



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111512218 A

(43)申请公布日 2020.08.07

(21)申请号 201880083506.X

(22)申请日 2018.12.26

(30)优先权数据

2017-249023 2017.12.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.06.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/047950 2018.12.26

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/131804 EN 2019.07.04

(71)申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 佐伯智哉 藤村康 渡部彻

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 顾红霞 龙涛峰

(51)Int.Cl.

G02F 1/015(2006.01)

G02B 6/12(2006.01)

G02B 6/30(2006.01)

G02B 6/32(2006.01)

G02F 1/025(2006.01)

H04B 10/50(2006.01)

H04J 14/06(2006.01)

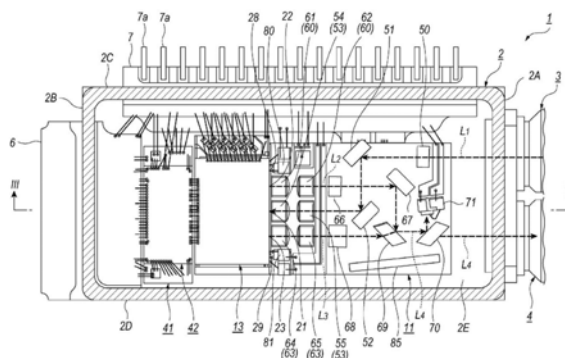
权利要求书3页 说明书13页 附图14页

(54)发明名称

光学模块及其组装方法

(57)摘要

公开了一种光学模块,该光学模块设置有半导体调制器、输入透镜系统、第一输出透镜系统和第二输出透镜系统、以及两个监测光电二极管。半导体调制器在其一边设置有输入端口、第一输出端口和第二输出端口、以及两个监测端口。输入端口以及第一输出端口和第二输出端口分别面向输入透镜系统以及第一透镜系统和第二透镜系统。两个监测端口分别面向两个监测光电二极管。在一边中,第一输出端口和第二输出端口相对于输入端口对称地布置。两个监测端口分别布置在第一输出端口和第二输出端口的相应外侧,并相对于输入端口对称布置。



1. 一种光学模块,包括:

半导体调制器,其具有矩形平面形状,所述半导体调制器设置有输入端口、第一输出端口和第二输出端口以及两个监测端口,其中,所述半导体调制器在所述输入端口接收连续光束、将所述连续光束成分离的光束、对所述分离的光束进行相位调制以产生光束、并组合所述光束的一部分以产生从所述第一输出端口输出的第一输出光束,并且组合其余光束以产生从所述第二输出端口输出的第二输出光束,所述监测端口分别输出从所述第一输出光束和所述第二输出光束分离的监测光束;

输入透镜系统以及第一输出透镜系统和第二输出透镜系统,所述输入透镜系统面向所述输入端口,所述第一输出透镜系统面向所述第一输出端口并且所述第二输出透镜系统面向所述第二输出端口;并且

其中,所述半导体调制器设置有所述矩形平面形状的一边,在所述一边中,所述第一输出端口和所述第二输出端口关于所述输入端口对称地布置,所述两个监测端口布置在所述第一输出端口和所述第二输出端口的相应外侧,并且在所述一边中关于所述输入端口对称。

2. 根据权利要求1所述的光学模块,

其中,所述输入透镜系统以及所述第一输出透镜系统和所述第二输出透镜系统均包括后透镜和前透镜。

3. 根据权利要求1所述的光学模块,

还包括两个监测光电二极管(PD),所述两个监测光电二极管分别面向所述半导体调制器的所述监测端口,

4. 根据权利要求1所述的光学模块,

还包括:壳体,其设置有用以在其中包围所述半导体调制器和两个监测PD的侧壁;以及输入组件和输出组件,所述输入组件和所述输出组件均设置在所述侧壁的面对所述半导体调制器的所述一边的一个侧壁的外侧面中,

其中,所述输出组件的光轴与所述半导体调制器的所述第二输出端口的光轴对准。

5. 根据权利要求1所述的光学模块,

其中,所述输入组件提供连续光束,并且所述输出组件输出与所述第二输出光束多路复用的所述第一输出光束,

所述光学模块还设置有光学耦合系统和另一光学耦合系统,所述光学耦合系统将所述输入组件与所述半导体调制器的所述输入端口光学耦合,所述另一光学耦合系统将所述半导体调制器的所述第一输出端口、所述第二输出端口与所述输出组件光学耦合,所述光学耦合系统包括所述输入透镜系统和两个反射镜,所述两个反射镜将所述输入组件的光轴平移到所述半导体调制器的所述输入端口的光轴,所述另一光学耦合系统包括偏振旋转器和偏振光束组合器(PBC),所述偏振旋转器将从所述第一输出端口和所述第二输出端口中的一个输出端口输出的一个调制光束的偏振旋转 90° ,所述偏振光束组合器将从所述偏振旋转器输出的一个输出光束与从所述第一输出端口和所述第二输出端口中的另一个输出端口输出的另一输出光束多路复用。

6. 根据权利要求5所述的光学模块,

还包括防反射板,所述防反射板防止光束沿着与所述输入端口的光轴以及所述第一输

出端口的光轴和所述第二输出端口的光轴相交的方向行进。

7. 根据权利要求4所述的光学模块，

还包括驱动器，所述驱动器驱动所述半导体调制器，

其中，所述壳体沿着其纵向并排地安装有所述驱动器和所述半导体调制器，而在所述驱动器和所述半导体调制器之间不插入任何构件。

8. 根据权利要求7所述的光学模块，

其中，所述壳体还包括馈通部，所述馈通部位于与设置有所述输入组件和所述输出组件的所述侧壁相反的一个侧壁中，所述驱动器被安装在所述馈通部的前方，而在所述驱动器和所述馈通部之间不插入任何构件。

9. 根据权利要求7所述的光学模块，

还包括热电冷却器 (TEC)，所述TEC上至少安装有所述半导体调制器。

10. 根据权利要求9所述的光学模块，

其中，所述驱动器独立于所述TEC而安装在所述壳体内。

11. 根据权利要求1所述的光学模块，

其中，所述输入透镜系统以及所述第一输出透镜系统和所述第二输出透镜系统一体地形成在阵列透镜中，所述阵列透镜具有三个透镜元件，所述三个透镜元件分别面向所述半导体调制器的所述输入端口以及所述第一输出端口和所述第二输出端口。

12. 一种组装光学模块的方法，所述光学模块包括：半导体调制器，所述半导体调制器在其一个边中具有输入端口以及第一输出端口和第二输出端口；壳体，在其中包围所述半导体调制器；输入组件和输出组件，其设置在所述壳体的面向所述半导体调制器的所述一个边的一个侧壁中，所述方法包括以下步骤：

将所述输入透镜系统与所述半导体调制器的所述输入端口对准，所述输入透镜系统将所述输入端口与所述输入组件光学耦合；以及

将所述第一输出透镜系统与所述半导体调制器的所述第一输出端口对准并且将所述第二输出透镜系统与所述半导体调制器的所述第二输出端口对准，所述第一输出透镜系统将所述第一输出端口与所述输出组件光学耦合，并且所述第二输出透镜系统将所述第二输出端口与所述输出组件光学耦合。

13. 根据权利要求12所述的方法，

其中，所述半导体调制器还设置有分别布置在所述半导体调制器的所述一个边中的所述第一输出端口和所述第二输出端口的相应外侧的监测端口，并且

所述方法还包括在所述对准所述输入透镜系统的步骤之前，放置监测光电二极管 (PD) 的步骤，所述监测光电二极管分别面对所述半导体调制器的所述监测端口，并且

所述对准所述输入透镜系统的步骤包括通过所述输入透镜系统将测试光束提供到所述输入端口中的步骤，

所述监测PD中的一个监测PD通过所述监测端口中的面向所述监测PD中的所述一个监测PD的一个监测端口来检测所述测试光束的功率，并且

确定所述输入透镜系统的所述监测PD中的所述一个监测PD显示出最大功率的位置。

14. 根据权利要求13所述的方法，

还包括在所述对准所述输入透镜系统的步骤之前，使提供所述测试光束的虚设光纤与

所述半导体调制器的所述输入端口对准而不插入所述输入透镜系统的步骤。

15. 根据权利要求12所述的方法，

其中，所述对准所述第一输出透镜系统和所述第二输出透镜系统的步骤包括以下步骤：

使测试光束通过所述输入透镜系统进入所述输入端口；

在提供给所述半导体调制器的偏压下通过移动所述第一透镜系统使得第二输出光束变为其最小功率，来确定通过所述第一透镜系统的所述测试光束的第一最大功率；

在提供给所述半导体调制器的另一个偏压下通过移动所述第二透镜系统使得第一输出光束变为其最小功率，来确定通过所述第二透镜系统的所述测试光束的第二最大功率；
以及

将通过所述输出透镜系统中的一个输出透镜系统检测而显示出较大的最大输出功率的所述一个输出透镜系统对准，使得所述较大输出功率变得与通过所述输出透镜系统中的另一输出透镜系统检测的较小输出功率相当。

16. 根据权利要求15所述的方法，

还包括在所述对准所述输出透镜系统中的所述一个输出透镜系统的步骤之后，固定所述透镜系统中显示出较小的最大输出功率的另一透镜系统的步骤。

17. 根据权利要求16所述的方法，

还包括在所述固定步骤之后，固定所述透镜系统中显示出较大的最大输出功率的所述一个透镜系统的步骤。

18. 根据权利要求15所述的方法，

其中，所述对准所述输出透镜系统中的所述一个透镜系统的步骤将通过所述输出透镜系统中的所述一个检测透镜系统的所述输出功率设定为基本上等于通过所述透镜系统中的所述另一透镜系统检测的较小的最大输出功率。

光学模块及其组装方法

技术领域

[0001] 本申请基于并要求2017年12月26日提交的日本专利申请No.2017-249023的优先权,该日本专利申请的全部内容通过引用并入本文。本发明涉及一种光学模块和组装该光学模块的方法。

背景技术

[0002] 日本专利申请公开No.JP2017-026988A公开了一种光学模块,其实现了与双偏振正交相移键控(DP-QPSK)相对应的功能。这里公开的光学模块提供两个调制器元件,每个调制器元件对通过分离输入光束而产生的光束执行相位调制并输出这样调制的光束。调制器元件各自在元件的一侧提供光输入端口,而在与所述一侧相反的调制器元件的另一端提供两个光输出端口。

[0003] 另一日本专利申请公开No.JP2009-229592A公开了一种光学装置,该光学装置将两个光学调制器集成在光学调制器共用的基板上。光调制器调制分别进入基板的相应边缘的光束,并在基板的相应边缘输出光束。

[0004] 在光通信领域,一直要求使光学模块的壳体更小,或者在光学模块的信号壳体内实现复杂的功能。在JP2017-026988A的现有专利文献中公开的具有DP-QPSK功能的光学模块是用于这种请求的一种解决方案。DP-QPSK算法可以通过使用两个光束同时发送四个比特信息,这两个光束中的每个光束具有彼此正交的偏振并且由QPSK算法调制。这种光学模块通常提供具有光学输入端口和布置在彼此不同的侧部的两个光学输出端口的调制器元件。

[0005] 然而,这种调制器元件不可避免地在调制器元件的相应侧伴随有两个光学耦合系统,这需要相对宽的区域来布置光学系统,并且使得光学模块的封装难以紧凑地形成。耦合系统的这种布置还使得耦合系统的光学对准复杂且困难。

发明内容

[0006] 本发明的一个方面涉及一种光学模块,该光学模块包括半导体调制器、输入透镜系统、第一输出透镜系统和第二输出透镜系统、以及两个监测光电二极管(PD)。半导体调制器具有矩形平面形状,半导体调制器设置有输入端口、第一输出端口和第二输出端口以及两个监测端口。半导体调制器在输入端口接收连续光束、将连续光束成分离光束、对分离光束进行相位调制以产生光束、并且将光束的一部分进行组合以产生从第一输出端口输出的第一输出光束,并且还组合光束的其余部分以产生从第二输出端口输出的第二输出光束。输入透镜系统以及第一输出透镜系统和第二输出透镜系统均包括更靠近半导体调制器布置的后透镜以及相对远离半导体调制器布置的前透镜。输入透镜系统面向输入端口。第一输出透镜系统面向第一输出端口并且第二输出透镜系统面向第二输出端口。两个监测PD分别面向半导体调制器的监测端口。本发明的光学模块具有这样的特征:半导体调制器设置有矩形形状的一边,在该一边中,第一输出端口和第二输出端口相对于输入端口对称地

布置,并且两个监测端口布置在第一输出端口和第二输出端口的对应的外侧,并且也相对于输入端口对称地布置在该一边中。

[0007] 本发明的另一方面涉及一种组装光学模块的方法。该光学模块包括半导体调制器、壳体以及输入组件和输出组件。半导体调制器在其一边设置有输入端口以及第一输出端口和第二输出端口。壳体在其中包围半导体调制器。输入组件和输出组件设置在壳体的面向半导体调制器的一边的一个侧壁中。该方法包括以下步骤:(1)将输入透镜系统与半导体模块的输入端口对准,以便将输入端口与输入组件光学耦合;以及(2)将第一输出透镜系统和第二输出透镜系统与半导体调制器的第一输出端口和第二输出端口对准,以便将第一输出端口和第二输出端口与输出组件光学耦合。

附图说明

[0008] 图1是示出根据本发明第一实施例的光学模块的透视图;

[0009] 图2是图1所示的光学模块的平面图;

[0010] 图3是沿图2中所示的线III-III截取的光学模块的截面图;

[0011] 图4是安装在图1所示的光学模块中的半导体调制器的平面图;

[0012] 图5是图4所示的半导体调制器的平面图,其中图5去除了图4中出现的互连件和电极;

[0013] 图6是组装图1所示的光学模块的处理的流程图;

[0014] 图7示出了组装光学模块的处理步骤;

[0015] 图8示出了图7所示步骤之后的处理步骤;

[0016] 图9示出了图8所示步骤之后的处理步骤;

[0017] 图10示出了图9所示步骤之后的处理步骤;

[0018] 图11示出了图10所示步骤之后的处理步骤;

[0019] 图12示出了图11所示步骤之后的处理步骤;

[0020] 图13是根据本发明的第二实施例的另一光学模块的透视图;并且

[0021] 图14示意性地示出了在透镜阵列的对准期间半导体调制器中的阵列透镜与输入端口以及第一和第二输出端口之间的位置关系。

具体实施方式

[0022] 接下来,将参照附图描述根据本发明的光学模块及其组装方法的一些实施例。然而,本发明不限于这些实施例,并且具有所附权利要求中限定的范围,并且包括权利要求及其等同物内的所有改变和修改。在附图的描述中,彼此相同或相似的数字或符号将指代彼此相同或相似的元件,而不重复说明。

[0023] 图1是根据本发明的光学模块1的内部的透视图;图2是光学模块1的平面图,并且图3是沿着图2中的线III-III截取的光学模块1的截面图,其中图1部分地切割一个侧壁2D、输入组件3和输出组件4。本实施例的光学模块1可以在使用DP-QPSK构造的光通信系统中实现,光学模块1设置有盒形壳体2、在壳体2的侧面中的一个中的侧壁2A、以及附接到侧壁2A的输入组件3和输出组件4。

[0024] 由例如KovarTM制成的壳体2设置有侧壁2A至2D以及底部2E。两个侧壁2A和2B彼此

面对并沿壳体2的横向方向延伸,而另外两个侧壁2C和2D也彼此面对但沿壳体2的纵向延伸。底部2E在其周边构造有四个侧壁2A至2D。侧壁2A设置有两个窗口5,输入组件3和输出组件4与这两个窗口5对准,而面对前述侧壁2A的侧壁2B设置有实现用于输送高频信号的传输线的馈通部6。传输线通过固定在其上的柔性印刷电路(FPC)板接收高频信号,并在壳体2内传输这些高频信号。在替代方案中,FPC可替换为引线端子。

[0025] 侧壁2C还设置有另一馈通部7,参考图2,其中馈通部7具有引线端子7a;具体地说,引线端子7a被固定到馈通部7的顶表面和背表面两者,这可以增加引线端子的数量。因为本实施例的光学模块1示出了要求多个控制信号和偏压的复杂功能,所以布置在馈通部7的两个表面中的大量引线端子7a变得不可避免。与安装有光学模块1的外部电路板连接的引线端子7a包括用于向外部提取在光学模块1内产生和形成的信号的引线端子、用于向安装在壳体2内的构件供应偏压的引线端子、用于提供接地电位的引线端子等。光学模块1的实施例仅在侧壁2C中设置有馈通部7,但在替代方案中,壳体2可以在侧壁2D中设置有另一馈通部。

[0026] 输入组件3和输出组件4沿壳体2的横向并排布置。如图1所示,输入组件3接纳保偏光纤(PMF)8,并包括用于固定PMF 8的耦合部分(即所谓的尾纤式布置)以及面对窗口5的透镜3a。将连续光束L1转换为要向壳体2内提供的准直光束的透镜3a具有例如2.0mm的焦距。耦合部分和透镜3a通过金属部件彼此固定。

[0027] 接纳单模光纤(SMF)9的输出组件4包括用于固定SMF 9的耦合部分以及面向窗口5的透镜4a,其中透镜4a将在壳体2中以DP-QPSK算法调制的输出光束L4会聚到SMF 9上。透镜4a可以具有例如2.0mm的焦距。耦合部分和透镜4a通过金属部件彼此固定。壳体2还在侧壁2A至2D上设置有图中未示出的盖,以气密地封闭空间。由底部2E、侧壁2A至2D以及盖界定的空间可以气密地在其中包围光学和电气构件。

[0028] 本实施例的光学模块1还在空间内设置有热电冷却器(TEC)10、基座11、载体12和半导体调制器13。TEC 10安装在底部2E上,基座11安装在TEC 10上,并且半导体调制器13安装在基座11上,其中TEC 10将半导体调制器13的温度保持恒定不变。

[0029] 图4是示出半导体调制器13的平面图,并且图5也是半导体调制器13的平面图,但是从图4中所示的去除了诸如互连件和电极等电子元件。由磷化铟(InP)和/或InP类半导体材料制成的半导体调制器13具有所谓的马赫-曾德尔调制器的类型。在替代方案中,半导体调制器13可以由砷化镓(GaAs)和/或GaAs类半导体材料制成。半导体调制器13包括调制器元件20、输入端口21、第一输出端口22和第二输出端口23、分束器24、第一组合器25和第二组合器26、一些分支波导27a至27h、以及第一监测端口28和第二监测端口29。

[0030] 具有由绝缘或半绝缘InP制成的衬底的调制器元件20具有矩形或正方形平面形状,该形状具有两个纵向边20a和20b以及两个横向边20c和20d,其中两个纵向边20a和20b优选地设置为4mm到9mm的长度,而两个横向边20c和20d优选地设置为3mm到12mm的长度。

[0031] 接收来自输入组件3的连续光束L1的输入端口21设置在纵向边中的一个纵向边20a中;具体地说,在纵向边20a的中央。即,输入端口21到横向边中的一个横向边20c的距离基本上等于到横向边中的另一个横向边20d的距离。输入端口21具有垂直于纵向边20a的光轴;即,从输入端口21延伸的光波导具有垂直于纵向边20a的光轴。

[0032] 向外输出光束L2和L3的第一输出端口22和第二输出端口23也设置在纵向边20a中

相对于输入端口21对称的位置。即,设定为靠近横向边中的一个横向边20d的第一输出端口22到输入端口21的距离基本上等于设定为靠近横向边中的另一个横向边20c的第二输出端口23到输入端口21的距离。第一输出端口22和第二输出端口23具有垂直于纵向边20a的光轴;即,从第一输出端口22和第二输出端口23延伸的光波导具有垂直于纵向边20a的相应光轴。输入端口21和第一输出端口22的光轴之间的距离等于输入端口21和第二输出端口23的光轴之间的距离。另外,第一输出端口22相对于横向边20d的距离等于从第二输出端口到另一横向边20c的距离。

[0033] 分束器24将进入输入端口21的连续光束L1分成分别在分支波导27a至27h中传播的八个光束。第一组合器25将光束中在四个分支波导27e至27h中传播的部分组合,并在第一输出端口22中提供这样组合的光束作为第一输出光束L2。第二组合器26将信号光束中在其它四个分支波导27a到27d中传播的其余部分组合,并在第二输出端口23中提供这样组合的光束作为第二输出光束L3。

[0034] 第一监测端口28监测从第一组合器25输出的光束的幅度,而第二监测端口29监测从第二组合器26输出的光束的幅度。这两个监测端口28和29被布置在纵向边20a中,确切地,在纵向边20a的关于输入端口21对称的相应位置处。第一输出端口22和第二输出端口23以及输入端口21布置在第一监测端口28和第二监测端口29的内侧。

[0035] 具体地说,第一监测端口28布置在第一输出端口22与一个横向边20d之间,而第二监测端口29布置在第二输出端口23与另一横向边20c之间。从第一监测端口28到输入端口21的距离基本上等于从第二监测端口29到输入端口21的距离。因为输入端口21设置在纵向边20a的中央,所以从第一监测端口28到横向边20d的距离基本上等于从第二监测端口29到另一横向边20c的距离。

[0036] 参考图4,半导体调制器13设置有八个调制电极31a至31h、四个主相位调节电极32a至32d以及八个次相位调节电极,其中次相位调节电极未在图4中示出。调制电极31a至31h与分支波导27a至27h重叠,以通过改变构成分支波导27a至27h的材料的折射率(最终改变在分支波导27a至27h内传播的光束的相位)来电调制在分支波导27a至27h中传播的光束。

[0037] 参考图1到图3,调制电极31a至31h的一端通过各自的互连件与信号焊盘33a至33h连接,其中信号焊盘33a至33h与插入驱动器42的馈通部6上的传输线耦合。同时,调制电极31a至31h的另一端与其它信号焊盘34a至34h连接,用于端接调制电极31a至31h以及互连件。主相位调节电极32a至32d与调制器元件20中的光波导重叠,以独立地在相应光波导中产生直流(DC)场,这改变了光波导的折射率。

[0038] 主相位调节电极32a至32d通过各自的互连件与偏压焊盘35a至35d电连接。与分支波导27a至27h重叠的次相位调节电极在分支波导27a至27h中产生DC场,以调节分支波导27a至27h的折射率。次相位调节电极与偏压焊盘36a至36h连接,用于输入控制信号。

[0039] 图4和图5所示的半导体调制器13在横向边20c和20d中分别布置有信号焊盘34a至34h以及偏压焊盘35a至35d以及36a至36h。然而,半导体调制器13可以将这些焊盘34a至34h、35a至35d以及36a至36h布置在横向边20c和20d中的一个横向边中。偏压焊盘35a至35d以及36a至36h与设置在馈通部7中的引线端子7a电连接。

[0040] 再次参照图1至图3,光学模块1还设置有在壳体2中的散热器40、电路板41以及驱

驱动器42。散热器40沿壳体2的纵向布置于馈通部6与TEC 10之间的底部。散热器40由导热性良好的材料制成,例如氮化铝(AlN),电路板41安装在散热器40上。电路板41是多层印刷电路板类型,电路板41与馈通部7中的引线端子7a电连接。安装在电路板41上的驱动器42通过接合线与电路板41电连接,确切地说,与设置在电路板41上的互连件电连接。另外,驱动器42通过接合线与馈通部6和半导体调制器13上的传输线连接。驱动器42对从馈通部6上的传输线提供的并且提供给半导体调制器13的驱动信号进行放大和重新整形。

[0041] 如图1至图3所示,光学模块1还设置有偏振器50、反射镜51和52以及输入透镜系统53的光学元件,以便将输入组件3与半导体调制器13的输入端口21光学耦合。这些光学元件50至53通过粘合剂安装在基座11上。偏振器50布置在输入组件3的光轴上,对来自输入组件3的连续光束L1的偏振进行重新整形。即使当组装光学模块1的过程改变或旋转了与PMF 8对准的连续光束L1的偏振方向时,换言之,即使当PMF 8的偏振角偏离设计的偏振角时,偏振器50也可以提取 0° 和 90° 中的一个的偏振分量作为连续光束L1。通过偏振器50与输入组件3光学耦合的反射镜51将来自偏振器50的连续光束L1反射向另一反射镜52。从反射镜51出射的连续光束L1与入射到反射镜51的连续光束基本上成直角。

[0042] 反射镜52提供与输入端口21和反射镜51光学耦合的反射表面,反射镜52与反射镜51相比被布置在更靠近侧壁2D的位置,并且在输入端口21的光轴上。接收来自反射镜51的连续光束L1的反射镜52将连续光束L1反射向输入端口21。因此,连续光束L1的入射部分和出射部分的光轴成直角,这意味着连续光束L1的出射部分的光轴变得平行于输入组件3的光轴;即反射镜51和52的组使输入组件3的光轴平行移动,以便与输入端口21的光轴对准。

[0043] 输入透镜系统53布置在反射镜52和输入端口21之间的输入端口21的光轴上,并面对输入端口21。将被反射镜52反射的连续光束L1会聚到输入端口21上的输入透镜系统53包括后透镜54和前透镜55,其中后透镜54布置得更靠近输入端口21并面对输入端口21,而前透镜55布置为将后透镜54置于前透镜55与输入端口21之间。后透镜54可以具有例如0.51mm的焦距。

[0044] 如上所述,布置在后透镜54和反射镜52之间的前透镜55可以具有例如2.1mm的焦距。在本实施例的光学模块1中,连续光束L1在从PMF 8到输入端口21的光路中通过三个透镜,即,设置在输入组件3中的透镜、前透镜55和后透镜54。具体地说,从PMF 8输出的连续光束L1在输入组件3中被透镜3a转换为准直光束,并通过前透镜55和后透镜54的组合而会聚到输入端口21上。在三个透镜3a、54和55中,前透镜55不总是必需的;即,连续光束L1在被透镜3a转换为准直光束之后,仅通过后透镜54会聚到输入端口21。

[0045] 另外,光学模块1还设置有用第一输出透镜系统60和第二输出透镜系统63的另一光学耦合系统,其中该光学耦合系统包括半波片($\lambda/2$) 66(其中 λ 是连续光束L1的波长)、反射镜67,偏斜调整器68、偏振光束组合器(PBC) 69和分束器70,上述每个构件都与输出组件4以及半导体调制器13中的两个输出端口22和23光学耦合。在与半导体调制器13光学对准之后,将这些光学构件用粘合剂固定在基座11上。

[0046] 第一输出透镜系统60和第二输出透镜系统63被布置在输入透镜系统53的相应侧;具体地说,第一输出透镜系统60布置在侧壁2C和输入透镜系统53之间,以面对第一输出端口22,确切地,放置在第一输出端口22的光轴上。第一输出透镜系统60将从第一输出端口22输出的输出光束L2转换为准直光束,第一输出透镜系统60包括相对地靠近半导体调制器13

而布置的后透镜61以及相对地远离半导体调制器13而布置的前透镜62。面对第一输出端口22的后透镜61具有例如0.51mm的焦距；而通过后透镜61与第一输出端口22光学耦合的前透镜62被置于后透镜61和半波片66之间，并且可以具有例如2.1mm的焦距。

[0047] 第二输出透镜系统63布置在侧壁2D和输入透镜系统53之间，并且面对第二输出端口23，确切地，第二输出透镜系统63放置在第二输出端口23的光轴上，以将从半导体调制器13的第二输出端口23输出的第二输出光束L3转换为准直光束。第二输出透镜系统63还包括相对地靠近半导体调制器13而布置的后透镜64以及相对地远离半导体调制器13而布置的前透镜65。

[0048] 被布置成面向第二输出端口23的后透镜63可以具有0.51mm的焦距。前透镜65也与第二输出端口23光学耦合，但通过后透镜64与第二输出端口23光学耦合，前透镜65布置在偏斜调整器68和第二输出端口23之间。前透镜65可以具有例如2.1mm的焦距。

[0049] 在根据本实施例的光学模块1中，从第一输出端口22输出的第一输出光束L2通过三个透镜，即，后透镜61、前透镜52和输出组件4中的透镜42a。具体地说，从第一输出端口22输出的作为发散光束的第一输出光束L2通过后透镜61和前透镜62的组合被转换为准直光束，与也是准直光束的第二输出光束L3复用，并且最终通过输出组件4中的透镜4a会聚到SMF 9上。即，从第一输出端口22输出的第一输出光束L2可以通过后透镜61和透镜4a会聚到SMF 9上。

[0050] 另外，从第二输出端口23输出的另一输出光束L3通过三个透镜，即，后透镜64、前透镜65和输出组件4中的透镜4a。从第二输出端口23输出的作为发散光束的第二输出光束L3通过第二输出透镜系统63中的后透镜64和前透镜65的组合而被转换成准直光束，并通过输出组件4中的透镜4a而被会聚到SMF 9上。在三个透镜64、65和4a中，前透镜65不是必需的，即，可以从光学耦合系统中去除。第二调制光束L3可以通过输出组件中的包括后透镜64和透镜4a的两个透镜系统被会聚到SMF 9上。

[0051] 半波片66可以表示为 $\lambda/2$ 片，并布置在前透镜62的光轴上，将从第二输出端口23输出的第二输出光束L3的偏振旋转 90° ，以便与从第一输出端口22输出的第一调制光束L2的偏振正交。图2所示的实施例将 $\lambda/2$ 片66布置在前透镜62的光轴上，但是 $\lambda/2$ 片66可以设置在第二输出透镜系统63中的另一前透镜65的光轴上。即， $\lambda/2$ 片66必须布置在前透镜62和65中的至少一个的光轴上，以便旋转输出光束L2和L3中的一个输出光束的偏振，从而与输出光束L2和L3中的另一输出光束的偏振正交。

[0052] 通过 $\lambda/2$ 片66与第一输出透镜系统60中的前透镜62光学耦合的反射镜67将通过 $\lambda/2$ 片66的第一输出光束L2反射向偏振光束组合器(PBC) 69。第一输出光束L2的到达反射镜67的入射光束的光轴相对于第一输出光束L2的从反射镜67出射的光束的光轴成直角。可以是由硅(Si)制成的矩形块的偏斜调整器68延长通过其中的第二输出光束L3的等效光程，以补偿在通过 $\lambda/2$ 片66而在第一输出光束L2中引起的相位延迟。即，偏斜调整器68的等效光程基本上等于 $\lambda/2$ 片66的等效光程。第二输出光束L3通过偏斜调整器68到达PBC 69。

[0053] 与第一输出端口22和第二输出端口23光耦合的PBC 69布置在第二输出透镜系统63的前透镜65的光轴上，即，布置在第二输出端口23的光轴上。PBC 69在其面对反射镜67的一个表面中设置有偏振选择滤波器，而在与前述一个表面相反的另一表面中设置有抗反射膜。偏振选择滤波器对于具有平行于入射面的偏振的光束显示出相当大的反射率，即基本

上没有透射率,而对于具有垂直于入射面的偏振的光束显示出相当大的透射率,即基本上没有反射率,其中入射面由入射到其的光束的光轴和滤波器的法线形成。或者,偏振选择滤波器对于具有平行于入射平面的偏振的光束显示出相当大的透射率,即基本上没有反射率,而对于具有垂直于入射平面的偏振的光束显示出相当大的反射率,即基本上没有透射率。

[0054] 从第一输出端口22输出的第一输出光束L2被反射镜67朝向PBC 69反射,并被PBC 69再次朝向输出组件4反射。另一方面,通过偏斜调整器68的第二输出光束L3进入PBC 69。因为两个输出光束L2和L3在半导体调制器13的第一输出端口22和第二输出端口23处具有彼此相同的偏振,但是输出光束L2在通过将其偏振旋转 90° 的 $\lambda/2$ 片66之后进入反射镜67;因此,两个输出光束L2和L3在PBC 69处具有彼此正交的偏振。即,PBC 69可对来自反射镜67并将被反射向输出装置4的第一输出光束L2具有相当大的反射率;同时,对来自偏斜调整器68且将被传输至输出组件4的第二输出光束L3显示出相当大的透射率,因此,PBC 69可多路复用两个输出光束L2和L3。

[0055] 布置在PBC 69和输出组件4之间的BS 70具有平行六面体形状,该平行六面体形状具有彼此平行的入射表面和出射表面,其中入射表面设置有反射膜,该反射膜反射入射光束的一部分,具体地反射入射光束L4的大约5%,并且透射其剩余部分(大约95%),其中通过在PBC 69处多路复用两个输出光束L2和L3而产生光束L4。由BS 70反射的光束进入监测光电二极管(PD)71,监测PD 71与引线端子7a中的一个电连接。监测PD 71可产生与来自多路复用光束L4被BS 70分离的光束的功率相对应的电信号。其余的多路复用光束L4进入输出组件4。

[0056] 光学模块1还在壳体2中,具体地在输出透镜系统60和63中、后透镜61和64的相应侧中并且在基座11上设置有其它监测PD,即第一监测PD 80和第二监测PD 81。第一监测PD 80和第二监测PD 81布置成在它们之间夹有后透镜54、61和64。

[0057] 第一监测PD 80在后透镜61和侧壁2C之间布置在第一监测端口28的光轴上,并面对半导体调制器13的第一监测端口28。第一监测PD 80检测从第一监测端口28输出的监测光束,并产生与监测光束的功率相对应的信号。信号从引线端子7a中的用接合线与第一监测PD 80连接的一个引线端子输出。

[0058] 第二监测PD 81布置在第二输出透镜系统63的后透镜64和侧壁2D之间的第二监测端口29的光轴上,并面对第二监测端口29。第二监测PD 81检测从第二监测端口29输出的监测光束,并产生与检测到的监测光束的功率相对应的信号。由第二监测PD 81产生的信号通过引线端子7a中经由接合线与第二监测PD 81连接的一个引线端子输出。

[0059] 根据本实施例的光学模块1还在基座11上设置有防反射板85。防反射板85布置在反射镜52、PBC 69和BS 70的后面;即在反射镜52、PBC 69和BS 70的构件与侧壁2D之间。从输入组件3提供的连续光束L1被反射镜51反射向反射镜52。到达反射镜52的连续光束L1几乎被反射镜52反射;但是其微弱部分透过反射镜52到达防反射板85。另外,由反射镜67朝向PBC 69反射的第一输出光束L2的微弱部分透过PBC 69并到达防反射板85。防反射板85可以防止从反射镜52和PBC 69到达防反射板85的那些光束被侧壁2D反射。

[0060] 如此描述的光学模块1通过半导体调制器13将通过输入组件3进入的连续光束L1在被分入分支波导27a至27h之后进行调制。设置在半导体调制器13下游的光电路使输出光

束L2的偏振旋转90°,并通过PBC 69使输出光束L2中的一个与输出光束L3中的另一个多路复用。PBC 69向输出组件4输出多路复用的光束L4。因此,光学模块1可以同时发送对应于四(4)比特的信息。

[0061] 第二实施例

[0062] 接下来,将参照图6至图12描述组装光学模块1的过程,其中图6是组装光学模块1的过程的流程图,而图7至图12是光学模块1在该过程的各个步骤处的平面图。

[0063] 首先,在步骤P1处,该方法将包括半导体调制器13的光学构件安装在壳体2内。然后,在步骤P2处,将输入透镜系统53的后透镜54光学对准。具体地说,如图7所示,该过程准备模拟输入组件3的虚设光纤(dummy fiber) 90,其中图7至图11示意性地示出虚设光纤90。虚设光纤90可输出用于输入透镜系统53的光学对准的测试光束TL1。从虚设光纤90提供的测试光束TL1是连续波(CW)并具有等于连续光束L1的波长,并且是由图中未示出的透镜转换的准直光束。

[0064] 该过程首先使虚设光纤90对准。如图7所示,使测试光束TL1从虚设光纤90进入壳体2内,该过程通过监测PD 80和81中的至少一个监测PD检测通过偏振器50和反射镜51和52到达输入端口21的测试光束TL1的幅度。使虚设光纤90在壳体2的侧壁2A的外表面上滑动,该过程判断虚设光纤90的被监测PD 80和81中的一个监测PD检测到的幅度变为最大的位置。因为测试光束TL1是准直光束,所以尽管输入端口21的尺寸有限,但该过程仍可检测所检测的幅度的最大值。

[0065] 优选地,测试光束TL1的最大幅度通过第一监测PD 80和第二监测PD 81两者来检测,因为当测试光束TL1直接与输入端口21耦合而不插入任何透镜时,光耦合效率变得极小。在第一监测PD 80和第二监测PD 81都用于检测测试光束TL1的幅度的布置中,第一监测PD 80和第二监测PD 81的输出之和变得相当大,并且幅度的评估变得简单和容易。

[0066] 之后,如图8所示,该过程将后透镜54安装到基座11上,并布置成面对输入端口21。使测试光束TL1通过虚设光纤90进入到壳体2内,测试光束TL1可用于对准后透镜54。具体地说,进入输入端口21、通过后透镜54的测试光束TL1由第一监测PD 80和第二监测PD 81检测,稍微移动后透镜54在其光轴上的位置,以找到由第一监测PD 80和第二监测PD 81检测的测试光束TL1的幅度变为最大的位置。然后,使后透镜54向半导体调制器13侧稍微移动,并利用例如紫外光可固化树脂等将后透镜54固定在基座11上。

[0067] 然后,在步骤P3处,将前透镜55布置在壳体2中的输入透镜系统53中,该过程使前透镜55光学对准并固定到基座11。具体地说,将前透镜55布置在基座11上,以便通过后透镜54面对输入端口21,从虚设光纤90提供的测试光束TL1通过前透镜55和后透镜54进入输入端口21。在稍微移动前透镜55在其光轴上的位置的情况下,第一监测PD 80和第二监测PD 81检测测试光束TL1的幅度,以找到由第一监测PD 80和第二监测PD 81检测的测试光束TL1变为最大的位置。前透镜55利用紫外光可固化型粘接剂固定在基座11上。

[0068] 之后,该过程使第一输出透镜系统60和第二输出透镜系统63对准。在对准之前,该过程调节半导体调制器13。具体地说,通过改变提供给半导体调制器13的偏压,调节半导体调制器13的各波导中的相位状态,使得分别从第一输出端口22和第二输出端口23输出的测试光束TL2和TL3变为最大。在稍后描述的步骤P6处的调节之前,确定使输出光束L2和L3的强度最大的偏压。

[0069] 此后,如图9所示,在壳体2内布置第一输出透镜系统60中的后透镜61和第二输出透镜系统63中的后透镜64,在步骤P4处对准并固定那些后透镜61和64。首先,该过程将后透镜61和64安装到基座11上,使得后透镜61面对第一输出端口22,而后透镜64面对第二输出端口23。

[0070] 然后,在光学模块1的外部准备相机91。将相机91放置成面向输出组件4将要附接到的侧壁2A,使得相机91变得与侧壁2A分开足够远。然后,使测试光束TL1从虚设光纤90进入输入端口21,第一输出端口22输出测试光束TL2,并且第二输出端口23输出测试光束TL3,请参考图10至图12。

[0071] 当要对准第二输出透镜系统63中的后透镜64时,提供偏压,使得仅第二输出端口23输出测试光束TL3,即,基本上没有测试光束TL2从第一输出端口22输出。通过相机91检查来自第二输出端口23的测试光束TL3的场图,对准后透镜64,使得检查的测试光束TL3的轮廓变为准直光束的轮廓。另外,当要对准第一输出透镜系统60中的后透镜61时,向半导体调制器13供给偏压,使得仅第一输出端口22输出测试光束TL2。通过相机91检查测试光束TL2的场图,对准后透镜61,使得检查的测试光束TL2的场图变成准直光束的场图。最后,使后透镜61和64沿其光轴稍微偏移,以便从观察到测试光束TL2和TL3的最大强度的点远离半导体调制器13。在稍微移动后透镜61和64之后,后透镜61和64通过可由紫外光可固化的粘合剂固定到基座11。

[0072] 此后,如图10所示,在步骤P5处,将分别在第一输出透镜系统60和第二输出透镜系统63中的前透镜62和65安装在壳体2内。具体地说,将前透镜62和65放置在基座11上,以便通过相应的后透镜61和64面对第一输出端口22和第二输出端口23,以与半导体调制器13对准并固定到基座11。即,与后透镜61和64的过程类似,使测试光束TL1从虚设光纤90进入半导体调制器13的输入端口21,并通过相机91检查从输出端口22和23输出的测试光束TL2和TL3;该过程将前透镜62和65设定在测试光束TL2和TL3成准直光束的相应位置。

[0073] 此后,如图11所示,该过程准备另一虚设光纤92,其中图11示意性地示出虚设光纤92。虚设光纤92模拟输出组件4并设置有透镜,该透镜将进入其中的测试光束集中到虚设光纤92上。该过程使虚设光纤92对准以便与前透镜62和65光学耦合。具体地说,使测试光束TL1从虚设光纤90进入到半导体调制器13,半导体调制器13从第一输出端口22和第二输出端口23输出测试光束TL2和TL3。该过程可通过调节提供给半导体调制器13的偏压来选择输出端口22和23中的一个以输出测试光束TL2或TL3。

[0074] 接着,该过程在步骤P6处将测试光束TL2的最大功率与另一测试光束TL3的最大功率进行比较,其中测试光束TL2或TL3的最大功率是通过虚设光纤92检测到的功率。该过程首先调节提供给半导体调制器的偏压,使得输出端口22和23中仅有一个产生测试光束TL2或TL3。在第一输出端口22产生测试光束TL2的情况下,该测试光束TL2通过后透镜61和前透镜62进入虚设光纤92。前透镜62可以调节到通过虚设光纤92检测的测试光束TL2显示出最大功率的位置。相反,在仅第二输出端口23产生测试光束TL3的情况下,测试光束TL3通过后透镜64和前透镜65进入虚设光纤92。因此,前透镜65设定在通过虚设光纤92检测的测试光束TL3显示出最大功率的位置。

[0075] 步骤P6设定供应给半导体调制器13的偏压,使得测试光束TL2和TL3显示出各自的最大功率,其中测试光束TL2和TL3显示出各自最大功率时的偏压条件可以被确定,使得使

第一测试光束TL2的功率显示出变为最大的偏压条件首先被确定,然后使第二测试光束TL3的功率显示出变为最大的另一偏压条件被确定。与上述确定最大功率的步骤同时地,该过程还找到使第一测试光束TL2的功率最小化的偏压条件以及使第二测试光束TL3的功率最小化的另一偏压条件。这是因为,当包含在输出透镜系统60或63中的前透镜62和65中的一个前透镜(其显示更大的最大功率)在前透镜62和65中的另一前透镜之后被固定时,可能降低前透镜62或65的位置精度,其中,测试光束TL2或TL3从前透镜62和65中的该另一前透镜提供,因此,必须使来自已经固定的前透镜62或65的测试光束TL2和TL3中的另一测试光束最小化。

[0076] 测试光束TL2的最大功率不可避免地变得与另一测试光束TL3的最大功率不同,这是因为归因于半导体调制器13中的波导的光损耗彼此不同,并且从第一输出端口22到虚设光纤92以及从第二输出端口23到虚设光纤92的光耦合系统(诸如反射镜67和/或PBC 69)的光损耗也彼此不同。

[0077] 因此,本过程的实施例首先在步骤P7处固定前透镜62和65中对于虚设光纤92显示出更大的最大功率的一个前透镜。然后,随后固定前透镜62和65中对于虚设光纤92显示出较小的最大功率的另一前透镜。在步骤P8处,使显示出较大的最大功率的前透镜62或65沿其光轴对准,使得通过虚设光纤92检测到的测试光束TL2或TL3的功率变得更接近前透镜62和65中的另一前透镜获得的较小的最大功率,或者变得基本上等于该较小的最大功率。在步骤P9处,在前透镜62和65对准之后,诸如紫外光可固化树脂等粘合剂可以将前透镜62和65永久地固定在基座11上。

[0078] 此后,该过程将盖附接到侧壁2A至2D,并且分别用输入组件3和输出组件4替换虚设光纤90和92。输入组件3和输出组件4可以通过YAG激光器焊接到壳体2。具体地说,使连续光束L1从输入组件3进入,当输入组件3和输出组件4对准壳体2(这通常被称为三体对准)时,输出光束L2和L3通过输出组件4被检测。在步骤P10处,使输入组件3和输出组件4在侧壁2A上滑动,确定组件3和4的使输出光束L2和L3中的一个输出光束变为最大的位置。组件3和4的位置变得等同于虚设光纤90和92的位置。在组件3和4的对准期间,设定供应给半导体调制器13的偏压,使得输出光束L2和L3中的一个输出光束变得最大。在组件3和4对准之后,YAG激光焊接可以将组件与侧壁2A固定。将输入组件3的旋转角度调节为设计角度。

[0079] 将描述光学模块1及其组装过程的优点。因为本实施例的半导体调制器13仅在调制器元件20的一个边20a中设置有输入端口21和两个输出端口22和23,所以将这些光学端口21至23与输入组件3和输出组件4耦合的光学构件可以仅布置在壳体2中的调制器元件20的一个边中,这可以使光学模块1紧凑。此外,相对于输入端口21对称布置的两个输出端口22和23的布置可以增强这些光学构件的布置的设计灵活性。另外,第一输出端口22与第二输出端口23分开足够远的布置可以加宽用于放置各个光学构件的有效面积,并且增加各个光学构件布置的灵活性。仅在一个边20a具有输入和输出端口21至23的半导体调制器13使得构件的光学对准有效且简单,这也使得光学模块1的制造简单。半导体调制器13设定了与用于光学构件的安装的边20a相对的区域、与用于引线端子7a的布线的边20d相对的区域、与用于驱动器42的安装的边20b相对的区域,并且能够使光学模块1A的制造变得简单。

[0080] 在光学模组1中,由第一输出端口22输出的第一输出光束L2通过三个透镜61、62及

4a到达SMF 9;而从第二输出端口23输出的第二输出光束L3也通过三个透镜64、65和4a到达SMF 9。将后透镜61和64的放大率设定为四(4),并且前透镜62和65以及透镜4a的放大率设定为一(1);SMF 9有效地与第一输出端口22和第二输出端口23的模场直径耦合。另外,该过程首先对准由于其相当大的放大率而必须精确布置的后透镜61和64,然后对准前透镜62和65,这将SMF 9设定为有效地与第一输出端口22和第二输出端口23对准。

[0081] 在具有后透镜61或64以及前透镜3a的双透镜系统中,即,输入组件中的透镜3a操作作为实施例中的前透镜,并且省略前透镜62或65,后透镜61或64不可避免地需要精确对准(通常小于 $0.3\mu\text{m}$),以抑制由于透镜的位置偏差引起的光损耗。然而,这些透镜61和64通常利用紫外光可固化树脂与树脂固定,并且树脂通常在固化时收缩或因热处理而膨胀,这使得难以维持一次对准的光学构件的位置精度,或难以维持小于 $1.0\mu\text{m}$ 的位置精度。相反,与双透镜系统相比,像本实施例的三透镜系统可以降低放置在透镜之间的前透镜的位置精度要求。有时可以允许大于 $1.5\mu\text{m}$ 的精度。因此,中央透镜在其组装时变得简单和容易。另外,因为后透镜61或64布置在从后透镜61至64输出的光束变为发散光束的位置,所以前透镜62或65可以布置得更靠近后透镜61或64,以将从前透镜62或65输出的光束转换为准直光束,这可以缩短壳体2的纵向尺寸。

[0082] 另外,在本光学模块1的布置中,第一监测端口28和第二监测端口29关于输入端口21对称地布置在边20a中;第一输出端口22和第二输出端口23以及输入端口21布置在监测端口28和29之间;并且第一监测PD 80和第二监测PD 81面对第一监测端口28和第二监测端口29而布置。这种布置可以将第一监测PD 80和第二监测PD81布置在第一输出透镜系统60和第二输出透镜系统63的相应侧,这可以使光学模块1的壳体2紧凑。

[0083] SMF 9可以布置在输出端口23的光轴上,这可以省去这样的附加反射镜,该附加反射镜相对于SMF 9的光轴重新布置从第二输出端口23输出的第二输出光束L3的光轴;结果可以减少要安装在壳体2内的构件的数量。

[0084] 另外,光学模块1可以设置有:反射镜52,其将沿壳体2的横向传播的连续光束L1反射向输入端口21;PBS 69,其反射也沿横向传播的第一输出光束L2,并将如此反射的第一输出光束L2与第二输出光束L3多路复用;以及防反射板85,其沿壳体2的纵向面对反射镜52和PBS 69而布置,并防止透过反射镜52和PBS 69的输出光束L2和L3在壳体2的侧壁2D处被反射。防反射板85可以抑制在壳体2内产生的杂散光,这抑制了光学模块1的性能的劣化。因为仅为连续光束L1和第一输出光束L2设置一个防反射板85,而不单独为相应光束L1和L2设置防反射板;所以光学模块1可以减少安装在其中的构件的数量,并因此降低其成本。

[0085] 另外,步骤P2首先使虚设光纤90对准,然后用通过虚设光纤90提供的测试光束TL1对准后透镜54。步骤P5首先将虚设光纤92与输出端口22和23光耦合,其次,将前透镜62和后透镜65与输出端口22和23对准,并且最后将虚设光纤92与前后透镜62和65对准。这种对准过程可以使组装光学模块1的过程简单且高效。

[0086] 另外,类似于本实施例,组装光学模块1的过程可以包括步骤P6至P8,在这些步骤中,首先将前透镜62和65中对于虚设光纤92显示出测试光束TL2的较小最大功率的一个前透镜固定,随后固定前透镜62和65中的另一前透镜。步骤P8可以使前透镜62和65中显示出较大的耦合功率的一个前透镜沿其光轴对准,使得相对于虚设光纤92的耦合功率变得基本上等于或接近于相对于虚设光纤92的较小的最大功率;然后,固定前透镜62和65中的所述

一个前透镜。根据半导体调制器13中各个波导的不平衡光损耗,分别从输出端口22和23输出的输出光束L2和L3的输出功率通常是不平衡的。因此,步骤P7至步骤P8可以平衡从相应输出端口22和23输出的输出光束L2和L3的功率;并且另外,输出光束L2和L3的功率可被设定为更接近各自的最大值。

[0087] 另外,步骤P8可以调节半导体调制器13的相位状态,使得从输出端口22和23输出的测试光束TL2和TL3变为各自的最大值。当处于其相位状态的半导体调制器13未被控制时,测试光束TL2和TL3不总是被设定为各自的最大值。这种状态有时将从输出端口22和23输出的输出光束L2和L3的功率设定为不平衡。调节半导体调制器13的相位状态,可以平衡输出光束L2和L3的功率。

[0088] 第二实施例

[0089] 图13是根据本发明的第二实施例的光学模块1A的透视图。光学模块1A与第一实施例的光学模块1不同的特征在于:将半导体调制器13的输入端口21与输入组件3光学耦合以及将输出端口22和23与输出组件4光学耦合的三个透镜系统53、60和63替换为集成三个透镜元件的阵列透镜60A。图14是示出阵列透镜60A与半导体调制器元件13的位置关系的主视图,特别是示出设置有输入端口21和输出端口22、23的边20a的位置关系的主视图。由于将双透镜系统53、60和63中的六个透镜替换为一个阵列透镜60A,因此,光学模块1A能够进一步减少安装在壳体2内的构件数量。

[0090] 下面将描述组装阵列透镜60A的过程,特别是将阵列透镜60A与半导体调制器13中的各个端口21至23光学对准的过程。阵列透镜60A设置有三个透镜元件,每个透镜元件具有到相邻透镜元件的跨度基本上等于输入端口21与输出端口22和23之间的跨度的光轴。另外,因为阵列透镜60A一体地设置有三个透镜元件,所以在半导体调制器13中的一个透镜元件与一个端口之间的一次对准状态在其余透镜元件的光学对准期间可能不对准。

[0091] 因此,根据本实施例的阵列透镜60A的对准过程对布置在其外侧的透镜元件进行对准,而对布置在中央的其余透镜元件不进行对准。通过对准设置在外侧的透镜元件,自动定位位于中央的透镜元件。具体地说,测试光束通过设置在外侧的透镜元件之一进入输出端口22,并通过半导体调制器13中的分支波导固有的电极检测这样进入的测试光束。尽管分支波导中的电极被设置用于产生均由调制信号调制的信号光束L2和L3,但是组装阵列透镜60A的过程使用这些电极来检测从输出端口22和23进入的测试光束的功率。调节阵列透镜60A在平行于输出端口22的光轴的方向上以及在垂直于输出端口22的光轴的平面内的位置,该组装过程确定并存储阵列透镜60A相对于输出端口22中的一个的位置。此后,该对准过程对相对于阵列透镜60A的中央相反布置的另一透镜元件和另一输出端口23执行类似的过程。然后,该过程确定并存储阵列透镜60A的位置。然而,在后一对准(另一透镜元件的对准)期间,前一透镜元件的位置可能且不可避免地偏离对准位置。因此,对准过程可以根据两组位置计算阵列透镜60A的位置,每组位置在第一对准过程和第二对准过程中被确定并存储在系统中。中央透镜元件的位置可以自动地确定到所计算的位置。

[0092] 尽管为了说明的目的,在此已经描述了根据本发明的光学模块和组装光学模块的过程的特定实施例,但许多修改和改变对于本领域技术人员将变得明显。例如,该实施例将SMF的光轴布置为与第二输出端口23的光轴对准,但是SMF的光轴可以相对于输出端口23的光轴偏移。因此,所附权利要求旨在包括落入本发明的真实要旨和范围内的所有这种修改

和改变。

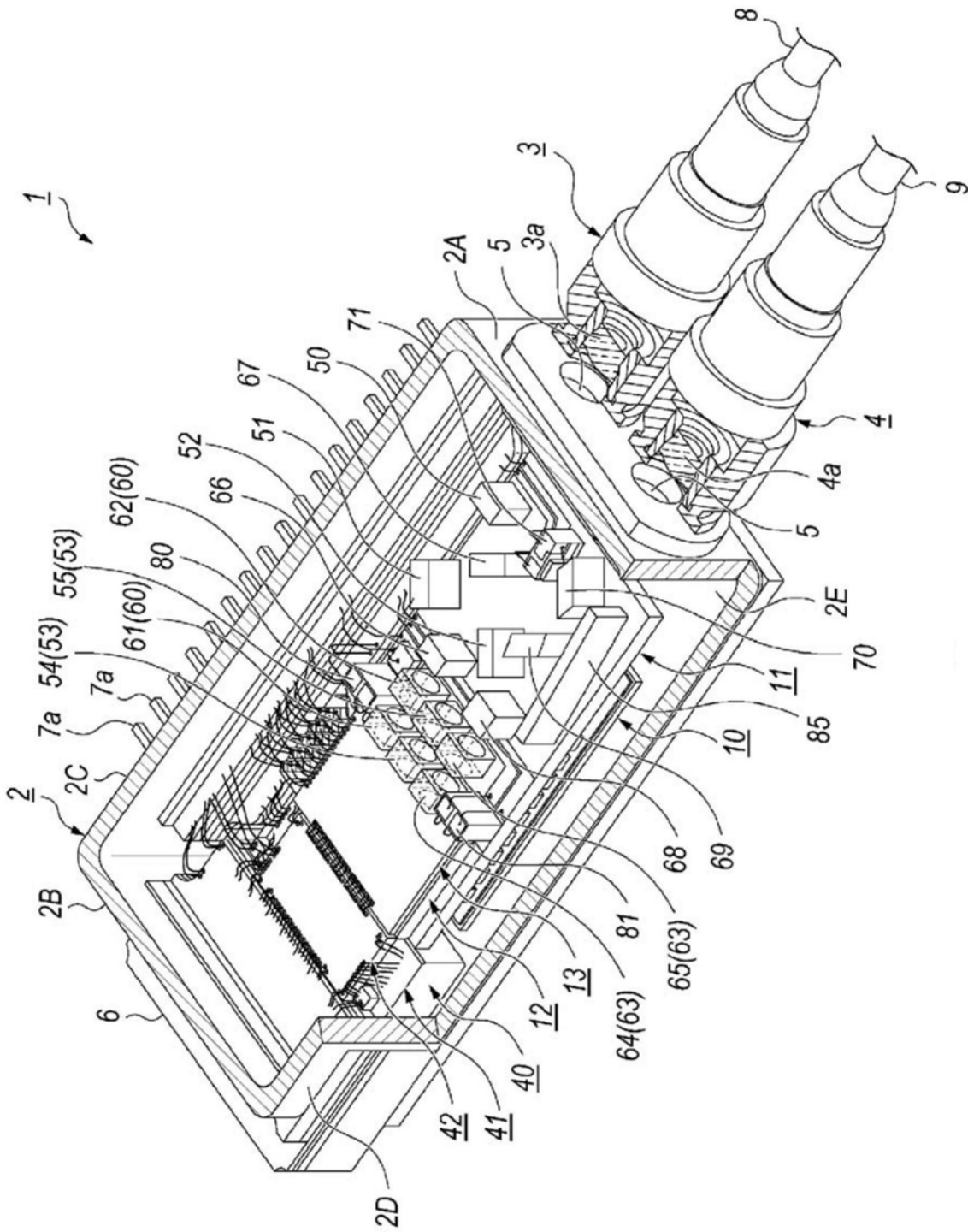


图1

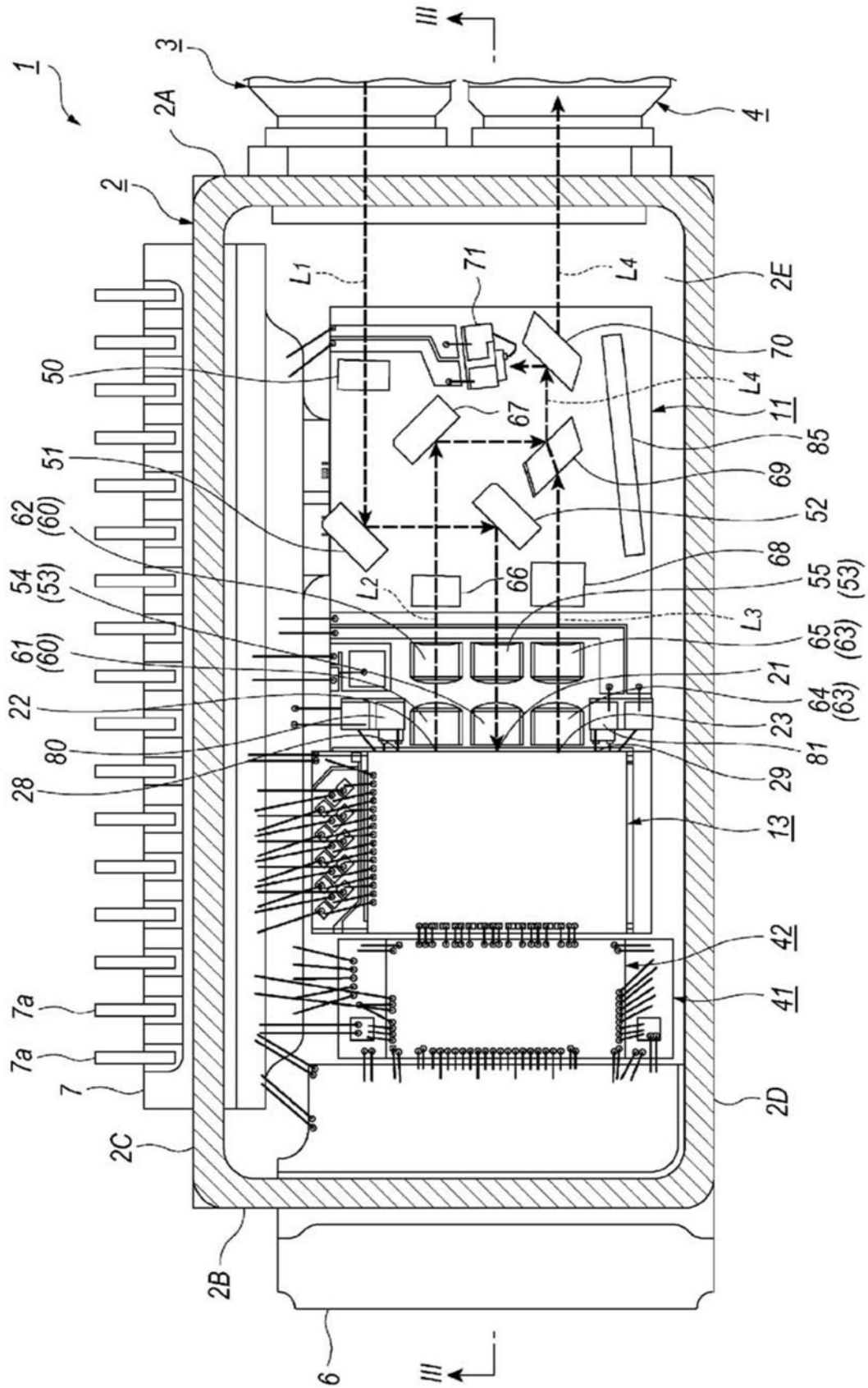


图2

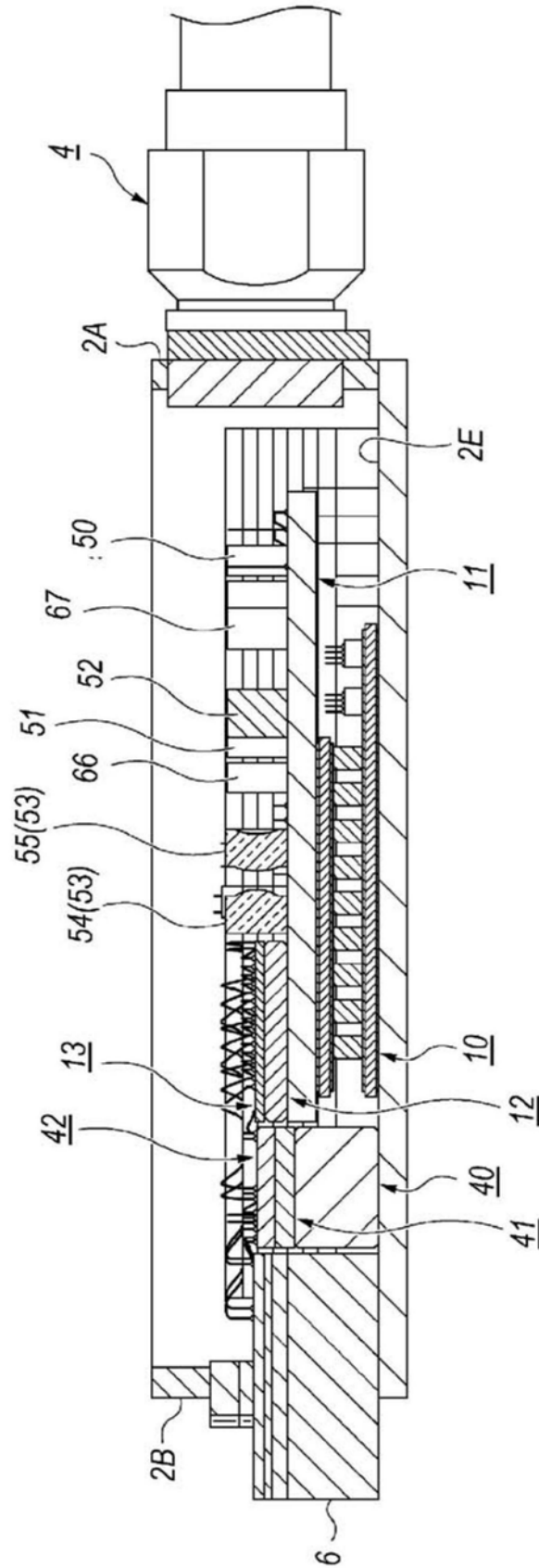


图3

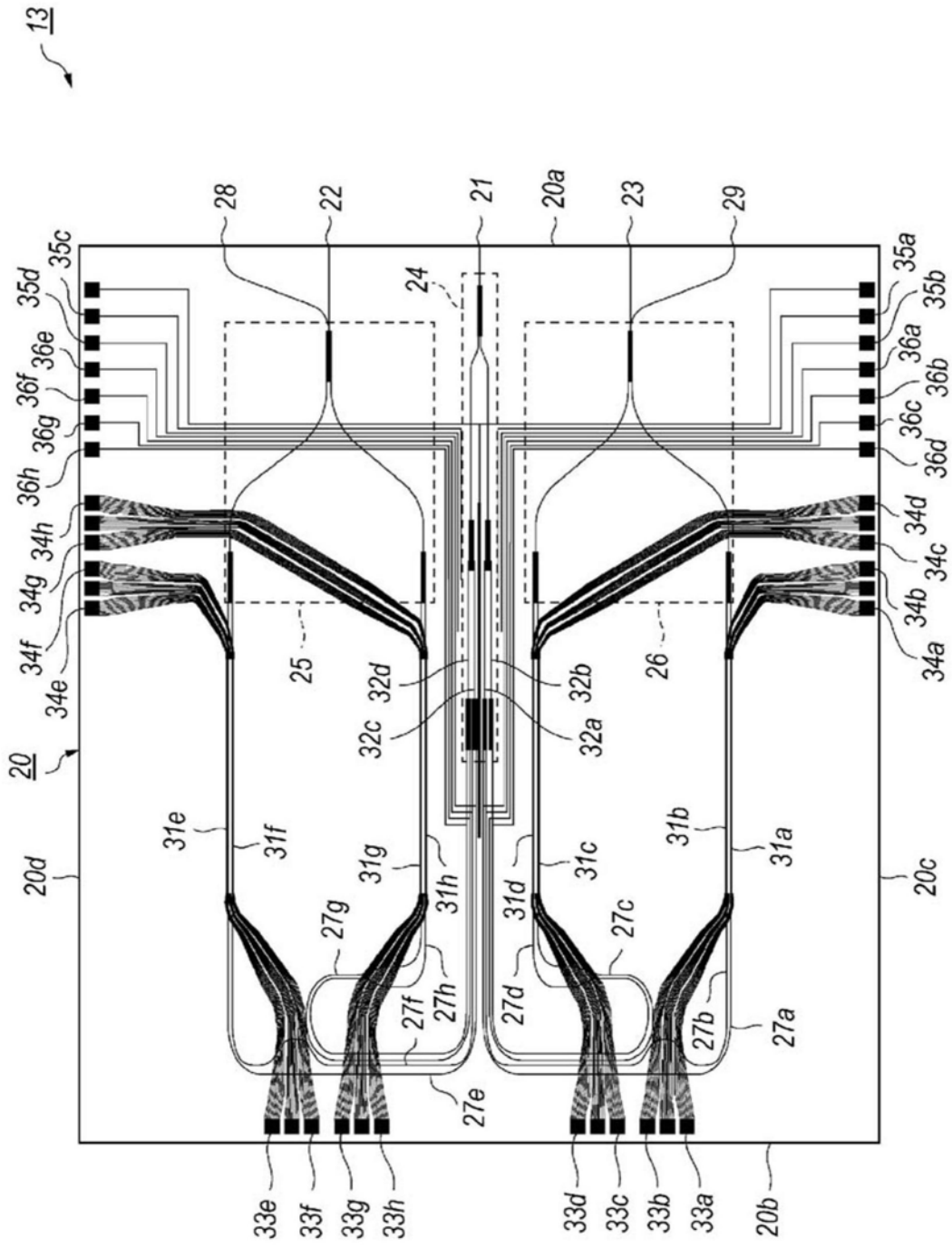


图4

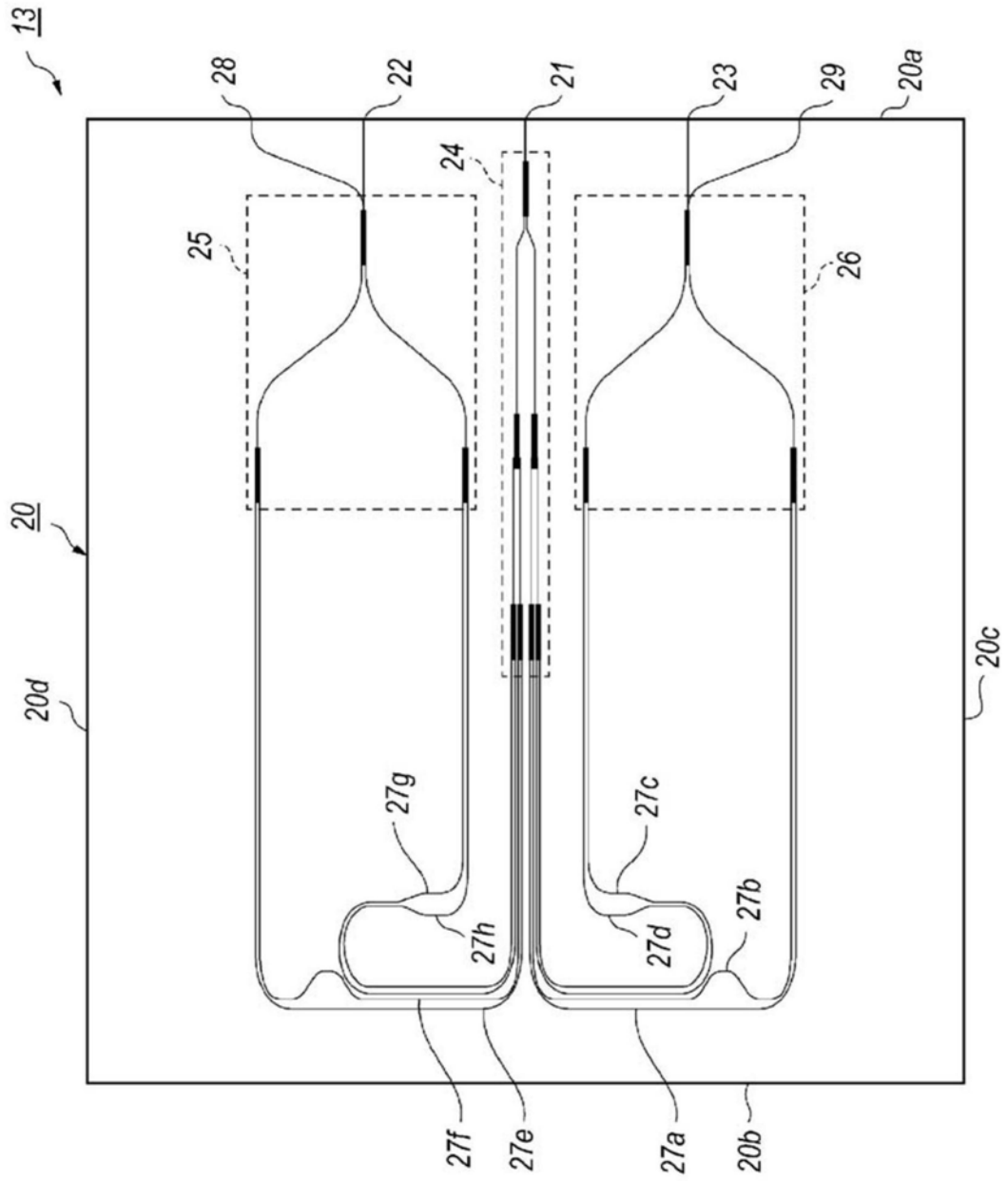


图5



图6

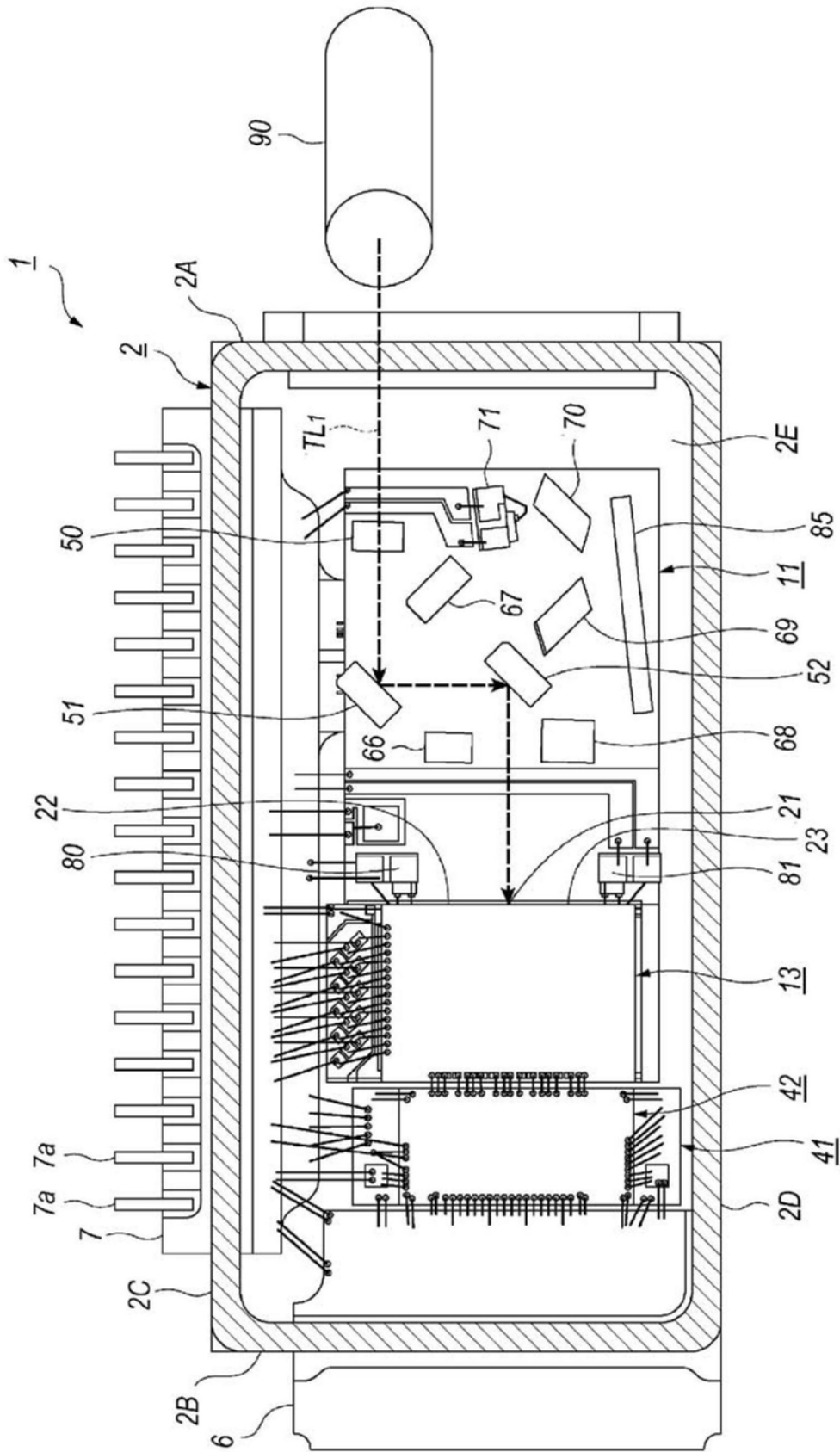


图7

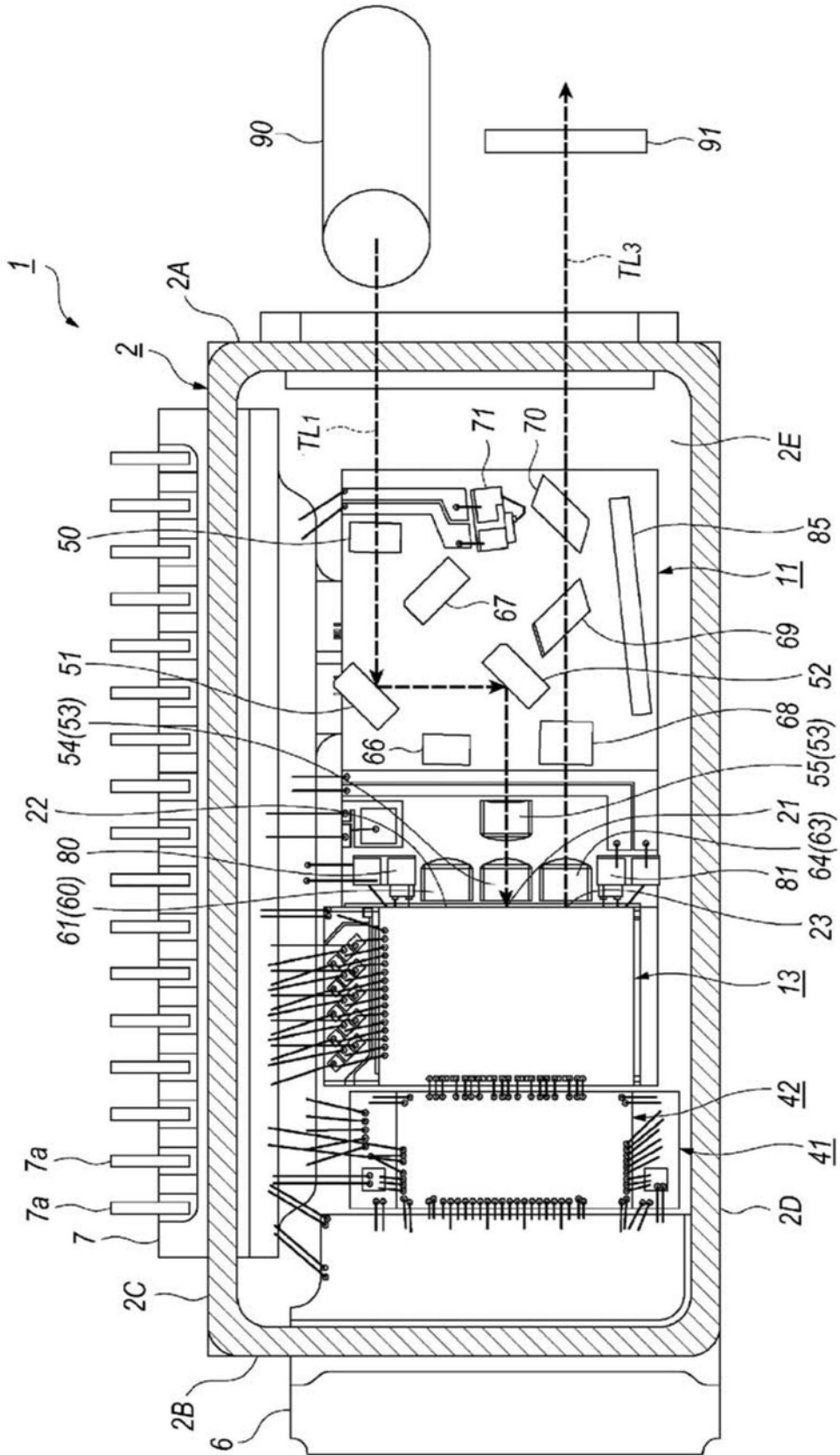


图9

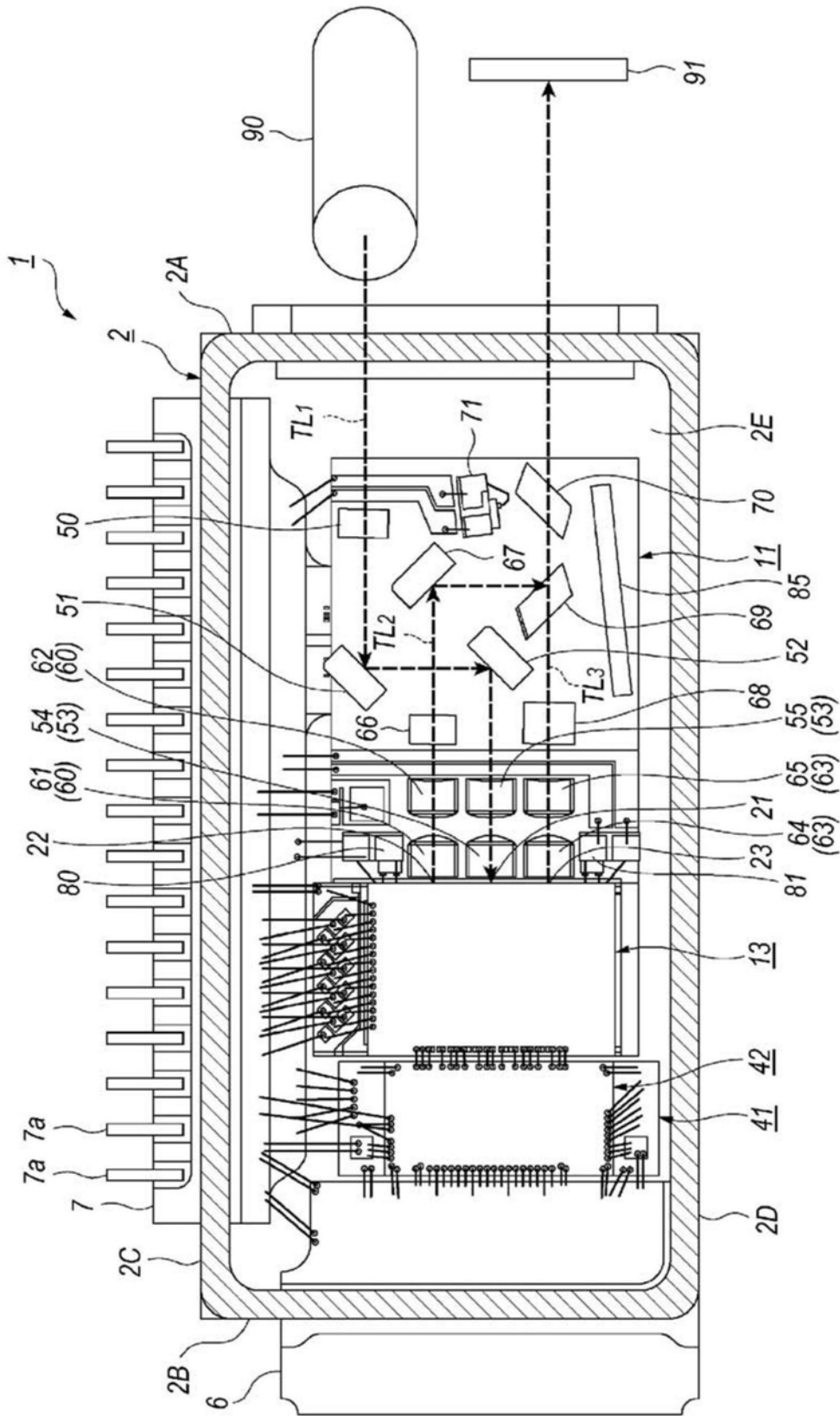


图10

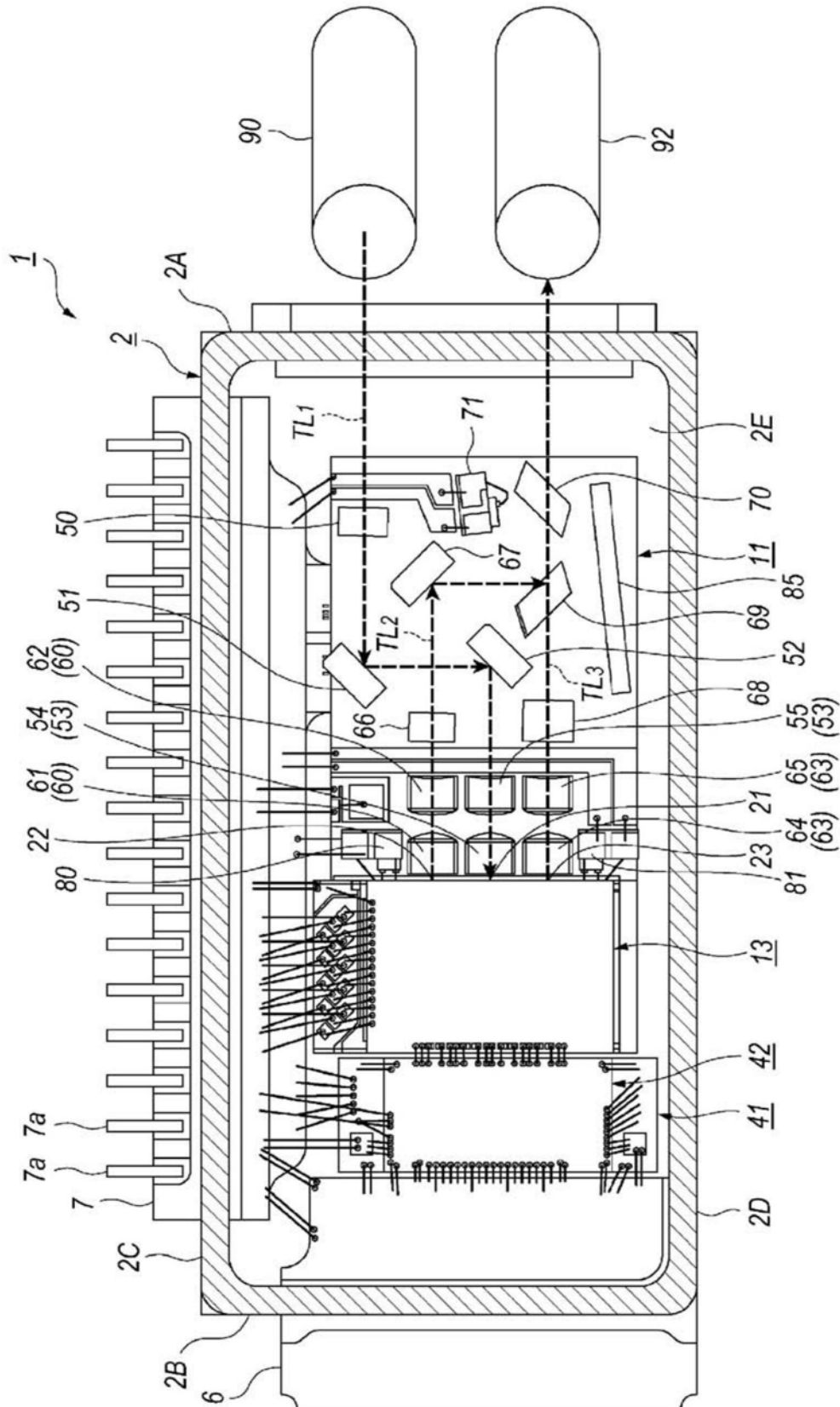


图11

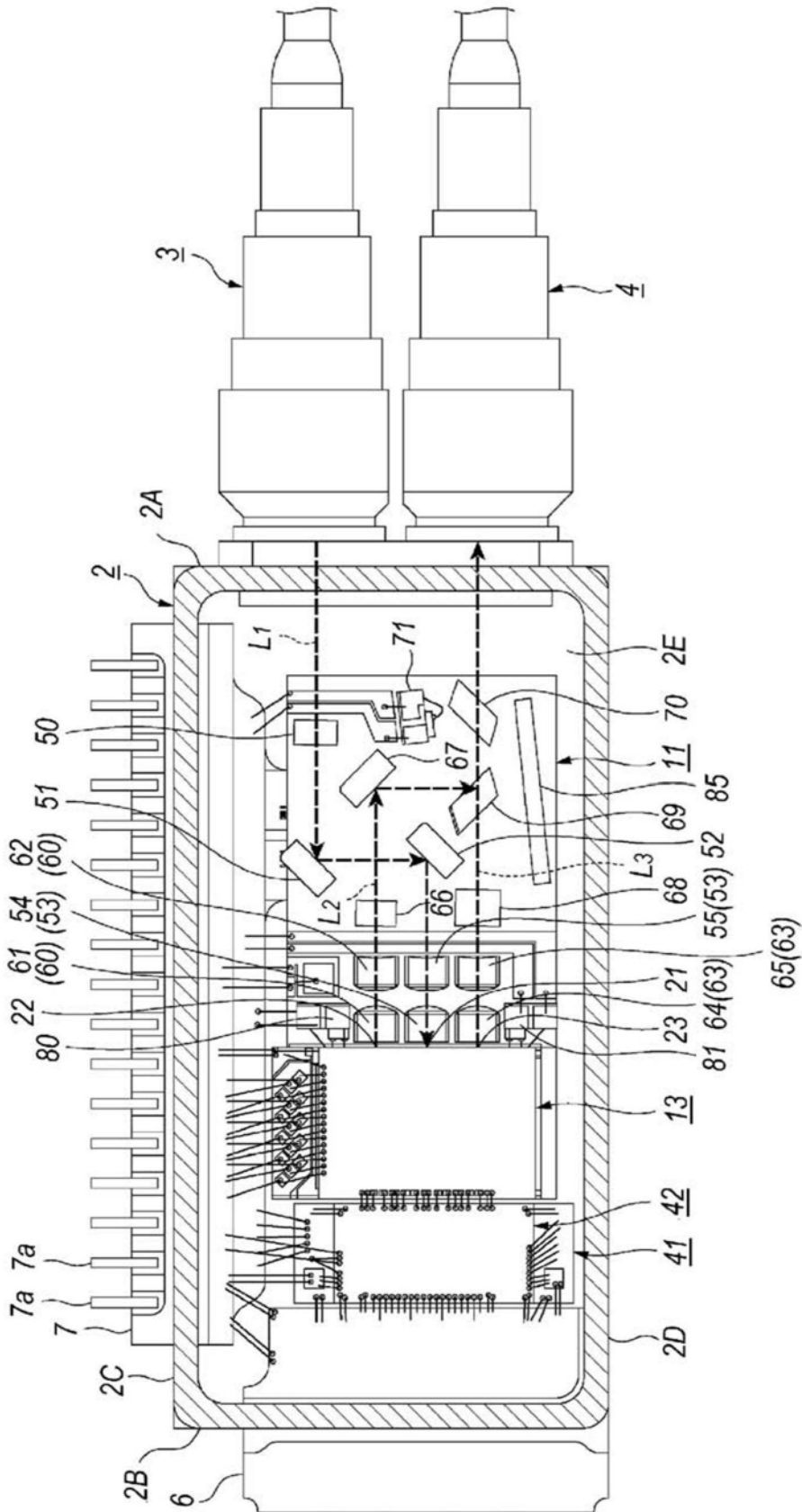


图12

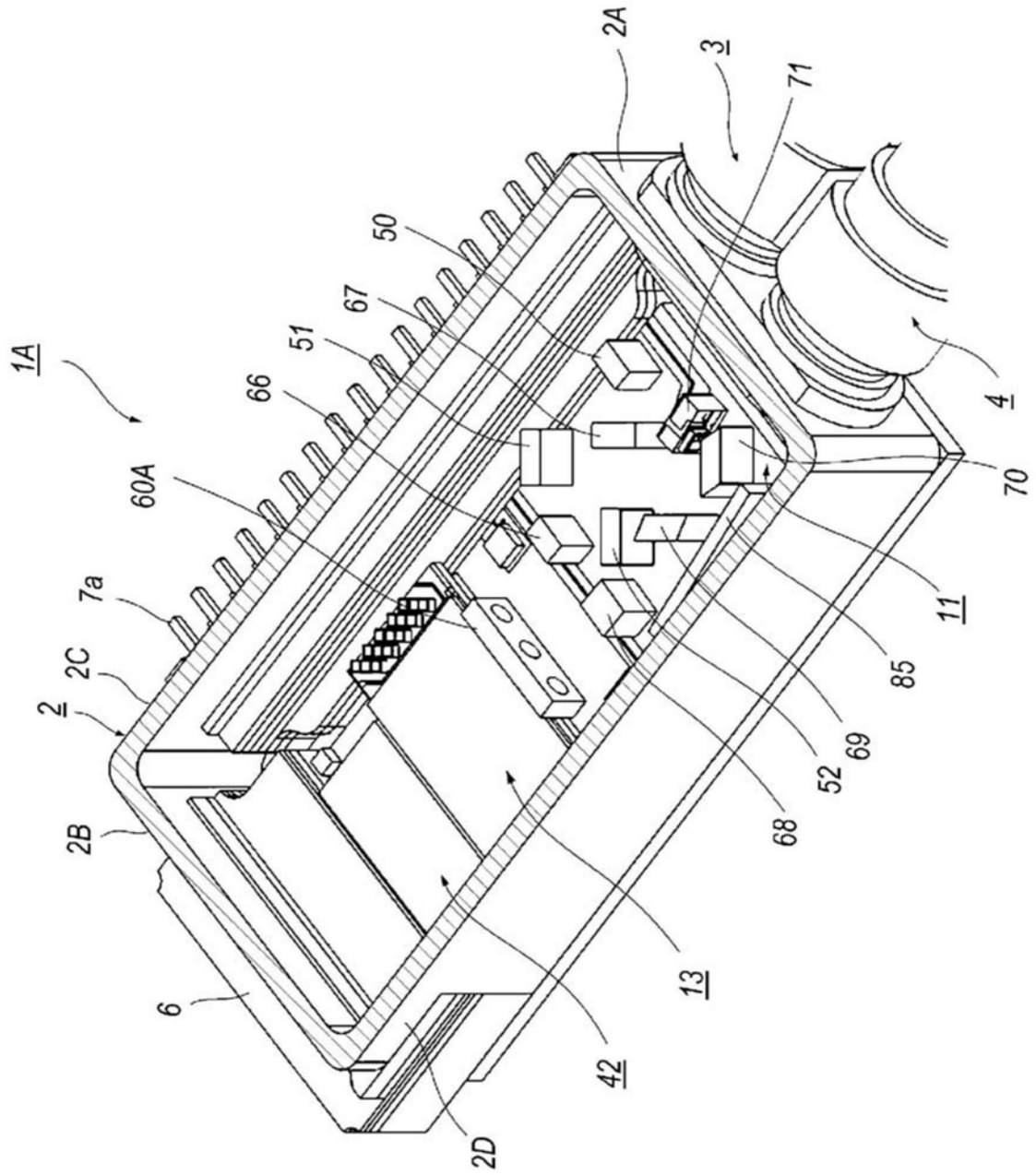


图13

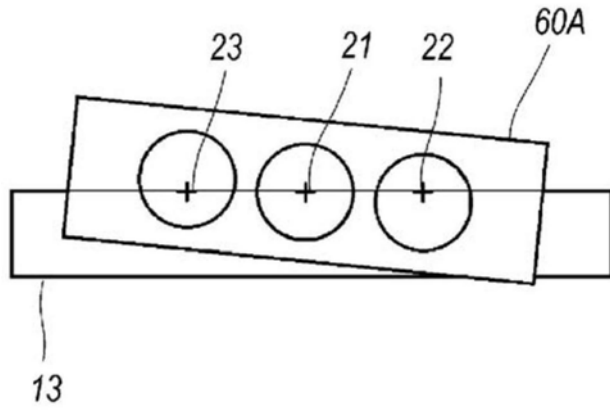


图14