(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109481138 B
(45)授权公告日 2022.04.19

(21)申请号 201811055640.7
(22)申请日 2018.09.11
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109481138 A
(43)申请公布日 2019.03.19
(30)优先权数据
102017121085.7 2017.09.12 DE
(73)专利权人 卡尔蔡司医疗技术股份公司
地址 德国耶拿
(72)发明人 J.斯特芬 C.豪格
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 王蕊瑞
(51)Int.Cl.
*A61F 9/007*(2006.01)
*A61B 3/12*(2006.01)
*A61B 3/14*(2006.01)

(56)对比文件
WO 2017063714 A1,2017.04.20
CN 102159128 A,2011.08.17
WO 2013037606 A1,2013.03.21
EP 2965688 A1,2016.01.13
CN 106667658 A,2017.05.17
CN 107106011 A,2017.08.29
CN 105748033 A,2016.07.13
CN 105283901 A,2016.01.27
CN 103153386 A,2013.06.12
US 2009093798 A1,2009.04.09
US 2016183779 A1,2016.06.30
DE 4114646 C2,1996.02.29
JP 2017113134 A,2017.06.29
CN 106053349 A,2016.10.26
WO 2017149181 A1,2017.09.08
US 2017042419 A1,2017.02.16
US 2016183785 A1,2016.06.30 (续)

审查员 豆琳芹

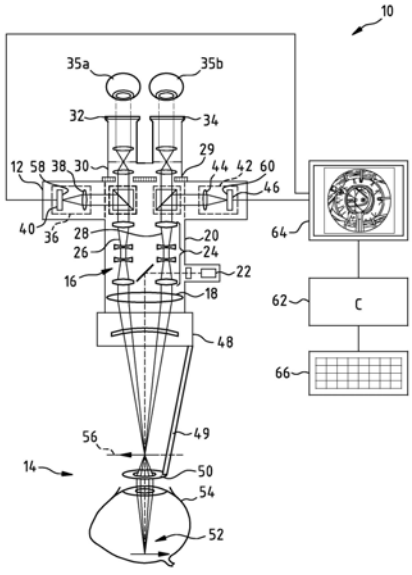
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

眼部手术可视化系统

(57)摘要

一种眼部手术可视化系统具有检眼镜检查放大镜,检眼镜检查放大镜使位于患者眼睛内的部分成像在与图像传感器上的成像平面共轭的中间图像平面中。图像处理例程将成像平面中的目标区域的图像的第一部分与目标区域的图像的第二部分分离,第一部分通过图像传感器捕捉且通过穿过检眼镜检查放大镜的成像光束路径产生,第二部分通过图像传感器捕捉且通过延伸到检眼镜检查放大镜之外的成像光束路径产生、并且与第一部分互补,以便将目标区域的图像的第一部分通过与第一部分关于位于该图像的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线的镜像相对应的自同构转化成镜像第一部分,并且以便组合镜像第一部分和第二部分以形成被提供给图像显示装置的目标区域合成图像。




CN 109481138 B

[转续页]

[接上页]

(56)对比文件

刘艳英.Stevens-Johnson综合征眼部并发症手术患者的护理.《中国实用医药》.2017,

B.Zheng.Reaction times and the decision-making process in endoscopic surgery - An experimental study.<Surgical Endoscopy>.2003,

1.一种眼部手术可视化系统(10,10',10"),包括:图像传感器(40,46);用于通过光学成像光束路径在该图像传感器(40,46)上的成像平面(58,60)中产生目标区域(14)的图像(68)的成像系统;计算机单元(62),该计算机单元包含用于处理该目标区域(14)的图像(68)的图像处理例程,所述图像是通过该图像传感器(40,46)捕捉的并且具有图像平面;以及用于使在该计算机单元(62)中处理过的图像的图像数据可视化的图像显示装置(64),

其特征在于,

检眼镜检查放大镜(50),该检眼镜检查放大镜用于使位于患者眼睛(54)内的部分(52)成像在与该图像传感器(40,46)上的该成像平面(58,60)共轭的中间图像平面(56)中,其中,该图像处理例程用于将该图像传感器(40,46)上的成像平面(58,60)中的该目标区域(14)的图像(68)的第一部分(70)与该目标区域(14)的图像(68)的第二部分(72)分离,所述第一部分是通过该图像传感器(40,46)捕捉的并且是通过穿过该检眼镜检查放大镜(50)的成像光束路径产生的,所述第二部分是通过该图像传感器(40,46)捕捉的并且是通过延伸到该检眼镜检查放大镜(50)之外的成像光束路径产生的、并且与这些第一部分(70)互补,以便将该目标区域(14)的图像(68)的这些第一部分(70)通过与这些第一部分(70)关于位于该图像(68)的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线(86,88)的镜像相对应的自同构转化成镜像第一部分(70'),并且以便组合这些镜像第一部分(70')和与这些第一部分(70)互补的这些第二部分(72)以形成被提供给该图像显示装置(64)的目标区域合成图像(68')。

2.根据权利要求1所述的眼部手术可视化系统,其特征在于,该图像处理例程包含图像数据评估阶段,该图像数据评估阶段根据呈该患者眼睛(54)的视网膜的一部分的形式的图像信息来触发在视网膜可视化例程中对于与该图像(68)的这些第一部分(70)相关的图像数据的专门处理,在该视网膜可视化例程中,该目标区域(14)的图像(68)的这些第一部分(70)通过与这些第一部分(70)关于位于该图像(68)的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线(86,88)的镜像相对应的自同构被转化成镜像第一部分(70')、并且作为视网膜可视化例程目标区域图像被输出至该图像显示装置(64)。

3.一种眼部手术可视化系统(10,10',10"),包括:第一图像传感器(40);用于通过光学成像光束路径在该第一图像传感器(40)上的成像平面(58,60)中产生目标区域(14)的图像(68)的成像系统;计算机单元(62),该计算机单元包含用于处理该目标区域(14)的图像(68)的图像处理例程,所述图像是通过该第一图像传感器(40)捕捉的并且具有图像平面;以及用于使在该计算机单元(62)中处理过的该第一图像传感器(40)的图像(68)的图像数据可视化的图像显示装置(64),

其特征在于,

第二图像传感器(46)和第二成像系统,该第二成像系统用于通过光学成像光束路径在该第二图像传感器(46)上的成像平面(58,60)中产生目标区域(14)的图像(68),其中,该计算机单元中的该图像处理例程还被设计用于处理该目标区域(14)的图像(68),所述图像是通过该第二图像传感器(46)捕捉的,所述第二成像系统具有图像处理例程,并且

其中,该图像显示装置(64)还被设计用于使在该计算机单元(62)处理过的该第二图像传感器(46)的图像(68)可视化,

检眼镜检查放大镜(50),该检眼镜检查放大镜用于将位于患者眼睛(54)内的部分(52)成像在与该第一图像传感器(40)上的成像平面(58)共轭的中间图像平面(56)中、并且用于

将位于患者眼睛(54)内的部分(52)成像在与该第二图像传感器(46)上的成像平面(60)共轭的中间图像平面(56)中,其中,该图像处理例程用于将该第一和第二图像传感器(40,46)上的成像平面(58,60)中的该目标区域(14)的相应图像的第一部分(70)与该目标区域(14)的相应图像(68)的第二部分(72)分离,所述第一部分是通过该第一图像传感器(40)和该第二图像传感器(46)捕捉的并且分别是相应地通过穿过该检眼镜检查放大镜(50)的成像光束路径产生的,所述第二部分是通过所述图像传感器(40,46)捕捉的并且相应地是通过延伸到该检眼镜检查放大镜(50)之外的成像光束路径产生的、并且与这些第一部分(70)互补,以便将该目标区域(14)的图像(68)的相应第一部分(70)通过与这些第一部分(70)关于位于该图像(68)的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线(86,88)的镜像相对应的自同构被转化成相应地镜像第一部分(70'),并且以便相应地组合这些镜像第一部分(70')以及与其互补的这些第二部分(72)以形成被提供给该图像显示装置(64)的目标区域合成图像(68')。

4.根据权利要求3所述的眼部手术可视化系统,其特征在于,该图像处理例程包含图像数据评估阶段,该图像数据评估阶段根据呈该患者眼睛(54)的视网膜的一部分的形式的图像信息来触发在视网膜可视化例程中对于与该目标区域(14)的相应图像(68)的这些第一部分(70)相关的图像数据的专门处理,在视网膜可视化例程中,该目标区域(14)的相应图像(68)的这些第一部分(70)通过与这些第一部分(70)关于位于该图像的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线(86,88)的镜像相对应的自同构被转化成镜像第一部分(70')、并且接着作为相应的视网膜可视化例程目标区域图像被输出至该图像显示装置(64)。

5.根据权利要求4所述的眼部手术可视化系统,其特征在于,该成像系统以比该第二成像系统更大的放大率使该目标区域(14)成像。

6.根据权利要求3至5中任一项所述的眼部手术可视化系统,其特征在于,该第一图像传感器(40)用于捕捉该目标区域(14)的第一立体局部图像并且该第二图像传感器(46)用于捕捉该目标区域(14)的第二立体局部图像,并且该图像显示装置(64)被设计用于使在该计算机单元(62)中处理过的该第一图像传感器(40)和该第二图像传感器(46)的图像(68)的图像数据立体可视化。

7.根据权利要求1至5中任一项所述的眼部手术可视化系统,其特征在于,该图像处理例程包含用于通过图像处理来识别该检眼镜检查放大镜(50)的透镜边缘的算法、并且将该检眼镜检查放大镜(50)的边缘(82)在该目标区域(14)的图像(68)中所包围的区域定义为通过穿过该检眼镜检查放大镜(50)的成像光束路径产生的该目标区域(14)的图像(68)的第一部分。

8.根据权利要求7所述的眼部手术可视化系统,其特征在于,该检眼镜检查放大镜(50)被保持在检眼镜检查放大镜支撑件(49)上,并且所述用于识别检眼镜检查放大镜(50)的边缘(82)的算法包含颜色评估例程,该颜色评估例程与该检眼镜检查放大镜支撑件(49)的至少一个部分的特有颜色匹配。

9.根据权利要求1至5中任一项所述的眼部手术可视化系统,其特征在于,该图像处理例程包含用于通过图像处理来识别该患者眼睛(54)的瞳孔的算法、并且将该检眼镜检查放大镜(50)的透镜边缘在该目标区域(14)的图像(68)中所包围的区域定义为通过穿过该检眼镜检查放大镜(50)的成像光束路径产生的该目标区域(14)的图像(68)的第一部分。

10.一种用于提供图像数据以使患者眼睛(54)可视化的方法,包括以下步骤:

将患者眼睛(54)的图像(68)提供给图像处理例程;以及

在图像处理例程中处理该图像(68)以形成图像数据,

其特征在于,

通过至少部分地穿过检眼镜检查放大镜(50)的成像光束路径来捕捉该患者眼睛(54)的图像(68),以及

将所捕捉的目标区域(14)的图像(68)的第一部分(70)与该目标区域(14)的图像(68)的第二部分(72)分离,所述第一部分是通过穿过该检眼镜检查放大镜(50)的成像光束路径产生的,所述第二部分是通过延伸到该检眼镜检查放大镜(50)之外的成像光束路径产生的、并且与这些第一部分(70)互补,

该目标区域(14)的图像(68)的这些第一部分(70)通过与这些第一部分(70)关于位于该图像(68)的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线(86,88)的镜像相对应的自同构被转化成镜像第一部分(70'),并且将这些镜像第一部分(70')同与这些第一部分(70)互补的这些第二部分(72)组合形成关于目标区域合成图像(68')的图像数据。

11.一种计算机可读存储介质,具有用于在计算机单元(62)上执行如权利要求10所述的方法的程序代码工具。

# 眼部手术可视化系统

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种眼部手术可视化系统，该系统包括图像传感器；用于通过光学成像光束路径在该图像传感器上的成像平面中产生目标区域的图像的成像系统；计算机单元，该计算机单元包含用于该目标区域的图像的图像处理例程，所述图像是通过该图像传感器捕捉的并且具有图像平面；以及用于使在该计算机单元中处理过的图像的图像数据可视化的图像显示装置。本发明还涉及一种眼部手术可视化系统，该系统包括：第一图像传感器；用于通过光学成像光束路径在该第一图像传感器上的成像平面中产生目标区域的图像的成像系统；第二图像传感器；用于通过光学成像光束路径在该第二图像传感器上的成像平面中产生目标区域的图像的第二成像系统；计算机单元，该计算机单元包含图像处理例程，该图像处理例程用于处理通该目标区域的图像，该图像是通过该第一图像传感器捕捉的并且具有图像平面，并且用于处理该目标区域的图像，该图像是通过该第二图像传感器捕捉的并且具有图像平面；以及用于使在该计算机单元中处理过的、该第一图像传感器和第二图像传感器的图像的图像数据可视化的图像显示装置。此外，本发明涉及一种用于提供图像数据以使患者眼睛可视化的方法、以及一种计算机程序。

## 背景技术

[0002] 从DE 10 2009 030 504 A1已知了一种包括图像传感器和计算机单元的眼部手术可视化系统，该计算机单元包含用于目标区域的图像的图像处理例程，所述图像是由该图像传感器捕捉的。

[0003] 眼部手术可视化系统用于眼科手术中，例如用于在对患者眼睛的后部进行手术干预的情况。

[0004] DE 41 14 646 A1描述了一种包含手术显微镜的眼部手术可视化系统，该手术显微镜具有沿着显微镜筒的范围而安排在显微镜主物镜下方的检眼镜检查附接模块。这种检眼镜检查附接模块包含一个或多个检眼镜检查放大镜，其用于在第一中间图像平面中产生患者眼睛的眼底的倒像，即，上下颠倒且前后颠倒的图像。以用于图像正立和瞳孔互换的光学系统为例，正立起这个第一中间图像平面的图像并将其横向上正确地成像到第二中间图像平面中。观察者在眼部手术可视化系统中透过显微镜主物镜以及安排在显微镜主物镜与检眼镜检查附接模块中的用于图像正立和瞳孔互换的系统之间的可移位透镜可以看到这个第二中间图像平面的图像。该检眼镜检查附接模块允许观察者观察患者眼睛内部的兴趣区域。

[0005] 在视觉上为通过眼部手术可视化系统使用检眼镜检查放大镜来检查目标区域的观察者呈现了目标区域的图像，该图像在检眼镜检查放大镜内的部分中和在该检眼镜检查放大镜外的部分中具有不同的取向。尤其在所谓的玻璃体视网膜手术中，其结果是，透过检眼镜检查放大镜看到的目标区域部分被横向上正确地显示给观察者，而位于检眼镜检查放大镜旁边的目标区域部分从观察者的角度来看没有发生横向上正确的成像。

[0006] 然而，期望的是观察者能够以同一个图像取向观察到目标区域的、位于检眼镜检

查放大镜的背向显微镜筒那侧的区域、以及透过检眼镜检查放大镜没有感知到的区域。这是因为这确保了在观察者将内窥镜光导经套管针插入患者眼睛中的眼科手术期间，所述观察者不需要相对于观察图像以镜面对称的方式移动光导。这是因为如果患者眼睛的部分没有通过检眼镜检查放大镜横向上正确地显示给观察者，则观察者(即，通常是外科医生)感知器械从患者眼睛的外部到内部进入手术区域，即从观察图像的边缘到其中心，这在使用眼部手术可视化系统进行手术操作的情况下与对应于器械的实际运动的情况不同。

## 发明内容

[0007] 在此背景下，本发明的目的是开发一种眼部手术可视化系统，该眼部手术可视系统独立于设定的放大率，方便于观察目标区域，该目标区域具有安排在患者眼睛的内部的患者眼睛部分，而在该过程中并不可视化具有图像取向不同的图像部分的观察图像。

[0008] 这个目的是通过下文指明的眼部手术可视化系统、以及下文指明的用于提供图像数据以使患者眼睛可视化的方法来实现的。从属权利要求中指明了本发明的有利实施例。

[0009] 本发明提出，在眼部手术可视化系统中提供图像传感器和成像系统，该成像系统用于通过光学成像光束路径在该图像传感器上的成像平面中产生目标区域的图像，并且提供计算机单元，所述计算机单元包含用于处理该目标区域的图像的图像处理例程，所述图像是通过该图像传感器捕捉的并且具有图像平面。在该眼部手术可视化系统中具有用于使在该计算机单元中处理过的图像的图像数据可视化的图像显示装置。该眼部手术可视化系统包含检眼镜检查放大镜，用于将位于患者眼睛内的部分成像在与该图像传感器上的成像平面共轭的中间图像平面中。该图像处理例程用于将该图像传感器上的成像平面中的目标区域的图像的第一部分与该目标区域的图像的第二部分分离，所述第一部分是通过该图像传感器捕捉的并且是通过穿过该检眼镜检查放大镜的成像光束路径产生的，所述第二部分是通过该图像传感器捕捉的并且是通过延伸到该检眼镜检查放大镜之外的成像光束路径产生的、并且与这些第一部分互补，以便将该目标区域的图像的第一部分通过与第一部分关于位于该图像的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线的镜像相对应的自同构转化成镜像第一部分，并且以便组合这些镜像第一部分以及与这些第一部分互补的第二部分以形成被提供给该图像显示装置的目标区域合成图像。

[0010] 因此，目标区域的图像的彼此互补的部分应理解为是指彼此分离、而在合成时产生目标区域的图像的图像部分。

[0011] 根据本发明的眼部手术可视化系统还可以包含：第一图像传感器和成像系统，该成像系统用于通过光学成像光束路径在该第一图像传感器上的成像平面中产生目标区域的图像；第二图像传感器和第二成像系统，该第二成像系统用于通过光学成像光束路径在该第二图像传感器上的成像平面中产生目标区域的图像；以及还有计算机单元，该计算机单元具有图像处理例程，该图像处理例程用于处理目标区域的图像，所述图像是通过该第一图像传感器捕捉的并且具有图像平面，并且用于该目标区域的图像，所述图像是通过该第二图像传感器捕捉的并且具有图像平面。接着，在这个眼部手术可视化系统中具有用于使在该计算机单元中处理过的第一图像传感器和第二图像传感器的图像的图像数据可视化的图像显示装置。根据本发明的这种眼部手术可视化系统同样包括检眼镜检查放大镜，该检眼镜检查放大镜用于将位于患者眼睛内的部分成像在与该第一图像传感器上的成像

平面共轭的中间图像平面中、并且用于将位于患者眼睛内的部分成像在与该第二图像传感器上的成像平面共轭的中间图像平面中。在该眼部手术可视化系统中，该图像处理例程用于将该第一和第二图像传感器上的成像平面中的目标区域的相应图像的第一部分与该目标区域的相应图像的第二部分分离，所述第一部分是通过该第一图像传感器和该第二图像传感器捕捉的并且相应地是通过穿过该检眼镜检查放大镜的成像光束路径产生的，所述第二部分是通过这些图像传感器捕捉的并且相应地是通过延伸到该检眼镜检查放大镜之外的成像光束路径产生的、并且与所述第一部分互补，以便将该目标区域的相应图像的相应第一部分通过与这些第一部分关于位于该图像的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线的镜像相对应的自同构转化成相应地镜像第一部分，并且以便相应地组合这些镜像第一部分以及与其互补的第二部分以形成被提供给该图像显示装置的目标区域合成图像。

[0012] 成像系统的放大率和第二成像系统的放大率可以相同或不同。

[0013] 根据本发明，该成像系统例如可以被设置为以大于该第二成像系统的放大率使该目标区域成像。以此方式，能够在第一图像传感器上以格式填充的方式使患者眼睛的视网膜成像、并且将患者眼睛的巩膜的图像提供给第二图像传感器。因此，应注意的是，在根据本发明的眼部手术可视化系统的情况下，可以设置通过多个第一图像传感器捕捉目标区域的第一立体局部图像和通过多个第二图像传感器捕捉目标区域的第二立体局部图像，其中，第一立体局部图像和第二立体局部图像具有不同的放大率，并且其中，第一立体局部图像和第二立体局部图像被组成形成被提供给图像显示装置的立体整体图像。

[0014] 在本发明的优选实施例中，设置使得该图像处理例程包含图像数据评估阶段，该图像数据评估阶段根据呈患者眼睛的视网膜的一部分的形式的图像信息来触发在视网膜可视化例程中对于与该图像的第一部分相关的图像数据的专门处理，在该视网膜可视化例程中，该目标区域的图像的第一部分通过与这些第一部分关于位于该图像的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线的镜像相对应的自同构被转化成镜像第一部分、并且作为视网膜可视化例程目标区域图像被输出至该图像显示装置。以此方式，能够避免对两个视频流中的图像数据的不必要处理，例如如果仅需要将患者眼睛的视网膜的图像作为目标区域图像显示的话。

[0015] 该眼部手术可视化系统中的图像处理例程可以包含用于通过图像处理来识别检眼镜检查放大镜的透镜边缘的算法，所述算法将该检眼镜检查放大镜的透镜边缘在该目标区域的图像中所包围的区域定义为通过穿过该检眼镜检查放大镜的成像光束路径产生的目标区域的图像的第一部分。

[0016] 该眼部手术可视化系统中的检眼镜检查放大镜优选被保持在检眼镜检查放大镜支撑件上，该支撑件具有至少一个带有特有颜色的部分，其中，用于识别检眼镜检查放大镜的边缘的算法包含颜色评估例程，该颜色评估例程与该检眼镜检查放大镜支撑件的该至少一个部分的特有颜色匹配。

[0017] 本发明的优选实施例提供的是，该图像处理例程包含用于通过图像处理来识别患者眼睛的瞳孔的算法、并且将该检眼镜检查放大镜的透镜边缘在该目标区域的图像中所包围的区域定义为通过穿过该检眼镜检查放大镜的成像光束路径路径产生的该目标区域的图像的第一部分。

[0018] 一种根据本发明的用于提供图像数据以使患者眼睛可视化的方法包括以下步骤：

将患者眼睛的图像提供给图像处理例程;以及在图像处理例程中处理该图像以形成图像数据。因此,通过至少部分地穿过检眼镜检查术放大镜的成像光束路径来捕捉患者眼睛的图像。因此,将该图像传感器上的成像平面中的目标区域的图像的第一部分与该目标区域的图像的第二部分分离,所述第一部分是通过该图像传感器捕捉的并且是通过穿过该检眼镜检查放大镜的成像光束路径产生的,所述第二部分是通过该图像传感器捕捉的并且是通过延伸到该检眼镜检查放大镜之外的成像光束路径路径产生的、并且与这些第一部分互补,其中,将该目标区域的图像的第一部分通过与这些第一部分关于位于该图像的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线的镜像相对应的自同构转化成镜像第一部分,并且将这些镜像第一部分同与这些第一部分互补的第二部分组合形成关于目标区域合成图像的图像数据。

[0019] 根据本发明的计算机程序包含用于在计算机单元上执行上述方法的程序代码工具。

## 附图说明

[0020] 本发明的进一步细节从下文参照附图对示例性实施例的说明中变得清楚。

[0021] 在附图中:

[0022] 图1示出了第一眼部手术可视化系统以及患者眼睛;

[0023] 图2示出了用眼部手术可视化系统中的图像传感器捕捉的患者眼睛图像;

[0024] 图3示出了眼部手术可视化系统的计算机单元的图像处理例程的流程图;

[0025] 图4示出了第二眼部手术可视化系统;并且

[0026] 图5示出了第三眼部手术可视化系统。

## 具体实施方式

[0027] 图1所示的第一眼部手术可视化系统10包含手术显微镜12,该手术显微镜用于立体地观察目标区域14。手术显微镜12包括具有显微镜主物镜系统18的成像光学单元16,所述成像光学单元被接纳在主体20中。在手术显微镜12中具有照明装置22,该照明装置方便于用穿过显微镜主物镜系统18的照明光束路径来照亮目标区域14。手术显微镜12具有无焦放大系统24,第一立体局部观察光束路径26和第二立体局部观察光束路径28被引导穿过该无焦放大系统。手术显微镜12具有连接至主体20的接口29上的双目镜筒30,所述双目镜筒具有用于观察者的左眼35a和右眼35b的第一目镜32和第二目镜34。第一立体局部观察光束路径26和第二立体局部观察光束路径28横穿手术显微镜12中的显微镜主物镜系统18。在手术显微镜12中具有第一图像捕捉装置36,该第一图像捕捉装置具有第一物镜系统38和第一图像传感器40。第一图像捕捉装置36用于捕捉来自第一立体局部观察光束路径26的图像信息。通过第二图像捕捉装置42,在手术显微镜12中可以捕捉来自第二立体局部观察光束路径28的图像信息。第二图像捕捉装置42具有第二物镜系统44并且包含第二图像传感器46。

[0028] 检眼镜检查附接模块48连接至手术显微镜12上,该检眼镜检查附接模块包括被接纳在检眼镜检查放大镜支撑件49中的检眼镜检查放大镜50。检眼镜检查放大镜50用于将位于患者眼睛54内部的部分52透过天然晶状体及其角膜成像到与第一图像传感器40上的成像平面58共轭并且与第二图像传感器46上的成像平面60共轭的中间图像平面56中。

[0029] 将检眼镜检查放大镜支撑件49涂成绿色,使得可以容易地将其与患者眼睛54的色

调以及在眼科手术期间使用的手术器械的色调区分开、并且是在目标区域14中容易辨别的。应注意的是，特别是在本发明的替代性实施例中，还可以将检眼镜检查放大镜支撑件49涂成黄色。检眼镜检查放大镜支撑件49还可以具有任何使其能够在眼科手术期间在目标区域14中相对于具有体液(例如血液和身体组织以及手术器械)的图像背景容易地被看见的合适着色。

[0030] 眼部手术可视化系统10具有计算机单元62，该计算机单元包含图像处理例程，该图像处理例程用于目标区域14的图像，所述图像是通过第一图像传感器40和第二图像传感器46捕捉的。计算机单元62与作为图像显示装置的监视器64连接，该监视器用于将3-D图像信息可视化。眼部手术可视化系统10的计算机单元62可以通过作为输入界面的键盘66来控制。

[0031] 应注意的是，在眼部手术可视化系统的经修改的实施例中，还可以提供第一和第二监视器来将3-D图像信息可视化。于是，可以例如在第一监视器上显示目标区域的概览图像，并且可以在第二监视器上显示患者眼睛的放大图像。

[0032] 图2示出了患者眼睛在成像平面58中的图像68以及检眼镜检查放大镜50和手术器械59，所述图像是通过第一图像捕捉装置36捕捉的。图像68具有由穿过检眼镜检查放大镜50的成像光束路径产生的第一部分70，并且具有通过在从目标区域14出来时被引导经过检眼镜检查放大镜50的成像光束路径产生的、与第一部分互补的第二部分72。

[0033] 计算机单元62中的图像处理例程的技术功能首先包括：将第一图像传感器40上的成像平面58中的目标区域14的图像68的第一部分与目标区域14的图像68的第二部分72分离，所述第一部分是通过图像传感器40上的第一图像捕捉装置36捕捉的并且是通过穿过检眼镜检查放大镜50的成像光束路径产生的，所述第二部分被成像在第一图像传感器40上并且是通过延伸到检眼镜检查放大镜50之外的成像光束路径产生的、并且与第一部分70互补。相应地，计算机单元62中的图像处理例程被设计用于将第二图像传感器46上的成像平面60中的同目标区域14的图像68相对应的图像的第一部分与同该目标区域14的图像68相对应的图像的第二部分72分离，即，分开，所述第一部分是通过第二图像捕捉装置42捕捉的并且是通过穿过检眼镜检查放大镜50的成像光束路径产生的，所述第二部分是通过第二图像传感器46捕捉的并且是通过延伸到检眼镜检查放大镜50之外的成像光束路径产生的、并且与第一部分70互补。

[0034] 此外，计算机单元62中的图像处理例程的功能在于对目标区域14的图像的第一部分70进行图像倒转操作，因为布置在患者眼睛54内部的部分52的图像(所述图像是在中间图像平面56中通过检眼镜检查放大镜50产生的)在中间图像平面56中是上下颠倒且前后颠倒的，即颠倒的。此外，计算机单元62中的图像处理例程的功能是组合目标区域14的图像的第一部分70与目标区域14的图像的第二部分72以形成合成的、横向上正确的且直立的目标图像，该图像接着可以显示在眼部手术可视化系统10的监视器64上。

[0035] 图3示出了图像处理例程的流程图74。计算机单元62中的图像处理例程具有图像部分分离阶段76，图像传感器40、46的图像被提供给该阶段。图像处理例程的图像部分分离阶段76包含用于识别检眼镜检查放大镜50的透镜边缘的算法，所述算法通过图像处理来识别在被提供给图像传感器40、46的图像中检眼镜检查放大镜支撑件49的结构。为此，在图像部分分离阶段76的算法中具有颜色评估功能，该功能与检眼镜检查放大镜支撑件49的特有

颜色匹配。

[0036] 该图像处理例程包含过滤阶段78。在过滤阶段78中，接着通过环形过滤器80对图像传感器40、46捕捉的图像的图像部分求卷积，其中在所捕捉的图像中改变过滤器中心81和过滤器半径r1和r2，以便接着由此在该图像中确定图像点集合，所述集合对应于检眼镜检查术放大镜支撑件49的环绕检眼镜检查放大镜50的那部分。接着确定环形过滤器80的过滤器内半径r1(在此，卷积函数取极值)为检眼镜检查放大镜50的一个边缘82。在以此方式确定的检眼镜检查放大镜50的边缘82的基础上，在随后的步骤中确立图2所示的目标区域14的图像的第一部分70的区域，以便接着在另外一步骤中将这些第一部分70与图2所示的目标区域14的图像的第二部分72的区域分离。

[0037] 接着将通过过滤阶段78与图像的第二部分72分离的目标区域14的图像的第一部分70提供给图像处理例程中的镜像阶段84。在镜像阶段84，将图像传感器40、46的图像的第一部分70通过关于位于图像68的图像平面中且彼此垂直的两条镜像轴线86、88的镜像经自同构转化成镜像第一部分70'。应理解的是，在替代性实施例中，镜像例程的自同构还可以被实施为第一部分70围绕与图像平面垂直的旋转轴线的旋转。此外，例如能够提供点镜像作为这种自同构。

[0038] 接着，镜像第一部分70'在图像处理例程中被传递至组合阶段90，在组合阶段中，将目标区域14的图像的镜像第一部分70'和第二部分72(所述图像是通过图像传感器40、46捕捉的)再次合成以形成目标区域合成图像68'。接着将合成图像的图像数据在监视器64上可视化为目标区域14的立体图像。

[0039] 应注意的是，计算机单元62中的图像处理例程可以包含与通过第一图像传感器40或第二图像传感器46捕捉的图像数据相关的图像数据的评估阶段，所述评估阶段根据所捕捉的图像信息、例如呈患者眼睛54的视网膜的一部分的形式的图像信息，来抑制对第一或第二图像传感器40、46所提供的图像数据的处理。

[0040] 应注意的是，例如，如果仅旨在将患者眼睛54的视网膜的图像作为目标区域图像来显示，则借助于图像处理例程可以避免对图像数据的不必要处理，该图像处理例程包含视网膜可视化例程，该视网膜可视化例程根据所捕捉的图像信息被触发，并且在该视网膜可视化例程中，将目标区域14的相应图像的第一部分70通过与第一部分关于位于该图像的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线的镜像相对应的自同构转化成镜像第一部分、并且接着将其作为视网膜可视化例程目标区域图像输出至呈监视器64形式的图像显示装置。

[0041] 图4示出了第二眼部手术可视化系统10'。在眼部手术可视化系统10'中的组件和元件与上述眼部手术可视化系统10中的组件和元件相对应的程度上，这些组件和元件用相同的数字作为附图标记来表示。在眼部手术可视化系统10'中具有用于向内镜面反射数据92的装置，该装置连接至计算机单元62并且方便于第一和第二立体局部观察光束路径26、28中的覆盖在目标区域14的图像上的显示信息的显示，可在双目镜筒30中感知到该显示。

[0042] 图5示出了第三眼部手术可视化系统10"。在眼部手术可视化系统10"中的组件和元件与上述眼部手术可视化系统10中的组件和元件相对应的程度上，这些组件和元件用相同的数字作为附图标记来表示。不同于眼部手术可视化系统10和10'的手术显微镜12，眼部手术可视化系统10"的手术显微镜12是纯数字手术显微镜，用于通过第一图像传感器40和第二图像传感器46立体地捕捉目标区域14。

[0043] 就像第一眼部手术可视化系统10的计算机单元62，第二和第三眼部手术可视化系统10'、10"的计算机单元62包含用于处理目标区域的图像的图像处理例程，所述图像是通过图像传感器40、46捕捉的，该图像处理例程具有上文基于图3所描述的功能。

[0044] 总之，尤其应注意本发明的以下优选特征：眼部手术可视化系统10包括图像传感器40，46并且包括用于通过光学成像光束路径在图像传感器40、46上的成像平面58、60中产生目标区域14的图像68的成像系统。眼部手术可视化系统10包括：计算机单元62，该计算机单元包含用于目标区域14的图像68的图像处理例程，所述图像是通过图像传感器46捕捉的并且具有图像平面；以及用于使在计算机单元62中处理过的图像68的图像数据可视化的图像显示装置64。根据本发明，眼部手术可视化系统10、10'、10"具有检眼镜检查放大镜50，用于使位于患者眼睛54内的部分52成像在与图像传感器40、46上的成像平面58、60共轭的中间图像平面56中。该图像处理例程用于将图像传感器40、46上的成像平面60中的目标区域的图像68的第一部分70与目标区域14的图像68的第二部分72分离，所述第一部分是通过图像传感器40、46捕捉的并且是通过穿过检眼镜检查放大镜50的成像光束路径产生的，所述第二部分是通过图像传感器40、46捕捉的并且是通过延伸到检眼镜检查放大镜50之外的成像光束路径产生的、并且与第一部分互补，以便将目标区域14的图像68的第一部分70通过与第一部分70关于位于图像68的图像平面内且彼此垂直的两条镜像轴线86、88的镜像相对应的自同构转化成镜像第一部分70'，并且以便组合镜像第一部分70'以及该图像68的与第一部分70互补的第二部分72以形成被提供给该图像显示装置的目标区域合成图像。

[0045] 附图标记清单

| | | |
|---|---|---|
| [0046] | 10，10'，10" | 眼部手术可视化系统 |
| [0047] | 12 | 手术显微镜 |
| [0048] | 14 | 目标区域 |
| [0049] | 16 | 成像光学单元 |
| [0050] | 18 | 显微镜主物镜系统 |
| [0051] | 20 | 主体 |
| [0052] | 22 | 照明装置 |
| [0053] | 24 | 无焦放大系统 |
| [0054] | 26 | 第一立体局部观察光束路径 |
| [0055] | 28 | 第二立体局部观察光束路径 |
| [0056] | 29 | 接口 |
| [0057] | 30 | 双目镜筒 |
| [0058] | 32 | 第一目镜 |
| [0059] | 34 | 第二目镜 |
| [0060] | 35a | 左眼 |
| [0061] | 35b | 右眼 |
| [0062] | 36 | 第一图像捕捉装置 |
| [0063] | 38 | 第一物镜系统 |
| [0064] | 40 | 第一图像传感器 |
| [0065] | 42 | 第二图像捕捉装置 |

| | | |
|---|---|---|
| [0066] | 44 | 第二物镜系统 |
| [0067] | 46 | 第二图像传感器 |
| [0068] | 48 | 检眼镜检查附接模块 |
| [0069] | 49 | 检眼镜检查放大镜支撑件 |
| [0070] | 50 | 检眼镜检查放大镜 |
| [0071] | 52 | 部分 |
| [0072] | 54 | 患者眼睛 |
| [0073] | 56 | 中间图像平面 |
| [0074] | 58 | 成像平面 |
| [0075] | 59 | 手术器械 |
| [0076] | 60 | 成像平面 |
| [0077] | 62 | 计算机单元 |
| [0078] | 64 | 图像显示装置(监视器) |
| [0079] | 66 | 键盘 |
| [0080] | 68 | 图像 |
| [0081] | 68’ | 目标区域合成图像 |
| [0082] | 70 | 第一部分 |
| [0083] | 70’ | 镜像第一部分 |
| [0084] | 72 | 第二部分 |
| [0085] | 74 | 流程图 |
| [0086] | 76 | 图像部分分离阶段 |
| [0087] | 78 | 过滤阶段 |
| [0088] | 80 | 环形过滤器 |
| [0089] | 81 | 过滤器中心 |
| [0090] | 82 | 边缘 |
| [0091] | 84 | 镜像阶段 |
| [0092] | 86,88 | 镜像轴线 |
| [0093] | 90 | 组合阶段 |
| [0094] | 92 | 向内镜面反射数据 |
| [0095] | r1,r2 | 过滤器半径 |

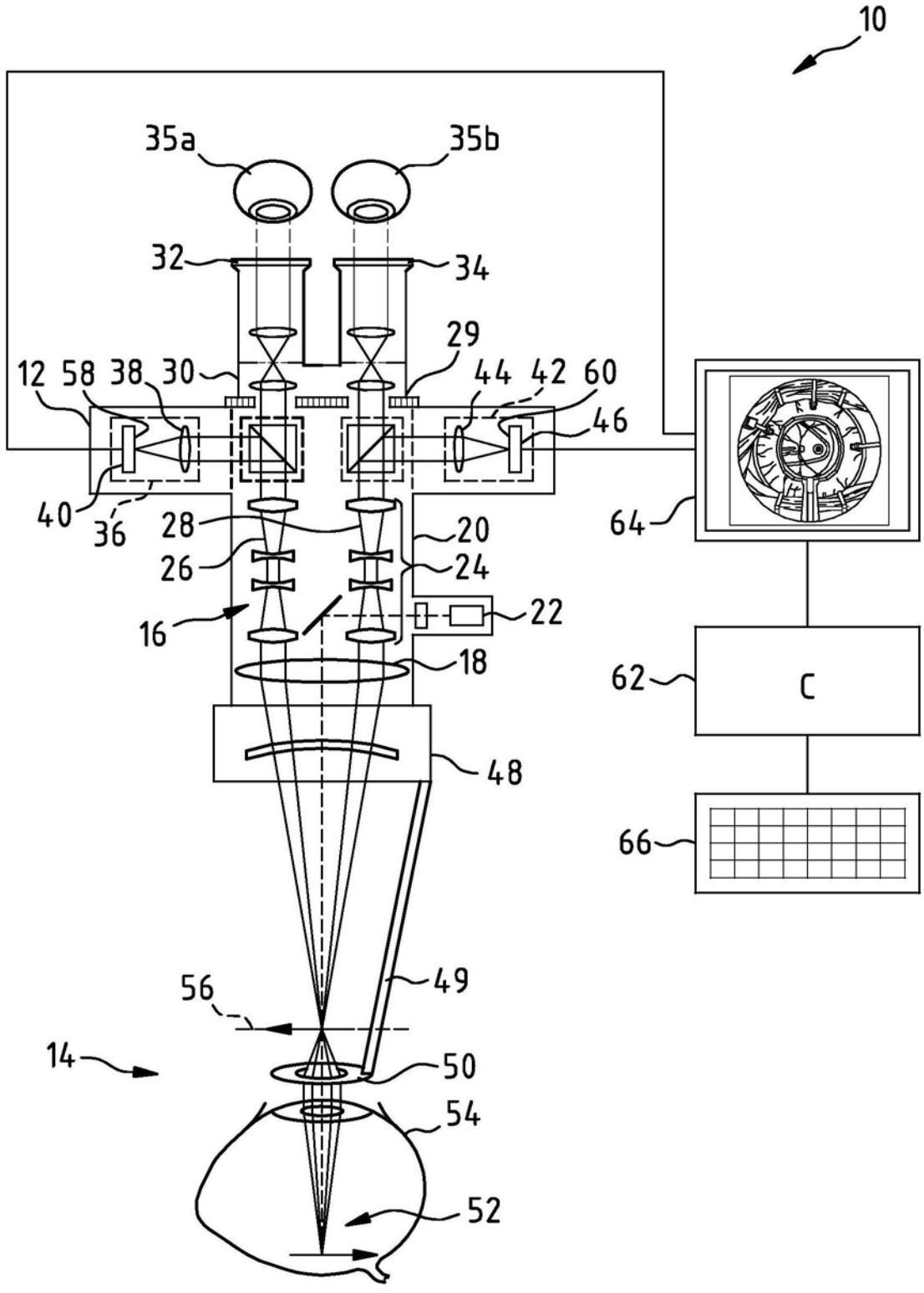

10
35a
35b
32
34
29
12
58
38
30
44
42
60
46
40
36
28
20
26
24
22
16
18
48
64
62
C
66
56
49
14
50
54
52

图1

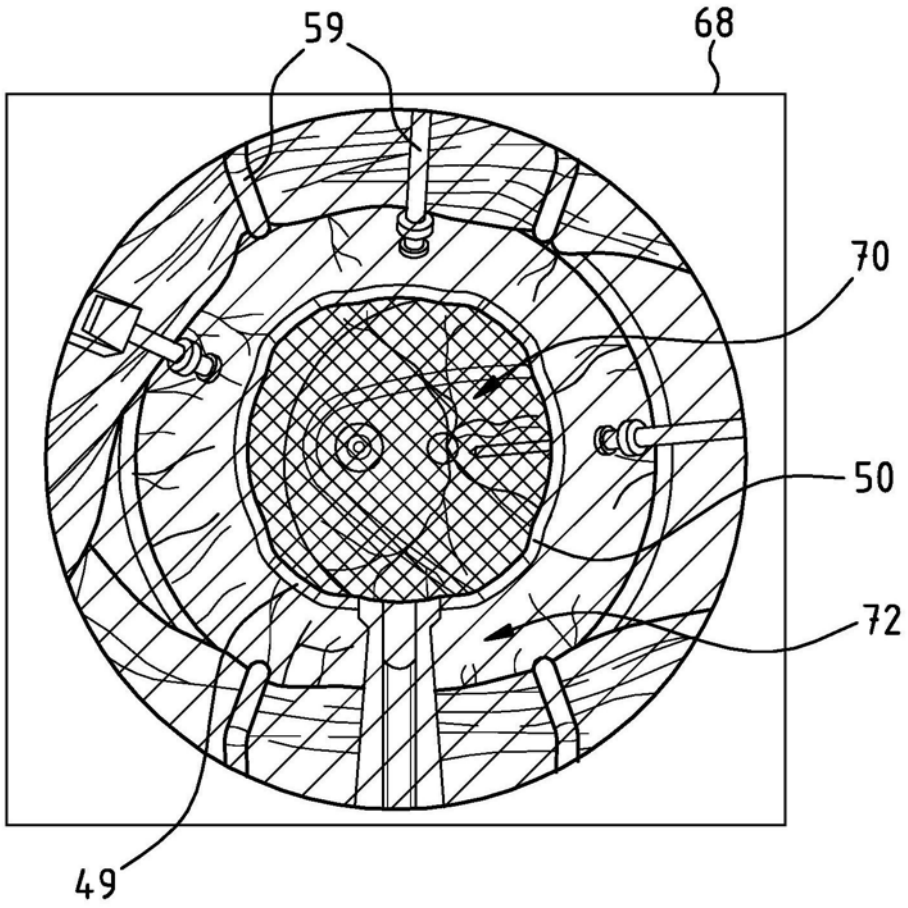



图2

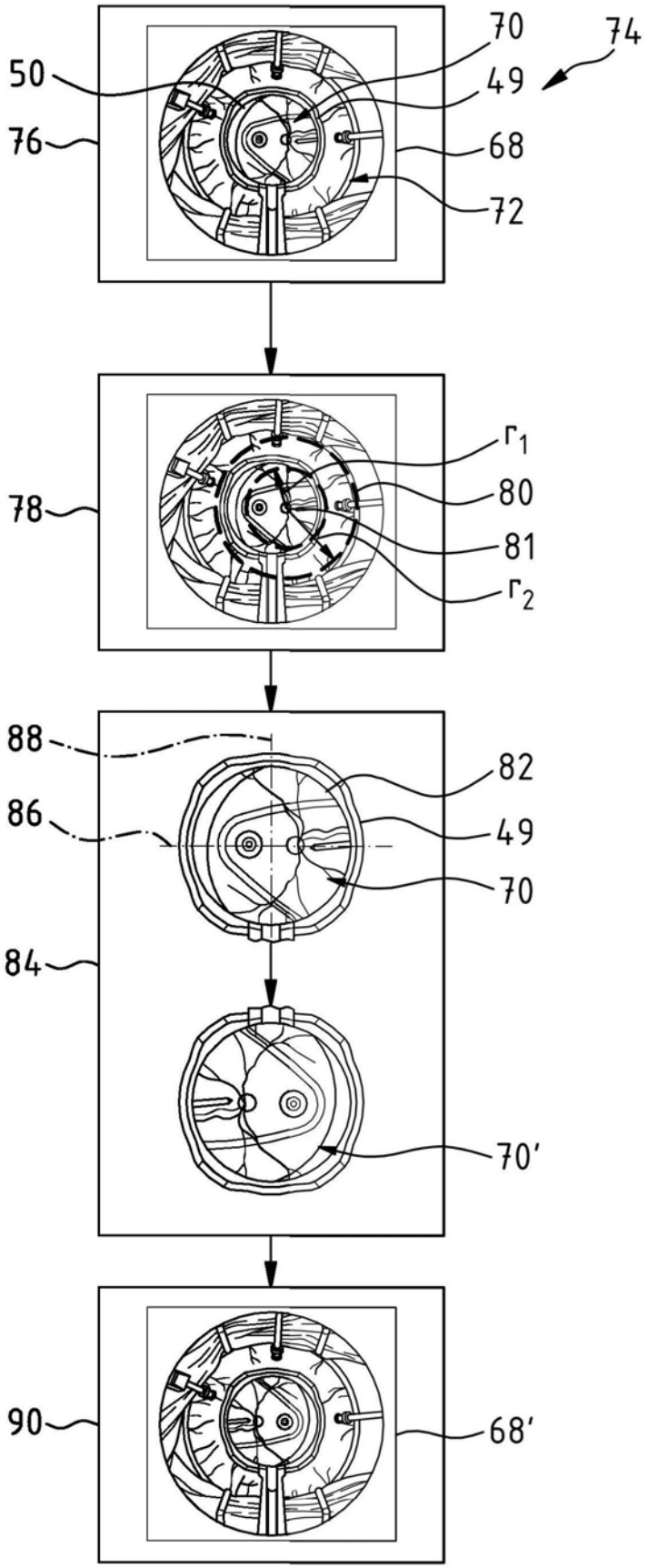



图3

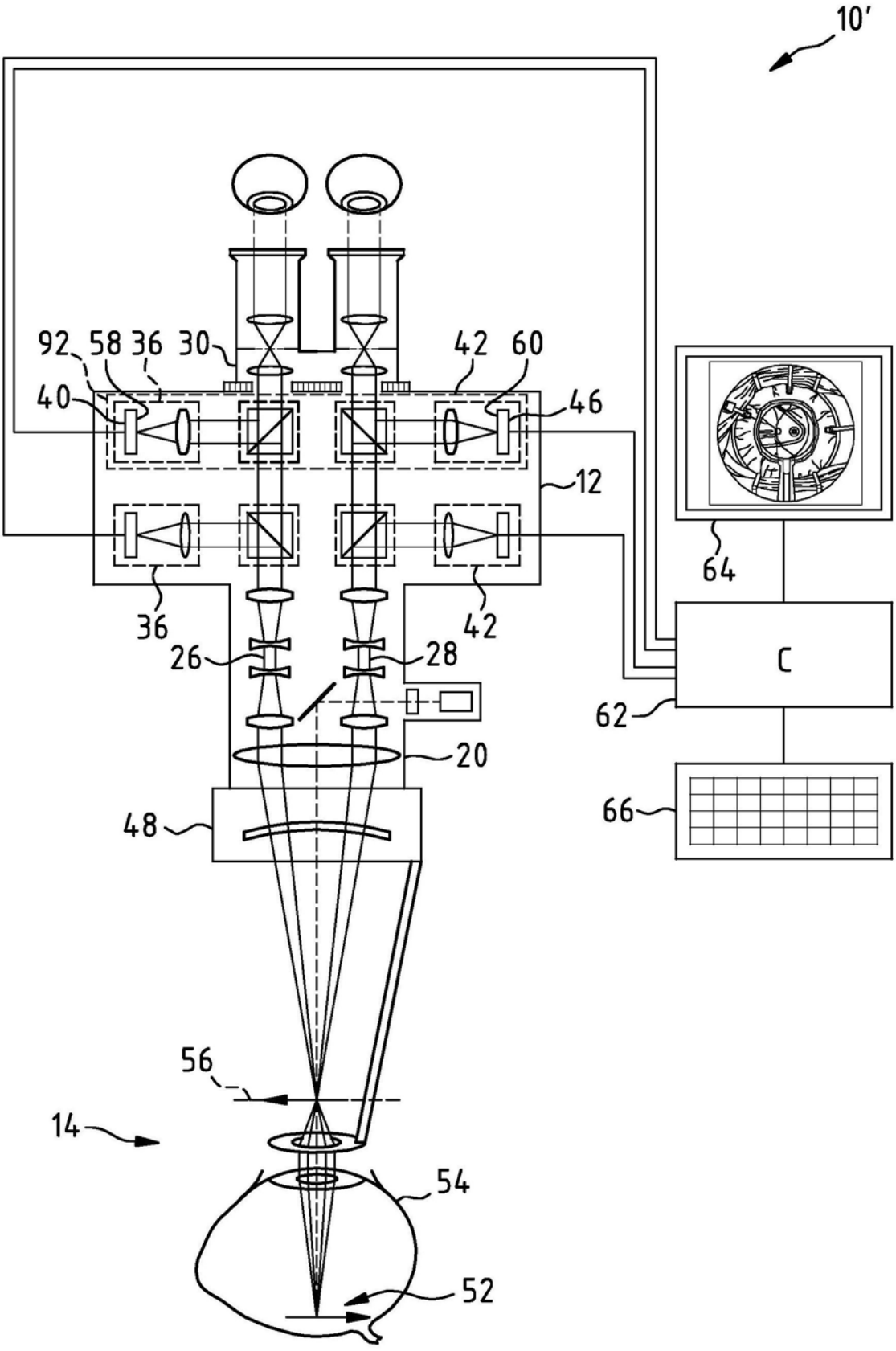



图4

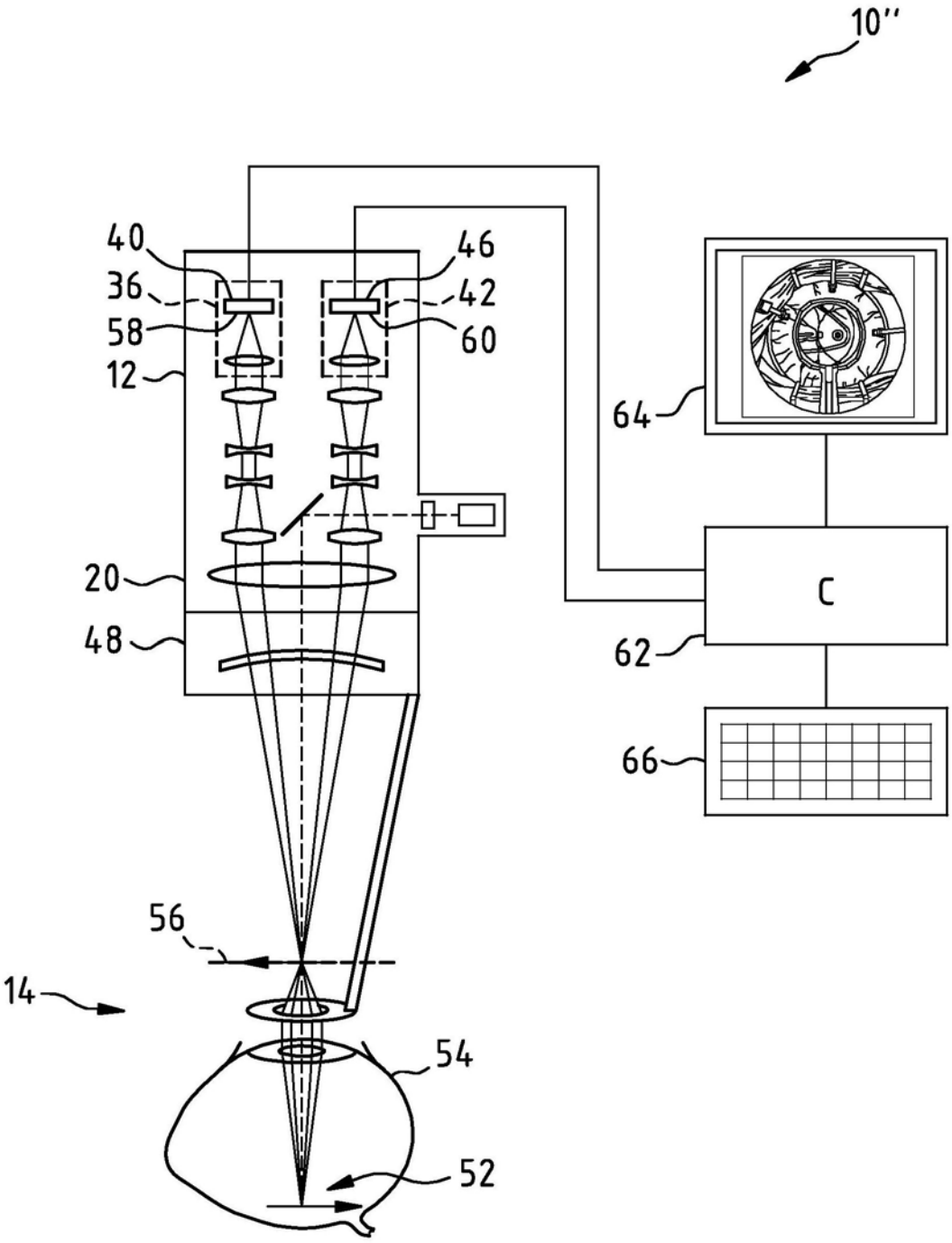



图5