



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102657516 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201210142784. 2

(22) 申请日 2012. 05. 10

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 李淳 刘英 孙强 李灿

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 南小平

(51) Int. Cl.

A61B 3/15(2006. 01)

A61B 3/12(2006. 01)

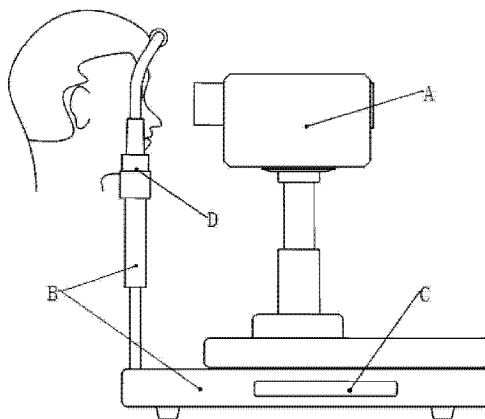
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

## (54) 发明名称

视网膜自动成像系统

## (57) 摘要

视网膜自动成像系统,属于医用光学仪器、生物识别领域,为了解决现有视网膜成像技术无法实现自动运行,本发明提供一种视网膜自动成像系统,该系统,包括视网膜成像光学系统、步进电机、支撑架构和中央处理单元;视网膜成像光学系统,包括对准光路、调焦定位光路和照明成像光路;支撑架构包括头托、感应开关和相机座;中央处理单元,包括电源、CPU、步进电机驱动器和图像采集卡;本发明视网膜自动成像系统,光机结构简单,实现了自动完成视网膜图片的拍摄;将会通过互联网广泛应用在医疗和生物识别技术等领



1. 视网膜自动成像系统,包括视网膜成像光学系统(A)、步进电机、支撑架构(B)和中央处理单元(C);其特征在于,

视网膜成像光学系统(A)包括对准光路、调焦定位光路和照明成像光路;

对准光路包括网膜物镜固定组(1-1)、网膜物镜变焦组(1-2)、切换镜组(2)、中空反射镜(3)、第一中继镜(4)、第一反光板(5)、第二中继镜(6)和近红外光探测器(7);所述网膜物镜固定组(1-1)、网膜物镜变焦组(1-2)、切换镜组(2)、中空反射镜(3)、第一中继镜(4)和第一反光板(5)共轴放置;所述网膜物镜固定组(1-1)和网膜物镜变焦组(1-2)之间设置切换镜组(2);虹膜发出的光依次通过网膜物镜固定组(1-1)、切换镜组(2)、网膜物镜变焦组(1-2)、中空反射镜(3)、第一中继镜(4)和第一反光板(5),光通过第一反光板(5)被折反90°后入射到第二中继镜(6),光通过第二中继镜(6)后被近红外光探测器(7)接收;所述切换镜组(2)包括切换镜前组(2-1)、双光楔(2-2)和切换镜后组(2-3),且三者共轴放置,所述双光楔(2-2)为并列放置的倾斜方向相反的两个光楔的组合;

调焦定位光路包括网膜物镜固定组(1-1)、网膜物镜变焦组(1-2)、中空反射镜(3)、第一中继镜(4)、第一反光板(5)、第二中继镜(6)、近红外光探测器(7)、第三中继镜(8)、照明光阑(9)、分划板(10)和第一聚光镜(12);所述分划板(10)、近红外光探测器(7)和被检眼的视网膜互为共轭平面,近红外光源(13)发出的光经过第一聚光镜(12)聚光后照亮分划板(10),分划板(10)的信号光依次经过照明光阑(9)、第三中继镜(8)、中空反射镜(3)、网膜物镜变焦组(1-2)和网膜物镜固定组(1-1)后入射被检眼在视网膜上成像,该成像又依次经过网膜物镜固定组(1-1)、网膜物镜变焦组(1-2)、中空反射镜(3)、第一中继镜(4)、第一反光板(5)和第二中继镜(6)被近红外光探测器(7)接收;

照明成像光路包括网膜物镜固定组(1-1)、网膜物镜变焦组(1-2)、中空反射镜(3)、第一中继镜(4)、第三中继镜(8)、照明光阑(9)、第二聚光镜(14)、环形闪光管(15)和可见光探测器(16);环形光管(15)发出闪光脉冲,光信号依次经过第二聚光镜(14)、和第二反光板(11)、照明光阑(9)、第三中继镜(8)、中空反射镜(3)、网膜物镜变焦组(1-2)和网膜物镜固定组(1-1)后,在虹膜处成环形像,光能量从瞳孔的边缘入射人眼,照亮眼底,从人眼发出的光依次通过网膜物镜固定组(1-1)、网膜物镜变焦组(1-2)、中空反射镜(3)、第一中继镜(4)后被可见光探测器(16)接收,完成图像拍摄;

支撑架构(B)包括头托、感应开关(D)和相机座;所述头托位于视网膜自动成像系统的侧面且与视网膜成像光学系统(A)持平,用于支撑被检人员的头部;感应开关(D)设置在头托上被检人员下巴位置,感应开关(D)为中央处理单元(C)提供启动信号;相机座位用于固定相机。

中央处理单元(C),包括电源、CPU、步进电机驱动器、图像采集卡一和图像采集卡二;

电源与CPU相连,为整个系统供电;感应开关(D)通过I/O口与CPU相连,为系统提供启动信号;所述视网膜成像光学系统中切换镜组(2)、变焦镜组(1-2)、第一反射板(5)、分划板(10)和第二反射板(11)分别由步进电机带动移动,每个步进电机均与各自的步进电机驱动器相连,步进电机驱动器通过I/O口与CPU相连;所述可见光光探测器(16)和近红外光探测器(7)分别与图像采集卡一和图像采集二相连接,图像采集卡接收来自探测器的PAL信号,对该信号进行解码,并通过PCI总线与CPU相连;视网膜成像光学系统中近红外光源(13)和环形闪光管(15)的控制端分别通过I/O口与CPU相连。

## 视网膜自动成像系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种视网膜自动成像系统,属于医用光学仪器、生物识别领域。

### 背景技术

[0002] 视网膜成像技术逐渐被广泛应用在医疗和生物识别技术等领域。医学上,对视网膜病变进行及时探测、跟踪,可以对多种疾病起到有效的诊断、预警作用。在生物识别领域,视网膜具有远多于指纹、掌纹等的生物特征,可以大大提高识别精度;而且视网膜深入眼底,不容易被外界获取,具有非常高的保密性。

[0003] 视网膜成像技术已有很长的研究历史,但仍无法满足社会的需求。例如在医学领域,随着互联网的发展,远程医疗系统已经逐步成为医疗诊断不可或缺的部分,但目前的医用视网膜成像系统均需要人工操作进行视网膜拍摄,该特点制约了视网膜成像系统在远程医疗领域的发展;在生物身份识别领域,视网膜要替代虹膜识别、指纹识别、掌纹识别这些成熟技术,充分发挥其保密性好的特点,首先需要实现视网膜的自动拍摄。目前的视网膜成像仪中的光学系统没有为计算机提供容易识别的定位信号,因此系统无法实现自动运行;而且系统的光机结构复杂、造价昂贵,不适于在互联网终端和身份识别等领域的普及。

### 发明内容

[0004] 为了解决现有视网膜成像技术无法实现自动运行,本发明提供一种视网膜自动成像系统。

[0005] 本发明的技术方案为:视网膜自动成像系统,包括视网膜成像光学系统、步进电机、支撑架构和中央处理单元;

[0006] 视网膜成像光学系统包括对准光路、调焦定位光路和照明成像光路;

[0007] 对准光路包括网膜物镜固定组、网膜物镜变焦组、切换镜组、中空反射镜、第一中继镜、第一反光板、第二中继镜和近红外光探测器;所述网膜物镜固定组、网膜物镜变焦组、切换镜组、中空反射镜、第一中继镜和第一反光板共轴放置;所述网膜物镜固定组和网膜物镜变焦组之间设置切换镜组;虹膜发出的光依次通过网膜物镜固定组、切换镜组、网膜物镜变焦组、中空反射镜、第一中继镜和第一反光板,光通过第一反光板被折反 $90^{\circ}$ 后入射到第二中继镜,光通过第二中继镜后被近红外光探测器接收;所述切换镜组包括切换镜前组、双光楔和切换镜后组,且三者共轴放置,所述双光楔为并列放置的倾斜方向相反的两个光楔的组合;

[0008] 调焦定位光路包括网膜物镜固定组、网膜物镜变焦组、中空反射镜、第一中继镜、第一反光板、第二中继镜、近红外光探测器、第三中继镜、照明光阑、分划板和第一聚光镜;所述分划板、近红外光探测器和被检眼的视网膜互为共轭平面,近红外光源发出的光经过第一聚光镜聚光后照亮分划板,分划板的信号光依次经过照明光阑、第三中继镜、中空反射镜、网膜物镜变焦组和网膜物镜固定组后入射被检眼在视网膜上成像,该成像又依次经过网膜物镜固定组、网膜物镜变焦组、中空反射镜、第一中继镜、第一反光板和第二中继镜被

近红外光探测器接收；

[0009] 照明成像光路包括网膜物镜固定组、网膜物镜变焦组、中空反射镜、第一中继镜、第三中继镜、照明光阑、第二聚光镜、环形闪光管和可见光探测器；环形光管发出闪光脉冲，光信号依次经过第二聚光镜、和第二反光板、照明光阑、第三中继镜、中空反射镜、网膜物镜变焦组和网膜物镜固定组后，在虹膜处成环形像，光能量从瞳孔的边缘入射人眼，照亮眼底，从被检眼的信号光依次通过网膜物镜固定组、网膜物镜变焦组、中空反射镜、第一中继镜后被可见光探测器接收，完成图像拍摄；

[0010] 支撑架构包括头托、感应开关和相机座；所述头托位于视网膜自动成像系统的侧面且与视网膜成像光学系统持平，用于支撑被检人员的头部；感应开关设置在头托上被检人员下巴位置，感应开关为中央处理单元提供启动信号；相机座位用于固定相机；

[0011] 中央处理单元，包括电源、CPU、步进电机驱动器和图像采集卡一和图像采集卡二；电源与CPU相连，为整个系统供电；感应开关通过I/O口与CPU相连，为系统提供启动信号；所述视网膜成像光学系统中切换镜组、变焦镜组、第一反射板、分划板和第二反射板分别由步进电机带动移动，每个步进电机分别与各个步进电机相连，每个步进电机均与各自的步进电机驱动器相连，步进电机驱动器通过I/O口与CPU相连；所述可见光光探测器和近红外光探测器分别与图像采集卡一和图像采集卡二相连接，采集卡接收来自探测器的PAL信号，对该信号进行解码，并通过PCI总线与CPU相连；视网膜成像光学系统中近红外光源和环形闪光管的控制端分别通过I/O口与CPU相连。

[0012] 本发明的有益效果：视网膜成像光学系统用于完成视网膜图片的抓拍；支撑架构用于装载光学系统以及支撑被检人员的头部；中央处理单元能够对CCD所采集的画面进行分析处理、向步进电机驱动器发送运行指令、控制闪光管的闪光以及控制CCD的曝光；本发明视网膜自动成像系统，光机结构简单，实现了自动完成视网膜图片的拍摄。

## 附图说明

[0013] 图1为本发明所述的视网膜自动成像系统的整体结构图；

[0014] 图2为本发明所述的视网膜自动成像系统的光路结构图；

[0015] 图3为本发明所述的视网膜自动成像系统中对准光路的结构图；

[0016] 图4为本发明所述的视网膜自动成像系统中调焦定位光路的结构图；

[0017] 图5为本发明所述的视网膜自动成像系统中照明成像光路的结构图；

[0018] 图6为本发明所述的视网膜自动成像系统中控制系统结构图；

[0019] 图7为本发明所述的视网膜自动成像系统的工作原理框图。

## 具体实施方式

[0020] 如图1所示，视网膜自动成像系统，包括视网膜成像光学系统A、支撑架构B和位于支撑架构内部的中央处理单元C，该系统还包括步进电机，且步进电机与视网膜成像光学系统A中的活动组件相连。支撑架构B包括头托、感应开关D和相机座。头托用于为被检人员提供头部支撑，头托上被检人员下巴位置装有感应开关D，感应开关D为中央处理单元C提供启动信号；相机座用于固定相机，可自动控制相机在前后、左右、上下三个方向上移动。

[0021] 如图2所示，为视网膜成像光学系统A，包括对准光路、调焦定位光路和照明成像

光路三个必要的组成部分,为使产品结构紧凑、探测视场大、照明均匀、杂光少,系统采用共轴结构,即对准、照明成像和调焦定位三光路共用一组网膜物镜。照明成像光路和定位光路需要设计成变焦结构,并协同运行,用以实现不同屈光度人眼视网膜的清晰成像。人眼光学系统是视网膜成像过程的一部分,因此,在进行视网膜拍摄之前,首先要保证视网膜成像光学系统 A 和人眼光学系统实现光瞳衔接。实现光瞳衔接有两个要求,一是视网膜成像光学系统 A 的入瞳和人眼的瞳孔共轴,一是使视网膜成像光学系统 A 的工作距离(即视网膜成像光学系统 A 的入瞳和人眼瞳孔的间距)为设计值。

[0022] 如图 3 所示,对准光路包括:共轴放置的网膜物镜 1、切换镜组 2、中空反射镜 3、中继镜 4 和反光板 5,还包括中继镜 6、近红外光探测器 7。网膜物镜 1 包含两部分镜组:网膜物镜固定组 1-1 和网膜物镜变焦组 1-2。网膜物镜固定组 1-1 和网膜物镜变焦组 1-2 之间有一定的间距,用于插入切换镜组 2。切换镜组包含三部分镜组:切换镜前组 2-1、双光楔 2-2 和切换镜后组 2-3 且三者共轴放置,双光楔 2-2 为并列放置的倾斜方向相反的两个光楔的组合。切换镜组 2 切入光路以后,虹膜发出的光信号依次经过网膜物镜固定组 1-1、切换镜前组 2-1 和双光楔 2-2 后首先一次成像在双光楔 2-2 的后表面上;该一次像面的光依次经过切换镜后组 2-3、网膜物镜变焦组 1-2、中空反射镜 3、中继镜 4 和反光板 5,光通过第一反光板 5 被折反 90° 后入射到第二中继镜 6,光通过第二中继镜 6 后被近红外光探测器(7)接收。

[0023] 如图 4 所示,调焦定位光路包括:网膜物镜 1、中空反射镜 3、中继镜 4、反光板 5、中继镜 6、近红外光探测器 7、中继镜 8、照明光阑 9、分划板 10、聚光镜 12、近红外光源 13。分划板 5、近红外光探测器 7 和被检眼的视网膜三者互为共轭平面。近红外光源 13 发出的光经过聚光镜的聚光后照亮分划板 10,分划板 10 的信号光依次经过照明光阑 9、中继镜 8、中空反射镜 3、网膜物镜 1 后入射被检眼,在视网膜上成像,该投影像又依次经过网膜物镜 1、中空反射镜 3、中继镜 4、反光板 5、中继镜 6 后被近红外光探测器 7 接收。当从探测器 7 上观察到分划板在眼底的清晰投影时,调焦定位操作完成。

[0024] 如图 5 所示,照明光路包括:网膜物镜 1、中空反射镜 3、中继镜 8、照明光阑 9、聚光镜 14、环形闪光管 15。视网膜成像光路包括网膜物镜 1、中空反射镜 3、中继镜 4 和可见光探测器 16。当系统进行视网膜拍摄时,环形闪光管 15 首先发出闪光脉冲,光依次通过聚光镜 14、照明光阑 9、中继镜 8、中空反射镜 3 和网膜物镜 1 后,在虹膜处成一清晰的环形像,使得光能量从瞳孔的边缘入射人眼,继而照亮眼底。从被检人眼出射的光信号又依次通过网膜物镜 1、中空反射镜 3、中继镜 4 后被可见光探测器 16 接收。闪光的同时探测器 16 曝光,完成图片的拍摄。环形闪光管 15 的采用可以有效的消除角膜反射的杂光,网膜物镜中的各个表面均会反射或多或少的杂光进入系统,因此网膜物镜在设计的时候应本着结构简单的原则。

[0025] 结合图 1 和图 6 说明自动运行方案的实现。支撑架构 B 的底座是一个三维调整架,可以自动带动光学系统在上下左右前后三个方向移动。底座上有连接视网膜自动成像系统的电子学接口,视网膜自动成像系统中的切换电机、调焦电机、近红外光源 13 和环形闪光管 15 均通过该接口和中央处理器相连。底座的左端是被检人员头部托座,托座的底部中心是一个感应开关 D,一旦有下巴放在托座上,感应开关 D 会主动发送信号给中央处理单元 C,中央处理单元 C 接收到感应开关 D 的信号后开始按图 7 所示流程运行。

[0026] 中央处理单元 C 位于支撑架构 B 的内部,包括电源、CPU、步进电机驱动器和图像采集卡;电源与 CPU 相连,为整个系统供电;感应开关 D 通过 I/O 口与 CPU 相连,为系统提供启动信号;视网膜成像光学系统 A 中的活动动组件:切换镜组 2、变焦镜组 1-2、第一反射板 5、分划板 10 和第二反射板 11 均由步进电机带动移动,每个步进电机均由各自的步进电机驱动器控制正转反转,步进电机驱动器通过 I/O 口与 CPU 相连;成像系统中的近红外光源 13 和环形闪光管 15 的控制端均通过 I/O 口与 CPU 相连,CPU 可通过编程控制每个光源的亮灭;近红外探测器 7 和可见光探测器 16,均输出 PAL 制式的视频信号,两探测器通过 50 欧同轴电缆分别与图像采集卡二和图像采集卡一相连,图像采集卡对接收到的 PAL 视频信号进行解码,并将完成解码的视频信号通过 PCI 接口传送给 CPU,CPU 对接收到的每一帧图片进行分析,并可发送指令给采集卡,控制图片的增益、曝光时间等参数。

[0027] 如图 7 所示,该流程图详细介绍了视网膜自动成像系统的工作过程为:

[0028] 工作过程分为四步:初始化、对准、调焦和拍摄。

[0029] 初始化:系统开机以后,中央处理单元 C 开始工作,控制视网膜成像光学系统完成初始化操作,结合图 2~图 5,初始化实现:步进电机分别带动与之相连的组件完成切换,切入镜组 2 切入光路中,调焦镜组 1-2 移动到最左端,分划板 10 移出光路,近红外光源 13 熄灭,近红外光探测器 7 和可见光探测器 16 停止工作;初始化完成以后,系统进入待机工作状态,中央处理单元 C 不断检测来自感应开关 D 的信号,如果感应开关 D 有信号产生,系统自动开始对准操作;

[0030] 对准:初始化完成以后,视网膜成像光学系统已经切换至对准光路,近红外光探测器 17 开始工作,图像采集卡二采集一帧虹膜图片并将其传送给中央处理单元 C;中央处理单元 C 对该虹膜图片进行分析处理,判断当前图片是否满足对准条件。结合图 2~图 5,在近红外探测器 7 上可观察到被分割成两部分的虹膜的像,CPU 分别计算两部分虹膜的空间方位及形状,判断两部分是否完整拼接,以及瞳孔是否位于视场中央,如果没有完整拼接或瞳孔没有位于视场中央,即不满足对准条件,此时中央处理单元会自动调节三维底座带动成像系统上下、左右、前后移动,直到满足对准条件。满足对准条件后,系统将自动进行调焦操作。

[0031] 调焦:对准操作完成后,光路切换至调焦光路,结合图 2~图 5,具体过程包括:中央处理单元通过步进电机驱动器控制步进电机运行,带动切入镜组 2 移出光路,分划板 10 切入光路,近红外光源 13 点亮,近红外光探测器 7 开始采集被投射到视网膜上的调焦定位信号,该调焦定位信号通过图像采集卡传送至 CPU,CPU 计算该图片的清晰度。完成上述步骤以后,调焦步进电机带动调焦镜组 1-2 单方向缓慢移动,近红外光探测器 7 不断采集当前位置的调焦定位信号并传输给 CPU,CPU 实时计算当前图片信号的清晰度,建立清晰度和调焦镜组位置的对应关系。调焦镜片移动到另一端以后停止运行,CPU 通过拟合算法计算出清晰度最好时调焦镜组所处的位置,通过步进电机将调焦镜组移动到该位置,此时系统完成调焦操作并自动进行拍摄操作。

[0032] 拍摄:调焦操作完成以后,光路切换至照明成像光路,结合图 2~图 5,具体过程包括:中央处理单元 C 通过步进电机驱动器控制步进电机运行,将切换镜组 2 移出光路,分划板 10 移出光路,近红外光源 13 关闭,两反射板切换至可见光光路。完成切换以后,CPU 控制环形闪光管 15 发出闪光脉冲,同时通过图像采集卡一控制可见光探测器 16 开始曝光,完

成一幅视网膜图片的拍摄。

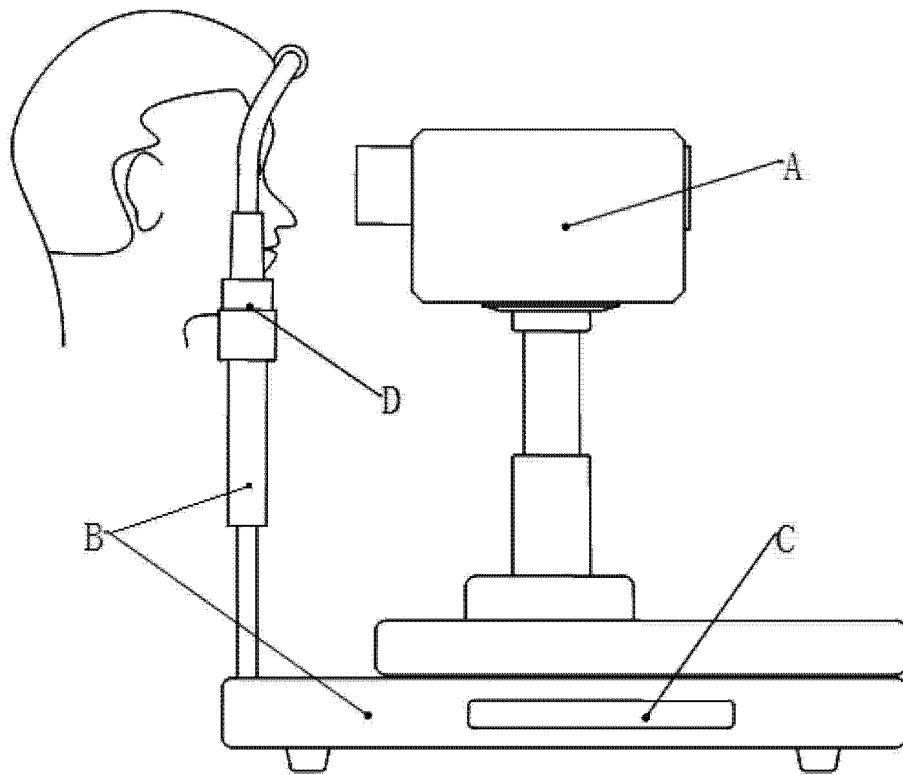


图 1



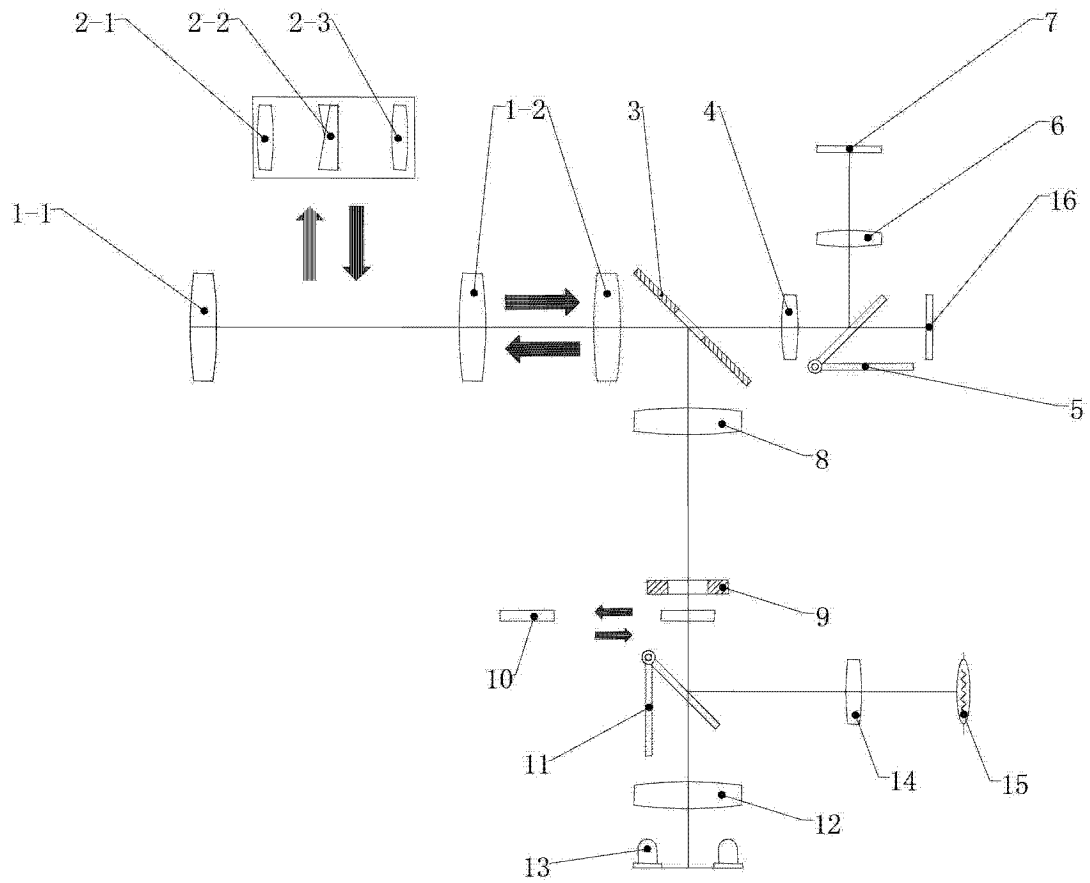


图 2

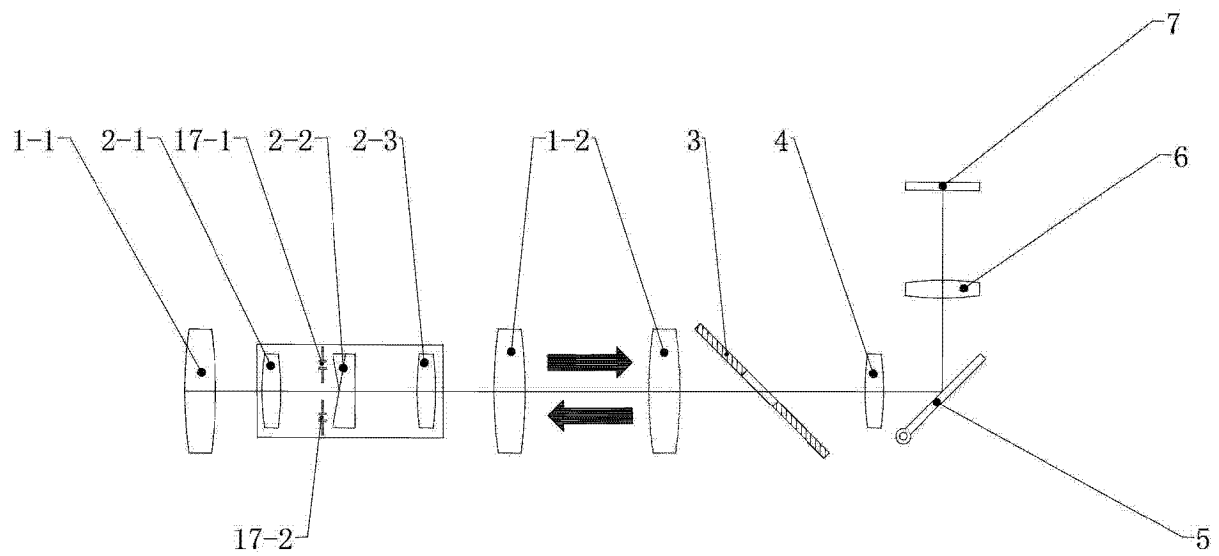


图 3

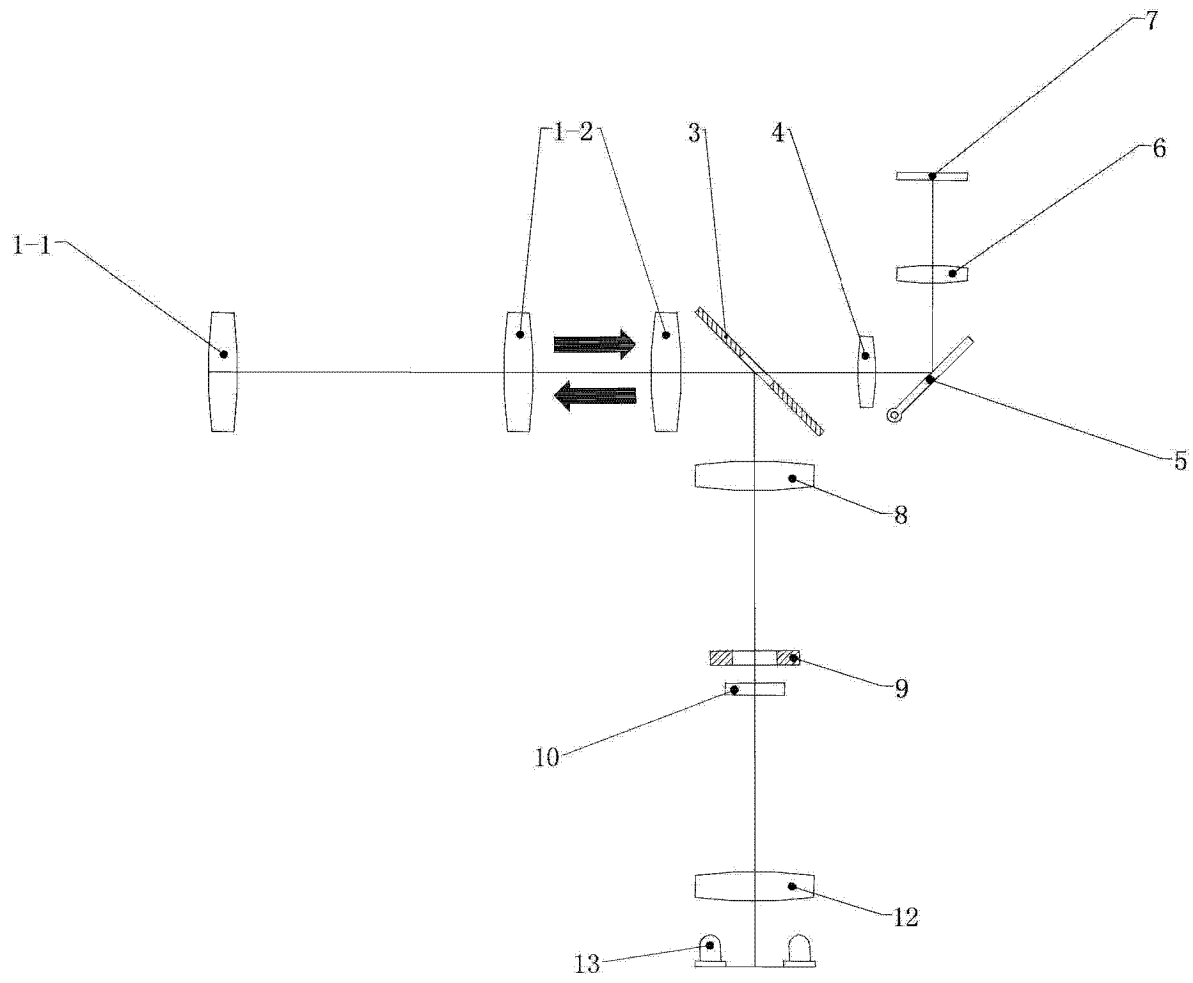


图 4

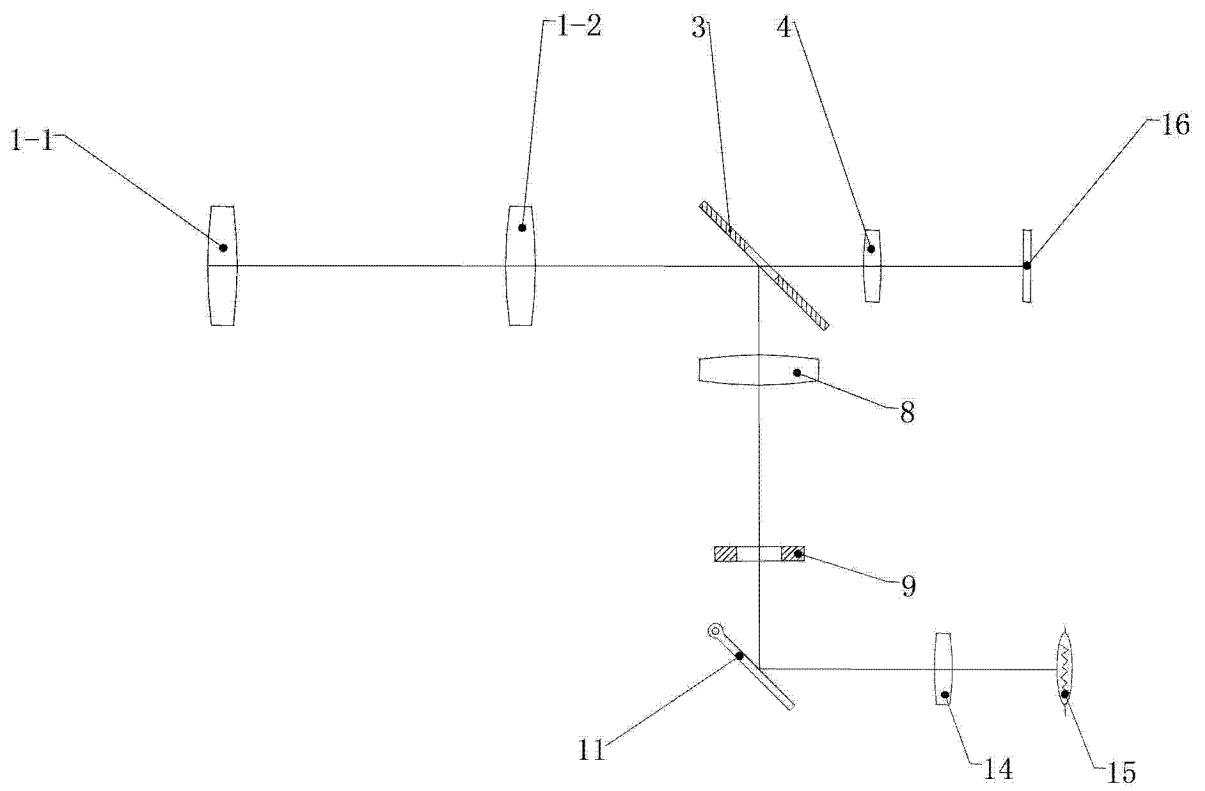


图 5

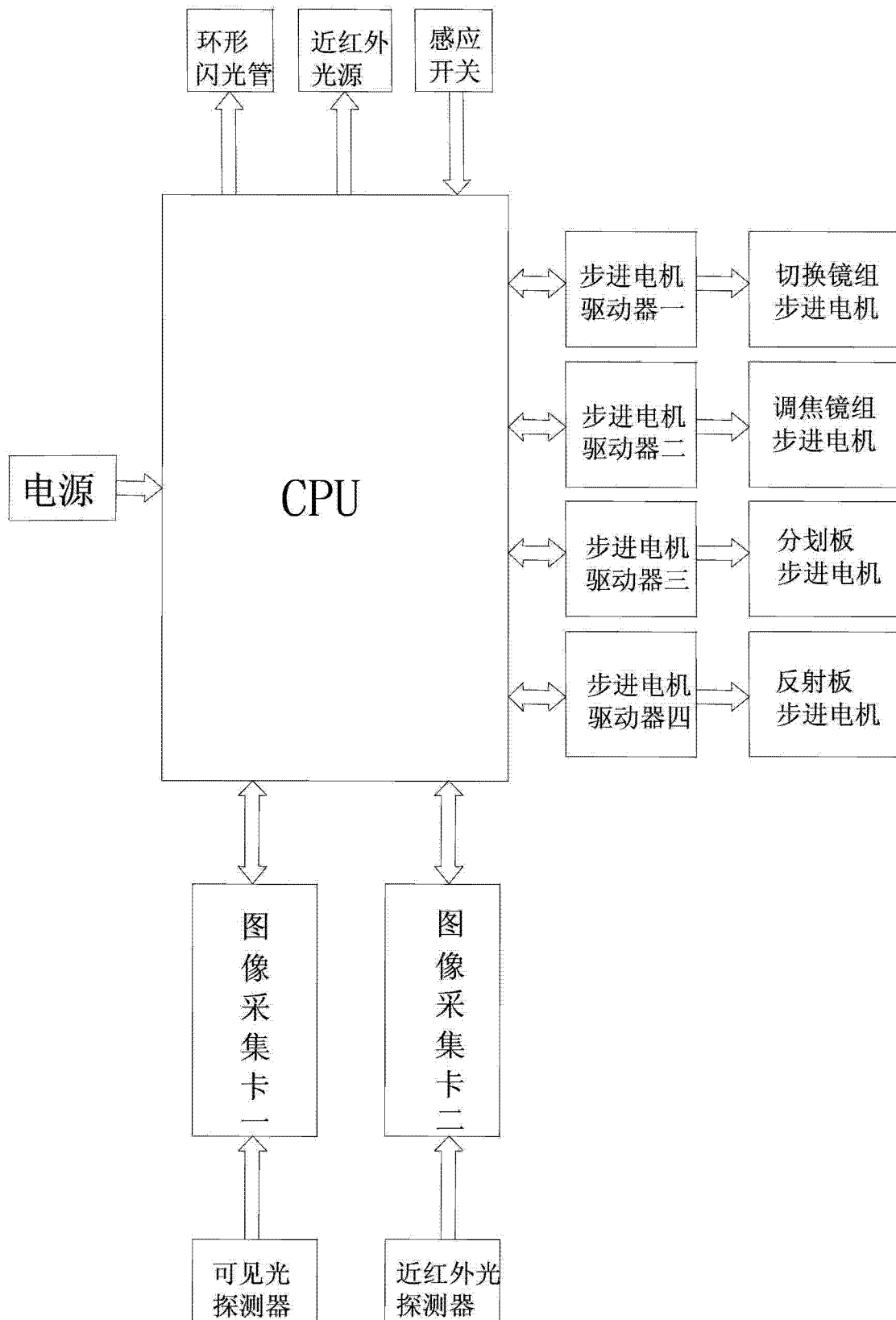


图 6

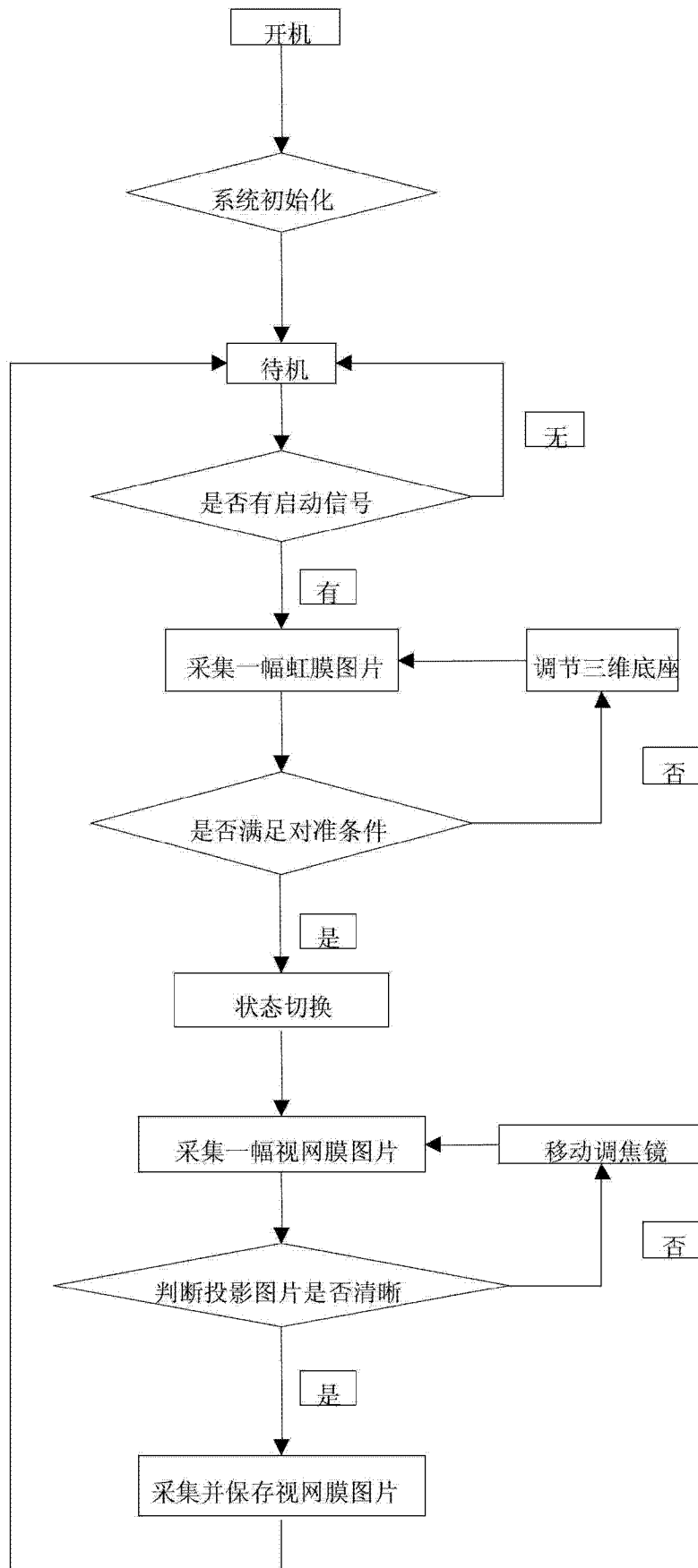


图 7