



(43)申请公布日 2017.02.22

山本祐辅

权利要求书2页 说明书15页 附图17页

[illegible]

1. 一种形状推定装置,其特征在于,
具备:

输入部,构成为:被输入用传感器取得的波长与光量之间的关系即光量信息,上述传感器构成为:针对与多个被检测部分别对应的上述波长而检测的上述光量根据上述多个被检测部各自的形状而不同,

存储部,存储包含形状特性信息的光量推定关系,上述形状特性信息表示关于上述多个被检测部的各个被检测部的、上述形状与上述波长与上述光量之间的关系,以及

形状运算部,基于上述光量信息和光量推定值,对上述多个被检测部各自的形状进行运算,上述光量推定值是基于上述光量推定关系而算出的上述波长与上述光量之间的关系。

2. 如权利要求1记载的形状推定装置,其特征在于,
上述形状特性信息分别相互独立,

上述多个被检测部的各自的形状的运算通过基于相互不同的多个上述光量信息和上述光量推定值算出各个上述形状特性信息而进行。

3. 如权利要求2记载的形状推定装置,其特征在于,
上述光量推定关系包含基准光量信息,

上述基准光量信息是在使上述多个被检测部为规定的基准形状的状态下取得的上述光量信息。

4. 如权利要求3记载的形状推定装置,其特征在于,
上述规定的基准形状是使上述多个被检测部的全部为直线状的状态。

5. 如权利要求3记载的形状推定装置,其特征在于,
上述被检测部的各自的形状特性信息是在使上述多个被检测部中的成为形状特性信息的取得对象的被检测部以外的被检测部成为规定的基准形状的状态下取得的上述光量信息。

6. 如权利要求3记载的形状推定装置,其特征在于,
上述形状特性信息是相对于上述基准光量信息的光量的变化率。

7. 如权利要求3记载的形状推定装置,其特征在于,
上述形状特性信息是相对于上述基准光量信息的光量的吸光度。

8. 如权利要求1记载的形状推定装置,其特征在于,
还具备传感器,该传感器构成为:针对与多个被检测部分别对应的波长而检测的光量根据上述多个被检测部各自的形状而不同,上述传感器具备:

光源;

导光部件,具备上述多个被检测部,对从上述光源射出的光进行导光,上述多个被检测部设有具有相互不同的光调制特性的光学部件;以及

光检测器,检测在上述导光部件中进行了导光的光在多个波段下的各个光量信息。

9. 如权利要求8记载的形状推定装置,其特征在于,
上述光调制特性至少是光吸收特性。

10. 如权利要求9记载的形状推定装置,其特征在于,
上述光学部件在上述多个波段的各个波段中具有不同的光调制特性。

11. 如权利要求8记载的形状推定装置,其特征在于,
上述波段的数量为上述被检测部的数量以上。

12. 如权利要求8记载的形状推定装置,其特征在于,
上述多个波段分别包含上述多个波段中的其他波段的一部分。

13. 如权利要求8记载的形状推定装置,其特征在于,
上述传感器具有传感器识别信息。

14. 如权利要求13记载的形状推定装置,其特征在于,
上述存储部将上述传感器识别信息和上述形状特性信息建立关联地存储,上述形状特性信息基于上述传感器识别信息而被提取。

15. 如权利要求13记载的形状推定装置,其特征在于,
上述传感器具有存储上述形状特性信息的传感器存储部,上述形状特性信息被从上述传感器存储部提取。

16. 一种内窥镜系统,其特征在于,
具备:

权利要求8~15中任一项记载的形状推定装置;

在插入部中设有上述导光部件的内窥镜;以及

基于上述形状特性信息而算出上述插入部的形状的内窥镜形状计算部。

17. 一种形状推定方法,其特征在于,
具备以下步骤:

取得用传感器取得的波长与光量之间的关系即光量信息,上述传感器构成为:针对与多个被检测部分别对应的上述波长而检测的上述光量根据上述多个被检测部各自的形状而不同;

取得包含形状特性信息的光量推定关系,上述形状特性信息表示关于上述多个被检测部的各个被检测部的、上述形状与上述波长与上述光量之间的关系;以及

基于上述光量信息和光量推定值,对上述多个被检测部各自的形状进行运算,上述光量推定值是基于上述光量推定关系而算出的上述波长与上述光量之间的关系。

18. 一种用于形状推定的程序,其特征在于,使计算机执行以下步骤:

取得用传感器取得的波长与光量之间的关系即光量信息,上述传感器构成为:针对与多个被检测部分别对应的上述波长而检测的上述光量根据上述多个被检测部各自的形状而不同;

取得包含形状特性信息的光量推定关系,上述形状特性信息表示关于上述多个被检测部的各个被检测部的、上述形状与上述波长与上述光量之间的关系;以及

基于上述光量信息和光量推定值,对上述多个被检测部各自的形状进行运算,上述光量推定值是基于上述光量推定关系而算出的上述波长与上述光量之间的关系。

形状推定装置、具备形状推定装置的内窥镜系统、形状推定方法以及用于形状推定的程序

技术领域

[0001] 本发明涉及对具有可挠性的物体的弯曲形状进行推定的形状推定装置、具备形状推定装置的内窥镜系统、形状推定方法以及用于形状推定的程序。

背景技术

[0002] 具备具有可挠性的插入部的插入装置中,已知有例如装入到内窥镜的插入部中用于检测其形状的装置。例如,专利文献1中公开了形状检测探头,其利用作为被检测部而设有光调制部的光纤。该形状检测探头具有与内窥镜的插入部一体地弯曲的光纤。光纤传递具有相互不同的波长成分的光,光调制部调制所传递的光的波长成分的强度等。该形状检测探头基于由光调制部进行调制前后的波长成分的强度等,对光调制部处的光纤的形状、以及与光纤一体地弯曲的内窥镜的形状进行检测。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2007-143600号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 专利文献1中没有具体公开基于波长成分的强度等如何导出探头的形状。

[0008] 因此,本发明的目的在于,提供能够推定形状的形状推定装置、具备形状推定装置的内窥镜系统、形状推定方法以及用于形状推定的程序。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本发明的一实施方式是具备输入部、存储部、形状运算部的形状推定装置。上述输入部构成为:被输入用传感器取得的波长与光量之间的关系即光量信息,上述传感器构成为:针对与多个被检测部分别对应的上述波长而检测的上述光量根据上述多个被检测部各自的形状而不同。上述存储部存储包含形状特性信息的光量推定关系,上述形状特性信息表示针对上述多个被检测部的各个被检测部的、上述形状与上述波长与上述光量之间的关系。上述形状运算部基于上述光量信息和光量推定值,对上述多个被检测部各自的形状进行运算,上述光量推定值是基于上述光量推定关系而算出的上述波长与上述光量之间的关系。

[0011] 本发明的其他实施方式是具备上述那样的形状推定装置、在插入部中设有上述导光部件的内窥镜、基于上述形状特性信息而算出上述插入部的形状的内窥镜形状计算部的内窥镜系统。

[0012] 并且,本发明的其他实施方式是形状推定方法,具备如下步骤:取得用传感器取得的波长与光量之间的关系即光量信息,上述传感器构成为:针对与多个被检测部分别对应的上述波长而检测的上述光量根据上述多个被检测部各自的形状而不同;取得包含形状特

性信息的光量推定关系,上述形状特性信息表示关于上述多个被检测部的各个被检测部的、上述形状与上述波长与上述光量之间的关系;以及基于上述光量信息和光量推定值,对上述多个被检测部各自的形状进行运算,上述光量推定值是基于上述光量推定关系而算出的上述波长与上述光量之间的关系。

[0013] 进而,本发明的其他实施方式是用于形状推定的程序,其使计算机执行如下步骤:取得用传感器取得的波长与光量之间的关系即光量信息,上述传感器构成为:针对与多个被检测部分别对应的上述波长而检测的上述光量根据上述多个被检测部各自的形状而不同;取得包含形状特性信息的光量推定关系,上述形状特性信息表示关于上述多个被检测部的各个被检测部的、上述形状与上述波长与上述光量之间的关系;以及基于上述光量信息和光量推定值,对上述多个被检测部各自的形状进行运算,上述光量推定值是基于上述光量推定关系而算出的上述波长与上述光量之间的关系。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本发明,能够提供能够推定形状的形状推定装置、具备形状推定装置的内窥镜系统、形状推定方法以及用于形状推定的程序。

附图说明

[0016] 图1是概略地表示包含第一实施方式的形状推定装置的内窥镜系统的结构的图。

[0017] 图2是表示传感器的结构的一例的框图。

[0018] 图3是表示光源射出的光的波长与强度之间的关系的一例的图。

[0019] 图4是表示向光检测器入射的光的波长与光检测器的检测灵敏度之间的关系的一例的图。

[0020] 图5是导光部件的包含光轴的截面图。

[0021] 图6是沿着图5的A—A线的导光部件的径向的截面图。

[0022] 图7是表示第一光吸收体以及第二光吸收体中的光的波长与吸收率之间的关系的一例的图。

[0023] 图8A是概略地表示被检测部向内侧弯曲的状态下的光的传递的图。

[0024] 图8B是概略地表示被检测部为直线状态下的光的传递的图。

[0025] 图8C是概略地表示被检测部向外侧弯曲的状态下的光的传递的图。

[0026] 图9是表示波长和基准光量的关系的一例的图。

[0027] 图10是表示第一被检测部中的波长与光量的变化率之间的关系的一例的图。

[0028] 图11是表示第二被检测部中的波长与光量的变化率之间的关系的一例的图。

[0029] 图12是表示第一被检测部以及第二被检测部的曲率与光量的变化率之间的关系的一例的图。

[0030] 图13是概略地表示第一被检测部以及第二被检测部以任意的曲率弯曲的状态的图。

[0031] 图14是表示在图13的弯曲状态下由光检测器取得的波长与光量之间的关系的一例的图。

[0032] 图15是表示波长与第一被检测部中的光量的变化率和第二被检测部中的光量的变化率之积之间的关系的一例的图。

- [0033] 图16是表示分离的第一被检测部以及第二被检测部中的光量的变化率的一例的图。
- [0034] 图17是表示控制部中的处理的流程的流程图。
- [0035] 图18是表示曲率特性信息的取得的一例的流程图。
- [0036] 图19是表示基准光量信息的取得的一例的流程图。
- [0037] 图20是表示曲率运算处理的一例的流程图。
- [0038] 图21是表示传感器的结构的一例的框图。
- [0039] 图22是表示第一被检测部以及第二被检测部的曲率与吸光度之间的关系的一例的图。
- [0040] 图23是表示第一光吸收体以及第二光吸收体中的光的波长与吸收率之间的关系的一例的图。
- [0041] 图24是表示传感器的结构的一例的框图。
- [0042] 图25是表示某时刻下的波长与光源的发光强度之间的关系的一例的图。
- [0043] 图26是表示与图25对应的、向光检测器入射的光的波长与光检测器的检测灵敏度之间的关系的一例的图。
- [0044] 图27是表示第一至第三被吸收体中的光的波长与吸收率之间的关系的一例的图。
- [0045] 图28是表示第二实施方式中的形状运算部的一例的框图。
- [0046] 图29是表示第一光吸收体以及第二光吸收体中的光的波长与吸收率之间的关系的一例的图。

具体实施方式

[第一实施方式]

[0048] 图1是概略地表示包含本发明的第一实施方式的形状推定装置10的内窥镜系统1的结构的图。内窥镜系统1具有内窥镜810、内窥镜控制部820、形状推定装置10、显示部180和输入设备190。

[0049] 内窥镜810具有向被插入体插入的插入部812和与插入部812的基端侧连结的操作部814。插入部812是内窥镜顶端侧的细长的管状部分,具有顶端硬质部816、设置在顶端硬质部816的基端侧的弯曲部817、以及设置在弯曲部817的基端侧的可挠管部818。顶端硬质部816内置有未图示的照明光学系统、观察光学系统、拍摄元件等。弯曲部817通过对操作部814进行操作而向所期望的方向弯曲。可挠管部818弯曲自如,例如根据被插入体的弯曲形状而弯曲。操作部814进行以上述的弯曲操作为代表的内窥镜810的各种操作。

[0050] 内窥镜控制部820控制内窥镜810的各种动作。并且,内窥镜控制部820具有用于对由内窥镜810的观察光学系统以及拍摄元件取得的图像进行处理的图像处理部822。

[0051] 形状推定装置10是用于推定内窥镜810的插入部812的、特别是弯曲部817或可挠管部818的弯曲形状的装置。形状推定装置10具有由传感器驱动部300和传感器部400构成的传感器500、以及控制部100。它们的详细情况在后叙述。

[0052] 显示部180是一般的显示装置,例如是液晶显示器、CRT显示器或有机EL显示器。显示部180与内窥镜控制部820连接,显示由内窥镜810取得的图像。并且,显示部180与形状推定装置10的控制部100连接,显示由形状推定装置10得到的内窥镜810的插入部812的形状

的信息。

[0053] 输入设备190是一般的输入用的设备,例如是键盘、鼠标、指示器件、标签阅读器(tag reader)、按键开关、滑块、拨盘(dial)。输入设备190与形状推定装置10的控制部100连接。输入设备190是为了用户输入用于使形状推定装置10动作的各种指令而使用的。并且,输入设备190也可以是存储介质。该情况下,存储在存储介质中的信息被输入到控制部100。

[0054] 接着,说明形状推定装置10的传感器500。图2是表示由传感器驱动部300以及传感器部400构成的传感器500的结构的一例的框图。传感器驱动部300具有光源310、光检测器320、光分支部330和防反射部件340。传感器部400具有设有多个被检测部410的导光部件420、和反射部件430。

[0055] 光源310例如是灯、LED、激光二极管等一般已知的发光部。光源310还可以具有用于对波长进行变换的荧光体等。

[0056] 图3是表示光源310射出的光的波长与强度之间的关系的一例的图。光源310射出包含第一波长 λ_1 以及第二波长 λ_2 的发光波长区域的光。第一波长 λ_1 是传感器部400的后述的第一被检测部411的光吸收体所吸收的波谱的特征性波长。这里,所谓特征性波长,例如是吸收变得极大的波长(参照图7)。同样,第二波长 λ_2 是传感器部400的后述的第二被检测部412的光吸收体所吸收的波谱的特征性波长。

[0057] 光检测器320具有分光器或滤色器那样的用于分光的元件、和发光二极管那样的受光元件。光检测器320检测规定的波长区域的光的强度,输出光量信息。这里,所谓光量信息,是表示规定的波长区域中的特定的波长与该波长下的光强度之间的关系的信息。

[0058] 图4是表示向光检测器320入射的光的波长与光检测器320的检测灵敏度之间的关系的一例的图。光检测器320在包含上述的第一波长 λ_1 以及第二波长 λ_2 的波长区域内具有检测灵敏度。光检测器320例如将在波长 λ_1 、 λ_2 下检测到的光强度向控制部100输出。

[0059] 另外,光检测器不限于具有分光特性的光检测器。光源及光检测器包含通过光源和光检测器的组合而对多个规定的波长区域的每个波长区域的光量进行检测的形态。例如,光源及光检测器包含按时间依次从光源射出窄频带光、并用宽频带光检测器对各波长区域的光量进行检测的形态。

[0060] 光分支部330与光源310及光检测器320光学连接。光分支部330具有光耦合器或半反射镜等。光分支部330将从光源310射出的光向传感器部400的后述的导光部件420引导,并且将被导光部件420导光后的光向光检测器320引导。

[0061] 防反射部件340与光分支部330光学连接。防反射部件340防止从光源310射出的光中的、没有入射到导光部件420的光返回到光检测器320。

[0062] 导光部件420例如是光纤,具有可挠性。导光部件420的基端与光分支部330连接。导光部件420如图1中概略地表示的那样,在内窥镜810的插入部812内沿其长度方向被装入插入部812内。导光部件420的被检测部410遍及插入部812中的希望计算形状的区域而配置于例如弯曲部817或可挠管部818。

[0063] 导光部件420设有多个被检测部410。被检测部410包含第一被检测部411和第二被检测部412,还能够包含第m被检测部41m。这里m是任意的数。这些被检测部410在导光部件420的长度方向(光轴方向)上的不同位置上即相互隔开间隔而配置。以下,假设在导光部件

420中设有第一被检测部411以及第二被检测部412这2个被检测部410的情况而继续说明。

[0064] 图5是导光部件420的包含光轴的截面图。图6是沿着图5的A—A线的导光部件420的径向的截面图。导光部件420具有芯423、包围芯423的包覆层422、和包围包覆层422的外覆层421。

[0065] 被检测部410通过将外覆层421及包覆层422的一部分除去以使芯423露出、并在露出的芯423上设置光吸收体429而形成。多个被检测部410中,分别使用了每个波长的光吸收率不同的、即具有不同的光调制特性的光吸收体429。以下,将设置于第一被检测部411的光吸收体429称为第一光吸收体,将设置于第二被检测部412的光吸收体429称为第二光吸收体。另外,能够使用不限于光吸收体的、对所导光的光的波谱带来影响的光学部件,光学部件例如可以是波长变换部件(荧光体)。

[0066] 图7是表示第一光吸收体以及第二光吸收体中的光的波长与吸收率之间的关系的一例的图。图7中,实线表示第一光吸收体的吸光特性,虚线表示第二光吸收体的吸光特性。如图7所示,设置于不同的被检测部410的光吸收体具有相互不同的吸光特性。

[0067] 另外,根据芯423和光吸收体429相接的面积、光吸收体的折射率、吸光特性,如图7所示的第二光吸收体的吸收率那样,有遍及发光波长区域整体而产生某种程度的吸收的情况。即使是这种情况,也通过考虑各被检测部410的后述的变化率而求出各被检测部410的曲率。

[0068] 说明被检测部410的弯曲与在导光部件420中导光的光的传递量之间的关系。图8A~图8C是概略地表示在导光部件420的被检测部410附近导光的光的图。在导光部件420为直线状态的情况下,如图8B所示,在导光部件420中导光的光的一部分被光吸收体429吸收。相对于此,在导光部件420以使光吸收体429来到内侧的方式弯曲的情况下,照射到光吸收体429的光减少,因此光吸收体429的光吸收量变小(图8A)。因而,在导光部件420中导光的光的传递量增加。另一方面,在导光部件420以使被检测部410来到外侧的方式弯曲的情况下,照射到光吸收体429的光增加,因此光吸收体429的光吸收量变大(图8C)。因而,在导光部件420中导光的光的传递量减少。

[0069] 这样,根据被检测部410的弯曲,在导光部件420中导光的光的量变化。以下的说明中,假设图8A所示那样的、导光部件420向使导光部件420的光传递量增加的方向弯曲的方向为正方向,假设图8C所示那样的、导光部件420向使导光部件420的光传递量减少的方向弯曲的方向为负方向。

[0070] 再次参照图2,在导光部件420的没有与光分支部330连接的一侧的端部即顶端,设有反射部件430。反射部件430使从光分支部330利用导光部件420导光的光反射,以向光分支部330的方向返回。

[0071] 接着,再次参照图1说明形状推定装置10的控制部100。控制部100例如由作为个人电脑的电子计算机构成。控制部100具有运算部101、内窥镜形状计算部140、光检测器驱动部150和输出部160。

[0072] 运算部101例如由包含CPU或ASIC等的设备等构成。运算部101具有输入部130、存储部120和形状运算部110。

[0073] 输入部130被从传感器驱动部300的光检测器320输入光量信息。输入部130将输入的光量信息向形状运算部110传递。并且,输入部130被输入被检测部410的后述的形状特性

信息。进而,输入部130还被输入从内窥镜控制部820输出的信息。输入部130将这些输入的信号向光检测器驱动部150或形状运算部110传递。

[0074] 存储部120存储有形状运算部110进行的运算所需的各种信息。存储部120例如存储有包含计算算法的程序、包含被检测部410的后述的形状特性信息的光量推定关系等。

[0075] 形状运算部110基于经由输入部130取得的光量信息、和存储在存储部120中的后述的光量推定关系,算出各被检测部410的形状。形状运算部110具有推定值运算部212。推定值运算部212基于存储在存储部120中的光量推定关系,生成光量推定值。形状运算部110基于经由输入部130取得的光量信息、和光量推定值,算出各被检测部410的形状。形状运算部110将算出的被检测部410的形状向内窥镜形状计算部140以及输出部160传递。并且,形状运算部110将光检测器320的增益等、形状计算所需的与光检测器320的动作有关的信息向光检测器驱动部150输出。

[0076] 内窥镜形状计算部140例如包含CPU或ASIC等。内窥镜形状计算部140基于由形状运算部110算出的各被检测部410的形状,算出配置有被检测部410的内窥镜810的插入部812的形状。所算出的插入部812的形状被传递到输出部160。另外,内窥镜形状计算部140也可以被装入到形状运算部110。

[0077] 光检测器驱动部150基于从输入部130或形状运算部110取得的信息,生成光检测器320的驱动信号。通过该驱动信号,光检测器驱动部150基于例如经由输入部130取得的向输入设备190输入的用户的指示,切换光检测器320的驱动动作的接通(ON)/断开(OFF),或基于从形状运算部110取得的信息,调整光检测器320的增益。并且,光检测器驱动部150也可以构成为还控制光源310的动作。光检测器驱动部150将生成的驱动信号向输出部160传递。

[0078] 输出部160将从形状运算部110取得的被检测部410的形状或从内窥镜形状计算部140取得的插入部812的形状向显示部180输出。此外,输出部160将从形状运算部110取得的被检测部410的形状或从内窥镜形状计算部140取得的插入部812的形状向内窥镜控制部820输出。此外,输出部160将来自光检测器驱动部150的驱动信号向光检测器320输出。

[0079] 对本实施方式的内窥镜系统1以及形状推定装置10的动作进行说明。

[0080] 内窥镜810的插入部812被用户向被插入体内插入。此时,插入部812追随于被插入体的形状而弯曲。内窥镜810通过设置在插入部812的顶端硬质部816上的观察光学系统以及拍摄元件而得到图像信号。得到的图像信号被传递到内窥镜控制部820的图像处理部822。图像处理部822基于所取得的图像信号,制作内窥镜图像。图像处理部822使显示部180显示制作出的内窥镜图像。

[0081] 在用户希望使显示部180显示内窥镜810的插入部812的形状时、或者希望使内窥镜控制部820进行利用了插入部812的形状的各种动作时,用户将该意思通过输入设备190输入到控制部100。此时,形状推定装置10动作。

[0082] 在形状推定装置10动作的情况下,传感器驱动部300的光源310射出规定的发光波长区域的光。从光源310射出的光经由光分支部330向传感器部400的导光部件420传导。传导来的光在导光部件420内从基端侧向顶端侧传递。此时,导光部件420中的光量对应于设置在导光部件420中的被检测部410的弯曲状态而变化,所传递的光量按每波长而减少。并且,该光在反射部件430处反射而折返,在导光部件420内从顶端侧向基端侧传递。该反射光经由光分支部330到达光检测器320。光检测器320按每波长来检测到达的光的强度。

[0083] 光检测器320将关于波长及检测到的光强度的光量信息向控制部100的输入部130输出。由形状运算部110从输入部130取得所输入的光量信息,形状运算部110算出各被检测部410的形状。

[0084] 由形状运算部110算出的各被检测部410的形状的信息由内窥镜形状计算部140取得。内窥镜形状计算部140基于被检测部410的形状,算出内窥镜810的插入部812的形状。

[0085] 由形状运算部110算出的各被检测部410的形状或由内窥镜形状计算部140算出的插入部812的形状的信息经由输出部160而被内窥镜控制部820取得。内窥镜控制部820基于被检测部410或插入部812的形状的信息,控制内窥镜810的动作。

[0086] 此外,由形状运算部110算出的各被检测部410的形状或由内窥镜形状计算部140算出的插入部812的形状经由输出部160而被显示到显示部180。

[0087] 进而,输入到输入部130的信息以及由形状运算部110算出的各被检测部410的形状的信息被光检测器驱动部150取得。光检测器驱动部150基于所取得的信息,经由输出部160向光检测器320传递驱动信号,控制光检测器320的动作。

[0088] 这样,根据形状推定装置10,通过运算部101取得各被检测部410的形状。进而,基于所取得的被检测部410的形状,内窥镜形状计算部140算出内窥镜810的插入部812的形状。由此,用户在内窥镜810的操作中能够把握各被检测部410或插入部812的形状(曲率或弯曲量)。此外,内窥镜控制部820能够根据算出的各被检测部410或插入部812的形状而适当地控制内窥镜810的动作。

[0089] 对本实施方式的形状推定装置10中由运算部101进行的运算进行说明。首先,说明在形状推定装置10的使用前事先准备的信息。由光检测器320检测的波长 λ_n 的光的光量 D_{λ_n} 由以下的式(1)提供。

[0090] [数学式1]

$$D_{\lambda_n} = E_{\lambda_n} \times A_{\lambda_n} \times B_{\lambda_n} \times L_{\lambda_n} \quad \text{式(1)}$$

[0092] 这里, E_{λ_n} 是从光源310射出的波长 λ_n 的光的光量, A_{λ_n} 是第一光吸收体对波长 λ_n 的光的吸收率, B_{λ_n} 是第二光吸收体对波长 λ_n 的光的吸收率, L_{λ_n} 是光分支部330、导光部件420、反射部件430等在传感器驱动部300以及传感器部400中光进行传递的光路中包含的被检测部410以外的部件对波长 λ_n 的光的吸收率。

[0093] 射出光量 E_{λ_n} 及吸收率 L_{λ_n} 不依赖于被检测部410的形状。因而,表示光量 D_{λ_n} 的式(1)可改写为式(2)那样。即,将各被检测部410是成为基准的规定形状(以下称为基准形状)的情况下由光检测器320检测的波长 λ_n 的光的光量作为基准光量 1_{λ_n} 而求出。此外,将第一被检测部411以外的全部的被检测部410(这里是第二被检测部412)为基准形状的情况下由光检测器320检测的波长 λ_n 的光的光量与基准光量 1_{λ_n} 之比作为第一被检测部411中的变化率 α_{λ_n} 。此外,将第二被检测部412以外的全部的被检测部410(这里是第一被检测部411)为基准形状的情况下由光检测器320检测的波长 λ_n 的光的光量与基准光量 1_{λ_n} 之比作为第二被检测部412中的变化率 β_{λ_n} 。此时,光量 D_{λ_n} 由以下的式(2)提供。

[0094] [数学式2]

$$D_{\lambda_n} = 1_{\lambda_n} \times \alpha_{\lambda_n} \times \beta_{\lambda_n} \quad \text{式(2)}$$

[0096] 此外,各被检测部410的光吸收体429中的光的吸收率根据各被检测部410的形状例如曲率 κ 而变化。因而,第一被检测部411中的变化率 α_{λ_n} 由以下的式(3)提供。

[0097] [数学式3]

[0098] $\alpha_{\lambda n} = f_{\lambda n}(\kappa_a)$ 式 (3)

[0099] 这里, κ_a 是第一被检测部411的曲率, 函数 $f_{\lambda n}$ 是关于第一被检测部411的曲率特性信息。

[0100] 同样, 第二被检测部412中的变化率 $\beta_{\lambda n}$ 由以下的式 (4) 提供。

[0101] [数学式4]

[0102] $\beta_{\lambda n} = g_{\lambda n}(\kappa_\beta)$ 式 (4)

[0103] 这里, κ_β 是第二被检测部412的曲率, 函数 $g_{\lambda n}$ 是关于第二被检测部412的曲率特性信息。

[0104] 通过式 (2)、式 (3)、式 (4), 得到以下的式 (5)。式 (5) 中, 左边表示任意的形状下的光量信息, 右边表示基于基准光量信息和曲率特性信息生成的光量推定值。

[0105] [数学式5]

[0106] $D_{\lambda n}(\kappa_a, \kappa_\beta) = I_{\lambda n} \times f_{\lambda n}(\kappa_a) \times g_{\lambda n}(\kappa_\beta)$ 式 (5)

[0107] 对于用于决定基准光量 $I_{\lambda n}$ 的基准形状而言, 例如采用各被检测部410全部是直线形状的情况、即第一被检测部411以及第二被检测部412的曲率为0且曲率半径为 ∞ 的情况。但是, 基准形状不限定于此, 也可以是直线形状以外的形状。并且, 基准形状也可以对于全部的被检测部410不是相同的形状, 对于各被检测部410可以设为任意的形状。以下, 对于采用了全部被检测部410为直线形状的情况作为基准形状的情况进行说明。

[0108] 图9是表示波长与基准光量之间的关系的一例的图。全部的被检测部410为基准形状时即 $\kappa_a = 0$ 、 $\kappa_\beta = 0$ 时的光量 $D_{\lambda n}(0, 0)$ 根据定义由以下的式 (6) 提供。

[0109] [数学式6]

[0110] $D_{\lambda n}(0, 0) = I_{\lambda n}$ 式 (6)

[0111] 即, 根据定义, 基准光量是 $I_{\lambda n}$, $f_{\lambda n}(0) = 1$, $g_{\lambda n}(0) = 1$ 。

[0112] 在使成为对象的被检测部以外的形状为基准形状的状态下、使成为对象的被检测部的曲率在可取得的范围内变化, 从而取得曲率特性信息即函数 $f_{\lambda n}$ 以及函数 $g_{\lambda n}$ 。图10是表示所取得的曲率特性信息 $f_{\lambda n}(\kappa_a)$ 的一例的图。这里, 曲率 κ_a 是 $\kappa_{11} < \kappa_{12} < 0 < \kappa_{13} < \kappa_{14}$ 。此外, 图11是表示所取得的曲率特性信息 $g_{\lambda n}(\kappa_\beta)$ 的一例的图。这里, 曲率 κ_β 是 $\kappa_{21} < \kappa_{22} < 0 < \kappa_{23} < \kappa_{24}$ 。图10及图11中分别示出了对于4个曲率的曲率特性信息。但是, 所取得的曲率特性信息不限定于这些, 对于各种各样的曲率, 可取得发光波长区域内的波长与变化率之间的关系。

[0113] 这样, 能够得到表示曲率 κ_a 与变化率 $\alpha_{\lambda n}$ 的关系的第一被检测部411的曲率特性信息 $f_{\lambda n}(\kappa_a)$ 以及表示曲率 κ_β 与变化率 $\beta_{\lambda n}$ 的关系的第二被检测部412的曲率特性信息 $g_{\lambda n}(\kappa_\beta)$ 。图12是表示这样得到的第一被检测部411以及第二被检测部412的曲率与变化率的关系即曲率特性信息的一例的图。

[0114] 另外, 函数 $f_{\lambda n}(\kappa_a)$ 通过式 (5) 由以下的式 (7) 提供。

[0115] [数学式7]

[0116]
$$f_{\lambda n}(\kappa_a) = \frac{D_{\lambda n}(\kappa_a, 0)}{I_{\lambda n}} \quad \text{式 (7)}$$

[0117] 同样, 函数 $g_{\lambda n}(\kappa_\beta)$ 由以下的式 (8) 提供。

[0118] [数学式8]

$$[0119] \quad g_{\beta}(\kappa_{\beta}) = \frac{D_{\beta}(0, \kappa_{\beta})}{I_{\beta}} \quad \text{式 (8)}$$

[0120] 曲率特性信息以及基准光量信息例如在内窥镜系统1的制造时或内窥镜系统1的设置时等事先取得,事先被存储在存储部120中。此外,曲率特性信息以及基准光量信息也可以在每次使用时取得。

[0121] 接着,说明形状推定装置10的使用时由运算部101进行的运算。图13是概略地表示传感器部400的第一被检测部411以及第二被检测部412分别以任意的曲率 κ_{α} 、 κ_{β} 弯曲的状态的图。图14是表示在图13的弯曲状态下由光检测器320取得的波长与光量的关系的一例的图。

[0122] 根据式(5),由光检测器320检测到的光量 $D(\kappa_{\alpha}, \kappa_{\beta})$ 等于将图9所示的事先取得的基准光量 I 、和第一被检测部411及第二被检测部412中的变化率的积 $f(\kappa_{\alpha}) \times g(\kappa_{\beta})$ 相乘而得到的值。图15是表示这样的变化率的积、即波长与第一被检测部411中的光量的变化率和第二被检测部412中的光量的变化率之积之间的关系的一例的图。

[0123] 这里,各被检测部中的光量的变化率相互独立。因而,只要能够将该变化率的积 $f(\kappa_{\alpha}) \times g(\kappa_{\beta})$ 分离为各被检测部411、412的变化率 $f(\kappa_{\alpha})$ 、 $g(\kappa_{\beta})$,就能够根据光量 $D(\kappa_{\alpha}, \kappa_{\beta})$ 求出各曲率 κ_{α} 、 κ_{β} 。换言之,只要能够从混杂有相互独立的多个曲率特性信息的状态算出各曲率特性信息,就能够求出各被检测部的形状。图16是表示被分离出的第一被检测部411中的光量的变化率 $f(\kappa_{\alpha})$ 以及第二被检测部412中的光量的变化率 $g(\kappa_{\beta})$ 的一例的图。

[0124] 本实施方式中,为了求出第一被检测部411的曲率 κ_{α} 以及第二被检测部412的曲率 κ_{β} ,基于由光检测器320检测到的第一波长 λ_1 以及第二波长 λ_2 下的光量 D_{λ_1} 以及 D_{λ_2} ,求解由以下的式(9)表示的联立方程式。

[0125] [数学式9]

$$[0126] \quad \begin{cases} D_{\lambda_1}(\kappa_{\alpha}, \kappa_{\beta}) = I_{\lambda_1} \times f_{\lambda_1}(\kappa_{\alpha}) \times g_{\lambda_1}(\kappa_{\beta}) \\ D_{\lambda_2}(\kappa_{\alpha}, \kappa_{\beta}) = I_{\lambda_2} \times f_{\lambda_2}(\kappa_{\alpha}) \times g_{\lambda_2}(\kappa_{\beta}) \end{cases} \quad \text{式 (9)}$$

[0127] 基准光量 I_{λ_1} 、 I_{λ_2} 以及曲率特性信息 f_{λ_1} 、 f_{λ_2} 、 g_{λ_1} 、 g_{λ_2} 被如上述那样事先取得并存储在存储部120中。因而,基于光量 D_{λ_1} 、 D_{λ_2} ,能够求出第一被检测部的曲率 κ_{α} 以及第二被检测部412的曲率 κ_{β} 。换言之,通过基于上述那样的函数形式所表示的光量推定关系算出光量推定值,从而求得各被检测部的形状。另外,光量推定关系不限于由上述那样的函数形式表示,也可以由保存了波长和光量的关系的表(查找表)表示。

[0128] 并且,虽然说明了将表示各被检测部的形状的参数作为曲率、使用了曲率特性信息的形状推定运算,但参数不限定为曲率,例如能够采用使用了曲率半径等表示各被检测部的形状的其他参数以及与其对应的形状特性信息的形状推定运算。

[0129] 图17是表示控制部100的处理的流程的流程图。在步骤S1中,控制部100判断曲率特性信息是否存储在存储部120中。在判断为没有存储的情况下(否),向步骤S2前进,控制部100取得曲率特性信息。

[0130] 图18是表示曲率特性信息的取得的一例的流程图。在步骤S21中,控制部100取得

基准光量信息 1_{λ} 。

[0131] 图19是表示基准光量信息的取得的一例的流程图。在步骤S211中,控制部100将被检测部410设定为基准形状,本实施方式中,将全部的被检测部410设定为直线形状。另外,在手动将全部的被检测部410设定为基准形状的情况下,在步骤S211中,控制部100确认全部的被检测部410是否成为了基准形状。在步骤S212中,控制部100取得基准形状下的光量信息 1_{λ} (式(6))。在步骤S213中,取得的基准光量信息 1_{λ} 被存储在存储部120中。然后,基准光量信息 1_{λ} 的取得结束,向步骤S22前进。

[0132] 再次参照图18,在步骤S22中,控制部100取得关于各被检测部410的曲率特性信息、即在本实施方式中取得关于第一被检测部411的曲率特性信息 $f_{\lambda n}(\kappa_{\alpha})$ 以及关于第二被检测部412的曲率特性信息 $g_{\lambda n}(\kappa_{\beta})$ (式(7),式(8))。进而,在步骤S23中,所取得的曲率特性信息被存储到存储部120。然后,曲率特性信息的取得结束。

[0133] 再次参照图17,在步骤S2中取得曲率特性信息后、或在步骤S1中判断为曲率特性信息存储在存储部120中的情况下(是),向步骤S3前进。另外,所谓在步骤S1中判断为“是”的情况,例如是在内窥镜系统1的工场出货时或设置时进行了曲率特性信息的取得的情况。

[0134] 在步骤S3中,控制部100判断是否有基准光量信息的再取得的请求。在判断为有请求的情况下(是),向步骤S4前进。并且,在步骤S4中,控制部100通过上述的基准光量信息的取得的子程序(步骤S211~S213)取得基准光量信息。另外,有这样的再取得的请求例如是与不同于上述控制部100的其他控制部进行了连接的情况、进行了传感器驱动部300与传感器部400的分离及再连接的情况。

[0135] 在步骤S4中取得基准光量信息 1_{λ} 后、或在步骤S3中判断为没有请求的情况下(否),向步骤S5前进,控制部100的运算部101进行各被检测部410的曲率运算。

[0136] 图20是表示曲率运算处理的一例的流程图。在步骤S51中,形状运算部110从存储部120读出基准光量信息 1_{λ} 以及曲率特性信息 $f_{\lambda n}(\kappa_{\alpha})$ 、 $g_{\lambda n}(\kappa_{\beta})$ 。此外,在步骤S52中,形状运算部110经由输入部130通过光检测器320取得任意形状下的光量信息 $D_{\lambda n}$ 。进而,在步骤S53中,形状运算部110根据光量信息 $D_{\lambda n}$ 、基准光量信息 1_{λ} 以及曲率特性信息 $f_{\lambda n}(\kappa_{\alpha})$ 、 $g_{\lambda n}(\kappa_{\beta})$,如上述那样求出各曲率 κ_{α} 、 κ_{β} (式(9))。此外,在步骤S54中,形状运算部110将求出的各曲率 κ_{α} 、 κ_{β} 向输出部160传递。然后,曲率运算结束。

[0137] 再次参照图17,步骤S5的曲率运算处理后,向步骤S6前进。在步骤S6中,控制部100判断是否进行曲率的运算。判断为进行的情况下(是),返回到步骤S1,反复进行步骤S1之后的处理。在判断为不进行的情况下(否),结束。

[0138] 另外,曲率特性仅依赖于被检测部410的光吸收体429的吸光特性,不依赖于光源310或光检测器320的特性。因而,可以将传感器驱动部300的各构成部进行分离,例如可以使用射出规定的发光波长区域的光的光源、或者遍及控制部100需要的全部波长而具有检测灵敏度的光检测器。即,能够基于其他光源或光检测器取得曲率特性,此外,能够实现与其他传感器驱动部的更换。

[0139] 根据本实施方式,在构成传感器部400的导光部件420,设有多个被检测部410,为了推定这些被检测部410的各自的形状,使用被检测部410的数量以上的波长。各被检测部410中的这些每个波长的光量信息由传感器驱动部300的光检测器320检测。此外,基于检测出的光量信息、和光量推定值,推定被检测部410或内窥镜810的插入部812的形状,所述光

量推定值是基于事先存储在存储部120中的包含形状特性信息的光量推定关系而算出的。这样,根据本实施方式,能够提供能够推定形状的形状推定装置。

[0140] 并且,根据本实施方式,为了求出曲率而使用了被检测部410中的光的变化率。因而,能够不依赖于传感器驱动部300的光源310的波谱以及光检测器320的分光灵敏度地进行曲率运算。

[0141] 并且,根据本实施方式,光源310与设置在导光部件420中的被检测部410之间的距离的信息在曲率运算中不是必须的。因而,能够不考虑光源310与被检测部410的位置关系地进行曲率运算。

[0142] 进而,根据本实施方式,由传感器驱动部300的光分支部330或传感器部400的反射部件430引起的光的吸收、损失不依赖于被检测部410的弯曲量而是一定的。因而,在求取基准光量信息时,也是包含这些损失的状态。因此,能够不另外考虑光分支部330以及反射部件430的影响而进行计算。

[0143] 第一实施方式也可以是以下那样的形态。

[0144] (第一形态)

[0145] 步骤S3中所判断的基准光量信息的再取得的请求例如在进行了传感器驱动部300的光分支部330与传感器部400的导光部件420的分离、再连接的情况下发生。控制部100也可以构成为,判断这种情况下是否维持了连接、即是否进行了分离、再连接。

[0146] (第二形态)

[0147] 图21是表示传感器500的结构的一例的框图。该形态下,传感器部400具有传感器存储部440。传感器存储部440中,例如在工场出货时或设备设置时事先存储有传感器识别信息以及曲率特性信息。传感器识别信息、即所谓的1D信息是用于识别传感器部400的种类或个体的信息,优选是独特的(唯一的)。并且,在曲率特性信息的取得中,也通过图19的步骤S213使曲率特性信息存储于传感器存储部440。

[0148] 并且,在进行了与其他控制部的连接的情况下(存储部120中不存在曲率特性信息的情况下),在图17的步骤S2中代替进行曲率特性信息的取得而从传感器存储部440读出曲率特性信息。由此,在将传感器驱动部300连接到其他控制部的情况下,也不需要重新取得曲率特性。

[0149] 在使用多个传感器部的环境中,在图17所示的流程刚开始的步骤S1之前,也可以设置控制部100确认所连接的传感器部400的传感器识别信息的步骤。另外,该情况下,前提是,曲率特性信息和传感器识别信息被建立了关联,并且曲率特性信息(多个传感器部各自的曲率特性信息)存储在存储部120中。

[0150] 在确认传感器识别信息的步骤中,例如通过输入设备190从输入部130输入传感器识别信息。传感器识别信息可以被刻印或贴附于传感器部400,也可以存储在标签上。标签优选是RF-1D那样的非接触标签。或者,也可以在使上述那样的传感器存储部440存储后进行读出、或读出保存在其他存储介质中的信息。并且,在不满足上述前提的、没有在存储部120中存储的传感器识别信息的情况下,可以按照图17的流程来进行处理。

[0151] 根据第二形态,由于能够从传感器识别信息提取曲率特性信息,因此在进行了与其他传感器部的连接的情况下也能够从传感器识别信息提取曲率特性信息。因而,不需要重新取得曲率特性。

[0152] (第三形态)

[0153] 式(9)也可以取对数而如以下的式(10)那样表示。

[0154] [数学式10]

[0155]

$$\begin{cases} \log D_{21}(k_{\alpha}, k_{\beta}) = \log I_{21} + \log f_{21}(k_{\alpha}) + \log g_{21}(k_{\beta}) \\ \log D_{22}(k_{\alpha}, k_{\beta}) = \log I_{22} + \log f_{22}(k_{\alpha}) + \log g_{22}(k_{\beta}) \end{cases} \quad \text{式(10)}$$

[0156] 通过取对数,式(9)的右边以加法方式表现。此时,各被检测部410的变化率的对数能够考虑为以基准光量信息为基准的吸光度。此外,第一被检测部411以及第二被检测部412的曲率特性信息分别设为式(3)及式(4)的取对数而得到的以下的式(11)及式(12)。

[0157] [数学式11]

$$F_{\lambda n}(k_{\alpha}) = \log f_{\lambda n}(k_{\alpha}) \quad \text{式(11)}$$

[0159] [数学式12]

$$G_{\lambda n}(k_{\beta}) = \log g_{\lambda n}(k_{\beta}) \quad \text{式(12)}$$

[0161] 图22是表示如上述那样取对数的情况下的第一被检测部411以及第二被检测部412的曲率与吸光度的关系即曲率特性信息的一例的图。此外,通过式(10)、式(11)、式(12),得到以下的式(13)。

[0162] [数学式13]

[0163]

$$\begin{cases} \log D_{21}(k_{\alpha}, k_{\beta}) = \log I_{21} + F_{21}(k_{\alpha}) + G_{21}(k_{\beta}) \\ \log D_{22}(k_{\alpha}, k_{\beta}) = \log I_{22} + F_{22}(k_{\alpha}) + G_{22}(k_{\beta}) \end{cases} \quad \text{式(13)}$$

[0164] 根据第三形态,由于能够将各被检测部410的变化率的积改写为各被检测部的变化率的和,因此能够使计算容易。

[0165] (第四形态)

[0166] 图23是表示第一光吸收体以及第二光吸收体中的光的波长与吸收率之间的一例的图。为了算出形状而使用的波长不限于特定的波长 λ_1 、 λ_2 ,也可以是分别具有图23所示那样的带宽的第一波段 $d_{\lambda 1}$ 以及第二波段 $d_{\lambda 2}$ 。例如,第一被检测部411以及第二被检测部412具有被检测部的数量以上(即2以上)的、作为相互吸收的波长范围(即第一光吸收体和第二光吸收体都在该波长范围中具有吸收率)且吸收波长特性相互不同(即第一光吸收体与第二光吸收体的吸收率相互不同)的波长范围的波段(特征性吸收带)。

[0167] 根据本形态,为了算出形状而使用的波长不是特定的一个波长而是具有带宽,因此不需要提高光检测器320的波长分辨率。因而,能够实现光检测器320的低成本化。并且,由于不使用仅局部的波长,因此抗噪音性变强。

[0168] 并且,所使用的波段也可以包含其他波段的一部分。例如,第一波段和第二波段可以重叠。由于各被检测部的曲率特性信息相互独立,因此即使波段包含其他波段的一部分,也能够求出各被检测部的曲率。

[0169] (第五形态)

[0170] 图24是表示传感器驱动部300以及传感器部400的结构的一例的框图。传感器驱动

部300具有光源310和光检测器320。并且,传感器部400具有设有多个被检测部410的导光部件420。没有设置上述的光分支部330、防反射部件340以及反射部件430。光源310与导光部件420的基端光学连接。并且,光检测器320与导光部件420的顶端光学连接。从光源310射出的光被向导光部件420引导。被引导后的光在导光部件420内从基端侧向顶端侧传递而到达光检测器320。

[0171] 在没有设置光分支部、防反射部件以及反射部件的形态下,能够减少由它们引起的光的损失,因此能够减小光源的光量。

[0172] (第六形态)

[0173] 光检测器320只要是能够检测多个规定的波长 λ_1 、 λ_2 或波段 d_{λ_1} 、 d_{λ_2} 中的各自的光量 D_{λ_1} 及 D_{λ_2} 的结构即可。例如,使向导光部件420导入的光的发光强度的波长特性按时刻变化,并检测该时刻下的光量。

[0174] 图25是表示时刻 t_1 及 t_2 下的波长与光源的发光强度之间的关系的一例的图。图25中,时刻 t_1 下的关系用实线表示,时刻 t_2 下的关系用虚线表示。光源310通过滤波器等在时刻 t_1 射出在波长 λ_1 具有峰值的光,在时刻 t_2 射出在波长 λ_2 具有峰值的光。并且,图26是表示与图25对应的、向光检测器入射的光的波长与光检测器的检测灵敏度之间的关系的一例的图。光检测器320具有对于在波长 λ_1 、 λ_2 处具有峰值的光的强度具有检测灵敏度的受光元件(不具有基于滤波器等的分光功能的受光元件)。

[0175] 根据第六形态,通过与时刻 t_1 及 t_2 同步地检测来自受光元件的光量,能够得到光量信息(各波段的检测光量)。

[0176] (变形例)

[0177] 以下,作为第一实施方式的变形例,对除了第一被检测部以及第二被检测部以外还设有第三被检测部的情况、即被检测部的数量为3的情况下的曲率运算进行说明。将设置在第三被检测部的光吸收体称为第三光吸收体。

[0178] 图27是表示第一光吸收体、第二光吸收体以及第三被吸收体中的光的波长与吸收率的关系的一例的图。关于第一光吸收体以及第二光吸收体,是与图7同样的,因此省略其说明。在图27中,单点划线表示第三光吸收体的吸光特性。第三波长 λ_3 是第三光吸收体吸收的波谱的特征性波长。所谓特征性波长,例如是吸收为极大的波长。第三光吸收体的吸光特性与第一光吸收体以及第二光吸收体的吸光特性不同。

[0179] 使第三被检测部中的变化率 $\gamma_{\lambda n}$ 与其他被检测部的变化率同样,由以下的式(15)提供。

[0180] [数学式14]

$$\gamma_{\lambda n} = h_{\lambda n}(\kappa_{\gamma}) \quad \text{式(14)}$$

[0182] 这里, κ_{γ} 是第三被检测部的曲率,函数 $h_{\lambda n}$ 是关于第三被检测部的曲率特性信息。对于基准形状,采用例如3个被检测部全部为直线形状的情况。运算所使用的波长设为各被检测部中所吸收的特征性波长 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 。

[0183] 通过将式(9)改写为式(16)能够求出各被检测部的曲率 κ_{α} 、 κ_{β} 、 κ_{γ} 。

[0184] [数学式15]

[0185]

$$\begin{cases} D_{\lambda 1}(\kappa_a, \kappa_\beta, \kappa_\gamma) = I_{\lambda 1} \times f_{\lambda 1}(\kappa_a) \times g_{\lambda 1}(\kappa_\beta) \times h_{\lambda 1}(\kappa_\gamma) \\ D_{\lambda 2}(\kappa_a, \kappa_\beta, \kappa_\gamma) = I_{\lambda 2} \times f_{\lambda 2}(\kappa_a) \times g_{\lambda 2}(\kappa_\beta) \times h_{\lambda 2}(\kappa_\gamma) \\ D_{\lambda 3}(\kappa_a, \kappa_\beta, \kappa_\gamma) = I_{\lambda 3} \times f_{\lambda 3}(\kappa_a) \times g_{\lambda 3}(\kappa_\beta) \times h_{\lambda 3}(\kappa_\gamma) \end{cases} \quad \text{式 (15)}$$

[0186] 在被检测部的数量为4以上的情况下,也能够同样地求出各被检测部的曲率。

[0187] [第二实施方式]

[0188] 关于本发明的第二实施方式,参照图28及图29来说明。以下,省略与第一实施方式共通的部分的说明,仅说明不同的部分。

[0189] 图28是表示第二实施方式中的形状运算部110a的一例的框图。形状运算部110a具有推定值运算部212和作为形状优化部的评价价值运算部214。评价价值运算部214进行以下所说明那样的、用于优化各被检测部410的形状的运算。

[0190] 第二实施方式中,利用与第一实施方式同样的第一光吸收体以及第二光吸收体中的光的波长与吸收率的关系,进而使用第三波长 λ_3 下的检测光量信息 $D_{\lambda 3}$ 、基准光量信息 $I_{\lambda 3}$ 、被检测部的变化率 $f_{\lambda 3}$ 、 $g_{\lambda 3}$,推定各被检测部410的曲率。图29是表示本实施方式中的第一光吸收体以及第二光吸收体中的光的波长与吸收率的关系的一例的图。

[0191] 首先,求出式(9)中的右边与右边的差分 $\Delta \lambda_n$ ($n=1,2,3$)。即,以下的式(16)是任意形状下的光量信息的值与推定光量值之差。

[0192] [数学式16]

$$\Delta \lambda_n = D_{\lambda n}(\kappa_a, \kappa_\beta) - I_{\lambda n} \times f_{\lambda n}(\kappa_a) \times g_{\lambda n}(\kappa_\beta) \quad \text{式 (16)}$$

[0194] 本实施方式中,在图20所示的流程的步骤S53中,评价价值运算部214以使光量信息的值与推定光量信息之差变小的方式对各被检测部410的曲率进行优化。例如,求出由各波长下的差分 $\Delta \lambda_n$ 的平方的总和构成的评价价值J,以使评价价值J成为最小的方式决定各被检测部410的曲率。评价价值J由以下的式(17)提供。

[0195] [数学式17]

$$\begin{aligned} J &= \sum (\Delta \lambda_n)^2 \\ &= \Delta_{\lambda 1}^2 + \Delta_{\lambda 2}^2 + \Delta_{\lambda 3}^2 \end{aligned} \quad \text{式 (17)}$$

[0197] 并且,例如,如以下的式(18)所示,也可以提供加权系数 w_n 并调整对每个波长或波段的评价价值J的贡献度。

[0198] [数学式18]

$$\begin{aligned} J &= \sum w_n (\Delta \lambda_n)^2 \\ &= w_1 \Delta_{\lambda 1}^2 + w_2 \Delta_{\lambda 2}^2 + w_3 \Delta_{\lambda 3}^2 \end{aligned} \quad \text{式 (18)}$$

[0200] 在加权系数 w_n 的设定中,例如可以增大各被检测部410的光吸收体的光吸收量成为极大的波长或波段的贡献度。

[0201] 根据本实施方式,作为形状优化部的评价价值运算部214进行优化运算,从而精度更好地求出各被检测部410的形状。并且,能够提供有冗余性、对噪声等的影响耐受力强的形状推定装置。

[0202] 另外,作为适用形状推定装置的装置的一例而列举内窥镜并对内窥镜系统进行了说明,但装入形状推定装置的对象不限于内窥镜,能够适用于向被插入体插入的导管、手术支援机器人等。

[0203] 以上,说明了本发明的实施方式,但本发明不限于上述的实施方式,能够在不脱离本发明的主旨的范围内进行各种各样的改良以及变更。

[0204] 符号说明

[0205] 1…内窥镜系统,10…形状推定装置,100…控制部,101…运算部,110…形状运算部,120…存储部,130…输入部,140…内窥镜形状计算部,150…光检测器驱动部,160…输出部,180…显示部,190…输入设备,212…推定值运算部,214…评价值运算部,300…传感器驱动部,310…光源,320…光检测器,330…光分支部,340…防反射部件,400…传感器部,410…被检测部,420…导光部件,429…光吸收体,430…反射部件,500…传感器,810…内窥镜,812…插入部,814…操作部,820…内窥镜控制部,822…图像处理部。

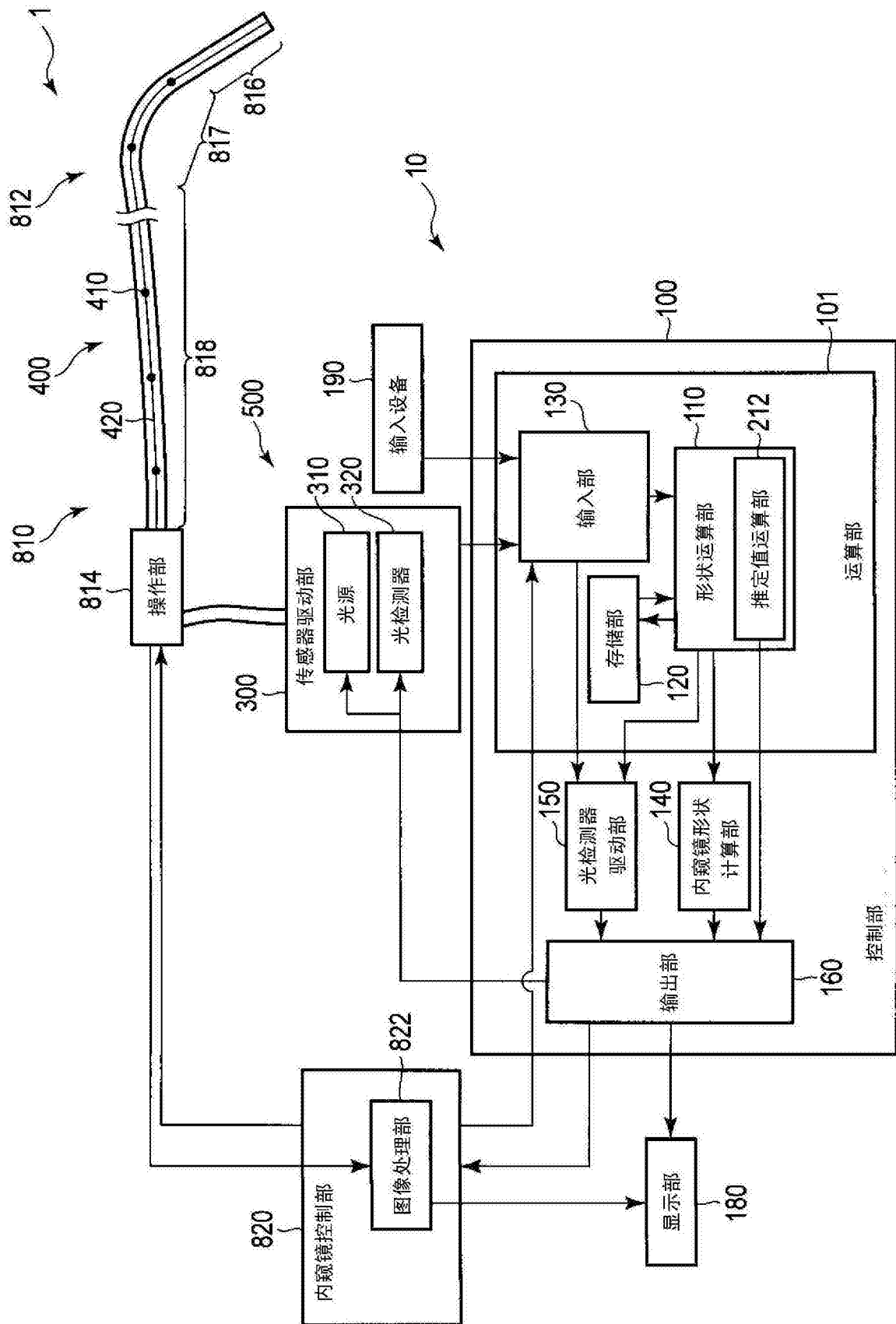


图1

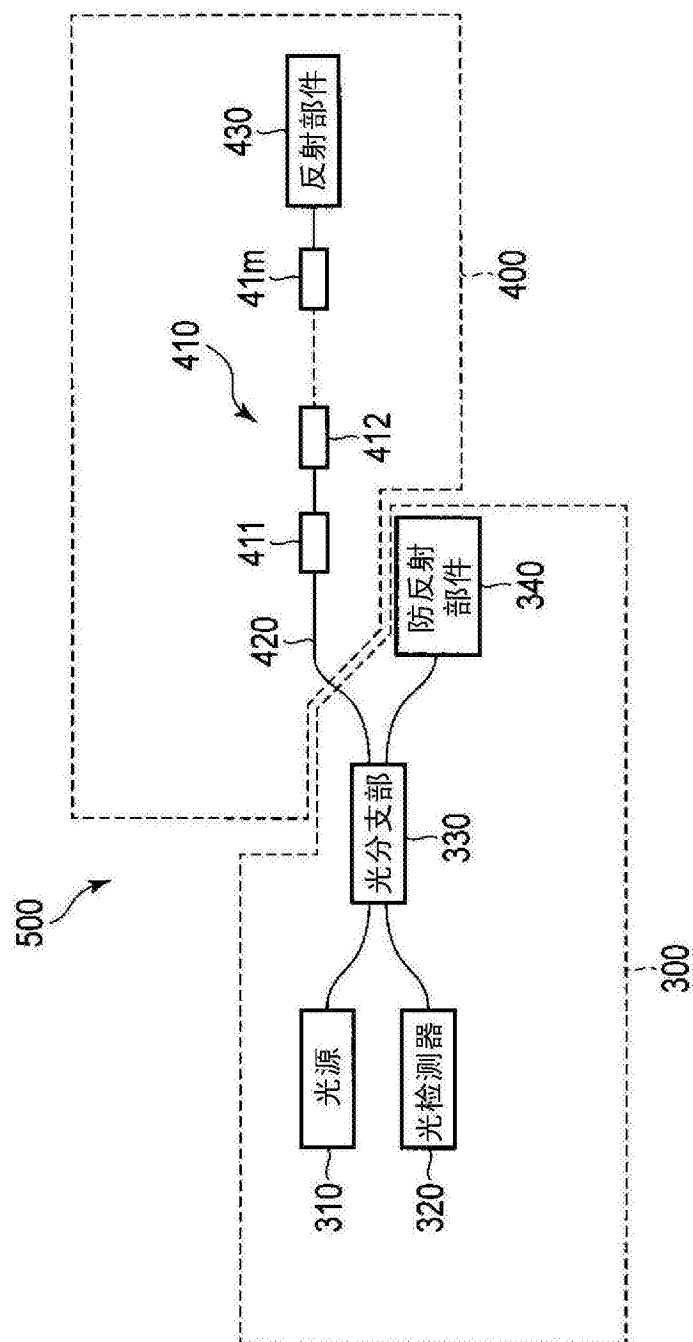


图2

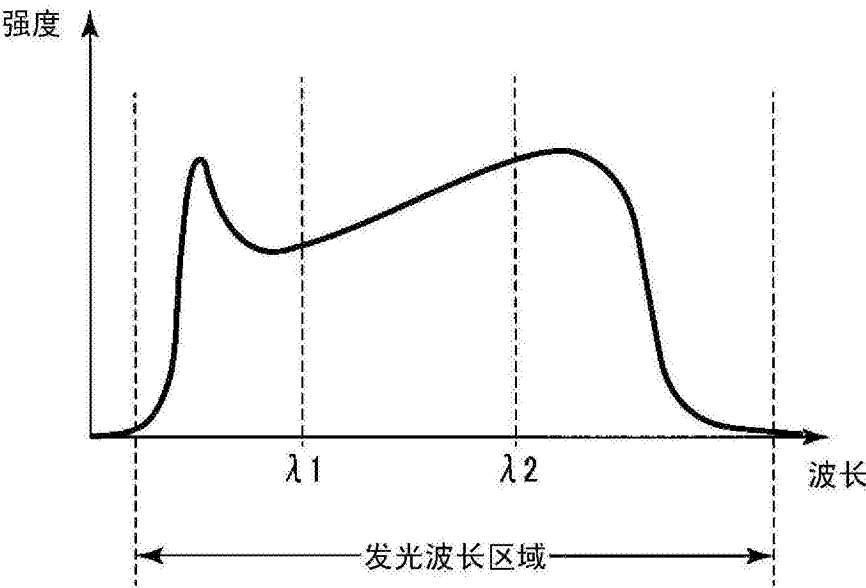


图3

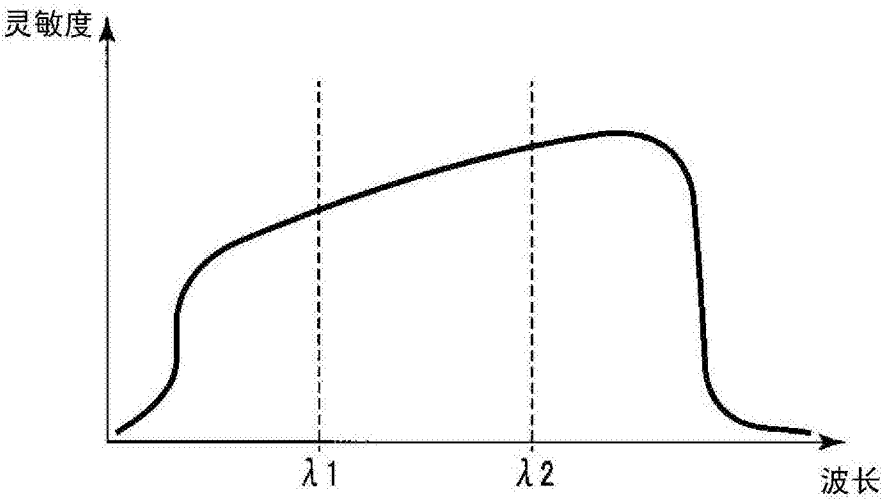


图4

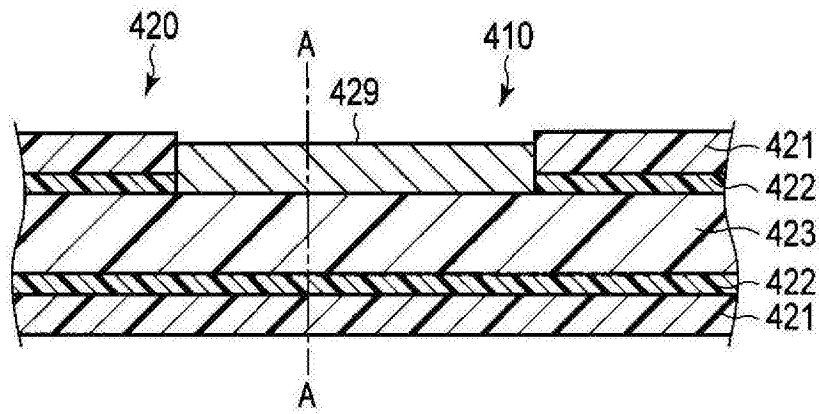


图5

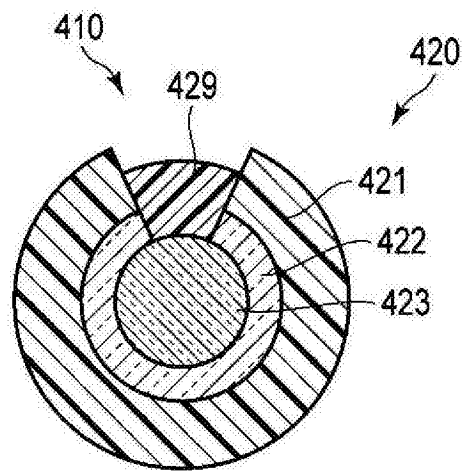


图6

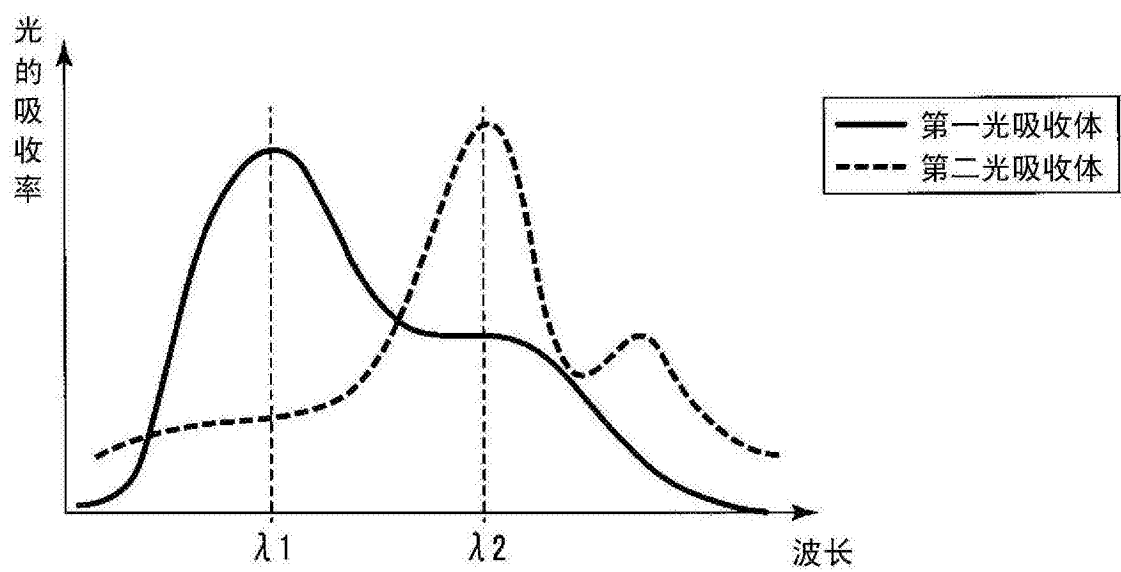


图7

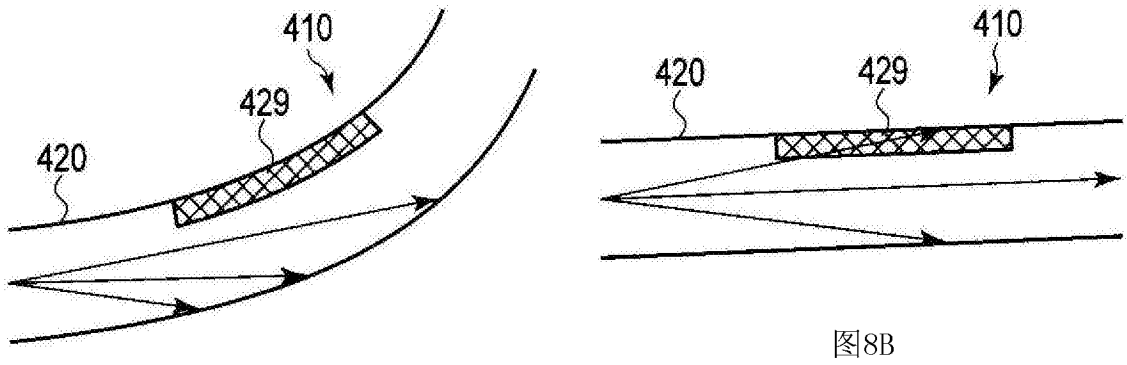


图8A

图8B

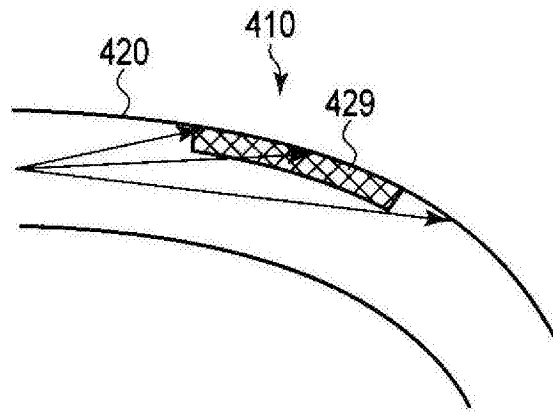


图8C

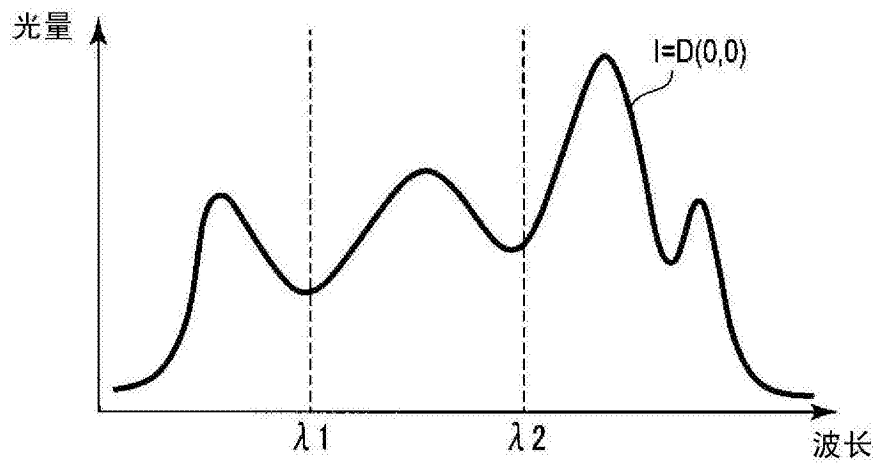


图9

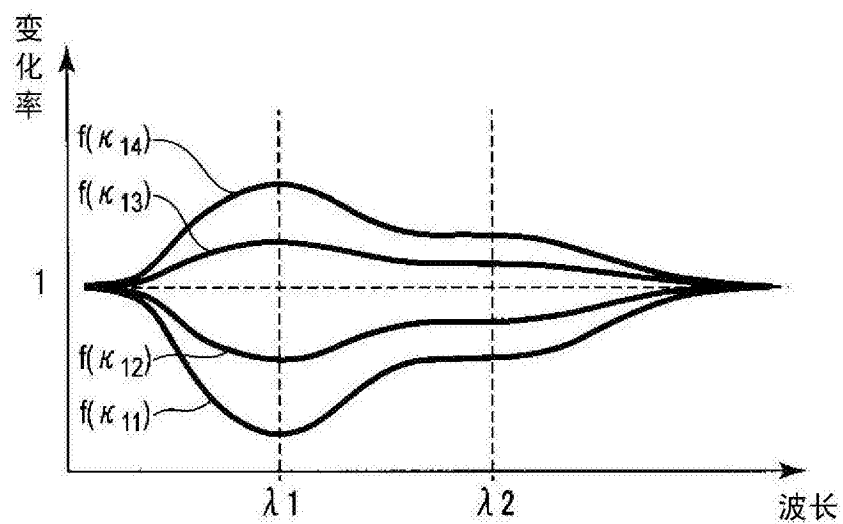


图10

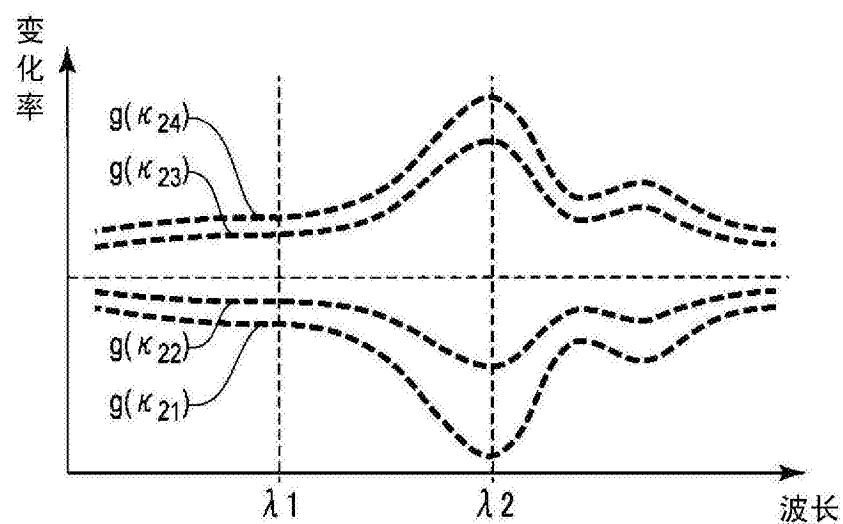


图11

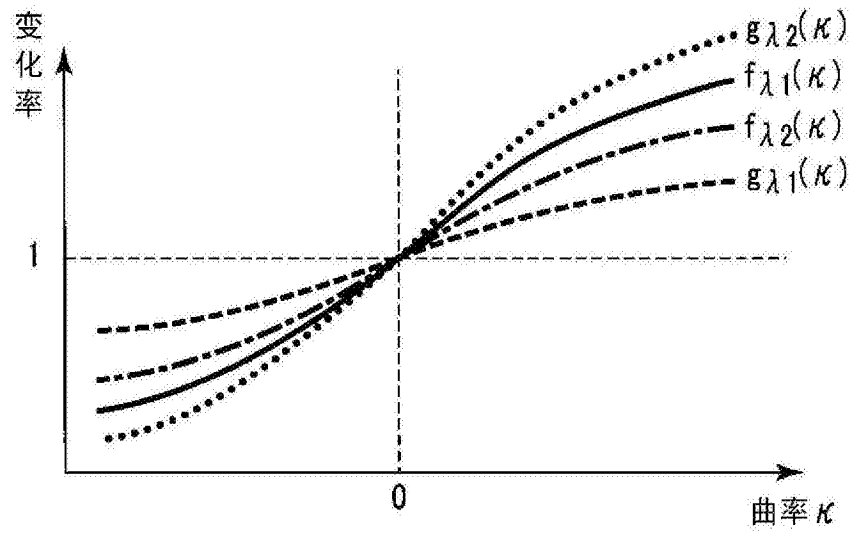


图12

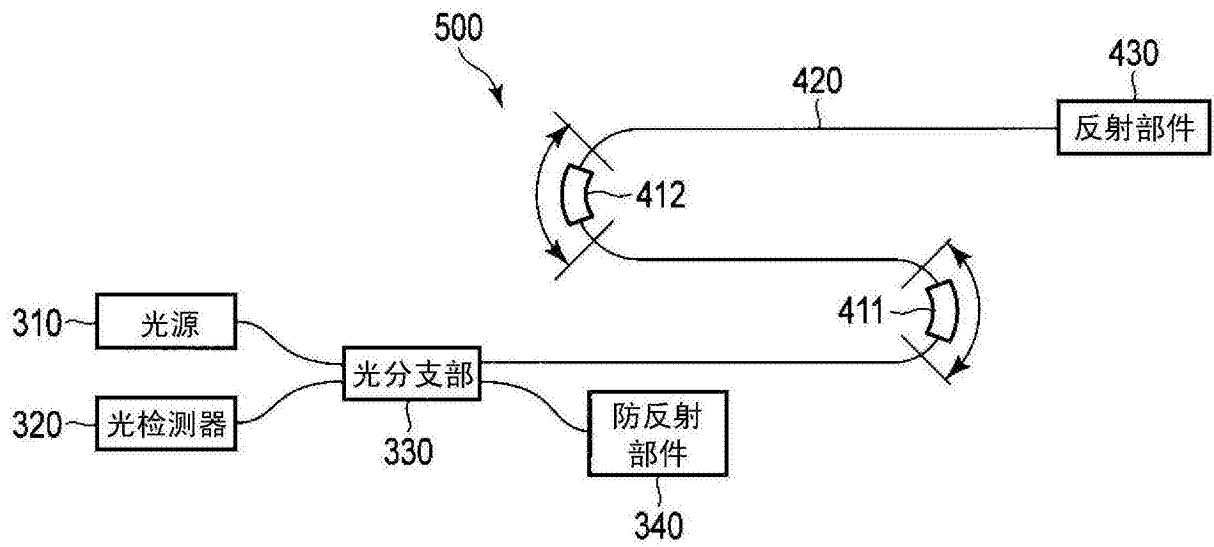


图13

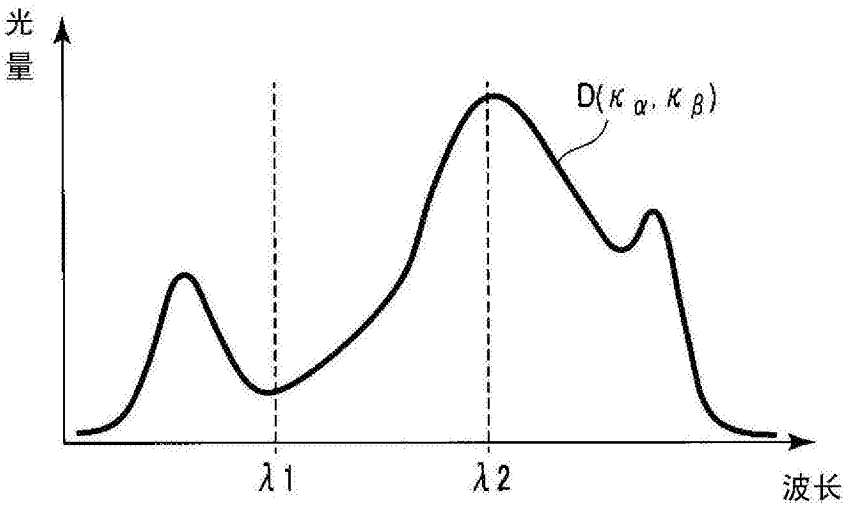


图14

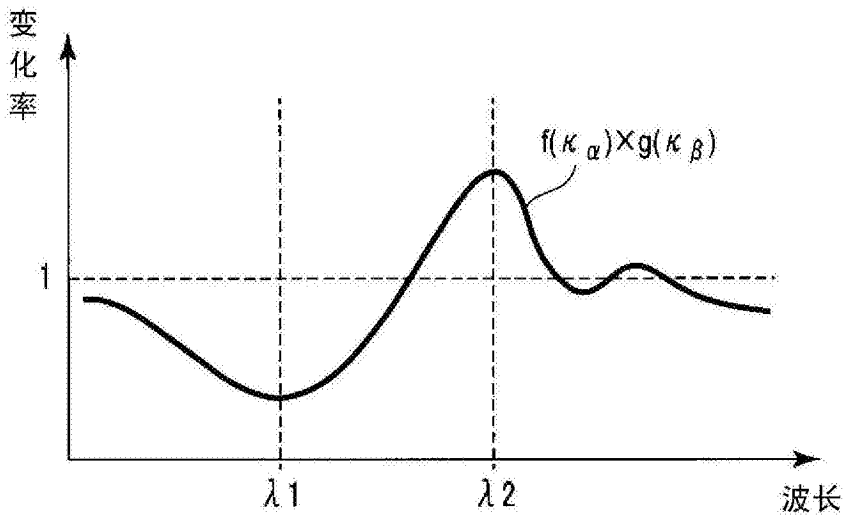


图15

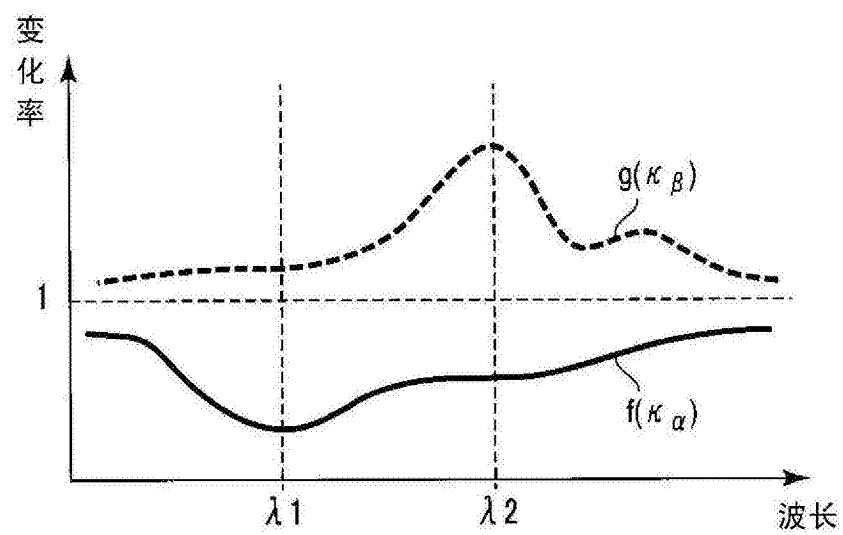


图16

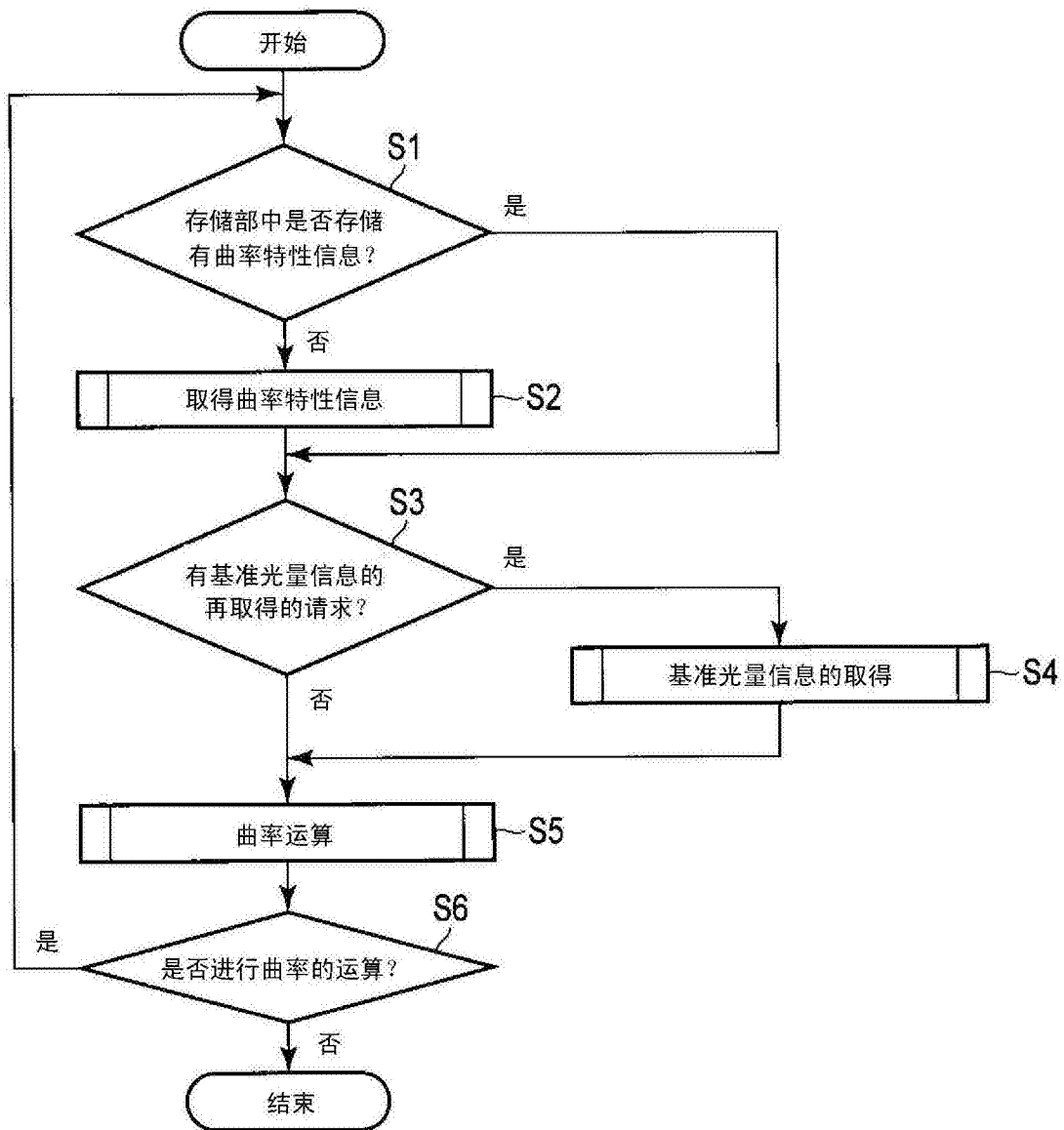


图17

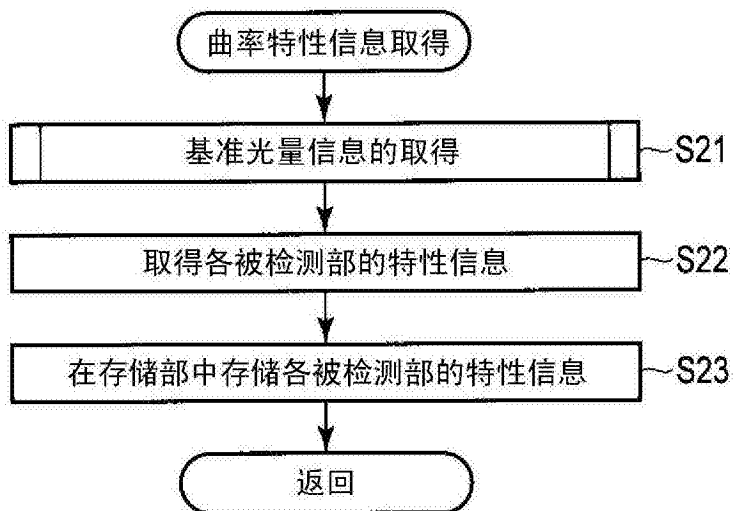


图18

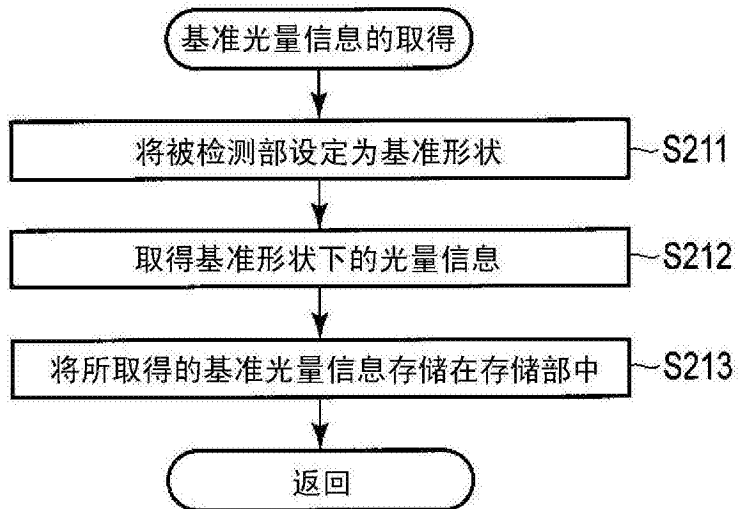


图19

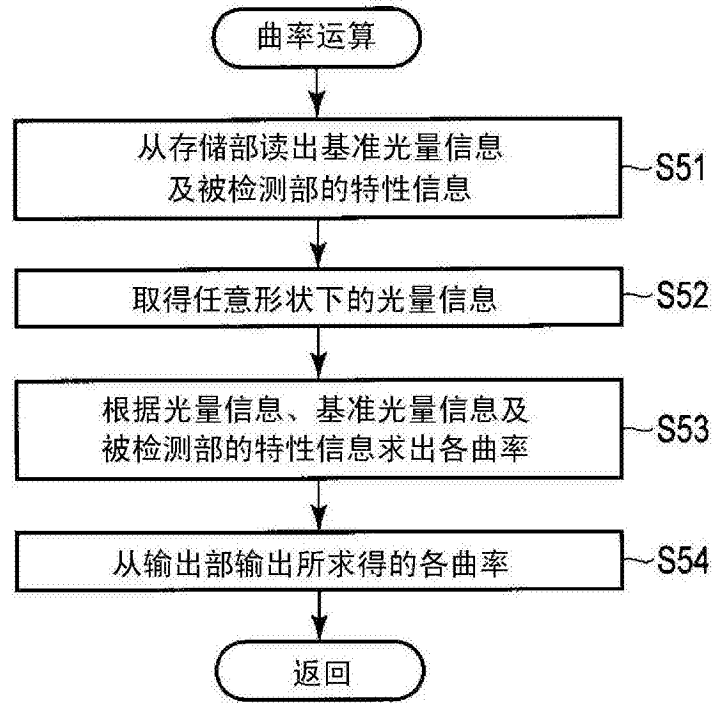


图20

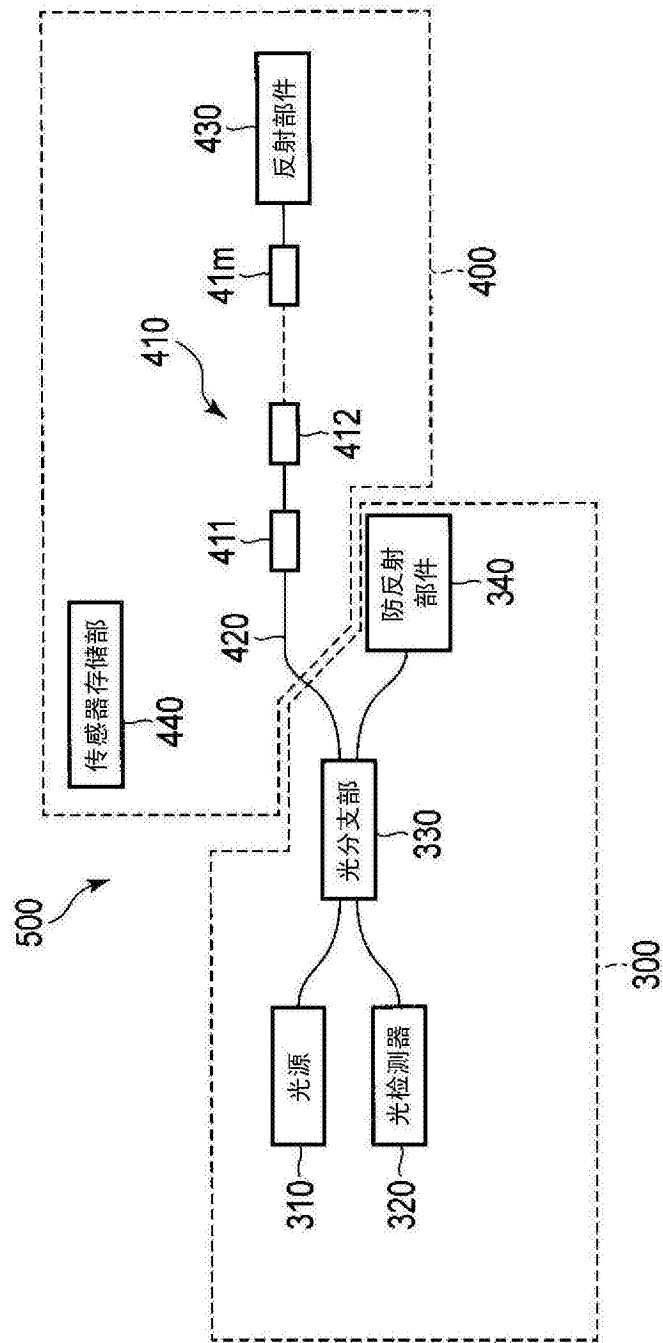


图21

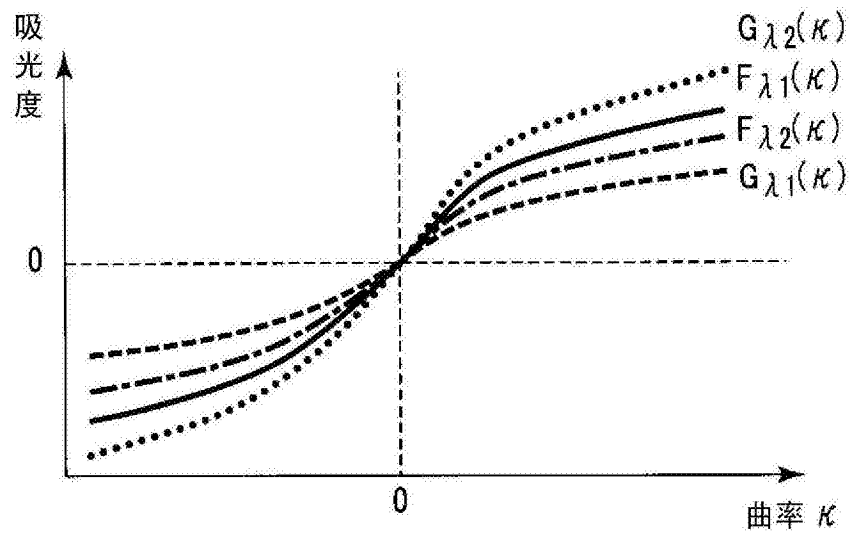


图22

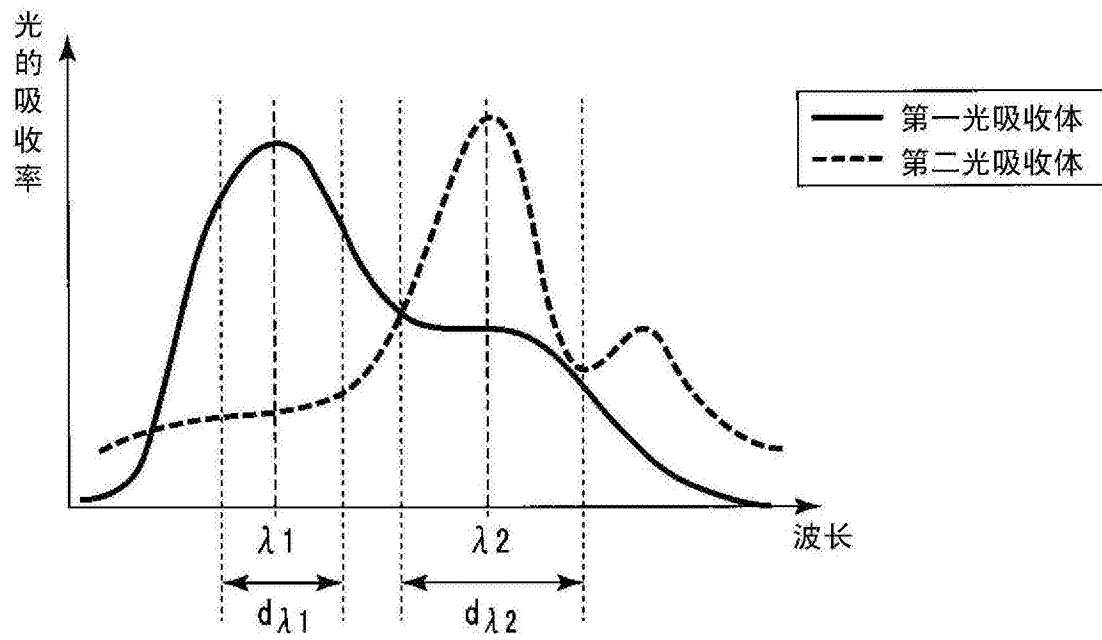


图23

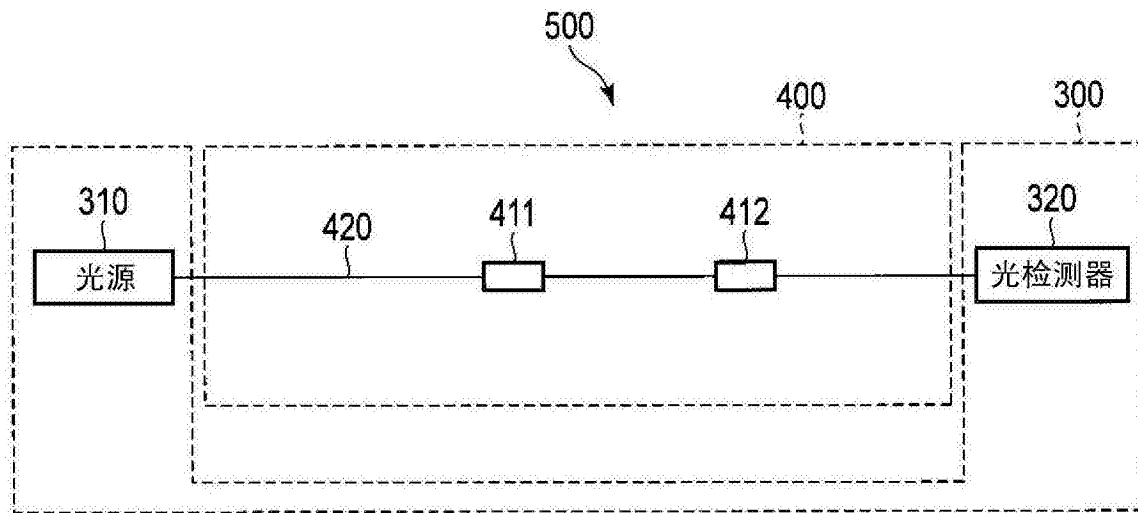


图24

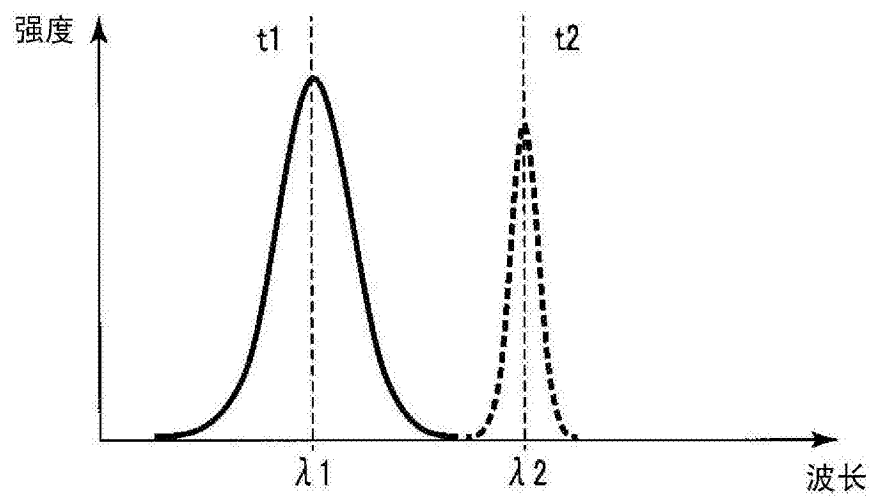


图25

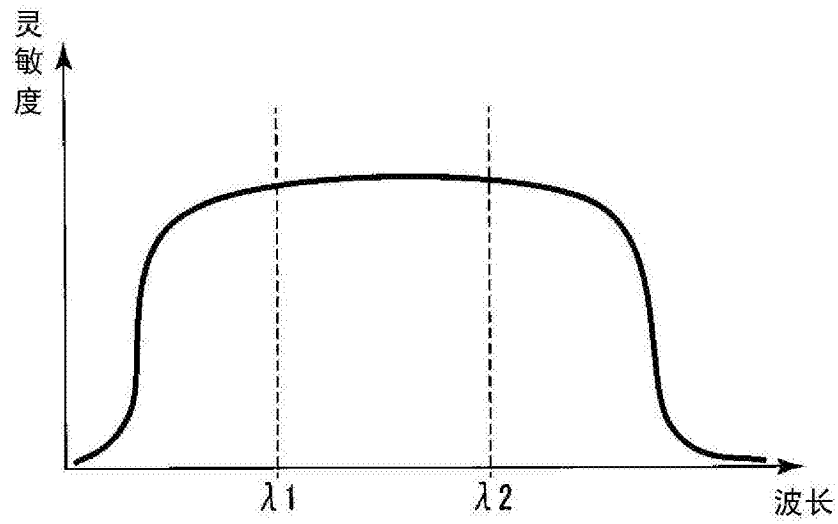


图26

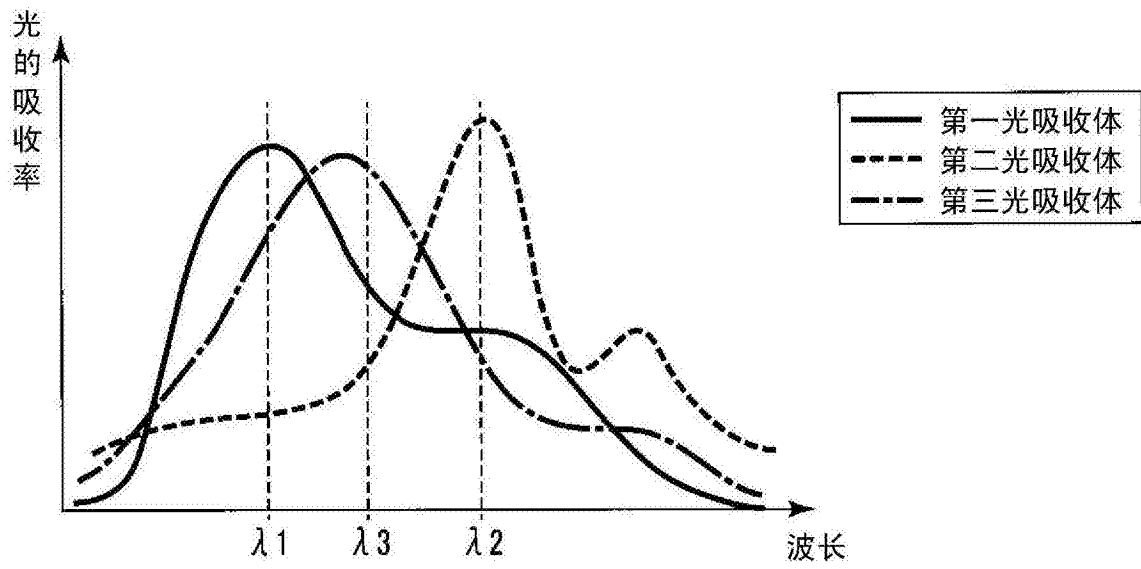


图27

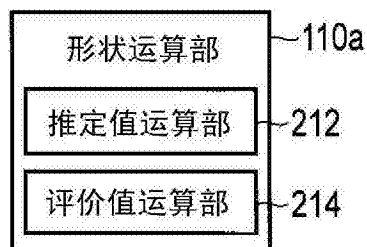


图28

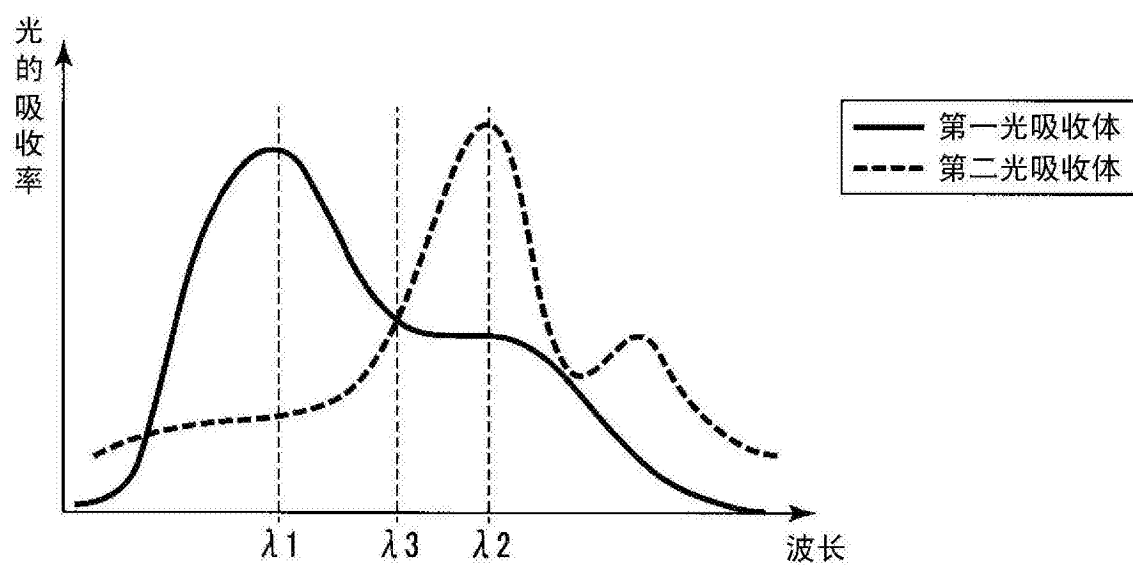


图29

专利名称(译)	形状推定装置、具备形状推定装置的内窥镜系统、形状推定方法以及用于形状推定的程序		
公开(公告)号	CN106455935A	公开(公告)日	2017-02-22
申请号	CN201580034488.2	申请日	2015-05-25
[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	佐藤宪 藤田浩正 三井正法 山本祐辅		
发明人	佐藤宪 藤田浩正 三井正法 山本祐辅		
IPC分类号	A61B1/00 G02B6/42 G02B23/24		
CPC分类号	A61B1/00165 A61B1/0638 G02B6/14 G02B23/24 G02B23/2469 A61B2034/2061 G01B11/18 G01B11/24		
优先权	2014131758 2014-06-26 JP		
其他公开文献	CN106455935B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明的一实施方式是具备输入部、存储部和形状运算部的形状推定装置。输入部构成为：被输入用传感器取得的波长与光量之间的关系即光量信息，上述传感器构成为：针对与多个被检测部分别对应的波长而检测的光量根据多个被检测部各自的形状而不同。存储部存储包含形状特性信息的光量推定关系，上述形状特性信息表示针对多个被检测部的各个被检测部的、形状与波长与光量之间的关系。形状运算部基于光量信息和光量推定值，对多个被检测部各自的形状进行运算，上述光量推定值是基于光量推定关系而算出的波长与光量之间的关系。并且，本发明的其他实施方式是具备该形状推定装置的内窥镜系统、这样的形状推定方法以及程序。

