

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 1/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580015400.9

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100569174C

[22] 申请日 2005.5.13

[21] 申请号 200580015400.9

[30] 优先权

[32] 2004.5.14 [33] JP [31] 145697/2004

[32] 2005.4.5 [33] JP [31] 109094/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2005/008800 2005.5.13

[87] 国际公布 WO2005/110202 日 2005.11.24

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.14

[73] 专利权人 奥林巴斯医疗株式会社

地址 日本东京

共同专利权人 奥林巴斯株式会社

[72] 发明人 桑井一裕 加藤贵之

[56] 参考文献

JP2000-152913A 2000.6.6

CN1373858A 2002.10.9

JP1-234810A 1989.9.20

JP2000-330019A 2000.11.30

审查员 王 婷

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 黄纶伟

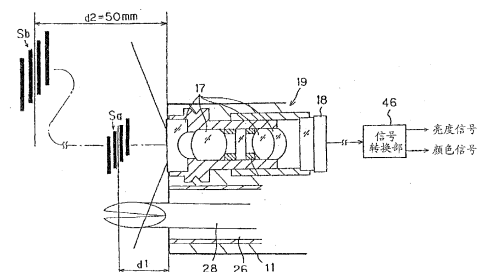
权利要求书 7 页 说明书 46 页 附图 18 页

[54] 发明名称

电子内窥镜

[57] 摘要

本发明提供一种电子内窥镜。该电子内窥镜在插入部设置有处理器具可插通于其中的通道，在插入部的前端部设置有单焦点或焦点位置可变的物镜光学系统，在摄像元件的受光面上形成光学像。在距前端部近的物距时，可由摄像元件得到足够的分辨率的图像信号，在该状态下，从通道的前端开口突出的突出量少的处理器具的前端侧在摄像元件的受光面上成像，同时确保了在远方侧所需要的分辨率。



1. 一种电子内窥镜，其特征在于，该电子内窥镜包括：

插入到被检测体内的插入部；

通道，其设置在上述插入部，处理器具能够插通于该通道内；

单焦点的物镜光学系统，其设置在上述插入部的前端部，成像被拍摄物体的光学像；以及

摄像元件，其受光面配置在上述物镜光学系统成像的位置上，并且该摄像元件对在其受光面上成像的光学像进行光电转换，

在通过上述物镜光学系统对相同宽度的黑白带的被拍摄物体拍摄、根据得到的图像信号生成亮度信号的情况下，当将针对上述白带的被拍摄物体的亮度信号的最大值设为 $I_{\max}$ 、将针对上述黑带的被拍摄物体的亮度信号的最小值设为 $I_{\min}$ 、将对比度 I 定义为 $I=(I_{\max}-I_{\min})/(I_{\max}+I_{\min})$ 时，

在对离上述插入部的前端的距离为 50mm 的位置处的黑白对带子的间距为 0.5mm 的被拍摄物体进行拍摄时，输出按上述定义的对比度 I 为 10% 以上的图像信号，

在物距为对上述黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体拍摄时，输出按上述定义的对比度 I 为 10% 以上的图像信号的物距的情况下，从上述通道的前端开口突出的处理器具的前端附近的像成像于上述摄像元件的受光面上。

2. 根据权利要求 1 所述的电子内窥镜，其特征在于，包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上，上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为 25 万像素以上、85 万像素以下的马赛克滤色器。

3. 根据权利要求 1 所述的电子内窥镜，其特征在于，包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上，上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为 10 万像素以上、35 万像素以下的黑白摄像元件。

4. 根据权利要求1所述的电子内窥镜,其特征在于,在设上述物镜光学系统的前端透镜面处的光线高为 L_h 、上述通道的前端开口的半径为 R 、上述物镜光学系统的光轴与上述前端开口的中心的距离为 D 、能够通过上述物镜光学系统在上述摄像元件上成像的视场角为 θ 、上述处理器具从插入部的前端突出的突出量为 H_{all} 的情况下,当设上述物距为 d 时,满足 $H_{all}=(D-L_h+R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)\leq d$ 。

5. 一种电子内窥镜系统,其特征在于,该电子内窥镜系统包括:

电子内窥镜,该电子内窥镜在所设置的插入部具有:处理器具能够插通于其中的通道;成像被拍摄物体的光学像的单焦点的物镜光学系统;以及受光面设置在上述物镜光学系统成像的位置上、对在上述受光面上成像的光学像进行光电转换的摄像元件;

图像处理装置,其将来自上述摄像元件的图像信号转换为用于在监视器上显示的视频信号,

在通过上述物镜光学系统对相同宽度的黑白带的被拍摄物体拍摄、根据得到的图像信号由上述图像处理装置生成能够在上述监视器上显示的视频信号的情况下,将针对上述白带的被拍摄物体的亮度信号的最大值设为 I_{max} 、将针对上述黑带的被拍摄物体的亮度信号的最小值设为 I_{min} 、将对比度 I 定义为 $I=(I_{max}-I_{min})/(I_{max}+I_{min})$ 时,

当对离上述插入部的前端的距离为 50mm 的位置处的黑白对带子的间距为 0.5mm 的被拍摄物体进行拍摄时,输出按上述定义的对比度 I 为 10% 以上的图像信号,

在物距为对上述黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体拍摄时,输出按上述定义的对比度 I 为 10% 以上的图像信号的物距的情况下,从上述通道的前端开口突出的处理器具的前端附近的像显示于上述监视器上。

6. 根据权利要求5所述的电子内窥镜系统,其特征在于,上述通道的前端开口配置成与上述监视器上的显示由上述摄像元件所拍摄的光学像的显示区域中显示区域宽的方向对应。

7. 根据权利要求5所述的电子内窥镜系统,其特征在于,上述电子

内窥镜系统还包括：

光源，其产生照明上述被拍摄物体的照明光；

处理器具检测部，其检测上述处理器具被显示在上述监视器上；

亮度检测部，其检测上述处理器具附近的亮度；以及

光量调整部，其根据上述亮度检测部的检测结果，调整照射上述被拍摄物体的照明光量。

8. 根据权利要求5所述的电子内窥镜系统，其特征在于，包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上，上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为25万像素以上、85万像素以下的马赛克滤色器。

9. 根据权利要求5所述的电子内窥镜系统，其特征在于，包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上，上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为10万像素以上、35万像素以下的黑白摄像元件。

10. 根据权利要求5所述的电子内窥镜系统，其特征在于，在设上述物镜光学系统的前端透镜面处的光线高为 L_h 、上述通道的前端开口的半径为 R 、上述物镜光学系统的光轴与上述前端开口的中心的距离为 D 、能够通过上述物镜光学系统在上述摄像元件上成像的视场角为 θ 、上述处理器具从插入部的前端突出的突出量为 H_{all} 的情况下，当设上述物距为 d 时，满足 $H_{all}=(D-L_h+R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)\leq d$ 。

11. 一种电子内窥镜，其特征在于，该电子内窥镜包括：

物镜光学系统，其设置在插入到被检测体内的插入部上；

摄像元件，其具有通过上述物镜光学系统成像被拍摄物体的光学像的规定像素数；

透镜移动部，根据基于对相同宽度的黑白带的被拍摄物体进行拍摄时得到的图像信号而生成的亮度信号，将针对上述白带的被拍摄物体的亮度信号的最大值设为 I_{max} 、将上述黑带的被拍摄物体上的亮度信号的最小值设为 I_{min} 、将对比度 I 定义为 $I=(I_{max}-I_{min})/(I_{max}+I_{min})$ 时，为了以规定值以上的对比度 I 在上述物镜光学系统的近点侧捕捉距离上述

插入部的前端规定距离的位置处的被拍摄物体，上述透镜移动部移动构成上述物镜光学系统的至少一部分透镜，改变上述物镜光学系统的焦距，以使得景深有一部分重复；以及

通道，处理器具能够插通于该通道中，并且该通道开口成使得突出规定距离的上述处理器具的前端配置在通过上述透镜移动部、焦距被设定为近点侧时的上述物镜光学系统的视野角内。

12. 根据权利要求 11 所述的电子内窥镜，其特征在于，上述透镜移动部能够连续改变构成上述物镜光学系统的至少一个透镜，上述物镜光学系统具有在近点侧能够以 10% 以上的上述对比度 I 来捕捉黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体的景深，并且具有在远点侧对离插入部前端的距离为 50mm 的位置处的黑白对带子的间距为 0.5mm 的被拍摄物体拍摄时能以 10% 以上的上述对比度 I 来捕捉上述被拍摄物体的景深。

13. 根据权利要求 11 所述的电子内窥镜，其特征在于，上述透镜移动部能够将构成上述物镜光学系统的至少一个透镜设定在近点侧和远点侧两个位置上，上述物镜光学系统具有在上述近点侧能够以 10% 以上的上述对比度 I 来捕捉黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体的景深，并且具有在上述远点侧对离插入部前端的距离为 50mm 的位置处的黑白对带子的间距为 0.5mm 的被拍摄物体拍摄时能以 10% 以上的上述对比度 I 来捕捉上述被拍摄物体的景深。

14. 根据权利要求 13 所述的电子内窥镜，其特征在于，上述透镜移动部还能够将构成上述物镜光学系统的至少一个透镜设定在位于上述近点侧与上述远点侧两个位置之间的第三位置上。

15. 根据权利要求 11 所述的电子内窥镜，其特征在于，在设上述物镜光学系统的前端透镜面处的光线高为 L_h 、上述通道的前端开口的半径为 R 、上述物镜光学系统的光轴与上述前端开口的中心的距离为 D 、能够通过上述物镜光学系统在上述摄像元件上成像的视场角为 θ 、上述插入部的前端到上述被拍摄物体的距离为 d 时，满足 $D \leq d/\tan(90^\circ - \theta/2) + L_h - R$ 。

16. 根据权利要求 11 所述的电子内窥镜，其特征在于，当通过上述

透镜移动部使焦点位置为近景时包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上, 上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为 60 万像素以上的马赛克滤色器。

17. 根据权利要求 11 所述的电子内窥镜, 其特征在于, 当通过上述透镜移动部使焦点位置为近景时包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上, 上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为 25 万像素以上的黑白摄像元件。

18. 一种电子内窥镜系统, 其特征在于, 该电子内窥镜系统包括:
插入部, 其被插入到被检测体内;

物镜光学系统, 其设置在上述插入部上;

摄像元件, 通过上述物镜光学系统在上述摄像元件的受光面上成像被拍摄物体的光学像, 并且上述摄像元件对该受光面上成像的光学像进行光电转换;

图像处理装置, 其将来自上述摄像元件的图像信号转换为用于在监视器上显示的视频信号;

透镜移动部, 根据基于对相同宽度的黑白带的被拍摄物体拍摄时得到的视频信号而生成的亮度信号, 当将对上述白带的被拍摄物体拍摄时得到的亮度信号的最大值设为 $I_{\max}$ 、将针对上述黑带的被拍摄物体的亮度信号的最小值设为 $I_{\min}$ 、将对比度 I 定义为 $I = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$ 时, 为了在上述物镜光学系统的焦距的近点侧以规定值以上的对比度 I 来捕捉离上述插入部的前端规定距离的位置处的被拍摄物体, 上述透镜移动部移动构成上述物镜光学系统的至少一部分透镜, 改变上述物镜光学系统的焦距, 以使景深有一部分重复; 以及

处理器具插通通道, 其开口成使得突出规定距离的处理器具的前端配置在通过上述透镜移动部被设定在近点侧时的物镜光学系统的视野角内。

19. 根据权利要求 18 所述的电子内窥镜系统, 其特征在于, 上述透镜移动部移动构成上述物镜光学系统的至少一个透镜, 上述物镜光学系统具有在近点侧能够以 10% 以上的上述对比度 I 来捕捉黑白对带子的间

距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体的景深，并且具有在远点侧对离插入部前端的距离为 50mm 的位置处的黑白对带子的间距为 0.5mm 的被拍摄物体拍摄时能以 10% 以上的上述对比度 I 来捕捉上述被拍摄物体的景深。

20. 根据权利要求 18 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，上述电子内窥镜系统具有对焦控制部，该对焦控制部根据上述摄像元件的输出信号而生成控制上述透镜移动部的控制信号，将上述物镜光学系统设定成对焦状态。

21. 根据权利要求 18 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，当设上述物镜光学系统的前端透镜面处的光线高为 L_h 、上述处理器具插通通道的前端开口的半径为 R 、上述物镜光学系统的光轴与上述前端开口的中心的距离为 D 、通过上述物镜光学系统在上述摄像元件上成像的视场角为 θ 、上述插入部的前端到上述被拍摄物体的距离为 d 时，满足 $D \leq d/\tan(90^\circ - \theta/2) + L_h - R$ 。

22. 根据权利要求 18 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，上述通道的前端开口配置成与上述监视器上的显示由上述摄像元件所拍摄的光学像的显示区域中显示区域宽的方向对应。

23. 根据权利要求 18 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，当通过上述透镜移动部使焦点位置为近景时包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上，上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为 60 万像素以上的马赛克滤色器。

24. 根据权利要求 18 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，当通过上述透镜移动部使焦点位置为近景时包括上述物镜光学系统和上述摄像元件的摄像装置的视野角在 100° 以上，上述摄像元件具有对监视器显示有效的像素数为 25 万像素以上的黑白摄像元件。

25. 根据权利要求 20 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，上述对焦控制部在上述摄像元件的输出信号的亮度水平在规定值以下时进行将上述物镜光学系统设定成对焦于远景位置的状态的控制。

26. 根据权利要求 18 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，上述电子内窥镜系统具有存储器，该存储器存储与上述物镜光学系统的光学特

性有关的信息。

27. 根据权利要求 20 所述的电子内窥镜系统，其特征在于，上述电子内窥镜系统具有存储器，该存储器存储与上述物镜光学系统的光学特性有关的信息，上述对焦控制部利用上述信息对上述物镜光学系统进行对焦控制。

电子内窥镜

技术领域

本发明涉及具有固体摄像元件、可与各种处理器具一起使用的电子内窥镜。

背景技术

众所周知，内窥镜可观察不能直接用肉眼观察的生物体内等，以医疗领域为中心，广泛应用于诊断、治疗。并且，通过 CCD 等固体摄像元件将被拍摄物体像转换为电信号，可在监视器上进行观察的电子内窥镜正在普及。此外，近年来，为了进行被拍摄物体的详细观察而采用变焦光学系统的电子内窥镜、使用多像素的固体摄像元件的高分辨率内窥镜也正在普及。

前者采用了变焦光学系统的电子内窥镜受到不能将前端部的结构做成大型化的制约，因而不能采用复杂结构，一般采用使一个透镜组移动来改变视野角的倍率变更变焦光学系统。

此外，日本特开 2000-330019 号公报所示的倍率变更变焦光学系统中，如该公报的图 1 所示，从物体侧开始按顺序包括具有负折射率的第一透镜组 10、亮度光圈 S、具有正折射率的第二透镜组 20、具有负折射率的第三透镜组 30。并且，其特征是，在进行倍率变更时，第一透镜组 10 和第三透镜组 30 不动，第二透镜组 20 向不改变物像间距离的光轴上不同的 2 点处移动。G 表示滤色器类。

因此，可得到适用于在变更倍率时物像间距离不改变的小型且高性能的两焦点类型内窥镜的物镜倍率变更光学系统，并且具有可通过变焦光学系统对被拍摄物体进行详细观察的效果。

后者使用多像素固体摄像元件的高分辨率内窥镜中，与以往相比，使用多像素的固体摄像元件，能够以更高分辨率来拍摄被拍摄物体，因此具

有可对被拍摄物体进行详细观察的效果。

使用上述日本特开 2000-330019 号公报所示的倍率变更变焦光学系统的内窥镜中，在对被拍摄物体进行详细观察时移动摄像光学系统内的透镜来改变视场角，并且改变倍率，因此为提高倍率，需要使视场角变窄。

另一方面，从通道前端开口突出的处理器具是否被包含固体摄像元件的摄像光学系统拍摄到取决于摄像光学系统的视场角、和相邻的摄像光学系统与处理器具之间的距离。此时，相邻的摄像光学系统与处理器具之间的距离越近，摄像光学系统的视场角越宽，在突出的情况下，处理器具越快地被摄像光学系统（以突出量少的状态）拍摄到。

在为了详细观察被拍摄物体而接近并提高倍率的情况下，在现有技术的例子中，从通道前端开口突出的处理器具不能被摄像光学系统在视野范围内拍摄到，存在难以一边对被拍摄物体进行详细观察一边利用处理器具进行处理作业的问题。即，在现有技术的例子中，在为了详细观察被拍摄物体而将其设定在近点侧（近景）、放大倍率变更变焦光学系统的倍率时，出现视场角变窄，不能在视野范围内捕捉到从通道的前端开口突出的处理器具的问题。

此外，使用单焦点光学系统的内窥镜中，在为了精细地进行观察，而使用多像素固体摄像元件的情况下，一般像素数越多，光学系统的景深就越窄，所以存在如下问题：当为了进行被拍摄物体的详细观察而调整光学系统，以使得在最接近时得到高的分辨率时，远点的景深不足，作为内窥镜难以得到实用的景深。

在使用例如 100 万像素以上的马赛克滤色器（Mosaic Filter）方式的固体摄像元件的摄像光学系统的情况下，为了加宽景深，需要增大 F_{no} ，但 F_{no} 过大时，由于光的衍射使像的对比度降低，因此单焦点光学系统中，难以同时确保最接近时的高分辨率与实用上的景深。

发明内容

本发明目的是提供一种电子内窥镜，该电子内窥镜在使用单焦点物镜光学系统的情况下，能得到实用的景深，并且可一边进行被拍摄物体的详

细观察一边进行利用处理器具的处理。

此外，本发明的目的是提供一种电子内窥镜，该电子内窥镜在使用焦点位置可变的物镜光学系统的情况下，可一边进行近点侧的被拍摄物体的详细观察，一边进行利用处理器具的处理。

本发明的使用单焦点物镜光学系统的电子内窥镜的特征在于，该电子内窥镜包括：

插入到被检测体内的插入部；

通道，其设置在上述插入部，处理器具插通于该通道内；

单焦点的物镜光学系统，其设置在上述插入部的前端部，成像被拍摄物体的光学像；以及

摄像元件，其受光面配置在上述物镜光学系统成像的位置上，并且该摄像元件对在其受光面上成像的光学像进行光电转换，

在通过上述物镜光学系统对相同宽度的黑白带的被拍摄物体拍摄、根据得到的图像信号生成亮度信号的情况下，将针对上述白带的被拍摄物体的亮度信号的最大值设为 $I_{\max}$ 、将针对上述黑带的被拍摄物体的亮度信号的最小值设为 $I_{\min}$ 、将对比度 I 定义为 $I = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$ 时，

在对离上述插入部的前端的距离为 50mm 的位置处的黑白对带子的间距为 0.5mm 的被拍摄物体进行拍摄时，输出按上述定义的对比度 I 为 10% 以上的图像信号，

当物距为对上述黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体拍摄时，输出按上述定义的对比度 I 为 10% 以上的图像信号的物距的情况下，从上述通道的前端开口突出的处理器具的前端附近的像成像于上述摄像元件的受光面上。

本发明的使用焦点位置可变的物镜光学系统的电子内窥镜的特征在于，该电子内窥镜包括：

物镜光学系统，其设置在插入到被检测体内的插入部上；

摄像元件，其具有通过上述物镜光学系统成像上述被拍摄物体的光学像的规定像素数；

透镜移动部，根据基于对相同宽度的黑白带的被拍摄物体进行拍摄时

得到的图像信号而生成的亮度信号，将针对上述白带的被拍摄物体的亮度信号的最大值设为 $I_{\max}$ 、将上述黑带的被拍摄物体上的亮度信号的最小值设为 $I_{\min}$ 、将对比度 I 定义为 $I=(I_{\max}-I_{\min})/(I_{\max}+I_{\min})$ 时，为了以规定值以上的对比度 I 在上述物镜光学系统的近点侧捕捉距离上述插入部的前端规定距离的位置处的被拍摄物体，上述透镜移动部移动构成上述物镜光学系统的至少一部分透镜，改变上述物镜光学系统的焦距，使得景深有一部分重复；以及

通道，处理器具能够插通于该通道，并且该通道开口，以使得突出规定距离的上述处理器具的前端配置在通过上述透镜移动部、焦距被设定成近点侧时的上述物镜光学系统的视野角内。

附图说明

图 1 是表示具备本发明的实施例 1 的内窥镜系统的概略结构的结构图。

图 2 是实施例 1 的电子内窥镜的摄像单元的截面图。

图 3 是从正面观察实施例 1 的插入部前端部的前端面的外观图。

图 4 是沿着图 3 的 A-A 线的概略截面图。

图 5 是表示图 4 中使插通到通道内的处理器具从前端开口突出的状态等的概略截面图。

图 6 是实施例 1 的概略作用说明图。

图 7 是从正面观察本发明的实施例 2 的插入部前端部的前端面的外观图。

图 8 是沿着图 7 的 B-B 线的概略截面图。

图 9 是表示实施例 2 的使插通到通道内的处理器具从前端部突出时的监视器显示视频的图。

图 10 是表示变形例的内窥镜的显示区域的图。

图 11 是表示具备本发明的实施例 3 的电子内窥镜系统的概略结构的结构图。

图 12 是实施例 3 的电子内窥镜的摄像单元的截面图。

图 13 是从正面观察实施例 3 的插入部前端部的前端面的外观图。

图 14 是从正面观察实施例 3 的电子内窥镜的插入部前端的前端面的主视图。

图 15 是沿着图 14 的 C-C 线的概略截面图。

图 16 是自动对焦动作的流程图。

图 17 是将处理器具插入处理器具通道、使处理器具从前端开口突出时的截面图。

图 18 是本实施例的近点侧处的作用的说明图。

图 19 是表示具备本发明实施例 4 的电子内窥镜系统的概略结构的结构图。

图 20 是从正面观察本发明实施例 4 的插入部前端部的前端面的外观图。

图 21 是沿着图 17 的 D-D 线的概略截面图。

图 22 是实施例 4 的两阶段自动对焦控制动作的流程图。

图 23 是表示实施例 4 的使插通到通道内的处理器具从前端部突出时的监视器显示视频的图。

图 24 是表示实施例 4 的第一变形例的电子内窥镜系统的概略结构的结构图。

图 25 是表示实施例 4 的第二变形例的 CPU 部分的结构图。

具体实施方式

下面参考附图说明本发明各实施例。

（实施例 1）

参考图 1 到图 6 说明本发明实施例 1。

如图 1 所示，电子内窥镜系统 1 包括：实施例 1 的电子内窥镜 2；作为供给该电子内窥镜 2 的照明光的光源的光源装置 3；对内置在电子内窥镜 2 中的摄像单元进行信号处理的图像处理装置（信号处理装置）4；被输入从图像处理装置 4 输出的标准视频信号，从而显示内窥镜图像的对应于高清晰 TV（简记为 HDTV）方式的监视器 5。

本实施例的电子内窥镜2具有插入被检测体的插入部7、设置在该插入部7的后端由手术人员等操作者抓持进行操作的操作部8、以及从该操作部8延伸出来的电缆部9。

插入部7在其前端设置有硬质的前端部11，在该前端部11上设置有后述的摄像单元等。

插入部7内插通有传送照明光用的光导14，该光导14的后端侧通过电缆部9到达设置于光导14端部上的光导连接器15。通过将该光导连接器15连接于光源装置3，从光源装置3向光导14的后端面提供照明光。

从光源装置3供给的照明光由光导14传送，从固定于前端部11的前端面，经过与该前端面对置地安装在照明窗上的照明透镜16a、16b(参考图3)向前方射出，照明体腔内的患部等被拍摄物体。

前端部11上与照明窗相邻设置有观察窗(或摄像窗)，在该摄像窗上配置有摄像单元19，该摄像单元19包括：对被照明的被拍摄物体形成光学像的物镜系统(或物镜光学系统)17；和受光面(或光电转换面)配置在该物镜系统17的成像位置上的作为摄像元件的例如电荷耦合元件(简记作CCD)18。

摄像单元19上连接着信号电缆21的一端，插通于插入部7内的信号电缆21还插通于电缆部9内，且其另一端与其后端的信号连接器22连接。

通过将该信号连接器22连接于图像处理装置4上，利用来自图像处理装置4的CCD驱动部23的CCD驱动信号来驱动CCD18，CCD18输出经过了光电转换的图像信号(摄像信号)。

该摄像信号在图像处理装置4内被进行信号处理，在监视器5上显示内窥镜图像。

此外，插入部7内设置有各种处理器具可插通于其中的通道25。该通道25包括在前端部11开口的通道前端开口(也称作前端开口或钳子口)26、操作部8的前端附近的处理器具插入口27、连接前端开口26和处理器具插入口27的通道管25a。

并且，通过从该处理器具插入口27插入处理器具28，使该处理器具28的前端侧从前端开口26突出，在处理器具28的前端侧可进行采集、切

除患部组织等处理。

此外，本实施例中，从前端开口 26 突出的处理器具 28 的前端侧以较少的突出量的状态，与患部组织等作为检查对象或处理对象的被拍摄物体一起，进入到摄像单元 19 的视野内。这样，该突出的处理器具 28 的前端侧可显示在监视器 5 的显示面上，手术人员可顺利地进行处理等。

本实施例中，CCD 18 是具有补色系列的马赛克滤色器的马赛克滤色器方式的 CCD，采用像素间距是 2.5 μ m，对监视器显示有效的像素数是 81 万像素，CCD 受光面上的最大像高为 1.3mm 的 CCD。

上述摄像单元 19 中使用最大视场角为 138° 的单焦点物镜系统 17，物镜系统 17 被设定成 Fno(F 号码)为 10.0，以便不超出光的衍射界限。调整焦点，使得物距为 4.2mm 时得到最高分辨率。

本实施例中使用的物镜系统 17 的透镜数据如下所示。这里，F1 是物镜系统 17 的焦距、Ra 是透镜的曲率半径、Da 是面间隔、Ne 是对水银 e 线（波长 546.07nm）的折射率，Vd 是阿贝（アッベ）数。

F1=1.33785mm				
面 No.	Ra	Da	Ne	Vd
1	∞	0.40	1.77067	71.7
2	0.977	0.57		
3	∞	0.40	1.52498	59.9
4	∞	0.84		
5	∞（光圈）	0.03		
6	∞	1.90	1.81078	40.9
7	-2.192	0.10		
8	3.168	1.68	1.51825	64.1
9	-1.676	0.39	1.93429	18.9
10	-5.048	0.10		
11	∞	0.60	1.51965	75.0
12	∞	1.16		
13	∞	1.00	1.51825	64.1
14	∞	0.03	1.5119	64.1
15	∞	1.00	1.61379	50.2
16	∞	0.00		

接着使用图 2 说明摄像单元 19 的结构。

使用透镜框 31 和隔离件 32a、32b 来保持固定构成物镜系统 17 的多

个透镜，以使得面间隔适当并且各透镜对中。CCD 18 由 CCD 芯片 18a、CCD 基板 18b、CCD 驱动用部件 18c 和密封玻璃 18d 构成。

CCD 基板 18b 通过引线接合等与 CCD 芯片 18a 电连接，通过粘接剂等被机械固定。CCD 基板 18b 上焊接着耦合电容器、电流放大用晶体管等 CCD 驱动用部件 18c。CCD 芯片 18a 的受光面上利用光学粘接剂等粘接固定有用于保护受光面的密封玻璃 18d。

透镜框 31 与 CCD 框 33 嵌合，使得透镜框 31 可沿物镜系统 17 的光轴方向平行移动，CCD 18 粘接固定在 CCD 框 33 上，使得上述物镜系统 17 的光轴与上述 CCD 18 的受光面垂直。

CCD 基板 18b 上设置有用焊接信号电缆 21 的信号线的焊盘（未示出），信号电缆 21 的信号线被焊接。配置 CCD 保护框 34，使其从 CCD 框 33 经过 CCD 18，到达信号电缆 21 的与 CCD 基板 18b 的连接部，以进行机械保护。

该 CCD 保护框 34 中，在 CCD 芯片 18a 的背面部附近设置有切口部，以从该切口部插入的凡是配置有由导热性好的例如铝合金、铜合金等形成的散热部件 35。该散热部件 35 上通过焊接、粘接剂等机械连接着以导热性好的金属为导体的散热用电缆 36。

CCD 保护框 34 内部填充密封树脂，用具有热收缩性的管 37 密封 CCD 18 周边。散热用电缆 36 焊接在热容量大的部件，如插入部 7 的前端部 11 上。信号电缆 21 是按如下形成的，将多个同轴线和多个单线合在一起，然后卷绕氟树脂制的带子，在其上缠绕铜线作为统一屏蔽，再在其上卷绕氟树脂制的带子，再在其上用特氟纶（テフロン）（注册商标）类护套覆盖。

如图 3 所示，插入部 7 的前端部 11 配置了：包含前端透镜的外径为 $\phi 2.8\text{mm}$ 的物镜系统 17 的摄像单元 19、通道前端开口 26、去除在物镜系统 17 的外表面上因送水送气而造成的附着污物的送气送水喷嘴 39、利用通过与光源装置 3 连接的光导 14 传送（导光）的光来照明被拍摄物体的照明透镜 16a、16b。

摄像单元 19 安装在前端部 11 上，被安装成当对被拍摄物体进行拍摄，

在监视器 5 上显示时的监视器 5 上的上下方向与图 3 所示的插入部 7 的前端部 11 的上下方向一致。本实施例的通道管 25a 使用例如特氟纶（注册商标）制的内径 2.8mm 的管。

如图 4 所示，物镜系统 17 的光轴 O 与（连接通道管 25a 的前端的）前端开口 26 平行配置，本实施例中，物镜系统 17 的中心（光轴 O）与前端开口 26 的中心轴的距离 D 设定为 6mm。该前端开口 26 的半径 R 的 2 倍与通道管 25a 的内径相同，是 2.8mm。

如图 1 所示，光源装置 3 有灯 40，利用由光圈驱动部 41 驱动的光圈 42 的开口调整了该灯 40 的照明光的透过光量后，该灯 40 的照明光通过会聚透镜 43 入射到光导连接器 15 上的光导 14 的入射端面上。并且，如上所述，从光导 14 的前端，再通过照明透镜 16a、16b 向被拍摄物体侧射出照明光。

光导 14 在插入部 7 内分支为两条，如图 3 所示，从在前端部 11 配置在 2 个部位上的照明透镜 16a、16b 分别射出照明光。

如图 1 所示，图像处理装置 4 中具有被输入来自 CCD 18 的图像信号的 CDS 电路 44，由该 CDS 电路 44 提取出信号成分后，由 A/D 转换器 45 转换为数字信号。

由该 A/D 转换器 45 转换的数字图像信号输入生成由亮度信号和颜色信号构成的视频信号的信号转换部 46。通过该信号转换部 46 生成的视频信号输入进行 γ 校正等各种图像处理的图像处理部 47。该图像处理部 47 的输出信号输入 D/A 转换器 48，转换为模拟的与 HDTV 方式对应的视频信号后，输出到监视器 5。

来自信号转换部 46 的亮度信号输入到生成调光信号的自动调光部 49，通过该自动调光部 49 生成自动调光信号。该自动调光信号输入到光源装置 3 的光圈驱动部 41，自动调整光圈 42 的开口量。

该自动调光部 49 内置有处理器具检测部 49a，该处理器具检测部 49a 通过例如处理器具的反射光量和颜色，检测出处理器具进入到摄像单元 19 的视野内（换言之，在 CCD 18 的受光面上形成处理器具的图像）的情况。

该自动调光部 49 具有：从该处理器具检测部 49a 的输出信号检测出

用于进行调光的亮度的亮度检测部 49b；和根据来自该亮度检测部 49b 的输出信号生成自动调光信号的调光信号生成部 49c。

上述亮度检测部 49b 在处理器具检测部 49a 检测到处理器具的情况下，检测处理器具的像所成像的区域附近的峰值亮度（光量）和该区域附近的平均亮度（光量）。

该亮度检测部 49b 在处理器具检测部 49a 未检测到处理器具的情况下，检测画面整体的峰值亮度和平均亮度。

调光信号生成部 49c 为了通过来自亮度检测部 49b 的峰值亮度和平均亮度的信号而得到适当亮度的信号，生成用于调整光源装置 3 的照明光量的自动调光信号，输出到光源装置 3 的光圈驱动部 41。

本实施例的电子内窥镜 2 通过由上述透镜数据中所示的单焦点物镜系统 17 和 CCD 18 构成的摄像单元 19，确保了（满足了条件）可识别间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白色的分辨率，比现有技术的例子中的可识别 $50\mu\text{m}$ 左右间距的黑白色的分辨率更高，同时确保了与现有技术的例子同样的观察远景侧所必需的分辨率。

并且，摄像单元 19 的 CCD 18 输出对应于这种分辨率的图像信号，因此在对该图像信号进行生成标准视频信号的信号处理，显示在监视器 5 的显示面上的情况下，通过该显示图像，可识别 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白色。

观察远景侧必需的分辨率是在离开摄像单元 19 例如 50mm 左右的位置处可识别 0.5mm 间距的黑白色的分辨率，将该分辨率也叫作远景用分辨率。此外，可识别上述 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白色的分辨率也叫做接近侧精细分辨率。

本实施例中，在插通到通道 25 内的处理器具 28 的前端侧从前端开口 26 突出的情况下，在物距为可得到能识别上述 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白色的分辨率的距离时，处理器具 28 的前端侧进入到摄像单元 19 的视野内。

并且，当在 CCD 18 的受光面上成像较小突出量的状态的处理器具 28 的前端侧的像，可详细观察处理器具 28 的前端附近的状态下，容易进行利用处理器具 28 的详细处理。

下面说明基于这种结构的本实施例的作用。

如图 1 所示, 电子内窥镜 2 的光导连接器 15 连接于光源装置 3 上, 信号连接器 22 连接于图像处理装置 4 上。该图像处理装置 4 的视频输出端上连接监视器 5 的电缆, 设为可进行内窥镜检查的状态。

并且, 将未示出的电源开关接通, 来自光源装置 3 的照明光提供给光导 14, 通过光导 14 将照明光从照明透镜 16a、16b 射出, 设为可照明由摄像单元 19 拍摄的被拍摄物体的状态。通过摄像单元 19 的 CCD 18 拍摄的图像成为通过图像处理装置 4 显示在监视器 5 上的状态。

接着将电子内窥镜 2 的插入部 7 插入患者体腔内, 将插入部 7 的前端部 11 设成可观察体腔内的患部等作为要进行内窥镜检查的部位的被拍摄物体的状态。

此时, 前端部 11 上设置的摄像单元 19 的物镜系统 17 在 CCD 18 的受光面上成像被拍摄物体的光学像。在 CCD 18 的受光面上成像的像被光电转换, 转换为图像信号。该图像信号通过信号电缆 21、信号连接器 22 输入图像处理装置 4 的 CDS 电路 44。该图像信号的波形包含信号成分以外的复位噪声等, 通过 CDS 电路 44 提取出信号成分, 生成基带信号。

该 CDS 电路 44 的输出信号输入 A/D 转换器 45, A/D 转换器 45 将作为模拟信号的图像信号转换为数字信号。转换为数字信号的图像信号由信号转换部 46 转换为视频信号。

此时, 由于本实施例中采用补色系的马赛克滤色器作为 CCD 18, 因此该信号转换部 46 转换为从例如相邻的 4 种滤色器的像素信号输出取平均而得到的亮度信号、由各色的像素信号输出的差分得到的色差信号这样的视频信号。

该视频信号被图像处理部 47 进行适合于监视器显示的对比度调整、颜色调整和显示尺寸调整等。

之后, 由 D/A 转换器 48 转换为监视器 5 可显示的模拟的对应于 HDTV 方式的视频信号。监视器 5 在监视器画面 5a 上显示与输入的 HDTV 方式的视频信号对应的 (由 CCD 18 拍摄的) 被拍摄物体图像。

接着参考图 6 说明通过摄像单元 19 对黑白对带子间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体等拍摄时的作用。

图 6 表示将本实施例的电子内窥镜 2 的插入部 7 插入体腔内,由设置于前端部 11 上的摄像单元 19 对体腔内的处理对象部位侧进行拍摄,同时使处理器具 28 从前端开口 26 突出进行处理的情况下的概略图。

此时,作为容易进行处理的条件,希望对即使远景部分也能够以合适的分辨率进行拍摄(观察),并且对于作为处理对象的患部等可详细地观察,同时希望也能够详细观察从前端开口 26 突出的处理器具 28 的前端侧。

本实施例中,按如下所述来满足上述条件。首先为使说明更明确,按如下所述来定义亮度对比度 G 。

在通过物镜系统 17 在 CCD 18 受光面上成像相同宽度的黑白带(条纹)的被拍摄物体时,将针对上述白色被拍摄物体的亮度的最大值设为 $G_{\max}$ 、将上述黑色被拍摄物体的亮度的最小值设为 $G_{\min}$ 、将亮度对比度 G 定义为 $G=(G_{\max}-G_{\min})/(G_{\max}+G_{\min})$ 。

这样定义亮度对比度 G 的情况下,当利用如上所述构成的摄像单元 19 得到最高分辨率的物距为 4.2mm 时,对黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时,在 CCD 受光面上成像的白带和黑带的亮度对比度 G 为 14.5%。

通过上述物镜系统 17 在 CCD 18 的受光面上成像的间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子的被拍摄物体像中,从白带所成像的像素输出的图像信号与从黑带所成像的像素输出的图像信号之差为大致 14.5%。

上述图像信号通过 CDS 电路 44、A/D 转换器 45、信号转换部 46 输入图像处理部 47,被实施例如适合于监视器 5 显示的 γ 处理和去除噪声的低通滤波处理等。

并且,在将通过上述白色被拍摄物体得到的亮度信号的最大值设为 $I_{\max}$ 、通过上述黑色被拍摄物体得到的亮度信号的最小值设为 $I_{\min}$ 、对比度 I 定义为 $I=(I_{\max}-I_{\min})/(I_{\max}+I_{\min})$ 的情况下,(对上述黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时)以对比度 I 为 10%以上的方式输出图像信号。由此,摄像单元 19 拍摄的 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白对带子在监视器 5 上可被识别为黑白对带子。

图 6 中,将得到最高分辨率的物距 4.2mm 设为 d_1 、在该位置处配置

了 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白对带子（条纹） S_a 的情况下，由 CCD 18 进行光电转换，形成从例如信号转换部 46 输出的视频信号的亮度信号中的对比度 I 如上所述为 10% 以上，从而可在监视器 5 上识别 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白对带子。

在可在监视器 5 上识别上述 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白对带子的状态下，当在物距为 50mm 的位置处放置黑白对带子间距为 0.5mm 的被拍摄物体 S_b ，利用该摄像单元 19 进行拍摄时，CCD 受光面上成像的白带和黑带的亮度对比度 G 为 25%。

同样在 CCD 18 的受光面上成像的间距为 0.5mm 的黑白对带子的被拍摄物体像被进行光电转换，从白带所成像的像素输出的图像信号与从黑带所成像的像素输出的图像信号之差为大致 25%，通过图像处理装置 4 使白带和黑带的对比度 I 为 10% 以上，向监视器 5 输出。由此，由摄像单元 19 拍摄的配置在距离为 50mm 处的 0.5mm 间距的黑白对带子可在监视器 5 上被识别为黑白对带子。

图 6 中，表示在物距 d_2 为 50mm 的位置上配置了间距为 0.5 mm 的黑白对带子（条纹） S_b 的情况，此时，信号转换部 46 的亮度信号中白与黑的对比度 I 为 10% 以上，在监视器 5 上可识别黑白对带子。

接着说明将处理器具插入通道 25 中进行处理的情况。操作者将使用的处理器具插入设置于操作部 8 附近的处理器具插入口 27 中。从处理器具插入口 27 插入的处理器具通过插入部 7 内的通道管 25a 的通道 25 内，被引导至插入部 7 的前端部 11。当操作者将该处理器具 28 进一步插入深处侧时，处理器具 28 的前端从前端部 11 的通道前端开口 26 突出。要使突出的处理器具 28 被摄像单元 19 拍摄到所必需的条件为：如图 5 所示，由于在处理器具 28 移动到最靠近摄像单元 19 侧时，摄像单元 19 的前端透镜面处的光线高 $L_h=1.2\text{mm}$ 、前端开口 26 的半径 $R=1.4\text{mm}$ 、摄像单元 19 的视场角 $\theta=138^\circ$ 、摄像单元 19 的光轴 O 与前端开口 26 的中心的距离 $D=6\text{mm}$ ，因此按下式 1 所示导出处理器具 28 从插入部 7 的前端部 11 的前端面突出的最小突出量 $H_{\min}$ 。

$$H_{\min}=(D-L_h-R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=1.38\text{mm} \quad (\text{式 } 1)$$

另一方面，在处理器具 28 位于离摄像单元 19 最远的方向上的情况下，

处理器具 28 突出，要使处理器具 28 的前端整体被摄像单元 19 拍摄到所必需的条件为，作为处理器具 28 从插入部 7 的前端部 11 的前端面突出的突出量 Hall，可按下式 2 导出。

$$\text{Hall}=(D-L_h+R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=2.45\text{mm} \quad (\text{式 } 2)$$

如式 1、式 2 所示，处理器具 28 在从前端部 11 的前端面突出的突出量达到 1.38mm 以上时开始进入摄像单元 19 的视野内，突出 2.45mm 时处理器具 28 前端的几乎整体都进入视野内。

通过以上所述，在为得到本实施例的摄像单元 19 的最高分辨率的物距 4.2mm 时，处理器具 28 的前端侧确实地进入摄像单元 19 的视野内，可在监视器 4 上进行识别。

图 6 中，表示出处理器具 28 从通道的前端开口 26 突出的状态，处理器具 28 的前端进入摄像单元 19 的视野内后，通过再向前方突出，处理器具 28 的前端成为最大分辨率的物距状态。

因此，可更详细观察由处理器具 28 进行处理的患部等被拍摄物体，同时也可非常细致地观察其附近突出的处理器具 28 的前端的状态，容易进行处理。该状态下，可对远景侧确保远景用分辨率，因此可把握要进行处理的部位周围的宽范围的状态，可更顺利地进行处理。

接着说明本实施例的自动调光功能。

自动调光部 49 在处理器具 28 未进入摄像单元 19 的视野内的情况下，由亮度检测部 49b 检测出画面整体的亮度（具体说是峰值亮度或平均亮度），输出给调光信号产生部 49c。该调光信号产生部 49c 在画面暗时向光源装置 3 输出控制信号，具体说是自动调光信号，以增大发光。在画面过于明亮的情况下，输出作为控制光源装置 3 以减小发光的控制信号的自动调光信号。

通过该自动调光信号，光源装置 3 内的光圈驱动部 41 驱动光圈 42，调整从灯 40 通过光圈 42 入射到光导 14 的入射端的照明光量。接着说明为了通过利用摄像单元 19 的内窥镜观察，对患部等被拍摄物体进行治疗用的组织采集和病变部切除，而使用处理器具 28 的情况下的自动调光的作用。

通过将处理器具 28 插入通道 25, 使处理器具 28 经过插入部 7 的前端部 11 的前端开口 26, 从其前端面突出, 从而使处理器具进入摄像单元 19 的视野内。

此时, 例如根据处理器具 28 的颜色、处理器具 28 的反射光等, 处理器具检测部 49a 检测出处理器具 28 进入了视野内, 检测出基于以上述处理器具 28 为中心的一定区域的峰值亮度和平均亮度的亮度。调光信号产生部 49c 输出作为控制信号的自动调光信号, 以便当上述处理器具 28 附近的亮度过亮时使光源装置 3 减小发光, 过暗时使光源装置 3 增大发光。

并且, 通过自动调光信号, 光源装置 3 内的光圈驱动部 41 驱动光圈 42, 调整从灯 40 通过光圈 42 入射到光导 14 的后端的照明光量。通过该自动调光信号, 可进行自动调光, 使得处理器具 28 进入摄像单元 19 的视野内的区域附近的亮度为适合于观察的亮度。

作为照明光量的调整方法, 除了光圈驱动部 42 的光圈控制外, 还可设置控制提供给光源的功率(电流值、电压值等)的控制部, 通过调整该功率进行照明光量的调整。此外, 也可以在插入部 7 的前端设置作为光源的发光二极管(LED), 根据亮度检测部 49b 的检测结果调整对发光二极管的供给电流, 而进行发光亮(照明光量)的调整。

接着说明摄像单元 19 中配置的散热部件 35、以及散热用电缆 36 的作用。

当驱动 CCD 18 时, CCD 芯片 18a、电流放大器等 CCD 驱动用部件 18c 发热。一般地, 像素数越多, 驱动频率越高, 消耗功率也增大, CCD 芯片 18a 发热。散热部件 35 与 CCD 芯片 18a 和 CCD 基板 18b 相邻配置, 因此 CCD 18 的热传导到散热部件 35, 之后传导到散热用电缆 36。此外, 向连接散热用电缆 36 的插入部 7 的前端部件传递热, CCD 18 产生的热被散发, 可防止 CCD 芯片 18a 的高度发热。

由于信号电缆 21 在统一屏蔽与护套之间卷绕有带子, 所以例如在向信号电缆 21 施加了扭转的机械应力时, 由于护套的扭转与统一屏蔽的扭转不同造成的统一屏蔽与护套之间的摩擦、护套对统一屏蔽施加的牵引力被统一屏蔽与护套之间的带子缓解, 因此具有耐扭转性增加的效果。

本实施例具有如下效果。

本实施例中，构成摄像单元 19 的物镜光学系统采用单焦点光学系统，因此与倍率变更光学系统和可变焦光学系统相比结构简单。

以往的电子内窥镜使用的采用了单焦点光学系统的摄像单元的分辨率为可识别 $50\text{ }\mu\text{m}$ 左右的黑白对带子的被拍摄物体的水平，与此相比，如上所述，根据本实施例的摄像单元 19，可识别更高分辨率的 $35\text{ }\mu\text{m}$ 的黑白对带子的被拍摄物体。

当为上述摄像单元 19 可得到上述最高分辨率的距离时，由于从通道 25 的前端开口 26 突出的处理器具 28 的前端侧可在监视器 5 上被识别，能够一边进行用以往的使用变焦光学系统的内窥镜很难进行的详细观察，一边进行处理作业。例如，可得到如下效果：一边进行大肠的凹坑图案这样的被拍摄物体的详细观察，一边利用处理器具 28 进行处理。

由于得到最高分辨率的距离为 4.2mm 左右，所以本实施例中当为与该距离相比为跟前侧的物距时，处理器具 28 的前端侧能够进入视野内，可通过进一步向前方侧突出而变成得到最高分辨率的距离的状态。因此，本实施例中，在为得到最高分辨率的距离时，处理器具 28 的前端侧可充分进入视野内，达到处理器具 28 的操作比较容易的效果。

此外，在物距为 50mm 时，由于可在监视器 5 上识别与以往的内窥镜同样的黑白对带子为 0.5mm 的被拍摄物体，因此不需要繁杂的操作就可进行从远景到近景的观察。

此外，当插入处理器具 28，变成将其前端显示在监视器 5 上的状态时，由于控制光源装置 3 的照明光量使得处理器具 28 附近的亮度为最佳，因此容易进行处理。

这里，本实施例中，设 CCD 18 的像素间距为 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 、有效像素数为 81 万像素、摄像单元 19 的最大视场角为 138° 、得到最高分辨率的距离为 4.2mm 、摄像单元 19 的光轴 O 与前端开口 26 中心的距离为 6mm ，但限定于此。

例如，对黑白对带子的间距为 $35\text{ }\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时，变更像素间距、有效像素数、最大视场角等，使得从拍摄上述白色被拍摄物

体获得的像素得到的输出信号与从拍摄上述黑色被拍摄物体获得的像素得到的输出信号之差为 10%以上,并且在拍摄上述 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体时输出信号之差为 10%以上的物距时,即使变更最大视场角、及摄像单元 19 的光轴 O 与前端开口 26 中心的距离,使得能够观察处理器具,也可得到大致相同的效果。

上述说明中,CCD 18 的有效像素数为 81 万像素,但在马赛克滤色器方式的情况下,即便是 85 万像素左右也可实现同样的效果,此时,具有可进一步增大获得最高分辨率的距离的效果。

另一方面,在比 85 万像素更大的像素的情况下,不能得到实用的景深,若要得到最高分辨率则远点的深度变得不足,若确保远点的深度,则最高分辨率变为黑白对带子的间距为 $40\mu\text{m}$ 以上。

本实施例中,使用补色系的马赛克滤色器方式的彩色 CCD 进行了说明,但不限于此,电子内窥镜中,有时还使用如下方式:使用切换式等的三原色光作为照明光,与按顺序照射的三原色光同步,由单色(黑白)CCD 取入被拍摄物体像,在图像处理装置中进行彩色化,即使是这种方式,通过满足上述条件也可得到同样效果。

该方式的情况下,能够得到 R 信号、G 信号、B 信号,作为有效像素数为 35 万像素左右的 CCD 输出信号,不生成亮度信号也可向监视器 5 输出,该情况下只要将亮度最高的 G 信号作为亮度信号即可。

视场角优选是考虑了周围的观察性的一般的内窥镜中使用的是 100° 以上的视场角,视场角更宽的话,则具有处理器具检测距离变短的效果。

本实施例的图像处理装置 4 和监视器 5 利用对应于 HDTV 方式的视频信号来进行说明,但不限于此,例如也可使用对应于 SVGA、XGA 这样的高分辨率监视器的显示方式。

此外,本实施例的摄像单元 19 中,作为释放 CCD 18 的热的部件,公开了通过散热部件 35 和散热用电缆 36 向插入部 7 的前端部件散热,但也可以是如下结构:不在散热部件 35 上设置散热用电缆 36,使插入部 7 的前端部件的导热性好的部分接近与散热部件对置的部分,通过导电性好的密封树脂等散热。

作为散热用电缆 36，也可使用信号电缆 21 的一部分。例如信号电缆 21 内也可设置不用于驱动的虚设电缆 (dummy cable)，还可使用以信号电缆 21 的电磁屏蔽为目的的外部屏蔽。并且，不设置散热部件 35，在 CCD 芯片 18a 附近用导热性好的密封树脂来固定散热用电缆 36 的导体部分，也可得到同样的散热效果。

在 CCD 基板 18b 上配置 CCD 芯片 18a 内部的输出级作为外部放大器，将 CCD 芯片 18a 的消耗功率分配给外部基板上的部件，由此来抑制 CCD 芯片 18a 的发热也是有效的。

(实施例 2)

接着参考图 7 到图 10 说明本发明实施例 2。本实施例基本结构与实施例 1 相同，而 CCD 的有效像素数和物镜系统、摄像单元和处理器具通道的位置关系不同。下面以不同之处为重点来说明。

本实施例的结构如下。

本实施例的电子内窥镜的前端部 11 中采用了图 7 或图 8 所示的具有物镜系统 72 和 CCD 73 的摄像单元 19B。

该 CCD 73 采用像素间距为 $3.3\ \mu\text{m}$ 、对于监视器显示有效的像素数是 40 万像素、CCD 受光面上的最大像高为约 1.29mm 的 CCD。

摄像单元 19B 被设定成，最大视场角为 160° 的单焦点物镜系统 72 的最前面配置形成为凹凸形状的透镜， F_{no} 为 9.18，以便不超过光的衍射界限。调整焦点以使得在物距为 2.95mm 时得到最高分辨率。

本实施例中使用的物镜系统 72 的透镜数据如下所示。

F1=1.13723mm				
面 No.	Ra	Da	Ne	Vd
1	8.200	0.35	1.88815	40.8
2	0.910	0.66		
3	∞	0.40	1.52498	59.9
4	∞	0.28		
5	6.994	1.91	1.77621	49.6
6	-2.210	0.03		
7	∞ (光圈)	0.03		
8	∞	0.60	1.51965	75.0
9	∞	1.01		

10	3.288	1.35	1.73234	54.7
11	-1.630	0.35	1.93429	18.9
12	-5.110	0.53		
13	∞	0.03		
14	∞	1.00	1.51825	64.1
15	∞	0.01	1.51193	63.0
16	∞	1.00	1.61379	50.2
17	∞	0.00		

如图 7 所示, 插入部的前端部 11 配置有: 包含前端透镜的外径为 ϕ 2.8mm、形状为凹凸形状的物镜系统 72 的摄像单元 19B; 通道前端开口 26B; 去除在物镜系统 72 的前端表面上因送气送水而造成的附着污物的送气送水喷嘴 39; 利用通过与光源装置 4 连接的未图示的光导的光来照明被拍摄物体的照明透镜 16a、16b。

摄像单元 19B 在插入部前端上被安装成使得在对被拍摄物体进行拍摄并显示在监视器 5 上时的监视器 5 上的上下方向与图 7 所示的插入部前端的上下方向一致。

内径为 ϕ 2.8mm 的处理器具通道 25 被配置在相对于摄像单元 19B 稍稍偏离水平方向的左斜下方的方向上, 如图 7 所示, 设前端部 11 的上下方向为 Y 轴、左右方向为 X 轴时, 连接处理器具通道 25 的中心轴与摄像单元 19B 的光轴 O 的直线相对于上述 X 轴成 α 的角度。

如图 8 所示, 物镜系统 72 的光轴 O 与前端开口 26B 平行配置, 本实施例中, 物镜系统 72 的中心(光轴 O)与前端开口 26B 的中心轴的距离 D 设定为 6mm。

下面说明本实施例的作用。

首先, 说明由摄像单元 19B 拍摄黑白对带子间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体时的作用。

如上所述构成的摄像单元 19B 中, 在物距为得到最高分辨率的物距 2.95mm 时, 对黑白对带子间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时, CCD 受光面上成像的白带和黑带的对比度 G 为 11.5%。

通过上述物镜系统 72 在 CCD 73 的受光面上成像的间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子的被拍摄物体像被光电转换。并且, 从白带所成像的像素输出的图像信号与从黑带所成像的像素输出的图像信号之差为大致 11.5%。

该图像信号通过 CDS 电路 44、A/D 转换器 45、信号转换部 46 输入图像处理部 47，例如被实施适合于监视器的 γ （ガンマ）处理和电掩码（mask）处理等，使白带与黑带的对比度 I 达到 10%以上，输出到监视器 5。

由此，由摄像单元 19B 拍摄的 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白对带子在监视器上可被识别为黑白对带子。

当在物距为 50mm 的位置处放置黑白对带子间距为 0.5mm 的被拍摄物体，由本实施例的摄像单元 19B 进行拍摄的情况下，在 CCD 73 受光面上成像的白带和黑带的对比度 G 为 19.3%。

同样在 CCD 73 的受光面上成像的间距为 0.5mm 的黑白对带子的被拍摄物体被光电转换，从白带所成像的像素输出的图像信号与从黑带所成像的像素输出的图像信号之差为大致 19.3%，通过图像处理装置 4 使白带和黑带的对比度 I 达到 10%以上，输出给监视器 5。

由此，由摄像单元 19B 拍摄的配置在距离为 50mm 处的 0.5mm 间距的黑白对带子可在监视器 5 上被识别为黑白带。

上述电掩码处理是如图 9 所示，在监视器 5 的显示画面内作成高宽比为 1: 1.2 的八角形的显示区域 5b，在该八角形的显示区域 5b 中显示摄像单元 19B 拍摄的被拍摄物体。

在通过上述电掩码处理得到的显示区域 5b 上的视场角如是图 9 所示的横向方向长的显示区域的情况下，对角方向的 P 点为最大的视场角（ θ_{max} ）。实施掩码处理使得物镜系统 72 的视场角 160° 与上述最大视场角 θ_{max} 一致。另一方面，通过掩码处理，使得监视器画面上视场角最窄的是上下方向，其次窄的是左右方向的视场角。

作为上述最大对角的 P 点被设定成使连接 P 点和画面中心的直线与监视器画面上的水平方向所成角度为 α ，此外，摄像单元 19B 如图 7 所示，被配置成使插入部的前端部 11 的 X 轴方向与监视器水平方向一致，因此从配置在相对于 X 轴成 α 角度的位置处的处理器具通道 25 的前端开口 26B 突出的处理器具 28 如图 9 所示，从监视器 5 上的大概而言为水平方向，更严格地说是比水平方向稍稍下侧的左下方的 P 点附近开始，显示在显示

区域 5b 内。

要使本实施例中的从插入部的前端部 11 的前端开口 26B 突出的处理器具 28 被摄像单元 19B 拍摄到的必要条件为：当处理器具 28 移动到最靠摄像单元 19B 侧时，由于摄像单元 19B 的前端透镜面处的光线高为 $L_h=1.31\text{mm}$ 、前端开口 26B 的半径 $R=2.8\text{mm}$ 、摄像单元 19B 的视场角 $\theta=160^\circ$ 、摄像单元 19B 的光轴 O 与通道 25 的距离 $D=6\text{mm}$ ，因此作为处理器具 28 从前端部 11 的前端面突出的最小突出量为 $H_{\min}$ ，可按式 3 导出。

$$H_{\min}=(D-L_h-R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=0.58\text{mm}\quad(\text{式 } 3)$$

另一方面，在处理器具 28 位于离开摄像单元 19B 最远的方向上的情况下，处理器具 28 突出，要使处理器具 28 的前端整体被摄像单元 19B 拍摄到的必要条件为：作为处理器具 28 从前端部 11 的前端面突出的突出量 H_{all} ，按下式 4 所示导出。

$$H_{\text{all}}=(D-L_h+R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=1.07\text{mm}\quad(\text{式 } 4)$$

如式 3、式 4 所示，当处理器具 28 从前端部 11 的前端面突出的突出量达到 0.58mm 以上时开始进入摄像单元 19B 的视野内，突出量大于 1.07mm 时处理器具 28 的前端的大致整体都进入视野内。

由此，在距离为可获得本实施例的摄像单元 19B 的最高分辨率的 2.95mm 时，处理器具 28 的前端侧进入摄像单元 19B 的视野内，可在监视器 5 上被识别。

本实施例具有如下效果。

本实施例中，构成摄像单元 19B 的物镜光学系统采用单焦点光学系统，因此与倍率变更光学系统和可变焦点光学系统相比结构简单。

本实施例中可获得最高分辨率的距离近达 2.95mm ，因此监视器上的显示倍率增大，容易观察被拍摄物体。

这里，本实施例中，设 CCD 73 的像素间距为 $3.3\mu\text{m}$ 、有效像素数为 40 万像素、摄像单元 19B 的最大视场角为 160° 、可得到最高分辨率的距离为 2.95mm 、摄像单元 19B 的光轴 O 与前端开口 26 中心的距离为 6mm ，但不限定于此。

例如，在对黑白对带子的间距为 $35\ \mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时，变更像素间距、有效像素数、最大视场角等，使得从拍摄上述白色被拍摄物体而获得的像素得到的输出信号与从拍摄上述黑色被拍摄物体而获得的像素得到的输出信号之差达到 10% 以上，并且当物距为使拍摄上述 $35\ \mu\text{m}$ 的被拍摄物体时输出信号之差为 10% 以上的物距时，即使变更最大视场角、及摄像单元 19 的光轴 O 与前端开口 26 的中心的距离，以便能够观察处理器具，也可获得同样的效果。

本实施例中，有效像素数为 40 万像素，但在马赛克滤色器方式的情况下，即便 25 万像素左右也可实现同样的效果，此时，具有能够进一步增大可获得最高分辨率的距离、增大监视器 5 上的显示倍率的效果。另一方面，在小于 25 万像素的像素数的情况下，可获得最高分辨率的距离为 2mm 左右，处理性能有可能会降低。

本实施例中，可采用如下方式：使用切换式等的三原色光作为照明光，与按顺序照射的三原色光同步，利用单色（黑白）CCD 取入被拍摄物体，利用图像处理装置进行彩色化，此时，在使用有效像素数为 10 万像素左右的 CCD 的情况下，得到与马赛克滤色器方式的 25 万像素同样的效果。

本实施例中，如图 9 所示，监视器画面 5a 的显示区域 5b 为水平方向的显示尺寸比垂直方向（纵向）长的横长型八角形，但对于像图 10 所示的变形例的显示区域 5b 那样，通过水平方向以圆形方式进行掩码处理而变宽，而在纵向上不进行掩码处理的情况，也可以适用。即这种情况下，也可以使从显示区域尺寸（显示区域）宽的大致水平方向突出的处理器具的前端出现在显示区域 5b 内。

更一般地，也可以通过把前端开口配置成使其对应于显示区域中的显示区域宽（或大）的方向，使从该前端开口突出的处理器具 28 显示在显示区域宽的方向上。

所谓显示区域宽的方向，是指对观察图像的视野方向产生限制的情况下的限制小（视野宽）的方向，例如在对应于监视器上的大致垂直方向对观察图像的视野产生限制的情况下，只要把通道的前端开口配置成使得其对应于接近大致水平方向的方向即可。

本实施例的图像处理装置 4 和监视器 5 以对应于 HDTV 方式的视频信号的图像处理装置和监视器来进行了说明，但不限于此，也可以是对应于例如 NTSC 方式、PAL 方式这样的视频信号的图像处理装置和监视器。或者，还可以使用 VGA 方式、SVGA 方式的图像处理装置和监视器。

以上的各实施例中，说明了使用单焦点物镜光学系统的情况，接着说明使用焦点位置可变的物镜光学系统的情况下的电子内窥镜等。

（实施例 3）

参考图 11 到图 18 说明本发明实施例 3。

如图 11 所示，电子内窥镜系统 1C 包括：实施例 3 的电子内窥镜 2C；供给该电子内窥镜 2C 照明光的光源装置 3；对内置在电子内窥镜 2C 中的摄像单元进行信号处理的图像处理装置（信号处理装置）4C；被输入从图像处理装置 4C 输出的标准视频信号，从而显示内窥镜图像的对应于高清晰 TV（简记为 HDTV）方式的监视器 5。

本实施例的电子内窥镜 2C 具有：插入被检测体的细长的插入部 7；设置在该插入部 7 的后端，由手术人员等操作者抓持进行操作的操作部 8；以及从该操作部 8 延伸出来的电缆部 9。

插入部 7 的前端设置有硬质的前端部 11，在该前端部 11 上设置有后述的摄像单元 119 等。

插入部 7 内插通有传送照明光的光导 14，该光导 14 的后端侧通过电缆部 9 到达设置于该光导 14 的端部上的光导连接器 15。操作者通过将该光导连接器 15 连接到光源装置 3，从而从光源装置 3 向光导 14 的后端面提供照明光。

从光源装置 3 供给的照明光由光导 14 传送，从固定于前端部 11 上的前端面进一步经过与该前端面对置地安装在照明窗上的照明透镜 16a、16b(参考图 14)向前方射出，照明体腔内的患部等被拍摄物体。前端部 11 上与照明窗相邻设置有观察窗（或摄像窗），在该摄像窗上配置有摄像单元 119，该摄像单元 119 包括对被照明的被拍摄物体成光学像的物镜系统（或物镜光学系统）117；和受光面（或光电转换面）配置在该物镜系统 117 的成像位置上的作为摄像元件的例如电荷耦合元件（简记作 CCD）118。

摄像单元 119 上连接着信号电缆 21 的一端，插通到插入部 7 内的信号电缆 21 还插通到电缆部 9 内，该信号电缆 21 的另一端连接在其后端的信号连接器 22 上。

通过将该信号连接器 22 连接于图像处理装置 4C 上，通过来自图像处理装置 4C 的 CCD 驱动部 23 的 CCD 驱动信号来驱动 CCD 118，CCD 118 输出进行了光电转换的图像信号（摄像信号）。

该摄像信号在图像处理装置 4C 内被进行信号处理，生成视频信号，在监视器 5 上显示内窥镜图像。

此外，在插入部 7 内设置有各种处理器具可插通于其中的通道 25。该通道 25 包括在前端部 11 开口的通道前端开口（也称作前端开口或钳子口）26、操作部 8 的前端附近的处理器具插入口 27、连接前端开口 26 和处理器具插入口 27 的通道管 25a。

并且，通过从该处理器具插入口 27 插入处理器具 28，使该处理器具 28 的前端侧从前端开口 26 突出，可以在处理器具 28 的前端侧进行采集、切除患部组织等的处理。

此外，本实施例中，从前端开口 26 突出的处理器具 28 的前端侧与患部组织等作为检查对象或处理对象的被拍摄物体一起，进入到摄像单元 119 的视野内，该突出的处理器具 28 显示在监视器 5 的显示面上，可顺利地进行处理等。

本实施例中，CCD 118 是具有补色系的马赛克滤色器的马赛克滤色方式的 CCD，采用像素间距是 $2.5\mu\text{m}$ 、对监视器显示有效的像素数是 130 万像素的 CCD。

上述摄像单元 119 使用由最大视场角为例如 $120^\circ \sim 140^\circ$ 左右的、在改变焦点位置的情况下视场角几乎不变的由可变焦点光学系统构成的物镜系统 117，如使用图 12 说明的那样，通过致动器 129 在物镜系统 117 的光轴 O 上前后移动接合透镜 117d，如图 13 所示，从近景（近点侧）到远景（远点侧）都能够以高分辨率在 CCD 118 上成像。

该物镜系统 117 设定成 F_{no} （F 号码）为例如小于等于 10.0 左右，以便不超出光的衍射界限。并设定成当为近景时的物距时可得到最高分辨率。

使用图 12 说明本实施例的摄像单元 119 的结构。

构成物镜系统 117 的前级的多个透镜(含光学元件)117a、117b、117c 被固定于透镜框 31 上,以使得面间隔适当并且各透镜对中。

图 12 的情况下,通过隔离件 32 来设定透镜 117b 和 117c 之间的面间隔。构成物镜系统 117、从前端侧开始按顺序配置的第一、第二、第三透镜 117a、117b、117c 分别是平凹透镜、双凸透镜、红外截止滤色器。

在嵌合于该框 31 中的 CCD 框 133 内,沿物镜系统 117 的光轴 O 方向可自由滑动地设置有保持接合透镜 117d 的透镜保持框部 134a。

该 CCD 框 133 内,在透镜保持框部 134a 的后方侧位置上固定着平行平板透镜 117e 和 CCD 芯片 118b。

CCD 118 由密封玻璃 118a、由该密封玻璃 118a 保护受光面(摄像面)的 CCD 芯片 118b、与 CCD 芯片 118b 连接的 CCD 基板 118c、安装在该 CCD 基板 118c 上的 CCD 驱动用部件 118d 构成。

CCD 基板 118c 通过凸块连接等与 CCD 芯片 118b 电连接。CCD 基板 118c 上焊接有耦合电容器、电流放大用晶体管等 CCD 驱动用部件 118d。CCD 芯片 118b 的受光面上通过光学粘接剂等粘接固定着用于保护该受光面的密封玻璃 118a。

透镜框 31 与 CCD 框 133 嵌合,使得透镜框 31 可与物镜系统 117 的光轴方向平行地移动,把 CCD 芯片 118b 粘接固定在 CCD 框 133 上,以使得上述物镜系统 117 的光轴与上述 CCD 芯片 118b 的受光面垂直。

本实施例中,配置在 CCD 框 133 内的例如具有正的放大率(折射力)的接合透镜 117d 被与 CCD 框 133 的内周面嵌合可自由移动的透镜保持框部 134a 保持,该透镜保持框部 134a 经过贯通于设置在 CCD 框 133 上的长槽 133a 内的臂部 134b,与 CCD 框 133 外部的致动器连接部 134c 连接。

由上述透镜保持框部 134a、臂部 134b 和致动器连接部 134c 形成用于移动接合透镜 117d 的移动透镜框 134。

通过致动器连接部 134c 与移动透镜框 134 一起来移动接合透镜 117d 的致动器 129 由与致动器连接部 134c 连接的致动器移动部 129a、将该致动器移动部 129a 沿与物镜系统 117 的光轴 O 平行的方向移动的致动器主

体 129b 构成。该致动器主体 129b 固定在 CCD 框 133 的外周侧。

该致动器主体 129b 经过信号线 135 与设置在图像处理装置 4C 内的致动器驱动部 136（参考图 11）连接，通过来自该致动器驱动部 136 的致动器驱动信号，致动器主体 129b 动作。

致动器主体 129b 可以对应于该致动器驱动信号而使致动器移动部 129a 向成为致动器主体 129b 侧的后方侧移动，或使其向离开致动器主体 129b 的前方侧移动。该致动器驱动部 136 产生（输出）与来自构成设置在图像处理装置 4C 内的自动对焦部（本实施例的对焦控制部）137 的 CPU 137c 的控制信号对应的致动器驱动信号。

图 12 所示状态下，接合透镜 117d 为设定在可动范围（移动范围）的大致中央附近的状态，在通过致动器驱动信号而向最前方侧移动了的近景时的设定状态时，接合透镜 117d 设定在图 13 的双点划线所示位置处，该状态下，变成对焦于近点侧的近景以景深为 5.2mm~10mm 的范围以高分辨率成像在 CCD 芯片 118b 上的状态。

在通过致动器驱动信号而向最后方侧移动的情况下，接合透镜 117d 被设定在图 13 的实线所示的最后方侧的位置处，该状态是成为远点侧的远景时的设定状态。该远景时的设定状态下，变成对焦于远景，且远景以规定分辨率并以景深为 10mm~100mm 的大状态成像在 CCD 芯片 118b 上的状态。

这样，接合透镜 117d 将近景位置到远景位置作为可动范围，可移动设定在该可动范围内的任意位置处。图 13 是动作说明图，仅对部分构成要素标注标号来进行表示。

如图 12 所示，CCD 基板 118c 上设置有助于焊接信号电缆 21 的信号线的焊盘（未示出），信号电缆 21 的信号线被焊接。从 CCD 框 133 经过 CCD 芯片 118b，到信号电缆 21 的与 CCD 基板 118c 的连接部，配置有进行机械保护的 CCD 保护框 138。

在该 CCD 保护框 138 上，在成为 CCD 芯片 118b 的背面部附近的位置处设置有切口部，以从该切口部插入的方式配置有由导热性好的例如铝合金、铜合金等形成的散热部件 139。该散热部件 139 上通过焊接、粘接

剂等机械连接着以导热性好的金属为导体的散热用电缆 140。

CCD 保护框 138 内部填充有密封树脂 141, 用具有热收缩性的管 142 密封 CCD 芯片 118b 周边。散热用电缆 140 焊接在热容量大的部件, 如插入部 7 的前端部 11 上。

信号电缆 21 是按如下形成的, 将多个同轴线和多个单线合在一起, 然后卷绕氟树脂制的带子, 在其上缠绕铜线作为统一屏蔽, 再在其上卷绕氟树脂制的带子, 再在其上用特氟纶 (テフロン) (注册商标) 类护套覆盖。

如图 14 所示, 插入部 7 的前端部 11 配置有: 包含前端第一透镜 117a 的外径为例如 $\phi 2.8\text{mm}$ 的物镜系统 117 的摄像单元 119; 通道前端开口 26; 去除在物镜系统 117 的外表面上因送气送水而造成的附着污物的送气送水喷嘴 143; 利用通过与光源装置 3 连接的光导 14 传送 (导光) 的光来照明被拍摄物体的照明透镜 16a、16b。

摄像单元 119 在前端部 11 上被安装成使得当拍摄对被拍摄物体、显示在监视器 5 上时的监视器 5 上的上下方向与图 14 所示的插入部 7 的前端部 11 的上下方向一致。本实施例的通道管 25a 使用例如特氟纶 (注册商标) 制的内径 2.8mm 的管。

如图 15 所示, 物镜系统 117 的光轴 O 与 (通道管 25a 的前端所连接的) 前端开口 26 平行地配置, 本实施例中, 物镜系统 117 的中心 (光轴 O) 与前端开口 26 的中心轴的距离 D 被设定为例如 6mm 。该前端开口 26 的半径 R 的 2 倍与通道管 25a 的内径相同, 是 2.8mm 。

如图 11 所示, 光源装置 3 有灯 40, 利用由光圈驱动部 41 驱动的光圈 42 的开口调整了该灯 40 的照明光的透过光量后, 该灯 40 的照明光经过会聚透镜 43 入射到光导连接器 15 上的光导 14 的入射端面上。并且, 如上所述, 从光导 14 的前端, 再经过照明透镜 16a、16b 向被拍摄物体侧射出照明光。

光导 14 在插入部 7 内分支为两条, 如图 14 所示, 从在前端部 11 配置在 2 个部位上的照明透镜 16a、16b 分别射出照明光。

如图 11 所示, 图像处理装置 4C 中具有被输入来自 CCD 118 的图像

信号的 CDS 电路 44，由该 CDS 电路 44 提取出信号成分后，由 A/D 转换器 45 转换为数字信号。

由该 A/D 转换器 45 转换的数字图像信号输入生成由亮度信号和颜色信号构成的视频信号的信号转换部 46。通过该信号转换部 46 生成的视频信号输入进行 γ 校正等各种图像处理的图像处理部 47。该图像处理部 47 的输出信号输入 D/A 转换器 48，转换为模拟的与 HDTV 方式对应的视频信号后，输出到监视器 5。

来自信号转换部 46 的亮度信号被输入生成自动调光信号的自动调光部 54，通过该自动调光部 54 生成自动调光信号。该自动调光部 54 包括：检测处理器具的处理器具检测部 54a；检测从该处理器具检测部 54a 输入的亮度信号的平均水平的亮度检测部 54b；将检测出的亮度信号的平均水平与成为基准的基准值进行比较，并将与基准值的差信号作为自动调光信号输出的调光信号生成部 54c。

处理器具检测部 54a 通过例如处理器具的反射光量和颜色，来检测出处理器具进入摄像单元 119 的视野内（换言之，处理器具的图像成像在 CCD 118 的受光面上）的情况。

亮度检测部 54b 在处理器具检测部 54a 检测到处理器具的情况下，检测出处理器具的像所成像的区域附近的峰值亮度（光量）和该区域附近的平均亮度（光量）。

该亮度检测部 54b 在处理器具检测部 54a 未检测到处理器具的情况下，检测画面整体的峰值亮度和平均亮度。

调光信号生成部 54c 为了通过来自亮度检测部 54b 的峰值亮度和平均亮度信号而得到适当亮度的信号，生成用于调整光源装置 3 的照明光量的自动调光信号，输出到光源装置 3 的光圈驱动部 41。

自动调光部 54 的自动调光信号输入到光源装置 3 的光圈驱动部 41，对应于自动调光信号，光圈驱动部 41 自动调整光圈 42 的开口量，进行控制以得到相当于调光信号生成部 54c 的基准值的适合于观察的亮度的图像。

信号检测部 46 的亮度信号被输入构成自动对焦部 137 的亮度检测部

137a, 由亮度检测部 137a 检测出图像的亮度。

图像处理部 47 的输出信号被输入构成自动对焦部 137 的对比度检测部 137b, 由对比度检测部 137b 检测输出信号的对比度。

由亮度检测部 137a 检测出的亮度信息和由对比度检测部 137b 检测出的对比度信息被输入 CPU 137c, 该 CPU 137c 通过亮度信息和对比度信息进行例如登山方式的自动对焦控制 (在后面利用图 16 进行说明)。

本实施例的电子内窥镜 2C 采用可变焦点光学系统 (即焦点位置可变的光学系统), 所述可变焦点光学系统将物镜系统 117 中的一部分的接合透镜 117d 配置成可沿光轴 O 的方向自由移动, 可在近景时的位置到远景时的位置的范围内连续移动, 对应于该移动, 视场角几乎不变化, 而焦距改变。

并且, 由自动对焦部 137 控制该接合透镜 117d, 能够始终在从近景到远景的范围内设定成对焦状态、以保持高分辨率和规定景深的状态进行拍摄。

本实施例中, 如以下说明的那样, 构成为即使设定成近景的情况下, 也能确保宽的视野角 (视场角), 即使使用处理器具时, 从通道 25 的前端开口 26 突出的处理器具的前端侧也进入视野内, 容易进行详细的处理。

具体说, 本实施例中, 在插通于通道 25 内的处理器具 28 的前端侧从前端开口 26 突出的情况下, 在物距为可获得能识别例如 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白色的高分辨率的近景侧的物距 (被拍摄物体物距) 时, 处理器具 28 的前端侧进入摄像单元 119 的视野内, 换言之, 在 CCD 118 的受光面上成像处理器具 28 的前端侧的像。

下面说明这种结构的本实施例的作用。

如图 11 所示, 将电子内窥镜 2C 的光导连接器 15 连接到光源装置 3, 将信号连接器 22 连接到图像处理装置 4C。该图像处理装置 4C 的视频输出端上连接监视器 5 的电缆, 设成可进行内窥镜检查的状态。

并且, 将未示出的电源开关接通, 来自光源装置 3 的照明光提供给光导 14, 通过光导 14 将照明光从照明透镜 16a、16b 射出, 设为可照明由摄像单元 119 拍摄的被拍摄物体的状态。通过摄像单元 119 的 CCD 118 拍摄

的图像成为通过图像处理装置 4C 显示在监视器 5 上的状态。

接着将电子内窥镜 2C 的插入部 7 插入患者体腔内，将插入部 7 的前端部 11 设成可观察体腔内的患部等作为要进行内窥镜检查的部位的被拍摄物体的状态。此时，设置于前端部 11 上的摄像单元 119 的物镜系统 117 将被拍摄物体的光学像成像在 CCD 118 的受光面上。在 CCD 118 的受光面上成像的像被光电转换，转换为图像信号。

该图像信号经过信号电缆 21、信号连接器 22 输入图像处理装置 4C 的 CDS 电路 44。该图像信号的波形包含信号成分以外的复位噪声等，通过 CDS 电路 44 生成信号成分被提取的基带信号。

该 CDS 电路 44 的输出信号输入 A/D 转换器 45，A/D 转换器 45 将作为模拟信号的图像信号转换为数字信号。转换为数字信号的图像信号由信号转换部 46 转换为视频信号。

此时，由于本实施例中采用补色系的马赛克滤色器作为 CCD 118，因此该信号转换部 46 转换为从例如相邻的 4 种滤色器的像素信号输出取平均而得到的亮度信号、由各色的像素信号输出的差分得到的色差信号这样的视频信号。

该视频信号被图像处理部 47 进行适合于监视器显示的对比度调整、颜色调整和显示尺寸调整等。

之后，由 D/A 转换器 48 转换为监视器 5 可显示的模拟的对应于 HDTV 方式的视频信号。监视器 5 在监视器画面 5a 上显示与输入的 HDTV 方式的视频信号对应的（由 CCD 118 拍摄的）被拍摄物体图像。

首先说明自动调光功能。

自动调光部 54 在处理器具 28 未进入摄像单元 119 的视野内的情况下，由亮度检测部 54b 检测出画面整体的亮度（具体说是峰值亮度或平均亮度），输出给调光信号生成部 54c。该调光信号生成部 54c 在画面暗时向光源装置 3 输出控制信号，具体说是自动调光信号，以增大发光。在画面过于明亮的情况下，输出作为控制光源装置 3 以减小发光的控制信号的自动调光信号。

通过该自动调光信号，光源装置 3 内的光圈驱动部 41 驱动光圈 42，

调整从灯 40 经过光圈 42 入射到光导 14 的后端的照明光量，以成为合适的光量。

接着说明为了通过利用摄像单元 119 的内窥镜观察，对患部等被拍摄物体进行治疗用的组织采集和病变部切除，而使用处理器具 28 的情况下的自动调光的作用。

通过将处理器具 28 插入通道 25，使处理器具 28 经过插入部 7 的前端部 11 的前端开口 26，从其前端面突出，从而使处理器具进入摄像单元 119 的视野内。

此时，例如根据处理器具 28 的颜色、处理器具 28 的反射光等，处理器具检测部 54a 检测出处理器具 28 进入了视野内，检测出基于以上述处理器具 28 为中心的一定区域的峰值亮度和平均亮度的亮度。调光信号生成部 54c 输出作为控制信号的自动调光信号，以便当上述处理器具 28 附近的亮度过亮时使光源装置 3 减小发光，过暗时使光源装置 3 增大发光。

并且，通过自动调光信号，光源装置 3 内的光圈驱动部 41 驱动光圈 42，调整从灯 40 通过光圈 42 入射到光导 14 的入射端的照明光量。通过该自动调光信号，可进行自动调光，使得处理器具 28 进入摄像单元 119 的视野内的区域附近的亮度为适合于观察的亮度。

本实施例中，通过自动对焦部 137 进行控制，使构成物镜系统 117 的接合透镜 117d 始终在对焦状态下在 CCD 118 的受光面上成像拍摄物体像。

此时，自动对焦部 137 的亮度检测部 137a 从来自信号转换部 46 的亮度信号中检测出各帧的平均亮度，输出到 CPU 137c。对比度检测部 137b 从图像处理部 47 的输出信号中的高频域侧的亮度信号中检测出各帧的对比度，输出到 CPU 137c。

CPU 137c 判断由亮度检测部 137a 检测出的亮度是否在规定值以上，在超过规定值的情况下，通过基于由对比度检测部 137b 检测出的高频域侧的亮度信号的对比度信息，按登山方式检测出对焦状态，将接合透镜 117d 设置于对焦状态的位置上。

图 16 表示登山方式的自动对焦（图 16 中简记作 AF）的处理内容。

首先，最初的步骤 S1 中，CPU 137c 进行透镜移动方向的判断。如图

12 和图 13 所示,判断在进行该登山方式的自动对焦时的开始的透镜位置处,哪个方向为登山方向(对比度增大的方向)。

具体说,CPU 137c 控制致动器驱动部 136,通过致动器 129 向一个方向移动接合透镜 117d,此时判断移动前后从对比度检测部 137b 输出的对比度信息是否增大。并且,CPU 137c 将对对比度增大的方向判断为透镜移动方向,使接合透镜 117d 向该方向移动。

并且接着的步骤 S2 中,CPU 137c 检测出接合透镜 117d 向对比度增大的方向移动了时的对比度的峰值。当向对比度增大的登山方向移动、超过对焦位置时,此时的对比度值比峰值小。

因此,通过移动接合透镜 117d 直到稍稍超出峰值的位置,由此可检测出峰值。

接着的步骤 S3 中,CPU 137c 控制致动器驱动部 136,使得接合透镜 117d 返回直到对应于峰值的位置处。这样可将接合透镜 117d 设定在对焦位置上。

然后,回到步骤 S1,反复进行步骤 S1~S3 的处理。这样,可始终保持对焦状态,即使到被拍摄物体的距离改变的情况下,也可保持规定的景深以高的分辨率在 CCD 118 上成像该被拍摄物体。并且,监视器 5 上显示在该 CCD 118 上成像的状态下的被拍摄物体图像,即保持规定的景深的状态下的高分辨率的图像。如实施例 4 中说明的那样,在使用检测出的对比度进行对焦控制的情况下,在亮度信号的亮度水平小的情况下(暗的图像的情况下),也可以优先于基于对比度进行的对焦控制,进行设定到远景位置上的控制。

接着说明将处理器具插入通道 25 进行处理的情况。操作者将使用的处理器具插入设置于操作部 8 附近的处理器具插入口 27 中。从处理器具插入口 27 插入的处理器具通过插入部 7 内的通道管 25a 的通道 25 内,被引导到插入部 7 的前端部 11 侧。当操作者将该处理器具 28 进一步插入深处侧时,处理器具 28 的前端从前端部 11 的通道前端开口 26 突出。

要使突出的处理器具 28 被摄像单元 119 拍摄到的必要条件为:如图 17 所示,在处理器具 28 移动到最靠摄像单元 119 侧的情况下,由于摄像

单元 119 的前端透镜面处的光线高 $L_h=1.2\text{mm}$ 、前端开口 26 的半径 $R=1.4\text{mm}$ 、摄像单元 119 的视场角 θ 为例如 $\theta=138^\circ$ 、摄像单元 119 的光轴 O 与前端开口 26 的中心的距离 $D=6\text{mm}$ ，因此作为处理器具 28 从插入部 7 的前端部 11 的前端面突出的最小突出量 $H_{\min}$ ，可按下式 5 导出。

$$H_{\min}=(D-L_h-R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=1.38\text{mm}\quad(\text{式 } 5)$$

另一方面，在处理器具 28 位于离摄像单元 119 最远的方向上的情况下，处理器具 28 突出，要使处理器具 28 的前端整体被摄像单元 119 拍摄到的必要条件为：作为处理器具 28 从插入部 7 的前端部 11 的前端面突出的突出量 H_{all} ，按下式 6 导出。

$$H_{\text{all}}=(D-L_h+R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=2.45\text{mm}\quad(\text{式 } 6)$$

如式 5、式 6 所示，当处理器具 28 从前端部 11 的前端面突出的突出量达到 1.38mm 以上时开始进入摄像单元 119 的视野内，突出量为 2.45mm 时处理器具 28 的前端的大致整体都进入视野内。

由此，在本实施例中的设定于摄像单元 119 的近点侧的状态下，景深为 $5.2\text{mm}\sim 10\text{mm}$ ，处理器具 28 的前端侧确实地进入摄像单元 119 的视野内，可在监视器 5 上进行识别。

接着参考图 18 说明通过摄像单元 119，在设定于近点侧的状态下拍摄黑白对带子间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体等时的作用。

图 18 表示将本实施例的电子内窥镜 2C 的插入部 7 插入体腔内，利用设置于前端部 11 上的摄像单元 119，对体腔内的处理对象部位侧进行拍摄的同时，使处理器具 28 从前端开口 26 突出进行处理的情况的概略图。

此时，作为容易进行处理的条件，希望能够对作为处理对象的患部等进行详细观察，同时希望也能够详细地观察从前端开口 26 突出的处理器具 28 的前端侧。

本实施例中，按如下所示来满足这些条件。首先为使说明更明确，如下所示定义亮度对比度 G (MTF)。

在通过物镜系统 117 在 CCD 118 受光面上成像相同宽度的黑白带(条纹)的被拍摄物体时，将针对上述白色被拍摄物体的亮度的最大值设为 $G_{\max}$ 、将针对上述黑色被拍摄物体的亮度的最小值设为 $G_{\min}$ 、将亮度对

比度 G 定义为 $G=(G_{\max}-G_{\min})/(G_{\max}+G_{\min})$ 。

在这样定义亮度对比度 G 的情况下，按如上所述构成的摄像单元 119 中，设定在近点的状态下，当物距为 5.2mm 到 6.8mm 时，在对黑白对带子 60 的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时，在 CCD 受光面上成像的白带和黑带的亮度对比度 G 为 10% 以上。

通过上述物镜系统 117 在 CCD 118 的受光面上成像的间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子的被拍摄物体的像中，从白带所成像的像素输出的图像信号与从黑带所成像的像素输出的图像信号之差为大致 10%。

上述图像信号通过 CDS 电路 44、A/D 转换器 45、信号转换部 46 输入图像处理部 47，被实施例如适合于监视器 5 显示的 γ 处理和去除噪声的低通滤波处理等。

并且，在将通过上述白色被拍摄物体得到的亮度信号的最大值设为 $I_{\max}$ 、通过上述黑色被拍摄物体得到的亮度信号的最小值设为 $I_{\min}$ 、对比度 I 定义为 $I=(I_{\max}-I_{\min})/(I_{\max}+I_{\min})$ 的情况下，(对上述黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时)以对比度 I 为 10% 以上的方式输出图像信号。由此，摄像单元 119 拍摄的间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子在监视器 5 上可被识别为黑白对带子。这样，当对比度 I 达到 10% 以上时，可在容易识别的状态下进行观察。

图 18 中，将设定在近点侧的状态下的物距 6.8mm 设为 d 、在该位置处配置了间距设为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子（条纹）60 的情况下，由 CCD 18 进行光电转换，形成从例如信号转换部 46 输出的视频信号的亮度信号中的对比度 I 如上所述为 10% 以上，从而可在监视器 5 上识别间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子 60。

图 18 中，表示出处理器具 28 从通道的前端开口 26 突出的状态，在处理器具 28 的前端进入摄像单元 119 的视野内之后，进一步向前方突出，从而处理器具 28 的前端成为可识别 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白对带子 60 的物距 d 的状态。该状态下，物距 d 比式 6 的 H_{all} 大，从式 6 变为满足如下条件的状态：

$$d \geq (D - L_h + R) \times \tan(90^\circ - \theta/2) \quad (\text{式 } 7)$$

若将式 7 改写，则得到：

$$D \leq d / \tan(90^\circ - \theta / 2) + Lh - R$$

因此，根据本实施例，在使用焦距可变的光学系统的情况下，可非常详细地观察要通过处理器具 28 进行处理的患部等被拍摄物体，同时也可非常详细地观察在该患部附近突出的处理器具 28 的前端的状态，处理变得容易。

由于使用焦距可变的光学系统，因此通过将物镜光学系统的焦距切换为远景侧，可把握宽范围下的状态，可顺利地进行处理。

本实施例具有如下效果。

本实施例中，构成摄像单元 119 的物镜系统 117 采用改变焦点位置时视场角几乎不变的可变焦点光学系统，因此与单焦点光学系统相比，从近景侧到远景侧都可得到高分辨率的内窥镜图像。

当为可在监视器 5 上识别上述摄像单元 119 拍摄的 $35 \mu\text{m}$ 间距的黑白对带子的距离时，由于可在监视器 5 上识别从通道 25 的前端开口 26 突出的处理器具 28 的前端侧，因而可改善使用以往的变焦光学系统的内窥镜来进行扩大观察时视场角变窄的操作性能。例如根据本实施例，可得到如下效果：能够容易地一边进行大肠的凹坑图案这样的被拍摄物体的详细观察，一边利用处理器具 28 进行处理。

在设定在近点侧的状态下，可在监视器上识别 $35 \mu\text{m}$ 的间距的黑白对带子的距离为 5.2mm 到 6.8mm，因此本实施例中，当为比该距离更靠跟前侧的物距时，处理器具 28 的前端侧可进入视野内，通过再向前方侧突出，可成为达到获得最高分辨率的距离的状态。

因此，本实施例中，当为设定在近点侧的状态下的景深内的距离时，处理器具 28 的前端侧可充分进入视野内，具有能够比较容易地进行处理器具 28 的操作的效果。

此外，即使在设定在远景侧的情况下，也能够保持规定的分辨率，以景深比近景时大的状态得到被拍摄物体像。

由于进行自动对焦控制以使得构成物镜系统 117 的可变焦点光学系统成为对焦状态，因此操作者不需要繁杂的操作，就可从远景到近景进行高

分辨率的内窥镜图像的观察。

此外,当插入处理器具 28,成为将其前端显示在监视器 5 上的状态时,控制光源装置 3 的照明光量以使得处理器具 28 附近的亮度为最佳,因此容易进行处理。

本实施例中,CCD 118 的像素间距为 $2.5\ \mu\text{m}$ 、有效像素数为 130 万像素、摄像单元 119 的最大视场角为 138° 、近点侧的景深为 5.2mm 到 10mm、摄像单元 119 的光轴 O 与前端开口 26 中心的距离为 6mm,但不限定于此。

例如,对黑白对带子 60 的间距为 $35\ \mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时,变更像素间距、有效像素数、最大视场角、近点侧的景深等,以使得从拍摄上述白色被拍摄物体而获得的像素得到的输出信号与从拍摄上述黑色被拍摄物体而获得的像素得到的输出信号之差为 10%以上,并且在对上述 $35\ \mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时当为使输出信号之差为 10%以上的物距时,即使为了能够观察处理器具而变更最大视场角、及摄像单元 119 的光轴 O 与前端开口 26 中心的距离,也可得到大致同样的效果。

上述说明中,CCD 118 的有效像素数为 130 万像素,但在马赛克滤色器方式的情况下,即便是 150 万像素左右也可实现同样的效果,此时,具有可进一步增大获得最高分辨率的距离的效果。本实施例中,使用补色系的马赛克滤色器方式的彩色 CCD 来进行了说明,但不限定于此,电子内窥镜中,有时还采用如下方式:使用切换式等的三原色光作为照明光,与按顺序照射的三原色光同步,利用单色(黑白)CCD 取入被拍摄物体像,在图像处理装置中进行彩色化,在这种方式下通过满足上述条件,也可得到同样的效果。

该方式的情况下,可得到 R 信号、G 信号、B 信号作为有效像素数为 65 万像素左右的 CCD 输出信号,虽然也可以不生成亮度信号而向监视器 5 输出,但该情况下,只要将亮度最高的 G 信号视为亮度信号即可。

本实施例中,使用致动器作为移动接合透镜 117d、改变焦点位置的装置,进行基于自动对焦的焦点位置控制,实现近景侧的非常精细的观察,但不限定于此,例如作为移动接合透镜 117d 的装置,采用如下手段可得到

同样效果：在透镜移动框 134 上安装线，并将该线安装在设置于操作部 8 上的操作杆上，通过操作该操作杆可将焦点位置在近景远景之间切换。

视场角优选是在考虑了周围的观察性的一般的内窥镜中使用的 100° 以上的视场角，视场角宽的话，则具有处理器具检测距离变短的效果。

本实施例的图像处理装置 4C 和监视器 5 利用对应于 HDTV 方式的视频信号来进行了说明，但不限于此，例如也可使用对应于 SVGA、XGA 这样的高分辨率监视器的显示方式。

此外，本实施例的摄像单元 119 中，作为释放 CCD 118 的热量的装置，公开了通过散热部件 139 和散热用电缆 140 向插入部 7 的前端部件散热，但也可以是如下结构：不在散热部件 139 上设置散热用电缆 140，使插入部 7 的前端部件的导热性好的部分接近与散热部件对置的部分，通过导热性好的密封树脂等散热。

作为散热用电缆 140，也可使用信号电缆 21 的一部分。例如信号电缆 21 内也可设置不用于驱动的虚设电缆 (dummy cable)，还可使用以信号电缆 21 的电磁屏蔽为目的的外部屏蔽。并且，不设置散热部件 135，在 CCD 芯片 118b 附近用导电性好的密封树脂来固定散热用电缆 140 的导体部分，也可得到同样的散热效果。

在 CCD 基板 118c 上配置 CCD 芯片 118b 内部的输出级作为外部放大器，将 CCD 芯片 118b 的消耗功率分配给外部基板上的部件，由此来抑制 CCD 芯片 118b 的发热也是有效的。

(实施例 4)

接着参考图 19 到图 23 说明本发明实施例 4。图 19 表示具有实施例 4 的电子内窥镜系统 1D 的整体结构。该电子内窥镜系统 1D 具有：与图 11 的电子内窥镜 2C 的一部分不同的电子内窥镜 2D；和具有 CPU 71 的视频处理器 4D，该 CPU 71 具有两阶段（自动）对焦控制功能 71a，来取代实施例 3 的视频处理器 4C 的自动对焦部 137。光源部 3 和监视器 5 与实施例 3 结构相同。

本实施例的电子内窥镜 2D 基本结构与实施例 3 相同，CCD 的有效像素数和物镜系统的一部分结构不同，同时摄像单元和处理器具通道的位置

关系不同。下面以不同之处为重点来说明。

图 20 是表示从正面观察本实施例的电子内窥镜 2D 的插入部 7 的前端部 11 的前端面的主视图，图 21 是沿着图 20 的 D-D 线的截面图，图 23 是处理器具 28 从前端部 11 突出时的监视器显示视频。

本实施例的电子内窥镜 2D 的前端部 11 中采用图 20 或图 21 所示的包括物镜系统 172 和 CCD 173 的摄像单元 119B。

该 CCD 173 采用像素间距为 $2.8\mu\text{m}$ 、对监视器显示有效的像素数是 80 万像素的 CCD。

摄像单元 119B 具有在例如设定在近点侧（近景）的状态下最大视场角为 160° 的可变焦点物镜系统 172，该物镜系统 172 的最前端的第一透镜 172a 采用凹凸形状的透镜。

如图 20 所示，插入部 7 的前端部 11 配置有：包括第一透镜 172a 的外径为 $\phi 2.8\text{mm}$ 、形状为凹凸形状的物镜系统 172 的摄像单元 119B；通道前端开口 26B；去除在物镜系统 172 的前端表面上因送气送水而造成的附着污物的送气送水喷嘴 143；将由光源装置 3 从传送照明光的光导的前端面射出的光照射向被拍摄物体侧来进行照明的照明透镜 16a、16b。

摄像单元 119B 在插入部前端上安装成使得在对被拍摄物体进行拍摄、显示在监视器 5 上时的监视器 5 上的上下方向与图 20 所示的插入部前端的上下方向一致。

内径为 $\phi 2.8\text{mm}$ 的处理器具通道 25 配置在相对于摄像单元 119B 从水平方向稍稍偏离的左斜下方的方向上，如图 20 所示，若设前端部 11 的上下方向为 Y 轴、左右方向为 X 轴，连接处理器具通道 25 的中心轴与摄像单元 119B 的光轴 O 的直线相对于上述 X 轴成 α 的角度。

如图 21 所示，物镜系统 172 的光轴 O 与前端开口 26B 平行地配置，本实施例中，物镜系统 172 的中心（光轴 O）与前端开口 26B 的中心轴的距离 D 为 6mm。

本实施例中，图 21 所示的第一透镜 172a、第二透镜 172b 和第三透镜 172c 安装在第一透镜框 31 上，与该第一透镜框 31 嵌合的 CCD 框 133 内与实施例 3 同样地通过透镜保持框 134 可自由移动地配置接合透镜 117d，

接合透镜 117d 通过致动器 129 沿光轴 O 的方向移动。

设置在视频处理器 4D 上的 CPU 71 不采用实施例 3 中的基本上连续地进行自动对焦控制的方式，而是进行对焦控制，使接合透镜 117d 移动，以使得物镜系统 172 的焦点位置在远景位置和近景位置这 2 个位置之间成为更接近对焦的状态。即，进行两阶段（通过自动切换的近似）对焦控制。

此时 CPU 71 从内窥镜 ID 存储器 74 读入与视频处理器 4D 连接的电子内窥镜 2D 的 ID 信息，向 RAM71c 中存储该电子内窥镜 2D 的摄像单元 119B 的光学特性信息。该光学特性信息是将接合透镜 117d 设定在近景时的位置处的情况下、和设定在远景时的位置处的情况下物距改变时的代表性的对比度变化特性或与分辨率有关的信息。

并且，CPU 71 在进行两阶段的对焦控制时，调查在接合透镜 117d 被设定在实际所设定的一方位置上的状态下对比度信息的时间性的变化等，通过参照存储在 RAM 71c 中的光学特性信息，判断该变化是否表示切换到另一方位置能获得更大的对比度值，即，判断是否更接近对焦状态。

并且，在 CPU 71 判断为切换到另一方位置能获得更大的对比度值的情况下，控制致动器驱动部 136，将接合透镜 117d 设定到另一方位置处。

CPU 71 在将接合透镜 117d 设定到另一方位置处的情况下，也随着时间监视该状态下的对比度信息，通过进行同样的动作，控制成位于 2 个透镜位置中更接近对焦状态的透镜位置。

此时，CPU 71 从来自信号转换部 46 的亮度信号中检测出亮度信息，再由图像处理部 47 检测出对比度信息，在规定亮度以上的状态下，如上所述，监视对比度信息的时间性变化，通过参照光学特性信息判断是否应该切换，对应于该判断结果在 2 个位置上控制接合透镜 117d。在得不到规定亮度的情况下和初始状态下，CPU 71 进行设定到远景位置的控制。

本实施例中，在切换设定到近景时和远景时的 2 个位置上的情况下，两者的状态下的物镜系统 172 分别表示出不同的光学特性。例如近景时具有最高分辨率，相反远景时分辨率比近景时稍低，但具有比近景时大的景深。具体说，调整 F_{no} 使得接合透镜 117d 设定在近景侧的状态的情况下，景深为 4.4mm 到 12mm，设定在远景侧的状态的情况下景深为 9mm 到

100mm。

并且,两者的特性中的分辨率在近景与远景的中间距离处在表示出大致相反的倾向的状态下有交叉(重叠)部分,因此能够判断该交叉部分中,在从交叉的位置有一定程度的偏移的状态下,将接合透镜 117d 设定在哪个位置上更接近对焦状态。CPU 71 进行该判断,并且根据该判断结果控制接合透镜 117d 的位置切换。

本实施例中,设定成使得设定在远景和近景的状态下的物镜系统 172 的景深在规定值以上的部分中连续(重叠),并且设定成使在达到规定值的空间频率的范围内对比度 I 也在具有规定值(例如 10%)以上的对比度的部分中重叠。

接着说明本实施例的近景时的作用。

首先,说明通过摄像单元 119B 在近景时对黑白对带子间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时的作用。

本摄像单元 119B 中,在设定在近点的状态下,当在物距为 4.4mm 到 5.8mm 时对黑白对带子间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体进行拍摄时,在 CCD 受光面上成像的白带和黑带的对比度 G 为 10%以上。

通过上述物镜系统 172 在 CCD 173 的受光面上成像的间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子的被拍摄物体像被光电转换。并且,从白带所成像的像素输出的图像信号与从黑带所成像的像素输出的图像信号之差为 10%以上。

该图像信号经过 CDS 电路 44、A/D 转换器 45、信号转换部 46 输入图像处理部 47,被实施例如适合于监视器的 γ 处理和电掩码处理等,白带与黑带的对比度 I 为 10%以上,输出到监视器 5。对上述被拍摄物体的情况,通过使对比度 I 为 10%以上,可以从显示的图像中识别白带和黑带,可在足够的分辨率下进行观察。这样,根据本实施例,由摄像单元 119B 拍摄的间距为 $35\mu\text{m}$ 的黑白对带子在监视器上可被识别为黑白对带子。

当从近景时开始增大物距时,由于对比度值减小,CPU 71 在判断为若进行切换能得到更大的对比度值的情况下,进行将接合透镜 117d 切换到远景时的位置的控制。

通过这样进行切换控制,在从近景向远景改变观察状态的情况下,能

够在 2 个位置中更接近对焦状态的透镜位置的状态下得到内窥镜图像。

图 22 表示本实施例的两阶段自动对焦控制（更正确的是两阶段大致自动对焦控制）的动作。下面将对焦略记为 AF。

该动作开始时，CPU 71 在最初的步骤 S11 中，从内窥镜 ID 存储器 74 读入光学特性信息作为初始设定，存储到 RAM 71c 中。如步骤 S12 所示，CPU 71 根据光学特性信息，将远景位置与近景位置之间的接近 AF 的状态下的典型的对比度信息、景深信息和分辨率的特性信息设定为 AF 切换的判断基准。本实施例的物镜系统 117 设定成在将接合透镜 117d 设定在远景位置和近景位置上的情况下，各位置上的对焦状态下的景深部分重复。

并且，接着的步骤 S13 中 CPU 71 进行控制处理，以将接合透镜 117d 设定在远景位置。

然后在接着的步骤 S14 中，CPU 71 判断当前的亮度信号的亮度水平是否在预先设定的用于判断暗的图像状态的阈值 V_{th} 以上。并且判断为上述亮度水平在该阈值 V_{th} 以下时返回步骤 S13，仍保持在远景位置，反复进行这些处理。即，在即使进行了自动调光的状态下还是不能确保适当的亮度的情况下，保持远景位置的状态。

当亮度信号的亮度水平在阈值 V_{th} 以下时，将接合透镜 117d 设定在远景位置的理由如下。将电子内窥镜 2D 的插入部 7 插入体腔内，从设置在前端部 11 的前端面上的照明透镜 16a、16b 射出照明光，对患部等被拍摄物体照明，因此在到被拍摄物体的距离小的情况下，几乎不会发生照明光量不足的情况。因此，当亮度信号的亮度水平在阈值 V_{th} 以下时，认为被拍摄物体处于远方。当亮度信号的亮度水平在阈值 V_{th} 以下时，由于 S/N 降低，难以进行精度高的对焦控制。由于这种理由，当亮度信号的亮度水平在阈值 V_{th} 以下时，将接合透镜 117d 设定在远景位置。

另一方面，当判断为亮度信号的亮度水平在阈值 V_{th} 以上时，步骤 S15 中，CPU 71 使用判断基准判断当前检测出的对比度值等是否（比近景侧的情况）更接近远景侧的情况。

然后，在满足该条件的情况下，返回步骤 S14，反复进行这些处理。不满足步骤 S15 的条件时，如步骤 S16 所示，CPU 71 进行控制处理，以

将接合透镜 117d 设定在近景位置。

并且如步骤 S17 所示, CPU 71 判断当前检测出的对比度值是否(比远景侧的情况)更接近近景侧的情况。并且在不满足该条件的情况下, 返回步骤 S13, 进行将接合透镜 117d 设定在远景位置的处理。

另一方面, 在满足该条件的情况下, 如步骤 S18 所示, CPU 71 判断当前的亮度信号的亮度水平是否在预先设定的用于判断暗的图像状态的阈值 V_{th} 以上。并且在判断为亮度信号的亮度水平在该阈值 V_{th} 以下时返回步骤 S13。相反判断为在该阈值 V_{th} 以上时返回步骤 S17。

这样通过进行两阶段的 AF 控制, 在从近景到远景改变观察状态的情况下, 能够在 2 个位置中更接近对焦状态的透镜位置的状态下得到内窥镜图像。

电掩码处理如图 23 所示, 在监视器 5 的显示画面内作成高宽比为 1:1.2 的八角形的显示区域 5b, 在该八角形的显示区域 5b 中显示摄像单元 19B 拍摄的被拍摄物体。

通过上述电掩码处理得到的显示区域 5b 上的视场角在如图 23 所示的横长的显示区域的情况下, 对角方向的 P 点成为最大的视场角 (θ_{max})。实施掩码处理以使得物镜系统 172 的视场角 160° 与上述最大视场角 θ_{max} 一致。另一方面, 通过掩码处理, 监视器画面上视场角最窄的是上下方向, 其次窄的是左右方向的视场角。

为上述最大对角的 P 点被设定成使连接 P 点和画面中心的直线与监视器画面上的水平方向所成角度为 α , 此外, 摄像单元 119B 如图 20 所示, 配置成插入部的前端部 11 的 X 轴方向与监视器水平方向一致, 因此从配置在相对于 X 轴成 α 角度的位置处的处理器具通道 25 的前端开口 26B 突出的处理器具 28 如图 23 所示, 从监视器 5 上的大致而言水平方向, 更严格地说是比水平方向稍稍下侧的左下方的 P 点附近开始, 显示在显示区域 5b 内。

本实施例中要使从插入部的前端部 11 的前端开口 26B 突出的处理器具 28 被摄像单元 119B 拍摄到的必要条件为: 在处理器具 28 移动到最靠摄像单元 19B 侧的情况下, 由于摄像单元 119B 的前端透镜面处的光线高

Lh=1.31mm、前端开口 26B 的半径 R=2.8mm、摄像单元 119B 的视场角 $\theta=160^\circ$ 、摄像单元 119B 的光轴 O 与通道 25 的距离 D=6mm，所以作为处理器具 28 从前端部 11 的前端面突出的最小突出量 Hmin，可按下式 8 导出。

$$H_{\min}=(D-Lh-R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=0.58\text{mm}\quad(\text{式 } 8)$$

另一方面，在处理器具 28 位于离开摄像单元 119B 最远的方向上的情况下，处理器具 28 突出，要使处理器具 28 的前端整体被摄像单元 119B 拍摄到的必要条件为：作为处理器具 28 从前端部 11 的前端面突出的突出量 Hall，可按下式 9 导出。

$$H_{\text{all}}=(D-Lh+R)\times\tan(90^\circ-\theta/2)=1.07\text{mm}\quad(\text{式 } 9)$$

如式 8、式 9 所示，当处理器具 28 从前端部 11 的前端面突出的突出量为 0.58mm 以上时处理器具 28 开始进入摄像单元 119B 的视野内，当突出量超过 1.07mm 时处理器具 28 的前端的大致整体都进入视野内。

由此，当距离为可在监视器上识别设定在本实施例中的摄像单元 119B 的近点侧的状态下的 $35\mu\text{m}$ 间距的黑白对带子的距离 4.4mm 到 5.8mm 时，处理器具 28 的前端侧进入摄像单元 119B 的视野内，可在监视器 5 上进行识别。

本实施例具有如下效果。

本实施例中，构成摄像单元 119B 的物镜光学系统采用改变焦距的可变焦点光学系统，因此与单焦点光学系统的情况相比，从近景侧到远景侧都可得到分辨率高的图像。

这里，本实施例中，CCD 173 的像素间距为 $2.8\mu\text{m}$ 、有效像素数为 80 万像素、摄像单元 119B 的最大视场角为 160° 、设定在近点侧的状态下的景深为 4.4mm 到 12mm、摄像单元 119B 的光轴 O 与前端开口 26 中心的距离为 6mm，但不限于此。

例如，当对黑白对带子的间距为 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体拍摄时，变更像素间距、有效像素数、最大视场角、近点侧的景深等，以使得从拍摄上述白色被拍摄物体而获得的像素得到的输出信号与从拍摄上述黑色被拍摄物体而获得的像素得到的输出信号之差为 10% 以上，并且当在物距为对上

述 $35\mu\text{m}$ 的被拍摄物体拍摄时输出信号之差为 10% 以上的物距时, 为了能够观察处理器具而变更最大视场角、及摄像单元 19 的光轴 O 与前端开口 26 中心的距离, 也可得到大致同样的效果。

本实施例中, 有效像素数为 80 万像素, 但在马赛克滤色器方式的情况下, 即便 60 万像素左右也可实现同样的效果, 此时, 近点侧的景深进一步增大, 与远点侧的景深之间的深度交叉区域变宽, 因此具有能更顺利地进行焦点切换的效果。

本实施例中, 可采用如下方式: 使用切换式等的三原色光作为照明光, 与按顺序照射的三原色光同步, 利用单色(黑白) CCD 取入被拍摄物体, 利用图像处理装置进行彩色化, 此时, 在使用有效像素数为 25 万像素左右的 CCD 的情况下, 得到与马赛克滤色器方式的 60 万像素同样的效果。

本实施例中, 如图 23 所示, 监视器画面 5a 的显示区域 5b 为水平方向的显示尺寸比垂直方向(纵向)长的横长型八角形, 但不限定于该情况。

更一般地, 也可以通过把前端开口配置成使其对应于显示区域中的显示区域宽(或大)的方向, 使从该前端开口突出的处理器具 28 显示在显示区域宽的方向上。这里, 所谓“显示区域宽的方向”, 是指通过电掩码处理等, 在画面上显示的观察图像的显示区域的限制比其他方向小的(或没有限制)的方向。

作为本实施例的第一变形例, 如图 24 所示, 也可以采用能够由 CPU 71 通过模式切换开关 SW1 来选择两阶段自动对焦控制功能 71a 和三阶段自动对焦控制功能 71b 的方式。

图 24 所示的电子内窥镜系统 1E 例如在图 19 的电子内窥镜系统 1D 中, CPU 71 除了两阶段自动对焦控制功能 71a 之外, 还具有三阶段自动对焦控制功能 71b。

并且, 该 CPU 71 对应于通过设置在例如电子内窥镜 2D 的操作部 8 上的模式切换开关 SW1 选择的选择信号, 按两阶段自动对焦模式或三阶段自动对焦模式进行对焦控制。

本变形例的情况下, 内窥镜 ID 存储器(存储器) 74 中存储有该电子内窥镜 2D 固有的光学特性信息。此时, 还存储将接合透镜 117d 设定在除

了近点、远点之外设定在近点与远点之间的中间点处的情况下的对比度值等相关的光学特性信息。还存储将接合透镜 117d 驱动（移动）到中间点的位置的信息。

并且，视频处理器 4D 的 CPU 71 读出该光学特性信息，例如存储在 RAM 71c 中，进行实施例 4 的两阶段对焦控制或三阶段对焦控制。

作为进行三阶段对焦控制的优点，由于在近点和远点的两阶段的对焦控制中，在两者的中间位置附近成为两者光学特性的山谷，很难改善例如景深和分辨率以具有更好的特性。

例如，在近景和远景时，相对于景深在规定值以上连续、并且对比度 I 在 10% 以上的情况，在切换到两者的中间点的位置的情况下，能够以比这些条件更大的景深值和对比度 I 值连续，可实现进一步改善的光学特性。

这样，通过采用将接合透镜 117d 设定在近点与远点之间的中间点位置处的结构，可进一步增大景深和分辨率，从而简单地实现更好的光学特性。

进行三阶段对焦控制的控制方法类似于两阶段的对焦控制方法。例如，在设定在近点的状态下，CPU 71 监视该状态下的对比度信息的时间性变化，判断在该情况下是否要进行近点状态与中间点的切换。

在设定在中间点的状态下，也监视对比度信息的时间性变化，根据是向近点侧变化还是向远点侧变化，判断是否要切换到近点侧或远点侧。因此，能够通过与实施例 4 的情况类似的控制，进行三阶段对焦控制。

图 25 是表示第二变形例的 CPU 71 部分。如图 25 所示，例如 CPU 71 也可以对应于模式切换开关 SW1 的模式切换指示信号，进行两阶段自动对焦控制功能 71a 和两阶段手动控制功能 71d。

两阶段自动对焦控制功能 71a 与实施例 4 中说明的相同。在通过模式切换开关 SW1 设定成两阶段手动控制模式的情况下，CPU 71 在操作了手动操作开关 SW2 的近点指示开关的情况下，使接合透镜 17d 移动到近点侧。

另一方面，在操作了手动操作开关 SW2 的远点指示开关的情况下，CPU 71 进行控制动作，以将接合透镜 117d 移动到远点侧。

这样通过设置模式选择单元，操作者使用电子内窥镜 2D 进行诊断等的情况下的观察（拍摄）的选择项变多，更容易使用。

图 25 中，说明了两阶段自动对焦控制功能 71a 和两阶段手动控制功能 71d，但除此之外还可进行三阶段自动对焦控制功能 71b 和三阶段手动控制功能。也可以使用 CPU 等进行多阶段的自动对焦控制功能和多阶段的手动控制功能。

也可使用 CPU 等，对应于模式切换指示操作，进行连续的自动对焦控制、多阶段的对焦控制和连续或多段的手动控制。

本实施例的图像处理装置 4D 和监视器 5 以对应于 HDTV 方式的视频信号的图像处理装置和监视器进行了说明，但不限于此，例如也可以是对应于 NTSC 方式、PAL 方式这样的视频信号的图像处理装置和监视器。或者，还可使用 VGA 方式、SVGA 方式的图像处理装置和监视器。

另外由上述实施例等部分变形、组合等而构成的实施例等也属于本发明。

可将插入部插入体腔内、对患部等被拍摄物体在近景侧能进行高精细观察的状态下进行拍摄，同时对远景侧也可确保必要的分辨率，即使插入通道内的处理器具的前端侧从通道的前端开口突出的突出量小的状态下也能进入观察视野内，从而可进行详细观察。

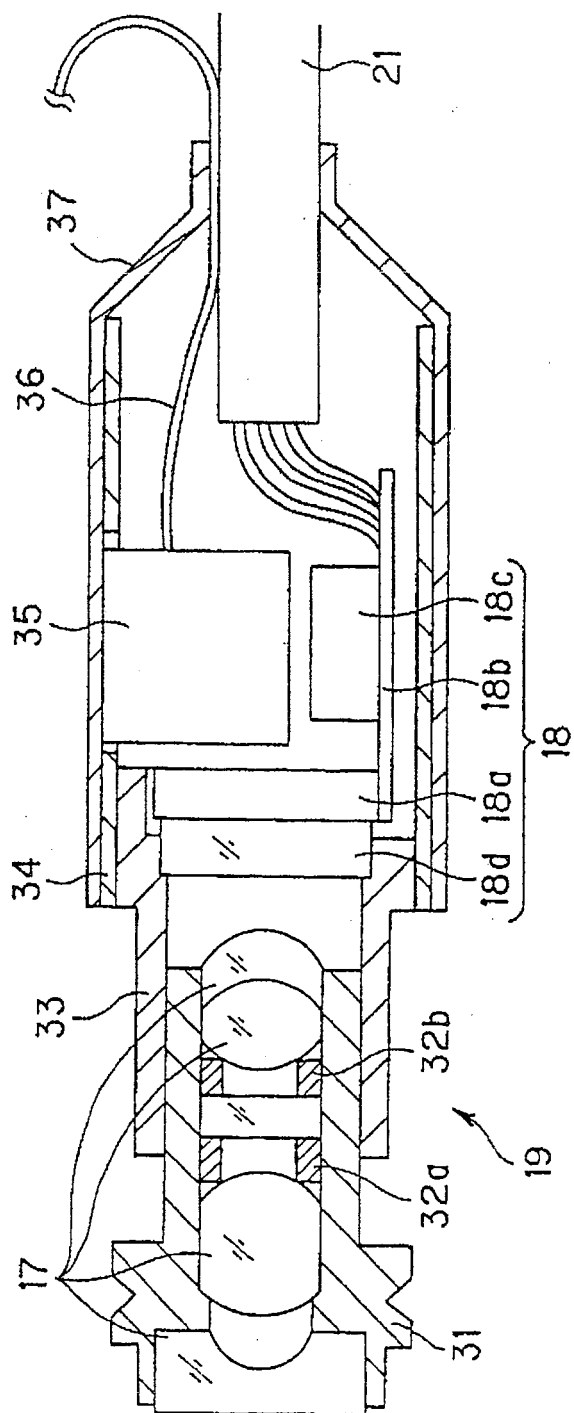


图 2

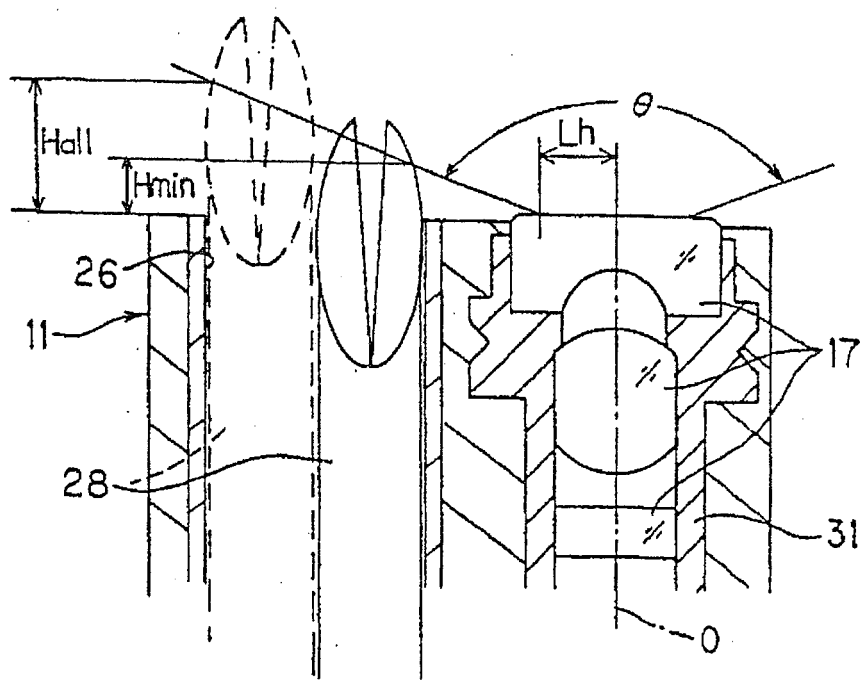


图 5

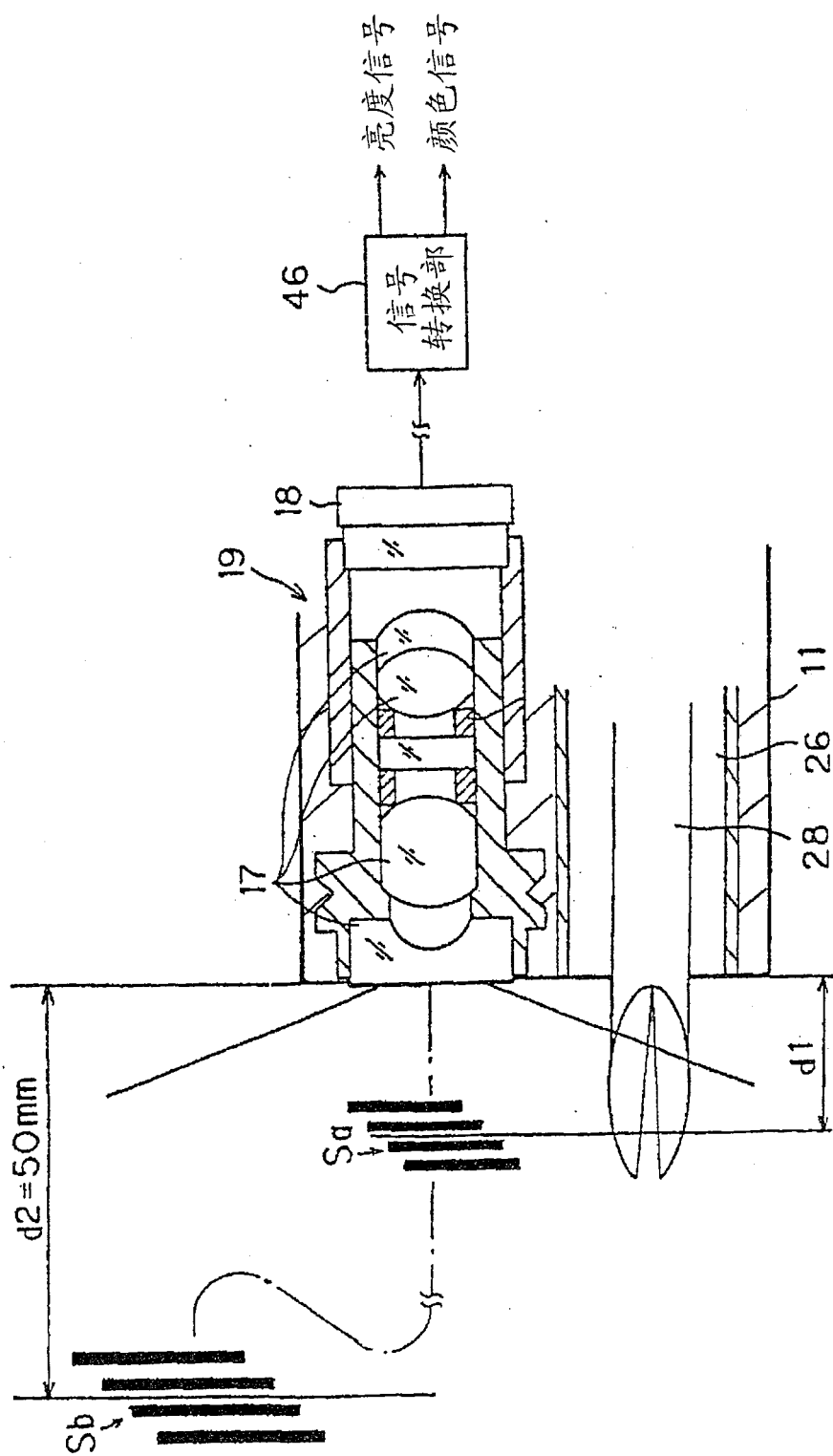


图 6

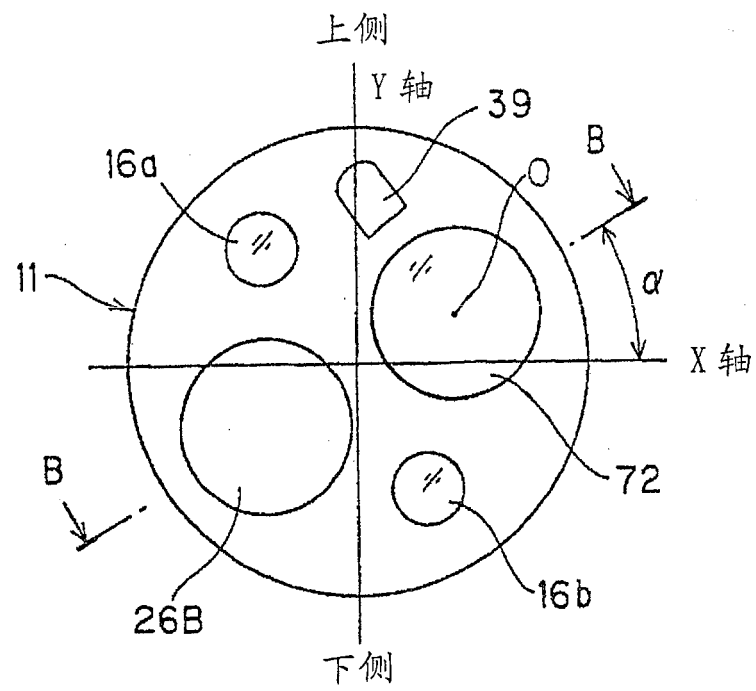


图 7

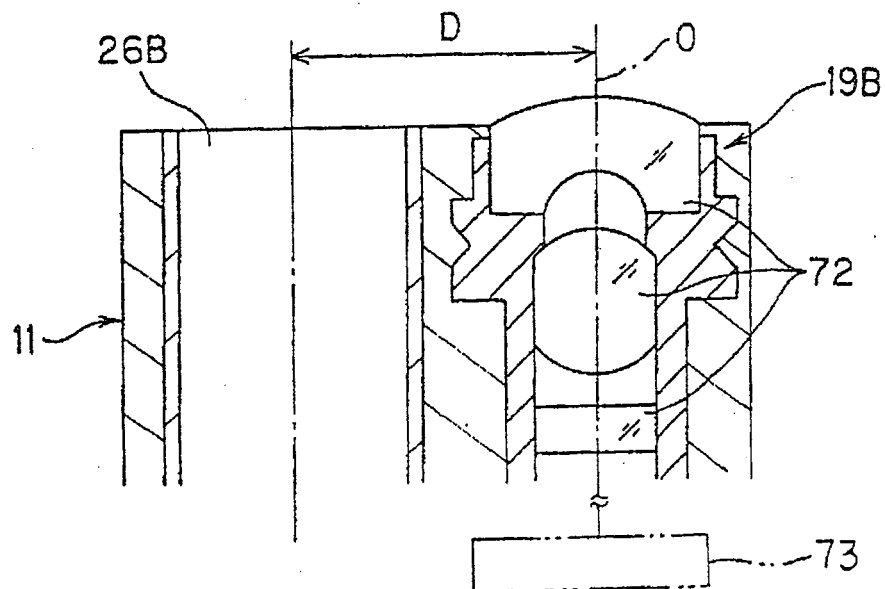


图 8

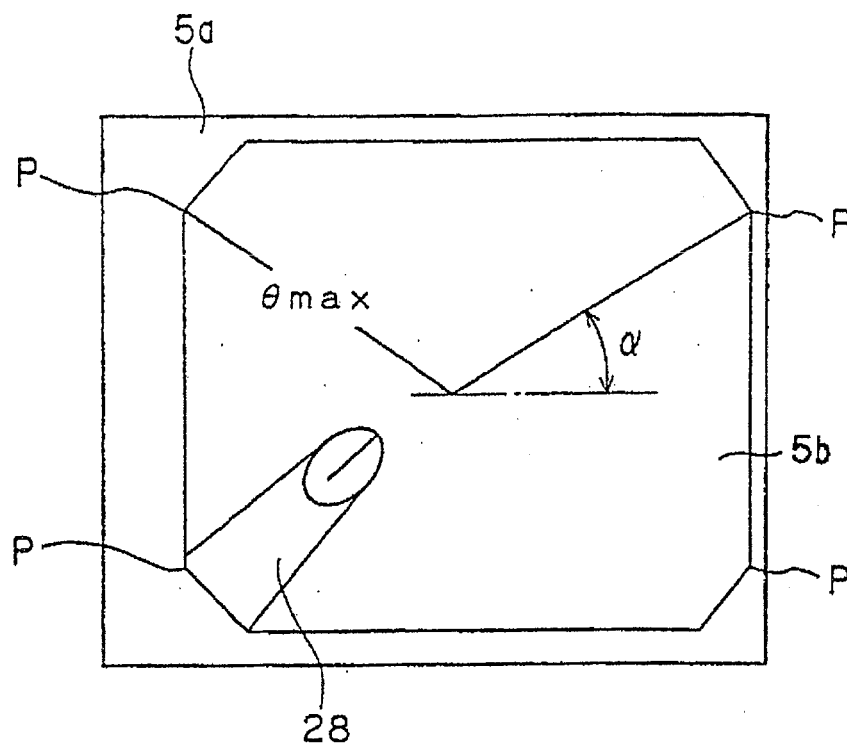


图 9

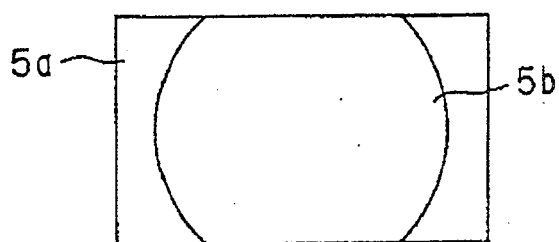


图 10

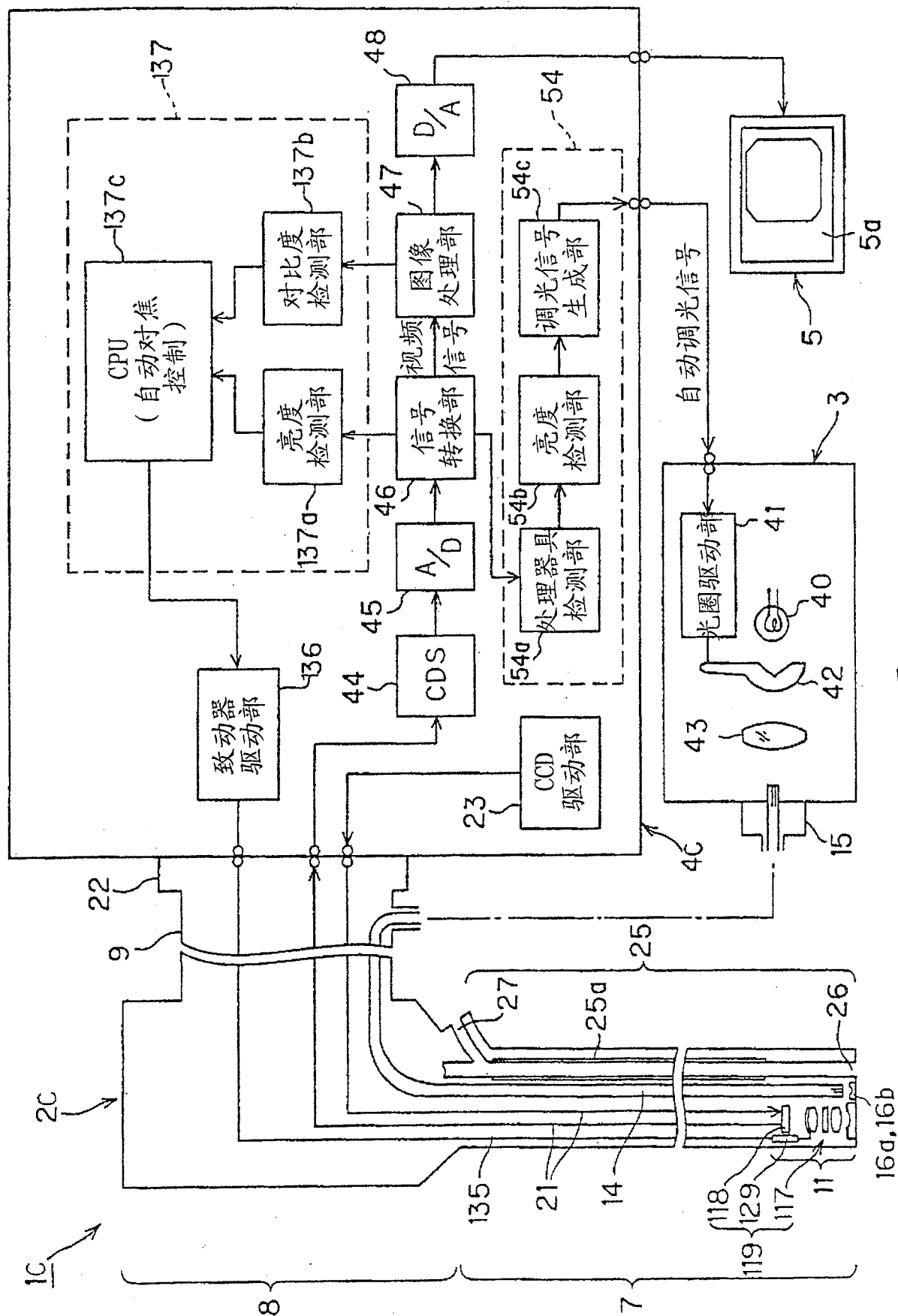


图 11

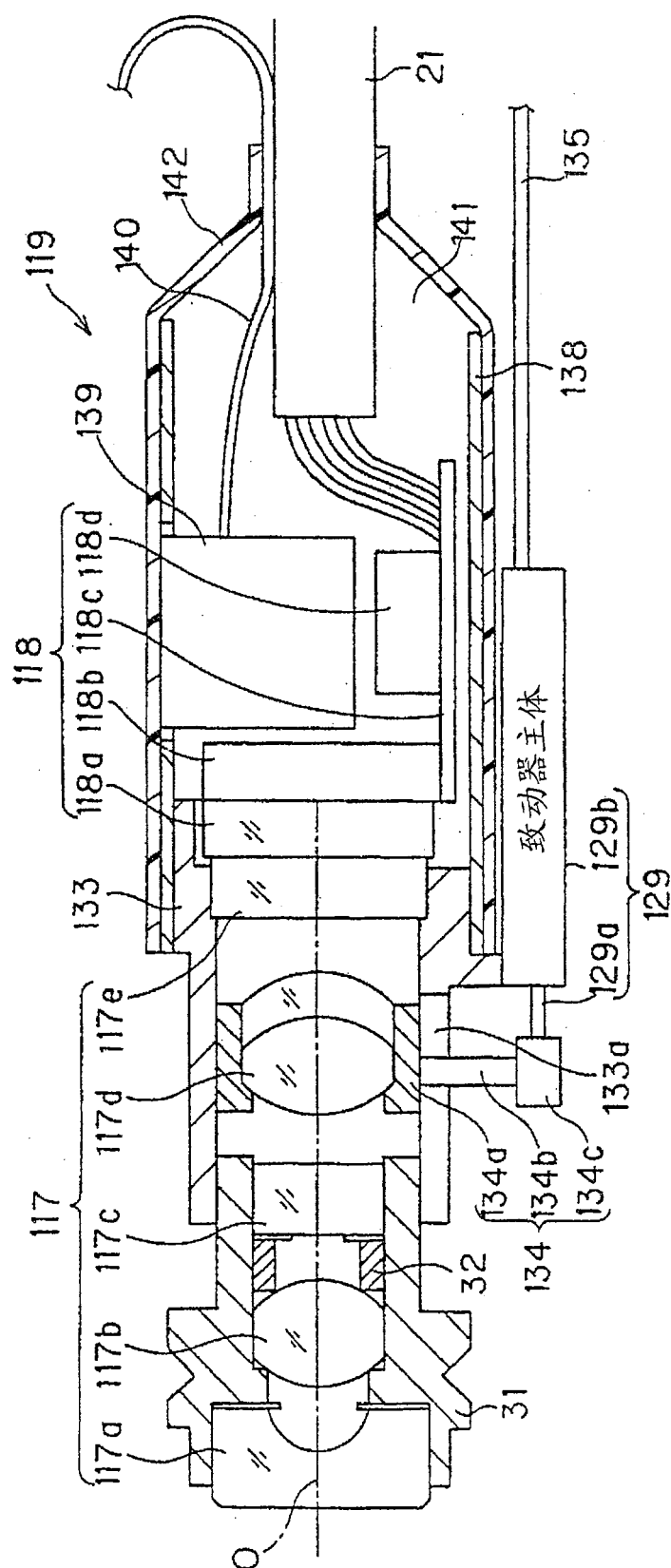


图 12

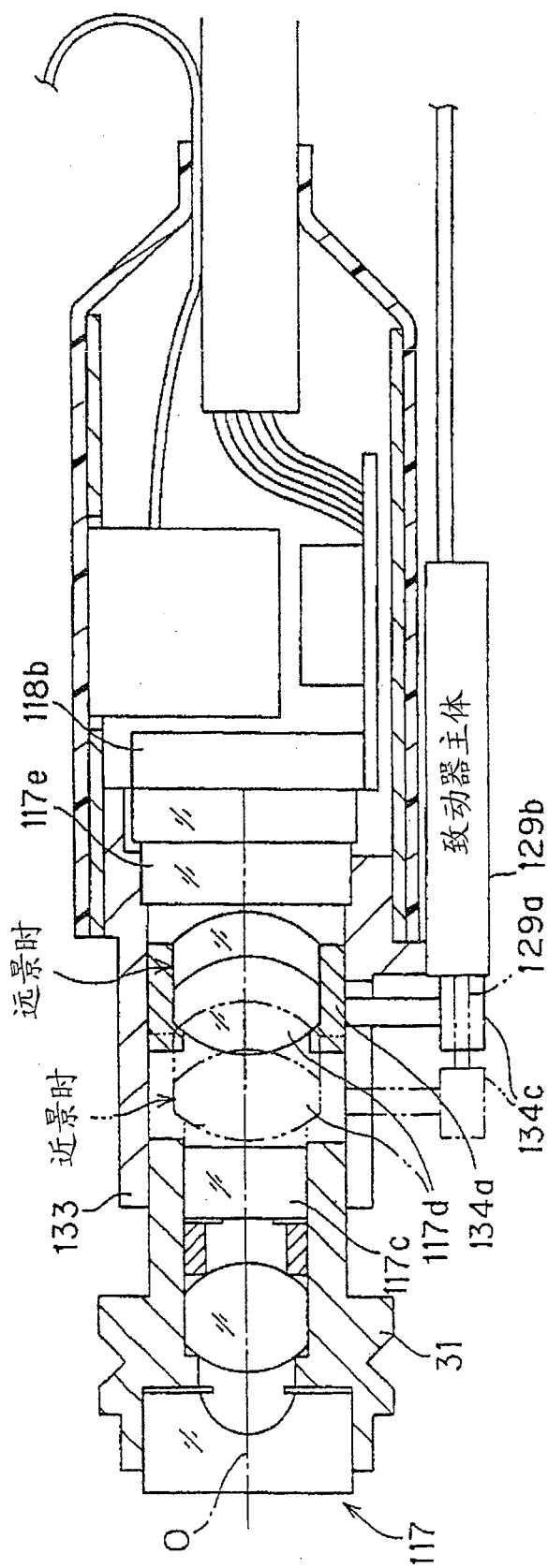


图 13

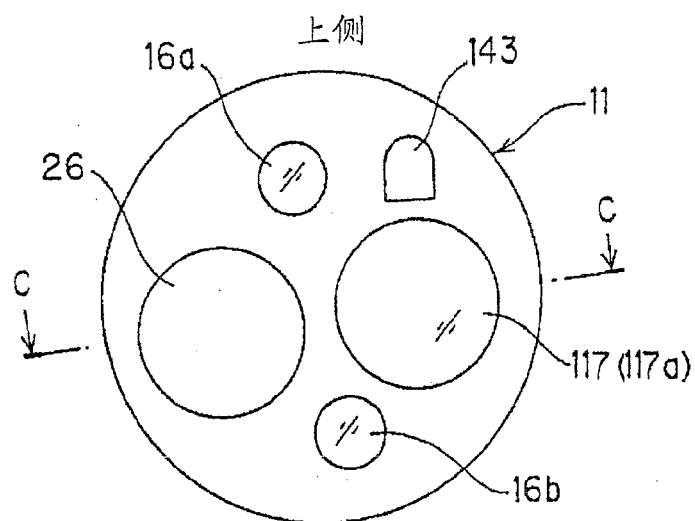


图 14

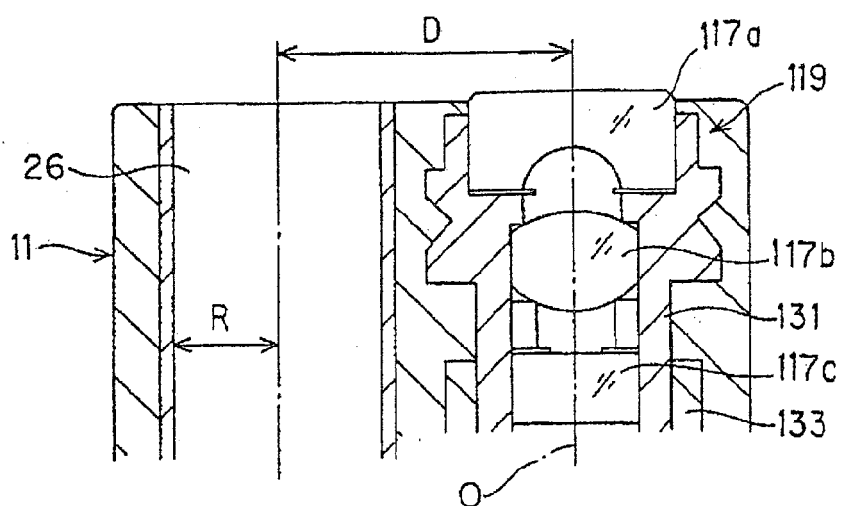


图 15

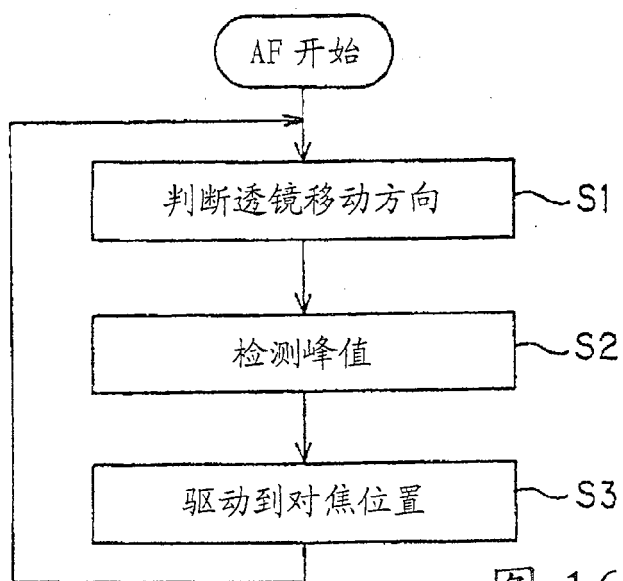


图 16

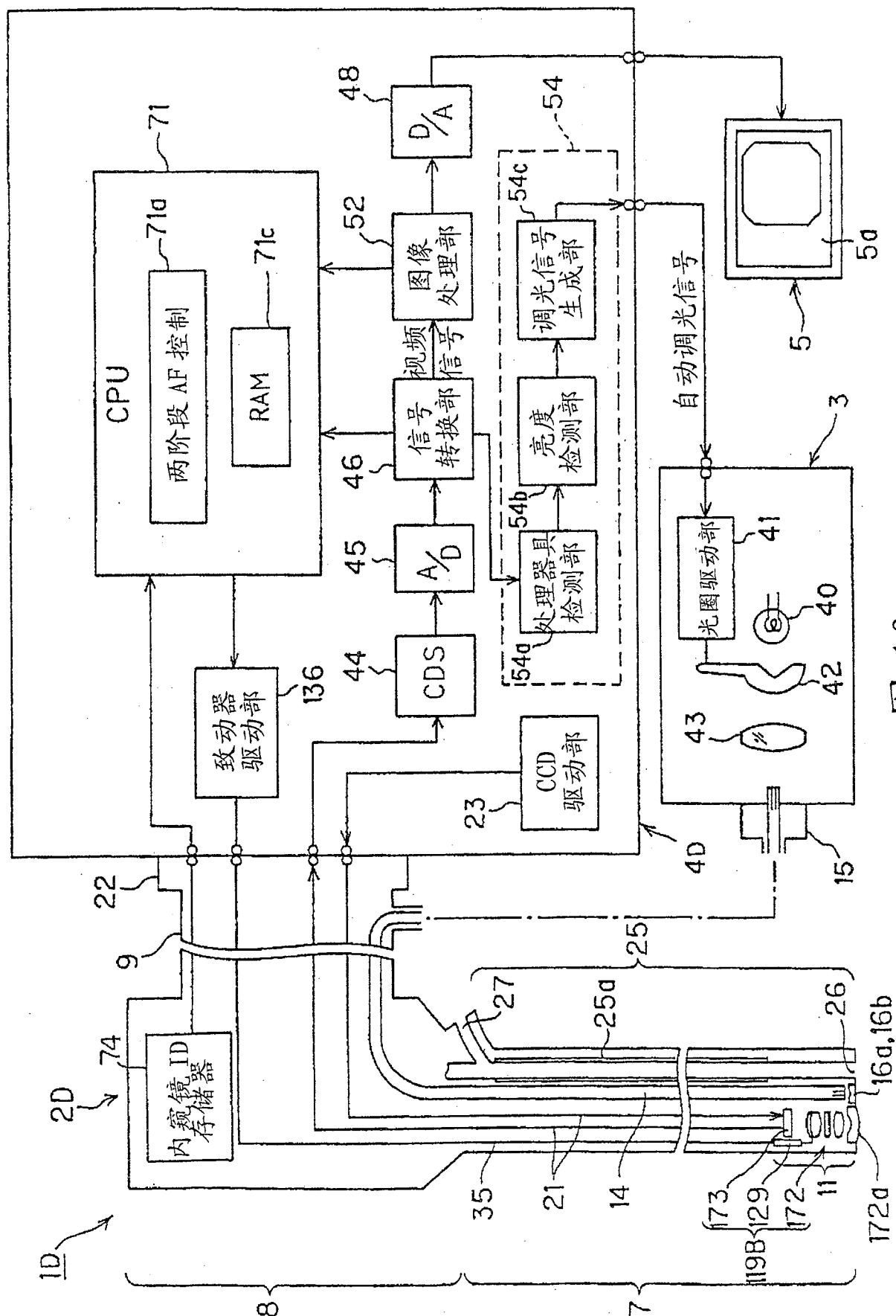


图 19

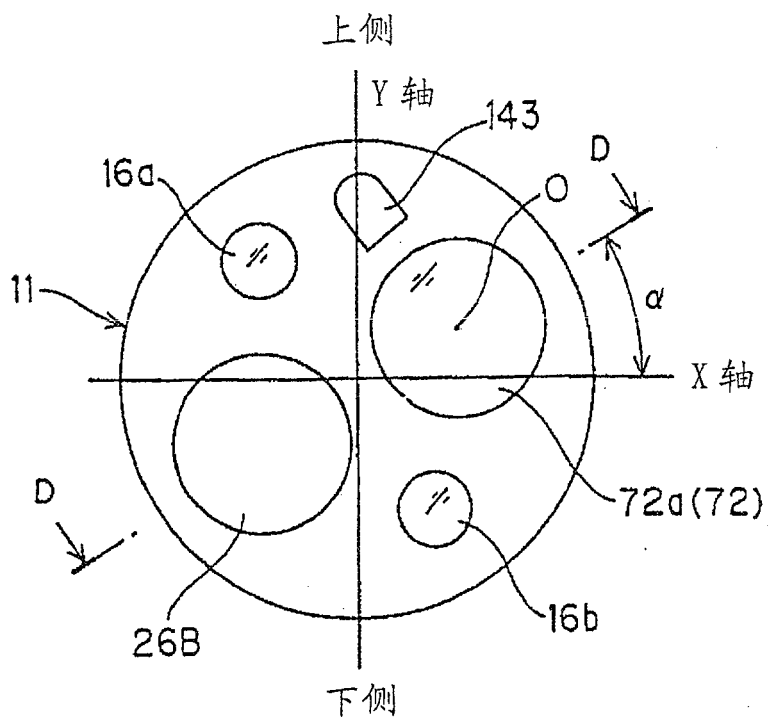


图 20

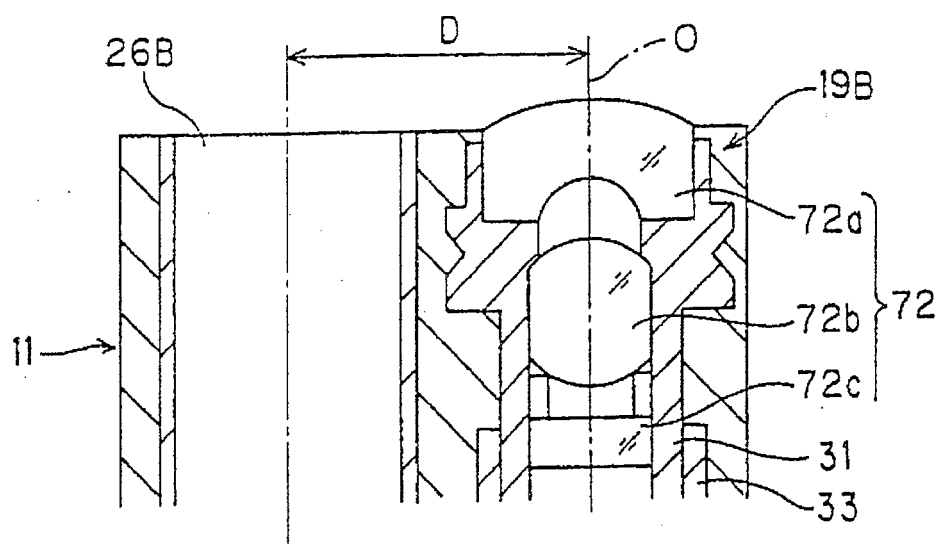


图 21

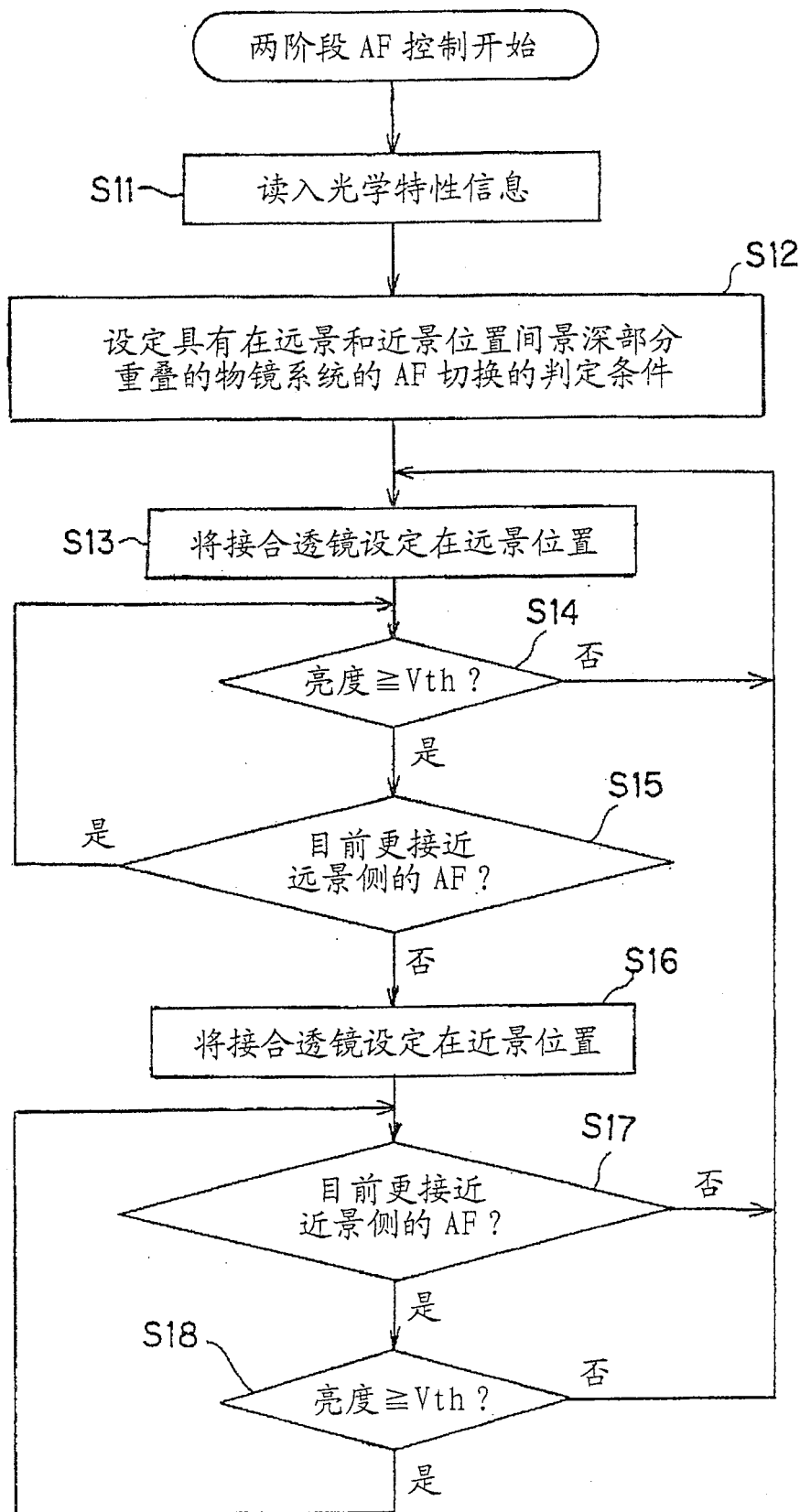


图 22

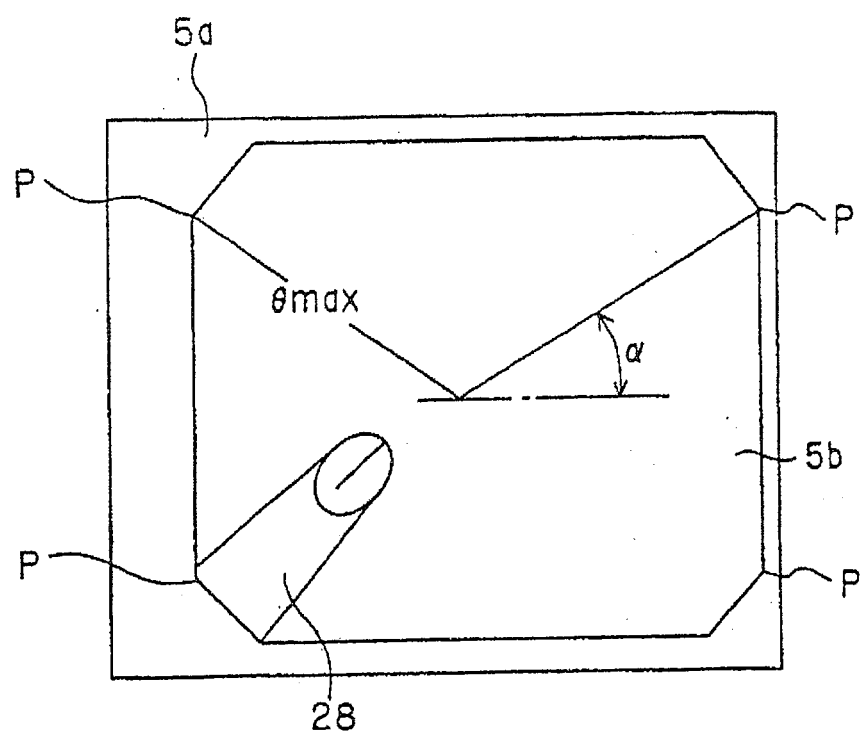


图 23

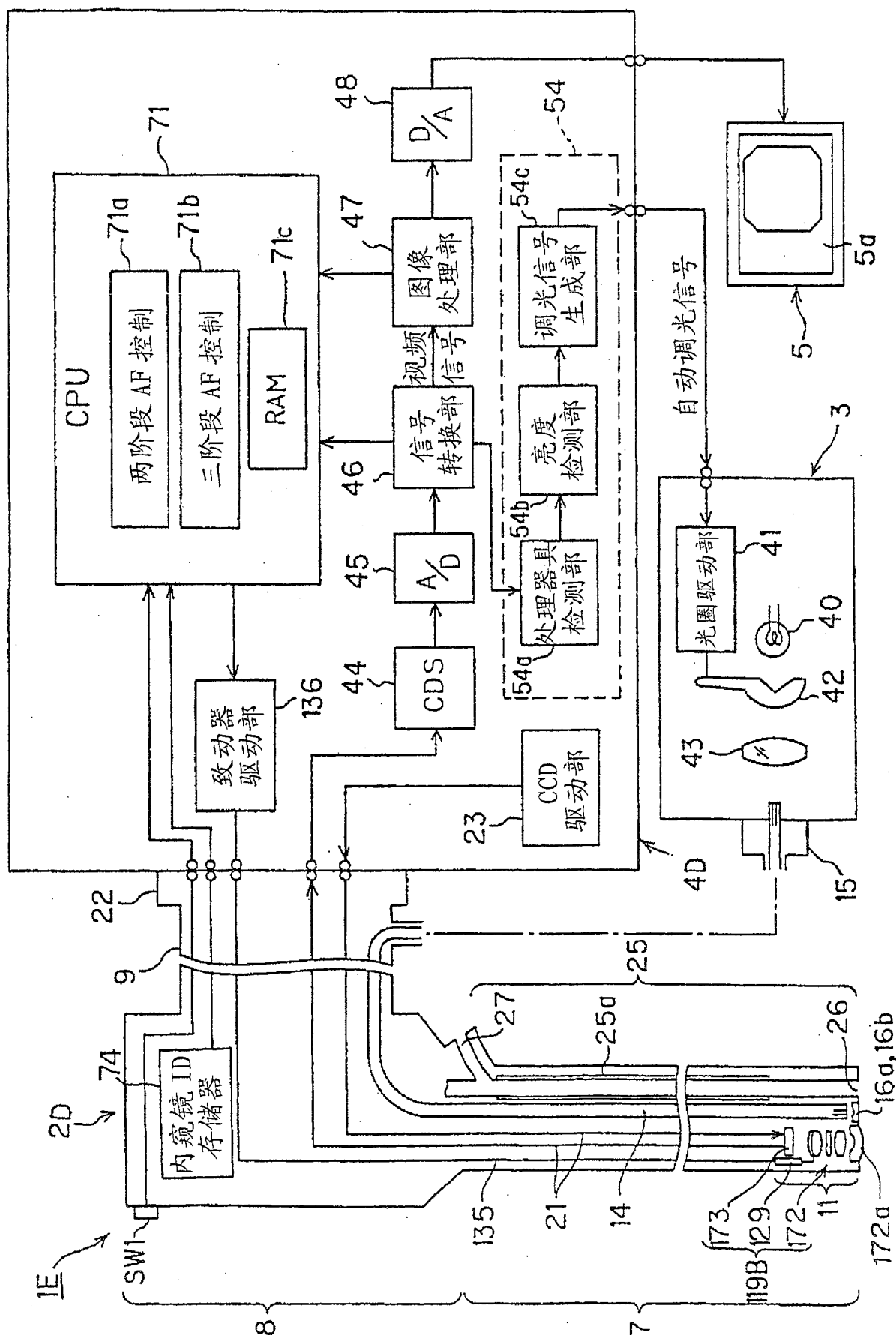


图 24

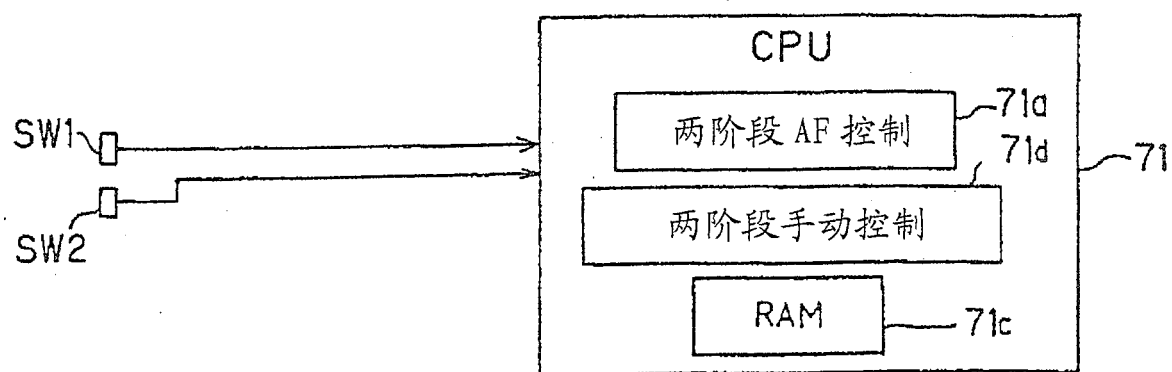


图 25

专利名称(译)	电子内窥镜		
公开(公告)号	CN100569174C	公开(公告)日	2009-12-16
申请号	CN200580015400.9	申请日	2005-05-13
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社 奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	桑井一裕 加藤贵之		
发明人	桑井一裕 加藤贵之		
IPC分类号	A61B1/04 G02B23/24 A61B1/00 G02B23/26		
审查员(译)	王婷		
优先权	2004145697 2004-05-14 JP 2005109094 2005-04-05 JP		
其他公开文献	CN1953697A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种电子内窥镜。该电子内窥镜在插入部设置有处理器具可插通于其中的通道，在插入部的前端部设置有单焦点或焦点位置可变的物镜光学系统，在摄像元件的受光面上形成光学像。在距前端部近的物距时，可由摄像元件得到足够的分辨率的图像信号，在该状态下，从通道的前端开口突出的突出量少的处理器具的前端侧在摄像元件的受光面上成像，同时确保了在远方侧所需要的分辨率。

