

眼视光仪器以及光学测量系统

本申请要求于 2024 年 1 月 30 日递交的中国专利申请第 2024101300187 号的优先权，在此全文引用上述中国专利申请公开的内容以作为本申请的一部分。

技术领域

本公开实施例涉及一种眼视光仪器以及光学测量系统。

背景技术

当今时代，随着科技的发展与进步，现代生活与电子产品密切相关，随着人们对于电子产品的依赖不断增强，近视的发生率正在不断攀升，通常，近视眼和老花眼的发生都与近距离工作、学习和娱乐的视觉功能（即视力和调节力）密切相关。在一些研究中，青少年患有近视的概率高达 90%；同时，伴随着老花早龄化以及社会人口老龄化等现象，世界上约有 10 亿人在受老花眼的影响。

发明内容

本公开的至少一个实施例提供一种眼视光仪器以及光学测量系统。

本公开的至少一个实施例提供一种眼视光仪器，包括视标元件、第一透镜、第二透镜以及第三透镜，第一透镜与所述视标元件间隔设置，且所述视标元件出射的光线入射至所述第一透镜后以平行光出射；第二透镜位于所述第一透镜的远离所述视标元件的一侧，所述平行光经过所述第二透镜后会聚成像；第三透镜位于所述第二透镜的远离所述第一透镜的一侧，其中，所述眼视光仪器还包括控制元件，所述控制元件与所述第二透镜连接，且被配置为控制所述第二透镜在其主光轴方向上移动，以使所述第二透镜所成的像在所述第三透镜的至少一侧移动。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述第一透镜为准直透镜，所述第二透镜包括第一正透镜，所述第三透镜包括第二正透镜，所述控制元件被配置为控制所述第二透镜在所述第一透镜和所述第三透镜之间运动，所述第二透镜的像平面位于所述第二透镜的远离所述视标元件

的一侧。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述第一透镜与第三透镜之间具有设定位置，所述第二透镜在所述设定位置与第三透镜之间运动时，所述第二透镜的像平面位于所述第三透镜的远离所述视标元件的一侧。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述第三透镜的焦距大于所述第二透镜的焦距。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述眼视光仪器还包括镜筒，所述镜筒包括相对的第一端和第二端，所述第三透镜与所述第一端连接，且所述镜筒的中心轴线与所述第三透镜的主光轴重合，所述

第一端与所述第二端之间的距离不大于所述第三透镜的焦距。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述第一透镜的焦距大于所述第二透镜的焦距。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述第二透镜的焦距为所述第一透镜的焦距的 $1/5 \sim 4/5$ 。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述第一透镜与第三透镜之间的距离大于所述第二透镜的焦距与第三透镜的焦距之和。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述视标元件位于所述第一透镜的前焦点处。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述眼视光仪器还包括分光镜和自动检测元件，分光镜位于所述镜筒中，所述分光镜的主光轴与第三透镜的焦平面之间具有倾斜角度，所述倾斜角度为 $20^\circ \sim 50^\circ$ ；自动检测元件被配置为接收来自所述分光镜的光线，以对所述被检眼的屈光度进行检测。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述视标元件包括电子显示面板，所述电子显示面板被配置为显示视标，所述视标包括汉字、数字以及英文字母中的至少一种，所述汉字包括至少一种字体。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述视标的

形状和尺寸是可变化的。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述电子显示面板还被配置为进行语音提示。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述视标包括多个子视标，所述多个子视标排列为 M 个子视标行， M 为大于 1 的正整数，在所述 M 个子视标行的排布方向上，第 i 个的子视标行的高度、所述第 i 个子视标行与第 $i+1$ 个子视标行之间的距离、以及所述第 $i+1$ 个子视标行的高度呈几何级数分布， i 为小于或等于 $M-1$ 的正整数。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，眼视光仪器还包括：机身和座架，其中，所述机身呈筒状，所述第一透镜、所述第二透镜以及所述第三透镜均位于所述机身中，所述机身包括相对的两端，所述视标元件出射的光线通过所述机身的靠近所述第一透镜的一端进入至所述机身中，所述镜筒的至少部分从所述机身的另一端伸入至所述机身中，所述机身与所述座架可旋转连接，以使得所述机身相对于所述座架的设立面之间的角度可调节。

例如，根据本公开的至少一个实施例所提供的眼视光仪器，所述镜筒的外径小于所述机身的内径。

本公开的至少一个实施例还提供一种光学测量系统，包括上述任一实施例所述的眼视光仪器。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本公开的一些实施例，而非对本公开的限制。

图 1 为本公开的至少一个实施例提供的眼视光仪器的结构示意图。

图 2 为本公开的至少一个实施例提供的一种视标的示意图。

图 3 为本公开的实施例中第二透镜所成的像位于第二透镜与第三透镜之间的一种光路图。

图 4 为本公开的实施例中第二透镜所成的像位于第三透镜远离第二透镜的一侧的一种光路图。

图 5 为本公开的实施例所提供的眼视光仪器针对远视眼进行测量时的一

种光路图。

图6为本公开的实施例所提供的眼视光仪器针对近视眼进行测量时的一种光路图。

5 具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例的附图，对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本公开的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例，都属于本公开保护的范围。

10 除非另外定义，本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。

20 视力是指视网膜分辨影像的能力。视力的好坏由视网膜分辨影像能力的大小来判定。通常，视力检测包括针对近视力的检测和远视力的检测，例如，测距可以为0.25米或5米。在一些视力检测过程中，被检眼的视力可能是在视网膜离焦的情况下测得的，而不是当视标清晰地成像于视网膜上时（即，当视标与视网膜共轭时）测得的，因此其检测结果容易出现误差。此外，一些常用的视力检测方法，例如针孔视力测量法，用于检测潜在的最佳可矫正视力，从几何光学的角度来看，针孔的直径越小，越利于提高检测的精确度，然而，由于针孔视力测量主要是基于针孔对光线的聚光作用等光学原理，该检测方法可能会受到物理光学的衍射的影响，从而难以测得真正的潜在的最佳可矫正视力。

30 如今，人们看近物的情况多于看远物的情况，一些情况下，看近物时需要进行用眼调节才能看清楚。当用眼调节的方式不恰当时，会导致视物模糊、视觉疲劳等情况，也可能引起近视的发生或近视的进一步恶化。调节力（或调节幅度）是衡量调节功能的重要因素。目前针对调节力的检测方法较为粗略、且普及程度较低，例如，一些主观测量方法如移近法、移远法、以及负

镜片法等，这些方法主要依靠被检者的主观判断及反馈来确定测量结果，难以验证；同时，在测量过程中，视标对应的视角的大小会不断变化，不能精准地刺激被检者的调节，移近法、移远法的测量结果通常根据以米尺测量的工作距离的倒数得到，而负镜片法是将测量所得的负镜片度数加上工作距离的倒数而得到，上述工作距离即被检眼与视标的距离，然而，这些主观测量方法的测量结果的精准度有待提升。例如，针对调节力的客观测量法包括动态检影法，这种方法通常需要经验丰富的操作者来进行，自动验光仪一般用于实验室研究，因此该方法的应用较少。

本公开的至少一个实施例提供一种眼视光仪器，包括：视标元件、第一透镜、第二透镜以及第三透镜，第一透镜与视标元件间隔设置，且视标元件出射的光线入射至第一透镜后以平行光出射；第二透镜位于第一透镜的远离视标元件的一侧，平行光经过第二透镜后会聚成像；第三透镜位于第二透镜的远离第一透镜的一侧，眼视光仪器还包括控制元件，控制元件与第二透镜连接，且被配置为控制第二透镜在其主光轴方向上移动，以使第二透镜所成的像在第三透镜的至少一侧移动。

本公开的实施例提供的眼视光仪器中，第二透镜可以在控制元件的控制下沿其主光轴移动，从而使得第二透镜所成的像能够随之移动，例如该第二透镜所成的像可以在第三透镜两侧移动，如位于第三透镜的远离第二透镜的一侧，由此，该第二透镜所成的像（其作为第三透镜的“物”）的移动范围较大，从而可提高检测范围，扩大被检测人群。

下面，结合附图对本公开实施例提供的眼视光仪器以及光学测量系统进行描述。

图 1 为本公开的至少一个实施例提供的眼视光仪器的结构示意图。

如图 1 所示，眼视光仪器 01 包括视标元件 100、第一透镜 210、第二透镜 220、以及第三透镜 230，第一透镜 210 与视标元件 100 间隔设置，且视标元件 100 出射的光线入射至第一透镜 210 后以平行光出射。第二透镜 220 位于第一透镜 210 的远离视标元件 100 的一侧，平行光经过第二透镜 220 后会聚成像。第三透镜 230 位于第二透镜 220 的远离第一透镜 210 的一侧。例如，当眼视光仪器用于检测人眼时，人眼位于第三透镜远离第二透镜的一侧。

在一些实施例中，如图 1 所示，第一透镜 210 可以为准直透镜，当视标元件 100 出射的光线经过第一透镜 210 后出射的光为平行光。例如，第二透

镜 220 包括第一正透镜，上述平行光入射至第二透镜 220 后，第二透镜 220 所成的像所在像平面 221 位于第二透镜 220 的远离第一透镜 210 的一侧，并位于第二透镜 220 的后焦点 $F'2$ 处，且该像平面 221 与第二透镜 220 之间的距离不变，即等于第二透镜 220 的焦距。例如，第三透镜 230 包括第二正透
5 镜，像平面 221 中的像作为第三透镜 230 的物，经过第三透镜 230 后成像于被检眼 500 中，以刺激其调节。

例如，如图 1 所示，眼视光仪器 01 还包括控制元件 300，控制元件 300 与第二透镜 220 连接，且被配置为控制第二透镜 220 在其主光轴 O 的方向上移动，使得第二透镜 220 所成的像在第三透镜 230 的至少一侧移动，以给予
10 被检者的眼睛不同的调节刺激。例如，第二透镜 220 的主光轴 O 的方向可以平行于图 1 所示出的 X 方向。例如，控制元件 300 可以与第二透镜 220 直接连接，或通过连接结构进行连接，本公开的实施例对于控制元件 300 与第二透镜 220 之间的连接方式不作限定，即只要能满足控制元件 300 控制第二透镜 220 的移动即可。在一些实施例中，控制元件 300 可以包括转轮，操作者
15 可以转动该转轮，以控制第二透镜 220 的移动。在一些实施例中，控制元件 300 可以包括电机，操作者可以通过控制该电机的运行来使得第二透镜 220 移动。

如图 1 所示，第二透镜 220 所成的像在第三透镜 230 的至少一侧移动是指：在第二透镜 220 的主光轴 O 的方向上，第二透镜 220 所成的像在第三透
20 镜 230 的靠近第二透镜 220 的一侧移动，或者在第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧移动。例如，当第二透镜 220 朝向远离第一透镜 210 的方向移动时，第二透镜 220 所成的像会随之移动，例如，第二透镜 220 所成的像可以位于第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧，然后经过第三透镜 230 成像于被检眼 500，以对被检眼 500 的视力进行检测。例如，当第三透镜 230
25 在被检者的视网膜上成清晰的像时，可测得被检者的最佳视力，当第二透镜 220 朝向远离被检眼的方向移动时，第二透镜 220 移动至被检眼 500 在能够看清楚像和无法看清楚像的临界位置对应于调节远点；当第二透镜 220 朝向靠近被检眼的方向移动时，第二透镜 220 移动至被检眼 500 在能够看清楚像和无法看清楚像的临界位置对应于调节近点，被检者对应于调节远点的屈光
30 力和对应于调节近点的屈光力的差值表示为该被检者的调节力。

如上所述，相对于一般视标元件中的视标仅能位于第三透镜靠近视标元

件一侧的情况，本公开提供的眼视光仪器中，该第二透镜所成的视标的像可以包括位于第三透镜两侧的两种情况，尤其当视标的像位于第三透镜的远离第二透镜的一侧时，可以显著提高视标所成像的调节范围，进而提高眼视光仪器的检测范围，以适应于更大的被检测人群。

5 例如，如图 1 所示，控制元件 300 被配置为控制第二透镜 220 在第一透镜 210 和第三透镜 230 之间运动，第二透镜 220 的像平面 221 位于第二透镜 220 的远离视标元件 100 的一侧。例如，第二透镜 220 可以朝向靠近第一透镜 210 的方向移动，本公开的实施例对于第一透镜 210 和第二透镜 220 之间的最小距离不作限定，即，只要使得从第一透镜 210 出射的平行光能够入射
10 至第二透镜 220、并使得第二透镜 220 成像即可。例如，第二透镜 220 也可以朝向靠近第三透镜 230 的方向移动，例如可以移动至与第三透镜 230 彼此贴合，此时第二透镜 220 所成的像位于第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧。例如，第二透镜 220 所成的像可以作为第三透镜 230 的“物”，其不受第三透镜 230 的位置以及厚度（例如，第三透镜 230 在其主光轴方向上的尺寸）的影响，既可以位于第三透镜 230 的靠近第二透镜 220 的一侧，也可以
15 位于第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧，因此第二透镜 220 所成的像具有较大的移动范围，进而可以提高检测范围。同时，相比于一些直接移动视标来进行检测的方案，本公开的实施例中通过移动第二透镜 220 所成的像来进行测量，还可使得操作更加容易且平稳。

20 如图 1 所示，第一透镜 210 的前焦点 F1 位于其远离被检眼 500 的一侧，其后焦点位于其靠近被检眼 500 的一侧。第二透镜 220 的前焦点位于其远离被检眼 500 的一侧，其后焦点位于其靠近被检眼 500 的一侧。第三透镜 230 的前焦点位于其远离被检眼 500 的一侧，其后焦点 F'3 位于其靠近被检眼的一侧。在一些实施例中，还可以在第三透镜 230 的后焦点 F'3 处设置柱镜，
25 以矫正散光，从而测得由屈光不正至完全矫正所能到达的最佳矫正视力。例如，在对被检者的随访测量过程中，当二次测量得到的最佳视力下降，且此时通过改变第二透镜 220 的位置（进而改变第二透镜 220 所成的像的位置）后又能测得相同的最佳视力，则二次测量时的最佳视力下降的结果可能是由于被检者的眼睛的屈光系统离焦所导致的屈光度数改变而形成的。例如，当
30 二次测量得到的最佳视力下降，且此时通过改变第二透镜 220 的位置（进而改变第二透镜 220 所成的像的位置）不能测得相同的最佳视力，则被检者的

最佳视力下降的结果可能是由于眼器质性疾病所致。

例如，如图 1 所示，第一透镜 210 与第三透镜 230 之间具有设定位置 A1，第二透镜 220 在设定位置 A1 和第三透镜 230 之间运动时，第二透镜 220 的像平面 221 位于第三透镜 230 的远离视标元件 100 的一侧。例如，设定位置 A1 位于第二透镜 220 和第三透镜 230 之间，由于第二透镜 220 所成的像位于第二透镜 220 的后焦点上，当第二透镜 220 与第三透镜 230 之间的距离小于第二透镜 220 的焦距时，第二透镜 220 所成的像位于第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧，由此，设定位置 A1 与第三透镜 230 之间的距离可以等于（或小于）第二透镜 230 的焦距。

例如，如图 1 所示，第三透镜 230 的焦距 f_3 大于第二透镜 220 的焦距 f_2 ，也即当第二透镜 220 移动至与第三透镜 230 贴近时，第二透镜 220 所成的像能够位于第三透镜 230 的焦距范围之内。例如，当第二透镜 230 位于设定位置 A1 与第三透镜 230 之间时，第二透镜 230 所成的像位于第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧，此时，第二透镜 220 所成的像作为第三透镜 230 的“虚物”，且该“虚物”位于第三透镜 230 的焦距范围之内，由此可通过第三透镜 230 成一个实像，从而使得被检眼 500 能够看到该实像。在本公开的实施例中，物位于透镜的焦距范围之内是指，该物与该透镜之间的距离不大于该透镜的焦距。

例如，如图 1 所示，被检眼 500 的入瞳中心与第三透镜 230 的后焦点 $F'3$ 重合。类似于远心光学测量系统，被检者的瞳孔作为孔径光阑，在第二透镜 220 沿其主光轴 O 移动的过程中，最终在被检者的视网膜上所成的像的尺寸将保持不变。相比于一些光学测量系统，例如巴达尔验光仪（Badal Optometer），其后焦点位于被检眼 500 的前焦点处；又例如内格尔验光仪（Nagel Optometer），其后焦点位于被检眼 500 的节点处，然而，这两种检测系统保证透镜所成的像在被检者的视网膜上所成的像的尺寸保持不变的前提是被检者的视网膜需要是清晰的，因此具有一定局限性，在实际测量时难以完全保证。因此，本公开的实施例提供的眼视光仪器中，由于第三透镜 230 的后焦点 $F'3$ 位于被检者的入瞳中心，无论被检者的视网膜是清晰的或者是模糊的，在被检者的视网膜上所成的像均可以保持尺寸恒定。

同时，如图 1 所示，当被检眼 500 的入瞳中心与第三透镜 230 的后焦点 $F'3$ 重合时，第二透镜 220 所成的像经过第三透镜 230 所成的像对于被检眼

500 所成的视角大小不变。相比于一些测量方式，例如，对于移近法，随着视标移动至靠近被检眼时，该视标对于被检眼的视角增大。例如，负镜片法，随着负镜度数的增加，视标对于被检眼的视角减小。由于视标的大小是影响调节力测量的主要因素，因此在进行测量时保持视标所成的像相对于被检眼的视角（其略大于被检眼的最佳视力）不变，对于测量准确度极为重要。

例如，如图 1 所示，眼视光仪器 01 还包括镜筒 400，镜筒 400 包括相对的第一端 401 和第二端 402，第三透镜 230 与第一端 401 连接，且镜筒 400 的中心轴线与第三透镜 230 的主光轴重合，第一端 401 与第二端 402 之间的距离不大于第三透镜 230 的焦距 f_3 。例如，第三透镜 230 可以与镜筒 400 的第一端 401 固定连接，镜筒 400 的第二端 402 的端面可以作为检测面，该检测面与第三透镜 230 的主光轴 O 的延伸方向垂直，且第三透镜 230 的后焦点 F'_3 位于该检测面上。例如，上述检测面可以是一个虚设面，而不是镜筒 400 中实际存在的平面。例如，在检测过程中，镜筒 400 可以减少气体、杂质等对于检测光路的影响，以提高检测精度。例如，镜筒 400 的第一端 401 与第二端 402 之间的距离可以等于第三透镜 230 的焦距，以使得被检眼 500 的入瞳中心能够与第三透镜 230 的后焦点 F'_3 重合，并位于镜筒 400 的第二端 402 的检测面上，以具有操作便捷性。在一些实施例，镜筒 400 的第一端 401 与第二端 402 之间的距离也可以小于第三透镜 230 的焦距，此时针对被检眼 500 的检测面位于镜筒 400 的外部，例如，可以在镜筒 400 的外部设置位置标记，当进行检测时，使得被检者的入瞳中心位于该标记位置即可。

例如，如图 1 所示，第一透镜 210 与第三透镜 230 之间的距离 L_6 大于第二透镜 220 的焦距 f_2 与第三透镜 230 的焦距 f_3 之和。例如，针对远视眼患者进行检测时，当第二透镜 220 朝向远离第三透镜 230 的方向移动时，被检者眼睛的调节远点位于位于第三透镜 230 的焦距范围之外，由此，通过使得第一透镜 210 与第三透镜 230 之间的距离 L_6 大于第二透镜 220 的焦距 f_2 与第三透镜 230 的焦距 f_3 之和，可以为针对远视眼患者的检测提供支持，以检测出被检者潜在的远视。例如，当被检者具有潜在的远视时，其相对于正视眼或矫正眼需要进行更多地调节，且易出现视觉疲劳等现象。例如，上述 L_6 与 f_2+f_3 之间的差值可以根据设计需求进行设定，例如可以为 30mm ~ 90mm，如 40mm、50mm、60mm 或 70mm，从而可以扩大对于远视眼患者的检测需求。

例如，如图 1 所示，视标元件 100 位于第一透镜 210 的前焦点 F1 处。例如，第一透镜 210 为准直透镜，视标元件 100 出射的光经过第一透镜 210 折射后出射平行光，从而第一透镜 210 针对视标元件 100 所成的像将位于无穷远处。

5 例如，如图 1 所示，第一透镜 210 的焦距 f_1 大于第二透镜 220 的焦距 f_2 ，由于第二透镜 220 为第一正透镜，也即第一透镜 210 的屈光力可以小于第二透镜 220 的屈光力，如此设置，可以使得第二透镜 220 所成的像的尺寸小于视标元件 100 中的视标的尺寸，从而使得进入至被检眼 500 的像的尺寸合适、且能够扩大被检者的视力检测范围。在一些实施例中，第一透镜 210
10 的屈光力可以为 5~15D，如 8D、10D、12D、13D 或 15D。在一些实施例中，第二透镜 210 的屈光力可以为 10~30D，如 12D、15D、18D、20D、25D、28D 或 30D。例如，第一透镜 210 的屈光力与第二透镜 210 的屈光力之比可以为 0.2~0.8，例如可以为 0.3、0.5、0.6 或 0.8。例如，第二透镜 220 的焦距 f_2 可以为第一透镜 210 的焦距 f_1 的 $1/5 \sim 4/5$ ，如 $1/4$ 、 $1/3$ 或 $1/2$ ，本公开的
15 实施例对此不作限定。例如，当第一透镜 210 的屈光力为第二透镜 220 的屈光力的 $1/2$ 时，则视标元件 100 通过第二透镜 220 所成的像将被缩小为原来的 $1/2$ 。

例如，如图 1 所示，视标元件 100 可以包括电子显示面板，且电子显示面板被配置为显示视标 110（请参见图 2）。例如，视标元件 100 还可以包括
20 控制器，以对电子显示面板进行控制，以使其更加智能化。例如，采用电子显示面板显示视标 110 时，电子显示面板可以适时地调整显示画面，例如可以针对不同的应用环境、针对不同的被检者调节显示亮度等，从而可以更加灵活地进行显示。此外，不同于一些用于视力检测的印刷品，电子显示面板的显示画面的强度分布（intensity distribution）为线扩散函数（line spread
25 function），如日常看到的电子屏，其更符合现代人在使用电子产品时的用眼调节情形。

例如，如图 2 所示，电子显示面板所显示的视标 110 的形状和尺寸是可以变化的，由此可供临床应用选择，并能防止被检者记住视标，从而可以验证被检者是否可以真正地看清视标，以提高检测的精确度。

30 在一些实施例中，如图 1 所示，在测量框架镜调节力（spectacle accommodation）时，被检眼 500 戴矫正视远框架眼镜，并使得矫正视远框

架眼镜的表面贴在测量平面 150 上,所选择的视标的尺寸可略大于被检眼的最佳矫正视力所对应的视标的尺寸,然后相对于被检者逐渐移远第二透镜 220,并嘱咐被检者从能看清视标元件 100 中的视标直至模糊、并持续模糊、直到不能正确地读出视标元件 100 中的视标时,改变视标元件 100 中的视标,以防止被检者记住,然后稍微移近第二透镜 220,直至被检者能正确读出视标,此时,第二透镜 220 的像平面的位置为被检眼的远点。然后,逐渐移近第二透镜 220,并嘱咐被检者从能够看清视标,直至模糊并持续模糊时,改变视标元件 100 中的视标,以防止被检者记住,然后稍微移远至被检者能正确读出,此时视标的位置为被检眼 500 的近点。被检眼 500 对应于的远点的屈光力和近点的屈光力之差即可确定为该被检者真实的调节力。例如,在对被检者后期的随访检测时,若远点变近,则被检眼 500 为近视化;若近点变远,则为老花加重;若远点和近点彼此靠近,则为调节力下降。

在一些实施中,如图 1 和图 2 所示,针对被检者测量眼调节力(ocular accommodation)时,当被检眼 500 为正视,或戴隐形眼镜时,使得被检眼 500 的入瞳中心(即在角膜后 3mm 处)位于测量平面 150,进行上述的测量过程,即可测得被测眼的调节力。

在一些实施例中,如图 1 所示,电子显示面板还被配置为进行语音提示。例如,电子显示面板可以显示逐渐移近的显示画面(例如,将视标,和/或视标周围的图像逐渐移近),同时,电子显示面板可以进行语音提示,例如可以进行发声刺激,以提示视标等画面正在移近等状态,从而可以刺激被检者的近感知性调节(proximal accommodation),从而测得最大值。

图 2 为本公开的至少一个实施例提供的一种视标的示意图。

例如,如图 2 所示,视标 110 可以包括汉字、数字以及英文字母中的至少一种。例如,对于被检者的视力测量可属于心理物理学(psychophysical)的范畴,其不仅针对形觉(FORM SENSE),也针对知觉(PERCEPTION)。例如,视标 110 可以包括汉字和英文字母的组合,或包括数字与英文字母的组合,本公开的实施例对此不作限定。例如,视标 110 可以包括 C、D、H、K、N、O、R、S、V、Z 等英文字母,但不限于此。例如,视标 110 可以包括 2、3、4、5、6、7、8、9 等数字,但不限于此。例如,图 2 所示的视标包括多个数字与多个英文字母“E”的组合,且多个英文字母“E”的设置方向不同,例如相对于图 2 所示出的 Y 方向的设置方向不同。多个数字位于多

个英文字母的同一侧，但本公开的实施例不限于此。在一些实施例中，多个数字和多个英文字母可以交替设置，例如相邻的两行英文字母之间可以设置有一行数字，或者相邻的两列英文字母之间可以设置有一列数字，以实现更加多样化的排布方式。在一些实施例中，视标 110 可以包括多个汉字，且多个汉字可以具有不同的字体。例如，视标 110 中的多个英文字母也可以是不相同的，从而利于提高检测精度。例如，本公开的实施例提供的眼视光仪器还包括智能处理器，例如可与 APP (application) 进行绑定，以对被检者的应答结果进行自动判断。

例如，如图 2 所示，视标 110 包括多个子视标 11，且多个子视标 11 排列为 M 个子视标行 R，M 个子视标 R 沿着图 2 所示的 Y 方向排布，M 为大于 1 的正整数。例如，在 Y 方向上，第 i 个的子视标行 R 的高度 P1、第 i 个子视标行 R 与第 i+1 个子视标行 R 之间的距离 P2、以及第 i+1 个子视标行 R 的高度 P3 呈几何级数分布，i 为小于或等于 M-1 的正整数。例如，距离 $P2=P1/K1$ ，距离 $P3=P1/K2$ ，上述呈几何级数分布是指 P1 和 P2 的数值呈几何分布、且 P1 和 P3 的数值呈几何分布。例如，距离 $P2=P1/10^{1/20}$ (约为 $P1/1.122$)，距离 $P3=P1/10^{1/10}$ (约为 $P1/1.2589$)，由此可以使得多个子视标 R 的尺寸以及在 Y 方向上的距离呈规律性分布。

在一些实施例中，如图 1 所示，眼视光仪器 01 还可以测量被检者的调节速度，即测量从被检者的远点调节至其近点所需要的时间与调节力之间的比值。在一些实施例中，眼视光仪器 01 还可以测量被检者的调节灵活度，即在一定时间内，在被检者的远点和近点之间有效地改变调节的频率；或者，在一定时间内，在 5 米与 0.3 米之间有效地改变调节的频率。在一些实施例中，该眼视光仪器 01 还可以测量被检者的调节持久度，即测量被检眼 500 能够清晰地看到位于近点的视标的持续时间，当然，眼视光仪器 01 还可以具有其他的测量功能，本公开的实施例对此不作限定。

例如，如图 1 所示，眼视光仪器 01 还包括分光镜 600 和自动检测元件 700。分光镜 600 位于镜筒 400 中，且分光镜 600 的主光轴与第三透镜 230 的焦平面之间具有倾斜角度 β 。例如，第三透镜 230 所成的像在入射至被检眼 500 时会被分光镜 600 透射部分光线和反射部分光线，如一部分光线沿着第三透镜 230 的主光轴入射至被检眼 500，以用于进行主观检测；一部分光线可以被分光镜 600 反射至自动检测元件 700。例如，自动检测元件 700 被

配置为接收来自分光镜 600 的光线，以对被检眼 500 的屈光度进行检测，从而可以进行客观测量。例如，自动检测元件 700 可以为自动验光仪，但不限于此。如此设置，可以针对被检者的屈光度进行主观检测和客观检测，通过对主观检测结果和客观检测结果进行对比，可以获得针对主观检测时的调节超前或调节滞后，并获得对于调节超前的量值或调节滞后的量值，由此可以根据主观检测结果和客观检测结果为被检者制定更加合理的视力调节方案。

在一些实施例中，如图 1 所示，通过分光镜 600 可以用于测量被检眼的瞳孔大小，结合被检者的瞳孔大小及其视力检测结果后可以估算被检眼的景深。例如，在另一些实施例中，也可以直接通过分光镜 600 测量被检眼的瞳孔大小，以估算得到被检眼的景深。

例如，如图 1 所示，分光镜 600 的主光轴与第三透镜 230 的焦平面之间的倾斜角度 β 可以为 $25^\circ \sim 50^\circ$ ，如 30° 、 35° 、 40° 或 45° ，从而使得被分光镜 600 反射和透射的光能够得到合理分配，即在满足主观测量的同时，也能向自动检测元件 700 出射足够的光线。

例如，如图 1 所示，眼视光仪器 01 还包括机身 800 和座架 900。机身 800 呈筒状，第一透镜 210、第二透镜 220 以及第三透镜 230 均位于机身 800 中，机身 800 包括相对的两端（例如其一端 801，以及另一端 802），视标元件 100 出射的光线通过机身 800 的靠近第一透镜 210 的一端 801 进入至机身 800 中，镜筒 400 的至少部分从机身 800 的另一端 802 伸入至机身 800 中。例如，第一透镜 210 的内径、第二透镜 220 的内径以及第三透镜 230 的内径均小于机身 800 的内径，以使得机身能够提供足够大的光线传播空间。例如，第一透镜 210 可与机身 800 固定连接。视标元件 100 可具有显示部分，且该显示部分位于视标元件 100 与镜筒 400 的在 X 方向上的最小交叠区域中，从而保证从视标元件 100 的视标出射的光可以达到第一透镜 210。例如，镜筒 400 可与机身 800 固定连接，镜筒 400 的一部分位于机身 800 的内部，第三透镜 230 与镜筒 400 的第一端 401 连接，以利于接收来自第二透镜 220 所成的像的光线；镜筒 400 的另一部分位于机身 800 之外，以通过其第二端 402 匹配被检眼 500，以利于被检眼 500 到达合适的检测位置。

例如，如图 1 所示，机身 800 与座架 900 可旋转连接，以使得机身 800 相对于座架 900 的设立面之间的角度可调节。例如，座架 900 的设立面可以为水平面，座架 900 的底面与其设立面平行。机身 800 与座架 900 之间具有

旋转轴，以使得机身 800 可以绕该旋转轴旋转，从而改变机身 800 相对于设计面之间的角度，例如，该角度可以为 25° ~ 50° ，如 30° 、 35° 、 40° 或 45° 。例如，多个被检者的身高、形态等方面具有差异，因此对于不同的被检者，机身 800 与设计面之间的角度不同，例如该角度符合被检者看近物时的角度。例如，对于身高较小的被检者，可将该角度适当地调小，以使得被检者能够沿着方向 X 看到视标经过各个透镜最终所成的像。

例如，如图 1 所示，镜筒 400 的外径 W2 小于机身 800 的内径 W1。例如，镜筒 400 的外径 W2 可以为机身 800 的内径 W1 的 $1/4 \sim 2/3$ ，如 $1/3$ 或 $1/2$ 。如此设置，可使得被检眼易于实现与镜筒 400 的对位，以具有良好的光学效果，镜筒 400 整体轻便、易用，其造型尺寸能够符合目前临床使用需求，可接受度较高。例如，镜筒 400 还包括位于其第二端 402 的第四透镜 240，眼视光仪器 01 还包括位于机身 800 的第一端 801 的第五透镜 250，例如，第四透镜 240 和第五透镜 250 可以均为平面透镜，第四透镜 240 和第五透镜 250 可用于封闭眼视光仪器 01，以进行防尘。

图 3 为本公开的实施例中第二透镜所成的像位于第二透镜与第三透镜之间的一种光路图；图 4 为本公开的实施例中第二透镜所成的像位于第三透镜远离第二透镜的一侧的一种光路图；图 5 为本公开的实施例所提供的眼视光仪器针对远视眼进行测量时的一种光路图；图 6 为本公开的实施例所提供的眼视光仪器针对近视眼进行测量时的一种光路图。例如，图 3~图 6 示出了第一透镜 210 的前焦点 F1 以及后焦点 F'1，第二透镜 220 的前焦点 F2 以及后焦点 F'2，第三透镜 230 的前焦点 F3 以及后焦点 F'3。需要说明的是，图 3~图 6 中仅示意性地示出的各个透镜以及视标元件的相对位置关系，本公开的实施例不对各个透镜以及视标元件的具体结构进行限定。

例如，如图 3 所示，视标元件 100 作为实物，从视标元件 100 出射的光线入射至第一透镜 210，经第一透镜 210 成像于无穷远处。从第一透镜 210 出射的平行光入射至第二透镜 220，经第二透镜 220 成实像于其后焦点 F'2 处，且位于像平面 221 中。由于像平面 221 位于第三透镜 230 的前焦点 F3 处，第二透镜 220 所成的像作为第三透镜 230 的实物，因此通过第三透镜 230 成像于无穷远处，第三透镜 230 的后焦点 F'3 位于一个测量平面 150 中，被检眼与第三透镜 230 的后焦点 F'3 重合，此时，被检眼如同看远物，对于被检眼的调节需求(accommodative demand)为 0。例如，当第二透镜 220 所成的

像逐渐靠近第三透镜 230 时，第三透镜 230 所成的像逐渐靠近被检眼，以增加对被检眼的调节需求，此时被检者需要运用等量调节才能看清第三透镜 230 所成的像。

例如，如图 4 所示，第二透镜 220 与第三透镜 230 之间的距离小于第二透镜 220 的焦距，此时，第二透镜 220 所成的像位于第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧，并位于像平面 221 中。像平面 221 作为第三透镜 230 的虚物，并经过第三透镜 230 成实像 231，该实像 231 位于第三透镜 230 的远离第二透镜 220 的一侧，且位于像平面 221 与第三透镜 230 之间，被检眼与第三透镜 230 的后焦点 $F'3$ 重合，此时，被检眼如同看近物，需要进行调节才能看清楚。例如，第二透镜 220 所成的像的移动距离与被检者的调节需求成线性关系，当第二透镜 220 所成的像的移动距离减小时，被检者的调节需求增加，从而可易于保证检测结果的准确性。

例如，如图 5 所示，视标元件 100 作为实物，从视标元件 100 出射的光线入射至第一透镜 210，经第一透镜 210 成像于无穷远处。从第一透镜 210 出射的平行光入射至第二透镜 220，经第二透镜 220 成实像于其后焦点 $F'2$ 处，也即位于像平面 221 中，第二透镜 220 所成的像作为第三透镜 230 的实物，由于该实物位于第三透镜 230 的前焦点 $F3$ 之外（也即位于第三透镜 230 的前焦点 $F3$ 的靠近第二透镜 220 的一侧），因此，经过第三透镜 230 所成的像位于被检眼的视网膜的后方，经过远视眼的屈光系统成像于该远视眼患者的视网膜上。

例如，如图 6 所示，视标元件 100 作为实物，从视标元件 100 出射的光线入射至第一透镜 210，经第一透镜 210 成像于无穷远处。从第一透镜 210 出射的平行光入射至第二透镜 220，经第二透镜 220 成实像于其后焦点 $F'2$ 处，也即位于像平面 221 中，第二透镜 220 所成的像作为第三透镜 230 的实物，由于该实物位于第三透镜 230 的前焦点 $F3$ 之内（也即位于第三透镜 230 的前焦点 $F3$ 的靠近第三透镜 230 的一侧），因此，经过第三透镜 230 所成的虚像 232 位于被检眼的视网膜的前方，位于测量平面 150 处的被检眼如同看近物。

本公开的至少一个实施例还提供一种光学测量系统，包括上述任一实施例所述的眼视光仪器。由于该光学测量系统包括上述任一实施例中的眼视光仪器，因此也具有上述眼视光仪器带来的技术效果，这里不再赘述。

例如，本公开的至少一个实施例提供的光学测量系统还可以包括一些控制部件，例如，用于控制视标元件进行展示的遥控器等，该遥控器既可以用于控制视标元件展示如图 2 所示的多行子视标 11，也可以用于控制视标元件 110 单独展示某行视标，也可以用于控制视标元件 110 单独展示单个子视标 11。例如，该遥控器还可以用于控制视标元件 110 的背景颜色发生变化，例如可以使得一部分子视标 11 的背景颜色为红色，使得一部分子视标 11 的背景颜色为绿色，一部分子视标 11 的背景颜色为白色，以判断对于被检者目前的屈光矫正是过矫还是欠矫。例如，该遥控器还可以控制如图 2 所示的子视标 11 的颜色与其背景的颜色进行调换，例如，可以使得如图 2 中的子视标 11 呈白色，其背景呈黑色，以判断被检者是否存在由于屈光介质浑浊而导致视力下降的情况，如白内障等。例如，该遥控器还可以用于控制视标元件 110 展示散光盘，以判断是否存在散光的情况，本公开的实施例对于遥控器的控制功能不作限定。

例如，本公开的至少一个实施例提供的光学测量系统中，控制部件还可以包括与自动验光仪连接的控制单元，以用于控制输入并记录被检者的姓名、时间、编号等，并可实现一键自动验光并保存，以记录该受试者每次随访的结果并展示为验光曲线，从而可供与主观测量值相比较，本公开的实施例对于该控制器的功能不作限定。

还有以下几点需要说明：

(1) 本公开的实施例附图中，只涉及到与本公开实施例涉及到的结构，其他结构可参考通常设计。

(2) 在不冲突的情况下，本公开的同一实施例及不同实施例中的特征可以相互组合。

以上所述仅是本公开的示范性实施方式，而非用于限制本公开的保护范围，本公开的保护范围由所附的权利要求确定。

权利要求书

- 1、一种眼视光仪器，包括：
视标元件；
- 5 第一透镜，与所述视标元件间隔设置，且所述视标元件出射的光线入射至所述第一透镜后以平行光出射；
 第二透镜，位于所述第一透镜的远离所述视标元件的一侧，所述平行光经过所述第二透镜后会聚成像；
 第三透镜，位于所述第二透镜的远离所述第一透镜的一侧，
- 10 其中，所述眼视光仪器还包括控制元件，所述控制元件与所述第二透镜连接，且被配置为控制所述第二透镜在其主光轴方向上移动，以使所述第二透镜所成的像在所述第三透镜的至少一侧移动。
- 2、根据权利要求 1 所述的眼视光仪器，其中，所述第一透镜为准直透镜，所述第二透镜包括第一正透镜，所述第三透镜包括第二正透镜，
- 15 所述控制元件被配置为控制所述第二透镜在所述第一透镜和所述第三透镜之间运动，所述第二透镜的像平面位于所述第二透镜的远离所述视标元件的一侧。
- 3、根据权利要求 2 所述的眼视光仪器，其中，所述第一透镜与所述第三透镜之间具有设定位置，
- 20 所述第二透镜在所述设定位置与所述第三透镜之间运动时，所述第二透镜的像平面位于所述第三透镜的远离所述视标元件的一侧。
- 4、根据权利要求 3 所述的眼视光仪器，其中，所述第三透镜的焦距大于所述第二透镜的焦距。
- 5、根据权利要求 2-4 任一项所述的眼视光仪器，还包括镜筒，其中，
- 25 所述镜筒包括相对的第一端和第二端，所述第三透镜与所述第一端连接，且所述镜筒的中心轴线与所述第三透镜的主光轴重合，所述第一端与所述第二端之间的距离不大于所述第三透镜的焦距。
- 6、根据权利要求 5 所述的眼视光仪器，其中，被检眼的入瞳中心与所述第三透镜的后焦点重合。
- 30 7、根据权利要求 1-6 任一项所述的眼视光仪器，其中，所述第一透镜的焦距大于所述第二透镜的焦距。

8、根据权利要求 7 所述的眼视光仪器，其中，所述第二透镜的焦距为所述第一透镜的焦距的 $1/5 \sim 4/5$ 。

9、根据权利要求 1-8 任一项所述的眼视光仪器，其中，所述第一透镜与第三透镜之间的距离大于所述第二透镜的焦距与第三透镜的焦距之和。

10、根据权利要求 1-9 任一项所述的眼视光仪器，其中，所述视标元件位于所述第一透镜的前焦点处。

11、根据权利要求 6 所述的眼视光仪器，还包括：

分光镜，位于所述镜筒中，所述分光镜的主光轴与第三透镜的焦平面之间具有倾斜角度，所述倾斜角度为 $25^\circ \sim 50^\circ$ ；

自动检测元件，被配置为接收来自所述分光镜的光线，以对所述被检眼的屈光度进行检测。

12、根据权利要求 1-11 任一项所述的眼视光仪器，其中，所述视标元件包括电子显示面板，所述电子显示面板被配置为显示视标，

所述视标包括汉字、数字以及英文字母中的至少一种，所述汉字包括至少一种字体。

13、根据权利要求 12 所述的眼视光仪器，其中，所述视标的形状和尺寸是可变化的。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的眼视光仪器，其中，所述电子显示面板还被配置为进行语音提示。

15、根据权利要求 12-14 任一项所述的眼视光仪器，其中，所述视标包括多个子视标，所述多个子视标排列为 M 个子视标行， M 为大于 1 的正整数，

在所述 M 个子视标行的排布方向上，第 i 个子视标行的高度、所述第 i 个子视标行与第 $i+1$ 个子视标行之间的距离、以及所述第 $i+1$ 个子视标行的高度呈几何级数分布， i 为小于或等于 $M-1$ 的正整数。

16、根据权利要求 5 或 6 所述的眼视光仪器，还包括：机身和座架，其中，所述机身呈筒状，所述第一透镜、所述第二透镜以及第三透镜均位于所述机身中，所述机身包括相对的两端，所述视标元件出射的光线通过所述机身的靠近所述第一透镜的一端进入至所述机身中，所述镜筒的至少部分从所述机身的另一端伸入至所述机身中，

所述机身与所述座架可旋转连接，以使得所述机身相对于所述座架的设立面之间的角度可调节。

17、根据权利要求 16 所述的眼视光仪器，其中，所述镜筒的外径小于所述机身的内径。

5 18、一种光学测量系统，包括如权利要求 1-17 任一项所述的眼视光仪器。