



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 218866165 U

(45) 授权公告日 2023. 04. 14

(21) 申请号 202222092116.5

(22) 申请日 2022.08.09

(73) 专利权人 青岛海信宽带多媒体技术有限公司

地址 266555 山东省青岛市经济技术开发区前湾港路218号

(72) 发明人 曾威 蔚永军

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限公司 11363

专利代理师 许伟群 孙亚芹

(51) Int. Cl.

G02B 6/42 (2006.01)

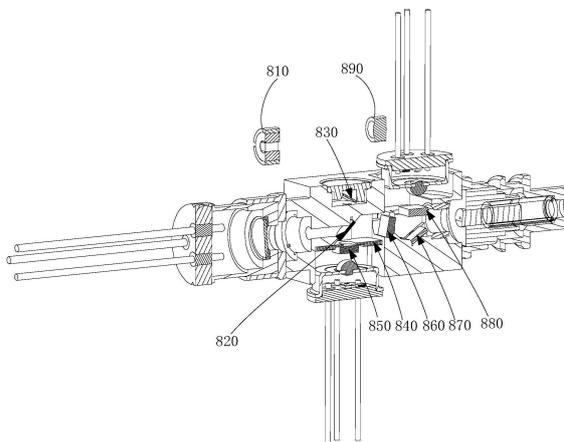
权利要求书3页 说明书18页 附图44页

(54) 实用新型名称

一种光模块

(57) 摘要

本申请提供的光模块中,包括圆方管体、光发射器件、第一光接收器件和第二光接收器件,光发射器件用于发射OTDR发射光,第一光接收器件用于接收在模块外部反射回来的OTDR反射光以实现OTDR监测,圆方管体内体内部设有光隔离器、分光片、吸光片、反射片、第一滤波片、第二滤波片、第三滤波片及第二透镜,为此,圆方管体内分别设有光隔离器容纳腔、分光片容纳腔、吸光片设置区、反射片容纳腔、第一滤波片设置区、第二滤波片容纳腔、第三滤波片容纳腔及第二透镜容纳腔;本申请实施例所提供圆方管体,通过合理设计以同时设置各光学器件,进而在同一管体内同时设置光发射器件、第一光接收器件及第二光接收器件。



1. 一种光模块,其特征在于,包括:

电路板;

光收发组件,与所述电路板电连接,包括:

圆方管体;

光发射器件,与所述圆方管体的第一管口连接,用于发射OTDR发射光至所述圆方管体内,所述OTDR发射光用于OTDR检测;

第一光接收器件,设于所述圆方管体的第二管口内,用于接收光模块外部反射回来的、波长为第一波长的OTDR反射光,所述OTDR反射光用于OTDR检测;

第二光接收器件,设于所述圆方管体的第三管口内,用于接收来自光模块外部的、波长为第二波长的OSC数据光;

光学组件,设于所述圆方管体的内腔中,包括光隔离器、分光片、吸光片、第一滤波片、反射片、第二滤波片及第三滤波片;

光纤适配器,与所述圆方管体的第五管口连接,用于连接外部光纤;

所述圆方管体,侧壁上分别设有所述第一管口、所述第二管口、所述第三管口、第四管口及所述第五管口,内部分别设有:

第一空腔,设于所述第一管口内,用于使所述光发射器件与所述光隔离器相避让;

隔离器容纳腔,设于所述第一管口内,用于设置所述光隔离器;

分光片容纳腔,设于所述圆方管体的第一倾斜面上,包括抵持面、支撑面及贴持面;

所述抵持面,为第二倾斜面凹陷形成的一侧壁,与所述分光片表面连接,

所述支撑面,为所述第二倾斜面凹陷形成的一侧壁,与所述分光片表面连接,与所述抵持面垂直以形成第一直角卡槽,所述第一直角卡槽用于嵌设所述分光片;

所述贴持面,为所述第二倾斜面凹陷形成的一侧壁,与所述分光片表面连接,与所述支撑面垂直以形成第二直角卡槽,所述第二直角卡槽用于嵌设所述分光片;

所述第二管口,内周嵌设有挡板,所述挡板包括:

第一透光孔,沿所述挡板上表面向下凹陷至贯穿所述挡板而形成,用于使所述OTDR反射光经所述分光片的分光穿过,以射向所述第一滤波片;

安装槽,沿所述挡板下表面上凹陷、朝向所述挡板外周延伸且相对于所述第一透光孔更延伸而形成,用于设置所述第一滤波片;

第二滤波片容纳腔,用于设置所述第二滤波片;

反射片容纳腔,用于设置所述反射片;第三滤波片容纳腔,用于设置所述第三滤波片;

第二透镜容纳腔,设于所述第五管口处;

第二空腔,设于所述第五管口处,用于为所述光纤适配器的耦合提供可调空间;

所述第四管口,设有吸光片支架容纳腔,所述吸光片支架容纳腔用于嵌设所述吸光片,所述吸光片支架包括柱体和盖板;

所述吸光片支架容纳腔,包括呈台阶设置的柱体容纳腔及盖板容纳腔;

所述柱体容纳腔,与所述柱体相适应以设置所述柱体;

所述盖板容纳腔,与所述盖板相适应以设置所述盖板。

2. 根据权利要求1所述的光模块,其特征在于,

第二滤波片容纳腔,包括第二倾斜面和第三倾斜面;

所述第二倾斜面,与所述第二滤波片一表面连接,设为U型倾斜面,且中空设有第四透光孔,所述第四透光孔用于使OTDR发射光在到达第二滤波片860时穿过;

所述第三倾斜面,与所述第二滤波片另一表面连接,设于所述第二倾斜面端部;

反射片容纳腔,包括第四倾斜面和第五倾斜面;

所述第四倾斜面,与所述反射片一表面连接,设为U型倾斜面,且中空设有第四空腔,所述第四空腔用于使所述OTDR发射光经所述分光片的反射光进行漫反射;

所述第五倾斜面,与所述反射片另一表面连接;

第三滤波片容纳腔,包括相对设置的第一平台和第二平台,所述第三滤波片跨接于所述第一平台和所述第二平台。

3. 根据权利要求1所述的光模块,其特征在于,所述光发射器件内设有激光芯片和第一透镜;

所述第一透镜,用于将所述激光芯片产生的OTDR发射光从发散光转化为平行光;

所述光隔离器,设于所述第一管口内,用于阻止所述OTDR发射光的反射光、所述OTDR反射光经所述分光片后的透射光返回至所述光发射器件内;

所述分光片,设于所述OTDR发射光的传输光路上,用于对所述OTDR发射光透射及反射,以分别得到OTDR发射光第一分光及OTDR发射光第二分光,还用于对所述OTDR反射光透射及反射,以分别得到OTDR反射光第一分光及OTDR反射光第二分光;

所述吸光片,通过吸光片支架设于所述第四管口内,用于吸收所述OTDR发射光第二分光,以防止所述OTDR发射光第二分光进入所述第一光接收器件内;

第一滤波片,设于所述OTDR反射光经所述分光片后的反射光传输光路上,用于使所述OTDR反射光第二分光透过,以进入所述第一光接收器件内;

第二滤波片,设于所述OTDR发射光第一分光的传输光路上,用于透射所述OTDR发射光第一分光及所述OTDR反射光,并反射所述OSC数据光;

反射片,设于所述OSC数据光经所述第二滤波片后的反射光传输光路上,用于接收所述第二滤波片反射过来的OSC数据光,并对所述OSC数据光进行反射;

第三滤波片,设于所述OSC数据光经所述反射片后的反射光传输光路上,用于接收所述反射片反射过来的OSC数据光,并将所述OSC数据光传输至所述第二光接收器件内;

第二透镜,设于第五管口处,用于将所述OTDR发射光从平行光转化为汇聚光,并将汇聚后的所述OTDR发射光传输至所述光纤适配器内;还用于将所述OTDR反射光、所述OSC数据光从发散光转化为平行光,以进入所述圆方管体内。

4. 根据权利要求2所述的光模块,其特征在于,所述柱体上设有安装面;

所述安装面,由所述柱体相对较长的一端以倾斜角度朝向所述盖板凹陷而形成;

所述安装面,相对于所述盖板具有倾斜角度以使所述吸光片倾斜设置。

5. 根据权利要求4所述的光模块,其特征在于,所述安装面表面端部设有第一凹槽,所述第一凹槽用于收集贴片时溢出的胶水;

所述第二倾斜面与所述第三倾斜面之间设有第二凹槽;

所述第四倾斜面与所述第五倾斜面之间设有第三凹槽。

6. 根据权利要求1所述的光模块,其特征在于,所述挡板,边缘与所述第二管口之间通过黑胶密封连接,以阻挡所述OTDR发射光第二分光进入所述第一光接收器件内;

所述挡板,表面具有吸收层,以吸收未被所述吸光片吸收的所述OTDR发射光第二分光。

7. 根据权利要求1所述的光模块,其特征在于,所述柱体容纳腔内径相对于所述盖板容纳腔内径更大,所述柱体容纳腔高度相对于所述盖板容纳腔高度更大。

8. 根据权利要求5所述的光模块,其特征在于,所述反射片容纳腔还包括:

连接面,与所述第五倾斜面连接,所述连接面、所述第五倾斜面及所述第三凹槽依次连接形成U型结构。

9. 根据权利要求3所述的光模块,其特征在于,所述第一透镜为准直透镜,所述第二透镜为汇聚透镜。

10. 根据权利要求1所述的光模块,其特征在于,所述第二透镜与所述光纤适配器之间无光学元件。

一种光模块

技术领域

[0001] 本申请涉及光通信技术领域,尤其涉及一种光模块。

背景技术

[0002] 随着光通信发展越来越迅速,光纤铺设越来越多,对光纤资源进行智能监控已经越来越迫切,因此,大多数的光模块都开始内置OTDR(Optical Time Domain Reflectometer,光时域反射)功能,通过OTDR技术对光纤性能进行监测,以判断光纤熔接点、连接器或断裂等事件。OTDR利用其激光光源向被测光纤发送光脉冲,光脉冲在光纤本身及各特征点上会有光信号反射回OTDR,反射回的光信号又通过定向耦合到OTDR的接收器,并在这里转换成电信号,最终在显示屏上显示出结果曲线。

[0003] 光模块中通常设有单纤双向、同波长光收发组件(即BOSA)以实现OTDR功能;在光模块中通常还设有一个ROSA(光接收器件)接收另一波长的数据光,以实现OSC(Optical supervisory channel,光监控信道)功能;一个BOSA+一个ROSA结构的光模块使得光模块尺寸增大,不利于光模块小尺寸发展。如何设计管体以同时实现OTDR功能、OSC功能成为需要考虑的技术问题。

实用新型内容

[0004] 本申请实施例提供一种光模块,以实现在一管体内通过合理设计,以同时实现OTDR功能、OSC功能。

[0005] 本申请实施例提供的光模块,包括:

[0006] 电路板;

[0007] 光收发组件,与所述电路板电连接,包括:

[0008] 圆方管体;

[0009] 光发射器件,与所述圆方管体的第一管口连接,用于发射OTDR发射光至所述圆方管体内,所述OTDR发射光用于OTDR检测;

[0010] 第一光接收器件,设于所述圆方管体的第二管口内,用于接收光模块外部反射回来的、波长为第一波长的OTDR反射光,所述OTDR反射光用于OTDR检测;

[0011] 第二光接收器件,设于所述圆方管体的第三管口内,用于接收来自光模块外部的、波长为第二波长的的OSC数据光;

[0012] 光学组件,设于所述圆方管体的内腔中,包括光隔离器、分光片、吸光片、第一滤波片、反射片、第二滤波片及第三滤波片;

[0013] 光纤适配器,与所述圆方管体的第五管口连接,用于连接外部光纤;

[0014] 所述圆方管体,侧壁上分别设有所述第一管口、所述第二管口、所述第三管口、第四管口及所述第五管口,内部分别设有:

[0015] 第一空腔,设于所述第一管口内,用于使所述光发射器件与所述光隔离器相避让;

[0016] 隔离器容纳腔,设于所述第一管口内,用于设置所述光隔离器;

- [0017] 分光片容纳腔, 设于所述圆方管体的第一倾斜面上, 包括抵持面、支撑面及贴持面;
- [0018] 所述抵持面, 为所述第二倾斜面凹陷形成的一侧壁, 与所述分光片表面连接,
- [0019] 所述支撑面, 为所述第二倾斜面凹陷形成的一侧壁, 与所述分光片表面连接, 与所述抵持面垂直以形成第一直角卡槽, 所述第一直角卡槽用于嵌设所述分光片;
- [0020] 所述贴持面, 为所述第二倾斜面凹陷形成的一侧壁, 与所述分光片表面连接, 与所述支撑面垂直以形成第二直角卡槽, 所述第二直角卡槽用于嵌设所述分光片;
- [0021] 所述第二管口, 内周嵌设有挡板, 所述挡板包括:
- [0022] 第一透光孔, 沿所述挡板上表面向下凹陷至贯穿所述挡板而形成, 用于使所述OTDR反射光经所述分光片的分光穿过, 以射向所述第一滤波片;
- [0023] 安装槽, 沿所述挡板下表面上凹陷、朝向所述挡板外周延伸且相对于所述第一透光孔更延伸而形成, 用于设置所述第一滤波片;
- [0024] 第二滤波片容纳腔, 用于设置所述第二滤波片;
- [0025] 反射片容纳腔, 用于设置所述反射片; 第三滤波片容纳腔, 用于设置所述第三滤波片; 第二透镜容纳腔, 设于所述第五管口处,
- [0026] 第二空腔, 设于所述第五管口处, 用于为所述光纤适配器900的耦合提供可调空间;
- [0027] 所述第四管口, 设有吸光片支架容纳腔, 所述吸光片支架容纳腔用于嵌设所述吸光片, 所述吸光片支架包括柱体和盖板;
- [0028] 所述吸光片支架容纳腔, 包括呈台阶设置的柱体容纳腔及盖板容纳腔;
- [0029] 所述柱体容纳腔, 与所述柱体相适应以设置所述柱体;
- [0030] 所述盖板容纳腔, 与所述盖板相适应以设置所述盖板。
- [0031] 本申请提供的光模块中, 包括圆方管体、光发射器件、第一光接收器件和第二光接收器件, 光发射器件用于发射OTDR发射光, 第一光接收器件用于接收光纤链路中反射回来的OTDR反射光以实现OTDR监测, 第二光接收器件用于接收来自光模块外部的OSC数据光以实现OSC数据传输; 圆方管体内体内部设有光隔离器、分光片、吸光片、反射片、第一滤波片、第二滤波片、第三滤波片及第二透镜, 为此, 圆方管体内分别设有光隔离器容纳腔、分光片容纳腔、吸光片设置区、反射片容纳腔、第一滤波片设置区、第二滤波片容纳腔、第三滤波片容纳腔及第二透镜容纳腔, 其中吸光片通过吸光片支架设于圆方管体内, 因此圆方管体内设有吸光片支架容纳腔, 第一滤波片通过挡板上的安装槽设于圆方管体内, 因此挡板与圆方管体连接。本申请实施例所提供的圆方管体, 通过合理设计以同时设置各光学器件, 进而在同一管体内同时设置光发射器件、第一光接收器件及第二光接收器件, 以在同一管体内同时实现OTDR检测功能、OSC传输功能。

附图说明

- [0032] 为了更清楚地说明本公开中的技术方案, 下面将对本公开一些实施例中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例的附图, 对于本领域普通技术人员来讲, 还可以根据这些附图获得其他的附图。此外, 以下描述中的附图可以视作示意图, 并非对本公开实施例所涉及的产品的实际尺寸、方法的实际流

程、信号的实际时序等的限制。

- [0033] 图1为根据一些实施例的一种光通信系统的连接关系图；
- [0034] 图2为根据一些实施例的一种光网络终端的结构图；
- [0035] 图3为根据一些实施例的一种光模块的结构图；
- [0036] 图4为根据一些实施例的一种光模块的分解图；
- [0037] 图5为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的结构图；
- [0038] 图6为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的分解图；
- [0039] 图7为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的剖面图；
- [0040] 图8为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的光路图一；
- [0041] 图9为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的光路图二；
- [0042] 图10为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的光路图三；
- [0043] 图11为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中光发射器件、光线适配器的装配示意图一；
- [0044] 图12为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中光发射器件、光线适配器的装配示意图二；
- [0045] 图13为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中光发射器件、光线适配器的装配示意图三；
- [0046] 图14为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件与第一调节套筒的装配示意图；
- [0047] 图15为根据一些实施例的一种光模块的光纤适配器与第二调节套筒的装配示意图；
- [0048] 图16为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中的第一光接收器件的装配示意图；
- [0049] 图17为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中的第二光接收器件的装配示意图；
- [0050] 图18为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的光发射器件与第一调节套筒的分解示意图；
- [0051] 图19为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的分解图；
- [0052] 图20为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的内部示意图；
- [0053] 图21为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的剖面图；
- [0054] 图22为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的局部剖面图；
- [0055] 图23为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的具体示意图；
- [0056] 图24为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的剖面图；
- [0057] 图25为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的背光探测器结构图；
- [0058] 图26为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的管座结构示意图；
- [0059] 图27为根据一些实施例的一种光模块的光发射器件的管座结构剖面图；
- [0060] 图28为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件的剖面图；
- [0061] 图29为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体内部结构剖面图；
- [0062] 图30为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体内部结构剖面图；

- [0063] 图31为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体的结构图一；
- [0064] 图32为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体的结构图二；
- [0065] 图33为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体的结构图三；
- [0066] 图34为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体的剖面图一；
- [0067] 图35为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体的剖面图二；
- [0068] 图36为根据一些实施例的一种光模块的光收发组件中圆方管体的剖面图三；
- [0069] 图37为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体与分光片的装配关系结构图一；
- [0070] 图38为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体与分光片的装配关系结构图二；
- [0071] 图39为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体与分光片的装配关系结构图三；
- [0072] 图40为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体与分光片的装配关系结构图四；
- [0073] 图41为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体与分光片的装配关系结构图五；
- [0074] 图42为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体与分光片的装配关系结构图六；
- [0075] 图43为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体内部的吸光片支撑部件的结构图；
- [0076] 图44为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体内部的吸光片支撑部件的结构图；
- [0077] 图45为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与吸光片的装配关系图；
- [0078] 图46为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与吸光片的装配关系剖面图；
- [0079] 图47为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与吸光片的装配关系剖面图；
- [0080] 图48为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与吸光片的装配关系分解图；
- [0081] 图49为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与圆方管体的装配关系图；
- [0082] 图50为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与圆方管体的装配关系分解图；
- [0083] 图51为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与圆方管体的装配关系剖面图；
- [0084] 图52为根据一些实施例的一种光模块的吸光片支撑部件与圆方管体的装配关系分解图；
- [0085] 图53为根据一些实施例的一种光模块的光路经第一滤波片、挡板的示意图；
- [0086] 图54为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体中第一滤波片、挡板的装配示意图；
- [0087] 图55为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体为了装配挡板的结构图；
- [0088] 图56为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体中第一滤波片、挡板的装配分解示意图；
- [0089] 图57为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体中第一滤波片、挡板的装配分解示意图；

- [0090] 图58为根据一些实施例的一种光模块的第一滤波片、挡板的相对设置关系示意图；
- [0091] 图59为根据一些实施例的一种光模块的第一滤波片、挡板的相对设置关系分解示意图；
- [0092] 图60为根据一些实施例的一种光模块的第二滤波片与圆方管体的装配关系示意图；
- [0093] 图61为根据一些实施例的一种光模块的第二滤波片与圆方管体的转配关系放大图；
- [0094] 图62为根据一些实施例的一种光模块的第二滤波片与圆方管体的转配关系分解图；
- [0095] 图63为根据一些实施例的一种光模块的第二滤波片在圆方管体的整体显示图；
- [0096] 图64为根据一些实施例的一种光模块的反射片与圆方管体的装配关系示意图；
- [0097] 图65为根据一些实施例的一种光模块的反射片与圆方管体的装配关系分解示意图；
- [0098] 图66为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体为了装配第三滤波片的结构图；
- [0099] 图67为根据一些实施例的一种光模块的圆方管体与第三滤波片的装配关系示意图。

具体实施方式

[0100] 光通信系统中,使用光信号携带待传输的信息,并使携带有信息的光信号通过光纤或光波导等信息传输设备传输至计算机等信息处理设备,以完成信息的传输。由于光通过光纤或光波导传输时具有无源传输特性,因此可以实现低成本、低损耗的信息传输。此外,光纤或光波导等信息传输设备传输的信号是光信号,而计算机等信息处理设备能够识别和处理的信号是电信号,因此为了在光纤或光波导等信息传输设备与计算机等信息处理设备之间建立信息连接,需要实现电信号与光信号的相互转换。

[0101] 光模块在光通信技术领域中实现上述光信号与电信号的相互转换功能。光模块包括光口和电口,光模块通过光口实现与光纤或光波导等信息传输设备的光通信,通过电口实现与光网络终端(例如,光猫)之间的电连接,电连接主要用于供电、I2C信号传输、数据信息传输以及接地等;光网络终端通过网线或无线保真技术(Wi-Fi)将电信号传输给计算机等信息处理设备。

[0102] 图1为光通信系统的连接关系图。如图1所示,光通信系统包括远端服务器1000、本地信息处理设备2000、光网络终端100、光模块200、光纤101及网线103。

[0103] 光纤101的一端连接远端服务器1000,另一端通过光模块200与光网络终端100连接。光纤本身可支持远距离信号传输,例如数千米(6千米至8千米)的信号传输,在此基础上如果使用中继器,则理论上可以实现无限距离传输。因此在通常的光通信系统中,远端服务器1000与光网络终端100之间的距离通常可达到数千米、数十千米或数百千米。

[0104] 网线103的一端连接本地信息处理设备2000,另一端连接光网络终端100。本地信息处理设备2000可以为以下设备中的任一种或几种:路由器、交换机、计算机、手机、平板电脑、电视机等。

[0105] 远端服务器1000与光网络终端100之间的物理距离大于本地信息处理设备2000与光网络终端100之间的物理距离。本地信息处理设备2000与远端服务器1000之间的连接由光纤101与网线103完成；而光纤101与网线103之间的连接由光模块200和光网络终端100完成。

[0106] 光模块200包括光口和电口，光口被配置为接入光纤101，从而使得光模块200与光纤101建立双向的光信号连接；电口被配置为接入光网络终端100中，从而使得光模块200与光网络终端100建立双向的电信号连接。光模块200实现光信号与电信号的相互转换，从而使得光纤101与光网络终端100之间建立信息连接。示例地，来自光纤101的光信号由光模块200转换为电信号后输入至光网络终端100中，来自光网络终端100的电信号由光模块200转换为光信号输入至光纤101中。由于光模块200是实现光信号与电信号相互转换的工具，不具有处理数据的功能，在上述光电转换过程中，信息并未发生变化。

[0107] 光网络终端100包括大致呈长方体的壳体(housing)，以及设置在壳体上的光模块接口102和网线接口104。光模块接口102被配置为接入光模块200，从而使得光网络终端100与光模块200建立双向的电信号连接；网线接口104被配置为接入网线103，从而使得光网络终端100与网线103建立双向的电信号连接。光模块200与网线103之间通过光网络终端100建立连接。示例地，光网络终端100将来自光模块200的电信号传递给网线103，将来自网线103的电信号传递给光模块200，因此光网络终端100作为光模块200的上位机，可以监控光模块200的工作。光模块200的上位机除光网络终端100之外还可以包括光线路终端(Optical Line Terminal,OLT)等。

[0108] 远端服务器1000通过光纤101、光模块200、光网络终端100及网线103，与本地信息处理设备2000之间建立了双向的信号传递通道。

[0109] 图2为光网络终端的结构图，为了清楚地显示光模块200与光网络终端100的连接关系，图2仅示出了光网络终端100的与光模块200相关的结构。如图2所示，光网络终端100还包括设置于壳体内的电路板300，设置在电路板300表面的笼子106，设置在笼子106上的散热器107，以及设置在笼子106内部的电连接器。电连接器被配置为接入光模块200的电口；散热器107具有增大散热面积的翅片等凸起部。

[0110] 光模块200插入光网络终端100的笼子106中，由笼子106固定光模块200，光模块200产生的热量传导给笼子106，然后通过散热器107进行扩散。光模块200插入笼子106中后，光模块200的电口与笼子106内部的电连接器连接，从而光模块200与光网络终端100建立双向的电信号连接。此外，光模块200的光口与光纤101连接，从而光模块200与光纤101建立双向的光信号连接。

[0111] 图3为根据一些实施例的一种光模块的结构图。如图3所示，光模块200包括壳体(shell)，设置于壳体内的电路板300及光收发组件。

[0112] 壳体包括上壳体201和下壳体202，上壳体201盖合在下壳体202上，以形成具有两个开口的上述壳体；壳体的外轮廓一般呈现方形体。

[0113] 在本公开的一些实施例中，下壳体202包括底板2021以及位于底板2021两侧、与底板2021垂直设置的两个下侧板2022；上壳体201包括盖板2011，盖板2011盖合在下壳体202的两个下侧板2022上，以形成上述壳体。

[0114] 在一些实施例中，下壳体202包括底板2021以及位于底板2021两侧、与底板2021垂

直设置的两个下侧板2022;上壳体201包括盖板2011以及位于盖板2011两侧、与盖板2011垂直设置的两个上侧板,由两个上侧板与两个下侧板2022结合,以实现上壳体201盖合在下壳体202上。

[0115] 两个开口204和205的连线所在的方向可以与光模块200的长度方向一致,也可以与光模块200的长度方向不一致。例如,开口204位于光模块200的端部(图3的右端),开口205也位于光模块200的端部(图3的左端)。或者,开口204位于光模块200的端部,而开口205则位于光模块200的侧部。开口204为电口,电路板300的金手指从开口204伸出,插入上位机(例如,光网络终端100)中;开口205为光口,被配置为接入外部光纤101,以使外部光纤101连接光模块200内部的光收发组件。

[0116] 采用上壳体201、下壳体202结合的装配方式,便于将电路板300、光收发组件等器件安装到壳体中,由上壳体201、下壳体202对这些器件形成封装保护。此外,在装配电路板300和光收发组件等器件时,便于这些器件的定位部件、散热部件以及电磁屏蔽部件的部署,有利于自动化地实施生产。

[0117] 在一些实施例中,上壳体201及下壳体202一般采用金属材料制成,利于实现电磁屏蔽以及散热。

[0118] 在一些实施例中,光模块200还包括位于其壳体外部的解锁部件203,解锁部件203被配置为实现光模块200与上位机之间的固定连接,或解除光模块200与上位机之间的固定连接。

[0119] 示例地,解锁部件位于下壳体202的两个下侧板2022的外壁上,具有与上位机笼子(例如,光网络终端100的笼子106)匹配的卡合部件。当光模块200插入上位机的笼子里,由解锁部件的卡合部件将光模块200固定在上位机的笼子里;拉动解锁部件时,解锁部件的卡合部件随之移动,进而改变卡合部件与上位机的连接关系,以解除光模块200与上位机的卡合关系,从而可以将光模块200从上位机的笼子里抽出。

[0120] 电路板300包括电路走线、电子元件及芯片,通过电路走线将电子元件和芯片按照电路设计连接在一起,以实现供电、电信号传输及接地等功能。电子元件例如包括电容、电阻、三极管、金属氧化物半导体场效应管(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET)。芯片例如包括微控制单元(Microcontroller Unit, MCU)、激光驱动芯片、限幅放大器(limiting amplifier)、时钟数据恢复(Clock and Data Recovery, CDR)芯片、电源管理芯片、数字信号处理(Digital Signal Processing, DSP)芯片。

[0121] 电路板300一般为硬性电路板,硬性电路板由于其相对坚硬的材质,还可以实现承载作用,如硬性电路板可以平稳地承载上述电子元件和芯片;当光收发组件位于电路板上时,硬性电路板也可以提供平稳地承载;硬性电路板还可以插入上位机笼子中的电连接器中。

[0122] 电路板300还包括形成在其端部表面的金手指,金手指由相互独立的多个引脚组成。电路板300插入笼子106中,由金手指与笼子106内的电连接器导通连接。金手指可以仅设置在电路板300一侧的表面(例如图4所示的上表面),也可以设置在电路板300上下两侧的表面,以适应引脚数量需求大的场合。金手指被配置为与上位机建立电连接,以实现供电、接地、I2C信号传递、数据信号传递等。

[0123] 当然,部分光模块中也会使用柔性电路板。柔性电路板一般与硬性电路板配合使

用,以作为硬性电路板的补充。例如,硬性电路板与光收发组件之间可以采用柔性电路板连接。

[0124] 光收发组件包括光发射器件及光接收器件,光发射器件被配置为实现光信号的发射,光接收器件被配置为实现光信号的接收。示例地,光发射器件及光接收器件结合在一起,形成一体地光收发组件。

[0125] 光收发组件的封装方式有很多,本申请实施例中,光发射器件及光接收器件采用T0封装,光发射器件、光接收器件可以通过柔性电路板与电路板300实现电连接,柔性电路板一端与光发射器件或光接收器件电连接,另一端与电路板300电连接。

[0126] 光模块可具备多个功能,如OSC(Optical supervisory channel,光监控信道),OSC用于传输监控信息。

[0127] 光模块可具备多个功能,如OTDR(Optical Time Domain Reflectometer,光时域反射)功能,OTDR通过发射光脉冲到光纤内,当光脉冲在光纤内传输时,由于光纤本身的性质、连接器、中断或弯曲等光链路异常,而产生散射和反射,其中一部分散射光信号和反射光信号就会返回到OTDR中,OTDR根据接收的散射光信号和反射光信号的时域特性,判断光链路是否发生异常。

[0128] 具备OTDR功能的光模块体系通常包括一对具备OTDR功能的光模块,分别称为第一光模块和第二光模块,在现有技术中,第一光模块包括如第一OTDR BOSA、第一OSC ROSA,第二光模块包括第二OTDR BOSA、第二OSC ROSA。第一OTDR BOSA发射第一波长光,接收由于光链路异常被反射回来的第一波长光;第一OSC ROSA接收第二波长光。第二OTDR BOSA发射第二波长光,接收由于光链路异常被反射回来的第二波长光;第二OSC ROSA接收第一波长光。在现有技术中,OTDR BOSA和OSC ROSA设于两个不同的管体内,占用面积较大,不利于光模块小型化发展。

[0129] 本申请实施例中,将OTDR BOSA和OSC ROSA设于同一管体内,更加小型化。

[0130] 如图5所示,本申请实施例中,光模块包括光发射器件500、第一光接收器件600、第二光接收器件700、圆方管体400及光纤适配器900。光发射器件500、第一光接收器件600、第二光接收器件700及光纤适配器900分别设于圆方管体400的侧壁上。

[0131] 图31、图32、图33示出圆方管体400的结构,圆方管体400的第一侧壁上设有第一管口410,第二侧壁上设有第二管口420,第三侧壁上分别设有第三管口430、第四管口440,第四侧壁上设有第五管口450;第一侧壁与第四侧壁相对设置,处于圆方管体400的长度方向上,第二侧壁和第三侧壁相对设置,处于圆方管体400的宽度方向上;进一步,第一管口410相对于圆方管体400突出。

[0132] 如图11所示,光发射器件500通过连接套筒510与圆方管体400连接;连接套筒510端面面积大于光发射器件500端面面积,因此连接套筒510既可便于焊接光发射器件500与圆方管体400,又可以增加光发射器件500与圆方管体400之间的焊接面积,增加焊接牢固性;光发射器件500嵌入至连接套筒510内,嵌入后的结构如图14所示;然后连接套筒510的端面与第一管口410的端面进行焊接,实现机械贴平及机械连接;本申请实施例中,由于光发射器件500内设有第一透镜543,第一透镜543为准直透镜,光发射器件500发出的光为平行光,所以光发射器件500进行XY平面耦合;耦合时以圆方管体400为基准,光发射器件500连同连接套筒510进行XY平面耦合,耦合至最大光发射功率;具体地,将光发射器件500嵌入

至连接套筒510内,然后进行XY平面耦合,耦合至光发射功率最大时,将连接套筒510的端面与第一管口410的端面进行焊接,实现机械贴平及机械连接。其中,XY平面指的是,图11中从光发射器件500至光纤适配器900的连线为轴线,与该轴线相垂直的平面为XY平面。从图12和图13中可以看出,连接套筒510的端面与第一管口410的端面之间的相对位置关系,连接套筒510的端面与第一管口410的端面之间可较好地进行机械贴平及机械焊接。进一步,当第一管口410相对于圆方管体400突出时,便于进行连接套筒510与圆方管体400之间的焊接,当第一管口410相对于圆方管体400不突出时,也可将连接套筒510与圆方管体400的第一侧壁焊接至一起。

[0133] 如图16所示,第一光接收器件600镶嵌至第二管口420内部;如图17所示,第二光接收器件700镶嵌至第三管口430内部。

[0134] 如图11、图12及图13所示,光纤适配器900通过调节套筒910与圆方管体400连接,调节套筒910的设置一方面可以更好地连接光纤适配器900与圆方管体400,另一方面便于光纤适配器900进行光耦合,尤其是进行Z轴耦合;光纤适配器900嵌入至调节套筒910内,嵌入后的结构如图15所示;然后调节套筒910的端面与第五管口450所在的侧壁进行焊接,实现机械贴平及机械连接;本申请实施例中,从光纤适配器900中射出的光为汇聚光,进入光纤适配器900的光同样为汇聚光,因此光纤适配器900进行XYZ耦合,耦合时以圆方管体400为基准,光纤适配器900进行XYZ方向耦合,耦合至最大光发射功率;具体地,将光纤适配器900嵌入至调节套筒910内,调节套筒910随光纤适配器900进行XY平面耦合,同时光纤适配器900也会进行Z轴耦合,耦合至光发射功率最大时,将调节套筒910的侧面与光纤适配器900侧壁进行穿透焊接,然后调节套筒910与第五管口450所在的侧壁进行机械贴平,然后再进行XY平面耦合,耦合至光发射功率最大时,将调节套筒910的端面与第五管口450所在的侧壁进行焊接;从图15中看出,光纤适配器900包括光纤插芯920,在光纤适配器900进行Z轴耦合时,光纤适配器900沿调节套筒910进行Z轴方向的调节,光纤插芯920的端部会有一小部分进入至圆方管体400内部,因此,圆方管体400的端部设有第二空腔407,第二空腔407在光纤适配器900沿Z轴耦合时,为光纤插芯920提供活动空间;光纤适配器900进行耦合时,光纤插芯920的端部会或多或少地伸入至第二空腔407内。其中,XYZ方向的是,图11中从光发射器件500至光纤适配器900的连线为轴线,该轴线延伸方向即Z轴,与该轴线相垂直的平面为XY平面。

[0135] 为了防止光沿原光路返回,光路设计上使光非垂直入射光纤端面;为了实现光非垂直入射光纤端面,将光纤端面研磨成斜面,具体地,将光纤包裹在陶瓷中形成光纤插芯920,将光纤插芯920的端面研磨成斜面,光纤插芯920中的光纤端面随之成斜面。

[0136] 如图6、图7所示,圆方管体400的内部设有光学元件,依次设有光隔离器810、分光片820、吸光片830、第一滤波片850、挡板840、第二滤波片860、反射片870、第三滤波片880、第二透镜890。第二透镜890朝向圆方管体400内部的端面(第一端面)具有汇聚作用,朝向圆方管体400外部的端面(第二端面)具有准直作用,光发射器件500发出平行光,以平行光的状态进行长距离传输;经第二透镜890进入光纤适配器900时,第二透镜890第一端面将平行光转化为汇聚光,经光纤适配器900入纤;当外部的光(汇聚光)进入光纤适配器900时,第二透镜890第二端面将汇聚光转化为平行光,平行光进入圆方管体400内。光隔离器810、分光片820的光轴处于同一水平线上,吸光片830、第一滤波片850分别设于分光片820的两侧,吸

光片830设于第一波长发射光经分光片820的反射光路上,第一滤波片850设于第一波长发射光经分光片820的反射光路的逆方向上;第二滤波片860与分光片820的光轴处于同一水平线上,反射片870设于第二滤波片860对OSC数据光的反射光路上,第三滤波片880设于反射片870对OSC数据光的反射光路上。通过光隔离器810、分光片820、吸光片830、第一滤波片850、挡板840、第二滤波片860、反射片870、第三滤波片880、第二透镜890这些光学元件,可实现第一波长发射光的发射,也可以实现OTDR反射光的接收,同时还可以实现OSC数据光的接收,进而实现OTDR、OSC双信道同时设于圆方管体400内。

[0137] 本申请实施例中,光发射器件500发出的光为OTDR反射光,光发射器件发出的OTDR反射光在光纤中传输时,光纤链路异常时被反射回的OTDR反射光经光纤适配器900进行传输,最终传输至第一光接收器件600内,然后进行OTDR检测;对端光模块发出的第二波长光经光纤适配器900传输至第二光接收器件700;第一波长与第二波长为不同的波长;将光发射器件500发出的第一波长光称为OTDR发射光,将反射至第一光接收器件600的第一波长光称为OTDR反射光,将传输至第二光接收器件700的第二波长光称为OSC数据光。分光片820对于第一波长的光而言为半透半反;第二滤波片860透射第一波长,反射第二波长;反射片870反射第二波长;第一滤波片850只允许第一波长的光透射,不允许其他波长透射;第三滤波片880只允许第二波长的光透射,不允许其他波长透射。

[0138] OTDR发射光,波长为第一波长,用于OTDR检测;从光隔离器810透过,然后经分光片820时,由于分光片820为半透半反,则部分OTDR发射光经分光片820透射而得到OTDR发射光第一分光,部分OTDR发射光经分光片820反射而得到OTDR发射光第二分光;被分光片820反射的OTDR发射光(即OTDR发射光第二分光)对第一光接收器件600造成串扰,因此OTDR发射光第二分光为串扰光;由于串扰光在圆方管体400内发生漫反射,进入第一光接收器件600中而造成串扰,这种串扰会影响OTDR的衰减盲区,造成OTDR的衰减盲区较大,进而影响OTDR监测性能,因此,在OTDR发射光经分光片820反射的光路上设置吸光片830,吸光片830可吸收串扰光,以避免串扰光进入第一光接收器件600中而对OTDR造成干扰。部分OTDR发射光经分光片820透射后,然后经第二滤波片860透射,进入第二透镜890内,第二透镜890设为汇聚透镜,经第二透镜890后,汇聚光经光纤适配器900发射出去。

[0139] OTDR反射光,波长为第一波长,其是由OTDR发射光在光纤链路中传输中遇到异常情况时被反射回来而得到的;经光纤适配器900传输,通过第二透镜890后,进入圆方管体400内部,经第二滤波片860透射,至分光片820,经过分光片820的透射及反射后分别得到OTDR反射光第一分光和OTDR反射光第二分光;OTDR反射光第二分光到达第一滤波片850,从而进入第一光接收器件600内;OTDR反射光第一分光到达光隔离器810,在光隔离器810的作用下,以实现进入光发射器件500的杂光隔离,避免杂光影响光发射器件500的发射光信号质量,从而提高光发射器件500的发射性能。其中,光隔离器810不仅用于防止OTDR发射光沿原路返回至光发射器件500中,还用于防止OTDR反射光第一分光射入光发射器件500中。光隔离器810的存在可以提高光发射器件500的发射性能,进而提高OTDR检测性能。

[0140] OSC数据光,波长为第二波长,经光纤适配器900传输,通过第二透镜890后,进入圆方管体400内部,经第二滤波片860反射,改变光的传输方向;至反射片870,经反射片870反射,再次改变光的传输方向,到达第三滤波片880,第三滤波片880透射OSC数据光,从而OSC数据光到达第二光接收器件700内。进一步,第二滤波片860为 11° 滤波片,即第二滤波片860

的入射光与法线之间的夹角为 11° ，出射光与法线之间的夹角为 11° ，进而第二滤波片860的入射光与出射光之间的夹角为 22° ；反射片870为 34° 反射片，即反射片870的入射光与法线之间的夹角为 34° ，出射光与法线之间的夹角为 34° ，进而反射片870的入射光与出射光之间的夹角为 68° ；最终，将OSC数据光的传输方向改变 90° ，即OSC数据光呈水平进入第二滤波片860，经过反射片870后，OSC数据光垂直进入第三滤波片880，第三滤波片880透射OSC数据光，从而OSC数据光到达第二光接收器件700内。因此，本申请实施例中，在 11° 第二滤波片860与 34° 反射片870的组合下，将OSC数据光的传输方向由沿光纤适配器900光轴方向水平传输，调整为沿垂直于第三滤波片880方向进行传输。

[0141] 本申请实施例中，在发射端，OTDR发射光需透射分光片820，在接收端，OTDR反射光需经分光片820反射，从而改变光的传输方向，进入第一光接收器件600内，因此，分光片820设为半透半反；此处的半透半反指的是对光功率上的均分，而分光后两束光的波长与分光前光波长相同，即分光前后光波长并没有发生改变；在发射OTDR发射光时，为了避免OTDR发射光第二分光进入第一光接收器件600而影响OTDR检测性能，设置吸光片830；在接收OTDR反射光时，为了避免OTDR反射光第一分光进入光发射器件500内而影响发射性能，设置光隔离器810；为了避免第二波长的光进入第一光接收器件600内，设置第一滤波片850，第一滤波片850只允许第一波长的光透射，不允许其他波长光透射；为了避免第一波长的光进入第二光接收器件700内，设置第三滤波片880，第三滤波片880只允许第二波长的光透射，不允许其他波长光透射；因此，本申请各结构设计巧妙，环环相扣，相互配合。

[0142] 图8、图9、图10分别为OTDR发射光、OTDR反射光、OSC数据光的光路示意图。

[0143] 图8中示出OTDR发射光的光路设计，OTDR发射光依次经光隔离器810、分光片820、第二滤波片860、第二透镜890，到达光纤适配器900，然后经光纤适配器900发射至光纤中；虽然OTDR发射光第二分光（即上述的串扰光）大部分被吸光片830所吸收，但仍有一小部分未被吸光片830所吸收，未被吸光片830所吸收的光存在于圆方管体400内部而进行漫反射；为此在OTDR发射光第二分光的光路逆方向上设置有挡板840，挡板840下表面设置第一滤波片850；如图58、图59所示，挡板840设有第一透光孔841、安装槽842，第一透光孔841由挡板840的上表面向下凹陷至第一滤波片暴露出来而得到，安装槽842由挡板840的下表面上凹陷至可安装第一滤波片850而得到；具体地，第一透光孔841设于挡板840中心，为通孔，安装槽842以第一透光孔841为中心，挡板840的下表面上凹陷、且向挡板840外周方向延伸的延伸直径大于第一透光孔841内径而形成，则第一透光孔841内径小于安装槽842；第一透光孔841用于允许OTDR反射光透射至第一滤波片850的表面，以传输至第一光接收器件600内部；安装槽842用于安装第一滤波片850，由于安装槽842延伸直径大于第一透光孔841内径，则第一滤波片850可设于安装槽842的上表面处。为了避免串扰光射入第一光接收器件600内，挡板840表面设置有吸收层，且挡板840的边缘与圆方管体400的内部通过黑胶密封连接。该吸收层是对挡板840进行发黑处理得到的结构层。一方面，挡板840表面的吸收层可吸收串扰光，另一方面，由于挡板840的边缘与圆方管体400的内部通过黑胶密封连接，则可以阻挡或拦截串扰光、任意对于第一光接收器件600而言属于杂散光的光；进一步降低串扰光、杂散光对第一光接收器件600的干扰。因此，本申请实施例中，通过吸光片830吸收大部分串扰光，通过挡板840吸收且拦截串扰光、杂散光，进而提高第一光接收器件600的接收性能，以提高OTDR的检测准确度。其中杂散光可能为，第二波长反射光在射入第二滤波片860

时,虽然大部分第二波长反射光可经第二滤波片860反射,但仍有小部分光经第二滤波片860透射,经过第二滤波片860透射的这部分光对于第一光接收器件600而言属于杂散光。

[0144] 图9中示出OTDR反射光的光路设计,OTDR反射光依次经光纤适配器900、第二透镜890、第二滤波片860,传输至分光片820,部分OTDR反射光经分光片820反射,而射入第一滤波片850中,到达第一光接收器件600内,部分OTDR反射光经分光片820透射,而射入光隔离器810内,通过光隔离器810的隔离作用,避免OTDR反射光第一分光进入光发射器件500内,从而提高光发射器件500的发射性能。

[0145] 图10中示出OSC数据光的光路设计,经光纤适配器900传输,通过第二透镜890的汇聚后,进入圆方管体400内部,经第二滤波片860反射,改变光的传输方向;至反射片870,经反射片870反射,再次改变光的传输方向,到达第三滤波片880,第三滤波片880透射OSC数据光,从而OSC数据光到达第二光接收器件700内。本申请实施例中,在 11° 第二滤波片860与 34° 反射片870的组合下,将OSC数据光的传输方向由沿光纤适配器900光轴方向水平传输,调整为沿垂直于第三滤波片880方向进行传输。

[0146] 图18-图27为本申请实施例中光发射器件500的结构示意图。如图18所示,光发射器件500与连接套筒510连接,进而通过连接套筒510与圆方管体400实现连接。光发射器件500包括管帽520和管座530;管帽520盖设于管座530表面;管帽520与管座530之间形成空腔;管座530表面设有凸台542;凸台542与管帽顶端之间设有光窗541。凸台542表面分别设有第一透镜543、激光芯片544。激光芯片544发出的光信号经第一透镜543、光窗541而发射出去,为了避免光信号在经过光窗541时反射而沿原路返回至激光芯片544内,影响光发射性能,在本申请的一些实施例中,光窗541相对于管帽的顶表面呈一定角度的倾斜,光窗541与管帽顶表面(或管座530表面)之间呈 4° 至 8° 的倾斜角,防止光信号在经过光窗541时反射而沿原路返回至激光芯片544内,而影响光发射性能。

[0147] 凸台542,具有第一支撑面5421、第二支撑面5422,第一支撑面5421相对于第二支撑面5422更凹陷,则第一支撑面5421与第二支撑面5422呈台阶设置,第一支撑面5421与第二支撑面5422之间设有台阶5423;第一支撑面5421、第二支撑面5422分别用于设置第一透镜543、激光芯片544;将第一透镜543、激光芯片544分别通过胶水进行粘贴,会出现溢胶,因此台阶5423呈倾斜设置,进一步,台阶5423向凸台542的内侧倾斜,这样台阶5423具有导胶作用;在粘贴第一透镜543时,溢胶流至台阶5423表面,防止出现爬胶而影响光发射器件500的耦合效率。进一步,本申请实施例中,凸台542与管座530二者呈一体设置,进而保证凸台542表面上承载的第一透镜543、激光芯片544的同心度相对于管座530固定,进而增加光发射耦合效率。

[0148] 第一透镜543,设为准直透镜,激光芯片544发出光束为发散光束,第一透镜543用于将发散光束转化为平行光;然后该平行光在圆方管体400内部进行传输,依次经过光隔离器810、分光片820、第二滤波片860,然后射入第二透镜890内,第二透镜890将平行光转换为汇聚光,汇聚光经光纤适配器900入纤。在相关传统技术中,通常将汇聚透镜设于光发射器件500内部,或设于光发射器件500近处,由于光发射器件500与光纤适配器900之间具有一定距离,导致该汇聚透镜的焦距较长,进而光耦合效率较低,且从该汇聚透镜出来的汇聚光会经过光学器件后才入纤,如滤波片、反射片等,导致汇聚光存在插损、回损等损耗,进一步降低光耦合效率。本申请实施例中,第二透镜890设于各光学元件与光纤适配器900之间,因

此第二透镜890的焦距角度,进而光耦合效率提高;且经过各光学元件后,将平行光转化为汇聚光,避免会聚光受各光学元件影响而出现损耗,进一步提高光耦合效率。因此本申请实施例中,光发射器件500发射平行光,然后该平行光在圆方管体400内部进行传输,直至传输至设于各光学元件与光纤适配器900之间的第二透镜890后,将平行光转换为汇聚光,汇聚光直接经光纤适配器900入纤。

[0149] 如图7所示,本申请实施例中,光发射器件500内部设有第一透镜543,圆方管体400内各光学元件与光纤适配器900之间设有第二透镜890;第一透镜543与第二透镜890组成光收发组件的双透镜系统;通过双透镜系统,光发射器件500在第一透镜543作用下发射平行光,在圆方管体400内,第二透镜890之前,光束一直以平行光的状态传输;在通过各光学元件后,平行光在第二透镜890作用下转化为汇聚光,以汇聚光的状态传输至光纤适配器900内,进而入纤。本申请实施例中通过提供的双透镜系统,可实现在入纤前以平行光状态进行传输,在入纤时将平行光转化为汇聚光,以汇聚光状态入纤。通过本申请中的双透镜系统,可减小第二透镜890的焦距,同时减少汇聚光能量损耗,进而提高光耦合效率,提高出光效率,进而提升OTDR发射性能。

[0150] 管座530表面还设有垫块545,垫块545表面设有背光探测器546;背光探测器546用于监测激光芯片544的出光功率,以保证激光芯片544出光功率维持在预设范围内;由于背光探测器546具有光敏面,具有一定反射性,因此,本申请实施例中为了防止射入背光探测器546上的光束沿原路返回至激光芯片544内,而影响激光芯片544的发射性能,管座530表面具有倾斜支撑面534,倾斜支撑面534相对于管座具有倾斜角度,具体地倾斜支撑面534朝向管座530顶表面的相对面而倾斜向上;将垫块545、背光探测器546设于倾斜支撑面534上,以防止射入背光探测器546上的光束沿原路返回至激光芯片544内,而影响激光芯片544的发射性能。

[0151] 管座530表面还设有第一管脚551、第二管脚552、第三管脚553、第四管脚554;第一管脚551为接地管脚,用于实现激光芯片544、背光探测器546的接地;第二管脚552为激光芯片正极信号管脚,用于传输高频信号;第三管脚553为激光芯片负极信号管脚,同时也是背光探测器负极信号管脚,用于传输高频信号,实现差分信号传输;第四管脚554为背光探测器正极信号管脚,用于传输高频信号。进一步,激光芯片544的正极与第二管脚552通过金线电连接,负极与第三管脚553通过金线电连接;背光探测器546的正极与第四管脚554通过金线电连接,负极与第三管脚553通过金线电连接。为了缩短激光芯片544的正极与第二管脚552之间、背光探测器546的正极与第四管脚554之间的打线长度,在第二管脚552、第四管脚554表面分别设有第一金属块5521、第二金属块5541,以缩短打线长度,增加信号的高频性能。

[0152] 如图26和图27所示,管座530表面分别设有第一管脚通孔531、第二管脚通孔532、第三管脚通孔533;以第三管脚通孔533为例,第三管脚通孔533用于设置第三管脚553;第三管脚通孔533与倾斜支撑面534连续设置,具体地,第三管脚通孔533的一端与倾斜支撑面534连续设置,另一端朝管座530顶表面倾斜,进而第三管脚通孔533朝向两个相反的方向倾斜,第三管脚通孔533最终呈心形设置。

[0153] 本申请实施例中,光发射器件500内部设有第一透镜543,圆方管体400内各光学元件与光纤适配器900之间设有第二透镜890;第一透镜543与第二透镜890组成光收发组件的

双透镜系统;通过双透镜系统可提高光耦合效率,进而提高出光效率,进而提高OTDR光发射性能。光发射器件500内部的光窗541呈倾斜设置,同时背光探测器546呈倾斜设置,可分别防止射入光窗541、背光探测器546的光束沿原路返回至激光芯片544内,进而提高OTDR光发射性能。

[0154] 图31、图32、图33示出圆方管体400的结构,圆方管体400的第一侧壁上设有第一管口410,第二侧壁上设有第二管口420,第三侧壁上分别设有第三管口430、第四管口440,第四侧壁上设有第五管口450。

[0155] 图34-图36示出圆方管体400内部结构;圆方管体400内部设有第一空腔401、隔离器容纳腔402、分光片容纳腔403、第二滤波片容纳腔404、反射片容纳腔405、第二透镜容纳腔406、第二空腔407、第一滤波片容纳腔408、第三滤波片容纳腔409。第一空腔401用于将光发射器件500与光隔离器810隔离开,以相互避让;隔离器容纳腔402用于设置光隔离器810;分光片容纳腔403用于设置分光片820;第二滤波片容纳腔404用于设置第二滤波片860;反射片容纳腔405用于设置反射片870;第二透镜容纳腔406用于设置第二透镜890;第二空腔407用于为光纤适配器900耦合时提供可调节空间;第一滤波片容纳腔408用于设置第一滤波片850;第三滤波片容纳腔409用于设置第三滤波片880。

[0156] 第一空腔401、隔离器容纳腔402相邻设置,均设于第一管口410内,第一空腔401朝向圆方管体400外周凹陷程度大于隔离器容纳腔402朝向圆方管体400外周凹陷程度;第一空腔401的设置可以避免焊接时光发射器件500的连接套筒510与光隔离器810发生碰撞而相互干涉,第一空腔401可以使连接套筒510与光隔离器810相互避让。

[0157] 分光片容纳腔403用于设置分光片820,如图34所示,分光片容纳腔403的一侧壁上设有第二透光孔403a,另一侧壁上设有第三透光孔403b;分光片容纳腔403、第二透光孔403a、第三透光孔403b相通;光发射器件500发出的OTDR发射光沿第二透光孔403a入射至分光片820表面,OTDR发射光第二分光沿第三透光孔403b入射至吸光片830处;OTDR反射光传输至分光片820时,OTDR反射光第一分光沿第二透光孔403a入射光隔离器810处,另一部分经分光片820进行反射,以进入第一滤波片850处,进而射入第一光接收器件600内。

[0158] 第二透镜容纳腔406、第二空腔407相邻设置,第二空腔407朝向圆方管体400外周凹陷程度大于第二空腔407朝向圆方管体400外周凹陷程度;第二空腔407用于为光纤适配器900耦合时提供可调节空间;具体地,在光纤适配器900进行Z轴耦合时,光纤插芯920的端部会有一小部分进入至圆方管体400内部,因此,圆方管体400的端部设有第二空腔407,第二空腔407在光纤适配器900沿Z轴耦合时,为光纤插芯920提供活动、移动空间。

[0159] 基于上述圆方管体400的结构,各光学元件设于圆方管体400内的结构如图28-图30所示。图28示出光隔离器810与第二透镜890的结构。图29和图30所示,光隔离器810、分光片820、吸光片830、第一滤波片850、挡板840构成第一波长分光系统,第二滤波片860、反射片870、第三滤波片880构成第二波长分光系统。

[0160] 图37-图42示出分光片容纳腔403与分光片820二者之间的装配关系;如图37、图38所示,分光片820设于分光片容纳腔403内;分光片容纳腔403的一侧壁上设有第二透光孔403a,另一侧壁上设有第三透光孔403b;分光片容纳腔403、第二透光孔403a、第三透光孔403b相通;光发射器件500发出的OTDR发射光沿第二透光孔403a入射至分光片820表面,OTDR发射光第二分光沿第三透光孔403b入射至吸光片830处;OTDR反射光传输至分光片820

时,一部分沿分光片820透射,即OTDR反射光第一分光沿第二透光孔403a入射光隔离器810处,另一部分经分光片820进行反射,以进入第一滤波片850处,进而射入第一光接收器件600内。如图39所示,圆方管体400内设有第一倾斜面403c,分光片容纳腔403为第一倾斜面403c从该斜面底端朝向第二透光孔403a凹陷形成,凹陷得到的空间用于嵌设分光片820;分光片容纳腔403包括抵持面4031、支撑面4032及贴持面4033;第一倾斜面403c凹陷后一侧壁为抵持面4031,一侧壁为支撑面4032,一侧壁为贴持面4033;第一倾斜面403c、抵持面4031、支撑面4032及贴持面4033的结构如图42所示;抵持面4031、支撑面4032及贴持面4033中两两相互垂直,抵持面4031、支撑面4032及贴持面4033组成分光片容纳腔403的本体;抵持面4031、支撑面4032二者构成一直角卡槽,即第一直角卡槽,支撑面4032及贴持面4033二者构成另一直角卡槽即第二直角卡槽,分光片820相邻的两侧壁嵌入至第一直角卡槽内,相邻的另外两侧壁嵌入至第二直角卡槽内,分光片820朝向第二透光孔403a、第三透光孔403b的侧壁与贴持面4033贴合连接;这样分光片一侧壁与抵持面4031抵持连接,一侧壁与支撑面4032支持连接,一侧壁与贴持面4033贴持连接,以实现分光片820;分光片820与第一倾斜面403c呈平行关系,第一倾斜面403c以预设倾斜角度设置,以配合分光片820的倾斜角度,在本申请的一些实施例中,分光片820的倾斜角度为 45° 。进一步,分光片820的相应壁面分别与抵持面4031、支撑面4032及贴持面4033通过胶水粘贴连接,粘贴时会有胶水溢出而影响光路,还可能使分光片820翘曲或粘贴不牢固,为此本申请实施例中支撑面4032中间位置凹陷得到溢胶槽4034,粘贴时溢出的胶水可溢至溢胶槽4034内,避免溢出的胶水所带来的不良影响,且溢胶槽4034的存在可给镊取分光片820后进行粘贴提供操作空间,便于贴片操作。

[0161] 图43-图52示出吸光片830、吸光片支架830a及圆方管体400之间的装配关系;吸光片支架830a用于承载吸光片830;本申请的一些实施例中,将吸光片830、吸光片支架830a连接后得到一整体,该整体与圆方管体400进行连接;圆方管体400设有第四管口440,第四管口440用于嵌设吸光片支架830a;吸光片支架830a形状如帽子状,吸光片支架830a包括盖板830a4、柱体830a5,盖板830a4盖设于柱体830a5的表面,盖板830a4相对于柱体830a5突出;柱体830a5为两端不对称柱体,一端长度相对于另一端长度短;柱体830a5上设有安装面830a1,安装面830a1由柱体830a5相对较长的一端以倾斜角度朝向盖板830a4凹陷而形成,安装面830a1相对于盖板830a4具有倾斜角度,安装面830a1用于设置吸光片830;如前述OTDR发射光,从光隔离器810透过,然后经分光片820时,由于分光片820为半透半反,则部分OTDR发射光经分光片820透射,部分OTDR发射光经分光片820反射,将被分光片820反射的OTDR发射光称为串扰光;由于串扰光在圆方管体400内发生漫反射,进入第一光接收器件600中而对OTDR造成串扰,因此,在OTDR发射光第二分光的光路上设置吸光片830,吸光片830可吸收串扰光,以避免串扰光进入第一光接收器件600中而对OTDR造成干扰。本申请实施例中,吸光片830用于吸收串扰光,但吸光片830无法吸收全部的串扰光,吸光片830具有一定地镜面反射,会反射一部分未被吸收的串扰光,为此安装面830a1倾斜设置,则吸光片830倾斜设置,当吸光片830倾斜设置时,可避免未被吸收的串扰光沿原路反射至分光片820上,进而避免经分光片820反射而返回至光发射器件500内,因此吸光片830倾斜设置,可使未被吸收的串扰光沿其他传输方向发散出去,避免未被吸收的串扰光返回至光发射器件500内,进而提升光发射性能。进一步,安装面830a1为U型安装面,安装面830a1中心处为中

空,两端处为实体表面,吸光片830粘贴于安装面830a1两端的实体表面上,粘贴时由于安装面830a1中空以不至于吸光片830的整个表面都与安装面830a1相接触,若吸光片830整个表面都与安装面830a1相接触,则未被吸光片830所吸收的串扰光会沿安装面830a1而反射,因此中空设计的安装面830a1可减少串扰光反射量;进一步,安装面830a1中空结构为第三空腔830a2,第三空腔830a2的结构在图48中可以清楚看到;安装面830a1的实体表面端部设有第一凹槽830a3;吸光片830采用胶水粘贴于安装面830a1上时,胶水在重力作用下会溢出,溢出的胶水会导致吸光片830翘曲或粘贴不牢固,因此本申请中设置第一凹槽830a3以收集溢出的胶水,避免对吸光片830造成不良影响;第一凹槽830a3的存在还可以避免加工上的结构残余,保证吸光片830的贴装精度;由于吸光片830具有一定透射率,因此还可透射一部分杂散光,第三空腔830a2的存在可以为透射的串扰光提供漫反射空间,以使透射的串扰光在第三空腔830a2内进行漫反射,削弱串扰光的能量,避免其经吸光片830再次反射出去。

[0162] 吸光片830与吸光片支架830a连接后的结构如图45-图47所示,如图45-图47所示,吸光片830的一端设于第一凹槽830a3处,第一凹槽830a3的设置可避免加工上的结构残余,可使吸光片830与吸光片支架830a相互避让,以保证吸光片830的贴装精度。图49、图50示出,吸光片830与吸光片支架830a连接后作为一个整体结构,与圆方管体400进行连接,具体地,圆方管体400设有第四管口440,吸光片支架830a承载着吸光片830嵌入第四管口440内;进一步,如图51、图52所示,第四管口440包括柱体容纳腔441及盖板容纳腔442,柱体容纳腔441的形状与柱体830a5相适应,以用于设置柱体830a5;盖板容纳腔442的形状与盖板830a4相适应,以用于设置盖板830a4。柱体容纳腔441及盖板容纳腔442呈台阶设置,柱体容纳腔441内径相对于盖板容纳腔442内径较大,柱体容纳腔441高度上相对于盖板容纳腔442较大;吸光片支架830a的盖板830a4、柱体830a5分别嵌入盖板容纳腔442、柱体容纳腔441;进一步,柱体容纳腔441与第三透光孔403b相连通,以使OTDR发射光第二分光沿第三透光孔403传输至柱体容纳腔441内,进而传输至吸光片830内,吸光片830可吸收大部分OTDR发射光第二分光,也可以反射、透射一部分光(分别称为反射光、透射光),通过将吸光片830倾斜设置,使反射光沿其他传输方向进行发散,避免反射光返回至分光片820内;通过第三空腔830a2为透射光提供漫反射空间,以使透射的串扰光在第三空腔830a2内进行漫反射,削弱串扰光的能量,避免其经吸光片830再次反射出去。

[0163] 图53-图59示出第一滤波片850、挡板840、圆方管体400的装配关系,如图53-图59所示,第一滤波片850设于挡板840的底端,并设于圆方管体400的第二管口420内。第一滤波片850、挡板840嵌设于第二管口420内,同时第一光接收器件600也嵌设于第二管口420内。挡板840包括第一透光孔841、安装槽842,第一透光孔841、安装槽842的结构在图57中可清楚地看到;第一透光孔841、安装槽842为同心设置,本申请的一些实施例中,沿挡板840上表面向下凹陷至贯穿挡板840从而得到第一透光孔841,第一透光孔841为通孔;沿挡板840下表面上凹陷至挡板840一半高度处从而得到安装槽842;第一透光孔841的孔径相对小于安装槽842的孔径,则安装槽842相对于第一透光孔841更延伸,这样安装槽842具有上表面,该上表面一部分位于第一透光孔841的一端,另一部分位于第一透光孔841的另一端,因此可将第一滤波片850的两端分别设于安装槽842的上表面处;第一滤波片850、挡板840二者连接后呈现的状态为:透过第一透光孔841可以看到第一滤波片850,光可以透过第一透光孔841到达第一滤波片850表面,同时第一滤波片850可以嵌设至安装槽842内,以实现挡板

840承载第一滤波片850;因此本申请实施例中,挡板840既可以阻挡或拦截串扰光、杂散光进入第一光接收器件600内,同时还可以承载第一滤波片850;如前述,OTDR反射光依次经光纤适配器900、第二透镜890、第二滤波片860透射,到达分光片820,OTDR反射光在分光片820的反射下改变传输方向,并透过挡板840上的第一透光孔841射入第一滤波片850,进而进入第一光接收器件600内;为此,挡板840、第一滤波片850设于分光片820对OTDR反射光的反射光路上;OTDR发射光被分光片820反射的光(如前述为串扰光)大部分都被吸光片830所吸收,仍有一部分串扰光在圆方管体400内进行漫反射,挡板840的设置可避免这部分串扰光进入第一光接收器件600内;同时,挡板840设有安装槽842以安装第一滤波片850;如图55所示,圆方管体400的第二管口420包括曲面421、第一贴装面422及第二贴装面423;挡板840的形状与曲面421的形状相适应,挡板840嵌设于曲面421围城的圆周内,为了进一步增加挡板840的稳定性,将挡板840上表面相对的两端部分别与第一贴装面422及第二贴装面423进行粘贴连接,在挡板840上表面相对的两端部表面涂抹胶水,然后分别与第一贴装面422及第二贴装面423进行粘贴连接,以增加挡板840设置的稳定性。挡板840承载着第一滤波片850嵌设于第二管口420内,OTDR反射光经第一透光孔841射入第一滤波片850,进而进入第一光接收器件600内,以实现OTDR监测。

[0164] 第二波长的分光系统包括第二滤波片860、反射片870、第三滤波片880。

[0165] 图60-图63示出第二滤波片860与圆方管体400的装配关系;圆方管体400具有第二滤波片容纳腔404,第二滤波片容纳腔404用于设置第二滤波片860;第二滤波片容纳腔404包括第二倾斜面4041,第二倾斜面4041的底端处设有第三倾斜面4042,第二滤波片860一表面与第二倾斜面4041连接,另一表面与第三倾斜面4042连接,进而将第二滤波片860设于第二滤波片容纳腔404内,图63示出第二滤波片860设于第二滤波片容纳腔404内的侧视图;在第二倾斜面4041与第三倾斜面4042之间设有第二凹槽4044,若第二倾斜面4041与第三倾斜面4042直接连接,则在加工时会出现金属毛刺现象,降低第二滤波片860的贴装精度,因此第二凹槽4044的存在可避免第二倾斜面4041与第三倾斜面4042之间存在金属毛刺而影响第二滤波片860的贴装精度,第二凹槽4044的存在可以保证第二滤波片860的贴装精度;第二倾斜面4041为U型倾斜面,且中空设有第四透光孔4043,第四透光孔4043用于使OTDR发射光在到达第二滤波片860时透射过去,继续沿OTDR发射光的光路进行传输,还用于使OSC数据光在到达第二滤波片860时透射过去,继续沿OSC数据光的光路进行传输。进一步,本申请实施例中,在 11° 第二滤波片860与 34° 反射片870的组合下,将OSC数据光的传输方向由沿光纤适配器900光轴方向水平传输,调整为沿垂直于第三滤波片880方向进行传输;为了适应第二滤波片860的光路,本申请实施例中,第二倾斜面4041相对于圆方管体400的水平轴线具有预设倾斜角度,以实现第二滤波片860的倾斜设置,进而在与 34° 反射片870的组合下,将OSC数据光的传输方向由沿光纤适配器900光轴方向水平传输,调整为沿垂直于第三滤波片880方向进行传输。

[0166] 图64-图65示出反射片870与圆方管体400的装配关系;圆方管体400具有反射片容纳腔405,反射片容纳腔405用于设置反射片870;反射片容纳腔405包括第四倾斜面4051,第四倾斜面4051为U型,中空设有第四空腔4053,反射片870具有较小的透射率,第四空腔4053可以为透射光提供漫反射空间,以避免透射光经反射片870发射出去;反射片容纳腔405还包括第五倾斜面4052,反射片870一表面与第四倾斜面4051连接,另一表面与第五倾斜面

4052连接,以实现将反射片870设于反射片容纳腔405内;第四倾斜面4051、第五倾斜面4052之间设有第三凹槽4054,若第四倾斜面4051、第五倾斜面4052直接连接,则在加工时会出现金属毛刺现象,降低反射片870的贴装精度,因此第三凹槽4054的存在可避免第四倾斜面4051、第五倾斜面4052之间存在金属毛刺而影响反射片870的贴装精度,第三凹槽4054的存在可以保证反射片870的贴装精度;进一步,本申请实施例中,在 11° 第二滤波片860与 34° 反射片870的组合下,将OSC数据光的传输方向由沿光纤适配器900光轴方向水平传输,调整为沿垂直于第三滤波片880方向进行传输;为了适应反射片870的光路,本申请实施例中,第四倾斜面4051相对于圆方管体400的水平轴线具有预设倾斜角度,以实现反射片870的倾斜设置,进而在与 11° 第二滤波片860的组合下,将OSC数据光的传输方向由沿光纤适配器900光轴方向水平传输,调整为沿垂直于第三滤波片880方向进行传输。为了适应反射片870的光路,本申请实施例中,第四倾斜面4051相对于圆方管体400的水平轴线具有预设倾斜角度,以实现反射片870的倾斜设置,进而在与 11° 第二滤波片860的组合下,将OSC数据光的传输方向由沿光纤适配器900光轴方向水平传输,调整为沿垂直于第三滤波片880方向进行传输。

[0167] 进一步,反射片容纳腔405还包括连接面4055,连接面4055与第五倾斜面4052连接,连接面4055、第五倾斜面4052、第三凹槽4054依次连接,连接后形成U型结构,即中空设计;连接面4055的存在可为反射片870的安装角度起到一定支撑、过渡,进而可以增加反射片870的安装精度。

[0168] 图66-图67示出第三滤波片880与圆方管体400的装配关系;圆方管体400具有第三管口430,第三管口430的端面上设有第三滤波片容纳腔409,第三滤波片容纳腔409用于设置第三滤波片880;第三滤波片容纳腔409包括第一平台4091和第二平台4092;第一平台4091和第二平台4092相对设置;第三滤波片880跨接于第一平台4091和第二平台4092上,第三滤波片880一端与第一平台4091连接,另一端与第二平台4092连接;第三滤波片880设于第三滤波片容纳腔409后的结构如图67所示。第二光接收器件700嵌设于第三管口430内,第三滤波片880允许OSC数据光进入第二光接收器件700内,不允许除第二波长以外的其他波长进入第二光接收器件700内,实现OSC数据传输。

[0169] 以上所述,仅为本公开的具体实施方式,但本公开的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内,想到变化或替换,都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此,本公开的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

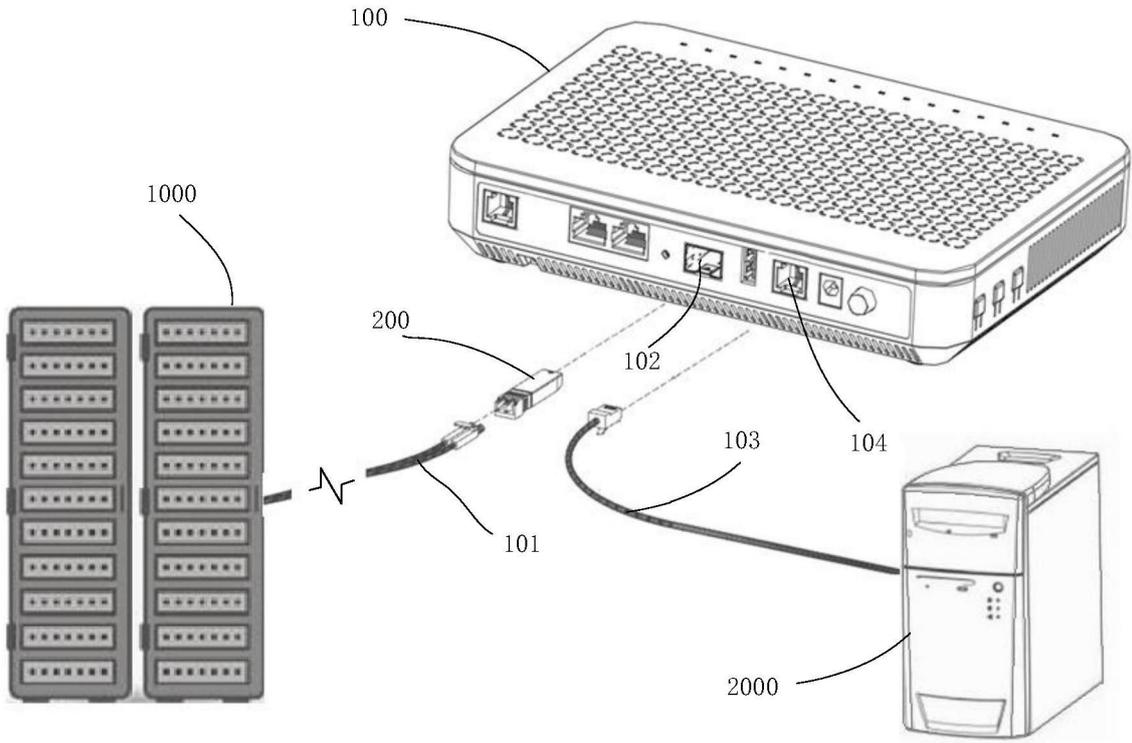


图1

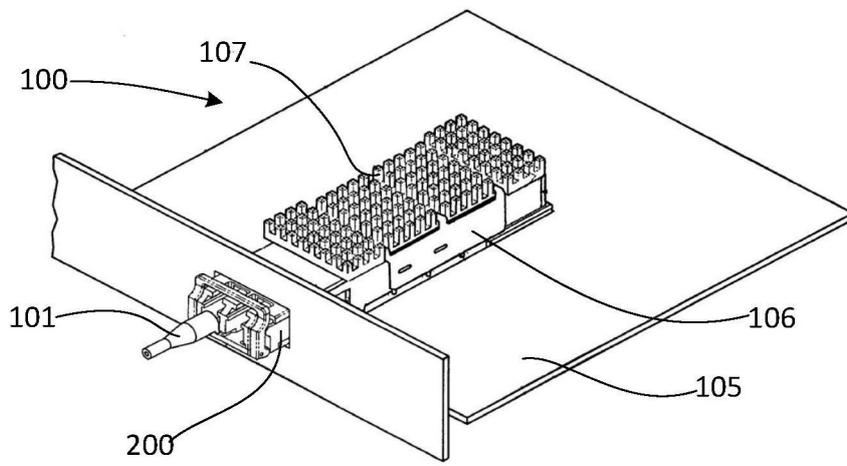


图2

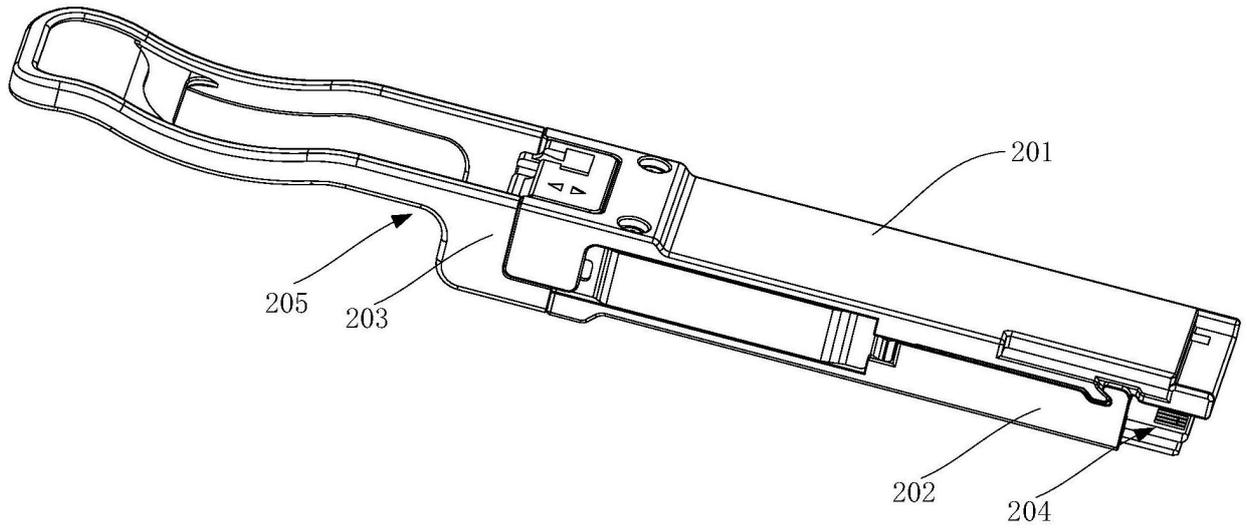


图3

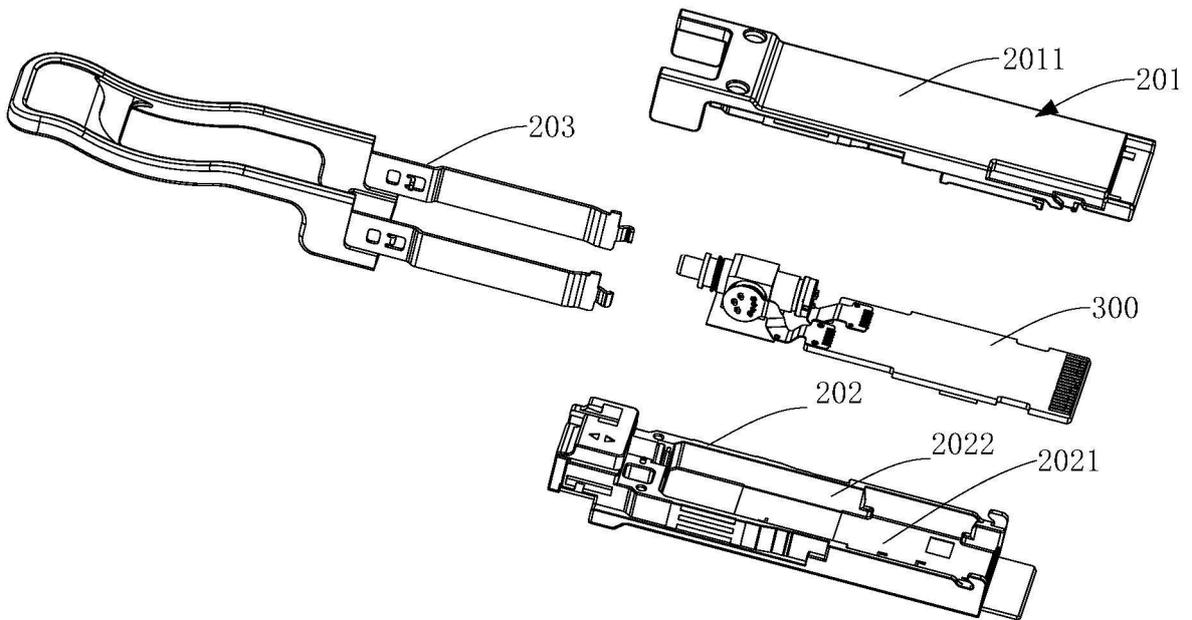


图4

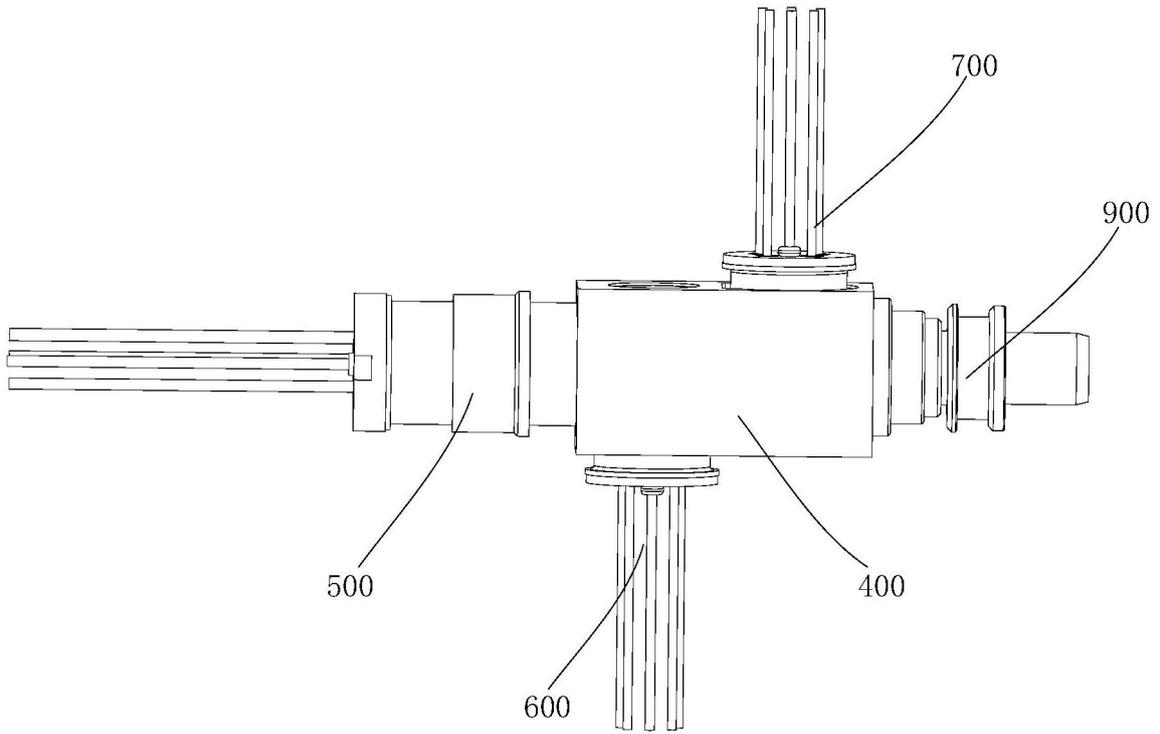


图5

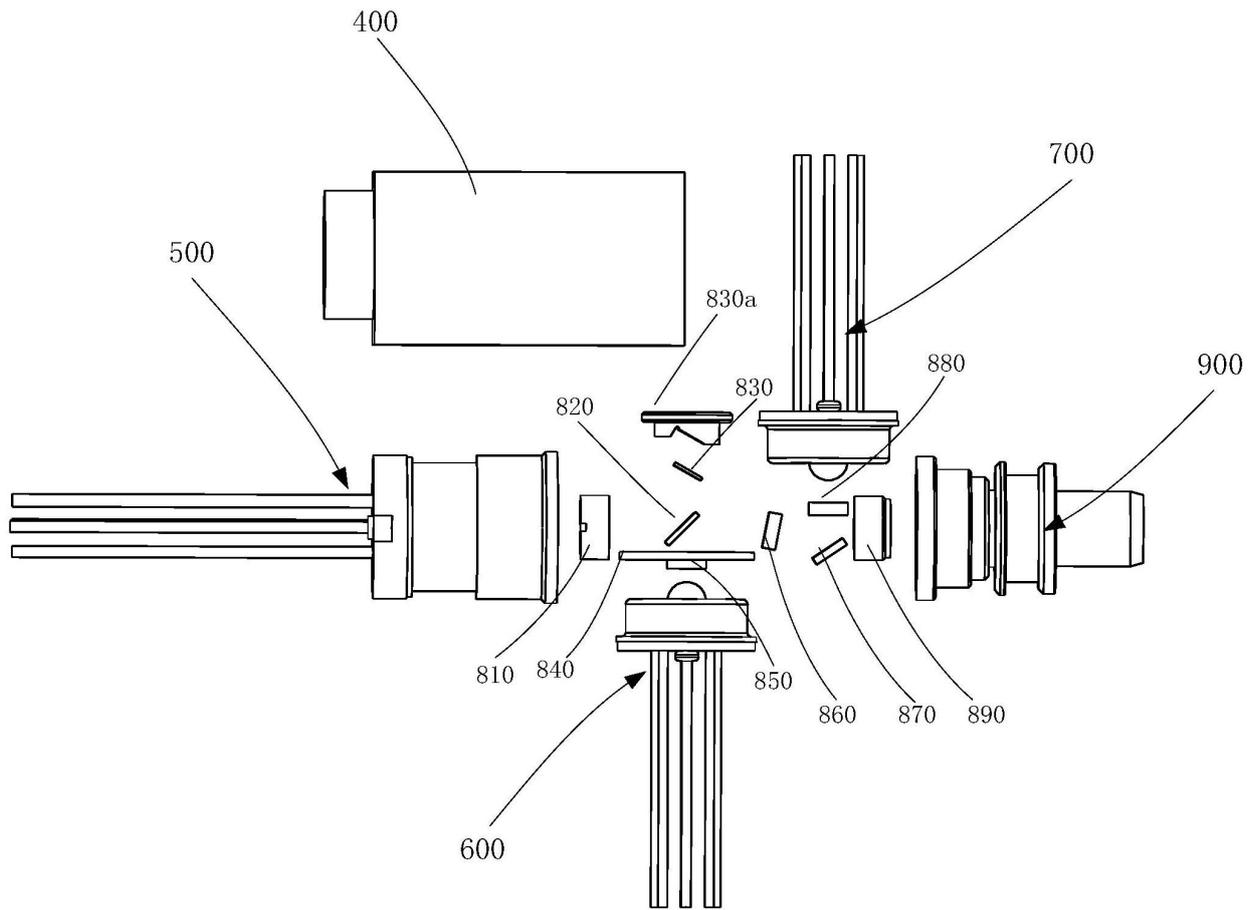


图6

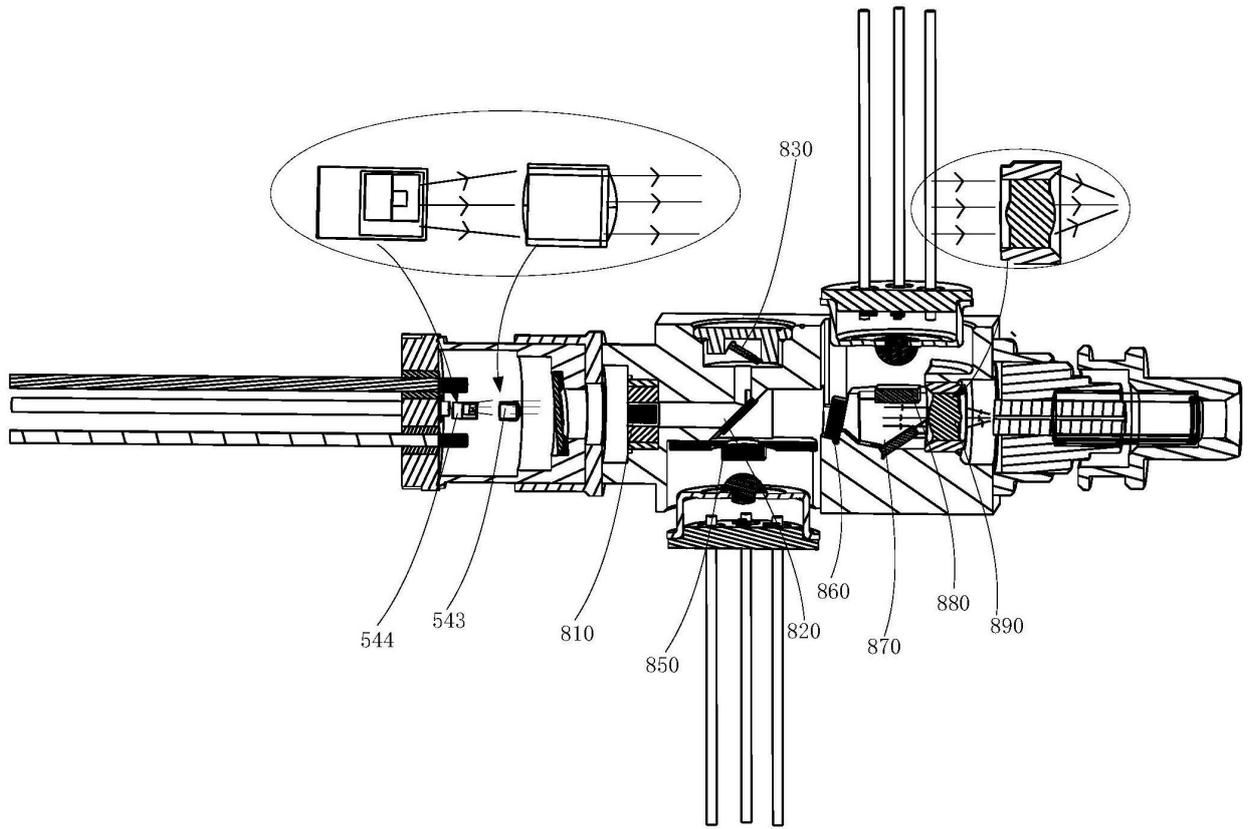


图7

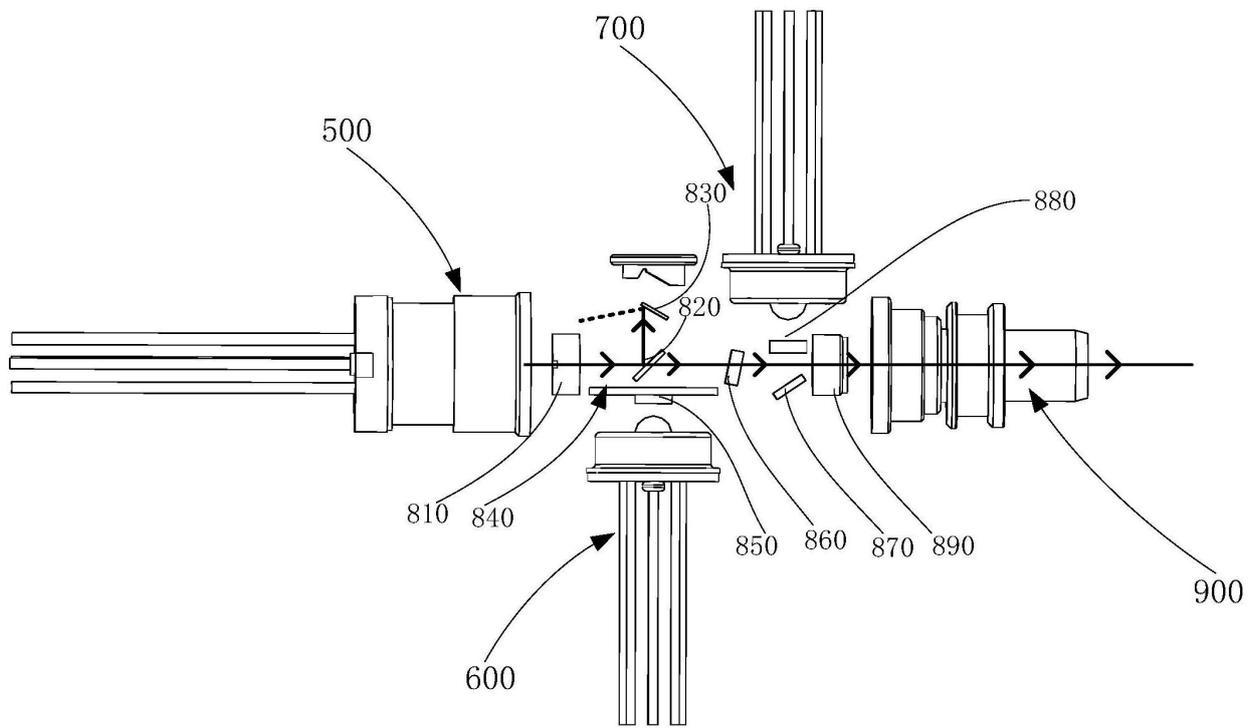


图8

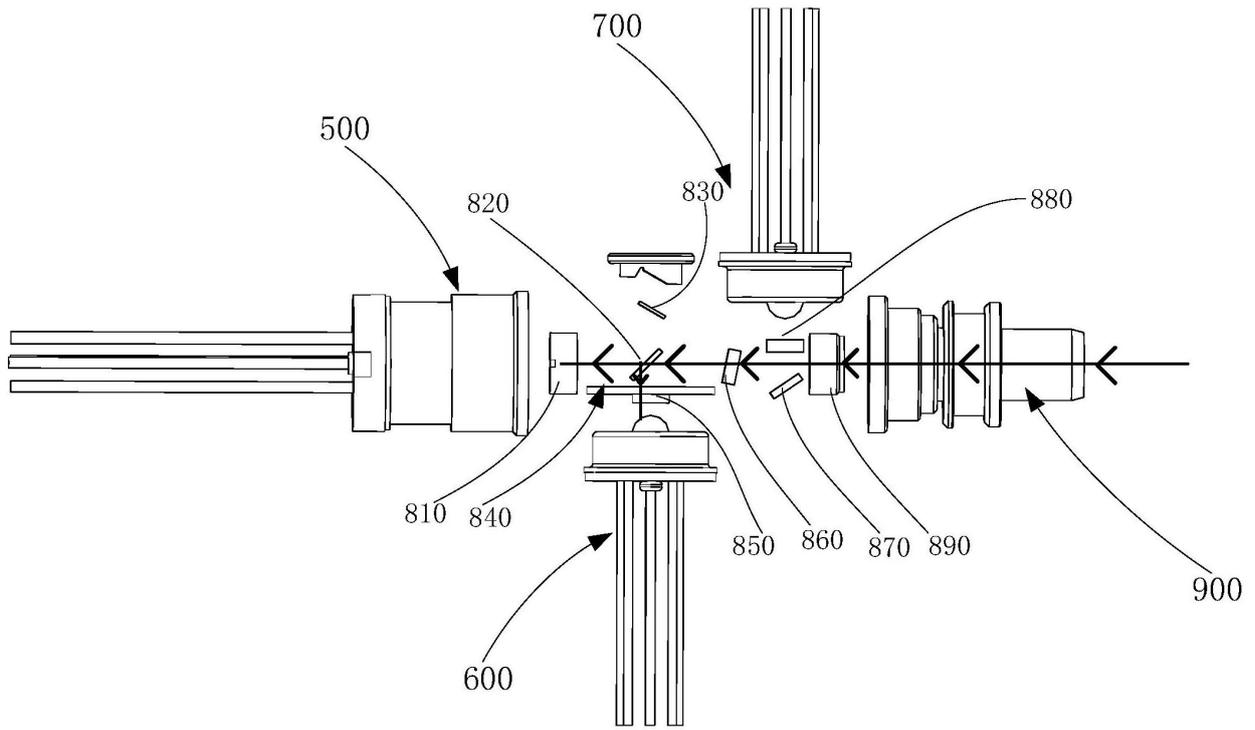


图9

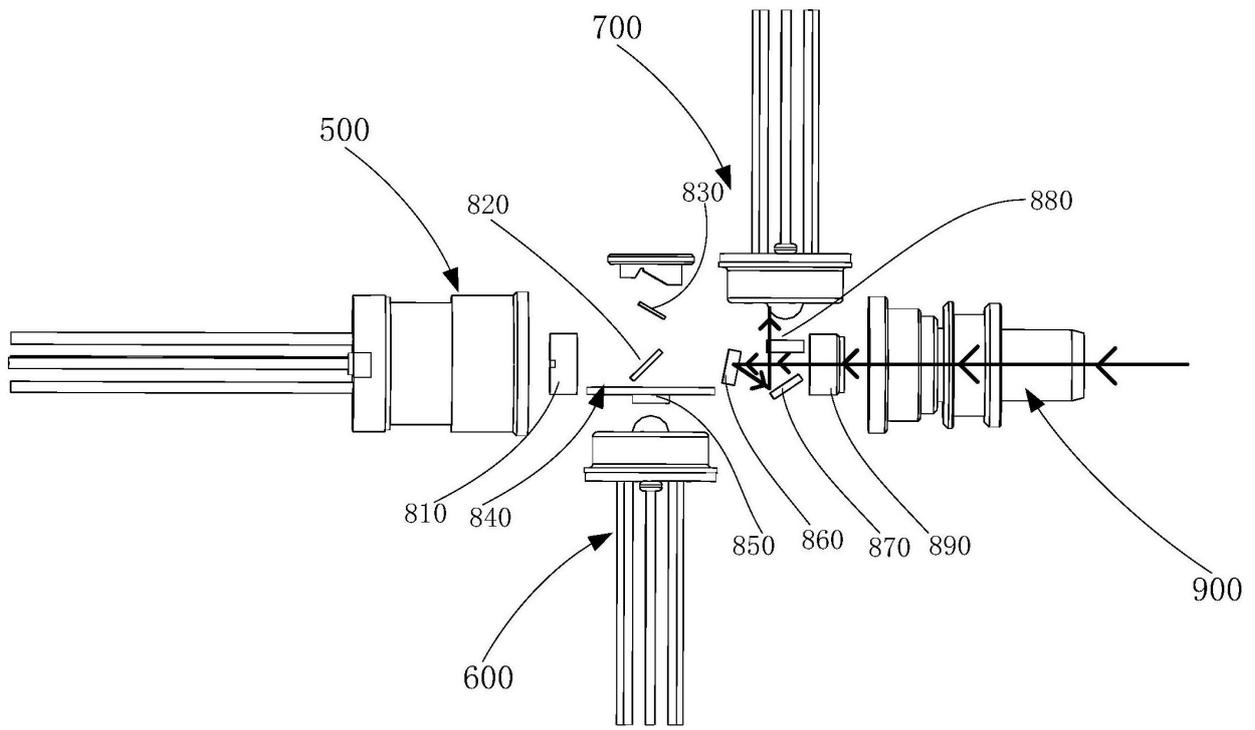


图10

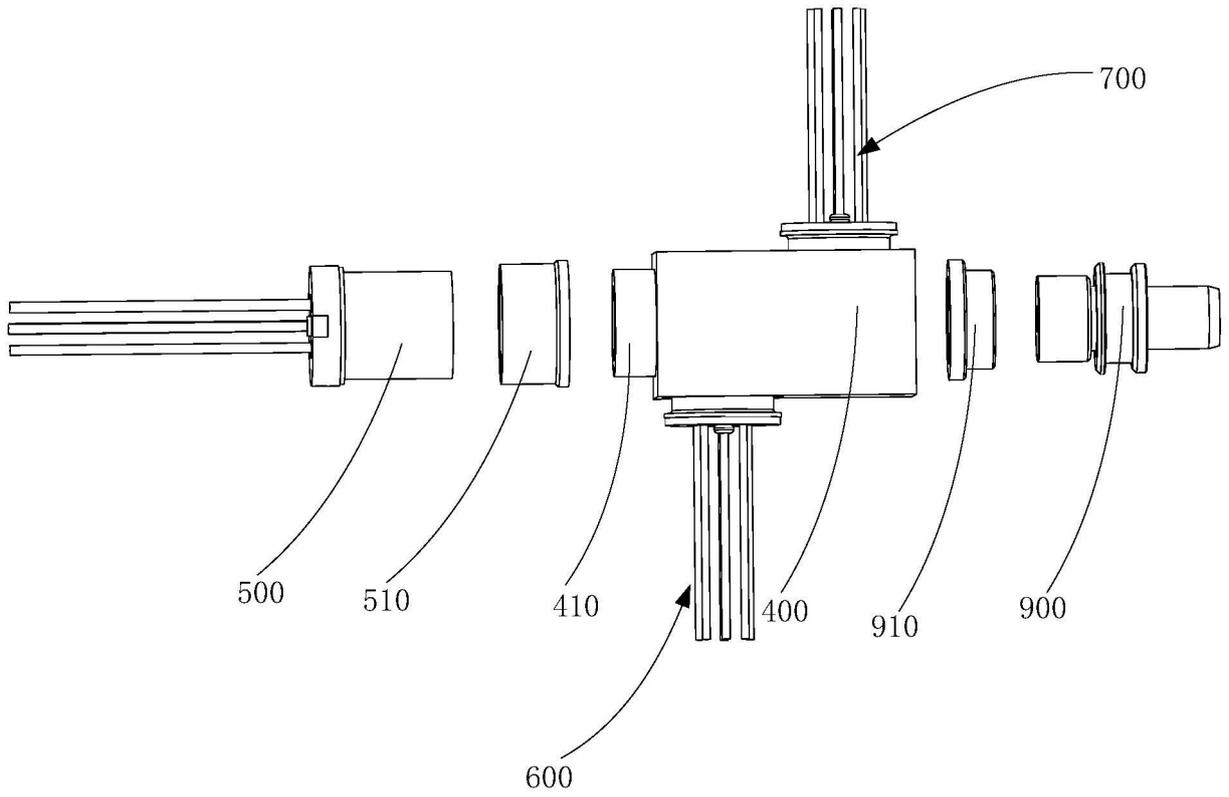


图11

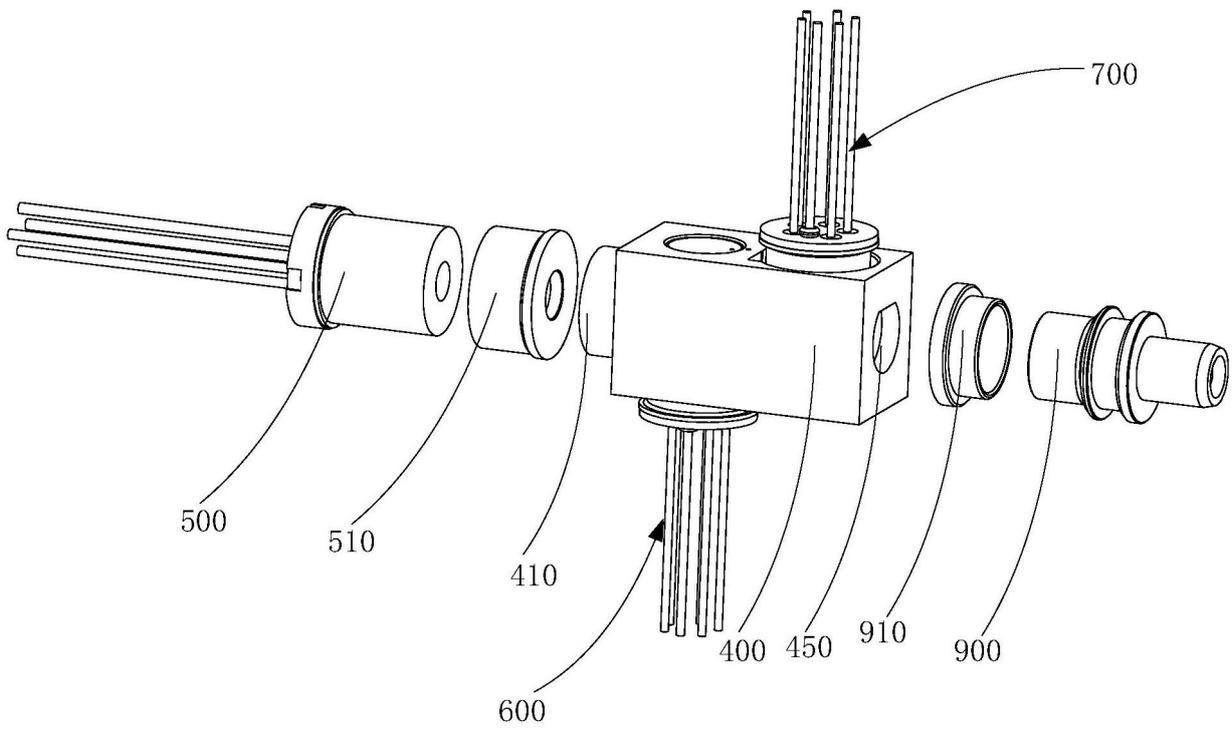


图12

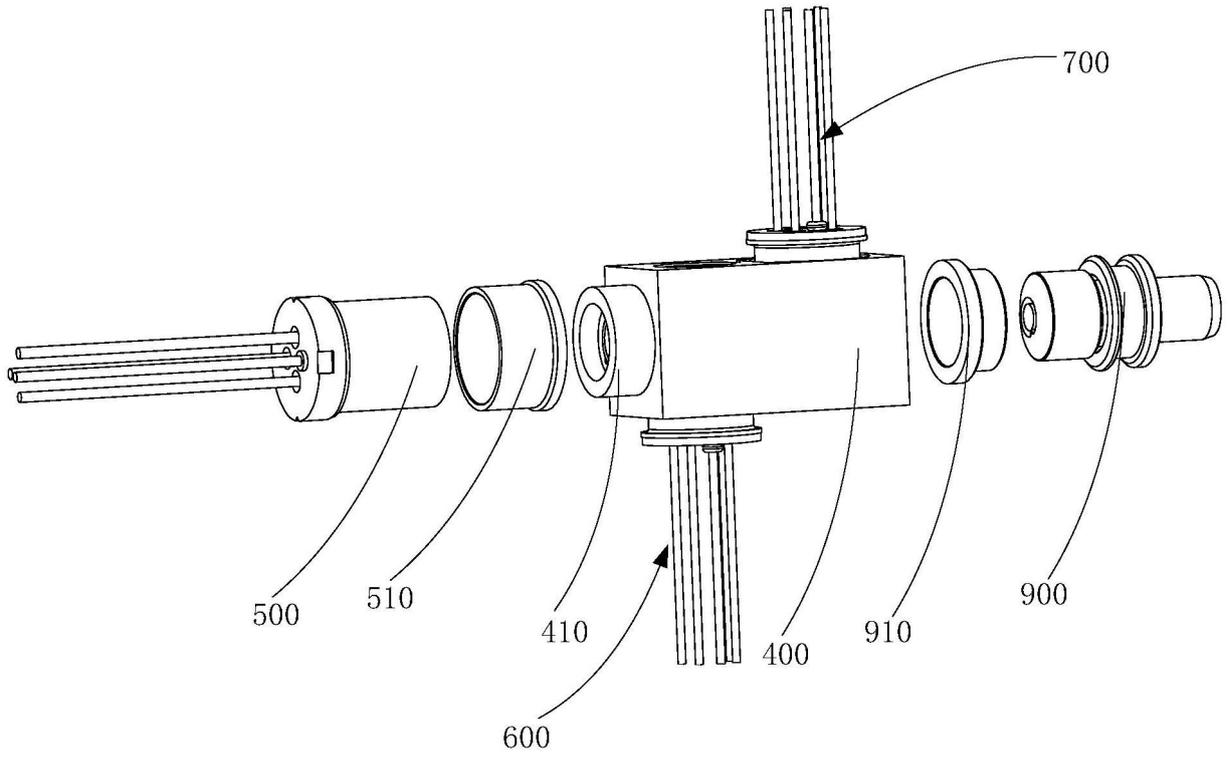


图13

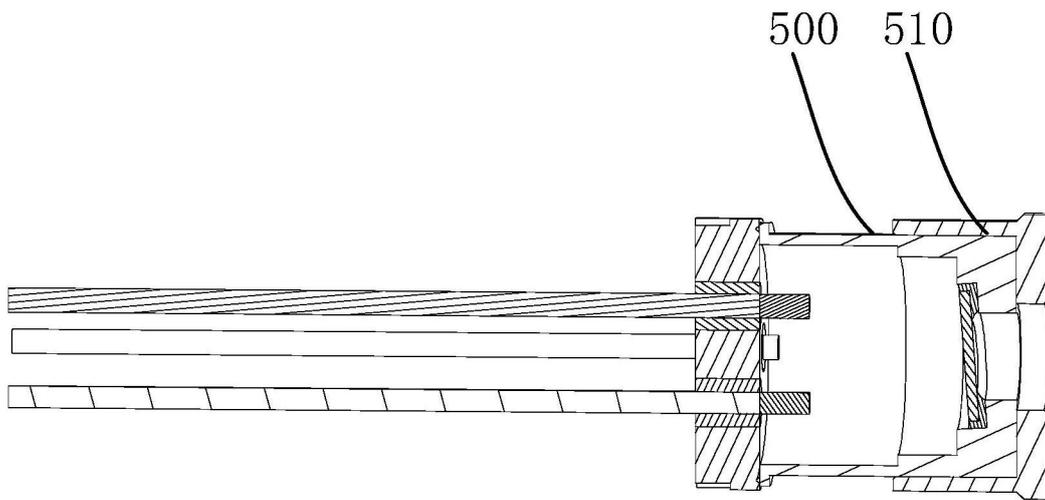


图14

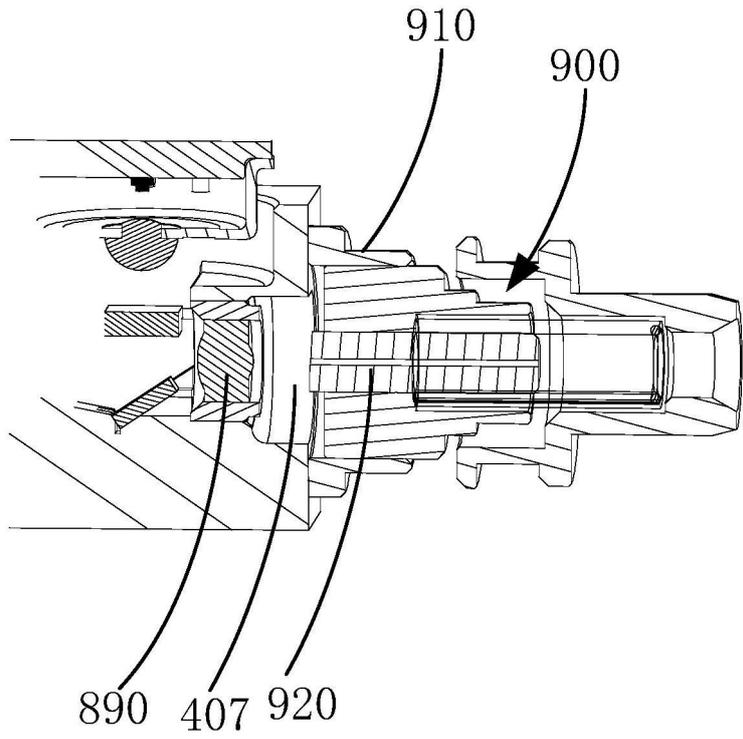


图15

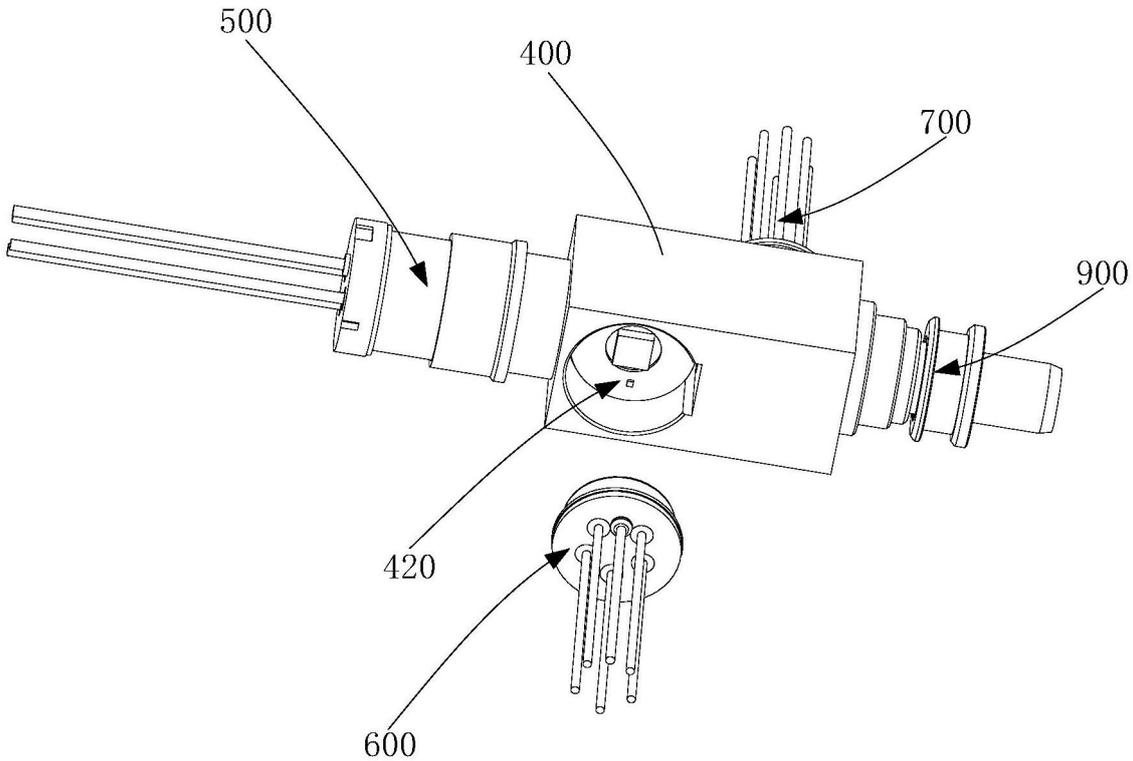


图16

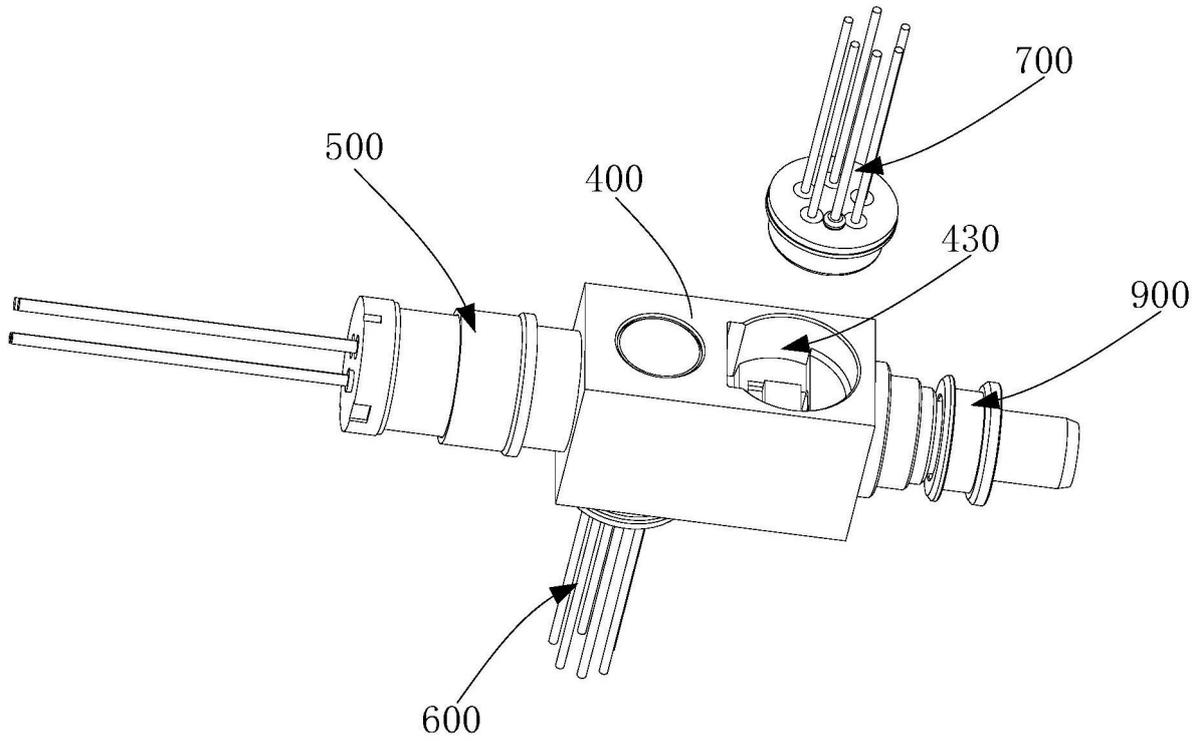


图17

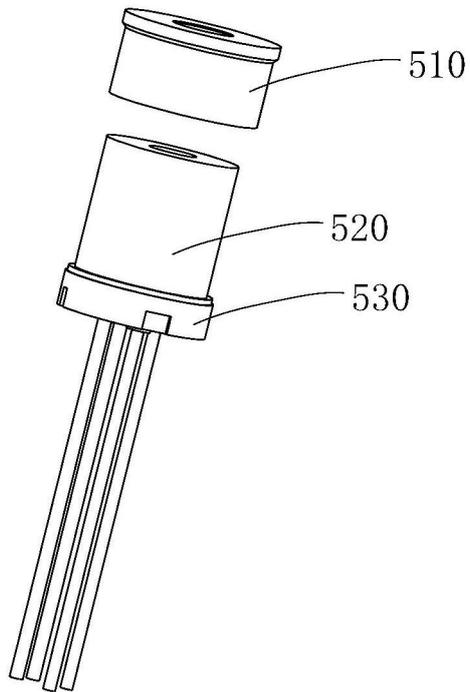


图18

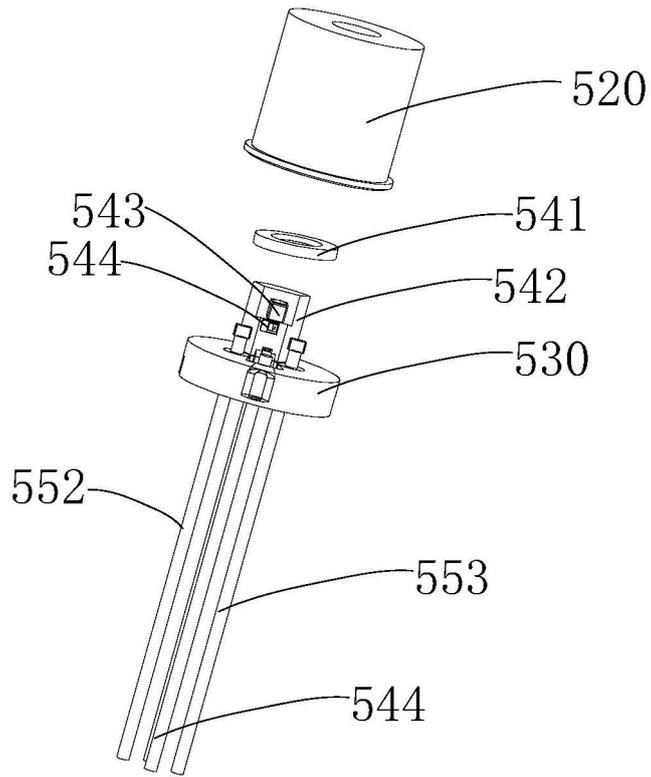


图19

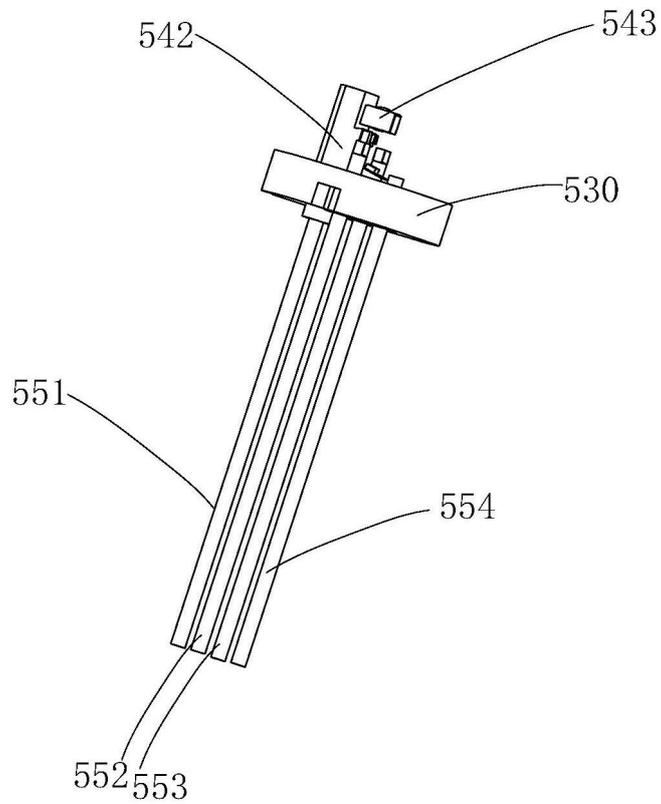


图20

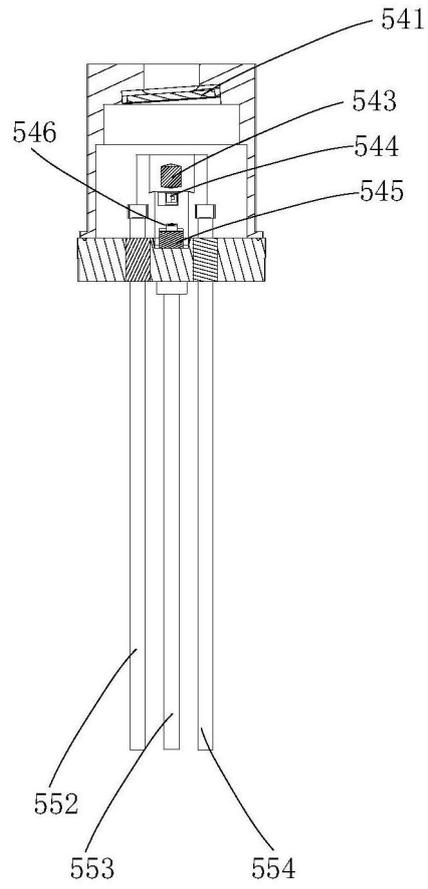


图21

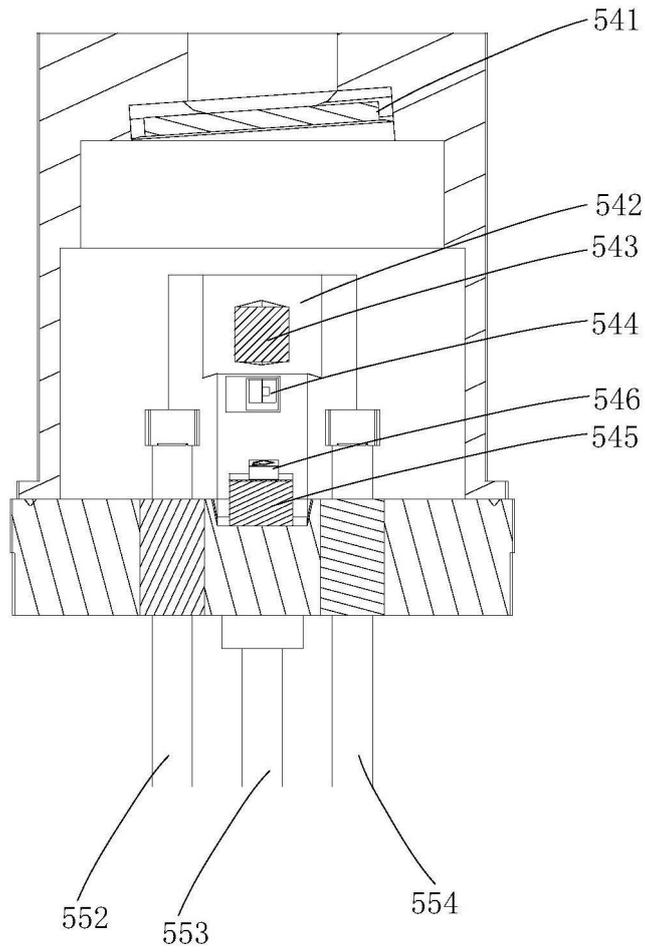


图22

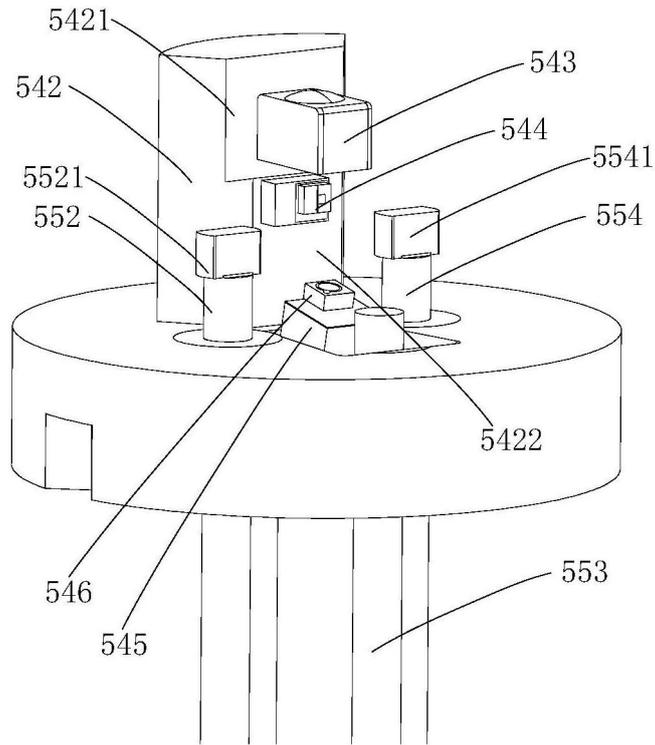


图23

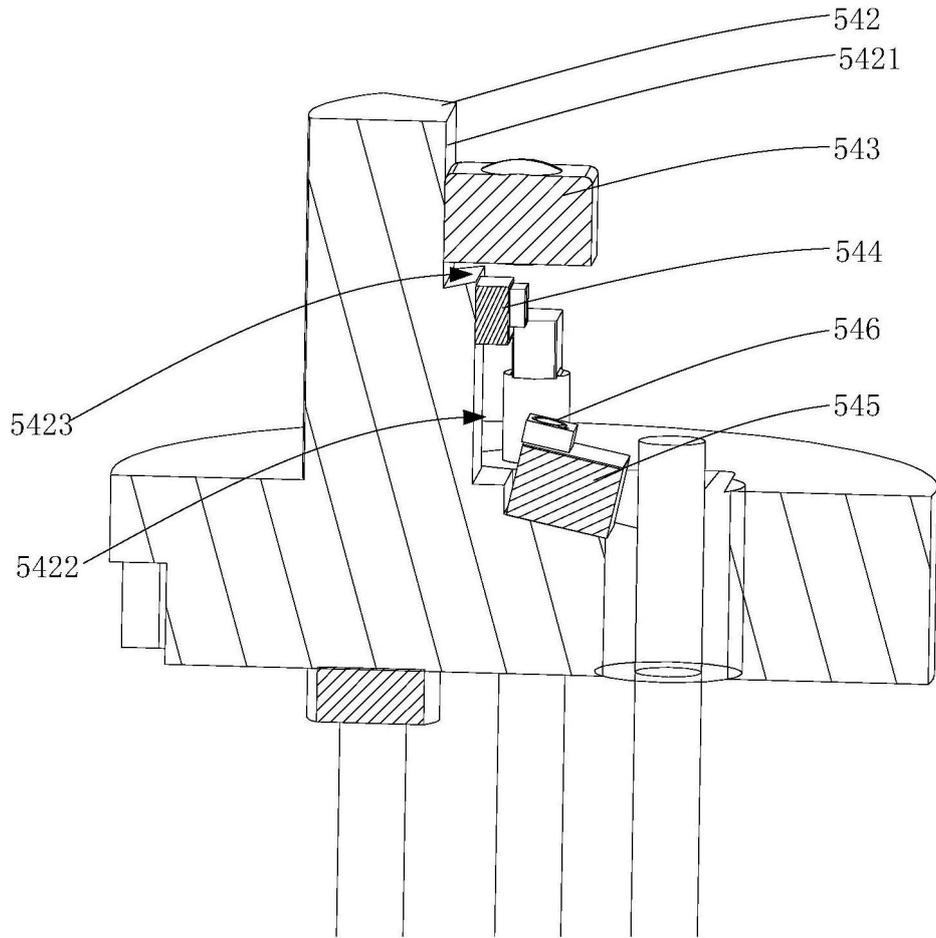


图24

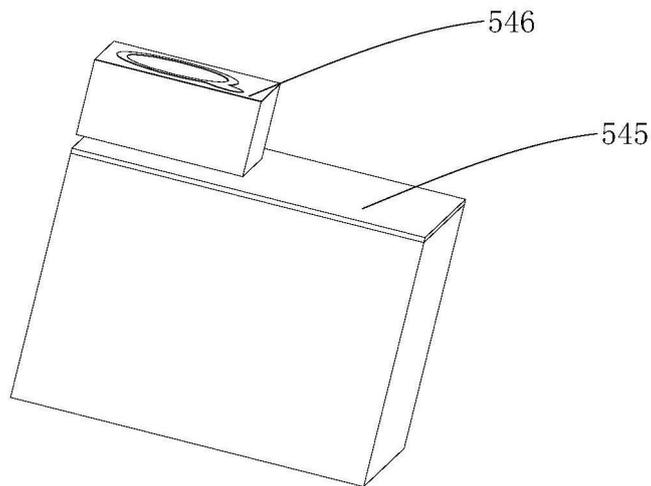


图25

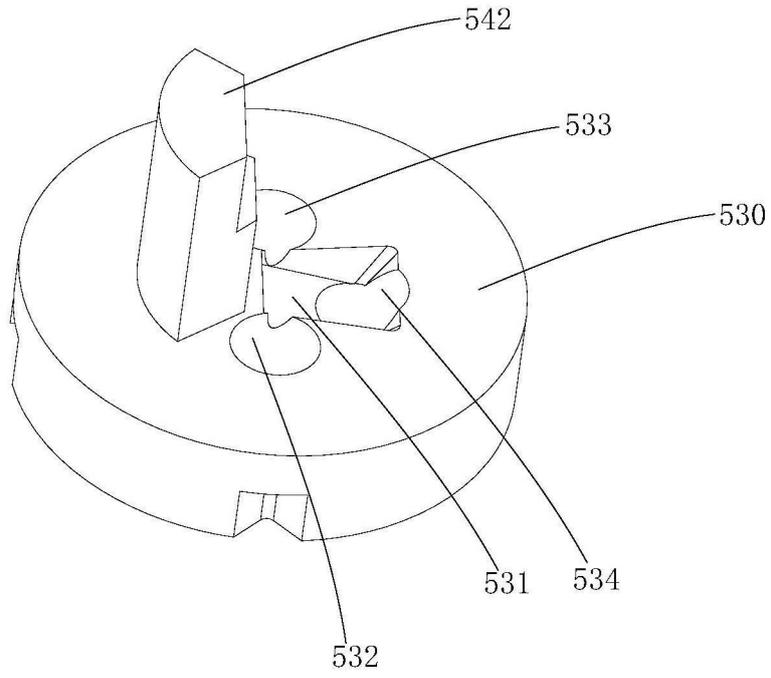


图26

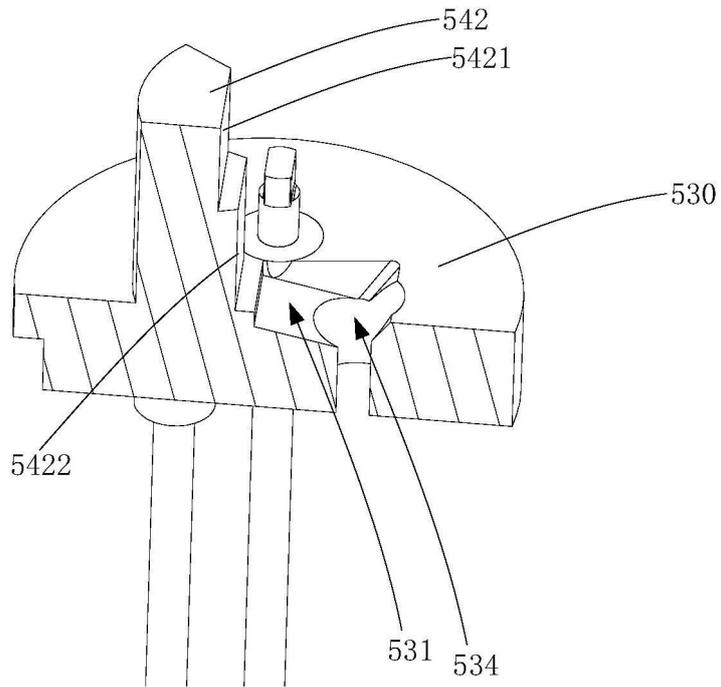


图27

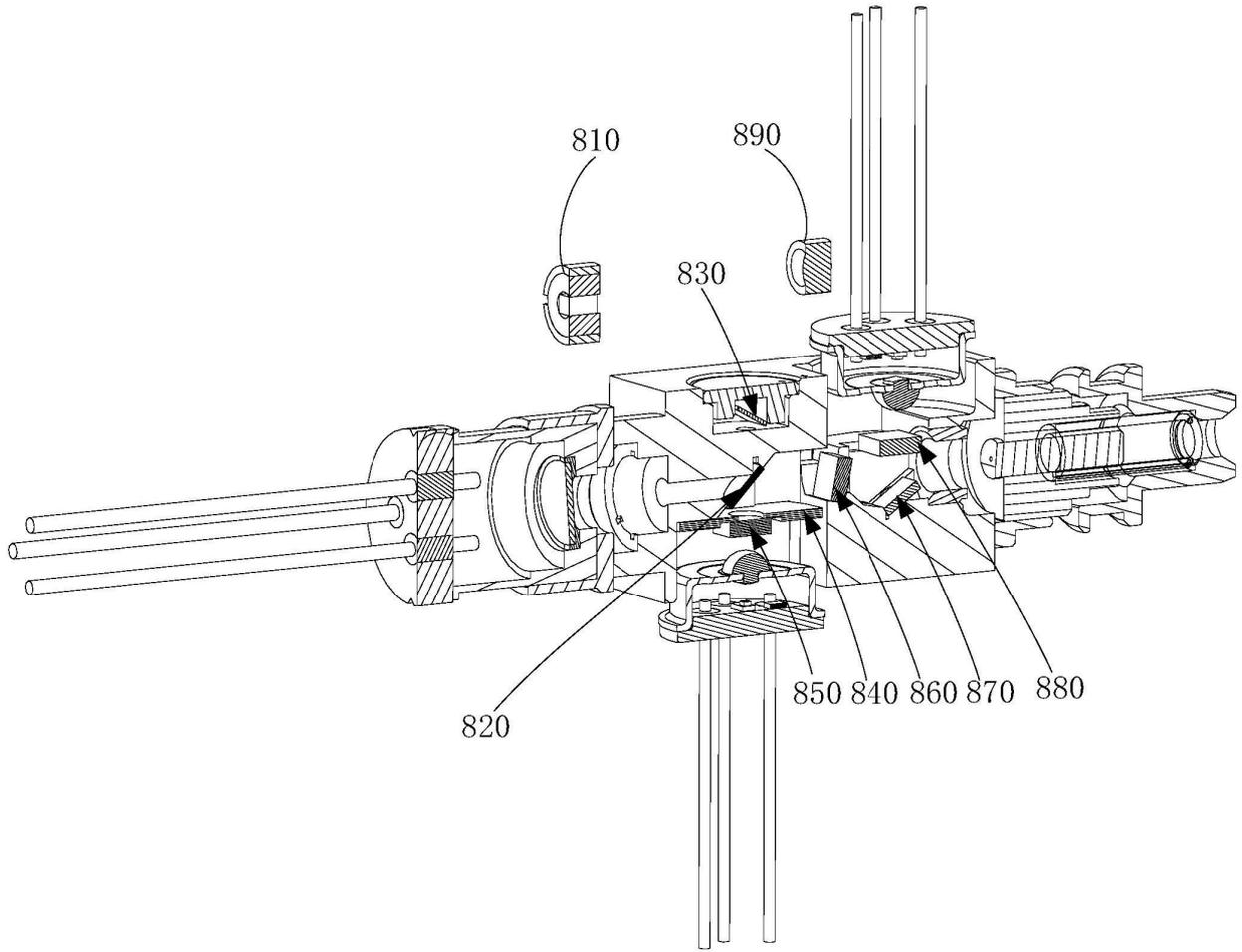


图28

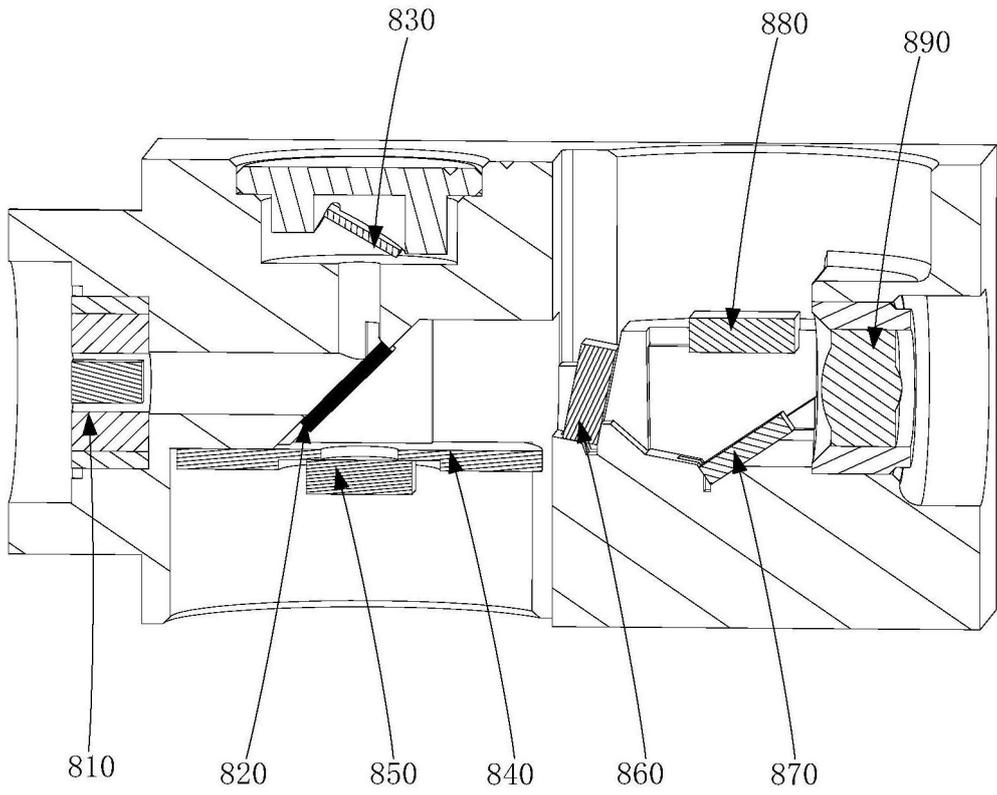


图29

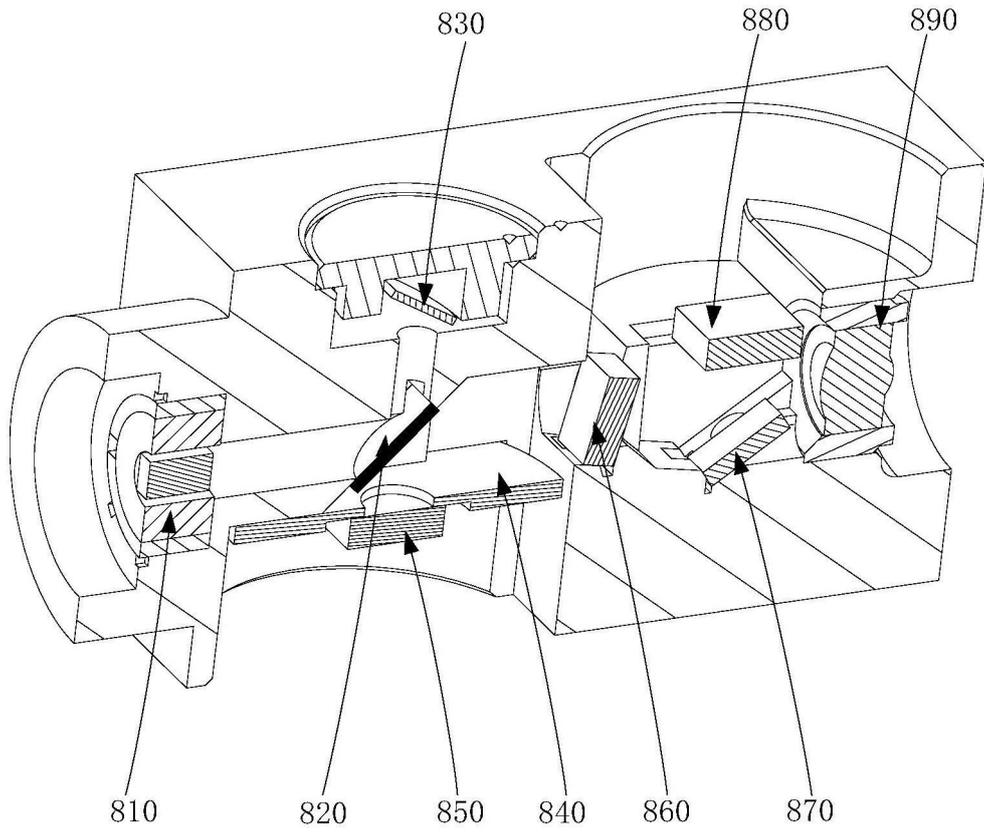


图30

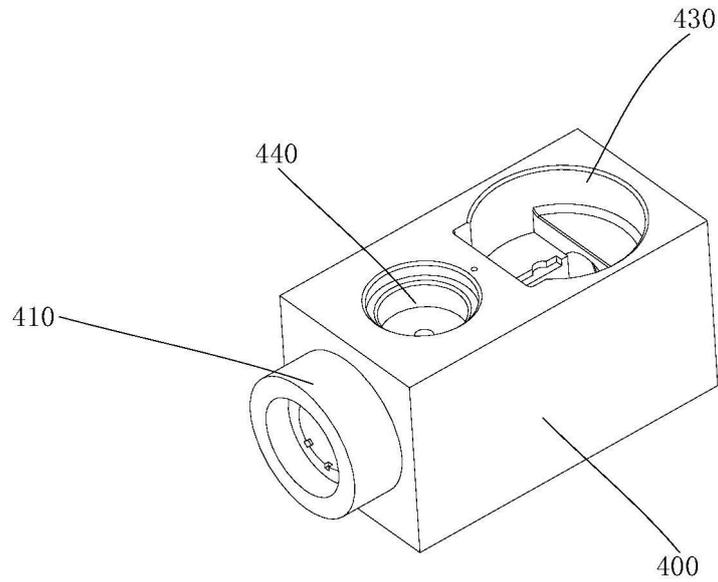


图31

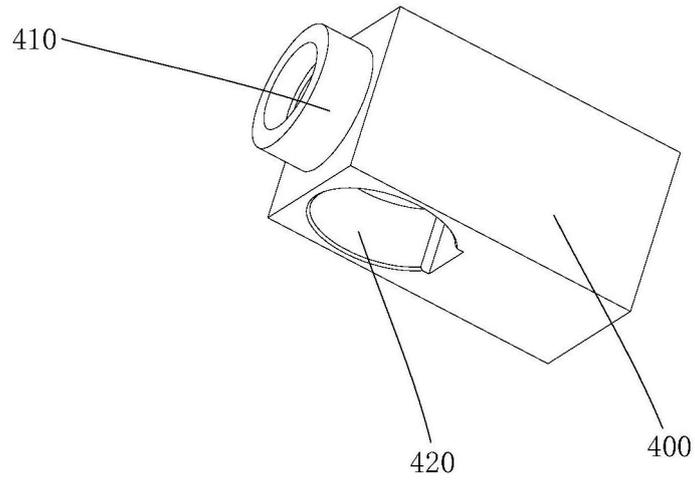


图32

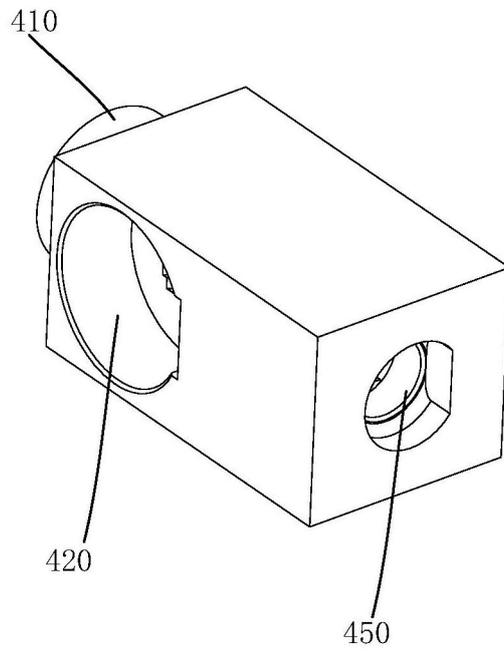


图33

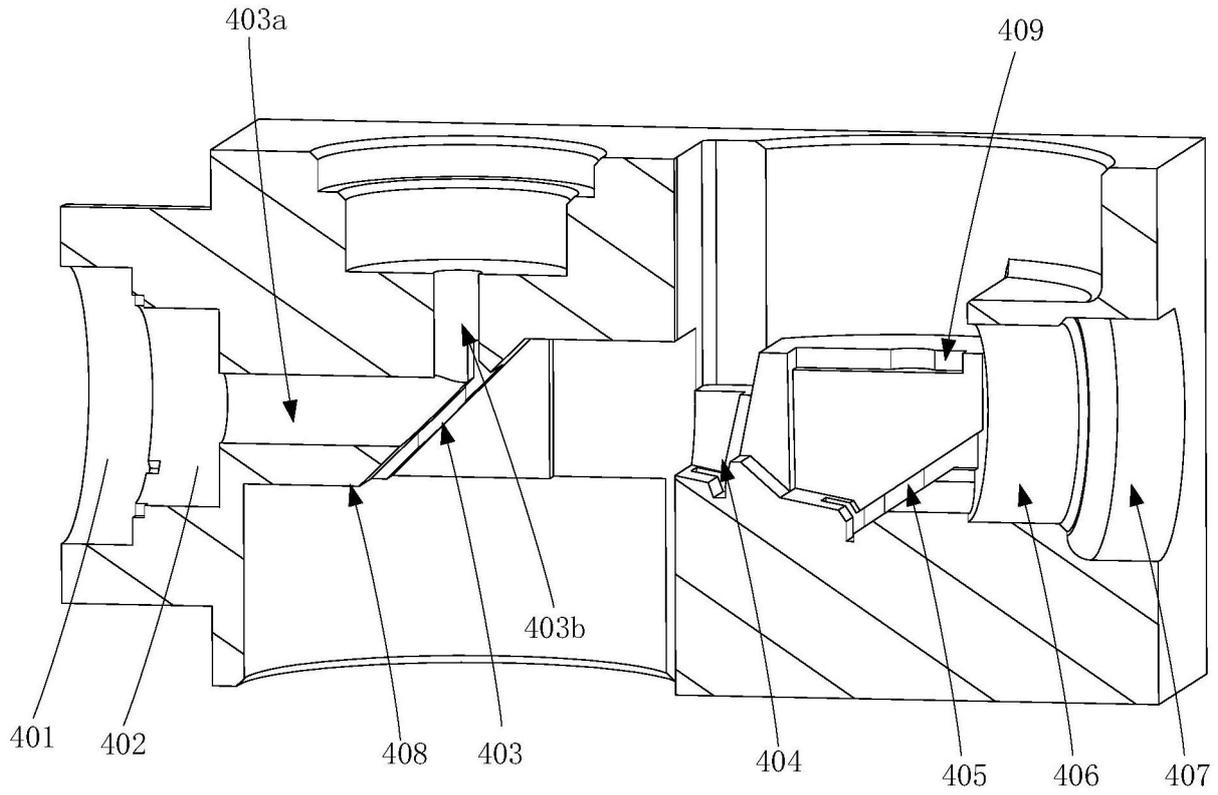


图34

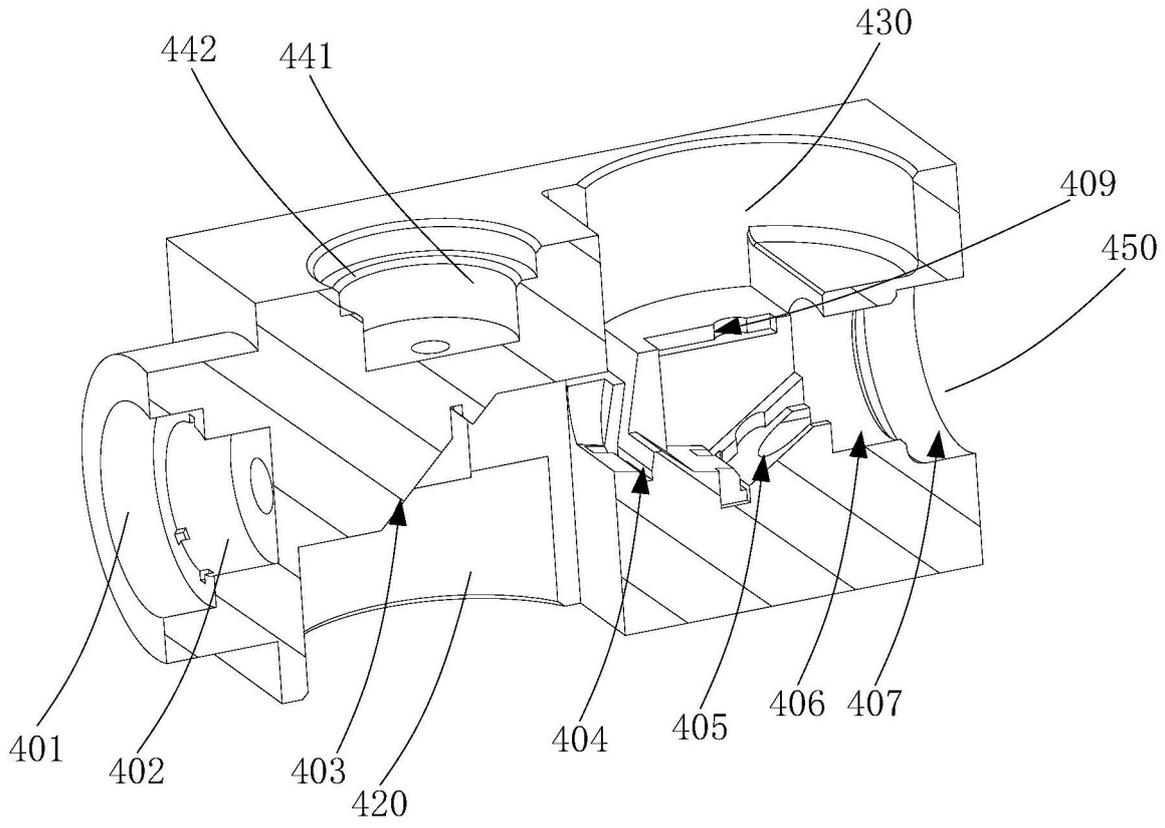


图35

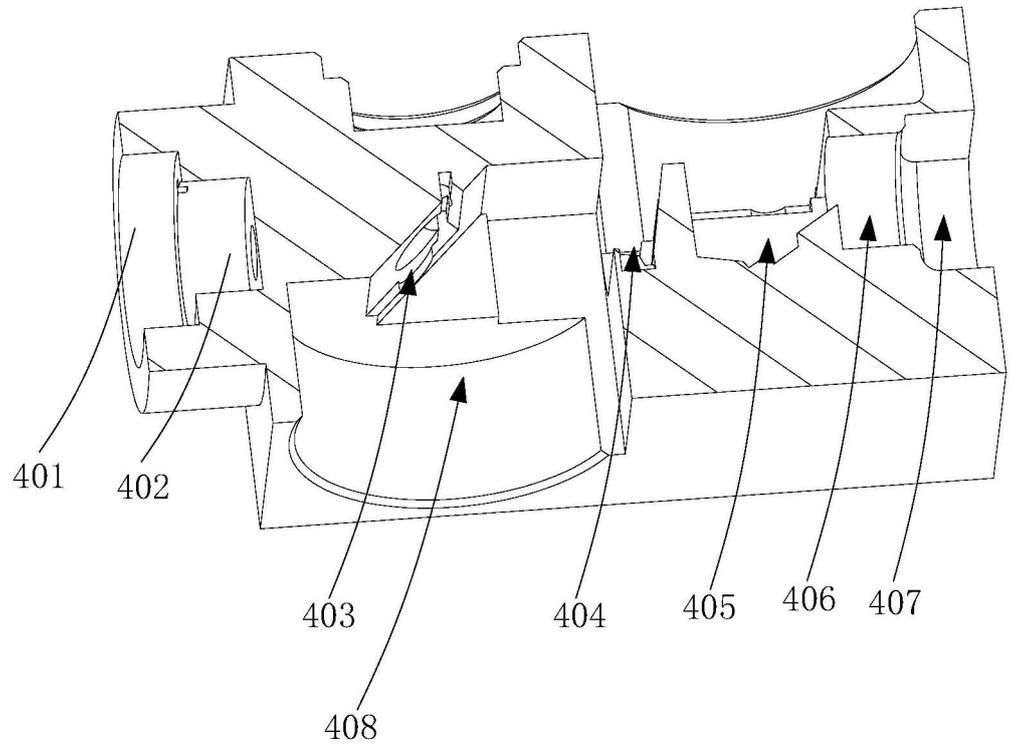


图36

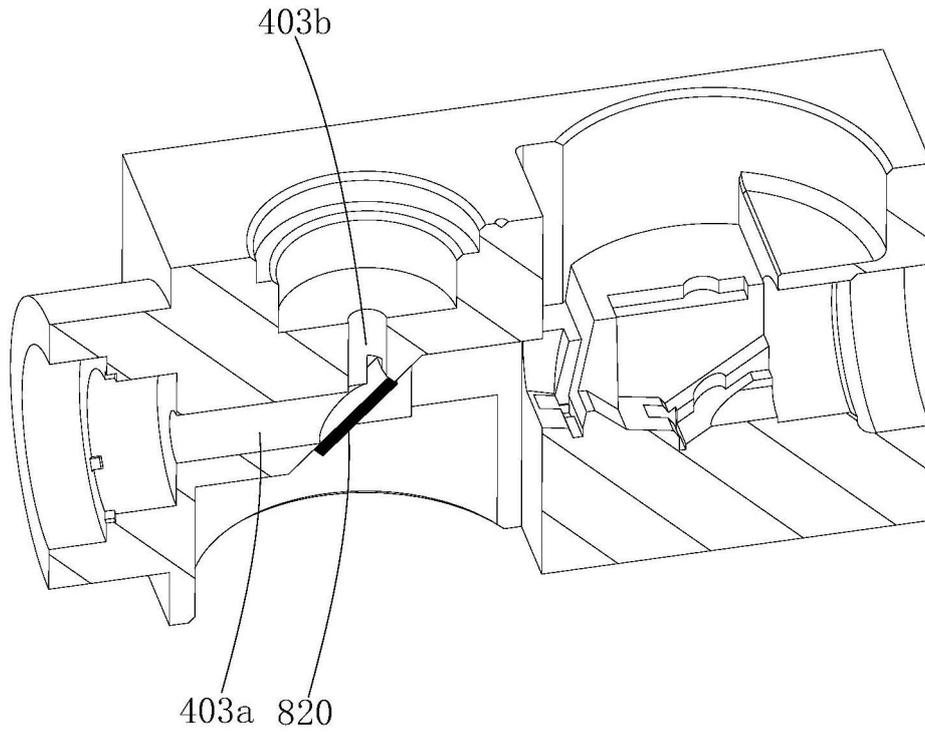


图37

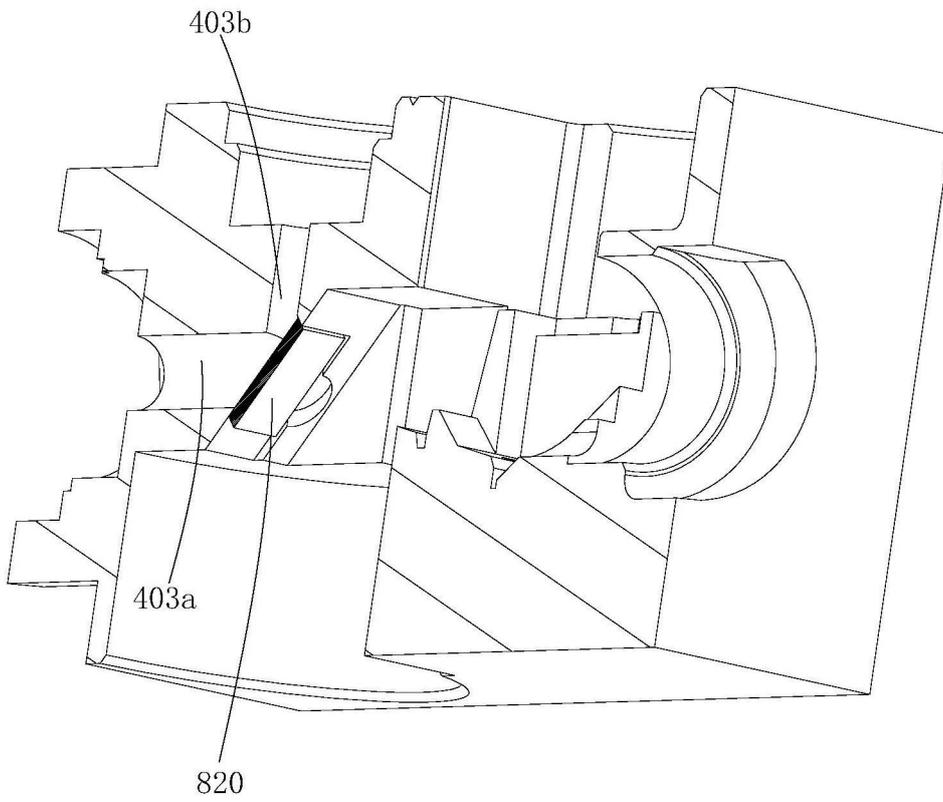


图38

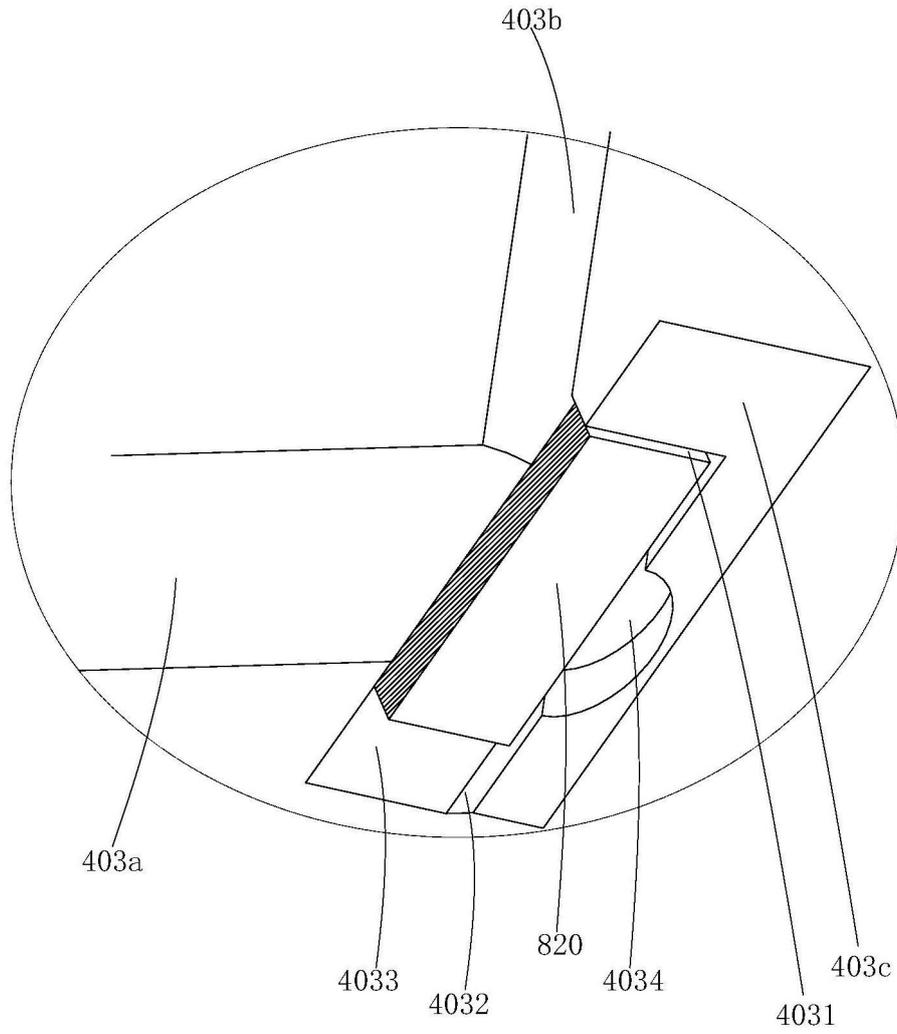


图39

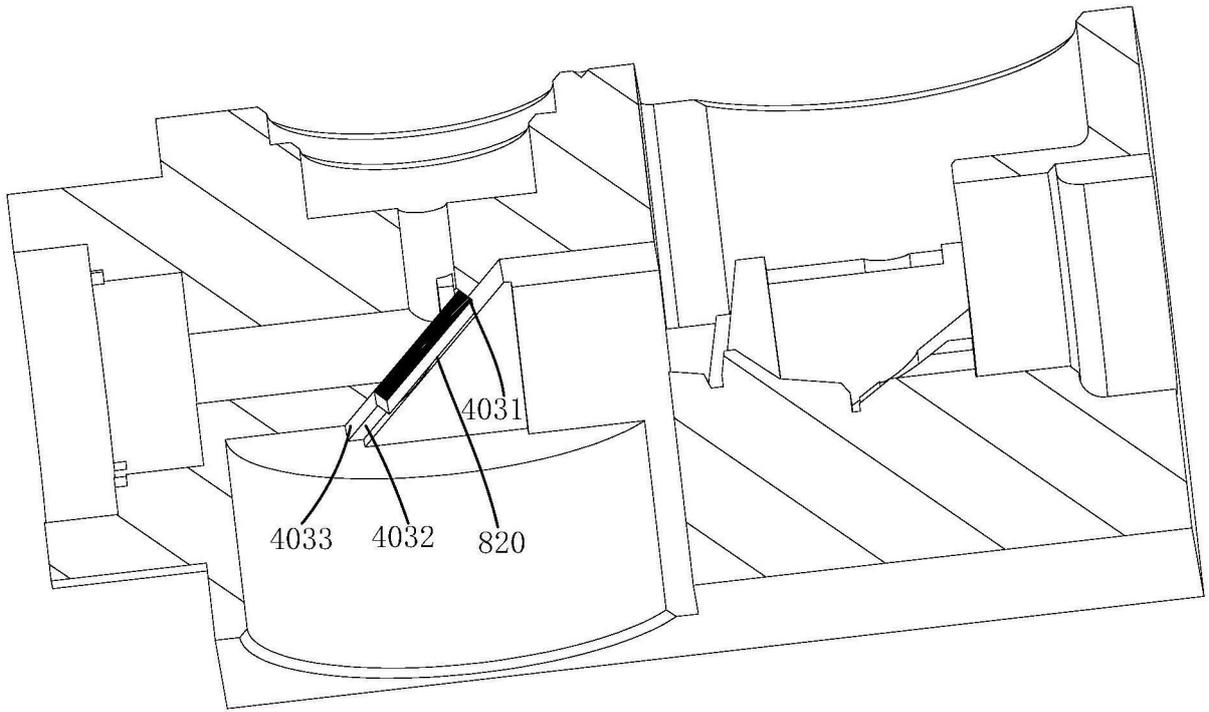


图40

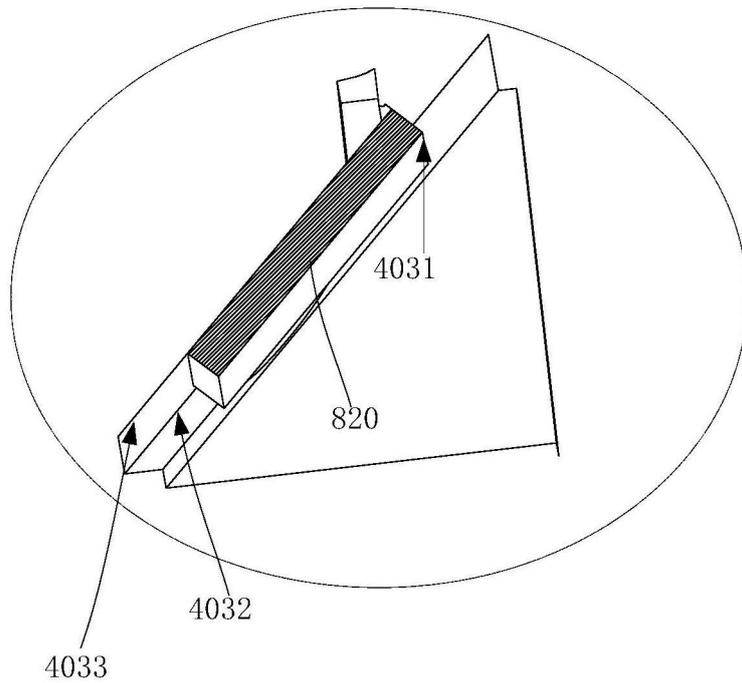


图41

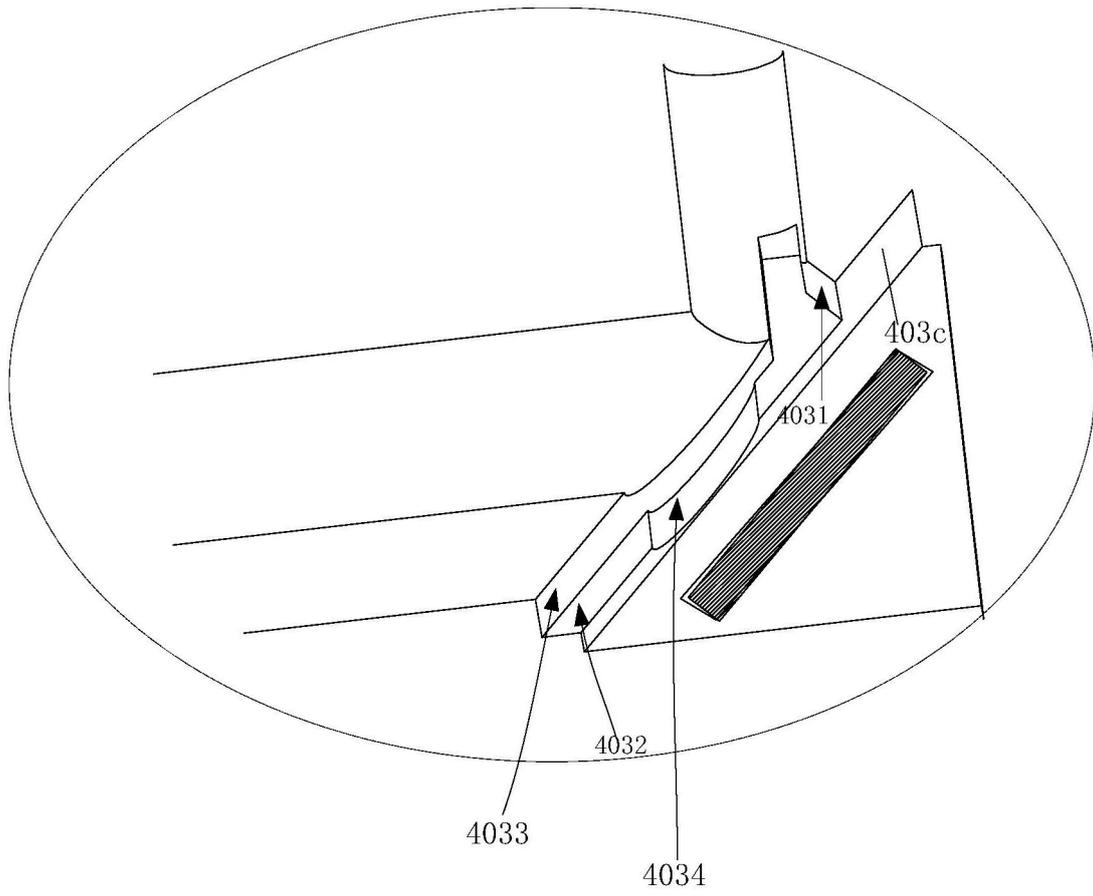


图42

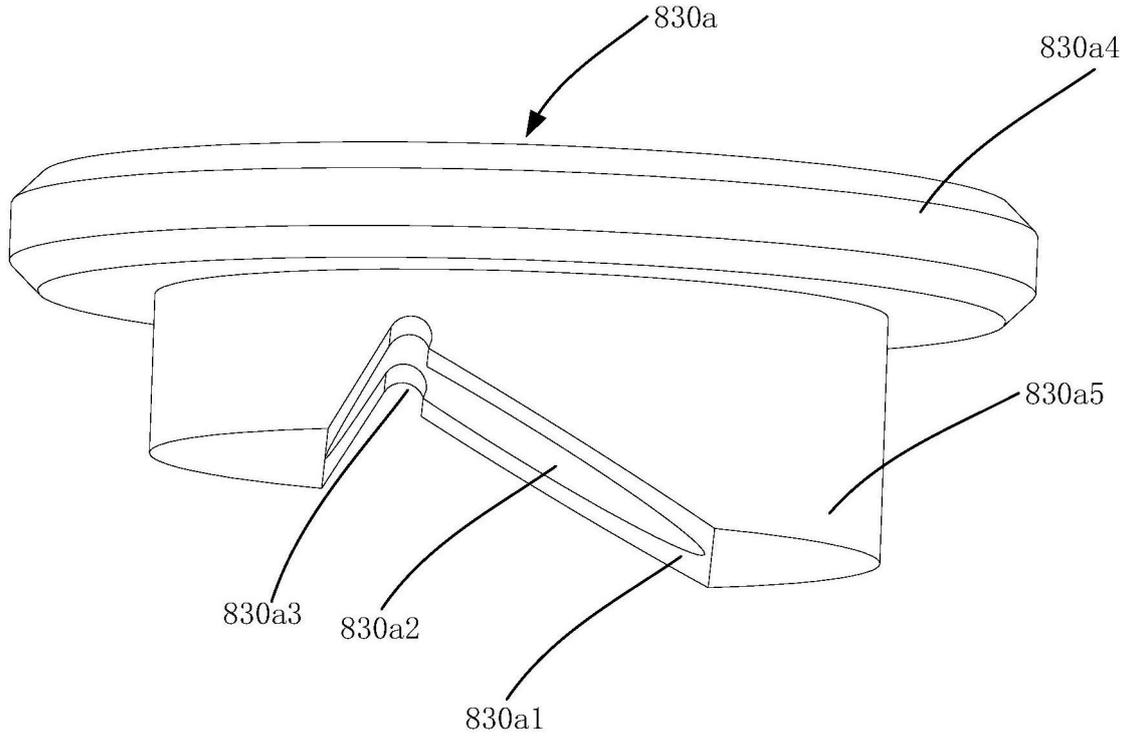


图43

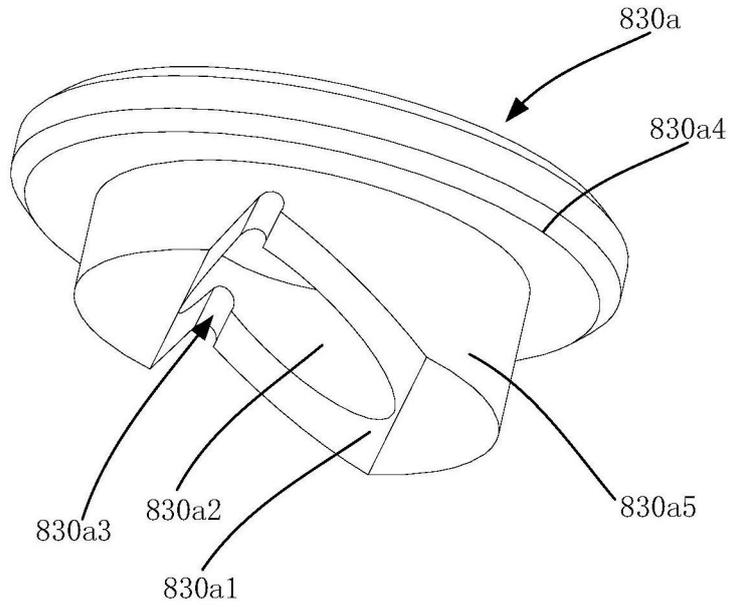


图44

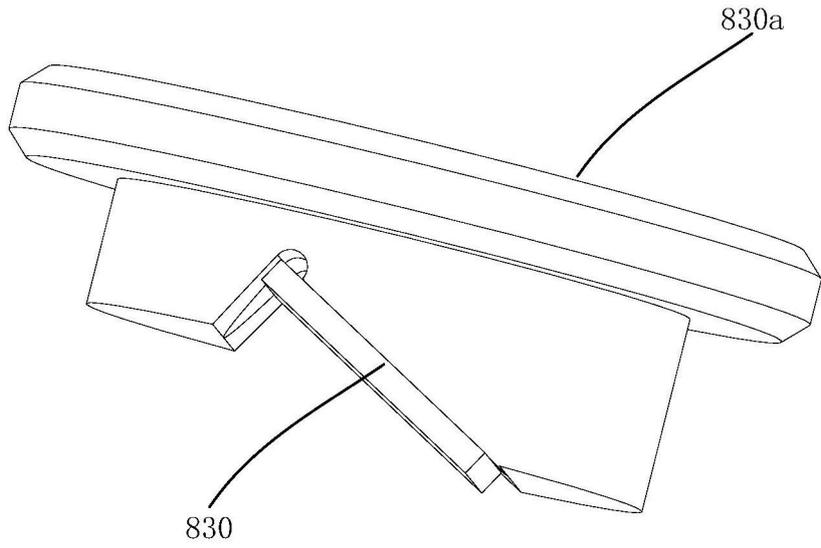


图45

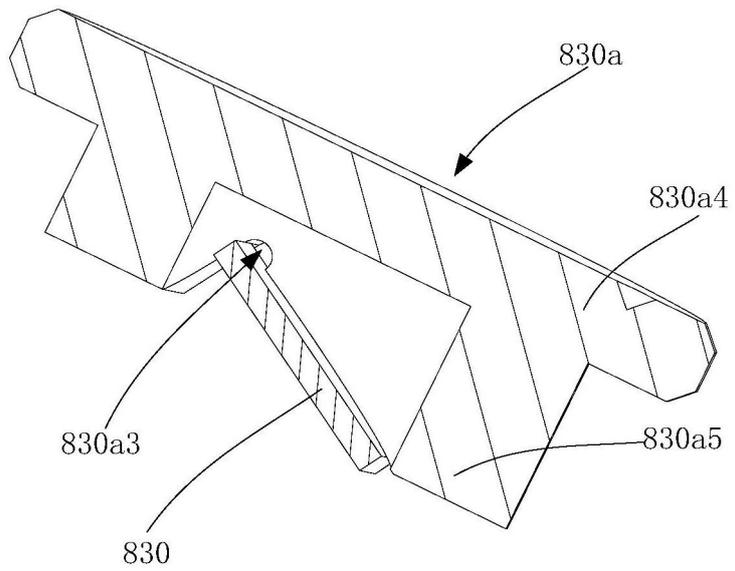


图46

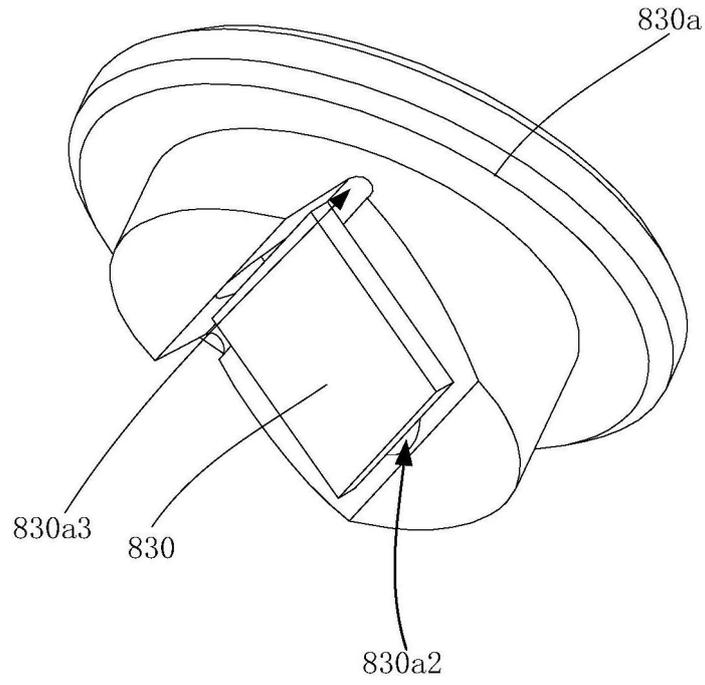


图47

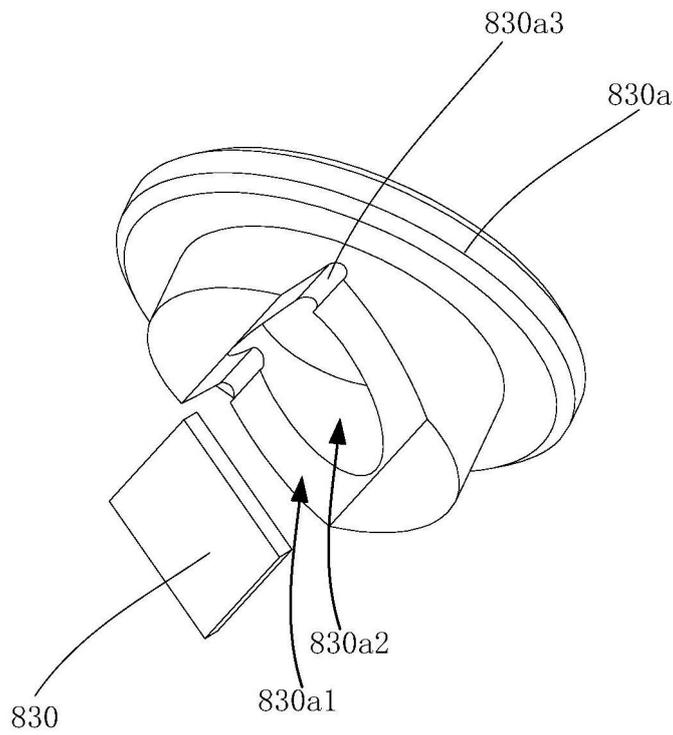


图48

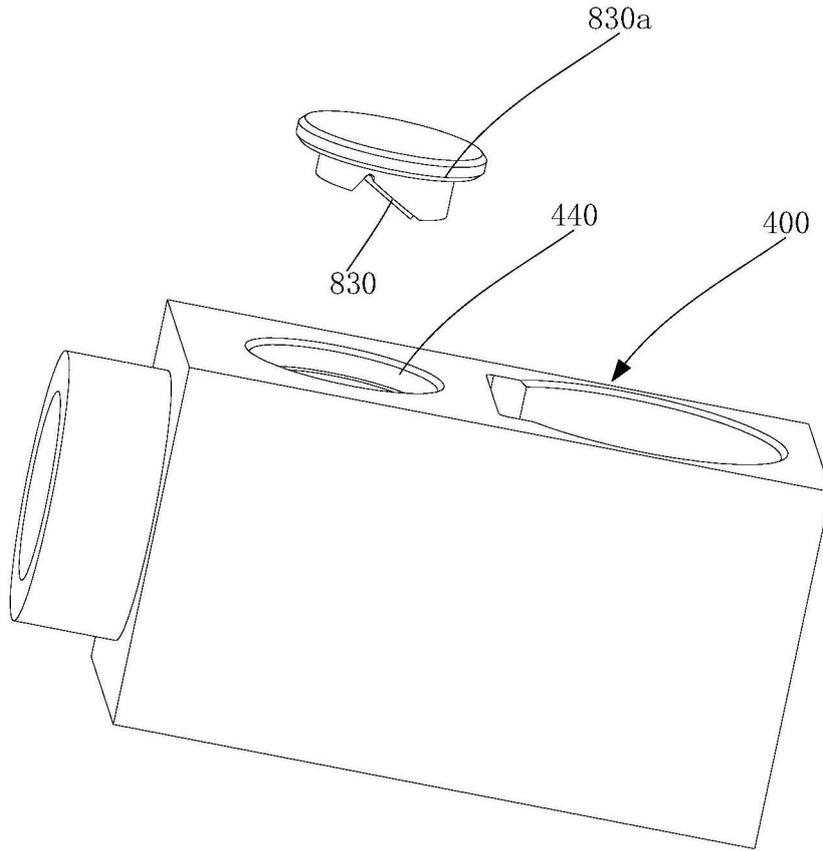


图49

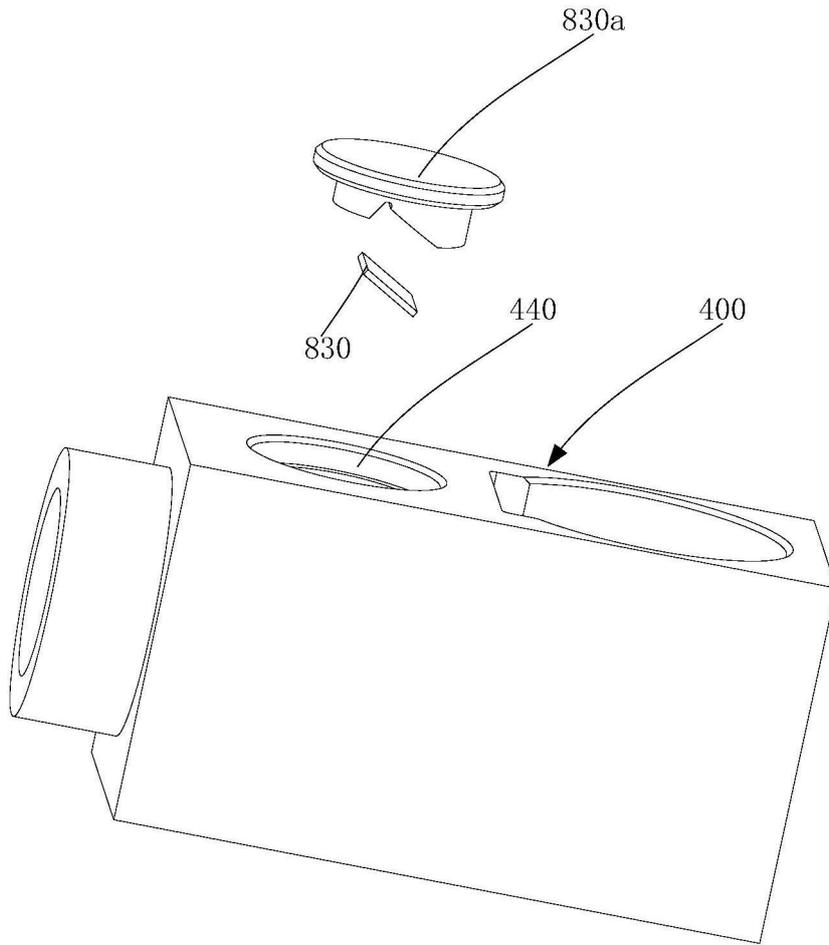


图50

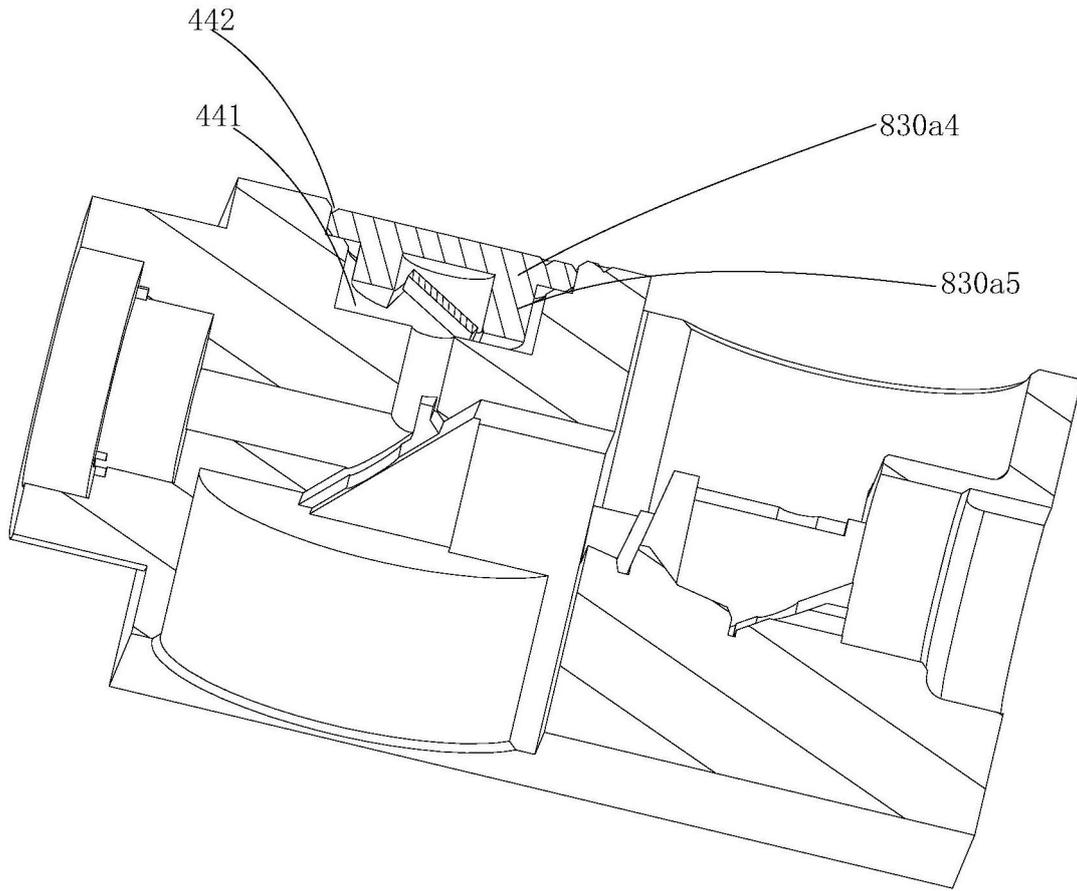


图51

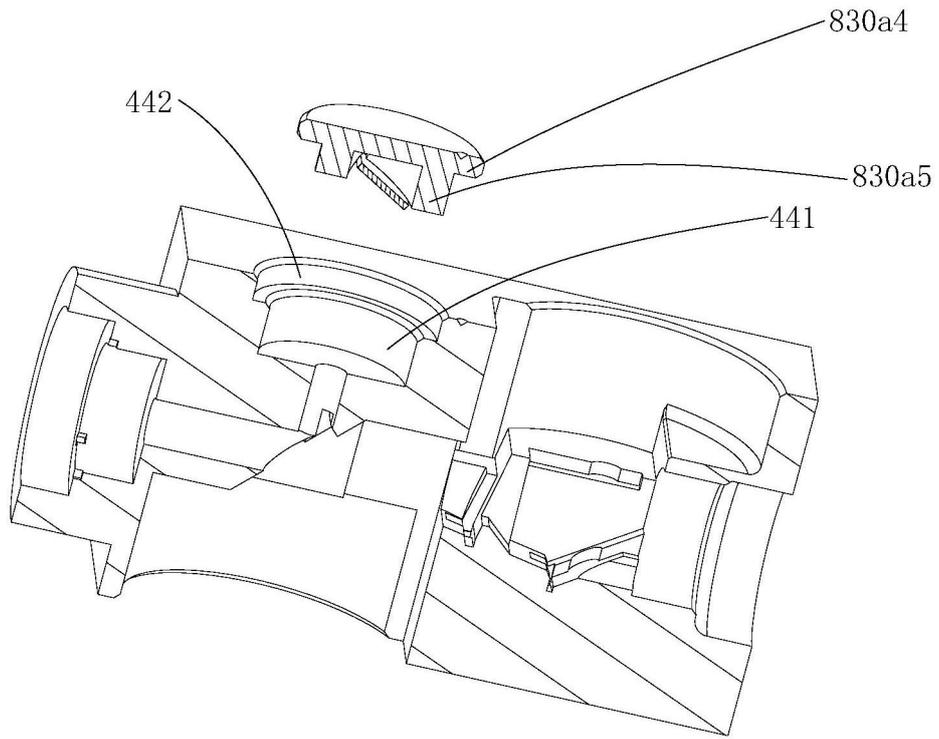


图52

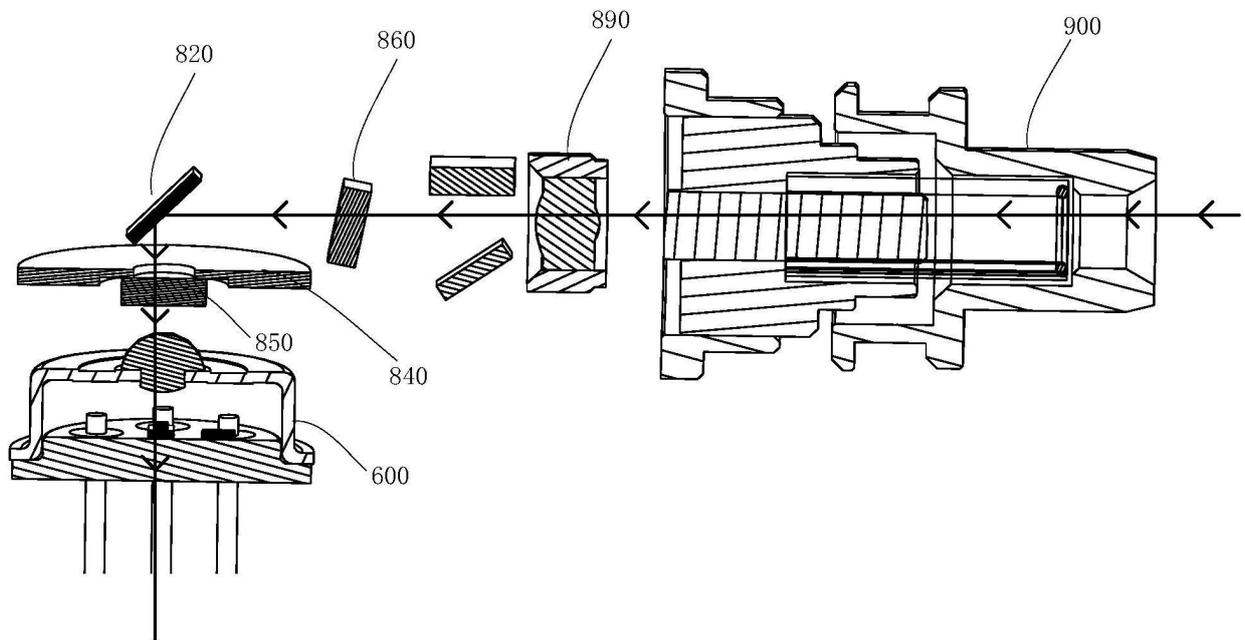


图53

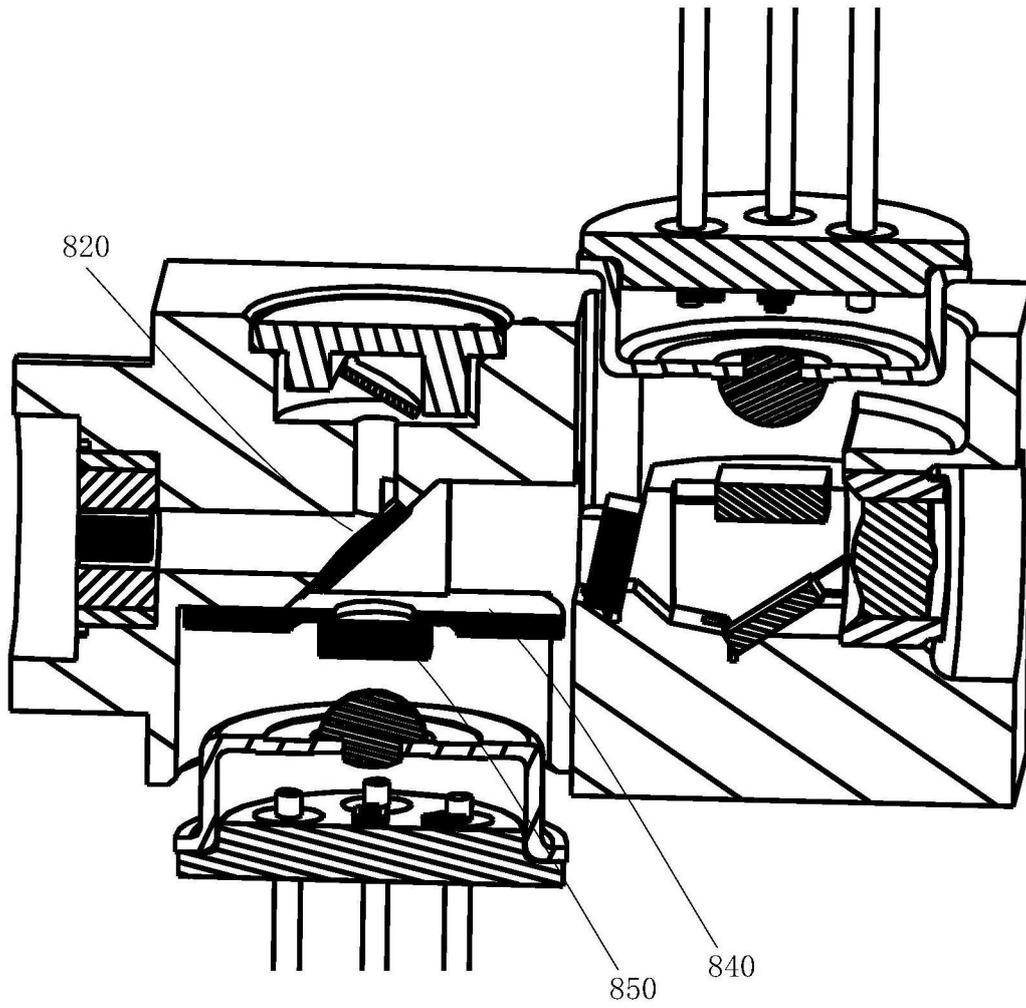


图54

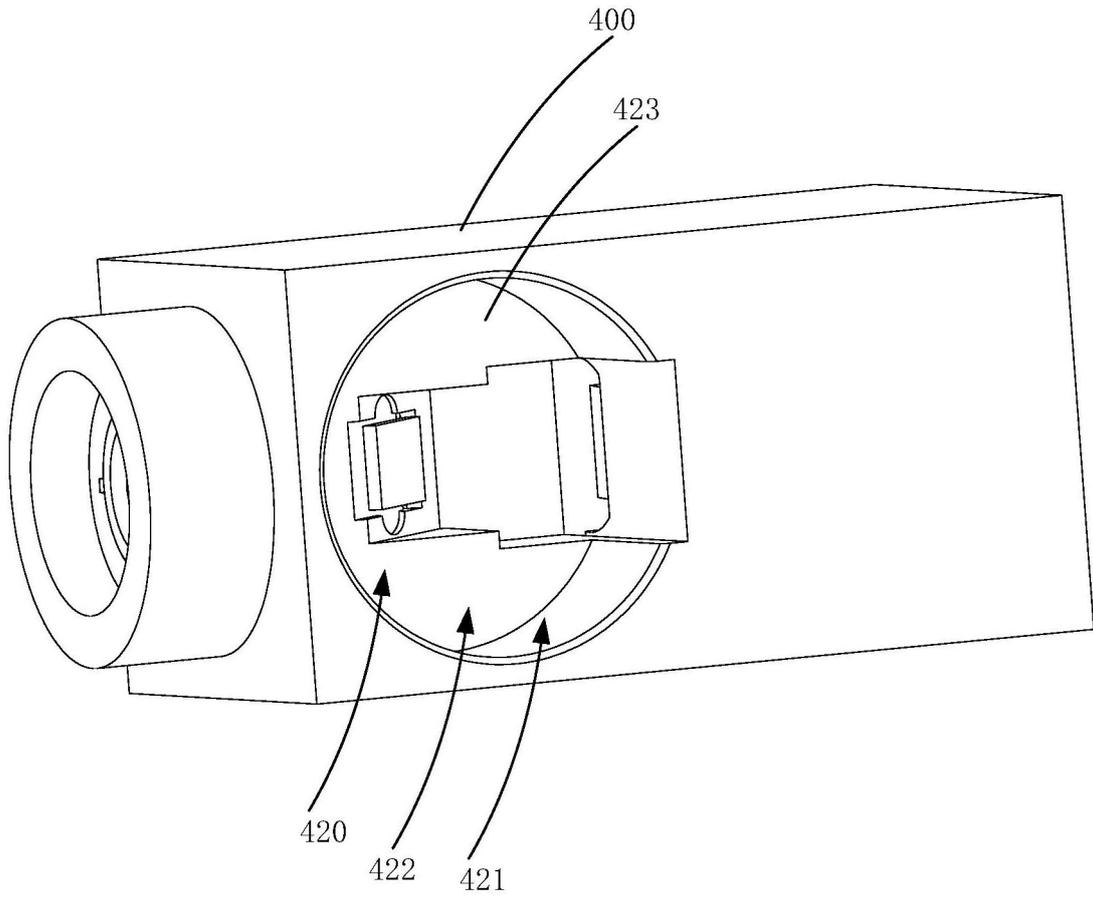


图55

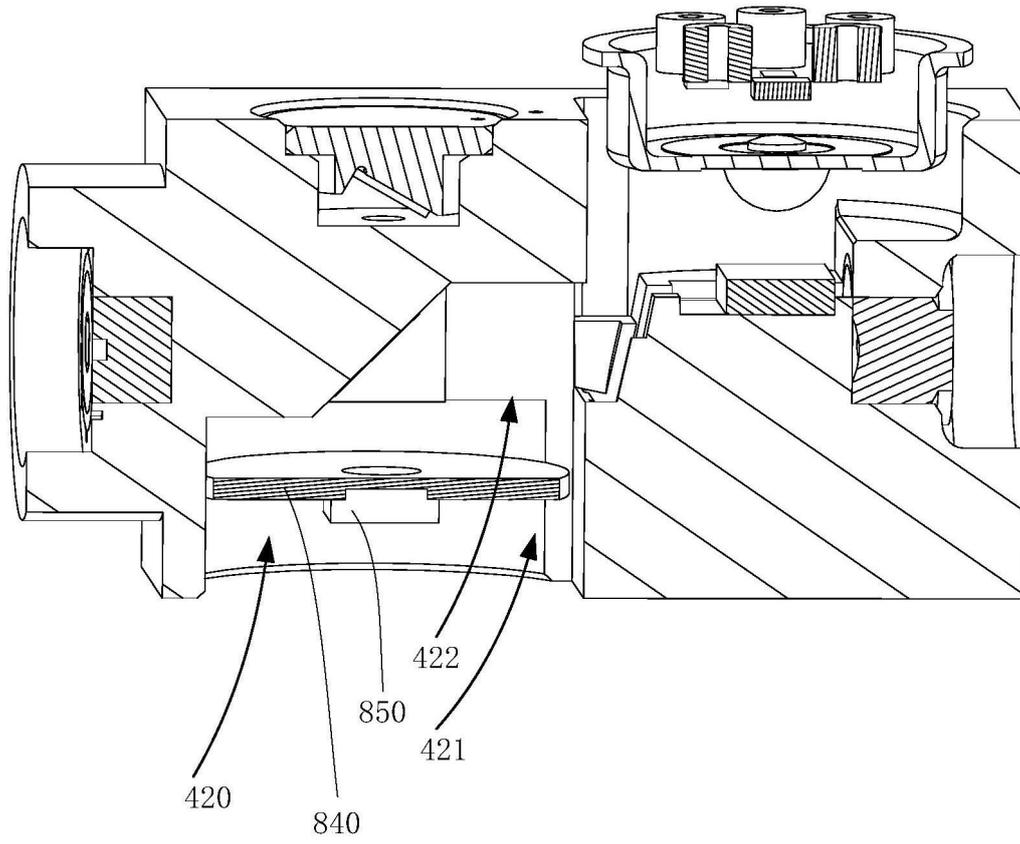


图56

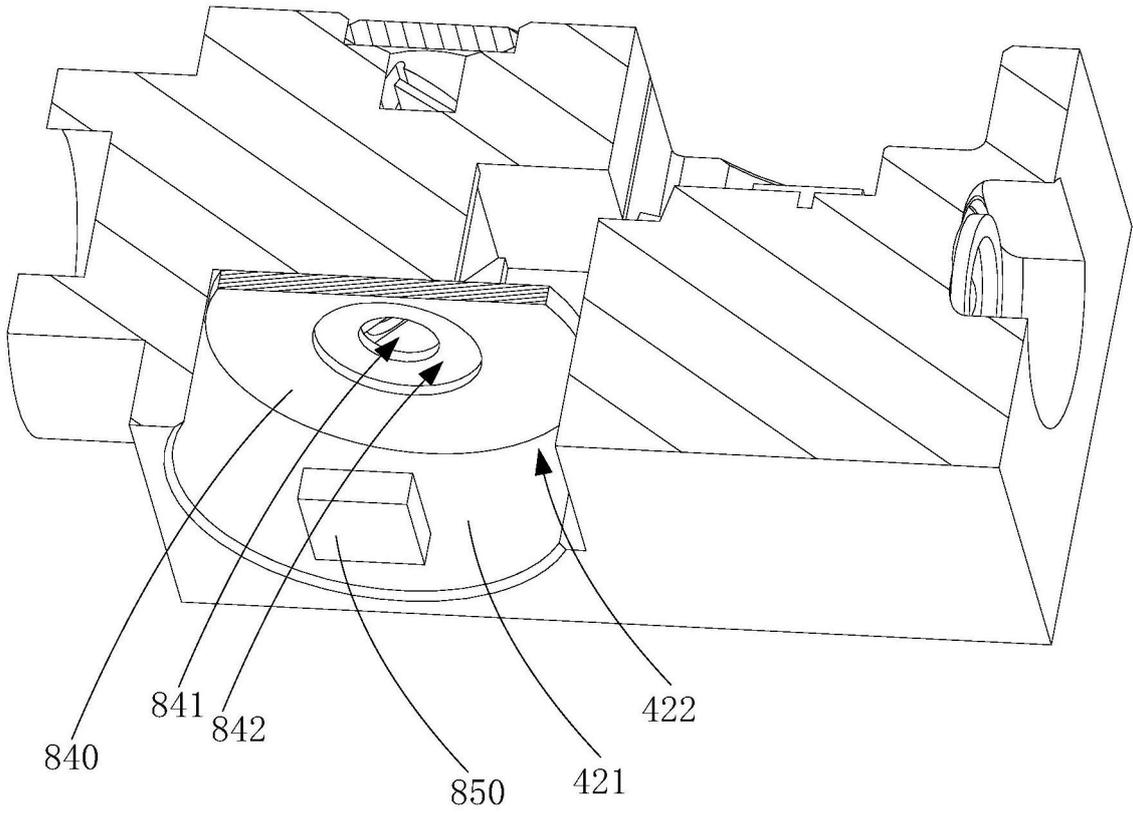


图57

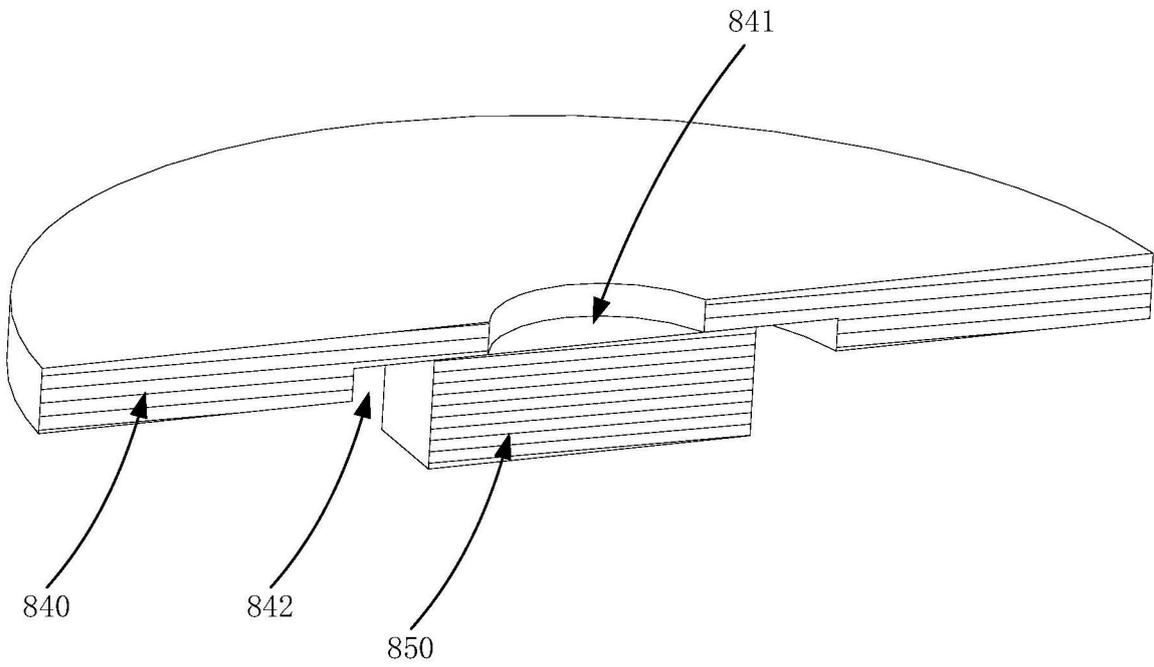


图58

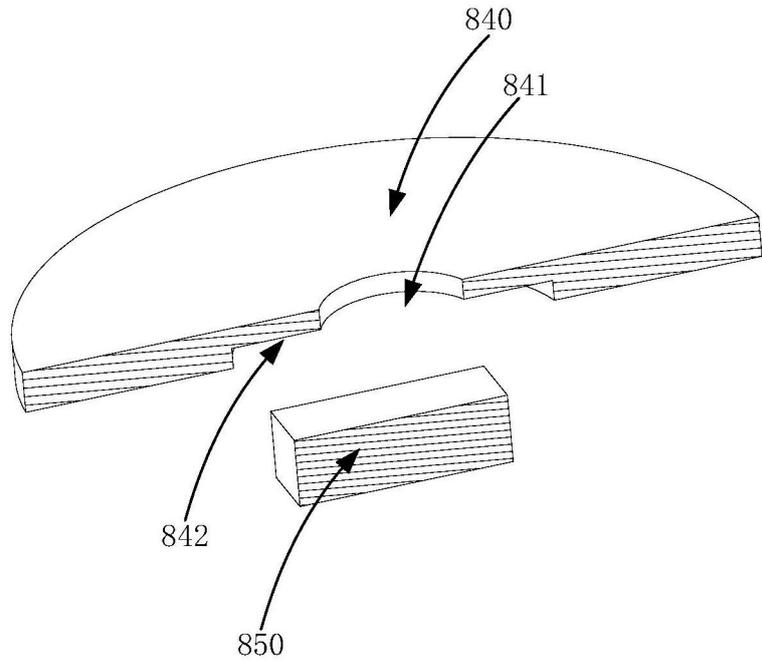


图59

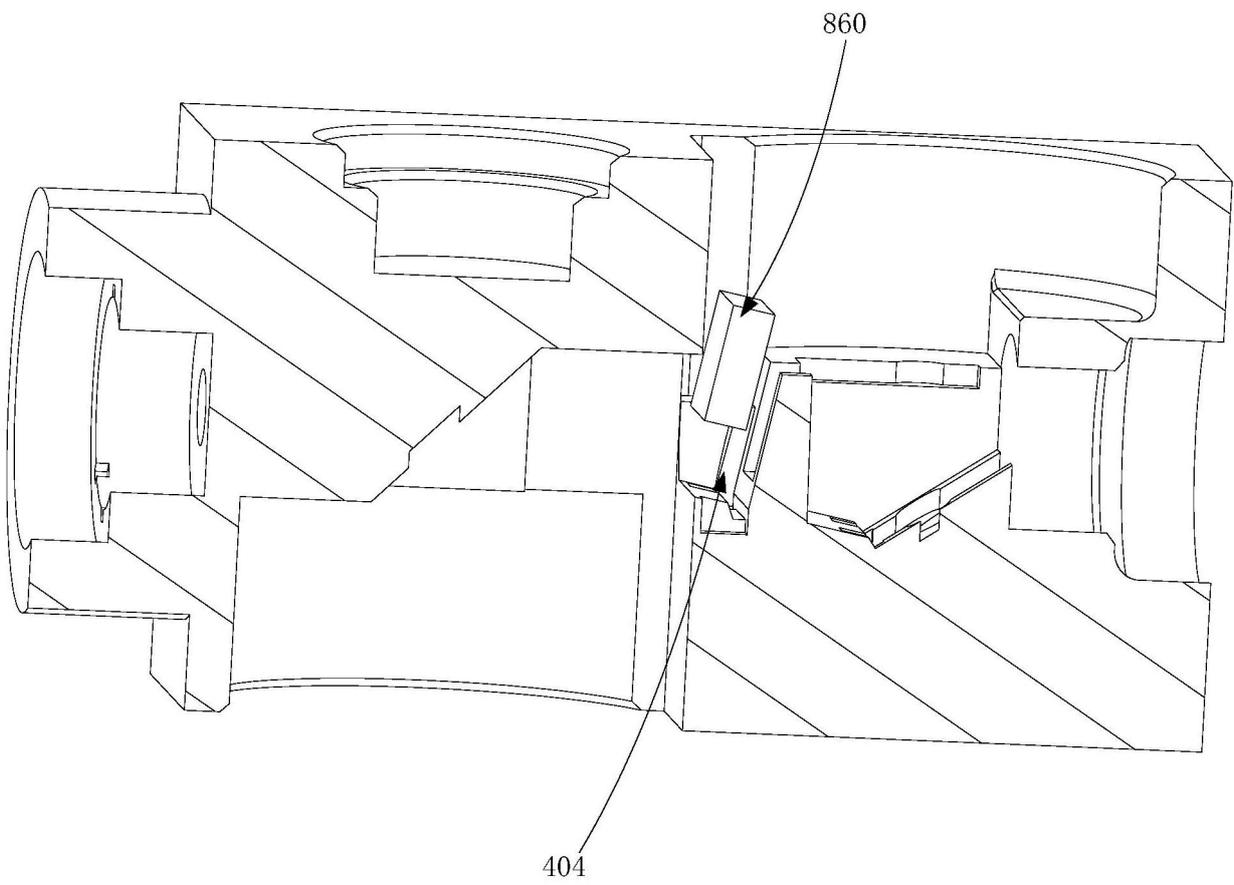


图60

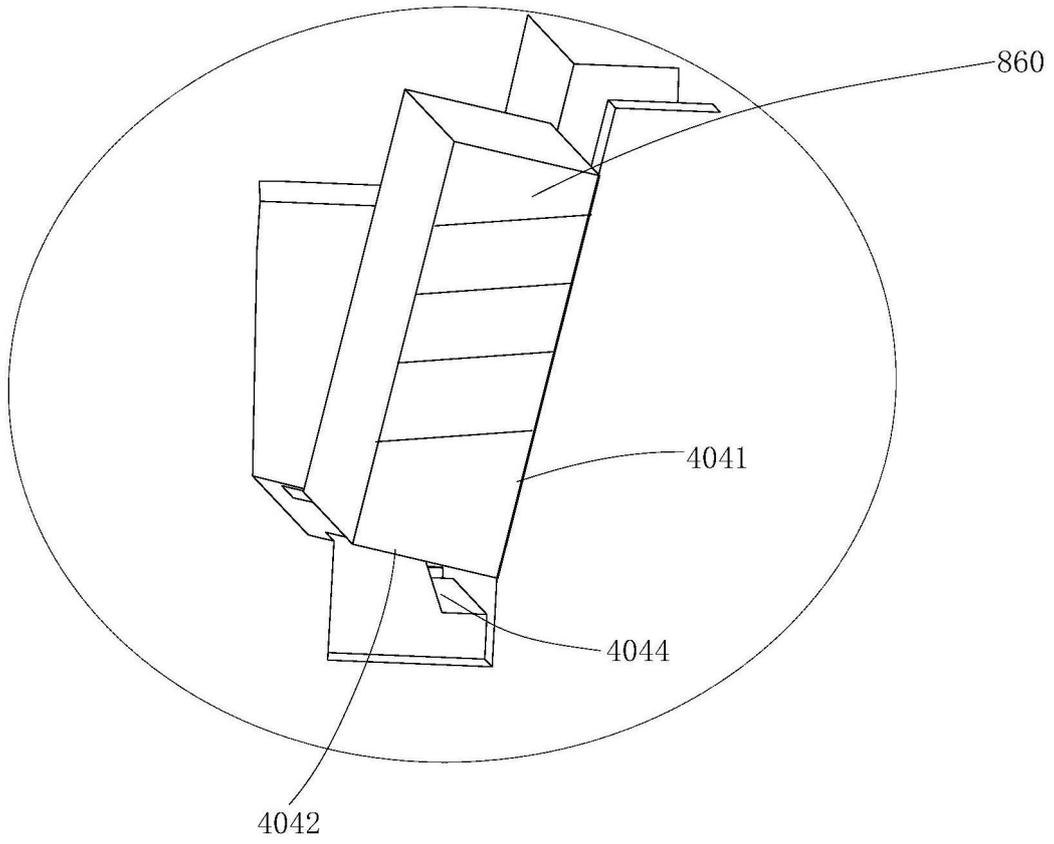


图61

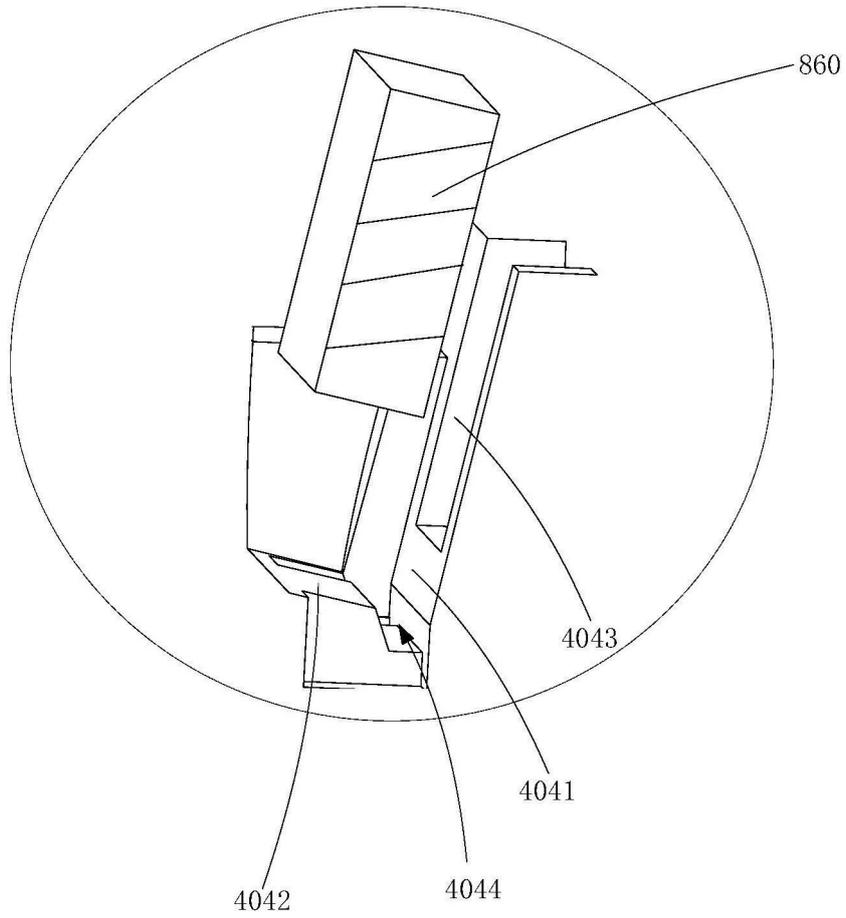


图62

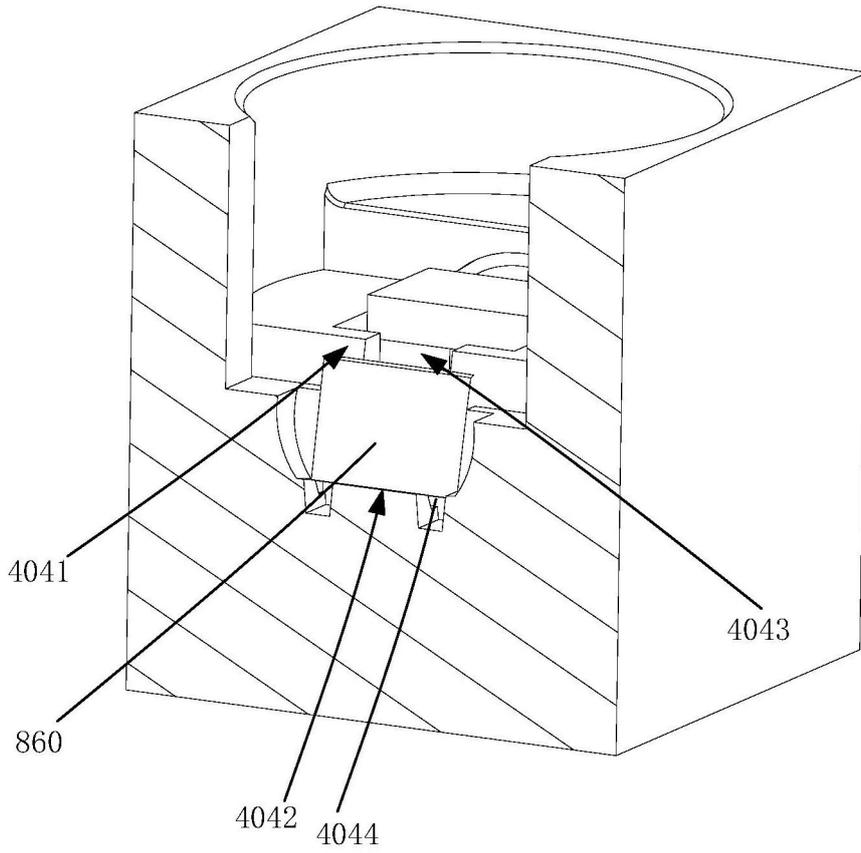


图63

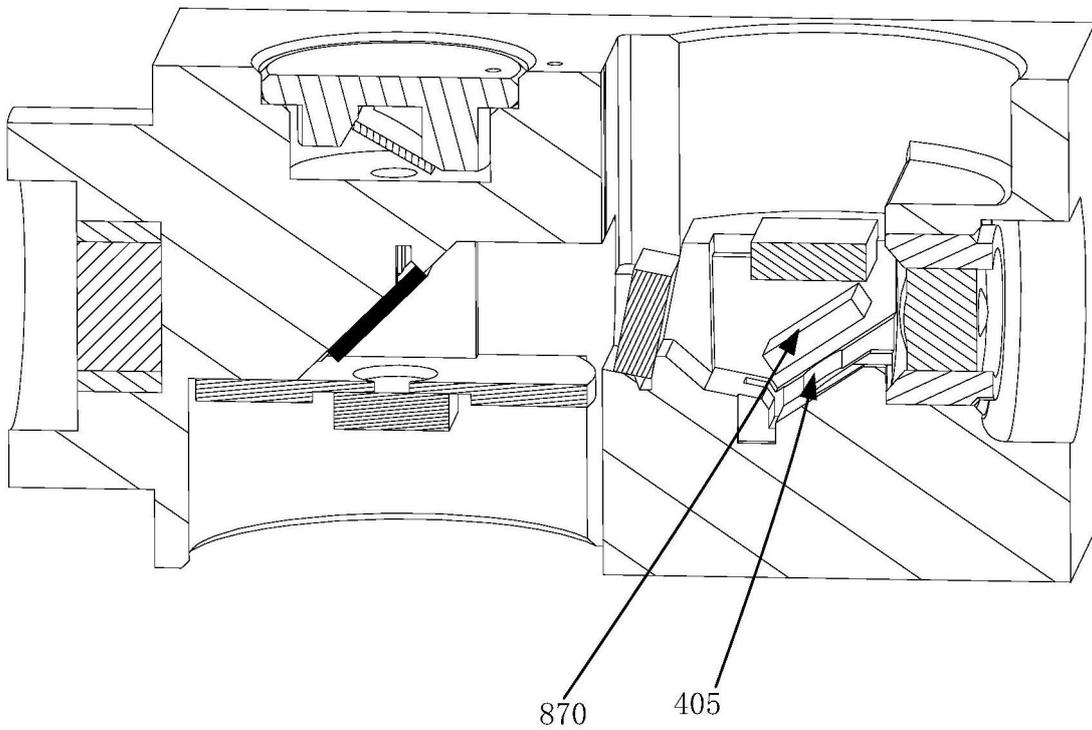


图64

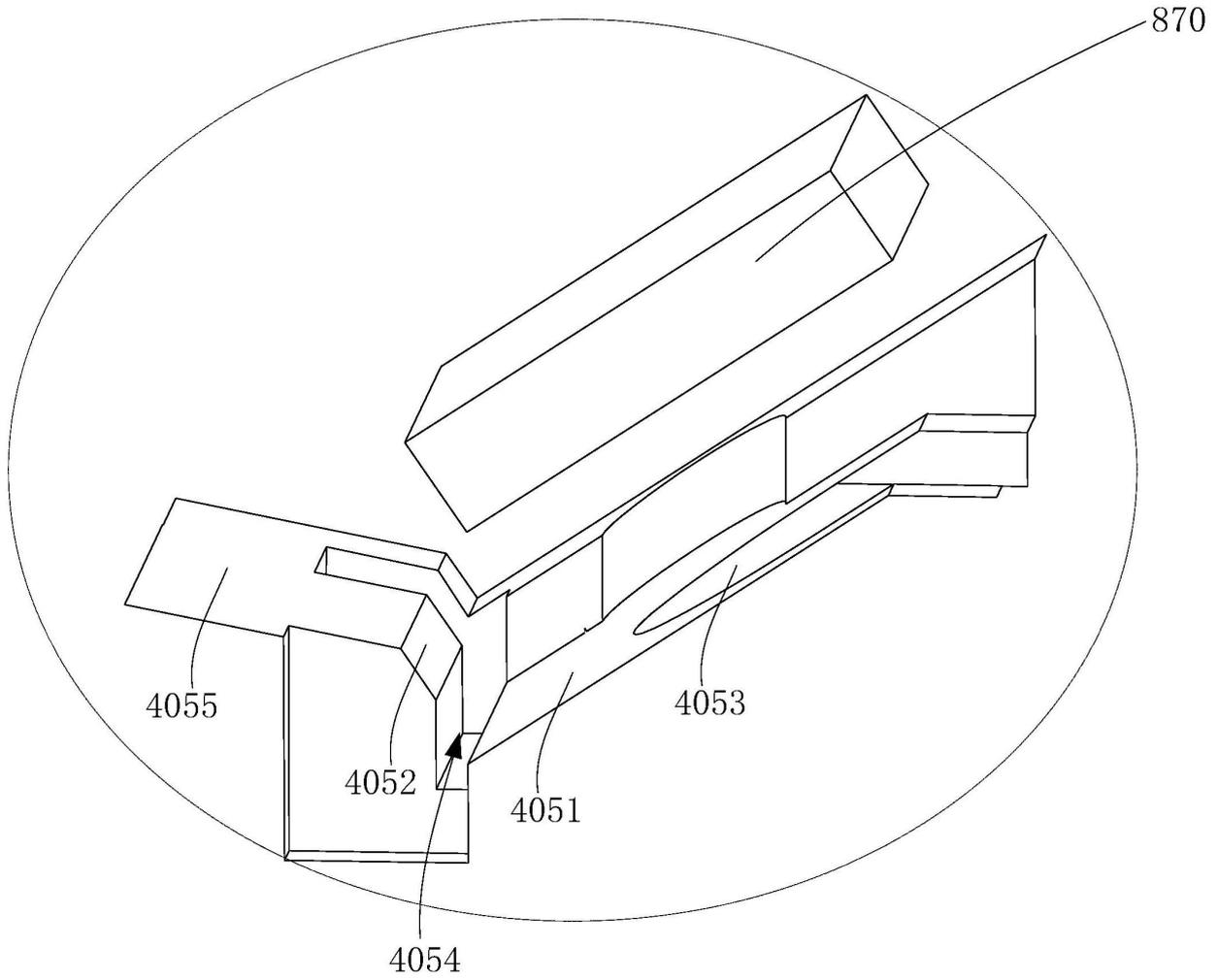


图65

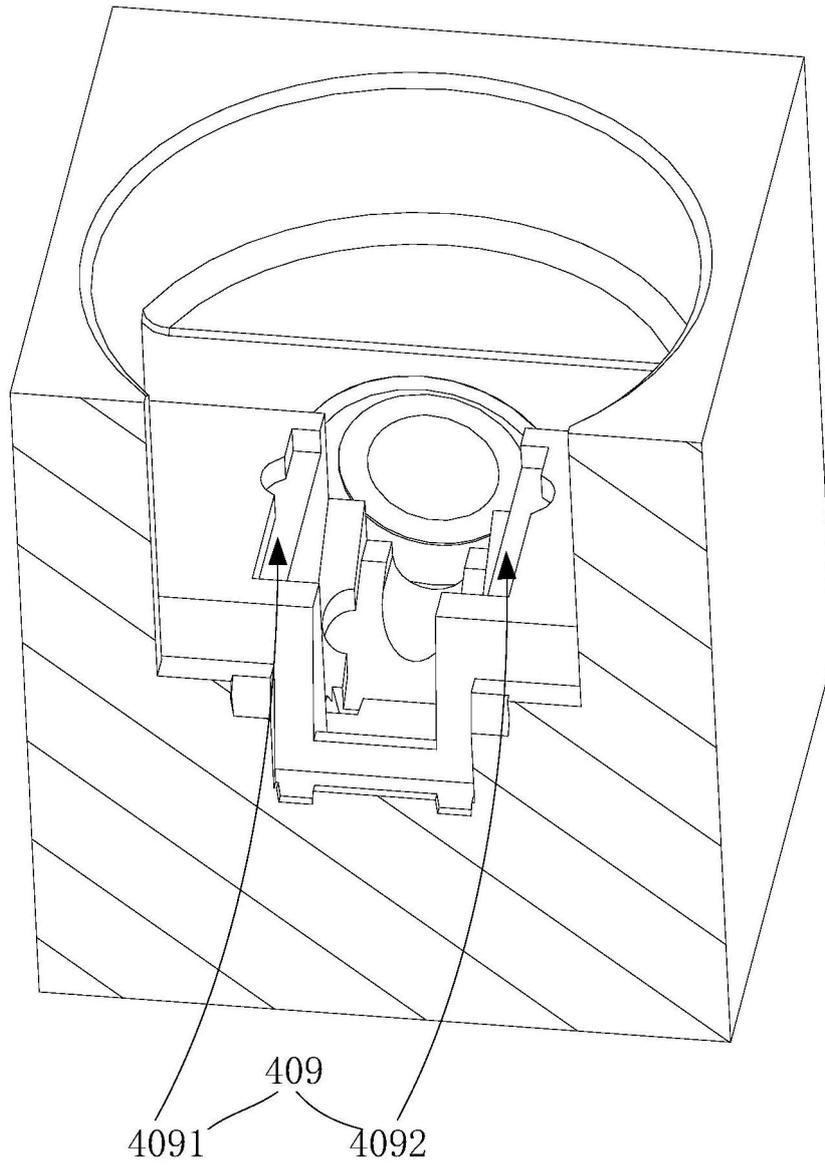


图66

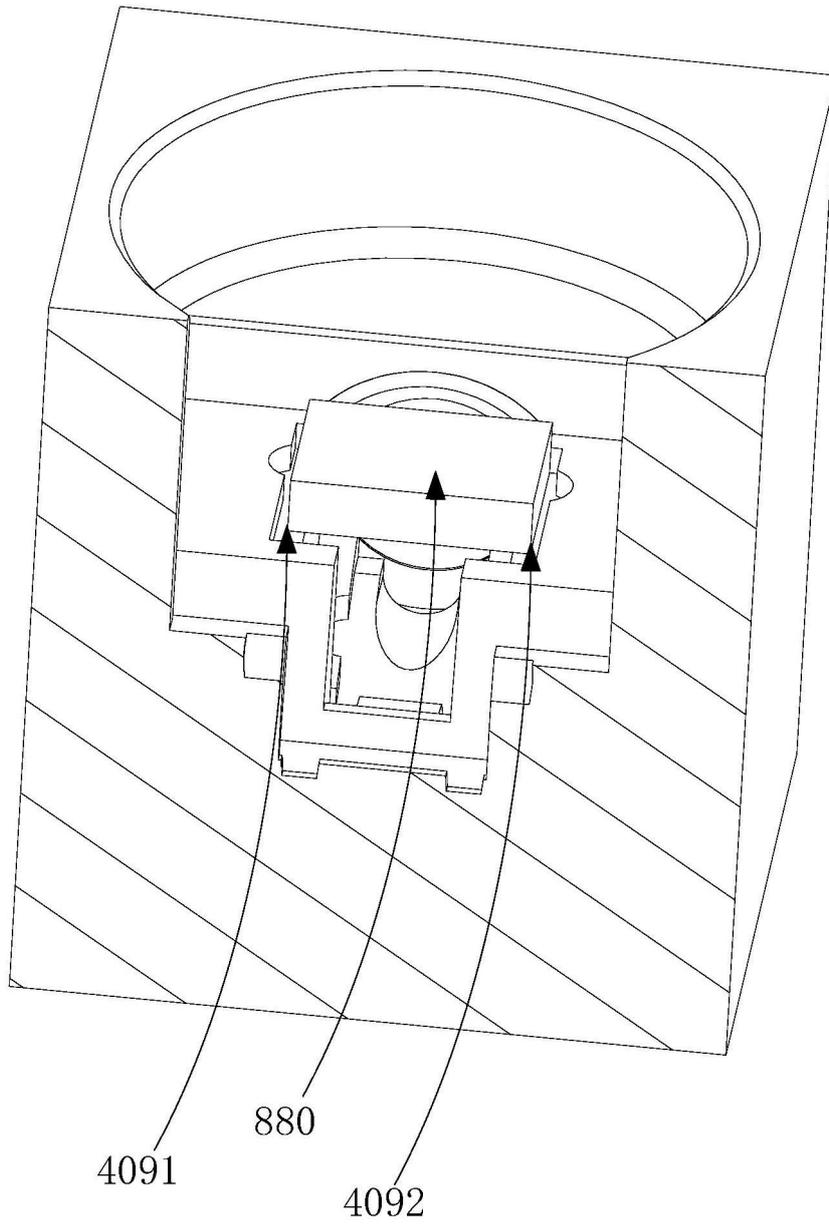


图67