的像素到投影面的直接投影来获得。然而,在所述方法中,投影图像可以由投影图像像素的排列来表示,其中每个投影图像像素都有相关的可视数据,对像素数据进行变换的步骤可以包括:从一组像素中的至少一个像素的像素数据中的可视信息来确定至少一个投影图像像素的可视数据,所述至少一个像素其位置最靠近逆投影到由探测器元件的位置或图像的像素所确定的图像表面上的图像的投影图像像素的位置。在所述处理单元和 / 或计算机程序中,投影图像可以由投影图像像素的排列来表示,其中每个投影图像像素都有相关的可视数据,为了对像素数据进行变换,所述指令可以包括一组指令,从一组像素中的至少一个像素的像素数据中的可视信息来确定至少一个投影图像像素的可视数据,所述至少一个像素其位置最靠近逆投影到由探测器元件的位置或图像的像素所确定的图像表面上的图像的投影图像像素的位置。这种投影对应着间接投影或逆投影(reverse projection)。从投影图像中给定投影图像像素位置开始,在图像平面(即探测器阵列的平面)中确定相应的位置,所述平面用于确定所摄图像的像素或相机模型,所摄图像的像素被直接投影到投影面上的投影图像像素位置上。使用这种间接投影或逆投影的优点是,诸如色彩和 / 或亮度和 / 或灰度信息等可视数据或可视信息的确定比在直接投影中要快。优选地,通过在由探测器阵列所拍摄的图像中确定相应的位置并由邻近像素的可视数据之间的插值计算可视信息来确定所述至少一个投影图像像素的可视信息。最好采用双线性插值。

[0112] 间接投影技术的一个优点是,可以避免相邻像素之间的间隙或重叠。另一个优点是,如果恰当地选择了投影面中的像素,那么,不需要其它的操作来在显示单元上显示投影图像。

[0113] 可以使用所获得的测量数据(即投影图像)来进行其它测量。在由合适的数据处理系统进行存储然后进行读出之后,可以在远处(例如办公室中)进行这些测量。然而,所述方法也可以包括这些操作:读取由定点设备或通过触摸触摸屏所选择的显示图像上的两个位置,确定与所述投影图像中所选择的点相对应的所述投影图像中的两个点之间的距离,显示所确定的距离或从所确定的距离计算出的值。在所述处理单元和 / 或所述计算机程序中,所述指令可以包括这样的指令,这些指令用来读取由定点设备或通过触摸触摸屏所选择的显示图像上的两个位置,确定所述投影图像中的相应点之间的距离,显示所确定的距离或从所确定的距离计算出的值。本实施例的优点是,只使用所述投影图像和所述显示图像就可以进行测量,不需要进一步移动望远镜单元。所测量的数据也可以被存储起来,最好和定义所述距离的点联合起来。也可以在单独的计算机上基于所存储的投影图像数据进行这些操作。

[0114] 此外,所述方法可以包括这样的操作:读取由定点设备或通过触摸触摸屏所选择的显示图像上的三个位置,确定由所述投影图像中的相应点所定义的两条线之间的夹角,

并显示所确定的夹角或者从所确定的夹角计算出来的值。在所述处理单元和 / 或所述计算机程序中,所述指令可以包括这样的指令,这些指令用来读取由定点设备或通过触摸触摸屏所选择的显示图像上的三个位置,确定由所述投影图像中的相应点所定义的两条线之间的夹角,并显示所确定的夹角或者从所确定的夹角计算出来的值。本实施例的优点是,只使用所述投影图像和所述显示图像就可以进行测量,不需要进一步移动望远镜单元。所测量的数据也可以被存储起来,最好和定义所述距离的点联合起来。也可以在单独的计算机上基于所存储的投影图像数据进行这些操作。

[0115] 在另一个实施例中,所述方法包括这样的操作:在所述显示单元上显示其它信息。在所述处理单元和 / 或计算机程序中,所述指令可以包括这样一组指令,这组指令用于在所述显示单元上显示由所述处理单元获取或存储的其它信息。本实施例的优点是,用户可以从同一显示中读取所述其它信息,使得操作所述处理单元或所述仪器变得更加舒适并更不容易产生误差。所述其它信息可以涉及例如望远镜单元的目前取向,该取向由通过取向传感器探测出来的水平角和垂直角来确定。

[0116] 在另一个实施例中,所述方法包括这样的操作:存储测量数据,这些测量数据表示已经测量了的的目标区中的点;在显示单元上显示标记作为附加信息,所述标记表示所述投影图像中的至少一个被测点。在所述处理单元和 / 或计算机程序中,所述指令可以包括这样一组指令,这组指令用于存储测量数据,这些测量数据表示已经测量了的的目标区中的点;在显示单元上显示标记,所述标记表示所述投影图像中的至少一个被测点。本实施例能够使用户监视测量的进程。具体说,在中断测量之后,辨认刚测量了的的目标点变得比较简单。所有测量点最好都被指示在所述显示单元上。

[0117] 所述方法也包括这样的操作:获取表示要测量的目标区中的点的坐标数据;在显示单元上显示标记,该标记表示所述投影图像中还要测量的至少一个点。在所述处理单元和 / 或计算机程序中,所述指令可以包括这样一组指令,这组指令用于获取表示要测量的目标区中的点的坐标数据;在显示单元上显示标记,该标记表示所述投影图像中还要测量的至少一个点。本实施例的一个优点是,可以指示要测量的点的整个顺序,使得一个人可以更容易地将例如反射器移动到要测量的位置上。最好也显示一条曲线,该曲线连接着要测量的点。这就允许在有几个要测量的目标点的情形中更好地进行概览。

[0118] 除了存储或显示所述投影图像(即投影图像数据)之外,还可以打印所述投影图像。为此,所述处理单元可以包括打印机接口,例如并行口、USB 接口或 IRDA 接口,连同合适的软件接口。

[0119] 在所述处理单元中,还可以提供无线通信单元,用来将数据发送到反射器单元或者从反射器单元接收命令,所述反射器单元具有无线通信单元,用来从所述处理单元接收数据并将命令发送到所述处理单元、显示单元和定点设备或触摸屏以及处理器,所述处理器分别与所述显示单元和定点设备或触摸屏相连,所述指令可以包括这样的指令,这些指令用于发送像素数据或投影图像数据到反射器单元,以便分别显示在所述反射器单元的显示单元或触摸屏上;读取命令数据,所述命令数据表示在所显示的投影图像中的像素的像素数据,这些像素由反射器单元的定点设备或触摸屏所选择;确定与所选择的像素相对应的水平角和垂直角 H_z 和 V_z ;控制所述驱动器将望远镜单元分别转动到水平角和垂直角 H_z-180° 和 V_z-180° 处。所述方法还可以包括这样的操作:将像素数据和投影图像数据

发送到反射器单元,其中所述反射器单元具有显示单元和定点设备或触摸屏以及处理器,处理器分别与所述显示单元和定点设备或触摸屏相连,以便在所述反射器单元的显示单元或触摸屏上显示这些数据;所述指令可以包括这样的指令,这些指令用于发送像素数据或投影图像数据到反射器单元,以便分别显示在所述反射器单元的显示单元或触摸屏上;接收命令数据,所述命令数据表示在所显示的投影图像中的投影图像像素的投影图像像素数据,这些像素由反射器单元的定点设备或触摸屏所选择;确定与所选择的投影图像像素相对应的水平角和垂直角 H_z 和 V_z ;控制所述驱动器将望远镜单元分别转动到水平角和垂直角 H_z-180° 和 V_z-180° 处。所述计算机程序可以包括这样的指令,这些指令用于发送像素数据或投影图像数据到反射器单元,其中所述反射器单元具有显示单元和定点设备或触摸屏以及处理器,以便分别显示在所述反射器单元的显示单元或触摸屏上;接收命令数据,所述命令数据表示在所显示的投影图像中的投影图像像素的投影图像像素数据,这些像素由反射器单元的定点设备或触摸屏所选择;确定与所选择的投影图像像素相对应的水平角和垂直角 H_z 和 V_z ;控制所述驱动器将望远镜单元分别转动到水平角和垂直角 H_z-180° 和 V_z-180° 处。本实施例允许用户以有利的方式使用所述反射器单元,以便至少是粗略地引导望远镜单元到预定的目标上。所述测量仪器最好包括跟踪装置,该跟踪装置能够控制驱动器使望远镜单元移动到这样的取向上,使得望远镜单元能够跟踪移动的反射器。

[0120] 根据本发明的另一个方面,提供计算机可读的存储介质,所述介质存储本发明所述的计算机程序。所述存储介质可以是,例如 RAM、ROM、闪存 ROM、USB 棒、存储卡、光学存储介质(诸如 CD、DVD、蓝光光盘)、磁光存储介质或磁存储介质(诸如磁带、软盘或硬盘)。

附图说明

[0121] 从下面参考附图对本发明的示范性实施例进行的详细描述中可以更清楚地看到本发明前面的以及其它的有利特征。应该指出,不是所有可能的本发明的实施例都必须具有这里所给出的每个或任何一个优点。

[0122] 下面通过例子结合附图更详细地说明了本发明的示范性实施例。在这些附图中

[0123] 图 1 显示了测距仪的示意透视图连同相应的坐标系以及目标点;

[0124] 图 2 显示了摄像测距仪的简化透视图;

[0125] 图 3 显示了根据本发明的第一个示范性实施例所述的摄像测距仪的前视图;

[0126] 图 4 显示了图 3 中的摄像测距仪的望远镜单元的侧视图;

[0127] 图 5 显示了图 3 中的摄像测距仪的示意方框图;

[0128] 图 6A 显示了图 1 中的测距仪的顶视图,所述仪器具有瞄准误差;

[0129] 图 6B 显示了图 1 中的测距仪的前视图,所述仪器具有倾斜轴误差;

[0130] 图 6C 显示了图 1 中的测距仪的侧视图,所述仪器具有垂直高度指数误差;

[0131] 图 7 示意地显示了用于校准图 3 到图 5 中的摄像测距仪的设置;

[0132] 图 8 显示了图 7 中的瞄准仪的示意截面图;

[0133] 图 9 示出了针孔相机模型;

[0134] 图 10 是透视图,示出了坐标系、坐标轴的配置以及用于校准图 3 中的仪器的模型中所使用的图像平面;

[0135] 图 11 显示了图 10 中的配置的顶视图;

- [0136] 图 12 显示了图 11 中的配置的侧视图；
- [0137] 图 13 以流程图的形式显示了校准方法的概览；
- [0138] 图 14 示出了虚图像点的虚距离的计算；
- [0139] 图 15 显示了图 4 到图 6 中的摄像测距仪的第一图像传感器的一部分以及覆盖所述图像传感器的所述部分的元胞的配置；
- [0140] 图 16 显示了相对于仪器中心的方向的计算；
- [0141] 图 17 显示了图 3 中的摄像测距仪的显示单元的示意图以及一个标记,该标记指示了所述显示单元上所显示的视轴；
- [0142] 图 18 显示了一个流程图,说明了用来提供根据本发明的第一个优选示范性实施例的测量数据的方法；
- [0143] 图 19 显示了另一个流程图,说明了图 18 中的步骤 S13 的子步骤；
- [0144] 图 20 示意地显示了用来获取投影到投影平面上的图像的设置；
- [0145] 图 21 显示了一个流程图,说明了在投影面为平面的情形中图 20 中的步骤 S18 的子步骤；
- [0146] 图 22 显示了一个流程图,说明了在投影面为平面的情形中图 20 中的步骤 S19 的子步骤；
- [0147] 图 23 显示了一个流程图,说明了在投影面为平面的情形中图 20 中的步骤 S20 的子步骤；
- [0148] 图 24 显示了图像平面和投影平面,用来说明图 20 中的投影步骤 S19 和 S20；
- [0149] 图 25 示意地显示了用于获取投影到柱面上的图像的设置；
- [0150] 图 26 显示了一个流程图,说明了在投影到柱面的情形中图 20 中的步骤 S19 的子步骤；
- [0151] 图 27 显示了一个流程图,说明了在投影到柱面的情形中图 20 中的步骤 S20 的子步骤；
- [0152] 图 28 示意地显示了用于获取投影到形状任意的面上的图像的设置；
- [0153] 图 29 显示了根据本发明的第二个优选示范性实施例的摄像测距仪的望远镜单元的示意侧视截面图；
- [0154] 图 30 示意地显示了一个流程图,说明了显示投影图像中已经测量了的点和将要测量的点的步骤；
- [0155] 图 31 示意地显示了用于获取投影到投影平面上的图像和要测量的点的设置；
- [0156] 图 32 示意地显示了用来说明一种方法的场景,该方法用于将图 29 中的仪器的相机引导到预定的目标上；以及
- [0157] 图 33 显示了用于将图 29 中的仪器的相机引导到预定的目标上的方法的步骤。

具体实施方式

[0158] 在下述示范性实施例中,在功能和结构上相同的部件尽可能用相同的参考数字来指定。所以,为了理解某个特殊实施例中各个部件的特点,应该参考其它实施例的描述和本发明的总结的描述。

[0159] 在图 3 到图 5 中以简化的示意方式显示了本发明的第一实施例所述的摄像测距仪

11。

[0160] 照准仪 (alidade) 12 被置于作为摄像测距仪 11 的支架的三角架 14 的底座 13 上。照准仪 12 可以绕着垂直轴 15 转动, 如果摄像测距仪 11 相对于地面正确放置的话, 垂直轴 15 的取向垂直于地面。照准仪 12 装载着望远镜单元 16, 望远镜单元 16 在封装壳 17 内包含视野很宽的取景相机 (finder camera) 18 以及远距离摄像机 (telecamera) 19。望远镜单元 16 可以绕着倾斜轴 20 转动, 倾斜轴 20 在倾斜轴误差范围内与垂直轴 15 正交。因此, 倾斜轴 20 随着相机 18 和 19 之一绕着垂直轴 15 转动而转动。控制面板 21 安装在照准仪 12 上, 可以拆卸。照准仪 12 可以通过把手 86 来搬运。

[0161] 转动和倾斜驱动器 22 和 23 分别用来使照准仪 12 绕着垂直轴 15 转动以及使望远镜单元 16 绕着倾斜轴 20 倾斜。

[0162] 为了测量绕着垂直轴 15 的转动角或者说是水平角, 提供一个带刻度的水平度盘 24 用于测量水平角和传感头 25。水平度盘 24 与垂直轴 15 同轴。传感头 25 安装在照准仪 12 上, 能够探测照准仪 12 相对于底座 13 的角位置, 从而能够探测望远镜 16 以及相机 18 和 19 相对于底座 13 的角位置。

[0163] 为了测量绕着倾斜轴 20 的转动 (即, 倾斜) 角, 即为了测量垂直角, 在倾斜轴 20 上相应地安装带刻度的垂直度盘 26 用于测量垂直角, 垂直度盘 26 与倾斜轴 20 同轴。也安装在照准仪 12 上的用于探测垂直角传感头 27 能够探测望远镜单元 16 的角位置。

[0164] 因此, 带刻度的水平度盘 24 和带刻度的垂直度盘 26 均为取向传感器, 能够产生取向数据, 表示望远镜单元 16 绕着水平轴和垂直轴的取向。

[0165] 摄像测距仪 11 还包括位于照准仪 12 内的光学铅锤 28, 光学铅锤 28 包含一个沿垂直方向指向下的小望远镜。该小望远镜的光轴基本与垂直轴 15 同轴。因此, 光学铅锤 28 可以用来使摄像测距仪 11 定位在 (或使其中心定位在) 地面上的一点 (诸如界石) 的上方。或者, 可以使用一种能够沿着垂直方向向下发射光束的光学铅锤, 所述光束基本与垂直轴 15 同轴。

[0166] 也位于照准仪 12 内的倾度传感器或者说是测角器 29 在彼此正交的两个方向上测量照准仪 12 的倾度, 从而测量摄像测距仪 11 的倾度, 从而可以检查垂直轴 15 在给定的测量精度内是否在真正垂直的方向上, 倾斜轴 20 在倾斜轴误差范围内相对于地面而言是否在真正的水平方向上。

[0167] 在图 3 中从正面以及在图 4 中的横向截面图中显示, 在望远镜单元 16 中有三个光学装置。它们是取景相机 18、远距离摄像机 19 和距离测量装置 30。

[0168] 远距离摄像机 19 包括构成第一成像光学系统的物镜 31 和聚焦透镜 32, 以及第一图像传感器 33。物体或者说是物点通过物镜 31 和聚焦透镜 32 成像在图像传感器 33 上, 其中, 为了使图像聚焦在图像传感器上, 聚焦透镜 32 沿着物镜 31 和聚焦透镜 32 的光轴移动, 如图 4 中的箭头所示。远距离摄像机 19 的视野相当窄, 被限制在光束边界 34 内, 如图 4 所示。

[0169] 取景相机 18 利用了远距离摄像机 19 的一些光学元件。取景相机 18 包括构成第二成像光学系统的物镜 31、位于物镜 31 的光路上的分束棱镜 35、辅助物镜 36 以及光阑 37, 以及第二图像传感器 38。由物镜 31 和辅助物镜 36 所构成的物镜组合将由取景相机 18 所采集的场景的光聚焦在第二图像传感器 38 上。在所述物镜组合中, 通过了物镜 31 的光束

由分束棱镜 35 的半反射面 39 反射到辅助物镜 36 上。辅助物镜 36 使取景相机 18 的物镜组合的焦距减小。光阑 37 可以保证几米开外的物体基本上能聚焦成像在第二图像传感器 38 上,使得对于取景相机 18 而言不需要聚焦透镜。由于所述物镜组合的焦距减小了,所以,取景相机 18 的视野(如图 4 中的限制光束 40 所示)大于远距离摄像机 19 的视野。取景相机 18 的视界优选是远距离摄像机 19 的视界的十倍以上。

[0170] 第一和第二图像传感器 33 和 38 均为 CCD 矩阵传感器,它们包括非常近似于矩形的光探测器元件 33' 的阵列。图像传感器所采集的图像由下面要进一步说明的单元来处理。每个探测器元件在所述阵列中有一个位置,该位置由相应的位置数据来表示。此外,每个探测器元件响应于分别由第一和第二成像光学系统投射到所述阵列上的图像,以产生相应的表示图像元素或点的像素的数据。

[0171] 距离测量装置(距离测量单元)30 包括光辐射发射/接收单元 41、具有分光层 43 的二色分光棱镜 42 以及物镜 31。所述发射/接收单元 42 发射红外辐射,二色分光层 43 将该红外辐射有选择地向物镜 31 反射。然后,该红外辐射照射到地形中的反射镜或目标上并从那里返回。物镜 31 对返回的红外辐射进行聚焦,使其经过分光棱镜 42 回到发射/接收单元 41。发射/接收单元 41 发射红外辐射脉冲,测量该脉冲从发射/接收单元 41 到目标并从目标返回发射/接收单元 41 所用的时间,并从所用的时间中确定目标到摄像测距仪 11 的距离。

[0172] 摄像测距仪 11 中各部件的任何移动都受电子方式控制。图 5 是一个方框图,其中示意地显示了摄像测距仪 11 的各个功能块,包括它们彼此之间的连接。虚线标出了物理单元,其中设置有各个部件和装置。

[0173] 装在照准仪 12 中的电池 44 为电源单元 45 供电,电源单元 45 用来为摄像测距仪 11 提供电能。电源单元 45 为照准仪 12 和望远镜单元 16 中的所有部件和装置以及为任何与其相连的模块提供所需要的工作电压。为了看清楚起见,没有显示这些连线。单个部件可以通过单独的连线单个地连接,如同照准仪 12 内的部件那样,也可以通过中央总线 46 来连接,中央总线 46 在照准仪 12 和望远镜单元 16 之间提供数据和电源线。安装在倾斜轴 20 上的滑环(slip rings)47' 连接照准仪 12 和望远镜单元 16 中的总线 46 的各部分。通过这些滑环 47',望远镜单元 16 中的电部件或电子部件可以获得电能,并且可以和照准仪 12 中的部件交换数据。

[0174] 安装在垂直轴 15 上的滑环 47' 使得能够从外部提供电源,并且允许通过未显示的插头与外部装置交换数据。

[0175] 为了控制或操作摄像测距仪 11,为摄像测距仪 11 提供控制面板 21 和操作元件 48、49 和 50,所述操作元件以角度编码器的形式安装在照准仪 12 上,可以通过相应的旋钮来操作。

[0176] 用来控制摄像测距仪 11 的操作的一个重要的电装置是装置控制计算机或者说是装置控制单元 51,该单元安装在照准仪 12 中并由电源单元 45 提供电能。

[0177] 装置控制计算机 51 包括挥发性存储器、非挥发性存储器、以及用来执行非挥发性存储器中所存储的程序的处理器。所述程序包含用于操作摄像测距仪的各个部件的指令,特别是包含对分别从图像传感器 33 和 38 获得的图像数据进行预处理并将之传输到控制面板 21 以进行进一步处理的指令。

[0178] 操作元件 48、49 和 50 通过相应的接口 57 与装置控制计算机 51 相连。该接口 57 允许产生分别与操作元件 48、49 和 50 的转动位置相对应的信号,这些信号被传输到装置控制计算机 51 中。

[0179] 操作元件 48 和 49 用于分别控制照准仪 12 绕着垂直轴 15 的转动和望远镜单元 16 绕着倾斜轴 20 的倾斜。作为对分别来自操作元件 48 和 49 以及来自接口 57 的信号的响应,装置控制计算机 51 通过照准仪 12 中的控制电路 58 和 59 控制驱动器 22 和 23 以分别使照准仪 12 绕着垂直轴 15 转动,使望远镜单元 16 绕着倾斜轴 20 倾斜。角度测量可以用来控制驱动器 22 和 23。

[0180] 驱动器 22 和 23 不必分别只由操作元件 48 和 49 来控制,也可以基于装置控制计算机 51 中所存储并执行的程序或者基于从例如控制面板 21 发送到装置控制计算机 51 的命令来控制。

[0181] 驱动器 22 和 23 与角度测量装置协作,即分别与用来测量水平角的带刻度的水平度盘 24 以及相应的传感头 25 或者用来测量垂直角的带刻度的垂直度盘 26 以及相应的传感头 27 协作,使得照准仪 12 连同望远镜单元 16 可以按照期望以可测量的方式绕着垂直轴 15 转动以及望远镜单元 16 可以以可测量的方式绕着倾斜轴 20 转动,并且可以使它们到达所希望的水平角位置和垂直角位置。这个目的特别可以由装置控制计算机 51 来实现,装置控制计算机 51 从传感头 25 和 27 接收信号,并且作为对所述信号的响应,对用于水平驱动器 22 的控制电路 58 以及对用于垂直驱动器 23 的控制电路 58 进行控制。

[0182] 照准仪 12 绕着垂直轴 15 要转动到的角度和望远镜单元 16 绕着倾斜轴 20 要转动到的角度可以用三种办法来提供。首先,操作元件 48 和 49 允许将相应的角度输入到装置控制计算机 51 中。其次,装置控制计算机 51 也可以根据来自摄像测距仪 11 的其它部件(例如控制面板 21)的数据来确定要设置的角度,并相应地分别对控制电路 58 和 59 进行控制。第三,可以通过接口 60(例如,RS232 接口)将相应的数据输入装置控制单元 51。

[0183] 与装置控制计算机 51 相连并具有天线 62 的无线电模块 61 用来与远距离装置(诸如遥控器)交换数据。例如,摄像测距仪 11 可以由遥控器或遥控台进行遥控,而该遥控器位于测量的目标点处,但在图中没有显示。

[0184] 为了处理图像传感器 33 和 38 的信号,在望远镜单元 16 中提供数据压缩单元 63,该数据压缩单元对从图像传感器 33 和 38 接收到的图像数据进行压缩。然后,压缩过的数据被传送到装置控制计算机 51,而装置控制计算机 51 可以对数据进行预处理和/或将数据传送到控制面板 21。

[0185] 为了控制聚焦透镜 32 的位置,与安装在照准仪 12 中的操作单元 48 和 49 类型相同的操作元件 50 通过接口 57 以将信号提供给装置控制计算机 51,装置控制计算机 51 反过来将相应的控制信号提供给安装在望远镜单元 16 中的伺服控制单元 64,以驱动相应的聚焦驱动器来移动聚焦透镜 32。所述聚焦驱动器在图中没有显示。

[0186] 装置控制计算机 51 还与上述光学铅锤 28 以及倾度传感器 29 相连接。

[0187] 根据本发明的第一优选实施例,代表一个处理单元的控制面板 21 用于在操作人员和摄像测距仪之间进行通信,它配备有用于进行输入的键盘 52、用于分别输出照相机 18 或 19 之一所拍摄的数据和图像的显示单元 53(例如 LCD)、作为定点装置的鼠标 114、与显示单元 53、定点装置 114 和键盘 52 相连接的计算机 54。

[0188] 控制面板 21 通过可松开的连线 55 与安装在照准仪 12 中的装置控制计算机 51 以及电源单元 45 相连接。由于控制面板 21 可以移开,所以它可以配备自己的电池,这就保证即使当控制面板 21 从照准仪上 12 移开,计算机 54 也能继续工作。

[0189] 计算机 54 包括具有挥发性和非挥发性部分的存储器 112。所述非挥发性部分存储校准数据和计算机程序的指令。计算机 54 还包括处理器 113,该处理器对所述指令进行响应以执行下述本发明的第一优选实施例所述的方法。计算机 54 也可以借助其程序和数据存储器来进行很多测地学计算。

[0190] 计算机 54 通过连线 55 与装置控制计算机 51 相连接,使得命令和数据可以被传送到装置控制计算机 51 中,而数据,尤其是图像数据和角度数据,可以被传送到计算机 54 中。

[0191] 处理器 113 与存储器 112 以及与包含硬件和软件的连接显示单元 53 的接口 102 相连接。

[0192] 此外,处理器 113 通过相应的接口 115 与定点装置 114 相连接。存储器 112 中的指令包括用来控制显示器 53 和用来从鼠标 103 和键盘 52 读取输入的指令,使得可以形成图形用户界面。

[0193] 计算机程序还包括程序模块,即指令,处理器 113 可以执行该程序模块,以便使用存储器 112 中所存储的校准数据根据图像传感器 33 上的物点图像的位置以及从水平度盘和垂直度盘 24 和 26 上读取的水平角和垂直角来计算物点的方向,其中该物点的图像由远距离摄像机 19 拍摄。为此目的以及为了进行相反的计算,使用一个模型,该模型具有由摄像测距仪 11 的特性所给出的模型参数。

[0194] 根据本发明的第一优选实施例,控制面板 21 代表一个处理单元。

[0195] 为了使这些计算具有高的精度,为具体摄像测距仪 11 确定模型参数。为了获得模型参数的值(在下文中也称作校准数据),进行摄像测距仪的校准。进行这种类型的校准有几个原因。在引言中曾提到,测距仪的轴应该是严格垂直和水平的。然而,实际上,理想测距仪的上述状况不会实现。相反,测量的精度会因各种误差而减小,在图 6A 到 6C 和 3 中以简化的方式分别显示了图 1 和图 3 中的仪器的这些误差。

[0196] 第一个误差涉及到垂直轴 2 的取向。垂直轴 2 应该严格垂直于地面,即,它应该指向重力的方向,但在实际中却不一定如此。这个误差并不是由仪器本身引起的,因此只能通过测量仪器的恰当取向来避免。可能发生的第二个误差是视线误差或者说是瞄准误差,该误差是视轴 7 和倾斜轴 4 之间的夹角 g 偏离直角而产生的误差(参见图 6A)。第三个误差是所谓的倾斜轴误差(参见图 6B),该误差是倾斜轴和垂直轴之间的夹角偏离直角而产生的误差。最后,会发生所谓的高度指数(height-index)误差 z_0 ,该误差是视轴和垂直轴之间的真正夹角相对于垂直度盘上所读取的相应角度的偏离(参见图 6C)。这最后三个误差由测量仪器的公差导致。为了能够进行正确的测量,需要校准测量仪器,就是说需要建立从水平度盘以及垂直度盘上读取的角度和对应的真正角度之间的关系。

[0197] 摄像测距仪与传统测距仪的不同之处在于,它包括照相机,而照相机可以例如取代整个望远镜或者只取代望远镜的目镜或者可以和望远镜一起提供。如图 2 所示意性地示出的,要测量的 P 点被成像在图像传感器 10 的某个位置上,而图像传感器 10 由探测器元件的矩形阵列 10' 构成,能对形成在该阵列上的图像进行响应以产生表示图像像素的像素数据。为了能够从图像传感器上的所述点的图像位置来确定从测量仪器到所述点的方向(该

方向由真实的垂直角和水平角来定义), 需要知道图像传感器上的位置 and 空间中的相应方向之间的关系。

[0198] 理想相机的光轴应该垂直于图像传感器平面, 并且该光学系统应该没有色差或畸变。此外, 所述光轴应该平行于相机的参考轴。

[0199] 然而, 实际的相机并没有这些理想的特性。因此要进行校准, 即在空间中的方向和图像传感器上的这些方向的相应图像位置之间建立映射。

[0200] 通过一种使用数据处理系统 65 和可伸缩的瞄准仪 66 来校准测量仪器的方法, 可以校准摄像测距仪 11。在未决专利申请 PCT/EP2004/014365 中也公布了校准测量仪器的方法, 其内容通过引述纳入这里。也可以使用其它校准方法。

[0201] 校准装置三示意性地示于图 7。

[0202] 数据处理系统 65 包括处理器 67、存储器 68 和接口 69, 其中, 存储器 68 用于存储处理器 67 所要执行的程序以及永久和临时的数据, 接口 69 用于读取校准所用的数据并将命令发送到要被校准的测量仪器 (即, 摄像测距仪 11) 中。在本例中, 接口 69 为 RS232 接口。数据处理系统 65 还包括存储介质读取器, 在本情形中为 CD-ROM 驱动器 70, 用来从存储介质上读取用于校准的计算机程序, 存储介质为 CD 71 形式的介质, 上面存储有用于校准的计算机程序。当通过 CD-ROM 驱动器 70 从 CD 71 上读出了计算机程序并将之存储在存储器 68 中时, 可以由处理器 67 执行该计算机程序以便实施由数据处理系统执行的校准方法的各步骤。

[0203] 数据处理系统 65 还通过连线 72 (在本例中为合适的电缆) 与摄像测距仪 11 的接口 60 相连。

[0204] 数据处理系统 65 通过另一个用于输出命令的输出接口 85 与瞄准仪 66 相连。

[0205] 可伸缩瞄准仪 66 (参见图 8) 用于产生虚校准点。瞄准仪 66 更详细地示于图 8, 它包括引导管元件 73 和被引导管元件 74。当受到引导管元件 73 引导时, 被引导管元件 74 可以在引导管元件 73 中滑动。

[0206] 引导管元件 73 可以通过图中没有显示出来的安装设施安装在相对于地面固定的位置上。被引导管元件 74 可以在电驱动器 84 (例如步进马达) 的控制下相对于引导管元件 73 滑动, 电驱动器 84 与输出接口 85 相连并由数据处理系统 65 控制。

[0207] 被引导管元件 74 相对于引导管元件 73 的位置完全由电驱动器 84 的位置来确定, 因此不需要对其进行测量。

[0208] 安装在被引导管元件 74 中的照明装置 76 照亮毛玻璃屏 77。被照亮的毛玻璃屏 77 则照亮第一十字叉丝 78。

[0209] 放置在照明装置 76 所发射的光的光路中的分束器 79 将通过了第一十字叉丝 78 的光导向安装在引导管元件 73 中的物镜 80。物镜 80 在某个距离上形成十字叉丝 78 的实像或虚像, 该距离由物镜 80 和第一十字叉丝 78 之间的距离决定。为了进行校准, 将第一十字叉丝 78 定位于物镜 80 及其物体端的焦点之间。因此, 十字叉丝 78 就等于是可以用来产生虚校准点的浮标。

[0210] 第二十字叉丝 81 设置于物镜 80 的光轴上, 在分束器 79 之后, 它可以由目镜 82 来观察。

[0211] 此外, 存储器 68 中所存储的计算机程序包含程序代码, 当在处理器 67 上运行这些

代码时,这些代码可令处理器 67 通过输出接口 85 将控制命令发送到驱动器 84 中,以便将十字叉丝 78 移动到预定的位置上,并计算虚校准点的相应的虚拟距离,如下面所述。

[0212] 为了校准带有远距离摄像机 19 的摄像测距仪 11,采用一种模型,该模型包括为了进行校准而要调整的模型参数。包括所述模型参数的这个模型也构成了对图像传感器所拍摄的图像进行处理的基础,如下面所进一步描述的。该模型包括两个子模型。

[0213] 第一个子模型是将固定在底座元件 13 上的坐标系中的坐标变换到固定在相机(即远距离摄像机 19)上的相机坐标系中的模型,包括作为参数的在仪器上所设定的水平角和垂直角以及在引言中提到的涉及轴误差(即倾斜轴误差以及某种形式的瞄准误差和垂直指数误差)的参数。

[0214] 第二个子模型为照相机模型,该模型表示由相机将物点成像在相机的图像传感器上。在本实施例中,使用针孔模型。

[0215] 在本模型中,实质上使用两个坐标系。第一个坐标系称作仪器坐标系,该坐标系相对于底座元件 13 固定(参见图 3)。它是一个笛卡儿坐标系,其原点位于垂直轴 15 和倾斜轴 20 的交点处,其 X 轴、Y 轴和 Z 轴彼此正交。如果这些轴并不相交,那么,最接近这些轴的点被用作该坐标系的原点。X 轴和 Y 轴与垂直轴 15 正交,如果垂直轴 15 垂直于地面的话,那么 X 轴和 Y 轴就是水平的。在这个坐标系中,P 点的笛卡儿坐标为 (X, Y, Z)。

[0216] 其次,使用相机坐标系,该坐标系相对于相机 19 固定。该坐标系由 x 轴、y 轴和 z 轴来定义,所有这些轴彼此正交。在相机坐标系中,P 点的位置可以用坐标 (x, y, z) 来描述。

[0217] 下面,仪器坐标系中的坐标总是用大写字母表示,而相机坐标系中的坐标总是用小写字母表示。

[0218] 首先,参考图 9 更详细地描述相机模型。

[0219] 用作相机模型的针孔模型假设,由相机成像在图像传感器上的 P 点可以由该点通过投影中心 O 在图像平面 IP 上的投影来描述,所述图像平面与图像传感器 33 相关,具体说可以处于同一平面内。

[0220] 因此,针孔模型由图像平面 IP 和投影中心 O 相对于该图像平面的位置来确定。由于投影中心相对于图像平面的位置由成像光学系统(即相机光学系统,这里的物镜 31 和聚焦透镜 32)来确定,所以,所述位置表示了相机的光学特性,特别是相机的成像特性。物点 P 在图像平面上的成像用该物点通过投影中心 O 在该图像平面上的投影来表示(参见图 9)。假设所述图像平面实质上是图像传感器的平面,使得相机坐标系的 x 轴和 y 轴平行于所述图像平面。相机直角坐标系的 z 轴是通过投影中心并与图像平面正交的直线。由于图像总是在图像平面内,所以,位置就只由 x 和 y 坐标来表征。

[0221] 令 (x, y, z) 为 P 点在相机坐标系中的坐标,(x₀, y₀, z₀) 为投影中心在相机坐标系中的坐标。因此,通过投影中心 O 并与图像平面 IP 正交的直线(即 z 轴)的贯穿点 H_p 在 x-y 平面内的坐标为 x₀ 和 y₀。此外,(x', y', z') 表示在图像平面内由相机产生的 P 点的图像 P' 的坐标。如果相机光学系统不产生畸变,那么,通过简单的几何推导可以得到下面的关系(参见图 9):

$$[0222] \quad \frac{x' - x_0}{c_k} = \frac{x - x_0}{z - z_0}$$

$$[0223] \quad \frac{y' - y_0}{c_k} = \frac{y - y_0}{z - z_0}$$

[0224] 这里, c_k 是所谓的相机常数, 它表示投影中心到图像平面的距离。因此有 $z' = c_k$ 。

[0225] 相机光学系统可以使图像产生畸变, 所述畸变是由相机光学系统中所用的透镜的缺陷和 / 或由这些透镜的对齐问题所导致的。为了说明一阶径向畸变, 引入另一个参数 v 。由畸变所引起的图像位置的相对变化被模型化为常数 v 乘以图像到贯穿点 H_p 的径向距离的平方。如果点 (x, y, z) 的图像在没有畸变时落在图像平面的 (x', y') 处, 那么, 图像点到贯穿点 H_p 的径向距离的平方就等于 $(x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2$ 。因此, 加入畸变校正 $\Delta x'$ 和 $\Delta y'$ (参见图 9), 这导致下面的方程:

$$[0226] \quad x' = x_0 + c_k \frac{x - x_0}{z - z_0} + \Delta x'$$

$$[0227] \quad y' = y_0 + c_k \frac{y - y_0}{z - z_0} + \Delta y'$$

[0228] 其中

$$[0229] \quad \Delta x' = v((x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2)(x' - x_0)$$

$$[0230] \quad \Delta y' = v((x' - x_0)^2 + (y' - y_0)^2)(y' - y_0)$$

[0231] 而 v 是相机模型参数, 它表示相机光学系统的上述一阶径向畸变。

[0232] 这些方程只在相机坐标系中成立。如果物点的坐标将在仪器坐标系中表示的话, 那么, 要进行在这些坐标系之间的变换。这就是用于坐标变换的子模型。

[0233] 一般地, 所述变换可以由绕着坐标轴的一系列三个转动和在空间中的一个平移矢量来表示。因此, 可以由下列方程将点 P 在相机坐标系中的坐标 $p^c = (x, y, z)$ 变换为在仪器坐标系中的坐标 $p^i = (X, Y, Z)$:

$$[0234] \quad p = T + R^{-1}P$$

[0235] 其中, T 为平移矢量, R^{-1} 为转动矩阵之积 R 的逆。由于在校准期间要调整投影中心的位置以及图像平面的位置和取向, 所以, 相机坐标系的原点可以选为所述投影中心, 于是就产生了下述方程:

$$[0236] \quad p = R^{-1}(P - O)$$

[0237] 将这个关系代入 x' 和 y' 的方程就得到了所谓的共线方程(collinearity equations):

$$[0238] \quad x' = x'_0 - c_k \frac{r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)} + \Delta x'$$

$$[0239] \quad y' = y'_0 - c_k \frac{r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)} + \Delta y'$$

[0240] 其中

$$[0241] \quad \Delta x' = v((r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0))^2 + (r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0))^2)$$

$$[0242] \quad (r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0))$$

$$[0243] \quad \Delta y' = v((r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0))^2 + (r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0))^2)$$

$$[0244] \quad (r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0))$$

[0245] 其中, r_{ij} , $i, j = 1, \dots, 3$ 为 R 的矩阵元, 投影中心 O 在仪器坐标系中的坐标为 (X_0, Y_0, Z_0) 。

[0246] 由于相机坐标系的原点选为投影中心并且假设 z 轴与图像平面正交, 所以在图像传感器上读出的图像传感器坐标系 (其 x'' 轴和 y'' 轴沿着 CCD 传感器阵列的行和列取向) 中的图像位置 (x'', y'') 对应着相机坐标系中的图像位置 $x' = x'' - x_s''$ 和 $y' = y'' - y_s''$, 其中 (x_s'', y_s'') 为由图像传感器所测量的 z 轴和图像平面的交点的位置坐标, 即, 图像传感器上相应像素的位置。因此, 在上述方程中, 用 $x'' - x_s''$ 和 $y'' - y_s''$ 来替换 x' 和 y' 。

[0247] 总之, 相机模型的参数为, 贯穿点的坐标 x_s 和 y_s 、相机常数 c_k 、以及表示相机光学系统的畸变特性的参数 v 。根据相机坐标系的定义, 有 $x_0 = y_0 = 0$ 。

[0248] 可以以各种方式推导出相机坐标系和仪器坐标系之间的变换, 例如, 从相机坐标系与仪器坐标系一致的状态开始, 通过对相机坐标系进行相继转动来推导这种变换, 如下面所说明的那样。

[0249] 图 10 显示了坐标轴为 x 、 y 和 z 的相机坐标系、坐标轴为 x'' 、 y'' 、原点坐标为 (x_s'', y_s'', c_k) 的图像坐标系, 以及它们和仪器坐标系 (X, Y, Z) 的关系, 其中 x'' 轴和 y'' 轴平行于 x 轴和 y 轴。在图 10 中, 仪器坐标系的原点位于理论上的倾斜轴、垂直轴和视轴的交点处 (即在仪器中心或者说是测距仪中心处)。对于这些理论上的轴, 满足上述条件: 假设理论上的垂直轴 15 垂直于地面, 假设理论上的倾斜轴 20' 与理论上的垂直轴 15 之间的夹角以及理论上的视轴 83 与理论上的倾斜轴 20' 之间的夹角为直角。所有这三个轴相交于于一点, 即仪器坐标系的原点。还假设实际上的垂直轴就是理论上的垂直轴。仪器坐标系的 Z 轴与仪器的垂直轴一致, 而 Y 轴与水平度盘 24 上所标记的零方向一致。

[0250] 相机坐标系的原点为投影中心 O 。然而, 在图 10 中, 为了看起来方便, 该原点被移动到图像平面上。在图像坐标系中, 主点 (principal point) H_p (即穿过投影中心并与图像平面 IP 正交的直线的贯穿点) 在图像平面内的坐标为 x_s'' 和 y_s'' 。

[0251] 如图 10 到 12 所示, 实际的倾斜轴 20 可能偏离理论上的倾斜轴 20' 一个角度 i , 该角度为实际倾斜轴 20 与垂直轴 15 之间的夹角偏离直角的角度。因此, 角度 i 表示了倾斜轴误差。

[0252] 此外, 理论上的视轴 83 不必穿过投影中心 O 。这个偏离可以用两个角度 c_0 和 z_0 来表示。角度 c_0 定义为在理论上的倾斜轴 20' 和理论上的视轴 83 所决定的平面内的理论上的倾斜轴 20' 与穿过投影中心 O 并穿过理论上的视轴 83 和理论上的倾斜轴 20' 的交点的直线之间的夹角。角度 z_0 定义为在垂直轴 15 和理论上的视轴 83 所决定的平面内的理论上的视轴 83 与穿过投影中心 O 并穿过理论上的视轴 83 和理论上的倾斜轴 20' 的交点的直线之间的夹角。

[0253] 望远镜的轴 110 相对于理论上的视轴 83 的偏离由望远镜的轴 110 和理论上的视轴 83 之间的夹角 c_f 来定义, 其中, 望远镜的轴 110 由相机透镜的安装来确定。

[0254] 相机坐标系也可以绕着仪器坐标系的轴进行转动, 转动角为 ω 、 Φ 、 κ , 假设这些角与摄像测距仪 11 的任何误差和方向无关。

[0255] 上述偏离导致了实际的或者说是真实的水平和垂直角度分别相对于从水平度盘和垂直度盘 24 和 26 上读出的角度的偏离。

[0256] 相机坐标系的实际倾斜角或者说是有效倾斜角由下面的公式给出:

$$[0257] \quad V_0 = V_m + z_0$$

[0258] 这可以从图 10 和图 12 来确定。这里, V_m 表示从垂直度盘 26 上读出的垂直角。

[0259] 作为瞄准误差, 角度 c_0 和 c_F 分别对投影中心的球坐标和实际的水平角有同样的影响:

$$[0260] \quad \frac{c_0}{\sin(V_0)} \text{ 和 } \frac{c_F}{\sin(V_0)}$$

[0261] 角度 i 所引起的水平角的偏离为

$$[0262] \quad i \cot(V_0)$$

[0263] 因此, 相机坐标系绕着垂直轴所转动的有效水平角 $H_{z_{eff}}$ 为:

$$[0264] \quad H_{z_{eff}} = H_{z_m} + \frac{c_F}{\sin(V_0)} + i \cdot \cot(V_0)$$

[0265] 其中, H_{z_m} 表示从水平度盘 24 上读出的水平角。

[0266] 这些公式的详细推导可以参见 Deumlich, F., Staiger, R.: "Instrumentenkunde der Vermessungstechnik", Heidelberg, Germany, 9. edition, pages 206 to 208.

[0267] 转动矩阵 R^{-1} 可以通过考虑相机坐标系从与仪器坐标系一致的起始取向开始的下述系列的转动来得到。

[0268] 首先, 相机坐标系绕着垂直轴转动一个有效水平角 $H_{z_{eff}}$ 。通过下面的转动矩阵可以得到转动后的坐标系中的相应坐标。

$$[0269] \quad R_K^{-1}(H_{z_{eff}}) = \begin{bmatrix} \cos(-H_{z_{eff}}) & \sin(-H_{z_{eff}}) & 0 \\ -\sin(-H_{z_{eff}}) & \cos(-H_{z_{eff}}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0270] 倾斜轴误差可以通过绕着变换后 (即转动后) 的相机坐标系的 y 轴转动角度 i 来计算。

[0271] 相应的坐标变换由下面的转动矩阵给出:

$$[0272] \quad R_\phi^{-1}(i) = \begin{bmatrix} \cos(i) & 0 & \sin(i) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(i) & 0 & \cos(i) \end{bmatrix}$$

[0273] 此时, 转动了两次相机坐标系再绕着转动了两次相机坐标系的 x 轴转动一个有效垂直角 V_0 。考虑到在测地学中垂直角是从天顶 (zenith) 测量的, 坐标变换的相应的转动矩阵为:

$$[0274] \quad R_\omega^{-1}(V_0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(200gon - V_0) & \sin(200gon - V_0) \\ 0 & -\sin(200gon - V_0) & \cos(200gon - V_0) \end{bmatrix}$$

[0275] 在第四步中, 转动到当前位置的相机坐标系再绕着当前的 y 轴转动一个角度 c_F 。相应的坐标变换可以由下面的转动矩阵表示:

$$[0276] \quad R_\phi^{-1}(c_F) = \begin{bmatrix} \cos(i) & 0 & \sin(c_F) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(c_F) & 0 & \cos(c_F) \end{bmatrix}$$

[0277] 最后, 经过上一个转动所获得的相机坐标系绕着 x 轴转动角度 ω , 绕着 y 轴转动角度 ϕ , 以及绕着 z 轴转动 κ 。相应的转动矩阵为:

$$[0278] \quad (R_\omega(\omega) \cdot R_\phi(\phi) \cdot R_\kappa(\kappa))^{-1} =$$

[0279]

$$\begin{bmatrix} \cos(\phi) \cos(\kappa) & -\cos(\phi) \sin(\kappa) & \sin(\phi) \\ \cos(\omega) \sin(\kappa) + \sin(\omega) \sin(\phi) \cos(\kappa) & \cos(\omega) \cos(\kappa) - \sin(\omega) \sin(\phi) \sin(\kappa) & -\sin(\omega) \cos(\phi) \\ \sin(\omega) \sin(\kappa) - \cos(\omega) \sin(\phi) \cos(\kappa) & \sin(\omega) \cos(\kappa) + \cos(\omega) \sin(\phi) \sin(\kappa) & \cos(\omega) \cos(\phi) \end{bmatrix}$$

[0280] 具有矩阵元 r_{ij} , $i, j = 1, \dots, 3$ 的完整的转动矩阵为:

[0281] $R = R_\kappa(Hz_\kappa) \cdot R_\phi(k_0) \cdot R_\omega(V_0) \cdot R_\phi(c_F) \cdot R_\omega(\omega) \cdot R_\phi(\phi) \cdot R_\kappa(\kappa)$ 从图 10 中, 投影中心 O 在仪器坐标系中的坐标可以写为:

$$[0282] \quad O = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_0 \cdot \sin(V_m + z_0) \cdot \sin(Hz_m + \frac{c_0}{\sin(V_m + z_0)} + i \cdot \cot(V_m + z_0)) \\ S_0 \cdot \sin(V_m + z_0) \cdot \cos(Hz_m + \frac{c_0}{\sin(V_m + z_0)} + i \cdot \cot(V_m + z_0)) \\ S_0 \cdot \cos(V_m + z_0) \end{bmatrix}$$

[0283] 其中, S_0 表示投影中心到仪器坐标系原点的距离。

[0284] 因此, 完整的变换由转动矩阵 R 和投影中心的位置给出。变换中所用的变换参数, 即使变换参数化的变换参数为 $i, c_0, c_F, z_0, S_0, \omega, \phi, \kappa$ 。该变换也依赖于从水平度盘上读出的水平角和垂直角 Hz_m 和 V_m 。

[0285] 使用共线方程和坐标变换, 利用相机模型参数和变换参数, 可以计算物点的图像位置 x'' 和 y'' , 其中, 物点的球坐标为 H_z, V 和 S , 在仪器坐标系中的笛卡儿坐标为 $(S \cos(Hz) \sin(V), S \sin(Hz) \sin(V), S \cos(V))$, 并且物点的图像成像在水平角和垂直角 Hz_m 和 V_m :

$$[0286] \quad x'' = x'_s - c_\kappa \frac{r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)} + \Delta x' \quad (1)$$

$$[0287] \quad y'' = y'_s - c_\kappa \frac{r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)} + \Delta y'$$

[0288] 其中

$$[0289] \quad \Delta x' = v \left((r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0))^2 + (r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0))^2 \right)$$

$$[0290] \quad (r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0))$$

$$[0291] \quad \Delta y' = v \left((r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0))^2 + (r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0))^2 \right)$$

$$[0292] \quad (r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0))$$

[0293] 上述方程可以简写为:

$$[0294] \quad x'' = U_x(i, c_0, c_F, z_0, \omega, \phi, \kappa; S_0, c_\kappa, x_s, y_s, v; S, V_m, Hz_m) \text{ 以及}$$

$$[0295] \quad y'' = U_y(i, c_0, c_F, z_0, \omega, \phi, \kappa; S_0, c_\kappa, x_s, y_s, v; S, V_m, Hz_m)$$

[0296] 实际上, 图像传感器 33 中的每个探测器元件在阵列中都有一个固定的位置, 因而在图像传感器坐标系中有相应的固定坐标。因此, 所测量到的坐标只能是离散值。每个探测器元件对由成像光学系统投影到阵列上的图像进行响应, 以产生表示图像点的像素的数据。在本例中, 使用具有 RGB 通道 (RGB channels) 的探测器元件阵列, 使得像素数据包括

每个通道的相应的强度数据。

[0297] 参考图 13 来描述校准方法。

[0298] 首先,用户将摄像测距仪 11 相对于瞄准仪 66 放在预定的(例如标记的)位置上,其中,十字叉丝 78 的虚像可以被成像在图像传感器 33 上。所述位置根据瞄准仪的特性以及相机的特性来确定,所述位置的选择要使得通过移动十字叉丝 78 可以提供虚的校准点。此外,摄像测距仪 11 的取向要使得其垂直轴垂直于地面,即在平行于地球引力的方向上。

[0299] 所述方法可以细分为三个主要部分 S1 到 S4。数据处理系统 65(即,处理器 67)自动执行 SC1 到 SC3 部分中的所有步骤,发送命令到瞄准仪电驱动器 84 和测量仪器 11(如果需要的话),从测量仪器 11 接收图像位置数据以及相应的取向数据,并进行下面要描述的计算。用于校准的模型以数据处理系统 65 中所执行的计算机程序的程序代码的形式来提供。

[0300] 在第一部分 SC1 中,通过瞄准仪 66、数据处理系统 65 和摄像测距仪 11 获得用于校准的测量数据。

[0301] 通过瞄准仪 66 可以提供几个虚的校准点 P_i , $i = 1, \dots, N$, N 为正整数。这些虚的校准点的距离数据,即十字叉丝 78 与物镜之间的光路距离以及物镜 80 与摄像测距仪 11 之间的已知距离,由电驱动器的位置或者存储器 68 中的相应的数据给出。此外,对于每个校准点,该校准点的图像产生在图像传感器的不同位置处,并在摄像测距仪 11 的两个面中获得表示图像传感器上的图像位置的相应的图像位置数据以及表示相应的水平角和垂直角的取向数据。

[0302] 在第二部分 SC2 中,使用最小二乘估计法来估计模型参数的值以及仪器坐标系中校准点的方向数据。这个部分中的所有步骤也通过数据处理系统 65 中的计算机程序来完成。

[0303] 在第三部分 SC3 中,将所获得的模型参数存储在测量仪器(即摄像测距仪 11)中作为那里要使用的校准数据来计算图像传感器上的给定位置在仪器坐标系中相对应的方向,如果在图像传感器 33 上成像的点到摄像测距仪的距离已知的话,也计算相对应的笛卡儿坐标。

[0304] 在数据处理系统 65 上,启动用于校准的计算机程序,该程序首先要求通过图中未显示的显示器和键盘输入正整数 N 。在输入整数 N 之后,该程序要求输入与第一校准点相关的距离数据。在输入这些数据后,处理器 67 将这些数据存储在数据处理系统的存储器 68 中。

[0305] 在 SC1 部分中,对于每个测量点(即, N 次),执行下面的步骤。

[0306] 首先,改变瞄准仪 68 中的十字叉丝 78 相对于物镜 80 的位置,产生该十字叉丝 78 的虚像,从而提供新的校准点。为此,处理器 101 控制电驱动器 84 使十字叉丝 78 在物镜 80 的焦点和物镜 80 之间移动一个距离 Δf 。

[0307] 然后,获得测量仪器(即摄像测距仪 11)和虚的校准点之间的距离 D 。图 14 图示了这个计算。在该图中,为简单起见,将第一十字叉丝 78 显示在物镜 80 的光轴上。为了计算距离 D ,通过下面的公式由物镜 80 的焦距 f 和十字叉丝 78 到物镜 80 的焦点的距离 Δf 来计算十字叉丝 78 的虚像到物镜 80(更精确地说是到物镜 80 在摄像测距仪一侧的主平面 H) 的距离 s :

$$[0308] \quad s = f \frac{(f - \Delta f)}{-\Delta f}$$

[0309] 然后,将虚像距离 s 与物镜 80(即物镜 80 的上述主平面 H) 到测量仪器(即摄像测距仪 11) 的距离 $S_{th/H}$ 相加。

[0310] 然后,对于给定的校准点,在图像传感器 33 上产生不同的图像,获得相应的图像位置数据和取向数据并将其存储在数据处理系统 65 中。

[0311] 校准点图像的产生以及校准所需要的数据的产生如下。

[0312] 对第一校准点进行第一产生步骤。对于之后的校准点,只有当至少在使用瞄准仪来提供校准点以及除去望远镜单元 16(即相机 19) 的重新取向之外瞄准仪相对于测量仪器(即摄像测距仪 11) 的取向保持不变的情形中必要的时候才进行这个产生步骤。在这个产生步骤中,将相机 19 指向所产生的校准点。在本实施例中,校准点的图像出现在图像传感器 33 上就足够了。

[0313] 此外,将相机置于第一面(first face) 中,这意味着,相机 19 的垂直角在 0gon 和 200gon 之间,0gon 即为由垂直度盘 26 所确定的天顶。

[0314] 接着,在第二产生步骤中,转动和倾斜相机 19,使图像传感器 33 上的校准点图像移动到图像传感器 33 上预定的起始位置。所述起始位置优选位于图像传感器的一个角落附近。为此,数据处理系统 65 中所存储的计算机程序包含用于图像(诸如图像传感器 33 所拍摄的图像) 中的目标识别的程序模块。在数据处理系统 65 的存储器 68 中,存储有表示十字叉丝 78 的模板。通过使用已知的目标识别技术,例如模板匹配算法,在图像传感器 33 上所获取的图像中可以获得校准点图像的位置。计算机程序此时计算是否应该使相机 19 绕着垂直轴 15 转动一个给定的角度增量并且 / 或者绕着倾斜轴 20 倾斜以便使校准点的图像移近起始位置。然后,计算机程序发送相应的命令到测量仪器,其中,装置控制计算机 51 接收所述相应的命令并通过驱动器 22 和 / 或 23 使相机 19 移动相应的角度。然后拍摄新的图像并重复所述过程,直到校准点的图像达到起始位置。因此,当校准点的图像接近起始位置时,所述角度增量的大小会减小。

[0315] 在第三产生步骤中,程序计算覆盖图像传感器的矩阵元胞中的随机位置,以作为校准点图像的目标位置。为此,将图像传感器分成 $L \times M$ 矩阵, L 和 M 是预定的正整数,并计算元胞的几何中心。在图 15 中,元胞 88 位于覆盖图像传感器 33 的矩形阵列中。元胞的几何中心用叉来标记。对于每个几何中心,对于矩阵中的每个方向,使用伪随机数产生器来确定一个随机数,该随机数的大小小于相应方向上的元胞大小之半,然后在各自的方向上将其加到几何中心的坐标上。每个元胞中所产生的随机位置显示在图 15 中,用圈来表示。随机数的使用显著地减小了图像传感器中有缺陷的光探测元件的影响,因为可以避免图像位置总是在有缺陷的像素上。这些位置存储在数据处理系统 65 上的存储器 68 中。

[0316] 在第四产生步骤中,转动和倾斜望远镜单元 16,从而转动和倾斜相机 19,以便将图像传感器 33 上的校准点图像移动到目标位置处。为此,使用与第二产生步骤同样的算法。一旦校准点的图像到达了目标位置,则根据从数据处理系统 65 发送到测量仪器的相应命令存储图像位置数据(即图像在图像平面中的坐标 x'' 和 y''),并且从测量仪器中读取取向数据(即,分别由水平度盘和垂直度盘所确定的水平角 H_{zm} 和垂直角 V_m)。

[0317] 在存储了每个目标位置的图像位置数据和取向数据之后,在第五产生步骤中,在

第二面 (second face) 中,即由垂直度盘所确定的垂直角在 200 到 400gon 之间,将相机 19 对准校准点。为了确保在第二面中校准点的图像也出现在图像传感器 33 上,最好将相机绕着垂直轴 15 转动 200gon,然后倾斜 400gon 减去在第四产生步骤中所获得的上一个目标位置的垂直角。

[0318] 下面的两个产生步骤对应着第三和第四产生步骤,唯一的不同是,相机 19 处于第二面中。

[0319] SC2 部分中的步骤由计算机程序来执行。一旦对于每个校准点 P_i , $i = 1, \dots, N$ 产生了 Q 个图像 j , $j = 1, \dots, Q$ (Q 为正整数) 并且通过读取相应的图像位置和取向数据获得了这些数据,那么调整模型参数,使得根据模型参数、仪器坐标系中校准点的方向以及各个取向数据来预测校准点的图像位置的模型符合所测量到的图像位置数据。所述估计方法(最小二乘估计方法)等效于使用最小二乘的典型调整方法,该方法基于由下面的对所有校准点 i 和校准点的所有图像 j 的求和所给出的误差函数 $E(i, c_0, c_F, z_0, \omega, \phi, \kappa; S_0, c_K, x_s, y_s, v; \{S_i, \{x''_{ij}, y''_{ij}, V_{mij}, Hz_{mij}\}\})$ 。

$$[0320] \quad E = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^Q [(x''_{ij} - U_x(i, c_0, c_F, z_0, \omega, \phi, \kappa; S_0, c_K, x_s, y_s, v; S_i, V_{mij}, Hz_{mij}, Hz_{mij}))^2$$

$$[0321] \quad + (y''_{ij} - U_y(i, c_0, c_F, z_0, \omega, \phi, \kappa; S_0, c_K, x_s, y_s, v; S_i, V_{mij}, Hz_{mij}, Hz_{mij}))^2]$$

[0322] 这里, $S_i, \{x''_{ij}, y''_{ij}, V_{mij}, Hz_{mij}\}$ 表示校准点 i 的距离和校准点的所有图像的数据集 $j = 1, \dots, Q$, 图像 j 的数据集包括图像位置数据 x''_{ij}, y''_{ij} 和垂直角及水平角 V_{mij}, Hz_{mij} 集。

[0323] 使用合适的最小化过程可以使误差函数 E 最小化,例如使用高斯-牛顿算法,该算法的描述参见 Benning, Wilhelm: "Statistik in **Geodäsie**, Geoinformation und Bauwesen", Heidelberg, Germany, 2002, ISBN3-87907-383-X pp. 140。

[0324] 在 SC3 部分中,由计算机程序所获得的模型数据被存储在控制面板(即处理单元)的存储器中作为校准数据。为此,数据处理系统 65 通过接口 69 和连线 72 将这些数据发送到测量仪器(即摄像测距仪 11)中,该测量仪器将这些数据存储在计算机 54 的存储器 112 的非挥发性存储器部分中。

[0325] 通过下面的例子可以示范性地说明该方法的执行。在这个例子中,使用上述方法的一个变体,但是其中,对于每个角度组合,进行多于一个的测量。为了校准安装在角度测量精度为 $1''$ 的仪器中的焦距为 300mm、固定聚焦在 100m 处的相机,可以使用位于例如 20m、80m 和 500m 距离处的三个校准点,以及每个望远镜位置(例如设置于 8×6 位置格点上)的总共 48 个角度组合。如果每个角度组合进行 30 次测量,其中随机偏离都不大于 0.05 像素,并使用相应的数据,那么仪器可以被校准到在垂直和水平方向上的方向测量精度约为 $1''$ 。因此,所述方法也适合于焦距较大的相机的校准。

[0326] 使用所述模型,从图像传感器上的目标点图像的图像位置数据,可以计算所述目标点相对于仪器坐标系的方向(参见图 16)。使用方程 (2)

$$[0327] \quad P'_i = \vec{O} + R \cdot \begin{bmatrix} x'_p - \Delta x' - x''_s \\ y'_p - \Delta y' - y''_s \\ -c_K \end{bmatrix}$$

[0328] 其中, \vec{O} 表示从仪器坐标系原点到投影中心 O 的矢量,可以将与成像了的目标点 P

相对应的测量到的图像位置数据 x'_p, y'_p 变换到仪器（即摄像测距仪 11）坐标系中。 P'_T 是仪器坐标系中表示与测量到的图像位置相对应的方向的矢量。投影中心 O 和点 P'_T 相对于测量仪器的坐标都是已知的，定义成像射线 a ，被成像在图像传感器上用 x'_p, y'_p 表示的位置上的目标点就位于成像射线 a 上。由于所述射线不需要通过摄像测距仪的中心（即仪器坐标系的原点），所以必须给出目标点 P 到摄像测距仪中心的距离（近似距离）以便正确计算相对于摄像测距仪中心的方向。这个距离被用作一个球面的半径，该球面绕着摄像测距仪的中心（即仪器坐标系的原点）并与成像射线 a 相交。这样就获得两组三维坐标，用于根据具有相机功能的望远镜单元 16 的位置进行方向计算。摄像测距仪的中心离成像射线越近，这个方法就变得越少依赖于所给定的距离。

[0329] 存储器 112 还存储着用于处理器 113 根据公式 (1) 和上述段落中提到的过程来计算位置或方向的指令。

[0330] 在摄像测距仪 11 上的计算机 54（即存储器 112）中存储着程序代码，用来显示视轴标记 111（例如十字叉丝），该标记在显示器 53 上指示视轴（参见图 17），视轴与距离测量装置 30 测量距离的方向一致。显示器 53 上相应的位置可以根据该仪器中所存储的校准参数来计算，或者可以计算一次然后永久地将其存储在仪器中，例如存储在计算机 54 上的非挥发性存储器中。

[0331] 使用上述的方法、数据处理系统、瞄准仪和计算机程序也可以校准取景相机 18。由于投影中心的位置可以视为只是模型中的一组参数，所以，光路不直的实际情况不要求对该校准方法进行修正。

[0332] 在另一个实施例中，一个更详细的模型被用于相机的畸变问题，其中，也使用高阶的和/或非径向对称的项。Luhmann, Thomas: “Nahbereichsphotogrammetrie :Grundlagen, Methoden und Anwendungen”, Heidelberg, Germany, 2000, ISBN 3-87907-321-X, PP. 119-122 中描述了上述模型的相应修正。

[0333] 根据本发明的第一优选实施例的方法，可以使用校准了的摄像测距仪 11 来提供测量信息。

[0334] 为此，存储器 112 中存储着用于实施所述方法的指令，其中，这些指令由处理器 113 来执行。

[0335] 首先，用户 134 在希望的位置上装好摄像测距仪 11，例如，在任意的位置上，或者在由预定坐标所确定的位置上，并且使其垂直轴处于垂直取向，其中，垂直轴平行于地球的重力。为了实现这一点，用户可以使用光学铅锤 28。

[0336] 然后，用户 134 通过启动计算机 54 上的存储器 112 中的计算机程序来开始进行测量。所执行的这些步骤显示在图 18 所示的流程图中。点划线左边的部分显示了用户的操作，而中间一列显示了处理器 113 所进行的操作。右边一列显示了所述方法中所产生和/或所使用的一些数据。

[0337] 所述方法实质上可以被细分成四个部分 S10 到 S13，下面的部分 S14 到 S16 构成第五部分。

[0338] 在用户通过键盘 52 或定点设备 114 输入了开始命令之后，在 S10 部分中，处理器 113 从存储器 112 的非挥发性部分中获取校准数据。

[0339] 在 S11 部分中，处理器获取表示三维空间中的（全景）投影面的数据。该投影面

是第一图像传感器 33 所获得的图像所投影的面。处理器 113 将这些数据存储在存储器 112 中作为投影面数据。

[0340] 在 S12 部分中,处理器通过获取表示目标区的数据来确定要测量的目标区。然后,处理器将定义目标区的目标区数据存储在存储器 112 中。

[0341] 在 S13 部分中,处理器 113 获取一组像素数据,这组像素数据由光学探测器阵列产生,它们表示使用探测器元件阵列(即远距离摄像机 19 的第一图像传感器 33)所获得的至少一部分目标区的二维图像。然后,处理器使用校准数据、目标区数据和投影面数据将所述一组像素数据变换为一组投影图像数据,这组投影图像数据表示所述图像在投影面上的投影。一些像素数据的获取和所述变换可以依次进行也可以同时进行。

[0342] 用来获取像素数据并对该像素数据进行变换的 S13 部分可以分成三个主要操作:确定望远镜单元的一系列取向,在这些取向中将拍摄多个局部图像以覆盖目标区,获取每个局部图像的像素数据并利用校准数据和投影面数据将这些像素数据变换为投影图像数据,该投影图像数据表示由像素数据所表示的图像在投影面上的投影,以及在所拍摄的局部图像多于一个的情形中,确定变换了的像素数据的子集,所述变换了的像素数据表示通过拼合局部图像所获得的目标区的(全景)图像。图 20 和图 25 中的矩形 132 显示了投影了的局部图像。

[0343] 对于望远镜单元的一系列取向(在这些取向中将拍摄多个局部图像以覆盖目标区),处理器 113 根据目标区数据(即目标区边界的边或角落的方向所对应的水平角和垂直角)、由成像光学系统和探测器阵列 33 所构成的远距离摄像机 19 的水平和垂直视角、以及相邻局部图像之间的预定重叠来确定覆盖目标区所需要的局部图像的数目。在这个例子中,确定各水平角之间的最大差异和各垂直角之间的最大差异,并分别与水平视角和垂直视角进行比较。所述差异除以减去了存储器 100 中所永久存储的预定重叠后的相应视角,就可以计算出水平和垂直方向上所需要的局部图像的数目。对于完整的全景图像,水平角的范围为 400gon,即 360° 。

[0344] 此外,处理器 113 确定并存储望远镜单元 16 的一系列取向,使得在每个取向中所拍摄的局部图像所构成的集合覆盖目标区,而两个相邻局部图像沿着它们的边缘重叠一个预定的量,这个预定量可以由重叠的像素数给出并被存储在存储器 112 中作为预定的数。例如,第一局部图像(即第一取向)的选择使得该局部图像的左上角与包含摄像机所看到的目标区的角落的最小矩形的左上角一致。然后,选择随后的取向,使得各局部图像沿着弯曲的路径被拍摄,如图 20 所示。如果目标区足够小的话,那么所述系列图像可以只包含单个局部图像,从而只有单个取向。

[0345] 一般地,获取像素数据并对像素数据进行变换的操作可以这样来进行,使得首先获取所有的像素数据,然后进行所有的变换。然而,在这个例子中,在获取一个局部图像的像素数据之后,所述相应的像素数据在获取下一个局部图像的像素数据之前或期间被变换到投影面上。

[0346] 获取一个局部图像的像素数据的步骤包括,控制驱动器按确定的取向序列连续地移动望远镜单元 16 到所述各个取向中,从探测器阵列读取每个取向上的像素数据。然后将所述像素数据临时存储在存储器 112 中。

[0347] 在这个例子中,使用一种间接的投影技术将表示局部图像的大多数像素数据变换

到投影平面上。为此,在投影面为平面或柱面的情形中,用给定数目的投影图像像素来表示投影图像,所述投影图像像素按预定的排列位于投影面上。

[0348] 对探测器元件阵列所拍摄的图像或局部图像的像素数据进行变换的步骤包括(参见图 28),确定表示投影面的参数(步骤 S18)、将图像的角落像素直接投影到投影面上(步骤 S19)、以及确定由间接投影得到的投影图像的投影图像像素的可视化数据(步骤 S20)。

[0349] 直接投影角落像素的步骤 S19 包括,确定图像或者局部图像的角落像素,确定投影图像角落像素在投影面上的位置,该位置通过方程 (2) 以及方程 (2) 之后所提到的步骤由与所述角落像素相关的方向来确定,在本例中,是穿过仪器坐标系原点沿着与各个角落像素相关的方向的射线与投影面的交点。步骤 S19 还包括将各个角落像素的可视化数据分配给所得到的投影图像角落像素。

[0350] 确定由间接投影得到的投影图像的投影图像像素的可视化数据的步骤 S20 包括,为每个不是投影图像角落像素的投影图像像素确定可视化数据,即,使用方程 (1) 在要投影的图像的平面内确定某个位置的坐标,利用在确定位置处的像素(或者在确定位置处的像素及其邻近像素)的可视化数据来计算所述位置的可视化数据,以及将计算出的可视化数据分配给投影图像像素。

[0351] 下面将进一步描述步骤 S19 到 S20 的细节。

[0352] 在拍摄了多于一个局部图像的情形中,步骤 S13 还包括对各个局部图像投影进行拼合以获得由全景图像数据所确定的合并的投影图像。这个操作相当简单,因为所有的投影图像数据都被定义在同一个投影面上,从而在(局部)投影图像由投影图像像素表示的情形中,投影图像像素的位置是已知的。局部图像投影的排列示于图 20 和图 25 中。如果局部图像不重叠,那么,要进行拼合的局部图像投影的局部图像投影数据就被排列在表示单一图像的数据结构中。在存在重叠的情形中,两个重叠的局部图像投影之一中的重叠像素就被略去。为没有被略去的重叠像素所分配的投影图像像素数据就可以是被保留的像素的投影图像像素数据,或者是重叠像素的像素数据的平均。

[0353] 如果拍摄了多于一个的图像以覆盖目标区,那么在步骤 S14 中,处理器 113 利用重叠的局部图像投影的重叠像素之间的重叠信息来调整投影图像数据。

[0354] 在步骤 S15 中,处理器在存储器 112 的数据结构中存储投影图像(即,投影图像数据)和其它信息作为测量数据。

[0355] 根据进一步的处理,通过无线电模块 61 可以将所述投影图像数据和其它信息传送到另一个存储装置(例如,远程计算机的存储装置)中。此外,可以将所述投影图像数据和其它信息存储在可移动的存储装置中,例如存储在通过适配器插入控制面板 21 的 PCMCIA 插口中的致密闪存卡(图中未显示)中。所述其它信息可以包括,例如校准数据以及当拍摄图像时由角度传感器 24、25 和 22、23 所探测到的水平角和垂直角 H_z 和 V_z 。投影图像优选也被分解成投影像素。于是,所述投影图像数据包括一组表示投影像素特性的投影像素数据。所述其它信息还可以包括每个投影像素的方向信息,例如,水平角和垂直角。

[0356] 可以由处理器使用所存储的数据以进行进一步的测量工作,或者在远程计算机上(例如在办公室中)基于所获得的测量数据进行进一步的测量操作。

[0357] 在步骤 S16 中,处理器控制显示单元 53 以显示投影图像。为此,处理器从投影图

像数据中产生显示数据并将这些数据发送到显示单元 53, 显示单元 53 显示相应的图像。

[0358] 很明显, 在 S11 到 S13 部分中要进行的详细操作依赖于投影面的类型。因此, 下面将描述用于不同类型投影面的详细步骤。由于局部图像投影的拼接对于所有类型的投影面都是相同的, 所以不需要进一步说明这个子步骤。

[0359] 在 S11 部分的第一个步骤中, 处理器控制显示单元 52 显示四种投影面中的一种: 平面、柱面、球面和任意形状的面。然后, 处理器读取作为键盘 53 的输入或者当操作定点设备的选择按钮 (例如鼠标按钮) 时作为定点设备的位置的选择数据, 该选择数据确定四种类型投影面中的一种。在其它实施例中, 或许只有一种投影面可用。在这种情形中, 选择步骤可以略去。存储投影面的类型作为投影面数据的一部分。

[0360] 下面的步骤根据选择的类型而不同。为了增强可读性, 对每种类型的投影面分别描述选择步骤之后的步骤系列。

[0361] 图 19 显示了投影面为平面时的步骤。图 18 示意地说明了这种情形, 其中显示老用户 134 携带摄像测距仪 11 位于目标区之前。

[0362] 处理器 113 控制显示单元 53 以显示三种选择来输入定义一个平面的投影面数据, 即, 使用键盘 52 进行数字输入、通过无线电模块 61 从远程存储装置或计算机读取数据、或者通过测量定义所述平面的三个点相对于测量仪器 11 的位置来进行定义。在任何情形中, 都读取定义投影平面 135 的不共线的三个点的坐标 (参见图 20)。

[0363] 在读取了用户的相应选择后, 处理器 113 可以从键盘 52 读取投影面数据 (水平角和垂直角以及与测量仪器 11 的距离) 并将所述数据存储为投影面数据。

[0364] 或者处理器 113 也可以通过无线电模块 61 从装置控制计算机 21 和连线 55 读取数据 (水平角和垂直角以及与测量仪器 11 的距离) 并将所述数据存储为投影面数据。

[0365] 或者处理器 113 还可以控制显示单元 53 显示远距离摄像机 19 当前所摄取的图像并在定点设备的选择元件被操作时从定点设备读取输入, 所述输入定义了显示单元 53 所显示的图像上的位置, 即相应的像素。在读取输入的间隙中, 用户可以重新调整望远镜单元 16 的取向。因此, 通过在所显示图像中选择合适的点, 用户可以对点进行选择。在图 20 中, 相应的点用参考数字 133 来标记。所述图像点必须不能共线。用户最好首先输入投影图像的左下角的点的位置, 然后输入表示投影图像中的一条垂线的两个点的位置。

[0366] 然后, 对于所述三个点 133 中的每个点, 处理器 113 利用校准数据和方程 (2) (包括方程 (2) 之后所提到的步骤) 来确定与所述位置相关的方向 (即水平角和垂直角), 其中, x'' 和 y'' 由使用定点设备所获得的坐标来给出。

[0367] 处理器 113 然后控制驱动器 22 和 23 来转动望远镜单元 16, 使其视轴指向由所确定的水平角和垂直角所给出的方向。一旦望远镜单元 16 达到所希望的取向, 处理器 113 就控制距离测量装置 30 来测量从距离测量装置 30 到视轴上的对象的距离, 并产生相应的距离信号。处理单元 21 (具体说是处理器 113) 接收所述距离信号并将其转换为距离数据。然后, 处理器 113 将所述与相应的水平角和垂直角相关的距离数据存储存储在存储器 112 中作为各个点的投影面数据, 该数据定义了所述点在仪器坐标系中的位置。

[0368] 接着, 在步骤 S12 中, 定义目标区。处理器首先通过图形用户界面获取有关拍摄 400gon 的全景还是只拍摄其一部分的信息。

[0369] 在第一种情形中, 处理器 113 读取键盘 52 或定点设备 114 输入的角度数据, 该角

度数据定义了全景图像的中心在垂直方向的位置。此外,处理器 113 通过从键盘 52 上读取相应的数据来读取全景图像的高度,所述数据表示全景图像边界的垂直位置,或者表示垂直方向上的至少一个边界或中心以及高度。处理器 113 将这些数据存储在存储器 112 中作为目标区数据。

[0370] 在第二种情形中,获得至少两个通常是四个角落点,其获得方式与定义投影面的所述点 133 的情形相同,其中不需要获得距离数据。如果目标区具有矩形截面,那么只需要确定两个点(在图 20 中的左下角落点 130 和右上角落点 131),因为其它两个点可以通过几何计算来获得。在四个点的情形中,具有水平角的最大绝对差值的点定义全景图像的水平角及其水平角位置,具有垂直角的最大绝对差值的点定义全景图像的高度及其垂直位置。然后将这些数据存储在存储器 112 中作为目标区数据。

[0371] 对于由投影图像像素来定义投影图像的情形,处理器 113 读取一个比例因子,该比例因子定义了目标区单位长度(例如,每米)上的投影图像的像素数。

[0372] 为此,首先确定最适宜的比例因子。处理器计算沿着与投影平面正交的方向从投影面到仪器的距离 D_{ortho} 以及比率

$$[0373] \quad m_{opt} = \frac{D_{ortho}}{f}$$

[0374] 其中, f 表示成像光学系统的焦距。 f 的值被存储在存储器中。

[0375] 处理器计算并存储最适宜的比例因子

$$[0376] \quad m = \frac{1}{m_{opt} l_{pixel}}$$

[0377] 其中, l_{pixel} 表示探测器阵列中的探测器元件(即所拍摄图像中的像素)的长度。使用这个比例因子可以确保对于仪器和对象平面之间的最小距离使用相机的最大分辨率。增加这个值是不可取的,因为不能使分辨率增加。减小所述比例因子可以导致精确度的减小。

[0378] 处理器 113 控制显示单元 53 来显示理想的比例因子,并通过键盘 52 或图形用户界面读取确认信息或者是不同的比例因子。

[0379] 对于平面投影面的情形,图 21 到图 23 更详细地显示了步骤 S18 到 S20,这些步骤用来确定表示投影面的参数以及将一个局部图像的像素数据变换为相应的局部图像投影数据。

[0380] 首先,在步骤 S21 到 S27 中,使用定义上述至少三个点的投影面数据来获得投影面的表示(cf. 图 36)。

[0381] 在步骤 S21 中,处理器 113 确定用来定义投影图像的左下角的第一个点和用来定义最好是投影图像中的一条垂线的其它两个点。

[0382] 在步骤 S22 中,处理器 113 计算所有这三个点在仪器坐标系中的垂直角 V_z 和水平角 H_z 。

[0383] 在步骤 S23 中,处理器 113 计算三个相应的投影点在仪器坐标系中的笛卡儿坐标,这些坐标表示一些射线与投影面的交点,其中这些射线具有与步骤 S21 中所确定的点相关的所计算出的水平角和垂直角 H_z 和 V_z 。

[0384] 在步骤 S24 中,处理器 113 计算仪器坐标系中的第一矢量,该矢量连接着步骤 S23

中的第二和第三投影点。

[0385] 然后,在步骤 S25 中,处理器 113 计算第二矢量,该矢量与第一矢量正交并位于投影平面内。为此,可以使用第一矢量和连接第一投影点与第二和第三投影点之一的矢量的矢量积。

[0386] 在步骤 S26 中,处理器 113 通过将所述坐标除以这些矢量的长度将第一和第二矢量缩放到长度为 1,以获得单位矢量 E_2 和 E_1 的坐标。于是投影平面的参数表示为:

$$[0387] \quad R_{ab} = a \cdot E_1 + b \cdot E_2 + R_{UL}$$

[0388] 在仪器坐标系中,其中 R_{UL} 表示到投影面上对应着所述第一个点的点的矢量, a 和 b 为任意实数, R_{ab} 为到投影面内由参数 a 和 b (可以被认为是投影平面内的点 R_{ab} 的坐标 (a , b)) 所定义的点的矢量。

[0389] 在步骤 S27 中,处理器 101 将所述第一个点和所述两个单位矢量的笛卡儿坐标存储在存储器 112 中。

[0390] 使用投影图像像素来表示投影图像,投影图像像素由所希望的分辨率(即上述读取的比例因子)来确定。在本例中,使用投影平面上的矩形阵列中的方形像素(参见图 24)。为每个投影图像像素 U_{ij} 分配一个位置,该位置由方程 (3) 给出:

$$[0391] \quad R_{ij} = \frac{i}{N} E_1 + \frac{j}{M} E_2 + R_{UL}$$

[0392] 其中, $i = 1, \dots, N$, $j = 1, \dots, M$, 为非负整数, N 和 M 表示投影图像的水平方向和垂直方向上的像素的最大数目。因此,使用上述表示, $a = i/N$, $b = j/M$ 。下文中,像素或者投影像素的位置意味着其几何中心的位置。

[0393] 图 24 中显示了所述投影,该图在左边示意地显示了所拍摄的局部图像,在右边显示了局部图像投影。每个图像都由显示为方形的像素构成。

[0394] 直接投影角落像素 C_1, \dots, C_4 的步骤 S19 包括,确定图像或局部图像的角落像素,确定投影面上的投影图像角落像素的位置,该位置通过方程 (2) (包括方程 (2) 之后提到的步骤) 由与所述角落像素相关的方向来定义。如果对于矩形投影图像当前只确定了两个角落像素,那么确定另外两个角落像素,这两个角落像素是由已经获得的角落像素所确定的矩形的角落。因此,在任何情形中都有四个角落像素。图 21 显示了用于每个角落像素的步骤 S19 的子步骤。处理器 113 在两个步骤中对每个角落像素计算投影图像角落像素的位置坐标。

[0395] 在步骤 S28 中,处理器 113 使用图像平面内各个角落像素的坐标以及方程 (2) (包括在方程 (2) 之后的段落中提到的步骤),即一些校准数据以及基于校准模型产生的方程,来计算与各个角落像素相关的水平角和垂直角 H_z 和 V_z 。这些角度定义了与目标区的边相对应的角落方向。

[0396] 在步骤 S29 中,处理器 113 确定始于仪器坐标系原点并具有由角度 H_z 和 V_z 定义的方向的射线与投影面的交点的坐标。这些坐标确定了角落像素的投影,即各个投影图像角落像素。所述射线可以由下面的方程来表示:

$$[0397] \quad R = c \begin{pmatrix} \cos(H_z) \sin(V_z) \\ \sin(H_z) \sin(V_z) \\ \cos(H_z) \end{pmatrix}$$

[0398] 其中, R 是一个矢量, 该矢量指向与仪器坐标系原点的距离为 c (c 为任意实数) 的直线上的一点。如上所述, 所述平面可以表示为:

$$[0399] \quad R_{ab} = a \cdot E_1 + b \cdot E_2 + R_{0L}$$

[0400] 通过使上述方程的左边都相等, 对于给定的角度 H_z 和 V_z , 对于 a 、 b 和 c 可以获得三个方程, 使用标准的公式可以解出这些方程。通过相应的计算 a 、 b 和 c 的指令可以在计算机程序中表示所述的解。

[0401] 在步骤 S30 中, 处理器 113 将各个角落像素的可视化数据分配给所得到的投影图像角落像素 PC_1, \dots, PC_4 。

[0402] 因此, 投影图像角落像素由 a 和 b 的值 (即分别对应 i 、 j) 和相关的可视化数据来定义。

[0403] 对于每个不是投影图像角落像素的投影图像像素可以进行步骤 S20 中的间接投影。由于投影图像像素的排列完全覆盖了投影图像区而没有重叠, 所以使用间接投影可以避免投影面中像素的直接投影的重叠所导致的问题。

[0404] 图 23 中更详细地显示了处理这些投影图像像素中的每个投影图像像素的步骤。

[0405] 在步骤 S30 中, 对于投影图像像素 PU_{ij} 的给定位置 R_{ij} , 处理器使用方程 (3) 计算仪器坐标系中相应的坐标。

[0406] 在步骤 S31 中, 处理器 113 使用所计算出的仪器坐标系中的坐标和方程 (1) 来确定与投影图像像素相对应的图像平面内的位置。为此, 处理器 113 从计算出的坐标计算水平角和垂直角 H_z 和 V_z , 然后使用方程 (1) 从所获得的值计算图像平面内的坐标。在这个计算过程中也使用了一些校准数据。

[0407] 在步骤 S32 中, 处理器确定所计算出的位置的可视化信息。所述可视化信息将被分配给像素 PU_{ij} 。为此, 处理器 113 在最靠近所计算出的位置的所摄图像的像素 (在图 24 中用带阴影的方块表示) 之间进行可视化数据的双线性插值。双线性插值在本领域中是众所周知的。Sections in Press (章节待出版), W. H., et al.: Numerical Recipes in C (C 语言中的数值方法), 2nd edition, 1992, ISBN 0-521-43108-5, pp. 123-124 或者 Luhmann, T.: Nahbereichsphotogrammetrie, Heidelberg; Wichmann, 2000, ISBN 3-87907-321-X, pp. 385-386 描述了双线性插值, 并通过引述被纳入这里。如果可视化信息为例如 RGB 通道编码的彩色信息, 那么, 对每个通道 R 、 G 和 B 进行插值。

[0408] 在步骤 S33 中, 处理器 113 将计算出的可视化数据分配给 i 和 j , 并存储所述可视化数据, 使得所述可视化数据以及 i 和 j 表示投影图像数据。

[0409] 然后, 拼接局部图像以形成全景图像。为此, 除了最右边和最下边的局部图像外, 对于其它所有的局部图像, 略去每个局部图像中右边和下边重叠区中的像素。

[0410] 在下一个步骤 S14 中, 处理器 113 使用被略去像素的信息在重叠区中进行局部图像投影数据的辐射调整 (radiometric adjustment)。具体说, 处理器对与同一位置相对应的局部投影图像的像素的强度进行比较。然后, 处理器调整一个局部图像的强度, 如果使用了曲折的序列, 那么调整所述路径上的下一个投影图像, 通过乘以比例因子对所有像素进行调整, 使得重叠区中的强度一致。

[0411] 在步骤 S15 中, 所得到的投影图像像素数据被存储起来作为投影图像数据。在这个步骤中, 也存储其它的数据, 例如, 投影面数据和 / 或拍摄图像或局部图像时所使用的

平角和垂直角。

[0412] 在步骤 S16 中,处理器 113 控制显示单元 53 以基于投影图像数据显示图像。

[0413] 或者,用户可以选择柱面作为投影面。这一点显示在图 25 中,其中,柱面用参考数字 136 来标记。

[0414] 假设柱面的轴是垂直的(即平行于仪器的垂直轴)并且穿过仪器坐标系的原点。因此它就是仪器坐标系的 z 轴。为了投影到柱面上,柱面上的位置由沿着圆周方向的 x 坐标和沿着柱轴因而垂直于 x 方向的 y 坐标来定义。

[0415] 投影图像的像素构成了矩形阵列,所述像素的几何中心在 x 和 y 方向上是等距的。像素的这种排列允许在显示单元 53 上进行简单的显示,因为投影图像像素在平面显示单元 53 上的显示对应着在平面上展开柱面。

[0416] 接着,在步骤 S12 中,必须定义目标区。处理器 113 首先通过图形用户界面获取是拍摄全景图像还是只拍摄一部分图像的信息。

[0417] 在第一种情形中,处理器 113 读取键盘 52 或定点设备输入的角度数据,该角度数据定义了全景图像的在垂直方向上的中心的位置。此外,处理器 113 通过从键盘 52 上读取相应的数据来读取全景图像的高度,所述数据表示全景图像边界的垂直位置,或者表示垂直方向上的至少一个边界或中心以及高度。处理器 113 将这些数据存储在存储器中作为目标区数据。

[0418] 在第二种情形中,在向平面投影的情形中获取四个角落点。水平角具有最大绝对差值的点定义全景图像的水平角及其水平角位置,垂直角具有最大绝对差值的点定义全景图像的高度及其垂直位置。然后将这些数据存储在存储器 112 中作为目标区数据。

[0419] 在步骤 S18 中,对于投影面为柱面的情形,为了用投影像素来定义投影图像,处理器 113 读取比例因子,该比例因子定义了水平方向上单位角度(例如每°或每 gon)中局部图像投影的像素数与水平方向上单位角度(例如每°或每 gon)中由探测器阵列所拍摄的图像的像素数(该数目依赖于成像光学系统和探测器元件并且是已知的)之比。

[0420] 此外,处理器 113 通过用所述比例因子乘以单位角度(例如每 gon)中在水平方向上的像素数(该数目由单位角度中探测器元件的相应数目给出)来计算一个因子 q,该因子为单位角度(在本例中为每 gon)中投影图像的像素数。此外,处理器以投影图像的像素为单位计算并存储投影面(即柱面)的半径 R_{pan} :

$$[0421] \quad R_{pan} = q \frac{400 gon}{2\pi}$$

[0422] 在步骤 S19 中,对于柱形投影面的情形,处理器 113 将所拍摄的图像的所有四个角落像素直接投影到投影面上。对于每个角落像素来说,所述步骤包括图 26 中所显示的那些步骤。

[0423] 步骤 S34 和 S36 对应着平面投影面情形中的步骤 S28 和 S30,因此就不再具体地定义这些步骤了。

[0424] 然而,在步骤 S35 中(该步骤类似于步骤 S29),处理器 113 确定射线与投影面的交点的坐标,其中该射线始于投影中心的原点并沿着由步骤 S34 中所计算出来的水平角和垂直角 H_z 和 V_z 所给出的方向延伸。更详细地说,处理器 113 使用下面的公式以投影图像的像素为单位计算各个角落像素的 x 坐标 x_{pan} :

$$[0425] \quad x_{pan} = q \cdot Hz$$

[0426] 另外,处理器 113 使用下面的公式以投影图像的像素为单位计算四个角落像素的 y 坐标 y_{pan} :

$$[0427] \quad y_{pan} = -R_{pan} \cdot \tan\left(\frac{V}{400gon} - \frac{\pi}{2}\right) + \frac{h_{pan}}{2}$$

[0428] 这里, h_{pan} 表示以像素为单位的全景图像的高度,即全景图像在垂直方向上的延伸范围。负号的出现是由于在所用的绘图系统中 y 轴是朝下指的。

[0429] 于是,角落像素的像素位置 x_{pan} 、 y_{pan} 就已知了。

[0430] 在投影面为平面的情形中,在步骤 S20 中通过间接投影获得构成投影图像的所有其它投影图像像素的投影图像像素数据。图 27 中显示了对于这些像素中的每个像素所进行的步骤。

[0431] 在步骤 S37 中,处理器 113 确定各个投影图像像素的坐标。

[0432] 在步骤 S38 中,处理器 113 根据仪器坐标系中所确定坐标来确定在图像平面中的位置。处理器 113 首先计算从投影图像像素起穿过仪器坐标系原点的射线的水平角和垂直角 Hz、V :

$$[0433] \quad Hz = \frac{x_{pan}}{q}$$

$$[0434] \quad V = \frac{200gon}{\pi} \left(\arctan\left(\frac{-y_{pan} + \frac{h_{pan}}{2}}{R_{pan}}\right) + \frac{\pi}{2} \right)$$

[0435] 然后,处理器 113 使用校准数据和方程 (1) 根据 Hz 和 V 计算所摄图像在图像平面内的坐标 x'' 和 y'' 。

[0436] 在投影面为平面的情形中,在步骤 S39 中,处理器 113 通过在最靠近由所述坐标所确定的位置的所摄图像的像素之间进行双线性插值来计算所计算出的坐标 x'' 、 y'' 的可视化数据。

[0437] 在步骤 S40 中,处理器将所述可视化数据分配给坐标 x_{pan} 和 y_{pan} ,并将所述可视化数据存储为投影图像数据。当投影图像的所有像素的像素数据被存储在一个图形中使得从所述图形中的位置可以推导坐标时,可以略去 x_{pan} 、 y_{pan} 坐标。

[0438] 在投影面为平面的情形中,对局部图像进行拼接以构成全景图像。

[0439] 在投影面被选择为球面的情形中,处理器使用下面的公式 :

$$[0440] \quad y_{pan} = -q \cdot (V - c_{pan}) + \frac{h_{pan}}{2}$$

$$[0441] \quad Hz = \frac{x_{pan}}{q}$$

$$[0442] \quad V = -\frac{1}{q} \left(y_{pan} - \frac{h_{pan}}{2} \right) + c_{pan}$$

[0443] 这里, c_{pan} 为全景图像的中心,其单位为所选定的角度单位,在本例中为 gon。

[0444] 使用例如在 Kuntz, Eugen :Kartennetzentwurfslehre :Grundlagen und Anwendungen, Karlsruhe, Germany, Wichmann 1990, ISBN3-87907-186-1 中所给出的标

准投影方法可以获得投影图像到一个平面上的投影,其中所述文献的内容通过引述纳入这里。

[0445] 在第四种情况中,投影面可以为任意形状的面,例如,图 28 所示的数字表面模型或者数字地形模型。

[0446] 此时,获取投影面数据的步骤 S11 包括例如使用无线电模块 61 从存储介质中读取投影面数据:

[0447] 所述任意形状的表面可以是数字地形模型或者 CAD 数据,它可以由栅格点在平面内的方形栅格和在各个栅格点上方的与所述平面正交的方向上的每个表面点的高度数据来定义,所述高度数据表示表面点 G 到栅格点(即所述平面)的距离。在本专利申请中,使用数字地形模型或 CAD 数据来表示一般的三维数据。

[0448] 与其它类型表面的情形一样,获取投影图像。

[0449] 在数字地形模型的情形中,到任意形状表面的投影会在数字地形模型(即投影面)上的平行投影中产生所摄图像(其显示了目标区)的正交投影。在所摄图像或者在所摄局部图像之一中看不见的地形部分在投影图像中产生空区域,并且可以用任何希望的颜色或者亮度(例如黑色)来显示。

[0450] 作为进一步的测量操作,例如,可以在投影图像中测量距离,尤其是在使用投影面的情形中。相应的步骤包括这样的操作,即,在显示出来的投影图像中读取由定点设备选择的两个位置,确定与投影图像中所选择的点相对应的仪器坐标系中的点之间距离,并在显示单元 53 上显示所确定的距离。为此,当例如通过按下鼠标按钮给出选择信号时,处理器 113 读取定点设备的位置,并确定在投影平面中的坐标(a, b)。然后,处理器使用方程(3)计算所选择的每个点的笛卡儿坐标。最后,处理器使用本技术中众所周知的标准公式计算所述点之间的线段长度,在存储器 112 中存储所述长度,并在显示单元 53 上在投影图像中显示所述长度作为附加的数据。

[0451] 具体说,在投影面为平面的情形中,测量操作也可以包括在所显示的投影图像中读取由定点设备所选择的三个位置,确定由所述投影图像中的相应点所确定的两条线之间的夹角,在显示单元 53 上显示所确定的夹角。首先,处理器 113 将所显示的投影图像中的位置(例如 a 和 b)变换为仪器坐标系中的笛卡儿坐标。然后,处理器确定两个矢量,这两个矢量始于仪器坐标系中的同一点,该点与所选择的点之一相对应,这两个矢量止于仪器坐标系中与所选择的点中剩下的点相对应的点。使用标准公式,处理器 113 计算所述两条线之间的夹角。

[0452] 此外,在投影面 137 是基于数字地形模型定义的任意形状的表面的情形中(参考图 28),可以使用所述仪器为所述模型提供其它的点。为此,用户使用定点设备在投影图像中选择一个点,该点将构成数字地形模型的另一个点。处理器 113 通过读取进行选择操作时由定点设备所指向的位置在所显示的投影图像中获得所选择的点 PS 的位置数据。然后,处理器根据方程(2)以及方程(2)之后的段落中所提到的步骤计算仪器坐标系中的一条射线 L 以及这条射线与投影面的交点的坐标。这些坐标表示能够用于定义数字地形模型的另一个点。

[0453] 或者,根据方程(2)以及方程(2)之后的段落中所提到的步骤确定了水平角和垂直角之后,处理器 113 通过相应地控制驱动器 22 和 23 使望远镜单元 16 的视轴指向所计算

出的方向。然后,处理器控制距离测量装置 30 来测量到与所选择的点相对应的地形中的那个点的距离,并将这个距离和相应的水平角和垂直角或者等价的笛卡儿坐标存储在存储器 112 中作为数字地形模型中的另一个点的数据。

[0454] 图 29 中显示了本发明的第二个优选实施例所述的具有望远镜单元 16' 的摄像测距仪 11'。所述望远镜单元 16' 不同于上述的望远镜单元 16。此外,装置控制计算机 51 和存储器 112 中所存储的计算机程序不同于第一个例子中的摄像测距仪 11 中的那些程序。

[0455] 它包括由与第一个示范性实施例相同的物镜 31 所构成的望远镜 89、聚焦透镜 91、反像棱镜 (reversing prism) 92、十字叉丝 93 以及目镜 94。通过沿着望远镜的光轴移动聚焦透镜 91,图像被聚焦在十字叉丝 93 上,如图 29 中的箭头所指示的。望远镜用于观察目标。

[0456] 望远镜单元 16' 中的另一个装置由跟踪装置或者跟踪器构成,所述跟踪器用来自动盯住位于目标点的反射器并在它从一个点到另一个点移动时跟踪它。跟踪器包括,发射器,它能发射一束窄光束;物镜 31,所述光束沿着传播方向穿过物镜 31,在目标上反射后沿着接收方向再穿过物镜 31;接收光学系统;接收器 95,它探测由目标反射回来并由接收光学系统聚焦到它上面的光束的位置;以及闭环控制系统,它引导望远镜单元 16' 或者照准仪 12,使得由目标反射回来的光束的位置在接收器 95 上保持恒定。

[0457] 更精确地说,跟踪器中的发射器包括用于发射光学辐射(优选为红外辐射)的辐射源 96(例如激光二极管)以及传输光学系统,所述传输光学系统包括第一准直光学系统 97 和棱镜 98,来自辐射源 96 并经过第一准直光学系统 97 准直后的光束在所述棱镜的倾斜面上反射到物镜 31 的光轴方向上。接收光学系统由分束棱镜 99 和第二准直光学系统 100 构成。最后,接收器 95 包括几个对来自所述发射器的辐射敏感的探测元件。对于接收器 95,可以使用例如象限二极管 (quadrant diode) 或者相机电路。

[0458] 跟踪器中的发射器发射光束,所述光束由辐射源 96 发射,由第一准直光学系统 97 进行准直,由棱镜 98 偏转到物镜 31 的光轴上,所述光束穿过物镜的中心后发射到目标上。所述光束由目标(例如三面镜或三面反射镜)反射回测距仪,然后再穿过物镜 31 进入望远镜单元 16'。如果与目标的距离足够大,那么开始时很窄的光束在往返目标的路上会变得如此之宽以至于光束在返回时会覆盖物镜 31 的整个直径,使得一部分没有照射到棱镜 98 的光束会通过二色镜 101。选择由发射器所发射的光束的波长,使得光束可以通过二色镜 101 而没有实质性的反射,从而所述二色镜实际上对所述光束没有影响。通过了二色镜 101 的光束然后进入分束棱镜 99。分束棱镜的分束层有选择地在发射器所发射的辐射的波长上进行反射,使得它可以使所述进入分束棱镜 99 的光束偏转到第二准直光学系统 100 的方向上,但允许可见光通过。第二准直光学系统 100 将来自发射器并由目标进行了反射的光束聚焦到跟踪器中的接收器 95 上。如果目标图像在接收器 95 上的位置偏离了预定的位置(例如中心),那么,跟踪器提供与这种偏离的量和方向相关的信号到装置控制计算机(图 3 中未显示),装置控制计算机控制驱动器以便转动望远镜单元 16' (连同照准仪 12,如果要求的话),使得接收器 95 上的图像再次处于预定的位置上,在这个例子中该位置为中心。

[0459] 此外,在望远镜单元 16' 中提供取景相机 102。取景相机 102 包括相机物镜 103 和图像传感器 104。图像传感器 104 的信号由图像处理电路 105 来处理,图像处理电路 105 与装置控制计算机 51 相连接。取景相机 102 可以用来更加容易地发现要测量的目标。可

以使用与第一个示范性实施例中所描述的同样的方法来校准取景相机 102, 因为针孔相机模型的投影中心的原则上相对于垂直轴来说可以是任意的。

[0460] 通过将辐射投射到目标上并接收由目标反射回来的辐射, 距离测量装置 106 可以测量从目标到测距仪的距离。距离测量装置 106 由望远镜的部件以及其它部件构成。红外光源 (例如, 激光二极管, 图 29 中没有明确地显示) 在预定的波长范围内以脉冲方式发射红外辐射, 在经过传输 / 接收光学系统 107 聚焦后, 红外辐射被导向棱镜 108 的表面, 棱镜 108 的表面可以对来自红外光源的光进行反射, 并将其从那里导向二色镜 101, 二色镜 101 反射距离测量装置 106 中的红外光源所发射的红外光, 所以, 可以使红外光偏转到物镜 31 上。红外光源和传输 / 接收光学系统 107 的排列和构成要使红外光源所发射的光束沿着距离测量装置 106 的光路聚焦在离物镜 31 一定距离处, 该距离就是物镜 31 的聚距 (focal width), 因此, 可以从物镜 31 发射出准平行的光束, 然后, 所述光束投射到目标上, 诸如投射到反射镜 (例如三面镜) 或者也可以是自然目标 (例如房子的墙) 上。反射光束沿着同样的路径从目标反射回来, 穿过物镜 31、二色镜 101 和棱镜 98 的表面 108, 回到传输 / 接收光学系统 107, 传输 / 接收光学系统 107 将所述光束聚焦到距离测量装置 106 的接收元件 (图 29 中没有显示) 上, 接收元件用来探测辐射。然后, 从脉冲在发射和接收期间的传输时间可以确定到目标的距离, 所述传输时间通过相应的电路来确定。由于光束沿着物镜 31 的光轴进行发射, 所以, 可以确定到望远镜所看到的目标的在光轴上的距离。

[0461] 所述其它部件对应着第一示范性实施例中的那些部件, 对于相应的部件, 使用同样的参考符号。此外, 在第一示范性实施例的描述中对这些部件的说明也适用于这个示范性实施例。

[0462] 一般地, 可以使用与上述同样的方法以及使用取景相机替代望远镜 19 来校准所述仪器。

[0463] 可以以与上述相同的方法来产生投影图像。

[0464] 此外, 如图 31 所示, 可以使用反射台 120, 反射台 120 包括遥控单元 121 和安装在柱子 123 上的反射器 122。

[0465] 遥控单元 121 包括显示单元、图形输入板以及相应的作为定点设备的笔、和控制部分。或者, 它可以包括触摸屏和笔作为显示器和定点设备以替代所述显示单元、图形输入板和相应的笔。所述控制部分具有适合于与摄像测距仪 11' 的无线电模块 61 一起工作的无线网络接口。具体说, 所述控制部分可以通过无线连接来接收投影图像数据并在显示单元上显示相应的图像。此外, 如果用户使用所述笔在输入板上触及一个点, 那么, 控制部分可以从输入板获得位置信息。控制部分可以通过无线连接将相应的数据传输到摄像测距仪 11' (具体说是计算机 54), 使得计算机 54 和遥控单元 121 可以被视为根据本发明的另一个优选示范性实施例所述的处理单元。

[0466] 对于测量来说, 用户可以使用处于遥控模式的摄像测距仪 11', 其中所述仪器由反射台 120 来控制。根据本发明的第二优选实施例所述的下面的方法特别适合于要监视至少一个通常是数个目标点的情形。

[0467] 首先, 如第一实施例中所述的那样, 产生目标区的投影图像。

[0468] 为了更好地概览测量目标, 可以在投影图像中标出要测量的 (即要监视的) 点和已经测量过的 (即监视过的) 点。通过无线接口在所述仪器和操作单元之间传输任何控制

命令、信号和数据。相应的步骤示于图 30。

[0469] 在产生并显示了投影图像之后,在步骤 S41 中,处理器 113 读取要测量的点的坐标。处理器 113 可以从键盘、从存储介质(即插入操作板 21 上的 PCMCIA 插口中的致密闪存卡)、或者通过无线电模块 61 来读取这些坐标,并将其存储在存储器 112 中。

[0470] 在步骤 S42 中,处理器 113 计算与要测量的点相对应的投影图像数据(即投影图像像素的位置),并控制显示单元 53 和遥控单元 121 的显示单元以在投影图像中显示要测量的点的第一标记 124。处理器 113 还控制显示单元来显示连接这些点的多边形。

[0471] 处理器 113 控制仪器中的装置控制计算机 51 以工作在监视模式中,就是说,自动控制所述仪器,使其使用跟踪装置来跟踪反射台 120 中的反射器 122。此时,用户将反射台 120 移动到要监视的位置处,同时在反射器控制单元 121 的显示单元上监视他的位置。所述控制单元自动将望远镜单元 16' 移动到反射器 122 的方向上。

[0472] 在步骤 S43 中,一旦用户操作某个操作元件在遥控单元 121 上显示他已经完成了所述点的测量(即监视),处理器 113 就从例如键盘读取用户的测量命令输入,并控制所述仪器去测量水平角和垂直角以及反射器 122 和仪器之间的距离,产生相应的信号并将这些信号发送到处理器 113 中。处理器 113 将这些信号变换为数据并控制显示单元 53 和遥控单元 121 的显示器显示所测量到的数据,这些数据也被存储在存储器 112 中。

[0473] 然后,用户可以将反射台 120 移动到更靠近要监视的下一个点的位置上并重复所述测量。

[0474] 可以重复进行这个过程,直到反射台 120 在给定误差范围内达到了要监视的点。由于可以显示所述点和所述反射台,所以只需要很少几个循环。为了确定何时达到了所希望的精确度,处理器 113 将实际测量到的水平角和垂直角以及测量到的距离与相应的存储数据进行比较。

[0475] 如果所述角度和距离数据的差异小于预定的最大误差,那么在步骤 S44 中,处理器 113 显示第二标记 125 而不是第一标记 124。所述第二标记表示所述点已经被监视。

[0476] 在另一个应用中,图像被用来至少近似地将望远镜单元 16' 导向反射台 120(参见图 32 和图 33)。

[0477] 为此,也使用上述反射台 120。

[0478] 选用柱面作为投影面。然后,和上述一样产生目标区的全景图像投影,并将其传输到遥控单元 121。

[0479] 在步骤 S45 中,处理器获取所显示的投影图像中的参考点的位置数据。用户沿着连接反射台 120 和仪器 11' 的直线观察目标区中的目标点 126。然后,用户使用定点设备在投影图像中选择所选定的目标点。当定点设备被操作时,处理器 113 读取定点设备的位置。

[0480] 在步骤 S46 中,处理器 113 由所述位置数据计算与该位置相对应的水平角和垂直角 H_z 和 V_z 。

[0481] 在步骤 S47 中,处理器 113 以水平角和垂直角的形式确定反射台相对于所述仪器的大致坐落方向。

$$[0482] \quad H_{z_{\text{reflector}}} = 180^\circ - H_z$$

$$[0483] \quad V_{z_{\text{reflector}}} = 180^\circ - V_z$$

[0484] 然后,处理器控制驱动器将望远镜单元移动到由所计算出的水平角和垂直角 $H_{z_reflector}$ 和 $V_{z_reflector}$ 所确定的取向。

[0485] 此时,从所确定的望远镜单元 16' 的取向开始,用户可以进行进一步的测量作业。

[0486] 尽管结合某些示范性实施例描述了本发明,但很明显,对那些熟悉本技术的人员来说,可以进行许多选择、修饰和改变。因此,这里所阐述本发明的示范性实施例只是用于说明的,在任何意义上都不是用于限制的。可以进行各种改变而不偏离由下述权利要求书所确定的本发明的精神和范围。

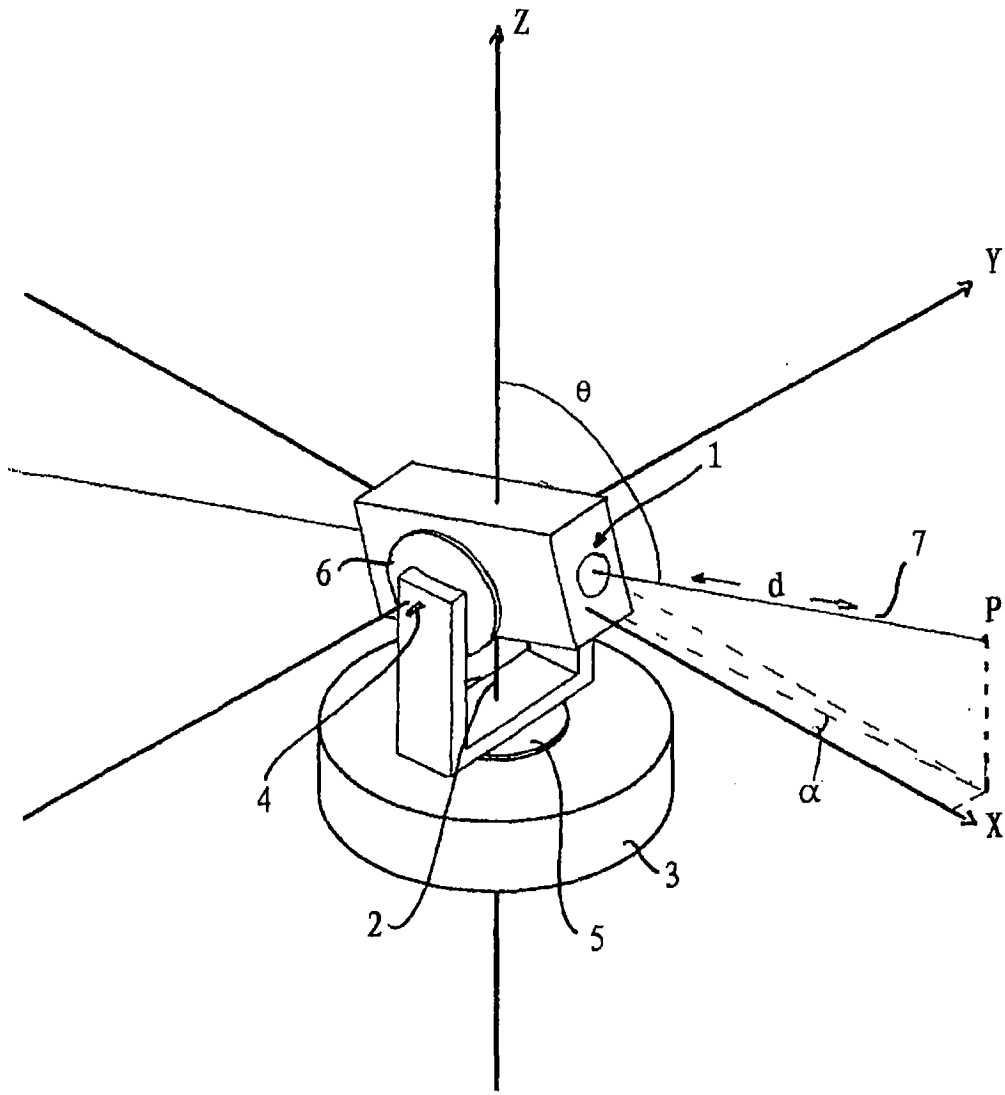


图 1

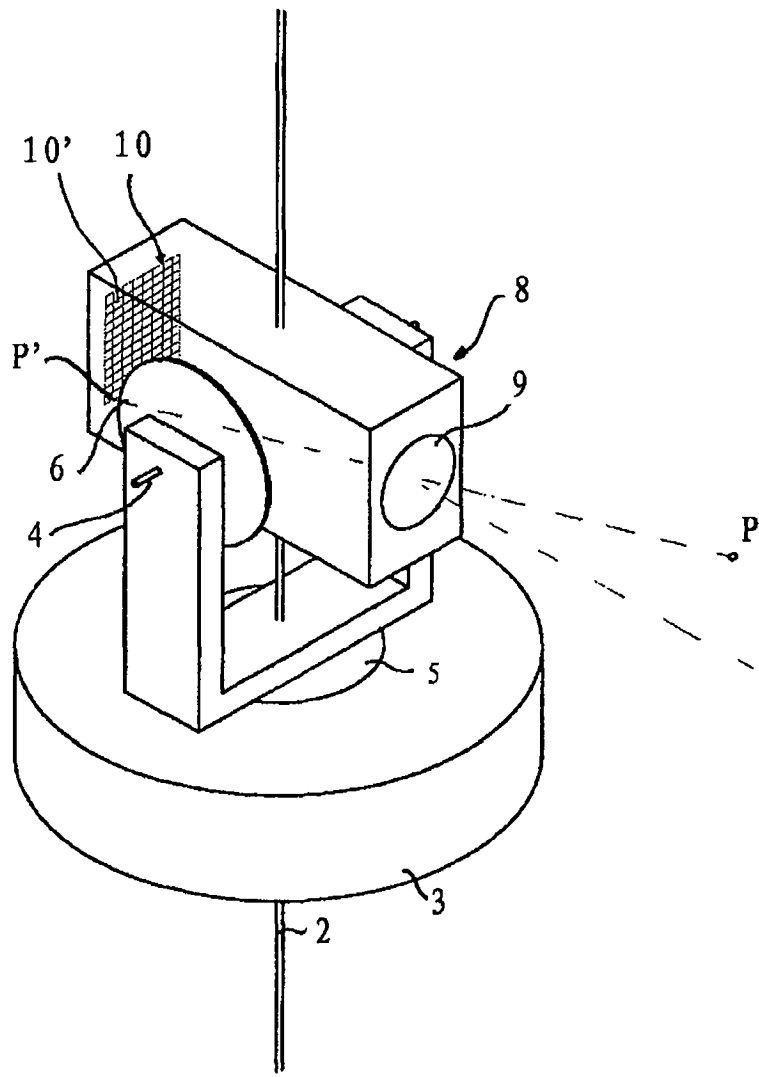


图 2

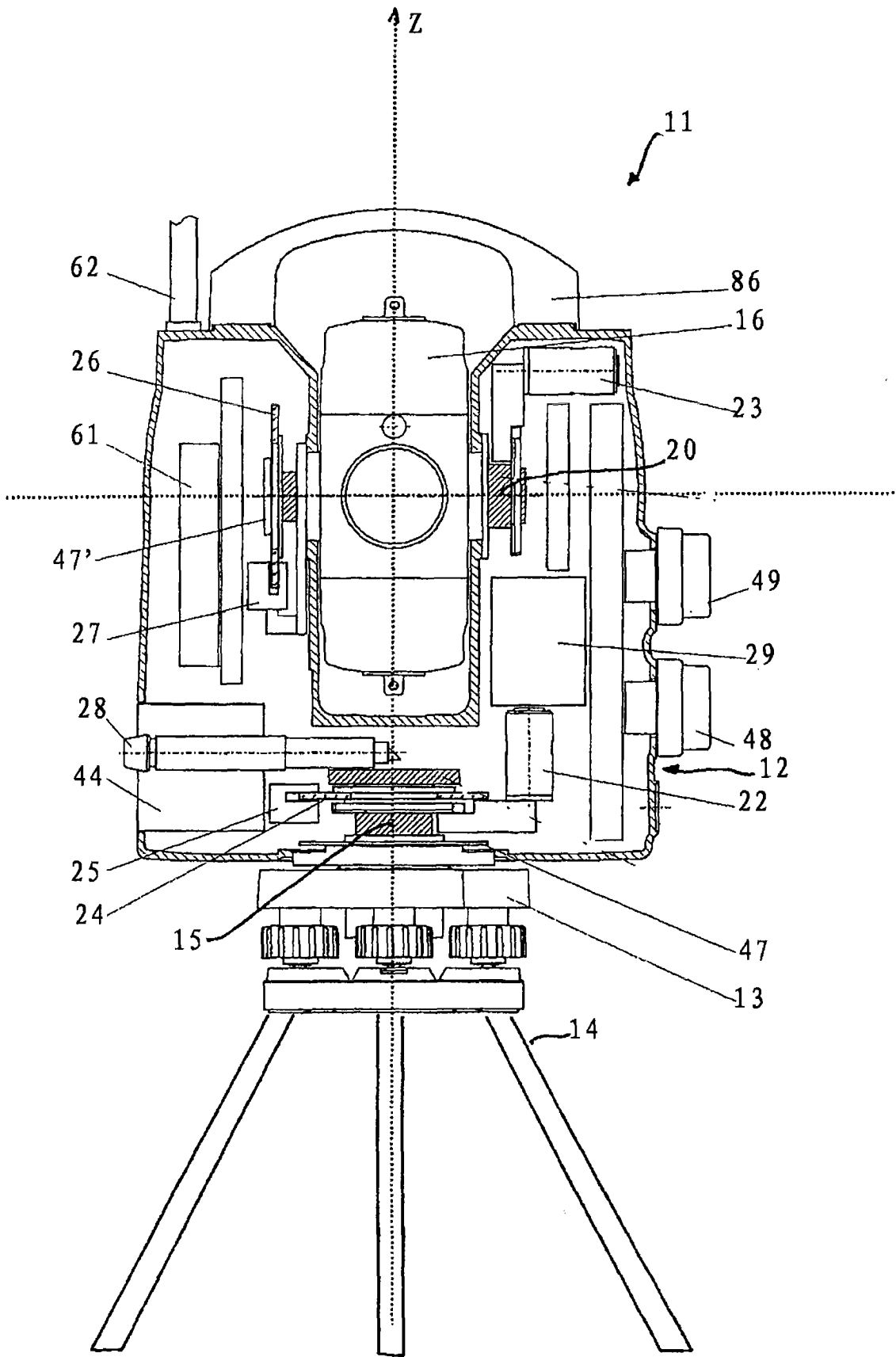


图 3

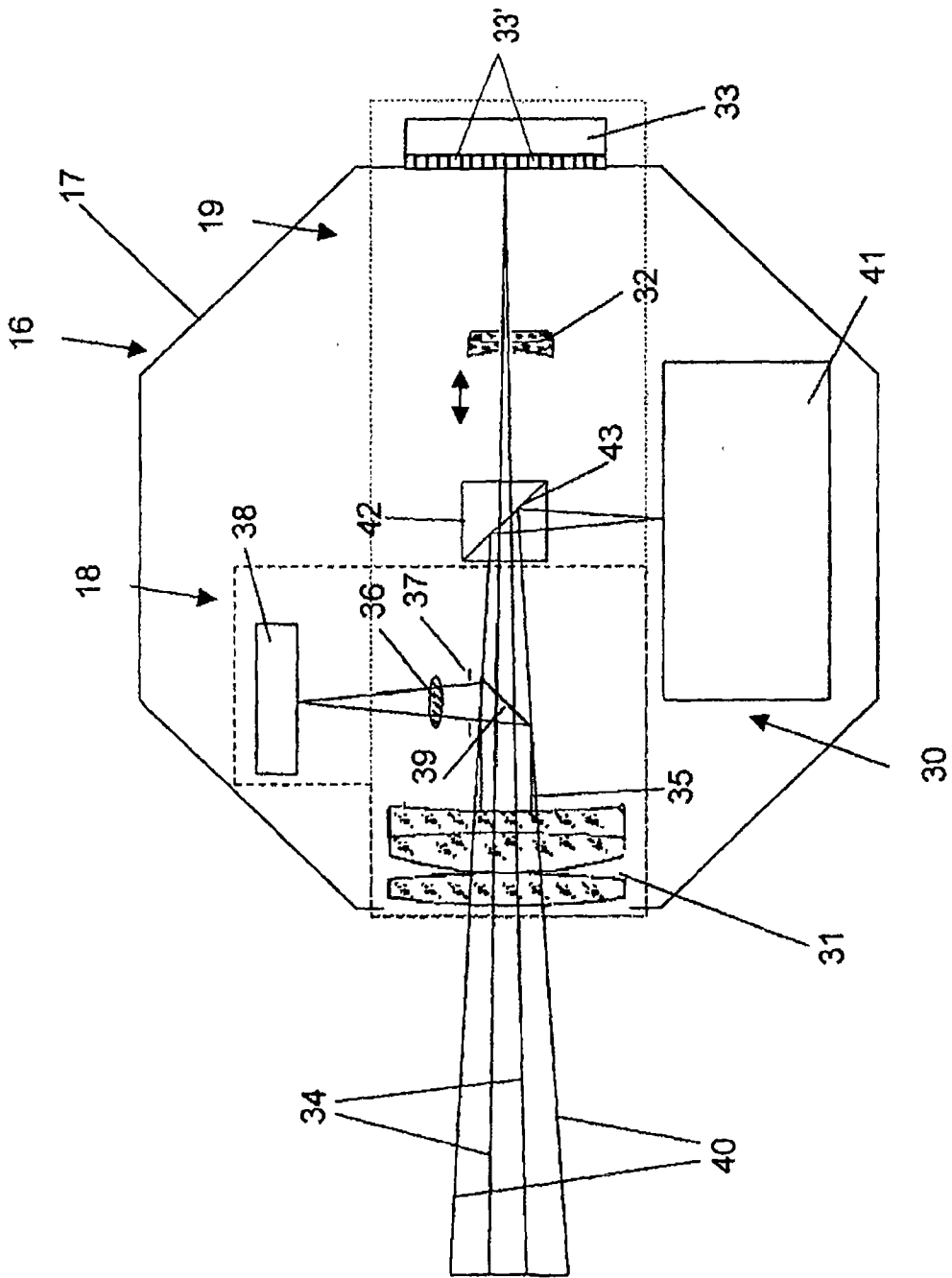


图 4

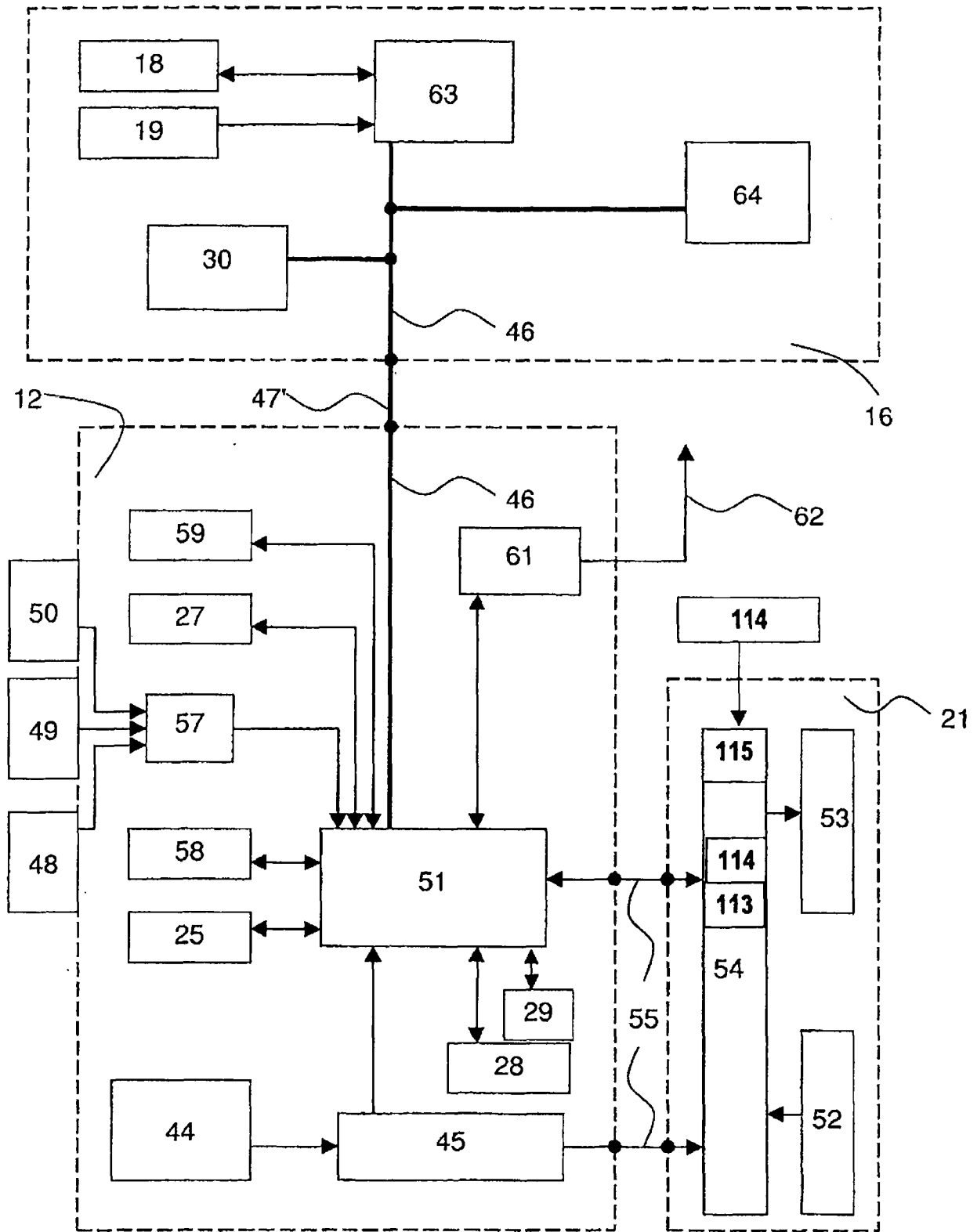


图 5

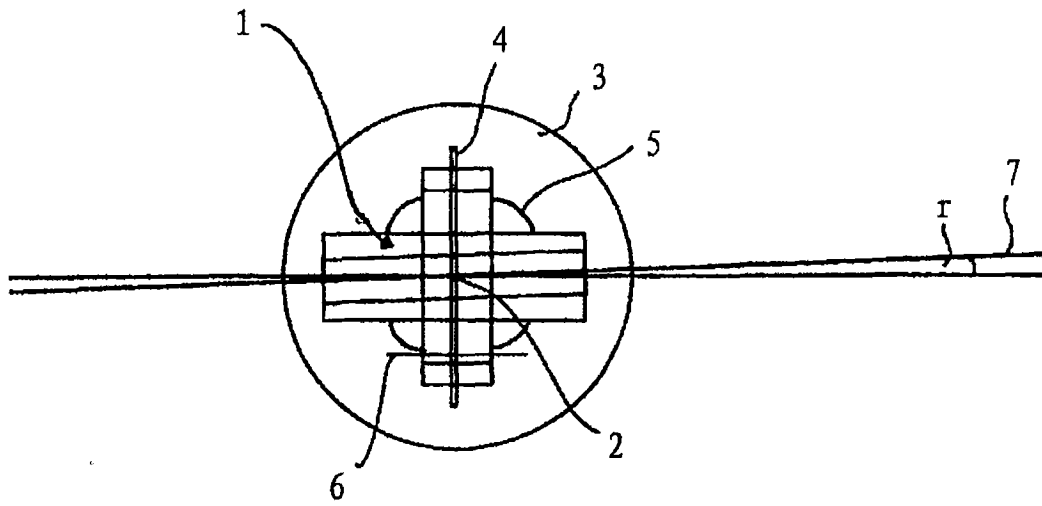


图 6A

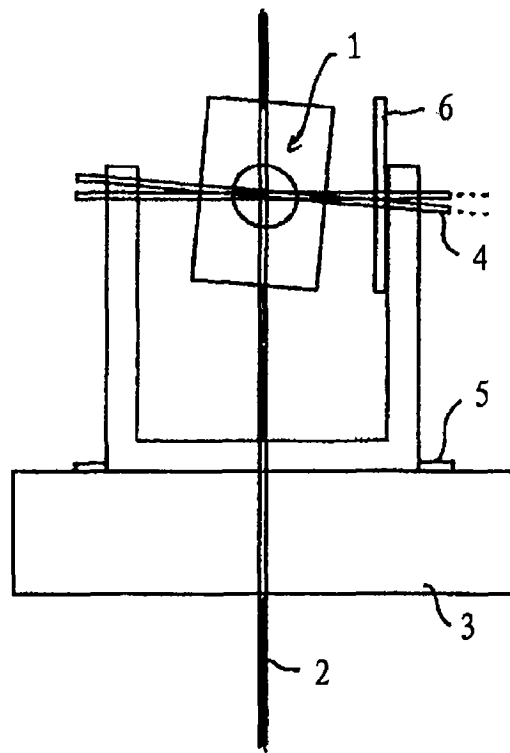


图 6B

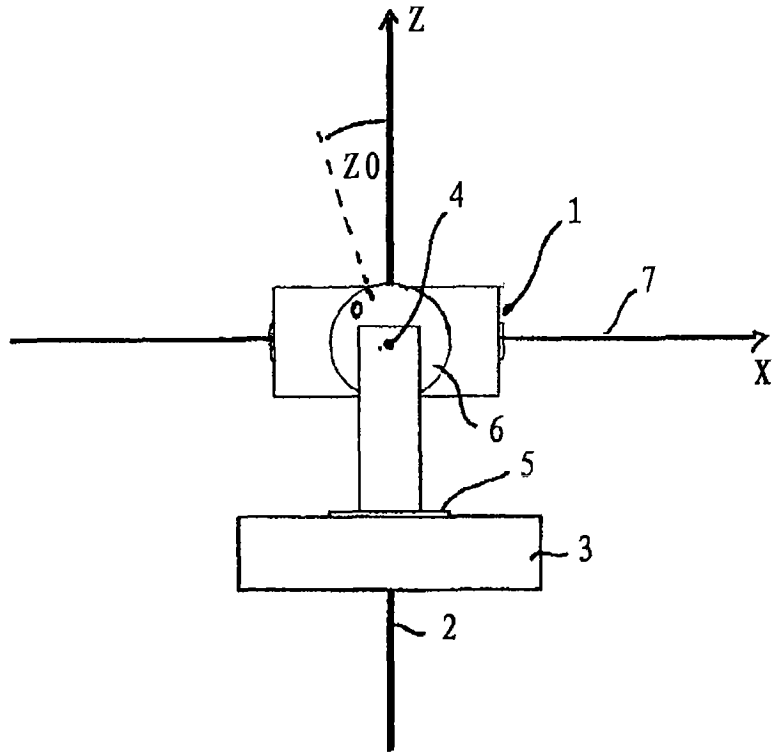


图 6C

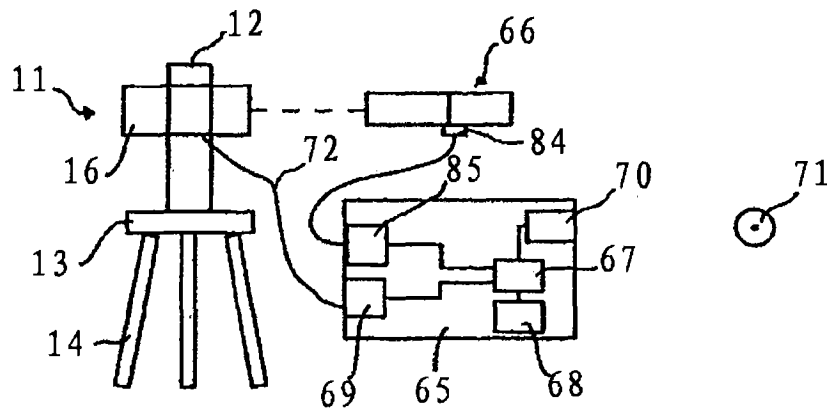


图 7

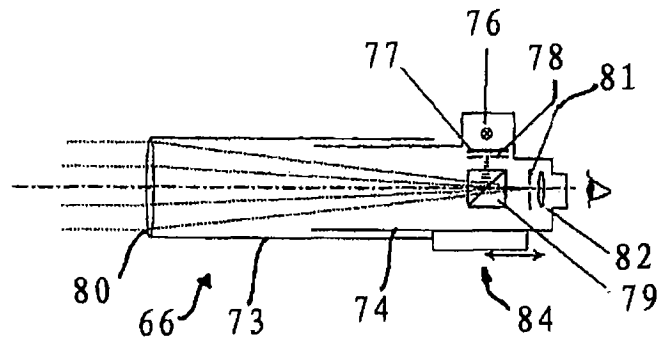


图 8

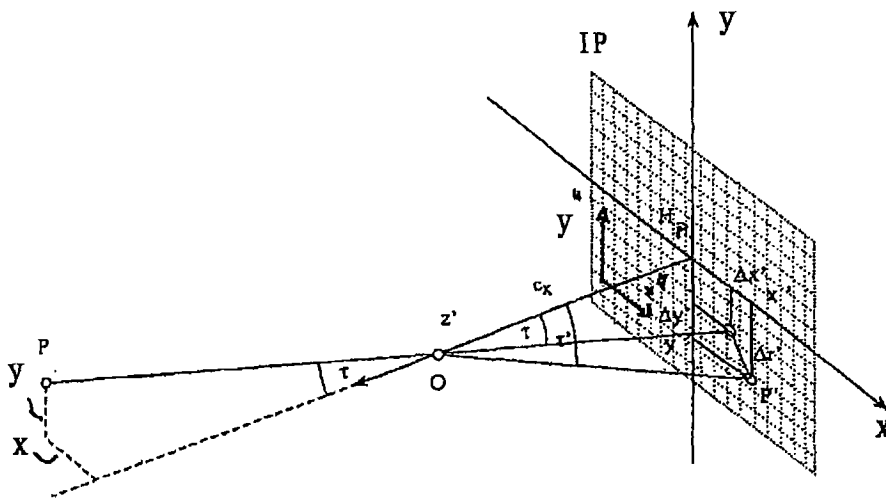


图 9

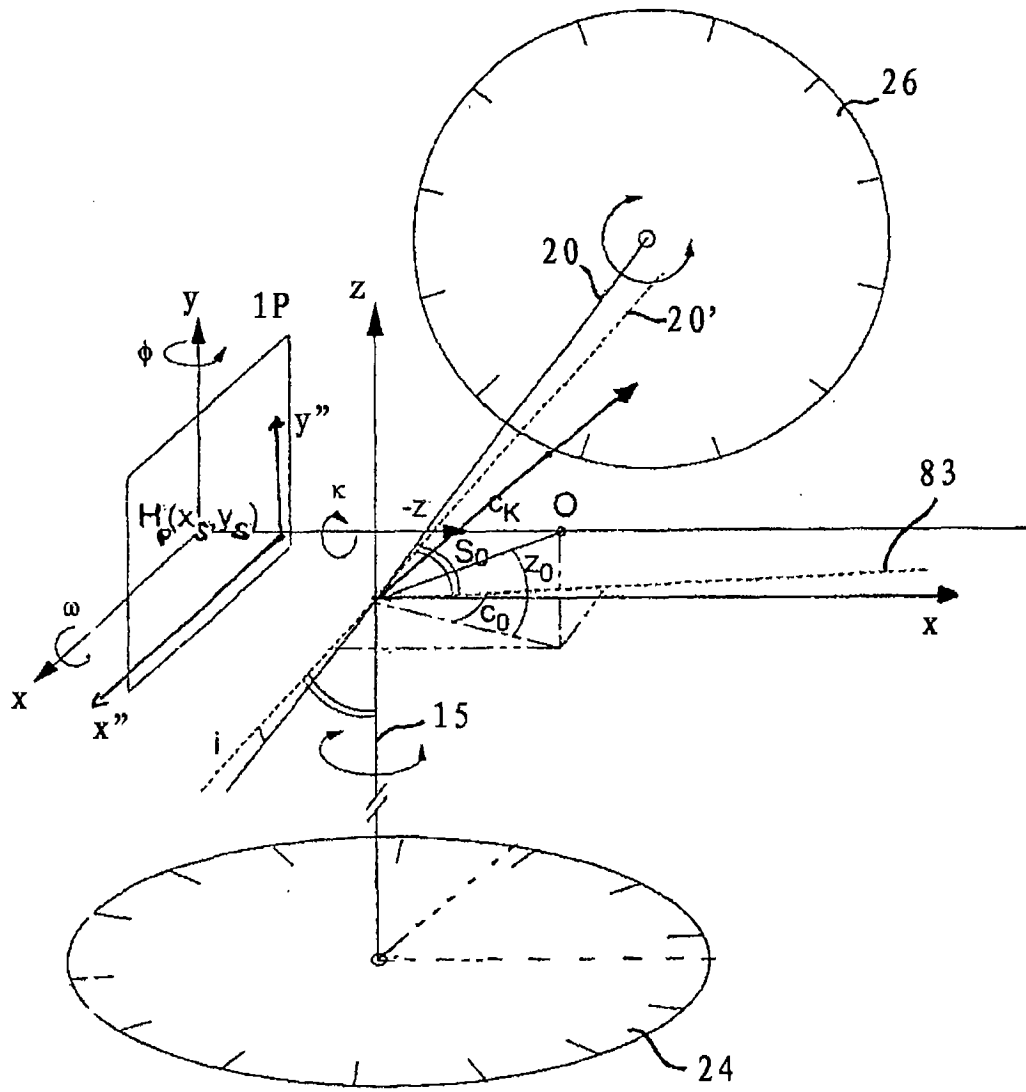


图 10

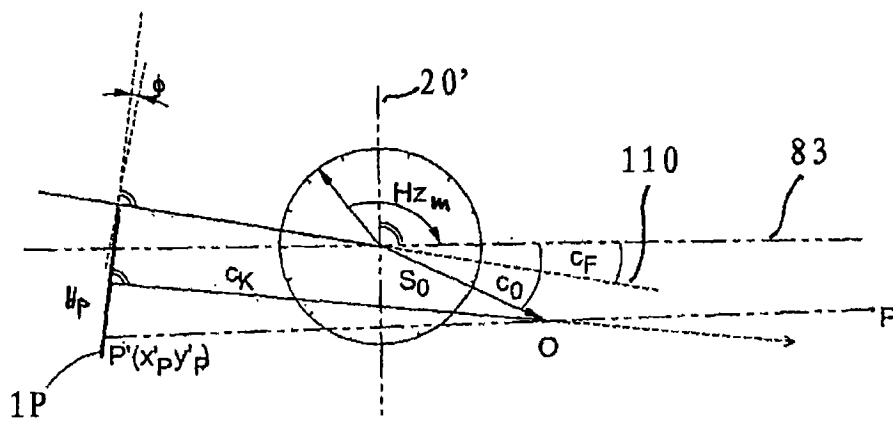


图 11

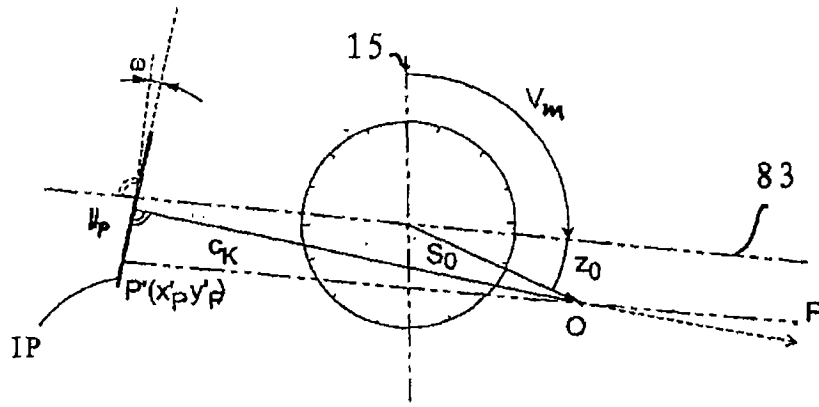


图 12

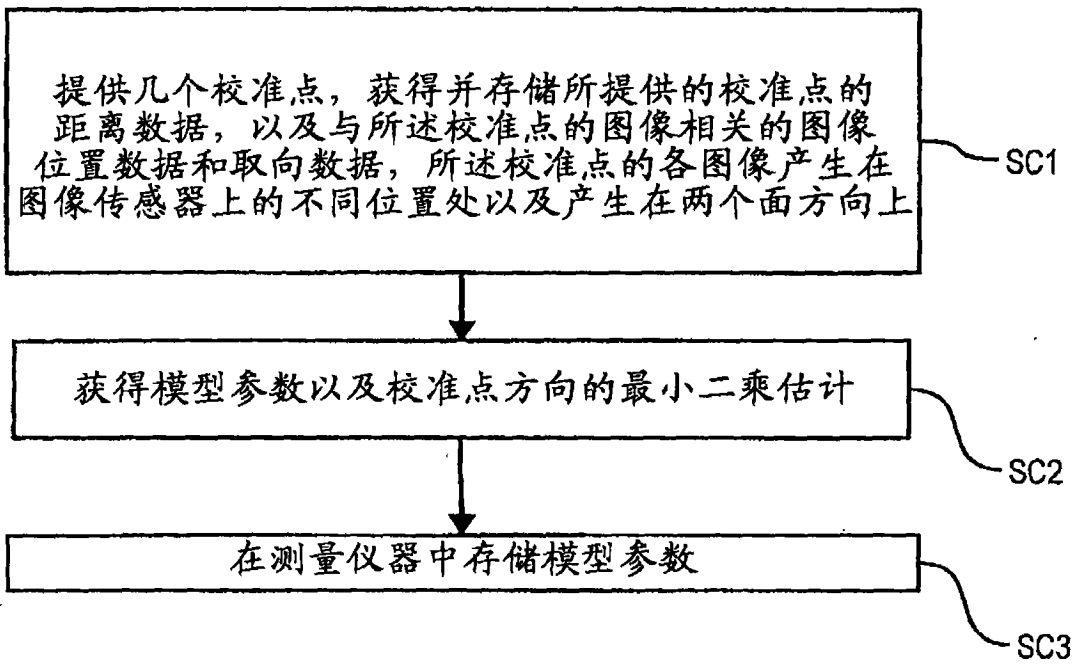


图 13

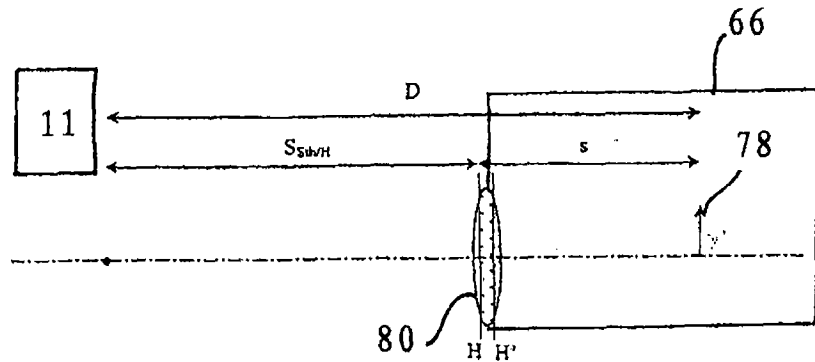


图 14

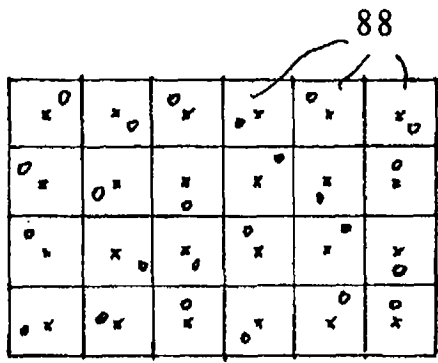


图 15

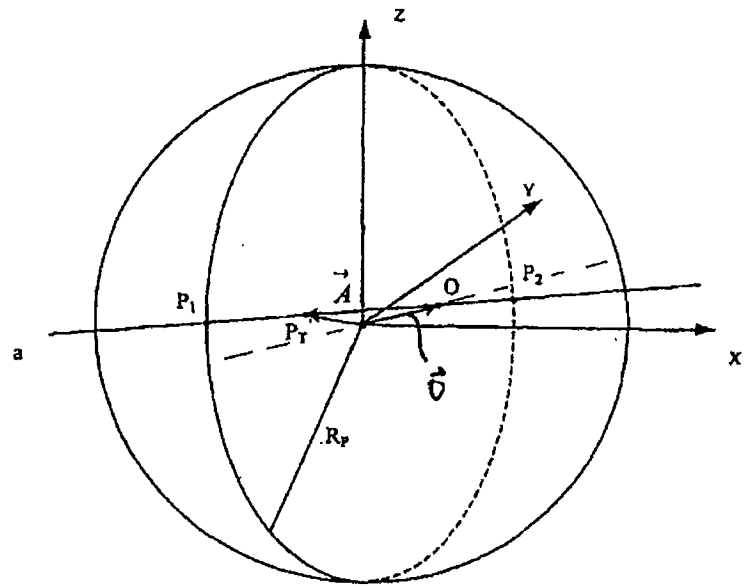


图 16

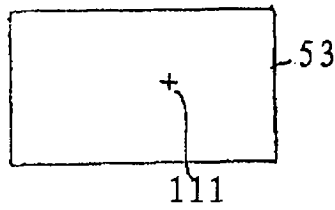


图 17

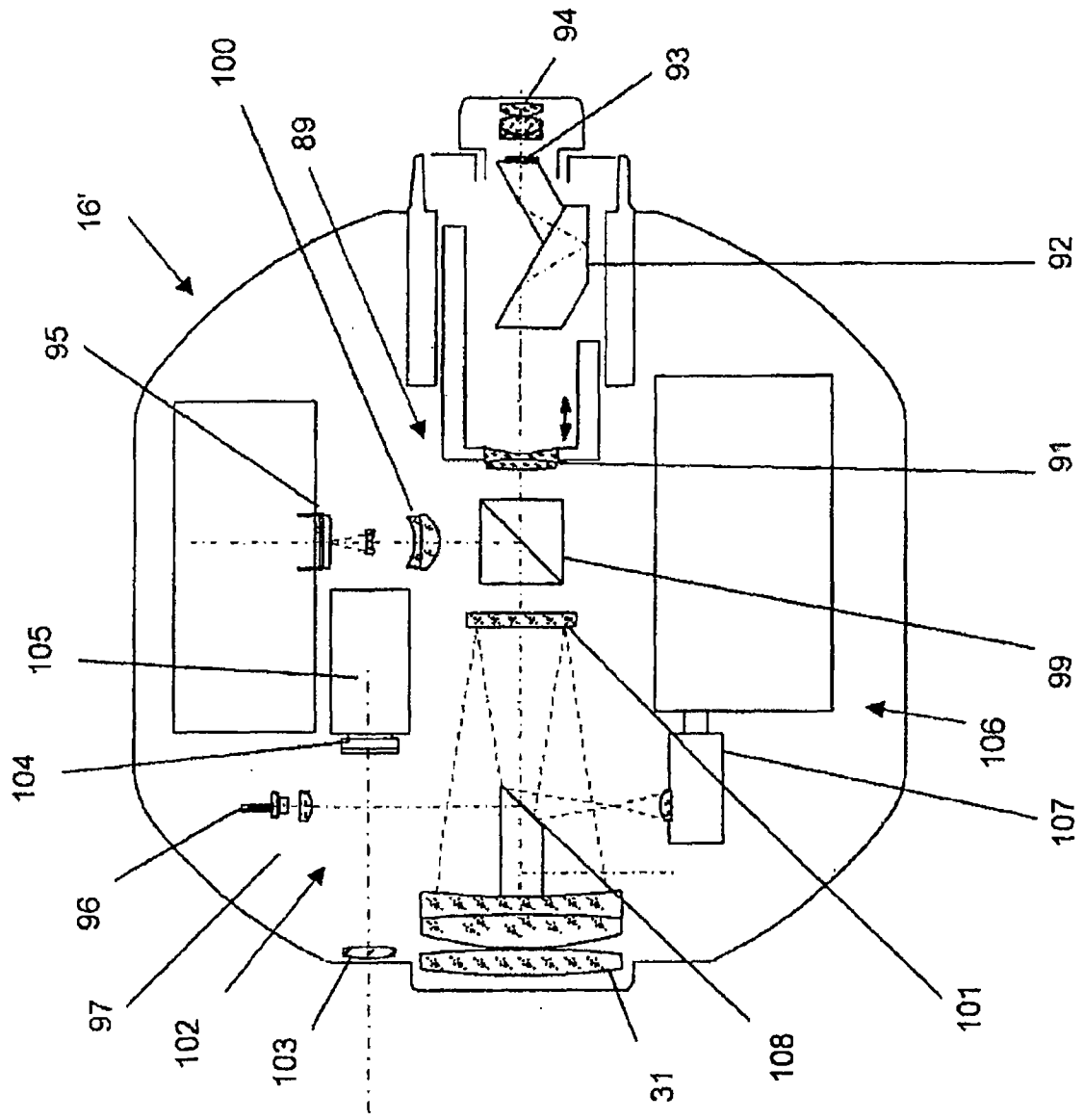


图 29

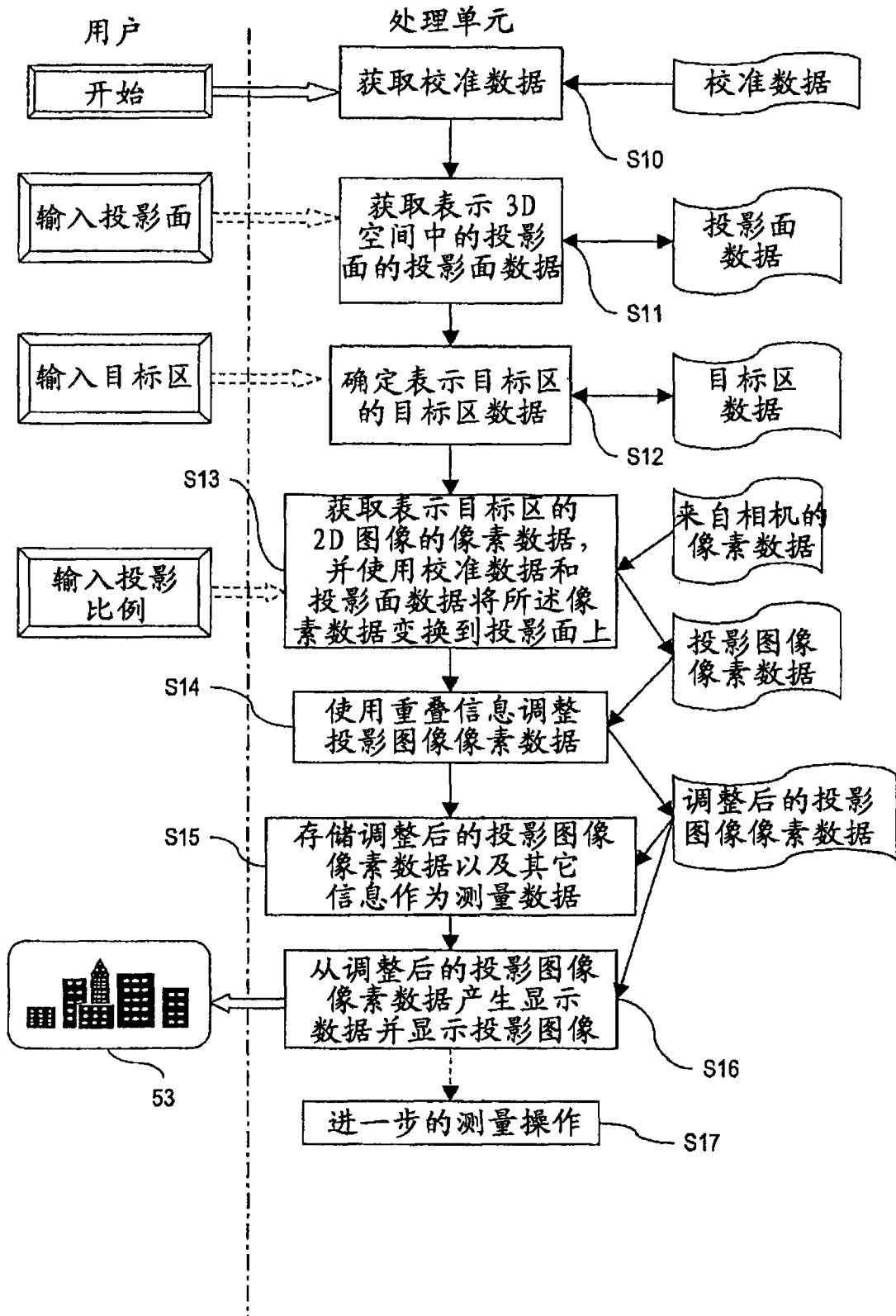


图 18

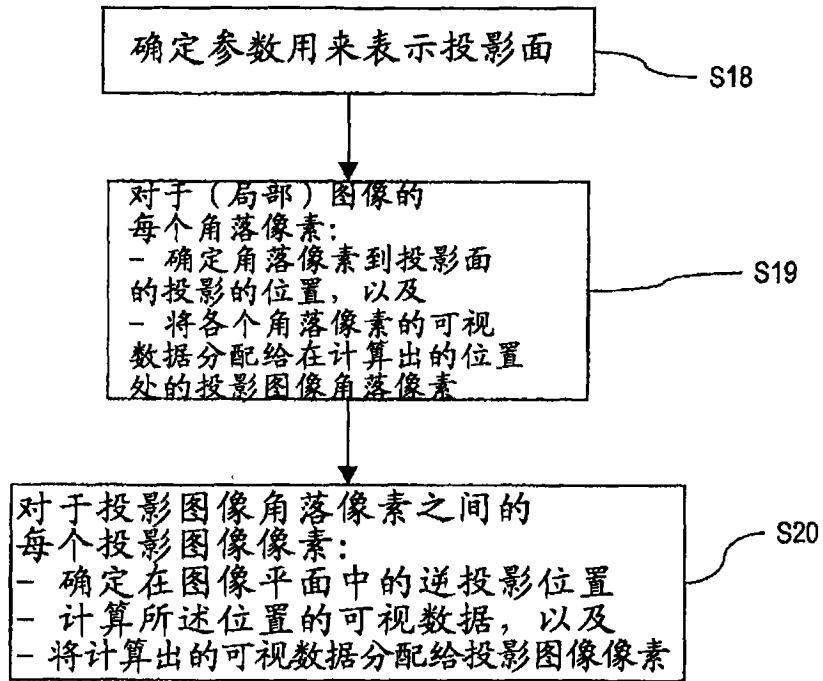


图 19

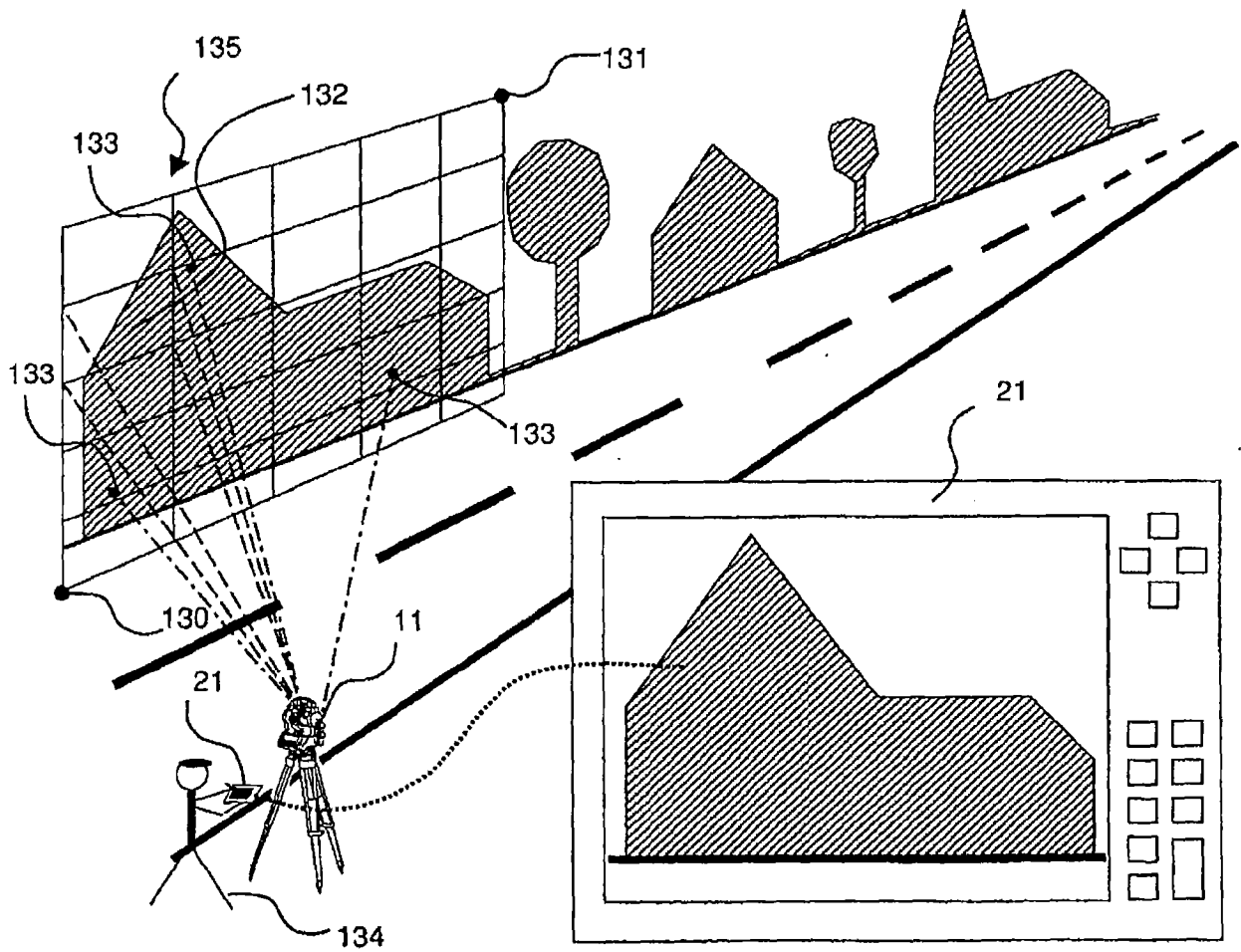


图 20

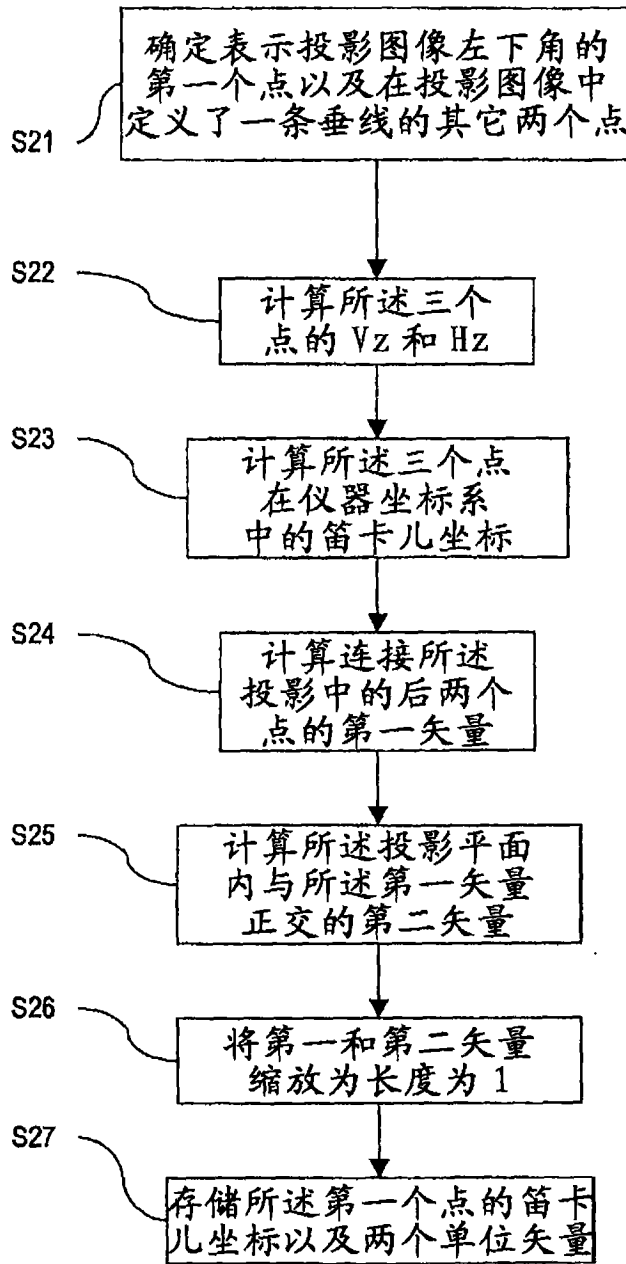


图 21

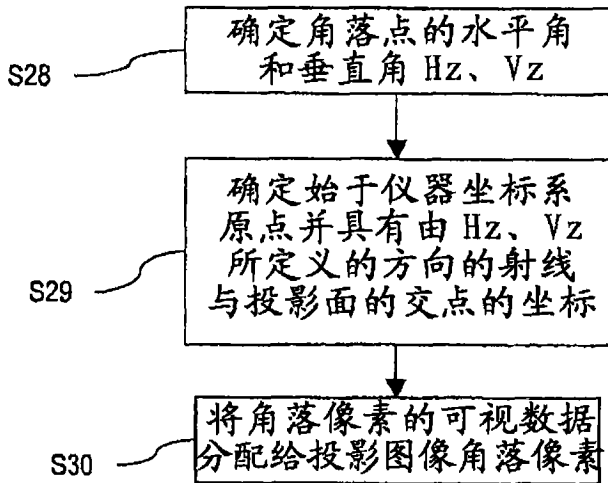


图 22

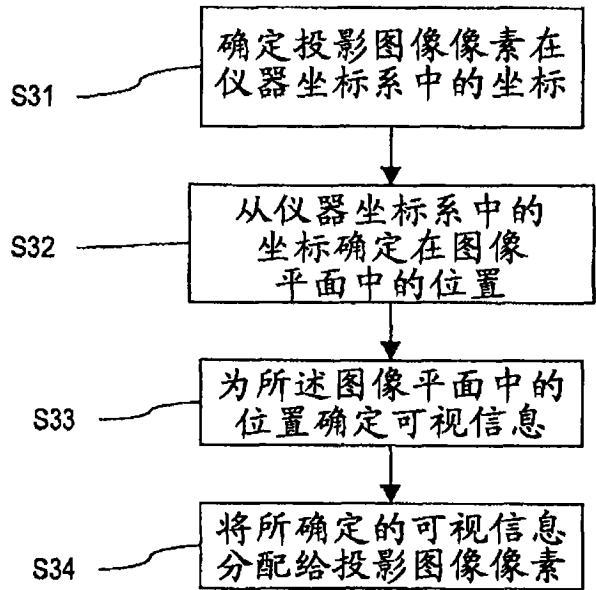


图 23

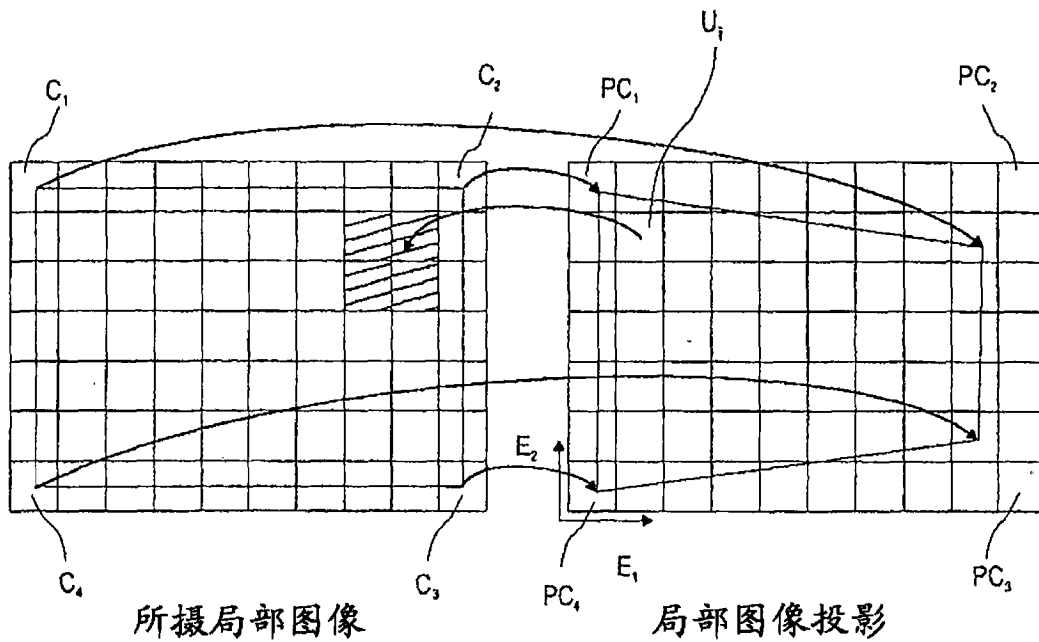


图 24

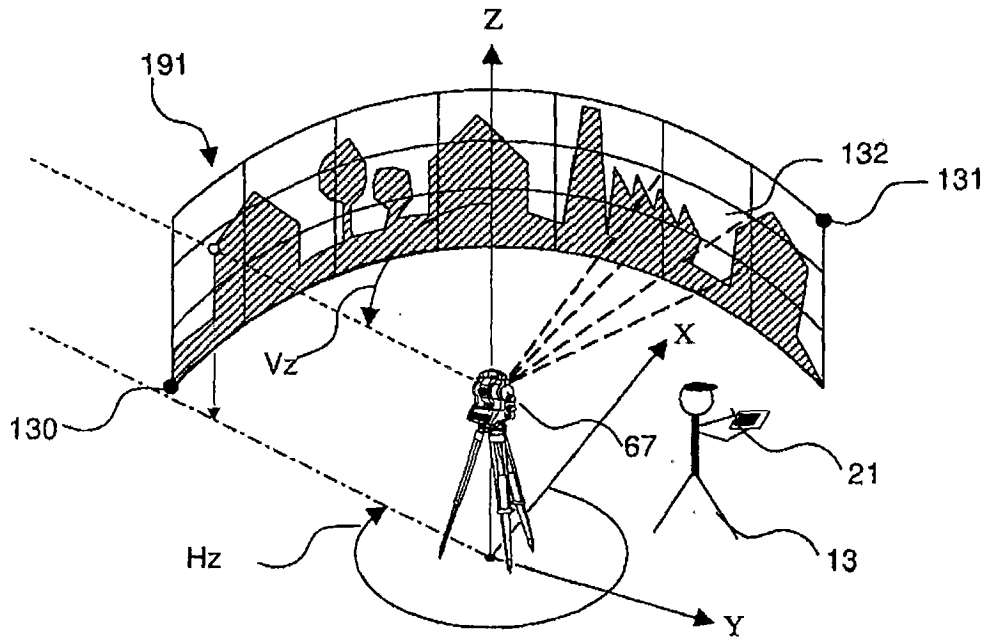


图 25

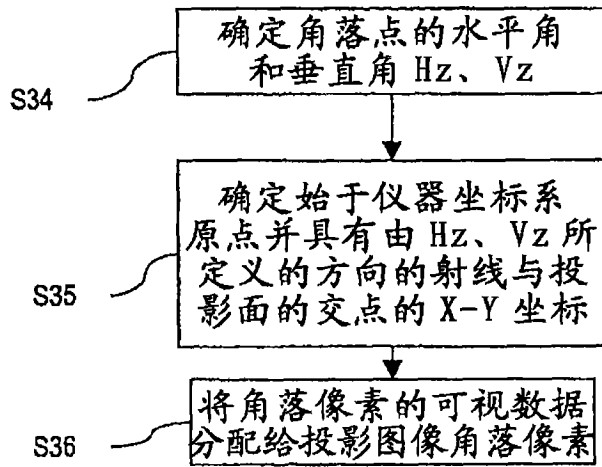


图 26

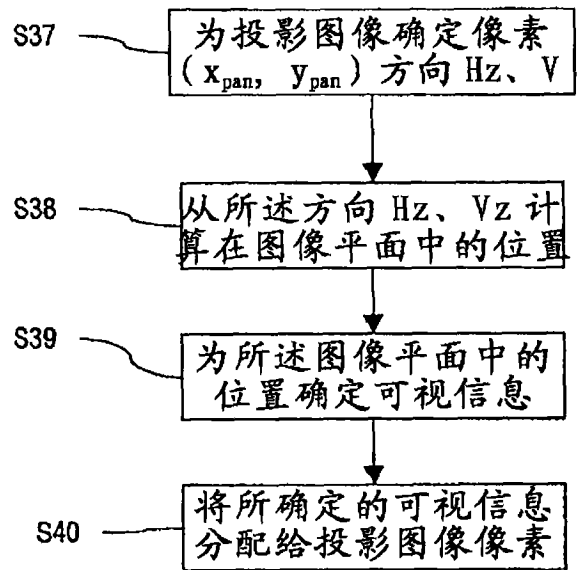


图 27

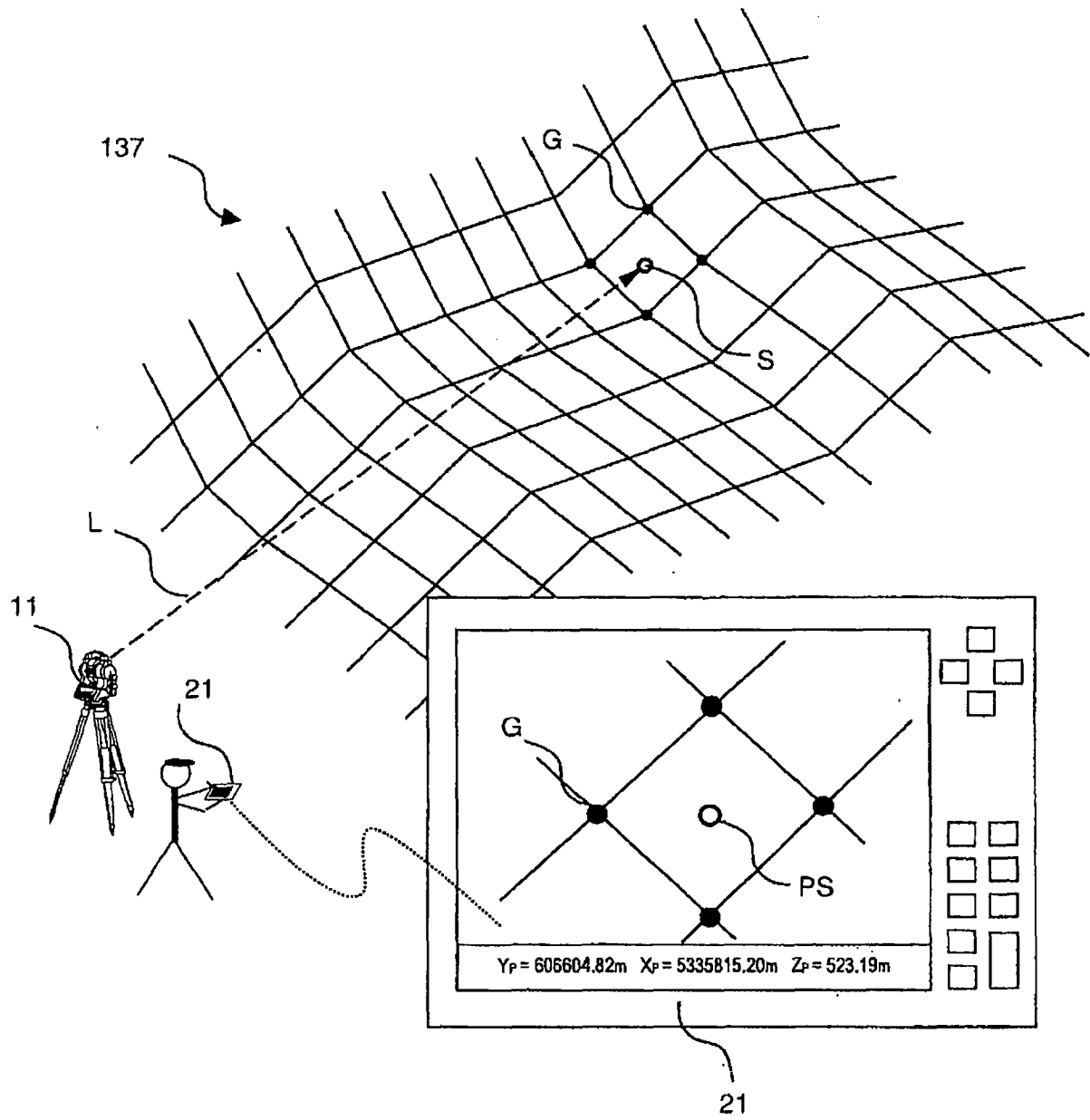


图 28

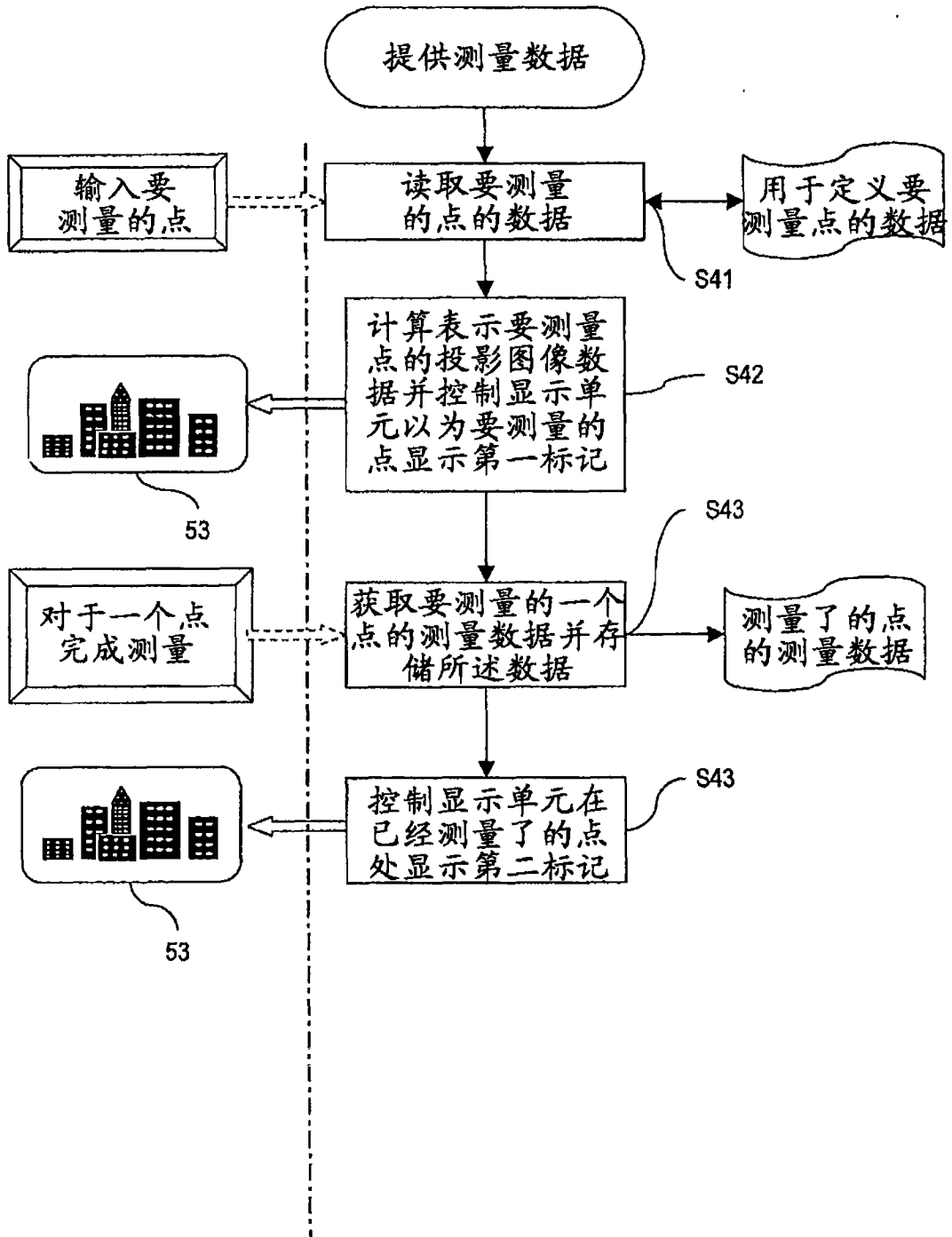


图 30

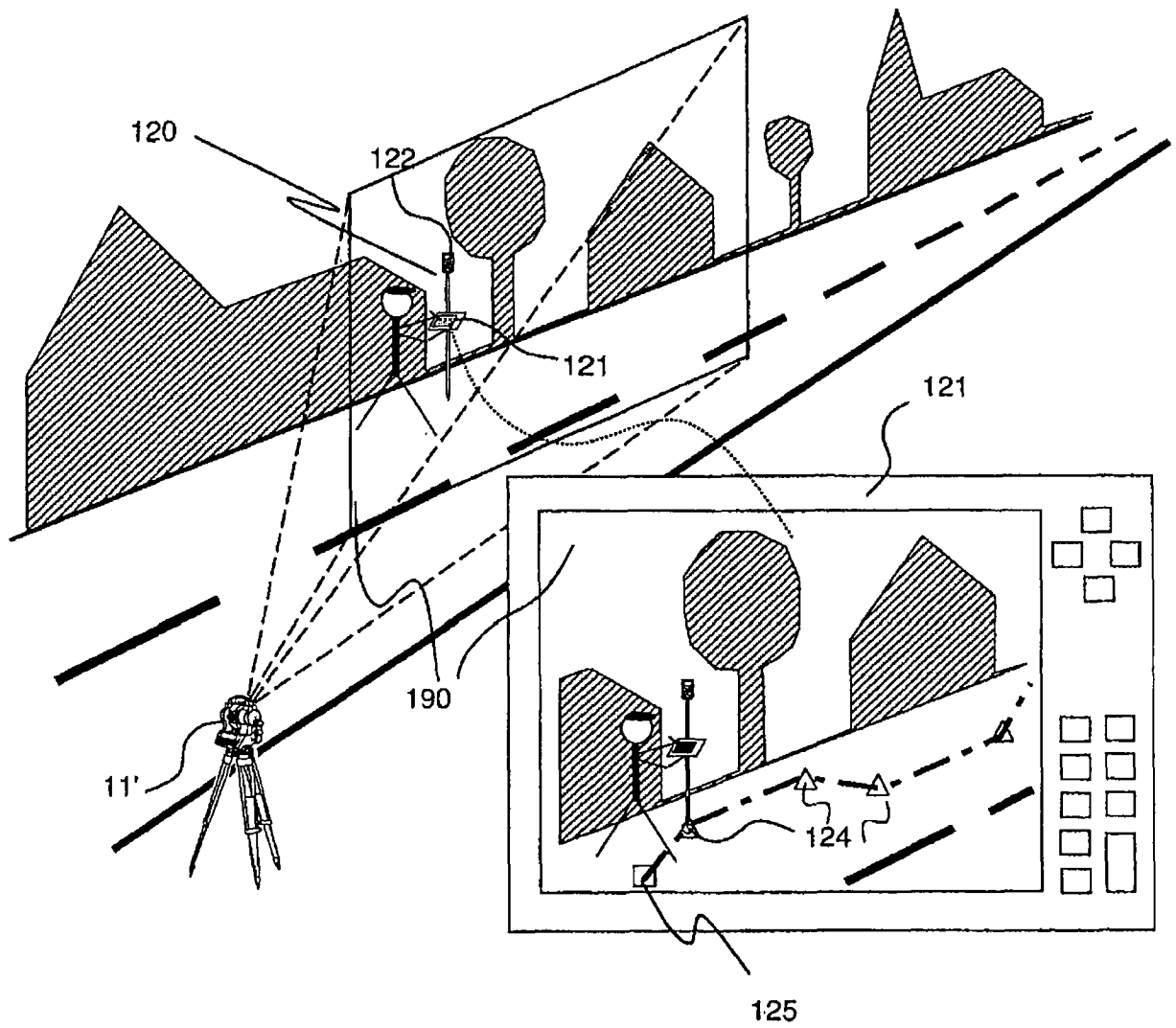


图 31

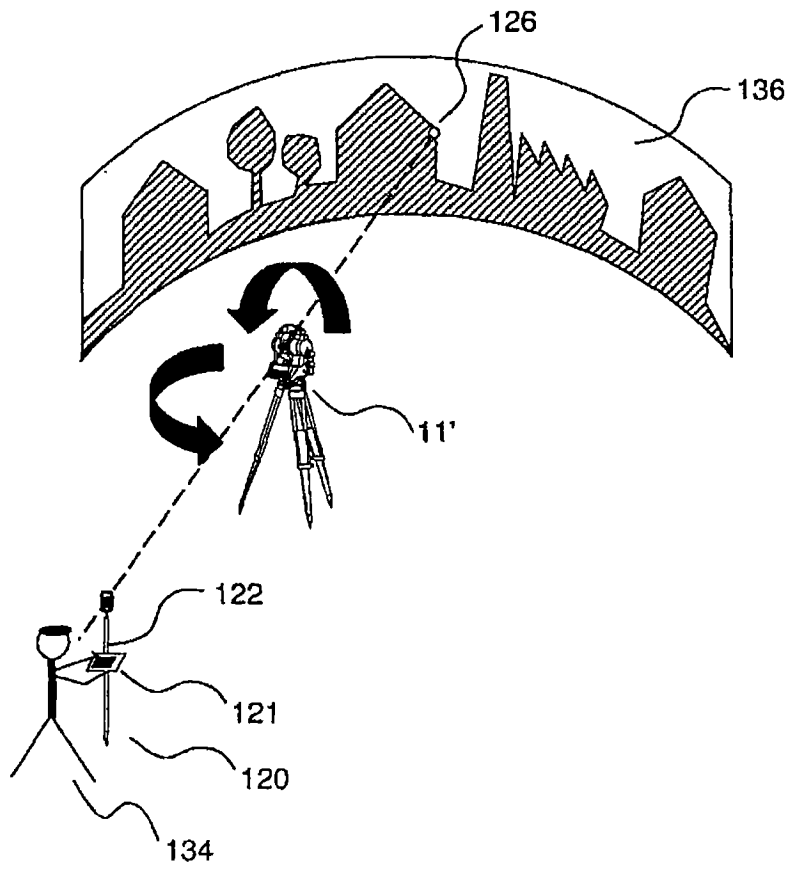


图 32

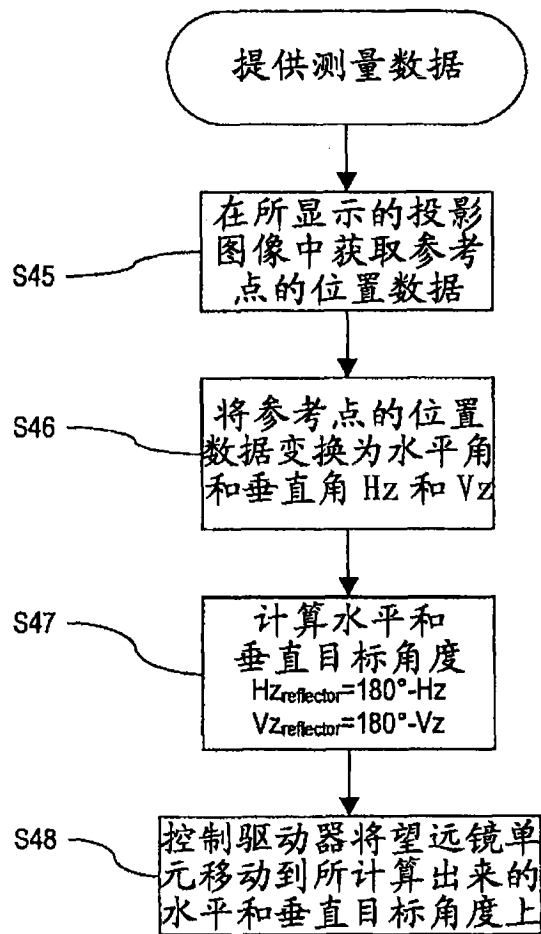


图 33