



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101512291 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 22

(21) 申请号 200680055841. 6

G02B 7/10 (2006. 01)

(22) 申请日 2006. 09. 15

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2009. 03. 13

CN 1731830 A, 2006. 02. 08,

审查员 苑佳丽

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/EP2006/009026 2006. 09. 15

(87) PCT申请的公布数据  
W02008/031450 EN 2008. 03. 20

(73) 专利权人 特里伯耶拿有限公司  
地址 德国耶拿

(72) 发明人 V·霍夫曼 T·马罗尔德  
M·门策尔

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

(51) Int. Cl.  
G01C 15/00 (2006. 01)  
G01C 25/00 (2006. 01)

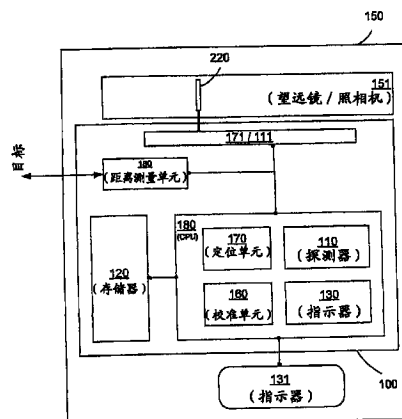
权利要求书4页 说明书19页 附图9页

(54) 发明名称

光学仪器中校准误差的校正

(57) 摘要

本申请涉及光学仪器的校准以提高使用所述光学仪器进行位置测量的精度。诸如在光学仪器的望远镜(151)中,于聚焦透镜(220)在其机械轨道上的不同位置处记录(120)由所述光学仪器所测量的某个方向的观察方向误差。利用与要测量的目标物体的不同距离相对应的聚焦透镜的不同位置处的已知的观察方向误差,可以使某个距离范围内的位置测量变得更精确。



1. 一种光学仪器的校准误差校正装置,包括:

探测器,用来探测光学仪器的聚焦透镜在该聚焦透镜的机械轨道上的位置,其中,穿过所述光学仪器的像平面以及当前位置处的所述聚焦透镜的视线定义了实际观察方向;

存储器,用来存储观察方向误差,该观察方向误差指定了已知理论观察方向和与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置相关的所述实际观察方向之间的偏差;以及

指示器,用来指示至少一个值,该至少一个值表示基于所述理论观察方向和所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置中的每个位置处的所述观察方向误差而得到的所述实际观察方向。

2. 根据权利要求1所述的校准误差校正装置,其中,所述观察方向误差由所述理论观察方向和所述实际观察方向之间的差来定义,并且其中,所述指示器设置为通过从所述理论观察方向中减去所述观察方向误差来指定所述实际观察方向。

3. 根据权利要求1和2中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,其中,每个所述观察方向误差都包括第一分量,该第一分量指示了所述理论观察方向和所述实际观察方向在第一个平面中的偏差。

4. 根据权利要求1-2中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,其中,每个所述观察方向误差都包括第二分量,该第二分量指示了所述理论观察方向和所述实际观察方向在第二个平面中的偏差。

5. 根据权利要求1-2中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,其中,所述像平面包括在该像平面内彼此交叉的相互正交的第一和第二线段,并且其中,所述实际观察方向由穿过所述第一和第二线段的交叉点和所述聚焦透镜的视线来定义。

6. 根据权利要求1-2中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,其中,所述像平面由传感器元件的二维阵列构成,并且其中所述实际观察方向由穿过所述传感器元件的二维阵列上的一点并穿过所述聚焦透镜的视线来定义。

7. 根据权利要求1-2中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,该装置包括通过将所述聚焦透镜设置到选定聚焦位置来校准所述理论观察方向的部件。

8. 根据权利要求1-2中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,该装置包括在制造所述光学仪器时通过使所述实际观察方向与所述理论观察方向对齐来校准所述理论观察方向的部件。

9. 根据权利要求1-2中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,该装置包括

定位单元,定位所述聚焦透镜以便聚焦在目标上,并指示出所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置;并且

其中,所述指示器基于所述定位单元所指示的位置信号来获取与所述聚焦透镜的位置相关的观察方向误差,并指定表示所述实际观察方向的至少一个值。

10. 根据权利要求9所述的校准误差校正装置,包括

距离确定单元,用来确定目标到所述光学仪器的目标距离,

其中,所述定位单元基于所述目标距离来设置所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置以便聚焦在所述目标上,以及

所述指示器用来从所述存储器中获取与所述目标距离相关的观察方向误差,并指定表示所述实际观察方向的至少一个值。

11. 根据权利要求 1-2 中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,其中,如果所述聚焦透镜在所述机械轨道上的当前位置不与某个存储的观察方向误差相关的话,那么,所述指示器基于两个观察方向误差之间的插值来指定所述实际观察方向。

12. 根据权利要求 1-2 中的一个权利要求所述的校准误差校正装置,包括校准单元,该校准单元使所述聚焦透镜沿所述机械轨道移动到多个位置中的每个位置上,并确定在所述每个位置处的观察方向误差。

13. 根据权利要求 12 所述的校准误差校正装置,其中,所述校准单元用来将视线或实际观察方向调节到与所述光学仪器等高的目标上,并记录所述光学仪器到水平方向的夹角,作为观察方向误差。

14. 根据权利要求 12 所述的校准误差校正装置,其中,所述校准单元将第一个面中的光学仪器观察方向误差的测量值和第二个面中的光学仪器观察方向误差的测量值的平均确定为观察方向误差。

15. 根据权利要求 12 所述的校准误差校正装置,其中,所述校准单元将与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置相关的观察方向误差确定为所述聚焦透镜在所述机械轨道上的这个位置处的观察方向误差的重复测量值的平均。

16. 根据权利要求 12 所述的校准误差校正装置,其中,所述校准单元用来将观察方向误差确定为所述聚焦透镜在所述机械轨道上的两个不同位置处的观察方向误差的重复测量值的平均,并且,所述观察方向误差与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的所述两个不同位置之间的某个中间位置相关。

17. 根据权利要求 12 所述的校准误差校正装置,包括一个单元,用来测量并补偿倾斜误差。

18. 光学仪器中的校准误差校正方法,包括:

探测光学仪器的聚焦透镜在该聚焦透镜的机械轨道上的位置,其中,穿过所述光学仪器的像平面以及当前位置处的所述聚焦透镜的视线定义了实际观察方向;

在存储器中存储观察方向误差,该观察方向误差指定了已知理论观察方向和与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置相关的所述实际观察方向之间的偏差;以及

基于所述理论观察方向和所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置中的每个位置处的所述观察方向误差指定表示所述实际观察方向的至少一个值。

19. 根据权利要求 18 所述的校准误差校正方法,其中,所述观察方向误差由所述理论观察方向和所述实际观察方向之间的差来定义,并且,所述实际观察方向通过从所述理论观察方向中减去所述观察方向误差来指定。

20. 根据权利要求 18 和 19 中的一个权利要求所述的校准误差校正方法,其中,每个所述观察方向误差都包括第一分量,该第一分量指示了所述理论观察方向和所述实际观察方向在第一个平面中的偏差。

21. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,其中,每个所述观察方向误差都包括第二分量,该第二分量指示了所述理论观察方向和所述实际观察方向在第二个平面中的偏差。

22. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,包括提供一个像平面,所述像平面包括在该像平面内彼此交叉的相互正交的第一和第二线段,并且,由穿过所述第一和第

二线段的交叉点和所述聚焦透镜的视线来定义所述实际观察方向。

23. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,包括提供一个像平面,所述像平面由传感器元件的二维阵列构成,并且由穿过所述传感器元件的二维阵列上的一点并穿过所述聚焦透镜的视线来定义所述实际观察方向。

24. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,其中,通过将所述聚焦透镜设置到选定聚焦位置来校准所述理论观察方向。

25. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,其中,在制造所述光学仪器时通过使所述实际观察方向与所述理论观察方向对齐来校准所述理论观察方向。

26. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,包括  
定位所述聚焦透镜以便聚焦在目标上,并指示出所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置;以及

基于定位单元所指示的位置信号来获取与所述聚焦透镜的位置相关的观察方向误差,以及

指定表示所述实际观察方向的至少一个值。

27. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,包括  
确定目标到所述光学仪器的目标距离,  
基于所述目标距离来设置所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置以便聚焦在所述目标上,以及

获取与所述目标距离相关的观察方向误差,并指定表示所述实际观察方向的至少一个值。

28. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,如果所述聚焦透镜在所述机械轨道上的当前位置不与某个存储的观察方向误差相关的话,那么,基于两个观察方向误差之间的插值来指定所述实际观察方向。

29. 根据权利要求 18 或 19 所述的校准误差校正方法,包括:使所述聚焦透镜沿所述机械轨道移动到多个位置中的每个位置上,并确定在所述每个位置处的观察方向误差。

30. 根据权利要求 29 所述的校准误差校正方法,包括:将视线或实际观察方向调节到与所述光学仪器等高的目标上,并记录所述光学仪器到水平方向的夹角,作为观察方向误差。

31. 根据权利要求 29 所述的校准误差校正方法,包括:将第一个面中的光学仪器观察方向误差的测量值和第二个面中的光学仪器观察方向误差的测量值的平均确定为观察方向误差。

32. 根据权利要求 18 所述的校准误差校正方法,包括:将与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置相关的观察方向误差确定为所述聚焦透镜在所述机械轨道上的这个位置处的观察方向误差的重复测量值的平均。

33. 根据权利要求 18 所述的校准误差校正方法,包括:将观察方向误差确定为所述聚焦透镜在所述机械轨道上的两个不同位置处的观察方向误差的重复测量值的平均,并且其中,所述观察方向误差与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的所述两个不同位置之间的某个中间位置相关。

34. 根据权利要求 18 和 19 中的一个权利要求所述的校准误差校正方法,包括:测量并

补偿倾斜误差。

35. 一种光学仪器,包含根据权利要求 1-2 之一所述的校准误差校正装置。

## 光学仪器中校准误差的校正

### 技术领域

[0001] 本发明涉及到校准误差的校正,尤其是用于光学仪器。

### 背景技术

[0002] 光学仪器一般都包含一组光学元件配置(诸如望远镜或照相机中的透镜),用来观察或聚焦到物体上。此外,光学仪器(诸如准距仪(tachymeter)或调平装置(leveling device))能够确定物体相对于该光学仪器的位置。调平装置通常只给出目标物体在垂直方向上的相对位置,即,目标物体相对于调平装置的高度。另一方面,准距仪可以给出具有垂直分量和水平分量的物体位置。

[0003] 物体的位置可以由物体与仪器的连线偏离例如已知的水平方向和/或已知的垂直方向的角度来表示。通常,光学仪器使用球坐标来给出物体的相对位置。例如,物体位置可以由笛卡尔坐标系中的笛卡尔坐标来定义,笛卡尔坐标系有三个彼此正交的轴,仪器位于原点。然而,对于测量位置来说,球坐标更合适。因此,物体相对于仪器的位置可以由球坐标来定义,即由物体到所述正交坐标系原点的距离、该坐标系的一个水平轴与该坐标系原点到该物体在水平面上的投影的连线之间的夹角、以及正交于所述水平面的坐标轴与该坐标系原点到该物体的连线之间的垂直夹角来定义。笛卡尔坐标能够变换为球坐标,反之亦然。

[0004] 在所有的情形中,都要求非常精确地测量这些角度。可以想象,所测量的角度的很小误差会转化成例如建筑应用中所不能接受的很大的定位误差,特别是在确定离光学仪器较远的物体的位置时。

[0005] 为了减小测量误差的产生,通常对光学仪器(诸如准距仪或调平装置)进行调节或校准。通常在使用仪器之前或者在制造仪器时进行校准。通过校准测量,可以对仪器的误差进行量化,并利用其对例如物体位置的实际测量进行校正。例如,如果从测试中已知,光学仪器所确定的观察方向具有 $1^\circ$ 的误差,那么,通过补偿这 $1^\circ$ 的误差(即,根据这 $1^\circ$ 测量误差的方向从测量结果中加上或减去 $1^\circ$ ),可以对实际测量进行校正。能够利用所确定的测量误差来设置光学仪器(诸如角度指示器)的初始调节,或者校正所述仪器所指示的角度。

[0006] 尽管上述光学仪器的校准对于许多应用来说足够了,但对误差很敏感的应用要求有更高精度的误差校正。此外,需要进行大量相继测量的应用会要求重复的校准步骤来校准光学仪器,这就降低了产率。

### 发明内容

[0007] 所以,希望能提供一种校准误差校正装置,该装置通过在光学仪器使用期间消除多重校准步骤来提高误差校正的精度并提高产率。

[0008] 根据一个实施例,一种光学仪器的校准误差校正装置包括:探测器,用来探测光学仪器的聚焦透镜在该聚焦透镜的机械轨道上的位置,其中,穿过所述光学仪器的像平面并

穿过当前位置处的所述聚焦透镜的视线定义了实际观察方向；存储器，用来存储观察方向误差，该观察方向误差指定了已知的理论观察方向和与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置相关的所述实际观察方向之间的偏差；以及指示器，用来指定基于所述理论观察方向和所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置中的每个位置处的所述观察方向误差而得到的所述实际观察方向的至少一个指示值。因此，所述校准误差校正装置能够利用预存的与所述仪器的不同聚焦设置相关的观察方向误差来为所述光学仪器的不同聚焦设置提供校准误差校正。

[0009] 根据一个有利的例子，所述观察方向误差由所述理论观察方向和所述实际观察方向之间的差来定义，并且，所述指示器通过从所述理论观察方向中减去所述观察方向误差来指定所述实际观察方向。因此，考虑了所述聚焦透镜的某个具体位置处的观察方向误差后，能够给出校正了的实际观察方向。

[0010] 根据另一个有利的例子，每个所述观察方向误差都包括第一分量（例如，垂直分量），该分量指示了所述理论观察方向和所述实际观察方向在第一个平面（例如，垂直面）中的偏差，并且根据另一个例子，每个所述观察方向误差都包括第二分量（例如与所述第一分量正交，诸如水平分量），该分量指示了所述理论观察方向和所述实际观察方向在第二个平面（例如，水平面）中的偏差。因此，观察方向误差的校正可以在一维中进行，诸如在调平装置中那样，也可以在二维中进行，诸如在准距仪中那样。

[0011] 根据另一个有利的例子，所述像平面包括在该像平面内彼此交叉的第一线段（例如垂直线段）和第二线段（例如水平线段），并且，所述实际观察方向由穿过所述交叉点和所述聚焦透镜的视线来定义。因此，所述光学仪器的用户通过使所述交叉点和经所述聚焦透镜看到的物体汇合起来就能够方便地确定实际观察方向。

[0012] 根据另一个有利的例子，所述像平面由传感器元件的二维阵列构成，并且所述实际观察方向由穿过一点（例如，所述传感器元件的二维阵列的中心）并穿过所述聚焦透镜的视线来定义。因此，所述校准误差校正装置能够适合于例如视频准距仪。

[0013] 根据另一个有利的例子，通过将所述聚焦透镜设置到选定聚焦位置来校准所述理论观察方向。另外，在制造所述光学仪器时通过逼近所述实际观察方向来校准所述理论观察方向。因此，在制造所述光学仪器时或在装置特性的初始调节期间，能够将所述理论观察方向定义为任意一点处的希望的或近似的观察方向。

[0014] 根据另一个有利的例子，提供定位单元，以定位所述聚焦透镜以便聚焦在目标上，并指示出所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置，其中，所述指示器单元基于所述定位单元所指示的位置信号来搜寻与所述聚焦透镜的位置相关的观察方向误差，以便指定表示所述实际观察方向的至少一个值。因此，可以将所述聚焦透镜调节到希望的位置处以获得相关的观察方向误差，并能够校正在该位置处的校准误差。

[0015] 根据另一个有利的例子，提供距离确定单元，用来确定目标到所述光学仪器的目标距离，其中，所述定位单元基于所述距离来设置所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置以便聚焦在所述目标上，并且所述指示器单元用来搜寻与所述目标距离相关的观察方向误差，并指定表示所述实际观察方向的至少一个值。因此，可以避免要求对所述聚焦透镜进行手动调节，并且基于所测量到的到物体的距离能够直接补偿在所述聚焦透镜位置处的校准误差。

[0016] 根据另一个有利的例子,如果所述聚焦透镜在所述机械轨道上的当前位置不与某个存储的观察方向误差相关的话,那么,所述指示器单元被设置成基于两个观察方向误差之间的插值来指定所述实际观察方向。因此,如果只知道选定的聚焦透镜位置处的观察方向误差的话,那么,可以从中推出其它位置处的观察方向误差,从而能够在没有直接相关的观察方向误差的那些位置处进行校准误差的校正。

[0017] 根据另一个有利的例子,提供校准单元,该单元使所述聚焦透镜沿所述机械轨道移动到多个位置中的每个位置上,并确定在所述每个位置处的观察方向误差。所以,为了校准所述光学仪器,校准单元能够记录在聚焦透镜的不同位置处的观察方向误差,以便之后在正常操作期间用于校正观察方向误差。

[0018] 根据另一个有利的例子,所述校准单元将视线或实际观察方向调节到与所述光学仪器等高的目标上,并记录所述光学仪器到水平方向的夹角,作为观察方向误差。因此,所述校准单元能够用在例如和调平装置向关的应用中。

[0019] 根据另一个有利的例子,所述校准单元将第一个面中的光学仪器观察方向误差的测量值和第二个面中的光学仪器观察方向误差的测量值的平均确定为观察方向误差。因此,通过将所述光学仪器中的观察元件(诸如望远镜或照相机)相继地移动到第一和第二面中并通过获得在这两个面中的测量的平均值作为所述误差,能够确定在例如聚焦透镜的确定的已知位置处的观察方向误差。

[0020] 根据另一个有利的例子,所述校准单元将与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置相关的观察方向误差确定为所述聚焦透镜在所述机械轨道上的这个位置处的观察方向误差的重复测量的平均。因此,能够将测量误差减到最小。

[0021] 根据另一个有利的例子,所述校准单元用来将观察方向误差确定为所述聚焦透镜在所述机械轨道上的两个不同位置处的观察方向误差的重复测量的平均,并且,所述观察方向误差与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的所述两个不同位置之间的某个中间位置相关。因此,所述校准单元也能够用于例如视频准距仪中。

[0022] 根据另一个有利的例子,提供一个单元,用来测量并补偿倾斜误差,从而进一步改进处理以及误差校正。

[0023] 根据另一个实施例,提供一种光学仪器中的校准误差校正方法,该方法包括:探测光学仪器的聚焦透镜在该聚焦透镜的机械轨道上的位置,其中,穿过所述光学仪器的像平面以及当前位置处的所述聚焦透镜的视线定义了实际观察方向;在存储器中存储观察方向误差,该观察方向误差指定了已知的理论观察方向和与所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置相关的实际观察方向之间的偏差;以及指定表示基于所述理论观察方向和所述聚焦透镜在所述机械轨道上的多个不同位置中的每个位置处的所述观察方向误差而得到的所述实际观察方向的至少一个值。

[0024] 根据另一个实施例,能够提供一种程序,该程序所包括的指令可以使数据处理部件执行具有上述特点的方法。

[0025] 根据另一个例子,可以提供一种计算机可读介质,其中存储有所述程序。

[0026] 根据另一个实施例,一种计算机程序产品可以包含所述计算机可读介质。

[0027] 根据另一个实施例,提供一种光学仪器,该仪器包含所述校准误差校正装置。

[0028] 根据另一个实施例,提供一种光学仪器,可以根据上述的方法步骤来进行校准。



[0029] 在权利要求书中给出了本发明的其它有利的特点。

### 附图说明

[0030] 图 1 显示了根据本发明的一个实施例所述的光学仪器中的校准误差校正装置的各部件；

[0031] 图 2 显示了具有不同的聚焦透镜位置以及相关观察方向的光学仪器的元件；

[0032] 图 3 显示了根据本发明的另一个实施例所述的校准误差校正装置的各元件；

[0033] 图 4 说明了根据本发明的一个实施例所述的校准误差校正方法的操作，特别说明了所述光学仪器在正常使用期间的操作；

[0034] 图 5 说明了根据本发明的一个实施例所述的校准误差校正方法的操作，特别说明了在所述光学仪器的使用期间的校准误差校正操作；

[0035] 图 6 说明了根据本发明的另一个实施例所述的校准误差校正方法的操作，特别说明了用来记录与聚焦透镜位置相关的观察方向误差的操作；

[0036] 图 7 说明了根据本发明的另一个实施例所述的校准误差校正方法的操作，特别说明了用来记录调平装置的观察方向误差的操作；

[0037] 图 8 说明了根据本发明的另一个实施例所述的校准误差校正方法的操作，特别说明了用来记录例如准距仪或视频准距仪的观察方向误差的操作；

[0038] 图 9 显示了根据本发明的另一个实施例所述的定位单元的例子；

[0039] 图 10 显示了根据本发明的一个实施例所述的光学仪器中的校准误差校正装置的各元件。

### 具体实施方式

[0040] 下面参考附图来描述本发明的优选实施例。注意，下面的描述只是些例子，不应该被解释成是对本发明的限制。

[0041] 本发明的实施例一般地涉及光学仪器的校准，以提高使用所述光学仪器进行位置测量的精度。诸如在光学仪器的望远镜中，于聚焦透镜在其机械轨道上的不同位置处记录由所述光学仪器所测量的某个方向的观察方向误差。利用与到目标物体的不同距离相对应的聚焦透镜的不同位置处的已知的观察方向误差，可以使某个距离范围内的位置测量变得更精确。

[0042] 图 1 显示了根据本发明的一个实施例所述的具有校准误差校正装置的光学仪器 150 的各部件。

[0043] 图 1 显示了光学仪器 150 中所使用的校准误差校正装置 100，它用于对该光学仪器的光学特性的校准误差进行校正。尽管在图 1 中，所示校准误差校正装置构成了所述光学仪器的一部分，但在其它例子中，它可以构成单独实体，与所述光学仪器一起使用。

[0044] 光学仪器 150 包括光学配置 151，诸如含有聚焦透镜的望远镜和 / 或照相机，其中所述聚焦透镜可以沿着机械轨道移动，以便聚焦在目标物体上。除了所述聚焦透镜外，所述光学配置还可以进一步包括像平面，当通过光学配置 151 进行观察时，视线穿过所述光学配置的像平面，并且处于所述聚焦透镜的机械轨道上的当前位置处的聚焦透镜可以确定实际的观察方向。因此，所述实际观察方向是穿过所述光学配置（诸如穿过望远镜的目镜）

的视方向。另外,光学配置 151 可以包括用于实现预期光学特性(诸如放大等)的透镜配置。

[0045] 校准误差校正装置 100 包括探测器 110,用于探测在聚焦透镜的机械轨道(诸如,所述光学仪器的望远镜中的聚焦透镜的机械轨道)上的光学仪器 150 的聚焦透镜的位置。由此,穿过所述光学仪器像平面以及处于所述聚焦透镜当前位置上的聚焦透镜的视线就确定了实际的观察方向。

[0046] 此外,所述校准误差校正装置包括存储器 120,用于保存观察方向误差,该误差指定了与所述聚焦透镜的机械轨道上的多个不同的聚焦透镜位置相关的实际观察方向和已知理论观察方向之间的偏差。另外,校准误差校正装置 100 包括指示器 130,用来基于理论观察方向以及在所述机械轨道上的聚焦透镜的每个不同位置处的观察方向误差来指定至少一个表示所述实际观察方向的值。存储器 120 可以存储所述机械轨道上的不同的聚焦透镜位置与相应的观察方向误差之间的关系。或者,存储器 120 可以存储观察方向误差,这些误差指定了与光学仪器到目标物体的多个不同距离相关的实际观察方向和已知理论观察方向之间的偏差,因为所述不同的距离直接与聚焦透镜的机械轨道上的不同的聚焦透镜位置相对应。

[0047] 可以在例如装置的初始设置期间将指定已知理论观察方向和实际观察方向之间的偏差的观察方向误差记录下来,以便使存储器中存有与聚焦透镜的各个位置相关的观察方向误差,从而在所述光学仪器的正常操作期间能够随时进行校准误差校正。

[0048] 诸如经纬仪(theodolite)或测距仪(tacheometer)(也称作准距仪(tachymeter)或全站仪(total station))等勘测仪器通常利用球坐标来指示空间中的位置。例如,一个点的位置可以用笛卡尔坐标来确定,而笛卡尔坐标是相对于具有三个彼此正交的轴的笛卡尔坐标系来确定的。然而,为了测量位置,球坐标更合适。因此,一个点的位置可以在球坐标系中通过该点到某个正交坐标系原点的距离、该坐标系的一个水平轴与该坐标系原点到该点在水平面上的投影的连线之间的夹角、以及正交于所述水平面的坐标轴与该坐标系原点到该点的连线之间的垂直夹角来确定。笛卡尔坐标能够变换为球坐标,反之亦然。

[0049] 为了确定物体的位置,坐标系的原点可以设置在光学仪器的中心,坐标系的轴可以与已知方向(诸如垂直方向和水平方向,而水平方向可以与罗盘指针对齐,诸如北方)对齐。

[0050] 根据上述说明,光学仪器 150 可以包括能够绕着垂直轴和倾斜轴转动的透镜配置(诸如望远镜),其中,所述倾斜轴随着所述透镜配置或望远镜绕着所述垂直轴的转动而转动。在诸如准距仪等勘测仪器中,绕着垂直轴转动的角度和绕着倾斜轴倾斜的角度可以从相应的指示转动角度的水平度盘和垂直度盘上读出,或从相应的基于显示装置的角度指示中读出。就此而论,应该注意,在一个例子中的所述垂直度盘和水平度盘可以是机械度盘,其中包含用于指示角度的指示器,也可以由数字的或其它类型的角度指示器构成。

[0051] 理想情况下,调节所述光学配置或者说望远镜所确定的视线或实际观察方向,使得所述实际观察方向或视线到坐标系各个轴的角度与所述光学仪器的水平度盘和垂直度盘所指示的角度一致。

[0052] 因此,如果坐标系的取向是已知的,那么,就能够精确地确定目标物体的位置,因为所述垂直度盘和水平度盘上所指示的角度与实际观察方向和已知坐标系之间的真实夹

角是一致的。

[0053] 然而,实际光学仪器并不满足上述条件,即,实际观察方向会偏离已知或预设的坐标系取向。例如,如果考虑根据垂直度盘和水平度盘由光学仪器(即所述光学配置或望远镜)的预定设置所确定的方向来定义理论观察方向,那么,所述理论观察方向和实际观察方向之间就会有误差。根据光学仪器的类型,这个偏差可以具有垂直分量和水平分量。

[0054] 可以想象,在光学仪器的制造期间,通过例如在装置的初始设置中校准或调节所述理论观察方向及相应的位置指示(诸如角度)作为实际观察方向的近似,可以使实际观察方向和理论观察方向之间的偏差尽可能地小。例如,可以使实际观察方向(即,视线)瞄准光学仪器的已知方向上的某个已知物体,调节垂直度盘和水平度盘或其它的角度或位置指示,从而对理论观察方向进行初始调节或校准。

[0055] 在一个例子中,通过将聚焦透镜设置到选定的聚焦位置上来校准理论观察方向。另外,可以通过一个单元来校准理论观察方向,在制造光学仪器时使实际观察方向与理论观察方向对齐,从而在光学仪器制造时就使理论观察方向逼近实际观察方向。例如,至少在当前聚焦位置上(即,对于聚焦透镜的当前位置),用探测器探测实际观察方向,用执行器根据所述测量来调节指示器所指示的值,从而使实际观察方向和理论观察方向对齐。所述校准单元可以是一个装置,也可以是一组装置,在制造期间,这些装置与观察方向(例如,0度角)的指示器配合,以对准并调节光学仪器的望远镜或照相机。因此,能够将理论观察方向定义为在光学仪器制造期间或在装置特性的初始校准期间的任意时刻的希望的或近似的观察方向。

[0056] 在实际情形中通过尽量使实际观察方向和曾经校准或初始校准了的理论观察方向一致而进行的装置的初始校准不会是精确的,即,存在着一些校准误差。此外,应该注意,实际观察方向或实际观察方向与理论观察方向的偏差依赖于光学仪器中的聚焦透镜在聚焦透镜轨道上的位置(即,聚焦位置),所以,实际观察方向和理论观察方向之间的观察方向误差也依赖于聚焦透镜在所述机械轨道上的位置。

[0057] 为了处理这种情形,本发明提供一个存储器,其中存有在聚焦透镜的机械轨道上的聚焦透镜的各个位置处的观察方向误差。例如,存储观察方向误差,使其与聚焦透镜的各个位置或者与到目标物体的相关距离相对应,并在仪器的正常操作期间使用这些观察方向误差,以便能够基于初始校准了的理论的或近似的观察方向以及在聚焦透镜位置处的观察方向误差来指示实际观察方向的至少一个校正值。因此,校准误差校正装置能够利用预先存储的与不同的聚焦设置或仪器到目标的目标距离相关的观察方向误差对光学仪器的不同聚焦设置进行校准误差校正。

[0058] 根据另一个实施例,将观察方向误差定义为理论观察方向和实际观察方向之间的差异,并且利用指示器通过从理论观察方向中减去观察方向误差来指定实际观察方向。

[0059] 存储的观察方向误差每个都可能包括垂直分量和水平分量,垂直分量指示了理论观察方向和实际观察方向在垂直面中的偏差,而水平分量则指示了理论观察方向和实际观察方向在水平面中的偏差。因此,可以在一维上(诸如调平装置(levelling device))或在二维上(诸如准距仪)进行观察方向误差的校正。

[0060] 在一个例子中,提供一个像平面,该像平面包括水平线段和垂直线段,它们在该像平面内彼此交叉,并且由通过所述交叉点和聚焦透镜的视线来定义实际观察方向。因此,光

学仪器的用户通过将所述交叉点与经聚焦透镜所观察到的物体会聚起来能够方便地确定实际观察方向。

[0061] 或者,提供由传感器元件的二维阵列所构成的像平面,并且由穿过传感器元件的二维阵列中的某个元件(例如在传感器元件阵列的中心处或中心附近)上的一点以及穿过聚焦透镜的视线来定义实际观察方向。因此所述校准误差校正装置能够设置为适合于例如视频准距仪。

[0062] 在另一个例子中,通过将聚焦透镜设置在所选择的聚焦位置处(诸如设置到无穷远聚焦位置处)来校准理论观察方向。或者,通过在制造光学仪器时逼近实际观察方向来校准理论观察方向。上述校准可以包括一个单元来调节角度盘或其它角度指示器以指示理论观察方向的一个或一个以上的参考角度,诸如“0度”。因此,在光学仪器制造期间或在装置特性的初始校准期间的任意时刻能够将理论观察方向定义为希望的或近似的观察方向。

[0063] 根据另一个例子,校准误差校正装置 100 包括定位单元 170,用来在所述机械轨道上定位聚焦透镜,用来控制具有望远镜或照相机 150 的光学仪器的聚焦。

[0064] 因此,利用定位单元 170 可以将聚焦透镜定位在机械轨道上以便聚焦在目标物体上,并且指示出聚焦透镜在所述机械轨道上的位置。然后,就可以基于定位单元 170 所指示的位置信号来找出与聚焦透镜的所述位置相关的观察方向误差,以便指定表示实际观察方向的至少一个值。因此,例如,可以将聚焦透镜调节到可以获得相关观察方向误差的希望位置上,并能够校正在该位置处的校准误差。

[0065] 根据另一个例子,确定目标物体到光学仪器的目标距离,并基于所确定的目标距离在所述机械轨道上设置聚焦透镜的位置(诸如通过定位单元 170 来设置)以便聚焦在所述目标物体上。因此,能够避免手动调节聚焦透镜的要求,并能对所述聚焦透镜位置处的校准误差进行直接补偿。此外,在这种情形中,所述存储器可以存储有不同目标距离与相应观察方向误差之间的关系,并且指示器单元可以找出与某个目标距离相关的观察方向误差,并基于此指定表示实际观察方向的至少一个值。

[0066] 根据另一个例子,如果聚焦透镜在所述机械轨道上的当前位置不与所存储的观察方向误差相关,那么,可以基于在两个观察方向误差之间的插值来指定实际观察方向。因此,如果观察方向误差只是在挑选的聚焦透镜位置处才是已知的,那么,从这些观察方向误差中能够推断出在其它位置处的观察方向误差,从而能够在不具有直接相关的观察方向误差的位置处进行校准误差校正。

[0067] 根据另一个例子,能够将聚焦透镜移动到机械轨道上的多个位置中的每个位置处,并且确定出在这些位置处的观察方向误差。

[0068] 根据另一个实施例,提供一个校准单元,用来在例如初始的校准操作序列中校准光学仪器,以便记录下来在不同的聚焦透镜位置处的观察方向误差,从而在以后的正常操作期间用来校正观察方向误差。

[0069] 在一个例子中,所述校准单元部分地成为所述光学仪器的应有部分,包括或属于校准误差校正装置,部分地由所述光学仪器外部的元件构成。

[0070] 所述校准单元可以发布命令,诸如通过控制与聚焦透镜以及马达驱动器相连的步进马达以调节光学仪器并通过记录观察方向误差,从而将聚焦透镜移动到机械轨道上的多个位置中的每个位置处并确定在这些位置处的观察方向误差。在另一个例子中,所述校准

单元包括执行器或马达,用以将视线或实际观察方向调节到与光学仪器高度相同的目标上,还包括记录器或传感器,用以将光学仪器到水平方向的角度记录下来,作为观察方向误差。所述校准单元可以具有一个计算器,用以计算在第一个面中的光学仪器的观察方向误差的测量值与在第二个面中的光学仪器的观察方向误差的测量值的平均值作为观察方向误差。另外,所述计算器可以确定在所述机械轨道上的某个聚焦透镜位置处的观察方向误差的重复测量值的平均值,作为与在所述机械轨道上的该聚焦透镜位置相关的观察方向误差。或者,所述计算器可以确定在所述机械轨道上的两个不同的聚焦透镜位置处的观察方向误差的重复测量值的平均值,作为观察方向误差,其中,该观察方向误差与所述机械轨道上的所述两个不同的聚焦透镜位置之间的某个中间的聚焦透镜位置相关。

[0071] 根据另一个例子,将视线或实际观察方向调节到与光学仪器高度相同的目标上,并将光学仪器到水平方向的角度记录下来,作为观察方向误差。因此,所述校准单元能够与例如调平装置联合使用。

[0072] 根据另一个例子,将第一个面中的光学仪器的观察方向误差的测量值与第二个面中的光学仪器的观察方向误差的测量值的平均值确定为观察方向误差。因此,通过将光学仪器的观察元件(诸如望远镜或照相机)相继地移动到第一个面和第二个面中并获得在这两个面中的测量值的平均值作为观察方向误差,能够确定在例如确定的已知聚焦透镜位置处的观察方向误差。

[0073] 根据另一个例子,将所述机械轨道上的某个聚焦透镜位置处的观察方向误差的重复测量值的平均值确定为在所述机械轨道上的该聚焦透镜位置处的观察方向误差。因此,能够将测量误差减小到最小。

[0074] 根据另一个例子,将所述机械轨道上的两个不同的聚焦透镜位置处的观察方向误差的重复测量值的平均值确定为观察方向误差,其中,该观察方向误差与所述机械轨道上的所述两个不同的聚焦透镜位置之间的某个中间位置相关。因此,所述校准单元也能够用于例如视频准距仪中。

[0075] 根据另一个例子,能够提供对倾斜误差的测量和补偿,以便进一步改善处理和误差校正。

[0076] 下面通过例子来进一步描述校准误差校正装置 100 中的元件。应该注意,下面的描述只是例子而已,不应该被解释成用来限制本发明。

[0077] 根据一个例子,校准误差校正装置 100 与诸如全站仪、准距仪、视频全站仪、经纬仪(如 WO 2005/059473A2 和 PCT/EP2005/000228 中所描述的,其内容通过引述纳入这里)或调平装置等光学仪器集成在一起。然而,根据另一个例子,所述校准误差校正装置可以做成单独的单元,或用于诸如计算装置等其它装置中,与光学仪器相结合使用。通过有线或无线连接,可以在校准误差校正装置与光学仪器之间进行近程或远程通信。所述通信可以涉及计算机网络和移动网络。

[0078] 所述校准误差校正装置可以包括中央处理单元和用于存储指令的存储器,以便基于所探测到的聚焦透镜位置以及存储器 120 中所保存的相关观察方向误差来实现探测器 110 和指示器 130 的功能。或者,所述校准误差校正装置至少部分地由硬件设备来实现,诸如由硬连线电路(hard wired circuits)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit, 专用集成电路)、诸如马达、传感器等用来确定位置、焦点、距离等的装置来实现。

[0079] 在一个例子中,光学仪器 150 包括中央处理单元 (CPU) 160,用于控制光学仪器的操作,诸如聚焦控制、用以确定距离和位置的目标物体的测量等。探测器 110、指示器 130、定位单元 170 以及校准单元 160 的功能可以至少部分地由中央处理单元基于中央处理单元可以访问的存储器 (例如存储器 120) 中所存储的程序或程序元素的代码序列来实现,其中,所述程序或程序元素 (program element) 中的编码指令可以使中央处理单元探测聚焦透镜在所述机械轨道上的位置、访问存有观察方向误差的存储器 120、指示实际观察方向 (如上所述)、定位聚焦透镜、以及进行光学仪器的校准操作。尽管图 1 中所显示的探测器 110、指示器 130、定位单元 170 和校准单元 160 完全包含在中央处理单元中,但这些部件可以有一些在中央处理单元之外的元件,诸如与中央处理单元相连或可由中央处理单元进行访问的传感器、显示器、执行器等。

[0080] 另外,由中央处理单元可以实现光学仪器 (诸如全站仪、准距仪、视频全站仪、经纬仪或调平装置) 的其它功能,尽管为了简化在图 1 中没有显示出来。

[0081] 探测器 110 可以用来探测由心轴所移动的聚焦透镜的位置 (心轴使聚焦透镜沿所述机械轨道移动),比如,通过数出所述心轴相对于已知参考位置的转动圈数来探测。例如,所述探测器可以用来探测使所述心轴转动从而使聚焦透镜移动的步进马达所发出的脉冲 (或利用其它方法) 以便探测所述心轴的转动圈数。或者,所述探测器可以包括传感元件,用来通过例如电学、机械或光学方法来探测聚焦透镜的位置。

[0082] 所述探测器优选能够产生出聚焦透镜的实际位置的指示,使校准误差校正装置能够参考存储器 120 中所存储的相应的观察方向误差。

[0083] 在一个例子中,存储器 120 由 EEPROM 或任何其它存储装置构成。存储器 120 中优选存储有与聚焦透镜在所述机械轨道上的多个位置相关的观察方向误差。所述观察方向误差由单一分量构成或由多个分量构成,比如,在多个空间方向或球坐标中的每个空间方向或球坐标上有一个分量。例如,存储器 120 可以以垂直方向上的角度和 / 或水平方向上的角度的形式存储与聚焦透镜在所述机械轨道上的具体位置相关的实际观察方向和已知理论观察方向之间的偏差,作为观察方向误差。

[0084] 在一个例子中,指示器 130 包括显示器,用来显示实际观察方向 (即,进行了校正以消除实际观察方向和理论观察方向之间的任何偏差或误差的实际观察方向) 的至少一个值。所述指示器中的显示部分可以用来显示校正了的实际观察方向,从而可以确定目标物体在球坐标系中的位置,没有了与聚焦透镜在所述机械轨道上的位置相关的校准误差。所述指示器可以包括用来获得表示校正了的实际观察方向的值的相关元件,诸如,从已知理论观察方向以及观察方向误差中通过诸如从所述理论观察方向中减去所述观察方向误差来计算校正了的实际观察方向的元件。

[0085] 在一个例子中,指示器 130 是一个集成在光学仪器或光学仪器的外壳上的单元,用来为操作光学仪器的用户提供表示角度、空间位置等的数字或模拟值的可视指示。

[0086] 此外,所述指示器可以包括一个显示器 (诸如数字值显示器)。这种显示器的一个例子是 TFT 显示器,或者任何其它类型的平面显示器。在另一个实施例中,所述指示器不包括显示单元,但会将校正了的表示实际观察方向的值提供给外部设备,例如用于进一步处理。例如,可以将这些值提供给外部记录单元进行存储,提供给传输单元以便传输给正在与本光学仪器进行通信的其它单元 (诸如其它光学仪器、笔记本电脑等计算装置、或中央办

公部门等)。另外,可以将这些值传输给处理器,例如用来产生地形、建筑等的校正地形图或其它表示。也可以将这些值作为反馈传输给制造环节,以便调节制造过程。

[0087] 根据另一个例子,校准误差校正装置 100 包括定位单元 170,用来定位聚焦透镜以便聚焦到目标上,并指示出聚焦透镜在所述机械轨道上的位置。所述定位单元可以包括用来将聚焦透镜移动到聚焦透镜的机械轨道上的希望位置处的部件。例如,所述定位单元可以包括上述包含心轴和步进马达的配置,其中步进马达用来使所述心轴转动以便使聚焦透镜在所述机械轨道上移动从而聚焦在目标物体上。可以将所述步进马达的输出(诸如脉冲)传送给聚焦透镜位置探测器,以便进行进一步处理。

[0088] 图 9 显示了根据本发明的优选实施例所述的定位单元的透视图,该定位单元用来移动聚焦透镜 220 或者调节聚焦透镜在聚焦透镜的光轴或望远镜或照相机 151 的光轴(虚线所示)上的位置。所述定位单元可以置于光学仪器的箱体中作为模块单元,或者,在另一个实施例中,可以直接形成在箱体中。

[0089] 所述定位单元包括驱动部分(包含马达)、将转动转化成平动的部分、以及导轨部分,所有这些部分具有共同部件。这些部分自身就代表了本发明的优选实施例。

[0090] 所述定位单元具有与所述箱体固定连接的框架 60,所述定位单元的不动部分固定在该框架上或者是该框架的一部分。所述定位单元包括马达 61,更确切地说是电动马达,该马达通过耦合件 62 使有螺纹的心轴 63 作为轴而转动,这个有螺纹的心轴 63 的转动由部件 64 转化为直线移动,通过部件 64,有螺纹的心轴 63 就扩展了,而部件 64 不会绕着有螺纹的心轴 63 的纵轴进行转动,所述部件 64 具有内螺纹 89,该内螺纹与有螺纹的心轴 63 的螺纹 70 相啮合。心轴 63 上的螺纹 70 与部件 64 的内螺纹 89 分别形成了心轴 63 和部件 64 的啮合结构与互补啮合结构,这两个螺纹相互啮合,以将心轴的转动转化为固定成不会产生转动的部件 64 的直线移动。通过部件 64 上保持的弹性耦合元件 65 将所述直线移动传输给要定位的元件,这个要定位的元件可以是装有聚焦透镜 37 的透镜固定架 66。

[0091] 通过透镜固定架 66 的特殊导向部件可以只对聚焦透镜 37 在其光轴上的位置进行调节,其中,透镜固定架 66 通过第一导轨 67 和第二导轨 68 可以沿着平行于所述光轴的方向移动,并且有螺纹的心轴 63 的纵轴也与所述光轴平行。

[0092] 所述驱动部分包括马达 61(含有驱动杆 69)、心轴 63(具有外螺纹 70 形式的啮合结构,其螺距恒定)、耦合件 62(将有螺纹的心轴 63 的第一末端 71 与马达 61 或与其驱动杆 69 弹性地耦合起来,该耦合相对于转动来说是刚性的)、以及支撑组件(将所述心轴弹性地支撑在框架 60 上)。所述支撑组件包括轴承 72 和两个弹性元件。轴承 72 由弹性 O-环 74 和 75 形式的两个弹性元件固定在框架 60 上的轴承座 73 中,并将有螺纹的心轴 63 的第二末端 76 套住。

[0093] 有螺纹的心轴 63 的第一末端 71 通过耦合件 62 弹性地支撑在马达 61 的驱动杆 69 上,其第二末端 76 通过轴承 72 和弹性元件(即, O-环 74 和 75) 被弹性地支撑,从而轴向和/或径向的振动不会在马达 61 和有螺纹的心轴 63 之间或在有螺纹的心轴 63 和框架 60 之间自由地传播。

[0094] 然而,由于制造公差缘故,聚焦透镜 220 很可能不会沿着理想的轨道移动,而会沿着与理想轨道有某种程度的偏离的上述机械轨道移动。

[0095] 在一个例子中,所述指示器单元基于所述定位单元所给出的位置信号来找出与聚

焦透镜的位置相关的观察方向误差,并根据所找出的观察方向误差指定表示实际观察方向的至少一个值。

[0096] 所述定位单元可以设置为从例如用户调控的底座接收指示聚焦透镜希望位置的指令值,从而将光学仪器手动聚焦在目标物体上。

[0097] 根据另一个例子,所述校准误差校正装置包括用于自动聚焦到目标物体上的部件,并且包括用来确定目标物体到光学仪器的距离的距离确定单元,所述定位单元可以基于所确定的距离设置聚焦透镜在所述机械轨道上的位置从而聚焦到目标物体上,所述指示器单元用来找出与目标距离相关的观察方向误差,并指定表示实际观察方向的至少一个值。

[0098] 下面参考图 2 来描述本发明的另一个实施例。

[0099] 图 2 显示了本发明的另一个实施例所述的与校准误差校正装置一起使用的光学仪器的元件,具体说,显示了光学仪器中的聚焦透镜的机械轨道的例子,透镜处不同的聚焦位置,还显示了相关的观察方向。

[0100] 图 2 显示了光学仪器(诸如图 1 所描述的光学仪器 150)的像平面 210。此外,图 2 显示了透镜 230,连同像平面 210,概括了用来确定物体相对于光学仪器的位置的所述光学仪器中的望远镜或照相机。此外,图 2 显示了在三个示范性位置 P1、P2 和 P3 处的聚焦透镜 220。由探测器 110 来探测聚焦透镜 220 的位置,并输出用来指示所述聚焦透镜在所述机械轨道上的位置的相应信号。参考数字 270 指示了用来调节所述聚焦透镜的位置的定位单元,如上所述。

[0101] 所述聚焦透镜从所述第一聚焦位置 P1 经所述第二聚焦位置 P2 和所述第三聚焦位置 P3 移动时所沿的机械轨道由 260 指示,这条机械轨道夸张地显示了所述聚焦透镜的实际轨道对所述聚焦透镜的希望轨道的示例性偏离。图 2 中,所述聚焦透镜的希望轨道沿着例如完全水平的轨道,所述聚焦透镜的中心部分在穿过所述像平面的中心部分以及所述透镜 230 的中心部分的直线上。

[0102] 尽管图 2 所示的聚焦透镜的机械轨道 260 是弯曲而倾斜的,但在其它例子中,所述聚焦透镜所沿的机械轨道或许是笔直但倾斜的,例如,是一条相对于图 2 中的水平方向倾斜的直线。此外,尽管图 2 所示的聚焦透镜总是处于直立的位置,但所述聚焦透镜在所述轨道上也可能偏离所述直立位置,即,在沿着所述机械轨道移动时发生不同程度的倾斜。

[0103] 图 2 进一步显示了理论观察方向 250 的例子,图中,所述理论观察方向由穿过所述像平面和所述透镜 230 的中心部分的直线来定义。然而,这只是一个例子,在其它实施例中,所述理论观察方向可以由穿过所述像平面(诸如所述像平面的中心部分)的直线来定义并且所述聚焦透镜被置于希望的聚焦位置(诸如无穷远聚焦位置)处,或者,在光学仪器制造时近似设置。

[0104] 根据一个例子,所述像平面包括第一线段(例如,垂直线段)和第二线段(例如,水平线段),这两条线段在所述像平面中彼此交叉,所述实际观察方向由通过所述交叉点和所述聚焦透镜的视线来定义。因此,所述光学仪器的用户通过将所述交叉点与经聚焦透镜所观察到的物体会聚起来能够方便地确定实际观察方向。

[0105] 一般地,可以根据光学仪器的初始设置来调节理论观察方向,使得实际观察方向的近似或在聚焦透镜的某个位置处的实际观察方向与垂直度盘和水平度盘上的角度为零



的指示或光学仪器相应的数字指示相对应。例如,在光学仪器的初始校准期间,可以将所述聚焦透镜移动到预定的聚焦位置上,并且在将视线或光学仪器的实际观察方向投到目标物体上时将水平度盘和垂直度盘调节到“零”或初始位置。

[0106] 然而,也可以在将光学仪器的各个部件装配起来时确定理论观察方向,并通过光学仪器元件的制造公差或安装公差来确定理论观察方向和实际观察方向之间的偏差。

[0107] 图 2 进一步显示了由 251 所指示的假设与聚焦透镜 220 的第一位置 P1 相关的第一实际观察方向。作为另一个例子,图 2 中显示了与聚焦透镜 220 的第二位置 P2 相关的第二实际观察方向。

[0108] 与所述聚焦透镜的第一 (P1) 和第二 (P2) 位置相关的各个实际观察方向和理论观察方向 250 之间的偏差构成了与所述聚焦透镜的第一 (P1) 和第二 (P2) 位置相关的由例如角度指示的观察方向误差。

[0109] 应该注意,实际观察方向和理论观察方向之间的偏差可能与聚焦透镜的位置和聚焦透镜的希望或理想轨道间的偏差一致,也可能与聚焦透镜的偏差方向相反。在聚焦透镜为凹透镜的情形中(诸如在准距仪或视频准距仪中),实际观察方向的偏差与聚焦透镜偏离理想轨道的偏差相反,而在聚焦透镜为凸透镜的情形中(诸如在调平装置中),实际观察方向的偏差与聚焦透镜偏离理想轨道的偏差方向一致。然而,当确定了聚焦透镜具体位置处的实际观察方向误差(即,聚焦透镜偏离希望轨道或理想轨道的结果)时,与光学配置(或聚焦透镜)的类型相关的实际观察方向的偏差特性就不是基本的了。

[0110] 下面参考图 3 来描述本发明的另一个实施例所述的与校准误差校正装置一起使用的光学仪器的另一个实施例。

[0111] 图 3 显示了图 2 中的光学配置的前视图,用来进一步说明本发明的原理。

[0112] 图 3 显示了像平面 210、光学仪器的透镜 230、以及聚焦透镜 220。图 3 显示了聚焦透镜 220 从理想位置的偏离,其中,聚焦透镜的理想位置由 220 所指的虚线来表示。此外,图 3 显示了两条任意正交线段(诸如水平线段和垂直线段)的交叉,其中,这两条线段在像平面内彼此交叉,由 301 指示。通过诸如在半透明像平面上标出黑色线段,可以将所述线段的交叉集成在所述像平面内,并利用其将光学仪器指向目标物体,如本领域中所已知的那样。

[0113] 在图 3 所示的例子中,假设理论观察方向由像平面中的一点(优选是像平面或图像传感器的中心部分处的或其附近的一点)和透镜 230 的中心部分的连线来定义,如图 2 中那样。

[0114] 如果在实际中聚焦透镜被定位在虚线 220 所指示的理想的中心位置处,那么,本例中的理论观察方向就会穿过在理想的中心位置处的聚焦透镜的中心部分,并且会与与实际观察方向一致。然而,由于聚焦透镜的机械轨道对聚焦透镜的理想轨道的偏离(即,沿着所述理论观察方向),聚焦透镜的希望位置与聚焦透镜的实际位置之间会产生偏差,这个偏差包括垂直分量和水平分量,由图 3 中的 D1 和 D2 指示。

[0115] 这个偏差的结果是,实际观察方向(图 3 中未显示)也偏离了理想取向(即,理论观察方向),而这个偏差就构成了观察方向误差。图 3 的例子中所显示的观察方向误差可以包括两个分量,一个分量由实际观察方向在水平方向上偏离理论观察方向的偏差构成,另一个分量由实际观察方向在垂直方向上偏离理论观察方向的偏差构成。如果观察方向误差以球坐标系中的角度来记录,那么观察方向误差包括两个角度分量,这两个角度分量表明

了实际观察方向与理论观察方向之间在彼此垂直的两个方向上（诸如沿着垂直线段和水平线段 301）的角度偏差。

[0116] 在视频准距仪中,所述像平面可以由传感器元件的二维阵列构成。传感器元件的二维阵列能够产生图像信息,其中像素数一般与所述阵列的元件数目相对应。例如,具有 $1000 \times 1000$ 个传感器元件的传感器阵列能够产生具有 $10^6$ 个图像像素的数字图像。在视频准距仪中,实际观察方向可以由从传感器元件二维阵列上的一点或一个元件（例如,在所述阵列的中心或中心附近）穿过聚焦透镜的视线来定义。

[0117] 此外,在调平装置中,观察方向误差只包含一个分量,诸如垂直平面内实际观察方向偏离理论观察方向的角度或高度读数。

[0118] 下面将参考图 4 来描述本发明的另一个实施例。

[0119] 图 4 显示了配备有校准误差校正装置（诸如在前面的实施例中所述的）的光学仪器在正常操作期间的校准误差校正方法的操作。与前面所述实施例中的校准误差校正装置一起使用和 / 或者集成了这些校准误差校正装置的光学仪器由准距仪、视频准距仪、调平装置、或用于确定物体相对于该光学仪器的位置的任何其它光学仪器构成。所述光学仪器优选是基于预先进行的与聚焦透镜在所述机械轨道上的各个位置相关的观察方向误差的测量（如后面的实施例中所述的或者由任何其它技术所获得的）来构建。

[0120] 在位置测量过程（用于测量目标物体相对于与例如前面实施例所述的校准误差校正装置一起使用的光学仪器的位置）开始之后的第一操作 401 中,将光学设备（诸如光学仪器中的望远镜和 / 或照相机）指向目标物体。在操作 401 中将所述光学设备指向目标的步骤优选包括调节所述光学设备,使得目标物体与像平面上的指示（诸如图 3 所示的垂直线段和水平线段的交叉点）对齐。通过将所述光学设备指向所述目标,实际观察方向被调节以指向所述目标物体。

[0121] 在随后的操作 402 中,例如,如前面实施例所述的那样手动或自动地使聚焦透镜沿着所述机械轨道移动从而聚焦在目标物体上。可以重复地进行操作 401 和 402,以在调焦的同时最终使所述望远镜指向所述目标。

[0122] 在操作 403 中,在通过操作 401 和 402 将所述光学仪器聚焦在目标上之后,探测聚焦透镜的位置（即,聚焦透镜在所述机械轨道上的位置）,例如,如在前面的实施例中所述的。

[0123] 随后,通过例如读取水平度盘和 / 或垂直度盘上的相应角度指示或所述光学仪器所提供的相应信号来确定表示实际观察方向的值,并且基于理论观察方向以及与事先探测到的聚焦透镜的位置相关的观察方向误差来获得表示实际观察方向的值。如前面所述,这可以包括从存储器（例如,结合图 1 描述的存储器 120）中搜寻与探测到的聚焦透镜的位置相关的观察方向误差,并且适当地对所述观察方向误差和事先调节好的已知理论观察方向（例如,如前面实施例中所述的）进行处理。例如,可以从所述理论观察方向中减去所述观察方向误差以便获得表示实际观察方向的值（即,校正了的观察方向）。在正常操作期间,由于假设通过定义理论观察方向并基于此调节水平度盘和垂直度盘或其它指示角度或位置的装置的初始（或“0”）设置从而对所述仪器进行了校准或初始调节,因此,在正常操作期间,所述仪器基于理论观察方向（然而,理论观察方向只是实际观察方向的一个近似）提供位置测量。

[0124] 通过从观察方向的实际测量（即，理论观察方向）中减去（或以其它方式去掉）观察方向误差，能够获得表示实际观察方向的校正了的值。换言之，从光学仪器的实际测量（即，理论观察方向，诸如水平度盘和垂直度盘上的角度值或相应数字指示）中去掉事先确定的与聚焦透镜的当前位置相关的观察方向误差。

[0125] 应该注意，可以不显示（或以其它方式向用户指示）表示理论观察方向或目标物体实测位置的值，而是只显示表示实际观察方向或目标物体位置的校正了的值。

[0126] 在操作 405 中，将表示实际观察方向（即，校正了的理论观察方向）的值显示出来或以其它方式提供给用户（或其它仪器）。

[0127] 准距仪或视频准距仪的显示值可以包括两个角度分量，用来指定目标物体相对于所述装置的球坐标。在调平装置中，指示实际观察方向的显示值可以包括一个角度值，该值指示了物体位置在垂直方向上的偏差。

[0128] 操作 405 之后还可以有其它操作、测量、或表示目标位置的值的计算等，然而，没有对这些步骤进行进一步描述。

[0129] 根据本实施例，由于预先存储有与聚焦透镜在所述机械轨道上的具体选定位置相关的观察方向误差并且用户可以随时使用这些观察方向误差，所以，能够直接提供实际观察方向的校正了的指示值，从而提高了光学仪器的精度并改善了光学仪器的操作。

[0130] 下面将参考图 5 来描述本发明的其它实施例。

[0131] 图 5 说明了根据本发明的另一个实施例所述的光学仪器的校准误差校正方法的操作，特别说明了用于确定表示实际观察方向的校正了的值的操作。

[0132] 在第一操作 501 和第二操作 502 中，将光学仪器（例如，望远镜或照相机）指向目标物体，并使聚焦透镜沿着所述机械轨道移动从而聚焦到所述物体上，如在操作 401 和 402 中所概述的那样。在操作 503 中，探测聚焦透镜在所述机械轨道上的位置，如在操作 403 中那样。

[0133] 在操作 504 中，通过例如从存储器中搜寻与聚焦透镜的位置相关的一个或两个光学观察方向误差成分，从而搜寻与聚焦透镜的位置相关的观察方向误差。

[0134] 在操作 505 中，从测得的理论观察方向中去掉所获得的观察方向误差，从而得到表示校正了的实际观察方向的值。例如，从理论观察方向的实际测量值中减去所述观察方向误差。可以一个分量接一个分量地减去或以其它方式去掉所述观察方向误差，诸如，从目标物体的理论观察方向的两个成分中减去观察方向误差的两个成分。

[0135] 注意，重要的是，在基于理论观察方向（即，基于初始确定理论观察方向并使该理论观察方向与仪器的参考设置相关联时所用的同样的设置）校准仪器时确定观察方向误差，其中，所述理论观察方向在以后的实际测量时要使用。例如，通过将聚焦透镜设置到确定位置可以确定理论观察方向，这样确定的观察方向与仪器的“0”或初始设置相关联，并且这种关联一直保留，可用于测量不同聚焦透镜位置处的观察方向误差以及用于实际位置测量。

[0136] 在操作 506 中，显示或用其它方式给出表示实际观察方向的值，如在操作 406 中那样。

[0137] 下面将参考图 6 来描述本发明的另一个实施例。

[0138] 图 6 显示了与本发明的另一个实施例所述的校准误差校正装置一起使用的光学

仪器的校准方法的要素。

[0139] 在制造光学仪器或进行维修时,在初始校准期间,能够方便地将与聚焦透镜在所述机械轨道上的具体位置相关的观察方向误差记录下来。为了获得与某个位置相关的观察方向误差,可以调节光学仪器,使之聚焦到相对于光学仪器而言的某个已知位置处的已知目标物体上,视线(即,实际观察方向,也即,指向相对于光学仪器而言的所述已知位置处的目标物体的已知方向)与理论观察方向(例如,仪器的垂直度盘和水平度盘上所指示的理论观察方向的指示值,以及基于相对于装置而言的已知位置处的目标物体所给出的希望的已知角度)之间的偏差构成了与目标物体的这个具体已知位置相关的观察方向误差。因此,进行了这个第一测量后,获得了与第一位置相关的第一观察方向误差。随后,修正目标物体相对于光学仪器的距离,从而通过相应的测量获得聚焦透镜在所述机械轨道上的第二位置处的第二观察方向误差。

[0140] 通过这个过程,能够确定与聚焦透镜的多个位置相关的多个观察方向误差,以便在装置的随后的操作中校正观察误差。除了上述测量观察方向误差的步骤外,也可以通过在光学仪器中的望远镜的两个面内测量目标物体相对于光学仪器的位置来获得观察方向误差,如下面所述。

[0141] 应该注意,用来获得观察方向误差的技术可以是各式各样的,只要观察方向误差正确地指定了实际观察方向与理论观察方向的偏差(即指示了目标物体相对于光学仪器而言的已知位置和该物体相对于光学仪器而言的指示位置之间的偏差)即可。

[0142] 图 6 具体地概述了通过记录在聚焦透镜的多个位置处的观察方向误差来校准装置的操作。

[0143] 集成了校准误差校正装置或与校准误差校正装置一起使用的光学仪器的校准始于操作 601,该操作包括将聚焦透镜设置到初始位置  $X = X_0$ 。通过使物镜聚焦在距离和方向(即相对于光学仪器而言的位置)已知的目标上,可以将聚焦透镜设置到所述初始位置上。

[0144] 随后,在操作 602 中,测量在位置  $X_0$  处的观察方向误差。该观察方向误差的测量可以如前面的实施例中所描述的那样来完成。

[0145] 在操作 603 中,将与当前聚焦透镜位置  $X_0$  相关的观察方向误差存储在诸如图 1 中的存储器 120 中。

[0146] 在操作 604 中,通过诸如前述的驱动马达和心轴,使聚焦透镜前移到位置  $X = X+1$  处。本例中的“1”表示聚焦透镜前移的单位距离。

[0147] 在操作 605 中,判断是否到达了预定的终点位置。所述终点位置可以是例如用于无穷远聚焦的位置或者用于最近聚焦的位置。或者,所述终点位置可以由机械约束(即所述聚焦透镜的机械轨道的终点)来确定。

[0148] 如果在操作 605 中判断为没有达到所述终点位置,那么,基于位置  $X+1$  重复前述操作 602 到 604。重复操作 602 到 605 这个循环,直到达到了聚焦透镜的终点位置为止,即直到在操作 605 中判断结果为“是”为止,在这种情形中,校准或者说对观察方向误差的记录就完成了。

[0149] 在实际应用中,记录下来聚焦透镜在所述机械轨道上的多个可能位置处的观察方向误差,然而,这些位置的数目却不能无限地增加。用于存储观察方向误差的存储器 120 的

容量和 / 或用于记录不同位置处的观察方向误差的工作量限制了位置数目的增加。

[0150] 为了能够利用有限数目的观察方向误差（与相应数目的不同的聚焦透镜位置相关）来工作,另一个例子中的指示器单元用来基于两个观察方向误差之间的插值来指定实际观察方向,例如,如果聚焦透镜在所述机械轨道上的当前位置与存储的观察方向误差没有关联的话。优选使用两个观察方向误差之间的线性插值,然而,其它类型的插值也是可行的。

[0151] 例如,如果判断为聚焦透镜的某个当前位置不与某个观察方向误差有关联,那么。所述指示器单元可以搜寻两个相邻的观察方向误差,并基于探测到的当前位置以及与所述相邻的观察方向误差相关的位置来对这两个误差值进行插值。

[0152] 如上所述,能够确定聚焦透镜在所述机械轨道上的各个位置处的观察方向误差并将其存储在存储器 120 中。为了提高获得观察方向误差的速度,校准误差校正装置可以包括一个校准单元来自动将聚焦透镜移动到所述机械轨道上的多个位置中的每个位置上,并确定每个位置处的观察方向误差。

[0153] 例如,可以设计一种控制,以便自动地使光学仪器聚焦在相对于该光学仪器而言的某个已知位置处的物体上,并确定该位置处的观察误差,即实际观察方向和理论观察方向之间的偏差,换言之,即光学仪器所测量到的位置与物体的已知位置之间的不同。然后,本例中的校准单元自动地将光学仪器和 / 或所述目标物体移动以形成另一种彼此的距离关系,以便将聚焦透镜移动到所述机械轨道上的另一个位置处。再次测量观察方向误差,并且对于光学仪器和所述目标物体之间的其它距离关系可以重复进行这个过程。

[0154] 所述校准单元可以包括一个轨道配置,用以安装所述目标物体和所述光学仪器并用来一步一步地将所述光学仪器和 / 或目标物体移动到多个不同的彼此的距离关系中。此外,在一个例子中,所述校准单元包括一个命令单元,用来使光学仪器聚焦到处于新距离上的目标物体上,并在这种情形中开始测量观察方向误差。

[0155] 可以提供驱动马达配置,用于使目标物体和 / 或光学仪器沿着所述轨道移动到若干不同的彼此的距离关系中。从最小距离到对应或近似于无限远距离的最大距离,移动所述装置和 / 或目标物体的步幅可以是等距的。

[0156] 或者,移动间隔可以按对数关系来选,较大的距离对应着较大的间隔。

[0157] 如上所述,所述光学仪器可以由调平装置构成,并且在这种情形中,所述校准单元通过例如设置用于调节光学仪器的执行器或步进马达可以将视线或实际观察方向调节到与光学仪器等高的目标上,并将光学仪器到水平方向的高度读数记录下来,作为与不同距离相关的观察方向误差。

[0158] 此外,如上所述,校准误差校正装置可以由准距仪或视频准距仪构成,在这种情形中,所述校准单元可以将观察方向误差确定为第一个面内的光学仪器观察方向误差的测量值和第二个面内的光学仪器观察方向误差的测量值的平均值。这里,所述光学仪器的“面”是指底座单元中指向目标的望远镜或照相机的第一位置,而所述第二个面是指绕着垂直轴转动了  $180^\circ$  的望远镜或照相机以及该望远镜或照相机绕着水平轴的转动,这个转动覆盖了  $360^\circ$  减去为在所述第一个面中的测量所设置的垂直角,如果假设  $0^\circ$  角为天顶方向的话。

[0159] 此外,为了提高观察方向误差的确定精度,所述校准单元可以将与聚焦透镜的位

置相关的观察方向误差确定为在聚焦透镜的某个具体位置处的观察方向误差的重复测量值的平均值。

[0160] 在视频准距仪的情形中,所述校准单元可以将观察方向误差确定为聚焦透镜在所述机械轨道上的两个不同位置处的观察方向误差的重复测量值的平均值,其中,该观察方向误差与聚焦透镜在所述机械轨道上的所述两个不同位置之间的中间位置相关。

[0161] 根据另一个例子,所述校准误差校正装置包括一个单元,用来测量并补偿光学仪器相对于垂直方向的倾斜误差,以便进一步改进测量。更确切地说,所述倾斜误差为所述仪器的垂直轴(望远镜或照相机,即实际观察方向,绕着该轴转动)与例如垂直方向之间的偏差或夹角。注意,可以认为所述倾斜误差与聚焦透镜的位置无关,所以,例如在搭建所述光学仪器以备定位使用时,可以对其进行补偿,而与聚焦透镜的实际位置无关。

[0162] 因此,上述实施例能够方便地记录与聚焦透镜在所述机械轨道上的不同位置相关的观察方向误差,以便之后在所述装置的正常操作期间使用。

[0163] 下面将参考图 7 来描述本发明的另一个实施例。

[0164] 图 7 显示了校准误差校正方法的操作,特别侧重在包含或构成调平装置的光学仪器的观察方向角度的校准和记录上。本领域内所熟知的调平装置是一种用来测量目标物体在垂直方向上相对于所述该调平装置的位置以便例如判断所述调平装置与所述目标是否在同一高度上的装置。所以,观察方向误差只包括单个分量,该分量指示了垂直方向上的误差。

[0165] 在操作 701 中,将聚焦透镜设置在已知的位置上,例如,设置在测量观察方向误差所要求的初始位置上。

[0166] 在操作 702 中,使其光学配置指向与光学仪器等高的目标物体上。

[0167] 在操作 703 中,将视线(即,实际观察方向)到预定理论观察方向的角度(与聚焦透镜的当前位置相关)记录下来,作为观察方向误差。如前面的实施例中所述的那样存储所述观察方向误差。

[0168] 在操作 704 中,使聚焦透镜在所述机械轨道上前移到下一个位置上,并重复操作 701-703,从而获得聚焦透镜在其它位置处的观察方向误差。重复这些操作,直到聚焦透镜到达终点位置。

[0169] 在操作 705 中,判断是否到达了预定的终点位置,如例如操作 605 中所描述的那样。如果在操作 705 中判断为没有到达所述终点位置,那么,基于下一个位置重复进行前面的操作 702 到 704。重复操作 702-705 这个循环,直到到达了聚焦透镜的终点位置为止,即直到在操作 705 中判断结果为“是”为止。

[0170] 因此,图 7 中的实施例实质上相应于前面的实施例简化为一维观察方向误差时的情形。

[0171] 下面将参考图 8 来描述本发明的另一个实施例。

[0172] 图 8 显示了校准误差校正方法的操作,特别侧重于记录在不同的聚焦透镜位置处的观察方向误差上。在图 8 所示的实施例中,光学仪器由准距仪构成,其中该准距仪能够移动到不同的面中,即,该准距仪允许光学配置(诸如准距仪中的望远镜或照相机)绕着水平轴作至少 180° 的转动。

[0173] 在第一操作 801 中,将聚焦透镜设置到已知位置处,如前所述。在操作 802 中,使

准距仪中的望远镜在第一望远镜面中指向目标物体,即,将实际观察方向调节到目标上。

[0174] 在操作 803 中,在诸如球坐标系中测量第一组观察方向到理论方向或参考方向的角度。

[0175] 在操作 804 中,使准距仪中的光学配置绕着水平轴倾斜  $180^\circ$ ,并将其移入第二个面中,即,绕着水平轴作  $180^\circ$  转动之后,所述光学配置绕着垂直轴转动,以再次瞄准所述物体。

[0176] 在操作 805 中,测量第二组观察方向到理论观察方向的角度。

[0177] 在操作 806 中,通过平均操作来处理所述第一组和第二组观察方向角度以确定平均值,并将其存储起来,作为与当前的聚焦透镜位置相关的观察方向误差。

[0178] 在操作 807 中,使聚焦透镜沿着所述机械轨道前移到下一个位置,并重复操作 802-807,直到聚焦透镜在所述机械轨道上到达终点位置为止。

[0179] 图 8 中的实施例说明了通过在透镜面内聚焦到已知距离处的目标上并基于所述两次测量计算观察方向误差从而将观察方向误差记录下来。因此,不用复杂的机械配置和调节就可以记录或更新观察方向误差,只需要一个与聚焦透镜位置相关的已知距离处的目标物体即可。

[0180] 根据另一个实施例,可以提供程序,该程序所包括的指令能够使误差校正装置中的数据处理器执行上述操作的组合。所述程序或其组成部分可以存储在所述校正装置的存储器(诸如存储器 120)中,并且可以由处理器提取出来以便执行。此外,可以提供存储有所述程序的计算机可读介质。所述计算机可读介质可以是实体(诸如盘或其它数据载体),也可以由适合于电子传输的信号构成。计算机程序产品可以包括所述计算机可读介质。

[0181] 图 10 显示了根据本发明的一个实施例所述的光学仪器中的校准误差校正装置的部件。

[0182] 图 10 示意地显示了上述实施例所描述的光学仪器的部件。图 10 显示了所述校准误差校正装置 100,它包括探测器 110,该探测器部分地可由 CPU 180 以及由用来探测聚焦透镜 220 位置(诸如通过直接确定聚焦透镜的位置或通过计数步进马达的脉冲等来探测)的传感器 111 来实现。

[0183] 此外,图 10 显示了定位单元,该单元部分地由 CPU 180 来实现,如上所述,部分地由机械配置 171(包括用来使聚焦透镜 220 在所述机械轨道上移动的马达)来实现。此外,图 10 显示了指示器单元 130,该单元部分地由 CPU 180 来实现,如上所述,部分地由指示器单元 131(诸如用来显示指示观察方向的值的显示器)来实现。

[0184] 此外,图 10 显示了距离测量单元 180,用来测量光学仪器到目标的距离,并用来将相应的测量值提供给 CPU 180。例如,距离测量单元 180 包括本领域中所已知的红外或激光距离测量装置。

[0185] 本例中的距离确定单元提供表示目标物体到光学仪器的距离的距离测量值,并将该距离值提供给所述定位单元。所述定位单元反过来基于所述距离信号来确定并设置聚焦透镜的所需要的位置,从而将光学仪器聚焦在所述目标物体上。然后所述探测单元利用所述距离确定单元所提供的距离值和/或所述定位单元所提供的位置来直接确定与所述位置相关的观察方向误差或将所述距离值转换为用来获取相关观察方向误差的位置信号。或

者,可以直接使用所述距离确定单元所提供的距离值来从所述存储器中获取与所述距离值相关地存储的观察方向误差。

[0186] 由于光学仪器中聚焦透镜在所述聚焦透镜的机械轨道上的位置是目标物体距离的函数,所以,既可以使用表示聚焦透镜位置的值也可以使用所述距离值来存储并随后获取用于校正实际观察方向的观察方向误差。

[0187] 根据另一个实施例,能够提供一种程序,该程序所包含的指令能够使数据处理部件执行一种具有各所述实施例特征的方法。

[0188] 根据另一个例子,可以提供一种存储有所述程序的计算机可读介质。

[0189] 根据另一个实施例,计算机程序产品可以包括所述计算机可读介质。

[0190] 根据另一个实施例,提供一种所述包含校准误差校正装置的光学仪器。

[0191] 根据另一个实施例,提供一种光学仪器,该光学仪器被依据所述实施例中的所述方法步骤校准。



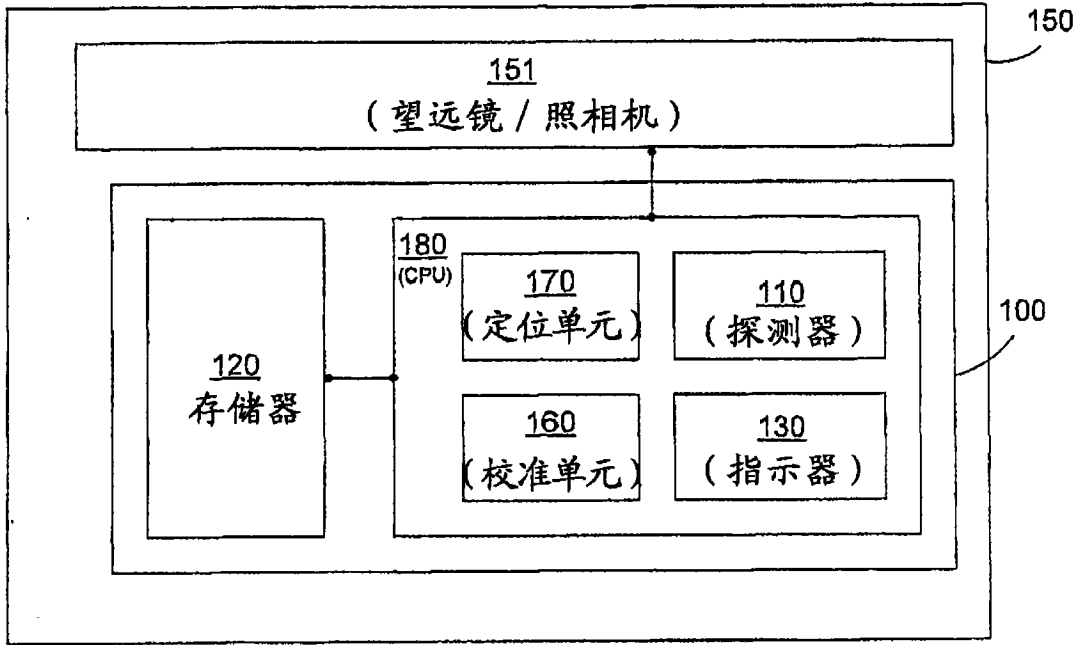


图 1

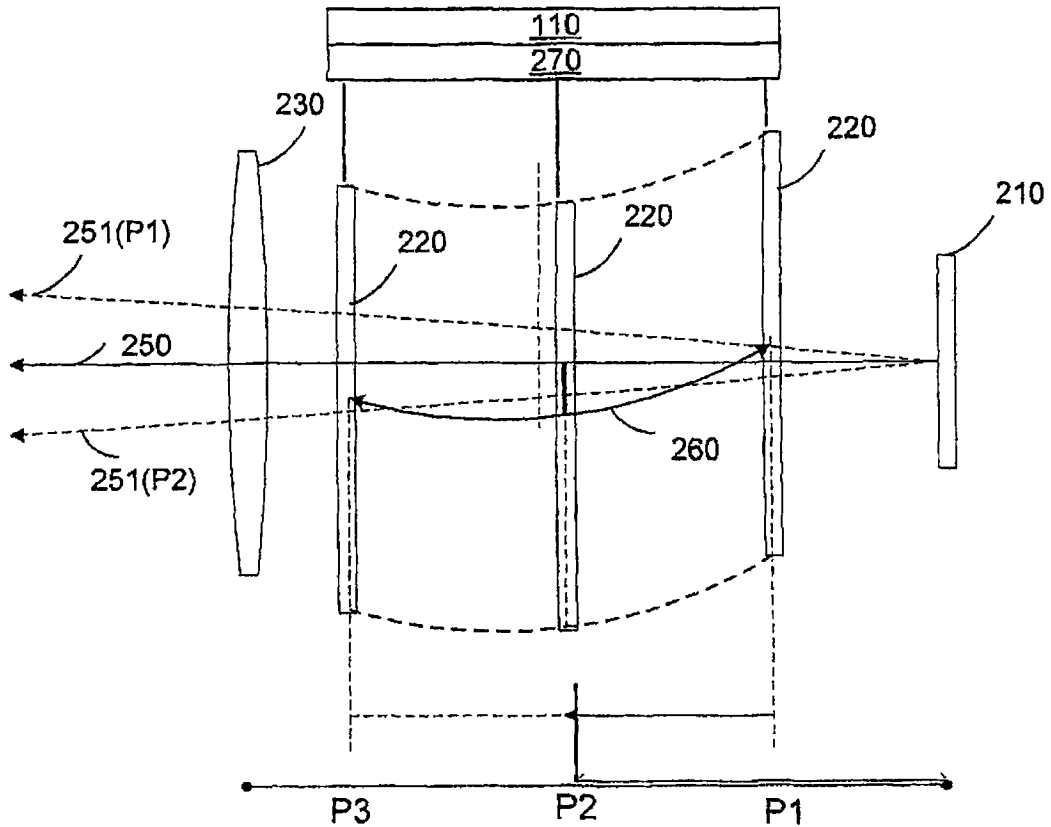


图 2

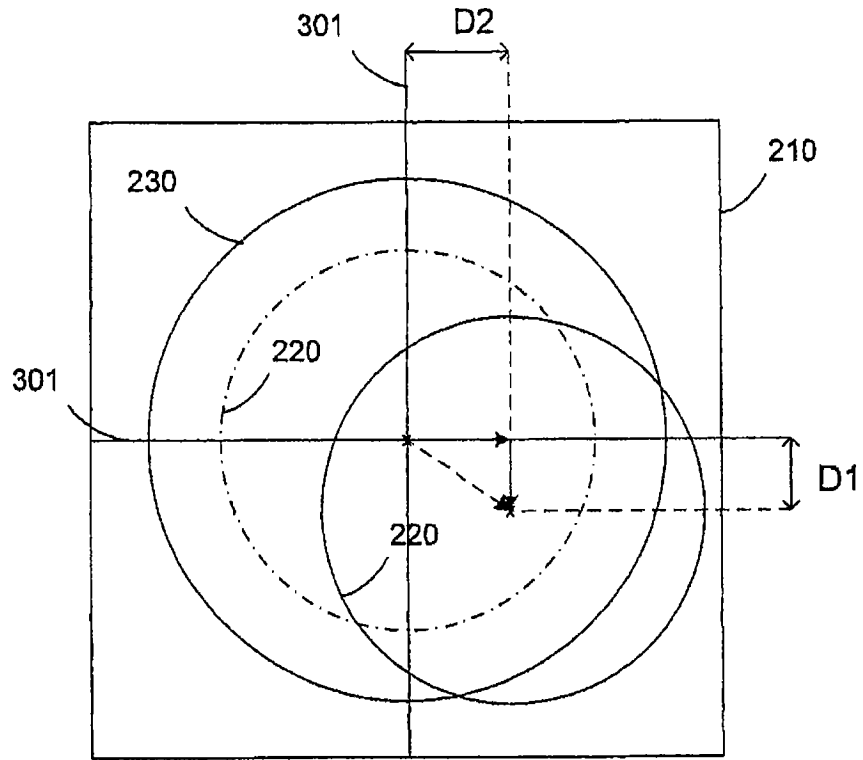


图 3

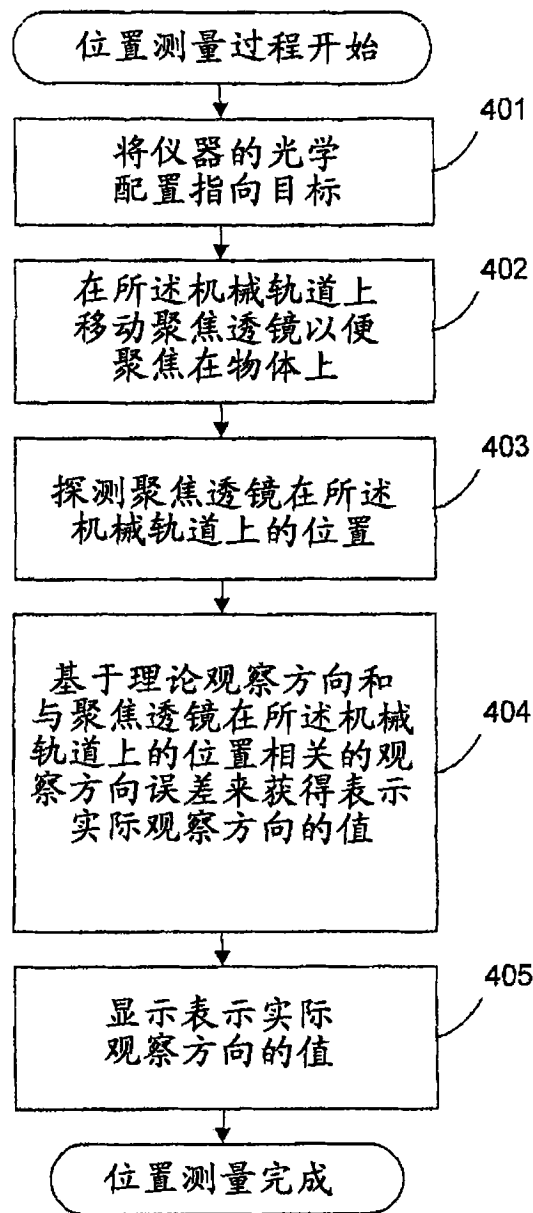


图 4

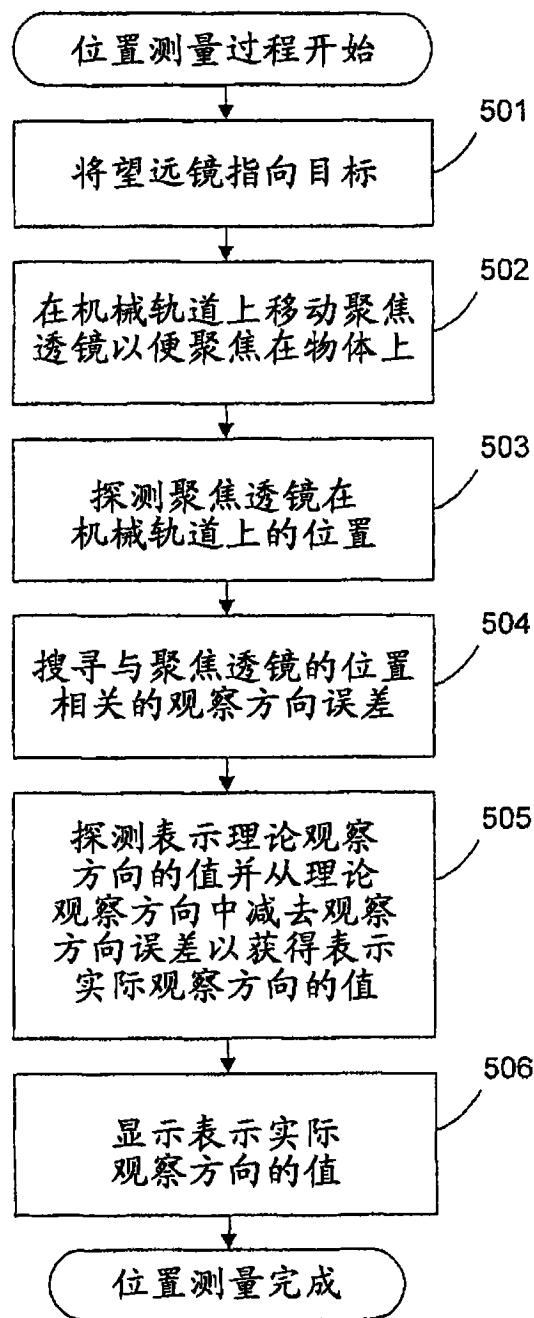


图 5

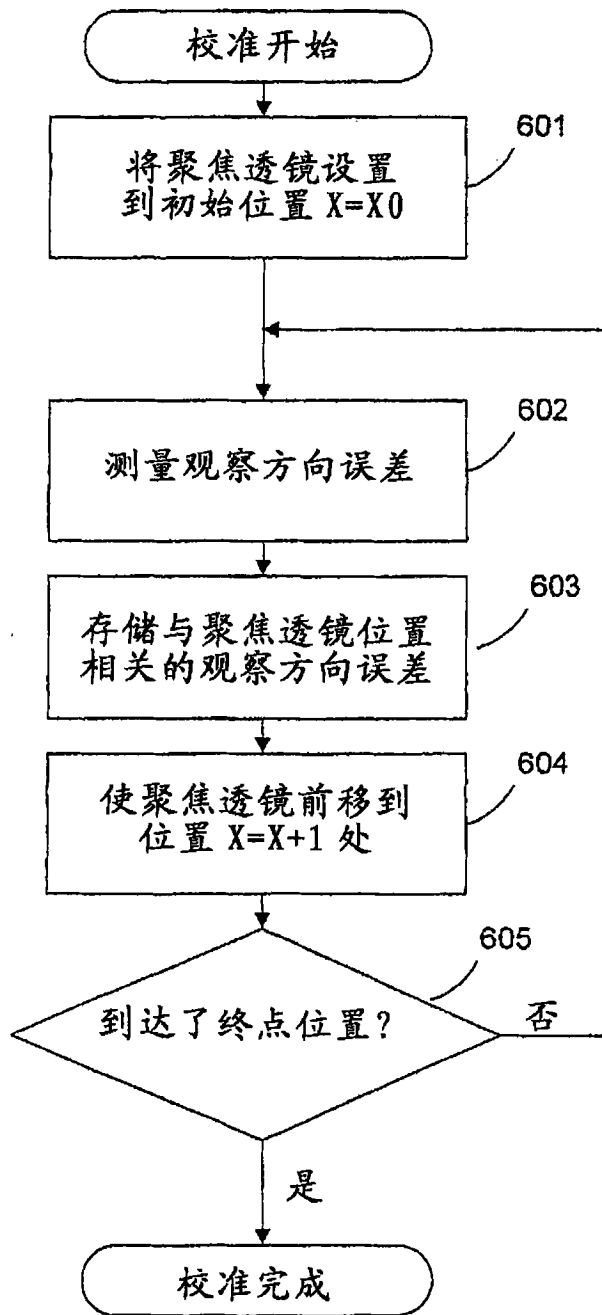


图 6

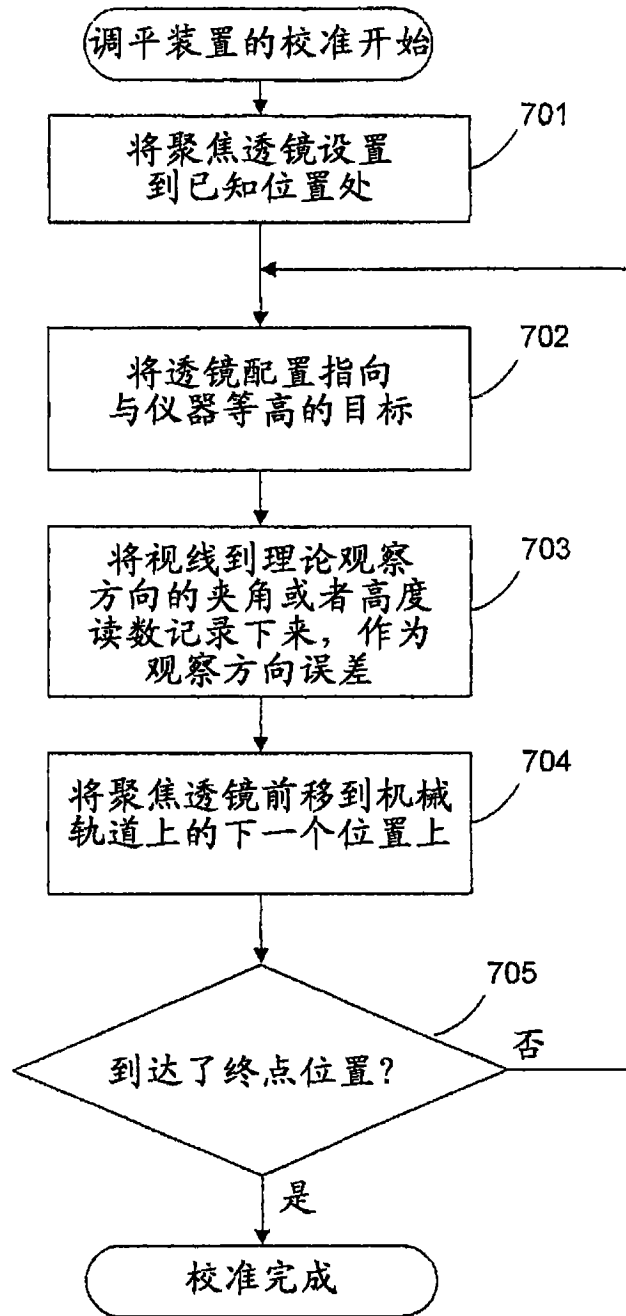


图 7

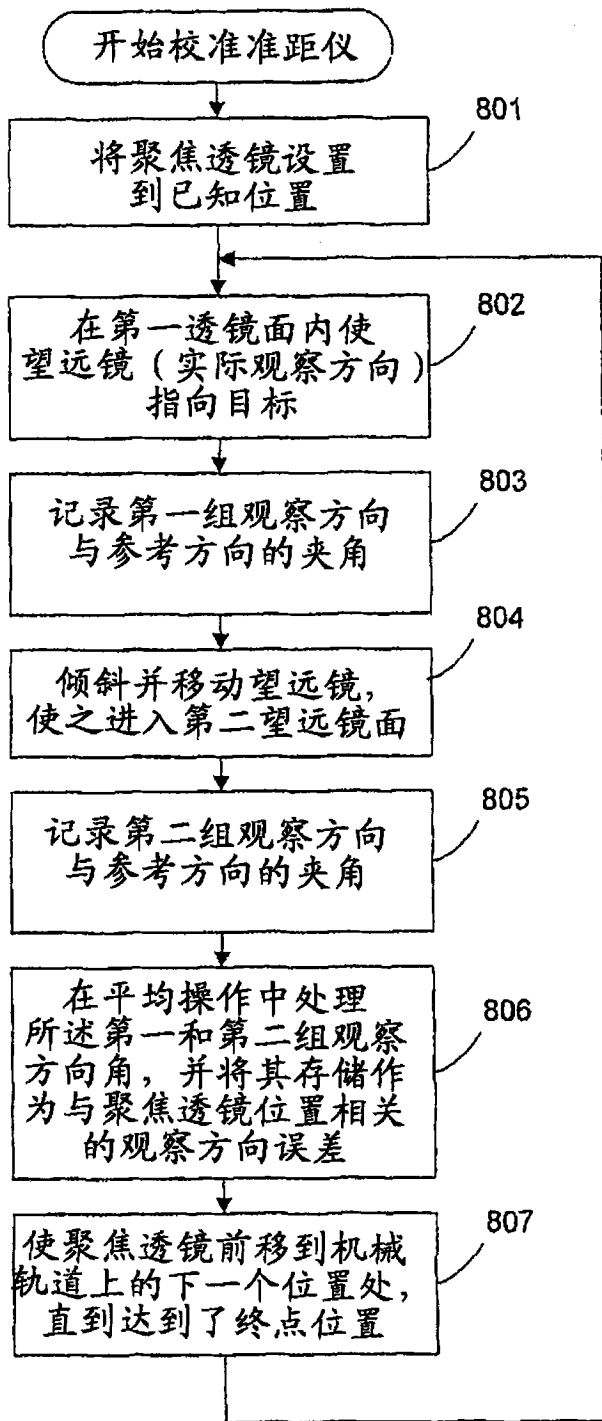


图 8

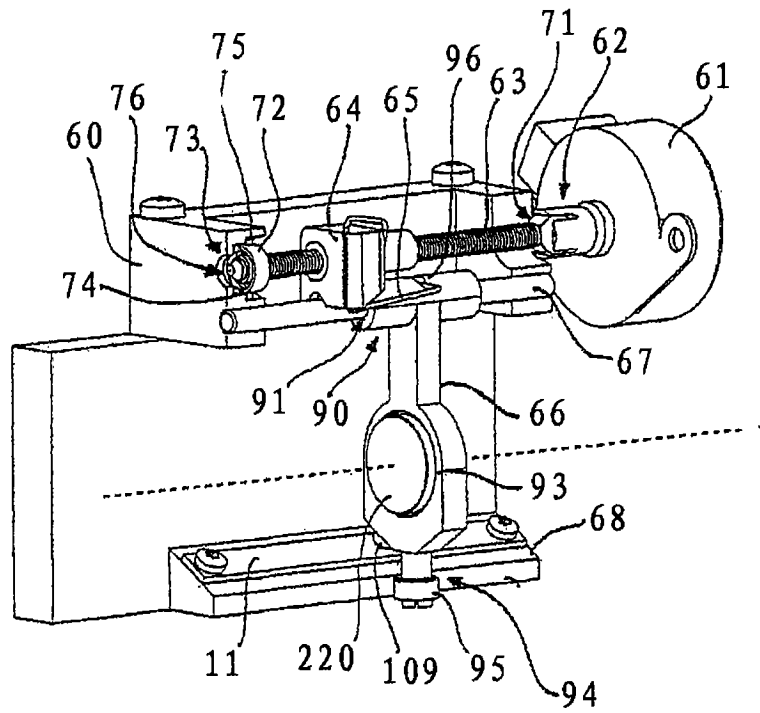


图 9



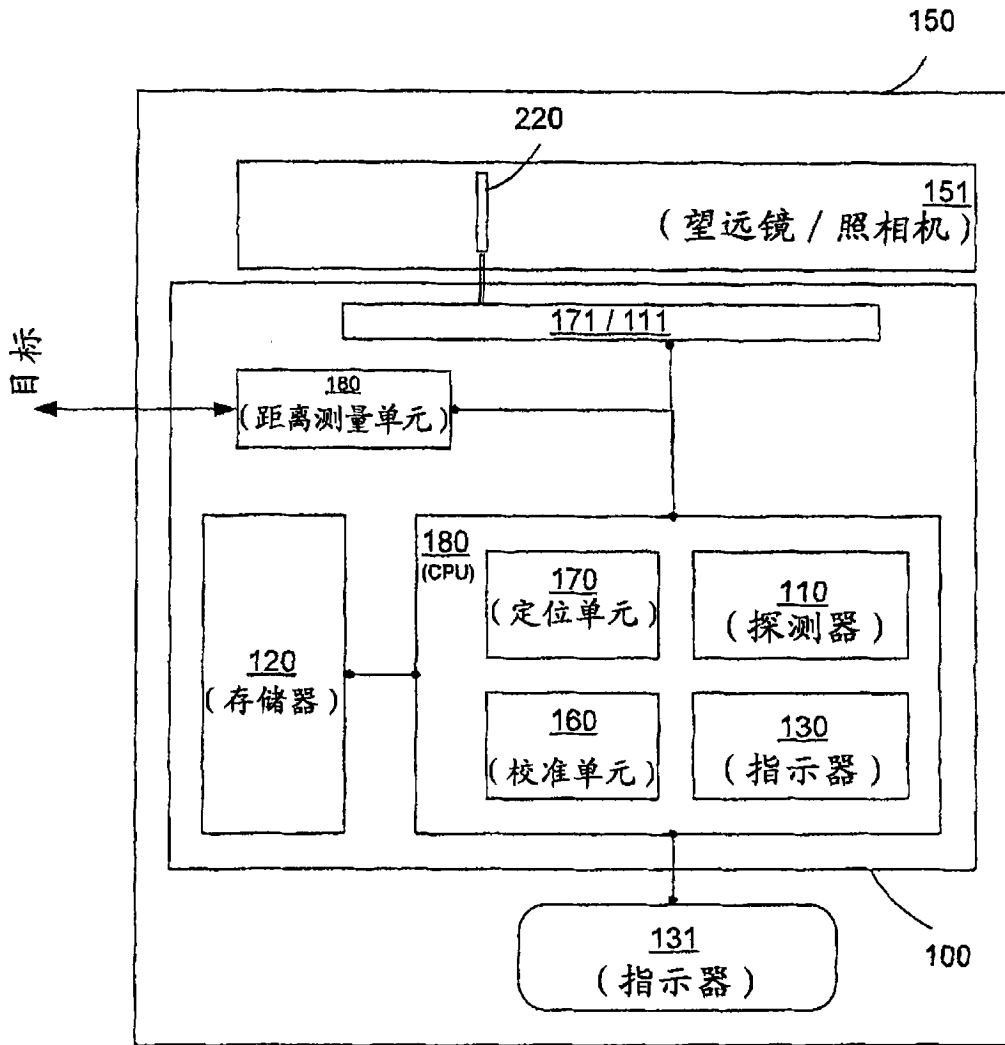


图 10