



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109683260 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201910042785.1

(22)申请日 2019.01.17

(71)申请人 四川光恒通信技术有限公司

地址 611731 四川省成都市高新西区西区
大道199号成都模具工业园D1栋4楼

(72)发明人 李永强 张帅 王宏超 谭卫东

(74)专利代理机构 成都天既明专利代理事务所
(特殊普通合伙) 51259

代理人 彭立琼 李钦

(51)Int.Cl.

G02B 6/42(2006.01)

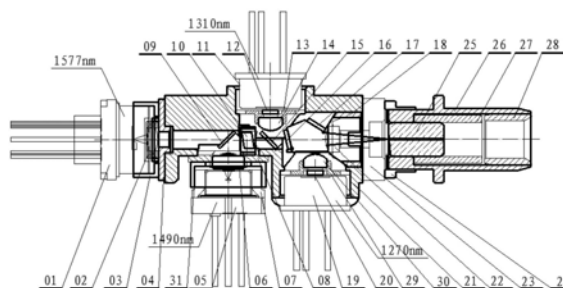
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种新型双发双收单纤四向光器件结构及
封装工艺

(57)摘要

本发明公开了一种新型双发双收单纤四向光器件结构及封装工艺,光器件结构包括无源适配器组件和有源光器件组件,其中:有源光器件组件包括10G激光器TO-CAN、2.5G激光器TO-CAN、1.25G探测器TO-CAN、2.5G探测器TO-CAN、2个45°滤波片、2个0°滤波片、13°滤波片、32°滤波片、2个非球透镜、3个C-lens和隔离器。本发明的新型双发双收单纤四向光器件是将合波功能集成到一个光器件中,同时支持GPON OLT和10G GPON OLT功能。可以用现有网络设备,无须改动现有网络资源,不占用额外的机房空间,根据业务套餐升级按需更换用户侧ONU终端,实现高带宽业务的快速平滑升级。



1. 一种新型双发双收单纤四向光器件结构,其特征在于:包括无源适配器组件和有源光器件组件,其中:

所述无源适配器组件包括金属插座和金属插座内设置的陶瓷插芯、陶瓷环和插座堵头,所述陶瓷插芯与金属插座紧配合,所述陶瓷环与陶瓷插芯紧配合,所述金属插座与插座堵头紧配合;

所述有源光器件组件包括10G激光器T0-CAN、2.5G激光器T0-CAN、1.25G探测器T0-CAN、2.5G探测器T0-CAN、2个45°滤波片、2个0°滤波片、13°滤波片、32°滤波片、2个非球透镜、3个C-lens和隔离器,其中:

(1) 第一非球透镜与1577透镜座粘合为一体,10G激光器T0-CAN与1577透镜座焊接为一体,1577透镜座焊接在外壳上;

(2) 第二非球透镜和隔离器粘合在1490透镜座上,2.5G激光器T0-CAN与管座焊接为一体后再整体与1490透镜座焊接为一体,1490透镜座焊接在外壳上;

(3) 第一C-lens采用烤胶工艺与第一镜架粘合为一体;第一0°滤波片采用烤胶工艺粘合在第一镜架上,第一0°滤波片、第一镜架和第一C-lens作为一个整体与1.25G探测器T0-CAN采用烤胶工艺粘合在一起后再整体采用粘胶工艺粘合在外壳上;

(4) 第三C-lens采用烤胶工艺与第三镜架粘合为一体,第二0°滤波片采用烤胶工艺粘合在第三镜架上,第三C-lens、第三镜架和第二0°滤波片作为一个整体与2.5G探测器T0-CAN采用烤胶工艺粘合在一起后再整体采用粘胶工艺粘合在外壳上;

(5) 第一45°滤波片、第二45°滤波片采用烤胶工艺粘合在外壳上,13°滤波片、32°滤波片采用烤胶工艺粘合在第二镜架上,第二镜架压装在外壳内;第二C-lens采用烤胶工艺粘合在插芯套透镜座上,无源适配器组件的陶瓷插芯与插芯套透镜座焊接为一体后再整体焊接在外壳上。

2. 根据权利要求1所述的一种新型双发双收单纤四向光器件结构,其特征在于:10G激光器T0-CAN与1577透镜座通过第一激光器过渡环作为调节环采用激光焊接工艺焊接为一体。

3. 根据权利要求1所述的一种新型双发双收单纤四向光器件结构,其特征在于:2.5G激光器T0-CAN与管座采用电阻焊放电熔接为一体后再整体与1490透镜座通过第二激光器过渡环作为调节环焊接为一体。

4. 根据权利要求1所述的一种新型双发双收单纤四向光器件结构,其特征在于:无源适配器组件的陶瓷插芯与插芯套透镜座通过插芯套过渡环作为调节环采用激光焊接工艺焊接为一体。

5. 根据权利要求1所述的一种新型双发双收单纤四向光器件结构,其特征在于:所述外壳为五通外壳,包括一截面为长方形的型腔,所述型腔的三端设有定位孔,其中两端定位孔用于焊接两个激光器,一端定位孔向外延伸形成圆形的导向孔,用以焊接无源适配器组件,所述型腔的底面为平面。

6. 一种新型双发双收单纤四向光器件的封装工艺,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一、采用压力机限位压装将陶瓷插芯压入金属插座中,然后用陶瓷环装配工装将陶瓷环压入金属插座中,最后采用压力机限位压装将插座堵头压入金属插座中;

步骤二、将第一45°滤波片、第二45°滤波片通过高温烤胶固化粘合在外壳上,13°滤波

片、32°滤波片通过高温烤胶固化粘合在第二镜架上,然后采用镜架压装工装将第二镜架压入外壳里;

步骤三、将第二C-lens通过高温烤胶固化粘合在插芯套透镜座上,然后通过插芯套过渡环作为调节环与无源适配器进行激光高温焊接;

步骤四、将隔离器和第二非球透镜通过高温烤胶固化粘合在1490透镜座上,然后通过激光高温焊接在外壳上,将2.5G激光器T0-CAN与管座进行储能焊接为一体后再通过第二激光器过渡环作为调节环与外壳焊接在一起;

步骤五、第一非球透镜通过高温烤胶固化粘合在1577透镜座上,然后通过激光高温焊接在外壳上,10G激光器T0-CAN通过第一激光器过渡环作为调节环与外壳焊接在一起;

步骤六、第一0°滤波片与第一C-lens,第二0°滤波片与第三C-lens分别通过高温烤胶固化粘合在第一镜架和第三镜架上,两个新的整体通过高温烤胶固化在外壳上;

步骤七、器件全部封装完后进行温度循环及测试,测试合格后进行包装。

7. 根据权利要求6所述的一种新型双发双收单纤四向光器件的封装工艺,其特征在于:步骤一所述压装完成后对陶瓷插芯进行端面全检,保证在25um-120um的环形中污点小于2um,且划痕小于3um。

8. 根据权利要求6所述的一种新型双发双收单纤四向光器件的封装工艺,其特征在于:步骤二所述高温烤胶温度控制为 $120^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$,时间20~30分钟。

9. 根据权利要求6所述的一种新型双发双收单纤四向光器件的封装工艺,其特征在于:步骤六所述的高温烤胶固化为环氧树脂胶固化,温度控制在 $85^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$,时间80~100分钟。

10. 根据权利要求6所述的一种新型双发双收单纤四向光器件的封装工艺,其特征在于:步骤七所述温度循环在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 之间循环,其中 -40°C 和 85°C 的恒温保持时间至少30分钟为一个循环周期,每次循环不少于40个周期。

一种新型双发双收单纤四向光器件结构及封装工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型双发双收单纤四向光器件结构及封装工艺。

背景技术

[0002] 近年来,随着4K视频、3D游戏、虚拟现实等高带宽业务的不断发展,加上国家宽带提速政策的驱动,宽带接入产业正进入千兆时代,10GPON将逐渐成为主流技术。现有GPON网络无法在保证足够分光比的情况下实现百兆、甚至千兆的入户带宽,需要升级为10G GPON网络,同时对于带宽要求不高的用户仍然可采用GPON接入。目前GPON升级到10G GPON通常采用外置合波器方案,该方案需新增10G GPON线卡、外置合波器、光纤跳线和光纤配线架等配套设备,建设成本高,机房空间占用大,施工和布线复杂,管理和维护困难。此外,外置合波器引入的光功率损耗也会影响现网中ONU的光功率预算,存在影响用户业务的风险。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术的缺点,本发明提供了一种新型双发双收单纤四向光器件结构及封装工艺,旨在兼容GPON OLT和10G GPON OLT功能的问题,本发明将10G GPON OLT和GPON OLT集成到一起,内部光路采用平行光设计,下行采用波长位于1575-1580nm的EML激光器和波长位于1480-1500nm的DFB激光器,分别传输9.953Gbps和2.488Gbps的连续信号;上行采用波长位于1260-1280nm的高性能APD-TIA探测器和波长位于1290-1330nm的高性能APD-TIA探测器,分别传输2.488Gbps/1.244Gbps的突发信号;10G PON与GPON选用不同的波长,采用波分复用制式,从而实现单纤四个波长的传输。

[0004] 本发明所采用的技术方案是:一种新型双发双收单纤四向光器件结构,包括无源适配器组件和有源光器件组件,其中:

[0005] 所述无源适配器组件包括金属插座和金属插座内设置的陶瓷插芯、陶瓷环和插座堵头,所述陶瓷插芯与金属插座紧配合,所述陶瓷环与陶瓷插芯紧配合,所述金属插座与插座堵头紧配合;

[0006] 所述有源光器件组件包括10G激光器TO-CAN、2.5G激光器TO-CAN、1.25G探测器TO-CAN、2.5G探测器TO-CAN、2个45°滤波片、2个0°滤波片、13°滤波片、32°滤波片、2个非球透镜、3个C-lens和隔离器,其中:

[0007] (1) 第一非球透镜与1577透镜座粘合为一体,10G激光器TO-CAN与1577透镜座焊接为一体,1577透镜座焊接在外壳上;

[0008] (2) 第二非球透镜和隔离器粘合在1490透镜座上,2.5G激光器TO-CAN与管座焊接为一体后再整体与1490透镜座焊接为一体,1490透镜座焊接在外壳上;

[0009] (3) 第一C-lens采用烤胶工艺与第一镜架粘合为一体;第一0°滤波片采用烤胶工艺粘合在第一镜架上,第一0°滤波片、第一镜架和第一C-lens作为一个整体与1.25G探测器TO-CAN采用烤胶工艺粘合在一起后再整体采用粘胶工艺粘合在外壳上;

[0010] (4) 第三C-lens采用烤胶工艺与第三镜架粘合为一体,第二0°滤波片采用烤胶工

艺粘合在第三镜架上,第三C-lens、第三镜架和第二0°滤波片作为一个整体与2.5G探测器T0-CAN采用烤胶工艺粘合在一起后再整体采用粘胶工艺粘合在外壳上;

[0011] (5) 第一45°滤波片、第二45°滤波片采用烤胶工艺粘合在外壳上,13°滤波片、32°滤波片采用烤胶工艺粘合在第二镜架上,第二镜架压装在外壳内;第二C-lens采用烤胶工艺粘合在插芯套透镜座上,无源适配器组件的陶瓷插芯与插芯套透镜座焊接为一体后再整体焊接在外壳上。

[0012] 本发明还提供了一种新型双发双收单纤四向光器件的封装工艺,包括如下步骤:

[0013] 步骤一、采用压力机限位压装将陶瓷插芯压入金属插座中,然后用陶瓷环装配工装将陶瓷环压入金属插座中,最后采用压力机限位压装将插座堵头压入金属插座中;

[0014] 步骤二、将第一45°滤波片、第二45°滤波片通过高温烤胶固化粘合在外壳上,13°滤波片、32°滤波片通过高温烤胶固化粘合在第二镜架上,然后采用镜架压装工装将第二镜架压入外壳里;

[0015] 步骤三、将第二C-lens通过高温烤胶固化粘合在插芯套透镜座上,然后通过插芯套过渡环作为调节环与无源适配器进行激光高温焊接;

[0016] 步骤四、将隔离器和第二非球透镜通过高温烤胶固化粘合在1490透镜座上,然后通过激光高温焊接在外壳上,将2.5G激光器T0-CAN与管座进行储能焊接为一体后再通过第二激光器过渡环作为调节环与外壳焊接在一起;

[0017] 步骤五、第一非球透镜通过高温烤胶固化粘合在1577透镜座上,然后通过激光高温焊接在外壳上,10G激光器T0-CAN通过第一激光器过渡环作为调节环与外壳焊接在一起;

[0018] 步骤六、第一0°滤波片与第一C-lens,第二0°滤波片与第三C-lens分别通过高温烤胶固化粘合在第一镜架和第三镜架上,两个新的整体通过高温烤胶固化在外壳上;

[0019] 步骤七、器件全部封装完后进行温度循环及测试,测试合格后进行包装。

[0020] 与现有技术相比,本发明的积极效果是:本发明的新型双发双收单纤四向光器件是将合波功能集成到一个光器件中,同时支持GPON OLT和10G GPON OLT功能。可以用现有网络设备,无须改动现有网络资源,不占用额外的机房空间,根据业务套餐升级按需更换用户侧ONU终端,实现高带宽业务的快速平滑升级。具体表现如下:

[0021] 1、将合波功能集成到一个光器件中,同时支持GPON OLT和10G GPON OLT功能,无须改动现有网络资源,不占用额外的机房空间,实现高带宽业务的快速平滑升级;

[0022] 2、采用平行光传输方案,在波长间隔近的光路中大大降低了内部损耗;

[0023] 3、采用小角度滤波片设计,降低了光器件内部损耗、提高了良率、节约了成本;

[0024] 4、用粉末冶金结构,隔离器共用于两个激光器端,降低了材料成本;

[0025] 5、采用加长加厚陶瓷环设计,避免陶瓷环的破裂,加强了适配器的插拔稳定性,规避了潜在风险。

附图说明

[0026] 本发明将通过例子并参照附图的方式说明,其中:

[0027] 图1为本双发双收单纤四向光器件的结构示意图;

[0028] 图2为背景技术和本发明的陶瓷环的结构示意图;

- [0029] 图3为本发明的外壳的结构示意图；
[0030] 图4为13°和32°小角度滤波片的结构示意图；
[0031] 图5为1490透镜座的结构示意图；
[0032] 图6为四个T0-CAN的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 一种新型双发双收单纤四向光器件结构,如图1所示,包括:外壳、10G激光器、2.5G激光器、2.5G探测器、1.25G探测器、2个45°滤波片、2个0°滤波片、13°滤波片、32°滤波片、2个非球透镜、3个C-lens、隔离器和适配器等,该组件分为无源适配器组件和有源光器件组件,其中:

[0034] 无源适配器组件包含:陶瓷插芯25,金属插座26,陶瓷环27,插座堵头28,其中陶瓷插芯25与金属插座26为紧配合关系,采用压力机直接压入;陶瓷环27与陶瓷插芯25为紧配合关系,为人工直接装配;金属插座26与插座堵头28为紧配合关系,采用压力机直接压入;

[0035] 有源光器件组件包含:10G激光器T0-CAN 1,第一非球透镜2,第一激光器过渡环3,1577透镜座4,2.5G激光器T0-CAN5,第二非球透镜6,管座7,1490透镜座8,第一45°滤波片9,隔离器10,1.25G探测器T0-CAN 11,第一0°滤波片12,第一镜架13,第一C-lens 14,第二45°滤波片15,13°滤波片16,32°滤波片17,第二镜架18,2.5G探测器T0-CAN 19,第二0°滤波片20,外壳21,第二C-lens 22,插芯套透镜座23,插芯套过渡环24,第三镜架29,第三C-lens 30,第二激光器过渡环31,其中:

[0036] 第一非球透镜2、第一C-lens 14、第三C-lens 30均采用烤胶工艺分别与1577透镜座4、第一镜架13、第三镜架29粘合为一体,第二非球透镜6、隔离器10采用烤胶工艺粘合在1490透镜座8上;

[0037] 第一45°滤波片9、第二45°滤波片15采用烤胶工艺粘合在外壳21上,13°滤波片16、32°滤波片17采用烤胶工艺粘合在第二镜架18上,第一0°滤波片12、第二0°滤波片20分别采用烤胶工艺粘合在第一镜架13和第三镜架29上,第二C-lens 22采用烤胶工艺粘合在插芯套透镜座23上;

[0038] 10G激光器T0-CAN 1与1577透镜座4通过第一激光器过渡环3作为调节环采用激光焊接工艺焊接为一体,此整体也采用激光焊接工艺焊接在外壳21上,2.5G激光器T0-CAN 5与管座7采用电阻焊放电熔接为一体,此整体与1490透镜座8通过第二激光器过渡环31作为调节环采用激光焊接工艺焊接为一体,此新的整体也采用激光焊接工艺焊接在外壳21上;

[0039] 第一0°滤波片12、第一镜架13、第一C-lens 14作为一个整体与1.25G探测器T0-CAN 11采用烤胶工艺粘合在一起,此新的整体采用粘胶工艺粘合在外壳21上,2.5G探测器T0-CAN 19、第二0°滤波片20、第三镜架29、第三C-lens 30采用同样的方式粘合在外壳21上;

[0040] 无源适配器组件与插芯套透镜座23通过插芯套过渡环24作为调节环采用激光焊接工艺焊接为一体,此新的整体采用激光焊接工艺焊接在外壳21上。

[0041] 综上所述,两个激光器、两个探测器和适配器固定至外壳外,其余物料固定在外壳内,此外壳为一个长方形五孔外壳,其中两端定位孔用于焊接两个激光器,一端定位孔向外延伸形成圆形的导向孔用以焊接无源适配器,另两端定位孔采用粘胶工艺固定两个探测

器。

[0042] 零部件分别为如图1所示：

序号	名称	序号	名称
1	10G 激光器 TO-CAN	17	32° 滤波片
2	非球透镜 1	18	镜架 2
3	激光器过渡环 1	19	2.5G 探测器 TO-CAN
4	1577 透镜座	20	0° 滤波片 2
5	2.5G 激光器 TO-CAN	21	外壳
6	非球透镜 2	22	C-lens2
7	管座	23	插芯套透镜座
8	1490 透镜座	24	插芯套过渡环
9	45° 滤波片 1	25	陶瓷插芯
10	隔离器	26	金属插座
11	1.25G 探测器 TO-CAN	27	陶瓷环
12	0° 滤波片 1	28	插座堵头
13	镜架 1	29	镜架 3
14	C-lens1	30	C-lens3
15	45° 滤波片 2	31	激光器过渡环 2
16	13° 滤波片		

[0045] 1、背景技术与本发明不同之处：

[0046] 背景技术需要两个光器件一个10G GPON OLT一个GPON OLT来实现四个波长传输，采用外置合波器方案，该方案需新增10G GPON线卡、外置合波器、光纤跳线和光纤配线架等配套设备，而本技术只需一个光器件就能实现四个波长传输，同时支持GPON OLT和10G GPON OLT功能，可以用现有网络设备，无须改动现有网络资源，不占用额外的机房空间。

[0047] 背景技术采用普通光路设计，而本技术波长间隔较为临近，采用常规光路设计，整个链路的光损耗会增大，所以本技术采用平行光传输方案。

[0048] 背景技术采用常规的45°滤波片损耗太大，供应商的加工难度大，导致原材料成本上升，而本技术采用小角度13°和32°滤波片设计，可以极大的降低光器件内部损耗，提高产品良率和节约成本。

[0049] 背景技术采用普通的陶瓷环，而本技术加长加厚陶瓷环设计，可以最大程度上避免陶瓷导管的破裂，也可以让适配器的插拔更稳定，如图2所示。

[0050] 2、本技术发明的积极效果是在保证现有网络设备不变的情况下，实现：

[0051] (1) 将GPON OLT和10G GPON OLT进行小型化集成到一个双发双收单纤四向光器件中；

[0052] (2) 光器件内部采用平行光传输方案设计以及小角度滤波片的设计方案，避免各个波长相近造成串扰，降低光器件内部损耗，提高产品良率和节约成本；

[0053] (3) 外壳采用粉末冶金结构替代机加工结构，降低了材料成本；同时隔离器共用两个激光器端，降低了隔离器成本；

[0054] (4) 加长加厚的陶瓷环设计，可以最大程度上避免陶瓷环的破裂，也可以让适配器的插拔更稳定，整个器件的性能更好，规避了潜在风险。

[0055] 3、一种新型双发双收单纤四向光器件结构及封装工艺的特征：

[0056] (1) 采用五通外壳，外壳包括一截面为长方形的型腔，该型腔的三端设有定位孔，其中两端定位孔用于焊接两个激光器，一端定位孔向外延伸形成圆形的导向孔，用以焊接无源适配器，所述型腔的底面为平面，两个探测器采用粘胶工艺固定，如图3所示。

[0057] (2) 采用 13° 和 32° 小角度滤波片，解决了两个探测器接受波长间隔近，采用常规的 45° 分光片损耗太大，供应商的加工难度太大，导致原材料成本上升，降低器件内部损耗，提高产品良率和节约成本，如图4所示。

[0058] (3) 1490透镜座做了特别设计，既能放置1490非球透镜又能放置隔离器，大大节约了器件内部空间，两个激光器共用一个隔离器，既节约了空间也节约了成本，如图5所示；

[0059] (4) 整个器件四个TO-CAN都是采用平行光加外置透镜结构设计，解决了激光器和激光器之间以及探测器和探测器之间的波长间隔较为临近光损耗大的问题，如图6所示。

[0060] 4、本发明提供了一种新型双发双收单纤四向光器件的封装工艺，包括如下步骤：

[0061] 步骤一、将陶瓷插芯25压入金属插座26中，采用压力机限位压装，然后将陶瓷环27用陶瓷环装配工装压入金属插座26中，最后插座堵头28采用压力机限位压装压入金属插座26中，压装完成后需进行陶瓷插芯25端面全检，保证在 $25\mu\text{m}$ - $120\mu\text{m}$ 的环形中污点小于 $2\mu\text{m}$ ，且划痕小于 $3\mu\text{m}$ ；

[0062] 步骤二、将第一 45° 滤波片9、第二 45° 滤波片15通过高温烤胶固化粘合在外壳21上， 13° 滤波片16、 32° 滤波片17通过高温烤胶固化粘合在第二镜架18上，高温烤胶温度控制为 $120^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，时间 $20 \sim 30$ 分钟，烤完胶后将第二镜架18压入外壳21里，压装采用专用的镜架压装工装，压装完后检查 13° 、 32° 、 45° 玻片有无碎裂、脏污并清洗干净；

[0063] 步骤三、将第二C-lens 22通过高温烤胶固化粘合在插芯套透镜座23上，然后通过插芯套过渡环24作为调节环与无源适配器进行激光高温焊接，焊接前需清洗无源适配器端面，要求端面无残胶无异物，焊接后需进行焊点检查，要求无焊穿、虚焊等不良；

[0064] 步骤四、隔离器10和第二非球透镜6通过高温烤胶固化粘合在1490透镜座8上，然后通过激光高温焊接在外壳21上，2.5G激光器TO-CAN 5与管座7进行储能焊接，此处焊接为电压放电进行金属披锋熔接，然后此新的整体通过第二激光器过渡环31作为调节环与外壳21焊接在一起，焊接后需进行焊点检查，要求无焊穿、虚焊等不良；

[0065] 步骤五、第一非球透镜2通过高温烤胶固化粘合在1577透镜座4上，然后通过激光高温焊接在外壳21上，10G激光器TO-CAN 1通过第一激光器过渡环3作为调节环与外壳21焊接在一起，焊接前需清洗无源适配器端面，要求端面无脏污无异物，焊接后需进行焊点检查，要求无焊穿、虚焊等不良；

[0066] 步骤六、第一 0° 滤波片12与第一C-lens 14，第二 0° 滤波片20与第三C-lens 30分别通过高温烤胶固化粘合在第一镜架13和第三镜架29上，两个新的整体通过高温烤胶固化在外壳21上，此处为环氧树脂胶固化，温度控制在 $85^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，时间 $80 \sim 100$ 分钟；

[0067] 步骤七、器件全部封装完后进行温度循环，温度循环要求在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 之间循环其中恒温(-40°C 、 85°C)保持时间至少30分钟为一个循环周期，每次循环不少于40个周期，充分的高低温温变可以释放焊接时产生的应力，以达到更优的产品性能；

[0068] 步骤八、器件温度循环后进行测试，测试项目激光器有：功率、阈值电流、斜效率、监视电流、工作电压、电阻测试等，探测器有：光功率和雪崩电压测试，最后合格产品进行包装。

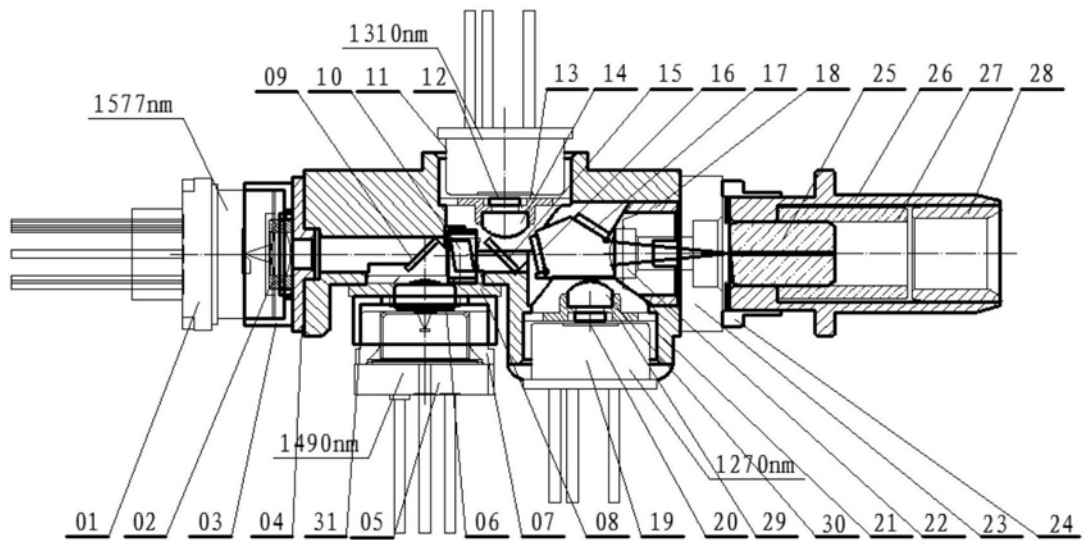


图1

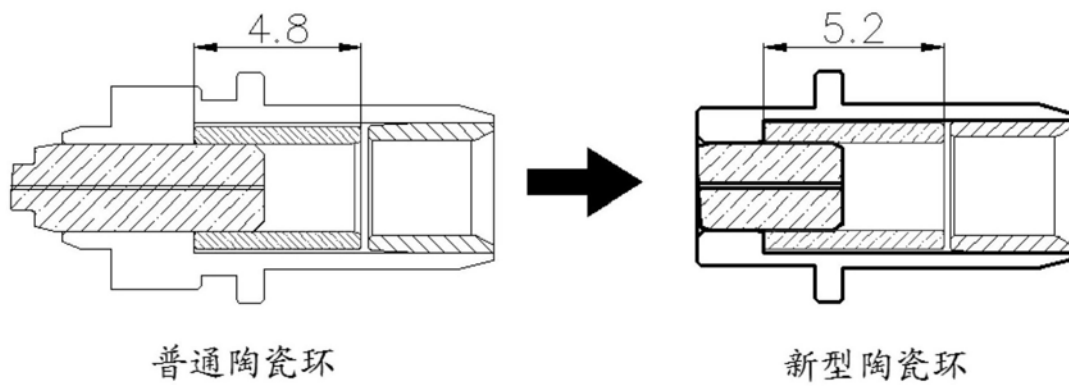


图2

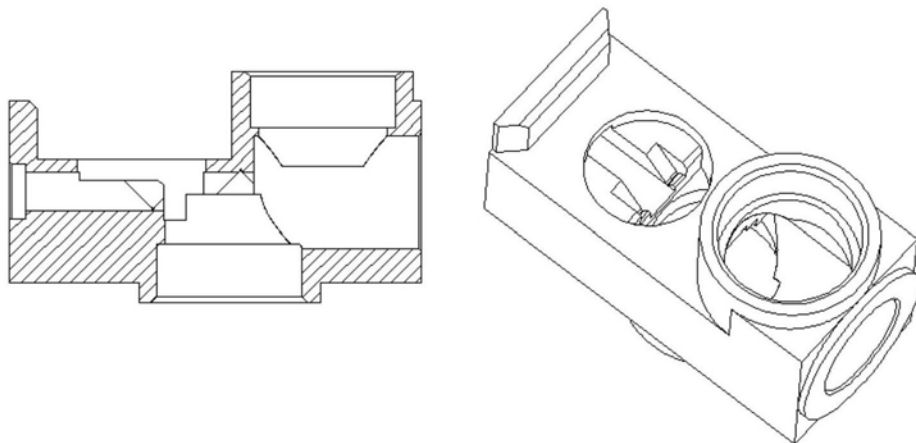


图3

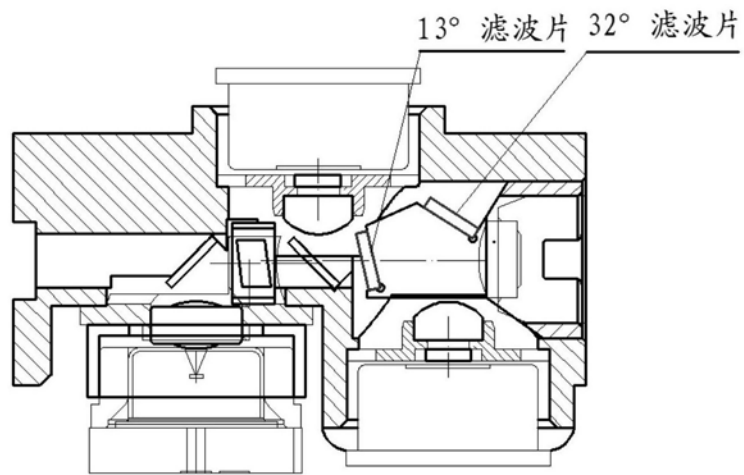


图4

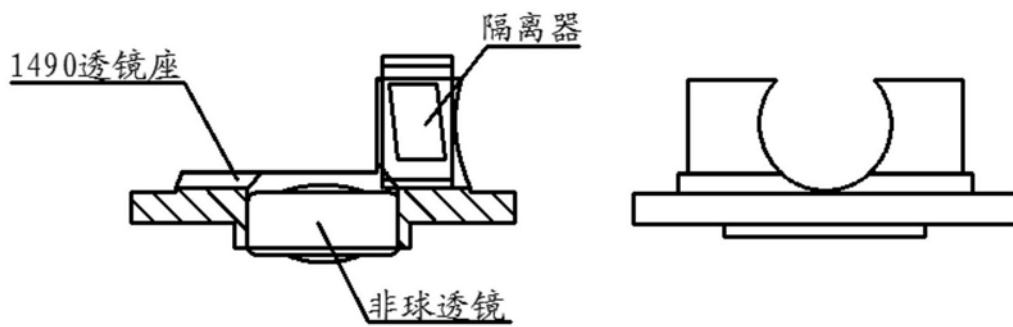


图5

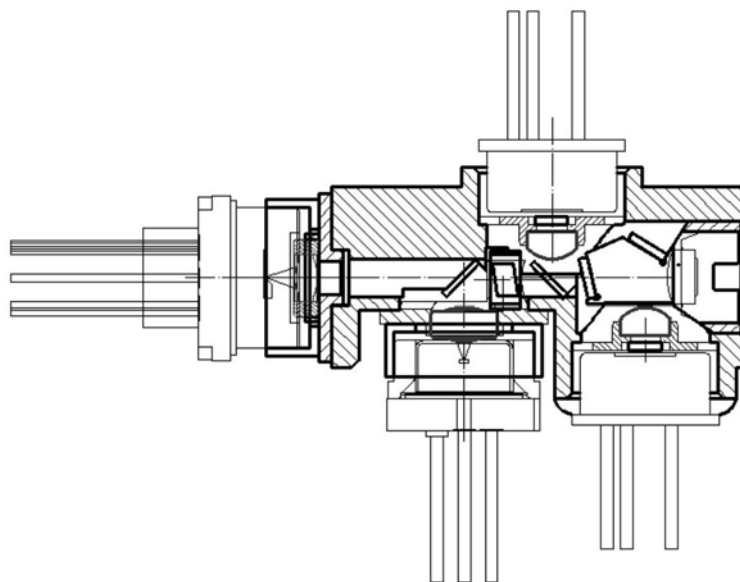


图6