



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120018808 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 16

(21) 申请号 202280100911.4

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.10.11

A61B 1/045 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 1/06 (2006.01)

2025.04.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/037862 2022.10.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/079785 JA 2024.04.18

(71) 申请人 奥林巴斯医疗株式会社

地址 日本

(72) 发明人 浅冈延好

(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

专利代理师 刘新宇 李靖

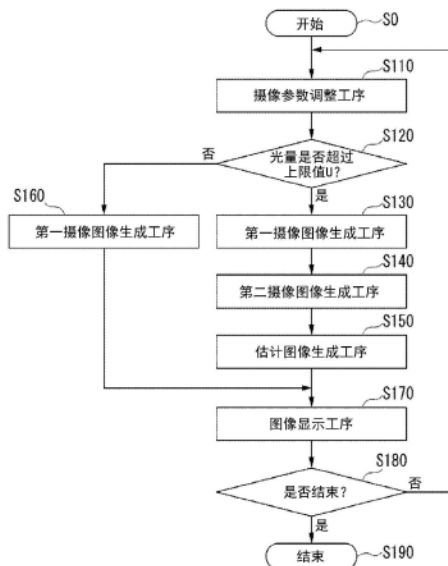
权利要求书4页 说明书15页 附图16页

(54) 发明名称

内窥镜系统、图像生成装置以及图像生成方法

(57) 摘要

内窥镜系统具备：内窥镜，其具有对被摄体照射照明光的照明部和拍摄所述被摄体的摄像部；控制装置，其对从所述摄像部获取到的摄像信号实施基于摄像参数的摄像信号处理来生成摄像图像；以及图像生成装置，其中，所述控制装置生成第一摄像图像和第二摄像图像，所述第一摄像图像是对以上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像，所述第二摄像图像是对以所述上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像、且比所述第一摄像图像明亮，所述图像生成装置根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像，来生成对拍摄以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体的图像进行估计的估计图像。



1. 一种内窥镜系统,具备:

内窥镜,其具有对被摄体照射照明光的照明部和拍摄所述被摄体的摄像部;

控制装置,其对从所述摄像部获取到的摄像信号实施基于摄像参数的摄像信号处理来生成摄像图像;以及

图像生成装置,

其中,所述控制装置生成第一摄像图像和第二摄像图像,

所述第一摄像图像是对以上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像,

所述第二摄像图像是对以所述上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像,且比所述第一摄像图像明亮,

所述图像生成装置根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像,来生成对拍摄以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体的图像进行估计的估计图像。

2. 根据权利要求1所述的内窥镜系统,其中,

还具备显示所述摄像图像的显示装置,

所述控制装置连续地生成所述第二摄像图像并使所述第二摄像图像以运动图像的方式显示于所述显示装置,将所述第一摄像图像生成为静止图像,

所述图像生成装置根据所述第一摄像图像以及在生成所述第一摄像图像前后生成的所述第二摄像图像来生成所述估计图像。

3. 根据权利要求1或2所述的内窥镜系统,其中,

所述图像生成装置基于事先对所述第一摄像图像及所述第二摄像图像与所述估计图像之间的关系进行机器学习的学习完毕模型,来生成所述估计图像。

4. 根据权利要求3所述的内窥镜系统,其中,

所述学习完毕模型是将为了学习准备的所述第一摄像图像、为了学习准备的所述第二摄像图像、以及第三摄像图像作为训练数据进行机器学习的模型,

所述第三摄像图像是对以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像,且是由于所述摄像信号处理而产生的噪声与所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声为相同程度的图像。

5. 根据权利要求3所述的内窥镜系统,其中,

所述学习完毕模型将所述摄像参数的至少一部分用作输入数据。

6. 根据权利要求1所述的内窥镜系统,其中,

所述估计图像中包含的噪声与所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声为相同程度。

7. 根据权利要求1所述的内窥镜系统,其中,

关于所述第二摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声,所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声多。

8. 根据权利要求7所述的内窥镜系统,其中,

所述摄像信号处理包括对所述摄像信号的放大处理,

生成所述第二摄像图像的所述摄像参数的增益大于生成所述第一摄像图像的所述摄像参数的增益。

9. 根据权利要求1所述的内窥镜系统, 其中,

所述控制装置获取所述照明部的温度, 并以使所述温度成为规定温度以下的方式决定所述光量的所述上限值。

10. 根据权利要求1所述的内窥镜系统, 其中,

所述内窥镜还具有特殊光照明部, 所述特殊光照明部照射波长范围与由所述照明部照射的所述照明光的波长范围不同的特殊光,

所述控制装置能够对拍摄被照射所述特殊光的所述被摄体的摄像信号实施所述基于摄像参数的摄像信号处理来生成特殊光摄像图像,

所述控制装置生成第一特殊光摄像图像和第二特殊光摄像图像,

所述第一特殊光摄像图像是对由所述上限值以下的光量的所述特殊光照明的所述被摄体进行拍摄的所述特殊光摄像图像,

所述第二特殊光摄像图像是对由所述上限值以下的光量的所述特殊光照明的所述被摄体进行拍摄的所述特殊光摄像图像, 且比所述第一特殊光摄像图像明亮,

所述图像生成装置根据所述第一摄像图像、所述第二摄像图像、所述第一特殊光摄像图像以及所述第二特殊光摄像图像来生成所述估计图像。

11. 根据权利要求10所述的内窥镜系统, 其中,

所述图像生成装置基于事先对所述第一摄像图像、所述第二摄像图像、所述第一特殊光摄像图像及所述第二特殊光摄像图像与所述估计图像之间的关系进行机器学习的学习完毕模型来生成所述估计图像。

12. 根据权利要求1所述的内窥镜系统, 其中,

所述内窥镜还具有特殊光照明部, 所述特殊光照明部照射波长范围与由所述照明部照射的所述照明光的波长范围不同的特殊光,

所述第一摄像图像是对拍摄被所述特殊光照明部照射所述特殊光的所述被摄体的摄像信号实施摄像信号处理而生成的图像,

所述第二摄像图像是对拍摄被所述照明部照射所述照明光的所述被摄体的摄像信号实施摄像信号处理而生成的图像,

所述估计图像是根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像来对拍摄由比所述上限值大的光量的所述特殊光照明的所述被摄体的图像进行估计的图像。

13. 根据权利要求12所述的内窥镜系统, 其中,

所述图像生成装置基于事先对所述第一摄像图像及所述第二摄像图像与所述估计图像之间的关系进行机器学习的学习完毕模型来生成所述估计图像。

14. 根据权利要求13所述的内窥镜系统, 其中,

所述学习完毕模型是将为了学习准备的所述第一摄像图像、为了学习准备的所述第二摄像图像、以及第三摄像图像作为训练数据进行机器学习的模型,

所述第三摄像图像是对由比所述上限值大的光量的所述特殊光照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像, 并且是由于所述摄像信号处理而产生的噪声与所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声为相同程度的图像。

15. 根据权利要求1、10或12所述的内窥镜系统, 其中,

所述图像生成装置连续地生成所述估计图像, 并生成以连续的所述估计图像为帧和运

动图像的运动图像。

16. 一种图像生成装置, 获取对从拍摄被摄体的摄像部获取到的摄像信号实施基于摄像参数的摄像信号处理而生成的摄像图像, 其中,

所述图像生成装置获取第一摄像图像和第二摄像图像, 所述第一摄像图像是对以上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的摄像图像, 所述第二摄像图像是对以所述上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的摄像图像, 且比所述第一摄像图像明亮,

所述图像生成装置根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像, 来生成对拍摄以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体的图像进行估计的估计图像。

17. 根据权利要求16所述的图像生成装置, 其中,

基于事先对所述第一摄像图像及所述第二摄像图像与所述估计图像之间的关系进行机器学习的学习完毕模型来生成所述估计图像。

18. 根据权利要求17所述的图像生成装置, 其中,

所述学习完毕模型是將为了学习准备的所述第一摄像图像、为了学习准备的所述第二摄像图像、以及第三摄像图像作为训练数据进行机器学习的模型,

所述第三摄像图像是对以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像, 并且是由于所述摄像信号处理而产生的噪声与所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声为相同程度的图像。

19. 根据权利要求17所述的图像生成装置, 其中,

所述学习完毕模型将所述摄像参数的至少一部分用作输入数据。

20. 根据权利要求16所述的图像生成装置, 其中,

所述估计图像中包含的噪声与所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声为相同程度。

21. 根据权利要求16所述的图像生成装置, 其中,

关于所述第二摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声, 所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声多。

22. 根据权利要求21所述的图像生成装置, 其中,

所述摄像信号处理包括对所述摄像信号的放大处理,

生成所述第二摄像图像的所述摄像参数的增益大于生成所述第一摄像图像的所述摄像参数的增益。

23. 一种图像生成方法, 其中,

获取第一摄像图像和第二摄像图像, 所述第一摄像图像是对拍摄以上限值以下的光量照明的被摄体的摄像信号实施摄像信号处理而生成的图像, 所述第二摄像图像是对拍摄以所述上限值以下的光量照明的所述被摄体的摄像信号实施摄像信号处理而生成的图像, 且比所述第一摄像图像明亮,

根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像, 来生成对拍摄以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体的图像进行估计的估计图像。

24. 根据权利要求23所述的图像生成方法, 其中,

基于事先对所述第一摄像图像及所述第二摄像图像与所述估计图像之间的关系进行机器学习的学习完毕模型来生成所述估计图像。

25. 根据权利要求24所述的图像生成方法, 其中,

所述学习完毕模型是将为了学习准备的所述第一摄像图像、为了学习准备的所述第二摄像图像、以及第三摄像图像作为训练数据进行机器学习的模型,

所述第三摄像图像是对以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体进行拍摄的图像, 且是由于所述摄像信号处理而产生的噪声与所述第一摄像图像中由于所述摄像信号处理而产生的噪声为相同程度的图像。

内窥镜系统、图像生成装置以及图像生成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及内窥镜系统、图像生成装置以及图像生成方法。

背景技术

[0002] 内窥镜系统在前端部设置有照明部和摄像部,从照明部向被摄体照射照明光,并通过摄像部拍摄被摄体。期望拍摄到的摄像图像充分明亮,以能够详细地视觉确认被摄体。

[0003] 在增加从照明部照射的照明光的光量来使摄像图像充分明亮的情况下,以使前端部的温度不超出容许范围的方式规定照明光的光量的上限值。另一方面,在通过增益调整等摄像信号处理来使摄像图像充分明亮的情况下,有可能产生超出容许范围的由摄像信号处理引起的噪声。

[0004] 在专利文献1中记载了一种内窥镜系统,在除了获取静止图像时以外的情况下,将照明光的发光量抑制为上限值,从而抑制内窥镜前端部的温度上升。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2020-116147号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 然而,专利文献1所记载的内窥镜系统在获取静止图像时依然有可能导致内窥镜前端部的温度超出容许范围。

[0010] 基于上述情况,本发明的目的在于提供一种即使在获取静止图像时也能够抑制内窥镜前端部的温度上升、并且能够提供充分明亮的摄像图像的内窥镜系统、图像生成装置以及图像生成方法。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 为了解决上述问题,本发明提出了以下方案。

[0013] 本发明的第一方式所涉及的内窥镜系统具备:内窥镜,其具有对被摄体照射照明光的照明部和拍摄所述被摄体的摄像部;控制装置,其对从所述摄像部获取到的摄像信号实施基于摄像参数的摄像信号处理来生成摄像图像;以及图像生成装置,其中,所述控制装置生成第一摄像图像和第二摄像图像,所述第一摄像图像是对以上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像,所述第二摄像图像是对以所述上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的所述摄像图像,且比所述第一摄像图像明亮,所述图像生成装置根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像,来生成对拍摄以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体的图像进行估计的估计图像。

[0014] 本发明的第二方式所涉及的图像生成装置是获取对从拍摄被摄体的摄像部获取到的摄像信号实施基于摄像参数的摄像信号处理而生成的摄像图像的图像生成装置,获取第一摄像图像和第二摄像图像,所述第一摄像图像是对以上限值以下的光量照明的所述被

摄体进行拍摄的图像,所述第二摄像图像是对以所述上限值以下的光量照明的所述被摄体进行拍摄的图像,且比所述第一摄像图像明亮,根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像,来生成对拍摄以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体的图像进行估计的估计图像。

[0015] 在本发明的第三方式所涉及的图像生成方法中,获取第一摄像图像和第二摄像图像,所述第一摄像图像是对拍摄以上限值以下的光量照明的被摄体的摄像信号实施摄像信号处理而生成的图像,所述第二摄像图像是对拍摄以所述上限值以下的光量照明的所述被摄体的摄像信号实施摄像信号处理而生成的图像,且比所述第一摄像图像明亮,根据所述第一摄像图像和所述第二摄像图像,来生成对拍摄以比所述上限值大的光量照明的所述被摄体的图像进行估计的估计图像。

[0016] 发明的效果

[0017] 根据本发明的内窥镜系统、图像生成装置以及图像生成方法,即使在获取静止图像时,也能够抑制内窥镜前端部的温度上升,并且能够提供充分明亮的摄像图像。

附图说明

[0018] 图1是示出第一实施方式所涉及的内窥镜系统的图。

[0019] 图2是该内窥镜系统的功能框图。

[0020] 图3是该内窥镜系统的摄像控制部21的功能框图。

[0021] 图4是示出该内窥镜系统的图像生成装置的硬件结构的图。

[0022] 图5是该图像生成装置的功能框图。

[0023] 图6是示出第一摄像图像与第二摄像图像之间的关系的图。

[0024] 图7是说明该内窥镜系统的学习完毕模型的生成的图。

[0025] 图8是示出用于生成该学习完毕模型的训练数据的图。

[0026] 图9是该内窥镜系统的控制流程图。

[0027] 图10是示出该学习完毕模型的变形例的图。

[0028] 图11是示出该学习完毕模型的另一变形例的图。

[0029] 图12是示出该图像生成部生成的运动图像的图。

[0030] 图13是示出第二实施方式所涉及的内窥镜系统中的摄像控制部所生成的摄像图像和图像生成部所生成的静止图像的图。

[0031] 图14是该内窥镜系统的控制流程图。

[0032] 图15是第三实施方式所涉及的内窥镜系统的功能框图。

[0033] 图16是示出该内窥镜系统的图像生成部的图。

[0034] 图17是示出第一特殊光摄像图像与第二特殊光摄像图像之间的关系的图。

[0035] 图18是示出该内窥镜系统的学习完毕模型的变形例的图。

[0036] 图19是说明该学习完毕模型的生成的图。

[0037] 图20是示出用于生成该学习完毕模型的训练数据的图。

[0038] 图21是示出第四实施方式所涉及的内窥镜系统的图像生成部的图。

[0039] 图22是说明该内窥镜系统的学习完毕模型的生成的图。

具体实施方式

[0040] (第一实施方式)

[0041] 参照图1至图9来说明本发明的第一实施方式所涉及的内窥镜系统100。

[0042] [内窥镜系统100]

[0043] 图1是示出内窥镜系统100的图。

[0044] 内窥镜系统(图像生成系统)100具备内窥镜1、控制装置2、图像生成装置3以及显示装置4。控制装置2和图像生成装置3也可以是一体的装置(图像控制装置)。显示装置4是显示由控制装置2、图像生成装置3生成的图像、与内窥镜系统100相关的各种信息等的装置。

[0045] [内窥镜1]

[0046] 内窥镜1是例如对躺在手术台T上的患者的体内进行观察和处置的装置。内窥镜1具备:细长的插入部10,其被插入到患者的体内;操作部18,其连接于插入部10的基端;以及通用线19,其从操作部18延伸出。

[0047] 插入部10具有前端部11、弯曲自如的弯曲部12以及长条且具有挠性的挠性管部13。前端部11、弯曲部12以及挠性管部13从前端侧起被依次连接。挠性管部13与操作部18连接。

[0048] 图2是内窥镜系统100的功能框图。

[0049] 前端部11具有摄像部14、照明部15以及温度传感器17。

[0050] 摄像部14具有光学系统141、以及CCD图像传感器、CMOS图像传感器等摄像元件142(参照图3)。摄像部14基于从摄像控制部21经由摄像控制线缆143传送的摄像参数P,对被摄体进行拍摄并生成摄像信号。摄像信号经由摄像信号线缆144被发送到控制装置2。

[0051] 照明部(白色光照明部)15向被摄体照射通过光导件151传送的照明光(白色光)。光导件151插通于插入部10、操作部18以及通用线19,来与控制装置2连接。此外,照明部15也可以具有LED等光源、具有波长转换功能的荧光体等光学元件等。

[0052] 温度传感器17是检测照明部15的温度的传感器。温度传感器17例如包括热电偶、热敏电阻、温度电阻体、温敏铁氧体、热膨胀型温度计等。由控制装置2获取所检测到的照明部15的温度。

[0053] 操作部18接收对内窥镜1的操作。操作部18具有控制弯曲部12的擒纵旋钮(日文:アングルノブ)181、送气送水按钮182、抽吸按钮183、释放按钮184以及观察模式切换按钮185。由控制装置2获取对送气送水按钮182、抽吸按钮183、释放按钮184以及观察模式切换按钮185输入的操作。释放按钮184是用于输入保存从摄像部14获取到的摄像图像的操作的按压按钮。

[0054] 通用线19将内窥镜1与控制装置2连接。通用线19是供摄像控制线缆143、摄像信号线缆144以及光导件151等插通的线缆。

[0055] [控制装置2]

[0056] 控制装置2是控制内窥镜系统100整体的装置。控制装置2具备摄像控制部21、照明控制部22、控制部24以及记录部25。

[0057] 图3是摄像控制部21的功能框图。

[0058] 摄像控制部21对从摄像部14获取到的摄像信号实施基于摄像参数P的摄像信号处

理来生成摄像图像(摄像影像) D_w 。摄像控制部21具有摄像驱动部211、模拟信号处理部212、AD转换部213以及数字信号处理部214。

[0059] 摄像驱动部211基于来自控制部24的摄像参数P来驱动摄像部14的摄像元件142。摄像驱动部211控制摄像元件142的曝光/暴光(Exposure)。

[0060] 模拟信号处理部212基于来自控制部24的摄像参数P(模拟增益、ISO灵敏度等),来对从摄像部14的摄像元件获取到的摄像信号实施包括噪声去除和放大等的模拟信号处理。

[0061] AD转换部213基于来自控制部24的指示,将由模拟信号处理部212进行模拟信号处理后的摄像信号转换为数字信号(例如RAW数据)。

[0062] 数字信号处理部214基于来自控制部24的摄像参数P来对由AD转换部213转换得到的数字信号(例如RAW数据)进行数字信号处理从而生成摄像图像。数字信号处理部214根据需要来对摄像图像实施调整亮度、对比度等的数字信号处理。

[0063] 照明控制部22具有LED等光源,基于来自控制部24的摄像参数P(光量等)控制光源,从而控制经由光导件151传送到照明部15的照明光的光量。

[0064] 控制部24是具有处理器和能够读取程序的存储器等的能够执行程序的处理电路(计算机)。控制部24通过执行内窥镜控制程序来实施内窥镜系统100的控制。控制部24也可以包括专用电路。专用电路是指与控制部24所具有的处理器相独立的处理器、安装于ASIC、FPGA的逻辑电路、或者它们的组合。

[0065] 控制部24通过对摄像控制部21和照明控制部22指定包含摄像参数P的动作参数,由此控制摄像控制部21和照明控制部22来生成摄像图像 D_w 。另外,控制部24实施对图像生成装置3的图像生成的指示、向显示装置4的显示的指示。

[0066] 记录部25是存储上述的程序、所需的数据的非易失性的记录介质。记录部25例如由软盘、光磁盘、ROM、快闪存储器等能够写入的非易失性存储器、CD-ROM等可移动介质、内置于计算机系统的硬盘等存储装置等构成。另外,记录部25也可以是设置在经由因特网来与控制装置2连接的云服务器上的存储装置等。

[0067] [图像生成装置3]

[0068] 图像生成装置3是基于由控制装置2的摄像控制部21输出的摄像图像(摄像影像) D_w 生成新的估计图像 E_w 、并将生成的估计图像 E_w 显示于显示装置4的装置。在不需要生成新的估计图像 E_w 的情况下,图像生成装置3将由控制装置2的摄像控制部21输出的摄像图像显示于显示装置4。

[0069] 图4是示出图像生成装置3的硬件结构的图。

[0070] 图像生成装置3具有处理器301、能够读取程序的存储器302、存储部303以及输入输出控制部304。图像生成装置3是能够执行程序的计算机。通过由处理器301执行程序来实现图像生成装置3的功能。也可以通过安装于ASIC、FPGA的专用的逻辑电路来实现图像生成装置3的至少一部分功能。

[0071] 存储部303是存储上述的程序、所需的数据的非易失性的记录介质。存储部303例如由ROM、硬盘等构成。记录在存储部303中的程序被读取到存储器302中并被处理器301执行。

[0072] 输入输出控制部304与控制装置2、显示装置4、输入装置(未图示)及网络设备(未图示)连接。输入输出控制部304基于处理器301的控制,来对所连接的设备实施数据的发送

和接收、控制信号的发送和接收。

[0073] 图像生成装置3不限于成一体的硬件装置。例如,图像生成装置3也可以通过在一部分作为独立的硬件装置而分离出的基础上利用通信线路连接所分离出的硬件装置来构成。例如,图像生成装置3也可以是利用通信线路连接所分离出的存储部303的云系统。

[0074] 图像生成装置3也可以还具有除处理器301、存储器302、存储部303以及输入输出控制部304以外的结构。例如,图像生成装置3也可以还具有进行图像处理、图像识别处理的一部分或全部的图像运算部。通过还具有图像运算部,图像生成装置3能够高速地执行特定的图像处理、图像识别处理。例如,图像生成装置3也可以还具有进行后述的估计图像 E_w 的推断处理的一部分或全部的推断运算部。通过还具有推断运算部,图像生成装置3能够高速地执行估计图像 E_w 的推断处理。图像运算部、推断运算部也可以被搭载于利用通信线路连接的相独立的硬件装置。

[0075] 图5是图像生成装置3的功能框图。

[0076] 图像生成装置3具备图像生成部31、图像显示部32以及图像存储部33作为功能块。

[0077] 图像生成部31基于学习完毕模型M,根据从控制装置2输入的第一摄像图像(第一白色光摄像图像) D_{w1} 和第二摄像图像(第二白色光摄像图像) D_{w2} 来生成估计图像(白色光估计图像) E_w 。

[0078] 图6是示出第一摄像图像 D_{w1} 与第二摄像图像 D_{w2} 之间的关系的图。

[0079] 第一摄像图像 D_{w1} 是对以上限值U以下的光量照明的被摄体进行拍摄的摄像图像。第二摄像图像 D_{w2} 是对以上限值U以下的光量照明的被摄体进行拍摄的摄像图像,并且是由于基于摄像参数P的摄像信号处理(由模拟信号处理部212进行的模拟信号处理和/或由数字信号处理部214进行的数字信号处理)而与第一摄像图像 D_{w1} 相比伴有噪声增加但明亮度增加了的摄像图像。“摄像图像的明亮度”是指例如‘明度(日文:明度)’、‘亮度(日文:輝度)’以及‘光度(日文:光度)’等。在以后的说明中,也将第一摄像图像 D_{w1} 的明亮度称为“第一明度B1”,将第二摄像图像 D_{w2} 的明亮度称为“第二明度B2”。

[0080] 第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 是对以大致相同的光量照明的被摄体进行拍摄的摄像图像。此外,第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 也可以不必一定是对以大致相同的光量照明的被摄体进行拍摄的摄像图像。

[0081] 期望第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 是对以上限值U以下且更接近上限值U的光量照明的被摄体进行拍摄的摄像图像。通过使光量更接近上限值U,由此第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 成为更明亮、噪声更少的摄像图像。其结果是,能够提高估计图像 E_w 的估计精度。特别是,通过第二摄像图像 D_{w2} 的噪声变少,能够高效地提高估计图像 E_w 的估计精度。

[0082] 第二摄像图像 D_{w2} 是在从拍摄到第一摄像图像 D_{w1} 起经过期间T1后拍摄到的摄像图像。由于期间T1是非常短的期间,因此第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 中拍摄的被摄体处于大致相同的状态。此外,拍摄第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 的顺序没有限制。

[0083] 第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 为学习完毕模型M的输入。为了提高由学习完毕模型M输出的估计图像 E_w 的估计精度,期望第一摄像图像 D_{w1} 中包含的信息与第二摄像图像 D_{w2} 中包含的信息的差异大。因此,期望生成第一摄像图像 D_{w1} 的摄像参数P和生成第二摄像图像 D_{w2} 的摄像参数P更为不同。

[0084] 摄像信号处理例如包括模拟信号的放大处理、数字信号的放大处理。在该情况下,生成第二摄像图像 D_{w2} 的摄像参数 P 的增益大于生成第一摄像图像 D_{w1} 的摄像参数 P 的增益。

[0085] 与数字信号的放大处理相比,模拟信号的放大处理更适于提高估计图像 E_w 的估计精度。这是因为:由于数字信号的放大处理是在失去摄像信号的一部分信息的AD转换后执行的,因此从增大第一摄像图像 D_{w1} 中包含的信息与第二摄像图像 D_{w2} 中包含的信息的差别的观点来看是不利的。另一方面,与模拟信号的放大处理相比,数字信号的放大处理更适于实施多样且灵活的摄像信号处理。关于数字信号的放大处理,例如能够对从摄像部14获取到的一种摄像信号实施基于两种摄像参数 P 的增益的摄像信号处理来生成第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 。

[0086] 估计图像 E_w 是基于学习完毕模型 M 并根据第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 生成的图像,是对拍摄以比上限值 U 大的光量照明的被摄体的图像进行估计的图像。

[0087] 图像显示部32将由图像生成部31生成的估计图像 E_w 输出到显示装置4以使该估计图像 E_w 显示于显示装置4。

[0088] 图像存储部33记录由图像生成部31生成的估计图像 E_w 。此外,在不需要记录估计图像 E_w 的情况下,不需要图像存储部33。

[0089] [学习完毕模型 M]

[0090] 学习完毕模型 M 是学习输入图像与输出图像之间的关系的机器学习模型,例如是神经网络、简单感知器、多层感知器等适合图像生成的机器学习模型。学习完毕模型 M 是事先通过有监督学习基于训练数据而生成的。学习完毕模型 M 的生成既可以由图像生成装置3实施,也可以使用运算能力比图像生成装置3的运算能力高的其它计算机实施。

[0091] 图7是说明学习完毕模型 M 的生成的图。

[0092] 训练数据是将学习用第一摄像图像 D_{TW1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三摄像图像 D_{TW3} 作为一组图像的图像组。期望训练数据尽可能多地包含在多种多样的条件下拍摄到的图像。

[0093] 学习完毕模型 M 基于被输入的学习用第一摄像图像 D_{TW1} 和学习用第二摄像图像 D_{TW2} 来生成估计图像 E_w 。学习完毕模型 M 进行学习完毕模型 M 的参数学习使得所输出的估计图像 E_w 与学习用第三摄像图像 D_{TW3} 的差异变小。

[0094] 图8是示出用于生成学习完毕模型 M 的训练数据的图。

[0095] 学习用第一摄像图像 D_{TW1} 是为了学习准备的第一摄像图像 D_{w1} 。学习用第二摄像图像 D_{TW2} 是为了学习准备的第二摄像图像 D_{w2} 。

[0096] 学习用第三摄像图像 D_{TW3} 是实际对以比上限值 U 大的光量照明的被摄体进行拍摄的摄像图像。另外,学习用第三摄像图像 D_{TW3} 是由于基于摄像参数 P 的摄像信号处理(由模拟信号处理部212进行的模拟信号处理和/或由数字信号处理部214进行的数字信号处理)而产生的噪声与学习用第一摄像图像 D_{TW1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度的图像。例如,学习用第三摄像图像 D_{TW3} 是除光量以外的摄像参数 P 与学习用第一摄像图像 D_{TW1} 的摄像参数 P 大致相同的图像。

[0097] 学习用第三摄像图像 D_{TW3} 是在从拍摄到学习用第一摄像图像 D_{TW1} 和学习用第二摄像图像 D_{TW2} 起经过期间 $T2$ 后拍摄到的摄像图像。由于期间 $T2$ 是非常短的期间,因此学习用第一摄像图像 D_{TW1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三摄像图像 D_{TW3} 中拍摄的被摄体处

于大致相同的状态。此外,拍摄学习用第一摄像图像 D_{TW1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三摄像图像 D_{TW3} 的顺序没有限制。此外,学习用第一摄像图像 D_{TW1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三摄像图像 D_{TW3} 也可以是对不动的被摄体进行拍摄的图像。在该情况下,学习用第一摄像图像 D_{TW1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三摄像图像 D_{TW3} 中拍摄的被摄体为相同的状态。

[0098] 期望学习用第一摄像图像 D_{TW1} 的明亮度及学习用第二摄像图像 D_{TW2} 的明亮度与第一明度 $B1$ 及第二明度 $B2$ 大致一致。这是因为易于学习完毕模型 M 高效地学习第一摄像图像 D_{w1} 与第二摄像图像 D_{w2} 之间的关系。

[0099] 期望学习用第二摄像图像 D_{TW2} 是在从拍摄到学习用第一摄像图像 D_{TW1} 起大致经过期间 $T1$ 后拍摄到的摄像图像。这是因为易于学习完毕模型 M 高效地学习第一摄像图像 D_{w1} 与第二摄像图像 D_{w2} 之间的关系。

[0100] 通过使用上述的训练数据进行的有监督学习,来生成事先对第一摄像图像 D_{w1} 及第二摄像图像 D_{w2} 与估计图像 E_w 之间的关系进行机器学习的学习完毕模型 M 。被输入了第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 的学习完毕模型 M 所输出的估计图像 E_w 中包含的噪声与第一摄像图像 D_{w1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度。

[0101] [内窥镜系统100的动作]

[0102] 接着,对内窥镜系统100的动作(图像生成方法)进行说明。按照图9所示的内窥镜系统100的控制流程图进行说明。当控制装置2的控制部24检测到手术操作者对释放按钮184的按下操作时,内窥镜系统100执行步骤S110。

[0103] <步骤S110:摄像参数调整工序>

[0104] 在步骤S110中,控制装置2的控制部24基于由摄像控制部拍摄到的摄像图像来计算对于拍摄被摄体而言最佳的摄像参数 P (包括光量和模拟增益)。在最佳的摄像参数 P 的计算中使用公知的摄像调整技术。内窥镜系统100接下来执行步骤S120。

[0105] <步骤S120:光量判定工序>

[0106] 在步骤S120中,控制装置2的控制部24判定所计算出的光量是否超过上限值 U 。在计算出的光量超过上限值 U 的情况下,控制装置2的控制部24接下来执行步骤S130。在计算出的光量为上限值 U 以下的情况下,内窥镜系统100接下来执行步骤S160。

[0107] 此外,上限值 U 也可以不是恒定的值,而是基于由内窥镜1的温度传感器17获取到的照明部15的温度而进行变动的值。例如,在照明部15的温度低于规定温度的情况下,控制部24也可以提高上限值 U 。另外,在照明部15的温度高于规定温度的情况下,控制部24也可以降低上限值 U 。此外,在内窥镜1不具有温度传感器17的情况下,控制部24也可以使用根据将光量与发光时间相乘所得到的累计光量估计出的温度。

[0108] <步骤S130:第一摄像图像生成工序>

[0109] 在步骤S130中,控制装置2的控制部24将摄像参数 P 的光量设定为上限值 U 以下,并生成第一摄像图像 D_{w1} 。内窥镜系统100接下来执行步骤S140。

[0110] <步骤S140:第二摄像图像生成工序>

[0111] 在步骤S140中,控制装置2的控制部24变更除光量以外的摄像参数 P ,并生成与第一摄像图像 D_{w1} 相比伴有噪声增加但明亮度增加了的第二摄像图像 D_{w2} 。例如,控制部24增大摄像参数 P 的模拟增益并生成第二摄像图像 D_{w2} 。控制装置2的控制部24在从拍摄到第一摄像

图像 D_{w1} 起经过期间T1后生成第二摄像图像 D_{w2} 。内窥镜系统100接下来执行步骤S150。

[0112] <步骤S150:估计图像生成工序>

[0113] 在步骤S150中,图像生成装置3的图像生成部31基于学习完毕模型M,根据从控制装置2的摄像控制部21输入的第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} 来生成估计图像 E_w 。图像存储部33根据需要来记录估计图像 E_w 。内窥镜系统100接下来执行步骤S170。

[0114] <步骤S160:第一摄像图像生成工序>

[0115] 在步骤S160中,控制装置2的控制部24和摄像控制部21生成第一摄像图像 D_{w1} 。由于在步骤S110中计算出的光量为上限值U以下,因此控制装置2的控制部24将光量设定为计算出的光量并生成第一摄像图像 D_{w1} 。内窥镜系统100接下来执行步骤S170。

[0116] <步骤S170:图像显示工序>

[0117] 图像生成装置3的图像显示部32使在步骤S150中生成的估计图像 E_w 或在步骤S160中拍摄到的第一摄像图像 D_{w1} 显示于显示装置4。内窥镜系统100接下来执行步骤S180。

[0118] <步骤S180:结束判定工序>

[0119] 在步骤S180中,控制装置2的控制部24判定是否由手术操作者等输入了对释放按钮184的按下操作。在对释放按钮184进行了按下操作的情况下,控制装置2的控制部24再次实施步骤S110。

[0120] 根据本实施方式所涉及的内窥镜系统100,即使在获取静止图像时,也能够抑制内窥镜1的前端部11的温度上升,并且能够提供充分明亮的摄像图像。具体地说,内窥镜系统100仅使用对以上限值U以下的光量照明的被摄体进行拍摄的第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} ,因此能够将从照明部15照射的照明光的光量抑制为上限值U以下,能够将内窥镜1的前端部11的温度抑制为规定温度以下。另一方面,内窥镜系统100的图像生成装置3能够根据对以上限值U以下的光量照明的被摄体进行拍摄的第一摄像图像 D_{w1} 和第二摄像图像 D_{w2} ,来推断对拍摄以比上限值U大的光量照明的被摄体的图像进行估计的估计图像 E_w 。即,内窥镜系统100能够将从照明部15照射的照明光的光量抑制为上限值U以下,并且能够向使用者呈现估计图像 E_w ,该估计图像 E_w 是比第一摄像图像 D_{w1} 明亮的图像,并且图像中包含的噪声与第一摄像图像 D_{w1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度。

[0121] 上面参照附图详细叙述了本发明的第一实施方式,但具体的结构并不限于该实施方式,还包含不脱离本发明的主旨的范围内的设计变更等。另外,上述实施方式和变形例中所示的构成要素能够适当地组合而构成。

[0122] (变形例1)

[0123] 图10是示出作为学习完毕模型M的变形例的学习完毕模型M1的图。

[0124] 学习完毕模型M1将摄像参数P的至少一部分(例如模拟增益)用作输入数据。例如,学习完毕模型M1还具有第一摄像参数 P_{w1} 和第二摄像参数 P_{w2} 来作为输入,该第一摄像参数 P_{w1} 是拍摄到第一摄像图像 D_{w1} 时的摄像参数P,该第二摄像参数 P_{w2} 是拍摄到第二摄像图像 D_{w2} 时的摄像参数P。通过追加摄像参数P的至少一部分来作为学习完毕模型M1的输入,能够提高由图像生成部31对估计图像 E_w 的估计精度。在学习完毕模型M1的学习所使用的训练数据中也将摄像参数P追加为输入。

[0125] (变形例2)

[0126] 图11是示出作为学习完毕模型M的其它变形例的学习完毕模型M2的图。

[0127] 学习完毕模型M2将追加的辅助摄像图像用作输入数据。例如,学习完毕模型M2还具有在紧接着拍摄到第一摄像图像 D_{w1} 之后在不变更除光量以外的摄像参数P而将光量设为零的情况下拍摄到的第一辅助摄像图像 S_{w1} 、以及在紧接着拍摄到第二摄像图像 D_{w2} 之后在不变更除光量以外的摄像参数P而将光量设为零的情况下拍摄到的第二辅助摄像图像 S_{w2} 来作为输入。通过将在将光量设为零的情况下拍摄到的辅助摄像图像追加为学习完毕模型M2的输入,能够生成不易受到摄像部14的摄像元件142的模式噪声等的影响的估计图像 E_w 。特别地,在将通过相关双采样去除噪声比较困难的CMOS图像传感器用作摄像元件142的情况下,通过将在将光量设为零的情况下拍摄到的辅助摄像图像追加为输入,能够更高精度地生成估计图像 E_w 。在学习完毕模型M2的学习所使用的训练数据中也将辅助摄像图像追加为输入。

[0128] (变形例3)

[0129] 在上述实施方式中,内窥镜系统100通过检测对释放按钮184的按下操作,来推断一张估计图像 E_w 。然而,内窥镜系统100也可以与有无对释放按钮184的按下操作(ON)无关地,连续地生成估计图像 E_w ,从而生成以连续的估计图像 E_w 为帧的运动图像。图12是示出由图像生成部31生成的运动图像(连续的估计图像 E_w)的图。内窥镜系统100通过执行从步骤S110到步骤S170的一系列步骤来生成一张估计图像 E_w ,通过重复执行一系列步骤来生成运动图像(连续的估计图像 E_w)。为了生成流畅的运动图像,期望内窥镜系统100具有例如以30FPS生成估计图像 E_w 的处理性能。

[0130] 内窥镜系统100在每次生成一张估计图像 E_w 时在步骤S110中调整光量。因此,在运动图像生成的过程中光量进行变动。期望光量为上限值U以下且更接近上限值U的值,但能够基于步骤S110的调整结果而设定为比上限值U低的值。此外,图12所示的运动图像的生成序列是在步骤S120中计算出的光量超过上限值U的情况下的运动图像的生成序列。当在运动图像生成的过程中计算出的光量为上限值U以下的情况下,内窥镜系统100在步骤S160中生成第一摄像图像 D_{w1} ,并将所生成的第一摄像图像 D_{w1} 设为运动图像的一帧。

[0131] 内窥镜系统100能够将从照明部15照射的照明光的光量抑制为上限值U以下,并且能够向使用者呈现估计图像 E_w 连续起来的运动图像,该估计图像 E_w 是比第一摄像图像 D_{w1} 明亮的图像,并且图像中包含的噪声与第一摄像图像 D_{w1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度。

[0132] (变形例4)

[0133] 在上述实施方式中,照明部对被摄体照射白色光,然而,照明部所照射的照明光不限于此。照明部例如也可以对被摄体照射后述的特殊光。

[0134] (第二实施方式)

[0135] 参照图13至图14对本发明的第二实施方式进行说明。第二实施方式所涉及的内窥镜系统100B与第一实施方式所涉及的内窥镜系统100相比,仅控制流程不同。在以后的说明中,对于与已经说明的结构相同的结构,标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0136] 内窥镜系统100B使摄像影像(运动图像)显示于显示装置4,当控制装置2的控制部24检测到手术操作者对释放按钮184的按下操作(ON)时,生成摄像图像(静止图像)。图13是示出由摄像控制部21生成的摄像图像和由图像生成部31生成的静止图像(估计图像 E_w)的图。按照图14所示的内窥镜系统100B的控制流程图进行说明。当内窥镜系统100B被启动时,

内窥镜系统100B执行步骤S210。

[0137] <步骤S210:运动图像生成工序>

[0138] 在步骤S210中,控制装置2的控制部24计算对于拍摄被摄体而言最佳的摄像参数P(包括光量和模拟增益),并连续地生成第二摄像图像 D_{w2} 。例如,控制装置2的控制部24以30FPS生成第二摄像图像 D_{w2} 。如图13所示,控制装置2的控制部24在上限值U以下的范围内调整光量。控制装置2的控制部24使连续地生成的第二摄像图像 D_{w2} 作为摄像影像(运动图像)显示于显示装置4。

[0139] <步骤S220:释放检测工序>

[0140] 在步骤S220中,控制装置2的控制部24检测对释放按钮184的按下操作。除非检测到对释放按钮184的按下操作,否则控制装置2的控制部24继续步骤S210。在检测到对释放按钮184的按下操作的情况下,内窥镜系统100B接下来执行步骤S230。

[0141] <步骤S230:第一摄像图像生成工序>

[0142] 控制装置2的控制部24与第一实施方式的步骤S130同样地将摄像参数P的光量设定为上限值U以下,并生成第一摄像图像 D_{w1} 。例如,控制部24暂时减小摄像参数P的模拟增益并生成第一摄像图像 D_{w1} 。期望控制部24在生成一张第一摄像图像 D_{w1} 时将光量设定为上限值U以下且更接近上限值U的值。控制部24在生成一张第一摄像图像 D_{w1} 之后,使摄像控制部21连续地生成第二摄像图像 D_{w2} ,并使连续地生成的第二摄像图像 D_{w2} 作为摄像影像(运动图像)显示于显示装置4。内窥镜系统100B接下来执行步骤S240。

[0143] <步骤S240:估计图像生成工序>

[0144] 图像生成装置3的图像生成部31基于学习完毕模型M,根据在步骤S230中生成的第一摄像图像 D_{w1} 以及在生成第一摄像图像 D_{w1} 前后生成的第二摄像图像 D_{w2} 来生成估计图像 E_w 。图像存储部33根据需要来记录估计图像 E_w 。内窥镜系统100B接下来执行步骤S250。

[0145] <步骤S250:图像显示工序>

[0146] 图像生成装置3的图像显示部32使在步骤S240中生成的估计图像 E_w 显示于显示装置4。图像生成装置3的图像显示部32也可以使作为运动图像显示的第二摄像图像 D_{w2} 和估计图像 E_w 同时显示于显示装置4。另外,图像生成装置3的图像显示部32也可以仅在规定期间使估计图像 E_w 与作为运动图像显示的第二摄像图像 D_{w2} 互换的方式显示于显示装置4。内窥镜系统100接下来执行步骤S260。

[0147] <步骤S260:结束判定工序>

[0148] 在步骤S180中,控制装置2的控制部24判定是否结束运动图像显示。在不结束运动图像显示的情况下,控制装置2的控制部24再次实施步骤S210。

[0149] 内窥镜系统100B也可以如变形例3那样连续地生成估计图像 E_w ,并生成以连续的估计图像 E_w 为帧的运动图像。

[0150] 根据本实施方式所涉及的内窥镜系统100B,即使在获取摄像影像(运动图像)的中途获取静止图像的情况下,也能够抑制内窥镜1的前端部11的温度上升,并且能够提供充分明亮的摄像图像(静止图像)。

[0151] 上面参照附图详细叙述了本发明的第二实施方式,但具体的结构并不限于该实施方式,还包含不脱离本发明的主旨的范围内的设计变更等。另外,上述实施方式和变形例所示的构成要素能够适当地组合而构成。

[0152] (变形例5)

[0153] 在上述实施方式中,内窥镜系统100B将连续地生成的第二摄像图像 D_{w2} 作为摄像影像(运动图像),使用与对释放按钮184的按下操作对应地生成的一张第一摄像图像 D_{w1} 生成估计图像 E_w 来作为摄像图像(静止图像)。然而,摄像影像(运动图像)和静止图像的生成方式不限于于此。内窥镜系统100B也可以将连续地生成的第一摄像图像 D_{w1} 作为摄像影像(运动图像),使用与对释放按钮184的按下操作对应地生成的一张第二摄像图像 D_{w2} 生成估计图像 E_w 来作为摄像图像(静止图像)。

[0154] (第三实施方式)

[0155] 参照图15至图17对本发明的第三实施方式进行说明。与第一实施方式所涉及的内窥镜系统100相比,第三实施方式所涉及的内窥镜系统100C能够使用两种观察模式。在以后的说明中,对于与已经说明的结构相同的结构,标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0156] 图15是内窥镜系统100C的功能框图。

[0157] 内窥镜系统100C具备内窥镜1C、控制装置2C、图像生成装置3C以及显示装置4。

[0158] 内窥镜1C除了前端部11C之外,其余与第一实施方式的内窥镜1相同。内窥镜1C的前端部11C具有摄像部14、照明部15、特殊光照明部16以及温度传感器17。

[0159] 特殊光照明部16向被摄体照射在NBI(注册商标。窄带光观察、Narrow Band Imaging(窄带成像))、RDI(注册商标。红色光观察、Red Dichromatic Imaging(双红光成像))等中使用的特殊光。在此,特殊光照明部16照射的特殊光是波长范围与白色光的波长范围不同的光。在NBI中使用的特殊光是窄带化的蓝色(390nm~445nm的波长)和绿色(530nm~550nm的波长)这两个波长范围的光。在RDI中使用的特殊光是窄带化的红色、琥珀色以及绿色这三个波长范围的光。

[0160] 控制装置2C是控制内窥镜系统100C整体的装置。控制装置2C具备摄像控制部21C、照明控制部22、特殊光照明控制部23、控制部24C以及记录部25。

[0161] 摄像控制部21C具有与第一实施方式的摄像控制部21同样的功能,并且能够对拍摄被照射特殊光的被摄体的摄像信号实施基于摄像参数P的摄像信号处理来生成特殊光摄像图像(特殊光摄像影像) D_s 。

[0162] 特殊光照明控制部23基于来自控制部24的摄像参数P(特殊光的光量等)控制特殊光的光源,从而控制向特殊光照明部16传送的特殊光的光量。

[0163] 控制部24C具有与第一实施方式的控制部24同样的功能,并且能够基于对观察模式切换按钮185的操作输入等来切换两种观察模式(白色光观察模式、特殊光观察模式)。控制部24C在白色光观察模式下,根据拍摄从照明部15被照射白色光的被摄体的摄像信号来生成摄像图像(白色光摄像图像) D_w 。控制部24C在特殊光观察模式下,根据拍摄从特殊光照明部16被照射特殊光的被摄体的摄像信号来生成特殊光摄像图像 D_s 。

[0164] 图像生成装置3C具备图像生成部31C、图像显示部32以及图像存储部33作为功能块。

[0165] 图16是示出图像生成部31C的图。

[0166] 图像生成部31C基于学习完毕模型MC,根据从控制装置2C输入的第一摄像图像 D_{w1} 、第二摄像图像 D_{w2} 、第一特殊光摄像图像 D_{s1} 以及第二特殊光摄像图像 D_{s2} 来生成估计图像 E_w 。

[0167] 图17是示出第一特殊光摄像图像 D_{s1} 与第二特殊光摄像图像 D_{s2} 之间的关系的图。

第一特殊光摄像图像 D_{S1} 是对由上限值 U 以下的光量的特殊光照明的被摄体进行拍摄的特殊光摄像图像。第二特殊光摄像图像 D_{S2} 是对由上限值 U 以下的光量的特殊光照明的被摄体进行拍摄的特殊光摄像图像,并且是由于基于摄像参数 P 的摄像信号处理(由模拟信号处理部212进行的模拟信号处理和/或由数字信号处理部214进行的数字信号处理)而与第一特殊光摄像图像 D_{S1} 相比伴有噪声增加但明亮度增加了的特殊光摄像图像。

[0168] 期望第一特殊光摄像图像 D_{S1} 和第二特殊光摄像图像 D_{S2} 是对以上限值 U 以下且更接近上限值 U 的光量照明的被摄体进行拍摄的摄像图像。通过使光量更接近上限值 U ,由此第一特殊光摄像图像 D_{S1} 和第二特殊光摄像图像 D_{S2} 成为更明亮、且噪声更少的摄像图像。其结果是,能够提高估计图像 E_w 的估计精度。特别是,通过第二特殊光摄像图像 D_{S2} 的噪声变少,能够高效地提高估计图像 E_w 的估计精度。

[0169] 第一特殊光摄像图像 D_{S1} 是在从拍摄到第一摄像图像 D_{W1} 起经过期间 $T3$ 后拍摄到的特殊光摄像图像。由于期间 $T3$ 是非常短的期间,因此第一摄像图像 D_{W1} 和第一特殊光摄像图像 D_{S1} 中拍摄的被摄体处于大致相同的状态。此外,拍摄第一摄像图像 D_{W1} 和第一特殊光摄像图像 D_{S1} 的顺序没有限制。

[0170] 第二特殊光摄像图像 D_{S2} 是在从拍摄到第二摄像图像 D_{W2} 起经过期间 $T4$ 后拍摄到的特殊光摄像图像。由于期间 $T4$ 是非常短的期间,因此第二摄像图像 D_{W2} 和第二特殊光摄像图像 D_{S2} 中拍摄的被摄体处于大致相同的状态。此外,拍摄第二摄像图像 D_{W2} 和第二特殊光摄像图像 D_{S2} 的顺序没有限制。

[0171] 学习完毕模型 MC 与第一实施方式的学习完毕模型 M 相比还具有第一特殊光摄像图像 D_{S1} 和第二特殊光摄像图像 D_{S2} 来作为输入。在学习完毕模型 MC 的学习所使用的训练数据中也将特殊光摄像图像追加为输入。

[0172] 当控制装置2C的控制部24C检测到手术操作者对释放按钮184的按下操作时,内窥镜系统100C生成第一摄像图像 D_{W1} 、第二摄像图像 D_{W2} 、第一特殊光摄像图像 D_{S1} 以及第二特殊光摄像图像 D_{S2} ,并根据这四张摄像图像生成估计图像 E_w 。

[0173] 内窥镜系统100C也可以如变形例3那样连续地生成估计图像 E_w ,并生成以连续的估计图像 E_w 为帧的运动图像。另外,内窥镜系统100C也可以如第二实施方式那样将连续地生成的第二摄像图像 D_{W2} 作为摄像影像(运动图像),使用与对释放按钮184的按下操作对应地生成的第一摄像图像 D_{W1} 、第一特殊光摄像图像 D_{S1} 以及第二特殊光摄像图像 D_{S2} 生成估计图像 E_w 来作为摄像图像(静止图像)。

[0174] 根据本实施方式所涉及的内窥镜系统100C,能够将从照明部15和特殊光照明部16照射的照明光的光量抑制为上限值 U 以下,并且能够向使用者呈现估计图像 E_w ,该估计图像 E_w 是比第一摄像图像 D_{W1} 明亮的图像,并且图像中包含的噪声与第一摄像图像 D_{W1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度。

[0175] 将根据拍摄被照射特殊光的被摄体的摄像信号获取到的特殊光摄像图像追加为学习完毕模型 MC 的输入。由于对由两种照明光(白色光和特殊光)照射的被摄体进行拍摄而获取到的两种摄像图像具有不同的特性,因此能够较佳地提高图像生成部31C对估计图像 E_w 的估计精度。

[0176] 上面参照附图详细叙述了本发明的第三实施方式,但具体的结构并不限于该实施方式,还包含不脱离本发明的主旨的范围内的设计变更等。另外,上述实施方式和变形例中

所示的构成要素能够适当地组合而构成。

[0177] (变形例6)

[0178] 图18是示出作为学习完毕模型MC的变形例的学习完毕模型MC1的图。

[0179] 学习完毕模型MC1输出特殊光估计图像 E_s 。如图17所示,特殊光估计图像 E_s 是比第一特殊光摄像图像 D_{s1} 明亮的图像,并且是图像中包含的噪声与第一特殊光摄像图像 D_{s1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度的图像。此外,学习完毕模型MC1也可以输出估计图像 E_w 和特殊光估计图像 E_s 这两方。

[0180] 图19是说明学习完毕模型MC1的生成的图。

[0181] 训练数据是将学习用第一摄像图像 D_{TW1} 、学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 、学习用第二特殊光摄像图像 D_{TS2} 以及学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 作为一组图像的图像组。

[0182] 图20是示出用于生成学习完毕模型MC1的训练数据的图。

[0183] 学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 是为了学习准备的第一特殊光摄像图像 D_{s1} 。学习用第二特殊光摄像图像 D_{TS2} 是为了学习准备的第二摄像特殊光图像 D_{s2} 。

[0184] 学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 是实际对由比上限值 U 大的光量的特殊光照明的被摄体进行拍摄的摄像图像。另外,学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 是由于基于摄像参数 P 的摄像信号处理(由模拟信号处理部212进行的模拟信号处理和/或由数字信号处理部214进行的数字信号处理)而产生的噪声与学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度的图像。例如,学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 是除光量以外的摄像参数 P 与学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 的摄像参数 P 大致相同的图像。

[0185] (变形例7)

[0186] 在上述实施方式中,内窥镜1C具有两种观察模式。也可以是,在内窥镜1C具有三种以上的观察模式的情况下,学习完毕模型MC能够输入三种以上的摄像图像。

[0187] (第四实施方式)

[0188] 参照图21至图22对本发明的第四实施方式进行说明。第四实施方式所涉及的内窥镜系统100D能够与第三实施方式所涉及的内窥镜系统100C同样地使用两种观察模式。在以后的说明中,对于与已经说明的结构相同的结构,标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0189] 与第三实施方式所涉及的内窥镜系统100C相比,内窥镜系统100D具备图像生成部31D来代替图像生成部31C。

[0190] 图21是示出图像生成部31D的图。

[0191] 图像生成部31D基于学习完毕模型MD,根据从控制装置2C输入的第一特殊光摄像图像 D_{s1} 和第二摄像图像 D_{w2} 生成特殊光估计图像 E_s 。

[0192] 图22是说明学习完毕模型MD的生成的图。

[0193] 训练数据是将学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 作为一组图像的图像组。期望训练数据尽可能多地包含在多种多样的条件下拍摄到的图像。

[0194] 学习完毕模型MD基于被输入的学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 和学习用第二摄像图像 D_{TW2} 来生成特殊光估计图像 E_s 。学习完毕模型MD进行学习完毕模型MD的参数学习使得所输出的特殊光估计图像 E_s 与学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 的差异变小。

[0195] 学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 是在从拍摄到学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 和学习用第二摄像图像 D_{TW2} 起经过期间 $T5$ 后拍摄到的摄像图像。由于期间 $T5$ 是非常短的期间,因此学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 中拍摄的被摄体处于大致相同的状态。此外,拍摄学习用第一特殊光摄像图像 D_{TS1} 、学习用第二摄像图像 D_{TW2} 以及学习用第三特殊光摄像图像 D_{TS3} 的顺序没有限制。

[0196] 当控制装置2C的控制部24C检测到手术操作者对释放按钮184的按下操作时,内窥镜系统100D生成第一特殊光摄像图像 D_{S1} 和第二摄像图像 D_{W2} ,并根据这两张摄像图像生成特殊光估计图像 E_S 。

[0197] 内窥镜系统100D也可以如变形例3那样连续地生成特殊光估计图像 E_S ,并生成以连续的特殊光估计图像 E_S 为帧的运动图像。另外,内窥镜系统100D也可以如第二实施方式那样将连续地生成的第二摄像图像 D_{W2} 作为摄像影像(运动图像),使用与对释放按钮184的按下操作对应地生成的第一特殊光摄像图像 D_{S1} 生成特殊光估计图像 E_S 来作为摄像图像(静止图像)。

[0198] 根据本实施方式所涉及的内窥镜系统100D,能够将从照明部15和特殊光照明部16照射的照明光的光量抑制为上限值 U 以下,并且能够向使用者呈现特殊光估计图像 E_S ,该特殊光估计图像 E_S 是比第一特殊光摄像图像 D_{S1} 明亮的图像,并且图像中包含的噪声与第一特殊光摄像图像 D_{S1} 中由于摄像信号处理而产生的噪声为相同程度。与第三实施方式的内窥镜系统100C相比,内窥镜系统100D生成估计图像所需的摄像图像少。因此,在如变形例3那样生成以估计图像为帧的运动图像的情况下,能够进一步提高帧频。

[0199] 特殊光摄像图像有时根据特殊光的种类而会比白色光摄像图像暗。例如,通过NBI获取到的特殊光摄像图像比白色光摄像图像暗。NBI中使用的特殊光与白色光相比更容易被作为被摄体的人体组织吸收,难以被人体组织反射。因此,在照射的光强度相同的情况下,与向被摄体照射白色光时相比,在向被摄体照射特殊光时由摄像元件142接收的光强度变弱。因此,在通过NBI获取特殊光摄像图像的情况下,在将白色光摄像图像与特殊光摄像图像组合使用的使用用途(例如,白色光摄像图像与特殊光摄像图像的并列显示)中,难以提供充分明亮的特殊光摄像图像。然而,内窥镜系统100D能够根据第一特殊光摄像图像 D_{S1} 和第二摄像图像 D_{W2} 来生成并提供比第一特殊光摄像图像 D_{S1} 更明亮的特殊光估计图像 E_S 。

[0200] 上面参照附图详细叙述了本发明的第四实施方式,但具体的结构并不限于该实施方式,还包含不脱离本发明的主旨的范围内的设计变更等。另外,上述实施方式和变形例中所示的构成要素能够适当地组合而构成。

[0201] (变形例8)

[0202] 在上述实施方式中,生成摄像信号的摄像部14被设置于内窥镜1,图像生成装置3、3C基于从内窥镜1的摄像部14获取到的摄像图像来生成估计图像 E 。然而,图像生成装置的摄像信号的获取源不限于内窥镜1。图像生成装置也可以基于从摄像机、录像机、工业用内窥镜、显微镜、具有图像识别功能的机器人、智能电话、移动电话、智能手表、平板终端、笔记本型PC等移动设备等其它摄像装置获取到的摄像图像来生成估计图像 E 。

[0203] (变形例9)

[0204] 在上述实施方式中,作为照明部15和照明控制部22等所具备的光源,例示了LED,但光源并不限于LED。例如,光源也可以是包括激光二极管等的激光光源、有机EL、氙气灯

泡或卤素灯泡等灯泡、它们的组合、或者它们与具有波长转换功能的荧光体等光学元件的组合。

[0205] (变形例10)

[0206] 在上述实施方式中,摄像参数P为光量、增益,但摄像参数P不限于它们。摄像参数P也可以是光谱分布、光阑值(F值)、快门速度、运动图像的帧频、光学倍率、数字倍率、在摄像控制部21中根据由摄像元件142拍摄到的摄像信号生成摄像图像(摄像影像)的工序中的灰度、像素尺寸、分辨率(DPI)等。另外,摄像参数P也可以包括被摄体的脏器种类(食道、胃、十二指肠等)。此外,关于脏器种类,既可以由机器学习模型等模型根据摄像图像来判定,也可以根据内窥镜1的前端部11向体内的插入距离来判定,还可以由手术操作者输入到图像生成装置3中。

[0207] 也可以通过将各实施方式及它们的各变形例中的程序记录在计算机可读的记录介质中,并且使计算机系统读取并执行该记录介质中记录的程序来实现。此外,“计算机系统”设为包括OS、外围设备等硬件。另外,“计算机可读的记录介质”是指软盘、光磁盘、ROM、CD-ROM等可移动介质、内置于计算机系统的硬盘等存储装置。并且,“计算机可读的记录介质”也可以还包括如经由因特网等网络、电话线路等通信线路发送程序的情况下的通信线那样在短时间的期间内动态地保持程序的介质、如在该情况下成为服务器、客户端的计算机系统内部的易失性存储器那样将程序保持一定时间的介质。另外,上述程序也可以是用于实现上述功能的一部分的程序,并且也可以是与已经记录在计算机系统内的程序组合来实现上述功能的程序。

[0208] 附图标记说明

[0209] 100:内窥镜系统(图像生成系统);1:内窥镜;14:摄像部;15:照明部(白色光照明部);16:特殊光照明部;17:温度传感器;2:控制装置;3:图像生成装置;4:显示装置;P:摄像参数;U:上限值; D_{w1} :第一摄像图像(第一白色光摄像图像); D_{w2} :第二摄像图像(第二白色光摄像图像); E_w :估计图像(白色光估计图像); D_{s1} :第一摄像图像(第一特殊光摄像图像); D_{s2} :第二摄像图像(第二特殊光摄像图像); E_s :估计图像(特殊光估计图像)。

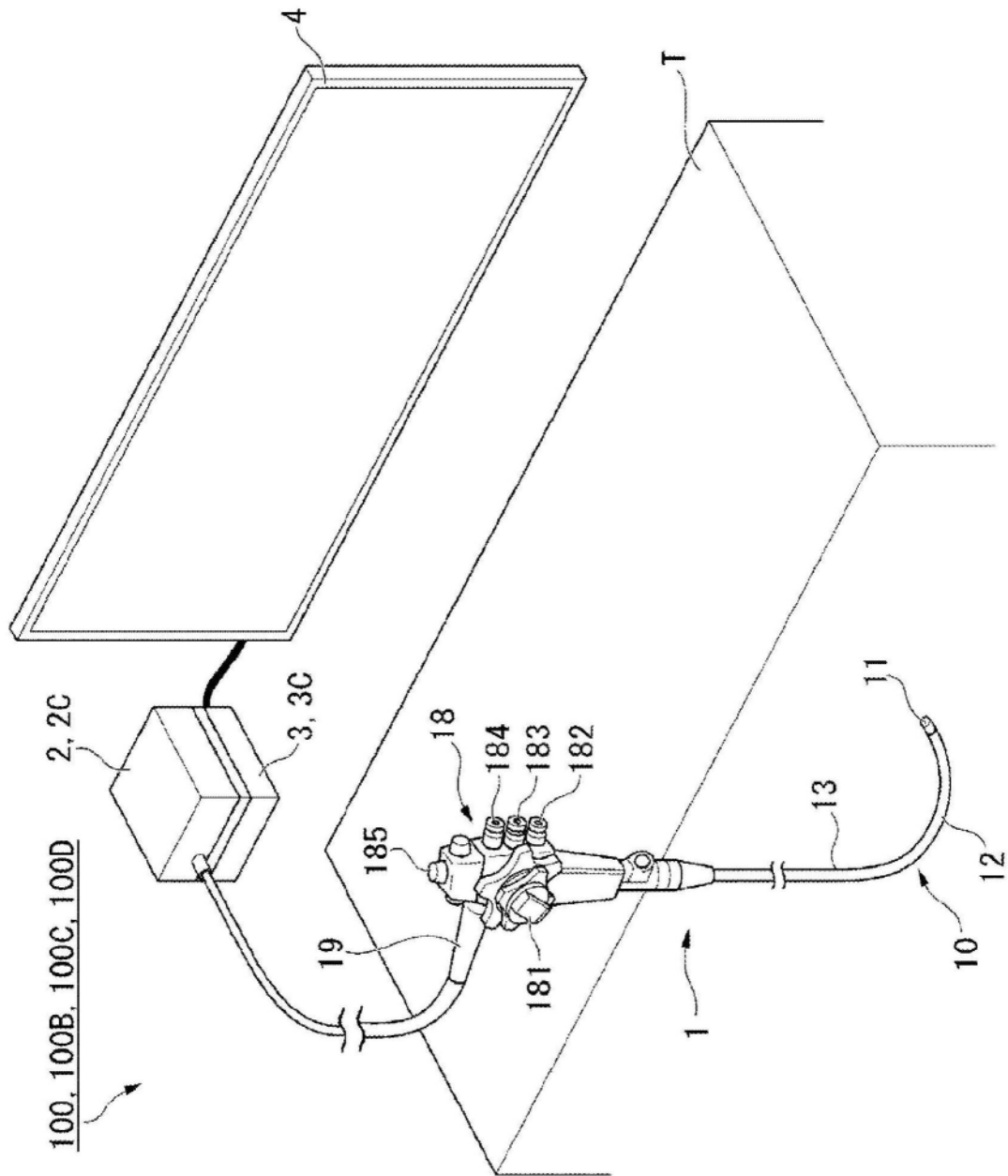


图1

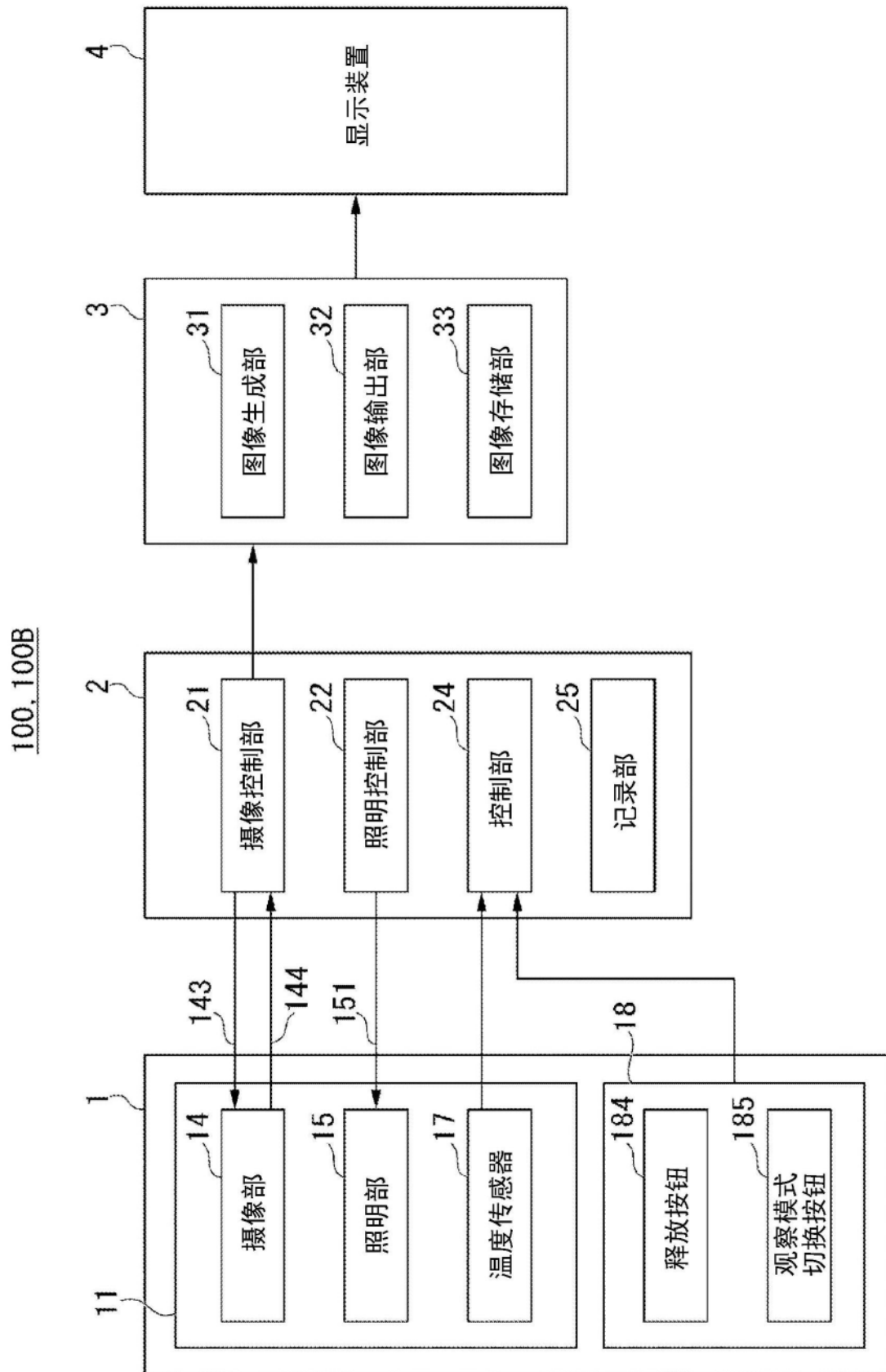


图2

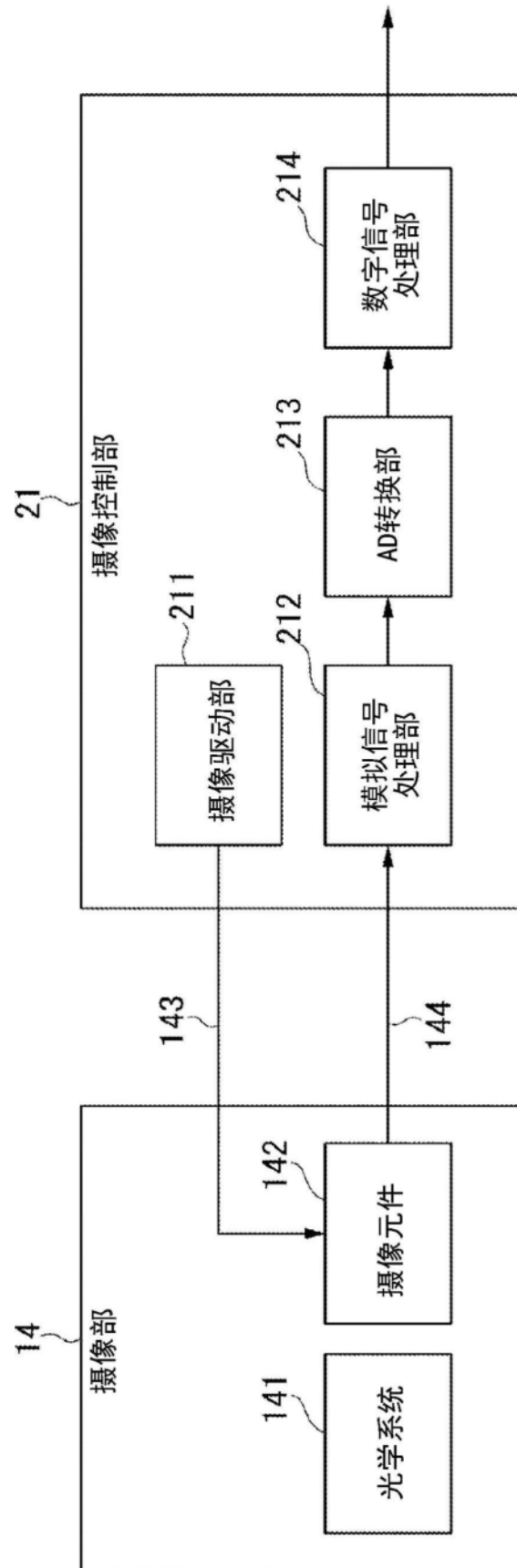


图3

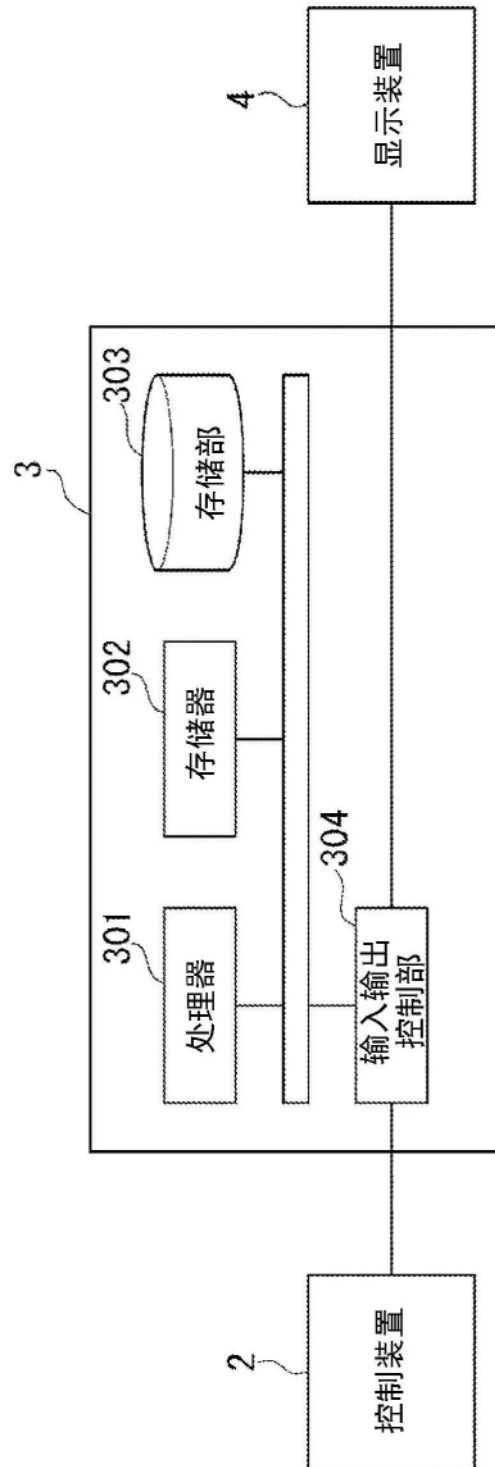


图4

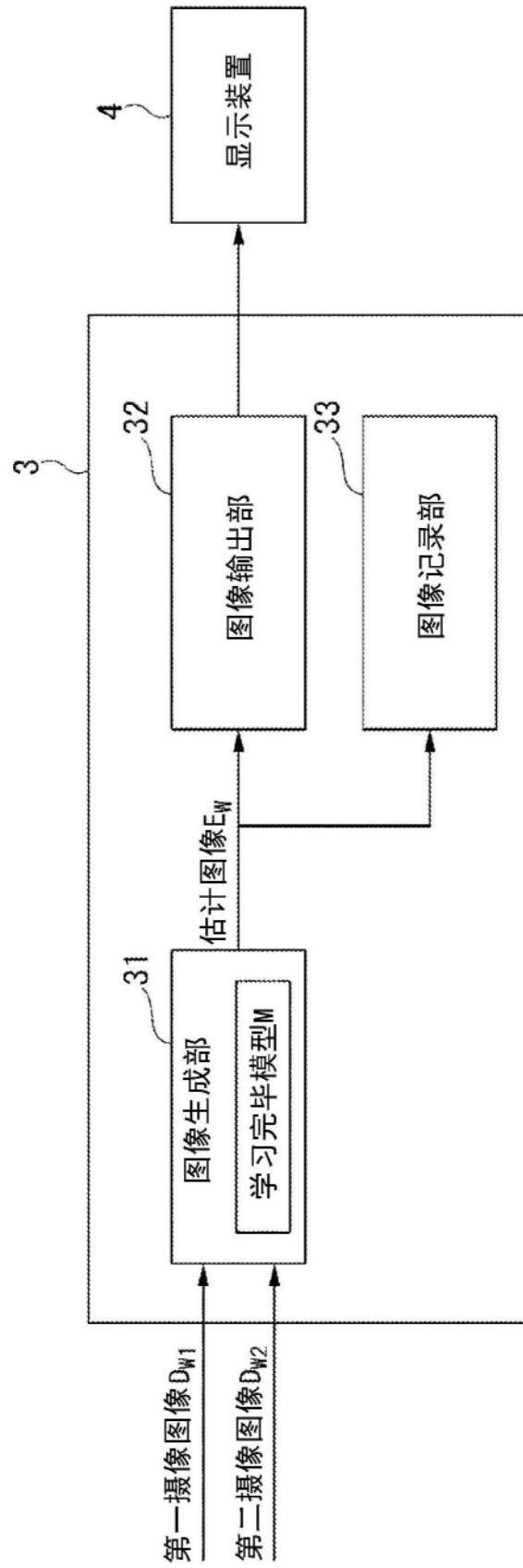


图5

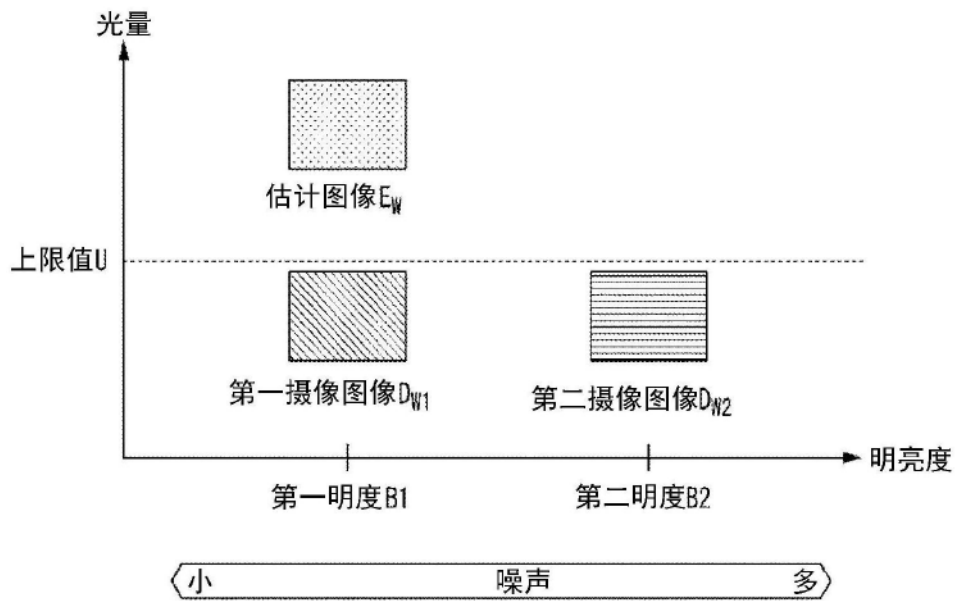


图6



图7

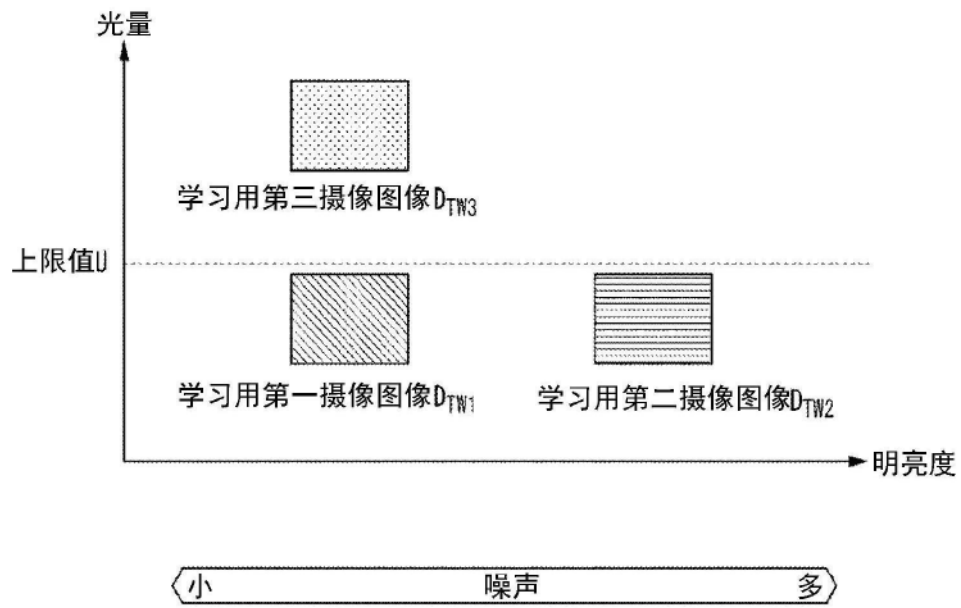


图8

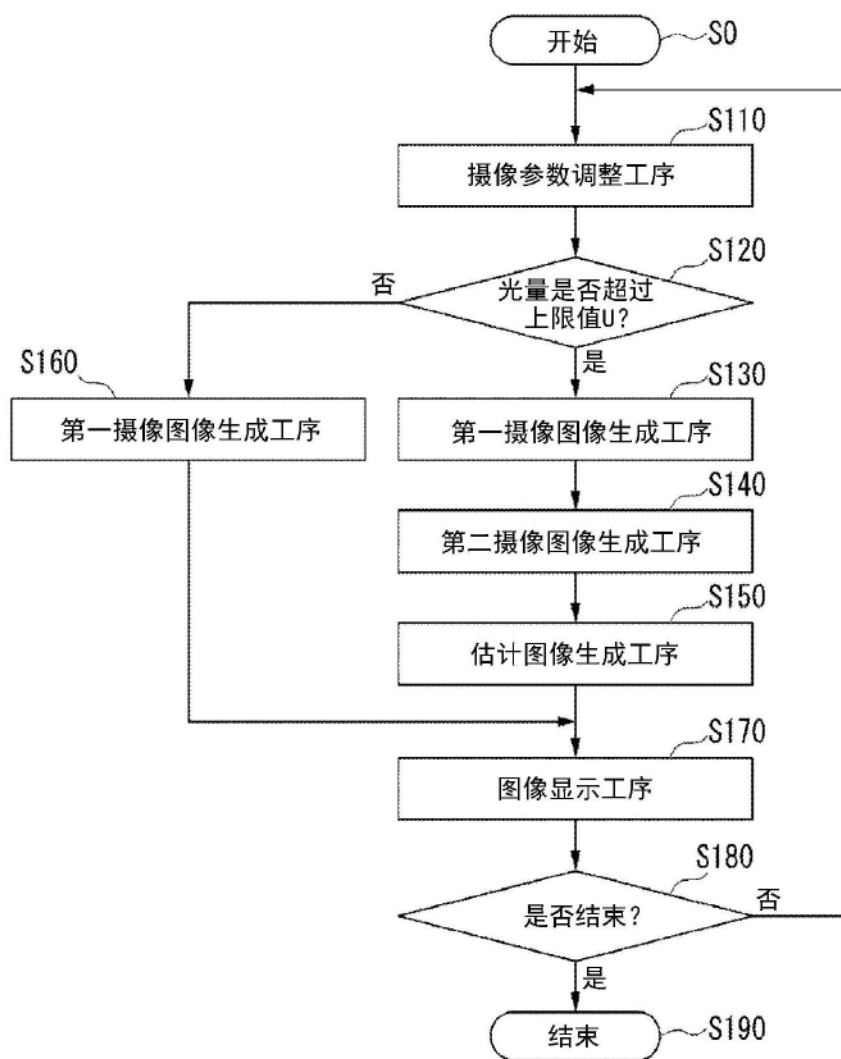


图9

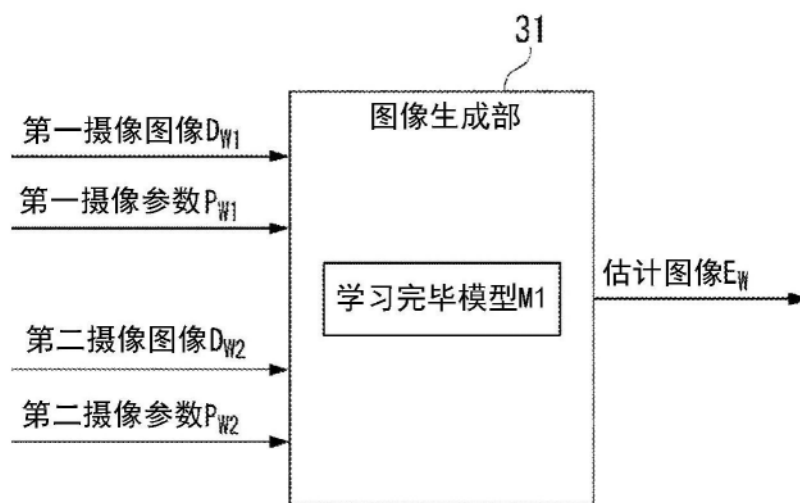


图10

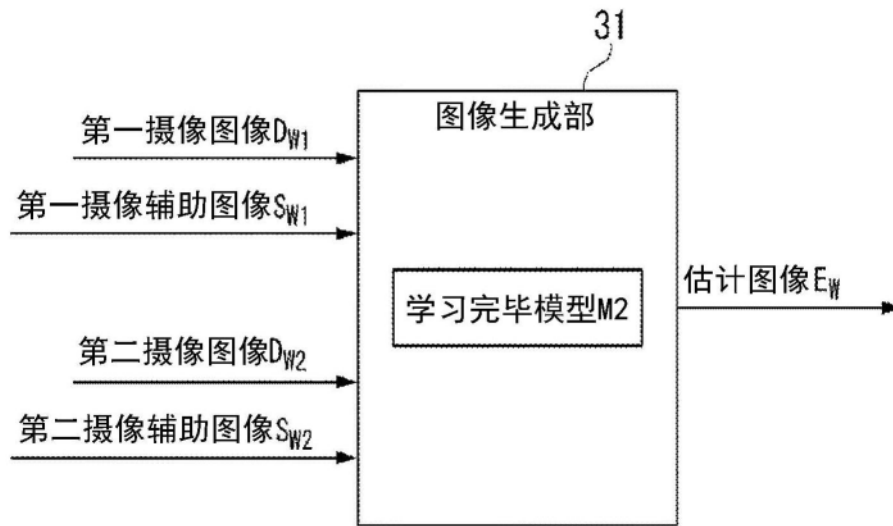


图11

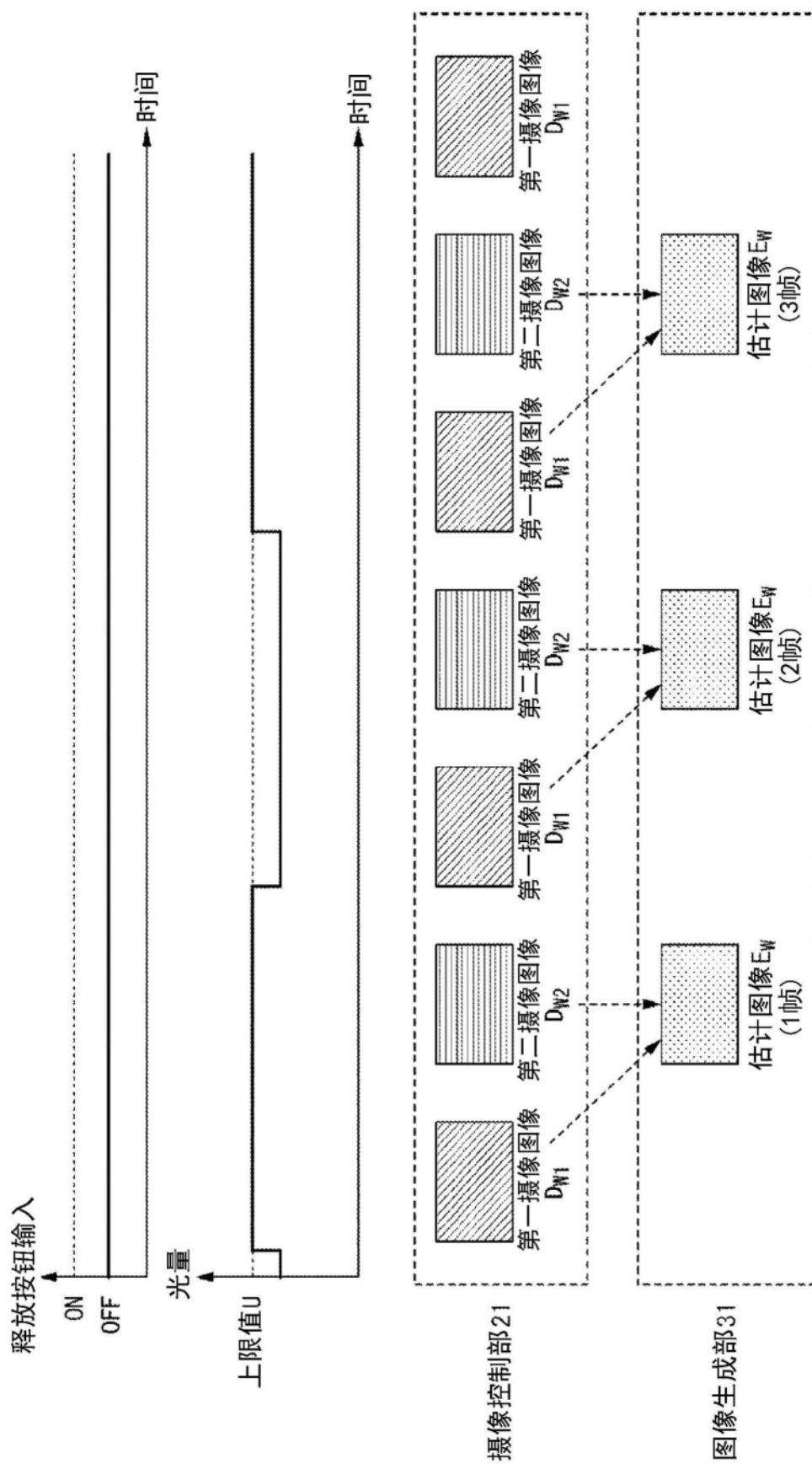


图12

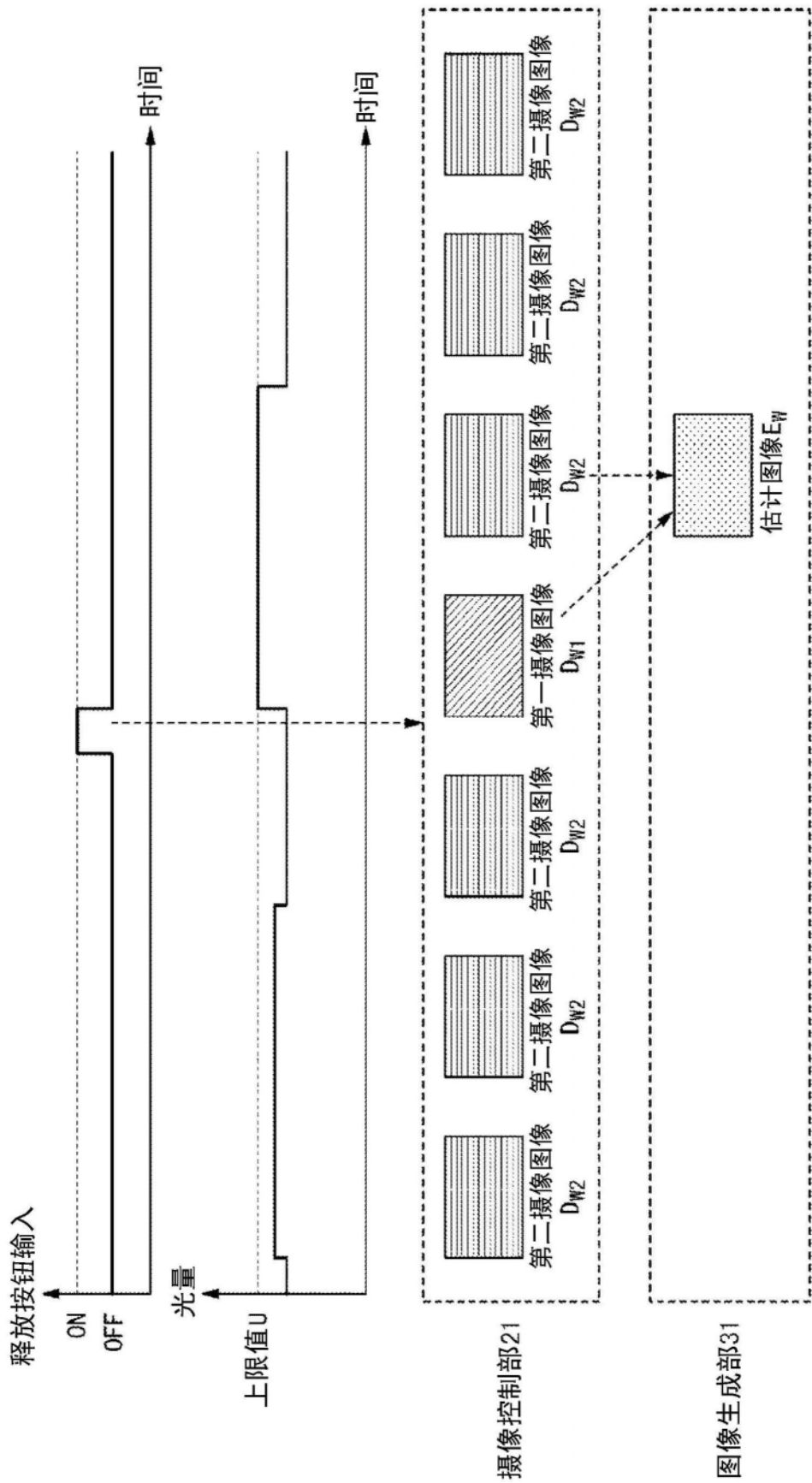


图13

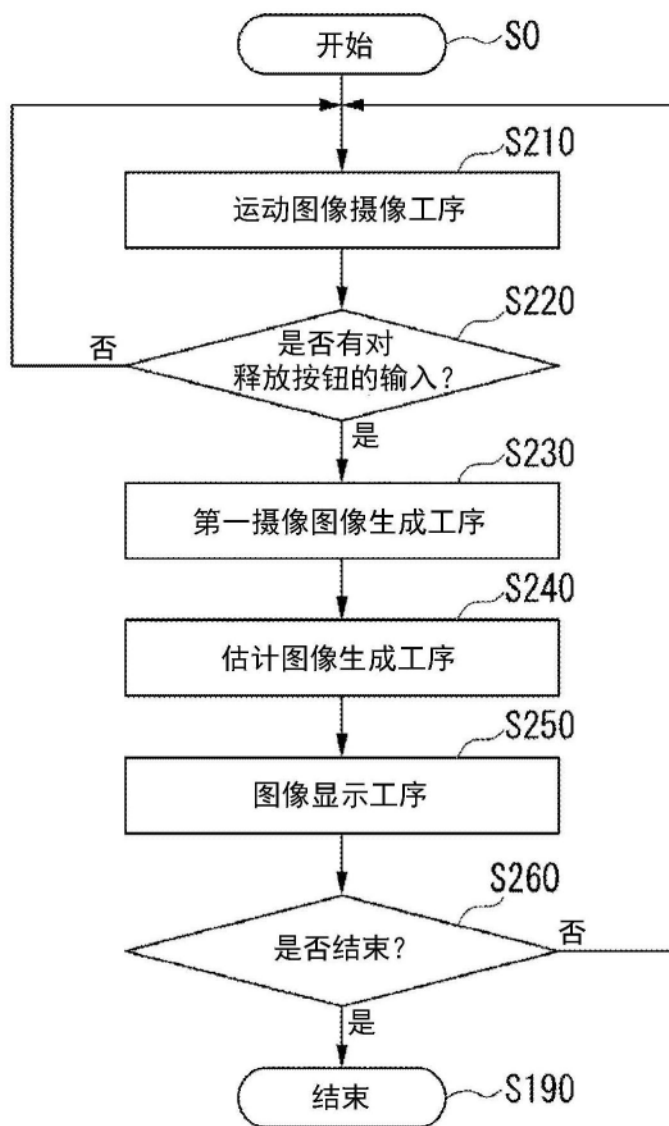


图14

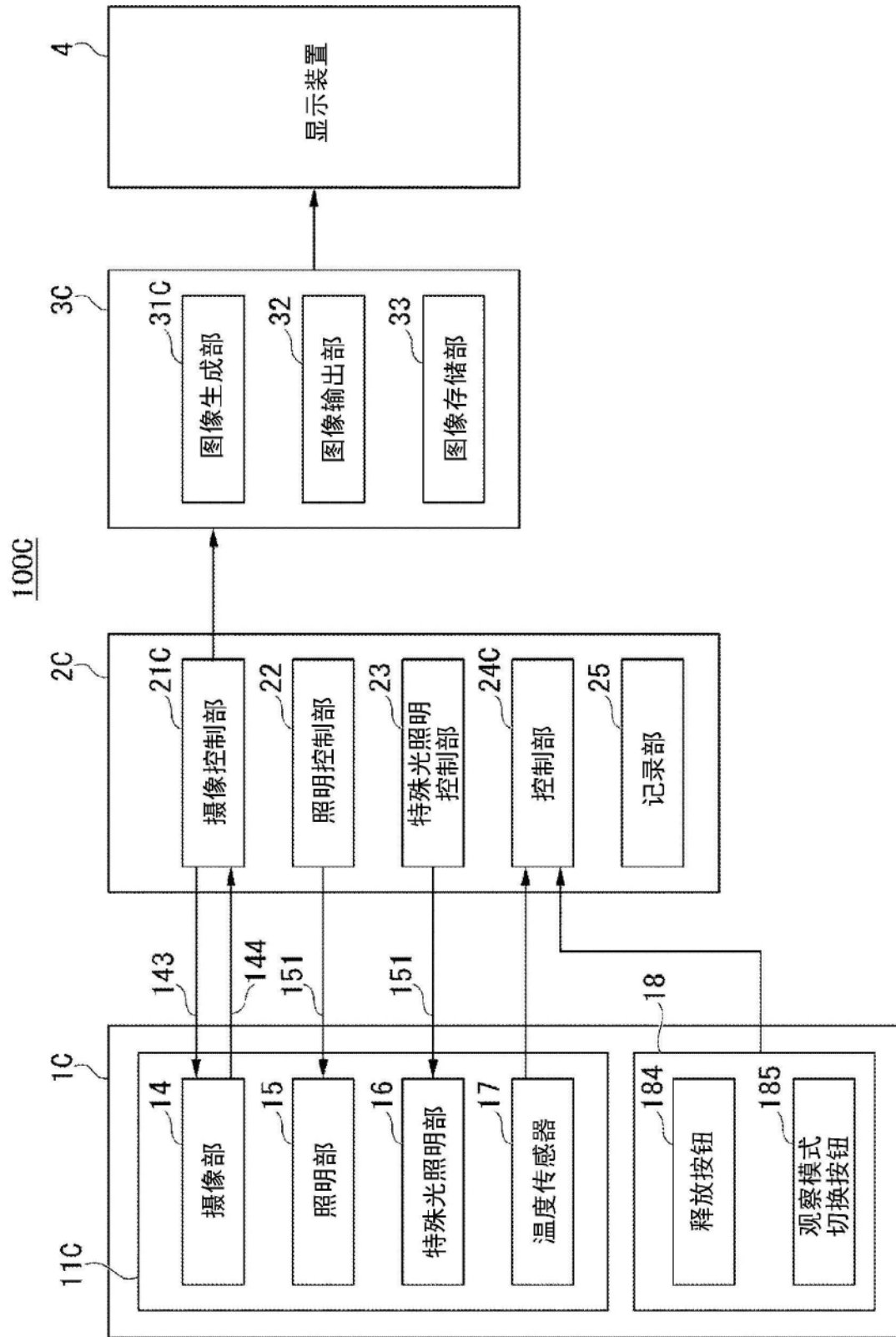


图15

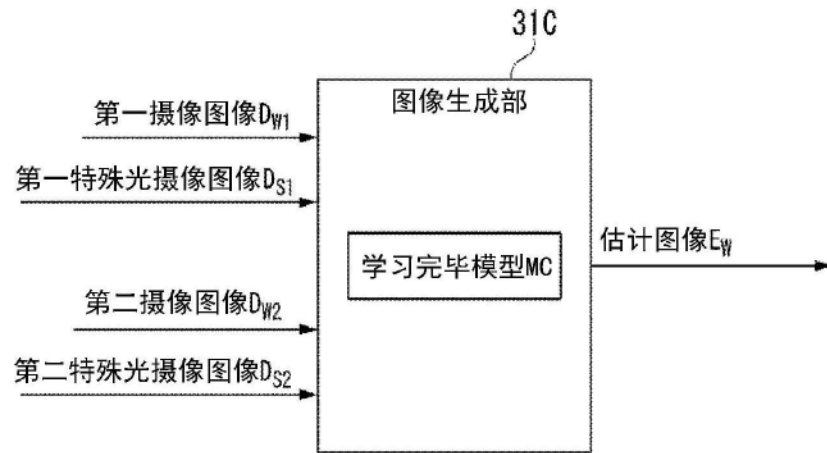


图16

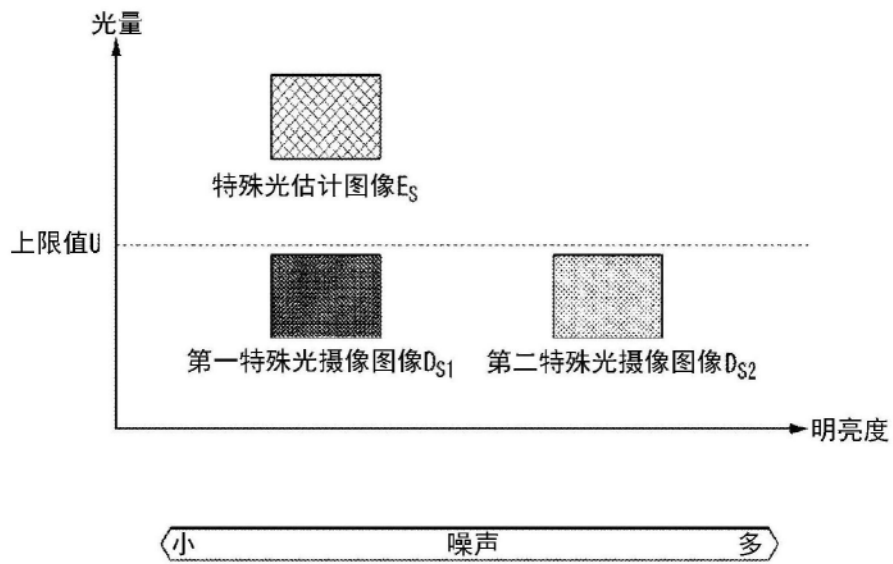


图17

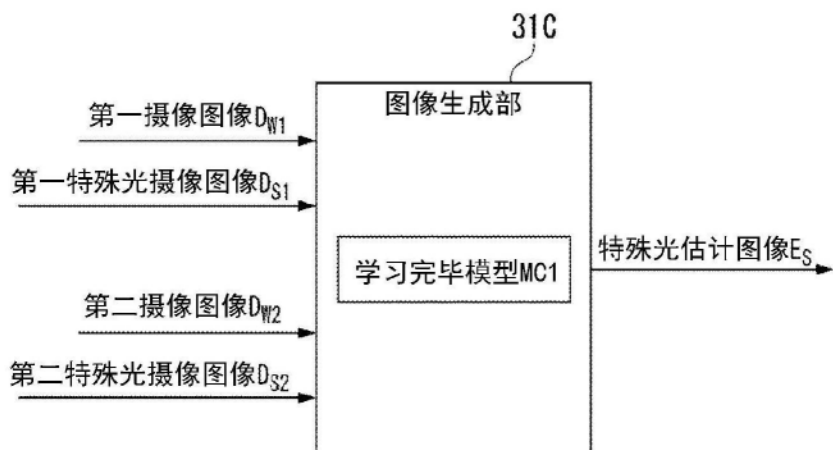


图18

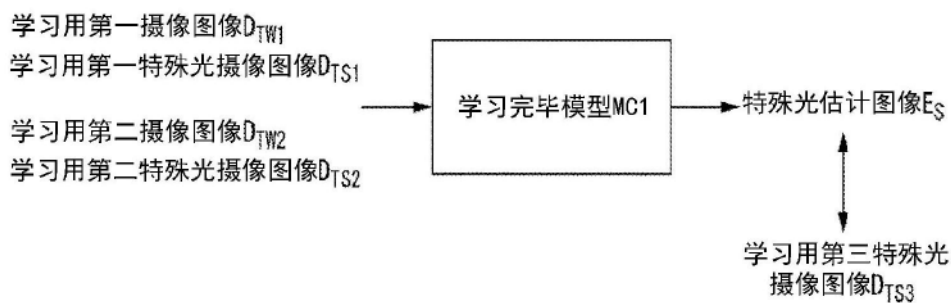


图19

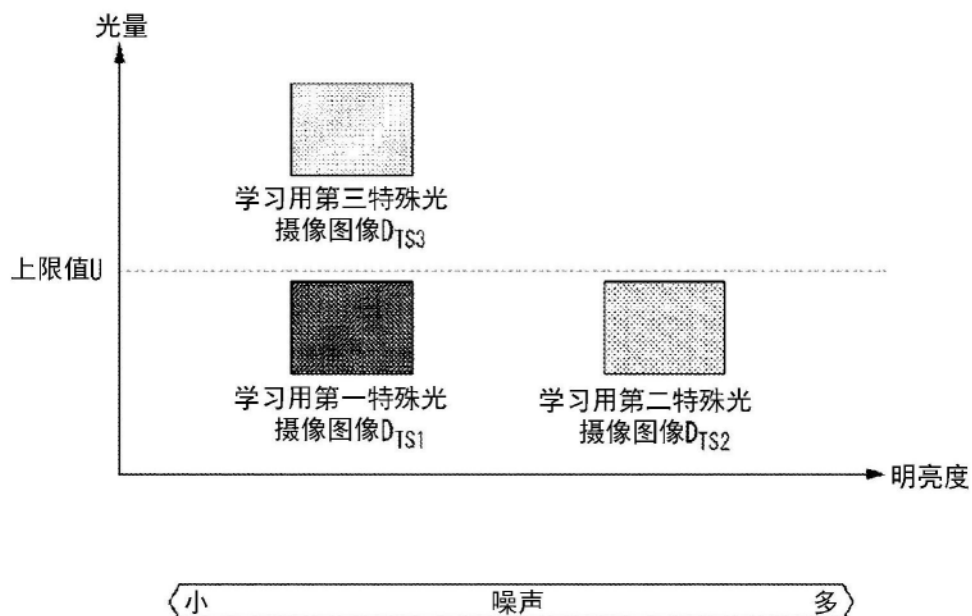


图20

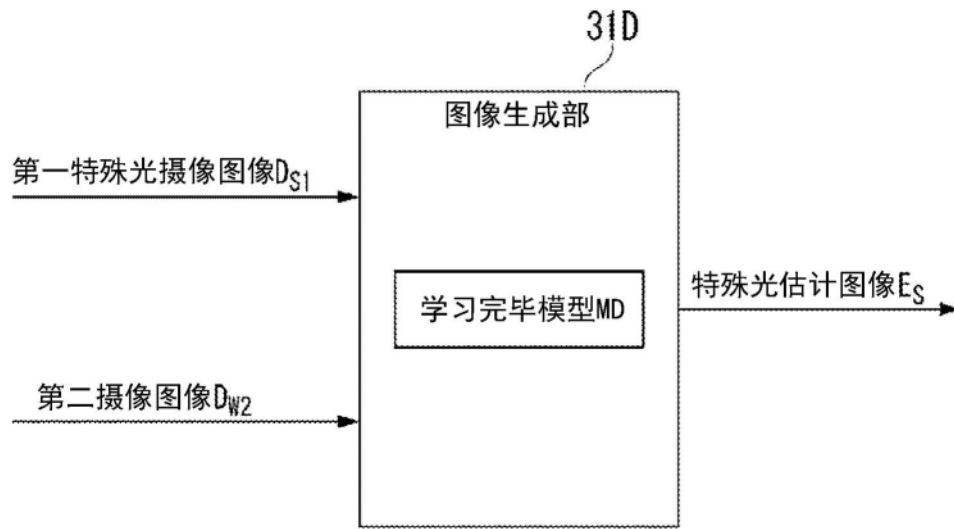


图21

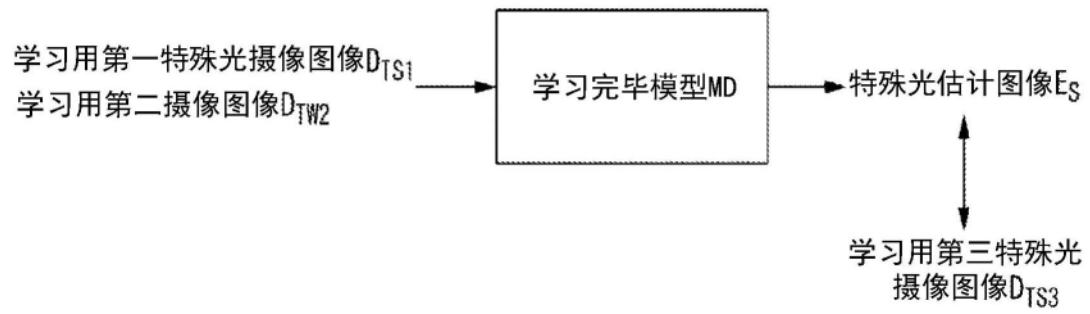


图22