



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113974964 B

(45) 授权公告日 2022.04.22

(21) 申请号 202111619214.3

A61F 9/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.28

审查员 何雯

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113974964 A

(43) 申请公布日 2022.01.28

(73) 专利权人 广东麦特维逊医学研究发展有限公司

地址 528200 广东省佛山市南海区桂城夏南路12号天富科技城3号楼东门503

(72) 发明人 周辉 曹海峰 张道森 王月虹

(74) 专利代理机构 深圳市科进知识产权代理事务所(普通合伙) 44316

代理人 孟洁

(51) Int. Cl.

A61F 9/007 (2006.01)

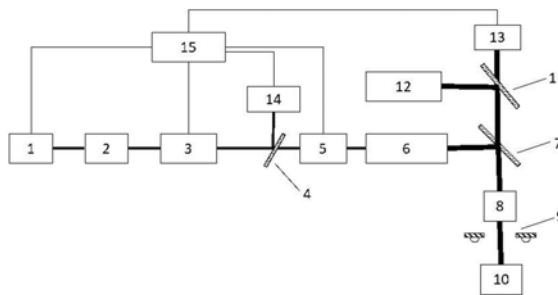
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种激光撕囊装置及其工作方法

(57) 摘要

本申请提供的激光撕囊装置,包括激光器(1)、中继光学模块(2)、空间光调制器(3)、分束立方(4)、振镜(5)、扩束模块(6)、第一二向色镜(7)、成像镜头(8)、人眼照明光源(9)、第二二向色镜(11)、光学相干层析模块(12)、相机(13)、波前检测模块(14)及计算机(15),上述激光撕囊装置及其工作方法,实现在无人眼接口或其它实现人眼固定功能装置下的人眼撕囊手术操作,解决了传统技术依靠人眼对接接口固定人眼,医生手术中手动撕囊时撕囊形状、大小、位置精度难以保证的难题,实时、动态、精准地实现前囊膜的切割,精准而安全地完成撕囊手术,大大提高了手术的精准度和可靠性。



1. 一种激光撕囊装置,其特征在于,包括:激光器(1)、中继光学模块(2)、空间光调制器(3)、分束立方(4)、振镜(5)、扩束模块(6)、第一二向色镜(7)、成像镜头(8)、人眼照明光源(9)、第二二向色镜(11)、光学相干层析模块(12)、相机(13)、波前检测模块(14)及计算机(15),所述计算机(15)电性连接于所述激光器(1)、所述光学相干层析模块(12)及所述相机(13),其中:

所述激光器(1)出射的第一激光经所述中继光学模块(2)引导至所述空间光调制器(3)进行波前定量调制以形成第二激光;

所述第二激光经所述分束立方(4)后其中一部分光束反射至所述波前检测模块(14),所述波前检测模块(14)对所述第二激光进行波前实时检测,实时检测后的激光入射所述振镜(5)再传输至所述扩束模块(6)进行扩束形成第三激光;

所述第三激光入射到所述第一二向色镜(7),其中一部分光束经所述第一二向色镜(7)反射至所述成像镜头(8)进行聚焦再入射至人眼(10)内聚焦成光斑,另一部分光束透射所述第一二向色镜(7)后再经所述第二二向色镜(11)后传输至所述光学相干层析模块(12);

所述成像镜头(8)和所述光学相干层析模块(12)实时检测人眼空间位姿,所述成像镜头(8)和所述相机(13)在所述人眼照明光源(9)的照明下对人眼进行成像并传递获取的图像信息至所述计算机(15);

所述光学相干层析模块(12)通过对人眼前节三维成像获取角膜地形图及前囊膜空间位置并监测手术时人眼的空间位置;

所述计算机(15)根据所述光学相干层析模块(12)检测到的人眼空间位姿信息和所述相机(13)获取的人眼在像平面上的图像信息并进行综合处理,调整所述激光器(1)发出的激光入射的光斑位置和光斑质量偏离;

所述计算机(15)还可以根据所述振镜(5)的数据结合人眼实时空间位置及姿态获得经过成像镜头(8)入射到人眼(10)的会聚光束在人眼角膜的光学通路;通过所述光学通路上的角膜像差信息及三维结构信息获得空间光调制器(3)的波前校正信息并传递至所述空间光调制器(3),所述空间光调制器(3)加载校正波前,补偿所述光学通路上角膜像差引起的入射到人眼内的光斑位置偏离和光斑质量降低;

所述空间光调制器(3)为透射式空间光调制器或反射式空间光调制器;

波前检测模块(14)为Shack-Hartmann波前检测系统、曲率传感波前检测系统或剪切干涉波前检测系统及其组合;

所述计算机(15)还电性连接所述空间光调制器(3)、所述振镜(5)及所述波前检测模块(14);

所述波前检测模块(14)对经过所述空间光调制器(3)调制后的激光波前进行实时检测分析并数据上传至所述计算机(15)进行分析处理。

2. 根据权利要求1所述的激光撕囊装置,其特征在于,所述振镜(5)可对入射到所述人眼(10)的光束方向进行调整,以约束入射到人眼(10)内的光斑在X/Y/Z轴方向位置。

3. 根据权利要求2所述的激光撕囊装置,其特征在于,所述振镜(5)与所述成像镜头(8)的光轴同轴,且由人眼(10)指向所述相机(13)的方向为Z轴方向。

4. 根据权利要求1所述的激光撕囊装置,其特征在于,所述人眼照明光源(9)为稳频无闪烁LED照明光源。

5. 根据权利要求1所述的激光撕囊装置,其特征在于,所述光学相干层析模块(12)为谱域光学相干层析系统或扫频光学相干层析系统或其组合。

6. 根据权利要求5所述的激光撕囊装置,其特征在于,所述人眼前节包括角膜或前房或虹膜或睫状体。

## 一种激光撕囊装置及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于医疗器械技术领域,具体涉及一种激光撕囊装置及其工作方法。

### 背景技术

[0002] 在晶状体替换手术领域如白内障手术和老花眼手术,需要将患者原来的晶状体替换为人工晶状体,达到改善视力的目的。而晶状体替换手术中最核心的步骤为撕囊,现有技术主要是医生手动手术撕囊的方式。目前超声乳化技术十分成熟,医生手工碎核的技术也十分成熟,在晶状体替换领域最大的难点就是撕囊环节。圆形囊袋一旦偏心或太小时,在术后囊袋则会收缩成直径偏小的连续圆形囊袋,使得人工晶状体发生偏心的情况,导致囊袋收缩综合征发生。一旦发生囊袋收缩综合征,人工晶状体的材料对患者形成刺激,导致炎症反应的发生,使得患者房水屏障破裂,导致前囊下的上皮细胞出现纤维细胞,促使纤维化及增殖生长,导致术后出现撕囊区域面积减少、人工晶状体偏心、囊袋收缩变窄等,患者屈光不正、视觉功能障碍、炫光等不良症状。

[0003] 撕囊的关键在于对所撕囊膜形状、大小、切割边缘光滑程度的控制。医生依靠经验完成手动手术撕囊操作不确定性大,撕囊均一性难保证,撕囊形状及大小精度低,所撕囊膜边缘较为粗糙,严重时可能会引起术后不良症状。这些手术全部需要将人眼固定后手动完成,给病人造成极大的心理压力。

### 发明内容

[0004] 鉴于此,有必要针对现有技术存在的缺陷提供一种能够实时精准地实现前囊膜的切割及撕囊手术的激光撕囊装置。

[0005] 为解决上述问题,本发明采用下述技术方案:

[0006] 本申请提供了一种激光撕囊装置,包括:激光器(1)、中继光学模块(2)、空间光调制器(3)、分束立方(4)、振镜(5)、扩束模块(6)、第一二向色镜(7)、成像镜头(8)、人眼照明光源(9)、第二二向色镜(11)、光学相干层析模块(12)、相机(13)、波前检测模块(14)及计算机(15),所述计算机(15)电性连接于所述激光器(1)、所述光学相干层析模块(12)及所述相机(13),其中:

[0007] 所述激光器(1)出射的第一激光经所述中继光学模块(2)引导至所述空间光调制器(3)进行波前定量调制以形成第二激光;

[0008] 所述第二激光经所述分束立方(4)后其中一部分光束反射至所述波前检测模块(14),所述波前检测模块(14)对所述第二激光进行波前实时检测,实时检测后的激光入射所述振镜(5)再传输至所述扩束模块(6)进行扩束形成第三激光;

[0009] 所述第三激光入射到所述第一二向色镜(7),其中一部分光束经所述第一二向色镜(7)反射至所述成像镜头(8)进行聚焦再入射至人眼(10)内聚焦成光斑,另一部分光束透射所述第一二向色镜(7)后再经所述第二二向色镜(11)后传输至所述光学相干层析模块(12);

[0010] 所述成像镜头(8)和所述光学相干层析模块(12)实时检测人眼空间位姿,所述成像镜头(8)和所述相机(13)在所述人眼照明光源(9)的照明下对人眼进行成像并传递获取的图像信息至所述计算机(15);

[0011] 所述计算机(15)根据所述光学相干层析模块(12)检测到的人眼空间位姿信息和所述相机(13)获取的人眼在像平面上的图像信息并进行综合处理,调整所述激光器(1)发出的激光入射的光斑位置和光斑质量偏离。

[0012] 在其中一些实施例中,所述空间光调制器(3)为透射式空间光调制器或反射式空间光调制器。

[0013] 在其中一些实施例中,所述振镜(5)可对入射到所述人眼(10)的光束方向进行调整,以约束入射到人眼(10)内的光斑在X/Y/Z轴方向位置。

[0014] 在其中一些实施例中,所述振镜(5)与所述成像镜头(8)的光轴同轴,且由人眼(10)指向所述相机(13)的方向为Z轴方向。

[0015] 在其中一些实施例中,所述人眼照明光源(9)为稳频无闪烁LED照明光源。

[0016] 在其中一些实施例中,所述光学相干层析模块(12)为谱域光学相干层析系统或扫频光学相干层析系统或其组合,所述光学相干层析模块(12)通过对人眼前节三维成像获取角膜地形图及前囊膜空间位置并监测手术时人眼的空间位置。

[0017] 在其中一些实施例中,所述人眼前节包括角膜或前房或虹膜或睫状体。

[0018] 在其中一些实施例中,波前检测模块(14)为Shack-Hartmann波前检测系统、曲率传感波前检测系统或剪切干涉波前检测系统及其组合。

[0019] 在其中一些实施例中,所述计算机(15)还电性连接所述空间光调制器(3)、所述振镜(5)及所述波前检测模块(14)。

[0020] 本申请采用上述技术方案具备下述效果:

[0021] 本申请提供的激光撕囊装置,包括激光器(1)、中继光学模块(2)、空间光调制器(3)、分束立方(4)、振镜(5)、扩束模块(6)、第一二向色镜(7)、成像镜头(8)、人眼照明光源(9)、第二二向色镜(11)、光学相干层析模块(12)、相机(13)、波前检测模块(14)及计算机(15),上述激光撕囊装置及其工作方法,实现在无人眼接口或其它实现人眼固定功能装置下的人眼撕囊手术操作,解决了传统技术依靠人眼对接接口固定人眼,医生手术中手动撕囊时撕囊形状、大小、位置精度难以保证的难题,实时、动态、精准地实现前囊膜的切割,精准而安全地完成撕囊手术,大大提高了手术的精准度和可靠性,且手术均一度好,大大降低了对执行手术的医生的经验的要求。

## 附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明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,下面所描述的附图仅仅是本发明的一些实施例,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,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1为本发明实施例1提供的激光撕囊装置的结构示意图。

[0024] 图2为本发明实施例2提供的激光撕囊装置的工作流程图。

## 具体实施方式

[0025] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0026] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0027] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。

### [0029] 实施例1

[0030] 请参阅图1,为本申请提供的激光撕囊装置的结构示意图,包括:激光器(1)、中继光学模块(2)、空间光调制器(3)、分束立方(4)、振镜(5)、扩束模块(6)、第一二向色镜(7)、成像镜头(8)、人眼照明光源(9)、第二二向色镜(11)、光学相干层析模块(12)(OCT)、相机(13)、波前检测模块(14)及计算机(15)。所述计算机(15)电性连接于所述激光器(1)、所述空间光调制器(3)、所述振镜(5)、所述光学相干层析模块(12)、所述相机(13)及所述波前检测模块(14)。

[0031] 以下详细说明各个部件的工作方式及其连接关系。

[0032] 具体地,激光器(1)作用是提供激光光源。可以理解,激光器(1)在计算机(15)的控制下发出或关闭激光,激光的单脉冲能量、脉冲时间长度、重复频率可在计算机(15)的控制下实时调节。

[0033] 具体地,中继光学模块(2)的可将激光器(1)发出的激光引导至空间光调制器(3)。空间光调制器(3)的作用是对激光波前进行调制。

[0034] 进一步地,空间光调制器(3)为透射式空间光调制器或反射式空间光调制器。

[0035] 具体地,振镜(5)可对入射到人眼(10)的光束方向进行调整,可控地约束入射到人眼(10)内的光斑在X/Y/Z轴方向位置。

[0036] 进一步地,与成像镜头(8)的光轴同轴,且由人眼(10)指向相机(13)的方向为系统控制的Z轴方向。

[0037] 具体地,成像镜头(8)的可将激光光束精准地聚焦,以及充当OCT(12)的聚焦透镜,还可以作为相机13的成像镜头。

[0038] 进一步地,人眼照明光源(9)可对相机(13)和成像镜头(8)构成的视频监控系統提供照明。

[0039] 可选地,人眼照明光源(9)为稳频无闪烁LED照明光源。

[0040] 进一步地,OCT(12)为谱域光学相干层析系统(SD-OCT)、扫频光学相干层析系统(SS-OCT)或其组合。

[0041] 可以理解,OCT(12)通过对人眼前节三维成像获取角膜地形图及前囊膜空间位置并监测手术时人眼的空间位置。

[0042] 进一步的,所述人眼前节包括:角膜、前房、虹膜、睫状体等。

[0043] 可以理解,OCT(12)针对人眼角膜空间位姿的测量,利用与相机采集获得的人眼位置数据融合获得人眼实时位置及姿态,所述计算机15根据所述人眼实时位置及姿态并结合所述振镜5采集的数据以及术前获得的人眼角膜地形图及角膜像差数据分析得到经过成像镜头后入射在人眼角膜光学通路上的角膜波前数据。

[0044] 进一步地,波前检测模块(14)为Shack-Hartmann波前检测系统、曲率传感波前检测系统或剪切干涉波前检测系统及其组合。

[0045] 可以理解,波前检测模块(14)对经过所述空间光调制器3调制后的激光波前进行实时检测分析并数据上传至所述计算机15进行分析处理。

[0046] 本申请上述实施例1提供的激光撕囊装置,其工作方式如下:

[0047] 所述激光器(1)出射的第一激光经所述中继光学模块(2)引导至所述空间光调制器(3)进行波前定量调制以形成第二激光;

[0048] 所述第二激光经所述分束立方(4)后其中一部分光束反射至所述波前检测模块(14),所述波前检测模块(14)对所述第二激光进行波前实时检测,实时检测后的激光入射所述振镜(5)再传输至所述扩束模块(6)进行扩束形成第三激光;

[0049] 所述第三激光入射到所述第一二向色镜(7),其中一部分光束经所述第一二向色镜(7)反射至所述成像镜头(8)进行聚焦再入射至人眼(10)内聚焦成光斑,另一部分光束透射所述第一二向色镜(7)后再经所述第二二向色镜(11)后传输至所述光学相干层析模块(12);

[0050] 所述成像镜头(8)和所述光学相干层析模块(12)实时检测人眼空间位姿,所述成像镜头(8)和所述相机(13)在所述人眼照明光源(9)的照明下对人眼进行成像并传递获取的图像信息至所述计算机(15);

[0051] 所述计算机(15)根据所述光学相干层析模块(12)检测到的人眼空间位姿信息和所述相机(13)获取的人眼在像平面上的图像信息并进行综合处理,调整所述激光器(1)发出的激光入射的光斑位置和光斑质量偏离。

[0052] 进一步地,所述计算机(15)还可以根据所述振镜(5)的数据结合人眼实时空间位置及姿态获得经过成像镜头(8)入射到人眼(10)的会聚光束在人眼角膜的光学通路;通过所述光学通路上的角膜像差信息及三维结构信息获得空间光调制器(3)的波前校正信息并传递至所述空间光调制器(3),所述空间光调制器(3)加载校正波前,补偿所述光学通路上角膜像差引起的入射到人眼内的光斑位置偏离和光斑质量降低。

[0053] 本申请上述实施例1提供的激光撕囊装置,具有如下优点:

[0054] (1)在传统的超声乳化手术中,患者撕囊依靠医生手动操作,精准度和可重复性较低。激光技术通过计算机计算光斑位置,由高精度振镜实现光斑作用位置的改变,可精准控制前囊膜切割尺寸,切割精度高、稳定性好、可重复性高。

[0055] (2)激光技术对患者前囊切开直径的尺寸精度控制效果显著,可使得囊口边缘可将人工晶体完全遮蔽,确保囊袋内的人工晶体位置的准确,规避人工晶体偏移风险。

[0056] (3)激光辅助前囊膜切开的光滑度高于手动撕囊。

[0057] (4)秒激光辅助前囊膜切开的囊膜口圆度和覆盖度更优越;激光更加精准位置居中,术后更能有效包裹IOL光学部,预防后发障。而不规则的手工撕囊则会导致囊膜不对称收缩和矢量力,随着时间的推移会加剧IOL偏离中心。

[0058] (5)手动撕囊学习曲线长,过分依赖于医生经验及手术技巧,对年轻医生是一项巨大挑战,本发明依靠计算机规划激光切割轨迹,精准可控、可靠性高,不依赖于医生手术经验,对医生操作要求较低,手术安全性高。

[0059] (6)激光切割囊膜边缘具有良好的连续性,囊膜无撕裂。

[0060] 实施例2

[0061] 请参阅图2,为本申请实施例2提供的激光撕囊装置的工作方法的步骤流程图,包括下述步骤:

[0062] 步骤S110:所述激光器(1)出射的第一激光经所述中继光学模块(2)引导至所述空间光调制器(3)进行波前定量调制以形成第二激光;

[0063] 步骤S120:所述第二激光经所述分束立方(4)后其中一部分光束反射至所述波前检测模块(14),所述波前检测模块(14)对所述第二激光进行波前实时检测,实时检测后的激光入射所述振镜(5)再传输至所述扩束模块(6)进行扩束形成第三激光;

[0064] 步骤S130:所述第三激光入射到所述第一二向色镜(7),其中一部分光束经所述第一二向色镜(7)反射至所述成像镜头(8)进行聚焦再入射至人眼(10)内聚焦成光斑,另一部分光束透射所述第一二向色镜(7)后再经所述第二二向色镜(11)后传输至所述光学相干层析模块(12);

[0065] 步骤S140:所述成像镜头(8)和所述光学相干层析模块(12)实时检测人眼空间位姿,所述成像镜头(8)和所述相机(13)在所述人眼照明光源(9)的照明下对人眼进行成像并传递获取的图像信息至所述计算机(15);

[0066] 步骤S150:所述计算机(15)根据所述光学相干层析模块(12)检测到的人眼空间位姿信息和所述相机(13)获取的人眼在像平面上的图像信息并进行综合处理,调整所述激光器(1)发出的激光入射的光斑位置和光斑质量偏离。

[0067] 其详细的工作步骤在实施例1中也有详细说明,这里不再赘述。

[0068] 本申请上述实施例2提供的上述激光撕囊装置的工作方法,实现在无人眼接口或其它实现人眼固定功能装置下的人眼撕囊手术操作,解决了传统技术依靠人眼对接接口固定人眼,医生手术中手动撕囊时撕囊形状、大小、位置精度难以保证的难题,实时、动态、精准地实现前囊膜的切割,精准而安全地完成撕囊手术,大大提高了手术的精准度和可靠性,且手术均一度好,大大降低了对执行手术的医生的经验的要求。

[0069] 以上仅为本申请的实施例而已,并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的权利要求范围之内。



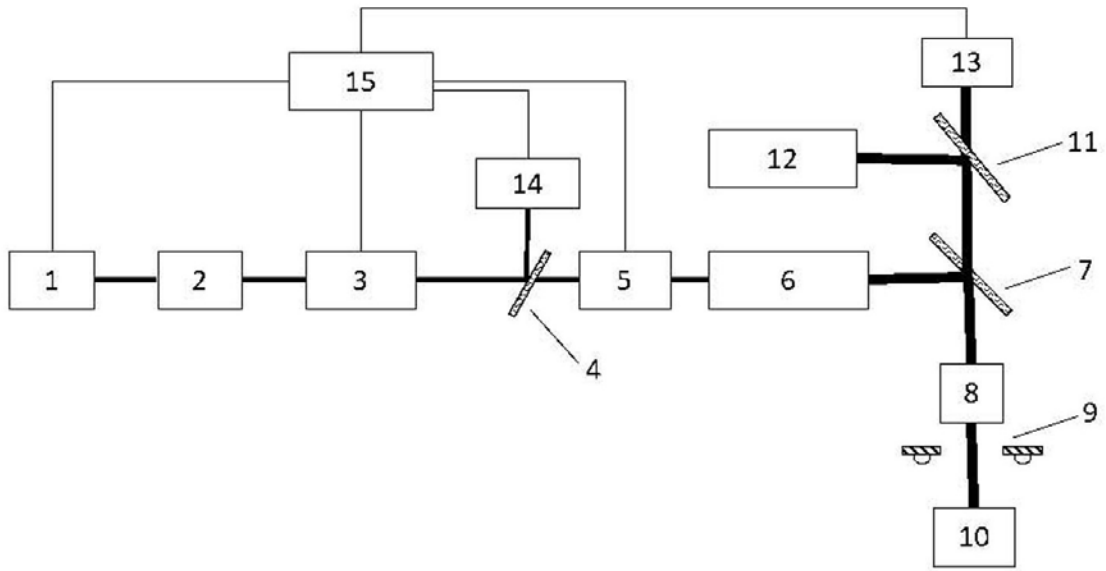


图1

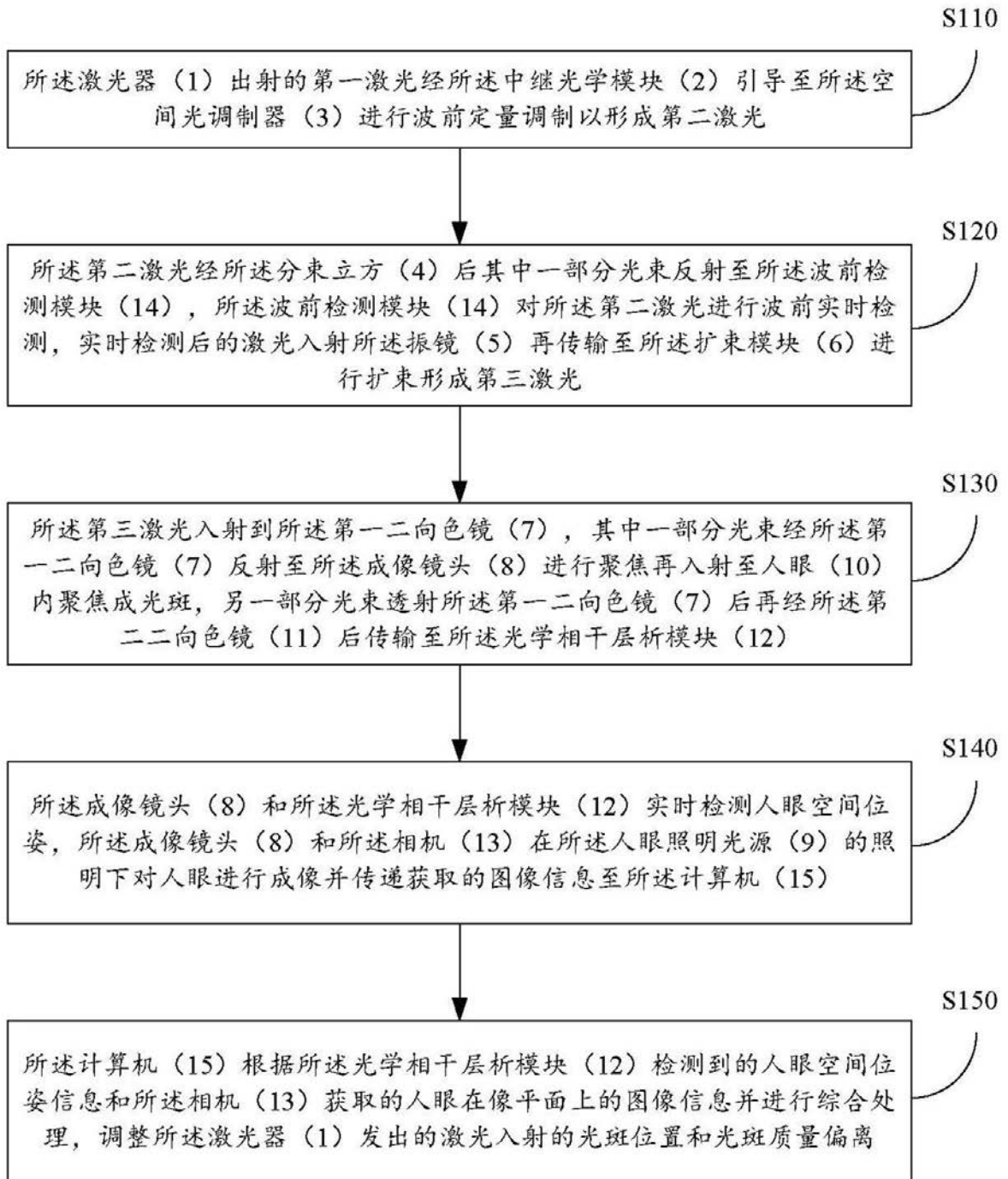


图2