



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102413757 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 11

(21) 申请号 201080019244. 4

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所

(22) 申请日 2010. 04. 22

11398

代理人 魏启学

(30) 优先权数据

2009-111214 2009. 04. 30 JP

(51) Int. Cl.

A61B 3/14 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 10. 31

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/002903 2010. 04. 22

(87) PCT申请的公布数据

W02010/125772 EN 2010. 11. 04

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 土桥康浩 奥村淑明

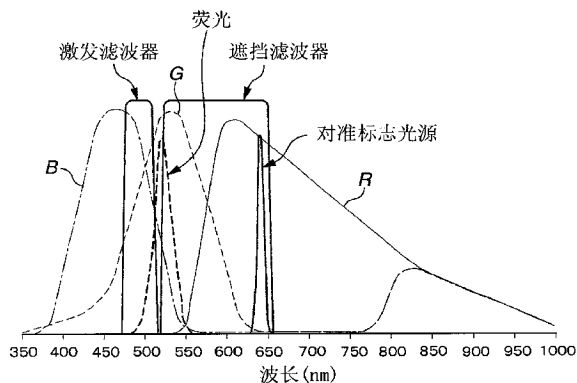
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

眼科观察摄像设备

(57) 摘要

一种眼科观察摄像设备,其能够拍摄彩色图像和荧光图像,所述眼科观察摄像设备包括:照明单元,用于对被检眼的眼底进行照明;观察摄像单元,用于对被照明的被检眼的指定区域进行观察和拍摄;遮挡滤波器,其以可插入的方式安装至所述观察摄像单元,并且用于使荧光波长范围透过并遮挡激发光;彩色摄像单元,其包括三色分解滤波器,并且安装在所述观察摄像单元中;以及标志投影单元,用于对要以叠加在被检眼的指定区域的图像上的方式拍摄的标志光进行投影。所述标志光透过所述遮挡滤波器,包括与所述荧光波长范围不同的波长范围,并且能够透过所述三色分解滤波器中波长范围与使荧光透过最多的滤波器的波长范围不同的滤波器。



1. 一种眼科观察摄像设备,其能够拍摄彩色图像和荧光图像,所述眼科观察摄像设备包括:

照明单元,用于利用白光或荧光拍摄用的激发光对被检眼的眼底进行照明;

观察摄像单元,用于对所述照明单元进行照明的被检眼的指定区域进行观察和/或拍摄;

遮挡滤波器,其以能够插入的方式安装至所述观察摄像单元,并且用于使荧光波长范围透过并遮挡所述激发光;

彩色摄像单元,其包括三色分解滤波器,并且安装在所述观察摄像单元中;以及

标志投影单元,用于对标志光进行投影,其中,所述彩色摄像单元以叠加在被检眼的指定区域的图像上的方式拍摄所述标志光,所述标志光透过所述遮挡滤波器且包括与所述荧光波长范围不同的波长范围,并且能够透过所述三色分解滤波器中波长范围与使荧光透过最多的滤波器的波长范围不同的滤波器。

2. 根据权利要求1所述的眼科观察摄像设备,其特征在于,还包括:

诊断图像生成单元,用于根据所述彩色摄像单元拍摄到的图像数据生成要显示和/或记录的诊断图像,

其中,所述诊断图像生成单元通过去除所述三色分解滤波器分解得到的颜色中的至少一个颜色来生成图像。

3. 根据权利要求2所述的眼科观察摄像设备,其特征在于,所述彩色摄像单元包括红色滤波器、绿色滤波器和蓝色滤波器。

4. 根据权利要求3所述的眼科观察摄像设备,其特征在于,所述标志光的波长透过所述红色滤波器并且几乎不透过所述绿色滤波器,

其中,所述荧光图像使用所述彩色摄像单元的像素的全部输出或者与所述绿色滤波器和所述红色滤波器相对应的像素的输出,并且诊断使用与所述绿色滤波器相对应的像素的输出或者与所述蓝色滤波器和所述绿色滤波器相对应的像素的输出。

5. 根据权利要求4所述的眼科观察摄像设备,其特征在于,所述彩色摄像单元包括位于单板图像传感器的各像素上的三色分解滤波器从而根据相邻像素计算 RGB 分解图像的虚拟像素值,并且包括用于生成图像数据的诊断图像生成单元,其中,所述单板图像传感器能够输出运动图像和静止图像。

眼科观察摄像设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种例如眼科医院和团体健康检查所使用的眼科观察摄像设备。

背景技术

[0002] 作为眼科摄像设备,已知有眼底照相机。在使用一般的眼底照相机的摄像中,常见的彩色摄像和使用注射到被检体的静脉内的荧光剂的荧光摄像是众所周知的。

[0003] 在荧光摄像时,对于用以照射眼底的光,仅需要特定波长以激发荧光剂,并且不需要该光中除该特定波长以外的波长。因此,眼底照相机包括配置在照射系统光路中的带通滤波器以防止不必要的光到达被检眼的眼底。同时,在摄像系统光路上配置仅使荧光波长透过的滤波器,从而不拍摄除荧光以外的其余光。通过静脉注射而施加至被检体的荧光剂通过血液循环首先到达眼底的粗血管,并且在中期和后期随着时间经过而逐渐扩散到细血管内。为了观察荧光剂如何循环,已开始使用运动图像记录方法。

[0004] 为了利用眼底照相机进行良好的眼底摄像,需要使眼底的位置和眼底照相机的位置对准。眼底照相机广泛使用的对准是通过将对准标志投影在被检眼的角膜上并观察反射光和眼底图像这两者的位置关系而进行的。

[0005] 因而,当将荧光剂的循环状态作为运动图像进行记录时,以叠加在眼底图像的方式拍摄对准标志,并且可能发生无法检查被该标志隐藏的眼底区域的问题。为了避免拍摄时的叠加,日本特开平 2-124137 论述了如下的摄像方法:仅在荧光剂到达眼底之前的特定时间段内将对准标志投影至该眼底,并且在发出荧光之后,使标志图像衰减或删除。

[0006] 随着近年来数字照相机的广泛使用,普通的数字照相机广泛用于眼底照相机。此外,数字照相机以外的以电荷耦合器件(CCD)为例的图像传感器在灵敏度和速度方面的提高使得如下眼底照相机的技术得以迅速改进,其中该眼底照相机对由具有内置 CCD 感光元件的设备所拍摄到的电子图像进行处理。

[0007] 处理电子图像的一大特征是容易生成图像。电子图像的各像素包括红色、绿色和蓝色(R、G、B)像素,并且通过对像素值进行操作,可以根据原始图像创建任意图像。通常,传统的眼底照相机可以根据电子图像生成单色图像。

[0008] 在上述技术中,对准标志的投影被限制为在发出荧光之前进行,并且通过拍摄者的视觉观察进行发出荧光之后的位置调整。因此,存在如下问题:由于拍摄者的拍摄技能可能无法得到精确的对准,并且可能无法获得最佳眼底图像。

[0009] 在传统的可视荧光运动图像拍摄中,如果在没有将位置调整用的对准标志投影至眼底的情况下拍摄运动图像,则存在由于对准困难而无法获得良好质量的眼底图像的问题。当在将对准标志投影至眼底的情况下拍摄运动图像时,将该对准标志一起拍摄到该运动图像上,这使得无法诊断叠加有该标志的眼底区域。

[0010] 引文列表

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献 1 (PTL 1): 日本特开平 2-124137

发明内容

[0013] 本发明涉及如下一种眼科观察摄像设备,其中,该眼科观察摄像设备可以在可视荧光摄像时使用对准标志进行位置调整,并且在存储或再现运动图像时去除该标志或使该标志衰减,从而可以在不被该标志隐藏的情况下进行眼底区域的诊断。

[0014] 根据本发明的方面,一种眼科观察摄像设备,其能够拍摄彩色图像和荧光图像,所述眼科观察摄像设备包括:照明单元,用于利用白光或荧光拍摄用的激发光对被检眼的眼底进行照明;观察摄像单元,用于对所述照明单元进行照明的被检眼的指定区域进行观察和/或拍摄;遮挡滤波器,其以能够插入的方式安装至所述观察摄像单元,并且用于使荧光波长范围透过并遮挡所述激发光;彩色摄像单元,其包括三色分解滤波器,并且安装在所述观察摄像单元中;以及标志投影单元,用于对标志光进行投影,其中,所述彩色摄像单元以叠加在被检眼的指定区域的图像上的方式拍摄所述标志光,所述标志光透过所述遮挡滤波器且包括与所述荧光波长范围不同的波长范围,并且能够透过所述三色分解滤波器中波长范围与使荧光透过最多的滤波器的波长范围不同的滤波器。

[0015] 根据本发明的眼科观察摄像设备,当记录或再现运动图像时,通过生成红色像素被去除的图像,可以获得叠加在原始图像上的对准标志被删除或衰减的图像,这使得可以诊断被对准标志所隐藏的眼底区域。因此,在运动图像拍摄时,无论拍摄者的拍摄技能如何,都可以使用对准标志来进行位置调整。

[0016] 通过以下参考附图对典型实施例的详细说明,本发明的其它特征和优点将变得明显。在这些附图中,利用相同的附图标记表示相同的结构。

附图说明

[0017] 包含在说明书中并构成说明书一部分的附图示出了本发明的典型实施例、特征和方面,并和说明书一起用来解释本发明的原理。

[0018] 图 1 示出根据本发明典型实施例的眼底照相机的结构。

[0019] 图 2 示出眼底照相机及其周围结构。

[0020] 图 3 示出操作面板。

[0021] 图 4A 示出对准标志和眼底图像之间的位置关系。

[0022] 图 4B 示出对准标志和眼底图像之间的位置关系。

[0023] 图 5A 示出图像传感器和滤波器。

[0024] 图 5B 示出图像传感器和滤波器。

[0025] 图 6 示出滤波器的光谱灵敏度特性。

[0026] 图 7 示出荧光滤波器的波长和对准标志光源的波长的设置。

[0027] 图 8A 示出合成眼底图像以及 R、G 和 B 分解图像。

[0028] 图 8B 示出合成眼底图像以及 R、G 和 B 分解图像。

[0029] 图 8C 示出合成眼底图像以及 R、G 和 B 分解图像。

[0030] 图 8D 示出合成眼底图像以及 R、G 和 B 分解图像。

[0031] 图 9A 示出拍摄期间和诊断期间的眼底图像。

[0032] 图 9B 示出拍摄期间和诊断期间的眼底图像。

[0033] 图 10 示出 3 电荷耦合器件 (3CCD) 型图像传感器的结构。

具体实施方式

[0034] 以下将参考附图来详细说明本发明的各种典型实施例、特征和方面。

[0035] 示例 1

[0036] 图 1 示出根据本发明典型实施例的眼科观察摄像时所使用的眼底照相机的结构。在从观察光源 1 到放置在被检眼 E 前方的物镜 2 的光路上,依次排列有聚光透镜 3、拍摄光源 4、镜 5、具有环状开口的光圈 6、中继透镜 7 和穿孔镜 8。此外,在光圈 6 和中继透镜 7 之间以可插入和退出的方式配置可视荧光用的激发滤波器 9。利用这些装置,构成了眼底照明光学系统。

[0037] 在穿孔镜 8 的孔中,经由光纤 11 的两个出射端配置用于将对准标志投影至被检眼的角膜 Ep 的对准标志光源 10。在穿孔镜 8 的穿过方向的光路上,排列有调焦透镜 12、拍摄透镜 13 和安装在照相机主体 14 内的单板 CCD 型图像传感器 15。在拍摄透镜 13 和照相机主体 14 之间以可插入和退出的方式安装可视荧光遮挡滤波器 16。可视荧光遮挡滤波器 16 遮挡来自眼底 Er 的反射光,并且仅使激发滤波器 9 所激发的荧光波长范围透过。上述装置构成了眼底观察摄像光学系统。

[0038] 在照相机主体 14 的图像传感器 15 的前面安装有彩色拍摄用的三色分解滤波器 17。此外,图像记录单元 18 和诊断图像生成单元 19 内置于照相机主体 14 中,并且在照相机主体 14 的背部安装有图像显示单元 20。

[0039] 对于照相机主体 14,可以安装包括单镜头反光照相机的多种类型的照相机,并且可以安装卡口形状相同且焦距相同的型号。

[0040] 图 2 示出系统结构。照相机主体 14 能够可拆卸地安装在眼底照相机 A 上,并且设置有如下部件:位于在拍摄被检眼 E 时所操作的操纵杆 31 上的拍摄开关 32;以及眼底照相机 A 的操作面板 33。如图 3 所示,在操作面板 33 上设置有:观察光量操纵钮 34,用于设置拍摄光量;以及计时器开关 35,用于启动眼底照相机 A 内的计时器。

[0041] 在本典型实施例所示的眼底照相机 A 中,在将被检体的面部固定在诸如下巴支架等的固定基座之后,检查者操作安装有图 1 所示的光学系统的台单元 37,将从对准标志光源 10 发出的对准标志光投影至眼底 Er,并且调整眼底 Er 的位置。在观察照相机主体 14 上的图像显示单元 20 时进行该位置调整。

[0042] 从对准标志光源 10 发出的对准标志光穿过光纤 11 和穿孔镜 8,并且照射角膜 Ep。对眼底照相机 A 的光学系统进行设计,以使得当眼底 Er 和物镜 2 之间的距离适当时,摄像面上的对准标志聚焦。将配置在穿孔镜 8 的孔中的光纤 11 的出射端分割成两部分,以使得当眼底 Er 的后极部在图像传感器 15 上聚焦时,标志图像可被配置成关于光轴对称。

[0043] 从对准标志光源 10 发出的两个对准标志通过标志投影单元经由物镜 2 投影至角膜 Ep,并且来自眼底 Er 的反射光穿过物镜 2 并作为平行光在图像传感器 15 上形成图像。来自从观察光源 1 发出的白光进行照明的眼底 Er 的眼底图像同样穿过了物镜 2 并作为平行光在图像传感器 15 上形成图像。检查者通过使用眼底照相机 A 的操纵杆 31,将形成在图像传感器 15 上的对准标志图像和眼底图像调整成适当位置关系,从而调整眼底照相机 A 的位置和被检眼 E 的位置。

[0044] 图 4A 在图像显示单元 20 的画面中示出如下状况：对准标志 P 散焦且与横轴 Y 方向上的适当位置基准标记 M 分开，并且眼轴方向 Z 并非处于适当位置。检查者可以通过考虑对准标志 P 和适当位置基准标记 M 之间的位置关系来操作眼底照相机 A 从图 4A 的状态转变为图 4B 的状态，从而在不依赖于他或她的技能的情况下进行位置调整。

[0045] 然后，检查者在进行位置调整的同时，对操作面板 33 上的观察光量操纵钮 34 进行操作，并且控制观察光源以准备进行拍摄。在所有准备都完成之后，向被检体的静脉注射荧光剂。同时，将激发滤波器 9 和遮挡滤波器 16 插入光路内，并且利用图像记录单元 18 开始对来自图像传感器 15 的输出图像进行记录。滤波器 9 和 16 可以以手动方式插入，或者也可以通过与用于通知开始拍摄的计时器开关 35 连动地以自动方式插入。可以由单独安装的记录开始单元来设置开始记录的時刻，或者可以与计时器开关 35 的按下连动地开始记录。

[0046] 将图像记录单元 18 正记录的运动图像同时显示在图像显示单元 20 上。在荧光剂流入眼底 Er 之前，由于遮挡滤波器 16 的带通特性，因而图像显示单元 20 不显示眼底图像而仅显示对准标志。在此期间，如果在被检眼 E 的垂直方向或水平方向上发生任何位置偏移或者角膜 Ep 和物镜 2 之间的距离发生任何变化，则基于对准标志 P 和适当位置基准标记 M 再次进行位置调整。

[0047] 在静脉注射荧光剂之后经过了几秒的情况下，在眼底 Er 处开始观察到荧光。在拍摄荧光运动图像期间，检查者在观察图像显示单元 20 上的眼底图像和对准标志图像时调整观察光量并进行位置调整以获得适合于诊断的图像，并且继续拍摄荧光运动图像。该检查者在期望的时间段内进行运动图像拍摄，并且完成记录操作。与开始记录相同，可以由单独安装的记录停止单元来设置记录的结束，或者可以与计时器开关 35 的按下连动地停止记录。

[0048] 最后，进行用于从所记录的运动图像中仅去除或衰减对准标志 P 的操作。在照相机主体 14 内的诊断图像生成单元 19 中，使用预先设置的参数在没有引起检查者注意的情况下自动进行该操作。因而，检查者可以确认对准标志 P 已被去除的运动图像。

[0049] 图 5A 和 5B 是进行彩色拍摄的图像传感器 15 的部分放大图以及示出各像素上所配置的三色分解滤波器 17 的图。如图 5A 所示，仅使特定波长的光透过的三色分解滤波器 17 以马赛克形式配置在图像传感器 15 的各像素上。如图 5B 所示，每一个三色分解滤波器 17 具有针对光的波长区域的灵敏度特性，仅使特定波长范围的光透过，并且吸收其它波长的光。

[0050] 图像传感器 15 由大量的光学传感器像素构成，并且在各像素的光接收面上，配置有三色分解滤波器 17 的红色滤波器 17r、绿色滤波器 17g 和蓝色滤波器 17b。通过滤波器 17r、17g 和 17b 将红色 (R)、绿色 (G) 和蓝色 (B) 分配至各像素，图像传感器 15 可以根据相邻像素的值计算 RGB 分解图像的虚拟像素值，并且可以输出彩色图像。

[0051] 将从图像传感器输出的眼底图像的各个像素值分解成 R、G 和 B 这三种颜色，并且存储在照相机主体内的图像记录单元 18 中。照相机主体 14 的诊断图像生成单元 19 在从图像传感器 15 输出的 R、G 和 B 信号中仅去除 R 信号或者 R 信号和 B 信号，并且生成不具有 R 信号或者 R 信号和 B 信号的图像。图像显示单元 20 可以显示来自图像传感器 15 的输出图像或诊断图像生成单元 19 所生成的图像作为静止图像或运动图像。

[0052] 在本典型实施例中，说明了可视荧光拍摄。然而，眼底照相机可以通过利用特性不

同的滤波器替换激发滤波器 9 和遮挡滤波器 16 或者使这些滤波器从光路退出,来进行包括彩色静止图像拍摄的各种拍摄。

[0053] 本典型实施例的最显著特征在于:利用图像传感器 15 的光谱灵敏度特性来设置对准标志光源 10 和遮挡滤波器 16 的波长范围。

[0054] 图 6 示出利用图像传感器 15 组合 RGB 的三种滤波器 17r、17g 和 17b 时的光谱灵敏度特性的图。横轴表示光波长,并且纵轴表示各传感器的灵敏度。该图表示:当传感器接收相应的光波长时,该传感器的灵敏度越高,从图像传感器 15 读取的值变得越大。例如,根据图 6 的光谱灵敏度特性,可以理解,绿色滤波器 17g 的特性 G 的波长范围约为 350nm ~ 630nm,并且灵敏度在波长 530nm 处为最大值。

[0055] 图 7 示出荧光拍摄所需的各滤波器和对准标志光源 10 的波长范围和荧光波长的特性。细线表示图 6 所示的各个滤波器的灵敏度特性。由于位置调整所需的对准标志光源 10 的波长需要为可视的,因此将对准标志光源 10 的波长设置为比绿色滤波器 17g 的特性 G 的波长更长的波长,并且还设置为具有绿色滤波器 17g 对其几乎无灵敏度的波长范围。在本典型实施例中,将对准标志光源 10 设置为比绿色滤波器 17g 的最长波长 630nm 更长的单波长 640nm。

[0056] 根据要静脉注射的荧光剂的荧光特性,对用于激发荧光以照射眼底 Er 的激发滤波器 9 的波长范围进行设置,以获得仅可以使波长 478nm ~ 515nm 的光透过的带通特性。遮挡滤波器 16 可以使眼底 Er 处所激发的荧光和对准标志光源 10 的对准光这两者透过。对遮挡滤波器 16 的波长范围进行设置,以获得用以遮挡除这两种光以外的光的带通特性。

[0057] 如图 7 所示,荧光波长通常具有在 520nm 处达到峰值且波长宽度窄的波长特性。然而,将遮挡滤波器 16 的带通特性的下限设置为 530nm,以遮挡从被检眼 E 反射的激发光的影响。另一方面,将上限设置为 650nm,以使对准标志光源 10 的对准光透过。

[0058] 如从图 7 可以看出,从眼底 Er 发出的荧光波长主要透过绿色滤波器 17g 和蓝色滤波器 17b,并且在图像传感器 15 上的与绿色和蓝色相对应的像素处接收到该荧光波长。同样,对准标志用的对准标志光源 10 的波长透过红色滤波器 17r,并且在图像传感器 15 上的与红色相对应的像素处接收到该波长。

[0059] 图 8A ~ 8D 示出由图像传感器 15 所接收到的眼底图像和透过各个滤波器的眼底图像。图 8A 是已透过这些滤波器的眼底图像的合成图像。图 8B、8C 和 8D 分别是透过蓝色滤波器 17b、绿色滤波器 17g 和红色滤波器 17r 的眼底图像 Er'。

[0060] 由于将对准标志 P 的波长设置在比绿色滤波器 17g 的波长范围更长的波长范围,因而对准标志 P 仅出现在图 8D 的与红色相对应的眼底图像 Er' 上,并且对准标志 P 在图 8B 和 8C 的眼底图像 Er' 中几乎是不可见的。

[0061] 因此,诊断图像生成单元 19 从所记录的图像数据中仅去除图 8D 的已透过红色滤波器 17r 的图像,并且对单色图像进行转换处理以生成诊断用的图像。更具体地,通过使用包括在所记录的运动图像中的与绿色相对应的像素或者与绿色和蓝色相对应的像素来对单色图像进行转换处理,从而生成诊断图像。因此,可以从所生成的诊断图像中去除或衰减对准标志 P,以使得要诊断的指定区域未被对准标志 P 隐藏。

[0062] 图 9A 示出拍摄期间检查者从图像显示单元 20 观察到的眼底图像,并且使得该检查者可以一起检查对准标志 P 和眼底图像 Er'。图 9B 示出诊断期间的眼底图像,其中,在

该眼底图像中,利用诊断图像生成单元 19 去除了对准标志 P,以不妨碍诊断。

[0063] 最后,可以将诊断图像生成单元 19 所生成的诊断图像再次存储在图像记录单元 18 中。可以通过设置与对准标志的波长相同的波长来在诊断时去除省略了说明的聚焦标志。

[0064] 在本典型实施例中,已说明了由照相机主体 14 所配备的图像记录单元 18、诊断图像生成单元 19 和图像显示单元 20 来进行运动图像的记录、图像生成和图像显示。然而,可以在诸如个人计算机等的信息处理设备终端处进行这些操作。在这种情况下,可以通过向照相机主体 14 添加图像传送单元而将来自图像传感器 15 的输出传送至外部信息处理设备终端。

[0065] 可以使用照相机主体 14 的图像显示单元 20 和外部连接的信息处理设备的显示单元的其中一个或这两者来进行在观察运动图像期间的位置调整。可以将所拍摄的运动图像记录在连接至信息处理设备的图像记录单元中。该图像记录单元可以至少包括以下记录介质:硬盘、磁光(MO)盘、Zip 盘、Jaz 盘、可记录/可重写紧致型盘(CD-R/RW)、数字多功能盘随机存取存储器(DVD-RAM)、DVD-R/RW 和半导体存储器等。

[0066] 在本典型实施例中,在已记录了运动图像之后利用诊断图像生成单元 19 对红色图像进行去除。然而,当将图像记录在图像记录单元 18 中时,可以在诊断图像生成单元 19 已预先去除了红色图像的状态下记录这些运动图像。

[0067] 此外,在本典型实施例中,使用单板 CCD 型图像传感器 15。然而,还可以使用 3CCD 型图像传感器。当使用 3CCD 型图像传感器时,代替三色分解滤波器 17,在该图像传感器的前面配置分光棱镜。

[0068] 如图 10 所示,分光棱镜 41、42 和 43 的表面配置有分色膜(dichroic film),并且可以将光反射并分解成光的三原色 R、G 和 B。在分光棱镜的各个表面上配置与 R、G 和 B 相对应的图像传感器 45、46 和 47,并且将来自图像传感器 45 ~ 47 各自的输出引入至诊断图像生成单元 19 内以生成诊断图像。

[0069] 尽管已经参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释,以包含所有这类修改、等同结构和功能。

[0070] 本申请要求 2009 年 4 月 30 日提交的日本专利申请 2009-111214 的优先权,在此通过引用包含其全部内容。

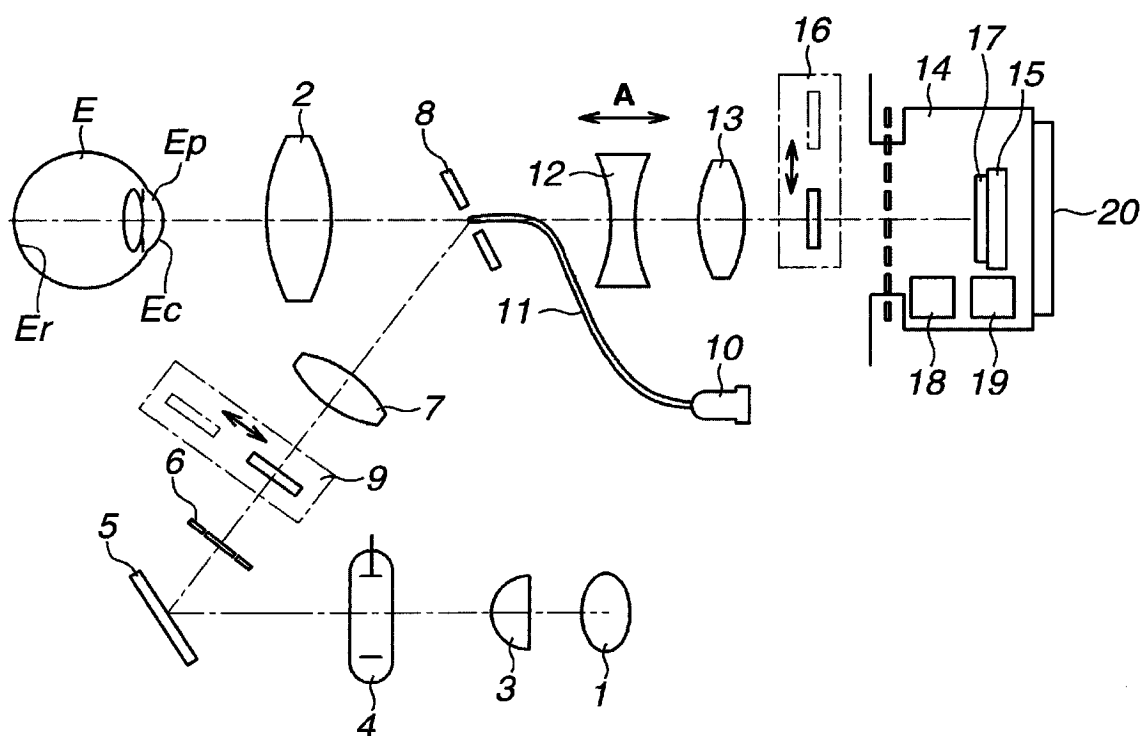


图 1

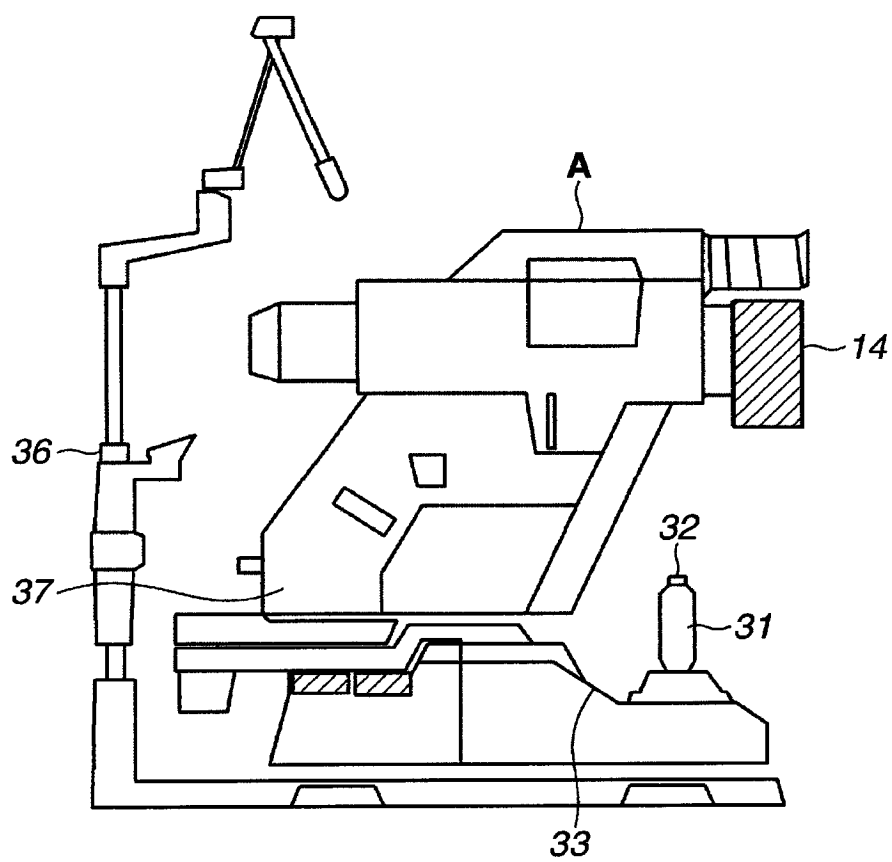


图 2

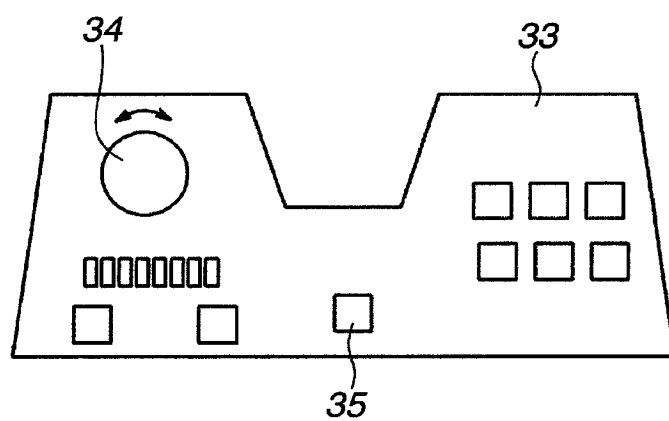


图 3

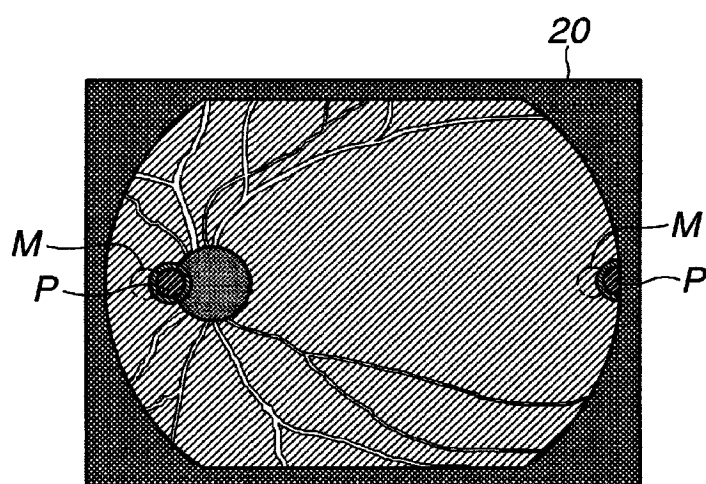


图 4A

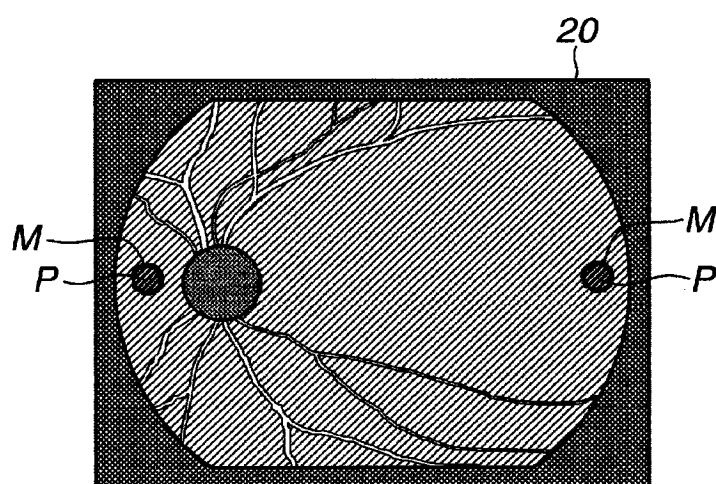


图 4B

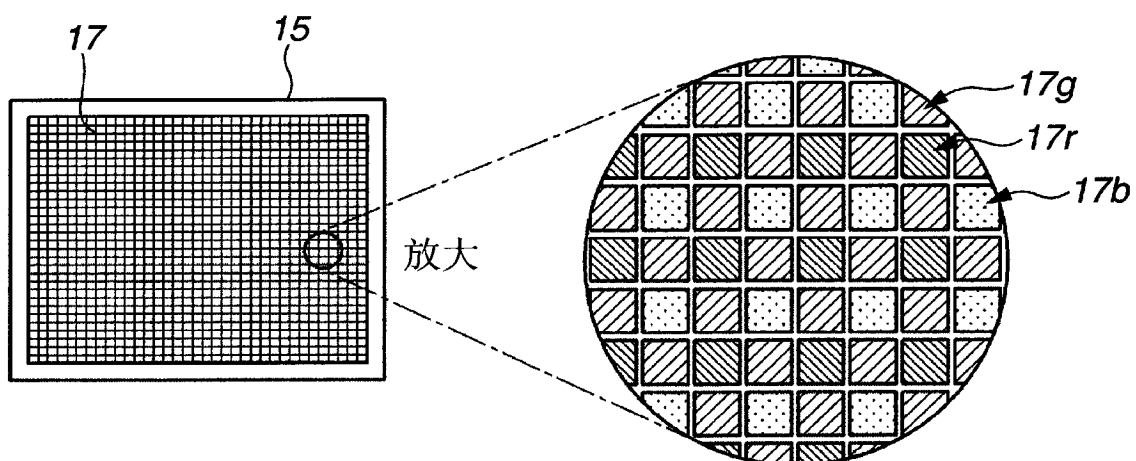


图 5A

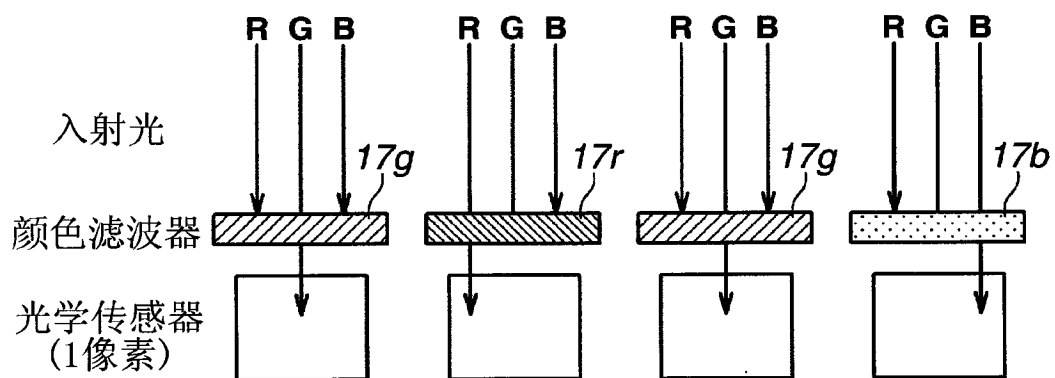


图 5B

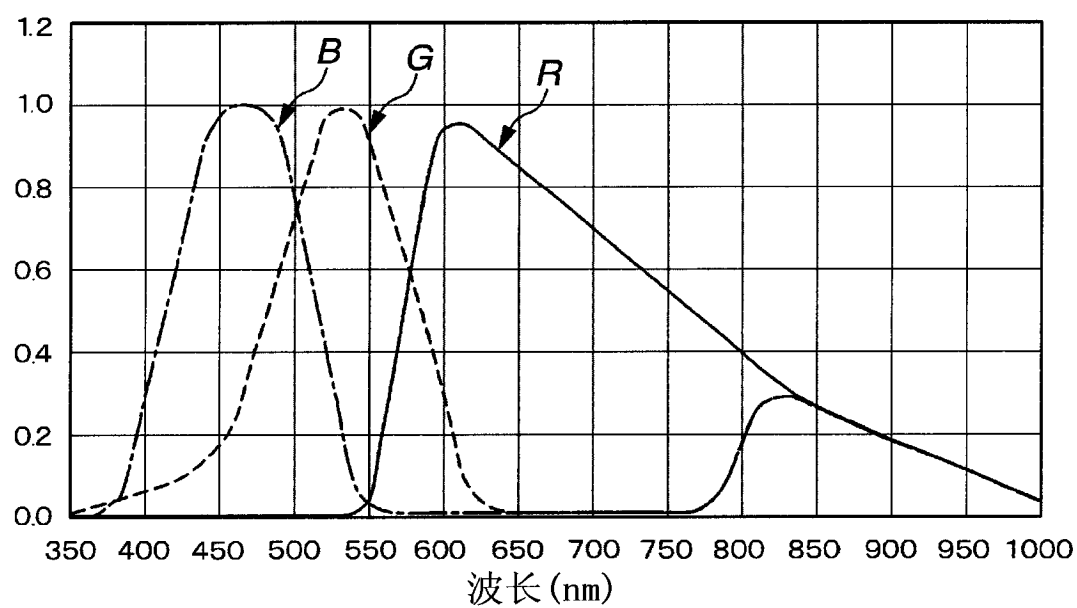


图 6

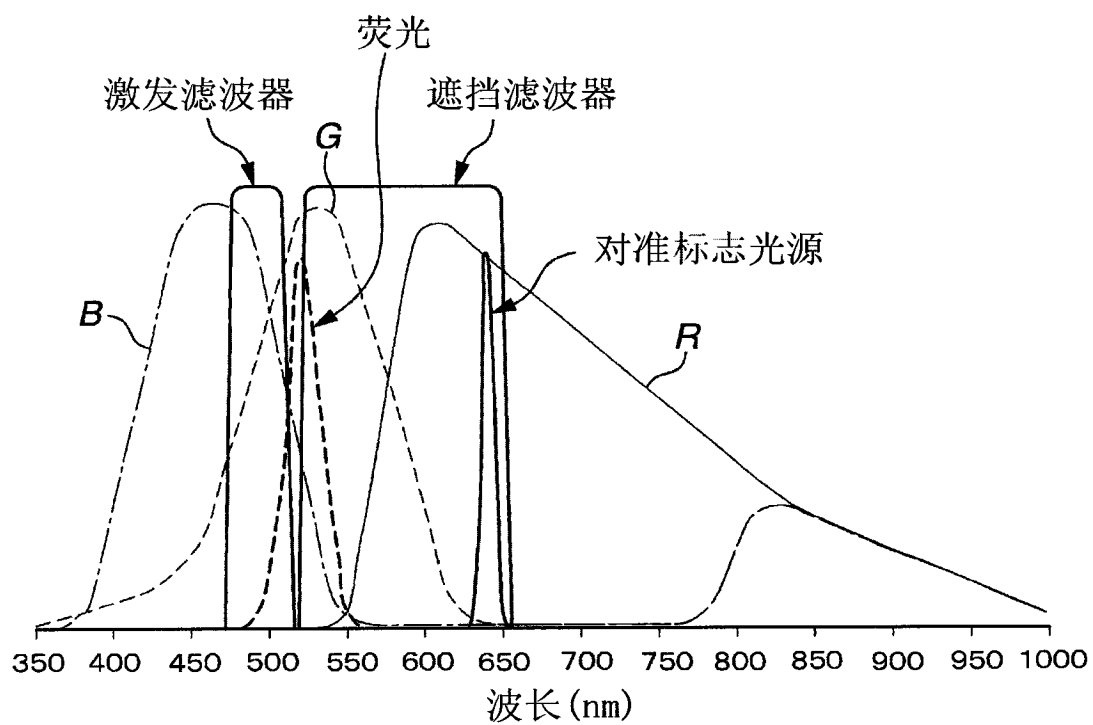


图 7

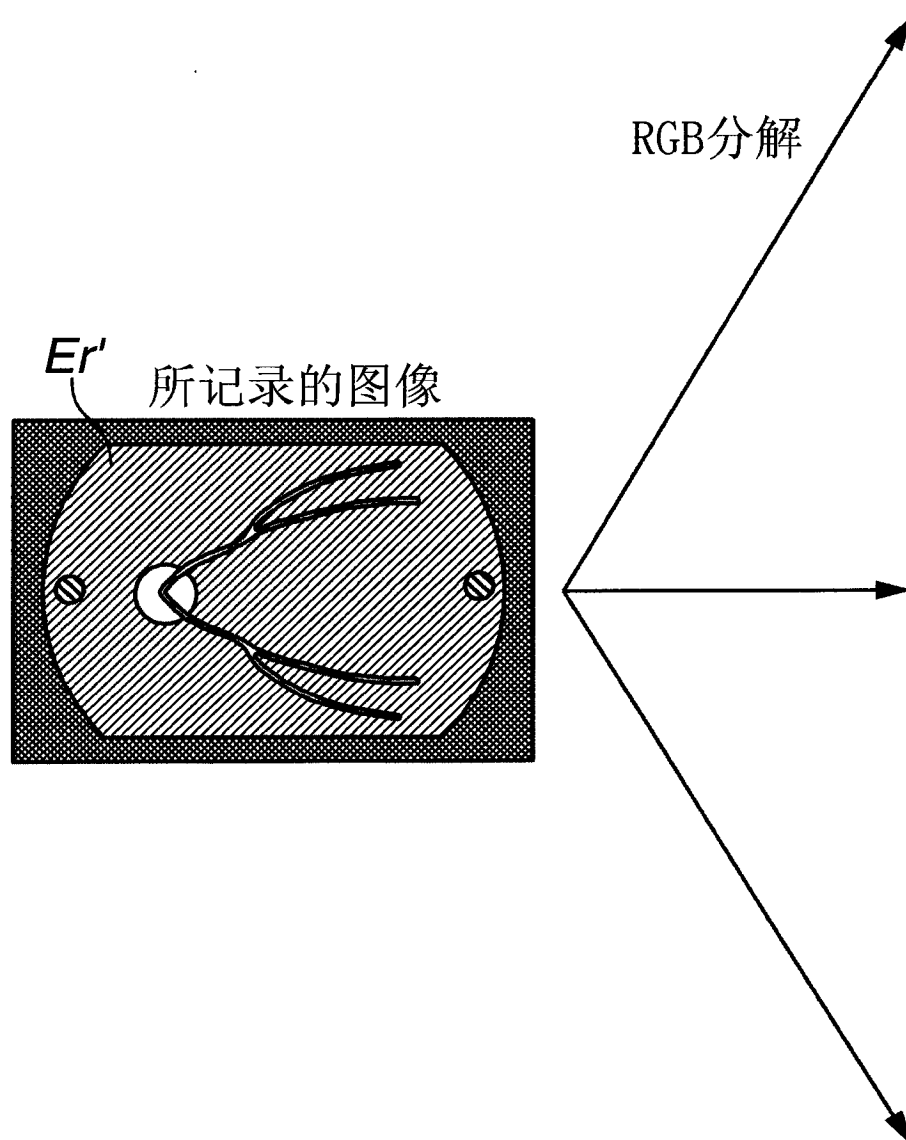


图 8A

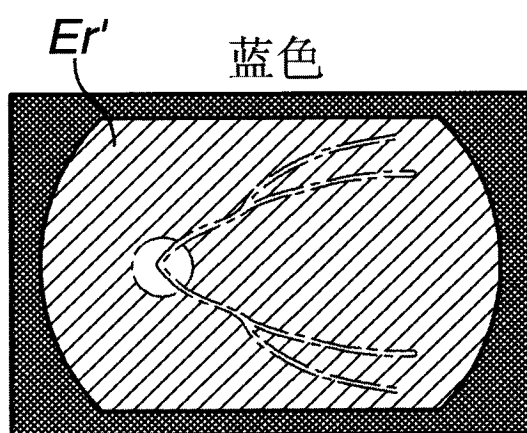


图 8B

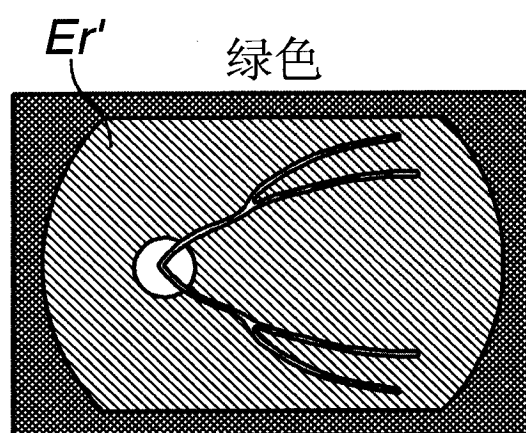


图 8C

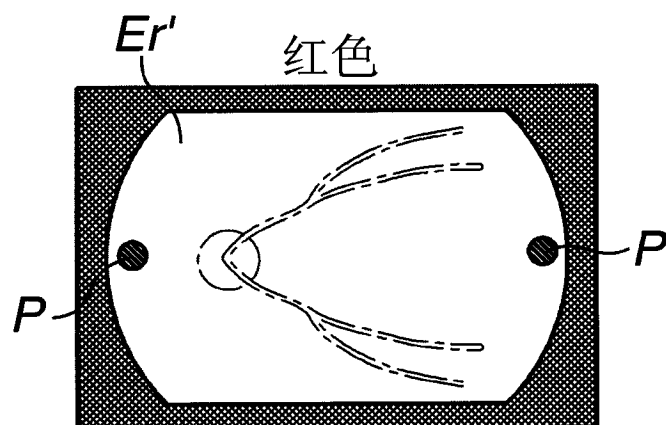


图 8D

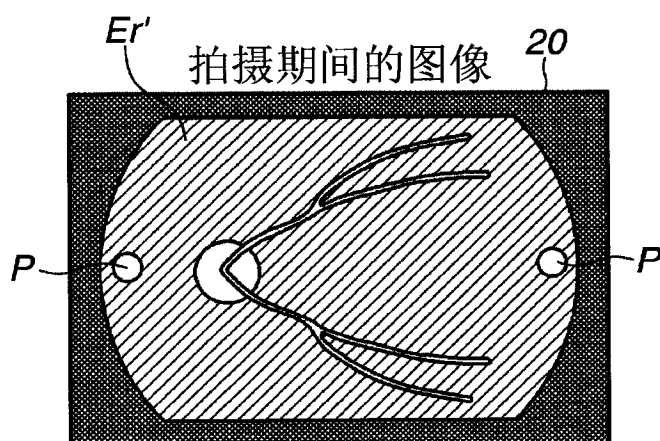


图 9A

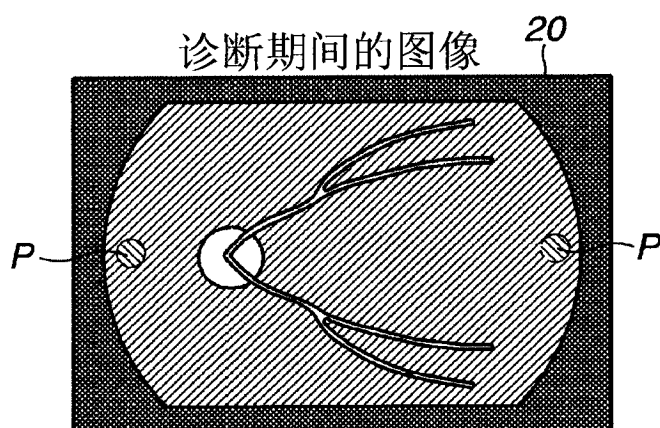


图 9B

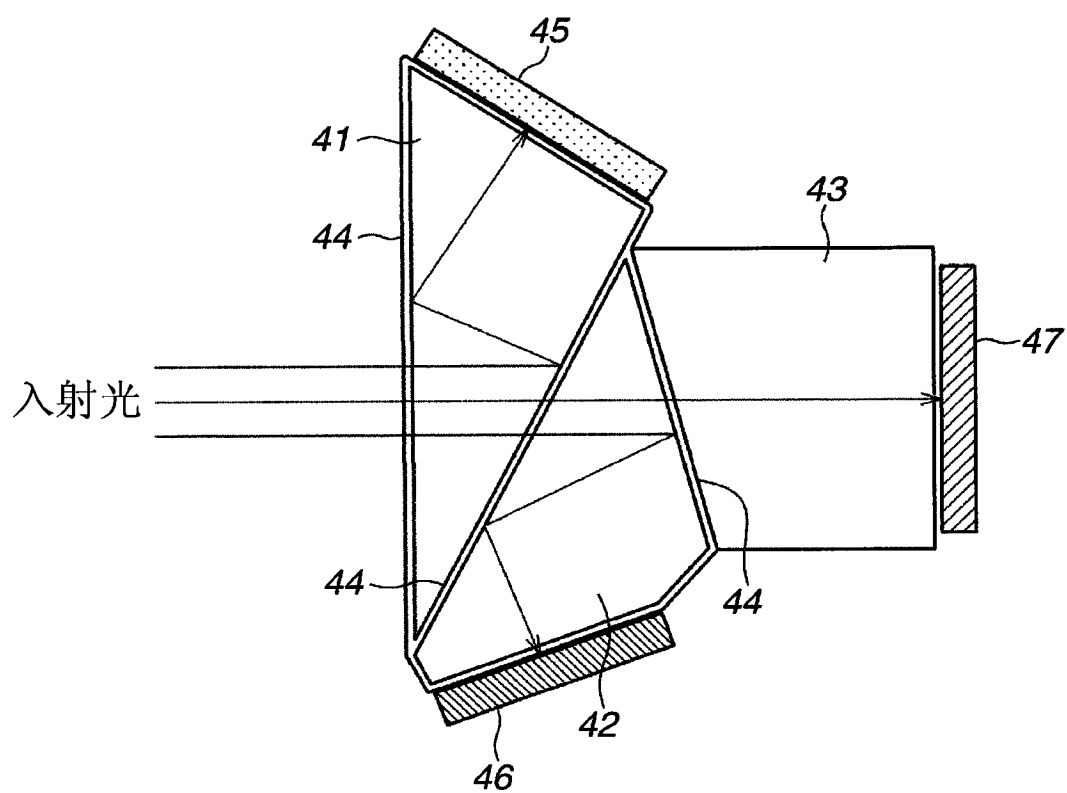


图 10