

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 7/28 (2006.01)

G02B 3/14 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580022357.9

[43] 公开日 2007年6月13日

[11] 公开号 CN 1981229A

[22] 申请日 2005.6.28

[21] 申请号 200580022357.9

[30] 优先权

[32] 2004.6.30 [33] EP [31] 04103058.6

[86] 国际申请 PCT/IB2005/052134 2005.6.28

[87] 国际公布 WO2006/003610 英 2006.1.12

[85] 进入国家阶段日期 2006.12.30

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 S·凯帕 B·H·W·亨德里克斯

A·塞姆佩尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 陈景峻

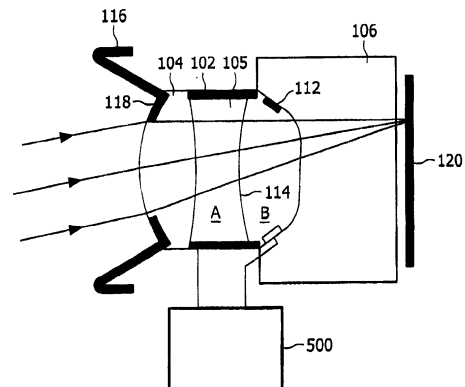
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称

测量设备

[57] 摘要

本发明涉及一种测量设备，其包括图像传感器，设置为将图像聚焦到图像传感器上的电润湿透镜，和控制单元。该控制单元用于根据该电润湿透镜的状态和从图像传感器提供的图像信号获得的聚焦信息确定到目标的距离。



1. 一种测量设备，包括图像传感器，设置为将图像聚焦到图像传感器上的电润湿透镜，以及控制单元，其中该控制单元用于根据电润湿透镜的状态和从图像传感器提供的图像信号获得的聚焦信息来确定到目标的距离。

2. 根据权利要求 1 所述的测量设备，其中该控制单元用于根据到目标的距离的至少两个连续测量值来确定目标的速度。

3. 根据权利要求 1 所述的测量设备，其中该控制单元用于根据到目标的距离的至少三个连续测量值来确定目标的加速度。

4. 根据权利要求 1 所述的测量设备，其中该电润湿透镜具有光轴，并且其中该控制单元用于确定到位于光轴之外的目标的角度方向。

5. 根据权利要求 1 所述的测量设备，其中获取控制单元中的聚焦信息包括分析图像信号的频率分量。

6. 根据权利要求 1 所述的测量设备，其中获取控制单元中的聚焦信息包括对图像信号的边缘检测。

7. 一种包括根据权利要求 1 所述的测量设备的照相机装置，其中还采用该电润湿透镜和图像传感器来拍摄照片。

8. 根据权利要求 7 所述的照相机装置，其中该控制单元还用作自动聚焦控制单元。

9. 根据权利要求 7 所述的照相机装置，其中该控制单元用于在照片上印制目标的距离、速度和加速度中的至少一个。

10. 一种包括根据权利要求 7 所述的照相机装置的移动电话。

11. 一种包括根据权利要求 7 所述的照相机装置的监视照相机。

12. 一种用于控制可移动机械手的自动控制系统，其包括根据权利要求 1 所述的测量设备。

13. 一种车辆控制设备，其包括根据权利要求 1 所述的测量设备。

14. 一种测量到目标的距离的方法，其中根据电润湿透镜的状态和图像信号的聚焦状态测量距离。

测量设备

技术领域

本发明涉及用于测量位于一定距离处的目标的位置、速度和/或加速度的装置。

背景技术

在自动聚焦 (AF 型) 照相机中, 通常根据三角化方法测量从照相机到所拍摄目标的距离。在这种方法中, 从光投射元件向目标投射远红外光束, 光接收元件接收从该目标反射的光, 并且根据从该目标接收的光在光接收元件上的位置来计算到该目标的距离。

然而, US5231443 公开了一种基于图像散焦信息来确定从照相机系统到目标的距离的方法。该方法利用信号处理技术来比较在不同透镜设定下连续拍摄的至少两幅图像。为此, 通过沿着特定方向将这两幅图像相加, 从而使它们转换为一维信号。使用一维信号的傅立叶系数和 $\log\text{-by-rho-squared}$ 变换来获得计算表。利用该照相机系统的 $\log\text{-by-rho-squared}$ 变换和调制传递函数 (MTF) 来计算存储表。根据计算表和存储表确定希望的目标的距离。

根据 US5231443, 利用四个可调整的照相机参数来确定透镜设定: 照相机内图像探测器的位置、照相机光学系统的焦距、照相机光圈尺寸和照相机滤光镜的特性。实际上, 将调制传递函数和图像信号的频率成分用于确定目标图像焦点对准还是未对准, 并且当图像确实焦点对准时, 根据该透镜设定来确定到该目标的距离。

基于图像信号处理的测距对于许多用途而言是十分有利的。然而, 现有的产品相当复杂, 并且要求在多个组件之间的交互作用。尤其是, 所需的透镜系统包括多个可移动的部件, 以用于控制焦距和光圈。因此, 所得到的设备通常非常昂贵。此外, 许多用途要求几乎即时的测量。特别是在测量运动目标的距离时更是如此。现有的设备不能达到这种要求, 特别是在不增大成本和复杂度的情况下更不能达到。

因此, 需要经过改进的测距探测器, 其具有低复杂度, 并且有助

于低成本制造。此外，需要足够快以测量高速目标的测距探测器。

发明内容

因此，本发明的目的是满足这种需求。该目标是通过权利要求 1 限定的测量设备实现的。从属权利要求限定了该测量设备的优选实施例。

本申请人近期的进展表明，可以将传统的透镜替换为所谓的电润湿 (electrowetting) 透镜。通过控制具有不同折射率并且容纳在腔中的两种不混溶流体的空间相互关系，可以调整这种透镜的光焦度。基本上讲，每种流体的位置是由该腔中的亲水/疏水接触表面与施加在电极上的静电力的组合交互作用来确定的。亲水/疏水和静电力对各种流体的影响是不同的和可预测的，并且因此流体空间相互关系是可控制的。

典型电润湿透镜包括容纳两种流体并且具有亲水和疏水内表面的密封腔，使得流体处于明确限定的空间相互关系中，并且确定了透镜形状的弯月面。由于折射率不同，该弯月面对于在该弯月面上传播的光具有光焦度。电润湿透镜的优点包括制造成本低，不存在可移动部件，低功耗和设计紧凑。

根据本发明的目的，实现了十分适用于测距仪中的与图像分析方法相结合的电润湿透镜。除了紧凑、稳固和低成本之外，电润湿透镜具有非常快的响应时间（通常为 10ms 量级）。这在测距设备中是十分有利的。

因此，根据本发明的一个方面，提供了一种测量设备，其包括图像传感器，设置为将图像聚焦到图像传感器上的电润湿透镜，以及控制单元。该控制单元用于根据电润湿透镜的状态和由图像传感器提供的图像信号获得的聚焦信息来确定到目标的距离。

原则上，每种透镜状态与目标焦点对准的范围（即焦深）有关。因此，如果获知了透镜状态以及该图像实际上焦点对准，就能知道该目标的距离在该范围之内。

如果需要非常精确的距离，则希望减少目标焦点对准的范围（即透镜系统的焦深）。焦深是透镜系统的特性，并且可以利用常规的光线追迹软件来计算焦深。例如，一种减少焦深的方法是使用大光圈。

此外，精确测量到运动目标（例如摩托车或者马拉松运动员）的距离取决于非常快速的测量方法。测量方法的迅捷度具有两个关键因素：控制单元的计算能力以及透镜的可控制性。因此发现在这方面电润湿透镜是特别有效的。

测量到目标的距离的可能性对于许多用途而言是非常有吸引力的。此外，通过连续测量该距离，甚至可以确定该目标朝向和远离照相机的速度。例如，在时间 T_1 时测量距离 D_1 ，在时间 T_2 时测量距离 D_2 ，得到速度 V ，如下

$$V = (D_2 - D_1) / (T_2 - T_1) \quad (1)$$

如果该目标具有可变的的速度，则精确的速度测量取决于连续距离测量之间的短时间间隔（即 $T_2 - T_1$ 应当小）。由此会对该设备的距离测量迅捷度提出特别高的要求。

此外，在时间 T_1 时测量距离 D_1 ，在时间 T_2 时测量距离 D_2 并且在时间 T_3 时测量距离 D_3 ，可以计算目标的加速度 α ：

$$\alpha = -((D_2 - D_1) / (T_2 - T_1) - (D_3 - D_2) / (T_3 - T_2)) / ((T_3 - T_1) / 2) \quad (2)$$

在基本配置中，该控制单元分析处于该透镜系统光轴处的图像，即处于图像传感器中心的目标。在这种情况下，该设备可以瞄准希望的目标，并且一旦瞄准了希望的目标，可以根据使用者命令进行测量。

然而，根据一个实施例，该控制单元用于确定位于光轴之外的目标的角度方向。因此，例如可以分析处于该图像中任意位置处的目标。在该测量设备固定安装并且进行远程监测的情况下（例如监视照相机），这是十分有利的。在这种情况下，该设备可以构成包括用户输入接口的系统的一部分。该用户输入接口例如可以是操纵杆，操纵者利用该操纵杆能够控制屏幕上的指针，从而指向所要测量的目标。然后根据该图像的该特定部分来确定聚焦信息。

另一种可选方式是从一种极限状态到另一种极限状态扫描该透镜，并且分析处于多种中间状态（对应于焦点对准的多个范围）的图像。因此可以识别该图像中处于不同距离和不同角度的目标，或者换句话说，可以确定不同目标在该图像中的位置。

此外，根据该目标在图像传感器上随时间的位移以及其距离，还可以确定沿着垂直于照相机光轴方向上的速度（和加速度）分量。

根据本发明,根据图像信号来获得关于特定目标焦点是否对准的信息(本文中称作“聚焦信息”)。可以由许多不同方式来实现。一种方式是分析图像信号的频率成分。一般而言,信号中的高频对应于清晰、聚焦的图像,绝大多数的低频对应于焦点未对准的模糊图像。可以利用傅立叶变换来分析频率成分。

分析频率成分的可替换方式是采用图像信号的边缘探测。这种方式包括测量相邻像素之间的对比度:对比度越高,图像越清晰。

测量设备适用于需要稳固和低成本的测距仪的许多不同用途。这些用途包括汽车(例如轿车和卡车)中的自动导航和安全系统(例如测量到另一汽车的距离)。例如,该测量设备可以用于测量到障碍物和/或相邻车道车辆的距离,例如有助于自动保持预设的间隙。

在自动控制方面发现了另一个应用领域,例如相对于该测量设备测量的某个目标来控制机械手。

在照相机配置方面发现了其它用途。例如,在自动聚焦照相机中,能够将测距仪用于控制自动聚焦功能性。在这些用途中,该测量设备优选包含在照相机系统中,使得相同的透镜系统和图像传感器既用作测距仪,也用作拍摄照片的照相机。因此,根据本发明的一个方面,提供了一种照相机配置,其包括如上所述的测量设备,并且其中同样采用了电润湿透镜和图像传感器来拍摄照片。此外,在这种照相机配置中,确定距离和控制聚焦是相关的问题。因此,控制单元优选还应用作自动聚焦控制单元。

然而,应当广义地理解术语“控制单元”,其包括在一个物理单元中实施全部控制的情况以及在共同构成“控制单元”的互联单元系统中实施控制的情况。

在一个单一单元中具有照相机功能和测距功能具有许多优点,包括成本低、稳固和紧凑性。此外,该控制单元可以用于在照片上印出目标的距离、速度和/或加速度。因此,可以将关于距离/速度/加速度的信息自动地存储在与照片本身相同的存储器空间中。

以上的优点(成本低、稳固、紧凑)使得该照相机配置非常适合于例如移动电话用途。因此,本发明的一个方面提供了一种移动电话,其包括如上所述的照相机配置。这种移动电话因此能够测量该照相机瞄准的目标的距离、速度和/或加速度。

如上所述，监视照相机是另一种适当的应用领域。因此，本发明的一个方面提供了一种包括如上所述的照相机配置的监视照相机。

本发明的透镜配置可以包括不只一个单一的电润湿透镜，尤其是根据用途，其可以包括常规的静态透镜，并且其可以包括附加的电润湿透镜。例如，在提供了照相机配置的情况下，该透镜配置可以包括至少两个电润湿透镜，它们共同提供照相机的自动聚焦和变焦功能。

此外，本发明提供了一种测量从测距探测器到目标的距离的方法。根据这种方法，基于电润湿透镜的状态和图像信号的焦点情况来确定距离。

附图说明

以下将参照相应的示例性附图来进一步描述本发明，其中：

图 1-3 是三种不同状态下的电润湿透镜的示意图。

图 4 表示了包括透镜组、图像传感器和控制单元的测距仪的实施例。

图 5 表示了控制单元的实施例。

具体实施方式

根据本发明的测量设备包括两个基本部件：包括图像传感器的透镜系统，和用于确定透镜状态和聚焦信息的控制单元。下文中，首先描述电润湿透镜。然后详细描述控制单元的工作。最后，描述设想的该测量设备应用领域的各种实施方式。

图 1 到 3 表示了可变焦距电润湿透镜 100，其包括圆柱第一电极 2，其构成了毛细管，利用透明前元件 4 和透明后元件 6 将其密封，从而形成容纳两种流体 A 和 B 的流体腔 5。将第二透明电极 12 面对流体腔设置在透明后元件 6 上。

这两种流体包括两种不混溶的液体，分别为电绝缘第一液体 A，例如硅油或烷烃，以及导电第二液体 B，例如包含盐溶液的水。这两种液体优选设置为具有相同的密度，使得透镜的功能与透镜的方向无关，即与两种液体之间的引力效应无关。这可以通过适当地选择第一液体的成分来实现；例如通过添加分子成分可以改变烷烃或者硅油的密度，从而提高其密度，以匹配盐溶液的密度。

根据所使用的油的选择，油的折射率可以在例如 1.25 与 1.7 之间改变。同样，根据添加的盐的量，盐溶液的折射率可以在例如 1.33 与 1.50 之间改变。选择下面描述的特定透镜中的流体，使得第一流体 A 的折射率比第二流体 B 的折射率高。然而，在其它实施例中，这种关系可能颠倒过来。

第一电极 2 可以是内径通常在 1mm 到 20mm 之间的圆柱体。该电极 2 可以由例如金属材料构成，并且在这种情况下可以涂敷绝缘层 8，该绝缘层例如由聚对二甲苯构成。该绝缘层通常在 50nm 与 100 μm 之间，优选在 1 μm 与 10 μm 之间。该绝缘层涂敷了流体接触层 10，其减少了弯月面与流体腔柱面壁的接触角的滞后作用。该流体接触层优选由无定性碳氟化合物构成，例如 DuPont™ 制造的 Teflon™ AF1600。该流体接触层 10 的厚度在 5nm 与 50 μm 之间，并且可以通过连续浸渍涂敷电极 2 来制造。可以利用化学气相沉积涂敷聚对二甲苯涂层。如果在第一与第二电极之间没有施加电压时，弯月面 14 与流体接触层 10 相交，则流体接触层被第二流体的可润湿性在两侧上基本上相等。

第二环形电极 12 设置在流体腔的一端，在这种情况下，其邻近后元件。第二电极 12 至少一部分设置在流体腔中，使得电极作用于第二流体 B。

两种流体 A 和 B 是不混溶的，从而趋向于分成由弯月面 14 分开的两个流体主体。当第一与第二电极之间没有施加电压时，该流体接触层相对于第一流体 A 的可润湿性比相对于第二流体 B 的可润湿性大。由于电润湿，第二流体 B 的可润湿性在第一电极与第二电极之间施加电压的情况下改变，这样易于改变该弯月面在三相线（流体接触层 10 与两种液体 A 和 B 之间的接触线）处的接触角。因此该弯月面的形状可以根据所施加的电压而改变。

现在参照图 1，当在电极之间施加例如 0V 与 20V 之间的低电压 V_1 时，该弯月面采用第一凹面弯月面形状。在这种配置下，在流体 B 中测得的弯月面与流体接触层 10 之间的初始接触角 θ_1 例如约为 140°。由于第一流体 A 的折射率比第二流体 B 的折射率大，所以在这种配置下，由该弯月面构成的透镜（本文中称作弯月面透镜）具有较高的负光焦度。

为了减小弯月面形状的凹度，在第一与第二电极之间施加更大的电压。现在参照图 2，当在电极之间根据绝缘层的厚度施加例如 20V 与 150V 之间的中间电压 V_2 时，该弯月面采用第二凹面弯月面形状，其曲率半径与图 1 中的弯月面相比增大了。在这种配置下，第一流体 A 与流体接触层 10 之间的中间接触角 θ_2 例如约为 100° 。由于第一流体 A 的折射率比第二流体 B 的折射率大，所以这种配置下的弯月面透镜具有较低的负光焦度。

为了生成凸面弯月面形状，在第一与第二电极之间施加更大的电压。现在参照图 3，当在电极之间施加例如 150V 到 200V 的较大电压 V_3 时，该弯月面采用弯月面为凸面的弯月面形状。在这种配置下，第一流体 A 与流体接触层 10 之间的最大接触角 θ_3 例如约为 60° 。由于第一流体 A 的折射率比第二流体 B 的折射率大，所以这种配置下的弯月面透镜具有正光焦度。

通过适当地选择两个电极之间施加的电压，可以将弯月面形状，并因此将透镜光焦度选择为任意的中间透镜状态。

尽管在上面的实例中流体 A 比流体 B 的折射率大，流体 A 也可以比流体 B 具有更低的折射率。例如，流体 A 可以是（全）氟化油，其比水的折射率低。在这种情况下，优选不使用无定形含氟聚合物层，这是因为其可能溶解氟化油。可替换的流体接触层例如为石蜡膜。

图 4 表示了根据本发明实施例的测距仪，其包括透镜组 102-118、图像传感器 120 和控制单元 500。类似于结合图 1 到 3 所述的元件具有相同的附图标记，但加上 100 来表示，并且这些类似元件的之前的说明也适用于此处。

该设备包括复合可变焦距透镜，其包括圆柱第一电极 102、刚性前透镜 104 和刚性后透镜 106。由这两个透镜和第一电极密封的空间形成了圆柱流体腔 105。该流体腔容纳第一流体 A 和第二流体 B。这两种流体沿着弯月面 114 接触。如前所述，根据在第一电极 102 与第二电极 112 之间施加的电压，该弯月面构成了具有可变光焦度的弯月面透镜。在可替换实施例中，这两种流体 A 和 B 具有改变了的位置。前透镜 104 是由高折射率塑料构成的凸-凸透镜，该高折射率塑料例如聚碳酸酯或者环状石蜡共聚物（COC），并且具有正光焦度。前透镜的至少一个表面为非球面的，从而提供希望的初始聚焦特性。后透

透镜元件 106 由低色散塑料（例如 COC）构成，并且包括非球面透镜表面，该表面起到平像物镜的作用。该后透镜元件的另一表面可以是平面、球面或者非球面。第二电极 112 为位于后透镜元件 106 的折射表面圆周的环形电极。因此，该复合透镜包括两个常规静态透镜和中间电润湿透镜。

将闪耀光阑 116 和孔径光阑 118 添加到透镜前面，并且使像素化图像传感器 120 位于透镜后的传感器平面中，该传感器例如 CMOS 传感器阵列或者 CCD 传感器阵列。

根据通过对图像信号的聚焦控制处理获得的聚焦控制信号，电子控制电路 500 驱动弯月面，从而提供无限远到 10cm 之间的物距范围。该控制电路将所施加的电压控制在低电压电平与较高的电压电平之间，在低电压电平时实现了对无限远的聚焦，而在较高电压电平时使更近的物体聚焦。当对无限远聚焦时，生成了接触角近似为 140° 的凹弯月面，而当聚焦到 10cm 时，生成接触角近似为 100° 的凹弯月面。

精确地从测距仪读数取决于精确的聚焦信息和精确的透镜状态信息。精确的透镜状态信息，即关于电润湿透镜状态的信息，结合来自诸如对照表的关于对该特定透镜状态而言在图像传感器上出现清晰目标的范围的信息，给出了到清晰聚焦在图像传感器上的目标的距离的量度。根据对该透镜系统的光线追迹计算，可以一次形成全部查找表。然而，必须连续确定透镜状态。一种直接测量透镜状态的方式是测量施加到电润湿透镜的电压。电压越高，透镜从其初始接地状态改变地越多。可以由直流电压（DC）或者交流电压（AC）来驱动电润湿透镜。该透镜利用直流电压的连续工作通常会导致该透镜中剩余电压的增大，这会损害所施加的电压与透镜状态之间的初始关系。可以利用交流驱动电压在一定程度上减轻该剩余电压的影响。然而，无论使用多大的电压，都会产生损害所施加的电压与获得的透镜状态之间关系的剩余电压。

另一种测量透镜的方式是将电润湿透镜理解为电容器。本质上，导电第二流体、绝缘层和第二电极构成了电容器，其电容取决于弯月面的位置。利用常规的电容计能够测量电容量，并且根据测得的电容量值能够确定弯月面透镜的光学强度。换句话说，对于每一种透镜状

态而言，存在对应于特定透镜状态的唯一电容量。因此，测量电润湿单元的电容量是确定透镜状态的一种备选方式。

US2002/0176148 中描述了一种用于测量电容量的方法。根据该说明书，可以利用串联 LC 谐振电路来确定电润湿透镜的电容量。参照图 5，阻抗为 Z_0 的电源装置 501 向光学元件 400 的一个电极 112 施加具有预定频率 f_0 的交流驱动电压 E_0 。所得到的电流 i_0 将流入电极 112 中并且流出光学元件 400 的电极 102，将该电流引导到阻抗为 Z_1 的串联 LC 谐振电路 162 中，并且在该串联 LC 谐振电路 162 的中点产生检测电压 E_s 。该检测电压 E_s 与电流 i_0 成正比。

放大器 503 放大该检测电压 E_s ，并且在将其提供给 CPU 505 之前，在 AC/DC 转换装置 504 中，将经过放大的电压转变为直流电压。

作为谐振电路的可替换方式，也可以使用桥或者其它可替换方式，该桥在 LCR 表中并联使用，并且称作电容检测装置。

光学元件的电容量相对于所施加的电压而变化。所施加的电压越大，电容量变得越大。当电源装置 501 施加驱动电压 E_{01} 时，光学元件 400 的弯月面形状改变，并且其电容变为 C_1 ，从而产生检测电压 E_{s1} 。将驱动电压提高到 $E_{02} > E_{01}$ ，将进一步使光学元件的弯月面形状变形，并且光学元件 400 的电容将变为 C_2 ($C_2 > C_1$)。所产生的检测电压为 E_{s2} ，其大于 E_{s1} 。

根据关于该透镜电容量的精确信息，可以确定透镜状态。这能够利用例如查找表来实现，该查找表列出了每种电容量水平的相对应透镜状态。可替换的是，能够在预定的模型中估计透镜状态（即到焦点对准的物体的距离）与电容量之间的关系，并且在处理器单元中计算该关系。

通过使图像的高频成分在空间域或者频率域中最大化，可以实现聚焦。在频率域中，通常将傅立叶变换用作聚焦标准，而在空间中通常采用边缘检测。边缘检测基于对相邻像素之间对比度差的评价。对比度差大表示图像清晰，而模糊的图像的对比度差小。通常利用高通空间滤波器来进行边缘检测，该滤波器加重通常在目标边缘处出现的光强度的显著变化。高通滤波器可以是线性或者非线性的，并且非线性滤波器的实例包括：Roberts、Sobel、Prewitt、Gradient 和微分滤波器。这些滤波器适用于检测图像的边缘和轮廓。

如果利用傅立叶变换分析频谱,首先可以将整个照相机系统表征为一组目标距离 $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ 和一组离散频率 $V = (\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n)$ 下的调制传递函数 (MTF)。

目标距离对应于一组相关透镜状态,在该状态下目标处于焦点对准的各个目标距离。

由一组照相机参数和该照相机系统所要成像的物体距离 U 来确定 MTF。根据所使用的透镜配置,照相机参数组包括 (i) (多个) 透镜状态。透镜状态是指由例如驱动电压或者电容量确定的弯月面的形状。照相机参数还可以包括 (ii) 照相机孔径的直径 (D), 和/或 (iii) 该照相机系统中光学系统的焦距 (f)。

该照相机系统应当可以配置为至少两种不同的照相机设定 - 对应于第一组照相机参数 $E_1 = (s_1, f_1, D_1)$ 的第一照相机设定和对应于第二组照相机参数 $E_2 = (s_2, f_2, D_2)$ 的第二照相机设定。在至少一个照相机参数值上,第二组照相机参数必须不同于第一组照相机参数。优选的是,除了透镜状态之外,所有参数保持不变。因此,透镜状态的变化会导致利用图像分析算法获得的聚焦值的变化。

本质上,每组照相机参数提供了焦点对准的一个距离范围以及焦点未对准的一个或两个范围 (比焦点对准的距离范围更近和/或更远)。因此,在大多数用途中,希望具有提供更精确距离读数的更大的照相机参数组。然而,分立距离范围的数量增多增加了计算负担,因此使测量变慢。范围数量增多还对透镜组以及控制单元提出了更高精度的要求,从而使该设备更加昂贵。

通常以多个连续步骤进行频率域内的频谱分析。US5231443 中描述了一种仅利用两种照相机设定的方法。首先,如该文献中所述,以物体距离组 U 和分立频率组 V 来计算比例表。通过计算第一照相机设定下的 MTF 值与第二照相机设定下的 MTF 值的比例来获得比例表的输入项。然后,对该比例表进行变换,所谓的 log-by-rho-squared 变换,从而获得存储查找表 T_s 。任意频率 ρ 下比例表中某个值的 log-by-rho-squared 变换是通过首先获得该值的自然对数,然后除以 ρ 的平方而算得的。

一旦准备好所存储的查找表,将该照相机设定为由第一组照相机参数 E_1 规定的第一照相机设定。在图像检测器上形成物体的第一图

像 g_1 ，并且在图像处理器中将其记录为第一数字图像。然后，可以沿着特定方向使第一数字图像相加，从而获得与二维的第一数字图像相对的仅有一维的第一信号。然而，数字图像的求和实际上是可选的，但是可以减少噪声的影响，还可以显著减少随后计算的次数。然后，使第一信号相对于其平均值归一化，从而提供第一归一信号，以分立频率组 V 计算第一归一信号的第一组傅立叶系数。

一旦进行了与第一照相机设定相关的计算，将该照相机系统设定为由第二组照相机参数 E_2 规定的第二照相机设定。在图像检测器上形成物体的第二图像 g_2 ，并且在图像处理器中将其记录为第二数字图像。如果沿着特定方向使第一数字图像相加，则应当沿着相同的特定方向使第二数字图像相加。然后，使第二信号相对于其平均值归一化，从而提供第二归一信号，并且以分立频率组 V 计算第二归一信号的第二组傅立叶系数。

一旦进行了与第二照相机设定相关的计算，使第一组傅立叶系数与第二组傅立叶系数相除，从而提供一组比例值，对该比例值进行 $\log\text{-by-rho-squared}$ 变换，从而获得计算表 T_c 。同样，此处的任意频率 ρ 下比例值的 $\log\text{-by-rho-squared}$ 变换是通过首先获得该比例值的自然对数，然后除以 ρ 的平方而算得的。

在最后一步中，根据计算表 T_c 和存储表 T_s 来计算物体的距离。

以上的方法是通用的，并且适用于所有类型的 MTF。尤其是，其适用于高斯函数的 MTF，其还适用于根据图像形成的傍轴几何光学模型确定的 sinc 状 MTF。能够以几种可能的形式之一来表示存储表 T_s 。尤其是，能够由对应于二次函数的一组三个参数，或者对应于线性函数的一组两个参数来表示该存储表。在这两种情况之一中，通过计算所计算的表 T_c 的平均值，或者通过计算所计算的该表与存储表之间的均方误差来计算物体的距离。

根据本发明的测量设备能够用于许多不同的用途。例如，测量车辆速度的警察能够使用该测量设备。为此，该测量设备可以包含在自动聚焦照相机中，该照相机确定车辆何时焦点对准，以及何时拍摄包括牌照的车辆照片。根据照相时的透镜位置，确定车辆的距离。在短时间之后重复这个过程。根据两个透镜位置和相应的车辆距离，来确定车辆的速度。如果速度高于允许的速度，则将照片连同速度值存储

在存储器中。通过测量透镜电容量来确定透镜位置，并且查找表确定相应的距离。

在可替换实施例中，该测量设备包含在带有照相机模块的移动电话中。由此使该移动电话具有测量距该移动电话一定距离处的目标的距离、速度以及还可能测量加速度的功能。可以在移动电话的屏幕上显示信息，和/或可以在进行测量的同时，在该照相机模块拍摄的图像上显示信息。

在又一实施例中，在监视照相机中采用测量设备。在监视照相机中，一旦检测到入侵者，该测量设备可以首先测量入侵者的距离及其行进速度。根据该信息，该设备可以估计该入侵者的行进时间，如果行进时间小于某个值，则可以引发自动警报，从而通知安全人员。

在再一实施例中，在汽车自动驾驶仪中使用该测量设备，其可以用于测量汽车的速度或者测量到接近的障碍物的距离。根据特定实施例，自动驾驶仪可以设置为调整速度，并且在障碍物位于某个范围内和/或以一定速度接近的情况下，还可以调整汽车的方向。还可以设置该自动驾驶仪，从而与前面的另一辆车保持一定距离。

在又一实施例中，将测量设备用于控制机械手。本质上，可以按照与上述自动驾驶仪类似的方式使用该测量设备，从而在拾取例如物体时控制机械手。为此，该测量设备可以确定机械手与物体之间的距离和方向。当机械手接近物体时，该测量设备不仅可以给出关于距离的信息，还可以给出关于物体相对于机械手的相对运动的信息。

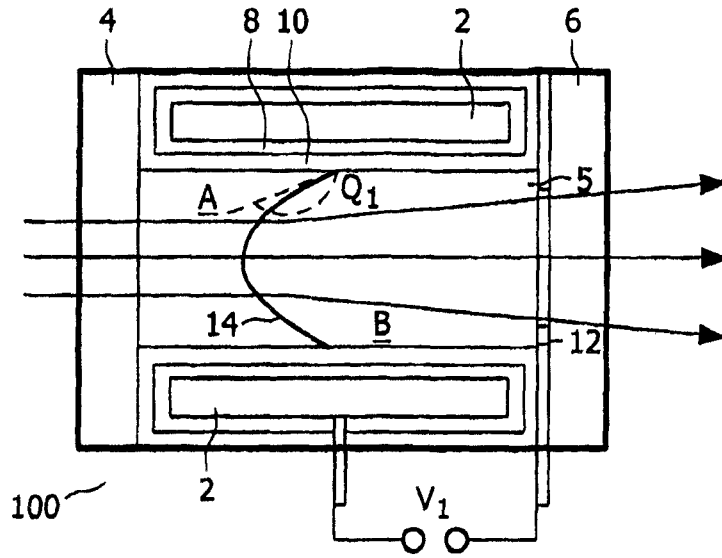


图 1

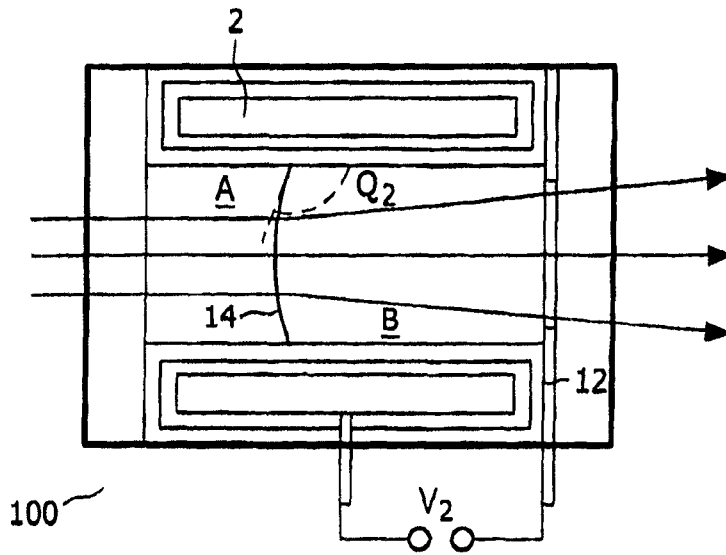


图 2

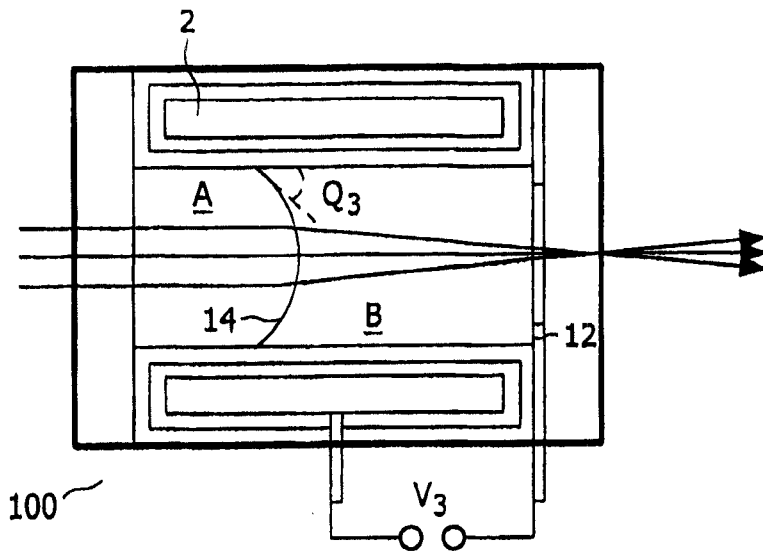


图 3

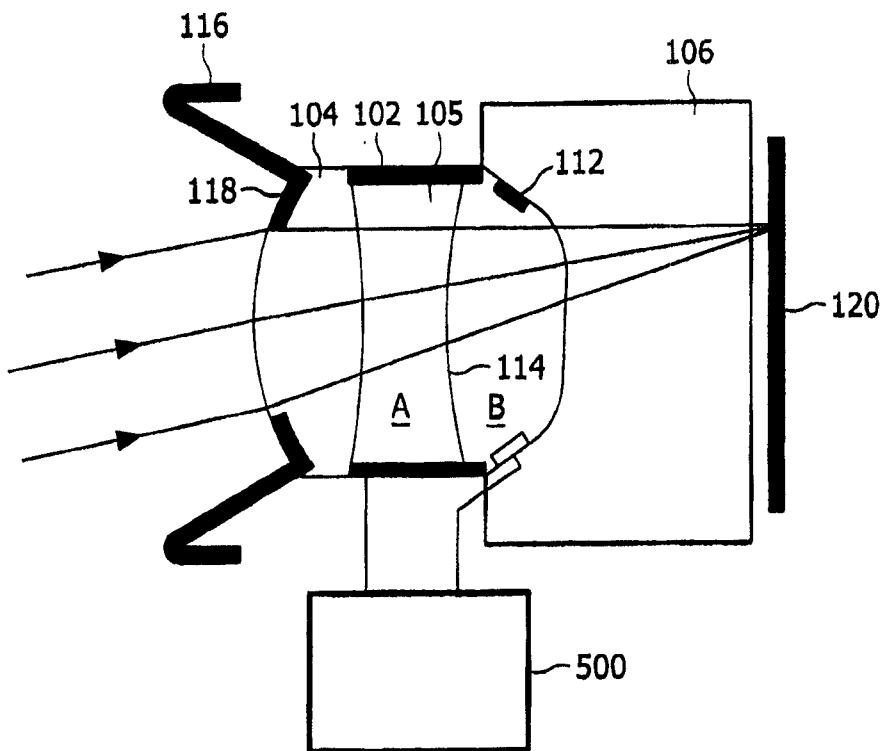


图 4

