



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109521558 A

(43)申请公布日 2019.03.26

(21)申请号 201811084442.3

(22)申请日 2018.09.17

(30)优先权数据

2017-179424 2017.09.19 JP

(71)申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本国大阪府

(72)发明人 末吉正史 畑濑雄一

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 刘婷

(51)Int.Cl.

G02B 23/24(2006.01)

A61B 1/00(2006.01)

A61B 1/04(2006.01)

H04N 5/232(2006.01)

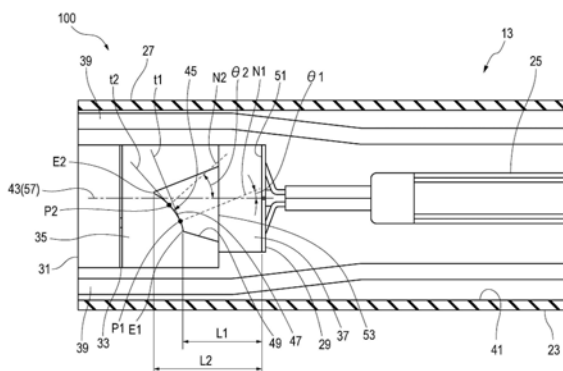
权利要求书1页 说明书23页 附图44页

(54)发明名称

斜视内窥镜及摄像系统

(57)摘要

本发明能够抑制部件个数且实现小型化,使视野方向倾斜。在斜视内窥镜(100)中设置有:光阑(33),其使来自物体的光线中的来自斜视方向的光线穿过;摄像元件(29),其基于穿过光阑(33)的光线的成像进行拍摄;透镜(35),其设置在光阑(33)与摄像元件(29)之间,且具有使穿过光阑(33)的来自斜视方向的光线中的至少视野中心的光线相对于摄像元件(29)的中心大致垂直地入射而成像的透镜面(45)。



1. 一种斜视内窥镜,其特征在于,

所述斜视内窥镜从物体侧起依次具备:光阑;透镜,其包含具有正光焦度的自由曲面;以及摄像元件,其对通过包含具有所述正光焦度的自由曲面的透镜而形成的像进行拍摄,

穿过所述光阑的中心向所述摄像元件的中心入射的光线从斜视方向入射且通过包含具有所述正光焦度的自由曲面的透镜而折弯,大致垂直地入射到所述摄像元件。

2. 根据权利要求1所述的斜视内窥镜,其中,

所述透镜的外形为大致四边形。

3. 根据权利要求1或2所述的斜视内窥镜,其中,

所述透镜通过所述透镜的面具有正光焦度而使光线以减小向所述摄像元件入射的入射角的方式折弯,使该光线在所述摄像元件的受光平面聚集而成像,

所述透镜的面单一地形成。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的斜视内窥镜,其中,

所述斜视内窥镜还具备设置在所述透镜与所述摄像元件之间的元件玻璃罩,

所述透镜与所述元件玻璃罩经由粘接用树脂而连接。

5. 一种摄像系统,其特征在于,

所述摄像系统包括:

权利要求1至4中任一项所述的斜视内窥镜;以及

修正处理部,其对由所述斜视内窥镜拍摄到的图像信号进行修正处理。

斜视内窥镜及摄像系统

技术领域

[0001] 本公开涉及具有前方的斜视光学系统的斜视内窥镜及摄像系统。

背景技术

[0002] 以往,作为摄像装置,已知有能够对例如人体的体腔或管内的内壁面进行观察的侧视型的医疗用的内窥镜(以下称为“斜视内窥镜”)。例如在专利文献1中公开了具备前方的斜视光学系统的斜视内窥镜。

[0003] 图43是以往的前方斜视光学系统的配置图。如图43所示,该斜视内窥镜在作为前方斜视光学系统的物镜系统2A2具有前方斜视角 45° 用的棱镜PA2。在物体与棱镜PA2之间,配置有具有正光焦度(power)的前组透镜组G1。在棱镜PA2与作为摄像元件的CCD501之间,配置有具有正光焦度(power)的后组透镜组G2。在棱镜PA2的前侧配置有光阑S。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2010-97208号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2002-318353号公报

[0008] 然而,在专利文献1这样的以往的斜视内窥镜中,来自物体的光线在透过前组透镜组G1之后,通过由棱镜PA2反射而转换方向,进而,在透过后组透镜组G2之后在CCD501中成像。因此,以往的斜视内窥镜存在部件个数多且难以实现前端部结构的小型化这样的课题。

[0009] 另一方面,为了观察倾斜方向,例如如专利文献2的内窥镜用成像光学系统那样也存在使视野偏移而使用超广角透镜的一部分的方法。在采用该内窥镜用成像光学系统的情况下,摄像元件从透镜的光轴大幅偏离,因此,存在内窥镜的最大外径变大这样的课题。

[0010] 另外,当使超广角透镜小型化时,来自透镜的射出角变大。图44是使摄像元件沿水平方向偏移了的以往的光学系统的俯视图。即,在图44中,摄像元件501的摄像面的中心相对于超广角透镜503的中心的轴线向右方(图44的纸面上方)偏移。

[0011] 在使摄像元件501偏移而用于将超广角透镜503小型化了的光学系统时,向摄像元件501入射的入射光相对于摄像元件501的摄像面的中心成为非常不对称的入射角。这里,通常的摄像元件501设计及构成为,向摄像面的中心入射的入射光为垂直入射,随着朝向远离摄像面的中心的周边而允许大的入射角。

[0012] 图45是在偏移后的摄像元件中从摄像面的中心到达各个周边为止的光线例的说明图。在摄像元件501中,入射角例如构成为效率在最周边505处在30度前后成为最大。图46是表示偏移后的摄像元件中的入射角与像高的关联的说明图。如上所述,当以中心为0度且周边为20~30度被光瞳修正为中心对称的摄像元件501由于偏移而使入射光大幅偏离了设计值的特性507时,部分光未得到有效利用,画面的一部分变暗。若为了避免这种情况而采用使像侧接近远心的光学系统,则透镜系统变大,由此也存在内窥镜外径变大这

样的课题。需要说明的是,图45及图46的各光线的种类(长虚线、短虚线、双点划线)分别对应。

发明内容

[0013] 本公开是鉴于上述以往的情况而提出的,其目的在于,提供一种能够抑制部件个数且实现小型化、能够拍摄斜前方的视野方向的摄像装置、斜视内窥镜及摄像系统。

[0014] 用于解决课题的方案

[0015] 本公开提供一种斜视内窥镜,该斜视内窥镜从物体侧起依次具备:光阑;透镜,其包含具有正光焦度的自由曲面;以及摄像元件,其对通过包含具有所述正光焦度的自由曲面的透镜而形成的像进行拍摄,穿过所述光阑的中心向所述摄像元件的中心入射的光线从斜视方向入射且通过包含具有所述正光焦度的自由曲面的透镜而折弯,大致垂直地入射到所述摄像元件。

[0016] 另外,本公开提供一种摄像系统,该摄像系统包括:摄像装置;以及对由所述摄像装置拍摄到的图像信号进行修正处理的修正处理部。

[0017] 发明效果

[0018] 根据本公开,能够抑制部件个数且实现小型化,能够使视野方向倾斜。

附图说明

[0019] 图1是示出使用了实施方式1的斜视内窥镜的斜视内窥镜系统的一例的整体结构图。

[0020] 图2是从前侧观察实施方式1的斜视内窥镜的前端部的立体图。

[0021] 图3是实施方式1的斜视内窥镜的护套内部的俯视图。

[0022] 图4是实施方式1的斜视内窥镜的护套内部的侧视图。

[0023] 图5是实施方式1的斜视内窥镜的护套内部的主视图。

[0024] 图6是将实施方式1的斜视内窥镜中的一部分切掉而得到的透镜的立体图。

[0025] 图7是实施方式1的斜视内窥镜的平剖视图。

[0026] 图8是实施方式1的斜视内窥镜的侧剖视图。

[0027] 图9是实施方式1的斜视内窥镜的光学系统平剖面处的光线追踪图。

[0028] 图10是实施方式1的斜视内窥镜的光学系统侧剖面处的光线追踪图。

[0029] 图11是将实施方式1的斜视内窥镜的摄像元件偏移后的光学系统的俯视图。

[0030] 图12是表示实施方式1的斜视内窥镜的偏移后的摄像元件中的入射角与像高的关联的说明图。

[0031] 图13是从前侧观察实施方式2的斜视内窥镜的前端部的立体图。

[0032] 图14是实施方式2的斜视内窥镜的护套内部的俯视图。

[0033] 图15是实施方式2的斜视内窥镜的护套内部的侧视图。

[0034] 图16是实施方式2的斜视内窥镜的护套内部的主视图。

[0035] 图17是将实施方式2的斜视内窥镜中的一部分切掉而得到的透镜的立体图。

[0036] 图18是实施方式2的斜视内窥镜的平剖视图。

[0037] 图19是实施方式2的斜视内窥镜的侧剖视图。

- [0038] 图20是实施方式2的斜视内窥镜的光学系统平剖面处的光线追踪图。
- [0039] 图21是实施方式2的斜视内窥镜的光学系统侧剖面处的光线追踪图。
- [0040] 图22是从前侧观察实施方式3的斜视内窥镜的前端部的立体图。
- [0041] 图23是实施方式3的斜视内窥镜的护套内部的俯视图。
- [0042] 图24是实施方式3的斜视内窥镜的护套内部的侧视图。
- [0043] 图25是实施方式3的斜视内窥镜的护套内部的主视图。
- [0044] 图26是实施方式3的斜视内窥镜中的透镜的立体图。
- [0045] 图27是将实施方式3的斜视内窥镜中的一部分切掉而得到的透镜的立体图。
- [0046] 图28是实施方式3的斜视内窥镜中的前段透镜的立体图。
- [0047] 图29是将实施方式3的斜视内窥镜中的一部分切掉而得到的前段透镜的立体图。
- [0048] 图30是实施方式3的斜视内窥镜的平剖视图。
- [0049] 图31是实施方式3的斜视内窥镜的侧剖视图。
- [0050] 图32是实施方式3的斜视内窥镜的光学系统平剖面处的光线追踪图。
- [0051] 图33是实施方式3的斜视内窥镜的光学系统侧剖面处的光线追踪图。
- [0052] 图34是实施方式4的斜视内窥镜的光学系统侧剖面处的光线追踪图。
- [0053] 图35表示数值实施例的向图像传感器(即摄像元件)入射的光线的入射角的说明图。
- [0054] 图36是对数值实施例1的摄影光学系统进行说明的剖面结构图。
- [0055] 图37是表示图36所示的结构图的、从像侧观察到的图像传感器上的各坐标位置的说明图。
- [0056] 图38的(A)是数值实施例1的各坐标位置白圈1处的x、y方向的横向像差图,图38的(B)是数值实施例1的各坐标位置白圈2处的x、y方向的横向像差图,图38的(C)是数值实施例1的各坐标位置白圈3处的x、y方向的横向像差图,图38的(D)是数值实施例1的各坐标位置白圈4处的x、y方向的横向像差图,图38的(E)是数值实施例1的各坐标位置白圈5处的x、y方向的横向像差图,图38的(F)是数值实施例1的各坐标位置白圈6处的x、y方向的横向像差图。
- [0057] 图39是对数值实施例2的摄影光学系统进行说明的剖面结构图。
- [0058] 图40的(A)是数值实施例2的各坐标位置白圈1处的x、y方向的横向像差图,图40的(B)是数值实施例2的各坐标位置白圈2处的x、y方向的横向像差图,图40的(C)是数值实施例2的各坐标位置白圈3处的x、y方向的横向像差图,图40的(D)是数值实施例2的各坐标位置白圈4处的x、y方向的横向像差图,图40的(E)是数值实施例2的各坐标位置白圈5处的x、y方向的横向像差图,图40的(F)是数值实施例2的各坐标位置白圈6处的x、y方向的横向像差图。
- [0059] 图41是对数值实施例3的摄影光学系统进行说明的剖面结构图。
- [0060] 图42的(A)是数值实施例3的各坐标位置白圈1处的x、y方向的横向像差图,图42的(B)是数值实施例3的各坐标位置白圈2处的x、y方向的横向像差图,图42的(C)是数值实施例3的各坐标位置白圈3处的x、y方向的横向像差图,图42的(D)是数值实施例3的各坐标位置白圈4处的x、y方向的横向像差图,图42的(E)是数值实施例3的各坐标位置白圈5处的x、y方向的横向像差图,图42的(F)是数值实施例3的各坐标位置白圈6处的x、y方向的横

向像差图。

[0061] 图43是以往的前方斜视光学系统的配置图。

[0062] 图44是将摄像元件沿水平方向偏移了的以往的光学系统的俯视图。

[0063] 图45是在偏移后的摄像元件中从摄像面的中心到达各个周边为止的光线例的说明图。

[0064] 图46是表示偏移后的摄像元件中的入射角与像高的关联的说明图。

[0065] 附图标记说明

[0066] 11 斜视内窥镜系统

[0067] 13 插入部

[0068] 27 前端部

[0069] 29 摄像元件

[0070] 31 物镜玻璃罩

[0071] 33 光阑

[0072] 35 透镜

[0073] 37 元件玻璃罩

[0074] 43 轴线

[0075] 45 透镜面

[0076] 47 自由曲面

[0077] 51 受光平面

[0078] 53 空气层

[0079] 57 受光中心

[0080] 100、200、300、400 斜视内窥镜

具体实施方式

[0081] 以下,适当参照附图对本公开的斜视内窥镜及摄像系统的各实施方式 详细进行说明。斜视内窥镜是构成斜视内窥镜系统11(摄像系统的一例) 的一个光学装置或光学设备。但是,有时省略必要以上的详细说明。例如, 有时省略已知晓的事项的详细说明或针对实质上相同的结构进行的重复 说明。这是为了避免以下的说明不必要地变得冗余,使本领域技术人员容 易理解。需要说明的是,附图及以下的说明是为了使本领域技术人员充分 地理解本公开而提供的,由此,并非意在限定本公开所记载的主题。

[0082] (实施方式1)

[0083] 图1是示出使用了实施方式1的斜视内窥镜100的斜视内窥镜系统11 的一例的整体结构图。

[0084] 斜视内窥镜系统11构成为包括:例如医疗用的软性镜即长条的斜视内 窥镜100;以及对拍摄观察对象(例如人体的血管)的内部而得到的静态 图像或动态图像进行公知的图像处理等的控制台(未图示)。斜视内窥镜 100具备:向观察对象的内部插入的长条方向一端侧(前侧)的插入部13; 以及与插入部13的后部连接的插头部15。

[0085] 在控制台连接有缆线(未图示)。在该缆线的前端安装有中继器17。在中继器17的 正面面板19上具有插口部21。向插口部21插入经由缆线 而与斜视内窥镜100连接的插头部

15的后部。斜视内窥镜100能够经由 中继器17而与控制台之间进行电力及各种信号(影像信号、控制信号等) 的发送接收以及照明光的传送。

[0086] 上述的电力及各种信号经由穿过软性部23的内部的传送缆线25(参 照图2)从插头部15导入中继器17。设置于前端部27的摄像元件所输出 的图像数据经由中继器17向控制台传送。控制台对从摄像元件29传送的 图像数据实施颜色修正、灰度修正等图像处理, 将图像处理后的图像数据 向控制台的显示装置(未图示)输出。显示装置例如是具有液晶显示面板 等显示器件的监视器装置,用于显示由斜视内窥镜100拍摄到的被拍摄体 的图像(例如示出作为被拍摄体的人体的血管内壁等的状况的图像数据)。

[0087] 需要说明的是,斜视内窥镜系统11在控制台的控制电路中具有修正处 理部(未图示),该修正处理部对由摄像元件29拍摄到的产生了形变的光 学像的摄像信号(图像信号) 进行修正处理(尤其是针对倍率色差的颜色 修正)。

[0088] 插入部13具有:在后端与插头部15连接的挠性的软性部23;以及与 软性部23的前端相连的前端部27。软性部23将插头部15与前端部27 之间连接。软性部23具有与各种内窥镜检查、内窥镜手术等的方式对应 的适当的长度。软性部23通过例如在卷绕成螺旋状的金属薄板的外周覆 盖网、进而在其外周覆盖外皮而构成,形成为具有足够的挠性。

[0089] 以下说明的本实施方式的斜视内窥镜100通过形成为细径而能够向细 径的体腔插入。细径的体腔不局限于人体的血管,例如包括尿管、胰管、 胆管、细支气管等。即,斜视内窥镜100能够向人体的血管、尿管、胰管、 胆管、细支气管等插入。换言之,斜视内窥镜100能够用于观察血管内的 病变。斜视内窥镜100在动脉硬化性斑块的鉴定中是有效的。另外, 也能够应用于心脏导管检查时的观察。此外,斜视内窥镜100在血栓或动脉硬 化性的黄色斑块的检测中也是有效的。需要说明的是,在动脉硬化病变中, 观察色调(白色、淡黄色、黄色) 和表面(平滑、不规则)。在血栓中, 观察色调(红色、白色、暗红色、黄色、褐色、混色)。

[0090] 另外,斜视内窥镜100能够用于肾盂/尿管癌、特发性肾出血的诊断、 治疗时的观察。在该情况下,斜视内窥镜100被从尿道插入膀胱内,进而 伸入尿管内,能够在尿管和肾 盂中进行观察。

[0091] 另外,斜视内窥镜100能够向在十二指肠开口的十二指肠乳头插入。胆汁由肝脏 制造并通过胆管从位于十二指肠的十二指肠乳头排出,并且, 胰液从胰脏制造并通过胰管 从位于十二指肠的十二指肠乳头排出。斜视内 窥镜100能够从胆管及胰管的开口部即十二 指肠乳头插入来观察胆管或胰 管。

[0092] 此外,斜视内窥镜100能够向支气管插入。斜视内窥镜100从成为仰 卧位的检体 (即被治疗者)的口腔或鼻腔插入。斜视内窥镜100经过咽、喉,在视觉确认声带的同时向气 管插入。支气管在每次分支时都变细。例 如若采用最大外径小于2mm的斜视内窥镜100,则 能够确认到亚区域支气 管为止的内腔。

[0093] 图2是从前侧观察实施方式1的斜视内窥镜100的前端部27的立体 图。

[0094] 需要说明的是,关于在本说明书中用于说明的方向,按照图2所示的 箭头的方向 即“上”、“下”、“前(头)”、“后”来设定。这里,“前(头)”、“后”分别对应于斜视内窥镜的插入 部13的前端侧和插头部15的基端侧。

[0095] 本实施方式的斜视内窥镜100具有物镜玻璃罩31、光阑33、透镜35、 元件玻璃罩 37、摄像元件29、传送缆线25、光纤39以及护套41。

[0096] 在斜视内窥镜100中,物镜玻璃罩31、光阑33、透镜35、元件玻璃罩37及摄像元件29被模制树脂一体地覆盖而固定,进而,在被模制树脂覆盖的外侧由护套41进行覆盖。另外,斜视内窥镜100也可以取代模制树脂而具有镜筒或支架。但是,从小径化的观点出发,与镜筒相比,更优选由模制树脂一体成形的覆盖结构。

[0097] 另外,模制树脂作为粘接用树脂,通过覆盖至少摄像元件29与透镜35而将摄像元件29与透镜35之间的分离部也连续地覆盖。因此,模制树脂从物镜玻璃罩31到摄像元件29连续地成形,由此这有助于增大光学系统的固定强度。另外,模制树脂也提高了分离部的气密性、水密性、遮光性。此外,模制树脂也提高了埋入有光导用的光纤39时的遮光性。因此对于模制树脂,期望采用含有碳颗粒的黑色系树脂。由此,能够防止来自外部的杂散光入射到摄像元件29中。

[0098] 图3是实施方式1的斜视内窥镜100的护套内部的俯视图。

[0099] 护套41与通过埋入有物镜玻璃罩31、光纤39的模制树脂而形成成为圆柱状的前端部27连接。前端部27与护套41的连接结构为,能够在前端部27的后端连接相同外径的护套41。在该情况下,能够在形成于前端部27的后端的小径部的外周嵌合护套41。另外,前端部27与护套41的连接结构也可以为,将前端部27的外周插入护套41的内周来进行连接。从小径化、连接强度的观点出发,更优选在形成于前端部27的后端的小径部的外周嵌合护套41。护套41的例如内径侧通过粘接剂等固定于小径部的外周。

[0100] 护套41例如使用具有挠性的树脂材料构成。护套41以赋予强度为目的,能够在内周侧配备单线、多线、编织的抗张力线。作为抗张力线,可以举出聚对苯二甲酰对苯二胺纤维等芳纶纤维、聚芳酯纤维、聚对亚苯基苯并二恶唑纤维、聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维等聚酯系纤维、尼龙纤维等作为一例。

[0101] 图4是实施方式1的斜视内窥镜100的护套内部的侧视图。

[0102] 斜视内窥镜100的物镜玻璃罩31与透镜35在主视观察下形成为纵长相同的长方形。另一方面,元件玻璃罩37与摄像元件29形成为相同的正方形。透镜35与元件玻璃罩37以上端面成为相同的平面(例如共面)的方式连接。因此,在透镜35的下端面与元件玻璃罩37的下端面之间,形成透镜35向下方突出而成的台阶部。

[0103] 在本实施方式的斜视内窥镜100中,像这样形成为与元件玻璃罩37相比透镜35向下方(视野方向)扩大的形状。斜视内窥镜100通过该透镜35的扩大形状来抑制向前方的下侧倾斜的视野方向上的有效光束的减少。因此,斜视内窥镜100通过设置台阶部而能够抑制物镜玻璃罩31和透镜35的下缘处的渐晕(vignetting)即所谓的光晕的产生。

[0104] 图5是实施方式1的斜视内窥镜100的护套内部的主视图。

[0105] 对于光纤39来说,例如适合使用塑料光纤(POF:Plastic Optical Fiber)。塑料光纤以硅树脂或丙烯酸酯树脂为材料,芯和包层均由塑料形成。另外,光纤39例如也可以为将光纤线材捆扎多个且在其两端安装终端配件而成的束状纤维(bundle fiber)等。光纤39的前端在前端部27处成为出射端面,光纤39的基端与插头部15的套环连接。光源是例如设置于插口部21等的LED。斜视内窥镜100通过将插头部15与插口部21连接,从而将来自LED的光在光纤39中传输并从前端射出。根据该结构,能够使从光源到照明光的出射端由一根光纤39构成,能够减小光损失。

[0106] 因此,根据该斜视内窥镜100,通过具备光纤39,能够单独使用而进行暗处的摄

影。

[0107] 光纤39在护套41的圆周方向上设置有多根。光纤39能够在圆周方向上大致等间隔地设置四根。在斜视内窥镜100中,物镜玻璃罩31形成 为长方形。四根光纤39在由包围物镜玻璃罩31的护套41与物镜玻璃罩 31的各边部夹着的四个各空间内配设在大致中央。

[0108] 根据该结构,能够有效地利用由长方形的物镜玻璃罩31与圆形的护 套41夹着而形成的新月状的空间。其结果是,能够在不增大前端部27的 外径的状态下容易地配设多根 (尤其是四根) 光纤39。斜视内窥镜100 通过像这样对光纤39进行布局,从而能够在不增大前端部27的外径的状 态下容易进行制造,并获得清晰的图像。

[0109] 需要说明的是,斜视内窥镜100的视野方向例如能够为将倾角(dip) 设为 30° 的朝下方向。因此,也可以省略图5所示的四根光纤39中的、向 被拍摄体照明的照明效果低的上侧的一根光纤39而采用三根光纤39的结 构。根据采用三根光纤39的斜视内窥镜100,能够抑制部件个数,降低成 本、实现轻质化、容易挠曲的结构。

[0110] 需要说明的是,在本说明书中,视野方向的倾角用于容易理解作用。在实际的运用时,斜视内窥镜100在管内以 360° 的任意角度进行旋转而进 行观察。因此,在旋转了 180° 的情况下,倾角称为仰角(an angle of elevation)。在本说明书中,“斜视”的视野方向是指,“视野方向的主光线 相对于前端部27的轴线43(参照图2)所成的角度的方向”。即,“斜 视 方向”是相对于前端部27的轴线43向斜方向倾斜的方向。在该情况下, 主光线近似于视野方向的光轴。

[0111] 图6是将实施方式1的斜视内窥镜100中的一部分切掉而得到的透镜 35的立体图。

[0112] 在透镜35入射来自物体的光(即,具有物体信息的物体光:object beam)。在斜视 内窥镜100中,透镜35由被拍摄体侧的第一面具有平面且 摄像侧的第二面具有凸面的单一 透镜构成。这里,例示出透镜35为单一 透镜的情况来进行说明,但不局限于单一透镜。透镜 35在摄像侧的中央 部具有凸曲面的透镜面45。斜视内窥镜100的该透镜面45形成为具有后 述的自由曲面47。透镜35的周缘部形成为具有将朝向摄像元件29扩径的 圆锥状的外周面 作为内周面的锥形孔49。

[0113] 透镜35的外形为大致四边形或四边形,例如通过纳米压印或注射成 型等来制作。在透镜35的制造中,例如使用纳米压印的原版等模具,形 成将相同形状的微小透镜35排列 多个而成的透镜组,在将成型物的透镜 组脱模之后,通过切割等而切断成各个透镜35,由 此制作出一个一个的透 镜35。在透镜35的制作时,为了从模具拔出透镜35而需要设置起模 斜度,透镜35的锥形孔49作为起模斜度有效地发挥作用。

[0114] 图7是实施方式1的斜视内窥镜100的平剖视图。

[0115] 物镜玻璃罩31配置在物镜侧的前端。在本实施方式中,斜视内窥镜 100的物镜玻 璃罩31与摄像元件29平行地配置。物镜玻璃罩31、光阑33、透镜35、元件玻璃罩37及摄像元 件29在图7的俯视观察下形成为与前端 部27的轴线43正交的方向上的宽度相同。物镜玻璃 罩31、光阑33、透 镜35、元件玻璃罩37及摄像元件29例如能够通过粘接用树脂一体地固定。 这些物镜玻璃罩31、光阑33、透镜35、元件玻璃罩37及摄像元件29如 上述那样与光纤39一 起被模制树脂覆盖。

[0116] 元件玻璃罩37覆盖摄像元件29的受光平面51。在本说明书中,该受 光平面51成为 包含焦点的焦平面(focal plane)。元件玻璃罩37的例如沿 着轴线43的方向的厚度形成为

规定厚度(例如0.4mm左右)。元件玻璃罩37通过形成为规定厚度并与摄像元件29成为一体,由此能够提高形成为厚度薄(例如0.1mm)的摄像元件29的操作性。

[0117] 需要说明的是,如上所述,物镜玻璃罩31、光阑33、透镜35、元件玻璃罩37及摄像元件29也可以通过镜筒或支架以适当的间隔分别固定。在该情况下,例如透镜35与摄像元件29之间能够省略元件玻璃罩37而采用空气层53。

[0118] 透镜35的透镜面45与空气接触。透镜35的锥形孔49的开口侧的端面形成为具有平面的粘接面的边缘部55。边缘部55成为通过附着粘接用树脂而固定于元件玻璃罩37的前面的部分。透镜35通过在边缘部55粘接元件玻璃罩37,从而能够在边缘部55确保透镜35与元件玻璃罩37的粘接面积,并且在透镜面45与元件玻璃罩37之间形成被锥形孔49封入的空气层53。

[0119] 在摄像元件29中,穿过透镜35和该空气层53而射出的光透过元件玻璃罩37而在受光平面51上成像。

[0120] 图8是实施方式1的斜视内窥镜100的侧剖视图。

[0121] 在透镜35上形成有上述的透镜面45。透镜面45能够使相对于受光中心57倾斜地入射的视野方向的光相对于受光平面51垂直地成像,其中,受光中心57与受光平面51垂直。需要说明的是,受光中心57也可以不与前端部27的轴线43一致。在图8中,摄像元件29相对于前端部27的轴线43向该图的上方偏移,因此,垂直于受光平面51的受光中心57与轴线43平行地位于轴线43的上侧。

[0122] 设置在光阑33与摄像元件29之间的透镜35利用透镜面45使穿过光阑33的视野中心的光线与摄像元件29的中心大致垂直地入射而成像。

[0123] 这里,大致垂直是指,理想上期望摄像元件中心处的穿过光阑的中心的主光线入射角为 0° (垂直入射)。但是,若为 $\pm 10^\circ$ 左右,则不会产生大的影响,因此,优选为 $0\sim 10^\circ$,若为 $\pm 5^\circ$ 以内,则影响更小,因此,更优选为 $0\sim 5^\circ$ 。

[0124] 透镜35通过透镜面45具有正光焦度,从而使光线以减小向摄像元件29入射的入射角的方式折弯,使光线在摄像元件29的受光平面51上聚集而成像。

[0125] 在斜视内窥镜100中,该透镜面45由自由曲面47形成。

[0126] 图8示出包括例如向视野方向倾斜的光轴59(参照图10)以及与受光平面51垂直的受光中心57在内的面处的自由曲面47的剖面形状。自由曲面47在左右方向的不同的侧剖面处成为不同的自由曲面。以下,为了简单说明,就侧剖面处的自由曲面47而言,以包括向视野方向倾斜的光轴以及受光平面51垂直的受光中心57在内的面处的图8所示的自由曲面47为代表例。

[0127] 这里,在透镜面45中,考虑该自由曲面47的下侧的点P1和上侧的点P2。将垂直于点P1的切线t1的法线N1与受光中心57所成的角设为 θ_1 。将垂直于点P2的切线t2的法线N2与受光中心57所成的角设为 θ_2 。对于 θ_1 与 θ_2 而言, $\theta_1 < \theta_2$ 的关系成立。

[0128] 另外,自由曲面47在包括向视野方向倾斜的光轴以及受光平面51垂直的受光中心57在内的面所形成的剖面中,视野方向侧(下侧)的曲面端E1配置在比与视野方向相反的一侧(上侧)的曲面端E2靠近受光平面51的位置。即,自由曲面47中,曲面端E2与受光平面51之间的距离L2大于曲面端E1与受光平面51之间的距离L1。

[0129] 在实际地进行光线追踪时,设定为在光学系统的入射光瞳面中对面积进行等分

割,从一个物点发出的多条光线穿过各小分区的中心,从而能够 进行评价。

[0130] 透镜面45可以在图7所示的平剖面处也成为与上述的自由曲面47不同的自由曲面47。平剖面处的自由曲面47在不同高度的平剖面处成为不同的自由曲面47。另外,图7所示的平剖面处的自由曲面47形成为以轴线43为界的对称形状,但不局限于此。即,平剖面处的自由曲面47也可以在任意的平剖面位置处形成为以轴线43为界的非对称形状。

[0131] 在摄像元件29之后设置有四个导体连接部(未图示)。导体连接部例如能够由LGA(Land grid array)形成。四个导体连接部由一对电力连接部和一对信号连接部构成。传送缆线25是具有一对电力线和一对信号线的结构。在导体连接部的一对电力连接部连接有传送缆线25的一对电力线。在导体连接部的一对信号连接部连接有传送缆线25的一对信号线。

[0132] 接着,对实现本实施方式的斜视内窥镜100时的更具体的一结构例进行说明。

[0133] 斜视内窥镜100中,能够将视野方向的主光线相对于前端部27的轴线43的角度(倾角)设为例如 30° 。需要说明的是,斜视内窥镜100通过利用具有分别合适的自由曲面的不同的透镜35的作用,能够在例如 $10^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 的范围内构成倾角。

[0134] 视野角可以为,垂直 $30\pm 30^{\circ}$,水平 $\pm 35^{\circ}$,对角 90° 。

[0135] F值可以相当于F9.2。

[0136] 物镜玻璃罩31可以为横向1mm、纵向1.15mm。

[0137] 物镜玻璃罩31的厚度可以为0.4mm。

[0138] 透镜35可以为横向1mm、纵向1.15mm。

[0139] 透镜35的厚度可以为0.8mm。

[0140] 摄像元件29的外径尺寸可以为 $\phi 1.0\text{mm}$ 。

[0141] 摄像元件29的厚度可以为0.1mm。

[0142] 元件玻璃罩37的外径尺寸可以为 $\phi 1.0\text{mm}$ 。

[0143] 元件玻璃罩37的厚度可以为0.4mm。

[0144] 护套41的外径可以为 $\phi 1.65\text{mm}$,厚度可以为0.1mm。

[0145] 接着,对上述结构的作用进行说明。

[0146] 图9是实施方式1的斜视内窥镜100的光学系统平剖面处的光线追踪图。

[0147] 图10是实施方式1的斜视内窥镜100的光学系统侧剖面处的光线追踪图。

[0148] 具有该像差修正功能的透镜35基本上为一片即可。因此,与具备图33所示的前组透镜组、棱镜及后组透镜组的以往的结构相比,能够容易使斜视内窥镜100的前端部27小型化(尤其是细径化)。另外,斜视内窥镜100的部件个数相比以往结构能够大幅降低,因此,能够缩短从前端到摄像元件29的距离。此外,由于斜视内窥镜100的部件个数相比以往结构能够大幅降低,因此,也能够实现轻质化。透镜35能够通过塑料(代表材料:PMMA)等合成树脂进行注射成形而制作。因此,若制作模具,则能够实现量产,能够廉价地进行制造。

[0149] 图11是将实施方式1的斜视内窥镜100的摄像元件29偏移后的光学系统的俯视图。

[0150] 在斜视内窥镜100中,透镜35通过透镜面45具有正光焦度,从而使光线以减小向摄像元件29入射的入射角的方式折弯,使光线向摄像元件29的受光平面51聚集而成像。

[0151] 图12是表示实施方式1的斜视内窥镜100的偏移后的摄像元件29中的入射角与像高的关联的说明图。

[0152] 通常,摄像元件29以中心为0度且周边为20~30度被光瞳修正为中心对称。在斜视内窥镜100中,在摄像元件29偏移的结构中,利用透镜面45使光线以减小向摄像元件29入射的入射角的方式折弯。由此,与以往结构的情况(图46所示的入射角与像高的关联)相比,入射光不会大幅偏离设计值的特性60。其结果是,能够有效地利用光,能够抑制画面的一部分变暗。

[0153] 另外,在斜视内窥镜100中,对产生形变的像进行像差修正的透镜面45具有自由曲面47。透镜面45的至少一部分由自由曲面47形成。自由曲面47的包括向视野方向倾斜的光轴以及与受光平面51垂直的受光中心57在内的面处的剖面形状成为朝向受光平面51突出的凸曲面。自由曲面47由以上侧部分的曲率半径与下侧部分的曲率半径相比渐渐变大的方式被控制的连续的曲面形成。

[0154] 通常在具有正光焦度的面中,若使光线以减小向摄像元件29入射的入射角的方式折弯,则难以修正以像面弯曲为主的各像差。在斜视内窥镜100中,通过将该面设为自由曲面47,从而能够提高像面弯曲及失真修正的自由度,能够确保更好的成像性能。

[0155] 另外,如上所述,自由曲面47中,曲面端E2与受光平面51之间的距离L2大于曲面端E1与受光平面51之间的距离L1。自由曲面47通过采用这样的形状,能够排除不需要部分而紧凑地仅形成有效区域。其结果是,斜视内窥镜100能够更加容易实现前端部27的小型化。

[0156] 另外,由于斜视内窥镜100的部件个数相比以往结构能够大幅降低,因此,能够缩短从前端到摄像元件29的距离。此外,由于斜视内窥镜100的部件个数相比以往结构能够大幅降低,因此,也能够实现轻质化。透镜35能够通过塑料(代表材料:PMMA)等合成树脂进行注射成形来制作。因此,若制作模具,则能够实现量产,能够廉价地进行制造。

[0157] 另外,在斜视内窥镜100中,在空气中,物镜玻璃罩31与空气接触。在该斜视内窥镜100中,物镜玻璃罩31能够与摄像元件29的受光平面51平行地配置,因此,能够使收容物镜玻璃罩31的前端部27的收容空间成为所需最小直径(与摄像元件29的外切圆近似的直径)。

[0158] 因此,在斜视内窥镜100中,与具备前组透镜组、棱镜及后组透镜组的结构相比,能够抑制部件个数且构成为小型,能够对斜前方的视野方向进行拍摄。

[0159] 此外,在具备斜视内窥镜100的斜视内窥镜系统11中,修正处理部(图示略)按照像素或上述的小分区来对从摄像元件29传送来的图像数据实施颜色修正、灰度修正等图像处理。在由一片凸透镜构成成像透镜的情况下,在通常的旋转对称的透镜中,在画面中心不产生倍率色差,但在斜视内窥镜100这样的到达画面中心的主光线具有偏角的透镜35中,即便在画面中心,在光线具有偏角的方向上也产生颜色偏差。因此,期望设置电地修正颜色偏差的修正机构。在斜视内窥镜系统11中,除了在斜视内窥镜100中进行的光学系统的色差修正之外,还通过图像处理来进行色差的修正,因此,能够在显示器件中显示更高的画质。

[0160] (实施方式2)

[0161] 接着,对实施方式2进行说明。需要说明的是,在实施方式2中,针对与实施方式1

所示的构件相同的构件标注相同的附图标记,并省略重复的说明。

[0162] 图13是从前侧观察实施方式2的斜视内窥镜200的前端部27的立体图。

[0163] 实施方式2的斜视内窥镜200的摄像元件29倾斜地配置。摄像元件29配置为与受光平面51垂直的受光中心57相对于收容透镜35及摄像元件29的柱状的前端部27的轴线43朝向视野方向倾斜。摄像元件29能够倾斜地使用与实施方式1相同的摄像元件。因此,斜视内窥镜200中,除了透镜61与实施方式1不同以外,能够使用与斜视内窥镜100相同的构件。

[0164] 图14是实施方式2的斜视内窥镜200的护套内部的俯视图。

[0165] 斜视内窥镜200中,从透镜61到摄像元件29的后端面为止的沿着轴线43的方向上的距离稍微增大了与摄像元件29的倾斜对应的量。

[0166] 图15是实施方式2的斜视内窥镜200的护套内部的侧视图。

[0167] 斜视内窥镜200中,用于将摄像元件29倾斜固定的元件固定用倾斜面63形成于透镜61。在本实施方式中,摄像元件29的倾斜角度例如为 10° 。该倾斜角度是前端部27的轴线43与受光中心57所成的角度 θ 。摄像元件29通过固定于元件固定用倾斜面63,从而后部比透镜61的上表面稍高地突出。

[0168] 图16是实施方式2的斜视内窥镜200的护套内部的主视图。

[0169] 斜视内窥镜200在主视观察下,倾斜安装的摄像元件29的后部比透镜61的上表面稍高地突出。斜视内窥镜200的主视观察下的整个高度与斜视内窥镜100相比增加了该摄像元件29的后部突出的量。因此,与斜视内窥镜100相比,护套41的外径变大。具体而言,在斜视内窥镜100的护套41的外径例如为1.65mm的情况下,斜视内窥镜200的护套41的外径例如成为1.8mm。

[0170] 图17是将实施方式2的斜视内窥镜200中的一部分切掉而得到的透镜61的立体图。

[0171] 斜视内窥镜200的透镜61的作用与斜视内窥镜100的透镜35的基本作用相同。但是,透镜61的自由曲面65的各处的曲率与斜视内窥镜100的透镜35不同。该自由曲面65的形状差起因于,依赖于透镜61的折射角度与透镜35的情况相比缓和了 10° 。

[0172] 图18是实施方式2的斜视内窥镜200的平剖视图。

[0173] 在斜视内窥镜200中,如上所述,透镜61所要求的折射角度得以缓和。因此,在平剖面中,与斜视内窥镜100中的透镜35的自由曲面47相比,透镜61的自由曲面65的突出距离变小。

[0174] 图19是实施方式2的斜视内窥镜200的侧剖视图。

[0175] 在斜视内窥镜200的侧剖面中,与斜视内窥镜100中的透镜35的自由曲面47相比,自由曲面65的突出距离也变小。

[0176] 接着,对实现本实施方式的斜视内窥镜200时的更具体的一结构例进行说明。

[0177] 斜视内窥镜200中,能够将视野方向的主光线相对于前端部27的轴线43的角度(倾角)设为例如 30° 。需要说明的是,斜视内窥镜200通过利用具有分别合适的自由曲面的不同的透镜35的作用,能够在例如 $10^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 的范围内构成倾角。

[0178] 视野角可以为,垂直 $30 \pm 30^{\circ}$,水平 $\pm 35^{\circ}$,对角 90° 。

[0179] F值可以相当于F9.2。

- [0180] 物镜玻璃罩31可以为横向1mm,纵向1.15mm。
- [0181] 物镜玻璃罩31的厚度可以为0.4mm。
- [0182] 透镜35可以为,横向1mm,纵向1.15mm。
- [0183] 透镜35的厚度可以为0.8mm。
- [0184] 摄像元件29的外径尺寸可以为 $\phi 1.0\text{mm}$ 。
- [0185] 摄像元件29的厚度可以为0.1mm。
- [0186] 元件玻璃罩37的外径尺寸可以为 $\phi 1.0\text{mm}$ 。
- [0187] 元件玻璃罩37的厚度可以为0.4mm。
- [0188] 护套41外径可以为 $\phi 1.8\text{mm}$,厚度可以为0.1mm。
- [0189] 斜视内窥镜200由于摄像元件29的倾斜和偏移而增大了倾斜角方向的像高的量(1mm传感器中约为0.35mm)。即,在高度1.0mm的透镜61上固定有倾斜了 10° 的摄像元件29的情况下,成为一体的透镜61及摄像元件29的高度为1.35mm。
- [0190] 斜视内窥镜200通过使摄像元件29倾斜,从而性能大幅提高。在像素数多的情况下,使摄像元件29倾斜的结构是有利的。
- [0191] 接着,对上述结构的作用进行说明。
- [0192] 图20是实施方式2的斜视内窥镜200的光学系统平剖面处的光线追踪图。
- [0193] 图21是实施方式2的斜视内窥镜200的光学系统侧剖面处的光线追踪图。
- [0194] 在该斜视内窥镜200中,如图21所示,摄像元件29朝向视野方向倾斜。例如,在视野方向的主光线所包含的光轴与前端部27的轴线43所成的角度为 30° 的情况下,摄像元件29朝向视野方向倾斜了 10° 。在该情况下,与不使摄像元件29倾斜的结构相比,依赖于透镜61的折射角度为 20° 即可。透镜61的图20所示的平剖面处的折射角度也小于不使摄像元件29倾斜的结构中的图9所示的透镜35的折射角度。
- [0195] 因此,斜视内窥镜200与不使摄像元件29倾斜的结构相比,能够将透镜61的折射角度减小 10° 。透镜61通过减小该折射角度,能够降低倍率色差。其结果是,在使摄像元件29倾斜了的斜视内窥镜200中,虽然护套41的外径稍大,但与不使透镜倾斜的结构相比,在相同的倾角下能够提高画质。尤其是在像素数多的斜视内窥镜的情况下,使摄像元件29倾斜的结构中,倍率色差降低,性能大幅提高,因此是有利的。
- [0196] 这样,在斜视内窥镜200中,通过使摄像元件29倾斜,像面弯曲的修正变得容易,能够提高成像性能,但由于导致大径化,因此,期望将倾斜量设为最低限度,在抑制大径化的同时提高性能。在该情况下,摄像元件29的倾斜量期望为 15° 以下,尽可能为 10° 以下,在优先更小径化的情况下期望为 5° 以下。
- [0197] (实施方式3)
- [0198] 接着对实施方式3进行说明。需要说明的是,在实施方式3中,针对与实施方式1所示的构件相同的构件标注相同的附图标记,并省略重复的说明。
- [0199] 图22是从前侧观察实施方式3的斜视内窥镜300的前端部27的立体图。
- [0200] 图23是实施方式3的斜视内窥镜300的护套内部的俯视图。
- [0201] 斜视内窥镜300的前段透镜67设置在物镜玻璃罩31与透镜35之间。斜视内窥镜300的从物镜玻璃罩31到透镜35的距离相比斜视内窥镜100而言增大了与前段透镜67设置在物镜玻璃罩31与透镜35之间相对应的量。

- [0202] 图24是实施方式3的斜视内窥镜300的护套内部的侧视图。
- [0203] 图25是实施方式3的斜视内窥镜300的护套内部的主视图。
- [0204] 前段透镜67由图23的左右方向的宽度、图24的上下方向的高度与物镜玻璃罩31及透镜35相同的长方形形成。在主视观察时,斜视内窥镜300与斜视内窥镜100相同。
- [0205] 图26是实施方式3的斜视内窥镜300中的透镜35的立体图。
- [0206] 图27是将实施方式3的斜视内窥镜300中的一部分切掉而得到的透镜35的立体图。
- [0207] 斜视内窥镜300的透镜35与斜视内窥镜100的透镜35相同。在斜视内窥镜300中,如上所述,透镜35所要求的折射角度得以缓和。因此,与斜视内窥镜100中的透镜35的自由曲面47相比,透镜35的自由曲面47的突出距离变小。
- [0208] 图28是实施方式3的斜视内窥镜300中的前段透镜67的立体图。
- [0209] 图29是将实施方式3的斜视内窥镜300中的一部分切掉而得到的前段透镜67的立体图。
- [0210] 前段透镜67在透镜面71上具有呈大致球面状鼓起的圆顶形状的凸曲面69。前段透镜67以球面透镜作为图例,但不局限于此。前段透镜67也可以具有自由曲面。前段透镜67的凸曲面69形成在锥形孔73的底部。
- [0211] 图30是实施方式3的斜视内窥镜300的平剖视图。
- [0212] 前段透镜67通过粘接透镜35而在透镜面71与透镜35之间形成被锥形孔73封入的空气层53。前段透镜67通过形成空气层53,能够增大从透镜面71向空气层53射出的出射光的折射率。
- [0213] 图31是实施方式3的斜视内窥镜300的侧剖视图。
- [0214] 前段透镜67的透镜中心(前段透镜67中的光轴)与光阑33的开口相比向上方偏移地配置。前段透镜67的透镜中心与光阑33的相对位置不局限于此。
- [0215] 接着,说明上述结构的作用。
- [0216] 图32是实施方式3的斜视内窥镜的光学系统平剖面处的光线追踪图。
- [0217] 图33是实施方式3的斜视内窥镜的光学系统侧剖面处的光线追踪图。
- [0218] 在该斜视内窥镜300中,采用靠近光阑的前段透镜67和靠近像面的透镜35这两片结构。以靠近光阑的前段透镜67主要修正球面像差且靠近像面的透镜35主要修正失真的方式来分担透镜面中的像差修正,由此,能够进行高度更高的像差修正,能够提高成像性能。
- [0219] (实施方式4)
- [0220] 接着对实施方式4进行说明。需要说明的是,在实施方式4中,针对与实施方式1所示的构件相同的构件标注相同的附图标记,并省略重复的说明。
- [0221] 图34是实施方式4的斜视内窥镜400的光学系统侧剖面处的光线追踪图。
- [0222] 实施方式4的斜视内窥镜400以降低倍率色差为目的,将一对棱镜75、棱镜77相互对合而配置在透镜35的物镜侧。一对棱镜75、棱镜77分别是不会反射入射光而使入射光折射的偏角棱镜。一对棱镜75、棱镜77在对合面紧贴。从棱镜75的出射面垂直地射出的出射光向棱镜77的入射面垂直地入射。
- [0223] 根据该斜视内窥镜400,相对于透镜35在物镜侧配置折射率和色散不同的一对棱

镜75及棱镜77,由此,能够利用折射率和色散的差异。斜视内窥镜400通过利用折射率和色散的差异,能够使透镜35所产生的倍率色差的一部分相对地降低。在斜视内窥镜400中,为了修正因偏角产生的色差,在光阑33的前侧组合具有不同色散的棱镜75及棱镜77并插入大致平行的光学系统,从而能够修正画面中心处的颜色偏差。另外,斜视内窥镜400也可以将一对棱镜75及棱镜77替换成玻璃罩。

[0224] [变形例]

[0225] 接着对实施方式1的变形例进行说明。本变形例省略图示。

[0226] 实施方式1的变形例的斜视内窥镜在物镜侧的前端还具有折射用的玻璃罩。该折射用的玻璃罩以与物镜玻璃罩31之间设置有空气层且与视野方向的主光线垂直的方式配置。即,变形例的斜视内窥镜采用使为了折射而追加的玻璃罩倾斜了斜视角的结构,以消除中心像飞散。

[0227] 实施方式1的斜视内窥镜100在空气中为30°的斜视时,在水中为22°的斜视。由于视场角以向玻璃罩垂直入射的正面光线为中心而改变,因此,若射入水中,则中心偏移。另一方面,当以空气中为基准进行倍率色差修正时,在水中成为修正过度。

[0228] 对此,变形例的斜视内窥镜具有使受光平面51的中心的主光线垂直地射入的折射用的玻璃罩。该折射用的玻璃罩例如通过将平行平板或穹顶玻璃等配置在前端部27的前方而成。

[0229] 根据该变形例的斜视内窥镜,通过将折射用的玻璃罩以与视野方向的主光线垂直的方式倾斜地配置,从而使受光平面51的中心的主光线垂直地射入,在空气中及水中都能够抑制中心像的移动。

[0230] 因此,根据本实施方式的斜视内窥镜100、斜视内窥镜200、斜视内窥镜300、斜视内窥镜400,能够抑制部件个数且实现小型化,能够使视野方向倾斜。

[0231] 以下,对具体实施上述实施方式1、2、4的投射光学系统的数值实施例进行说明。需要说明的是,以下的数值实施例1对应于上述实施方式1,数值实施例2对应于上述实施方式4,数值实施例3对应于上述实施方式2。数值实施例1、2、3的光学结构(图35、图36、图44)分别表示对应的实施方式1、4、2的光学结构。

[0232] 在各数值实施例中,表中的长度的单位都为“mm”,视场角的单位都为“°”。另外,在各数值实施例中,r为曲率半径,d为面间隔(与后方的面之间的间隔),nd为相对于d线的折射率,vd为相对于d线的阿贝数。另外,在各数值实施例中,在面编号之后标有*标记的面是自由曲面,自由曲面形状由使用了以其面顶点为原点的局部正交坐标系(x,y,z)的下式来定义。需要说明的是,x为从物体观察透镜时的左右方向,y为从物体观察透镜时的上下方向,z为与x及y正交的方向。

[0233] [式1]

$$[0234] \quad Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{j=2}^{66} C_j x^m y^n \dots (1)$$

[0235] [式2]

$$[0236] \quad j = \frac{(m+n)^2 + m + 3n}{2} + 1 \dots (2)$$

[0237] 这里，

[0238] Z:与z轴平行的面的凹陷量；

[0239] r:半径方向的距离(= $\sqrt{(x^2 + y^2)}$)；

[0240] c:面顶点处的曲率；

[0241] k:圆锥系数；

[0242] Cj:单项式 $x^m y^n$ 的系数。

[0243] 需要说明的是,在以下的各数据中,为了方便,将多项式中的自由曲面系数即x的i次项、y的j次项记载为 $x_i y_j$ 。例如,“X2Y”是指多项式中的x的2次项、y的1次项的自由曲面系数。

[0244] 图35是表示数值实施例的向图像传感器(即摄像元件29)入射的光线的入射角 θ_c 、 θ_u 、 θ_l 的说明图。

[0245] 图35中,CG表示玻璃罩(即,物镜玻璃罩31),L1表示具有自由曲面的透镜(即,透镜35),SG表示传感器玻璃罩(即,元件玻璃罩37),IMG表示图像传感器(即,摄像元件29)。

[0246] 在表1中,将各数值实施例1、2、3中的主光线、y方向的上光线、y方向的下光线的向图像传感器中心入射的入射角分别记载为 θ_c 、 θ_u 、 θ_l ,将根据 θ_u 、 θ_l 导出的实效的F值记载为 F_{ey} 。另外,在表1中,将数值实施例略记为“实施例”。在任一数值实施例中,主光线的入射角 θ_c 都为 5° 以下,成为使图像传感器IMG的效率(换言之,参照图12所示的入射光的设计值的特性60)产生(换言之,未大幅偏离特性60,得到与特性60大致相同的特性)的设计。

[0247] [表1]

[0248] 各数值实施例的F值

[0249]

	实施例1	实施例2	实施例3
θ_c	4.799	4.799	4.734
θ_u	1.507	1.507	-0.804
θ_l	7.740	7.740	10.252
F_{ey}	9.20	9.20	5.19

[0250] (数值实施例1)

[0251] 图36是对数值实施例1的摄影光学系统进行说明的剖面结构图。图中,1~6的标号表示面编号。

[0252] 从物体面的虚线上的点发出的光线通过玻璃罩CG而折弯,穿过光阑,由具有正光焦度的透镜L1聚集,在图像传感器IMG的中心成像。

[0253] 图37是以白圈1~白圈6来表示图36所示的结构图中的、从像侧观察到的图像传感器上的各坐标位置的说明图。

[0254] 图38的(A)~(F)是数值实施例1的各坐标位置白圈1~白圈6处的x、y方向的横向像差图。图38的(A)是数值实施例1的各坐标位置白圈1处的x、y方向的横向像差图。图38的(B)是数值实施例1的各坐标位置白圈2处的x、y方向的横向像差图。图38的(C)是数值实施例1的各坐标位置白圈3处的x、y方向的横向像差图。图38的(D)是数值实施例1的各坐标位置白圈4处的x、y方向的横向像差图。图38的(E)是数值实施例1的各坐标位置白圈5处的

x、y方向的横向像差图。图38的(F)是数值实施例1的各坐标位置白圈6处的x、y方向的横向像差图。实线是d线(0.588 μm)的特性,短虚线是F线(0.486 μm)的特性,长虚线是C线(0.656 μm)的特性。Y-FAN是y方向的横向像差,X-FAN是x方向的横向像差。

[0255] 图38的(A)~(F)的纵轴表示横向像差量(mm),在图38的(A)~(F)中,横向像差量的最大刻度值为 $\pm 0.01\text{mm}$ 。 $\pm 0.01\text{mm}$ 是指,纵轴的最上部为+0.01mm且纵轴的最下部为-0.01mm。另外,图38的(A)~(F)的横轴表示相对光瞳高度,各排列有两个的横向像差图的左侧的图的横轴表示y方向的相对光瞳高度y,右侧的图的横轴表示x方向的相对光瞳高度x(以后的数值实施例也同样)。

[0256] 以下的表2及表3示出数值实施例1的摄影光学系统的具体数据。需要说明的是,数值实施例1中的图像的中心在y方向(纸面上下方向)上约为 60° 的角度,y方向的视场角约为 60° 。另外,物体面假定为内窥镜用途的被观察物,且假定为比第1面靠前方3mm且半径为3.2mm的半球状。另外,表中的偏心Y是在y方向上偏移的偏移量。tilt α 是在面内旋转的量(以后的数值实施例也同样)。

[0257] 以下的表2示出数值实施例1的各光学元件的面数据。

[0258] [表2]

[0259]

数值实施例 1 的面数据

面编号	r(曲率半径)	d	nd	vd	偏心Y	Tilt α	备考
物体面	3.2	3.000					
1	无限	0.400	1.51680	64.20			
光阑	无限	0.010	1.58144	40.85	-0.045		只有面是偏心的
3	无限	0.560	1.50900	55.00	-0.045		只有面是偏心的
4	自由曲面	0.343					
5	无限	0.400	1.51680	64.20	-0.264		只有面是偏心的
6	无限	0.010					
像面							

[0260] 以下,表3示出自由曲面数据。

[0261] [表3]

[0262] 数值实施例1的自由曲面数据

[0263]

系数	次数	第四面
k	0	-9.6424E-01
C3	Y	-2.9033E-01
C4	X2	2.7195E+00
C6	Y2	2.4616E+00
C8	X2Y	1.4817E+00
C10	Y3	9.2481E+00
C11	X4	9.4416E+00
C13	X2Y2	6.8917E+00
C15	Y4	-4.1793E+01
C17	X4Y	-3.5190E+01
C19	X2Y3	-1.7135E+02
C22	X6	-1.8473E+02
C24	X4Y2	1.5922E+02
C26	X2Y4	1.0876E+03
C28	Y6	4.5138E+02
C30	X6Y	8.9015E+01
C32	X4Y3	-9.5835E+02
C34	X2Y5	-2.4516E+03
C36	Y7	-8.4082E+02
C37	X8	1.3586E+03
C39	X6Y2	1.6423E+03
C41	X4Y4	8.8816E+02
C43	X2Y6	1.0545E+03

[0264] (数值实施例2)

[0265] 图39是对数值实施例2的摄影光学系统进行说明的剖面结构图。图中,1~7的标号表示面编号。

[0266] 从物体面的虚线上的点发出的光线通过玻璃罩CG1、玻璃罩CG2而折弯,穿过光阑,由具有正光焦度的透镜L1聚集,在图像传感器IMG的中心成像。

[0267] 图40的(A)~(F)是数值实施例2的各坐标位置白圈1~白圈6处的x、y方向的横向像差图。图40的(A)是数值实施例2的各坐标位置白圈1处的x、y方向的横向像差图。图40的(B)是数值实施例2的各坐标位置白圈2处的x、y方向的横向像差图。图40的(C)是数值实施例2的各坐标位置白圈3处的x、y方向的横向像差图。图40的(D)是数值实施例2的各坐标位置白圈4处的x、y方向的横向像差图。图40的(E)是数值实施例2的各坐标位置白圈5处的x、y方向的横向像差图。图40的(F)是数值实施例2的各坐标位置白圈6处的x、y方向的横向像差图。实线是d线(0.588 μ m)的特性,短虚线是F线(0.486 μ m)的特性,长虚线是C线(0.656 μ m)的特性。Y-FAN是y方向的横向像差,X-FAN是x方向的横向像差。

[0268] 以下的表4及表5示出数值实施例2的摄影光学系统的具体数据。与数值实施例1

同样地,数值实施例2中的图像的中心在y方向(纸面上下方向)上约为60°的角度,y方向的视场角约为60°,物体面假定为内窥镜用途的被观察物,且假定为比第1面靠前方3mm且半径为3.2mm的半球状。各面的形状等与数值实施例1相同,但通过利用两片棱镜构成玻璃罩CG1、玻璃罩CG2,从而降低色差。

[0269] 表4示出数值实施例2的各光学元件的面数据。

[0270] [表4]

[0271]

数值实施例2的面数据

面编号	r(Y曲率半径)	d	nd	vd	偏心Y	Tilt α	备考
物体面	3.2	3.000					
1	无限	0.200	1.59349	67.00		40.000	只有面是偏心的
2	无限	0.200	1.59270	35.44		-40.000	只有面是偏心的
光阑	无限	0.010	1.58144	40.85	-0.045		只有面是偏心的
4	无限	0.560	1.50900	55.00	-0.045		只有面是偏心的
5	自由曲面	0.343					
6	无限	0.400	1.51680	64.20	-0.264		只有面是偏心的
7	无限	0.010					
像面							

[0272] 以下,表5示出数值实施例2的自由曲面数据。

[0273] [表5]

[0274] 数值实施例2的自由曲面数据

[0275]

系数	次数	第五面
k	0	-9.6424E-01
C3	Y	-2.9033E-01
C4	X2	2.7195E+00
C6	Y2	2.4616E+00
C8	X2Y	1.4817E+00
C10	Y3	9.2481E+00
C11	X4	9.4416E+00
C13	X2Y2	6.8917E+00
C15	Y4	-4.1793E+01
C17	X4Y	-3.5190E+01
C19	X2Y3	-1.7135E+02
C22	X6	-1.8473E+02
C24	X4Y2	1.5922E+02
C26	X2Y4	1.0876E+03
C28	Y6	4.5138E+02
C30	X6Y	8.9015E+01
C32	X4Y3	-9.5835E+02
C34	X2Y5	-2.4516E+03
C36	Y7	-8.4082E+02
C37	X8	1.3586E+03
C39	X6Y2	1.6423E+03
C41	X4Y4	8.8816E+02
C43	X2Y6	1.0545E+03

[0276] (数值实施例3)

[0277] 图41是对数值实施例3的摄影光学系统进行说明的剖面结构图。图中,1~7的标号表示面编号。

[0278] 从物体面的虚线上的点发出的光线通过玻璃罩CG1、玻璃罩CG2而折弯,穿过光阑,由具有正光焦度的透镜L1聚集,在图像传感器IMG的中心成像。

[0279] 图42的(A)~(F)是数值实施例3的各坐标位置白圈1~白圈6处的x、y方向的横向像差图。图42的(A)是数值实施例3的各坐标位置白圈1处的x、y方向的横向像差图。图42的(B)是数值实施例3的各坐标位置白圈2处的x、y方向的横向像差图。图42的(C)是数值实施例3的各坐标位置白圈3处的x、y方向的横向像差图。图42的(D)是数值实施例3的各坐标位置白圈4处的x、y方向的横向像差图。图42的(E)是数值实施例3的各坐标位置白圈5处的x、y方向的横向像差图。图42的(F)是数值实施例3的各坐标位置白圈6处的x、y方向的横向

像差图。实线是d线(0.588 μm)的特性,短虚线是F线(0.486 μm)的特性,长虚线是C线(0.656 μm)的特性。Y-FAN是y方向的横向像差,X-FAN是x方向的横向像差。

[0280] 以下的表6及表7示出数值实施例3的摄影光学系统的具体数据。需要说明的是,数值实施例3中的图像的中心在y方向(纸面上下方向)上约为60°的角度,y方向的视场角约为60°。另外,物体面假定为内窥镜用途的被观察物,且假定为比第1面靠前方3.5mm的倾斜了30°的面。

[0281] 以下的表6示出数值实施例3的各光学元件的面数据。

[0282] [表6]

[0283]

数值实施例3的面数据

面编号	r(曲率半径)	d	nd	vd	偏心Y	Tilt α	備考
物体面	无限	0.000				30.0	只有面是偏心的
1	无限	3.500					
2	无限	0.400	1.51680	64.20			
光阑	无限	0.010	1.58144	40.85	-0.0378		只有面是偏心的
4	无限	0.430	1.50900	55.00	-0.0378		只有面是偏心的
5	自由曲面	0.450					
6	无限	0.400	1.51680	64.20	0.0328	10.0	只有面是偏心的
7	无限	0.010					
像面							

[0284] 以下,表7示出数值实施例3的自由曲面数据。

[0285] [表7]

[0286] 数值实施例3的自由曲面数据

[0287]

系数	次数	第五面
k	0	-1.0000E+00
C3	Y	6.6350E-02
C4	X2	9.8558E-01
C6	Y2	1.0145E+00
C8	X2Y	-1.2050E+00
C10	Y3	-1.4650E-01
C11	X4	8.3035E-01
C13	X2Y2	1.0212E+01
C15	Y4	-4.1802E+00
C17	X4Y	1.0103E+02
C19	X2Y3	-2.6731E+00
C22	X6	-8.7526E+01
C24	X4Y2	-1.0204E+03
C26	X2Y4	-4.9819E+02
C28	Y6	1.4016E+03
C30	X6Y	-3.1716E+03
C32	X4Y3	2.2782E+03
C34	X2Y5	-8.1074E+02
C36	Y7	-1.7704E+04
C37	X8	8.4523E+02
C39	X6Y2	2.4780E+04
C41	X4Y4	5.5849E+03
C43	X2Y6	3.4564E+04
C45	Y8	8.9380E+04
C47	X8Y	3.2845E+04
C49	X6Y3	-3.5840E+04
C51	X4Y5	-5.0915E+04
C53	X2Y7	-1.5267E+05
C55	Y9	-2.0709E+05
C58	X8Y2	-1.9452E+05
C60	X6Y4	1.8843E+04
C62	X4Y6	9.1723E+04
C64	X2Y8	2.0236E+05
C66	Y10	1.8278E+05

[0288] 以上,参照附图对实施方式及数值实施例进行了说明,但当然不局限于本公开的例子。本领域技术人员在技术方案所记载的范畴内显然能够想到各种变更例或修正例,这些情况当然也属于本公开的技术范围。另外,在不脱离发明的主旨的范围内也可以任意地组合上述实施方式中的各构成要素。

[0289] 工业实用性

[0290] 本公开在摄像装置中具有能够实现部件个数的降低、小型化、成本降低、轻质化的效果,作为例如用于医疗手术等的细径的斜视内窥镜等是有用的。

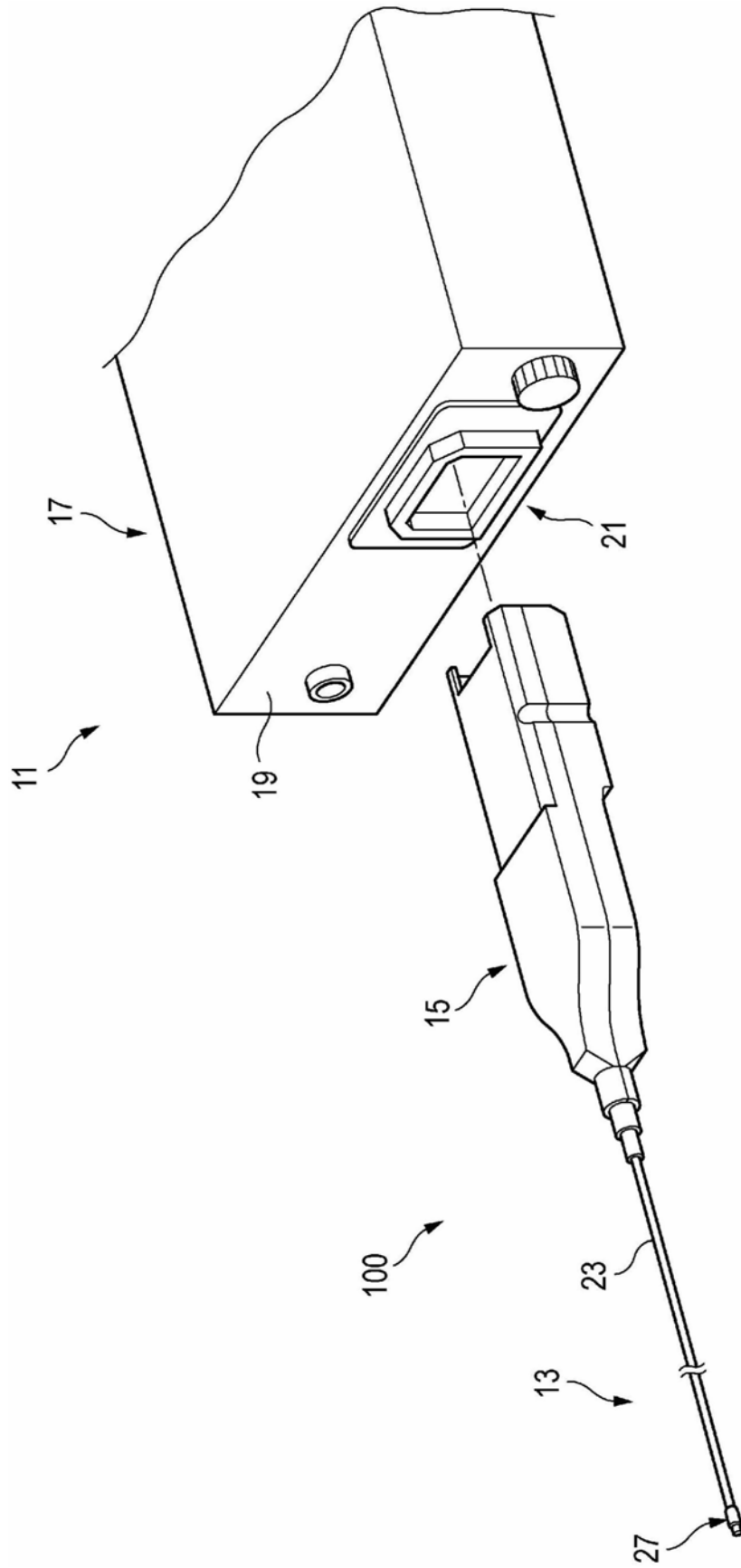


图1

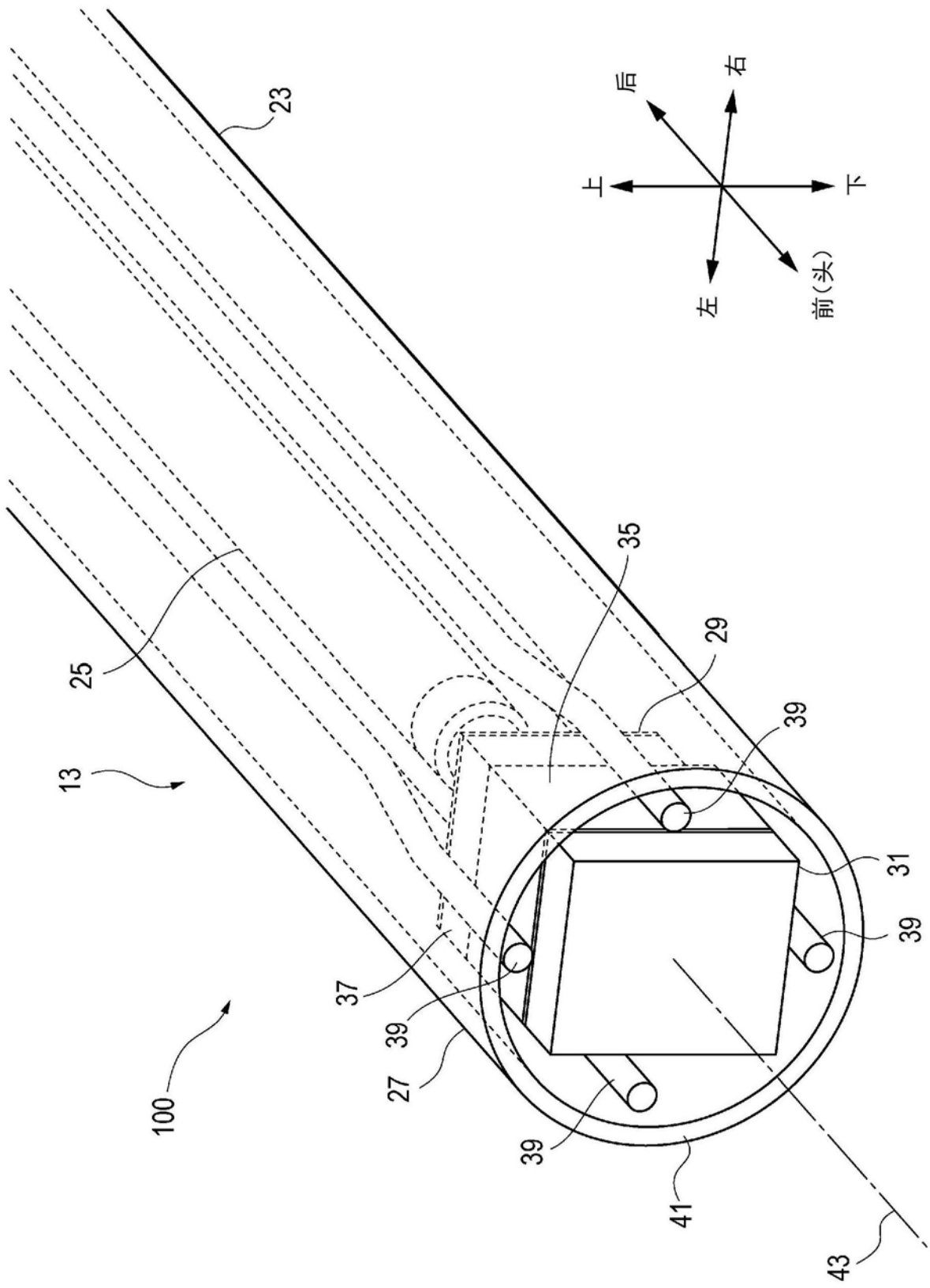


图2

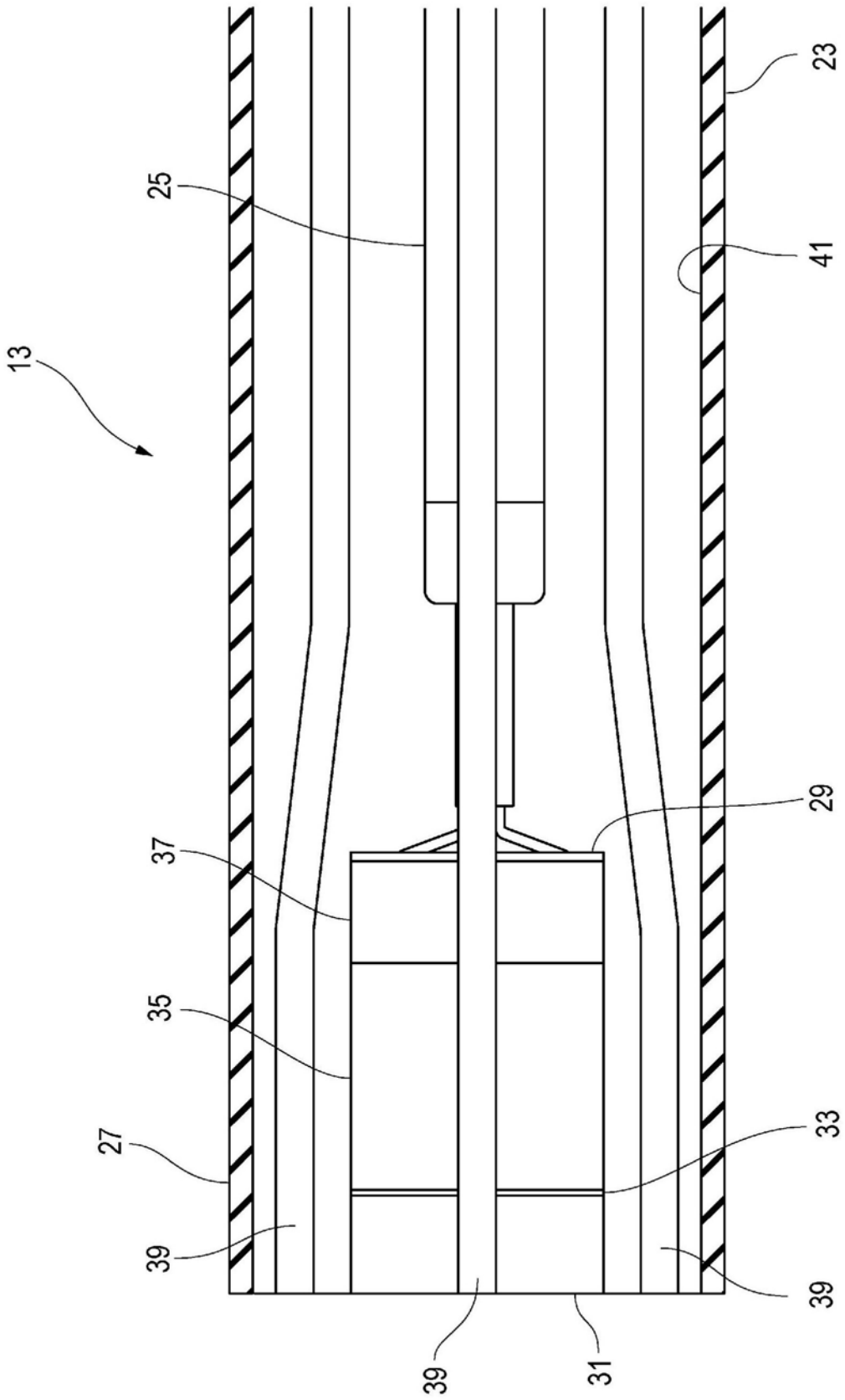


图3

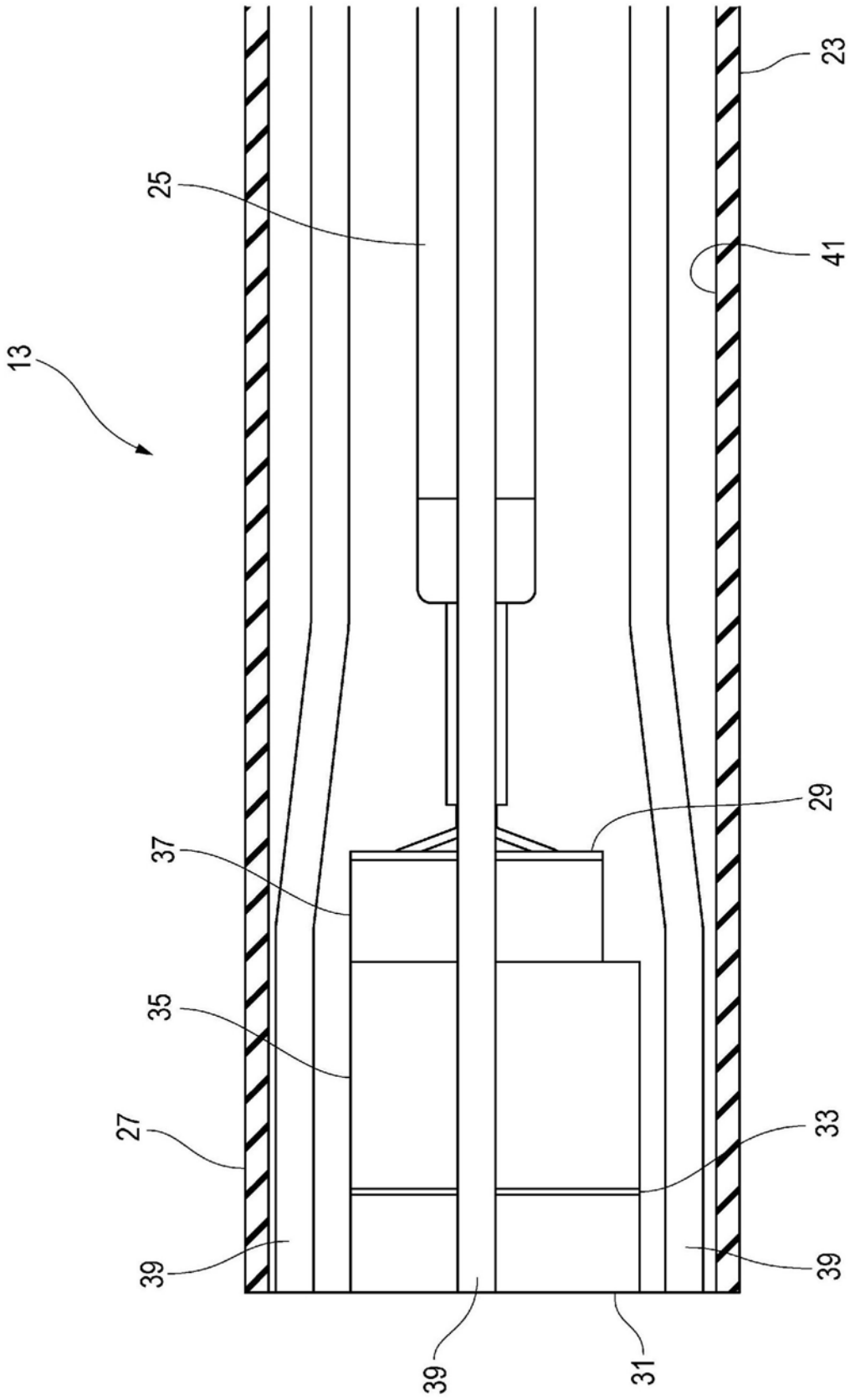


图4

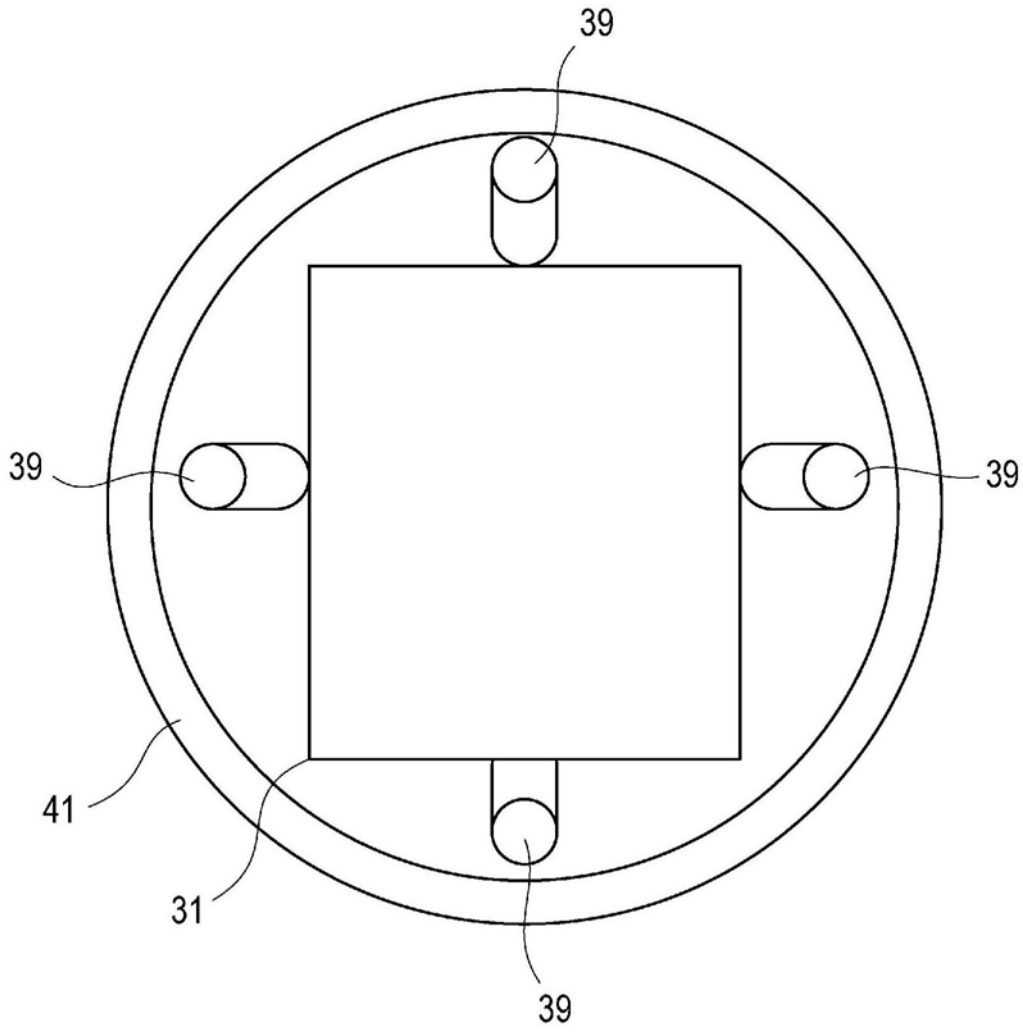


图5

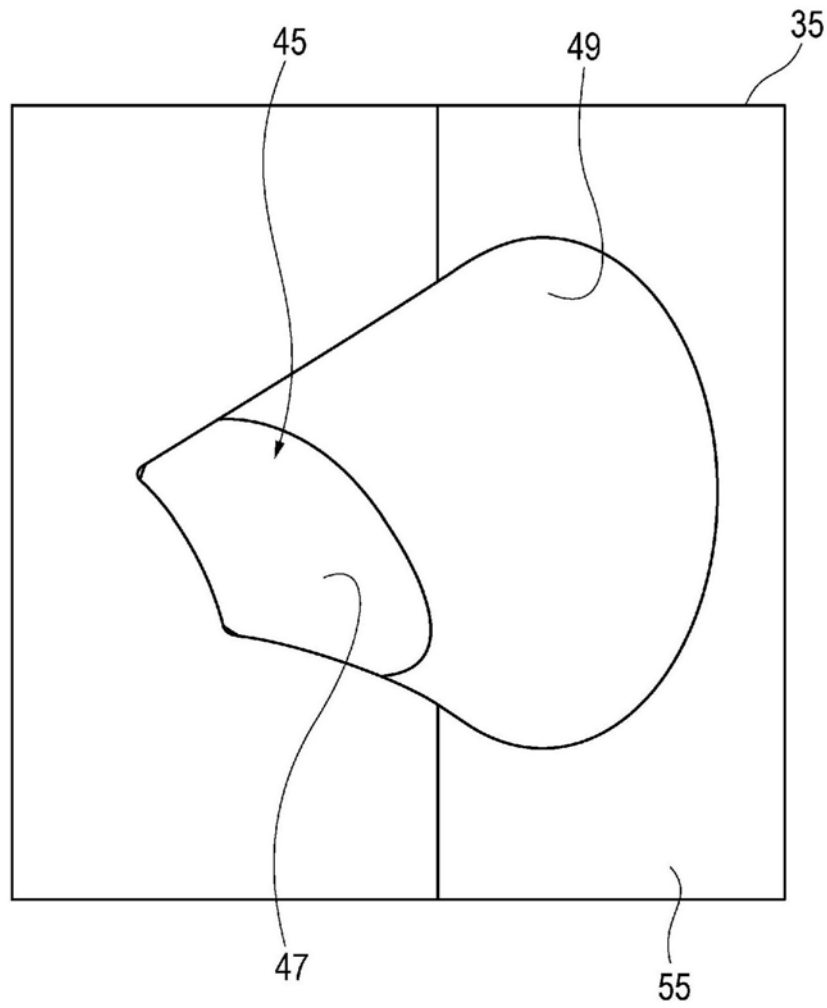


图6

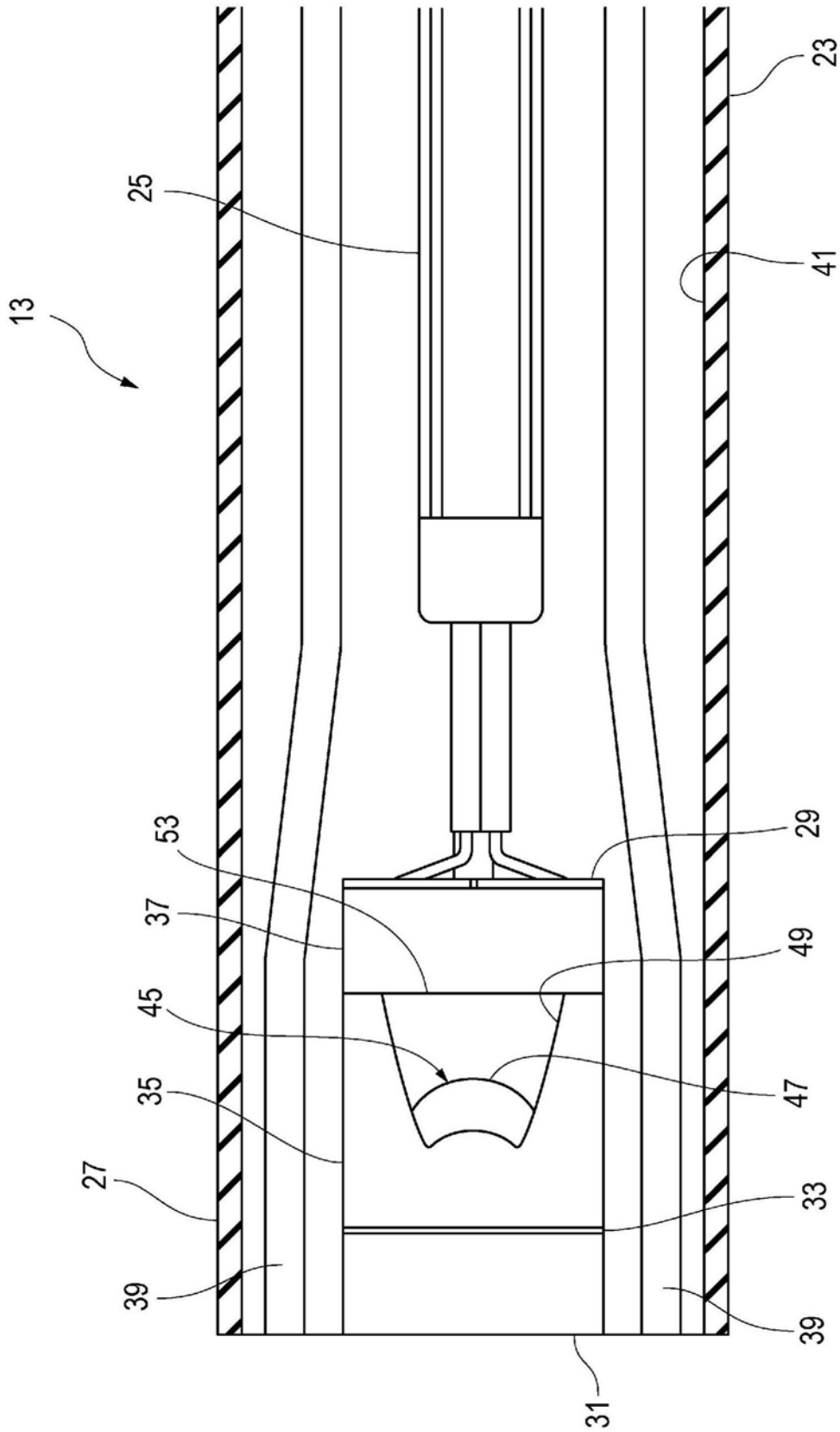


图7

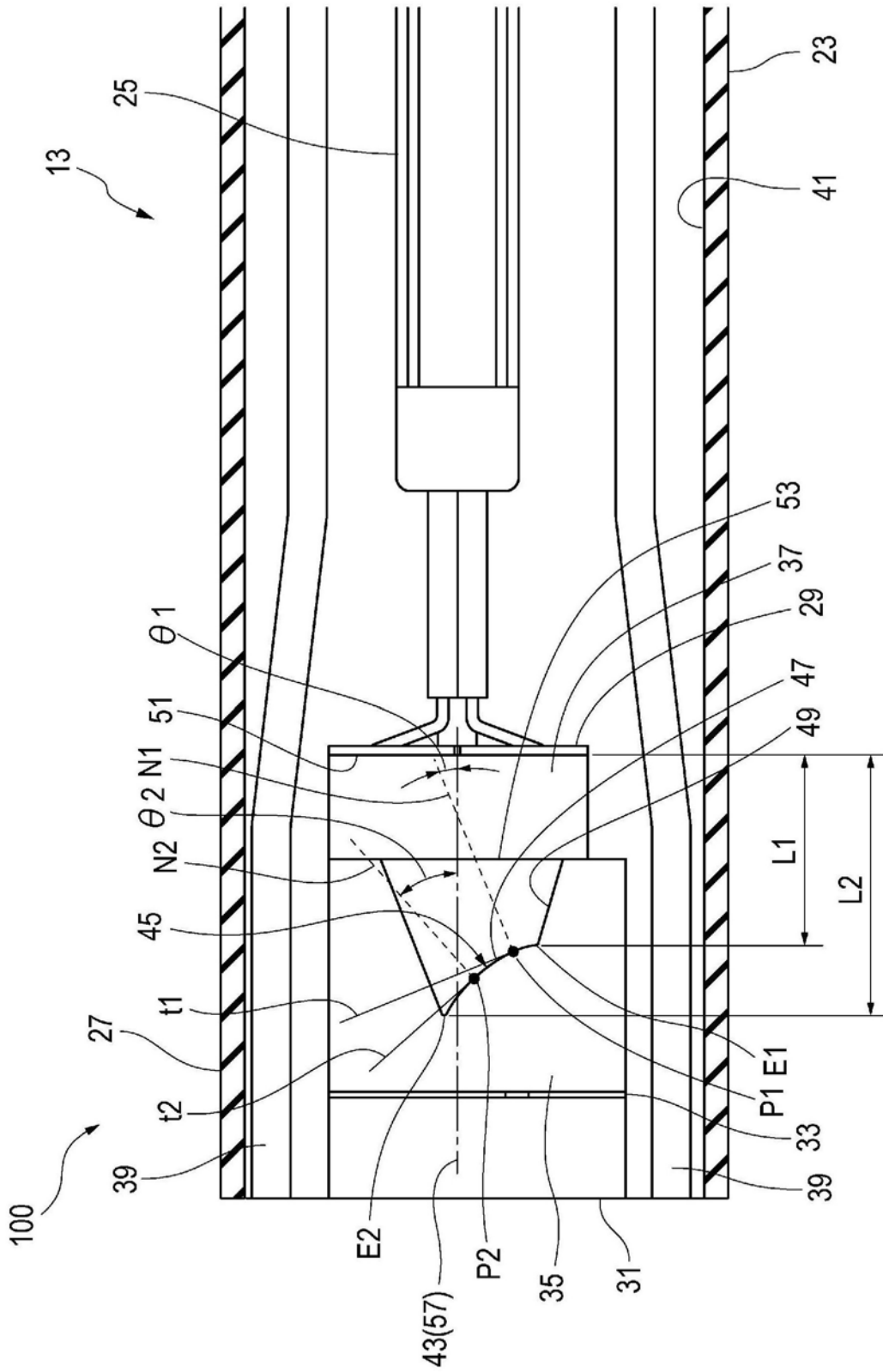


图8

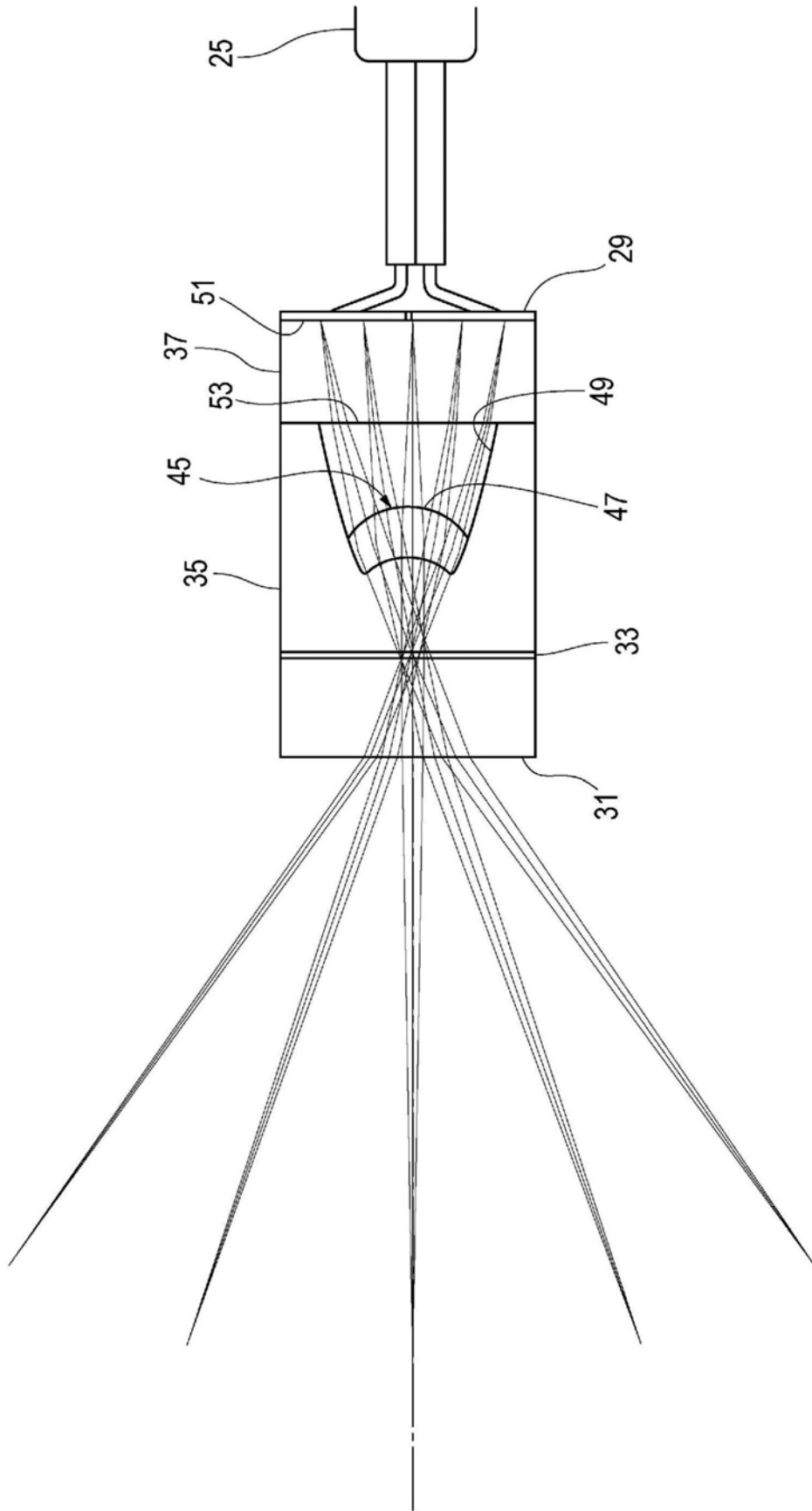


图9

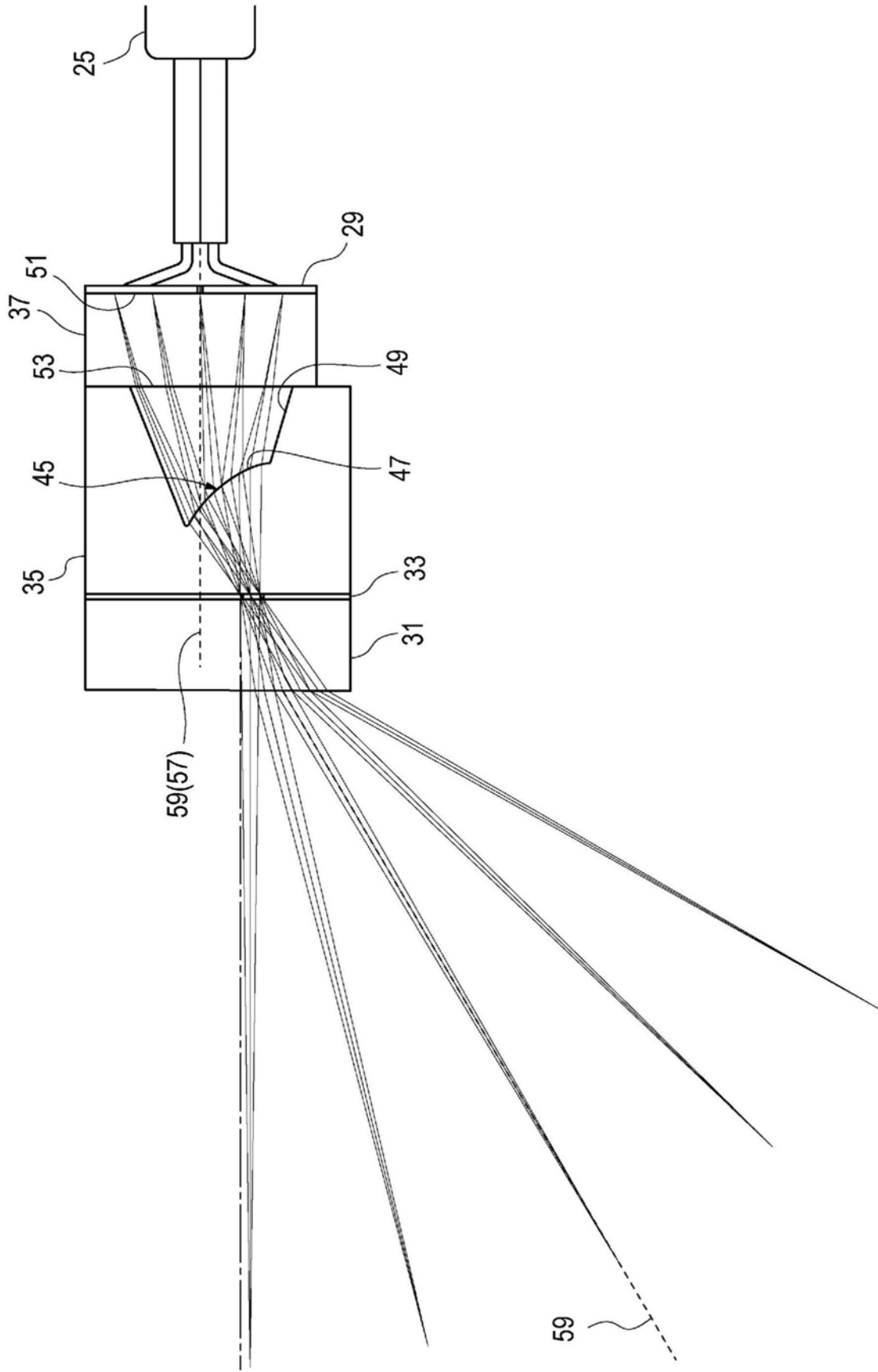


图10

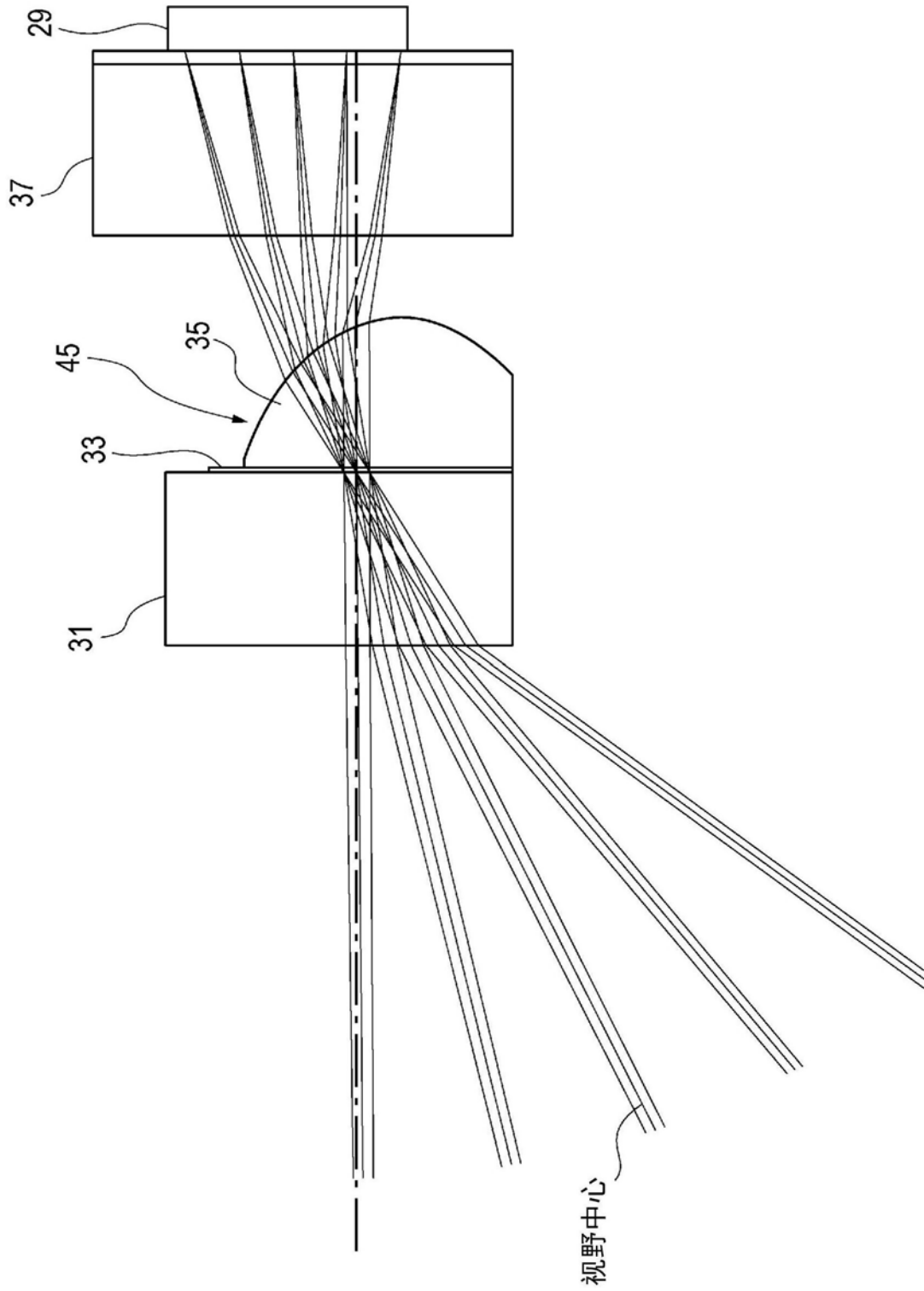


图11

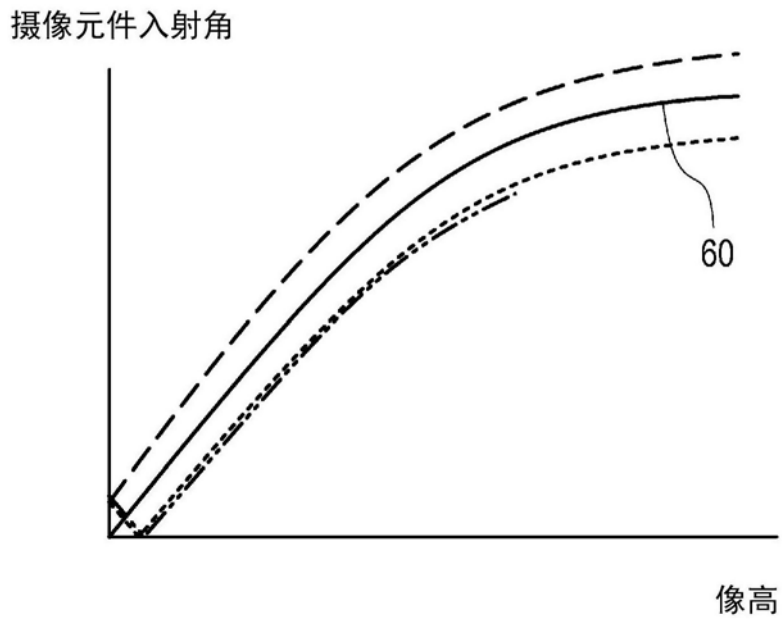


图12

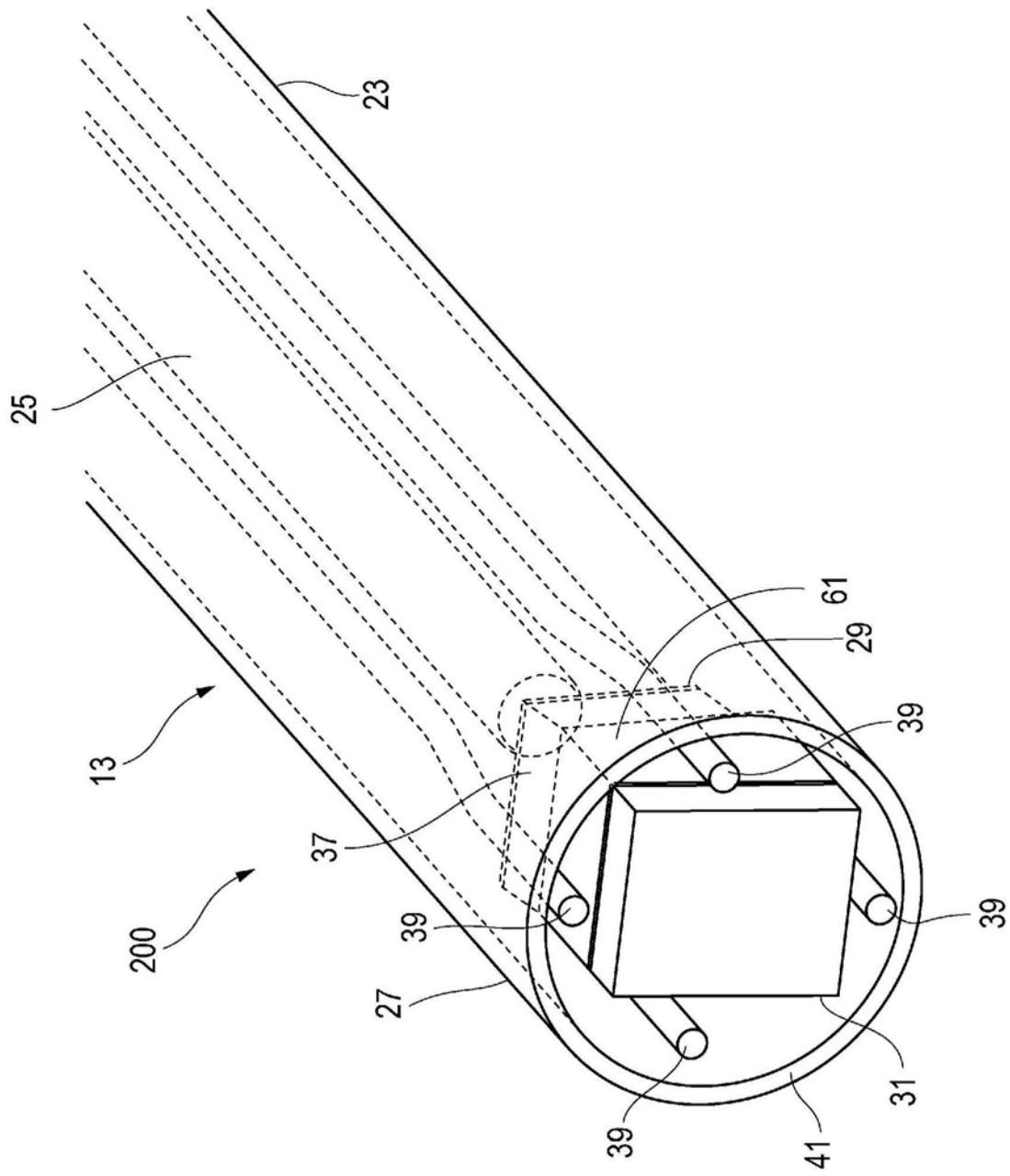


图13

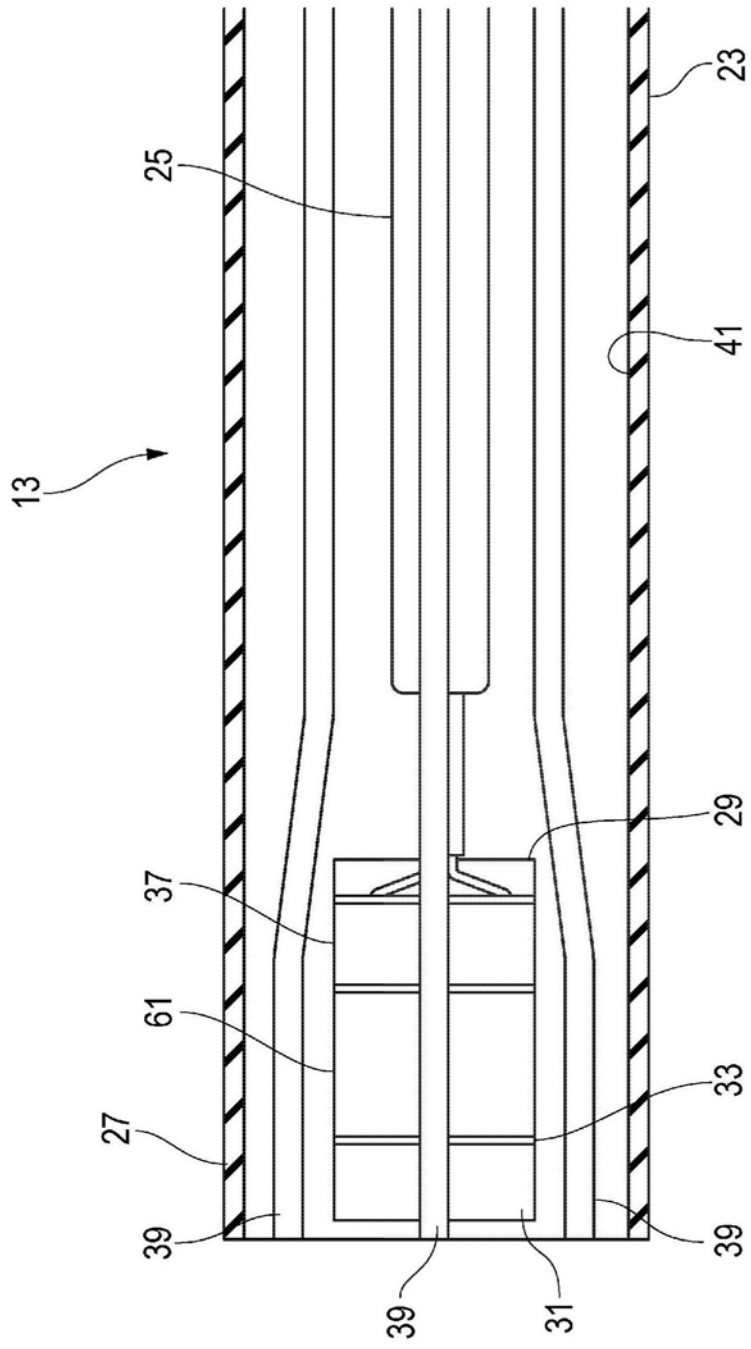


图14

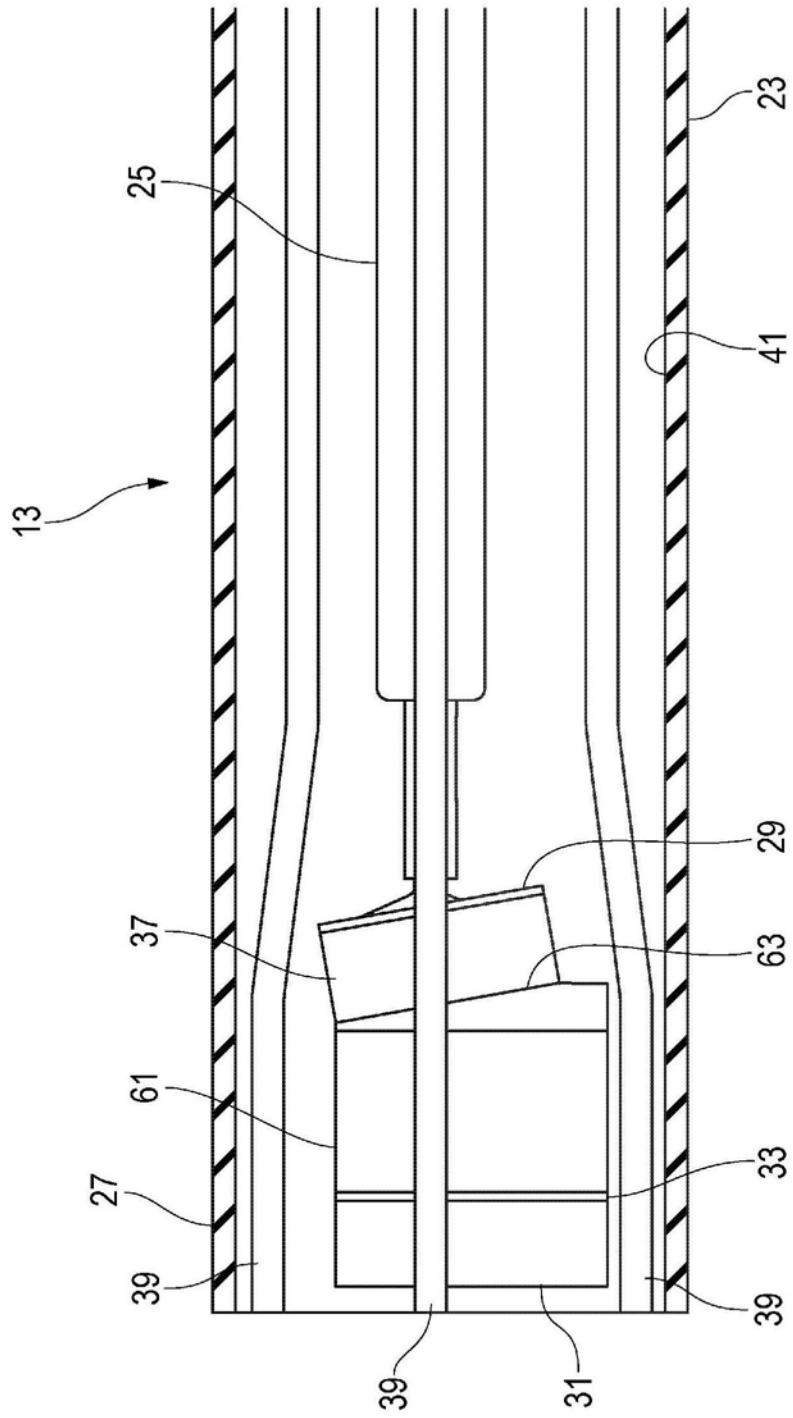


图15

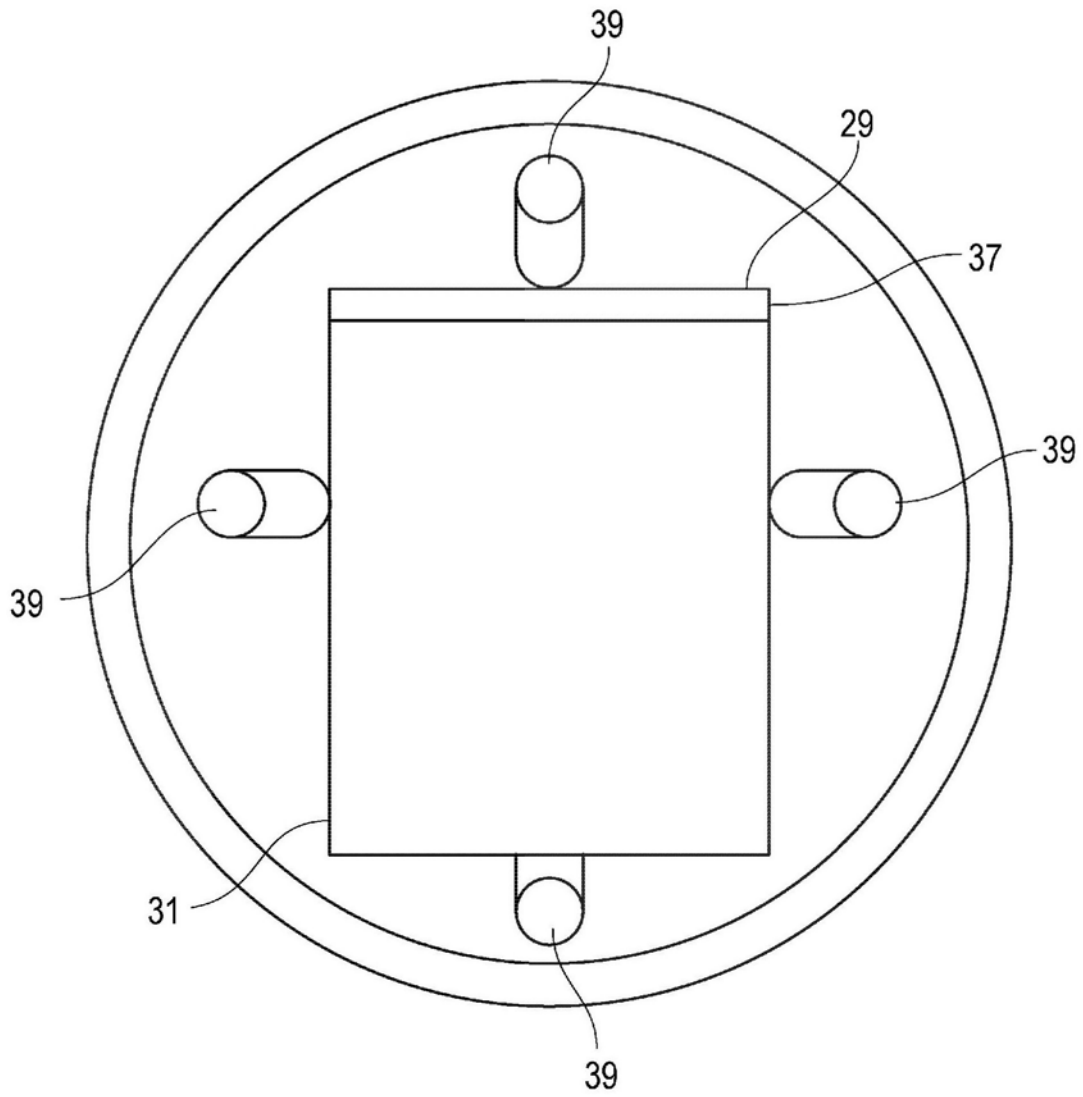


图16

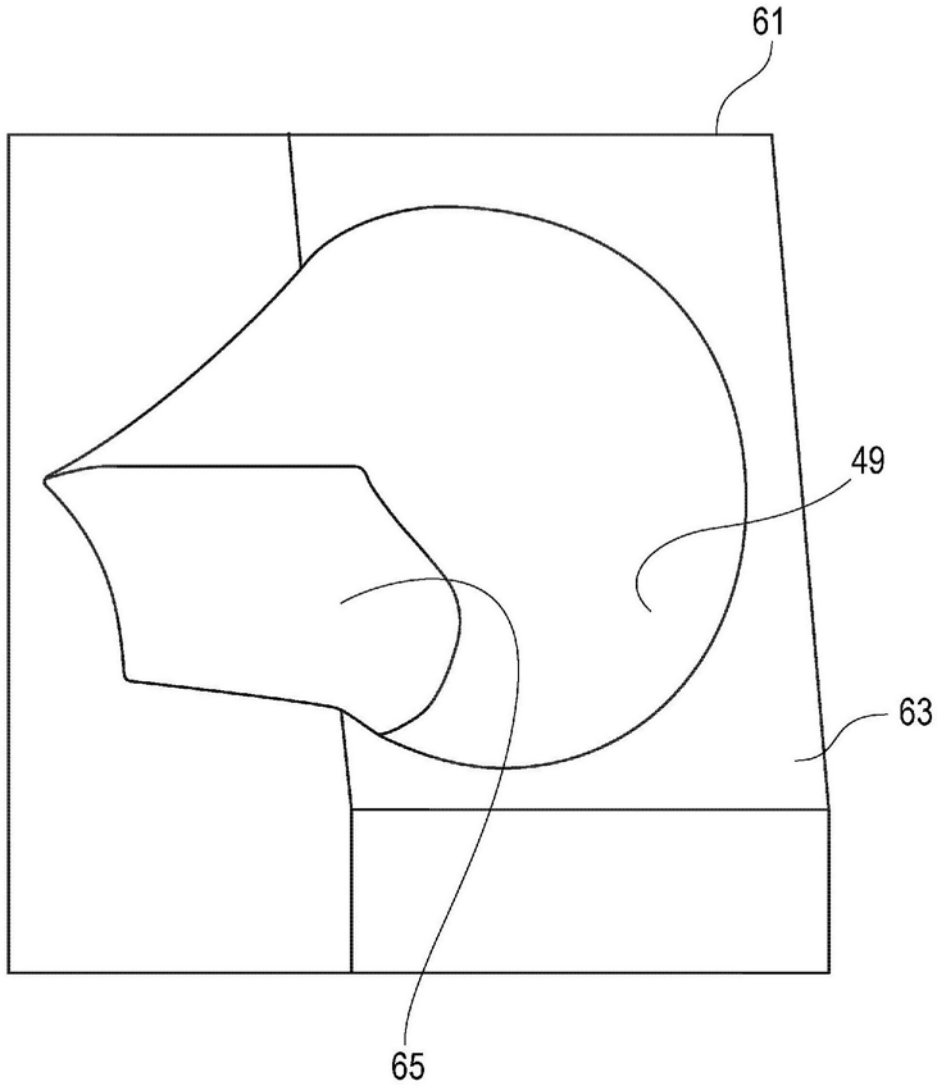


图17

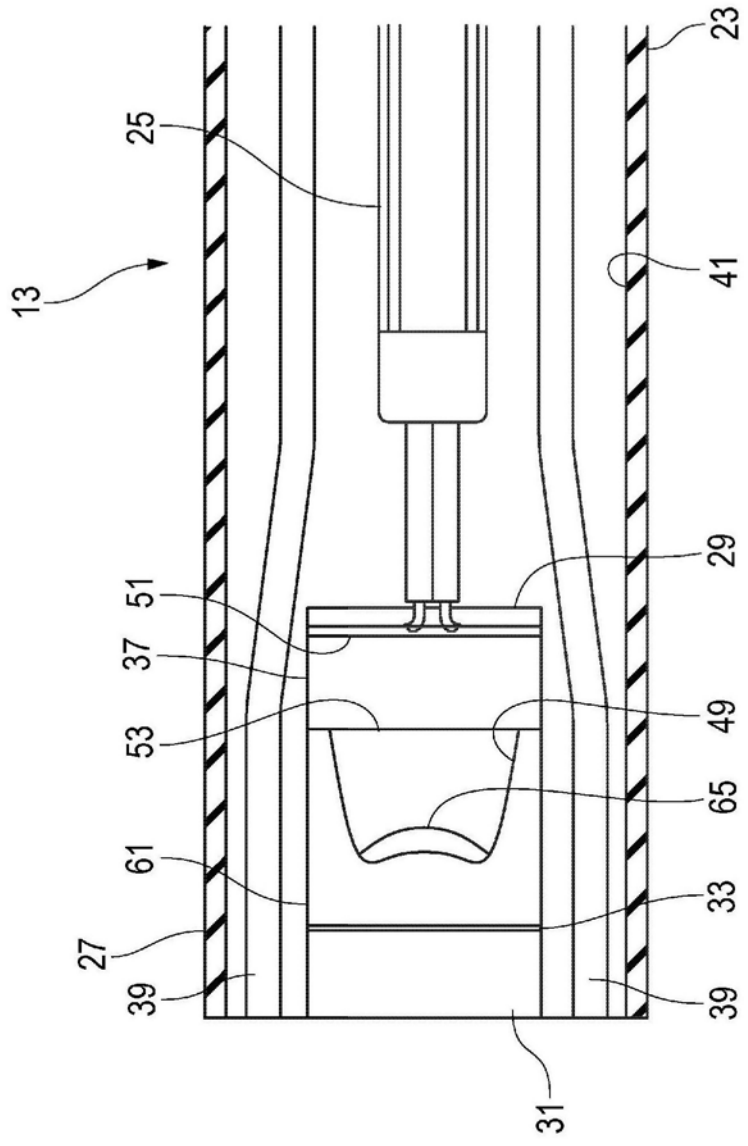


图18

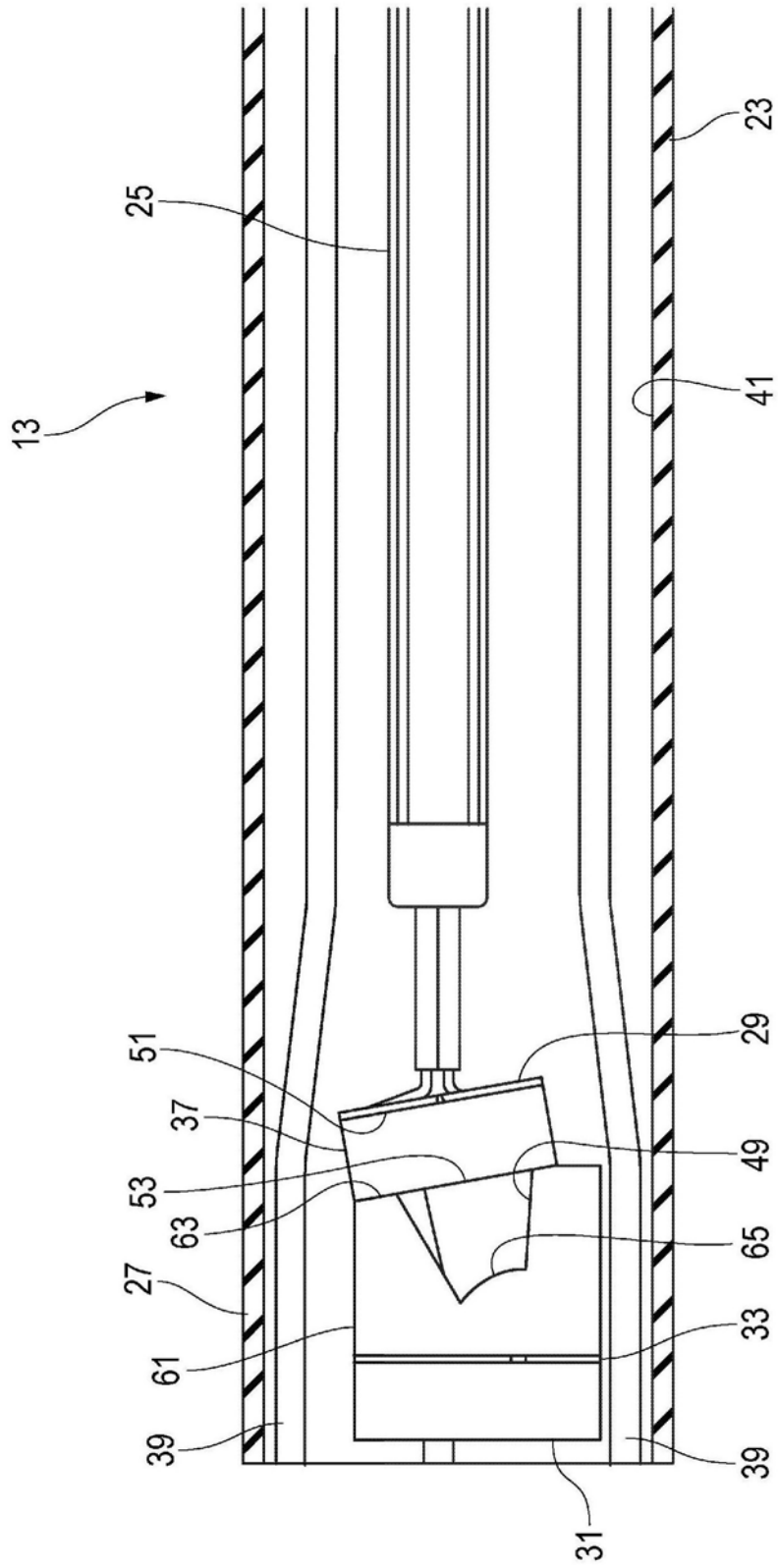


图19

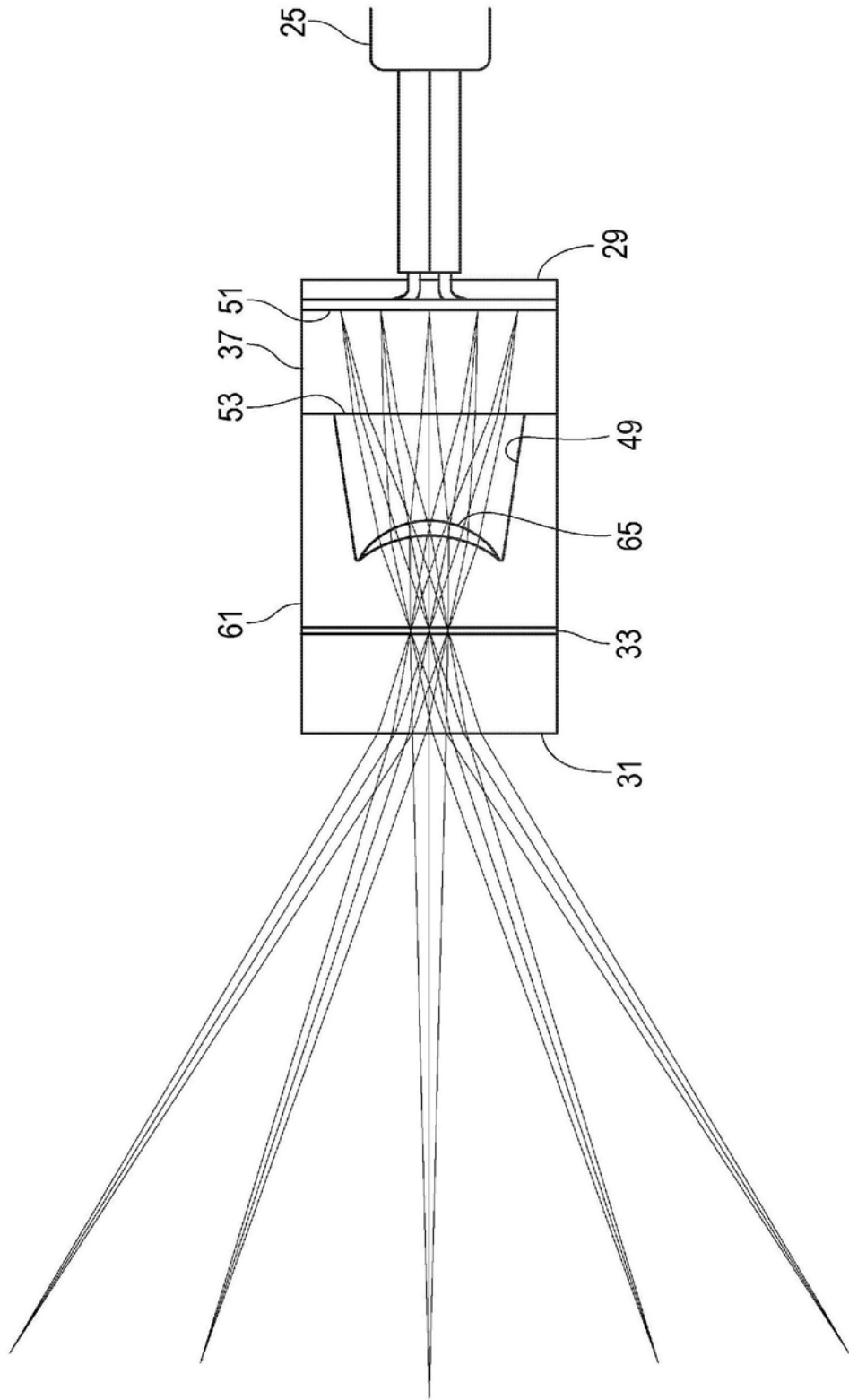


图20

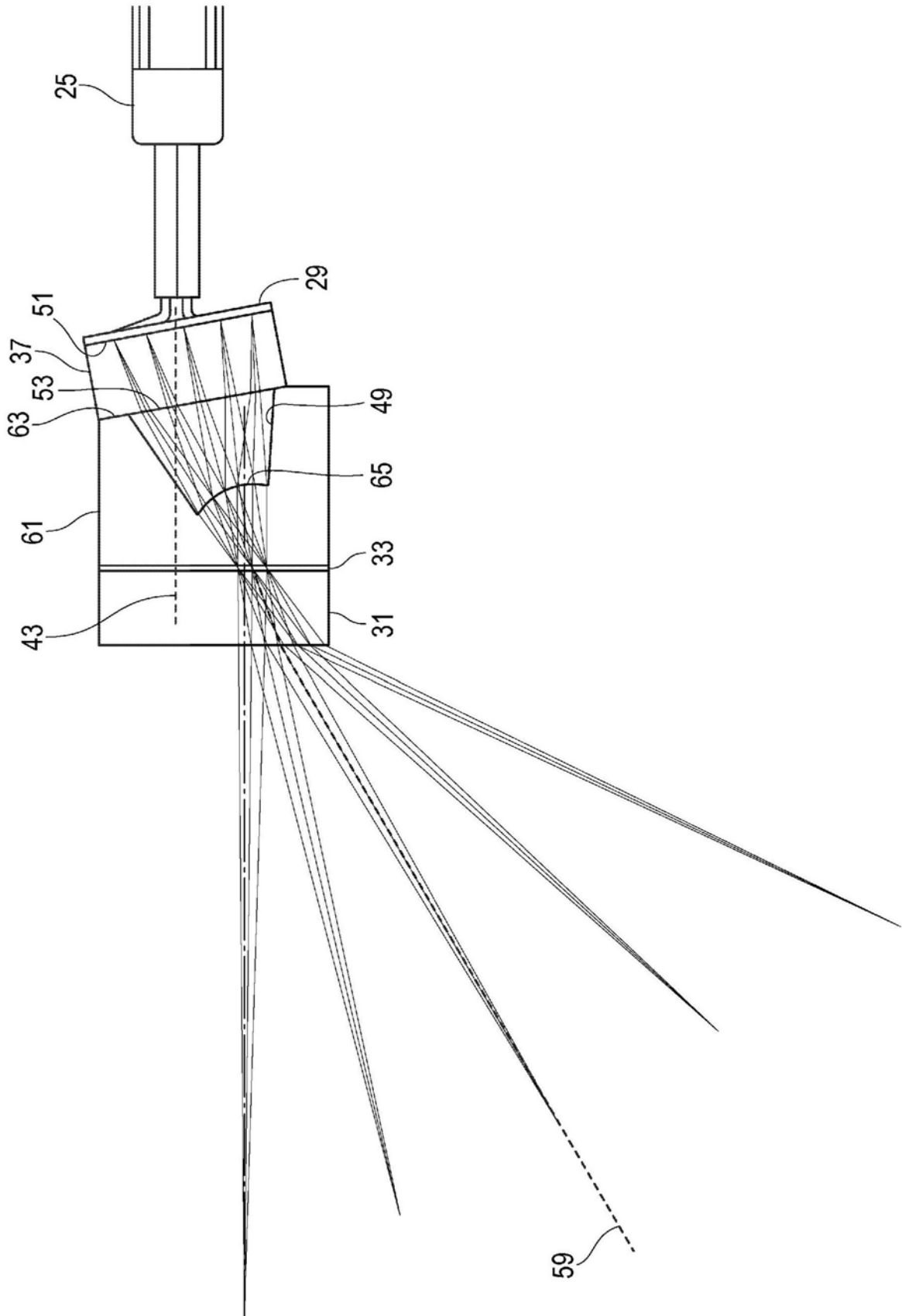


图21

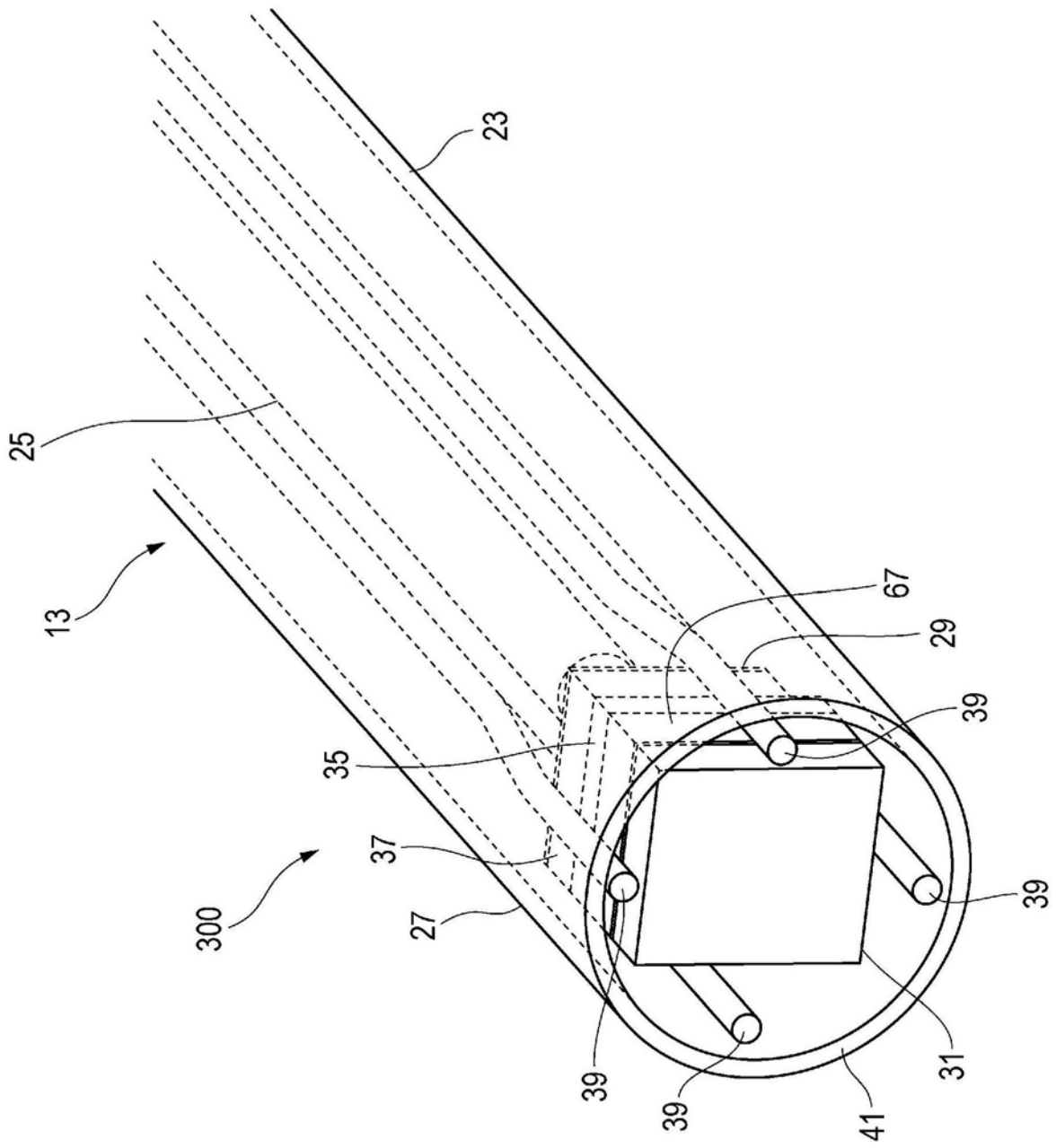


图22

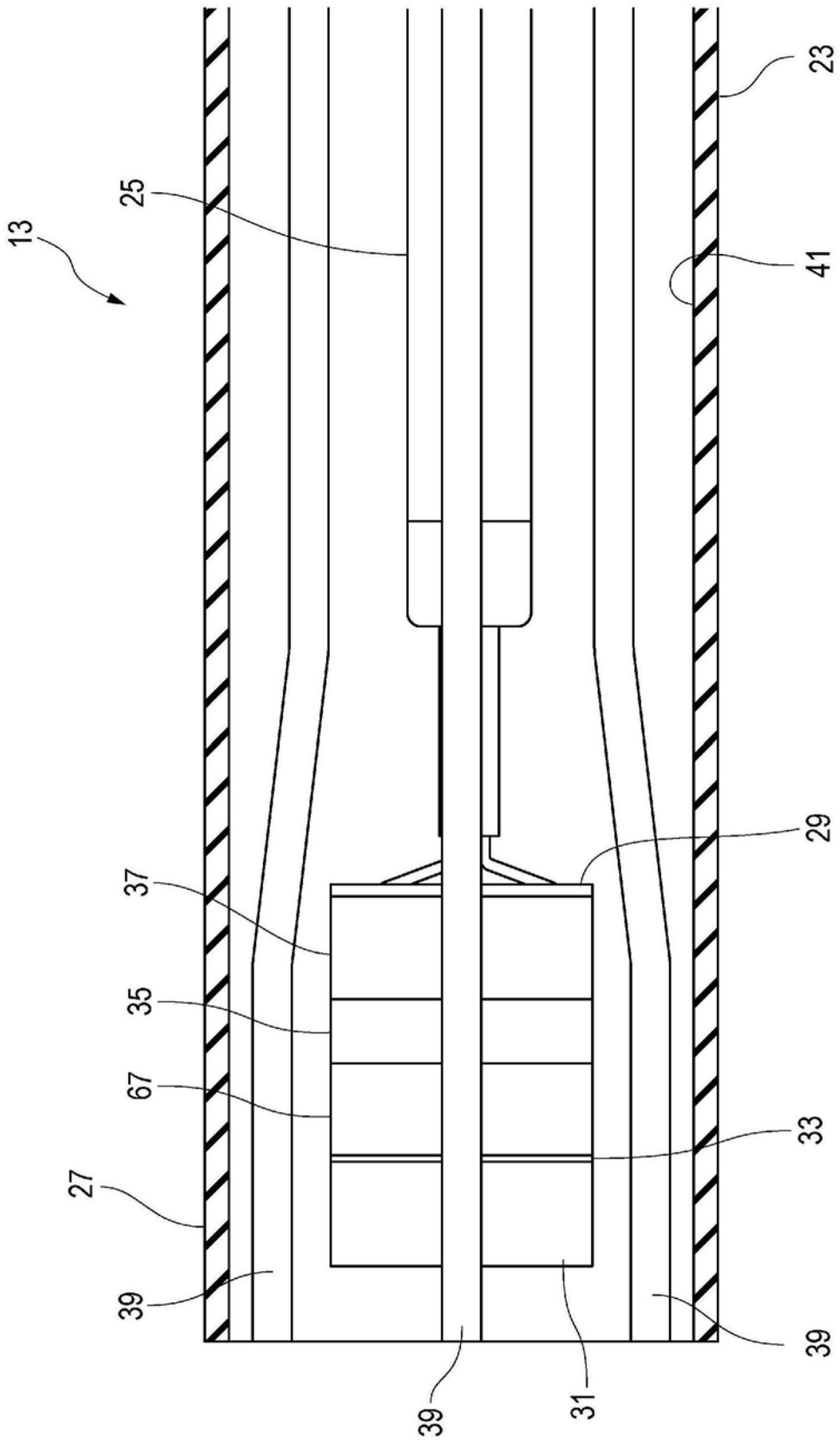


图23

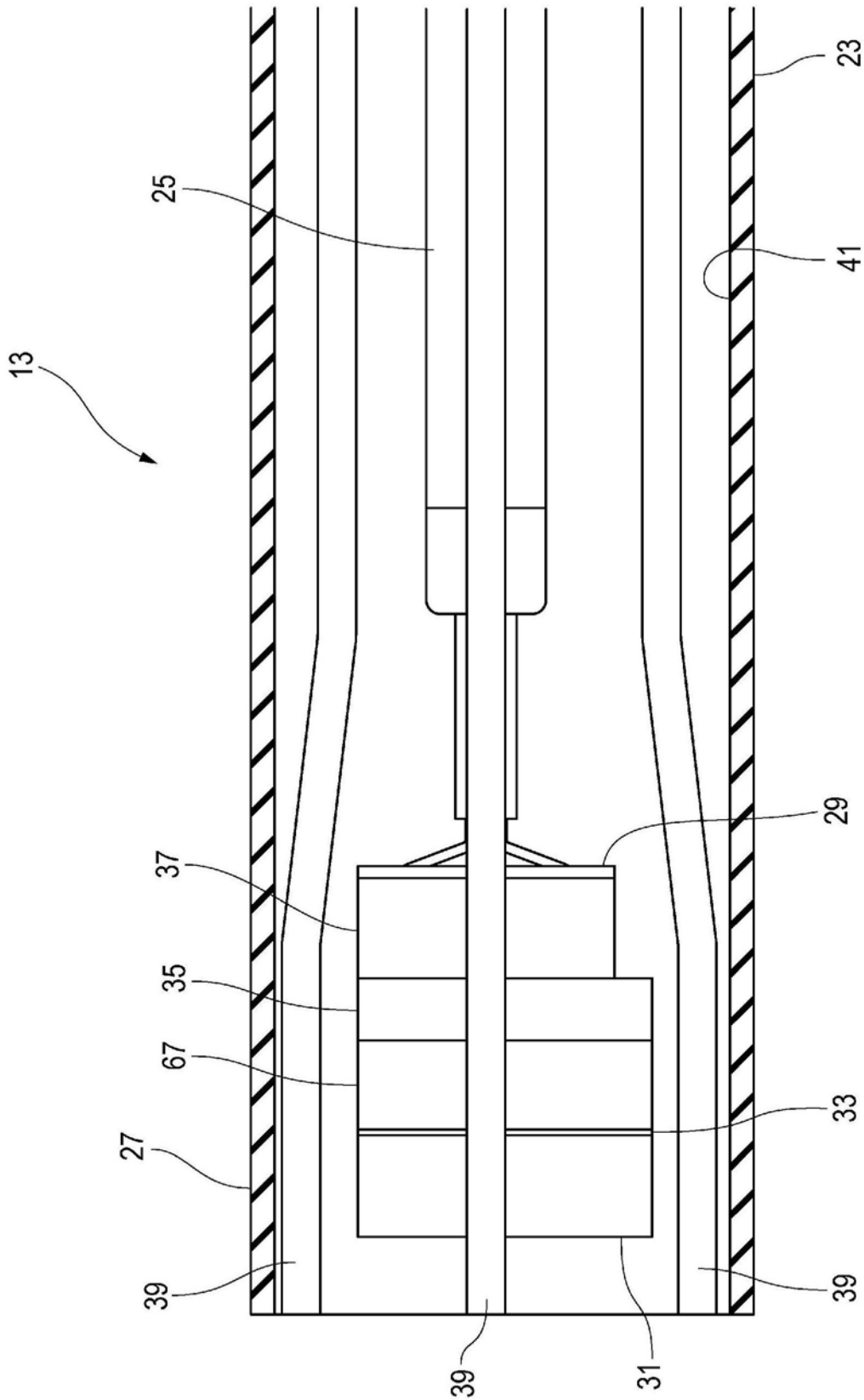


图24

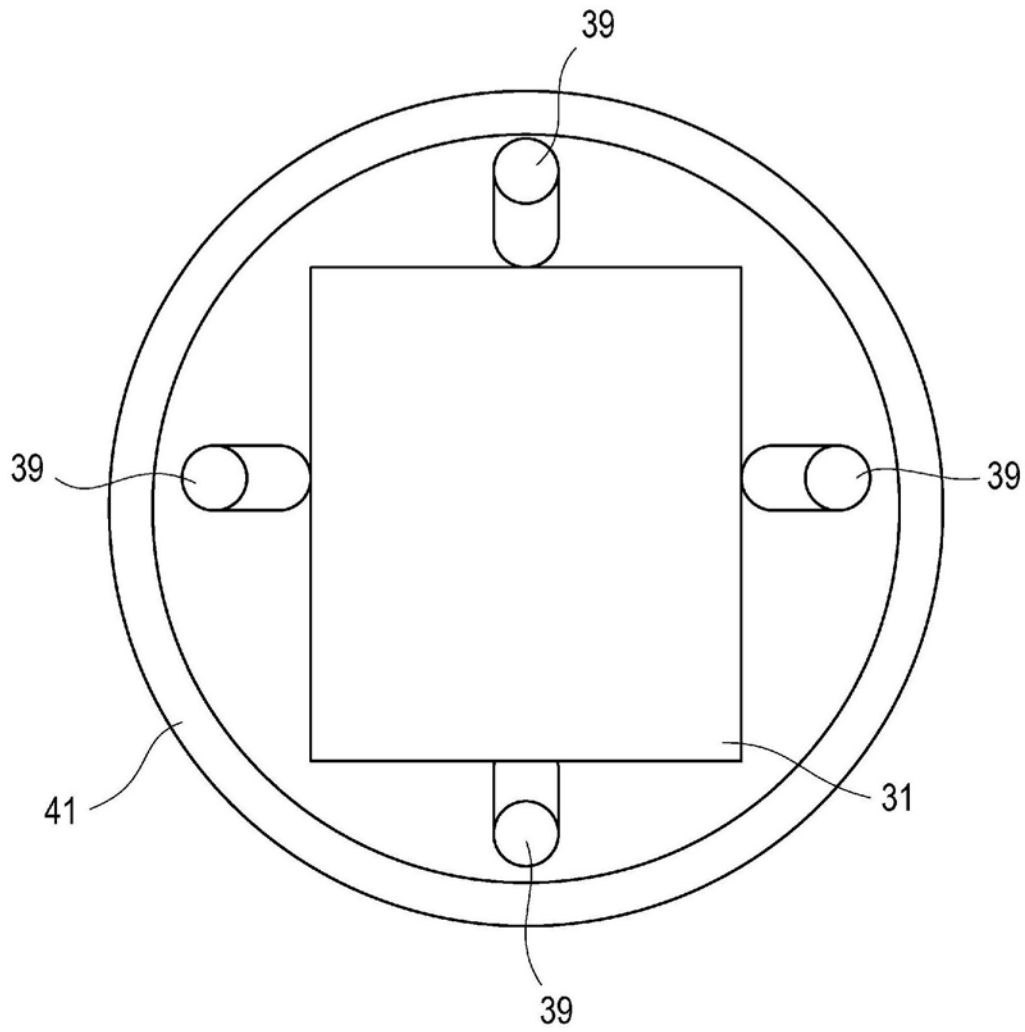


图25

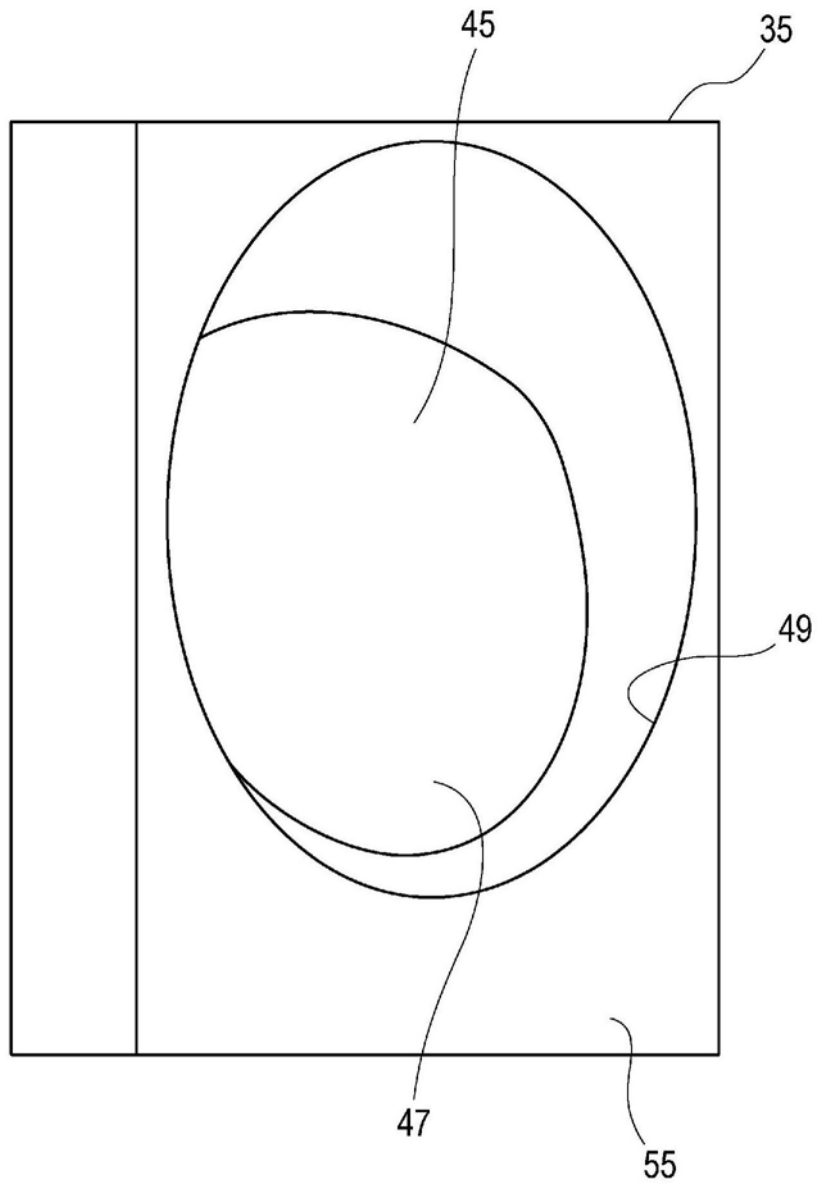


图26

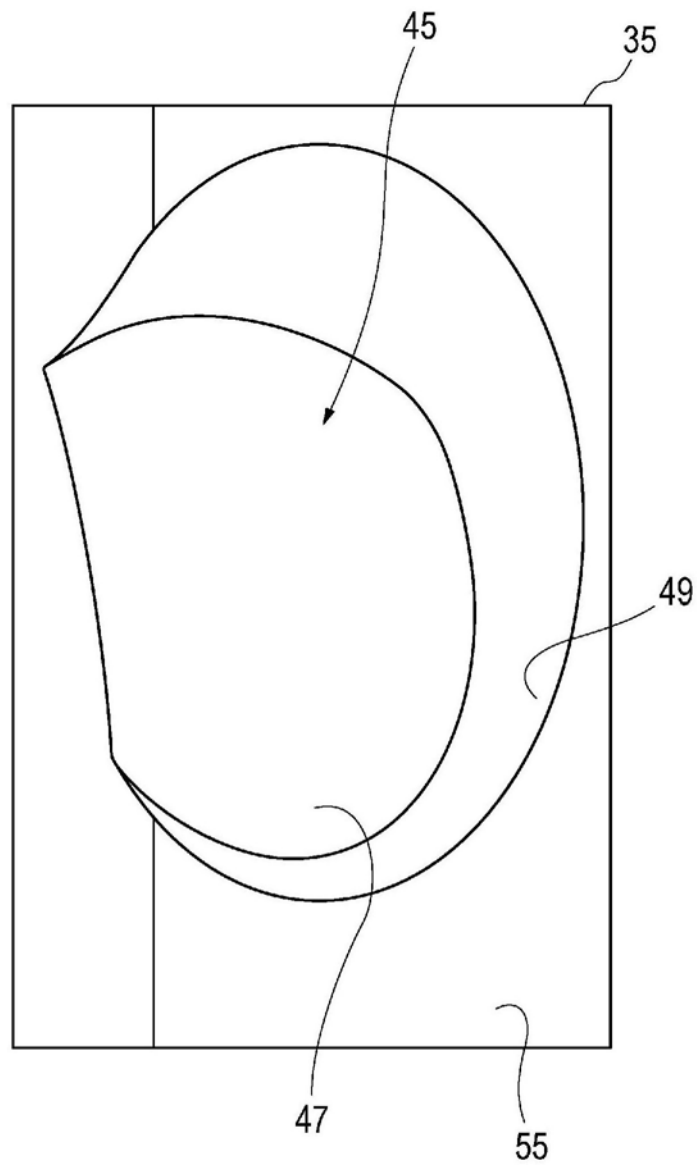


图27

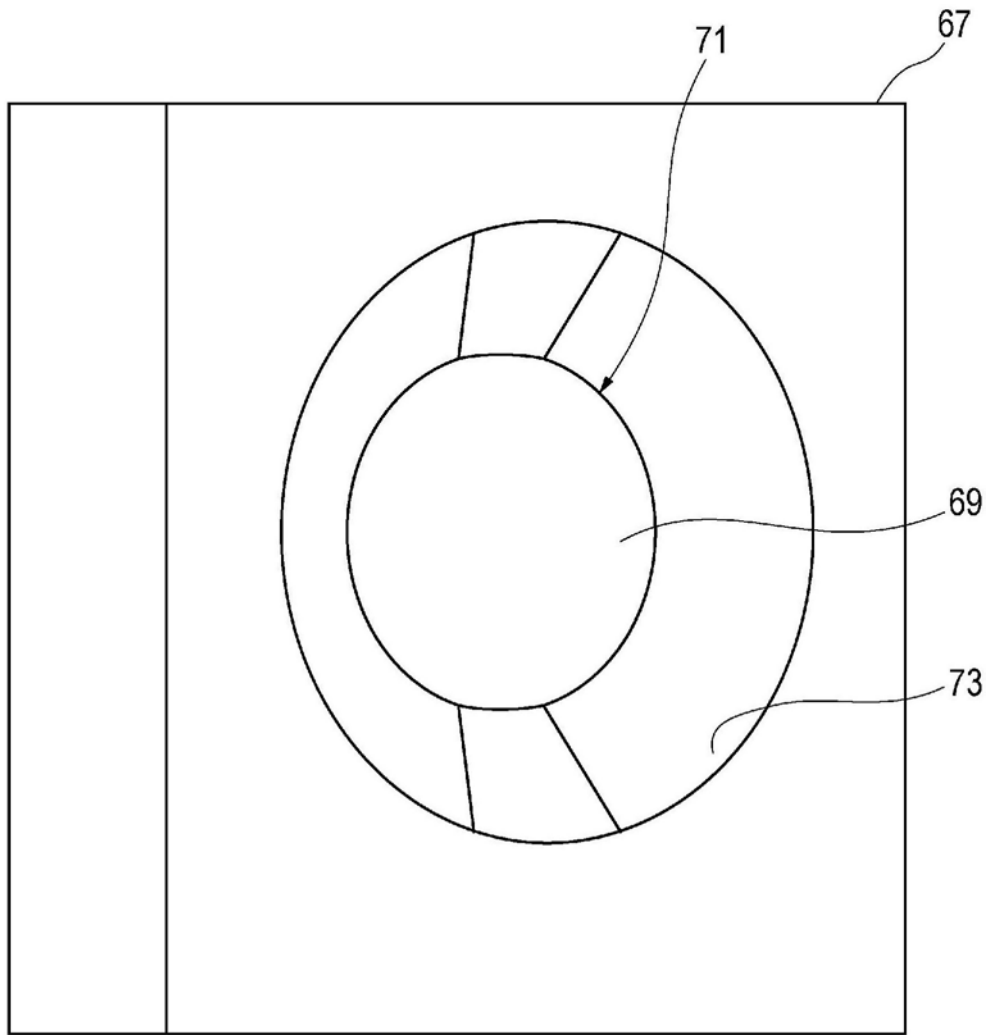


图28

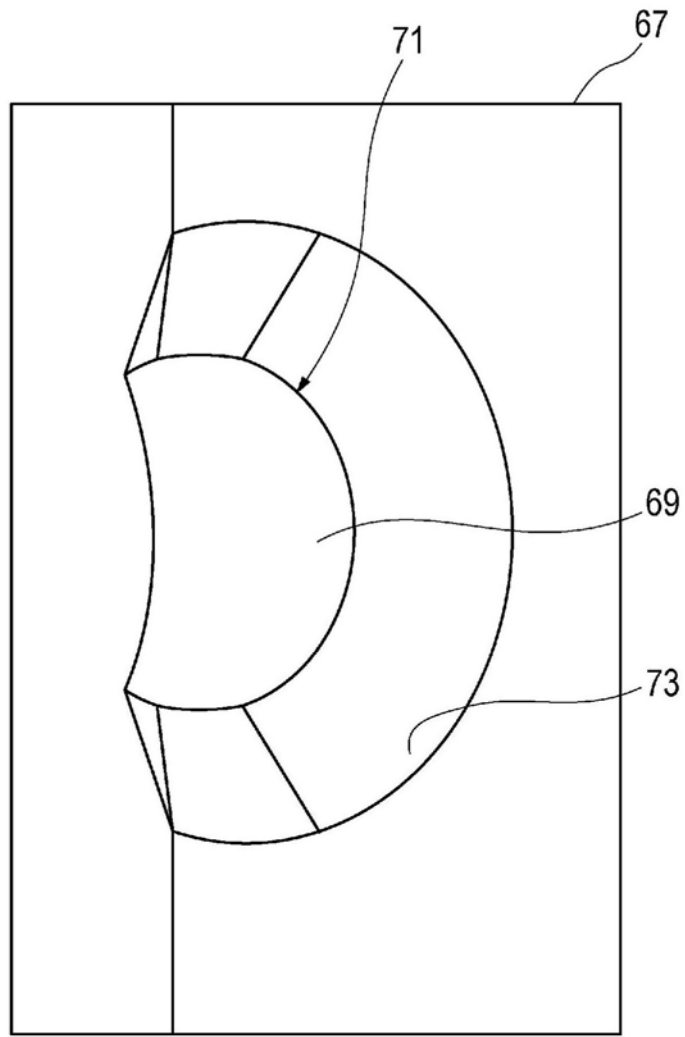


图29

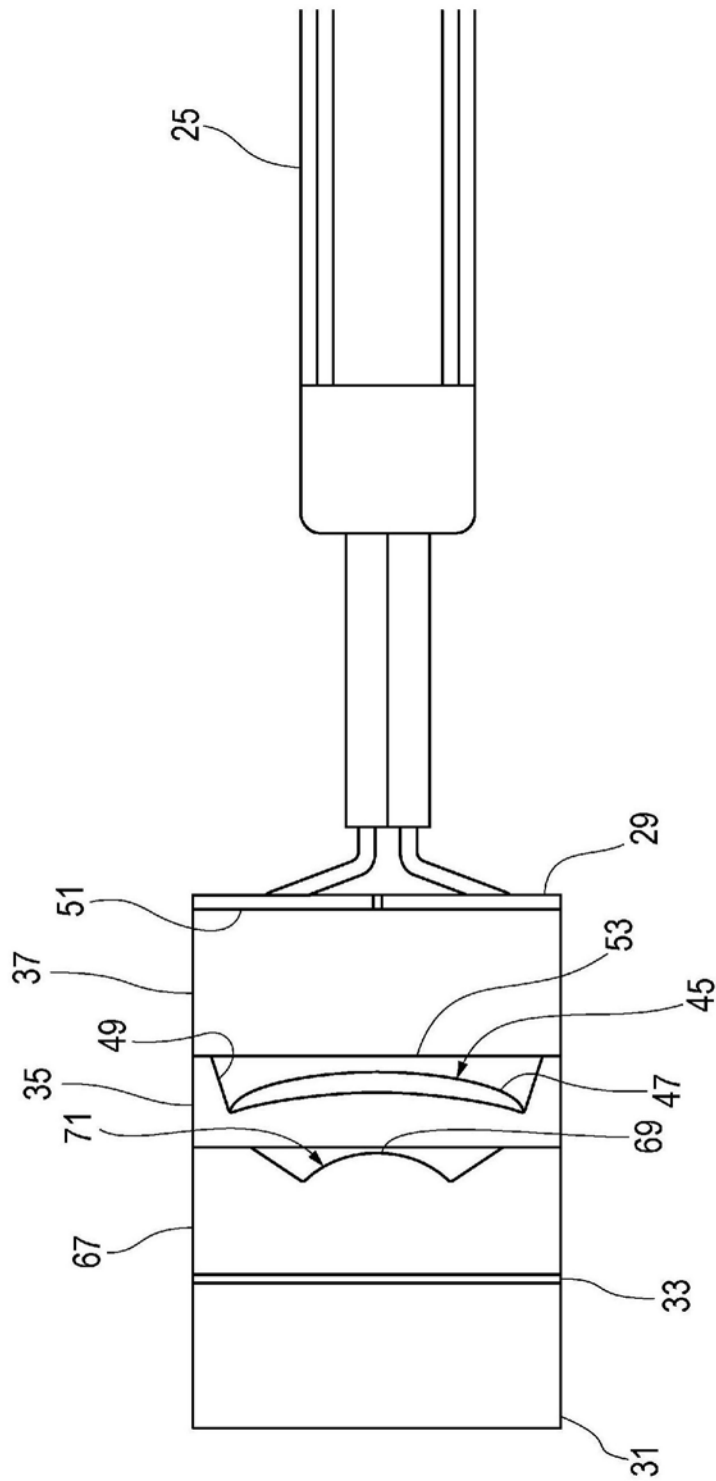


图30

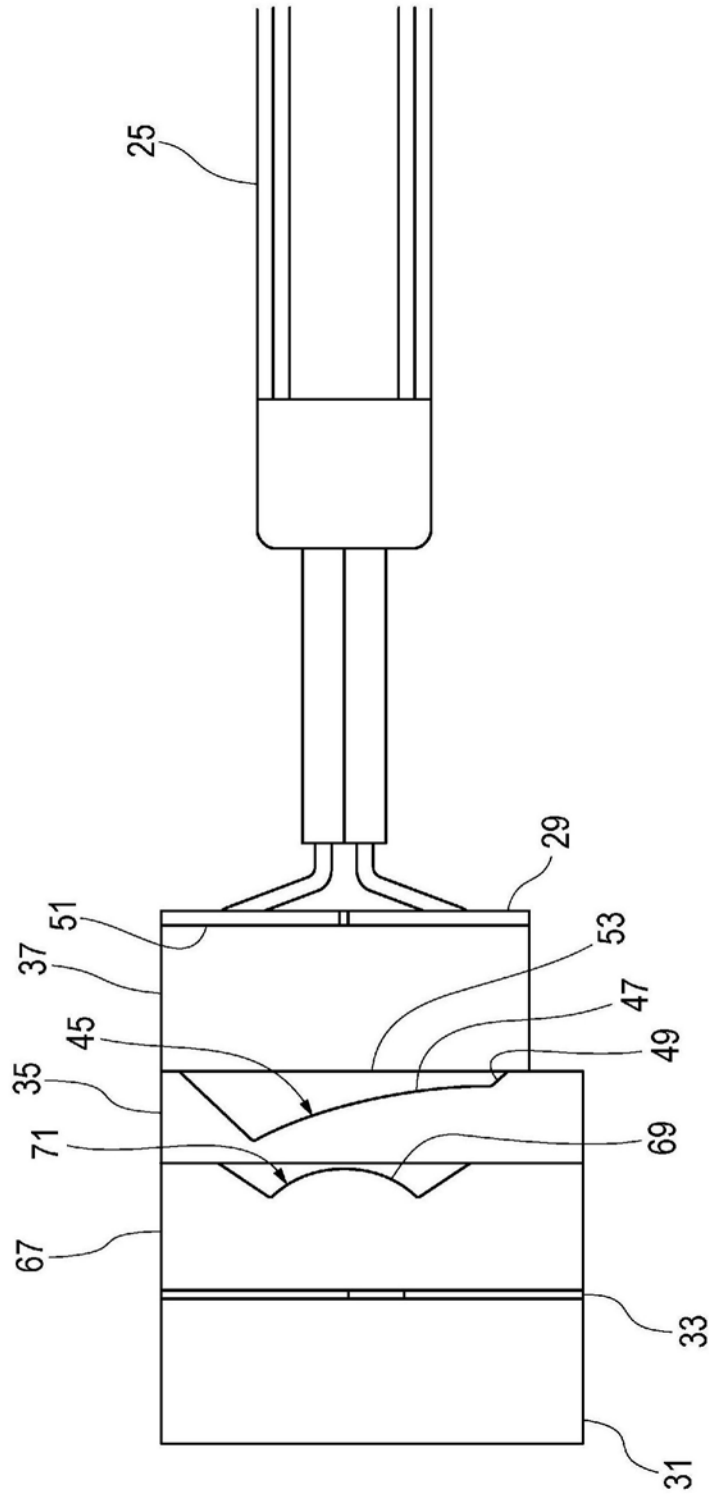


图31

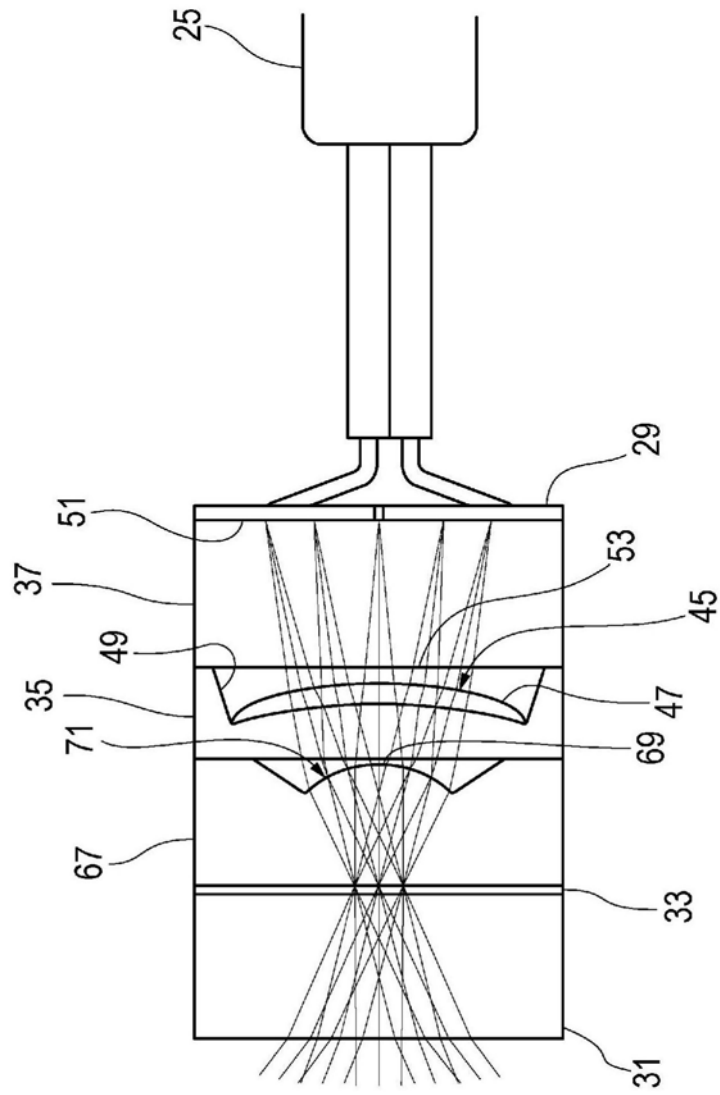


图32

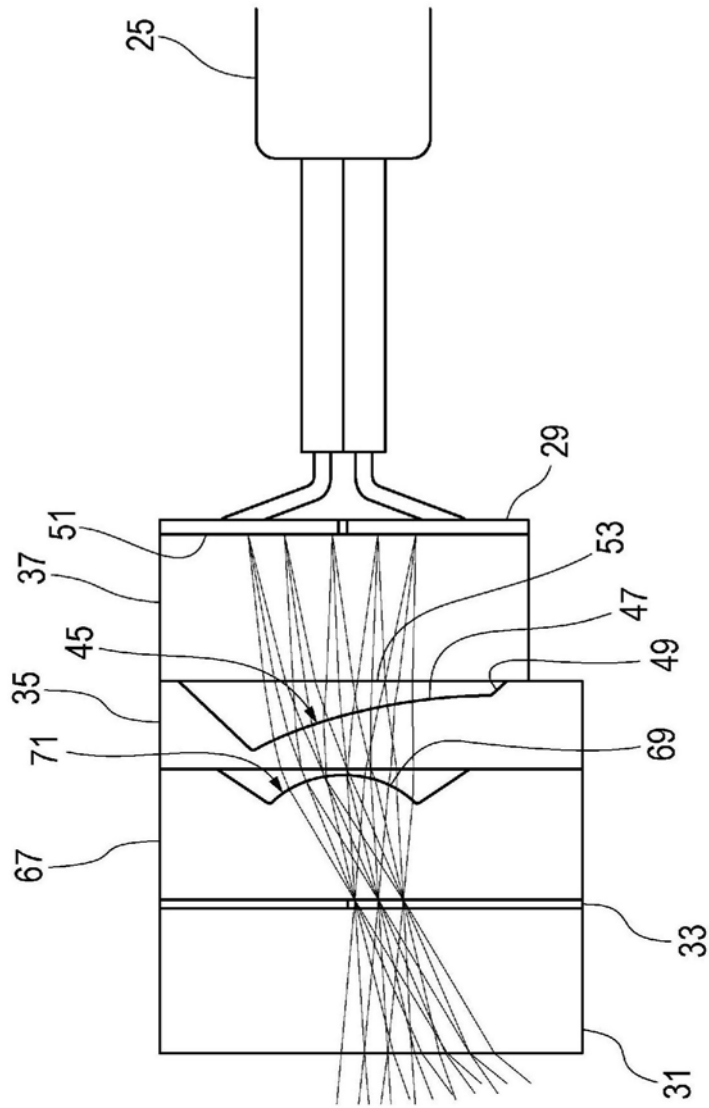


图33

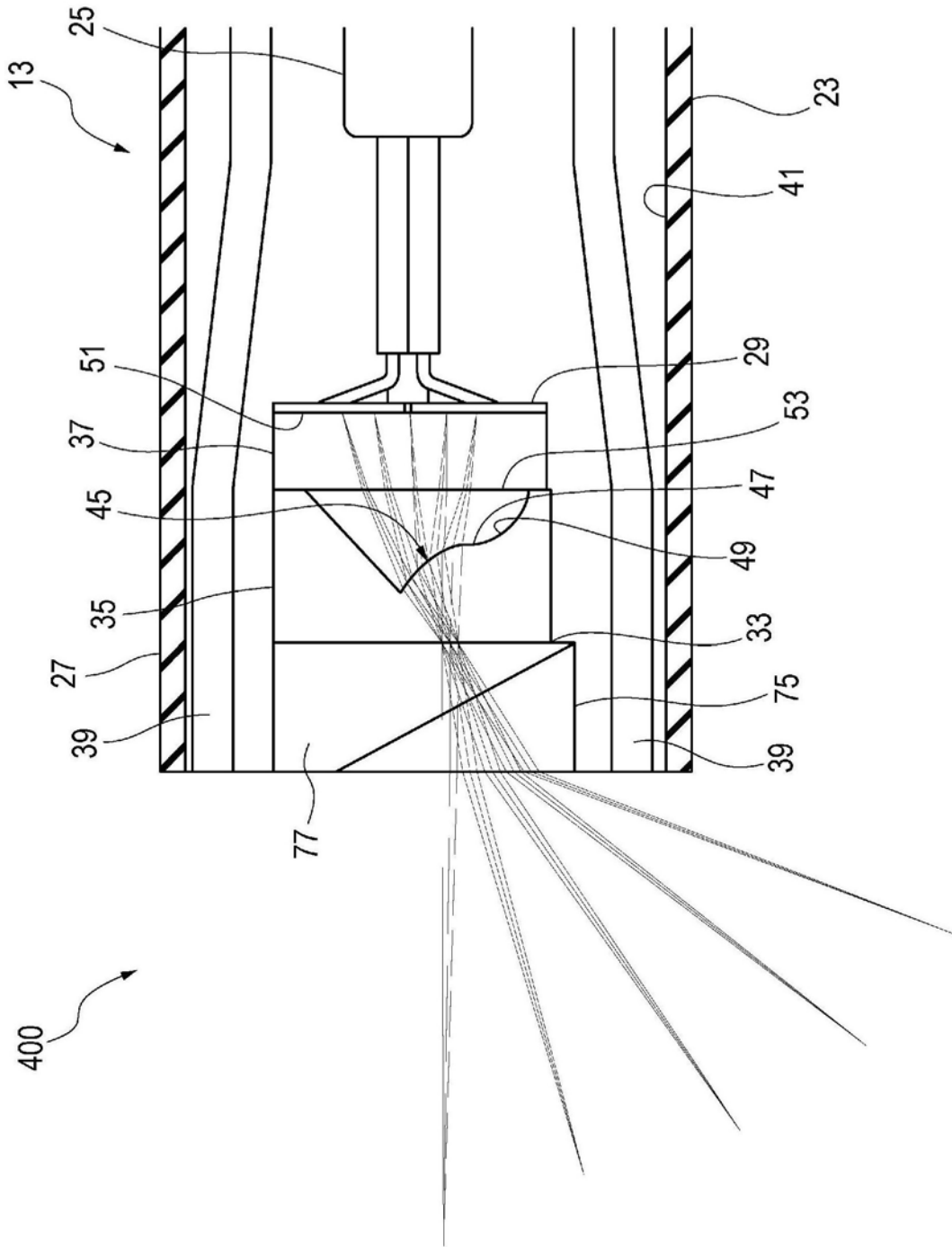


图34

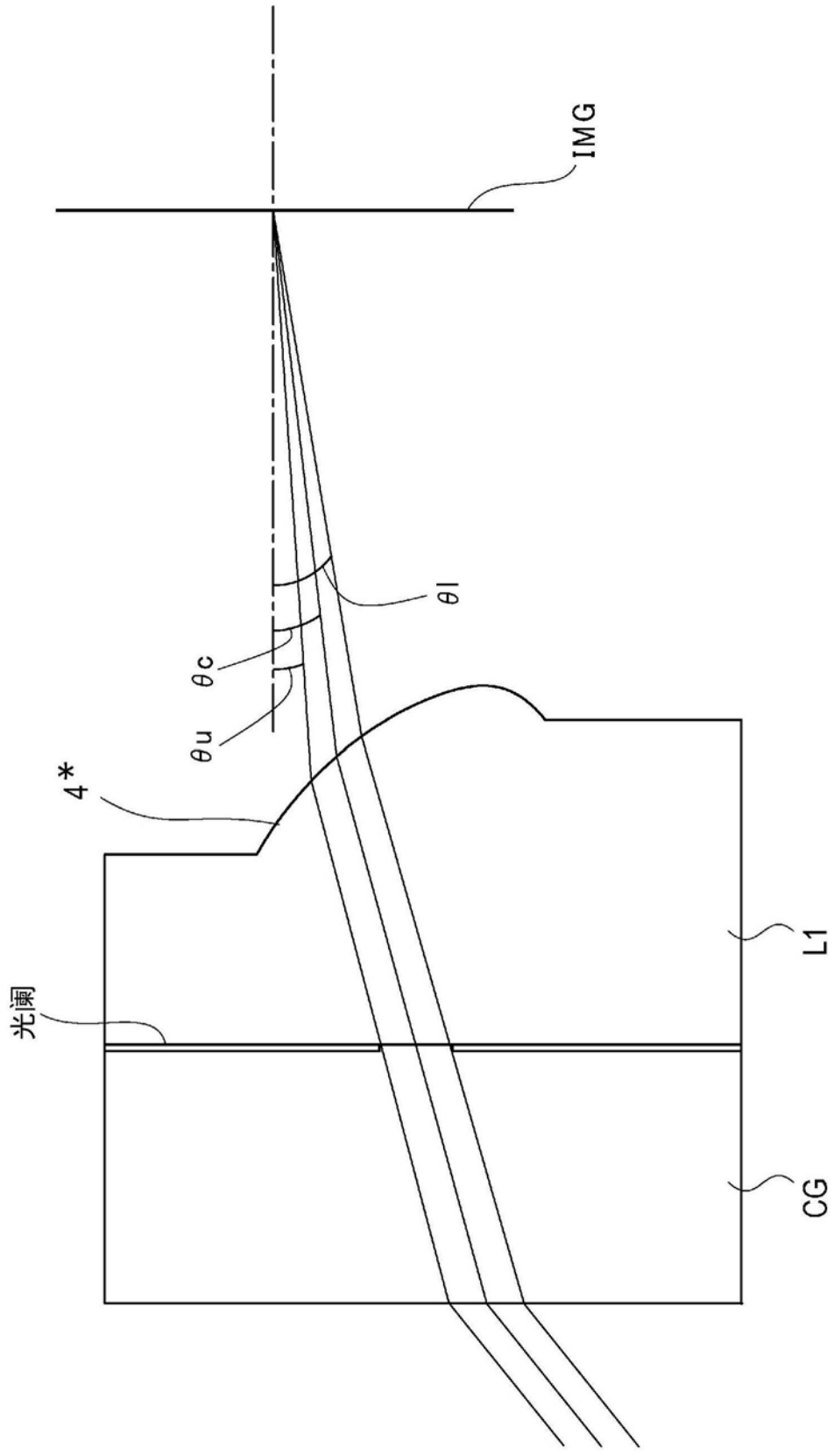


图35

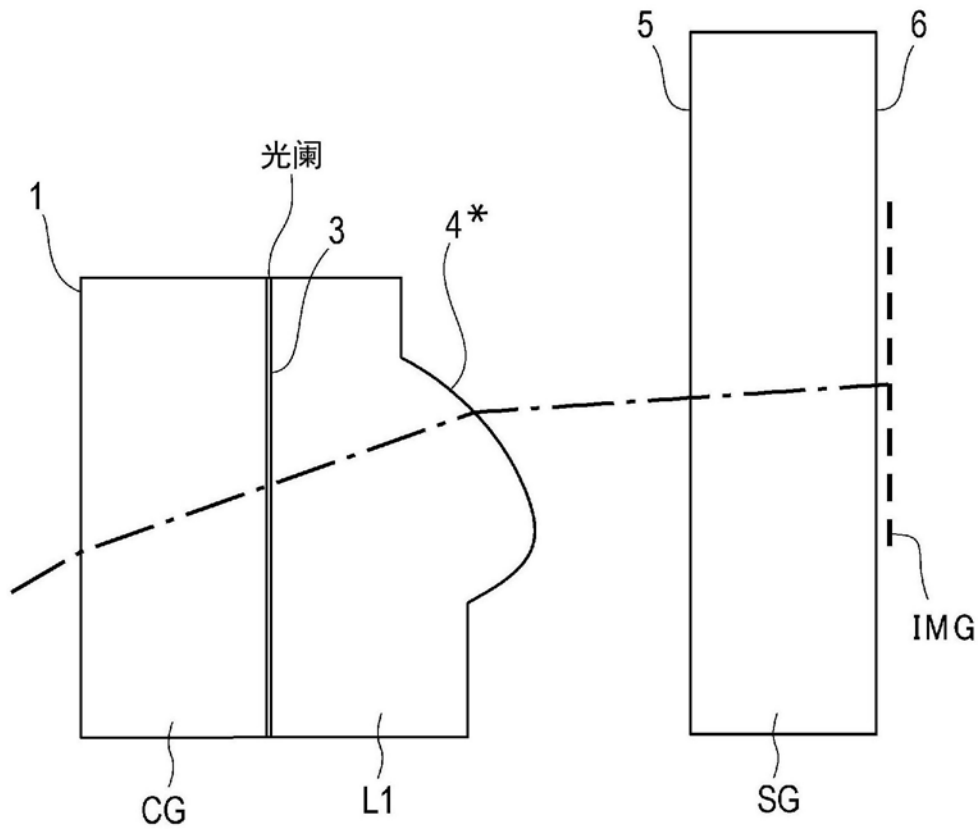


图36

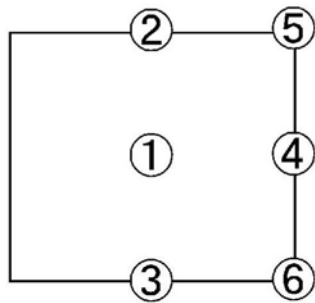


图37

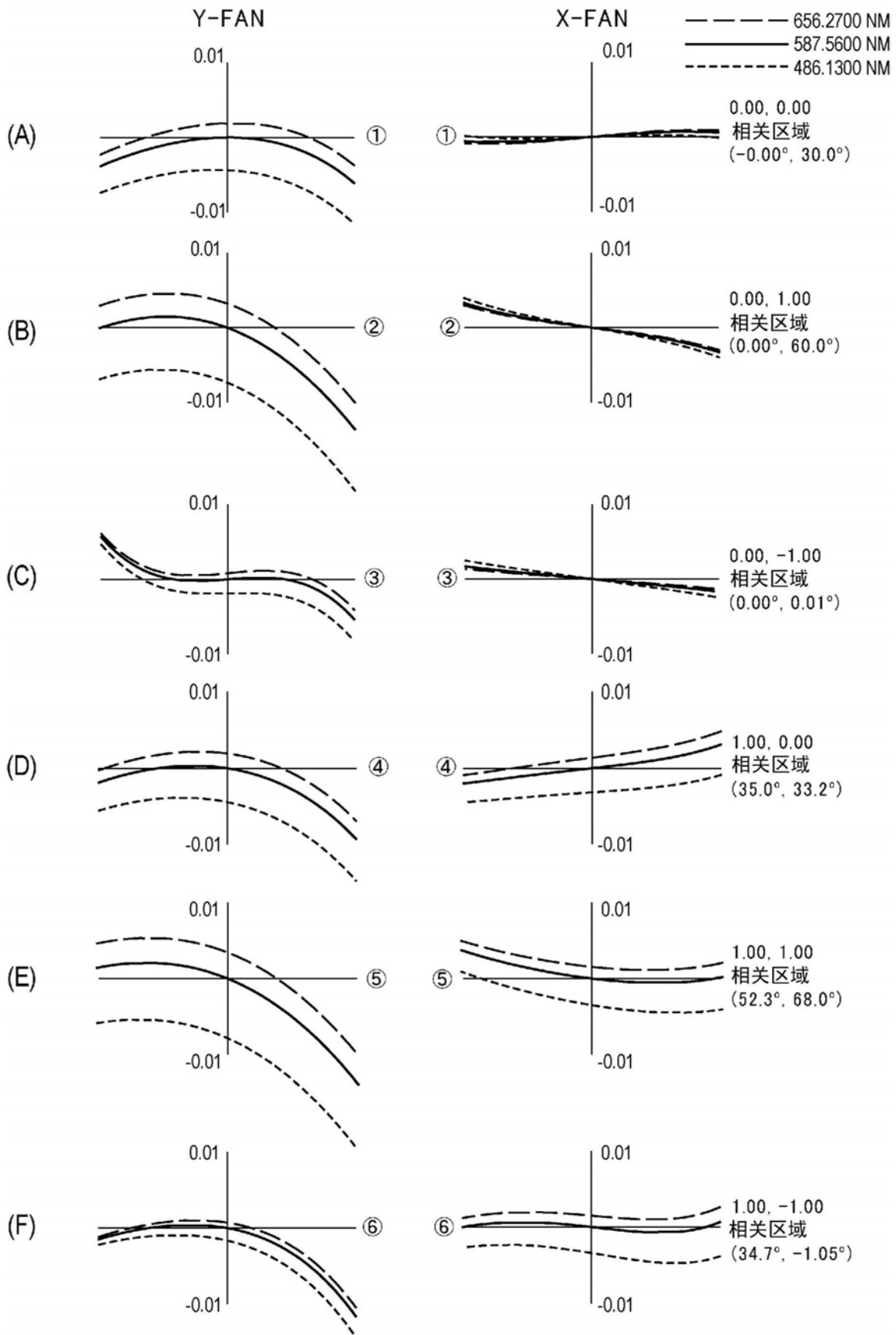


图38

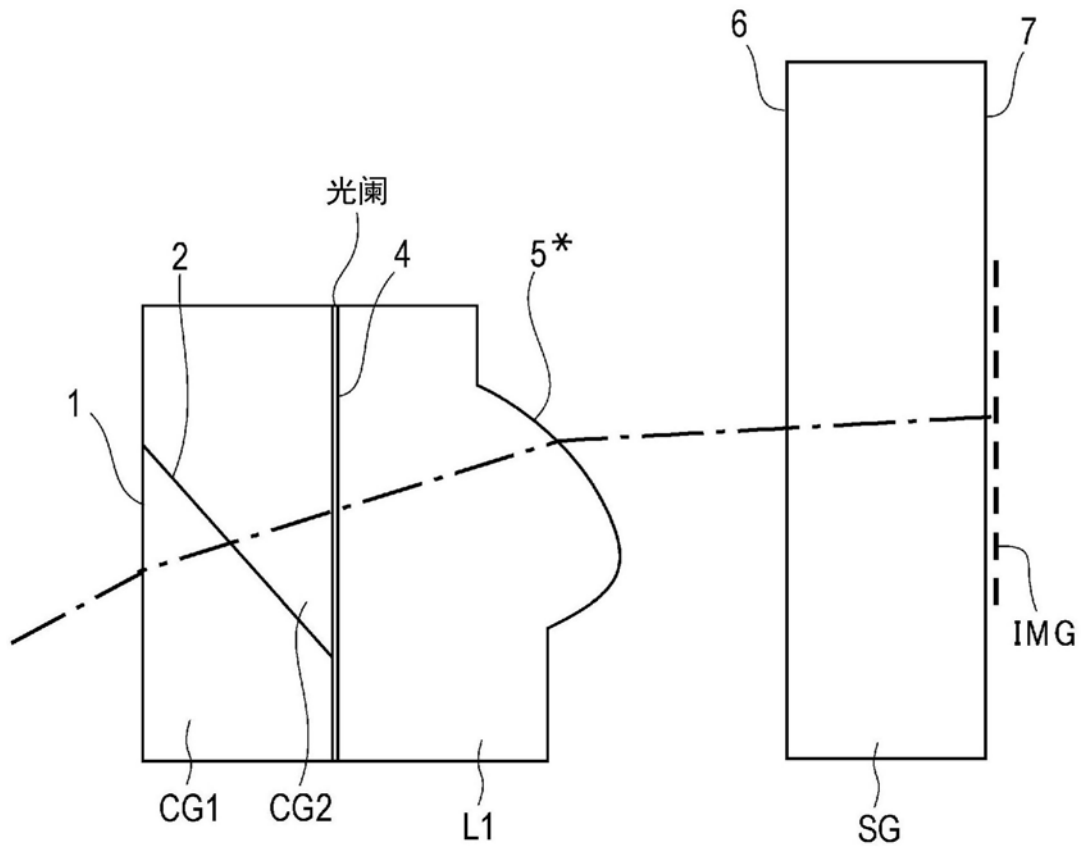


图39

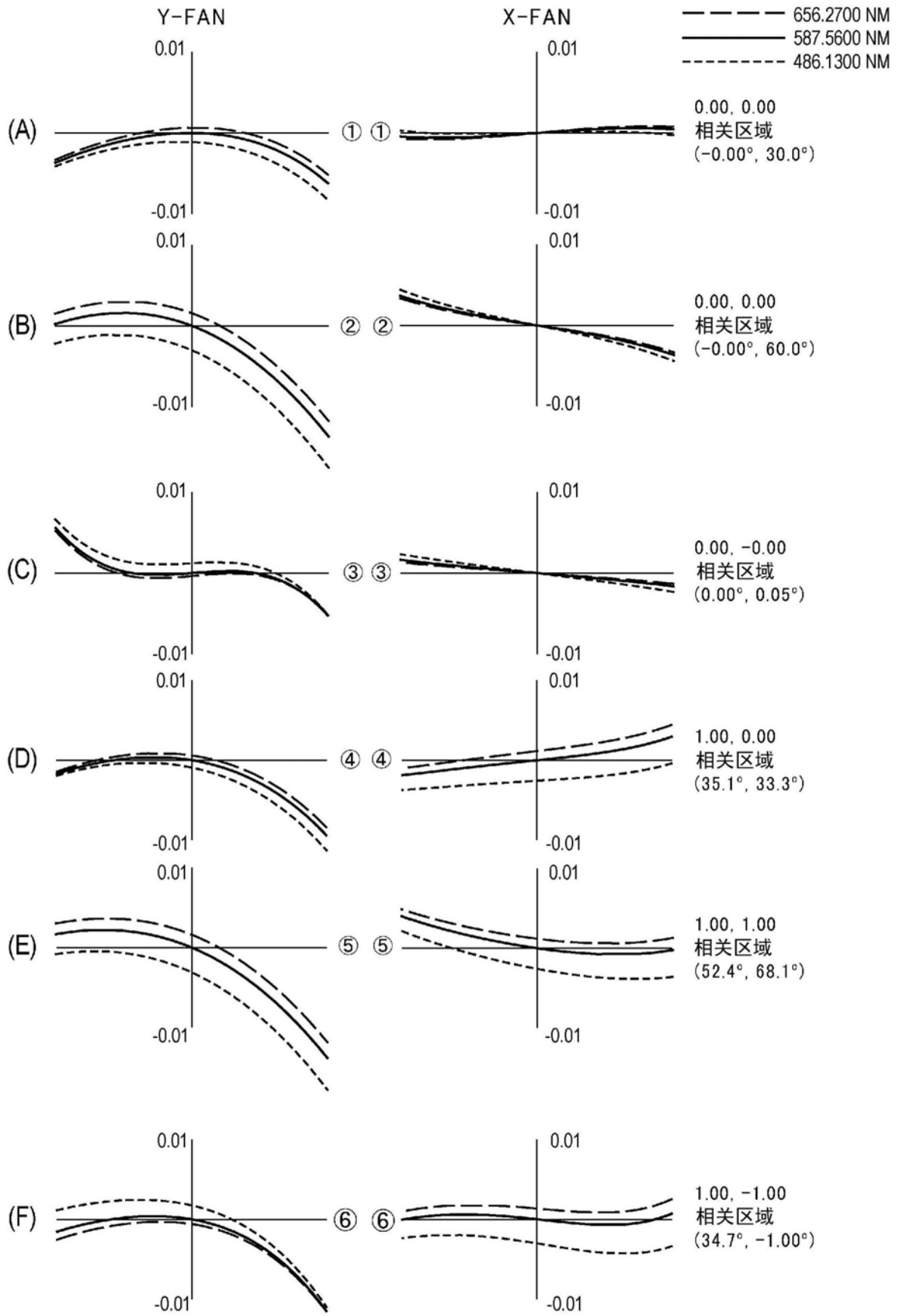


图40

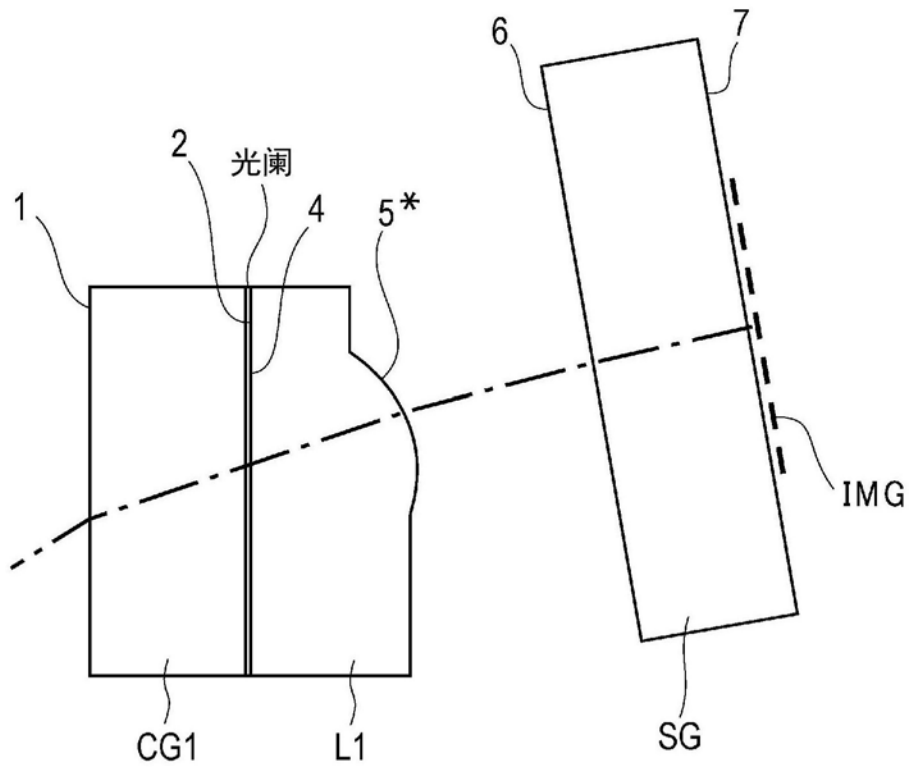


图41

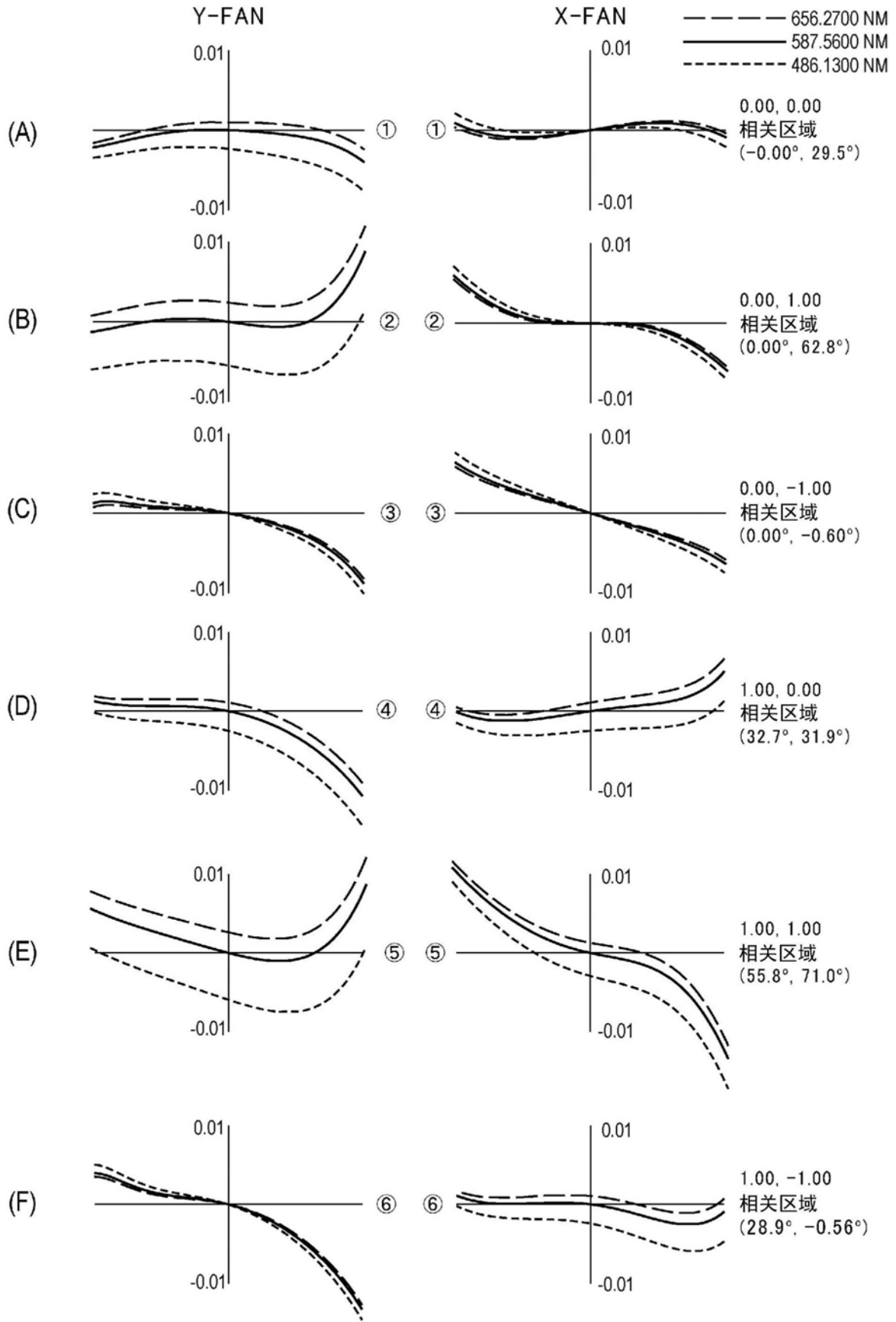


图42

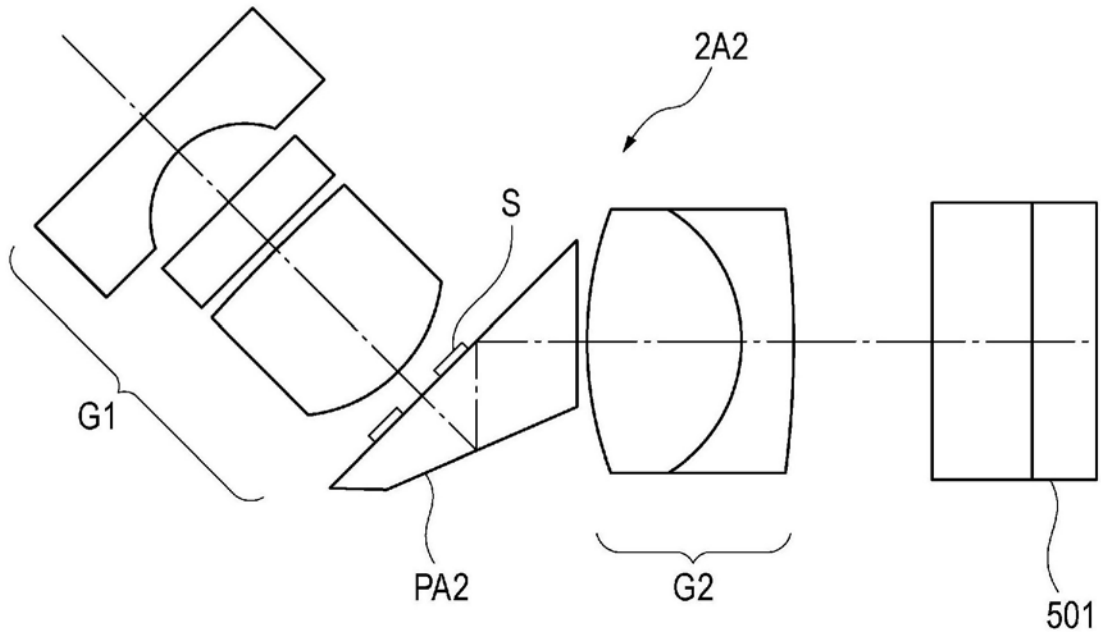


图43

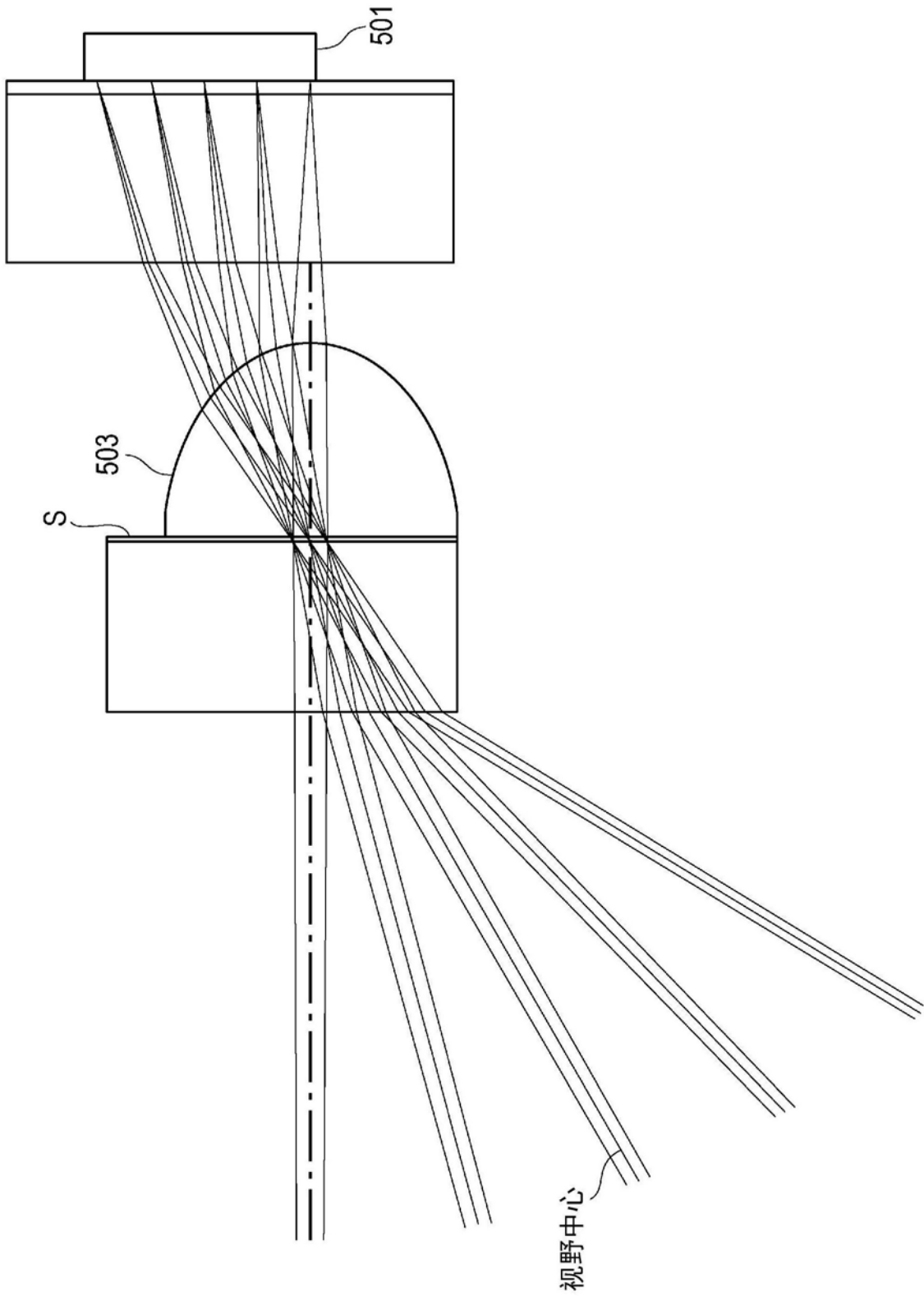


图44

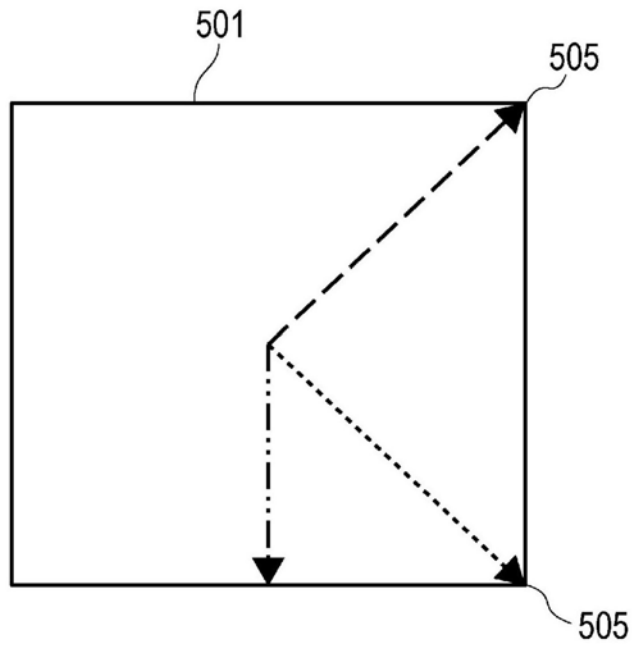


图45

摄像元件入射角

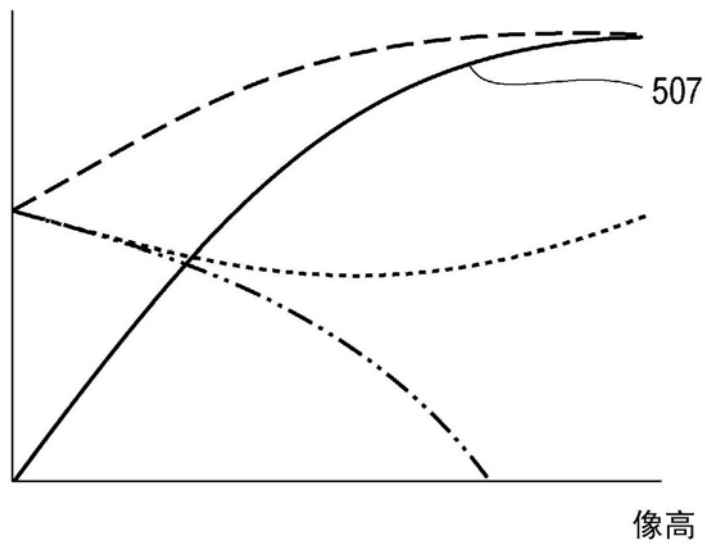


图46

专利名称(译)	斜视内窥镜及摄像系统		
公开(公告)号	CN109521558A	公开(公告)日	2019-03-26
申请号	CN201811084442.3	申请日	2018-09-17
申请(专利权)人(译)	松下知识产权经营株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下知识产权经营株式会社		
[标]发明人	末吉正史 畑濑雄一		
发明人	末吉正史 畑濑雄一		
IPC分类号	G02B23/24 A61B1/00 A61B1/04 H04N5/232		
CPC分类号	A61B1/00163 A61B1/04 G02B23/243 G02B23/2484 H04N5/23229 A61B1/00009 A61B1/00096 A61B1/00179 A61B1/051 A61B1/07 G02B23/2423 H04N5/2254 H04N2005/2255 A61B1/00195 A61B1/05 H04N9/04517		
代理人(译)	刘婷		
优先权	2017179424 2017-09-19 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明能够抑制部件个数且实现小型化，使视野方向倾斜。在斜视内窥镜(100)中设置有：光阑(33)，其使来自物体的光线中的来自斜视方向的光线穿过；摄像元件(29)，其基于穿过光阑(33)的光线的成像进行拍摄；透镜(35)，其设置在光阑(33)与摄像元件(29)之间，且具有使穿过光阑(33)的来自斜视方向的光线中的至少视野中心的光线相对于摄像元件(29)的中心大致垂直地入射而成像的透镜面(45)。

