



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101652628 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200780052344. 5

(22) 申请日 2007. 01. 26

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2009. 09. 25

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/EP2007/000706 2007. 01. 26

(87) PCT申请的公布数据  
W02008/089791 EN 2008. 07. 31

(73) 专利权人 特里伯耶拿有限公司  
地址 德国耶拿

(72) 发明人 T·克卢达斯 M·弗格尔  
C·格雷塞尔 S·斯万霍尔姆

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247  
代理人 杨晓光 杨博

(51) Int. Cl.  
G01C 11/02 (2006. 01)  
G01C 15/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2001-4377 A, 2001. 01. 12, 全文.

CN 1667358 A, 2005. 09. 14, 全文.

WO 00/25089 A1, 2000. 05. 04, 全文.

US 2003/0048438 A1, 2003. 03. 13, 说明书第  
20 段 - 第 115 段、权利要求 1-5、图 1-3.

审查员 汤莎亮

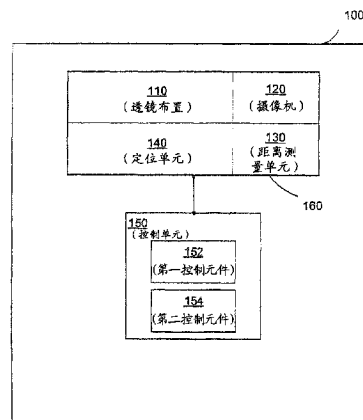
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 16 页

(54) 发明名称

用于获得距离和图像信息的光学仪器和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于获得物体的距离和图像信息的光学仪器和方法,以提高数据采集的速度和精确度。所述仪器包括摄像机、定位单元、距离测量单元、透镜布置和控制单元。摄像机采集物体的图像,而控制单元限定图像中待扫描的区域和物体的测量像素,其中采用到位置的默认距离将测量像素转换成待测量的位置的坐标的近似,并将透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的位置上。在测量了到位置的之后,再次计算坐标,提高了坐标的精确度。



1. 一种光学仪器,其用于获得物体的距离和图像信息,所述光学仪器包括:  
透镜布置,其用于观测所述物体;  
摄像机,其与所述透镜布置的光轴对齐,用于采集所述物体的至少一部分的图像;  
距离测量单元,其用于沿着平行于所述透镜布置的光轴的所述距离测量单元的测量轴测量到所述物体的距离;  
定位单元,其用于相对于至少一个参考轴调节所述透镜布置的光轴;以及  
控制单元,其包括:  
第一控制元件,其适合于限定所述图像中待扫描的区域、获得所述区域中所述物体的多个测量像素、以及采用多个位置和所述光学仪器之间的默认距离通过使用转换算法将所述多个测量像素转换成待测量的所述多个位置的坐标的近似,以及  
第二控制元件,其适合于指示所述定位单元将所述透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的多个位置上,并指示所述距离测量单元测量到所述多个位置的距离,  
其中所述第一控制元件进一步适合于根据所测量的距离通过使用所述转换算法再次计算所述多个位置的坐标。
2. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于通过操作员选择所述区域中所述多个测量像素来获得所述物体的所述多个测量像素,或通过使用用于探测所述区域中所述多个测量像素的探测算法处理所述图像中的所述区域来获得所述物体的所述多个测量像素。
3. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于通过操作员选择所述图像中的所述区域来限定所述待扫描的区域,或通过使用用于探测所述图像中的所述区域的探测算法处理所述图像来限定所述待扫描的区域。
4. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于获得所述区域中的所述物体的物体特征并限定所述区域中位于所述物体的核心位置处的多个测量像素。
5. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于限定所述待扫描的区域中的具有高测量像素密度的区、具有低测量像素密度的区和无测量像素的区中的至少一个。
6. 如权利要求 5 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于通过操作员选择所述区域中的所述区来限定所述区,或者通过使用用于探测所述区域中的所述区的探测算法处理所述区域来限定所述区。
7. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第二控制元件适合于按使对所述透镜布置的光轴的调节最小化的顺序扫描所述区域中的测量像素。
8. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于通过将轮廓的二维表示引入所述区域中并通过将所述区域中的所述轮廓的所述二维表示的轮廓线处的多个像素选择为测量像素,来获得所述区域中的所述多个测量像素。
9. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件进一步适合于通过连接所述多个测量像素以便所述多个测量像素构成多边形的角来限定所述待扫描的区域,并适合于在由所述多边形限定的所述区域中限定待测量的多个多边形位置。
10. 如权利要求 9 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于通过操作员选择所述区域中的所述多个多边形位置来限定所述区域中的所述多个多边形位置,或者通过使用

用于探测所述区域中的所述物体的物体特征的探测算法处理所述区域来限定多边形测量像素。

11. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述图像至少包括第一子图像和第二子图像,并且这至少两个子图像包括所述多个测量像素。

12. 如权利要求 11 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件进一步适合于在所述第一子图像和所述第二子图像的多个测量像素之间限定待测量的其它位置。

13. 如权利要求 12 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于通过沿着连接至少两个测量像素的线限定所述其它位置,或通过利用外插算法来对由探测算法所探测到的所述第一子图像和所述第二子图像中的至少一个子图像中的所述物体的边缘或其它物体特征进行外插,来处理所述第一子图像和所述第二子图像中的至少一个,由此来限定待测量的所述其它位置。

14. 如权利要求 9 所述的光学仪器,其中所述第二控制元件适合于指示所述定位单元将所述透镜布置的光轴顺序地调节到所述多个多边形位置或者其它位置上,以及指示所述距离测量单元测量到所述多个多边形位置或其它位置的距离。

15. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述转换利用转换算法使用到所述多个位置的距离来执行。

16. 如权利要求 1 所述的光学仪器,其中所述第一控制元件适合于计算构成所述图像所需要的子图像的数量。

17. 一种用于获得物体的距离和图像信息的方法,所述方法包括:

使用透镜布置观测所述物体;

使用与所述透镜布置的光轴对齐的摄像机来采集所述物体的至少一部分的图像;

限定所述图像中待扫描的区域;

获得所述区域中所述物体的多个测量像素;

采用到待测量的多个位置的默认距离通过使用转换算法将所述多个测量像素转换成所述多个位置的坐标的近似;

将所述透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的所述多个位置;

测量到所述多个位置的距离;以及

根据所测量的距离通过使用所述转换算法再次计算所述多个位置的坐标。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其中通过操作员选择所述区域中的所述多个测量像素来获得所述区域的所述多个测量像素,或者通过使用用于探测所述区域中的所述多个测量像素的探测算法处理所述图像中的所述区域来获得所述区域的所述多个测量像素。

19. 如权利要求 17 所述的方法,其中通过操作员选择所述图像中的所述区域来限定所述待扫描的区域,或者通过使用用于探测所述图像中的所述区域的探测算法处理所述图像来限定所述待扫描的区域。

20. 如权利要求 17 所述的方法,进一步包括获得所述区域中所述物体的物体特征以及限定所述区域中位于所述物体的核心位置处的所述多个测量像素。

21. 如权利要求 17 所述的方法,进一步包括限定所述待扫描的区域中的具有高测量像素密度的区、具有低测量像素密度的区和无测量像素的区中的至少一个。

22. 如权利要求 21 所述的方法,其中通过操作员选择所述区域中的所述区来限定所述

区,或者通过使用用于探测所述区域中的所述区的探测算法处理所述区域来限定所述区。

23. 如权利要求 17 所述的方法,其中所述区域中的所述测量像素按最小化所述透镜布置的光轴的调节的顺序被扫描。

24. 如权利要求 17 所述的方法,其中通过将轮廓的二维表示引入所述区域以及通过将所述区域中的所述轮廓的所述二维表示的轮廓线处的多个像素选择为测量像素,来获得所述区域中的所述多个测量像素。

25. 如权利要求 17 所述的方法,其中通过连接所述多个测量像素以便所述多个测量像素构成多边形的角来限定所述待扫描的区域,并在由所述多边形限定的区域中限定待测量的多个多边形位置。

26. 如权利要求 25 所述的方法,其中所述区域中的所述多个多边形位置通过操作员选择所述区域中的所述多个多边形位置来限定,或者其中多边形测量像素通过使用用于探测所述区域中的所述物体的物体特征的探测算法处理所述区域来限定。

27. 如权利要求 17 所述的方法,其中所述图像至少包括第一子图像和 第二子图像,并且这至少两个所述子图像包括所述多个测量像素。

28. 如权利要求 27 所述的方法,进一步包括在所述第一子图像的多个测量像素和所述第二子图像的多个测量像素之间限定待测量的其它位置。

29. 如权利要求 28 所述的方法,其中通过沿着连接至少两个测量像素的线限定所述其它位置,或者通过利用外插算法来对由探测算法所探测到的所述第一子图像和所述第二子图像中的至少一个子图像中的所述物体的边缘或者其它物体特征进行外插,来处理所述第一子图像和所述第二子图像中的至少一个,由此来限定待测量的所述其它位置。

30. 如权利要求 25 所述的方法,进一步包括将所述透镜布置的光轴顺序地调节到所述多个多边形位置或其它位置上,以及测量到所述多个多边形位置或其它位置的距离。

31. 如权利要求 17 所述的方法,其中利用转换算法使用到所述多个位置的距离来执行所述转换。

32. 如权利要求 17 所述的方法,进一步包括计算构成所述图像所需要的子图像的数量。

33. 一种用于获得物体的距离和图像信息的设备,包括:

用于使用透镜布置观测所述物体的装置;

用于使用与所述透镜布置的光轴对齐的摄像机来采集所述物体的至少一部分的图像的装置;

用于限定所述图像中待扫描的区域的装置;

用于获得所述区域中所述物体的多个测量像素的装置;

用于采用到待测量的多个位置的默认距离通过使用转换算法将所述多个测量像素转换成所述多个位置的坐标的近似的装置;

用于将所述透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的所述多个位置的装置;

用于测量到所述多个位置的距离的装置;以及

用于根据所测量的距离通过使用所述转换算法再次计算所述多个位置的坐标的装置。

## 用于获得距离和图像信息的光学仪器和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于获得物体的距离和图像信息的光学仪器和方法。

### 背景技术

[0002] 光学仪器,特别是诸如视频测速仪或视频全站仪的光学仪器包括复杂布置的光学元件,例如望远镜的透镜、摄像机和距离测量装置,用于获得关于物体的形状和位置的信息。该信息可包括水平和垂直角以及到物体的距离和物体的图像。该信息可接着用于创建物体的三维表示。

[0003] 然而,在使用这样的光学仪器采集图像之后,三维数据的采集是耗费时间的。例如,为了测量三维栅格,仪器必须通过使距离测量单元垂直转动 (tilting) 和水平转动 (panning) 来连续地扫描,并测量相应于栅格中的点的每个位置,这是耗费时间的。

[0004] 为了产生栅格,希望获得对相应于图像中的多个像素的多个位置的距离测量。但是摄像机所拍摄的像素与待测量的位置之间的对应性可能不是线性的,使得获得待测量的准确位置的坐标很难,因而距离测量可能会改变。因此,在定位和距离测量中需要更高的准确性。

[0005] 具有成像、方向和距离测量能力的其它光学测量仪器常常包括用于获得图像、方向和距离信息的扫描装置,其中使用用于激光束偏转的快速旋转多面镜。特别地,距离测量装置的激光束被扫描在物体上,同时到物体上位置的距离被测量,且例如由水平和垂直角指示的、相对于仪器的原点或镜位置到物体上的位置的方向被记录。

[0006] 这样的仪器能够以视频速率提供包括物体上每个被扫描位置的距离信息的物体的图像。因此,可获得相应于所测量的位置的多个数据点,其中 每个数据点可包括三维信息。当然,对分辨率的要求越高,就需要获得越多的数据点,导致必须被处理的大量信息,这常常只有在离线时才可能。

[0007] 虽然上面讨论的仪器可获得对很多应用有足够的分辨率的物体的三维表示,但一些应用仍需要更高的分辨率和更高的精确度。而且,在镜扫描系统中,不可能获得完全相同的位置的第二距离测量,因为不可能在例如旋转多面镜上两次获得完全相同的激光束偏转。进一步,因为通常必须回到办公中离线地完成大量数据的处理,操作员不能现场返回所关注的特征。因此,虽然对整个扫描区域来说获得了相当高的分辨率,但如果必须将扫描区域中的相应于所关注的一些特征的数据分离出来,则这变成一个缺点。

[0008] 发明内容

[0009] 因此希望提供一种具有提高的数据采集的光学仪器和方法,其用于提高图像采集以及距离测量的精确度和速度。

[0010] 根据一个实施例,用于获得物体的距离和图像信息的光学仪器包括:透镜布置,其用于观测物体;摄像机,其与透镜布置的光轴对齐,用于采集物体的至少一部分的图像;距离测量单元,其用于沿着平行于透镜布置的光轴的距离测量单元的测量轴测量到物体的距离;定位单元,其用于相对于至少一个参考轴调节透镜布置的光轴;以及控制单元,其具有

第一控制元件和第二控制元件,第一控制元件适合于限定图像中待扫描的区域、获得区域中物体的多个测量像素以及采用多个位置和光学仪器之间的默认距离通过使用转换算法将多个测量像素转换成待测量的多个位置的坐标的近似,而第二控制元件适合于指示定位单元将透镜布置的光轴调节到待测量的多个位置上,并指示距离测量单元测量到多个位置的距离,其中第一控制元件进一步适合于根据所测量的距离通过使用所述转换算法再次计算多个位置的坐标。因此,物体上多个位置的水平和垂直方向以及距离可被精确和快速地测量,因为定位单元用于对每次测量重新调节透镜布置的光轴,以及位置的确切坐标根据所测量的距离被再次计算,组成迭代过程。

[0011] 根据一个有利的例子,第一个控制元件适合于通过操作员选择区域中的多个测量像素来获得物体的多个测量像素,或者通过使用用于探测区域中的多个测量像素的探测算法处理图像中的区域来获得物体的多个测量像素。因此,操作员可首先研究图像中所关注的位置,或者可使用自动探测算法,例如自动图像处理算法,来将待测量的位置减少到代表所关注的区域的位置的显著位置。

[0012] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于通过操作员选择图像中的区域来限定待扫描的区域,或通过使用用于探测图像中的区域的探测算法处理图像来限定待扫描的区域。因此,可避免测量图像中每个位置的距离,且操作员可首先研究图像中所关注的区域,或可使用自动探测算法来将待扫描的区域减小到所探测的物体。

[0013] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于获得区域中的物体的物体特征并限定区域中位于物体的核心位置处的多个测量像素。因此,代替获得不关注的距离信息,物体特征由操作员或者探测算法选择,且核心位置例如接近于物体特征的位置被限定,以进一步减小待扫描的区域并获得对物体特征的位置的良好近似。

[0014] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于在待扫描的区域中限定具有高测量像素密度的区、具有低测量像素密度的区以及没有测量像素的区中的至少一个。因此,区域中不同的区可使用不同的优先级限定,以便减少位置调节和测量距离的时间以及数据量。

[0015] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于通过操作员选择区域中的区来限定区或通过使用用于探测区域中的区的探测算法处理区域来限定区。因此,操作员可首先研究待扫描的区域以例如使用不同的优先级准确地限定区,或可选地,探测算法可在这方面自动提供快速分类。

[0016] 根据另一有利的例子,第二控制元件适合于按最小化透镜布置的光轴的调节的顺序扫描区域中的测量像素。因此,当例如扫描环形物体时,可避免传统的水平线扫描,更确切地,物体可例如在绕其圆周被扫描,以便环形周围的测量像素随后以对每个步长透镜布置的光轴的调节最小的方式被扫描,减少了测量时间。

[0017] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于通过将轮廓的二维表示引入区域中并通过在区域中选择轮廓的二维表示的轮廓线处的多个像素作为测量像素,来获得区域中的多个测量像素。因此,测量像素在待扫描的区域中的分布可根据待测量的物体的实际轮廓来调节,例如当测量隧道中的位置时的圆柱形轮廓。

[0018] 根据另一有利的实施例,第一控制元件进一步适合于通过连接多个测量像素以便多个测量像素构成多边形的角来限定待扫描的区域,并在由多边形限定的区域中限定待测量的多个多边形位置。因此,待扫描的区域容易由构成区域的少量测量像素限定,并且其余

的多边形位置可被精确地测量,而不用对其坐标进行再次计算。

[0019] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于通过操作员选择区域中的多个多边形位置来限定区域中的多个多边形位置,或者通过使用用于探测区域中物体的物体特征的探测算法处理区域来限定多边形测量像素。因此,由多边形限定的区域中的测量像素的分布可以随着多边形的区域中的物体特征而改变,减少了测量时间。

[0020] 根据另一有利的例子,图像至少包括第一和第二子图像,且这至少两个子图像包括多个测量像素。因此,图像可由几个子图像组成,每个子图像中或只有一个子图像中有测量像素。

[0021] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于限定在第一子图像和第二子图像的多个测量像素之间的待测量的其它位置。因此,待测量的位置不限于相应于子图像的测量像素的位置,距离信息也可从没有在任何子图像上示出的位置获得。

[0022] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于通过沿着连接至少两个测量像素的线限定其它位置,或通过使用外插算法来对由探测算法所探测的第一子图像和第二子图像中的至少一个子图像中的物体的边缘或其它物体特征进行外插,来处理第一子图像和第二子图像中的至少一个,由此来限定待测量的其它位置。因此,待测量的位置不限于相应于子图像的测量像素的位置。

[0023] 根据另一有利的例子,第二控制元件适合于指示定位单元将透镜布置的光轴顺序地调节到多个多边形位置或其它位置上,以及指示距离测量单元测量到多个多边形位置或其它位置的距离。因此,待测量的位置并不限于与测量像素相应的位置。

[0024] 根据另一有利的例子,利用转换算法使用到多个位置的距离来执行转换。因此,可以实现测量像素到位置的转换,这非常准确,因为它考虑了到位置的距离。

[0025] 根据另一有利的例子,第一控制元件适合于计算构成图像所需的子图像的数量。因此,可以得到构成整个图像所需的子图像的准确数量和所需的时间的近似。

[0026] 根据另一实施例,一种用于获得物体的距离和图像信息的方法包括:使用透镜布置观测物体,使用与透镜布置的光轴对齐的摄像机采集物体的至少一部分的图像,限定图像中待扫描的区域,获得区域中物体的多个测量像素,采用到多个位置的默认距离通过使用转换算法将多个测量像素转换成待测量的多个位置的坐标的近似,将透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的多个位置上,测量到多个位置的距离,以及根据所测量的距离通过使用转换算法再次计算多个位置的坐标。

[0027] 根据另一实施例,一种用于获得物体的距离和图像信息的设备,包括:用于使用透镜布置观测所述物体的装置;用于使用与所述透镜布置的光轴对齐的摄像机来采集所述物体的至少一部分的图像的装置;用于限定所述图像中待扫描的区域的装置;用于获得所述区域中所述物体的多个测量像素的装置;用于采用到待测量的多个位置的默认距离通过使用转换算法将所述多个测量像素转换成所述多个位置的坐标的近似的装置;用于将所述透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的所述多个位置的装置;用于测量到所述多个位置的距离的装置;以及用于根据所测量的距离通过使用所述转换算法再次计算所述多个位置的坐标的装置。

[0028] 根据另一实施例,可提供一种程序,其包括适合于使数据处理装置执行具有上面的特征的方法的指令。

[0029] 根据另一实施例,可提供一种包含程序的计算机可读介质,其中程序用于使计算机执行具有上面的特征的方法。

[0030] 根据另一实施例,可提供一种包括计算机可读介质的计算机程序产品。

#### 附图说明

[0031] 图 1 示出根据本发明的实施例的光学仪器;

[0032] 图 2 示出根据本发明的实施例用于获得距离和图像信息的方法的操作;

[0033] 图 3 示出具有裂缝的建筑物的图像,用于解释图 2 所示方法的操作;

[0034] 图 4 示出建筑物的角的图像,用于更详细地解释图 2 的方法的操作;

[0035] 图 5 示出风景的图像,用于解释根据本发明的另一实施例的方法的操作;

[0036] 图 6 示出图 2 所示方法的修改的操作;

[0037] 图 7 示出图 2 所示方法的修改的操作;

[0038] 图 8 示出待扫描的圆柱体,用于解释根据本发明的另一实施例的方法的操作;

[0039] 图 9 示出图 2 所示方法的修改的操作;

[0040] 图 10 示出叠加有子图像的结构,用于解释图 9 所示的方法;

[0041] 图 11 示出用于根据本发明的实施例获得精确的距离和图像信息的方法的操作,特别示出预扫描操作;

[0042] 图 12A 到 12C 示出多面体的图像,用于解释图 11 所示方法的操作;

[0043] 图 13 示出图 11 所示方法的修改的操作;

[0044] 图 14 示出用于根据本发明的另一实施例获得精确的距离和图像信息的方法的操作,该方法合并图 9 和 11 所示方法的几个方面;

[0045] 图 15 示出根据本发明的实施例的光学仪器的元件;以及

[0046] 图 16 示出根据本发明的实施例的光学仪器的元件,特别是具有远程控制能力的光学仪器。

[0047] 具体实施方式

[0048] 参考附图描述了本发明的优选实施例。注意,下面的描述仅包括例子,且不应被解释为限制本发明。

[0049] 本发明的实施例通常涉及获得物体的距离和图像信息,且特别通过智能地选择待测量的位置来提高数据采集的速度,并通过再次计算物体上选定位置的坐标来提高数据采集的精确度。简而言之,利用摄像机采集图像,在图像中限定待扫描的区域和物体的测量像素,其中采用到位置的默认距离来将测量像素转换成待测量的位置的坐标的近似,将透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的位置上,并且在测量了到位置的距离之后,再次计算坐标。

[0050] 图 1 示出根据本发明的实施例的光学仪器 100 的元件,光学仪器 100 包括控制单元 150 和采集单元 160。

[0051] 控制单元 150 连接到采集单元 160 以交换数据,例如,控制单元可指示采集单元 160 采集数据,且所采集的数据被发送到控制单元 150。可设想任何类型的数据传输,例如固定线或无线数据传输。

[0052] 控制单元 150 包括第一控制元件 152 和第二控制元件 154,其可由诸如硬连线电路



的硬件布置或 ASIC(专用集成电路)或软件或上面各项的任何适当组合实现。下面将详细描述由第一控制元件 152 和第二控制元件 154 执行的功能。

[0053] 采集单元 160 包括透镜布置 110、摄像机 120、距离测量单元 130 和定位单元 140, 其中这些元件的操作由控制单元 150 控制。

[0054] 在一个例子中,透镜布置 110 包括可沿着机械路径移动以便聚焦到物体上的聚焦透镜以及优选地包括形成望远镜的至少两个透镜,用于观测物体的透镜布置限定光轴。

[0055] 摄像机 120 与透镜布置的光轴对齐以采集物体的至少一部分的图像,并优选地位于透镜布置之后的图像平面中,其可由任何适当的成像器件组成,例如能够产生图像信息的传感器元件的二维阵列且该图像信息的像素的数量通常相应于该阵列的元素的数量,例如电荷耦合器件 (CCD) 摄像机或互补金属氧化物半导体 (CMOS) 摄像机。这样的传感器阵列可由 1000x1000 个传感器元件组成,以产生具有  $10^6$  个图像像素的数字图像。在光学仪器例如视频测速仪或准距仪中,实际观察方向可由例如发自阵列的中心处或附近的传感器元件的二维布置的元件之一或其上一点并通过至少一个透镜的视线限定。

[0056] 提供了采集单元 160 的距离测量单元 130,其用于测量沿着平行于透镜布置的光轴的距离测量单元的测量轴的从光学仪器到物体的距离。可选地,测量轴也可与光轴重合。

[0057] 进一步地,距离测量单元 130 向控制单元 150 提供相应的测量值。例如,距离测量单元 130 包括相干光源例如红外激光器或本领域已知的另一适当的激光距离测量器件以及优选地包括快速的无反射器式 EDM(fast reflector-less working EDM)。

[0058] 提供了用于相对于至少一个参考轴调节透镜布置的光轴的定位单元 140。例如,定位单元 140 由机电布置实现,该机电布置优选地包括用于精确定位采集单元 160 的磁性伺服驱动器或其它快速驱动器。

[0059] 注意,图 1 中的定位单元 140 被示为形成采集单元 160 的部分,但定位单元也可独立地设置在光学仪器中,因为它用于将透镜布置 110、摄像机 120 和距离测量单元 130 移动到能够观测物体的位置且可选地在该位置处对物体进行距离测量。

[0060] 因为定位单元 140 包括可移动的部件,例如驱动器,定位单元的部分维持其在空间中的位置,即,其位置相对于例如三脚架固定,光学仪器放置在该三脚架上,且定位单元 140 的部分在空间中相对于固定坐标系移动,该坐标系例如由光学仪器的所有三个轴的交叉点(被称为原点)以及其与底部例如三脚架、台或支架(未示出)的对准限定。

[0061] 在图 1 所示布置的操作期间,控制单元 150 控制采集单元 160,从而第一控制元件 152 在所采集的图像中限定待扫描的区域,获得物体在该区域中的物体特征,并在该区域中限定相应于物体上多个位置的多个测量像素,在物体特征处有增加密度的测量像素。

[0062] 在图像的区域中限定了测量像素之后,获得相应于这些位置的方向并将其发送到第二控制元件 154。随后,第二控制元件 154 指示定位单元将透镜布置的光轴顺序地调节到物体上的多个位置上,并指示距离测量单元对每个位置测量到物体的距离。

[0063] 在下文中,将关于图 2 描述光学仪器的操作。图 2 示出用于在例如图 1 所示光学仪器的操作期间获得距离和图像信息的方法的操作的流程图。

[0064] 光学仪器可由视频测量仪器组成,例如视频经纬仪或视频测速仪,也称为准距仪或全站仪或用于确定物体的位置并采集物体的图像的任何其它类型的光学仪器。光学仪器优选地在预先进行的对优选地已知的物体上的分立的位置的校准测量(如以后描述的)或

如任何其它校准技术获得的校准测量的基础上安设。

[0065] 在第一操作 210 中,当开始操作时,使用透镜布置例如透镜布置 110 观测物体。使用透镜布置 110 观测物体优选地包括相对于光学仪器的至少一个参考轴调节透镜布置的光轴,使得透镜布置的光轴指向物体的方向。换句话说,在适当情况下,由光轴组成的实际观察方向与物体对齐。

[0066] 在随后的操作 220 中,使用与透镜布置的 110 的光轴对齐的摄像机 120 采集物体的至少一部分的图像。该采集可例如在经过某段时间之后被自动触发,或被操作员触发。应指出,取决于物体的大小和距离,摄像机的视场可能不够采集整个物体,其可能为一个建筑物、两个建筑物或街区或甚至为城市的部分。在某些应用中,因而可能必须采集几个图像(在后文描述,且称为子图像)以组成整个物体的图像。

[0067] 在操作 230 中,在根据操作 210 和 220 观测物体并采集物体的至少一部分的图像之后,在所采集的图像中限定待扫描的所关注的区域。例如,手工地或通过使用用于探测物体或物体的至少一部分的探测算法处理图像,来限定待扫描的区域。这可通过应用于组成图像的像素数据的任何适当的图像处理算法来实现。

[0068] 例如,考虑在中心有建筑物的风景,探测算法可区别建筑物与周围的地区,例如田野和树木,因而可将建筑物限定为所关注的区域,即,待扫描的区域。

[0069] 可选地,也是可行的是,将图像显示在任何适当的显示单元上并将关于待扫描的区域的决定留给操作员,操作员可例如使用计算机鼠标或其它指示设备点击图像的像素,以限定待扫描的区域。进一步地,在触摸显示单元上显示图像可能是优选的,其中像素只须由操作员触摸,来指示待扫描的区域。

[0070] 在操作 240 中,获得区域中物体的物体特征,即,更详细地分析或处理作为整个采集的图像的的部分的区域,以获得在该区域中显示的物体的较小的不同的特征。通过使用用于探测物体特征例如建筑物的角或窗户或建筑物墙壁中的裂缝的探测算法来处理图像中的区域,可获得这样的物体特征。

[0071] 探测算法可为现有技术中已知的探测物体中的边缘或其它不连续的变化任何适当的图像处理算法。可选地,如上所述,操作员可通过使用计算机鼠标点击图像中的某些像素或通过使用手指或笔触摸触敏显示单元来直接加亮所显示的图像中的物体特征,这也是可行的。

[0072] 在操作 250 中,在区域中限定相应于物体上多个位置的多个测量像素,其中在物体特征处限定增加密度的测量像素。

[0073] 详细地,一旦待扫描的区域被限定且物体特征被获得,则第一控制元件 152 就在该区域中限定多个测量像素。例如,操作员可预先设置第一控制元件 152 以在区域中每十个像素限定一测量像素,以便以后对于相应于所限定的测量像素的、物体上的每个位置获得测量数据。测量像素的数量和两个测量像素之间的间隔可取决于期望栅格密度和期望精确度。

[0074] 必须注意,栅格越密以及精确度越高,所需的扫描时间就越长。因此,设置扫描时间并对预设时间计算最大可能的栅格密度和精确度也是可行的。类似地,因为物体处的变化在不同的物体特征处较大,优选地在这样的物体特征处增加测量像素的密度。例如,在所探测的物体特征处,区域的每两个像素可限定一测量像素,以便可获得比区域的其余部分

高五倍的分辨率。如上所述的关于栅格密度、精确度和扫描时间的相同考虑因素也适用于在物体特征处的测量像素。可选地,操作员将单独的像素限定为测量像素也是可行的,然而这可能麻烦且非常耗费时间。

[0075] 在操作 260 中,透镜布置的光轴被顺序地调节在多个位置上,即,第二控制元件 154 指示定位单元调节透镜布置的光轴,以便光轴顺序地指向物体上待测量的位置。因此,位置的坐标相对于每个相应的测量像素设置,以便定位单元能够将透镜布置特别是距离测量单元移动到新的方位以指向该位置。

[0076] 在这里,注意,这些坐标可仅组成关于待测量的位置的方向的坐标,例如水平和垂直角,其容易从图像中像素的位置得到,如以后将描述的。

[0077] 最后,在操作 270 中,测量到物体多个位置处的距离。

[0078] 详细地,在图 2 所示的例子中,首先,将光轴调节到第一位置(操作 260)并测量到该第一位置的距离(操作 270),接着将光轴调节到第二位置(操作 260)并测量到该第二位置的距离(操作 270),直到测量了到多个位置的所有距离,如操作 280 指示的。

[0079] 对于该测量,使用脉冲法,其中测量信号的传播时间例如光脉冲的传播时间,其直接与距离成正比,因为光速和介质例如空气的折射率是已知的。可选地,可使用称为相位法的方法,其比较从仪器的发送的波的相位与反射回的波的相位。然而,因为距离通常大于波长,结果是不明确的,这可由如在外差相位探测中的几个发送频率来解决。

[0080] 因此,通过对每次距离测量重新调节透镜布置的光轴并使用相干光发射器件例如激光器使用上述方法之一对每个位置分立地测量距离,来高度精确地测量到物体多个位置处的距离。

[0081] 注意,本实施例不限于上面描述的操作的时间顺序,而是可设计导致相同的结果的操作的其它时间顺序。

[0082] 在关于图 3 和 4 的下文中,更详细地描述了前面描述的操作的例子。

[0083] 图 3 特别示出存在不同的物体特征并可执行上述操作的情况。

[0084] 详细地,图 3 示出建筑物 330 的图像,其中建筑物 330 的墙壁中的裂缝或其它破裂 320 被研究。建筑物的图像可由图 1 所示的光学仪器采集。在这里,光学仪器 310 仅为了示例的目的示出,以解释扫描程序,应理解,光学仪器不是在物理上扫描图像内的区域,而是扫描包括现实中的物体的三维场景。图像显示在光学仪器的显示器上,该显示器优选地可从该仪器 移除以被四处携带。

[0085] 图 3 所示的图像包括多个像素,且为了示例的目的,少量测量像素被显示为沿着虚线之间的裂缝 320 的点。例如,待扫描的区域可被限定为建筑物 330 或墙壁 340,且物体特征是墙壁 340 上的裂缝。

[0086] 除了在裂缝附近,没有测量像素显示在墙壁 340 上,但从上面的描述很清楚,测量像素也可被限定在墙壁上,然而,因为除了裂缝以外在墙壁上没有进一步的更改或变化,因而,在墙壁上的测量像素的密度可比沿着裂缝的密度小得多。可更详细地测量组成例如物体特征的裂缝 320,增加密度的测量像素在从底部到顶部的垂直线上被扫描。

[0087] 如上所述,待扫描的区域例如建筑物 330 或墙壁 340 可由操作员限定或通过探测图像中建筑物 330 或墙壁 340 的探测算法限定。一旦选择了区域,就可执行对该区域的更详细的分析,其中物体特征例如裂缝 320 由操作员获得或通过探测墙壁 340 上的不规则性

的算法获得。

[0088] 图 4 特别示出用于扫描建筑物或其它物体的所关注的特征的情况。图 4 示出物体的一部分例如建筑物 430 的角 420 的图像,其中待扫描的区域被限定为建筑物 430 的侧壁,该区域可由操作员限定或通过如上所述的探测算法限定。光学仪器 410 仅为了示例的目的示出,因为在图 4 中图像被再次示出而不是真实的建筑物。

[0089] 在本例中,建筑物 430 的角 420 可组成物体特征,并可通过操作员操作光学仪器获得,或通过如上所述的探测区域中的变化的探测算法获得。因此,如在操作 250 中解释的,相应于现实中物体上多个位置的多个测量像素被限定,且测量像素的密度在角 420 处增加,即,图 4 所示的垂直扫描示出在角 420 周围的增加密度的扫描线,因为这组成在待扫描的区域中不连续的变化,其必须被更详细地分析。

[0090] 在限定图像中的测量像素之后,光学仪器可接着开始测量到物体的相应于多个测量像素的多个位置处的实际距离。因此,透镜布置的光轴被顺序地调节到多个位置上。例如,在左角中的左上测量像素开始,定位单元 140 将采集单元移动到相应于左上测量像素的位置的坐标,且进行测量。随后,定位单元将位置改变到相应于左上测量像素之下的一个测量像素的位置,依此类推。

[0091] 图 5 特别示出形成所关注的区域的多个区。在这里,图像显示有几个区 510、520 和 530。

[0092] 在本例中,待扫描的区域由区 510 和 520 限定,区 510 和 520 是分别具有低测量像素密度和高测量像素密度的区。可根据重要性、分辨率要求和精确度要求指定区,从而有可能在不同的区内花费不同的扫描时间。对于在结构中具有小变化的区,可将区指定为具有低测量像素密度的区,对于在结构中具有较大变化的区,可将区指定为具有高测量像素密度的区,以及对于不关注的区例如图 5 中的天空和树,可将区指定为没有测量像素的区。

[0093] 对这些不同的区的限定可由观察图像的操作员来执行或通过执行包括对比度、颜色、图案和边缘探测的图像分析的算法来执行。该分析将探测类似特性的区域并将其合并到区中。所得到的区可接着按照其特性或重要性通过算法自动分类或由操作员分类。

[0094] 用于分类的算法对不同的应用例如隧道、建筑结构、法庭等可以有不同的分布。进一步地,可限定需要被更详细地分析的区,例如以与上面描述的类似的方式探测物体特征,如建筑物 510 的墙壁中的裂缝(未示出)。在区的选择和分析之后,可仅使用例如在区域中限定的测量像素的十分之一来测量到相应位置的距离,而执行第一粗略扫描,以估计待扫描的区域的扫描时间,以便操作员可决定扫描具有前面选择的区的区域或对区再次选择不同的测量像素密度,以加速扫描。使用粗略扫描—如下面将描述的预扫描可能是有利的。

[0095] 因此,可减少扫描时间,导致减小的功率消耗以及减少对光学仪器的服务和校准的需要。

[0096] 在下文中,将关于图 6 描述进一步的实施例,具体地示出扫描程序。图 6 描述了对前面关于图 2 讨论的方法的修改。在图 6 的方法中,操作 210 到 240 与前面关于图 2 讨论的相同。进一步地,图 6 所示的操作 650 与关于图 2 描述的操作 250 相同,因此不进一步详细地解释,以避免不必要的重复。

[0097] 在操作 660 中,透镜布置的光轴再次被连续地调节到物体上的多个位置上,但现在,该调节被执行成,当扫描测量像素时使定位单元的移动最小化。接着,在操作 670 中,测

量到物体多个位置处的距离。

[0098] 详细地,如关于图 2 描述的,首先,将光轴调节到需要透镜布置的最小调节的第一位置(操作 660),并测量到该第一位置的距离(操作 670),接着将光轴调节到相对于第一位置需要最小调节的第二位置(操作 660),并测量到该第二位置的距离(操作 670)。重复操作 660 和 670,直到测量了到多个位置的所有距离,如操作 680 所示。

[0099] 图 6 的操作被描述为应用于前面的例子。

[0100] 图 3 和 4 分别示出水平和垂直扫描,但存在某些情况,其中例如当不同的扫描策略导致更快的扫描时,对测量像素进行不同地扫描以及相应地将光轴调节在待被测量的相应位置上可能更合适。

[0101] 例如,假定有环形物体,通过垂直或水平扫描线扫描来扫描物体可能耗费时间,因为所关注的测量像素不形成线或笔直的几何结构,因此,当完成对相应于物体的一侧上的测量像素的位置的测量时,光轴必须被大角度调节,以测量在另一侧上的环形物体的相应部分,例如当在水平扫描中在左侧上开始时的右侧。

[0102] 因此,沿着环形物体的圆周进行距离测量可能是优选的,以便沿着环形物体的圆周一个接一个地调节光轴,将一次测量到下一次测量的必要的调节最小化。

[0103] 在某些应用中,在待扫描的区域中沿着预定轮廓限定多个测量像素可能是有用的。将关于图 7 讨论这样的情况。

[0104] 在下文中,将关于图 7 和 8 描述本发明的进一步的实施例,图 7 和 8 特别示出在限定测量像素的过程中引入将例如三维轮廓投影到图像上。图 7 示出对关于图 2 讨论的方法的另一修改。图 7 中的前 4 个操作可与关于图 2 讨论的操作 210 到 240 相同,因此不进一步讨论,以避免重复。

[0105] 在操作 750 中,通过将轮廓的二维表示引入到图像中并通过将在轮廓的二维表示的轮廓线处的多个像素选择为测量像素,来限定相应于物体上多个位置的多个测量像素,在物体特征处有增加密度的测量像素。操作 770 和 780 相应于操作 270 和 280。

[0106] 换句话说,在本实施例中,测量像素由预定的轮廓或形状限定,预定的轮廓或形状例如为二维几何结构如正方形、三角形、圆形或任何类型的多边形以及三维几何结构如圆柱体、立方体、长方体、球体或这些几何结构的部分。

[0107] 特别地,在三维轮廓的情况下,该轮廓的二维表示被引入到图像中,即,该二维表示覆盖或叠加在图像上,且轮廓的二维表示的轮廓线处的多个像素被选择和限定为测量像素,对这些测量像素必须测量到相应位置的距离。

[0108] 例如,这种限定测量像素的方法在应用中可能是有用的,其中,需要测量其上的位置的物体具有类似于所述轮廓的某种形状。一个例子可为在隧道中测量位置的光学仪器的应用。因此,将圆柱体的轮廓的二维表示投影到图像中而不是使用 X、Y 和 Z 方向可能是有利的,在柱面坐标系中测量到位置的距离可能更合适,因为这样的柱面坐标系较接近于物体的实际形状。

[0109] 在这里,可能提到,物体上的位置可由笛卡尔坐标限定,笛卡尔坐标关于具有彼此正交的三个轴的笛卡尔坐标系被定义。然而,为了测量位置,球面坐标在一些情况下可能更合适。

[0110] 物体的位置可在球面坐标中相应地以其到正交坐标系的原点的距离、在坐标系的

水平轴之一与连接坐标系的原点和该位置在水平面上的投影的线之间的角（水平角）、以及最后在垂直于水平面的坐标系轴与连接坐标系的原点和该位置的线之间的垂直角限定。笛卡尔坐标可转换成球面坐标，反之亦然。通常，坐标系的原点被置于光学仪器中，也最佳地与摄像机的投影中心重合，如以后将讨论的。

[0111] 定位单元可适合于相对于参考轴系统，例如原点位于光学仪器中的笛卡尔坐标系来测量与物体上多个位置成的水平和垂直角。

[0112] 然而，如图 8 所述，也可能将坐标系的原点放置在物体中，以得到物体坐标系，这在图 8 的例子中通过柱面坐标系给出。接着，光学仪器可在柱面坐标系中扫描圆柱体 810 的轮廓，在隧道中执行测量的情况下，这可能更合适。

[0113] 在下文中，关于图 9 和 10 描述了进一步的实施例，图 9 和 10 特别示出用于构成所关注的区域的几个子图像。特别地，将解释的是，也可对没有在任何子图像中示出的位置进行测量。

[0114] 图 9 示出用于根据本发明的另一实施例获得物体的距离和图像信息的方法。图 9 中的操作 910 可与图 2 中的操作 210 相同，其中使用透镜布置例如图 1 所示光学仪器的透镜布置 110 来观测物体。

[0115] 在操作 920 中，采集物体的至少一部分的图像，其中图像至少包括第一和第二子图像。

[0116] 换句话说，如果必须被采集的图像大于光学仪器的摄像机的视场，例如，如果物体非常接近或非常大，通过将摄像机的视场从相应于第一子图像的位置移动到相应于第二子图像的位置并顺序地使用摄像机采集子图像，由摄像机采集至少两个子图像。该程序也在图 10 示出，图 10 示出长立方体和 6 个子图像，其中，例如第一子图像 1010 在长立方体或块的边缘上的第一位置 1015 处被拍摄，而第二子图像 1020 在长立方体的在第一位置上方的另一角处的不同位置 1025 处被采集。

[0117] 回来参考图 9，在操作 930 中，待扫描的区域被限定在图像中，与图 2 所示的操作 230 类似。然而，在图 10 所示的例子中，待扫描的区域由第一和第二子图像 1010 和 1020、以及例如进一步的子图像 1030、1040、1050 和 1060 的相应的一部分中的至少一个组成。

[0118] 在操作 940 中，获得在区域中物体的物体特征。这样的物体特征可由操作员或通过探测算法在第一和第二子图像中的至少一个中限定，如前所述，并可在图 10 中由在第一子图像 1010 中获得的长立方体的表面 1080 的左下角表示。子图像 1010 中的物体特征在子图像中由虚线表示。

[0119] 在操作 950 中，相应于物体上多个位置的多个测量像素被限定在区域中，在物体特征处有增加密度的测量像素。在图 10 的例子中，仅分别参考第一和第二子图像 1010 和 1020，这意味着两个子图像包括多个测量像素。这些测量像素相应于物体上在虚线上的位置，而这里所说的虚线是在第一或第二子图像中示出的虚线。

[0120] 在操作 955 中，通过使用外插算法处理第一和第二子图像中的至少一个来限定在第一和第二子图像的测量像素之间待测量的其它位置。该操作考虑到可能有未在子图像之一上示出的物体的部分，但这些部分的所关注的特征可容易从所采集的子图像中给出的信息得到。

[0121] 再次参考图 10 所示的例子，观察第一和第二子图像，可容易认识到，表面 1080 的

左边缘的下部分继续在垂直方向上延伸,且在第二子图像 1020 中可容易认识到,表面 1080 的左边缘的上部分向下延伸,连接第一子图像 1010 的左下边缘。

[0122] 因此,当通过探测算法或由选择物体特征的操作员来探测物体特征时,通过处理两个子图像,可能容易沿着连接两个子图像中示出的物体特征的线限定其它位置,或通过使用外插算法用于外插表面 1080 的左下边缘一直到左上边缘来限定其它位置。

[0123] 因此,也可测量相应于置于第一和第二子图像之间的虚拟子图像的测量像素的位置。

[0124] 最后,在操作 960 和 970 中,将透镜布置的光轴再次顺序地调节到待测量的位置上,且如在操作 270 中的,对到所有位置的所有距离,在所述位置处测量到物体的距离,如操作 980 所示。

[0125] 关于图 10 所示的例子解释了图 9,但仅限于两个子图像。如图 10 所示,可考虑复杂得多的操作。例如,可采集表面 1080 的所有 4 个角的 4 个子图像 1010、1020、1030、1040,并可测量这些子图像之间的位置。

[0126] 可注意到,图 10 所示的 6 个子图像和虚线可表示待扫描的区域的范围,即,由 6 个子图像 1010、1020、1030、1040、1050 和 1060 中的 6 个小圆指示的 6 个角所构成的多边形。

[0127] 最后,可注意到,也可类似地测量由表面 1080 和 1090 限定的边缘,虽然没有显示虚线。也就是说,边缘可通过探测算法探测为物体特征,或由操作员选择为物体特征,以便沿着边缘限定增加数量的测量像素,且在子图像构成的多边形区域中限定较少数量的测量像素。此外,可在区域中,即在表面 1080 和 1090 上限定多个测量像素,或可执行具有预定的步长大小的简单的线扫描。

[0128] 图 10 也可用于解释本发明的另一实施例。该实施例可称为校准或预扫描程序,其中高度精确地测量选定的位置。

[0129] 在这里,假定在图 10 中物体上分别相应于子图像 1010 和子图像 1020 中两个小圆 1015 和 1025 的位置组成核心点像素,即,相应于物体的核心位置的测量像素,对核心位置应获得精确的距离测量。例如,这些位置是区域中或物体的边缘处的或其它不连续的变化处的位置。

[0130] 采用到核心位置的默认距离,将图像的这些核心点像素转换成对待测量的核心位置的坐标的近似,其中将在下面更详细地描述该转换。

[0131] 在下一操作中,通过定位单元 140 将透镜布置的光轴调节到待测量的核心位置上,且测量到选定核心位置的距离,如上所述。

[0132] 最后,根据所测量的距离再次计算核心位置的坐标,即,将核心点像素再次转换成核心位置的坐标,然而,该转换现在基于被测量的距离而不是默认距离,以便可在水平和垂直角以及距离上获得位置的甚至更精确的结果。下面将关于图 11 和 12A 到 12C 更详细地描述该预扫描程序。

[0133] 应注意,上述方法不限于核心点像素,实际上如果应获得高度精确的结果,则每个测量像素可组成核心点像素。然而,已经证明,仅仅非常精确地计算一些位置通常就足以或多或少设定其中可预期变化的范围。

[0134] 在下文中,将详细描述将图像中的测量像素转换成物体上的真实位置的坐标的转换操作。

[0135] 在具有摄像机和距离测量单元的理想光学仪器中,摄像机的投影中心与光学仪器的所有三个轴的交叉点相同,且沿着垂直于图像平面的方向从交叉点进行距离测量。接着,图像平面的中心,例如一像素,是距离测量单元的激光所照射的位置的确切图像。理想地,因此可能给在光学仪器周围的真实空间中的每个位置分配图像平面中的像素。

[0136] 因为摄像机可绕着垂直轴旋转以相对于仪器的底部例如三脚架或其它支架固定地水平转动 (pan),并可绕着垂直转动轴 (tilting axis) 旋转,可在仪器周围拍摄球面的图像。例如,通过将单独的图像拼接在一起可拍摄全景图像。

[0137] 进一步地,理想摄像机的光轴应垂直于图像平面,并应与光学系统例如透镜布置 110 的光轴重合,且光学系统应没有像差或失真。

[0138] 然而,上面仅构成具有理想摄像机的光学系统的理想化,且不应采取这样的理想条件。因此,存在对空间中位置和图像中的相应像素之间的改进的映射的需要,且摄像机必须相对于光学仪器的轴系统用已知的内部摄像机方位校准。例如,这样的校准方法在 DE 103 59 415 A1 或 WO2005/059473 A2 中被描述,其中精确地限定了光学仪器中的摄像机的内部和外部方位。

[0139] 注意,摄像机的投影中心和光学仪器的原点 (即,光学仪器的三个轴的交叉点) 之间的偏移的误差与到物体的距离有关,可获得的物体上位置的坐标越精确,关于到该位置的距离的信息就越好。进一步地,如上所述,可能还有测量轴和光轴之间的偏移。然而,该偏移是大致已知的,并可在近范围处被认为是重要的。

[0140] 虽然关于前面的实施例略述的操作和器件特征适合于为很多应用提供可接受的结果,例如通过借助于固定的转换操作或采用物体到摄像机的默认距离的转换函数而将测量像素的图像坐标转换成空间中的测量位置,但是,为了提高测量的精确度,可考虑并补偿上面提到的偏移或误差,如将在下文中关于下面的图 11 和另外的附图中概述的。

[0141] 为了补偿上面的偏移,可使用转换算法,例如算法或转换函数。可选地,可定义转换表,以查找相应于图像中像素的特定位置,其中对从仪器到待测量的物体的不同距离,可定义不同的表。

[0142] 在一个例子中,通过首先使用透镜布置观测物体,接着使用与透镜布置的光轴对齐的摄像机采集物体的至少一部分的图像,在图像中限定待扫描的区域,获得区域内物体的多个测量像素,采用到多个位置的默认距离将多个测量像素转换成对待测量的多个位置的坐标的近似,将透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的多个位置上,测量到多个位置的距离,并根据所测量的距离再次计算多个位置的坐标,可获得物体的距离和图像信息。

[0143] 因此,通过在本例中重复地确定物体上的测量位置两次,可提高像素转换成测量方向的精确度。

[0144] 图 11 所示的方法可由如前面的实施例之一中描述的光学仪器执行。

[0145] 在一个例子中,根据图 1,用于获得物体的距离和图像信息的光学仪器包括:透镜布置 110,其用于观测物体;与透镜布置的光轴对齐的摄像机 120,其用于采集物体的至少一部分的图像;距离测量单元 130,其用于沿着平行于透镜布置的光轴的距离测量单元的测量轴测量到物体的距离;定位单元 140,其用于相对于至少一个参考轴调节透镜布置的光轴;以及控制单元 150,其具有第一控制元件 152 和第二控制元件 154,第一控制元件 152 适合于限定图像中待扫描的区域,以获得区域中物体的多个测量像素,并采用多个位置和



光学仪器之间的默认距离将多个测量像素转换成待测量的多个位置的坐标的近似,第二控制元件 154 适合于指示定位单元将透镜布置的光轴顺序地调节到多个待测量的位置上,并指示距离测量单元测量到多个位置的距离,其中第一控制元件进一步适合于根据所测量的距离再次计算多个位置的坐标。

[0146] 在下文中,将详细概述图 11 的操作,并随后关于图 12 给出操作的例子。

[0147] 在操作 1110 中,通过适当地调节光学仪器的光轴来使用透镜布置例如图 1 的透镜布置 110 观测物体。在操作 1115 中,采集图像,其显示物体的至少一部分。在一个例子中,通过操作员输入相应的指令来采集目前显示在例如仪器的显示器上的图像来采集图像。

[0148] 在操作 1120 中,限定图像中待扫描的区域。如前面关于图 2 描述的,待扫描的区域可由观察图像的操作员限定,或可通过探测算法限定,这也 在前面关于图 2 描述过。

[0149] 在操作 1125 中,获得区域内物体的多个测量像素。例如,观察图像的操作员例如使用鼠标或笔(当触摸屏被使用时)来点击或以其他方式选择图像中的像素,以将该像素限定为测量像素。

[0150] 操作 1110 到 1125 可与前面关于图 2 描述的操作 210 到 240 相同,因此这些操作 210 到 240 的描述也适用于操作 1110 到 1125。

[0151] 在操作 1130 中,采用到多个位置的默认距离将多个测量像素转换成待测量的多个位置的坐标的近似。也就是说,可使用转换算法或转换表例如上面描述的查找表来对每个测量像素获得待测量的相应位置的坐标,同时采用到位置的默认距离,因为在非理想条件下的转换是与距离有关的。

[0152] 应提到,位置的近似坐标和准确的坐标之间的偏离随着距离的增加而减小,因为投影中心和光学仪器的原点之间的上述偏移的影响减小了。例如,可使用 50 米的默认距离的起始值来执行转换。然而,操作员根据所需应用在程序开始时输入不同的值也是可能的。

[0153] 在操作 1135 中,透镜布置的光轴被顺序地调节到待测量的位置上。这可根据前面的实施例通过以下操作来完成:借助于定位单元 140 使光学仪器 100 的采集单元 160 垂直转动和水平转动,使得透镜布置 110 的光轴指向待测量的位置。

[0154] 进一步地,如上所述,因为透镜布置和摄像机的光轴通常不与距离测量单元的测量轴重合,可执行进一步的调节,这也可能已经被合并并在转换中,因为光轴和测量轴之间的偏移是已知的,且该距离被采用。

[0155] 在操作 1140 中,测量到多个位置的距离。测量可由前面描述的或本领域已知的激光测距执行。

[0156] 详细地,在操作 1135 中,首先将光轴调节到待测量的第一位置,由此在操作 1140 中进行对第一位置的测量,接着该程序重复,如操作 1142 所指示的,即将光轴调节到第二位置,由此进行对到第二位置的距离的第二测量,依此类推。

[0157] 最后,在操作 1145 中,根据所测量的距离再次计算多个位置的坐标,即,因为在操作 1140 之后,比在以前的假设中更好地知道到多个位置的距离,这些被测量的距离可在转换操作中使用,以获得多个位置的高度精确的坐标。

[0158] 必须注意,实施例不限于上面描述的顺序,且操作的其它顺序可能更适合于某些其它情况。

[0159] 例如,当待扫描的区域由指示形成区域的角的多个测量像素的操作员限定时,在

操作 1120 之前执行操作 1125 可能是优选的。

[0160] 例如,4 个测量像素由操作员或通过探测算法选择,且通过连接这 4 个测量像素获得的四边形用于限定待扫描的区域。

[0161] 关于图 11 描述的方法可称为提高物体的实际扫描的精确度的预扫描程序,如可在图 12A 到 12C 中更详细地描述的。

[0162] 图 12A 示出指代光学仪器的测量轴的十字准线 1200 和多边形 1210。多边形 1210 表示图像中待扫描的区域,并可通过图像处理算法或由操作员来限定,该操作员在触摸屏上使用笔 1220 或计算机鼠标或跟踪球来指示多边形点位置 1211 到 1215。由于相对于光学仪器的测量轴的偏心的摄像机设置,近似获得相应于在图像中限定的测量像素的物体的真实多边形点位置。

[0163] 图 12B 示出使用默认距离例如光学仪器的平均测量范围将所限定的测量像素转换成仪器方向。该转换优选地通过将到物体的距离(例如上面所参考的距离)纳入考虑的转换算法得到。在将定位单元调节到通过转换得到的坐标之后,光学仪器的测量轴指向多边形点位置 1212,且进行距离测量。

[0164] 如可在图 12B 中看到的,由于在光学仪器中元件的对齐中的小缺陷,指示被转换或计算的多边形点位置 1212 的十字准线 1200 不完全与真实的多边形点位置 1212 重合,然而如果到物体的距离是已知的,则这可通过上面提到的校准方法消除。因此,进行距离测量。

[0165] 因为十字准线 1200 和多边形点位置 1212 几乎相同,在十字准线 1200 的位置处测量的距离可与在多边形点位置 1212 处测量的距离基本相同,所以获得了距离的良好近似,并可再次计算多边形点位置的坐标。

[0166] 在图 12C 中,在再次计算了位置的坐标之后,十字准线 1200 与多边形点位置 1212 重叠。可对所有多边形点位置 1211、1213、1214 和 1215 执行再次计算,以便可通过将光学仪器的测量轴指在每个分立的位置上来获得每个位置的确切距离。

[0167] 最后,在精确地构成多边形之后,可通过相应地使采集单元和测量轴垂直转动和水平转动来以预定的步长扫描由多边形限定的区域。此外,如果在多边形所限定的区域中有特殊的物体特征,则该物体特征可如上所述被限定和分析。

[0168] 在某些极端情况下,设定最小或最大距离值例如 1 米或 500 米可能是有用的,以防测量轴分别非常接近地指向障碍物或指向天空。

[0169] 图 13 示出根据另一实施例的方法的操作,特别是,这些操作表示通过连接测量像素以形成多边形来限定待扫描的区域,这也可称为取景。

[0170] 图 13 所述的方法基于图 11 所述的操作。然而,如从下面的描述中变得明显的,必须修改前面在图 11 中描述的操作 1120。

[0171] 图 13 的方法以操作 1110 开始,其中使用透镜布置观测物体。随后,在操作 1115 中,采集物体的至少一部份的图像。接着,在操作 1125 中,获得区域内物体的多个测量像素。进一步地,在操作 1130 中,采用到多个位置的默认距离将多个测量像素转换成待测量的多个位置的坐标的近似。这些操作类似于上面的操作,且对于更多的细节,参考上面的相应部分。

[0172] 接着,如在操作 1135、1140 和 1142 中描述的,对第一位置调节透镜布置的光轴,并

测量到第一位置的距离,接着将光轴调节到第二位置上,且测量第二位置,直到测量了多个位置的所有距离。接着,在操作 1145 中,根据所测量的距离再次计算位置的坐标。

[0173] 随后,在操作 1320 中,通过连接测量像素使得像素构成多边形的角来限定图像中待扫描的区域。该操作是前面的操作 1120 的修改,并且也可在任何操作 1125 和 1360 之间执行。考虑到操作员所获得的在区域内的多个测量像素,控制单元 150 的第一控制元件 152 可自动连接像素,以形成如图 12A 所示的多边形。

[0174] 在操作 1360 中,在多边形所限定的区域中限定待测量的多个多边形位置。换句话说,在待扫描的区域由连接到多边形的测量像素限定之后,可根据所需的分辨率测量多个多边形位置。例如,图 12C 示出在多边形所限定的区域中进行的测量的不变的栅格。

[0175] 接着,将透镜布置的光轴顺序地调节到待测量的多边形位置上,且对于每次调节和位置,在操作 1380 中测量到多边形位置的距离。操作 1370 和 1380 重复,直到测量了所有的多边形位置。

[0176] 也可关于图 10 理解上述方法。假定子图像 1010 到 1060 中的小圆表示测量像素,可通过连接这些测量像素以构成如虚线所示的多边形来限定图 10 中待扫描的区域。随后,可在区域中,即,在表面 1080 或 1090 上限定待测量的多个多边形位置,或可执行具有预定步长大小的简单的线扫描。

[0177] 可选地,待扫描的区域例如图 10 的表面 1080 和 1090 或图 12C 的多边形 1210,可通过获得在该区域中的物体特征例如图 3 所示的裂缝被进一步分析。例如,当图 10 的表面 1080 和 1090 的交叉处应该被更详细地分析时,则可按图 4 所示在交叉处执行有增加密度的测量像素的扫描。

[0178] 图 14 示出用于根据本发明的另一实施例高度精确地获得物体的距离和图像信息的方法。在关于图 14 讨论的方法中,合并前面附图例如图 2、9、10、11 和 12A 到 12C 的几个方面。图 1 描述的光学仪器 100 可用于执行图 15 和 16 示出的方法或仪器。

[0179] 在操作 1410 中,使用透镜布置观测物体。在操作 1415 中,采集物体的至少一部分的图像,其中该图像可至少包括第一和第二子图像,如前面关于图 9 的操作 920 描述的。

[0180] 在操作 1420 中,在图像中限定待扫描的区域,且在操作 1425 中,在区域内获得物体的多个测量像素。操作 1420 和 1425 在上面被描述了几次,且对于更多的细节,参考这些部分。可选地,也可颠倒这些操作的顺序。

[0181] 在操作 1430 中,采用到位置的默认距离将在操作 1425 中获得的多个测量像素转换成待测量的多个位置的坐标的近似。该操作类似于操作 1130,然而在这种情况下,是上述至少两个子图像包括多个测量像素,即,一个子图像可包括所有的测量像素或测量像素可分布在子图像之间。

[0182] 在操作 1435 中,将透镜布置的光轴调节到待测量的多个位置上,并在操作 1440 中测量到多个位置的距离。如上所述,将光轴调节到一个位置上并测量到该位置的距离,接着将光轴调节到下一位置,并测量到下一位置的距离,直到测量了到所有位置的距离。

[0183] 在操作 1445 中,根据所测量的距离再次计算多个位置的坐标。该操作类似于关于图 11 详细描述的操作 1145。

[0184] 在这里,可以增加:再次计算多个位置的坐标也可作为迭代过程被执行,即,在操作 1445 中的再次计算操作之后,可将光轴再次调节到具有最近获得的坐标的位置上,且可

重新获得距离,直到到位置的距离不再改变。然而,已经观察到,一次距离测量通常足以高度精确地获得位置的坐标。

[0185] 在操作 1450 中,通过沿着连接至少两个测量像素的线限定其它位置,或通过使用外插算法来对由探测算法所探测的第一子图像和第二子图像中的至少一个子图像中物体的边缘或其它物体特征进行外插,来处理第一子图像和第二子图像中的至少一个,由此来限定在第一和第二子图像之间的待测量的其它位置。该操作类似于图 9 的操作 955,且为了避免不必要的重复,对于更多的细节参考操作 955。

[0186] 在操作 1455 和 1460 中,将透镜布置的光轴调节到所述其它位置上,并测量到所述其它位置的距离。详细地,如上所述,将光轴调节到第一位置上并测量到第一位置的距离,随后将光轴调节到第二位置上,并测量到第二位置的距离,直到测量了所有的所述其它的位置。上面给出了调节和测量的详细描述。

[0187] 在上述实施例中,由摄像机采集至少两个子图像,这是因为,例如,摄像机的视场没有大到足以一次就能采集整个物体的图像。

[0188] 这样的情况例如在图 10 中示出,其中采集 6 个子图像以限定长立方体。通过在采集子图像时记录水平和垂直角而知道每个子图像中至少一个位置(例如相应于图 10 中小圆的位置)的坐标后,可推出整个物体的尺寸,特别是,可能计算组成整个物体的合成图像所需的子图像的数量。

[0189] 因为合成图像的轮廓通过子图像 1010 到 1060 被拍摄的位置,即,坐标而获知,接着也可能计算组成合成图像所需的其余子图像的位置,且可将光轴调节到这样的位置,并可采集遗漏的子图像。

[0190] 图 15 和 16 示出根据其它实施例的、类似于图 1 的光学仪器 100 的光学仪器 1500 和 1600,且仪器 1500 和 1600 也可用于执行上面描述的步骤。

[0191] 图 15 中的光学仪器包括控制单元、采集单元、存储单元 1570 和显示单元 1560。具有透镜布置 110、摄像机 120、距离测量单元 130 和定位单元 140 的采集单元 160 与图 1 中讨论的采集单元相同,且对于更多的细节参考图 1。

[0192] 采集单元 160 同样连接到包括第一控制元件 152 和第二控制元件 154 的控制单元 150。而且,第一控制元件 152 设置有用于将多个测量像素转换成待测量的多个位置的坐标的转换单元 1553。

[0193] 转换单元 1553 可作为硬件例如硬连线电路或 ASIC 或作为软件或两者的适当组合被包括在第一控制单元 152 中。

[0194] 应理解,控制单元 150 本身可由微处理器、计算机或集成电路实现,且不限于上面各项。例如,控制单元 150 可为运行几个软件元件(例如相应于第一控制元件 152 和第二控制元件 154 的功能的软件元件)的微处理器,其中转换单元 1553 可作为与第一控制元件 152 通过接口连接的软件程序被包括。

[0195] 详细地,转换单元 1553 可使用转换算法根据下面信息的部分来执行转换:测量像素在图像中的位置,仪器的光学设置,特别是摄像机的投影中心与光学仪器的原点的偏移,光轴和测量轴的偏移,以及到物体的距离。

[0196] 然而,如上所述,也可通过简单的转换表来查找以前记录的关于相应于图像中测量像素的定位的位置的坐标的信息,来执行转换。为了更高的精确度,提供几个用于不同的

距离的不同的转换表也是可行的。

[0197] 这些转换表以及所测量的图像数据和距离数据可储存在连接到控制单元 150 的存储单元 1570 中,以保存用于后处理的数据。

[0198] 存储单元 1570 可为任何适当的或期望的存储设备,并可为几个下列部件的一个或组合:RAM、ROM、硬盘、(E)EPROM、盘、闪存等。闪存可适合于导出用于后处理的数据,然而,为了导出数据的目的可设想其它接口,例如简单的 I/O 接口。

[0199] 在局部坐标系或地理坐标系中参考被储存的图像。进一步地,所采集的图形的位置是高度精确地已知的,且每个像素被精确地参考。所储存的图像在数据后处理中可与所测量的三维信息合并,以获得额外的测量信息。三维点云(point cloud)仅仅是没有语义信息的物体几何结构的三维信息,其可与所存储的图像结合,以增加图像处理的可靠性。

[0200] 光学仪器 1500 进一步包括用于显示所需的图像或子图像的显示单元 1560,其可为任何适当的显示单元。例如简单的阴极射线管(CRT)显示器或液晶显示器(LCD)。

[0201] 在优选实施例中,被测量的位置的三维点数据可叠加在图像或子图像上。三维点数据可显示为三维点栅格、X-、Y-、Z- 坐标、具有距离信息的水平和垂直角、或以其它已知的三维表示法来显示。

[0202] 图 16 示出根据另一实施例的光学仪器 1600,其类似于图 1 的光学仪器 100。

[0203] 如图 16 所示,光学仪器 1600 可包括控制单元 150、采集单元 160、储存单元 1570、收发器 1680 和可分离的远程控制单元 1660。控制单元 150 和存储单元 1570 已在图 1 和 15 中被详细描述,且对于详细的描述,参考图 1 和 15,以避免不必要的重复。

[0204] 图 16 更详细地示出图 1 和 15 的采集单元 160。图 16 中的透镜布置 110 包括两个透镜 1642 和 1644,其优选地可拆除地放置在外壳 1640 中,以形成类似于望远镜的器件。透镜布置的光轴 1646 被示为垂直于摄像机,并最佳地与摄像机 120 的光轴重合。

[0205] 如上所述,摄像机 120 可为 CCD 或 CMOS 类型的摄像机或任何其它适当的成像器件。距离测量单元 130 的测量轴 1658 被示为平行于光轴 1646,但优选地与光轴 1646 重合。

[0206] 关于图 1 在前面详细描述了距离测量单元 130。定位单元 140 再次被示为在采集单元 160 中,但如前所述,定位单元的元件也可显示在采集单元 160 之外。

[0207] 进一步地,控制单元 150 连接到第一收发器 1680,其用于发送和接收数据,例如将采集数据如图像发送到可分离的远程控制单元 1660,以显示在显示单元 1610 上。此外,第一收发器 1680 也可从可分离的远程控制单元 1600 接收控制数据,远程控制单元 1600 控制该控制单元 150,特别是第一和第二控制元件。

[0208] 可分离的远程控制单元 1660 可通过固定线或通过无线连接,例如无线电、WLAN 如 IEEE 802.11 或蓝牙、或任何其它适当的无线连接,来物理地连接到控制单元 150。如虚线所指示的,可分离的远程控制单元 1660 不一定要形成光学仪器 1600 的部分,而是可由操作员四处携带以远程地控制光学仪器。

[0209] 详细地,可分离的远程控制单元 1660 包括显示单元 1610、操作控制单元 1620 和收发器 1630。显示单元 1610 可为 LCD 显示器,且优选地为触敏显示器,例如用作人类接口的触摸屏。操作控制单元 1620 可包括焦点控制、触发器输入、字母数字输入设备如键盘、以及引导控制(aimingcontrol)如计算机鼠标、操纵杆、跟踪球、触模板或允许操作员手工指挥光学仪器的移动的任何其它适当的设备。收发器 1630 可接收将显示在显示单元 1610 上

的采集数据或从操作控制单元 1620 发送控制数据。另外的元件可包括 CPU 和电池（未示出）。

[0210] 根据另一实施例,可提供一种程序,其包括适合于使可包括在控制单元中的数据处理器或控制单元 150 本身执行上面的操作的组合的指令。

[0211] 程序或其元件可储存在存储器例如光学仪器的存储单元 1570 中,并由处理器检索以用于执行。

[0212] 而且,可提供包括有程序的计算机可读介质。计算机可读介质可为有形的,例如磁盘或其它数据载体,或可由适合于电子、光学或任何其它类型的传输的信号组成。计算机程序产品可包括计算机可读介质。

[0213] 应理解,这里描述的操作内在地不与任何特定的仪器有关,并可由部件的任何适当的组合实现。图 1、15 和 16 所示且在上面详细描述的光学仪器构成优选实施例,以执行所述方法的操作。然而,这可以不限于此。

[0214] 对本领域技术人员应明显,可在本发明的仪器和方法中以及在本发明的结构中进行各种修改和变化,而不偏离本发明的范围或实质。

[0215] 关于特定的例子描述了本发明,这些例子被规定为在所有的方面是示例性的而不是限制性的。本领域技术人员应认识到,硬件、软件和固件的很多不同的组合应适合于实践本发明。

[0216] 而且,考虑到这里所公开的说明书和本发明的实践,本发明的其它实现对本领域技术人员来说是明显的。认为说明书和例子仅仅是示例性的。为此,应理解,创造性方面在于少于单个前面公开的实现或配置的所有特征。因此,本发明的真正范围和实质由下面的权利要求指示。

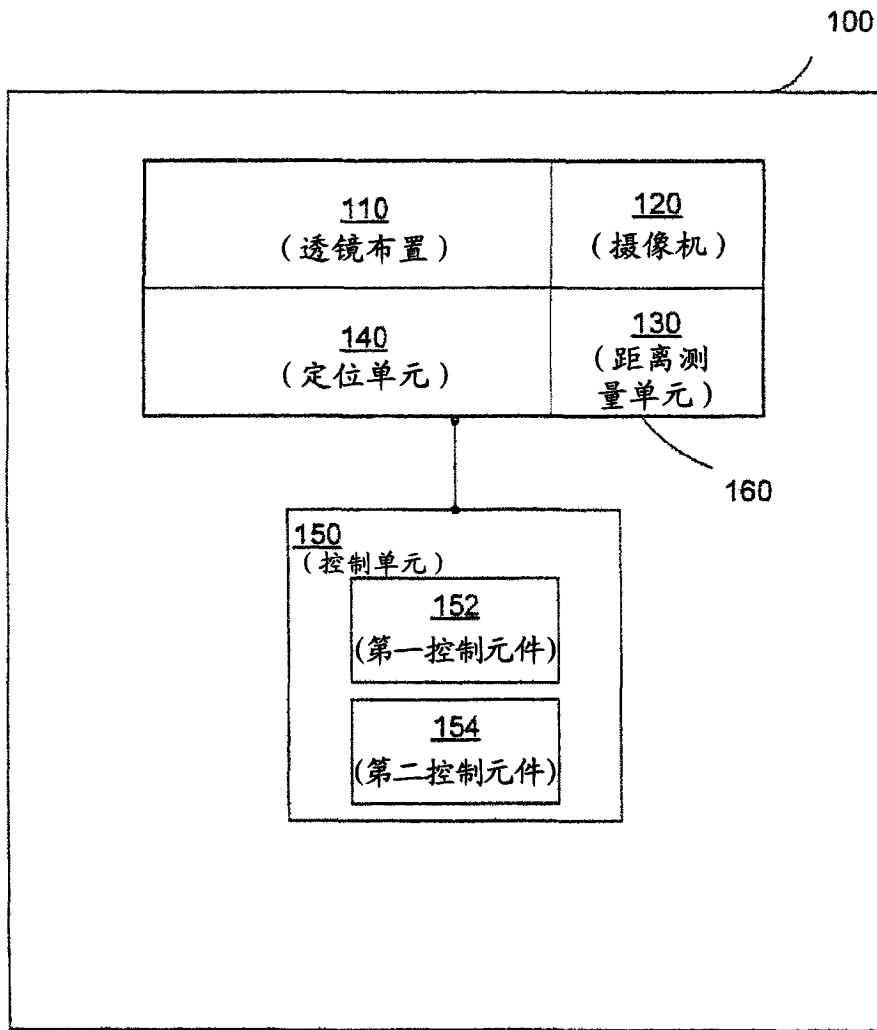


图 1

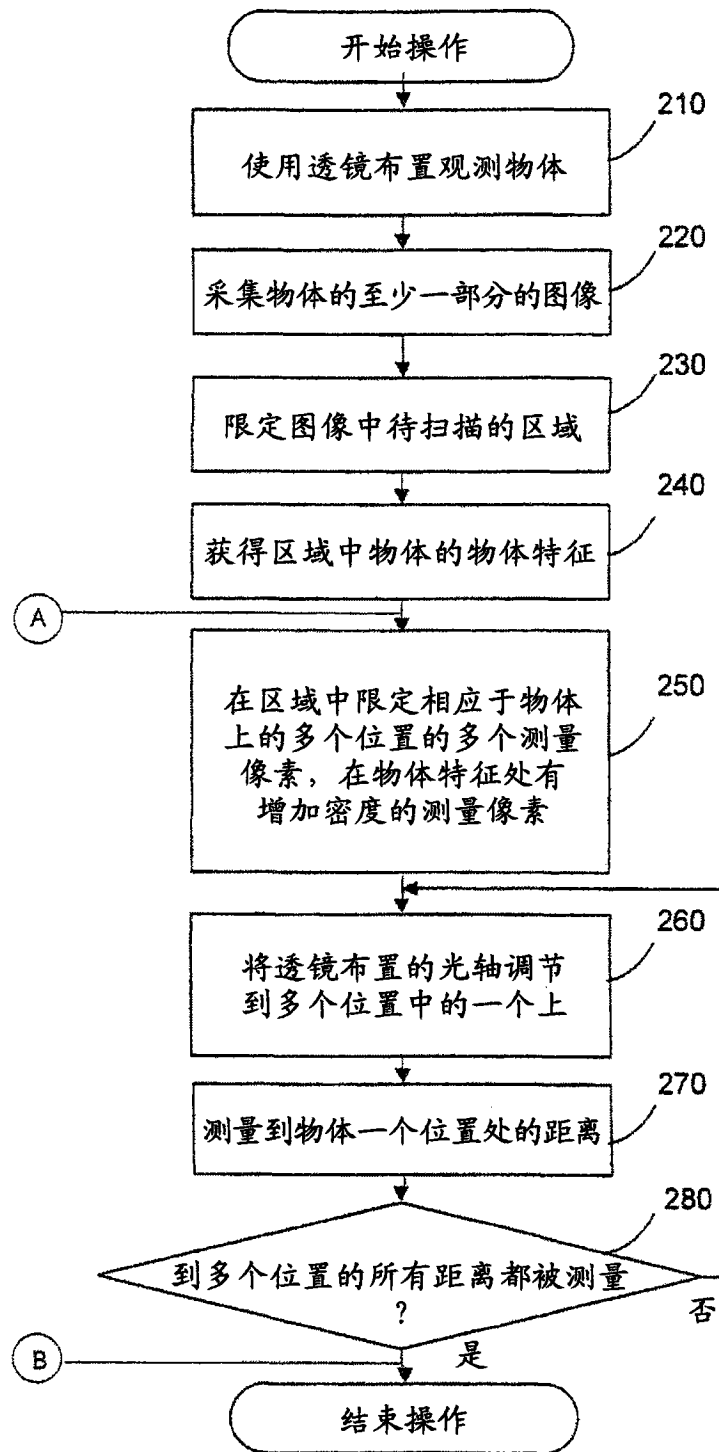


图 2



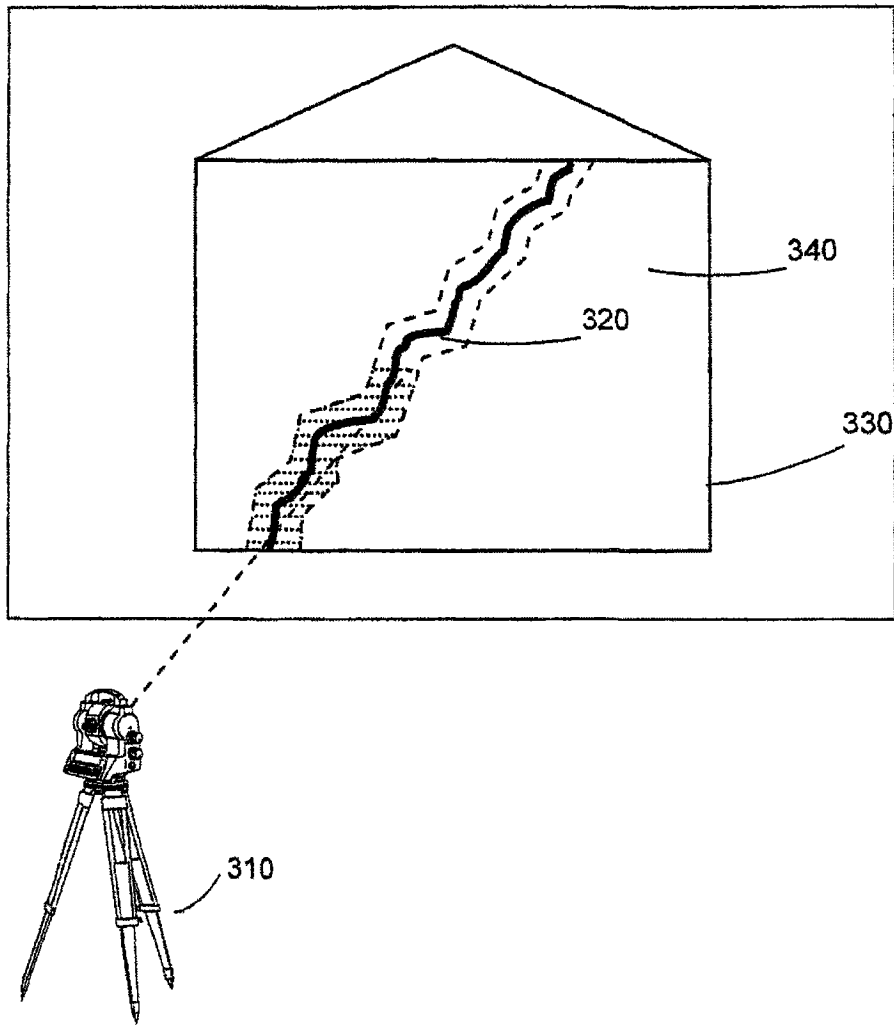


图 3

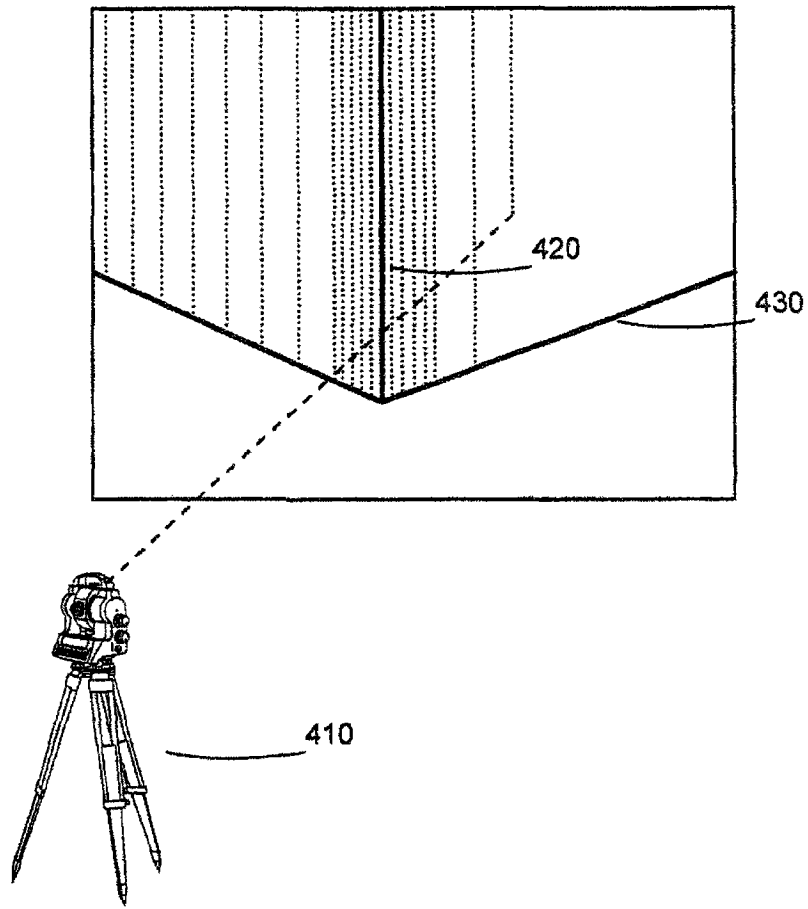


图 4

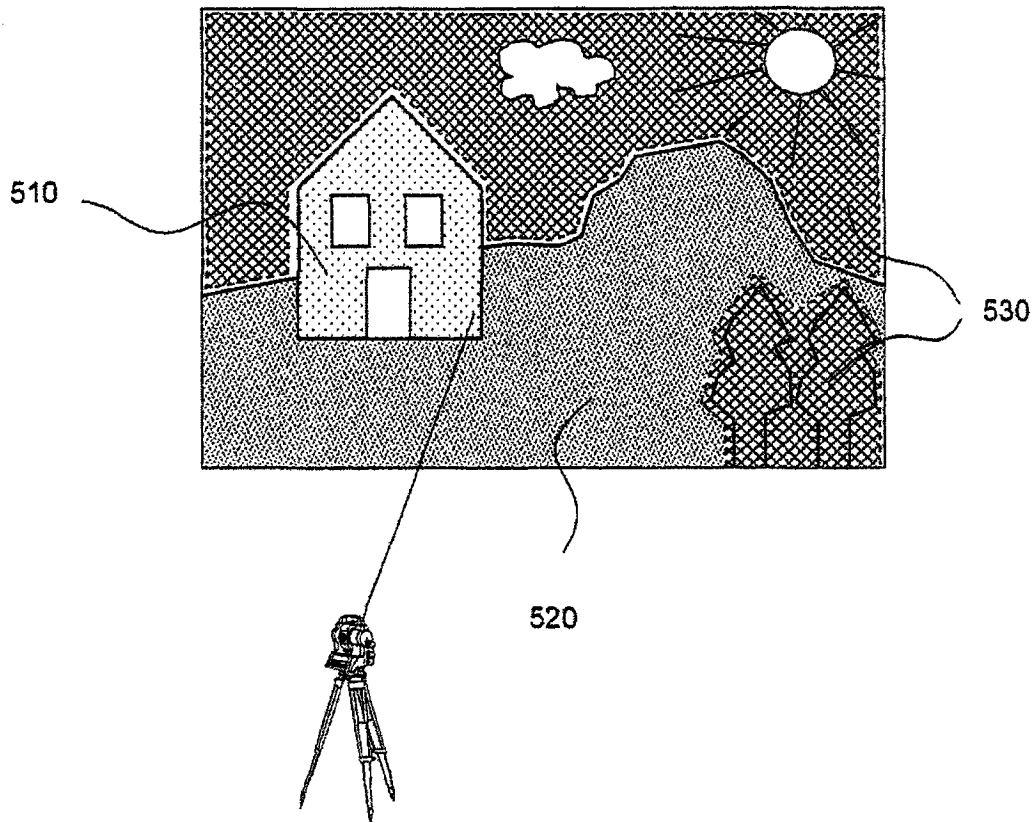


图 5

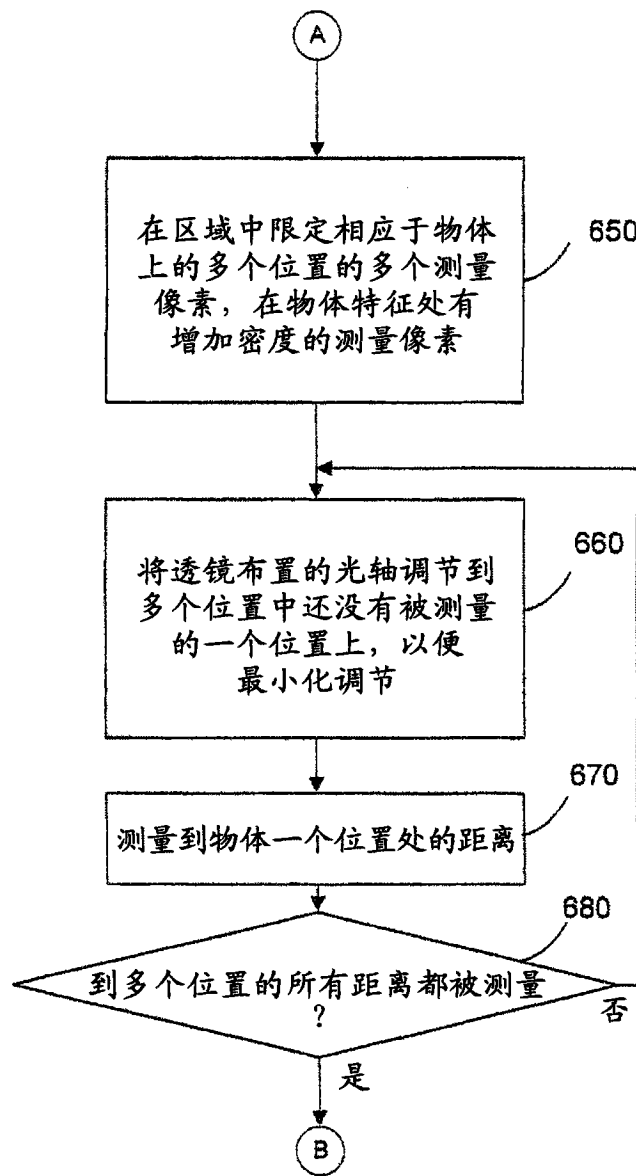


图 6

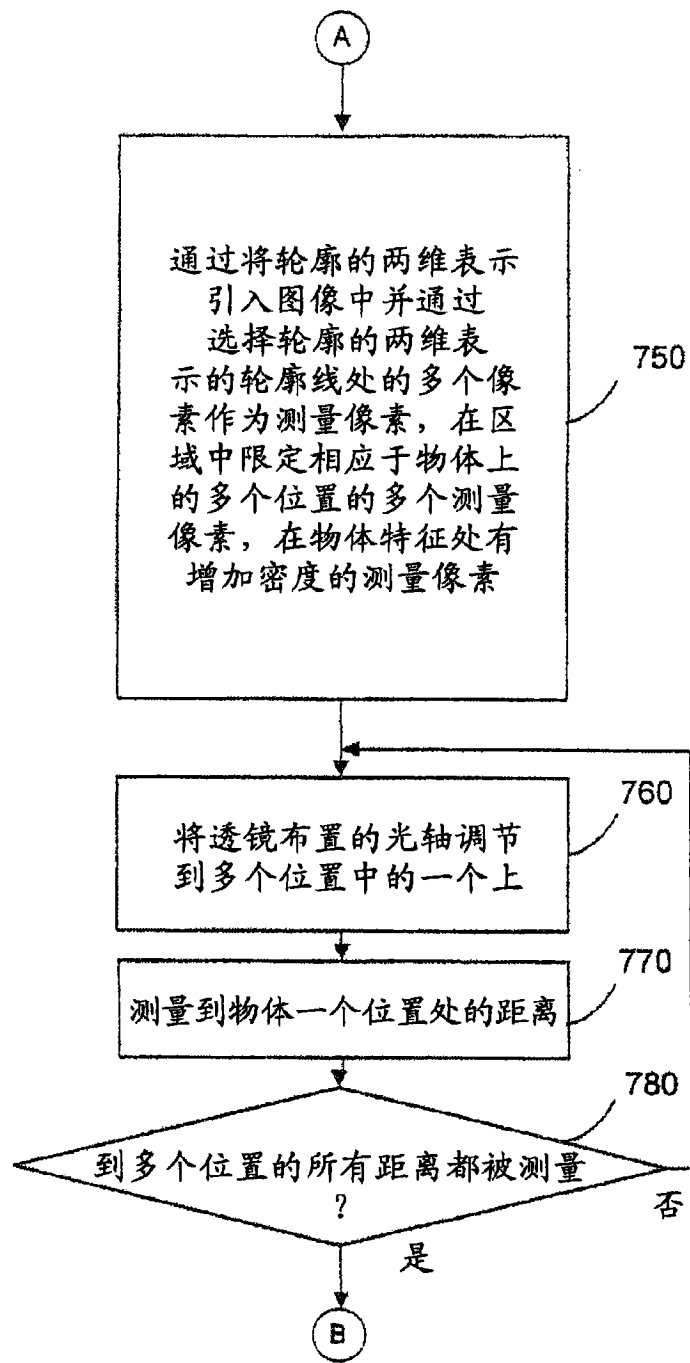


图 7

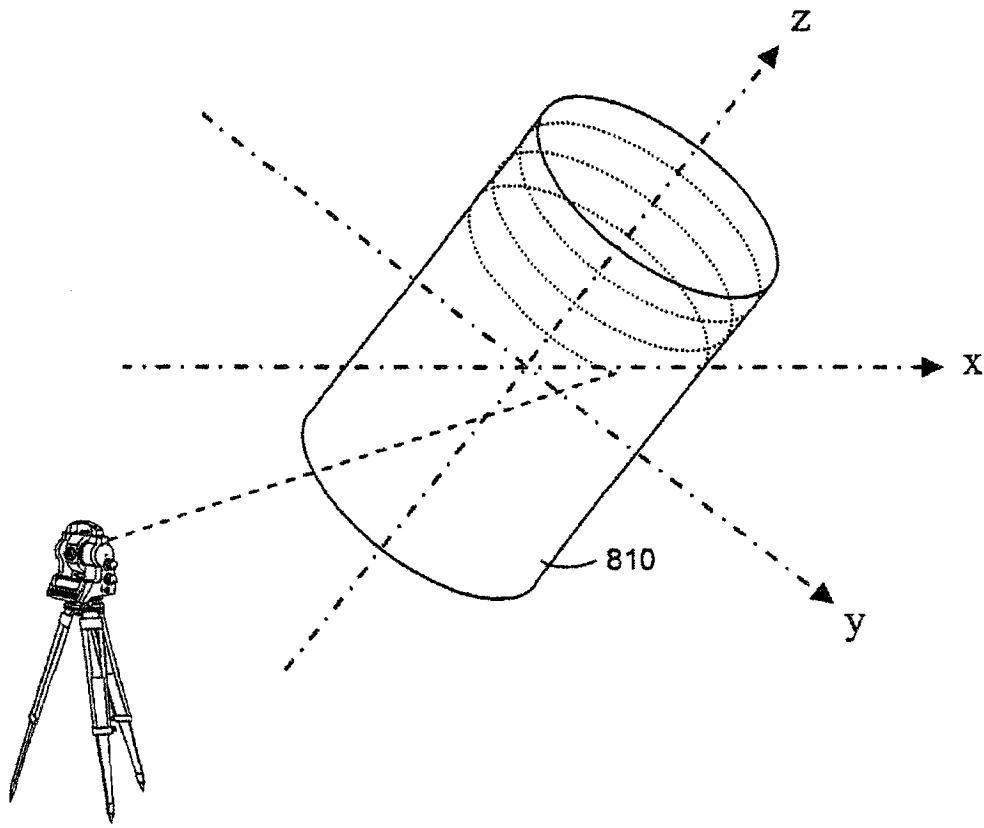


图 8

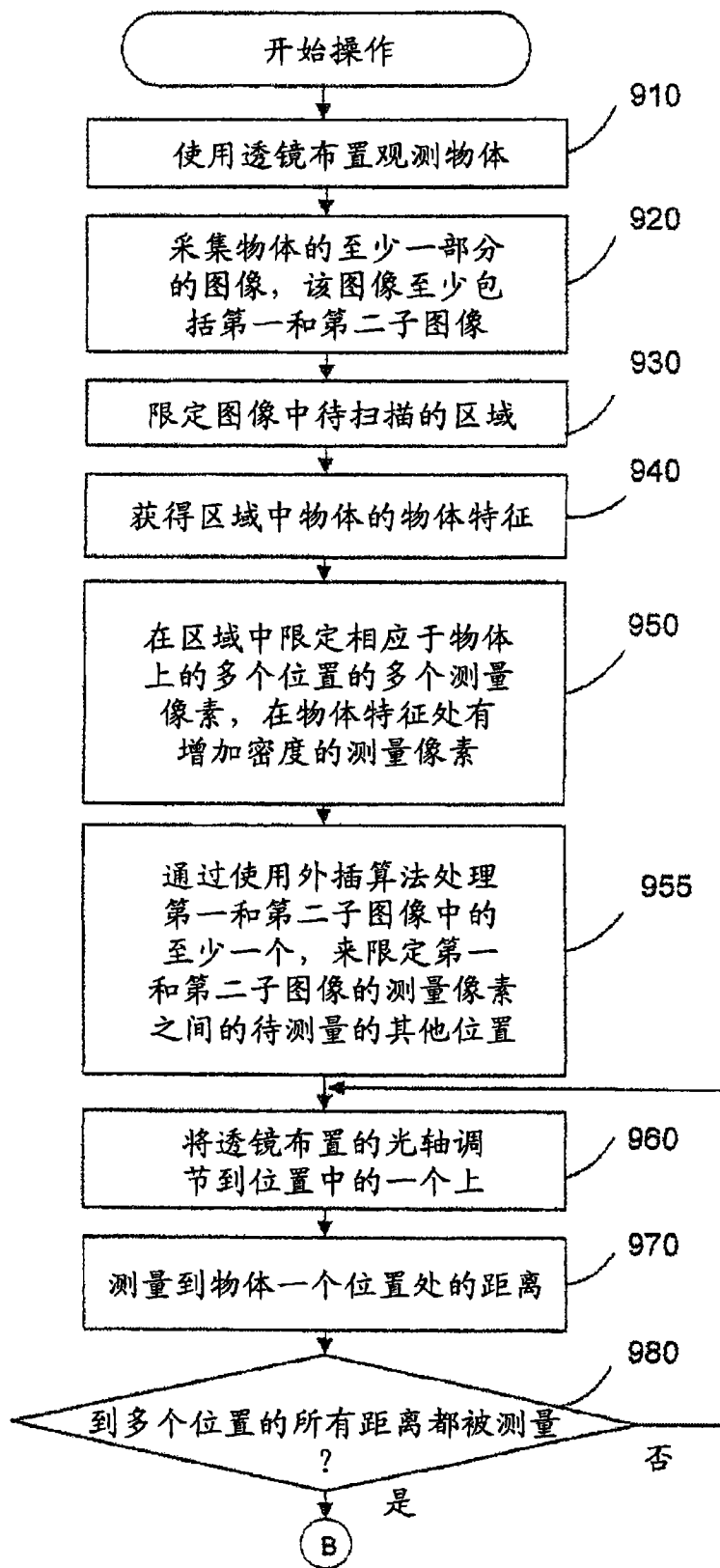


图 9

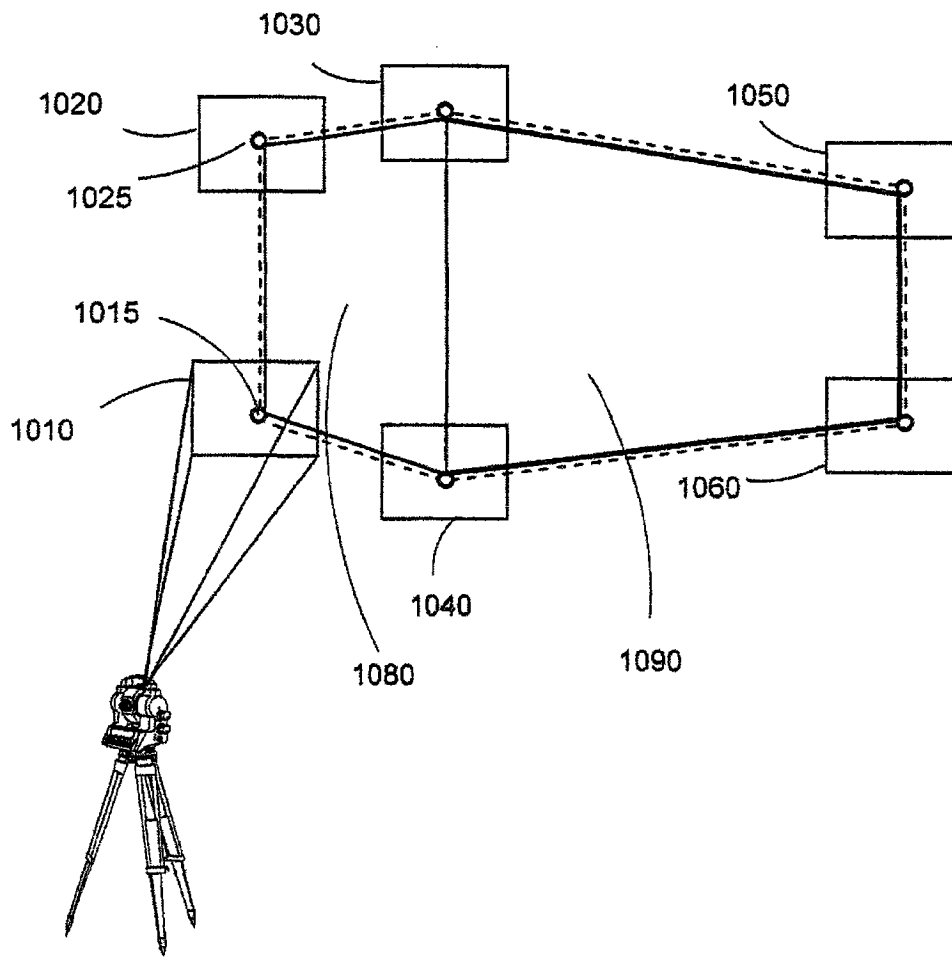


图 10



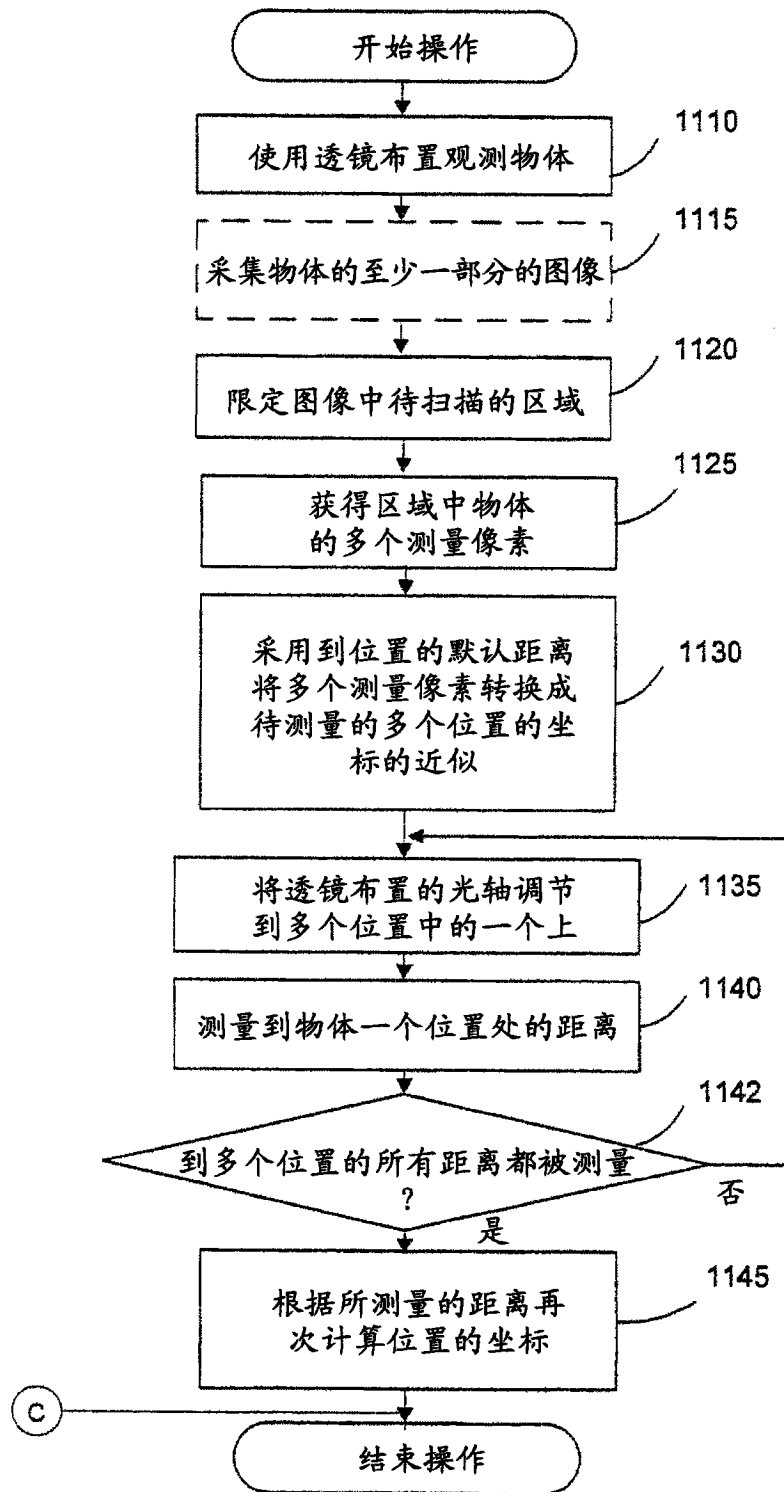


图 11

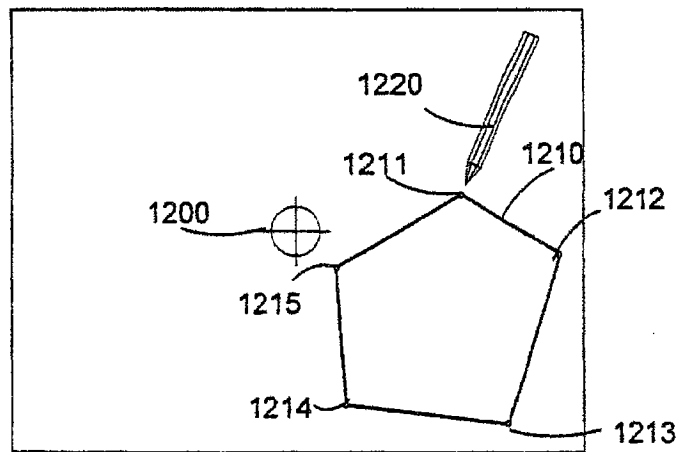


图 12A

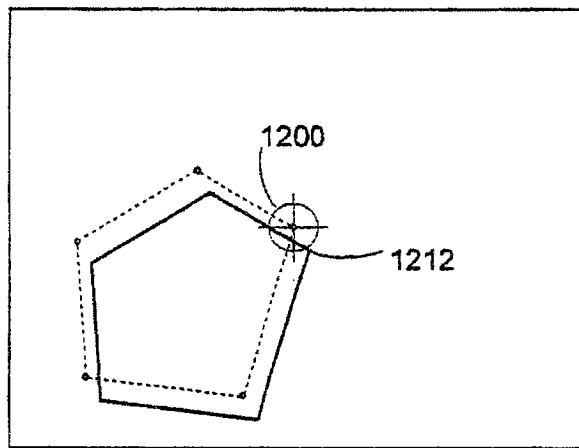


图 12B

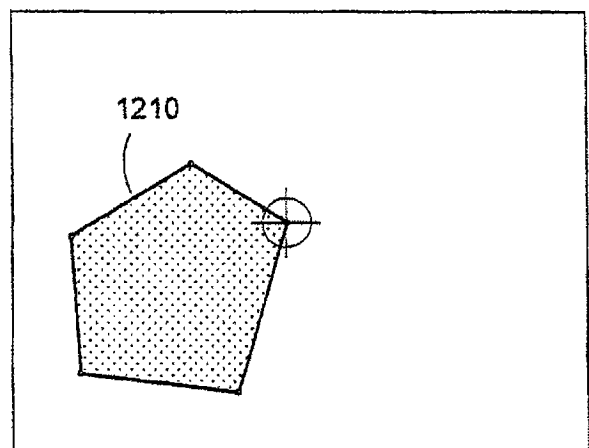


图 12C

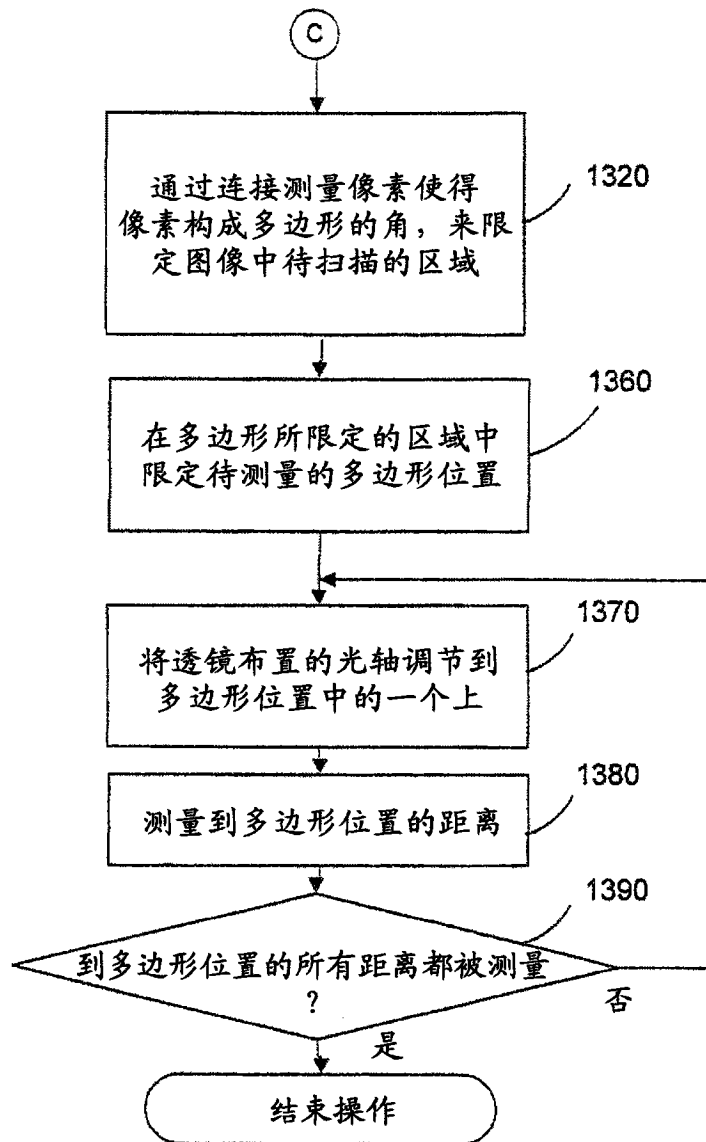


图 13

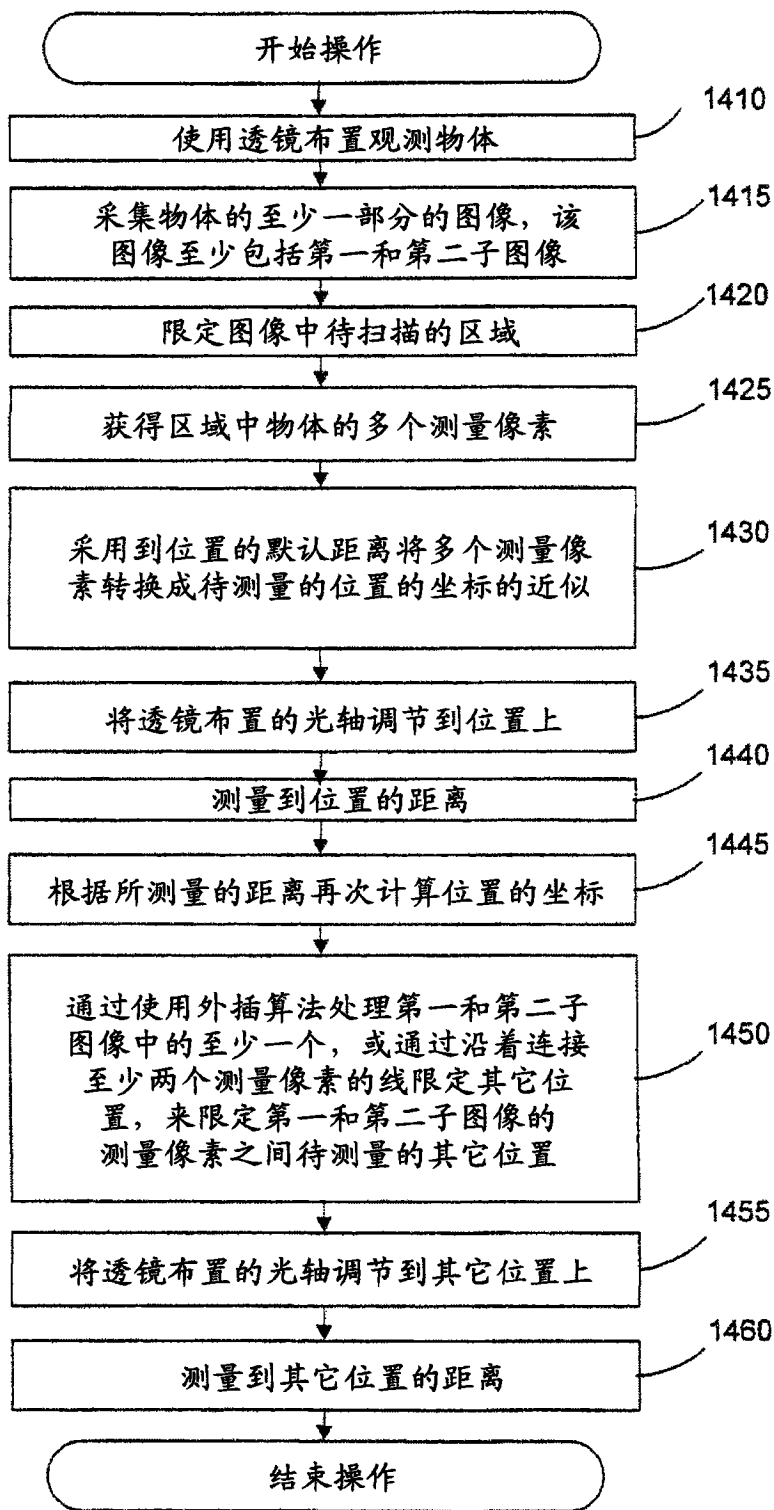


图 14

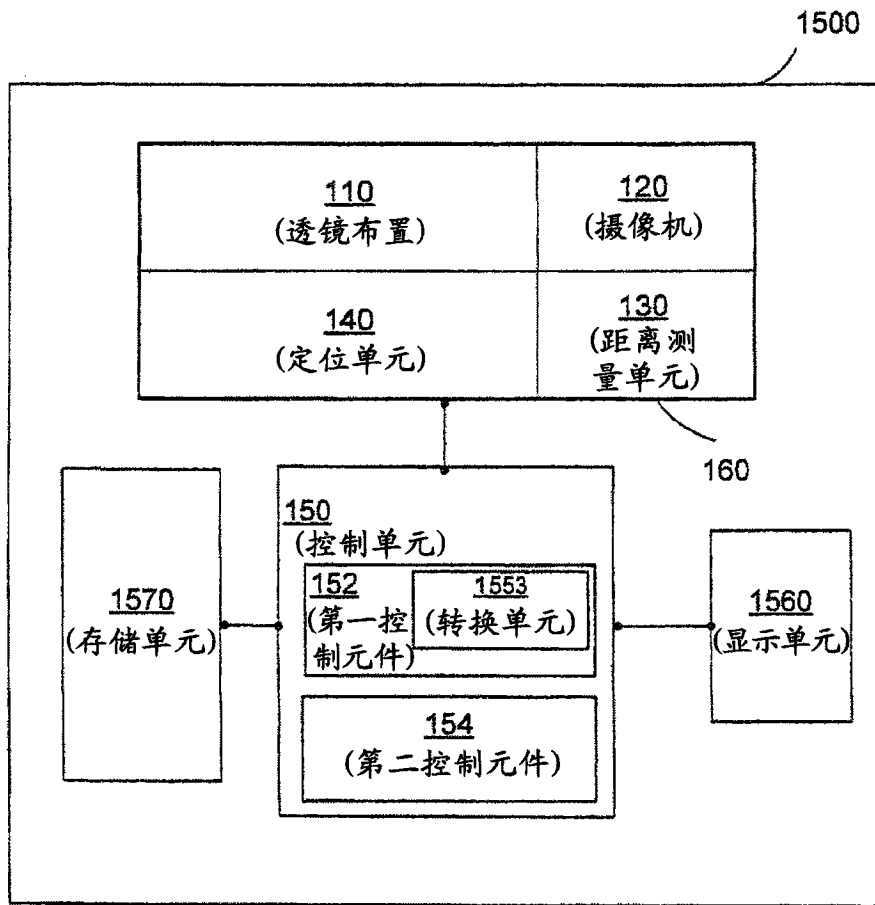


图 15

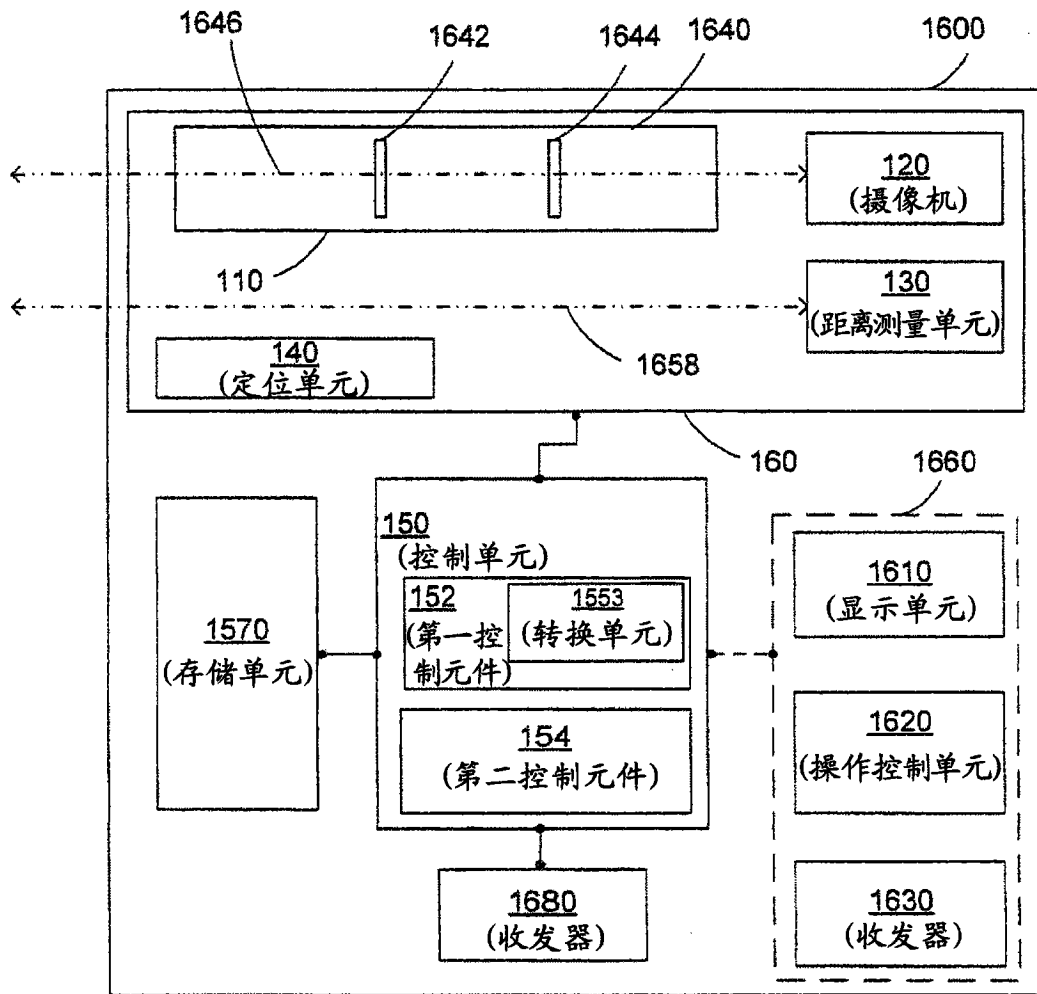


图 16