



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109068956 B

(45) 授权公告日 2021.01.12

(21) 申请号 201780028158.1

(22) 申请日 2017.04.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109068956 A

(43) 申请公布日 2018.12.21

(30) 优先权数据
2016-106314 2016.05.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.11.06

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/015575 2017.04.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/203897 JA 2017.11.30

(73) 专利权人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 露木浩

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇

(51) Int.Cl.
A61B 1/00 (2006.01)
G02B 5/04 (2006.01)
G02B 23/26 (2006.01)
G02B 13/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103957770 A, 2014.07.30
WO 2016043107 A1, 2016.03.24
US 2015335232 A1, 2015.11.26
JP 2014103597 A, 2014.06.05
CN 104937470 A, 2015.09.23

审查员 万语

权利要求书1页 说明书21页 附图10页

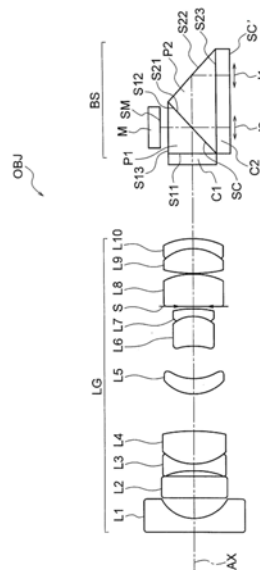
(54) 发明名称

物镜光学系统以及具备物镜光学系统的内窥镜装置

(57) 摘要

提供一种能够形成明亮度的差异、色调的差异的多个光学像的物镜光学系统以及具备物镜光学系统的内窥镜装置。物镜光学系统(OBJ)的特征在于,具有用于形成物体的像的透镜组(LG)以及配置于透镜组(LG)的像侧的光路分割元件(BS),光路分割元件(BS)配置在透镜组(LG)的光路上,光路分割元件(BS)具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面(SC),第一光路形成于透镜组(LG)的光路的延长线上,第二光路被形成为与第一光路相交叉,第一光路的光路长度与第二光路的光路长度不同,第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多,满足以下的条件式(1)的光学面位于第一光路上。 $0.8 \leq MR650/MR550 \leq 0.9$ (1)

CN 109068956 B



1. 一种物镜光学系统, 具有:
透镜组, 其用于形成物体的像; 以及
光路分割元件, 其配置于所述透镜组的像侧,
其中, 所述光路分割元件配置在所述透镜组的光路上,
所述光路分割元件具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面,
所述第一光路形成于所述透镜组的光路的延长线上,
所述第二光路被形成为与所述第一光路相交叉,
所述第一光路的光路长度与所述第二光路的光路长度不同,
所述第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比所述第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多,

其中, 所述物镜光学系统的特征在于,
满足以下的条件式 (1) 的光学面位于所述第一光路上,

$$0.8 \leq MR650/MR550 \leq 0.9 \quad (1)$$

其中,

MR550 为波长 550nm 时的反射率,

MR650 为波长 650nm 时的反射率。

2. 根据权利要求 1 所述的物镜光学系统, 其特征在于,
满足以下的条件式 (2) 的光学面位于所述第一光路上,

$$0.75 \leq MRB \leq 0.80 \quad (2)$$

其中,

MRB 为波长 390nm 时的反射率。

3. 一种内窥镜装置, 其特征在于, 具有:

根据权利要求 1 所述的物镜光学系统;

摄像元件; 以及

图像处理装置。

物镜光学系统以及具备物镜光学系统的内窥镜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种物镜光学系统以及具备物镜光学系统的内窥镜装置。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了一种由一个物镜光学系统形成两个光学像的光学系统。在该光学系统中,在物镜光学系统的像侧配置有分割元件。经物镜光学系统射出的光束向分割元件入射。在分割元件中,入射到分割元件的光束被第一面分成反射光束和透射光束。

[0003] 透过了第一面的透射光束被位于光路上的第二面反射。然后,由透射光束形成光学像。

[0004] 被第一面反射的反射光束被配置于光路上的反射镜反射。通过该反射,反射光束被反射向第一面。反射光束透过第一面。然后,由反射光束形成光学像。

[0005] 透过了第一面之后的反射光束的行进方向与被第二面反射之后的透射光束的行进方向变为相同。因此,由反射光束形成的光学像与由透射光束形成的光学像被形成在相同的方向上。

[0006] 在引用文献1的光学系统中,通过分割元件形成了两个光路。第一光路是从第一面到透射光束的光学像为止的光路。第二光路是从第一面到反射光束的光学像为止的光路。第一光路的光路长度与第二光路的光路长度相等。因此,在同一平面内的不同位置形成聚焦的两个光学像。

[0007] 在光学像的拍摄中,经由滤色器进行拍摄。滤色器由多个滤波器元件构成。多个滤波器元件例如被分为三个组。第一组由使红色的光透过的滤波器元件构成,第二组由使绿色的光透过的滤波器元件构成,第三组由使蓝色的光透过的滤波器元件构成。

[0008] 在引用文献1中,使在拍摄所使用的滤色器在一个光学像的拍摄与另一个光学像的拍摄中不同。由此,获取了颜色不同的两个图像。然后,通过将两个图像进行合成,提高了图像的颜色再现性。

[0009] 也能够使第一光路的光路长度与第二光路的光路长度稍有不同。在该情况下,在同一平面的前后形成聚焦的两个光学像。光学像相对于同一平面的偏移量很小。因此,在同一平面上,形成仅在局部的区域聚焦的两个光学像。

[0010] 两个光学像的聚焦的区域不同。对这两个光学像进行拍摄,由此获取两个图像。然后,从拍摄到的两个图像中仅提取聚焦的区域,并将所提取的区域进行合成。通过这样,能够获取景深大的图像。

[0011] 专利文献1:日本特开2014-103597号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的问题

[0013] 在引用文献1中,在第一光路和第二光路两方上产生光的透射和光的反射。在第一光路上,在第一面产生光的透射,在第二面发生光的反射。在第二光路上,通过第一面和反

射镜发生光的反射,在第一面发生光的透射。

[0014] 像这样,第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和(以下称为“第一总和”)不同于第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和(以下称为“第二总和”)。

[0015] 在光学面为透射面的情况下,优选的是,光学面上的透射率在所有波长时都为100%。在光学面为反射面的情况下,优选的是,光学面上的反射率在所有波长时都为100%。

[0016] 在透射率或反射率在所有波长时都为100%的情况下,即使第一总和与第二总和不同,第一分光特性与第二分光特性之间也不产生差异。因此,在由反射光束形成的光学像与由透射光束形成的光学像之间不产生明亮度的差异、色调的差异。

[0017] 在此,分光特性是将光学面上的透射率或反射率表示为波长的函数所得到的特性。第一分光特性是由位于第一光路上的所有光学面决定的分光特性。第二分光特性是由位于第二光路上的所有光学面决定的分光特性。

[0018] 然而,实际要实现在所有波长时透射率都为100%的光学面实际上很难。关于反射率也是同样的。另外,分光特性在各光学面中大多是不同的。因此,当第一总和与第二总和不同时,第一分光特性与第二分光特性相差很大。

[0019] 在该情况下,在由反射光束形成的光学像与由透射光束形成的光学像之间产生明亮度的差异、色调的差异。当在该状态下对两个光学像进行拍摄时,在两个图像中也产生明亮度的差异、色调的差异。因此,即使将两个图像进行合成,也难以提高图像的颜色再现性。

[0020] 另外,在获取景深大的图像的情况下,如果两个光学像之间产生了明亮度的差异、色调的差异,则在拍摄得到的两个图像中也产生明亮度的差异、色调的差异。因此,即使仅将聚焦的区域进行合成,在合成后的图像中,明亮度的不均、色调的差异也变大。

[0021] 以上说明了使用两个光学像的情况,即使在使用三个以上的光学像的情况下,也产生同样的问题。

[0022] 本发明是鉴于这样的问题而完成的,其目的在于提供一种能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像的物镜光学系统以及具备物镜光学系统的内窥镜装置。

[0023] 用于解决问题的方案

[0024] 为了解决上述的问题并达到目的,本发明的至少几个实施方式所涉及的物镜光学系统的特征在于,具有:

[0025] 透镜组,其用于形成物体的像;以及

[0026] 光路分割元件,其配置于透镜组的像侧,

[0027] 其中,光路分割元件配置在透镜组的光路上,

[0028] 光路分割元件具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面,

[0029] 第一光路形成于透镜组的光路的延长线上,

[0030] 第二光路被形成为与第一光路相交叉,

[0031] 第一光路的光路长度与第二光路的光路长度不同,

[0032] 第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多,

[0033] 满足以下的条件式(1)的光学面位于第一光路上,

[0034] $0.8 \leq MR650/MR550 \leq 0.9$ (1)

- [0035] 其中，
- [0036] MR550为波长550nm时的反射率，
- [0037] MR650为波长650nm时的反射率。
- [0038] 另外，本发明的内窥镜装置的特征在于，具有：
- [0039] 上述的物镜光学系统；
- [0040] 摄像元件；以及
- [0041] 图像处理装置。
- [0042] 发明的效果
- [0043] 根据本发明，能够提供一种能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像的物镜光学系统以及具备物镜光学系统的内窥镜装置。

附图说明

- [0044] 图1是表示本实施方式的物镜光学系统的结构的图。
- [0045] 图2是示出分光特性的图。
- [0046] 图3是示出光学面的分光特性的图。
- [0047] 图4是示出分光特性的图。
- [0048] 图5是示出光学面的分光特性的图。
- [0049] 图6是表示光路分割单元的图。
- [0050] 图7是示出实施例1的分光特性的图。
- [0051] 图8是示出实施例2的分光特性的图。
- [0052] 图9是示出实施例3的分光特性的图。
- [0053] 图10是示出分光特性的图。
- [0054] 图11是表示内窥镜装置的图。
- [0055] 图12是示出亮度校正的情形的图。
- [0056] 图13是示出彩度校正的情形的图。

具体实施方式

[0057] 以下，关于本实施方式所涉及的物镜光学系统和本实施方式所涉及的内窥镜装置，使用附图说明采用了这种结构的理由和作用。此外，本发明并不限于以下的实施方式所涉及的物镜光学系统、本实施方式所涉及的内窥镜装置。

[0058] 本实施方式的物镜光学系统的特征在于，具有：透镜组，其用于形成物体的像；以及光路分割元件，其配置于透镜组的像侧，其中，光路分割元件配置在透镜组的光路上，光路分割元件具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面，第一光路形成在透镜组的光路的延长线上，第二光路被形成为与第一光路相交叉，第一光路的光路长度与第二光路的光路长度不同，第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多，满足以下的条件式(1)的光学面位于第一光路上。

$$[0059] \quad 0.8 \leq MR650/MR550 \leq 0.9 \quad (1)$$

[0060] 其中，

[0061] MR550为波长550nm时的反射率，

[0062] MR650为波长650nm时的反射率。

[0063] 在图1中示出本实施方式的物镜光学系统的结构。物镜光学系统OBJ具有透镜组LG和光路分割单元BS。透镜组LG具有多个透镜L1~L10以及开口光圈S。通过透镜组LG来形成物体的光学像。

[0064] 光路分割单元BS配置于透镜组LG的像侧。光路分割单元BS具有护罩玻璃C1、棱镜P1、棱镜P2、反射镜M以及护罩玻璃C2。棱镜P1和棱镜P2均为三角棱镜。由棱镜P1和棱镜P2形成了光路分割元件。

[0065] 护罩玻璃C1与棱镜P1的光学面S11接合。棱镜P1与棱镜P2接合。通过棱镜P1的光学面S12和棱镜P2的光学面S21形成了接合面SC。

[0066] 反射镜M被配置为光学面SM与棱镜P1的光学面S13相向。护罩玻璃C2与棱镜P2的光学面S23接合。

[0067] 光路分割单元BS配置在透镜组LG的光路上。经透镜组LG射出的光(以下称为“成像光”)向光路分割单元BS入射。成像光通过护罩玻璃C1后入射到光学面S11。由于光学面S11为透射面,因此成像光透过光学面S11。

[0068] 接着,成像光入射至接合面SC。接合面SC被配置为面的法线相对于光轴AX成45度。入射到接合面SC的成像光被分成透过接合面SC的光(以下称为“成像光1”)和被接合面SC反射的光(以下称为“成像光2”)。

[0069] 成像光1和成像光2在互不相同的方向上行进。当将成像光1行进的光路设为第一光路、将成像光2行进的光路设为第二光路时,通过接合面SC来形成第一光路和第二光路。像这样,接合面SC为光路分割面。

[0070] 第一光路形成于透镜组LG的光路的延长线上。第二光路被形成为与第一光路相交叉。在图1中,第二光路与第一光路正交。

[0071] 接合面SC、光学面S22、光学面S23以及光学面SC' 位于第一光路上。

[0072] 透过了接合面SC的成像光1入射至光学面S22。光学面S22为反射面。成像光1被光学面S22反射,并入射至光学面S23。光学面S23为透射面。成像光1透过光学面S23并入射至护罩玻璃C2。成像光1到达光学面SC'。光学面SC' 为透射面。在光学面SC' 的附近形成光学像I1。

[0073] 在第一光路上,在光学面S22发生光的反射,在接合面SC、光学面S23以及光学面SC' 发生光的透射。因此,第一总和为4次。

[0074] 接合面SC、光学面S13、光学面SM、光学面S23以及光学面SC' 位于第二光路上。

[0075] 被接合面SC反射的成像光2入射至光学面S13。光学面S13为透射面。成像光2透过光学面S13并入射至反射镜M的光学面SM。光学面SM为反射面。成像光2被光学面SM反射并入射至光学面S13。

[0076] 成像光2透过光学面S13并入射至接合面SC。在接合面SC处,成像光2被分成透过接合面SC的光和被接合面SC反射的光。

[0077] 透过了接合面SC的成像光2入射至光学面S23。成像光2透过光学面S23并入射至护罩玻璃C2。成像光2到达光学面SC'。在光学面SC' 的附近形成光学像I2。

[0078] 在第二光路上,在接合面SC和光学面SM发生反射,在光学面S13、接合面SC、光学面S23以及光学面SC' 发生透射。由于光学面S13上的透射为2次,因此第二总和为7次。

[0079] 像这样,在本实施方式的物镜光学系统中,第二总和比第一总和多。

[0080] 通过内窥镜进行体内的观察。体内的被摄体大多泛着红色。另外,在被摄体的拍摄中使用摄像元件。关于摄像元件的灵敏度,波长越长则灵敏度越高。因此,与蓝色光、绿色光相比,针对红色光的灵敏度较高。

[0081] 关于第二分光特性,在透射率、反射率在长波长域时较低的情况下,与第一分光特性相比,第二分光特性中长波长域时的透射率、反射率变低。在该情况下,如果第二总和比第一总和多,则长波长域时的透射率的降低、反射率的降低在第二分光特性中变得显著。

[0082] 基于这样的情况,在本实施方式的物镜光学系统中,满足上述的条件式(1)的光学面位于第一光路上。

[0083] 图2是示出分光特性的图。图2的(a)表示满足条件式(1)的光学面配置于第一光路的情况,图2的(b)表示不满足条件式(1)的光学面配置于第一光路的情况。

[0084] 在图2的(a)中,实线表示满足条件式(1)的光学面的分光特性(反射率),虚线表示第一分光特性(透射率),一点划线表示第一分光特性与第二分光特性的差。

[0085] 关于满足条件式(1)的光学面,如图2的(a)所示,反射率在600nm到700nm之间逐渐地变小。与之相伴地,在第一分光特性中,透射率也在600nm到700nm之间逐渐地变小。

[0086] 如上述那样,长波长域时的透射率的降低、反射率的降低在第二分光特性中变得显著。因此,虽然在图2的(a)中没有图示,但是在第二分光特性中,透射率也在600nm到700nm之间逐渐地变小。

[0087] 在图2的(a)中,第一分光特性中的透射率的降低量在各波长时都与第二分光特性中的透射率的降低量大致相同。因此,第一分光特性与第二分光特性的差在从450nm到700nm的范围内大致为零(在图2的(a)中,与表示零的横轴大致重叠)。

[0088] 与此相对地,关于不满足条件式(1)的光学面,如图2的(b)所示,反射率在450nm到700nm之间大致固定。与之相伴地,在第一分光特性中,透射率在450nm到700nm之间也大致固定。

[0089] 在该情况下,第一分光特性的在600nm到700nm之间的透射率比第二分光特性的在600nm到700nm之间的透射率大。因此,第一分光特性与第二分光特性的差在比620nm长的长波长侧逐渐地变大,在700nm时超过了20%。

[0090] 像这样,通过使满足条件式(1)的光学面位于第一光路上,能够使第一分光特性与第二分光特性大致相同。其结果,能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0091] 在图1所示的物镜光学系统OBJ中,光学面S22为满足条件式(1)的光学面。

[0092] 图3是光学面S22的分光特性。如图3所示,关于光学面S22,在由虚线包围的范围、即在550nm到700nm之间,反射率逐渐地变小。

[0093] 关于图3中的分光特性, $MR_{650}/MR_{550}=0.87$ 。像这样,通过使光学面S22成为满足条件式(1)的光学面,能够使明亮度、色调在光学像I1与光学像I2中大致相同。

[0094] 如上述那样,在获取景深大的图像的方法中,从多个图像中仅提取聚焦的区域,进行所提取的区域的合成。在本实施方式的物镜光学系统中,能够使多个光学像中的明亮度的差异、色调的差异减少。因此,能够使合成后的图像中明亮度的不均、色调的差异减少。

[0095] 另外,当使第一光路的光路长度与第二光路的光路长度相同时,在同一平面内的不同位置形成聚焦的两个光学像。如上述那样,在提高图像的颜色再现性的方法中,使用多

个图像进行图像合成。在本实施方式的物镜光学系统中,能够使多个光学像中的明亮度的差异、色调的差异减少。因此,能够进一步提高合成后的图像的颜色再现性。

[0096] 护罩玻璃C1和护罩玻璃C2并不是必要的。另外,通过使光学面S13成为反射面,能够使成像光2反射。因此,反射镜M并不是必要的。

[0097] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,满足以下的条件式(2)的光学面位于第一光路上。

$$[0098] \quad 0.75 \leq MRB \leq 0.80 \quad (2)$$

[0099] 其中,

[0100] MRB为波长390nm时的反射率。

[0101] 内窥镜的观察方法之一有使用窄波长域的光进行观察的方法(以下称为“窄频带观察”)。在窄频带观察中,例如使用400nm到430nm的波长范围的光。

[0102] 关于第二分光特性,在透射率、反射率在短波长域时较低的情况下,与第一分光特性相比,第二分光特性中短波长域时的透射率、反射率变低。在该情况下,如果第二总和比第一总和多,则短波长域时的透射率的降低、反射率的降低在第二分光特性中变得显著。

[0103] 在本实施方式的物镜光学系统中,满足上述的条件式(2)的光学面位于第一光路上。

[0104] 图4是示出分光特性的图。图4的(a)表示满足条件式(2)的光学面配置于第一光路的情况,图4的(b)表示不满足条件式(2)的光学面配置于第一光路的情况。

[0105] 在图4的(a)中,实线表示满足条件式(2)的光学面的分光特性(反射率),虚线表示第一分光特性(透射率),一点划线表示第一分光特性与第二分光特性的差。

[0106] 关于满足条件式(2)的光学面,如图4的(a)所示,反射率在430nm到400nm之间逐渐地变小。与之相伴地,在第一分光特性中,透射率也在430nm到400nm之间逐渐地变小。

[0107] 如上述那样,短波长域时的透射率的降低、反射率的降低在第二分光特性中变得显著。因此,虽然在图4的(a)中没有图示,但是在第二分光特性中,透射率也在430nm到400nm之间逐渐地变小。

[0108] 在图4的(a)中,第一分光特性中的透射率的降低量在各波长时都与第二分光特性中的透射率的降低量大致相同。因此,第一分光特性与第二分光特性的差在从430nm到400nm的范围内大致为零(在图4的(a)中,与表示零的横轴大致重叠)。

[0109] 与此相对地,关于不满足条件式(2)的光学面,如图4的(b)所示,反射率在400nm到700nm之间大致固定。与之相伴地,在第一分光特性中,透射率在400nm到700nm之间也大致固定。

[0110] 在该情况下,第一分光特性的在430nm到400nm之间的透射率比第二分光特性的在430nm到400nm之间的透射率大。因此,第一分光特性与第二分光特性的差在比430nm短的短波长侧逐渐地变大,在400nm时达到了40%。

[0111] 像这样,通过使满足条件式(2)的光学面位于第一光路上,能够使第一分光特性与第二分光特性大致相同。其结果,在窄频带观察中,也能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0112] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,满足条件式(1)的光学面与满足条件式(2)的光学面为同一光学面。

[0113] 通过使一个光学面具有两个分光特性,能够使光路分割元件小型化。另外,能够缩短制造工序。

[0114] 在图1所示的物镜光学系统OBJ中,光学面S22为满足条件式(2)的光学面。如上述那样,能够使光学面S22成为满足条件式(1)的光学面。像这样,能够使光学面S22成为满足条件式(1)和条件式(2)的光学面。

[0115] 图5是光学面S22的分光特性。实线表示光学面S22满足条件式(1)但不满足条件式(2)的情况,虚线表示光学面S22满足条件式(1)和条件式(2)的情况。

[0116] 例如,设为在通常观察中,进行由450nm到700nm的波长范围的光形成的光学像的观察,在窄频带观察中,进行由400nm到430nm的波长范围的光形成的光学像的观察。

[0117] 在光学面S22具有实线所示的分光特性的情况下,光学面S22的反射率在550nm到700nm之间逐渐地变小。因此,在通常观察中,能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。关于实线所示的分光特性, $MR_{650}/MR_{550}=0.87$ 。

[0118] 另一方面,在由虚线包围的范围、即在430nm到400nm之间,反射率逐渐地变小,但是反射率小于75%。因此,在窄频带观察中,难以形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0119] 与此相对地,在光学面S22具有虚线所示的分光特性的情况下,光学面S22的反射率在550nm到700nm之间逐渐地变小。关于虚线所示的分光特性, $MR_{650}/MR_{550}=0.88$ 。因此,在通常观察中,能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0120] 另外,在430nm到400nm之间,反射率逐渐地变小,并且反射率为75%以上。关于虚线所示的分光特性, $MR_B=0.78$ 。因此,在窄频带观察中,也能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0121] 本实施方式的物镜光学系统优选为满足以下的条件式(3)。

$$[0122] \quad -0.15 \leq (B-A)/B \leq 0.15 \quad (3)$$

[0123] 其中,

[0124] B为第一光路的规定波长范围内的透射率,

[0125] A为第二光路的规定波长范围内的透射率,

[0126] 规定波长范围是波长400nm到700nm的范围。

[0127] 通过满足条件式(3),在通常观察和窄频带观察两方中都能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0128] 优选的是,代替条件式(3)而满足以下的条件式(3')。

$$[0129] \quad -0.10 \leq (B-A)/B \leq 0.10 \quad (3')$$

[0130] 优选的是,代替条件式(3)而满足以下的条件式(3'')。

$$[0131] \quad -0.05 \leq (B-A)/B \leq 0.05 \quad (3'')$$

[0132] 本实施方式的物镜光学系统优选为,反射面和1/4波片位于第二光路上,1/4波片位于光路分割面与反射面之间,光学面具有使P偏振的光透过、使S偏振的光反射的特性。

[0133] 图6是表示光路分割单元的图。光路分割单元BS'配置于透镜组的像侧。光路分割单元BS'具有护罩玻璃C1、棱镜P1'、棱镜P2'、1/4波片QWP、反射镜M以及护罩玻璃C2。由棱镜P1'和棱镜P2'形成了光路分割元件。

[0134] 在图6中,将护罩玻璃C1与棱镜P1'绘制为在空间上分离。然而,如以下说明的那

样,护罩玻璃C1与棱镜P1'实际上是接合的。关于棱镜P2'、1/4波片QWP以及护罩玻璃C2也是同样的。

[0135] 护罩玻璃C1与棱镜P1'的光学面S11'接合。棱镜P1'与棱镜P2'接合。通过棱镜P1'的光学面S12'和棱镜P2'的光学面S21'形成了光学面SP。

[0136] 反射镜M被配置为光学面SM与棱镜P1'的光学面S13'相向。1/4波片QWP配置于反射镜M与棱镜P1'之间。护罩玻璃C2与棱镜P2'的光学面S23'接合。

[0137] 成像光入射至光路分割单元BS'。成像光通过护罩玻璃C1后入射至光学面S11'。由于光学面S11'为透射面,因此成像光透过光学面S11'。

[0138] 接着,成像光入射至光学面SP。光学面SP被配置为面的法线相对于光轴成45度。光路分割单元BS'是偏振分束器。因此,在光学面SP上,使P偏振的光透过,使S偏振的光反射。

[0139] 将P偏振的光设为成像光1,将S偏振的光设为成像光2。成像光1和成像光2在互不相同的方向上行进。当将成像光1行进的光路设为第一光路、将成像光2行进的光路设为第二光路时,通过光学面SP来形成第一光路和第二光路。像这样,光学面SP为光路分割面。

[0140] 光学面SP、光学面S22'、光学面S23'以及光学面SC'位于第一光路上。在第一光路上,在光学面S22'发生光的反射,在光学面SP、光学面S23'以及光学面SC'发生光的透射。因此,第一总和为4次。

[0141] 1/4波片QWP位于第二光路上。被光学面SP反射的成像光2为直线偏振的光。成像光2通过1/4波片QWP,被变换为圆偏振的光。成像光2被反射镜M的光学面SM反射,再次通过1/4波片QWP。

[0142] 成像光2通过1/4波片QWP,被变换为直线偏振的光。从1/4波片QWP射出的成像光2的偏振方向为与S方向正交的方向。即,成像光2成为P偏振的光。因此,成像光2透过光学面SP。

[0143] 像这样,在光路分割单元BS'中,被光学面SP反射的S偏振的成像光2的大部分成为P偏振的成像光2而通过光学面SP。因此,在第二光路上,能够形成光量损失少的光学像。

[0144] 光学面SP、光学面S13'、光学面SQ1、光学面SQ2、光学面SM、光学面S23'以及光学面SC'位于第二光路上。在第二光路上,在光学面SP和光学面SM发生光的反射,在光学面SP、光学面S13'、光学面SQ1、光学面SQ2、光学面S23'以及光学面SC'发生光的透射。光在光学面S13'、光学面SQ1以及光学面SQ2的透射各为2次。因此,第二总和为11次。

[0145] 像这样,在本实施方式的物镜光学系统中,第二总和比第一总和多。

[0146] 然而,在本实施方式的物镜光学系统中,满足条件式(1)的光学面位于第一光路上。因此,能够使第一分光特性与第二分光特性大致相同。其结果,能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0147] 为了使第一分光特性与第二分光特性大致相同,只要使位于第一光路上的光学面具有特定的分光特性、或者使位于第二光路上的光学面具有特定的分光特性即可。

[0148] 但是,在光路分割元件中使用偏振分束器、将1/4波片QWP配置在第二光路上的情况下,使满足条件式(1)的光学面位于第一光路上更为优选。由此,能够容易地使在600nm到700nm之间的透射率在第一分光特性与第二分光特性中大致相同。

[0149] 关于1/4波片QWP,进行从直线偏振光向圆偏振光的变换、或者与其相反的变换。但是,除了特定的波长以外,并未正确地进行该变换。即,除了特定的波长以外,直线偏振光、

圆偏振光被变换成了椭圆偏振光。呈椭圆的程度根据波长而不同。像这样,1/4波片QWP具有波长色散特性。

[0150] 在光路分割单元BS中,优选的是,从1/4波片QWP去向光学面SP的成像光2为直线偏振的光。然而,由于1/4波片QWP具有波长色散特性,因此根据波长的不同,从1/4波片QWP去向光学面SP的成像光2不会变为直线偏振的光。因此,在通过光学面SP时产生光量损失。另外,光量损失的大小根据波长而不同。

[0151] 作为使1/4波片处的光量损失的大小在任何波长中都相同的方法,存在将多个波片进行组合的方法。然而,该方法也存在性能上的限制。另外,由于使用多个波片而导致物镜光学系统大型化。

[0152] 像这样,在将1/4波片QWP配置于第二光路上的情况下,通过使1/4波片QWP具有特定的分光特性,难以使第一分光特性与第二分光特性大致相同。因此,优选的是,使位于第一光路上的光学面具有特定的分光特性。

[0153] 示出本实施方式的物镜光学系统中的分光特性的例子。图7示出了实施例1中的分光特性。在实施例1中,作为光路分割元件,使用了偏振分束器。另外,各波长时的透射率的值为将向偏振分束器的入射光量设为100%时的值。

[0154] 在图7中,实线和点线表示实施例1中的分光特性,一点划线和虚线表示现有例中的分光特性。实线表示第一光路的光分特性,点线表示第二光路的光分特性。一点划线表示第一光路的光分特性,虚线表示第二光路的光分特性。

[0155] 如图7所示,在现有例中,在短波长侧和长波长侧,第一光路的透射率和第二光路的透射率在长波长侧相差很大,并且在短波长侧也不同。因此,在通常观察中,在长波长侧产生明亮度的差异、色调的差异,在窄频带观察中,在短波长侧产生明亮度的差异、色调的差异。

[0156] 与此相对地,在实施例1中,第一光路的光分特性与第二光路的光分特性大致相同。因此,根据实施例1,在通常观察和窄频带观察两方中都能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0157] 图8示出了实施例2中的分光特性。在实施例2中,作为光路分割元件,使用了偏振分束器。另外,各波长时的透射率的值为将向偏振分束器的入射光量设为100%时的值。

[0158] 在图8中,实线表示实施例2中的分光特性,虚线表示现有例中的分光特性。在图8中,示出了第一分光特性与第二分光特性的差。

[0159] 根据 $(B-A)/B$ 求出第一分光特性与第二分光特性的差。如图8所示,在现有例中, $(B-A)/B$ 的值最大时超过了25%。因此,在通常观察中,在长波长侧产生明亮度的差异、色调的差异。

[0160] 与此相对地,在实施例2中, $(B-A)/B$ 的值处于 $\pm 5\%$ 以内。即,满足条件式(3)。因此,根据实施例2,在通常观察和窄频带观察两方中都能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0161] 图9示出了实施例3中的分光特性。在实施例3中,作为光路分割元件,使用了偏振分束器。另外,各波长时的透射率的值为将向偏振分束器的入射光量设为100%时的值。

[0162] 在图9中,实线、虚线以及点线表示实施例3中的分光特性。实线表示第一光路的光分特性,虚线表示第二光路的光分特性。另外,点线表示第一分光特性与第二分光特性的

差。根据 $(B-A)/B$ 求出第一分光特性与第二分光特性的差。

[0163] 在实施例3中,第一光路的光谱特性与第二光路的光谱特性大致相同。另外,在实施例3中, $(B-A)/B$ 的值处于-15%以内。即,满足条件式(3)。因此,根据实施例3,在通常观察和窄频带观察两方中都能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0164] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,在透镜组与光路分割元件之间配置有消偏振元件。

[0165] 在光路分割元件为偏振分束器的情况下,成像光1的光量和成像光2的光量取决于向光学面SP入射的成像光的偏振状态。例如在成像光为P偏振的光的情况下,成像光全部透过光学面SP。因此,产生成像光1,但不产生成像光2。其结果,形成光学像I1,但不形成光学像I2。

[0166] 因此,在透镜组与光路分割元件之间配置消偏振元件。通过这样,能够使向光学面SP入射的成像光成为产生成像光1和成像光2那样的光。

[0167] 关于消偏振元件,优选为产生偏振方向无规则那样的光。作为消偏振元件,例如有1/4波片。

[0168] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,在满足条件式(1)的光学面形成有电介质多层膜。

[0169] 作为反射涂层,存在由金属膜形成的涂层、例如铝涂层、银涂层。关于铝涂层、银涂层,各波长时的反射率大致相同。关于铝涂层、银涂层,难以使特定的波长域中的反射率减小。

[0170] 基于这样的情况,优选的是,在满足条件式(1)的光学面形成有电介质多层膜。

[0171] 电介质多层膜能够使特定的波长域中的反射率减小。因此,能够容易地实现满足条件式(1)的光学面。考虑到防止异物混入的观点、分光特性的稳定性的观点,期望电介质膜的膜层数为10层以下。

[0172] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,满足条件式(1)的光学面具有金属反射膜,

[0173] 电介质多层膜形成于金属反射膜之上。

[0174] 通过这样,即使减少电介质膜中的膜层数,也能够使特定的波长域中的反射率减小。

[0175] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,具有满足以下的条件式(4)的光学面。

$$[0176] \quad 0.85 \leq MRUV \leq 0.9 \quad (4)$$

[0177] 其中,

[0178] MRUV为第一光路的波长365nm时的反射率。

[0179] 如图1所示,在光学面SC'的附近形成了光学像I1、光学像I2。因此,通过使摄像元件的摄像面位于此处,能够拍摄光学像I1、光学像I2。由于在摄像元件的摄像面设置有护罩玻璃,因此护罩玻璃C2成为摄像元件的护罩玻璃。

[0180] 将护罩玻璃C2与棱镜P1进行接合以能够进行稳定的摄像。使用热固化型的粘接剂、紫外线固化型的粘接剂来进行该接合。在使用了热固化型的粘接剂的情况下,向棱镜P1、棱镜P2以及摄像元件传递热。

[0181] 在图1所示的光路分割单元BS中,将护罩玻璃C1与棱镜P1进行了接合。护罩玻璃C1的耐热性比较高。因此,即使护罩玻璃C2与棱镜P1的接合使用热固化型的粘接剂,热对护罩玻璃C1产生的影响也不大。

[0182] 在图9所示的光路分割单元BS中,1/4波片QWP位于第二光路中。在图9中,1/4波片QWP与棱镜P2分离,但是实际上将1/4波片QWP粘接在棱镜P2上。

[0183] 作为1/4波片,存在晶体型的1/4波片、高分子滤波器型的1/4波片,大多使用高分子滤波器型的1/4波片。然而,高分子滤波器容易大幅地受到热的影响。因此,高分子滤波器型的1/4波片也容易受到热的影响。关于高分子滤波器型的1/4波片,例如由于热而有可能产生变形、偏振特性有可能产生变化。

[0184] 关于热固化型的粘接剂,一般地,固化时的温度为80℃~140℃,直到固化为止的时间为30分钟~60分钟。因此,在将高分子滤波器型的1/4波片预先与棱镜P1进行了接合的情况下,护罩玻璃C2与棱镜P1的接合难以使用热固化型的粘接剂。

[0185] 基于这样的情况,在将高分子滤波器型的1/4波片预先与棱镜P1进行了接合的情况下,优选为护罩玻璃C2与棱镜P1的接合使用紫外线固化型的粘接剂。由此,即使在1/4波片为高分子滤波器型的情况下,也不可能产生变形、偏振特性也不可能产生变化。

[0186] 另外,作为紫外线固化型的粘接剂,优选使用固化波长为365nm的紫外线固化型的粘接剂。在该情况下,优选的是,具有满足条件式(4)的光学面。

[0187] 当低于条件式(4)的下限值时,在经由光学面向粘接剂照射紫外线的情况下,不能向粘接剂照射足够的明亮度的紫外线。其结果,有可能产生粘接不良。

[0188] 当超过条件式(4)的上限值时,紫外线所产生的能量过大。在摄像元件具有滤色器的情况下,有可能使滤色器损坏。

[0189] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,满足条件式(1)的光学面与满足条件式(4)的光学面为同一光学面。

[0190] 通过使一个光学面具有两个分光特性,能够使光路分割元件小型化。另外,能够缩短制造工序。

[0191] 在本实施方式的物镜光学系统中,优选的是,满足条件式(2)的光学面与满足条件式(4)的光学面为同一光学面。

[0192] 通过使一个光学面具有两个分光特性,能够使光路分割元件小型化。另外,能够缩短制造工序。

[0193] 本实施方式的内窥镜装置的特征在于,具有上述的物镜光学系统、摄像元件以及图像处理装置。

[0194] 根据本实施方式的内窥镜装置,能够在通常观察和窄频带观察的至少一方中获得明亮度的差异、色调的差异少的图像。

[0195] 在以上的说明中,当第二总和比第一总和多时,与第一分光特性相比,在第二分光特性中,透射率的降低、反射率的降低较显著。然而,即使第二总和与第一总和相同,在第一总和中的反射次数与第二总和中的反射次数不同的情况下,也可能产生同样的现象。

[0196] 另外,即使第二总和与第一总和相同且第一总和中的反射次数与第二总和中的反射次数相同,也可能产生同样的现象。例如,设为在第一光路上配置一个反射镜和一个平行平板,在第二光路上配置一个反射镜和一个1/4波片。

[0197] 在该例子中,第一光路上的反射次数与第二光路上的反射次数均为1次。另外,第一光路上的透射次数与第二光路上的透射次数均为2次。因此,第一总和与第二总和均为3次。其结果,在该例子中,第二总和与第一总和相同,第一总和中的反射次数与第二总和中的反射次数也相同。

[0198] 在此,在配置于第一光路的反射镜的分光特性与配置于第二光路的反射镜的分光特性不同的情况下,第一分光特性与第二分光特性不同。另外,即使两个反射镜的分光特性相同,如果配置于第一光路的平行平板的分光特性与配置于第二光路的1/4波片的分光特性不同,则第一分光特性与第二分光特性不同。

[0199] 像这样,第一分光特性与第二分光特性的差异并非仅由于反射次数、透射次数的差而产生,也受到配置于光路上的反射镜面的分光特性、透射元件的分光特性影响。

[0200] 另外,也可能存在使透射率、反射率大幅地降低的光学面位于第一光路中的情形。在这样的情况下,与第二分光特性相比,在第一分光特性中,透射率的降低、反射率的降低较显著。

[0201] 基于以上的情况,只要将满足条件式(1)的光学面、满足条件式(2)的光学面配置在没有更显著地出现透射率的降低、反射率的降低的光路上即可。

[0202] 本实施方式的内窥镜装置的特征在于,具有物镜光学系统、摄像元件以及图像处理装置,物镜光学系统具有:透镜组,其用于形成物体的像;以及光路分割元件,其配置于透镜组的像侧,其中,光路分割元件配置在透镜组的光路上,光路分割元件具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面,第一光路形成在透镜组的光路的延长线上,第二光路被形成为与第一光路相交叉,第一光路的光路长度与第二光路的光路长度不同,第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多,通过摄像元件拍摄在第一光路上形成的第一光学像和在第二光路上形成的第二光学像,图像处理装置具有:图像校正处理部,其对拍摄得到的两个图像进行校正使得彼此的除了焦点以外的差异大致相同;以及图像合成处理部,其根据由图像校正处理部校正后的两个图像来生成合成图像,其中,图像校正处理部具有色调校正部,该色调校正部使两个图像的相对的亮度和彩度在至少一个任意的特定波长范围内大致一致。

[0203] 本实施方式的内窥镜装置的目的在于提供一种即使在多个光学像中产生明亮度的差异、色调的差异也能够获得明亮度的差异、色调的差异少的图像的内窥镜装置。

[0204] 如图11所示,本实施方式的内窥镜装置1具有:内窥镜2,其被插入被检体内;光源装置3,其向该内窥镜2提供照明光;处理器装置4;以及图像显示装置5。

[0205] 处理器装置4具有进行图像处理的功能,但是也具有除此以外的功能。处理器装置4具有致动器控制部25、图像处理器30以及控制部39。图像显示装置5将由处理器装置4生成的图像信号显示为内窥镜图像。

[0206] 内窥镜2具有被插入被检体内的细长的插入部6以及设置于该插入部6的后端的操作部7。光导线缆8从操作部7延伸到了外侧。光导线缆8的一端经由连接部8a装卸自如地与光源装置3进行连接。光导线缆8在内侧具有光导件9。光导件9的一部分配置在插入部6内。

[0207] 光源装置3内置例如氙气灯等灯11作为光源。此外,作为光源,不限于氙气灯等灯11,也可以使用发光二极管(简记为LED)。通过光圈12对由灯11产生的照明光、例如白光调整通过光量。而且,通过聚光透镜13对照明光进行聚光后入射到光导件9的入射端面。

能够通过光圈驱动部14来改变光圈12的开口直径。

[0208] 光导件9将由光源装置3生成的照明光传输到插入部6的前端部6a。传输的照明光从光导件9的前端面射出。在前端部6a,与前端面相向地配置有照明透镜15。照明透镜15使照明光从照明窗15a射出。由此,对被检体内部的观察对象部位进行照明。

[0209] 在前端部6a,将观察窗20设置于照明窗15a的旁边。来自观察对象部位的光通过观察窗20入射到前端部6a内。在观察窗20的后方配置有物镜光学系统。物镜光学系统由透镜组16和光路分割单元19构成。

[0210] 透镜组16具有透镜16a、透镜21。透镜21能够沿着光轴移动。由此,进行聚焦。为了使透镜21移动,而配置有致动器22。

[0211] 在光路分割单元19中配置有一个摄像元件(未图示)。在摄像元件的受光面同时形成两个光学像。由摄像元件对两个光学像进行拍摄。

[0212] 操作部7经由线缆24而与处理器装置4连接。在与处理器装置4连接的地方设置有信号连接器24a。内窥镜2与处理器装置4之间经由线缆24进行各种信息的传递。信号连接器24a具有校正参数保存部37。

[0213] 在校正参数保存部37中保存有进行图像校正所使用的校正参数(的信息)。校正参数在各个内窥镜中是不同的。设为将具有固有的内窥镜识别信息的内窥镜与处理器装置4进行了连接。在该情况下,基于内窥镜识别信息,从校正参数保存部37读出所连接的内窥镜所固有的校正参数。图像校正处理部32基于读出的校正参数,来进行图像的校正。关于是否进行校正,由控制部39进行控制。

[0214] 由致动器控制部25进行致动器22的控制。为此,将致动器22与致动器控制部25经由信号线23进行了连接。另外,摄像元件经由信号线27a而与图像处理部30进行了连接。来自摄像元件的信号被输入到图像处理部30。另外,设置于操作部7的开关26的信息也经由信号线被发送到处理器装置4。

[0215] 在第一光路的光路长度与第二光路的光路长度稍有不同的情况下,在摄像面的前后形成聚焦的两个光学像。光学像相对于摄像面的偏移量很小。因此,在摄像面上,形成仅在局部的区域聚焦状态的两个光学像。

[0216] 通过摄像元件对两个光学像进行拍摄。拍摄得到的图像信号经由信号线27a被输入到图像处理部30。该图像处理部30具有图像读出部31、图像校正处理部32、图像合成处理部33、后级图像处理部34、图像输出部35以及调光部36。

[0217] 图像读出部31从被输入的图像信号中读出多个图像的图像信号。在此,光学像的数量和图像的数量均设为两个。

[0218] 在形成两个光学像的光学系统中,存在产生几何差异的情况。作为几何差异,存在两个光学像中的相对偏差、例如倍率的偏差、位置的偏差以及旋转方向的偏差。很难在制造物镜光学系统时等完全消除这些差异。但是,如果这些偏差的偏差量变大,则例如导致合成图像看起来是重影。因此,优选的是,由图像校正处理部32对上述的几何差异进行校正。

[0219] 图像校正处理部32对读出的两个图像进行图像校正。在图像校正处理部32中,例如进行使两个图像中的相对的倍率差异、位置差异、旋转差异中的至少一个差异一致的处理。

[0220] 图像校正处理部32还进行色调校正。为此,图像校正处理部32具有色调校正部(未

图示)。在色调校正中,进行使两个图像的相对的亮度和彩度在至少一个任意的特定波长范围内大致一致的处理。也可以不设置色调校正部,而由图像校正处理部32进行色调校正。

[0221] 在图像校正处理部32中,变更两个图像中的一个图像中的亮度以使其与另一个图像中的亮度大致一致。另外,图像校正处理部32变更一个图像中的彩度以使其与另一个图像中的彩度大致一致。

[0222] 如上述那样,在获取景深大的图像的方法中,从多个图像中仅提取聚焦的区域,进行所提取的区域的合成。在本实施方式的内窥镜装置中,能够使多个图像中的明亮度的差异、色调的差异减少。因此,能够使合成后的图像中明亮度的不均、色调的差异减少。

[0223] 另外,在提高图像的颜色再现性的方法中,使用两个图像进行图像合成。当在两个光学像中产生了明亮度的差异、色调的差异时,在拍摄得到的两个图像中也产生明亮度的差异、色调的差异。在本实施方式的内窥镜装置中,即使在多个图像中产生明亮度的差异、色调的差异,也能够使明亮度的差异、色调的差异减少。因此,能够进一步提高合成后的图像的颜色再现性。

[0224] 在图像合成处理部33中,首先使用两个图像进行对比度的比较。关于两个图像中的空间上相同的像素区域分别进行该比较。接着,选择对比度相对较高的像素区域。然后,使用所选择的像素区域生成一个图像。像这样,根据两个图像生成一个合成图像。此外,在两个图像的对比度差小的情况下,只要在进行了对各图像进行规定的加权后相加的合成图像处理之后生成合成图像即可。

[0225] 在后级图像处理部34中,对合成图像进行例如轮廓强调、伽玛校正等图像处理。图像输出部35将进行图像处理后的图像输出到图像显示装置5。

[0226] 在调光部36中,根据由图像读出部31读出的图像生成用于调光为基准的明亮度的调光信号。调光信号被输出到光源装置3的光圈驱动部14。光圈驱动部14按照调光信号调整光圈12的开口量以维持基准的明亮度。

[0227] 在本实施方式的内窥镜装置中,优选的是,对640nm以上、760nm以下的波长范围内的亮度进行校正。

[0228] 在亮度的校正中,根据图像A中的亮度 I_A 和图像B中的亮度 I_B ,计算校正系数 $KI = I_B/I_A$ 。然后,使用校正系数 KI 对图像A中的亮度进行校正。

[0229] 在图12中示出亮度校正的情形。图12的(a)是示出校正前的亮度比的分布的图,图12的(b)是示出校正后的亮度比的分布的图。在图12中,纵轴表示亮度比,横轴表示图像上的位置。

[0230] 能够使用从摄像元件输出的信号来计算Y信号和CrCb信号。Y信号表示亮度,因此能够根据Y信号求出亮度。在Y信号和CrCb信号的计算中需要多个像素。因此,设定由多个像素构成的微小区域,根据微小区域中包含的像素来计算Y信号和CrCb信号。图像上的位置意味着该微小区域的位置。

[0231] 在亮度校正中,以使亮度比接近于1的方式校正图像A中的亮度。如图12的(a)、(b)所示,在亮度校正中,使用350nm到420nm的波长范围和650nm到750nm的波长范围。如后述的那样,650nm到750nm的波长范围被分为7个波长范围。因此,在亮度校正中,使用8个波长范围。

[0232] 如果在一个广的波长范围内进行亮度的校正,则校正值的精度变低。在该情况下,

无法正确地进行亮度的校正。为了获得高精度的校正值,需要提高设为对象的波长范围内的波长分辨率(增加采样数)。

[0233] 650nm到750nm的波长范围是非常广的波长范围。因此,在本实施方式的内窥镜装置中,通过将广的波长范围分为多个波长范围,来计算亮度的差异。通过这样,能够在各波长范围内导出精度高的校正值。其结果,能够正确地进行亮度的校正。

[0234] 如图12的(a)中虚线框所示的那样,在亮度的校正中,将650nm到750nm的波长范围分为7个波长范围,在各波长范围内进行了亮度的校正。第一波长范围为650nm到660nm的范围。第二波长范围为650nm到670nm的范围。第三波长范围为650nm到685nm的范围。第四波长范围为660nm到670nm的范围。第五波长范围为660nm到685nm的范围。第六波长范围为660nm到750nm的范围。第七波长范围为700nm到750nm的范围。

[0235] 如图12的(b)所示,关于第一波长范围到第五波长范围,能够使各波长范围内的亮度比的值接近于1。

[0236] 如上述那样,通过内窥镜进行体内的观察。体内的被摄体大多泛着红色。另外,在被摄体的拍摄中使用摄像元件。关于摄像元件的灵敏度,波长越长则灵敏度越高。因此,与蓝色光、绿色光相比,针对红色光的灵敏度较高。

[0237] 第一波长范围到第五波长范围与红色光的波长域大致一致。因此,通过使各波长范围内的亮度比的值接近于1,能够在红色光的波长域内形成明亮度的差异少的多个图像。

[0238] 通过使用这些图像,能够进一步提高红色光的波长域内的颜色再现性。另外,在景深大的图像中,能够减少红色光的波长域内的明亮度的不均。

[0239] 在7个波长范围内,至少两个波长范围内的波长域有重叠。例如,在第一波长范围与第二波长范围内,650nm到660nm的范围重叠。如果为了避免存在该重叠而使第二波长范围变窄,则导致第二波长范围内的图像的亮度变低。如果图像的亮度过低,则难以区分亮度和噪声。通过使第二波长范围具有与第一波长范围重叠的波长范围,能够防止图像的亮度降低。

[0240] 在将广的波长范围分为多个波长范围的情况下,如果分出的数量过多,则一个波长范围内的图像的亮度变低。在该情况下,由于校正值包含较大的误差,因此无法以高精度获得校正值。另外,处理电路变得复杂。

[0241] 在本实施方式的内窥镜装置中,优选的是,以使校正后的亮度比为0.98以上且1.02以下的方式进行校正。

[0242] 通过这样,能够进一步提高红色光的波长域内的颜色再现性。另外,在景深大的图像中,能够进一步减少红色光的波长域内的明亮度的不均。

[0243] 如图12的(b)所示,在第一波长范围到第五波长范围各波长范围内,校正后的亮度比为0.98以上且1.02以下。通过这样,能够在通常观察中获得明亮度的差异少的图像。

[0244] 优选的是,关于第六波长范围内的亮度比、第七波长范围内的亮度比,也使比率接近于1。通过这样,能够获得明亮度的差异更少的图像。

[0245] 在本实施方式的内窥镜装置中,优选的是,对640nm以上、760nm以下的波长范围内的彩度进行校正。

[0246] 在彩度的变更中,根据图像A中的彩度CA和图像B中的彩度CB,计算校正系数 $KC = CB/CA$ 。然后,使用校正系数KC对图像A中的彩度进行校正。

[0247] 在图13中示出彩度校正的情形。图13的 (a) 是示出校正前的彩度比的分布的图,图13的 (b) 是示出校正后的彩度比的分布的图。

[0248] 在图13中,纵轴表示彩度比,横轴表示图像上的位置。图像上的位置如图12中所说明的那样。如上述那样,能够根据来自摄像元件的输出信号来计算Y信号和CrCb信号。CrCb信号是关于颜色的信号,因此能够根据CrCb信号求出彩度。

[0249] 在彩度的校正中,也使用8个波长范围。另外,与亮度的校正同样地将650nm到750nm的范围分为7个波长范围,并在各波长范围内进行了彩度的校正。在彩度的校正中,也以使彩度比接近于1的方式校正图像A中的彩度。

[0250] 第一波长范围为650nm到660nm的范围。第二波长范围为650nm到670nm的范围。第三波长范围为650nm到685nm的范围。第四波长范围为660nm到670nm的范围。第五波长范围为660nm到685nm的范围。第六波长范围为660nm到750nm的范围。第七波长范围为700nm到750nm的范围。

[0251] 如图13的 (b) 所示,关于第一波长范围到第六波长范围,能够使各波长范围内的彩度比的值接近于1。

[0252] 如上述那样,通过内窥镜进行体内的观察。体内的被摄体大多泛着红色。另外,在被摄体像的拍摄中使用摄像元件。关于摄像元件的灵敏度,波长越长则灵敏度越高。因此,与蓝色光、绿色光相比,针对红色光的灵敏度较高。

[0253] 第一波长范围到第六波长范围与红色光的波长域大致一致。因此,通过使各波长范围内的彩度比的值接近于1,能够在红色光的波长域内形成色调的差异少的多个图像。

[0254] 通过使用这些图像,能够进一步提高红色光的波长域的颜色再现性。另外,在景深大的图像中,能够减少红色光的波长域内的色调的差异。

[0255] 在彩度的校正中,也将650nm到750nm的波长范围分为7个波长范围。另外,在7个波长范围内,至少两个波长范围内的波长域有重叠。这样做的理由如亮度的校正中所说明的那样。通过这样,能够在各波长范围内导出精度高的校正值。其结果,能够正确地进行彩度的校正。

[0256] 在本实施方式的内窥镜装置中,优选的是,以使校正后的彩度比为0.95以上且1.05以下的方式进行校正。

[0257] 通过这样,能够进一步提高红色光的波长域内的颜色再现性。另外,在景深大的图像中,能够进一步减少红色光的波长域内的色调的差异。

[0258] 如图13的 (b) 所示,在第一波长范围到第五波长范围的各波长范围内,校正后的亮度比为0.95以上且1.05以下。通过这样,能够在通常观察中获得色调的差异少的图像。

[0259] 优选的是,关于第六波长范围内的亮度比、第七波长范围内的彩度比,也使比率接近于1。通过这样,能够获得色调的差异更少的图像。

[0260] 在本实施方式的内窥镜装置中,优选的是,对400nm到450nm的波长范围内的亮度进行校正。

[0261] 通过这样,能够在窄频带观察中进一步提高颜色再现性。另外,在景深大的图像中,能够在窄频带观察中减少明亮度的不均。

[0262] 在本实施方式的内窥镜装置中,优选的是,对400nm到450nm的波长范围内的彩度进行校正。

[0263] 通过这样,能够在窄频带观察中进一步提高颜色再现性。另外,在景深大的图像中,能够在窄频带观察中减少色调的差异。

[0264] 在本实施方式的内窥镜装置中,优选的是,满足以下的条件式(1)的光学面位于第一光路上。

[0265] $0.8 \leq MR650/MR550 \leq 0.9$ (1)

[0266] 其中,

[0267] MR550为波长550nm时的反射率,

[0268] MR650为波长650nm时的反射率。

[0269] 如上述那样,通过使满足条件式(1)的光学面位于第一光路上,能够使第一分光特性与第二分光特性大致相同。其结果,能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像。

[0270] 在光学像中残留了一些明亮度的差异、色调的差异的情况下,在拍摄得到的图像中也残留一些明亮度的差异、色调的差异。因此,通过色调校正部,使多个图像的相对的亮度和彩度在至少一个任意的特定波长范围内大致一致。

[0271] 通过这样,能够进一步提高颜色再现性。另外,在景深大的图像中,能够进一步减少明亮度的不均、色调的差异。

[0272] 以上,对本发明的各种实施方式进行了说明,但是本发明并不只限于这些实施方式,在不脱离其宗旨的范围内将这些实施方式的结构适当组合所构成的实施方式也属于本发明的范畴。

[0273] (附记)

[0274] 此外,基于这些实施例导出以下结构的发明。

[0275] (附记项1)

[0276] 一种物镜光学系统,其特征在于,具有:

[0277] 透镜组,其用于形成物体的像;以及

[0278] 光路分割元件,其配置于透镜组的像侧,

[0279] 其中,光路分割元件配置在透镜组的光路上,

[0280] 光路分割元件具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面,

[0281] 第一光路形成于透镜组的光路的延长线上,

[0282] 第二光路被形成为与第一光路相交叉,

[0283] 第一光路的光路长度与第二光路的光路长度不同,

[0284] 第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多,

[0285] 满足以下的条件式(1)的光学面位于第一光路上,

[0286] $0.8 \leq MR650/MR550 \leq 0.9$ (1)

[0287] 其中,

[0288] MR550为波长550nm时的反射率,

[0289] MR650为波长650nm时的反射率。

[0290] (附记项2)

[0291] 根据附记项1所记载的物镜光学系统,其特征在于,

- [0292] 满足以下的条件式(2)的光学面位于第一光路上，
- [0293] $0.75 \leq \text{MRB} \leq 0.80$ (2)
- [0294] 其中，
- [0295] MRB为波长390nm时的反射率。
- [0296] (附记项3)
- [0297] 根据附记项2所记载的物镜光学系统，其特征在于，
- [0298] 满足条件式(1)的光学面与满足条件式(2)的光学面为同一光学面。
- [0299] (附记项4)
- [0300] 根据附记项1至3中的任一项所记载的物镜光学系统，其特征在于，
- [0301] 满足以下的条件式(3)，
- [0302] $-0.15 \leq (\text{B}-\text{A})/\text{B} \leq 0.15$ (3)
- [0303] 其中，
- [0304] B为第一光路的规定波长范围内的透射率，
- [0305] A为第二光路的规定波长范围内的透射率，
- [0306] 规定波长范围是波长400nm到700nm的范围。
- [0307] (附记项5)
- [0308] 根据附记项1至4中的任一项所记载的物镜光学系统，其特征在于，反射面和1/4波片位于第二光路上，
- [0309] 1/4波片位于光路分割面与反射面之间，
- [0310] 光学面具有使P偏振的光透过、使S偏振的光反射的特性。
- [0311] (附记项6)
- [0312] 根据附记项5所记载的物镜光学系统，其特征在于，
- [0313] 在透镜组与光路分割元件之间配置有消偏振元件。
- [0314] (附记项7)
- [0315] 根据附记项1至5中的任一项所记载的物镜光学系统，其特征在于，在满足条件式(1)的光学面形成有电介质多层膜。
- [0316] (附记项8)
- [0317] 根据附记项6所记载的物镜光学系统，其特征在于，
- [0318] 满足条件式(1)的光学面具有金属反射膜，
- [0319] 电介质多层膜形成于金属反射膜之上。
- [0320] (附记项9)
- [0321] 根据附记项1至8中的任一项所记载的物镜光学系统，其特征在于，具有满足以下的条件式(4)的光学面，
- [0322] $0.85 \leq \text{MRUV} \leq 0.9$ (4)
- [0323] 其中，
- [0324] MRUV为波长365nm时的反射率。
- [0325] (附记项10)
- [0326] 根据附记项1至9中的任一项所记载的物镜光学系统，其特征在于，
- [0327] 满足条件式(1)的光学面与满足条件式(4)的光学面为同一光学面。

- [0328] (附记项11)
- [0329] 根据附记项2至10中的任一项所记载的物镜光学系统,其特征在于,
- [0330] 满足条件式(2)的光学面与满足条件式(4)的光学面为同一光学面。
- [0331] (附记项12)
- [0332] 一种内窥镜装置,其特征在于,具有:
- [0333] 根据附记项1至11中的任一项所记载的物镜光学系统;
- [0334] 摄像元件;以及
- [0335] 图像处理装置。
- [0336] (附记项13)
- [0337] 一种内窥镜装置,其特征在于,具有:
- [0338] 物镜光学系统;
- [0339] 摄像元件;以及
- [0340] 图像处理装置,
- [0341] 物镜光学系统具有:
- [0342] 透镜组,其用于形成物体的像;以及
- [0343] 光路分割元件,其配置于透镜组的像侧,
- [0344] 其中,光路分割元件配置在透镜组的光路上,
- [0345] 光路分割元件具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面,
- [0346] 第一光路形成于透镜组的光路的延长线上,
- [0347] 第二光路被形成为与第一光路相交叉,
- [0348] 第一光路的光路长度与第二光路的光路长度不同,
- [0349] 第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多,
- [0350] 通过摄像元件拍摄在第一光路上形成的第一光学像和在第二光路上形成的第二光学像,
- [0351] 图像处理装置具有:
- [0352] 图像校正处理部,其对拍摄得到的两个图像进行校正使得彼此的除了焦点以外的差异大致相同;以及
- [0353] 图像合成处理部,其根据由图像校正处理部校正后的两个图像来生成合成图像,
- [0354] 其中,图像校正处理部具有色调校正部,该色调校正部使两个图像的相对的亮度和彩度在至少一个任意的特定波长范围内大致一致。
- [0355] (附记项14)
- [0356] 根据附记项13所记载的内窥镜装置,其特征在于,
- [0357] 对640nm到760nm的波长范围内的亮度进行校正。
- [0358] (附记项15)
- [0359] 根据附记项14所记载的内窥镜装置,其特征在于,
- [0360] 以使校正后的亮度比为0.98以上且1.02以下的方式进行校正。
- [0361] (附记项16)
- [0362] 根据附记项13至15中的任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,

- [0363] 对640nm到760nm的波长范围内的彩度进行校正。
- [0364] (附记项17)
- [0365] 根据附记项16所记载的内窥镜装置,其特征在于,
- [0366] 以使校正后的彩度比为0.95以上且1.05以下的方式进行校正。
- [0367] (附记项18)
- [0368] 根据附记项13至17中的任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,
- [0369] 对400nm到450nm的波长范围内的亮度进行校正。
- [0370] (附记项19)
- [0371] 根据附记项13至18中的任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,
- [0372] 对400nm到450nm的波长范围内的彩度进行校正。
- [0373] (附记项20)
- [0374] 根据附记项13至18中的任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,
- [0375] 满足以下的条件式(1)的光学面位于第一光路上,
- [0376] $0.8 \leq MR650/MR550 \leq 0.9$ (1)
- [0377] 其中,
- [0378] MR550为波长550nm时的反射率,
- [0379] MR650为波长650nm时的反射率。
- [0380] (附记项21)
- [0381] 一种物镜光学系统,其特征在于,具有:
- [0382] 透镜组,其用于形成物体的像;以及
- [0383] 光路分割元件,其配置于透镜组的像侧,
- [0384] 其中,光路分割元件配置在透镜组的光路上,
- [0385] 光路分割元件具有用于形成第一光路和第二光路的光路分割面,
- [0386] 第一光路形成于透镜组的光路的延长线上,
- [0387] 第二光路被形成为与第一光路相交叉,
- [0388] 第一光路的光路长度与第二光路的光路长度不同,
- [0389] 第二光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和比第一光路上的光的透射次数与光的反射次数的总和多,
- [0390] 满足以下的条件式(2)的光学面位于第一光路上,
- [0391] $0.75 \leq MRB \leq 0.80$ (2)
- [0392] 其中,
- [0393] MRB为第一光路的波长390nm时的反射率。
- [0394] 产业上的可利用性
- [0395] 本发明对于能够形成明亮度的差异、色调的差异少的多个光学像的物镜光学系统以及具备物镜光学系统的内窥镜装置是有用的。
- [0396] 附图标记说明
- [0397] AX:光轴;BS、BS':光路分割单元;C1、C2:护罩玻璃;LG:透镜组;L1~L10:透镜;M:反射镜;OBJ:物镜光学系统;P1、P1'、P2、P2':棱镜;QWP:1/4波片;S:亮度光圈;S11、S12、S13、S21、S22、S23、SM:光学面;S11'、S12'、S13'、S21'、S22'、S23'、SQ1、SQ2:光学面;SC:接

合面;SP:光学面;I1、I2:光学像;1:内窥镜装置;2:内窥镜;3:光源装置;4:处理器装置;5:图像显示装置;6:插入部;6a:前端部;7:操作部;8:光导线缆;8a:连接部;9:光导件;11:灯;12:光圈;13:聚光透镜;14:光圈驱动部;15:照明透镜;15a:照明窗;16:透镜组;16a:透镜;19:光路分割单元;20:观察窗;21:透镜;22:致动器;23:信号线;24:线缆;24a:信号连接器;25:致动器控制部;26:开关;27a:信号线;30:图像处理器;31:图像读出部;32:图像校正处理部;33:图像合成处理部;34:后级图像处理部;35:图像输出部;36:调光部;37:校正参数保存部;39:控制部。

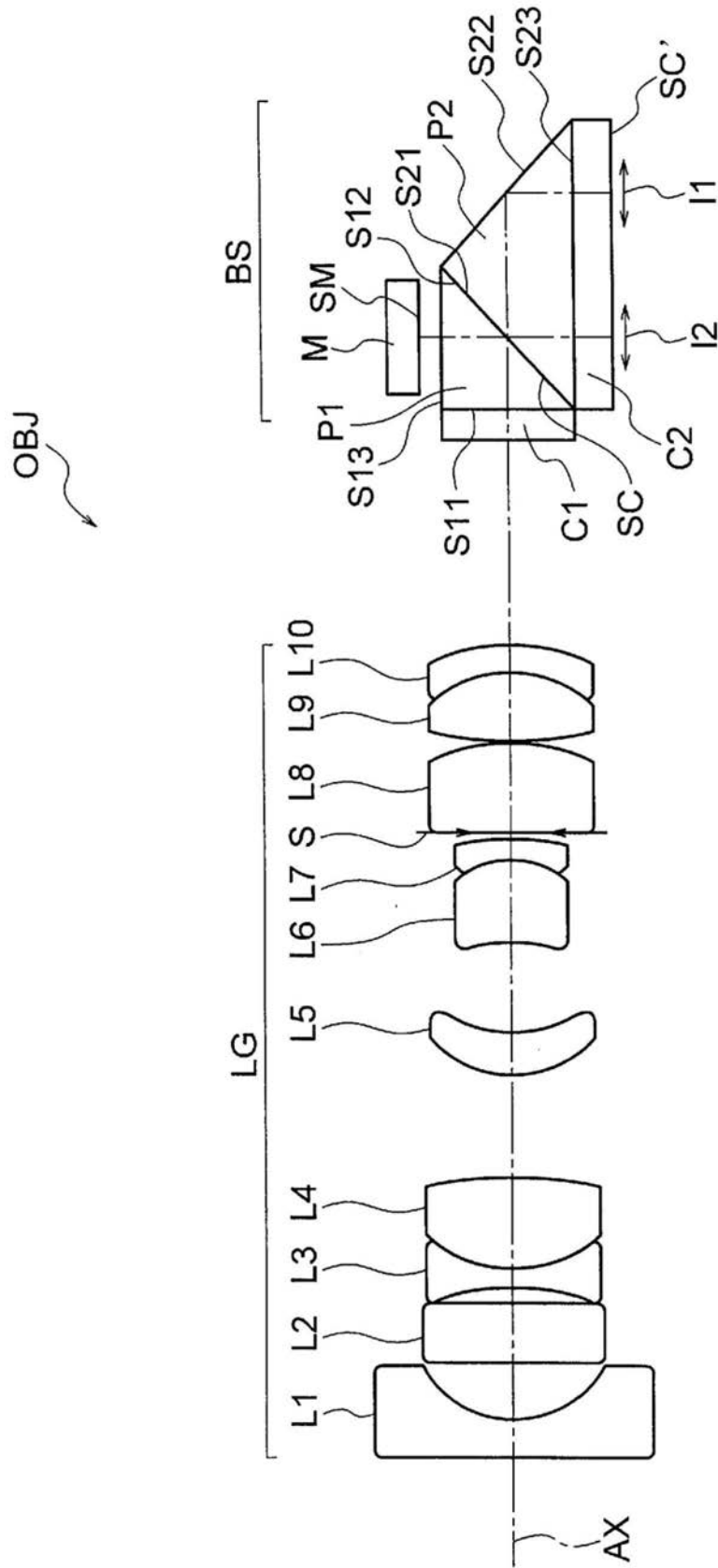


图1

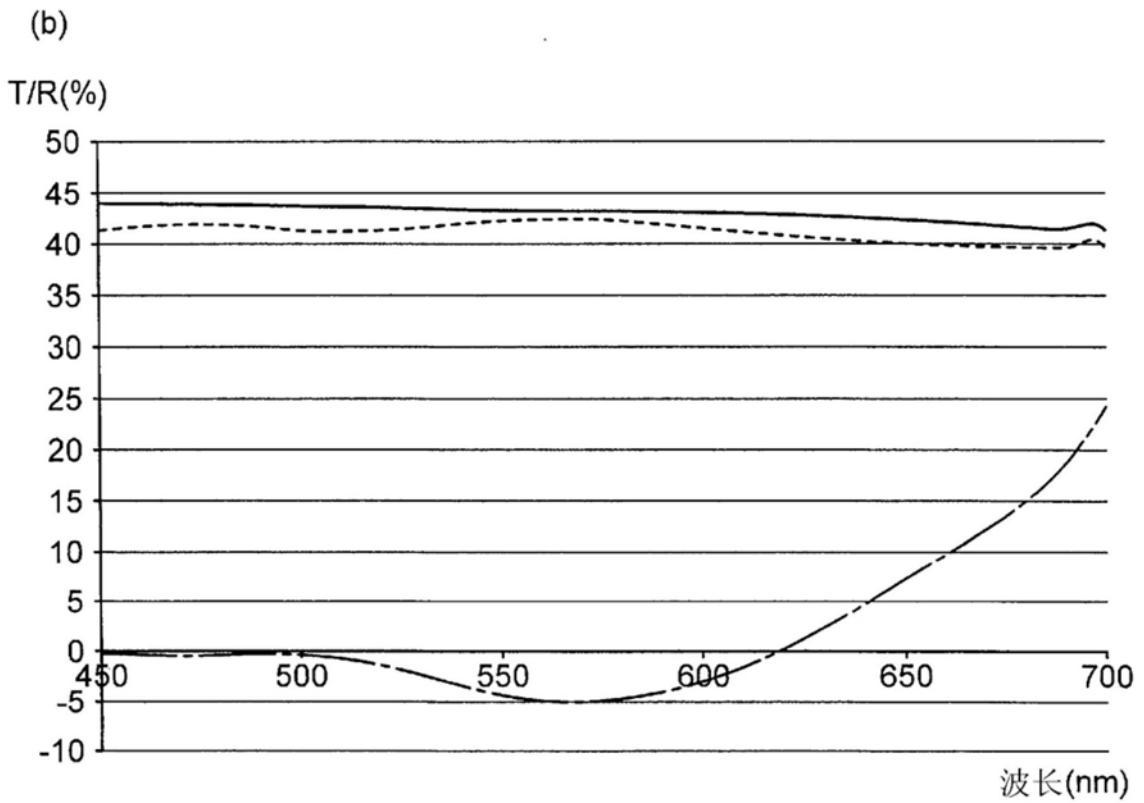
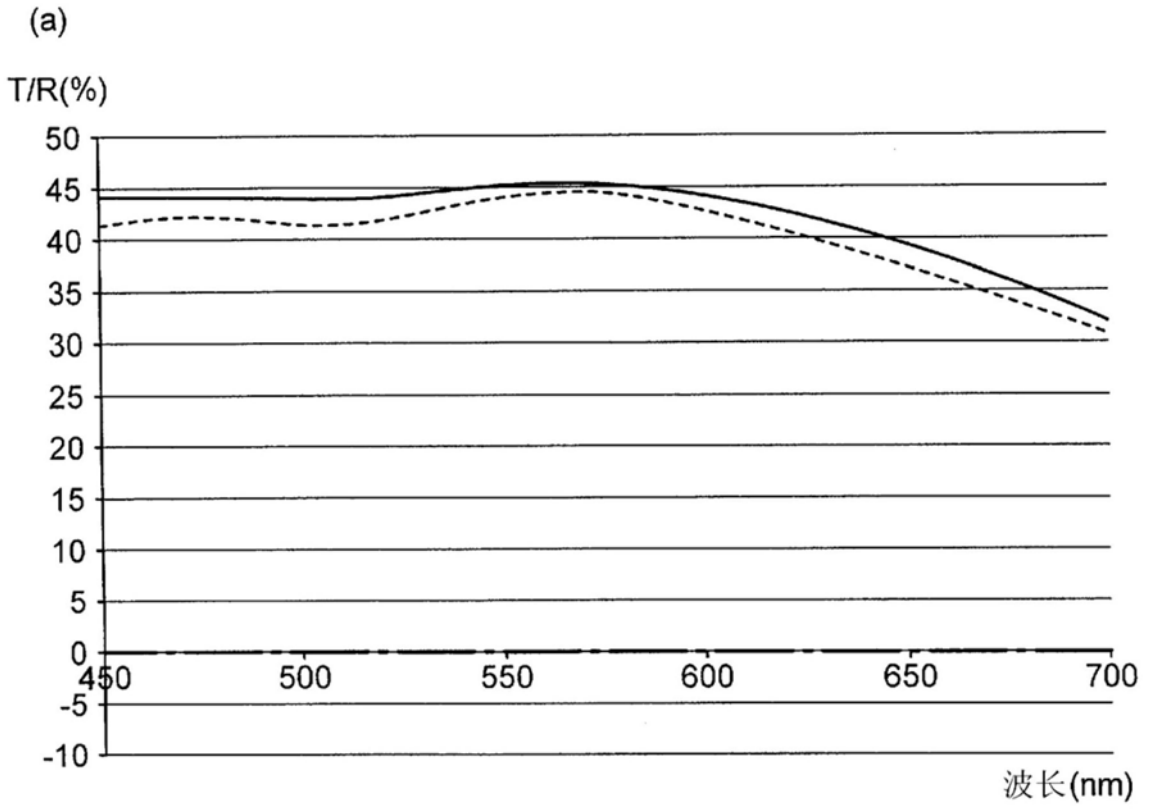


图2

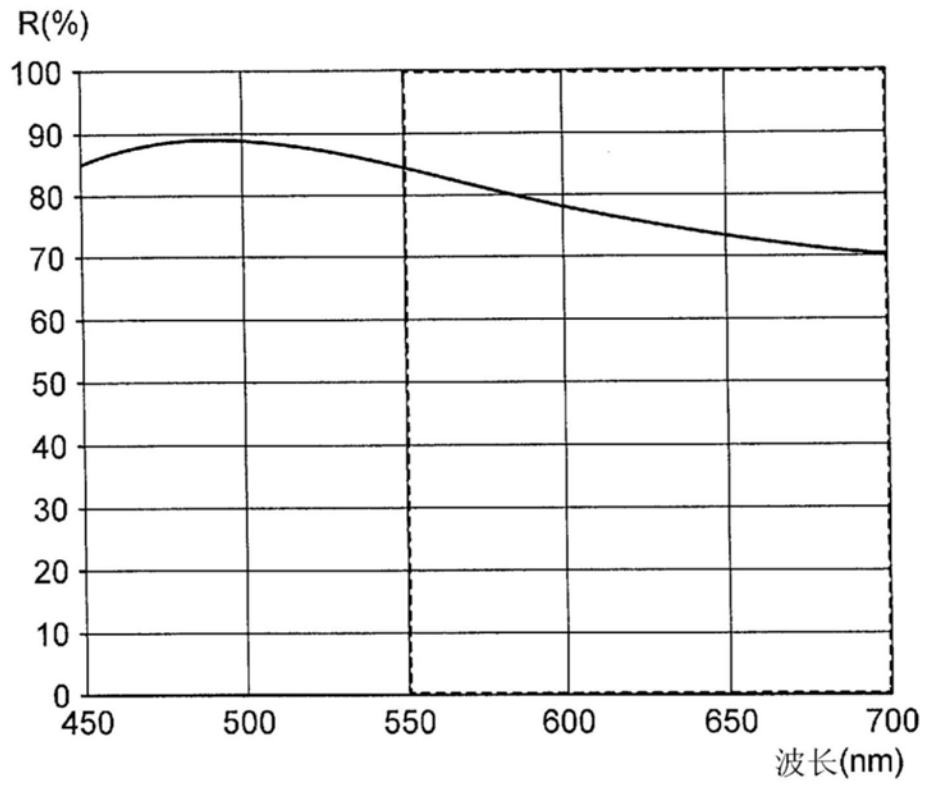


图3

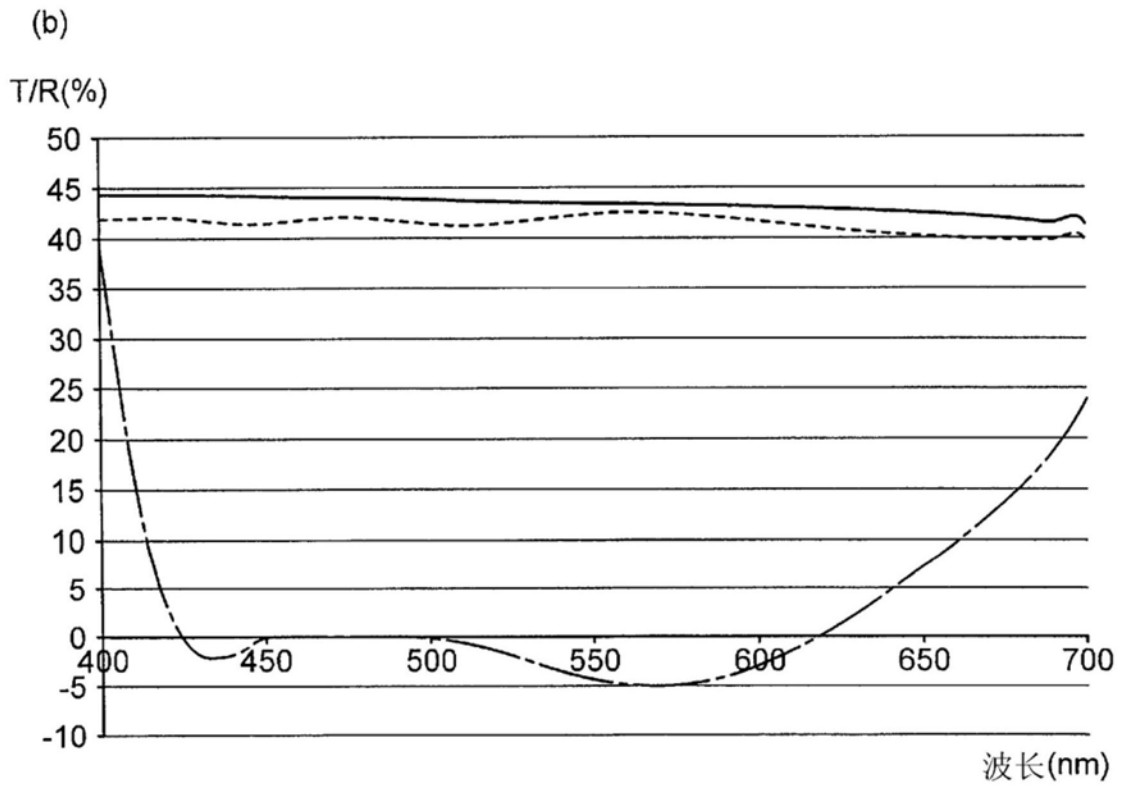
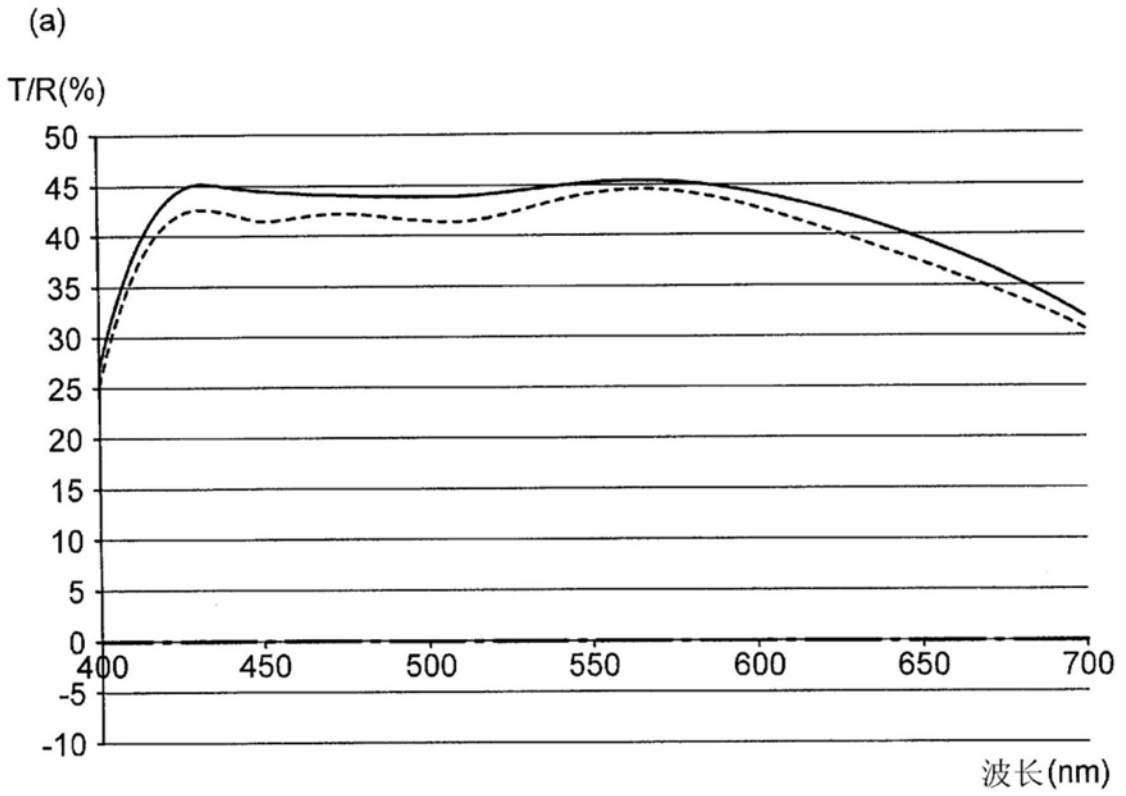


图4

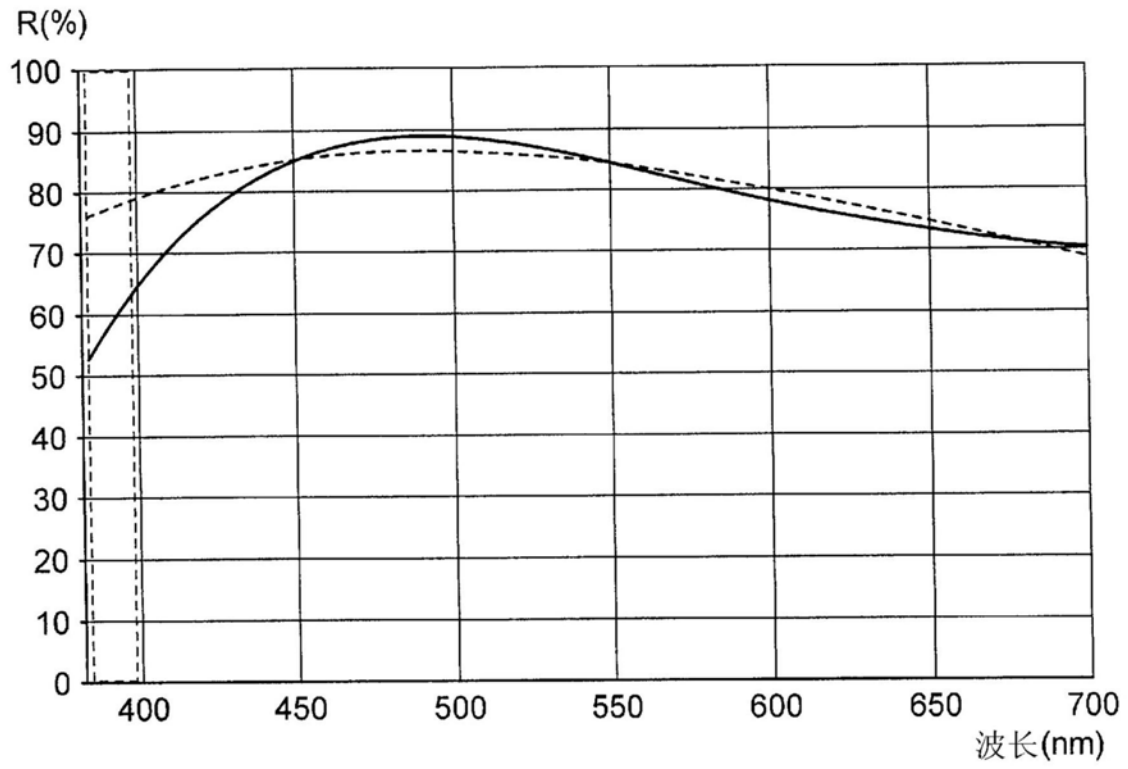


图5

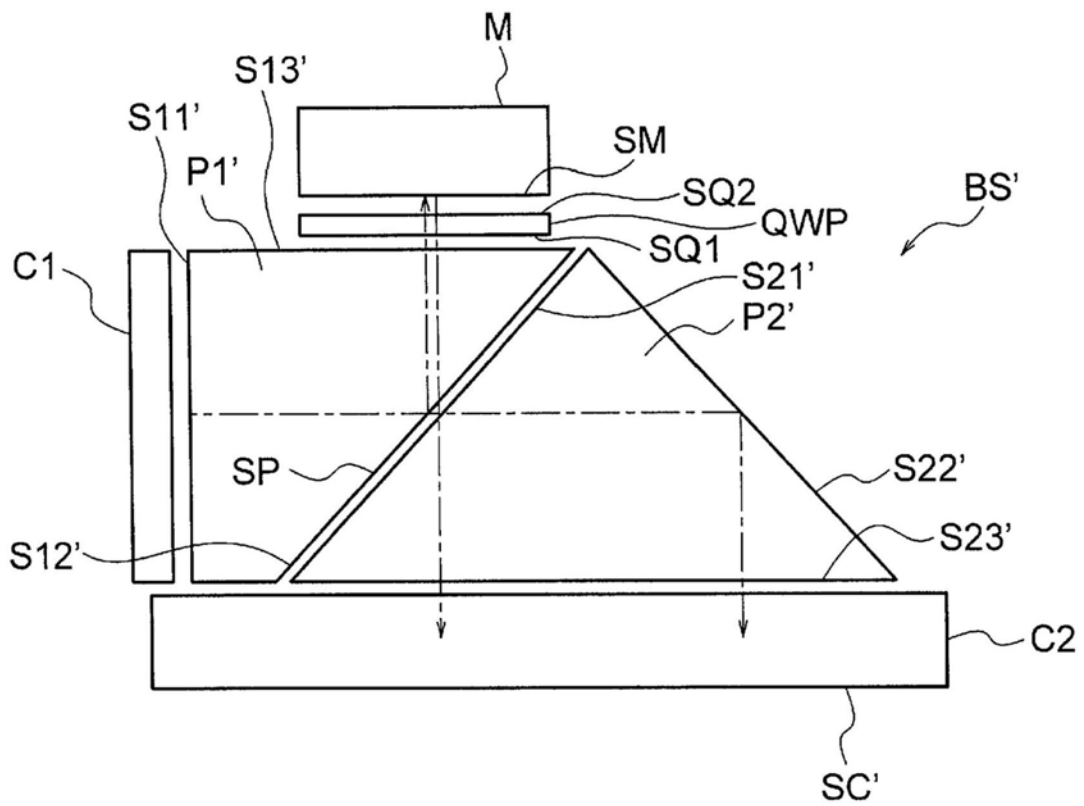


图6

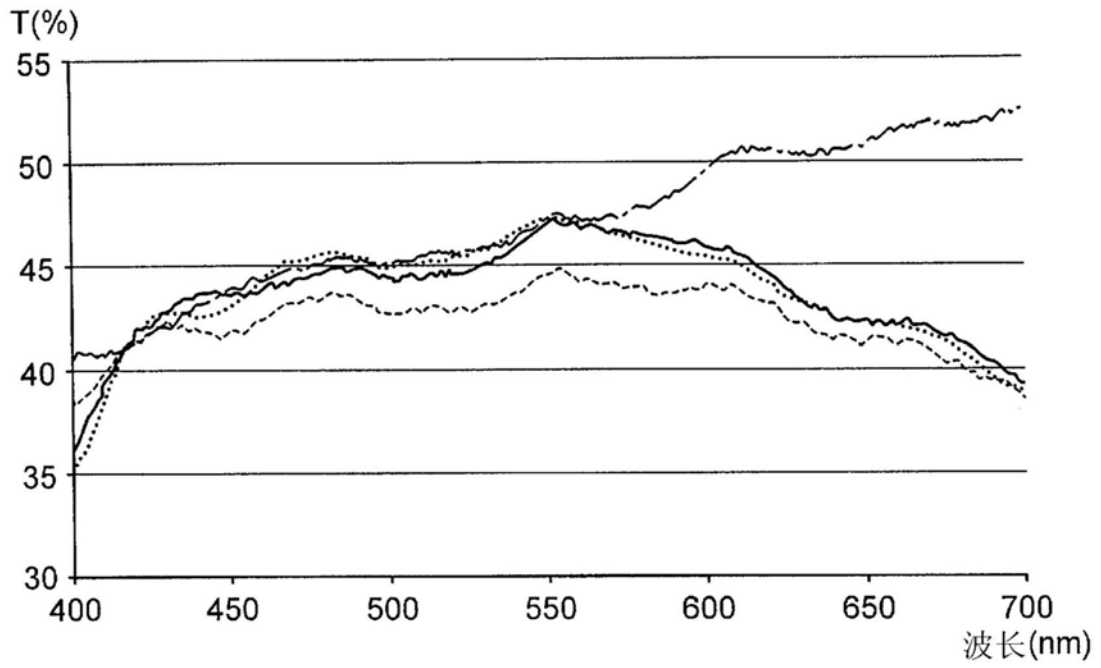


图7

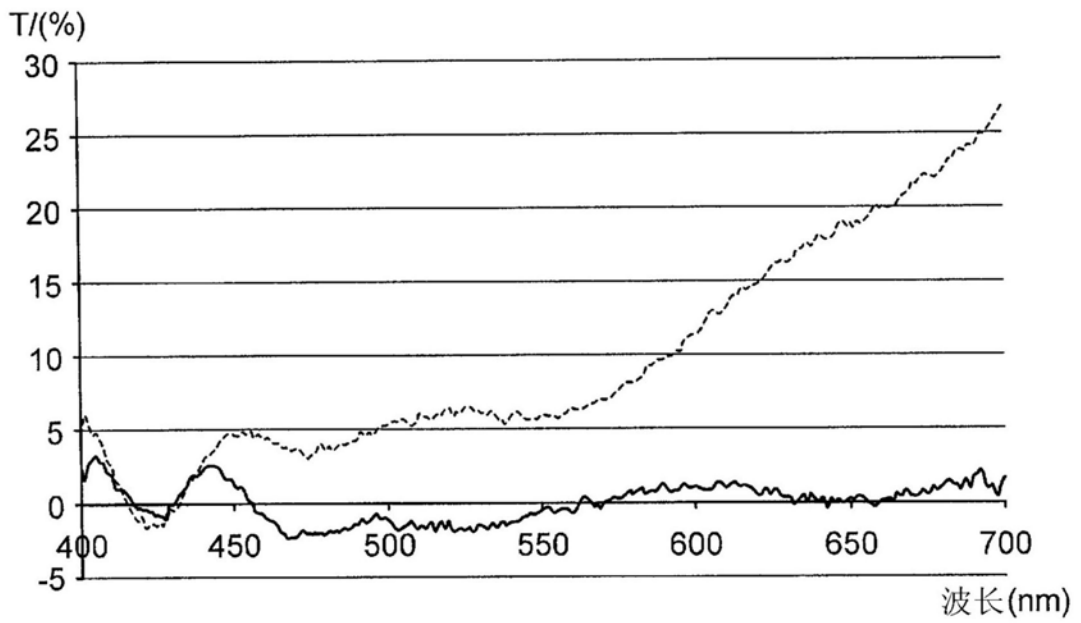


图8

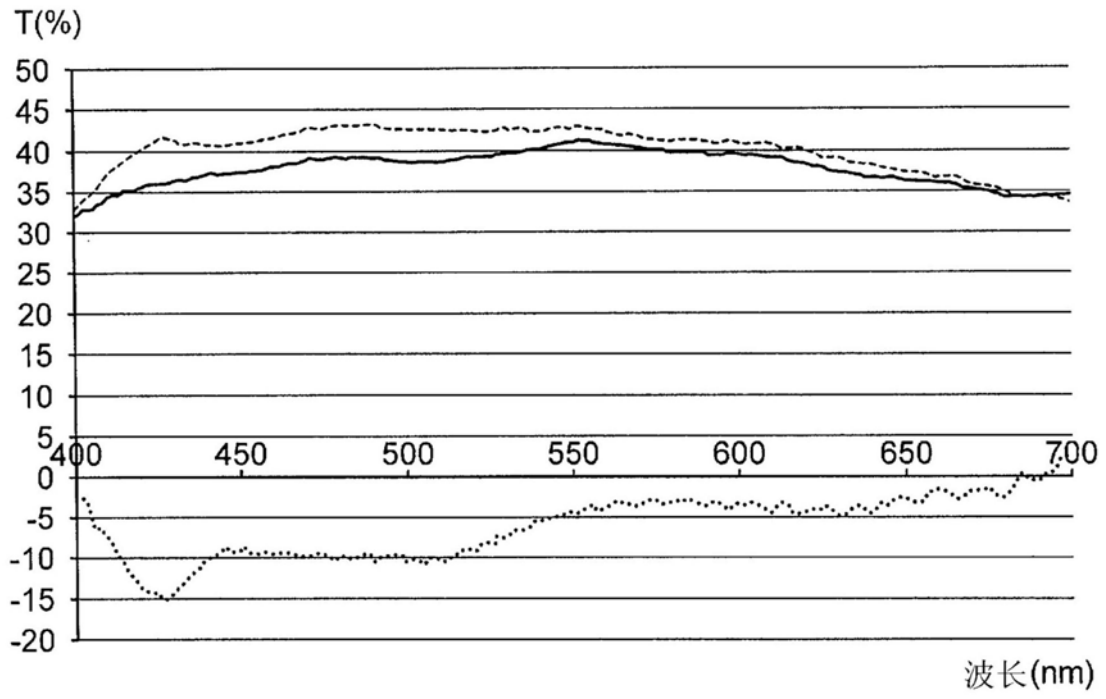


图9

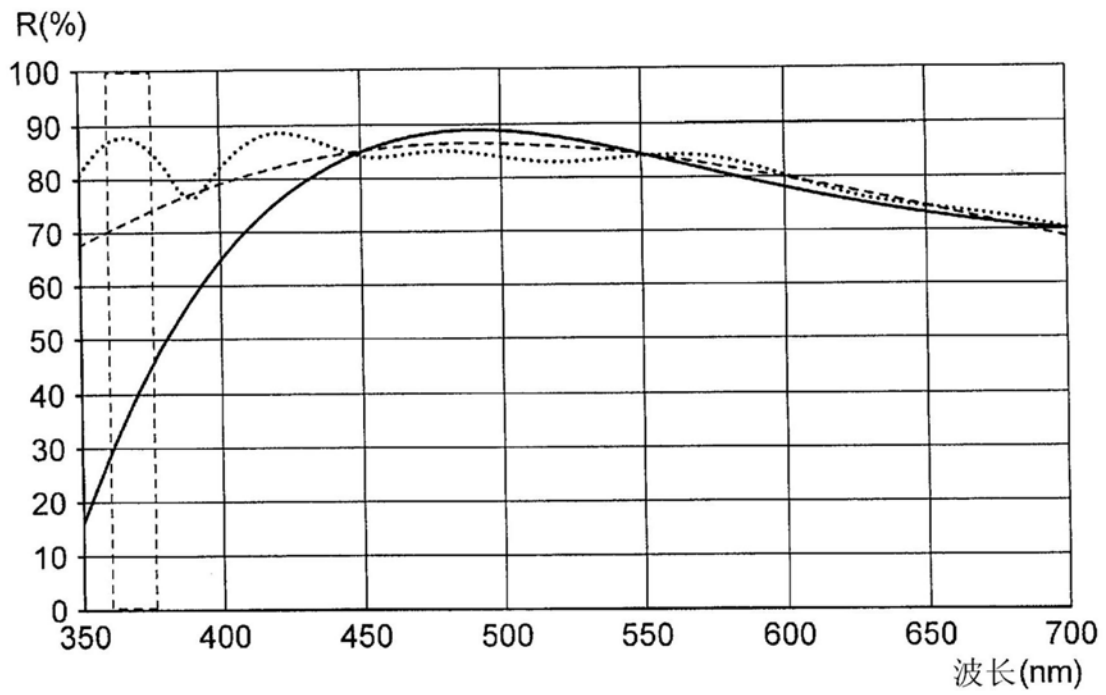


图10

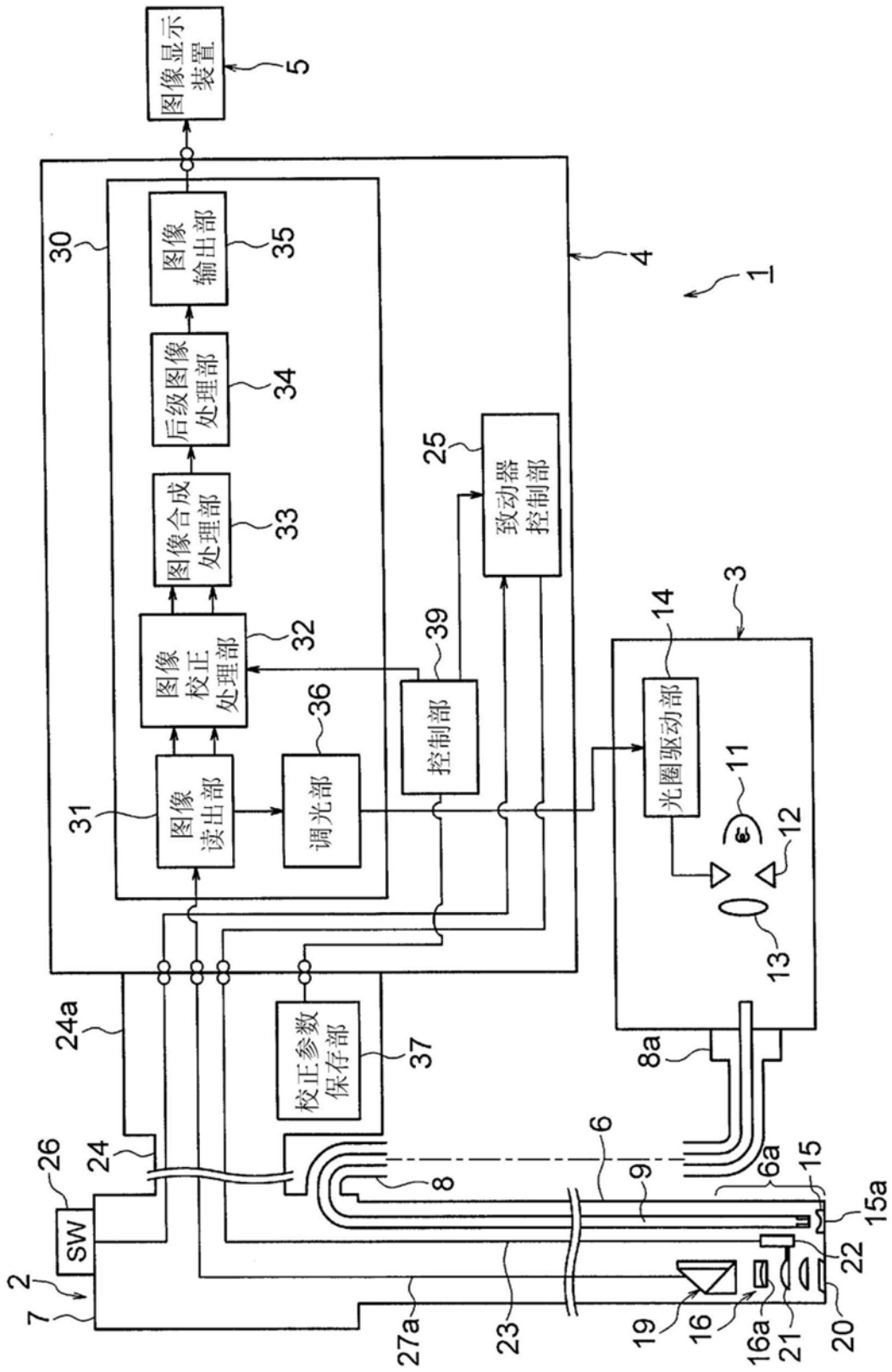


图11

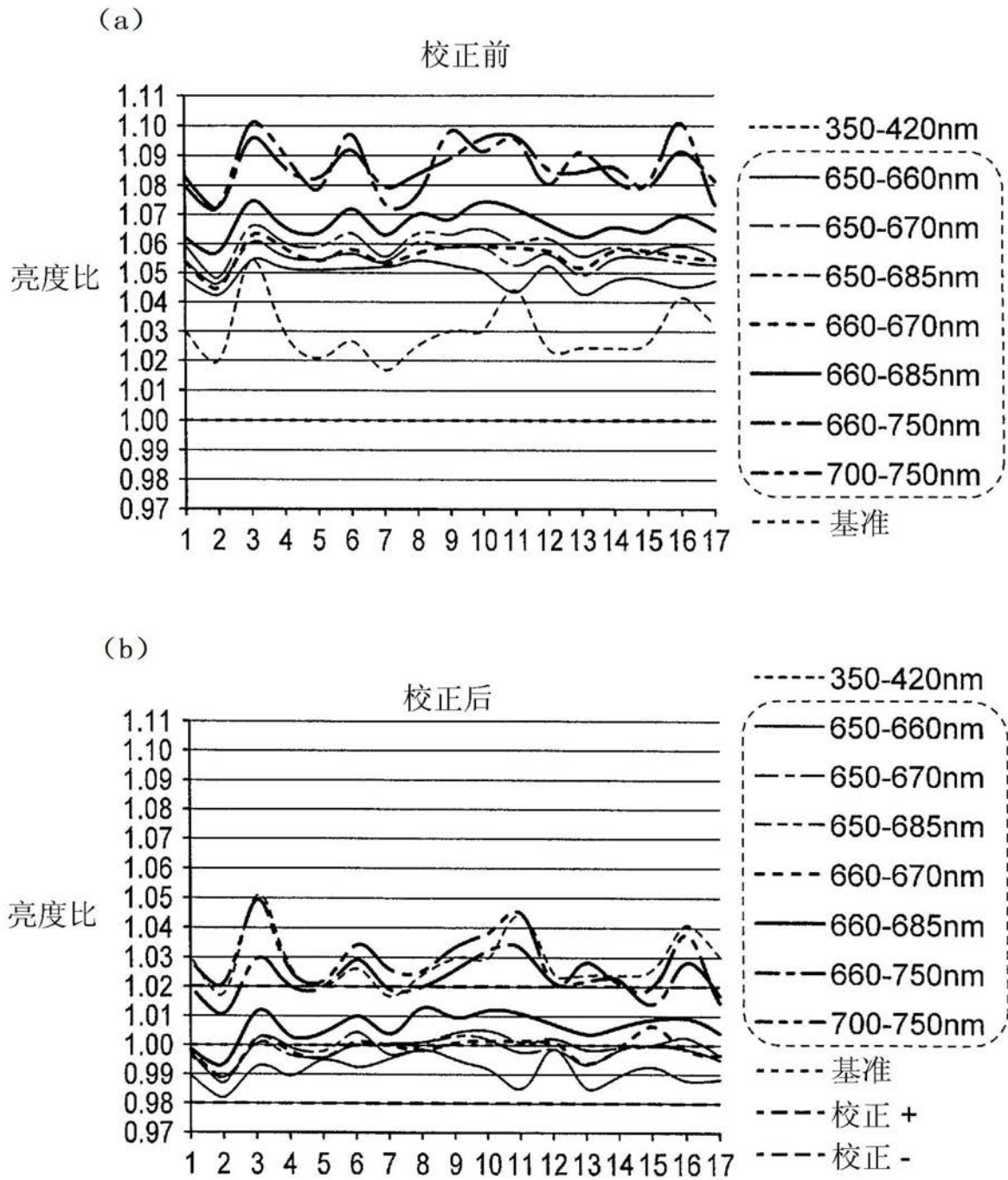


图12

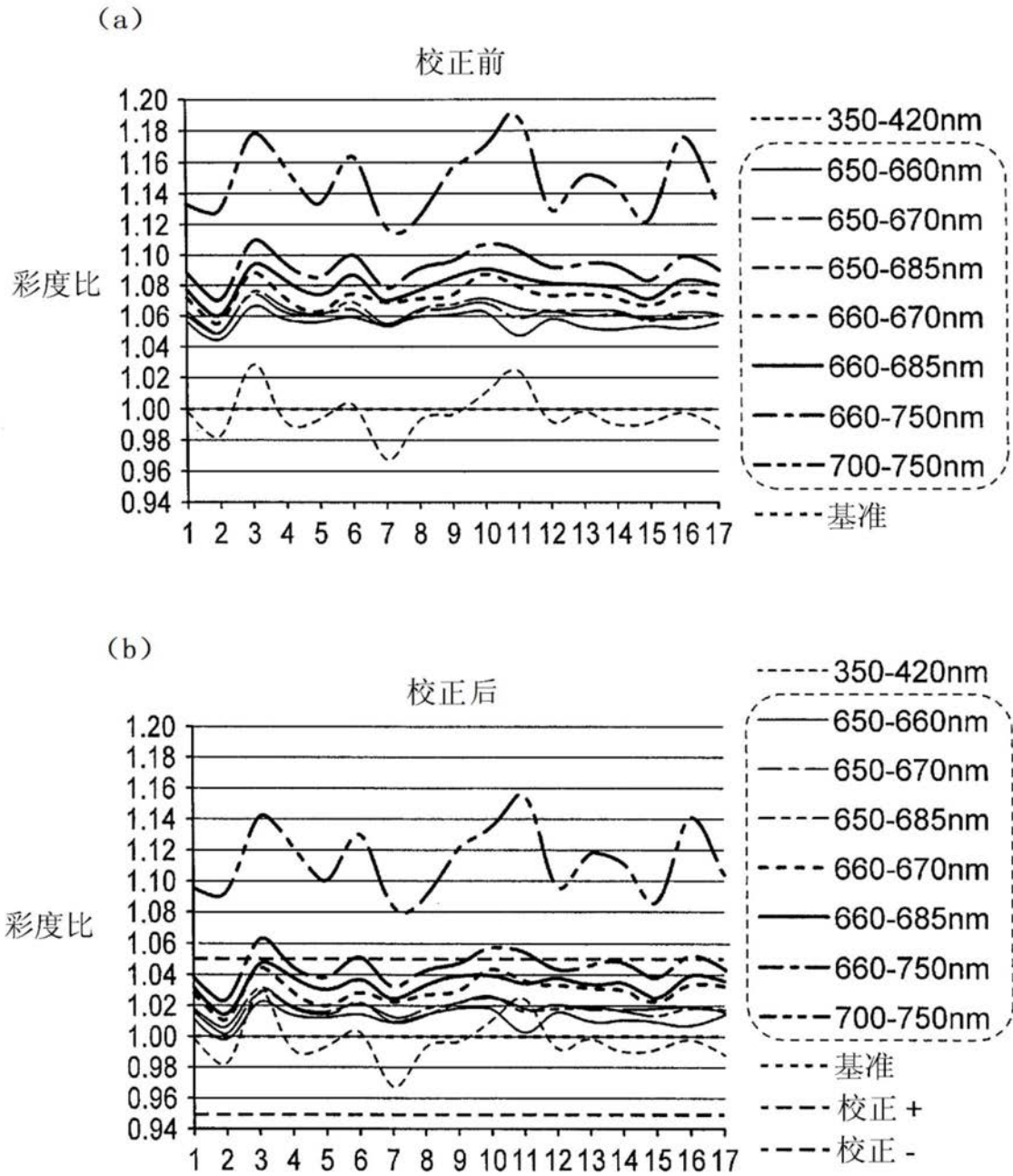


图13