



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106231988 A

(43)申请公布日 2016.12.14

(21)申请号 201580021920.4

(22)申请日 2015.04.21

(30)优先权数据

2014-094844 2014.05.01 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.11.01

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/062126 2015.04.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/166843 JA 2015.11.05

(71)申请人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 伊藤毅 龟江宏幸

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 徐殿军

(51)Int.Cl.

A61B 1/04(2006.01)

G02B 23/24(2006.01)

G06T 1/00(2006.01)

H04N 5/225(2006.01)

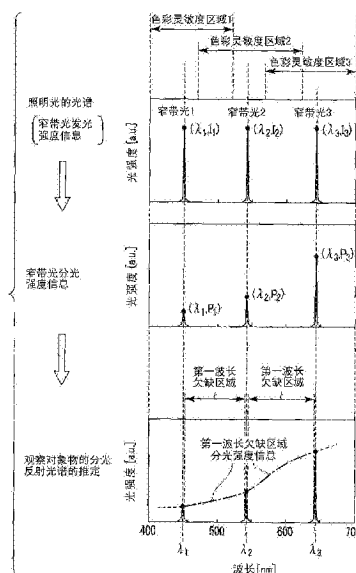
权利要求书4页 说明书27页 附图19页

(54)发明名称

内窥镜装置

(57)摘要

使将多个波长的窄带光用于照明光的内窥镜装置的色彩再现性提高。内窥镜装置具备：将由多个窄带光构成的照明光向观察对象物射出的光射出部(48)；检测来自观察对象物的反射散射光并输出拍摄信号的拍摄元件(58)；和处理拍摄信号的图像处理电路(62)。图像处理电路(62)具有：波长欠缺区域分光强度信息推定部(64)，对于拍摄元件(58)的各色彩灵敏度区域，将包含在该色彩灵敏度区域中的窄带光的峰值波长、和与该色彩灵敏度区域对应的拍摄元件(58)的光检测构件所检测的反射散射光的强度建立关联而导出窄带光分光强度信息，并基于此来推定波长欠缺区域分光强度信息；以及波长欠缺区域修正处理部(66)，基于窄带光分光强度信息和波长欠缺区域分光强度信息，进行波长欠缺区域修正处理，以使得接近于照射了没有波长欠缺区域的照明光时得到的图像信号。



1. 一种用于对观察对象物的内部空间进行观察的内窥镜装置,其特征在于,
具备:
插入部,具有被向上述内部空间插入的顶端部;
光射出部,向内部空间表面射出照明光,设置在上述顶端部;
拍摄元件,检测来自上述内部空间表面的反射散射光而输出拍摄信号,设置在上述顶端部;

图像处理电路,处理上述拍摄信号而输出图像信号;以及

显示部,按照上述图像信号来显示图像,

上述照明光由多个窄带光构成,

上述拍摄元件能够检测的波长区域由上述多个窄带光分别存在的多个窄带光区域、邻接的两个窄带光区域之间的区域即第一波长欠缺区域、和最端部的两个窄带光区域的外侧区域即第二波长欠缺区域构成,

上述拍摄元件具有许多光检测构件,该许多光检测构件包含分别检测多个色彩灵敏度区域内的光的多种光检测构件,

上述图像处理电路具有波长欠缺区域分光强度信息推定部,该波长欠缺区域分光强度信息推定部,对于各色彩灵敏度区域,将包含在该色彩灵敏度区域中的窄带光的峰值波长和与该色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度建立关联,导出窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P),基于上述窄带光分光强度信息,推定上述第一波长欠缺区域中的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度信息即波长欠缺区域分光强度信息,

上述图像处理电路具有波长欠缺区域修正处理部,该波长欠缺区域修正处理部,基于上述窄带光分光强度信息和上述波长欠缺区域分光强度信息,进行波长欠缺区域修正处理,以使得接近于照射了没有波长欠缺区域的照明光时得到的图像信号。

2. 如权利要求1所记载的内窥镜装置,其特征在于,

设 n 为2以上的自然数,设 k 为从1到 n 的自然数,

上述多个窄带光的数量和上述多个色彩灵敏度区域的数量都是 n ,

在一个色彩灵敏度区域中包含一个窄带光,

从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个窄带光设为第1个窄带光、第2个窄带光、……、第 n 个窄带光、从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个色彩灵敏度区域设为第1个色彩灵敏度区域、第2个色彩灵敏度区域、……、第 n 个色彩灵敏度区域时,

第 k 个窄带光包含在第 k 个色彩灵敏度区域中,

将第 k 个窄带光的峰值波长设为 λ_k 、将与第 k 个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度设为 P_k 时,

上述窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)作为 (λ_k, P_k) 导出。

3. 如权利要求1记载的内窥镜装置,其特征在于,

设 n, m 为2以上的自然数,设 i, j 为从1到 n 的自然数,设 l 为从1到 m 的自然数,

上述多个色彩灵敏度区域的数量为 n ,

上述多个窄带光的数量比 n 多,

当从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个色彩灵敏度区域设为第1个色彩灵敏度区

域、第2个色彩灵敏度区域、……、第n个色彩灵敏度区域时，

将上述多个色彩灵敏度区域中的仅包含一个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为单一窄带光色彩灵敏度区域，

将上述多个色彩灵敏度区域中的包含多个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为多窄带光色彩灵敏度区域，

当将包含在上述单一窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第j个色彩灵敏度区域、将包含在上述多窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第i个色彩灵敏度区域、且 $i \neq j$ 时，

将包含在上述第j个色彩灵敏度区域中的窄带光设为第j个窄带光，

当包含在上述第i个色彩灵敏度区域中的窄带光的数量为m个时，

将包含在上述第i个色彩灵敏度区域中的m个窄带光分别设为第 $i-1$ 个窄带光、……、第 $i-m$ 个窄带光，

将第j个窄带光的峰值波长设为 λ_j 、将与第j个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度设为 P_j ，

将第 $i-1$ 个窄带光的峰值波长设为 λ_{i-1} 、将与第i个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度设为 P_i ，

上述窄带光分光强度信息(波长 λ , 受光强度 P)，在上述第j个色彩灵敏度区域中作为 (λ_j, P_j) 而被导出，在上述第i个色彩灵敏度区域中作为 $((\sum \lambda_{i-1})/m, P_i)$ 导出。

4. 如权利要求1所记载的内窥镜装置，其特征在于，

设 n, m 为2以上的自然数，设 i, j 为从1到 n 的自然数，设 l 为从1到 m 的自然数，

上述多个色彩灵敏度区域的数量为 n ，

上述多个窄带光的数量比 n 多，

当从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个色彩灵敏度区域设为第1个色彩灵敏度区域、第2个色彩灵敏度区域、……、第 n 个色彩灵敏度区域时，

将上述多个色彩灵敏度区域中的仅包含一个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为单一窄带光色彩灵敏度区域，

将上述多个色彩灵敏度区域中的包含多个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为多窄带光色彩灵敏度区域，

当将包含在上述单一窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第j个色彩灵敏度区域、将包含在上述多窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第i个色彩灵敏度区域、且 $i \neq j$ 时，

将包含在上述第j个色彩灵敏度区域中的窄带光设为第j个窄带光，

当包含在上述第i个色彩灵敏度区域中的窄带光的数量为m个时，

将包含在上述第i个色彩灵敏度区域中的m个窄带光分别设为第 $i-1$ 个窄带光，其中， $l = 1 \sim m$ ，

上述光射出部构成为，使上述第 $i-1$ 个窄带光相互以不同的定时射出，

通过与上述第 $i-1$ 个窄带光的射出同步地、对于与上述第i个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度 P 、将 P_{i-1} 分离而检测，从而上述窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)在上述第j个色彩灵敏度区域中作为 $(\lambda_j,$

P_j)而被导出,在上述第 i 个色彩灵敏度区域中作为(P_{i-1} 、 P_i)而被导出。

5.如权利要求1~4中任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述窄带光区域是窄带光的发光区域中的具有峰值强度的一半以上的光量的区域。

6.如权利要求5所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述窄带光是多模的激光或单模的激光。

7.如权利要求1~4中任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述图像处理电路,仅使用从上述拍摄元件输出的上述拍摄信号的信息中的窄带光强度导出区域的信息,将上述窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)的受光强度 P 作为与各波长 λ 对应的反射散射光的强度信息的窄带光强度导出区域整体的平均而导出。

8.如权利要求7所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述窄带光强度导出区域是拍摄画面整体。

9.如权利要求7所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述窄带光强度导出区域是拍摄画面的一部分,是以下各区域中的某一个:

(a)从上述拍摄画面整体中、除去上述拍摄元件的动态范围的上限附近及下限附近的区域以外的区域;

(b)上述拍摄画面的中心附近的区域;

(c)多个窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)的组合处于规定的比率范围或拍摄画面上最多的比率范围的区域。

10.如权利要求7所记载的内窥镜装置,其特征在于,

还具备用于指定上述窄带光强度导出区域的输入部。

11.如权利要求1~4中任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述图像处理电路,使用从上述拍摄元件输出的上述图像信号的信息中的、多个窄带光强度导出区域的信息,按多个窄带光强度导出区域的每一个,将窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)的强度 P 按照与各波长 λ 对应的反射散射光的强度信息的每个窄带光强度导出区域进行导出,在与各波长 λ 对应的窄带光强度导出区域包含多个像素区域的情况下,作为其平均而导出强度 P 。

12.如权利要求1~4中任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述波长欠缺区域分光强度信息推定部,基于多个窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P),

(a)通过包括1次函数近似、高次函数近似、最小平方近似的函数近似,以在上述第一波长欠缺区域的整体中平滑地连续的方式推定上述波长欠缺区域分光强度信息,

或者,(b)以将邻接的窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)用直线连接的方式推定上述波长欠缺区域分光强度信息。

13.如权利要求2所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述波长欠缺区域分光强度信息推定部,对于第 k 个色彩灵敏度区域整体,将受光强度 P 作为 P_k 的一定值来推定,上述多个色彩灵敏度区域相互具有重合,当将第 k 个色彩灵敏度区域与第 $k+1$ 个色彩灵敏度区域的重合区域设为灵敏度重合区域 k 时,对于灵敏度重合区域 k ,使用 P_k 作为第 k 个色彩灵敏度区域的拍摄信号、使用 P_{k+1} 作为第 $k+1$ 个色彩灵敏度区域的拍摄信号来进行推定,或者,对于灵敏度重合区域 k ,作为 P_k 和 P_{k+1} 的平均值而进行推定。

14. 如权利要求11~13中任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述波长欠缺区域分光强度信息推定部,对于上述第二波长欠缺区域,通过外插来推定上述波长欠缺区域分光强度信息。

15. 如权利要求1~4中任一项所记载的内窥镜装置,其特征在于,

上述波长欠缺区域修正处理部,根据由上述波长欠缺区域分光强度信息推定部推定出的波长欠缺区域分光强度信息,算出与对应的色彩灵敏度区域相对应的光检测构件要受光的受光量,将每个色彩灵敏度区域的修正受光量信息PP作为图像信息来输出。

内窥镜装置

技术领域

[0001] 本发明涉及内窥镜装置。

背景技术

[0002] 当前,开发了组合小型光源和光纤而成的所谓的纤维光源。该纤维光源适合用作从较细的构造物的顶端对观察对象物进行观察的观察装置例如内窥镜装置的照明光学系统。

[0003] 例如在日本特开平10-286235号公报中提出了搭载有将R、G、B这3色的激光光源和光纤和扩散板组合而成的纤维光源的内窥镜装置。日本特开平10-286235号公报的内窥镜装置构成为,将来自同时激发作为3原色的441.6nm的蓝色激光、537.8nm的绿色激光、636.0nm的红色激光的3原色(白色)激光器即He-Cd激光器、和发出632.8nm的红色波长的光的He-Ne激光器的激光,通过光导导光到内窥镜顶端部,并经由扩散板、照度分布调整滤波器向作为观察对象物的生物体进行照射。

[0004] 通常在将激光扩散而用作照明光的情况下,有激光的波长中不包含的光的信息缺失这样的问题。即,已知在作为照明对象物的生物体的、He-Cd激光器激发的636.0nm的红色激光及其附近的波长的光的反射率与红色区域的其以外的波长的光的反射率不同的情况下,色彩再现性变差。例如,在几乎不反射636nm附近的光而良好地反射其以外的红色区域的光的情况下,有虽然实际上看起来为红色、但用激光照明的情况下看起来较暗等的问题。

[0005] 日本特开平10-286235号公报对这样的问题提出了如下方案:能够通过增加632.8nm的红色光而使色彩再现性提高,进而使多个红色波长的激光合波。

[0006] 发明的概要

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 激光的波长宽度一般来说是1nm以下,因此在日本特开平10-286235号公报的例子中,即使将蓝色1色、绿色1色和红色2色合并,照明光存在的波长区域的宽度也大概是4nm以下。另一方面,内窥镜等的在观察中使用的拍摄元件具有受光灵敏度的区域即可见光区域一般来说在400nm~700nm的范围中展开,具有约300nm的宽度。从而,在日本特开平10-286235号公报的例子中,照明光存在的波长区域是可见光区域的1.3%以下,实际上在98%以上的波长区域中不存在照明光。

[0009] 即,日本特开平10-286235号公报的内窥镜装置,虽然将2束红色激光、1束绿色激光、1束蓝色激光共计4束激光用作照明光,但在拍摄元件具有受光灵敏度的区域的实质上98%以上的区域中不存在照明光。因此,不能得到98%以上的波长区域的、作为观察对象物的生物体的色彩信息,成为色彩再现性不足的结构。

发明内容

[0010] 本发明是鉴于上述的实际情况而做出的,其目的在于,在将以激光为代表的离散

的多个波长的窄带光用于照明光的内窥镜装置中提高色彩再现性。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 本发明的内窥镜装置具备:插入部,具有被向上述内部空间插入的顶端部;光射出部,向内部空间表面射出照明光,设置在上述顶端部;拍摄元件,检测来自上述内部空间表面的反射散射光而输出拍摄信号,设置在上述顶端部;图像处理电路,处理上述拍摄信号而输出图像信号;以及显示部,按照上述图像信号来显示图像。上述照明光由多个窄带光构成。上述拍摄元件能够检测的波长区域由上述多个窄带光分别存在的多个窄带光区域、邻接的两个窄带光区域之间的区域即第一波长欠缺区域、和最端部的两个窄带光区域的外侧区域即第二波长欠缺区域构成。上述拍摄元件具有许多光检测构件,该许多光检测构件包含分别检测多个色彩灵敏度区域内的光的多种光检测构件。上述图像处理电路具有波长欠缺区域分光强度信息推定部,该波长欠缺区域分光强度信息推定部,对于各色彩灵敏度区域,将包含在该色彩灵敏度区域中的窄带光的峰值波长和与该色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度建立关联,导出窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P),基于上述窄带光分光强度信息,推定上述第一波长欠缺区域中的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度信息即波长欠缺区域分光强度信息。上述图像处理电路具有波长欠缺区域修正处理部,该波长欠缺区域修正处理部,基于上述窄带光分光强度信息和上述波长欠缺区域分光强度信息,进行波长欠缺区域修正处理,以使得接近于照射了没有波长欠缺区域的照明光时得到的图像信号。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明,在将离散的多个波长的窄带光用于照明光的内窥镜装置中实现了色彩再现性的提高。

附图说明

[0015] 图1概略地表示第1实施方式的观察装置。

[0016] 图2是发出波长450nm的光的半导体激光器的发光光谱的一例。

[0017] 图3表示光纤型的光合波器的连接部。

[0018] 图4表示入射侧端口和出射侧端口成为一体的光纤型的光合波器。

[0019] 图5表示光射出部的截面构造。

[0020] 图6表示第1实施方式的色彩敏感度区域和窄带光区域和波长欠缺区域的关系。

[0021] 图7表示第1实施方式的窄带光发光信息和窄带光分光信息和推定出的第一波长欠缺区域分光强度信息。

[0022] 图8表示基于所推定的第一波长欠缺区域分光强度信息、对色彩灵敏度区域1的修正值的求取方法的一例。

[0023] 图9表示具有拜尔(Bayer)排列的拍摄元件中的作为最小单元的 2×2 的4像素的区域。

[0024] 图10表示作为推定对象的拍摄画面整体以及 10×10 像素的区域。

[0025] 图11表示在拍摄元件的动态范围中包含入射光量过弱或过强的区域的拍摄图像。

[0026] 图12表示第1实施方式的变形例的窄带光发光信息和第一波长欠缺区域分光强度信息的推定例。

- [0027] 图13概略地表示第2实施方式的观察装置。
- [0028] 图14表示第2实施方式的色彩灵敏度区域和窄带光区域和波长欠缺区域的关系。
- [0029] 图15表示第2实施方式的窄带光发光信息和窄带光分光信息和推定出的第一波长欠缺区域分光强度信息。
- [0030] 图16表示第3实施方式的各半导体激光器和帧定时的关系。
- [0031] 图17表示第3实施方式的窄带光发光信息和窄带光分光信息和推定出的第一波长欠缺区域分光强度信息。
- [0032] 图18表示第3实施方式的变形例的窄带光发光信息和第一波长欠缺区域分光强度信息的推定例。
- [0033] 图19表示第1实施方式中省去了窄带光2的照明光中的窄带光发光信息和窄带光分光信息和推定出的第一波长欠缺区域分光强度信息。
- [0034] 图20表示将3个LED元件组合而得到的照明光的例子。
- [0035] 图21表示试验色1、2、3、4、5、6的分光反射率的光谱。
- [0036] 图22表示试验色7、8、15的分光反射率的光谱。

具体实施方式

[0037] [第1实施方式]

[0038] 以下,基于附图详细说明本发明的观察装置的实施方式。另外,不通过以下的实施方式限定本发明。

[0039] (构成)

[0040] 图1概略地表示本实施方式的观察装置。如图1所示,本观察装置是例如内窥镜装置,由含有光源部的主体部12、具有向观察对象物90的内部空间92插入的顶端部18的插入部14、和对观察对象物90的内部空间表面的图像进行显示的显示部20构成。

[0041] 主体部12中搭载有:发光波长相互不同的3台半导体激光器(LD)22A、22B、22C;分别驱动对应的半导体激光器22A、22B、22C的驱动电路26A、26B、26C;经由驱动电路26A、26B、26C控制半导体激光器22A、22B、22C的光源控制电路30;分别对从半导体激光器22A、22B、22C射出的激光进行导光的3根光纤32A、32B、32C;将由3根光纤32A~32C导光的激光合波的光合波器34;将由光合波器34合波后的激光导光的一根光纤46。

[0042] 光源控制电路30和驱动电路26A、26B、26C通过控制信号线28连接,驱动电路26A、26B、26C和半导体激光器22A、22B、22C通过电气配线24分别连接。光源控制电路30能够经由驱动电路26A、26B、26C而控制从半导体激光器22A、22B、22C分别射出的激光的光量、和各半导体激光器22A、22B、22C的点亮/熄灭等。另外,控制信号线28、电气配线24都用一根直线进行了图示,但实际上也有配置多根的情况。进而,省略了电源线缆等当然需要的部件。

[0043] 光纤46经由插入部14与主体部12的连接部16而延伸到插入部14的内部,与位于主体部12的相反侧的插入部14的顶端部18处设置的光射出部48光学连接。光射出部48具有将由光纤46导光来的激光向观察对象物90的内部空间92的表面照射的功能。连接部16中,光纤46可装卸地构成,但为了方便而省略了装卸机构,连接部16的附近所设置的装卸机构为主体部12侧、插入部14侧都称为光纤46。

[0044] 在插入部14的顶端部18,还设有检测来自观察对象物90的内部空间92的表面的反

射散射光并输出拍摄信号(拍摄信息的电信号)的拍摄元件58。拍摄元件58具有包含对多个色彩灵敏度区域内的光分别进行检测的多种光检测构件的许多的光检测构件。拍摄元件58与发送由拍摄元件58输出的拍摄信号的信号线60连接,该信号线60经由插入部14与主体部12的连接部16而延伸到主体部12的内部。关于信号线也省略了装卸机构,传递共通的信号的信号线称为信号线60。

[0045] 即,插入部14具有设置在顶端部18的光射出部48和拍摄元件58,并且部分地具有与光射出部48连接的光纤46和与拍摄元件58连接的信号线60。

[0046] 延伸到主体部12的内部的信号线60,与对拍摄元件58所输出的拍摄信号进行处理而输出图像信号的图像处理电路62连接。即,主体部12进一步具有信号线60的一部分和图像处理电路62。并且,图像处理电路62具有后述的波长欠缺区域分光强度信息推定部64和波长欠缺区域修正处理部66。

[0047] 图像处理电路62通过信号线68而与显示部20连接。图像处理电路62输出的图像信号经由信号线68而被向显示部20发送。显示部20按照所接收的图像信号来显示图像。并且,图像处理电路62通过电气配线72而与用于输入图像处理用的信息的输入部70连接。信号线68和电气配线72都用一根直线进行了图示,但实际上也有配置多根的情况。

[0048] 插入部14具有细长的大致圆筒形状的外观,成为容易向观察对象物90的内部空间92插入的形状。换言之,插入部14成为在一般的观察装置中难以观察的、容易观察具有狭小入口的观察对象物90的内部空间92的内部的形状。观察对象物90的内部空间92可以考虑例如如图1所示那样在狭小入口的里侧稍微扩宽的空间等,在这样的空间的内部,室内照明或太阳光等外光难以侵入。特别是若将插入部14插入,则成为插入部14将原本狭小的入口进一步堵住的形态,外光几乎不侵入到内部。即,观察对象物90的内部空间92中的照明光几乎仅是从光射出部48射出的照明光,与该照明光相比较,外光几乎能够忽视。本实施方式的观察装置适合于观察这样的与照明光相比外光几乎能够忽视的内部空间92。

[0049] 〈半导体激光器(LD)〉

[0050] 半导体激光器是通过在半导体元件中流过电流来射出激光的固体光源,从紫外光到红外光的各种波长的半导体激光器已被实用化。半导体激光器具有小型且省电力等特长,近年来盛行面向高亮度化和波长多样化的开发。激光一般来说是波长宽度非常狭小的具有线光谱的波长特性的光。半导体激光器的情况下,一般来说光谱线的宽度(光谱线宽)为1nm以下。半导体激光器中,有从晶片的解理面射出光的端面发光型(带型激光器)、和从晶片的表面射出光的面发光型(垂直共振器型面发光激光器;VCSEL)等。进而,以在半导体激光器的射出部组合非线性晶体并使半导体激光器的振荡波长为一半那样的2倍高次谐波型(SHG半导体激光器)等为代表的复合型半导体激光器等也已被实用化。

[0051] 本实施方式的主题部12按照从振荡波长较短者开始的顺序,具有3台半导体激光器22A、22B、22C。

[0052] 半导体激光器22A是射出波长约450nm的蓝色激光的多模半导体激光器。

[0053] 半导体激光器22B是射出波长约540nm的绿色激光的多模半导体激光器。

[0054] 半导体激光器22C是射出波长约640nm的红色激光的多模半导体激光器。

[0055] 各半导体激光器都是多模激光器,如例如图2所示,以多个波长进行激光振荡,但从振荡波长最短者到最长者都包含在1nm以下的波段中。图2是发出波长450nm的光的半导

体激光器22A的发光光谱的一例。发光光谱具有数十根线光谱成分,比率、线光谱的数量和时间一同变化。发光光谱的波长区域的宽度整体上具有1nm左右的宽度。将具有这样的光谱的多模激光作为窄带光使用的情况下的窄带光的峰值波长 λ_{peak} 定义为光强度最高的波长。本实施方式中,半导体激光器22A的峰值波长 $\lambda_{\text{peak}}=450\text{nm}$ 。同样,半导体激光器22B的峰值波长 $\lambda_{\text{peak}}=540\text{nm}$,半导体激光器22C的峰值波长 $\lambda_{\text{peak}}=640\text{nm}$ 。

[0056] 如图6的下段所示,将拍摄元件58能够检测的区域且几乎没有激光的区域定义为波长欠缺区域,特别是,将波长上邻接的两个激光之间的区域定义为第一波长欠缺区域,将比最短波长的激光更短波长侧的区域和比最长波长的激光更长波长侧的区域定义为第二波长欠缺区域。更详细来说,在各激光光谱的波长范围内假定窄带光区域,将邻接的两个激光的窄带光区域之间的区域定义为第一波长欠缺区域,并且,将比最短波长的激光的窄带光区域更短波长侧的区域、和比最长波长的激光的窄带光区域更长波长侧的区域定义为第二波长欠缺区域。进而,将相对于激光的峰值强度具有比1/2大的强度的区域设为窄带光区域。之后,在没有特别声明而言及波长欠缺区域的情况下,指的是将第一波长欠缺区域和第二波长欠缺区域合并而成的区域。

[0057] 即,本实施方式中,拍摄元件58能够检测的波长区域是具有从400nm到700nm的波长宽度约300nm的波长区域,该波长区域中有3处具有1nm以下的宽度的窄带光区域,其以外的297nm以上的区域为波长欠缺区域。即拍摄元件58能够检测的波长区域中的99%以上为波长欠缺区域。

[0058] 〈驱动电路〉

[0059] 驱动电路26A、26B、26C具有分别对半导体激光器22A、22B、22C施加适当的电流的功能,并具有基于从光源控制电路30经由控制信号线28输出的控制信号来切换半导体激光器22A、22B、22C的点亮/熄灭状态、或使其脉冲发光等控制发光状态的功能。进而,具有防止因急剧的电流增加、规格外的电流量或电压的施加而半导体激光器22A、22B、22C被电气性破坏的功能。除此以外,具有一般的半导体激光器驱动电路所具有的各种功能。

[0060] 〈光源控制电路〉

[0061] 光源控制电路30与半导体激光器22A、22B、22C建立关系地进行控制,并且具有单独控制的功能。

[0062] 例如,在组合了上述的3台半导体激光器22A、22B、22C的情况下,若使3台半导体激光器22A、22B、22C以相互大致相等的强度发光,则大致成为白色光。并且,在希望根据照明用途而调整照明光的颜色的情况下,通过适当地调整半导体激光器22A、22B、22C的光量比,能够实现各种颜色的照明光。本实施方式的光源控制电路30,能够将3台半导体激光器22A、22B、22C在激光的光强度之比维持为一定的状态下使全部的激光的光量同时增减。并且,能够仅使特定的激光的光量单独地增减,并且使其点亮、熄灭。

[0063] 例如,若在将半导体激光器22A、22B、22C的光量比保持为一定的状态下以使整体的光量增减的方式由光源控制电路30进行控制,则能够使得照明光的颜色不变化而仅亮度增减。并且,通过个别地调整半导体激光器22A、22B、22C的光量,能够各种各样地调整照明光的颜色。进而,若使全部的半导体激光器22A、22B、22C同时闪烁,则能够实现以期望的颜色进行闪烁的光源部,并且通过使得以不同的定时依次闪烁,能够实现照明光的颜色依次变化的光源部。

[0064] 除此以外,还能够构成光源控制电路30,以使得能够按照用途来实现各种控制。

[0065] 〈光纤〉

[0066] 本实施方式中,为了将来自半导体激光器22A、22B、22C的激光向光合波器34导光、并且为了从光合波器34导光到光射出部48,使用光纤32A、32B、32C、46。进而,作为光合波器34,使用后述那样的光纤型光合波器34。

[0067] 作为这些光纤32A、32B、32C、46,能够利用已被实用化的各种光纤。本实施方式中,作为半导体激光器22A、22B、22C而使用了多模半导体激光器,因此为了将该多模的激光有效地入射、导光,对光纤32A、32B、32C、46使用了多模型的光纤。多模型的光纤一般来说是芯径从数十 μm 到200 μm 左右的光纤。光纤的芯径为了使从半导体激光器22A、22B、22C射出的激光的入射光率提高而希望较粗,另一方面,为了容易弯曲及为了插入部14的细径化而希望较细,因此基于从使用的半导体激光器22A、22B、22C射出的激光的幅度、将半导体激光器22A、22B、22C和光纤32A、32B、32C光学连接的连接部分的光学构造、插入部14的粗细、后述的光合波器34的光学输入输出构件等来选择。本实施方式中,作为搭载于插入部14、将激光导光到光射出部48的光纤46,使用芯径50 μm 、包层径125 μm 左右的光纤。

[0068] 除了芯径的不同以外,光纤中具有各种特性的结构按照用途而被实用化。例如,根据用途,能够适当地选择基于芯与包层之间的折射率差的数值孔径NA的大小、对弯曲难易度和强度有影响的包层直径及其外侧的包覆构造等。

[0069] 并且,光纤能够利用各种材料的光纤。以往以来所利用的玻璃芯/玻璃包层的结构当然能够使用,也能够使用作为短距离光传送用而普及了的塑料芯、塑料包层的结构。进而,为了增大芯和包层的折射率差,还能够使用将玻璃芯和塑料包层组合而成的复合型的光纤。本实施方式中,根据要利用的光的强度和波长,使用光耐久性较高的石英芯、玻璃包层的光纤。

[0070] 〈光合波器〉

[0071] 光合波器34是具有将从多个输入端入射的光合波到一个射出端的功能的光学元件。例如能够利用将正交棱镜、分色镜等组合而成的基于空间光学系统的元件、将多个径较细的光纤的芯部与一根径较粗的光纤的芯部连接而成的光纤型的元件等能够将来自多个激光器的激光耦合到一根光纤的元件。图3中示出光纤型的光合波器34的例子。

[0072] 图3表示光纤型的光合波器34的连接部。图3是将与3个输入端口连接的3根入射侧光纤32A~32C和与一个输出端口连接的出射侧光纤46以其端面彼此对置的方式紧贴而光学连接而成的3输入1输出的光合波器34的例子。另外,图3是优先考虑了易懂性的概念图,但实际上连接部附近通过熔接或粘接剂等固定,此外,通过用于提高连接部的机械强度的罩等将整体覆盖。另外,在这样的光纤型的光合波器34的情况下,如图4所示,有作为入射侧端口的光纤36A、36B、36C和作为出射侧端口的光纤42与光合波器40成为一体的情况。这种情况下,仅有将连接部附近的(被罩等覆盖的)部分称为光合波器的情况,还有将入射侧端口的连接器38A、38B、38C和出射侧端口的连接器44包含在内而称为光合波器的情况。

[0073] 另外,图3所示的光合波器34成为与入射侧光纤32A~32C的径相比出射侧光纤46的径较粗的结构。在这样的径不同的状态下直接组装到光源部中当然也是可能的,此外还能够将出射侧光纤46加工成以成为平缓的锥形的方式逐渐变细。

[0074] 图3和图4中,对应于本实施方式的结构而示出了3输入1输出(含义是入射端3处、

射出端1处)的光合波器34的例子,但不限于此。根据用途,从2输入1输出的光合波器到使许多的输入侧光纤与1根光纤耦合的多输入1输出的光合波器也已被实用化,能够利用这样的各种光合波器。并且,能够将多个光合波器串联连接而将入射端数与目的相应地进行调整。例如,通过设为在2输入1输出的光合波器的一个入射端上连接另外的2输入1输出的光合波器的射出端的结构,能够作为整体而构成3输入1输出的光合波器。同样,能够通过将各种光合波器串联或并联连接而构成各种类型的光合波器。

[0075] 进而,本实施方式中,仅示出了1输出的光合波器,但不限于此。例如,通过组合将光纤的芯的侧面光学连接而成的 2×2 的光耦合器,能够在顶端部18设置多个光射出部48。由此,在观察对象物90具有凹凸的情况下,能够无阴影地得到良好的观察图像。进而,能够将 3×3 以上的光耦合器等各种光耦合器单独使用或者与光合波器组合使用。

[0076] 〈光射出部〉

[0077] 光射出部48具有如下功能:将从3个半导体激光器22A、22B、22C射出并通过光合波器34入射到一根光纤46中的波长相互不同的3束作为窄带光的激光,按照照明用途而调整光学特性,并作为照明光射出。即,具有调整从光源部射出的作为1次光的激光的光学特性而作为照明光并将其射出的功能。

[0078] 若激光原样被射出,则由于根据其放射角和每单位角度的光强度而有对人体危险的情况,因此需要对激光将放射角扩大到安全的等级和/或将发光点的大小变大。

[0079] 并且,激光根据作为其光学特征的相干长度即相干性的高度,若被向散射面等照射,则产生随机地产生辉点的所谓的斑点噪声(speckle noise)。斑点噪声不仅对观察者带来闪烁感等不适感,还成为观察对象物的细节观察的阻碍因素。因此,需要使相干性降低。

[0080] 进而,基于光纤的芯与包层的折射率差的指标即NA具有折射率相同波长依存性。从光纤的射出端射出的激光的放射角依存于该NA,因此放射角也具有波长依存性。若放射角按每个波长而不同,则发生同心圆状的颜色不均,因此有颜色的视觉效果根据照明对象物的位置而变化的问题。为了消除按每个波长的放射角的差异,需要调整放射角及配光分布。

[0081] 即,根据上述的各种理由,光射出部48搭载了调整放射角及配光角、相干性、发光点的大小等光学特性的功能。本实施方式中,光射出部48为图5所示的构造。图5表示沿着经过光纤46的顶端部的中心轴的平面切断的光射出部48的截面。光射出部48具备具有圆锥台形状的贯通孔的保持件50。在贯通孔的内面设有反射镜54,规定了腔室52。并且,腔室52中填充了对从半导体激光器22A、22B、22C射出的激光透明的树脂。腔室52中小径侧的一端连接有光纤46,在其相反侧的保持件50的贯通孔的开口部以盖状安装有扩散板56。

[0082] 光纤46和保持件50被组装为,通过金属箍或套筒等未图示的部件保持光学位置关系。

[0083] 被光纤46导光并从光纤46射出的激光侵入到腔室52内的透明的树脂中,以与光纤46的NA、腔室52内的树脂的折射率、激光的波长等相应的扩展角边扩展边行进,并入射到扩散板56。扩散板56能够利用使氧化铝等折射率较大的颗粒分散到透明的树脂之中而成的结构、或相反地使微细的气泡等折射率较小的构造体分散到透明的树脂之中而成的结构、在表面具有微细的凹凸的毛玻璃等、以及它们的复合体。除此以外,作为扩散板,能够采用已知的各种部件。

[0084] 入射到扩散板56中的激光的一部分透射扩散板56而向外部射出,并且另外的一部分被向后方反射散射并行进。被向后方反射散射的激光被圆锥台形状的反射镜54反射并再次向前方行进,一部分被射出到外部,另外一部分再次向后方射出。一边反复这一系列动作一边向光射出部48入射的作为1次光的激光被光射出部48调整作为其光学特性的放射角、配光分布、相干性(coherency)等而作为照明光向外部行进。并且,关于发光点的大小,在没有光射出部48的情况下是光纤的芯部的尺寸,但在经过了光射出部48之后,成为扩散板56的外表面的尺寸。即,发光点的大小变得比光射出部48还大。

[0085] 本实施方式中,利用这样的光射出部48,使从半导体激光器22A、22B、22C射出的激光的配光大致均匀,由此能够实现无颜色不均且安全、相干性也变低的良好照明光。

[0086] 图6的下段示出本实施方式的从光射出部48射出的照明光的光谱的概念图。

[0087] 如图所示,各激光的波长和强度比,与在从半导体激光器22A、22B、22C射出时相比没有较大地变化,大致相等的波长、强度比的3束作为窄带光的激光作为照明光被射出。即,在1次光和照明光中,波长以及3束激光的强度比大致相等。

[0088] 另外,这里所示的光射出部48的结构不过是一例,能够进行各种变形。例如,为了使相干性足够低且难以发生斑点(speckle),能够进行使光射出部48整体微小振动、或在光射出部48的后级设置基于以往技术的另外的斑点对策用光学系统等各种变形。同样地,还能够将扩散板56设置2片以上、或在光射出部48的后级设置另外的扩散板56。进而,为了对配光和放射角进行微调整,还能够使用透镜等光学系统。

[0089] 〈拍摄系统〉

[0090] 拍摄系统由设置在插入部14顶端的作为拍摄元件58的成像器、和设置在主体部12的内部的图像处理电路62构成,成像器和拍摄处理电路通过信号线60连接(图1)。

[0091] 本实施方式的观察装置假想在如下的环境下利用,即:将插入部14插入观察对象物90的内部空间92,自然光或室内光等外光的光量与照明光的光量相比能够忽视。因而,拍摄元件58取得从光射出部48朝向观察对象物90射出的照明光的反射散射光的、观察对象物90的内部空间92的表面的图像。拍摄元件58具有将红色区域(R区域)、绿色区域(G区域)、蓝色区域(B区域)这3个波长区域的光分别分离而能够独立地进行图像取得的功能。即,拍摄元件58具有检测R区域的光的R光检测构件、检测G区域的光的G光检测构件、检测B区域的光的B光检测构件这3种光检测构件。R光检测构件、G光检测构件、B光检测构件分别是设有具有图6的上段所示的分光特性的R、G、B滤波器的光检测元件。图6表示一般的拍摄元件58用原色滤波器的例子。拍摄元件58如被广泛利用的一般的拍摄元件58那样,分别将许多的R光检测构件、G光检测构件、B光检测构件排列为矩阵状。例如进行了拜尔排列(未图示)。拍摄元件58具有波长特性相互不同的3种光检测构件。

[0092] RGB各滤波器的特性如图6的上级所示,具有存在高透射率的区域且从该处起透射率逐渐减少的特性。并且,几乎没有透射率0%的区域,各滤波器在可见光的较大区域中残留几%到10%左右的透射率。换言之,各滤波器在以拍摄元件58进行检测为目的的波长区域以外的区域中大约具有5~20%左右的透射率。即,可以说,该程度的透射率对于拍摄彩色图像的目的而言是能够忽视的等级。因此,将除了这些区域以外的具有20%以上的透射率的区域定义为各光检测构件的灵敏度区域。该情况下,对于本实施方式中的各光检测构件的灵敏度区域而言,在可视区域中,B光检测构件的灵敏度区域为400nm~525nm,G光检测

构件的灵敏度区域为470nm到625nm,R光检测构件的灵敏度区域为570nm到700nm。进而,在波长上邻接的光检测构件间存在灵敏度重合区域。本实施方式的灵敏度重合区域1(BG)是470nm~525nm的区域,灵敏度重合区域2(GR)是570nm~625nm的区域。该灵敏度重合区域所包含的波长的光在波长上邻接的两个光检测构件中以无法忽视的灵敏度被检测出。

[0093] 并且,一般的拍摄元件58以除去不需要的红外线的目的而设置有红外线截止滤波器。本实施方式中,设有将波长700nm以上的光除去的红外线截止滤波器。因此,图6所示的色彩灵敏度区域3中的R滤波器特性在700nm附近示出了高透射率,拍摄元件58能够检测的区域的长波长侧的界限为700nm。

[0094] 并且,一般的拍摄元件58,根据构成该拍摄元件58的材料而被决定能够检测的下限的波长。本实施方式中使用的拍摄元件58利用使用了硅半导体的CCD或C-MOS成像器。使用了硅半导体的拍摄元件58的短波长侧的检测界限大约是400nm。因此,本实施方式中的拍摄元件58能够检测的区域的短波长侧的界限是400nm。

[0095] 图6表示本实施方式的色彩灵敏度区域、灵敏度重合区域、从3个半导体激光器22A、22B、22C射出的激光的波长、窄带光区域、波长欠缺区域的波长关系。

[0096] 如图6所示,本实施方式中,从半导体激光器22A射出的波长450nm的蓝色光包含在由B滤波器透射的蓝色的色彩灵敏度区域1中,从半导体激光器22B射出的波长540nm的绿色光包含在由G滤波器透射的绿色的色彩灵敏度区域2中,从半导体激光器22C射出的波长640nm的红色光包含在由R滤波器透射的色彩灵敏度区域3中。并且,来自半导体激光器22A的光、来自半导体激光器22B的光、来自半导体激光器22C的光都不包含在灵敏度重合区域中。

[0097] 换言之,与色彩灵敏度区域1对应的光检测构件仅检测来自半导体激光器22A的波长450nm的蓝色光,不检测除此以外的光。同样,与色彩灵敏度区域2对应的光检测构件仅检测来自半导体激光器22B的波长540nm的绿色光,不检测除此以外的光,与色彩灵敏度区域3对应的光检测构件仅检测来自半导体激光器22C的波长640nm的红色光,不检测除此以外的光。这样,若将仅检测单一的窄带光的色彩灵敏度区域定义为单一窄带光色彩灵敏度区域,则本实施方式中,色彩灵敏度区域1、2、3都是单一窄带光色彩灵敏度区域。

[0098] 拍摄元件58经由未图示的电气配线而被供给电力,并且被指示拍摄开始或结束。根据拍摄开始的指示,拍摄元件58开始拍摄,对由观察对象物90的内部空间92的表面反射散射的照明光进行受光。拍摄元件58的各光检测构件基于所组合的滤波器的波长特性,检测每个色彩灵敏度区域的拍摄信号,作为拍摄信号而经过信号线60向图像处理电路62传送。

[0099] 〈图像处理电路〉

[0100] 图像处理电路62具有通过对接收到的拍摄信号实施适当的图像处理来变换为图像信息、作为图像信号向显示部20输出的功能。

[0101] 从光射出部48射出的照明光如图6下段所示那样,仅是3束激光,拍摄元件58能够检测的区域所至之处成为波长欠缺区域。因此,图像处理电路62修正波长欠缺区域,进行图像处理以使得接近于使用了没有波长欠缺区域的照明光(波段扩展到拍摄元件58能够检测的波长区域整体的宽带光)的情况下所得到的图像。

[0102] 图像处理电路62具有基于接收到的拍摄信号来推定波长欠缺区域的分光强度信

息的波长欠缺区域分光强度信息推定部64、和波长欠缺区域修正处理部66,该波长欠缺区域修正处理部66用于根据推定出的波长欠缺区域分光强度信息来进行接近用于没有波长欠缺区域的照明光的情况下的图像的修正。

[0103] 波长欠缺区域分光强度信息推定部64根据由3束激光构成的照明光被观察对象物90反射散射了的光的信息,推定波长欠缺区域中的观察对象物90的反射散射光。基于图7来依次说明该流程。

[0104] 本实施方式的照明光的光谱如图7的上段所示那样由3束窄带光构成。即,根据各激光的峰值波长和其强度决定了窄带光发光强度信息(λ, l)。窄带光发光强度信息(波长 λ , 发光强度 l)能够根据该观察装置的使用目的等而适当设定。本实施方式中,3束激光的波长如上所述分别为 $\lambda_1=450\text{nm}$, $\lambda_2=540\text{nm}$, $\lambda_3=640\text{nm}$ 。并且,各自的强度比被调整为,在使所有的激光点亮时,可见大致白色的光。即,为 $l_1:l_2:l_3=1:1:1$ 。

[0105] 在将具有这样的窄带光发光强度信息(λ_1, l_1)、(λ_2, l_2)、(λ_3, l_3)的照明光向观察对象物90照射时,得到如例如图7的中段所示那样的作为拍摄信号的窄带光分光强度信息(波长 λ , 受光强度 P)。关于实际情况下的窄带光分光强度信息(λ, P)的导出方法,在后面叙述。

[0106] 波长欠缺区域分光强度信息推定部64基于窄带光分光强度信息(λ_1, P_1)、(λ_2, P_2)、(λ_3, P_3)算出波长欠缺区域分光强度信息。本实施方式中,推定了仅关于第一波长欠缺区域的波长欠缺区域分光强度信息即第一波长欠缺区域分光强度信息。即,波长欠缺区域分光强度信息推定部64,在取波长 λ 为横轴、取受光强度 P 为纵轴的假想的图中,如图7下段所示,通过内插算出在窄带光分光强度信息的3点的坐标之间平滑地连续连接的假想的曲线。曲线的计算在本实施方式中使用了基于函数近似的平滑滤波(smoothing)技术。作为函数近似,能够使用例如基于最小平方方法的近似、基于高次函数的近似、基于幂函数的近似等一般所使用的各种平滑滤波技术。

[0107] 这样求出的第一波长欠缺区域分光强度信息的曲线可以说是推定将没有波长欠缺区域的宽带光即广域的照明光向观察对象物90照射时用分光器分光检测出反射散射光的情况下的分光光谱而得到的。这里所说的分光器是指,对于规定的波长区域能够将每单位波长的光强度分离检测的光检测器。

[0108] 这样,通过将窄带光分光强度信息(λ, P)平滑连续地连接来推定第一波长欠缺区域分光强度信息,能够得到接近于使用了广域的照明光的情况下的第一波长欠缺区域分光强度信息。其原因是,生物体等在自然界中存在的物体几乎都不具有像线图那样的存在尖锐部分的分光反射率及直线的分光反射率,而具有平滑地连续且具有些许凹凸的分光反射率。

[0109] 如以上那样,波长欠缺区域分光强度信息推定部64以使狭带分光强度信息(λ, P)平滑地连续连接的方式推定第一波长欠缺区域分光强度信息。

[0110] 接着对波长欠缺区域修正处理部66的功能进行说明。

[0111] 波长欠缺区域修正处理部66根据波长欠缺区域分光强度信息推定部64所推定的第一波长欠缺区域分光强度信息,在使用了没有波长欠缺区域的照明光的情况下,按每个色彩灵敏度区域来推定与拍摄元件58的各色彩灵敏度区域相对应的光检测构件受光的光量信息 P_{estimate} 。进而,波长欠缺区域修正处理部66比较与拍摄元件58的色彩灵敏度区域相对应的光检测构件实际上受光的受光强度 P_{detect} 和推定出的光量 P_{estimate} ,算出修正值。波

长欠缺区域修正处理部66基于所算出的修正值,处理接收到的拍摄信号,作为修正受光量信息PP即图像信号而向显示部20传送。另外,作为接近于将没有波长欠缺区域的照明光照明而观察的情况下的图像信号的修正受光量信息PP,可以将推定出的光量 P_{estimate} 原样使用,也可以将通过 P_{detect} 和 P_{estimate} 的比较而求出的系数与 P_{detect} 成对地使用。前者的情况下,能够实现显示部20的处理负荷几乎没有的简单结构,后者的情况下,能够在显示部20侧进行进一步的微调。进而,后者的情况下,如后述那样在拍摄画面整体中进行修正的情况下,通过作为一个修正受光量信息PP而发送 P_{detect} 与 P_{estimate} 之比、并对各个像素传送 P_{detect} ,能够使传送的信息简单化。

[0112] 关于波长欠缺区域修正处理部66的处理,参照图8来说明。

[0113] 图8是表示基于由波长欠缺区域分光强度信息推定部64推定出的第一波长欠缺区域分光强度信息来算出上述修正值的流程的概念图。

[0114] 图8的最上段是表示作为由波长欠缺区域分光强度信息推定部64推定出的分光反射光谱的第一波长欠缺区域分光强度信息的图,横轴是波长。第2段、第3段是表示对色彩灵敏度区域1的修正值的求取方法的一例的概念图。

[0115] 当推定出图8的最上段那样的分光反射光谱时,波长欠缺区域修正处理部66将该分光反射光谱对色彩灵敏度区域1的波长范围且有效的分光反射光谱存在的区域进行积分。在图8所示的例子中,波长欠缺区域修正处理部66将分光反射光谱从半导体激光器22A的发光波长 $\lambda_1=450\text{nm}$ 积分到作为色彩灵敏度区域1的上限波长的 525nm ,求出图8的第2段中用斜线表示出的大致梯形形状的区域面积。接着,波长欠缺区域修正处理部66算出具有与用斜线表示的大致梯形形状的区域面积相同面积的、波长方向的宽度与大致梯形形状的区域相等的在图8的第3段中用斜线表示出的长方形,求出其高度作为修正后的光量 $P_{1,\text{estimate}}$ 。图像处理装置可以将该值原样作为图像信号向显示部20发送。或者,也可以作为修正值而算出例如 $P_{1,\text{estimate}}/P_{1,\text{detect}}$ 的值,使用该值而流用到以其他定时拍摄到的图像或同时拍摄到的图像的其他色彩区域等中。

[0116] 上述说明中,仅说明了拍摄元件58的色彩灵敏度区域1,但通过对于色彩灵敏度区域2、3也进行相同的处理,能够分别求出 $P_{2,\text{estimate}}$ 、 $P_{3,\text{estimate}}$ 。

[0117] 并且,上述说明中,仅对于第一波长欠缺区域推定了作为分光反射光谱的第一波长欠缺区域分光强度信息,但也能够基于相同的方法推定第二波长欠缺区域分光强度信息。该情况下,为了第二波长欠缺区域分光强度信息的推定,能够通过外插求出该区域的分光反射率。即,通过上述的基于函数近似的平滑滤波来进行外插、对于第二波长欠缺区域整体推定分光反射光谱即可(图8的最下段)。在修正时,可以考虑成像器的灵敏度、滤波器的特性、光源的发光光谱。

[0118] 如以上所述,根据本实施方式的结构,即使在将由3束激光构成的有波长欠缺区域的照明光向观察对象物90照射的情况下,也能够推定照射没有波长欠缺区域的照明光的情况下光检测构件检测的光强度。即,在与色彩灵敏度区域1相对应的光检测构件检测的反射散射光的强度是 $P_{1,\text{detect}}$ 时,通过在该信息的基础上活用与色彩灵敏度区域2相对应的光检测构件检测的反射散射光的强度 $P_{2,\text{detect}}$ 、与色彩灵敏度区域3相对应的光检测构件检测的反射散射光的强度 $P_{3,\text{detect}}$ 的信息来推定观察对象物90的分光反射光谱,从而能够推定在照射了没有波长欠缺区域的照明光时向与色彩灵敏度区域1相对应的光检测构件入射的光强

度。

[0119] 〈推定波长欠缺区域分光强度信息的图像区域〉

[0120] 接着,说明推定波长欠缺区域分光强度信息的图像区域即窄带光强度导出区域。

[0121] 上述的一系列波长欠缺区域分光强度信息的推定,只要是包含与拍摄元件58的色彩灵敏度区域1相对应的光检测构件、与色彩灵敏度区域2相对应的光检测构件、和与色彩灵敏度区域3相对应的光检测构件的最小单元就能够实施。这里,所谓最小单元是指,包含拍摄元件58所具有的全部色彩像素、通过将该单元铺满而能够形成拍摄元件58的拍摄画面整体的单元。具有一般的拜尔排列的拍摄元件58的情况下,组合了一个B像素和一个R像素和两个G像素而成的 2×2 的4像素为最小单元。即,能够将 2×2 的4像素作为窄带光强度导出区域使用。

[0122] 另外,在一般的拜尔排列中,通过仅使用两个G像素中的一方,即使作为最小单元而将R、G、B分别各组合1个像素也能够实现本发明的效果。但是,该情况下不使用不包含在组合中的G像素的信息,因此可以说优选的是具有 2×2 的4像素作为最小单元。

[0123] 另一方面,还能够将拍摄元件58的拍摄画面整体作为窄带光强度导出区域使用。即,还能够是,遍及拍摄元件58的拍摄画面整体,关于与色彩灵敏度区域1、2、3相对应的各个光检测构件的受光强度P的值,通过平均等方法提取代表值,使用该值来推定波长欠缺区域分光强度信息。

[0124] 在对最小单元进行了推定的情况下,能够对拍摄画面整体进行极细微的修正,因此色彩再现性的提高的比例较高,能够更加接近于使用了没有波长欠缺区域的照明光时的图像。另一方面,在将拍摄画面整体作为单位进行了推定的情况下,图像处理电路62的负荷较小即可,因此能够实现高速的处理和小型的图像处理电路62。

[0125] 这里,上述的两个例子是两种极端的情况,当然也能够将中间的区域设定为窄带光强度导出区域。例如,还能够将拍摄画面分割为几个区域,并按这些区域的每一个来进行推定。通过这样进行处理,能够兼顾色彩再现性和处理速度、电路的小型化。

[0126] 并且,去除不进行推定的区域等而缩小进行推定的区域也是有效的。例如通过去除阴影过黑(blocked up shadows)的区域或高光过白(blowed out highlights)那样的区域即在拍摄元件58的动态范围中入射光量过弱或过强的区域、换言之拍摄元件58的动态范围的上限附近以及下限附近的区域,能够进行适当的修正(图11)。进而,在预想了观察对象物90的窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度P)的、色彩灵敏度区域1、2、3之比已知的情况下,也能够仅自动提取具有与之接近的比率的图像区域并仅对该区域进行图像修正。并且,观察中也能够由作业者经由输入部70来指定希望进行图像修正的区域。如上述那样,通过确定希望提高色彩再现性的区域并仅该部分进行使用了推定作业的图像修正,能够在减轻图像处理电路62的负荷、进行高速的图像处理的同时,提高作为目标的观察对象物90的色彩再现性。

[0127] 这样,在推定波长欠缺区域分光强度信息的图像区域变化的情况下,上述的观察装置的基本结构不变,但是图像处理电路62进行的窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度P)的提取方法不同。接着,关于该窄带光分光强度信息,说明对于波长信息 λ 的受光强度P的计算。

[0128] 〈窄带光分光强度信息、对于波长 λ 的受光强度P的计算〉

[0129] 基本上,受光强度P优选的是取所推定的图像区域中的平均值。即,对于具有拜尔排列的拍摄元件58,如图9所示,在关于作为最小单元的 2×2 的4像素进行推定的情况下,关于色彩灵敏度区域1(B像素)和色彩灵敏度区域3(R像素),检测值原样为受光强度 $P_{1,detect}$ 、 $P_{3,detect}$ 。另一方面,关于色彩灵敏度区域2(G图像),由于存在2像素,因此能够通过取各个的平均而求出 $P_{2,detect}$ 。即,当设两个G像素检测的受光强度分别为 P_{2a} 、 P_{2b} 时,能够作为 $P_{2,detect} = (P_{2a,detect} + P_{2b,detect}) / 2$ 求取。

[0130] 同样,如图10所示那样,关于拍摄画面整体,统一进行推定、图像修正的情况下,只要算出按每个色彩灵敏度区域而将拍摄画面整体中的色彩灵敏度区域1、色彩灵敏度区域2、色彩灵敏度区域3的各像素所受光的受光强度进行了平均后的值,作为受光强度 $P_{1,detect}$ 、 $P_{2,detect}$ 、 $P_{3,detect}$ 求出即可。

[0131] 将上述的拍摄画面整体分割为若干的中间区域(例如图10所示的 10×10 像素的多个区域),关于该中间区域分别求出平均值的情况下,也能够基本上用相同的方法来求取受光强度。

[0132] 除此以外,作为代表值的求取方法,也能够使用求取平均值以外的方法。作为一例,也能够在规定区域内使用发生频度最高的值作为代表值。即,在设各像素的受光强度为横轴、设像素数为纵轴的直方图中,能够使用像素数最多的受光强度作为代表值。根据该方法,在拍摄画面整体的规定区域中,能够使用最多的像素换言之最广的区域的受光强度作为代表值,因此能够提高最广的区域的色彩再现性。

[0133] 并且,作为另外的一例,能够以特定的色彩灵敏度区域的受光强度最大的像素的值作为代表值。例如在内窥镜装置的情况下,作为观察对象物90的生物体内表面几乎是红色的,因此红色区域的色彩再现性变得重要。因此,通过将色彩灵敏度区域3(R像素)的受光强度最大的像素的值作为代表值,能够进一步提高红色的观察对象物90的色彩再现性(图11)。另外,图11中为了方便,将像素成像的格子状的线和表示入射光量、色彩区域的边界的线不一致,但实际情况下不用说设定这样的边界的线也与上述的最小单元一致。

[0134] 并且,能够将上述组合来求取代表值。例如,能够提取特定的色彩灵敏度区域例如红色区域的受光强度最高的像素,用求取这些像素的平均值的方法求取代表值。根据这种方法,能够提高看起来红色的观察对象物90的、包含正红以外的红色区域的色彩再现性。

[0135] (动作)

[0136] 接着说明本实施方式的动作。

[0137] 如图1所示那样,半导体激光器22A、22B、22C隔着驱动电路26A、26B、26C而与一个光源控制电路30连接。光源控制电路30根据未图示的来自外部的输入和图像处理电路62的信息等,经由与驱动电路26A、26B、26C连接的控制信号线28,将控制信号向驱动电路26A、26B、26C输出。驱动电路26A、26B、26C分别将与来自光源控制电路30的控制信号相应的电力向半导体激光器22A、22B、22C供给。半导体激光器22A、22B、22C通过得到的电力,以符合光源控制电路30的要求的光量、定时,分别发出固有的波长的激光。激光经由与半导体激光器22A、22B、22C连接的光纤32A、32B、32C向光合波器34入射。入射到光合波器34中的不同的3个波长的激光在这里光耦合,向一个光纤46入射。入射到一个光纤46中的3个波长的激光在光纤46内输送,向设置在光纤端的光射出部48入射。光射出部48作为一例而如图5所示地构成,入射到光射出部48中的激光通过在<光射出部>一项中记载的那样的动作而成为作为扩

散光的照明光,朝向观察对象物90的内部空间92的表面照射。

[0138] 按照照明光所要求的特性,光源控制电路30能够设定各半导体激光器22A、22B、22C的发光的光量比和定时。也能够例如按照红、绿、蓝的顺序使其发光。并且,也能够特定的定时下使特定的组合的光发出。

[0139] 从光射出部48射出的照明光是在波长上作为3个窄带光的蓝色激光、绿色激光、红色激光,是配光分布被充分扩散且相干性变得足够低的扩散光。这样的照明光被照射到观察对象物90,成为与观察对象物90的分光反射率相应的反射散射光。该反射散射光中的、朝向设置在插入部14的顶端部18上的拍摄元件58行进的成分向该拍摄元件58入射,并作为拍摄信号被检测。拍摄元件58具有图6所示那样的3个波长灵敏度带即R光灵敏度区域、G光灵敏度区域、B光灵敏度区域。拍摄元件58的光灵敏度区域和3个窄带光的波长的关系如上述那样。因此,来自半导体激光器22C的红色激光根据观察对象物90对红色光的分光反射率而被反射并入射到与R光灵敏度区域相对应的光检测构件。同样,来自半导体激光器22B的绿色激光入射到与G光灵敏度区域相对应的光检测构件,来自半导体激光器22A的蓝色激光入射到与B灵敏度区域相对应的光检测构件。即,构成为,向R光检测构件、G光检测构件、B光检测构件分别入射1个窄带光。本实施方式中,从半导体激光器22A、22B、22C射出且从光射出部48射出的照明光的3个窄带光的强度比如图7所示那样成为大致相等的强度比。从而,构成为,观察对象物90的分光反射率平坦的情况下,向各光检测构件入射的光量成为大致相等的强度。并且,在分光反射率不平坦的情况下,向各光检测构件入射的光量分别以与入射的窄带光 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ 的波长的分光反射率相应的强度比被各光检测构件受光。

[0140] 向拍摄元件58入射的照明光的反射散射光被拍摄元件58以及未图示的电路变换为拍摄信号,经由信号线60向图像处理电路62传送。接收到拍摄信号的图像处理电路62中,按照推定波长欠缺区域的分光强度的每个单位单元,由波长欠缺区域分光强度信息推定部64推定波长欠缺区域的分光强度(图7)。本实施方式中,设想了拜尔排列的拍摄元件58,推定分光强度的单位单元设为 2×2 像素的最小单元。

[0141] 首先,图像处理电路62按照上述 2×2 像素的每个最小单元算出窄带光分光强度信息 (λ, P) 。本实施方式中,从光射出部48射出的3个激光的强度相互相等。即,在图7的最上段所示的照明光的光谱中,各激光的峰值波长 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 下的峰值强度为 $I_1 = I_2 = I_3 = 1$ 。

[0142] 从光射出部48射出的照明光按照观察对象物90的、每个波长的反射率即分光反射率而被反射散射,其一部分向拍摄元件58入射。若假设入射到推定分光强度的拍摄元件58的最小单元中的光的光量在色彩灵敏度区域1(B像素)中为 P_1 、在色彩灵敏度区域3(R像素)中为 P_3 ,则窄带光强度坐标分别为 (λ_1, P_1) 、 (λ_3, P_3) 。并且,在具有两个像素的色彩灵敏度区域2(G像素)中,当设入射到第一个G像素中的光的强度为 P_{2a} 、入射到第二个G像素中的光的强度为 P_{2b} 时,使用作为 $P_2 = (P_{2a} + P_{2b}) / 2$ 求出的 P_2 而成为 (λ_2, P_2) 。

[0143] 这里,窄带光分光强度信息 (λ, P) 中的 P_1 、 P_2 、 P_3 需要是在入射了一定强度的光时向受光元件的各色彩灵敏度区域入射的光量的比。因此,若将3个激光的强度分别设为 I_1 、 I_2 、 I_3 ,则向受光元件入射的光量分别为 P_1 、 P_2 、 P_3 时,窄带光分光强度信息 (λ, P) 的 P 应该设为 P_1 / I_1 、 P_2 / I_2 、 P_3 / I_3 。但是,由于本实施方式中 $I_1 = I_2 = I_3 = 1$,因此不需要这样的计算。

[0144] 如以上那样,图像处理电路62通过推定窄带光分光强度信息 (λ, P) 的窄带光分光强度信息生成部,将窄带光分光强度信息作为 (λ_1, P_1) 、 (λ_2, P_2) 、 (λ_3, P_3) 而导出。

[0145] 接着,图像处理电路通过波长欠缺区域分光强度信息推定部64来推定波长欠缺区域的分光强度信息。波长欠缺区域分光强度信息推定部64从作为窄带光分光强度信息的3个坐标的信息,使用函数近似技术来推定第一波长欠缺区域的分光强度信息。关于函数近似技术,只要是在各种技术领域中的使用的保管坐标间的技术则使用怎样的技术都可以。另外,本实施方式中,如图7所示,仅对波长欠缺区域中的、作为两个邻接的激光之间的区域的第一波长欠缺区域进行了推定。

[0146] 基于波长欠缺区域分光强度信息推定部64推定出的第一波长欠缺区域分光强度信息,波长欠缺区域修正处理部66进行图像修正,进行用于向使用了没有波长欠缺区域的照明光(波段扩展到拍摄元件58能够检测的波长区域整体中的宽带光)的情况下的图像接近的图像修正处理。

[0147] 波长欠缺区域修正处理部66,在作为拍摄元件58的各色彩灵敏度区域能够检测的波长范围的色彩灵敏度区域中,基于第一波长欠缺区域分光强度信息,推定使用没有波长欠缺区域的照明光观察了相同的观察对象物90时、拍摄元件58的各色彩灵敏度区域应受光的光强度信息 $P_{1,estimate}$ 。即,求出用于将通过有波长欠缺区域的照明光实际入射到拍摄元件58的色彩灵敏度区域1中的光强度信息即 $P_{1,detect}$ 修正为光强度信息 $P_{1,estimate}$ 的修正值。

[0148] 波长欠缺区域修正处理部66,将推定出的第一波长欠缺区域分光强度信息,对色彩灵敏度区域1内且半导体激光器22A的波长与半导体激光器22B的波长之间的区域进行积分,求取其面积(图8)。接着求取与所求得面积相同面积的假想的长方形的高度。该高度为 $P_{1,estimate}$ 。

[0149] 关于色彩灵敏度区域2、3也进行相同的处理,从而能够求取 $P_{2,estimate}$ 、 $P_{3,estimate}$ 。

[0150] 另外,本实施方式中,按照观察装置观察的每个图像,假设了按照作为最小单位的每个拜尔排列来进行该推定作业,但不限于此。

[0151] 例如,也可以是,对以某定时拍摄的图像,在求出 $P_{1,estimate}$ 后,求取修正系数 $P_{1,estimate}/P_{1,detect}$,接着关于所拍摄的图像,以将该修正系数乘以修正前的光强度信息的方式进行处理。即,在设接下来所拍摄的图像中的色彩灵敏度区域1的光强度信息为 $P_{1',detect}$ 时,能够作为 $P_{1',estimate}=P_{1',detect} \times P_{1,estimate}/P_{1,detect}$ 而求出。这样,能够减轻图像处理电路62的负荷,能够实现高速的图像显示。

[0152] 另外,本实施方式中,示出了将推定出的波长欠缺区域分光强度信息进行积分而求取修正后光强度信息 $P_{,estimate}$ 的例子,但不限于此。例如,也可以在各色彩灵敏度区域内有效的波长欠缺区域分光强度信息的波长范围中求取光强度的平均值。根据该方法,能够通过利用积分的方法简便地求取 $P_{,estimate}$ 。进而也可以求取相同的波长范围的最小值和最大值的平均。根据该方法,能够更加简便地求取 $P_{,estimate}$ 。

[0153] 图像处理电路62将基于这样求出的 $P_{,estimate}$ 而进行了修正的图像信号作为修正受光量信息PP向显示部20传送。

[0154] 另外,本实施方式中,示出了仅针对作为窄带光间的波长欠缺区域的第一波长欠缺区域来推定波长欠缺区域分光强度信息并进行修正的例子,但不限于此。对于第2波长欠缺区域,能够通过外插来推定波长欠缺区域分光强度信息,并通过上述的方法来求取修正后的光强度信息 $P_{,estimate}$ 。这样,能够在更广的波长范围中推定波长欠缺区域分光强度信息并活用于 $P_{,estimate}$ 。这对于在窄带光的数量是2个的情况和3个以上的情况下也集中到绿色

到红色区域等一部分波长区域中的情况等是有效的。

[0155] 进而可以考虑了拍摄元件58的灵敏度特性的修正。拍摄元件58根据拍摄元件58的材料类的差异而具有固有的特性,在硅半导体的拍摄元件58的情况下,400nm以下的波长域的检测灵敏度变得极低。另一方面,长波长侧的检测灵敏度较高,在近红外线区域中也具有良好的检测灵敏度。进而,为了决定色彩灵敏度区域的宽度,拍摄元件58具有具备如图6的上段所示那样的波长特性的滤波器。进而将未图示的红外线截止滤波器及其他根据用途而不同的各种滤波器组合使用。这样的滤波器的特性对于图7中的照明光的光谱→窄带分光强度信息(λ, P)的受光强度 P 的强度有影响。由于拍摄元件58的特性和滤波器的波长特性事前已知,因此也可以为将其修正而从实际上检测到的光强度 P_{detect} 推定向拍摄元件58入射的 $P_{\text{detect, real}}$ 。通过进行这样的处理,能够推定更正确的波长欠缺区域的分光强度信息,能够进一步提高色彩再现性。

[0156] (作用・效果)

[0157] 如以上那样,通过如本实施方式那样构成,对于使用了有波长欠缺区域的照明光的观察装置,能够提高其色彩再现性并接近于由使用了没有波长欠缺区域的照明光的观察装置得到的图像。特别是,即使是作为窄带光而将波长宽度特别窄的激光用于照明光那样的、拍摄元件58能够检测的区域几乎都是波长欠缺区域的观察装置,也能够通过向图像处理电路62追加功能而实现与使用了没有波长欠缺区域的照明光的图像接近的图像。

[0158] 进而,通过如上述那样对拍摄画面整体进行统一的波长欠缺区域修正处理,能够以与高帧速率对应的速度得到色彩再现性高的图像。

[0159] 并且,通过按拍摄元件58的每个最小单元来进行波长欠缺区域修正处理,能够遍及拍摄画面整体得到色彩再现性高的图像。

[0160] 除此以外,能够在不脱离上述的说明的范围内进行各种组合和变形,能够提供能够得到与目的相应的速度、电路规模、尺寸的色彩再现性高的图像的观察装置。

[0161] [第1实施方式的变形例]

[0162] 接着参照图12对第1实施方式的变形例进行说明。

[0163] 本变形例中,图像处理电路62所具有的波长欠缺区域分光强度信息推定部64的功能与第1实施方式不同。第1实施方式中,如图7所示,示出了关于与3个窄带光对应的窄带光分光强度信息(波长 λ , 受光强度 P)、通过使用了函数近似的平滑滤波技术而通过内插算出在3点坐标之间平滑地连续连接那样的假想曲线的方法。本变形例中,波长欠缺区域分光强度信息推定部64在以成为如图12所示的不连续的直线的方式推定波长欠缺区域分光强度信息这点上与第1实施方式不同。

[0164] 图12的中段所示的变形例示出了,拍摄元件58的与各色彩灵敏度区域对应的光检测构件受光到的受光强度推定为遍及波长区域整体而为一定的光强度的例子(推定4)。例如,在波长 λ_1 的点为受光强度 P 时,视为对色彩灵敏度区域1的受光的整个波长区域照射了一定的光强度的光而推定波长欠缺区域的分光强度。通过这样构成,能够以极简单的结构推定波长欠缺区域的分光强度信息。进而,通过这样推定,对仅一点的信息是不可能的、拍摄元件58的滤波器特性和拍摄元件58的受光灵敏度特性进行修正,推定没有波长欠缺区域的照明光被观察对象物90反射散射而向拍摄元件58入射的入射光的光谱信息成为可能。

[0165] 进而,第1实施方式所示的拍摄元件58的色彩灵敏度区域与邻接的色彩灵敏度区

域有重合。因此，“推定1”中，在该灵敏度重合区域1、2中，按照将其夹持的两侧的每个色彩灵敏度区域，推定为不同的分光强度信息。相对于此，在图12的下段所示的“推定2”的例子中示出了这样的例子：关于波长欠缺区域中的邻接的色彩灵敏度区域的灵敏度重合区域，根据与两个色彩灵敏度区域对应的光检测构件受光到的受光强度P的平均值，推定波长欠缺区域分光强度信息。由此，与“推定1”所示的例子相比，能够不较大地减损运算推定的运算速度、提高色彩再现性、接近于使用了没有波长欠缺区域的照明光的情况下得到的图像。

[0166] 另外，本变形例的结构中，由于仅图像处理电路62内的波长欠缺区域分光强度信息推定部64的推定方法变化，因此关于其以外的结构，能够使用以第1实施方式表示的各种结构。并且，这样的变形例能够通过仅变更图像处理电路62的软件来实现，因此仅在与色彩再现性相比希望优先运算速度的时机中利用，在其以外的时机中，也能够恰当地使用第1实施方式所示那样的、平滑地连续的基于函数近似的平滑滤波技术。

[0167] [第2实施方式]

[0168] 接着，参照图13到图15说明本发明的第2实施方式。

[0169] 在第2实施方式的说明中，对于与第1实施方式共通的部分省略其说明，仅对不同的部分进行说明。

[0170] 第1实施方式中示出了色彩灵敏度区域与窄带光的数量彼此相等各是3个、对于3个色彩灵敏度区域1、2、3分别配置了一个窄带光1、2、3的例子。本实施方式中，在对于3个色彩灵敏度区域配置有4个窄带光1、2、3-1、3-2这点上与第1实施方式不同。

[0171] [构成]

[0172] 图13示出本实施方式的观察装置。

[0173] 本实施方式使用了如上所述的射出4个窄带光的光源部。因此，主体部12具有4个半导体激光器22A、22B、22D、22E和与其组合的驱动电路26A、26B、26D、26E、以及将从半导体激光器22A、22B、22D、22E射出的激光分别导光的4根光纤32A、32B、32D、32E。光源控制电路30与驱动电路26A、26B、26D、26E通过控制信号线28电连接，能够经由驱动电路26A、26B、26D、26E对半导体激光器22A、22B、22D、22E自如地控制。半导体激光器22A、22B、22D、22E分别通过光纤32A、32B、32D、32E而与光合波器34耦合。光合波器34对通过4根光纤32A、32B、32D、32E导光的激光进行合波，向一根光纤46输出。

[0174] 本实施方式中使用的4个激光器如以下那样。

[0175] 半导体激光器22A是射出波长约450nm的作为窄带光1的蓝色激光的多模半导体激光器。

[0176] 半导体激光器22B是射出波长约540nm的作为窄带光2的绿色激光的多模半导体激光器。

[0177] 半导体激光器22D是射出波长约630nm的作为窄带光3-1的红色激光的多模半导体激光器。

[0178] 半导体激光器22E是射出波长约680nm的作为窄带光3-2的红色激光的多模半导体激光器。

[0179] 即，半导体激光器22A、22B是与第1实施方式相同的多模半导体激光器。半导体激光器22D是射出具有比第1实施方式的半导体激光器22C短10nm波长的峰值波长的光的、峰值波长630nm的多模半导体激光器。半导体激光器22E是峰值波长680nm的多模半导体激光

器。半导体激光器22D、22E分别射出的窄带光3-1、3-2如图14所示都仅包含在色彩灵敏度区域3中。

[0180] (动作)

[0181] 基本的动作与第1实施方式相同,图像处理电路62的动作稍微不同。

[0182] 按照光源控制电路30的指示,半导体激光器22A、22B、22D、22E分别射出事先规定的波长、光量的激光。作为从各半导体激光器22A、22B、22D、22E射出的激光的窄带光被光合波器34合波,并被一根光纤46导光,从光射出部48朝向观察对象物90的内部空间92的表面作为照明光被照射。

[0183] 半导体激光器22A、22B、22D、22E通过光源控制电路30能够自如地发光,但作为本实施方式中的基本的发光模式,以使全部连续点亮的方式进行控制。即,半导体激光器22A、22B、22D、22E如图15的上段所示,被调整为大致相等的光强度并连续地发光。即,构成为 $l_1 = l_2 = l_4 = l_5 = 1$ 。

[0184] 被观察对象物90反射散射后的照明光的一部分向拍摄元件58入射,作为拍摄信号向图像处理电路62传送。

[0185] 本实施方式中,也假设了具有拜尔排列的拍摄元件58,推定分光强度的单位单元设为 2×2 像素的最小单元。此时,向拍摄元件58所具有的色彩灵敏度区域1的像素和色彩灵敏度区域2的像素入射的光分别为蓝色激光和绿色激光,与第1实施方式是相同的。即,色彩灵敏度区域1和色彩灵敏度区域2是单一窄带光色彩灵敏度区域。另一方面,向色彩灵敏度区域3的像素入射的光是红色激光(630nm)和红色激光(680nm)这两条窄带光。拍摄元件58的与色彩灵敏度区域3对应的光检测构件不区分该两个波长的红色激光地受光,将对应的拍摄信号向图像处理电路62输出。即,图像处理电路62接收从半导体激光器22D射出的红色激光(630nm)和红色激光(680nm),作为来自一个色彩灵敏度区域即色彩灵敏度区域3的像素的信息。换言之,色彩灵敏度区域3是接收窄带光3-1和窄带光3-2这两个窄带光的多窄带光色彩灵敏度区域。

[0186] 图像处理电路62与第1实施方式同样,基于3个色彩灵敏度区域1、2、3的信息,导出窄带光分光强度信息 (λ, P) 。即,在某个单位单元中,设从与色彩灵敏度区域1、2、3对应的光检测构件输出的光强度分别为 P_1, P_{2a}, P_{2b}, P_3 。此时,色彩灵敏度区域1(B像素)的窄带光分光强度信息为 (λ_1, P_1) ,色彩灵敏度区域2(G像素)的窄带光分光强度信息为 $(\lambda_2, P_2 = (P_{2a} + P_{2b})/2)$,与第1实施方式相比无变化。另一方面,色彩灵敏度区域3(R像素)的窄带光分光强度信息为 $((\lambda_4 + \lambda_5)/2, P_3)$ 。

[0187] 即,向色彩灵敏度区域3的像素入射的光是波长 λ_4 的窄带光3-1和波长 λ_5 的窄带光3-2的混合光,但与色彩灵敏度区域3对应的光检测构件无法识别检测 λ_4 的光和 λ_5 的光,因此假想地视为 $(\lambda_4 + \lambda_5)/2$ 的一条窄带光进行了入射,将窄带光分光强度信息导出为 $((\lambda_4 + \lambda_5)/2, P_3)$ 。另外,这里,由于 λ_4 的窄带光的强度 l_4 和 λ_5 的窄带光的强度 l_5 相互相等,因此作为单纯的算术平均而求出假想的波长 $(\lambda_4 + \lambda_5)/2$,但在 $l_4 \neq l_5$ 的情况下,需要考虑这些而将窄带光分光强度信息设为 $(l_4 \times \lambda_4 + l_5 \times \lambda_5)/(l_4 + l_5), P_3)$ 。多窄带光色彩灵敏度区域3需要像这样将窄带光分光强度信息设为 $(l_4 \times \lambda_4 + l_5 \times \lambda_5)/(l_4 + l_5), P_3)$ 。

[0188] 通过这样求取窄带光分光强度信息,即使是在一个色彩灵敏度区域中包含多个窄带光的情况,也能够求取窄带光分光强度信息。

[0189] 本实施方式中,窄带光分光强度信息导出后的动作与第1实施方式是相同的。

[0190] 另外,本实施方式中示出了两个窄带光包含在一个色彩灵敏度区域中而不包含在两个色彩灵敏度区域重合的灵敏度重合区域中的例子,但不限于此。包含在多个色彩灵敏度区域中的、色彩灵敏度区域重合的区域中存在窄带光的情况下也同样能够算出假想的波长。此时,存在于色彩灵敏度区域重合的区域中的窄带光需要在两个色彩灵敏度区域各自的假想的波长的算出中使用。

[0191] 在两个色彩灵敏度区域的灵敏度重合区域中,如图14等所示,存在滤波器的透射特性不足够高的情况。这样的情况下,优选的是,滤波器的透射特性也包含在内地算出假想的波长。

[0192] (作用、效果)

[0193] 通过像上述那样构成,即使是在一个色彩灵敏度区域中包含有多个窄带光那样的结构,也能够使各窄带光连续等同时发光的状态下求出窄带光分光强度信息,能够推定第1实施方式所示的各种波长欠缺区域分光强度信息。结果,即使是使用了有波长欠缺区域的照明光的情况,也能够进行与使用了没有波长欠缺区域的照明光的情况下可得到的图像近似的图像处理。

[0194] 并且,根据本实施方式的结构,不需要特别的追加部件、追加工作,能够仅通过狭带域强度信息导出的程序等的变更来实现本功能,因此例如在仅使本实施方式的半导体激光器22A、22B、22D点亮的情况下取第1实施方式的方法,在使包含半导体激光器22E在内的全部的半导体激光器22A、22B、22D、22E点亮的情况下取第二实施方式的方法等,根据观察对象物90和观察目的等来适当切换并利用也是容易的。

[0195] [第3实施方式]

[0196] 接着参照图16和图17来说明第3实施方式。

[0197] 说明时,关于与第1实施方式、第2实施方式共通的结构省略其说明,仅对于不同的部分进行说明。

[0198] (结构・动作)

[0199] 本实施方式中,如图13所示,光源控制电路30与驱动电路26A、26B、26D、26E电连接,构成为能够以希望的亮度、希望的定时使半导体激光器22A、22B、22D、22E点亮或熄灭。并且,本实施方式的拍摄元件58与半导体激光器22A、22B、22D、22E的波长关系与图14所示的第2实施方式是相同的。即,4台多模半导体激光器22A、22B、22D、22E是与第2实施方式相同的发光波长的半导体激光器,构成为:半导体激光器22A的蓝色激光仅包含在色彩灵敏度区域1中,半导体激光器22B的绿色激光仅包含在色彩灵敏度区域2中,半导体激光器22D的红色激光(630nm)和半导体激光器22E的红色激光(680nm)仅包含在色彩灵敏度区域3中。色彩灵敏度区域1和色彩灵敏度区域2是单一窄带光色彩灵敏度区域,色彩灵敏度区域3是多窄带光色彩灵敏度区域。

[0200] 本实施方式中,在使半导体激光器22D发光的定时和使半导体激光器22E发光的定时不同这点上与第2实施方式是不同的。即,第1实施方式、第2实施方式中分别示出了使3台、4台半导体激光器同时连续地发光的例子,但第3实施方式中不同点在于:按拍摄元件58进行一张图像的拍摄动作的每个帧定时,切换各半导体激光器22A、22B、22D、22E的点亮、熄灭。本实施方式中的各半导体激光器22A、22B、22D、22E与帧定时的关系在图16中表示。该例

中,按照拍摄元件58的帧定时,光源控制电路30驱动半导体激光器22A、22B、22D、22E,以使得使半导体激光器22A、22D点亮且使半导体激光器22B、22E熄灭的帧(图中为偶数编号的帧)、和使半导体激光器22B、22E点亮且使半导体激光器22A、22D熄灭的帧(图中为奇数编号的帧)交替地反复。此时,拍摄元件58的帧定时的信息通过未图示的帧定时信息传递机构传递到光源控制电路30,光源控制电路30按照该帧定时信息以适当的定时来切换各半导体激光器22A、22B、22D、22E的点亮或熄灭。

[0201] 在进行了这样的发光控制时,对于从拍摄元件58传送的图像信号而言,在偶数帧中,色彩灵敏度区域1的蓝色激光器的拍摄信号和色彩灵敏度区域3的红色激光器(630nm)的拍摄信号被输出,色彩灵敏度区域2由于没有对应的波长区域的照明光所以输出纯黑的拍摄信号。同样,在奇数帧中,色彩灵敏度区域2的绿色激光器的拍摄信号和色彩灵敏度区域3的红色激光器(680nm)的拍摄信号被输出,色彩灵敏度区域1由于没有对应的波长区域的照明光所以输出纯黑的拍摄信号。

[0202] 基于该信息,当生成窄带光分光强度信息(λ, P),则能够将拍摄元件58接收到色彩灵敏度区域3的 $\lambda_4=630\text{nm}$ 的照明光的反射散射光时的光强度信息 P_4 、和拍摄元件58接收到 $\lambda_5=680\text{nm}$ 的照明光的反射散射光时的光强度信息 P_5 分离地检测。换言之,通过使包含在多个窄带光色彩灵敏度区域中的窄带光在不同的定时下点亮,对各个图像独立地拍摄,从而能够分离检测各窄带光,独立地得到窄带光分光强度信息(λ, P)。

[0203] 通过以上,本实施方式的窄带光分光强度信息(λ, P)能够设为超过色彩灵敏度区域的数量3的、与半导体激光器的数量相同的4(图17)。

[0204] 关于窄带光分光强度信息导出后的图像处理电路62的动作,能够使用第1实施方式中说明过的方法。由此,能够推定波长欠缺区域的光强度信息。

[0205] (作用·效果)

[0206] 如本实施方式这样,通过适当地设定光源的发光定时,能够导出数量超过拍摄元件58所具有的色彩灵敏度区域的数量3的窄带光分光强度信息(λ, P)。由此,能够不使用特殊的拍摄元件58地提高波长欠缺区域的光强度信息的推定精度。

[0207] 另外,本实施方式中,示出了对应于拍摄元件58的帧定时而使半导体激光器22A、22B、22D、22E以图16所示的定时发光的例子,但不限于此。为了实现本实施方式的效果,只要使包含在相同的色彩灵敏度区域中的半导体激光器22A、22B、22D、22E以不同的帧定时切换点亮或熄灭即可。即,可以是,使两个半导体激光器22A、22B连续点亮,将偶数帧和奇数帧的输出的和作为光强度信息 P_1, P_2 。此时可以将照明光的发光强度 I_1, I_2 设为一半。由此,能够减轻光源控制电路30的负荷。

[0208] [各种变形例]

[0209] (波长欠缺区域的光强度信息的推定的变形例)

[0210] 另外,本发明的实施方式中,作为推定波长欠缺区域的光强度信息的方法,仅说明了使用基于函数近似的平滑滤波技术、作为平滑地连续的曲线来推定的技术,但不限于此。

[0211] 例如,能够通过如图18所示那样的若干方法来推定波长欠缺区域的光强度信息。图18示出了得到第3实施方式中说明过的4条窄带光的窄带光分光强度信息(λ, P)时的推定的例子。

[0212] 在图18的第2段中,作为“推定3”,示出了第1实施方式到第3实施方式中使用过的

推定方法即平滑滤波的例子。相对于此,在图18的第3段所示的“推定4”中,示出了通过直线近似来推定波长欠缺区域的例子。关于直线近似的方法,能够使用一般所使用的各种方法。例如,可以使用最小平方法,即:对全部的窄带光计算所得到的窄带光分光强度信息(λ, P)的光强度 P 、与由某数学式表示的直线和波长 λ 的交点之差的平方,以使它们的和为最小的方式求出表示直线的函数。

[0213] 这样,通过利用直线近似来推定波长欠缺区域,能够减轻图像处理电路62的负荷。特别是波长欠缺区域修正处理部进行处理的运算式被简化,因此能够以比较小规模的电路结构和程序结构得到色彩再现性高的图像。并且,在窄带光分光强度信息(λ, P)的点数较少的情况、和点分散的情况下,难以进行平滑滤波,实际上有得到较大地不同的波长欠缺区域光强度信息作为推定结果的风险。这种情况下,基于直线近似的方法由于与实际的波长欠缺区域光强度信息的背离变大的可能性小,因此在这种情况下特别优选。

[0214] 图18的最下段所示的“推定5”中示出了:对于所得到的窄带光分光强度信息(λ, P)、将邻接的窄带光分光强度信息(λ, P)的坐标用直线连结的、如线图那样的基于邻接点直线连接的推定技术的例子。根据这种推定方法,不需要在图像处理电路62中的特别是波长欠缺区域分光强度信息推定部64的处理中进行复杂的处理等,能够减轻波长欠缺区域分光强度信息推定部64的负荷,简化电路规模和程序规模。此时,所推定的波长欠缺区域分光强度信息的误差能够抑制得比较小。从而,根据该“推定5”的方法,能够实现在减轻图像处理电路62中的波长欠缺区域分光强度信息推定部64的负荷的基础上、得到具有比较良好的色彩再现性的图像的图像处理。

[0215] (窄带光的数量的变形例)

[0216] 另外,之前说明过的实施方式均对色彩灵敏度区域的数量是3个、窄带光的数量与其相同或比其多的情况进行了说明,但不限于此。例如,即使是图19所示那样的、使用了仅具有除了第1实施方式的窄带光2以外的两个窄带光的照明光的情况,也能够基于之前说明过的手法来推定波长欠缺区域中的观察对象物90的反射散射光。

[0217] 如图19所示,照明光的光谱由具有窄带光发光强度信息(λ_1, I_1)的窄带光1、和具有窄带光发光强度信息(λ_3, I_3)的窄带光3这两个窄带光构成。窄带光1仅包含在色彩灵敏度区域1中,窄带光3仅包含在色彩灵敏度区域3中,不存在包含在色彩灵敏度区域2中的窄带光。

[0218] 在将这样的照明光向观察对象物90照射的情况下,向拍摄元件58入射的基于观察对象物90的反射散射光为窄带光分光强度信息(λ_1, P_1)和窄带光分光强度信息(λ_3, P_3)。基于该信息,波长欠缺区域分光强度信息推定部64推定波长欠缺区域分光强度信息。作为波长欠缺区域分光强度信息的推定的手法,能够基于第1实施方式到第3实施方式中说明过的推定手法的某一种来进行。

[0219] 并且,波长欠缺区域修正处理部66按照上述的手法来进行波长欠缺区域的修正处理。此时,色彩灵敏度区域1和色彩灵敏度区域3存在由与拍摄元件58的色彩灵敏度区域对应的光检测构件实际上受光到的受光强度 P_{detect} ,但色彩灵敏度区域2中不存在 P_{detect} 。因此,波长欠缺区域修正处理部66输出的修正受光光量信息 PP 至少关于色彩灵敏度区域2是 P_{estimate} 本身。另外,关于 P_{estimate} 的导出顺序,能够例如与第1实施方式关连地按照图9所说明的顺序进行。

[0220] 这里,关于窄带光的数量相对于色彩灵敏度区域的数量来说较少的情况进行了说

明,但不限于此。即使是使用了与色彩灵敏度区域相同或比其多的窄带光的情况,也能够适用于存在不包含窄带光的色彩灵敏度区域的情况。例如,对于在第一色彩灵敏度区域中包含两个窄带光、在第三色彩灵敏度区域中包含一个窄带光、在第二色彩灵敏度区域中不包含窄带光的情况等,波长欠缺区域修正处理部也能够通过上述顺序来导出修正受光光量信息PP。

[0221]〔光源的变形例〕

[0222] 并且,实施方式中仅示出了使用多模半导体激光器作为射出窄带光的光源的例子,但不限于此。能够使用各种各样的固体激光器、气体激光器、与SHG元件等组合的复合型半导体激光器等。进而,能够使用SLD(superluminescent diode)、LED等。将LED或激光器和荧光体组合而成的、存在波长欠缺区域的光源也是优选的。

[0223] 若使用单模激光器,则窄带光的峰值波长被稳定地决定为1点,因此窄带光分光强度信息(λ, P)的 λ 的值稳定,分光推定的精度提高。另一方面,若使用多模激光器,则能够射出明亮的窄带光,因此对于对广阔的空间进行照明那样的情况是有效的。

[0224] 并且,做成将LED和激光器组合等使用了复合光源系统的观察装置也是优选的。图20示出了将3个LED元件组合而得的照明光的例子。如图所示,即使是多个LED也存在波长欠缺区域,但通过实施方式所说明的技术,能够推定波长欠缺区域的光强度信息。

[0225] 并且,本发明的实施方式中,作为例子列举了从一个光源仅射出一个窄带光的光源,但不限于此。能够使用例如将441.6nm的蓝色激光、537.8nm的绿色激光、636.0nm的红色激光同时激发的作为3原色(白色)激光器的He—Cd激光器等能够同时发出多个窄带光的光源部。此时,在图1等所示的内窥镜装置的结构中,配置在光源部内的作为光源的半导体激光器22A、22B、…的个数、和从光源部射出的窄带光的数量不同,必然窄带光的数量多于光源的个数。

[0226]〔光纤〕

[0227] 进而,实施方式中,光纤仅使用了多模的单线的光纤,但不限于此。例如,能够使用单模光纤。进而,能够使用阶跃折射率光学或梯度折射率光纤、塑料光纤、具有塑料的包层和玻璃的芯的复合材料型的光纤等各种各样的光纤。

[0228] 并且,也能够使用将这些光纤的多个集束而成的束状光纤、或在树脂基板或半导体基板上形成了具有折射率分布的光导的通常的膜型或板型的波导等。

[0229]〔利用领域〕

[0230] 本发明适合于观察外光几乎能够忽视的封闭空间的内部。特别是,适用于在医疗用途中使用的用于消化器、呼吸器、耳鼻、泌尿器的内窥镜。对于医疗用内窥镜而言,观察对象物的分光反射光谱的种类比较少,通过实施方式所记载的各种波长欠缺区域推定技术,容易推定波长欠缺区域的分光反射光谱。并且,适用于在工业用途中使用的用于各种检查或调查的内窥镜。对于工业用内窥镜而言,需要将观察对象物的关注部位与其他区域区别而使关注部位容易观察,而通过利用实施方式所记载的各种波长欠缺区域推定技术并基于窄带光区域中的反射散射光强度的微妙差异来推定波长欠缺区域的分光反射率,能够推定损伤或生锈等需关注部位的分光反射率,与其他区域相区别地显示。

[0231] 本发明的上述实施方式不过是一例,在不脱离本发明的主旨的范围内能够进行各种的组合或变形。

[0232] [分光反射光谱的补充说明]

[0233] 说明分光反射率。一般来说,作为将色彩再现性数值化的指标而使用平均显色指数 R_a 。平均显色指数定义在日本工业标准JIS Z 8726“光的显色性评价方法”中。在显色指数的评价中,使用了分光反射率不同的15试验色的色样,测定了 $R_1 \sim R_{15}$ 作为针对各个试验色的显色指数。对应于 $R_1 \sim R_8$ 的试验色1~8是设想在自然中存在的颜色的分光反射率,对应于 $R_9 \sim R_{14}$ 的试验色被设定为设想了彩度比较高的颜色的分光反射率。并且,对应于 R_{15} 的试验色15被设想为日本人的肌肤的颜色。

[0234] 作为色彩再现性的指标而被最广泛使用的平均显色指数是 R_1 到 R_8 的平均值,作为表现色彩再现性的值而被广泛使用。

[0235] 图21中表示试验色1、2、3、4、5、6的分光反射率的光谱,图22中表示试验色7、8、15的分光反射率的光谱。这里所说的所谓分光反射率是指,当光照射到物体时,按每个波长将反射多少光的比例作为反射率(%)来表示。

[0236] 图21中,将横轴的波长范围表示为从紫外区域的350nm到红外区域的800nm,而若在作为一般的可见光区域的400nm~700nm的范围内观察,则没有分光反射率随着波长以阶梯(step)状变化的样本。在可见光区域内分光反射率最剧烈变化的试验色8的610nm附近和试验色15的590nm附近,分光反射率的变化率也限制在1%/nm左右,如日本特开平10-286235号公报所示,可知即使使用多个以几nm的程度而波长不同的激光,色彩再现性的提高程度也是微小的。

[0237] 若将分光反射率较大变化的波长定义为 λ_k ,则试验色8为 $\lambda_k = 610\text{nm}$,试验色15为 $\lambda_k = 590\text{nm}$ (图22)。

[0238] 如图21和图22所示那样,试验色1~8、15中的分光反射率的变化在上述试验色8、15中的 λ_k 处最大地变化,但其变化率限制在大致1%/nm左右,除了上述两个区域,则限制在大致0.5%/nm左右或其以下的缓慢的变化。即,推测出分光反射光谱极端地变化那样的观察对象物90较少,即使进行了实施方式所说明的那样的基于平滑滤波等的波长欠缺区域的插补也能够期待色彩再现性提高的效果。

[0239] 在主要的观察对象物的分光反射光谱是已知的情况下,作为窄带光源的激光器的波长优选的是,以夹着其分光反射光谱较大变化的波长 λ_k 的方式配置峰值波长 λ_{peak} 。通过这样构成,对于分光反射光谱中有急剧的变化的观察对象物,即使是在各处都波长欠缺那样的照明也能够推定这样的分光反射光谱,能够得到色彩再现性良好的图像。

[0240] 另一方面,显而易见的是,能够发出更多的激光的观察装置其色彩再现性较高。即,只要能够在可见光区域中隔几nm排列100以上的激光,则色彩再现性就能够相当程度地提高。但是,作为激光光源而一般流通的光源的波长被限定在特定的区域,其以外的波段无法获得或者即使能够获得也很昂贵。进而,使用许多的激光光源本身就容易导致高成本,产生高耗电、大型化等各种问题。从而,优选的是激光光源的个数尽可能少。

[0241] 鉴于这种情况,本实施方式中,使激光光源数为最大4个而限制在为了得到色彩再现性而需要的最低限度的个数,但是根据观察装置所要求的性能,激光光源的数量当然可以是2个也可以是5个以上。

[0242] 总结

[0243] 综上所述,本说明书中公开了以下记载的观察装置。换言之,上述的实施方式能够

如以下所示那样一般化。

[0244] (1)一种用于对观察对象物的内部空间进行观察的观察装置,具备:插入部,具有被向上述内部空间插入的顶端部;光射出部,向内部空间表面射出照明光,设置在上述顶端部;拍摄元件,检测来自上述内部空间表面的反射散射光而输出拍摄信号,设置在上述顶端部;图像处理电路,处理上述拍摄信号而输出图像信号;以及显示部,按照上述图像信号来显示图像。上述照明光由多个窄带光构成。上述拍摄元件能够检测的波长区域由上述多个窄带光分别存在的多个窄带光区域、邻接的两个窄带光区域之间的区域即第一波长欠缺区域、和最端部的两个窄带光区域的外侧区域即第二波长欠缺区域构成。上述拍摄元件具有许多光检测构件,该许多光检测构件包含分别检测多个色彩灵敏度区域内的光的多种光检测构件。上述图像处理电路具有波长欠缺区域分光强度信息推定部,该波长欠缺区域分光强度信息推定部,对于各色彩灵敏度区域,将包含在该色彩灵敏度区域中的窄带光的峰值波长和与该色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度建立关联,导出窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P),基于上述窄带光分光强度信息,推定上述第一波长欠缺区域中的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度信息即波长欠缺区域分光强度信息。上述图像处理电路具有波长欠缺区域修正处理部,该波长欠缺区域修正处理部,基于上述窄带光分光强度信息和上述波长欠缺区域分光强度信息,进行波长欠缺区域修正处理,以使得接近于照射了没有波长欠缺区域的照明光时得到的图像信号。

[0245] (2)如(1)所记载的观察装置,设 n 为2以上的自然数,设 k 为从1到 n 的自然数。上述多个窄带光的数量和上述多个色彩灵敏度区域的数量都是 n 。在一个色彩灵敏度区域中包含一个窄带光。从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个窄带光设为第1个窄带光、第2个窄带光、……、第 n 个窄带光,从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个色彩灵敏度区域设为第1个色彩灵敏度区域、第2个色彩灵敏度区域、……、第 n 个色彩灵敏度区域时,第 k 个窄带光包含在第 k 个色彩灵敏度区域中,将第 k 个窄带光的峰值波长设为 λ_k 、将与第 k 个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度设为 P_k 时,上述窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)作为 (λ_k, P_k) 导出。

[0246] (3)如(1)所记载的观察装置,设 n 、 m 为2以上的自然数,设 i 、 j 为从1到 n 的自然数,设 l 为从1到 m 的自然数。上述多个色彩灵敏度区域的数量为 n ,上述多个窄带光的数量比 n 多。当从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个色彩灵敏度区域设为第1个色彩灵敏度区域、第2个色彩灵敏度区域、……、第 n 个色彩灵敏度区域时,将上述多个色彩灵敏度区域中的仅包含一个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为单一窄带光色彩灵敏度区域,将上述多个色彩灵敏度区域中的包含多个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为多窄带光色彩灵敏度区域,当将包含在上述单一窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第 j 个色彩灵敏度区域、将包含在上述多窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第 i 个色彩灵敏度区域、且 $i \neq j$ 时,将包含在上述第 j 个色彩灵敏度区域中的窄带光设为第 j 个窄带光,当包含在上述第 i 个色彩灵敏度区域中的窄带光的数量为 m 个时,将包含在上述第 i 个色彩灵敏度区域中的 m 个窄带光分别设为第 $i-1$ 个窄带光、……、第 $i-m$ 个窄带光,将第 j 个窄带光的峰值波长设为 λ_j 、将与第 j 个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度设为 P_j ,将第 $i-1$ 个窄带光的峰值波长设为 λ_{i-1} 、将与第 i 个色彩

灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度设为 P_i ,上述窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度 P),在上述第 j 个色彩灵敏度区域中作为 (λ_j, P_j) 而被导出,在上述第 i 个色彩灵敏度区域中作为 $((\sum \lambda_{i-1})/m, P_i)$ 导出。

[0247] (4)如(1)所记载的观察装置,设 n 、 m 为2以上的自然数,设 i 、 j 为从1到 n 的自然数,设 l 为从1到 m 的自然数。上述多个色彩灵敏度区域的数量为 n ,上述多个窄带光的数量比 n 多。当从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个色彩灵敏度区域设为第1个色彩灵敏度区域、第2个色彩灵敏度区域、……、第 n 个色彩灵敏度区域时,将上述多个色彩灵敏度区域中的仅包含一个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为单一窄带光色彩灵敏度区域,将上述多个色彩灵敏度区域中的包含多个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为多窄带光色彩灵敏度区域。当将包含在上述单一窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第 j 个色彩灵敏度区域、将包含在上述多窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第 i 个色彩灵敏度区域、且 $i \neq j$ 时,将包含在上述第 j 个色彩灵敏度区域中的窄带光设为第 j 个窄带光,当包含在上述第 i 个色彩灵敏度区域中的窄带光的数量为 m 个时,将包含在上述第 i 个色彩灵敏度区域中的 m 个窄带光分别设为第 $i-1$ 个窄带光,其中 $l=1 \sim m$ 。上述光射出部构成为,使上述第 $i-1$ 个窄带光相互以不同的定时射出。通过与上述第 $i-1$ 个窄带光的射出同步地、对于与上述第 i 个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度 P 、将 P_{i-1} 分离而检测,从而上述窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)在上述第 j 个色彩灵敏度区域中作为 (λ_j, P_j) 而被导出,在上述第 i 个色彩灵敏度区域中作为 (P_{i-1}, P_i) 而被导出。

[0248] (5)如(1)到(4)中的任一项所记载的观察装置,上述窄带光区域是窄带光的发光区域中的具有峰值强度的一半以上的光量的区域,上述第二波长欠缺区域存在于上述拍摄元件能够检测的波长区域内,并且,包含比最长波长侧的窄带光区域靠长波长侧的区域、和比最短波长侧的窄带光区域靠短波长侧的区域。

[0249] (6)如(5)所记载的观察装置,上述窄带光是多模的激光或单模的激光,上述拍摄元件能够检测的波长区域是各处波长欠缺区域。

[0250] (7)如(6)所记载的观察装置,上述拍摄元件能够检测的波长区域是从400nm附近到700nm附近的所谓的可见光区域,短波长侧的边界由拍摄元件的灵敏度界限决定,长波长侧的边界由被红外线截止滤波器截断的红外线的下限波长决定。

[0251] (8)如(1)到(4)中任一项所记载的观察装置,上述图像处理电路,仅使用从上述拍摄元件输出的上述拍摄信号的信息中的窄带光强度导出区域的信息,将窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)的受光强度 P 作为与各波长 λ 对应的反射散射光的强度信息的窄带光强度导出区域整体的平均而导出。

[0252] (9)如(8)所记载的观察装置,上述窄带光强度导出区域是拍摄画面整体。

[0253] (10)如(8)所记载的观察装置,上述窄带光强度导出区域是从拍摄画面整体中除去上述拍摄元件的动态范围的上限附近以及下限附近的区域以外的区域。

[0254] (11)如(8)所记载的观察装置,上述窄带光强度导出区域是上述拍摄画面的中心附近的区域。

[0255] (12)如(8)所记载的观察装置,上述窄带光强度导出区域是,多个窄带光分光强度信息(波长 λ 、受光强度 P)的组合处于规定的比率范围或者拍摄画面上最多的比率范围中的

区域。

[0256] (13)如(8)所记载的观察装置,还具备用于指定上述窄带光强度导出区域的输入部。

[0257] (14)如(1)到(4)中任一项所记载的观察装置,上述图像处理电路使用从上述拍摄元件输出的上述图像信号的信息中的多个窄带光强度导出区域的信息,按多个窄带光强度导出区域的每一个,将窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度 P)的强度 P ,作为与各波长 λ 对应的反射散射光的强度信息的每个窄带光强度导出区域的平均来导出。

[0258] (15)如(14)所记载的观察装置,上述窄带光强度导出区域是单位像素。

[0259] (16)如(1)到(4)中任一项所记载的观察装置,上述波长欠缺区域分光强度信息推定部基于上述窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度 P)来推定上述第一波长欠缺区域的分光强度信息。

[0260] (17)如(16)所记载的观察装置,上述波长欠缺区域分光强度信息推定部基于多个窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度 P),以在上述第一波长欠缺区域的整体中平滑地连续的方式推定上述波长欠缺区域分光强度信息。

[0261] (18)如(17)所记载的观察装置,上述波长欠缺区域分光强度信息推定部通过函数近似(1次函数近似、高次函数近似、最小平方近似等)来进行推定。

[0262] (19)如(16)所记载的观察装置,上述波长欠缺区域分光强度信息推定部以使邻接的窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度 P)用直线连接的方式推定上述波长欠缺区域分光强度信息。

[0263] (20)如(2)所记载的观察装置,上述波长欠缺区域分光强度信息推定部对于第 k 个色彩灵敏度区域整体将受光强度 P 作为 P_k 的一定值来推定。

[0264] (21)如(20)所记载的观察装置,上述多个色彩灵敏度区域相互具有重合,当将第 k 个色彩灵敏度区域和第 $k+1$ 个色彩灵敏度区域的重合区域设为灵敏度重合区域 k 时,对于重合灵敏度区域 k ,使用 P_k 作为第 k 个色彩灵敏度区域的拍摄信号,使用 P_{k+1} 作为第 $k+1$ 个色彩灵敏度区域的拍摄信号。

[0265] (22)如(20)所记载的观察装置,上述多个色彩灵敏度区域相互具有重合,当将第 k 个色彩灵敏度区域和第 $k+1$ 个色彩灵敏度区域的重合区域设为灵敏度重合区域 k 时,对于灵敏度重合区域 k ,使用 P_k 和 P_{k+1} 的平均值。

[0266] (23)如(14)到(22)中任一项所记载的观察装置,上述波长欠缺区域分光强度信息推定部对于上述第二波长欠缺区域通过外插来推定上述波长欠缺区域分光强度信息。

[0267] (24)如(1)到(4)中任一项所记载的观察装置,上述波长欠缺区域修正处理部根据由上述波长欠缺区域分光强度信息推定部推定出的上述波长欠缺区域分光强度信息,算出每个色彩灵敏度区域的修正光量信息 PP 。

[0268] (25)如(24)所记载的观察装置,上述波长欠缺区域修正处理部,在接收到所推定的上述波长欠缺区域分光强度信息的光时,推定与对应的色彩灵敏度区域相对应的光检测构件所受光的受光量,输出修正光量信息 PP 作为图像信息。

[0269] (26)如(25)所记载的观察装置,上述波长欠缺区域修正处理部对所推定的上述波长欠缺区域分光强度信息进行积分,将用积分而得的值除以对应的波长区域的宽度而得到的值推定为受光量。

[0270] (27)如(24)到(26)中任一项所记载的观察装置,上述波长欠缺区域修正处理部,基于上述波长欠缺区域分光强度信息、对应的色彩灵敏度区域的波长滤波器的透射光谱信息、及/或拍摄元件的波长光谱受光灵敏度信息,推定与色彩灵敏度区域对应的光检测构件要受光的受光量并作为图像信息输出。

[0271] (28)一种内窥镜装置,具有(1)到(26)中任一项所记载的观察装置。

[0272] (29)如(1)所记载的观察装置,设 n 、 m 为2以上的自然数,设 i 、 j 为从1到 n 的自然数,设 l 为从1到 m 的自然数,上述多个色彩灵敏度区域的数量为 n ,上述多个窄带光的数量比 n 多。当从短波长侧朝向长波长侧而将上述多个色彩灵敏度区域设为第1个色彩灵敏度区域、第2个色彩灵敏度区域、……、第 n 个色彩灵敏度区域时,将上述多个色彩灵敏度区域中的仅包含一个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为单一窄带光色彩灵敏度区域,将上述多个色彩灵敏度区域中的包含多个上述窄带光的色彩灵敏度区域设为多窄带光色彩灵敏度区域,将包含在上述单一窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第 j 个色彩灵敏度区域,将包含在上述多窄带光色彩灵敏度区域中的色彩灵敏度区域设为第 i 个($i \neq j$)色彩灵敏度区域时,将包含在上述第 j 个色彩灵敏度区域中的窄带光设为第 j 个窄带光,当包含在上述第 i 个色彩灵敏度区域中的窄带光的数量为 m 个时,将包含在上述第 i 个色彩灵敏度区域中的 m 个窄带光分别设为第 $i-1$ 个窄带光、……、第 $i-m$ 个窄带光,将第 j 个窄带光的峰值波长设为 λ_j 、将与第 j 个色彩灵敏度区域对应的光检测构件所检测的来自上述内部空间表面的反射散射光的强度设为 P_j ,将从上述射出窗射出的第 $i-1$ 个窄带光的光强度设为 l_{i-1} 时,上述窄带光分光强度信息(波长 λ ,受光强度 P)在上述第 j 个色彩灵敏度区域中作为 (λ_j, P_j) 而被导出,在上述第 i 个色彩灵敏度区域中作为 $(\sum (\lambda_{i-1} \times l_{i-1})) / (\sum l_{i-1}), P_i)$ 导出。

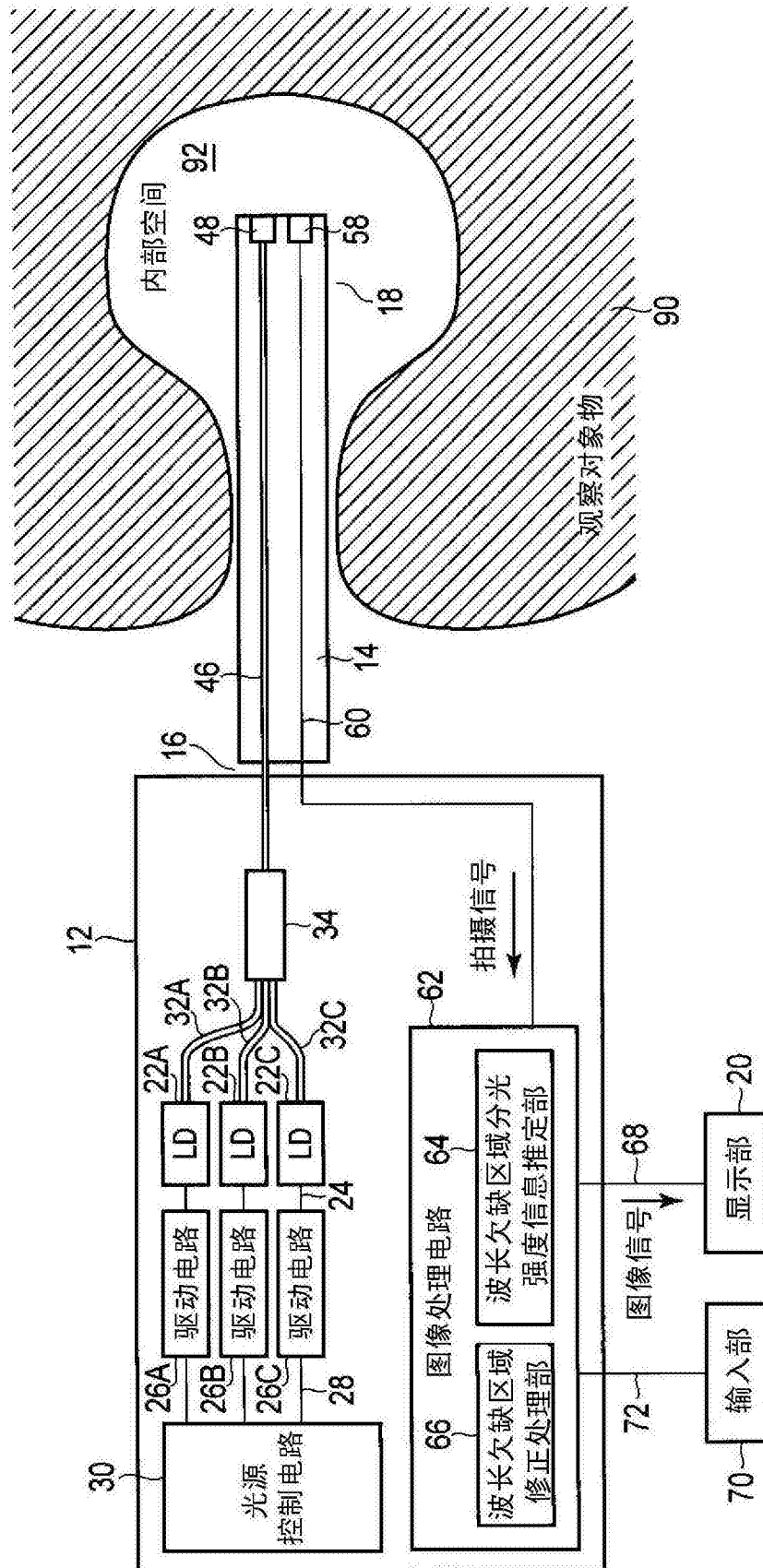


图1

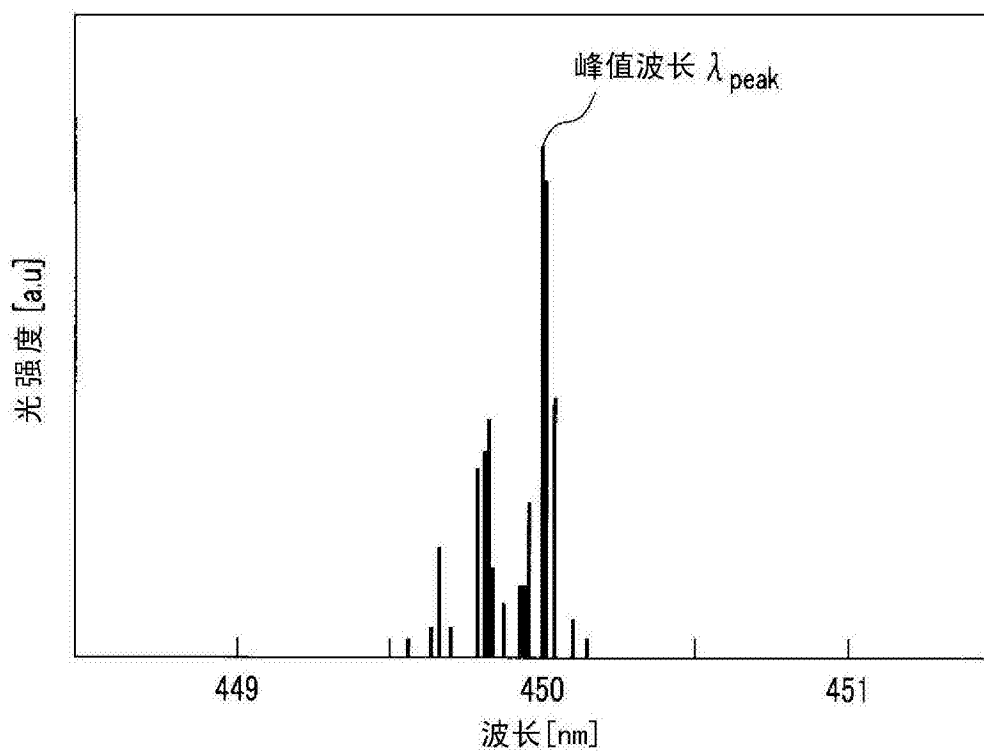


图2

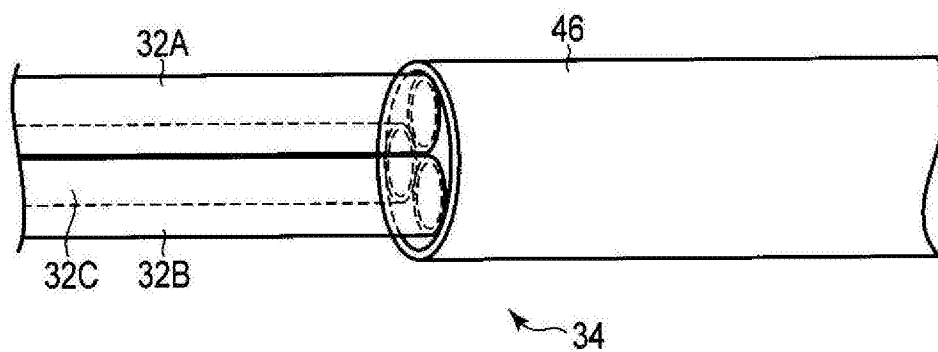


图3

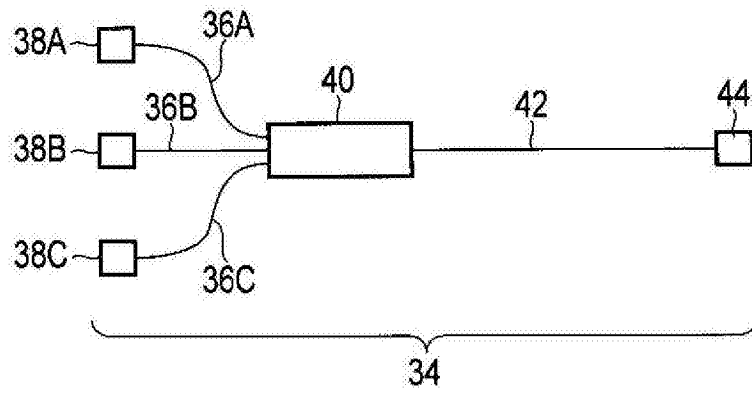


图4

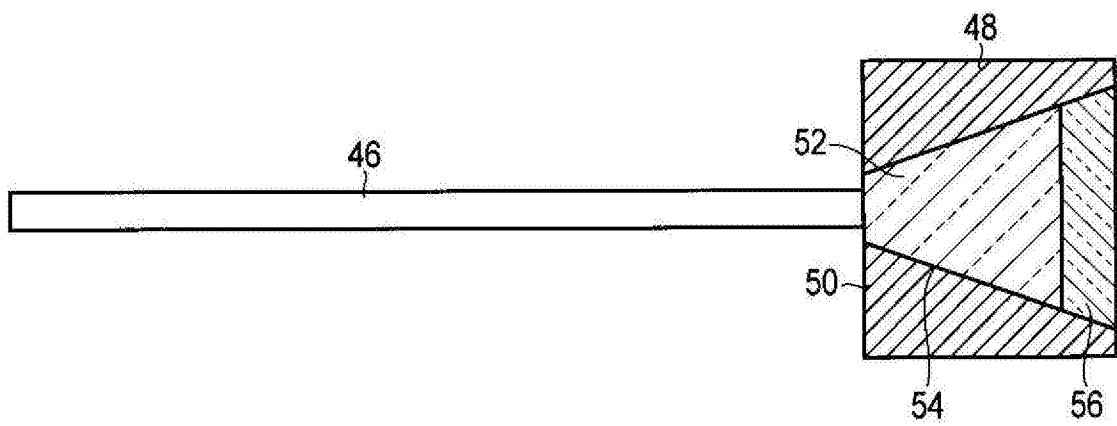


图5

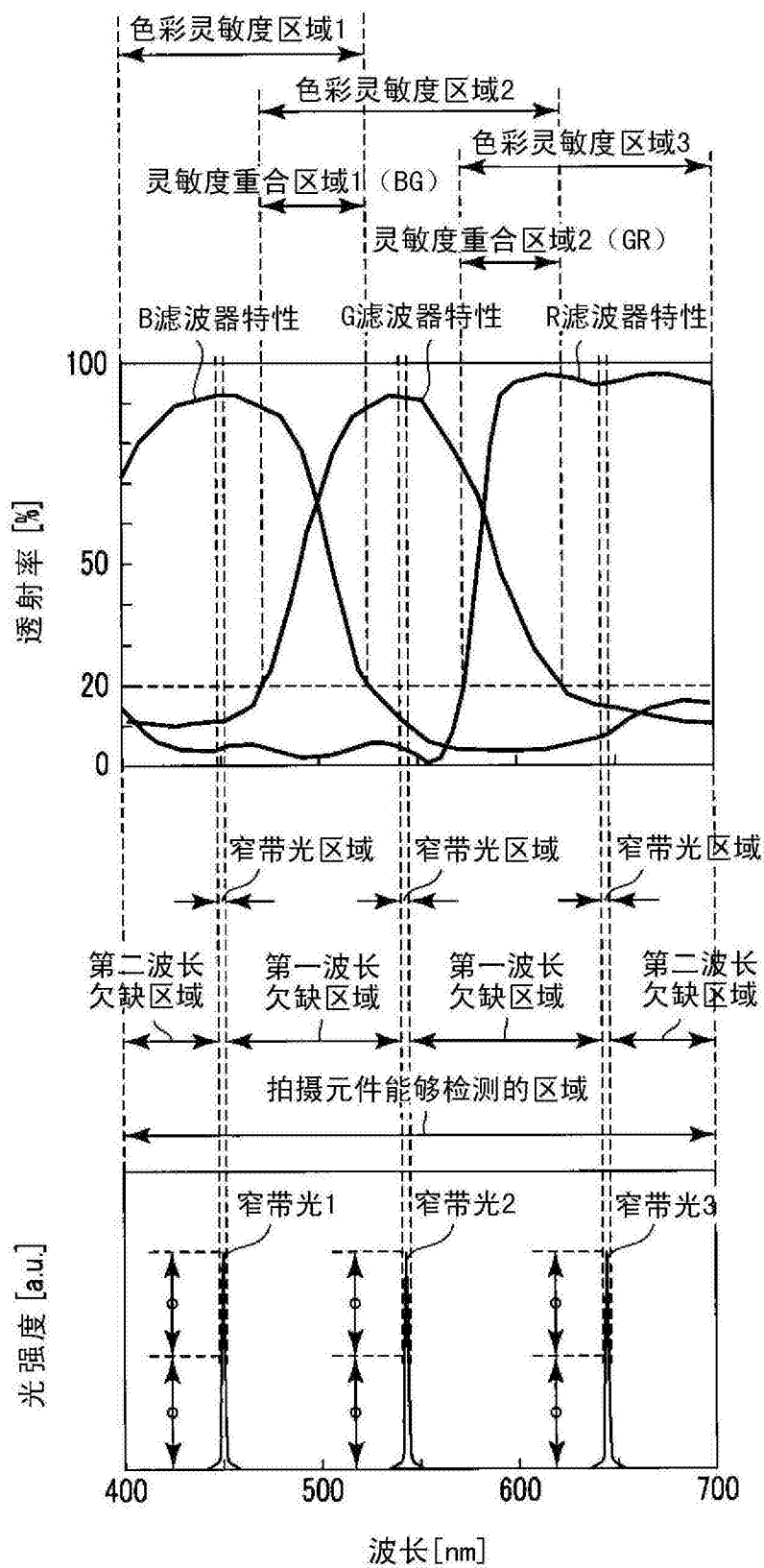


图6

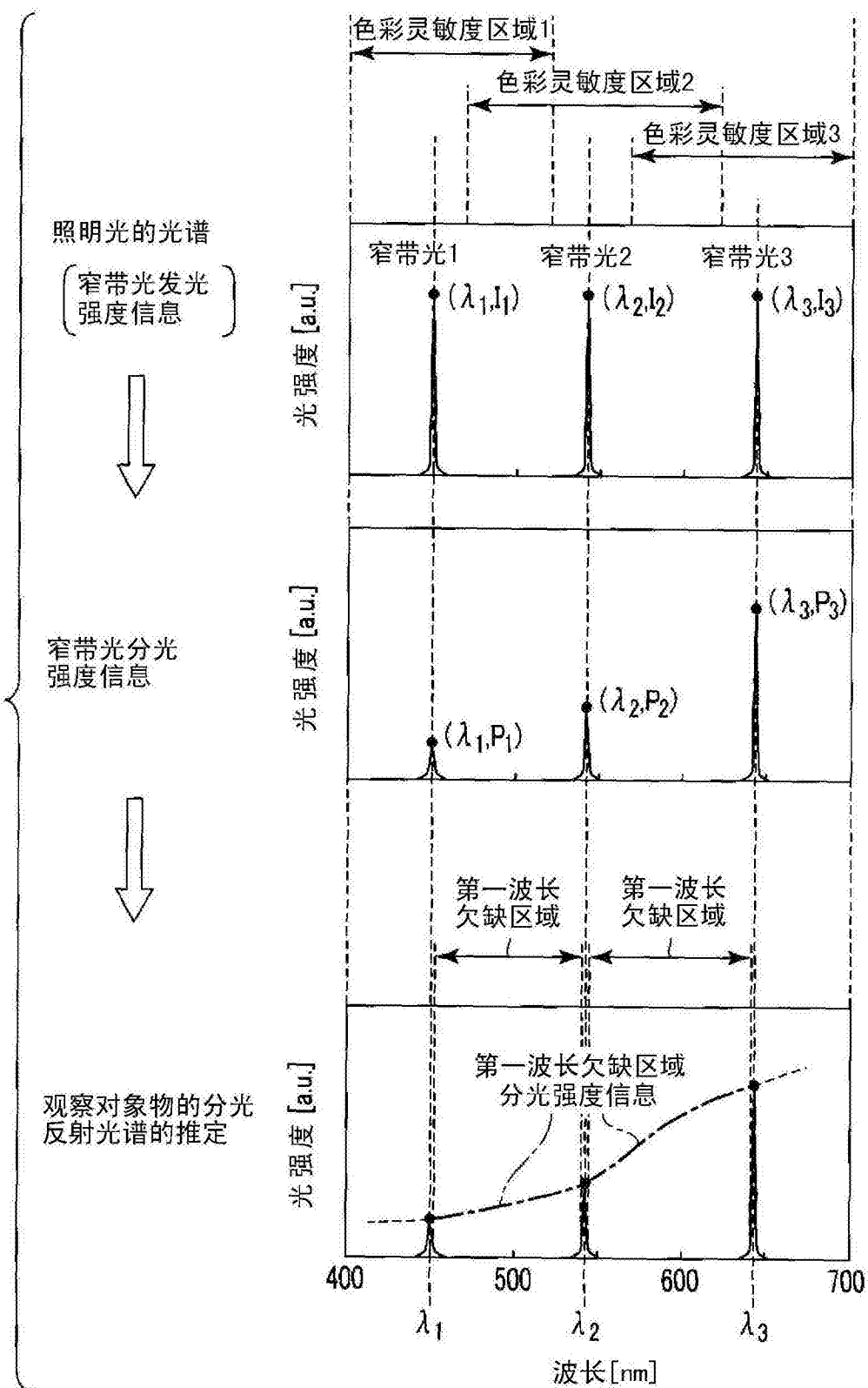


图7

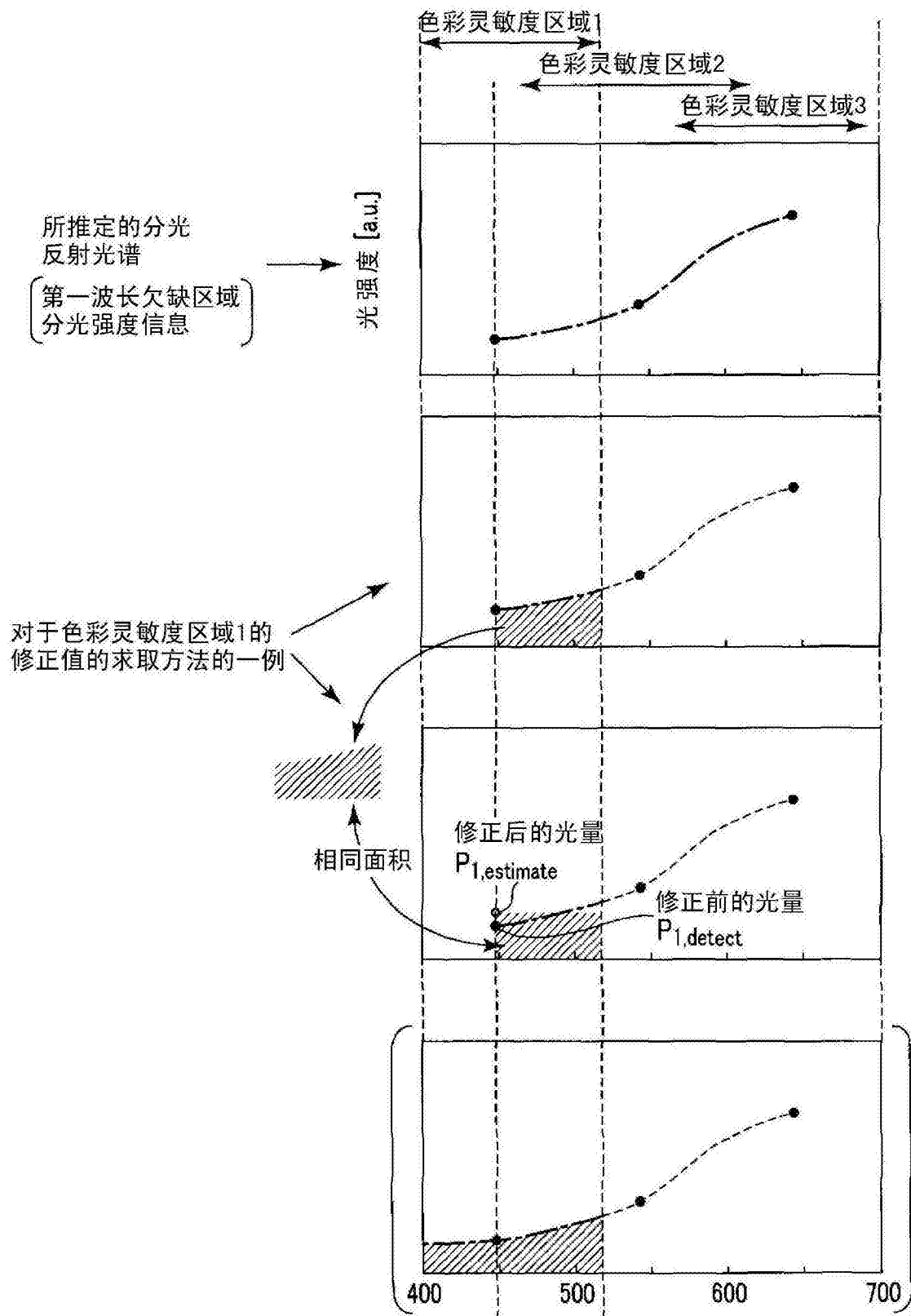


图8

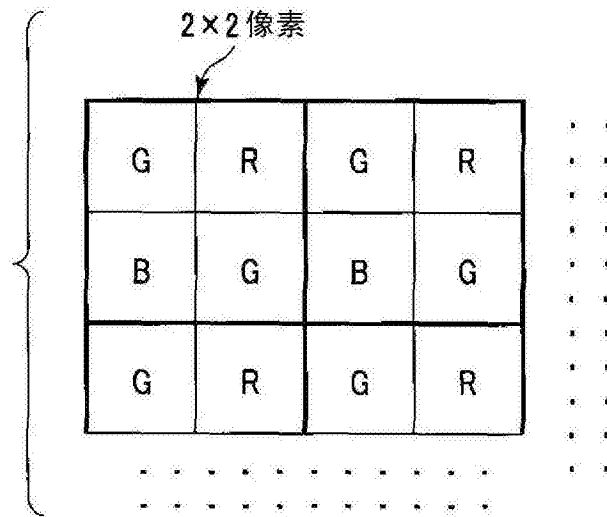


图9

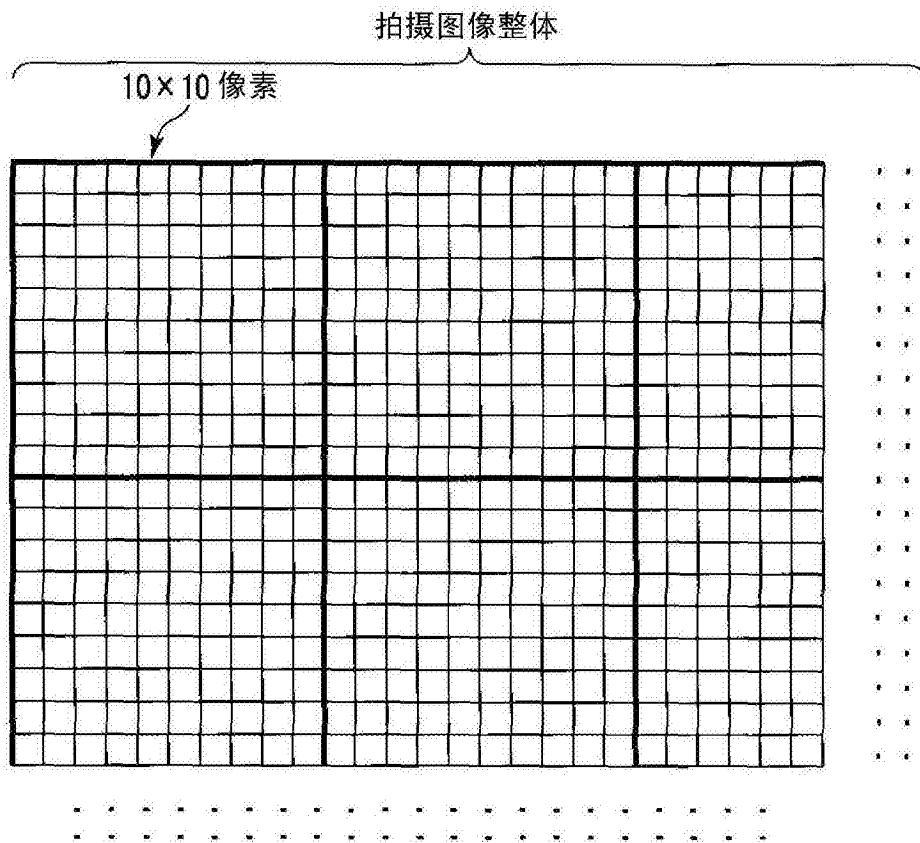


图10

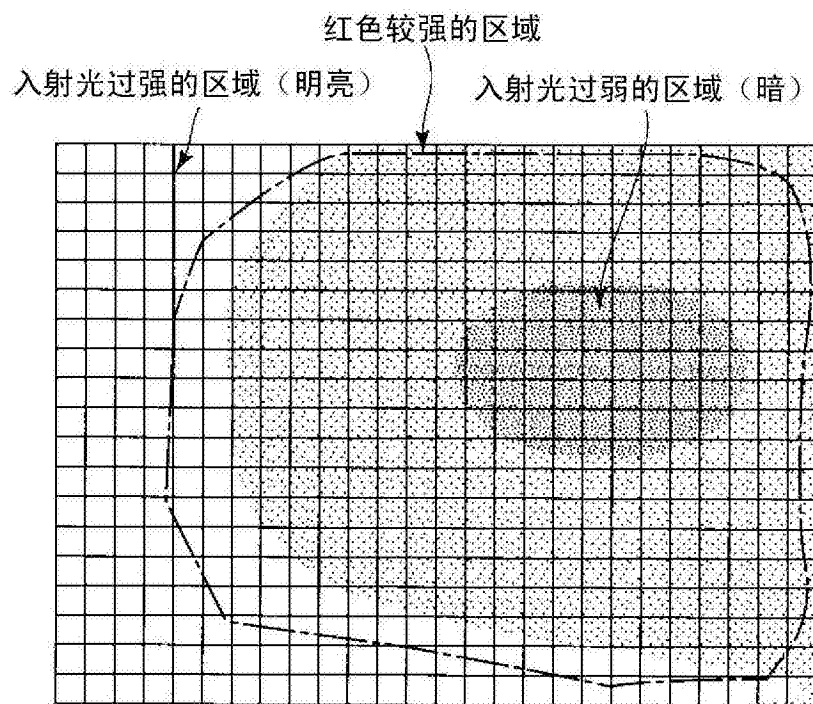


图11

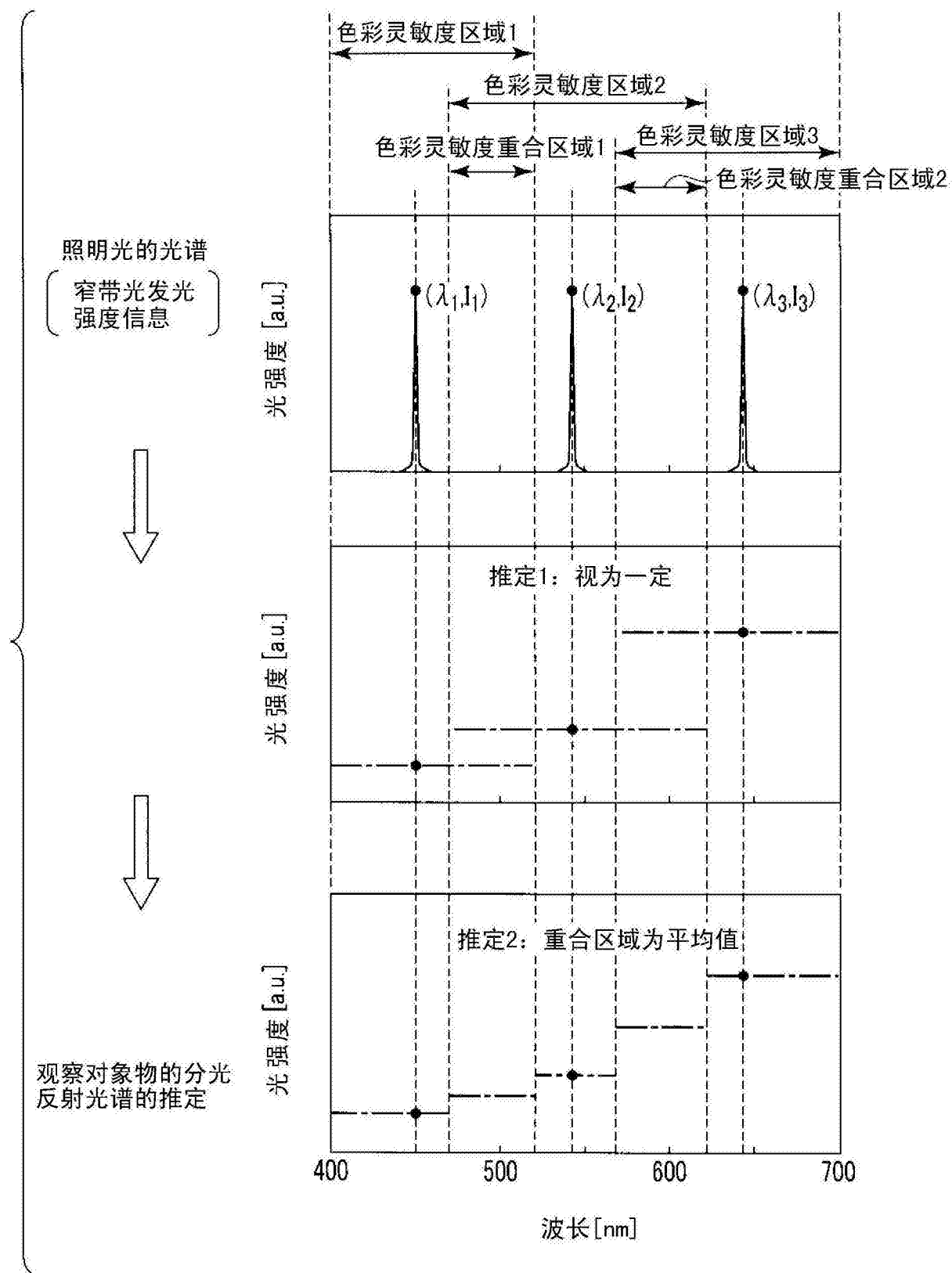


图12

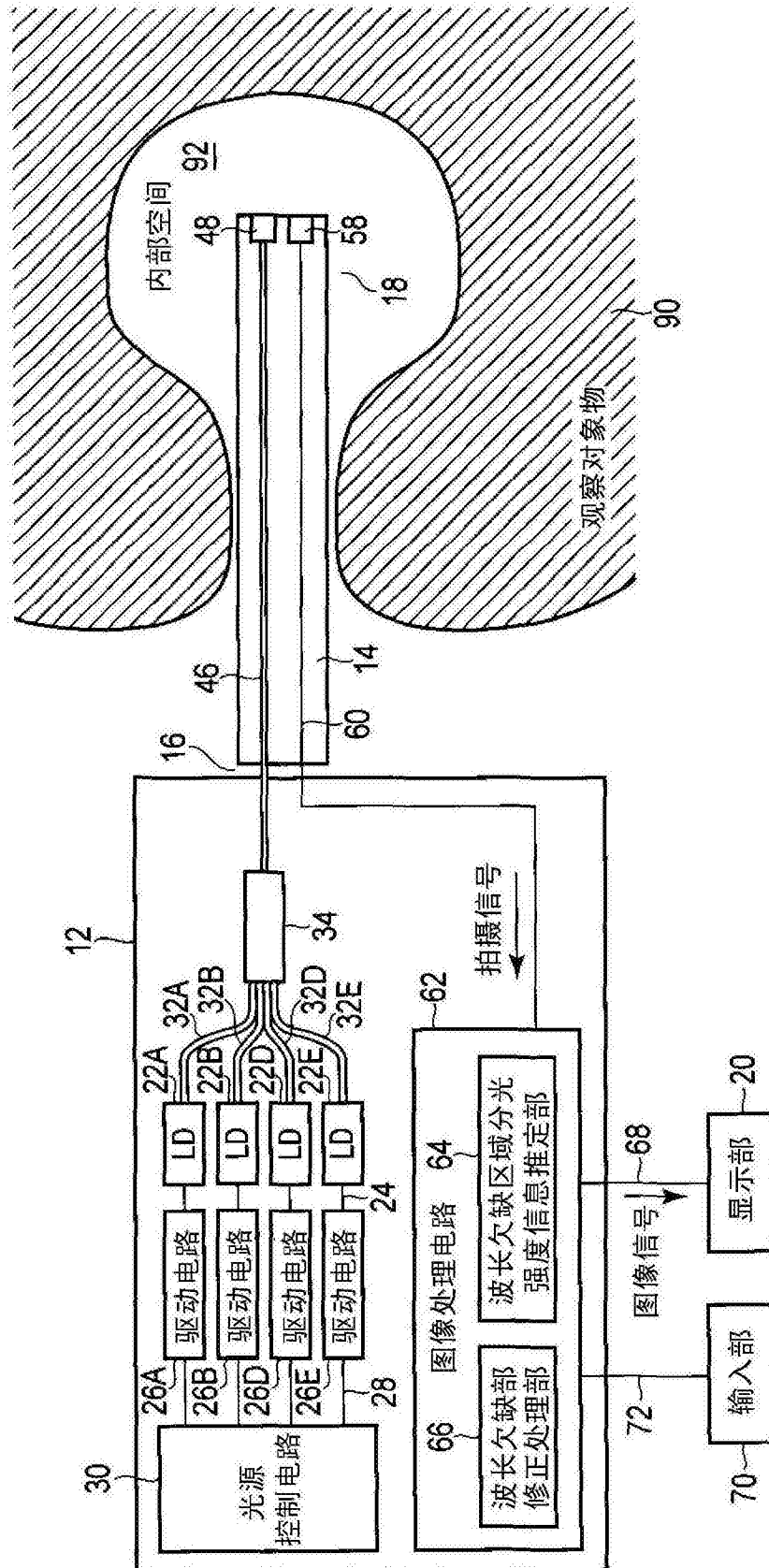


图13

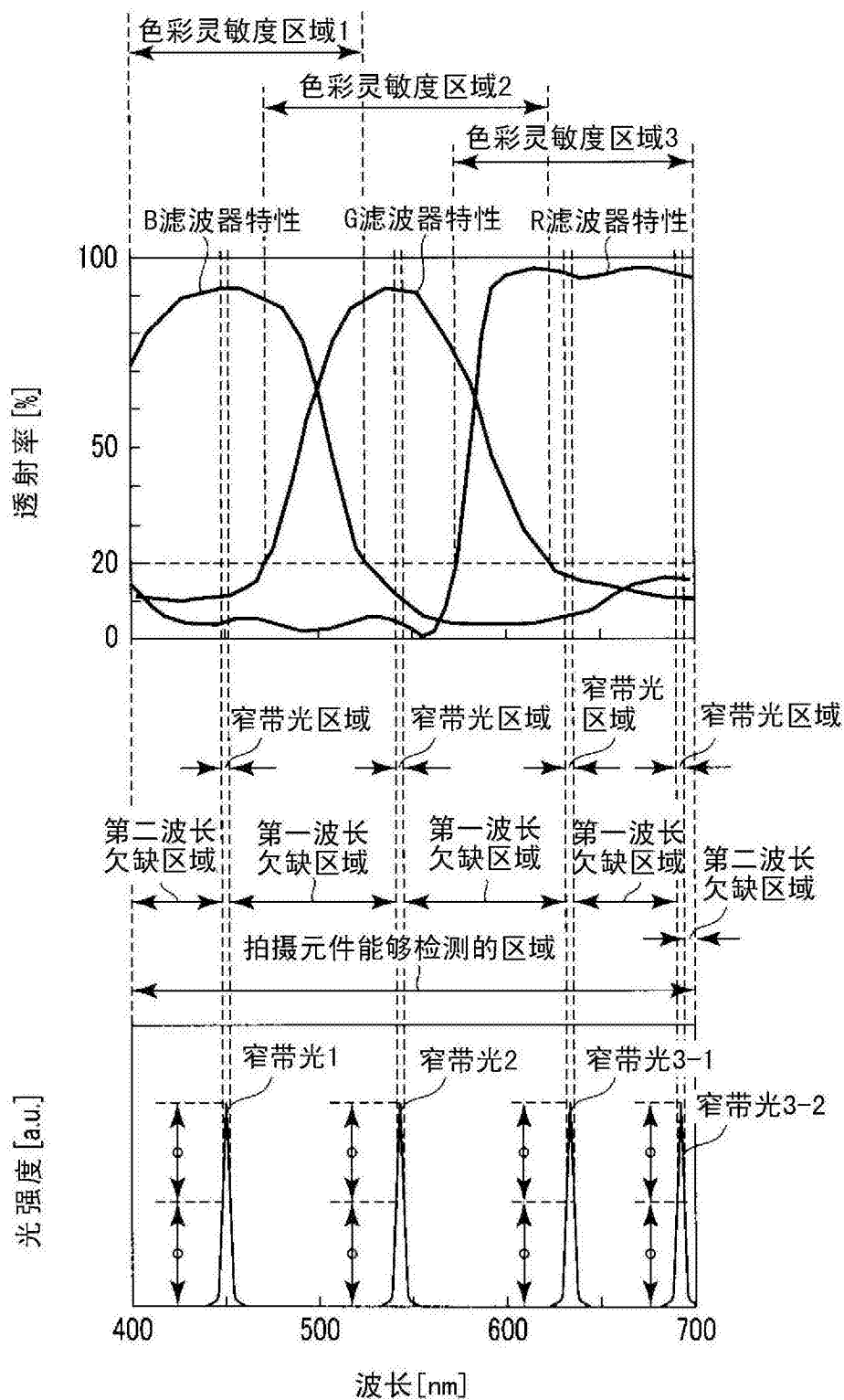


图14

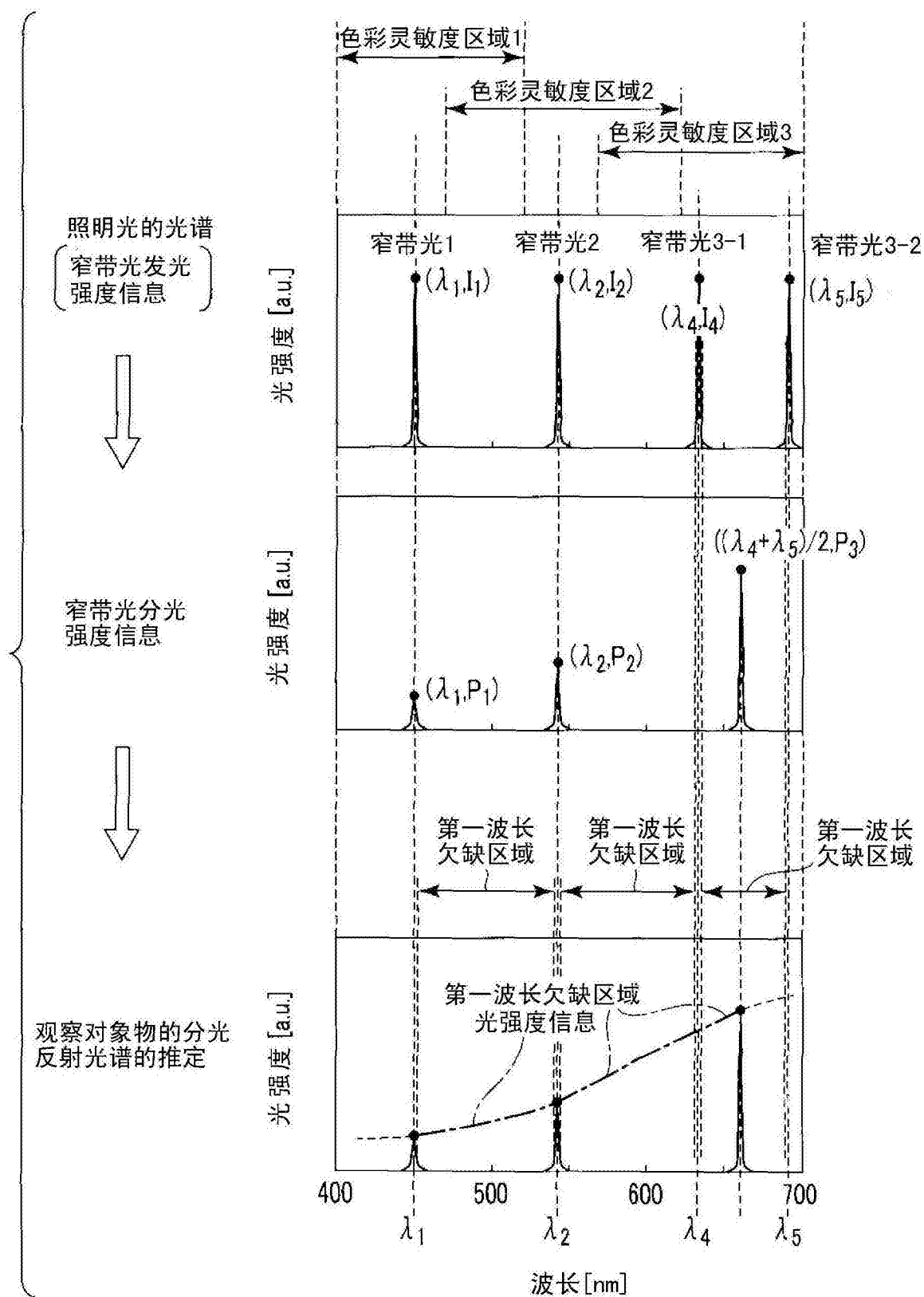


图15

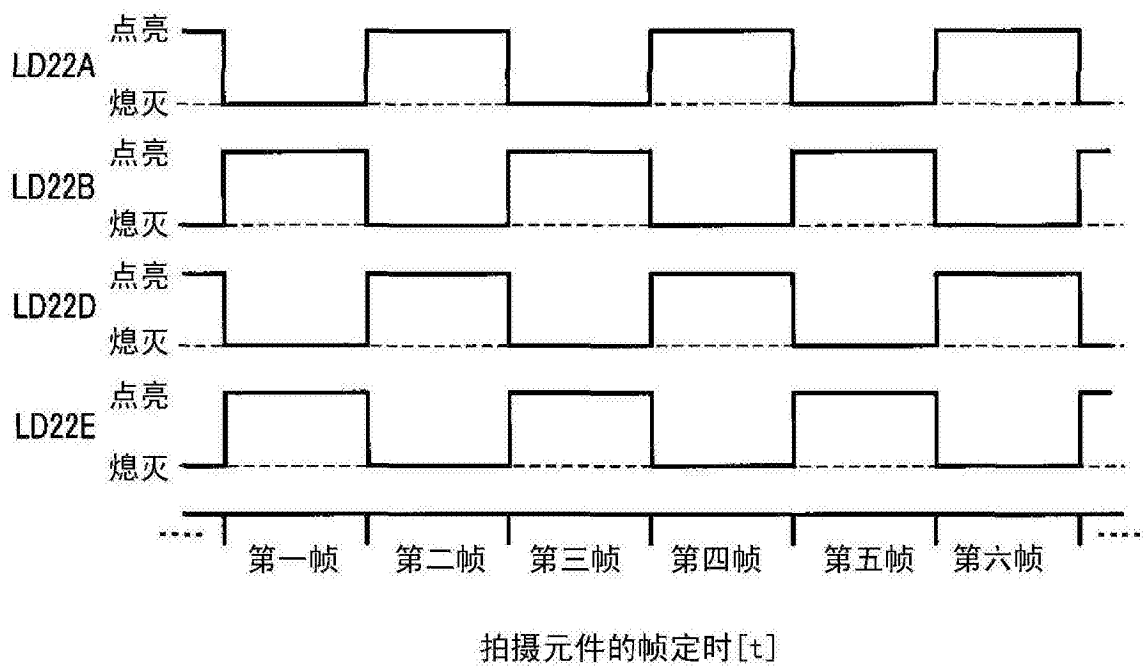


图16

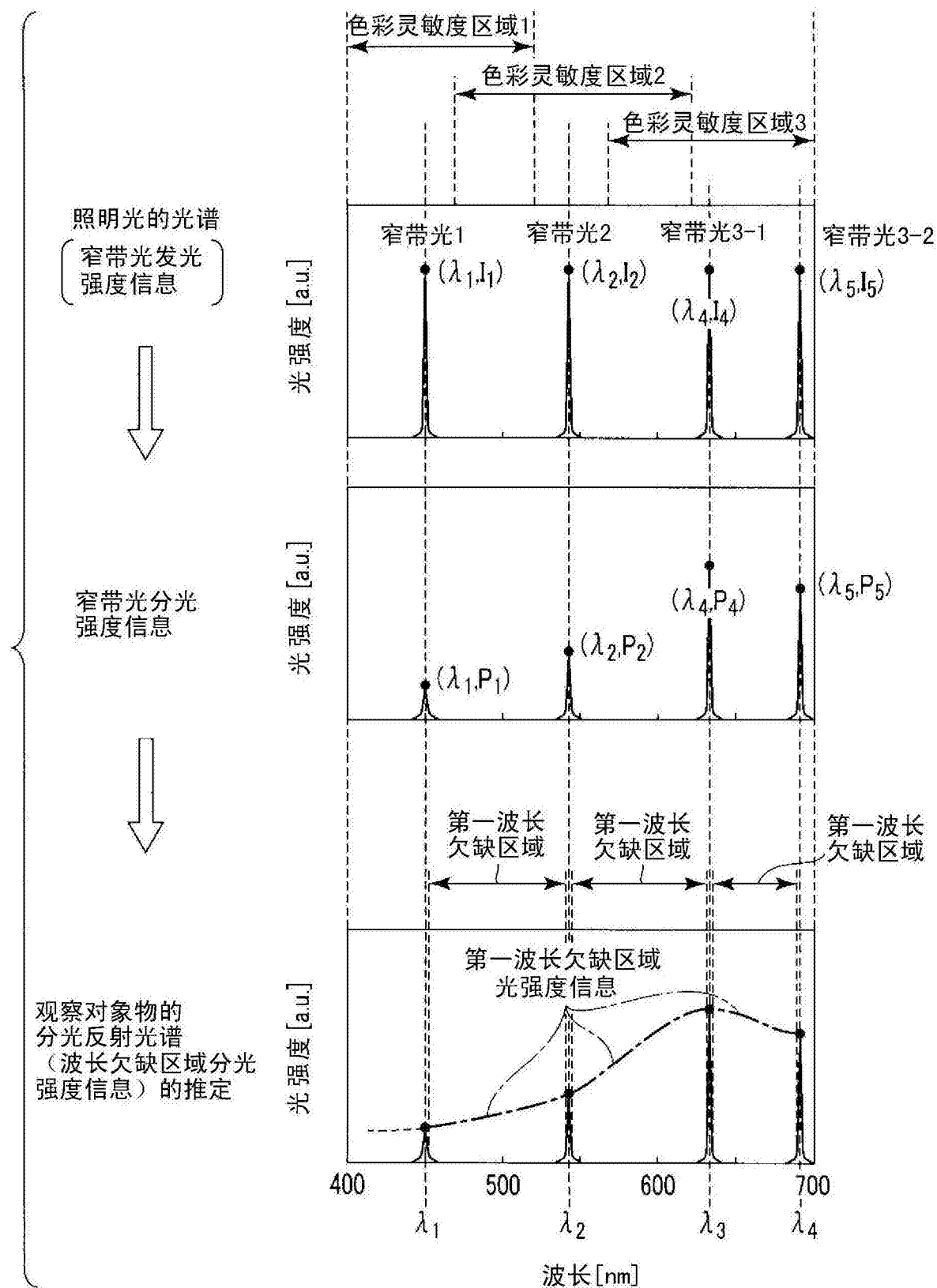


图17

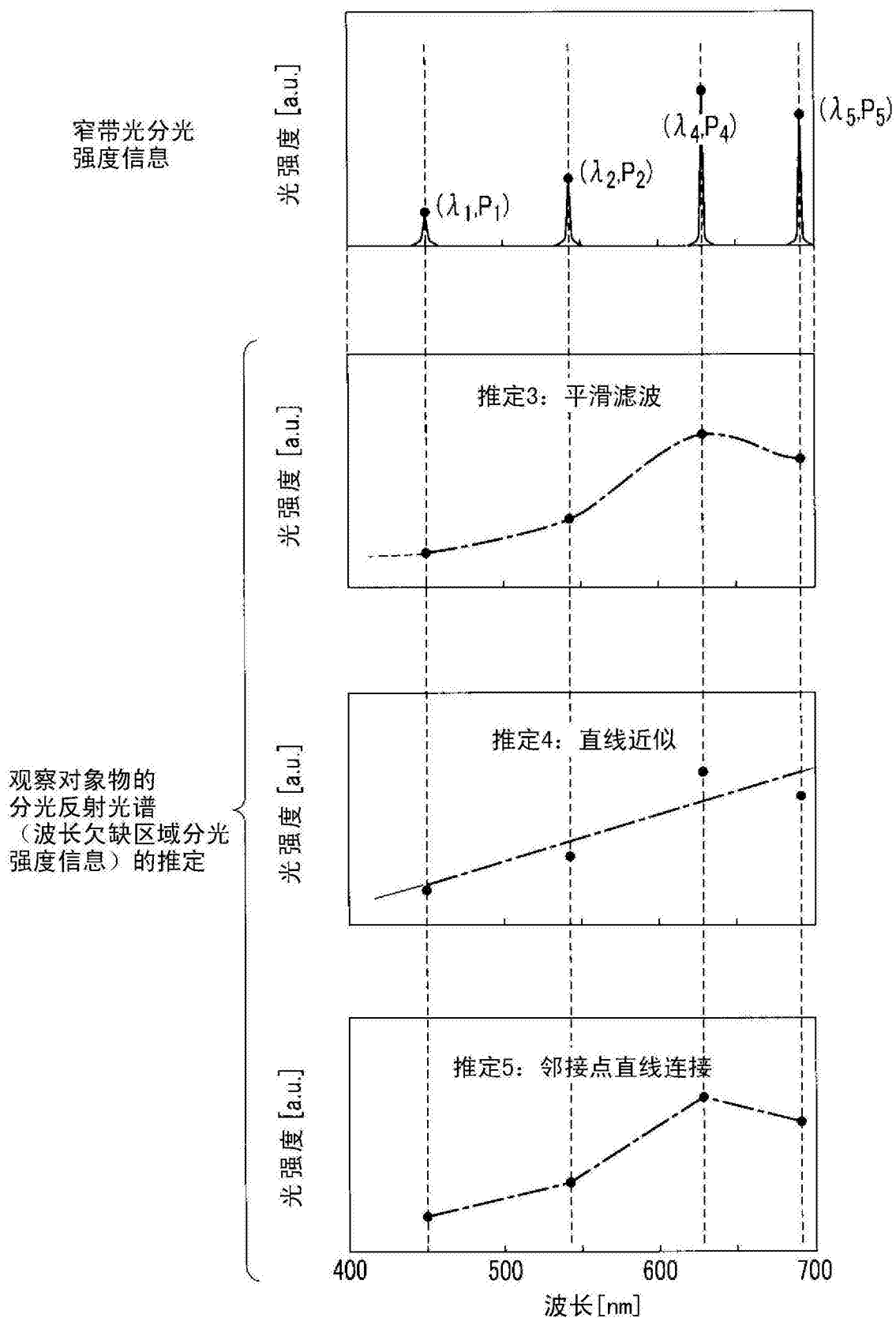


图18

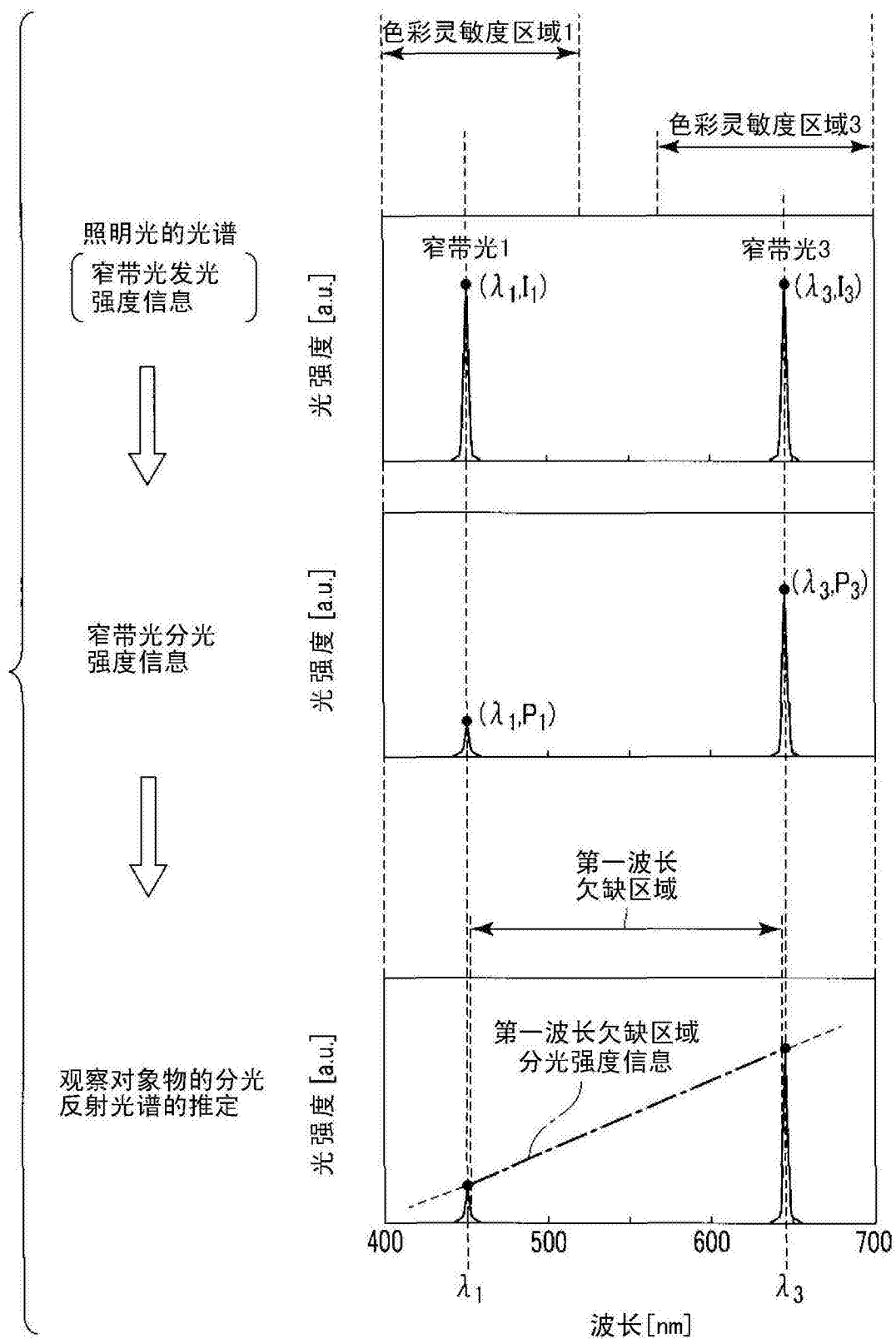


图19

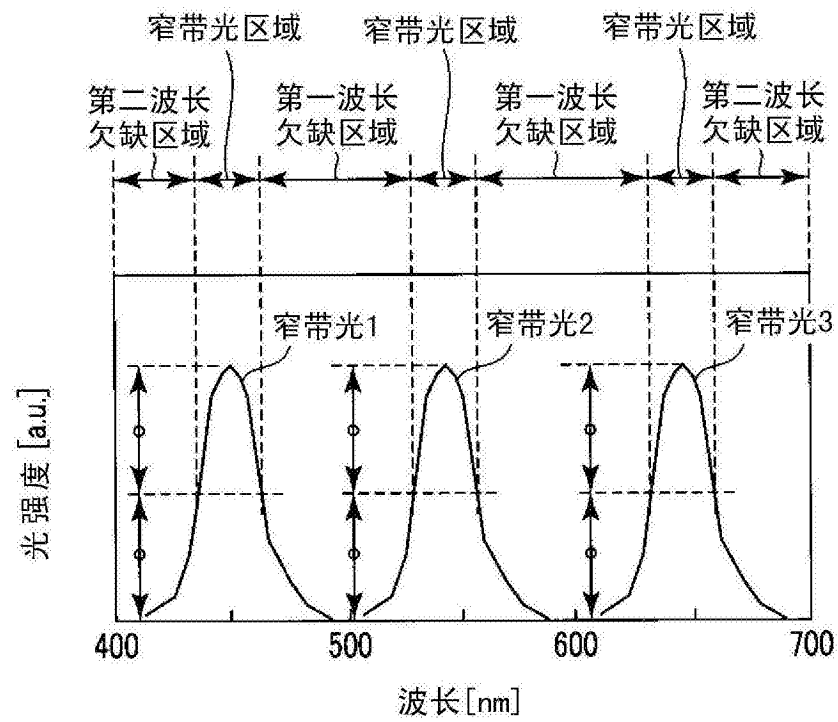


图20

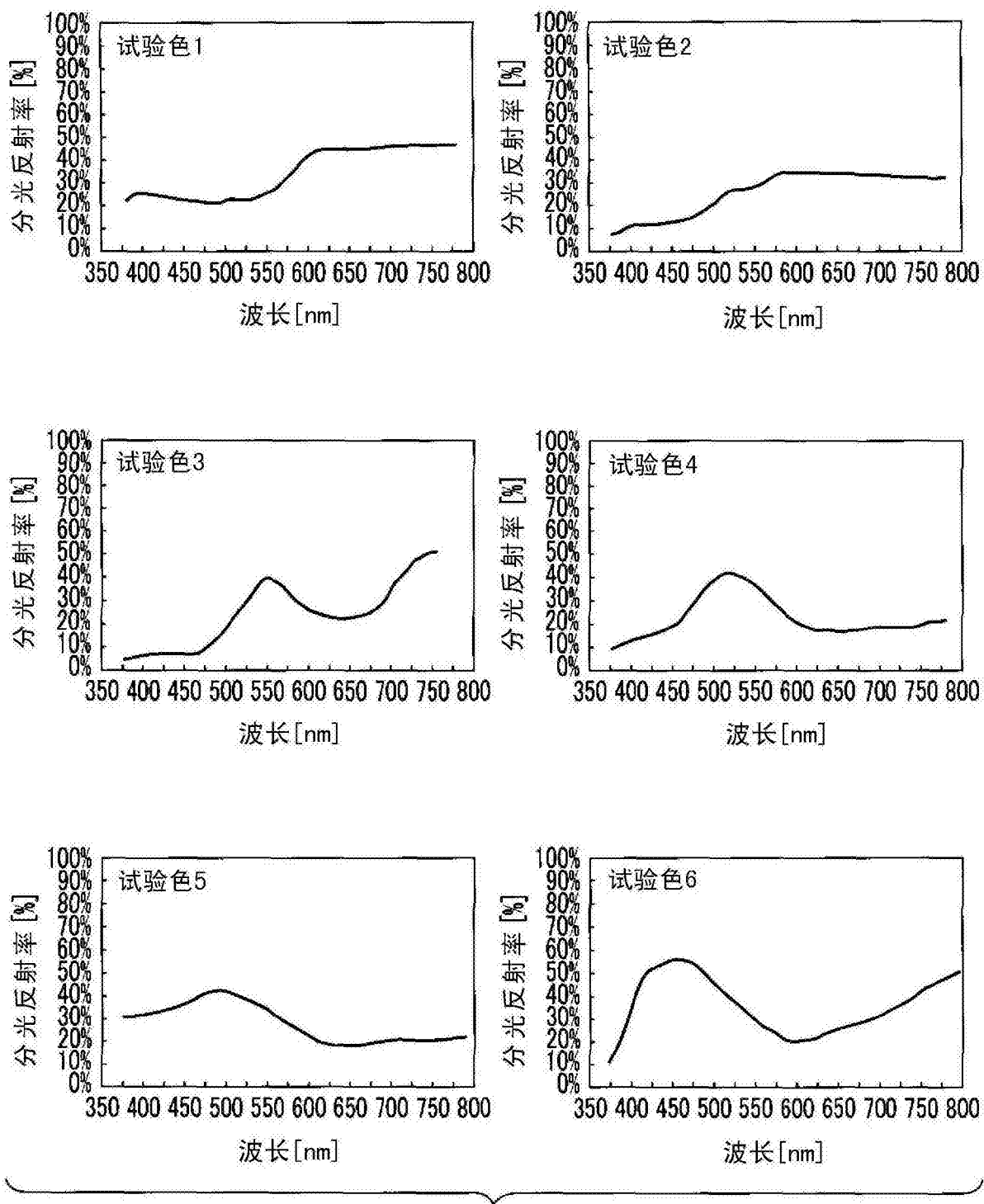


图21

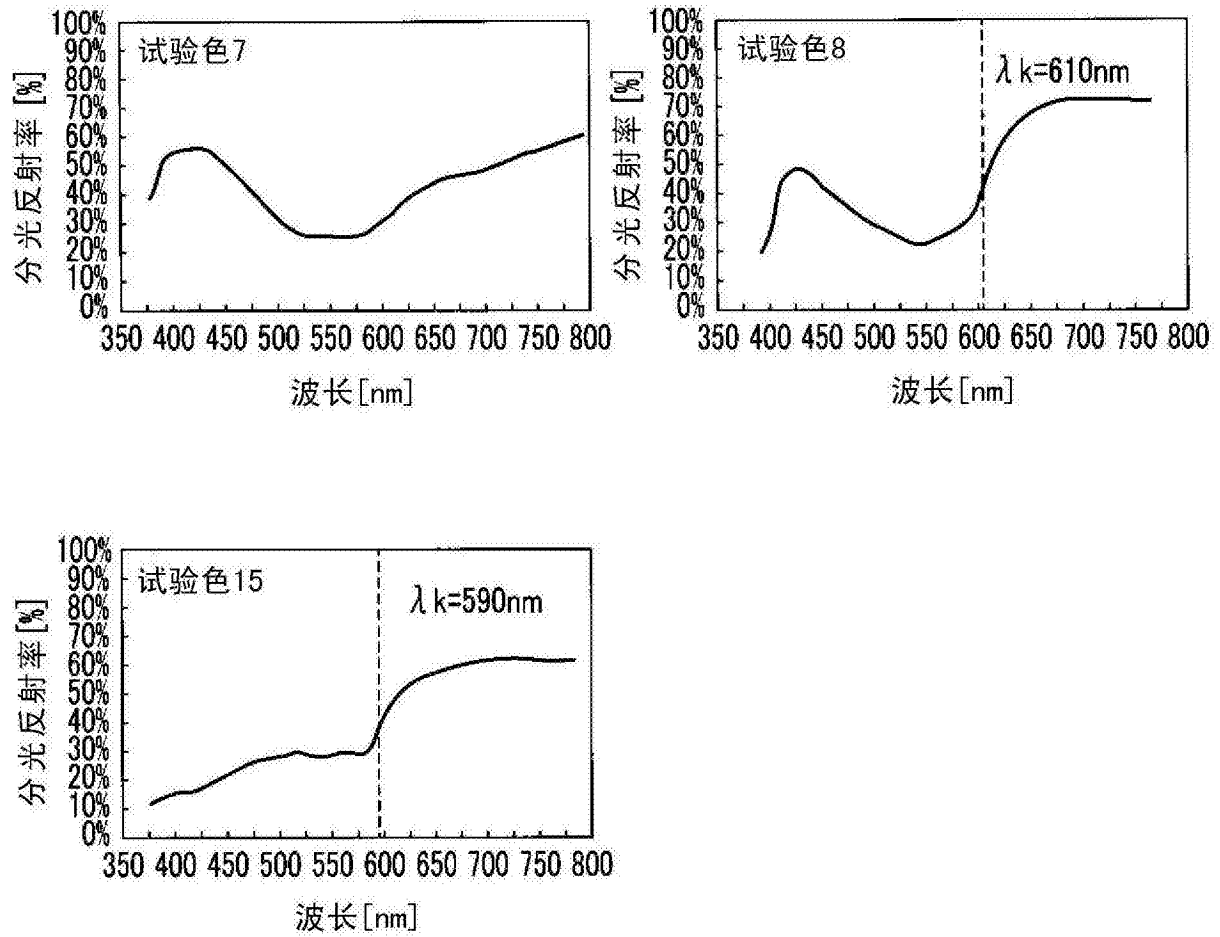


图22

专利名称(译)	内窥镜装置		
公开(公告)号	CN106231988A	公开(公告)日	2016-12-14
申请号	CN201580021920.4	申请日	2015-04-21
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	伊藤毅 龟江宏幸		
发明人	伊藤毅 龟江宏幸		
IPC分类号	A61B1/04 G02B23/24 G06T1/00 H04N5/225		
CPC分类号	A61B1/0638 A61B1/00006 A61B1/00009 A61B1/00045 A61B1/00096 A61B1/051 A61B1/063 A61B1/0669 A61B1/07 G02B23/2469 G02B23/2484 G06T7/90 G06T2207/10024 G06T2207/10068 H04N5/225 H04N5/2253 H04N5/2256 H04N9/045 H04N2005/2255		
优先权	2014094844 2014-05-01 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

使将多个波长的窄带光用于照明光的内窥镜装置的色彩再现性提高。内窥镜装置具备：将由多个窄带光构成的照明光向观察对象物射出的光射出部(48)；检测来自观察对象物的反射散射光并输出拍摄信号的拍摄元件(58)；和处理拍摄信号的图像处理电路(62)。图像处理电路(62)具有：波长欠缺区域分光强度信息推定部(64)，对于拍摄元件(58)的各色彩灵敏度区域，将包含在该色彩灵敏度区域中的窄带光的峰值波长、和与该色彩灵敏度区域对应的拍摄元件(58)的光检测构件所检测的反射散射光的强度建立关联而导出窄带光分光强度信息，并基于此来推定波长欠缺区域分光强度信息；以及波长欠缺区域修正处理部(66)，基于窄带光分光强度信息和波长欠缺区域分光强度信息，进行波长欠缺区域修正处理，以使得接近于照射了没有波长欠缺区域的照明光时得到的图像信号。

