



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110461203 B

(45) 授权公告日 2021.12.21

(21) 申请号 201780088917.3

(22) 申请日 2017.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110461203 A

(43) 申请公布日 2019.11.15

(30) 优先权数据
2017-059443 2017.03.24 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.09.24

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/047132 2017.12.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/173412 JA 2018.09.27

(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 5/30 (2006.01)

G02B 13/04 (2006.01)

G02B 23/26 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

审查员 陈杰

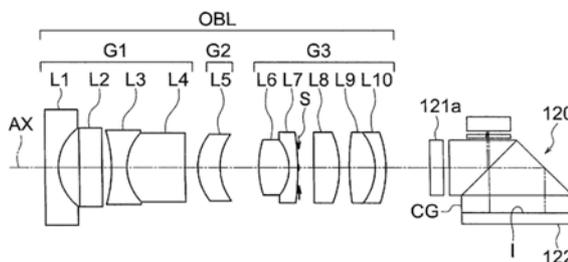
权利要求书1页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

内窥镜系统

(57) 摘要

本发明的目的在于提供不需要使用复杂结构的消偏振片且能够获得充分的消偏振效果的小型的内窥镜系统。内窥镜系统的特征在于,具有从物体侧起依次配置的物镜光学系统(OBL)、将来自物镜光学系统的光分割为两束的光路分割单元(120)以及用于拍摄分割所得到的两个像的摄像元件(122),一个由双折射材料形成的λ/4波片(121a)配置在光路中的物镜光学系统(OBL)与光路分割单元(120)之间的部分,λ/4波片(121a)满足下面的条件式(1)、(2)。10≤(d/d0)×0.25≤85 (1) 0.09≤|Δn|≤0.23 (2) 在此,d为λ/4波片的厚度,d0为λ/4波片的针对e线为零级的厚度,Δn为λ/4波片的针对e线的双折射率。



1. 一种内窥镜,其特征在於,

具有从物体侧起依次配置的物镜光学系统、光路分割单元以及摄像元件,其中,所述光路分割单元用于将来自所述物镜光学系统的光分割为两束,所述摄像元件用于拍摄分割所得到的两个像,

一个由双折射材料形成的多级的 $\lambda/4$ 波片配置在光路中的所述物镜光学系统与所述光路分割单元之间的部分,

所述多级的 $\lambda/4$ 波片满足下面的条件式(1)、(2)',

$$10 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 85 \quad (1)$$

$$0.08 < |\Delta n| < 0.24 \quad (2)'$$

在此,

d为所述多级的 $\lambda/4$ 波片的厚度,

d_0 为由所述双折射材料形成的针对e线为零级的 $\lambda/4$ 波片的厚度,

Δn 为所述多级的 $\lambda/4$ 波片的针对e线的双折射率。

2. 根据权利要求1所述的内窥镜,其特征在於,

所述多级的 $\lambda/4$ 波片构成为与各向同性的板材料粘接。

3. 根据权利要求1所述的内窥镜,其特征在於,

对所述多级的 $\lambda/4$ 波片的表面实施了防反射涂布。

4. 根据权利要求1所述的内窥镜,其特征在於,

所述多级的 $\lambda/4$ 波片的双折射材料为 LiNbO_3 、 YVO_4 、方解石以及 α - BBO 中的任一个。

5. 一种摄像装置,其特征在於,

具有从物体侧起依次配置的物镜光学系统、光路分割单元以及摄像元件,其中,所述光路分割单元用于将来自所述物镜光学系统的光分割为两束,所述摄像元件用于拍摄分割所得到的两个像,

一个由双折射材料形成的多级的 $\lambda/4$ 波片配置在光路中的所述物镜光学系统与所述光路分割单元之间的部分,

所述多级的 $\lambda/4$ 波片满足下面的条件式(1)、(2)',

$$10 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 85 \quad (1)$$

$$0.08 < |\Delta n| < 0.24 \quad (2)'$$

在此,

d为所述多级的 $\lambda/4$ 波片的厚度,

d_0 为由所述双折射材料形成的针对e线为零级的 $\lambda/4$ 波片的厚度,

Δn 为所述多级的 $\lambda/4$ 波片的针对e线的双折射率。

6. 根据权利要求5所述的摄像装置,其特征在於,

所述多级的 $\lambda/4$ 波片构成为与各向同性的板材料粘接。

7. 根据权利要求5所述的摄像装置,其特征在於,

对所述多级的 $\lambda/4$ 波片的表面实施了防反射涂布。

8. 根据权利要求5所述的摄像装置,其特征在於,

所述多级的 $\lambda/4$ 波片的双折射材料为 LiNbO_3 、 YVO_4 、方解石以及 α - BBO 中的任一个。

内窥镜系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜系统。

背景技术

[0002] 一般众所周知的是,在以内窥镜系统为首的具备摄像元件的设备中,随着摄像元件的高像素化而景深变窄。即,在摄像元件中,当为了使像素数增加而减小像素间距(一个像素的纵横尺寸)时,与其相伴地,容许模糊圈也变小,因此摄像装置的景深变窄。

[0003] 为了扩展景深,例如提出了以下结构:将自图像分割后进行成像,通过图像处理将获取到的图像合成,来使深度扩展。在此,在对自图像进行分割时,使用利用了偏振光的光路分割单元是高效的。在利用了偏振光的光路分割单元中,期望使消除了偏振状态的光入射至光路分割单元。这种用于消除偏振状态的元件和装置的结构例如在专利文献1、2、3、4、5、6、7中已被公开。

[0004] 专利文献1公开了一种将由具有双折射的材质形成的多个楔形的透明板叠加而构成的消偏振元件。专利文献2公开了一种将具有双折射的多个棱镜组合而构成的消偏振元件。专利文献3公开了一种具有双折射的晶体板被实施表面凹凸并与透明板粘接的结构的消偏振元件。这些消偏振元件具有与波长无关地使所有的具有偏振状态的光的偏振特性无偏振化的效果。

[0005] 专利文献4公开了一种在物镜光学系统与偏振分束器之间配置有 $\lambda/4$ 波片的结构。专利文献5公开了一种在偏振分束器的物体侧配置消偏振片来使入射的光的偏振状态为无偏振的结构。专利文献6示出消偏振片的具体的一例。专利文献7示出通过具有波片来在可见光区域内消除偏振的结构。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开昭60-243604号公报

[0009] 专利文献2:日本特开平02-211404号公报

[0010] 专利文献3:日本特开昭52-104934号公报

[0011] 专利文献4:日本特表2014-524290号公报

[0012] 专利文献5:国际公开第2013/027459号

[0013] 专利文献6:国际公开第2016/043107号

[0014] 专利文献7:国际公开第2014/002740号

发明内容

[0015] 发明要解决的问题

[0016] 然而,在专利文献1、2、3中,消偏振片具有复杂的结构。因此,导致还使具有现有技术的光路分割单元大型化。特别是,在内窥镜中,当使用具有上述那样的光路分割单元的用于扩展景深的结构时,难以使内窥镜前端部形成为小型的结构。另一方面,专利文献4、7的

$\lambda/4$ 波片只是将线偏振光变为圆偏振光、或将圆偏振光变为线偏振光的波片,不具有充分的消偏振作用。

[0017] 在专利文献5中没有示出消偏振片的具体结构。专利文献6提出了零级 $\lambda/4$ 波片、数个波长的多级 $\lambda/4$ 波片来作为消偏振片,但是具有与专利文献4相同的问题。另外,数个波长的多级波片反而由于产生波长依赖性,因此在处理特定的窄频带的光的情况下,存在光路分割不均等问题。

[0018] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种不需要使用复杂结构的消偏振片且能够获得充分的消偏振效果的小型的内窥镜系统。

[0019] 用于解决问题的方案

[0020] 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内窥镜系统具有从物体侧起依次配置的物镜光学系统、光路分割单元以及摄像元件,其中,该光路分割单元用于将来自物镜光学系统的光分割为两束,该摄像元件用于拍摄分割所得到的两个像,

[0021] 一个由双折射材料形成的 $\lambda/4$ 波片配置在光路中的物镜光学系统与光路分割单元之间的部分,

[0022] $\lambda/4$ 波片满足下面的条件式(1)、(2),

[0023] $10 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 85$ (1)

[0024] $0.09 \leq |\Delta n| \leq 0.23$ (2)

[0025] d 为 $\lambda/4$ 波片的厚度,

[0026] d_0 为 $\lambda/4$ 波片的针对 e 线为零级的厚度,

[0027] Δn 为 $\lambda/4$ 波片的针对 e 线的双折射率。

[0028] 发明的效果

[0029] 本发明起到如下的效果:能够提供一种不需要使用复杂结构的消偏振片且能够获得充分的消偏振效果的小型的内窥镜系统。

附图说明

[0030] 图1是示出本发明的一个实施方式所涉及的内窥镜系统所具有的物镜光学系统、光路分割单元以及摄像元件的截面结构的图(通常观察状态)。

[0031] 图2是本发明的实施方式所涉及的内窥镜系统所具有的多级 $\lambda/4$ 波片、光路分割单元以及摄像元件的概要结构图。

[0032] 图3是本发明的实施方式所涉及的内窥镜系统所具有的摄像元件的概要结构图。

[0033] 图4是多级 $\lambda/4$ 波片的截面结构图。

[0034] 图5的(a)是示出27个波长的多级 $\lambda/4$ 波片的光学特性的图,(b)是示出10个波长的多级 $\lambda/4$ 波片的光学特性的图,(c)是示出85个波长的多级 $\lambda/4$ 波片的光学特性的图。

[0035] 图6是示出本发明的实施方式所涉及的内窥镜系统的结构的功能框图。

[0036] 图7是示出在本发明的实施方式所涉及的内窥镜系统中将两个光学像进行合成的情况下的流程的流程图。

[0037] 图8是示出在本发明的实施方式所涉及的内窥镜系统中通过分束器进行奇数次反射之后在摄像元件成像的情况下的成像状态的图。

[0038] 图9是示出本发明的实施例1所涉及的内窥镜系统所具有的物镜光学系统、光路分割单元以及摄像元件的截面结构的图。(a)是通常观察状态下的截面图,(b)是近距离观察状态下的截面图。

具体实施方式

[0039] 下面,基于附图详细地说明实施方式所涉及的内窥镜系统。此外,本发明并不限于该实施方式。

[0040] 图1示出本实施方式所涉及的内窥镜系统的概要结构。内窥镜系统的特征在于,具有从物体侧起依次配置的物镜光学系统OBL、将来自物镜光学系统OBL的光分割为两束的光路分割单元120以及用于拍摄分割所得到的两个像的摄像元件122,一个由双折射材料形成的多级 $\lambda/4$ 波片121a配置在光路中的物镜光学系统OBL与光路分割单元120之间的部分,多级 $\lambda/4$ 波片121a满足下面的条件式(1)、(2)。

$$[0041] \quad 10 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 85 \quad (1)$$

$$[0042] \quad 0.09 \leq |\Delta n| \leq 0.23 \quad (2)$$

[0043] 在此,

[0044] d 为 $\lambda/4$ 波片121a的厚度,

[0045] d_0 为 $\lambda/4$ 波片121a的针对 e 线为零级的厚度,

[0046] Δn 是 $\lambda/4$ 波片121a的针对 e 线(546.1nm)的双折射率。

[0047] 在本实施方式中,在物镜光学系统OBL与光路分割单元120之间配置有由双折射材料形成的多级 $\lambda/4$ 波片121a。由此能够使向光路分割单元120入射的光为无偏振光。在后面记述通过多级 $\lambda/4$ 波片121a形成为无偏振光的说明。由于能够通过光路分割单元120始终均等地对光的强度进行分割,因此能够获得与偏振无关的均等的明亮度的图像。

[0048] 通过使多级 $\lambda/4$ 波片产生更高阶的相位差而形成超多级,由此能够获得消偏振效果。根据波长的不同而异常光线(S偏振光)的强度和寻常光线(P偏振光)的强度以高周期变化的偏振波在可见光区域(400nm-700nm)内能够视为等效于无偏振光。

[0049] 关于现有技术所示的零级波片或数个波长的多级波片,根据向光路分割单元入射的入射波长、偏振状态,而导致光路分割单元处的透射光与反射光的分割强度变化大,无法获得均等强度的图像。

[0050] 条件式(1)、(2)是用于在可见光区域中通过多级的 $\lambda/4$ 波片来获得消偏振的条件。在本实施方式中,例如是产生10个波长~85个波长的相位差的多级的 $\lambda/4$ 波片且使用双折射处于适当的范围的双折射材料。由此,能够获得良好的消偏振效果。

[0051] 当低于条件式(1)、(2)的下限值时,消偏振效果不足,导致由光路分割单元分割所得到的图像的明亮度根据观察波长、偏振状态而变化,是不理想的。

[0052] 当超过条件式(1)、(2)的上限值时, $\lambda/4$ 波片过厚,导致内窥镜前端部大型化。并且,双折射过大而导致寻常光与异常光的焦点位置较大地偏离,从而导致合成图像的品质劣化。

[0053] 另外,根据本实施方式的优选方式,期望的是, $\lambda/4$ 波片121a构成为与光学玻璃等各向同性的板材料121g(参照图4)粘接。

[0054] 当 $\lambda/4$ 波片121a所使用的双折射材料的双折射率 Δn 设为0.09~0.23时,存在形成

厚度较薄的薄壁的实施方式。例如,在使用 LiNbO_3 (铌酸锂) 制作出10个波长的多级 $\lambda/4$ 波片的情况下,其厚度为约 $62\mu\text{m}$ 。

[0055] 另外, $\lambda/4$ 波片121a也可以配置在亮度光圈S的像侧面。

[0056] 例如,在使用 YVO_4 (钽酸钇) 制作出相同的10个波长的多级 $\lambda/4$ 波片的情况下,厚度为约 $24\mu\text{m}$,需要谨慎处理以避免损坏。

[0057] 因而,如果只是单个 $\lambda/4$ 波片,则在机械强度方面弱,因此期望以与不具有双折射的普通光学玻璃那样的各向同性的板材料粘接或者光学接触的状态来保持强度。

[0058] 另外,根据本实施方式的优选方式,期望的是,对 $\lambda/4$ 波片121a的表面实施防反射涂布AR(参照图4)。

[0059] 本实施方式中的双折射材料的折射率较高,为2以上,容易产生由表面反射引起的光斑、重影以及明亮度损失的问题。因此,期望对双折射材料的表面实施防反射涂布AR。另外,在如上述那样设为与各向同性的材料(玻璃板121g)粘接的结构的情况下,粘接剂的折射率一般为1.5左右,因此对粘接面进行的防反射涂布也是有效的。

[0060] 另外,根据本实施方式的优选方式,期望的是, $\lambda/4$ 波片121a的双折射材料为 LiNbO_3 (铌酸锂)、 YVO_4 (钽酸钇)、方解石以及 $\alpha\text{-BBO}$ (偏硼酸钡) 中的任一个。

[0061] 通过使用上述那样的双折射率大的晶体材料,能够获得有效的消偏振效果。

[0062] 图2是示出 $\lambda/4$ 波片121a、光路分割单元120以及摄像元件122的概要结构的图。

[0063] 在自物镜光学系统OBL射出的光经过 $\lambda/4$ 波片121a后入射到光路分割单元120。如使用图5在后面记述的那样, $\lambda/4$ 波片121a通过简单的结构而具有消除偏振的功能。

[0064] 光路分割单元120具有:偏振分束器121,其将被摄体像分割为焦点不同的两个光学像;以及摄像元件122,其用于拍摄两个光学像来获取两个图像。

[0065] 如图2所示,偏振分束器121具备物体侧的棱镜121b、像侧的棱镜121e、反射镜121c以及 $\lambda/4$ 片121d。物体侧的棱镜121b和像侧的棱镜121e均具有相对于光轴AX成45度的倾斜度的分束面。

[0066] 在物体侧的棱镜121b的分束面形成有偏振分离膜121f。而且,物体侧的棱镜121b和像侧的棱镜121e通过使彼此的分束面隔着偏振分离膜121f抵接来构成偏振分束器121。

[0067] 另外,反射镜121c隔着 $\lambda/4$ 片121d被设置在物体侧的棱镜121b的端面附近。在像侧的棱镜121e的端面隔着护罩玻璃CG安装有摄像元件122。I为成像面(摄像面)。

[0068] 来自物镜光学系统OBL的被摄体像在物体侧的棱镜121b中被在分束面设置的偏振分离膜121f分离为P偏振光分量(透射光)和S偏振光分量(反射光),从而被分离为反射光侧的光学像和透射光侧的光学像这两个光学像。

[0069] S偏振光分量的光学像被偏振分离膜121f向与摄像元件122相对的对侧面反射并通过A光路,透过 $\lambda/4$ 片121d之后,被反射镜121c反射而向摄像元件122侧折返。被折返的光学像由于再次透过 $\lambda/4$ 片121d从而偏振方向旋转 90° ,透过偏振分离膜121f后在摄像元件122成像。

[0070] P偏振光分量的光学像透过偏振分离膜121f并通过B光路,被用于朝向摄像元件122垂直折返的设置于与像侧的棱镜121e的分束面相反一侧的反射面反射,并在摄像元件122成像。此时,在A光路和B光路中,例如事先设定棱镜光程以产生几十 μm 左右的规定的通路差,从而使焦点不同的两个光学像在摄像元件122的受光面成像。

[0071] 即,物体侧的棱镜121b和像侧的棱镜121e配置为相对于物体侧的棱镜121b中的至摄像元件122的透射光侧的光路长度(光程长)而言反射光侧的光路长度短(小),以能够将拍摄体像分离为焦点位置不同的两个光学像。

[0072] 图3是摄像元件122的概要结构图。如图3所示,摄像元件122为了分别单独地接收并拍摄焦点位置不同的两个光学像,而在摄像元件122的整个像素区域中设置有两个受光区域(有效像素区域)122a、122b。

[0073] 图4示出 $\lambda/4$ 波片121a的截面结构。实施例所涉及的多级 $\lambda/4$ 波片121a与不具有双折射的普通光学玻璃121g那样的各向同性的板材料进行粘接,或者通过光学接触来与该板材料紧密接合。由此,能够获得机械强度。图4所示的例子是总厚度设为0.3mm的10个波长的多级 $\lambda/4$ 波片的结构例。

[0074] 另外,对多级 $\lambda/4$ 波片121a的物体侧表面实施了防反射涂布AR。由此,能够减少由表面反射引起的光斑、重影、明亮度损失这样的问题。

[0075] 接着,图5的(a)、(b)、(c)分别示出内窥镜系统所具有的多级 $\lambda/4$ 波片121a的光学特性。实线(X强度)和虚线(Y强度)表示各自正交的偏振光分量。横轴表示波长(nm),纵轴表示透过多级的 $\lambda/4$ 波片后的p偏振光的强度(例如X强度)、s偏振光的强度(例如Y强度)。在内窥镜的物镜光学系统OBL与偏振分束器121之间配置双折射率大的多级的 $\lambda/4$ 波片121a,来作为消偏振片使用。多级的 $\lambda/4$ 波片121a由于偏振波根据波长而以非常高的周期变化,因此在可见光区域(400nm-700nm)内能够视为等效于无偏振光。

[0076] 在零级或数个波长的多级的 $\lambda/4$ 波片中,能够将特定波长的线偏振光变换为圆偏振光,但是由于波长依赖性、偏振依赖性大,因此无法将偏振分束器的分割强度始终保持固定,从而无法获得均等强度的图像。通过设为本实施例所示的结构,能够获得充分的消偏振效果,并且不需要使用复杂结构的消偏振片。因此,起到能够实现内窥镜系统的内窥镜前端部的小型化这样的作用效果。

[0077] (实施例A、图5的(a))

[0078] LiNbO_3 单个、 $d=0.17\text{mm}$

[0079] 产生了27个波长的相位差的 $\lambda/4$ 波片

[0080] (实施例B、图5的(b))

[0081] LiNbO_3 +玻璃、 $d=0.06(\text{LN})+0.24(\text{S-BSL7、小原公司制造})\text{mm}$

[0082] 产生了10个波长的相位差的 $\lambda/4$ 波片的例子

[0083] (实施例C、图5的(c))

[0084] YVO_4 +玻璃、 $d=0.2(\text{Y})+0.2(\text{S-BSL7、小原公司制造})\text{mm}$

[0085] 产生了85个波长的相位差的 $\lambda/4$ 波片的例子

[0086] 图6示出内窥镜系统的结构。本实施方式的内窥镜系统1具有被插入到被检体内的内窥镜2、向该内窥镜2提供照明光的光源装置3、处理器装置4以及图像显示装置5。

[0087] 处理器装置4具有进行图像处理的功能,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。

[0088] 内窥镜2具有被插入到被检体内的细长的插入部6和设置在该插入部6的后端的操作部7。光导线缆8从操作部7中朝向外侧延伸。光导线缆8的一端经由连接部8a装卸自如地

连接于光源装置3。光导线缆8在内侧具有光导件9。光导件9的一部分被配置在插入部6内。

[0089] 光源装置3例如内置氙气灯等灯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)。由灯11产生的照明光、例如白光被光圈12调整通过光量。然后,照明光被聚光透镜13聚光并向光导件9的入射端面入射。光圈12的孔径能够通过光圈驱动部14来改变。

[0090] 光导件9将由光源装置3生成的照明光传输至插入部6的前端部6a。被传输的照明光从光导件9的前端面射出。在前端部6a,以与前端面相向的方式配置有照明透镜15。照明透镜15将照明光自照明窗15a射出。由此照明被检体内部的观察对象部位。

[0091] 在前端部6a,在照明窗15a的旁边设置有观察窗20。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OBL。物镜光学系统OBL包括透镜组16和光路分割单元120。

[0092] 透镜组16具有透镜16a、透镜21。透镜21能够沿着光轴进行移动。由此进行聚焦。为了使透镜21移动而配置有致动器22。

[0093] 在光路分割单元120配置有一个摄像元件122(未图示)。在摄像元件122的受光面同时形成两个光学像。通过摄像元件来拍摄两个光学像。

[0094] 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连接的位置设置有信号连接器24a。在内窥镜2与处理器装置4之间经由线缆24来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。

[0095] 在校正参数保存部37中保存有用于校正图像的校正参数(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读出已连接的内窥镜所固有的校正参数。在图像校正处理部32中,基于所读出的校正参数来进行图像的校正。关于是否校正,由控制部39进行控制。

[0096] 由致动器控制部25进行致动器22的控制。因此,致动器22与致动器控制部25经由信号线23进行连接。另外,摄像元件经由信号线27a而与图像处理器30连接。来自摄像元件的信号被输入到图像处理器30。另外,设置于操作部7的开关26的信息也经由信号线27a被发送到处理器装置4。

[0097] 在第一光路中的光路长度与第二光路中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差量很少。因此,在摄像面形成两个仅聚焦于局部领域的状态的光学像。

[0098] 通过摄像元件来拍摄两个光学像。通过拍像所得到的图像信号经由信号线27a被输入到图像处理器30。该图像处理器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。

[0099] 图像读出部31从被输入的图像信号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。

[0100] 在形成两个光学像的光学系统中,有时产生几何差异。作为几何差异,存在两个光学像的相对的偏差(差异)、例如倍率的偏差(差异)、位置偏差(差异)以及旋转方向的偏差(差异)。在制造物镜光学系统OBL时等,很难完全消除这些差异。但是,如果这些偏差(差异)量变大,则例如导致合成图像看起来重影。因此,优选的是通过图像校正处理部32来校正上

述的几何差异。

[0101] 图像校正处理部32针对所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、倍率的差异、位置的差异以及旋转的差异中的至少一个差异一致的处理。

[0102] 在图像校正处理部32中还进行色调校正。因此,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中大致一致的处理。也可以不设置色调校正部,而通过图像校正处理部32来进行色调校正。

[0103] 在图像校正处理部32中,对两个图像中的一个图像的亮度进行变更使得与另一个图像中的亮度大致一致。另外,在图像校正处理部32中,对一个图像中的彩度进行变更使得与另一个图像中的彩度大致一致。

[0104] 如上所述,在获取景深大的图像的方法中,从多个图像中仅提取所聚焦的区域,并进行提取出的区域的合成。在本实施方式的内窥镜系统中,能够使多个图像的明亮度的差异、色调的差异减小。因此,能够在合成得到的图像中减少明亮度的不均、色调的不同。

[0105] 另外,在提高图像的颜色再现性的方法中,使用两个图像来进行图像合成。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系统中,即使在多个图像中产生了明亮度的差异、色调的差异,也能够使明亮度的差异、色调的差异减小。因此,能够进一步提高合成得到的图像的颜色再现性。

[0106] 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。针对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,根据两个图像来生成一个合成图像。此外,在两个图像的对比度差异小的情况下,在进行了对各图像进行规定的加权并相加的合成图像处理之后生成合成图像即可。

[0107] 在后级图像处理部34中,对合成图像进行例如轮廓增强、伽马校正等图像处理。图像输出部35将进行图像处理得到的图像输出到图像显示装置5。

[0108] 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。

[0109] 接着,图7是示出在本实施例中两个光学像进行合成的情况下的流程的流程图。

[0110] 在步骤S101中,在图像校正处理部32中对摄像元件122所获取到的焦点不同的与远点像相关的图像以及与近点像相关的图像进行远近两个图像的校正处理。即,按照预先设定的校正参数来对两个图像进行校正,以使两个图像的各光学像中的相对的位置、角度以及倍率大致相同,并将校正后的图像输出到图像合成处理部33。此外,也可以根据需要而校正两个图像的明亮度、颜色的差异。

[0111] 在步骤S102中,在图像合成处理部33中将进行校正处理所得到的两个图像进行合成。此时,针对远近两个图像的各自对应的像素区域,分别计算对比度值并进行比较。

[0112] 在步骤S103中,判断被比较的对比度值是否存在差,在对比度存在差异的情况下,进入步骤S105,选择对比度值较高的区域进行合成。

[0113] 在此,在进行比较的对比度值的差小或大致相同的情况下,选择远近两个图像中的哪一方会成为处理上的不稳定因素。例如,当存在噪声等信号的波动时,在合成图像中产生不连续区域,产生本来清晰的被摄体像模糊了之类的问题。

[0114] 因此,进入步骤S104,进行加权。在步骤S104中,在进行对比度比较的像素区域中,在两个图像中的对比度值大致相同的情况下,进行加权,在接下来的步骤S105中,对进行了加权的图像进行相加处理,由此消除了图像选择的不稳定性。

[0115] 像这样,根据本实施方式,在近距离观察和远处观察中都能够防止由于噪声等而在合成图像中产生不连续区域、或者光学像模糊,并能够获取扩展了景深的图像。

[0116] 图8是示出通过偏振分束器121进行奇数次反射后在摄像元件成像的情况下的成像状态的图。在上述的图2的偏振分束器121的情况下,在一次反射后、也就是奇数次反射后,光学像成像于摄像元件122。因此,某一方的图像为图8那样的成像状态(镜像),在图像处理部30中实施使镜像翻转来使像方向一致的图像处理。

[0117] 对通过光学上的偶数次的反射形成的镜像的校正有时导致物镜光学系统大型化、棱镜的成本变高,因此优选的是由图像校正处理部32通过镜像翻转来对通过奇数次的反射形成的镜像进行校正。

[0118] 此外,优选的是,在摄像元件122沿内窥镜长边方向为长条形状的情况下,考虑图像显示装置5的长宽比来使合成图像适当地旋转。

[0119] 接着,对实施例所涉及的内窥镜系统所具有的物镜光学系统进行说明。

[0120] 图9的(a)、(b)是示出物镜光学系统、 $\lambda/4$ 波片、光路分割单元、摄像元件的截面结构的图。在此,图9的(a)是示出通常观察状态(远距离物点)下的物镜光学系统的截面结构的图。图9的(b)是示出近距离观察状态(近距离物点)下的物镜光学系统的截面结构的图。

[0121] 本实施例所涉及的物镜光学系统包括从物体侧起依次配置的负折射力的第一透镜组G1、正折射力的第二透镜组G2以及正折射力的第三透镜组G3。另外,亮度光圈S配置在第三透镜组G3内。第二透镜组G2通过在光轴AX上向像侧移动,来校正随着从通常观察状态向近距离观察状态的变化而产生的焦点位置的变化。

[0122] 第一透镜组G1包括从物体侧起依次配置的使平面朝向物体侧的平凹负透镜L1、平行平板L2、双凹负透镜L3以及使凸面朝向物体侧的正弯月透镜L4。在此,负透镜L3与正弯月透镜L4接合。第二透镜组G2由使凸面朝向物体侧的正弯月透镜L5构成。第三透镜组G3包括从物体侧起依次配置的双凸正透镜L6、使凸面朝向像侧的负弯月透镜L7、亮度光圈S、双凸正透镜L8、双凸正透镜L9以及使凸面朝向像侧的负弯月透镜L10。在此,正透镜L6与负弯月透镜L7接合。正透镜L9与负弯月透镜L10接合。

[0123] 在第三透镜组G3的像侧配置有上述的 $\lambda/4$ 波片121a和光路分割单元120。光学系统中的棱镜使光路弯折。此外,平行平板L2是被实施了用于使特定的波长、例如YAG激光器的1060nm、半导体激光器的810nm或者红外线区域截止的涂布的滤波器。I为成像面(摄像面)。

[0124] 在光路的第三透镜组G3的像侧与光路分割单元120之间的部分中配置有 $\lambda/4$ 波片121a。

[0125] 下面,示出上述各实施例的数值数据。符号r为各透镜面的曲率半径,d为各透镜面间的间隔, n_e 为各透镜的e线的折射率, v_e 为各透镜的阿贝数,FNO为光圈值, ω 为半视角。另外,后焦距fb是对从最靠像侧的光学面到近轴像面的距离进行空气换算来表示的。全长为

将从最靠物体侧的透镜面到最靠像侧的光学面的距离(不进行空气换算)与后焦距相加得到的值。光圈为亮度光圈。

[0126] 数值实施例一

[0127] 单位mm

[0128] 面数据

面编号	r	d	ne	νe
1	∞	0.49	1.88815	40.52
2	1.812	0.79		
3	∞	0.84	1.52300	66.3
4	∞	0.34		
5	-4.881	0.56	1.88815	40.52
6	1.866	2.13	1.85504	23.59
7	77.332	可变		
8	2.010	0.81	1.48915	70.04
9	2.149	可变		
[0129] 10	3.354	1.13	1.65222	33.53
11	-1.665	0.32	2.01169	28.07
12	-9.987	0.04		
13(光圈)	∞	0.56		
14	512.363	0.95	1.70442	29.89
15	-3.552	0.36		
16	9.128	0.94	1.48915	70.04
17	-2.180	0.39	1.93429	18.74
18	-4.093	4.59		
19(摄像面)	∞			

[0130] 各种数据

	通常观察状态	近距观察状态	
	焦距	1.00	1.01
	FNO.	3.58	3.53
[0131]	视角 2ω	144.9	139.4
	fb (空气中)	4.59	4.59
	全长(空气中)	17.15	17.05
	d7	0.47	1.20
	d9	1.43	0.70
[0132]	各组焦距		
[0133]	第一组(f1) 第二组(f2) 第三组(f3)		
	-1.12	21.78	3.51

[0134] 在下面示出被共同使用于上述物镜光学系统的八个实施例1、2、3、4、5、6、7、8中的多级的 $\lambda/4$ 波片121a的条件式对应值。

[0135] 条件式(1) $(d/d_0) \times 0.25$

[0136] 条件式(2) $|\Delta n|$

[0137] $d_0 = ((\lambda/10^{-6}) \times 0.25 / \Delta n)$ (nm)

[0138] $\Delta n = n_e - n_o$ (针对e线的寻常光线的折射率与异常光线的折射率之差)

[0139] 另外,根据本实施方式的优选方式,期望满足下面的条件式(1)'来代替条件式(1)。

[0140] $16 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 48$ (1)'

[0141] 条件式(1)'的下限值为使波片的薄壁加工的容易度(与成本有关)优先的情况下的值(例如 $d=0.1\text{mm}$)。

[0142] 条件式(1)'的上限值为将安装波片时的机械强度的极限(例如 $d=0.3\text{mm}$)以及寻常光、异常光的焦点位置的偏差量限制得更小的情况下的值。通过低于上限值,能够获得更廉价且损坏风险更少、寻常光与异常光的焦点位置的偏差更少、并且能够获得更充分的消偏振效果的多级波片。能够直接使用与条件式(1)'组合的条件式(2)。条件式(1)'适用于实施例4、7、8。

	实施例1	实施例2	实施例3
条件式(1)	27.4	10.0	84.7
条件式(2)	0.08798	0.08798	0.23122
晶体材料	LiNbO ₃	LiNbO ₃	YVO ₄
d(mm)	0.1700	0.0620	0.2
d0	0.0016	0.0016	0.0006
Δn	-0.087980025	-0.087980025	0.231221658
	实施例4	实施例5	实施例6
条件式(1)	42.3	83.9	10.0
条件式(2)	0.23122	0.08798	0.23122
[0143] 晶体材料	YVO ₄	LiNbO ₃	YVO ₄
d(mm)	0.1000	0.5210	0.0235
d0	0.0006	0.0016	0.0006
Δn	0.231221658	-0.087980025	0.231221658
	实施例7	实施例8	
条件式(1)'	16.1	48.3	
条件式(2)	0.08798	0.08798	
晶体材料	LiNbO ₃	LiNbO ₃	
d(mm)	0.1000	0.3000	
d0	0.0016	0.0016	
Δn	-0.087980025	-0.087980025	

[0144] 下面,对各实施例的特征(ア)至(ク)进行说明。

[0145] (ア)实施例1是本实施方式的代表例,是能够获得充分的消偏振效果并进行了薄壁化的例子。

[0146] (イ)实施例2是使波片获得最低限度的消偏振效果并进行薄壁加工后与玻璃粘贴在一起来增加机械强度的例子。

[0147] (ウ)实施例3是将波片的晶体材料变为双折射率更高的YVO₄晶体从而将重点放在消偏振效果的例子。

[0148] (エ)实施例4是改变实施例3的波片的厚度而取得如减小由双折射引起的寻常光

的焦点位置与异常光的焦点位置的差异且能够获得充分的消偏振效果那样的平衡的例子。

[0149] (才) 实施例5是着重于处理的容易度而使波片变厚且使波片单板化来实现成本降低的例子。

[0150] (力) 实施例6是对波片使用YVO₄晶体来增加消偏振效果、并且使波片更加薄壁化来实现内窥镜前端部的小型化的例子。

[0151] (キ) 实施例7是薄壁加工难度降低、成本也降低、与玻璃粘贴来增加机械强度的例子。

[0152] (ク) 实施例8是机械强度良好且由单板构成的例子。

[0153] 以上说明了本发明的各种实施方式,但是本发明并不仅仅限于这些实施方式,在不脱离其宗旨的范围内,将这些实施方式的结构适当地进行组合而构成的实施方式也处于本发明的范畴。

[0154] (附记)

[0155] 此外,从这些实施例导出下面结构的发明。

[0156] (附记项1)

[0157] 一种消偏振片,其特征在于,是一个由双折射材料形成的多级 $\lambda/4$ 波片,所述消偏振片满足下面的条件式(1)、(2)。

$$[0158] \quad 10 \leq (d/d_0) \times 0.25 \leq 85 \quad (1)$$

$$[0159] \quad 0.09 \leq |\Delta n| \leq 0.23 \quad (2)$$

[0160] 在此,

[0161] d 为所述 $\lambda/4$ 波片的厚度,

[0162] d_0 为所述 $\lambda/4$ 波片的针对 e 线为零级的厚度,

[0163] Δn 为所述 $\lambda/4$ 波片的针对 e 线的双折射率。

[0164] 产业上的可利用性

[0165] 如以上那样,本发明对于能够不需要使用复杂结构的消偏振片并且能够获得充分的消偏振效果的小型的内窥镜系统是有用的。

[0166] 附图标记说明

[0167] OBL:物镜光学系统;1:内窥镜系统;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;;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;120:光路分割单元;121:偏振分束器;121a: $\lambda/4$ 波片;121b:物体侧的棱镜;121c:反射镜;121d: $\lambda/4$ 片;121e:像侧的棱镜;121f:偏振分离膜;121g:玻璃;122:摄像元件;122a、122b:受光区域;122c:校正像素区域;AX:光轴;CG:玻璃盖片;G1:第一透镜组;G2:第二透镜组;G3:第三透镜组;S:亮度光圈(光圈);L1、L3-L10:透镜;L2:平行平板;I:成像面(摄像面)。

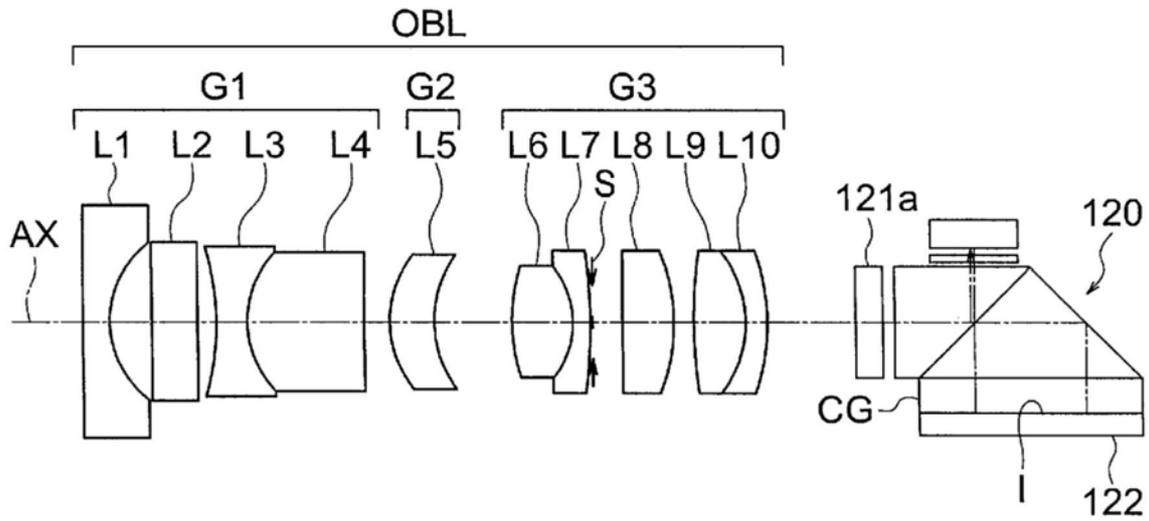


图1

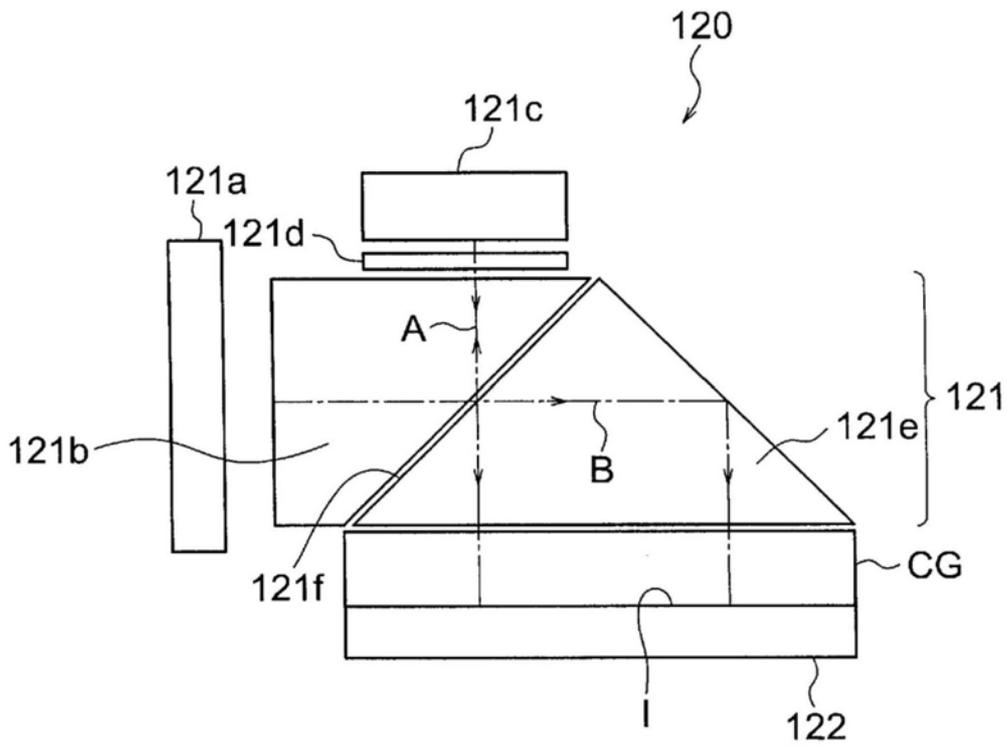


图2

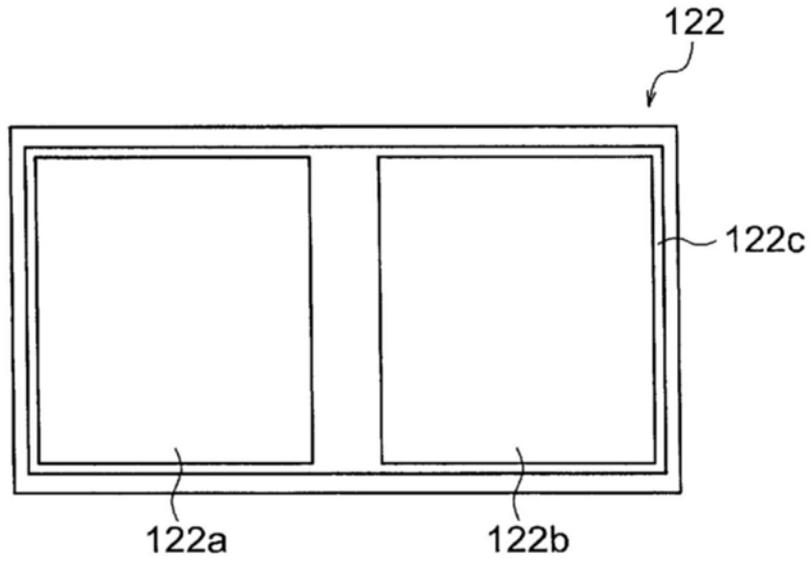


图3

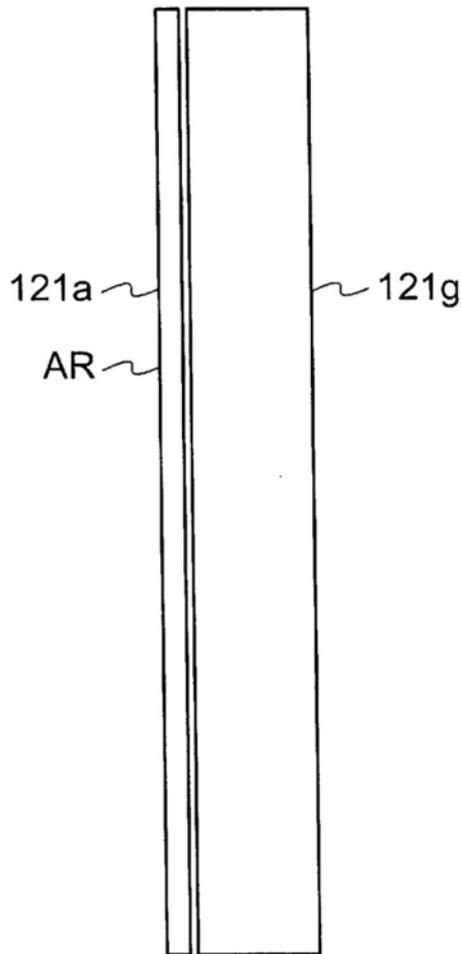


图4

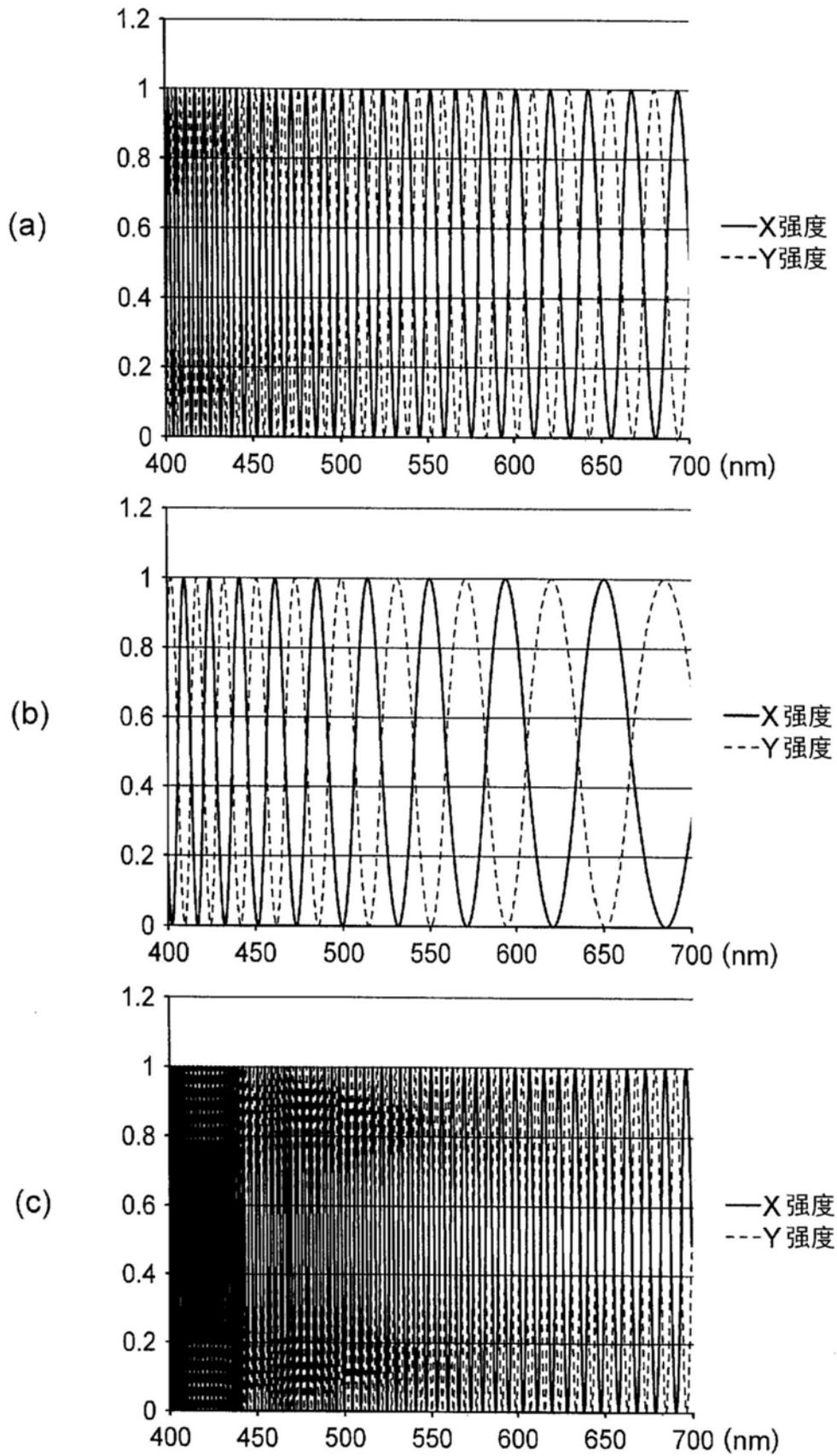


图5

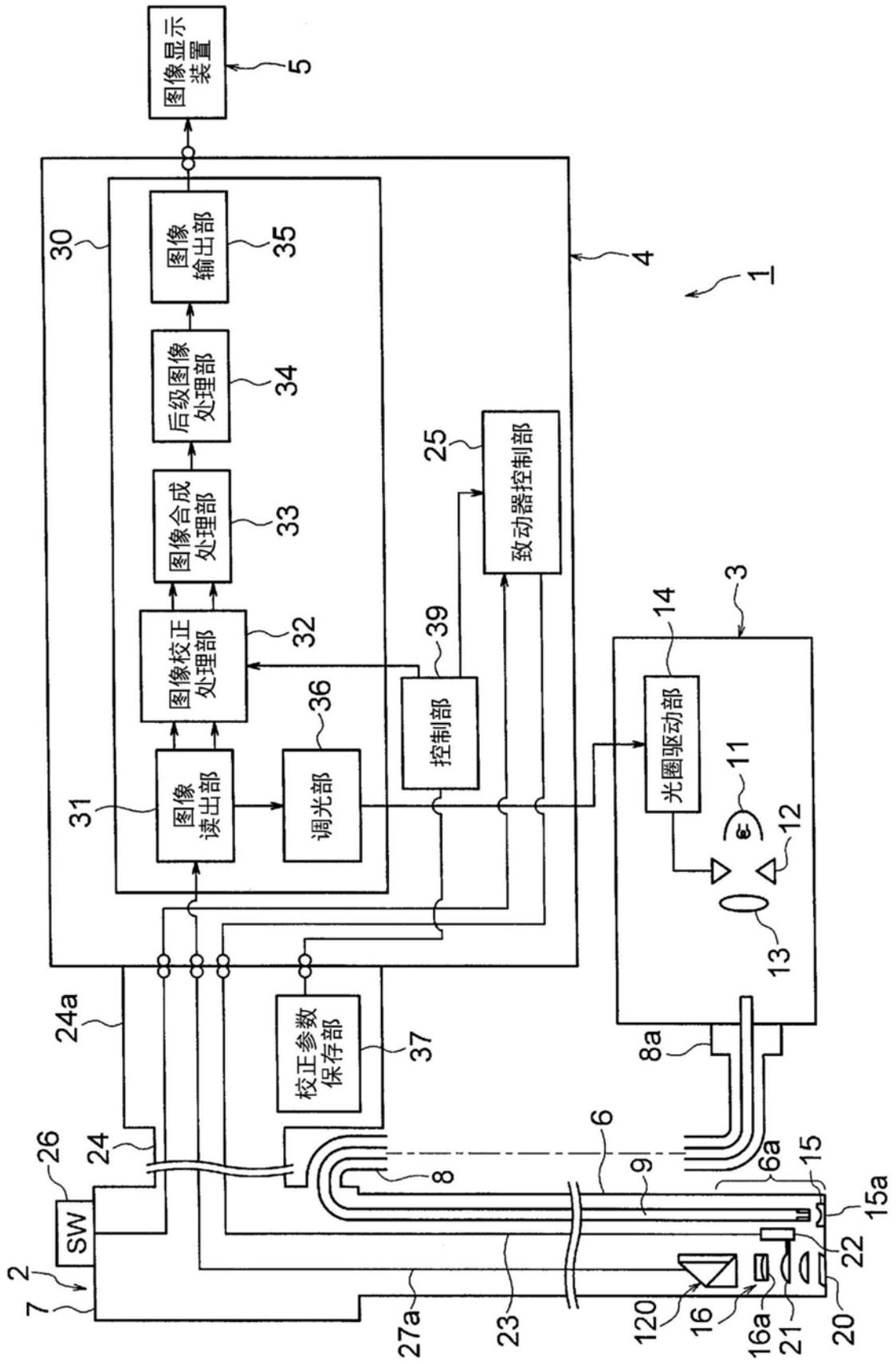


图6

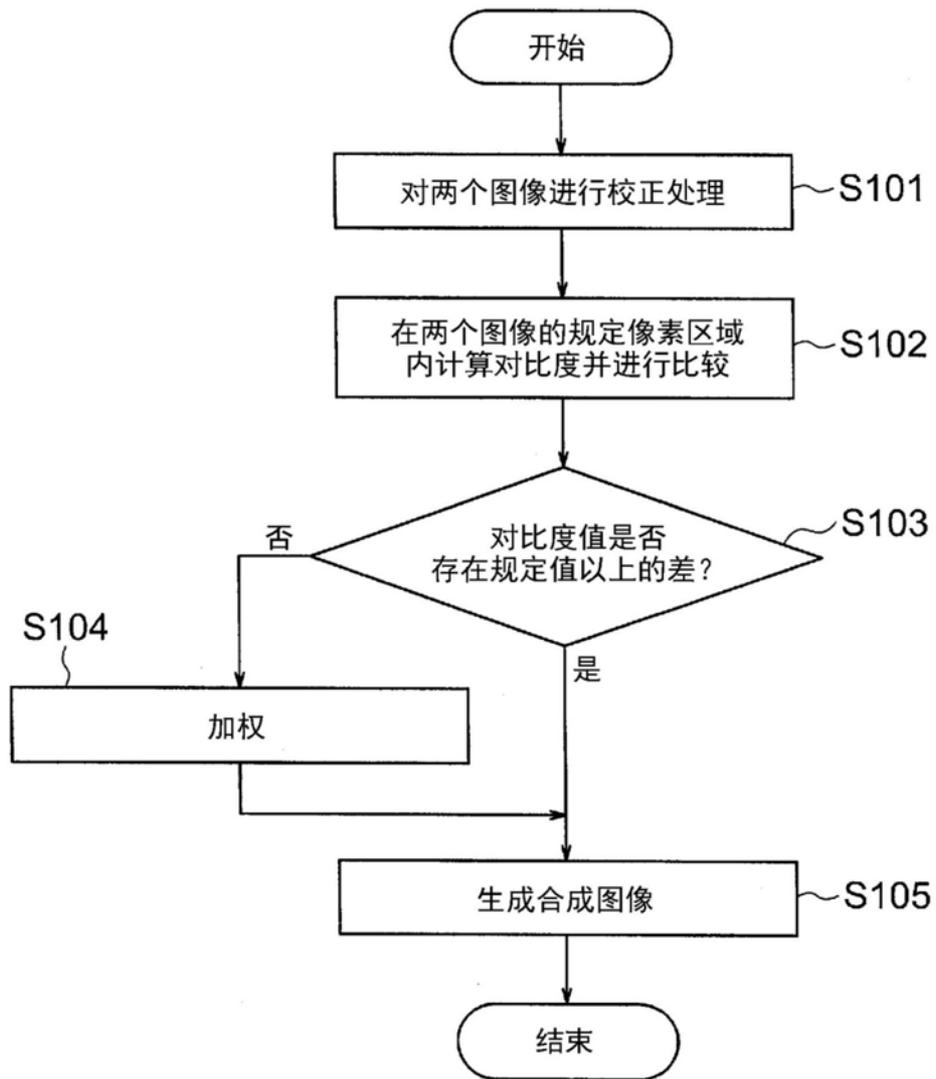


图7

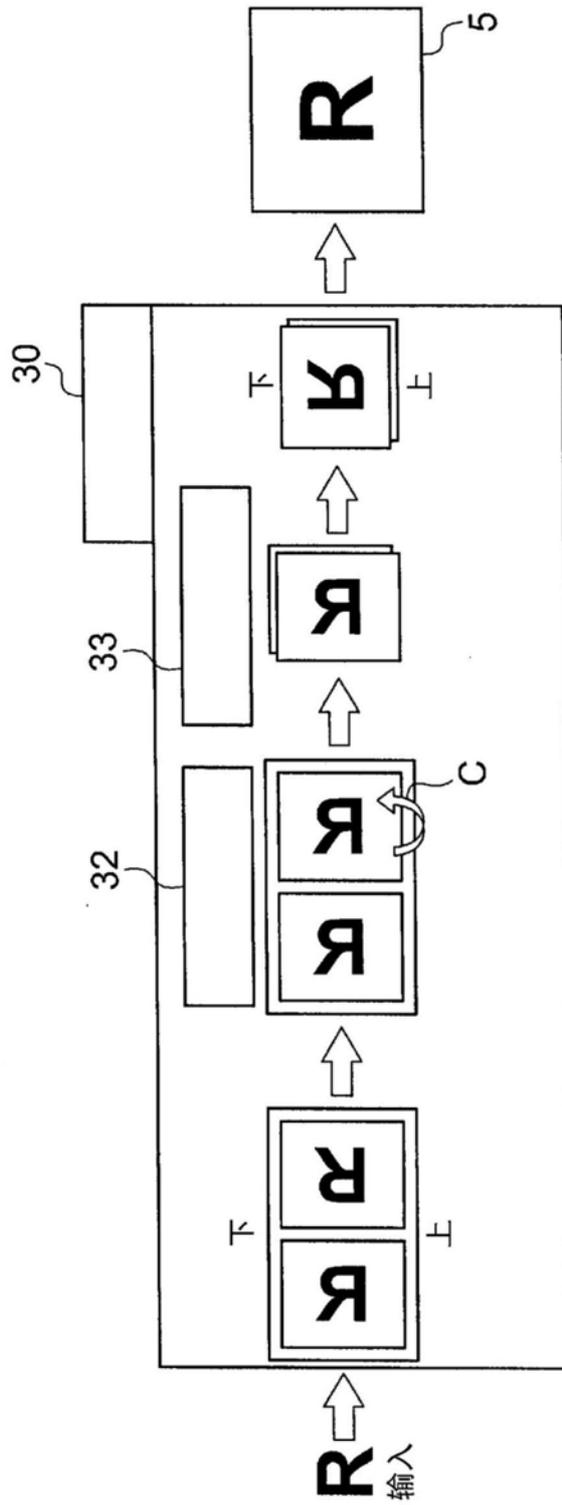


图8

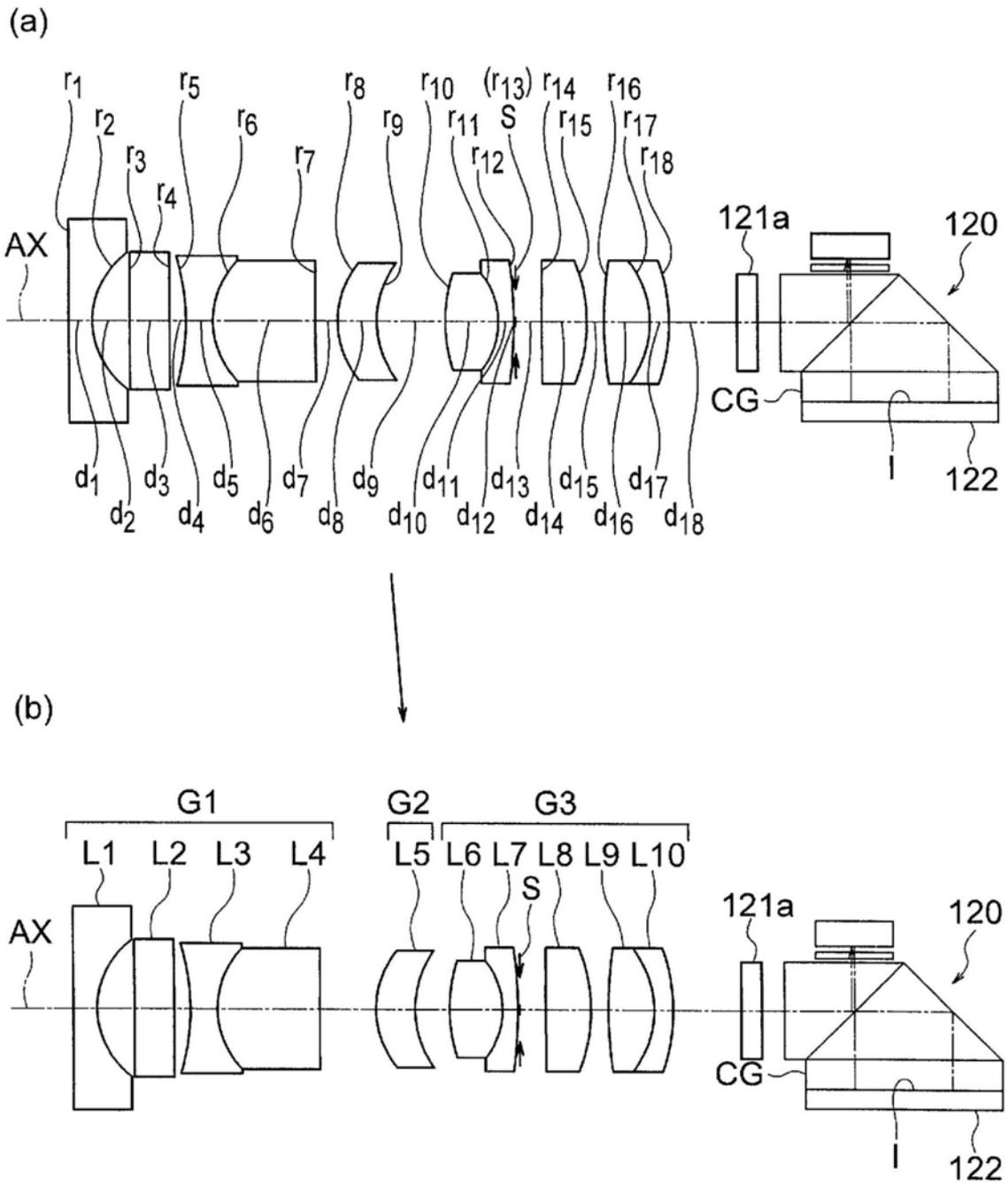


图9