



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102893174 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201180023026. 2

(22) 申请日 2011. 04. 01

(30) 优先权数据

102010020952. 2 2010. 05. 10 DE

61/362, 810 2010. 07. 09 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 11. 07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/001662 2011. 04. 01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/141100 EN 2011. 11. 17

(73) 专利权人 法罗技术股份有限公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 马丁·奥西格 达格·弗罗姆霍尔德

丹尼尔·弗洛尔

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 郎晓虹 李春晖

(51) Int. Cl.

G01S 7/51 (2006. 01)

G01S 17/89 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006193521 A1, 2006. 08. 31, 说明书第 [0004], [0008] - [0011], [0050], [0058] 段, 图 1-2, 4-5.

CN 1307241 A, 2001. 08. 08, 全文.

US 6480270 B1, 2002. 11. 12, 全文.

US 2007064976 A1, 2007. 03. 22, 全文.

CN 101506684 A, 2009. 08. 12, 全文.

CN 1688867 A, 2005. 10. 26, 全文.

CN 1926400 A, 2007. 03. 07, 全文.

CN 101416024 A, 2009. 04. 22, 全文.

CN 101484828 A, 2009. 07. 15, 全文.

康玉思等. 激光显示中光学系统研究. 《应用光学》. 2007, 第 28 卷 (第 4 期), 401-405.

审查员 伍晓霞

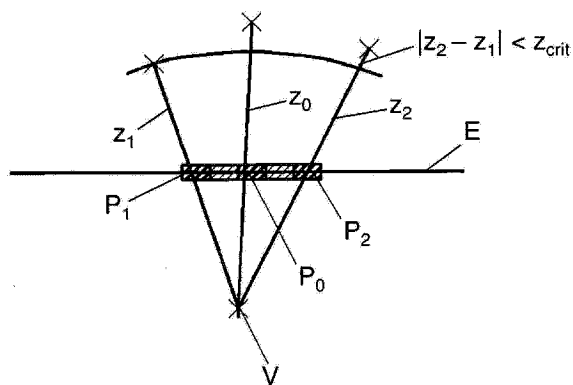
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

光学扫描、测量和显示环境的方法

(57) 摘要

在光学扫描和测量环境的方法中, 其中, 激光扫描器借助于光发射器发射发射光束, 借助于光接收器接收接收光束, 接收光束从在激光扫描器环境中的物体反射或散射, 并且, 借助于控制和评估设备, 为多个测量点至少确定每一情况下物体到激光扫描器的中心的距离, 并且其中至少一些测量点(X) 被显示在显示设备上, 为此, 测量点(X) 被分配给平面(E) 的像素, 并且测量点(X) 到平面(E) 的距离被分配给各个深度, 根据深度(z_0, z_1, z_2, \dots), 通过选择像素(P_0)、搜寻与被选择像素(P_0) 相邻并且具有更小的深度(z_1, z_2, \dots) 的像素(P_1, P_2, \dots) 并通过根据相邻像素(P_1, P_2, \dots) 的值和相邻像素(P_1, P_2, \dots) 的深度(z_1, z_2, \dots) 填充被选择像素(P_0), 来用值填充至少在被分配给测量点(X) 的像素之间的像素。



1. 一种用于光学扫描和测量环境的方法,在该方法中,

a) 激光扫描器 (10) 借助于光发射器 (17) 发射发射光束 (18),借助于光接收器 (21) 接收接收光束 (20),激光扫描器 (10) 的环境中的物体 (0) 反射或散射反射光束,并且对于多个测量点 (X),借助于控制和评估设备 (22) 确定至少从物体 (0) 到激光扫描器 (10) 的中心 (C_{10}) 的距离 (d),并且其中,至少一些测量点 (X) 被显示在显示设备 (30) 上,为此,

b) 测量点 (X) 被分配给平面 (E) 的像素 (P),并且用值填充至少在被分配给测量点 (X) 的像素 (P) 之间的像素 (P),其中

c) 为每个像素 (P) 分配深度 (z),所述深度 (z) 是辅助字段的字段元素,

d) 将要被显示的每个测量点 (X) 分配给与测量点 (X) 在平面 (E) 上的投影对应的像素 (P),所述像素 (P) 获得被分配测量点 (X) 的值,并且将分配有下述像素 (P) 的深度 (z) 设置为与被分配测量点 (X) 到平面 (E) 的距离对应的深度 (z_0, z_1, z_2, \dots):所述像素 (P) 具有被分配测量点 (X) 的值,

e) 选择所有像素 (P),

f) 对于每一个被选择像素 (P_0),连续地搜寻相邻像素 (P_1, P_2, \dots),其中,未被填充和/或深度 (z_1, z_2, \dots) 比被选择像素 (P_0) 的深度 (z_0) 大的像素 (P) 被跳过,

g) 在搜到被选择像素 (P_0) 的相邻像素 (P_1, P_2) 之后,检查相邻像素 (P_1, P_2) 的深度 (z_1, z_2) 之间的差值是否低于深度的门限值 (z_{crit}),其中所述相邻像素已被填充并且其深度 (z_1, z_2) 小于被选择像素 (P_0) 的深度 (z_0),

h) 如果所搜到的相邻像素 (P_1, P_2) 的深度 (z_1, z_2) 之间的差值小于深度的门限值 (z_{crit}),则被选择像素 (P_0) 用在相邻像素 (P_1, P_2) 的值之间内插的值进行填充,并且被选择像素 (P_0) 的深度 (z_0) 被设置为内插在所搜到的相邻像素 (P_1, P_2) 的深度 (z_1, z_2) 之间的深度 (z)。

2. 如权利要求 1 所述的方法,特征在于,已经填充的被选择像素 (P_0) 保持不变。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,特征在于,如果在任意的搜寻方向上搜到已经填充并且深度 (z_1) 小于所述被选择像素 (P_0) 的深度 (z_0) 的相邻像素 (P_1),则将方向改变到还未被搜寻的方向。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,特征在于,如果所搜到的相邻像素 (P_1, P_2) 的深度 (z_1, z_2) 之间的差值高于深度的门限值 (z_{crit}),则被选择像素 (P_0) 用具有更大深度 (z_1, z_2) 的相邻像素 (P_1, P_2) 的值进行填充,并且被选择像素 (P_0) 的深度 (z_0) 被设置为具有更大深度 (z_1, z_2) 的相邻像素 (P_1, P_2) 的深度 (z)。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,特征在于,在时间上并行地选择要被选择的像素 (P_0),和/或至少两次进行填充。

6. 一种用于执行如前述权利要求中的任意一项所述的方法的设备,该设备具有激光扫描器 (10),所述激光扫描器具有光发射器 (17)、旋转镜 (16)、光接收器 (21) 以及控制和评估设备 (22);并具有显示设备 (30),特征在于,所述显示设备 (30) 具有连接到控制和评估设备 (22) 的图形卡 (32) 以及屏幕 (34),其中图形卡 (32) 用于选择像素 (P_0),搜寻被选择像素 (P_0) 的相邻像素 (P_1, P_2, \dots),所述相邻像素具有更小的深度 (z_1, z_2, \dots),并且依赖于相邻像素 (P_1, P_2, \dots) 的值和相邻像素 (P_1, P_2, \dots) 的深度 (z_1, z_2, \dots) 来填充被选择像素 (P_0)。

光学扫描、测量和显示环境的方法

[0001] 本发明涉及具有作为总括项的权利要求 1 的特征的方法。

[0002] 借助于这种类型的已知方法,三维扫描被记录,然后被以二维的方式显示。假设测量点的密度和范围比显示的像素小,那么,如果在测量点之间进行空隙填充,即,如果根据单个测量点来生成表面,则将产生更好的视觉效果。因此,所有的测量点可被投影到一个平面内并且被分配给单个像素。然后平面的中间像素被填充,例如,通过内插来填充。

[0003] 本发明基于改善在背景部分中提到的那类方法的目的。根据本发明,通过包括权利要求 1 的特征的方法来实现所述目的。从属权利要求涉及有益的配置。

[0004] 根据本发明,像素填充几乎以三维的方式进行,因此,相比于二维填充,可用的深度信息可被用于更好的表示。被选择像素的填充依赖于深度(即到对应于屏幕的平面的距离)而进行。除了考虑被分配给各个被选择像素的深度以外,还考虑被分配给各个相邻像素的深度。因此,尤其因已经被填充的且与被选择像素相邻的像素被分配给测量点而因此对所述已经被填充的且与被选择像素相邻的像素进行搜寻,以便将被选择像素合并到被分配给测量点的这些像素的表面中,或者借助于边缘来分离被选择像素。因此,隐藏的表面和隐藏的边缘保持不可见。选择、搜寻和填充的整个过程优选地在图形卡上并行执行,即对于所有的像素同时执行,从而节省计算时间。

[0005] 下面基于在附图中说明的示例性实施例详细解释本发明,在附图中:

[0006] 图 1 示出了在平面内观察时分配和填充像素的示意图,其中相邻像素在相同的表面上;

[0007] 图 2 示出了在平面上方观察时根据图 1 的分配和填充像素的示意图;

[0008] 图 3 示出了在平面上方观察时分配和填充像素的示意图,其中相邻的像素在不同的表面上;

[0009] 图 4 示出了在平面上方观察时根据图 3 的分配和填充像素的示意图;

[0010] 图 5 示出了在包括显示设备的环境中的激光扫描器的示意图;以及

[0011] 图 6 示出了激光扫描器的局部剖视图。

[0012] 激光扫描器 10 被设置作为对激光扫描器 10 的环境进行光学扫描和测量的设备。激光扫描器 10 具有测量头 12 和底部 14。测量头 12 作为可以围绕竖直线转动的单元被安装到底部 14 上。测量头 12 具有可围绕水平轴线旋转的旋转镜 16。在两个旋转轴线之间的交叉点被指定为激光扫描器 10 的中心 C_{10} 。

[0013] 测量头 12 还具有用于发射发射光束 18 的光发射器 17。优选地,发射光束 18 是在大约 300nm 到 1600nm 的波长范围内的激光束,例如波长为 790nm、905nm 或小于 400nm 的激光束,但是原则上还可以使用例如具有更高波长的其他电磁波。发射光束 18 利用例如正弦或矩形波形调制信号来进行幅度调制。发射光束 18 从光发射器 17 传输到旋转镜 16 上,在此被偏转,并且被发射进入环境。从物体 0 反射或散射的接收光束 20 被旋转镜 16 捕获,被偏转并且传输到光接收器 21。发射光束 18 的方向和接收光束 20 的方向由旋转镜 16 和测量头 12 的角度位置决定,旋转镜 16 和测量头 12 的角度位置取决于其各自的旋转驱动的位置,而旋转驱动的位置又被各自的编码器所检测。

[0014] 在测量头 12 中,控制和评估设备 22 具有到光发射器 17 和光接收器 21 的数据链路连接,数据链接连接的一部分还被安排在测量头 12 的外部,例如,作为连接到底部 4 的计算机。控制和评估设备 22 被设计成,根据发射光束 18 和接收光束 20 的传播时间为多个测量点 X 确定从物体 0 (其上的被照明点)到激光扫描器 10 的距离 d 。为此,可确定和计算在两个光束 18 和 20 之间的相移。

[0015] 借助于镜 16 的(快速)旋转,沿圆形线执行扫描。借助于测量头 12 相对于底部 14 的(慢速)旋转,以圆形线逐渐扫描整个空间。所述测量的测量点 X 的全体应被指定为扫描。激光扫描器 10 的中心 C_{10} 定义为所述扫描的局部静止参考系的原点。底部 14 在所述局部静止参考系统中是静止的。

[0016] 除了到激光扫描器 10 的中心 C_{10} 的距离 d ,每一测量点 X 还包括由控制和评估设备 22 确定的亮度值。亮度是例如在分配给测量点 X 的测量时间段内通过对光接收器 21 的带通滤波和放大后的信号进行积分所确定的灰度值(gray-tone value)。可选地,可借助于彩色摄影机来产生图片,借助于该图片可将颜色(R,G,B)作为值分配给测量点 X (以及亮度或具有亮度的测量点 X)。

[0017] 显示设备 30 被连接到控制和评估设备 22。显示设备 30 可被集成到激光扫描器 10 中,例如集成到测量头 12 内或集成到底部 14 内,或者该显示设备可以是外部单元,例如,可以是连接到底部 14 的计算机的一部分。显示设备 30 具有图形卡 32 和屏幕 34,图形卡和屏幕可被彼此分开布置或作为一个结构单元来布置。控制和评估设备 22 提供扫描的 3D 数据。

[0018] 图形卡 32 将 3D 数据转换成 2D 数据(渲染),所述 2D 数据在屏幕 34 上显示。3D 数据是测量点 X,其中,若干个扫描(从激光扫描器 10 的不同位置)可被组合成一个画面。为了表示 2D 数据,一方面存在像素 P,即相邻的、小的多边形表面(例如,正方形或六边形),其被布置在(二维)平面 E (其对应于屏幕 34)中。开始点是在观察器(眼睛,摄像机)处于某一观察点 V 时测量点 X 在平面 E 上的投影。投影可以是透射(观察点 V 有限)或正射的(观察点 V 无限)。投影测量点 X 被分配给单个像素 P。另一方面,Z 缓冲区用于表示 2D 数据,即,像素 P 的二维辅助字段。在所述 Z 缓冲区中,字段元素(深度 z)被分配给每一像素 P。每一个投影测量点 X 的深度 z 对应于测量点 X 到平面 E 的距离(关于观察点 V)。像素 P 的字段和 Z 缓冲区优选地以相同的方式作为图像处理。

[0019] 观察点 V 本身是任意的,并且当考虑到扫描和 / 或画面时,通常被改变多次。

[0020] 由于测量点 X 是中间有间隙的点,并且在平面 E 中的像素 P 通常(在物体 0 附近的情况下)具有比测量点 X 的投影更高的密度,因此执行所谓的空隙填充,以填充尽可能多的像素 P,从而获得改进的表示。图形卡 32 使用 3D 数据和观察点 V 的指示(和平面 E)来并行地执行所述过程。

[0021] 最初,只对分配有测量点的投影的像素 P (即准确地被测量点 X 所覆盖的像素 P)进行填充。这些像素 P 由所分配的测量点 X 的值(即亮度,在可适用的情形下以及颜色)所填充。与测量点 X 的投影未准确对应的所有其他的像素 P,即“在中间”的像素 P 起初是空的,例如,被设置为 0。分配给(最初)被填充的像素 P 的每一个深度 z ,即 Z 缓冲区的字段元素被设置为深度 z_0, z_1, z_2 ,其对应于被分配的测量点 X 到平面 E 的距离。Z 缓冲区的所有其他字段元素(深度 z)被设置为极限值,例如,无限大。当对测量点 X 进行投影时,如果出

现一个像素 P 可得到两个测量点 X, 则选择具有更小深度 z 的测量点, 而排除另一个, 这样隐藏的表面和隐藏的边缘就不可见了。

[0022] 根据本发明, 空隙填充依赖于深度 z_0 、 z_1 、 z_2 , 即依赖于到平面 E 的距离而发生。图形卡 32 并行地选择所有的像素 P (关于时间)。举例来说, 下面考虑一个被选择像素 P_0 。被分配的深度 z (即 Z 缓冲区的字段元素) 包括深度 z_0 。对于每一个被选择像素 P_0 , 连续地搜寻相邻像素 P_1, P_2, \dots , 即向左和向右 (以及向上和向下) 搜索。如果相邻的像素 P_1 还没有被填充, 或如果其深度 z 比被选择像素 P_0 的深度 z_0 大, 则其被跳过, 并且将第二个接下来的像素 P 作为相邻像素 P_1 , 必要时重复该操作。如果在一个方向上发现深度 z_1 小于被选择像素 P_0 的深度 z_0 的相邻像素 P_1 , 则改变到下一个方向, 并且搜寻相邻像素 P_2 (其深度 z_2 比被选择像素 P_0 的深度 z_0 小)。可以定义被跳过像素的最大数量, 即如果在跳过所述最大数目的被跳过像素之后还没发现相邻像素 P_1 (或 P_2), 对 P_1 (或 P_2) 的搜寻将中止。

[0023] 如果已经在相反方向上发现被选择像素 P_0 的相邻像素 P_1 和 P_2 , 所述相邻像素 P_1 和 P_2 的深度 z_1 和 z_2 小于深度 z_0 , 则检查 P_1 和 P_2 是否在同一平面上, 即 z_2 和 z_1 的差值是否低于深度的门限值 z_{crit} , 即

$$[0024] \quad |z_2 - z_1| < z_{crit}$$

[0025] 在该情况下, 用内插在 P_1 和 P_2 之间的值 (即亮度、在可适用的情形下以及颜色) 来填充被选择像素 P_0 。Z 缓冲区的被分配字段元素同样被设置为在 z_1 和 z_2 之间的内插深度。内插取决于在平面 E 中从 P_1 和 P_2 到被选择像素 P_0 的距离。

[0026] 如果深度之差非常大, 即, 满足以下条件

$$[0027] \quad |z_2 - z_1| > z_{crit}$$

[0028] 则假定 P_1 和 P_2 “位于不同的平面上”。然后用例如更远的像素 P_1 或 P_2 和具有更大深度 z_1 或 z_2 的 Z 缓冲区的被分配字段元素的值 (即亮度、在可适用的情形下以及颜色) 来填充被选择像素 P_0 。替代地, 具有更小深度 z_1 或 z_2 的像素 P_1 或 P_2 的值和深度被转移。在多于两个相邻像素 P_1, P_2, \dots 的情况下, 位于相同表面的大多数像素, 即相邻像素 P_1, P_2, \dots 的 (平均) 值可被转移。

[0029] 优选地, 已经用测量点的值填充的被选择像素 P_0 由相邻像素 P_1 和 P_2 的内插值重写。替代地, 已经被填充的被选择像素 P_0 保持不变。

[0030] 当查找像素 P_1 和 P_2 时, 如果像素 P 因其未被填充或因其深度 z 过大而被跳过, 则其相邻像素 P_1, P_2, \dots 与被选择像素 P_0 相同, 这样, 在并行执行选择的方案中, 被跳过像素 P 和 Z 缓冲区的被分配字段元素, 同样用内插在像素 P_1 和 P_2 之间和 / 或深度 z_1 和 z_2 之间的值 (取决于平面 E 中从 P_1 和 P_2 到被选择像素 P_0 的距离) 或用像素 P_1 或 P_2 中更远的那个的值和 / 或深度 z_1 或 z_2 (或用大多数像素的平均值) 进行填充。

[0031] 由于选择并行执行, 基于过大的深度差而用像素 P_1 或 P_2 中更远的像素的值和 / 或深度 z_1 或 z_2 进行填充, 将导致在像素 P_1 或 P_2 附近形成边缘。即使由于被选择像素 P_0 在 (屏幕 34 的) 一侧而导致没有发现深度 z_1 或 z_2 比被选择像素 P_0 的深度 z_0 小的相邻像素 P_1 或 P_2 , 由于这些被选择像素 P_0 (在边缘处) 还未被填充, 也会生成边缘。

[0032] 空隙填充优选地再次发生, 以填充另外的像素, 即以便改善 (再次) 表示。

[0033] 空隙填充可在控制和评估设备 22 中进行, 或者借助于在外部计算机上的软件而进行。由于并行选择节省时间, 在图形卡 32 上进行基于硬件的空隙填充是优选的, 优选地

使用图形卡的编程接口来进行所述基于硬件的空隙填充。

- [0034] 附图标记列表
- [0035] 10 激光扫描器
- [0036] 12 测量头
- [0037] 14 底部
- [0038] 16 镜
- [0039] 17 光发射器
- [0040] 18 发射光束
- [0041] 20 接收光束
- [0042] 21 光接收器
- [0043] 22 控制和评估设备
- [0044] 30 显示设备
- [0045] 32 图形卡
- [0046] 34 屏幕
- [0047] C_{10} 激光扫描器的中心
- [0048] d 距离
- [0049] E 平面
- [0050] O 物体
- [0051] P, P_0, P_1, P_2 像素
- [0052] V 观察点
- [0053] X 测量点
- [0054] z_0, z_1, z_2 深度
- [0055] z_{crit} 深度的门限值

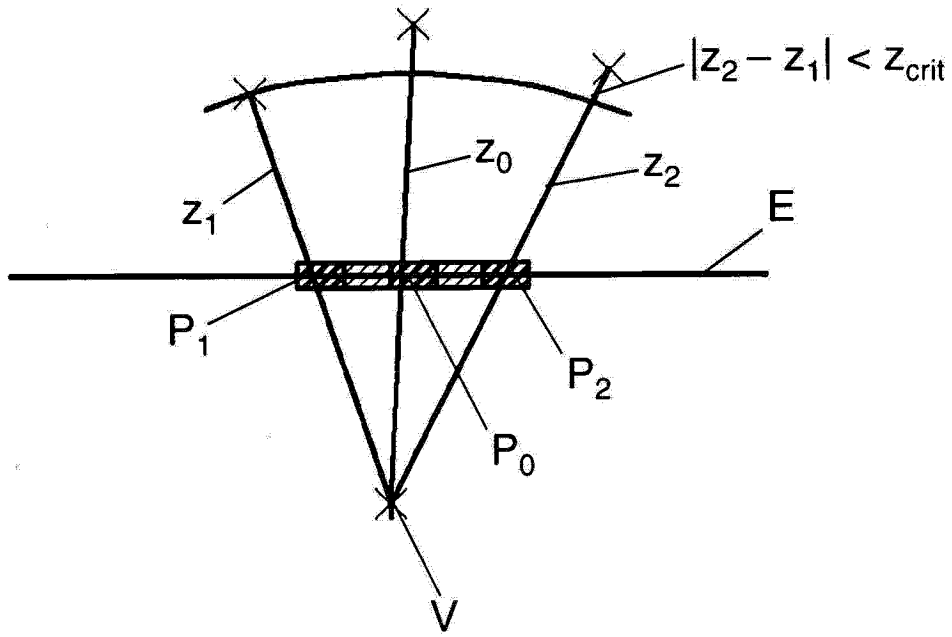


图 1

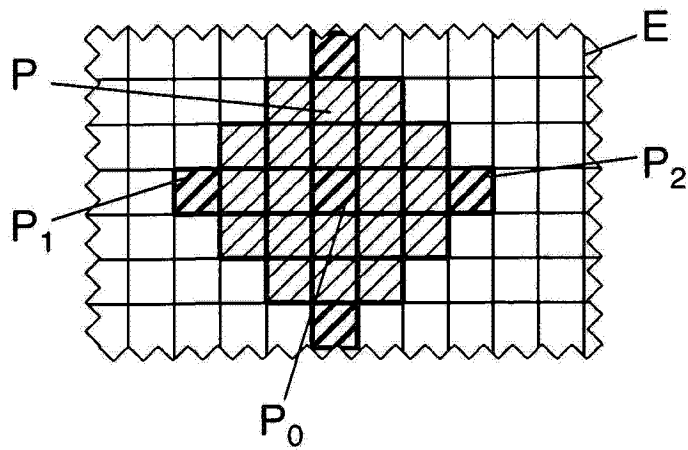


图 2

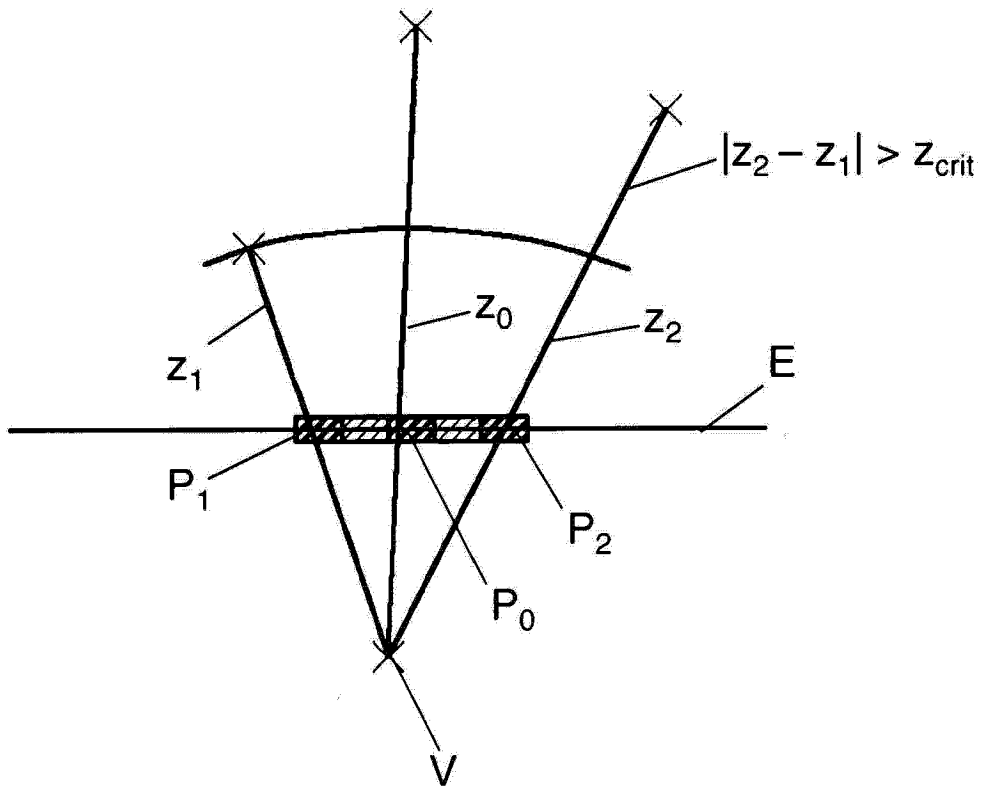


图 3

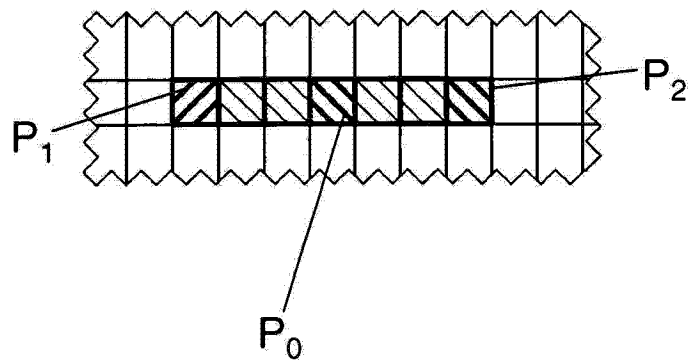


图 4

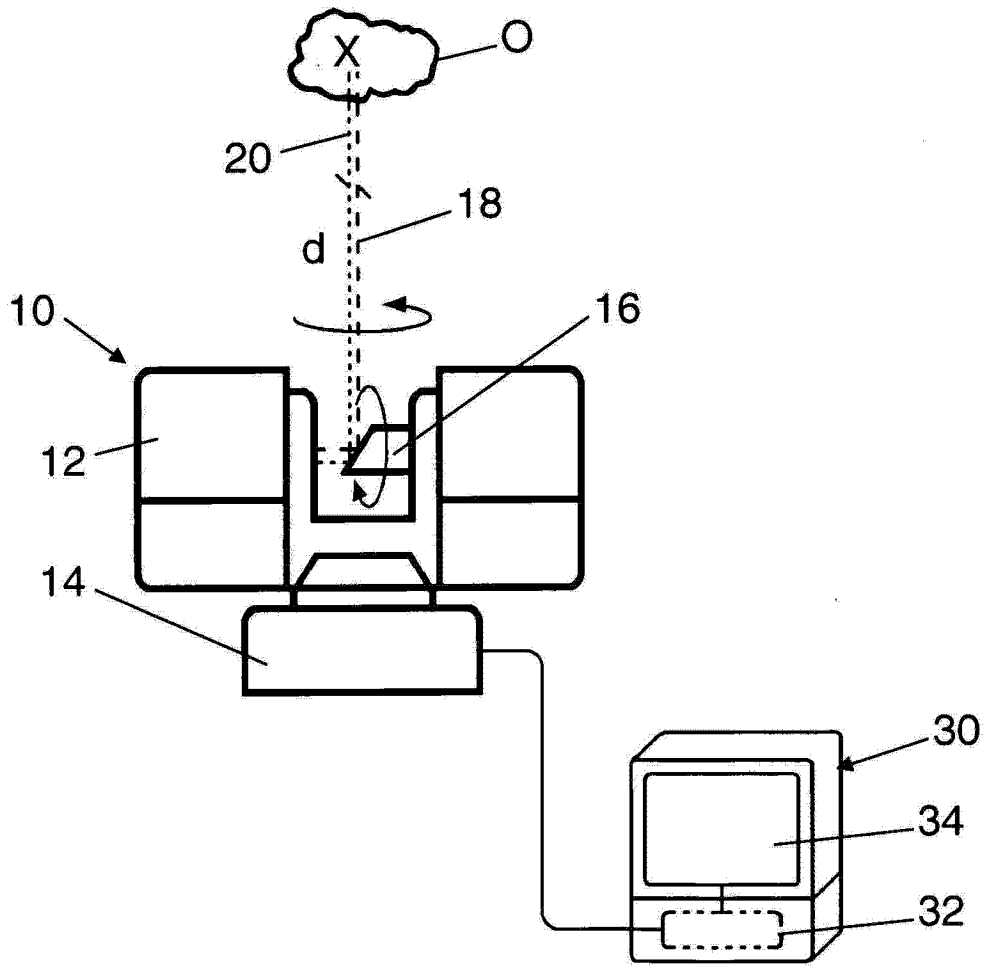


图 5

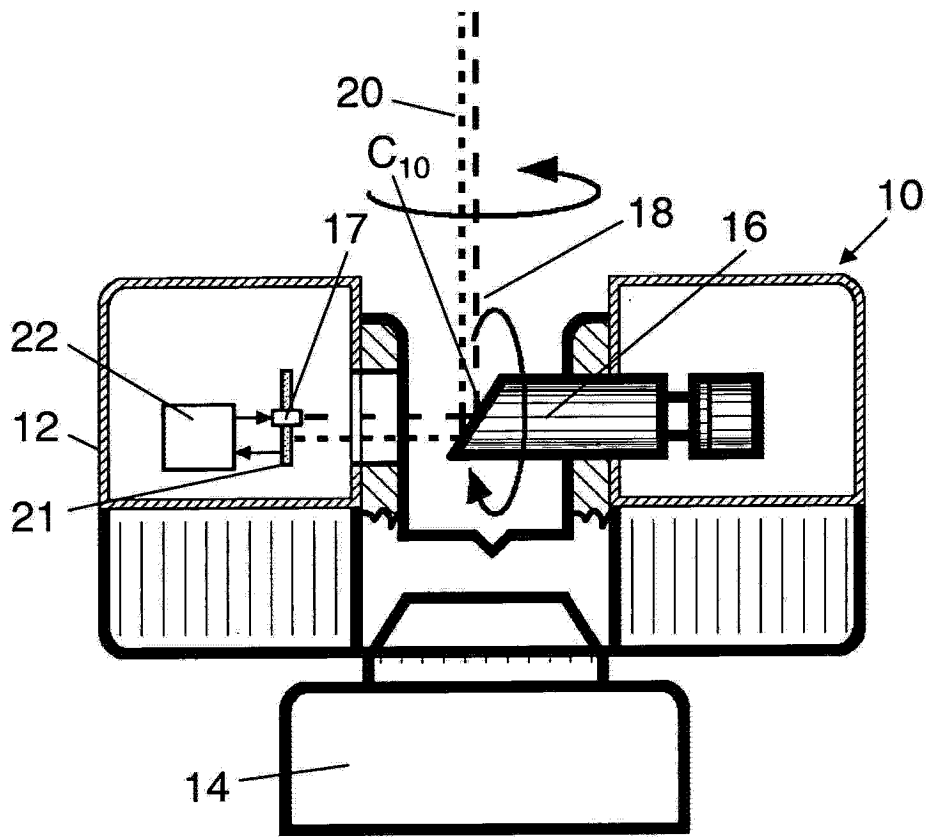


图 6