



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108604769 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201780010945.3

铃木理仁

(22) 申请日 2017.02.10

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108604769 A

代理人 高培培 车文

(43) 申请公布日 2018.09.28

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据
2016-025076 2016.02.12 JP

H01S 5/0233 (2021.01)

H01S 5/0225 (2021.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.08.10

(56) 对比文件

JP H01107589 A, 1989.04.25

JP H0282592 A, 1990.03.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/004970 2017.02.10

CN 1549354 A, 2004.11.24

CN 103248426 A, 2013.08.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/138649 JA 2017.08.17

CN 104158086 A, 2014.11.19

刘杨. 倾斜结构InGaAsP/InP集成超辐射光源.《中国激光》.2001,

(73) 专利权人 古河电气工业株式会社
地址 日本东京都

审查员 朱海

(72) 发明人 有贺麻衣子 稻叶悠介 清田和明

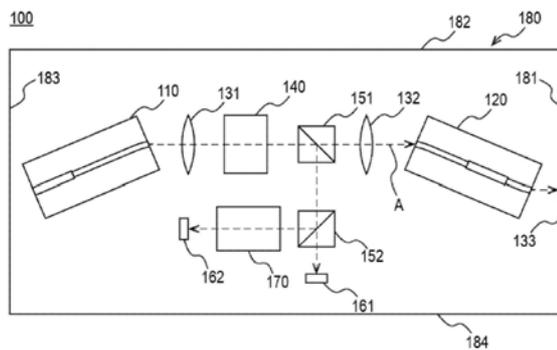
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

激光模块

(57) 摘要

提供一种能够抑制由芯片间的反射光造成的影响的激光模块。本发明的一个实施方式的激光模块(100)具备:激光元件(110),设置于第一基板上,具有产生激光的激光振荡部及引导激光的第一光波导;和光放大器(120),设置于第二基板上,具有引导激光的第二光波导,第一光波导倾斜地与第一基板的端面连接,第二光波导倾斜地与第二基板的端面连接,从第一光波导输出的激光与第二光波导光耦合。



1. 一种激光模块,其特征在于,具备:

激光元件,设置于第一基板上,具有产生激光的激光振荡部及引导所述激光的第一光波导;和

光学元件,设置于第二基板上,具有引导所述激光的第二光波导,

所述第一光波导相对于第一轴以大于0度的第一角度与所述第一基板的端面连接,所述第一轴是与所述第一基板的所述端面垂直的轴,

所述第一基板及所述第二基板以使从所述第一光波导输出的所述激光与所述第二光波导光耦合的方式配置,所述第一基板的主轴相对于在所述第一基板与所述第二基板之间行进的激光的行进方向倾斜,所述第二基板的主轴相对于所述行进方向向与所述第一基板相同或相反的方向倾斜。

2. 根据权利要求1所述的激光模块,其特征在于,

所述第一基板与所述第二基板相对于所述行进方向配置在同一侧。

3. 根据权利要求2所述的激光模块,其特征在于,

所述第一光波导依次具有沿着所述第一轴延伸的直线状的第一直线部、弯曲的弯曲部及沿着第三轴延伸的直线状的第二直线部,

所述第一光波导的所述弯曲部以使所述第一轴与所述第三轴成所述第一角度的方式弯曲。

4. 根据权利要求2或3所述的激光模块,其特征在于,

所述第一角度大于3度且小于18.4度。

5. 根据权利要求2或3所述的激光模块,其特征在于,

所述行进方向相对于所述第一轴成第三角度,该第三角度是所述激光从所述第一光波导输出的角度。

6. 根据权利要求5所述的激光模块,其特征在于,

所述第三角度大于9度且小于90度。

7. 根据权利要求1~3中任一项所述的激光模块,其特征在于,

所述第二光波导相对于第二轴以大于0度的第二角度与所述第二基板的所述端面连接,所述第二轴是与所述第二基板的所述端面垂直的轴。

8. 根据权利要求7所述的激光模块,其特征在于,

所述第二光波导依次具有沿着所述第二轴延伸的直线状的第一直线部、弯曲的弯曲部及沿着第四轴延伸的直线状的第二直线部,

所述第二光波导的所述弯曲部以使所述第二轴与所述第四轴成所述第二角度的方式弯曲。

9. 根据权利要求7所述的激光模块,其特征在于,

所述第二角度大于3度且小于18.4度。

10. 根据权利要求7所述的激光模块,其特征在于,

所述第一基板及所述第二基板以所述第一轴与所述第二轴不平行的方式配置。

11. 根据权利要求7所述的激光模块,其特征在于,

所述激光元件与所述光学元件之间的空间中的所述激光的行进方向相对于所述第二轴成第四角度,该第四角度是所述激光与所述第二光波导光耦合的角度。

12. 根据权利要求11所述的激光模块,其特征在于,所述第四角度大于9度且小于90度。
13. 根据权利要求1~3中任一项所述的激光模块,其特征在于,所述第一基板与所述第二基板沿着相互交叉的方向配置。
14. 根据权利要求1~3中任一项所述的激光模块,其特征在于,所述光学元件是将所述激光放大的半导体光放大器。
15. 根据权利要求1~3中任一项所述的激光模块,其特征在于,在所述第一基板及所述第二基板设置有用以调节所述第一基板和所述第二基板的温度的分别不同的温度调节元件。

激光模块

技术领域

[0001] 本发明涉及输出激光的激光模块。

背景技术

[0002] 一直以来,已知一种激光模块,将产生激光的激光元件和使激光放大的光放大器集成于一个芯片上。在激光元件中振荡的激光的波长根据温度而发生变化,另外,光放大器伴随激光的放大而发热。因此,激光模块一般具备帕尔帖元件等的温度调节元件,能够以使所期望的波长的激光振荡的方式控制激光元件的温度并将加热了的光放大器冷却。

[0003] 近年,由于激光模块被要求高输出化,激光元件及光放大器由大电流驱动,因此来自激光元件及光放大器的发热量增大。当发热量增大时,在如上述那样的在一个芯片上集成激光元件及光放大器的结构中,需要以一个温度调节元件来进行集合了用于激光元件的波长调整的温度控制与光放大器的发热的冷却的共两台量的温度调整。因此,会有如下情况:温度调整元件的控制所需要的电流值变得非常高,超过电源的电流容量而变得无法进行控制。

[0004] 在专利文献1中,公开有一种如下技术:将激光元件和光放大器设置于不同的两个支承部件上,并通过各自的温度调节元件来进行这两个支承部件的温度的调节。根据这样的结构,能够抑制激光元件与光放大器之间的热的移动,能够通过各自的温度调节元件来独立地控制激光元件及光放大器的温度。因此,能够将激光元件及光放大器分别调节为适当的温度。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开第2013/180291号

发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 本发明者发现,在如专利文献1所记载的技术那样将激光元件和光放大器分开配置于不同的芯片的情况下,激光元件的芯片端面的内侧或光放大器的芯片端面的外侧的反射光返回激光元件,产生噪声而导致激光特性恶化。另外,本发明者发现,在光放大器的芯片端面的内侧也反射激光并在该芯片内引起未预期的激光振荡,导致激光特性进一步恶化。即使在两个芯片之间设置用于除去反射光的光隔离器,也无法除去各个芯片内的反射光。

[0010] 本发明鉴于上述问题而完成,其目的在于提供能够抑制由芯片之间的反射光产生的影响的激光模块。

[0011] 用于解决课题的技术方案

[0012] 本发明的一个方式是激光模块,其特征在于,具备:激光元件,设置于第一基板上,具有产生激光的激光振荡部及引导所述激光的第一光波导;和光学元件,设置于第二基板

上,具有引导所述激光的第二光波导,所述第一光波导倾斜地与所述第一基板的端面连接,所述第一基板及所述第二基板以使从所述第一光波导输出的所述激光与所述第二光波导光耦合的方式配置。

[0013] 发明效果

[0014] 在本发明的激光模块中,激光元件及光学元件设置于不同的基板,至少构成激光元件的光波导倾斜地与基板的端面连接。通过这样的结构,能够抑制基板的端面处的反射光返回光波导而对激光造成影响。

附图说明

- [0015] 图1是第一实施方式的激光模块的概略构成图。
- [0016] 图2是第一实施方式的激光元件的概略构成图。
- [0017] 图3是表示从第一实施方式的激光元件输出的激光的角度的示意图。
- [0018] 图4是表示第一实施方式的光波导的角度及相对反射率的曲线图。
- [0019] 图5是第一实施方式的光放大器的概略构成图。
- [0020] 图6是表示向第一实施方式的光放大器输入的激光的角度的示意图。
- [0021] 图7是表示第一实施方式的激光元件及光放大器的配置的示意图。
- [0022] 图8是第二实施方式的激光模块的概略构成图。
- [0023] 图9是表示第二实施方式的激光元件及光放大器的配置的示意图。
- [0024] 图10是第三实施方式的激光模块的概略构成图。
- [0025] 图11是第三实施方式的光放大器的概略构成图。
- [0026] 图12是第四实施方式的激光模块的概略构成图。
- [0027] 图13是第五实施方式的激光模块的概略构成图。
- [0028] 图14是第六实施方式的激光模块的概略构成图。
- [0029] 图15是第七实施方式的激光模块的概略构成图。

具体实施方式

[0030] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明,但本发明不被本实施方式所限定。此外,在以下说明的附图中,具有相同功能的结构附有相同标号,有时也省略其重复的说明。

[0031] (第一实施方式)

[0032] 图1是本实施方式的激光模块100的概略构成图。激光模块100在壳体180(封装)中具备:激光元件110;光放大器120;准直透镜131;聚光透镜132、133;光隔离器140;分光器151、152;光电二极管161、162;及标准具滤波器170。激光模块100中的各部件与未图示的控制部连接,从而进行电力的供给及动作的控制。

[0033] 激光元件110产生激光A并予以输出。对于激光元件110的详细结构,在后使用图2进行叙述。

[0034] 准直透镜131设置于激光元件110输出激光A的方向上,将从激光元件110输出的激光A变换为平行光。光隔离器140设置于准直透镜131输出激光A的方向上。光隔离器140使从激光元件110朝向光放大器120的方向的光通过,并将反方向的光遮断。作为光隔离器140,

可以使用众所周知的结构,例如可以使用在两个偏振器之间设置有法拉第旋转器的结构。

[0035] 分光器151设置于光隔离器140输出激光A的方向上。分光器151使入射的激光A以规定的比率向两个方向分叉。作为分光器151,例如可以使用半透半反镜或其他的分束器。

[0036] 聚光透镜132设置于分光器151输出激光A的一方的方向上。聚光透镜132使激光A汇聚于光放大器120的光波导并进行光耦合。

[0037] 光放大器120是非激光元件的光学元件。光放大器120设置于聚光透镜132输出激光A的方向上,将激光A放大并输出。对于光放大器120的详细结构,在后使用图5进行叙述。

[0038] 聚光透镜133设置于光放大器120输出激光A的方向上,且设置于壳体180的侧壁181上。聚光透镜133将从光放大器120输出的激光A汇聚于壳体180的外部。

[0039] 分光器152设置于分光器151输出激光A的另一方的方向上。分光器152使入射的激光A以规定的比率向两个方向分叉。作为分光器152,例如可以使用半透半反镜或其他的分束器。

[0040] 标准具滤波器170设置于分光器152输出激光A的一方的方向上。标准具滤波器170是为了进行将激光元件110产生的激光A的波长控制为规定的值的波长锁定控制而设置的。标准具滤波器170相对于波长具有周期性透射特性。

[0041] 光电二极管161设置于分光器152输出激光A的另一方的方向上。光电二极管161检测未透射过标准具滤波器170的激光A的强度。另一方面,光电二极管162设置于标准具滤波器170输出激光A的方向上。光电二极管162检测透射过标准具滤波器170的激光A的强度。未图示的控制部以光电二极管161检测出的激光A的强度与光电二极管162检测出的激光A的强度成为规定比的方式控制向激光元件110供给的电力。通过这样的结构,能够将激光元件110产生的激光A的波长控制为规定的值。

[0042] 壳体180具有将激光模块100中的各部件的侧方包围的四个侧壁181、182、183、184及将各部件的上方和下方覆盖的上壁和底壁。在图1中,为了视觉识别性而未图示上壁和底壁。可以构成为在侧壁181、182、183、184、上壁及底壁的至少一部分设置开口部且壳体180的内部空间经由该开口部与外部空间连通。

[0043] 图1所示的激光模块100的结构是一个例子,可以进行适当变更。例如,可以省略光隔离器140、标准具滤波器170及其他光学系统,或可以置换为具有同等功能的其他结构。另外,也可以在激光模块100追加设置光调制器、光开关等的光学元件和透镜、分光器等的光学系统。

[0044] 图2是本实施方式的激光元件110的概略构成图。激光元件110在基板114(第一基板)上具备激光振荡部111和光波导112(第一光波导)。基板114配置于帕尔帖元件等的温度调节元件(未图示)上,以调节(冷却)激光元件110的温度。

[0045] 基板114具有平板形状,并具有将该平板形状的周围包围的四个端面115、116、117、118。第一端面115与第二端面116以相互面对的方式设置。第三端面117与第四端面118以相互面对并将第一端面115与第二端面116连结的方式设置。作为基板114,可以使用Si基板、石英基板、InP基板等能够在内部或表面形成光波导的任意基板。

[0046] 激光振荡部111以其长度方向(即激光的行进方向)沿着第三端面117及第四端面118延伸的方式设置。在本实施方式中,激光振荡部111是半导体激光,更具体而言是DFB

(Distributed Feedback Laser:分布式反馈)激光、DR(Distributed Reflector:分布式反射)激光或DBR(Distributed Bragg Reflector:分布式布拉格反射)激光。激光振荡部111具有包含活性层的条纹状的光波导,通过被供给电力而产生激光。产生的激光的波长是被用于光通信的范围内(例如1260nm~1675nm)的波长,可以包含单一或多个波长。作为激光振荡部111,不限于这里示出的结构,可以采用能够输出激光的任意结构。

[0047] 光波导112以其长度方向(即激光的行进方向)沿着第三端面117及第四端面118延伸的方式设置,在第一端面115上具有用于输出激光的输出端口113。光波导112例如使用Si、石英、InP等而形成于基板114的内部或表面。光波导112将在激光振荡部111中产生的激光向输出端口113引导。

[0048] 从激光振荡部111朝向输出端口113,光波导112依次具有第一直线部112a、弯曲部112b、第二直线部112c。第一直线部112a是直线状的光波导,在激光振荡部111与弯曲部112b之间光学性耦合。第一直线部112a沿着与设置有输出端口113的第一端面115(输出端面)垂直的轴B(第一轴)延伸。第二直线部112c是直线状的光波导,在弯曲部112b与输出端口113之间光学性耦合。第二直线部112c沿着相对于轴B以规定的角度倾斜的轴C(第三轴)延伸。

[0049] 弯曲部112b是弯曲的光波导。弯曲部112b的弯曲半径为光波导112的允许弯曲半径以下。弯曲部112b以将第一直线部112a与第二直线部112c之间的角度设定为角度 θ_1 (第一角度)的方式弯曲。换言之,光波导112与输出端面115连接的部分即第二直线部112c的轴C相对于与输出端面115垂直的轴B以角度 θ_1 倾斜。角度 θ_1 是大于0度的角度,其优选的范围在后叙述。

[0050] 在输出端面115施加基于公知的设计的低反射涂层。该低反射涂层可以由电介质的多层膜构成。另外,优选的是在入射角度为 θ_1 的前提下设计涂层。通过低反射涂层,能够减少在输出端面115处的反射。但是,由于难以严格地控制电介质的折射率和厚度,因此在实际应用上不要求将反射严格地控制为0。

[0051] 图3是表示从激光元件110输出的激光A的角度的示意图。图3将图2中的包含输出端口113的部分放大表示。由于光波导112(第二直线部112c)以相对于与输出端面115垂直的轴B倾斜角度 θ_1 的方式与输出端面115连接,因此通过光波导112的激光A以相对于输出端面115不垂直的角度入射。因此,激光A通过光波导112与外部空间(例如氮气)之间的折射率差折射而从激光元件110出射。具体而言,相对于与输出端面115垂直的轴B,激光A沿角度 θ_{10} (第三角度)的方向出射。激光A的出射的角度 θ_{10} 依赖于光波导112与输出端面115连接的角度 θ_1 而变化,在激光元件110的外部空间为氮气或大气的情况下成为大于角度 θ_1 的值。

[0052] 当如专利文献1所记载的技术那样将光波导相对于端面垂直地连接时,该端面处的反射光向该光波导反向入射。与此相对,在本实施方式的激光元件110中,通过将光波导112相对于输出端面115以倾斜规定的角度的方式连接,从而在输出端面115处反射的激光A在基板114内沿与光波导112不同的方向行进。因此,能够抑制输出端面115处的反射光向光波导112返回而产生光噪声。

[0053] 图4是表示光波导112的角度 θ_1 及相对反射率的曲线图的图。图4的横轴表示光波导112与输出端面115连接的角度 θ_1 ,纵轴表示输出端面115处的相对反射率。该相对反射率是求出在输出端面115处反射的光有多少返回光波导的值,实际的反射率是该相对反射率

与存在涂层膜时的端面反射率的积。在图4中表示有将光波导112的宽度设定为 $1.8\mu\text{m}$ 、 $2.8\mu\text{m}$ 或 $3.8\mu\text{m}$ 的三个对数曲线图。由图4可知,在任一波导宽度下均有角度 θ_1 越大则相对反射率越减小的倾向。这是因为,角度增大则反射的光越朝向与光波导的朝向不同的方向,因而即使存在反射也不会与光波导耦合。因此,越增大角度 θ_1 就越能够减少激光A的反射量,能够更有效地抑制输出端面115处的反射光返回光波导112。

[0054] 具体而言,优选的是,光波导112相对于与输出端面115垂直的轴B的角度 θ_1 大于3度且小于18.4度。此时,激光A的出射的角度 θ_{10} 处于大于9度且小于90度的范围。如果角度 θ_1 为3度以下,则有输出端面115处的反射光在基板114内返回光波导112的情况。另外,如果角度 θ_1 为18.4度以上,则有激光A的出射的角度 θ_{10} 变为90度以上,激光A不从激光元件110出射的情况。

[0055] 图5是本实施方式的光放大器120的概略构成图。光放大器120在基板124(第二基板)上具备光放大部121和光波导122(第二光波导)。基板124配置于帕尔帖元件等的温度调节元件(未图示)上,以调节(冷却)光放大器120的温度。

[0056] 基板124具有平板形状且具有将该平板形状的范围包围的四个端面125、126、127、128。第一端面125与第二端面126以相互面对的方式设置。第三端面127与第四端面128以相互面对并将第一端面125与第二端面126连结的方式设置。作为基板124,可以使用Si基板、石英基板、InP基板等能够在内部或表面形成光波导的任意基板。

[0057] 光放大部121以其长度方向(即激光的行进方向)沿着第三端面127及第四端面128延伸的方式设置。在本实施方式中,光放大部121是半导体光放大器(SOA)。光放大部121具有包含由InGaAsP构成的多重量子阱-分离限制异质构造(MQW-SCH)的活性层的台面构造,并在电力的供给时将通过的激光放大。放大后的激光向光放大器120的外部出射。作为光放大部121,不限于这里示出的结构,可以使用能够将激光放大的任意结构。

[0058] 光波导122以其长度方向(即激光的行进方向)沿着第三端面127及第四端面128延伸的方式设置,在第一端面125上具有用于接收来自激光元件110的激光的输入端口123,并且在第二端面126上具有用于将放大后的激光输出的输出端口129。光波导122例如使用Si、石英、InP等而形成于基板124的内部或表面。光波导122将从输入端口123输入的激光向光放大部121引导。

[0059] 从光放大部121朝向输入端口123,光波导122依次具有第一直线部122a、弯曲部122b、第二直线部122c。第一直线部122a是直线状的光波导,在光放大部121与弯曲部122b之间光学性耦合。第一直线部122a沿着与设置有输入端口123的第一端面125(输入端面)垂直的轴D(第二轴)延伸。第二直线部122c是直线状的光波导,在弯曲部122b与输入端口123之间光学性耦合。第二直线部122c沿着轴E(第四轴)延伸,该轴E相对于轴D以规定的角度倾斜。

[0060] 弯曲部122b是弯曲的光波导。弯曲部122b的弯曲半径为光波导122的允许弯曲半径以下。弯曲部122b以将第一直线部122a与第二直线部122c之间的角度设定为角度 θ_2 (第二角度)的方式弯曲。换言之,光波导122与输入端面125连接的部分即第二直线部122c的轴E相对于与输入端面125垂直的轴D以角度 θ_2 倾斜。角度 θ_2 是大于0度的角度,其优选的范围在后叙述。

[0061] 与激光元件110的输出端面115同样地在输入端面125施加基于公知的设计的低反

射涂层。该低反射涂层可以由电介质的多层膜构成。另外,优选的是在入射角度为 θ_2 的前提下设计涂层。通过低反射涂层,能够减少在输入端面125处的反射。

[0062] 此外,光波导122在设置有输出端口129的第二端面126(输出端面)侧也具有与第一直线部122a、弯曲部122b及第二直线部122c相同的结构。由此,光波导122与输出端面126连接的部分的轴相对于与输出端面126垂直的轴以角度 θ_2 倾斜。只要是在优选的范围内,输入端面125侧的角度 θ_2 与输出端面126侧的角度 θ_2 也可以是不同的角度。

[0063] 图6是表示向光放大器120输入的激光A的角度的示意图。图6将图5中的包含输入端口123的部分放大表示。光波导122(第二直线部122c)以相对于与输入端面125垂直的轴D倾斜角度 θ_2 的方式与输入端面125连接。为了使来自外部空间的激光A与光波导122光耦合,激光A需要按照外部空间(例如氮气)与光波导122之间的折射率差而以规定的角度向光波导122入射。具体而言,相对于与输入端面125垂直的轴D,激光A需要从角度 θ_{20} (第四角度)的方向入射。激光A的入射的角度 θ_{20} 依赖于光波导122与输入端面125连接的角度 θ_2 而变化,在光放大器120的外部空间为氮气或大气的情况下成为大于角度 θ_2 的值。

[0064] 与激光元件110相同,在本实施方式的光放大器120中,通过将光波导122相对于输入端面125以倾斜规定的角度的方式连接,从而使得在输入端面125处反射的光在基板124内沿与光波导122不同的方向行进。因此,能够抑制激光A在光放大器120的端面125、126之间重复反射而引起未预期的激光振荡。此外,在本实施方式的光放大器120中,通过将光波导122相对于输出端面126以倾斜规定的角度的方式连接,在输出端面126处反射的光在基板124内也沿与光波导122不同的方向行进。由此,能够进一步有效地抑制光放大器120内的未预期的激光振荡。

[0065] 如使用图4说明的那样,由于有光波导122(第二直线部122c的轴E)相对于与输入端面125垂直的轴D的角度 θ_2 越大则输入端面125处的相对反射率越小的倾向,因此能够减少由反射光造成的影响。具体而言,优选的是,角度 θ_2 大于3度且小于18.4度。此时,激光A的入射的角度 θ_{20} 处于大于9度且小于90度的范围。如果角度 θ_2 为3度以下,则有输入端面125处的反射光在基板124内返回光波导122的情况。另外,如果角度 θ_2 为18.4度以上,则有激光A的入射的角度 θ_{20} 变为90度以上,激光A无法与光波导122光耦合的情况。

[0066] 图7是表示本实施方式中的激光元件110及光放大器120的配置的示意图。激光元件110及光放大器120以使从激光元件110的输出端口113输出的激光A向光放大器120的输入端口123输入的方式以非直线状或平行的角度配置。即,激光元件110及光放大器120以沿着相互交叉的方向即垂直于输出端面115的轴B与垂直于输入端面125垂直的轴D交叉的方式配置。激光A相对于与输出端面115垂直的轴B以角度 θ_{10} 从激光元件110出射,并且相对于与输入端面125垂直的轴D以角度 θ_{20} 向光放大器120入射。换言之,以激光A的行进方向与垂直于输出端面115的轴B之间的角度为角度 θ_{10} 且激光A的行进方向与垂直于输入端面125的轴D之间的角度成为角度 θ_{20} 的方式配置激光元件110及光放大器120。角度 θ_{20} 不必与角度 θ_{10} 相同,即,角度 θ_2 不必是与角度 θ_1 相同的角度,可以分别设为允许范围内的任意角度。

[0067] 根据这样的配置,从具有相对于输出端面115倾斜的光波导112的激光元件110输出的激光A与具有相对于输入端面125倾斜的光波导122的光放大器120光耦合。此外,通过将激光元件110及光放大器120以非直线状或平行的角度配置,能够缩短壳体180的长度方向(即,从激光元件110向光放大器120的激光A的行进方向)上的长度。能够在以非直线状或

平行的角度配置的位置中的更接近两个元件的角度的交叉部之处设置标准具滤波器170等的光学系统。即,能够在更接近交叉点的区域设置标准具滤波器170等的光学系统,该交叉点是分别配置有激光元件110及光放大器120的相互交叉的方向上的交叉点。由此,标准具滤波器170等的光学系统的至少一部分能够设置于夹在沿着相互交叉的方向配置的激光元件110与光放大器120之间的区域。因此,不需要增加壳体180的宽度方向(即,与从激光元件110向光放大器120的激光A的行进方向垂直的方向)上的长度。

[0068] 在本实施方式的激光模块100中,可以使用至少具备光波导的基板来取代光放大器120。在该情况下,该基板可以构成非激光元件的光学元件,例如光调制器或光开关等的半导体光学元件。即,本实施方式的激光模块100的结构可以应用于具备如下部件的任意结构:安装于第一基板上的激光元件;和安装于第二基板上的具有与来自该激光元件的激光光耦合的光波导的光学元件。

[0069] 如上所述,在本实施方式中,在激光元件110及光放大器120(即,非激光元件的光学元件)这两方,光波导与端面连接的角度被设定为大于0度的规定的角度。由此,由于能够抑制端面处的反射光返回光波导,因此能够减少激光元件110中的噪声并减少光放大器120中的未预期的激光振荡。此外,由于安装有激光元件110的基板及安装有光放大器120的基板以非直线状或平行的角度配置,因此能够减小壳体180的大小。

[0070] (第二实施方式)

[0071] 图8是本实施方式的激光模块200的概略构成图。激光模块200具备与第一实施方式的激光模块100同样的构成要素,但光放大器120的配置不同。具体而言,与第一实施方式不同的是,光放大器120沿着壳体180的宽度方向翻转。

[0072] 图9是表示本实施方式中的激光元件110及光放大器120的配置的示意图。激光元件110及光放大器120以从激光元件110的输出端口113输出的激光A向光放大器120的输入端口123输入的方式相互倾斜地配置。与第一实施方式不同,激光元件110及光放大器120不以非直线状或平行的角度配置,而是沿着大致相同的方向配置。激光A相对于与输出端面115垂直的轴B以角度 θ_{10} 从激光元件110出射,并且相对于与输入端面125垂直的轴D以角度 θ_{20} 向光放大器120入射。换言之,以激光A的行进方向与垂直于输出端面115的轴B之间的角度为角度 θ_{10} 且激光A的行进方向与垂直于输入端面125的轴D之间的角度成为角度 θ_{20} 的方式配置激光元件110及光放大器120。

[0073] 在本实施方式中,能够与第一实施方式同样地抑制端面处的反射光的影响。另外,由于不是如第一实施方式那样直线状或平行的配置,因此虽然壳体180的宽度方向上的长度稍微增大,但能够缩短长度方向上的长度。

[0074] (第三实施方式)

[0075] 图10是本实施方式的激光模块300的概略构成图。激光模块300与第一实施方式的不同点在于,在设置有输入端口123的第一端面(输入端面)125侧与光放大器121之间,光波导122仅由第一直线部122a构成而不具有弯曲部122b。另外,伴随于此,激光模块300的元件的配置及结构变得与第一实施方式局部不同。

[0076] 在第一及第二实施方式中,对在激光元件110中光波导112倾斜地与输出端面115连接且在光放大器120中光波导122倾斜地与输入端面125连接的情况进行了说明,但不限于此。只要至少在激光元件110中光波导112倾斜地与输出端面115连接即可。例如,在光放

大器120中,光波导122可以不倾斜地与输入端面125连接。

[0077] 如图10所示,在激光模块300中,在分光器151输出激光A的一方的方向上设置有棱镜301。棱镜301以使激光A的行进方向变得与光放大器120的输入端面125垂直的方式使激光A折射。在棱镜301输出激光A的方向上设置有聚光透镜132。聚光透镜132使由棱镜301折射后的激光A向光放大器120的光波导122汇聚并光耦合。

[0078] 图11是本实施方式的光放大器120的概略构成图。如图11所示,在设置有输入端口123的第一端面(输入端面)125侧即输入端面125与光放大部121之间,光波导122仅由第一直线部122a构成。与第一实施方式不同,在输入端面125与光放大部121之间,光波导122不具有弯曲部122b及第二直线部122c。

[0079] 此外,在设置有输出端口129的第二端面126(输出端面)侧即光放大部121与输出端面126之间,光波导122与第一实施方式同样地构成。即,在光放大部121与输出端面126之间,光波导122具有与第一直线部122a、弯曲部122b及第二直线部122c同样的结构。

[0080] 在输入端面125与光放大部121之间,光波导122沿着与输入端面125垂直的轴D延伸并与输入端面125垂直地连接。即,光波导122以不倾斜的方式与输入端面125连接。

[0081] 光放大器120以使由棱镜301折射并由聚光透镜132汇聚后的激光A沿着与输入端面125垂直的轴D从输入端口123向光波导122入射的方式配置。在本实施方式中,像这样,激光A向与入射端面125垂直地连接的光波导122入射而与光波导122光耦合。

[0082] 从光放大器120输出的激光A与第一实施方式同样地通过聚光透镜133而汇聚于壳体180的外部,该聚光透镜133设置于光放大器120输出激光A的方向上。

[0083] 此外,本实施方式的分光器152、标准具滤波器170及光电二极管162的配置与第一实施方式不同。在本实施方式中,分光器152以向作为输出激光A的一方的方向的光放大器120侧的方向输出激光A的方式配置。伴随于此,标准具滤波器170及光电二极管162沿分光器152输出激光A的光放大器120侧的方向依次配置。即,标准具滤波器170设置于分光器152输出激光A的光放大器120侧的方向上。光电二极管162设置于标准具滤波器170输出激光A的方向上。

[0084] 可以如本实施方式这样构成为:光放大器120中的光波导122与输入端面125垂直地连接,激光A沿着与输入端面125垂直的轴D向光波导122入射。

[0085] 此外,使用光波导122与输入端面125垂直地连接的图11所示的光放大器120的激光模块的结构不限于图10所示的结构。以下,在第四~第七实施方式中,对其他结构的例子进行说明。

[0086] (第四实施方式)

[0087] 图12是本实施方式的激光模块400的概略构成图。激光模块400的光放大器120与第三实施方式同样地构成,但元件的配置及结构与第三实施方式局部不同。

[0088] 如图12所示,在激光模块400中,在分光器151输出激光A的一方的方向上,与第一实施方式同样地设置有聚光透镜132。在聚光透镜132将激光A汇聚并输出的方向上,配置有图11所示的与第三实施方式相同的光放大器120。

[0089] 光放大器120以使由聚光透镜132汇聚后的激光A沿着与输入端面125垂直的轴D从输入端口123向光波导122入射的方式配置。

[0090] 在光放大器120输出激光A的方向上,依次配置有聚光透镜401及棱镜402。聚光透

镜401将从光放大器120输出的激光A向棱镜402汇聚。棱镜402使由聚光透镜401汇聚后的激光A朝向在壳体180的侧壁181上设置的聚光透镜133折射。聚光透镜133使由棱镜402折射后的激光A汇聚于外部。

[0091] (第五实施方式)

[0092] 图13是本实施方式的激光模块500的概略构成图。激光模块500的光放大器120与第三实施方式同样地构成,但元件的配置及结构与第三实施方式局部不同。

[0093] 如图13所示,在激光模块500中,与第一实施方式相同的激光元件110、准直透镜131、光隔离器140、分光器151及聚光透镜132相对于壳体180倾斜地设置。另外,与第一实施方式相同的分光器152、光电二极管161、162及标准具滤波器170也相对于壳体180倾斜地设置。

[0094] 在聚光透镜132将激光A汇聚并输出的方向上,配置有图11所示的与第三实施方式相同的光放大器120。光放大器120与第四实施方式同样地以使由聚光透镜132汇聚后的激光A沿着与输入端面125垂直的轴D从输入端口123向光波导122入射的方式配置。

[0095] 从光放大器120输出的激光A与第一实施方式同样地通过聚光透镜133而汇聚于壳体180的外部,该聚光透镜133设置于光放大器120输出激光A的方向上。

[0096] (第六实施方式)

[0097] 图14是本实施方式的激光模块600的概略构成图。激光模块600的分光器152、标准具滤波器170及光电二极管162的配置与第五实施方式不同。

[0098] 在第五实施方式中,如图13所示,分光器152以向作为输出激光A的一方的方向的激光元件110侧的方向输出激光A的方式配置。标准具滤波器170及光电二极管162沿分光器152输出激光A的激光元件110侧的方向依次配置。即,标准具滤波器170设置于分光器152输出激光A的激光元件110侧的方向上。光电二极管162设置于标准具滤波器170输出激光A的方向上。

[0099] 与此相对,如图14所示,在激光模块600中,分光器152以向作为输出激光A的一方的方向的光放大器120侧的方向输出激光A的方式配置。伴随于此,标准具滤波器170及光电二极管162沿分光器152输出激光A的光放大器120侧的方向依次配置。即,标准具滤波器170设置于分光器152输出激光A的光放大器120侧的方向上。光电二极管162设置于标准具滤波器170输出激光A的方向上。

[0100] (第七实施方式)

[0101] 图15是本实施方式的激光模块700的概略构成图。激光模块700与第六实施方式的不同点在于,具有反射镜701,该反射镜701将由聚光透镜132汇聚后的激光A反射而向光放大器120引导。

[0102] 如图15所示,在激光模块700中,在分光器151输出激光A的一方的方向上设置有反射镜701。在反射镜701反射激光A的方向上,设置有将由反射镜701反射后的光汇聚的聚光透镜132。

[0103] 光放大器120以使由反射镜701反射并由聚光透镜132汇聚后的激光A沿着与光放大器120的输入端面125垂直的轴D从输入端口123向光波导122入射的方式配置。

[0104] 从光放大器120输出的激光A通过聚光透镜133而汇聚于壳体180的外部,该聚光透镜133设置于光放大器120输出激光A的方向上。此外,在本实施方式中,光放大器120构成

为,相对于与输出端面126垂直的轴,向与第六实施方式相反一侧输出激光A。

[0105] 本发明不限于上述的实施方式,在不脱离本发明的主旨的范围内能够进行适当变更。

[0106] 标号说明

[0107] 100、200、300、400、500、600、700 激光模块

[0108] 110 激光元件

[0109] 111 激光振荡部

[0110] 112、122 光波导

[0111] 120 光放大器

[0112] 121 光放大部

[0113] 114、124 基板

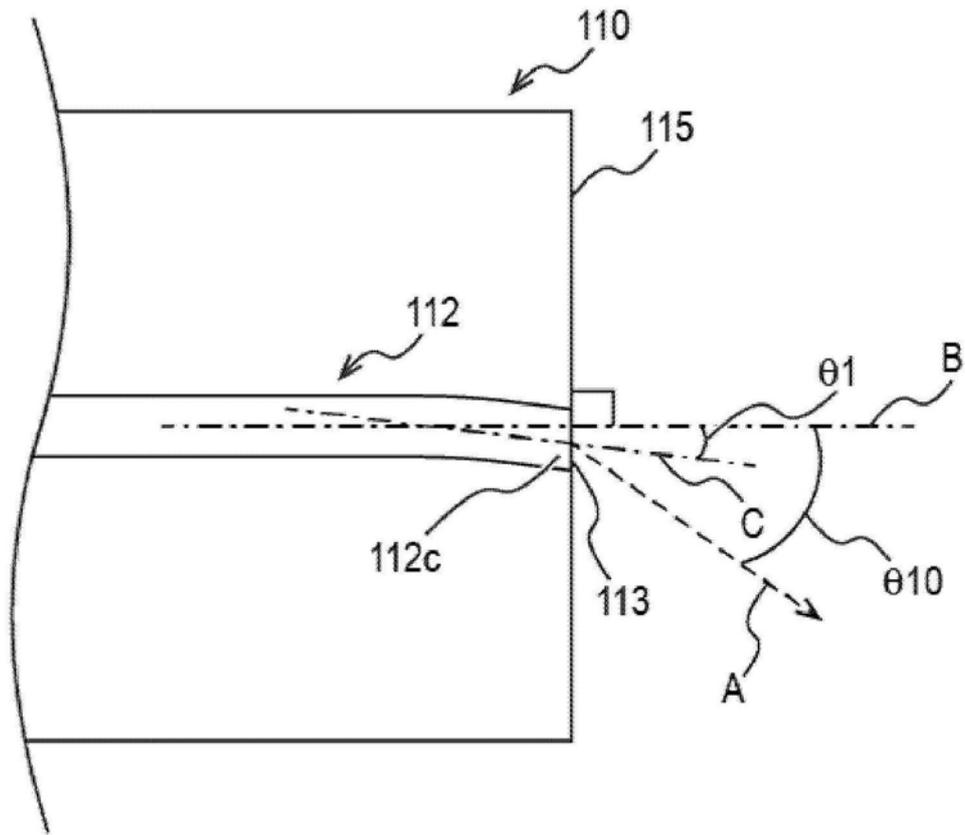


图3

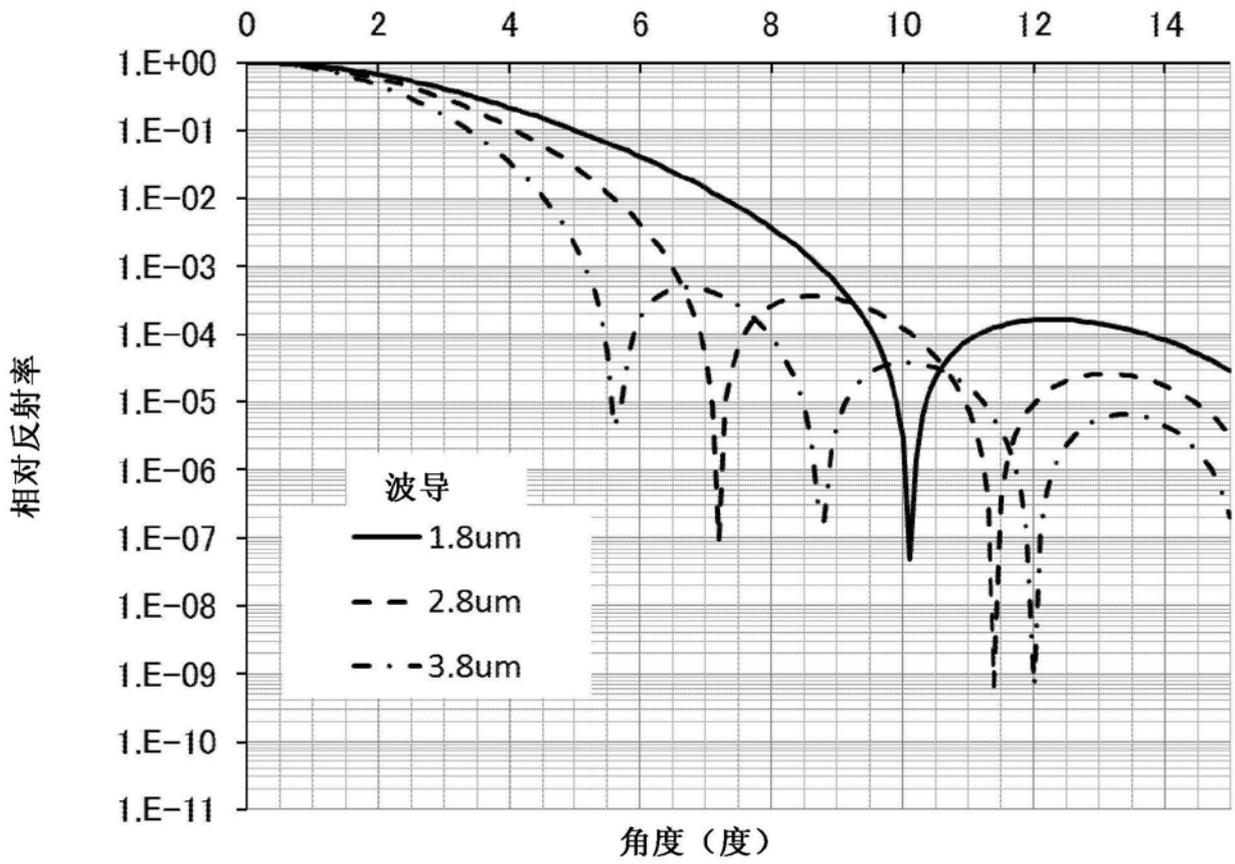


图4

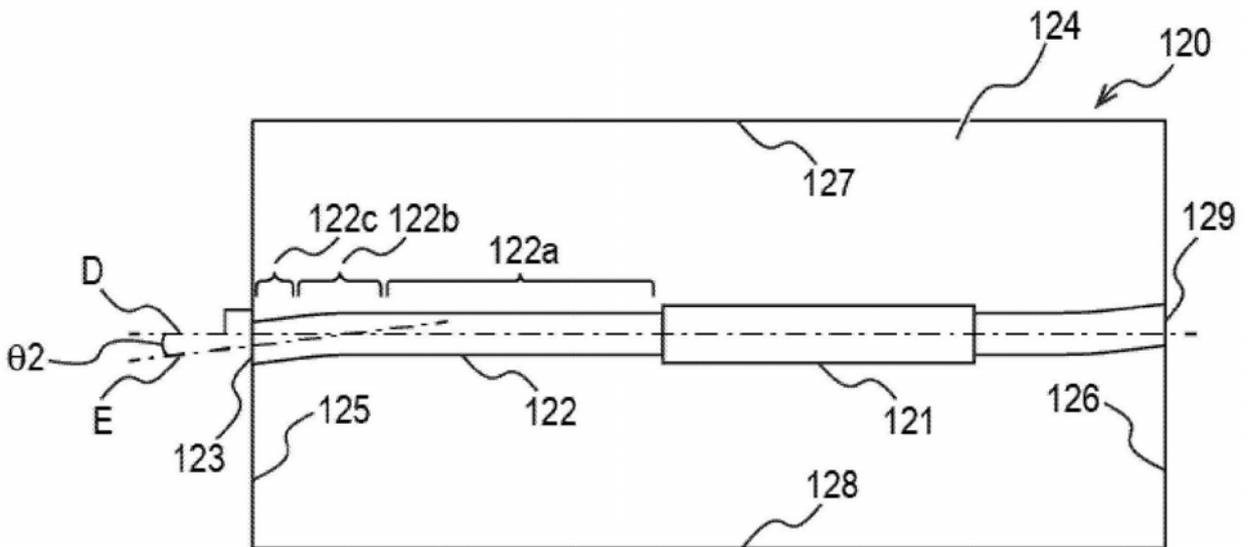


图5

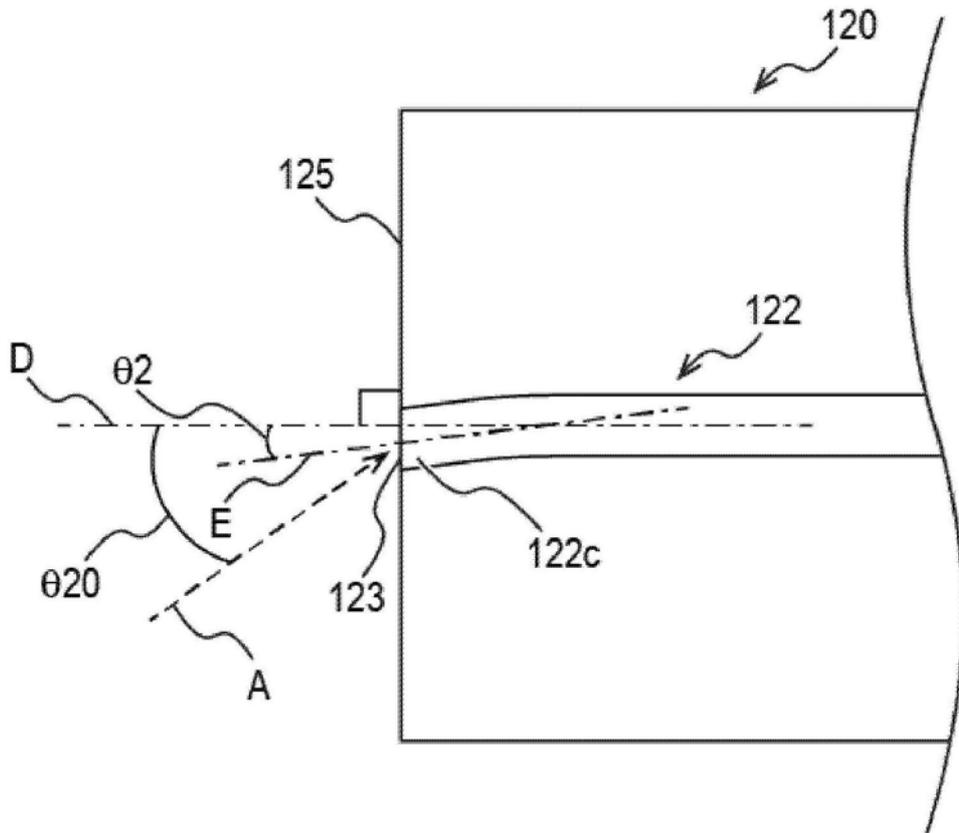


图6

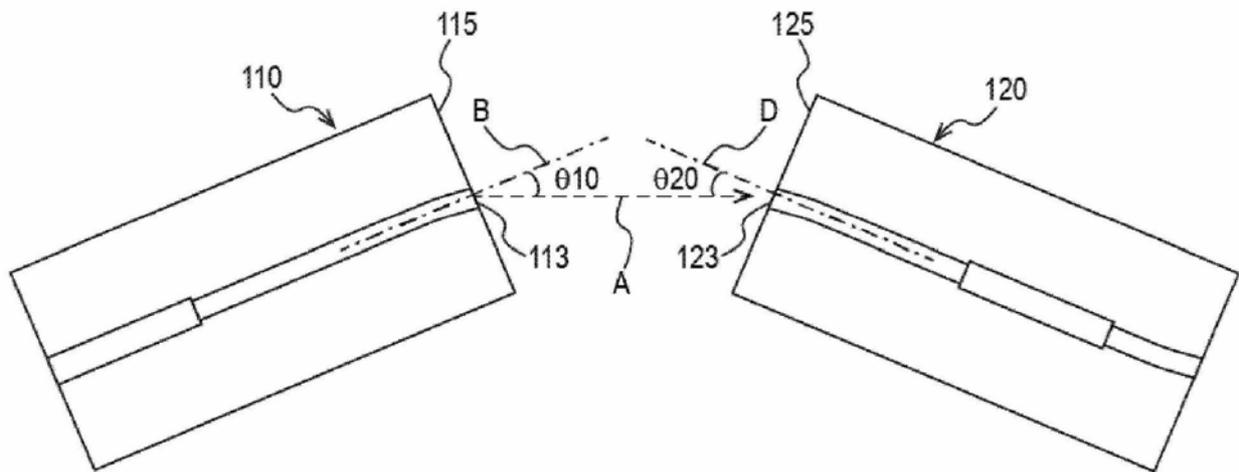


图7

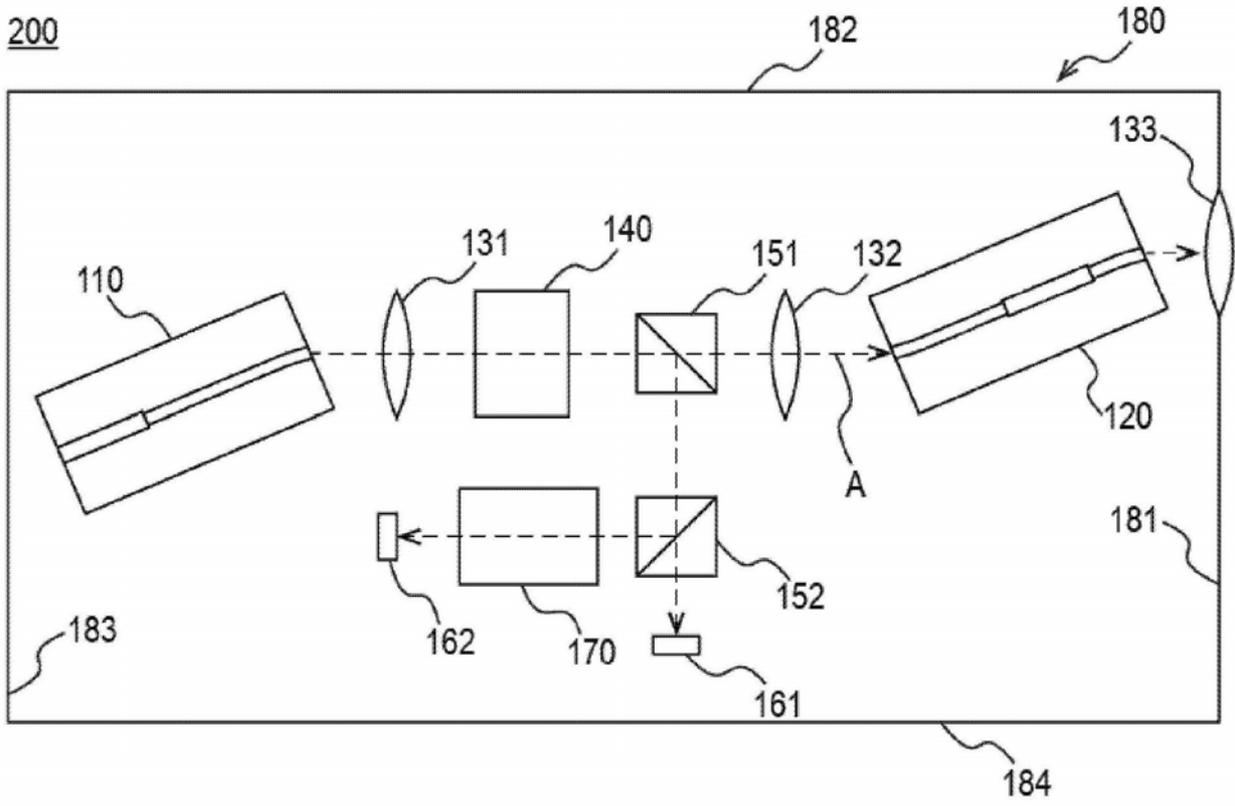


图8

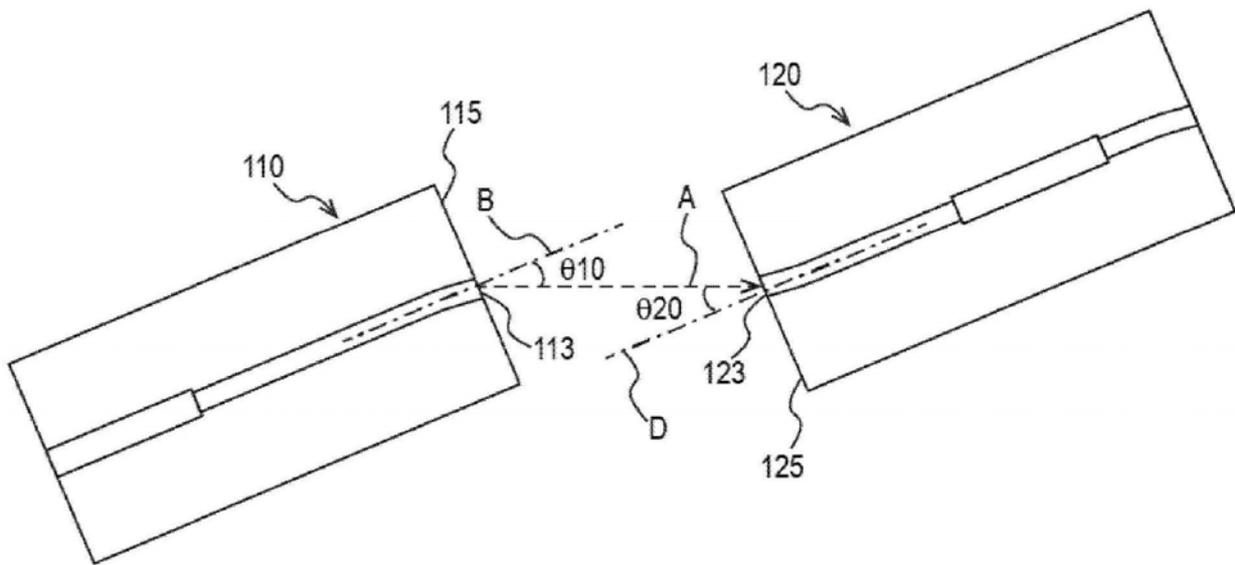


图9

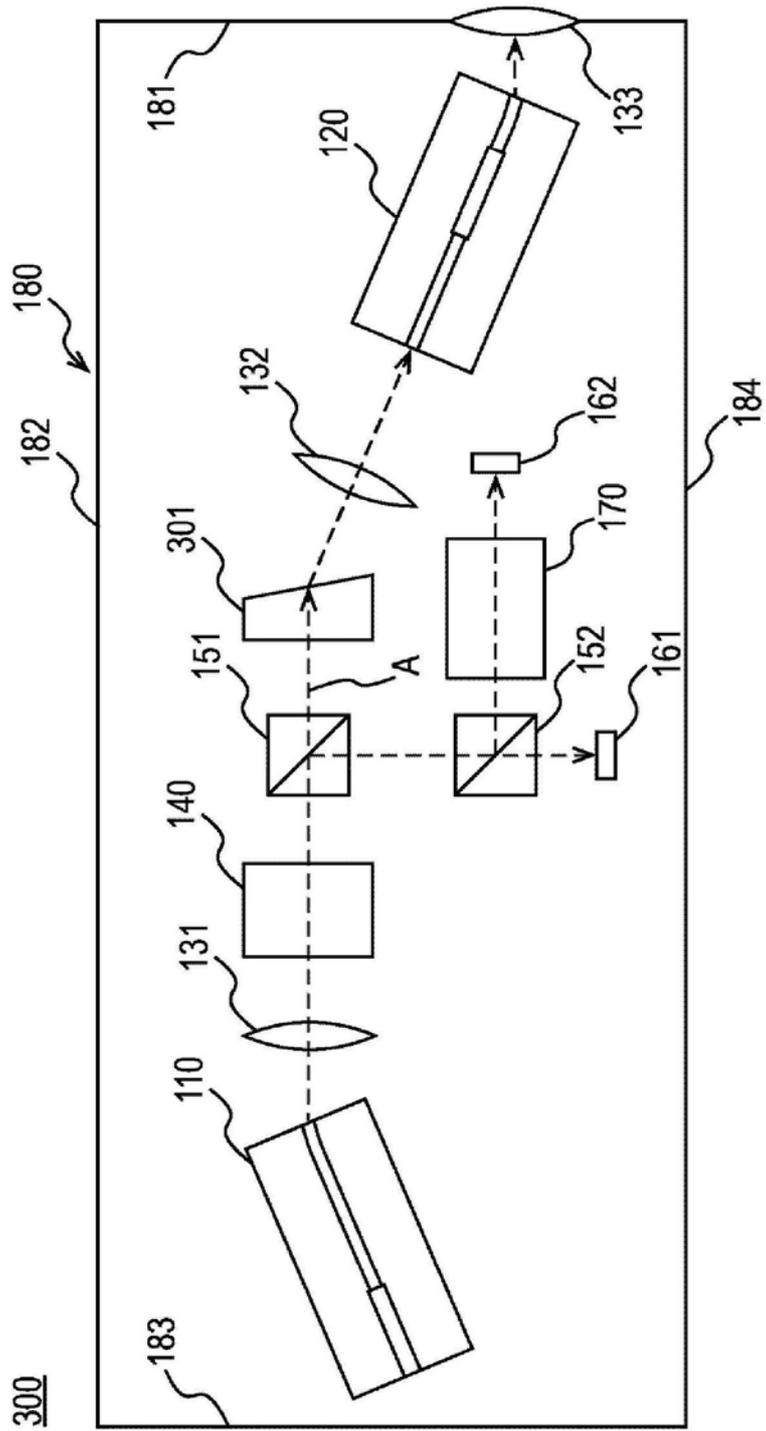


图10

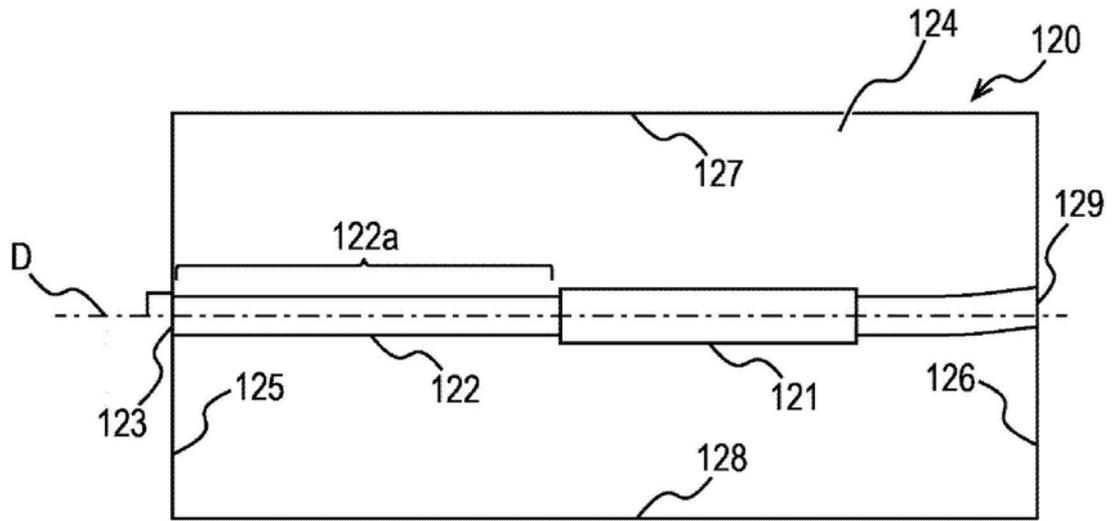


图11

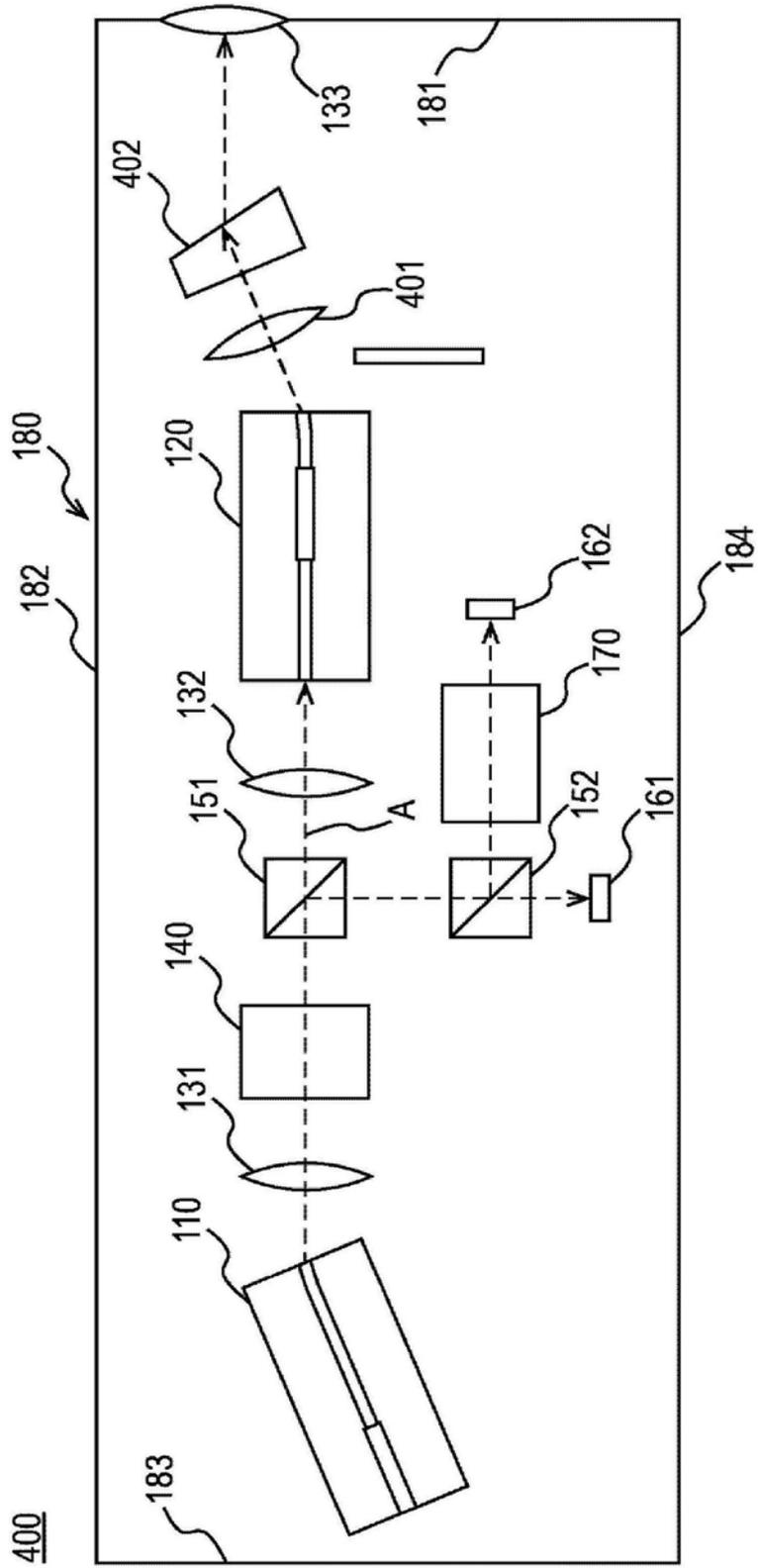


图12

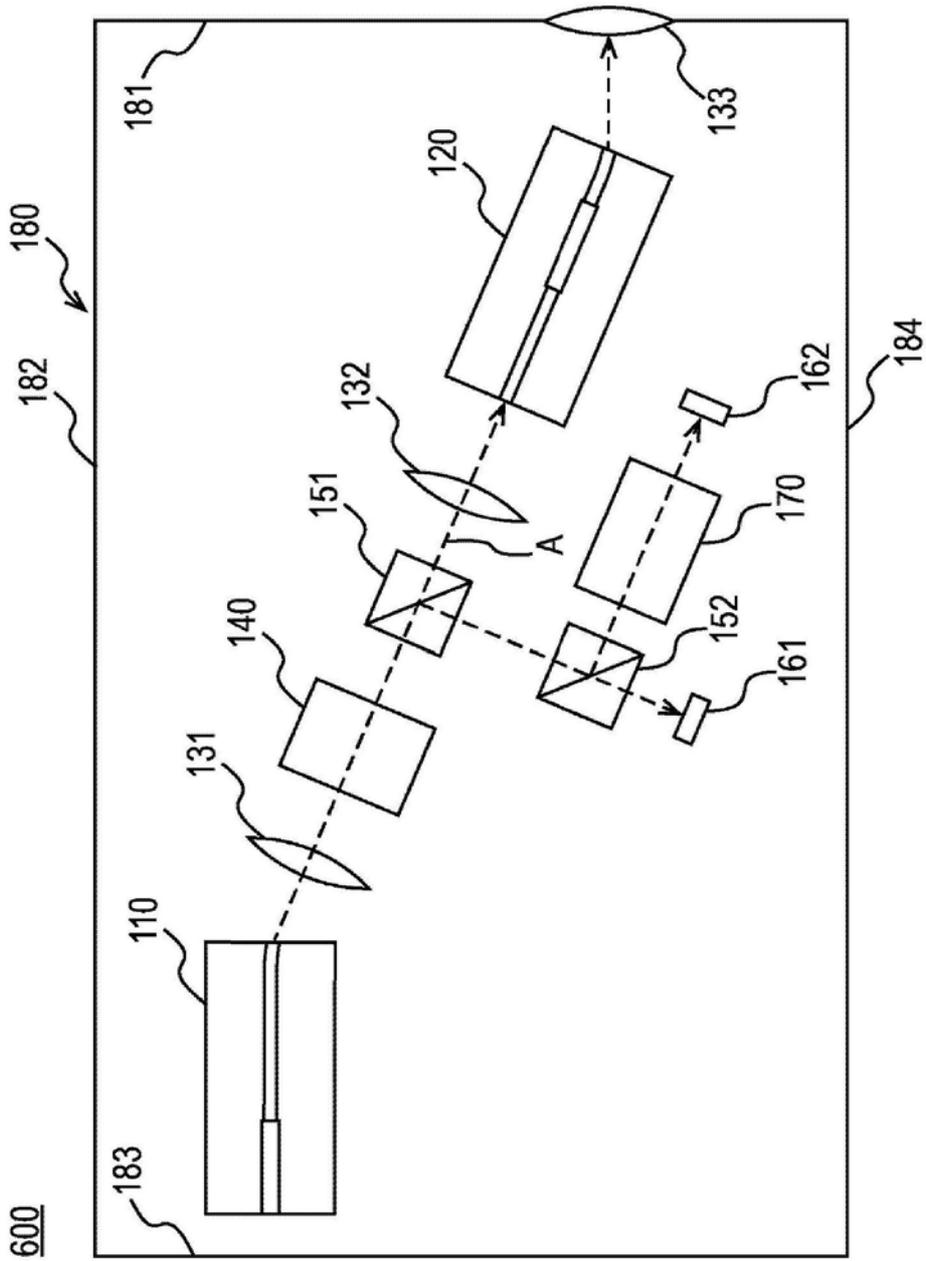


图14

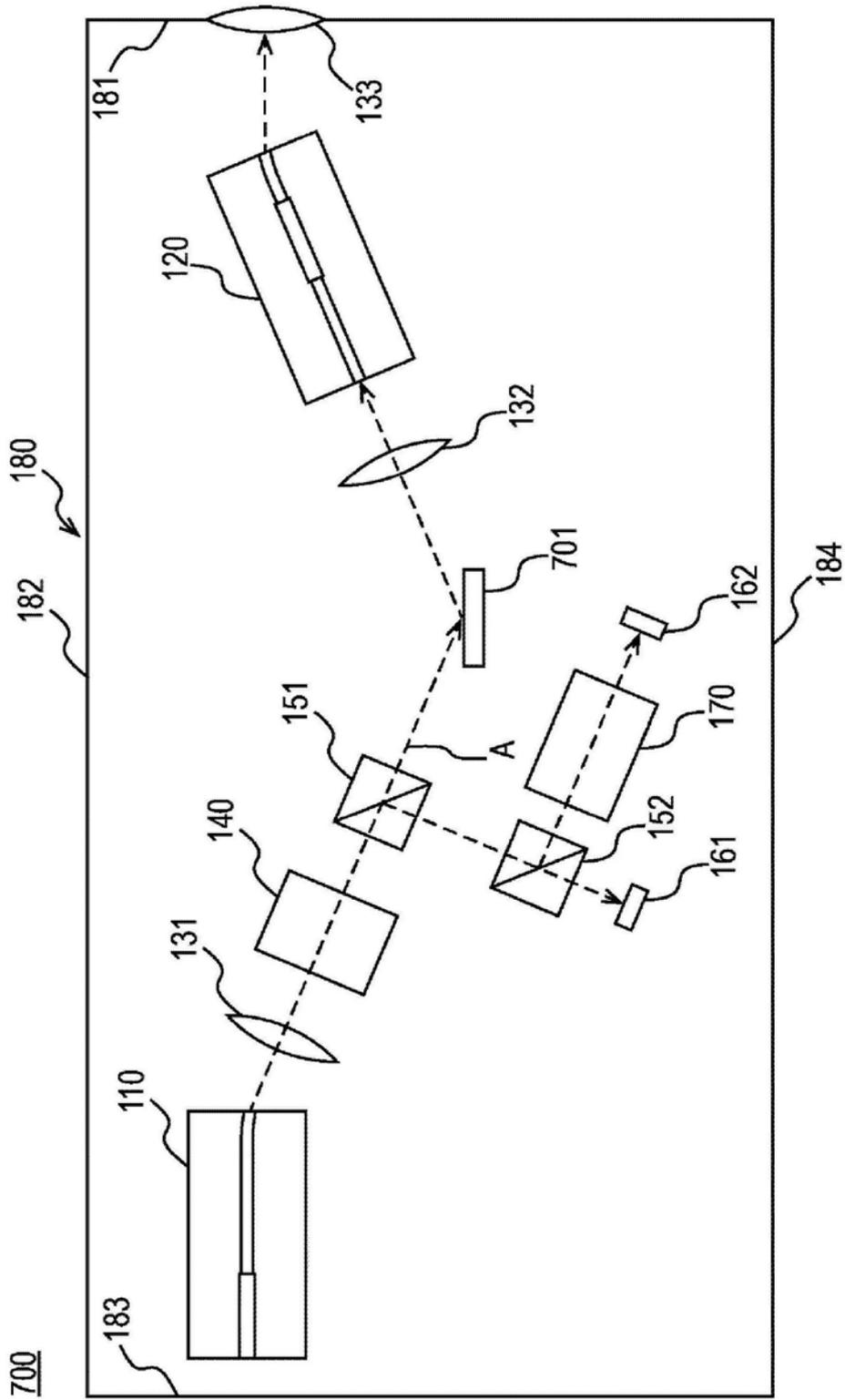


图15