



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110799087 A

(43)申请公布日 2020.02.14

(21)申请号 201880042851.9

(22)申请日 2018.03.13

(30)优先权数据

2017-126907 2017.06.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.12.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/009756 2018.03.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/003508 JA 2019.01.03

(71)申请人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 森田灯

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.

A61B 1/07(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

G02B 23/26(2006.01)

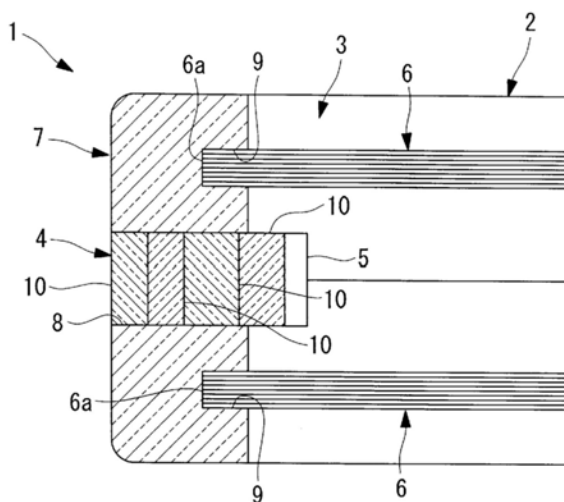
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

内窥镜

(57)摘要

消除对对物光学系统与透明顶端构件之间进行遮光的框体,将内窥镜的外径抑制得较小,并且将成本抑制得较低,同时防止光斑的产生。提供一种内窥镜(1),其包括:光导纤维(6),其具备射出照明光的射出端;透明顶端构件(7),其保持光导纤维(6)的射出端(6a),并由透明材料形成,使从射出端(6a)射出的照明光透过;以及对物光学系统(4),其插入到设于透明顶端构件(7)的贯通孔(8),构成透明顶端构件(7)的透明材料的折射率比与贯通孔(8)的内表面接触的材料的折射率大。



1. 一种内窥镜, 其中,
该内窥镜包括:
光导纤维, 其具备射出照明光的射出端;
透明顶端构件, 其保持该光导纤维的所述射出端, 并由透明材料形成, 使从该射出端射出的所述照明光透过; 以及
对物光学系统, 其插入到设于该透明顶端构件的贯通孔,
构成所述透明顶端构件的所述透明材料的折射率比与所述贯通孔的内表面接触的至少一部分材料的折射率大。
2. 根据权利要求1所述的内窥镜, 其中,
所述对物光学系统具备在光轴方向上层叠的多个树脂层,
各该树脂层的外周面与所述贯通孔的内表面接触。
3. 根据权利要求1所述的内窥镜, 其中,
在所述对物光学系统的外周面与所述贯通孔的内表面之间填充有填充材料,
该填充材料的折射率比构成所述透明顶端构件的所述透明材料的折射率小。
4. 根据权利要求3所述的内窥镜, 其中,
所述填充材料是粘接材料。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的内窥镜, 其中,
所述对物光学系统的顶端的外周面和所述透明顶端构件的顶端的所述贯通孔的内表面具备朝向顶端而逐渐变细的倾斜面。
6. 根据权利要求5所述的内窥镜, 其中,
所述透明顶端构件的所述倾斜面相对于所述对物光学系统的顶端面的角度满足以下的条件式:
$$n_o/n_i \leq \cos \theta$$

在此,
 n_o : 与所述贯通孔的内表面接触的材料的折射率,
 n_i : 构成所述透明顶端构件的所述透明材料的折射率,
 θ : 所述透明顶端构件的所述倾斜面相对于所述对物光学系统的顶端面的角度。
7. 根据权利要求6所述的内窥镜, 其中,
所述透明顶端构件的所述倾斜面相对于所述对物光学系统的顶端面的角度满足以下的条件式:
$$30^\circ \leq \theta \leq 180^\circ - \alpha - (\sin^{-1}(n_o/n_i))$$

在此,
 α : 从所述射出端射出的所述照明光与光轴方向所成的角度。
8. 根据权利要求2所述的内窥镜, 其中,
多个所述树脂层的折射率随着朝向顶端而变大。

内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种内窥镜。

背景技术

[0002] 已知一种内窥镜,其具有用于保持光导纤维的插入部,具备由能够使从光导纤维射出的照明光透过的透明材料构成的筒状的透明顶端构件,并且,在透明顶端构件的中央孔以插入状态配置对物光学系统而成(例如,参照专利文献1。)

[0003] 专利文献1的内窥镜以构成对物光学系统的透镜组被筒状的框体包围的状态组装,对物光学系统和透明顶端构件被框体在径向上完全划分出来。因此,能够防止由于从光导纤维射出的照明光透过透明顶端构件内入射到对物光学系统而产生光斑。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2009-207529号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 然而,如专利文献1那样,在将多个透镜依次组装于框体的构造中,存在制造上费工夫,并且零件个数也较多、成本较高的不良情况。另外,存在内窥镜的外径增大与框体的厚度相应的量的不良情况。

[0009] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种内窥镜,其能够消除对对物光学系统与透明顶端构件之间进行遮光的框体,将内窥镜的外径抑制得较小,并且将成本抑制得较低,同时防止光斑的产生。

[0010] 用于解决问题的方案

[0011] 为了实现上述目的,本发明提供以下的手段。

[0012] 本发明的一技术方案提供一种内窥镜,其中,该内窥镜包括:光导纤维,其具备射出照明光的射出端;透明顶端构件,其保持该光导纤维的所述射出端,并由透明材料形成,使从该射出端射出的所述照明光透过;以及对物光学系统,其插入到设于该透明顶端构件的贯通孔,构成所述透明顶端构件的所述透明材料的折射率比与所述贯通孔的内表面接触的至少一部分材料的折射率大。

[0013] 根据本技术方案,从光导纤维的射出端射出的照明光向保持着射出端的透明顶端构件内入射,透过透明顶端构件内,从透明顶端构件的顶端面向外部射出,对想要观察的部位进行照明。从透明顶端构件的射出面相对于光轴成角度地射出的照明光的一部分或者从光导纤维的侧面泄漏的照明光的一部分朝向插入并配置于贯通孔的对物光学系统在透明顶端构件内行进,但构成透明顶端构件的透明材料的折射率比与贯通孔的内表面接触的至少一部分材料的折射率大,因此在贯通孔和与其内表面接触的材料之间的交界处,照明光的一部分全反射,一部分进一步向朝向顶端的方向折射。

[0014] 即,即使不具有将对物光学系统与其周围的透明顶端构件在与光轴正交的方向上进行划分的框体,也能够减少向对物光学系统入射而向光轴方向的基端侧去的照明光,能够防止光斑的产生,并且,能够将内窥镜的外径抑制得较小,同时降低成本。

[0015] 在上述技术方案中,也可以是,所述对物光学系统具备在光轴方向上层叠的多个树脂层,各该树脂层的外周面与所述贯通孔的内表面接触。

[0016] 通过像这样做,能够采用层叠树脂层而构成的廉价的对物光学系统而进一步谋求成本的降低。另外,仅通过选择折射率比透明顶端构件的透明材料的折射率小的材料作为构成多个树脂层的材料,就能够谋求成本的降低和光斑的减少。

[0017] 在上述技术方案中,也可以是,在所述对物光学系统的外周面与所述贯通孔的内表面之间填充有填充材料,该填充材料的折射率比构成所述透明顶端构件的所述透明材料的折射率小。

[0018] 通过像这样做,通过利用填充材料填埋对物光学系统与透明顶端构件之间的间隙,能够利用透明顶端构件更可靠地支承对物光学系统,即使取消框体而将内窥镜的外径抑制得较小并且降低成本,也能够利用透明顶端构件与填充材料间的折射率差抑制光斑的产生。

[0019] 在上述技术方案中,也可以是,所述填充材料是粘接材料。

[0020] 通过像这样做,通过利用由粘接材料构成的填充材料填埋对物光学系统与透明顶端构件之间的间隙,能够利用透明顶端构件更可靠地固定对物光学系统,即使取消框体而将内窥镜的外径抑制得较小并且降低成本,也能够利用透明顶端构件与填充材料间的折射率差抑制光斑的产生。

[0021] 在上述技术方案中,也可以是,所述对物光学系统的顶端的外周面和所述透明顶端构件的顶端的所述贯通孔的内表面具备朝向顶端而逐渐变细的倾斜面。

[0022] 通过像这样做,在设有倾斜面的部分,能够进一步增大照明光的向贯通孔和与其内表面接触的材料之间的交界入射的入射角度,能够容易满足全反射条件。由此,能够减少穿过交界的照明光的光量,进一步抑制光斑的产生。

[0023] 在上述技术方案中,也可以是,所述透明顶端构件的所述倾斜面相对于所述对物光学系统的顶端面的角度满足以下的条件式。

$$[0024] \quad n_o/n_i \leq \cos \theta$$

[0025] 在此, n_o 是与所述贯通孔的内表面接触的材料的折射率, n_i 是构成所述透明顶端构件的所述透明材料的折射率, θ 是所述透明顶端构件的所述倾斜面相对于所述对物光学系统的顶端面的角度。

[0026] 通过像这样做,即使照射光从与光轴正交的方向相对于透明顶端构件的倾斜面入射,也能够使该照明光全反射,能够提高光斑防止效果。

[0027] 在上述技术方案中,也可以是,所述透明顶端构件的所述倾斜面相对于所述对物光学系统的顶端面的角度满足以下的条件式。

$$[0028] \quad 30^\circ \leq \theta \leq 180^\circ - \alpha - (\sin^{-1}(n_o/n_i))$$

[0029] 在此, α 是从所述射出端射出的所述照明光与光轴方向所成的角度。

[0030] 若 θ 过小,则为了确保对物光学系统的有效直径,需要增大与对物光学系统的光轴正交的方向的尺寸,存在内窥镜的外径变大的不良情况。若 θ 过大,则光斑防止效果降低。通

过满足上述条件,能够将内窥镜的外径抑制得较小,同时提高光斑防止效果。

[0031] 在上述技术方案中,也可以是,多个所述树脂层的折射率随着朝向顶端而变大。

[0032] 通过像这样做,在入射到对物光学系统的照明光从像面侧向物体面侧倾斜穿过时,防止各树脂层之间的交界面处的全反射,向各树脂层之间的交界入射的入射角依次变小,因此照明光难以到达拍摄面侧,能够提高光斑防止效果。

[0033] 发明的效果

[0034] 根据本发明,产生如下效果:能够消除对对物光学系统与透明顶端构件之间进行遮光的框体,将内窥镜的外径抑制得较小,并且将成本抑制得较低,同时防止光斑的产生。

附图说明

[0035] 图1是表示本发明的一实施方式的内窥镜的顶端部的局部的纵剖视图。

[0036] 图2是表示图1的内窥镜的对物光学系统的一例的立体图。

[0037] 图3是表示来自图1的内窥镜的光导纤维的照明光的轨迹的示意图。

[0038] 图4是表示在图1的内窥镜的第1变形例中、入射到对物光学系统的照明光的轨迹的示意图。

[0039] 图5是表示图1的内窥镜的第2变形例的顶端部的局部的纵剖视图。

[0040] 图6是表示图5的内窥镜的对物光学系统的一例的立体图。

[0041] 图7是表示图6的对物光学系统与光导纤维的配置例的主视图。

[0042] 图8是表示图6的对物光学系统的变形例的立体图。

[0043] 图9是说明图5的内窥镜的条件式(1)的图。

[0044] 图10是说明图5的内窥镜的条件式(2)的图。

具体实施方式

[0045] 参照附图在以下说明本发明的一实施方式的内窥镜1。

[0046] 如图1所示,本实施方式的内窥镜1包括:照明光学系统3,其在细长的插入部2的顶端朝向被摄体照射照明光;对物光学系统4,其用于会聚从被摄体返回的观察光;以及拍摄元件5,其用于拍摄由该对物光学系统4会聚的观察光。

[0047] 照明光学系统3包括:光导纤维6,其将来自未图示的光源的照明光引导至插入部2的顶端,该未图示的光源配置于插入部2的基端侧;以及透明顶端构件7,其由透明材料构成,使从该光导纤维6的顶端的射出端6a射出的照明光透过。

[0048] 透明顶端构件7形成为大致圆柱状,在其中央具备沿轴向贯通的横截面正方形的贯通孔8。构成透明顶端构件7的透明材料例如由聚砒等树脂构成,具有预定的折射率 n_i 。

[0049] 在透明顶端构件7的轴向的一端面,绕贯通孔8的轴线在周向上隔开间隔地设有供光导纤维6的射出端6a嵌合的多个嵌合孔9。嵌合孔9从透明顶端构件7的轴向的一端面形成至预定的深度位置,能够通过在其底面抵靠而将嵌合的光导纤维6支承为定位状态。

[0050] 如图2所示,对物光学系统4将由多种树脂材料构成的树脂层10沿轴向层叠而构成为大致四棱柱状。对物光学系统4的横截面具有与透明顶端构件7的贯通孔8的横截面紧密嵌合的尺寸。构成对物光学系统4的各树脂层10的树脂材料的折射率 n_{ox} ($x=1,2,\dots,n$) 满足以下的条件式(1)。

[0051] $\text{nox} \leq \text{ni}$ (1)

[0052] 例如,利用切割等对通过薄膜成形技术层叠有许多树脂材料而成的基板进行剪切,从而制造对物光学系统4。然后,使通过切割等剪切出的切断面直接与透明顶端构件7的贯通孔8内表面接触而嵌合于贯通孔8内。

[0053] 即,在对物光学系统4与透明顶端构件7之间不存在对两者间进行遮光的框体。

[0054] 拍摄元件5例如是CCD或者CMOS图像传感器等固态拍摄元件,固定于对物光学系统4的作为焦点位置的像面侧的端面。也可以在对物光学系统4的端面代替拍摄元件5而配置成像光纤的入射端。

[0055] 以下说明像这样构成的本实施方式的内窥镜1的作用。

[0056] 为了使用本实施方式的内窥镜1进行被摄体的观察,将设于插入部2的顶端的照明光学系统3和对物光学系统4与被摄体相对地配置,将从光源发出的照明光经由光导纤维6引导至插入部2的顶端。

[0057] 被光导纤维6引导至插入部2的顶端的照明光从光导纤维6的射出端6a朝向前方射出,其大部分透过由透明材料构成的透明顶端构件7,向与插入部2的顶端面相对的被摄体照射。被摄体的照明光的反射光、在被摄体上产生的荧光等观察光从对物光学系统4的顶端面向对物光学系统4入射,在配置于对物光学系统4的基端侧的拍摄元件5成像。由此,能够利用拍摄元件5获取来自被摄体的观察光的图像,能够进行被摄体的观察。

[0058] 在该情况下,如图3所示,从光导纤维6的射出端6a或其附近射出的照明光的大致全部向斜前方射出,但其一部分指向贯通孔8的方向,向透明顶端构件7与对物光学系统4之间的交界入射。在透明顶端构件7与对物光学系统4之间的交界朝向斜前方入射的照明光根据入射角度,一部分在交界处发生全反射,剩下的部分穿过交界向对物光学系统4内入射。

[0059] 在本实施方式中,构成透明顶端构件7的透明材料的折射率 ni 与构成对物光学系统4的各树脂层10的树脂材料的折射率 nox 满足条件式(1),因此以全反射角度以上入射的照明光发生全反射。

[0060] 另外,入射角度较小、不满足全反射条件的照明光穿过交界向对物光学系统4内入射,但在该情况下,在交界处进一步向朝向前方的方向折射,因此难以指向配置于对物光学系统4的基端面的拍摄元件5侧。

[0061] 像这样,根据本实施方式的内窥镜1,与通过将多个透镜逐个地收纳于框体内而构成对物光学系统4的以往的内窥镜相比,仅将四棱柱状的对物光学系统4直接嵌合于透明顶端构件7的贯通孔8就能够构成,其中,该对物光学系统4仅是通过切割等从利用薄膜成形技术层叠多种树脂而构成的基板剪切得到的,这样的内窥镜具有能够大幅减少零件成本和组装成本的优点。另外,通过取消框体,使内窥镜1的外径减小与框体的厚度相应的量,具有能够使内窥镜1细径化的优点。

[0062] 通过取消框体,从透明顶端构件7向对物光学系统4去的照明光不会被框体遮光,但利用折射率差,减少向透明顶端构件7与对物光学系统4之间的交界入射的照明光中的穿过交界的照明光的光量,并且,对于穿过了交界的照明光,也减少指向拍摄元件5侧的照明光,具有能够有效地防止利用拍摄元件5获取的图像中产生光斑的优点。

[0063] 另外,在本实施方式的内窥镜1中,优选的是,构成对物光学系统4的各树脂层10的材料的折射率 nox 以随着沿着对物光学系统4的光轴方向向物体侧(顶端)而变大的方式选

择。通过像这样做,如图4所示,入射至对物光学系统4的照明光在穿过各树脂层10之间的交界时,以进一步指向物体侧的方式被折射。由此,具有能够减少指向拍摄元件5侧的照明光的光量、更有效地防止光斑的产生的优点。

[0064] 在本实施方式中,通过切割来剪切层叠有多个树脂层10而成的基板,从而使用四棱柱状的对物光学系统4,但不限于于此,也可以使用圆柱状的对物光学系统4。通过像这样做,透明顶端构件7的贯通孔8也能够形成为横截面圆形,能够将两者精度良好地嵌合。

[0065] 在本实施方式中,作为构成透明顶端构件7的透明材料的折射率,例示了为与贯通孔8的内表面接触的全部树脂层10的折射率以上,但也可以采用比与贯通孔8的内表面接触的至少1个(至少一部分)的材料的折射率大的折射率。例如,根据照明光向对物光学系统4入射的位置,有时无无论折射率的关系如何,即使入射也不会到达拍摄面。在该情况下,在照明光向对物光学系统4入射的位置,构成透明顶端构件7的透明材料的折射率也可以不是树脂层10的折射率以上。即,只要至少在照明光向对物光学系统4入射而到达拍摄面的路径所存在的位置,构成透明顶端构件7的透明材料的折射率为树脂层10的折射率以上即可。

[0066] 在本实施方式的内窥镜1中,说明了构成对物光学系统4的各树脂层10以与透明顶端构件7的贯通孔8的内表面直接接触的方式嵌合的情况,但代替于此,也可以使任意的填充材料介于对物光学系统4的外周面与贯通孔8的内表面之间而使两者间的间隙消失。作为填充材料,也可以采用粘接材料。由此,能够将对物光学系统4可靠地固定于透明顶端构件7。

[0067] 而且,在使填充材料介于对物光学系统4的外周面与贯通孔8的内表面之间的情况下,作为填充材料,选择具有比透明顶端构件7的折射率 n_i 小的折射率 n_o 的填充材料即可。在该情况下,构成对物光学系统4的各树脂层10的折射率 n_{ox} 不限于比透明顶端构件7的折射率 n_i 小,因此能够扩大材料选择的自由度。

[0068] 透明顶端构件7的折射率 n_i 和与贯通孔8的内表面接触的材料的折射率 n_o 的例子在表1中示出。

[0069] [表1]

[0070]	与贯通孔内表面接触的物质	树脂层 P1	树脂层 P2	玻璃	空气	粘接材料
	n_o	1.546	1.532	1.497	1	1.505
	透明顶端构件	聚砒				
	n_i	1.635				

[0071] 由此,在表1所示的全部组合中,满足条件式(1)。

[0072] 在本实施方式中,作为对物光学系统4,形成为横截面均匀的柱状,但代替于此,如图5所示,也可以具备绕光轴在整周上朝向顶端面(物体侧的面)变细的倾斜面10a。而且,在透明顶端构件7的贯通孔8也设有与对物光学系统4的倾斜面10a紧密接触的倾斜面8a即可。

[0073] 在对物光学系统4形成为四棱柱状的情况下,如图6所示,倾斜面10a分别设于4个侧面,因此优选的是,固定光导纤维6的射出端6a的嵌合孔9和倾斜面10a如图7所示配置于相互对应的位置。光导纤维6的数量可以是任意的。

[0074] 另一方面,如图8所示,在对物光学系统4是圆柱状的情况下,嵌合孔9能够配置于贯通孔8的径向外方的任意的周向位置。

[0075] 通过像这样做,能够使从光导纤维6的射出端6a射出的照明光向透明顶端构件7与对物光学系统4之间的交界入射的入射角度比倾斜面10a以外的部位大。由此,能够增多在交界处全反射的照明光的光量,减少向对物光学系统4内入射的照明光的光量。入射到对物光学系统4内的照明光的一部分在对物光学系统4的顶端面通过菲涅尔反射指向拍摄元件5侧,因此通过减少向对物光学系统4内入射的照明光本身,能够提高光斑防止效果。

[0076] 在设置这样的倾斜面10a的情况下,优选的是,贯通孔8的倾斜面8a相对于对物光学系统4的顶端面的倾斜角度 θ 满足以下的条件式(2)。

[0077] $n_o/n_i \leq \cos \theta$ (2)

[0078] 在此, n_o 是与倾斜面8a接触的材料、例如对物光学系统4或者填充材料的折射率。

[0079] 通过满足该条件式(2),如图9所示,即使照明光从与光轴大致正交的方向相对于倾斜面8a入射,也能够使倾斜面8a使照明光全反射,能够提高光斑防止效果。

[0080] 表2示出满足条件式(2)的材料的组合与最大倾斜角度的例子。

[0081] [表2]

[0082]	与贯通孔内表面接触的物质	树脂层 P1	树脂层 P2	玻璃	空气	粘接材料
	n_o	1.546	1.532	1.497	1	1.505
	透明顶端构件	聚砒				
	n_i	1.635				
	n_o/n_i	0.95	0.94	0.92	0.61	0.92
	倾斜角度 θ (最大)	19°	20°	24°	52°	23°

[0083] 倾斜面8a的倾斜角度 θ 也可以满足以下的条件式(3)。

[0084] $30^\circ \leq \theta \leq 180^\circ - \alpha - (\sin^{-1}(n_o/n_i))$ (3)

[0085] 在此,如图10所示, α 是从光导纤维6的射出端6a射出的照明光与对物光学系统4的光轴所成的角度。

[0086] 通过满足条件式(3),能够将内窥镜1的外径抑制得较小,并且,能够得到充分的光斑防止效果。

[0087] 即,在 θ 变小时,如果不增大与对物光学系统4的光轴正交的方向的尺寸,则顶端面变小,无法确保有效直径,因此内窥镜1的外径变大。另外,在 θ 变大时,在倾斜面8a全反射的照明光的光量减少,因此光斑防止效果减小。通过满足条件式(3),能够抑制这些不良情况的产生。

[0088] 表3示出满足条件式(3)的材料的组合和最大倾斜角度的例子。

[0089] [表3]

[0090]	与贯通孔内表面接触的物质	树脂层 P1	树脂层 P2	玻璃	空气	粘接材料
	no	1.546	1.532	1.497	1	1.505
	透明顶端构件	聚砒				
	ni	1.635				
	no/ni	0.95	0.94	0.92	0.61	0.92
	配光角度	60°	120°	90°	140°	110°
	α	30°	60°	45°	70°	55°
	倾斜角度 θ (最大)	79°	50°	69°	72°	58°

[0091] 附图标记说明

[0092] 1、内窥镜

[0093] 4、对物光学系统

[0094] 6、光导纤维

[0095] 6a、射出端

[0096] 7、透明顶端构件

[0097] 8、贯通孔

[0098] 8a、10a、倾斜面

[0099] 10、树脂层

[0100] ni、no、折射率

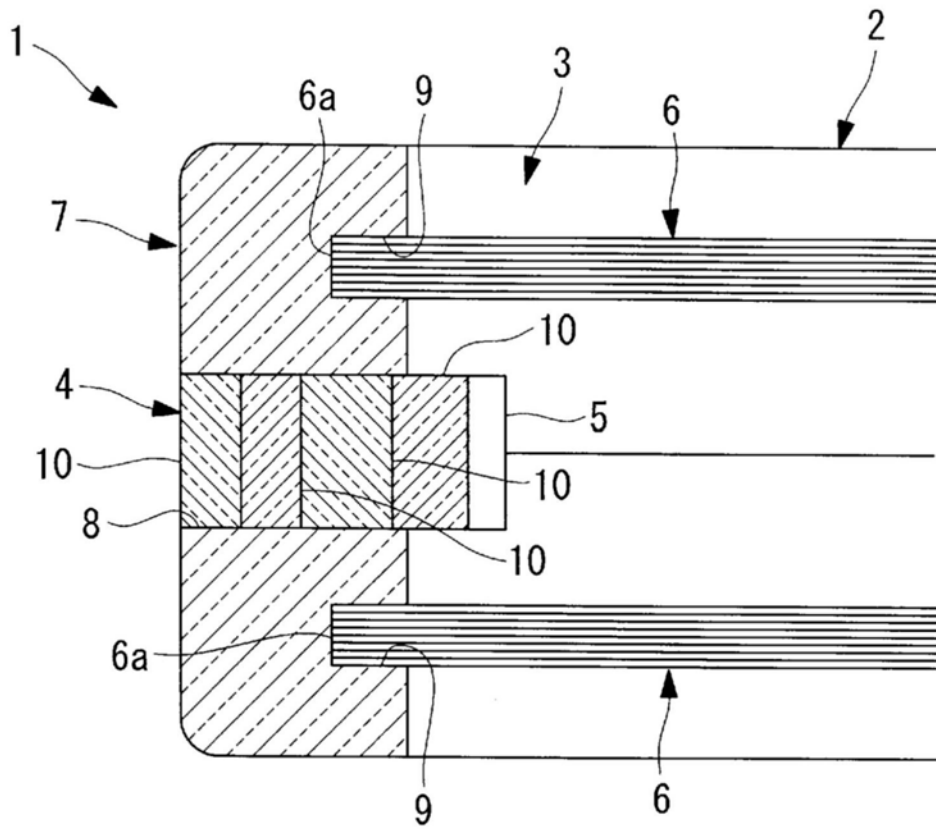


图1

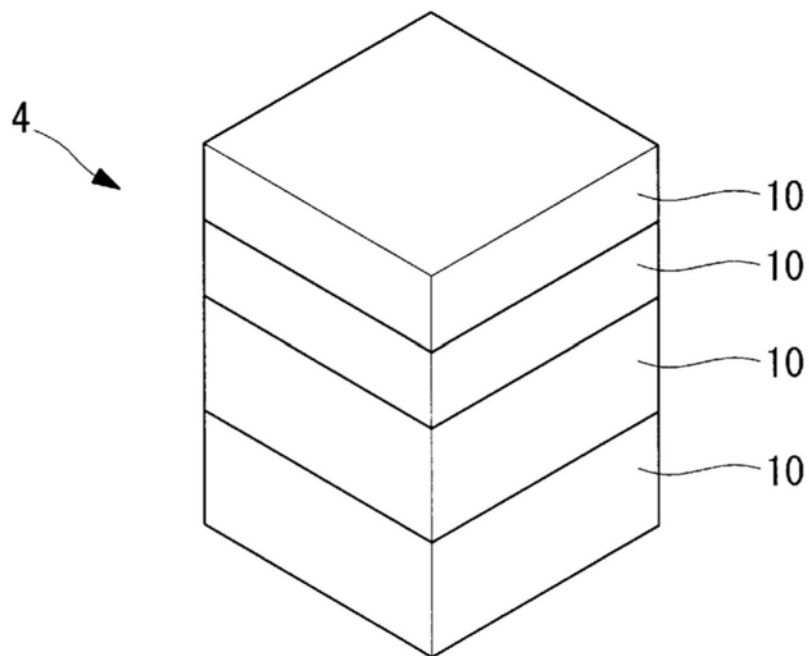


图2

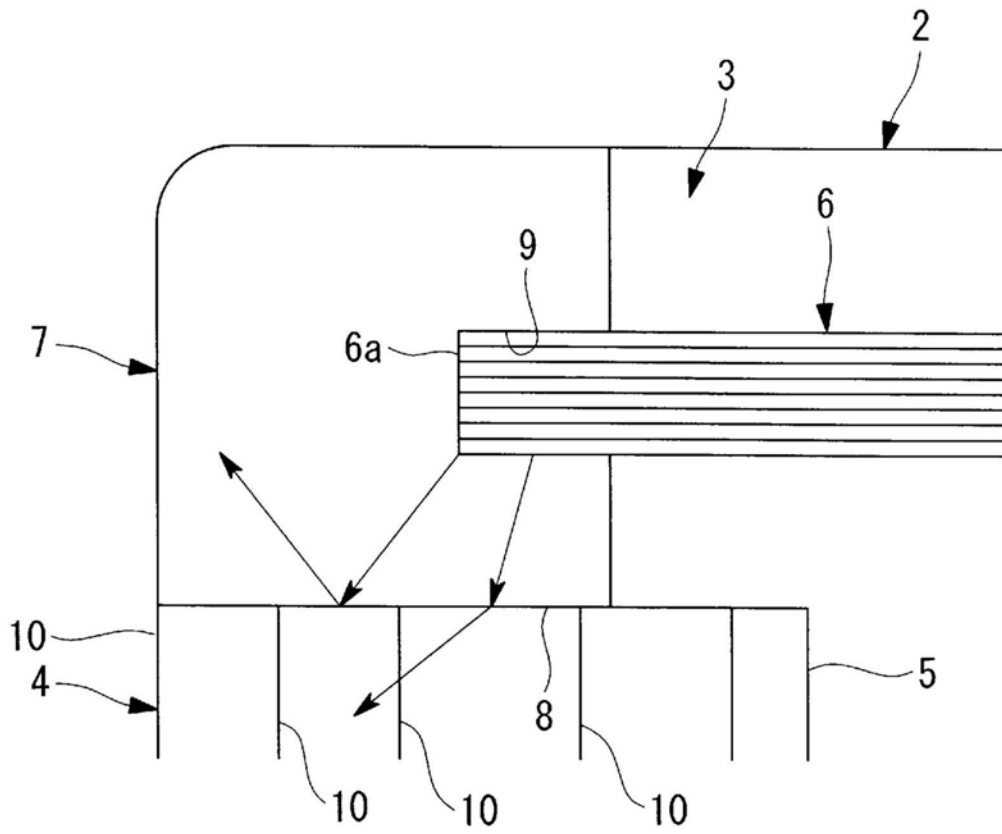


图3

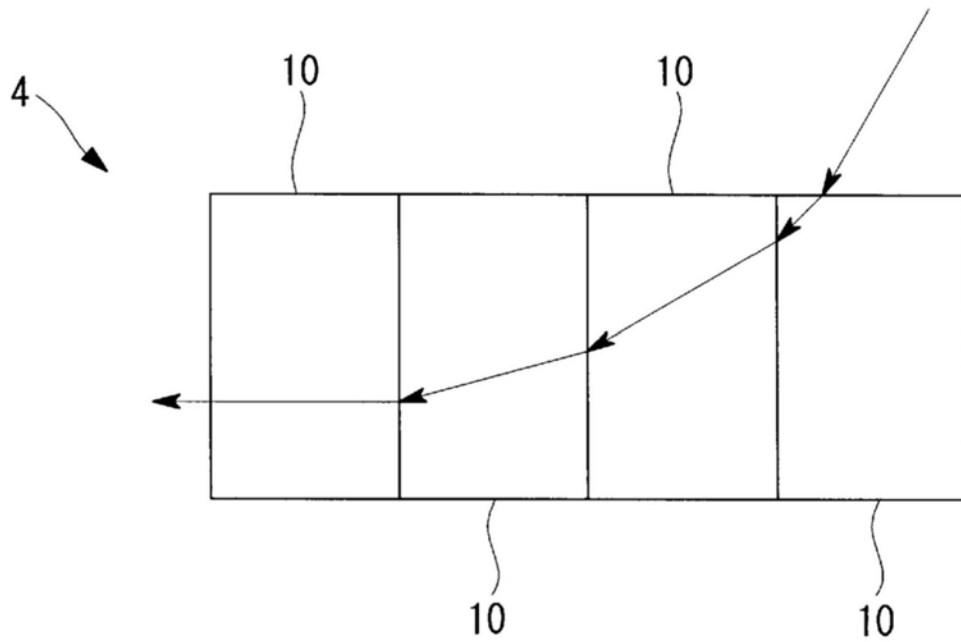


图4

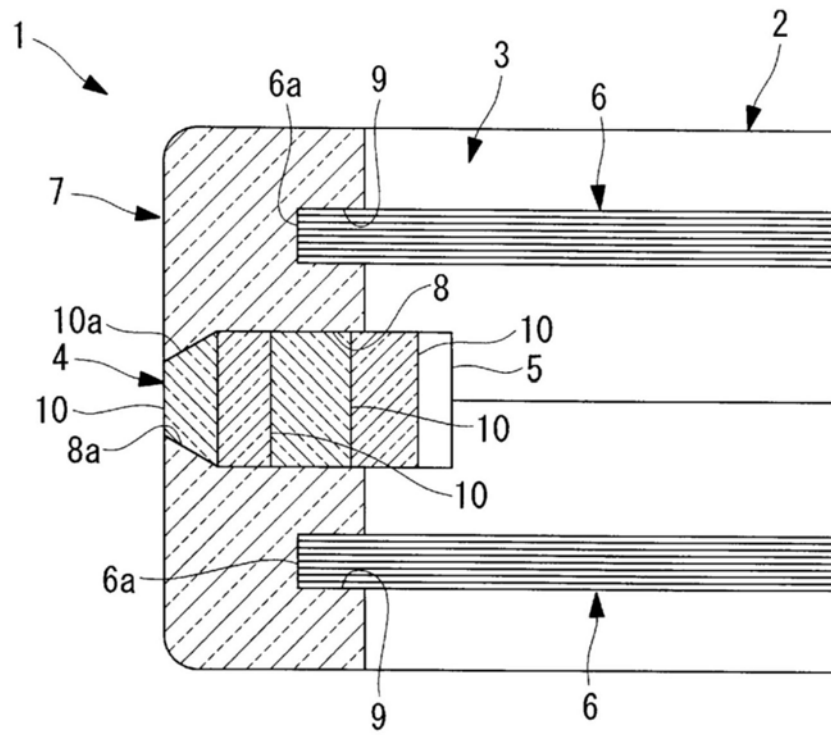


图5

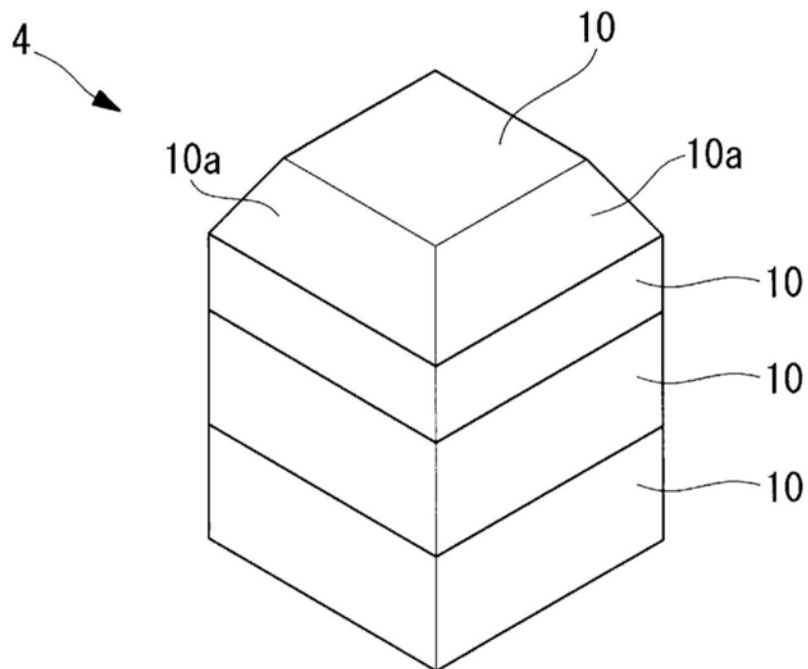


图6

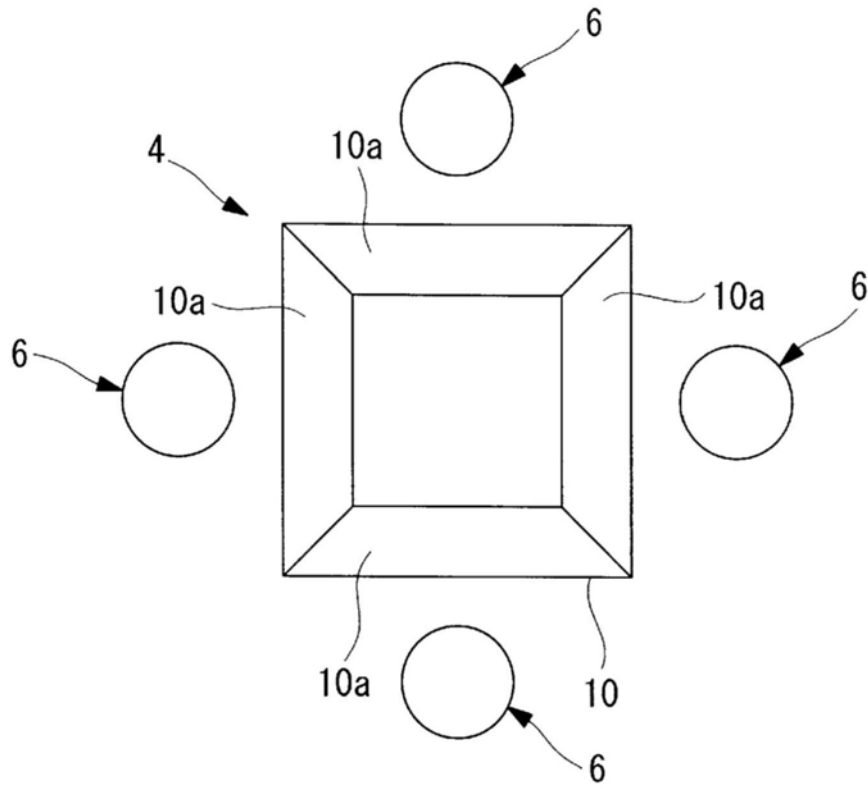


图7

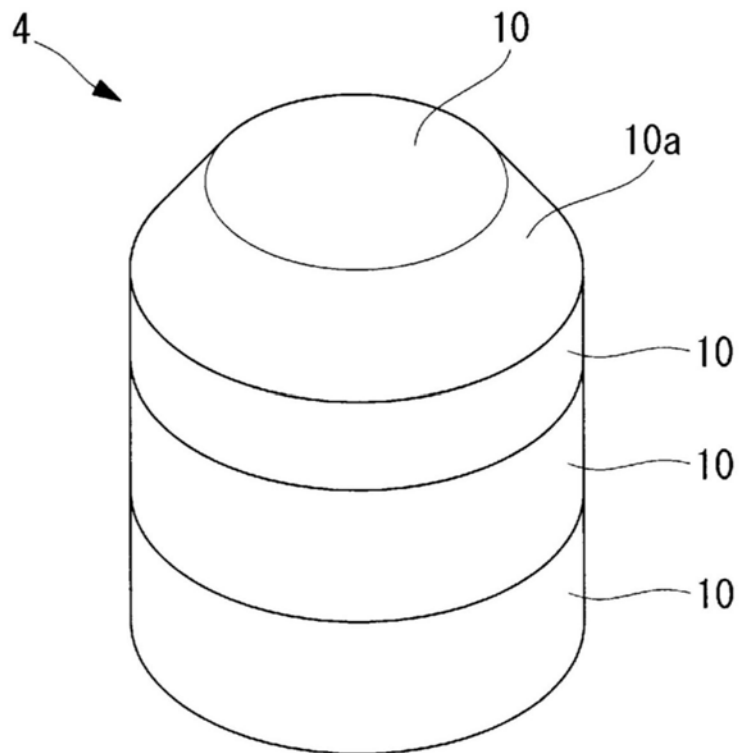


图8

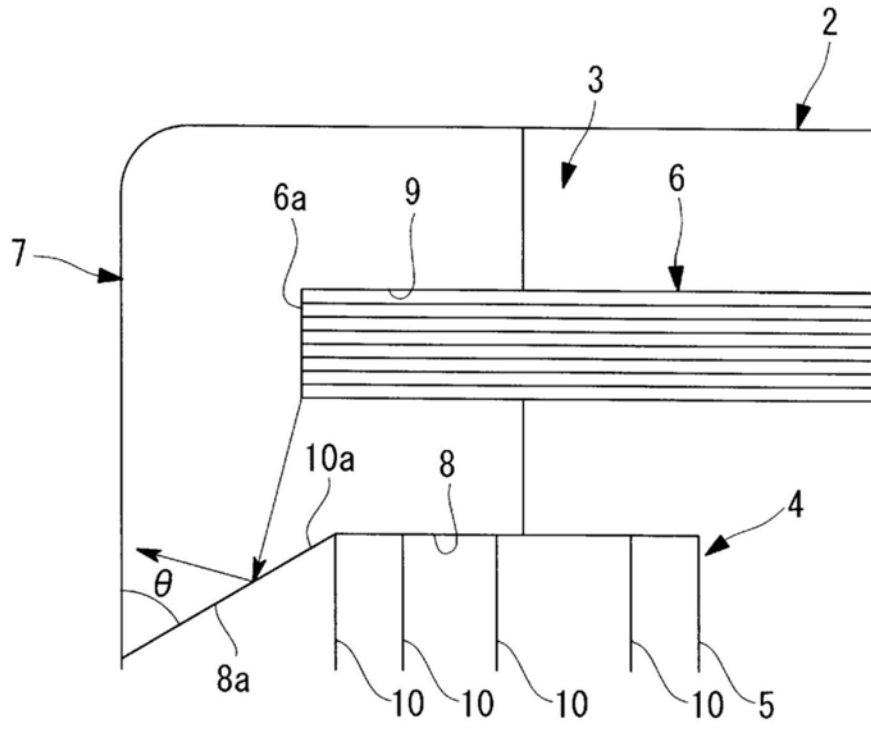


图9

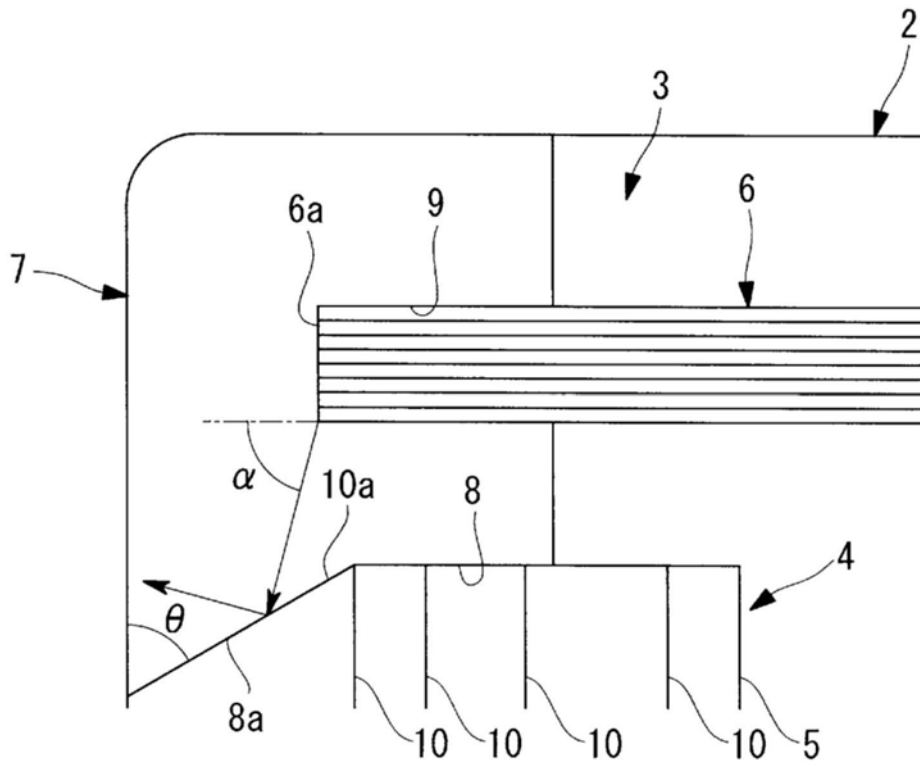


图10

专利名称(译)	内窥镜		
公开(公告)号	CN110799087A	公开(公告)日	2020-02-14
申请号	CN201880042851.9	申请日	2018-03-13
[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		
发明人	森田灯		
IPC分类号	A61B1/07 A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00 A61B1/07 G02B23/26 G02B23/2469		
代理人(译)	刘新宇 张会华		
优先权	2017126907 2017-06-29 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

消除对对物光学系统与透明顶端构件之间进行遮光的框体，将内窥镜的外径抑制得较小，并且将成本抑制得较低，同时防止光斑的产生。提供一种内窥镜(1)，其包括：光导纤维(6)，其具备射出照明光的射出端；透明顶端构件(7)，其保持光导纤维(6)的射出端(6a)，并由透明材料形成，使从射出端(6a)射出的照明光透过；以及对物光学系统(4)，其插入到设于透明顶端构件(7)的贯通孔(8)，构成透明顶端构件(7)的透明材料的折射率比与贯通孔(8)的内表面接触的材料的折射率大。

