



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105310646 B

(45)授权公告日 2017.09.22

(21)申请号 201510904265.9

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

(22)申请日 2015.12.09

公司 11227

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 王宝筠

申请公布号 CN 105310646 A

(51)Int.Cl.

(43)申请公布日 2016.02.10

A61B 3/14(2006.01)

(73)专利权人 博奥颐和健康科学技术(北京)有限公司

A61B 3/10(2006.01)

地址 102206 北京市昌平区生命科学园路  
18号

(56)对比文件

专利权人 博奥生物集团有限公司  
重庆颐和九叶堂生物科技有限公司  
清华大学

CN 104114079 A, 2014.10.22, 全文.

(72)发明人 黄国亮 王文君 曹宏梅 张丽丽

CN 101411607 A, 2009.04.22, 全文.

马丽 张诚金 孙义民 王东  
程京

CN 101167672 A, 2008.04.30, 全文.

(54)发明名称

CN 102949173 A, 2013.03.06, 全文.

基于白睛无影成像的人体健康状况在体分  
析系统

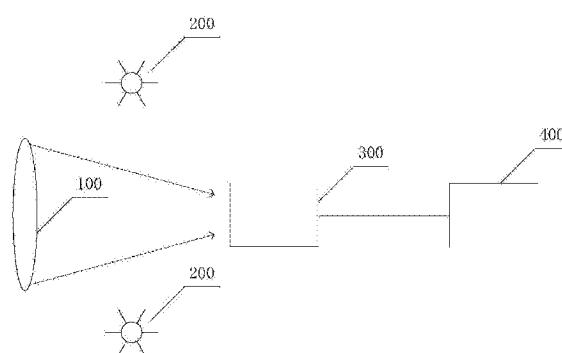
CN 1561181 A, 2005.01.05, 全文.

(57)摘要

CN 102510734 A, 2012.06.20, 全文.

本申请公开了一种基于白睛无影成像的人  
体健康状况在体分析系统及分析方法；其中，  
所述分析系统包括：定位孔、照明装置、成像装置及  
处理装置；利用所述分析系统对待测眼睛的白睛  
进行成像不需要对待测眼睛进行多次成像并拼接的  
操作，获取待测眼睛白睛图像的过程耗时短；并且利  
用所述分析系统对待测眼睛白睛成像不会在待测眼睛  
白睛上形成所述照明装置的反射像，提高了待测眼睛  
白睛图像的成像质量；进  
一步的，所述分析系统可以根据获取的所述白睛  
图像获取待测眼睛病变信息和待测者人体健康  
状况生理病理信息在体分析的诊断结果，所述诊  
断结果可以为测试者提供医学诊断建议。

CN 105310646 B



1. 一种基于白睛无影成像的人体健康状况分析系统，用于待测者待测眼睛的白睛无反射影响宽场成像及通过白睛的形态特征进行人体健康状况的生理病理分析，其特征在于，包括：

定位孔，用于确定待测眼睛放置位置；

照明装置，位于定位孔与待测眼睛放置相反方向的另一侧，用于提供照明光线，所述照明光线通过所述定位孔斜射入照亮待测眼睛，且所述照明装置的像位于待测眼睛虹膜中；

成像装置，用于对待测眼睛的白睛进行成像，获取逆光照亮的白睛宽场无影图像；

与所述成像装置连接的处理装置，用于保存所述白睛图像，并提取保存的所述白睛图像的形态特征，并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析，生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果；

所述预设数据库中存储有白睛形态特征与相应的眼睛病变信息及人体健康状况生理病理信息。

2. 根据权利要求1所述的分析系统，其特征在于，所述分析系统还包括与所述成像装置连接的显示装置；

所述显示装置用于显示获取的所述白睛图像、白睛形态特征及包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。

3. 根据权利要求1所述的分析系统，其特征在于，所述白睛形态特征包括白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征。

4. 根据权利要求1所述的分析系统，其特征在于，所述处理装置还用于控制所述照明装置和/或成像装置的工作状态。

5. 根据权利要求1所述的分析系统，其特征在于，所述照明装置包括四个照明单元，所述四个照明单元分别分布于所述定位孔的左、右、上、下四个方位，以便眼睛左视、右视、上视、下视获取白睛充分暴露的四方位逆光照亮的白睛宽场无影图像。

6. 根据权利要求5所述的分析系统，其特征在于，所述照明系统还包括与所述照明单元并列设置的指示标识；

所述指示标识设置在照明单元靠近定位孔的一侧，用于标志待测眼睛观察位置与观察顺序，使白睛充分暴露到根部。

7. 根据权利要求5所述的分析系统，其特征在于，所述照明单元为无影灯或白炽灯或低压汞灯或LED灯或激光器；

所述照明单元发出的照明光线为复色光或单色光。

8. 根据权利要求1所述的分析系统，其特征在于，所述定位孔为圆孔或椭圆孔或环形孔，包括左右对称的眼眶定位面和上下对称的用于翻开眼皮的手指通孔。

9. 根据权利要求1所述的分析系统，其特征在于，所述成像装置包括：镜头与传感芯片；其中，

所述镜头用于将光线成像到所述传感芯片上；

所述传感芯片用于接收成像到其表面的光线并生成图像。

10. 根据权利要求9所述的分析系统，其特征在于，所述分析系统还包括与镜头连接的对焦装置，用于调节所述镜头使待测眼睛的白睛图像成像在所述传感芯片上。

11. 根据权利要求1所述的分析系统，其特征在于，所述处理装置提取保存的所述白睛

图像的形态特征采用灰度预处理边缘能量偏值校正算法来保证所提取白睛区域的完整性，具体实施步骤包括：

步骤一：查找匹配的白睛图像初始mask；先从HSV空间对白睛图像的S通道、V通道进行阈值分割，找到白睛以及黑睛的相应位置；再将图像的黑睛部位除去，并通过腐蚀操作，获取位于白睛区域内，且小于白睛区域的局部白睛图像，作为所述初始mask；

步骤二：对白睛图像进行灰度处理；白睛图像灰度处理计算如公式1所示：

$$I = \min(255, (V + 100 \times fgb)) \times (\sim fv) \times ((1.5 - GB)^2 + 0.2) - 1;$$

其中I为最终得到的灰度图像，V为HSV空间中的V通道图像，即正常情况下的灰度图像， $\sim fv$ 为对V通道图像进行离散一阶差分处理后提取的边缘图像， $\sim fv$ 为对fv提取的边缘图像取反后得到的图像，fgb为对GB图进行边缘提取后的图像，GB的定义如公式2所示，

$$GB = \frac{((G - 1.05 \times B) - \min(G - 1.05 \times B))}{\max(G - 1.05 \times B)} \quad 2;$$

其中G和B为常规RGB彩色空间的G通道和B通道；

公式1和2各部分的作用为：fv是为了使最终灰度图像边缘能停留在白睛图像区域内的正确位置， $((1.5 - GB)^2 + 0.2)$ 是为了提高白睛部分与皮肤之间的差异度，而 $+100 \times fgb$ 则用来消除皮肤外部白色边缘的影响，提高边缘正确停留的概率；

步骤三：进行白睛图像的边缘偏值校正；利用步骤一得到的所述初始mask和步骤二得到的进行过灰度处理的白睛图像，使用八邻域法来计算曲线的能量；设 $I_{\text{内}}$ 和 $I_{\text{外}}$ 分别为曲线内部和外部的平均强度，定义曲线的能量为E，E的计算公式如公式3所示：

$$E = -\frac{1}{2} \left( (I_{\text{内}} - I_{\text{外}}) \right)^2 \quad 3;$$

所述进行过灰度处理的白睛图像的边缘偏值计算如公式4所示，

$$\Delta E = E_{\text{energy}} + a \times E_{\text{curve}} + b \quad 4;$$

其中， $E_{\text{energy}}$ 为初始mask灰度图像边缘曲线的能量， $E_{\text{curve}}$ 为在白睛图像区域内对初始mask进行扩展后的灰度图像边缘曲线的能量，a为决定mask边缘形状光滑程度的常数系数，b为经验偏置常数；在进行白睛图像有效区域提取时，通过b值调整可以产生一个向外的推力，使白睛初始mask的边缘快速向外推动，直到 $\Delta E = 0$ 时到达白睛原始图像的有效白睛区域边缘，从而起到校正白睛图像边缘偏值的作用。

## 基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于光学成像领域,更具体地说,涉及一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统及方法。

### 背景技术

[0002] 眼睛是人类获取外界信息的重要器官之一,眼睛的健康状况也越来越被人们所关注。眼睛的常规检测包括眼前节检测和眼底检测;其中,所述眼前节检测包括对虹膜、瞳孔、白睛等的检测。通过对眼睛眼前节的检测不仅可以了解眼睛的病变状况,而且还能够预测待测者生理病理变化的健康状况。

[0003] 现有技术中通常采用裂隙灯对待测眼睛的眼前节进行观察,在对待测眼睛的白睛进行成像时,测试者需要首先将裂隙灯的裂隙光线垂直投射到待测者的待测眼睛上,形成窄带状光学切面,并获取所述光学切面内的切面白睛图像;然后通过移动所述裂隙光线使之扫过待测眼睛表面,获取多个切面白睛图像;最后将所述多个切面白睛图像通过图像重建方法获取待测眼睛完整的白睛图像,以便测试者通过观察所述白睛图像获取待测者眼睛病变及身体的生理病理健康状况。利用裂隙灯对待测眼睛白睛进行成像的方法需要获取所述多个切面白睛图像,然后通过图像拼接重建获取待测眼睛白睛图像,而图像拼接重建过程耗时长且很难保证所述多个切面白睛图像的无痕拼接,难以还原所述白睛表面的真实状况;而如果利用所述裂隙灯对待测眼睛白睛一次性成像,就需要将所述裂隙灯的裂隙光线完全覆盖待测眼睛,这样就会在待测眼睛白睛表面形成光源的反射像,影响成像质量。

[0004] 有人构建了一些用于眼睛成像的原理性装置或设备,如授权专利200620096156.5以及处于专利申请审查中的专利申请材料201380057539.4,全都没有解决好眼睛白睛宽场成像的光源反射像影响问题。在这些装置与方法中,以201380057539.4的结构最为复杂具有代表性,其是通过复杂电机控制装置引导相机对眼睛表面或瞳孔进行x-y-z轴三维运动的跟踪成像,并对探测器采集到的图像进行判断在期望被监测的特定点上是否存在反射像来决定图像的取舍或将该图像设置为重复或应该拒绝的成像,一旦检查到眼睛中期望被监测的特定点上(或区域中)存在反射像,则需要电机装置调整设立的视线引导系统和相机的位置,让眼睛中期望被监测的特定点(或区域)远离反射像,然后再次成像,以此来避免光源反射或成像相关的其他假象,保证眼睛中期望被监测的特定点(或区域)成像的图像质量。很明显,这种通过电机控制装置调整设立的视线引导系统和相机的位置来让眼睛中期望被监测的特定点(或区域)远离反射像的方法,不仅操作过程麻烦、控制系统装置结构复杂、耗时长,而且并没有从根本上解决光源反射像的影响问题。并且,201380057539.4的结构对眼睛中部分特定点(或区域)成像单靠眼睛正前方一个相机根本无法实现没有反射像的白睛宽场成像,还必须启动多个相机来满足眼睛中不同特定点(或区域)无光源反射或无成像相关的其他假象影响的成像质量要求,因为多个相机中的任何一个均无法对整个白睛区域进行无光源反射像的一次性宽场成像,只能通过将多个相机拍摄到的没有反射影响的白睛局部区域图像一个个裁剪下来,然后通过图像拼接重构的方

法,才能获得较大白睛区域无光源反射像的宽场图像,这样就免不了操作过程麻烦、步骤多,需要进行大量图像处理操作,以牺牲时间为代价了。

[0005] 因此,亟需一种耗时短、成像质量较好的白睛宽场成像分析系统,并且所述分析系统可以在对眼睛病变检测分析的同时,进一步在体分析待测者生理病理变化的健康状况,将能更好地满足不同领域的使用要求。

## 发明内容

[0006] 本发明实施例提供了一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统及分析方法,所述分析系统能对白睛进行宽场无影一次性成像,只用一台相机,无需移动相机位置,也无需进行图像拼接,形成白睛图像的过程耗时短、成像质量较好、且可以根据获取的白睛图像分析眼睛病变和人体生理病理变化的健康状况。

[0007] 为实现上述目的,本发明实施例提供了如下技术方案:

[0008] 一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统,用于待测者待测眼睛的白睛成像及通过白睛的形态特征进行人体健康状况的生理病理分析,包括:

[0009] 定位孔,用于确定待测眼睛放置位置;

[0010] 照明装置,位于定位孔与待测眼睛放置相反方向的另一侧,用于提供照明光线,所述照明光线通过所述定位孔斜射入照亮待测眼睛,且所述照明装置的像位于待测眼睛虹膜中;

[0011] 成像装置,用于对待测眼睛的白睛进行成像,获取逆光照亮的白睛宽场无影图像;

[0012] 与所述成像装置连接的处理装置,用于保存所述白睛图像,并提取保存的所述白睛图像的形态特征,并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析,生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果;

[0013] 所述预设数据库中存储有白睛形态特征与相应的眼睛病变信息及人体健康状况生理病理信息。

[0014] 优选的,所述分析系统还包括与所述成像装置连接的显示装置;

[0015] 所述显示装置用于显示获取的所述白睛图像、白睛形态特征及包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。

[0016] 优选的,所述白睛形态特征包括白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征。

[0017] 优选的,所述处理装置还用于控制所述照明装置和/或成像装置的工作状态。

[0018] 优选的,所述照明装置包括四个照明单元,所述四个照明单元分别分布于所述定位孔的左、右、上、下四个方位,以便眼睛左视、右视、上视、下视获取白睛充分暴露的四方位逆光照亮的白睛宽场无影图像。

[0019] 优选的,所述照明系统还包括与所述照明单元并列设置的指示标识;

[0020] 所述指示标识设置在照明单元靠近定位孔的一侧,用于标志待测眼睛观察位置与观察顺序,使白睛充分暴露到根部。

[0021] 优选的,所述照明单元为无影灯或白炽灯或低压汞灯或LED灯或激光器;

[0022] 所述照明单元发出的照明光线为复色光或单色光。

[0023] 优选的,所述定位孔为圆孔或椭圆孔或环形孔,包括左右对称的眼眶定位面和上

下对称的用于翻开眼皮的手指通孔。

[0024] 优选的，所述成像装置包括：镜头与传感芯片；其中，

[0025] 所述镜头用于将光线成像到所述传感芯片上；

[0026] 所述传感芯片用于接收成像到其表面的光线并生成图像。

[0027] 优选的，所述分析系统还包括与镜头连接的对焦装置，用于调节所述镜头使待测眼睛的白睛图像成像在所述传感芯片上。

[0028] 一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析方法，应用于上述任一项实施例所述的分析系统，用于待测者待测眼睛的白睛成像及通过白睛的形态特征进行人体健康状况的生理病理分析，包括：

[0029] 启动所述分析系统，使照明装置的照明光线通过定位孔斜射入待测眼睛，使所述照明装置的像位于待测眼睛虹膜中；

[0030] 待测者使待测眼睛通过所述定位孔观察所述照明装置，使待测眼睛被所述照明装置逆光照亮；

[0031] 利用成像装置对待测眼睛的白睛进行成像，获取逆光照亮的白睛宽场无影图像；

[0032] 对获取的白睛图像进行保存，并提取保存的所述白睛图像的形态特征，并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析，生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。

[0033] 优选的，提取保存的所述白睛图像的形态特征采用灰度预处理边缘能量偏值校正算法来保证所提取白睛区域的完整性，具体实施步骤包括：

[0034] 步骤一：查找匹配的白睛图像初始mask；先从HSV空间对白睛图像的S通道、V通道进行阈值分割，找到白睛以及黑睛的相应位置；再将图像的黑睛部位除去，并通过腐蚀操作，获取位于白睛区域内，且小于白睛区域的局部白睛图像，作为所述初始mask；

[0035] 步骤二：对白睛图像进行灰度处理；白睛图像灰度处理计算如公式1所示：

$$[0036] I = \min(255, (V + 100 \times fgb)) \times (\sim fv) \times ((1.5 - GB)^2 + 0.2) - 1;$$

[0037] 其中I为最终得到的灰度图像，V为HSV空间中的V通道图像，即正常情况下的灰度图像，fv为对V通道图像进行离散一阶差分处理后提取的边缘图像， $\sim fv$ 为对fv提取的边缘图像取反后得到的图像，fgb为对GB图进行边缘提取后的图像，GB的定义如公式2所示，

$$[0038] GB = \frac{((G - 1.05 \times B) - \min(G - 1.05 \times B))}{\max(G - 1.05 \times B)} \quad 2;$$

[0039] 其中G和B为常规RGB彩色空间的G通道和B通道；

[0040] 公式(1)和(2)各部分的作用为：fv是为了使最终灰度图像边缘能停留在白睛图像区域内的正确位置， $((1.5 - GB)^2 + 0.2)$ 是为了提高白睛部分与皮肤之间的差异度，而+100×fgb则用来消除皮肤外部白色边缘的影响，提高边缘正确停留的概率；

[0041] 步骤三：进行白睛图像的边缘偏值校正；利用步骤一得到的所述初始mask和步骤二得到的进行过灰度处理的白睛图像，使用八邻域法来计算曲线的能量；设 $I_{内}$ 和 $I_{外}$ 分别为曲线内部和外部的平均强度，定义曲线的能量为E，E的计算公式如公式3所示：

$$[0042] E = -\frac{1}{2} \left( (I_{内} - I_{外}) \right)^2 \quad 3;$$

[0043] 所述进行过灰度处理的白睛图像的边缘偏值计算如公式4所示，

[0044]  $\Delta E = E_{energy} + a \times E_{curve} + b$  4;

[0045] 其中,  $E_{energy}$  为初始mask灰度图像边缘曲线的能量,  $E_{curve}$  为在白睛图像区域内对初始mask进行扩展后的灰度图像边缘曲线的能量,  $a$  为决定mask边缘形状光滑程度的常数系数,  $b$  为经验偏置常数; 在进行白睛图像有效区域提取时, 通过  $b$  值调整可以产生一个向外的推力, 使白睛初始mask的边缘快速向外推动, 直到  $\Delta E = 0$  时到达白睛原始图像的有效白睛区域边缘, 从而起到校正白睛图像边缘偏值的作用。

[0046] 优选的, 所述分析方法还包括:

[0047] 对所述白睛图像及其形态特征、诊断结果进行显示, 所述形态特征包括白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征, 所述诊断结果包括眼睛病变信息和待测者健康状况的生理病理信息。

[0048] 从上述技术方案可以看出, 本发明实施例提供了一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统及分析方法, 其中, 所述分析系统包括: 定位孔、照明装置和成像装置; 利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像时, 首先启动所述分析系统使照明装置的照明光线通过所述定位孔斜射入待测眼睛, 使待测眼睛被逆光照亮; 然后使待测者待测眼睛通过所述定位孔观察所述照明装置, 实现照明装置沿待测眼睛观察方向的反方向(逆光)斜入射照亮待测眼睛, 从而使所述照明装置的像位于待测眼睛虹膜中; 此时利用所述成像装置对待测眼睛的白睛进行成像, 获取待测眼睛逆光照亮的白睛宽场无影图像; 最后利用所述处理装置保存所述白睛图像, 并提取保存的所述白睛图像的形态特征, 并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析, 生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。通过所述分析系统的工作过程可以发现, 利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像不需要对待测眼睛进行多次成像并拼接的操作, 获取待测眼睛白睛图像的过程耗时短; 并且发明人研究发现, 照明光线沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射逆光照亮待测眼睛的照明方式可以使所述照明装置的反射像定位于待测眼睛的虹膜中, 而不会定位于待测眼睛的白睛上, 影响待测眼睛的白睛图像的成像质量; 因此利用所述分析系统对待测眼睛白睛成像不会在待测眼睛白睛上形成所述照明装置的反射像, 提高了待测眼睛白睛图像的成像质量; 并且所述分析系统可以根据获取的所述白睛图像获取待测眼睛病变信息和待测者人体健康状况生理病理信息在体分析的诊断结果, 所述诊断结果可以为测试者提供医学诊断建议。

## 附图说明

[0049] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案, 下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0050] 图1为本发明的一个实施例提供的一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统的结构示意图;

[0051] 图2为本发明的一个实施例提供的一种照明单元的分布形式;

[0052] 图3为本发明的一个实施例提供的一种定位孔的具体结构;

[0053] 图4为本发明的一个优选实施例提供的一种基于白睛无影成像的人体健康状况在

体分析系统的结构示意图；

[0054] 图5为本发明的一个实施例提供的一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析方法；

[0055] 图6为本发明的一个优选实施例提供的一种基于白睛无影成像的人体健康在体分析方法。

## 具体实施方式

[0056] 正如背景技术所述，现有技术对待测眼睛的白睛进行宽场无反射影响成像的实现过程耗时长，操作复杂，成像质量较差，并且不具备根据保存的白睛图像获取待测者眼睛病变和待测者健康状况生理病理信息在体分析的诊断结果的功能。

[0057] 有鉴于此，本发明实施例提供了一种基于白睛无影成像的分析系统，用于待测眼睛的白睛无反射影响宽场成像及通过白睛的形态特征进行人体健康状况的生理病理分析，包括：

[0058] 定位孔，用于确定待测眼睛放置位置；

[0059] 照明装置，位于定位孔与待测眼睛放置相反方向的另一侧，用于提供照明光线，所述照明光线通过所述定位孔斜射入逆光照亮待测眼睛，且所述照明装置的像位于待测眼睛虹膜中；

[0060] 成像装置，用于对待测眼睛的白睛进行成像，获取逆光照亮的白睛宽场无影图像；

[0061] 与所述成像装置连接的处理装置，用于保存所述白睛图像，并提取保存的所述白睛图像的形态特征，并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析，生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果；

[0062] 所述预设数据库中存储有白睛形态特征与相应的眼睛病变信息及人体健康状况生理病理信息。

[0063] 相应的，本发明实施例还提供了一种基于白睛无影成像的人体健康在体分析方法，应用于上述实施例所述的分析系统，用于待测眼睛的白睛无反射影响宽场成像及通过白睛的形态特征进行人体健康状况的生理病理分析，包括：

[0064] 启动所述分析系统，使照明装置通过定位孔斜射入待测眼睛，且所述照明装置的像位于待测眼睛虹膜中；

[0065] 待测者使待测眼睛通过所述定位孔观察所述照明装置，使待测眼睛被所述照明装置逆光照亮；

[0066] 利用成像装置对待测眼睛的白睛进行成像，获取逆光照亮的白睛宽场无影图像；

[0067] 对获取的白睛图像进行保存，并提取保存的所述白睛图像的形态特征，并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析，生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。

[0068] 其中，提取保存的所述白睛图像的形态特征采用灰度预处理边缘能量偏值校正算法来保证所提取白睛区域的完整性，具体实施步骤包括：

[0069] 步骤一：查找匹配的白睛图像初始mask；先从HSV空间对白睛图像的S通道、V通道进行阈值分割，找到白睛以及黑睛的相应位置；再将图像的黑睛部位除去，并通过腐蚀操作，获取位于白睛区域内，且小于白睛区域的局部白睛图像，作为所述初始mask；

[0070] 步骤二:对白睛图像进行灰度处理;白睛图像灰度处理计算如公式1所示:

$$[0071] I = \min(255, (V + 100 \times fgb)) \times (\sim fv) \times ((1.5 - GB)^2 + 0.2) - 1;$$

[0072] 其中I为最终得到的灰度图像,V为HSV空间中的V通道图像,即正常情况下的灰度图像,fv为对V通道图像进行离散一阶差分处理后提取的边缘图像, $\sim fv$ 为对fv提取的边缘图像取反后得到的图像,fgb为对GB图进行边缘提取后的图像,GB的定义如公式2所示,

$$[0073] GB = \frac{((G - 1.05 \times B) - \min(G - 1.05 \times B))}{\max(G - 1.05 \times B)} \quad 2;$$

[0074] 其中G和B为常规RGB彩色空间的G通道和B通道;

[0075] 公式1和2各部分的作用为:fv是为了使最终灰度图像边缘能停留在白睛图像区域内的正确位置,((1.5-GB)<sup>2</sup>+0.2)是为了提高白睛部分与皮肤之间的差异度,而100×fgb则用来消除皮肤外部白色边缘的影响,提高边缘正确停留的概率;

[0076] 步骤三:进行白睛图像的边缘偏值校正;利用步骤一得到的所述初始mask和步骤二得到的进行过灰度处理的白睛图像,使用八邻域法(即目标区域按照圆周八等份均分后的八个方向边缘交点)来计算曲线的能量;设I<sub>内</sub>和I<sub>外</sub>分别为曲线内部和外部的平均强度,定义曲线的能量为E,E的计算公式如公式3所示:

$$[0077] E = -\frac{1}{2} (I_{\text{内}} - I_{\text{外}})^2 \quad 3;$$

[0078] 所述进行过灰度处理的白睛图像的边缘偏值计算如公式4所示,

$$[0079] \Delta E = E_{\text{energy}} + a \times E_{\text{curve}} + b \quad 4;$$

[0080] 其中,E<sub>energy</sub>为初始mask灰度图像边缘曲线的能量,E<sub>curve</sub>为在白睛图像区域内对初始mask进行扩展后的灰度图像边缘曲线的能量,a为决定mask边缘形状光滑程度的常数系数,b为经验偏置常数;在进行白睛图像有效区域提取时,通过b值调整可以产生一个向外的推力,使白睛初始mask的边缘快速向外推动,直到 $\Delta E = 0$ 时到达白睛原始图像的有效白睛区域边缘,从而起到校正白睛图像边缘偏值的作用。

[0081] 从上述技术方案可以看出,本发明实施例提供了一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统及分析方法,其中,所述分析系统包括:定位孔、照明装置和成像装置;利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像时,首先启动所述分析系统使照明装置的照明光线通过所述定位孔斜射入待测眼睛,使待测眼睛被逆光照亮;然后使待测者待测眼睛通过所述定位孔观察所述照明装置,实现照明装置沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射照亮待测眼睛,从而使所述照明装置的像位于待测眼睛虹膜中;此时利用所述成像装置对待测眼睛的白睛进行成像,获取待测眼睛逆光照亮的白睛宽场无影图像;最后利用所述处理装置保存所述白睛图像,并提取保存的所述白睛图像的形态特征,并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析,生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。通过所述分析系统的工作过程可以发现,利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像不需要对待测眼睛进行多次成像并拼接的操作,获取待测眼睛白睛图像的过程耗时短;并且发明人研究发现,照明光线沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射逆光照亮待测眼睛的照明方式可以使所述照明装置的反射像定位于待测眼睛的虹膜中,而不会定位于待测眼睛的白睛上,影响待测眼睛的白睛图像的成像质量;因此利用所述分析系统对待测眼睛白睛成像不会在待测眼睛白睛上形成所述照明装置的反射像,提高了待测眼睛白睛

图像的成像质量；并且所述分析系统可以根据获取的所述白睛图像获取眼睛病变信息和待测者人体健康状况生理病理信息在体分析的诊断结果，所述诊断结果可以为测试者提供医学诊断建议。

[0082] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0083] 本发明实施例提供了一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统，用于待测者待测眼睛的白睛无反射影响宽场成像及通过白睛的形态特征进行人体健康状况的生理病理分析，如图1所示，包括：

[0084] 定位孔100，用于确定待测眼睛放置位置；

[0085] 照明装置200，位于定位孔与待测眼睛放置相反方向的另一侧，用于提供照明光线，所述照明光线通过所述定位孔100斜射入照亮待测眼睛，且所述照明装置200的像位于待测眼睛虹膜中；

[0086] 成像装置300，用于对待测眼睛的白睛进行成像，获取逆光照亮的白睛宽场无影图像；

[0087] 与所述成像装置连接的处理装置400，用于保存所述白睛图像，并提取保存的所述白睛图像的形态特征，并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析，生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果；

[0088] 所述预设数据库中存储有白睛形态特征与相应的眼睛病变信息及人体健康状况生理病理信息的诊断结果。

[0089] 需要说明的是，在所述分析系统工作时，首先启动所述分析系统使照明装置200的照明光线通过所述定位孔100斜射入待测眼睛，使得待测眼睛被逆光照亮；然后使待测者待测眼睛通过所述定位孔100观察所述照明装置200，实现照明装置200沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射照亮待测眼睛，从而使所述照明装置200的像定位于待测眼睛虹膜中；此时利用所述成像装置300对待测眼睛的白睛进行成像，获取待测眼睛的白睛图像；最后利用所述处理装置400保存所述白睛图像，提取保存的所述白睛图像的形态特征，并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析，生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。通过所述分析系统的工作过程可以发现，利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像不需要对待测眼睛进行多次成像并拼接图像的操作，获取待测眼睛白睛图像的过程耗时短；并且发明人研究发现，照明光线沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射照亮待测眼睛的照明方式可以使所述照明装置200的反射像定位于待测眼睛的虹膜中，而不会定位于待测眼睛的白睛上，影响待测眼睛的白睛图像的成像质量；因此利用所述分析系统对待测眼睛白睛成像不会在待测眼睛白睛上形成所述照明装置200的反射像，提高了待测眼睛白睛图像的成像质量；并且所述分析系统可以根据获取的所述白睛图像获取眼睛病变和人体健康状况生理病理信息在体分析的诊断结果，所述诊断结果可以为测试者提供医学辅助诊断建议。

[0090] 还需要说明的是，在本实施例中，如果需要从不同方向对待测者待测眼睛进行照明，则可以通过调整所述照明装置200与所述定位孔100的相对位置关系实现。但在本发明

的其他实施例中,所述照明装置200与所述定位孔100的相对位置固定,可以通过多套所述照明装置200实现对待测者待测眼睛不同方向的照明及成像,如图2所示,用四个照明单元分别分布于所述定位孔100的左、右、上、下四个方位,以便眼睛左视、右视、上视、下视,获取白睛充分暴露的四方位逆光照明图像。本发明对此并不做限定,具体视实际情况而定。

[0091] 在本实施例中,提取保存的所述白睛图像的形态特征采用灰度预处理边缘能量偏值校正算法来保证所提取白睛区域的完整性,具体实施步骤包括:

[0092] 步骤一:查找匹配的白睛图像初始mask;先从HSV空间对白睛图像的S通道、V通道进行阈值分割,找到白睛以及黑睛的相应位置;再将图像的黑睛部位除去,并通过腐蚀操作,获取位于白睛区域内,且小于白睛区域的局部白睛图像,作为所述初始mask;

[0093] 步骤二:对白睛图像进行灰度处理;白睛图像灰度处理计算如公式1所示:

$$[0094] I = \min(255, (V + 100 \times fgb)) \times (\sim fv) \times ((1.5 - GB)^2 + 0.2) 1;$$

[0095] 其中I为最终得到的灰度图像,V为HSV空间中的V通道图像,即正常情况下的灰度图像,fv为对V通道图像进行离散一阶差分处理后提取的边缘图像, $\sim fv$ 为对fv提取的边缘图像取反后得到的图像,fgb为对GB图进行边缘提取后的图像,GB的定义如公式2所示,

$$[0096] GB = \frac{((G - 1.05 \times B) - \min(G - 1.05 \times B))}{\max(G - 1.05 \times B)} 2;$$

[0097] 其中G和B为常规RGB彩色空间的G通道和B通道;

[0098] 公式1和2各部分的作用为:fv是为了使最终灰度图像边缘能停留在白睛图像区域内的正确位置, $((1.5 - GB)^2 + 0.2)$ 是为了提高白睛部分与皮肤之间的差异度,而 $100 \times fgb$ 则用来消除皮肤外部白色边缘的影响,提高边缘正确停留的概率;

[0099] 步骤三:进行白睛图像的边缘偏值校正;利用步骤一得到的所述初始mask和步骤二得到的进行过灰度处理的白睛图像,使用八邻域法(即目标区域按照圆周八等份均分后的八个方向边缘交点)来计算曲线的能量;设I<sub>内</sub>和I<sub>外</sub>分别为曲线内部和外部的平均强度,定义曲线的能量为E,E的计算公式如公式3所示:

$$[0100] E = -\frac{1}{2} (I_{\text{内}} - I_{\text{外}})^2 3;$$

[0101] 所述进行过灰度处理的白睛图像的边缘偏值计算如公式4所示,

$$[0102] \Delta E = E_{\text{energy}} + a \times E_{\text{curve}} + b 4;$$

[0103] 其中,E<sub>energy</sub>为初始mask灰度图像边缘曲线的能量,E<sub>curve</sub>为在白睛图像区域内对初始mask进行扩展后的灰度图像边缘曲线的能量,a为决定mask边缘形状光滑程度的常数系数,b为经验偏置常数;在进行白睛图像有效区域提取时,通过b值调整可以产生一个向外的推力,使白睛初始mask的边缘快速向外推动,直到 $\Delta E = 0$ 时到达白睛原始图像的有效白睛区域边缘,从而起到校正白睛图像边缘偏值的作用。

[0104] 在上述实施例的基础上,在本发明的一个实施例中,所述分析系统还包括与所述成像装置连接的显示装置;

[0105] 所述显示装置用于显示获取的所述白睛图像,包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。

[0106] 需要说明的是,在本实施例中,所述显示装置为显示屏。但本发明对所述显示装置所采用的具体设备并不做限定,具体视实际情况而定。

[0107] 需要说明的是，在本实施例中，所述处理装置400为计算机。但在本发明的其他实施例中，所述处理装置400为微处理器。本发明对所述处理装置400的具体形式并不做限定，只要能够实现保存所述白睛图像的功能即可，具体视实际情况而定。

[0108] 并且在本实施例中，所述处理装置400还用于对所述照明装置200供电。但在本发明的其他实施例中，所述照明装置200通过插头由市电供电。本发明对所述照明装置200的供电方式并不做限定，具体视实际情况而定。

[0109] 还需要说明的是，在本发明的一个优选实施例中，所述显示装置和处理装置400集成于一台计算机中；但在本发明的其他实施例中，所述显示装置和处理装置400分离设置。本发明对此并不做限定，具体视实际情况而定。

[0110] 在上述实施例的基础上，在本发明的另一个实施例中，所述白睛形态特征包括白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征。

[0111] 需要说明的是，在本实施例中，所述处理装置400通过将保存的所述白睛图像与预设数据库中的白睛形态特征和健康状况生理病理信息进行对比，将所述白睛图像符合的形态特征对应的健康状况生理病理信息诊断结果输出为所述医学辅助诊断结果。当所述白睛图像符合多个所述白睛形态特征时，所述处理装置400将所述白睛图像符合的多个所述白睛形态特征对应的健康状况生理病理信息诊断结果一起合并输出到所述诊断结果中。

[0112] 还需要说明的是，所述白睛表面形态特征包括但不限于白睛表面的斑、点、丘、带、岗、泡、雾；所述白睛形态特征的来源包括但不限于书籍、文献、报告、病历。本发明对此并不做限定，具体视实际情况而定。

[0113] 在上述实施例的基础上，在本发明的一个优选实施例中，所述诊断结果包括待测眼睛病变诊断结果和待测者生理病理健康状况的预测结果。

[0114] 需要说明的是，在本实施例中，所述处理装置400将所述成像装置300获取的白睛图像进行保存，并将保存的所述白睛图像的白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征与所述预设数据库中保存的白睛形态特征进行对比，获取待测者待测眼睛病变的诊断结果以及待测者生理病理健康状况的预测结果。

[0115] 本发明的一个实施例提供了一种所述预设数据库的形成方法，包括：

[0116] 录入书籍、文献、报告及病历中的白睛图像；

[0117] 提取录入的白睛图像中的白睛形态特征，所述形态特征包括白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征；

[0118] 将提取的所述形态特征及其对应的健康状况生理病理信息诊断结果保存，建立所述预设数据库，所述诊断结果包括眼睛病变诊断结果及待测者健康状况的生理病理预测结果。

[0119] 在上述实施例的基础上，在本发明的又一个实施例中，所述处理装置400还用于控制所述照明装置200和/或成像装置300的工作状态。

[0120] 需要说明的是，所述照明装置200的工作状态包括但不限于所述照明装置200的开关、所述照明装置200的照明显亮度、所述照明装置200的照明时间。

[0121] 在本实施例中，所述处理装置400用于控制所述成像装置300对待测眼睛的白睛进行自动成像。但在本发明的其他实施例中，所述成像装置300还可以手动成像。本发明对所述成像装置300的成像方式并不做限定，具体视实际情况而定。

[0122] 还需要说明的是,在本发明的一个实施例中,所述处理装置400用于控制所述照明装置200和成像装置300的工作状态;在本实施例中,所述处理装置400控制所述照明装置200的照明时间,并且在所述照明装置200照明时间内控制所述成像装置300成像,实现对待测者待测眼睛白睛的自动成像;在本发明的另一个实施例中,所述处理装置400用于控制所述照明装置200的工作状态;在本实施例中所述处理装置400用于控制所述照明装置200的照明时间,在所述照明装置200照明时间内,测试者控制所述成像装置300成像。在本实施例中所述处理装置400仅需要控制所述照明装置200的工作状态,减轻了所述处理装置400的处理负担,增强了所述分析系统的工作稳定性。在本发明的又一个实施例中,所述处理装置400用于控制所述成像装置300的工作状态;在本实施例中,所述处理装置400控制所述成像装置300自动成像。在本实施例中所述处理装置400仅需要控制所述成像装置300的工作状态,减轻了所述处理装置400的处理负担,增强了所述分析系统的工作稳定性。本发明对此并不做限定,具体视实际情况而定。

[0123] 在本发明的一个实施例中,所述处理装置400包括第一处理单元和第二处理单元;所述第一处理单元用于提取保存的所述白睛图像的形态特征,并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析,生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果;所述预设数据库保存于所述第一处理单元中;所述第二处理单元用于控制所述照明装置200和成像装置300的工作状态。在本实施例中,所述第一处理单元和第二处理单元集成于一体装置中;但在本发明的其他实施例中,所述第一处理单元和第二处理单元的功能由分离的两个装置实现。本发明对此并不做限定,具体视实际情况而定。

[0124] 在上述实施例的基础上,在本发明的再一个实施例中,所述照明装置200 包括一个或多个照明单元,所述多个照明单元分布于定位孔垂直方向的四周,能根据需要对定位孔进行不同角度和方位的斜入射照明;

[0125] 需要说明的是,本发明对所述照明单元的具体位置并不做限定,只要能够实现所述照明单元的照明光线斜入射通过所述定位孔100,完全照亮待测眼睛没有阴影即可,具体视实际情况而定。本发明对所述照明单元的具体数量和位置并不做限定,具体视实际情况而定。

[0126] 还需要说明的是,在本实施例中,所述照明单元与所述定位孔100的相对位置可调,以保证当待测者待测眼睛形态特殊时,测试者通过调整所述照明单元与所述定位孔100的相对位置,保证所述照明单元的像定位于待测者待测眼睛的瞳孔中;但在本发明的其他实施例中,所述照明单元与所述定位孔100的相对位置固定,降低了所述分析系统的操作复杂程度,方便初学测试者的使用。

[0127] 本发明对所述照明单元的分布方式并不做限定,只要能够实现照明单元的光线斜入射通过所述定位孔100即可,具体视实际情况而定。

[0128] 在上述实施例的基础上,本发明的一个优选实施例提供了一种照明装置200的具体分布形式,如图2所示,所述照明装置200包括四个照明单元,所述四个照明单元分别分布于所述预设圆第一直径与第二直径的端点交点上;在本发明的另一个实施例中,所述四个照明单元分别分布于所述定位孔左、右、上、下四个方位,以便眼睛左视、右视、上视、下视获取白睛充分暴露的四方位逆光照亮的白睛宽场无影图像。

[0129] 需要说明的是,在本实施例中,在所述分析系统设置时,所述第一直径优选为所述

预设圆水平方向的直径。但在本发明的其他实施例中，所述第一直径为所述预设圆任意方向的直径，本发明对此并不做限定，具体视实际情况而定。

[0130] 还需要说明的是，在本实施例中，所述处理装置400控制所述照明装置200的工作状态包括按一定顺序导通所述照明单元使其对待测眼睛进行照明，待测患者在所述照明单元导通时看向所述照明单元。所述处理装置400在每个照明单元导通期间控制所述成像装置300对待测眼睛的白睛进行成像。

[0131] 在上述实施例的基础上，在本发明的另一个优选实施例中，所述照明系统还包括与所述照明单元并列设置的指示标识；

[0132] 所述指示标识设置在照明单元靠近定位孔的一侧，用于标志待测眼睛观察位置与观察顺序，使白睛充分暴露到根部。

[0133] 需要说明的是，在本实施例中，所述指示标识为罗马数字，便于待测患者识别观察照明单元的顺序。但在本发明的其他实施例中，所述指示标识为汉字或符号或罗马数字、汉字、符号的任意结合，本发明对此并不做限定，具体视实际情况而定。

[0134] 在上述实施例的基础上，在本发明的又一个优选实施例中，所述照明单元为无影灯或白炽灯或低压汞灯或LED灯或激光器；

[0135] 所述照明单元发出的照明光线为复色光或单色光。

[0136] 需要说明的是，在本发明的其他实施例中，所述照明单元发出的照明光线为窄带光或白光。本发明对此并不做限定，具体视实际情况而定。

[0137] 还需要说明的是，所述照明单元需要满足其照明光线的波长覆盖可见光区域、色温满足待测眼睛的真实性和舒适性的要求。但本发明对所述照明单元的具体形式、照明光线波长并不做限定，具体视实际情况而定。

[0138] 在上述实施例的基础上，在本发明的再一个优选实施例中，所述定位孔100为圆孔、椭圆孔或环形孔。但本发明对所述定位孔100的具体形状并不做限定，具体视实际情况而定。

[0139] 在上述实施例的基础上，在本发明的一个具体实施例中，如图3所示，所述定位孔100还包括：

[0140] 位于所述定位孔100侧壁的左右对称的眼眶定位面102和上下对称的用于翻开眼皮的手指通孔101；

[0141] 所述手指通孔101的中心连线通过所述定位孔100的一条直径。

[0142] 需要说明的是，在本实施例中，所述手指通孔101的作用是便于手指通过所述手指通孔101提起或翻开待测眼睛的眼睑，使待测眼睛的白睛暴露充分。

[0143] 本发明的一个优选实施例提供了一种定位孔100的具体结构，如图3所示。但本发明对所述定位孔的具体结构并不做限定，具体视实际情况而定。

[0144] 在上述实施例的基础上，在本发明的另一个具体实施例中，所述成像装置300包括：镜头与传感芯片；其中，

[0145] 所述镜头用于将光线成像到所述传感芯片上；

[0146] 所述传感芯片用于接收成像到其表面的光线并生成图像。

[0147] 需要说明的是，在本实施例中，所述镜头为透镜片或其它聚光成像元件。但在本发明的其他实施例中，所述镜头为镜片组。本发明对所述镜头的具体形式不做限定，只要能够

实现将光线成像到所述传感芯片上即可,具体视实际情况而定。

[0148] 还需要说明的是,所述传感芯片包括但不限于电荷耦合元件传感芯片、互补金属氧化物半导体传感芯片。本发明对所述传感芯片具体采用何种元件并不做限定,具体视实际情况而定。

[0149] 在上述实施例的基础上,在本发明的一个优选实施例中,所述分析系统还包括与镜头连接的对焦装置,用于调节所述镜头使待测眼睛的白睛图像成像在所述传感芯片上,从而保证获取的白睛图像清晰。

[0150] 在本实施例中,所述对焦装置为手动对焦装置,通过对所述对焦装置的手动调节将待测眼睛的白睛图像聚焦在所述传感芯片上。但本发明对所述对焦装置的对焦方式并不做限定,具体视实际情况而定。

[0151] 在上述实施例的基础上,在本发明的另一个优选实施例中,所述对焦装置为自动对焦装置。在本实施例中,所述自动对焦装置可以通过所述处理装置400控制实现自动对焦功能;但在本发明的其他实施例中,所述自动对焦装置通过超声马达实现自动对焦功能。由于实现自动对焦的原理和装置结构已为本领域技术人员所熟知,本发明在此不做赘述。本发明对所述自动对焦装置实现自动对焦的方式和具体装置结构不做限定,具体视实际情况而定。

[0152] 在上述实施例的基础上,本发明的一个具体优选实施例提供了一种基于白睛无影成像的分析系统的具体结构,如图4所示。图4中的标号201、202代表所述指示标识,600代表所述集成所述处理装置400和所述显示装置的计算机,301代表所述镜头,302代表所述传感芯片。

[0153] 综上所述,本发明实施例提供的一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统,所述分析系统包括:定位孔100、照明装置200和成像装置300;利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像时,首先启动所述分析系统使照明装置200的照明光线通过所述定位孔100斜射入待测眼睛,使待测眼睛被逆光照亮;然后使待测者待测眼睛通过所述定位孔100观察所述照明装置200的指示标识201或202,实现照明装置200沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射照亮待测眼睛,从而使所述照明装置200的像位于待测眼睛虹膜中;此时利用所述成像装置300对待测眼睛的白睛进行成像,获取待测眼睛的白睛图像;最后利用所述处理装置600保存所述白睛图像,并提取保存的所述白睛图像的形态特征,并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析,生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。通过所述分析系统的工作过程可以发现,利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像不需要对待测眼睛进行多次成像并拼接的操作,获取待测眼睛全幅面白睛图像的过程耗时短;并且发明人研究发现,照明光线沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射逆光照亮待测眼睛的照明方式可以使所述照明装置200的反射像定位于待测眼睛的虹膜中,而不会定位于待测眼睛的白睛上,影响待测眼睛的白睛图像的成像质量;因此利用所述分析系统对待测眼睛白睛成像不会在待测眼睛白睛上形成所述照明装置200的反射像,提高了待测眼睛白睛图像的成像质量;并且所述分析系统可以根据获取的所述白睛图像获取眼睛病变和人体健康状况生理病理信息在体分析的诊断结果,所述诊断结果可以为测试者提供医学辅助诊断建议。

[0154] 相应的,本发明实施例还提供了一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析

方法,应用于上述任一实施例所述的分析系统,用于待测者待测眼睛的白睛无反射影响宽场成像及通过白睛的形态特征进行人体健康状况的生理病理分析,如图5所示,包括:

[0155] S101:启动所述分析系统,使照明装置200的照明光线通过定位孔100斜射入待测眼睛,使所述照明装置200的像位于待测眼睛虹膜中;

[0156] S102:待测者使待测眼睛通过所述定位孔100观察所述照明装置200,使待测眼睛被所述照明装置逆光照亮;

[0157] S103:利用成像装置300对待测眼睛的白睛进行成像,获取逆光照亮的白睛宽场无影图像;

[0158] S104:对获取的白睛图像进行保存,并提取保存的所述白睛图像的形态特征,并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析,生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。

[0159] 发明人研究发现,照明光线沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射照亮待测眼睛的照明方式可以使所述照明装置200的反射像定位于待测眼睛的虹膜中,而不会定位于待测眼睛的白睛上,影响待测眼睛的白睛图像的成像质量;因此,所述分析方法利用所述分析系统实现对待测眼睛观察方向反方向的斜入射照明,避免了所述照明装置200在待测眼睛的白睛上成像,在对待测眼睛白睛快速成像的基础上,提高了待测眼睛白睛成像的成像质量;并且所述分析方法利用所述分析系统可以根据获取的所述白睛图像获取眼睛病变和人体健康状况生理病理信息在体分析的诊断结果,所述诊断结果可以为测试者提供医学辅助诊断建议。

[0160] 在上述实施例的基础上,在本发明的一个实施例中,所述分析方法还包括:

[0161] 对所述白睛图像及其形态特征进行显示,所述形态特征包括白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征。

[0162] 在上述实施例的基础上,在本发明的一个优选实施例中,提取保存的所述白睛图像的形态特征采用灰度预处理边缘能量偏值校正算法来保证所提取白睛区域的完整性,具体实施步骤包括:

[0163] 步骤一:查找匹配的白睛图像初始mask;先从HSV空间对白睛图像的S通道、V通道进行阈值分割,找到白睛以及黑睛的相应位置;再将图像的黑睛部位除去,并通过腐蚀操作,获取位于白睛区域内,且小于白睛区域的局部白睛图像,作为所述初始mask;

[0164] 步骤二:对白睛图像进行灰度处理;白睛图像灰度处理计算如公式1所示:

$$I = \min(255, (V + 100 \times fgb) \times (\sim fv) \times ((1.5 - GB)^2 + 0.2) - 1);$$

[0165] 其中I为最终得到的灰度图像,V为HSV空间中的V通道图像,即正常情况下的灰度图像,fv为对V通道图像进行离散一阶差分处理后提取的边缘图像, $\sim fv$ 为对fv提取的边缘图像取反后得到的图像,fgb为对GB图进行边缘提取后的图像,GB的定义如公式2所示,

$$GB = \frac{((G - 1.05 \times B) - \min(G - 1.05 \times B))}{\max(G - 1.05 \times B)} \quad 2;$$

[0166] 其中G和B为常规RGB彩色空间的G通道和B通道;

[0167] 公式1和2各部分的作用为:fv是为了使最终灰度图像边缘能停留在白睛图像区域内的正确位置, $((1.5 - GB)^2 + 0.2)$ 是为了提高白睛部分与皮肤之间的差异度,而 $100 \times fgb$ 则用来消除皮肤外部白色边缘的影响,提高边缘正确停留的概率;

[0170] 步骤三:进行白睛图像的边缘偏值校正;利用步骤一得到的所述初始mask和步骤二得到的进行过灰度处理的白睛图像,使用八邻域法(即目标区域按照圆周八等份均分后的八个方向边缘交点)来计算曲线的能量;设 $I_{\text{内}}$ 和 $I_{\text{外}}$ 分别为曲线内部和外部的平均强度,定义曲线的能量为E,E的计算公式如公式3所示:

$$[0171] E = -\frac{1}{2} \left( I_{\text{内}} - I_{\text{外}} \right)^2 \quad 3;$$

[0172] 所述进行过灰度处理的白睛图像的边缘偏值计算如公式4所示,

$$[0173] \Delta E = E_{\text{energy}} + a \times E_{\text{curve}} + b \quad 4;$$

[0174] 其中, $E_{\text{energy}}$ 为初始mask灰度图像边缘曲线的能量, $E_{\text{curve}}$ 为在白睛图像区域内对初始mask进行扩展后的灰度图像边缘曲线的能量,a为决定mask边缘形状光滑程度的常数系数,b为经验偏置常数;在进行白睛图像有效区域提取时,通过b值调整可以产生一个向外的推力,使白睛初始mask的边缘快速向外推动,直到 $\Delta E=0$ 时到达白睛原始图像的有效白睛区域边缘,从而起到校正白睛图像边缘偏值的作用。

[0175] 在上述实施例的基础上,在本发明的另一个优选实施例中,所述分析方法还包括:

[0176] 对所述白睛图像及其形态特征、诊断结果进行显示,所述形态特征包括白睛颜色特征、白睛血脉特征及白睛表面形态特征,所述诊断结果包括眼睛病变信息和待测者健康状况的生理病理信息。

[0177] 需要说明的是,保存的所述白睛图像可以通过显示装置显示或通过处理装置对其进行保存、特征提取或分析对比等操作。本发明对此并不做限定,具体视实际情况而定。

[0178] 在上述实施例的基础上,本发明的另一个实施例提供了一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析方法,如图6所示,包括:

[0179] S201:使待测眼睛通过所述定位孔100观察所述照明装置200及指示标识201或202;

[0180] S202:启动所述分析系统,使照明装置200的照明光线通过定位孔100斜射入待测眼睛,使待测眼睛被逆光照亮,并且使所述照明装置200的像位于待测眼睛虹膜中;

[0181] S203:利用成像装置300对待测眼睛的白睛进行对焦与清晰成像,获取逆光照亮的白睛宽场无影图像;

[0182] S204:对所述白睛图像进行显示并保存,并提取保存的所述白睛图像的形态特征,并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析,生成包括待测眼睛病变信息及待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。

[0183] 综上所述,本发明实施例提供了一种基于白睛无影成像的人体健康状况在体分析系统及分析方法,其中,所述分析系统包括:定位孔100、照明装置200和成像装置300;利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像时,首先启动所述分析系统使照明装置200的照明光线通过所述定位孔100斜射入待测眼睛,使待测眼睛被逆光照亮;然后使待测者待测眼睛通过所述定位孔100观察所述照明装置200的指示标识201或202,实现照明装置200沿待测眼睛观察方向的反方向斜入射照亮待测眼睛,从而使所述照明装置200的像位于待测眼睛虹膜中;此时利用所述成像装置300对待测眼睛的白睛进行成像,获取待测眼睛的白睛图像;最后利用所述处理装置600保存所述白睛图像,并提取保存的所述白睛图像的形态特征,并将其与预设数据库中的白睛形态特征进行对比分析,生成包括待测眼睛病变信息及

待测者健康状况生理病理信息的诊断结果。通过所述分析系统的工作过程可以发现,利用所述分析系统对待测眼睛的白睛进行成像不需要对待测眼睛进行多次成像并拼接的操作,获取待测眼睛全幅面白睛图像的过程耗时短;并且发明人研究发现,照明光线沿待测 眼睛观察方向的反方向斜入射照亮待测眼睛的照明方式可以使所述照明装置200的反射像定位于待测眼睛的虹膜中,而不会定位于待测眼睛的白睛上,影响待测眼睛的白睛图像的成像质量;因此利用所述分析系统对待测眼睛白睛成像不会在待测眼睛白睛上形成所述照明装置200的反射像,提高了待测眼睛白睛图像的成像质量;并且所述分析系统可以根据获取的所述白睛图像获取眼睛病变和人体健康状况生理病理信息在体分析的诊断结果,所述诊断结果可以为测试者提供医学辅助诊断建议。

[0184] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0185] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

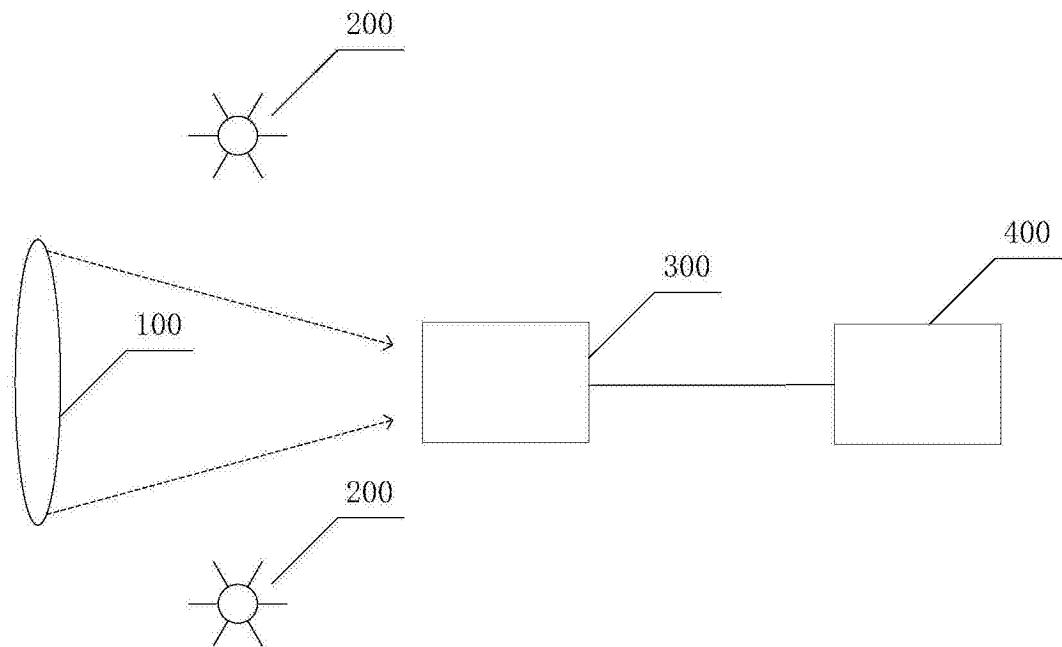


图1

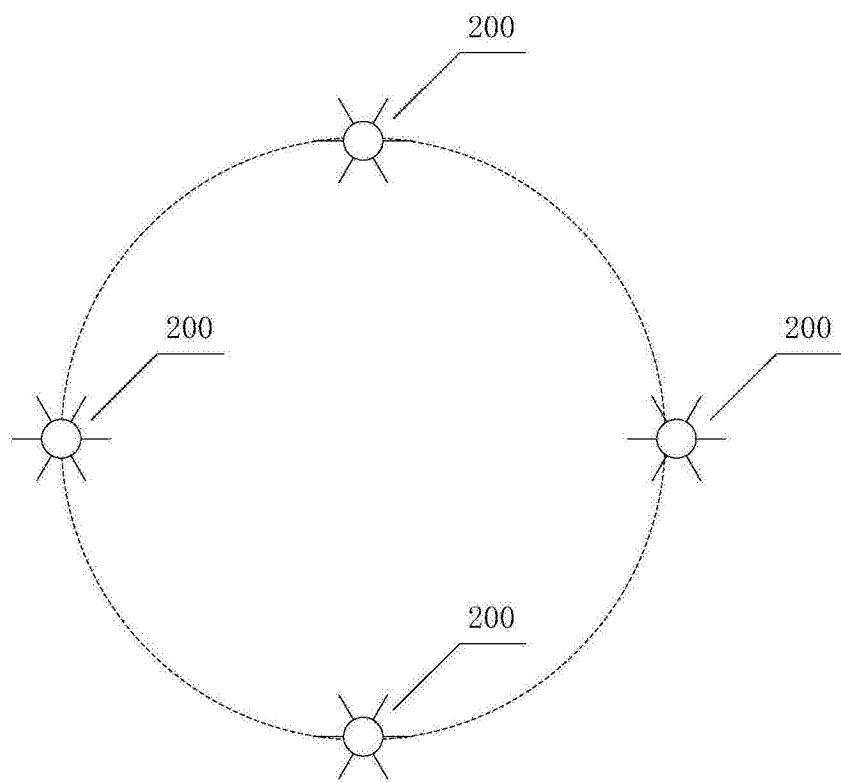


图2

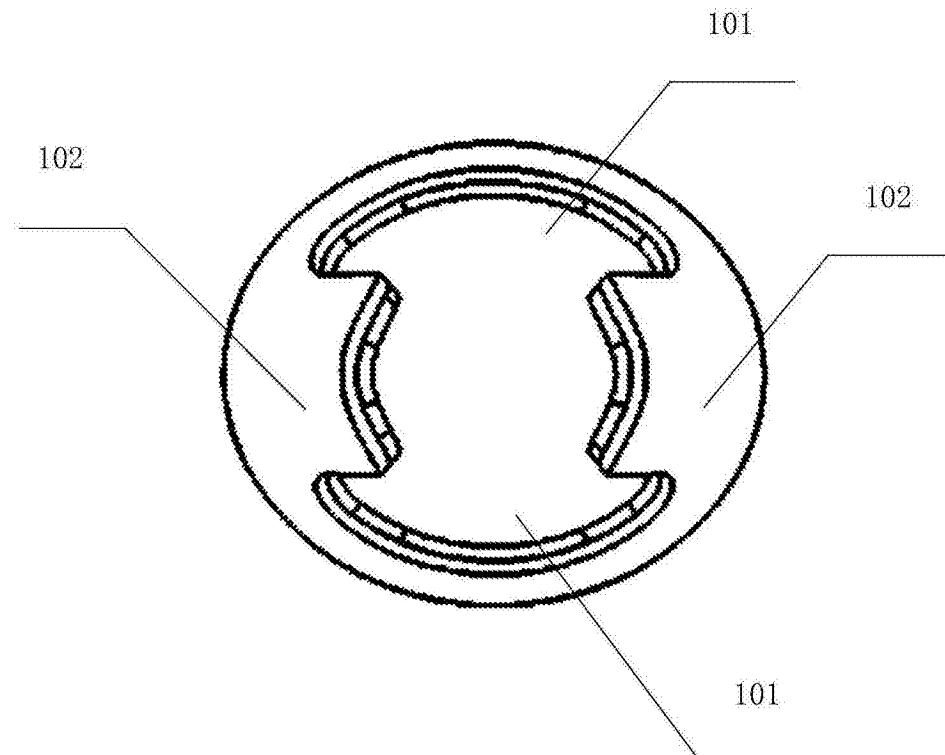


图3

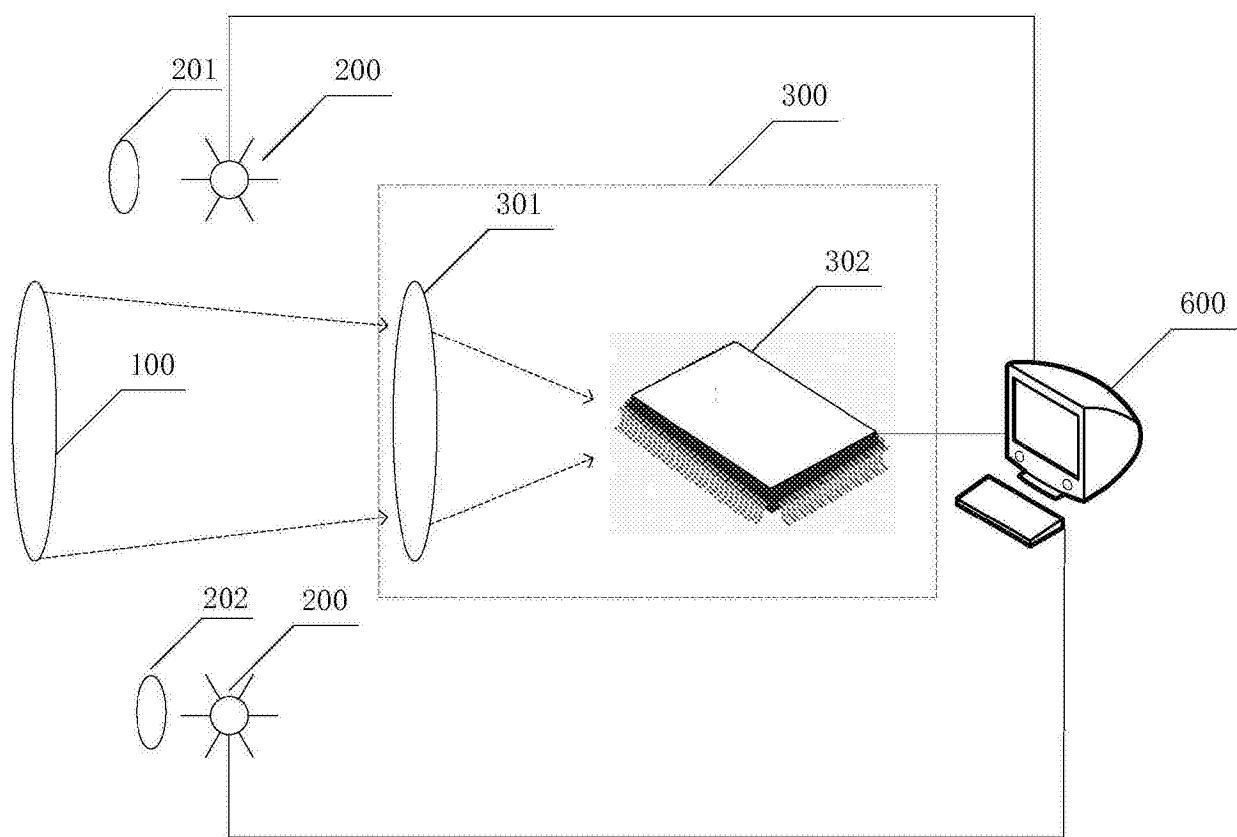


图4

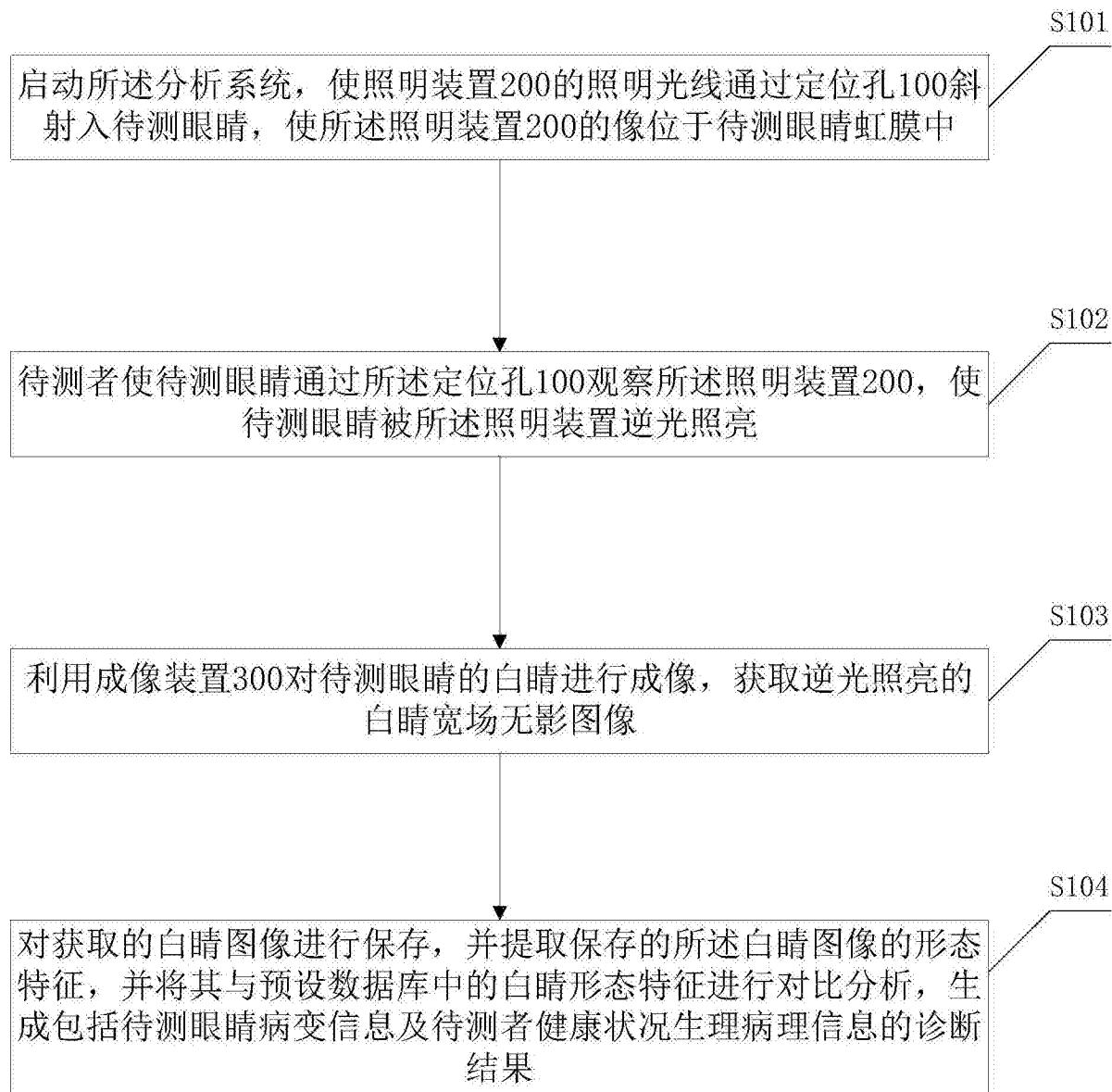


图5

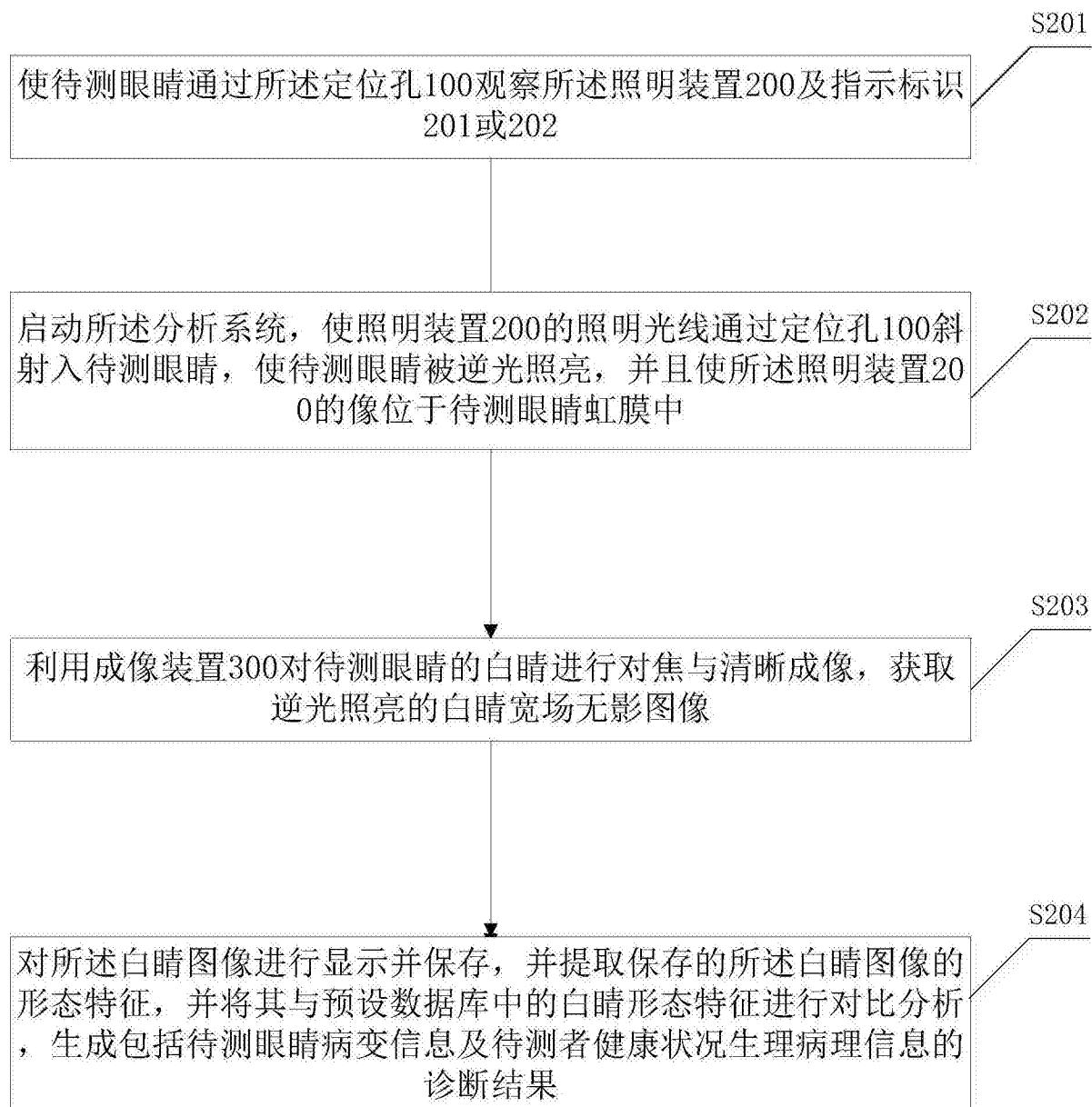


图6