



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105167739 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201510411345. 0

G06T 7/00(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 07. 14

(71) 申请人 温州医科大学

地址 325000 浙江省温州市瓯海经济开发区  
东方南路 38 号 006 信箱

(72) 发明人 江慧绿 李超宏 廖娜 陈浩  
王勤美 厉以宇 黄锦海

(74) 专利代理机构 温州金瓯专利事务所(普通  
合伙) 33237

代理人 王坚强

(51) Int. Cl.

A61B 3/15(2006. 01)

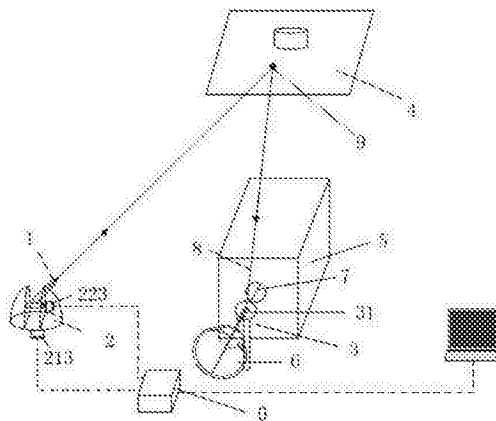
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置及其定位方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,包括激光器、激光器联动部件、光线耦合部件和视标部件,所述的激光器安装在激光器联动部件上,所述的激光器联动部件包括水平旋转结构和上下旋转结构或者上下旋转结构和左右旋转结构,安装在离成像系统一定距离的位置处;所述的光线耦合部件包括耦合器和机械安装架,安装在成像系统目镜或者光瞳前段,耦合器与成像光线成一定角度,将定位视标光线与成像光线耦合在一起进入到人眼;所述的视标部件包括具有标尺的反射板和安装结构,安装在距离成像系统一定距离的位置处。本发明设计巧妙独特,结构简单,能实现视网膜任意区域精确定位,并具有操作方便灵活、精确高等特点,适于大规模推广应用。



1. 一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,包括成像系统(5),所述的成像系统(5)包括目镜端与物镜端,其特征在于,还包括角度可调的激光器(1)、光线耦合部件(3)和视标部件(4),所述的光线耦合部件(3)位于成像系统(5)的目镜端,所述的光线耦合部件(3)与成像系统(5)投射的成像光线形成夹角,所述的视标部件(4)包括反射板(41),所述的视标部件(4)位于成像系统(5)的物镜端。

2. 根据权利要求1所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,还设有激光器联动部件(2),所述的激光器(1)安装在激光器联动部件(2)上。

3. 根据权利要求2所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的激光器联动部件(2)可包括水平旋转结构(21)和俯仰结构(22),所述的水平旋转结构(21)包括水平旋转轴(211)、水平旋转座(212)和步进电机(213),所述的水平旋转轴(211)传动连接并控制所述的水平旋转座(212)绕该水平旋转轴(211)水平旋转,所述的俯仰结构(22)包括俯仰轴(221)、俯仰座(222)和步进电机(213),所述的俯仰轴(221)传动连接并控制所述的俯仰座(222)绕该俯仰轴(221)上下旋转,所述的激光器(1)安装在所述的俯仰结构(22)上。

4. 根据权利要求2所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的激光器联动部件(2)可包括滚转结构(23)、俯仰结构(22)和基座,所述的滚转结构(23)包括滚转轴(231)、滚转座(232)和步进电机(213),所述的俯仰结构(22)包括俯仰轴(221)、俯仰座(222)和步进电机(213),所述的激光器联动部件(2)从上至下为俯仰座(222)、滚转座(232)和基座,所述的俯仰轴(221)位于俯仰座(222)和滚转座(232)之间,所述的滚转轴(231)位于滚转座(232)和基座之间,所述的激光器(1)安装在所述的俯仰结构(22)上,所述的滚转轴(231)传动连接并控制所述的滚转座(232)绕该滚转轴(231)上下旋转,所述的俯仰轴(221)传动连接并控制所述的俯仰座(222)绕该俯仰轴(221)左右旋转。

5. 根据权利要求4所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的滚转轴(231)与所述的视标中心和激光器联动部件(2)中心连线垂直。

6. 根据权利要求1所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的光线耦合部件(3)包括耦合器(31)和安装架(32),所述的耦合器(31)安装在安装架(32)上。

7. 根据权利要求1所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的光线耦合部件(3)包括耦合器(31)和开有小孔的镜筒(33),所述的镜筒(33)安装在成像系统(5)出光口处,所述的耦合器(31)安装在镜筒(33)内。

8. 根据权利要求6或7所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的耦合器(31)为中孔反射镜或者分光镜。

9. 根据权利要求6或7所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的耦合器(31)与成像系统(5)投射的成像光线所成角度为45度。

10. 根据权利要求1所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的视标部件(4)还包括固定支架(42),所述的反射板(41)安装在固定支架(42)上。

11. 根据权利要求6所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,所述的反射板(41)与所述的反射板(41)中心到耦合器(31)中心连线垂直。

12. 根据权利要求 2 所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,其特征在于,还包括控制部件 (0) 和计算机,所述的控制部件 (0) 一端连接激光器联动部件 (2),另一端连接计算机。

13. 一种根据权利要求 1 所述的一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置的定位方法,其特征在于:

(1) 选取视网膜上的一个坐标;

(2) 将坐标建立一个笛卡尔坐标系或直角坐标系,以所述的反射板所在面为 XOY 平面,耦合器中心到人眼瞳孔中心的连线方向为 X 轴正方向,耦合器中心到反射板中心的连线方向为 Z 轴正方向,耦合器中心为原点,;

(3) 设视标激光点在 XOY 平面内的坐标为  $(\theta_x, \theta_y)$ ,激光器中心坐标为  $L(x_L, y_L, z_L)$ ,人眼瞳孔中心坐标  $E(x_E, 0, 0)$ ,反射板中心坐标为  $S(0, 0, z_S)$ ,其中  $\theta_x$  为 X 轴方向角在 ZOY 面的投影角,  $\theta_y$  为 Y 轴方向角在 ZOY 面的投影角;

(4) 计算得激光光斑在反射板处的位置为:

$$x_S = (z_S + x_E) \tan(\theta_x)$$

$$y_S = (z_S + x_E) \tan(\theta_y)$$

进一步计算得激光器联动部件 (2) 的方位角和俯仰角为:

$$\begin{cases} \alpha 1 = \arctan \frac{x_S - x_L}{z_S - z_L} - \arctan \frac{0 - x_L}{z_S - z_L} \\ \alpha 2 = \arcsin \frac{y_L - y_S}{\sqrt{(z_S - z_L)^2 + (x_S - x_L)^2 + (y_S - y_L)^2}} \end{cases}$$

(5) 将计算得到的激光器联动部件的方位角和俯仰角,输送给步进电机,由步进电机控制二维转动,使激光器指向正确的视标位置,实现视网膜区域精确定位。

## 一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置及其定位方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及眼底成像系统技术领域,特别涉及视网膜高分辨成像技术领域,具体是指一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置及其定位方法,用于临床科研实验以及疾病诊断中视网膜任意区域的精确定位。

### 背景技术

[0002] 人眼视网膜是结构复杂的人体组织,是一种微观结构组织,人眼本身很多的疾病以及全身的系统性疾病(例如青光眼、糖尿病、高血压等)都可在眼底视网膜上得到反映,同时,随着老年性黄斑变性、视网膜视细胞缺失及糖尿病视网膜病变等眼底疾病的广泛发生,眼底成像系统成为目前研究的一个热点。其中视网膜图像采集区域的判断是眼底疾病诊断与复查的关键环节,直接影响到疾病区域的定位,尤其对高分辨率视网膜成像系统,视场非常小,大概在 $2 \sim 3^\circ$ 左右,视网膜任意区域定位是非常重要的,因此,有必要研究一种能对视网膜任意区域进行精确定位的装置,能定量判断采集到的图像位于视网膜区域位置。

[0003] 现有的视网膜定位方法基本上都为定性定位和局部特定区域定量定位,采用外固视灯、内固视灯和图像处理等方法进行定位,外固视灯定位一般是指在系统头托处连接一个可弯曲的LED灯,通过手动改变位置,用另一只眼进行注视固视灯,达到定性定位的效果;其缺点手动操作,定位精度低。内固视灯定位一般是指在系统内引入一个视标,通过软件控制,改变光源来实现定位,其缺点系统结构复杂,操作不够灵活,定位不全面。此外,也有采用图像处理的方法进行视网膜特定区域精确定位,此方法只能适用于大视场以及某些特殊区域(视盘、黄斑、血管等)进行精确定位。

[0004] 中国发明专利CN103971369中,采用图像处理的方法来实现视网膜视盘最终定位,具体内容可见专利CN103971369。类似的专利还有CN201010157031.X。关于视网膜任意区域精确定位的专利基本上较少,国内基本上并未看到过。

[0005] 因此,迫切需要一种新型的视网膜定位装置,能对视网膜任意区域实现精确定位,并具有结构简单、操作方便灵活、易实现、精度高等特点。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是克服了上述现有技术中的缺点,提供一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,该基于眼底成像系统的视网膜定位装置设计巧妙独特,结构简单,能实现视网膜任意区域精确定位,并具有操作方便灵活、精确高等特点,适于大规模推广应用。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的提供了一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置及其定位方法。

[0008] 本发明采用的技术解决方案是:一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置,包括成像系统,所述的成像系统包括目镜端与物镜端,还包括角度可调的激光器、光线耦合部件和视标部件,所述的光线耦合部件位于成像系统的目镜端,所述的光线耦合部件与成像系

统投射的成像光线形成夹角,所述的视标部件包括反射板,所述的视标部件位于成像系统的物镜端。

[0009] 还设有激光器联动部件,所述的激光器安装在激光器联动部件上。

[0010] 所述的激光器联动部件可包括水平旋转结构和俯仰结构,所述的水平旋转结构包括水平旋转轴、水平旋转座和步进电机,所述的水平旋转轴传动连接并控制所述的水平旋转座绕该水平旋转轴水平旋转,所述的俯仰结构包括俯仰轴、俯仰座和步进电机,所述的俯仰轴传动连接并控制所述的俯仰座绕该俯仰轴上下旋转,所述的激光器安装在所述的俯仰结构上。

[0011] 所述的激光器联动部件可包括滚转结构、俯仰结构和基座,所述的滚转结构包括滚转轴、滚转座和步进电机,所述的俯仰结构包括俯仰轴、俯仰座和步进电机,所述的激光器联动部件从上至下为俯仰座、滚转座和基座,所述的俯仰轴位于俯仰座和滚转座之间,所述的滚转轴位于滚转座和基座之间,所述的激光器安装在所述的俯仰结构上,所述的滚转轴传动连接并控制所述的滚转座绕该滚转轴上下旋转,所述的俯仰轴传动连接并控制所述的俯仰座绕该俯仰轴左右旋转。

[0012] 所述的滚转轴与所述的视标中心和激光器联动部件中心连线垂直。

[0013] 所述的光线耦合部件包括耦合器和安装架,所述的耦合器安装在安装架上。

[0014] 所述的光线耦合部件包括耦合器和开有小孔的镜筒,所述的镜筒安装在成像系统出光口处,所述的耦合器安装在镜筒内。

[0015] 所述的耦合器为中孔反射镜或者分光镜。

[0016] 所述的耦合器与与成像系统投射的成像光线所成角度为 45 度。

[0017] 所述的视标部件还包括固定支架,所述的反射板安装在固定支架上。

[0018] 所述的反射板与所述反射板中心到耦合器中心连线垂直。

[0019] 还包括控制部件和计算机,所述的控制部件一端连接激光器联动部件,另一端连接计算机。

[0020] 一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置的定位方法,

[0021] (1) 选取视网膜上的一个坐标;

[0022] (2) 将坐标建立一个笛卡尔坐标系或直角坐标系,以所述的反射板所在面为 XOY 平面,耦合器中心到人眼瞳孔中心的连线方向为 X 轴正方向,耦合器中心到反射板中心的连线方向为 Z 轴正方向,耦合器中心为原点,;

[0023] (3) 设视标激光点在 XOY 平面内的坐标为  $(\theta_x, \theta_y)$ ,激光器 1 中心坐标为  $L(x_L, y_L, z_L)$ ,人眼 6 瞳孔中心坐标  $E(x_E, 0, 0)$ ,反射板 41 中心坐标为  $S(0, 0, z_S)$ ,其中  $\theta_x$  为 X 轴方向角在 ZOY 面的投影角,  $\theta_y$  为 Y 轴方向角在 ZOY 面的投影角;

[0024] (4) 计算得激光光斑在反射板处的位置为:

$$[0025] \quad x_S = (z_S + x_E) \tan(\theta_x)$$

$$[0026] \quad y_S = (z_S + x_E) \tan(\theta_y)$$

[0027] 进一步计算得激光器联动部件的方位角和俯仰角为:

$$[0028] \quad \begin{cases} \alpha 1 = \arctan \frac{x_S - x_L}{z_S - z_L} - \arctan \frac{0 - x_L}{z_S - z_L} \\ \alpha 2 = \arcsin \frac{y_L - y_S}{\sqrt{(z_S - z_L)^2 + (x_S - x_L)^2 + (y_S - y_L)^2}} \end{cases}$$

[0029] (5) 将计算得到的激光器联动部件的方位角和俯仰角, 输送给步进电机, 由步进电机控制二维转动, 使激光器指向正确的视标位置, 实现视网膜区域精确定位。

[0030] 本发明的有益效果是: 本发明提供了一种基于眼底成像系统的视网膜定位装置及其定位方法, 本发明的基于眼底成像系统的视网膜定位装置包括激光器、激光器联动部件、光线耦合部件和视标部件; 所述的激光器安装在激光器联动部件上, 所述的激光器联动部件由步进电机控制, 输入任意视网膜坐标, 通过软件计算, 由步进电机控制二维转动, 使激光器指向正确的视标位置, 人眼通过耦合器注视视标上激光光斑, 实现视网膜区域精确定位。设计巧妙独特, 结构简单, 自动定位, 能实现视网膜任意区域精确定位, 并具有操作方便灵活、精确高等特点, 适于大规模推广应用。

### 附图说明

[0031] 图 1 是本发明的一具体实施例的结构示意图。

[0032] 图 2 是图 1 所示的具体实施例的激光器联动部件可采用的结构之一的结构示意图。

[0033] 图 3 是图 1 所示的具体实施例的激光器联动部件可采用的结构之二的结构示意图。

[0034] 图 4 是图 1 所示的具体实施例的光线耦合部件可采用的结构之一的结构示意图。

[0035] 图 5 是图 1 所示的具体实施例的光线耦合部件可采用的结构之二的结构示意图。

[0036] 图 6 是图 1 所示的具体实施例的视标部件的结构示意图。

[0037] 图 7 是图 1 所示的具体实施例的激光光斑位置与定位角度间关系原理示意图。

[0038] 图 8 是图 1 所示的具体实施例视网膜定位计算原理示意图。

### 具体实施方式

[0039] 为了能够更清楚地理解本发明的技术内容, 特举以下实施例详细说明。其中相同的部件采用相同的附图标记。

[0040] 请参见图 1 所示, 本发明的基于眼底成像系统的视网膜定位装置包括激光器 1、激光器联动部件 2、光线耦合部件 3 和视标部件 4; 所述的激光器 1 安装在激光器联动部件 2 上, 所述的激光器联动部件 2 安装在离成像系统 5 一定距离的位置处; 所述的光线耦合部件 3 安装在成像系统目镜或者光瞳 (人眼 6 瞳孔) 前段, 耦合器 31 与成像光线 7 成一定角度, 将定位视标光线 8 与成像光线 7 耦合在一起进入到人眼 6; 所述的视标部件 4 安装在距离成像系统 5 一定距离的位置处。

[0041] 所述的激光器联动部件 2 可以采用任何合适的结构, 本发明的具体实施例中, 如图 2 所示, 所述的激光器联动部件 2 包括水平旋转结构 21 和俯仰结构 22, 所述的水平旋转结构 21 包括水平旋转轴 211、水平旋转座 212 和步进电机 213, 所述的水平旋转轴 211 传动

连接并控制所述的水平旋转座 212 绕该水平旋转轴水平旋转,所述的俯仰结构 22 包括俯仰轴 221、俯仰座 222 和步进电机 213,所述的俯仰轴 221 传动连接并控制所述的俯仰座 222 绕该俯仰轴上下旋转,所述的激光器 1 安装在所述的俯仰结构 22 上。

[0042] 所述的激光器联动部件 2 在另一种具体实施例中,如图 3 所示,所述的激光器联动部件 2 包括滚转结构 23 和俯仰结构 22,所述的滚转结构 23 包括滚转轴 231、滚转座 232 和步进电机 213,所述的滚转轴 231 传动连接并控制所述的滚转座 232 绕该滚转轴上下旋转,所述的俯仰结构 22 包括俯仰轴 221、俯仰座 222 和步进电机 213,所述的俯仰轴 221 传动连接并控制所述的俯仰座 222 绕该俯仰轴左右旋转,所述的激光器 1 安装在所述的俯仰结构 24 上。

[0043] 所述的激光器联动部件 2 在一种优选的实施方式中,如图 1 和 3 所示,所述的滚转轴 231 与所述的视标 4 中心和激光器联动部件 2 中心连线垂直。

[0044] 所述的光线耦合部件 3 可以采用任何合适的结构,本发明的具体实施例中,如图 4 所示,所述的光线耦合部件 3 包括耦合器 31 和安装支架 32,所述的耦合器 31 为中孔反射镜或者分光镜,所述的安装支架 32 安装在整个成像系统平台上。在另一种具体实施例中,如图 5 所示,所述的光线耦合部件 3 包括耦合器 31 和开有小孔的镜筒 33,所述的耦合器 31 为中孔反射镜或者分光镜,所述的镜筒 33 安装在成像系统 5 出光口处。

[0045] 所述的光线耦合部件 3 在一种优选的实施方式中,所述的耦合器 31 与成像光线 7 所成角度为 45 度。

[0046] 所述的视标部件 4 可以采用任何合适的结构,本发明的具体实施例中,如图 6 所示,所述的视标部件包括具有标尺的反射板 41 和固定支架 42,所述的固定支架 42 连接所述的反射板 41,该支架固定在地面上,所述的标尺为辐射状级极坐标标尺或者笛卡尔坐标标尺。在更优选的实施方式中,所述的反射板 41 可以直接粘贴在墙面上或者天花板上。

[0047] 为了实现一定程度或全部自动化,请参见图 1 所示,在本发明的具体实施例中,所述的基于眼底成像系统的视网膜定位装置还包括控制部件 0,所述的控制部件 0 一端连接步进电机 213,另一端连接计算机,所述的激光器联动部件 2 由步进电机 213 控制,输入任意视网膜坐标,通过控制部件 0 分析,计算激光器联动部件 2 中的二维转动角度,控制二维转动,使激光器 1 指向正确的视标位置,人眼 6 通过耦合器 31 注视视标上激光光斑 9,实现视网膜区域精确定位。

[0048] 具体的定位计算过程如下:

[0049] 首先,需分析一下激光光斑位置与定位角度间的关系,为了简单起见,从一维示意图来进行分析,如图 7 所示,所述的反射板 41 与所述反射板 41 中心和耦合器 31 中心连线垂直,当视标上激光光斑 9 移动 H 距离时,人眼稍转动角度  $\theta_x$ ,即可观察到激光光斑,实现定位。图中成像光路 7,定位视标光路 8。定位角度  $\alpha$  可通过激光光斑 9 移动距离 H 和视标反射板 41 离人眼瞳孔面的距离 L 计算得到,即

$$[0050] \quad \alpha = \arctan\left(\frac{L}{H}\right) \quad (1)$$

[0051] 接着,分析二维激光光斑位置与定位角度间的关系,以及激光器联动部件转动角度间的关系。如图 8 所示,所述的反射板 41 与所述反射板 41 中心和耦合器 31 中心连线垂直,所述的激光器联动部件 2 为水平旋转结构 21 和俯仰结构 22,为了简单起见,建立一个笛

卡尔坐标系（直角坐标系），以所述的反射板 41 所在面为 XOY 平面，耦合器 31 中心到人眼 6 瞳孔中心的连线方向为 X 轴正方向，耦合器 31 中心到反射板 41 中心的连线方向为 Z 轴正方向，耦合器 31 中心为原点。设视网膜定位角度为  $(\theta_x, \theta_y)$ ，也就是视标激光点在 XOY 平面内的坐标，其中  $\theta_x$  为 X 轴方向角在 ZOY 面的投影角， $\theta_y$  为 Y 轴方向角在 ZOY 面的投影角；激光器 1 中心坐标为  $L(x_L, y_L, z_L)$ ，人眼 6 瞳孔中心坐标  $E(x_E, 0, 0)$ ，反射板 41 中心坐标为  $S(0, 0, z_S)$ ，激光器联动部件 2 姿态角设为方位角（水平旋转角度） $\alpha_1$  和俯仰角  $\alpha_2$ ，根据几何关系，则激光光斑 9 在反射板 41 处的位置：

$$[0052] \quad x_S = (z_S + x_E) \tan(\theta_x) \quad (2)$$

$$[0053] \quad y_S = (z_S + x_E) \tan(\theta_y) \quad (3)$$

[0054] 则方位角和俯仰角：

$$[0055] \quad \begin{cases} \alpha_1 = \arctan \frac{x_S - x_L}{z_S - z_L} - \arctan \frac{0 - x_L}{z_S - z_L} \\ \alpha_2 = \arcsin \frac{y_L - y_S}{\sqrt{(z_S - z_L)^2 + (x_S - x_L)^2 + (y_S - y_L)^2}} \end{cases} \quad (4)$$

[0056] 当激光指向反射板中心放置时，定义  $\alpha_2$  为  $0^\circ$ ，当激光面向反射板方向转动时，定义此时  $\alpha_2$  为正，当激光面向反射板，且平行反射板时，定义  $\alpha_2$  为  $\pi/2$ ；当激光背向反射板转动时，则定义  $\alpha_2$  为负。当激光指向反射板中心时，定义  $\alpha_1$  为  $0^\circ$ ，当从上往下看过去，逆时针为正。

[0057] 最后，通过计算得到的激光器联动部件 2 旋转角度，输送给步进电机，实现视网膜区域精确定位，具有全自动，操作方便，易实现，可进行任意视网膜区域定位。

[0058] 综上，本发明的基于眼底成像系统的视网膜定位装置设计巧妙独特，结构简单，能实现视网膜任意区域精确定位，并具有操作方便灵活、精确高等特点，适于大规模推广应用。

[0059] 在此说明书中，本发明已参照其特定的实施例作了描述。但是，很显然仍可以作出各种修改和变换而不背离本发明的精神和范围。因此，说明书和附图应被认为是说明性的而非限制性的。

[0060] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，本发明的保护范围并不仅限于上述实施例，凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。



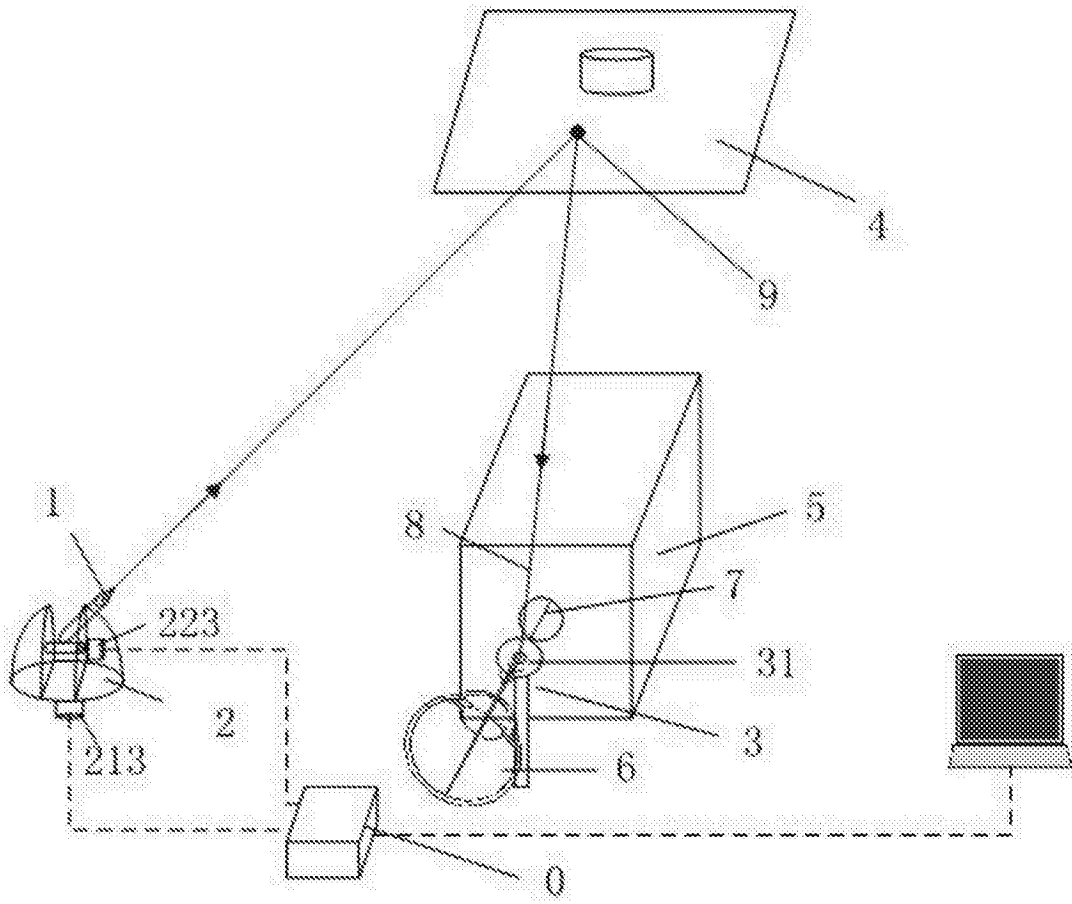


图 1

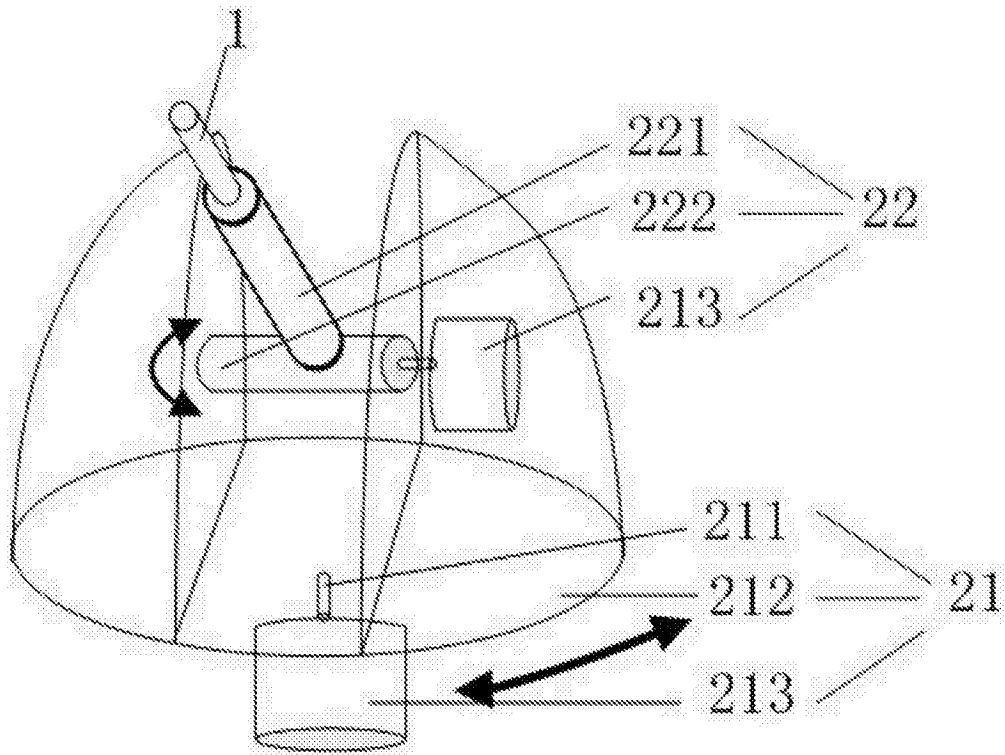


图 2

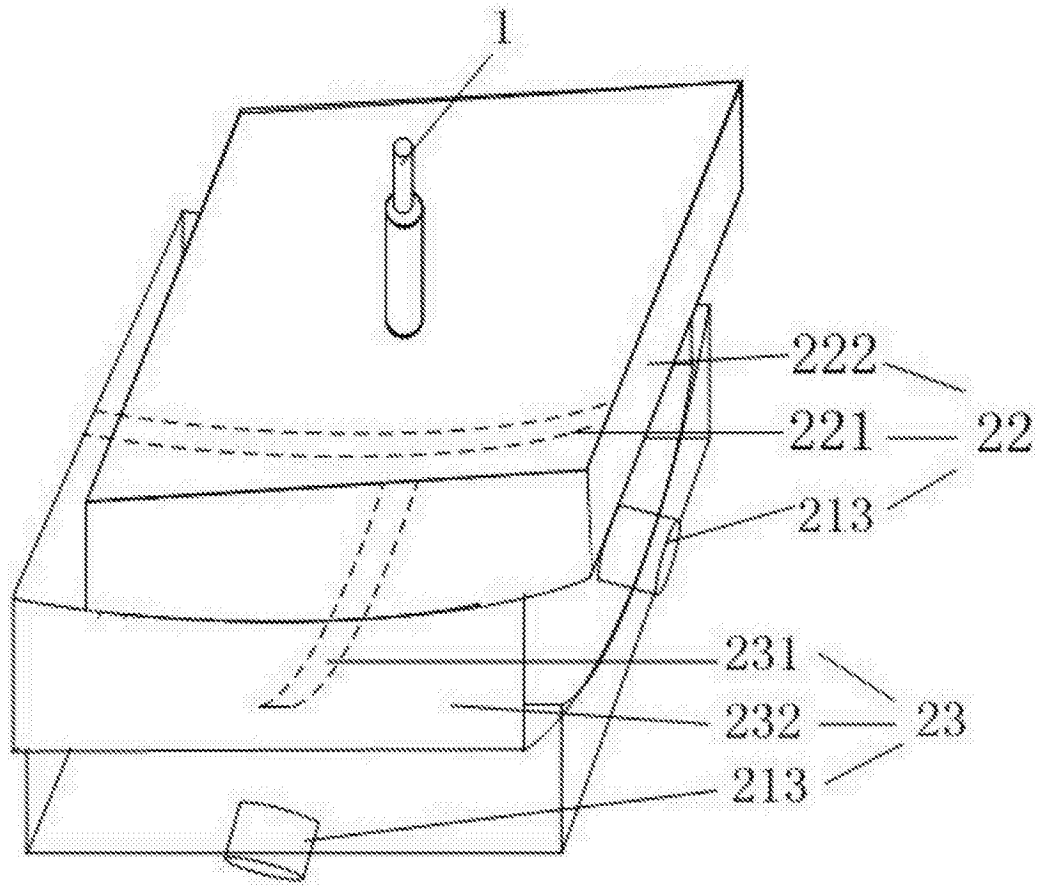


图 3

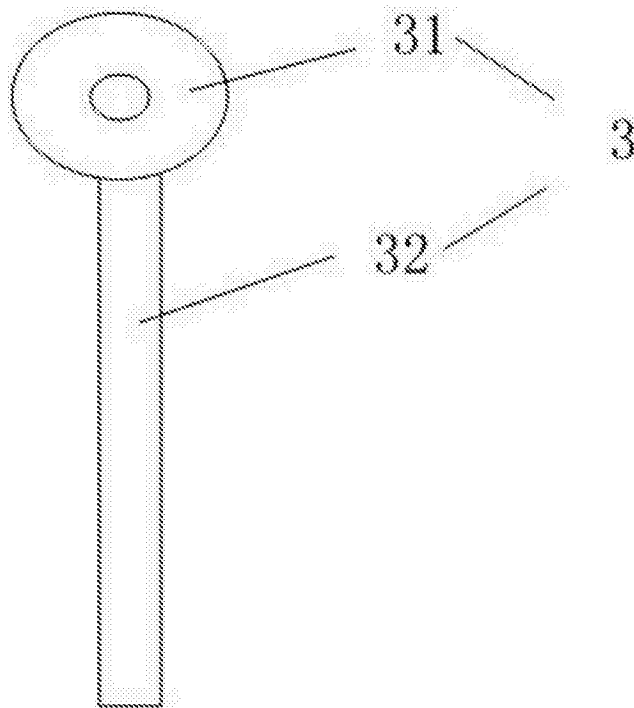


图 4

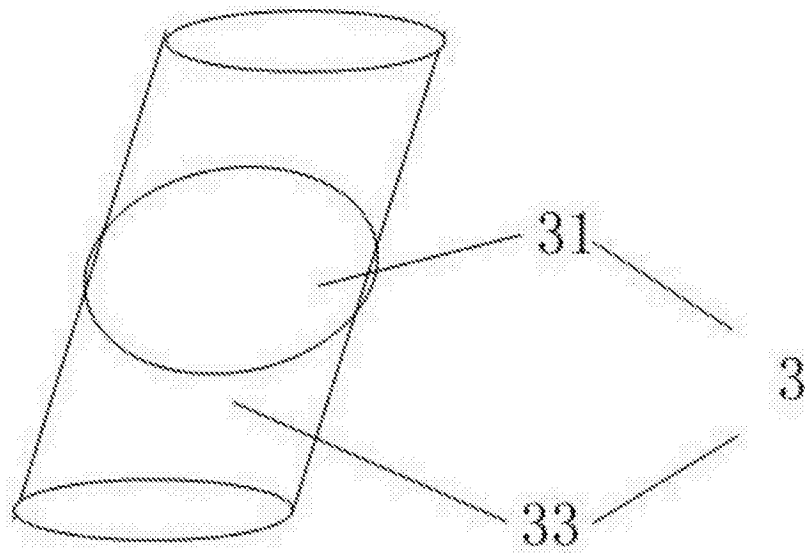


图 5

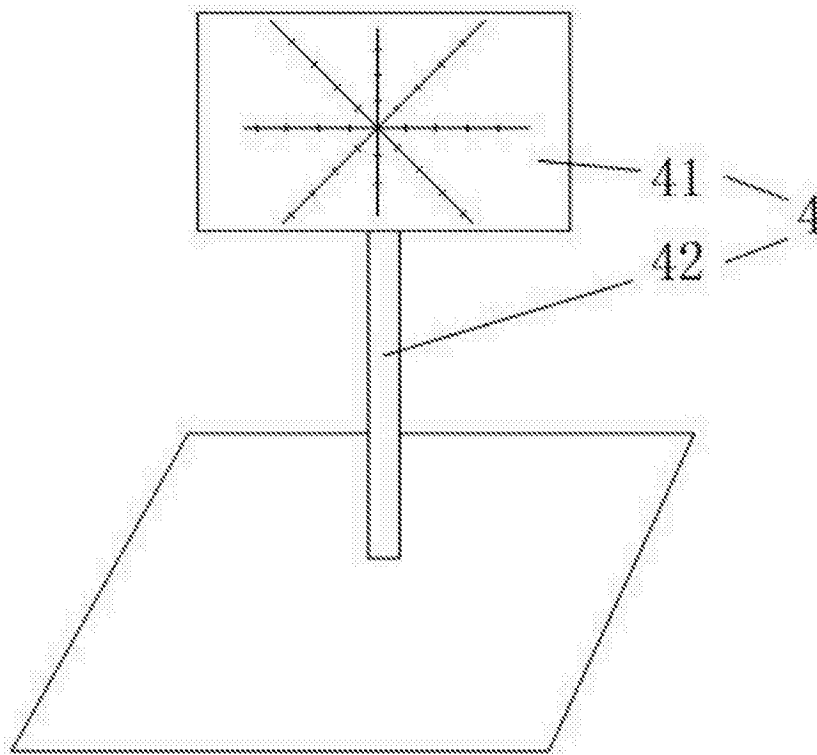


图 6

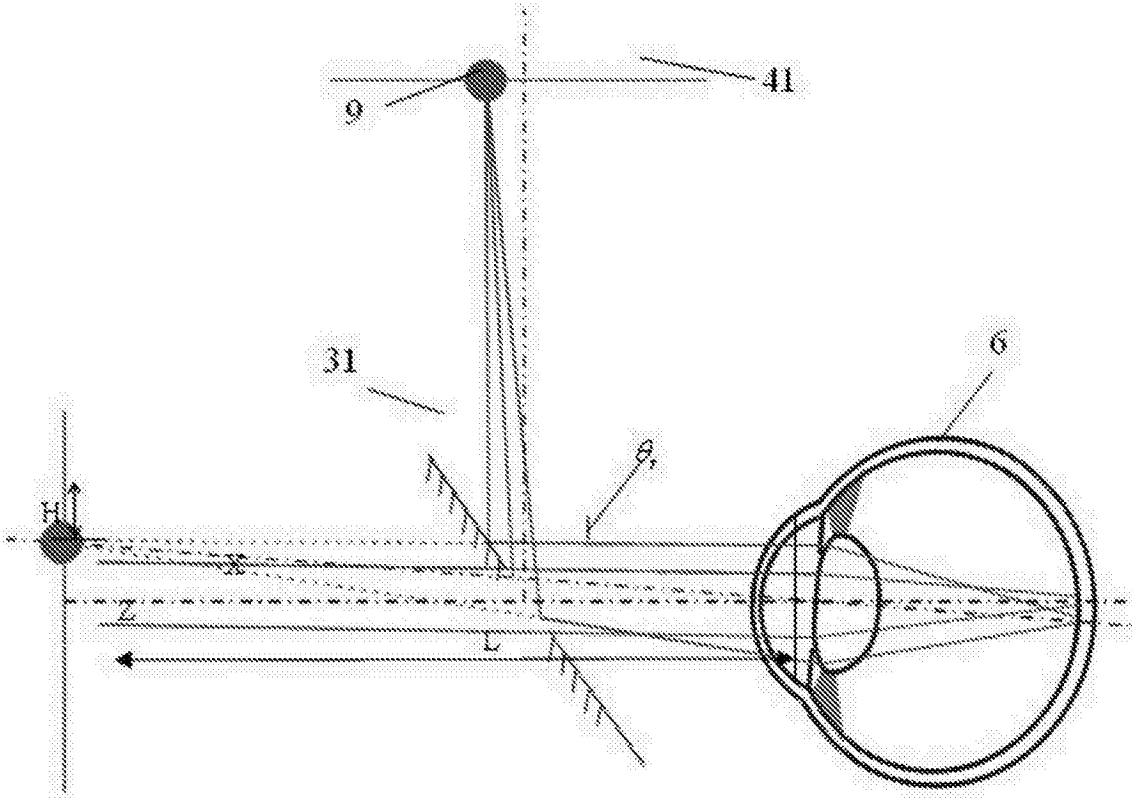


图 7

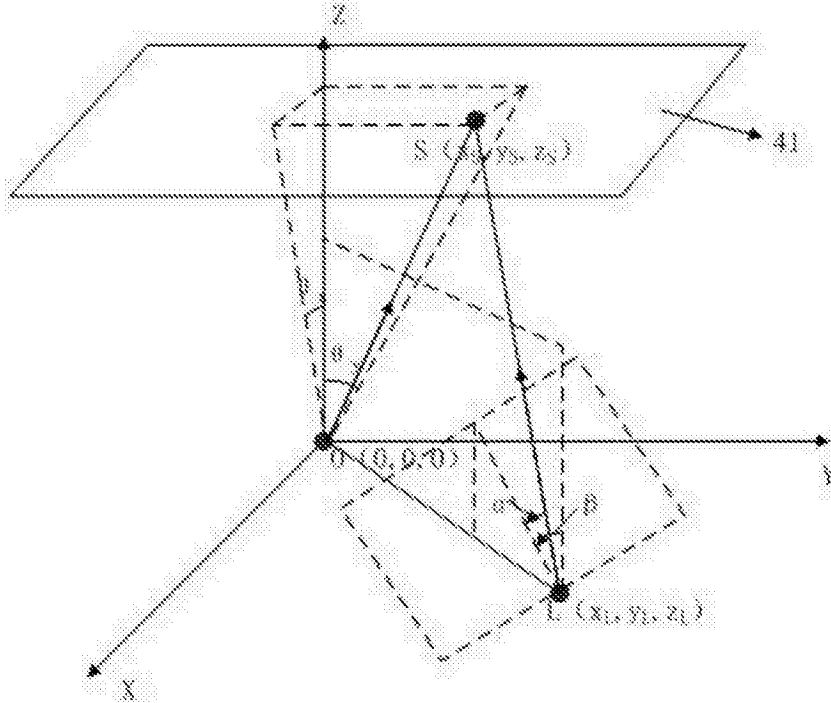


图 8